

雷州半岛灌区工程

环境影响报告书

(送审稿)

建设单位：广东省湛江环北部湾水资源管理有限公司

编制单位：广东省水利电力勘测设计研究院股份有限公司

二〇二六年七月

编制单位营业执照

统一社会信用代码
91440000MA53B8124D

营业执照

(副本)(10-1)



扫描二维码可下载国家企业信用信息公示系统信息
了解更多企业、个人信用状况

名称
广东安永利电力勘测设计研究院股份有限公司

类型
股份有限公司(上市)

法定代表人
卢宏彬

经营范围
水利、电力、煤炭、市政工程设计、工程勘察和工程总承包、工程咨询和监理、水利水运勘测(堤防工程)勘测、咨询、设计项目及其工程项目的设备、材料供应、对外派遣本企业的顾问、指导、设计和技术服务人员;租赁、销售、电子计算机及配件、房屋买卖、机械设备。(依法须经批准的项目经相关部门批准后方可开展经营活动)

注册资本
人民币陆亿元

成立日期
1999年11月07日

住所
广州市荔湾区委南路新河道4-2号

登记机关
广东省市场监督管理局

2025年10月31日

国家企业信用信息公示系统网址: <http://www.gsxt.gov.cn>

本营业执照于2025年10月31日15时54分被注销
国家企业信用信息公示系统网址: <http://www.gsxt.gov.cn>

国家市场监督管理总局监制

仅用于雷州半岛灌区工程环境影响报告书审批事项

目 录

前 言.....	I
一、项目背景.....	I
二、项目特点.....	III
三、环境影响评价工作过程.....	IV
四、相关情况分析判定.....	IV
五、关注的主要环境问题.....	VI
六、报告书的主要结论.....	VII
1 总则.....	- 1 -
1.1 编制目的.....	- 1 -
1.2 编制依据.....	- 1 -
1.3 环境功能区划.....	- 7 -
1.4 评价标准.....	- 12 -
1.5 评价等级.....	- 19 -
1.6 评价范围.....	- 26 -
1.7 环境影响识别与评价因子筛选.....	- 28 -
1.8 环境保护要求与环境敏感目标.....	- 31 -
1.9 评价工作程序.....	- 44 -
2 工程概况.....	- 45 -
2.1 相关规划及依托工程情况.....	- 45 -
2.2 工程建设必要性.....	- 55 -
2.3 灌区现状及存在问题.....	- 60 -
2.4 工程简况.....	- 88 -
2.5 工程任务和设计标准.....	- 92 -
2.6 水资源供需平衡配置.....	- 95 -
2.7 工程总体布局及建设规模.....	- 126 -
2.8 主要建设内容.....	- 151 -
2.9 施工组织设计.....	- 183 -
2.10 建设征地与移民安置.....	- 203 -

2.11 工程投资	- 206 -
2.12 运行调度方案及工程管理	- 207 -
2.13 工程涉环境敏感区情况	- 215 -
3 工程分析.....	- 220 -
3.1 与相关法律及相关规划的相符性分析	- 220 -
3.2 工程方案环境合理性分析	- 238 -
3.3 环境影响因素分析和污染源强核算	- 268 -
4 环境质量现状调查与评价.....	- 292 -
4.1 环境概况	- 292 -
4.2 水文水资源调查与评价	- 299 -
4.3 污染源现状调查	- 330 -
4.4 地表水环境质量调查与评价	- 333 -
4.5 地下水环境质量调查与评价	- 363 -
4.6 环境空气质量现状调查与评价	- 369 -
4.7 声环境现状调查与评价	- 369 -
4.8 陆生生态环境质量现状调查与评价	- 373 -
4.9 水生生态环境现状调查与评价	- 458 -
4.10 土壤环境质量现状调查与评价	- 517 -
4.11 底泥现状调查与评价	- 532 -
4.12 灌区建设环境影响回顾性分析	- 540 -
4.13 主要环境问题	- 551 -
4.14 小结	- 552 -
5 环境影响预测与评价.....	- 559 -
5.1 水资源配置影响分析	- 559 -
5.2 水文情势影响分析	- 562 -
5.3 地表水环境影响预测与评价	- 571 -
5.4 地下水环境影响预测与评价	- 590 -
5.5 大气环境影响预测与评价	- 592 -
5.6 声环境影响预测与评价	- 595 -
5.7 陆生生态环境影响预测与评价	- 608 -

5.8 水生生态环境影响预测与评价	- 646 -
5.9 土壤环境影响预测与评价	- 653 -
5.10 固体废物影响分析	- 658 -
5.11 水土流失预测与评价	- 660 -
6 环境风险评价.....	- 663 -
6.1 环境风险识别	- 663 -
6.2 环境风险影响分析	- 663 -
6.3 环境风险防范措施与应急措施	- 665 -
6.4 环境风险应急预案	- 667 -
6.5 小结	- 673 -
7 环境保护措施及其经济技术可行性分析	- 674 -
7.1 环境保护措施设计原则	- 674 -
7.2 地表水环境保护措施	- 674 -
7.3 地下水环境保护措施	- 702 -
7.4 环境空气保护措施	- 705 -
7.5 声环境保护措施	- 707 -
7.6 生态环境保护措施	- 710 -
7.7 固体废弃物处理措施	- 727 -
7.8 土壤环境保护措施	- 729 -
7.9 水土保持措施	- 730 -
7.10 环境保护设施“三同时”验收汇总表	- 734 -
8 环境管理、监理与监测计划.....	- 740 -
8.1 环境管理	- 740 -
8.2 环境监理	- 743 -
8.3 环境监测计划	- 744 -
9 环境保护投资概算与环境影响经济损益分析	- 749 -
9.1 环境保护投资概算	- 749 -
9.2 环境影响经济损益分析	- 750 -
10 环境影响评价结论.....	- 753 -
10.1 工程概况	- 753 -

10.2 工程分析	- 754 -
10.3 环境影响评价	- 755 -
10.4 公众参与情况	- 769 -
10.5 评价结论与建议	- 770 -

前 言

一、项目背景

雷州半岛是中国第三大半岛，位于中国大陆最南端，广东省西南部，东接南海，西濒北部湾、南隔琼州海峡与海南岛对峙。区域属热带季风气候，地形地势比较平缓，临江临海，土壤肥沃，光热资源条件充足。根据《全国主体功能区划》《国土空间规划》等，雷州半岛位于华南农产品主产区及东南沿海国家粮食安全产业带，也是广东主要的商品粮基地、高效经济作物的主产区和热带水果示范区。然而，受区域内水资源禀赋条件较差所限，城镇化、工业化发展所需水资源的短缺引起城镇生活和工业用水挤占农业用水。区域内农业发展的瓶颈为优良的土地资源、光热条件与匮乏的水资源条件之间的矛盾。

为彻底解决雷州半岛千百年来的苦旱问题，省委、省政府谋划建设环北部湾广东水资源配置工程(以下简称环北广东工程)。工程从西江干流云浮段引水至雷州半岛，供水范围包括粤西地区的湛江、茂名、阳江、云浮 4 市，2030 年底全线通水。根据环北广东工程设计报告，环北广东工程将 11.7 亿 m^3 (2035 年)水量从西江输送至鹤地水库，其中农业灌溉水量 5.37 亿 m^3 ，为雷州半岛灌溉提供灌溉水源保障，有效新增雷州半岛灌溉面积 188 万亩。水利部《关于报送环北部湾广东水资源配置工程可行性研究报告审查意见的函》明确提出“抓紧完成灌区工程设计，推动工程尽早实施，与主体工程同步发挥效益”。受近年经济形势发展、人口增长影响，环北广东工程范围内生活工业需水量增长不及原预期，本次灌区设计在环北广东工程水源基础上，进一步结合本地水源、土地资源分布统一布局，将环北广东工程生活工业需求余量补充至农业灌溉用水，将环北广东工程农业灌溉覆盖面积由原设计 384 万亩扩大至 475 万亩，本次灌区工程计算的环北广东工程高鹤干线外引水量为 11.65 亿 m^3 ，其中农业灌溉水量 5.79 亿 m^3 。

为深入贯彻习近平总书记视察广东重要讲话、重要指示精神，全面落实国家水网建设部署，深入实施“百县千镇万村高质量发展工程”(以下简称“百千万工程”)、绿美广东生态建设和推进水利高质量发展，省委、省政府谋划建设环北部湾广东水资源配置工程二期(以下简称环北广东工程二期)，以环北广东工程为牵引，全力助推雷州半岛高质量发展。环北广东工程二期拟通过实施雷州半岛百库千塘万池输水储水网络工程、灌区工

程、绿美雷州半岛水美乡村建设等三个项目，构建江、河、湖、库、池相互贯通的区域水网，长远解决雷州半岛水资源承载能力与经济社会发展布局不匹配问题。

作为环北广东二期工程之一的雷州半岛灌区工程也是纳入《全国农田灌溉发展规划》《广东省水利发展“十四五”规划》的重要大型灌区工程。《广东省水利发展“十四五”规划》在“实施农村水利保障工程，助推乡村振兴发展”中，也提出要“结合重大水资源配置工程，全面统筹、合理规划雷州半岛灌区”。

2024年5月，广东省粤西水资源管理局（以下简称“粤西局”）与广东省水利电力勘测设计研究院股份有限公司（以下简称“省水电院”）签订“雷州半岛灌区工程可行性和初步设计阶段（含施工图）勘察设计及相关专题报告编制合同”。同月，省水电院正式开展雷州半岛灌区工程可行性研究报告。2025年9月14~18日，受广东省水利厅委托水利部水规总院在北京对《广东雷州半岛灌区可行性研究报告》（送审稿）进行技术评审，会后，省水电院组织项目组根据评审意见对工程设计方案进行补充完善，于2025年11月编制完成《广东雷州半岛灌区可行性研究报告》（报批稿）。2025年12月29日，广东省发展和改革委员会以粤发改投审〔2025〕158号文批复《雷州半岛灌区工程可行性研究报告》。可研获批后，建设单位立即组织开展《雷州半岛灌区工程初步设计报告》编制工作。2026年6月24日~25日，广东省水利水电技术中心在广州组织召开了雷州半岛灌区工程初步设计报告技术审查会。

2025年10月，《雷州半岛灌区工程施工准备工程实施方案》由广东省水利厅以粤水农水农电函〔2025〕1590号文正式批复，2025年11月，湛江市生态环境局以遂环建函〔2025〕35号文《关于雷州半岛灌区工程施工准备工程环境影响报告表审批意见的函》批复了该施工准备工程的环境影响报告表。施工准备工程内容包括雷北片区岭北灌域岭北片干管B、C、D及其支管、分支管等29条管道总长89.76km及其附属建筑物，该部分内容不再纳入本次环境影响评价范围内。

2026年3月，根据《广东省水利厅 湛江市人民政府研究推进湛江市水利工作有关事项的会议纪要》，启动雷州半岛灌区工程前期工作移交工作，同月，粤西局、省水电院以及广东省湛江环北部湾水资源管理有限公司签订《雷州半岛灌区工程项目法人移交书》，雷州半岛灌区工程项目法人正式移交给广东省湛江环北部湾水资源管理有限公司。

二、项目特点

雷州半岛灌区内河流源短流急，蓄水条件差，水资源时空分布极不均匀，缺水问题突出，平均约 2~3 年发生一次旱灾，是全国有名的苦旱地区。现有灌溉工程建设年代较早，设计标准低，配套设施不完善，渠系建筑物年久失修、渠道壅塞导致输水能力下降，还有部分渠道损毁或被占，失去灌溉功能，严重制约当地农业现代化发展。

雷州半岛灌区工程的建设，是落实国家政策对华南地区农业发展的迫切需求，是改善农业灌溉条件、保障粮食安全的重要保障，是区域农业现代化发展对灌区水资源开发利用的基本要求，是充分发挥环北部湾广东水资源配置工程工程效益的现实需要，是优化区域水资源配置，改善水生态环境，支撑区域高质量发展的重要抓手。

雷州半岛灌区工程是纳入《全国农田灌溉发展规划》、《广东省水网建设规划》、《广东省水利发展“十四五”规划》的重要大型灌区工程。工程点多、线长、面广，总工程量较大，灌区范围涉及湛江市辖区(赤坎区、霞山区、坡头区、麻章区)、廉江、遂溪、徐闻、雷州、吴川。项目设计灌溉面积 475 万亩，其中现有水利工程保灌面积 162 万亩，本项目改善灌溉面积 58 万亩、恢复灌溉面积 93 万亩、新增灌溉面积 162 万亩。

本工程充分利用环北广东外引水与本地水源，水资源配置按照节水优先、本地优先原则，外调水与本地水联合优化配置，至规划水平年 2035 年，雷州半岛灌区工程水源端多年平均配置水量为 20.69 亿 m^3 ，其中本地水源供水量 14.90 亿 m^3 (含鹤地水库供水量 7.42 亿 m^3)，占比 72%，环北部湾水资源配置工程引水量 5.79 亿 m^3 ，占比 28%。

本工程建设内容包含输水工程、提水工程、排水工程 3 部分。输水工程总长度为 2332.68km，涉及各类管道、渠道共 617 条，包括：①新建管道 473 条（不含准备工程），总长 1340.68km。其中干管及分干管 56 条，长度 281.60km；支管及分支管 417 条，长度 1059.09km；②新建渠道 5 条，总长 26.51km；③新建连通渠道 1 条，总长 7.93km；④加固改造、扩建、恢复渠道以及直接利用的渠道 138 条，总长 957.56km；⑤涉及各类渠(管)系建筑物 12111 座。提水工程包括泵站 40 座，其中新建泵站 38 座，重建 2 座。排水工程主要是加固改造灌排结合渠道 32 条，总长度 198.45km(已包含在输水工程中)。

本工程为水利工程，属于非污染型生态影响类项目。工程产生的污染物及其环境影

响主要在施工期；工程运行后，由于一定程度上促使灌区涉及区域的水资源进行了重新配置，对区域的水文情势产生了一定的影响，进而影响其水生态环境；新增农业产生的退水、排水将对受纳水体产生一定水环境的影响。

三、环境影响评价工作过程

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》和《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）等有关建设项目环境保护管理的规定，国家实行建设项目环境影响评价制度，对环境可能造成重大影响的应编制环境影响报告书，对建设项目产生的污染和环境影响进行全面、详细的评价；按照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目为灌区工程，涉及环境敏感区，需编制环境影响报告书。

2025 年 7 月 31 日，建设单位广东省粤西水资源管理局委托广东省水利电力勘测设计研究院股份有限公司承担雷州半岛灌区工程的环境影响评价工作。我司接受委托后，按照国家现行的环境影响评价法律、法规及技术规范要求制定了环境影响评价工作方案，组织相关人员对工程影响区进行实地踏勘和环境状况调查，并分别委托广东天鉴检测技术服务股份有限公司、广州市众森林业有限公司、中山大学对工程区域开展了环境质量现状监测、陆生生态环境调查、水生生态环境调查等工作，同时协助粤西局按照《环境影响评价公众参与办法》的要求开展第一次公示。

2026 年 3 月，雷州半岛灌区工程建设单位由粤西水资源管理局变更为广东省湛江环北部湾水资源管理有限公司（下称“湛江环北公司”），环境影响评价工作的主体责任单位也变更为湛江环北公司。我司在湛江环北公司的支持下，继续开展环境影响评价工作，按照相关技术导则要求，编制完成《雷州半岛灌区工程环境影响报告书(征求意见稿)》。

四、相关情况分析判定

（1）环境影响评价文件类别的判定

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》，本项目属于名录中“五十一、水利 125 灌区工程（不含水源工程的）”中的“涉及环境敏感区”项，因此，应编制环境影响报告书。

（2）产业政策符合性判定

本项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中“鼓励类二、水利-2、节水供水工程：灌区及配套设施建设、改造”，属于“鼓励类”项目；根据《市场准入负面清单（2025 年本）》，雷州半岛灌区工程建设内容不属于负面清单内容。因此，雷州半岛灌区工程建设符合国家产业政策，属于行业鼓励发展的项目。

（3）环境制约因素判定

本工程占地范围涉及生态保护红线、饮用水水源保护区，不涉及国家公园、自然保护区、地质公园、风景名胜区、水产种质资源保护区等其他环境敏感区。

1) 生态保护红线

本工程布置有 7 处涉及广东省生态保护红线，生态保护红线类型为粤西沿海丘陵台地水土保持生态保护红线。

雷州半岛灌区工程不涉及生态保护红线内的自然保护地核心保护区，工程为灌区工程，含新建输水管道及加固改造原有灌渠，已纳入《湛江市国土空间总体规划（2021-2035 年）》重点建设项目安排表中。

雷州半岛灌区工程任务主要为农业灌溉，根据《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知》（自然资发[2022]142 号）、《广东省自然资源厅 广东省生态环境厅 广东省林业局关于严格生态保护红线管理的通知(试行)》（粤自然资发[2023]11 号），本工程属于生态保护红线内允许的 10 类有限人为活动的第 6 种情形，即“必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造”中的符合国土空间规划的线性基础设施、供水设施以及已有的合法水利设施的运行维护改造。因此，本工程符合生态保护红线管理规定的相关要求。在项目用地报批阶段，需按照相关要求开展建设项目符合生态保护红线内允许有限人为活动的说明报告，并取得省政府出具的“认定意见”。

2) 饮用水水源保护区

根据《广东省人民政府关于优化调整湛江市部分饮用水水源地保护区的批复》（粤府函〔2022〕286 号）、《广东省人民政府关于调整湛江市部分饮用水水源保护区的批复》

(粤府函〔2019〕275号)、《广东省人民政府关于调整湛江市地表水饮用水源保护区的批复》(粤府函〔2014〕141号), 本项目工程布置涉及10个饮用水水源保护区。本工程为灌区工程, 工程任务为解决雷州半岛地区灌溉用水问题, 不属于排放污染物的建设项目。本工程为与供水设施有关的工程, 且工程涉及的水源保护区现状均有灌溉功能, 工程对水源保护区内的灌渠进行加固改造或者补水入水库, 难以完全避让饮用水水源保护区。因此, 本工程符合《中华人民共和国水污染防治法》以及《饮用水水源保护区污染防治管理规定》的相关规定。

(4) “三线一单”符合性判定

本项目符合生态保护红线的保护要求, 项目的建设不会造成所在区域环境质量下降, 用水量符合湛江市用水总量控制要求, 符合资源利用上限中相关规定, 不属于市场准入负面清单(2025年版)的禁止准入行业, 符合《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》(粤府〔2020〕71号)、《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》(湛府〔2021〕30号)的管控和准入要求。

(5) 与相关规划符合性判定

雷州半岛灌区工程是列入《全国农田灌溉发展规划》《广东省水网建设规划》和《广东省水利发展“十四五”规划》的重要大型灌区工程, 是国务院部署的“两重”建设标志性重大水利工程。雷州半岛灌区工程已纳入《湛江市国土空间总体规划(2021-2035年)》重点建设项目安排表。工程符合国土空间规划和相关水利规划。

(6) 与环保相关法律法规符合性判定

本工程为与供水设施有关的工程, 不属于排放污染物的建设项目。工程建设过程中注重对水环境的保护, 施工期及运行期污废水处理达标后回用或排放, 尽量减轻对水环境的影响。工程建设与《中华人民共和国水污染防治法》以及《广东省水污染防治条例》等法律法规相符。

五、关注的主要环境问题

项目重点关注生态环境、水环境影响及污染控制措施、环境风险防范与应急要求等。

生态环境重点论述工程建设对项目涉及的生态红线、水生生态环境, 对临时施工场

地陆域生态的影响；水环境重点评价工程建设对本工程涉及河道、水库以及饮用水水源保护区水环境的影响；水文情势重点分析建设前后，对水文环境、水生生态的影响；环境风险章节重点关注油料泄漏对评价范围内饮用水水源保护区的影响；环境污染防治措施重点论述施工期地表水、大气、噪声污染防治措施、生态环境保护措施及油料泄漏风险防范措施。

六、报告书的主要结论

雷州半岛灌区工程是纳入《全国农田灌溉发展规划》、《广东省水网建设规划》、《广东省水利发展“十四五”规划》的重要大型灌区工程。工程建成后将与雷州半岛百库千塘万池输水储水网络工程有机结合，构建雷州半岛连通水网，通过输水渠系配套、保障骨干水源工程发挥供水效益，解决农业灌溉用水，对于提高灌区粮食作物产量，保障国家粮食安全，加快构建特色精致高效的现代农业产业体系，推动率先实现农业现代化具有重要作用，为做大雷州半岛祖国大陆南端的大粮仓、打造“热带水果”的阳光生态果园提供了水源保障。

同时，本工程是环北部湾广东水资源配置工程的后续工程，也将充分发挥环北广东工程的供水效益，全面提升水资源综合保障能力，促进城乡区域协调发展。本工程建成后可有效灌溉农田 475 万亩，为保障粮食安全、改善区域生态环境、促进乡村全面振兴和高质量发展创造条件；同时可退还部分当地超采地下水量和农业挤占生态水量，对构建良性生态循环系统和改善区域生态环境具有十分重要的意义。

本工程符合国家产业政策和相关环保法律、法规的要求，符合用水总量控制及最严格水资源管理制度要求，符合相关环境保护规划以及审批原则要求。

本工程不涉及整合优化后的自然保护区、地质公园、风景名胜区、湿地公园等自然保护地，也不涉及世界文化自然遗产、水产种质资源保护区等环境敏感因素。

工程涉及 10 处饮用水水源保护区，本工程是环北部湾广东水资源配置工程的后续工程，以农业灌溉为主，工程建设后，可置换部分水量用于工业生活供水，进一步保障城乡供水安全，属于与供水设施相关的项目，符合《中华人民共和国水污染防治法》相关要求。工程涉及的水源保护区现状均有灌溉功能，且相关的水利设施（水库、青年运河灌区等）建设时间均早于水源保护区的设立时间，工程对水源保护区内的灌渠进行加

固改造或者补水入水库，难以完全避让饮用水水源保护区。

工程涉及 7 处生态保护红线，但不涉及生态保护红线内的核心保护区。本工程为灌区工程，含新建输水管道及加固改造原有灌渠，属于粤自然资发〔2023〕11 号文中允许有限人为活动的第 6 种情形，即“必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造”中的符合国土空间规划的线性基础设施、供水设施以及已有的合法水利设施的运行维护改造。因此，本工程符合生态保护红线管理规定的相关要求。

工程施工期对环境的影响主要为施工期产生的污废水、施工扬尘、施工噪声、固体废弃物等对水环境、声环境、大气环境等的影响以及工程占地对生态环境的影响。工程运行期增加了灌区的水资源量，可以提高灌区的供水保证率，降低区域的缺水量，改善雷州半岛地区的缺水状况；工程实施后，鹤地水库水位发生一定的变化，丰水年水库水位变化表现为下降为主；枯水年，环北工程补水量较大，水库水位表现为升高。运行期水源区水体接收西江优质来水，有利于改善水源区水质；灌区退水对灌区受纳河流产生一定程度的补水影响，但分散至各受纳水体的退水量不大，各水体的年退水量为 2.97 万 m^3 ~304.84 万 m^3 ，对受纳河流水文情势的影响不大，受纳水体接收灌区退水后，水质有一定的变差，但影响有限，各受纳水体接收退水后，不会改变受纳水体的水质类别。针对上述影响，本报告提出了水环境、生态环境、大气环境、声环境以及固体废弃物处理等措施和要求，并制定了水质、环境空气、声环境等监测计划。在落实各项环境保护工程和管理措施后，不利环境影响可得到较大程度的减缓和控制。

综合分析，从环境保护的角度，在落实本报告提出的各项环保措施的前提下，雷州半岛灌区工程建设具有环境可行性。

1 总则

1.1 编制目的

通过环境影响评价工作，论证雷州半岛灌区工程建设的环境可行性，为环境保护主管部门的决策提供技术依据。具体如下：

(1) 明确工程所在区域的水环境、环境空气、声环境、生态环境等环境功能，确定环境保护要求 and 环境敏感目标；

(2) 对工程建设区及影响区的环境现状进行调查和评价，分析主要环境问题及变化趋势；

(3) 分析工程建设方案与相关规划及国家法律法规、地方相关政策等的协调性。结合环境敏感目标及影响分析，论证工程选址、工程布置等工程方案及施工总布置的环境合理性，从环境保护的角度，对工程布置提出优化建议；

(4) 分析工程建设、运行、移民安置等活动的特征，预测工程活动对评价区域环境造成的各种影响，重点评价工程建设与运行对区域水环境和生态环境的影响；

(5) 针对工程可能带来的不利影响及区域环境保护要求，制定技术经济可行的环境保护对策措施，对施工期和运行期的污染防治及风险防范措施进行系统考虑，充分发挥工程的经济效益、社会效益和环境效益，促进工程区域的可持续发展；

(6) 制定针对性的工程施工期和运行期环境监测计划，以便掌握工程对环境的实际影响程度，为工程的环境管理提供科学依据；制定工程环境管理计划，明确各方的环境保护任务和职责，为环境保护措施的实施提供制度保证；

(7) 提出环境保护投资估算，为环境保护措施的实施提供资金保障，对工程采取的环境保护措施和工程带来的环境影响进行经济损益分析；

(8) 从环境保护的角度，综合论证雷州半岛灌区工程建设的可行性，明确环境影响评价结论，为工程的方案论证、环境管理和项目决策提供科学依据。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规

(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2014 年 4 月 24 日修订；

- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订；
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》，2017 年 6 月 27 日修订；
- (4) 《中华人民共和国大气污染防治法》，2018 年 10 月 26 日修订；
- (5) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 9 月 1 日起施行；
- (6) 《中华人民共和国噪声污染防治法》，2022 年 6 月 5 日起施行；
- (7) 《中华人民共和国土壤污染防治法》，2019 年 1 月 1 日起施行；
- (8) 《中华人民共和国水法》，2016 年 7 月 2 日修订；
- (9) 《中华人民共和国水土保持法》，2010 年 12 月 25 日修订；
- (10) 《中华人民共和国土地管理法》，2019 年 8 月 26 日修订；
- (11) 《中华人民共和国防洪法》，2016 年 7 月 2 日修订；
- (12) 《中华人民共和国农业法》，2012 年 12 月 28 日修订；
- (13) 《中华人民共和国渔业法》，2013 年 12 月 28 日修订；
- (14) 《中华人民共和国森林法》，2019 年 12 月 28 日修订；
- (15) 《中华人民共和国野生动物保护法》，2023 年 5 月 1 日起施行；
- (16) 《中华人民共和国湿地保护法》，2022 年 6 月 1 日起施行；
- (17) 《中华人民共和国文物保护法》，2024 年 11 月 8 日修订；
- (18) 《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 7 月 16 日修订；
- (19) 《中华人民共和国自然保护区条例》，2017 年 10 月 7 日修订；
- (20) 《中华人民共和国森林法实施条例》，2018 年 3 月 19 日修订；
- (21) 《中华人民共和国野生植物保护条例》，2017 年 10 月 7 日修订；
- (22) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》，2016 年 2 月 6 日修订；
- (23) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》，2013 年 12 月 7 日修订；
- (24) 《水产种质资源保护区管理暂行办法》，2016 年 5 月 30 日起施行；
- (25) 《饮用水水源保护区污染防治管理规定》，2010 年 12 月 22 日修正；
- (26) 《古树名木保护条例》，2025 年 3 月 15 日起施行；
- (27) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》，2021 年 9 月 1 日起施行；
- (28) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》，2011 年 1 月 8 日修订；
- (29) 《中华人民共和国基本农田保护条例》，2011 年 1 月 8 日修订；
- (30) 《中华人民共和国河道管理条例》，2018 年 3 月 19 日修正。

1.2.2 部门规章

- (1) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》，2021 年 1 月 1 日；
- (2) 《产业结构调整指导目录(2024 年本)》，2024 年 2 月 1 日起施行；
- (3) 《市场准入负面清单(2022 年版)》，发改体改规[2022]397 号；
- (4) 《国务院关于印发全国主体功能区规划的通知》，国发[2010]46 号；
- (5) 《国务院关于印发全国生态环境保护纲要的通知》，国发[2000]38 号；
- (6) 《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》，国发[2013]37 号；
- (7) 《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》，国发[2015]17 号；
- (8) 《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》，国发[2016]31 号；
- (9) 《水利部、环境保护部关于加强水利工程建设生态环境保护工作的通知》，水规划[2017]315 号；
- (10) 《关于进一步加强生态环境保护工作的意见》，环发[2007]37 号；
- (11) 《关于进一步加强水利规划环境影响评价工作的通知》，环发[2014]43 号；
- (12) 《关于进一步加强涉及自然保护区开发建设活动监督管理的通知》，环发[2015]57 号；
- (13) 《中共中央办公厅 国务院办公厅印发<关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见>》，厅字[2019]48 号；
- (14) 《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知(试行)》，自然资发[2022]142 号；
- (15) 《生态保护红线生态环境监督办法(试行)》，国环规生态[2022]2 号；
- (16) 《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》，自然资发[2023]89 号；
- (17) 《自然资源部国家林业和草原局关于进一步做好自然资源要素保障的通知》，自然资发[2026]38 号；
- (18) 《国土资源部关于全面实行永久基本农田特殊保护的通知》，国土资规[2018]1 号；

- (19) 《农用地土壤环境管理办法(试行)》，2017 年 11 月 1 日起施行；
- (20) 《关于进一步加强水生生物资源保护 严格环境影响评价管理的通知》，环发[2013]86 号；
- (21) 《农业部办公厅关于印发建设项目对国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告编制指南的通知》，农办渔[2014]14 号；
- (22) 《关于进一步加强饮用水水源安全保障工作的通知》，环办[2009]30 号；
- (23) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，环发[2012]77 号；
- (24) 《环境影响评价公众参与办法》，2019 年 1 月 1 日起施行；
- (25) 《水利建设项目（灌区工程）环境影响评价文件审批原则（试行）》，2018 年 7 月 21 日；
- (26) 《国家重点保护野生动物名录》，2021 年 2 月 11 日修订；
- (27) 《国家重点保护野生植物名录》，2021 年 9 月 7 日修订；
- (28) 《陆生野生动物重要栖息地名录》（第一批），2023 年 11 月 30 日；
- (29) 《国家危险废物名录(2025 年版)》，2025 年 1 月 1 日起施行。

1.2.3 地方法规及政策文件

- (1) 《广东省环境保护条例》，2022 年 11 月 30 日修订；
- (2) 《广东省水污染防治条例》，2021 年 1 月 1 日起施行；
- (3) 《广东省大气污染防治条例》，2022 年 11 月 30 日起施行；
- (4) 《广东省固体废物污染环境防治条例》，2022 年 11 月 30 日修订；
- (5) 《广东省河道管理条例》，2018 年 3 月 19 日修正；
- (6) 《广东省林地保护管理条例》，2020 年 9 月 29 日修订；
- (7) 《广东省森林保护管理条例》，2023 年 7 月 1 日修订；
- (8) 《广东省野生动物保护管理条例》，2020 年 5 月 1 日起施行；
- (9) 《广东省生态公益林调整管理办法(试行)》，2009 年 12 月 1 日实施；
- (10) 《广东省人民政府关于印发广东省水污染防治行动计划实施方案的通知》，粤府[2015]131 号；
- (11) 《广东省人民政府关于印发广东省土壤污染防治行动计划实施方案的通知》，粤

- 府[2016]145 号；
- (12) 《广东省人民政府办公厅关于印发广东省大气污染防治强化措施及分工方案的通知》，粤办函[2017]471 号；
- (13) 《广东省国土空间规划(2021-2035 年)》，粤府[2023]105 号；
- (14) 《广东省生态环境保护“十四五”规划》，粤府[2021]10 号；
- (15) 《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》，粤府[2020]71 号；
- (16) 《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》湛府[2021]30 号；
- (17) 《广东省水生态环境保护“十四五”规划》，粤环函[2021]652 号；
- (18) 《广东省强化资源要素支撑全力推进省重大项目开工建设的工作方案》，粤办函[2021]227 号；
- (19) 《广东省自然资源厅广东省生态环境厅广东省林业局关于严格生态保护红线管理的通知(试行)》，粤自然资发[2023]11 号；
- (20) 《关于饮用水源保护区调整及线性工程项目穿越饮用水源保护区可行性审查办理程序的通知》，粤环函[2015]1372 号；
- (21) 《广东省绿化委员会关于加强古树名木保护管理的指导意见》，粤绿函[2023]3 号；
- (22) 《广东省人民政府关于优化调整湛江市部分饮用水水源地保护区的批复》，粤府函[2022]286 号；
- (23) 《广东省人民政府关于调整湛江市部分饮用水水源保护区的批复》，粤府函[2019]275 号；
- (24) 《广东省人民政府关于调整湛江市地表水饮用水源保护区的批复》，粤府函[2014]141 号；
- (25) 《广东省地下水功能区划》，粤水资源[2009]19 号；
- (26) 《广东省地表水环境功能区划》，粤府函[2011]29 号；
- (27) 《广东省重点保护陆生野生动物名录》，粤林[2021]18 号；
- (28) 《广东省重点保护水生野生动物名录》，粤农农[2022]141 号；
- (29) 《湛江市国土空间总体规划(2021-2035 年)》，湛府函[2025]21 号；
- (30) 《湛江市生态环境保护“十四五”规划》；
- (31) 《湛江市县（市）声环境功能区划》。

1.2.4 导则、标准及规范

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016);
- (2) 《环境影响评价技术导则 水利水电工程》(HJ/T 88-2003);
- (3) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018);
- (4) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016);
- (5) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018);
- (6) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2021);
- (7) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022);
- (8) 《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ 964-2018);
- (9) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018);
- (10) 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002);
- (11) 《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017);
- (12) 《环境空气质量标准》(GB3095-2026);
- (13) 《声环境质量标准》(GB3096-2008);
- (14) 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018);
- (15) 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018);
- (16) 广东省《水污染物排放限值》(DB 44/26-2001);
- (17) 广东省《大气污染物排放限值》(DB 44/27-2001);
- (18) 《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020);
- (19) 《建筑施工噪声排放标准》(GB12523-2025);
- (20) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008);
- (21) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020);
- (22) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023);
- (23) 《水利水电工程生态流量计算与泄放设计规范》(SL/T 820-2023)。

1.2.5 其他相关依据

- (1) 环评委托书，广东省粤西水资源管理局，2025 年 7 月 31 日；
- (2) 《雷州半岛灌区工程可行性研究报告》，广东省水利电力勘测设计研究院股份有限公司，2025 年 11 月；
- (3) 《雷州半岛灌区工程初步设计报告》，广东省水利电力勘测设计研究院股份有限公司，2026 年 5 月；
- (4) 建设单位、设计单位提供的有关本项目其他基本资料。

1.3 环境功能区划

1.3.1 地表水环境功能区划

1.3.1.1 水环境功能区划

根据《广东省地表水环境功能区划》（粤府函〔2011〕29 号），评价范围内共涉及涉及粤府函〔2011〕29 号中的 34 个水环境功能区，水质保护目标Ⅱ~Ⅳ类，工程涉及的水环境功能区划情况见表 1.3-1，工程区域水系图及地表水环境功能区划图见附图册。

表1.3-1 工程所在区域地表水环境功能区划表

序号	水体名称	水环境功能区	水质目标	与工程的位置关系
1	鹤地水库	饮农防发	Ⅱ	仅利用其水量
2	雷州青年运河	饮	Ⅱ	取水头部/线路占地涉及
3	廉江河	工农混	Ⅳ	退水
4	九洲江	工农渔混	Ⅲ	退水
5	风朗河	工农	Ⅲ	取水头部占地涉及/线路穿越（明挖）
6	杨柑河	工农	Ⅲ	线路涉及
7	杨柑河	工农	Ⅳ	线路穿越（渡槽）、退水
8	豆坡河	工农	Ⅲ	线路穿越（渡槽）
9	乐民河	工农	Ⅲ	线路穿越（渡槽）、退水
10	南渡河	饮	Ⅲ	取水头部/线路涉及
11	土塘水	农	Ⅲ	线路穿越（明挖）
12	遂溪河	工农	Ⅲ	取水头部占地涉及
13	通明河	农	Ⅲ	线路穿越（明挖）、退水
14	城月河	综	Ⅳ	退水

序号	水体名称	水环境功能区	水质目标	与工程的位置关系
15	城月河	工农	III	线路穿越（明挖）
16	旧县河	工农	IV	线路穿越（渡槽）
17	英利河	农	III	取水头部占地涉及/线路穿越（明挖、渡槽）
18	迈陈河	农	III	线路穿越（明挖）
19	流沙河	农	III	线路穿越（渡槽）
20	土贡河	农	III	取水头部占地涉及
21	花桥水	农	III	取水头部占地涉及
22	雷高河	农	III	线路穿越（明挖）
23	雷高河	饮农防发	II	取水头部占地涉及
24	调风河	农	III	线路穿越（顶管）
25	调风河	混	IV	线路穿越（明挖）
26	青垌水	农	III	线路穿越（明挖）
27	锦和河	农	III	线路架空穿越
28	黄定河	农	III	线路穿越（明挖）
29	龙门水库	饮农防发	II	取水头部占地涉及
30	迈生水库	饮农防发	II	取水头部占地涉及
31	红心楼水库	饮农防	II	取水头部占地涉及
32	北松水库	农防发渔	II	进库明渠占地涉及
33	鲤鱼潭水库	农渔	II	线路穿越（明挖）
34	余庆桥水库	农防发	II	南北渠进大水桥水库的进库段修复

除此之外，工程还涉及众多未划定水环境功能的水体。根据湛江市生态环境局《关于雷州半岛灌区工程环境影响评价执行标准意见的复函》（见附件），未划定水环境功能区划的其他地表水体，按照粤环〔2011〕14号文件中“各水体未列出的上游及支流的水体环境质量控制目标以保证主流的环境质量控制目标为最低要求，原则上与汇入干流的功能目标要求不能相差超过一个级别”的规定执行。本工程涉及的已划定水环境功能的主要水体水质保护目标为II~IV类，因此，其他未划定水环境功能的地表水体拟按照以下原则执行：II类和III类水体的支流执行III类标准，IV类水体的支流执行IV类标准，无名沟渠等小微水体执行IV类标准，未划定水环境功能的水库执行III类标准，满足控制目标与汇入干流的功能目标相差超过一个级别的要求。此外，已划定水源保护区的水体，执行水源保护区的水质保护目标。

1.3.1.2 饮用水水源保护区

根据《广东省人民政府关于优化调整湛江市部分饮用水水源地保护区的批复》（粤府函〔2022〕286号）、《广东省人民政府关于调整湛江市部分饮用水水源保护区的批复》（粤府函〔2019〕275号）、《广东省人民政府关于调整湛江市地表水饮用水水源保护区的批复》（粤府函〔2014〕141号），评价范围内涉及10个饮用水水源保护区。

工程涉及的饮用水水源保护区划分情况见表 1.3-2，工程区域饮用水水源保护区分布情况见附图。

本工程不涉及地下水饮用水水源保护区。

表1.3-2 工程所在区域饮用水水源保护区划分情况表

序号	水源地名称	级别	水质保护目标	水域保护范围	陆域保护范围	与工程位置关系
1	雷州青年运河饮用水水源保护区	一级	II	(1)从鹤地水库的雷州青年运河供水渠首起至四联河口的运河主千河。 (2)书房仔桥起至东运河口(除主河从书房仔桥泄水闸下游 3500 米到下游 4700 米段、主河从西涌电站上游 2691 米到下游 11185 米段)； (3)经西海河至安铺镇止，除西海河从老凌节制闸下游 325 米到下游 5760 米和西海河从坑笼桥上游 150 米到下游 150 米。 (4)经东海河至遂城水厂取水口下游 500 米止(除七联泄水闸下游 4337 米到下游 9695 米)； (5)湛海铁路东海河桥起经塘口泵站至麻章水厂泵站(除东海河与主运河交界处往南里程 30710 米处上下 150 米河段的运河河道水域、东海河与主运河交界处往南里程 33460 米处上游 370 米至下游 150 米河段的运河河道水域)； (6)经西运河至雷州土乐水库止，除从西运河口下游 6200 米到下游 6500 米。	相应一级保护区水域两岸向陆纵深至堤围背水坡脚线外 50 米,但不超过流域分水岭的陆域。	黄垌岭泵站、罗笛涌泵站、东海河泵站等多个取水头部涉及一级保护区、多条灌渠涉及二级保护区

序号	水源地名称	级别	水质保护目标	水域保护范围	陆域保护范围	与工程位置关系
		二级	II	(1)四联河口至书房仔桥的运河主干河。 (2)主河从书房仔桥泄水闸下游 3500 米到下游 4700 米。 (3)主河从西涌电站屈翔厝蘋霍陂礼上游 2691 米到下游 11185 米段； (4)西运河从西运河口下游 6200 米到下游 6500 米。 (5)西海河从老凌节制闸下游 325 米到下游 5760 米。 (6)西海河从坑笼桥上游 150 米到下游 150 米。 (7)从东运河河口至雷州西湖水库止。 (8)东海河从七联泄水闸下游 4337 米至 9695 米河段的运河河道水域。 (9)从遂城水厂取水口下游 500 米处至湛海铁路东海河桥止。 (10)东海河与主运河交界处往南里程 30710 米处上下游 150 米河段的运河河道水域。 (11)东海河与主运河交界处往南里程 33460 米处上游 370 米至下游 150 米的运河河道水域。 (12)从四联河口经四联河至坡头区龙头镇甘村水库止。	一级保护区陆域外边界向陆纵深 100 米的陆域；相应二级保护区水域两岸向陆纵深至堤围背水坡脚线外 100 米，但不超过流域分水岭的陆域。	多条灌渠涉及二级保护区
2	九洲江饮用水水源保护区	一级	II	吉水水厂取水口上游 1500 米至下游 100 米河段的水域。	相应一级保护区水域两岸河堤外坡脚向陆纵深 50 米内的陆域。	雷北河唇干渠改造及良龙山支渠改造涉及二级保护区陆域
		二级	II	吉水水厂取水口上游 4000 米至下游 300 米河段，除一级保护区外的水域。	保护区水域两岸河堤外坡脚向陆纵深 1000 米内，除一级保护区外的陆域。	
3	南渡河饮用水水源	一级	II	南渡河新建水厂取水口上游 1000 米处(即铁路桥上游约 200 米处)至南渡河旧渡口河段的水域。	相应一级保护区水域两岸河堤外坡脚向陆纵深 100 米内的陆域	西运河连通工程位于二级保

序号	水源地名称	级别	水质保护目标	水域保护范围	陆域保护范围	与工程位置关系
	保护区	二级	II~III	南渡河源头遂溪坡仔至雷州双溪口河段，除一级保护区外的水域。	保护区水域两岸河堤外坡脚向陆纵深 100 米，除一级保护区外的陆域	保护区内；花桥水支渠头部位位于二级保护区
4	志满水库 饮用水水源保护区	一级	II	取水口半径 300 米的水域范围。	水库正常水位线向陆纵深 200 米不超过集雨区范围的陆域。	新建岭北片区支管 D 线路穿越二级保护区陆域
		二级	II	志满水库除一级保护区外的全部水域。	水库正常水位线向陆纵深 2000 米不超过集雨区范围的除一级保护区外的陆域。	
5	合流水库 饮用水水源保护区	一级	II	水库全部水域	水库正常水位线向陆纵深 200 米的陆域(集雨区边界不足 200 米的，为集雨区内陆域)。	新建岭北片干管 H 穿越二级保护区陆域
		二级	/	/	水库正常水位线向陆纵深 2000 米的陆域(集雨区边界不足 2000 米的，为集雨区内陆域)，一级保护区陆域范围除外。	
6	龙门水库 饮用水水源保护区	一级	II	取水口半径 300 米的水域范围。	水库正常水位线向陆纵深 200 米不超过集雨区范围的陆域。	泵龙东片区泵站及其引水渠位于二级保护区，涉及水域和陆域
		二级	II	龙门水库除一级保护区外的全部水域。	水库正常水位线向陆纵深 2000 米，不超过集雨区范围的除一级保护区外的陆域。	
7	迈生水库 饮用水水	一级	II	取水口半径 300 米的水域范围。	水库正常水位线向陆纵深 200 米不超过集雨区范围的陆域。	迈生水库南、北泵站及连接

序号	水源地名称	级别	水质保护目标	水域保护范围	陆域保护范围	与工程位置关系
	源保护区	二级	II	迈生水库除一级保护区外的全部水域。	水库正常水位线向陆纵深 2000 米，不超过集雨区范围的除一级保护区外的陆域。	管道位于一级保护区水域及陆域，雷东南干管及调东分干管穿越二级保护区陆域
8	红心楼水库饮用水水源保护区	一级	II	取水口半径 300 米的水域范围。	水库正常水位线向陆纵深 200 米不超过集雨区范围的陆域。	红心楼交水点分干线穿越一级保护区、二级保护区陆域；雷东南干管穿越二级保护区陆域
		二级	II	红心楼水库除一级保护区外的全部水域。	水库正常水位线向陆纵深 2000 米，不超过集雨区范围的除一级保护区外的陆域。	
9	三阳桥水库饮用水水源保护区	一级	II	取水口半径 300 米的水域范围。	水库正常水位线向陆纵深 200 米不超过集雨区范围的陆域，	迈塌干渠改造穿越二级保护区陆域
		二级	II	三阳桥水库除一级保护区外的全部水域。	水库正常水位线向陆纵深 2000 米不超过集雨区范围的除一级保护区外的陆域。	
10	大水桥水库饮用水水源保护	一级	II	水库全部水域以及大水桥水厂取水口周围 4 万平方米范围内的水域。	水库正常水位线向陆纵深 100 米，及大水桥水厂取水口周围 4 万平方米范围内不超过集雨区范围的陆域。	南北渠进库段涉及一级保护区陆域和二级

序号	水源地名称	级别	水质保护目标	水域保护范围	陆域保护范围	与工程位置关系
	区	二级	II	徐闻石板岭至水库入水口的大水桥河河道水域。	水库正常水位线向陆纵深 1000 米，除一级保护区外的陆域，以及二级保护区水域河道两岸河堤外坡脚向陆纵深 100 米不超过集雨区范围的陆域。	保护区陆域

1.3.2 地下水功能区划

根据《关于印发广东省地下水功能区划的通知》（粤水资源〔2009〕19号），本工程所在区域涉及12个浅层地下水功能区：粤西桂南沿海诸河湛江廉江分散式开发利用区、粤西桂南沿海诸河湛江新民至吴川板桥地下水水源涵养区、粤西桂南沿海诸河湛江遂溪县城至河头分散式开发利用区、粤西桂南沿海诸河湛江遂溪岭北镇一带分散式开发利用区、粤西桂南沿海诸河湛江雷州北部分散式开发利用区、粤西桂南沿海诸河湛江雷州南部分散式开发利用区、粤西桂南沿海诸河湛江徐闻分散式开发利用区、粤西桂南沿海诸河湛江市吴川沿海地质灾害易发区、粤西桂南沿海诸河湛江雷州东海岸地质灾害易发区、粤西桂南沿海诸河湛江徐闻海岸地质灾害易发区、粤西桂南沿海诸河湛江雷州西海岸地质灾害易发区、粤西桂南沿海诸河湛江廉江遂溪沿海地质灾害易发区。

除粤西桂南沿海诸河湛江廉江分散式开发利用区水质保护目标为Ⅱ类外，其他水质保护目标均为Ⅲ类，地下水类型为裂隙水、岩溶水、孔隙水和孔洞裂隙水。工程涉及的浅层地下水功能区划见表1.3-3，工程区域地下水功能区划图见附图。

表1.3-3 工程所在区域地下水功能区划表

行政 区	地下 水一 级功 能区	地下水二级功能区		所在水资源 二级分区	地貌类型	地下水类 型	保护目标			与本工 程位置 关系
		名称	代码				水量(万 m³)	水质 类别	水位	
湛江	开发 区	粤西桂南沿海诸河湛江廉江分散式开发利用区	H094408001Q01	粤西桂南沿海诸河	山丘与平原区	孔隙水岩溶水	6187	II	开采水位降深控制在 5-8m 以内	工程布置涉及
湛江	保护区	粤西桂南沿海诸河湛江新民至吴川板桥地下水水源涵养区	H094408002T02	粤西桂南沿海诸河	山丘区	裂隙水		III	维持较高的地下水水位	工程布置涉及
湛江	开发 区	粤西桂南沿海诸河湛江遂溪县城至河头分散式开发利用区	H094408001Q02	粤西桂南沿海诸河	一般平原区	孔隙水	16999	III	开采水位降深控制在 5-8m 以内	工程布置涉及
湛江	开发 区	粤西桂南沿海诸河湛江遂溪岭北镇一带分散式开发利用区	H094408001Q03	粤西桂南沿海诸河	台地平原区	孔洞裂隙水	7127	III	开采水位降深控制在 5-8m 以内	工程布置涉及
湛江	开发 区	粤西桂南沿海诸河湛江雷州北部分散式开发利用区	H094408001Q04	粤西桂南沿海诸河	一般平原区	孔隙水	24174	III	开采水位降深控制在 5-8m 以内	工程布置涉及
湛江	开发 区	粤西桂南沿海诸河湛江雷州南部分散式开发利用区	H094408001Q05	粤西桂南沿海诸河	台地平原区	孔洞裂隙水	15846	III	开采水位降深控制在 5-8m 以内	工程布置涉及
湛江	开发 区	粤西桂南沿海诸河湛江徐闻分散式开发利用区	H094408001Q06	粤西桂南沿海诸河	台地平原区	孔洞裂隙水	23112	III	开采水位降深控制在 5-8m 以内	工程布置涉及
湛江	保护区	粤西桂南沿海诸河湛江市区吴川沿海地质灾害易发区	H094408002S01	粤西桂南沿海诸河	一般平原区	孔隙水		III	维持较高水位,沿海地下水位始终不低于海平面	工程布置涉及
湛江	保护区	粤西桂南沿海诸河湛江雷州东海岸地质灾害易发区	H094408002S02	粤西桂南沿海诸河	平原与台地区	孔隙水裂隙水		III	维持较高水位,沿海地下水位始终不低于海平面	工程布置涉及
湛江	保护	粤西桂南沿海诸河湛江徐闻海	H094408002S03	粤西桂南沿海	平原与台	孔隙水裂		III	维持较高水位,沿	工程布

行政区	地下水一级功能区	地下水二级功能区		所在水资源二级分区	地貌类型	地下水类型	保护目标			与本工程位置关系
		名称	代码				水量(万m ³)	水质类别	水位	
	区	岸地质灾害易发区		海诸河	地区	隙水			海地下水位始终不低于海平面	置涉及
湛江	保护区	粤西桂南沿海诸河湛江雷州西海岸地质灾害易发区	H094408002S04	粤西桂南沿海诸河	平原与台地区	孔隙水裂隙水		III	维持较高水位,沿海地下水位始终不低于海平面	工程布置涉及
湛江	保护区	粤西桂南沿海诸河湛江廉江遂溪沿海地质灾害易发区	H094408002S05	粤西桂南沿海诸河	一般平原区	孔隙水		III	维持较高水位,沿海地下水位始终不低于海平面	工程布置涉及

1.3.3 环境空气功能区划

根据《关于印发湛江市环境空气质量功能区划的通知》（湛环〔2011〕457号）、湛江市生态环境局《关于雷州半岛灌区工程环境影响评价执行标准意见的复函》和《环境空气质量标准》（GB3095-2026）有关规定，本工程不涉及国家公园、自然保护区、自然公园和其他需要特殊保护的区域，工程所在区域为二类环境空气功能区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级标准。

1.3.4 声环境功能区划

按照《湛江市城市声环境功能区划分（2020年修订）》（湛环〔2020〕282号）、《湛江市县（市）声环境功能区划》（湛环〔2022〕455号）、湛江市生态环境局《关于雷州半岛灌区工程环境影响评价执行标准意见的复函》和《声环境质量标准》（GB3096-2008）有关规定，项目所在区域声环境功能区划如下：工程沿线影响范围内的乡村村庄区域为1类声环境功能区，居住、商业混合区及乡村集镇为2类声环境功能区，公路交通干线及内河航道两侧区域为4a类声环境功能区，铁路干线两侧区域为4b类声环境功能区。

1.3.5 生态环境功能区划

1.3.5.1 全国生态功能区划

根据《全国生态功能区划（修编版）》（2015年），广东省生态功能区划分方案见1.3-4。项目区位于广东省湛江市，属雷州半岛丘陵农产品提供功能区。生态保护主要方向：（1）严格保护基本农田，培养土壤肥力。（2）加强农田基本建设，增强抗自然灾害的能力。（3）加强水利建设，大力发展节水农业；种养结合，科学施肥。（4）发展无公害农产品、绿色食品和有机食品；调整农业产业和农村经济结构，合理组织农业生产和农村经济活动。

表1.3-4 全国生态功能区划方案（广东部分）

序号	生态功能一级区	生态功能二级区	生态功能三级区
1	生态调节功能区	水源涵养功能区	粤东-闽西山地丘陵水源涵养功能区
2			云开大山水源涵养功能区
3	产品提供功能区	农产品提供功能区	粤东丘陵平原农产品提供功能区
4			粤西丘陵平原农产品提供功能区
5			雷州半岛丘陵农产品提供功能区
6		林产品提供功能区	粤东丘陵林产品提供功能区
7			粤北丘陵林产品提供功能区
8	人居保障功能区	大都市群人居保障功能区	珠三角大都市群

1.3.5.2 广东省主体功能区划

根据《广东省主体功能区划》，湛江市属于国家农产品主产区，不属于国家级和省级的重点生态功能区。该区域的功能定位为保障农产品供给安全、体现区域特色并在全国具有重要影响的农产品生产区域。首要任务为增强农业综合生产能力，限制进行大规模高强度工业化城镇化开发的地区。

1.3.5.3 环境管控单元

根据《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》(湛府〔2021〕30号)以及《湛江市2023年“三线一单”生态环境分区管控成果更新调整成果》，湛江市陆域一共划分了89个环境管控单元，其中优先保护单元23个，重点管控单元40个，一般管控单元26个。

由于本工程范围基本覆盖了整个湛江市，因此，也基本涉及了湛江市所有的陆域环境管控单元。经查询湛江市的陆域环境管控单元准入清单管控要求，本项目符合各个环境管控单元的管控要求。

1.3.6 小结

综上所述，本工程所在区域环境功能属性见表 1.3-5。

表1.3-5 本工程所在区域环境功能属性表

编号	项目	类别
1	地表水环境功能区	根据《广东省地表水环境功能区划》（粤府函〔2011〕29号），评价范围内涉及的河段共有34个水环境功能区，水质保护目标Ⅱ~Ⅳ类。其余未划定水环境功能区的水体按以下原则执行：Ⅱ类和Ⅲ类水体的支流执行Ⅲ类标准，Ⅳ类水体的支流执行Ⅳ类标准，无名沟渠等小微水体执行Ⅳ类标准，未划定水环境功能区的水库执行Ⅲ类标准。
2	地下水环境功能区	位于湛江市地下水一级功能区保护区、开发区，二级功能区粤西桂南沿海诸河湛江廉江分散式开发利用区、粤西桂南沿海诸河湛江新民至吴川板桥地下水水源涵养区、粤西桂南沿海诸河湛江遂溪县城至河头分散式开发利用区、粤西桂南沿海诸河湛江遂溪岭北镇一带分散式开发利用区、粤西桂南沿海诸河湛江雷州北部分散式开发利用区、粤西桂南沿海诸河湛江雷州南部分散式开发利用区、粤西桂南沿海诸河湛江徐闻分散式开发利用区、粤西桂南沿海诸河湛江市吴川沿海地质灾害易发区、粤西桂南沿海诸河湛江雷州东海岸地质灾害易发区、粤西桂南沿海诸河湛江徐闻海岸地质灾害易发区、粤西桂南沿海诸河湛江雷州西海岸地质灾害易发区、粤西桂南沿海诸河湛江廉江遂溪沿海地质灾害易发区。
3	环境空气质量功能区	工程不涉及国家公园、自然保护区、自然公园和其他需要特殊保护的区域，工程所在区域为二类环境空气功能区。
4	声环境功能区	工程沿线影响范围内的乡村村庄区域为1类声环境功能区，居住、商业混合区及乡村集镇为2类声环境功能区，公路交通干线及内河航道两侧区域为4a类声环境功能区，铁路干线两侧区域为4b类声环境功能区。
5	生态环境功能区	全国生态功能区划：雷州半岛丘陵农产品提供功能区；广东省主体功能区划：国家农产品主产区
6	是否饮用水水源保护区	是
7	是否自然保护区	否
8	是否重点文物保护单位	否
9	是否属于环境敏感区	是，涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）中：第三条（一）中“饮用水水源保护区”；第三条（二）中生态保护红线、永久基本农田。
10	是否基本农田保护区	是
11	是否风景保护区	否

1.4 评价标准

1.4.1 环境质量标准

1.4.1.1 地表水环境质量标准

本项目范围内河段与渠道执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅱ类、Ⅲ类和Ⅳ类标准。GB3838-2002 中未对悬浮物（SS）规定标准限值，本次评价参考《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）中水田的标准，即 80mg/L。地表水有关水质标准限值见表 1.4-1。

表1.4-1 地表水环境质量标准基本项目标准限值（单位：mg/L）

项目名称	I类	II类	III类	IV类	V类
水温（℃）	人为造成的环境水温变化应限制在： 周平均最大温升≤1 周平均最大温降≤2				
pH（无量纲）	6~9				
溶解氧≥	饱和率 90% （或 7.5）	6	5	3	2
高锰酸盐指数≤	2	4	6	10	15
化学耗氧量（COD）≤	15	15	20	30	40
五日生化需氧量（BOD ₅ ）≤	3	3	4	6	10
氨氮（NH ₃ -N）≤	0.15	0.5	1.0	1.5	2.0
总磷（以 P 计）≤	0.02 （湖、库 0.01）	0.1 （湖、库 0.025）	0.2 （湖、库 0.05）	0.3 （湖、库 0.1）	0.4 （湖、库 0.2）
总氮（湖、库，以 N 计）≤	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0
铜≤	0.01	1.0	1.0	1.0	1.0
锌≤	0.05	1.0	1.0	2.0	2.0
氟化物（以 F ⁻ 计）≤	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5
硒≤	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
砷≤	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
汞≤	0.00005	0.00005	0.0001	0.001	0.001
镉≤	0.001	0.005	0.005	0.005	0.01
六价铬≤	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1
铅≤	0.01	0.01	0.05	0.05	0.1

项目名称	I类	II类	III类	IV类	V类
氰化物 $\leq$	0.005	0.05	0.2	0.2	0.2
挥发酚 $\leq$	0.002	0.002	0.005	0.01	0.1
石油类 $\leq$	0.05	0.05	0.05	0.5	1.0
阴离子表面活性剂 $\leq$	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
硫化物 $\leq$	0.05	0.1	0.2	0.5	1.0
粪大肠菌群（个/L） $\leq$	200	2000	10000	20000	40000
硫酸盐（以 SO_4^{2-} ） $\leq$	250				
氯化物（以 Cl 计） $\leq$	250				
硝酸盐（以 N 计） $\leq$	10				
铁 $\leq$	0.3				
锰 $\leq$	0.1				

1.4.1.2 地下水质量标准

本项目所在区域地下水水质保护目标为II~III类，执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中的II~III类标准，相关地下水水质标准限值见表 1.4-2。

表1.4-2 地下水质量标准限值（摘录）

序号	项目名称	I类	II类	III类	IV类	V类
1	pH	6.5~8.5			5.5~6.5, 8.5~9.0	<5.5 或> 9.0
2	溶解性总固体	≤ 300	≤ 500	≤ 1000	≤ 2000	> 2000
3	耗氧量(COD _{Mn} 法, 以 O ₂ 计)	≤ 1.0	≤ 2.0	≤ 3.0	≤ 10.0	> 10.0
4	氨氮（以 N 计）	≤ 0.02	≤ 0.10	≤ 0.50	≤ 1.50	> 1.50
5	总大肠菌群 (MPN/100mL)	≤ 3.0	≤ 3.0	≤ 3.0	≤ 100	> 100
6	亚硝酸盐（以 N 计）	≤ 0.01	≤ 0.10	≤ 1.00	≤ 4.80	> 4.80
7	硝酸盐（以 N 计）	≤ 2.0	≤ 5.0	≤ 20.0	≤ 30.0	> 30.0
8	氰化物	≤ 0.001	≤ 0.01	≤ 0.05	≤ 0.1	> 0.1
9	氟化物	≤ 1.0	≤ 1.0	≤ 1.0	≤ 2.0	> 2.0
10	汞	≤ 0.0001	≤ 0.0001	≤ 0.001	≤ 0.002	> 0.002
11	砷	≤ 0.001	≤ 0.001	≤ 0.01	≤ 0.05	> 0.05
12	镉	≤ 0.0001	≤ 0.001	≤ 0.005	≤ 0.01	> 0.01
13	六价铬	≤ 0.005	≤ 0.01	≤ 0.05	≤ 0.10	> 0.10
14	铅	≤ 0.005	≤ 0.005	≤ 0.01	≤ 0.10	> 0.10

1.4.1.3 环境空气质量标准

本项目所在区域为环境空气质量二类功能区，SO₂、NO₂、PM_{2.5}、PM₁₀、CO、O₃ 执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级标准。相关环境空气质量标准限值见表 1.4-3。

表1.4-3 环境空气质量标准限值（摘录）

项目	平均时间	过度阶段浓度限值		浓度限值	
		一级	二级	一级	二级
SO ₂ (μg/m ³)	年平均	20	60	20	20
	日平均	50	150	50	50
	1小时平均	150	500	150	150
NO ₂ (μg/m ³)	年平均	40	40	30	30
	日平均	80	80	50	50
	1小时平均	200	200	200	200
CO (mg/m ³)	日平均	4	4	4	4
	1小时平均	10	10	10	10
O ₃ (μg/m ³)	日最大8小时平均	100	160	100	160
	1小时平均	160	200	160	200
PM _{2.5} (μg/m ³)	年平均	40	60	20	50
	日平均	50	120	50	100
PM ₁₀ (μg/m ³)	年平均	15	30	10	25
	日平均	35	60	25	50

1.4.1.4 声环境质量标准

本工程沿线影响范围内的乡村村庄为 1 类声环境功能区，居住、商业混合区及乡村集镇为 2 类声环境功能区，公路交通干线及内河航道两侧区域为 4a 类声环境功能区，铁路干线两侧区域为 4b 类声环境功能区，分别执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类、2 类、4a 类、4b 类声环境功能区噪声限值。相关声环境质量标准限值见表 1.4-4。

表1.4-4 各类声环境功能区环境噪声限值

声环境功能区类别	适用地带范围	昼间 dB(A)	夜间 dB(A)	选用标准
1 类区	居民住宅区、乡村村庄	55	45	《声环境质量标准》 (GB3096-2008)
2 类区	居住、商业混合区及乡村集镇	60	50	
4a 类区	公路交通干线及内河航道两侧区域	70	55	
4b 类区	铁路干线两侧区域	70	60	

1.4.1.5 土壤、底泥环境质量标准

根据工程涉及的土地利用类型，建设用地土壤环境质量执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)表 1 中风险筛选值的第二类用地标准，农用地土壤环境质量执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)表 1 中风险筛选值的“水田”标准。

目前，我国对河流沉积物的评价标准尚未出台，因此采取相关标准对其进行指标评价。根据同类项目评价经验，本次评价采用《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)表 1 中风险筛选值的“其他”标准。

表1.4-5 建设用地土壤污染风险筛选值

序号	污染物	CAS 编号	筛选值 (mg/kg)	
			第一类用地	第二类用地
1	pH	-	-	-
2	水溶性盐总量	-	-	-
重金属和无机物				
3	砷 (As)	7440-38-2	20	60
4	镉 (Cd)	7440-43-9	20	65
5	六价铬 (Cr ⁶⁺)	18540-29-9	3	5.7
6	铜 (Cu)	7440-50-8	2000	18000
7	铅 (Pb)	7439-92-1	400	800
8	汞 (Hg)	7439-97-6	8	38
9	镍 (Ni)	7440-02-0	150	900
挥发性有机物 VOCs				
10	四氯化碳	56-23-5	0.9	2.8
11	氯仿	67-66-3	0.3	0.9
12	氯甲烷	74-87-3	12	37
13	1,1-二氯乙烷	75-34-3	3	9
14	1,2-二氯乙烷	107-06-2	0.52	5
15	1,1-二氯乙烯	75-35-4	12	66
16	顺-1,2-二氯乙烯	156-59-2	66	596
17	反-1,2-二氯乙烯	156-60-5	10	54
18	二氯甲烷	1975/9/2	94	616
19	1,2-二氯丙烷	78-87-5	1	5
20	1,1,1,2-四氯乙烷	630-20-6	2.6	10
21	1,1,2,2-四氯乙烷	79-34-5	1.6	6.8
22	四氯乙烯	127-18-4	11	53
23	1,1,1-三氯乙烷	71-55-6	701	840
24	1,1,2-三氯乙烷	79-00-5	0.6	2.8
25	三氯乙烯	1979/1/6	0.7	2.8
26	1,2,3-三氯丙烷	96-18-4	0.05	0.5

序号	污染物	CAS 编号	筛选值 (mg/kg)	
			第一类用地	第二类用地
27	氯乙烯	1975/1/4	0.12	0.43
28	苯	71-43-2	1	4
29	氯苯	108-90-7	68	270
30	1,2-二氯苯	95-50-1	560	560
31	1,4-二氯苯	106-46-7	5.6	20
32	乙苯	100-41-4	7.2	28
33	苯乙烯	100-42-5	1290	1290
34	甲苯	108-88-3	1200	1200
35	间二甲苯+对二甲苯	108-38-3, 106-42-3	163	570
36	邻二甲苯	95-47-6	222	640
半挥发性有机物 SVOCs				
37	硝基苯	98-95-3	34	76
38	苯胺	62-53-3	92	260
39	2-氯酚	95-57-8	250	2256
40	苯并[a]蒽	56-55-3	5.5	15
41	苯并[a]芘	50-32-8	0.55	1.5
42	苯并[b]荧蒽	205-99-2	5.5	15
43	苯并[k]荧蒽	207-08-9	55	151
44	蒽	218-01-9	490	1293
45	二苯并[a,h]蒽	53-70-3	0.55	1.5
46	茚并[1,2,3-cd]芘	193-39-5	5.5	15
47	萘	91-20-3	25	70

表1.4-6 农用地土壤污染风险筛选值（基本项目）

序号	污染物项目		风险筛选值 (mg/kg)			
			pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
1	镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
		其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	水田	0.5	0.5	0.6	1.0
		其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	水田	30	30	25	20
		其他	40	40	30	25
4	铅	水田	80	100	140	240
		其他	70	90	120	170
5	铬	水田	250	250	300	350
		其他	150	150	200	250
6	铜	果园	150	150	200	200
		其他	50	50	100	100
7	镍		60	70	100	190
8	锌		200	200	250	300

注：①重金属和类金属砷均按元素总量计；②对于水旱轮作地，采用其中较严格的风险筛选值。

1.4.2 污染物排放标准

1.4.2.1 污水排放标准

本项目施工期产生生活污水和施工废水。本项目施工机械及车辆冲洗水经隔油沉淀处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)中“冲厕、车辆冲洗”用水标准后回用于施工车辆及机械设备冲洗用水。砂石料加工系统冲洗废水和砼拌和系统废水经处理后回用于本系统。基坑排水经过处理后排入附近沟渠，禁止排入饮用水水源保护区内。

各灌渠道沿线施工时间短，产生的生活污水比较少，对于厕所排污，根据施工区周边的布置情况，对于周边无敏感水体的施工工区，设置化粪池进行收集处理，定期清运。对于周边临近敏感水体的施工工区，采用化粪池+隔油池+污水处理一体化设施进行处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中“城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工”用水标准后，回用于施工生活区道路清扫、绿化用水等。

本项目运行期污水主要来自各管理区管理人员的生活污水。各个管理区管理人员较少，生活污水量较少。位于市区的管理区，生活污水排入市政污水管网；无污水管网的管理区，生活污水采用化粪池处理，再定期由槽车运送至生活污水处理厂处理。

表1.4-7 城市杂用水水质标准（GB/T 18920-2020）

序号	项目	冲厕、车辆冲洗	城市绿化、道路清洗、消防、建筑施工
1	pH	6.0~9.0	6.0~9.0
2	色度，铂钴色度单位≤	15	30
3	嗅	无不快感	无不快感
4	浊度/NTU≤	5	10
5	五日生化需氧量（BOD ₅ ） （mg/L）≤	10	10
6	氨氮（mg/L）≤	5	8
7	阴离子表面活性剂（mg/L）≤	0.5	0.5
8	铁（mg/L）≤	0.3	-
9	锰（mg/L）≤	0.1	-
10	溶解性总固体（mg/L）≤	1000（2000）a	1000（2000）a
11	溶解氧（mg/L）≥	2.0	2.0

序号	项目	冲刷、车辆冲洗	城市绿化、道路清洗、消防、 建筑施工
12	总氯 (mg/L) ≥	1.0 (出厂), 0.2 (管网 末端)	1.0 (出厂), 0.2b (管网末端)
13	大肠埃希氏菌/ (MPN/100mL 或 CFU/100mL)	无 c	无 c
注: “-”表示对此项无要求。			
a 括号内指标值为沿海及本地水源中溶解性固体含量较高的区域的指标。 b 用于城市绿化时, 不应超过 2.5mg。 c 大肠埃希氏菌不应检出。			

1.4.2.2 大气污染物排放标准

本项目运营期不产生大气污染物, 主要为施工期的影响, 施工期大气污染源主要来源于施工作业面扬尘、施工车辆扬尘、施工机械燃油废气等。施工期废气执行广东省地方标准《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001) 第二时段无组织排放监控浓度限值, 具体标准值详见下表。

表1.4-8 本项目大气污染物排放标准 (摘录)

《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)第二时段二级标准					
污染物	最高允许排放浓度(mg/m ³)	排气筒高度(m)	二级最高允许排放速率(kg/h)	无组织排放监控点	无组织排放监控浓度限值(mg/m ³)
颗粒物	120	15	2.9	周界外浓度最高点	1.0
SO ₂	500	15	2.1		0.4
NO _x	120	15	0.64		0.12

1.4.2.3 环境噪声排放标准

施工期: 施工期施工作业面噪声执行《建筑施工噪声排放标准》(GB 12523-2025) 中规定的噪声限值。砂石料加工系统、混凝土拌和系统等大临工程施工期厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 中相应类别噪声限值。

运行期: 本工程各泵站运行期厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 中相应标准。

表1.4-9 环境噪声排放标准

执行标准		噪声限值		时段
		昼间	夜间	
《建筑施工噪声排放标准》（GB 12523-2025）		70	55	施工期
《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）	0类	50	40	施工期大临工程、运行期
	1类	55	45	
	2类	60	50	
	3类	65	55	
	4类	70	55	

1.4.2.4 固体废物污染控制标准

一般工业固体废物执行《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》相关要求以及《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。

1.5 评价等级

1.5.1 地表水环境

本项目为灌区工程，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），水环境影响类型包括水污染影响和水文要素影响两类。

（1）水污染影响

本项目建成后不产生生产废水，管理区产生少量生活污水，生活污水经化粪池处理后定期清运，不外排。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），水污染影响的评价等级为三级 B。

（2）水文要素影响

本项目建设内容包括新建管道、新建渠道、新建连通渠道、加固改造及恢复扩建渠道、新建渠(管)系建筑物、新建及重建泵站、加固改造灌排结合渠道。本项目对地表水的影响主要体现在运行期对区域径流的影响，因此本项目通过计算取水量占对年平均径流量百分比来判定地表水评价等级。

本工程利用当地水源的水量 14.90 亿 m^3 ，灌区水资源总量 113.81 亿 m^3 ，占比为 13.1%， $30 > \gamma > 10$ ，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）水文要素影响型建设项目评价等级判定依据，本项目水文要素影响型评价等级为二级。同时根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），影响范围涉及饮用水水源保护区，评价等级应不低于二级。综上，本项目水文要素影响型评价等级为二级。

表1.5-1 地表水环境影响评价工作等级判定指标

项目区	径流			判定标准	评价等级确定
	本地取水量 (亿 m^3)	灌区总径流量 (亿 m^3)	取水量与多年平均 径流量百分比 $\gamma/\%$		
雷州半岛	14.90	113.81	13.1	水 $30 > \gamma > 10$ 为二级评价；涉及饮用水水源保护区，不低于二级	二级

1.5.2 地下水环境

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），本项目为“A 水利 2、灌区工程”的报告书类别，本项目不属于再生水灌溉工程，因此地下水环境影响评价项目类别为IV类，不需要开展地下水环境影响评价。本次评价综合考虑工程特性和雷州半岛地下水现状情况，针对部分工程进行地下水环境影响简要评价。

1.5.3 大气环境

本工程运行期不产生废气，工程对环境空气的影响主要在施工期，施工期大气污染源主要为施工扬尘及施工机械燃油废气，施工期大气污染源呈间断性、分散性、偶发性、易沉降等特点，以无组织排放为主，工程施工区域空旷、污染物稀释扩散条件较好，大气污染物的影响范围和程度有限，并随施工活动结束而消失。根据《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018）有关规定，本项目大气环境影响评价工作等级确定为三级。

1.5.4 声环境

工程施工期噪声来源于机械施工、车辆运输等，其随施工活动结束而消失；运行期噪声主要来源于泵站，但通过各种隔声、消声设施和设备的削减后基本不会对周边环境

产生影响，工程建设后敏感目标噪声级增值很小，受噪声影响人口数量变化不大。由于工程所在区域主要位于 1 类、2 类和 4 类声环境功能区，依据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021），确定本项目声环境影响评价工作等级为二级。

1.5.5 生态环境

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）中“建设项目同时涉及陆生、水生生态影响时，可针对陆生生态、水生生态分别判定评价等级”的评价等级判定原则，本次生态环境评价等级陆生生态和水生生态分别判定，判定过程见表 1.5-2。

陆生生态方面，根据“线性工程可分段确定评价等级”的规定，本工程作为线性工程，陆生生态影响评价等级分段确定，原则上按照主体工程确定的主干管、干渠进行分段。本项目不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境和自然公园，根据湛江市“三区三线”划定成果矢量数据叠图分析，雷北片区占用生态保护红线 6 处，雷西南片区占用生态保护红线 1 处，雷东南片区不占用生态保护红线。根据《自然资源部 国家林业和草原局关于进一步做好自然资源要素保障的通知》（自然资发〔2026〕38 号），“省级人民政府上报的自然保护地整合优化成果，可作为国家和省级重点项目自然资源要素配置的依据。”雷州半岛灌区工程是国家和省重点项目，不占用整合优化后的自然保护地。因此，本工程陆生生态评价等级确定为：工程占用生态保护红线的工程段，评价等级为二级，其余工程线路段评价等级为三级。

水生生态方面，本工程不涉及国家公园、世界自然遗产、水生自然保护区、自然公园、重要水生生境。根据水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目，生态影响评价等级不低于二级的规定，本工程为水文要素影响型且地表水评价等级为二级，因此水生生态评价等级确定为二级。

表1.5-2 生态影响评价工作等判定

序号	原则	项目情况	评价等级	
			陆生生态	水生生态
a	涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级；	不涉及	--	--
b	涉及自然公园时，评价等级为二级；	不涉及	--	--
c	涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级；	部分线路涉及	涉及的线路段按二级	--
d	根据 HJ 2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目，生态影	水文要素影响型且地表水评价等级为	--	二级

序号	原则	项目情况	评价等级	
			陆生生态	水生生态
	响评价等级不低于二级；	二级		
e	根据 HJ 610、HJ 964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目,生态影响评价等级不低于二级；	无	--	--
f	当工程占地规模大于 20 km ² 时(包括永久和临时占用陆域和水域),评价等级不低于二级;改扩建项目的占地范围以新增占地(包括陆域和水域)确定；	各片区管/渠段占地面积小于 20 km ²	三级	--
g	除本条 a)、b)、c)、d)、e)、f) 以外的情况, 评价等级为三级；		--	--
h	当评价等级判定同时符合上述多种情况时,应采用其中最高的评价等级。		涉及生态保护红线的线路段按二级,其余按三级	二级
其他	建设项目涉及经论证对保护生物多样性具有重要意义的区域时, 可适当上调评价等级。	不涉及	--	--
	在矿山开采可能导致矿区土地利用类型明显改变,或拦河闸坝建设可能明显改变水文情势等情况下, 评价等级应上调一级。	不属于此类项目	--	--
	线性工程可分段确定评价等级。线性工程地下穿越或地表跨越生态敏感区,在生态敏感区范围内无永久、临时占地时,评价等级可下调一级。	分段确定评价等级	雷北青年运河的浦洋水轮泵站、马猫泵站、西村泵站、马塘低干渠渠首段以及雷西南龙东片泵站为二级,其余线路为三级	--
	涉海工程评价等级判定参照 GB/T 19485。	不涉海	--	--
	符合生态环境分区管控要求且位于原厂界(或永久用地)范围内的污染影响类改扩建项目,位于已批准规划环评的产业园区内且符合规划环评要求、不涉及生态敏感区的污染影响类建设项目,可不确定评价等级,直接进行生态影响简单分析。	不属于此类项目	--	--
总结			二级、三级	二级

表1.5-3 陆生生态影响评价分段等级

片区	序号	工程段	涉及敏感区	评价等级
雷北	1	浦洋水轮泵站	生态保护红线	二级
	2	马猫泵站	生态保护红线	二级
	3	西村泵站	生态保护红线	二级
	4	甘水塘干渠渠首改造	生态保护红线	二级
	5	马塘低干渠渠首改造	生态保护红线	二级
	6	河头干渠渠首改造	生态保护红线	二级
雷西南	7	龙东片泵站	生态保护红线	二级
其他管/渠道及建筑物			无	三级

1.5.6 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》(HJ964-2018)附录 A, 本项目属于附录 A“水利行业”中的“其他”项目, 土壤环境影响评价属于III类项目。

本项目属生态影响型项目, 工程位于湛江市雷州半岛, 多年平均相对湿度为 81.0%~83.9%; 所在区域多年平均水面蒸发量为 1000mm~1200mm; 多年平均降水量 1150~1850mm, 多年平均干旱指数 0.60~0.80。根据工程勘察设计成果, 灌区范围地下水位埋深在-1.8-28m 之间, 表层覆盖层多为玄武岩风化土和冲积层粉(砂)质黏土, 以砖红壤为主, 偏酸性。根据土壤监测结果, 土壤的 pH 主要在 4.65~6.99 之间, 属于轻度酸化土壤 ($4.5 < \text{pH} \leq 5.5$) 和无酸化土壤 ($5.5 \leq \text{pH} < 8.5$); 土壤含盐量为 0.217mg/kg, 无盐化现象。根据土壤导则表 1 标准, 综合考虑本灌区评价区土壤环境程度属于“较敏感”。

表1.5-4 生态影响型敏感程度分级表

敏感程度	判别依据		
	盐化	酸化	碱化
敏感	建设项目所在地干燥度 >2.5 且常年地下水位平均埋深 $<1.5\text{m}$ 的地势平坦区域; 或土壤含盐量 $>4\text{g/kg}$ 的区域	$\text{pH} \leq 4.5$	$\text{pH} > 9.0$
较敏感	建设项目所在地干燥度 >2.5 且常年地下水位平均埋深 $\geq 1.5\text{m}$ 的, 或 $1.8 < \text{干燥度} \leq 2.5$ 且常年地下水位平均埋深 $<1.8\text{m}$ 的地势平坦区域; 建设项目所在地干燥度 >2.5 或常	$4.5 < \text{pH} \leq 5.5$	$8.5 \leq \text{pH} < 9.0$

敏感程度	判别依据		
	盐化	酸化	碱化
	年地下水位平均埋深<1.5m 的平原区；或 2g/kg<土壤含盐量≤4g/kg 的区域		
不敏感	其他	5.5<pH<8.5	
干燥度是指采用 E601 观测的多年平均水面蒸发量与降水量的比值，即蒸降比值。			

本项目属于Ⅲ类项目，且土壤环境属于“较敏感”，根据导则，土壤环境影响评价等级为三级。

表1.5-5 土壤环境影响评价工作等级划分表

敏感程度	I类	II类	III类
敏感	一级	二级	三级
较敏感	二级	二级	三级
不敏感	二级	三级	-

注：“-”表示可不开展土壤环境影响评价工作。

1.5.7 环境风险

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），环境风险评价主要针对有毒有害和易燃易爆危险物质的生产、使用、储存（包括使用管线输运）过程中突发性事故的环境风险进行评价。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）中关于环境风险潜势初判方式，首先按如下公式计算物质总量与临界量比值（Q）：

$$Q=q_1/Q_1+q_2/Q_2+\dots+q_n/Q_n$$

式中： $q_1, q_2, \dots, q_n$ —每种危险物质的最大存在总量，t；

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ —每种危险物质的临界量，t。

当 $Q < 1$ 时，该项目环境风险潜势为 I；当 Q 大于 1 时，将 Q 值划分为：（1） $1 < Q < 10$ ；（2） $10 < Q < 100$ ；（3） Q 大于 100。

本项目涉及的危险物质主要是爆破材料、油类物质（汽油、柴油、润滑油），根据本工程建设特点及周边环境特征，工程建设期间，不在施工场地内设置油库及炸药库，油类日常用量约 100t/天。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B 可知，油类的临界量为 2500t，则危险物质数量与临界量的比值 $Q=100/2500=0.04<1$ 。本项目原有泵站拆除需要用到炸药，所需炸药当日送来当日使用完毕，每日最大使用量约 0.5t。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B 可知，炸药（主要成分为硝酸铵）的临界量为 50t，则危险物质数量与临界量的比值 $Q=0.5/50=0.01$ 。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），由于 $Q<1$ ，该项目环境风险潜势为 I，评价工作等级为简单分析，即对危险物质、环境影响途经、环境危害后果、风险防范措施等进行定性说明。

表1.5-6 环境风险评价工作等级分级表

环境风险潜势	IV、IV ⁺	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 ^a
^a 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途经、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。				

1.5.8 评价等级小结

根据相关导则要求，判定各环境要素评价等级汇总如下：

表1.5-7 各环境要素评价等级汇总表

评价内容	评价等级
地表水	水文要素影响型：二级，水污染型：三级 B
地下水	简要评价
大气环境	三级
声环境	二级
陆生生态	雷北青年运河的浦洋水轮泵站、马猫泵站、西村泵站、甘水塘干渠渠首、马塘低干渠渠首、河头干渠渠首段以及雷西南龙东片泵站为二级，其余线路为三级
水生生态	二级
土壤环境	三级
环境风险	简单分析

1.6 评价范围

1.6.1 地表水环境

根据工程初设阶段的具体工程方案，本次地表水总体评价范围按不同工程类别进行确定。

水源工程：包括工程取水的鹤地水库、南渡河以及各本地水库等，其中水库评价范围为整个库区；南渡河既是水源地又是退水受纳水体，因此评价范围为南渡河整体。

输水工程：输水管道、渠道等建筑物穿越、占用的水体，评价范围按水工建筑物所在位置上游 100m 至下游 500m 划定。

退水受纳水体：包括各灌域灌溉退水的受纳水体，如雷北片区的遂溪河、杨柑河，雷西南片区的龙门河、土贡河，雷东南片区的调风河、雷高河等。

重点关注工程建设涉及的饮用水源保护区：九洲江饮用水水源保护区、志满水库饮用水水源保护区、合流水库饮用水水源保护区、南渡河饮用水水源保护区、雷州青年运河饮用水水源保护区、龙门水库饮用水水源保护区、三阳桥水库饮用水水源保护区、迈生水库饮用水水源保护区、红心楼水库饮用水水源保护区以及大水桥水库饮用水水源保护区。

1.6.2 地下水环境

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）的有关规定，综合工程所在区域的水文地质条件以及工程特征，确定本工程地下水环境影响评价范围为：管道、渠道、泵站等建设用地外扩 200m 范围。

1.6.3 大气环境

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）的有关规定，本项目为三级评价，无需设置大气环境影响评价范围。

1.6.4 声环境

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）的有关规定，本工程施工期声环境影响评价范围为：各管道、渠道、施工工区、中转场、弃渣场等施工场区边界外

200m 范围以及临时道路中心线两侧 200m 范围；运行期声环境影响评价范围为：泵站等主要建筑物周边 200m 范围。

1.6.5 生态环境

1.6.5.1 陆生生态

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）中生态环境影响评价范围的确定原则以及工程区域的实际地形地貌情况，确定本项目的陆生生态评价范围如下：

考虑项目全部活动的直接影响区域和间接影响区域，陆生生态环境影响评价范围为工程永久及临时占地外围 300m，线路中心线向两侧外延 300 m，穿越生态保护红线等生态敏感区时，线路中心线向两侧外延 1 km 作为评价范围。

1.6.5.2 水生生态

水生生态评价范围与地表水环境评价范围一致。

1.6.6 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》（HJ964-2018），本工程为生态影响型项目，土壤环境评价等级为三级，本项目土壤评价以工程占地周边 1km 范围作为评价范围。

1.6.7 评价范围小结

工程涉及各环境要素评价范围设置情况见表 1.6-1。

表1.6-1 各环境要素评价范围汇总表

评价内容	工作等级	评价范围
地表水	二级	水源工程：包括工程取水的鹤地水库、南渡河以及各本地水库等。 输水工程：输水管道、渠道等建筑物穿越、占用的水体，按水工建筑物所在位置上游 100m 至下游 500m 划定。 退水受纳水体：包括各灌域灌溉退水的受纳水体。
地下水	简要评价	管道、渠道、泵站等建设用地外扩 200m范围。
大气环境	三级	三级评价，无需设置大气环境影响评价范围。
声环境	二级	施工期：各管道、渠道、施工工区、中转场、弃渣场等施工场区边界外 200m范围以及临时道路中心线两侧 200m范围；运行期：泵站等主要建筑物周边 200m范围。

评价内容	工作等级	评价范围
陆生生态	二级、三级	工程永久及临时占地外围 300m，涉及生态敏感区的部分，以工程占地外延 1000m 作为评价范围。
水生生态	二级	水生生态评价范围与地表水环境评价范围一致。
土壤环境	三级	工程占地周边 1km 范围作为评价范围。

1.7 环境影响识别与评价因子筛选

1.7.1 环境影响识别

根据本灌区工程施工期、运行期具体情况，对其可能产生的环境影响进行初步分析，分析结果见下表。

表1.7-1 工程环境影响识别表

阶段	项目	可能产生的环境影响
施工期	施工产生废水、废气和噪声	对施工区附近环境造成临时、局部的污染
	土石方开挖及填筑及弃渣	破坏植被，改变自然地貌，新增水土流失
	道路改建和新建	施工区附近施工噪声、废气、废水影响和水土流失
	工程永久及临时占地	占用或破坏部分林地、耕地，对生态环境造成影响
运行期	灌区农业灌溉水量、灌溉方式、种植模式、农药化肥施用量等情况的变化	改善水利条件，提高灌区抗旱能力，提高农业生产水平，对社会经济产生直接影响
		灌溉方式的改变对土壤环境的影响
		对受水区地下水水质的影响
		灌溉水量的变化对农田气候及病虫害的影响
		灌区新增引水对下游水文情势及水生态的影响
		灌溉退水对地表水流及支流水质的影响
		灌溉退水对于水域生态的影响；工程占地对土地利用现状的影响

1.7.2 评价因子

本工程在施工期间主要是“三废”排放、土石方施工等活动对环境产生影响，主要对

水环境、声环境、大气环境、生态环境以及人群健康、水土流失造成不利影响，但影响随着施工的结束而消失。工程运行期主要是灌溉引水对水文情势产生影响，水文和水质变化对水生生态产生影响，工程占地对陆生生态产生影响。

1.7.2.1 地表水环境

现状评价因子：水温、pH 值、COD_{Cr}、BOD₅、氨氮、总磷、总氮、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、悬浮物共 17 项。

影响评价因子：SS、COD、氨氮、总磷、石油类。

1.7.2.2 地下水环境

现状评价因子：八大离子（K⁺、Na⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、CO₃²⁻、HCO₃⁻、Cl⁻、SO₄²⁻），pH、溶解性总固体、耗氧量（高锰酸盐指数）、氨氮、亚硝酸盐（氮）、硝酸盐（氮）、氟化物、氟化物、汞、砷、镉、铬（六价）、铅、总大肠菌群，共 14 项。

影响评价因子：水位、水质。

1.7.2.3 声环境

现状及影响评价因子：等效声级 Leq（A）。

1.7.2.4 土壤

现状评价因子：①建设用地：除 pH 值、土壤容重、水溶性盐总量等理化特性指标外，还包括砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯甲烷、1,2-二氯甲烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反 1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘，共 45 项。

②农用地：pH 值、镉（Cd）、汞（Hg）、砷（As）、铅（Pb）、铬（Cr）、铜（Cu）、镍（Ni）、锌（Zn），共 9 项。

影响评价因子：含盐量、酸碱化。

1.7.2.5 底泥

现状评价因子：pH 值、镉（Cd）、汞（Hg）、砷（As）、铅（Pb）、铬(Cr)、铜(Cu)、镍(Ni)、锌（Zn），共 9 项。

影响评价因子：含盐量。

1.7.2.6 生态环境

陆生生态评价因子：依据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），根据受影响对象选取相应的评价因子。陆生生态影响评价因子筛选表见表 1.7-2。

水生生态评价因子：浮游植物、浮游动物、底栖生物和鱼类。

表1.7-2 陆生生态影响评价因子筛选表

时段	受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
施工期	生境	生境面积、质量、景观格局等	直接影响： 永久、临时占地导致生境受到影响；	直接影响： 永久占地长期/不可逆、临时用地短期/可逆	弱
			间接影响： 施工活动、水文变化影响区域景观及生境等。	间接影响： 长期/可逆	
	物种、生物群落、生物多样性	物种组成、分布范围、种群结构、行为等	直接影响： 工程施工、运行导致个体直接死亡；物种迁徙、扩散、种群交流受到阻隔；	直接影响： 永久占地长期/不可逆、临时用地短期/可逆	弱
			间接影响： 施工活动以及运行期噪声、振动、灯光等对野生动物行为产生干扰；生境面积和质量下降导致种群数量下降等。	间接影响： 长期/不可逆	
	生态系统	植被覆盖度、生产力、生产量等	直接影响： 施工建设导致生态系统受到影响；	直接影响： 永久占地长期/不可逆、临时用地短期/可逆	弱
			间接影响： 生态系统变化导致生产力和生产力等受到影响等。	间接影响： 长期/不可逆	
	生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	直接影响： 永久、临时占地导致主要保护对象受到影响；	直接影响： 永久占地长期/不可逆、临时用地短期/可逆	弱
			间接影响： 施工活动影响区域生态功能等。	间接影响： 长期/可逆	
运行期	景观生态	景观格局、连通性、自然性、人工景观协调性等	直接影响： 渠道 / 泵站绿化、防护林建设	长期影响，格局优化、连通性增强、自然性提升	中
			间接影响： 生态修复、景观优化		
	物种、生物群落、生物多样性	物种组成、分布范围、种群结构、行为、生境改良等	直接影响： 灌区输水、灌溉模式改变、	长期影响，栖息地优化、种群恢复	中
			间接影响： 生境改良		
	生态系统	结构、功能、植被恢复、动	直接影响： 水资源优化配置、灌溉面积扩大、	长期影响，功能提升、结构优化、连	中

时段	受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
		物栖息地等	间接影响： 地下水超采缓解、生态补水	通性改善；局部次生问题	
	生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	直接影响： 水资源补给、生境改善、人为活动管控。	长期影响，功能强化、稳定性提升；局部间接影响	中

1.8 环境保护要求与环境敏感目标

1.8.1 环境保护要求

维持工程取水影响水体现状水环境功能，保证各水体水质不因本工程建设而退化，保证灌区灌溉用水水质；保证水源保护区水质满足水质目标要求；受水区退水河流水环境质量不降低。施工期及运行期污废水按照环保要求进行处理，达标排放或回用。

大气及声环境：加强施工管理和污染源控制，保证工程影响区域的环境空气、声环境质量满足所在区域环境空气、声环境功能区目标要求，保证厂界噪声和大气污染物满足有关标准限值要求。

生态环境保护要求为保护工程直接或间接影响的重点保护野生动植物及其生境；保证工程涉及的生态敏感区结构与功能完整；维持工程建设、运行影响区域生态系统的完整性、稳定性和生物多样性。

1.8.2 环境敏感目标

1.8.2.1 地表水环境敏感目标

地表水环境敏感目标主要是工程影响涉及的 10 个饮用水水源保护区以及其他 II 类水体，地表水环境敏感目标基本情况及与工程位置关系见表 1.8-1 和附图册。

表1.8-1 环境敏感目标一览表

保护目标类型	保护目标名称	执行标准	与工程位置关系
水环境保护目标	鹤地水库	II	仅利用其水量
	雷州青年运河	II	取水头部/线路占地涉及
	雷高河	II	取水头部占地涉及
	龙门水库	II	取水头部占地涉及
	迈生水库	II	取水头部占地涉及
	红心楼水库	II	取水头部占地涉及
	北松水库	II	进库明渠占地涉及
	鲤鱼潭水库	II	线路穿越（明挖）
	余庆桥水库	II	取水头部占地涉及
	九洲江饮用水水源保护区	II	雷北河唇干渠改造及良龙山支渠改造涉及二级保护区陆域
	雷州青年运河饮用水水源保护区	II	黄垌岭泵站、罗笛涌泵站、东海河泵站等多个取水头部涉及一级保护区、多条灌渠涉及二级保护区
	志满水库饮用水水源保护区	II	新建岭北片区支管 D 线路穿越二级保护区陆域
	合流水库饮用水水源保护区	II	新建岭北片干管 H 穿越线路涉及二级保护区陆域
	南渡河饮用水水源保护区	II~III	西运河连通工程位于二级保护区内；花桥水支渠取水头部涉及位于二级保护区
	三阳桥水库饮用水水源保护区	II	迈塌干渠改造穿越二级保护区陆域
	龙门水库饮用水水源保护区	II	泵站龙东片区泵站及其引水渠位于取水涉及二级保护区，涉及水域和陆域
	迈生水库饮用水水源保护区	II	迈生水库南、北泵站泵站及连接管道位于一级保护区、线路涉及一级保护区水域及陆域，雷东南干管及调东分干管线路穿越二级保护区陆域
	红心楼水库饮用水水源保护区	II	线路红心楼交水点分干管穿越一级保护区、二级保护区陆域；雷东南干管穿越二级保护区陆域
	大水桥水库饮用水水源保护区	II	南北渠渠首加固改造涉及一级保护区陆域和、二级保护区陆域

1.8.2.2 大气及声环境保护目标

大气及声环境敏感目标主要为泵站、管线、渠线、施工布置外 200m 范围内的村庄、居民点等保护目标。具体见表 1.8-2 和表 1.8-3。

表1.8-2 泵站周边声及大气环境保护目标一览表

序号	工程区域	泵站名称	敏感点名称	属性	所在行政村	方位	与泵站最近距离(m)	环境保护要求
1	雷北片区	主运河泵站	后湖队	村庄	后湖分场	S	120	声环境 1 类, 大气环境二类
2		浦洋水轮泵站	边村仔	居民区	铺洋村	WS	50	声环境 2 类, 大气环境二类
3		罗笛埗泵站	谷部	村庄	罗笛冲村	E	10	声环境 1 类, 大气环境二类
4		太平泵站	太平镇区	居民区	太平村	ES	190	声环境 2 类, 大气环境二类
5		东坡泵站	高上村	居民区	高上村	N	75	声环境 2 类, 大气环境二类
6		和尾泵站	慈仔圩	居民区	宅仔村	EN	50	声环境 2 类, 大气环境二类
7		架岭泵站	急水仔	居民区	南渡村	ES	25	声环境 2 类, 大气环境二类
8		周义泵站	周义	村庄	下担村	S	145	声环境 1 类, 大气环境二类
9		石埠泵站	石埠塘	村庄	恒山村	N	10	声环境 1 类, 大气环境二类
10	雷西南片区	龙东泵站	谷家下村	村庄	羊觅村	SE	180	声环境 1 类, 大气环境二类
11		余庆桥取水塔	良垌村	村庄	良垌村	WS	130	声环境 1 类, 大气环境二类
12	雷东南片区	风桥水库扩灌泵站	风桥农场五队	村庄	云头村	E	70	声环境 1 类, 大气环境二类

注：其他泵站周边 200m 范围内无环境保护目标。

表1.8-3 管线渠线及施工布置周边主要声及大气环境保护目标一览表

序号	敏感点名称	属性	所在行政村	工程类型	与工程位置关系	环境保护要求
雷北片区						
1	起点幼儿园	学校	河唇社区	渠道	紧邻河唇干渠	声环境 2 类, 大气环境二类
2	良塘村	村庄	良塘村	管道	紧邻黄垌岭分支管, 距施工工区约 170m	声环境 1 类, 大气环境二类
3	黄坭塘村	村庄	黄坭塘村	渠道	紧邻新屋仔干渠, 距施工工区约 40m	声环境 1 类, 大

序号	敏感点名称	属性	所在行政村	工程类型	与工程位置关系	环境保护要求
						气环境二类
4	上县村	居民区	上县村	渠道	紧邻山里干渠	声环境 2 类, 大气环境二类
5	那良村	居民区	那良村	渠道	紧邻那良干渠, 距施工工区约 30m	声环境 2 类, 大气环境二类
6	罗笛埗村	村庄	罗笛冲村	管道	紧邻罗笛埗分支管	声环境 1 类, 大气环境二类
7	黄垌树	村庄	良垌镇	管道	距良垌支管约 60m	声环境 1 类, 大气环境二类
8	后背岭	村庄	石南村	渠道	距良垌干渠约 45m, 距施工工区约 140m	声环境 1 类, 大气环境二类
9	马蹄埗村	村庄	中塘村	渠道	紧邻篁竹支渠, 距施工工区约 145m	声环境 1 类, 大气环境二类
10	白塘小学	学校	白塘村	渠道	距良田干渠约 40m	声环境 1 类, 大气环境二类
11	方塘	村庄	琴山村	渠道	紧邻那梭干渠, 距施工工区约 160m	声环境 1 类, 大气环境二类
12	大垌村	村庄	大垌村	渠道	紧邻大垌支渠, 距施工工区约 55m	声环境 1 类, 大气环境二类
13	绿水村	村庄	绿水村	渠道	紧邻大垌支渠	声环境 1 类, 大气环境二类
14	股底村	村庄	路西村	渠道	紧邻两联干渠, 距施工工区约 30m	声环境 1 类, 大气环境二类
15	下村	村庄	邓屋村	渠道	距两联干渠约 15m	声环境 1 类, 大气环境二类
16	下岭	村庄	民有村	管道	紧邻坡头干管, 距施工工区约 10m	声环境 1 类, 大气环境二类
17	五合村	村庄	五合村	管道	紧邻坡头支管	声环境 1 类, 大气环境二类
18	塘博村	村庄	塘博村	管道	紧邻麻斜支管	声环境 1 类, 大气环境二类
19	树地坡村	居民区	流江村	渠道	紧邻青建岭水库北支渠	声环境 2 类, 大气环境二类
20	新民中学	学校	高街村	渠道	距甘水塘干渠约 160m	声环境 1 类, 大气环境二类
21	下村仔	村庄	朗塘村	渠道	紧邻朗塘支渠	声环境 1 类, 大气环境二类
22	牛其洋	村庄	丰九百村	渠道	紧邻黎村干渠	声环境 1 类, 大气环境二类
23	黄泥坑	村庄	荔枝坑村	渠道	紧邻黄泥坑干渠	声环境 1 类, 大气环境二类
24	白水小学	学校	白水村	渠道	距四九干渠约 70m	声环境 2 类, 大

序号	敏感点名称	属性	所在行政村	工程类型	与工程位置关系	环境保护要求
						气环境二类
25	书房仔	村庄	平石村	渠道	紧邻平石干渠	声环境 1 类, 大气环境二类
26	光豪小学	学校	冷水村	渠道	距平石干渠约 155m	声环境 1 类, 大气环境二类
27	坭洋村	村庄	茅村村	渠道	距茅村支渠约 100m, 距施工工区约 100m	声环境 1 类, 大气环境二类
28	北合村	居民区	黄略村	渠道	紧邻黄略干渠	声环境 2 类, 大气环境二类
29	六格新	村庄	六格村	渠道	距谭福干渠约 25	声环境 1 类, 大气环境二类
30	向阳卫生站	医院	边塘村	渠道	距西溪干渠约 50	声环境 2 类, 大气环境二类
31	南圩村	村庄	南圩村	渠道	距崢角溪干渠约 40m, 距施工工区约 140m	声环境 1 类, 大气环境二类
32	山高棚	村庄	西郊村	渠道	紧邻牛皮塘干渠	声环境 1 类, 大气环境二类
33	山内村	村庄	山内村	渠道	紧邻山内干渠, 距施工工区约 10m	声环境 1 类, 大气环境二类
34	安塘村	村庄	安塘村	渠道	紧邻山内干渠	声环境 1 类, 大气环境二类
35	东方红	村庄	团结村	渠道	紧邻元宵屋干渠, 距施工工区约 150m	声环境 1 类, 大气环境二类
36	新龙村	村庄	西基村	渠道	紧邻豆坡干渠	声环境 1 类, 大气环境二类
37	沙泥村	村庄	内塘村	管道	紧邻内塘水库干管 A	声环境 1 类, 大气环境二类
38	调塾村	村庄	调塾村	渠道	紧邻志满东干渠	声环境 1 类, 大气环境二类
39	新兴村	村庄	新兴村	渠道	紧邻志满西干渠	声环境 1 类, 大气环境二类
40	外坡村	村庄	外坡村	渠道	紧邻湖光东支渠	声环境 1 类, 大气环境二类
41	龙眼村	村庄	龙眼村	渠道	距草潭干渠约 20m	声环境 1 类, 大气环境二类
42	新建村	村庄	天德村	渠道	紧邻天德支渠, 距施工工区约 180m	声环境 1 类, 大气环境二类
43	北坡镇区	居民区	北坡村	渠道	紧邻港门支渠, 距施工工区约 160m	声环境 2 类, 大气环境二类
44	坡田尾	村庄	西坡村	渠道	紧邻枫树支渠	声环境 1 类, 大气环境二类
45	新港村	居民区	新港村	管道	紧邻港门支管	声环境 2 类, 大

序号	敏感点名称	属性	所在行政村	工程类型	与工程位置关系	环境保护要求
						气环境二类
46	湖仔村	村庄	湖仔村	渠道	距田头支渠约 10m, 距施工工区约 100m	声环境 1 类, 大气环境二类
47	吴排村	村庄	吴排村	渠道	距吴排村灌渠约 40m, 距施工工区约 95m	声环境 1 类, 大气环境二类
48	上坡村	村庄	上坡村	渠道	紧邻河头干渠, 距施工工区约 30m	声环境 1 类, 大气环境二类
49	东边塘	村庄	新市村	渠道	紧邻河头干渠	声环境 1 类, 大气环境二类
50	下坑	村庄	吾良村	管道	紧邻英龙仔支管	声环境 1 类, 大气环境二类
51	崩溪村	村庄	莫宅村	管道	紧邻崩溪分支管	声环境 1 类, 大气环境二类
52	潭葛村	村庄	潭葛村	渠道	紧邻和平干渠, 距施工工区约 5m	声环境 1 类, 大气环境二类
53	迈哉小学	学校	迈哉村	渠道	紧邻太平干渠	声环境 2 类, 大气环境二类
54	后坑村	村庄	帮机村	渠道	距太平干及其工区约 25m	声环境 1 类, 大气环境二类
55	乌塘村	村庄	六坑村	渠道	紧邻太平干渠	声环境 1 类, 大气环境二类
56	调浪村	村庄	调浪村	管道	紧邻太平分支管	声环境 1 类, 大气环境二类
57	谭体村	村庄	北山村	渠道	紧邻太平干渠, 距施工工区约 20m	声环境 1 类, 大气环境二类
58	新坡仔	村庄	上梁村	渠道	紧邻湖南干渠	声环境 1 类, 大气环境二类
59	黄机塘	村庄	大家村	渠道	距客路干渠约 80m, 距施工工区约 100m	声环境 1 类, 大气环境二类
60	迈港村	村庄	迈港村	管道	距东坡支管约 20m	声环境 1 类, 大气环境二类
61	东坑村	居民区	东坑村	管道	紧邻赖宅支管	声环境 2 类, 大气环境二类
62	草黎村	村庄	饶里村	渠道	距水美干渠约 70m	声环境 1 类, 大气环境二类
63	后湖队	村庄	后湖分场	泵站	距主运河泵站约 120m, 距泵站工区约 10m	声环境 1 类, 大气环境二类
64	合流村	居民区	南赤村	泵站	距东海河泵站工区约 140m	声环境 2 类, 大气环境二类
65	边村仔	居民区	铺洋村	泵站	距浦洋水轮泵站约 50m, 距泵站工区约 22m	声环境 2 类, 大气环境二类
66	谷部	村庄	罗笛冲村	泵站	距离罗笛埔泵站约 10m, 距泵站工区约	声环境 1 类, 大

序号	敏感点名称	属性	所在行政村	工程类型	与工程位置关系	环境保护要求
					75m	气环境二类
67	马猫村	村庄	铺洋村	泵站	距马猫泵站工区约 70m	声环境 1 类, 大气环境二类
68	鸡有屋	居民区	林屋村	泵站	距坡头泵站工区约 100m	声环境 4a 类, 大气环境二类
69	太平镇区	居民区	太平村	泵站	距太平泵站及其泵站工区约 190m	声环境 2 类, 大气环境二类
70	高上村	居民区	高上村	泵站	东坡泵站、湖南干渠	声环境 2 类, 大气环境二类
71	慈仔圩	居民区	宅仔村	泵站	和尾泵站、分干管	声环境 2 类, 大气环境二类
72	急水仔	居民区	南渡村	泵站	距架岭泵站及泵站工区约 25m	声环境 2 类, 大气环境二类
73	周义	村庄	下担村	泵站	距周义泵站约 145m	声环境 1 类, 大气环境二类
74	石埠塘	村庄	恒山村	泵站	距石埠泵站约 10m, 距泵站工区约 90m	声环境 1 类, 大气环境二类
75	金村	村庄	鸡笼塘村	弃渣场	距廉江新民镇东坑 2#渣场约 90m	声环境 1 类, 大气环境二类
雷西南						
1	新兴村	村庄	石岭村	管道	距三阳片支管 A 约 45m, 距施工工区约 110m	声环境 1 类, 大气环境二类
2	加乐园村	村庄	加乐园村	管道	紧邻三阳片支管 B, 距施工工区约 60m	声环境 1 类, 大气环境二类
3	长乐村	村庄	长乐村	管道	距三阳桥片支管 B 分支管 B 约 45m	声环境 1 类, 大气环境二类
4	坡塘新村	村庄	那利村	管道	距余庆桥片支管 F、G 约 75m	声环境 1 类, 大气环境二类
5	田丰村	村庄	田丰村	管道	紧邻余庆桥干管, 距施工工区约 65m	声环境 1 类, 大气环境二类
6	旋安村	村庄	旋安村	渠道	紧邻旋安干渠	声环境 1 类, 大气环境二类
7	北插村	村庄	北插村	渠道	紧邻北插干渠	声环境 1 类, 大气环境二类
8	迈老新村	村庄	迈塌村	渠道	距迈塌干渠约 80m, 距施工工区约 170m	声环境 1 类, 大气环境二类
9	潭板村	村庄	塘东村	渠道	紧邻平南干渠	声环境 1 类, 大气环境二类
10	官田	村庄	六高村	管道	距迈克片干管约 20m	声环境 1 类, 大气环境二类
11	凌新村	村庄	凌新村	管道	距大湾片分支管 D 约 35m	声环境 1 类, 大气环境二类

序号	敏感点名称	属性	所在行政村	工程类型	与工程位置关系	环境保护要求
12	英利镇区	居民区	英利镇	管道	距英利 B 片分干管及其工区约 120m	声环境 2 类, 大气环境二类
13	陈宅村	村庄	陈宅村	管道	紧邻龙门 C 片支管 B	声环境 1 类, 大气环境二类
14	丰尧村	村庄	丰尧村	管道	距龙门 C 片支管 B 约 50m, 距施工工区约 190m	声环境 1 类, 大气环境二类
15	鹅感村	村庄	火炬农场	管道	距龙门 B 片干管约 40m, 距施工工区约 120m	声环境 1 类, 大气环境二类
16	格内村	村庄	格内村	管道	距龙门 B 片支管 B 约 30m	声环境 1 类, 大气环境二类
17	那宛村	村庄	那宛村	管道	距龙门 A 片分干管 B 约 70m	声环境 1 类, 大气环境二类
18	锥仔村	村庄	羊觅村	管道	距龙东干管约 145m	声环境 1 类, 大气环境二类
19	火炬农场	居民区	火炬农场	管道	紧邻龙北片支管	声环境 2 类, 大气环境二类
20	乌树村	村庄	乌树村	管道	紧邻龙北片分干管	声环境 1 类, 大气环境二类
21	谷家下村	村庄	羊觅村	泵站	距龙东泵站约 180m	声环境 1 类, 大气环境二类
22	良塌村	村庄	良塌村	取水塔	距余庆桥取水塔及其工区约 130m	声环境 1 类, 大气环境二类
雷东南						
1	肖家村	村庄	肖家村	管道	距调东分干管 A 约 30m	声环境 2 类, 大气环境二类
2	竹下村	村庄	竹下村	管道	紧邻调东分干管 A 支管 D	声环境 1 类, 大气环境二类
3	仙脉村	村庄	官贤村	管道	紧邻调东分干管 A 支管 G, 距施工工区约 85m	声环境 1 类, 大气环境二类
4	山前村	村庄	山前村	管道	距雷东南干管约 135m, 距施工工区约 130m	声环境 1 类, 大气环境二类
5	迈生村	村庄	迈生村	管道	距调东分干管 B 约 60m	声环境 1 类, 大气环境二类
6	家里村	村庄	迈生村	管道	距调东分干管 B 及支管 A 约 105m, 距施工工区约 187m	声环境 1 类, 大气环境二类
7	题桥村	村庄	题桥村	管道	距调东分干管 B 支管 E 约 20m	声环境 1 类, 大气环境二类
8	草朗村	村庄	草朗村	管道	紧邻调东分干管 E 支管 D	声环境 1 类, 大气环境二类
9	林宅村	村庄	林宅村	管道	紧邻调东分干管 I 及工区	声环境 1 类, 大气环境二类
10	水尾村	村庄	水尾村	管道	紧邻调东分干管 I 支管 C	声环境 1 类, 大

序号	敏感点名称	属性	所在行政村	工程类型	与工程位置关系	环境保护要求
						气环境二类
11	禄切村	村庄	禄切村	管道	紧邻调风分干管 F 及支管 b	声环境 1 类, 大气环境二类
12	调风镇区	居民区	调风村	管道	距雷东南干管约 105m	声环境 2 类, 大气环境二类
13	课堂村	村庄	课堂村	管道	紧邻红心楼干渠支管 D	声环境 1 类, 大气环境二类
14	竹仔园村	村庄	南胜村	管道	距和锦分干管 A 分支 B 约 60m	声环境 1 类, 大气环境二类
15	吴家村	村庄	后湖村	渠道	紧邻风桥水库灌区干渠	声环境 1 类, 大气环境二类
16	下尾村	村庄	云头村	管道	紧邻风桥扩灌支管 A 分支 C	声环境 1 类, 大气环境二类
17	马坑村	村庄	锦市村	管道	紧邻锦南支管 H	声环境 1 类, 大气环境二类
18	迈斗村	村庄	那楚村	管道	距锦南支管 L 约 65m	声环境 1 类, 大气环境二类
19	村前	村庄	凤山村	管道	紧邻锦南分干管及支管 B	声环境 1 类, 大气环境二类
20	程陆村	村庄	地塘村	渠道	距梁村仔水库北渠道及工区约 50m	声环境 1 类, 大气环境二类
21	梁村仔村	村庄	墩尾村	管道	距下洋分干管 A 约 45m	声环境 1 类, 大气环境二类
22	调晓村	村庄	仙安村	管道	距下洋分干管 B 约 40m	声环境 1 类, 大气环境二类
23	和家村	村庄	北松村	管道	距下洋分干管 B 约 180m	声环境 1 类, 大气环境二类
24	西尾村	村庄	墩尾村	渠道	距龙托水库灌区渠道约 130m, 距施工工区约 110m	声环境 1 类, 大气环境二类
25	黄家村	村庄	龙江塘村	渠道	距北松水库灌区禄尾支渠约 60m	声环境 1 类, 大气环境二类
26	前山镇中心幼儿园	学校	前山镇	渠道	紧邻北松水库灌区主干渠	声环境 2 类, 大气环境二类
27	塘仔尾村	村庄	甲村村	管道	紧邻前山支管 A 分支管 E	声环境 1 类, 大气环境二类
28	高丰村	村庄	高西村	渠道	紧邻石林岭水库灌区高西干渠, 距施工工区约 135m	声环境 1 类, 大气环境二类
29	龙华幼儿园	学校	华林村	管道	紧邻龙塘支管 D 及其工区	声环境 1 类, 大气环境二类
30	赤农村	村庄	赤农村	管道	紧邻龙塘分干管 B	声环境 1 类, 大气环境二类
31	龙塘第二中	学校	龙塘镇	渠道	距迈胜水库灌区木棉干渠约 30m	声环境 2 类, 大

序号	敏感点名称	属性	所在行政村	工程类型	与工程位置关系	环境保护要求
	学					气环境二类
32	木棉村	村庄	木棉村	渠道	紧邻迈胜水库灌区木棉干渠	声环境 1 类, 大气环境二类
33	冯垌村	村庄	华林村	渠道	紧邻南北渠, 距施工工区约 20m	声环境 1 类, 大气环境二类
34	那察村	村庄	石灵溪村	渠道	紧邻南北渠	声环境 1 类, 大气环境二类
35	仙桥村	村庄	福田村	渠道	紧邻南北渠	声环境 1 类, 大气环境二类
36	风桥农场五队	村庄	云头村	泵站	距风桥水库扩灌泵站约 70m, 距泵站工区约 10m	声环境 1 类, 大气环境二类
37	东渡村	村庄	加洋村	弃渣场	距徐闻海安镇 1#渣场约 100m	声环境 1 类, 大气环境二类

1.8.2.3 生态环境保护目标

(1) 生态环境敏感区

工程占地不占用国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境和自然保护地。

根据《自然资源部 国家林业和草原局关于进一步做好自然资源要素保障的通知》(自然资发〔2026〕38号)，“省级人民政府上报的自然保护地整合优化成果，可作为国家和省级重点项目自然资源要素配置的依据。”雷州半岛灌区工程是国家和省重点项目，按整合优化后的自然保护地进行复核，工程不占用整合优化后的自然保护地。

工程占地占用生态保护红线。

雷州半岛灌区工程占用生态保护红线 6.0530 hm^2 ，其中地表永久占用 3.6529 hm^2 ，施工临时占用 2.4001 hm^2 ，占用方式均为地表占用。占用生态保护红线的建筑物主要是 4 个泵站和 3 条干渠改造，除雷西南的龙东片泵站，其余占用生态红线的泵站（浦洋水轮泵站、马猫泵站、西村泵站）和干渠（已建的甘水塘干渠、马塘低干渠、河头干渠）均位于雷北片区。从片区分布来看，雷北片区占用生态保护红线 2.0021 hm^2 ，其中永久占用 0.8788 hm^2 ，施工临时占用 1.1233 hm^2 ；雷西南片区占用生态保护红线 4.0509 hm^2 ，其中永久占用 2.7741 hm^2 ，施工临时占用 1.2768 hm^2 ；雷东南片区不占用生态保护红线。工程临时占用生态保护红线主要是导流围堰和施工道路占用。

本工程占用的生态红线类型均为粤西沿海丘陵台地水土保持生态保护红线，不涉及整合优化后的自然保护地。

表1.8-4 工程占地涉及的生态敏感区

片区	工程类型	占用生态红线类型	永久占用生态红线面积(hm ²)	临时占用生态红线面积(hm ²)	合计(hm ²)	备注
雷北	甘水塘干渠改造	粤西沿海丘陵台地水土保持生态保护红线	0.0013		0.0013	永久占用主要是修复渠道
	浦洋水轮泵站		0.2245	0.2518	0.4763	临时占地主要是导流围堰及施工临时道路
	马猫泵站		0.2786	0.6035	0.8821	临时占地主要是导流围堰及施工临时道路
	西村泵站		0.2691	0.1890	0.4581	临时占地主要是导流围堰
	马塘低干渠改造			0.0790	0.0790	临时占地主要是施工临时道路
	河头干渠改造		0.1053		0.1053	渠首位于青年运河的生态保护红线
	小计		0.8788	1.1233	2.0021	
雷西南	龙东片区泵站及引水渠	粤西沿海丘陵台地水土保持生态保护红线	2.7741	1.2768	4.0509	临时占地主要是导流围堰
合计			3.6529	2.4001	6.0530	

(2) 重点保护野生植物及古树名木

1) 重点保护野生植物

评价范围本次未调查到国家重点保护野生植物，未发现广东省重点保护植物。

评价范围调查到《中国生物多样性红色名录》中“易危”种 1 种（中华青牛胆）。分布在评价范围内后背岭附近山地，不在永久占地及临时占地范围内。

2) 特有种

中国特有植物 10 种：团叶鳞始蕨、白花油麻藤、短序润楠、岭南山竹子、红鳞蒲桃、山杜英、山蒟、马尾松、高良姜和粉背菝葜。

3) 古树名木

雷北片区永久、临时占地范围内无古树，评价范围内调查到古树 399 株。

雷西南片区永久、临时占地范围内无古树，评价范围内调查到古树 61 株。

雷东南片区永久、临时占地范围内无古树，评价范围内调查到古树 158 株。

(3) 重点保护野生动物

1) 国家级重点保护动物

国家二级重点保护野生动物 14 种：虎纹蛙、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、黑翅鸢、黑冠鹃隼、凤头鹰、褐耳鹰、松雀鹰、鹊鹞、灰脸鵟鹰、普通鵟、白胸翡翠、红隼、画眉。

2) 省级重点保护动物

广东省重点保护野生动物 10 种：黑水鸡、黄斑苇鳉、夜鹭、池鹭、牛背鹭、中白鹭、白鹭、黑翅长脚鹬、斑鱼狗、栗耳鹀。

3) 珍稀濒危动物

《中国生物多样性红色名录》濒危（EN）等级 2 种，为虎纹蛙、日本鳗鲡；易危（VU）等级 2 种，分别是银环蛇、中华鹧鸪。

生态环境敏感目标分布图见附图册。

表1.8-5 生态敏感保护目标一览表

序号	生态敏感目标	敏感目标类别	敏感目标名称	与本工程位置关系
1	生态敏感区	生态保护红线	粤西沿海丘陵台地水土保持生态保护红线	雷北片区占用生态保护红线 2.0021 hm ² ，其中永久占用 0.8788 hm ² ，施工临时占用 1.1233 hm ² ；雷西南片区占用生态保护红线 4.0509hm ² ，其中永久占用 2.7741hm ² ，施工临时占用 1.2768hm ² ；雷东南片区不占用生态保护红线。
2			红树林	工程永久占地、临时占地均不占用，评价范围分布有红树林 4 处。
6	重点保护动植物	重点保护野生植物、珍稀濒危植物	易危（VU）野生植物 1 种：中华青牛胆。	工程永久占地、临时占地均不占用，位于评价范围内。
7		古树名木	古树 618 株	工程永久占地、临时占地均不占用，位于评价范围内。
9		中国特有植物	中国特有植物 10 种：团叶鳞始蕨、白花油麻藤、短序润楠、岭南山竹子、红鳞蒲桃、山杜英、山莴、马尾松、高良姜和粉背菝葜。	评价范围内。
10		国家重点保护陆生野生动物	国家二级重点保护野生动物 14 种：虎纹蛙、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、黑翅鸢、黑冠鹃隼、凤头鹰、褐耳鹰、松雀鹰、鹊鹑、灰脸鵟鹰、普通鵟、白胸翡翠、红隼、画眉。	活动于评价范围内
12		广东省重点保护野生动物	10 种：黑水鸡、黄斑苇鳉、夜鹭、池鹭、牛背鹭、中白鹭、白鹭、黑翅长脚鹬、斑鱼狗、栗耳鹀。	活动于评价范围内
13		中国生物多样性红色名录	濒危（EN）等级 2 种，为虎纹蛙、日本鳗鲡；易危（VU）等级 2 种，分别是银环蛇、中华鹧鸪。	活动于评价范围内

1.9 评价工作程序

按照《建设项目环境保护管理条例》和《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ 2.1-2016）要求，本项目环境影响评价工作程序见图 1.9-1。

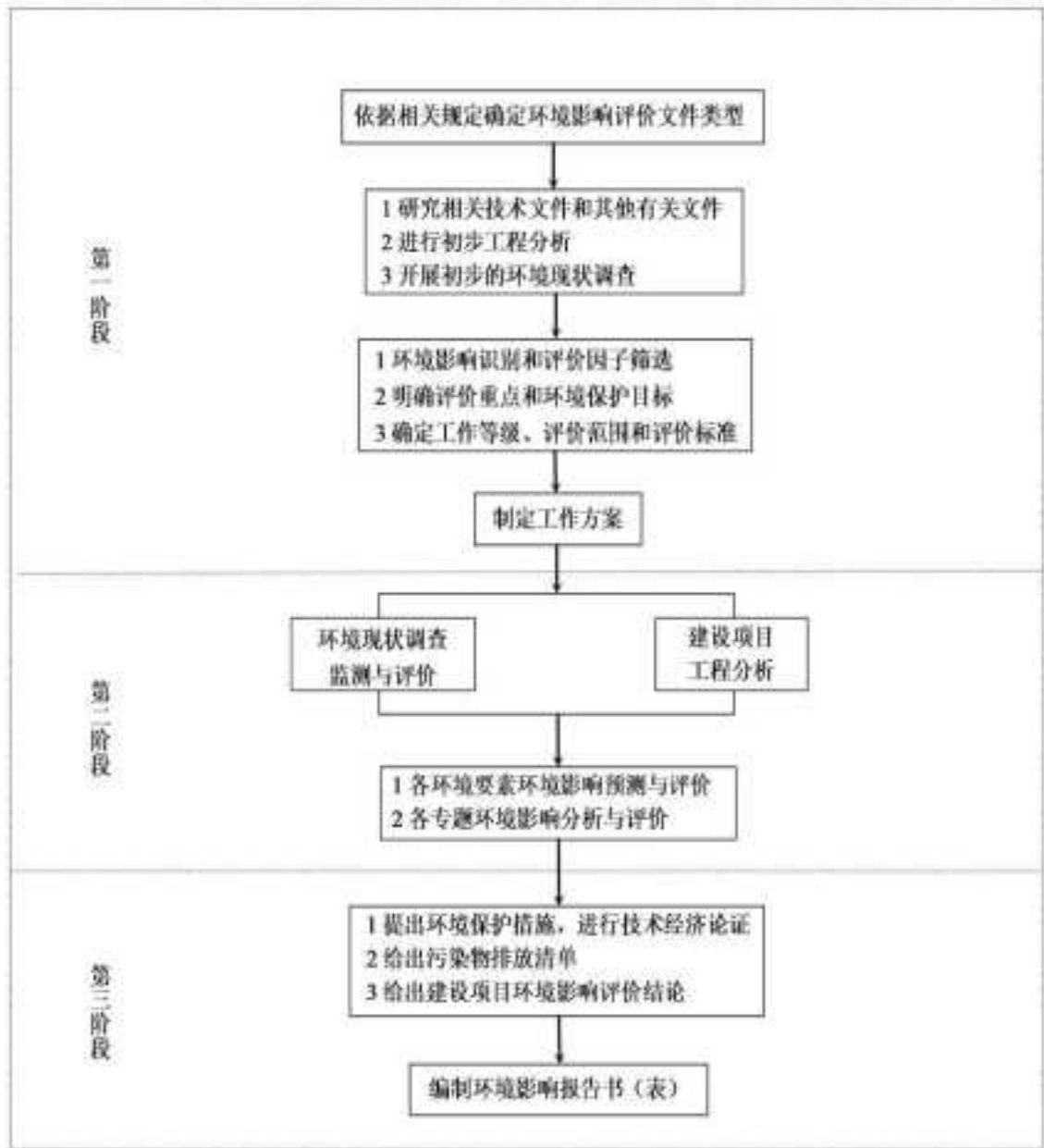


图1.9-1 工程环境影响评价程序图

2 工程概况

2.1 相关规划及依托工程情况

2.1.1 相关规划情况

(1) 《珠江流域综合规划(2012-2030 年)》

珠江流域综合规划针对灌溉工程提出：大兴流域农田水利等薄弱环节建设，到 2020 年，基本完成大型灌区、重点中型灌区续建配套和节水改造任务。在水土资源条件具备的地区，新建一批灌区，尤其要在丘陵山区建设中、小型水库和集水窖、配套节水灌溉设施，增加农田有效灌溉面积，提高流域的粮食生产能力。实施大中型灌溉排水泵站更新改造，完善灌区的灌排体系。

(2) “两重”建设标志性重大水利工程项目清单

2024 年 7 月 30 日，国家发改委、水利部召开“两重”(国家重大战略实施、重点领域安全能力建设)建设标志性重大水利工程专题研究工作视频会，提出一批标志性重大水利工程项目，依托“两重”资金，集中力量予以支持，推动项目落地。雷州半岛灌区工程纳入水利领域“两重”项目。

(3) 《全国农田灌溉发展规划》

2024 年 8 月，水利部、农业农村部联合印发《全国农田灌溉发展规划》。根据该规划，至 2035 年，广东灌溉面积目标为 3165 万亩，其中耕地 2702 万亩。雷州半岛灌区工程纳入此规划。

(4) 《广东水网建设规划》

2025 年 5 月，中共广东省委、广东省人民政府印发《广东省水网建设规划》，提出粤西地区建成与沿海经济带西翼高质量发展相协调的外引内连、多源互济、集约高效的水网，建设具有热带田园特色的绿美水乡，打造广东现代水网建设的“粤西样本”。整合现有小散低效、弃耕撂荒的耕园地，推动新建雷州半岛等大中型灌区，稳步推进高州水库灌区等大中型灌区续建配套与现代化改造，加强灌区骨干工程与田间水利工程有机衔接，努力打造一批“节水高效、设施完善、管理科学、生态良好”的现代化灌区。

本工程是雷州半岛灌区的续建配套与现代化改造工程，已列入《广东省水网

建设规划》中的大型灌区工程表。

(5) 《广东省水利发展“十四五”规划》

2021 年 10 月，广东省人民政府办公厅印发《广东省水利发展“十四五”规划》（粤府办[2021]29 号），该规划提出：“优先安排脱贫摘帽地区农村饮水、灌区改造、农村机电排灌以及“五小水利工程”等农田水利设施建设，夯实农业农村发展基础。深入推进水库移民后期扶持，积极帮扶移民村产业转型升级，培育一批善经营、精管理的新型职业农民。”“强化农业节水增效，推进大中型灌区续建配套与现代化改造。结合重大水资源配置工程，优化灌区布局。”“大中型灌区续建配套与现代化改造。加快推进韩江粤东、茂名市高州水库、湛江市雷州青年运河等 3 宗大型灌区及一批中型灌区续建配套与现代化改造”

本项目是《广东省水利发展“十四五”规划》的重要大型灌区工程，符合《广东省水利发展“十四五”规划》的要求。

(6) 《广东省农田灌溉发展规划》

《广东省农田灌溉发展规划》指出统筹发展和安全，以增加灌溉面积、转变灌溉方式为主线，以优化水土资源配置、夯实灌排设施基础、发展高效节水灌溉、创新灌区管护体制机制、保护灌区生态环境为发力点，着力构建与资源环境承载能力、农业经济发展需求、绿美广东生态建设及人工智能时代要求相适应的灌排体系及其管护机制，提升农田灌排保障能力，为全面建设社会主义现代化国家、全面推进中华民族伟大复兴奠定坚实的基础。根据全省农业区划特点、生产技术条件、增产技术潜力和经济发展、水土资源等因素，总体划分为“一极两带一区”，其中一极为粤西规模灌溉集聚发展极，包括湛江、茂名、阳江、江门 4 市。依托于环北部湾广东水资源配置工程，雷州半岛苦旱历史结束，整体上水源规模由小到大，外调水和本地水互济，水源条件得到根本性改善。

(7) 《中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》

十四届全国人在四次会议及全国政协十四届四次会议，于 2026 年 3 月受权发布《中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》，当中第七章第三节为加快建设现代化水网，提出加强国家水网建设，增强洪涝灾害防御、水资源统筹调配、城乡供水保障能力。统筹流域性洪水和局域性灾害防御，加强防洪水库、河道及堤防、蓄滞洪区建设，推进中小河流系统治理和病险水库除险加固，增强暴雨集中区防洪避险能力。健全跨流域跨区域水资源调配体系，完善

国家水网主骨架和骨干输配水通道。加强供水灌溉保障，整装推进大中型灌区建设改造，加快城市应急备用水源工程建设。加强河湖生态保护治理，推进水源涵养与水土保持，提升水生态系统自我修复能力。实施地下水保护治理行动，逐步实现采补平衡，其中供水灌溉项目中包括建设广东雷州半岛等大中型灌区。

(8) 《广东省国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》

《广东省国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》经省十四届人大五次会议审查批准，于 2026 年 3 月印发。纲要提出完善现代化水安全保障体系，深入实施国家“江河战略”，全面推进“水润南粤”建设，构建“五纵五横、百川百枢”水网总体布局，完美集防洪、供水、灌溉、生态保护等功能于一体的安全韧性现代化水网，有效提升广东水安全保障能力。持续优化水资源配置格局，构建以东江、西江、北江、韩江、鉴江等五大江河为区域主要水源的水资源配置网，增强全省水资源统筹调配、供水保障和战略储备能力，加快环北部湾广东水资源配置、韩江榕江练江水系连通后续优化、深汕合作区引水等工程建设，加快广东沿海经济带东翼水资源保障等重点引调水工程及揭阳市龙颈水库扩建等一批大中型水库和城市应急备用水源工程前期工作，推动县级以上城市实现双水源、双保障。持续开展农村供水“三同五化”改造提升，推进农村供水县域统管。谋划新建雷州半岛等一批大中型灌区，整装推进大中型灌区现代化改造，完善灌排工程体系，对地下水超采区实现综合治理。

2.1.2 依托工程情况

环北部湾广东水资源配置工程是系统解决粤西地区、特别是雷州半岛水资源短缺问题的重大水利工程，也是本工程的依托工程。

2.1.2.1 环北部湾广东水资源配置工程总体情况

(1) 工程建设情况

环北部湾广东水资源配置工程是系统解决粤西地区、特别是雷州半岛水资源短缺问题的重大水利工程。环北部湾广东水资源配置工程是国务院批准的《全国水资源综合规划》、《珠江流域综合规划(2012-2030 年)》、《珠江流域及红河水资源综合规划》确定的流域重点水资源配置工程，已列入国家 150 项重大水利工程项目清单，也是“一带一路”、粤港澳大湾区建设、北部湾城市群、珠江—西江经济带等国家级经济发展战略的重要内容。广东省委、省政府高度重视环北部湾广

东水资源配置工程的建设，是省政府重点推进的重大水利项目之一。

2022 年 8 月 2 日，国家发展改革委印发《国家发展改革委关于环北部湾广东水资源配置工程可行性研究报告的批复》(发改农经〔2022〕1172 号)。

2022 年 12 月 29 日，水利部印发《环北部湾广东水资源配置工程初步设计报告准予行政许可决定书》(水许可决〔2022〕86 号)。原则同意环北部湾广东水资源配置工程任务以城乡生活和工业供水为主，兼顾农业灌溉，并为改善水生态环境创造条件，要求加快灌区工程建设，与水资源配置工程同步发挥效益。

2022 年 4 月 29 日，生态环境部印发《关于环北部湾广东水资源配置工程环境影响报告书的批复》(环审〔2022〕49 号)，原则同意环境影响报告书的总体评价结论和拟采取的生态环境保护措施。

2022 年 8 月 31 日，环北部湾广东水资源配置工程正式开工，预计建成通水时间为 2030 年 5 月。

(2) 工程概况

环北部湾广东水资源配置工程开发任务为：以城乡生活和工业供水为主，兼顾农业灌溉，为改善水生态环境创造条件。

环北部湾广东水资源配置工程设计引水流量 $110 \text{ m}^3/\text{s}$ ，工程等别为 I 等，工程规模为大(1)型。供水范围为湛江、茂名、阳江、云浮等 4 市的 10 个县城(城区)、112 乡镇和 9 个重点工业园区。设计水平年 2035 年，工程从西江多年平均引水量为 16.32 亿 m^3 ，利用当地水利设施增供水量为 5.10 亿 m^3 ，扣除输水损失后，受水区分水口门断面合计多年平均增供水量为 20.79 亿 m^3 ，其中城乡生活和工业供水 14.38 亿 m^3 ，农业灌溉供水 6.41 亿 m^3 。

工程在西江干流地心村附近设泵站提水，输水干线向西南穿云开大山输水至高州水库，经高州水库调蓄后继续向西南输水至鹤地水库。沿线设云浮、茂名阳江、湛江 3 条输水分干线。西江地心取水泵站、西高干线、高鹤干线设计流量分别为 $110 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $110 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $70 \text{ m}^3/\text{s}$ ；云浮分干线、茂名阳江分干线渠首、湛江分干线渠首设计流量分别为 $10 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $26 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $26 \text{ m}^3/\text{s}$ 。工程输水线路总长度 490.33km，其中干线总长 201.68 km，分干线总长 288.65km。

(3) 环北广东工程灌溉任务

根据《环北部湾广东水资源配置工程初步设计报告》，粤西地区处于“东南沿海国家粮食安全产业带”及“华南农产品主产区”，是广东省主要农业产业基地，

区域具备较好的土地资源和光热条件。其中湛江市耕地面积较大(700 万亩), 发展农业灌溉条件较好, 但水资源严重短缺, 耕地灌溉率较低(63.6%), 环北广东工程新增 150m 高程以下耕地灌溉面积, 并为徐闻县置换深层地下水灌溉面积 7 万亩。

环北广东工程对湛江市农业灌溉受水区总设计灌溉面积为 383.34 万亩, 其中包括原灌溉面积 198.34 万亩, 新增灌溉面积 185 万亩(湛江市新增灌溉面积 189 万亩, 扣除本地水源新增面积 4 万亩)。通过管线输水至鹤地水库、龙门水库等本地水源工程为已建灌区灌溉面积补水, 新增的灌溉面积水源预留至鹤地水库。考虑分期实施, 2035 年前开发建设除徐闻县及周边外区域的其他灌溉区域, 新增灌溉面积 154.22 万亩; 2050 年开发建设徐闻县及周边雷州市部分区域, 新增灌溉面积 34.99 万亩。新增灌溉面积主要种植经济附加值较高的高效作物, 主要是蔬菜、花生、番薯等, 复种指数 2.42。根据农田灌溉面积、灌溉定额、灌溉水利用系数预测成果, 新增灌溉面积 2035、2050 年多年平均需水量分别为 5.41、6.64 亿 m^3 。



图2.1-1 环北广东工程湛江市农业灌溉受水区与分水口门示意图

(4) 环北广东工程湛江分干线概况

环北部湾广东水资源配置工程湛江市城乡供水受水区为廉江片、廉江提水片、遂溪片、湛江市辖区中心城区片、太平片、雷州北片、雷州南片和徐闻片。农业灌溉受水区为已建灌区补水和新增 185 万亩灌区用水,新增灌区水源预留至鹤地水库,已建灌区补水输水至本地水源工程衔接,规划水平年纳入本工程覆盖范围。

湛江分干线主要承担湛江市廉江片、遂溪片、太平片、雷州北片、雷州南片和徐闻片城乡供水,以及已建灌区补水任务;由湛江市引调水工程和鹤地水库至合流水库段(鹤合段)、合流水库至雷州南渡河段(合雷段)、雷州南渡河至徐闻段(雷徐段)组成,全长 168.85km (不含湛江市引调水工程)。其中湛江市引调水工程线路总长约 61.9km,已先行实施,不列入本工程建设内容;鹤地水库至合流水库段线路长度为 55.86km;合流水库至雷州南渡河段长 47.99km;雷州南渡河至徐闻段长 65.00km。

湛江分干线共设置 16 个分水口,11 个生活工业分水口(其中英利分水口兼顾城乡供水与农业灌溉),5 个农业灌溉分水口。各分水口分水流量见表 2.1-1。

表2.1-1 湛江分干线分水口汇总表

序号	分水口	所在行政区	桩号	规模(m ³ /s)	供水范围	备注
1	廉江分水口	廉江市	HH13+879	3	罗州街道、城南街道、城北街道、石城镇、良垌镇	城乡供水
2	遂溪分水口	遂溪县	HH30+461	5	遂溪县	城乡供水
3	东海岛分水口	市辖区	HL10+526	5	东海岛	应急备用
4	太平分水口		HL25+540	3	太平镇及森工产业园	城乡供水
5	太平干渠分水口		HL26+151	2	雷州青年运河灌区及周边 2.6 万亩	农业灌溉
6	雷州分水口	雷州市	HL39+650	7	雷州市区及周边	城乡供水
7	塘边分水口		HL39+656	5	雷州青年运河灌区及周边 9 万亩	农业灌溉
8	松竹分水口		SZ7+360	2	松竹镇、南兴镇、雷高镇、东里镇、调风镇	城乡供水
9	龙门水厂分水口		SL13+275	3	龙门镇、北和镇、乌石镇、覃斗镇	城乡供水
10	龙门水库分水口		SL13+275	8	龙门水库灌区 12 万亩	农业灌溉
11	英利分水口		LD13+200	4	英利镇, 农业灌溉(合溪水库灌区 3.88 万亩、置换地下水灌溉 7 万亩)	城乡供水、农业灌溉
12	余庆桥水库分水口		LD18+339	2	余庆桥水库灌区 6.36 万亩	农业灌溉

序号	分水口	所在行政区	桩号	规模(m ³ /s)	供水范围	备注
13	鲤鱼潭水库分水口	徐闻县	LD32+936	2	鲤鱼潭水库灌区 7.5 万亩	农业灌溉
14	城北水厂分水口		LD37+137	2	徐闻县	城乡供水
15	三阳桥水库分水口		LD32+936	2		
16	大水桥水厂分水口		LD39+040	3		

2.1.2.2 环北部湾广东水资源配置工程二期总体方案

环北广东工程二期是深入贯彻习近平总书记视察广东重要讲话、重要指示精神，特别是考察环北部湾广东水资源配置工程时的重要指示精神，全面落实国家水网建设部署，以及省委、省政府实施“百县千镇万村高质量发展工程”、绿美广东生态建设和推进水利高质量发展要求，以环北部湾广东水资源配置工程为牵引，全力助推雷州半岛高质量发展而谋划建设的重大工程。2024年2月21日，黄坤明书记主持召开省委书记专题会议，听取了省水利厅关于环北广东工程二期规划建设进展情况的汇报，原则同意省水利厅提出的方案，并要求按照整体规划、分类推进、分期实施的原则，加快推进工程建设。环北部湾广东水资源配置工程二期拟通过整体规划、统筹推进、分期实施，加快雷州半岛百库千塘万池输水储水网络工程、雷州半岛灌区工程和绿美雷州半岛水美乡村规划等三个项目建设。

2024年8月27日广东省水利厅印发实施《环北部湾广东水资源配置工程二期总体方案》，确定了雷州半岛百库千塘万池输水储水网络、雷州半岛灌区、绿美雷州半岛水美乡村建设三项工程的主要建设内容。工程匡算总投资309.2亿元，计划2年完成试点建设，3年建成雷州半岛百库千塘万池输水储水网络工程，5年建成雷州半岛灌区工程，10年基本建成绿美雷州半岛水美乡村。积极推广以工代赈，发动群众投工投劳，将山塘、小水池和农田灌排沟渠淤泥清理、河道清淤疏浚、绿化改造等与农村人居环境整治、水美乡村建设等任务衔接实施。

因此，本工程是环北广东工程二期方案的组成部分。

2.1.2.3 本工程与环北广东工程的变化情况

本次雷州半岛灌区因资料的更新和方案的进一步详实，规划水平年2035年与环北广东工程在灌溉面积、需水成果、城乡人饮布局、可供水量、供水结构等方面发生了变化，基于近年社会经济发展速度不及预期，但粮食安全保障要求不断提高，本次预测用水结构与环北工程发生一定变化，生活工业需水下降，农业灌溉需水增加，随着灌溉骨干工程布局，扩大受益范围。具体变化情况见表2.1-2。

表2.1-2 本工程与环北广东工程变化情况汇总表（2035）

序号	项目	环北广东工程	本次工程	变化情况
1	设计灌溉面积	383 万亩	475 万亩	增加 92 万亩
2	新增灌溉面积	考虑雷州半岛 120m 以下可新增发展耕地资源量共 150 万亩，没有进一步分析具体位置和面积方案经济性	根据灌溉范围和面积确定原则，确定适宜新增发展的耕园地面积共 162 万亩	本次将园地一并纳入灌区范围，通过面积分析和经济性比选最终确定新增灌溉面积，比环北广东工程增加 12 万亩
3	纳入原设计灌溉面积	6 个大中型灌区 198 万亩	30 个大中型灌区及小灌片共 313 万亩	增加受益范围 115 万亩
4	总需水成果	湛江市总需水量 39.6 亿 m ³ 、茂名化州市 6.69 亿 m ³	湛江市总需水量 38.86 亿 m ³ 、茂名化州市 6.56 亿 m ³	湛江市减少 0.74 亿 m ³ 、茂名化州市减少 0.13 亿 m ³
5	可供水量	鹤地水库可供水量 6.99 亿 m ³	鹤地水库可供水量 7.28 亿 m ³ ，	鹤地水库可供水量增加 0.3 亿 m ³
6	供水结构	环北广东外调水合计供水量为 11.7 亿 m ³ ，其中：灌溉供水量 5.37 亿 m ³ ，生活工业供水量 6.33 亿 m ³ 。	环北广东外调水合计供水量为 11.65 亿 m ³ ，其中：灌溉供水量 5.79 亿 m ³ ，生活工业供水量 5.86 亿 m ³ 。	总供水量减少 0.05 亿 m ³ ，其中灌溉增加 0.42 亿 m ³ ，生活工业减少 0.47 亿 m ³ 。

2.2 工程建设必要性

（1）改善雷州半岛灌溉条件，保障粮食和重要农产品安全的需要

国以农立，食为先。粮食安全是国民经济发展的支撑，也是维系社会稳定和国家自立的“压舱石”。党的二十大报告提出“全方位夯实粮食安全根基，牢牢守住十八亿亩耕地红线，确保中国人的饭碗牢牢端在自己手中”。2023 年十四届全国人大一次会议上，习近平总书记强调，要严守耕地红线，稳定粮食播种面积，加强高标准农田建设，切实保障粮食和重要农产品稳定安全供给。

雷州半岛临江临海，土壤肥沃，光热资源条件充足。根据《全国主体功能区划》《全国国土空间规划纲要(2021—2035 年)》等，雷州半岛位于华南农产品主产区及东南沿海国家粮食安全产业带，也是广东主要的商品粮基地和高效经济作物的主产区。灌区涉及 10 县(市、区)共划定粮食生产功能区 166 万亩，占全省划定粮食生产功能区的 12.3%，是广东重要的粮食生产基地，承担着湛江市乃至广

东的粮食安全重任。目前灌区内已建有廉江市国家级水稻制种基地和雷州市省级水稻制种基地 2 处，年制种面积达到 4 万亩，种子年生产量达 1200 万公斤，为湛江市及广东省的粮食生产安全保驾护航。

2023 年中央一号文件提出，确保全国粮食产量保持在 1.3 万亿斤以上，各省(自治区、直辖市)都要稳住面积、主攻单产、力争多增产，实施新一轮千亿斤粮食产能提升行动。2024 年国务院印发《新一轮千亿斤粮食产能提升行动方案(2024~2030 年)》提出到 2030 年实现新增粮食产能千亿斤以上，全国粮食综合生产能力进一步增强。广东省下达至湛江市 2030 年粮食产能提升增加值 0.91 亿公斤，其中稻谷 0.685 亿公斤、玉米 0.056 亿公斤、大豆 0.169 亿公斤，粮食综合生产能力目标达到 15.71 亿公斤；灌区内廉江市、雷州市和徐闻县为省级粮食产能提升重点县。

“粮食生产根本在耕地，命脉在水利”。20 世纪 60、70 年代，当地人民政府组织兴建了一批水库、引水坝、灌溉渠道等农田水利灌溉工程，建成万亩以上大中型灌区 36 座，为当地农业农村发展，特别是粮食生产作出了重要贡献。但当年建成的农田水利灌溉工程至今已运行 40~50 年，由于维修配套资金投入不足，工程逐年老化损坏严重，供水能力大为降低，严重影响了灌区的正常运行和效益的发挥，灌溉面积逐年萎缩。经统计，灌区分析范围内现有耕园地面积 816 万亩，现状有稳定水源的大中小型灌区有效灌溉面积 349 万亩，占比仅 42.7%，水稻等粮食作物主要分布在已建水库下游周边灌溉水量有保障的区域，距离水源稍远区域的大片水田由于无水灌溉改种旱作物，灌区内雷州市、徐闻县等部分已建中型灌区因渠系损毁，现状通过机电井灌溉，进一步加剧地下水开采。

工程建设前灌区范围内的永久基本农田、高标准农田的灌溉保障条件存在无稳定水源、水源保证率不足、缺乏灌溉设施或设施损坏等问题，本工程建成后，把环北广东工程外调水源延伸配置到雷州半岛灌区骨干工程末端，同时充分挖掘当地水源潜力，丰枯互济，增加供水能力，为耕园地稳产高产的目标提供水利支撑，永久基本农田覆盖面积从现状 196.6 万亩增加至 317.5 万亩，高标准农田覆盖面积从现状 152.9 万亩增加至 231.7 万亩。对保障粮食安全上夯实产能基础、提升耕地质量、实现藏粮于地；对助力乡村振兴上推动产业兴旺，拓宽增收渠道、筑牢生态基底；在完善区域水网上构建骨干框架、打通水资源配置“大动脉”、实现互联互通；对促进当地经济社会发展上优化区域经济结构、强化基础设施网络、

维护社会稳定。

在国内外风云突变的形势下，国家稳粮增收、乡村振兴的战略布局下，充分贯彻“藏粮于地，藏粮于技”的基本战略，稳定广东省粮食自给能力，保障粮食安全，增加灌区范围内农民收入，发展灌溉是必由之路，稳定可靠水源又是发展灌溉的根本。雷州半岛灌区工程承接环北部湾广东水资源配置工程一期工程，通过输送外调水大幅增加农业灌溉水源，并充分挖掘本地水源供水能力，增强区域抗旱能力，提高粮食生产率和供给保证率。建设雷州半岛灌区工程，完善现有灌区配套设施，利用环北部湾广东水资源配置工程外调水源改善灌溉水源条件和发展新增灌溉面积，提高灌溉率，对于保障湛江市和广东省粮食安全是十分必要。

（2）充分发挥环北部湾广东水资源配置工程效益的需要

环北部湾广东水资源配置工程是长远解决粤西地区水资源短缺问题的国家水网骨干工程。开发任务为以城乡生活和工业供水为主，兼顾农业灌溉，为改善水生态环境创造条件。供水范围为湛江、茂名、阳江、云浮等 4 市的 10 个县城(城区)、112 乡镇和 9 个重点工业园区。环北部湾广东水资源配置工程农业灌溉供水均在湛江，包括已建灌区补水和新增 185 万亩灌区用水，已建灌区补水输水至本地水源工程衔接，新增灌区水源预留至鹤地水库。水利部《环北部湾广东水资源配置工程初步设计报告准予行政许可决定书》(水许可决[2022]86 号)明确提出“加快灌区工程建设，与水资源配置工程同步发挥效益”。

雷州半岛灌区工程是环北部湾广东水资源配置工程的后续工程，主要承担着将环北部湾广东水资源配置工程从西江调至鹤地水库的水源输送至湛江农业缺水地区的任务，同时解决农业生产用水挤占河道内生态用水和地下水超采等不合理用水问题。本工程建成后退还当地超采地下水量 8234 万 m^3 、农业挤占生态水量 1986 万 m^3 ，通过优化水资源配置，有效涵养区域水源、保障生态基流、构建良性生态循环系统，为区域生物多样性保护与生态安全提供坚实基础。

雷州半岛灌区工程将充分发挥环北部湾广东水资源配置工程农业灌溉、生态效益。农业灌溉效益分为新增恢复灌溉效益和改善灌溉效益。本工程新增恢复灌溉面积 254 万亩，主要种植经济附加值较高的高效作物，如蔬菜、花生、番薯等，改善灌溉面积 58 万亩，主要种植作物有早晚稻、玉米、蔬菜、甘蔗、花生等；本工程建成后退还当地超采地下水量 8234 万 m^3 、农业挤占生态水量 1986 万 m^3 ，通过退还河道生态流量和超采地下水，改善区域生态环境，发挥环北部湾广东水

资源配置工程的生态效益。

环北部湾广东水资源配置工程可解决雷州半岛现状和未来所面临的资源性、工程性、水质性缺水问题，支撑区域经济社会高质量发展，雷州半岛灌区工程作为后续工程，通过进一步细化研究雷州半岛地区农业灌溉现状问题及工程体系布局，结合近年经济社会发展趋势，重新复核生活、生产用水结构变化以及当地农业需求，是发挥环北部湾广东水资源配置工程综合效益的必要性工程。

（3）是实施乡村振兴，促进区域高质量发展的重要举措

党的二十大报告提出“全面推进乡村振兴，坚持农业农村优先发展，巩固拓展脱贫攻坚成果，加快建设农业强国，扎实推动乡村产业、人才、文化、生态、组织振兴”。近年来的中央一号文件都将农业基础设施建设、巩固脱贫攻坚成果、推动乡村产业高质量发展作为重要任务。

2025 年中央一号文件提出坚持和加强党对“三农”工作的全面领导，完整准确全面贯彻新发展理念，坚持稳中求进工作总基调，坚持农业农村优先发展，坚持城乡融合发展，坚持守正创新，锚定推进乡村全面振兴、建设农业强国目标，以改革开放和科技创新为动力，巩固和完善农村基本经营制度，深入学习运用“千万工程”经验，确保国家粮食安全，确保不发生规模性返贫致贫，提升乡村产业发展水平、乡村建设水平、乡村治理水平，千方百计推动农业增效益、农村增活力、农民增收入，为推进中国式现代化提供基础支撑。

雷州半岛的乡村建设点多面广，建设滞后，村集体经济较薄弱。农民收入水平总体不高，2023 年湛江全市农村居民人均可支配收入 22762 元，为全省平均水平(25142 元)的 90.5%，仅为江浙等发达地区的一半，城乡居民收入差距较大的局面仍未根本改变。且农村增收压力持续加大，特别是脱贫人口中不稳定户、边缘户和“夹心层”群体返贫、致贫的风险依然较大，巩固拓展脱贫攻坚成果、接续全面推进乡村振兴的任务十分艰巨。

雷州半岛灌区工程灌溉面积 475 万亩，占湛江市及化州市灌溉面积的 50%，通过改善现有灌区体系和新建灌溉系统，提升农业基础设施水平，提高农业灌溉保证能力，破除制约当地农业经济发展的瓶颈。设计水平年经济作物播种面积比例占 49.2%，粮食作物播种面积比例 50.8%，可实现年均农业经济增益 23.82 亿元。本工程的建设还将提升农村景观和乡村风貌，为农文旅一体化创造条件，对区域巩固和提升脱贫攻坚成果，推动区域乡村振兴和高质量发展非常重要。

（4）是构建骨干水网，增强省级水网水资源调配能力的重要工程

加快构建国家水网，建设现代化高质量水利基础设施网络，统筹解决水资源、水生态、水环境、水灾害问题，是以习近平总书记为核心的党中央作出的重大战略部署。习近平总书记站在中华民族永续发展的全局和战略高度，亲自擘画、亲自部署、亲自推动，为做好国家水网建设工作指明了方向，提供了根本遵循。国家水网建设目标为“系统完备、安全可靠、集约高效、绿色智能、循环畅通、调控有序”。

广东是全国第一批省级水网先导区，广东水网是国家骨干网的重要组成部分，是实施粤港澳大湾区、支持深圳建设中国特色社会主义先行示范区等国家重大战略，提升国家水安全保障能力的重要支撑，在东南珠三角及北部湾区域网中发挥重要作用。环北部湾广东水资源配置工程作为广东“五纵五横”的主要一横，将九洲江、南渡河等省级和本地河湖水系有机联系，构成湛江水网建设的载体。雷州半岛以独流入海的河流为主，源短流急，水资源总量有限且难以蓄积利用，资源型和工程型缺水问题并存，市级水网覆盖范围仅为 25.2%，亟需依托环北部湾广东水资源配置工程及其二期等重大水网工程，完善水资源优化配置格局，加强河湖生态保护与修复，提升水安全保障能力。

雷州半岛灌区工程，以雷州青年运河、环北部湾广东水资源配置工程湛江分干线为输水主线，连通雷州青年运河、南渡河、雷州半岛北部和南部水库群、南北渠等，连接整合雷州青年运河灌区和 27 宗现有大中型灌区，形成雷州半岛互联互通、互济互调、纵横交错的水网格局。本工程多年平均农业灌溉供水量 19.89 亿 m^3 ，切实增强广东省级和湛江市级水网调蓄调控能力，打造内连外调、多源互济的骨干水网，全面提升水安全保障能力。

（5）是推动广东海南相向发展、促进湛江建设省域副中心城市的关键支撑

2023 年 4 月 10 日至 13 日，习近平总书记亲临广东视察，寄望广东在推进中国式现代化建设中走在前列，广东与海南相向而行、相向发展，携手共同推进高质量发展，积极服务和融入新发展格局。2023 年 6 月，广东省、海南省签署《推动广东海南相向发展战略合作协议》，确立推进飞地经济合作、琼州海峡一体化高质量发展等目标。

《广东省沿海经济带综合发展规划(2017—2030 年)》、《广东省国土空间总体

规划(2021-2035)》明确将湛江列为省域副中心城市，与汕头、珠海形成“广深双核+三副中心”的多极发展格局。广东西翼以湛江为中心，推进湛茂一体化发展，强化与珠三角地区尤其是珠江口西岸各市的对接合作，全面参与北部湾城市群建设。在农业发展方面，粤西热带农业区重点建设雷州半岛热带亚热带农业现代化示范区、冬季北运菜重要生产基地、热带水果示范区、国家种业二线南繁基地等节水高效农业。

雷州半岛是连接广东与海南的重要区域，其经济社会发展对于广东与海南的相向发展具有重要意义。雷州半岛灌区工程建设通过建设骨干输水网络、提升骨干渠系输水能力等措施，连通江河湖库塘池等，实现水资源的优化配置和高效利用；工程将带动雷州半岛农业基础设施的升级，促进农业产业结构调整和优化，推动农业向规模化、集约化、现代化方向发展，提升雷州半岛农产品的市场竞争力；促进水资源的合理利用和保护，减少地下水的开采，改善区域生态环境；推动雷州半岛的经济发展，增加农民收入，缩小城乡差距；改善当地居民的生产生活条件，提高居民的生活水平和质量，增强居民的获得感和幸福感，促进社会和谐发展；为广东与海南的相向发展、湛江建设省域副中心城市提供坚实的水资源保障和生态、经济、社会支撑。

2.3 灌区现状及存在问题

2.3.1 灌区范围

2.3.1.1 灌区研究范围

雷州半岛灌区作为环北部湾广东水资源配置工程后续工程，主要是以现有大型灌区——雷州青年运河灌区为核心，通过利用环北广东工程外调水并挖潜本地水资源，整合和改善现有灌片，并发展新增灌溉面积，全面提升雷州半岛农业灌溉水平。青年运河灌区东北面主要分布有高州灌区、长湾河灌区、水口灌区、林尘灌区、罗江灌区、引陵灌区等 6 宗大中型灌区，均位于本灌区东北部的鉴江流域及其一级支流罗江流域内，其中高州水库灌区目前已在开展续建配套改造，其余 5 宗中型灌区与本工程隔分水岭相望，无直接水力联系。青年运河灌区西北面

包含江头水库灌区、长青水库灌区、武陵水库灌区、营仔河水库灌区 4 宗中型灌区，区域内水土资源基本已达到平衡，不纳入本次灌区研究范围，因此本次灌区工程范围拟定为：北以九洲江为界，东至化州市罗江流域-高州灌区边界，西、南至雷州半岛海岸线；涉及湛江市辖区(赤坎区、霞山区、坡头区、麻章区)、廉江、遂溪、徐闻、雷州、吴川，以及茂名化州市，共 10 个县市区。

茂名化州市仅在灌区需水量和供水量预测研究过程中纳入考虑，无实际的工程布置。

2.3.1.2 灌区范围分区

雷州半岛灌区研究范围内国土面积 1369.9 万亩，涉及湛江市市辖区(赤坎区、霞山区、坡头区、麻章区)、吴川市、廉江市、雷州市、遂溪县、徐闻县以及茂名市化州市共 10 个县(市)区。

研究范围内主要包括 32 个大中型灌区，其中大型灌区 1 个，万亩以上中型灌区 31 个，现有灌区较多，覆盖面较广。本次主要依据地形地势、河流水系、现有水利设施、原有灌区布置、作物种植结构、行政区划、管理便利性以及工程布置等因素，按以下原则划分灌区分区：

- (1) 结合灌区农业区划，优先考虑地形地貌相对一致的区域，水文气象条件、土壤类型、主要种植结构等基本相近，以此作为一个灌域的基本划分依据。
- (2) 在划分过程中，兼顾行政区划的完整性，避免跨过多行政单元造成管理复杂化，同时充分考虑现有水利工程体系(如现有大中型灌区、水库、泵站、干支渠道等)和农业配套设施的布局，确保划分后的灌域有利于农业生产组织、灌溉调度和日常管理，提高运行效率。

根据上述划分原则，本次雷州半岛灌区研究范围北以九洲江为界，东至化州市罗江流域-高州灌区边界，西、南至雷州半岛海岸线，划分雷北、雷西南、雷东南 3 个片区 9 个灌域 19 个灌片，其中南北渠西片由于该片区耕园地高程较高，亩均投资为灌区最高，且设计水平年 2035 年环北工程高鹤干线输水至鹤地水量已经用尽，已无富余水量新发展灌溉面积，故不纳入本工程灌溉范围内。

因此本次雷州半岛灌区灌溉范围北以九洲江为界，东至化州市罗江流域-高

州灌区边界，西、南至雷州半岛海岸线，划分雷北、雷西南、雷东南等 3 个片区，并进一步划分为青年运河、岭北、龙门、英利、余庆桥、大水桥、西洋、调东、南北渠等 9 个灌域，细分为 18 个灌片，相比于可研增加西洋灌域西洋灌片。涉及湛江市辖区(赤坎区、霞山区、坡头区、麻章区)、廉江、遂溪、徐闻、雷州、吴川，以及茂名化州市，共 10 个县市区，79 个乡镇，13 个国营农场，包含 30 个现有大中型灌区。其中西洋灌域与本工程有直接水力联系，从统一调度，统一管理角度，纳入本工程灌区范围，但该灌域已进行过续建配套与节水改造，无新增工程建设内容。

灌区研究范围分区成果具体见表 2.3-1，灌区研究范围分区示意图见图 2.3-1。



图2.3-1 雷州半岛灌区研究范围分区示意图

表2.3-1 雷州半岛灌区研究范围分区成果表

序号	片区	灌域	灌片	初设阶段灌区范围		包含现有万亩灌区
				所在县区	涉及乡镇	
1	雷北	青年运河灌域	青年运河灌片	廉江市、遂溪县、雷州市、吴川市、麻章区、坡头区、赤坎区、霞山区、化州市	50	青年运河灌区
2			东洋灌片	雷州市	4	东洋灌区
3			塘麻灌片	吴川市、坡头区、化州市	4	塘缀灌区、麻文灌区
4			土田灌片	雷州市	3	土乐水库灌区、田西水库灌区、曲溪水库灌区
5			杨柑灌片	遂溪县	6	山内水库灌区、元宵屋水闸灌区、旧庙海围灌区、牛牯海围灌区
6		岭北灌域	岭北灌片	遂溪县、麻章区	9	志满水库灌区、罗马坛水库灌区
		小计			52	
7	西南	龙门灌域	龙北灌片	雷州市	5	滩头水库灌区
8			龙东灌片	雷州市	3	
9			龙门灌片	雷州市	4	龙门水库灌区
10	西南	英利灌域	英利灌片	雷州市	2	
11			大湾灌片	雷州市	3	大湾水库灌区
12		余庆桥灌域	余庆桥灌片	雷州市、徐闻县	4	余庆桥水库灌区、东西溪灌区
13			合溪灌片	雷州市、徐闻县	2	合溪水库灌区
14			鲤三灌片	徐闻县	5	三阳桥水库灌区、鲤鱼潭水库灌区
15		大水桥灌域	大水桥灌片	徐闻县	7	大水桥水库灌区
		小计			18	
16	雷东南	调东灌域	调东片	雷州市、徐闻县	5	迈生水库灌区、红心楼水库灌区
17		南北渠灌域	南北渠东片	雷州市、徐闻县	9	石林岭水库灌区、北松水库灌区、迈胜水库灌区
18		西洋灌域	西洋灌片	雷州市	3	西洋灌区
		小计			13	
			合计		79	30宗

说明：化州市及西洋灌域仅在灌区需水量和供水量预测研究过程中纳入考虑，无实际的工程布置。

2.3.2 灌区现状情况

2.3.2.1 总体情况

灌区内现有灌溉工程总设计灌溉面积 310.58 万亩，有效灌溉面积 218.76 万亩，实际灌溉面积 189.24 万亩。灌区范围内现有大型灌区 1 处雷州青年运河灌区，设计灌溉面积 146.6 万亩，有效灌溉面积为 95 万亩，现状实灌面积 88 万亩；建成万亩以上中型灌区 29 个，原设计灌溉面积 107.86 万亩，有效灌溉面积为 75.05 万亩，现状实灌面积 63.97 万亩；其余均为分散小微灌片。

灌区内已建中型灌区 29 个，多为上世纪 60-70 年代建成，随着城镇化发展，经本次复核，官田水库灌区、大湾水库灌区、土乐水库灌区、塘缀灌区、滩头灌区、鲤鱼潭水库灌区、东西溪灌区等中型灌区已达不到原设计灌溉面积。

按照现状工程实际调度，2023 年灌区灌溉总用水 9.7 亿 m^3 ，地表水源供水 8.9 亿 m^3 ，地下水供水 0.8 亿 m^3 。农业灌溉各水源工程以蓄水工程供水为主，占比 85%，灌区现状供用水情况见表 2.3-2。

表2.3-2 灌区现状供水情况

有效灌溉面积(万亩)	现状灌溉供用水量(万 m^3)					
	地表水源				地下水	合计
	蓄水工程	引水工程	提水工程	小计		
218.76	83325	2158	1884	89320	8234	97554

表2.3-3 灌区分析范围内现有灌区情况表

序号	灌区名称	市	县(区、市)	主要水源	原设计灌溉面积(万亩)	有效灌溉面积(万亩)	实际灌溉面积(万亩)	近年续建配套与节水改造情况、建设内容	存在问题
1	雷州青年运河灌区	湛江市、茂名市	市辖区、雷州市、廉江市、吴川市、遂溪县、化州市	鹤地水库	146.6	95	88	2010年11月19日,广东省水利厅批复《湛江市雷州青年运河灌区续建配套与节水改造工程初步设计报告(运河部分)》(粤水农水〔2010〕41号),主要建设内容:改造灌渠长149.319km,其中主河50.383km、四联河21.381km、东海河32.228km、鸭曹干渠7.742km、西海河7.382km、东运河30.203km;续建配套和新建各类渠系建筑物844座(其中拆除29座、维修81座、重建725座、新建9座);原址重建水电站8座、总装机2575千瓦。西运河另外立项实施,目前尚未完工。2008年4月22日,广东省水利厅正式批复《关于雷州青年运河西运河节水改造项目初步设计报告的批复》(粤水农〔2008〕18号),主要建设内容包括:(一)对50.2km(渠尾6.06km列入其它水利计划)渠道防渗整治;(二)新建高塘、下黎节制闸和牛力湾排洪闸;(三)重建深丘节制闸、山口和河头过底涵;(四)加固渠首实荣西闸、树头和河头排洪闸及42座分水涵闸(五)改建10座交通桥,加固14座交通桥;(六)取消分水涵(闸)量水设备和节制闸自动化监控系统建设项目。	1.工程设计标准低、配套设施不完善;2.工程设施老化、渠道渗漏严重;3.工程维护资金不足,管理手段落后;4.水环境保护亟待进一步加强;5.运河工程老化、险情不断。
2	东洋灌区	湛江市	雷州市	西湖水库、塘边水库、官山水库、白水沟水库、黎庞水库、平原水库	12.55	5.5	4.5	2023年3月13日,湛江市水务局正式批复《雷州市东洋灌区续建配套与节水改造工程初步设计报告》(湛水许决字〔2023〕69号),主要工程建设内容包括加固改造渠道长度64.573公里(涉及39条渠道),拆除重建、新建或加固改造各类渠系建筑物共343座。	尚未竣工验收
3	塘缀灌区	湛江市	吴川市	四联河、山雅水库	2.37	2.25	2.25	2020年12月2日,吴川市水务局正式批复《吴川市塘缀灌区续建配套与节水改造工程初步设计报告》(吴水务字〔2020〕216号),主要工程建设内容包括渠道总长36.01km,其中土渠防渗改造26.53km、已衬砌段清淤9.48km;改造渠系建筑物	尚未竣工验收

序号	灌区名称	市	县(区、市)	主要水源	原设计灌溉面积(万亩)	有效灌溉面积(万亩)	实际灌溉面积(万亩)	近年续建配套与节水改造情况、建设内容	存在问题
								50 座。灌溉设计保证率 90%，灌溉水利用系数 0.65。	
4	麻文灌区	湛江市	吴川市	四联河	1.4	1.18	1.06	2020 年 12 月 2 日，吴川市水务局正式批复《吴川市麻文灌区续建配套与节水改造工程初步设计报告》(吴水务字〔2020〕215 号)，主要工程建设内容包括建设渠道总长 12.68km,改造渠系建筑物 31 座。灌溉设计保证率 90%，灌溉水利用系数 0.65。	尚未竣工验收
5	土乐水库灌区	湛江市	雷州市	土乐水库、黎家水库	3.7	3.7	3.7	2016 年 9 月 12 日，湛江市水务局正式批复《雷州市土乐水库灌区续建配套与节水改造工程初步设计报告》(湛水许决字〔2016〕57 号)，主要工程建设内容包括改造渠道 13.688km，其中维修改造土乐水库干渠 9.17km，军营支渠 0.452km，洪宅支渠 0.50km，土亩仔支渠 0.70km，元奏支渠 2.166km，赤豆排渠 0.70km；新建、加固、改建各类渠系建筑物 84 座，其中分水涵闸新建 2 座、改建 22 座、维修 5 座；水闸维修 2 座、新建 2 座；倒虹吸维修 2 座、新建 1 座；渡改建 1 座、维修 2 座；交通桥维修 11 座、改建 7 座、新建 1 座；过路涵改建 10 座；过底涵维修 8 座；纳水堰新建 6 座、修复 2 座。	尚未竣工验收
6	田西水库灌区	湛江市	雷州市	田西水库	1.5	1	1	2016 年 11 月 14 日，湛江市水务局正式批复《雷州市田西灌区续建配套与节水改造工程初步设计报告》(湛水农〔2016〕71 号)，主要工程建设内容包括整治干(支)渠 17.8 公里，其中干渠 12.4 公里、支渠 5.4 公里;同意重建加固渠系建筑物共 64 座，其中重建渠首进水闸 2 座节制闸 1 座、泄水闸 1 座、分水斗口 30 座、渡槽 3 座、涵洞 14 座、农桥 13 座，新建分水斗口 3 座。	尚未竣工验收
7	曲溪水库灌区	湛江市	雷州市	曲溪水库	1.8	1	1	2016 年 12 月 7 日，湛江市水务局正式批复《雷州市曲溪灌区续建配套与节水改造工程初步设计报告》(湛水农〔2016〕77 号)，主要工程建设内容包括整治加固渠道防渗长度 17.63 公里，其中干渠长 15.19 公里(总干渠 6.12 公里，合城干渠 6.15 公里，豪郎分干渠 2.92 公里);支渠长 2.44 公里(豪郎分干 1 支渠长 1.75 公里，豪郎分干 2 支渠长 0.69 公里)。重建、新建渠系建筑物 79 座，其中渡槽 6 座、水闸 7 座、分水涵管 27	尚未竣工验收

序号	灌区名称	市	县(区、市)	主要水源	原设计灌溉面积(万亩)	有效灌溉面积(万亩)	实际灌溉面积(万亩)	近年续建配套与节水改造情况、建设内容	存在问题
								座、跨渠桥涵 39 座。	
8	山内水库灌区	湛江市	遂溪县	山内水库	1.5	0.9	0.76	未改造	由于受建设初期工程设计标准低，资金投入有限，配套不完善等因素的影响，工程运行多年后工程老化、渠道崩塌淤塞，渠道及其他建筑物都存在很大程度的破损，使灌区灌溉效率低下，灌溉效益衰减。
9	元宵屋水闸灌区	湛江市	遂溪县	杨柑河	1.45	0.8	0.55	未改造	工程自建成运行几十年以来，工程老化，渠道崩塌淤塞，2001 年在第 3 号台风“榴莲”的袭击下，元宵屋水闸已全部被洪水冲垮，丧失了工程效益。
10	官田水库灌区	湛江市	遂溪县	官田水库	1.5	1	0.94	未改造	工程建设标准低、渠系配套不完善，加上工程运行多年后，工程老化，渠系崩塌淤塞，渗漏严重，造成工程效益逐年下降，实灌面积逐年减少。
11	新坡水库灌区	湛江市	麻章区	新坡水库	1.8	1.13	0.94	未改造	渠道渗漏、淤积，渠系建筑物残旧
12	旧庙海围灌区	湛江市	遂溪县	红坎河、天德河	1.4	1.2	0.85	未改造	水闸年久失修、结构损坏、启闭失灵，加上渠道受水流冲刷以及山洪冲击，水土流失、渠道附属建筑物老化、变形、裂隙、崩塌等影响，使灌溉效益处于衰减状态。
13	牛牯海围灌区	湛江市	遂溪县	湛川河、调额河	1.4	1.2	0.8	未改造	建设标准低，管理经费不足，运行了几十年后，老化严重，渠底、渠边破裂、崩塌，坝前坝后冲毁、边墙掏空，水闸启闭设备落后，

序号	灌区名称	市	县(区、市)	主要水源	原设计灌溉面积(万亩)	有效灌溉面积(万亩)	实际灌溉面积(万亩)	近年续建配套与节水改造情况、建设内容	存在问题
									闸孔建筑物结构简陋，闸门启闭失灵，渠道及渠系建筑物漏水严重，致使灌区出现上游渠道大量漏水，下游无水可灌的局面。
14	志满水库灌区	湛江市	麻章区	志满水库	2.35	2.35	1.5	未改造	渠道渗漏、淤积，渠系建筑物残旧
15	罗马坛水库灌区	湛江市	遂溪县	罗马坛水库	1.05	0.5	0.4	未改造	工程当时设计标准低，渠系配套不完善，由于资金的投入有限，其绝大部分渠道为土渠，渠道基本都没有衬护，边坡多年受水流冲刷崩塌，渠底淤积、渠道渗漏，造成实际灌溉面积萎缩，灌溉效益衰减。
16	龙门水库灌区	湛江市	雷州市	龙门水库	12	9.01	7.05	2000 年，由于当地资金不到位，根据《雷州半岛西南部治旱龙门灌区加固配套工程初步设计批复》对于渠部分配套建筑物进行了维修和重建，2021 年，湛江市水务局正式批复《关于审批雷州市龙门灌区续建配套与节水改造工程实施方案的请示》(雷税务【2021】56 号)，继续整治改造龙门主干渠防渗长 3.11km,防渗衬砌改造 27 条支渠 49.73km,开挖疏浚支渠 121.25km，加固、重建渠系建筑物 444 座。已完工验收。	尚未竣工验收，目前有部分工程段正在实施中。
17	滩头灌区	湛江市	雷州市		0.64	0.64	0.64	2016 年 12 月，湛江市水务局正式批复《关于审批雷州市田西、滩头灌区续建配套与节水改造工程初步设计报告的请示》，在原有渠道的基础上进行硬化防渗配套改造，主要工程建设内容包括：防渗衬砌干渠 12.4km，支渠 5.4km,重建加固渠系建筑物 64 座。2017 年完工验收。	尚未竣工验收
18	大湾水库灌区	湛江市	雷州市	大湾水库	1.49	1.49	1.49	2017 年 1 月 20 日，湛江市水务局正式批复《雷州市大湾水库灌区续建配套与节水改造工程初步设计报告》，主要建设内容：加固整治渠道总长 15.88 公里，其中干渠长 11.53 公里；支渠长 4.35 公里。拆除重建、加固各类渠系建筑物共计 117 座，其中水闸 9 座，渡槽 6 座；过底涵 2 座；交通桥 10 座，过	尚未竣工验收

序号	灌区名称	市	县(区、市)	主要水源	原设计灌溉面积(万亩)	有效灌溉面积(万亩)	实际灌溉面积(万亩)	近年续建配套与节水改造情况、建设内容	存在问题
								路涵 42 座;分水涵 48 座。2017 年完工验收	
19	余庆桥水库灌区	湛江市	雷州市	余庆桥水库	6.36	5.4	3.6	2016 年 12 月 6 日,湛江市水务局批复《雷州市余庆桥灌区续建配套与节水改造工程初步设计报告》(湛水农〔2016〕73 号),主要建设内容:1、整治渠道工程 45.32 公里,其中干渠 15.92 公里,支渠 29.4 公里;2、重建节制闸 2 座、排洪闸 2 座、分水闸 8 座、分水涵 18 座、渡槽 1 座、涵洞 27 座、农桥 22 座;3、新建节制闸 2 座、涵洞 6 座。2017 年完工验收。	尚未竣工验收
20	东西溪灌区	湛江市	雷州市	流沙河	1.2	0	0	未改造	水源工程损毁多年,已无正常使用的灌区工程
21	合溪水库灌区	湛江市	徐闻县	合溪水库	3.88	2	1.74	未改造	灌区原设计标准低、配套设施不完善、工程管理落后、加上维护资金严重不足等,经过多年的运行,工程设施老化损坏、渠道渗漏严重、险情不断,工程效益逐年衰减。
22	三阳桥水库灌区	湛江市	徐闻县	三阳桥水库	2.1	2.1	2.1	2017 年 7 月 3 日可研批复,2017 年 8 月 1 日初设批复。加固改造内容:1、渠系节水配套改造:①明渠改暗渠,主干渠桩号 K3+055~K3+578 约 523m;②东干渠桩号 K1+900~K7+700 渠底及下部防渗护面,整治设置 3.0 米宽的泥结石管护道路。本次续建配套节水改造渠道总长度 6.323Km,其中主干明渠改暗渠 523m;东干渠加固防渗渠道 5.8Km。2、渠系建筑物节水配套改造:①、该灌区现有桥系建筑物共计 52 座,其中涵洞 3 座,铁路桥 1 座,公路桥 18 座,机耕桥 19 座,人行桥 11 座。本次计划重建机耕桥 8 座,重建人行桥 3 座;西干渠后坡寮涵洞洞内清淤。②、该灌区现有分水涵 37 座,渠底涵 1 座。本次计划重建分水涵和分水涵闸 37 座;③、该灌区现有进水闸 2 座,分别位于主干渠渠末,东西干渠渠首,本次计划改造维修分水闸 2 座。	尚未竣工验收,目前有部分工程段正在实施中。
23	鲤鱼潭水库灌区	湛江市	徐闻县	鲤鱼潭水库	6.34	3.5	2.12	灌区续建配套与节水改造工程初步设计报告主要建设内容:对主干渠损坏段进行维修加固,总长 0.56km;对 16 调支渠进	尚未竣工验收

序号	灌区名称	市	县(区、市)	主要水源	原设计灌溉面积(万亩)	有效灌溉面积(万亩)	实际灌溉面积(万亩)	近年续建配套与节水改造情况、建设内容	存在问题
	区							行防渗衬砌，总长 44.499km；加固改造渠系建筑物 232 座，增设量水设施及自动化采集系统 27 套、多普勒流量监测站 3 套；重建管理办公房屋 200 平方米；管理所房屋维修加固 1 项，室外工程 1 项；新建混凝土管护道路 7.27km。初设批复湛水许决字[2021]8 号，已于 2023.04 获得省级标准化规范化管理达标灌区称号	
24	大水桥水库灌区	湛江市	徐闻县	大水桥水库	15	10.1	10.1	2012 年 3 月 21 日可研批复，2013 年 7 月完成初设报告，加固改造内容：①灌溉明渠节水防渗工程，计划节水防渗配套改造渠道总长度 131.45km，其中：主干渠重建或续建的主干渠总长度 18.84km，重建五里分干渠 3.2km，续建东风分干渠 3.27km，重建或续建 28 条支渠总长 106.14km(含新增 3.7km 长的六厘支渠)。②本次改造计划重建或改造渠系建筑物 203 座，新建渠系建筑物 93 座。其中：重建或改造桥系建筑物 123 座，新建桥系建筑物 38 座；重建引水入渠 19 座；重建或加固隧洞 3 座；加固渡槽 2 座；重建或改造分水涵闸 29 座，新建分水涵闸 50 座；重建渠底涵 20 座；重建溢流堰 7 座，新建溢流堰 3 座；新建排洪闸 1 座，新建节制闸 1 座。2015 年已改造。	尚未竣工验收
25	西洋灌区	湛江市	雷州市	东吴水库、滨洋水库、墩家水库、南兴后塘水库、小滨洋水库、南渡河	11	8	6.91	2013 年 12 月，湛江市水务局批复《雷州市西洋灌区续建配套与节水改造工程初步设计报告》(湛水农〔2013〕73 号)主要建设内容：建设干(支)渠总长 100.68km，其中各主干渠清淤防渗配套长 70.68km，支渠长 30km，以及拆除重建各类渠系建筑物共计 377 座。2014 年完工验收。	尚未竣工验收
26	迈生水库灌区	湛江市	雷州市	迈生水库	3	1.99	1.66	2018 年 10 月续建配套完工验收报告建设内容：加固改造渠道总长 8.936km，其中干渠 2 条全长 8.936km(主干渠 1.396km、西干渠 540km)，重建、新建各类渠系建筑物工程共计 52 座，	尚未竣工验收

序号	灌区名称	市	县(区、市)	主要水源	原设计灌溉面积(万亩)	有效灌溉面积(万亩)	实际灌溉面积(万亩)	近年续建配套与节水改造情况、建设内容	存在问题
								其中重建放水涵 4 座，改建渡槽 1 座，重新或改建机耕桥 12 座，人行桥 23 座，节制闸座等。	
27	红心楼灌区	湛江市	雷州市	红心楼水库、东风水库	3.5	2	1.8	2019 年 12 月续建配套完工验收报告建设内容：主干渠道改造工程 16.655 公里；K0+177~K14+021 渠段；K14+021~K16+655 砖砌矩形渠段及预制混凝土管段；倒虹吸工程；放水涵 29 宗；卜昌分水闸；机耕桥 5 宗；人行桥 22 宗；过路涵 2 宗等项目。	尚未竣工验收
28	迈胜水库灌区	湛江市	徐闻县	迈胜水库	2	2	1.9	未改造	灌区原设计标准低、配套设施不完善、工程管理落后、加上维护资金严重不足等，经过多年的运行，工程设施老化损坏、渠道渗漏严重、险情不断，工程效益逐年衰减。
29	北松水库灌区	湛江市	徐闻县	北松水库	2.5	2.2	1.7	未改造	灌区原设计标准低、配套设施不完善、工程管理落后、加上维护资金严重不足等，经过 多年的运行，工程设施老化损坏、渠道渗漏严重、险情不断，工程效益逐年衰减。
30	石林岭水库灌区	湛江市	徐闻县	石林岭水库、邓村水库	1.08	0.91	0.91	未改造	灌区原设计标准低、配套设施不完善、工程管理落后、加上维护资金严重不足等，经过 多年的运行，工程设施老化损坏、渠道渗漏严重、险情不断，工程效益逐年衰减。
大型灌区小计(1 个)					146.6	95	88		
中型灌区小计(29 个)					107.86	75.05	63.97		
其他分散小微灌片小计					56.12	48.71	37.27		
合计					310.58	218.76	189.24		

2.3.2.2 重要灌区工程

(1) 雷州青年运河灌区

雷州青年运河灌区位于雷州半岛北部，于 1960 年建成，灌区以鹤地水库为主要水源，灌区原设计灌溉面积 200 万亩，有效灌溉面积 146.6 万亩，设计灌溉保证率 75%。根据广东省水利厅《关于湛江市雷州青年运河灌区续建配套与节水改造工程初步设计报告(运河部分)的批复》(粤水农水【2010】41 号)，工程主要任务是以灌溉为主，结合沿线城镇生活工业用水，兼顾发电，恢复灌区原灌溉面积到 146.6 万亩。灌区设计灌溉面积调整为 146.60 万亩，现状实灌面积 88 万亩，其中 95%有效灌溉面积分布在湛江市境内，具体涉及廉江市、遂溪市、雷州市、吴川市、湛江市辖区，少部分属茂名市下辖的化州市范围内。雷州青年运河灌区是雷州半岛重要的农业经济发展区。

由于灌区原设计标准低、配套设施不完善、管理手段落后、工程维护资金严重不足等，经过近 60 多年的运行，工程设施老化损坏、渠道渗漏严重、险情不断，工程效益逐年衰减，目前的实际灌溉面积已降低到 88 万亩。加上灌区水源有限，历年实际灌溉面积远未达到设计值，历史最高灌溉了 146.6 万亩(1977 年)。

灌区工程主要由鹤地水库、渠首工程、运河部分、干支渠以及结瓜水库组成。

鹤地水库坝址以上集水面积 1495km²，多年平均来水量 14.8 亿 m³，原设计兴利库容 4.99 亿 m³。水库以灌溉为主，结合防洪、发电、航运、淡水养殖和城乡工业、生活供水等综合利用。由于移民搬迁安置涉及两省(自治区)、人口较多，实施难度较大，鹤地水库仍未蓄到正常蓄水位，汛期控制正常蓄水位到 40.044m。

渠首工程设在鹤地水库，渠首工程主要负责九洲江生态用水、灌区灌溉用水及湛江市城区和渠系沿线城镇生活工业用水。在水头满足电站发电的情况下，通过电站发电后放水，在水库水位较低，水头不满足发电的情况下，由鹤地水库灌溉放水闸放水。

雷州青年运河灌区有主运河、四联河、东海河、西海河、东运河、西运河等六大运河，运河总长 278km。原设计灌溉流量大于 1m³/s 的干、支渠共 90 条，灌区内有水库工程 267 座，其中结瓜水库 21 座。

主运河设计流量 $110\text{m}^3/\text{s}$ ，西运河设计流量 $18.0\text{m}^3/\text{s}$ ，东海河 $15.08\text{m}^3/\text{s}$ ，西海河 $17.0\text{m}^3/\text{s}$ ，四联河 $17.1\text{m}^3/\text{s}$ ，东运河 $26.0\text{m}^3/\text{s}$ ，西运河 $18.0\text{m}^3/\text{s}$ 。结瓜水库总库容 1.94 亿 m^3 ，总兴利库容 1.39 亿 m^3 。

2010 年 11 月 19 日，湛江市水务局正式批复《湛江市雷州青年运河灌区续建配套与节水改造工程初步设计报告(运河部分)》(粤水农水〔2010〕41 号)，主要建设内容包括改造灌渠长 149.319km ；续建配套和新建各类渠系建筑物 844 座(其中拆除 29 座、维修 81 座、重建 725 座、新建 9 座)；原址重建水电站 8 座，总装机 2575kW 。

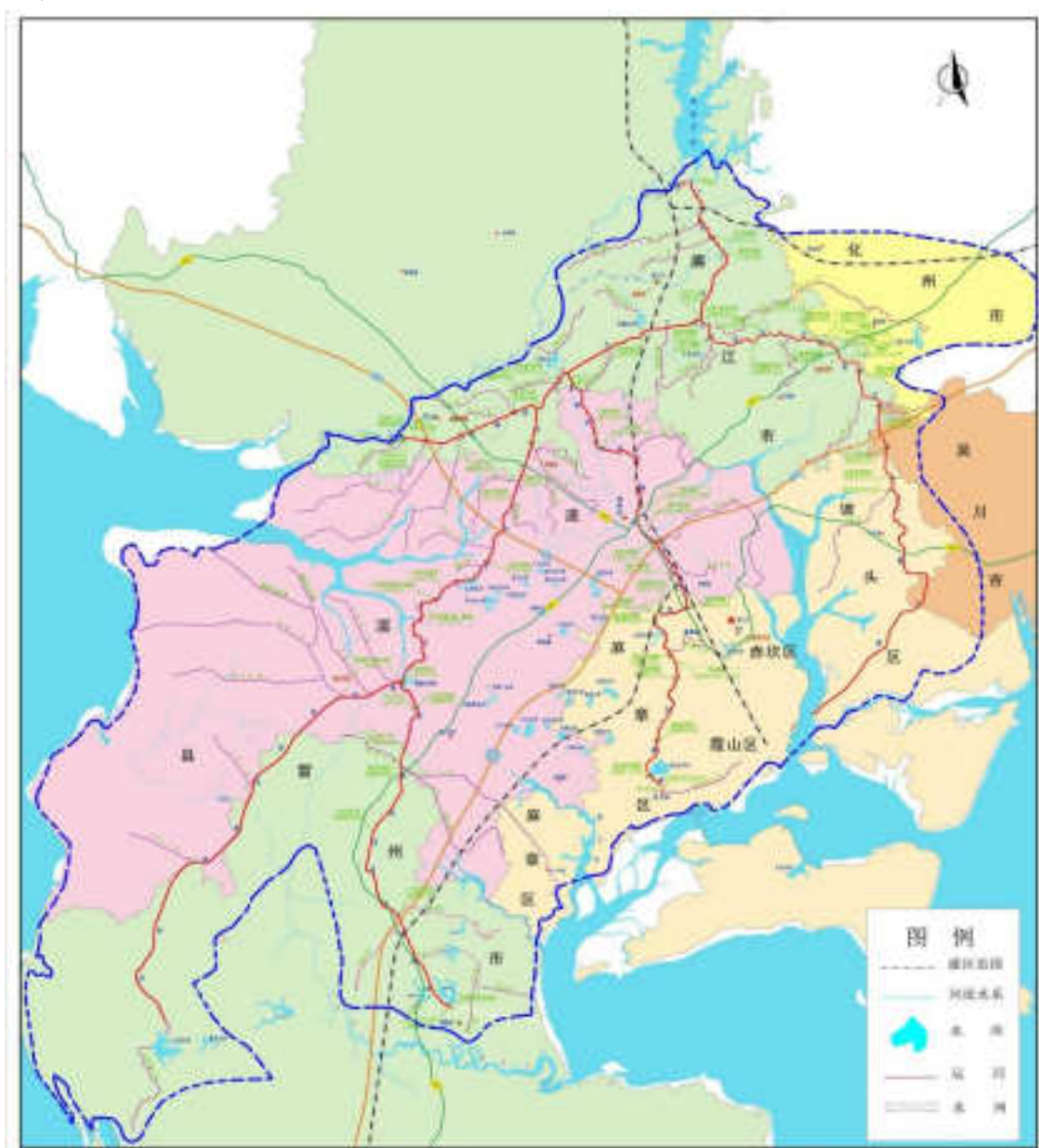


图2.3-2 雷州青年运河灌区布置图

（2）东洋灌区

东洋灌区位于雷州市雷城镇、白沙镇、附城镇、沈塘镇，属于南渡河流域。灌区供水水源工程有西湖水库(中型水库)、五宗小(1)型水库及电灌站共同承担灌溉东洋灌区 12.55 万亩农田，其中水田 11.27 万亩，旱田 1.28 万亩。灌区的水利设施除了麻演电灌站、溪头电灌站、麻停仔电灌站以外，还有雷州市西湖水库、塘边水库、官山水库、白水沟水库、黎庞水库、平原水库等六宗中小型水库。由于东洋灌区工程始建较早，设计标准低，加上年久失修，管理不善，现存在诸多问题。原干支渠多为人工开挖的土沟渠道，渗漏非常严重，部分为干砌石勾缝防渗渠道，由于工程年久失修，老化损毁，导致勾缝砂浆脱落，侧墙淘空、崩塌、造成渠道渗漏严重。因为上述问题，东洋灌区农业渠系水利用率仅达 30%。

（3）西洋灌区

西洋灌区位于雷州市西南部，地处雷州市南兴镇、松竹镇、龙门镇等 3 个乡镇。区内主要河流为松竹河、花桥河，均属于南渡河支流，松竹河流域内建有东吴水库，花桥河流域内建有滨洋水库、小滨洋水库、后塘水库和墩家水库。灌区设计灌溉面积 11 万亩，主要承担灌溉南兴镇、松竹镇、龙门镇 3 个镇，受益 75 个村委会，475 条自然村。西洋灌区的组成主要由 6 处水源地、共 8 条干渠、38 条支渠，共长 82.9km，377 宗渠系建筑物，水源地包括滨洋水库、东吴水库、后塘水库、墩家水库、小滨洋水库及南渡河。

（4）龙门水库灌区

龙门水库灌区位于雷州市西南部龙门镇，工程始建于 1959 年，主要是承担龙门、北和、乌石、覃斗等 4 个镇的灌溉任务，设计灌溉面积 12 万亩。灌区主要建筑物由主干渠、西干渠、南干渠和灌区建筑物组成。取水口位于龙门水库左坝肩的放水涵洞，通过蕃昌南北涵，一直到官田水管所，后分为西干渠和南干渠。沟渠总长约 236.55km，已衬砌沟渠长度约为 62.11km，完好率约为 26%；灌区建筑物共 532 宗，其中老化、损坏和失效 436 宗，较完整的有 96 宗，完好率 18%，于 2020 年进行了续建配套与节水改造工程，目前基本完工，尚未竣工验收。龙门灌区主要水源为龙门水库,还有河门、石山、调和、新兴、平南、潭边、讨泗等七宗结瓜水库，以及金竹河的金竹水陂引水工程，与龙门水库一起联合调蓄。

（5）大水桥水库灌区

大水桥水库灌区位于大水桥水库坝后，大水桥水库位于雷州半岛最南端的徐

闻县境内，灌区属亚热带地区，受台风影响。大水桥水库灌区设计灌溉面积 15 万亩，灌区渠道起于大水桥水库坝后，止于角尾镇，全灌区贯穿徐闻县境内的徐城、南山、城北、海安、迈陈、西连、角尾 7 个乡镇。灌区于 2013 年进行节水配套改造，该灌区现有渠道总长度 196.2km，其中主干渠长 39.7km，五里分干渠长 3.2km，东风分干渠长 7.1km，28 条支渠总长 146.2km。

2.3.3 灌区现有水利工程概况

2.3.3.1 蓄水工程

(1) 总体概况

灌区内现有小(2)型以上蓄水工程 358 座，总库容 206656 万 m^3 ，兴利库容 109205 万 m^3 。其中，大型水库 2 座，为鹤地水库和大水桥水库，总库容 127100 万 m^3 ，兴利库容 59029 万 m^3 ；中型水库 19 座，总库容 48357 万 m^3 ，兴利库容 34566 万 m^3 ；小型水库 338 座，总库容 24345 万 m^3 ，兴利库容为 11648 万 m^3 ，详见表 2.3-3。

(2) 重点工程

鹤地水库建成于 1959 年 8 月，坝址位于湛江市廉江市河唇镇，库区跨越广西壮族自治区的陆川、博白县和广东的廉江、化州市。鹤地水库主要功能是防洪、灌溉、供水、发电、航运、生态，是一座综合利用的大(1)型水利工程，水库保护着下游湛江市、廉江市、遂溪县、雷州市等市县共 20 多万人和下游河茂铁路、茂湛高速等设施。水库有效灌溉面积 74.66 万亩、城镇工业、生活年供水量 5700 万 m^3 ；电站多年平均发电量为 1200 万 $kW\cdot h$ 。鹤地水库坝址以上流域面积 1495 km^2 ，设计洪水标准为 500 年一遇，相应水位 42.65m，相应库容 9.70 亿 m^3 ；校核洪水标准为 10000 年一遇，相应水位 43.99m，相应总库容 11.44 亿 m^3 。正常蓄水位 41.24m，相应库容 7.95 亿 m^3 ；死水位 34.74m，相应库容 2.96 亿 m^3 。水库主要建筑物有 1 座主坝、31 座副坝(现实际管理)、主副坝总长 6774.20m、2 座溢洪道、2 座小型水电站、1 座灌溉输水闸和 1 座船闸等。水库现状为青年运河灌区的主要水源，现有灌溉用户为雷州青年运河灌区，城乡生活工业用户主要是湛江市区、廉江和遂溪城区部分用水。鹤地水库多年平均来水 13.8 亿 m^3 ，九洲江坝址以上河段主要流经广西省境内玉林市陆川县和博白县东南部，上游的取用水户主要是陆川县部分生产生活用水。

大水桥水库建于 1958 年 3 月，坝址位于湛江市徐闻县徐城街道办，大水桥河中下游。坝址以上集水面积 196km²，总库容 1.27 亿 m³，兴利库容 0.91 亿 m³，死库容 0.008 亿 m³，正常蓄水位 56.5m。水库以灌溉为主，兼有防洪、城镇供水、发电和养殖等综合效益。大水桥水厂现状规模 2 万 t/d，扩建后规模 6 万 t/d，大水桥灌区设计灌溉面积 15 万亩。

表2.3-4 灌区分析范围内蓄水工程基本情况表

序号	水库名称	所在河流	县(区)	乡镇	工程等级	集水面积 (km ²)	正常蓄水位(m)	死水位(m)	总库容(万 m ³)	兴利库容 (万 m ³)	设计灌溉 面积(万亩)	有效灌溉 面积(万亩)
1	鹤地水库	九洲江	湛江市	廉江市	大 1 型	1495	41.24	34.74	114400	49900	120.7	74.66
2	西湖水库	港头河	湛江市	雷州市	中型	12.88	18.5	9.2	1710	1354	3	1.31
3	土乐水库	土乐河	湛江市	雷州市	中型	59.8	20.5	8	4380	3659	3.5	1.5
4	田西水库	企水河	湛江市	雷州市	中型	30	23.8	12.63	1580	1374	1.27	0.77
5	曲溪水库	包金河	湛江市	雷州市	中型	21	25	13.2	2277	1831	1	0.49
6	志满水库	旧县河	湛江市	麻章区	中型	23.05	54.3	45.38	1559	1390.26	1.68	1.13
7	官田水库	城月河	湛江市	遂溪县	中型	42.52	63.2	49.5	1626	957	1.5	1
8	龙门水库	龙门河	湛江市	雷州市	中型	140	58.74	49.74	8401	5722	12	9.01
9	大湾水库	土贡河	湛江市	雷州市	中型	33.6	57.24	44.78	1060	797	1.49	1.49
10	余庆桥水库	英利河	湛江市	雷州市	中型	53.8	88.56	81.07	2345	853	6.36	5.4
11	合溪水库	苏吉水	湛江市	徐闻县	中型	31.77	139.76	125.56	1601	1290.5	3.88	2
12	三阳桥水库	迈陈河	湛江市	徐闻县	中型	46.9	78.75	72.59	2725	1543	2.1	2.1
13	鲤鱼潭水库	迈陈河	湛江市	徐闻县	中型	118.07	55.86	43.11	4542	3434	6.34	3.5
14	大水桥水库	大水桥河	湛江市	徐闻县	大 2 型	196	57.24	52.24	12700	9129	15	10.1
15	迈生水库	雷高河	湛江市	雷州市	中型	65.5	37.71	30.71	2945	1705	3	1.99
16	红心楼水库	青桐水	湛江市	雷州市	中型	17.2	91.74	74.54	1078	968.8	3.5	2
17	迈胜水库	博赊河	湛江市	徐闻县	中型	34.13	44.31	35.31	1606	1057.9	2	2
18	北松水库	北松河	湛江市	徐闻县	中型	49.3	27.66	14.16	1319	944	2.5	2.2
19	滨洋水库	花桥水	湛江市	雷州市	中型	45.5	27.52	12.7	1943	1769	3	2.4
20	东吴水库	松竹河	湛江市	雷州市	中型	68	17.7	11.2	3160	2161	3.7	2.9
21	溪南水库	溪南河	湛江市	雷州市	中型	36.3	22	13.3	2500	1756	3	2
大型水库小计									127100	59029	135.7	84.8
中型水库小计									48357	34566	64.8	45.2
小(1)型水库									24345	11648	32.2	32.2
小(2)型水库									6854	3962	24.2	24.2
合计									206656	109205	256.9	186.4

2.3.3.2 引水工程

灌区内现有设计引水流量 $0.5\text{m}^3/\text{s}$ 规模以上引水工程 7 处，主要包括红坎水陂、下六村水闸、东头村水闸、乾留水闸、元宵屋水闸、金竹水陂、滩头水陂，总设计引水流量 $11.2\text{m}^3/\text{s}$ 。引水工程总设计灌溉面积 18.68 万亩，有效灌溉面积为 12.93 万亩，实际灌溉面积 11.38 万亩(含规模以下小型引水工程)，详见表 2.3-5。

表2.3-5 灌区分析范围内引水工程基本情况表

序号	工程名称	所在河流	设计灌溉面积(万亩)	有效灌溉面积(万亩)	实际灌溉面积(万亩)	集水面积(km^2)	设计引水流量(m^3/s)
1	红坎水陂	红坎河	0.8	0.8	0.8	52.7	0.8
2	下六村水闸	天德河	0.35	0.35	0.35	17	0.5
3	东头村水闸	天德河	0.1	0.1	0.1	22.1	0.5
4	乾留水闸	调额河	0.26	0.26	0.26	62	0.6
5	元宵屋水闸	杨柑河	1.35	0.7	0.45	119	0.6
6	金竹水陂	金竹河	0.34	0.34	0.34	37.2	1
7	滩头水陂	龙门河	0.64	0.64	0.64	110	1.5
规模以上小计			3.84	3.19	2.94	420	5.5
规模以下小计			2.17	2.17	2.17	278	2.2
合计			6.01	5.36	5.11	698	7.7

2.3.3.3 提水工程

根据现状调查情况，灌区内现有的主要提水工程共 5 处，分别为山尾泵站、松竹泵站、麻演泵站、溪头泵站、卜格泵站，主要分布于南渡河及通明河沿岸，规模以上提水工程总设计灌溉面积 8.3 万亩。此外灌区范围内还有若干小型提水工程，水源不稳定，含该小型提水工程后的总有效灌溉面积为 8.6 万亩。

表2.3-6 灌区提水工程基本情况表

序号	工程名称	所在河流	设计灌溉面积 (万亩)	有效灌溉面积 (万亩)	实际灌溉面积 (万亩)	设计提水流量 (m ³ /s)	设计扬程 (m)	备注
1	山尾泵站	南渡河	0.5	0.25	0.25	0.65	8	
2	松竹泵站	南渡河	0.5	0.25	0.25	0.65	8	
3	麻演泵站	南渡河	6.01	6.01	6.01	7.75	7.3	
4	溪头泵站	南渡河	0.59	0.59	0.59	2	5.8	
5	卜格泵站	通明河	0.7	0.7	0.7	0.7	/	
规模以上小计			8.3	8.3	8.3	11.75	/	
规模以下小计			0.3	0.3	0.3	2.2	/	
合计			8.6	8.6	8.6	13.95		

2.3.4 灌区存在的主要问题

(1) 水资源时空分布不均匀，旱灾频发

湛江市处于沿海地区丘陵、平原地带，受地形和形成降水的气候影响，水资源时空分布极不均匀，且独流入海河流源短流急、水资源蓄集条件较差，汛期无法调控的水量直流入海，枯水期工程蓄水量不足，水资源禀赋条件一般。区域水资源时空分布极不均匀。区内前汛期多为锋面雨，后汛期多为台风雨，丰水期(5月~10月)径流量约占全年的80%，枯水期(11月~翌年4月)径流量约占全年的20%，最枯月平均流量常出现在每年的12月~2月，径流量约占全年的8.5%，最枯月径流量仅占全年的2.5%；径流年际变化相差大，丰水年和枯水年径流量相差5倍~7倍。水资源空间分布总体上北高南低，东高西低，北部多年平均径流深700mm~1000mm，南部雷州和徐闻多年平均径流深仅400mm~700mm。径流的年内、年际变化大，给水资源利用带来了很大的难度，造成可供利用的水资源量十分有限。

雷州半岛灌区范围内水资源量少，人均水资源量1295m³/人，低于广东省

1451m³/人的平均水平，低于国际标准人均水资源紧张指标(1700 m³/人)；耕地面积占广东省的 22%，耕地亩均水资源量为 1455m³/亩，远低于广东省平均水平(6448m³/亩)。灌区范围水资源条件与人口、耕地和生产布局不匹配，水资源承载能力不高，导致雷州半岛为旱灾易发区，旱灾具有发生频次高、持续性长、损失严重的特点。干旱按季节划分为春旱、秋旱，区域性大旱主要是秋冬春连旱，甚至连年出现，具有明显的持续性特点，旱情持续时间可长达 8 个多月。

随着鹤地水库、雷州青年运河等一大批水利工程建成，使得苦旱地区旱情得以缓解，但旱患未能彻底根治。2015 年，湛江出现自 1955 年以来高温天数持续最长、降雨量最少的极端气候，部分地区降雨已突破历史记录以来的最枯值。由于降雨量严重减少，江河水位持续偏低，水库蓄水急剧减少，雷州、徐闻、遂溪、麻章 4 个县(市、区)21 宗大中型水库蓄水总量只有 1.19 亿 m³，比 2014 年同期 2.1 亿 m³大幅减少 43%，南渡河水位下降严重，仅 0.56m，是 1951 年以来最低水位。湛江市有 4.8 万人、4.4 万头牲畜饮水困难，农作物受旱面积 170 万亩，占春播作物面积的 34.4%，部分地区作物几乎绝收。各级各部门团结协作，采取“调水、供水、蓄水、找水、送水”等有效措施奋起抗旱。6 月 23 日从鹤地水库开闸放水 4.5m³/s 补水至雷州西湖水库，有效保障雷州城区的人畜饮水安全；7 月 3 日，鹤地水库引水入甘村水库，坡头区部分军民饮水困难隐患得到消除。同时，采取打井、拦河、截溪、开渠、防渗等方式引水抗旱。充分发挥已建控制性工程的作用虽将旱灾损失和影响降至最低，但经济损失仍达 3.5 亿元，183 万人生产生活受影响，凸显本地抗旱能力不足的问题。

由于特殊气候、地形、水资源等条件，区域历来是旱灾频发易发地区，现已充分挖掘地方水利工程建设潜力，在鹤地、大水桥等大型水库建成前提下，干旱年份仍显不足，旱情造成损失严重，对生活、生产等方面造成较大影响，独流入海地区进一步开发利用水资源难度大，仅靠本地水利工程仍难以保障供水安全，工程性缺水问题较为严重。

(2) 区域水网主骨架正在建立、补网强链尚未实施，水资源调配作用无法发挥

目前区域内供水水源以开发利用地表水资源为主，灌区范围涉及湛江市及化州市 2023 年总供水量为 30.82 亿 m^3 ，其中，地表水源工程供水量 26.95 亿 m^3 ；地下水源工程供水量 3.53 亿 m^3 ；其他水源工程供水量 0.34 亿 m^3 ；地表水总供水水量中，蓄水工程、引水工程、提水工程供水量分别为 18.52 亿 m^3 、6.67 亿 m^3 、1.75 亿 m^3 。蓄水工程占比 60.1%，其他为 39.9%；无调节性能的供水量占比较大，尤其是地下水供水量仍较大，供水保证率不高，保障能力薄弱。

区域内河流多数独流入海，源短流急，水资源蓄集条件较差；灌区分析范围内已建成大型水库 3 座，中型水库 22 座，小型水库 749 座。受行政区划、水源分散以及资金投入等多方面原因，供水水源之间不能相互连通，水资源调配网络尚未形成，导致各水源之间不能互济，使灌溉面积发展受限，现有灌区难以发挥规模效益。本地水源调节性能差，可供水量受天然来水情况影响较大，加上大部分工程自身集雨面积较小，枯水期和干旱年份基本无蓄水可用，小溪沟也存在枯水期断流的情况，水利工程间连通又较少，近年区域内不时发生水库干涸情况，低于死水位运行，现状灌溉面积受灾严重。

目前湛江市级水网覆盖范围仅为 25.2%，市级骨干水网水流调配率为 45%，水网建设水平有待提升，环北部湾广东水资源配置工程湛江分干线正在建设，补网强链尚未实施，水资源调配作用无法发挥。

(3) 灌溉基础设施薄弱，耕地灌溉率低

区域内已建大中型灌区多建于 1960 年前后，农田水利基础设施比较薄弱，设计标准低、配套设施不完善、工程维护资金严重不足；部分工程设施老化损坏，渠道淤塞、渗漏严重，工程效益逐年衰减。

雷州青年运河灌区于 2010 年进行续建配套与节水改造，主要对主运河、四联河、东海河、西海河、东运河等进行改造，已改造渠道 149.31km，完成渠道防渗 72.17km，重建电站工程 5 座，配套和新建各类建筑物 277 宗等，完成工程投资的 66%；由于建设资金不足，灌区大部分渠道和建筑物仍未改造，年久失修，老化破损严重，部分渠道长满杂草，渠道淤塞，甚至被填埋，已灭失，部分渡槽破损漏水严重。雷州青年运河灌区现状灌溉水利用系数 0.485，未达《广东省湛

江市雷州青年运河灌区续建配套与节水改造工程初步设计报告》提出的灌溉水利利用系数 0.6，渗漏损失较大，输水效率不高；设计灌溉面积 146.6 万亩，有效灌溉面积 95 万亩，实际灌溉面积 88 万亩；灌区内建设不少高标准农田，但由于灌区渠道破损，难以将充足水源输送至高标准农田。

区域内部分中型灌区于 2014 年~2018 年进行过续建配套与节水改造，对主要渠道和各类建筑物进行改造、加固、修复等，部分设施有所改善，但仍有部分渠道和建筑物未改造，老化破损严重；部分中型灌区自建成以来都未经改造，比如合溪水库灌区、志满水库灌区、官田水库灌区、东西溪灌区、罗马坛水库灌区等，工程老化，渠系崩塌淤塞，渗漏严重，造成工程效益逐年下降，实灌面积逐年减少。

灌区分析范围内耕园地面积 816 万亩，现状有效灌溉面积 349 万亩，占比 42.8%。湛江市耕地多为海拔 100m 以下的台阶地，半岛缓坡台地，三面临海，台地略有起伏，无明显峰谷，地势较平缓，坡度 $3^{\circ}\sim 5^{\circ}$ ，80m 高程以下耕地面积占耕地总面积的 84.8%、150m 高程以下耕地面积占耕地总面积的 97.1%，雷州半岛区域的市辖区、遂溪县、雷州市、徐闻县，因水源短缺耕地灌溉率相对较低，大量耕园地无灌溉设施，仍未摆脱“靠天吃饭”的困境，严重制约当地现代化农业的发展。

	
东海河黄略干渠淤塞、防渗板破损	
	
西运河草潭干渠淤积严重	西运河港门支渠渠首分水闸破损
	
南北渠淤积、杂草丛生	南北渠节制闸老化破损



黄略干渠防渗面板破损、渠道淤积



华封支渠节制闸结构老化，启闭困难

图2.3-3 部分灌渠现状图片

(4) 城乡供水保障程度低，生活工业挤占灌溉生态用水，地下水利用量偏高

灌区内湛江市市辖区、各县城区目前供水水源主要为地表水。2022 年底湛江市引调水工程建成通水，赤坎、霞山和麻章关停了地下水水厂，彻底打破湛江城区长期依赖地下水供水的被动局面。廉江市、遂溪县城现状供水水源主要为雷州青年运河，雷州市现状供水水源主要为南渡河，水源单一且缺少备用水源。徐闻县现状从大水桥水库和三阳桥水库取水，挤占了灌溉生态用水。

村镇供水主要水源仍为地下水。虽已实施农村饮水安全巩固提升工程，但受水资源、地形地貌及地方政府财政配套能力影响，区域已建成的农村饮水安全工程标准较低、分而散、规模小。根据省级下达湛江市农村供水“三同五化”改造提升的工作目标，至 2025 年，各地农村自来水普及率稳定在 99.5%以上，水质合格率达到 95%以上，农村供水规模化覆盖人口比例 80%以上，标准化建设工程比例、县域统管覆盖人口比例、专业化管理工程比例、智慧化服务人口比例均达到 90%以上。目前湛江市农村供水规模化覆盖人口比例为 60.2%，全市农村供水标准化建设工程比例、专业化管理工程比例、智慧化服务人口比例还未达 90%，“三同五化”改造提升任务艰巨。环北部湾广东水资源配置工程城乡供水配套工程亟需加快推进，以充分发挥环北广东工程的效益。

目前区域内存在生活工业供水挤占农业、河道内生态用水现象，主要反映在以农业供水为主的水库改为城镇供水优先，且水库不下泄河流生态流量。如湛江鹤地水库原工程任务为灌溉，目前仍为湛江市区、廉江、遂溪等城市供水；徐闻县城区原以地下水和那梅溪水为供水水源，后调整为三阳桥、大水桥灌溉水库供水等。原以灌溉为主的水库农业用水难以保障，尤其在干旱年份，生活与农业争水较为严重，如 2015 年湛江大旱，通过鹤地水库应急调度保障了城区基本供水要求，但农业灌溉无法保障，造成农业受灾面积达 169.96 万亩。

另，湛江市地下水用水量虽然近年呈下降趋势，2023 年利用量仍较大，达 3.51 亿 m^3 ，其中生活地下水用水量 1.34 亿 m^3 ，工业地下水用水量 0.15 亿 m^3 ，河道外生态环境地下水用水量 0.01 亿 m^3 ，农业地下水用水量 2.01 亿 m^3 。根据

2022 年发布的《广东省地下水管控指标方案》，在环北部湾广东水资源配置工程建成后，需逐步退减湛江市井深 30m 以上的中、深层承压水开采量，城镇供水以地表水替代地下水，城市集中开采的浅层地下水由常规水源转为备用；受水区可配置地下水 0.18 亿 m³，相比于 2023 年应退减量为 3.3 亿 m³，其中农业退减量为 1.84 亿 m³。

表2.3-7 湛江市地下水用水量及管控指标表

地级市	县区名	现状地下水用水量(亿 m ³)		广东省地下水管控指标(亿 m ³)		地下水计划退减量 (亿 m ³)
		用水量	其中：农业	环北广东工程 通水前	环北广东工程 通水后	
湛江	市辖区	0.83	0.48	0.65	0.1	0.73
	廉江市	0.34	0	0.51	0.03	0.31
	雷州市	0.95	0.59	1	0	0.95
	遂溪县	0.5	0.27	1.28	0.05	0.45
	徐闻县	0.86	0.65	1.02	0	0.86
	合计	3.48	2.01	4.46	0.18	3.3

2.4 工程简况

项目名称：雷州半岛灌区工程

建设单位：广东省湛江环北部湾水资源管理有限公司

项目性质：新建及改扩建工程

项目位置：位于湛江市，包括湛江市辖区(赤坎区、霞山区、坡头区、麻章区)、廉江、遂溪、徐闻、雷州、吴川

施工工期：施工总工期为 54 个月。

工程总投资：工程总投资 2197766.57 万元。

主要工程内容：本工程建设内容包含输水工程、提水工程、排水工程 3 部分。输水工程总长度为 2332.68km，涉及各类管道、渠道共 617 条，包括：①新建管道 473 条，总长 1340.68km；②新建渠道 5 条，总长 26.51km；③新建连通渠道 1 条，总长 7.93km；④加固改造、扩建、恢复渠道以及直接利用的渠道 138 条，总长 957.56km；⑤涉及各类渠(管)系建筑物 12111 座。提水工程包括泵站 40 座，其中新建泵站 38 座，重建 2 座。排水工程主要是加固改造灌排结合渠道 32 条，总长度 198.45km（含直接利用），与输水工程改扩建现状干支渠合并建设(长度已包含在输水工程中)。灌区设计灌溉面积 475 万亩。

工程等别及建筑物级别：依据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)的规定，本工程等别为I等，工程规模为大(1)型。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)及《灌溉与排水工程设计标准》(GB50288-2018)，对本工程输水排水渠系、输水管道等建筑物级别按照设计流量进行确定，对提水泵站级别按照设计流量和装机功率进行确定。

表2.4-1 工程特性表

序号	名称	单位	数量	备注
一	灌区基本情况			
1	受益范围	湛江市赤坎区、霞山区、麻章区、坡头区、雷州市、廉江市、吴川市、遂溪县、徐闻县、茂名市化州市共 10 个县		
2	万亩以上灌片	个	30	
3	建设日期	大部分灌片建于二十世纪五、 六十年代		
4	灌区主要农作物	水稻、甘蔗、花生、番薯、玉米、蔬菜、香蕉、菠萝		
二	灌区供水现状			
1	当地水源工程			
	小(1)型以上水库	座	96	
	有效库容	亿 m³	11.16	
2	地下机井			
	机井(规模以上)	座	1329	
	水量	亿 m³	0.82	
三	本次规划灌区主要成果			
(一)	水源工程			
1	当地水源工程			
	小(1)型以上水库	座	97	
	有效库容	亿 m³	11.17	
2	地下水资源量			
	水井	座	0	
	水量	亿 m³	0	
3	环北一期利用 (水源端)	亿 m³	5.79	
(二)	灌溉规模			
1	规划灌溉面积	万亩	475	
1.1	自流灌溉面积	万亩	299	
1.2	提水灌溉面积	万亩	176	
2	灌溉保证率	%	85-90	
3	灌区主要作物	水稻、甘蔗、花生、番薯、玉米、蔬菜、香蕉、菠萝		
4	设计灌溉净定额			
	双季稻(常规灌溉)	m³/亩	582	来水频率 50%
	甘蔗(常规灌溉)	m³/亩	240	来水频率 50%
	蔬菜(三季)(常规灌溉)	m³/亩	370	来水频率 50%
	花生(常规灌溉)	m³/亩	100	来水频率 50%
	番薯(常规灌溉)	m³/亩	153	来水频率

序号	名称	单位	数量	备注
				率 50%
	香蕉(高效灌溉)	m³/亩	230	来水频率 50%
	菠萝(高效灌溉)	m³/亩	400	来水频率 50%
5	综合净灌水率	m³/s/万亩	0.251-0.329	
6	渠系水利用系数		0.715	
7	灌溉水利用系数		0.66	
8	设计灌溉面积	万亩	475	
8.1	保灌面积	万亩	162	
8.2	改善面积	万亩	58	
8.3	恢复面积	万亩	93	
8.4	新增面积	万亩	162	
9	灌片	个	18	
10	灌区土壤特性		壤土	
四	主要输水骨干工程			
(一)	新建管道工程（不含准备工程）			
1	输水干管			
<1>	设计流量	m³/s	0.23~15.00	
<2>	输水管道长度	条/km	24/106.58	
<3>	输水管材	球墨铸铁管/PCP 管/钢管/PCCP 管		
<4>	输水管径	600/700/800/900/1000/1200/1400/1600/1800/2600/3200/3400		
2	分干管			
<1>	设计流量	m³/s	0.19~2.47	
<2>	输水管道长度	条/km	32/175.02	
<3>	输水管材	PCP 管/球墨铸铁管		
<4>	输水管径	600/700/800/900/1000/1200/1400		
3	支管			
<1>	设计流量	m³/s	0.06~0.90	
<2>	输水管道长度	条/km	222/620.01	
<3>	输水管材	球墨铸铁管/PE 管		
<4>	输水管径	315/355/400/450/500/560/600/700/800/900/1000/1200		
4	分支管			
<1>	设计流量	m³/s	0.06~0.41	
<2>	输水管道长度	条/km	195/439.08	
<3>	输水管材	PE 管		
<4>	输水管径	355/400/450/500/560		
(二)	渠道工程(含灌排结合渠道)			
<1>	设计流量	m³/s	0.05~11.23	

序号	名称	单位	数量	备注
<2>	新建渠道	条/km	5/26.51	
<3>	加固改造恢复渠道	条/km	138/957.56	
(三)	新建连通工程			
<1>	设计流量	m ³ /s	13	
<2>	新建连通渠	条/km	1/7.93	
(四)	提水工程			
1	新建泵站			
<1>	数量	座	38	
<2>	总装机容量	KW	68536	
2	重建泵站			
<1>	数量	座	2	
<2>	总装机容量	KW	118	
五	施工			
1	主要工程量			
<2>	土方开挖	万 m ³	3946	
<3>	石方开挖	万 m ³	70	
<4>	土方填筑	万 m ³	2980	
<5>	混凝土浇筑	万 m ³	352	
2	施工总工期	月	54	
六	工程占地			
1	永久占地	亩	17719.37	
2	临时用地	亩	39480.43	
3	搬迁人口	人	不涉及搬迁安置人口	
七	经济指标			
<1>	工程总投资	万元	2197766.57	
<2>	静态总投资	万元	2187638.81	

表2.4-2 项目组成表

工程类型		工程组成
输水工程	新建管道	新建干管/分干管共 56 条, 长度 281.60km; 支管及分支管 417 条, 长度 1059.09km
	新建渠道	新建渠道 5 条, 长度 26.51km
	连通工程	新建连通工程 1 条, 长度 7.93km
	加固改造扩建	加固改造、扩建、恢复渠道 138 条, 长度 957.56km
	渠(管)系建筑物	各类渠系建筑物共 12111 座, 其中新建渠系建筑物 9419 座, 改造及重建 1851 座, 拆除 18 座, 直接利用 823 座。
提水工程	水库泵站	8 座, 装机功率 34874kw
	渠(管)道提水泵站	30 座, 装机功率 14260kw
	河道提水泵站	2 座, 装机功率 19520kw
排水工程	加固改造灌排结合渠道	共 32 条, 长度 198.45km 已包含在输水工程中(长度含现状利用及加固改造)
施工布置	弃渣场	设置 10 个弃渣场, 共堆方弃渣 292.07 万 m ³ (松方), 弃渣场均为坑塘型弃渣场。
	料场	石料、土料外购, 不设料场
	施工工厂	雷北、雷东南分别设置 1 处砂石料加工系统, 每处布置 2 套制砂系统, 合计 2 处 4 套砂石料加工系统; 每个泵站工区设 1 处混凝土拌和系统, 合计 42 处混凝土拌和系统。
	施工工区	共设置 436 个工区, 其中顶管工区 99 个。
环保工程	临时设施	各施工区污废水处理系统、水源保护区防污帘、大气和噪声污染防治设施、固体废弃物处理设施。
	永久设施	南渡河泵站和龙门河泵站取水口拦鱼电栅各 1 套, 水质自动监测系统 2 套, 管理区化粪池 42 座。

2.5 工程任务和设计标准

2.5.1 工程任务

根据环北部湾广东水资源配置工程供水布局及湛江市城乡供水一体化规划等供水相关规划, 雷州半岛各城乡供水水源由环北广东工程解决, 其中湛江市城乡供水主要从湛江引调水工程或环北湛江分干线分水口取水, 在管线附近建设规模化水厂集中供水, 管网覆盖大多数区域。

雷州半岛灌区的主要工程任务是农业灌溉, 为保障粮食安全、改善区域生态

环境、促进乡村全面振兴和高质量发展创造条件。

新建雷州半岛灌区工程，对环北广东工程外调水与当地水源联合调度，优化区域水资源配置，在满足区域城乡生活和工业用水的前提下，满足现有灌溉面积补水和新增灌溉面积发展需求。灌区规划灌溉面积 475 万亩，其中现有水利工程保灌面积 162 万亩，本项目改善灌溉面积 58 万亩、恢复灌溉面积 93 万亩、新增灌溉面积 162 万亩。

2.5.2 设计标准

（1）设计水平年

现状水平年采用 2023 年。与国家、地区国民经济发展相关规划、环北部湾广东水资源配置工程相协调，设计水平年取 2035 年，展望 2050 年。

（2）设计保证率

灌溉设计保证率：按《灌溉与排水工程设计标准》(GB 50288-2018)规定，灌溉方式为地面灌溉，地区为湿润地区或水资源丰富地区，作物种类以旱作为主的灌溉设计保证率取 75%~85%，以水稻为主取 80%~95%；灌溉方式为喷灌微灌的灌溉设计保证率取 85%~95%。雷州半岛地区符合上述标准，结合当地水资源条件和现有灌区设计标准，以及各片规划种植结构和农业发展定位，雷北水稻种植比例相对较高，雷西南水库调蓄条件较好，本次农业灌溉设计保证率取 90%，雷东南以经济作物及旱作为主，且水库调蓄能力略差，农业灌溉设计保证率取 85%。

灌区排涝标准：依据《治涝标准》和《灌溉与排水工程设计标准》的相关规定及灌区实际情况，农田排涝设计暴雨标准采用 10 年一遇，经济作物及旱作区采用 24 小时设计暴雨 24 小时排至田面无积水，水稻区采用 3 天设计暴雨 3 天内排至耐淹水深。

2.5.3 设计灌溉面积

本次雷州半岛灌区灌溉范围划分雷北、雷西南、雷东南 3 个片区，并进一步划分为青年运河、岭北、龙门、英利、余庆桥、大水桥、调东、南北渠、西洋等

9 个灌域，细分为 18 个灌片。根据初设阶段复核成果，灌区设计灌溉面积 475 万亩，其中耕地 358 万亩（含基本农田 327 万亩）、园地 117 万亩。

表2.5-1 雷州半岛灌区设计灌溉面积

序号	片区	灌域	灌片	灌溉面积（万亩）				
				合计	耕地	园地	其中：	
							基本农田	高标准农田
1	雷北片	青年运河灌域	青年运河灌片	200.1	161.5	38.6	146.2	108.2
2			东洋灌片	12.6	12.1	0.5	10.2	10.6
3			塘麻灌片	3.8	3.4	0.4	2.9	2.5
4			土田灌片	8.1	7.9	0.1	7.5	6.6
5			杨柑灌片	5.8	5.1	0.6	5.1	4.6
6			小计	230.2	190.0	40.2	172.0	132.4
7		岭北灌域	岭北灌片	38.1	27.7	10.5	25.2	14.2
8			小计	38.1	27.7	10.5	25.2	14.2
9		合计			268.4	217.7	50.7	197.2
10	西南片	龙门灌域	龙北灌片	13.8	9.5	4.2	9.1	3.4
11			龙东灌片	6.5	4.6	1.9	4.4	1.3
12			龙门灌片	22.3	16.8	5.5	14.4	12.3
13			小计	42.5	30.9	11.6	27.9	17.1
14		英利灌域	英利灌片	8.3	6.0	2.3	5.8	3.1
15			大湾灌片	5.2	3.7	1.5	3.3	3.0
16			小计	13.4	9.6	3.8	9.2	6.1
17		余庆桥灌域	余庆桥灌片	14.2	9.5	4.7	9.1	5.7
18			合溪灌片	3.9	2.6	1.3	2.4	1.3
19			鲤三灌片	10.6	8.9	1.8	8.2	5.7
20			小计	28.7	20.9	7.7	19.8	12.7
21		大水桥灌域	大水桥灌片	17.7	15.9	1.8	14.1	9.9
22			小计	17.7	15.9	1.8	14.1	9.9
23		合计			102.3	77.4	24.9	70.9
24	东南片	西洋灌域	西洋片	11.0	10.9	0.1	9.5	10.0
25			小计	11.0	10.9	0.1	9.5	10.0
26		调东灌域	调东片	40.0	27.6	12.4	26.6	19.5
27			小计	40.0	27.6	12.4	26.6	19.5
28		南北渠灌域	南北渠东片	53.4	24.2	29.3	23.1	20.1
29			小计	53.4	24.2	29.3	23.1	20.1
30		合计			104.5	62.7	41.7	59.2
31	总计			475.1	357.8	117.3	327.3	242.0

2.6 水资源供需平衡配置

2.6.1 需水预测

2.6.1.1 作物种植结构

1、现状种植结构

雷州半岛灌区涉及湛江市的赤坎区、霞山区、麻章区、坡头区、廉江市、吴川市、遂溪县、雷州市、徐闻县和茂名市的化州市，共计 10 个县级行政区，是南方重要农业区及热带、亚热带经济作物产区。

根据灌域划分情况，每个灌域分布在湛江市各县(区)不同乡镇中，涉及一个或者多个乡镇，现状年灌域的种植结构和复种指数基于乡镇调查情况和乡镇农业统计数据来确定。雷州半岛灌区范围内种植结构见表 2.6-1。雷州半岛灌区内 2023 年农作物总播种面积为 648.2 万亩，其中稻谷、玉米、薯类等粮食作物播种面积为 213.3 万亩，占比 32.9%；蔬菜、水果等经济作物播种面积 435.0 万亩，占比 67.1%；粮食作物与经济作物播种面积比例为 33：67，田水比为 77：23。粮食作物复种指数为 1.55，经济作物复种指数为 1.29，综合复种指数为 1.36。

表2.6-1 灌区范围内现状年农业种植结构情况统计表

面积：万亩

	粮食作物								经济作物									合计
项目	水稻	玉米		薯类		其他		小计	甘蔗	蔬菜		花生		水果	其他		小计	
		套种	非套种	套种	非套种	套种	非套种			套种	非套种	套种			非套种	套种		
种植面积	83.82	/	29.83	/	20.75	/	3.18	137.58	101.17	/	31.35	/	47.09	117.30	/	40.60	337.51	475.09
占比 (%)	17.64	/	6.28	/	4.37	/	0.67	28.96	21.30	/	6.60	/	9.91	24.69	/	8.55	71.04	100.00
复种指数	1.88	/	1.00	/	1.00	/	1.50	1.55	1.00	/	2.98	/	1.00	1.00	/	1.08	1.29	1.36
总播种面积	157.93	/	29.83	/	20.75	/	4.76	213.28	101.17	31.86	93.48	/	47.09	117.30	/	44.05	434.95	648.22

2、灌区种植结构

根据广东省农业厅《关于印发广东省种植业“十四五”规划的通知》《湛江市农业农村现代化“十四五”规划(2021-2025 年)》《湛江市粮食生产功能区和重要农产品生产保护区实施方案(2018 年 3 月 6 日)》等相关农业发展相关规划和总体规划思路,拟定代表作物,对雷州半岛灌区 2035 年的种植结构进行规划:

(1) 粮食作物

水稻:灌区范围内现状年水稻播种面积为 139.9 万亩。根据《湛江市农业农村现代化“十四五”规划(2021-2025 年)》要求,湛江市水稻种植面积需稳定在 320 万亩以上;同时根据千亿斤粮食产能对湛江的指标要求,稻谷在 2030 年需增产 0.685 亿公斤。在《湛江市粮食生产功能区和重要农产品生产保护区实施方案(2018 年 3 月 6 日)》中,对每个市县的水稻生产区面积也进行了划定,合计需达到 204.95 万亩,将“两区”规划分解到灌区内,灌区内对应的“两区”划定水稻种植面积需达到 98.61 万亩,其中廉江市、徐闻县、雷州市以及麻章区尚未达到“两区”划定水稻面积要求。

通过上述规划要求,雷州半岛灌区适当考虑增加水稻种植面积,灌区范围内考虑增加水稻种植面积 29.4 万亩,规划水平年水稻种植面积达 113.3 万亩,总播种面积由 157.9 万亩增加至 188.2 万亩。增加的水稻主要集中在尚未达到“两区”划定水稻生产功能区面积的县(区),调整后 2035 年灌区覆盖范围水稻种植面积将达到灌区内“两区”划定水稻生产功能区面积要求。

旱粮:灌区范围内,玉米为第二大粮食作物,番薯为第三大粮食作物,现状年玉米、番薯播种面积分别为 29.8 万亩、20.8 万亩。“十四五”规划中要求全市红薯、马铃薯、玉米等旱粮总面积稳定在 85 万亩,而且根据《关于严格耕地用途管制有关问题的通知》(自然资发[2021]166 号)的要求,本次设计需满足基本农田至少种一季粮食的要求,因此结合湛江市近年来推行的轮作形式,本次采用“玉米-番薯”、“玉米-晚稻”以及“玉米-蔬菜”等轮作方式种植,雷州半岛灌区工程范围内,在规划年玉米、番薯播种面积预计分别达到 207.0 万亩、67.7 万亩,合计 274.7 万亩,和其他粮食作物(大豆等)总播种面积达到 286.4 万亩,达到规划中对于旱

粮面积的要求。同时旱粮总种植面积达到 215.6 万亩，与水稻总种植面积达到 328.9 万亩。

(2) 经济作物

① 蔬菜

灌区范围内现状年常年蔬菜种植面积为 31.3 万亩，种植情况为一年三季，播种面积为 93.5 万亩，常年蔬菜效益较好，农民种植意愿高，规划水平年常年蔬菜设计时按照“玉米-蔬菜”、“蔬菜-番薯”等轮作方式进行播种，总播种面积增加至 133.6 万亩。

根据农业发展规划，要推进冬季蔬菜基地基础设施提升，规划水平年考虑增加冬季蔬菜，水田以“稻-稻-菜”形式种植，冬季蔬菜播种面积增加 81.4 万亩，达到 113.3 万亩。冬季蔬菜与常年蔬菜总播种面积达到 246.9 万亩，总产量预计达到 611.1 万吨，达到“十四五”规划中的全市蔬菜面积和产量的要求。

② 花生

花生现状播种面积 47.1 万亩，根据农业发展规划，要支持粤西花生优势产区建设绿色高效花生作物保障基地，提升以花生为主导的油料作物产能，遂溪和雷州作为花生产业重点发展区域，考虑在现有基础上新增花生播种面积。在“十四五”规划中，要求建设 90 万亩绿色高效油料作物保障基地，湛江市在 2023 年已达到该目标。在本次设计时，考虑采用“玉米-花生”的粮油轮作方式来进行播种花生，灌区范围内在 2035 年规划花生播种面积达到 48.7 万亩，较现状微增 1.6 万亩。

③ 甘蔗

在湛江市农业“十四五”规划中，提出在 2025 年湛江市甘蔗逐步减少调整至 150 万亩左右。湛江市现有甘蔗播种面积为 174 万亩，灌区现状有甘蔗播种面积 101.2 万亩。本次设计在灌区内适度减少甘蔗种植面积，优先引导永久基本农田、粮食生产功能区及粮食作物适宜种植区内的甘蔗，逐步调整为玉米、薯类、花生等粮食和油料作物种植，或采用粮经、粮油轮作模式，规划水平年灌区内甘蔗播种面积降至 22.4 万亩。同时在灌区外范围非永久基本农田上规划增大甘蔗种植面积，2035 年整个湛江市甘蔗播种面积预计降低至 152.5 万亩，满足湛江市农业

“十四五”规划甘蔗逐步减少调整至 150 万亩左右的目标。

④ 香蕉

香蕉亩均收益较好，种植技术成熟，市场需求量较大，灌区现状有香蕉播种面积 33.0 万亩，根据农业发展规划，要做强热带亚热带特色水果，突出香蕉等粤西特色优势品种，在雷州和徐闻沿 207 国道建设粤西香蕉产业带。因此已有香蕉播种面积应保持，新增恢复灌面可继续加大发展，规划水平年香蕉播种面积面积增至 33.8 万亩。

⑤ 菠萝

灌区现状有菠萝播种面积 49.3 万亩，近年来，湛江一直大力发展菠萝种植，种植技术成熟，收益较好，随着人民生活水平提高，市场需求逐年增加。根据农业发展规划，重点在徐闻、雷州建设全省规模最大的优质菠萝产业带，调整优化菠萝品种结构，开展新品种配套栽培技术示范。因此规划水平年继续保持菠萝较大的播种面积，规划水平年菠萝播种面积微增至 48.8 万亩。

⑥ 火龙果

雷州半岛灌区现状年火龙果播种面积为 11.0 万亩，根据农业发展规划，要在遂溪县建设火龙果产业带，突出火龙果等粤西特色优势品种，规划水平年拟继续保持以遂溪县为主要产业分布的火龙果耕地面积，在规划水平年保持在 11.0 万亩。

⑦ 荔枝

灌区现状有荔枝播种面积 24.3 万亩，近年来，廉江作为中国荔枝发源地之一，荔枝产业发展态势很好，是广东省最大的“妃子笑”出口生产基地。根据农业发展规划，要在廉江市建设优质荔枝产业带，改造提升老果园。规划水平年拟继续发展以廉江市为主要分布区域的荔枝产业，灌区范围内规划水平年荔枝播种面积增加至 23.7 万亩。

根据以上分析，本雷州半岛灌区工程设计水平年主要农作物播种面积见表 2.6-2。2035 年灌区总种植面积为 475 万亩，规划农作物总播种面积达到 920.0 万亩，其中稻谷、玉米、薯类等粮食作物种植面积为 328.9 万亩，播种面积为 474.7 万亩；蔬菜、水果等经济作物种植面积为 146.2 万亩，总播种面积为 445.3 万亩；粮食作物与经济作物种植面积比例为 69：31，播种面积比例为 52：48，田水比为 68：32，耕地复种指数达到 2.24，园地复种指数达到 1，综合复种指数达到 1.94。

规划种植结构与“优化粮食产业布局，提高粮食产量；大力发展特色水果、蔬菜等农产品产业基地，努力促进农业增效和农民增收”的发展目标相适应。

表2.6-2 灌区范围内规划年年农业种植结构成果表

面积：万亩

项目	水稻	玉米		薯类		其他		小计	甘蔗	蔬菜		花生		水果	其他		小计	合计
		套种	非套种	套种	非套种	套种	非套种			套种	非套种	套种	非套种		套种	非套种		
种植面积	113.27	/	142.00	/	67.73	/	5.86	328.86	22.40	/	/	/	/	117.30	/	6.53	146.23	475.09
占比(%)	23.84	/	29.89	/	14.26	/	1.23	69.22	4.72	/	/	/	/	24.69	/	1.37	30.78	100.00
复种指数	1.66	/	1.00	/	1.00	/	2.00	1.44	1.00	/	/	/	/	1.00	/	1.54	3.05	1.94
总播种面积	188.23	65.00	142.00	/	67.72	/	11.71	474.67	22.40	246.90	/	48.66	/	117.30	/	10.03	445.29	919.96

注：1、其他粮食作物中包括大豆、芝麻等作物；2、其他经济作物包括木薯、茶叶、橡胶等作物；其他水果中包括柑桔橙等作物。3、单季薯类在春季套种玉米，单季玉米套种蔬菜和花生。

2.6.1.2 灌溉定额

(1) 典型作物选择

雷州半岛灌区现状主要作物有水稻、蔬菜、玉米、花生、番薯、甘蔗、香蕉、菠萝、荔枝等，为便于需水预测，各类作物选择一个需水量相近的代表作物，进行需水预测。

表2.6-3 灌区典型作物选择

序号	主要作物及种植形式	典型作物								
		早稻-晚稻	花生	玉米	番薯	甘蔗	冬季瓜菜	常年瓜菜	菠萝	香蕉
1	稻—稻—菜	√					√			
2	菜—菜—菜							√		
3	花生、玉米-番薯		√	√	√					
4	甘蔗					√				
5	香蕉、菠萝、荔枝等水果								√	√

(2) 灌溉方式

雷州半岛灌区现状主要作物分为水稻和其他旱作物。本次结合雷州半岛地区实际，并借鉴其他地方的先进经验，按照以下原则确定灌溉方式：

1) 水稻与其他各类作物相比，用水定额最大，灌溉方式全部采用“薄、浅、湿、晒”的科学淹灌技术，以自流灌溉为主，控制发展面积。

2) 旱作物采用“浅、湿、间、歇”的科学沟灌技术。规划水平年冬季瓜菜、花生基本维持现状的沟灌等常规灌溉方式，玉米番薯采用滴灌、微灌等高效节水灌溉方式，常年瓜菜高效节水的比例达到 75%。园地灌面中，均采用滴灌方式。

(3) 灌溉定额确定

1) 灌溉制度分区

《广东省一年三熟灌溉定额》从灌溉作物的布局考虑，结合土壤类型分布，按农业气候区域的划分标准，把全省分为五个区，雷州半岛属粤西南农业气候区。

《广东省用水定额》将农业用水定额分区划分为 6 个分区，雷州半岛灌区属于粤西雷州半岛台地蓄井灌溉用水定额分区。

本次根据灌区所在范围内的降雨、蒸发、土壤类型分析灌溉制度分区。根据广东省第三次水资源调查评价成果，雷州半岛北部多年平均降雨量 1600mm 左右，南部 1200-1400mm，局部海拔较高的台地降雨量 1600mm，详见图 4.8-2；雷州半岛北部多年平均径流深 700-800mm，南部 400-600mm；雷州半岛多年平均蒸发量为 1100mm，南北差异不大。根据第二次全国土壤普查成果，雷州半岛灌区所在范围的土壤类型以砖红壤和水稻土为主，雷州半岛北部水稻土的比例较南部大。

综合降雨、蒸发的空间分布及土壤类型分布，本次灌溉制度分区仍沿用《广东省用水定额》的农业用水分区：粤西雷州半岛台地蓄井灌溉用水定额分区，采用徐闻站气象资料计算作物灌溉定额。

2) 灌溉定额

根据初步设计报告，本次灌区主要作物灌溉制度采用《灌溉与排水工程设计标准》(GB50288-2018)推荐的水量平衡法确定。采用时历年法计算了 1956~2016 年共计 60 年系列作物灌溉定额。降雨、蒸发资料采用徐闻站 1956~2016 年长系列逐日降雨、蒸发资料，计算了各作物的灌溉定额。

水稻灌溉定额计算成果见表 2.6-4，旱作物灌溉定额计算成果见表 2.6-5。根据灌区内各灌域作物种植结构和作物灌溉定额，计算得各灌综合净灌溉定额，见表 2.6-6。

表2.6-4 水稻灌溉定额计算成果

单位：m³/亩

作物	早稻				晚稻			
频率	多年平均	50%	75%	90%	多年平均	50%	75%	90%
本次计算	309	312	342	405	282	270	340	401

表2.6-5 旱作物灌溉定额计算成果

作物	各频率净定额(单位: m ³ /亩)			
	多年平均	50%	75%	90%
玉米	85	80	107	125
玉米(高效节水)	70	66	89	103
花生	96	100	118	136
花生(高效节水)	79	82	97	112
番薯	160	153	195	231
番薯(高效节水)	132	126	160	190
甘蔗	242	240	288	347
甘蔗(高效节水)	199	198	237	286
冬季瓜菜	131	128	144	166
冬季瓜菜(高效节水)	107	105	118	136
常年瓜菜	373	370	414	465
常年瓜菜(高效节水)	304	302	338	379
菠萝(高效节水)	235	230	294	317
香蕉(高效节水)	413	400	462	519

表2.6-6 各灌域综合净灌溉定额表

区域	灌域	片区	工况	灌溉净定额(m ³ /亩)			
				多年平均	50%	75%	90%
雷北	青年运河灌域	大中型灌区	现状年	298	294	334	375
			2035 年	315	309	352	381
		东洋灌区	现状年	470	452	530	587
			2035 年	583	571	646	713
		大中型灌区外	现状年	279	279	318	352
			2035 年	290	289	325	355
			2035 年新增灌面	231	230	261	289
	岭北灌域	中型灌区	现状年	280	279	316	358
			2035 年	309	305	357	383

区域	灌域	片区	工况	灌溉净定额(m ³ /亩)			
				多年平均	50%	75%	90%
		中型灌区 外	现状年	270	271	310	341
			2035 年	297	299	332	359
			2035 年新增灌面	219	218	246	274
雷西南	龙门灌域	中型灌区	现状年	269	264	308	346
			2035 年	319	316	360	390
		中型灌区 外	现状年	228	229	262	291
			2035 年	239	238	268	302
			2035 年新增灌面	224	223	255	282
	余庆桥灌域	中型灌区	现状年	244	246	280	312
			2035 年	284	280	320	356
		中型灌区 外	现状年	247	247	282	313
			2035 年	280	281	315	347
			2035 年新增灌面	225	222	256	284
雷西南	大水桥灌域	中型灌区	现状年	227	228	247	282
			2035 年	359	359	398	440
		中型灌区 外	现状年	213	212	251	275
			2035 年	223	223	251	280
			2035 年新增灌面	211	209	239	270
	英利灌域	中型灌区	现状年	269	264	308	346
			2035 年	319	316	360	390
		中型灌区 外	现状年	254	251	282	319
			2035 年	269	267	298	332
			2035 年新增灌面	216	212	241	287
雷东南	西洋灌域	中型灌区	现状年	540	522	608	677
			2035 年	617	605	679	751
	调东灌域	中型灌区	现状年	282	282	320	361
			2035 年	322	323	358	388
		中型灌区 外	现状年	270	270	316	343
			2035 年	275	275	306	342
			2035 年新增灌面	222	219	250	279
	南北渠灌域	中型灌区	现状年	232	229	260	287
			2035 年	418	413	462	513
		中型灌区 外	现状年	230	227	263	296
			2035 年	275	274	305	341
			2035 年新增灌面	200	201	231	256

(4) 合理性分析

本次灌区主要作物灌溉制度采用《灌溉与排水工程设计标准》(GB50288-2018)推荐的水量平衡法确定。采用时历年法计算了 1956~2016 年共计 60 年系列作物灌溉定额。降雨、蒸发资料采用徐闻站 1956~2016 年长系列逐日降雨、蒸发资料,计算了各作物的灌溉定额。综合分析,本次灌溉制度设计采用的计算方法、基本资料符合规范要求,是合理的。

经对比,本次计算的水稻灌溉定额比广东省地标定额值和水利部水稻定额小,对比情况见表 2.6-7;本次计算的旱作物灌溉定额与《广东省用水定额》的先进值比较接近,见表 2.6-8。总体来说,本工程采用的灌溉定额是合理的。

表2.6-7 水稻定额对比(至斗口) 单位: m³/亩

作物	早稻			晚稻		
定额来源	50%	75%	90%	50%	75%	90%
本次计算	405	444	526	350	442	521
广东省用水定额(湛江市)		447	529		443	521
水利部水稻灌溉定额(粤西雷州半岛台地蓄井灌溉用水定额分区)		540			504	

表2.6-8 旱作物定额对比(至斗口)

单位: m³/亩

定额来源	频率	玉米	玉米(高效节水)	花生	花生(高效节水)	番薯	番薯 (高效节水)	甘蔗	甘蔗 (高效节水)	冬季瓜菜	冬季瓜菜 (高效节水)	常年瓜菜	常年瓜菜 (高效节水)	菠萝 (高效节水)	香蕉 (高效节水)
本次计算	50%	104	86	129	107	199	164	312	257	166	136	481	392	299	519
	75%	140	115	153	126	253	208	374	308	187	153	538	439	382	600
	90%	162	134	176	145	300	247	451	371	217	178	604	492	412	674
广东省用水定额(湛江市)	50%	86	71	130	107	200	165	283	233	167	137	454	371	301	519
	75%	129	106	159	131	225	212	366	301	194	160	548	447	359	600
	90%	181	149	176	145	300	247	491	405	217	178	604	492	412	674
水利部定额(粤西雷州半岛台地蓄井灌溉用水定额分区)	50%	157	129	74	61			286	235						
	75%	193	159	123	101			366	301						

注：表中广东省用水定额、水利部用水定额作物常规灌溉方式定额为先进值中的渠道防渗定额、高效节水定额为先进值中的微灌定额。

2.6.1.3 灌溉水利用系数

根据《节水灌溉工程技术标准》(GB/T50363-2018)要求,大型灌区灌溉水利用系数不应低于 0.50,中型灌区不应低于 0.60,小型灌区不应低于 0.70;管道输水工程不应低于 0.8,喷灌工程不应低于 0.8,微灌工程不应低于 0.85,滴灌工程不应低于 0.9。

(1) 基准年灌溉水利用系数

根据《2023 年度湛江市灌溉水有效利用系数测算分析成果报告》,湛江市 2023 年综合灌溉水利用系数为 0.535,现有灌区溉水利用系数在 0.48-0.59 之间。现有 30 宗大中型灌区的灌溉水利用系数见表 2.6-9。

表2.6-9 现有大中型灌区灌溉水利用系数

号	灌区名称	现状年	序号	灌区名称	现状年	序号	灌区名称	现状年
1	雷州青年运河灌区	0.485	11	余庆桥水库灌区	0.567	21	鲤鱼潭水库灌区	0.535
2	罗马坛水库灌区	0.572	12	北松水库灌区	0.535	22	龙门水库灌区	0.535
3	官田水库灌区	0.535	13	合溪水库灌区	0.483	23	滩头灌区	0.535
4	新坡水库灌区	0.588	14	大水桥水库灌区	0.535	24	曲溪水库灌区	0.535
5	志满水库灌区	0.535	15	大湾水库灌区	0.535	25	塘缀灌区	0.535
6	元宵屋水闸灌区	0.535	16	石林岭水库灌区	0.535	26	山内水库灌区	0.535
7	牛牯海围灌区	0.535	17	西洋灌区	0.482	27	土乐水库灌区	0.582
8	旧庙海围灌区	0.535	18	红心楼灌区	0.539	28	东洋灌区	0.535
9	三阳桥水库灌区	0.535	19	迈生水库灌区	0.535	29	麻文水库灌区	0.535
10	东西溪灌区	0.535	20	迈胜水库灌区	0.535	30	田西水库灌区	0.535

(2) 设计水平年灌溉水利用系数

1) 现有灌片

本工程参照规范规定及相关规划,并综合考虑各分区作物种植结构、水工渠

系布置设计、灌溉方式等因素分析确定各分区灌溉水利用系数。

根据《广东省水网建设规划》提出到 2035 年全省灌溉水利用系数达到 0.595。雷州半岛灌区现有灌片灌溉水源主要为水库或引水坝，利用现有渠系自流灌溉，以传统灌溉方式为主。考虑到现状已经部分采用滴灌、微喷灌等节水灌溉设施，现有灌片内水田的田间水利用系数取 0.95，旱作物田间水利用系数取 0.927，经加权计算，现有灌片的综合田间水利用系数为 0.932。综合考虑各灌片补水渠输水效率及灌区现状及规划情况，设计水平年对现有灌片进一步实施续建配套节水改造工程后，雷州半岛灌区现有大、中型灌区灌溉水利用系数可达到 0.6 和 0.65。

表2.6-10 雷州青年运河灌区规划水平年灌溉水利用系数

本地水源口	干渠	支渠	斗渠	农渠	田间水利用系数
0.60	0.9	0.895	0.895	0.895	0.932

表2.6-11 现有中型灌区规划水平年灌溉水利用系数

本地水源口	干渠	支渠	斗渠	农渠	田间水利用系数
0.650	0.93	0.91	0.91	0.91	0.932

2) 新建灌片灌溉水利用系数

工程建成后，现状无水源片区将成为新建灌片，干支管采用管道输水方式。根据国务院办公厅印发《关于切实加强高标准农田建设提升国家粮食安全保障能力的意见》，2022 年全国将建成高标准农田 10 亿亩，重点布局在基本农田保护区、粮食生产功能区、重要农产品生产保护区。根据《广东省高标准农田建设规划(2021-2030)》，到 2030 年湛江市累计建成高标准农田 491.40 万亩，到 2035 年湛江市全市永久基本农田实现高标准农田覆盖面积达到 100%，全面建成全省整区域推进高标准农田建设示范市。建设内容包括田间工程中的斗、农、毛渠道、田块平整及其配套工程等，将大大提高末级渠系和田间水利用系数。另外，雷州半岛灌区新建灌片以高效节水灌溉为主，高效节水灌溉方式以滴灌、喷灌、微喷灌为主。考虑土地整治、高效节水灌溉后，灌区末级渠道灌溉水利用系数有一定的提高。雷州半岛灌区共分成 9 个灌溉分区，各灌域干、支管等骨干输水工程与

斗、农等田间灌溉系统相连接，参照《节水灌溉工程技术标准》(GBT50363-2018)，干、支、斗、农等各级管道输水利用系数依次按 0.98、0.96、0.95、0.96 考虑，灌片水源口断面灌溉水利用系数可达到 0.80。灌片各级渠(管)道水利用系数见表 2.6-12。

表2.6-12 新建灌片规划水平年灌溉水利用系数

水源口	干管	支管	斗管	农管	田间水利用系数
0.80	0.98	0.96	0.95	0.96	0.932

3) 综合灌溉水利用系数

雷州半岛灌区现有灌片采用现有渠系输水灌溉，设计灌溉面积 298.2 万亩，大中型续建配套及节水改造后本地水源口断面的灌溉水利用系数分别为 0.60、0.65；新建灌片主要采用管道输水灌溉，本地水源口断面的综合灌溉水利用系数为 0.80。分析得雷州半岛灌区各灌域口综合灌溉水利用系数为 0.68，至鹤地渠首综合灌溉水利用系数为 0.66。各灌域在灌域口及总干口综合灌溉水利用系数见表 2.6-13。

表2.6-13 雷州半岛灌区工程各灌域灌溉水利用系数

序号	灌域名称	灌溉水利用系数		现有中型以上灌区
		灌域口	总干口(鹤地水库)	
1	青年运河灌域	0.647	0.638	青年运河灌区、塘缀灌区、麻文灌区、东洋灌区、土乐水库灌区等 11 宗
2	岭北灌域	0.749	0.723	罗马坛水库灌区、志满水库灌区、官田水库灌区、新坡水库灌区
3	龙门灌域	0.731	0.722	滩头水库灌区、龙门水库灌区
4	英利灌灌域	0.765	0.755	大湾水库灌区
5	余庆桥灌域	0.684	0.678	余庆桥水库灌区、东西溪灌区、合溪水库灌区、三阳桥水库灌区、鲤鱼潭水库灌区
6	大水桥灌域	0.660	0.645	大水桥水库灌区
7	西洋灌域	0.650	0.650	西洋灌区
8	调东灌域	0.752	0.696	迈生水库灌区、红心楼水库灌区
9	南北渠灌域	0.752	0.638	迈胜水库灌区、北松水库灌区、石林岭灌区
全灌区		0.680	0.660	

2.6.1.4 农业灌溉需水量

根据各片区设计水平年的灌溉面积、种植结构等，考虑灌溉水利用系数后即可求得骨干工程末端断面毛灌溉用水量。

(1) 基准年灌溉需水量

本灌区基准年有效灌溉面积为 220.8 万亩，多年平均灌溉毛需水量为 9.34 亿 m^3 (骨干工程末端，下同)。不同保证率下的年灌溉毛需水量见表 2.6-14。

表2.6-14 雷州半岛灌区供水区基准年灌溉毛需水量

序号	灌域名称	灌溉毛需水量(万 m^3)			
		多年平均	50%	75%	90%
1	青年运河灌域	54982	54111	61690	69081
2	岭北灌域	3733	3729	4245	4747
雷北片小计		58716	57840	65936	73828
3	龙门灌域	5750	5680	6603	7384
4	英利灌域	1133	1117	1280	1442
5	余庆桥灌域	4545	4592	5218	5824
6	大水桥灌域	3765	3770	4129	4692
雷西南片小计		15193	15158	17232	19341
7	西洋灌域	6473	6256	7298	8116
8	调东灌域	4880	4884	5650	6215
9	南北渠灌域	8123	8031	9277	10376
雷东南片小计		19476	19171	22224	24707
合计		93384	92169	105392	117876

(2) 2035 年灌溉需水量

经计算，设计水平年 2035 年，雷州半岛灌区年均灌溉毛需水量为 17.77 亿 m^3 （至斗口断面）。各分区不同保证率下的 2035 年灌溉毛需水量见 2.6-15。

表2.6-15 雷州半岛灌区 2035 年灌溉毛需水量

序号	灌域名称	灌溉毛需水量(万 m ³)			
		多年平均	50%	75%	90%
1	青年运河灌域	94959	93361	106175	115552
2	岭北灌域	11844	11780	13315	14669
雷北片小计		106803	105141	119490	130221
3	龙门灌域	13227	13132	14975	16478
4	英利灌域	3769	3712	4205	4892
5	余庆桥灌域	9356	9239	10563	11807
6	大水桥灌域	7689	7681	8523	9436
雷西南片小计		34042	33764	38266	42613
7	西洋灌域	8789	8618	9674	10695
8	调东灌域	12052	11991	13512	14996
9	南北渠灌域	15987	15953	18028	20060
雷东南片小计		36828	36563	41214	45752
合计		177673	175467	198971	218586

2.6.1.5 河道内生态需水

(1) 九洲江干流

根据《水利部关于印发九洲江流域水量分配方案的通知》(水资管〔2021〕91号),九洲江广东境内的主要控制断面为鹤地水库(出库)、缸瓦窑(三)水文站,鹤地水库(出库)、缸瓦窑(三)断面月均最小下泄流量为 5.0、9.3m³/s,最小下泄流量除包含生态基流、下游一定范围内河道外生产、生活用水。

(2) 南渡河

根据《湛江市南渡河水量分配方案及生态流量保障实施方案》,南渡河主要控制断面为杨家站,断面生态流量为 0.67m³/s。工程取水位置位于南渡河水闸上游约 1.5km,南渡河水闸位于杨家站下游南渡河出海口处,无生态流量控制要求,不会影响南渡河下游河道生态流量。

(2) 灌区范围内水利工程

灌区范围内无新建水库工程，已建小(1)型以上蓄水工程 96 座，大都建于上世纪 50、60 年代，设计文件未明确生态流量，也未建设有生态流量下放设施。本次河道内生态流量按以下原则考虑：大型水库、干流重要引提水工程生态流量汛期（5-9 月）取多年平均径流量的 30%，非汛期（10 月-次年 4 月）取多年平均径流量的 10%；中、小型水库生态流量全年取多年平均径流量的 10%。

2.6.2 可供水量预测

2.6.2.1 当地水源工程可供水量

(1) 计算原则

依据初设阶段复核后来水条件、需水要求、工程建成情况及其运行调度情况，计算不同水平年和工程组合下的可供水量，包括蓄水工程、引提水工程、地下水等水源工程可供水量。计算时主要遵循以下原则：

1) 本灌区工程供水对象为农业灌溉，不包含城乡生活工业、农村人饮。灌区水源工程鹤地水库、大水桥水库、甘村水库、大华水库等为综合利用水库，在水源工程可供水量分析时，将相应的城乡生活工业、农村人饮用水需求一并纳入分析计算，作为工程灌溉可供水量分析边界条件。

2) 灌区各类水库、河道引水等取水口，优先预留下游河道的生态用水量。大型水库、干流重要引提水工程生态基流汛期取多年平均径流量的 30%，非汛期取多年平均径流量的 10%；中、小型水库生态基流全年取多年平均径流量的 10%。

3) 可供水量分析结合水源工程控灌区域综合需水，根据工程上、下游关系，从上游至下游，先支流后干流，采用历时法按 1956 年 5 月~2016 年 4 月共 60 年长系列进行逐旬计算分析。蓄水工程中小(1)型及以上水库进行单独调算，小(2)型水库及塘坝工程数量多、控灌面积小，其可供水量采用复蓄系数法进行估算，主要解决本区高峰用水期用水。复蓄指数取值在《广东省湛江市雷州青年运河灌区续建配套与节水改造工程初步设计报告》成果基础上，通过小(2)型水库典型长系列分析后综合确定，在 10%、25%、50%、75%、90%年份，复蓄指数分别取 2.0、1.6、1.2、1.0、0.6。引提水工程根据规模和所在河流水系进行单宗调算或概化打包计算。

可供水量计算成果按灌区 9 个灌域分区进行汇总。

(2) 水源工程

经统计分析，雷州半岛灌区范围内现状可作为本工程水源工程的规模以上蓄水水库共计 108 座(处)，其中小(1)型以上蓄水工程 96 座，含大型水库 2 座(鹤地水库、大水桥水库)、中型水库 18 座、小(1)型水库 76 座，总兴利库容 111563 万 m^3 ；引水工程 7 处(设计流量 $0.5m^3/s$ 以上)，总设计引水流量 $7.0m^3/s$ ；提水工程 5 处(设计流量 $0.5m^3/s$ 以上)，总设计提水流量 $11.8m^3/s$ 。

此外，灌区范围内还存在其他规模以下水源工程，包括小(2)型水库、塘坝、小型引水坝和提水工程等，其中小(2)型水库 273 座，总集水面积 $344km^2$ ，总兴利库容 4379 万 m^3 ；山塘 1374 个，总兴利库容 5891 万 m^3 ；规模以下小型引水工程共 10 处，总设计引水流量 $3.6m^3/s$ ，总集水面积 $278km^2$ ；规模以下提水工程 11 处，总设计提水流量 $2.7m^3/s$ 。

此外，灌区范围内正开展牛力湾水库修复加固工程工作，该水库位于遂溪县河头镇牛力湾村，是雷州青年运河的结瓜水库，于 1985 年受热带低气压影响损毁后处于弃用状态。该水库修复加固后兴利库容 129 万 m^3 ，正常蓄水位 25m，总库容 333 万 m^3 。与现状水平年相比，设计水平年蓄水工程增加到 97 座，总兴利库容增加至 111692 万 m^3 。牛力湾水库修复加固工程为独立立项项目，该工程目前已进入施工阶段，其工程建设内容不包含在本工程内。

灌区规模以上水源工程基本情况见表 2.6-17。

表2.6-16 灌区规模以上当地水源工程名录表

序号	灌域	蓄水工程	引水工程	提水工程	备注
1	青年运河灌域	鹤地水库、三塘水库、青健岭水库、雷坡坑水库、甘村水库、江头水库、大华水库、横江水库、龙湾水库、赤坎水库、牛力湾水库、合流水库、土乐水库、黎家水库、曲溪水库、田西水库、郑家水库、陈铁水库、新市水库、山内水库、西湖水库、黎庞水库、平原水库、白水沟水库、官山水库、沈塘塘边水库、山雅水库	乾留水闸、红坎水陂、下六村水闸、东头村水闸、元宵屋水闸	麻演电灌站、卜格水站、溪头泵站	牛力湾水库修复加固工程在建
2	岭北灌域	志满水库、下洋水库、新坛水库、牛路水库、草洋水库、望高水库、大鹏水库、内塘水库、新村洋水库、溪头水库、南边洋水库、后湖水库、罗马坛水库、谭	/	/	已建

序号	灌域	蓄水工程	引水工程	提水工程	备注
		六水库、新坡水库、湖光柳秀水库、官田水库			
3	龙门灌域	龙门水库、讨泗水库、新兴水库、平南水库、调和水库、石山水库、潭边水库	金竹引水陂、滩头引水陂(龙门河)	/	已建
4	英利灌域	大湾水库、迈克水库、英彩水库、那平水库	/	/	已建
5	余庆桥灌域	余庆桥水库、合溪水库、三阳桥水库、鲤鱼潭水库、大黄水库、公里坑水库	/	/	已建
6	大水桥灌域	大水桥水库	/	/	已建
7	西洋灌域	东吴水库、滨洋水库、南兴后塘水库、墩家水库	/	山尾泵站、松竹泵站	已建
8	调东灌域	迈生水库、红心楼水库、东风水库、马良水库、横坑水库、三合水库、大田沟水库、官昌水库	/	/	已建
9	南北渠灌域	曲界镇红旗水库、凤桥水库、高沟水库、南胜水库、柑园水库、锦和镇凤山水库、石海水库、迈干水库、铁门代水库、南畔水库、龙托水库、下洋镇梁村仔水库、下洋镇上坑水库、桐益水库、北松水库、黄竹水库、前山上水库、黄定水库、文部水库、迈胜水库、龙塘镇赤坎水库、华林水库、石林岭水库	/	/	已建

表2.6-17 灌区规模以上当地水源工程基本情况汇总表

分片	序号	灌域	蓄水工程			引水工程			提水工程	
			数量 (宗)	集雨面积 (km ²)	兴利库容 (万 m ³)	数量 (处)	集雨面积 (km ²)	设计引水 流量(m ³ /s)	数量 (处)	设计提水 流量(m ³ /s)
雷北片区	1	青年运河灌域	27	1857	64045	5	273	3	3	10.5
	2	岭北灌域	17	168	6713	0	0	0	0	0.0
	小计		44	2025	70758	5	273	3	3	10.5
雷西南片区	3	龙门灌域	7	175	6812	2	175	4	0	0
	4	英利灌域	4	67	1702	0	0	0	0	0
	5	余庆桥灌域	6	175	7283	0	0	0	0	0
	6	大水桥灌域	1	196	9129	0	0	0	0	0
	小计		18	613	24926	2	175	4	0	0
雷东南片区	7	西洋灌域	4	32	4245	0	0	0	2	1.3
	8	调东灌域	8	158	4282	0	0	0	0	0
	9	南北渠灌域	23	274	7481	0	0	0	0	0
	小计		35	464	16008	0	0	0	2	1.3
合计			97	3102	111692	7	448	7	5	11.8

注：上表仅统计可作为本工程灌溉水源的水源工程及其水量。

(3) 设计水平年可供水量

本工程实施后，当地水源工程控灌面积扩大，蓄水工程供水能力得以充分挖掘，灌溉多年平均可供水量有所增加。到设计水平年 2035 年，本地水源多年平均灌溉可供水量 14.73 亿 m³，典型枯水年灌溉可供水量 14.95 亿 m³。灌区 2035 年工程后当地水源可供水量成果见表 2.6-18~2.6-19。

表2.6-18 当地水源工程多年平均可供水量成果表(工程后)

分片	序号	灌域	当地水源 控灌面积 （万亩）	灌溉多年平均供水量（万 m³）				
				蓄水工程	其中鹤地 水库	引水工程	提水工程	合计
雷北片区	1	青年运河灌域	194.6	72450	57983	1839	5189	79478
	2	岭北灌域	26.9	8818	3163	0	0	8818
	小计		221.5	81268	61146	1839	5189	88296
雷西南片区	3	龙门灌域	42.5	9278	2928	1464	0	10742
	4	英利灌域	6.7	2536	1366	0	0	2536
	5	余庆桥灌域	28.7	7861	1986	134	0	7996
	6	大水桥灌域	17.7	7293	1992	0	0	7293
	小计		95.6	26969	8272	1598	0	28567
雷东南片区	7	西洋灌域	11.0	3528	0	0	6768	10296
	8	调东灌域	28.7	6380	1596	141	1974	8495
	9	南北渠灌域	30.5	10272	1802	26	1383	11680
	小计		70.1	20180	3398	167	10125	30472
合计			387	128417	72815	3604	15314	147335

注：计算断面为本地水源断面

表2.6-19 当地水源工程典型枯水年可供水量成果表(工程后)

分片	序号	灌域	当地水源 控灌面积 (万亩)	灌溉多年平均供水量 (万 m ³)				
				蓄水工程	其中鹤地 水库	引水工程	提水工程	合计
雷北片区	1	青年运河灌域	194.6	75736	60790	1824	5843	83403
	2	岭北灌域	26.9	8930	2409	0	0	8930
	小计		221.5	84666	63199	1824	5843	92333
雷西南片区	3	龙门灌域	42.5	4946	1382	1232	0	6178
	4	英利灌域	6.7	1573	401	0	0	1573
	5	余庆桥灌域	28.7	7132	700	122	0	7254
	6	大水桥灌域	17.7	8271	290	0	0	8271
	小计		95.6	21922	2772	1354	0	23276
雷东	7	西洋灌域	11.0	4342	0	0	7610	11952

南片区	8	调东灌域	28.7	4507	995	123	3937	8567
	9	南北渠灌域	30.5	9926	1117	21	3395	13342
	小计		70.1	18775	2111	144	14942	33860
合计			387	125362	68082	3322	20785	149469

注：计算断面为本地水源断面；雷北、雷西南典型年频率为 90%；雷东南为 85%。

2.6.2.2 环北广东工程可供水量

(1) 原环北广东工程设计成果

环北广东水资源配置工程到设计水平年 2035 年，工程从西江多年平均引水量为 16.32 亿 m^3 ，利用当地水利设施增供水量为 5.10 亿 m^3 ，扣除输水损失后，受水区分水口门断面合计多年平均增供水量为 20.79 亿 m^3 ，其中城乡生活和工业供水 14.38 亿 m^3 ，农业灌溉供水 6.41 亿 m^3 。

环北广东工程干线工程由西江~高州水库段、高州水库~鹤地水库段组成，其中西江~高州水库段从工程西江地心取水口取水，经云浮向茂名市高州水库输水，设计流量 110 m^3/s ；高州水库~鹤地水库段(简称高鹤干线)承担高州水库至鹤地水库输水任务，西江水经高州水库调蓄后，部分由茂阳分干线输水至茂名阳江受水区，另一部分经高州~鹤地水库干线输水至鹤地水库，为湛江市受水区补水，高鹤段设计流量 70 m^3/s 。高鹤干线所输送水资源包含西高干线外引的西江水资源和高州水库本地水资源，2035 年高鹤干线向鹤地水库输水 11.7 亿 m^3 ，其中西江水源 10.4 亿 m^3 ，高州水库水源 1.3 亿 m^3 。高鹤干线向鹤地水库输入的 11.7 亿 m^3 水量中，用于灌溉的供水量为 5.37 亿 m^3 ，生活工业供水量为 6.33 亿 m^3 。

(2) 本工程计算的可供水量成果

本次灌区环北广东工程可供水量分析原则上以原环北广东工程分析计算时高州水库~鹤地水库输水过程为边界，特枯水年在西江水源可取且干线规模可利用的条件下，考虑加大西江引水量。

根据本次需水复核，受近年经济形势发展、人口增长影响，环北广东工程范围内生活工业需水量增长不及原预期，2035 年鹤地水库以下城乡生活工业需水较环北广东工程设计时减少约 1.6 亿 m^3 。本次灌区设计在环北广东工程水源基础上，进一步结合本地水源、土地资源分布统一布局，将环北广东工程生活工业需求余

量补充至农业灌溉用水后，外引水与本地水源联合供水，可将环北广东工程农业灌溉覆盖面积由原设计 384 万亩扩大至 475 万亩。

根据本次供需平衡复核及水资源配置成果，本次灌区工程计算的环北广东工程高鹤干线外引水量为 11.65 亿 m^3 ，比原环北广东工程的设计成果减少 503 万 m^3 ；由于用水需求发生了变化，本次计算调整了农业灌溉与城乡生活工业配置结构，高鹤干线引水量用于灌溉的供水量为 5.79 亿 m^3 ，增加约 0.42 亿 m^3 ，城乡生活工业供水量为 5.86 亿 m^3 ，相应减少 0.47 m^3 。

表2.6-20 2035 年环北广东工程可供水量计算成果表(鹤地水库断面)

数据来源	工况	水源工程	灌溉供水量 (万 m^3)	生活工业 供水量 (万 m^3)	合计 (万 m^3)
本次计算	工程后	环北广东 高鹤干线	57882	58604	116486
原环北广东工程 设计成果	环北广东工程	环北广东高鹤干线	53713	63276	116989
变化	本次-原环北广东	环北广东高鹤干线	4169	-4672	-503

备注：灌溉可供水量即为雷州半岛灌区内灌溉供水量。

2.6.3 水资源供需平衡分析

(1) 计算断面

由于本工程灌区范围大、管道和灌渠长度长，需考虑沿线的损失水量。因此在计算水量平衡时考虑了三个不同位置的断面：

① 水源口断面：指考虑灌区工程输水主干管（渠）如青年运河六大运河、湛江分干线、东南干管等水量损失后，主水源地鹤地水库及南渡河断面的供需水量。

② 本地水源断面：各灌片本地水源断面，未考虑输水主干管（渠）沿线损失的水量，如龙门灌域以本地水源龙门水库为分析断面，不含湛江分干线鹤地水库~龙门水库段的损失水量。

③ 骨干工程末端断面：指灌区工程支渠（管）末端斗口处，扣除了输水主干管（渠）及干支渠（管）的损失水量。

(2) 水资源供需平衡成果

本工程实施后雷州半岛灌区工程形成以鹤地水库(包括环北部湾广东水资源配置工程引入库西江水源)为渠首主水源和本地蓄、引、提水源组成的长藤结瓜灌溉系统。

2035 年灌区设计灌溉面积 475 万亩, 结合工程布置, 立足当地水源挖潜, 本地水源工程可控灌面积达到 387 万亩(含已有灌面 313 万亩, 新增灌面 74 万亩), 其余 88 万亩新增灌面由青年运河六大运河、湛江分干线、雷东南主干管、南北渠等灌区主要输水骨干工程以下直接配套灌溉。

在计入灌区主干输水工程青年运河六大运河、环北广东湛江分干线、南渡河及东南引水主干管、南北渠等主要输水干线损失后, 至主水源工程鹤地水库、南渡河等水源口断面灌区灌溉多年平均总供水量 20.69 亿 m^3 , 其中当地水源工程多年平均灌溉供水量为 14.90 亿 m^3 , 占比 72%; 环北广东工程高鹤干线多年平均灌溉供水量为 5.79 亿 m^3 , 占比 28%。

以本地水源断面为计算断面, 灌区多年平均灌溉总需水量 20.5 亿 m^3 , 环北广东工程外引补水与本地联合供水后, 灌区多年平均总供水量 20.12 亿 m^3 , 缺水量 0.38 亿 m^3 。其中当地水源工程多年平均供水量 14.73 亿 m^3 , 环北广东外引水源多年平均供水量 5.39 亿 m^3 。灌区内雷北、雷西南农业灌溉满足 90%保证率要求, 雷东南农业灌溉满足 85%保证率要求。

扣除各水源工程以下干支渠损失(至斗口), 至灌区骨干工程末端断面相应多年平均总供水量为 17.25 亿 m^3 , 与灌区毛灌溉需水量 (17.77 亿 m^3) 差 0.52 亿 m^3 。灌区内雷北、雷西南农业灌溉满足 90%保证率要求, 雷东南农业灌溉满足 85%保证率要求。

本工程实施后灌区内水量平衡计算成果见表 2.6-21~2.6-22。

表2.6-21 灌区设计水平年多年平均水量平衡成果表(工程后)

分片	序号	灌域	灌溉面积（万亩）		灌溉需水量（万 m³）	当地水源供水量（万 m³）					环北供水量（万 m³）	合计	缺水量（万 m³）
			总面积	其中当地水源控灌		蓄水工程	其中鹤地水库	引水工程	提水工程	小计			
雷北片区	1	青年运河灌域	230.2	194.6	112467	72450	57983	1839	5189	79478	30888	110366	2101
	2	岭北灌域	38.1	26.9	13044	8818	3163	0	0	8818	3921	12739	305
	小计		268.3	221.5	125511	81268	61146	1839	5189	88296	34809	123105	2406
雷西南片区	3	龙门灌域	42.5	42.5	14778	9278	2928	1464	0	10742	3866	14607	171
	4	英利灌域	13.4	6.7	4114	2536	1366	0	0	2536	1499	4035	79
	5	余庆桥灌域	28.7	28.7	10849	7861	1986	134	0	7996	2621	10617	232
	6	大水桥灌域	17.7	17.7	9069	7293	1992	0	0	7293	1509	8802	266
	小计		102.3	95.6	38809	26969	8272	1598	0	28567	9494	38061	748
雷东南片区	7	西洋灌域	11.0	11.0	10454	3528	0	0	6768	10296	0	10296	158
	8	调东灌域	40.0	28.7	13297	6380	1596	141	1974	8495	4490	12985	312
	9	南北渠灌域	53.4	30.5	16950	10272	1802	26	1383	11680	5071	16751	199
	小计		104.5	70	40701	20180	3398	167	10125	30472	9561	40032	668
合计			475	387	205021	128417	72815	3604	15314	147335	53864	201199	3822

备注：上表计算断面为本地水源断面。

表2.6-22 灌区设计水平年典型枯水年水量平衡成果表(工程后)

分片	序号	灌域	灌溉面积（万亩）		灌溉需水量（万 m³）	当地水源供水量（万 m³）					环北供水量（万 m³）	合计	缺水量（万 m³）
			总面积	其中当地水源控灌		蓄水工程	其中鹤地水库	引水工程	提水工程	小计			
雷北片区	1	青年运河灌域	230.2	194.6	133954	75736	60790	1824	5843	83403	45995	129398	4556
	2	岭北灌域	38.1	26.9	15570	8930	2409	0	0	8930	5795	14725	845
	小计		268.3	221.5	149524	84666	63199	1824	5843	92333	51790	144123	5401
雷西南片区	3	龙门灌域	42.5	42.5	16986	4946	1382	1232	0	6178	10730	16908	78
	4	英利灌域	13.4	6.7	4732	1573	401	0	0	1573	3110	4683	49
	5	余庆桥灌域	28.7	28.7	12787	7132	700	122	0	7254	5432	12686	101
	6	大水桥灌域	17.7	17.7	10747	8271	290	0	0	8271	2248	10519	229
	小计		102.3	95.6	45253	21922	2772	1354	0	23276	21520	44796	457
雷东南片区	7	西洋灌域	11.0	11.0	12092	4342	0	0	7610	11952	0	11952	140
	8	调东灌域	40.0	28.7	15864	4507	995	123	3937	8567	6198	14765	1099
	9	南北渠灌域	53.4	30.5	20572	9926	1117	21	3395	13342	6958	20300	272
	小计		104.5	70.1	48528	18775	2111	144	14942	33860	13156	47017	1511
合计			475	387	243305	125362	68082	3322	20785	149469	86466	235935	7369

备注：雷北、雷西南典型年频率为 90%；雷东南为 85%；上表计算断面为本地水源断面。

2.6.4 灌区水资源配置

2.6.4.1 配置原则

本灌区为环北部湾广东水资源配置工程的后续工程，因此灌区的水资源配置总量在环北广东水资源配置工程的配置总量下进行。在考虑灌区内生态环境和地下水合理开发保护前提下，加大区域内节水力度、优化区域管理制度等措施下，最大程度地利用本地现有水源工程及规划工程进行供水。针对区域水资源开发利用存在的缺水问题，首先通过渠系节水改造及续建配套、优化灌溉方式等措施进行节水，其次通过水源连通，实现水资源在时间和空间上的合理调配，以满足受水区用水要求，促进经济社会发展。本灌区水资源配置原则如下：

(1) 坚持“节水优先”的原则。设计水平年优先考虑渠道防渗、新建管道输水及微喷灌等高效节水的灌溉措施，提升灌区灌溉水利用系数，优化种植结构，提升灌区节水水平。

(2) 坚持“本地优先”的原则。在考虑节水等措施后，仍不能实现供需平衡的情况下，优先考虑现有工程的挖潜配套、优先利用当地水，提高本地水源可供水量，合理开发利用当地水资源；增加区域内连通工程，构建“丰枯互济、调配自如”的供水体系，增强水资源空间调配能力。在充分挖潜当地水资源的前提下，考虑外调水与本地水联合供水，高效利用水资源。灌区遵循外引水源与当地水源统一调配原则，灌区内调蓄水库与外调水联合调度、丰枯互济。一般情况下，本地来水、水库蓄水量充足时优先使用当地水源，利用水库预留削峰库容外余水供水，不足时利用外调水供水，用户需水仍不满足则由调蓄水库蓄水供水，灌溉用水高峰期由水库承担削峰任务。

(3) 坚持“生态优先”的原则。优先考虑当地水库和河道下泄生态流量的需要。在优先保障河湖基本生态用水后，各水源工程生产生活用水对象中，优先向城乡生活工业供水，再向农业灌溉供水。

(4) 坚持“经济合理”的原则。采用长藤结瓜式的灌溉系统，充分利用工程范围内已有水利工程体系，优先使用当地水、自流水；水质较好的水库主要用于城

乡供水，水质较差水源则仅可用于农业灌溉；坚持近水近用、高水高用、优水优用、高效利用”的配置原则。

2.6.4.2 配置成果

（1）计算断面

由于本工程灌区范围大、管道和灌渠长度长，需考虑沿线的损失水量。因此在计算水量平衡时考虑了三个不同位置的断面：

① 水源口断面：指考虑灌区工程输水主干管（渠）如青年运河六大运河、湛江分干线、东南干管等水量损失后，主水源地鹤地水库及南渡河断面的供需水量。

② 本地水源断面：各灌片本地水源断面，未考虑输水主干管（渠）沿线损失的水量，如龙门灌域以本地水源龙门水库为分析断面，不含湛江分干线鹤地水库~龙门水库段的损失水量。

③ 骨干工程末端断面：指灌区工程支渠（管）末端斗口处，扣除了输水主干管（渠）及干支渠（管）的损失水量。

（2）水资源配置成果

按照配置原则，根据工程后灌区水资源供需平衡成果，雷州半岛灌区工程 2035 水平年水源端多年平均配置水量为 20.69 亿 m^3 ，其中本地水源供水量 14.90 亿 m^3 （含鹤地水库供水量 7.42 亿 m^3 ），占比 72%，环北部湾水资源配置工程引水量 5.79 亿 m^3 ，占比 28%。

本地水源断面多年平均配置水量为 20.12 亿 m^3 ，其中本地水源供水量 14.73 亿 m^3 （含鹤地水库供水 7.28 亿 m^3 ），环北部湾水资源配置工程引水量 5.39 亿 m^3 。

考虑输水损失，骨干工程末端多年平均配置水量为 17.25 亿 m^3 ，其中本地水源供水量 12.35 亿 m^3 （含鹤地水库供水 6.04 亿 m^3 ），环北部湾水资源配置工程引水量 4.9 亿 m^3 。

灌区内雷北、雷西南农业灌溉满足 90%保证率要求，雷东南农业灌溉满足 85%保证率要求。灌区设计水平年水资源配置成果见表 2.6-23。

（3）配置合理性分析

雷州半岛灌区设计水平年 2035 年水资源配置时，结合已建水源工程和本地供

水体系建设实际情况，合理进行灌区布局，充分考虑现有工程配套挖潜、合理配置的增供水量以及退还挤占的河道生态水量等，在环北广东外引水与本地水源联合调度下，分析计算灌区范围内本地水源工程多年平均配置水量 14.90 亿 m^3 (水源口，含鹤地水库配置水量 7.42 亿 m^3)，本地水源占 72%；利用环北部湾广东水资源配置工程高鹤干线外引水源，为灌区补充灌溉水量 5.79 亿 m^3 ，外引水占 28%。水资源配置坚持节水优先、本地优先，外调水与本地水联合优化配置，配置方案是合理的。

灌区输水工程，充分利用本地已建青年运河六大运河和环北广东工程建设的湛江分干线等骨干输水体系，同时新建骨干支渠、后续配套工程和田间工程以管道输水为主，能有效减低输水损失，提高水资源利用效率；配置方案供水环节利于节水措施实施，保障灌区供水安全，水资源高效配置。

雷州半岛灌区建成后，湛江市用水量 38.86 亿 m^3 ，满足湛江市 2035 年用水量红线控制要求 (38.89 亿 m^3)。设计水平年 2035 年高鹤干线总引水 11.65 亿 m^3 (其中灌溉供水 5.79 亿 m^3 ，生活工业供水 5.86 亿 m^3)，满足环北广东水资源配置工程已批复的配置水量要求 (11.70 亿 m^3)。

综合分析，雷州半岛灌区工程水资源配置是合理的。

表2.6-23 雷州半岛灌区水源配置成果表

项目			雷北			雷西南					雷东南				合计
			青年运河灌域	岭北灌域	小计	龙门灌域	英利灌域	余庆桥灌域	大水桥灌域	小计	西洋灌域	调东灌域	南北渠灌域	小计	
1、水源口断面配置水量（万m³）	本地水源	蓄水工程	14467	5655	20122	6350	1170	5876	5301	18697	3528	4784	8470	16782	55601
		引水工程	1839	0	1839	1464	0	134	0	1598	0	141	26	167	3604
		提水工程	70	0	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
		小计	16376	5655	22031	7814	1170	6010	5301	20295	3528	4925	8496	16949	59275
	南渡河		5119	0	5119	0	0	0	0	0	6768	2017	1628	10413	15532
	鹤地水库		57867	3320	61187	3010	1409	2049	2285	8753	0	1854	2403	4257	74197
	环北广东工程外引水		32218	4117	36335	3973	1547	2705	1345	9569	0	5216	6761	11978	57882
	合计		111580	13092	124672	14796	4127	10764	8931	38617	10296	14012	19288	43596	206886
2、本地水源断面配置水量（万m³）	本地水源	蓄水工程	14467	5655	20122	6350	1170	5876	5301	18697	3528	4784	8470	16782	55601
		引水工程	1839	0	1839	1464	0	134	0	1598	0	141	26	167	3604
		提水工程	70	0	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
		小计	16376	5655	22031	7814	1170	6010	5301	20295	3528	4925	8496	16949	59275
	南渡河		5119	0	5119	0	0	0	0	0	6768	1974	1383	10125	15244
	鹤地水库		57983	3163	61146	2928	1366	1986	1992	8272	0	1596	1802	3398	72815
	环北广东工程外引水		30888	3921	34809	3866	1499	2621	1509	9494	0	4490	5071	9561	53864
	合计		110366	12739	123105	14607	4035	10617	8802	38061	10296	12985	16751	40032	201199
3、骨干末端断面配置水量（万m³）	本地水源	蓄水工程	12181	4762	16943	5347	985	4947	4464	15743	2971	4028	7132	14130	46816
		引水工程	1548	0	1548	1233	0	113	0	1346	0	119	24	143	3037
		提水工程	59	0	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59
		小计	13789	4762	18550	6579	985	5060	4464	17089	2971	4147	7156	14274	49912
	南渡河		4310	0	4310	0	0	0	0	0	5699	1858	1301	8857	13168
	鹤地水库		46600	2975	49575	2756	1285	1796	1761	7598	0	1502	1696	3197	60370
	环北广东工程外引水		27662	3689	31351	3637	1410	2359	1252	8659	0	4225	4771	8997	49007
	合计		92361	11426	103786	12972	3681	9215	7478	33346	8669	11732	14924	35325	172457

注：本表中当地水源不含鹤地水库和南渡河，鹤地水库、南渡河供水量单列。

2.7 工程总体布局及建设规模

2.7.1 总体布局原则

工程总体布局包括水源工程、输水工程、调蓄工程、提水工程、排水工程等 5 部分，根据地形条件、河流水系、当地水源分布、耕园地分布等情况，按以下原则确定工程总体布局：

(1) 环北外调水与当地水源联合调度，充分考虑当地水源的调节和削峰作用，尽量发挥环北外调水的水资源综合调配能力。

(2) 挖掘当地蓄水工程调蓄能力，结合灌区输水管(渠)道布置，充分利用灌溉空闲期向当地水库补水，经水库调蓄后提高农业灌溉和城乡供水保障程度。

(3) 充分利用灌区现有的灌溉系统，遵循优水优用、高水高用、低水低用的原则，合理布置灌溉输水管(渠)道。对现有渠系进行续建配套和现代化改造；现状无灌溉设施的耕园地，新建输水渠(管)，扩大灌溉面积。

(4) 灌溉输水管道按干管、分干管、支管依次布置，支管以下为分支管；管道布置尽量做到“顺、直、便”，优先利用自流输水。

(5) 灌区地形属丘陵、台地地貌、微地形较为复杂，主要利用灌排结合渠道、排水沟渠、天然河道和溪沟进行排水。

(6) 遵循经济合理、调度方便、节约用水的原则，按照“高产、优质、高效”的现代农业需求，建设高标准、高效率的节水型灌区。

2.7.2 工程总体布局

雷州半岛灌区是环北部湾广东水资源配置工程的后续工程，通过环北工程将西江水引入鹤地水库，以鹤地水库为骨干水源，当地 96 座小(1)以上型水库（不含鹤地水库）、7 处引水工程、7 座河道提水泵站（含新建的 2 处）为节点，主运河、湛江分干线、雷东南干管、南北渠等干支(管)渠为输水通道，串联雷州半岛主要调蓄水库，形成丰枯互济、纵横交错的区域水网格局，并全面衔接高标准农田建设项目，发挥整体灌溉效益。

雷州半岛灌区外引水源为环北外调水，环北水输送至鹤地水库后，结合鹤地

水库本地挖潜的水量，通过湛江分干线及青年运河两大输水干线向灌区内输送。其中湛江分干线主要输水至雷西南区域，充分利用沿线大中型水库调蓄，覆盖龙门灌域、英利灌域、余庆桥灌域、大水桥灌域。另一部分水通过青年运河主运河、四联河、东海河、西海河、东运河、西运河向雷北青年运河灌域和岭北灌域输送外调水，在西运河分水至南渡河，利用南渡河输水至雷东南片。雷东南片通过提水及新建雷东南干管覆盖调东灌域，雷东南干管输水至大田沟水库后，利用南北渠输水覆盖南北渠灌域。

本次拟定在线调节水库（水库与输水系统之间为双向互连互通，输水系统中的水可进入水库，水库水也可进入输水系统）为南边洋、罗马坛、迈生、大田沟、柑园、石海等 6 座，充蓄调节水库(水库地势一般比输水线路低，输水线路可以向水库进行充蓄)42 座，补偿调节水库(距离输水线路较远，或者地势比输水线路高，输水线路无法向其充蓄，水库与输水线路的外引水联合供水)31 宗。

雷州半岛灌区共新建（含重建）泵站 40 座，其中水库加压泵站 8 座、河道提水泵站 2 座、渠道提水泵站 30 座。其中新建泵站 38 座，重建 2 座。

2.7.3 水源工程布局

雷州半岛灌区水源由当地水源和环北高鹤干线外调水组成，当地水源包括鹤地水库、96 座小(1)型以上水库（不含鹤地水库）、7 处引水工程、7 座提水泵站（含新建的 2 处）；外调水源来自环北工程高鹤干线。高鹤干线设计引水流量 $70\text{m}^3/\text{s}$ ，由两部分组成，一是西江来水，二是高州水库来水，西江水通过西江~高州水库段干线输水入高州水库后，与高州水库本地来水一同通过高州水库至鹤地水库段干线自流进入鹤地水库。高鹤干线外调水与鹤地水库来水汇合后，本工程利用鹤地水库已设置的两个取水口为灌区取水，一是已建的雷州青年运河取水口，二是在建的环北工程湛江分干线鹤地水库取水口。

2.7.3.1 鹤地水库

鹤地水库为本次雷州半岛灌区工程的水源水库，环北广东工程通过高鹤干线将西江水输送至鹤地水库进行调蓄，同时充分挖掘鹤地水库的本地来水，通过青年运河及湛江分干线输水，为雷州半岛灌区工程区域内的主要工业、生活及灌溉

水源。

根据可供水量预测结果，2035 年鹤地水库农业灌溉可供水量为 7.42 亿 m^3 （含高鹤干线外引水）。本工程利用鹤地水库已设置的两个取水口为灌区取水，一是已建的雷州青年运河取水口，二是在建的环北工程湛江分干线鹤地水库取水口。

2.7.3.2 南渡河

南渡河是广东雷州半岛腹部最大的河流，发源于遂溪县坡仔，流经客路、纪家、唐家、杨家、松竹、南兴、白沙、附城、雷高等 9 个镇，从双溪口注入南海雷州湾。流域集水面积 1444km^2 ，河道平均坡降为 0.17‰。上游建有中型水库 4 宗，小(一)型水库 28 宗，共控制集水面积 297km^2 ，南渡河下游河口处建有大型水闸南渡河水闸。南渡河水闸正常蓄水位 2.2m，死水位-1.8m，死水位至正常蓄水位之间库容 3344 万 m^3 ，具有一定调蓄能力，可保障南渡河下游两岸农田灌溉用水。

本工程雷东南片 93.4 万亩灌片主要通过南渡河泵站提水灌溉，泵站提水规模 $13.9\text{m}^3/\text{s}$ ；同时新建连通工程从西运河补水进南渡河，在南渡河水量不满足提水灌溉需求时，补水入南渡河上游河道，最大补水流量为 $13\text{m}^3/\text{s}$ 。依据来水条件、需水要求、不同工况工程建成情况及运行调度情况，在优先保障河道内生态流量要求后，工程前南渡河水闸可供水量 1.55 亿 m^3 。

2.7.3.3 其他蓄水工程

除鹤地水库以外，雷州半岛灌区本地小(1)型以上蓄水工程共 96 座，其中大型水库 1 座、中型水库 18 座、小(1)型水库 77 座，控制灌溉面积 196.49 万亩。

蓄水工程中，除牛力湾水库正在实施修复加固之外，其他均为现有工程。

蓄水工程汇总表见表 2.7-1。

表2.7-1 蓄水工程布局表

序号	水库名称	所属灌域	规模	设计灌溉面积 (万亩)	集水面积 (km ²)	坝址多年平均 径流量 (万 m ³)	兴利库容 (万 m ³)
1	西湖水库	青年运河灌域	中型	3.00	8.2	576	1354
2	土乐水库	青年运河灌域	中型	3.55	17.2	862	3659
3	田西水库	青年运河灌域	中型	1.50	30	1440	1374
4	曲溪水库	青年运河灌域	中型	1.80	11	528	1831
5	龙湾水库	青年运河灌域	小(1)型	0.55	8.4	622	386
6	横江水库	青年运河灌域	小(1)型	0.80	8.8	654	392
7	江头水库	青年运河灌域	小(1)型	0.85	8.2	623	396
8	大华水库	青年运河灌域	小(1)型	0.60	5.7	439	206
9	山雅水库	青年运河灌域	小(1)型	0.60	9	630	320
10	甘村水库	青年运河灌域	小(1)型	4.70	13	910	260
11	合流水库	青年运河灌域	小(1)型	0.60	8.1	599	239.5
12	赤坎水库	青年运河灌域	小(1)型	0.73	58.3	4078	262.4
13	青健岭水库	青年运河灌域	小(1)型	1.36	3.3	269	177
14	三塘水库	青年运河灌域	小(1)型	1.36	6.2	524	358
15	雷坡坑水库	青年运河灌域	小(1)型	0.60	7.2	516	272
16	山内水库	青年运河灌域	小(1)型	1.50	25.9	1968	468
17	黎庞水库	青年运河灌域	小(1)型	0.20	2	128	102
18	官山水库	青年运河灌域	小(1)型	0.30	5.3	378	130.5
19	塘边水库	青年运河灌域	小(1)型	1.00	18.5	1296	408
20	白水沟水库	青年运河灌域	小(1)型	0.90	8.8	604	628.1
21	平原水库	青年运河灌域	小(1)型	1.10	2	132	215
22	新市水库	青年运河灌域	小(1)型	0.15	7.1	405	79.4
23	郑家水库	青年运河灌域	小(1)型	0.13	7	317	165.38
24	陈铁水库	青年运河灌域	小(1)型	0.37	5.6	239	200.22
25	黎家水库	青年运河灌域	小(1)型	0.15	26.6	1383	132

序号	水库名称	所属灌域	规模	设计灌溉面积 (万亩)	集水面积 (km ²)	坝址多年平均 径流量 (万 m ³)	兴利库容 (万 m ³)
26	牛力湾水库	青年运河灌域	小(1)型	0.70	16.9	1011	129
27	志满水库	岭北灌域	中型	2.35	23.1	1683	1390
28	官田水库	岭北灌域	中型	1.39	42.5	3189	957
29	下洋水库	岭北灌域	小(1)型	0.07	7	548	258
30	望高水库	岭北灌域	小(1)型	0.28	1.9	138	168.1
31	新坛水库	岭北灌域	小(1)型	0.18	7.4	548	205.5
32	牛路水库	岭北灌域	小(1)型	0.50	4.8	357	254
33	草洋水库	岭北灌域	小(1)型	0.28	2.3	169	271
34	大鹏水库	岭北灌域	小(1)型	0.11	2.8	204	68
35	罗马坛水库	岭北灌域	小(1)型	12.87	17.2	1307	548
36	溪头水库	岭北灌域	小(1)型	0.15	2.8	215	91.26
37	谭六水库	岭北灌域	小(1)型	0.68	5.4	423	289
38	新村洋水库	岭北灌域	小(1)型	0.19	1.5	114	89.6
39	南边洋水库	岭北灌域	小(1)型	2.45	1.4	105	125
40	内塘水库	岭北灌域	小(1)型	1.31	13.6	1057	432
41	后湖水库	岭北灌域	小(1)型	0.50	8	622	320
42	湖光柳秀水库	岭北灌域	小(1)型	0.5	6	445	171.36
43	新坡水库	岭北灌域	小(1)型	0.89	17	1258	450
44	龙门水库	龙门灌域	中型	39.28	140	8401	5722
45	调和水库	龙门灌域	小(1)型	0.13	6.57	263	131
46	石山水库	龙门灌域	小(1)型	0.20	2.1	36	105
47	平南水库	龙门灌域	小(1)型	2.28	16.6	644	655.1
48	潭边水库	龙门灌域	小(1)型	0.30	4.4	176	51.5
49	新兴水库	龙门灌域	小(1)型	0.12	2.4	203	83.2
50	讨泗水库	龙门灌域	小(1)型	0.20	2.8	88	64
51	大湾水库	英利灌域	中型	3.23	33.6	1678	797

序号	水库名称	所属灌域	规模	设计灌溉面积 (万亩)	集水面积 (km ²)	坝址多年平均 径流量 (万 m ³)	兴利库容 (万 m ³)
52	迈克水库	英利灌域	小(1)型	1.52	20.8	915	648
53	英才水库	英利灌域	小(1)型	0.11	9.9	396	130.5
54	那平水库	英利灌域	小(1)型	0.30	2.57	123	126.8
55	余庆桥水库	余庆桥灌域	中型	14.15	27.5	1513	855
56	合溪水库	余庆桥灌域	中型	3.88	31.77	1843	1290.5
57	三阳桥水库	余庆桥灌域	中型	4.29	32.1	1544	1543
58	鲤鱼潭水库	余庆桥灌域	中型	5.50	44.37	1997	3434
59	公里坑水库	余庆桥灌域	小(1)型	0.25	6.74	256	78.1
60	大黄水库	余庆桥灌域	小(1)型	0.59	5.8	232	84
61	大水桥水库	大水桥灌域	大(2)型	17.72	196	10194	9129
62	东吴水库	西洋灌域	中型	3.66	68	4080	2161
63	滨洋水库	西洋灌域	中型	3	45.4	2815	1769
64	南兴后塘水库	西洋灌域	小(1)	0.3	11	693	233.3
65	墩家水库	西洋灌域	小(1)	0.5	4.8	298	81.4
66	迈生水库	调东灌域	中型	11.63	65.5	4127	1705
67	红心楼水库	调东灌域	中型	9.28	10.2	630	968.8
68	大田沟水库	调东灌域	小(1)型	0.00	18.2	1148	221.75
69	马良水库	调东灌域	小(1)型	0.35	4.3	271	136
70	横坑水库	调东灌域	小(1)型	0.85	5.7	359	120.2
71	三合水库	调东灌域	小(1)型	0.20	2.2	139	124
72	东风水库	调东灌域	小(1)型	0.00	42.2	2616	754
73	官昌水库	调东灌域	小(1)型	0.15	1.9	121	90
74	迈胜水库	南北渠灌域	中型	2.65	34.1	1910	1057.9
75	北松水库	南北渠灌域	中型	2.51	49.3	3007	944
76	石林岭水库	南北渠灌域	小(1)型	1.08	17.5	1105	499
77	石海水库	南北渠灌域	小(1)型	0.17	5.4	341	297.25

序号	水库名称	所属灌域	规模	设计灌溉面积 (万亩)	集水面积 (km ²)	坝址多年平均 径流量 (万 m ³)	兴利库容 (万 m ³)
78	红旗水库	南北渠灌域	小(1)型	0.43	3.7	231	200
79	风桥水库	南北渠灌域	小(1)型	2.62	23.8	1501	626
80	黄定水库	南北渠灌域	小(1)型	1.88	27.3	1720	387
81	梁村仔水库	南北渠灌域	小(1)型	0.45	3.8	239	719
82	龙托水库	南北渠灌域	小(1)型	2.08	9.2	580	420
83	高沟水库	南北渠灌域	小(1)型	0.82	11.6	731	461.4
84	文部水库	南北渠灌域	小(1)型	0.45	8.4	437	199
85	柑园水库	南北渠灌域	小(1)型	0.25	1.7	105	268.75
86	南畔水库	南北渠灌域	小(1)型	0.50	2.8	177	279
87	凤山水库	南北渠灌域	小(1)型	0.45	10.1	636	165.35
88	龙塘镇赤坎水库	南北渠灌域	小(1)型	0.00	14.9	864	153.78
89	华林水库	南北渠灌域	小(1)型	0.31	6.5	358	139
90	前山上水库	南北渠灌域	小(1)型	0.40	8.5	534	95.58
91	迈干水库	南北渠灌域	小(1)型	0.20	2.2	139	111.09
92	铁门代水库	南北渠灌域	小(1)型	0.07	3	189	105
93	南胜水库	南北渠灌域	小(1)型	0.40	2.9	183	69.7
94	桐楹水库	南北渠灌域	小(1)型	0.45	2.5	158	76.9
95	上坑水库	南北渠灌域	小(1)型	0.35	1.2	76	80
96	黄竹水库	南北渠灌域	小(1)型	0.20	5.4	340	51.16

注：1、表中控灌面积仅统计纳入灌区范围内面积，部分水库现状面积位于敏感区内，在配置计算中考虑水量预留，面积未统计。2、本表蓄水工程不含鹤地水库。

2.7.3.4 引水工程

雷州半岛灌区范围内现有设计流量 0.5m³/s 以上的引水工程 7 处，总设计引水流量 5.5m³/s，控制灌溉面积 3.84 万亩。雷州半岛灌区充分利用现有已建河道引水工程，不新建引水工程。

表2.7-2 引水工程布局表

序号	工程名称	所属灌域	设计流量(m ³ /s)	控灌面积(万亩)
1	金竹水陂	龙门灌域	1	0.34
2	滩头水陂	龙门灌域	1.5	0.64
3	红坎水陂	青年运河灌域	0.8	0.8
4	下六村水闸	青年运河灌域	0.5	0.35
5	东头村水闸	青年运河灌域	0.5	0.1
6	乾留水闸	青年运河灌域	0.5	0.26
7	元宵屋水闸	青年运河灌域	0.6	1.35
合计			5.5	3.84

2.7.3.5 提水工程

本次工程布局拟定的雷州半岛灌区范围内设计流量 0.5m³/s 以上的河道提水工程共 7 处，总设计引水流量 29.61m³/s，控制灌溉面积 112.7 万亩。其中现有的河道提水工程 5 处，新建的 2 处。

规划新建 2 座河道提水泵站，分别为南渡河泵站和龙门河泵站。南渡河泵站枢纽位于花桥水附近，山后村西北侧。控灌面积 91.9 万亩，提水水源来自南渡河，取水口位于花桥水。提水设计流量 13.9m³/s，设计扬程 49.75m、是东南片外引水的头部泵站。

龙门河泵站位于龙门河滩头水陂上游约 300m 处，控灌面积 13.06 万亩，提水水源来自龙门水库和龙门河区间来水，取水口位于龙门河右岸。龙门河泵站分为龙北片的 01 和龙门 B 片的 02 机组，提水设计流量分别为 3.42m³/s、0.79m³/s，设计扬程分别为 98.78m、90.43m，将水引至各片高位水池后，通过灌溉输水管对所在片区农田进行覆盖。

表2.7-3 河道提水工程布局表（水源工程）

序号	工程名称	所属灌域	设计流量(m ³ /s)	控灌面积(万亩)	备注
1	麻演泵站	青年运河灌域	7.5	3.5	现有
2	溪头泵站	青年运河灌域	2	2	现有
3	卜格泵站	青年运河灌域	0.7	0.7	现有
4	山尾泵站	西洋灌域	0.65	0.5	现有
5	松竹泵站	西洋灌域	0.65	0.5	现有
6	南渡河泵站	调东灌域	13.9	91.9	新建
7	龙门河泵站	龙门灌域	4.21	13.1	新建
合计			29.61	112.7	

2.7.4 输水工程布局

本工程输水主干管主要包括：湛江分干线、青年运河以及新建的雷东南干管。其中湛江分干线主要输水至雷西南区域，充分利用沿线大中型水库调蓄，覆盖龙门灌域、英利灌域、余庆桥灌域、大水桥灌域。青年运河通过主运河、四联河、东海河、西海河、东运河、西运河向雷北青年运河灌域和岭北灌域输送水，在西运河分水至南渡河，利用南渡河输水至雷东南片。雷东南片通过提水及新建雷东南干管覆盖调东灌域，雷东南干管输水至大田沟水库后，利用南北渠输水覆盖南北渠灌域。

（1）雷州青年运河六大运河

雷北规划灌溉面积 268.3 万亩，主要由青年运河灌域和岭北灌域组成，利用现状雷州青年运河六大运河作为雷州半岛灌区工程核心输水通道，负责 2 个灌域的灌溉输水及鹤地水库向雷南区域灌溉输水的重要任务。

鹤地水库灌溉原水沿着雷州青年运河主运河顺流而下，主运河设计过流能力 110m³/s，沿途通过加固改造现状干支渠实现青年运河灌片的自流覆盖，新增面积采用提水灌溉；在廉江扶岭东(主运河 17+630)左侧分水至四联河，四联河全长 38.14km，设计过流能力 17m³/s，通过加固改造现状干支渠进行自流覆盖，局部新增提水泵站提水灌溉；在廉江市新民镇三角山(主运河 32+777)左侧分水至东海河灌域，东海河全长 54.970km，设计过流能力 15m³/s，通过加固改造现状干支渠进

行自流覆盖；在廉江市中南村(桩号 37+884)右侧分水至西海河，西海河全长 14.292km，设计过流能力 $17\text{m}^3/\text{s}$ ，通过加固改造现状干支渠进行自流覆盖；在遂溪县城月镇实荣东闸(桩号 77+800)后分为东、西运河，其中东运河全长 36.053km，设计过流能力 $26\text{m}^3/\text{s}$ ，西运河全长 51.68km，设计过流能力 $18\text{m}^3/\text{s}$ ，通过加固改造现状干支渠进行自流覆盖，对东、西运河周边自流无法覆盖的区域新增提水泵站分散提水灌溉。

(2) 环北广东工程湛江分干线

雷西南规划灌溉面积 102.3 万亩，主要由龙门灌域、英利灌域、余庆桥灌域和大水桥灌域组成，利用环北工程湛江分干线为雷州半岛灌区雷西南片区灌溉输水。

湛江分干线雷徐段全长 65.00km，自盾构竖井至松竹分水口段沿线均为农田，经 11.22km 盾构隧洞($\Phi 3400$ ， $13\text{m}^3/\text{s}$)至松竹泵站前池(抽水流量 $13\text{m}^3/\text{s}$)，在松竹镇设置分水口，松竹泵站(轴线长度 0.11km)加压提水往南沿国道 207 埋管敷设 13.28km(DN3000， $13\text{m}^3/\text{s}$)，末端进入龙门泵站前池，在龙门泵站前池设分水口，分水至龙门水厂、龙门水库。建设龙门泵站(轴线长度 0.11km)加压提水穿越龙门水库往南敷设 13.12km(DN2800， $10\text{m}^3/\text{s}$)至英利镇调压塔。之后向西南新建封闭管道 27.17km(DN2200~DN1800， $7\text{m}^3/\text{s}$)自流交水于末端大水桥水库。

(3) 西运河与南渡河连通工程

西运河与南渡河连通工程引水流量 $13\text{m}^3/\text{s}$ ，自西运河(桩号 9+728)处开始引水，利用并拓宽现有虾沟支渠至 1+460 位置，并沿东北方向拓宽现有渠道汇入南渡河，拓宽、衬砌、清淤南渡河至 7+930 位置，连通工程治理总长 7.93km，其中渠道长 1.46km，南渡河治理段长 6.47km，在满足灌溉引水规模的情况下，一定程度上还可改善南渡河上游虾沟涝片的排涝问题。

(4) 雷东南干管

雷东南规划灌溉面积 104.5 万亩，新建雷东南干管为雷东南输水干线，在距离花桥河水闸 1.5km 的花桥河右岸设取水后，通过约 0.6km 管道引水至新建南渡河泵站前池，再通过管道将水输送至南侧方向距离南渡河泵站 7km 的迈生水库，以迈生水库作为调蓄水库通过提水泵站继续向周围的灌片及大田沟水库输水，其中花桥河~迈生水库渠首设计流量 $13.9\text{m}^3/\text{s}$ ，迈生水库入库流量为 $13.9\text{m}^3/\text{s}$ ，该段输

水干线长度 8.18km，沿线布设分干管共 1 条，总长 12.62km。迈生水库~大田沟水库管道设计流量为 15.0~12.0~7.7m³/s，大田沟水库入库流量为 7.7m³/s，该段输水干线长度 20.7km，沿线布设分干管共 6 条，总长 21.25km。

（5）南北渠

南北渠始建于 1976 年，原设计引水流量为 15m³/s，主要为引洪利用，依次经大田沟水库、柑园水库、石海水库等，最终汇入大水桥水库，全渠控制引集雨面积 208.61 km²。

本次利用雷东南输水干管交水到大田沟水库，经大田沟水库调蓄后，自北向南由南北渠渠首流至渠末接大水桥水库，全长 84.4km，目前南北渠已整治 8.57km，本次拓宽、加固 75.83km。设计渠首流量 8.2m³/s，沿线布设分干管、支管共 15 条，总长 71.976km，并在分干管、支管末端新建连通管道接入现状渠道、水库，向现状石林岭水库灌区、迈胜水库灌区、北松水库灌区等 3 宗中型灌区补水。

雷州半岛管（渠）道总体布置直线图见附图。

2.7.5 调蓄工程布局

调蓄工程根据位置和功能分为在线调节水库、充蓄调节水库、补偿调节水库。其中在线调节水库与输水系统之间为双向互连互通，输水系统中的水可进入水库，水库水也可进入输水系统；充蓄调节水库位置一般比输水线路低，输水线路可以向水库进行充蓄；补偿调节水库一般距离输水线路较远或者水库地势高于输水线路，输水线路无法向水库充蓄，水库与输水线路的外引水联合供水。

灌区范围内本地水库共 96 座（不含鹤地水库），本次拟定在线调节水库 6 座，充蓄调节水库 42 座，补偿调节水库 31，其余为水源水库。在供水过程中，当地的蓄水工程均在其控灌范围内先供水，但需预留部分库容为输水管道补水进行削峰，当补偿调节水库供水至一定库容后，外引水源开始向灌片补水。其中控灌面积较小的水库，考虑其水源平水年水量比较充足，本次设计考虑为其预留水量及出水口，以备枯水年应急用水需求。各当地水源在调度过程中应考虑尽量提高水库补水利用率。

表2.7-4 在线水库工程布局表

序号	水库名称	所属灌域	工程规模	调节类型	设计灌溉面积 (万亩)	入库流量 (m³/s)	本地供水量 (万 m³)	外调水供水量 (万 m³)	总供水量 (万 m³)
1	罗马坛水库	岭北灌域	小(1)型	在线	0.07	1.73	608	2780	3388
2	南边洋水库	岭北灌域	小(1)型	在线	0.68	1.97	51	3345	3396
3	迈生水库	调东灌域	中型	在线	5.50	13.70	2465	16956	19421
4	大田沟水库	调东灌域	小(1)型	在线	11.63	7.70	776	9428	10204
5	石海水库	南北渠灌域	小(1)型	在线	2.65	4.1(4.8)	829	5579	6408
6	柑园水库	南北渠灌域	小(1)型	在线	0.45	5.7(5.9)	158	7998	8156

注：（）中数据为考虑南北渠区间汇流叠加后入库流量。

表2.7-5 充蓄水库工程布局表

序号	水库名称	所属灌域	工程规模	调节类型	设计灌溉面积 (万亩)	充库流量 (m³/s)	本地水源供水量 (万 m³)	外调水供水量 (万 m³)	总供水量 (万 m³)
1	西湖水库	青年运河灌域	中型	充蓄	3	0.80	399	2252	2651
2	土乐水库	青年运河灌域	中型	充蓄	3.55	0.97	697	3019	3716
3	曲溪水库	青年运河灌域	中型	充蓄	1.8	0.16	443	452	895
4	龙湾水库	青年运河灌域	小(1)型	充蓄	0.55	0.03	275	14	289
5	横江水库	青年运河灌域	小(1)型	充蓄	0.8	0.02	363	55	418
6	大华水库	青年运河灌域	小(1)型	充蓄	0.6	0.33	357	922	1280
7	山雅水库	青年运河灌域	小(1)型	充蓄	0.6	0.03	288	14	302
8	甘村水库	青年运河灌域	小(1)型	充蓄	4.7	1.35	671	2729	3400
9	赤坎水库	青年运河灌域	小(1)型	充蓄	1.36	0.02	365	18	383
10	青健岭水库	青年运河灌域	小(1)型	充蓄	1.36	0.21	195	509	704
11	三塘水库	青年运河灌域	小(1)型	充蓄	0.6	0.14	382	320	702
12	雷坡坑水库	青年运河灌域	小(1)型	充蓄	1.5	0.02	294	15	309
13	山内水库	青年运河灌域	小(1)型	充蓄	0.3	0.10	1020	128	1148
14	官山水库	青年运河灌域	小(1)型	充蓄	1	0.03	193	73	266
15	塘边水库	青年运河灌域	小(1)型	充蓄	0.9	0.10	711	170	881
16	白水沟水库	青年运河灌域	小(1)型	充蓄	0.7	0.14	398	403	801
17	牛力湾水库	青年运河灌域	小(1)型	充蓄	0.6	0.04	285	79	365
18	志满水库	岭北灌域	中型	充蓄	2.35	0.10	1184	165	1349
19	官田水库	岭北灌域	中型	充蓄	1.39	0.00	719	0	719
20	下洋水库	岭北灌域	小(1)型	充蓄	0.2	0.03	236	14	249

序号	水库名称	所属灌域	工程规模	调节类型	设计灌溉面积 (万亩)	充库流量 (m³/s)	本地水源供水 量(万 m³)	外调水供水 量(万 m³)	总供水量 (万 m³)
21	谭六水库	岭北灌域	小(1)型	充蓄	0.68	0.06	118	96	214
22	内塘水库	岭北灌域	小(1)型	充蓄	1.31	0.01	436	23	458
23	湖光柳秀水库	岭北灌域	小(1)型	充蓄	0.5	0.10	197	10	197
24	新坡水库	岭北灌域	小(1)型	充蓄	0.89	0.10	930	161	1091
25	龙门水库	龙门灌域	中型	充蓄	39.28	8.00	5211	6794	12005
26	调和水库	龙门灌域	小(1)型	充蓄	0.13	0.46	120	978	1098
27	平南水库	龙门灌域	小(1)型	充蓄	2.28	0.26	441	668	1109
28	余庆桥水库	余庆桥灌域	中型	充蓄	14.15	1.80	1225	3687	4912
29	三阳桥水库	余庆桥灌域	中型	充蓄	4.29	0.16	1120	342	1462
30	鲤鱼潭水库	余庆桥灌域	中型	充蓄	5.5	0.17	2643	203	2846
31	大水桥水库	大水桥灌域	大(2)型	充蓄	17.72	7.00	5326	5200	10526
32	红心楼水库	调东灌域	中型	充蓄	9.28	2.00	1190	1863	3053
33	横坑水库	调东灌域	小(1)型	充蓄	0.85	0.05	181	122	303
34	迈胜水库	南北渠灌域	中型	充蓄	2.65	0.14	977	270	1247
35	北松水库	南北渠灌域	中型	充蓄	2.51	0.29	1224	249	1473
36	风桥水库	南北渠灌域	小(1)型	充蓄	2.62	0.06	572	119	691
37	黄定水库	南北渠灌域	小(1)型	充蓄	1.88	0.06	450	121	571
38	梁村仔水库	南北渠灌域	小(1)型	充蓄	0.45	0.03	151.00	14	165
39	龙托水库	南北渠灌域	小(1)型	充蓄	2.08	0.11	329	244	573
40	南畔水库	南北渠灌域	小(1)型	充蓄	0.5	0.03	112	71	183
41	桐楹水库	南北渠灌域	小(1)型	充蓄	0.45	0.04	74	90	164
42	上坑水库	南北渠灌域	小(1)型	充蓄	0.35	0.03	44	84	128

表2.7-6 补偿水库工程布局表

序号	调蓄水库名称	所属灌域	水库规模	设计灌溉面积 (万亩)	多年平均径流量 (万 m³)	死水位 (m)	正常蓄水位 (m)	兴利库容 (万 m³)	调节类型
1	田西水库	青年运河灌域	中型	1.5	1440	12.788	23.96	1374	补偿
2	江头水库	青年运河灌域	小(1)型	0.85	623	39.7	40.1	396	补偿
3	黎庞水库	青年运河灌域	小(1)型	0.2	128	7	11.4	102	补偿
4	平原水库	青年运河灌域	小(1)型	1.1	132	9.81	18.16	215	补偿
5	郑家水库	青年运河灌域	小(1)型	0.13	317	14.86	21.86	165.38	补偿
6	陈铁水库	青年运河灌域	小(1)型	0.37	239	10	16.5	200.22	补偿

7	黎家水库	青年运河灌域	小(1)型	0.15	1383	25	27	132	补偿
8	望高水库	岭北灌域	小(1)型	0.28	138	45.92	50.08	168.1	补偿
9	新坛水库	岭北灌域	小(1)型	0.18	548	69.06	74.09	205.5	补偿
10	草洋水库	岭北灌域	小(1)型	0.28	169	47.05	50.75	271	补偿
11	石山水库	龙门灌域	小(1)型	0.2	36	19.744	31.744	105	补偿
12	潭边水库	龙门灌域	小(1)型	0.3	176	30.744	33.744	51.5	补偿
13	新兴水库	龙门灌域	小(1)型	0.12	203	14.144	18.944	83.2	补偿
14	讨泗水库	龙门灌域	小(1)型	0.2	88	21.744	26.744	64	补偿
15	大湾水库	英利灌域	中型	3.23	1678	44.794	57.244	797	补偿
16	迈克水库	英利灌域	小(1)型	1.52	915	25.158	32.658	648	补偿
17	英才水库	英利灌域	小(1)型	0.11	396	27.244	33.244	130.5	补偿
18	那平水库	英利灌域	小(1)型	0.3	123	70.824	80.744	126.8	补偿
19	合溪水库	余庆桥灌域	中型	3.88	1843	125.558	139.758	1290.5	补偿
20	公里坑水库	余庆桥灌域	小(1)型	0.25	256	15.158	23.158	78.1	补偿
21	大黄水库	余庆桥灌域	小(1)型	0.59	232	16.438	26.158	84	补偿
22	东吴水库	西洋灌域	中型	3.66	4080	11.24	17.744	2161	补偿
23	滨洋水库	西洋灌域	中型	3	2815	13.44	28.264	1769	补偿
24	后塘水库	西洋灌域	小(1)	0.3	693	32.1	44.304	233.3	补偿
25	墩家水库	西洋灌域	小(1)	0.5	298	38.4	44.744	81.4	补偿
26	马良水库	调东灌域	小(1)型	0.35	271	87	96.46	136	补偿
27	三合水库	调东灌域	小(1)型	0.2	139	68.158	72.658	124	补偿
28	东风水库	调东灌域	小(1)型	0	2616	115	125.5	754	补偿
29	石林岭水库	南北渠灌域	小(1)型	1.08	1105	85.158	96.16	499	补偿
30	红旗水库	南北渠灌域	小(1)型	0.43	231	98.158	106.778	200	补偿
31	黄竹水库	南北渠灌域	小(1)型	0.2	340	15.84	21.03	51.16	补偿

2.7.6 提水工程布局

本次灌区工程共新建（含重建）泵站 40 座，其中河道提水泵站 2 座（即水源工程中的新建南渡河泵站和龙门河泵站）、水库加压泵站 8 座、渠道提水泵站 30 座。其中新建泵站 38 座，重建 2 座。

（1）河道提水泵站

规划新建河道提水泵站 2 座，为南渡河泵站和龙门河泵站。南渡河泵站提水设计流量 $13.9\text{m}^3/\text{s}$ ，扬程 49.75m。龙门河泵站分为龙北片的 01 和龙门 B 片的 02 机组，提水设计流量分别为 $3.42\text{m}^3/\text{s}$ 、 $0.79\text{m}^3/\text{s}$ ，设计扬程分别为 98.78m、90.43m。工程介绍见 2.7.3.5 章节，工程特性具体见表 2.7-7。

表2.7-7 河道提水泵站特性表

序号	工程名称		所属灌域	设计流量 (m ³ /s)	扬程(m)	控灌面积 (万亩)	备注
1	南渡河泵站		调东灌域	13.9	49.75	91.9	新建
2	龙门河泵站	01 机组	龙门灌域	3.42	98.78	10.6	新建
		02 机组		0.79	90.43	2.46	
	合计						

(2) 水库加压泵站

本次水库提水泵站共 8 座，总提水流量 25.06m³/s，控灌面积 108.4 万亩，各泵站基本情况详见表 2.7-8。

表2.7-8 水库加压泵站特性表

序号	泵站名称	机组	水源	设计扬程(m)	设计流量(m ³ /s)	控灌面积 (万亩)	所属灌域
1	罗马坛泵站	机组 1	主运河	27.02	2.00	6.4	岭北灌区
		机组 2	主运河	56.08	1.38	2.7	岭北灌区
2	南边洋泵站		主运河	20.67	0.75	2.4	岭北灌区
3	龙东片泵站		龙门水库	58.11	2.09	6.5	龙门灌域
4	迈克片泵站		迈克水库	33.9	0.37	1.2	英利灌域
5	大湾片泵站		大湾水库	48.25	0.75	1.6	英利灌域
6	迈生南泵站	01 机组	迈生水库	102.07	15.00	79.07	调东灌域
		02 机组	迈生水库	55.57	0.95	3.0	调东灌域
7	迈生北泵站	01 机组	迈生水库	26.79	1.15	3.6	调东灌域
		02 机组	迈生水库	28.9	0.45	1.4	调东灌域
8	邓村泵站		邓村水库	40.58	0.17	0.5	南北渠灌域
	合计				25.06	108.4	

(3) 管(渠)道提水泵站

根据灌区耕地高程分布情况，结合设计工况下输水干管水力坡度线分析，共需布设管道加压泵 3 座、27 座渠道提水泵站，总设计提水流 22.64m³/s。渠道加压泵站特性表见表 2.7-9。

表2.7-9 管(渠)道加压泵站特性表

序号	泵站名称	水源	设计扬程 (m)	设计流量 (m ³ /s)	控灌 面积 (万亩)	所属灌域	备注
一、管道提水泵站							
1	和锦 01#泵站	和锦分干管 A 支管 B	32.77	0.16	0.5	南北渠灌域	新建
2	和锦 02#泵站	和锦支管 D 分支管 A	18.58	0.1	0.3	南北渠灌域	新建
3	和锦 03#泵站	和锦支管 D 分支管 B	19.82	0.1	0.3	南北渠灌域	新建
二、渠道提水泵站							
4	杨柑泵站	杨柑总支南支渠	12.76	0.49	1.6	青年运河灌区	新建
5	架岭泵站	五公干支渠	9.51	0.33	1.1	青年运河灌区	新建
6	港门泵站	港门分干渠	19.13	0.81	2.6	青年运河灌区	新建
7	周义泵站	西运河	7.31	0.34	1.1	青年运河灌区	新建
8	石埠泵站	西运河	8.87	0.44	1.4	青年运河灌区	新建
9	英龙仔泵站	西运河	16.81	0.73	2.3	青年运河灌区	新建
10	林高泵站	西运河	16.75	0.27	0.9	青年运河灌区	新建
11	西村泵站	西运河	19.1	0.6	1.8	青年运河灌区	新建
12	崩溪泵站	乌坑干渠	11.07	0.33	1.0	青年运河灌区	新建
13	四联水轮泵	四联河	8.62	0.43	0.8	青年运河灌区	重建
14	良垌泵站	四联河	23.93	0.68	2.2	青年运河灌区	新建
15	浦洋水轮泵	主运河	8.83	0.26	0.5	青年运河灌区	重建
16	马猫泵站	主运河	23.14	0.33	1.0	青年运河灌区	新建
17	太平泵站	太平干渠	12.45	0.45	1.4	青年运河灌区	新建
18	东坡泵站	东运河	19.45	0.88	2.8	青年运河灌区	新建
19	赖宅泵站	东运河	16.06	1.2	3.7	青年运河灌区	新建
20	和尾泵站	东运河	16.63	0.5	1.6	青年运河灌区	新建

序号	泵站名称		水源	设计扬程 (m)	设计流量 (m ³ /s)	控灌 面积 (万亩)	所属灌域	备注
21	黄铜岭泵站		主运河	51.28	0.41	1.3	青年运河灌区	新建
22	罗笛埗泵站		主运河	53.6	0.41	1.3	青年运河灌区	新建
23	坡头泵站		二联干渠	12.15	1.63	5.0	青年运河灌区	新建
24	主运河泵站	机组 1	主运河	22.72	1.97	13.2	青年运河灌区	新建
		机组 2	主运河	24.3	0.93	2.3	青年运河灌区	新建
25	东海河	机组 1	东海河	87.17	3.39	10.8	岭北灌区	新建
	泵站	机组 2	东海河	62.46	0.51	1.3	岭北灌区	新建
26	龙门 A 片泵站	机组 1	龙门水库	44.93	0.21	0.7	龙门灌域	新建
		机组 2	龙门水库	31.43	0.3	1.0	龙门灌域	新建
27	龙门 C 片泵站		龙门水库	55.45	1.13	3.6	龙门灌域	新建
28	龙门 D 片泵站	机组 1	龙门水库	60.47	0.82	2.6	龙门灌域	新建
		机组 2	龙门水库	27.63	0.29	0.9	龙门灌域	新建
29	龙托水库	01 机组	龙托水库	27.17	0.17	0.5	南北渠灌域	新建
	扩灌泵站	02 机组	龙托水库	19.44	0.32	1.0	南北渠灌域	新建
30	风桥水库扩灌泵站		风桥水库	26.52	0.72	2.3	南北渠灌域	新建
	合计				22.64	76.6		

2.7.7 排水工程布局

雷州半岛灌区范围内现有 30 宗大中型灌区，现状排水体系由天然河流、灌排结合渠道和排水沟组成。从现有大中型灌区运行情况看，依靠现有排水工程体系，大部分灌区降雨能在较短时间内排出，不会形成内涝。通过走访调查，并结合《广东省治涝规划》、《湛江治涝规划》等成果，灌区内存在农田内涝问题的共有 7 处，

分别是大路边涝片、虾沟涝片、鹅感涝片、韶山涝片、坑口涝片、田北涝片、角尾涝片，分属于青年运河灌域、龙门灌域、调东灌域、南北渠灌域以及大水桥灌域 5 处灌域。

根据灌溉工程体系和河流水系分布，按青年运河灌域、岭北灌域、龙门灌域、英利灌域、余庆桥灌域、大水桥灌域、西洋灌域、调东灌域和南北渠灌域相应划分 9 个排水分区。排水工程体系由排水承泄区、骨干排水工程、田间排水系统和渠道排水设施四级结构组成。其中，骨干排水工程根据排水分区，优先利用天然河沟及现有排水设施，对排涝能力不足的区段实施清淤疏浚或改造重建；以遂溪河、南渡河等 49 条河道及其支流作为天然排水承泄河道。渠道排水采用排洪沟和撤洪沟系统拦截径流，通过分级汇流导入骨干排水工程。灌区排水分区见表 2.7-10

表2.7-10 排水分区及承泄河流

片区	灌域	承泄河流
雷北片	青年运河灌域	笪桥河、调额河、豆坡河、风朗河、公和水、官渡河、合兴溪、江洪河、郎武河、乐民河、廉江河、良垌河、良田水、罗灵河、南渡河、企水河、三丫河、山笃河、上圩河、韶山河、遂溪河、塘缀河、田西河、通明河、土塘水、文车河、新华河、杨柑河
	岭北灌域	城月河、调丰河、旧县河、那郁河、源水河
西南片	龙门灌域	金竹河、龙门河、土贡河
	英利灌域	龙门河、土贡河、英利河
	余庆桥灌域	英利河、迈陈河、大水桥河
	大水桥灌域	大水桥河
东南片	西洋灌域	花桥水、松竹河、南渡河
	调东灌域	调风河、花桥水、雷高河、青桐水、溪南河
	南北渠灌域	北松河、黄定河、那板河、三河

根据排水工程现状及存在问题，本工程优先利用天然河沟及现有排水设施体系，对现有排水沟采取清淤疏浚；对 32 条灌排结合渠道进行加固改造。本次灌排结合渠道的建设主要是为本次工程灌溉的需求。灌排结合渠道加固改造工程内容也包含在输水工程建设内容之中。

表2.7-11 雷州半岛灌区灌排结合渠道建设内容统计表

现状灌区名称	序号	渠道名称	建设属性	工程任务	长度(km)		
					总长度	直接利用	加固改造恢复及扩建
青年运河灌区	1	新屋仔干渠	加固改造	灌排结合	5.75	3.53	2.22
青年运河灌区	2	元宵屋干渠	加固改造	灌排结合	8.68	6.50	2.17
青年运河灌区	3	良垌干渠	加固改造	灌排结合	7.14		7.14
青年运河灌区	4	簕竹支渠	恢复	灌排结合	9.47		9.47
青年运河灌区	5	甘村水库排洪渠	加固改造	灌排结合	2.86		2.86
青年运河灌区	6	华封支渠	加固改造	灌排结合	6.47	0.00	6.47
青年运河灌区	7	平石支渠	加固改造	灌排结合	7.26	0.00	7.26
青年运河灌区	8	谭福干渠	加固改造	灌排结合	10.97	0.05	10.93
青年运河灌区	9	新深村支渠	加固改造	灌排结合	6.16	0.00	6.16
青年运河灌区	10	山内干渠	恢复	灌排结合	23.85		23.85
青年运河灌区	11	鹤塘干渠	扩建	灌排结合	12.60		12.60
山内水库灌区	12	山内水库西干渠	加固改造	灌排结合	4.76		4.76
青年运河灌区	13	科港支渠	恢复	灌排结合	2.67		2.67
青年运河灌区	14	湖南干渠	恢复	灌排结合	8.64	1.85	6.79
青年运河灌区	15	客路干渠	扩建	灌排结合	4.67		4.67
青年运河灌区	16	迈哉东支渠	扩建	灌排结合	2.81		2.81
青年运河灌区	17	邦机村仔支渠	恢复	灌排结合	1.49	1.08	0.41
青年运河灌区	18	邦机支渠	加固改造	灌排结合	4.83	2.17	2.65
青年运河灌区	19	南夏支渠	扩建	灌排结合	4.84	1.18	3.66
青年运河灌区	20	百龙支渠	恢复	灌排结合	5.84	0.81	5.03
青年运河灌区	21	水南支渠	加固改造	灌排结合	5.33		5.33

青年运河灌区	22	树头水渠	加固改造	灌排结合	7.34		7.34
罗马坛水库灌区	23	右干渠	加固改造	灌排结合	5.52	0.00	5.52
官田水库灌区	24	官田干渠	加固改造	灌排结合	7.43	3.81	3.62
	25	苏二干渠	加固改造	灌排结合	2.97		2.97
	26	苏二支渠 1	恢复	灌排结合	2.55		2.55
	27	苏二支渠 2	恢复	灌排结合	2.57		2.57
	28	西库西干渠	加固改造	灌排结合	4.58	2.64	1.95
	29	卜巢干渠	加固改造	灌排结合	2.43	0.08	2.36
	30	卜巢支渠	恢复	灌排结合	1.63	0.00	1.63
北松水库灌区	31	主干渠	加固改造	灌排结合	10.13	3.44	6.69
北松水库灌区	32	禄尾干渠	加固改造	灌排结合	4.24	1.44	2.81
合计					198.45	28.57	169.89

2.7.8 工程建设规模

2.7.8.1 灌区规模

雷州半岛灌区设计灌溉面积 475 万亩，根据地形地势、原有灌区布置等因素，划分为 3 片区 9 个灌域 18 个灌片，所有灌片灌溉水源均为当地现有水源以及本工程水源鹤地水库和环北工程补水。其中自流灌溉面积 299 万亩，提水灌溉面积 176 万亩；设计灌溉面积 475 万亩中，现有水利工程保灌面积 162 万亩，本项目改善灌溉面积 58 万亩、恢复灌溉面积 93 万亩、新增灌溉面积 162 万亩。

表2.7-12 雷州半岛灌区灌溉规模表

序号	片区	灌域	灌片	灌溉面积 (万亩)	保灌面积 (万亩)	改善灌溉面积 (万亩)	恢复灌溉面积 (万亩)	新增灌溉面积 (万亩)	自流灌溉面积 (万亩)	提水灌溉面积 (万亩)
1	雷北片	青年运河灌域	青年运河灌片	200.1	91.8	11.2	58.2	38.9	170.0	37.3
2			东洋灌片	12.6	3.7	1.8	7.1		7.1	5.5
3			塘麻灌片	3.7	0.6	2.8	0.3		3.8	0.0
4			土田灌片	8.0	3.3	3.2	1.5		8.0	0.0
5			杨柑灌片	5.8	0.9	3.2	1.7		5.7	0.0
6		岭北灌域	岭北灌片	38.1	7.5	2.0	2.7	25.9	12.3	25.8
7	小计			268.3	107.8	24.2	71.5	64.8	199.7	68.6
8	西南片	龙门灌域	龙北灌片	13.7	0.6	1.3	0	11.8	4.1	9.61
9			龙东灌片	6.5	0	0.1	0	6.4	2.0	4.56
10			龙门灌片	22.3	9.0	4.1	3.0	6.2	15.0	7.25
11		英利灌域	英利灌片	8.2	0	1.5	0	6.7	0.1	8.12
12			大湾灌片	5.2	1.6	0.1	0	3.5	3.4	1.74
13		余庆桥灌域	余庆桥灌片	14.2	2.2	3.3	2.2	6.5	3.8	10.36
14			合溪灌片	3.9	2	0	1.9	0	2.7	1.14
15			鲤三灌片	10.6	5.6	0.5	2.8	1.7	9.3	1.35
16		大水桥灌域	大水桥灌片	17.7	10.1	1.5	4.9	1.2	10.7	7.04
17	小计			102.3	31.2	12.4	14.8	43.9	51.1	51.2
18	东南片	西洋灌域	西洋片	11.0	8.0	0	3.0	0	9.5	1.5
19		调东灌域	调东片	40.0	4.2	8.2	2.7	24.9	15.2	24.8
20		南北渠灌域	南北渠东片	53.5	11.2	13.5	0.9	27.9	23.0	30.4
21	小计			104.5	23.4	21.7	6.6	52.8	47.8	56.7
21	合计			475.1	162.4	58.3	92.8	161.6	298.7	176.4

2.7.8.2 设计取水流量

灌区灌溉供水由当地水源工程和外引水源工程共同完成，在灌区水量平衡分析中充分考虑当地水源的削峰作用，各取水口设计流量根据控制范围内的需水流量、当地水源供水和外引水源供水关系综合分析后确定。其中需水流量根据灌区的灌溉面积、设计灌水率、灌溉水利用系数以及其他综合用水来确定。对于没有当地水源工程的灌片，设计流量直接等于需水流量。对于有当地水源工程的灌片，则需要进行平衡分析计算分区口设计流量，当地水源工程的供水能力分析采用典

型年法进行，并通过长系列水量平衡成果进行复核分析。

雷北设计灌溉面积 268.3 万亩，主要由青年运河灌域和岭北灌域组成，利用现状雷州青年运河六大运河作为骨干输水通道，在此基础上延伸恢复新增灌溉面积，取水流量为 $108\text{m}^3/\text{s}$ 。

雷西南规划灌溉面积 102.3 万亩，主要由龙门灌域、英利灌域、余庆桥灌域和大水桥灌域组成，依托环北部湾广东水资源配置工程湛江分干线，在满足原城乡供水及现状中型灌区补水的任务后，充分利用湛江分干线富余输水能力，连通龙门、余庆桥、三阳桥、大水桥等大中型水库，挖掘水库群调蓄能力，发展灌溉面积，取水流量为 $13\text{m}^3/\text{s}$ 。

雷东南规划灌溉面积 104.5 万亩，主要由西洋灌域、调东灌域和南北渠灌域组成，西江水与鹤地水源可利用主运河、西运河、西运河与南渡河连通工程输送至南渡河，通过新建南渡河泵站及雷东南干管提水送至南北渠，解决东南片区现状缺水并发展新增灌溉面积，其中西运河至南渡河的引水流量为 $13\text{m}^3/\text{s}$ ，工程在南渡河取水流量为 $13.9\text{m}^3/\text{s}$ 。

2.7.8.3 输水工程设计流量

各级输水管道设计流量应根据各级管道控制范围内的需水流量，对当地水源供水和外引水源供水的关系进行综合分析后确定。各主要管道节点设计流量见表 2.7-13。

表2.7-13 主要渠(管)道节点设计流量分析成果表

序号	工程名称	起止点位置		流量(m³/s)		备注
		起点	终点	设计流量	加大流量	
一	雷北片					
1	雷州青年运河	主运河		108	119	
2		四联河		16.3	19.5	
3		东海河		11.6	14	
4		西海河		12.2	14.7	
5		东运河		19.6	23.5	
6		西运河		32.2	37.1	
二	雷西南片					
1	湛江分干线	港西工作井	龙门水库	13	/	
2		龙门水库	英利分水口	10	/	
3		英利分水口	大水桥水库	7	/	
三	雷东南片					
1	西运河与南渡河连通工程	西运河	南渡河	13		
2	雷东南干管	花桥河	雷东高位水池	13.9		
3		雷东高位水池	迈生水库	13.9		
4		迈生水库	调风高位水池	15		
5		调风高位水池	大田沟水库	12		
6	南北渠	大田沟水库	新建和锦支管 A	8.2	10.3	
7		新建和锦支管 A	和锦分干管 B	7.3	9.1	
8		和锦分干管 B	和锦支管 C	7.0	8.8	
9		和锦支管 C	柑园水库	5.9	7.4	
10		柑园水库	和锦支管 D	7.0	8.8	
11		和锦支管 D	锦南分干管	6.6	8.3	
12	南北渠	锦南分干管	石海水库	4.8	6.2	
13		石海水库	下洋分干 A	7.4	9.3	
14		下洋分干 A	前山支管 A	4.7	6.1	
15		前山支管 A	前山支管 B	3.5	4.6	
16		前山支管 B	龙塘支管 A	3.1	4.0	
17		龙塘支管 A	龙塘分干管 B	2.9	3.8	
18		龙塘分干管 B	龙塘支管 C	1.9	2.5	
19		龙塘支管 C	龙塘支管 D	1.6	2.1	
20		龙塘支管 E	南海支管 A	0.8	1.1	
21		南海支管 A	大水桥水库	0.5	0.7	

注：表中设计流量为渠(管)头部设计流量。

2.7.8.4 泵站建设规模

雷州半岛灌区提水泵站建设内容主要为建设 40 座泵站，其中新建 38 座，重建 2 座，总设计流量为 65.81m³/s，泵站总装机 68654kW。各提水泵站规模成果见表 2.7-14。

表2.7-14 雷州半岛灌区各提水泵站规模成果表

序号	所属灌域	泵站名称	机组	所属管线	设计流量(m³/s)	泵站总装机(kW)	设计扬程(m)	建设情况
1	青年运河灌域	杨柑泵站		杨柑支管	0.49	110	12.76	新建
2	青年运河灌域	架岭泵站		架岭支管	0.33	60	9.51	新建
3	青年运河灌域	港门泵站		港门支管	0.81	270	19.13	新建
4	青年运河灌域	周义泵站		周义支管	0.34	45	7.31	新建
5	青年运河灌域	石埠泵站		石埠支管	0.44	74	8.87	新建
6	青年运河灌域	英龙仔泵站		英龙仔支管	0.73	225	16.81	新建
7	青年运河灌域	林高泵站		林高支管	0.27	74	16.75	新建
8	青年运河灌域	西村泵站		西村支管	0.6	180	19.1	新建
9	青年运河灌域	崩溪泵站		崩溪支管	0.33	60	11.07	新建
10	青年运河灌域	四联水轮泵		四联水轮泵干渠	0.43	74	8.62	重建
11	青年运河灌域	良垌泵站		良垌支管	0.68	270	23.93	新建
12	青年运河灌域	浦洋水轮泵		浦洋水轮泵干渠	0.26	44	8.83	重建
13	青年运河灌域	马猫泵站		马猫泵站支管	0.33	110	23.14	新建
14	青年运河灌域	太平泵站		太平支管	0.45	110	12.45	新建
15	青年运河灌域	东坡泵站		东坡支管	0.88	270	19.45	新建
16	青年运河灌域	赖宅泵站		赖宅支管 1	1.2	320	16.06	新建
17	青年运河灌域	和尾泵站		和尾支管 1	0.5	150	16.63	新建
18	青年运河灌域	黄铜岭泵站		黄铜岭支管	0.41	320	51.28	新建
19	青年运河灌域	罗笛埗泵站		罗笛埗支管	0.41	400	53.6	新建
20	青年运河灌域	坡头泵站		坡头干管	1.63	320	12.15	
21	岭北灌域	主运河泵站	机组 1	主运河泵站 2#出水管	1.97	630	22.72	新建
	青年运河灌域		机组 2	主运河泵站 1#出水管	0.93	370	24.3	
22	岭北灌域	罗马坛泵站	机组 1	罗马坛水库泵站 1#出水管	2	800	27.02	新建
	岭北灌域		机组 2	罗马坛水库泵站 2#出水管	1.38	1260	56.08	新建
23	岭北灌域	南边洋泵站		南边洋水库泵站出水管	0.75	270	20.67	新建
24	岭北灌域	东海河	机组 1	东海河泵站 1#	3.39	6400	87.17	新建

序号	所属灌域	泵站名称	机组	所属管线	设计流量(m³/s)	泵站总装机(kW)	设计扬程(m)	建设情况
		泵站		出水管				
	岭北灌域		机组 2	东海河泵站 2# 出水管	0.51	500	62.46	新建
25	龙门灌域	龙门河泵站	01 机组	龙北干管	3.42	7200	98.78	新建
	龙门灌域		02 机组	龙门 B 干管	0.79	1120	90.43	新建
26	龙门灌域	龙东片泵站		龙东干管	2.09	1800	58.11	新建
27	龙门灌域	龙门 A 片泵站	机组 1	龙门 A 分干管 A	0.21	180	44.93	新建
	龙门灌域		机组 2	龙门 A 分干管 B	0.3	180	31.43	新建
28	龙门灌域	龙门 C 片泵站		龙门 C 干管	1.13	1000	55.45	新建
29	龙门灌域	龙门 D 片泵站	01 机组	龙门 D 干管 A	0.82	800	60.47	新建
	龙门灌域		02 机组	龙门 D 干管 B	0.29	150	27.63	新建
30	英利灌域	迈克片泵站		迈克干管	0.37	220	33.9	新建
31	英利灌域	大湾片泵站		大湾干管	0.75	750	48.25	新建
32	调东灌域	南渡河泵站		雷东南干管	13.9	11200	49.75	新建
33	调东灌域	迈生南泵站	01 机组	雷东南干管	15	28000	102.07	新建
	调东灌域		02 机组	调东分干管 D	0.95	1000	55.57	新建
34	调东灌域	迈生北泵站	01 机组	调东分干管 B	1.15	400	26.79	新建
	调东灌域		02 机组	调东分干管 C	0.45	264	28.9	新建
35	南北渠灌域	龙托水库扩灌泵站	01 机组	龙托水库扩灌支管 A	0.17	60	27.17	新建
	南北渠灌域		02 机组	龙托水库扩灌支管 B	0.32	90	19.44	新建
36	南北渠灌域	风桥水库扩灌泵站		风桥扩灌支管	0.72	264	26.52	新建
37	南北渠灌域	和锦 01 泵站		和锦分干管 A 支管 B	0.16	90	32.77	新建
38	南北渠灌域	和锦 02 泵站		和锦支管 D 分支管 A	0.1	30	18.58	新建

序号	所属灌域	泵站名称	机组	所属管线	设计流量(m ³ /s)	泵站总装机(kW)	设计扬程(m)	建设情况
39	南北渠灌域	和锦 03 泵站		和锦支管 D 分支管 B	0.1	30	19.82	新建
40	南北渠灌域	邓村泵站		下洋支管 A	0.17	110	40.58	新建
合计					65.81	68654	1665.21	

2.8 主要建设内容

主要建设内容主要介绍具有具体工程设施和工程量的输水工程、提水工程、排水工程。工程总体布局中的水源工程和调蓄工程主要是利用现有的水利工程进行统筹布局，其涉及新建的工程设施纳入到输水工程、提水工程、排水工程中，如水源工程中的提水泵站，统一放在提水工程中进行介绍，调蓄工程中调蓄水库涉及新建交水点或者入库管道的，归并在输水工程中介绍。

2.8.1 雷北片区工程建设内容

2.8.1.1 雷北片区工程布置

雷北片区位于雷州半岛北部，南渡河以北，共涉及湛江市廉江市、遂溪县、吴川市、坡头区、麻章区、雷州市等 6 个县(市、区)，利用现状雷州青年运河灌区六大运河作为雷州半岛灌区工程核心输水通道，负责雷北片区 268.3 万亩设计灌溉面积的灌溉输水及鹤地水库向雷南片区输水的重要任务。

雷北片区设计灌溉面积为 268.3 万亩，其中保灌面积 107.9 万亩，改善灌溉面积 24.2 万亩，恢复灌溉面积 71.5 万亩，新增灌溉面积 64.8 万亩。雷北片区利用青年运河灌区六大运河作为输水总干渠，通过六大运河骨干输水系统向外辐射延伸，改善现状灌面并通过挖掘水库群调蓄能力进一步发展新增灌面，共包含 2 个灌域(青年运河灌域和岭北灌域)，改善 16 个现状灌区(雷州青年运河灌区、罗马坛水库灌区、志满水库灌区、山内水库灌区、塘缀灌区、麻文灌区、曲溪水库灌区、东洋灌区、旧庙海围灌区、元宵屋水闸灌区、牛牯海围灌区、土乐水库灌区、田西水库灌区、恭坑水库灌区、新坡水库灌区和官田水库灌区)。

雷北片区共新建泵站 22 座，新建干管、分干管 24 条，支管、分支管 171 条。雷北片区工程总体布置如下：

鹤地水库为本工程的核心灌溉水源，灌溉原水沿雷州青年运河主运河顺流而下，沿线分水灌溉。主运河全长 78.055km，沿途通过加固改造及恢复现状干支渠实现青年运河灌域主运河片现状灌面的自流覆盖；主运河片东侧灌面控制高程约为 60m，通过新建提水泵站从主运河取水采用新建骨干管道工程输水灌溉。在主运河廉江扶岭东(主运河 17+630)左侧分水至四联河，四联河全长 38.141km，通过恢复和改扩建现状干支渠实现青年运河灌域四联河片现状灌面自流覆盖；对于局部高地新增提水泵站从四联河及相关渠道提水灌溉。在主运河廉江市新民镇三角山(主运河 32+777)左侧分水至东海河，东海河全长 54.970km，通过恢复及改扩建现状干支渠实现青年运河灌域东海河片自流覆盖。在主运河廉江市中南村(桩号 37+884)右侧分水至西海河，西海河全长 14.292km，通过恢复及改扩建现状干支渠实现青年运河西海河片自流覆盖。在主运河末端遂溪县城月镇实荣东闸(桩号 77+800)后分为东、西运河，其中东运河全长 36.053km，西运河全长 51.68km，通过新建渠道、恢复渠道和改扩建现状干支渠实现青年运河灌域东运河片、西运河片自流覆盖；对东西运河周边控制高程约为 40m 的广大自流无法覆盖的区域新增提水泵站分散提水灌溉。

岭北灌域位于主运河与东海河之间，涉及遂溪县岭北镇、城月镇、建新镇、洋青镇、麻章镇、遂城镇及广前农场周边广大灌面，采用分散取水灌溉方案，分别在主运河桩号 55+950 和东海河 35+282 渠道边上设置提水泵站灌溉灌域内控制高程 100m 以下的灌片。

2.8.1.2 雷北片区工程建设内容

雷北片区主要建设内容包含输水工程、提水工程和排水工程三部分。其中输水工程包含取水口、新建骨干管道、新建骨干渠道、加固改造及改扩建和恢复现状骨干渠系等四部分；提水工程主要包含为新建提水泵站和重建提水泵站；排水工程主要为加固改造现状灌排结合渠道。工程建设内容主要包括：

(1) 输水工程

1) 新建骨干管道 195 条，管径为 DN315~DN1800，总长 554.20km。其中，

干管 19 条，总长 62.48km；分干管 5 条，总长 33.00km；支管 94 条，总长 273.62km；分支管 77 条，总长 185.10km。新建管道附属建筑物 2728 座，其中包含新建取水塔 2 座，阀井 2702 座，出水池 24 座。

其中，岭北灌域岭北片干管 B、C、D 及其支管、分支管等 29 条管道总长 89.76km 已纳入雷州半岛灌区工程施工准备工程实施，《雷州半岛灌区工程施工准备工程实施方案》已经由广东省水利厅以粤水农水农电函〔2025〕1590 号文正式批复，不再纳入本次评价。

剔除准备工程内容后，雷北片区新建骨干管道 166 条，总长 464.44km，其中干管及分干管 21 条，总长 74.23km，支管及分支管 145 条，总长 390.21km。

2) 新建骨干渠道 4 条，总长 22.29km，均为支渠。涉及新建渠系建筑物共 133 座。

3) 加固改造及改扩建和恢复现状骨干渠系共 116 条，总长 770.39km。其中干渠 66 条，线路总长 548.16km；支渠 50 条，线路总长 222.22km。其中，直接利用渠段长度 75.08km，加固改造渠段长度 380.73km，延伸恢复渠段长 268.36km；扩建渠段长 46.22km。涉及各类渠系建筑物共 4075 座，其中直接利用 630 座，新建 1907 座，维修加固 8 座，拆除重建 1514 座，拆除 16 座。

(2) 提水工程

新建提水泵站 22 座，总装机功率 13598kW；重建提水泵站 2 座，总装机功率 118kW。其中，水库提水泵站 2 座，总装机功率 2330kW；渠道提水泵站 22 座，总装机功率 11386kW。

(3) 排水工程

根据工程排水布局，排水工程主要建设内容为加固改造、扩建灌排结合渠道，共 30 条，总长 184.08km，与输水工程中加固改造、扩建及恢复渠道合并建设。

雷北片区工程总布置图见附图。

2.8.2 雷西南片区工程建设内容

2.8.2.1 雷西南片区工程布置

雷西南片区位于雷州半岛南部以西，覆盖湛江市雷州市南渡河的雷州西边及

徐闻西边的区域，共涉及湛江市雷州市和徐闻县 2 个县(市、区)。雷西南片区是利用湛江分干线作为雷西南片区的核心输水通道，连通龙门、余庆桥、三阳桥、鲤鱼潭、大水桥等水库，挖掘水库群调蓄能力，发展灌溉面积，负责雷西南片区 102.3 万亩设计灌溉面积的灌溉输水重要任务。

雷西南片区利用湛江分干线作为输水总干管，通过分干线沿线连通的 5 座节瓜水库及其预留分水口，形成以水库互联互通为核心的完整灌溉网络向外辐射延伸，改善现状灌面并通过挖掘水库群调蓄能力进一步发展新增灌面，对雷州、徐闻境内湛江分干线沿线及其节瓜水库附近的区域发展灌片，共包含 4 个灌域(龙门灌域、英利灌域、余庆桥灌域、大水桥灌域)，下设 9 个灌片(龙北灌片、龙门灌片、龙东灌片、英利灌片、大湾灌片、余庆桥灌片、合溪灌片、鲤三灌片、大水桥灌片)。雷西南片区设计灌溉面积为 102.3 万亩，保灌面积为 31.2 万亩，改善灌溉面积为 12.4 万亩，恢复灌溉面积 14.8 万亩，新增灌溉面积 43.9 万亩。

龙门灌域主水源为龙门水库，共包含 3 个灌片，分别为龙北灌片、龙门灌片、龙东灌片。其中龙北灌片位于龙门河北侧和南侧，各灌片地形呈高台地向四周逐渐降低，高程约为 5~110m，在龙门河滩头水陂上游右岸新建提水泵站，泵站取水流量为 $4.21\text{m}^3/\text{s}$ ，通过埋设管道将源水输送至灌面；龙门灌片位于龙门水库现状干渠附近地势较高地块，高程约为 5~95m，复核并利用龙门灌区现状干渠的过流能力，分别在龙门水库灌区主干渠和南干渠沿线新建提水泵站 3 座，通过埋设管道将源水加压输送至各灌面；龙东灌片位于龙门水库东北侧，灌片地形呈丘陵间隔平坦阶地，高程约为 50~80m，在龙门水库主坝右侧库岸新建提水泵站，泵站取水流量为 $2.09\text{m}^3/\text{s}$ ，通过埋设管道将源水加压输送至灌面。

英利灌域共包含 2 个灌片，分别为英利灌片及大湾灌片。其中英利灌片位于湛江分干线英利高位水池两侧地块，灌片地形南高北低，高程约为 60~120m，通过英利高位水池分水口接出管道，向南北两侧埋设管道将源水有压重力流输送至输送至各灌面，同时在末端分出一条岔管利用闲时裕度向大湾水库补水($0.35\text{m}^3/\text{s}$)；大湾灌片位于大湾水库西南侧及迈克水库东北侧之间区域，灌片地形北高南低，高程约为 30~78m，大湾水库(死水位 44.74m)地势较高，与迈克水库(死水位 25.16m)为上下游水库关系，在大湾水库(取水流量 $0.75\text{m}^3/\text{s}$)及迈克水库(取水流量 $0.37\text{m}^3/\text{s}$)

各新建 1 座提水泵站，通过埋设管道将源水加压输送至灌面，其中大湾水库泵站覆盖地势较高区域，实现高水高用，低水低用。

余庆桥灌域共包含 3 个灌片，分别为余庆桥灌片、合溪灌片及鲤三灌片。其中余庆桥灌片位于余庆桥水库西南侧，拟采用余庆桥水库作为水源，灌片地形呈丘陵起伏间隔平坦阶地，高程约为 25~75m，在余庆桥水库左坝肩新建取水塔，取水流量为 $2.40\text{m}^3/\text{s}$ ，通过埋设管道将源水有压重力流输送至灌面；合溪灌片主要为现状灌区改造，通过在湛江分干线桩号 ZJ155+734 处新建补水管道+恢复和改扩建现状干支渠进行自流覆盖；鲤三灌片位于三阳桥水库现状西干渠西南侧，拟采用三阳桥水库作为水源，灌片地形呈东北高、西南低的趋势，高程约为 36m~66m，复核并利用三阳桥灌区西干渠的过流能力，分别在西干渠桩号 K10+250 处(取水流量 $0.18\text{m}^3/\text{s}$)新建 1 条管道，将源水通过有压重力流输送至灌面。

大水桥灌域共包含 1 个灌片，为大水桥灌片。新增灌面位于大水桥水库现状干支渠附近区域较为零散地块，各地块面积均小于 3 千亩，拟采用大水桥水库作为水源。

2.8.2.2 雷西南片区工程建设内容

雷西南片区主要建设内容包含输水工程、提水工程两部分。其中输水工程为取水口、新建骨干管道、新建骨干渠道及续建配套渠道等；提水工程为新建提水泵站。工程建设内容主要包括：

(1) 输水工程

1) 新建取水塔 1 座。雷西南片区新建取水塔一座，位于余庆桥水库，为余庆桥片的取水口。余庆桥取水塔布置于余庆桥水库大坝左坝肩，取水塔进水方式为正向进水，主要由引渠段、拦砂槛（进口）段、进水塔、工作桥、输水涵管组成。

2) 新建骨干管道 121 条，均为新建，管径为 DN315~DN1800，总长 365.42km，其中干管 6 条，总长 34.46km；分干管 10 条，总长 36.09km；支管 61 条，总长 175.83km；分支管 44 条，总长 117.04km。新建管道附属建筑物 1735 座，其中流量计井 116 座，调流阀井 103 座，检修阀井 290 座，排气阀井 459 座，排泥阀井 341 座，高位水池 3 座、出水池 10 座、调压塔 1 座、分水阀井 412 座。

3) 新建骨干渠道 1 条，总长 4.22km，均为支渠。涉及渠系建筑物共 56 座。

雷西南片区新增灌面中共有 1 条输水线路采用无压重力流明渠的型式，为龙门 E 片支渠，从龙门水库灌区西干渠渠道末端取水，设计流量 $0.12\text{m}^3/\text{s}$ ，加大流量 $0.16\text{m}^3/\text{s}$ 。

4) 续建配套渠道共包含 8 条，总长 47.19km；其中干渠 4 条，线路总长 38.41km；支渠 4 条，线路总长 8.79km。其中，加固改造渠道长度 19.54km，恢复渠道长度 27.65km；涉及渠系建筑物共 219 座，其中，拆除重建 60 座，新建 159 座。

(2) 提水工程

新建提水泵站 7 座，总装机功率 13400kW。其中，水库提水泵站 3 座，渠(河)道提水泵站 4 座。

雷西南片区工程总布置图见附图。

2.8.3 雷东南片区工程建设内容

2.8.3.1 雷东南片区工程布置

雷东南片区位于雷州半岛南部以东，覆盖湛江市雷州市南渡河以南花桥水至大田沟水库以东、徐闻县南北渠东片的区域，共涉及湛江市雷州市和徐闻县 2 个县(市、区)。雷东南片区是通过青年运河主运河、西运河输水，在西运河分水至南渡河，并从南渡河提水，新建雷东南干管覆盖调东灌域，雷东南干管输水至大田沟水库后，利用南北渠输水覆盖南北渠灌域，负责雷东南片区 104.5 万亩设计灌溉面积的重要输水任务。

雷东南片区利用青年运河主运河、西运河输水，通过新建西运河至南渡河的连通工程（长 7.93km），从西运河引水 $13.0\text{m}^3/\text{s}$ 至南渡河，再通过花桥河与南渡河连通水渠将南渡河水引至花桥河，从花桥河右岸取水口取水，取水后经过取水口后管道有压重力流输水至南渡河泵站前池，再经南渡河泵站提水输送至南侧的迈生水库，利用迈生水库调蓄，形成南渡河—迈生水库—大田沟水库的输水轴线，再利用起点为大田沟水库、终点为大水桥水库的南北渠输水并沿东侧布置自压管道，形成灌溉输水网络。

雷东南片区在南渡河支流花桥河河畔取水并通过新建输水干管及加固利用南北渠，沿线串联迈生水库、红心楼水库、大田沟水库、柑园水库、石海水库等在线调蓄水库，形成灌区输水总轴线，充分挖掘灌区内水库群调蓄能力，并向周围灌片延伸建立骨干输水系统，辐射灌溉发展新增灌片并改善现状灌区，划分为西洋灌域、调东灌域和南北渠灌域 3 个灌域，主要改善的现状中型灌区包括西洋灌区、红心楼水库灌区、迈生水库灌区、石林岭水库灌区、北松水库灌区及迈胜水库灌区。雷东南片区设计灌溉面积为 104.5 万亩，西洋灌域为 11 万亩，调东灌域为 40 万亩，南北渠灌域为 53.4 万亩；其中保灌面积为 23.4 万亩，改善灌溉面积为 24.7 万亩，恢复灌溉面积 3.6 万亩，新增灌溉面积 52.8 万亩。

调东灌域：南渡河右岸距离南渡河水闸 0.8km 位置有一连通花桥河的花桥水渠，通过对花桥水渠 1.72km 整治，将南渡河水引至花桥河，在距离花桥河水闸约 1.5km 的花桥河右岸设雷东南片取水口，取水流量为 $13.9\text{m}^3/\text{s}$ ，取水后通过 0.6km 管道引水至新建南渡河泵站前池，从南渡河泵站出水池通过 7.6km 管道将水输送至南渡河泵站南面的迈生水库(中型)，以迈生水库作为调蓄水库继续向周围的灌片及大田沟水库输水，从迈生水库北侧设置迈生北泵站提水覆盖泵站东、西两侧的新增灌面，往西面新建调东分干 C 覆盖灌溉 40~50m 高程灌面，在迈生水库南面布置的迈生南泵站采用两组机组合建，第一路为调东分干管 D 往西面为低扬程机组，用于灌溉迈生水库西边~三合水库之间的灌面，灌面高程 60~70m，第二路为雷东南干管往南面的高扬程机组，通过新建雷东南干管(长 20.70km)往南边的大田沟水库的方向输水。

南北灌域：雷东南输水干管交水到大田沟水库，以大田沟水库作为南边南北渠灌域的水源地，经大田沟水库调蓄后，给南北渠输水 $8.2\text{m}^3/\text{s}$ (设计流量)，形成从南渡河~迈生水库~南北渠~渠下灌面和水库的灌溉网络，从大田沟水库自北向南接大水桥水库，全长 84.4km，为南北渠灌域的关键输水干线，原输水能力为 $15\text{m}^3/\text{s}$ ，利用南北渠的地理和高程优势沿南北渠东侧布置锦分干管 C、和锦支管 D、锦南分干管、下洋分干管等 13 条自压管道及 1 条泵压管道(下洋支管 A)覆盖贯通整个南北渠灌域，利用南北渠布置的管道，同时通过给南岸水库、上坑水库、桐

益水库、龙托水库、北松水库、迈胜水库、黄定水库等补水。

西洋灌域主要为现有的西洋灌区，已进行续建配套建设，本次仅作水力联系，无具体工程建设内容。



图2.8-1 西运河连通工程及南渡河泵站位置示意图

2.8.3.2 雷东南片区工程建设内容

雷东南片区主要建设内容包含输水工程、提水工程和排水工程三部分。其中输水工程为新建骨干管道和加固改造、扩建现状干支渠两部分；提水工程主要为新建提水泵站；排水工程主要为加固改造现状灌排结合渠道。工程建设内容主要包括：

(1) 输水工程

1) 新建西运河与南渡河连通工程, 总长 7.93km。涉及各类渠(河)道建筑物共 18 座, 其中新建 3 座, 拆除重建 15 座。

2) 新建骨干管道 186 条, 管径为 DN300~DN3400, 总长 510.82km, 其中干管 2 条, 包括花桥河取水口~迈生水库段及迈生水库~大田沟水库段干管, 总长 28.89km; 分干管 17 条, 总长 105.93km; 支管 87 条, 总长 221.20km; 分支管 80 条, 总长 154.81km。新建管道附属建筑物 2617 座, 阀井 2607 座, 出水池 9 座, 高位水池 1 座。

3) 现有骨干渠系加固改造、扩建及恢复共 14 条, 线路总长 139.98km, 涉及各类渠系建筑物共 526 座, 其中直接利用 193 座, 新建 77 座, 维修加固 60 座, 拆除重建 194 座, 拆除 2 座。

(2) 提水工程

新建提水泵站 9 座, 总装机功率 41538kW。其中, 新建水库提水泵站 3 座, 总装机功率 29774kW; 管(渠)道提水泵站 5 座, 总装机功率 564kW; 河道提水泵站 1 座, 总装机功率 11200kW。

(3) 排水工程

根据工程排水布局, 排水工程主要建设内容为加固改造灌排结合渠道, 共 2 条, 总长 14.37km (含直接利用段), 与输水工程合并建设。

雷东南片区工程总布置图见附图。

2.8.4 雷州半岛灌区工程建设内容汇总

本工程建设内容包含输水工程、提水工程、排水工程 3 部分。输水工程内容包含新建管道工程、新建连通渠道、新建及恢复渠道工程、渠道加固改造及扩建工程; 提水工程主要包含水库提水泵站、河道提水泵站和渠道提水泵站, 排水工程为加固改造灌排结合渠道。工程建设内容主要包括:

(1) 输水工程

输水工程总长度为 2332.68km, 涉及各类管道、渠道共 617 条, 具体分类如下:

① 新建管道 473 条 (不含准备工程), 总长 1340.68km。其中干管及分干管

56 条，长度 281.60km；支管及分支管 417 条，长度 1059.09km；

② 连通工程 1 条，即西运河至南渡河的连通工程，通过扩建现有渠道连接西运河与南渡河，总长 7.93km；

③ 新建渠道 5 条，总长 26.51km。其中雷北片区 4 条，长 22.29km；雷西南片区 1 条，长 4.22km。

④ 加固改造、扩建、恢复渠道以及直接利用的渠道 138 条，总长 957.56km。

输水工程各类渠系建筑物共 12111 座，其中新建渠系建筑物 9419 座，改造及重建 1851 座，拆除 18 座，直接利用 823 座。

(2) 提水工程

新建（重建）泵站 40 座，总装机 68654kW。其中水库提水泵站 8 座、河道提水泵站 2 座、渠(管)道提水泵站 30 座。40 座泵站中，新建泵站 38 座，重建 2 座。

(3) 排水工程

加固改造灌排结合渠道 32 条，总长度 198.45km（含直接利用），与工程改扩建现状干支渠合并建设(长度已统计入输水工程中)。

雷州半岛灌区工程建设内容汇总表见表 2.8-1，各片区新建骨干管道渠道、提水泵站及加固改造渠道的基本情况汇总表见附表。

表2.8-1 雷州半岛灌区工程建设内容汇总表

工程类型				雷北	雷西南	雷东南	合计	备注
输水工程	新建管道	新建管道小计	数量(条)	166	121	186	473	不含准备工程建设内容
			长度(km)	464.44	365.42	510.82	1340.68	
		干管/分干管	数量(条)	21	16	19	56	
			长度(km)	74.23	72.55	134.82	281.60	
		支管/分支管	数量(条)	145	105	167	417	
			长度(km)	390.21	292.87	376.01	1059.09	
	新建渠道	新建渠道	数量(条)	4	1	0	5	
			长度(km)	22.29	4.22	0	26.51	
	连通工程	连通工程	数量(条)			1	1	通过扩建现有渠道连接西运河与南渡河
			长度(km)			7.93	7.93	
	加固改造	加固改造渠道	数量(条)	116	8	14	138	含加固改造、扩建和恢复渠道，以及直接利用渠道 91.49km
			长度(km)	770.39	47.19	139.98	957.56	
	渠(管)系建筑物	新建	数量(座)	4769	1951	2699	9419	
		改造及重建	数量(座)	1522	60	269	1851	
		拆除	数量(座)	16	0	2	18	
		直接利用	数量(座)	630	0	193	823	
		小计	数量(座)	6937	2011	3163	12111	

	输水工程小计	数量(条)	286	130	201	617	不含渠系建筑物
		长度(km)	1257.12	416.83	658.73	2332.68	
提水工程	水库泵站	数量(座)	2	3	3	8	
		装机容量(kw)	2330	2770	29774	34874	
	渠(管)道提水泵站	数量(座)	22	3	5	30	
		装机容量(kw)	11386	2310	564	14260	
	河道提水泵站	数量(座)	0	1	1	2	即水源工程中的南渡河泵站及龙门河泵站
		装机容量(kw)	0	8320	11200	19520	
	小计	数量(座)	24	7	9	40	
		装机容量(kw)	13716	13400	41538	68654	
排水工程	加固改造灌排结合渠道	数量(条)	30	0	2	32	已包含在输水工程中
		长度(km)	184.08	0	14.37	198.45	

2.8.5 水工建筑物设计

由于本工程建筑物数量多，无法一一介绍，因此，仅对每个类别的工程选择代表性的建筑物进行介绍。

2.8.5.1 新建骨干管道

新建骨干管道 473 条（不含准备工程），总长 1340.68km。其中干管及分干管 56 条，长度 281.60km；支管及分支管 417 条，长度 1059.09km。

本工程新建骨干输配水管道埋管主要以放坡开挖为主，穿铁路、高速、国道、省道、高地形区域和大型河沟采用顶管，其中小管径(0.8m 及以下)穿越省道、高地形区域和大型河沟采用水平定向钻。管道顶部覆土厚度不小于 1.5m。

（1）雷北青年运河灌域主运河片豆坡干管

豆坡干管起点接主运河泵站豆坡出水池，泵站设计扬程 31.27m，泵站出水管水压线高程为 57.55m，豆坡泵站最低运行水位为 57.55m，管道首部设计输水流量为 $1.11\text{m}^3/\text{s}$ ，输水流量区间为 $0.31\text{m}^3/\text{s}\sim 1.11\text{m}^3/\text{s}$ ，管径根据流量分段分为 1m、0.9m、0.8m 和 0.6m，整段采用压力流供水。管道中心线高程 20m~37m，沿线共包含 1 处顶管段，S374 省道，顶管段管顶覆土厚度均大于 3m，其余段管顶覆土厚度为 1.5m~3m，管道穿越丘陵地貌，存在一定起伏，管道纵剖面呈 W 型。

（2）雷北青年运河灌域主运河片马猫支管

马猫支管接马猫泵站出水管，泵站设计扬程 17.92m，泵站出水管水压线高程为 50.3m，泵站出水池设计运行水位为 50.3m，管道首部设计输水流量为 $0.33\text{m}^3/\text{s}$ ，管径为 0.6m，整段采用压力流供水。马猫支管中心线高程 34.00m~48.00m，沿线管顶覆土厚度为 1.2m~2.5m，管道穿浅丘地形，存在一定起伏，纵剖面总体呈逐渐下降斜坡状。

2.8.5.2 新建渠道

本工程新建渠道 5 条，总长 26.51km；其中雷北片区新建渠道 4 条，位于青年运河灌域西运河片，总长 22.29km；雷西南片区 1 条，长 4.22km。

（1）青年运河灌域西运河片泉水支渠

泉水支渠在草潭干渠桩号 17+500 处分水，为灌溉渠道，灌溉设计流量为 $0.71\text{m}^3/\text{s}$ ，加大流量为 $0.95\text{m}^3/\text{s}$ 。渠道采用重力自流方式输水，起点位于担塘村，终点位于调吞村泉水眼，总体走向为自南向北，基本沿等高线布置，渠道长度 6.57km。沿线布置各类建筑物 37 座。

(2) 青年运河灌域西运河片天德支渠

天德支渠在草潭干渠桩号 20+600 处分水，为灌溉渠道，灌溉设计流量为 $0.81\text{m}^3/\text{s}$ ，加大流量为 $1.09\text{m}^3/\text{s}$ 。渠道采用明渠自流方式引水，起点位于松柏村，终点位于天德村，总体走向为自东南向西北，基本沿等高线布置，渠道长度 5.08km。沿线布置各类建筑物 26 座，其中泄(退)水闸 1 座、公路桥及机耕桥 9 座、涵洞式分水闸 14 座、输水涵 2 座、倒虹吸 1 座。

(3) 青年运河灌域西运河片下里支渠

下里支渠在港门支渠桩号 8+360 处分水，为灌溉渠道，灌溉设计流量为 $0.45\text{m}^3/\text{s}$ ，加大流量为 $0.60\text{m}^3/\text{s}$ 。渠道采用明渠自流方式引水，起点位于北坡村，终点位于三合村，总体走向为自北向南，渠道长度 3.74km。沿线布置各类建筑物 25 座，其中泄(退)水闸 2 座、公路桥及机耕桥 11 座、涵洞式分水闸 7 座、渡槽 1 座、排洪涵洞 1 座、输水涵洞 1 座、倒虹吸 1 座。

(4) 青年运河灌域西运河片枫树支渠

枫树支渠在港门支渠桩号 14+780 处分水，为灌溉渠道，灌溉设计流量为 $0.56\text{m}^3/\text{s}$ ，加大流量为 $0.76\text{m}^3/\text{s}$ 。渠道采用明渠自流方式引水，起点位于西坡村金鸡啼附近，终点位于枫树村枫树塘，总体走向为自北向南，基本沿等高线布置，渠道长度 6.89km。沿线布置各类建筑物 45 座，其中泄(退)水闸 1 座、公路桥及机耕桥 30 座、涵洞式分水闸 9 座、输水涵洞 3 座、倒虹吸 2 座。

(5) 雷西南片龙门 E 片支渠

龙门 E 片骨干输水线路新建 1 条支渠，线路总长 4.22km，采用明渠渠道，矩形断面，基本于灌片中间沿现有道路直线布置。从主干渠渠道末端(高程为 20.3m)取水，设计流量 $0.12\text{m}^3/\text{s}$ ，加大流量 $0.16\text{m}^3/\text{s}$ ，扩灌片内高程为 6m~12m，可自流覆盖龙门 E 片区域。新建渠系建筑物 56 座。

各新建渠道的水力特性见表 2.8-2。

表2.8-2 雷州半岛灌区工程新建渠道断面特性及水力要素表

序号	渠道	桩号		渠长 (km)	设计流量 (m ³ /s)	加大流量 (m ³ /s)	工程措施	设计断面								糙率	设计水深 (m)	备注
	名称	起始	终止					衬砌型式	断面型式	底宽 (m)	渠深 (m)	衬砌高度(m)	边坡	渠道纵坡	渠道超高 (m)			
1	泉水支渠	0+000	6+562	6.562	0.71	0.95	新建	混凝土矩型槽	矩形	1.5	1.5	1.5	0	1/2000	0.31	0.016	0.79	
2	天德支渠	0+000	5+097	5.097	0.81	1.09	新建	混凝土矩型槽	矩形	1.5	1.2	1.5	0	1/1000	0.43	0.016	0.87	
3	下里支渠	0+000	3+741	3.741	0.45	0.60	新建	混凝土矩型槽	矩形	1.2	1.2	1.2	0	1/5000	0.5	0.016	0.70	
4	枫树支渠	0+000	6+887	6.887	0.56	0.76	新建	混凝土矩型槽	矩形	1.2	1.2	1.2	0	1/2000	0.37	0.016	0.83	
5	龙门E片支渠	0+000	0+744	4.218	0.12	0.16	新建	砼衬砌	矩形	1	1	1	0	1/2000	0.3	0.015	0.39	
		0+744	0+818	744	0.12	0.16	新建	砼衬砌	矩形	1	1	1	0	1/200	0.3	0.015	0.39~0.15	
		0+818	2+549	74	0.12	0.16	新建	砼衬砌	矩形	1	1	1	0	1/380	0.3	0.015	0.15~0.17	
		2+549	2+932	1731	0.12	0.16	新建	砼衬砌	矩形	1	1	1	0	1/750	0.3	0.015	0.17~0.29	
		2+932	4+217	383	0.12	0.16	新建	砼衬砌	梯形	0.5	1	1.2	1.5	1/1000	0.3	0.015	0.29~0.26	

2.8.5.3 渠系建筑物

由于渠系建筑物数量众多，本报告主要介绍灌区工程渠系建筑物中的代表性建筑物渡槽。

本工程涉及渡槽 43 座，其中新建 7 座，重建 36 座。

(1) 现有渠道渡槽保留修复设计

部分渡槽虽运行年限已久，仍能正常通水，过流能力满足设计要求，但渡槽伸缩缝处开裂、漏水。渡槽长期漏水会对渡槽下部支墩造成损害，存在安全隐患，同时制约了灌区的用水。因此本次对其进行凿毛抹面，更换止水。

本次灌区对漏水渡槽伸缩缝止水加固，以消除安全隐患。采用粘合式搭接止水，施工时先将旧止水凿除并将接缝处的混凝土表面洗净吹干，用胶粘剂将橡皮止水带粘贴在混凝土上并压紧，表层再回填沥青砂浆防护。

(2) 拆除重建、新建渡槽设计

① 渡槽槽身结构型式与跨度选择

渡槽的结构型式有梁式、拱式、桁架式和拱梁组合式等。本工程不存在窄深山谷地形，地形相对开阔平坦，地质条件一般，为施工方便吊装，因此首选简支梁式渡槽。结合本工程中渡槽布置情况，所处地质条件较好，因此渡槽跨度选用较小跨度，根据实践经验及已建工程统计资料，简支梁式渡槽的常用跨度为 8~15m，本阶段渡槽跨度一般取为 10m。

中、小流量情况下，钢筋混凝土结构的简支梁式渡槽可以采用矩形及“U”型两种断面型式。由于本工程新建骨干渡槽流量很小，在同流量、同跨度情况下，两种断面型式单位投资相差不大，考虑到矩形断面渡槽施工简单方便，因此本阶段续改建渠道上的渡槽根据流量和现有渡槽的型式选择矩形。

渡槽槽身采用悬臂侧墙式钢筋混凝土矩形槽。槽身壁厚为 15~25cm；为防止槽身变形，顶部每隔 2m 设一条拉杆，拉杆尺寸 15×25cm。槽身根据其纵向支承型式分节，在渡槽槽身与上、下游渠道连接处以及各节之间设伸缩缝，缝间采用铜片和聚氯乙烯胶泥止水并采用聚乙烯闭孔泡沫板嵌缝。矩形断面梁式渡槽满槽时槽内水深与水面宽度的比值为 0.6~0.8；矩形断面槽身顶部超高可取槽内水深的 1/12 加 50mm。

支座采用平板橡胶支座，橡胶支座具有较好适应竖向变形、较高抗压强度，良好弹性以及适应剪切变形等各方面的优点，能够同时适应上部结构对水平位移和梁端转动的要求。

② 渡槽支承结构型式

根据渡槽的设计流量、断面尺寸以及支承结构的不同高度，采用不同的支撑结构型式。根据类似工程经验，当渡槽高度小于 20m 时采用单排架，高度介于 20m～35m 时采用双排架。根据本工程渡槽布置情况，槽墩高度小于 20m，因此本工程渡槽支承结构主要采用混凝土单排架+双柱结构型式。

排架立柱纵向尺寸为排架高度的 $1/20 \sim 1/30$ ，横向尺寸约为纵向尺寸的 $1/1.5 \sim 1/2.0$ 。排架横梁的间距为 3.0m，按等间距布置。

渡槽的基础根据地质情况采用独立基础或灌注桩基础，基础承台埋深不小于 2.0m。独立基础地基承载力特征值不小于 150kPa，灌注桩基础桩基长度根据地质条件确定。

③ 进、出口段设计

渡槽进出口渐变段型式为直线扭面式，进口渐变段长度取渠道与槽身水面宽度差值的 1.5～2.0 倍，出口渐变段长度取渠道与槽身水面宽度差值的 2.5～3.0 倍。槽身与两岸渠道的连接方式为斜坡式，两端槽台建于渠道末端的锥形土坡内。连接渐变段采用 C30 混凝土重力挡墙，顶宽 0.5m，背水面坡度 1:0.5，渐变段一端支承在埋在锥形坡内的重力墩槽台上，为刚性连接。渡槽进出口连接渐变段土方回填需严格夯密，以减少连接段的不均匀沉降。

表2.8-3 雷西南片区渡槽主要特性表

序号	渠道	渡槽名称	起点桩号	终点桩号	总跨度	跨数	跨长		设计断面				设计流量	设计水深	设计流速	备注
			m	m	m		(m×L1)	(n×L0)	B	H	排架平均高度	比降 i	m³/s	m	m/s	
合溪片	旋安干渠	1#渡槽	0+118	0+168	50	5	3×10	2×10	1.5	1.2	10	1/2000	0.51	0.40	0.86	重建
	旋安干渠	2#渡槽	0+560	0+580	20	2	/	2×10	1.5	1.2	10	1/200	0.51	0.40	0.86	重建
	迈塌干渠	迈塌渡槽	2+427	2+587	160	16	14×10	2×10	1.5	1.2	4.5	1/2000	0.43	0.35	0.81	重建

2.8.5.4 西运河与南渡河连通工程

西运河与南渡河连通工程总长 7.93km，最大引水流量 $13\text{m}^3/\text{s}$ ，渠道起点由西运河 9+728 桩号位置的虾沟支渠起点引水，利用并拓宽现有虾沟支渠至 LTQ0+343 桩号，随后沿东北方向 1.12km 拓宽现有渠道至 LTQ1+460，汇入南渡河。通过拓宽、衬砌南渡河桩号 LTQ1+460~LTQ3+534 段，在满足 $13\text{m}^3/\text{s}$ 灌溉引水流量的基础上，可同时满足虾沟涝片 $11.2\text{m}^3/\text{s}$ 排涝过流要求，有效改善虾沟涝片排涝问题；通过对南渡河 LTQ3+534~LTQ7+928 段进行拓宽、清淤，在满足输水规模的情况下，可以一定程度上改善南渡河的排涝问题，在终点 LTQ7+928 处与现状南渡河底高程 18.00m 衔接，南渡河下游段维持现状。

连通工程沿线均采用明渠重力自流方式输水，涉及的重建或新建的主要渠系建筑物共 18 座，其中：进口闸 1 座，分水闸 1 座，节制闸 1 座，输水涵洞 8 座，机耕桥 7 座。

西运河与南渡河连通工程采用梯形断面或矩形断面结合的型式：在 LTQ0+000~LTQ1+460 桩号范围内利用现状虾沟支渠和排渠扩建，为减少征地费用，采用矩形断面；LTQ1+460~LTQ7+928 桩号范围内为现状南渡河河道，天然河道为梯形断面，底宽较大，采用梯形断面。本次连通工程中衬砌型式采用混凝土衬砌。其中，矩形渠道采用带横撑混凝土矩形槽结构；梯形渠道段采用砼护坡的方式衬砌。

（1）梯形渠道横断面设计

1) 砼护坡衬砌梯形渠道横断面

对现状南渡河 LTQ1+460~LTQ3+534 进行全线防渗衬砌改造，新增 C30 砼护坡衬砌。渠道断面设置 C30 砼护坡，厚 12cm，底部设 10cm 厚的粗砂垫层，顶部设 C30 混凝土压顶结构。护坡每隔 10m 设一道格构混凝土梁，格构梁断面尺寸为 $30\text{cm}\times 40\text{cm}$ 。C30 砼护坡衬砌方案典型断面结构图见图 2.8-2 所示。

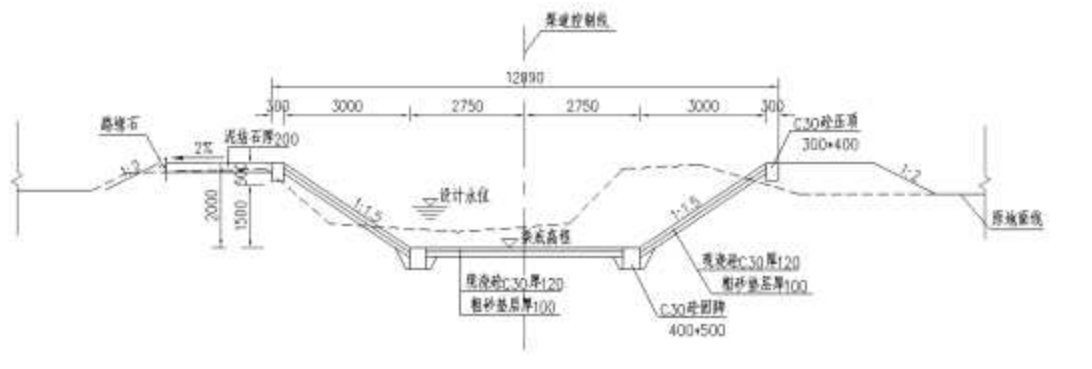


图2.8-2 连通工程梯形渠道典型断面图

2) 清淤开挖段横断面

对现状南渡河 LTQ3+534~LTQ7+928 桩号范围内采取仅采取清淤开挖措施, 典型断面结构图见图 2.8-3 所示。

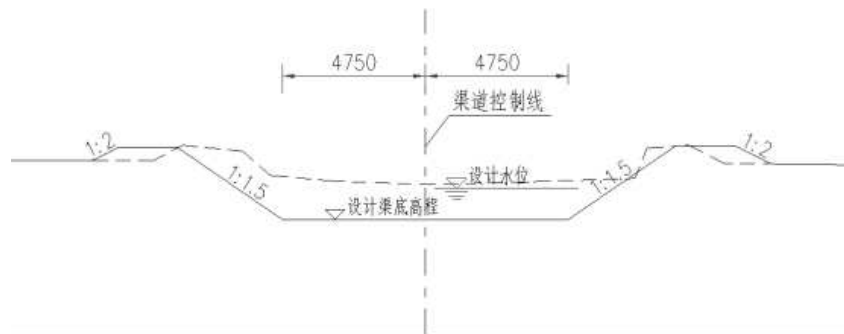


图2.8-3 连通工程梯形仅开挖清淤范围典型断面图

(2) 矩形渠道横断面设计

C30 钢筋混凝土矩型渠根据现场施工条件, 考虑规模化、标准化施工, 采用集中预制、现场安装的形式。

矩形渠道采用矩形槽, 壁厚根据渠道高度确定, 厚 350mm~600mm。沿水流方向每 3.0m 设一道伸缩缝, 缝宽 20mm, 采用高密度聚乙烯闭孔泡沫板填缝、聚氯乙烯胶泥封口。渠顶每隔 1.5m 设置一处 C30 钢筋混凝土支撑梁, 截面尺寸为 0.15m×0.15m。渠道两侧每隔 3.0m 预埋 PVC 排水管, 以降低高地下水位带来的不利影响。

矩形渠道标准断面见图 2.8-4 和 2.8-5 所示。

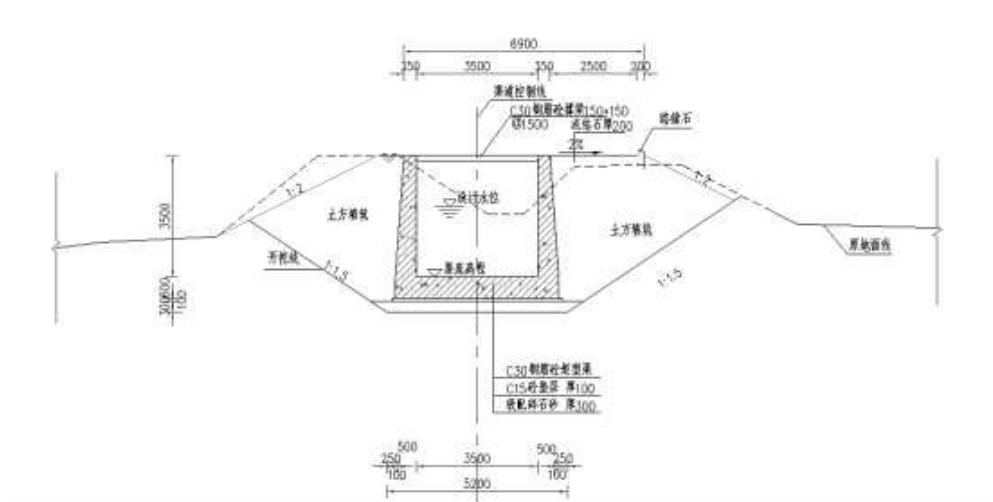


图2.8-4 连通工程矩形渠道典型断面图 1

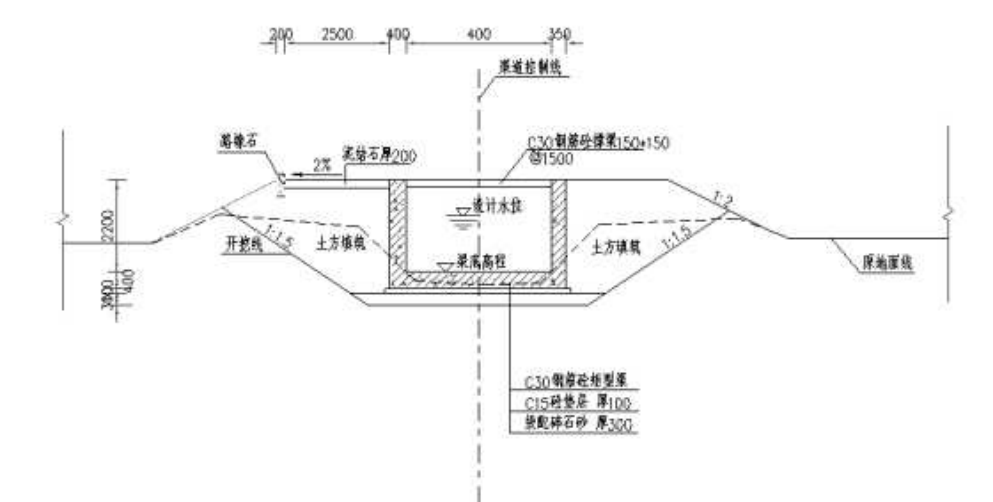


图2.8-5 连通工程矩形渠道典型断面图 2

表2.8-4 西运河与南渡河连通工程断面特性及水力要素表

渠道	桩号		渠长 (km)	引水 流量 (m ³ /s)	现状断面				工程 措施	设计断面								糙率	设计水 深(m)	备注
名称	起始	终止			断面 型式	底宽(m)	渠深 (m)	边坡		衬砌 型式	断面 型式	底宽 (m)	渠深 (m)	衬砌 高度 (m)	边坡	渠道纵 坡	渠道超 高(m)			
西运河与 南渡河连 通	LTQ0+000	LTQ0+375	0.375	13	矩形	1.5~0.5	1	0	拓宽	混凝土矩 型槽	矩形	3.5	3.5	3.5	0	1.55‰	0.6	0.015	1.55	与虾 沟支 渠结 合
	LTQ0+375	LTQ1+460	1.085	13	矩形	1.5~0.5	1	0	拓宽	混凝土矩 型槽	矩形	4.5	1.8	1.8	0	2.23‰	0.6	0.015	1.55	
	LTQ1+460	LTQ3+534	2.427	13	梯形	4.0~6.0	1.5	1.5	衬砌 改造	混凝土护 坡	梯形	6.0	2	2	1.5	0.34‰	0.6	0.015	1.39	
	LTQ3+534	LTQ7+928	4.394	13	梯形	6.0~9.5	1.5	1.5	衬砌 改造	清淤开 挖	梯形	10.0	2	/	1.5	0.64‰	0.6	0.03	1.36	

2.8.5.5 提水泵站

本工程新建（重建）泵站 40 座，其中水库提水泵站 8 座、河道提水泵站 2 座、渠(管)道提水泵站 30 座。

（1）南渡河泵站

南渡河泵站从南渡河取水，通过花桥河与南渡河连通水渠将南渡河水引至花桥河，再从花桥河右岸设置取水口，花桥河取水口布置于花桥河水闸上游约 1.5km 河道凹岸处，南渡河泵站布置于取水口后约 800m 处，通过压力钢管连接，取水后经过取水口后管道有压重力流输水至南渡河泵站前池，再经南渡河泵站提水输送至南侧的迈生水库，利用迈生水库调蓄，形成南渡河—迈生水库—大田沟水库的输水轴线，再利用起点为大田沟水库、终点为大水桥水库的南北渠输水并沿东侧布置自压管道，形成灌溉输水网络。取水口~南渡河为雷东南水源工程，南渡河泵站是整个雷东南片的源头泵站，是主要的提水泵站。

南渡河泵站设计流量 $13.9\text{m}^3/\text{s}$ ，设计扬程 47.58m，装机功率 11200kW，泵站厂房内设 5 台单级双吸中开卧式离心泵，单机设计流量为 $Q=3.475\text{m}^3/\text{s}$ ，主要建筑物级别为 2 级。泵站设计运行水位和最低运行水位为 -3.3m，最高运行水位为 1.95m。南渡河泵站进水方式为正向进水，泵站主要由前池、进水池、安全栅闸段、主泵房、副厂房、安装间、压力水箱及进场公路等建筑物组成。

南渡河泵站取水口工程包括花桥水引水渠、引水渠至花桥河取水口间河道段、以及花桥河河岸上取水口建筑物(包括喇叭进水口、回转式清污机、进水闸、顶管井等建筑物)。南渡河泵站进水方式为正向进水，泵站主要由前池、进水池、安全栅闸段、主泵房、副厂房、安装间、压力水箱及进场公路等建筑物组成。主泵房采用半埋式建筑物，建基面高程为 -12.10m，安装间布置在主机间的左侧，安装层楼面高程为 6.15m，副厂房布置在主机间的下游侧，中控室布置在安装间下游侧、副厂房左侧。

1) 花桥水渠首特征水位(南渡河取水水位)

设计运行水位：-1.80m；

最低运行水位：-1.80m；

最高运行水位：2.51m；

2) 花桥水渠

花桥水渠为雷东南片取水口的引水渠，原渠宽度约为 20~40m，渠底高在 -2.2~-0.5m，要保证-1.80m 的取水水位及 13.9m³/s 的取水流量，需要对天然渠道进行修整加固。考虑在南渡河最低运行水位-1.8m 情况下，花桥水渠能形成稳定均匀流，花桥水渠渠底净宽为 8m，渠底两侧用密排预制板桩支护，桩顶设置 1.0×0.8m 冠梁，沿渠道中心线对称布置，桩顶冠梁高程统一为-1.0m，底部形成矩形断面，底板采用钢筋混凝土框格梁支撑，框格梁间为抛石回填压实，底板以下采用抛石挤压密实，底板一下抛石厚 2m。渠底纵坡取 1:4000($i=0.00025$)，此时均匀流水深为 1.640m，渠首至渠尾底板高程变化为-3.440~-3.870m，花桥水渠全长约 1.72km(进口横 3-137.785~进口横 1-419.911)。渠首延伸进南渡河约半径 70m 范围内用抛石压底，抛石厚 1m，以改善渠首进口水流流态同时可减少水流携带河床泥沙量。渠尾考虑一定的防冲，渠尾 40m 范围内渠底采用抛石处理，抛石厚 1.5m。渠首及渠尾进出水口采用四分之一圆弧顺接河道，并采用钢筋混凝土护坡，坡比 1:2.75。引水渠两侧边坡采用框格梁+联锁植草砖护坡，坡比 1:2.75。坡顶两侧设 3.5m 宽泥结石路面。

3) 花桥水取水口特征水位

采用明渠水面线曲线计算复核，从渠首设计运行水位-1.80m 引水至花桥水，计入水头损失后，花桥水取水口特征水位如下：

设计运行水位：-2.31m；

最低运行水位：-2.31m；

最高运行水位：2.36m；

50 年一遇防洪水位：4.0m；

200 年一遇校核洪水位：4.83m。

4) 清淤河道段

根据取水口布置，花桥水渠渠尾至花桥河取水口河道段需清淤，清淤底宽为 8m，两侧边坡坡比 1:5，清淤底面高程沿渠尾至取水口从-3.870m~-3.910m。本段清淤长度约 1.42km(进口横 1-419.911~进口横 0+000.000)。

5) 泵站

南渡河泵站一共 5 台机组(4 用 1 备), 泵站机组安装高程为-7.6m, 机组间距为 8.5m, 进水管中心线高程为-7.6m, 管径为 DN1600mm, 进口阀门采用电动蝶阀; 出水管中心线高程为-7.4m, 管径为 DN1400mm, 进水管出口阀门采用电动蝶阀。

泵站泵房采用矩形干室型结构, 出水压力箱与厂房合建。泵站厂房为半埋式, 副厂房呈一字形布置在主泵房下游侧, 安装间布置在主泵房左侧, 以方便交通布置。厂区的地面高程为 5.95m。

根据泵站功能及运行管理需要, 泵站厂区内, 布置有前池、进水前池安全栅段、泵站主厂房、副厂房、安装间及压力水箱、出水管道、高位水池、综合办公楼、宿舍楼、食堂、设备房、配电房、仓库、变电站、停车场和绿化区等。

主泵房长 53m, 宽 21m, 高 31.26m, 其中地下部分高度为 17.35m, 地上部分高度为 13.91m, 内装 5 台单级双吸中开卧式离心泵。底板顶面高程-9.20m, 底板基础置于⑥-2 粉质粘土层, 底板厚 2.5m, 底板顺水流方向设置前趾长 3m。安装间位于主机左侧, 平面尺寸(长×宽×高)为 9.5m×21.0×13.91m, 安装间内布置有一部钢梯, 作为连接吊车的通道, 地面高程 6.15m。副厂房布置在主厂房及安装间下游侧。

泵站进厂交通, 通过改造现有田间道路, 改造道路通向其东侧的 X691 县道, 泵站进场道路宽 7.5m, 总长 1170m, 取水口至泵站厂区沿主干管中心线设置巡检道路, 跨塔涵溪处设置一座连接桥, 巡检道路宽 4.5m, 总长 560m。

厂区原地面高程为 1.5m~4.0m, 为方便交通、功能布置及防洪要求, 厂区回填至 5.95m, 厂区边坡坡比为 1:3。厂区紧邻塔涵溪侧回填边坡采用 $\phi 600@1000 \times 1000$ 水泥搅拌桩进行土体加固处理, 并在迎水侧布置 2.5m 高悬臂式钢筋混凝土挡墙。根据泵站功能及运行管理需要, 泵站厂区内, 布置有前池、进水前池安全栅段、泵站主厂房、副厂房、安装间及压力水箱、高位水池、出水管道、综合办公楼、宿舍楼、食堂、设备房、配电房、35kV 变电站、仓库、停车场和绿化区等。

表2.8-5 南渡河泵站特征参数表

序号	项目	单位	指标(型式)	备注
1	前池最高水位	m	1.95	
2	前池设计水位	m	-3.3	
3	前池最低水位	m	-3.3	
4	泵站设计流量	m ³ /s	13.9	
5	单机设计流量	m ³ /s	3.475	
6	机组台数/装机容量	台/kw	5/11200	
7	型号		单级双吸中开卧式离心泵	
8	最大扬程	m	47.58	
9	设计扬程	m	47.58	
10	最小扬程	m	35.88	
11	额定流量	m ³ /s	3.475	
12	额定转速	r/min	740	
13	型号		卧式异步电动机	
14	额定容量	kW	2240	
15	频率		0.968	
16	功率因数		0.859	
17	转速	r/min	740	
18	额定电压	kV	10	
19	防护等级		IP54	

(2) 龙门河泵站

龙门河泵站总设计抽水流量为 4.21m³/s，总装机 8320kW，主要建筑物级别为 3 级。泵站后分两条压力管线输水，一条管线由压力管道向西北输送至龙北灌片(1# 泵组，流量为 3.42m³/s，装机 7200kW)，另一条管线由压力管道向西南输送至龙门 B 片(2#泵组，流量为 0.79m³/s，装机 1120kW)。龙门河泵站相关特征参数见下表。

表2.8-6 龙门河泵站特征参数表

项目	单位	指标	备注
设计抽水流量	m ³ /s	4.21	1#泵组 3.42m ³ /s、2#泵组 0.79m ³ /s
总装机容量	kW	83200	1#泵组 7200kW、2#泵组 1120kW
特征水位	进水池水位	最高运行水位	m 31.10
		设计运行水位	m 26.00
		最低运行水位	m 26.00

项目			单位	指标	备注
	防洪 水位	设计	m	32.64	30 年一遇
		校核	m	33.67	100 年一遇

龙门河泵站厂区布置于龙门河右岸岸边，距离龙门河滩头水陂上游约 190m。泵站从龙门河取水，为方便取水，泵站引渠基本垂直河岸布置，主要由引渠、进水前池、安全栅闸段、主泵房、副厂房、安装间、压力水箱及进场公路等建筑物组成。

1) 引渠

泵站位于河道岸边，需要在岸边出一段引渠衔接泵站前池，渠底高程为 24.00m，引渠底宽为 54.3m~39.5m，两侧边坡为 1: 2.75，长度约 48.1m。

2) 进水前池

泵站进水前池紧接引渠布置，主要由前池拦砂槛段及前池扩散段组成。

前池总长 25m，其中：前段为前池拦砂段，与引渠衔接，长度为 5m，宽度为 39.50m，为防止泥沙淤积，拦砂槛顶高程按比引渠底高程高 1m 定为 25.00m；后段为扩散段，长度为 20m，宽度 39.50m，与泵站进水口总宽一致，底板顶高程由 24.50m 变化至 22.10m，采用 1:8.33 的斜坡平顺连接。前池底板厚 0.8m，采用 C30 混凝土结构，其下设置 C20 混凝土垫层及砂石垫层，前池两侧挡墙墙顶高程根据水库地形定为 28.50m~34.90m，墙高 8m 以上的选用 C30 混凝土扶壁式挡墙，墙高 8m 以下的选用 C30 混凝土悬臂式挡墙。

3) 安全栅闸段

为防止漂浮物等影响机组运行，在进水口上游设置安全栅闸段。

安全栅闸段分 3 联，与主泵房分开，一侧为 2 孔 1 联，中间为 2 孔 1 联，一侧为 2 孔 1 联，闸室由中墩分隔为 6 个进水流道，泵组进水口钢管伸入流道抽水。闸室长 12.0m，宽 42.5m，每孔流道净宽为 3.6m 和 2.4m，设有安全栅和工作平台，满足交通和检修要求，安全栅设门机起吊设备。进水流道底高程 22.10m，工作平台顶高程 34.90m，与主泵房一致。边墩厚 1.5m，中墩为 3.9m 和 4.1m，缝墩为 2.24m 和 1.94m，钢爬梯布置于两侧边墩临水侧，利用钢爬梯下到流道底部。

4) 泵房

泵房采用矩形干室型结构，出水压力箱与厂房合建。泵站厂房为半埋式，副厂房呈一字形布置在主泵房下游侧，安装间布置在主泵房左侧。

主泵房长 52.0m，宽 16.0m，高 22.25m，其中地下部分高度为 12.75m，地上部分高度为 10.5m，内装 6 台单级双吸中开卧式离心泵。底板顶面高程 22.15m，底板基础置于强风化层，底板厚 2.5m，水下墙厚 2.0m，水下墙左、右及出水方向挡土侧每隔 5~6m 设一道扶壁墙结构，进水侧与安全栅闸段设置伸缩缝。主泵房内装有 1 台 10t 电动单梁桥式起重机，跨度为 13m，轨顶高程为 41.50m。

水泵层布置水泵、电动机、机组在线监测系统、检修渗漏排水泵以及压力水箱检修排水泵等。左下角设有集水井，集水井平面尺寸为 3.0m×4.5m，高 3.2m，集水井底板高程为 18.95m，内设有一钢爬梯。机组安装高程为 22.02m 和 23.62m，机组间距为 7.5m 和 6.5m。在水泵层左、右两侧靠水下墙端各设有一把混凝土楼梯，可由水泵层通往设备层。水泵出水管接入副厂房下游侧的压力箱内(内直径 3.0m)，压力水箱出口分 4 支与出水钢管连接。

安装间位于主厂房左侧，长 8.0m，宽 16m，底板厚 1m，底板顶高程为 34.90m，比厂区地面高程(34.60m)高 0.3m。底板一侧置于泵室水下墙牛腿，另一侧布置于回填料上，并在建基面设 100mm 厚 C20 混凝土垫层。安装间与主厂房之间设有 20mm 宽的结构缝。安装间内与主泵房共用 1 台电动双梁桥式起重机，跨度为 13m，轨顶高程为 41.50m。

副厂房布置在主厂房及安装间下游侧，主厂房下游侧的副厂房长 52.0m，宽 9.5m，高 18.25m，其中地下部分高度为 12.75m，地上部分高度为 5.5m；分检修层、电缆层和设备层。安装间下游侧的副厂房长 8.0m，宽 9.5m，高 5.5m。

根据地形划定厂区范围，厂区占地约 19.9 亩。厂区原地面高程为 31.2m~38.1m，为方便交通、功能布置及防洪要求，厂区回填至 34.60m。

根据泵站功能及运行管理需要，泵站厂区内，布置有前池、安全栅段、泵站主厂房、副厂房、安装间及压力水箱、出水管道、综合办公楼、宿舍楼、食堂、设备房、仓库、停车场和绿化区等。

(3) 龙东片泵站

龙东片泵站厂区位于龙门水库库尾北侧，距离谷家下村约 400m，空间较开阔，附近库岸坡度较缓，地面高程 57.8m~65m，库底高程为 55.3m 左右，需布置引水渠到库中心取水，距离附近道路约 65m。泵站后由压力管道向东北输送至龙东灌片。

泵站进水方式为正向进水，主要由引水渠、护坦段、前池段、进水池段、主泵房、副厂房、安装间、压力水箱及进场公路等建筑物组成。

龙东片泵站总设计抽水流量为 $2.09\text{m}^3/\text{s}$ ，总装机 2700kW，主要建筑物级别为 3 级。

表2.8-7 龙东片泵站特征参数表

项目		单位	指标	备注
设计抽水流量		m^3/s	2.10	
总装机容量		kW	1800	
特征水位	进水池水位	最高运行水位	m	58.74
		设计运行水位	m	53.40
		最低运行水位	m	53.40
	防洪水位	设计	m	59.48
		校核	m	60.51

1) 引水渠

龙东泵站厂区布置于龙门水库北侧库岸边，该区域岸坡较缓、水深较浅，而泵站的设计(最低)运行水位为 53.40m，难以保证引到泵站所需的设计流量，需要在库底清出一段引渠衔接泵站前池。考虑到泵站的设计运行工况，引水渠底高程按最低运行水位以下 1.0m 考虑，即渠底高程为 52.40m，引水渠总长度约 1400m，底宽宽 4m，两侧边坡为 1: 3.0，为了与前池相接处的 C30 砼护坦段衔接，引水渠与砼护坦段采用喇叭式渐变，两侧用 C30 砼护坡，以防水流冲刷。为防止泥沙淤积，在护坦末端设置拦砂坎，坎顶高程为 52.25m。

2) 前池段

砼护坦段后紧接前池，总长 22.25m，由 9m 斜坡段和 10m 水平段组成，宽 18.6m，采用 1:4 的斜坡与进水池底板平顺连接。前池底板厚 0.5m，采用 C30 混凝土结构，其下分别设置 100mm 厚 C20 混凝土垫层及 300mm 厚砂石垫层，前池两侧挡墙墙

顶高程根据水库地形定为 59.42m~62.75m，墙高 7m 以上的选用 C30 混凝土扶壁式挡墙，墙高 7m 以下的选用 C30 混凝土悬臂式挡墙。

3) 进水池段

为防止漂浮物等影响机组运行，在进水口上游设置安全栅闸段。

安全栅闸段分 1 联，与主泵房分开，为 2 孔 1 联，闸室由中墩分隔为 2 个进水流道，泵组进水口钢管伸入流道抽水。闸室长 15.0m，宽 21.6m，每孔流道净宽为 3.6m，设有安全栅和工作平台，满足交通和检修要求，安全栅不设专门起吊设备，需要检修时采用汽车吊起吊。进水流道底高程 49.50m，工作平台顶高程 62.75m，与主泵房一致。边墩厚 1.5m，中墩为 3.9m，采用空箱式，钢爬梯布置于两侧边墩临水侧，利用钢爬梯下到流道底部。

4) 泵房

泵房采用矩形干室型结构，出水压力箱与厂房合建。厂房为半埋式，副厂房呈一字形布置在主泵房下游侧，安装间布置在主泵房左侧，以方便交通布置。

主泵房长 22m，宽 16.0m，高 27.50m，其中地下部分高度为 16.10m，地上部分高度为 11.4m，内装 2 台单级双吸中开卧式离心泵。底板顶面高程 49.55m，底板基础置于玄武岩全风化层，底板厚 2.5m，水下墙厚 1.5m。水泵层布置水泵、电动机、机组在线监测系统、检修渗漏排水泵以及压力水箱检修排水泵等。左下角设有集水井，集水井平面尺寸为 3.0m×4.5m，高 2.9m，内设有一钢爬梯。

安装间位于主厂房左侧，长 8.5m，宽 16m，底板厚 1m，底板顶高程为 62.75m。副厂房布置在主厂房及安装间下游侧，主厂房下游侧的副厂房长 22m，宽 8.5m，高 22.7m，其中地下部分高度为 16.10m，地上部分高度为 6.60m；分水泵检修层、电缆层和设备层，设备层高程为 62.75m。安装间下游侧的副厂房长 8.5m，宽 8.50m，高 6.60m。

5) 厂区布置

根据地形划定厂区范围，厂区占地约 38 亩。厂区原地面高程为 58.2m~63.70m，为方便交通、功能布置及防洪要求，厂区回填至 62.75m。

泵站厂区内布置有前池、安全栅段、泵站主厂房、副厂房、安装间及压力水箱、出水管道、设备房、仓库、停车场和绿化区等。

2.8.5.6 现状骨干渠系加固改造

加固改造、扩建、恢复渠道以及直接利用的渠道 138 条，总长 957.56km。现状骨干渠系加固改造、恢复和新建渠道设计原则和处理措施如下：

(1) 仅考虑将近 20 年内未实施过渠道续建配套和节水改造工程的干支渠及建筑物列入本次工程。

(2) 渠道断面满足灌溉要求，且现状完好的渠段，本次直接利用，不再作为建设内容。

(3) 现有渠系的清淤、加固、防渗、相应渠系建筑物的加固改造，根据现状调查情况确定。仅清淤而无其他建设内容渠道列入雷州半岛百库千塘万池输水储水网络工程，本工程不再计列。

(4) 现状已满足设计过流能力的渠道加固改造原则和处理措施如下：

1) 节省工程投资，各灌片内现有干支渠不重新布置，主要对现有输水渠系进行节水改造、防渗加固或生态化改造。

2) 根据引用流量在满足不冲、不淤流速要求的基础上，尽量维持原断面不变。

3) 根据各条渠道的现状，已崩塌的渠段予以修复；原渠道为土渠的，为减小渗漏量，对于梯形断面，采用厚 80mm 混凝土实心六角块进行硬化处理；近似矩形断面的采用厚 20~25cm 后的 C30 混凝土矩形槽。

4) 对渠段基础沉降，衬砌断裂坍塌严重段，进行拆除重建，重建断面结合设计流量和现状渠道断面确定，采用 80mm 厚 C30 混凝土现浇板进行衬砌。

5) 对基本保存良好，局部砂浆剥落渠段，首先对现状衬砌表面进行凿毛、并冲洗干净，再对空洞进行补浆，并进行水泥砂浆抹面。

6) 现状渠道无运行管理维修交通条件段，补充检修道路，已有检修道路的渠道，对道路进行维修维护。

(5) 不满足设计过流能力的现有渠道扩建原则和处理措施如下：

1) 节省工程投资，各灌片内现有干支渠不重新布置，主要在除进行衬砌面修复外，尚根据水力计算的断面要求，对现有输水渠系进行加高改造或扩宽处理。

2) 对于无限制因素的渠道，对现有渠道进行扩宽并采用厚 80mm 混凝土实心六角块衬砌。

3) 受现有两侧居民房屋、已硬化的乡村道路限制的渠段,采用加高或单边扩宽的处理方式,采用钢板桩进行临时支护施工,对其进行拆除重建。

4) 现状损坏严重的渠段按设计流量规模对其进行拆除重建。

(6) 恢复渠道和新建渠道设计原则和处理措施如下:

1) 恢复渠道渠线要根据原有渠道轴线合理布置,对原线路已被侵占且无法恢复的渠道,结合周边农田、建筑物等就近选择渠道轴线;新增渠道渠线要根据现有渠网合理布置;渠道尽量布置在灌区的较高地带,以自流灌溉尽可能多的面积同时避免深挖、高填、穿越大塘、村庄,输水段应尽可能布置成挖方段,以保障行水安全。

2) 渠道设置应满足水面衔接、泥沙处理、施工及运行管理要求。

3) 为节约用地,减小征地协调工作难度,根据设计流量和线路布置尽量优选矩形断面,渠道尽可能采用挖方断面,减少新增征地。

4) 对于恢复或延伸渠道段,按新建渠道进行布置和设计,为节省征地,过流断面采用矩形断面,全线采用厚 20~25cm 的 C30 钢筋混凝土矩形槽,渠道衬砌防渗超高按规范确定。

(7) 渠系建筑物处理原则和措施

1) 水闸和涵闸处理措施

根据水闸和涵闸存在的问题,采取如下相应的处理措施:

① 对老旧损坏或无法满足自动化控制需求的渠道进水闸、节制闸和分水闸进行拆除重建,对闸门进行更换处理。

② 对已废弃且无取水要求的水闸进行拆除封堵。

③ 对已严重毁坏的进出水渠,拆除重建。对砌体表面老化的防渗面层凿除后再用水泥砂浆抹面。

④ 对水闸已老化开裂的涵管用预制钢筋混凝土管更换。

2) 渡槽处理措施

渡槽续建配套及加固处理措施如下:

① 对进出口段的加固处理措施和水闸进出口段相同。

② 对整体较为完好,仅槽身老化的表面凿除,再用水泥砂浆抹面。

- ③ 对老化损坏的接缝止水，重新设橡胶和沥青止水。
- ④ 对过流能力无法满足本次设计要求的渡槽进行重建，尽量在原槽址处重建，减小渠道改线工程量。
- ⑤ 对现状已经损坏严重无法通水，或安全评价评为“四类”建筑物进行拆除重建。

3) 倒虹吸管处理措施

- ① 对于结构上无安全问题，仅存在不同程度的淤积，在岁修时对其进行清淤，不再列入本工程。
- ② 对已严重毁坏的进出水口，老化开裂的涵管等拆除重建。
- ③ 对进出口段的加固处理措施和水闸进出口段相同。

2.9 施工组织设计

2.9.1 施工条件

2.9.1.1 对外交通

工程区沿线有多条高速公路、道路及地方公路通达。其中，G15 沈海高速、G207 国道以及 S373、S289、S376 等省道是雷州半岛的主要公路干线，贯穿半岛南北，连接各个县市和主要城镇。铁路有黎湛铁路、洛湛铁路、粤海铁路等，其中铁路湛江西货站位于工程范围的北侧。水运以湛江为中心，港口主要有湛江港、雷州湾、流沙港、乌石港、安铺港等多个港湾，其中湛江港是国家 12 个主枢纽港之一，拥有 30 万 t 级航道，航道水深 21.9m，可满载通航 30 万 t 级船舶。本工程对外交通运输便利，对外交通以公路为主，水路、铁路运输为辅。

2.9.1.2 施工供水、供电

施工生活用水优先采用市政自来水，也可由靠近库、塘、河、渠、沟、井等抽取，经处理后供水。施工生产用水根据具体的工程项目所处位置采取不同的供水方式：取水口施工生产用水抽取水库水；管线工程可抽取沿线河、沟、渠道水。

施工供电采用由南方电网供电为主的方式，供电可靠程度较高，经过这几年的电网建设，沿途大部分的自然村均设 10kV 电网接线点，局部施工工区等从附近

变电站接驳。

2.9.2 渣、料场规划及土石方平衡

2.9.2.1 砂石料场及土料场

根据施工组织设计，本工程所需要的砂石料采用外购方式；土料优先利用工程自身开挖料，再利用从其他部位外调的开挖料，最后不足部分采用外购。

因此，本工程不设砂石料场和土料场。

2.9.2.2 土石方平衡

按照泵站、量水间、阀井等厂区回填利用开挖料，埋管段回填料及临时工程尽量利用开挖土石料等原则，并结合本工程建设内容和工程总体布置，对雷北片、雷东南片、雷西南片分别进行土石方平衡分析和渣场规划。

本阶段统计工程土石方总挖方 3809.40 万 m^3 (自然方，下同)，总填方 3936.47 万 m^3 ，总借方 522.10 万 m^3 ，总弃渣 395.04 万 m^3 。

其中，雷北片区工程土石方总挖方 1648.14 万 m^3 ，总填方 1729.33 万 m^3 ，外购土石方 280.40 万 m^3 ，总弃渣量为 199.22 万 m^3 。

雷西南片区工程土石方总挖方 702.55 万 m^3 ，总填方 738.21 万 m^3 ，外购土石方 64.87 万 m^3 ，总弃渣量为 29.21 万 m^3 。

雷东南片区工程土石方总挖方 1458.71 万 m^3 ，总填方 1468.93 万 m^3 ，外购土石方 176.83 万 m^3 ，总弃渣量为 166.61 万 m^3 。

工程总体土石方平衡情况见表 2.9-1，各片区土石方平衡表见表 2.9-2~2.9-4。

表2.9-1 雷州半岛灌区工程土石方平衡汇总表 单位: 万 m³

类别	项目	雷北	雷西南	雷东南	合计
开挖方 (自然方)	淤泥开挖	163.98	12.6	80.27	256.85
	土方开挖	1441.22	662.47	1337.38	3441.07
	石方开挖	19.39	24.67	30.53	74.59
	混凝土及浆砌石拆除	23.55	2.81	10.53	36.89
	小计	1648.14	702.55	1458.71	3809.40
回填方 (自然方)	土方回填	1709.75	713.18	1431.12	3854.05
	石方回填	19.58	25.03	37.81	82.42
	小计	1729.33	738.21	1468.93	3936.47
外购方 (自然方)	外购土方	275.73	62.03	152.1	489.86
	外购石方	4.67	2.84	24.73	32.24
	小计	280.4	64.87	176.83	522.10
弃渣 (自然方)	淤泥开挖	163.98	12.6	80.27	256.85
	土方弃渣	7.21	11.31	58.36	76.88
	石方弃渣	4.48	2.49	17.45	24.42
	混凝土及浆砌石拆除	23.55	2.81	10.53	36.89
	小计	199.22	29.21	166.61	395.04
弃渣量 (松方)		221.12	33.92	191.97	447.01

表2.9-2 雷北片区土石方平衡表

序号	项目	长度 (km)	主体工程(自然方，m³)						临时工程(自然方，m³)				自身可利用		调入 (自然方，m³)		调出 (自然方，m³)		外购 (自然方，m³)				弃方 (自然方，m³)				弃渣总量 (堆方，m³)				
			开挖					回填		围堰填筑		围堰拆除		利用 土方	利用 石方	调入土方		调出土方		外购土方		外购石方		淤泥 弃方	土方 弃方	石方 弃方	混凝土 及浆砌 石弃方	淤泥、 土石方弃渣		混凝土及 浆砌石弃渣	
			淤泥 开挖及 其他	土方 开挖	石方 开挖	混凝土 拆除	浆砌石 拆除	土方 回填	石方 回填	土方 填筑	石方 填筑	土方 拆除	石方 拆除	数量	数量	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	来源	数量	数量	数量	数量	总量	去向	总量	去向
1	主运河 渠道		280176	1283864		54257	3336	1773164					1283864							489300	ⅡH4、 ⅡH5、 ⅡH9、 ⅡH6			280176			57593	294184	LB-ZC- DK01	83509	遂溪县 黄略镇 消纳场
2	主运河 管道		1429	843165	11444	1132	2055	953903	11444				843165	11444	19176	主运河泵站				91563	ⅡH4、 ⅡH5、 ⅡH9、 ⅡH6			1429			3187	1500	LB-ZC- DK01	4621	
3	主运河 泵站			34041				14865					14865				19176	主运河 埋管及 东运河													
4	西运河 渠道		361094	1585313	0	27427	3990	1912997					1585313							327684	ⅡY1、 ⅡH9			361094			31417	379149	LB-ZC- DK02、 04	45555	雷州恒 生源消 纳场
5	西运河 管道		4697	1389873	38605	3725	3015	1555693	38605				1389873	38605	14859	西运河泵站				150961	ⅡY1、 ⅡH9			4697			6740	4932	LB-ZC- DK04	9773	
6	西运河 泵站			68300				53441					53441				14859	西运河 埋管													
7	东运河 渠道		266927	1069856		9776	3747	1102702					1069856							32846	ⅡY1、 ⅡH9、 ⅡH7			266927			13523	280274	LB-ZC- DK01， 04，	19608	雷州恒 生源消 纳场
8	东运河 管道		4932	1324155	38538	19	163	1502992	38538				1324155	38538						178837	ⅡY1、 ⅡH9、 ⅡH7			4932			182	5179	LB-ZC- DK04	264	
9	东运河 泵站			34071				34395					34071							323	ⅡH7										
10	四联 渠道		220968	1060009		30373	2284	1385024		3108	182	3108	182	1060009						328123	ⅡH4、 ⅡH6、 ⅡY2	182	Ⅲ Y10	220968	3108	182	32657	235854	LB-ZC- DK01	47353	遂溪县 黄略镇 消纳场
11	四联 管道		3263	945758	29742	2553	1766	1062378	29742					945758	29742	1226	四联河泵站			115394	ⅡH4、 ⅡY2			3263			4319	3426	LB-ZC- DK01	6263	
12	四联 泵站			20897				19671						19671	0			1226	四联河 管道												
13	东海 渠道		179075	883532		32978	5910	970965						883532	0					87433	ⅡH4、 ⅡH5、 ⅡH9			179075			38887	188029	LB-ZC- DK02	56387	遂溪县 黄略镇 消纳场
14	西海 渠道		220721	791137		25957	3657	1196470						791137	0					405333	ⅡH4、 ⅡH5			220721			29615	231757	LB-ZC- DK01	42941	
15	岭北 渠道		52237	308933		7345	597	321100						308933	0					12167	ⅡH4、 ⅡH5			52237			7942	54848	LB-ZC- DK01	11516	
16	岭北 管道		9715	2710358	75592	4934	4523	3060898	75592	39269	40270	39269	40270	2710358	75592					389809	ⅡH4、 ⅡH5	40270	ⅢY2、 Ⅲ	9715	39269	40270	9457	113751	LB-ZC- DK01	13713	

雷州半岛灌区工程环境影响报告书																															
序号	项目	长度(km)	主体工程(自然方, m³)						临时工程(自然方, m³)				自身可利用		调入 (自然方, m³)		调出 (自然方, m³)		外购 (自然方, m³)				弃方 (自然方, m³)				弃渣总量 (堆方, m³)				
			开挖					回填		围堰填筑		围堰拆除		利用 土方	利用 石方	调入土方		调出土方		外购土方		外购石方		淤泥 弃方	土方 弃方	石方 弃方	混凝土 及浆砌 石弃方	淤泥、 土石方弃渣		混凝土及 浆砌石弃渣	
			淤泥 开挖及 其他	土方 开挖	石方 开挖	混凝土 拆除	浆砌石 拆除	土方 回填	石方 回填	土方 填筑	石方 填筑	土方 拆除	石方 拆除	数量	数量	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	来源	数量	数量	数量	数量	总量	去向	总量	去向
17	岭北 泵站		34578	58985				176793	1876	42409	6254	42409	6254	71708	1876					147494	IIIH4、 IIIH5	6254	Y10	34578	29686	4378		76794	LB-ZC- DK01		
合计			1639811	14412246	193921	200476	35043	17097451	195797	84785	46706	84785	46706	14389708	195797	35261		35261		2757267		46706		1639811	72063	44830	235519	1869676		341502	

注：本表已考虑施工损耗

表2.9-3 雷西南片区土石方平衡表

序号	项目	长度(m)	主体工程(自然方, m³)						临时工程(自然方, m³)				自身可利用		调入 (自然方, m³)		调出 (自然方, m³)		外购 (自然方, m³)				弃方 (自然方, m³)				弃渣总量 (堆方, m³)					
			开挖						回填		围堰填筑		围堰拆除		利用 土方	利用 石方	调入土方		调出土方		外购土方		外购石方		淤泥 弃方	土方 弃方	石方 弃方	混凝土及 浆砌石弃方	淤泥、 土石方弃渣		混凝土及 浆砌石弃渣	
			淤泥 开挖	土方 开挖	石方 开挖	混凝土拆除	浆砌石拆除		土方 回填	石方 回填	土方 填筑	石方 填筑	土方 拆除	石方 拆除	数量	数量	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	来源	数量	数量	数量	数量	总量	去向	总量	去向
1	龙门 A 片	6461	661	97115	5203	611	314	107932	5203					97115	5203	10817	序号 1.1							661			925	694	雷州恒生源 消纳场	1341	雷州恒生源 消纳场	
1.1	龙门 A 片泵站			16138	1086	212		3407	1102	579	53	579	53	3986	1102			12326	序号 1、7			53	III1		405	37	212	520	雷州恒生源 消纳场	307	雷州恒生源 消纳场	
2	英利 B 片	29385	1136	409200	8878	889	1112	463073	8878					409200	8878					53873	II _{X24}			1136			2001	1193	城北镇渣场	2901	徐闻建筑垃 圾服务站	
3	合溪补水管	2717	390	43704	2227	257	157	47446	2227					43704	2227	3742	序号 15							390			414	410	城北镇渣场	600	徐闻建筑垃 圾服务站	
4	大湾片灌片	28184	778	296565	6472	674	795	334554	6472					296565	6472	24954	序号 16			13035	II _{X24}			778			1469	817	城北镇渣场	2130	雷州恒生源 消纳场	
4.1	大湾片泵站		14606	76542				80633	831	27338	2770	27338	2770	84743	831					23228	II _{X24}	2770	III1	14606	19136	1939		40155	城北镇渣场			
5	英利 A 片	25285	721	354532	6427	606	802	401145	6427					354532	6427					46613	II _{X24}			721			1408	757	城北镇渣场	2042	徐闻建筑垃 圾服务站	
6	龙北片区	76732	3691	1381816	40728	1314	2412	1533822	55021					1381816	40728	32981	序号 6.1			119025	II _{X18}			3691			3726	3876	北和镇鹅感 村渣场	5403	雷州恒生源 消纳场	
6.1	龙门河泵站			80495	42448			14254	23177	47514	7111	47514	7111	61768	30288			32981	序号 6						33260	4978		45467	北和镇鹅感 村渣场及雷 州恒生源消 纳场			

雷州半岛灌区工程环境影响报告书																															
序号	项目	长度(m)	主体工程(自然方, m³)							临时工程(自然方, m³)				自身可利用		调入 (自然方, m³)		调出 (自然方, m³)		外购 (自然方, m³)				弃方 (自然方, m³)				弃渣总量 (堆方, m³)			
			开挖					回填		围堰填筑		围堰拆除		利用 土方	利用 石方	调入土方		调出土方		外购土方		外购石方		淤泥 弃方	土方 弃方	石方 弃方	混凝土及 浆砌石弃方	淤泥、 土石方弃渣		混凝土及 浆砌石弃渣	
			淤泥 开挖	土方 开挖	石方 开挖	混凝土拆除	浆砌石拆除	土方 回填	石方 回填	土方 填筑	石方 填筑	土方 拆除	石方 拆除	数量	数量	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	来源	数量	数量	数量	数量	总量	去向	总量	去向
7	龙门 B 片	22896	600	338504	5384	471	319	378311	5384					338504	5384	1509	序号 1.1			38298	II _{X18}			600			790	630	雷州恒生源 消纳场	1145	雷州恒生源 消纳场
8	龙门 C 片	33344	1440	488631	13102	1087	794	554438	13102					488631	13102	13433	序号 8.1			52374	II _{X24}			1440			1881	1512	雷州恒生源 消纳场	2727	雷州恒生源 消纳场
8.1	龙门 C 片泵站			20332		125		6899						6899				13433	序号 8							125		雷州恒生源 消纳场	181	雷州恒生源 消纳场	
9	龙门 E 片渠道	4218	9519	58322				54447						54447				3874						9519			9995	雷州恒生源 消纳场		雷州恒生源 消纳场	
11	迈克片	6720	443	89284	3429	443	315	100596	3429					89284	3429					11312	II _{X24}			443			758	465	城北镇渣场	1099	徐闻建筑垃 圾服务站
11.1	迈克片泵站		4260	13307	20419			20179	26681		20875		20875	13307	26681					6872	II _{X24}	20875	III1	4260		14612		25661	城北镇渣场	0	
12	余庆桥片	63975	29769	1272642	48745	2175	1122	1419649	49829	74619	3615	74619	3615	1295028	49829	43706	序号 15			155534	II _{X24}	3615	III1	29769	52233	2530	3297	94994	城北镇渣场	4781	徐闻建筑垃 圾服务站
13	三阳桥片	9443	896	166712	7590	711	320	186522	7590					166712	7590					19810	II _{X24}			896			1031	941	城北镇渣场	1495	徐闻建筑垃 圾服务站
14	龙门 D 片	19757	1086	303905	9212	1259	475	337062	9212					303905	9212	20816	序号 9、13.1			12341	II _{X24}			1086			1734	1140	雷州恒生源 消纳场	2514	雷州恒生源 消纳场
14.1	龙门 D 片泵站			27099		248		10020		196		196		10216				16942	序号 13					138		248	158	雷州恒生源 消纳场	360	雷州恒生源 消纳场	
15	龙东片	47242	1486	713287	15705	718	1445	815391	15705					713287	15705	34149	序号 14.1			67955	II _{X18}			1486			2163	1560	雷州恒生源 消纳场	3137	雷州恒生源 消纳场
15.1	龙东片泵站		15183	95850	9654			53732	9990	11385	1121	11385	1121	65116	9990			34149	序号 14			1121	III1	15183	7969	785		26245	雷州恒生源 消纳场		
16	合溪灌区渠道	40430	28026	193965		4614	577	146516						146516				47448	序号 3、11					28026			5191	29428	城北镇渣场	7527	徐闻建筑垃 圾服务站
17	平南渠道	6960	11263	86710		737		61756						61756				24954					11263			737	11826	雷州恒生源 消纳场	1069	雷州恒生源 消纳场	
合计		423749	125954	6624657	246709	17151	10959	7131785	250261	161631	35546	161631	35546	6487038	243080	186107		186107		620271		28434		125954	113141	24882	28110	298444		40759	

注：本表已考虑施工损耗。

序号	项目	长度(m)	主体工程(自然方，m³)							临时工程(自然方， m³)				自身可利用		调入 (自然方， m³)		调出 (自然方， m³)		外购 (自然方， m³)				弃方 (自然方， m³)				弃渣总量 (堆方， m³)			
			开挖					回填		围堰填筑		围堰拆除		利用 土方	利用 石方	调入土方		调出土方		外购土方		外购石方		淤泥 弃方	土方 弃方	石方 弃方	混凝土及 浆砌石弃方	淤泥、 土石方弃渣		混凝土及 浆砌石弃渣	
			淤泥 开挖	土方 开挖	石方 开挖	混凝土 拆除	浆砌石 拆除	土方 回填	石方 回填	土方 填筑	石方 填筑	土方 拆除	石方 拆除	数量	数量	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	来源	数量	数量	数量	数量	总量	去向	总量	去向
1	南渡河取水口及泵站		71799	34522	100	0	0	257868	100	0	4521	0	4521	34522	100	0		0		223346	IIX18 土料场	4521	III1 外购 石料场	71799	0	4521	0	81945	企水田寮村-1渣场、雷州恒生源消纳场	0	
2	迈生南泵站		48510	220451	37706	0	0	152742	40690	156373	9945	156373	9945	267363	40690	0		0		41752		9945	III1 外购 石料场	48510	109461	6962	0	186910	雷州恒生源消纳场	0	
3	迈生北泵站		36619	25401	10666	0	0	34985	10666	0	0	0	0	25401	10666	0		0		9584		0		36619	0	0	0	38450	雷州恒生源消纳场	0	
4	花桥水引水渠		127962	0	0	0	0	8575	342	28582	1139	28582	1139	8575	342	0		0		28582	IIX18 土料场	1139	III1 外购 石料场	127962	20008	797	0	158525	雷州恒生源消纳场	0	
5	雷东南干管		287995	2818508	42347	0	0	3476237	80317	79477	126566	79477	126566	2842352	80317	17208	9	0		696154	IIX12、IIX18 土料场	126566	III1 外购 石料场	287995	55634	88596	0	494838	企水田寮村-2渣场、雷州恒生源消纳场	0	
6	调东 ABE 管线		3409	1381530	33505	8472	1896	1548959	33505	0	0	0	0	1381530	33505	0		0		167429	IIX7、IIX18 土料场	0		3409	0	0	10368	3579	雷州恒生源消纳场	15033	雷州恒生源消纳场
7	调东 CD 管线		1198	457482	10327	1175	479	522619	11490	46537	3876	46537	3876	471443	11968	0		0		97713	IIX12 土料场	3876	III1 外购 石料场	1198	32576	2713	1654	42655	雷州恒生源消纳场	2398	雷州恒生源消纳场
8	调东 FGHIJ 管线		2079	1019502	19188	3547	1911	1166394	20398	66392	4032	66392	4032	1039420	21607	0		0		193366	IIX12 土料场	4032	III1 外购 石料场	2079	46474	2822	5458	59721	雷州恒生源消纳场	7914	雷州恒生源消纳场
9	调东 K 管线		861	380164	7216	1327	796	362956	23224	0	53360	0	53360	362956	24021	0		17208	5	0		53360	III1 外购 石料场	861	0	37352	2124	55065	雷州恒生源消纳场	3079	雷州恒生源消纳场
10	红心楼干渠管线		0	190796	232	599	0	200468	292	1458	200	1458	200	191233	292	0		0		10692	IIX12 土料场	200	III1 外购 石料场	0	1021	140	599	1376	雷州恒生源消纳场	868	雷州恒生源消纳场

雷州半岛灌区工程环境影响报告书																															
序号	项目	长度(m)	主体工程(自然方, m³)							临时工程(自然方, m³)				自身可利用		调入 (自然方, m³)		调出 (自然方, m³)		外购 (自然方, m³)				弃方 (自然方, m³)				弃渣总量 (堆方, m³)			
			开挖					回填		围堰填筑		围堰拆除		利用 土方	利用 石方	调入土方		调出土方		外购土方		外购石方		淤泥 弃方	土方 弃方	石方 弃方	混凝土及 浆砌石弃方	淤泥、 土石方弃渣		混凝土及 浆砌石弃渣	
			淤泥 开挖	土方 开挖	石方 开挖	混凝土 拆除	浆砌石 拆除	土方 回填	石方 回填	土方 填筑	石方 填筑	土方 拆除	石方 拆除	数量	数量	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	来源	数量	数量	数量	数量	总量	去向	总量	去向
11	和锦片管线		2740	1225033	28283	1331	2382	1332462	28593	15768	1036	15768	1036	1229763	28904	118467	12、 13、 14、 15、 16、 23	0		0		1036	III1 外购 石料场	2740	11038	725	3713	16622	海安 2-1 渣 场、海 安 2-2 渣场、 城北 渣场	5384	徐闻建 筑垃圾 服务站
12	风桥泵站		0	39834	9494	4	61	2502	9494	0	0	0	0	2502	9494	0		37332	11	0		0		0	0	0	65	0		95	徐闻建 筑垃圾 服务站
13	和锦 1#泵站		0	4532	0	0	0	1979	0	0	0	0	0	1979	0	0		2553	11	0		0		0	0	0	0	0		0	
14	和锦 2#泵站		0	4532	0	0	0	1979	0	0	0	0	0	1979	0	0		2553	11	0		0		0	0	0	0	0		0	
15	和锦 3#泵站		0	4532	0	0	0	1979	0	0	0	0	0	1979	0	0		2553	11	0		0		0	0	0	0	0		0	
16	和锦片渠道		4909	20396	0	616	0	14091	0	0	0	0	0	14091	0	0		6305	11	0		0		4909	0	0	616	5154	海安 2-1 渣 场	894	徐闻建 筑垃圾 服务站
17	锦南片管线		1928	888318	25859	707	2048	1029525	26067	10512	691	10512	691	891471	26274	148565	19、 20、 23、 24、 27、	0		0		691	III1 外购 石料场	1928	7358	483	2755	11187	海安 2-1 渣 场	3995	徐闻建 筑垃圾 服务站
18	下洋片管线		2570	753577	26854	5146	5776	893854	29869	74911	10050	74911	10050	776050	32884	192714		0		0		10050	III1 外购 石料场	2570	52437	7035	10922	73203	海安 2-1 渣 场	15837	徐闻建 筑垃圾 服务站
19	龙托泵站		0	25454	0	0	0	11064	0	0	0	0	0	11064	0	0		14390	18	0		0		0	0	0	0	0		0	
20	下洋片灌区		5745	86125	0	4158	190	64106	0	0	0	0	0	64106	0	0		22019	18	0		0		5745	0	0	4348	6032	海安 2-1 渣 场	6304	徐闻建 筑垃圾 服务站
21	前山片管线		1756	419431	13538	2968	1107	485556	14160	31536	2072	31536	2072	428892	14781	88200	23	0		0		2072	III1 外购 石料场	1756	22075	1450	4076	29334	海安 2-1 渣 场	5910	徐闻建 筑垃圾 服务站
22	龙塘片管线		2556	756353	27992	3914	2672	91542	33054	125776	16875	125776	16875	794086	35726	236125	23	0		11007	IIIX17 土料场	16875	III1 外购 石料场	2556	88044	11812	6585	121062	海安1 渣场、 海安 2-1 渣 场	9549	徐闻建 筑垃圾 服务站
23	南北渠		183946	2323633	5330	26020	13522	1490772	9202	196443	12907	196443	12907	1746148	13074	0		695350	11、17、、18、 21、22、25	0		12907	III1 外购 石料场	183946	137510	9035	39541	364381	海安1 渣场	57335	徐闻建 筑垃圾 服务站
24	石林岭灌区		1240	14396	0	2844	69	13228	0	0	0	0	0	13228	0	0		1168	18	0		0		1240	0	0	2913	1302	海安 2-1 渣 场	4224	徐闻建 筑垃圾 服务站
25	北松灌区		4037	28650	0	3334	603	33595	0	0	0	0	0	28650	0	4945	23	0		0		0		4037	0	0	3937	4238	海安 2-1 渣 场	5708	徐闻建 筑垃圾 服务站
26	迈胜灌区		6033	29444	0	3067	269	34591	0	0	0	0	0	29444	0	0		0		5146	IIIX17 土料场	0		6033	0	0	3336	6334	海安 2-1 渣 场	4837	徐闻建 筑垃圾 服务站
27	邓村水库泵站		4500	8510	0	0	0	3716	0	0	0	0	0	3716	0	0		4794	18	0		0		4500	0	0	0	4725	海安 2-1 渣 场	0	

雷州半岛灌区工程环境影响报告书																															
序号	项目	长度(m)	主体工程(自然方, m³)							临时工程(自然方, m³)				自身可利用		调入 (自然方, m³)		调出 (自然方, m³)		外购 (自然方, m³)				弃方 (自然方, m³)				弃渣总量 (堆方, m³)			
			开挖					回填		围堰填筑		围堰拆除		利用 土方	利用 石方	调入土方		调出土方		外购土方		外购石方		淤泥 弃方	土方 弃方	石方 弃方	混凝土及 浆砌石弃方	淤泥、 土石方弃渣		混凝土及 浆砌石弃渣	
			淤泥 开挖	土方 开挖	石方 开挖	混凝土 拆除	浆砌石 拆除	土方 回填	石方 回填	土方 填筑	石方 填筑	土方 拆除	石方 拆除	数量	数量	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	来源	数量	数量	数量	数量	总量	去向	总量	去向
28	南海片管线		357	212670	6658	1168	1101	248946	6658	0	0	0	0	212670	6658	0		0		36275	IIIX17 土料场	0		357	0	0	2269	375	海安 2-1 渣 场	3290	徐闻建 筑垃圾 服务站
	合计		802749	13373775	305296	70397	34882	14311186	378121	833766	247270	833766	247270	12876612	391304	806225		806225		1521048		247270		802749	583636	174445	105279	1767014		152654	

注：本表已考虑施工损耗。

2.9.2.3 弃渣场规划

本工程弃渣主要来自于主体工程开挖及围堰拆除料。根据施工组织设计，渣料运至当地消纳场及主体工程布置的 10 个弃渣场堆放。

根据弃渣场的实际布置情况、现状地形图资料结合当地调研，弃渣场主要布置在工程沿线附近的坑(塘)，均属于填塘(坑)型。弃渣场选址情况见表 2.9-5。

经统计，本工程总弃渣量为 395.04 万 m^3 (自然方)，折合松方 447.01 万 m^3 ，其中 154.94 万 m^3 （松方）运至消纳场资源化综合利用，见表 2.9-6，剩余 292.07 万 m^3 （松方）运输至 10 个弃渣场堆放，弃渣来源及流向见表 2.9-6。

表2.9-5 弃渣场选址情况一览表

序号	弃渣场名称	渣场所在镇(街)	经度	纬度	容渣量	堆渣量	占地面积 (hm ²)	现状	渣场类型
					(万 m ³)	(万 m ³)			
					自然方	松方			
1	廉江新民镇东坑 1 渣场	廉江新民镇	110°13'21.83"	21°34'34.35"	138.47	115.75	5.68	坑塘	平地型(填坑)
2	廉江新民镇东坑 2 渣场	廉江新民镇	110°12'54.15"	21°34'44.55"	53.89	47.81	3.04	坑塘	平地型(填坑)
3	廉江新民镇东坑 4 渣场	廉江新民镇	110°13'51.58"	21°35'24.35"	49.68	23.40	1.90	坑塘	平地型(填坑)
4	雷州企水镇田寮村-1 弃渣场	雷州企水镇田寮村	109°45'19.07"	20°44'31.20"	2.53	2.23	1.08	坑塘	平地型(填坑)
5	雷州企水镇田寮村-2 弃渣场	雷州企水镇田寮村	109°45'22.10"	20°44'27.49"	5.01	5.01	1.49	坑塘	平地型(填坑)
6	雷州北和镇鹅感村渣场	雷州北和镇鹅感村	109°54'45.29"	20°42'17.45"	3.00	3.39	0.53	坑塘	平地型(填坑)
7	徐闻海安镇 1 渣场	徐闻海安镇	110°13'48.21"	20°16'59.34"	43.09	41.89	5.83	坑塘	平地型(填坑)
8	徐闻海安镇 2-1 渣场	徐闻海安镇	110°13'39.49"	20°17'22.65"	21.24	21.05	2.53	坑塘	平地型(填坑)
9	徐闻海安镇 2-2 渣场	徐闻海安镇	110°13'43.58"	20°17'17.54"	1.01	1.01	0.29	坑塘	平地型(填坑)
10	徐闻城北镇渣场	徐闻城北镇	110°05'17.43"	20°22'54.47"	45.1	30.52	2.05	坑塘	平地型(填坑)

表2.9-6 本工程弃渣来源及流向表

单位: 万 m³

序号	弃渣场或消纳场名称	弃渣量(松方, 万 m ³)	渣料来源
一	弃渣场		
1	廉江新民镇东坑 1 渣场	115.75	主运河渠道、主运河管道、西海渠道、岭北管道、岭北泵站、东海渠道
2	廉江新民镇东坑 2 渣场	47.81	西海渠道、四联管道、四联渠道、岭北渠道、东海渠道
3	廉江新民镇东坑 4 渣场	23.40	西运河渠道、东运河渠道、岭北泵站、岭北渠道
4	雷州企水镇田寮村-1 弃渣场	2.23	南渡河泵站、迈生南泵站、迈生北泵站、雷东片管线
5	雷州企水镇田寮村-2 弃渣场	5.01	
6	雷州北和镇鹅感村渣场	3.39	龙门河泵站
7	徐闻海安镇 1 渣场	41.89	南北渠、北松灌区、和锦片管线、和锦片渠道、龙托泵站、锦南片管线、下洋片灌区、下洋片管线、龙塘片管线、前山片管线、石林岭灌区、北松灌区、迈胜灌区
8	徐闻海安镇 2-1 渣场	21.05	迈生东片管线、调风片管线、和锦片管线、迈生北泵站
9	徐闻海安镇 2-2 渣场	1.01	
10	徐闻城北镇渣场	30.52	花桥水引水渠、迈生北泵站、余庆桥片管道、迈克水库泵站、迈克片管道、合溪片渠道、合溪片管道、大湾水库泵站
	小计	292.07	
二	消纳场		
1	遂溪县溢丰再生资源回收有限公司建设的年处理 100 万吨建筑垃圾消纳场	26.63	雷北灌区拆除的混凝土及浆砌石弃渣
2	雷州市恒生源环保科技有限公司建设的环保节能新型建材生产(一期)项目消纳场	113.93	雷北、雷东南、雷西南灌区拆除的混凝土及浆砌石弃渣
3	徐闻县建筑垃圾服务站消纳场	14.38	雷东南、雷西南灌区拆除的混凝土及浆砌石弃渣
	小计	154.94	
	合计	447.01	

2.9.3 施工导流

本工程涉水工程较多，需进行导流。需要采取施工导流措施的水工建筑物主要有穿河涌埋管及渠道、提水泵站、管（渠）道进出水口等，其中雷北片区 148 处，雷西南片区 13 处，雷东南片区 44 处，合计 205 处。本报告主要介绍雷北片工程的施工导流方式，雷西南及雷东南片区的施工导流方式与雷北片区相似，不再赘述。

2.9.3.1 导流方式

(1) 穿河涌埋管或渠道段 54 处

穿河涌埋管段采用填筑上、下游围堰一次拦断河涌，在岸边开挖明渠的导流方式。

穿河渠道采用分期围堰挡水，束窄原渠道过流的导流方式。

(2) 提水泵站 11 处

位于水库、河道边的泵站取水口采用围堰全围护、拦挡河流和水库库水的导流方式；位于不可断水河道或渠道的泵站取水口采用岸边钢板桩围堰全围护、拦挡河流和渠水的导流方式。

(3) 管道或渠道进出水口 83 处

根据围护结构的施工规模，位于水库或河流的进出水口采用岸边土围堰或钢板桩围堰全围护、拦挡河流和挡水库库水的导流方式。

2.9.3.2 导流建筑物

(1) 穿河涌埋管或渠道段

施工围堰选用土围堰及土袋围堰两种。土围堰堰高为 1.6~3.2m，防渗方式采用堰体防渗，围堰堰顶宽 3.0m，围堰迎水面边坡为 1:2.5，背水面边坡为 1:2.0，迎水面采用厚 500mm 抛石护坡护脚，采用 200mm 石渣垫层。土袋围堰堰高为 1.7~3.0m，堰顶宽度 2m，围堰迎水面及背水面边坡皆为 1:1。钢板桩围堰选择 9m 长拉森III型钢板桩围堰。

导流明渠：根据不同导流设计流量，导流明渠底宽为 2~7m；导流明渠均采

用放坡开挖，两侧开挖边坡为 1:2.0；导流明渠均采用 500mm 厚抛石及 200mm 石渣护坡、护底。若施工开挖基坑有防渗要求，明渠靠开挖基坑侧采用高喷防渗墙防渗。

(2) 提水泵站

1) 罗马坛水库提水泵站

罗马坛水库提水泵站围堰采用土石方填筑抛石护坡加石渣垫层的方案，最大围堰高约为 9.2m，堰顶宽 7.0m，围堰迎水面边坡为 1:2.5，背水面边坡为 1:2.0，迎水面采用厚 500mm 抛石护坡护脚，采用 200mm 砂碎石垫层，并铺土工膜防渗(2 布一膜、250g/m²)。背水面采用 200mm 石渣护坡。围堰防渗采用土工膜防渗。

2) 黄垌岭泵站、罗笛埗泵站、马猫泵站、浦洋水轮泵站、四联水轮泵站、良垌泵站、主运河泵站、东海河泵站、坡头泵站

施工围堰：采用 6m 或 9m 长拉森Ⅲ型钢板桩做围堰。由于钢板桩重复利用导致板桩之间咬合不紧，部分围堰段存在渗漏，因此在其迎水侧用土工膜(250g/m²)防渗。

3) 南边洋泵站

施工围堰：南边洋泵站围堰采用土石方填筑抛石护坡加石渣垫层的方案，最大围堰高约为 4.5m，堰顶宽 7.0m，围堰迎水面边坡为 1:2.5，背水面边坡为 1:2.0，迎水面采用厚 500mm 抛石护坡护脚，采用 200mm 砂碎石垫层。背水面采用 200mm 石渣护坡。围堰防渗采用土工膜防渗。

(3) 管道或渠道进出水口

施工围堰选用钢板桩围堰及土袋围堰两种。

不可断水河道或渠道的泵站取水口的采用钢板桩围堰：钢板桩围堰根据施工开挖基坑深度，挡水高度<3m，选择 6m 长拉森Ⅲ型钢板桩围堰；挡水高度≥3m，选择 9m 长拉森Ⅲ型钢板桩围堰。由于钢板桩重复利用导致板桩之间咬合不紧，部分围堰段存在渗漏，因此在其迎水侧用土工膜(250g/m²)防渗。

土袋围堰最大围堰高为 1.9~2.8m，堰顶宽度 2m，围堰迎水面及背水面边坡皆为 1:1。

2.9.4 施工总布置

2.9.4.1 施工临时道路

由于本工程为线性工程，各施工工作面分散且较多，场内交通主要以沿渠道和埋管一侧布置的施工道路为主，运输量和运输强度不大，高峰期行车密度小于 20 辆/单向小时，因此本工程场内临时道路按场内主要道路三级标准设计。

本工程主要利用工程区附近的乡道、村道、机耕路作为施工道路，不能满足施工运输要求的区域需要扩建和新建临时道路。施工临时道路包括进场道路、临时改道、沿管道和渠道施工临时道路、至施工工区、临时堆土场、弃渣场的临时道路等。

经统计，本工程共设置临时道路 799.44km，其中新建临时道路 639.67km，改建及扩建道路 159.77km。从片区分布来看，雷北片区临时道路 535.27km，雷西南片区 118.18km，雷东南片区 145.99km。

表2.9-7 雷州半岛灌区工程新建、扩建施工道路汇总表

片区	新建(km)	改建、扩建(km)	合计
雷北	438.6	96.67	535.27
雷西南	92.34	25.84	118.18
雷东南	108.73	37.26	145.99
总计	639.67	159.77	799.44

表2.9-8 雷北片新建、扩建施工道路情况表

序号	临时道路	长度(km)	道路特性
1	进场道路		
1.1	新建道路	90.58	单车道、3.5m 宽、200mm 厚石渣路面
1.2	扩建道路	38.82	单车道、扩宽 1~2m、200mm 厚石渣路面
2	沿渠道临时道路		
2.1	新建道路	329.95	单车道、3.5m 宽、200mm 厚石渣路面
3	沿埋管临时道路		
3.1	新建路宽 3.5m	16.89	单车道、200mm 厚石渣路面
4	施工临时改道		
4.1	单车道石渣路	35.78	单车道、3.5m 宽、200mm 厚石渣路面
4.2	双车道石渣路	5.39	双车道、7m 宽、200mm 厚石渣路面
4.3	单车道混凝土路	12.55	单车道 3.5m 宽、250mmC30 砼路面

序号	临时道路	长度(km)	道路特性
4.4	双车道混凝土路	4.13	单车道 7m 宽、250mmC30 砼路面
5	其他临时道路		新建至施工工区、临时堆土场、弃渣场道路
5.1	新建道路	1.18	双车道、7m 宽、200mm 厚石渣路面
合计		535.27	

表2.9-9 雷西南片区新建、扩建施工道路情况表

序号	临时道路	长度(km)	道路特性
1	进场道路		
1.1	新建道路	30.64	单车道、3.5m 宽、200mm 厚石渣路面
1.2	扩建道路	13.07	单车道、扩宽 1~2m、200mm 厚石渣路面
2	沿渠道临时道路		
2.1	新建道路	13.57	单车道、3.5m 宽、200mm 厚石渣路面
3	沿埋管临时道路		
3.1	新建路宽 3.5m	44.88	单车道、200mm 厚石渣路面
4	施工临时改道		
4.1	单车道石渣路	7.25	单车道、3.5m 宽、200mm 厚石渣路面
4.2	双车道石渣路	2.85	双车道、7m 宽、200mm 厚石渣路面
4.3	单车道混凝土路	0.1	单车道 3.5m 宽、250mmC30 砼路面
4.4	双车道混凝土路	2.57	单车道 7m 宽、250mmC30 砼路面
5	其他临时道路		新建至施工工区、临时堆土场、弃渣场道路
5.1	新建道路	3.25	双车道、7m 宽、200mm 厚石渣路面
合计		118.18	

表2.9-10 雷东南片新建、扩建施工道路情况表

序号	临时道路	长度(km)	道路特性
1	进场道路		
1.1	新建道路	26.42	单车道、3.5m 宽、200mm 厚石渣路面
1.2	扩建道路	11.33	单车道、扩宽 1~2m、200mm 厚石渣路面
2	沿渠道临时道路		
2.1	新建道路 3.5m	0.91	单车道、3.5m 宽、200mm 厚石渣路面
2.2	新建道路 5m	1.75	单车道、5m 宽、200mm 后石渣路面
3	沿埋管临时道路		
3.1	新建路宽 3.5m	43.92	单车道、200mm 厚石渣路面
3.2	新建路宽 4.5m	29.52	单车道、200mm 厚石渣路面
4	施工临时改道		

序号	临时道路	长度(km)	道路特性
4.1	单车道石渣路	2.05	单车道、3.5m 宽、200mm 厚石渣路面
4.2	双车道石渣路	1.27	双车道、7m 宽、200mm 厚石渣路面
4.3	单车道混凝土路	15.12	单车道 3.5m 宽、250mmC30 砼路面
4.4	双车道混凝土路	7.49	单车道 7m 宽、250mmC30 砼路面
5	其他临时道路		新建至施工工区、临时堆土场、弃渣场道路
5.1	新建道路	6.21	双车道、7m 宽、200mm 厚石渣路面
合计		145.99	

2.9.4.2 施工工厂设施

(1) 砂石料加工系统

由于本工程外购石料场主要供应碎石料，需要购买碎石进行人工制砂。

根据施工组织设计，雷北片区在Ⅲ_{Y10} 石料外购点附近设置 1 处砂石料加工系统，棒磨机和立轴式破碎机联合制砂工艺，按两班制生产设计，并按 2 套系统布置，每套生产能力约 200t/h。

由于雷东南片区和雷西南片区可选用的料源均为Ⅲ₁ 石料外购点，在外购点附近设置 1 处砂石料加工系统，按两班制生产设计，棒磨机和立轴式破碎机联合制砂工艺，并按 2 套系统布置，每套生产能力约 200t/h。

(2) 混凝土生产系统

根据施工组织设计，管道及渠道混凝土线路长，施工点分散且单个工作面用量较小，混凝土采用移动式拌和站 YHZS25 拌制砼供应。

提水泵站为灌区主要建筑物，混凝土项目相对集中、且对混凝土耐久性要求高，按照混凝土供应方案的选取原则，选择自拌混凝土供应。因此，在每个泵站工区设 1 处混凝土拌和系统。2 级泵站采用 2×1.5m³ 搅拌楼拌制砼；3 级泵站采用 2×1.0m³ 搅拌楼拌制砼，其余 4 级、5 级泵站采用 0.75m³ 强制性搅拌机拌制砼。

(3) 钢木加工系统

本工程各施工工区分别布置一座小型的钢木综合加工厂，承担钢筋、木材的加工任务。钢木加工厂生产能力视工程量的大小、工期长短不同而异。

(4) 机械修配、汽车维修保养系统

本阶段考虑施工设备的大、中修利用湛江市、雷州市及周边乡镇的地方专业

厂家，在规模比较大的工区分别布置一座机械、汽车维修保养站，承担施工机械设备及汽车的小型维修和保养任务。

2.9.4.3 施工工区

根据灌溉管线及各建筑物工程的特点、施工的均衡性及实际施工场地布置条件，本工程共设置 436 个工区，其中埋管段工区 180 个，渠道段工区 212 个，泵站工区 44 个。436 个施工工区中，有 99 个为顶管段顶管作业所需的顶管工区。

各片区施工工区及工点设置如下：

(1) 雷北片

雷北片共设置 266 个施工工区(含施工点)，其中埋管段设置 61 个施工工区(含 23 个顶管施工点)，渠道段设置 180 个施工工区(含 26 个顶管施工点)，泵站设置 24 个施工工区，砂石料加工系统 1 个工区。

(2) 雷西南片

雷西南片共设置 67 个施工工区(施工点)，其中埋管段设置 52 个施工工区(含 19 个顶管施工点)，渠道段设置 7 个施工工区，泵站设置 8 个施工工区。

(3) 雷东南片

雷东南片共设置 103 个施工工区(含施工点)，其中埋管段设置 67 个施工工区(含 27 个顶管施工点)，渠道段设置 25 个施工工区(含 4 个顶管施工点)，泵站设置 10 个施工工区，砂石料加工系统 1 个施工工区。

表2.9-11 各片区施工工区数量

片区	埋管段工区数量	渠道段工区数量	泵站工区数量	砂石料加工系统	合计(个)	备注
雷北	61 (顶管 23)	180 (顶管 26)	24	1	266	含顶管工区 49 个
雷西南	52 (顶管 19)	7	8		67	含顶管工区 19 个
雷东南	67 (顶管 27)	25 (顶管 4)	10	1	103	含顶管工区 31 个
总计	180 (顶管 69)	212 (顶管 30)	42	2	436	含顶管工区 99 个

2.9.4.4 施工人数

根据施工组织设计，本工程施工高峰人数约 1.74 万人，平均施工人数 1.22 万人。各片区施工人数见表 2.9-12。

表2.9-12 各片区施工人数

分区	雷北	雷西南	雷东南	合计（人）
高峰人数	10484	1999	4960	17443
平均人数	7339	1400	3472	12211

2.9.5 施工进度安排

根据施工组织设计，本工程施工总工期为 54 个月(第 1 年 1 月初~第 5 年 6 月底)，包括施工准备期、主体工程施工期、工程完建期三个阶段。

(1) 施工准备期

第 1 年 1~3 月为施工准备期，历时 3 个月。主要完成场内公路、风、水、电及通讯设施，完成施工工厂、仓库及生活福利设施等工作。

(2) 主体工程施工期

第 1 年 4 月~第 5 年 3 月，完成雷北灌片、雷东南灌片、雷西南灌片工程，在环北工程通水至鹤地水库后，发挥整个工程(三个灌片)效益。

各片区主体工程施工进度安排分述如下：

1) 雷北片

雷北片区按照提早发挥本工程效益的原则，优先施工现有渠道工程改造和修复、优先施工利用当地水源的新建渠道和管道工程。

其中，青年运河灌域主运河、四联河、东海河、西海河、东运河、西运河的现有渠道改造和修复，利用 4 个枯水期施工，即第 1 年 10 月~第 2 年 3 月、第 2 年 10 月~第 3 年 3 月、第 3 年 10 月~第 4 年 3 月、第 4 年 10 月~第 5 年 3 月；岭北灌域的现有渠道改造和修复，利用第 1 个枯水期施工，即第 1 年 10 月~第 2 年 3 月。

青年运河灌域主运河、四联河的新建管道工程以及配套的新建泵站工程，共计 7 座泵站，均安排在第 1 年 4 月~第 2 年 10 月施工。

其余新建管道工程以及配套的新建泵站工程，共计 17 座，均安排在第 1 年 4 月~第 5 年 3 月施工。

2) 雷东南片

雷东南片区按照提早发挥本工程效益的原则，优先施工现有渠道工程改造和修复，优先施工新建的骨干工程。

南北渠的现有渠道改扩建利用 3 个枯水期施工，即第 1 年 10 月~第 2 年 3 月、第 2 年 10 月~第 3 年 3 月、第 3 年 10 月~第 4 年 3 月、第 4 年 10 月~第 5 年 3 月；和锦片、下洋片、石林岭的渠道加固改造、迈胜灌区、北松灌区的渠道重建利用前 2 个枯水期施工，即第 1 年 10 月~第 2 年 3 月、第 2 年 10 月~第 3 年 3 月。

本片区从南渡河取水，位于片区上游的花桥河取水口~大田沟水库区间的新建雷东南干管、分干管及支管，以及配套的南渡河泵站、迈生北泵站，均安排在第 1 年 4 月~第 4 年 6 月施工。

位于片区下游的大田沟水库~大水桥水库区间的新建分干管及支管，以及配套的 6 座 5 级泵站，均安排在第 3 年 4 月~第 5 年 3 月施工。

3) 雷西南片

合溪灌区的现有渠道改扩建利用前 2 个枯水期施工，即第 1 年 10 月~第 2 年 3 月、第 2 年 10 月~第 3 年 3 月。平南灌区的现有渠道改扩建、龙门 E 灌区的渠道新建，利用第 1 个枯水期施工，即第 1 年 10 月~第 2 年 3 月。

龙门 A~E 片、迈克片、余庆桥片、三阳桥片、合溪补水管等新建管道可利用当地水源灌溉，以及配套的 5 座泵站及取水塔，安排在第 1 年 4 月~第 3 年 6 月施工。

其余从环北工程取水的龙北片、龙东片、环北直供片、英利 A 片、英利 B 片、大湾片的新建管道，以及配套的 3 座泵站，均安排在第 2 年 12 月~第 5 年 3 月施工。

(3) 工程完建期

第 5 年 4 月~6 月为工程完建收尾工期，需完成工程的扫尾工作及遗留工程的处理等。

2.10 建设征地与移民安置

2.10.1 工程占地

建设征地总面积 3813.3199 hm²，其中：永久征收土地面积 1181.2910 hm²，临时征用土地面积 2632.0289 hm²。

2.10.1.1 永久占地

根据工程总体布置，本工程永久占地范围主要为新建渠道、恢复渠道、检修道路、新建泵站及输水管线建筑物等用地，扩建渠道的新增用地，永久占地面积 1181.2910 hm²，其中雷北片区永久占地面积 829.1007 hm²、雷西南片区永久占地面积 41.8364 hm²、雷东南片区永久占地面积 310.3539 hm²。工程永久占地面积情况见下表 2.10-1。

表2.10-1 工程永久占地一览表

土地利用类型		永久占地			
一级类	二级类	雷北片区	雷西南片区	雷东南片区	合计
01 耕地	0101 水田	57.8665	0.2267	16.8043	74.8975
	0102 水浇地	21.2729	3.0708	7.1778	31.5215
	0103 旱地	85.1888	7.8246	20.9480	113.9614
	小计	164.3282	11.1220	44.9301	220.3803
02 园地	0201 果园	37.7372	5.7668	42.1583	85.6622
	0202 茶园	0.0135		0.0053	0.0188
	0203 橡胶园	0.1335	1.3247		1.4582
	0204 其他园地	28.4709	0.8192	1.0976	30.3877
	小计	66.3551	7.9107	43.2611	117.5269
03 林地	0301 乔木林地	229.3142	10.5926	16.0090	255.9158
	0302 竹林地	3.1560	1.0714	1.7805	6.0079
	0305 灌木林地	3.7317	0.0304	0.4228	4.1849
	0307 其他林地	17.0065	1.1018	0.1690	18.2773
	小计	253.2084	12.7962	18.3813	284.3860
04 草地	0403 人工牧草地	0.0011			0.0011
	0404 其他草地	15.6806	0.1283	2.5869	18.3959
	小计	15.6817	0.1283	2.5869	18.3970
05 商服用地	-	0.9074	0.0130	0.0445	0.9649
06 工矿仓储	0601 工业用地	1.1812	0.0109	0.0545	1.2466

土地利用类型		永久占地			
一级类	二级类	雷北片区	雷西南片区	雷东南片区	合计
用地	0602 采矿用地	0.8196	0.0487		0.8683
	0604 物流仓储用地	0.3830		0.0532	0.4362
	小计	2.3838	0.0596	0.1076	2.5511
07 住宅用地	0701 城镇住宅用地	0.9907	0.0694	0.1036	1.1637
	0702 农村宅基地	5.9865	0.1056	0.7110	6.8030
	小计	6.9772	0.1750	0.8146	7.9667
08 公共管理与公共服务用地	0809 公用设施用地	0.2379	0.0212	0.0365	0.2956
	0810 公园与绿地	0.0894	0.0089	0.0345	0.1329
	其他公共用地	1.0026	0.0632	0.3264	1.3921
	小计	1.3299	0.0933	0.3974	1.8206
09 特殊用地	-	0.3866	0.0000	0.0058	0.3924
10 交通运输用地	1001 铁路用地	0.3931			0.3931
	1003 公路用地	16.9708	0.3449	1.0437	18.3594
	1004 城镇村道路用地	0.5875	0.0118	0.1713	0.7707
	1005 交通服务场站用地	0.1888		0.0400	0.2288
	1006 农村道路	32.7005	1.2976	15.9931	49.9912
	1009 管道运输用地	0.1969			0.1969
	小计	51.0377	1.6543	17.2481	69.9401
11 水域及水利设施用地	1101 河流水面	86.7005	0.3115	6.5777	93.5897
	1103 水库水面	0.8446	2.8143	4.5738	8.2327
	1104 坑塘水面	9.3130	0.0782	5.9597	15.3509
	1106 内陆滩涂			0.2464	0.2464
	1107 沟渠	156.3817	4.6586	150.0299	311.0702
	1109 水工建筑用地	7.1781	0.0162	14.7814	21.9756
	小计	260.4179	7.8788	182.1689	450.4656
12 其他土地	1201 空闲地	3.7779		0.3684	4.1463
	1202 设施农用地	2.2622	0.0051	0.0392	2.3064
	1206 裸土地	0.0467			0.0467
	小计	6.0868	0.0051	0.4076	6.4994
合计		829.1007	41.8364	310.3539	1181.2910

2.10.1.2 临时占地

根据施工布置确定施工临时用地范围，临时用地范围主要包括输水管线敷设开挖、施工临时道路、临时堆土场(中转场)、施工工区和弃渣场等用地等用地范围，临时占地面积 2632.0289hm²，其中雷北片区临时占地面积 971.2237hm²、雷西南片

区临时占地面积 574.6852hm²、雷东南片区临时占地面积 1086.1496hm²。

工程临时占地面积情况见下表 2.10-2。

表2.10-2 工程临时占地一览表

土地利用类型		临时占地			
一级类	二级类	雷北片区	雷西南片区	雷东南片区	合计
01 耕地	0101 水田	136.4079	12.7991	57.3521	206.5591
	0102 水浇地	50.1602	34.9005	46.3863	131.4470
	0103 旱地	248.6145	198.3987	403.7004	850.7135
	小计	435.1825	246.0982	507.4388	1188.7196
02 园地	0201 果园	88.4212	92.1289	349.0923	529.6425
	0202 茶园	0.1865		1.1641	1.3506
	0203 橡胶园	0.2678	18.5566	6.4429	25.2673
	0204 其他园地	67.2742	15.7823	11.6103	94.6668
	小计	156.1497	126.4678	368.3096	650.9271
03 林地	0301 乔木林地	188.5256	134.6984	66.1806	389.4046
	0302 竹林地	1.6133	2.0946	3.5162	7.2241
	0303 红树林地				0.0000
	0305 灌木林地	3.1818	0.8138	2.7497	6.7452
	0307 其他林地	20.5221	13.6485	7.0304	41.2010
	小计	213.8428	151.2552	79.4769	444.5749
04 草地	0404 其他草地	16.3386	2.7394	6.4746	25.5527
	小计	16.3386	2.7394	6.4746	25.5527
05 商服用地	-	0.7505	0.0335	0.2559	1.0399
06 工矿仓储用地	0601 工业用地	1.8035	0.4212	0.8420	3.0667
	0602 采矿用地	0.3453	0.7755	1.3805	2.5013
	0604 物流仓储用地	0.5848	0.0287	0.0591	0.6726
	小计	2.7336	1.2254	2.2816	6.2406
07 住宅用地	0701 城镇住宅用地	0.6115	0.9318	0.2788	1.8220
	0702 农村宅基地	7.1167	0.4924	1.3243	8.9334
	小计	7.7282	1.4242	1.6031	10.7554
08 公共管理与公共服务用地	0809 公用设施用地	0.2606	0.0541	0.0311	0.3458
	0810 公园与绿地	0.0519	0.0144		0.0663
	其他公共用地	0.6946	0.3371	0.0714	1.1031
	小计	1.0071	0.4057	0.1025	1.5152
09 特殊用地	-	1.6792	0.0595	0.2672	2.0059
10 交通运输用地	1001 铁路用地	0.4041	0.1141		0.5182
	1003 公路用地	19.7802	12.3911	22.7725	54.9438
	1004 城镇村道路用地	0.4214	0.0324	0.0170	0.4708

土地利用类型		临时占地			
一级类	二级类	雷北片区	雷西南片区	雷东南片区	合计
	1005 交通服务场站用地	0.3873	0.0810	0.0589	0.5272
	1006 农村道路	39.3834	15.3414	54.8628	109.5876
	1009 管道运输用地	0.2937			0.2937
	小计	60.6700	27.9600	77.7112	166.3412
11 水域及水利设施用地	1101 河流水面	10.2085	0.5416	3.0982	13.8482
	1103 水库水面	12.5680	3.9660	14.1198	30.6538
	1104 坑塘水面	28.0221	5.5684	18.4295	52.0200
	1005 沿海滩涂				0.0000
	1106 内陆滩涂		1.6256	0.2499	1.8754
	1107 沟渠	15.5377	3.4011	3.6738	22.6126
	1109 水工建筑用地	1.3900	0.4956	0.6540	2.5396
	小计	67.7263	15.5982	40.2252	123.5497
12 其他土地	1201 空闲地	4.0080	0.9159	1.0722	5.9961
	1202 设施农用地	3.0987	0.4646	0.8350	4.3983
	1205 沙地	0.0296			
	1206 裸土地	0.2787	0.0376	0.0959	0.4122
	小计	7.4151	1.4181	2.0030	10.8066
合计		971.2237	574.6852	1086.1496	2632.0289

2.10.2 移民安置

本工程不涉及人口搬迁，不需要搬迁安置；水平年(2026 年)需要生产安置人口 1766 人，本工程生产安置方式为一次性货币补偿结合留用地安置折算货币补偿的安置方式。

2.11 工程投资

工程静态总投资为 2187638.81 万元，工程总投资 2197766.57 万元。

2.12 运行调度方案及工程管理

2.12.1 灌区总体调度原则

雷州半岛灌区为环北部湾广东水资源配置工程的后续工程，灌区整体水量调度服从环北部湾广东水资源配置工程水量调度原则；设计水平年 2035 年在环北部湾水资源配置工程已批复的取水总量要求下进行当地水与外调水的统一调度。

本灌区工程是一个以鹤地水库(包括环北部湾广东水资源配置工程引入库西江水源)为龙头主水源和本地分散水源组成的长藤结瓜灌溉系统。鹤地水库以下通过青年运河六大运河、环北广东湛江分干线、雷东南干管、南北渠等主要输水干线及延伸而出的干支渠，与灌区内 96 宗小(1)及以上水库、7 座引提水工程(规模以上)及小(2)型水库和塘坝串、并联，共同组成灌溉供水体系。环北外调水、鹤地水库与本地水源工程进行联合调度，工程总体调度原则如下：

(1) 遵循外引水源与当地水源统一调配原则，环北工程外引水承担灌区需水基荷，当地水源承担削峰任务，灌区内调蓄水库与外调水联合调度、丰枯互济。一般情况下，优先使用当地水源，不足时利用外调水，灌溉用水高峰期由水库承担削峰任务。

(2) 灌区渠首调蓄水库同时为环北广东工程湛江受水区主要调蓄水库，其调度服从环北部湾广东水资源配置工程水量调度管理。

(3) 当地水源优先保证河道内生态环境用水，蓄水、引水、提水等各类水源工程的供水顺序为：优先利用无调节和调节能力差的水源工程供水，再由调节能力好的水库供水。各用水对象中，优先保障城乡生活工业供水，再向农业灌溉供水。各用户设计保证率以内年份按照需水量供水，设计保证率以外年份应考虑破坏深度，其中城乡用水破坏深度不超过 30%，农业灌溉用水破坏深度不超过 50%。

(4) 灌区范围内蓄水工程充分利用非灌溉期和丰水年来水充蓄，遵循闲时充库，忙时供水调度。鹤地水库优先保障无本地调蓄区域用水，其次保障雷东南等本地调蓄能力较弱灌片用水。

(5) 兴利调度服从防洪调度。

2.12.2 工程运行调度方式

2.12.2.1 正常运行调度方式

本灌区渠首调蓄工程为鹤地水库，中型及以上的主要调蓄水库有西湖水库、曲溪水库、土乐水库、田西水库、志满水库、龙门水库、余庆桥水库、鲤鱼潭水库、大水桥水库、迈生水库、北松水库和迈胜水库等，由于水库较多，本报告仅对代表性的鹤地水库和龙门水库的调度运行方式作具体介绍，其他水库及引提水工程的调度原则见表 2.12-1。

(1) 鹤地水库

鹤地水库现状主要功能为城乡供水及农业灌溉，鹤地水库是本灌区工程重要的主水源工程和头部调节水库，水库现状运行兴利调度最高运行水位同汛限水位一致，为 40.044m，死水位 34.744m。本工程不改变鹤地水库的防洪调度运行方式。水库按现行运行调度，水库兴利调度最高运行水位按汛限制水位 40.044m，最低运行水位按死水位 34.744m。设计水平年，水库除兼顾原灌溉供水外，需增加环北广东工程湛江受水区城乡供水和本灌区灌溉的供水任务。一般情况下，优先保证生态环境用水，其次为城乡生活生产用水，最后为灌溉用水；当本地入库径流小于生态基流时，水库按天然来水下泄。

鹤地水库利用环北广东工程高鹤干线引水入库最大规模为 70m³/s，水库首先向受水区供水，在有空余库容时，利用环北广东高鹤干线向鹤地水库充水，枯水期使鹤地水库保持较高水位运行，在 8 月份检修前鹤地水库需保持较高水位，故 7 月份需抬高停充线，经分析，鹤地水库 5 月-6 月库水位高于 38.56m 时优先使用本地水，低于该水位时则利用环北广东高鹤干线引水入库，相应停充线为 39.16m；7 月-8 月库水位高于 38.93m 时优先使用本地水，低于该水位时则利用环北广东高鹤干线引水入库，停充线为 39.50m；其他月份停充线为 40.044m。

鹤地水库正常年份向受水区供水的最低运行水位为 34.744m，即鹤地水库死水位，特枯年在不另外采用工程措施情况下最低运行水位可降至 31.7m(青年运河灌区灌溉进水口闸底高程)。

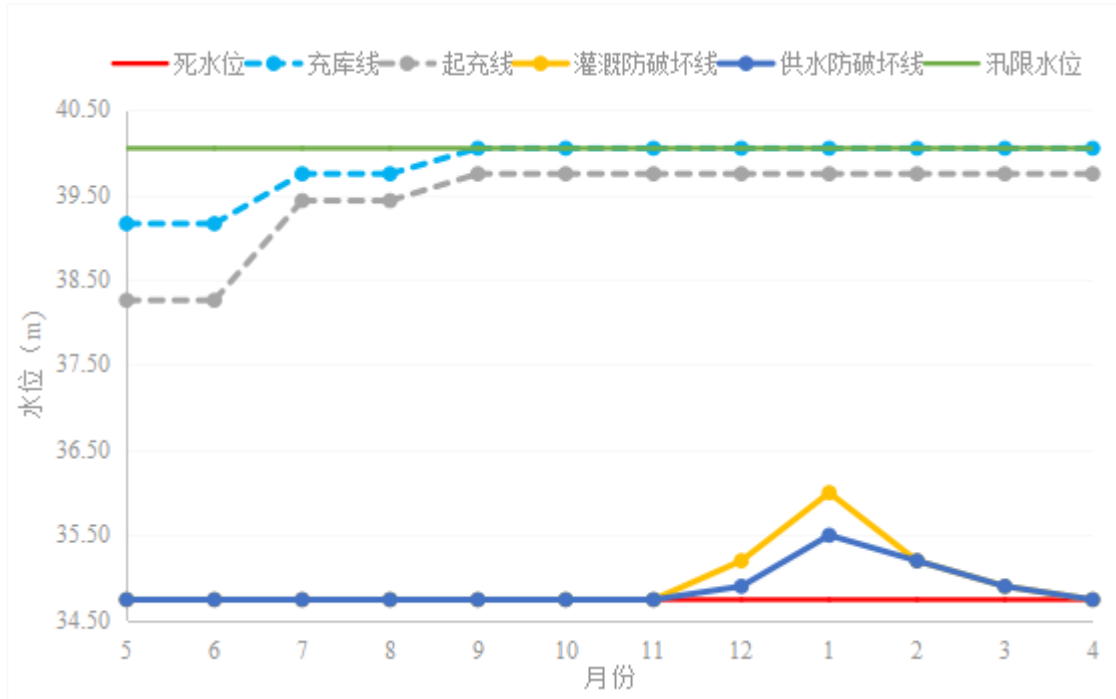


图2.12-1 鹤地水库调度图

(2) 龙门水库

龙门水库任务以灌溉为主，龙门水库灌区设计灌溉面积 12 万亩，正常蓄水位 58.744m，汛限水位 57.744m(4-9 月)，死水位 49.744m，兴利库容 5722 万 m^3 。当水库本地来水较丰时，首先利用水库本地来水和水库蓄水量为灌溉供水，当库水位下降时，利用湛江分干线补水入库。环北广东工程设计时，水库灌溉范围为设计灌面 12 万亩，水库汛期停充线为 53.1~55.0m，非汛期为 56.2~57.3m；龙门水库向龙门灌区供水的最低运行水位为 49.744m(水库死水位)。灌区工程建成后，龙门水库灌溉范围除原设计 12 万亩外，还包括周边改善、新增灌面，灌溉面积增加至 42.5 万亩。经本次分析龙门水库 4-9 月水位高于 55.68m 时优先使用本地水，低于该水位则利用湛江分干线补水，4 月停充线为 55.85m，5-9 月停充线为 55.92m。枯水期 10-3 月，起充水位为 57.08m，停充水位为 57.81m。结合本阶段复核和工程布置情况，水库为龙门水库灌区及周边扩灌范围内所在龙门片、新增灌面的供水最低水位为 52.80m。

其他调蓄水库运行调度原则主要都是汛期兴利调度最高运行水位按汛限水位；非汛期运行兴利调度最高运行水位按正常蓄水位。当水库本地来水较丰时，

首先利用水库本地来水为受水区灌溉供水；若水位持续衰落则利用青年运河或湛江分干线或雷东南干管进行补水。

2.12.2.2 应急调度

当遭遇特枯水年、连续枯水年和公共卫生事件类供水突发事件或工程事故时，灌区应按照制定的应急预案启动应急调度。

遇特枯水年，根据干旱预警等级适时启动相应的应急预案，按照统一调度、保证重点等原则，合理调配水源，启动备用水源和抗旱应急水源，合理安排工农生产和生态用水。本灌区范围内现有 2.7 万眼灌溉地下水井，其中规模以上机井 1652 眼，按单位时间平均出水量 $34\text{m}^3/\text{h}$ 计，规模以上地下水可供水量为 3750 万 $\text{m}^3/\text{月}$ ；规模以下机井 2.5 万眼，现状年供水量 0.9 亿 m^3 。同时，鹤地水库死库容较大(2.96 亿 m^3)，根据鹤地水库 1960~2023 实际运行资料，水库历史最低水位为 32.7m(库容 2.0 亿 m^3)，低于死水位 34.7m；且青年运河灌区灌溉进水口闸底高程 31.7m(库容 1.6 亿 m^3)，相应可利用死库容 1.4 亿 m^3 。遇特枯年可启用灌区范围内地下水井、鹤地水库死库容应急抗旱。

当遭遇公共卫生事件类供水突发事件时，关闭受公共卫生突发事件污染的水源或供水设施，停止供水并及时处置，采取措施控制事态发展，严防次生、衍生事件发生。启动备用水源，实施应急供水；对受污染的水源或供水设施及沿岸污染水域实施加密监测，及时向环保部门、卫生部门、同级人民政府报告污染状况和水质水情数据，并向下游通报情况。

表2.12-1 雷州半岛灌区工程各分项工程运行调度方案

序号	工程类型	所在片区	水库名称	调度原则	汛期(4-9 月)补水水位		非汛期（10-3 月）补水水位		备注
					起充线	停充线	起充线	停充线	
1	大中型调蓄水库	雷北	鹤地水库	维持原有的防洪调度运行方式，最高运行水位按汛限水位 40.044m，最低运行水位按死水位 34.744m。水库首先向受水区供水，在有空余库容时，利用环北广东高鹤干线向鹤地水库充水。	38.56m~38.93m	39.16m~39.50m	39.74m	40.044m	遇特困年，最低运行水位可将至 31.7m(青年运河灌溉进水口闸底高程)
2			西湖水库	本地来水较丰时首先向受水区供水，在有空余库容时，利用青年运河从鹤地水库引水向水库补水。		16.5m		10 月:18.67m 其他月:19.65m	
3			土乐水库			5~7 月:19.19m 8-9 月:19.70m		20.35m	
4			曲溪水库			5~8 月:22.06m 9 月:22.55m		24.98m	
5			志满水库			52.67m		54.30m	
6			田西水库	水库优先向独立片供水，并预留一定的削峰库容以供联合片用水高峰期用水。田西水库预留 50%补偿调节库容。					雷北青年运河灌域内的补偿调节水库，水库以下控灌范围分为仅依靠水库水源灌溉的独立片和本地水库、鹤地均可补水的联合片。
7		雷西南	龙门水库	汛期兴利调度最高运行水位按汛限水位 57.744m；非汛期，运行兴利调度最高运行水位按正常蓄水位 58.744mm；死水位为 49.744m。当水库本地来水较丰时，首先利用水库本地来水为受水区灌溉供水；若水位持续削落则利用湛江分干线补水。	55.68m	55.85m~55.92m	57.08m	57.81m	
8			鲤鱼潭水库	汛期兴利调度最高运行水位按汛限水位 54.86m；非汛期，运行兴利调度最高运行水位按正常蓄水位 55.86m。当水库本地来水较丰时，首先利用水库本地来水为受水区灌溉供水；若水位持续削落则利用湛江分干线补水。	53.7	54.86	55.21	55.86	
9			余庆桥水库	当水库本地来水较丰时，首先利用水库本地来水为受水区灌溉供水；若库水位低于正常蓄水位(汛期水位低于汛限水位)，则利用湛江分干线从鹤地输水补水至正常蓄水位(汛期为汛限水位)。					
10			大水桥水库	汛期兴利调度最高运行水位按汛限水位 56.84m；非汛期运行兴利调度最高运行水位按正常蓄水位 57.24m。当水库本地来水较丰时，首先利用水库本地来水为受水区灌溉供水；若水位持续削落则利用湛江分干线补水。	55.98m~56.37m	56.37m~56.60m	56.84m	57.24m	

11		雷西南	合溪水库	水库优先向独立片供水，并预留一定的削峰库容以供联合片用水高峰期用水。合溪水库预留 80%补偿调节库容。					为雷西南范围内的补偿调节水库，水库以下控灌范围分为仅依靠水库水源灌溉的独立片和本地水库、鹤地均可补水的联合片。
12		雷东南	北松水库	当水库本地来水较丰时，首先利用水库本地来水为受水区灌溉供水；若库水位低于停充线，则从鹤地、南渡河输水补水至停充线。		24.1m~25.1m		25.3m	
13			迈胜水库			41.4m~43.4m		43.9m~44.2m	
14			迈生水库	汛期水库现状运行兴利调度最高运行水位按汛限水位 37.64m；非汛期水库兴利最高运行水位按正常蓄水位 37.72m，全年最低运行水位均为死水位 30.70m。当本地来水较丰时，首先利用本地来水为受水区灌溉供水；若库水位低于正常蓄水位(汛期为汛限水位)，则利用东南干管引水补水至正常蓄水位(汛期为汛限水位)。		36.93m~37.64m		37.57m~37.72m	迈生水库为雷东南范围内的在线调节水库
15	小型及以下水库	工程范围内	充蓄调节水库	当水库本地来水较丰时，首先利用水库本地来水为受水区供水；若库水位低于正常蓄水位(汛期为汛限水位)，则从干支渠(灌)输水充蓄至正常蓄水位。					当水库低于干支渠时，采用充蓄调节方式进行调蓄。
16			补偿水库	水库优先向独立片供水，供水后库容高于削峰库容则继续向联合片供水，联合片缺水时由外引水源供水，外引水源水量不足时，水库动用削峰库容向联合片补水。					当地蓄水工程距离输水干线较远，或水库地势较高，采用补偿调节的方式，实现外引水源与当地蓄水工程联合调度。
17	引提水工程	工程范围内	引提水工程	维持原运行方式，首先利用当地引、提水工程向灌片供水，不足部分再通过外引水源补水。					

2.12.2.3 生态流量下泄

(1) 九洲江干流

根据《水利部关于印发九洲江流域水量分配方案的通知》(水资管〔2021〕91号),九洲江广东境内的主要控制断面为鹤地水库(出库)、缸瓦窑(三)水文站,鹤地水库(出库)、缸瓦窑(三)断面月均最小下泄流量为 5.0、9.3m³/s,最小下泄流量除包含生态基流、下游一定范围内河道外生产、生活用水。

(2) 南渡河

根据《湛江市南渡河水量分配方案及生态流量保障实施方案》,南渡河主要控制断面为杨家站,断面生态流量为 0.67m³/s。工程取水位置位于南渡河水闸上游约 1.5km,南渡河水闸位于杨家站下游南渡河出海口处,无生态流量控制要求,不会影响南渡河下游河道生态流量。

(3) 灌区范围内水利工程

灌区范围内无新建水库工程,已建小(1)型以上蓄水工程 96 座(不含鹤地水库),大都建于上世纪 50、60 年代,设计文件未明确生态流量,也未建设有生态流量下放设施。本次河道内生态流量按以下原则考虑:大型水库、干流重要引提水工程生态流量汛期(5-9 月)取多年平均径流量的 30%,非汛期(10 月-次年 4 月)取多年平均径流量的 10%;中、小型水库生态流量全年取多年平均径流量的 10%。

2.12.3 工程管理

2.12.3.1 管理体制

雷州半岛灌区工程采用“灌区管理机构+专业运营公司+用水单位(户)”的运行管理体制。

灌区管理机构负责灌区范围内水库、山塘的行政管理,统一调度防洪、抗旱等任务;对专业运营公司进行监督考核,为雷州半岛灌区运行提供政策支持和行业监管。因此灌区管理机构为纯公益性水管单位,定性为事业单位。

专业运营公司对雷州半岛灌区农业灌溉用水权及灌区管理范围内的水库、山塘、渠道进行运营管护,采用规范化、市场化、信息化、专业化运营模式,依靠

农业灌溉水费收入+其他衍生收入维持公司运行，为经营性水管单位，定性为企业。

2.12.3.2 管理区规划

根据初步设计报告，本工程新增管理区 42 个，主要设置在各个泵站内，此外考虑日常的管理需求，在市区设置总调度中心和后方基地。各片区管理区统计表见表 2.12-2。

表2.12-2 雷州半岛灌区工程管理区数量

片区	管理区数量(个)	管理区建筑面积(m ²)	管理区人数 (人)
雷东南片区	9	5600	116
雷西南片区	7	3300	67
雷北片区	26	15072	304
合计	42	23972	487

2.13 工程涉环境敏感区情况

本工程不占用国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境和整合优化后的自然保护地。

本工程涉及的环境敏感区主要是生态保护红线和饮用水水源保护区。

2.13.1 生态保护红线

雷州半岛灌区工程占用生态保护红线 6.0530hm^2 ，其中地表永久占用 3.6529hm^2 ，施工临时占用 2.4001hm^2 ，占用方式均为地表占用。占用生态保护红线的建筑物主要是 4 个泵站和 3 条干渠改造，除雷西南的龙东片泵站，其余占用生态红线的泵站（浦洋水轮泵站、马猫泵站、西村泵站）和干渠（已建的甘水塘干渠、马塘低干渠、河头干渠）均位于雷北片区。从片区分布来看，雷北片区占用生态保护红线 2.0021hm^2 ，其中永久占用 0.8788hm^2 ，施工临时占用 1.1233hm^2 ；雷西南片区占用生态保护红线 4.0509hm^2 ，其中永久占用 2.7741hm^2 ，施工临时占用 1.2768hm^2 ；雷东南片区不占用生态保护红线。工程临时占用生态保护红线主要是导流围堰和施工道路占用。

本工程占用的生态红线类型均为粤西沿海丘陵台地水土保持生态保护红线，不涉及整合优化后的自然保护地。

工程占用生态保护红线情况汇总表见表 2.13-1。工程与生态保护红线位置关系示意图见附图。

2025 年 10 月，自然资源部办公厅下发《自然资源部办公厅关于雷州半岛灌区工程项目建设用地预审意见的函》（自然资办函〔2025〕2501 号），初步确定项目用地应控制在 1181.91 公顷内；2025 年 11 月，湛江市自然资源局核发本工程的建设项目用地预审与选址意见书（用地第 4408002025XS0002S01 号），亦即同意本工程占用生态保护红线，后续在办理用地报批手续时，需按照相关要求开展建设项目符合生态保护红线内允许有限人为活动的说明报告，并取得省政府出具的“认定意见”。

工程占用生态保护红线的不可避让性分析见 3.2.2 章节。

表2.13-1 雷州半岛灌区工程占用生态保护红线情况汇总表

片区	工程类型	县市	占用生态红线类型	占用生态保护红线编码	永久占用生态红线面积(hm ²)	临时占用生态红线面积(hm ²)	合计 (hm ²)	备注
雷北	甘水塘干渠改造	廉江市	粤西沿海丘陵台地水土保持生态保护红线	4408811330084	0.0013		0.0013	渠首位于青年运河的生态保护红线
	浦洋水轮泵站	廉江市			0.2245	0.2518	0.4763	临时占地主要是导流围堰及施工临时道路
	马猫泵站	廉江市			0.2786	0.6035	0.8821	临时占地主要是导流围堰及施工临时道路
	西村泵站	遂溪县		440823130213	0.2691	0.1890	0.4581	临时占地主要是导流围堰
	马塘低干渠改造	遂溪县		440823130158		0.0790	0.0790	临时占地主要是施工临时道路
	河头干渠改造	雷州市		440882130088	0.1053		0.1053	渠首位于青年运河的生态保护红线
	小计				0.8788	1.1233	2.0021	
雷西南	龙东片区泵站及引水渠	雷州市	粤西沿海丘陵台地水土保持生态保护红线	440882130005	2.7741	1.2768	4.0509	临时占地主要是导流围堰
合计					3.6529	2.4001	6.0530	

注：本工程占用生态红线的方式均为地表占用。

2.13.2 饮用水水源保护区

本工程共涉及 10 个水源保护区，其中 4 个涉及一级和二级水源保护区，仅涉及二级水源保护区的 6 个。工程涉及的饮用水水源保护区划分情况见表 1.3-2。

根据工程布置，涉及饮用水水源保护区一级保护区的工程内容主要是泵站、交水点、灌渠渠首等以及连接的管道；涉及二级保护区的主要是泵站、管道和渠道，其中管道和渠道主要是穿越二级保护区陆域范围。各水源保护区相关的工程内容见表 2.13-2。

根据施工布置，饮用水水源保护区内的施工临时布置主要是施工所需要的施工临时道路、施工围堰以及部分顶管施工工区，其中红心楼水库饮用水水源保护区内因顶管施工需要，设置了 5 个顶管施工工区（一级保护区内 1 个，二级保护区内 4 个），东运河段的雷州青年运河饮用水水源保护区二级保护区内因顶管施工需要，设置了 3 个顶管施工工区，其他水源保护区内无施工工区。

所有水源保护区内均不设置生产生活区，无砼拌和系统、砂石料加工系统、汽车维修保养站等，无生产生活污水产生。

涉及水源保护区的工程组成和施工布置情况详见表 2.13-2。工程布置与水源保护区的位置关系示意图见附图。

工程占用饮用水水源保护区的合理性分析见 3.2.2 章节。

表2.13-2 涉及饮用水源保护区的工程内容汇总表

片区/水体	县市/河道	占用水源保护区名称	占用水源保护区级别	永久工程内容	临时工程内容	备注
雷州青年运河	主运河	雷州青年运河饮用水水源保护区	一级、二级	5 个泵站、1 个出水池、21 条渠(管)道	围堰、施工道路	占用水域和陆域
	四联河	雷州青年运河饮用水水源保护区	二级	2 个泵站、7 条干渠	围堰、施工道路	占用水域和陆域
	西海河	雷州青年运河饮用水水源保护区	一级、二级	5 条干支渠	围堰、施工道路	占用水域和陆域
	东海河	雷州青年运河饮用水水源保护区	一级、二级	1 个泵站、5 条干渠	围堰、施工道路	占用水域和陆域
	西运河	雷州青年运河饮用水水源保护区	一级、二级	3 个泵站、18 条渠（管）道	围堰、施工道路	占用水域和陆域
	东运河	雷州青年运河饮用水水源保护区	二级	2 个泵站、11 条干渠	围堰、施工道路、顶管施工工区 3 个	占用水域和陆域
	小计			13 个泵站、1 个出水池、67 条渠（管）道		
雷北	廉江市	九洲江饮用水水源保护区	二级	河唇干渠改造加固、良龙山支渠改造加固	施工道路	占用陆域
雷北	麻章区	志满水库饮用水水源保护区	二级	新建岭北片 D 支管	围堰、施工道路	占用陆域
雷北	麻章区	合流水库饮用水水源保护区	二级	东海河泵站 2#出水管、新建岭北片干管 H、岭北片干管 H 支管 A	施工道路	占用陆域
雷北	遂溪县/雷州市	南渡河饮用水水源保护区	二级	和平干渠、湖南干渠	围堰、施工道路	占用水域和陆域
雷东南	遂溪县			西运河连通渠	施工道路	
雷东南	雷州市			花桥水支渠扩建整治	围堰、施工道路	

雷西南	雷州市	龙门水库饮用水水源保护区	二级	龙东片泵站及引水渠、新建龙东干管 A	围堰、施工道路	占用水域和陆域
雷东南	雷州市	迈生水库饮用水水源保护区	一级	迈生水库南泵站、迈生水库北泵站，及连接泵站的干管	围堰、施工道路	占用水域和陆域
			二级	雷东南干管、调东分干管	临时道路	占用陆域
雷东南	雷州市	红心楼水库饮用水水源保护区	一级	红心楼水库交水点及连接的分干管	围堰、施工道路、顶管施工工区 1 个	占用水域和陆域
			二级	雷东南干管	临时道路、顶管施工工区 4 个	占用陆域
雷西南	徐闻县	三阳桥水库饮用水水源保护区	二级	迈塌干渠改造	/	占用陆域
雷东南	徐闻县	大水桥水库饮用水水源保护区	一级、二级	南北渠进大水桥水库的进库段修复	/	占用陆域

3 工程分析

3.1 与相关法律及相关规划的相符性分析

3.1.1 与产业政策相符性分析

根据国家发展改革委《产业结构调整指导目录(2024 年本)》，本项目属于“第一类 鼓励类”第二项“水利”中“2 节水供水工程：农村供水工程，灌区及配套设施建设、改造，高效输配水、节水灌溉技术推广应用，灌溉排水泵站更新改造工程，合同节水管理，节水改造工程，节水工艺、技术和装备推广应用，城镇用水单位智慧节水系统开发与应用，非常规水源开发利用”，不属于目录所列的限制类及淘汰类项目，且本项目不属于《市场准入负面清单（2025 年版）》中禁止准入事项和许准入可事项，属于市场准入负面清单以外的行业，且不涉及与市场准入相关的禁止性规定。

综上，本项目符合国家产业政策要求。

3.1.2 与相关法律相符性分析

3.1.2.1 与《中华人民共和国水法》相符性分析

《中华人民共和国水法》第五十条规定：“各级人民政府应当推行节水灌溉方式和节水技术，对农业蓄水、输水工程采取必要的防渗漏措施，提高农业用水效率。”

本工程在需水量计算过程中，遵循《城市节水评价标准》《节水型社会建设规划编制导则》以及地方用水定额标准等相关规范要求，并结合区域社会经济发展、产业布局、城市化建设进程等诸多因素，充分考虑到城市人均生活用水量、供水管网漏损率以及用水效率等因素，采用了强化节水用水定额；通过调整农作物种植种类、实施高效节水灌溉、提高灌溉水利用系数等措施逐年降低农业需水量。本工程实施后，灌区灌溉水利用系数提高至 0.66（至鹤地水库渠首）；节水灌溉面积 475 万亩，占比达 100%；高效节水灌溉面积 332 万亩，占比达 69.9%；城镇公共供水管网漏损率控制在 8%，节水目标和指标符合灌区经济社会发展实际情况和相关政策要求。因此，本工程符合《中华人民共和国水法》的相关要求。

3.1.2.2 与《中华人民共和国水污染防治法》相符性分析

《中华人民共和国水污染防治法》第五十八条规定：“农田灌溉用水应当符合相应的水质标准，防止污染土壤、地下水和农产品。禁止向农田灌溉渠道排放工业废水或者医疗污水。向农田灌溉渠道排放城镇污水以及未综合利用的畜禽养殖废水、农产品加工废水的，应当保证其下游最近的灌溉取水点的水质符合农田灌溉水质标准。”

《中华人民共和国水污染防治法》第六十四~六十六条规定：“在饮用水水源保护区内，禁止设置排污口。”“禁止在饮用水水源一级保护区内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；已建成的与供水设施和保护水源无关的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。”“禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。”

本工程涉及多个水源保护区，其中雷州青年运河饮用水水源保护区、迈生水库饮用水水源保护区、红心楼水库饮用水水源保护区、大水桥水库饮用水水源保护区涉及一级和二级水源保护区，另有 6 个水源保护区涉及二级水源保护区。

本工程的取水水源符合农田灌溉水质标准，灌渠为专用灌渠，无工业废水、医疗污水汇入。本项目属于灌区及配套设施建设、改造，属于生态影响型建设项目，不排放污染物，不在饮用水水源保护区内设置排污口。雷州半岛灌区工程是环北部湾广东水资源配置工程的后续工程，以农业灌溉为主，属于与供水设施相关的项目，且工程涉及的雷州青年运河及灌区建成于上个世纪 60 年代，本身就是青年运河灌区的主要灌渠，其核心任务就是农业灌溉，而雷州青年运河饮用水水源保护区最早于 1999 年划定（《关于湛江市生活饮用水地表水源保护区划分方案的批复》，粤府函[1999]191 号），该水源保护区是依赖于青年运河灌渠而成立的。本次雷州半岛灌区工程需对青年运河的部分支渠进行加固改造，同时从青年运河引水至其他新建灌区，因此难以避免在青年运河上进行工程布置，而青年运河水源保护区基本上覆盖了青年运河的六大运河，因此，工程建设难以避开青年

运河水源保护区。

工程涉及的其他一级水源保护区水库(迈生水库、红心楼水库及大水桥水库)均建成于上个世纪 50 年代末至 60 年代初,是以灌溉功能为主的水库,现状均维持着一定的灌溉面积。1999 年,大水桥水库划为饮用水水源保护区,2014 年,迈生水库和红心楼水库也分别划为饮用水水源保护区,原以灌溉为主的水库农业用水受到城乡用水的挤占。本工程需对水库现有交水点进行改造、或者引水进入水库、新建提水泵站等,无法避开水库水源保护区。另一方面,工程引水进入水源水库,增加水库的入库水量,尤其是枯水期的库水量,在解决灌溉用水的同时,置换了部分水量用于工业生活供水,进一步保障城乡供水安全。

综上所述,本工程符合水污染防治法的相关规定。

3.1.2.3 与《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》相符性分析

《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》(2010 年 12 月 31 日)中指出:“大兴农田水利建设。到 2020 年,基本完成大型灌区、重点中型灌区续建配套和节水改造任务。结合全国新增千亿斤粮食生产能力规划实施,在水土资源条件具备的地区,新建一批灌区,增加农田有效灌溉面积。实施大中型灌溉排水泵站更新改造,加强重点涝区治理,完善灌排体系……加快推进小型农田水利重点县建设,优先安排产粮大县,加强灌区末级渠系建设和田间工程配套,促进旱涝保收高标准农田建设……大力发展节水灌溉,推广渠道防渗、管道输水、喷灌滴灌等技术,扩大节水、抗旱设备补贴范围”。

本项目主要建设任务为以发展农田灌溉为主,建设内容主要是对已有灌区的渠道和建筑物更新改造并新建管道等。一方面可达到恢复灌溉面积,另一方面可改善灌溉面积并新增灌溉面积,同时依托水系连通、灌溉补水,促使水体流动和补充地下水,修复和改善区域生态环境,故本项目符合《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》中关于农田水利建设的要求。

3.1.2.4 与最严格水资源管理制度的相符性分析

根据《广东省人民政府办公厅关于印发广东省“十四五”用水总量控制和强度管控方案的通知(粤办函〔2022〕221 号)》,湛江市 2035 年用水总量控制指标为

38.89 亿 m^3 。本工程按 2035 年湛江市多年平均供水总量不超过行政区域用水总量控制指标 38.89 亿 m^3 进行需水量预测及工程设计，雷州半岛灌区建成后，湛江市用水总量 38.86 亿 m^3 ，符合用水总量控制要求。

《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见(国发〔2012〕3 号)》提出，到 2030 年农田灌溉水有效利用系数提高到 0.60 以上；根据《湛江市水网建设规划》，2035 年湛江市农田灌溉水有效利用系数达到 0.61。本工程实施以后，到 2035 年灌区灌溉水利用系数由 0.535 提高到 0.66，符合最严格水资源管理制度的要求。

3.1.3 与相关规划的相符性分析

3.1.3.1 与国土空间规划相符性分析

(1) 《广东省国土空间规划(2021-2035 年)》

2023 年 12 月，广东省人民政府印发《广东省国土空间规划(2021-2035 年)》(粤府[2023] 105 号)，提出巩固“四区一带”农业空间格局，推动珠三角都市农业区、粤东精细农业区、粤西高效农业区、粤北生态特色农业区四大农业功能片区和南部蓝色农业带建设，提高粮食和重要农产品保障供给能力。持续推进高州水库灌区续建配套与现代化改造工程、粤东灌区等项目建设，加强湛江雷州半岛、韶关南雄盆地等新建大型灌区前期论证等项目建设。

雷州半岛灌区工程承接环北部湾广东水资源配置工程一期工程，通过输送外调水大幅增加农业灌溉水源，并充分挖掘本地水源供水能力，增强区域抗旱能力，提高粮食生产率和供给保证率。因此本项目符合《广东省国土空间规划(2021-2035 年)》要求。

(2) 《湛江市国土空间总体规划(2021-2035 年)》

2023 年 9 月，湛江市人民政府印发《湛江市国土空间总体规划(2021-2035 年)》(粤府[2023] 105 号)，该规划提出：切实提高耕地质量，以提升粮食产能为目标，推进高标准农田建设，完善农田水利等基础设施。

本工程是环北部湾广东水资源配置工程的后续工程，以农业灌溉为主，兼顾乡镇供水，工程实施后，可改善灌溉面积 58 万亩、恢复灌溉面积 93 万亩、新增灌溉面积 162 万亩，为保障粮食安全、改善区域生态环境、促进乡村全面振兴和

高质量发展创造条件。因此本项目符合《湛江市国土空间规划(2021-2035 年)》要求。

3.1.3.2 与水利相关规划的相符性分析

(1) 《广东省水利发展“十四五”规划》

2021 年 10 月,广东省人民政府办公厅印发《广东省水利发展“十四五”规划》(粤府办[2021]29 号),该规划提出:“优先安排脱贫摘帽地区农村饮水、灌区改造、农村机电排灌以及“五小水利工程”等农田水利设施建设,夯实农业农村发展基础。深入推进水库移民后期扶持,积极帮扶移民村产业转型升级,培育一批善经营、精管理的新型职业农民。”“强化农业节水增效,推进大中型灌区续建配套与现代化改造。结合重大水资源配置工程,优化灌区布局。”“大中型灌区续建配套与现代化改造。加快推进韩江粤东、茂名市高州水库、湛江市雷州青年运河等 3 宗大型灌区及一批中型灌区续建配套与现代化改造”

本项目是《广东省水利发展“十四五”规划》的重要大型灌区工程,符合《广东省水利发展“十四五”规划》的要求。

(2) 《广东省水网建设规划》

2025 年 5 月,中共广东省委、广东省人民政府印发《广东省水网建设规划》,提出粤西地区建成与沿海经济带西翼高质量发展相协调的外引内连、多源互济、集约高效的水网,建设具有热带田园特色的绿美水乡,打造广东现代水网建设的“粤西样本”。整合现有小散低效、弃耕撂荒的耕园地,推动新建雷州半岛等大中型灌区,稳步推进高州水库灌区等大中型灌区续建配套与现代化改造,加强灌区骨干工程与田间水利工程有机衔接,努力打造一批“节水高效、设施完善、管理科学、生态良好”的现代化灌区。

本工程已列入《广东省水网建设规划》中的大型灌区工程表,符合《广东省水网建设规划》的要求。

(3) 《广东省农田灌溉发展规划》

《广东省农田灌溉发展规划》指出统筹发展和安全,以增加灌溉面积、转变

灌溉方式为主线，以优化水土资源配置、夯实灌排设施基础、发展高效节水灌溉、创新灌区管护体制机制、保护灌区生态环境为发力点，着力构建与资源环境承载能力、农业经济发展需求、绿美广东生态建设及人工智能时代要求相适应的灌排体系及其管护机制，提升农田灌排保障能力，为全面建设社会主义现代化国家、全面推进中华民族伟大复兴奠定坚实的基础。

本工程建成后改善灌溉面积 58 万亩，恢复灌溉面积 93 万亩，新增灌溉面积 162 万亩，灌区灌溉水利用系数提高至 0.66。工程实施后，可退还部分河道生态流量并降低地下水开采量，改善区域生态环境。因此本项目符合《广东省农田灌溉发展规划》要求。

3.1.3.3 与环保相关规划的相符性分析

(1) 《广东省生态环境保护“十四五”规划》

根据《广东省生态环境保护“十四五”规划》，“第四节加强水资源节约利用”实施最严格的水资源管理制度，加强生产生活领域节水改造，强化雨污水资源化利用，健全水生态流量保障机制。提升水资源利用效率。大力实施节水行动，强化水资源刚性约束，实行水资源消耗总量和强度双控，推进节水型社会建设。”“在农业领域，发展节水农业，推广水肥一体化等节水技术，加快推进大型灌区、重点中型灌区续建配套和节水任务改造工程。”

作为环北部湾广东水资源配置工程的配套工程，雷州半岛灌区工程已纳入了国家重大战略实施和重点领域安全能力建设的标志性水利重大工程清单，是列入了《全国农田灌溉发展规划》、《广东省水利发展“十四五”规划》的重要大型灌区工程，其建设将有效发挥环北部湾广东水资源配置工程供水效益，新增农田有效灌溉面积，对于提高灌区粮食作物产量，保障国家粮食安全具有重要意义。因此本项目符合《广东省生态环境保护“十四五”规划》要求。

(2) 《湛江市生态环境保护十四五规划》

《湛江市生态环境保护“十四五”规划》于 2022 年 3 月正式印发，该规划在第六章中提出：大力实施节水行动。强化水资源刚性约束，实行水资源消耗

总量和强度双控。加强用水全过程管理，深入抓好工业、农业、城镇节水，鼓励企业、社区积极创建节水标杆企业(园区)、节水型社区(居住小区)和农业节水示范区。强化农业节水增效，开展农业灌溉水有效利用系数测算，以雷州青年运河灌区、中小型灌区续建配套与节水改造和农村集中供水工程等项目为抓手，全面提高农业节水水平。

本工程实施后，灌区灌溉水利用系数提高至 0.66；节水灌溉面积 475 万亩，占比达 100%；城镇公共供水管网漏损率控制在 8%，节水目标和指标符合灌区经济社会发展实际情况和相关政策要求，雷州半岛的农业节水水平明显提高。因此，本项目符合《湛江市生态环境保护“十四五”规划》的要求。

3.1.4 与“三线一单”的相符性分析

3.1.4.1 生态保护红线

本工程有 7 处工程布置涉及广东省生态保护红线，生态保护红线类型为粤西沿海丘陵台地水土保持生态保护红线，不涉及生态保护红线内的自然保护地核心保护区。

根据《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）、《广东省自然资源厅 广东省生态环境厅 广东省林业局关于严格生态保护红线管理的通知（试行）》（粤自然资发〔2023〕11 号），生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许 10 类对生态功能不造成破坏的有限人为活动：

1.管护巡护、保护执法、科学研究、调查监测、测绘导航、防灾减灾救灾、军事国防、疫情防控等活动及相关的必要设施修筑。2.原住居民和其他合法权益主体，允许在不扩大现有建设用地、用海用岛、耕地、水产养殖规模和放牧强度(符合草畜平衡管理规定)的前提下，开展种植、放牧、捕捞、养殖(不包括投礁型海洋牧场、围海养殖)等活动，修筑生产生活设施。3.经依法批准的考古调查发掘、古生物化石调查发掘、标本采集和文物保护活动。4.按规定对人工商品林进行抚育

采伐，或以提升森林质量、优化栖息地、建设生物防火隔离带等为目的的树种更新，依法开展的竹林采伐经营。5.不破坏生态功能的适度参观旅游、科普宣教及符合相关规划的配套性服务设施和相关的必要公共设施建设及维护。6.必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造。7.地质调查与矿产资源勘查开采。8.依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展的生态修复。9.根据我国相关法律法规和与邻国签署的国界管理制度协定(条约)开展的边界边境通视道清理以及界务工程的修建、维护和拆除工作。10.法律法规规定允许的其他人为活动。

雷州半岛灌区工程不涉及生态保护红线内的自然保护地核心保护区，工程为灌区工程，含新建输水管道及加固改造原有灌渠，属于粤自然资发〔2023〕11号文中允许有限人为活动的第6种情形，即“必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造”中的符合国土空间规划的线性基础设施、供水设施以及已有的合法水利设施的运行维护改造。因此，本工程符合生态保护红线管理规定的相关要求。

2025年10月，自然资源部办公厅下发《自然资源部办公厅关于雷州半岛灌区工程项目建设用地预审意见的函》（自然资办函〔2025〕2501号），初步确定项目用地应控制在1181.91公顷内；2025年11月，湛江市自然资源局核发本工程的建设项目用地预审与选址意见书（用地第4408002025XS0002S01号），亦即同意本工程占用生态保护红线，后续在办理用地报批手续时，需按照相关要求开展建设项目符合生态保护红线内允许有限人为活动的说明报告，并取得省政府出具的“认定意见”。

3.1.4.2 环境质量底线

本项目属于非污染生态类项目，施工期及运行期产生的污废水经处理达标后回用或排放，对区域水环境影响较小；本项目产生的废气主要是施工期扬尘及机动车辆和施工机械排放的燃油废气等，经洒水降尘等措施处理后，对区域大气环

境影响较小；本项目产生的噪声主要源于施工期机械噪声及运行期泵站运行噪声，经采取隔音减震等措施后，对区域声环境影响较小。综上，本工程建设不会突破区域环境质量底线。

3.1.4.3 资源利用上线

根据《广东省人民政府办公厅关于印发广东省“十四五”用水总量控制和强度管控方案的通知(粤办函〔2022〕221号)》，湛江市2035年用水总量控制指标为38.89亿 m^3 。本工程按2035年湛江市多年平均供水总量不超过行政区域用水总量控制指标38.89亿 m^3 进行需水量预测及工程设计，本工程预测的2035年湛江市多年平均用水量为38.86亿 m^3 ，满足湛江市2035年用水总量红线控制要求。

《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见(国发〔2012〕3号)》提出，到2030年农田灌溉水有效利用系数提高到0.60以上；根据《湛江市水网建设规划》，2035年湛江市农田灌溉水有效利用系数达到0.61。本工程实施以后，到2035年灌区灌溉水利用系数由0.535提高到0.66，符合最严格水资源管理制度要求。

因此，本工程未突破区域用水总量控制要求，符合水资源利用上线要求。

3.1.4.4 环境准入负面清单

根据国家《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目不属于限制类和淘汰类的建设项目。根据《市场准入负面清单（2025年版）》，本项目不属于负面清单内项目。

3.1.5 与生态环境分区管控的相符性分析

（1）广东省生态环境分区管控单元

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》(粤府〔2020〕71号)，环境管控单元分为优先保护、重点管控和一般管控单元三类。优先保护单元以维护生态系统功能为主，禁止或限制大规模、高强度的工业和城镇建设，严守生态环境底线，确保生态功能不降低。重点管控单元以推动产业转型升级、强化污染减排、提升资源利用效率为重点，加快解决资源环境负荷大、局部区域生态环境质量差、生态环境风险高等问题。一般管控单元执行区域生态环境保护的基本要求；根据资源环境

承载能力，引导产业科学布局，合理控制开发强度，维护生态环境功能稳定。

本工程范围广，涉及了广东省的优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元。工程与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析见表 3.1-1。根据表 3.1-1 的分析内容，本工程符合《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》中的相关要求。

（2）湛江市生态环境分区管控单元

根据《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》(湛府〔2021〕30 号)以及《湛江市 2023 年“三线一单”生态环境分区管控成果更新调整成果》，湛江市陆域一共划分了 89 个环境管控单元，其中优先保护单元 23 个，重点管控单元 40 个，一般管控单元 26 个。

由于本工程范围基本覆盖了整个湛江市，因此，也基本涉及了湛江市所有的陆域环境管控单元。经查询湛江市的陆域环境管控单元准入清单管控要求，本项目符合各个环境管控单元的管控要求。

表 3.1-1 工程方案与广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的相符性一览表

序号	广东省“三线一单”生态环境分区管控方案			符合性分析	相符性
1	全省 总体 管控 要求	区域布 局管控 要求	优先保护生态空间，保育生态功能。按照“一核一带一区”发展格局，调整优化产业集群发展空间布局，推动城市功能定位与产业集群发展协同匹配。	本工程为灌区工程，属于《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》中允许有限人为活动的第 6 种情形，即“必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动”。施工占地过程将损坏或扰动部分动植物，对区域生态环境造成一定程度影响，但不会改变整个评价区生态系统的结构和稳定性，建设过程中通过采取优化施工方案、生态恢复措施、动植物保护措施和水土保持措施等维持区域生物多样性保护功能、恢复水源涵养、控制水土流失。工程的建设不会破坏生态功能的完整性。	相符
		能源资 源利用 要求	贯彻落实“节水优先”方针，实行最严格水资源管理制度，把水资源作为刚性约束，以节约用水扩大发展空间。落实东江、西江、北江、韩江、鉴江等流域水资源分配方案，保障主要河流基本生态流量。	本工程未突破区域用水总量控制要求，工程实施以后，到 2035 年灌区灌溉水利用系数由 0.535 提高到 0.66，符合最严格水资源管理制度要求以及鉴江流域水资源分配方案。	相符
		污染物 排放管 控要求	优化调整供排水格局，禁止在地表水Ⅰ、Ⅱ类水域新建排污口，已建排污口不得增加污染物排放量	工程施工期生产废水经处理后回用于生产，不存在地表水Ⅰ、Ⅱ类水域新建排污口的情况。	相符
		环境风 险防控 要求	加强东江、西江、北江和韩江等供水通道干流沿岸以及饮用水水源地、备用水源环境风险防控，强化地表水、地下水和土壤污染风险协同防控，建立完善突发环境事件应急管理体系	本工程涉及饮用水水源地，环境风险主要来源于施工期，施工期采取了环境风险防范和减缓措施，建立了较完善突发环境事件应急管理体系。	相符
2	沿海 经济	区域布 局管控 要求	加强以云雾山、天露山、莲花山、凤凰山等连绵山体为核心的天然生态屏障保护，强化红树林等滨海湿地保护，严禁侵占自然湿地，实施退耕还湿、退养还滩、退塘还林。	本工程施工占地过程将损坏或扰动部分动植物，对区域生态环境造成一定程度影响，但不会改变整个评价区生态系统的结构和稳定性，建设过程中通过采取优	相符

序号	广东省“三线一单”生态环境分区管控方案			符合性分析	相符性
	带 - 东西 两翼 地区			化施工方案、生态恢复措施、动植物保护措施和水土保持措施等维持区域生物多样性保护功能、恢复水源涵养、控制水土流失。工程不涉及红树林和自然湿地，工程的建设不会破坏生态功能的完整性。	
		能源资源利用要求	健全用水总量控制指标体系，并实行严格管控，提高水资源利用效率，压减地下水超采区的采水量，维持采补平衡。	本工程未突破区域用水总量控制要求，工程实施以后，到 2035 年灌区灌溉水利用系数由 0.535 提高到 0.66，符合最严格水资源管理制度要求。工程不采用地下水。	相符
		污染物排放管控要求	严格执行练江、小东江等重点流域水污染物排放标准。加强湛江港、水东湾、汕头港等重点海湾陆源污染控制。严格控制近海养殖密度。	工程不涉及练江、小东江等重点流域。工程施工期生产废水经处理后回用于生产。	相符
		环境风险防控要求	加强高州水库、鹤地水库、韩江、鉴江和漠阳江等饮用水水源地的环境风险防控，建立完善突发环境事件应急管理体系。加快受污染耕地的安全利用与严格管控，加强农产品检测，严格控制重金属超标风险。	本工程涉及多个饮用水水源地，环境风险主要来源于施工期，施工期采取了环境风险防范和减缓措施，建立了较完善突发环境事件应急管理体系。	相符

序号	广东省“三线一单”生态环境分区管控方案			符合性分析	相符性
3	环境 管控 单元 总体 管控 要求	优先保 护单元	①生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。一般生态空间内，可开展生态保护红线内允许的活动；在不影响主导生态功能的前提下，还可开展国家和省规定不纳入环评管理的项目建设，以及生态旅游、畜禽养殖、基础设施建设、村庄建设等人为活动。 ②饮用水水源保护区全面加强水源涵养，强化源头控制，禁止新建排污口，严格防范水源污染风险，切实保障饮用水安全，一级保护区内禁止新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目；二级保护区内禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目。饮用水水源准保护区内禁止新建、扩建对水体污染严重的建设项目。 ③环境空气质量一类功能区实施严格保护，禁止新建、扩建大气污染物排放工业项目（国家和省规定不纳入环评管理的项目除外）。	① 根据与生态保护红线叠图分析，本工程涉及广东省生态保护红线。本工程为水利基础设施建设项目，属于生态保护红线内允许开展的有限人为活动。 ② 本项目属于灌区及配套设施建设、改造，属于生态影响型建设项目，不在饮用水水源保护区内设置排污口。工程以农业灌溉为主，工程建设后，可置换部分水量用于工业生活供水，进一步保障城乡供水安全，属于与供水设施相关的项目，可以在一级水源保护区内建设。工程符合水源保护区的管理要求。 ③ 本工程不属于大气污染物排放工业项目。	相符
		重点管 控单元	严格控制耗水量大、污染物排放强度高的行业发展，新建、改建、扩建项目实施重点水污染物减量替代。	本项目为水利基础设施建设项目，为非污染类项目，不属于耗水量大、污染物排放强度大的行业。	相符
		一般管 控单元	执行区域生态环境保护的基本要求。根据资源环境承载能力，引导产业科学布局，合理控制开发强度，维护生态环境功能稳定。	本项目为水利基础设施建设项目，为非污染类项目，工程建设后有助于改善区域生态环境，新增农田有效灌溉面积，提高灌区灌溉水利用系数，有利于提高区域资源环境承载能力，维护生态环境功能稳定。	相符

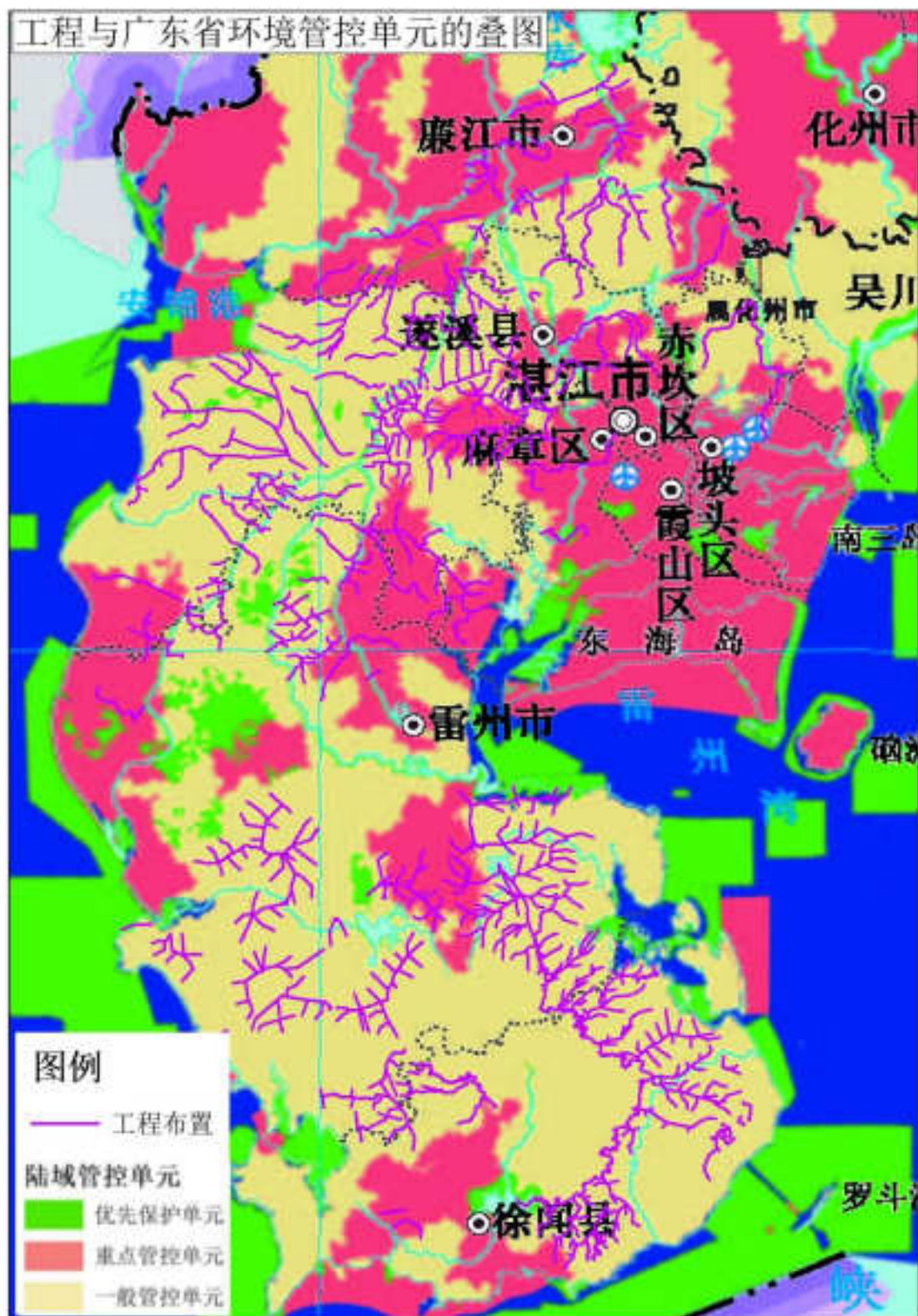


图 3.1-1 工程布置与广东省环境管控单元的叠图

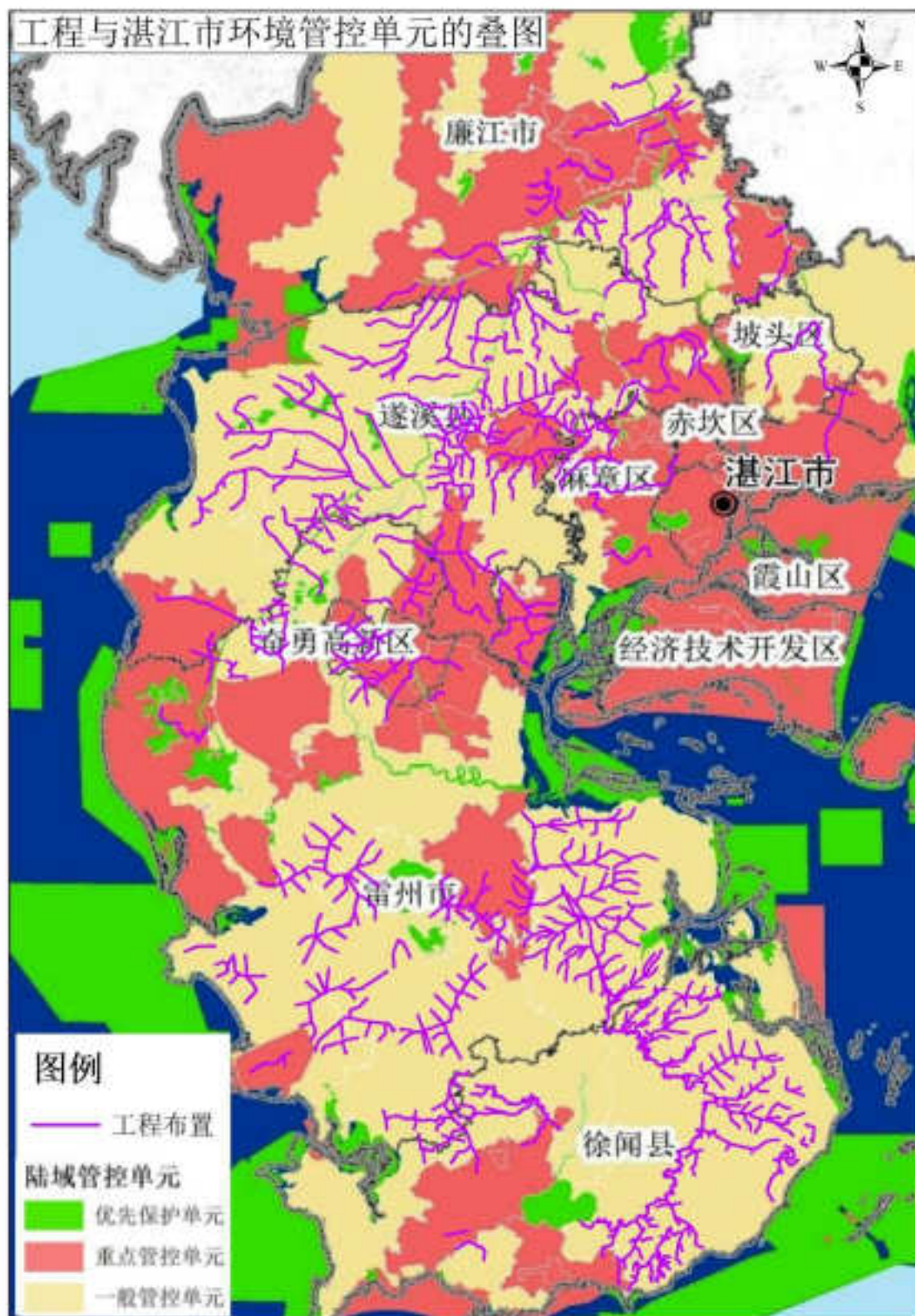


图 3.1-2 工程布置与湛江市环境管控单元的叠图

3.1.6 与环境影响评价文件审批原则的相符性分析

为进一步规范建设项目环境影响评价文件审批，生态环境部办公厅 2018 年 7 月 23 日印发了《水利建设项目（灌区工程）环境影响评价文件审批原则（试行）》。本项目与《水利建设项目（灌区工程）环境影响评价文件审批原则（试行）》相符性分析见下表。

表3.1-1 本工程与水利建设项目（灌区工程）环境影响评价文件审批原则的符合性分析

序号	原则要求	相符性分析	结论
1	项目符合生态环境及资源相关法律法规和政策要求，与主体功能区规划、生态功能区划、水（环境）功能区划、水污染防治规划、生态环境保护规划等相协调，项目开发任务、供水量、供水范围和对象、灌区规模、种植结构等主要内容的总体符合流域区域综合规划、水资源规划、灌区规划、农业生产规划、节水规划等相关规划及规划环评要求。 项目水资源开发利用符合以水定产、以水定地原则，未超出流域区域水资源利用上限，灌溉定额、灌溉用水保证率、灌溉水有效利用系数满足流域区域用水效率控制要求。	本项目符合《产业结构调整指导目录（2024年本）》、《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》、《中华人民共和国水污染防治法》等法规政策要求，与相关的国土空间规划、水利发展“十四五”规划、广东水网规划、农田灌溉发展规划、广东省环境保护规划等规划相协调。 本工程实施以后，到2035年灌区灌溉水利用系数由0.535提高到0.66。本工程需水预测成果符合节水要求，用水定额、灌溉制度符合相关规范及政策要求。	符合
2	项目选址选线、取(蓄)水工程淹没、施工布置等不占用自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地以及其他生态保护红线中法律法规禁止占用的区域，并与饮用水水源保护区、重要湿地等环境敏感区的保护要求相协调。	工程不涉及整合优化后的自然保护区，部分渠道涉及生态保护红线范围，工程属于线性基础设施、供水设施以及已有的合法水利设施的运行维护改造，允许占用生态保护红线。工程涉及饮用水源保护区，不在水源保护区内排放污染物，与水源保护区的保护要求相协调。施工临时布置（包括施工工区，弃渣场）不占用自然保护区、重点湿地等环境敏感。	符合
3	项目取（蓄）水造成河、湖或水库水文情势改变且带来不利影响的，统筹考虑了上、下游河道水环境、水生生态、景观、湿地等生态用水及生产、生活用水需求，提出了优化取水方案、泄放生态流量、实施在线监控等措施。通过节水、置换等措施获得供水水量的，用水方式和规模具有环境合理性和可行性。采取上述措施后，未造成河道脱水，河道生态环境及生产、生活用水需求能够得到满足。	本工程水源来源于本地水资源及环北广东工程外调水源，环北工程取水水源为西江，已在环北工程中考虑了西江下游的生态用水及生产生活需水；工程在计算本地水源可供水量时，已优先预留了下游河道的生态用水量，工程建设不会对河道生态环境造成明显的影响。	

序号	原则要求	相符性分析	结论
4	项目取（蓄）水、输水或灌溉造成周边区域地下水位变化，引起土壤潜育化、沼泽化、盐碱化、沙化或植被退化演替等次生环境问题或造成居民水井、泉水位下降影响居民用水安全的，提出了优化取（蓄）水方案及灌溉方式、渠道防渗、截水导排、生态修复或保障居民供水等措施。灌区土壤存在重金属污染等威胁农产品质量安全问题的，按照土壤环境管理的有关要求，提出了农艺调控、种植结构优化、耕地污染修复、灌溉水源调整或休耕等措施。采取上述措施后，对地下水、土壤和植被的次生环境影响能够得到缓解和控制，居民用水和农产品质量安全能够得到保障。	本项目建成后不改变雷州半岛灌区现有灌溉制度，项目实施后，灌区干管和支管渗水量较小，田间渠系采取衬砌措施，且有较大比例的高效节水灌片，灌区范围内灌溉水入渗量小，灌区范围内地下水水位不会产生明显影响。从现状调查情况来看，灌区未出现土壤盐渍化等问题，运行状况良好。	符合
5	项目取(输)水水质、水温满足灌溉水质和农作物生长要求。项目灌区农药化肥施用以及灌溉退水等对水环境造成污染的，提出了测土配方施肥、水肥一体化、控制农药与化肥施用种类及数量，以及建设生态沟渠、人工湿地、污水净化塘等措施。采取上述措施后，对水环境造成的不利影响能够得到缓解和控制。	项目取水水质、水温满足灌溉水质和农作物生长要求。项目灌区农药化肥施用以及灌溉退水等对水环境造成的影响较小。采取一系列治理措施后，对水环境造成的不利影响能够进一步缓解和控制。	符合
6	项目对湿地、陆生生态系统及珍稀保护陆生动植物造成不利影响的，提出了优化工程设计、合理安排工期、建设或保留动物迁移通道、异地保护、就地保护、生态修复等措施。可能引起灌区及周边土地退化的，提出了轮作、休耕等措施。项目对水生生态系统及鱼类等造成不利影响的，提出了优化工程设计及调度、拦河闸坝建设过鱼设施、引水渠首设置拦鱼设施、栖息地保护修复、增殖放流等措施。项目对景观产生不利影响的，提出了避让、优化设计、景观塑造等措施。采取上述措施后，对生态的不利影响能够得到缓解和控制，不会造成原有珍稀保护动植物在相关区域和河段消失，并与区域景观相协调。	本项目不涉及自然保护区，不涉及珍稀动植物重要栖息地。施工期临时占地可能造成一定的陆生植物生物量损失。报告提出了优化施工设计、减少占地、施工结束后及时恢复植被等措施，不会对陆生生态系统及生物多样性等造成明显影响。工程不涉及重要水生生物及重要生境，工程采取下放生态流量、增殖放流等措施，可以减缓对水生生态系统的不利影响。	符合
7	项目移民安置、专业项目改扩建等工程建设方式和选址具有环境合理性，提出了生态保护和污染防治措施。另行立项的，提出了单独开展环境影响评价要求。	本项目不涉及人口搬迁安置，生产安置方式采取对建设征地涉及的被征地农户采取一次性货币补偿。对涉及的输电线路、通信线路等专项设施进行迁改，迁改选址不涉及环境敏感区。	符合
8	项目施工组织方案具有环境合理性，	本工程施工临时布置均不涉及自	符合

序号	原则要求	相符性分析	结论
	对主体工程区、料场、弃土(渣)场、施工道路等施工区域提出了水土流失防治、生态修复等措施。根据环境保护相关标准和要求,提出了施工期废(污)水、施工机械车辆尾气、扬尘、噪声、固体废物等防治措施。项目在采取上述措施后,施工期的不利环境影响能够得到缓解和控制,不会对周围环境和环境保护目标造成重大不利影响。	然保护地,弃渣场、堆场、生活区、砂石料系统及砼拌和系统等未设置在水源保护区内,施工组织方案具有环境合理性。主体工程区、料场、弃土场、施工道路等施工区域均提出了水土流失防治、生态修复等措施。工程提出了施工期废(污)水、施工机械车辆尾气、扬尘、噪声、固体废物等防治措施。项目在采取上述措施后,施工期的不利环境影响能够得到缓解和控制,不会对周围环境和环境保护目标造成重大不利影响。	
9	项目存在外来物种入侵以及灌溉水质污染等环境风险的,提出了针对性的环境风险防范措施以及环境应急预案编制、建立必要的应急联动机制等要求。	工程提出了环境风险防范措施和编制应急预案的要求。	符合
10	改、扩建或依托现有工程的项目,在全面梳理与项目有关的现有工程环境问题的基础上,提出了与项目相适应的“以新带老”措施。	本项目部分渠道加固、原址重建,总结现有工程的主要问题,主要为渠道老旧破损严重,阻塞严重,输水能力低。同时对灌区进行回顾评价,并针对问题提出了“以新带老”的措施。	符合
11	按相关导则及规定要求,制定了生态、水、土壤等环境要素的监测计划,明确了监测网点、因子、频次等有关要求,提出了根据监测评估结果优化环境保护措施的要求。根据生态环境保护需要和相关规定,提出了开展生态环境保护设计、科学研究、环境管理、环境影响后评价等要求。	按相关导则及规定要求,制定了生态、水、土壤等环境要素的监测计划,明确了监测网点、因子、频次等有关要求,提出了根据监测评估结果优化环境保护措施的要求。根据生态环境保护需要和相关规定,提出了开展生态环境保护设计、科学研究、环境管理等要求。	符合
12	对生态环境保护措施进行了深入论证,建设单位主体责任、投资估算、时间节点、预期效果明确,确保科学有效、安全可行、绿色协调。	对生态环境保护措施进行了深入论证,建设单位主体责任、投资估算、时间节点等明确。	符合
13	按相关规定开展了信息公开和公众参与。	已按照《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部令第4号)、《关于发布〈环境影响评价公众参与办法〉配套文件的公告》(生态环境部公告2018年第48号)等有关规定,开展了信息公开和公众参与工作。	符合
14	环境影响评价文件编制规范,符合相关管理规定和环评技术标准要求。	按相关管理规定和环评导则、技术标准等编制本环境影响报告书。	符合

3.1.7 小结

本工程涉及生态保护红线和饮用水水源保护区，工程为线性基础设施、供水设施以及已有的合法水利设施的运行维护改造，属于生态保护红线内允许开展的项目，符合生态保护红线管理要求；雷州半岛灌区工程是环北部湾广东水资源配置工程的后续工程，以农业灌溉为主，工程建设后，可置换部分水量用于工业生活供水，进一步保障城乡供水安全，属于与供水设施相关的项目，且灌区建设早于水源保护区的设立，工程涉及水源保护区符合饮用水水源保护区的管理要求。工程涉及的水源保护区现状均有灌溉功能，工程对水源保护区内的灌渠进行加固改造或者补水入水库，难以完全避让饮用水水源保护区。

综合前面所述，本工程建设符合国家产业政策，符合相关法律法规和水资源管理制度相关规定，与国土空间规划、水利相关规划以及环保相关规划相符，满足三线一单和审批原则的要求。

3.2 工程方案环境合理性分析

3.2.1 供水规模的合理性分析

根据《广东省人民政府办公厅关于印发广东省“十四五”用水总量控制和强度管控方案的通知》(粤办函〔2022〕221号)，湛江市2035年用水总量控制指标为38.89亿 m^3 。本工程预测的2035年湛江市多年平均用水量为38.86亿 m^3 ，满足湛江市2035年用水总量红线控制要求。

设计水平年2035年高鹤干线总引水11.65亿 m^3 （其中灌溉供水5.79亿 m^3 ，生活工业供水5.86亿 m^3 ），满足环北广东水资源配置工程已批复的配置水量要求（11.67亿 m^3 ）。

《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见(国发〔2012〕3号)》提出，到2030年农田灌溉水有效利用系数提高到0.60以上；根据《湛江市水网建设规划》，2035年湛江市农田灌溉水有效利用系数达到0.61。本工程灌溉需水按到2035年灌区灌溉水利用系数0.66进行预测，符合最严格水资源管理制度要求。

本次灌区需水预测定额采用水量平衡法计算灌溉定额，计算的定额总体与广

东省用水定额中的先进值比较接近（具体见 2.6.1.2 章节），本次设计作物灌溉定额是合理的。

表3.2-1 用水总量指标情况 单位：亿 m³

项目		本工程计算	控制指标	依据
湛江市用水总量	用水总量	38.86	38.89	《广东省人民政府办公厅关于印发广东省“十四五”用水总量控制和强度管控方案的通知》
高鹤干线引水量	引水总量	11.65	11.7	环北广东工程批复，含农业灌溉用水和生活工业用水
	灌溉用水	5.79	5.37	
	生活工业用水	5.86	6.33	

3.2.2 工程总体布局环境合理性分析

3.2.2.1 总体情况

雷州半岛灌区设计水平年 2035 年水资源配置时，结合已建水源工程和本地供水体系建设实际情况，合理进行灌区布局，充分考虑现有工程配套挖潜、合理配置的增供水量以及退还挤占的河道生态水量等，在环北广东外引水与本地水源联合调度下，利用环北部湾广东水资源配置工程高鹤干线外引水源。根据工程后灌区水资源供需平衡成果，雷州半岛灌区工程 2035 水平年水源端多年平均配置水量为 20.69 亿 m³，其中本地水源供水量 14.90 亿 m³（含鹤地水库供水量 7.42 亿 m³），占比 72%，环北部湾水资源配置工程引水量 5.79 亿 m³，占比 28%。水资源配置坚持节水优先、本地优先，外调水与本地水联合优化配置，水源方案合理。

灌区输水工程充分利用本地已建青年运河六大运河和环北广东工程建设的湛江分干线等骨干输水体系，同时新建骨干支渠、后续配套工程和田间工程以管道输水为主，能有效减低输水损失，提高水资源利用效率；同时充分利用已有的灌渠，减少工程量。工程总体布置充分考虑了沿线的地形地貌、地质、交通条件及道路情况、植被覆盖及拆迁情况等，推荐方案中工程占地面积最小，有利于对环境的干扰；工程输水管线的设计高程布置已充分考虑与现有构筑物高程协调，结合现有构筑物的高程布置、建设占地的现有标高和地质情况及土方平衡等因素；工程输水线路布置已充分考虑地形、地质条件，避让村庄和人口密集区，减少沿途房屋搬迁和移民安置，减少施工与村寨之间的干扰；同时充分考虑与现有构筑物高程协调，减小土石方开挖、填筑工程量，减少扰动地表。输水工程布置合理。

本工程主要采用管道和渠道输水，具有高效节约水资源、减少工程占地、有利于供水安全、方便运行维护、管护成本低等优点，从环境保护角度分析，占地面积较少，工程扰动地表面积小，相应损毁植被面积和弃渣量也较少，符合环境保护要求。

从工程涉及环境敏感区角度看，本工程不涉及整合优化后的自然保护区、森林公园、湿地公园等自然保护地；大部分工程内容不涉及生态保护红线，仅有 7 处工程涉及生态保护红线，其中雷北片区有 6 处，均位于青年运河上，雷西南有 1 处，位于龙门水库。雷州青年运河是雷州半岛灌区的重要灌渠，本次在青年运河上的工程内容主要是对原有从青年运河灌渠引水的干渠进行加固改造、新建提水泵站和引水管等，涉及生态红线的工程主要是重建新建 3 个泵站（重建浦洋水轮泵站、新建马猫泵站、新建西村泵站）以及 3 条干渠（甘水塘干渠、马塘低干渠、河头干渠）渠首改造。由于部分青年运河被划入生态保护红线范围，因此，工程布置也难以避让生态保护红线。

龙门水库是雷西南片区龙门灌域的重要灌溉水源，本工程在龙门水库库尾新建 1 座龙东片区泵站，并配套引水渠和干管。由于龙门水库被划入生态保护红线范围，因此，该泵站及引水渠也难以避让生态保护红线。

此外，本工程涉及 10 个水源保护区，其中河道水源保护区 3 个，水库水源保护区 7 个。工程涉及水源保护区的情况，主要有两种：一是水源保护区所在水体作为本工程的灌溉水源，需要布设工程内容，如青年运河、南渡河、龙门水库、迈生水库、红心楼水库等水源保护区；二是原有的干渠位于水源保护区范围内，干渠加固改造涉及了水源保护区，此种情况一般是涉及二级水源保护区陆域范围，如九洲江水源保护区、志满水库水源保护区、三阳桥水库水源保护区等。工程布置已进行了多次的优化，但上述两种情况难以完全避免，因此，工程布置难以完全避让饮用水水源保护区。

除上述涉及生态保护红线和水源保护区的情况外，其他工程建设内容均不涉及其他环境敏感区。

综上所述，本工程结合已建水源工程和本地供水体系建设实际情况，合理进行灌区布局，优化采用本地水源，充分利用环北广东工程外引水源；输水工程充分利用本地已建青年运河六大运河和环北广东工程建设的湛江分干线等骨干输水体系，同时新建骨干支渠、后续配套工程和田间工程以管道输水为主，能有效

减低输水损失；工程布置充分考虑了沿线的地形地貌、地质、交通条件及道路情况、植被覆盖、拆迁情况以及避让环境敏感区等，但由于部分水源和原有干渠位于生态保护红线和水源保护区范围内，使得部分工程建设内容无法避开生态保护红线和水源保护区。主体工程在设计过程中，已尽量将各类易产生污染物的施工布置避开生态保护红线和水源保护区，除施工必需设置的临时施工道路和施工围堰以及部分顶管工区外，其余施工布置均不在生态保护红线和水源保护区内，生产生活污水不进入生态保护红线和水源保护区，以尽量降低工程建设对环境敏感区的影响。总体来说，本工程的总体布局是合理的。

3.2.2.2 占用生态保护红线的不可避让性分析

雷州半岛灌区工程占用生态保护红线 6.0530hm^2 ，其中地表永久占用 3.6529hm^2 ，施工临时占用 2.4001hm^2 ，占用方式均为地表占用。占用生态保护红线的建筑物主要是 4 个泵站和 3 条干渠改造，除雷西南的龙东片泵站，其余占用生态保护红线的泵站（浦洋水轮泵站、马猫泵站、西村泵站）和干渠（已建的甘水塘干渠、马塘低干渠、河头干渠）均位于雷北片区。从片区分布来看，雷北片区占用生态保护红线 2.0021hm^2 ，其中永久占用 0.8788hm^2 ，施工临时占用 1.1233hm^2 ；雷西南片区占用生态保护红线 4.0509hm^2 ，其中永久占用 2.7741hm^2 ，施工临时占用 1.2768hm^2 ；雷东南片区不占用生态保护红线。工程临时占用生态保护红线主要是导流围堰和施工道路占用。

本工程占用的生态红线类型均为粤西沿海丘陵台地水土保持生态保护红线，不涉及整合优化后的自然保护地。

工程占用生态保护红线情况汇总表见表 2.13-1。

（1）浦洋水轮泵站

浦洋水轮泵站位于廉江市的青年运河主运河桩号 34+025m 处，为现有泵站重建工程，该泵站从青年运河抽水至浦洋水轮干渠，为浦洋水轮泵站灌溉区域提供水源。浦洋水轮泵站设备老旧，设计流量无法满足工程灌片用水需求，拟对其进行拆除重建。浦洋水轮泵站占用生态保护红线 0.4763hm^2 ，其中永久占用 0.2245hm^2 ，施工临时占用 0.2518hm^2 。工程占地与生态保护红线位置关系见图 3.2-1。

由于现有的浦洋水轮泵站位于生态保护红线内，因此，泵站拆除重建无法避

开生态保护红线。此外，青年运河为输水干渠，施工期间需要围堰施工，同时布置施工道路连接外部道路和施工场地，由于浦洋水轮泵站施工场地位于生态保护红线内，因此，施工围堰和部分施工道路也难以避开生态保护红线。

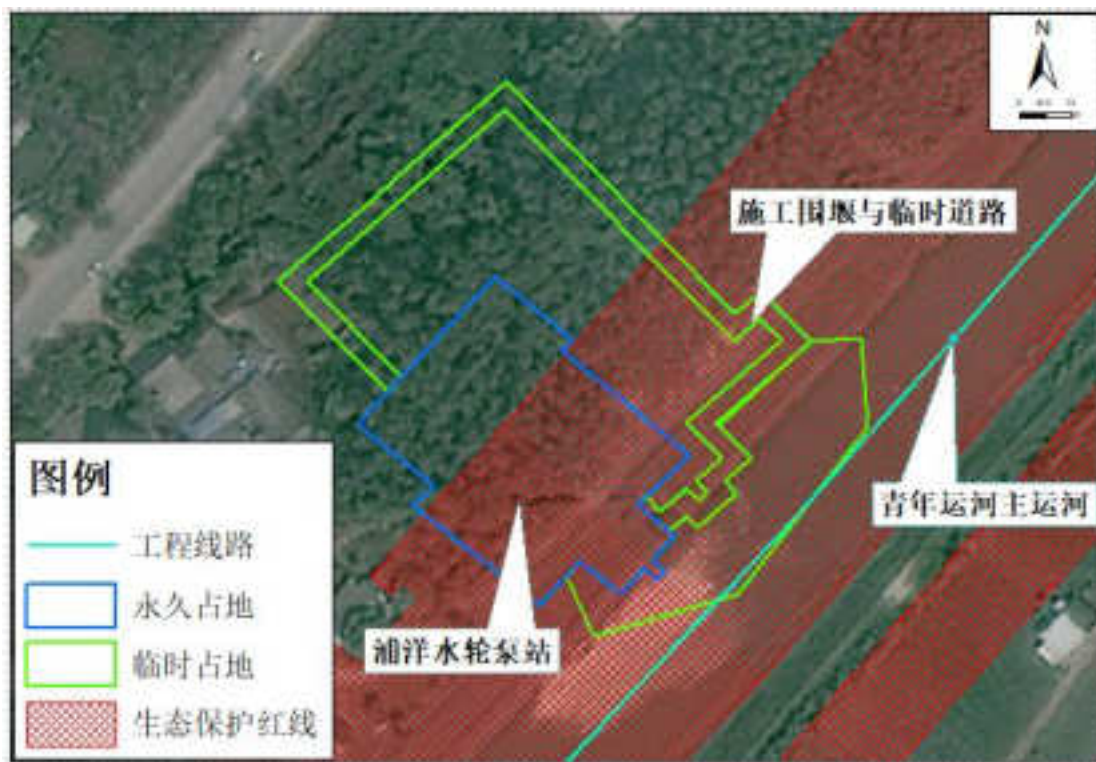


图3.2-1 雷北浦洋水轮泵站占地与生态保护红线位置关系示意图



图3.2-2 浦洋水轮泵站现状照片

(2) 马猫泵站

马猫泵站位于青年运河主运河桩号 36+255 处，为新建泵站。该泵站为青年运河主运河 C 片的水源，泵站后设一条压力管线，输水至青年运河主运河 C 片，设计灌溉面积 1.04 万亩。马猫泵站占用生态保护红线 0.8821hm²，其中永久占用 0.2786hm²，施工临时占用 0.6035hm²。泵站位置与生态保护红线位置示意图见图 3.2-3 和图 3.2-4。

根据图 3.2-4 可知，青年运河主运河 C 片灌区所在的青年运河河段基本都纳入了生态保护红线范围。该片灌区需新建提水泵站从青年运河引水，由于青年运河位于生态保护红线范围内，因此泵站选址难以避开生态保护红线。

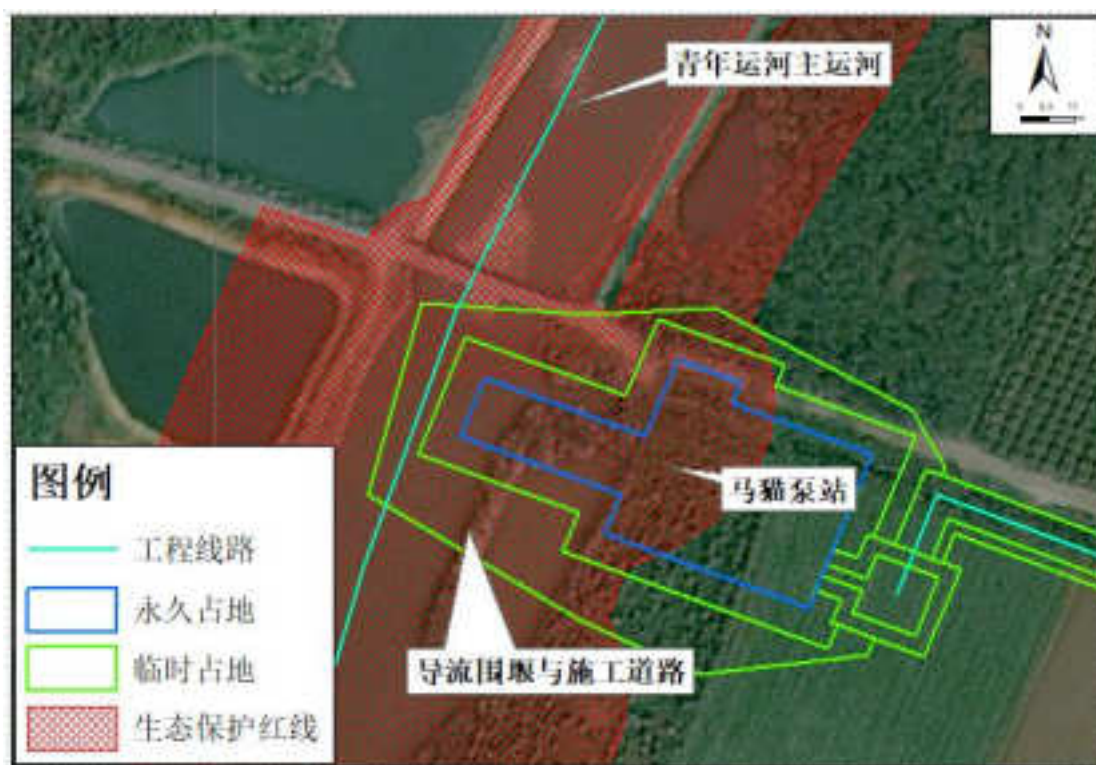


图3.2-3 雷北马猫泵站占地与生态保护红线位置关系示意图

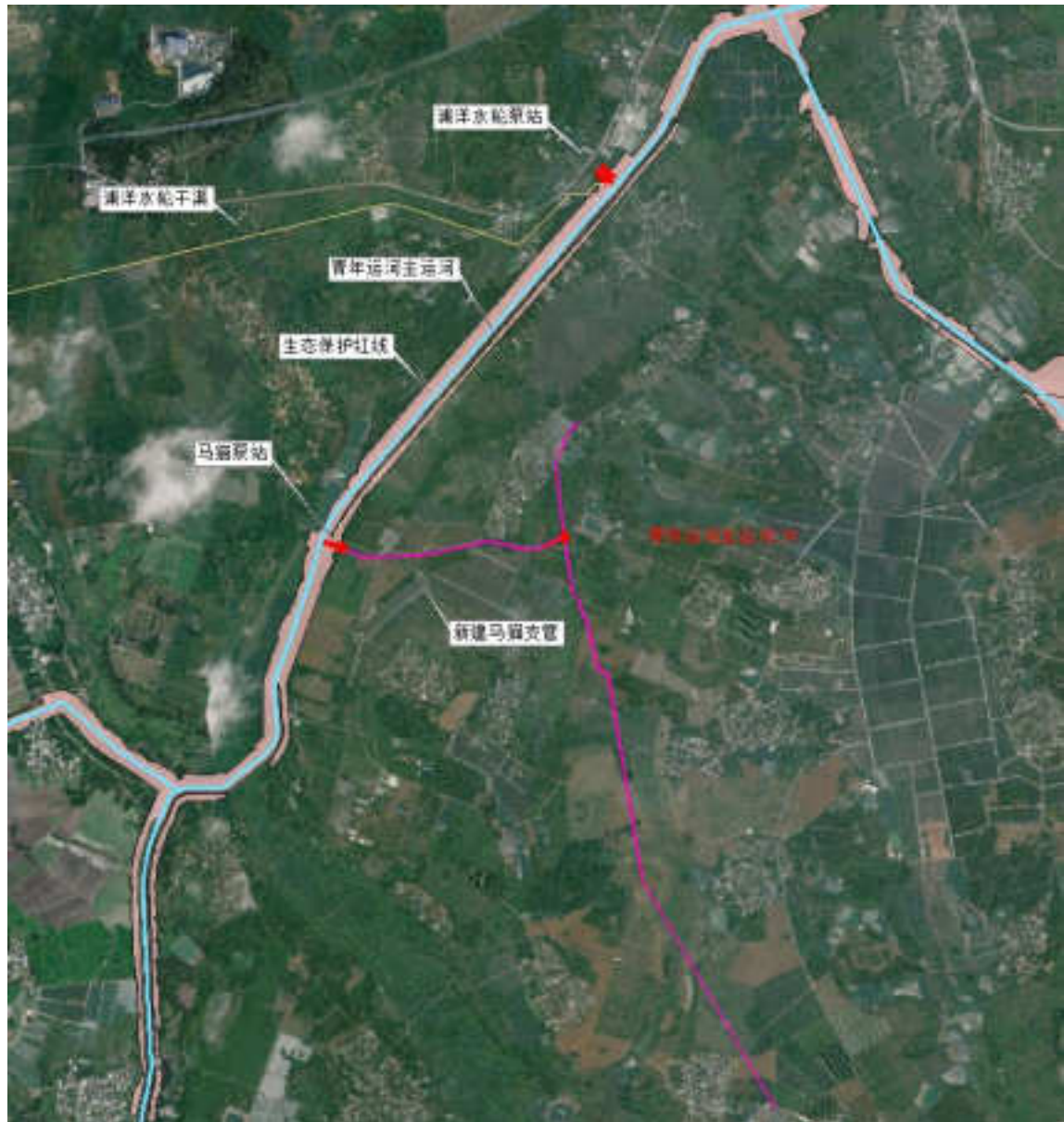


图3.2-4 马猫泵站与浦洋水轮泵站位置示意图

(3) 西村泵站

西村泵站位于遂溪县的青年运河西运河桩号 31+525m 处，为新建泵站。该泵站从青年运河西运河引水至新建的西村分干管和支管，灌溉青年运河灌片西运河 C 片，灌溉面积 1.85 万亩。西村泵站占用生态保护红线 0.4581 hm^2 ，其中永久占用 0.2691 hm^2 ，施工临时占用 0.1890 hm^2 。西村泵站位置与生态保护红线位置示意图见图 3.2-5 和图 3.2-6。

根据图 3.2-6 可知，西运河 C 片灌区所在的西运河河段大部分纳入到了生态保护红线范围，仅前端及末端无生态保护红线。该片灌区需新建提水泵站从西运

河引水，考虑灌片的分布情况、灌溉管道需要覆盖的范围和走向，泵站可选站址不多，将泵站布置在该段西运河的中间位置，能够兼顾整个西运河 C 灌片的灌溉，且有利于减少管道长度。由于该段西运河位于生态保护红线内，因此泵站选址难以避开生态保护红线。

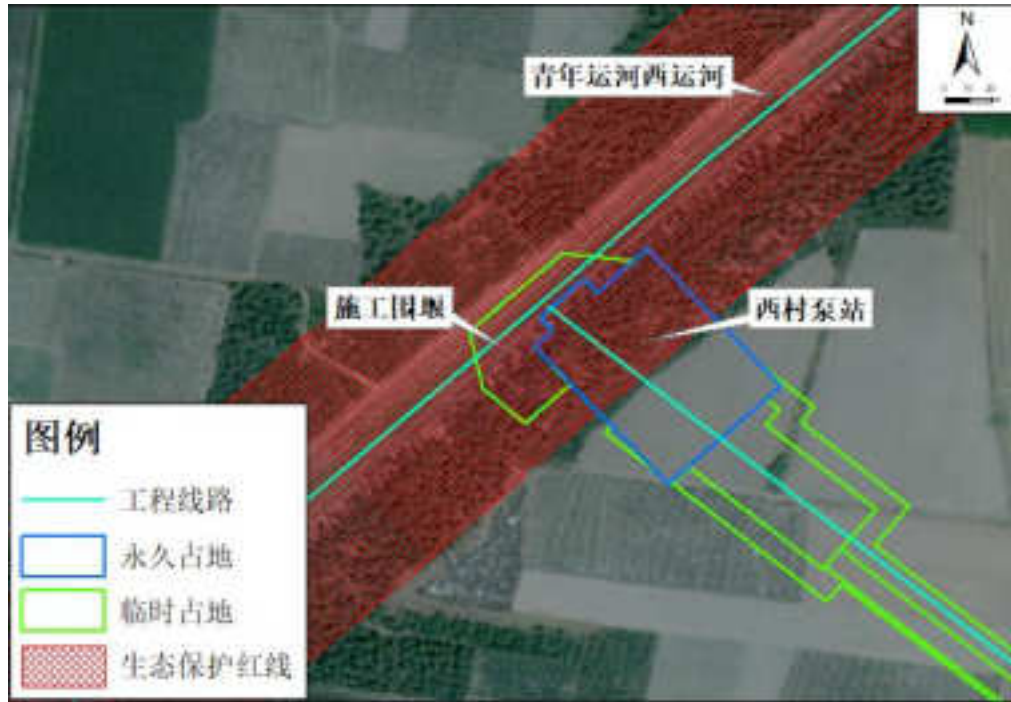


图3.2-5 雷北西村泵站占地与生态保护红线位置关系示意图



图3.2-6 西村泵站位置示意图

(4) 甘水塘干渠、马塘低干渠及河头干渠

甘水塘干渠、马塘低干渠及河头干渠为现有干渠，需进行加固改造。这三条干渠从青年运河引水，渠首与青年运河连接，由于渠首所在位置属于生态保护红线范围，因此，渠首施工无法避开生态保护红线。

甘水塘干渠永久占用生态保护红线 0.0013 hm^2 ，马塘低干渠临时占用生态保护红线 0.0790 hm^2 ，河头干渠永久占用生态保护红线 0.1053 hm^2 。

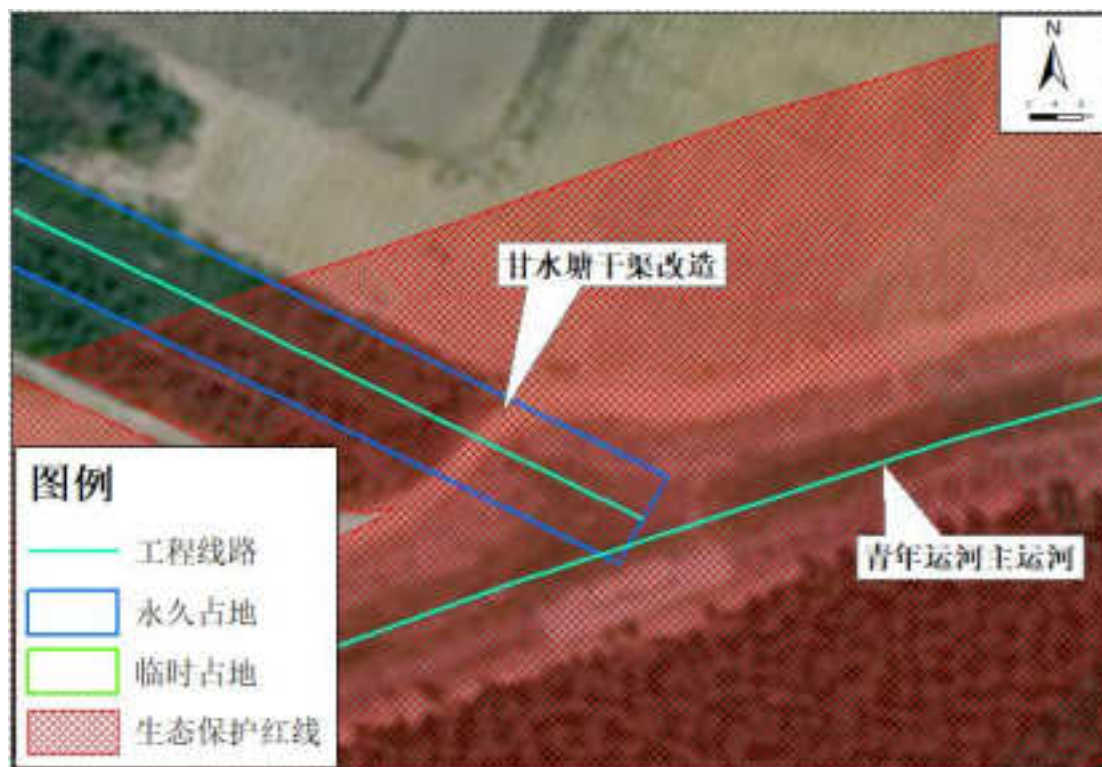


图3.2-7 雷北甘水塘干渠改造占地与生态保护红线位置关系示意图

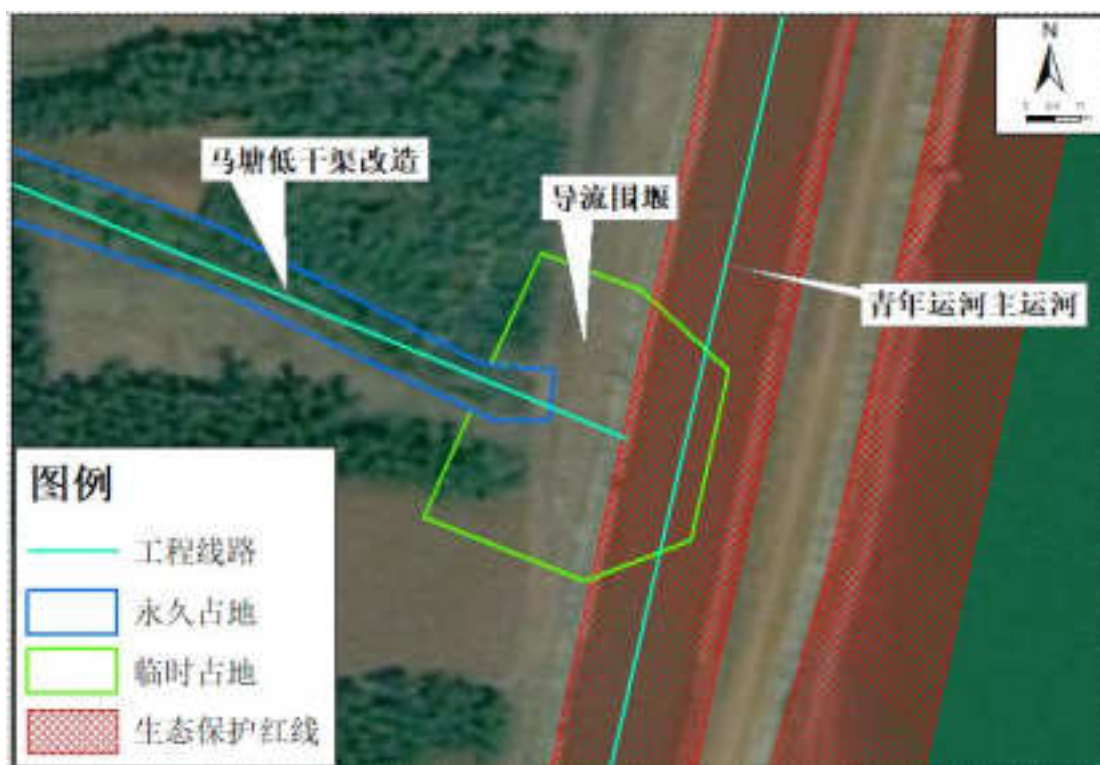


图3.2-8 雷北马塘低干渠改造占地与生态保护红线位置关系示意图

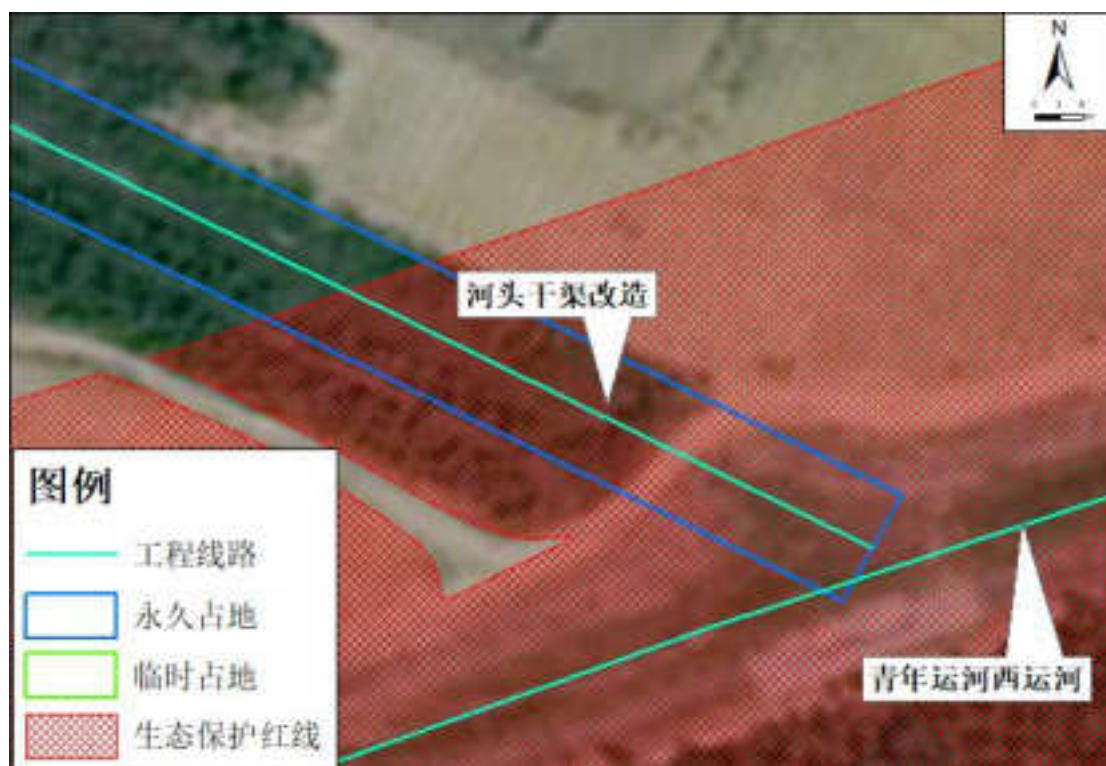


图3.2-9 雷北河头干渠改造占地与生态保护红线位置关系示意图

(5) 龙东片泵站

龙东片泵站位于雷州市龙门水库库尾，为新建的水库提水泵站。该泵站从龙门水库提水，通过新建的龙东干管和支管灌溉雷西南龙东灌片，灌溉范围涉及雷州市的龙门镇、南兴镇、英利镇、雷高镇等 4 个乡镇，灌片设计灌溉面积 6.51 万亩。龙东片泵站占用生态保护红线 4.0509 hm^2 ，其中永久占用 2.7741 hm^2 ，施工围堰临时占用 1.2768 hm^2 。

龙门水库是雷西南片区龙东灌片的主要水源和调蓄水库，现状无提水泵站，因此需新建提水泵站。龙东灌片内最大的水源为龙门水库，灌域周边其他较大的水体有东吴水库，也划入生态保护红线内；其余水体水量小，不能满足该片区灌溉用水和调蓄需要。因此，选择龙门水库作为该片区的水源是合理的。由于龙门水库库区范围属于生态保护红线范围，因此水库提水泵站以及施工需要修筑的围堰都无法避开生态保护红线。



图3.2-10 雷西南龙东片泵站占地与生态保护红线位置关系示意图

图3.2-11 龙东片泵站位置示意图

(1) 雷州青年运河饮用水水源保护区

本项目属于灌区及配套设施建设、改造，属于生态影响型建设项目，不排放污染物，不在饮用水水源保护区内设置排污口。雷州半岛灌区工程是环北部湾广

东水资源配置工程的后续工程，以农业灌溉为主，属于与供水设施相关的项目。工程涉及的雷州青年运河是青年运河灌区的主要灌渠，其核心任务就是农业灌溉，运河沿线配套建设了大量的干渠从运河引水。本次雷州半岛灌区工程需对青年运河的部分干渠进行加固改造，同时从青年运河引水至其他新建灌区，因此难以避免在青年运河上进行工程布置，而青年运河水源保护区基本上覆盖了青年运河的六大运河，因此，工程建设难以避开青年运河水源保护区。另一方面，工程涉及的雷州青年运河及灌区（含各干渠）建成于上个世纪 60 年代，而雷州青年运河饮用水水源保护区最早于 1999 年划定（《关于湛江市生活饮用水地表水源保护区划分方案的批复》，粤府函[1999]191 号），灌渠原为灌溉供水专用工程，而水源保护区是依赖于青年运河灌渠而成立的。

除施工必需设置的临时施工道路、围堰，以及东运河上的客路干渠、水美干渠因跨越 207 国道需顶管施工而设置的顶管工区外，其余施工布置均不在水源保护区内，生产生活污水废水不进入水源保护区。

总体来说，工程占用青年运河饮用水水源保护区具有唯一性和合理性。

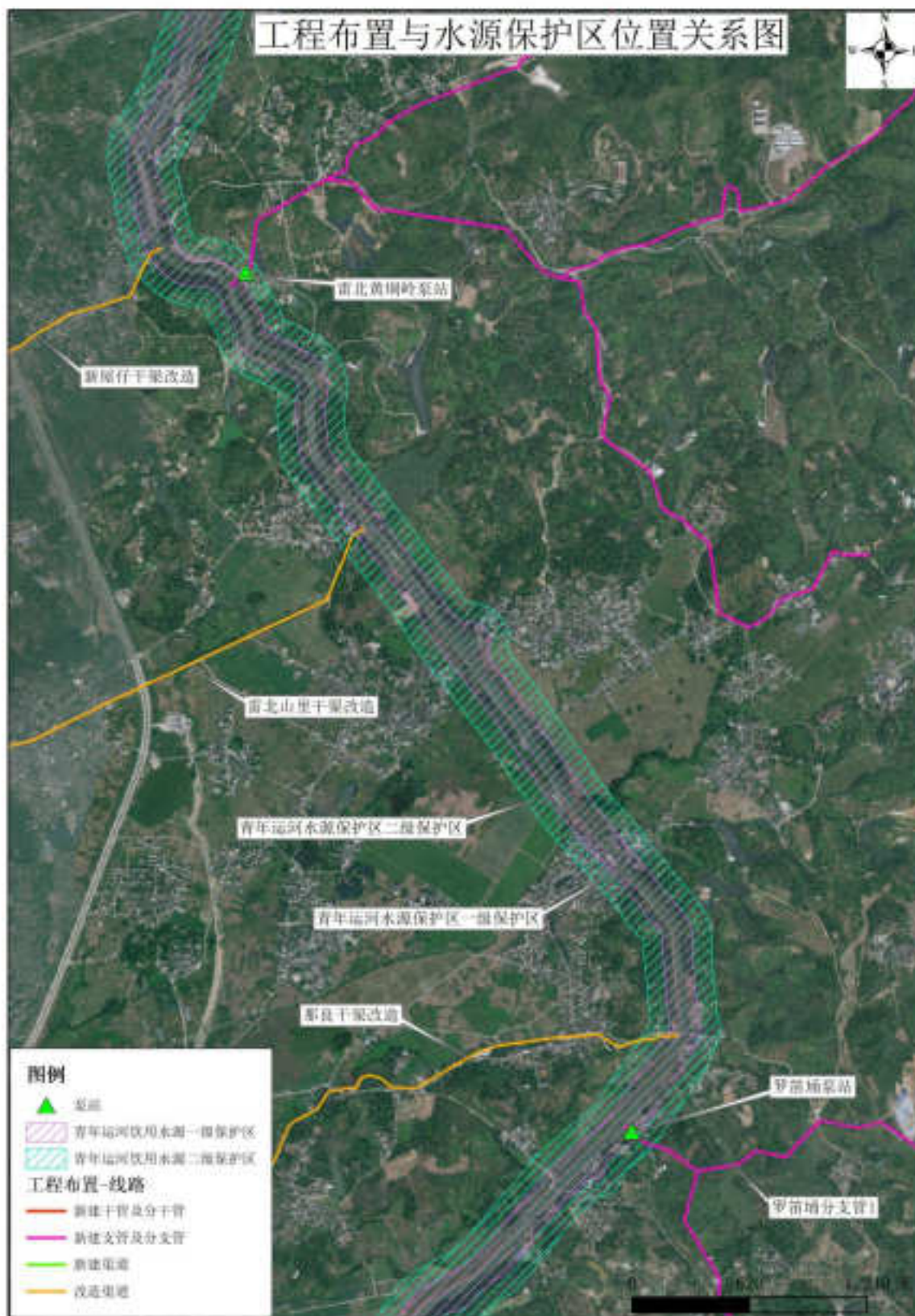


图3.2-12 主运河段工程布置与青年运河水源保护区位置关系示意图

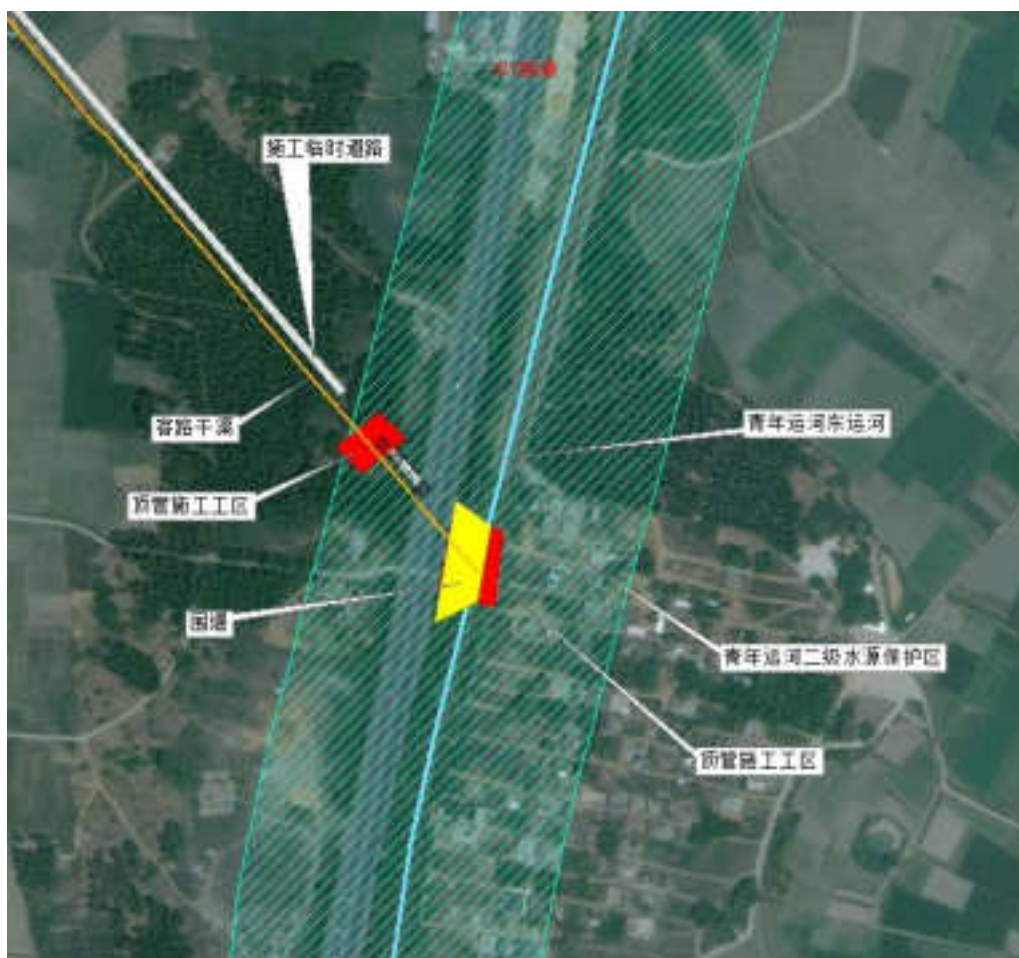


图3.2-13 东运河段客路干渠工程布置与青年运河水源保护区位置关系示意图



图3.2-14 东运河段水美干渠工程布置与青年运河水源保护区位置关系示意图

(2) 九洲江饮用水水源保护区

雷北片区已有的河唇干渠和良龙山支渠位于九洲江饮用水水源保护区二级保护区陆域范围，河唇干渠穿越水源保护区的长度为 1229m，良龙山支渠穿越水源保护区的长度为 138m。此外，还有部分施工临时道路位于该水源保护区二级保护区陆域范围。

河唇干渠和良龙山支渠为已建干渠，本工程拟对其进行加固改造。由于这两条干渠现状位于九洲江饮用水水源保护区二级保护区陆域范围内，因此对其进行加固改造难以避免占用水源保护区。河唇干渠和良龙山支渠属于青年运河灌区，建成于上个世纪六十年代，而九洲江饮用水水源保护区最早于 2014 年划定（《广东省人民政府关于调整湛江市地表水饮用水水源保护区的批复》，粤府函[2014]141 号），干渠早于水源保护区出现。除施工必需设置的临时施工道路外，其余施工布置均不在水源保护区内，生产生活污水不进入水源保护区，干渠位于陆域范围，施工不扰动水库水体，对水源保护区水质影响轻微。总体来说，工程占用九洲江饮用水水源保护区具有唯一性和合理性。



图3.2-15 工程布置与九洲江水源保护区位置关系示意图

(3) 合流水库饮用水水源保护区

新建的岭北片 H 干管、A 支管以及东海河泵站 2#出水管穿越合流水库饮用水水源保护区二级保护区陆域范围，其中 H 干管穿越水源保护区的长度为 1777m，A 支管穿越水源保护区的长度为 367m，2#出水管穿越长度为 288m。此外部分施工临时道路位于该水源保护区二级保护区陆域范围。

岭北干管 H 的任务是覆盖玉湛高速两侧麻章区龙井村、迈龙村周边灌片，沿途经过湖光农场、迈龙村、西边村，设有 3 条支管。合流水库与西侧南北走向的玉湛高速之间的大片农田均位于合流水库水源保护区内，而 H 干管的引水水源为东北角的东海河泵站，为了覆盖水源保护区内的农田并引水至西南角的迈龙村、龙井村灌片，管道必需穿越合流水库水源保护区，具体见图 2.13-16。

除施工必需设置的施工临时道路外，其余施工布置均不在水源保护区内，生产生活污废水不进入水源保护区，管道位于陆域范围，施工不扰动水库水体，对水源保护区水质影响轻微。总体来说，工程占用合流水库饮用水水源保护区具有唯一性和合理性。

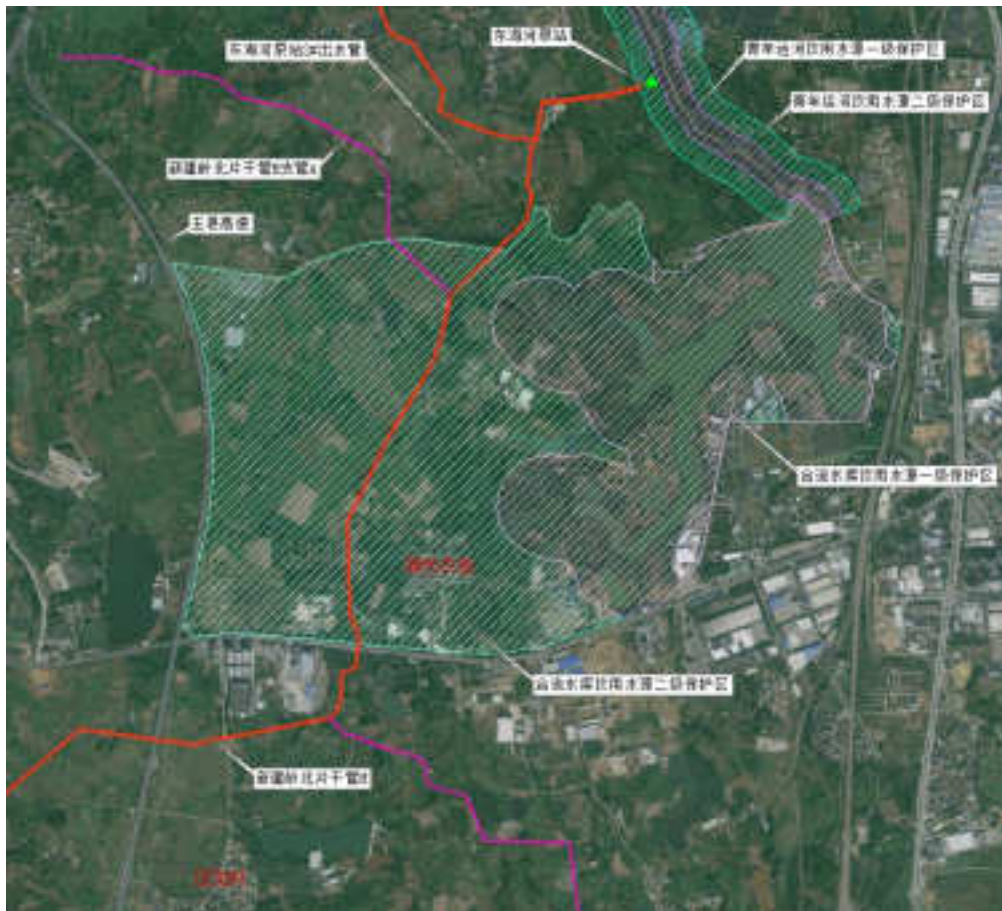


图3.2-16 工程布置与合流水库水源保护区位置关系示意图

(4) 志满水库饮用水水源保护区

新建的岭北片 D 支管穿越志满水库饮用水水源保护区二级保护区陆域范围，穿越水源保护区的长度为 2674m。此外，还有部分施工临时道路位于该水源保护区二级保护区陆域范围。

岭北片 D 支管是岭北片 H 干管的支管，主要任务是覆盖麻章区龙井村周边灌片。由于龙井村有大片农田位于志满水库饮用水水源保护区二级保护区陆域范围内，为满足农田灌溉需要，需在水源保护区内布设灌溉管道，因此，工程难以避开水源保护区。除施工必需设置的施工临时道路以及因管道跨越沟渠而设置的围堰外，其余施工布置均不在水源保护区内，管道位于陆域范围，施工不扰动水库水体，生产生活污水废水不进入水源保护区，对水源保护区水质影响轻微。总体来说，工程占用志满水库饮用水水源保护区具有唯一性和合理性。



图3.2-17 工程布置与志满水库水源保护区位置关系示意图

(5) 南渡河饮用水水源保护区

雷北片区的和平干渠渠首及湖南干渠渠首，以及雷东南的西运河连通工程、花桥水支渠渠首涉及南渡河饮用水水源保护区二级保护区，其中西运河连通工程有 2267m 位于二级水源保护区内，和平干渠、湖南干渠、花桥水支渠分别有 95m、112m、111m 位于二级水源保护区内。此外，工程施工需要的围堰和部分施工临时道路位于该水源保护区二级保护区陆域范围。

和平干渠、湖南干渠是已有的渠道，本工程拟对其进行加固改造。这两条干渠从南渡河引水，其渠首段位于南渡河饮用水水源保护区二级保护区陆域范围内，因此对其进行加固改造难以避免占用水源保护区。和平干渠、湖南干渠属于青年运河灌区，建成于上个世纪六十年代，而南渡河饮用水水源保护区最早于 1999 年划定（《关于湛江市生活饮用水地表水源保护区划分方案的批复》，粤府函[1999]191 号），干渠早于水源保护区出现。

西运河连通工程是连通青年运河西运河及南渡河的连通工程，从西运河引水 $13.0\text{m}^3/\text{s}$ 至南渡河，并从南渡河提水进行灌溉。西运河连通工程总长 7.18km，最大引水流量 $13\text{m}^3/\text{s}$ ，渠道起点由西运河 9+728 桩号位置的虾沟支渠起点引水，利用并拓宽现有虾沟支渠至 LTQ0+343 桩号，随后沿东北方向 1.12km 拓宽现有渠道至 LTQ1+460，汇入南渡河。对南渡河沿线进行衬砌、拓宽和清淤改造，在终点 LTQ7+177 处与现状南渡河底高程 19.3m 衔接。从空间上看，南渡河位于雷北和雷东南交接区域，通过新建连通工程，可以串联起青年运河和雷东南片区，将鹤地水库的来水通过青年运河—南渡河—花桥水—南渡河泵站—雷东南干管引至雷东南片区各灌片。因此，新建西运河至南渡河的连通工程是非常必要的。由于南渡河大部分河段均划入水源保护区范围内，因此，连通工程难以避免占用水源保护区。

花桥水支渠是南渡河与花桥水之间的连通渠，为已有的连通渠。工程利用该连通渠将南渡河水引至花桥水，再通过花桥水取水口—南渡河泵站—雷东南干管引水至各雷东南各灌片。花桥水支渠的北端连接南渡河，位于南渡河饮用水水源保护区二级保护区内，工程拟对该支渠进行整治扩建，无法避开水源保护区。

除施工必需设置的施工临时道路以及围堰外，其余施工布置均不在南渡河饮用水水源保护区内，生产生活污水废水不进入水源保护区，对水源保护区水质影响

轻微。总体来说，工程占用南渡河饮用水水源保护区具有唯一性和合理性。

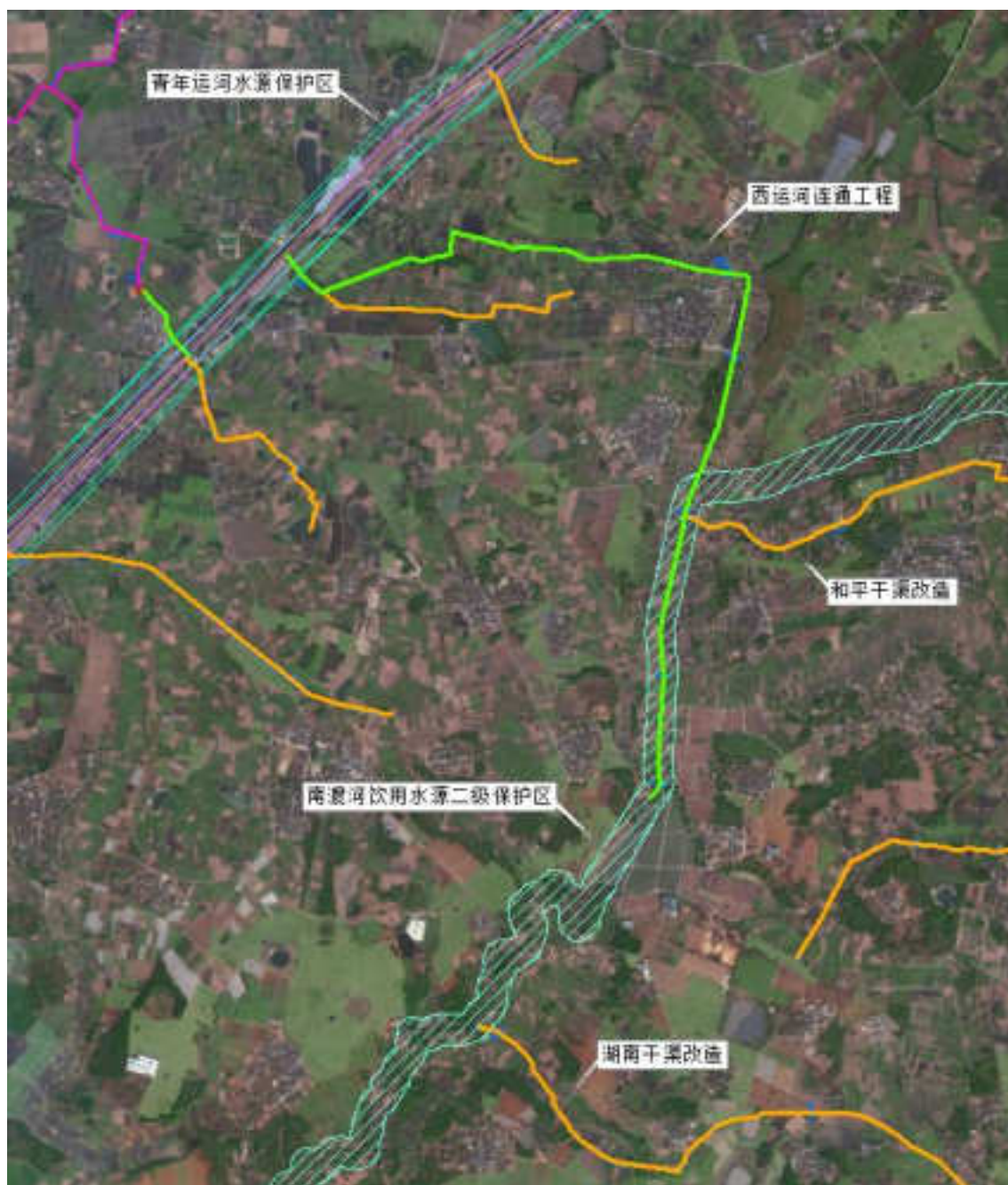


图3.2-18 工程布置与南渡河饮用水水源保护区位置关系示意图（西运河连通工程段）

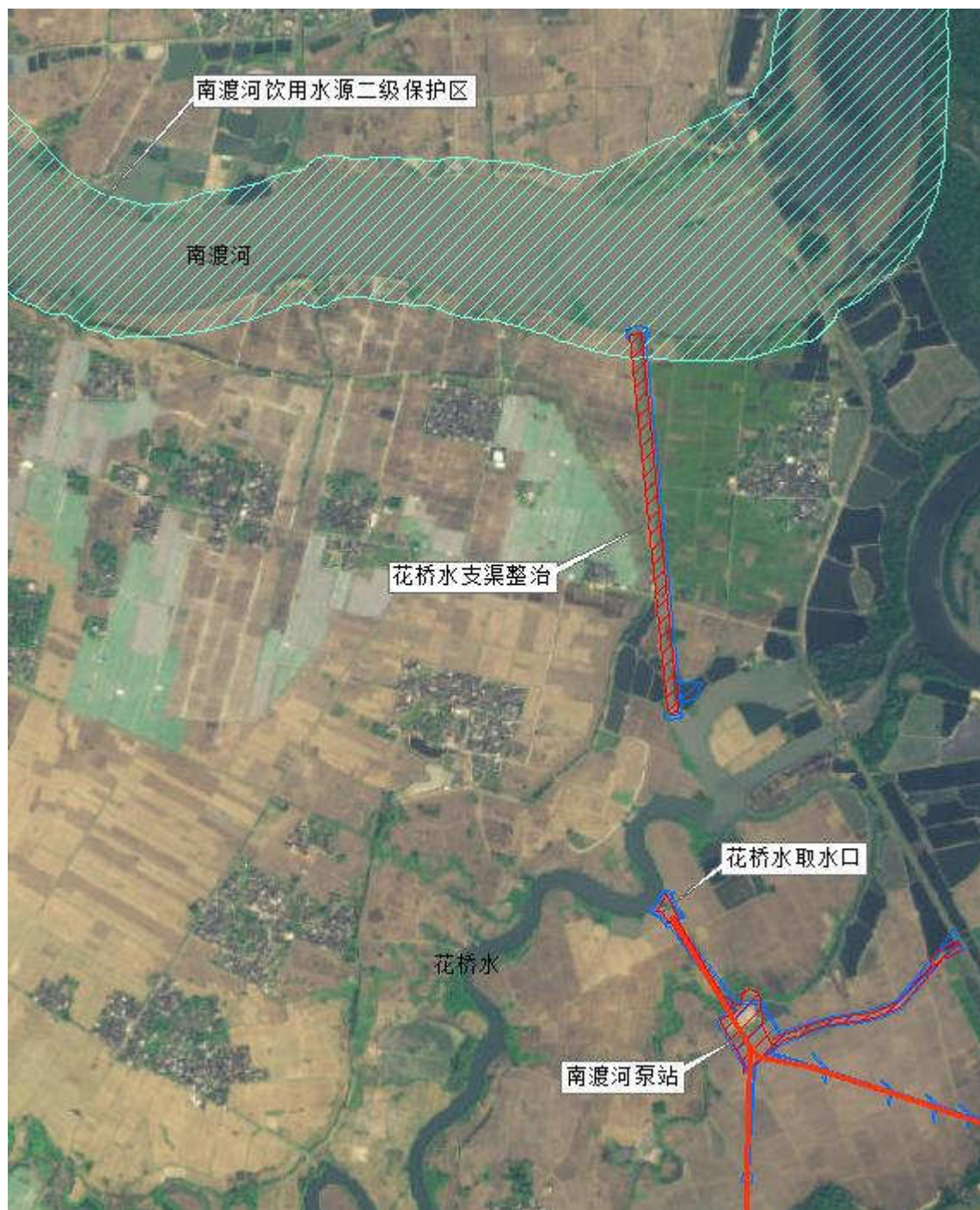


图3.2-19 工程布置与南渡河饮用水水源保护区位置关系示意图（花桥水支渠段）

（6）龙门水库饮用水水源保护区

雷西南片区的龙东片泵站及其引水渠、泵站连接的龙东干管 A 位于龙门水库饮用水水源保护区二级保护区，其中泵站及其引水渠占用水源保护区面积为 4.54hm^2 ，龙东干管 A 有 1600m 位于水源保护区内。此外，工程施工需要的围堰和部分施工临时道路位于该水源保护区二级保护区内。

龙门水库是雷西南片区龙东灌片的主要水源和调蓄水库，现状无提水泵站，



(7) 迈生水库饮用水水源保护区

区内，与泵站连接的雷东南干管、调东分干管等管道也需穿越该水源保护区。经初步统计，迈生水库北泵站（含引水渠、进站道路）占用一级水源保护区 3.34hm^2 ，不占用二级保护区；迈生水库南泵站（含进站道路及管线）占用一级水源保护区 7.87hm^2 ，占用二级保护区 4.81hm^2 ，合计占用水源保护区 12.68hm^2 ；两个泵站合计占用迈生水库水源保护区 16.02hm^2 ，其中占用一级水源保护区 11.21hm^2 ，占用二级水源保护区 4.81hm^2 。雷东南干管、调东分干管等管道穿越水源保护区的长度合计约 6.74km ，其中穿越一级保护区 2.09km ，穿越二级保护区 4.65km ；若扣除泵站永久占地范围内的管道长度，则穿越一级水源保护区的管道长度为 1.24km ，穿越二级水源保护区的管道长度为 3.95km ，合计 5.19km 。

此外，工程施工需要的围堰和部分施工临时道路位于该水源保护区内，其中围堰涉及一级水源保护区，施工临时道路涉及一级和二级水源保护区。

迈生水库是雷东南片调东灌域的主要调蓄水库。调东灌域设计灌溉面积 40 万亩，灌溉面积大，需要的灌溉水量和调蓄库容比较大。该灌域内中型以上水库主要有迈生水库、东吴水库、溪南水库和滨洋水库，其中东吴水库库容最大，但该水库也已划入生态保护红线和饮用水源保护区内，且地理位置上位于调东灌域的西边界，距离大部分灌面较远，覆盖范围偏小；滨洋水库和溪南水库分别位于灌域西侧和东侧，距离主要灌面较远，覆盖范围偏小；迈生水库位于调东灌域中部，通过新建北泵站，可以往北覆盖雷高镇；通过新建南泵站，覆盖东、西两侧以及南面的灌面。迈生水库本身具有灌溉功能，原设计灌溉面积 3 万亩。因此，从布局上说，工程利用迈生水库作为调东灌域的调蓄水库是合理的。

雷州半岛灌区工程是环北部湾广东水资源配置工程的后续工程，以农业灌溉为主，属于与供水设施相关的项目。另一方面，迈生水库作为水源地为周边雷高镇等地供水，本工程建设后，将环北广东的外引水及鹤地水库水通过青年运河—南渡河—雷东南干管引入迈生水库，增加迈生水库的入库水量，尤其是枯水期的库水量，在解决灌溉用水的同时，置换了部分水量用于工业生活供水，进一步保障城乡供水安全。因此，工程建设符合水源保护区的管理要求。

除施工必需设置的施工临时道路以及围堰外，其余施工布置均不在迈生水库饮用水水源保护区内，施工污水不进入水源保护区内。

总体来说，工程占用迈生水库饮用水水源保护区是合理的。

表3.2-2 工程永久占用迈生水库饮用水水源保护区面积统计表

工程	分项	永久占用水源保护区面积(hm ²)		
		一级保护区	二级保护区	合计
迈生水库北泵站	北泵站	1.34	/	1.34
	北泵站引水渠	1.76	/	1.76
	进站道路	0.24	/	0.24
	小计	3.34	/	3.34
迈生水库南泵站	南泵站	4.16	/	4.16
	进站道路	3.71	2.43	6.14
	管线		2.38	2.38
	小计	7.87	4.81	12.68
总计		11.21	4.81	16.02

表3.2-3 工程管道穿越迈生水库饮用水水源保护区长度统计表

管道	穿越水源保护区长度(m)			永久占地内的重叠部分(m)			未重叠部分(m)		
	一级保护区	二级保护区	小计	一级保护区	二级保护区	小计	一级保护区	二级保护区	小计
调东分干管 B	215	4	219	55		55	160	4	164
调东分干管 C	511		511	107		107	404	0	404
调东分干管 D	624	2755	3379	67		67	557	2755	3312
雷东南干管北	138		138	24		24	114	0	114
雷东南干管南	598	1894	2492	598	699	1297	0	1195	1195
合计	2086	4653	6739	851	699	1550	1235	3954	5189

注：重叠部分是指泵站及其附属建筑物永久占地范围内布设的在水源保护区内的管道长度。



(8) 红心楼水库饮用水水源保护区

红心楼水库交水点位于红心楼水库饮用水水源保护区一级保护区内，同时，红心楼水库交水点分干管有 417m 穿越该水源保护区，其中位于一级水源保护区内的管道长 289m，二级保护区内 128m；调东分干管有 300m 穿越该水源保护区，其中位于一级水源保护区内的管道长 196m，二级保护区内 104m；雷东南干管有 2616m 穿越红心楼水库饮用水水源保护区二级保护区陆域。管道穿越红心楼水库水源保护区的长度合计为 3333m，其中一级水源保护区内 485m，二级水源保护区内 2848m。此外，有 5 个顶管施工工区、交水点施工围堰、部分施工临时道路位于该水源保护区内，其中一级水源保护区内有 1 个顶管施工工区及施工围堰、部分施工临时道路，二级水源保护区内有 4 个顶管施工工区及部分施工临时道路。

红心楼水库原设计灌溉面积 3.5 万亩，红心楼水库灌区已进行续建配套建设。本工程主要从雷东南干管新建补水管（交水点分干管）至红心楼水库，为红心楼灌区补充水源，同时在红心楼水库新建取水口及调东干管 K 覆盖红心楼水库东北侧的 K 片灌面。此外，雷东南干管分水给红心楼水库后，沿着省道 S289 往南敷设至红心楼水库南侧的大田沟水库（为南北渠水源地），交水至大田沟水库，该段管道采用顶管施工。

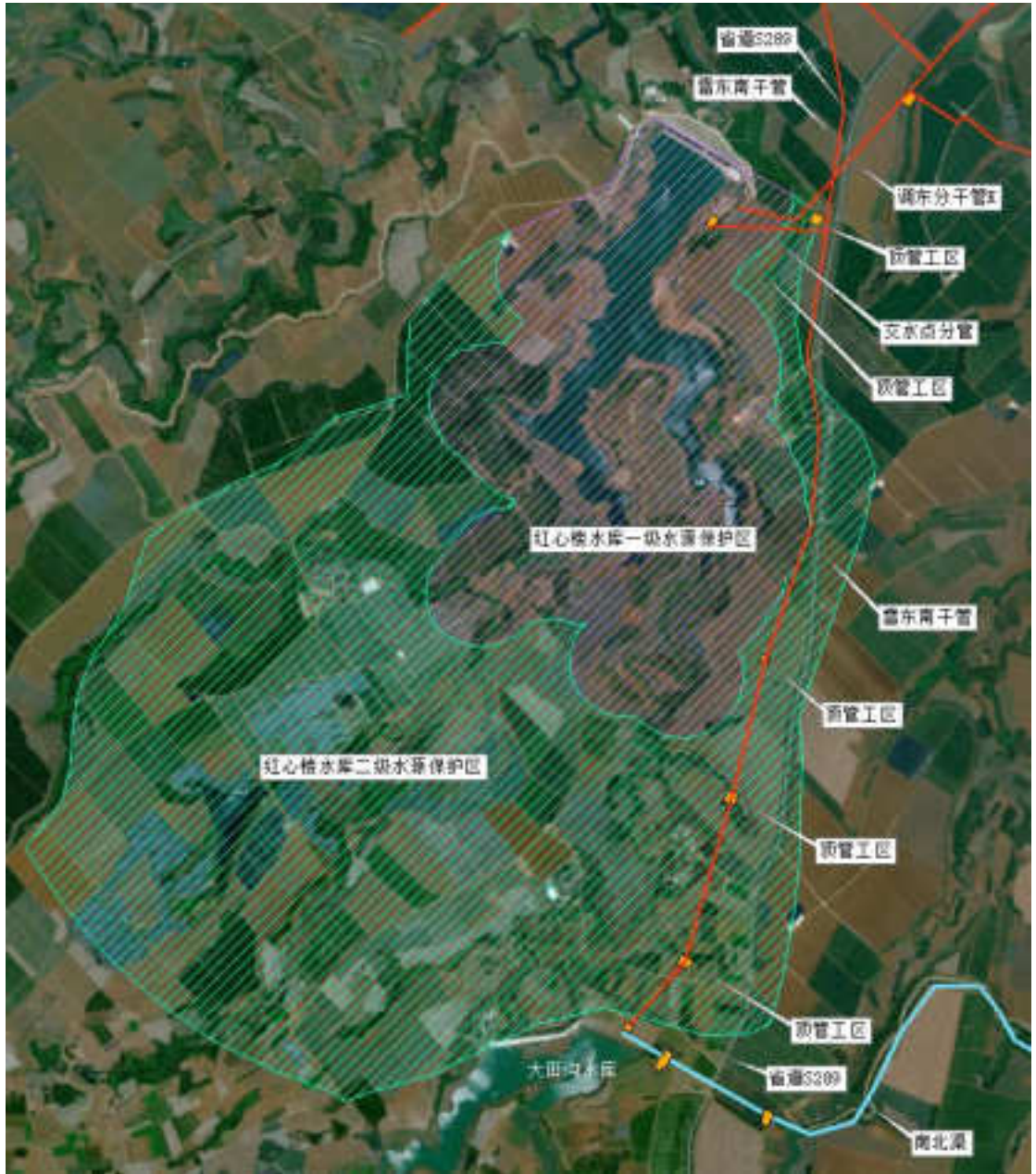
由于红心楼水库已划为水源保护区，本工程为红心楼水库补水，其补水管及交水点无法避开水源保护区。由于红心楼水库与大田沟水库之间的区域大部分已划为红心楼水库水源保护区范围，同时两个水库的东侧受省道 S289 的限制，雷东南干管在红心楼水库至大田沟水库之间的管道难以避让红心楼水库水源保护区，以顶管形式穿越该水源保护区。

本工程为红心楼水库补水，增加水库的入库水量，尤其是枯水期的库水量，在解决灌溉用水的同时，置换了部分水量用于工业生活供水，进一步保障城乡供水安全。因此，工程建设符合水源保护区的管理要求。

红心楼水库水源保护区内的管道采用顶管施工，因此需在水源保护区内设置顶管施工工区，用于顶管施工作业。除此之外，水源保护区内设置了施工必需的施工临时道路以及红心楼水库交水点施工围堰，其余施工布置均不在红心楼水库饮用水水源保护区内，施工污水不进入水源保护区内。

总体来说，工程占用红心楼水库饮用水水源保护区是合理的。

管道	管道穿越水源保护区长度(m)		
	一级保护区	二级保护区	小计
雷东南干管		2616	2616
红心楼水库交水点分管	289	128	417
调东分干管	196	104	300
合计	485	2848	3333



（9）三阳桥水库饮用水水源保护区

已建的迈垌干渠有 190m 长的渠段位于三阳桥水库饮用水水源保护区二级保护区陆域范围。迈垌干渠为已建干渠，本工程拟对其进行加固改造。由于该干渠部分渠段位于三阳桥水库水源保护区二级保护区陆域范围内，因此对其进行加固改造难以避免占用水源保护区。迈垌干渠建成于上个世纪 60 年代，而三阳桥水库饮用水水源保护区最早于 2014 年划定（《广东省人民政府关于调整湛江市地表水饮用水水源保护区的批复》，粤府函[2014]141 号），干渠早于水源保护区存在。三阳桥水库饮用水水源保护区内无施工临时设施，干渠位于陆域范围，施工不扰动水库水体，施工污废水不进入水源保护区内，对水源保护区水质影响轻微。总体来说，工程占用三阳桥水库饮用水水源保护区具有唯一性和合理性。

（10）大水桥水库饮用水水源保护区

南北渠末端约 15m 位于大水桥水库饮用水水源保护区一级保护区内。南北渠终于大水桥水库，其末端位于大水桥水库饮用水水源保护区内。本工程拟对南北渠进行加固改造，因此，难以避让大水桥水库饮用水水源保护区。南北渠建成于 1974 年，而大水桥水库饮用水水源保护区最早于 1999 年划定（《关于湛江市生活饮用水地表水源保护区划分方案的批复》，粤府函[1999]191 号），南北渠早于水源保护区而存在。大水桥水库饮用水水源保护区内无施工临时设施，施工污废水不进入水源保护区内。总体来说，工程占用大水桥水库饮用水水源保护区具有唯一性和合理性。

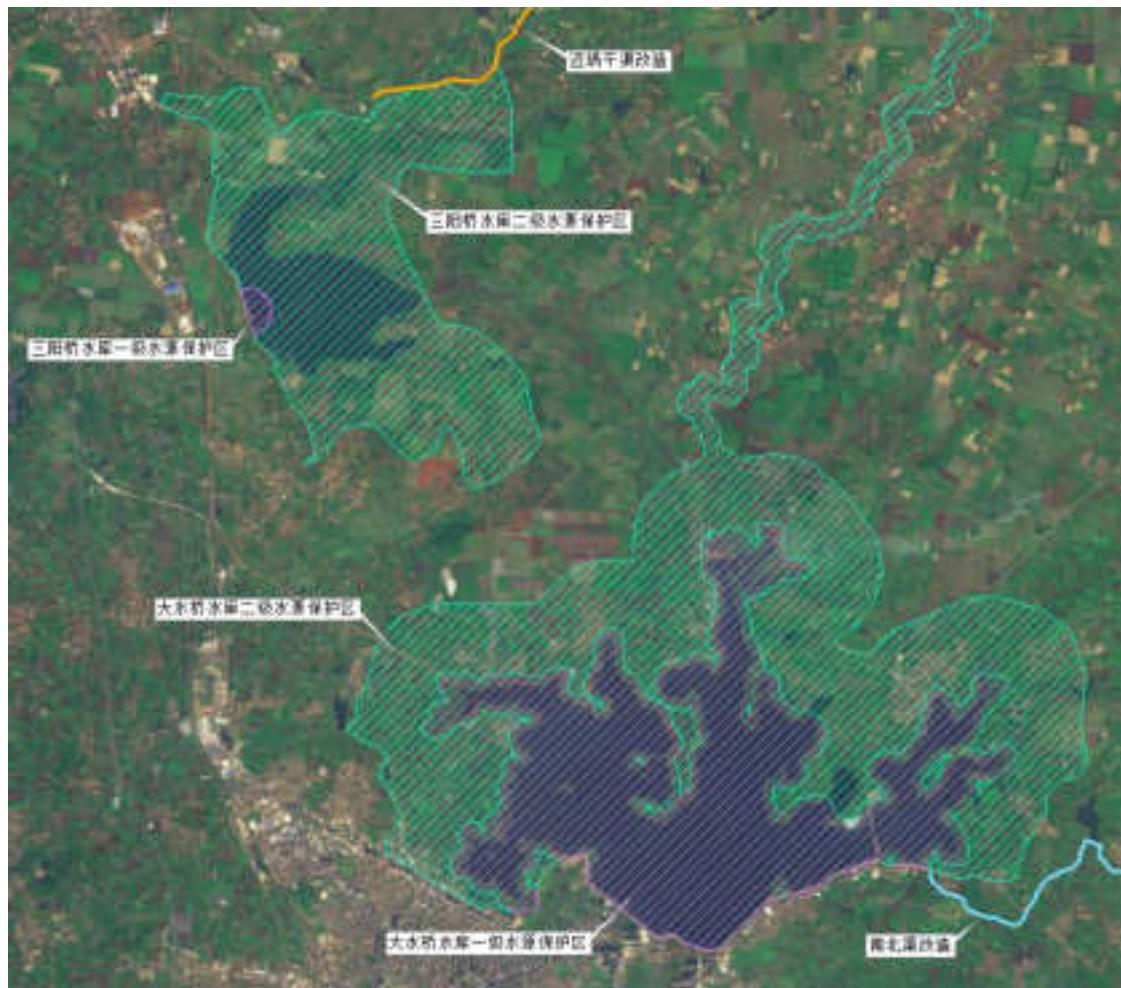


图3.2-24 工程布置与三阳桥水库及大水桥水库水源保护区位置关系示意图

3.2.3 施工总布置环境合理性分析

3.2.2.1 施工布置环境合理性分析

根据工程总平面布置，本工程输水线路基本沿着现状道路或已规划道路进行布置，施工工区、临时堆场、临时道路等临时用地围绕管线线路进行布置，有利于控制用地规模。

根据灌溉管线及各建筑物工程的特点、施工的均衡性及实际施工场地布置条件，本工程共设置 436 个工区，其中埋管及渠道施工工区 293 个，顶管施工工区 99 个，泵站施工工区 44 个。

经调查，各施工区布置遵循了避让生态敏感区、人口集中区域，距离工程量较大的工区尽量利用当地的基础设施等原则，各施工工区均不涉及生态保护红线

和自然保护区，占地范围内无珍稀濒危野生动植物和古树名木。

经叠图分析，共有 8 个顶管施工工区位于水源保护区内，为顶管段顶管井作业需要，工区内无施工人员居住生活。

本工程的砂石料加工系统、混凝土拌和系统、生活营地等易产生污染物的施工工区均不在生态保护红线、水源保护区等环境敏感区内。

本工程部分泵站和渠（管）道位于生态保护红线和水源保护区内，为方便施工车辆、人员进出施工点，施工期间需设置施工临时道路，因此，施工临时道路难以避免需设置在生态保护红线和水源保护区内。

从环境保护角度分析，本工程施工布置已经尽量避开环境敏感区，但因部分工程位于生态保护红线和水源保护区内，因此难以避免需在生态保护红线和水源保护区内设置施工临时设施，施工组织已将砂石料加工系统、混凝土拌和系统、生活营地等易产生污染物的施工工区避开各类敏感区，以尽量降低施工对环境敏感区的影响。总体来说，本工程的施工布置是合理的。

3.2.2.2 渣料场布置环境合理性分析

本工程设置了 10 个弃渣场，所有渣场均不涉及生态保护红线、自然保护区、水源保护区等环境敏感区；本工程所选渣场占地地类主要为坑塘水面，选址不涉及河道，没有在对重要基础设施、人民群众生命财产安全及行洪安全有重大影响的区域，不影响周边公共设施、工业企业以及居民点等的安全；渣场选址符合环境保护和水土保持要求，渣场选址合理。

此外，本工程充分利用开挖料，开挖料除自身利用外，剩余的可利用料运至当地的消纳场进行资源化综合利用，既实现了资源的有效利用，又减少了弃渣量。

本工程砂石料及土料均采用外购方式，不设置专门的料场，减少了临时占地和对环境的不利影响。

综上所述，本工程的弃渣场设置以及料源规划是合理的。

3.3 环境影响因素分析和污染源强核算

3.3.1 施工期环境影响因素分析

3.3.1.1 地表水环境影响源分析

工程施工期主要水污染物包括砂石料加工废水、混凝土拌和系统废水、机修系统废水等生产废水和施工人员生活污水。

(1) 生产废水

1) 砂石料加工系统废水

本工程设有 4 套砂石料加工系统，每套设计生产能力 200t/h，运行时间 48 个月。砂石料加工系统采用湿法加工，运行过程中会产生砂石料加工系统冲洗废水。根据《水利水电工程环境保护设计规范》(SL/T 492-2025)，砂石料加工废水主要污染物为悬浮物，浓度一般在 20000mg/L~90000 mg/L 之间，废水量按高峰用水量的 80%计算。根据《水利水电工程施工组织设计规范》(SL303-2017)，人工砂石冲洗用水量取 2000L/ m³。因此，本工程每套砂石料加工系统冲洗废水高峰产生量约 123.08 m³/h。

2) 混凝土拌和系统废水

本工程共设置 41 套混凝土拌和系统，分布在各个泵站施工场区（其中南渡河泵站设置了 2 套）。混凝土拌和系统生产用水绝大部分随混凝土的变性而消耗，运行过程中主要为砗转筒和料灌冲洗产生的少量废水。根据《水利水电工程环境保护设计规范》(SL/T 492-2025)，混凝土拌和系统废水呈碱性，主要污染物为悬浮物，浓度一般在 1500mg/L~2500mg/L 之间。根据《环境影响评价技术手册 水利水电工程》(邹家祥)，拌和楼或拌和站一次冲洗用水量取 8 m³。按一天两班计，本工程单个混凝土拌和系统废水高峰产生量约 16 m³/d。

3) 机修系统废水

工程沿线距离市县或乡镇不远，大中型施工机械及设备可就近利用市镇现有机械修配厂检修，工程在各泵站施工工区设 1 处机修厂，承担小型施工机械及设备的维修和保养任务。机修系统废水主要是施工机械或车辆冲洗产生的含油废水，根据《水利水电工程环境保护设计规范》(SL/T 492-2025)，机修系统废水主要污染物为石油类和悬浮物，浓度一般为 10mg/L~30mg/L、500mg/L~

2000mg/L。根据《环境影响评价技术手册 水利水电工程》(邹家祥), 施工机械或车辆冲洗用水量按 400L/(台·次), 废水量按高峰用水量的 80%计算, 各工区每天需要冲洗的施工机械或车辆数按总数的 30%计。经估算, 雷北片区有 24 个泵站施工工区, 每个施工工区高峰含油废水产生量为 $15.26\text{m}^3/\text{d}$; 雷西南片区有 8 个泵站施工工区 (其中一个为余庆桥水库取水塔工区), 每个施工工区高峰含油废水产生量为 $21.02\text{m}^3/\text{d}$; 雷东南有 10 个泵站施工工区 (其中南渡河泵站设置 2 个工区), 每个施工工区高峰含油废水产生量为 $41.57\text{m}^3/\text{d}$ 。

4) 基坑排水

本工程泵站等施工需要设置围堰, 施工围堰区域由于降雨、基础渗水等原因将产生基坑水, 基坑水量主要与降雨量和基础渗水量有关。根据《水利水电工程环境保护设计规范》(SL/T 492-2025)、《水电工程环境保护设计规范》(NB/T10504-2021), 基坑排水主要污染物为悬浮物, 浓度一般在 $500\text{mg/L}\sim 3000\text{mg/L}$ 左右, 基坑排水一般静置沉淀后抽排处理。

(2) 生活污水

生活污水主要是施工生活区的粪便、淋浴洗涤及食堂污废水等。根据《水利水电工程环境保护设计规范》(SL/T 492-2025), 生活污水主要污染物为 COD_{Cr} 、 BOD_5 、悬浮物、TN 和 TP, 浓度一般分别为 $350\text{mg/L}\sim 500\text{mg/L}$ 、 $150\text{mg/L}\sim 300\text{mg/L}$ 、 $200\text{mg/L}\sim 300\text{mg/L}$ 、 $20\text{mg/L}\sim 85\text{mg/L}$ 和 $3\text{mg/L}\sim 8\text{mg/L}$ 。

根据广东省地方标准《用水定额 第3部分: 生活》(DB44T 1461.3-2021), 湛江市农村居民位于II类区, 施工人员生活用水量定额 $0.13\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{d}$, 生活污水产生率取 80%。经估算, 雷北片区有 216 个施工生活区, 每个施工生活区高峰期施工人数为 10~343 人, 则各施工生活区高峰生活污水产生量约为 $1.04\sim 35.67\text{m}^3/\text{d}$; 雷西南片区有 48 个施工生活区, 每个施工生活区高峰期施工人数为 20~160 人, 则各施工生活区高峰生活污水产生量约为 $2.08\sim 16.64\text{m}^3/\text{d}$; 雷东南片区有 73 个施工生活区, 每个施工生活区高峰期施工人数为 10~392 人, 则各施工生活区高峰生活污水产生量约为 $1.04\sim 40.77\text{m}^3/\text{d}$ 。

表3.3-1 施工期雷北片区各施工生活区生活污水产生量汇总表

序号	施工生活区	高峰人数	平均人数	高峰生活污水产生量(m ³ /d)	生活污水总污水量(万 m ³)	施工时间(年)
1	LB-MG-HTL01	60	42	6.24	0.47	3
2	LB-MG-LDY01	80	56	8.32	0.63	3
3	LB-MG-MM01	40	28	4.16	0.31	3
4	LB-MG-DP01	140	98	14.56	1.10	3
5	LB-MG-LD01	100	70	10.40	0.79	3
6	LB-MG-PT01	50	35	5.20	0.39	3
7	LB-MG-PT02	70	49	7.28	0.55	3
8	LB-MG-PT03	80	56	8.32	0.63	3
9	LB-MG-PT04	70	49	7.28	0.55	3
10	LB-MG-TP01	120	84	12.48	0.94	3
11	LB-MG-DP01	90	63	9.36	0.71	3
12	LB-MG-LZ01	200	140	20.80	1.57	3
13	LB-MG-HW01	60	42	6.24	0.47	3
14	LB-MG-HW02	50	35	5.20	0.39	3
15	LB-MG-YG01	40	28	4.16	0.31	3
16	LB-MG-JL01	30	21	3.12	0.24	3
17	LB-MG-GM01	90	63	9.36	0.71	3
18	LB-MG-GM02	40	28	4.16	0.31	3
19	LB-MG-ZY01	30	21	3.12	0.24	3
20	LB-MG-SB01	40	28	4.16	0.31	3
21	LB-MG-YLZ01	40	28	4.16	0.31	3
22	LB-MG-LG01	40	28	4.16	0.31	3
23	LB-MG-XC01	90	63	9.36	0.71	3
24	LB-MG-BX01	40	28	4.16	0.31	3
25	LB-MG-ZYHBZCSG01	40	28	4.16	0.31	3
26	LB-MG-LBGA01	120	84	12.48	0.94	3
27	LB-MG-LBLTG01	35	25	3.64	0.28	3
28	LB-MG-LMTBZ&CSG01	40	28	4.16	0.31	3
29	LB-MG-DHHBZCSG01	80	56	8.32	0.63	3
30	LB-MG-DHHBZCSG02	40	28	4.16	0.31	3
31	LB-MG-LBGE01	60	42	6.24	0.47	3
32	LB-MG-LBGF01	70	49	7.28	0.55	3
33	LB-MG-LBGF02	70	49	7.28	0.55	3
34	LB-MG-LBGG01	140	98	14.56	1.10	3
35	LB-MG-LBGG02	130	91	13.52	1.02	3

36	LB-MG-LBGH01	60	42	6.24	0.47	3
37	LB-QG-NTGA01	70	49	7.28	0.55	3
38	LB-QG-TLZA01	20	14	2.08	0.16	3
39	LB-QG-HC01	80	56	8.32	0.63	3
40	LB-QG-XWZ01	100	70	10.40	0.79	3
41	LB-QG-BS01	79	55	8.22	0.62	3
42	LB-QG-SL01	73	51	7.59	0.57	3
43	LB-QG-NL01	80	56	8.32	0.63	3
44	LB-QG-LLS01	62	44	6.45	0.49	3
45	LB-QG-QJL01	97	68	10.09	0.76	3
46	LB-QG-QJLB01	100	70	10.40	0.79	3
47	LB-QG-GST01	112	78	11.65	0.88	3
48	LB-QG-STD01	100	70	10.40	0.79	3
49	LB-QG-DLB01	81	57	8.42	0.64	3
50	LB-QG-TD01	77	54	8.01	0.61	3
51	LB-QG-LT01	79	56	8.22	0.63	3
52	LB-QG-HNK01	37	26	3.85	0.29	3
53	LB-QG-HNK02	33	23	3.43	0.26	3
54	LB-QG-HNK03	81	57	8.42	0.64	3
55	LB-QG-DP01	90	63	9.36	0.71	3
56	LB-QG-DP02	90	63	9.36	0.71	3
57	LB-QG-WTD01	50	35	5.20	0.39	3
58	LB-QG-WTD02	50	35	5.20	0.39	3
59	LB-QG-WTD03	50	35	5.20	0.39	3
60	LB-QG-XX01	80	56	8.32	0.63	3
61	LB-QG-XX02	20	14	2.08	0.16	3
62	LB-QG-JC01	30	21	3.12	0.24	3
63	LB-QG-XXZ01	140	98	14.56	1.10	3
64	LB-QG-XF01	48	33	4.99	0.37	3
65	LB-QG-DTK01	130	91	13.52	1.02	3
66	LB-QG-WP01	16	11	1.66	0.12	3
67	LB-QG-ZJX01	80	56	8.32	0.63	3
68	LB-QG-MQ01	31	21	3.22	0.24	3
69	LB-QG-SL01	40	28	4.16	0.31	3
70	LB-QG-TJ01	14	10	1.46	0.11	3
71	LB-QG-HTS01	133	100	13.83	1.12	3
72	LB-QG-LC01	76	53	7.90	0.60	3
73	LB-QG-SQJ01	48	34	4.99	0.38	3
74	LB-QG-HL01	91	64	9.46	0.72	3

75	LB-QG-FG01	80	56	8.32	0.63	3
76	LB-QG-YXW01	80	56	8.32	0.63	3
77	LB-QG-LT01	130	91	13.52	1.02	3
78	LB-QG-SLSL01	52	36	5.41	0.40	3
79	LB-QG-SLSL02	51	36	5.30	0.40	3
80	LB-QG-JTL01	21	15	2.18	0.17	3
81	LB-QG-JTL02	21	15	2.18	0.17	3
82	LB-QG-JTL03	20	14	2.08	0.16	3
83	LB-QG-HZ01	110	77	11.44	0.86	3
84	LB-QG-LT01	60	42	6.24	0.47	3
85	LB-QG-LT02	60	42	6.24	0.47	3
86	LB-QG-LT03	60	42	6.24	0.47	3
87	LB-QG-NS01	91	64	9.46	0.72	3
88	LB-QG-NS02	108	76	11.23	0.85	3
89	LB-QG-DT01	343	240	35.67	2.70	3
90	LB-QG-LL01	180	126	18.72	1.42	3
91	LB-QG-HS01	110	77	11.44	0.86	3
92	LB-QG-ZS01	70	49	7.28	0.55	3
93	LB-QG-GCSKPHQ01	20	14	2.08	0.16	3
94	LB-QG-SJ01	90	63	9.36	0.71	3
95	LB-QG-SJ02	90	63	9.36	0.71	3
96	LB-QG-SC01	59	42	6.14	0.47	3
97	LB-QG-PS01	70	49	7.28	0.55	3
98	LB-QG-PS02	70	49	7.28	0.55	3
99	LB-QG-PS03	70	49	7.28	0.55	3
100	LB-QG-PS04	70	49	7.28	0.55	3
101	LB-QG-HL01	100	70	10.40	0.79	3
102	LB-QG-TS01	139	97	14.46	1.09	3
103	LB-QG-HGD01	70	49	7.28	0.55	3
104	LB-QG-HGX01	60	42	6.24	0.47	3
105	LB-QG-HF01	160	112	16.64	1.26	3
106	LB-QG-PSZ01	180	126	18.72	1.42	3
107	LB-QG-MC01	90	63	9.36	0.71	3
108	LB-QG-TF01	90	63	9.36	0.71	3
109	LB-QG-TF02	90	63	9.36	0.71	3
110	LB-QG-DL01	50	35	5.20	0.39	3
111	LB-QG-JZS01	70	49	7.28	0.55	3
112	LB-QG-JZS02	70	49	7.28	0.55	3
113	LB-QG-XSC01	147	103	15.29	1.16	3

114	LB-QG-SN01	100	70	10.40	0.79	3
115	LB-QG-SN02	100	70	10.40	0.79	3
116	LB-QG-SN03	100	70	10.40	0.79	3
117	LB-QG-SN04	100	70	10.40	0.79	3
118	LB-QG-ZLZ01	66	46	6.86	0.52	3
119	LB-QG-HT01	70	49	7.28	0.55	3
120	LB-QG-HT02	70	49	7.28	0.55	3
121	LB-QG-HT03	70	49	7.28	0.55	3
122	LB-QG-NPT01	10	7	1.04	0.08	3
123	LB-QG-SNSKX01	110	77	11.44	0.86	3
124	LB-QG-SNSKD01	161	113	16.74	1.27	3
125	LB-QG-KG01	50	35	5.20	0.39	3
126	LB-QG-TP01	70	49	7.28	0.55	3
127	LB-QG-TP02	70	49	7.28	0.55	3
128	LB-QG-TP03	70	49	7.28	0.55	3
129	LB-QG-TP04	140	98	14.56	1.10	3
130	LB-QG-Gm01	240	168	24.96	1.89	3
131	LB-QG-Gm02	240	168	24.96	1.89	3
132	LB-QG-ST01	120	84	12.48	0.94	3
133	LB-QG-SM01	150	105	15.60	1.18	3
134	LB-QG-HN01	240	168	24.96	1.89	3
135	LB-QG-TB01	60	42	6.24	0.47	3
136	LB-QG-HP01	110	77	11.44	0.86	3
137	LB-QG-HP02	110	77	11.44	0.86	3
138	LB-QG-LM01	160	112	16.64	1.26	3
139	LB-QG-KL01	140	98	14.56	1.10	3
140	LB-QG-WZD01	120	84	12.48	0.94	3
141	LB-QG-BJCZ01	120	84	12.48	0.94	3
142	LB-QG-BJ01	140	98	14.56	1.10	3
143	LB-QG-ZWS01	90	63	9.36	0.71	3
144	LB-QG-NX01	99	69	10.30	0.78	3
145	LB-QG-BL01	125	87	13.00	0.98	3
146	LB-QG-YB01	60	42	6.24	0.47	3
147	LB-QG-YB02	60	42	6.24	0.47	3
148	LB-QG-CT01	140	98	14.56	1.10	3
149	LB-QG-GM01	50	35	5.20	0.39	3
150	LB-QG-GM02	50	35	5.20	0.39	3
151	LB-QG-GM03	50	35	5.20	0.39	3
152	LB-QG-GM04	50	35	5.20	0.39	3

153	LB-QG-WGG01	94	66	9.78	0.74	3
154	LB-QG-YGZ01	60	42	6.24	0.47	3
155	LB-QG-YGZN01	260	182	27.04	2.04	3
156	LB-QG-YGZB01	120	84	12.48	0.94	3
157	LB-QG-TW01	120	84	12.48	0.94	3
158	LB-QG-YGB01	94	66	9.78	0.74	3
159	LB-QG-QS01	110	77	11.44	0.86	3
160	LB-QG-TD01	110	77	11.44	0.86	3
161	LB-QG-XL01	70	49	7.28	0.55	3
162	LB-QG-FS01	130	91	13.52	1.02	3
163	LB-QG-SN01	122	85	12.69	0.95	3
164	LB-QG-DS01	70	49	7.28	0.55	3
165	LB-QG-ST01	90	63	9.36	0.71	3
166	LB-QG-XL01	110	77	11.44	0.86	3
167	LB-QG-XL02	110	77	11.44	0.86	3
168	LB-QG-TT01	60	42	6.24	0.47	3
169	LB-QG-TT02	60	42	6.24	0.47	3
170	LB-QG-HT01	80	56	8.32	0.63	3
171	LB-QG-HT02	80	56	8.32	0.63	3
172	LB-QG-JP01	180	150	18.72	1.68	3
173	LB-QG-BQ01	20	14	2.08	0.16	3
174	LB-QG-XG01	40	28	4.16	0.31	3
175	LB-QG-XLP01	30	21	3.12	0.24	3
176	LB-QG-FST01	20	14	2.08	0.16	3
177	LB-QG-HG01	40	28	4.16	0.31	3
178	LB-QG-WPC01	40	28	4.16	0.31	3
179	LB-QG-SD01	50	35	5.20	0.39	3
180	LB-QG-ZMD01	298	208	30.99	2.34	3
181	LB-QG-X101	50	35	5.20	0.39	3
182	LB-QG-X201	68	48	7.07	0.54	3
183	LB-QG-YGQ01	142	100	14.77	1.12	3
184	LB-LD-XPZ01	52	37	5.41	0.42	3
185	LB-LD-XP01	146	104	15.18	1.17	3
186	LB-LD-GT01	128	91	13.31	1.02	3
187	LB-LD-SEY01	49	35	5.10	0.39	3
188	LB-LD-SEE01	49	35	5.10	0.39	3
189	LB-LD-XKX01	112	80	11.65	0.90	3
190	LB-LD-SE01	72	51	7.49	0.57	3
191	LB-LD-PCG01	66	47	6.86	0.53	3

192	LB-LD-PCZ01	36	26	3.74	0.29	3
193	LB-BG-HTL01	40	28	4.16	0.42	4
194	LB-BG-LDY01	40	28	4.16	0.42	4
195	LB-BG-MM01	40	28	4.16	0.42	4
196	LB-BG-PY01	40	28	4.16	0.42	4
197	LB-BG-LT01	40	28	4.16	0.42	4
198	LB-BG-SLSL01	30	21	3.12	0.31	4
199	LB-BG-PT01	40	28	4.16	0.42	4
200	LB-BG-TP01	60	42	6.24	0.63	4
201	LB-BG-DP01	30	21	3.12	0.31	4
202	LB-BG-LZ01	40	28	4.16	0.42	4
203	LB-BG-HW01	60	42	6.24	0.63	4
204	LB-BG-YG01	40	28	4.16	0.42	4
205	LB-BG-JL01	40	28	4.16	0.42	4
206	LB-BG-GM01	30	21	3.12	0.31	4
207	LB-BG-ZY01	40	28	4.16	0.42	4
208	LB-BG-SB01	40	28	4.16	0.42	4
209	LB-BG-YLZ01	40	28	4.16	0.42	4
210	LB-BG-LG01	40	28	4.16	0.42	4
211	LB-BG-XC01	40	28	4.16	0.42	4
212	LB-BG-BX01	40	28	4.16	0.42	4
213	LB-BG-LBZYH01	90	63	9.36	0.94	4
214	LB-BG-NBY01	40	28	4.16	0.42	4
215	LB-BG-LMT01	190	133	19.76	1.99	4
216	LB-BG-DHH01	110	77	11.44	1.15	4

表3.3-2 雷东南片区各施工生活区生活污水产生量汇总表

序号	工区编号	高峰施工人数 (人)	平均施工人数 (人)	高峰污水产生 量(m ³ /d)	总污水量 (万 m ³)	施工时间 (年)
1	DN-MG-ZGG01	320	224	33.28	2.52	3
2	DN-MG-ZGG02	320	224	33.28	2.52	3
3	DN-MG-ZGG03	320	224	33.28	2.52	3
4	DN-MG-MSA-01	180	124	18.72	1.39	3
5	DN-MG-MSA-02	180	124	18.72	1.39	3
6	DN-MG-MSB-01	190	130	19.76	1.46	3
7	DN-MG-MSB-02	190	130	19.76	1.46	3
8	DN-MG-MSE-01	150	110	15.60	1.24	3
9	DN-MG-MSE-02	150	110	15.60	1.24	3

10	DN-MG-GGC01	40	30	4.16	0.34	3
11	DN-MG-GGD01	140	100	14.56	1.12	3
12	DN-MG-GGF01	190	130	19.76	1.46	3
13	DN-MG-GGI01	60	40	6.24	0.45	3
14	DN-MG-GGG01	90	60	9.36	0.67	3
15	DN-MG-GGJ01	40	30	4.16	0.34	3
16	DN-MG-GGK01	150	110	15.60	1.24	3
17	DN-MG-HXLZG01	70	50	7.28	0.56	3
18	DN-MG-LTA-01	10	8	1.04	0.09	3
19	DN-MG-LTB-01	130	90	13.52	1.01	3
20	DN-MG-LTB-02	130	90	13.52	1.01	3
21	DN-MG-LTC-01	20	14	2.08	0.16	3
22	DN-MG-LTD-01	120	85	12.48	0.95	3
23	DN-MG-LTD-02	120	85	12.48	0.95	3
24	DN-MG-LTE-01	30	20	3.12	0.22	3
25	DN-MG-XYA-01	130	90	13.52	1.01	3
26	DN-MG-XYA-02	130	90	13.52	1.01	3
27	DN-MG-XYB-01	220	154	22.88	1.73	3
28	DN-MG-XYB-02	220	154	22.88	1.73	3
29	DN-MG-XYB-03	220	154	22.88	1.73	3
30	DN-MG-XYZA-01	30	20	3.12	0.22	3
31	DN-QG-LTSKKG-01	40	30	4.16	0.34	3
32	DN-MG-HJA01	70	50	7.28	0.56	3
33	DN-MG-HJB01	30	20	3.12	0.22	3
34	DN-MG-HJC01	110	80	11.44	0.90	3
35	DN-MG-HJD01	70	49	7.28	0.55	3
36	DN-MG-FQKGA01	50	30	5.20	0.34	3
37	DN-MG-JNA01	100	70	10.40	0.79	3
38	DN-MG-JNA02	100	70	10.40	0.79	3
39	DN-MG-QSA01	110	80	11.44	0.90	3
40	DN-MG-QSB01	60	40	6.24	0.45	3
41	DN-QG-LCZB-01	100	70	10.40	0.79	3
42	DN-QG-LCZN-01	60	40	6.24	0.45	3
43	DN-QG-LT-01	220	155	22.88	1.74	3
44	DN-QG-LT-02	220	155	22.88	1.74	3
45	DN-QG-LT-03	220	155	22.88	1.74	3
46	DN-QG-SK-01	70	50	7.28	0.56	3
47	DN-QG-TY-01	100	70	10.40	0.79	3
48	DN-QG-HQS-01	250	180	26.00	2.02	3

49	DN-QG-NBQ01	220	154	22.88	1.73	3
50	DN-QG-NBQ02	220	154	22.88	1.73	3
51	DN-QG-NBQ03	220	154	22.88	1.73	3
52	DN-QG-NBQ04	220	154	22.88	1.73	3
53	DN-QG-NBQ05	220	154	22.88	1.73	3
54	DN-QG-NBQ06	220	154	22.88	1.73	3
55	DN-QG-NBQ07	220	154	22.88	1.73	3
56	DN-QG-NBQ08	220	154	22.88	1.73	3
57	DN-QG-FQSKQ01	90	63	9.36	0.71	3
58	DN-QG-GXGQ01	50	35	5.20	0.39	3
59	DN-QG-BSGQ01	60	40	6.24	0.45	3
60	DN-QG-BSGQ02	30	20	3.12	0.22	3
61	DN-QG-MSGQ01	80	56	8.32	0.63	3
62	DN-QG-LTGQ01	60	40	6.24	0.45	3
63	DN-QG-LTGQ02	60	40	6.24	0.45	3
64	DN-BG-LT-01	50	35	5.20	0.39	3
65	DN-BG-NDH01	100	70	10.40	1.05	4
66	DN-BG-NDH02	392	273	40.77	4.09	4
67	DN-BG-FQA01	120	85	12.48	0.95	3
68	DN-BG-MSB01	90	60	9.36	0.67	3
69	DN-BG-MSN01	370	260	38.48	3.89	4
70	DN-BG-HJ1#01	50	28	5.20	0.31	3
71	DN-BG-HJ2#01	50	26	5.20	0.29	3
72	DN-BG-HJ3#01	50	26	5.20	0.29	3
73	DN-BG-DC-01	40	28	4.16	0.31	3

表3.3-3 雷西南片区各施工生活区生活污水产生量汇总表

序号	工区编号	高峰施工人数 (人)	平均施工人数 (人)	高峰生活污水产生量(m3/d)	生活污水总污水量(万 m3)	施工时间 (年)
1	XN-MG-LB01	80	56	8.32	0.31	1.5
2	XN-MG-LB02	80	56	8.32	0.31	1.5
3	XN-MG-LB03	80	56	8.32	0.31	1.5
4	XN-MG-LB04	80	56	8.32	0.31	1.5
5	XN-MG-LB05	80	56	8.32	0.31	1.5
6	XN-MG-LB06	80	56	8.32	0.31	1.5
7	XN-MG-SYQA01	30	21	3.12	0.12	1.5
8	XN-MG-SYQB01	30	21	3.12	0.12	1.5
9	XN-MG-LMAA01	30	21	3.12	0.12	1.5
10	XN-MG-LMAB01	30	21	3.12	0.12	1.5
11	XN-MG-LMB01	60	42	6.24	0.24	1.5

12	XN-MG-LMB02	60	42	6.24	0.24	1.5
13	XN-MG-LMDA01	50	35	5.20	0.20	1.5
14	XN-MG-LMDB01	50	35	5.20	0.20	1.5
15	XN-MG-LD01	90	63	9.36	0.35	1.5
16	XN-MG-LD02	90	63	9.36	0.35	1.5
17	XN-MG-LD03	90	63	9.36	0.35	1.5
18	XN-MG-YLA01	60	42	6.24	0.24	1.5
19	XN-MG-YLA02	60	42	6.24	0.24	1.5
20	XN-MG-YLB01	80	56	8.32	0.31	1.5
21	XN-MG-YLB02	80	56	8.32	0.31	1.5
22	XN-MG-LMC01	60	42	6.24	0.24	1.5
23	XN-MG-LMC02	60	42	6.24	0.24	1.5
24	XN-MG-LMC03	60	42	6.24	0.24	1.5
25	XN-MG-YQQ01	120	84	12.48	0.47	1.5
26	XN-MG-YQQ02	120	84	12.48	0.47	1.5
27	XN-MG-YQQ03	120	84	12.48	0.47	1.5
28	XN-MG-YQQ04	120	84	12.48	0.47	1.5
29	XN-MG-DW01	60	42	6.24	0.24	1.5
30	XN-MG-DW02	60	42	6.24	0.24	1.5
31	XN-MG-MK01	50	35	5.20	0.20	1.5
32	XN-MG-MK02	50	35	5.20	0.20	1.5
33	XN-MG-HXB01	20	14	2.08	0.08	1.5
34	XN-QG-PN01	30	21	3.12	0.16	2
35	XN-QG-PN02	30	21	3.12	0.16	2
36	XN-QG-HX01	70	49	7.28	0.37	2
37	XN-QG-HX02	70	49	7.28	0.37	2
38	XN-QG-HX03	70	49	7.28	0.37	2
39	XN-QG-HX04	70	49	7.28	0.37	2
40	XN-MG-LME01	70	49	7.28	0.37	2
41	XN-BG-LB01	150	105	15.60	1.18	3
42	XN-BG-LMA01	40	28	4.16	0.31	3
43	XN-BG-LMD01	80	56	8.32	0.63	3
44	XN-BG-LD01	110	77	11.44	0.86	3
45	XN-BG-LMC01	80	56	8.32	0.63	3
46	XN-BG-DW01	160	112	16.64	1.26	3
47	XN-BG-MK01	70	49	7.28	0.55	3
48	XN-BG-YQQ01	50	35	5.20	0.39	3

3.3.1.2 地下水环境影响源分析

工程施工期间,对各类施工污水进行处理回用,各类固体废物均得到妥善处置,基本不会对区域地下水水质造成影响。本工程主要建筑物包括渠道、管道、泵站,不涉及地下工程,渠道、管道、泵站开挖过程中可能会对局部地段地下水位和地下流场产生一定的影响,但不会造成大范围的地下水位下降,施工不会产生严重的环境水文地质问题。

3.3.1.3 环境空气影响源分析

施工期环境空气污染源主要为砂石料加工系统粉尘、混凝土拌和系统粉尘、施工作业面粉尘、爆破废气、交通运输扬尘、施工机械及运输车辆废气,主要污染物为 TSP、SO₂、NO_x 等。

(1) 砂石料加工系统粉尘

根据施工总布置规划,雷北片区在石料外购点附近设 1 处砂石料加工系统,按 2 套系统布置,每套生产能力约 200t/h;雷西南片区和雷东南片区石料外购点为同一个,在石料外购点附近设 1 处砂石料加工系统,按 2 套系统布置,每套生产能力约 200t/h。砂石料加工系统在对骨料进行破碎、筛分等过程会产生粉尘,参考《逸散性工业粉尘控制技术》,砂和砾石破碎、筛选粉尘产生系数为 0.05kg/t,本工程 4 套砂石料加工系统设计生产能力均为 200t/h,则粉尘产生量均为 10kg/h。在采取湿法加工、设置布袋除尘等措施后,除尘效率可达 99.7%以上,则每套砂石料加工系统粉尘排放量约 0.03kg/h。

(2) 混凝土拌和系统粉尘

根据施工总布置规划,本工程在每个泵站设 1 处混凝土拌和系统(其中南渡河泵站设置 2 套),2 级泵站采用 2×1.5m³搅拌楼(设计生产能力 60m³/h),3 级泵站采用 2×1.0m³搅拌楼(设计生产能力 40m³/h),4 级、5 级泵站采用 0.75 m³强制性搅拌机(设计生产能力 20m³/h)。混凝土拌和系统在对骨料、粉料进行搅拌、运输过程中会产生粉尘,参考《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》3021 水泥制品制造行业中混凝土制品——物料混合搅拌粉尘产生系数为 0.13kg/t,混凝土密度按 2.4t/m³计算,经估算,0.75m³混凝土拌和系统粉尘产生量为 6.24kg/h,1.0m³混凝土拌和系统粉尘产生量为 12.48kg/h,1.5m³混凝土拌和

系统粉尘产生量为 18.72kg/h。在采取洒水降尘、设置布袋收尘系统等措施后，除尘效率可达 99.7%以上，则混凝土拌和系统粉尘排放量约 0.019~0.056kg/h。

（3）施工作业面粉尘

施工作业面粉尘主要来源于工程土石方开挖和填筑。粉尘的排放系数类比三峡水电站的坝基开挖区粉尘产生量估算值，未采取防尘降尘措施前粉尘排放系数为 12t/万 m³，采取洒水等降尘措施后粉尘排放系数为 0.96t/万 m³。根据施工组织设计，雷北、雷西南、雷东南片区土石方开挖高峰月强度分别为 90.06 万 m³、28.30 万 m³、62.32 万 m³，土石方填筑高峰月强度分别为 59.00 万 m³、21.10 万 m³、43.16 万 m³，经估算，在未采取降尘措施的情况下，各片区土石方开挖高峰月粉尘产生量约为 11.32~36.02 t/d，土石方填筑高峰月粉尘产生量约为 8.44~23.60t/d；采取洒水等降尘措施后，各片区土石方开挖高峰月粉尘排放量约为 0.91~2.88t/d，土石方填筑高峰月粉尘排放量约为 0.68~1.89t/d。

（4）爆破废气

本工程雷北片区部分泵站在开挖前需进行爆破，爆破过程中将产生一定量的粉尘（TSP）、NO_x、CO 等污染物，属于瞬时污染源。爆破位置主要是在雷北片区泵站区内，爆破面小，爆破污染物能够很快扩散，再加上施工爆破的间断性和施工时间的有限性，爆破废气对周围大气环境的影响不大。

（5）交通运输扬尘

根据施工组织设计，本工程土石方开挖与填筑主要以 8~15t 自卸汽车为主。根据《矿山环境工程学》，在矿山每辆载重（载重量一般为 30t）汽车扬尘的排放系数为 620~3650mg/s。本工程施工区路面主要为混凝土路面，运输条件好于矿山，路面的积尘远少于矿山，车辆载重量小于 30t，车速小于矿山车速，估算施工运输扬尘排放系数约 620mg/s。根据三峡水电站等交通运输监测资料，在采取路面洒水降尘、道路清扫干净的情况下，交通运输扬尘的去除率可达 90%，因此，交通运输扬尘排放系数约 62mg/s。

（6）施工机械及运输车辆废气

工程施工需要使用大量的燃油机械和车辆，在使用过程中会产生 SO₂、NO_x 等废气。机械燃油废气属于无组织排放源，本工程施工点比较分散，污染物排放分散，排放强度较小。

3.3.1.4 声环境影响源分析

施工期噪声源主要来自于施工爆破噪声、施工机械作业噪声、砂石料加工系统噪声、混凝土拌和系统噪声以及交通运输噪声等。

(1) 施工爆破噪声

本工程雷北片区部分泵站在开挖前需进行爆破，将产生爆破噪声，爆破噪声具有间歇性，影响时间较短。根据《环境影响评价技术手册 水利水电工程》（邹家祥 主编）中三峡施工区爆破噪声的监测资料，在单孔炸药量 140~190kg，总装药量 11900kg~41400kg 的条件下，爆破正前方 500~600m 的爆破噪声为 120~130dB(A)，侧向 140~200m 的爆破噪声为 108dB~116dB(A)。施工爆破噪声源强较大，但爆破噪声为瞬间点声源，爆破过后影响很快会消失。

(2) 施工机械作业噪声

施工机械作业噪声主要来自于工程开挖、填筑等施工活动。噪声源主要来自于土石方及基础处理机械设备、混凝土设备等工作噪声。根据《环境影响评价技术手册 水利水电工程》（邹家祥 主编）、《环境影响评价技术导则 公路建设项目》（HJ 1358-2024），各机械作业噪声源强在 80dB(A)~103dB(A)之间，具体见下表。

表3.3-4 主要施工机械设备噪声源强一览表

序号	名称	型号	与声源距离(m)	噪声源强(dB(A))
1	挖掘机	1m ³ 反铲	5	80~86
2	推土机	59~74kW	5	83~88
3	手风钻机	Y-24	1	97~103
4	蛙式打机	2.8kW	5	80~88
5	压路机	10~12t	5	80~90
6	振捣器	90kW	5	80~88
7	砼搅拌车	3~6m ³	5	85~90

(3) 砂石料加工系统噪声

砂石料加工系统噪声主要来源于破碎机、棒磨机、振动筛、脱水筛、洗砂机以及各种泵等，根据《水电工程环境影响评价规范》（NB/T10347-2019），砂石料加工系统噪声级一般为 100~113 dB(A)。

(4) 混凝土拌和系统噪声

混凝土拌和系统噪声主要来源于混凝土拌和楼的拌和作业，骨料制冷、冲洗、脱水、运输等过程也将产生一定强度的噪声。根据《水电工程环境影响评价规范》（NB/T10347-2019），混凝土拌和系统噪声级一般为 88~95dB(A)。

（5）交通噪声

施工道路主要来往车辆为载重量 8t~15t 级自卸汽车,道路施工以及车辆运输会产生噪声影响。交通噪声声源呈线形分布,属流动声源,源强与行车速度和车流量密切相关。根据《水电工程环境影响评价规范》(NB/T10347-2019),车辆在 50km/h 迅速行进时,轻型、中型、重型载重汽车噪声源强一般在 82~93dB(A) 之间。

3.3.1.5 生态环境影响源分析

（1）陆生生态

工程占地会造成占地范围内土地资源的损失,工程永久占地将永久改变土地资源原来的利用类型;施工临时占地暂时改变土地资源的利用类型,施工结束后可得到恢复。永久占地将改变占地范围内土地的生态服务功能,使一定范围内的生态系统结构发生变化。此外,工程占地破坏植被,影响区域的植被生物量和生产力,并可能引起水土流失。

工程占地和施工活动将破坏部分野生动物的活动区域,造成动物的迁移,施工噪声和人为活动也将对野生动物造成一定的干扰。

（2）水生生态

施工围堰以及其他涉水工程将导致施工区域内水体浑浊,透明度下降,对河流水生态环境及水生生物产生一定影响。

3.3.1.6 土壤环境影响源分析

施工期土方开挖,会引起表层土壤破坏和土地物质的移动、流失,改变土地利用性质。本工程占地剥离表土直接导致这些区域表土丧失,表土经过运输、机械翻动、堆存,土壤的结构、孔隙率等均会发生暂时性变化。根据水土保持方案,本工程可剥离表土厚度为 0.2~0.3m,表土剥离总量 517.26 万 m³,全部进行调配利用,作为后期自身场地复绿或复垦覆土,总体实现挖填平衡。因此,施工结束后,剥离的表土将全部回填利用,用于植被恢复或农业生产,不会造成表土资源的永久性损失。

施工期生产物料流失、生产生活污水处理设施渗漏、机械设备跑冒漏滴等导致 pH、COD、氨氮、石油类进入土壤表层,主要发生在施工生产生活区局部,

通过场地硬化、加强施工物料的防流失和污水处理池防渗，以及机械设备的检修和正确使用，上述因施工生产导致的浅层地表土壤污染可以避免。

3.3.1.7 固体废弃物分析

(1) 工程弃渣

本阶段统计工程土石方总挖方 3809.40 万 m^3 (自然方,下同),总填方 3936.47 万 m^3 ,总借方 522.10 万 m^3 ,总弃渣 395.04 万 m^3 。

经统计,本工程总弃渣量为 395.04 万 m^3 (自然方),折合松方 447.01 万 m^3 ,其中 154.94 万 m^3 (松方)运至消纳场资源化综合利用,剩余 292.07 万 m^3 (松方)运输至 10 个弃渣场堆放,弃渣来源及流向见表 2.9-7。

(2) 生活垃圾

生活垃圾主要来源于施工人员日常生活所丢弃的纸屑、废弃物等。工地人员生活相对简单,施工期间垃圾产生量取 $1.0\text{kg}/\text{人}\cdot\text{d}$,施工期高峰人数 34956 人,施工期间生活垃圾产生量约 3.49 万 t。生活垃圾如不妥善处理会引起细菌、蚊蝇的大量繁殖,导致当地传染病发病率的提高和易于传播,垃圾带来的恶臭气味还会影响当地村民和施工人员的生活和健康。生活垃圾应分类收集,定点堆放,由当地环卫部门统一清运。

(3) 建筑垃圾

建筑垃圾主要包括各种加工材料边角料、散落的砂浆和混凝土、渣土、竹木材、废弃的装饰材料以及各种包装材料等。砂浆、混凝土、渣土、材料废料、包装材料、木料等先进行回收利用,不能回收的,拟运往消纳场。

(4) 机修废油

施工机械、汽车修配厂在使用期间将产生一定量的废机油。本工程在各泵站施工工区内设有 1 处施工机械、汽车修配厂,按照每天维修机械车辆数为总机械车辆数的 0.5%计,每台机械维修产生的废油(含擦油抹布等)为 $0.25\text{kg}/\text{台}$,则施工期间机修废油产生总量约 17.78t,其中雷北片区约 6.84t、雷西南片区约 3.15t、雷东南片区约 7.79t。根据《固体废物鉴别标准通则》(GB 34330-2025)的判断,上述副产物属于固体废物。根据《国家危险废物名录(2025 年版)》判断,机修废油属于 HW08 非特定行业产生的废矿物油与含矿物油废物,废物代码为 900-214-08,危险特性为毒性和易燃性。施工期间修配厂产生的废油委托有资质

的单位处理。

(5) 机修废油渣

工程拟在各个泵站施工工区内各设一个机械、汽车修配厂，施工期间机械、汽车修配厂系统将产生含油废水，按石油类浓度 10mg/L 计算，施工期间修配系统产生的废油渣共约 12.03t，其中雷北片区约 5.28t、雷西南片区约 1.82t、雷东南片区约 4.94t。根据《国家危险废物名录（2025 年版）》判断，废油渣属于 HW08 非特定行业产生的废矿物油与含矿物油废物，废物代码为 900-210-08，危险特性为毒性和易燃性。施工期间修配厂产生的废油渣委托有资质的单位处理。

3.3.2 运行期环境影响因素分析

3.3.2.1 地表水环境影响源分析

(1) 对水源区的影响

本工程主要是利用环北广东工程外调水并挖潜本地水资源，以雷州青年运河、南渡河等输送灌溉用水，引水后会对水源水体的水文情势和水环境质量造成一定的影响。

(2) 对退水区的影响

灌区灌溉退水进入受纳水体，一方面使得受纳水体水量增多，另一方面灌溉退水携带污染物，会对受纳水体水质造成一定的影响。

农业灌溉退水由输水系统渗漏水、田间的渗漏水 and 排水组成。将使土壤中原有的氮、磷等可溶性营养物质和农业生产中所使用的化肥等养分溶出并随回归水进入地表和地下水体，对水质造成影响。

根据初步设计报告，基准年 2023 年灌区灌溉总用水量为 9.76 亿 m^3 ，规划水平年灌区水源口断面总配置水量为 20.69 亿 m^3 ，新增灌溉用水量为 10.93 亿 m^3 。灌区现状灌溉水利用系数为 0.535，规划水平年灌溉水利用系数为 0.66；根据《2023 年广东省水资源公报》，2023 年农业耗水率为 53.5%，退水率为 46.5%；根据已批复的《雷州半岛灌区工程水资源论证报告书》，规划水平年雷州半岛灌区农业耗水率约为 55%，退水率为 45%；根据《环北部湾广东水资源配置工程湛江市受水区水污染防治规划报告》，农田面源入河系数取 0.1。由此可计算出灌区新增退水量约为 3718 万 m^3 。

表3.3-5 雷州半岛灌区新增退水量计算表

工况	总灌溉用水量 (万 m ³)	灌溉水利用系数	灌面用水量 (万 m ³)	退水率	退水量 (万 m ³)	入河系数	入河退水量 (万 m ³)
现状年	97554	0.535	52191.39	0.465	24269.0	0.1	2426.90
规划水平年	206886	0.66	136544.8	0.45	61445.14	0.1	6144.51
增量 (水平年-现状)	109332	0.125	84353.37		37176.15		3717.61

本工程在原灌区实施节水改造,同时在老灌区基础上科学扩灌。在灌溉面积扩大的情况下,严格保持原有地块的排水汇水面积和排水体系不变。对于新开发的灌区,工程建设完全遵循自然排水走向,未改变其原有排水系统。结合初步设计报告和《雷州半岛灌区工程水资源论证报告书》,将工程涉及的承泄河流进一步梳理合并,确定 37 条受纳水体,同时根据各受纳水体流域面积占比,估算各受纳水体接纳的退水量。农田灌溉退水污染物源强参照《海南省牛路岭灌区工程环境影响报告书》(2022 年)中的取值,COD 为 54.67mg/L,总磷为 0.86mg/L。

《海南省牛路岭灌区工程环境影响报告书》在海南大学编制的《海南省农业污染调查及防治对策研究》长期对海南农业面源的调查和实验得出的数据基础上,依据今后灌区科学使用化肥的政策趋势,将灌溉退水污染物浓度消减 20%作为预测值。

根据以上取值原则,计算出各受纳水体的退水量和入河污染物量。具体见表 3.3-6。

表3.3-6 雷州半岛灌区灌溉退水入河量及主要污染物入河量估算表

序号	河流名称	流域面积占比	新增退水量 (万 m ³)	新增入河污染物量 (t/a)	
				COD	总磷
1	遂溪河	0.064	236.44	129.26	2.03
2	九洲江	0.032	117.48	64.22	1.01
3	廉江河	0.038	141.64	77.44	1.22
4	北腊河	0.032	117.48	64.22	1.01
5	塘缀河	0.029	105.95	57.92	0.91
6	板桥河	0.021	78.81	43.09	0.68
7	豆坡河	0.027	101.12	55.28	0.87
8	上圩河	0.023	86.99	47.56	0.75
9	风朗河	0.021	78.81	43.09	0.68
10	公和水	0.019	71.38	39.02	0.61
11	乐民河	0.044	162.46	88.82	1.40

12	城月河	0.043	160.60	87.80	1.38
13	赤坎河	0.001	2.97	1.63	0.03
14	良垌河	0.036	133.09	72.76	1.14
15	良田河	0.014	50.56	27.64	0.43
16	文车河	0.010	37.92	20.73	0.33
17	田西河	0.037	137.55	75.20	1.18
18	通明河	0.031	115.25	63.01	0.99
19	土塘水	0.045	168.78	92.27	1.45
20	杨柑河	0.036	133.09	72.76	1.14
21	旧县河	0.019	68.78	37.60	0.59
22	南渡河	0.082	304.84	166.66	2.62
23	龙门河	0.034	127.14	69.51	1.09
24	雷高河	0.039	145.73	79.67	1.25
25	花桥水	0.009	34.20	18.70	0.29
26	松竹河	0.009	34.20	18.70	0.29
27	青桐水河	0.008	31.23	17.07	0.27
28	调风河	0.014	52.79	28.86	0.45
29	北松河	0.014	50.19	27.44	0.43
30	大水桥河	0.023	85.88	46.95	0.74
31	企水河	0.038	141.64	77.44	1.22
32	金竹河	0.010	36.80	20.12	0.32
33	那板河	0.041	152.79	83.53	1.31
34	英利河	0.021	78.81	43.09	0.68
35	迈陈河	0.017	63.20	34.55	0.54
36	土贡河	0.011	40.15	21.95	0.35
37	乌坭河	0.008	30.86	16.87	0.27
合计		1.0000	3717.61	2032.42	31.97

(3) 运行期生活污水

运行期生活污水主要来源于管理区工作人员。本工程在市区设有总调度中心、后方基地 2 个管理区，在 40 个泵站内各设 1 个管理区，各个管理区管理人员人数约为 2~90 人。根据主体工程建筑设计，管理人员用水定额参照《建筑给水排水设计标准》(GB50015-2019)，按办公用水 50L/人·d，宿舍用水 200 L/人·d，食堂用水 75 L/人·d，污水排放系数取 0.8，则各管理区生活污水产生量约为 0.52~23.4m³/d。

3.3.2.2 地下水环境影响源分析

工程建成运行后灌溉面积增加，灌溉引水量增加，下渗补给地下水量也相应

增加,从而引起地下水埋深较浅的区域地下水位小幅抬升。同时,新增灌区的农业面源污染排放伴随灌溉水入渗可能会对地下水水质产生不利影响。

3.3.2.3 大气环境影响源分析

本项目为灌区工程,工程建成后运营期不产生大气污染物,不会对环境空气造成影响。

3.3.2.4 声环境影响源分析

工程运行过程中噪声主要来源于各泵站管理区水泵等机械设备的运转噪声,主要集中在泵房内。根据《泵站设计标准》(GB 50265-2022),主泵房室外允许噪声标准不得大于 60dB(A),本次主泵房室外源强噪声取 60 dB(A)。通过合理布置泵站位置,设备基础设置防震垫、建筑隔声等措施,泵站管理区厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)。

3.3.2.5 生态环境影响源分析

(1) 陆生生态

工程完工后,永久占地的土地利用类型发生变化,临时占地恢复原地类。运行期工程对陆生生态的影响主要是施工期影响的延续,待占地范围内的生态环境修复后,工程运行对陆生生态环境基本不造成影响。

(2) 水生生态

运行期,各取水水源的水文情势发生一定的变化,引起水生生态环境发生变化。此外,随着灌区退水进入受纳水体,受纳水体水环境质量以及水生生态环境也会发生一定的变化。

3.3.2.6 土壤环境影响源分析

工程区灌溉面积的增加将改变灌区的土壤环境,对土壤环境造成一定影响。引水灌溉使原有的干旱土地成为条件较好的宜垦土地,土壤的质量提高,农田局部小气候的相对湿度增大,对土壤改良及农作物生长有利。灌区工程实施后,引水灌溉将会对灌区土壤理化性质产生一定的影响。灌溉的淋洗有利于降低土壤含盐量与 pH 值;土壤水分的增加,提高了土壤颗粒的团聚性,降低风蚀程度。但

工程实施也会对灌区内的土壤环境带来一些不利影响。工程运营期若灌排不畅会引起灌区地下水位上升，从而会导致出现盐渍化现象。此外，长期过量灌溉可能加剧土壤次生盐渍化风险，尤其在排水条件较差区域更为显著。同时，化肥农药随灌溉水入渗，可能引发土壤重金属积累与有机污染。因此，需配套建设科学排水系统，并推广节水灌溉与精准施肥技术，以协同调控水盐运移过程，切实保障土壤健康与农业可持续发展。

工程实施后，灌溉面积扩大后农药施用量会相对增加，农用化肥随灌溉水渗入土壤，导致土壤污染有可能加重；工程实施后，将发展优质、高效农业，土地物质投入必然增多，对土壤的化学性能产生一定的不利影响；引水灌溉弥补灌区水量的不足，由于引水水质较好（为Ⅱ、Ⅲ类），用其水质灌溉对土壤环境不会产生影响。

3.3.2.7 固体废弃物

（1）生活垃圾

运行期生活垃圾主要来源于管理区工作人员。本工程在市区设有总调度中心、后方基地 2 个管理区，在 40 个泵站内各设 1 个管理区，各个管理区管理人员人数约为 2~90 人，生活垃圾的产生量按 1.0kg/人.d 计，则各个管理区生活垃圾产生量为 2~90kg/d，生活垃圾若处理不当会对环境产生一定影响。

（2）危险废物

各泵站管理区泵站日常维护和定期检修过程中会产生废机油、废润滑油等废矿物油，单台水泵年产生废油量约 0.8kg/台。根据《国家危险废物名录（2025 年版）》判断，废矿物油属于 HW08 非特定行业产生的废矿物油与含矿物油废物，废物代码为 900-210-08，危险特性为毒性和易燃性。

同时，泵站日常维护和定期检修过程中会使用到隔油毡及棉布，根据《国家危险废物名录》(2025 年版)，使用后沾染油污的隔油毡及棉布均属于危险废物，危险废物编号为 HW08(废矿物油与含矿物油废物)，废物代码为 900-249-08，危险特性为毒性、易燃性。中小型泵站废隔油毡及棉布产生量约 0.03t/a。

工程产生的危险废物需暂存于危废贮存间，后统一交由有资质单位处理。

3.3.3 污染源强汇总

综合以上分析，各类污染源、主要污染物、污染源强、污染源位置及排放情况等汇总表见表 3.3-7。

表3.3-7 各类污染源情况汇总表

时段	类型	污染源	主要污染物	排放量/源强	污染源位置	排放情况
施工期	水污染	砂石料加工废水	悬浮物: 20000~90000mg/L	123.08 m³/h	砂石料加工系统	处理后回用
		混凝土拌和废水	碱性, 悬浮物: 1500~2500mg/L	16 m³/d	混凝土拌和系统	处理后回用
		机修系统废水	石油类: 10~30mg/L, 悬浮物: 500~4000mg/L	15.26~41.57m³/d	泵站施工工区	处理后回用
		生活污水	COD _{Cr} : 350mg/L~500mg/L、BOD ₅ : 150mg/L~300mg/L、悬浮物: 200mg/L~300mg/L、TN: 20mg/L~85mg/L 和 TP: 3mg/L~8mg/L	1.04~40.77m³/d	施工生活区	定期清运或处理后回用
	大气污染	砂石料加工系统粉尘	TSP	0.03kg/h	砂石料加工系统	无组织排放, 点源
		混凝土拌和系统粉尘	TSP	0.019~0.056 kg/h	各泵站施工工区	无组织排放, 点源
		施工作业面粉尘	TSP	0.68~2.88t/d	施工场区	无组织排放, 面源
		爆破废气	TSP、SO ₂ 、NO _x	/	雷北泵站爆破点	无组织排放, 面源
		交通运输扬尘	TSP	62mg/s	交通道路路面	无组织排放, 面源
		燃油废气	SO ₂ 、NO _x	/	施工场区	无组织排放, 面源
	噪声污染	施工爆破噪声	Leq	108~130dB(A)	雷北泵站爆破点	间歇点源
		施工机械作业噪声	Leq	80~103dB(A)	施工场区	面源
		砂石料加工系统噪声	Leq	100~113 dB(A)	砂石料加工系统	点源
		混凝土拌和系统噪声	Leq	88~95dB(A)	各泵站施工工区	点源
		交通噪声	Leq	82~93dB(A)	交通道路路面	流动源
	固体废弃物	生活垃圾	生活垃圾	3.49 万 t/施工期	各施工工区	当地环卫部门统一清运
		危险废物	机修废油渣	12.03t/施工期	各泵站施工工区	委托有资质单位处理
			机修废油	17.78t/施工期	各泵站施工工区	委托有资质单位处理
运行期	水污染	生活污水	COD _{Cr} : 350mg/L~500mg/L、BOD ₅ : 150mg/L~300mg/L、悬浮物: 200mg/L~300mg/L、TN: 20mg/L~85mg/L 和 TP: 3mg/L~8mg/L	0.52~23.4m³/d	各管理区	定期清运

时段	类型	污染源	主要污染物	排放量/源强	污染源位置	排放情况
	噪声污染	泵站运行噪声	Leq	60dB	泵站区	点源
	固体废弃物	生活垃圾	生活垃圾	2~90kg/d	各管理区	当地环卫部门统一清运
		危险废物	废机油	0.8kg/台	各泵站区	委托有资质单位处理
			隔油毡及棉布	0.03t/a	各泵站区	委托有资质单位处理

4 环境质量现状调查与评价

4.1 环境概况

4.1.1 地理位置

湛江市位于中国大陆最南端，粤桂琼三省区交汇处，广东省西南部(东经 109°31'~110°55'、北纬 20°12'~21°35')，由雷州半岛、鉴江和九洲江流域下游部分组成。东濒南海，南隔琼州海峡与海南省相望，西临北部湾，西北与广西的合浦、博白、陆川县毗邻，东北与茂名市的茂南区和电白、化州市接壤。全市国土面积 1.32 万 km²，海岸线总长 2023.6km。

雷州半岛位于广东省西南部，三面环海，中国大陆最南端，地处东经 109°31'~110°55'，北纬 20°12'~21°35'，东濒南海，西临北部湾，北控高凉，南望琼儋，是粤、琼、桂三省交汇处，控扼琼州海峡之咽喉。雷州半岛是中国第三大半岛，与山东半岛、辽东半岛合称中国三大半岛。雷州半岛南隔琼州海峡与海南岛相望，南北长约 130km，东西宽约 40~70km，行政区域主要涉及湛江市区、廉江市小部分地区、遂溪县、雷州市、徐闻县等。

4.1.2 地形地貌

雷州半岛位于广东省西南部，东濒南海，西临北部湾，南隔琼州海峡。工程区地势整体西北高、东南低。北部丘陵是云开大山的余脉，高丘海拔在 250m 以上，其中塘蓬镇境内的双峰嶂海拔 382m，是廉江市境内的最高峰，也是工程区(湛江市)的最高峰，它与相邻的仙人嶂、鸡笠嶂、彭岸嶂、青嶂、山祖嶂及三角岭、罗伞岭等数个海拔 300m 以上的嶂岭并排，山峦叠嶂，形成一道天然屏障，对冬季冷空气南侵和夏秋两季台风的袭击起到较好削弱作用，特别是在阻挡早春寒露风，保护农业生产方面具有重要作用；北部丘陵南缘为低丘地形和三级基岩台地地形，海拔在 50m~250m 之间，无明显的山顶，呈扁平起伏状。

区内地貌分布，大体上在北部山区为侵蚀构造地形的丘陵、垄丘和剥蚀侵蚀地形的基岩台地；中部广泛分布剥蚀侵蚀地形的湛江组台地，次为雷北火山地形

的玄武岩台地，局部分布堆积或侵蚀堆积地形的北海组平原、河流堆积阶地和河漫滩，溶蚀侵蚀地形的溶蚀侵蚀谷地，湖成地形的湖沼堆积平原等；南部以雷南火山地形的玄武岩台地，有小面积滨海平原及河谷低地分布。另外，在近海岸地带分布海河混合堆积地形的三角洲平原；海岸带则分布有海成或海成风成地形的海蚀崖、溺谷、海漫滩、砂堤砂地、海积平原、海积阶地和海蚀阶地等。

雷州半岛地势平缓，大部分地区海拔多在 100m 以下。北部廉江市为丘陵，以双峰嶂(382m)为最高点，中部遂溪县隆起螺岗岭(232m)高顶，南部雷州市、徐闻县隆起石峁岭(259m)、石板岭(245m)两个高顶。南部为玄武岩台地，略呈龟背状，台地上多分布有孤立的火山锥。中西部和北部多为海成阶地，海拔在 25m 以下。中东部为冲积和海积平原，地形平缓。

4.1.3 气候气象

雷州半岛地处北回归线以南，气候特征属热带季风气候北缘，以高温多雨、光照充足、雷暴频繁、台风多发、冬无严寒为特点，半岛东侧沿海为不规则半日潮，西侧沿海为规则全日潮。根据灌区内 2 个基本气象站（湛江站、徐闻站）和 4 个一般气象站（吴川站、廉江站、遂溪站、雷州站）的观测资料，气候特征如下：

温度：多年平均气温 $23.1^{\circ}\text{C}\sim 23.8^{\circ}\text{C}$ ，最高气温 38.9°C ，最低气温 -1.4°C (遂溪站 1967 年 1 月 17 日)，多年平均日照时数 1801h $\sim$ 2080h，多年平均相对湿度 81.0% $\sim$ 83.9%，最小相对湿度 24%(廉江站)。

降雨：来自西太平洋和南海过路水汽为本区域降雨的主要水汽来源，由于地势单一平缓，地形引起的上升运动不强烈，不利水汽的凝结，造雨能力相对较差，多年平均降水量 1150 $\sim$ 1850mm，实测年最大降雨量为唐家站 2998mm，年最小降雨量为那澳站 466mm，5 $\sim$ 10 月为雨季，降雨量占年降雨量平均约 82%，9 月为暴雨鼎盛期，有明显的干、湿季之分。降雨时空分布不均匀，雷北年降雨量大，东部沿海及西部偏南一带为 1200mm $\sim$ 1400mm 之间，西南沿海地带年降水量最少，在 1200mm 以下。大部分地区年降雨量变差系数 C_v 变化范围主要为 0.22 $\sim$ 0.26，个别测站 C_v 为 0.20，沿海个别测站 C_v 为 0.29，由北向南沿海地区增加。

蒸发：气温高，日照强，促使蒸发量大，多年平均水面蒸发量为 1000mm $\sim$

1200mm，多年平均干旱指数 0.60~0.80，沿海地区蒸发量及干旱指数大，气候偏于干旱，水资源供需矛盾比较突出。

雷暴与台风：因火山地质(玄武岩强磁场)与三面环海的水汽交汇，雷暴频繁，年均雷暴日达百天左右，闪电雷鸣现象极端。受海洋性气候影响，夏秋季多来自西太平洋和南海的热带气旋，台风活动频繁，年均影响热带气旋约 5 个，常伴随强降水、大风等强对流天气，无台风登陆年份雨量减少，易成秋旱。

风速：冬季盛行西北风和东北风，夏季盛行东南风和西南风，多年平均风速 2.9m/s~3.2m/s，多年平均最大风速 13.1m/s~17.6m/s，实测最大风速 36.2m/s(湛江站)，瞬时最大风速 57 m/s。

4.1.4 河流水系

雷州半岛范围内河流众多，独流入海且集水面积在 1000 平方公里以上的河流有九洲江、南渡河、遂溪河 3 条，集水面积 100 平方公里以上的干支流有 36 条。

(1) 九洲江

九洲江为南海北部湾水系，发源于广西陆川县大化顶，流经广西陆川县、博白县、文地镇、广东廉江市，于廉江市安铺镇黎头沙及营仔圩注入北部湾。流域面积 3337km²，河流长度 162km，河床坡降 0.47‰。其中廉江市境内面积 2137km²，河长 89km。九洲江的一级支流有沙铲河、廉江河和武陵河，二级支流流入沙铲河的主要有塘蓬河和陀村河。廉江市境内建有鹤地、长青大型水库工程 2 宗，中型水库 2 宗，小(一)型水库 10 宗，控制集水面积 1919km²。下游干流上还建有木岭、高墩、(营仔)茅坡等拦河闸坝。这些工程对九洲江中下游的水资源开发利用起着骨干作用。

(2) 南渡河

南渡河，又名擎雷水，属南海水系河流，是广东雷州半岛腹部最大的河流。南渡河发源于遂溪县坡仔，流经客路、纪家、唐家、杨家、松竹、南兴、白沙、附城、雷高等 9 个镇，从双溪口注入南海雷州湾。流域集水面积 1444km²，主流长度 88km，河道平均坡降为 0.17‰。上游建有中型水库 4 宗，小(一)型水库 28 宗，共控制集水面积 297 km²，出海口建有挡潮南渡河水闸。南渡河流域是暴雨区，由

于河床平缓，潮水顶托，常发生洪涝灾害。南渡河流域内 100km² 以上支流有土塘水、公和水、松竹河和花桥水。

(3) 遂溪河

遂溪河集水面积为 1486km²，河长 80km，河床比降 0.19‰，建有小型塘库 102 宗，控制集水面积 52km²，基本无洪水调蓄能力。遂溪河的主流西溪河发源于廉江市牛独岭，从遂溪县坑口村流经横岭、老花村、遂城、新桥、官湖至五里山港入海，长约 45km，河床平均比降 0.3‰，流域面积 560km²。遂溪河较大的一级支流从上至下依次有风朗河、源水河、山笃河、黄沙水。遂溪河从县城西北流入遂溪县城，流经分界、牛路等七个村委会至黄略镇石门墟五里山港注入广州湾。

雷州半岛主要河流基本情况见下表。

表4.1-1 雷州半岛主要河流(100km² 以上)基本情况表

序号	河流名称	河流级别	起讫地名		集雨面积 (km ²)	河长 (km)
			发源地	河口地		
1	九洲江	干	陆川县大化顶	安铺镇黎头沙	2137/3337	89/162
2	武陵河	1	廉江思茅坪	廉江合江	203	32
3	廉江河	1	廉江茶山	廉江平塘	166	31
4	沙铲河	1	广西博白高滩	廉江合河	735/884	48/55
5	塘蓬河	2	广西博白罗田	廉江乌石	222/294	38/57
6	陀村河	2	廉江介合山	廉江颠狗车	113	33
7	青平河	干	廉江大塘村	廉江马蹄田	139	25
8	卖皂河	干	廉江径口村	廉江英罗港	210/362	45
9	遂溪河	干	遂溪独牛岭	遂溪五里山港	1486	80
10	风朗河	1	遂溪岭北迈生	遂溪城西石九	138	34
11	南桥河(良田水)	1	化州北架岭	廉江湍流	181/319	37
12	良垌河	2	廉江青塘	廉江东村	118	33
13	江洪河	干	遂溪锦盆仔	遂溪江洪港	147	19
14	乐民河	干	遂溪下担仔	遂溪北灶	361	30

序号	河流名称	河流级别	起讫地名		集雨面积 (km ²)	河长 (km)
			发源地	河口地		
15	杨柑河	干	廉江油丰塘	遂溪杨柑港	432	43
16	豆坡河	1	遂溪螺岗岭	遂溪豆坡	173	24
17	城月河	干	遂溪大塘	遂溪建新库竹	345	37
18	南渡河	干	遂溪坡仔	雷州双溪口	1444	88
19	土塘水	1	雷州后庙坑	雷州后黎	220	28
20	公和水	1	雷州草罗岭	雷州前塘	146	30
21	松竹河	1	雷州谢家	雷州山尾	158	32
22	花桥水	1	雷州石卯岭	雷州渡子	178	42.3
23	通明河	干	雷州逢塘湾	雷州通明港	225	26
24	雷高河	干	雷州乌塘寮	雷州雷州港	101	32
25	土贡河	干	雷州猷塘	雷州流沙港	151	31
26	龙门河	干	雷州石卯岭	雷州海康港	406	70.8
27	企水河	干	雷州猫田岭	雷州企水港	192	35
28	调风河	干	雷州石卯岭	雷州过路塘	244	35
29	青桐水	1	徐闻曾家村	徐闻黄摩坳	102	22
30	锦和河	干	徐闻炮头岭	徐闻北门港	118	26
31	北松河	干	徐闻大园山	徐闻挖仔港	120	29
32	黄定河	干	徐闻满塘	徐闻北腊港	156	35
33	大水桥河	干	雷州石板岭	徐闻海安	243	39
34	流沙河	干	徐闻石板岭	雷州流沙港	253	45
35	迈陈河	1	徐闻塘口山	雷州流沙港	236	45
36	英利河	干	徐闻石板岭	雷州流沙港	219	38

注：表中数据为分数的分子表示本地境内数，分母为全河数。

4.1.5 水文测站

九洲江流域内设有文官(三)、鹤地水库(大坝)站、鹤地水库(运河口)站、瑞坡、缸瓦窑(三)等水文(位)站。雷州半岛内现有实测径流资料系列长度超过 30 年的水文站仅有杜陵水文站,属于小流域测站,2013 年以来建设了 15 个水文测站,实测资料系列长度较短。此外,工程区域范围内布设有 28 个雨量站以及湛江港和南渡(二)2 个潮位站。

4.1.6 地质条件

(1) 地层岩性

区域地层除寒武系、奥陶系、三叠系、侏罗系缺失外,自元古界至新生界的其余地层均有分布。其中青白口系、震旦系、志留系、泥盆系、石炭系、二叠系、白垩系主要分布于北部地区,新近系、第四系大面积分布于中部和南部地区。区内第四纪地层序列依地质时代自下而上分别为:湛江组(Q_{1z})、北海组(Q_{2b})、石茆岭组(Q_{2s})、田洋组(Q_{3t})、湖光岩组(Q_{3h})、曲界组(Q_q)和灯笼沙组(Q_d)。

(2) 地质构造

区域的一级构造单元为华南褶皱系,二级构造单元属于桂东—粤西隆起、雷琼拗陷。区域范围经历了多期次构造运动,断裂构造较为发育,涉及了北东向、北西向及近东西向的 45 条主要断裂。近场区范围发育北东向、北西向和近东西向三组共计 12 条断裂,除纪家南断裂、纪家北断裂、临高断裂及灯角楼断裂为前第四纪断裂外,其余均为早、中更新世断裂,近场区范围内未发现活动断裂。

(3) 区域构造稳定性

根据《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2015),雷州半岛大部分地区,徐闻以北,工程区II类场地地震动峰值加速度为 $0.10g \sim 0.15g$,地震动加速度反应谱特征周期为 $0.35s$,对应地震烈度为VII度,区域构造稳定性分级属于稳定性较好;雷州半岛徐闻南部地区,工程区II类场地地震动峰值加速度为 $0.20g$,地震动加速度反应谱特征周期为 $0.40s$,对应地震烈度为VIII度,区域构造稳定性分级属于稳定性较差。

4.1.7 水文地质

(1) 地下水类型

区内地下水分为松散岩类孔隙水(I)、碳酸盐岩类裂隙溶洞水(II)、火山岩孔洞裂隙水(III)、基岩裂隙水(IV)四大类型。

松散岩类孔隙水广泛分布于工程区中部和南部，北部以条带状或零星分布为主。碳酸盐类裂隙溶洞水分为裸露型岩溶水、覆盖型岩溶水、埋藏型岩溶水，覆盖型岩溶水总面积约 17.52 km²，主要分布于分布于吉水镇、新民镇、吉水镇等地。覆盖型岩溶水总面积约 117.47 km²，主要分布于石岭镇、吉水镇、石城镇及廉江市市区等地。埋藏型岩溶水仅在廉江西南部营仔镇营仔圩-烟墩-波螺埠一带，面积约 2.96km²，仅占岩溶水总面积的 2.14%。火山岩孔洞裂隙水分为玄武岩孔洞裂隙水和火山碎屑岩孔隙裂隙水。玄武岩孔洞裂隙水总面积约 3513.4 km²，主要分布于遂溪、湛江市区、雷州、徐闻等地。火山碎屑岩孔隙裂隙水总面积约 45.4 km²，主要分布于雷州的九斗洋、青桐洋以及徐闻的田洋、南华五队等地。基岩裂隙水分为红层裂隙水、层状岩类裂隙水、块状岩类裂隙水三类。红层裂隙水总面积约 50.9 km²，主要分布于吴川市的兰石镇、覃巴镇、长岐镇等地。层状岩类裂隙水总面积约 1262.6 km²，主要分布于廉江市、吴川市、遂溪县等地。块状岩类裂隙水总面积约 979.1 km²，主要分布于廉江市、吴川市等地。

(2) 地下水补径排条件

本区地处亚热带，雨量充沛，降雨渗入是区域地下水的主要补给来源，地下水与地表水水力联系密切。另外，基岩裂隙水及玄武岩孔洞裂隙水还侧向补给松散岩类水。由于基岩含水微弱，因此侧向补给量较小。补给主要类型可分为降雨、地表水渗入补给型和越流补给型及侧向补给型三种，其中降雨、地表水渗入补给型为浅层水、玄武岩孔洞裂隙水、基岩裂隙水和裸露型洞水的主要补给类型；越流补给型为中、深层承压水和覆盖型岩溶水的主要补给类型，在局部承压水水位高于浅层水的地段，则浅层水接受承压水的反托越流补给；另外松散岩类孔隙水还接受玄武岩孔洞裂隙水及基岩裂隙水的侧向补给，岩溶水接受山区基岩裂隙水的侧向补给和汛期河水的补给。

4.1.8 土壤植被

湛江既有热带土壤基本类型，也有滨海地带土壤分布，共有赤红壤、砖红壤、滨海沙土、滨海盐渍沼泽土、滨海盐土、潮沙泥土、沼泽土、火山灰土、菜园土、水稻土等 10 个土类，以红壤居多，湛江因此有“红土地”之称。其分布大体是北纬 20°40'以南地区为砖红壤，占土地总面积一半以上，是该市最主要的土壤类型；北纬 20°40'以北地区为赤红壤；沿海地区为海滨沙土、滨海盐渍沼泽土和滨海盐土；九洲江和鉴江沿岸两侧为潮沙泥土。项目区地带性土壤主要为砖红壤、水稻土。

受长期人类活动影响，雷州半岛现存自然植被以次生类型为主，原生地带性植被—北热带季雨林仅呈碎片化分布。天然植被以热带性植物为主，主要科属包括樟科的阴香、潺槁树，楝科的苦楝、山楝，大戟科的银柴、粗糠柴，桑科的桂木、鹊肾树，以及见血封喉、竹节树等典型物种。沿海潮间带发育有典型的红树林生态系统，建群种包括红海榄、木榄、白骨壤、桐花树等。农业生产以热带特色农业为主，粮食作物主要有双季稻和甘薯，经济作物以甘蔗、香蕉、菠萝为代表，热带水果包括荔枝、龙眼、柑橘，经济林以橡胶和茶叶为主，并重点发展广藿香、化橘红等特色南药。

4.2 水文水资源调查与评价

4.2.1 降水

来自西太平洋和南海过路水汽为本区域降雨的主要水汽来源，由于地势单一平缓，地形引起的上升运动不强烈，不利水汽的凝结，造雨能力相对较差，多年平均降水量 1150~1850mm，5~10 月为雨季，9 月为暴雨鼎盛期，有明显的干、湿季之分。降雨时空分布不均匀，雷北年降雨量大，东部沿海及西部偏南一带为 1200mm~1400mm 之间，西南沿海地带年降水量最少，在 1200mm 以下。实测年最大降雨量为唐家站 2998mm，年最小降雨量为那澳站 466mm，5~10 月降雨量占年降雨量平均约 82%。

4.2.2 径流

1、水库天然径流计算

雷州半岛地区现状有 2 宗大型水库，分别为鹤地水库和大水桥水库。鹤地水库位于九洲江干流，为本工程的主要供水水源，在《环北部湾广东水资源配置工程初步设计报告》中，以文官(三)站为参证站采用水文比拟法推算鹤地水库入库径流，因该成果已经水规总院审查通过，作为环北部湾广东水资源配置工程的后续工程，本阶段鹤地水库入库径流采用环北初设报告成果。

大水桥水库位于大水桥河中下游，大水桥水库库水位及出库流量资料从 1994 年开始有记录，采用水量平衡法计算大水桥水库入库径流系列较短，需插补延长 1956 年~1993 年长达 38 年系列，由于插补年限太长，同时考虑到大水桥水库集水面积为 196km²，集水面积相对较小，本次采用查等值线图法推算大水桥水库入库径流系列。

由于雷州半岛九洲江以南区域现状具有实测长系列径流资料的水文站仅为杜陵站，该站设立于 1975 年，控制集雨面积仅为 47km²，代表性不强，因此，其它小(1)型及中型水库入库径流也是采用查等值线图法计算。

(2) 其它工程天然径流计算

其它工程主要包括南渡河水闸、花桥水闸、取水口、引水陂头和引水渠，按照各工程点控制集雨面积，采用查等值线图法计算天然径流。径流系列为 1956.05~2016.04。

表4.2-1 工程区域内水库工程多年平均径流成果表

序号	水库名称	所属区县	规模	集雨面积(km ²)	月份旬	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m ³)												年总径流量(10 ⁴ m ³)	参证站
						5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
1	鹤地水库	廉江市	I	1495.0	上	5023.93	6681.63	7001.30	8700.28	6423.74	3350.19	2194.15	1442.99	1519.67	1490.38	1588.30	2827.49	147058.0	文官(三)
					中	5559.97	7002.28	6481.98	9060.73	5204.69	2852.89	2175.37	1499.21	1477.31	1652.11	1404.96	3546.46		
					下	6134.55	7151.42	10178.97	7271.19	5151.07	3107.86	1630.51	1522.35	1575.75	1241.26	1922.60	4008.44		
2	大水桥水库	徐闻县	II	196.0	上	215.46	421.85	339.53	670.13	631.18	589.91	138.42	79.76	54.54	76.95	68.13	185.70	10193.75	徐闻
					中	233.06	296.85	463.19	614.41	601.66	453.67	193.86	80.11	48.13	73.23	71.61	198.63		
					下	288.72	474.15	581.32	655.73	566.16	227.24	76.70	70.06	62.42	67.69	163.07	160.52		
3	志满水库	麻章区	III	23.1	上	65.86	105.31	70.37	84.75	85.57	39.46	18.12	11.03	13.78	14.16	15.82	36.03	1683.11	遂溪
					中	69.85	77.03	73.36	95.49	55.32	37.07	21.36	13.98	10.25	14.66	19.20	45.33		
					下	93.76	72.37	105.33	89.23	75.33	23.04	9.37	12.60	17.62	16.20	28.80	46.30		
4	遂溪官田水库	遂溪县	III	42.5	上	124.83	199.59	133.37	160.62	162.18	74.78	34.35	20.90	26.11	26.84	29.98	68.28	3189.88	遂溪
					中	132.39	145.99	139.04	180.97	104.84	70.26	40.49	26.49	19.44	27.78	36.38	85.91		

序号	水库名称	所属区县	规模	集雨面积(km ²)	月份旬	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m ³)												年总径流量(10 ⁴ m ³)	参证站
						5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
					下	177.70	137.16	199.63	169.11	142.77	43.66	17.75	23.88	33.40	30.70	54.57	87.74		
5	西湖水库	雷州市	III	8.2	上	20.88	30.90	19.59	32.95	35.60	21.23	8.12	3.61	3.87	4.61	5.07	11.45	576.23	南渡
					中	22.28	21.94	21.68	38.74	29.28	16.83	10.85	5.03	3.01	3.92	5.17	12.22		
					下	21.61	22.62	31.07	37.60	24.22	8.51	3.88	4.14	4.48	5.40	8.02	15.85		
6	曲溪水库	雷州市	III	11.0	上	11.16	23.58	18.54	37.66	35.82	17.57	8.57	3.60	3.50	4.04	3.56	8.18	528.10	纪家
					中	12.35	19.44	24.07	41.01	24.57	16.10	6.67	4.56	3.11	3.58	4.53	8.87		
					下	18.18	23.78	36.79	38.83	20.06	9.22	3.47	3.93	4.59	5.36	8.65	10.60		
7	恭坑水库	雷州市	III	29.9	上	37.09	78.74	61.97	125.42	119.52	58.51	28.64	12.05	11.66	13.44	11.86	27.23	1761.52	纪家
					中	41.31	64.95	80.29	137.24	81.83	53.76	22.23	15.33	10.36	11.93	15.03	29.52		
					下	60.54	79.19	122.34	129.83	66.93	30.81	11.57	13.06	15.26	17.85	28.87	35.36		
8	东吴水库	雷州市	III	68.0	上	103.08	185.24	144.23	272.24	262.87	181.86	53.33	32.79	23.73	32.40	29.03	66.43	4080.58	龙门水库
					中	130.29	125.77	180.41	302.37	218.54	123.59	73.47	37.09	22.86	25.00	30.87	69.15		

序号	水库名称	所属区县	规模	集雨面积(km ²)	月份旬	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m ³)												年总径流量(10 ⁴ m ³)	参证站
						5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
					下	145.26	162.04	228.24	267.63	172.05	93.31	38.94	26.99	33.36	26.48	67.81	91.83		
9	滨洋水库	雷州市	III	45.4	上	71.11	127.80	99.50	187.82	181.35	125.47	36.79	22.62	16.37	22.35	20.03	45.83	2815.18	龙门水库
					中	89.88	86.77	124.46	208.60	150.77	85.27	50.69	25.59	15.77	17.25	21.29	47.71		
					下	100.22	111.79	157.46	184.64	118.70	64.37	26.86	18.62	23.02	18.27	46.78	63.36		
10	迈生水库	雷州市	III	65.5	上	149.45	221.68	140.55	235.82	255.13	151.97	58.18	25.84	27.71	32.98	36.35	82.01	4127.40	南渡
					中	159.33	157.26	154.99	277.92	209.70	120.66	77.69	36.11	21.54	28.04	36.94	87.44		
					下	154.54	161.91	222.57	269.69	173.51	60.97	27.85	29.60	31.96	38.67	57.31	113.53		
11	溪南水库	雷州市	III	35.3	上	80.58	119.81	75.96	127.12	137.74	81.96	31.42	13.94	14.93	17.76	19.62	44.25	2226.89	南渡
					中	85.83	84.89	83.46	150.17	113.14	65.16	41.90	19.52	11.59	15.12	19.87	47.13		
					下	83.25	87.31	120.10	145.73	93.62	32.89	15.03	15.95	17.17	20.85	30.86	61.26		
12	红心楼水库	雷州市	III	10.2	上	18.50	30.21	19.78	35.68	32.51	35.98	11.79	6.56	4.37	5.91	5.46	12.69	630.13	北松
					中	16.05	17.54	23.59	38.38	35.76	24.75	15.23	5.46	3.92	5.83	6.29	12.99		
					下	22.35	24.97	27.70	34.69	35.97	14.27	6.63	4.60	4.62	4.86	10.24	14.00		

序号	水库名称	所属区县	规模	集雨面积(km ²)	月份旬	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m ³)												年总径流量(10 ⁴ m ³)	参证站
						5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
13	龙门水库	雷州市	III	140.0	上	212.21	381.38	296.94	560.50	541.20	374.43	109.80	67.50	48.85	66.71	59.76	136.77	8401.17	龙门水库
					中	268.23	258.95	371.43	622.52	449.93	254.45	151.26	76.35	47.07	51.47	63.55	142.37		
					下	299.07	333.60	469.91	551.00	354.22	192.11	80.17	55.56	68.69	54.53	139.61	189.07		
14	大湾水库	雷州市	III	33.6	上	42.42	76.11	59.25	111.94	108.01	74.75	21.92	13.48	9.76	13.32	11.94	27.35	1677.77	龙门水库
					中	53.65	51.66	74.19	124.31	89.90	50.83	30.20	15.23	9.42	10.29	12.70	28.46		
					下	59.72	66.67	93.87	109.92	70.75	38.33	16.03	11.11	13.73	10.91	27.86	37.78		
15	土乐水库	雷州市	III	17.2	上	18.15	38.54	30.33	61.39	58.50	28.64	14.02	5.90	5.71	6.58	5.80	13.33	862.18	纪家
					中	20.22	31.79	39.30	67.17	40.05	26.31	10.88	7.50	5.07	5.84	7.35	14.45		
					下	29.63	38.76	59.88	63.55	32.76	15.08	5.66	6.39	7.47	8.74	14.13	17.31		
16	田西水库	雷州市	III	30.0	上	30.32	64.38	50.67	102.55	97.72	47.84	23.42	9.85	9.54	10.99	9.69	22.27	1440.30	纪家
					中	33.78	53.11	65.64	112.21	66.91	43.95	18.18	12.53	8.47	9.76	12.29	24.13		
					下	49.50	64.75	100.03	106.16	54.73	25.19	9.46	10.68	12.48	14.60	23.61	28.91		
17	余庆桥水库	雷州	III	27.5	上	37.72	73.55	49.40	115.08	103.82	69.11	23.65	9.71	7.67	11.92	11.36	19.92	1512.88	曾家

序号	水库 名称	所属 区县 市	规模	集雨 面积 (km²)	月份	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m³)												年总径 流量 (10 ⁴ m³)	参证站
					旬	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
					中	43.32	47.02	60.21	96.16	88.47	70.32	18.24	12.87	7.03	9.50	10.87	30.64		
					下	48.04	58.10	73.75	81.67	88.05	33.51	15.09	10.04	12.11	10.07	21.78	33.11		
18	迈胜水库	徐闻县	Ⅲ	34.1	上	40.65	79.01	63.43	125.57	118.53	110.40	25.93	14.98	10.23	14.48	12.81	34.94	1911.62	徐闻
					中	43.91	55.69	86.87	115.31	113.01	84.80	36.32	15.04	9.05	13.73	13.47	37.22		
					下	54.23	88.63	109.15	122.95	106.02	42.48	14.40	13.18	11.75	12.76	30.53	30.16		
19	北松水库	徐闻县	Ⅲ	49.3	上	88.95	143.64	94.12	170.30	155.60	171.45	56.27	31.19	20.78	28.27	26.05	60.85	3008.15	北松
					中	77.21	83.51	112.53	182.84	170.75	118.01	72.28	26.15	18.65	27.81	30.24	62.07		
					下	106.62	118.78	132.66	166.00	171.82	68.02	31.52	21.94	22.10	23.39	48.97	66.81		
20	合溪水库	徐闻县	Ⅲ	31.8	上	46.64	82.10	65.55	127.37	119.02	100.06	26.87	15.67	9.91	14.35	12.64	27.13	1843.03	后塘
					中	54.85	58.19	76.44	105.13	105.57	78.76	24.18	16.79	8.47	12.55	12.73	36.63		
					下	61.08	68.02	94.13	108.97	101.12	45.42	18.01	11.39	14.85	13.09	28.53	40.82		
21	鲤鱼潭水库	徐闻县	Ⅲ	44.4	上	42.46	82.54	66.27	131.18	123.82	115.33	27.09	15.65	10.68	15.12	13.39	36.50	1997.01	徐闻
					中	45.88	58.18	90.75	120.46	118.05	88.59	37.94	15.71	9.46	14.34	14.07	38.88		

序号	水库名称	所属区县	规模	集雨面积(km ²)	月份旬	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m ³)												年总径流量(10 ⁴ m ³)	参证站
						5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
					下	56.66	92.59	114.02	128.44	110.76	44.38	15.05	13.77	12.27	13.33	31.89	31.51		
22	三阳桥水库	徐闻县	III	31.5	上	32.63	63.89	51.42	101.49	95.59	89.34	20.96	12.08	8.26	11.65	10.32	28.12	1543.81	徐闻
					中	35.29	44.96	70.15	93.05	91.12	68.71	29.36	12.13	7.29	11.09	10.85	30.08		
					下	43.73	71.81	88.04	99.31	85.74	34.41	11.62	10.61	9.45	10.25	24.70	24.31		
23	龙湾水库	化州市	IV	8.4	上	25.78	39.40	26.10	32.50	31.97	12.79	7.69	4.34	4.76	5.44	5.64	14.41	621.77	良垌圩
					中	25.78	30.56	33.41	36.89	19.76	14.72	7.40	5.02	4.21	4.85	6.78	15.56		
					下	28.98	26.42	36.18	32.64	24.92	7.15	3.57	4.70	6.76	5.73	11.07	17.89		
24	横江水库	化州市	IV	8.8	上	27.13	41.46	27.46	34.21	33.65	13.46	8.09	4.56	5.01	5.72	5.94	15.17	654.36	良垌圩
					中	27.13	32.16	35.16	38.82	20.80	15.49	7.79	5.29	4.43	5.10	7.14	16.38		
					下	30.49	27.80	38.07	34.35	26.23	7.53	3.76	4.95	7.12	6.03	11.65	18.83		
25	江头水库	化州市	IV	8.2	上	25.85	39.50	26.16	32.59	32.05	12.83	7.71	4.35	4.77	5.45	5.66	14.45	623.37	良垌圩
					中	25.84	30.64	33.49	36.98	19.81	14.76	7.42	5.04	4.22	4.86	6.80	15.60		
					下	29.05	26.49	36.27	32.72	24.99	7.17	3.58	4.71	6.78	5.74	11.10	17.94		

序号	水库名称	所属区县	规模	集雨面积(km ²)	月份旬	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m ³)												年总径流量(10 ⁴ m ³)	参证站
						5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
26	刀山劈水库	化州市	IV	0.8	上	2.63	4.05	2.76	3.67	2.97	1.29	0.80	0.37	0.51	0.52	0.63	1.49	63.20	廉江
					中	2.35	2.90	3.48	3.45	1.98	1.50	0.68	0.50	0.44	0.61	0.78	1.59		
					下	2.94	2.80	3.96	3.56	2.28	0.71	0.39	0.50	0.72	0.68	1.07	1.64		
27	大华水库(化州市)	化州市	IV	5.7	上	18.21	27.82	18.43	22.95	22.58	9.03	5.43	3.06	3.36	3.84	3.98	10.18	439.05	良垌圩
					中	18.20	21.58	23.59	26.05	13.95	10.39	5.22	3.55	2.97	3.42	4.79	10.99		
					下	20.46	18.66	25.54	23.05	17.60	5.05	2.52	3.32	4.78	4.05	7.82	12.63		
28	山雅水库	吴川市	IV	9.0	上	23.19	38.86	23.12	34.86	33.80	14.65	7.79	4.32	5.67	6.29	5.67	16.51	630.21	黄坡
					中	23.46	26.97	25.55	35.16	23.36	15.02	7.79	6.07	4.09	5.99	6.32	18.85		
					下	27.89	24.58	34.29	34.10	34.92	11.44	3.70	4.13	6.88	6.16	11.39	17.37		
29	青健岭水库-水库工程	廉江市	IV	3.3	上	11.18	17.21	11.75	15.60	12.66	5.50	3.42	1.60	2.17	2.20	2.67	6.34	268.94	廉江
					中	10.00	12.35	14.80	14.67	8.41	6.39	2.91	2.14	1.90	2.59	3.33	6.75		
					下	12.50	11.91	16.83	15.14	9.68	3.04	1.68	2.11	3.05	2.90	4.56	7.00		
30	三塘水库-水库工	廉江	IV	6.2	上	21.80	33.55	22.90	30.42	24.68	10.73	6.67	3.12	4.23	4.29	5.21	12.36	524.30	廉江

序号	水库 名称 程	所属 区县 市	规模	集雨 面积 (km²)	月份	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m³)												年总径 流量 (10 ⁴ m³)	参证站
					旬	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
					中	19.50	24.06	28.84	28.59	16.40	12.45	5.67	4.18	3.70	5.06	6.50	13.16		
					下	24.37	23.21	32.81	29.52	18.88	5.92	3.27	4.12	5.95	5.65	8.89	13.64		
31	湖光柳秀水库	麻章区	IV	6.0	上	17.41	27.83	18.60	22.40	22.62	10.43	4.79	2.92	3.64	3.74	4.18	9.52	444.85	遂溪
					中	18.46	20.36	19.39	25.24	14.62	9.80	5.65	3.69	2.71	3.87	5.07	11.98		
					下	24.78	19.13	27.84	23.58	19.91	6.09	2.48	3.33	4.66	4.28	7.61	12.24		
32	新坡水库	麻章区	IV	17.0	上	49.24	78.74	52.61	63.36	63.98	29.50	13.55	8.25	10.30	10.59	11.83	26.93	1258.35	遂溪
					中	52.22	57.59	54.85	71.39	41.36	27.72	15.97	10.45	7.67	10.96	14.35	33.89		
					下	70.10	54.11	78.75	66.71	56.32	17.22	7.00	9.42	13.17	12.11	21.53	34.61		
33	大鹏水库	麻章区	IV	2.8	上	7.97	12.81	8.56	10.27	10.38	4.80	2.20	1.34	1.67	1.72	1.91	4.37	204.29	遂溪
					中	8.46	9.35	8.89	11.60	6.71	4.50	2.59	1.70	1.24	1.78	2.32	5.50		
					下	11.38	8.78	12.78	10.85	9.18	2.79	1.14	1.53	2.14	1.96	3.49	5.63		
34	合流水库(麻章区)	麻章区	IV	8.1	上	23.40	37.60	25.11	30.14	30.47	14.10	6.45	3.93	4.91	5.03	5.62	12.82	599.57	遂溪
					中	24.83	27.45	26.10	34.04	19.70	13.21	7.60	4.99	3.64	5.22	6.82	16.15		

序号	水库名称	所属区县	规模	集雨面积(km ²)	月份旬	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m ³)												年总径流量(10 ⁴ m ³)	参证站
						5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
					下	33.40	25.77	37.51	31.83	26.93	8.20	3.33	4.49	6.29	5.74	10.24	16.51		
35	北铁门水库	麻章区	IV	1.8	上	4.53	8.41	4.64	7.11	6.98	3.04	1.54	0.84	0.98	1.00	1.18	2.90	128.58	湛江港
					中	4.52	5.18	5.71	7.17	5.17	3.70	1.51	1.12	0.81	1.10	1.28	3.16		
					下	6.91	5.30	7.46	7.70	6.03	1.97	0.70	0.94	1.19	1.33	2.14	3.33		
36	甘村水库	坡头区	IV	13.0	上	37.76	57.70	38.21	47.58	46.81	18.74	11.26	6.35	6.97	7.96	8.25	21.09	910.26	良垌圩
					中	37.71	44.76	48.94	54.00	28.91	21.57	10.83	7.36	6.16	7.10	9.93	22.78		
					下	42.40	38.68	52.94	47.78	36.47	10.47	5.23	6.88	9.91	8.37	16.20	26.20		
37	赤坎水库	赤坎区	IV	58.3	上	143.58	266.13	146.58	225.86	221.57	96.66	48.79	26.61	31.15	31.81	37.52	91.94	4078.91	湛江港
					中	143.70	164.36	180.67	227.19	164.21	116.91	48.18	35.43	25.72	34.79	40.83	100.93		
					下	219.38	168.03	236.51	244.25	191.47	62.26	22.13	29.70	38.18	42.13	68.32	105.43		
38	赤溪水库	霞山区	IV	5.6	上	13.75	25.47	14.01	21.64	21.22	9.27	4.67	2.55	2.98	3.05	3.60	8.80	390.68	湛江港
					中	13.78	15.74	17.29	21.75	15.74	11.18	4.62	3.39	2.47	3.33	3.92	9.69		
					下	21.01	16.09	22.65	23.39	18.34	5.96	2.12	2.85	3.67	4.04	6.56	10.09		

序号	水库名称	所属区县	规模	集雨面积(km ²)	月份旬	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m ³)												年总径流量(10 ⁴ m ³)	参证站
						5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
39	后城水库	遂溪县	IV	3.1	上	8.74	13.97	9.33	11.24	11.35	5.23	2.40	1.46	1.83	1.88	2.10	4.78	223.26	遂溪
					中	9.27	10.22	9.73	12.67	7.34	4.92	2.83	1.85	1.36	1.94	2.55	6.01		
					下	12.44	9.60	13.97	11.84	9.99	3.06	1.24	1.67	2.34	2.15	3.82	6.14		
40	石栏柱水库	遂溪县	IV	2.8	上	8.11	12.97	8.67	10.44	10.54	4.86	2.23	1.36	1.70	1.74	1.95	4.44	207.27	遂溪
					中	8.60	9.49	9.03	11.76	6.81	4.57	2.63	1.72	1.26	1.80	2.36	5.58		
					下	11.55	8.91	12.97	10.99	9.28	2.84	1.15	1.55	2.17	1.99	3.55	5.70		
41	后滩水库	遂溪县	IV	9.0	上	25.95	41.50	27.73	33.40	33.72	15.55	7.14	4.35	5.43	5.58	6.23	14.20	663.25	遂溪
					中	27.53	30.35	28.91	37.63	21.80	14.61	8.42	5.51	4.04	5.78	7.56	17.86		
					下	36.95	28.52	41.51	35.16	29.68	9.08	3.69	4.97	6.94	6.38	11.35	18.24		
42	遂溪建新水库	遂溪县	IV	1.3	上	3.72	5.94	3.97	4.78	4.83	2.23	1.02	0.62	0.78	0.80	0.89	2.03	94.92	遂溪
					中	3.94	4.34	4.14	5.38	3.12	2.09	1.20	0.79	0.58	0.83	1.08	2.56		
					下	5.29	4.08	5.94	5.03	4.25	1.30	0.53	0.71	0.99	0.91	1.62	2.61		
43	广丰水库	遂溪	IV	3.3	上	9.44	15.10	10.09	12.15	12.27	5.66	2.60	1.58	1.98	2.03	2.27	5.17	241.32	遂溪

序号	水库 名称	所属 区县	规模	集雨 面积 (km²)	月份	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m³)												年总径 流量 (10 ⁴ m³)	参证站
					旬	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
					中	10.02	11.04	10.52	13.69	7.93	5.32	3.06	2.00	1.47	2.10	2.75	6.50		
					下	13.44	10.38	15.10	12.79	10.80	3.30	1.34	1.81	2.53	2.32	4.13	6.64		
44	下洋水库	遂溪县	IV	7.0	上	21.38	34.35	22.94	27.54	27.84	12.88	5.90	3.59	4.49	4.60	5.13	11.71	547.74	遂溪
					中	22.68	25.07	23.84	31.09	18.00	12.07	6.94	4.56	3.33	4.77	6.23	14.75		
					下	30.51	23.54	34.27	29.08	24.60	7.49	3.05	4.10	5.74	5.24	9.36	15.08		
45	望高水库	遂溪县	IV	1.9	上	5.37	8.64	5.77	6.92	7.00	3.24	1.48	0.90	1.13	1.16	1.29	2.94	137.68	遂溪
					中	5.70	6.30	5.99	7.82	4.52	3.03	1.75	1.15	0.84	1.20	1.56	3.71		
					下	7.67	5.92	8.61	7.31	6.18	1.88	0.77	1.03	1.44	1.32	2.35	3.79		
46	新坛水库	遂溪县	IV	7.4	上	21.38	34.35	22.94	27.54	27.84	12.88	5.90	3.59	4.49	4.60	5.13	11.71	547.75	遂溪
					中	22.68	25.08	23.84	31.09	18.00	12.07	6.94	4.56	3.33	4.77	6.23	14.75		
					下	30.51	23.54	34.27	29.08	24.60	7.49	3.05	4.10	5.74	5.24	9.36	15.08		
47	牛路水库	遂溪县	IV	4.8	上	13.92	22.38	14.94	17.94	18.13	8.39	3.84	2.34	2.92	3.00	3.34	7.63	356.76	遂溪
					中	14.77	16.33	15.53	20.25	11.72	7.86	4.52	2.97	2.17	3.11	4.06	9.61		
					下	19.87	15.33	22.32	18.94	16.03	4.88	1.98	2.67	3.74	3.42	6.09	9.82		

序号	水库名称	所属区县	规模	集雨面积(km ²)	月份旬	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m ³)												年总径流量(10 ⁴ m ³)	参证站
						5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
48	草洋水库	遂溪县	IV	2.3	上	6.62	10.63	7.10	8.52	8.61	3.99	1.82	1.11	1.39	1.42	1.59	3.62	169.48	遂溪
					中	7.02	7.76	7.38	9.62	5.57	3.73	2.15	1.41	1.03	1.47	1.93	4.56		
					下	9.44	7.28	10.60	9.00	7.61	2.32	0.94	1.27	1.78	1.62	2.90	4.67		
49	雷坡坑水库	遂溪县	IV	7.2	上	20.15	32.38	21.63	25.96	26.24	12.14	5.56	3.39	4.23	4.34	4.84	11.04	516.38	遂溪
					中	21.38	23.64	22.48	29.31	16.97	11.38	6.55	4.29	3.14	4.49	5.87	13.90		
					下	28.76	22.19	32.31	27.42	23.20	7.06	2.87	3.87	5.42	4.94	8.82	14.22		
50	罗马坛水库	遂溪县	IV	17.2	上	51.01	81.97	54.74	65.71	66.43	30.74	14.07	8.57	10.71	10.98	12.25	27.94	1307.00	遂溪
					中	54.11	59.83	56.90	74.19	42.95	28.80	16.57	10.87	7.93	11.37	14.85	35.19		
					下	72.80	56.16	81.77	69.40	58.71	17.86	7.26	9.78	13.70	12.51	22.33	35.99		
51	溪头水库	遂溪县	IV	2.8	上	8.40	13.50	9.02	10.83	10.94	5.06	2.32	1.41	1.76	1.81	2.02	4.60	215.31	遂溪
					中	8.92	9.86	9.37	12.22	7.08	4.75	2.73	1.79	1.31	1.87	2.45	5.80		
					下	11.99	9.25	13.47	11.43	9.67	2.94	1.20	1.61	2.26	2.06	3.68	5.93		
52	谭六水库	遂溪县	IV	5.4	上	16.50	26.52	17.71	21.26	21.49	9.95	4.55	2.78	3.47	3.55	3.96	9.04	422.89	遂溪
					中	17.51	19.36	18.41	24.01	13.90	9.32	5.36	3.52	2.57	3.68	4.81	11.39		
					下	23.56	18.17	26.46	22.45	19.00	5.78	2.35	3.16	4.43	4.05	7.22	11.64		

序号	水库名称	所属区县	规模	集雨面积(km ²)	月份旬	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m ³)												年总径流量(10 ⁴ m ³)	参证站
						5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
53	新村洋水库	遂溪县	IV	1.5	上	4.45	7.14	4.77	5.73	5.79	2.68	1.23	0.75	0.93	0.96	1.07	2.44	113.94	遂溪
					中	4.72	5.22	4.96	6.47	3.74	2.51	1.44	0.95	0.69	0.99	1.29	3.07		
					下	6.35	4.89	7.13	6.05	5.12	1.56	0.63	0.85	1.19	1.09	1.95	3.14		
54	南边洋水库	遂溪县	IV	1.4	上	4.09	6.58	4.39	5.27	5.33	2.47	1.13	0.69	0.86	0.88	0.98	2.24	104.87	遂溪
					中	4.34	4.80	4.57	5.95	3.45	2.31	1.33	0.87	0.64	0.91	1.19	2.82		
					下	5.84	4.51	6.56	5.57	4.71	1.44	0.58	0.79	1.10	1.00	1.79	2.89		
55	内塘水库	遂溪县	IV	13.6	上	41.26	66.30	44.28	53.15	53.73	24.86	11.38	6.94	8.67	8.88	9.91	22.60	1057.21	遂溪
					中	43.77	48.40	46.02	60.01	34.74	23.30	13.40	8.80	6.42	9.20	12.02	28.47		
					下	58.89	45.43	66.14	56.13	47.49	14.45	5.88	7.91	11.09	10.12	18.06	29.11		
56	后湖水库	遂溪县	IV	8.0	上	24.27	39.00	26.05	31.26	31.60	14.62	6.69	4.08	5.10	5.22	5.83	13.29	621.81	遂溪
					中	25.75	28.47	27.07	35.30	20.43	13.70	7.88	5.17	3.78	5.41	7.07	16.75		
					下	34.64	26.72	38.90	33.01	27.93	8.50	3.46	4.65	6.52	5.95	10.62	17.12		
57	新市水库	遂溪县	IV	7.1	上	8.52	18.09	14.24	28.82	27.46	13.45	6.58	2.77	2.68	3.09	2.72	6.26	404.76	纪家
					中	9.49	14.93	18.45	31.54	18.80	12.35	5.11	3.52	2.38	2.74	3.45	6.78		
					下	13.91	18.20	28.11	29.83	15.38	7.08	2.66	3.00	3.51	4.10	6.63	8.13		

序号	水库名称	所属区县	规模	集雨面积(km ²)	月份旬	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m ³)												年总径流量(10 ⁴ m ³)	参证站
						5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
58	山内水库	遂溪县	IV	25.9	上	76.63	123.77	82.61	98.82	100.02	46.45	21.19	12.94	16.15	16.50	18.40	42.04	1968.93	遂溪
					中	81.33	90.16	85.59	111.84	64.71	43.40	24.93	16.41	11.92	17.13	22.30	53.01		
					下	109.66	84.55	123.17	104.69	88.78	26.87	10.93	14.73	20.68	18.76	33.57	54.29		
59	牛力湾水库	遂溪县	IV	16.9	上	21.36	45.15	35.50	72.12	68.59	33.65	16.40	6.90	6.70	7.74	6.82	15.66	1011.20	纪家
					中	23.64	37.22	46.09	78.53	47.04	30.83	12.77	8.74	5.95	6.86	8.67	16.99		
					下	34.80	45.53	70.44	74.35	38.40	17.66	6.64	7.53	8.79	10.27	16.57	20.30		
60	东风水库*	雷州市	IV	42.2	上	39.28	80.95	52.29	141.45	113.33	83.66	26.35	9.76	7.71	12.30	11.56	20.00	1669.94	曾家
					中	44.99	50.78	64.74	110.07	96.46	86.73	18.59	12.91	7.24	9.55	11.02	31.63		
					下	49.10	65.32	81.52	87.28	100.91	34.99	17.10	10.15	12.39	10.19	22.30	35.34		
61	官山水库	雷州市	IV	5.3	上	13.69	20.26	12.84	21.60	23.34	13.92	5.32	2.37	2.54	3.02	3.33	7.51	377.80	南渡
					中	14.61	14.39	14.21	25.40	19.20	11.03	7.11	3.30	1.98	2.57	3.39	8.01		
					下	14.17	14.83	20.37	24.65	15.88	5.58	2.54	2.71	2.94	3.54	5.26	10.39		
62	沈塘塘边水库	雷州市	IV	18.5	上	46.98	69.53	44.08	74.15	80.10	47.76	18.26	8.12	8.71	10.38	11.41	25.76	1296.63	南渡
					中	50.13	49.38	48.79	87.18	65.88	37.87	24.41	11.32	6.78	8.81	11.64	27.50		
					下	48.63	50.89	69.91	84.61	54.51	19.16	8.74	9.31	10.08	12.16	18.04	35.66		

序号	水库名称	所属区县	规模	集雨面积(km ²)	月份旬	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m ³)												年总径流量(10 ⁴ m ³)	参证站
						5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
63	黎家水库	雷州市	IV	26.6	上	29.13	61.84	48.67	98.50	93.87	45.95	22.49	9.46	9.16	10.56	9.31	21.39	1383.47	纪家
					中	32.44	51.01	63.06	107.79	64.27	42.22	17.46	12.04	8.14	9.37	11.80	23.18		
					下	47.55	62.20	96.09	101.97	52.57	24.19	9.09	10.26	11.98	14.02	22.67	27.77		
64	黎庞水库	雷州市	IV	2.0	上	4.64	6.86	4.35	7.32	7.91	4.72	1.80	0.80	0.86	1.03	1.13	2.54	128.02	南渡
					中	4.95	4.87	4.82	8.61	6.51	3.74	2.41	1.12	0.67	0.87	1.15	2.72		
					下	4.80	5.02	6.90	8.35	5.38	1.89	0.86	0.92	1.00	1.20	1.78	3.52		
65	西瓜园水库	雷州市	IV	3.6	上	4.55	9.66	7.60	15.38	14.66	7.18	3.51	1.48	1.43	1.65	1.45	3.34	216.06	纪家
					中	5.07	7.97	9.85	16.83	10.04	6.59	2.73	1.88	1.27	1.46	1.84	3.62		
					下	7.43	9.71	15.01	15.92	8.21	3.78	1.42	1.60	1.87	2.19	3.54	4.34		
66	松柏洋水库	雷州市	IV	20.2	上	24.67	52.38	41.22	83.43	79.51	38.92	19.05	8.01	7.76	8.94	7.89	18.12	1171.83	纪家
					中	27.48	43.21	53.41	91.30	54.44	35.76	14.79	10.19	6.89	7.94	10.00	19.64		
					下	40.28	52.68	81.39	86.37	44.52	20.49	7.70	8.69	10.15	11.88	19.21	23.52		
67	平原水库	雷州市	IV	2.0	上	4.78	7.08	4.49	7.55	8.16	4.86	1.86	0.83	0.89	1.06	1.16	2.62	132.04	南渡
					中	5.10	5.03	4.97	8.88	6.71	3.86	2.49	1.15	0.69	0.90	1.18	2.80		
					下	4.95	5.18	7.12	8.61	5.55	1.95	0.89	0.95	1.03	1.24	1.84	3.63		

序号	水库名称	所属区县	规模	集雨面积(km ²)	月份旬	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m ³)												年总径流量(10 ⁴ m ³)	参证站
						5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
68	毛云水库	雷州市	IV	8.2	上	12.25	22.07	17.18	32.40	31.32	21.66	6.35	3.91	2.82	3.86	3.45	7.89	485.65	龙门水库
					中	15.47	14.99	21.47	35.99	25.99	14.70	8.75	4.42	2.71	2.97	3.67	8.22		
					下	17.28	19.27	27.14	31.91	20.47	11.12	4.63	3.21	3.97	3.14	8.08	10.92		
69	横坑水库	雷州市	IV	5.7	上	13.00	19.29	12.23	20.52	22.20	13.22	5.06	2.25	2.41	2.87	3.16	7.14	359.14	南渡
					中	13.86	13.68	13.49	24.18	18.25	10.50	6.76	3.14	1.87	2.44	3.21	7.61		
					下	13.45	14.09	19.37	23.47	15.10	5.30	2.42	2.58	2.78	3.37	4.99	9.88		
70	白水沟水库	雷州市	IV	8.8	上	21.88	32.38	20.53	34.53	37.30	22.24	8.51	3.78	4.06	4.83	5.32	12.00	603.87	南渡
					中	23.35	23.00	22.72	40.60	30.68	17.64	11.37	5.27	3.16	4.10	5.42	12.81		
					下	22.65	23.70	32.56	39.40	25.39	8.92	4.07	4.34	4.69	5.66	8.40	16.61		
71	南兴后塘水库	雷州市	IV	11.0	上	17.51	31.46	24.50	46.24	44.65	30.89	9.06	5.57	4.03	5.50	4.93	11.28	693.09	龙门水库
					中	22.13	21.36	30.64	51.36	37.12	20.99	12.48	6.30	3.88	4.25	5.24	11.75		
					下	24.67	27.52	38.77	45.46	29.22	15.85	6.61	4.58	5.67	4.50	11.52	15.60		
72	墩家水库	雷州市	IV	4.80	上	7.52	13.51	10.52	19.86	19.17	13.27	3.89	2.39	1.73	2.36	2.12	4.85	297.66	龙门水库
					中	9.50	9.17	13.16	22.06	15.94	9.01	5.36	2.71	1.67	1.83	2.25	5.04		
					下	10.60	11.82	16.65	19.52	12.55	6.81	2.84	1.97	2.43	1.93	4.95	6.70		

序号	水库名称	所属区县	规模	集雨面积(km ²)	月份旬	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m ³)												年总径流量(10 ⁴ m ³)	参证站
						5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
73	三合水库	雷州市	IV	2.20	上	3.50	6.29	4.90	9.25	8.93	6.18	1.81	1.11	0.81	1.10	0.99	2.26	138.62	龙门水库
					中	4.43	4.27	6.13	10.27	7.42	4.20	2.50	1.26	0.78	0.85	1.05	2.35		
					下	4.93	5.50	7.75	9.09	5.85	3.17	1.32	0.92	1.13	0.90	2.30	3.12		
74	官昌水库	雷州市	IV	1.9	上	3.55	5.80	3.80	6.85	6.24	6.91	2.26	1.26	0.84	1.13	1.05	2.44	120.98	北松
					中	3.08	3.37	4.53	7.37	6.87	4.75	2.92	1.05	0.75	1.12	1.21	2.49		
					下	4.29	4.79	5.32	6.66	6.91	2.74	1.27	0.88	0.89	0.93	1.97	2.69		
75	那卜水库	雷州市	IV	6.5	上	10.05	19.60	13.16	30.66	27.66	18.41	6.30	2.59	2.04	3.17	3.03	5.31	403.06	曾家
					中	11.54	12.53	16.04	25.62	23.57	18.74	4.86	3.43	1.87	2.53	2.90	8.16		
					下	12.80	15.48	19.65	21.76	23.46	8.93	4.02	2.67	3.22	2.68	5.80	8.82		
76	雷州市狮子岭水库	雷州市	IV	8.5	上	12.93	25.21	16.93	39.45	35.59	23.69	8.11	3.33	2.63	4.09	3.90	6.83	518.66	曾家
					中	14.85	16.12	20.64	32.97	30.33	24.11	6.25	4.41	2.41	3.26	3.73	10.51		
					下	16.47	19.92	25.28	28.00	30.19	11.49	5.17	3.44	4.15	3.45	7.47	11.35		
77	九斗水库	雷州市	IV	17.5	上	24.26	43.60	33.95	64.08	61.87	42.80	12.55	7.72	5.58	7.63	6.83	15.64	960.41	龙门水库
					中	30.66	29.60	42.46	71.17	51.44	29.09	17.29	8.73	5.38	5.88	7.26	16.28		
					下	34.19	38.14	53.72	62.99	40.50	21.96	9.16	6.35	7.85	6.23	15.96	21.61		

序号	水库名称	所属区县	规模	集雨面积(km ²)	月份旬	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m ³)												年总径流量(10 ⁴ m ³)	参证站
						5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
78	英才水库	雷州市	IV	9.9	上	6.53	16.73	14.66	34.20	25.83	17.00	5.10	3.12	2.61	3.30	2.89	5.90	396.00	那澳
					中	8.36	10.80	17.70	32.04	20.85	11.97	5.72	3.15	2.04	3.25	3.27	5.91		
					下	10.82	17.43	24.77	32.99	14.37	7.52	3.12	2.90	3.12	3.05	6.27	6.71		
79	调和水库	雷州市	IV	6.6	上	4.30	11.11	9.81	22.87	17.11	11.28	3.39	2.08	1.72	2.16	1.93	3.88	262.85	那澳
					中	5.55	7.18	11.72	21.27	13.80	7.99	3.77	2.10	1.34	2.16	2.17	3.92		
					下	7.16	11.56	16.33	22.03	9.50	5.01	2.08	1.93	2.05	2.01	4.16	4.42		
80	石山水库	雷州市	IV	0.9	上	0.59	1.52	1.35	3.13	2.34	1.55	0.46	0.29	0.24	0.30	0.26	0.53	36.02	那澳
					中	0.76	0.98	1.61	2.91	1.89	1.10	0.52	0.29	0.18	0.30	0.30	0.54		
					下	0.98	1.58	2.24	3.02	1.30	0.69	0.28	0.26	0.28	0.27	0.57	0.61		
81	平南水库	雷州市	IV	16.6	上	10.95	28.06	24.58	57.34	43.31	28.51	8.55	5.24	4.37	5.53	4.85	9.90	664.08	那澳
					中	14.02	18.11	29.67	53.72	34.96	20.08	9.59	5.29	3.42	5.45	5.49	9.91		
					下	18.15	29.23	41.54	55.31	24.10	12.61	5.24	4.87	5.24	5.12	10.51	11.26		
82	马定桥水库	雷州市	IV	9.9	上	15.51	27.87	21.70	40.96	39.55	27.36	8.02	4.93	3.57	4.87	4.37	9.99	613.89	龙门水库
					中	19.60	18.92	27.14	45.49	32.88	18.59	11.05	5.58	3.44	3.76	4.64	10.40		
					下	21.85	24.38	34.34	40.26	25.88	14.04	5.86	4.06	5.02	3.99	10.20	13.82		

序号	水库名称	所属区县	规模	集雨面积(km ²)	月份旬	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m ³)												年总径流量(10 ⁴ m ³)	参证站
						5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
83	迈克水库	雷州市	IV	20.8	上	15.10	38.67	33.88	79.03	59.70	39.29	11.79	7.22	6.03	7.62	6.69	13.64	915.32	那澳
					中	19.32	24.96	40.90	74.04	48.18	27.68	13.22	7.30	4.71	7.52	7.57	13.67		
					下	25.01	40.28	57.26	76.24	33.22	17.38	7.22	6.71	7.22	7.05	14.49	15.51		
84	讨泗水库	雷州市	IV	2.2	上	1.45	3.72	3.26	7.60	5.74	3.78	1.13	0.69	0.58	0.73	0.64	1.31	87.97	那澳
					中	1.86	2.40	3.93	7.12	4.63	2.66	1.27	0.70	0.45	0.72	0.73	1.31		
					下	2.40	3.87	5.51	7.33	3.19	1.67	0.69	0.65	0.69	0.68	1.39	1.49		
85	潭边水库	雷州市	IV	4.4	上	2.90	7.44	6.52	15.20	11.48	7.56	2.27	1.39	1.16	1.46	1.29	2.62	176.05	那澳
					中	3.72	4.80	7.86	14.24	9.27	5.32	2.54	1.40	0.91	1.45	1.46	2.63		
					下	4.81	7.75	11.01	14.66	6.39	3.34	1.39	1.29	1.39	1.36	2.79	2.98		
86	新兴水库	雷州市	IV	5.1	上	3.33	8.59	7.59	17.68	13.23	8.72	2.62	1.61	1.33	1.67	1.49	3.00	203.25	那澳
					中	4.29	5.55	9.06	16.44	10.67	6.18	2.92	1.63	1.04	1.67	1.68	3.03		
					下	5.54	8.94	12.62	17.03	7.35	3.88	1.61	1.49	1.58	1.55	3.22	3.42		
87	那平水库	雷州市	IV	2.6	上	3.12	5.60	4.36	8.23	7.94	5.50	1.61	0.99	0.72	0.98	0.88	2.01	123.37	龙门水库
					中	3.94	3.80	5.46	9.14	6.61	3.74	2.22	1.12	0.69	0.76	0.93	2.09		
					下	4.39	4.90	6.90	8.08	5.20	2.82	1.18	0.82	1.01	0.80	2.05	2.78		

序号	水库名称	所属区县	规模	集雨面积(km ²)	月份旬	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m ³)												年总径流量(10 ⁴ m ³)	参证站
						5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
88	郑家水库	雷州市	IV	7.0	上	6.67	14.16	11.15	22.56	21.50	10.52	5.15	2.17	2.10	2.42	2.13	4.90	316.86	纪家
					中	7.43	11.68	14.44	24.69	14.72	9.67	4.00	2.76	1.86	2.15	2.70	5.31		
					下	10.89	14.25	22.01	23.36	12.04	5.54	2.08	2.35	2.74	3.21	5.19	6.36		
89	陈铁水库	雷州市	IV	5.6	上	5.03	10.67	8.40	17.00	16.20	7.93	3.88	1.63	1.58	1.82	1.61	3.69	238.70	纪家
					中	5.60	8.80	10.88	18.60	11.09	7.28	3.01	2.07	1.40	1.62	2.04	4.00		
					下	8.20	10.73	16.58	17.59	9.07	4.17	1.57	1.77	2.07	2.42	3.91	4.79		
90	曾家水库	雷州市	IV	5.5	上	8.23	16.05	10.78	25.11	22.65	15.08	5.16	2.12	1.67	2.60	2.48	4.35	330.08	曾家
					中	9.45	10.26	13.14	20.98	19.30	15.34	3.98	2.81	1.53	2.07	2.37	6.69		
					下	10.48	12.68	16.09	17.82	19.21	7.31	3.29	2.19	2.64	2.20	4.75	7.22		
91	月岭港水库	雷州市	IV	1.0	上	1.92	3.15	2.06	3.71	3.38	3.75	1.23	0.68	0.45	0.61	0.57	1.32	65.56	北松
					中	1.66	1.83	2.45	4.00	3.72	2.58	1.59	0.57	0.41	0.61	0.65	1.35		
					下	2.33	2.60	2.88	3.60	3.74	1.49	0.69	0.48	0.48	0.50	1.06	1.46		
92	马良水库	雷州市	IV	5.3	上	6.85	12.08	9.66	18.76	17.51	14.73	3.95	2.30	1.46	2.11	1.85	3.98	270.91	曾家
					中	8.06	8.55	11.24	15.44	15.51	11.58	3.55	2.47	1.24	1.84	1.87	5.37		
					下	8.98	10.01	13.80	16.01	14.88	6.68	2.64	1.67	2.18	1.92	4.19	5.99		

序号	水库名称	所属区县	规模	集雨面积(km ²)	月份旬	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m ³)												年总径流量(10 ⁴ m ³)	参证站
						5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
93	北良水库	徐闻县	IV	4.3	上	8.31	16.27	10.92	25.46	22.93	15.25	5.23	2.14	1.69	2.63	2.51	4.38	333.99	后塘
					中	9.54	10.37	13.29	21.22	19.52	15.56	4.02	2.85	1.55	2.09	2.40	6.74		
					下	10.59	12.83	16.25	18.02	19.48	7.40	3.33	2.21	2.67	2.22	4.81	7.31		
94	风桥水库	徐闻县	IV	23.8	上	43.92	72.11	47.19	85.02	77.35	85.80	28.08	15.67	10.43	14.05	13.02	30.16	1501.08	北松
					中	38.08	41.83	56.21	91.54	85.17	59.03	36.38	12.99	9.33	13.88	14.93	30.93		
					下	53.27	59.59	65.87	82.52	85.67	34.03	15.82	10.95	11.00	11.53	24.37	33.36		
95	石林岭水库	徐闻县	IV	17.5	上	32.34	53.10	34.75	62.60	56.96	63.18	20.68	11.54	7.68	10.35	9.59	22.21	1105.36	北松
					中	28.04	30.80	41.39	67.41	62.72	43.46	26.79	9.57	6.87	10.22	11.00	22.77		
					下	39.23	43.88	48.50	60.77	63.09	25.06	11.65	8.06	8.10	8.49	17.95	24.56		
96	黄定水库*	徐闻县	IV	27.3	上	31.17	64.71	119.94	57.14	104.68	114.58	24.93	11.63	7.84	11.09	9.82	26.79	1689.73	徐闻
					中	33.69	44.39	106.11	76.16	94.82	79.92	31.45	11.53	6.94	10.52	10.33	29.81		
					下	50.04	90.43	106.24	105.33	92.61	36.70	11.56	10.10	9.01	9.78	23.91	24.02		
97	下洋镇梁村仔水库	徐闻县	IV	3.8	上	7.08	11.43	7.49	13.56	12.39	13.65	4.48	2.48	1.65	2.25	2.07	4.84	239.46	北松
					中	6.15	6.65	8.96	14.56	13.59	9.39	5.75	2.08	1.49	2.21	2.41	4.94		
					下	8.49	9.46	10.56	13.21	13.68	5.41	2.51	1.75	1.76	1.86	3.90	5.32		

序号	水库名称	所属区县	规模	集雨面积(km ²)	月份旬	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m ³)												年总径流量(10 ⁴ m ³)	参证站
						5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
98	大田沟水库	徐闻县	IV	18.2	上	28.62	55.82	37.49	87.33	78.79	52.45	17.95	7.37	5.82	9.04	8.62	15.12	1148.17	曾家
					中	32.88	35.68	45.70	72.98	67.14	53.37	13.84	9.77	5.34	7.21	8.25	23.26		
					下	36.46	44.10	55.97	61.98	66.83	25.43	11.45	7.62	9.19	7.64	16.53	25.13		
99	龙塘镇赤坎水库	徐闻县	IV	14.9	上	18.38	35.73	28.68	56.78	53.59	49.92	11.72	6.77	4.62	6.54	5.79	15.80	864.34	徐闻
					中	19.86	25.18	39.28	52.14	51.10	38.34	16.42	6.80	4.09	6.21	6.09	16.83		
					下	24.52	40.08	49.35	55.59	47.94	19.21	6.51	5.96	5.31	5.77	13.80	13.64		
100	龙托水库	徐闻县	IV	9.2	上	17.14	27.68	18.14	32.82	29.99	33.04	10.85	6.01	4.00	5.45	5.02	11.73	579.77	北松
					中	14.88	16.09	21.69	35.24	32.91	22.75	13.93	5.04	3.60	5.36	5.83	11.96		
					下	20.55	22.89	25.57	31.99	33.12	13.11	6.07	4.23	4.26	4.51	9.44	12.88		
101	石海水库	徐闻县	IV	5.4	上	9.98	16.38	10.72	19.31	17.57	19.49	6.38	3.56	2.37	3.19	2.96	6.85	340.95	北松
					中	8.65	9.50	12.77	20.79	19.34	13.41	8.26	2.95	2.12	3.15	3.39	7.02		
					下	12.10	13.53	14.96	18.74	19.46	7.73	3.59	2.49	2.50	2.62	5.54	7.58		
102	高沟水库	徐闻县	IV	11.6	上	21.39	35.12	22.98	41.40	37.67	41.78	13.67	7.63	5.08	6.84	6.34	14.69	731.02	北松
					中	18.54	20.37	27.37	44.58	41.48	28.75	17.72	6.33	4.54	6.76	7.27	15.06		
					下	25.94	29.02	32.08	40.19	41.72	16.57	7.71	5.33	5.36	5.62	11.87	16.25		

序号	水库名称	所属区县	规模	集雨面积(km ²)	月份旬	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m ³)												年总径流量(10 ⁴ m ³)	参证站
						5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
103	文部水库	徐闻县	IV	8.4	上	9.29	18.06	14.50	28.70	27.09	25.23	5.93	3.42	2.34	3.31	2.93	7.99	436.92	徐闻
					中	10.04	12.73	19.85	26.35	25.83	19.38	8.30	3.44	2.07	3.14	3.08	8.51		
					下	12.39	20.26	24.94	28.10	24.23	9.71	3.29	3.01	2.69	2.92	6.98	6.89		
104	柑园水库	徐闻县	IV	1.7	上	3.09	5.05	3.30	5.96	5.43	6.01	1.97	1.10	0.73	0.99	0.91	2.12	105.23	北松
					中	2.68	2.93	3.94	6.41	5.97	4.13	2.54	0.91	0.65	0.97	1.05	2.17		
					下	3.73	4.17	4.63	5.79	6.01	2.38	1.11	0.77	0.77	0.81	1.71	2.34		
105	南畔水库	徐闻县	IV	2.8	上	5.24	8.46	5.54	10.03	9.16	10.09	3.31	1.84	1.22	1.67	1.53	3.58	177.09	北松
					中	4.55	4.92	6.62	10.76	10.05	6.95	4.26	1.54	1.10	1.64	1.78	3.65		
					下	6.28	6.99	7.81	9.77	10.11	4.00	1.86	1.29	1.30	1.38	2.88	3.93		
106	锦和镇凤山水库	徐闻县	IV	10.1	上	18.62	30.58	20.01	36.05	32.80	36.38	11.91	6.64	4.42	5.96	5.52	12.79	636.48	北松
					中	16.15	17.74	23.83	38.81	36.11	25.03	15.42	5.51	3.96	5.89	6.33	13.11		
					下	22.59	25.27	27.93	34.99	36.33	14.43	6.71	4.64	4.66	4.89	10.33	14.14		
107	板桥水库	徐闻县	IV	11.3	上	18.02	31.72	25.33	49.21	45.98	38.66	10.38	6.05	3.83	5.55	4.88	10.48	712.06	后塘
					中	21.19	22.48	29.53	40.62	40.79	30.43	9.34	6.49	3.27	4.85	4.92	14.15		
					下	23.60	26.28	36.36	42.10	39.07	17.55	6.96	4.40	5.74	5.06	11.02	15.77		

序号	水库名称	所属区县	规模	集雨面积(km ²)	月份旬	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m ³)												年总径流量(10 ⁴ m ³)	参证站
						5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
108	曲界镇红旗水库	徐闻县	IV	3.7	上	6.77	11.06	7.24	13.06	11.90	13.17	4.31	2.40	1.60	2.16	2.00	4.64	230.63	北松
					中	5.88	6.42	8.63	14.05	13.09	9.06	5.57	2.00	1.43	2.13	2.30	4.75		
					下	8.18	9.14	10.14	12.70	13.17	5.22	2.43	1.68	1.69	1.78	3.75	5.13		
109	军村水库	徐闻县	IV	9.3	上	14.83	26.11	20.84	40.50	37.84	31.82	8.55	4.98	3.15	4.56	4.02	8.63	586.02	后塘
					中	17.44	18.50	24.30	33.43	33.57	25.04	7.69	5.34	2.69	3.99	4.05	11.65		
					下	19.42	21.63	29.93	34.65	32.15	14.44	5.73	3.62	4.72	4.16	9.07	12.98		
110	华林水库	徐闻县	IV	6.5	上	7.60	14.78	11.86	23.49	22.17	20.65	4.85	2.80	1.91	2.71	2.40	6.54	357.57	徐闻
					中	8.21	10.42	16.25	21.57	21.14	15.86	6.79	2.81	1.69	2.57	2.52	6.96		
					下	10.14	16.58	20.42	23.00	19.83	7.95	2.69	2.47	2.20	2.39	5.71	5.64		
111	北街水库	徐闻县	IV	6.4	上	7.89	15.35	12.32	24.39	23.02	21.44	5.04	2.91	1.99	2.81	2.49	6.79	371.29	徐闻
					中	8.53	10.82	16.87	22.39	21.95	16.47	7.05	2.92	1.76	2.67	2.62	7.23		
					下	10.53	17.21	21.20	23.88	20.59	8.25	2.80	2.56	2.28	2.48	5.93	5.86		
112	前山上水库	徐闻县	IV	8.5	上	15.80	25.52	16.72	30.25	27.64	30.46	10.00	5.54	3.69	5.02	4.63	10.81	534.38	北松
					中	13.72	14.83	19.99	32.48	30.33	20.96	12.84	4.64	3.31	4.94	5.37	11.03		
					下	18.94	21.10	23.57	29.49	30.52	12.08	5.60	3.90	3.93	4.16	8.70	11.87		

序号	水库名称	所属区县	规模	集雨面积(km ²)	月份旬	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m ³)												年总径流量(10 ⁴ m ³)	参证站
						5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
113	迈干水库	徐闻县	IV	2.2	上	4.06	6.66	4.36	7.85	7.14	7.92	2.59	1.45	0.96	1.30	1.20	2.79	138.61	北松
					中	3.52	3.86	5.19	8.45	7.87	5.45	3.36	1.20	0.86	1.28	1.38	2.86		
					下	4.92	5.50	6.08	7.62	7.91	3.14	1.46	1.01	1.02	1.06	2.25	3.08		
114	铁门代水库	徐闻县	IV	3.0	上	5.53	9.08	5.94	10.71	9.74	10.81	3.54	1.97	1.31	1.77	1.64	3.80	189.07	北松
					中	4.80	5.27	7.08	11.53	10.73	7.43	4.58	1.64	1.18	1.75	1.88	3.90		
					下	6.71	7.50	8.30	10.39	10.79	4.29	1.99	1.38	1.39	1.45	3.07	4.20		
115	愚公楼水库	徐闻县	IV	3.4	上	4.52	8.91	7.19	14.15	13.30	12.47	2.92	1.68	1.15	1.62	1.43	3.91	215.09	徐闻
					中	4.89	6.26	9.77	12.95	12.67	9.61	4.09	1.69	1.01	1.55	1.51	4.20		
					下	6.08	10.04	12.25	13.84	11.96	4.81	1.62	1.48	1.31	1.42	3.45	3.38		
116	南胜水库*	徐闻县	IV	2.9	上	1.90	3.18	2.04	3.84	3.46	3.98	1.18	0.52	0.27	0.40	0.35	1.20	63.01	北松
					中	1.53	1.75	2.49	4.15	3.88	2.57	1.55	0.43	0.23	0.38	0.47	1.19		
					下	2.26	2.61	2.88	3.56	3.87	1.36	0.54	0.27	0.25	0.28	0.87	1.32		
117	那法桥水库	徐闻县	IV	5.9	上	7.36	14.41	11.60	22.89	21.56	20.15	4.73	2.72	1.86	2.63	2.33	6.34	348.15	徐闻
					中	7.96	10.14	15.82	20.98	20.55	15.49	6.62	2.73	1.64	2.50	2.45	6.78		
					下	9.86	16.19	19.86	22.40	19.34	7.76	2.62	2.39	2.13	2.31	5.57	5.48		
118	桐益水库	徐闻	IV	2.5	上	4.66	7.52	4.93	8.92	8.15	8.98	2.95	1.63	1.09	1.48	1.36	3.19	157.54	北松

序号	水库 名称	所属 区县	规模	集雨 面积 (km ²)	月份	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m ³)												年总径 流量 (10 ⁴ m ³)	参证站
					旬	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
					中	4.04	4.37	5.89	9.58	8.94	6.18	3.79	1.37	0.98	1.46	1.58	3.25		
					下	5.58	6.22	6.95	8.69	9.00	3.56	1.65	1.15	1.16	1.23	2.56	3.50		
119	下洋镇上坑水库	徐闻县	IV	1.2	上	2.24	3.61	2.37	4.28	3.91	4.31	1.42	0.79	0.52	0.71	0.66	1.53	75.66	北松
					中	1.94	2.10	2.83	4.60	4.29	2.97	1.82	0.66	0.47	0.70	0.76	1.56		
					下	2.68	2.99	3.34	4.17	4.32	1.71	0.79	0.55	0.56	0.59	1.23	1.68		
120	石灵溪水库	徐闻县	IV	7.5	上	13.85	22.74	14.88	26.80	24.39	27.05	8.85	4.94	3.29	4.43	4.11	9.51	473.31	北松
					中	12.01	13.19	17.72	28.86	26.85	18.61	11.47	4.10	2.94	4.38	4.71	9.75		
					下	16.80	18.79	20.77	26.02	27.01	10.73	4.99	3.45	3.47	3.64	7.69	10.52		
121	黄竹水库	徐闻县	IV	5.4	上	10.06	16.25	10.65	19.27	17.60	19.40	6.36	3.53	2.35	3.20	2.95	6.88	340.32	北松
					中	8.73	9.45	12.73	20.68	19.32	13.35	8.18	2.96	2.11	3.15	3.42	7.02		
					下	12.06	13.44	15.01	18.78	19.44	7.70	3.56	2.48	2.50	2.65	5.54	7.56		
122	东胜水库	徐闻县	IV	4.3	上	5.90	11.50	7.72	17.99	16.23	10.81	3.70	1.52	1.20	1.86	1.78	3.11	236.56	曾家
					中	6.77	7.35	9.42	15.04	13.83	11.00	2.85	2.01	1.10	1.48	1.70	4.79		
					下	7.51	9.09	11.53	12.77	13.77	5.24	2.36	1.57	1.89	1.58	3.41	5.18		
123	公里坑水库	徐闻县	IV	6.2	上	5.44	10.58	8.49	16.81	15.87	14.78	3.47	2.01	1.37	1.94	1.72	4.68	255.91	徐闻
					中	5.88	7.45	11.63	15.43	15.13	11.35	4.86	2.01	1.21	1.84	1.80	4.98		
					下	7.26	11.87	14.61	16.46	14.19	5.69	1.93	1.76	1.57	1.71	4.09	4.04		

序号	水库名称	所属区县	规模	集雨面积(km ²)	月份旬	多年平均旬径流总量(10 ⁴ m ³)												年总径流量(10 ⁴ m ³)	参证站
						5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
124	大黄水库	徐闻县	IV	5.8	上	4.90	9.60	7.73	15.25	14.37	13.43	3.15	1.82	1.24	1.75	1.55	4.23	232.04	徐闻
					中	5.31	6.76	10.54	13.98	13.70	10.33	4.41	1.82	1.10	1.67	1.63	4.52		
					下	6.57	10.79	13.23	14.93	12.89	5.17	1.75	1.60	1.42	1.54	3.71	3.65		

注：水库名称带*表示该水库集雨面积有部分被引水工程截流。

4.2.3 泥沙

2020年6月,河海大学会同南京江海科技咨询有限公司编制完成了《鹤地水库不同高程范围内情况测量及调查项目报告》,基于鹤地水库1959年~2018年的降雨资料,1984、2016年2年的鹤地水库卫星影像图,利用广东省水利厅粤水电总字(1990)2号文批复的水位~库容曲线和2018年计算的水位~库容曲线得到鹤地水库历史逐年淤积量,最后通过2016年~2018年的泥沙淤积量进行复核,结果显示:1960年~2018年共计59年总淤积量为1550万 m^3 ,占鹤地总库容114400万 m^3 的1.4%,年平均淤积量为26.27万 m^3 ,总体上看,鹤地水库淤积程度不大。

4.2.4 水资源量

雷州半岛灌区涉及湛江市市辖区(赤坎区、霞山区、麻章区、坡头区)、雷州市、廉江市、吴川市、遂溪县、徐闻县,以及茂名市化州市,共10个县(市、区)。以上10县(市、区)水资源总量113.81亿 m^3 ,其中地表水资源量111.63亿 m^3 ,地下水资源量32.58亿 m^3 ,地表水资源量和地下水资源量不重复计算量为2.18亿 m^3 。人均水资源量为1357 m^3 /人,亩均水资源量为1631 m^3 /亩。

表4.2-2 灌区涉及各县(市、区)水资源成果表

地级行政区	县级行政区	地表水水资源量 (亿 m^3)	地下水资源量 (亿 m^3)	地下水不重复计量 (亿 m^3)	水资源总量 (亿 m^3)	人均水资源量(m^3 /人)	耕地亩均水资源量 (m^3 /亩)
湛江市	市辖区	9.8	2.99	0.36	10.17	511	2012
	雷州市	21.7	7.17	0.86	22.56	1701	1137
	廉江市	25.75	5.51	0	25.75	1877	2815
	吴川市	7.36	2.21	0	7.36	803	1719
	遂溪县	13.26	4.08	0.5	13.75	1653	953
	徐闻县	11.63	3.85	0.46	12.09	1884	1178
	小计	89.5	25.81	2.18	91.68	1295	1455
茂名市	化州市	22.13	6.77	0	22.13	1689	3269
合计		111.63	32.58	2.18	113.81	1357	1631

4.2.5 水资源开发利用情况

区域水资源开发利用以地表水为主、地下水为辅，地表水以蓄、引工程为主，提水工程为辅。根据《2023 年湛江市水资源公报》《2023 年茂名市水资源公报》等相关资料，灌区涉及 10 县(市、区)已建成各类蓄、引、提水供水工程共 77207 处，其中：大型水库 4 座，总库容 14.17 亿 m^3 ，兴利库容 6.39 亿 m^3 ；中型水库 25 座，总库容 6.76 亿 m^3 ，兴利库容 4.6 亿 m^3 ；小型水库 817 座，塘坝 8254 座；引提水工程 4214 处；现有机电井 63593 处，其他水源工程主要为污水处理再生利用、雨水集蓄利用等。

表4.2-3 地表水供水工程数量统计表

地级行政区	县级行政区	蓄水工程(座)						引提水工程(处)	机电井(处)
		水库工程				塘坝	小计		
		大型	中型	小型	小计				
湛江市	市辖区	0	1	137	138	560	698	916	2931
	雷州市	0	14	130	144	792	936	197	9871
	廉江市	2	2	247	251	3081	3332	1200	781
	吴川市	1	0	37	38	1093	1131	655	1439
	遂溪县	0	1	77	78	1226	1304	449	7440
	徐闻县	1	5	113	119	224	343	171	39399
	小计	4	23	741	768	6976	7744	3588	61861
茂名市	化州市	0	2	76	78	1278	1356	626	1732
合计		4	25	817	846	8254	9100	4214	63593

2023 年各类供水设施总供水量为 30.8 亿 m^3 ，其中，地表水源工程供水量 26.95 亿 m^3 ，占总供水量的 87.4%；地下水源及其他供水量 3.87 亿 m^3 ，占总供水量的 12.6%。地表水总供水水量中，蓄水工程、引水工程、提水工程供水量分别为 18.5 亿 m^3 、6.67 亿 m^3 、1.75 亿 m^3 ，分别占供水总量的 60.0%、21.6%、5.8%。由此可见，区域水资源开发利用以地表水为主、地下水为辅，且地表水供水量中，蓄水工程供水量占 60.0%左右。灌区水资源总量 113.81 亿 m^3 ，总供水量为 30.8 亿 m^3 ，水资源开发利用率为 27.06%。

4.3 污染源现状调查

4.3.1 鹤地水库污染源现状

本灌区工程是一个以鹤地水库(包括环北部湾广东水资源配置工程引入库西江水源)为龙头主水源和本地分散水源组成的长藤结瓜灌溉系统。鹤地水库是本工程的核心灌溉水源，也是湛江市最重要的饮用水源地，因此本节针对鹤地水库污染源现状作具体介绍。

4.3.1.1 水质现状

根据《环北部湾广东水资源配置工程湛江市受水区水污染防治规划报告》，鹤地水库丰水期、平水期为轻度富营养，枯水期营养化程度为中营养，进水口的营养指数均大于取水口的营养指数，主要是农业面源污染所致。根据2023-2025年湛江市国省考断面水质监测数据，鹤地水库渠首（国考断面）2023年为III类，2024年为III类，2025年为III类，水质达标。个别月份超标项主要是化学需氧量、生化需氧量。

4.3.1.2 污染来源

鹤地水库水质超标原因主要是农业面源污染，水库周边畜禽养殖、鱼塘养殖、农业种植等人类活动持续排放污染物，对库区水环境造成较大压力。同时，水库周边红湖农场及廉江市辖区部分鱼塘尚未落实生态养殖措施；入库支流水质不理想；入库河流水面清漂保洁、水质提升及流域陆域污染源治理等方面仍需进一步加强。

4.3.1.3 污染源整治情况

湛江市针对性出台了《湛江市鹤地水库饮用水水源保护条例》，从法规层面明确了鹤地水库饮用水水源保护区的范围、各级政府和相关主管部门的职责，并提出以禁止和限制各类行为为重点的保护措施。加快推进鹤地水库水质综合治理，加强库区周边居民生活污水收集治理和库区养殖生态化整治等。

在规划与方案层面，湛江市制定了《湛江市鹤地水库环境综合整治方案》《湛江市饮用水源一级保护区违法建筑建设项目及建筑清理整治方案》，牵头编制了《2025年鹤地水库环境综合整治工作方案》《鹤地水库饮用水源二级保护区湛江市辖区鱼塘整治总体方案》等方案，构建“目标明确、路径清晰、责任闭环”的工作体系

。印发实施了《湛江市雷州青年运河管理局鹤地水库饮用水源二级保护区权属红线内（红湖农场辖区内）鱼塘回收整治工作方案》。

在水环境治理设施建设方面，鹤地水库陆域环境污染综合整治工程（一期）完成700个污水处理设施建设。石角镇西区管网及过河泵站建成通水，3个日处理能力250立方的镇级粪污集中处理中心建成运行，建成285座生活污水处理设施，实现鹤地水库集雨区全覆盖；新增86个自然村生活污水处理设施。根据《湛江市生态环境保护“十四五”规划》，提升鹤地水库等水环境敏感地区和鉴江流域、九洲江流域、遂溪河流域污水处理设施排放标准，基本达到一级A标准及广东省地方标准《水污染排放限值》(DB44/26)的较严值。

在农业面源防控方面，加强库区农业种植污染治理，水库周边红湖农场加大科学施肥用药宣传，建立健全巡查台账。完成水库周边7856.4亩桉树采伐除萌，改造60个垃圾收运点。

在畜禽养殖污染整治方面，深化养殖清理整治，协调廉江市和红湖农场完成一级保护区87户和禁养区200 m内6户禽畜养殖场依法清拆，推动禁养区200m内养殖基本清零。完成261户配套设施不达标禽畜养殖场整治，共关停违规畜禽养殖户7家，升级改造畜禽粪污处理设施573家。

在水产养殖污染整治方面，水域环境污染综合整治工程“三池两坝”基本建成。推动鹤地水库饮用水水源二级保护区内水产养殖鱼塘逐步转向生态养殖；印发二级保护区内鱼塘生态绿色保水养殖工作方案，实施鱼塘生态养殖 3453.81 亩；全面启动 5656.76 亩鱼塘回收整治工作。

4.3.2 受水灌区农田污染现状

灌区农田污染主要来源于农业种植面源污染，包括化肥农药施用、农药包装废弃物及农膜残留、农作物秸秆等农业废弃物。

4.3.2.1 农业种植面源污染

受水区农业面源污染问题较为突出，局部区域存在化肥、农药过量施用等现象。根据《湛江市生态环境保护“十四五”规划》，到2025年全市化肥农药使用量稳定实现负增长。根据《湛江市农业农村局关于2025年生态环境保护履职情况的专题报告》，湛江市持续推进化肥农药减量增效，实施《湛江市到2025年化肥减量化行动

方案》，持续推进测土配方施肥，实施水肥一体化，推广滴灌施肥技术，切实提高肥料利用率。2025年，全市化肥施用量（折纯量）40.36万吨，较上年减少0.28万吨，降幅0.69%。实施《湛江市到2025年化学农药减量化行动方案》，积极推进农业防治、生物防治、物理防治等绿色防控、联防联控和统防统治融合发展，持续推广大面积使用高效低毒环境友好型农药，推广新农药、新器械、新技术、新模式等科学用药技术。2025年，全市主要农作物和水果播种面积1138.51万亩，农药亩均使用量571.41克/亩，较上年减少6.7克/亩，降幅1.16%。

4.3.2.2 农业废弃物治理现状

在农药包装废弃物及农膜回收处理方面，湛江市印发实施《2025年湛江市农药日常监督管理工作方案》《湛江市农药肥料包装废弃物及农膜回收处理工作指导意见》，推进农药包装废弃物及农膜回收处理，有效防控农田白色污染，促进农业绿色可持续发展。2025年，全市产生农药包装废弃物461.95吨，回收处理371.75吨，回收处理率80.47%；全市建有农膜回收企业2个、网点72个，农膜回收率90.23%。

在农作物秸秆综合利用方面，印发实施《湛江市2025年农作物秸秆综合利用实施方案》《湛江市农作物秸秆焚烧治理行动方案》，因地制宜开展秸秆肥料化、饲料化、基料化、原料化、能源化等“五化”利用，大力推行秸秆还田技术和秸秆离田综合利用，着力构建“源头管控+综合利用+监管执法+宣传引导+政策扶持”的五位一体治理体系。2025年，全市农作物秸秆综合利用率达91.93%。

4.3.2.3 受污染耕地安全利用现状

湛江市强化土壤环境质量监测，严格受污染土壤管控，耕地及永久基本农田质量持续提升。印发实施《湛江市2025年度受污染耕地安全利用工作方案》，做到措施到位、责任到位。充分利用地理信息技术手段，掌握受污染耕地的分布区域、面积、污染元素和污染程度等信息，系统完善档案台账资料。通过强化区域排查、抽样检测、农艺措施及治理修复等手段，严格管控全市安全利用类耕地（361809.82亩）和严格管控类耕地（43.66亩），受污染耕地安全利用措施到位率100%、安全利用率99.62%，没有发生因耕地土壤污染导致农产品超标问题并造成不良社会影响的事件。

在耕地质量保护与提升方面，2025年开展耕地质量保护与提升措施共442.59万亩（次），其中秸秆还田319.6万亩（次）、种植绿肥2.61万亩（次）、轮作休耕4.85万亩（次）、有机肥还田107.53万亩（次）、酸化治理8万亩（次），耕地及永久基本农田质量进一步提升。

根据《湛江市农业农村局关于2025年生态环境保护履职情况的专题报告》，下一阶段将进一步加强受污染土壤环境风险管控，提升耕地及永久基本农田质量。深入开展农产品产地土壤环境质量调查，建立健全农用地土壤环境质量分类档案，加强受污染土壤的环境风险管控。结合受水区耕地污染特点，针对玄武岩风化导致的铬超标等难以治理的地质背景问题，积极对接科研院校，试点推广适配的农艺调控、钝化修复等技术，积累本土化治理经验。

同时，深入推进化肥、农药施用减量增效行动，加强农业面源污染防治。强化测土配方施肥、水肥一体化等技术的推广应用，优化农民群众的施肥方式。大力推行农药减量控害技术，采取“控、替、精、统”多管齐下，推广农业防治、生物防治、物理防治等绿色防控技术。

4.4 地表水环境质量调查与评价

4.4.1 地表水常规监测

本报告收集了2023-2025年湛江市国省考断面水质监测数据，监测的指标包括水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷。

根据常规监测结果，工程范围内国省考监测断面水质情况如下：

① 南渡河：南渡河桥（国考断面）2023年为Ⅱ类，2024年为Ⅲ类，2025年为Ⅲ类。

② 青年运河：赤坎水厂(塘口取水口)（国考断面）2023年为Ⅲ类，2024年为Ⅳ类，2025年为Ⅲ类。

③ 鹤地水库：渠首（国考断面）2023年为Ⅲ类，2024年为Ⅲ类，2025年为Ⅲ类。

④ 大水桥水库：2023年为Ⅲ类，2024年为Ⅱ类，2025年为Ⅲ类。

南渡河、鹤地水库、大水桥水库 2023~2025 年监测结果满足水质功能目标；

赤坎水库(塘口取水口)2024 年监测结果未达到水质功能目标,主要超标因子为化学需氧量。此外,南渡河桥、赤坎水厂(塘口取水口)、渠首断面个别月份也存在水质超标情况,主要超标因子为高锰酸盐指数、溶解氧、化学需氧量和生化需氧量,主要原因为水体富营养化、藻类繁殖。

表4.4-1 2023-2025 年渠首断面水质状况

河段 名称	断面 名称	时间	综合 水质 类别	电导率	水温	pH 值	溶解氧	高锰 酸盐 指数	化学 需氧 量	生化 需氧 量	氨氮	总磷	考核目标
				μS/cm	℃	无量纲	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
鹤地水库	渠首	2023 年 1 月											Ⅲ类
鹤地水库	渠首	2023 年 2 月											
鹤地水库	渠首	2023 年 3 月											
鹤地水库	渠首	2023 年 4 月											
鹤地水库	渠首	2023 年 5 月											
鹤地水库	渠首	2023 年 6 月											
鹤地水库	渠首	2023 年 7 月											
鹤地水库	渠首	2023 年 8 月											
鹤地水库	渠首	2023 年 9 月											
鹤地水库	渠首	2023 年 10 月											
鹤地水库	渠首	2023 年 11 月											
鹤地水库	渠首	2023 年 12 月											
鹤地水库	渠首	平均值											
鹤地水库	渠首	2024 年 1 月											
鹤地水库	渠首	2024 年 2 月											
鹤地水库	渠首	2024 年 3 月											
鹤地水库	渠首	2024 年 4 月											
鹤地水库	渠首	2024 年 5 月											

鹤地水库	渠首	2024 年 6 月											
鹤地水库	渠首	2024 年 7 月											
鹤地水库	渠首	2024 年 8 月											
鹤地水库	渠首	2024 年 9 月											
鹤地水库	渠首	2024 年 10 月											
鹤地水库	渠首	2024 年 11 月											
鹤地水库	渠首	2024 年 12 月											
鹤地水库	渠首	平均值											
鹤地水库	渠首	2025 年 1 月											
鹤地水库	渠首	2025 年 2 月											
鹤地水库	渠首	2025 年 3 月											
鹤地水库	渠首	2025 年 4 月											
鹤地水库	渠首	2025 年 5 月											
鹤地水库	渠首	2025 年 6 月											
鹤地水库	渠首	2025 年 7 月											
鹤地水库	渠首	2025 年 8 月											
鹤地水库	渠首	2025 年 9 月											
鹤地水库	渠首	2025 年 10 月											
鹤地水库	渠首	2025 年 11 月											
鹤地水库	渠首	2025 年 12 月											
鹤地水库	渠首	平均值											

表4.4-2 2023-2025 年赤坎水厂(塘口取水口)断面水质状况

河段 名称	断面 名称	时间	综合 水质 类别	电 导 率	水 温	pH 值	溶 解 氧	高锰 酸盐 指数	化学 需氧 量	生化 需氧 量	氨 氮	总 磷	考核目标	
				μS/cm	℃	无量纲	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2023 年 1 月											Ⅲ类	
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2023 年 2 月												
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2023 年 3 月												
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2023 年 4 月												
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2023 年 5 月												
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2023 年 6 月												
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2023 年 7 月												
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2023 年 8 月												
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2023 年 9 月												
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2023 年 10 月												
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2023 年 11 月												
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2023 年 12 月												
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	平均值												
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2024 年 1 月												
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2024 年 2 月												
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2024 年 3 月												
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2024 年 4 月												
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2024 年 5 月												

雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2024 年 6 月											
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2024 年 7 月											
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2024 年 8 月											
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2024 年 9 月											
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2024 年 10 月											
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2024 年 11 月											
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2024 年 12 月											
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	平均值											
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2025 年 1 月											
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2025 年 2 月											
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2025 年 3 月											
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2025 年 4 月											
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2025 年 5 月											
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2025 年 6 月											
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2025 年 7 月											
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2025 年 8 月											
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2025 年 9 月											
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2025 年 10 月											
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2025 年 11 月											
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	2025 年 12 月											
雷州青年运河	赤坎水厂（塘口取水口）	平均值											

表4.4-3 2023-2025 年南渡河桥断面水质状况

河段 名称	断面 名称	时间	综合 水质 类别	电导率	水温	pH 值	溶解氧	高锰 酸盐 指数	化学 需氧 量	生化 需氧 量	氨氮	总磷	考核目标
				μS/cm	℃	无量纲	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
南渡河	南渡河桥	2023 年 1 月											III类
南渡河	南渡河桥	2023 年 2 月											
南渡河	南渡河桥	2023 年 3 月											
南渡河	南渡河桥	2023 年 4 月											
南渡河	南渡河桥	2023 年 5 月											
南渡河	南渡河桥	2023 年 6 月											
南渡河	南渡河桥	2023 年 7 月											
南渡河	南渡河桥	2023 年 8 月											
南渡河	南渡河桥	2023 年 9 月											
南渡河	南渡河桥	2023 年 10 月											
南渡河	南渡河桥	2023 年 11 月											
南渡河	南渡河桥	2023 年 12 月											
南渡河	南渡河桥	平均值											
南渡河	南渡河桥	2024 年 1 月											
南渡河	南渡河桥	2024 年 2 月											
南渡河	南渡河桥	2024 年 3 月											
南渡河	南渡河桥	2024 年 4 月											
南渡河	南渡河桥	2024 年 5 月											

南渡河	南渡河桥	2024 年 6 月											
南渡河	南渡河桥	2024 年 7 月											
南渡河	南渡河桥	2024 年 8 月											
南渡河	南渡河桥	2024 年 9 月											
南渡河	南渡河桥	2024 年 10 月											
南渡河	南渡河桥	2024 年 11 月											
南渡河	南渡河桥	2024 年 12 月											
南渡河	南渡河桥	平均值											
南渡河	南渡河桥	2025 年 1 月											
南渡河	南渡河桥	2025 年 2 月											
南渡河	南渡河桥	2025 年 3 月											
南渡河	南渡河桥	2025 年 4 月											
南渡河	南渡河桥	2025 年 5 月											
南渡河	南渡河桥	2025 年 6 月											
南渡河	南渡河桥	2025 年 7 月											
南渡河	南渡河桥	2025 年 8 月											
南渡河	南渡河桥	2025 年 9 月											
南渡河	南渡河桥	2025 年 10 月											
南渡河	南渡河桥	2025 年 11 月											
南渡河	南渡河桥	2025 年 12 月											
南渡河	南渡河桥	平均值											

表4.4-4 2023-2025 年大水桥水库断面水质状况

水体名称	断面名称	时间	综合水质类别	水温	pH 值	溶解氧	高锰酸盐指数	化学需氧量	五日生化需氧量	氨氮	总磷	考核目标
				℃	无量纲	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
大水桥水库	大水桥水库	2023 年 1 月										III类
大水桥水库	大水桥水库	2023 年 2 月										
大水桥水库	大水桥水库	2023 年 3 月										
大水桥水库	大水桥水库	2023 年 4 月										
大水桥水库	大水桥水库	2023 年 5 月										
大水桥水库	大水桥水库	2023 年 6 月										
大水桥水库	大水桥水库	2023 年 7 月										
大水桥水库	大水桥水库	2023 年 8 月										
大水桥水库	大水桥水库	2023 年 9 月										
大水桥水库	大水桥水库	2023 年 10 月										
大水桥水库	大水桥水库	2023 年 11 月										
大水桥水库	大水桥水库	2023 年 12 月										
大水桥水库	大水桥水库	平均值										
大水桥水库	大水桥水库	2024 年 1 月										
大水桥水库	大水桥水库	2024 年 2 月										
大水桥水库	大水桥水库	2024 年 3 月										
大水桥水库	大水桥水库	2024 年 4 月										
大水桥水库	大水桥水库	2024 年 5 月										
大水桥水库	大水桥水库	2024 年 6 月										

大水桥水库	大水桥水库	2024 年 7 月										
大水桥水库	大水桥水库	2024 年 8 月										
大水桥水库	大水桥水库	2024 年 9 月										
大水桥水库	大水桥水库	2024 年 10 月										
大水桥水库	大水桥水库	2024 年 11 月										
大水桥水库	大水桥水库	2024 年 12 月										
大水桥水库	大水桥水库	平均值										
大水桥水库	大水桥水库	2025 年 1 月										
大水桥水库	大水桥水库	2025 年 2 月										
大水桥水库	大水桥水库	2025 年 3 月										
大水桥水库	大水桥水库	2025 年 4 月										
大水桥水库	大水桥水库	2025 年 5 月										
大水桥水库	大水桥水库	2025 年 6 月										
大水桥水库	大水桥水库	2025 年 7 月										
大水桥水库	大水桥水库	2025 年 8 月										
大水桥水库	大水桥水库	2025 年 9 月										
大水桥水库	大水桥水库	2025 年 10 月										
大水桥水库	大水桥水库	2025 年 11 月										
大水桥水库	大水桥水库	2025 年 12 月										
大水桥水库	大水桥水库	平均值										

根据《环北部湾广东水资源配置工程环境影响报告书》，2021年5月~6月及8月~9月，对鹤地水库、大水桥水库开展了4次坝前垂向水温监测。2个水库坝前表层和底层水温见表4.4-5和表4.4-6，垂向水温监测结果见图4.4-1和图4.4-2。由监测结果可知，鹤地水库有季节性水温分层现象，大水桥水库无明显的水温分层现象。其中，5月~6月及8月~9月表层和底层鹤地水库温差为8.9℃~11.2℃，大水桥水库温差为0.4℃~2.8℃。

表4.4-5 鹤地水库坝前表层和底层水温表

参数	鹤地水库			
	5月	6月	8月	9月
表层水温 (°C)	33.2	31.7	34.5	34.6
底层水温 (°C)	24.3	22.2	24.2	23.5
温差 (°C)	8.9	9.5	10.3	11.2

表4.4-6 大水桥水库坝前表层和底层水温表

参数	大水桥水库			
	5月	6月	8月	9月
表层水温 (°C)	34.9	32.7	30.6	30.1
底层水温 (°C)	32.0	32.0	29.8	29.7
温差 (°C)	2.8	0.7	0.8	0.4

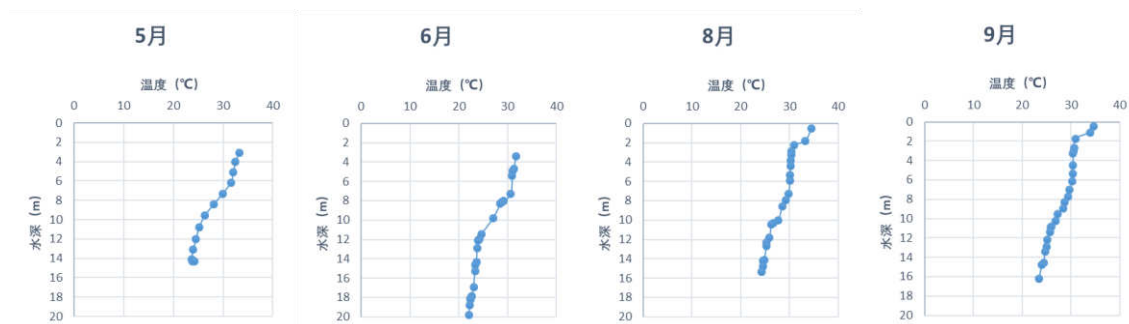


图4.4-1 鹤地水库坝前垂向水温监测结果

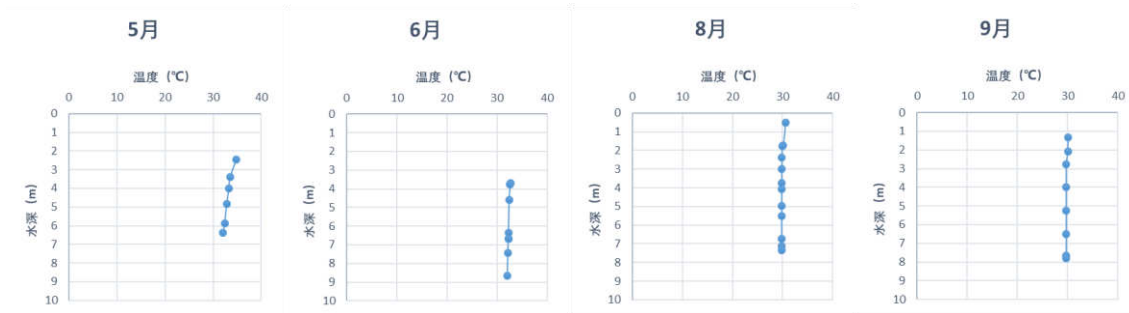


图4.4-2 大水桥水库坝前垂向水温监测结果

根据《环北部湾广东水资源配置工程环境影响报告书》，2018 年~2020 年，鹤地水库营养状态指数分别为 50.3、49.8 和 53.0，属于轻度富营养和中营养之间。

表4.4-7 鹤地水库营养状态评价

水库名称	2018 年		2019 年		2020 年	
	营养指数	营养状态	营养指数	营养状态	营养指数	营养状态
鹤地水库	50.3	轻度富营养	49.8	中营养	53	轻度富营养

根据《湛江市河湖生态状况调查评估报告》（2022 年 11 月），合流水库共设置 2 个调查点位，丰水期和枯水期综合营养状态指数均在 50~60 间，为轻度富营养状态。甘村水库调查点位共 2 个，丰水期，甘村水库 2 个点位综合营养状态指数均在 50~60 间，为轻度富营养状态。枯水期，2 个点位综合营养状态指数均在 40~50 间，为中营养状态。迈生水库调查点位共 3 个，迈生水库点位两个水期均为中营养状态；新生态农业公司点位两个水期均为轻度富营养状态；雷高河汇入口点位丰水期为轻度富营养状态，而枯水期为中营养状态。大水桥水库调查点位共 3 个，那七村两个水期均为轻度富营养状态。丰水期，大水桥水库出库水闸点位为轻度富营养状态，那山村点位为中营养状态。枯水期那山村点位为轻度富营养状态，大水桥水库出库水闸点位为中营养状态。三阳桥水库调查点位共 3 个，三阳桥水库出库水闸两个水期均为中营养状态，三阳桥水库库心两个水期均为轻度富营养状态，五一农场十队丰水期为轻度富营养，枯水期为中营养状态。

表4.4-8 部分水库营养状态评价

序号	水库名称	点位名称	丰水期 - 综合营养状态指数	丰水期 - 营养状态	枯水期 - 综合营养状态指数	枯水期 - 营养状态
1	合流水库	合流水库	56.13	轻度富营养	51.56	轻度富营养
		农科院葡萄园	56.1	轻度富营养	51.52	轻度富营养
2	甘村水库	甘村水库库心	50.79	轻度富营养	48.19	中营养
		甘村水库	53.71	轻度富营养	47.67	中营养
3	迈生水库	雷高河汇入口	54.06	轻度富营养	48.21	中营养
		新生态农业公司	52.28	轻度富营养	50.61	轻度富营养
		迈生水库	49.99	中营养	47.3	中营养
4	大水桥水库	大水桥水库出库水闸	52.03	轻度富营养	49.07	中营养
		那七村	51.14	轻度富营养	51.26	轻度富营养
		那山村	49.72	中营养	51.03	轻度富营养
5	三阳桥水库	五一农场十队	52.03	轻度富营养	49.7	中营养
		三阳桥水库库心	51.14	轻度富营养	50.53	轻度富营养
		三阳桥水库出库水闸	49.72	中营养	49.6	中营养

4.4.2 地表水水质现状补充监测

为进一步了解工程所在区域水环境质量现状，本次环境影响评价对各水体进行了水环境质量现状监测，监测单位为广东天鉴检测技术服务股份有限公司，监测时间为2026年1月22日~1月24日（枯水期）。

4.4.2.1 地表水补充监测水质现状

（1）监测断面布设

本次地表水现状监测共布设了 35 个监测断面，监测时间为 2026 年 1 月 22 日~1 月 24 日（枯水期），监测期间连续监测 3 天，每天采样一次。各水质监测断面的布设情况见表 4.4-9。

表4.4-9 地表水水质现状监测点布设一览表

编号	监测断面名称	坐标		水质目标	监测项目
		X（东经）	Y（北纬）		
W1	罗马坛水库	110.115	21.30037	III	水温、pH 值、COD _{Cr} 、BOD ₅ 、氨氮、总磷、总氮、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、悬浮物共 17 项，同时测定河宽、水深和流速。
W2	南边洋水库	110.1263	21.31005	III	
W3	内塘水库	110.2183201	21.32487649	III	
W4	志满水库	110.23718	21.21654892	II	
W5	甘村水库	110.548255	21.3408289	II	
W6	龙门水库	110.0705283	20.70310207	II	
W7	平南水库	109.8850461	20.54566407	III	
W8	大湾水库	110.0073	20.57333	III	
W9	余庆桥水库	110.0950246	20.52635649	II	
W10	迈克水库	109.9492573	20.54471041	III	
W11	调和水库	109.8152	20.66222	III	
W12	迈生水库	110.1883	20.76075	II	
W13	大田沟水库	110.251	20.5714	III	
W14	迈胜水库	110.3327	20.34175	II	
W15	红心楼水库	110.2555251	20.60206761	II	
W16	赤坎水库	110.3436485	21.25644003	III	
W17	大水桥水库	110.225	20.34964	II	
W18	南畔水库	110.4618	20.5436	III	
W19	北松水库	110.4638	20.4429	II	
W20	青年运河主干渠	110.3081483	21.69892759	II	
W21	青年运河主干渠	110.3406874	21.6228527	II	
W22	青年运河主干渠	110.2280116	21.54389188	II	
W23	四联河	110.3539	21.55084	II	
W25	东海河	110.2562389	21.44179012	II	
W26	西运河	109.8879982	21.12678022	II	
W27	东运河	110.0047611	21.0455277	II	
W28	东海河	110.2751	21.28462	II	
W29	龙门河	109.9476222	20.69650453	III	
W30	花桥水	110.1567	20.83131	III	
W31	南北渠	110.3866	20.49295	III	
W33	调风河	110.2411622	20.67242311	III	

W34	北松河	110.4780525	20.43225537	III	
W35	迈陈河	110.0955546	20.44227576	III	
W36	豆坡河	109.958095641	21.310478710	III	
W37	乐民河	109.858934374	21.229797862	III	

(2) 评价方法

按照《环境影响评价技术导则地表水环境》(HJ2.3-2018)所推荐的水质指数法进行水质现状评价。

①一般性水质因子(随着浓度增加而水质变差的水质因子)的指数计算公式如下:

$$S_{i,j} = C_{i,j} / C_{si}$$

式中: $S_{i,j}$ ——评价因子 i 的水质指数, 大于 1 表明该水质因子超标;

$C_{i,j}$ ——评价因子 i 在 j 点的实测统计代表值, mg/L;

C_{si} ——评价因子 i 的水质评价标准限值, mg/L。

②pH 值的指数计算公式:

$$S_{pH,j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH,j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH_j > 7.0$$

式中: $S_{pH,j}$ ——pH 值的指数, 大于 1 表明该水质因子超标;

pH_j ——pH 值实测统计代表值;

pH_{sd} ——评价标准中 pH 值的下限值;

pH_{su} ——评价标准中 pH 值的上限值。

③监测因子超标倍数:

pH、DO 不计算超标倍数, 其它监测因子超标倍数计算如下:

超标倍数 = 监测因子实测浓度 / 监测因子标准浓度 - 1

(3) 水质现状评价结果

各监测断面水质评价结果见表 4.3-3。

1) 湖库水质

志满水库、甘村水库、龙门水库、余庆桥水库、迈生水库、红心楼水库、大水桥水库、北松水库各水质监测指标均达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中Ⅱ类标准。

罗马坛水库、南边洋水库、内塘水库、平南水库、大湾水库、迈克水库、大田沟水库、赤坎水库、南畔水库各水质监测指标均达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中Ⅲ类标准。

调和水库：除氨氮和总磷超标外，其余各水质监测指标均达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中Ⅲ类标准。

迈胜水库除 pH 值超标外，其余各水质监测指标均达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中Ⅱ类标准。

2) 河流水质

龙门河、花桥水、南北渠、调风河、北松河、迈陈河、乐民河：除总氮超标外，其余各水质监测指标均达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中Ⅲ类标准。

青年运河主干渠、四联河、西海河、东海河、西运河、东运河：除总氮超标外，其余各水质监测指标均达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中Ⅱ类标准。

豆坡河除 pH 值和总氮超标外，其余各水质监测指标均达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中Ⅲ类标准。

总体来说，雷州半岛灌区内的水体除氮、磷含量超标外，其他指标基本能达到Ⅱ~Ⅲ类水平，满足水质目标要求。氮、磷含量偏高，主要是受灌区农业面源以及水库水产养殖的影响。

表4.4-10 地表水环境质量现状监测评价结果（枯水期）

断面名称	监测时间	水温	pH	化学需氧量	生化需氧量	氨氮	总磷	总氮	砷	汞	镉	六价铬	铅	石油类	阴离子表面活性剂	硫化物	粪大肠菌群	悬浮物
		(°C)	无量纲	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(个/L)	(mg/L)
W1 罗马坛水库	2026/1/22																	
	2026/1/23																	
	2026/1/24																	
	均值																	
	III类标准																	
	标准指数																	
	达标情况																	
W2 南边洋水库	2026/1/22																	
	2026/1/23																	
	2026/1/24																	
	均值																	
	III类标准																	
	标准指数																	
	达标情况																	
W3 内塘水库	2026/1/22																	
	2026/1/23																	
	2026/1/24																	
	均值																	
	III类标准																	
	标准指数																	
	达标情况																	

断面名称	监测时间	水温	pH	化学需氧量	生化需氧量	氨氮	总磷	总氮	砷	汞	镉	六价铬	铅	石油类	阴离子表面活性剂	硫化物	粪大肠菌群	悬浮物
		(°C)	无量纲	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(个/L)	(mg/L)
W4 志满水库	2026/1/25																	
	2026/1/26																	
	2026/1/27																	
	均值																	
	Ⅱ类标准																	
	标准指数																	
	达标情况																	
W5 甘村水库	2026/1/22																	
	2026/1/23																	
	2026/1/24																	
	均值																	
	Ⅱ类标准																	
	标准指数																	
	达标情况																	
W6 龙门水库	2026/1/25																	
	2026/1/26																	
	2026/1/27																	
	均值																	
	Ⅱ类标准																	
	标准指数																	

断面名称	监测时间	水温	pH	化学需氧量	生化需氧量	氨氮	总磷	总氮	砷	汞	镉	六价铬	铅	石油类	阴离子表面活性剂	硫化物	粪大肠菌群	悬浮物
		(°C)	无量纲	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(个/L)	(mg/L)
	达标情况																	
W7 平南水库	2026/1/28																	
	2026/1/29																	
	2026/1/30																	
	均值																	
	III类标准																	
	标准指数																	
	达标情况																	
W8 大湾水库	2026/1/28																	
	2026/1/29																	
	2026/1/30																	
	均值																	
	III类标准																	
	标准指数																	
	达标情况																	
W9 余庆桥水库	2026/1/28																	
	2026/1/29																	
	2026/1/30																	
	均值																	
	II类标准																	
	标准指数																	

断面名称	监测时间	水温	pH	化学需氧量	生化需氧量	氨氮	总磷	总氮	砷	汞	镉	六价铬	铅	石油类	阴离子表面活性剂	硫化物	粪大肠菌群	悬浮物
		(°C)	无量纲	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(个/L)	(mg/L)
	达标情况																	
W10 迈克水库	2026/1/28																	
	2026/1/29																	
	2026/1/30																	
	均值																	
	III类标准																	
	标准指数																	
	达标情况																	
W11 调和水库	2026/1/25																	
	2026/1/26																	
	2026/1/27																	
	均值																	
	III类标准																	
	标准指数																	
	达标情况																	
W12 迈生水库	2026/1/25																	
	2026/1/26																	
	2026/1/27																	
	均值																	
	II类标准																	
	标准指数																	

断面名称	监测时间	水温	pH	化学需氧量	生化需氧量	氨氮	总磷	总氮	砷	汞	镉	六价铬	铅	石油类	阴离子表面活性剂	硫化物	粪大肠菌群	悬浮物
		(°C)	无量纲	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(个/L)	(mg/L)
	达标情况																	
W13 大田沟水库	2026/1/28																	
	2026/1/29																	
	2026/1/30																	
	均值																	
	III类标准																	
	标准指数																	
	达标情况																	
W14 迈胜水库	2026/1/28																	
	2026/1/29																	
	2026/1/30																	
	均值																	
	II类标准																	
	标准指数																	
	达标情况																	
W15 红心楼水库	2026/1/28																	
	2026/1/29																	
	2026/1/30																	
	均值																	
	II类标准																	
	标准指数																	

断面名称	监测时间	水温	pH	化学需氧量	生化需氧量	氨氮	总磷	总氮	砷	汞	镉	六价铬	铅	石油类	阴离子表面活性剂	硫化物	粪大肠菌群	悬浮物
		(°C)	无量纲	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(个/L)	(mg/L)
	达标情况																	
W16 赤坎水库	2026/1/22																	
	2026/1/23																	
	2026/1/24																	
	均值																	
	III类标准																	
	标准指数																	
	达标情况																	
W17 大水桥水库	2026/1/28																	
	2026/1/29																	
	2026/1/30																	
	均值																	
	II类标准																	
	标准指数																	
	达标情况																	
W18 南畔水库	2026/1/28																	
	2026/1/29																	
	2026/1/30																	
	均值																	
	III类标准																	
	标准指数																	

断面名称	监测时间	水温	pH	化学需氧量	生化需氧量	氨氮	总磷	总氮	砷	汞	镉	六价铬	铅	石油类	阴离子表面活性剂	硫化物	粪大肠菌群	悬浮物
		(°C)	无量纲	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(个/L)	(mg/L)
	达标情况																	
W19 北松水库	2026/1/28																	
	2026/1/29																	
	2026/1/30																	
	均值																	
	II类标准																	
	标准指数																	
	达标情况																	
W20 青年运河主干渠	2026/1/22																	
	2026/1/23																	
	2026/1/24																	
	均值																	
	II类标准																	
	标准指数																	
	达标情况																	
W21 青年运河主干渠	2026/1/22																	
	2026/1/23																	
	2026/1/24																	
	均值																	
	II类标准																	
	标准指数																	

断面名称	监测时间	水温	pH	化学需氧量	生化需氧量	氨氮	总磷	总氮	砷	汞	镉	六价铬	铅	石油类	阴离子表面活性剂	硫化物	粪大肠菌群	悬浮物
		(°C)	无量纲	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(个/L)	(mg/L)
	达标情况																	
W22 青年运河主干渠	2026/1/22																	
	2026/1/23																	
	2026/1/24																	
	均值																	
	Ⅱ类标准																	
	标准指数																	
	达标情况																	
W23 四联河	2026/1/22																	
	2026/1/23																	
	2026/1/24																	
	均值																	
	Ⅱ类标准																	
	标准指数																	
	达标情况																	
W25 东海河	2026/1/22																	
	2026/1/23																	
	2026/1/24																	
	均值																	
	Ⅱ类标准																	
	标准指数																	

断面名称	监测时间	水温	pH	化学需氧量	生化需氧量	氨氮	总磷	总氮	砷	汞	镉	六价铬	铅	石油类	阴离子表面活性剂	硫化物	粪大肠菌群	悬浮物
		(°C)	无量纲	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(个/L)	(mg/L)
	达标情况																	
W26 西运河	2026/1/25																	
	2026/1/26																	
	2026/1/27																	
	均值																	
	II类标准																	
	标准指数																	
	达标情况																	
W27 东运河	2026/1/25																	
	2026/1/26																	
	2026/1/27																	
	均值																	
	II类标准																	
	标准指数																	
	达标情况																	
W28 东海河	2026/1/22																	
	2026/1/23																	
	2026/1/24																	
	均值																	
	II类标准																	
	标准指数																	

断面名称	监测时间	水温	pH	化学需氧量	生化需氧量	氨氮	总磷	总氮	砷	汞	镉	六价铬	铅	石油类	阴离子表面活性剂	硫化物	粪大肠菌群	悬浮物
		(°C)	无量纲	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(个/L)	(mg/L)
	达标情况																	
W29 龙门河	2026/1/25																	
	2026/1/26																	
	2026/1/27																	
	均值																	
	III类标准																	
	标准指数																	
	达标情况																	
W30 花桥水	2026/1/25																	
	2026/1/26																	
	2026/1/27																	
	均值																	
	III类标准																	
	标准指数																	
	达标情况																	
W31 南北渠	2026/1/28																	
	2026/1/29																	
	2026/1/30																	
	均值																	
	III类标准																	
	标准指数																	

断面名称	监测时间	水温	pH	化学需氧量	生化需氧量	氨氮	总磷	总氮	砷	汞	镉	六价铬	铅	石油类	阴离子表面活性剂	硫化物	粪大肠菌群	悬浮物
		(°C)	无量纲	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(个/L)	(mg/L)
	达标情况																	
W33 调风河	2026/1/25																	
	2026/1/26																	
	2026/1/27																	
	均值																	
	III类标准																	
	标准指数																	
	达标情况																	
W34 北松河	2026/1/28																	
	2026/1/29																	
	2026/1/30																	
	均值																	
	III类标准																	
	标准指数																	
	达标情况																	
W35 迈陈河	2026/1/28																	
	2026/1/29																	
	2026/1/30																	
	均值																	
	III类标准																	
	标准指数																	

断面名称	监测时间	水温	pH	化学需氧量	生化需氧量	氨氮	总磷	总氮	砷	汞	镉	六价铬	铅	石油类	阴离子表面活性剂	硫化物	粪大肠菌群	悬浮物
		(°C)	无量纲	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(个/L)	(mg/L)
	达标情况																	
W36 豆坡河	2026/1/25																	
	2026/1/26																	
	2026/1/27																	
	均值																	
	III类标准																	
	标准指数																	
	达标情况																	
W37 乐民河	2026/1/25																	
	2026/1/26																	
	2026/1/27																	
	均值																	
	III类标准																	
	标准指数																	
	达标情况																	

4.4.3 饮用水水源保护区水质状况

4.4.3.1 水源地历史水质监测分析

(1) 水源地常规监测断面布设情况

湛江市内共布设 7 个饮用水水源地水质监测断面，分别为县级水源地：南渡河、白庙水厂、大水桥水库、三阳桥水库；市区在用集中式饮用水水源地：赤坎水厂、霞山水厂、鹤地水库渠首。收集到上述水源地 2023 年~2025 年的年度、季度或月度水质监测数据。各监测断面布设覆盖湛江市主要县级及市区饮用水水源，具有较好的代表性。

(2) 水源地常规水质评价结果

采用单因子评价法对 7 个饮用水水源地水质监测点的水质监测结果进行评价，水质评价结果见表 4.3.4-4.3.5。

结果显示，2023 年~2025 年，除赤坎水厂（塘口取水口）在 2024 年出现Ⅳ类水质外，其余各水源地各年度水质均达到或优于地表水Ⅲ类标准。具体而言，县级水源地中，南渡河、白庙水厂、三阳桥水库各年度水质以Ⅱ~Ⅲ类为主；大水桥水库 2023 年为Ⅲ类、2024 年提升至Ⅱ类、2025 年回落至Ⅲ类。市区水源地中，霞山水厂各年度以Ⅱ~Ⅲ类为主，鹤地水库渠首全年稳定为Ⅲ类；赤坎水厂（塘口取水口）2023 年为Ⅲ类、2024 年为Ⅳ类（超标项主要为化学需氧量）、2025 年恢复至Ⅲ类。总体来看，除 2024 年赤坎水厂出现短期超标外，其余时段各水源地水质总体良好。

表4.4-11 湛江市县级集中式饮用水水源地水质现状一览表

断面	2023 年			
	第 1 季度	第 2 季度	第 3 季度	第 4 季度
南渡河	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	—
白庙水厂	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	—
三阳桥水库	—	—	—	—
大水桥水库	Ⅲ			
断面	2024 年			
	第 1 季度	第 2 季度	第 3 季度	第 4 季度
南渡河	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ
白庙水厂	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ
三阳桥水库	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ
大水桥水库	Ⅱ			

断面	2025 年			
	第 1 季度	第 2 季度	第 3 季度	第 4 季度
南渡河	III	III	III	III
白庙水厂	III	III	III	III
三阳桥水库	III	III	III	III
大水桥水库	III			

表4.4-12 湛江市市区在用集中式饮用水水源水质现状一览表

时间	2023 年											
	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
霞山水厂	II	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III
鹤地水库渠首	III											
赤坎水厂(塘口取水口)	III											
时间	2024 年											
	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
霞山水厂	II	II	III	III	II	III	III	III	III	III	III	III
鹤地水库渠首	III											
赤坎水厂(塘口取水口)	IV											
时间	2025 年											
	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
霞山水厂	III	III	III	II	III	III	III	III	III	III	II	II
鹤地水库渠首	III											
赤坎水厂(塘口取水口)	III											

4.4.3.2 饮用水水源保护区水质现状补充监测

(1) 饮用水水源保护区水质现状补充监测方案

为了解本工程涉及的饮用水水源保护区水质现状，本次环评在志满水库（W4）、龙门水库（W6）、迈生水库（W12）、红心楼水库（W15）、大水桥水库（W17）、青年运河主干渠（W20、W21、W22）共布设 8 个水质监测断面。

水质监测一期，监测时间为 2026 年 1 月 22 日~1 月 30 日，每个断面监测期间连续监测 3 天，每天采样一次。

监测项目包括水温、pH 值、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、砷、汞、镉、六价铬、铅、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群等《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)表 1 中的部分基本项目，以及悬浮物，同时测定河宽、水深、流速、样品状态。

(2) 饮用水水源保护区水质监测及评价结果

饮用水水源保护区水质补充监测及评价结果见表 4.3-3。监测数据显示：志满水库（W4）总氮超标 1.740 倍；龙门水库（W6）总氮超标 2.500 倍；迈生水库（W12）总氮超标 3.473 倍；红心楼水库（W15）总氮超标 4.373 倍；大水桥水库（W17）总氮超标 6.860 倍；青年运河主干渠（W20）总磷超标 0.333 倍、总氮超标 1.100 倍；青年运河主干渠（W21）总磷超标 0.467 倍、总氮超标 1.093 倍；青年运河主干渠（W22）总磷超标 0.333 倍、总氮超标 1.693 倍。上述断面除总氮、总磷指标外，其余各项水质指标均符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类标准。

根据现场调查，本次监测的 8 个断面可分为三类环境特征：一是农田环绕型，包括迈生水库（W12）、红心楼水库（W15），周边以农田为主，农业面源影响突出；二是农田兼有养殖塘型，包括志满水库（W4）和大水桥水库（W17），其中大水桥水库超标最严重（总氮超标 6.860 倍），且省道 S376 穿越库区，叠加交通面源输入；三是农田、镇区或居民区复合影响型，包括龙门水库（W6）紧邻龙门镇镇区，以及青年运河主干渠（W20、W21、W22）沿线分布农田和居民住宅。根据《湛江市推进污水资源化利用实施方案》，到 2025 年各建制镇污水处理率目标为 65%以上、农村生活污水治理率目标为 60%以上，但现状建制镇及农村地区管网覆盖仍不完善，部分村庄生活污水仅靠化粪池简单处理。因此，上述断面总氮（部分断面总磷）超标是农业面源、生活污水收集短板及交通面源共同作用的结果。

4.5 地下水环境质量调查与评价

4.5.1 地下水观测孔水位资料分析

为了解本工程泵站、管道、渠道等区域的地下水埋深情况，本工程主体地质设计于 2025 年在工程所在区域布置了 6493 个钻孔进行地下水位观测，其中，雷北片区布置了 3081 个钻孔，雷西南布置了 1520 个钻孔，雷东南布置了 1892 个钻孔。

区内地下水类型有第四系孔隙潜水和基岩裂隙水。以孔隙水为主，孔隙水贮存于上部第四系松散土层孔隙中，受大气降水补给，向低洼谷地及附近河流、海排泄，或补给底部基岩裂隙含水层。根据主体地质设计提供的观测孔地下水位监测数据，雷北片区钻孔地下水位埋深 0.0m~28.0m，地下水位高程为-9.8m~119.5m；雷西南片区钻孔地下水位埋深 0.0m~27.6m，地下水位高程为-0.4m~124.4m；雷东南片区钻孔地下水位埋深 0.0m~24.8m，地下水位高程为-4.9m~129.9m。地下水水位具季节性变化，据区域水文地质资料，地下水年变化幅度约 1m~2m。

表4.5-1 项目区地下水位观测成果汇总表

区域	地下水观测水位(m)			
	埋深		高程	
	最大	最小	最大	最小
雷北	28.0	0	119.5	-9.8
雷西南	27.6	0	124.4	-0.4
雷东南	24.8	0	129.9	-4.9

4.5.2 地下水环境质量现状监测

为了解项目所在区域地下水环境现状，本次环评委托广东天鉴检测技术服务股份有限公司对工程区地下水水质、水位进行监测。

4.5.2.1 监测方案

(1) 监测点位

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)、《地下水环境监测技术规范》(HJ164-2020)相关要求，项目区地下水环境现状监测共布设了 9 个监测点位，项目区域上、中、下游均布设有地下水水质、水位监测点位，在雷北、雷西南、雷东南片区各布设 3 个地下水水质、水位监测点位，地下水现状监测点位具体布设情况详见下表。

表4.5-2 地下水环境质量现状监测布点情况一览表

编号	名称	经纬度	监测点位置具体情况	监测因子	水质目标
G1	河唇镇	N:21.69792 E: 110.29863	雷北片区，地下水分散式开发利用区	水质、水位	Ⅱ类
G2	许村	N:21.55225 E: 110.39479	雷北片区，地下水水源涵养区	水质、水位	Ⅲ类
G3	新市村	N:21.09017 E: 109.77517	雷北片区，地质灾害易发区	水质、水位	Ⅲ类
G4	迈生村	N:20.76524 E: 110.19462	雷东南片区，地下水分散式开发利用区	水质、水位	Ⅲ类
G5	坑尾村	N:20.49259 E: 110.38469	雷东南片区，地下水分散式开发利用区	水质、水位	Ⅲ类
G6	后寮村	N:20.33942 E: 110.26929	雷东南片区，地下水分散式开发利用区	水质、水位	Ⅲ类
G7	龙门村	N:20.69959 E: 110.01643	雷西南片区，地下水分散式开发利用区	水质、水位	Ⅲ类
G8	潭板村	N:20.52979 E: 109.85047	雷西南片区，地质灾害易发区	水质、水位	Ⅲ类
G9	迈老新村	N:20.46826 E: 110.18538	雷西南片区，地下水分散式开发利用区	水质、水位	Ⅲ类

(2) 监测时间及频率

监测一期，每期一次，监测时间为 2026 年 1 月 24 日~30 日。

(3) 监测项目

理化特性因子： K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 浓度。

基本水质因子：pH、溶解性总固体、耗氧量（高锰酸盐指数）、氨氮、亚硝酸盐（氮）、硝酸盐（氮）、氰化物、氟化物、汞、砷、镉、铬（六价）、铅、总大肠菌群，共 14 项，同时记录采样井水位。

(4) 监测分析方法

根据《地下水环境监测技术规范》(HJ 164-2020)要求进行采样，地下水水质监测分析方法和使用仪器以及方法检出限见表 4.5-3。

(5) 评价标准

根据《广东省地下水功能区划》(粤水资源[2009]19 号)，监测点位 G1 水质保护目标为II类，执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中的II类标准；其他监测点位水质保护目标均为III类，执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中的III类标准。

(6) 评价方法

评价方法采用和地表水同样的水质指数法，水质标准指数 >1 ，表明该水质因子超标。标准指数越大，污染程度越重；标准指数越小，说明水体受污染的程度越轻。

表4.5-3 地下水水质监测项目分析方法及其检出限一览表

检测项目	检测标准(方法)及编号	分析仪器型号	检出限	计量单位
pH 值	水质 pH 值的测定 电极法 HJ 1147-2020	便携式 pH/电导率/溶解氧仪(SX836)	——	无量纲
铅	水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法 HJ 700-2014	电感耦合等离子体质谱仪(ICAP RQ)	0.00009	mg/L
镉			0.00005	mg/L
砷			0.0003	mg/L
总汞			0.00004	mg/L
六价铬	地下水水质分析方法 第 17 部分：总铬和六价铬量的测定 二苯碳酰二肼分光光度法 DZ/T 0064.17-2021	紫外可见分光光度计 (Blue starA)	0.004	mg/L
耗氧量	地下水水质分析方法 第 68 部分：耗氧量的测定 酸性高锰酸钾滴定法 DZ/T 0064.68-2021	具塞滴定管 (酸碱两用滴定管)	0.08	mg/L
氨氮	水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法 HJ 535-2009	紫外可见分光光度计 (Blue starA)	0.025	mg/L
亚硝酸盐氮	水质 亚硝酸盐氮的测定 分光光度法 GB 7493-1987	紫外可见分光光度计 (Blue starA)	0.003	mg/L
溶解性总固体	地下水水质分析方法 第 9 部分：溶解性固体总量的测定 重量法 DZ/T 0064.9-2021	电子天平(BSA224S)	4	mg/L
硝酸盐	水质无机阴离子(F^- 、 Cl^- 、 NO_2^- 、 Br^- 、 NO_3^- 、 PO_4^{3-} 、 SO_3^{2-} 、 SO_4^{2-})的测定离子色谱法 HJ84-2016	离子色谱仪 (ICS-90)	0.016	mg/L
硫酸盐			0.018	mg/L
氟化物			0.006	mg/L
氯化物			0.007	mg/L
氰化物	地下水水质分析方法 第 52 部分：氰化	紫外可见分光光度计	0.002	mg/L

检测项目	检测标准(方法)及编号	分析仪器型号	检出限	计量单位
	物的测定 吡啶-吡啶 DZ/T 0064.52-2021	(Blue starA)		
总大肠菌群	生活饮用水标准检验方法 第 12 部分：微生物指标 GB/T 5750.12-2023	电热恒温培养箱 (DNP-9082)	——	MPN/ 100mL
钾离子(K ⁺)	水质 可溶性阳离子(Li ⁺ 、Na ⁺ 、NH ₄ ⁺ 、K ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺)的测定 离子色谱法 HJ 812-2016	离子色谱仪 (CIC-D120)	0.02	mg/L
钙离子(Ca ²⁺)			0.03	mg/L
钠离子(Na ⁺)			0.02	mg/L
镁离子(Mg ²⁺)			0.02	mg/L
碳酸根	地下水水质分析方法 第 49 部分：碳酸根、重碳酸根和氢氧根离子的测定 滴定法 DZ/T 0064.49-2021	具塞滴定管 (酸碱两用滴定管)	5	mg/L
重碳酸根			5	mg/L

4.5.2.2 监测结果及评价

根据监测结果可知，各监测点位均存在总大肠菌群超标情况，G1 监测点位存在氨氮超标情况，总大肠菌群、氨氮超标可能受周边生活污染及农业面源污染随雨水淋溶下渗的影响。

表4.5-4 地下水八大离子监测结果一览表

监测点位	K ⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
G1 河唇镇								
G2 许村								
G3 新市村								
G4 迈生村								
G5 坑尾村								
G6 后寮村								
G7 龙门村								
G8 潭板村								
G9 迈老新村								

表4.5-5 地下水水质现状监测结果评价一览表

监测点位		pH 值	溶解性 总固体	耗氧 量	氨氮	硝酸盐 盐	亚硝酸盐 氮	氟化物	氰化物	总汞	砷	镉	六价铬	铅	总大肠 菌群
		无量纲	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	MPN/L
G1 河唇镇	监测结果														
	标准指数														
	评价结果														
G2 许村	监测结果														
	标准指数														
	评价结果														
G3 新市村	监测结果														
	标准指数														
	评价结果														
G4 迈生村	监测结果														
	标准指数														
	评价结果														
G5 坑尾村	监测结果														
	标准指数														
	评价结果														

G6 后寮村	监测结果														
	标准指数														
	评价结果														
G7 龙门村	监测结果														
	标准指数														
	评价结果														
G8 潭板村	监测结果														
	标准指数														
	评价结果														
G9 迈老新村	监测结果														
	标准指数														
	评价结果														
评价标准	II类														
	III类														

4.6 环境空气质量现状调查与评价

根据《湛江市生态环境质量年报简报（2024 年）》，2024 年，湛江市二氧化硫、二氧化氮年浓度值分别为 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，PM₁₀ 年浓度值为 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，一氧化碳（24 小时平均）全年第 95 百分位数浓度值为 0.8 mg/ m^3 ，均低于《环境空气质量标准》（GB 3095-2026）中一级标准限值；PM_{2.5} 年浓度值为 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，臭氧（日最大 8 小时平均）全年第 90 百分位数为 134 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，均低于《环境空气质量标准》（GB 3095—2026）中二级标准限值。本项目所在区域环境空气质量为达标区。

4.7 声环境现状调查与评价

为掌握项目区的声环境质量现状，本次环评委托广东天鉴检测技术服务股份有限公司对工程区及周边敏感点声环境现状进行监测。

4.7.1 监测方案

（1）监测点位

根据工程布置，本次声环境现状监测共设置 49 个监测点，具体监测点位布设情况见下表。

表4.7-1 声环境质量现状监测布点情况一览表

编号	监测点位名称	声环境目标	编号	监测点位名称	声环境目标
N1	起点幼儿园	2 类	N26	林宅村	1 类
N2	罗笛涌村	1 类	N27	课堂村	1 类
N3	马蹄涌村	1 类	N28	禄切村	1 类
N4	树地坡村	2 类	N29	吴家村	1 类
N5	六格新	1 类	N30	马坑村	1 类
N6	山高棚	1 类	N31	和家村	1 类
N7	向阳卫生站	2 类	N32	前山镇中心幼儿园	2 类
N8	白水小学	2 类	N33	仙桥村	1 类
N9	光豪小学	1 类	N34	赤农村	1 类
N10	书房仔	1 类	N35	龙华幼儿园	1 类
N11	股底村	1 类	N36	龙塘第二中学	2 类
N12	下村	1 类	N37	长乐村	1 类
N13	龙眼村	1 类	N38	坡塘新村	1 类
N14	新港村	2 类	N39	北插村	1 类
N15	外坡村	1 类	N40	迈老新村	1 类
N16	坭洋村	1 类	N41	旋安村	1 类
N17	石埠塘	1 类	N42	乌树村	1 类
N18	东边塘	1 类	N43	火炬农场	2 类
N19	迈哉小学	2 类	N44	鹅感村	1 类
N20	乌塘村	1 类	N45	锥仔村	1 类

编号	监测点位名称	声环境目标	编号	监测点位名称	声环境目标
N21	下坑	1 类	N46	潭板村	1 类
N22	东坑村	2 类	N47	陈宅	1 类
N23	草黎村	1 类	N48	英利镇	2 类
N24	肖家村	2 类	N49	凌新村	1 类
N25	迈生村	1 类			

(2) 监测时间及频率

监测时间为 2026 年 1 月 22 日~1 月 31 日,每个点位连续监测 2 天,每天昼间(6:00~22:00)、夜间(22:00~6:00)各监测一次。选择无雨、风速小于 5.5m/s 时进行测量。

(3) 监测项目

监测因子为等效连续 A 声级 L_{eq} 。

(4) 监测分析方法

测量方法严格按照《声环境质量标准》(GB3096-2008)和《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)的要求进行,在现场监测时,同时记录监测点周围环境特征、主要噪声源等。

(5) 评价标准

本工程沿线影响范围内的乡村村庄为 1 类声环境功能区,居住、商业混合区及乡村集镇为 2 类声环境功能区,公路交通干线及内河航道两侧区域为 4a 类声环境功能区,铁路干线两侧区域为 4b 类声环境功能区,分别执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 1 类、2 类、4a 类、4b 类声环境功能区噪声限值,1 类噪声限值为昼间 55dB(A)、夜间 45dB(A),2 类噪声限值为昼间 60dB(A)、夜间 50dB(A),4a 类噪声限值为昼间 70dB(A)、夜间 55dB(A),4b 类噪声限值为昼间 70dB(A)、夜间 60dB(A)。

4.7.2 监测结果及评价

根据监测结果,各监测点位昼、夜间声环境质量均满足《声环境质量标准》(GB-3096-2008)中的相应标准,评价区域声环境质量良好。

表4.7-2 声环境现状监测结果评价一览表(单位: dB(A))

编号	监测点位	监测时间	测量结果		评价标准		达标情况	
			昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
N1	起点幼儿园	2026/1/22	52	43	60	50	达标	达标
		2026/1/23	57	45	60	50	达标	达标
N2	罗笛埗村	2026/1/22	43	33	55	45	达标	达标
		2026/1/23	50	42	55	45	达标	达标
N3	马蹄埗村	2026/1/23	45	43	55	45	达标	达标
		2026/1/24	45	42	55	45	达标	达标
N4	树地坡村	2026/1/22	50	42	60	50	达标	达标

编号	监测点位	监测时间	测量结果		评价标准		达标情况	
			昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
		2026/1/23	48	43	60	50	达标	达标
N5	六格新	2026/1/23	42	40	55	45	达标	达标
		2026/1/24	44	42	55	45	达标	达标
N6	山高棚	2026/1/23	48	41	55	45	达标	达标
		2026/1/24	47	40	55	45	达标	达标
N7	向阳卫生站	2026/1/23	58	49	60	50	达标	达标
		2026/1/24	51	48	60	50	达标	达标
N8	白水小学	2026/1/23	49	37	60	50	达标	达标
		2026/1/24	49	42	60	50	达标	达标
N9	光豪小学	2026/1/23	50	38	55	45	达标	达标
		2026/1/24	52	37	55	45	达标	达标
N10	书房仔	2026/1/23	46	33	55	45	达标	达标
		2026/1/24	51	34	55	45	达标	达标
N11	股底村	2026/1/23	49	38	55	45	达标	达标
		2026/1/24	51	38	55	45	达标	达标
N12	下村	2026/1/23	49	34	55	45	达标	达标
		2026/1/24	51	36	55	45	达标	达标
N13	龙眼村	2026/1/24	48	40	55	45	达标	达标
		2026/1/25	49	41	55	45	达标	达标
N14	新港村	2026/1/24	51	36	60	50	达标	达标
		2026/1/25	49	40	60	50	达标	达标
N15	外坡村	2026/1/25	54	37	55	45	达标	达标
		2026/1/26	47	40	55	45	达标	达标
N16	坭洋村	2026/1/23	50	33	55	45	达标	达标
		2026/1/24	52	36	55	45	达标	达标
N17	石埠塘	2026/1/24	36	35	55	45	达标	达标
		2026/1/25	38	35	55	45	达标	达标
N18	东边塘	2026/1/24	41	37	55	45	达标	达标
		2026/1/25	46	41	55	45	达标	达标
N19	迈哉小学	2026/1/25	52	44	60	50	达标	达标
		2026/1/26	52	36	60	50	达标	达标
N20	乌塘小学	2026/1/25	50	40	55	45	达标	达标
		2026/1/26	50	39	55	45	达标	达标
N21	下坑	2026/1/24	39	36	55	45	达标	达标
		2026/1/25	43	36	55	45	达标	达标
N22	东坑村	2026/1/25	56	46	60	50	达标	达标
		2026/1/26	56	47	60	50	达标	达标
N23	草黎村	2026/1/25	54	44	55	45	达标	达标
		2026/1/26	49	39	55	45	达标	达标
N24	肖家村	2026/1/26	56	43	60	50	达标	达标
		2026/1/27	51	46	60	50	达标	达标
N25	迈生村	2026/1/26	46	39	55	45	达标	达标
		2026/1/27	46	37	55	45	达标	达标
N26	林宅村	2026/1/26	47	39	55	45	达标	达标
		2026/1/27	46	42	55	45	达标	达标
N27	课堂村	2026/1/26	44	38	55	45	达标	达标
		2026/1/27	51	39	55	45	达标	达标

编号	监测点位	监测时间	测量结果		评价标准		达标情况	
			昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
N28	禄切村	2026/1/26	44	36	55	45	达标	达标
		2026/1/27	43	38	55	45	达标	达标
N29	吴家村	2026/1/30	47	36	55	45	达标	达标
		2026/1/31	47	38	55	45	达标	达标
N30	马坑村	2026/1/30	46	38	55	45	达标	达标
		2026/1/31	46	37	55	45	达标	达标
N31	和家村	2026/1/30	37	36	55	45	达标	达标
		2026/1/31	38	36	55	45	达标	达标
N32	前山镇中心幼儿园	2026/1/30	48	38	60	50	达标	达标
		2026/1/31	47	40	60	50	达标	达标
N33	仙桥村	2026/1/29	48	42	55	45	达标	达标
		2026/1/30	44	42	55	45	达标	达标
N34	赤农村	2026/1/29	48	45	55	45	达标	达标
		2026/1/30	47	38	55	45	达标	达标
N35	龙华幼儿园	2026/1/29	54	36	55	45	达标	达标
		2026/1/30	51	44	55	45	达标	达标
N36	龙塘第二中学	2026/1/29	47	46	60	50	达标	达标
		2026/1/30	46	40	60	50	达标	达标
N37	长乐村	2026/1/28	47	37	55	45	达标	达标
		2026/1/29	55	38	55	45	达标	达标
N38	坡塘新村	2026/1/28	44	42	55	45	达标	达标
		2026/1/29	46	37	55	45	达标	达标
N39	北插村	2026/1/28	44	37	55	45	达标	达标
		2026/1/29	46	33	55	45	达标	达标
N40	迈老新村	2026/1/28	42	34	55	45	达标	达标
		2026/1/29	45	43	55	45	达标	达标
N41	旋安村	2026/1/28	43	36	60	50	达标	达标
		2026/1/29	42	35	60	50	达标	达标
N42	乌树村	2026/1/27	50	40	60	50	达标	达标
		2026/1/28	50	38	60	50	达标	达标
N43	火炬农场	2026/1/27	49	38	60	50	达标	达标
		2026/1/28	46	37	60	50	达标	达标
N44	鹅感村	2026/1/27	45	38	55	45	达标	达标
		2026/1/28	46	36	55	45	达标	达标
N45	锥仔村	2026/1/27	47	41	55	45	达标	达标
		2026/1/28	47	43	55	45	达标	达标
N46	潭板村	2026/1/27	50	40	60	50	达标	达标
		2026/1/28	47	40	60	50	达标	达标
N47	陈宅	2026/1/27	42	39	55	45	达标	达标
		2026/1/28	44	35	55	45	达标	达标
N48	英利镇	2026/1/26	56	46	60	50	达标	达标
		2026/1/27	48	46	60	50	达标	达标
N49	林宅村	2026/1/27	45	37	55	45	达标	达标
		2026/1/28	48	36	55	45	达标	达标

4.8 陆生生态环境质量现状调查与评价

4.8.1 调查评价方法

4.8.1.1 调查时间与范围

为了解项目区陆生生态环境现状，我司与生态调查协作单位广州市众森林业有限公司对项目区陆生生态环境现状进行调查。在对评价范围生物资源历年资料检索分析的基础上，根据工程影响范围和评价范围确定调查路线、走向，调查时间为 2026 年 3 月至 5 月，调查时期包括了陆生植物生长旺盛期，该时段基本可以代表区域植被的特点。

调查范围主要包括工程渠道外扩 300m、永久用地及临时用地线外扩 300m 范围，涉及生态敏感区的区域外扩 1000m 范围。

4.8.1.2 调查方法

（1）资料收集法

在项目调查工作开展前，收集整理项目涉及区域现有生物多样性资料，包括林业、生态环境、水利、农业、自然资源等部门提供的相关资料，并且参考《中国植被》（吴征镒，1980）、《广东植被》（广东省植物研究所，1976）、《广东植物志》（中国科学院华南植物园，2009 年）、《广东森林》（广东森林编委会，1990 年）、《广东植物图鉴》（叶华谷、邢福武、廖文波等，2018 年）、《中国种子植物区系地理》（吴征镒，2011 年）、《广东植物区系的特点》（张宏达，1962）、《广东种子植物区系地理成分研究》（廖文波，1994）、《中国两栖动物图鉴》（费梁，1999 年）、《中国动物志》（两栖纲）（科学出版社，2009 年）、《中国两栖纲和爬行纲动物校正名录》、《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》（费梁、叶昌媛、江建平，2012 年）、《中国爬行纲动物分类厘定》（蔡波等，2015 年）、《中国两栖纲和爬行纲动物校正名录》（赵尔宓，张学文等，2000 年）、《中国爬行动物图鉴》（中国野生动物保护协会，2002 年）、《中国脊椎动物大全》（刘明玉，解玉浩等，2000 年）、《中国兽类野外手册》（湖南教育出版社，2009 年）、《中国野生哺乳动物》（盛和林、大泰司纪之等，1999 年）、《广东陆生脊椎动物分布名录》（邹发生，叶冠锋，2016 年）、《中国鸟类分类与分布名录（第 4 版）》（郑光美，2023 年）、《中国鸟类图鉴》等专著、内部资料、正式发表的期刊论文等。

（2）植物及植被现场调查

调查前参照林业二调数据，确定评价范围所包含的植被类型，同时根据工程方案确定调查路线及考察时间，来开展植物种类、植被类型、群落样方等调查研究工作。本次调查过程中，通过采用实地路线调查与重点样方调查相结合的方法，对评价范围内植被良好的地段实行重点调查，尤其是工程施工区域内。通过调查，最终确定评价范围内的植物种类、植被类型、珍稀濒危植物及古树名木等。

1) 调查路线选取

调查时以工程渠段以及涉及的生态敏感区为中心，向四周辐射调查。采用线路调查与样方调查的方式进行，即在调查范围内按不同方向沿山路和河流选择几条具有代表性的线路进行调查，同时也在林中穿行，沿途记载植物种类、采集标本、观察生境、目测多度等；对集中分布的植物群落进行样方调查。

2) 植被及样方点调查内容

样方点调查，主要利用 GPS 定位仪读取样方的海拔值和经纬度，以群系为单位记录样点植被类型，同时记录各群落基本特征；拍摄典型植被外貌与结构特征的照片。样方点的调查工作采用样地记录法，具体包括：①自然植被乔木群落样方设置为 20m×20m，人工植被乔木群落样方设置为 10m×10m，样方内采用单株每木检尺，乔木层起测胸径为 5cm，记录样方内乔木的种名、胸径、高度、株数等；②灌木样方为 5m×5m，记录灌木样方中灌草本和乔木幼苗，包括种名、高度、株数（丛数）等；③草本样方为 1m×1m，记录草本样方中草本植物，包括种名和覆盖度等；④野外暂时不能确定种名的植物采集标本，拍摄物种单株及群落结构照片，通过查阅植物志等相关书籍，鉴定出植物物种，列出物种的种名，最后复核鉴定植物标本，编制出本项目所调查区域的常见植物名录。

根据《建设项目环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)，本项目生态调查根据植物群落类型（宜以群系及以下分类单位为调查单元）设置调查样地，按照陆生生态影响评价要求，二级评价工程段每种群落类型设置样方数量不少于 3 个，三级评价工程段设置样方不少于 1 个。本次评价范围共分布有 11 种自然植物群系，11 种人工群系。共设置样方 63 个。

样方点位一览表见表 4.7-1。

表4.8-1 样方布置一览表

序号	样方编号	植被群系	与工程位置关系	经度	纬度	海拔
雷北片区						
1	样方 1	台湾相思群系	距工程线路约 63m	110°16'13.9096"	21°39'02.5283"	36
2	样方 2	白茅群系	距工程线路约 67m	110°16'30.6675"	21°38'42.6489"	38
3	样方 3	台湾相思群系	距工程线路约 81m	110°19'10.0196"	21°39'46.0494"	56
4	样方 4	尾叶桉群系	距工程线路约 72m	110°20'48.3172"	21°36'34.0112"	50
5	样方 5	鬼针草群系	距工程线路约 7m	110°20'15.4242"	21°35'55.1830"	38
6	样方 6	尾叶桉群系	距工程线路约 187m	110°19'52.6990"	21°35'24.2350"	42
7	样方 7	尾叶桉群系	距工程线路约 147m	110°20'47.4675"	21°35'26.8926"	45
8	样方 8	鬼针草群系	距工程线路约 109m	110°20'52.5465"	21°34'43.9559"	45
9	样方 9	鬼针草群系	距工程线路约 80m	110°20'54.1881"	21°34'38.5325"	42
10	样方 10	尾叶桉群系	距工程线路约 200m	110°19'22.9538"	21°34'58.3045"	44
11	样方 11	鬼针草群系	位于永久占地区域	110°10'05.9164"	21°29'51.5566"	36
12	样方 12	凤眼莲群系	距工程线路约 155m	110°14'51.5008"	21°12'04.0758"	40
13	样方 13	香蒲群系	距工程线路约 219m	110°14'49.8014"	21°13'01.0220"	42
14	样方 14	白茅群系	距工程线路约 204m	110°01'53.3711"	21°14'01.0717"	19
15	样方 15	尾叶桉群系	距工程线路约 203m	109°59'03.4601"	21°17'02.7726"	27
16	样方 16	鬼针草群系	距工程线路约 43m	109°45'25.6685"	21°05'06.6599"	26
17	样方 17	尾叶桉群系	距工程线路约 222m	109°51'39.8415"	21°00'57.1886"	30
18	样方 18	毛蕨群系	距工程线路约 287m	110°16'55.1839"	21°33'20.0656"	29
19	样方 19	白茅群系	距工程线路约 170m	110°16'55.9371"	21°32'21.1134"	25
20	样方 20	毛蕨群系	距工程线路约 297m	110°16'55.9805"	21°33'23.5142"	28
21	样方 21	尾叶桉群系	距工程线路约 192m	110°16'45.8031"	21°28'57.6711"	31
22	样方 22	鬼针草群系	距工程线路约 76m	110°13'22.9364"	21°22'02.7128"	22
23	样方 23	尾叶桉群系	距工程线路约 155m	110°05'13.7755"	21°16'07.8950"	77
24	样方 24	尾叶桉群系	距工程线路约 238m	110°10'43.8160"	21°30'43.7074"	43
25	样方 25	光荚含羞草群系	距工程线路约 368m	110°12'35.6705"	21°31'48.1138"	30
26	样方 26	凤眼莲群系	距工程线路约 128m	110°05'49.9274"	21°20'00.5572"	18
27	样方 27	光荚含羞草群系	距工程线路约 24m	110°10'57.3150"	21°18'02.3767"	71

序号	样方编号	植被群系	与工程位置关系	经度	纬度	海拔
28	样方 28	凤眼莲群系	位于临时占地区域	109°58'19.6317"	21°02'04.7191"	37
29	样方 29	香蒲群系	距工程线路约 14m	110°31'41.9094"	21°16'51.2919"	6
30	样方 30	台湾相思群系	距工程线路约 378m	109°49'55.1082"	21°03'09.4791"	37
31	样方 31	香蒲群系	位于永久占地区域	110°02'39.2803"	21°08'26.9295"	29
32	样方 32	毛蕨群系	距工程线路约 144m	109°57'40.1582"	21°11'52.2195"	23
33	样方 33	毛蕨群系	距工程线路约 311m	110°07'13.2583"	21°18'45.1435"	45
雷西南片区						
34	样方 34	尾叶桉群系	龙门河泵站占地	109°56'55.5252"	20°41'47.0652"	33
35	样方 35	菠萝群系	距龙东干管 A 约 64m	110°04'09.3684"	20°42'19.6092"	63
36	样方 36	甘蔗群系	距龙东干管 A 约 36m	110°04'10.5852"	20°42'18.8676"	60
37	样方 37	樟树群系	距龙门 C 片支管 A 约 128m	109°56'28.6116"	20°37'18.9444"	80
38	样方 38	樟树群系	距龙门 C 片支管 A 约 190m	109°56'21.4224"	20°37'17.4396"	78
39	样方 39	樟树群系	距龙门 C 片支管 A 约 173m	109°56'25.4508"	20°37'18.9876"	79
40	样方 40	碎米莎草-大蘆草群系	导流围堰临时占地	110°04'07. 8492"	20°42'18.38"	57
41	样方 41	碎米莎草-大蘆草群系	导流围堰临时占地	110°04'07. 3339"	20°42'18.4139"	58
42	样方 42	碎米莎草-大蘆草群系	导流围堰临时占地	110°04'07. 3339"	20°42'18.5328"	58
43	样方 43	尾叶桉群系	导流围堰临时占地	110°00'20.1528"	20°34'24.3048"	58
44	样方 44	尾叶桉群系	距英利 B 片支管 E 分支 A 约 52m	110°00'52.0344"	20°34'24.4992"	60
45	样方 45	辣椒群系	大湾水库泵站管道中转场临时占地	110°00'18.3250"	20°34'25.5663"	62
46	样方 46	甘蔗群系	西南临时施工道路内	110°04'23.4336"	20°35'04.9992"	125
47	样方 47	荔枝群系	余庆桥片支管 C 开挖范围内	110°04'00.2136"	20°28'55.8768"	65
48	样方 48	火龙果群系	距余庆桥干管约 262m	110°05'59.0208"	20°26'15.1008"	77
雷东南片区						
49	样方 49	白花鬼针草群系	渣场周边	110°13'30.5040"	20°17'21.1236"	19
50	样方 50	尾叶桉群系	渣场周边	110°13'29.1972"	20°17'20.8716"	19
51	样方 51	剑麻群系	东南渠道工区	110°15'44.4312"	20°20'07.6236"	59
52	样方 52	香蕉群系	距大水桥水库 183m	110°13'40.0764"	20°20'46.8744"	60
53	样方 53	黄槿群系	距风桥水库灌区干渠 234m	110°23'42.6300"	20°36'58.1832"	2
54	样方 54	白花鬼针草群系	距风桥水库灌区干渠 293m	110°23'43.0656"	20°37'01.2396"	2

序号	样方编号	植被群系	与工程位置关系	经度	纬度	海拔
55	样方 55	桐花树群系	距凤桥水库灌区干渠 299m	110°23'46.3056"	20°36'54.6372"	2
56	样方 56	菠萝群系	距雷东南干管 252m	110°15'29.0628"	20°35'50.4420"	100
57	样方 57	粉单竹群系	距雷东南干管 298m	110°15'26.9928"	20°35'43.1556"	94
58	样方 58	白花鬼针草群系	距红心楼交水点分干管 39m	110°15'35.6544"	20°36'04.4604"	83
59	样方 59	尾叶桉群系	距调东分干管 B69m	110°11'48.2388"	20°46'01.5888"	38
60	样方 60	白花鬼针草群系	距调东分干管 A87m	110°11'23.6868"	20°49'24.7512"	20
61	样方 61	尾叶桉群系	东南管道工区	110°11'29.2272"	20°49'25.8924"	25
62	样方 62	水稻群系	距雷东南干管 300m	110°09'23.8680"	20°49'41.4552"	2
63	样方 63	水稻群系	距扩建渠道 95m	110°09'19.4796"	20°51'13.9212"	3





图4.8-1 植物调查工作照

(3) 陆生动物资源调查方法

参照《生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物》(HJ 710.3-2014)、《生物多样性观测技术导则 鸟类》(HJ 710.4-2014)、《生物多样性观测技术导则 爬行动物》(HJ 710.5-2014)、《生物多样性观测技术导则 两栖动物》(HJ 710.6-2014)、《全国动物物种资源调查技术规定(试行)》等陆生动物调查方法,主要采用样线对评价范围陆生动物进行调查。

1) 实地调查

调查工程评价区的各种主要生境,主要以样线法和样点法对各种生境中的动物进行统计调查。根据动物物种资源调查科学性原则、可操作性原则、保护性原则以及安全性原则,对于不同的陆生脊椎动物,采用不同的调查方法:

两栖类、爬行类主要以样线法为主,辅以样方法对区域内两栖、爬行类动物类群进行调查。根据两栖爬行动物分布于生境因素的关系如海拔梯度、植被类型、水域状态等设置样线,样线尽可能涵盖不同生态系统类型。

鸟类主要采用样线法与样点法,根据生境类型及其面积的大小设计样线或样点,抽样强度高于 2%。样线法是沿着预先设计的一定路线,观测者沿着固定的线路行走,并记录沿途所见到的所有鸟类,一般样线长度在 1km-3km 为宜。样点法是变形的样线法,即观测者行走速度为 0,适合于崎岖的山地以及片段化的生境。样点法是以一个中心点

为圆心，调查周围能见距离内的鸟类数量与种类。对于大中型哺乳类，通过实地调查在野外直接根据观察到的毛发、粪便、足迹及其他痕迹识别，同时采用访问猎人和当地居民等方法掌握调查区域大中型哺乳类物种组成和相对数量。

2) 访问调查

通过对项目评价区及其周边地区有野外经验的农民访问和座谈，与当地林业部门的相关人员进行交谈，了解当地动物的分布及数量情况。

3) 查阅相关资料

查阅当地的有关科学研究和野外调查资料。比照相应的地理纬度和海拔高度，对照相关的研究资料，核查和收集当地及相邻地区的相关资料。综合实地调查、访问调查和资料汇总，通过分析归纳和总结，从而得出项目现场及实施地和周边地区的动物物种、种群数量和分布资料。

根据《建设项目环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)，本项目生态调查根据生境类型设置调查样线，按照陆生生态影响评价要求，二级评价工程段每种生境类型设置的野生动物调查样线数量不少于 3 条。三级评价工程段设置样线不少于 1 条。本次评价范围动物生境包含森林、灌丛、草地、农田、湿地、城镇 6 种，本次设置样线共计 50 条，符合导则要求。

陆生动物调查样线布置一览表见表 4.7-2。生态现状调查样方及样线分布详见附图。



图4.8-2 动物调查工作照

表4.8-2 陆生动物调查样线布置

序号	样线编号	与工程位置关系	生境类型	样线长度(km)	起止经纬度坐标
雷北片区					
1	样线 1	位于新屋仔干渠永久占地内	森林、农田、灌丛、城镇、湿地	2.23	110.264286 E,21.642324 N~110.283369 E,21.645010 N
2	样线 2	与新屋仔干渠相交	农田、灌丛、城镇、湿地	1.89	110.292448 E,21.649646 N~110.307415 E,21.656422 N
3	样线 3	与黄垌岭支管、新屋仔干渠相交	森林、草地、灌丛、湿地	2.15	110.330290 E,21.661781 N~110.325569 E,21.658313 N
4	样线 4	与罗笛埃分支管 3 及临时占地相交	森林、草地、灌丛、农田、城镇	1.89	110.332888 E,21.587518 N~110.344910 E,21.594621 N
5	样线 5	距罗笛埃分支管 4 临时占地 D-2 管道施工道路约 10m	草地、灌丛、农田、城镇、湿地	1.98	110.345017 E,21.574615 N~110.355537 E,21.568968 N
6	样线 6	位于罗笛埃分支管 4 线路及临时占地内	草地、灌丛、农田、湿地	2.00	110.349056 E,21.584491 N~110.363133 E,21.592478 N
7	样线 7	与罗笛埃分支管 4 线路及临时占地相交	森林、灌丛、农田、湿地	1.98	110.346125 E,21.598431 N~110.359640 E,21.602352 N
8	样线 8	距 0-D-2 管道施工道路约 34m	草地、灌丛、农田、城镇、湿地	2.37	110.191037 E,21.503706 N~110.183867 E,21.519761 N
9	样线 9	与 0-D-2 管道导流围堰相交	灌丛、农田、城镇、湿地	2.72	110.186660 E,21.494680 N~110.163161 E,21.498928 N
10	样线 10	与甘水塘干渠永久、临时占地相交	森林、农田、城镇、湿地	2.27	110.204371 E,21.528680 N~110.221175 E,21.535376 N
11	样线 11	与调整支渠永久、临时占地相交	草地、灌丛、农田、城镇	2.05	110.296693 E,21.222688 N~110.305286 E,21.230775 N
12	样线 12	与调整支渠永久、临时占地相交	草地、灌丛、农田	2.37	110.327625 E,21.217493 N~110.336157 E,21.226954 N
13	样线 13	与马塘低干渠永久占地相交	森林、农田、湿地	2.89	110.038841 E,21.221455 N~110.035677 E,21.231282 N
14	样线 14	与马塘低干渠永久占地相交	森林、农田、城镇、湿地	2.53	110.009355 E,21.241502 N~110.003583 E,21.260124 N
15	样线 15	位于马塘低干渠永久占地	草地、灌丛、农田、城镇、湿地	2.16	109.981297 E,21.297212 N~109.968533 E,21.305715 N
16	样线 16	与河头干渠永久占地相交	草地、灌丛、农田、城镇、湿地	2.30	109.769696 E,21.081309 N~109.762178 E,21.089364 N
17	样线 17	距河头干渠永久占地约 37m	草地、灌丛、农田、城镇	2.44	109.786374 E,21.074709 N~109.804037 E,21.066558 N
18	样线 18	与西村分管、西村支管 1 相交	森林、草地、灌丛、农田、湿地	2.93	109.841514 E,21.036571 N~109.840859 E,21.057725 N
19	样线 19	与黄泥坑干渠及永久占地相交	森林、草地、灌丛、农田、城镇、湿地	2.18	110.281328 E,21.550550 N~110.281612 E,21.538449 N
20	样线 20	与黄泥坑干渠及永久占地相交	森林、灌丛、农田、城镇、湿地	1.74	110.278790 E,21.514114 N~110.277529 E,21.501615 N
21	样线 21	与黄泥坑干渠及永久占地相交	森林、草地、灌丛、农田、城镇、湿地	2.09	110.283111 E,21.488417 N~110.283870 E,21.475965 N
22	样线 22	与四九干渠及永久占地相交	森林、灌丛、农田、湿地	2.12	110.280302 E,21.462421 N~110.266895 E,21.452488 N
23	样线 23	与四九干渠及永久占地相交	森林、灌丛、农田、城镇	1.91	110.309626 E,21.459891 N~110.303443 E,21.448763 N
24	样线 24	与平石干渠及永久占地相交	森林、农田、城镇、湿地	2.01	110.294407 E,21.367463 N~110.302130 E,21.369512 N

序号	样线编号	与工程位置关系	生境类型	样线长度(km)	起止经纬度坐标
25	样线 25	与平石干渠及永久占地相交	森林、草地、灌丛、农田	2.65	110.323071 E,21.390409 N~110.340297 E,21.387722 N
26	样线 26	与平石干渠及永久占地相交	森林、灌丛、农田、城镇、湿地	2.04	110.358511 E,21.406145 N~110.363404 E,21.391063 N
27	样线 27	与平石干渠及永久占地相交	森林、灌丛、农田、城镇、湿地	2.50	110.395604 E,21.353333 N~110.377489 E,21.362358 N
28	样线 28	与内塘水库干 A 支 B 及临时占地相交	森林、灌丛、农田、湿地	1.90	110.225100 E,21.367402 N~110.235359 E,21.368537 N
29	样线 29	与内塘水库干 A 支 B 及临时占地相交	灌丛、农田、湿地	1.19	110.228293 E,21.354176 N~110.220965 E,21.349063 N
30	样线 30	与岭北片干管 C 及临时占地相交	森林、灌丛、农田、城镇	2.50	110.097819 E,21.252683 N~110.087988 E,21.267931 N
31	样线 31	与罗马坛泵站 2#出水管及临时占地相交	草地、灌丛、农田	1.83	110.112120 E,21.279991 N~110.103626 E,21.28888 N
雷西南片区					
32	样线 32	龙北片分干管南侧 60m	城镇、森林、农田	0.72	109.922830 E,20.763029 N~109.917867 E,20.762421 N
33	样线 33	0-D-2 高位水池区域	裸地、灌丛、农田	0.61	109.949022 E,20.754180 N~109.947148 E,20.756823 N
34	样线 34	龙门河泵站区域	森林、农田、灌丛	0.4	109.951530 E,20.697671 N~109.949271 E,20.696421 N
35	样线 35	龙门 C 片支管 A 南侧 90m	森林、农田	0.73	109.940259 E,20.622694 N~109.942411 E,20.622188 N
36	样线 36	龙门水库东侧居民点	湿地、农田、城镇	0.38	110.071160 E,20.704512 N~110.072993 E,20.704228 N
37	样线 37	龙门水库泵站区域	湿地、草地、农田、灌丛	0.38	110.071026 E,20.705656 N~110.068107 E,20.705042 N
38	样线 38	大湾片泵站区域	裸地、灌丛、农田、森林	0.81	110.006213 E,20.570784 N~110.005101 E,20.575831 N
39	样线 39	0-D-2 管道交水点区域	湿地、草地、灌丛	0.96	110.012630 E,20.571508 N~110.012694 E,20.574804 N
40	样线 40	余庆桥片干管区域	裸地、农田	0.73	110.074285 E,20.583712 N~110.072581 E,20.583121 N
41	样线 41	余庆桥干管及支管 C 交汇处	城镇、裸地、农田	0.45	110.065794 E,20.483512 N~110.067926 E,20.480854 N
42	样线 42	余庆桥干管及支管 F 交汇处	农田、草地	0.66	110.095898 E,20.436653 N~110.098001 E,20.433032 N
雷东南片区					
43	样线 43	南渡河取水口渠道扩建区域	湿地、农田、灌丛	0.62	110.158988 E,20.854852 N~110.157918 E,20.853823 N
44	样线 44	南渡河取水泵站区域	农田、草地	0.89	110.162806 E,20.818343 N~110.161128 E,20.824438 N
45	样线 45	调东分干管 B 北侧 85m	湿地、农田、城镇、森林	0.47	110.192074 E,20.766918 N~110.194218 E,20.765442 N
46	样线 46	红心楼水库高位水池区域	湿地、森林、农田、灌丛	0.53	110.255892 E,20.599124 N~110.257768 E,20.602438 N
47	样线 47	距风桥水库灌区干渠 181m	湿地、森林、农田、灌丛	0.66	110.395344 E,20.617222 N~110.395795 E,20.612782 N
48	样线 48	龙塘支管 E 分支 A 西侧 40m	灌丛、农田、城镇	0.56	110.259820 E,20.333802 N~110.261986 E,20.330771 N
49	样线 49	大水桥水库南侧区域	湿地、灌丛、农田、草地	0.77	110.227929 E,20.345643 N~110.229304 E,20.347054 N
50	样线 50	渣场周边	森林、灌丛、农田、裸地	0.44	110.225119 E,20.289159 N~110.224980 E,20.286823 N

4.8.1.3 评价方法

(1) 列表清单法

将拟实施的开发建设活动的影响因素与可能受影响的环境因子分别列在同一张表格的行与列内，逐点进行分析，并逐条阐明影响的性质、强度等，由此分析开发建设活动的生态影响。

(2) 图形叠置法

以遥感影像数据作为数据源，采用 GIS 和 RS 相结合的空间信息技术，结合历史资料及野外调查数据等进行地面类型的数字化判读，完成数字化的土地利用图、植被类型图，进行景观质量和生态环境质量的定性和定量评价。GIS 数据制作及处理的软件平台为 ARCGIS10.2，遥感处理分析的软件采用 ENVI5.6。采用人机交互解译评价范围土地利用、植被类型情况。

利用 GIS 软件空间数据的叠置功能进行生态现状评价和生态影响评价。按叠置方式分视觉叠置和信息复合叠置。

(3) 生态机理分析法

根据灌区工程的特点和受影响物种的生物学特征，依照生态学原理分析、预测雷州半岛灌区工程生态影响，包括动植物生长环境变化、生态系统演替方向等。

(4) 指数法与综合指数法

利用同度量因素的相对值来表明项目土地利用现状、植被类型和生态系统变状况。

(5) 生物量及生产力测定与估算

1) 生物量

生物量是指一定地段面积内某个时期生存着的活有机体的重量，以 t/hm^2 表示。样方调查测定每棵树木的胸径和高度，然后利用下列方程对生物量进行估算：

a.常绿阔叶树

$$\text{树干 } W = 0.000023324 (D^2 H)^{0.9750}$$

$$\text{树枝 } W = 0.000021428 (D^2 H)^{0.906}$$

$$\text{树叶 } W = 0.00001936 (D^2 H)^{0.6779}$$

b.松树

树干 $W=0.00004726 (D^2H)^{0.8865}$

树枝 $W=0.000001883 (D^2H)^{1.0677}$

树叶 $W=0.000000459 (D^2H)^{1.0968}$

方程式中 W 为生物量 (t), D 为树干的胸高直径 (cm), H 为树高 (m)

地下部分的生物量按下列关系推算:

a.常绿阔叶树

地下部分生物量=地上部生物量 $\times 0.164$

b.松树

地下部分生物量=地上部生物量 $\times 0.160$

森林林下草本层和灌木层的生物量方程为:

$Y_c=0.34604 (CH)^{0.93697}$

$Y_g=0.32899 (CH)^{0.9068}$

其中 Y_c 和 Y_g 分别为单位面积草本层和灌木层生物量(t/hm²), H 为高度(m),
 C 为盖度 (%)。

c.农作物

根据方精云等人的研究, 农作物生物量的计算公式为:

$$Y = \frac{(1 - \text{经济产量含水率}) \times \text{经济产量}}{\text{经济系数}}$$

主要农作物的经济系数和含水率取平均值。

表4.8-3 主要农作物的经济系数及含水率

种类	经济系数	含水率%
稻谷	0.45	14.0
玉米	0.50	13.5
大豆	0.25	12.5
花生	0.45	9.0
蔬菜	0.26	90.0
其它作物	0.39	90.0

2) 净初级生产力

因为实地测定净初级生产力(净生产量)需要较长的时间, 本评价根据方精

云等研究得到的各种植物群落的生物量和净生产量关系方程对净生产量进行推算。估算公式如下：

a.常绿阔叶树

$$1/Y=2.6151/X + 0.0471$$

b.湿地松及其他松树

$$Y=5.565X^{0.157}$$

c.疏林和灌木林

$$1/Y=1.27/X^{1.196}+0.056$$

式中：

Y—净生产量(t/hm²·a)

X—生物量(t/hm²)

d.草地

草地多数是一年生植物，在本评价中草地的净生产量与其生物量相等。

e.农作物

根据水稻是一年两熟作物，在本评价中水稻的净生产量取其生物量的两倍，其他一年生的作物，其净生产量与其生物量相等。

表4.8-4 植被生产力和生物量一览表

植被亚型	植被群系	生物量(t/hm ²)	净初级生产力 t/(hm ² ·a)
1.南亚热带常绿阔叶林	1) 樟树群系	125.00	11.50
	2) 黄槿群系	75.00	8.20
	3) 台湾相思群系	114.79	14.31
2.南亚热带红树林	4) 桐花树群系	60.00	7.50
3.热带 - 亚热带丛生竹林	5) 粉单竹群系	130.00	15.80
	6) 撑篙竹群系	115.00	14.20
4.南亚热带常绿灌草丛	7) 白花鬼针草群系	4.47	4.47
	8) 白茅群系	3.29	3.29
	9) 毛蕨群系	5.46	5.46
	10) 碎米莎草-大蕨草群系	6.20	6.20
5.暖性落叶阔叶灌丛	11) 光荚含羞草群系	22.14	11.46
6. 经济林	12) 橡胶群系	150.00	12.50
	13) 湿地松群系	142.72	12.13
	14) 尾叶桉群系	86.71	12.94
7. 果树林	15) 荔枝群系	80.00	9.80

8.水田作物	16) 水稻群系	10.50	21.00
9.旱地作物	17) 甘蔗群系	35.00	35.00
	18) 辣椒群系	6.80	6.80
10.热带园地作物	19) 香蕉群系	45.00	18.00
	20) 菠萝群系	12.00	12.00
	21) 剑麻群系	25.00	8.50
	22) 火龙果群系	18.00	7.20

(6) 植被覆盖度

植被覆盖度可用于定量分析评价范围内的植被现状。基于遥感估算植被覆盖度可根据区域特点和数据基础采用植被指数法进行计算。

植被指数法主要是通过对各像元中植被类型及分布特征的分析，建立植被指数与植被覆盖度的转换关系。采用归一化植被指数（NDVI）估算植被覆盖度的方法如下：

$$FVC = (NDVI - NDVI_s) / (NDVI_v - NDVI_s)$$

式中：FVC——所计算像元的植被覆盖度；

NDVI——所计算像元的 NDVI 值；

NDVI_v——纯植物像元的 NDVI 值；

NDVI_s——完全无植被覆盖像元的 NDVI 值。

(7) 类比分析法

本次调查工程沿线在建或已建成项目对生态的影响，类比分析工程建设可能产生的生态影响。

4.8.2 项目区土地利用现状

本次土地利用现状调查是在现有资料基础上，运用遥感影像解译，根据《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）中二级分类对评价范围内土地进行分类。因遥感影像解译精度限制，商服用地、特殊用地按一级地类统计，其余土地利用类型按二级地类统计。

4.8.2.1 雷北片区土地利用现状

雷北片区评价范围内，土地利用类型包含耕地、园地、林地、草地、商服用地、工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、特殊用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地共 12 个一级地类，各地类共分为 40 个二级地类。

雷北片区评价范围土地利用现状图见附图。

雷北片区土地利用类型占比最高为耕地，面积为 36070.22hm²，占评价范围总面积的 46.59%；其次为林地，面积为 16309.94 hm²，占比 21.06%；其余土地利用类型占比由高到低依次为园地（13.22%）、住宅用地（5.18%）、水域及水利设施用地（4.62%）、交通运输用地（3.77%）、草地（2.38%）、其他土地（1.12%）、工矿仓储用地（1.02%）、公共管理与公共服务用地（0.53%）、特殊用地（0.34%）、商服用地（0.18%）。

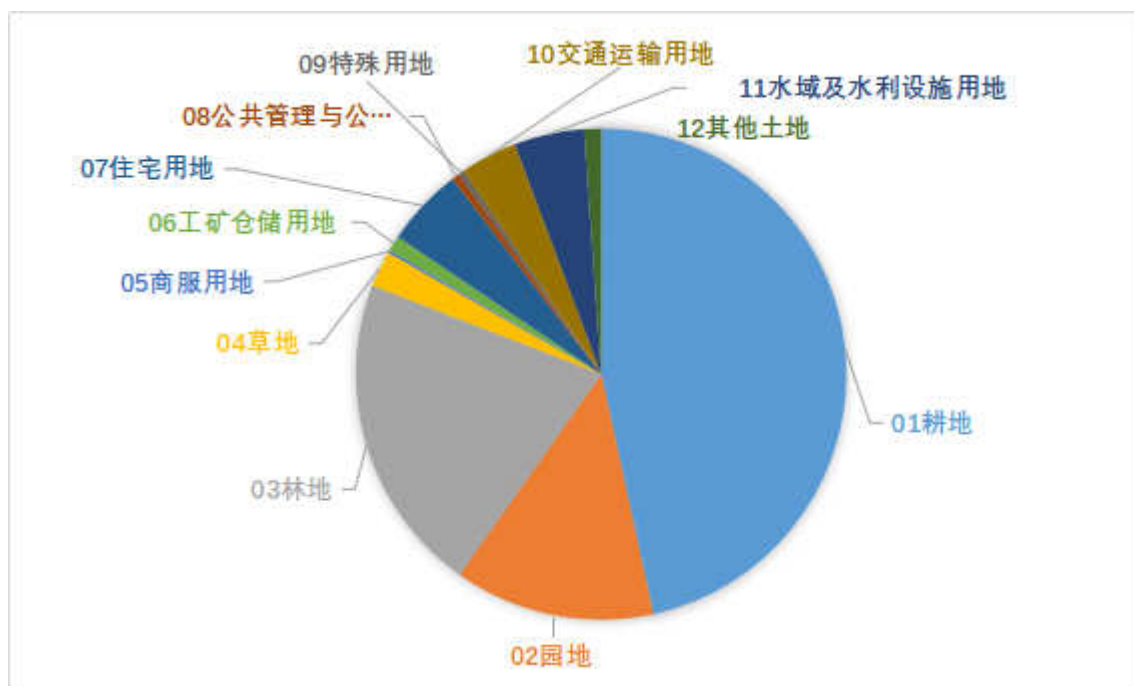


图4.8-3 雷北片区土地利用一级分类占比图

雷北片区评价范围内，土地利用二级分类中占比最高为旱地，面积为 19130.54 hm²，占评价范围总面积的 24.71%；其次为乔木林地，面积为 14368.95 hm²，占比 18.56%，再次为水田，面积为 12345.65 hm²，占评价范围总面积的 15.94%，其余二级地类占比均在 10%以下。

表4.8-5 雷北片区评价范围土地利用现状表

一级类	二级类	面积 (hm ²)	占一级分类比例	占总面积比例
01 耕地	0101 水田	12345.65	34.23%	15.94%
	0102 水浇地	4594.03	12.74%	5.93%
	0103 旱地	19130.54	53.04%	24.71%
	小计	36070.22	100.00%	46.59%
02 园地	0201 果园	6267.24	61.24%	8.09%
	0202 茶园	19.80	0.19%	0.03%
	0203 橡胶园	28.41	0.28%	0.04%
	0204 其他园地	3918.49	38.29%	5.06%
	小计	10233.94	100.00%	13.22%
03 林地	0301 乔木林地	14368.95	88.10%	18.56%
	0302 竹林地	198.81	1.22%	0.26%
	0303 红树林地	6.57	0.04%	0.01%
	0305 灌木林地	187.67	1.15%	0.24%
	0307 其他林地	1547.94	9.49%	2.00%
	小计	16309.94	100.00%	21.06%
04 草地	0401 天然牧草地	1.47	0.08%	0.00%
	0403 人工牧草地	11.91	0.65%	0.02%
	0404 其他草地	1828.64	99.27%	2.36%
	小计	1842.02	100.00%	2.38%
05 商服用地	-	135.97	100.00%	0.18%
06 工矿仓储用地	0601 工业用地	555.45	70.32%	0.72%
	0602 采矿用地	185.48	23.48%	0.24%
	0604 物流仓储用地	48.93	6.19%	0.06%
	小计	789.86	100.00%	1.02%
07 住宅用地	0701 城镇住宅用地	488.81	12.18%	0.63%
	0702 农村宅基地	3525.34	87.82%	4.55%
	小计	4014.15	100.00%	5.18%
08 公共管理与公共服务用地	0809 公用设施用地	43.98	10.82%	0.06%
	0810 公园与绿地	22.31	5.49%	0.03%
	其他公共用地	340.22	83.69%	0.44%
	小计	406.51	100.00%	0.53%
09 特殊用地	-	264.38	100.00%	0.34%
10 交通运输用地	1001 铁路用地	78.81	2.70%	0.10%
	1003 公路用地	1085.47	37.22%	1.40%
	1004 城镇村道路用地	183.61	6.30%	0.24%
	1005 交通服务场站用地	56.72	1.94%	0.07%
	1006 农村道路	1492.36	51.17%	1.93%

一级类	二级类	面积 (hm ²)	占一级分类比例	占总面积比例
	1009 管道运输用地	19.67	0.67%	0.03%
	小计	2916.64	100.00%	3.77%
11 水域及水利设施用地	1101 河流水面	492.97	13.77%	0.64%
	1103 水库水面	388.45	10.85%	0.50%
	1104 坑塘水面	2034.45	56.82%	2.63%
	1005 沿海滩涂	10.13	0.28%	0.01%
	1106 内陆滩涂	5.04	0.14%	0.01%
	1107 沟渠	538.95	15.05%	0.70%
	1109 水工建筑用地	110.50	3.09%	0.14%
	小计	3580.49	100.00%	4.62%
12 其他土地	1201 空闲地	391.45	45.32%	0.51%
	1202 设施农用地	459.18	53.16%	0.59%
	1205 沙地	1.40	0.16%	0.00%
	1206 裸土地	11.75	1.36%	0.02%
	1207 裸岩石砾地	0.03	0.00%	0.00%
	小计	863.81	100.00%	1.12%
合计		77427.93		100.00%

4.8.2.2 雷西南片区土地利用现状

雷西南片区评价范围内，土地利用类型包含耕地、园地、林地、草地、商服用地、工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、特殊用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地共 12 个一级地类，各地类共分为 34 个二级地类。

雷西南片区评价范围土地利用现状图见附图。

雷西南片区土地利用类型占比最高为耕地，面积为 11365.78 hm²，占评价范围总面积的 45.83%；其次为林地，面积为 6092.31 hm²，占比 24.57%；其余土地利用类型占比由高到低依次为园地（20.91%）、交通运输用地（2.98%）、水域及水利设施用地（2.14%）、住宅用地（1.78%）、工矿仓储用地（0.59%）、草地（0.58%）、其他土地（0.37%）、公共管理与公共服务用地（0.19%）、特殊用地（0.04%）、商服用地（0.03%）。

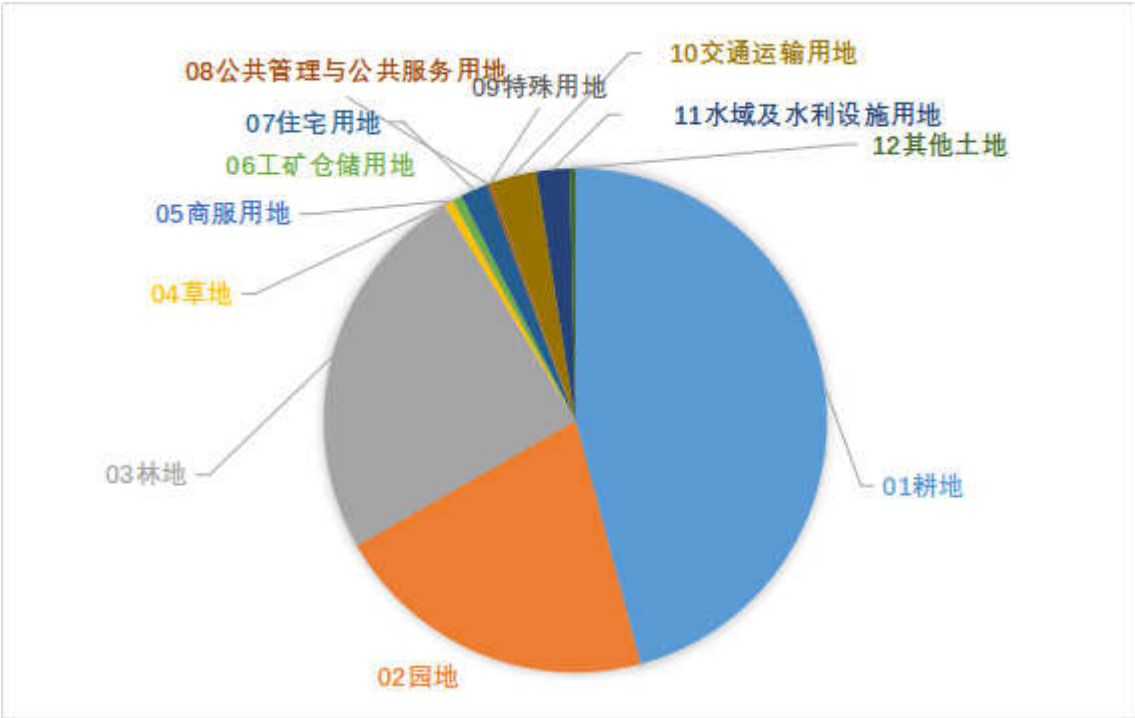


图4.8-4 雷西南片区土地利用一级分类占比图

雷西南片区评价范围内，土地利用二级分类中占比最高为旱地，面积为 8881.40 hm²，占比 35.81%；其次为乔木林地，面积为 5569.83hm²，占评价范围总面积的 22.46%，果园面积为 3696.38 hm²，占评价范围总面积的 14.90%，其余二级地类占比均在 10%以下。

表4.8-6 雷西南片区评价范围土地利用现状表

一级类	二级类	面积（hm ² ）	占一级分类比例	占总面积比例
01 耕地	0101 水田	903.57	7.95%	3.64%
	0102 水浇地	1580.82	13.91%	6.37%
	0103 旱地	8881.40	78.14%	35.81%
	小计	11365.78	100.00%	45.83%
02 园地	0201 果园	3696.38	71.27%	14.90%
	0202 茶园	2.01	0.04%	0.01%
	0203 橡胶园	795.10	15.33%	3.21%
	0204 其他园地	692.79	13.36%	2.79%
	小计	5186.28	100.00%	20.91%
03 林地	0301 乔木林地	5569.83	91.42%	22.46%
	0302 竹林地	74.58	1.22%	0.30%
	0305 灌木林地	30.95	0.51%	0.12%
	0307 其他林地	416.95	6.84%	1.68%
	小计	6092.31	100.00%	24.57%

一级类	二级类	面积 (hm ²)	占一级分类比例	占总面积比例
04 草地	0404 其他草地	142.77	100.00%	0.58%
05 商服用地	-	7.52	100.00%	0.03%
06 工矿仓储用地	0601 工业用地	85.30	58.24%	0.34%
	0602 采矿用地	55.07	37.60%	0.22%
	0604 物流仓储用地	6.10	4.16%	0.02%
	小计	146.47	100.00%	0.59%
07 住宅用地	0701 城镇住宅用地	86.06	19.55%	0.35%
	0702 农村宅基地	354.14	80.45%	1.43%
	小计	440.21	100.00%	1.78%
08 公共管理与公共服务用地	0809 公用设施用地	12.37	25.79%	0.05%
	0810 公园与绿地	4.47	9.31%	0.02%
	其他公共用地	31.14	64.90%	0.13%
	小计	47.98	100.00%	0.19%
09 特殊用地	-	11.11	100.00%	0.04%
10 交通运输用地	1001 铁路用地	16.84	2.28%	0.07%
	1003 公路用地	331.50	44.88%	1.34%
	1004 城镇村道路用地	18.20	2.46%	0.07%
	1005 交通服务场站用地	5.93	0.80%	0.02%
	1006 农村道路	366.15	49.57%	1.48%
	小计	738.62	100.00%	2.98%
11 水域及水利设施用地	1101 河流水面	9.10	1.72%	0.04%
	1103 水库水面	270.14	50.96%	1.09%
	1104 坑塘水面	154.01	29.05%	0.62%
	1005 沿海滩涂	0.09	0.02%	0.00%
	1106 内陆滩涂	12.15	2.29%	0.05%
	1107 沟渠	62.63	11.82%	0.25%
	1109 水工建筑用地	21.98	4.15%	0.09%
	小计	530.11	100.00%	2.14%
12 其他土地	1201 空闲地	25.48	27.98%	0.10%
	1202 设施农用地	63.56	69.80%	0.26%
	1206 裸土地	2.02	2.22%	0.01%
	小计	91.06	100.00%	0.37%
合计		24800.21		100.00%

4.8.2.3 雷东南片区土地利用现状

雷东南片区评价范围内，土地利用类型包含耕地、园地、林地、草地、商服用地、工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、特殊用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地共 12 个一级地类，各地类共分为 35 个二级地类。

雷东南片区评价范围土地利用现状图见附图。

雷东南片区土地利用类型占比最高为耕地，面积为 16271.00hm²，占评价范围总面积的 44.02%；其次为园地，面积为 13766.65hm²，占比 37.24%；其余土地利用类型占比由高到低依次为林地（8.83%）、水域及水利设施用地（3.27%）、交通运输用地（2.90%）、住宅用地（2.21%）、草地（0.58%）、其他土地（0.41%）、工矿仓储用地（0.24%）、公共管理与公共服务用地（0.17%）、商服用地（0.06%）、特殊用地（0.05%）。

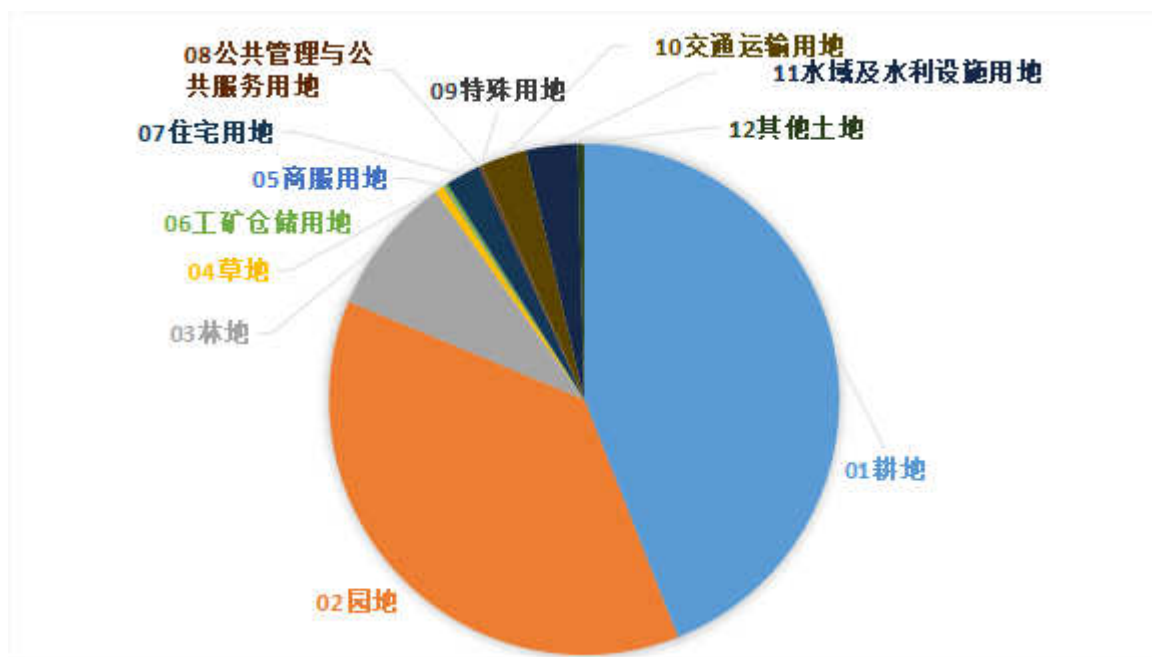


图4.8-5 雷东南片区土地利用一级分类占比图

雷东南片区评价范围内，土地利用二级分类中占比最高为果园，面积为 13164.25 hm²，占评价范围总面积的 35.61%；其次为旱地，面积为 10945.74 hm²，占比 29.61%，其余二级地类占比均在 10%以下。

表4.8-7 雷东南片区评价范围土地利用现状表

一级类	二级类	面积 (hm ²)	占一级分类比例	占总面积比例
01 耕地	0101 水田	3187.73	19.59%	8.62%
	0102 水浇地	2137.53	13.14%	5.78%
	0103 旱地	10945.74	67.27%	29.61%
	小计	16271.00	100.00%	44.02%
02 园地	0201 果园	13164.25	95.62%	35.61%
	0202 茶园	31.03	0.23%	0.08%
	0203 橡胶园	193.99	1.41%	0.52%
	0204 其他园地	377.38	2.74%	1.02%
	小计	13766.65	100.00%	37.24%
03 林地	0301 乔木林地	2792.52	85.56%	7.55%
	0302 竹林地	129.11	3.96%	0.35%
	0303 红树林地	3.58	0.11%	0.01%
	0305 灌木林地	102.28	3.13%	0.28%
	0307 其他林地	236.32	7.24%	0.64%
	小计	3263.81	100.00%	8.83%
04 草地	0403 人工牧草地	0.45	0.21%	0.00%
	0404 其他草地	215.27	99.79%	0.58%
	小计	215.72	100.00%	0.58%
05 商服用地	-	20.61	100.00%	0.06%
06 工矿仓储用地	0601 工业用地	70.06	78.33%	0.19%
	0602 采矿用地	14.36	16.05%	0.04%
	0604 物流仓储用地	5.02	5.61%	0.01%
	小计	89.44	100.00%	0.24%
07 住宅用地	0701 城镇住宅用地	82.55	10.10%	0.22%
	0702 农村宅基地	734.96	89.90%	1.99%
	小计	817.51	100.00%	2.21%
08 公共管理与公共服务用地	0809 公用设施用地	11.19	17.34%	0.03%
	0810 公园与绿地	1.97	3.06%	0.01%
	其他公共用地	51.36	79.60%	0.14%
	小计	64.52	100.00%	0.17%
09 特殊用地	-	19.00	100.00%	0.05%
10 交通运输用地	1003 公路用地	253.19	23.59%	0.68%
	1004 城镇村道路用地	31.73	2.96%	0.09%
	1005 交通服务场站用地	5.75	0.54%	0.02%
	1006 农村道路	782.47	72.91%	2.12%
	小计	1073.14	100.00%	2.90%
11 水域及水利	1101 河流水面	70.59	5.83%	0.19%

一级类	二级类	面积 (hm ²)	占一级分类比例	占总面积比例
设施用地	1103 水库水面	430.32	35.56%	1.16%
	1104 坑塘水面	309.66	25.59%	0.84%
	1005 沿海滩涂	14.55	1.20%	0.04%
	1106 内陆滩涂	39.07	3.23%	0.11%
	1107 沟渠	295.72	24.43%	0.80%
	1109 水工建筑用地	50.32	4.16%	0.14%
	小计	1210.24	100.00%	3.27%
12 其他土地	1201 空闲地	71.52	46.89%	0.19%
	1202 设施农用地	78.40	51.39%	0.21%
	1206 裸土地	2.62	1.72%	0.01%
	小计	152.55	100.00%	0.41%
合计		36964.18		100.00%

4.8.3 景观生态体系质量现状分析

4.8.3.1 生态系统类型

(1) 雷北片区生态系统类型

根据《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统遥感解译与野外核查》(HJ 1166—2021), 雷北片区评价范围的I级生态系统类型主要有 6 种, 分别为: 森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统以及其他。II级生态系统类型主要有 13 种, 分别为: 阔叶林、稀疏林、阔叶灌丛、稀疏草地、沼泽、湖泊、河流、耕地、园地、居住地、城市绿地、工矿交通、裸地。评价范围生态系统类型分布图见附图。



图4.8-6 雷北片区I级生态系统类型占比图

从生态系统I级分类来看，雷北片区评价范围主导生态系统类型为农田生态系统，占评价范围总面积的 60.40%；其次为森林生态系统，占评价范围总面积的 20.81%。

从生态系统II级分类来看，雷北片区评价范围内占比最高的II级生态系统为耕地，占评价范围总面积的 47.18%；其次为阔叶林，占比 18.81%。

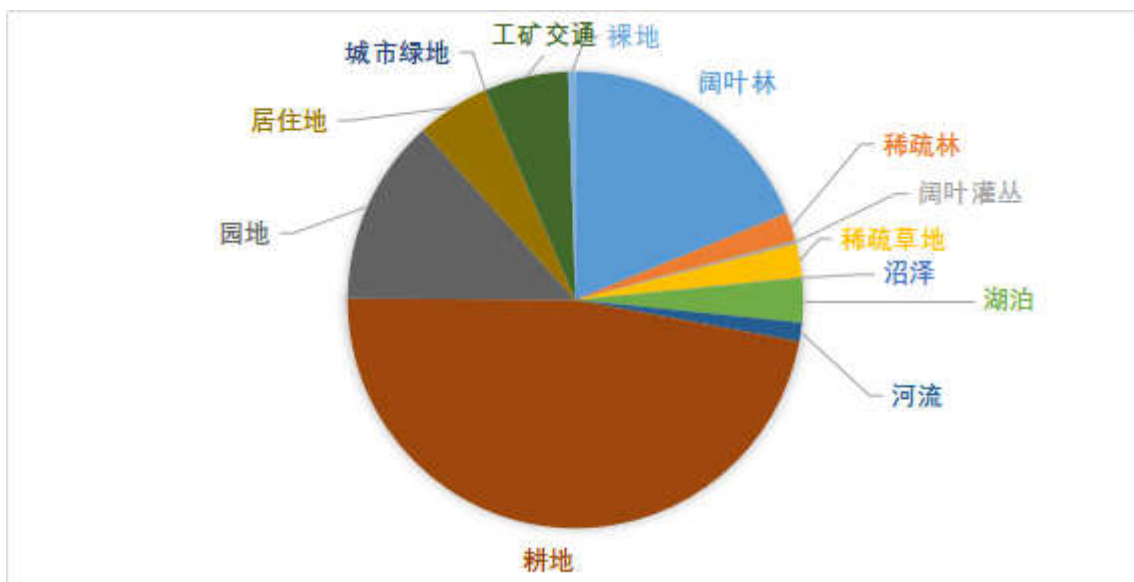


图4.8-7 雷北片区II级生态系统类型占比图

表4.8-8 雷北片区评价范围生态系统面积统计表

序号	I级代码	I级分类	II级代码	II级分类	面积 (hm ²)	占I级分 类比例	占总面积 比例
1	1	森林生态系统	11	阔叶林	14567.76	90.39%	18.81%
			14	稀疏林	1547.94	9.61%	2.00%
			小计		16115.70	100.00%	20.81%
2	2	灌丛生态系统	21	阔叶灌丛	187.67	100.00%	0.24%
3	3	草地生态系统	34	稀疏草地	1842.02	100.00%	2.38%
4	4	湿地生态系统	41	沼泽	21.74	0.63%	0.03%
			42	湖泊	2422.90	69.69%	3.13%
			43	河流	1031.92	29.68%	1.33%
			小计		3476.56	100.00%	4.49%
4	5	农田生态系统	51	耕地	36529.40	78.12%	47.18%
			52	园地	10233.94	21.88%	13.22%
			小计		46763.34	100.00%	60.40%
5	6	城镇生态系统	61	居住地	4014.15	46.47%	5.18%
			62	城市绿地	22.31	0.26%	0.03%
			63	工矿交通	4601.55	53.27%	5.94%
			小计		8638.01	100.00%	11.16%
6	8	其他	82	裸地	404.63	100.00%	0.52%
合计					77427.93	100.00%	100.00%

(2) 雷西南片区生态系统类型

根据《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统遥感解译与野外核查》(HJ 1166—2021),雷西南片区评价范围的I级生态系统类型主要有6种,分别为:森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统以及其他。II级生态系统类型主要有13种,分别为:阔叶林、稀疏林、阔叶灌丛、稀疏草地、沼泽、湖泊、河流、耕地、园地、居住地、城市绿地、工矿交通、裸地。评价范围生态系统类型分布图见附图。

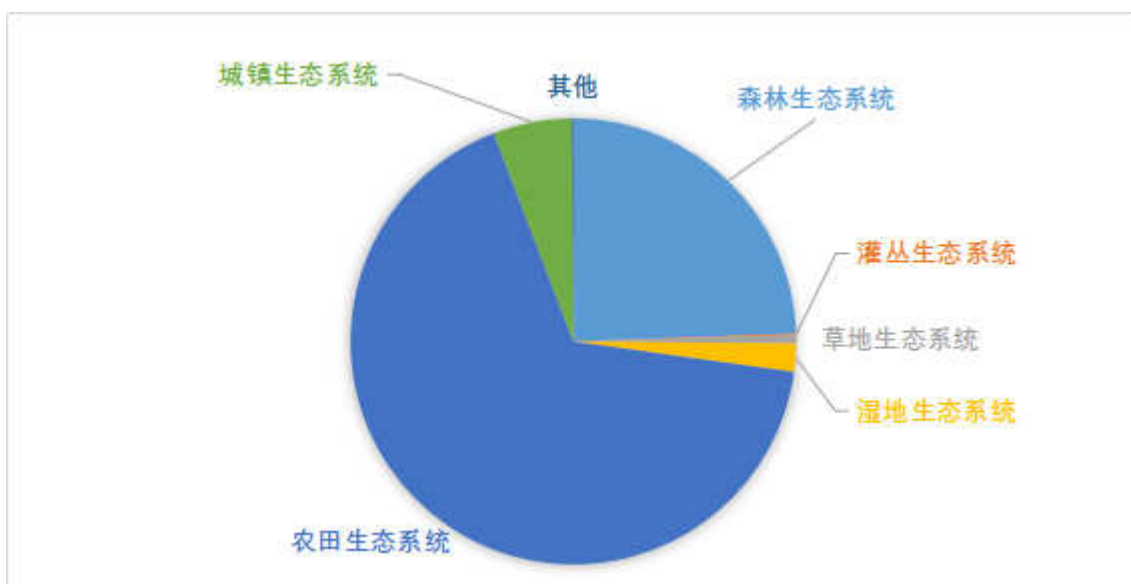


图4.8-8 雷西南片区I级生态系统类型占比图

从生态系统I级分类来看，雷西南片区评价范围主导生态系统类型为农田生态系统，占评价范围总面积的 67.00%；其次为森林生态系统，占评价范围总面积的 24.44%。

从生态系统II级分类来看，雷西南片区评价范围内占比最高的II级生态系统为耕地，占评价范围总面积的 46.09%；其次为阔叶林，占比 22.76%。

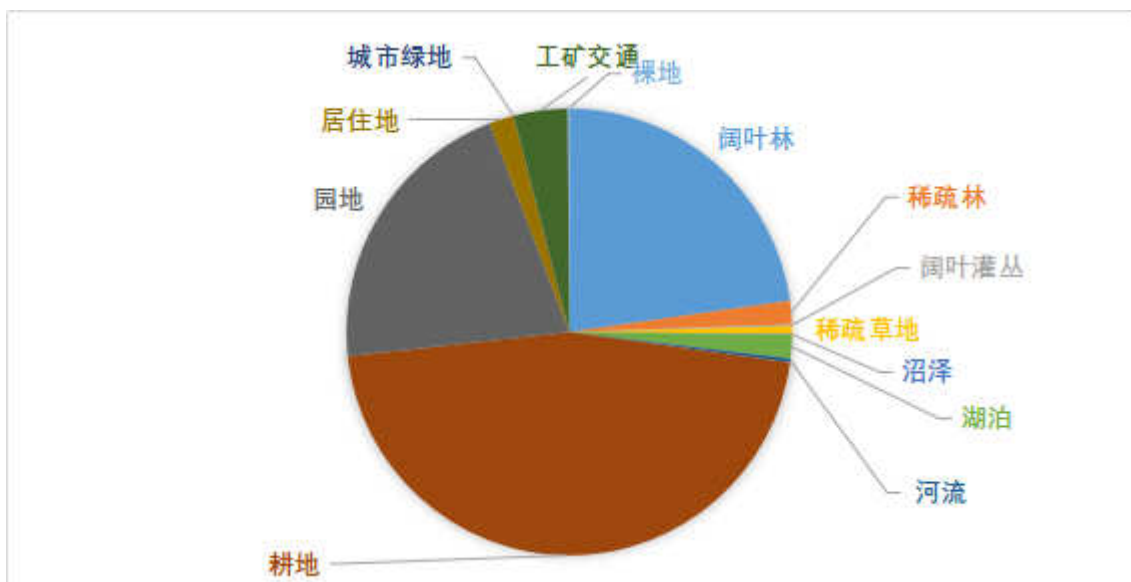


图4.8-9 雷西南片区II级生态系统类型占比图

表4.8-9 雷西南片区评价范围生态系统面积统计表

序号	I级代码	I级分类	II级代码	II级分类	面积(hm ²)	占I级分类比例	占总面积比例
1	1	森林生态系统	11	阔叶林	5644.41	93.12%	22.76%
			14	稀疏林	416.95	6.88%	1.68%
			小计		6061.36	100.00%	24.44%
2	2	灌丛生态系统	21	阔叶灌丛	30.95	100.00%	0.12%
3	3	草地生态系统	34	稀疏草地	142.77	100.00%	0.58%
4	4	湿地生态系统	41	沼泽	12.24	2.41%	0.05%
			42	湖泊	424.15	83.47%	1.71%
			43	河流	71.73	14.12%	0.29%
			小计		508.12	100.00%	2.05%
4	5	农田生态系统	51	耕地	11429.34	68.79%	46.09%
			52	园地	5186.28	31.21%	20.91%
			小计		16615.61	100.00%	67.00%
5	6	城镇生态系统	61	居住地	440.21	31.13%	1.78%
			62	城市绿地	4.47	0.32%	0.02%
			63	工矿交通	969.22	68.55%	3.91%
			小计		1413.89	100.00%	5.70%
6	8	其他	82	裸地	27.50	100.00%	0.11%
合计					24800.21	100.00%	100.00%

(3) 雷东南片区生态系统类型

根据《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统遥感解译与野外核查》(HJ 1166—2021),雷东南片区评价范围的I级生态系统类型主要有6种,分别为:森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统以及其他。II级生态系统类型主要有13种,分别为:阔叶林、稀疏林、阔叶灌丛、稀疏草地、沼泽、湖泊、河流、耕地、园地、居住地、城市绿地、工矿交通、裸地。评价范围生态系统类型分布图见附图。

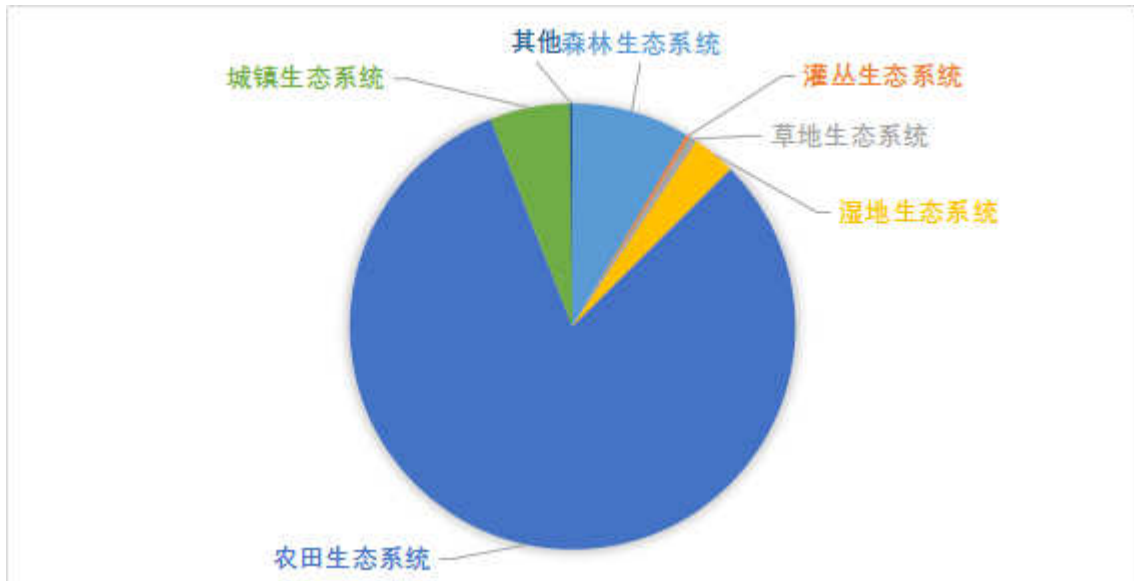


图4.8-10 雷东南片区I级生态系统类型占比图

从生态系统I级分类来看，雷东南片区评价范围主导生态系统类型为农田生态系统，占评价范围总面积的 81.47%；其次为森林生态系统，占评价范围总面积的 8.54%。

从生态系统II级分类来看，雷东南片区评价范围内占比最高的II级生态系统为耕地，占评价范围总面积的 44.23%；其次为园地，占比 37.24%。阔叶林占比 7.90%、工矿交通占比 3.56%。

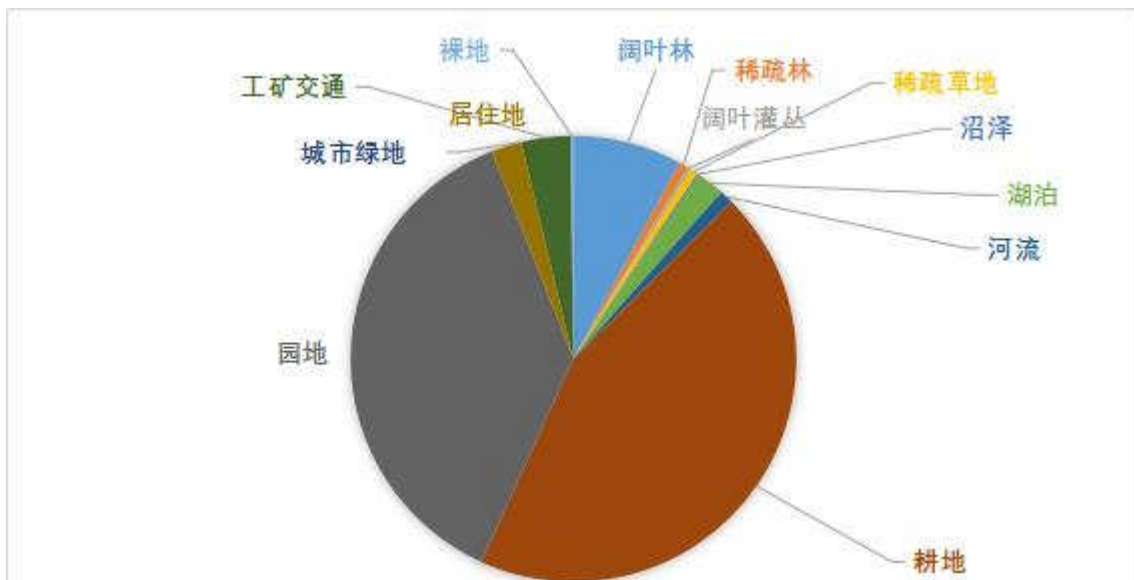


图4.8-11 雷东南片区II级生态系统类型占比图

表4.8-10 雷东南片区评价范围生态系统面积统计表

序号	I级代码	I级分类	II级代码	II级分类	面积(hm ²)	占I级分类比例	占总面积比例
1	1	森林生态系统	11	阔叶林	2921.62	92.52%	7.90%
			14	稀疏林	236.32	7.48%	0.64%
			小计		3157.94	100.00%	8.54%
2	2	灌丛生态系统	21	阔叶灌丛	102.28	100.00%	0.28%
3	3	草地生态系统	34	稀疏草地	215.72	100.00%	0.58%
4	4	湿地生态系统	41	沼泽	57.20	4.92%	0.15%
			42	湖泊	739.98	63.60%	2.00%
			43	河流	366.31	31.48%	0.99%
			小计		1163.50	100.00%	3.15%
4	5	农田生态系统	51	耕地	16349.40	54.29%	44.23%
			52	园地	13766.65	45.71%	37.24%
			小计		30116.04	100.00%	81.47%
5	6	城镇生态系统	61	居住地	817.51	38.30%	2.21%
			62	城市绿地	1.97	0.09%	0.01%
			63	工矿交通	1315.05	61.61%	3.56%
			小计		2134.54	100.00%	5.77%
6	8	其他	82	裸地	74.15	100.00%	0.20%
合计					36964.18	100.00%	100.00%

(4) 评价范围生态系统类型概述

1) 森林生态系统

雷州半岛区域地带性原生天然林资源存量稀少，现存森林生态系统以人工林为主，其中尾叶桉等速生桉树林分布范围最广、占比最大，是区域森林主体。此外还零散分布有少量南亚热带常绿阔叶林、竹林、灌草丛等次生植被，林分结构普遍较为单一，生物多样性水平偏低，受农业开发、人工管护等人为活动影响显著。

雷北片区森林生态系统总面积 16115.70 hm²，占评价范围内生态系统总面积的 20.81%。其中阔叶林面积为 14567.76 hm²，占评价范围内森林生态系统总面积的 90.39%，占评价范围生态系统总面积 18.81%。稀疏林面积为 1547.94 hm²，占评价范围内森林生态系统总面积的 9.61%，占评价范围生态系统总面积 2.00%。

雷西南片区森林生态系统总面积 6061.36hm²，占评价范围内生态系统总面积

的 24.44%。其中阔叶林面积为 5644.41hm²，占评价范围内森林生态系统总面积的 93.12%，占评价范围生态系统总面积 22.76%。稀疏林面积为 416.95hm²，占评价范围内森林生态系统总面积的 6.88%，占评价范围生态系统总面积 1.68%。

雷东南片区森林生态系统总面积 3157.94hm²，占评价范围内生态系统总面积的 8.54%。其中阔叶林面积为 2921.62hm²，占评价范围内森林生态系统总面积的 92.52%，占评价范围生态系统总面积 7.90%。稀疏林面积为 236.32hm²，占评价范围内森林生态系统总面积的 7.48%，占评价范围生态系统总面积 0.64%。

2) 灌丛生态系统

评价范围内的灌丛生态系统，主要分布于灌渠两侧及农田周边的荒地，灌丛生态系统介于森林生态系统和草地生态系统之间，具有水源涵养、土壤保持、防风固沙、碳固定等生态服务功能。

雷北片区阔叶灌丛面积为 187.67 hm²，占评价范围总面积 0.24%。

雷西南片区阔叶灌丛面积为 30.95hm²，占评价范围总面积 0.12%。

雷东南片区阔叶灌丛面积为 102.28hm²，占评价范围总面积 0.28%。

3) 草地生态系统

评价范围内的草地生态系统，主要为森林生态系统边缘、灌渠两侧及农田周边的荒地等区域零星分布的稀疏草地，草地生态系统具有防风、固沙、保土、调节气候、净化空气、涵养水源等生态功能。

雷北片区稀疏草地面积为 1842.02 hm²，占评价范围总面积 2.38%。

雷西南片区稀疏草地面积为 142.77hm²，占评价范围总面积 0.58%。

雷东南片区稀疏草地面积为 215.72hm²，占评价范围总面积 0.58%。

4) 湿地生态系统

评价范围内的湿地生态系统，主要为河流、水库、红树林湿地等。湿地生态系统在调蓄洪水、调节气候、提供水源等多方面发挥着重要作用。

雷北片区评价范围内湿地生态系统总面积 3476.56 hm²，占评价范围内生态系统总面积的 4.49%。其中沼泽面积为 21.74 hm²，占评价范围内湿地生态系统总面积的 0.63%，占评价范围生态系统总面积 0.03%。湖泊面积为 2422.90 hm²，占评价范围内湿地生态系统总面积的 69.69%，占评价范围生态系统总面积 3.13%。河

流面积为 1031.92 hm²，占评价范围内湿地生态系统总面积的 29.68%，占评价范围生态系统总面积 1.33%。

雷西南片区评价范围内湿地生态系统总面积 508.12hm²，占评价范围内生态系统总面积的 2.05%。其中沼泽面积为 12.24hm²，占评价范围内湿地生态系统总面积的 2.41%，占评价范围生态系统总面积 0.05%。湖泊面积为 424.15hm²，占评价范围内湿地生态系统总面积的 83.47%，占评价范围生态系统总面积 1.71%。河流面积为 71.73hm²，占评价范围内湿地生态系统总面积的 14.12%，占评价范围生态系统总面积 0.29%。

雷东南片区评价范围内湿地生态系统总面积 1163.50hm²，占评价范围内生态系统总面积的 3.15%。其中沼泽面积为 57.20hm²，占评价范围内湿地生态系统总面积的 4.92%，占评价范围生态系统总面积 0.15%。湖泊面积为 739.98hm²，占评价范围内湿地生态系统总面积的 63.60%，占评价范围生态系统总面积 2.00%。河流面积为 366.31hm²，占评价范围内湿地生态系统总面积的 31.48%，占评价范围生态系统总面积 0.99%。

5) 农田生态系统

评价范围的农田生态系统分布范围较广，面积较大，农田生态系统含有耕地、园地等类型。农田生态系统的主要生态功能体现在农产品及副产品生产，包括为人们提供农产品，为现代工业提供加工原料等。此外，农田生态系统也具有大气调节、环境净化、土壤保持、养分循环、水分调节、传粉播种、病虫害控制、生物多样性及基因资源以及餐饮、娱乐、文化等功能。

雷北片区农田生态系统总面积 46763.34 hm²，占评价范围内生态系统总面积的 60.40%。其中耕地面积为 36529.40 hm²，占评价范围内农田生态系统总面积的 78.12%，占评价范围生态系统总面积 47.18%。园地面积为 10233.94 hm²，占评价范围内农田生态系统总面积的 21.88%，占评价范围生态系统总面积 13.22%。

雷西南片区农田生态系统总面积 16615.61hm²，占评价范围内生态系统总面积的 67.00%。其中耕地面积为 11429.34hm²，占评价范围内农田生态系统总面积的 68.79%，占评价范围生态系统总面积 46.09%。园地面积为 5186.28hm²，占评价范围内农田生态系统总面积的 31.21%，占评价范围生态系统总面积 20.91%。

雷东南片区农田生态系统总面积 30116.04hm²，占评价范围内生态系统总面积的 81.47%。其中耕地面积为 16349.40hm²，占评价范围内农田生态系统总面积的 54.29%，占评价范围生态系统总面积 44.23%。园地面积为 13766.65hm²，占评价范围内农田生态系统总面积的 45.71%，占评价范围生态系统总面积 37.24%。

6) 城镇生态系统

城镇生态系统含有居住地、城市绿地、工矿交通等类型，生态系统内植物多零星分布，主要为四旁树种和行道树，其中生活着一些适应与人类伴居的动物。城市生态系统的服务功能主要包括：①提供生活和生产物质的功能，包括食物生产、原材料生产；②与人类日常生活和身心健康相关的生命支持的功能，包括：气候调节、水源涵养、固碳释氮、土壤形成与保护、净化空气、生物多样性保护、减轻噪声；③满足人类精神生活需求的功能，包括娱乐文化。

雷北片区城镇生态系统总面积 8638.01 hm²，占评价范围内生态系统总面积的 11.16%。其中居住地面积为 4014.15 hm²，占评价范围内城镇生态系统总面积的 46.47%，占评价范围生态系统总面积 5.18%。城市绿地面积为 22.31 hm²，占评价范围内城镇生态系统总面积的 0.26%，占评价范围生态系统总面积 0.03%。工矿交通面积为 4601.55 hm²，占评价范围内城镇生态系统总面积的 53.27%，占评价范围生态系统总面积 5.94%。

雷西南片区城镇生态系统总面积 1413.89hm²，占评价范围内生态系统总面积的 5.70%。其中居住地面积为 440.21hm²，占评价范围内城镇生态系统总面积的 31.13%，占评价范围生态系统总面积 1.78%。城市绿地面积为 4.47hm²，占评价范围内城镇生态系统总面积的 0.32%，占评价范围生态系统总面积 0.02%。工矿交通面积为 969.22hm²，占评价范围内城镇生态系统总面积的 68.55%，占评价范围生态系统总面积 3.91%。

雷东南片区城镇生态系统总面积 2134.54hm²，占评价范围内生态系统总面积的 5.77%。其中居住地面积为 817.51hm²，占评价范围内城镇生态系统总面积的 38.30%，占评价范围生态系统总面积 2.21%。城市绿地面积为 1.97hm²，占评价范围内城镇生态系统总面积的 0.09%，占评价范围生态系统总面积 0.01%。工矿交通面积为 1315.05hm²，占评价范围内城镇生态系统总面积的 61.61%，占评价范围生

态系统总面积 3.56%。

4.8.3.2 植被覆盖度

采用《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）中推荐的植被指数法计算植被覆盖度，选择项目区 2023 年 6 月 landsat8-9 OLI 的影像，利用其近红外波段和红光波段，计算归一化植被指数 NDVI 值，采用归一化植被指数（NDVI）估算植被覆盖度。

表4.8-11 植被覆盖度等级划分及对应地表景观

分级	植被覆盖度(%)	地表景观表现
V 级	≥70	高覆盖度
IV 级	50-70	较高覆盖度
III 级	30~50	中等覆盖度
II 级	10~30	较低覆盖度
I 级	<10	低覆盖度

（1）雷北片区植被覆盖度

雷北片区评价范围植被覆盖度统计见下表。植被覆盖度空间分布图见附图。

表4.8-12 雷北片区评价范围植被覆盖度统计表

植被覆盖度(%)	面积（hm ² ）	占比
≥70	23026.71	29.74%
50-70	15784.71	20.39%
30~50	14663.16	18.94%
10~30	16142.74	20.85%
<10	7810.62	10.09%
合计	77427.93	100.00%

根据植被覆盖度分析结果，雷北片区评价范围植被覆盖度低于 10%的面积占总面积的 10.09%，植被覆盖度在 50%以上的面积占总面积的 50.13%，雷北片区评价范围植被覆盖度较高。

(2) 雷西南片区植被覆盖度

雷西南片区评价范围植被覆盖度统计见下表。植被覆盖度空间分布图见附图。

表4.8-13 雷西南片区评价范围植被覆盖度统计表

植被覆盖度(%)	面积 (hm ²)	占比
≥70	7453.66	30.05%
50-70	4973.01	20.05%
30~50	4944.83	19.94%
10~30	4946.63	19.95%
<10	2482.09	10.01%
合计	24800.21	100.00%

根据植被覆盖度分析结果，雷西南片区评价范围植被覆盖度低于 10%的面积占总面积的 10.01%，植被覆盖度在 50%以上的面积占总面积的 50.11%，雷西南片区评价范围植被覆盖度较高。

(3) 雷东南片区植被覆盖度

雷东南片区评价范围植被覆盖度统计见下表。植被覆盖度空间分布图见附图

表4.8-14 雷东南片区评价范围植被覆盖度统计表

植被覆盖度(%)	面积 (hm ²)	占比
≥70	11053.49	29.90%
50-70	7385.95	19.98%
30~50	7470.43	20.21%
10~30	7355.07	19.90%
<10	3699.24	10.01%
合计	36964.18	100.00%

根据植被覆盖度分析结果，雷东南片区评价范围植被覆盖度低于 10%的面积占总面积的 10.01%，植被覆盖度在 50%以上的面积占总面积的 49.88%，雷东南片区评价范围植被覆盖度较高。

4.8.3.3 自然体系生物量现状

(1) 雷北片区

雷北片区评价范围植被类型丰富，涵盖乔木林、竹林、红树林、灌丛、草本群落及各类人工经济作物、果园植被，各类群系累计面积 62711.05hm²，区域植被总生物量为 3151341.37t，年净初级生产力 945133.06 t。

生物量分布上，人工用材林与经济林果占据绝对优势：尾叶桉群系面积大、生物量贡献最为突出，占全域总生物量的 35.89%；荔枝群系位列第二，占比 25.45%；剑麻群系、湿地松群系、香蕉群系、樟树群系依次分布，占比分别为 7.59%、6.51%、5.94%、5.70%。水稻、甘蔗等农作物生物量占比分别为 4.11%、4.85%。黄槿、桐花树、各类湿生草本及次生灌丛等自然、半自然植被分布零散，生物量占比均不足 0.1%。

年净初级生产力层面，水稻群系（27.4%）、尾叶桉群系（20.90%）、甘蔗群系（18.91%）为主要贡献类型；香蕉、剑麻、荔枝、菠萝群系也保持较高生产力水平，其余植被类型生产力占比较小。综合可知，评价区植被以人工植被为主导，生态系统生产力主要依托人工林与特色农业植被。

表4.8-15 雷北片区评价范围植被生产力和生物量一览表

植被群系	生物量 (t/hm ²)	净初级 生产力 t/(hm ² · a)	评价范围 内面积 (hm ²)	生物量(t)	占比 (%)	净初级生 产力(t/a)	占比 (%)
樟树群系	125.00	11.50	1436.90	179611.88	5.70	16524.29	2.05
黄槿群系	75.00	8.20	0.41	30.39	0.00	3.32	0.00
台湾相思群系	114.79	14.31	150.14	17234.11	0.55	2148.45	0.27
桐花树群系	60.00	7.50	6.57	394.20	0.01	49.28	0.01
粉单竹群系	130.00	15.80	119.29	15507.18	0.49	1884.72	0.23
撑篙竹群系	115.00	14.20	79.52	9145.26	0.29	1129.24	0.14
白花鬼针草群 系	4.47	4.47	56.41	252.16	0.01	252.16	0.03
白茅群系	3.29	3.29	18.80	61.87	0.00	61.87	0.01
毛蕨群系	5.46	5.46	18.80	102.67	0.00	102.67	0.01
碎米莎草-大蘆 草群系	6.20	6.20	2.52	15.62	0.00	15.62	0.00
光荚含羞草群 系	22.14	11.46	37.53	831.00	0.03	430.14	0.05
橡胶群系	150.00	12.50	28.41	4261.50	0.14	355.13	0.04

湿地松群系	142.72	12.13	1436.90	205073.65	6.51	17429.54	2.16
尾叶桉群系	86.71	12.94	13043.10	1130967.20	35.89	168777.71	20.90
荔枝群系	80.00	9.80	10025.48	802038.77	25.45	98249.75	12.16
水稻群系	10.50	21.00	12345.65	129629.33	4.11	259258.65	27.43
甘蔗群系	35.00	35.00	4364.33	152751.50	4.85	152751.50	18.91
辣椒群系	6.80	6.80	229.70	1561.97	0.05	1561.97	0.19
香蕉群系	45.00	18.00	4158.27	187122.18	5.94	74848.87	9.27
菠萝群系	12.00	12.00	4158.27	49899.25	1.58	49899.25	6.18
剑麻群系	25.00	8.50	9565.27	239131.75	7.59	81304.80	10.07
火龙果群系	18.00	7.20	1428.77	25717.94	0.82	10287.17	1.27
合计			62711.05	3151341.37	100.00	945133.06	100.00

(2) 雷西南片区

雷西南片区评价范围植被类型丰富，涵盖乔木林、竹林、灌丛、草本群落及各类人工经济作物、果园植被，各类群系累计面积 22798.71hm²，区域植被总生物量为 1022940.83t，年净初级生产力 317250.50 t。

生物量分布上，人工用材林与经济林果、农作物占据绝对优势：尾叶桉群系面积大、生物量贡献最为突出，占全域总生物量的 41.30%；橡胶群系位列第二，占比 11.66%；菠萝群系、湿地松群系、樟树群系依次分布，占比分别为 11.17%、7.77%、6.81%。甘蔗、香蕉、剑麻、荔枝等作物及果园植被生物量占比分别为 5.14%、4.83%、4.34%、4.12%。黄槿、各类湿生草本及次生灌丛等自然、半自然植被分布零散，生物量占比均不足 0.1%。

年净初级生产力层面，菠萝群系（37.12%）、尾叶桉群系（20.49%）、甘蔗群系（17.08%）为主要贡献类型；香蕉、剑麻、水稻、橡胶群系也保持较高生产力水平，其余植被类型生产力占比较小。综合可知，评价区植被以人工植被为主导，生态系统生产力主要依托人工林与特色农业植被。

表4.8-16 雷西南片区评价范围植被生产力和生物量一览表

植被群系	生物量 (t/hm ²)	净初级 生产力 t/(hm ² · a)	评价范围 内面积 (hm ²)	生物量(t)	占比 (%)	净初级生 产力(t/a)	占比 (%)
樟树群系	125.00	11.50	556.98	69622.84	6.81	6405.30	2.08
黄槿群系	75.00	8.20	0.00	0.27	0.00	0.03	0.00
台湾相思群系	114.79	14.31	24.76	2841.79	0.28	354.26	0.12
粉单竹群系	130.00	15.80	44.75	5817.62	0.57	707.06	0.23

撑篙竹群系	115.00	14.20	29.83	3430.90	0.34	423.64	0.14
白花鬼针草群系	4.47	4.47	88.96	397.67	0.04	397.67	0.13
白茅群系	3.29	3.29	29.65	97.56	0.01	97.56	0.03
毛蕨群系	5.46	5.46	29.65	161.92	0.02	161.92	0.05
碎米莎草-大蘆草群系	6.20	6.20	6.07	37.66	0.00	37.66	0.01
光荚含羞草群系	22.14	11.46	6.19	137.03	0.01	70.93	0.02
橡胶群系	150.00	12.50	795.10	119265.02	11.66	9938.75	3.23
湿地松群系	142.72	12.13	556.98	79492.57	7.77	6756.20	2.20
尾叶桉群系	86.71	12.94	4872.81	422521.44	41.30	63054.17	20.49
荔枝群系	80.00	9.80	526.94	42155.28	4.12	5164.02	1.68
水稻群系	10.50	21.00	903.57	9487.44	0.93	18974.89	5.98
甘蔗群系	35.00	35.00	1501.78	52562.19	5.14	52562.19	17.08
辣椒群系	6.80	6.80	79.04	537.48	0.05	537.48	0.17
香蕉群系	45.00	18.00	1097.79	49400.72	4.83	19760.29	6.42
菠萝群系	12.00	12.00	9520.26	114243.15	11.17	114243.15	37.12
剑麻群系	25.00	8.50	1776.28	44406.98	4.34	15098.37	4.91
火龙果群系	18.00	7.20	351.29	6323.29	0.62	2529.32	0.82
合计			22798.71	1022940.83	100.00	317250.50	100.00

(3) 雷东南片区

雷东南片区评价范围植被类型丰富，涵盖乔木林、竹林、红树林、灌丛、草本群落及各类人工经济作物、果园植被，各类群系累计面积 33552.12hm²，区域植被总生物量为 1002511.73t，年净初级生产力 482325.70 t。

生物量分布上，人工用材林与经济林果占据绝对优势：尾叶桉群系面积大、生物量贡献最为突出，占全域总生物量的 21.37%；菠萝群系位列第二，占比 19.42%；香蕉群系、荔枝群系、甘蔗群系、剑麻群系依次分布，占比分别为 15.23%、13.00%、7.09%、5.46%。湿地松、樟树、水稻、橡胶植被生物量占比分别为 3.98%、3.48%、3.34%、2.90%。黄槿、桐花树、各类湿生草本及次生灌丛等自然、半自然植被分布零散，生物量占比均不足 0.1%。

年净初级生产力层面，菠萝群系（43.36%）、甘蔗群系（15.83%）、水稻群系（13.88%）为主要贡献类型；香蕉、尾叶桉、荔枝、剑麻群系也保持较高生产力水平，其余植被类型生产力占比较小。综合可知，评价区植被以人工植被为主导，生态系统生产力主要依托人工林与特色农业植被。

表4.8-17 雷东南片区评价范围植被生产力和生物量一览表

植被群系	生物量 (t/hm ²)	净初级 生产力 t/(hm ² · a)	评价范围 内面积 (hm ²)	生物量(t)	占比 (%)	净初级生 产力(t/a)	占比 (%)
樟树群系	125.00	11.50	279.25	34906.48	3.48	3211.40	0.72
黄槿群系	75.00	8.20	0.58	43.64	0.00	4.77	0.00
台湾相思群系	114.79	14.31	81.83	9392.80	0.94	1170.93	0.26
桐花树群系	60.00	7.50	3.58	214.83	0.02	26.85	0.01
粉单竹群系	130.00	15.80	77.46	10070.23	1.00	1223.92	0.27
撑篙竹群系	115.00	14.20	51.64	5938.85	0.59	733.32	0.16
白花鬼针草群 系	4.47	4.47	138.33	618.33	0.06	618.33	0.14
白茅群系	3.29	3.29	46.11	151.70	0.02	151.70	0.03
毛蕨群系	5.46	5.46	46.11	251.76	0.03	251.76	0.06
碎米莎草-大蕨 草群系	6.20	6.20	19.54	121.13	0.01	121.13	0.03
光荚含羞草群 系	22.14	11.46	20.46	452.91	0.05	234.43	0.05
橡胶群系	150.00	12.50	193.99	29098.88	2.90	2424.91	0.54
湿地松群系	142.72	12.13	279.25	39854.82	3.98	3387.32	0.75
尾叶桉群系	86.71	12.94	2470.34	214202.81	21.37	31966.14	7.12
荔枝群系	80.00	9.80	1628.72	130297.47	13.00	15961.44	3.56
水稻群系	10.50	21.00	3187.73	33471.12	3.34	66942.24	13.88
甘蔗群系	35.00	35.00	2030.65	71072.87	7.09	71072.87	15.83
辣椒群系	6.80	6.80	106.88	726.76	0.07	726.76	0.16
香蕉群系	45.00	18.00	3393.16	152692.35	15.23	61076.94	13.61
菠萝群系	12.00	12.00	16221.55	194658.65	19.42	194658.65	43.36
剑麻群系	25.00	8.50	2189.15	54728.72	5.46	18607.76	4.15
火龙果群系	18.00	7.20	1085.81	19544.62	1.95	7817.85	1.74
合计			33552.12	1002511.73	100.00	482325.70	100.00

4.8.4 陆生植物

4.8.4.1 植物种类组成

根据本次野外调查结果以及对历年积累的植物区系资料系统的整理, 评价范围共有野生维管植物 106 科 310 属 446 种; 其中蕨类植物 13 科 19 属 35 种, 裸子植物 2 科 2 属 2 种, 被子植物 91 科 289 属 409 种 (其中双子叶植物 75 科 232 属

319 种；单子叶植物 16 科 57 属 90 种）。加上记录的栽培植物，评价范围共有维管植物 133 科 422 属 617 种（含栽培植物 67 科 134 属 171 种）。野生维管植物科属种数分别占广东省野生维管植物 269 科 2028 属 7473 种的 39.41%、15.34% 和 5.97%。

表4.8-18 评价范围野生维管束植物种类数量统计表

分类群		科		属		种	
		科数	占 %	属数	占 %	种数	占 %
蕨类植物		13	12.26	19	6.11	35	7.85
裸子植物		2	1.89	2	0.64	2	0.45
被子植物	双子叶	75	70.75	232	74.6	319	71.52
	单子叶	16	15.09	57	18.33	90	20.18
合计		106	100	310	100	446	100

4.8.4.2 植物区系

（1）植物区系组成

根据吴征镒等对中国种子植物属的分布区类型的划分（1991 年、1993 年），评价范围 291 属野生维管种子植物可划分为 11 个分布区类型和 8 个分布区变型。

评价范围野生维管种子植物包含有世界分布属、热带分布属（第 2~7 类）、温带分布属（第 8-14 类）3 个大类，其中热带分布属、温带分布属分别占评价范围野生种子植物非世界分布总属数的 87.59%、12.41%，评价范围植物区系分布区类型多样，以热带成分为主。

表4.8-19 评价范围内植物属的分布区类型及比例

属的分布区类型		属数	%	%
世界分布属	1. 世界广布	25	扣除	
热带分布属	2. 泛（全）热带分布	100	37.59	87.59
	其中 2-1 热带亚洲、澳洲（至新西兰）和南美（或墨西哥）间断分布	2	0.75	
	2-2 热带亚洲、非洲和南美间断分布	6	2.26	
	3. 热带亚洲和热带美洲间断分布	15	5.64	
	4. 旧世界热带分布	34	12.78	
	其中 4-1 热带亚洲、非洲和澳洲间断分布	2	0.75	
	5. 热带亚洲至热带澳洲分布	25	9.4	
	6. 热带亚洲至热带非洲分布	16	6.02	
	6-2 热带亚洲和东非间断分布	1	0.38	
	7. 热带亚洲（印度 - 马来西亚）分布	30	11.28	
温带分布属	其中 7-1 爪哇、喜马拉雅和华南、西南星散分布	1	0.38	12.41
	7-2 热带印度至华南（尤以云南）分布	1	0.38	
	8. 北温带分布	9	3.38	
	其中 8-4 北温带和南温带（全温带）间断分布	1	0.38	
	9. 东亚和北美洲间断分布	9	3.38	
	10. 旧世界温带分布	4	1.5	
	14. 东亚分布	9	3.38	
	14SJ. 中国 - 日本分布	1	0.38	
合计		291	100.00	

（2）植物区系主要特征

通过对评价范围内野生维管植物统计分析，将评价范围内维管植物区系的性质和特点概述如下：

1) 植物区系组成成分较单一

据统计，评价范围有维管植物 133 科 422 属 617 种，其中野生维管植物 446 种，隶属于 106 科 310 属，评价区野生维管植物科、属、种数分别占广东省维管植物总科数、总属数和总种数的 39.41%、15.34%和 5.97%，评价区范围不大，评价区野生维管植物在广东省植物科的区系组成中所占比例较低，区域植物区系组成成分较单一。

2) 区系构成整体较为简单

以单种科、寡种属占优势，从科属构成来看，仅含 1 种的科和含 2~5 种的寡种科占总科数的九成以上，含 1 种和含 2~5 种的寡种属占总属数超过八成，优势类群的优势地位不突出，缺少大型科和优势属对植物区系的主导支撑，进一步体现出区系组成的相对单一性。整体来看，评价范围内没有特有类群分布，也无大型的植物类群聚集，区系构成整体较为简单。

3) 地理成分复杂

根据评价范围 310 属野生维管束植物分布区类型的统计分析，评价范围内植物属的分布区类型包含世界分布、热带分布、温带分布等多种类型。多种地理成分共存，显示了评价范围较为复杂的地理成分。评价范围植物区系中，常见的热带成分有积雪草属、蛇床属、冷水花属、苎麻属、大青属、苹婆属、梵天花属、黄花捻属、胡椒属、草胡椒属、鸡血藤属、油麻藤属等。

4) 地理联系广泛

评价范围维管束植物区系与世界其它各地的维管植物区系有着广泛地联系，这种特别表现在各种连续和间断分布上。从属的分布型统计中可以看出，在与热带地区的联系上，与泛热带最为密切，其次是热带亚洲分布；在与温带地区的联系上，与北温带地区联系最为密切，其次是东亚分布，这些地理分布区在评价范围植物区系中具有重要的意义，说明了评价范围植物区系与热带美洲、澳洲、非洲等区域，以及北温带、东亚、北美洲等温带区域都存在不同程度的区系联系，既体现出评价范围植物区系与全球不同气候带植物区系的渊源，也印证了其地理联系覆盖面广、交流程度深的特点，进一步凸显了评价范围植物区系地理成分的广泛性和来源的多元性。

4.8.4.3 植被类型

(1) 主要植被类型

参考《中国植被》(吴征镒, 1980)、《广东植被》(广东省植物研究所, 1976)、《广东森林》(广东森林编委会, 1990 年)、《广东省自然植被纲要》(余世孝, 2003) 及相关林业调查资料, 根据植物群落学与生态学分类原则, 评价范围内的自然植被可以分为常绿阔叶林、红树林、丛生竹林、亚热带灌丛 4 种植被型, 南亚热带常绿阔叶林、南亚热带红树林、热带-亚热带丛生竹林、南亚热带常绿灌草丛、暖

性落叶阔叶灌丛 5 种植被亚型。

人工植被主要为经济林、果树林、农业植被。

评价范围内主要植被类型及其分布见表 4.7-20。评价范围内植被类型图见附件。

表4.8-20 评价范围植被类型

植被类型	植被型组	植被型	植被亚型	植被群系
自然植被	I.阔叶林	一、常绿阔叶林	1.南亚热带常绿阔叶林	1) 樟树群系
				2) 黄槿群系
				3) 台湾相思群系
		二、红树林	2.南亚热带红树林	4) 桐花树群系
	II.竹林	三、丛生竹林	3.热带-亚热带丛生竹林	5) 粉单竹群系
				6) 撑篙竹群系
	III.灌丛	四、亚热带灌丛	4.南亚热带常绿灌草丛	7) 白花鬼针草群系
				8) 白茅群系
				9) 毛蕨群系
				10)碎米莎草-大蕨草群系
5.暖性落叶阔叶灌丛			11) 光荚含羞草群系	
人工植被	V.人工阔叶林	五、人工常绿阔叶林	6. 经济林	12) 橡胶群系
				13) 湿地松群系
				14) 尾叶桉群系
			7. 果树林	15) 荔枝群系
	VI农业植被	六、大田作物植被	8.水田作物	16) 水稻群系
			9.旱地作物	17) 甘蔗群系
				18) 辣椒群系
				七、经济作物植被
		20) 菠萝群系		
		21) 剑麻群系		
22) 火龙果群系				

表4.8-21 植物群落调查统计表

植被型	植被亚型	植被群系	所在评价范围位置	评价范围 内面积 (hm ²)	工程永久 占用面积 (hm ²)	占用比 例	工程临时 占用面积 (hm ²)	占用 比例
一、常绿阔叶林	1.南亚热带常绿阔叶林	1) 樟树群系	西南工程占用生态红线区域	2273.13	0.00	0.00%	0.00	0.00%
		2) 黄槿群系	东南片区近海区域	0.99	0.00	0.00%	0.00	0.00%
		3) 台湾相思群系	雷北片区局部村落附近	256.72	3.35	1.30%	5.40	2.10%
二、红树林	2.南亚热带红树林	4) 桐花树群系	东南片区近海区域	10.15	0.00	0.00%	0.00	0.00%
三、丛生竹林	3.热带 - 亚热带丛生竹林	5) 粉单竹群系	评价范围广泛分布	241.50	3.60	1.49%	4.33	1.79%
		6) 撑篙竹群系	评价范围广泛分布	161.00	2.40	1.49%	2.89	1.79%
四、亚热带灌丛	4.南亚热带常绿灌草丛	7) 白花鬼针草群系	评价范围广泛分布	283.71	1.63	0.12%	5.53	0.41%
		8) 白茅群系	评价范围广泛分布	94.57	0.54	0.12%	1.84	0.42%
		9) 毛蕨群系	评价范围广泛分布	94.57	0.54	0.12%	1.84	0.42%
		10) 碎米莎草-大蔗草群系	评价范围广泛分布	28.13	0.25	0.88%	1.88	6.67%
	5.暖性落叶阔叶灌丛	11) 光荚含羞草群系	评价范围广泛分布	64.18	0.84	1.30%	1.35	2.10%
五、人工常绿阔叶林	6. 经济林	12) 橡胶群系	评价范围广泛分布	1017.50	1.46	0.14%	25.27	2.48%
		13) 湿地松群系	雷北片区粪箕岭分布	2273.13	0.00	0.00%	0.00	0.00%
		14) 尾叶桉群系	评价范围广泛分布	20386.25	274.19	1.34%	430.61	2.11%
	7. 果树林	15) 荔枝群系	雷北片区广泛分布	12181.14	8.57	0.07%	52.96	0.43%
六、大田作物植被	8.水田作物	16) 水稻群系	西南、东南片区广泛分布	16436.94	74.90	0.46%	0.01	0.00%
	9.旱地作物	17) 甘蔗群系	西南、东南片区广泛分布	7896.76	29.95	0.38%	0.01	0.00%
		18) 辣椒群系	评价范围广泛分布	415.62	1.58	0.38%	0.00	0.00%
七、经济	10.热带园地作物	19) 香蕉群系	西南、东南片区广泛分布	8649.23	8.57	0.10%	52.96	0.61%

植被型	植被亚型	植被群系	所在评价范围位置	评价范围内面积 (hm ²)	工程永久 占用面积 (hm ²)	占用比 例	工程临时 占用面积 (hm ²)	占用 比例
作物植被		20) 菠萝群系	西南、东南片区广泛分布	29900.09	59.96	0.20%	370.75	1.24%
		21) 剑麻群系	西南、东南片区广泛分布	13530.70	144.35	1.07%	945.38	6.99%
		22) 火龙果群系	西南、东南片区广泛分布	2865.88	8.59	0.30%	54.31	1.90%

(2) 区域植被特征

评价范围位于湛江市雷州半岛，本项目地处北回归线以南的低纬地区，属典型热带季风气候。根据《中国种子植物区系地理》(吴征镒等，2011 年)分区系统，该区域属东亚植物区—中国-日本森林植物亚区—华南地区—雷州半岛-海南亚地区。受长期人类活动影响，现存自然植被以次生类型为主，评价范围内人类聚集形成的村落、农田面积占比较高，人为活动频繁，现状植被以人工植被、灌丛及灌草丛为主。

(3) 主要植被类型描述

I. 阔叶林

一、常绿阔叶林

1. 南亚热带常绿阔叶林

1) 樟树群系

该群系乔木层平均株高 10-15m，平均胸径 15-25cm，郁闭度 0.75-0.85，以樟树为优势树种，伴生黄槿、乌榄、潺槁木姜子等乡土阔叶树种，林冠连续、层次分明。林下灌木层盖度约 25%-35%，常见种类有簕欓花椒、银柴、九节等，平均高 1-1.5m；草本层以乌毛蕨、山菅兰、扇叶铁线蕨等蕨类及多年生草本为主，丛状分布，株高 0.4-0.7m，盖度约 20%-30%；层间藤本植物丰富，菝葜、土茯苓等藤本攀附于乔木与灌丛之上。该群落为雷州半岛残存的南亚热带次生常绿阔叶林，是评价区地带性植被类型，群落结构复杂，生物多样性较高，生态稳定性较强，无国家重点保护野生植物分布。

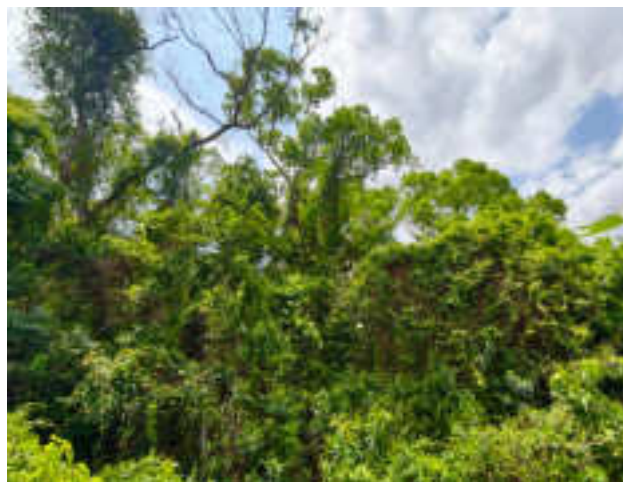


图4.8-12 樟树群系

2) 黄槿群系

该群系乔木层平均株高 6-10m，平均胸径 10-18cm，郁闭度 0.6-0.8，以黄槿为优势树种，伴生少量木麻黄 (*Casuarina equisetifolia*)、簕竹 (*Bambusa blumeana*) 等乡土树种。林下灌木层盖度较低，常见种类有黄槿幼树、银柴 (*Aporosa dioica*) 等，平均高 0.8-1.2m，盖度约 15%-25%；草本层以耐盐耐湿的地胆草 (*Elephantopus scaber*)、狗牙根 (*Cynodon dactylon*)、白花鬼针草 (*Bidens alba*) 为主，株高 0.2-0.6m，盖度约 20%-30%；层间藤本植物有海刀豆 (*Canavalia rosea*)、菝葜 (*Smilax china*) 等，部分藤本攀附于黄槿树干上。该群落为雷州半岛沿海及村边典型的乡土阔叶群落，抗风耐盐性强，受人为养殖活动影响，局部地表裸露，整体结构相对稳定。



图4.8-13 黄槿群系

3) 台湾相思群系

本群系除部分作为风水林保留在村落周边外，也有部分人工种植的水土保持林分布在螺岗岭的坡地，群落终年常绿，树冠开阔呈伞状，群落结构相对其他人工林略复杂。乔木层郁闭度多在 0.6-0.75 之间，平均树高约 8-10m，优势种台湾相思胸径多在 10-26cm 之间，部分树龄较长的风水林内，台湾相思胸径可达 30cm 以上，林内常混生少量阴香、鹅掌柴、潺槁木姜子、土蜜树等乡土乔木。灌木层覆盖度在 20%-30%之间，平均高度约 1.2-1.8m，常见有潺槁木姜子、九节、银柴、大管等灌木种类。草本层覆盖度约 15%-25%，主要有半边旗、山菅兰、二花珍珠茅、淡竹叶、芒萁等，部分群落还会有海金沙、蔓九节、匙羹藤等植物攀援生长。



图4.8-14 台湾相思群系

二、红树林

2.南亚热带红树林

4) 桐花树群系

该群系为南亚热带典型的红树林灌丛群落，优势种为桐花树（*Aegiceras corniculatum*），呈连片矮生灌丛状分布，群落高度多在 1.0-2.0m 之间，盖度可达 70%-85%。桐花树分枝密集，叶片革质、近圆形，耐盐耐淹性强，适应潮间带周期性淹水环境。林下草本层以伴生的盐生禾草、卤蕨等为主，株高 0.3-0.6m，盖度约 15%-25%；层间无藤本植物。群落结构简单，是评价区滨海湿地重要的护岸与净化植被类型，无国家重点保护野生植物分布，受潮汐和周边人为活动影响，局部群落边缘存在一定干扰痕迹。主要分布于评价范围近海区域，工程不占用该群系。



图4.8-15 桐花树群系

II. 竹林

三、丛生竹林

3. 热带-亚热带丛生竹林

5) 粉单竹群系

该群系为热带-亚热带典型的丛生竹林群落，以粉单竹（*Bambusa chungii*）为优势种，呈连片分布，平均株高 8-12m，胸径 4-6cm，郁闭度 0.7-0.8。竹林冠层浓密，叶片狭长翠绿，群落层次分明，林内光照较弱。林下灌木层稀疏，盖度不足 10%，主要为竹类幼苗及少量伴生的银柴、簕欌花椒等；草本层以淡竹叶、狗尾草、碎米莎草等为主，株高 0.3-0.6m，盖度约 15%-25%；层间藤本植物少见，偶见菝葜等攀附于老竹秆上。该群系多生长于村边、河沟旁，兼具生态防护与经济利用价值，群落结构稳定，受人为干扰影响较小。



图4.8-16 粉单竹群系

6) 撑篙竹群系

该群系为丛生竹林，平均株高 7-10m，胸径 3-5cm，郁闭度 0.6-0.75，以撑篙竹（*Bambusa pervariabilis*）为优势种，多生长于村边或河沟旁。林下灌木层盖度较低，约 10%-20%，以竹类幼笋及伴生灌木为主；草本层以水蜈蚣、碎米莎草等湿生草本为主，株高 0.2-0.5m，盖度约 20%-30%。



图4.8-17 撑篙竹群系

III. 灌丛

四、亚热带灌丛

4. 南亚热带常绿灌草丛

7) 白花鬼针草群系

该群系为荒坡或弃耕地上的次生草丛群落，以白花鬼针草 (*Bidens alba*) 为优势种，群落高度 0.3-0.8m，盖度约 40%-60%。伴生种有牛筋草 (*Eleusine indica*)、狗尾草 (*Setaria viridis*) 等一年生草本，群落结构单一，受人为干扰影响明显，季节性枯荣特征显著。



图4.8-18 鬼针草群系

8) 白茅群系

白茅为多年生草本，在评价范围内分布广泛，主要在道路旁、荒地以及评价范围开阔地呈斑块状分布，群落结构及种类组成简单。覆盖度在 55%-70%之间，层均高在 0.5-0.75m 之间，群落主要由白茅组成，此外偶有少量鬼针草、马唐等分布。



图4.8-19 白茅群系

9) 毛蕨群系

毛蕨群系在评价范围内主要分布在水田、河滩、水塘边。草本层覆盖度在80%-90%之间，层均高在 0.40-0.65m 之间，群系主要由毛蕨组成，此外有时还分布有毛柄短肠蕨、铺地黍、微甘菊等。



图4.8-20 毛蕨群系

10) 碎米莎草-大蔗草群系

该群系为评价区低洼湿地、河滨滩涂典型的湿生草本群落，以碎米莎草（*Cyperus iria*）、大蔗草（*Schoenoplectus trifolius*）为优势种，伴生有牛筋草、水蜈蚣、白花鬼针草等湿生杂草。群落呈连片分布，整体高度约 0.3-1.0m，盖度约 60%-80%，优势种形成了茂密的草层，部分植株顶端带有莎草科标志性的花序。群落结构以多年生湿生草本为主，季节性枯荣特征明显，物种组成简单，是区域湿地生态系统的重要组成部分，具有一定的水源涵养与岸线防护功能。



图4.8-21 碎米莎草-大蘆草群系

5.暖性落叶阔叶灌丛

11) 光荚含羞草群系

光荚含羞草群落在评价范围内的荒地、路边等广泛分布，群落结构及种类组成较简单。灌丛覆盖度在 55%-75%之间，层均高 1.8-3.0m，优势种为光荚含羞草，有时有楝树、山鸡椒、盐麸木、土蜜树、银柴等分布。草本层覆盖度在 10%-20%之间，层均高在 0.3-0.7m 之间，主要有鬼针草、微甘菊、狗牙根、飞机草、山菅兰等。



图4.8-22 光荚含羞草群系

V.人工阔叶林

五、人工常绿阔叶林

6. 经济林

12) 橡胶群系

该群系为人工经济林，以橡胶树（*Hevea brasiliensis*）为优势种，株高 10-15m，郁闭度 0.6-0.8，呈规整的行状种植。林下灌木层盖度极低，多为人工清除；草本层以狗牙根、白花鬼针草等伴生杂草为主，株高 0.2-0.5m，盖度约 10%-20%，受人工管护影响明显。

13) 湿地松群系

该群系为人工用材林，以湿地松（*Pinus elliottii*）为优势种，株高 10-18m，郁闭度 0.5-0.7，呈连片分布。林下灌木层盖度约 15%-25%，以桃金娘、岗松等耐旱灌木为主；草本层以鹧鸪草、白茅为主，株高 0.3-0.7m，盖度约 20%-30%。

14) 尾叶桉群系

本群系广泛分布在评价范围各山地及村落附近，主要作为材用林种植，整体林相整齐，群落结构相对简单，乔木层郁闭度多在 0.6-0.8 之间，林层平均高度约 12-18m，优势种尾叶桉生长迅速，干形通直，胸径多集中在 10-25cm 之间，林内几乎没有其他乔木树种混入，仅在林缘或林窗地带偶见少量楝树、白背叶等天然更新的幼树。灌木层发育程度较低，覆盖度多在 10%-20%之间，平均高度在 1.0-1.5m 之间，主要生长有银柴、潺槁木姜子、野牡丹、鸦胆子等耐阴性灌木，部分靠近村落的林分内还会有零星分散的九节、土蜜树、大青等。草本层覆盖度变化较大，整体在 35%-75%之间，平均高度约 0.2-0.5m，常见种类有芒萁、鬼针草、弓果黍等，在林分疏透度较高的区域，还会有少量外来入侵植物微甘菊、飞机草侵入生长。



图4.8-23 尾叶桉林

7. 果树林

15) 荔枝群系

该群系为人工果树林，以荔枝 (*Litchi chinensis*) 为优势种，株高 4-8m，郁闭度 0.5-0.7，呈果园式种植。林下草本层以伴生杂草为主，常见白花鬼针草、牛筋

草等，株高 0.2-0.5m，盖度约 20%-30%，受人工施肥、除草等农事活动影响明显。

VI农业植被

六、大田作物植被

8.水田作物

16) 水稻群系

该群系为评价区典型的水田人工植被，以水稻（*Oryza sativa*）为单优势种，呈连片规整分布，株高 0.6-1.2m，盖度约 70%-90%。群落结构极为单一，伴生种极少，仅局部田埂及浅水区域零星分布稗草（*Echinochloa crus-galli*）、鸭舌草（*Monochoria vaginalis*）等少量水田杂草，盖度不足 5%。群落受人工灌溉、施肥、耕作、除草等农事活动影响强烈，季节性特征明显，是评价区主要的粮食作物植被类型。



图4.8-24 水稻群系

9.旱地作物

17) 甘蔗群系

该群系为评价区典型的旱地人工经济作物群落，以甘蔗（*Saccharum officinarum*）为单优势种，呈规整垄作种植，株高 2.0-3.0m，盖度约 60%-80%。群落结构单一，地表以裸露红壤为主，地膜覆盖明显，仅局部田埂及垄间零星伴生少量狗尾草（*Setaria viridis*）、牛筋草（*Eleusine indica*）等旱地杂草，盖度不足 10%。

群落受人工施肥、除草、培土等农事活动影响强烈，季节性特征显著，是雷州半岛重要的糖料作物植被类型。



图4.8-25 甘蔗群系

18) 辣椒群系

该群系为评价区典型的旱地人工经济作物群落，以辣椒 (*Capsicum annuum*) 为单优势种，呈垄作连片种植，株高 0.4-0.8m，盖度约 40%-60%。群落结构单一，植株通过竹竿搭架支撑，群落伴生大量白花鬼针草、牛筋草等旱地杂草，盖度约 20%-30%，显示受人工除草管护的影响。该群系季节性特征显著，受人工施肥、灌溉、病虫害防治、采收等农事活动影响强烈，是雷州半岛重要的蔬菜经济作物植被类型，生态功能以农业生产为主，生物多样性水平较低。



图4.8-26 辣椒群系

七、经济作物植被

10.热带园地作物

19) 香蕉群系

该群系为评价区典型的人工园地植被，以香蕉（*Musa nana*）为单优势种，呈连片规整种植，株高 2.0-3.0m，盖度约 60%-80%。群落结构单一，地表以裸露红壤为主，伴生少量枯落的老叶、假茎残体，局部田埂及行间零星分布白花鬼针草、牛筋草等杂草，盖度不足 15%。植株多进行套袋管理，受人工施肥、除草、病虫害防治等农事活动影响强烈，季节性挂果、采收特征明显，是雷州半岛重要的热带经济作物植被类型。



图4.8-27 香蕉群系

20) 菠萝群系

该群系为评价区典型的人工园地植被，以菠萝 (*Ananas comosus*) 为单优势种，呈坡地垄作连片种植，株高 0.5-1.0m，盖度约 50%-70%。群落结构单一，地表以裸露红壤为主，仅局部田埂及垄间伴生少量鬼针草 (*Bidens pilosa*)、牛筋草 (*Eleusine indica*) 等杂草，盖度不足 15%。受人工除草、施肥、采收等农事活动影响强烈，部分植株存在枯老、残叶现象，季节性特征明显，是雷州半岛重要的热带经济作物植被类型。



图4.8-28 菠萝群系

21) 剑麻群系

该群系为评价区典型的人工经济作物群落，以剑麻（*Agave sisalana*）为单优势种，呈连片垄作种植，株高 1.0-1.5m，盖度约 40%-60%。群落结构单一，地表以裸露红壤为主，仅局部田埂及行间伴生少量白茅、白花鬼针草等杂草，盖度不足 20%。剑麻叶片坚硬、耐旱耐瘠薄，适应雷州半岛干旱红壤环境，受人工除草、施肥、叶片采收等农事活动影响明显，是区域重要的纤维作物植被类型。



图4.8-29 剑麻群系

22) 火龙果群系

该群系为评价区典型的人工园地植被，以火龙果（*Hylocereus undatus*）为单优势种，呈搭架垄作连片种植，株高 1.5-2.0m，盖度约 30%-50%。群落结构单一，地表以裸露红壤为主；行间布设滴灌设施，受人工施肥、修剪、病虫害防治等农事活动影响强烈，季节性开花、结果特征明显，是雷州半岛重要的热带经济作物植被类型。



图4.8-30 火龙果群系

4.8.4.4 外来入侵植物

根据国家环境保护总局/环境保护部先后于 2003、2010、2014、2016 年公布的 4 批中国外来入侵物种名单（其中包含 40 种外来入侵植物），调查范围内记录到外来入侵植物 6 科 14 属 15 种，占全国 40 种的 37.5%。

表4.8-22 评价范围入侵植物统计表

序号	科	属	种名	拉丁学名
1	菊科	藿香蓟属	藿香蓟	<i>Ageratum conyzoides</i>
2	菊科	鬼针草属	鬼针草	<i>Bidens pilosa</i>
3	菊科	飞机草属	飞机草	<i>Chromolaena odorata</i>
4	菊科	飞蓬属	小蓬草	<i>Erigeron canadensis</i>
5	菊科	飞蓬属	苏门白酒草	<i>Erigeron sumatrensis</i>
6	菊科	假泽兰属	微甘菊	<i>Mikania micrantha</i>
7	菊科	银胶菊属	银胶菊	<i>Parthenium hysterophorus</i>
8	菊科	假臭草属	假臭草	<i>Praxelis clematidea</i>
9	菊科	联毛紫菀属	钻叶紫菀	<i>Symphyotrichum subulatum</i>

序号	科	属	种名	拉丁学名
10	苋科	莲子草属	空心莲子草	<i>Alternanthera philoxeroides</i>
11	苋科	苋属	刺苋	<i>Amaranthus spinosus</i>
12	雨久花科	梭鱼草属	凤眼莲	<i>Pontederia crassipes</i>
13	豆科	含羞草属	光荚含羞草	<i>Mimosa bimucronata</i>
14	马鞭草科	马缨丹属	马缨丹	<i>Lantana camara</i>
15	旋花科	番薯属	五爪金龙	<i>Ipomoea cairica</i>

4.8.5 陆生动物

4.8.5.1 动物区系

根据《中国动物地理》（张荣祖主编，科学出版社，2011）中的中国动物地理区划，本工程位于广东省湛江市，评价范围动物区划属于东洋界-华南区-闽广沿海亚区-沿海低丘平地省-热带农田、林灌动物群。

4.8.5.2 动物多样性

根据实地调查及对相关资料进行综合分析，评价区共有陆生野生脊椎动物 4 纲 17 目 51 科 114 种，其中两栖类 1 目 5 科 8 种、爬行类 1 目 7 科 12 种、鸟类 13 目 35 科 84 种、哺乳类 4 目 6 科 10 种。评价范围两栖类、爬行类、鸟类、哺乳类各纲的种类组成、区系、保护等级参见表 4.7-21。

从陆生动物区系成分分析，评价范围陆生脊椎动物以东洋界物种和广布种为主。其中东洋界物种 46 种，占评价区总种数的 40.35%；广布种 48 种，占评价区总种数的 42.11%；古北界物种 20 种，占评价区总种数的 17.54%。可见，评价区陆生动物区系特征是两爬类和哺乳类的东洋界物种占较为明显的优势，这与评价区地处东洋界-华南区-闽广沿海亚区-沿海低丘平地省的地理位置是吻合的。特别是两爬类和哺乳类，整体上是华南区与华中区共有物种占优势，呈典型的热带成分。鸟类中，主要为广布种为主，东洋界种数量与古北界种数量接近，此结果与各纲的动物的迁移能力有关，鸟类的迁移能

力强；而两栖类和爬行类迁移能力相对较弱。

表4.8-23 评价范围动物多样性统计表

种类组成				占广东省种数 比重 (%)	动物区系			保护动物		
纲	目	科	种		东洋界 物种	古北 界物种	广布 种	国家 一级	国家 二级	广东 省级
两栖纲	1	5	8	10.67	6	0	2	0	1	0
爬行纲	1	7	12	7.69	12	0	0	0	0	0
鸟纲	13	35	84	14.38	21	18	45	0	13	10
兽纲	4	6	10	6.41	7	2	1	0	0	0
合计	19	53	114	-	46	20	48	0	14	10

4.8.5.3 两栖类

(1) 种类组成

结合历史数据和实际调查，评价范围共记录到两栖类 8 种，隶属 1 目 5 科，其中无尾目（ANURA）5 科 8 种。占中国已记录 515 种（王凯等，2020）的 1.55%，占广东省已记录 75 种（邹发生等，2016）的 10.67%。

(2) 生态类型

1) 区系类型

按区系类型分，评价区记录到的 8 种两栖类分为东洋界物种和广布种，其中东洋界物种 6 种，占评价区两栖类总数的 75%；广布种 2 种，占评价区两栖类总数的 25%。

2) 栖息地类型

静水型（在静水或缓流中觅食）：分别为沼水蛙（*Boulengerana guentheri*）、虎纹蛙 2 种。主要在水流较缓的水域，如池塘、水洼、稻田等处生活，相对适应一般强度的人为干扰，与人类活动关系较为密切。

陆栖型（在陆地上活动觅食）：为黑眶蟾蜍（*Duttaphrynus melanostictus*）、饰纹姬蛙（*Microhyla fissipes*）、花姬蛙（*Microhyla pulchra*）、泽陆蛙（*Fejervarya multistriata*）4 种。它们主要栖息于相对较为干燥的草地或林下，对海拔和湿度等没有太大的限制性因素。主要食物为昆虫类，对人为干扰相对适应性比较强。

树栖型(在树上活动觅食,离水源较近的林子):分别为斑腿泛树蛙(*Polypedates megacephalus*)和大树蛙(*Rhacophorus dennysi*) 2 种,它们常在水塘边的灌丛和草丛中活动,在稻田里也有分布。

4.8.5.4 爬行类

(1) 种类组成

结合历史数据和实际调查,评价范围共记录到爬行类 12 种,隶属 1 目 7 科,其中有鳞目(SQUAMATA) 7 科 12 种。占中国已记录 511 种(王凯等,2020)的 2.35%,占广东省已记录 156 种(邹发生等,2016)的 7.69%。

(2) 生态类型

1) 区系类型

按区系类型分,评价区记录到的 12 种爬行类有 11 种为东洋界物种,其中华南区物种 4 种,占评价区爬行类总数的 33.33%;华中与华南区共有种 5 种,占评价区爬行类总数的 41.67%;东洋界广布种(华中,华南,西南三区共有) 2 种,占评价区爬行类总数的 16.67%。广布种 1 种,占评价区爬行类总数的 8.33%。

2) 栖息地类型

住宅型(在住宅区的建筑物中或岩石缝中筑巢、繁殖、活动的爬行类):为疣尾蜥虎(*Hemidactylus frenatus*) 1 种。主要在建筑物或岩石缝中活动。

灌丛石隙型(经常活动在灌丛下面,路边石缝中的爬行类):为长尾南蜥(*Eutropis longicaudata*)、股鳞蜓蜥(*Sphenomorphus incognitus*)、变色树蜥(*Calotes versicolor*) 3 种。它们主要栖息环境为阳光比较充足的道路两侧灌草丛、石堆或开阔的环境地带,其对生境要求严格,适应人为干扰能力较弱。

林栖傍水型(在山谷间有溪流的山坡上活动):为繁花林蛇(*Boiga multomaculata*)、红脖颈槽蛇(*Rhabdophis subminiatus*)、灰鼠蛇(*Ptyas korros*)等 7 种。它们大多为夜行性,主要食物以昆虫、蜥蜴、鸟、小型哺乳动物等,在评价区水域附近的林地、灌草地。活动。评价区林栖傍水型爬行类种类数量最多,此种生态类型构成了评价区中爬行类的主体。

水栖型(在水中生活、觅食的爬行类):包括黄斑渔游蛇(*Xenochrophis flavipunctatus*) 1 种。主要在评价区内池塘、河流、水库中活动,在稻田泥塘中也偶

有发现，属于静水类型种类，食物主要以水中的鱼虾、蟹、螺、水草等为食物。

4.8.5.5 鸟类

(1) 种类组成

结合历史数据和实际调查，评价范围共记录到鸟类 84 种，隶属 13 目 35 科，其中鸡形目（GALLIFORMES）1 科 1 种、鸊鷉目（PODICIPEDIFORMES）1 科 1 种、鸽形目（COLUMBIFORMES）1 科 2 种、夜鹰目（CAPRIMULGIFORMES）1 科 2 种、鸛形目（CUCULIFORMES）1 科 7 种、鹤形目（GRUIFORMES）1 科 2 种、鹈形目（PELECANIFORMES）1 科 6 种、鸨形目（CHARADRIIFORMES）4 科 5 种、鹰形目（ACCIPITRIFORMES）1 科 8 种、犀鸟目（BUCEROTIFORMES）1 科 1 种、佛法僧目（CORACIIFORMES）1 科 3 种、隼形目（FALCONIFORMES）1 科 1 种、雀形目（PASSERIFORMES）20 科 45 种，以雀形目鸟类居多。占广东省已记录鸟类 584 种(张敏、邹发生等, 2022)的 14.38%，占中国已记录 1505 种（郑光美, 2023）的 5.58%。

(2) 生态类型

1) 区系类型

按区系类型分，评价范围记录到的 84 种鸟类分为东洋界物种、古北界物种和广布种，其中古北界物种有 18 种，占总数的 21.43%；东洋界物种有 21 种，占总数的 25%；其中广布种有 45 种，占总数的 53.57%。

2) 居留型

评价范围 84 种鸟类，其中留鸟有 51 种，占总数的 60.71%；其中夏候鸟有 11 种，占总数的 13.1%；其中冬候鸟有 20 种，占总数的 23.81%；其中旅鸟有 2 种，占总数的 2.38%。

3) 生态特征

根据鸟类生活习性的不同，将评价区内的 84 种野生鸟类分为以下 6 种生态类型：

游禽（脚向后伸，趾间有蹼，有扁阔的或尖嘴，善于游泳、潜水和在水中掏取食物）：评价区分布的游禽为鸊鷉目的小鸊鷉（*Tachybaptus ruficollis*）。栖息于池塘、水库等水域。

涉禽（嘴、颈和脚都比较长，脚趾也很长，适于涉水行进，不会游泳，常用长嘴插入水底或地面取食）：评价区分布的涉禽为：白鹭（*Egretta garzetta*）、白胸苦恶鸟（*Amaurornis phoenicurus*）、黄斑苇鹀、黑翅长脚鹬（*Himantopus himantopus*）、金眶鸻（*Charadrius dubius*）和扇尾沙锥（*Gallinago gallinago*）等，共 13 种。主要栖息于湖泊沿岸、河流及水田附近。

陆禽（体格结实，嘴坚硬，脚强而有力，适于挖土，多在地面活动觅食）：评价区分布的陆禽为：中华鹧鸪（*Francolinus pintadeanus*）、珠颈斑鸠（*Streptopelia chinensis*）和山斑鸠（*Streptopelia orientalis*）3 种，中华鹧鸪主要分布于森林区域，对人为干扰适应能力较弱；珠颈斑鸠则常见于居民区，山斑鸠在林地、灌丛以及农田区均可见，适应人为干扰能力较强。

猛禽（具有弯曲如钩的锐利嘴和爪，翅膀强大有力，能在天空翱翔或滑翔，捕食空中或地下活的猎物）：评价区分布的猛禽为：黑翅鸢、松雀鹰、普通鵟等，共 9 种，多分布于针叶林或阔叶林，活动范围较广。猛禽处于食物链顶端，在生态系统中占有重要地位，它们在控制啮齿类动物的数量，维持环境健康和生态平衡方面具有不可替代的作用。由于数量稀少，我国将所有猛禽都列为国家重点保护鸟类。

攀禽（嘴、脚和尾的构造都很特殊，善于在树上攀缘）：评价区分布的攀禽为：褐翅鸦鹃、噪鹛（*Eudynamys scolopaceus*）、普通翠鸟（*Alcedo atthis*）等，共 13 种，鹛形目和啄木鸟目种类主要分布于林地，普通翠鸟和白胸翡翠主要在鱼塘、河流等地水域附近活动。

鸣禽（鸣管和鸣肌特别发达。一般体形较小，体态轻捷，活泼灵巧，善于鸣叫和歌唱，且巧于筑巢）：评价区分布的鸣禽为赤红山椒鸟（*Pericrocotus flammeus*）、棕背伯劳（*Lanius schach*）、红嘴蓝鹊（*Urocissa erythroryncha*）等 46 种雀形目鸟类，为典型的森林鸟类，它们在评价区内广泛分布，主要生境为林地、农田、居民区或灌丛。

4.8.5.6 哺乳类

（1）种类组成

结合历史数据和实际调查，评价范围共记录到哺乳类 10 种，隶属 4 目 6 科，其中劳亚食虫目（EULIPOTYPHILA）1 科 1 种、翼手目（CHIROPTERA）3 科 3

种，鲸偶蹄目（ETARTIODACTYLA）1 科 1 种，啮齿目（RODENTIA）1 科 5 种，啮齿目物种数量最为丰富。占中国已记录 673 种（蒋志刚等，2015）的 1.48%，占广东省已记录 156 种（邹发生等，2016）的 6.41%。

（2）生态类型

1) 区系

按区系类型分，评价区记录到的 10 哺乳类分为东洋界物种、古北界物种和广布种，其中东洋界物种 7 种，占总数的 70%；古北界物种 20 种，占总数的 20%；广布种 1 种，占总数的 10%。

2) 类型

根据哺乳类生活习性的不同，将评价区内的 10 种哺乳类分为以下 4 种生态类型：

半地下型（白天藏身地下洞穴，夜间外出到地面觅食活动，洞穴为栖息避险场所，活动兼顾地下与地表）：有臭鼯（*Suncus murinus*）、褐家鼠（*Rattus norvegicus*）、黄胸鼠（*Rattus tanezumi*）、板齿鼠（*Bandicota indica*）、黑缘齿鼠（*Rattus andamanensis*）、黄毛鼠（*Rattus losea*），共 6 种。主要分布在评价范围内农田、果园、居民房屋、森林等生境中，与人类关系较密切。

地面生活型（主要在地面活动，不挖深洞、不上树，依靠地面环境生存行走奔跑）：仅有野猪（*Sus scrofa*）1 种。在评价范围内乔木林中分布，与人类关系较密切，主要分布在河流上游支流的各林间山体中。

树栖型（多在树上活动、觅食、栖息、筑巢，极少下地，高度依赖林木环境）：该类型仅有犬蝠（*Cynopterus sphinx*）1 种。主要分布在农田、果园及居住区的香蕉、棕榈科植物及有高大树木的生境中。

岩洞栖息型（主要栖息天然岩石洞穴、崖洞或建筑石缝中，以此为栖息巢穴，外出觅食活动）：该类型有中华菊头蝠（*Rhinolophus sinicus*）、普通伏翼（*Pipistrellus pipistrellus*）2 种。主要分布在评价区内的溶洞、废弃防空洞、老屋墙缝、屋檐、楼道缝隙、村落树丛等生境，夜行性，昼伏夜出。

4.8.6 重要物种

4.8.6.1 重点保护及珍稀濒危野生植物

根据《国家重点保护野生植物名录》（国家林业和草原局、农业农村部，2021 年第 15 号，2021 年 9 月 7 日公布、施行）、《广东省重点保护野生植物名录》（粤府函〔2023〕30 号），评价范围内未调查到国家重点保护野生植物，未调查到广东省重点保护植物。

根据《中国生物多样性红色名录——高等植物卷（2020）》（生态环境部、中国科学院，2023 年第 15 号），评价范围内未调查到极危（Critically Endangered）、濒危（Endangered）植物。

评价范围内调查到易危（VU）植物 1 种，为中华青牛胆。分布在评价范围内后背岭附近山地，不在永久占地及临时占地范围内。

4.8.6.2 特有种植物

根据野外调查结果和历史文献资料查证，按照《中国生物多样性红色名录——高等植物卷（2020）》（生态环境部、中国科学院，2023 年第 15 号），评价范围共分布有陆生野生中国特有植物 10 种。分别为团叶鳞始蕨、白花油麻藤、短序润楠、岭南山竹子、红鳞蒲桃、山杜英、山蒟、马尾松、高良姜和粉背菝葜。

评价范围陆生中国特有植物以被子植物占绝对优势，占评价区特有植物总种数 80.00%；蕨类植物、裸子植物各 1 种，均占评价区特有植物总种数 10.00%。

表4.8-24 评价范围特有植物统计表

门类		种数	占评价区特有植物总数比例 (%)
蕨类植物		1	10.00
种子植物	裸子植物	1	10.00
	被子植物	8	80.00
合计		10	100.00

4.8.6.3 古树名木

根据《古树名木鉴定规范》（LY/T 2737-2016）、《古树名木普查技术规范》

(LY/T2738-2016)，结合《广东省古树名木信息管理》系统，并对附近村民进行访问调查，经现场核实，评价范围内共分布古树 618 株。具体情况如下：

雷北片区永久、临时占地范围内无古树，评价范围内调查到古树 399 株。雷西南片区永久、临时占地范围内无古树，评价范围内调查到古树 61 株。雷东南片区永久、临时占地范围内无古树，评价范围内调查到古树 158 株。

4.8.6.4 重点保护与珍稀濒危陆生野生脊椎动物

(1) 国家重点保护野生动物

根据《国家重点保护野生动物名录》(国家林业和草原局 农业农村部公告 2021 年第 3 号，2021 年 2 月 1 日公布、施行)，评价范围记录到国家二级重点保护动物 14 种(两栖类 1 种、鸟类 13 种)，分别是虎纹蛙、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、黑翅鸢、黑冠鹃隼、凤头鹰、褐耳鹰、松雀鹰、鹊鹑、灰脸鵟鹰、普通鵟、白胸翡翠、红隼、画眉。

(2) 广东省重点保护陆生野生动物

根据《广东省重点保护陆生野生动物名录》(粤林〔2021〕18 号)、《广东省重点保护水生野生动物名录》(粤农农〔2022〕141 号)，评价范围记录到广东省重点保护 10 种，分别为黑水鸡、黄斑苇鳉、夜鹭、池鹭、牛背鹭、中白鹭、白鹭、黑翅长脚鹬、斑鱼狗、栗耳鹬。

(3) 珍稀濒危动物

列入《中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷(2020)》动物共有 3 种，其中濒危(EN)等级 1 种，为虎纹蛙；易危(VU)等级 2 种，分别是银环蛇、中华鹧鸪。

表4.8-25 评价范围重点保护珍稀濒危动物名录

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	分布区域	资料来源	工程占用情况
1	虎纹蛙 <i>Hoplobatrachus chinensis</i>	国家二级	EN	否	评价区信岭村附近	现场调查	否，发现于评价范围信岭村附近
2	褐翅鸦鹃 <i>Centropus sinensis</i>	国家二级	LC	否	评价区广泛分布	现场调查	否，发现于评价范围农田或林田交界地带
3	小鸦鹃 <i>Centropus bengalensis</i>	国家二级	LC	否	评价区廉江东南赤岭村、礼村一带	现场调查	否，发现于廉江南赤岭村、礼村一带
4	黑翅鸢 <i>Elanus caeruleus</i>	国家二级	NT	否	评价区零星分布	现场调查	否，发现于湛江市区、乌塘镇、岭北镇
5	黑冠鹃隼 <i>Aviceda leuphotes</i>	国家二级	NT	否	评价区东北部农田、森林区	现场调查	否，发现于廉江市东棠稍村附近
6	凤头鹰 <i>Accipiter trivirgatus</i>	国家二级	NT	否	评价区遂溪县附近	现场调查	否，发现于遂溪县东乌塘村附近
7	褐耳鹰 <i>Accipiter badius</i>	国家二级	NT	否	评价区乌塘镇乌塘岭附近	现场调查	否，发现于乌塘镇乌塘岭附近
8	松雀鹰 <i>Accipiter virgatus</i>	国家二级	LC	否	评价区东北部农田、森林区	现场调查	否，发现于廉江市东棠稍村附近
9	鹊鹞 <i>Circus melanoleucos</i>	国家二级	NT	否	评价区遂溪县文屋村、岭北镇西塘村	现场调查	否，发现于遂溪县文屋村、岭北镇西塘村
10	灰脸鵟鹰 <i>Butastur indicus</i>	国家二级	NT	否	评价区廉江市新屋仔村附近	现场调查	否，发现于廉江市新屋仔村附近
11	普通鵟 <i>Buteo japonicus</i>	国家二级	LC	否	评价区岭北镇西塘村附近	现场调查	否，发现于岭北镇西塘村附近
12	白胸翡翠 <i>Halcyon smyrnensis</i>	国家二级	LC	否	评价区遂溪孔子文化城景区	现场调查	否，发现于遂溪孔子文化城景区
13	红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	国家二级	LC	否	评价区廉江市东谢鞋村大碑附近	现场调查	否，发现于廉江市东谢鞋村大碑附近
14	画眉 <i>Garrulax canorus</i>	国家二级	NT	否	评价区廉江市谢鞋村、湛江市赤坎水库	现场调查	否，发现于廉江市谢鞋村、湛江市赤坎水库
15	黑水鸡 <i>Gallinula chloropus</i>	广东省重点	LC	否	评价区廉江市谢鞋村、湛江市赤坎河附近	现场调查	否，发现于廉江市谢鞋村、湛江市赤坎河附近
16	黄斑苇鹡 <i>Ixobrychus sinensis</i>	广东省重点	LC	否	评价区湛江市许屋村附近	现场调查	否，发现于湛江市许屋村附近

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种	分布区域	资料来源	工程占用情况
17	夜鹭 <i>Nycticorax nycticorax</i>	广东省重点	LC	否	评价区内水体广泛分布	现场调查	否，发现于评价范围池塘、水库、河流等水体
18	池鹭 <i>Ardeola bacchus</i>	广东省重点	LC	否	评价区内水体广泛分布	现场调查	否，发现于评价范围池塘、水库、河流等水体
19	牛背鹭 <i>Bubulcus coromandus</i>	广东省重点	LC	否	评价区内水体广泛分布	现场调查	否，发现于评价范围池塘、水库、河流等水体
20	中白鹭 <i>Ardea intermedia</i>	广东省重点	LC	否	评价区廉江南石头岭村、湛江市北文屋村附近	现场调查	否，发现于廉江南石头岭村、湛江市北文屋村附近
21	白鹭 <i>Egretta garzetta</i>	广东省重点	LC	否	评价区内水体广泛分布	现场调查	否，发现于评价范围池塘、水库、河流等水体
22	黑翅长脚鹬 <i>Himantopus himantopus</i>	广东省重点	LC	否	评价区乌塘镇白水塘村附近	现场调查	否，发现于乌塘镇白水塘村附近
23	斑鱼狗 <i>Ceryle rudis</i>	广东省重点	LC	否	评价区廉江市西排岭村、乌塘镇雷坡坑水库	现场调查	否，发现于廉江市西排岭村、乌塘镇雷坡坑水库
24	栗耳鹀 <i>Emberiza fucata</i>	广东省重点	LC	否	评价区湛江市厚礼南村附近	现场调查	否，发现于湛江市厚礼南村附近

4.8.7 生态敏感区现状调查与评价

4.8.7.1 雷北片区

雷北片区工程永久占地占用粤西沿海丘陵台地水土保持生态保护红线 0.8788hm²，主要为泵站。临时占地占用粤西沿海丘陵台地水土保持生态保护红线 1.1233hm²，临时占地主要为导流围堰、施工临时道路。涉及生态红线的工程主要有廉江市的浦洋水轮泵站、马猫水轮泵站、遂溪的西村泵站和甘水塘干渠改造、马塘低干渠改造、河头干渠改造，工程内容为泵站主体构筑物及附属设施建设、现有渠道清淤、边坡修整、导流围堰、施工临时道路等。



图4.8-31 雷北片区占地范围内生态保护红线生态现状

工程永久占用的生态保护红线土地利用类型主要为林地及耕地，植被主要为尾叶桉林和水稻群系，常见的植物有尾叶桉、水稻、马唐、叶下珠、飞扬草、狗牙根、长萼堇菜、黄鹌菜、鼠尾粟、黄花捻、少花龙葵等。动物主要有红嘴蓝鹊、暗绿绣眼鸟、麻雀、白头鹎、乌鸫、变色树蜥、黑眶蟾蜍等，均为区域广布种，

无保护物种分布。

工程临时占用的生态保护红线土地利用类型主要为林地及耕地，植被主要为人工林和农田植被，常见的植物有尾叶桉、阴香、九节、盐麸木、水稻、马唐、藿香蓟、牛筋草、苦蕒、三点金、链荚豆等，动物以黑眶蟾蜍、泽陆蛙、麻雀、白鹡鸰、暗绿绣眼鸟、红耳鹎、鹧鸪、大山雀、家燕等区域常见物种为主，未发现珍稀濒危保护物种。

评价范围内其他生态保护红线土地利用类型主要为林地及耕地，植被以人工林、阔叶林、农作物和自然杂草植被为主，群落结构简单，常见的植物有尾叶桉、台湾相思、芒萁、大管、华南鳞盖蕨、印度野牡丹、桃金娘、华南毛蕨、水稻、玉米、番薯、落花生等，动物主要有黑眶蟾蜍、花狭口蛙、变色树蜥、麻雀、白鹡鸰、白头鹎、棕背伯劳等常见物种为主。

4.8.7.2 雷西南片区

雷西南片区占用生态保护红线 4.0509hm^2 ，其中永久占用 2.7741hm^2 ，施工围堰临时占用 1.2768hm^2 ，占用红线类型为粤西沿海丘陵台地水土保持生态保护红线，评价范围分布有生态保护红线 2 处，距离工程 75m-290m。

雷西南片区占用生态保护红线的工程内容为龙东片区泵站及引水渠。永久占用生态保护红线的内容为龙东泵站及引水渠永久用地，临时占用生态保护红线的内容为管道导流围堰。工程占用的粤西沿海丘陵台地水土保持生态保护红线区域现状主要为龙门水库沿岸区域，以耐湿草本群落为主，优势种为碎米莎草、大蕨草、水虱草等，盖度约 60%-80%。周边连片分布着甘蔗等人工经济作物，形成大面积农田，人为耕作痕迹明显。受农业开发和基础设施建设影响，自然岸线和原生植被受到一定干扰，生物多样性水平一般，未发现珍稀濒危动植物或重要生态保护目标。



图4.8-32 雷西南片区占地范围内生态保护红线生态现状

龙门C片区支管A段评价范围内分布有生态保护红线，该生态保护红线区域现状主要为次生常绿阔叶林，是雷州半岛地带性植被类型。群落结构较为复杂，乔木层高大茂密，以樟科、桑科、大戟科等乡土阔叶树种为优势种，林冠郁闭度高；林下藤本、附生植物丰富，攀援现象普遍，局部有枯立木、倒木分布，呈现出自然演替状态。该区域植被覆盖度高，生物多样性水平显著高于周边人工植被。现场未发现国家重点保护野生植物，群落整体受人为干扰程度较低，生态系统稳定性较强。



图4.8-33 雷西南片区评价范围内生态保护红线生态现状

4.8.7.3 雷东南片区

雷东南片区永久、临时占地范围不涉及生态保护红线，评价范围分布有生态保护红线 5 处，距离工程 70m-280m，生态保护红线内主要为饮用水水源保护区及局部红树林。

区域内饮用水水源保护区所在红线为粤西沿海丘陵台地水土保持生态保护红线，以耐湿草本群落为主，优势种为狗牙根、牛筋草等，盖度约 60%-80%。周边分布有大量农田，主要种植甘蔗、菠萝等作物。岸线周边存在明显的农业开发活动，部分区域红壤裸露，存在轻微水土流失风险；近岸滩地可见少量生活垃圾和废弃物，局部环境受到轻微人为干扰。

红树林所在生态保护红线位于雷州半岛沿海、河口等区域，片区内分布有以桐花树为优势种的典型亚热带红树林群落，植株呈矮生灌丛状，叶片革质油亮，分枝密集，盖度可达 70%-85%，是评价区重要的红树林生态系统组成部分。群落伴生少量卤蕨、盐生禾草，适应潮间带周期性淹水环境，具有良好的防风固岸、水质净化与生物栖息地功能。



图4.8-34 雷东南片区评价范围内生态保护红线生态现状

4.8.8 典型工程区生态现状

4.8.8.1 渠道

渠道遍布整个评价区，涉及植被以人工林、耕地、杂灌及灌草丛为主。常见植被主要有尾叶桉林、水稻群落、光荚含羞草群落、白茅群落、鬼针草群落等，常见的植物有尾叶桉、水稻、玉米、瓜栗、光荚含羞草、毛蕨、柳叶箬、白茅、鬼针草、白饭树、凤眼莲、鼠尾粟、类芦等。生活于本区域的陆生动物有白胸苦恶鸟、白头鹎、鹊鸂、家燕、棕背伯劳、变色树蜥、黑眶蟾蜍、大树蛙、沼水蛙等。



图4.8-35 渠道典型生态现状图

4.8.8.2 管道

管道遍布整个评价区，涉及植被以人工林、耕地、杂灌及灌草丛为主。常见植被主要有尾叶桉林、水稻群落、玉米群落、鬼针草群落等，常见的植物有尾叶桉、台湾相思、水稻、玉米、构、楝、阴香、长蒴母草、华南毛蕨、光荚含羞草、毛蕨、鬼针草、狗尾草、牛筋草、华南鳞盖蕨、鼠尾粟、类芦等。生活于本区域的陆生动物有珠颈斑鸠、八哥、白腰文鸟、白头鹎、鹊鸂、金腰燕、变色树蜥、黑眶蟾蜍、饰纹姬蛙、花姬蛙、沼水蛙等。



图4.8-36 管道典型生态现状图

4.8.8.3 泵站

泵站主要位于评价范围河道、水库周边，植被以人工林、耕地、河边灌丛及灌草丛为主。泵站所占区域的常见植被主要有尾叶桉林、水稻群落、荔枝林、光荚含羞草群落、白茅群落、鬼针草群落等，常见的植物有尾叶桉、荔枝、水稻、青葙、铺地黍、白茅、鬼针草、白饭树、莲子草、田菁、少花龙葵、类芦等。生活于本区域的陆生动物有珠颈斑鸠、红耳鹎、鹊鸂、大山雀、变色树蜥、黑眶蟾蜍、斑腿泛树蛙等。



图4.8-37 泵站典型生态现状图

4.8.8.4 施工工区

根据灌溉管线及各建筑物工程的特点、施工的均衡性及实际施工场地布置条件，本工程共设置 430 个工区，其中埋管及渠道施工工区 281 个，顶管施工工区 107 个，泵站施工工区 42 个。工程施工工区现状主要为果园、农田、林地、灌草地等。

（1）占用农田、果园工区

工程工区占用的农田、果园主要为雷州半岛典型的人工农业植被，包括水田、甘蔗地、香蕉园及菠萝地等。其中，水田以单一水稻群落为主，伴生杂草极少；甘蔗地为红壤垄作坡耕地，地膜覆盖，植被以甘蔗为绝对优势种；香蕉园与菠萝地为人工经营的园地，植株连片种植，地表以裸露红壤为主，仅田埂、坡缘零星分布鬼针草、牛筋草等杂草。上述农业植被群落结构均较为单一，生物多样性水平较低，受长期农事活动干扰强烈，无原生地带性植被及珍稀濒危物种分布，以

农业生产功能为核心。



图4.8-38 施工工区农田、果园生态现状

(2) 占用林地工区

工程施工区占用林地主要为人工桉树林（以尾叶桉为主），为雷州半岛常见的人工用材林，林分郁闭度中等偏高，林下光照条件较弱。林下植被以阔叶灌丛、藤本植物和草本层为主，可见野牡丹、桃金娘等灌木，以及鸡屎藤等藤本植物攀附于乔木或灌丛上；地表层伴生鬼针草、马唐、狗尾草等常见草本植物，局部区域草本盖度较高。整体来看，群落结构相对简单，生物多样性水平中等，以人工栽培的桉树为绝对优势种，缺乏原生地带性植被成分，无国家及省级重点保护野生植物分布。





图4.8-39 施工工区林地生态现状

(3) 占用灌草丛工区

工程施工区占用灌草丛，植被以次生灌草丛 + 散生乔木为主要特征。地表以茂密的草本和低矮灌木为主，草本层优势种包括鬼针草、牛筋草、野菊等，局部混生芒草、白茅，盖度较高；灌丛层以桃金娘等灌木为主。边缘散生人工桉树林（尾叶桉），树干通直，为周边常见的人工用材林，郁闭度中等；局部有藤本植物攀附于树干或灌丛上。整体植被覆盖度较高，无明显裸露地表，也未见国家及省级重点保护野生植物分布。



图4.8-40 施工工区灌草丛生态现状

4.8.8.5 渣场

工程目前设置渣场 10 处。现状土地利用类型均为水塘，周边植被覆盖度中等偏低。各渣场生态现状见下表。

表4.8-26 渣场生态现状

序号	渣场名称	渣场图片	渣场生态现状
1	廉江新民镇东坑 1 渣场		土地利用类型为坑塘水面，场地主体为积水坑塘。植被较为稀疏，坑边零星生长狗尾草、牛筋草等草本，该渣场靠近农村道路，周边为农田，植被覆盖度中等。
2	廉江新民镇东坑 2 渣场		土地利用类型为坑塘水面，场地主体为积水坑塘。植被以稀疏草本为主，优势种为鹧鸪、芒草，坑缘偶见低矮草本，无灌丛、乔木，植被覆盖度低。周边为农田，植被覆盖度中等。
3	廉江新民镇东坑 4 渣场		土地利用类型为坑塘水面，场地主体为积水坑塘。塘边生长白花鬼针草等灌丛，周边为农田，植被覆盖度中等。
4	雷州企水镇田寮村-1 弃渣场		土地利用类型为坑塘水面，场地主体为积水坑塘。塘边零星草本，无灌丛，周边为其他水塘，植被覆盖度低。

序号	渣场名称	渣场图片	渣场生态现状
5	雷州企水镇田寮村-2 弃渣场		土地利用类型为坑塘水面，场地主体为积水坑塘。植被以稀疏草本为主，有狗尾草、画眉草等，周边为草地，植被覆盖度较低。
6	雷州北和镇鹅感村弃渣场		土地利用类型为坑塘水面，场地主体为积水坑塘，富营养化严重。水塘周边主要为桉树林，林缘为阔叶灌丛，植被覆盖度极高。
7	徐闻海安镇 1 弃渣场		土地利用类型为坑塘水面，场地主体为积水坑塘。周边为荒地、稀疏草地，植被为白花鬼针草等灌草丛，植被覆盖度低。
8	徐闻海安镇 2-1 弃渣场		土地利用类型为坑塘水面，场地主体为积水坑塘。周边为荒地、稀疏草地，植被为白花鬼针草等灌草丛，植被覆盖度低。
9	徐闻海安镇 2-2 弃渣场		土地利用类型为坑塘水面，场地主体为积水坑塘。周边为荒地、稀疏草地，植被为白花鬼针草等灌草丛，植被覆盖度低。

序号	渣场名称	渣场图片	渣场生态现状
10	徐闻城北镇弃渣场		土地利用类型为坑塘水面，场地主体为积水坑塘。植被为稀疏林及稀疏草地，植被覆盖度偏低。

4.9 水生生态环境现状调查与评价

为了解本项目所在区域水生生态环境质量现状，本次评价采用资料调查和现场调查相结合的方式进行水生生态现状调查。其中资料调查主要是引用《湛江市河湖水生态状况调查评估报告》（2022 年）中的数据和结论，现场调查由中山大学于 2026 年 4 月中下旬完成现场调查和采样。

4.9.1 调查评价方法

4.9.1.1 调查方法

（1）资料收集

本报告收集了《湛江市河湖水生态状况调查评估报告》（2022 年），该评估报告于 2021 年 9 月、12 月对湛江市的重点江河湖库进行了水生态调查，调查水体包括鉴江、袂花江、小东江、九洲江、南渡河、青年运河、遂溪河、大水桥河等 8 条河流，以及鹤地水库、龙门水库、迈生水库、大水桥水库等 14 个水库，22 个水体共布设了 80 个调查断面。本次评价主要摘录与本工程相关的 11 个水体 47 个断面的水生态调查结果，调查断面及调查内容具体见表 4.9-1。

（2）现场调查

1) 调查点位

本次评价我司委托中山大学对灌区范围内的水生生态现状进行调查，调查时间为 2026 年 4 月中下旬，本次调查设置了 33 个水生生态监测点位，其中浮游植

物、浮游动物、底栖动物和鱼类 30 个点位，鱼类早期资源 11 个点位。调查内容包含浮游动植物、底栖动物、鱼类以及鱼类早期资源等。

本次水生生态现场调查断面具体见表 4.9-2。

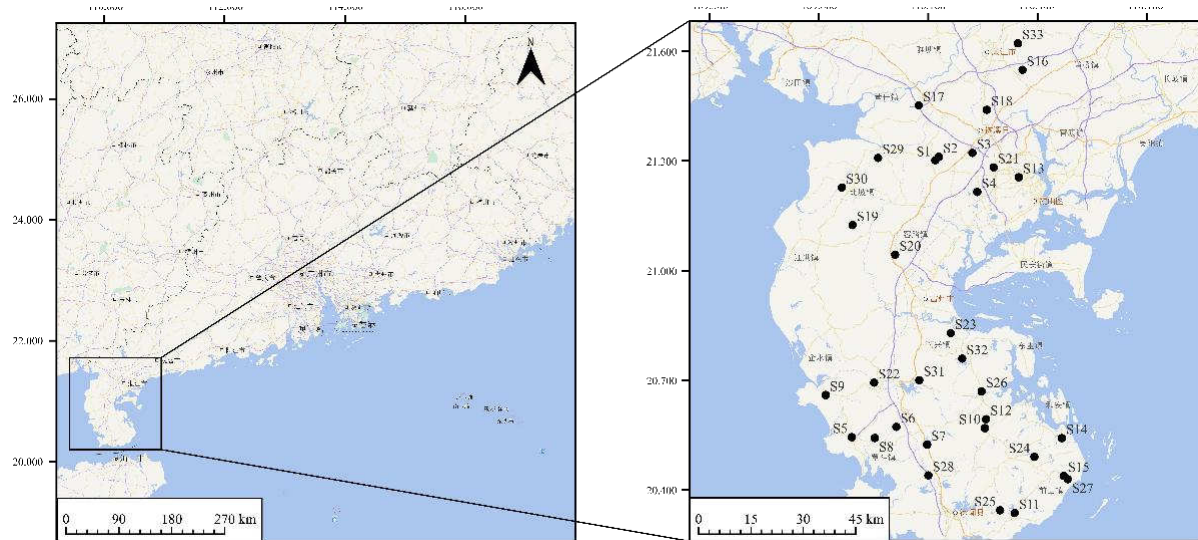


图4.9-1 雷州半岛灌区工程水生生态监测点位分布示意图

表4.9-1 湛江市河湖生态状况调查断面（部分）

序 号	编号	所在水体	断面名称	经度	纬度	浮游藻类		浮游动物	底栖无脊椎动物	鱼类	大型水生植物
						丰水期	枯水期				
1	JZJ1	九洲江	合江	110.2061	21.6361	√	√		√	√	√
2	JZJ2		龙湾桥	110.16422	21.56693	√	√		√	√	√
3	JZJ3		排里	110.0654	21.5037	√	√		√	√	√
4	JZJ4		营仔	110.0015	21.4831	√	√		√	√	√
5	JZJ5		高墩	110.03807	21.4901	√	√		√	√	√
6	SXH1	遂溪河	分界村桥	110.2444	21.4903	√	√		√	√	√
7	SXH2		铁路桥	110.2391	21.3853	√			√	√	√
8	SXH3		罗屋田	110.2989	21.3941	√	√		√	√	√
9	SXH4		石门大桥	110.38683	21.39232	√	√		√	√	√
10	SXH5		海湾大桥	110.42096	21.25193	√	√		√	√	√
11	NDH1	南渡河	文典村	109.97558	21.17924		√		√	√	√
12	NDH2		那平	109.9357	20.9924	√	√		√	√	√
13	NDH3		南渡河桥	110.045	20.885	√	√		√	√	√
14	NDH4		闸口	110.1617	20.8595	√	√		√	√	√
15	LZQNYH1	雷州青年运河	飞鼠田村	110.3189	21.575	√	√		√	√	√
16	LZQNYH2		大洋街道	110.4905	21.476	√			√	√	√
17	LZQNYH3		前进农场	110.1039	21.3301	√	√		√	√	√
18	LZQNYH4		赤坎水厂（塘口取水口）	110.306	21.3002	√	√		√	√	√
19	LZQNYH5		河头镇	109.8531	21.0628				√	√	√
20	LZQNYH6		赖宅	109.999	21.0489				√	√	√
21	DSQH1	大水桥河	南华农场	110.2288	20.4508				√	√	√
22	DSQH2		北水	110.19987	20.38491	√	√		√	√	√
23	DSQH3		文部村	110.2108	20.3016				√	√	√

雷州半岛灌区工程环境影响报告书

24	HDSK1	鹤地水库	山角	110.292	21.917	√	√	√	√	√	√
25	HDSK2		石角	110.3197	21.8864	√	√	√	√	√	√
26	HDSK3		鹤地水库 1	110.31375	21.84883	√	√	√	√	√	√
27	HDSK4		鸭利塘	110.2833	21.8279	√	√	√	√	√	√
28	HDSK5		鸡笼嶂	110.34134	21.80264	√	√	√	√	√	√
29	HDSK6		鹤地水库 2	110.30162	21.79924	√	√	√	√	√	√
30	HDSK7		红阳农场十七队	110.35936	21.73517	√	√	√	√	√	√
31	HDSK8		鹤地水库 3	110.31217	21.75964	√	√	√	√	√	√
32	HDSK9		银湖	110.30035	21.72883	√	√	√	√	√	√
33	HDSK10		渠首	110.311	21.7079	√	√	√	√	√	√
34	HLSK1	合流水库	合流水库	110.2816	21.2784	√	√	√	√	√	√
35	HLSK1		农科院葡萄园	110.27623	21.27145	√	√	√	√	√	√
36	LMSK1	龙门水库	谷家村	110.05673	20.68943	√	√	√	√	√	√
37	LMSK2		龙门河汇入口	110.05887	20.6763	√	√	√	√	√	√
38	LMSK3		龙门水库出库水闸	110.0283	20.6829	√	√	√	√	√	√
39	MSSK1	迈生水库	雷高河汇入口	110.19621	20.75224	√	√	√	√	√	√
40	MSSK2		新生态农业公司	110.19046	20.75826	√	√	√	√	√	√
41	MSSK3		迈生水库	110.1955	20.7636	√	√	√	√	√	√
42	DSQSK1	大水桥水库	大水桥水库出库水闸	110.1939	20.3383	√	√	√	√	√	√
43	DSQSK2		那山村	110.22094	20.34985	√	√	√	√	√	√
44	DSQSK3		那七村	110.18432	20.35677	√	√	√	√	√	√
45	SYQSK1	三阳桥水库	五一农场十队	110.14527	20.42536	√	√	√	√	√	√
46	SYQSK2		三阳桥水库库心	110.14993	20.4133	√	√	√	√	√	√
47	SYQSK3		三阳桥水库出库水闸	110.1404	20.4171	√	√	√	√	√	√

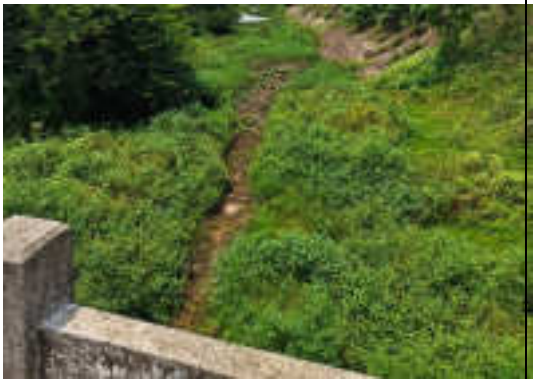
表4.9-2 水生生态现场调查断面汇总表

地表水断面 编号	编号	监测断面名称	坐标		调查内容	性质	片区
			X（东经）	Y（北纬）			
W1	S1	罗马坛水库	110.115	21.30037	浮游动植物、底栖动物、鱼类以及 鱼类早期资源	取水水源	雷北
W2	S2	南边洋水库	110.1263	21.31005	浮游动植物、底栖动物、鱼类以及 鱼类早期资源	取水水源	雷北
W3	S3	内塘水库	110.2183201	21.32487649	游动植物、底栖动物、鱼类	取水水源	雷北
W4	S4	志满水库	110.23718	21.21654892	游动植物、底栖动物、鱼类及鱼类 早期资源	取水水源	雷北
W7	S5	平南水库	109.8850461	20.54566407	游动植物、底栖动物、鱼类	取水水源	雷西南
W8	S6	大湾水库	110.0073	20.57333	游动植物、底栖动物、鱼类	取水水源	雷西南
W9	S7	余庆桥水库	110.0950246	20.52635649	浮游动植物、底栖动物、鱼类以及 鱼类早期资源	取水水源	雷西南
W10	S8	迈克水库	109.9492573	20.54471041	浮游动植物、底栖动物、鱼类以及 鱼类早期资源	取水水源	雷西南
W11	S9	调和水库	109.8152	20.66222	游动植物、底栖动物、鱼类	取水水源	雷西南
W13	S10	大田沟水库	110.251	20.5714	游动植物、底栖动物、鱼类	取水水源	雷东南
W14	S11	迈胜水库	110.3327	20.34175	游动植物、底栖动物、鱼类	取水水源	雷东南
W15	S12	红心楼水库	110.2555251	20.60206761	浮游动植物、底栖动物、鱼类以及 鱼类早期资源	取水水源	雷东南
W16	S13	赤坎水库	110.3436485	21.25644003	游动植物、底栖动物、鱼类	受水水库	雷北
W18	S14	南畔水库	110.4618	20.5436	游动植物、底栖动物、鱼类	受水水库	雷东南

W19	S15	北松水库	110.4638	20.4429	游动植物、底栖动物、鱼类	交水水库	雷东南
W23	S16	四联河	110.3539	21.55084	浮游动植物、底栖动物、鱼类以及 鱼类早期资源	取水水源	雷北
W24	S17	西海河	110.0695879	21.45377805	游动植物、底栖动物、鱼类	取水水源	雷北
W25	S18	东海河	110.2562389	21.44179012	游动植物、底栖动物、鱼类	取水水源	雷北
W26	S19	西运河	109.8879982	21.12678022	游动植物、底栖动物、鱼类	取水水源	雷北
W27	S20	东运河	110.0047611	21.0455277	游动植物、底栖动物、鱼类	取水水源	雷北
W28	S21	东海河	110.2751	21.28462	游动植物、底栖动物、鱼类	取水水源	雷北
W29	S22	龙门河	109.9476222	20.69650453	浮游动植物、底栖动物、鱼类以及 鱼类早期资源	取水水源	雷西南
W30	S23	花桥水	110.1567	20.83131	浮游动植物、底栖动物、鱼类以及 鱼类早期资源	取水水源	雷东南
W31	S24	南北渠	110.3866	20.49295	游动植物、底栖动物、鱼类	取水水源	雷东南
W32	S25	南北渠	110.2933	20.34733	游动植物、底栖动物、鱼类	取水水源	雷东南
W33	S26	调风河	110.2411622	20.67242311	游动植物、底栖动物、鱼类	退水河流	雷东南
W34	S27	北松河	110.4780525	20.43225537	游动植物、底栖动物、鱼类	退水河流	雷东南
W35	S28	迈陈河	110.0955546	20.44227576	游动植物、底栖动物、鱼类	退水河流	雷西南
W36	S29	豆坡河	109.958095641	21.310478710	游动植物、底栖动物、鱼类	退水河流	雷北
W37	S30	乐民河	109.858934374	21.229797862	游动植物、底栖动物、鱼类	退水河流	雷北
W6	S31	龙门水库	110.0705283	20.70310207	鱼类早期资源	取水水源	雷东南
W12	S32	迈生水库	110.1883	20.76075	鱼类早期资源	取水水源	雷东南
W21	S32	青年运河主干渠	110.3406874	21.6228527	鱼类早期资源	取水水源	雷北

	
S1 罗马坛水库	S2 南边洋水库
	
S3 内塘水库	S4 志满水库
	
S5 平南水库	S6 大湾水库
	
S7 余庆桥水库	S8 迈克水库

	
S9 调和水库	S10 大田沟水库
	
S11 迈胜水库	S12 红心楼水库
	
S13 赤坎水库	S14 南畔水库
	
S15 北松水库	S16 四联河

	
S17 西海河	S18 东海河
	
S19 西运河	S20 东运河
	
S21 东海河	S22 龙门河
	
S23 花桥水	S24 南北渠

	
S26 调风河	S27 北松河
	
S28 迈陈河	S29 豆坡河
	
S30 乐民河	S31 龙门水库
	
S32 迈生水库	S33 青年运河主干渠

图4.9-2 水生生态现状监测点位现场照片

2) 采样方法

水生生态现状调查中，水生生物调查方法主要依据《淡水渔业资源调查规范 河流》（SC/T9429-2019）、《淡水渔业资源调查规范 湖泊》（SC/T9455-2025）、《水生生态监测技术指南 河流水生生物监测与评价（试行）》（HJ1295-2023）、《水生生态监测技术指南 湖泊和水库水生生物监测与评价（试行）》（HJ1296-2023）、《生物多样性观测技术导则 淡水底栖大型无脊椎动物》（HJ 710.8-2014）、《生物多样性观测技术导则 内陆水域鱼类》（HJ 710.7-2014）等进行采样和检测。

① 浮游植物

浮游植物用 25#浮游生物网（网孔 64 μm ）自底至表垂直拖取采集浮游植物样品，现场以甲醛溶液固定保存。带回实验室后浓缩至 50 mL，取 0.1 mL 样品置于浮游植物计数框中，滴加鲁哥氏液染色后在光学显微镜下进行计数和分类。

每升水样中浮游植物数量的计算公式如下：

$$N = \frac{C_s}{F_s \times F_n} \times \frac{V}{v} \times P_n$$

式中：N ——一升水样中浮游植物的数量（ind/L）；

Cs ——计数框的面积（ mm^2 ）；

Fs ——视野面积（ mm^2 ）；

Fn ——每片计数过的视野数；

V ——一升水样经浓缩后的体积（ml）；

v ——计数框的容积（ml）；

Pn ——计数所得个数（ind）。

② 浮游动物

定量样品使用 13#早期资源网过滤水体 50 L，样品 10%甲醛固定。另用早期资源网尽量收集样品，10%福尔马林液固定，用于种类的定性研究。

原生动物和轮虫用 1 mL 早期资源计数框计数，并换算成单位体积密度。枝角类、桡足类和其他无脊椎动物幼虫全部计数。

单位体积浮游动物的数量按下式计算：

$$N = V_s \cdot n / V \cdot V_a$$

式中：N-1L水样中浮游动物的数量

V-采样体积(L);

V_s -样品浓缩后的体积(mL);

V_a -计数样品体积(mL);

n -计数所获得的个数(个)。

③ 底栖动物

底栖动物调查采样参考中华人民共和国国家环境保护标准《生物多样性观测技术导则 淡水底栖大型无脊椎动物》(HJ 710.8-2014), 定量样品采集用 $1/16m^2$ 改良彼得生挖泥器采集底泥, 每个点采集 3 次, 在现场用孔径为 40 目的分样筛将沉积物样品中的泥沙冲洗掉, 所获大型底栖动物标本及残渣全部转移至样品瓶, 用 10%福尔马林溶液现场固定, 贴上标签(写明地点、编号、日期), 带回实验室。

在实验室用解剖镜将底栖动物分检出, 标本鉴定至尽可能低的分类单元, 然后计数和称重, 用 70%乙醇保存标本。底栖动物换算成单位面积密度和生物量。计数时, 每个站位所得的底栖动物按不同种类准确地统计个体数, 在标本已有损坏的情况下, 一般只统计头部, 不统计零散的腹部、附肢。样品在室内称重时, 先将样品表面的水分吸干, 再用电子秤(精度为 0.01g)分别称重。最后将所有的样品均换算成密度(ind./m²)和生物量(g/m²)。

④ 鱼类早期资源

参考曹文宣等《长江鱼类早期资源》调查方法, 于调查水域设置若干站位, 使用 I 型早期资源网(孔径 0.50 mm, 网口直径 0.80 m, 网口面积 0.50 m², 网长 2 m)作为鱼类早期资源样品采集的主要网具进行鱼卵和仔稚鱼样品采集。采样方式以表层水平拖网为主, 使网口充分迎水, 避免网具倾斜、翻转或贴近水底。每次拖网结束后, 用现场水体由网口外侧向网底方向冲洗网衣, 使附着于网壁上的鱼卵和仔稚鱼集中至网底收集杯中。随后将样品转移至采样瓶内, 并用 95%乙醇固定保存, 贴好标签后带回实验室。实验室内, 在体视显微镜下对样品进行挑分、鉴定和计数。对于形态特征不明显或难以鉴定到种的样品, 结合 DNA 条形码技术进行分子鉴定, 以提高分类结果的准确性。

⑤ 鱼类资源

鱼类调查采样参考中华人民共和国国家环境保护标准《生物多样性观测技术

导则 内陆水域鱼类》(HJ 710.7-2014) 进行。采用捕捞和问卷调查的方式进行调查。所用网具为地笼网、漂流单片刺网与手抄网。手抄网由 30×25cm 不锈钢框, 80 目绢布和 30cm 木柄组成, 主要用于捕捞个体较小鱼类, 不做定量分析 (渔获量、优势度、多样性指数等), 只做定性分析 (种类数)。地笼网一个单位由 20 个 35×25cm 的钢筋框组成, 每个框之间间隔 37cm, 网孔 1.5×1.5cm, 每个采样区域放置 6 个单位; 流刺网一个单位为 60m 长×1.2m 高的三层网, 外面两层网目尺寸 4×5cm, 中间网层网孔为 1.5×1.5cm, 每个采样区域放置 1~2 个单位。笼网与流刺网布置在预先设定好的站点附近, 隔天收网。对采集的鱼类样品进行现场拍照、分类、记数、形态测量, 不易确定的种类用 10% 的福尔马林溶液保存并带回实验室鉴定。鱼类物种鉴定依据《中国鱼类系统检索》、《广东淡水鱼类志》和《珠江鱼类志》等。

4.9.1.2 评价方法

(1) 优势度

参考 Berger-Parker 优势度指数的相对丰度, 采用各物种个体数量占该站位全部浮游植物个体数量的比例计算优势度, 公式为:

$$Y_i = N_i / N_T$$

式中, Y_i 为第 i 种浮游植物在该站位的优势度; N_i 为第 i 种浮游植物的个体数量; N_T 为该站位全部浮游植物个体数量。

(2) 多样性指数

使用 PRIMER v6.0 软件包进行单变量分析, 包括物种丰富度指数 d (Margalef's index)、香农-威纳多样性指数 H' (Shannon-wiener diversity) 和均匀性指数 J' (Pielou's evenness)。

物种丰富性指数 D (Margalef's index): 物种丰富度指数 D 综合了样品中种类数目和丰度的信息, 表示一定丰度中的种类数目, 公式为:

$$D = (S-1) / \ln N$$

其中 D : 物种的丰富度指数; S : 种类总数; N : 所有物种的数量。

香农-威纳多样性指数 H' (Shannon-wiener diversity): 香农-威纳指数是最常用的多样性指数, 综合群落的丰富性和均匀性两个方面的影响, 公式是:

$$H' = -\sum(P_i \times \ln P_i)$$

H' : 样品的信息含量, 即群落的多样性指数; P_i : 群落中属于第 i 种个体的比例, 若总个体数为 N , 第 i 种个体数为 n_i , 则 $P_i = n_i/N$ 。

均匀性指数 J' (Pielou's evenness): 均匀度指数是通过估计理论上的最大香农-威纳指数 ($H'_{\max}$), 然后以实际测得的 H' 对 $H'_{\max}$ 的比率来获得, 其计算公式为:

$$J' = H'/H'_{\max}$$

4.9.2 历史资料调查结果

历史资料调查主要是引用《湛江市河湖水生生态状况调查评估报告》(2022 年)中与本工程有关的 11 个水体的水生生态调查结果。

4.9.2.1 九洲江

(1) 浮游藻类

九洲江 5 个点位在两个水期共检出浮游藻类 8 门 173 种, 其中绿藻门种类数最多, 为 99 种; 其次是蓝藻门, 为 28 种。丰水期以蓝藻门的细小平裂藻、泽丝藻、隐球藻、链状假鱼腥藻、绿藻门的美丽网球藻和硅藻门的颗粒沟链藻等为主要优势种; 枯水期以蓝藻门的细小平裂藻、隐球藻、泽丝藻和硅藻门的颗粒沟链藻等为主要优势种。

九洲江丰、枯水期浮游藻类的密度变化范围为 $2.5 \times 10^6 \text{ cells/L} \sim 7.8 \times 10^7 \text{ cells/L}$, 丰水期浮游藻类平均密度高于枯水期, 分别为 $4.2 \times 10^7 \text{ cells/L}$ 、 $3.4 \times 10^7 \text{ cells/L}$ 。丰、枯水期浮游藻类生物量变化范围为 $1.02 \text{ mg/L} \sim 24.46 \text{ mg/L}$ 。在种类组成上, 丰水期除合江点位以绿藻门为主外, 其余 4 个点位均以硅藻门为主, 枯水期 5 个点位均以硅藻门为主。

丰水期浮游藻类多样性指数变化范围为 3.13~4.17, 均值为 3.62; 枯水期浮游藻类多样性指数变化范围为 3.55~4.35, 均值为 3.97。丰水期浮游藻类多样性指数小于枯水期, 原因可能为汛期水动力条件的改变直接导致浮游藻类种类组成、密度、优势种等改变。

(2) 底栖动物

九洲江 5 个点位两个水期共捕获底栖动物 20 种, 隶属于 3 门 7 纲 10 目 13 科

17 属，其中丰水期捕获底栖动物 3 门 5 纲 7 目 9 科 11 属 12 种，枯水期捕获底栖动物 3 门 6 纲 8 目 11 科 15 属 17 种。出现率较高及分布较广的物种主要包括梨形环棱螺、铜锈环棱螺、中华摇蚊等。两个水期均为以软体动物、节肢动物、环节动物组成的底栖种类群落，出现频率较高的优势种主要包括梨形环棱螺及摇蚊（属）。

九洲江 5 个点位两个水期的底栖动物平均密度为 170 ind./m²，丰水期密度组成以节肢动物为主，主要优势种为节肢动物门摇蚊科动物；枯水期密度组成以梨形环棱螺为主。两个水期底栖动物的平均生物量是 92.3 g/m²，丰水期各调查点位底栖动物的生物量范围为 9.01~182 g/m²，平均值为 106g/m²；枯水期各调查点位底栖动物的生物量范围为 2.06~279g/m²，平均值为 43.2g/m²。

（3）鱼类

九洲江丰、枯水期共捕获鱼类 35 种，隶属于 6 目 14 科 34 属。其中鲤形目种类数最多，为 21 种；其次是鲈形目，为 8 种；鲇形目 3 种；鲻形目、合鳃鱼目和鲱形目各 1 种。土著鱼类 33 种，主要有鳊、鲤、鲮、翘嘴鲈、子陵吻虾虎鱼、赤眼鳟、鲫、鳊、鲮、黄颡鱼、斑鲮、攀鲈等，外来入侵物种有尼罗罗非鱼、豹纹翼甲鲇 2 种。主要优势种为尼罗罗非鱼、豹纹翼甲鲇、子陵吻虾虎鱼、鳊、鲤、斑鲮等。2 次调查未发现珍稀濒危和重点保护物种。

表4.9-3 九洲江鱼类

水期	鱼类
丰水期	尼罗罗非鱼、鲤、鳊、鲮、翘嘴鲈、草鱼、三角鲂、赤眼鳟、鲫、斑鲮、豹纹翼甲鲇、拟细鲫、子陵吻虾虎鱼、攀鲈、宽鳍鱮、胡子鲇、横纹南鳅、鳊、暗花纹唇鱼、马口鱼、似鲃、须鲫、黄颡鱼、银鲴、麦穗鱼、黄鳝、南方拟鳊、中华鲮
枯水期	尼罗罗非鱼、豹纹翼甲鲇、子陵吻虾虎鱼、鳊、鲫、鲤、鳊、鲮、翘嘴鲈、草鱼、三角鲂、赤眼鳟、斑鲮、拟细鲫、攀鲈、宽鳍鱮、胡子鲇、鳊、马口鱼、须鲫、黄颡鱼、银鲴、斑鲮、花鲈、月鳢、舌虾虎鱼、南方拟鳊、叉尾斗鱼

4.9.2.2 青年运河

（1）浮游藻类

雷州青年运河 4 调查点位在两个水期共检出浮游藻类 7 门 99 种，其中绿藻门种类数最多，为 46 种。两个水期的种类数数量相差较小，丰水期为 59 种，枯水期为 69 种；丰水期浮游藻类平均密度高于枯水期，分别为 $105.88 \times 10^6 \text{ cells/L}$ 、 $64.89 \times 10^6 \text{ cells/L}$ ；丰水期浮游藻类平均生物量高于枯水期，分别为 3.96 mg/L 、 2.65 mg/L ；优势种差异较小，丰水期以蓝藻门的浮鞘丝藻、假鱼腥藻、拟柱孢藻、绿藻门的双尾栅藻、网状空星藻等为主要优势种；枯水期以蓝藻门的浮鞘丝藻、假鱼腥藻、拟柱孢藻、浮丝藻等为主要优势种。

(2) 底栖动物

两个水期共检出底栖动物 3 门 15 种，其中节肢动物门种类数最多，枯水期种类数要高于丰水期种类数；两个水期的底栖动物平均密度为 70.3 ind./m^2 ，平均生物量是 78.8 g/m^2 ，枯水期的平均密度和生物量均要高于丰水期生物量。底栖动物发现外来入侵种 1 种，耐污种 5 种。丰、枯水期调查共计发现底栖动物优势种 5 种，出现频率较高的优势种主要包括梨形环棱螺、华摇蚊、摇蚊属。

(3) 鱼类

两个水期共捕获鱼类 15 种，隶属于 3 目 6 科 15 属。其中鲤形目种类数最多，枯水期鱼类种类比丰水期多；渔获量为 193 尾，平均 3.82 kg ，丰、枯水期鱼类种类有差异，鲮、子陵吻虾虎鱼、尼罗罗非鱼和豹纹翼甲鲇在两期调查中尾数百分比均位于前五位。发现鱼类外来入侵种 2 种(尼罗罗非鱼、豹纹翼甲鲇)，两个水期均发现尼罗罗非鱼、豹纹翼甲鲇等鱼类耐污种。丰、枯水期调查中，鱼类尾数前三优势种分别为鲮、尼罗罗非鱼和子陵吻虾虎鱼。未发现珍稀濒危和重点保护物种。

表4.9-4 青年运河鱼类

水期	鱼类
丰水期	尼罗罗非鱼、豹纹翼甲鲇、鲤、鲮、鲢、鲫、宽鳍鱲、黑鳍鲈、南方拟鲮、
枯水期	尼罗罗非鱼、豹纹翼甲鲇、子陵吻虾虎鱼、鲮、攀鲈、翘嘴鲈、三角鲂、条纹二须鲃、鲫、宽鳍鱲、叉尾斗鱼

4.9.2.3 南渡河

(1) 浮游藻类

南渡河 3 个点位在两个水期共检出浮游藻类 7 门 93 种，其中绿藻门种类数

最多，为 42 种；其次是硅藻门，为 22 种。两个水期的种类数数量相差甚小，丰水期为 60 种，枯水期为 57 种；丰水期浮游藻类平均密度高于枯水期，分别为 $8.70 \times 10^6 \text{ cells/L}$ 、 $1.68 \times 10^6 \text{ cells/L}$ ；丰水期浮游藻类平均生物量高于枯水期，分别为 3.81 mg/L 、 2.28 mg/L 。优势种差异较小，丰水期以蓝藻门的细小平裂藻、浮丝藻、绿藻门的十字藻和硅藻门的颗粒沟链藻等为主要优势种；枯水期以蓝藻门的细小平裂藻、绿藻门的四尾栅藻和硅藻门的颗粒沟链藻等为主要优势种。两个水期发现藻类耐污种共有 22 种。

(2) 底栖动物

两个水期共检出底栖动物 3 门 15 种，其中节肢动物门、软体动物门和环节动物门均为 5 种；两个水期的底栖动物平均密度为 119 ind./m^2 ，平均生物量是 50.6 g/m^2 ，丰水期的平均密度和生物量均要高于枯水期生物量。底栖动物外来入侵种 1 种，耐污种 4 种。丰、枯水期调查共计发现底栖动物优势种 5 种，出现频率较高的优势种主要包括水丝蚓、多足摇蚊。

(3) 鱼类

两个水期共捕获鱼类 32 种，隶属于 6 目 14 科 30 属。其中鲤形目种类数最多，枯水期鱼类种类比丰水期多；渔获量为 321 尾，平均 35.63 kg ，丰、枯水期鱼种类有所差异，尼罗罗非鱼、鲮、翘嘴鲇和子陵吻虾虎鱼在两期调查中尾数百分比均位于前 5 位。土著鱼类共计 29 种，发现鱼类外来入侵种 3 种（尼罗罗非鱼、云斑尖塘鳢、豹纹翼甲鲇）。丰、枯水期调查中，鱼类尾数前三优势种分别为尼罗罗非鱼、鲮和翘嘴鲇。未发现珍稀濒危和重点保护物种。

表4.9-5 南渡河鱼类

水期	鱼类
丰水期	尼罗罗非鱼、豹纹翼甲鲇、黄鳍、条纹二须鲃、子陵吻虾虎鱼、中华鲮、宽鳍鱮、马口鱼、黑鳍鳊、三角鲂、鲤、鲫、攀鲈、翘嘴鲇、鳊、鲢、花鲢、赤眼鳟
枯水期	尼罗罗非鱼、云斑尖塘鳢、豹纹翼甲鲇、翘嘴鲇、子陵吻虾虎鱼、鲮、鳊、攀鲈、鳙、马口鱼、三角鲂、斑鲮、鲫、鲮、鲤、宽鳍鱮、斑鳢、赤眼鳟、胡子鲇、花鲈、中华鲮、银鲴、鲢、月鳢、叉尾斗鱼、草鱼、须鲫、黄颡鱼

4.9.2.4 遂溪河

(1) 浮游藻类

遂溪河 5 个调查点位在两个水期共检出浮游藻类 6 门 170 种，其中绿藻门种类数最多，为 79 种；其次是蓝藻门，为 50 种。两个水期的种类数数量存在差异，丰水期为 123 种，枯水期为 99 种；丰、枯水期浮游藻类平均密度相差较小，其平均密度分别为 $6.48 \times 10^6 \text{cells/L}$ 、 $6.41 \times 10^6 \text{cells/L}$ ；丰水期浮游藻类平均生物量低于枯水期，分别为 0.84mg/L 、 5.65mg/L ；优势种差异较小，丰水期以蓝藻门的浮鞘丝藻、隐球藻、泽丝藻、假鱼腥藻、平裂藻、颤藻等为主要优势种；枯水期以蓝藻门的细小平裂藻、隐球藻、拟柱孢藻、假鱼腥藻等为主要优势种。

(2) 底栖动物

遂溪河两个水期共检出底栖动物 3 门 34 种，其中环节动物门种类数最多，枯水期种类数及多样性指数要高于丰水期，两个水期的底栖动物平均密度为 119ind./m^2 ，枯水期密度要高于丰水期；平均生物量是 50.6g/m^2 ，丰水期的生物量要高于枯水期。丰、枯水期调查共计发现底栖动物优势种 8 种。上游的优势种以耐污性较强的梨形环棱螺、铜锈环棱螺及水丝蚓为主；下游以广盐性生物为主，主要包括收集者食性的羽须鳃沙蚕、日本刺沙蚕及腺带刺沙蚕。

(3) 鱼类

两个水期共捕获鱼类 60 种，隶属于 9 目 34 科 53 属。其中鲈形目种类数最多，枯水期鱼类种类多于丰水期；渔获量为 551 尾，平均 20.42kg ，丰、枯水期鱼种类有所差异，尼罗罗非鱼和皮氏叫姑鱼在两期调查中尾数百分比均位于前 5 位。共计调查发现 60 种鱼类，其中土著鱼类共计 58 种，发现鱼类外来入侵种 2 种（尼罗罗非鱼、豹纹翼甲鲇）。丰、枯水期调查中，鱼类尾数前三优势种分别为皮氏叫姑鱼、尼罗罗非鱼和子陵吻虾虎鱼。两个水期均发现 1 种濒危（EN）物种：日本鳗鲡。

表4.9-6 遂溪河鱼类

水期	鱼类
丰水期	皮氏叫姑鱼、短吻鲷、斑鲈、条纹二须鲃、多鳞鱖、短棘银鲈、子陵吻虾虎鱼、截尾白姑鱼、宽鳍鱲、宽体舌鲷、中华鲮、李氏鲮、棘头梅童鱼、赤鼻棱鲷、泥鳅、鲫、马口鱼、叉尾斗鱼、金钱鱼、横纹东方鲀、日本鳗鲡、二长棘鲷、侧条波鱼、棒花鱼、鲮、鲃、三角鲂、鳊、黄斑篮子鱼、花鲢、花鲈、尼罗罗非鱼、豹纹翼甲鲃
枯水期	皮氏叫姑鱼、鳊、子陵吻虾虎鱼、鲮、鹿斑鲷、棘头梅童鱼、鲤、细鳞鲃、短吻鲷、青鳞小沙丁鱼、鲫、鲮、短棘银鲈、赤鼻棱鲷、黄鳍棘鲷、中华海鲂、攀鲈、花鲈、黄斑篮子鱼、叉尾斗鱼、斑鲈、三角鲂、中华鲮、斑鲈、多鳞鱖、舌虾虎鱼、犬牙繃虾虎鱼、翘嘴鲃、条纹二须鲃、马口鱼、大弹涂鱼、星点东方鲀、宽体舌鲷、勒氏枝鲃石首鱼、日本鳗鲡、圆鳞斑鲃、杂食豆齿鲃、宽鳍鱲、赤眼鲮、黄颡鱼、美丽小条鲃、黑鳍棘鲷、斑头舌鲷、东方箬鲷、二长棘鲷、弓斑东方鲀、汉氏棱鲷、金钱鱼、长蛇鲃、尼罗罗非鱼、豹纹翼甲鲃

4.9.2.5 大水桥河

(1) 浮游藻类

大水桥河北水点位在两个水期共检出浮游藻类 5 门 31 种，其中硅藻门种类数最多，为 15 种；其次是绿藻门，为 10 种。两个水期的种类数数量相差较大，丰水期为 12 种，枯水期为 21 种；丰、枯水期浮游藻类的密度差别不大，分别为 $0.56 \times 10^6 \text{ cells/L}$ 、 $0.50 \times 10^6 \text{ cells/L}$ ；丰、枯水期浮游藻类的生物量差别不大，分别为 0.48 mg/L 、 0.59 mg/L ；优势种差异较大，丰水期以蓝藻门的细小平裂藻、浮鞘丝藻、极小假鱼腥藻为优势种；枯水期以绿藻门的弯曲栅藻、披甲栅藻博格变种双尾变形、隆顶栅藻和硅藻门的谷皮菱形藻为优势种。

(2) 底栖动物

大水桥河两个水期共检出底栖动物 3 门 15 种，其中节肢动物门、软体动物门、环节动物门种类均为 5 种，枯水期种类数要高于丰水期种类数，发现底栖动物耐污种 1 种；两个水期的底栖动物平均密度为 62.0 ind./m^2 ，平均生物量是 65.3 g/m^2 ，枯水期密度和生物量均要高于丰水期密度。丰、枯水期调查共计发现底栖动物优势种 3，出现频率较高的优势种主要包括日假爱菲泥甲、日本沼虾、梨形环棱螺。

(3) 鱼类

两个水期共捕获鱼类 25 种，隶属于 4 目 12 科 25 属。其中鲤形目种类数最

多。发现土著鱼类共计 23 种，鱼类外来入侵种 2 种；枯水期鱼类种类比丰水期多。渔获量为 190 尾，平均 5.55kg，丰、枯水期鱼类种类有差异，鰱和云斑尖塘鳢在两期调查中尾数百分比均位于前五位。丰、枯水期调查中，鱼类尾数前三优势种分别为云斑尖塘鳢、尼罗罗非鱼和子陵吻虾虎鱼。两个水期均未发现珍稀濒危和重点保护物种。

表4.9-7 大水桥河鱼类

水期	鱼类
丰水期	条纹二须鲃、宽鳍鱮、鰱、拟平鳅、子陵吻虾虎鱼、马口鱼、鲫、中华鲮、大刺鳅、鲤、黑鳍鳊、斑鳢、黄鳊、尼罗罗非鱼、豹纹翼甲鲇
枯水期	子陵吻虾虎鱼、叉尾斗鱼、鰱、鲫、翘嘴鲇、中华鲮、马口鱼、大刺鳅、鲮、三角鲂、黄鳊、南方波鱼、斑鳢、赤眼鳟、黄颡鱼、平舟原缨口鳅、大鳞副泥鳅、宽鳍鱮、鲤、尼罗罗非鱼、豹纹翼甲鲇

4.9.2.6 鹤地水库

(1) 浮游藻类

鹤地水库两个水期共检出浮游藻类 7 门 163 种，其中绿藻门种类数最多，两个水期发现藻类耐污种共有 20 种，两个水期的总种类数相差较小，丰水期为 119 种，枯水期为 120 种；优势种差异较小，丰、枯水期浮游藻类平均密度相差较小，其总平均密度分别为 $53.34 \times 10^6 \text{ cells/L}$ 、 $48.26 \times 10^6 \text{ cells/L}$ ；丰水期平均生物量低于枯水期，分别为 1.25 mg/L 、 6.15 mg/L ；丰水期以蓝藻门的浮鞘丝藻、拟柱孢藻、泽丝藻、细小平裂藻、假鱼腥藻等为主要优势种；枯水期以蓝藻门的浮鞘丝藻、拟柱孢藻、泽丝藻、假鱼腥藻和硅藻门的颗粒沟链藻等为主要优势种。

(2) 浮游动物

两个水期共检出浮游动物 2 门 3 类 31 种，其中轮虫类种类数最多，丰水期浮游动物种类数低于枯水期；两个水期总平均密度为 41.0 ind./L ，丰水期平均密度低于枯水期；两个水期总平均生物量为 $81.20 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$ ，丰水期平均生物量低于枯水期；两个水期浮游动物的优势种差异较大，丰水期以桡足类无节幼体或桡足幼体为第一优势种；枯水期有 4 个点位以长额象鼻溞为第一优势种，其余点位的浮游动物第一优势种为桡足类无节幼体或桡足幼体。

(3) 底栖动物

两个水期共检出底栖动物 3 门 12 种，其中节肢动物门种类数最多，发现外来入侵种 1 种，耐污种 3 种，枯水期的种类数要高于丰水期。两个水期的底栖动物平均密度为 89.6 ind./m²，平均生物量为 34.0g/m²，枯水期的密度和生物量均要明显高于丰水期。丰、枯水期调查共计发现底栖动物优势种 5 种，出现频率较高的优势种主要包括中华摇蚊、水丝蚓、梨形环棱螺等。

(4) 鱼类

两个水期共捕获鱼类 28 种，隶属于 3 目 9 科 25 属，鲤形目种类数最多。其中土著鱼类共计 25 种，外来入侵种 3 种（尼罗罗非鱼、革胡子鲶、豹纹翼甲鲶）。枯水期鱼类种类比丰水期多，两个水期渔获量为 689 尾，平均 30.30 kg，丰、枯水期鱼类种类有差异，尼罗罗非鱼和鲮在两期调查中尾数百分比均位于前五位。丰、枯水期调查中，鱼类尾数前三优势种分别为尼罗罗非鱼、鲮和子陵吻虾虎鱼。两个水期均未发现珍稀濒危和重点保护物种。

表4.9-8 鹤地水库鱼类

水期	土著鱼类
丰水期	宽鳍鱮、马口鱼、鲮、三角鲂、鲤、鲫、子陵吻虾虎鱼、鳊、翘嘴鲌、赤眼鳟、尼罗罗非鱼、革胡子鲶、豹纹翼甲鲶
枯水期	子陵吻虾虎鱼、鲮、翘嘴鲌、三角鲂、鲫、鲤、叉尾斗鱼、鲢、鳙、黄颡鱼、马口鱼、攀鲈、斑鳢、赤眼鳟、月鳢、宽鳍鱮、胡子鲶、须鲫、草鱼、银鲴、麦穗鱼、黄尾鲴、条纹二须鲃、棒花鱼、尼罗罗非鱼、革胡子鲶、豹纹翼甲鲶

4.9.2.7 合流水库

(1) 浮游藻类

合流水库两个水期共检出浮游藻类 6 门 53 种，其中绿藻门种类数最多，两个水期的种类数数量相差较小，丰水期为 36 种，枯水期为 43 种；丰水期浮游藻类平均密度高于枯水期，平均密度分别为 115.56×10⁶cells/L、20.46×10⁶cells/L；丰水期平均生物量略高于枯水期，分别为 2.13mg/L、0.38mg/L；优势种差异较小，丰、枯水期均以蓝藻门的浮鞘丝藻、泽丝藻、拟柱孢藻等为主要优势种。

(2) 浮游动物

两个水期共检出浮游动物 2 门 3 类 12 种，其中轮虫类种类数最多，丰水期

浮游动物种类数高于枯水期；两个水期的总平均密度为 14.8 ind./L；总平均生物量为 14.03×10^{-2} mg/L，丰水期平均生物量高于枯水期；优势种差异较大，合流水库点位在丰水期的第一优势种为桡足幼体，在枯水期的第一优势种为萼花臂尾轮虫；农科院葡萄园点位在两个水期浮游动物的优势种无差异，第一优势种均为桡足类无节幼体。

（3）底栖动物

两个水期共检出底栖动物 2 门 10 种，包括 9 种节肢动物及 1 种环节动物；两个水期的底栖动物平均密度为 14.0 ind./m²，平均生物量为 0.67 g/m²，枯水期的密度和生物量均要高于丰水期。丰、枯水期调查共计发现底栖动物优势种 2 种，出现频率较高的优势种主要包括日本沼虾、摇蚊（属）。

（4）鱼类

两个水期共捕获鱼类 16 种，隶属于 3 目 7 科 16 属。其中鲤形目种类数最多，枯水期鱼类种类比丰水期多；两个水期渔获量为 105 尾，平均 4.94 kg，丰、枯水期鱼类种类有差异，其中尼罗罗非鱼、鲮在两期的调查中尾数百分比均位于前五位。共计调查了 16 种鱼类，其中土著鱼类共计 13 种，发现鱼类外来入侵种 3 种（尼罗罗非鱼、革胡子鲶、豹纹翼甲鲶）。丰、枯水期调查中，鱼类尾数前三优势种分别为尼罗罗非鱼、鲮和子陵吻虾虎鱼。两个水期均未发现珍稀濒危和重点保护物种。

表4.9-9 合流水库鱼类

水期	鱼类
丰水期	尼罗罗非鱼、鲮、鲫、鲤、赤眼鳟、马口鱼、黄尾鲮、翘嘴鲮、鳊
枯水期	子陵吻虾虎鱼、鲮、三角鲂、鲫、鲤、黄颡鱼、鲮、赤眼鳟、马口鱼、攀鲈、翘嘴鲮、尼罗罗非鱼、豹纹翼甲鲶、革胡子鲶

4.9.2.8 龙门水库

（1）浮游藻类

龙门水库两个水期共检出浮游藻类 6 门 121 种，其中绿藻门种类数最多。丰、枯水期种类数数量存在差异，丰水期为 77 种，枯水期为 88 种；丰水期的平均密度高于枯水期，别为 55.48×10^6 cells/L、 23.28×10^6 cells/L；丰水期平均生物量高于枯水期，分别为 3.03 mg/L、1.15 mg/L；优势种差异较小，丰、枯水期均以蓝藻门

的浮鞘丝藻、环离浮鞘丝藻、湖生假鱼腥藻等为主要优势种。

(2) 浮游动物

两个水期共检出浮游动物 2 门 3 类 15 种，轮虫类、桡足类、枝角类种类数相同，均为 5 种；两个水期的总平均密度为 67.7 ind./L，丰水期平均密度高于枯水期；总平均生物量为 158.57×10^{-2} mg/L，丰水期平均生物量高于枯水期；优势种差异不大，大多数点位在两个水期的第一优势种为长额象鼻溞。

(3) 底栖动物

两个水期共检出底栖动物 2 门 5 种，包括 3 种软体动物及 2 种节肢动物。枯水期的种类数要高于丰水期，发现底栖动物耐污种 2 种。两个水期的底栖动物平均密度为 8.7 ind./m²，枯水期的密度要稍高于丰水期；平均生物量为 2.09 g/m²，丰水期生物量要高于枯水期。丰、枯水期调查共计发现底栖动物优势种 4 种，出现频率较高的优势种主要包括中华摇蚊、多足摇蚊、摇蚊（属）。

(4) 鱼类

两个水期共捕获鱼类 24 种，隶属于 3 目 9 科 22 属，其中鲤形目种类数最多。发现土著鱼类共计 20 种，发现鱼类外来入侵种 3 种。两个水期的渔获量 327 尾，46.50 kg，丰、枯水期鱼类种类有差异，尼罗罗非鱼和鳊在两期调查中尾数百分比均位于前五位。丰、枯水期调查中，鱼类尾数前三优势种分别为尼罗罗非鱼、鳊和云斑尖塘鳢。两个水期均未发现珍稀濒危和重点保护物种。

表4.9-10 龙门水库鱼类

水期	鱼类
丰水期	鳊、鲮、翘嘴鲇、鲤、须鲫、黄颡鱼、鲫、赤眼鲮、黄尾鲮、马口鱼、鳙、草鱼、子陵吻虾虎鱼、鲃、尼罗罗非鱼、云斑尖塘鳢
枯水期	子陵吻虾虎鱼、鳊、鲫、翘嘴鲇、鲤、鳙、三角鲂、斑鳢、马口鱼、攀鲈、鲮、赤眼鲮、黄颡鱼、草鱼、胡子鲃、宽鳍鱮、须鲫、银鲮、黄尾鲮、麦穗鱼、月鳢、尼罗罗非鱼、豹纹翼甲鲃、云斑尖塘鳢

4.9.2.9 迈生水库

(1) 浮游藻类

迈生水库两个水期共检出浮游藻类 6 门 107 种，其中绿藻门种类数最多。枯

水期种类数相对较多，丰水期为 71 种，枯水期为 85 种，两个水期发现藻类耐污种共有 13 种；丰水期的平均密度高于枯水期，分别为 $113.99 \times 10^6 \text{ cells/L}$ 、 $45.68 \times 10^6 \text{ cells/L}$ ；丰水期平均生物量高于枯水期，分别为 3.66 mg/L 、 1.28 mg/L ；优势种差异较小，丰、枯水期均以蓝藻门的平裂藻、浮鞘丝藻等为主要优势种。

(2) 浮游动物

两个水期共检出浮游动物 2 门 3 类 20 种，其中轮虫类种类数最多，丰水期浮游动物种类数高于枯水期；两个水期的总平均密度为 87.9 ind./L ，丰水期平均密度高于枯水期；总平均生物量为 $3.23 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$ ，丰水期平均生物量低于枯水期；优势种差异较小，大部分点位的第一优势种为桡足类无节幼体。

(3) 底栖动物

两个水期共检出底栖动物 1 门 4 种，均为节肢动物。枯水期的种类数要高于丰水期，发现底栖动物耐污种 1 种。两个水期的底栖动物平均密度为 5.3 ind./m^2 ，平均生物量为 $1.33 \times 10^{-2} \text{ g/m}^2$ ，枯水期的密度和生物量均要高于丰水期。丰、枯水期调查共计发现底栖动物优势种 2 种，出现频率较高的优势种主要包括中华摇蚊、前突摇蚊。

(4) 鱼类

两个水期共捕获鱼类 25 种，隶属于 3 目 8 科 23 属，其中鲤形目种类数最多。两个水期均未发现珍稀濒危物种，共计调查了 25 种鱼类，其中土著鱼类共计 22 种，发现鱼类外来入侵种 3 种（尼罗罗非鱼、豹纹翼甲鲇、云斑尖塘鳢）。两个水期的渔获量为 271 尾，平均 17.95 kg ，丰、枯水期鱼类种类有差异，尼罗罗非鱼和鲮在两期调查中尾数百分比均位于前五位。丰、枯水期调查中，鱼类尾数前三优势种分别为尼罗罗非鱼、鲮和云斑尖塘鳢。两个水期均未发现珍稀濒危和重点保护物种。

表4.9-11 迈生水库鱼类

水期	鱼类
丰水期	鲮、鲤、翘嘴鲇、南方拟鲮、鲫、马口鱼、斑鳢、鳊、赤眼鲮、黄颡鱼、银鲴、草鱼、须鲫、尼罗罗非鱼
枯水期	子陵吻虾虎鱼、鲮、鲤、鳙、鲫、赤眼鲮、鲢、三角鲂、马口鱼、翘嘴鲇、黄颡鱼、月鳢、胡子鲇、黄尾鲴、麦穗鱼、草鱼、宽鳍鱲、尼罗罗非鱼、豹纹翼甲鲇、云斑尖塘鳢

4.9.2.10 大水桥水库

(1) 浮游藻类

大水桥水库两个水期共检出浮游藻类 8 门 83 种，其中绿藻门种类数最多。丰水期的种类数数量低于枯水期，丰水期为 54 种，枯水期为 71 种；丰水期的平均密度高于枯水期，分别为 $126.52 \times 10^6 \text{ cells/L}$ 、 $12.48 \times 10^6 \text{ cells/L}$ ；丰水期平均生物量高于枯水期，分别为 8.23 mg/L 、 1.36 mg/L ；优势种差异较小，丰、枯水期均以蓝藻门的浮鞘丝藻、湖生假鱼腥藻、假鱼腥藻等为主要优势种。

(2) 浮游动物

两个水期共检出浮游动物 2 门 3 类 17 种，其中轮虫类种类数最多，丰水期浮游动物种类数低于枯水期；两个水期的总平均密度为 13.5 ind./L ，丰水期浮游动物平均密度高于枯水期；总平均生物量为 $18.46 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$ ，丰水期浮游动物平均生物量高于枯水期；优势种差异较小，大部分点位的第一优势种为桡足幼体。

(3) 底栖动物

两个水期的定性及定量采样均未能捕获底栖动物。

(4) 鱼类

两个水期共捕获鱼类 21 种，隶属于 3 目 7 科 19 属。其中鲤形目种类数最多。两个水期均未发现珍稀濒危物种，其中发现土著鱼类共计 18 种，鱼类外来入侵种 3 种。两个水期的渔获量为 254 尾，平均 11.17 kg ，丰、枯水期鱼类种类有差异，尼罗罗非鱼、翘嘴鲇和鲮在两期调查中尾数百分比均位于前五位。丰、枯水期调查中，鱼类尾数前三优势种分别为尼罗罗非鱼、鲮和子陵吻虾虎鱼。两个水期均未发现珍稀濒危和重点保护物种。

表4.9-12 大水桥水库鱼类

水期	鱼类
丰水期	鲮、翘嘴鲇、鲫、鲤、子陵吻虾虎鱼、黄颡鱼、鲮、马口鱼、须鲫、赤眼鲮、鳊、尼罗罗非鱼、云斑尖塘鳢
枯水期	子陵吻虾虎鱼、鲮、翘嘴鲇、鲫、鲤、三角鲂、斑鳢、黄尾鲮、银鲮、赤眼鲮、黄颡鱼、宽鳍鳠、草鱼、鲮、马口鱼、月鳢、尼罗罗非鱼、豹纹翼甲鲇、云斑尖塘鳢

4.9.2.11 三阳桥水库

(1) 浮游藻类

三阳桥水库两个水期共检出浮游藻类 7 门 100 种,其中绿藻门种类数最多。丰水期的种类数数量低于枯水期,丰水期为 60 种,枯水期为 74 种;丰水期的平均密度高于枯水期,分别为 $447.61 \times 10^6 \text{ cells/L}$ 、 $13.43 \times 10^6 \text{ cells/L}$;丰水期平均生物量高于枯水期,分别为 29.97 mg/L 、 1.23 mg/L ;优势种差异较大,丰水期以蓝藻门的泽丝藻、拟柱孢藻和硅藻门的尖针杆藻为主要优势种;枯水期以蓝藻门的细小平裂藻、点形平裂藻和硅藻门的颗粒沟链藻、尖针杆藻等为主要优势种。

(2) 浮游动物

两个水期共检出浮游动物 2 门 3 类 17 种,其中轮虫类种类数最多,丰水期浮游动物种类数低于枯水期;两个水期的总平均密度为 6.3 ind./L ,丰水期浮游动物平均密度高于枯水期;总平均生物量为 $5.01 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$,丰水期平均生物量高于枯水期;优势种差异较大。丰水期,三阳桥水库大部分点位的第一优势种为桡足类无节幼体;枯水期,三阳桥水库大部分点位的第一优势种为桡足幼体。

(3) 底栖动物

两个水期共检出底栖动物 1 门 7 种,均为节肢动物,枯水期种类数要高于丰水期;两个水期的底栖动物平均密度为 7.3 ind./m^2 ,平均生物量为 $2.10 \times 10^{-2} \text{ g/m}^2$,枯水期的密度和生物量均要高于丰水期。三阳桥水库丰、枯水期调查共计发现底栖动物优势种 1 种,为小蜉。

(4) 鱼类

两个水期共捕获鱼类 22 种,隶属于 3 目 7 科 20 属,其中鲤形目种类数最多。发现土著鱼类共计 20 种,鱼类外来入侵种 2 种(尼罗罗非鱼、豹纹翼甲鲇)。两个水期的渔获量为 235 尾, 13.90 kg ,丰、枯水期鱼类种类有差异,尼罗罗非鱼、翘嘴鲇和鳊在两期调查中尾数百分比均位于前五位。丰、枯水期调查中,鱼类尾数前三优势种分别为尼罗罗非鱼、鳊和翘嘴鲇。两个水期均未发现珍稀濒危和重点保护物种。

表4.9-13 三阳桥水库鱼类

水期	鱼类
丰水期	鲮、赤眼鳟、鳊、翘嘴鲌、鲤、草鱼、南方拟鲮、银鲴、子陵吻虾虎鱼、黄尾鲴、鲢、黄颡鱼、马口鱼、尼罗罗非鱼
枯水期	子陵吻虾虎鱼、鲮、翘嘴鲌、鲫、赤眼鳟、鳊、三角鲂、鲤、马口鱼、黄颡鱼、须鲫、鲢、月鳢、斑鳢、草鱼、黄尾鲴、胡子鲇、尼罗罗非鱼、豹纹翼甲鲇

4.9.2.12 小结

通过收集资料（《湛江市河湖生态状况调查评估报告》）调查的水体，各调查水体的浮游藻类种数为 31~173 种，其中遂溪河和九洲江多大 170 余种，大部分水体浮游藻类种数以绿藻门最多，其次为蓝藻门。各调查水体浮游动物种数为 12~31 种，以轮虫类种数最多；各水体中，鹤地水库的浮游动物种类数最多。各调查水体底栖动物种类数为 0~34 种，其中大水桥水库未采集到底栖动物，遂溪河底栖动物数量最多。各调查水体鱼类种数为 15~60 种，其中青年运河种数最少，遂溪河种数最多；鱼类以鲤形目种类数最多；此外，所有调查水体均发现外来入侵物种，主要的入侵物种有尼罗罗非鱼、豹纹翼甲鲇、云斑尖塘鳢、革胡子鲇。总体来说，天然河流的水生生物种类及数量要高于运河、水库等人工水体。

根据《湛江市河湖生态状况调查评估报告》（2022 年），仅在遂溪河发现一种 1 种濒危（IUCN 红色名录：濒危 EN）物种：日本鳗鲡，未发现国家重点保护野生水生生物。

4.9.3 现场调查结果

本次现场调查设置了 33 个水生生态监测点位，其中浮游植物、浮游动物、底栖动物和鱼类 30 个点位，鱼类早期资源 11 个点位。其中 S20（东运河）、S24（南北渠）、S25（南北渠）三个点位因现场调查期间处于干涸状态而未采样。调查点位见表 4.9-2。

4.9.3.1 浮游植物

（1）种类组成

本次调查共记录浮游植物 5 门 93 种。各门类中，绿藻门种类数最多，为 38 种，占总种类数的 40.86%；硅藻门次之，为 33 种，占 35.48%；蓝藻门 16 种，占 17.20%；裸藻门和甲藻门种类数相对较少，分别为 4 种和 2 种。总体看，绿藻门、硅藻门和蓝藻门构成区域内浮游植物群落的主要组成部分。各点位浮游植物种类见附录。

各个站位浮游植物种类数在 6~23 种之间，空间差异较为明显。其中，S4 站位记录种类数最多，为 23 种；S3 站位记录种类数最少，为 6 种。不同站位间浮游植物类群结构存在差异，这种差异说明灌区内不同水体单元的浮游植物组成并不均一。

表4.9-14 各点位浮游植物种类组成

站位	监测断面	蓝藻门	绿藻门	硅藻门	甲藻门	裸藻门	总计
S1	罗马坛水库	5	9	4	1	1	20
S2	南边洋水库	5	7	3	0	0	15
S3	内塘水库	6	0	0	0	0	6
S4	志满水库	4	11	6	0	2	23
S5	平南水库	0	3	6	1	0	10
S6	大湾水库	2	4	3	1	1	11
S7	余庆桥水库	4	7	5	0	0	16
S8	迈克水库	3	12	5	0	0	20
S9	调和水库	1	4	4	0	0	9
S10	大田沟水库	3	1	6	0	0	10
S11	迈胜水库	2	6	2	0	0	10

S12	红心楼水库	5	8	3	0	0	16
S13	赤坎水库	1	14	6	0	0	21
S14	南畔水库	4	5	4	0	0	13
S15	北松水库	3	7	3	0	0	13
S16	四联河	4	3	4	0	0	11
S17	西海河	4	0	4	1	0	9
S18	东海河	5	1	2	0	0	8
S19	西运河	3	7	2	0	0	12
S21	东海河	2	3	5	0	0	10
S22	龙门河	2	5	7	0	0	14
S23	花桥水	2	6	5	0	1	14
S26	调风河	1	2	5	0	2	10
S27	北松河	0	3	5	0	0	8
S28	迈陈河	1	1	7	1	0	10
S29	豆坡河	0	0	5	1	1	7
S30	乐民河	0	2	9	1	1	13

(2) 浮游植物密度及生物量

各站位浮游植物生物密度变化幅度较大, 范围为 $1.15 \times 10^5 \sim 44.60 \times 10^5$ cells/m³, 平均为 10.19×10^5 cells/m³。其中, S21 站位密度最高, 为 44.60×10^5 cells/m³; S29 站位密度最低, 为 1.15×10^5 cells/m³。从类群组成看, S21 站位蓝藻门密度明显高于其他类群, 表现出较强优势; S8 站位绿藻门密度较高; S15、S30 等站位则以硅藻门密度贡献较为突出。由此可见, 该灌区浮游植物数量分布具有明显站位差异, 局部水域已形成不同的优势类群组合。

浮游植物生物量变化范围为 $5.38 \sim 208.73$ mg/m³, 平均为 47.64 mg/m³。S21 站位生物量最高, 为 208.73 mg/m³; S29 站位最低, 为 5.38 mg/m³。生物量组成与密度结果总体一致, S21 站位蓝藻门贡献最为突出, 说明该站位蓝藻类群不仅在数量上占优, 也在生物量层面形成明显优势。其他站位中, 硅藻门和绿藻门在部分站位对生物量贡献较大。整体来看, 蓝藻门、硅藻门和绿藻门均为本次调查水域浮游植物生物量的重要组成部分, 但其贡献比例在不同站位间存在差异。

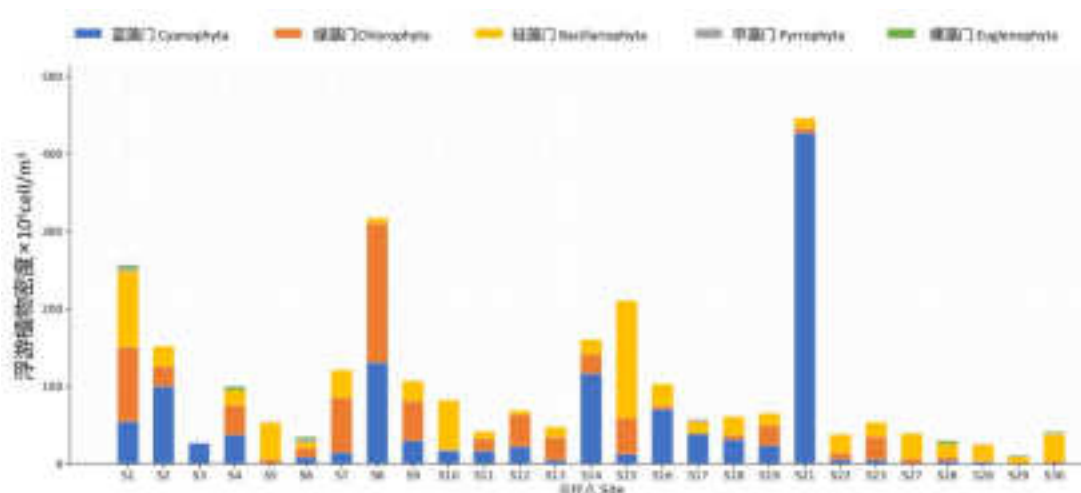


图4.9-3 调查水域各站位浮游植物密度

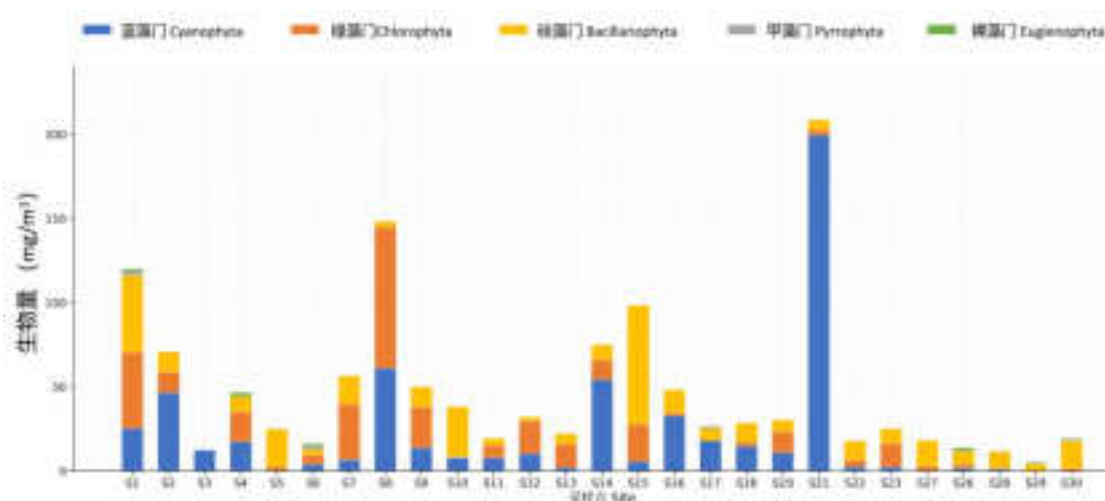


图4.9-4 调查水域各站位浮游植物生物量

（3）浮游植物优势种

不同站位的优势类群不一致。硅藻门中，直链藻（*Melosira* sp.）、小环藻（*Cyclotella* sp.）、肘状针杆藻（*Synedra ulna*）、颗粒直链藻（*Melosira granulata*）、微小舟形藻（*Navicula parva*）和脆杆藻（*Fragilaria* sp.）是多个站点的重要优势种。蓝藻门的卷曲鱼腥藻（*Anabaena circinalis*）、依沙束丝藻（*Aphanizomenon gracile*）、伪鱼腥藻（*Pseudanabaena* sp.）、细鞘丝藻（*Leptolyngbya* sp.）和鞘丝藻（*Lyngbya dendrobia*）在部分站点优势明显。绿藻门中，四尾栅藻（*Scenedesmus quadricauda*）、拟新月藻（*Closteriopsis longissima*）和二尾栅藻（*Scenedesmus bicaudatus*）也具有较高出现频次或优势度。

从站位分布看，S21 站位鞘丝藻优势度最高，群落单优势特征明显；S7、S8 等站位拟新月藻优势度较高，反映出绿藻门在局部水域具有较强优势；S15、S27、S30 等站位则以硅藻门优势种较为突出。总体而言，本次调查水域优势种并未集中于单一门类，而是在不同站位呈现蓝藻、绿藻和硅藻交替占优的格局，表明该水域浮游植物群落结构可能受局部水文条件、营养盐水平或水体交换状况等因素影响。

表4.9-15 各点位浮游植物优势种及其优势度

站位	浮游植物优势种类组成及其优势度
S1	直链藻 <i>Melosira</i> sp. 0.254, 河生集星藻 <i>Actinastrum hantzschii</i> 0.100, 空球藻 <i>Eudorina elegans</i> 0.098
S2	依沙束丝藻 <i>Aphanizomenon gracile</i> 0.300, 卷曲鱼腥藻 <i>Anabaena circinalis</i> 0.277, 小环藻 <i>Cyclotella</i> sp. 0.139
S3	颤藻 <i>Oscillatoria</i> sp. 0.264, 点形平裂藻 <i>Merismopedia punctata</i> 0.208, 挪氏微囊藻 <i>Microcystis novacekii</i> 0.189
S4	依沙束丝藻 <i>Aphanizomenon gracile</i> 0.181, 棒胶藻 <i>Rhabdogloea</i> sp. 0.141, 四尾栅藻 <i>Scenedesmus quadricauda</i> 0.085
S5	直链藻 <i>Melosira</i> sp. 0.333, 小环藻 <i>Cyclotella</i> sp. 0.222, 颗粒直链藻 <i>Melosira granulata</i> 0.185
S6	卷曲鱼腥藻 <i>Anabaena circinalis</i> 0.174, 栅藻 <i>Scenedesmus</i> sp. 0.174, 多甲藻 <i>Peridinium perardiforme</i> 0.116
S7	拟新月藻 <i>Closteriopsis longissima</i> 0.504, 桥弯藻 <i>Cymbella</i> sp. 0.149, 小环藻 <i>Cyclotella</i> sp. 0.070
S8	拟新月藻 <i>Closteriopsis longissima</i> 0.453, 棒胶藻 <i>Rhabdogloea</i> sp. 0.390
S9	四尾栅藻 <i>Scenedesmus quadricauda</i> 0.280, 依沙束丝藻 <i>Aphanizomenon gracile</i> 0.276, 针形纤维藻 <i>Ankistrodesmus acicularis</i> 0.121
S10	肘状针杆藻 <i>Synedra ulna</i> 0.622, 棒胶藻 <i>Rhabdogloea</i> sp. 0.116, 直链藻 <i>Melosira</i> sp. 0.067
S11	卷曲鱼腥藻 <i>Anabaena circinalis</i> 0.217, 弓形藻 <i>Schroederia setigera</i> 0.181, 浮丝藻 <i>Planktothrix</i> sp. 0.181
S12	阿库栅藻 <i>Scenedesmus armatus</i> 0.197, 四尾栅藻 <i>Scenedesmus quadricauda</i> 0.190, 点形平裂藻 <i>Merismopedia punctata</i> 0.182
S13	衣藻 <i>Chlamydomonas</i> sp. 0.179, 小环藻 <i>Cyclotella</i> sp. 0.126, 卷曲鱼腥藻 <i>Anabaena circinalis</i> 0.095
S14	棒胶藻 <i>Rhabdogloea</i> sp. 0.364, 卷曲鱼腥藻 <i>Anabaena circinalis</i> 0.318, 小环藻 <i>Cyclotella</i> sp. 0.087
S15	简单舟形藻 <i>Navicula simplex</i> 0.570, 肘状针杆藻 <i>Synedra ulna</i> 0.121, 四尾栅藻 <i>Scenedesmus quadricauda</i> 0.081
S16	伪鱼腥藻 <i>Pseudanabaena</i> sp. 0.602, 小环藻 <i>Cyclotella</i> sp. 0.175,

	简单舟形藻 <i>Navicula simplex</i> 0.053
S17	细鞘丝藻 <i>Leptolyngbya</i> sp. 0.342, 拉氏拟柱孢藻 <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> 0.167, 直链藻 <i>Melosira</i> sp. 0.132
S18	直链藻 <i>Melosira</i> sp. 0.336, 拉氏拟柱孢藻 <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> 0.197, 依沙束丝藻 <i>Aphanizomenon gracile</i> 0.131
S19	鼓藻 <i>Cosmarium</i> sp. 0.308, 棒胶藻 <i>Rhabdogloea</i> sp. 0.192, 薄壁几内亚藻 <i>Guinardia flaccida</i> 0.169
S21	鞘丝藻 <i>Lyngbya dendrobia</i> 0.948
S22	颗粒直链藻 <i>Melosira granulata</i> 0.355, 小环藻 <i>Cyclotella</i> sp. 0.105, 鱼腥藻 <i>Anabaena</i> sp. 0.092
S23	拟新月藻 <i>Closteriopsis longissima</i> 0.296, 四尾栅藻 <i>Scenedesmus quadricauda</i> 0.185, 小环藻 <i>Cyclotella</i> sp. 0.130
S26	粗壮双菱藻 <i>Surirella robusta</i> 0.153, 直链藻 <i>Melosira</i> sp. 0.136, 异极藻 <i>Gomphonema</i> sp. 0.136
S27	脆杆藻 <i>Fragilaria</i> sp. 0.321, 直链藻 <i>Melosira</i> sp. 0.244, 反曲菱形藻 <i>Nitzschia reversa</i> 0.141
S28	线形菱形藻 <i>Nitzschia linearis</i> 0.176, 锯齿短缝藻 <i>Eunotia arcus</i> 0.157, 微小舟形藻 <i>Navicula parva</i> 0.157
S29	直链藻 <i>Melosira</i> sp. 0.348, 裸藻 <i>Euglena</i> sp. 0.174, 微小舟形藻 <i>Navicula parva</i> 0.174
S30	脆杆藻 <i>Fragilaria</i> sp. 0.289, 隐头舟形藻 <i>Navicula cryptocephala</i> 0.120, 锯齿短缝藻 <i>Eunotia arcus</i> 0.072

(4) 生物多样性指数

各站位浮游植物丰富度指数 d 在 1.259~4.392 之间, 以 S13 站位最高, S3 站位最低; Shannon-Wiener 指数 H' 在 0.298~2.765 之间, 以 S13 站位最高, S21 站位最低; 均匀度指数 J 在 0.129~0.983, 以中 S26 站位最高, S21 站位最低。

S13 站位丰富度指数和 Shannon-Wiener 指数均处于较高水平, 说明该站位浮游植物种类组成较丰富, 群落多样性相对较高。S21 站位 Shannon-Wiener 指数和均匀度指数均明显偏低, 与该站位鞘丝藻高优势度结果一致, 表明其浮游植物群落受单一优势类群影响较强, 物种分布均匀性较差。除 S21 等少数站位单优势特征较强外, 多数站位仍保持了相对完整的浮游植物类群组成。

表4.9-16 各点位浮游植物群落生物多样性指数

站位	监测断面	丰富度 d	香农-威纳指数 H'	均匀度 J'
S1	罗马坛水库	3.046	2.592	0.865
S2	南边洋水库	2.450	2.017	0.745
S3	内塘水库	1.259	1.708	0.953
S4	志满水库	4.156	2.689	0.858
S5	平南水库	1.922	1.842	0.800
S6	大湾水库	2.362	2.268	0.946
S7	余庆桥水库	2.733	1.812	0.654
S8	迈克水库	2.945	1.394	0.465
S9	调和水库	1.491	1.859	0.846
S10	大田沟水库	1.765	1.377	0.598
S11	迈胜水库	2.037	2.031	0.882
S12	红心楼水库	3.049	2.238	0.807
S13	赤坎水库	4.392	2.765	0.908
S14	南岸水库	2.079	1.750	0.682
S15	北松水库	1.986	1.582	0.617
S16	四联河	1.877	1.397	0.583
S17	西海河	1.689	1.891	0.860
S18	东海河	1.457	1.838	0.884
S19	西运河	2.260	1.927	0.776
S21	东海河	1.325	0.298	0.129
S22	龙门河	3.002	2.158	0.818
S23	花桥水	2.777	2.103	0.797
S26	调风河	2.207	2.263	0.983
S27	北松河	1.607	1.690	0.813
S28	迈陈河	2.289	2.207	0.959
S29	豆坡河	1.914	1.749	0.899
S30	乐民河	2.716	2.319	0.904

(5) 小结

在雷州半岛灌区水域共记录浮游植物 5 门 93 种，其中，绿藻门 38 种，占 40.86%；硅藻门 33 种，占 35.48%；蓝藻门 16 种，占 17.20%；裸藻门 4 种，甲藻门 2 种。种类组成以绿藻门、硅藻门和蓝藻门为主，符合灌区淡水水体中常见浮游植物类群构成特征。各站位浮游植物种类数为 6~23 种，以 S4 站位最多，S3 站位最少，这种站位差异说明，灌区内不同水体单元的浮游植物组成并不完全一

致。本次调查中，浮游植物生物密度为 $1.15 \times 10^5 \sim 44.60 \times 10^5$ cells/m³，平均为 10.19×10^5 cells/m³；生物量为 5.38~208.73 mg/m³，平均为 47.64 mg/m³。以 S21 站位密度和生物量均为最高，且以蓝藻门中的鞘丝藻 (*Lyngbya dendrobia*) 占优，群落单优势特征较突出；S29 站位密度和生物量均最低，浮游植物现存量相对较低。优势种方面，硅藻门的直链藻 (*Melosira* sp.)、小环藻 (*Cyclotella* sp.)、肘状针杆藻 (*Synedra ulna*)、颗粒直链藻 (*Melosira granulata*)、微小舟形藻 (*Navicula parva*) 和脆杆藻 (*Fragilaria* sp.)，蓝藻门的卷曲鱼腥藻 (*Anabaena circinalis*)、伪鱼腥藻 (*Pseudanabaena* sp.)、细鞘丝藻 (*Leptolyngbya* sp.) 和鞘丝藻 (*Lyngbya dendrobia*)，以及绿藻门的四尾栅藻 (*Scenedesmus quadricauda*)、拟新月藻 (*Closteriopsis longissima*) 等在不同站位中占有较高比例。本次雷州半岛灌区优势种来源分散，说明不同站位之间的浮游植物群落结构存在差别。各站位丰富度指数 d' 为 1.259~4.392，Shannon-Wiener 指数 H' 为 0.298~2.765，均匀度指数 J' 为 0.129~0.983。除 S21 等少数站位优势类群较集中、均匀度偏低外，多数站位仍保持了一定的物种组成和群落多样性，但不同站位之间的丰富度、均匀度和优势种结构差异较为明显。

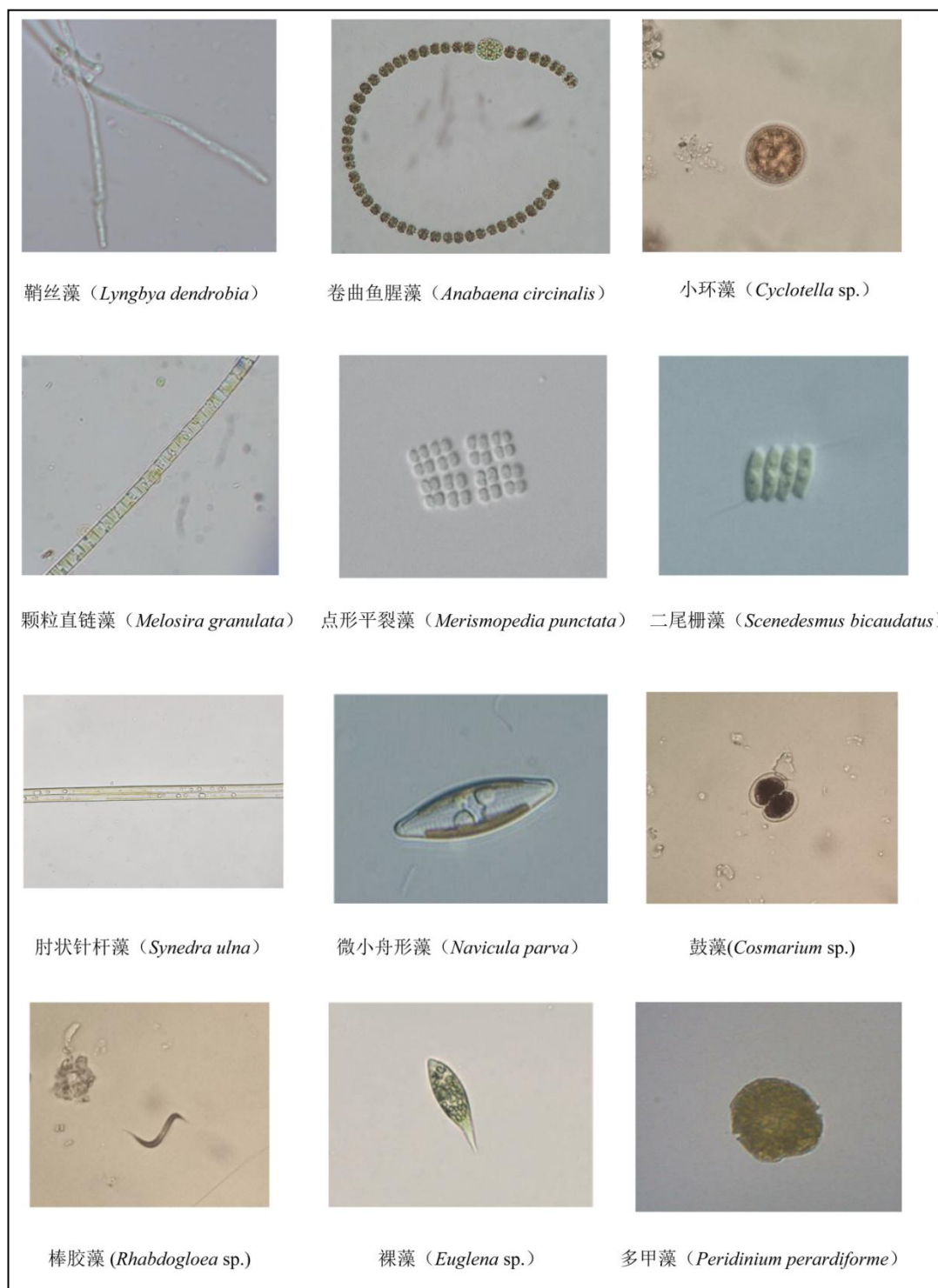


图4.9-5 部分浮游植物显微镜图片

4.9.3.2 浮游动物

(1) 种类组成

本次调查共采集到浮游动物 5 门 29 属 37 种，以轮虫类种类最多，为 14 种，桡足类次之，为 10 种，枝角类种类为 9 种，肉足虫和纤毛虫各 2 种，另外还检测

到贝类面盘幼虫、桡足类幼体、无节幼体、多毛类幼体等 4 类浮游幼虫。

各个采样区域浮游动物种类数在 7~20 种之间，以 S7 采样区域的浮游动物种类数最为丰富，达到了 20 种。S2 采样区域次之，种类数均为 17 种。S3、S15、S19 和 S30 采样区，种类数均为 16 种；S1 和 S8 采样区域种类数均为 15 种。多数站位的种类数集中在 11 至 14 种之间。其中 S17 和 S27 为 14 种；S6、S12、S28 为 13 种；S4、S10、S16 和 S18 为 12 种；而 S5、S13、S21、S22、S23 均为 11 种。S29 采样区域为 9 种；S9、S11、S26、采样区域的浮游动物种类数相对较少，均为 8 种；S14 采样区域的浮游动物种类数最少，仅为 7 种。桡足类、轮虫类、枝角类和浮游幼虫在各个采样区域种类数相对较多。各点位浮游动物种类见附录。

（2）浮游动物密度及优势种

各个采样区域浮游动物密度在 8.25 ind/L~79.75 ind./L 之间，平均为 34.49 ind./L。以 S7 采样区域密度最高，S29 采样区域最低。

本次调查中，浮游动物优势种主要由无节幼体及萼花臂尾轮虫组成，无节幼体和萼花臂尾轮虫在各个区域都是第一优势种。表明浮游动物种群处于活跃的繁殖状态，这通常是春夏季水温回升、饵料充足时出现的典型现象。

表4.9-17 各点位浮游动物密度 单位: ind./L

采样区域	肉足虫类	纤毛虫	轮虫类	枝角类	桡足类	浮游幼虫	合计
S1	0	0	9.35	4.95	7.15	12.1	33.55
S2	0	0	3.85	11	8.25	14.3	37.4
S3	0	0	6.05	15.95	14.85	26.4	63.25
S4	0	0	3.85	3.85	9.35	7.7	24.75
S5	0	1.1	4.4	1.65	2.75	8.25	18.15
S6	0	0	8.8	4.4	7.7	26.4	47.3
S7	0.55	0	20.35	11	9.9	37.95	79.75
S8	0	0	25.85	3.3	3.3	13.75	46.2
S9	0	0	1.1	4.95	2.2	3.85	12.1
S10	0	0	1.65	0.55	4.4	6.05	12.65
S11	0.55	0	3.3	0.55	2.2	7.15	13.75
S12	0	0	24.75	2.75	3.3	19.8	50.6
S13	0	0	33.55	0.55	3.85	18.7	56.65
S14	0	0	1.65	1.65	2.75	7.15	13.2
S15	0	0	8.25	2.2	3.85	28.05	42.35
S16	0	0	13.75	3.85	4.95	6.6	29.15
S17	0	0	34.65	3.3	9.9	15.4	63.25
S18	0	0	6.05	2.75	14.85	9.9	33.55
S19	0	0.55	29.7	0	14.3	32.45	77
S21	0.55	0	8.8	1.1	2.2	10.45	23.1
S22	0.55	0	3.85	0	4.95	4.4	13.75
S23	0	0	14.3	0.55	3.3	11	29.15
S26	0.55	0	3.3	0.55	3.85	20.35	28.6
S27	1.1	0	3.3	1.65	3.85	6.6	16.5
S28	1.1	0.55	11	1.1	2.75	11.55	28.05
S29	0	0.55	1.1	0.55	2.75	3.3	8.25
S30	2.2	1.65	7.15	0.55	7.15	10.45	29.15

表4.9-18 各点位浮游动物优势种（类群）及其优势度

采样区域	浮游动物优势种
S1	无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.230, 裂足臂尾轮虫 <i>Brachionus diversicornis</i> 0.131, 广布中剑水蚤 <i>Mesocyclops leuckarti</i> 0.098
S2	无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.279, 微型裸腹溞 <i>Moina micrura</i> 0.103, 简弧象鼻溞 <i>Bosmina coregoni</i> 0.088
S3	无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.374, 微型裸腹溞 <i>Moina micrura</i> 0.104, 小拟哲水蚤 <i>Paracalanus parvus</i> 0.087
S4	无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.222, 广布中剑水蚤 <i>Mesocyclops leuckarti</i> 0.156, 分叉小猛水蚤 <i>Tisbe furcata</i> 0.156
S5	无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.364, 蓼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i> 0.182
S6	无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.500, 蓼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i> 0.151, 广布中剑水蚤 <i>Mesocyclops leuckarti</i> 0.081
S7	无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.407, 蓼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i> 0.124, 裂足臂尾轮虫 <i>Brachionus diversicornis</i> 0.097
S8	蓼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i> 0.333, 无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.262, 裂足臂尾轮虫 <i>Brachionus diversicornis</i> 0.143
S9	无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.273, 微型裸腹溞 <i>Moina micrura</i> 0.182, 方形网纹溞 <i>Ceriodaphnia quadrangular</i> 0.182
S10	无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.304, 拟长腹剑水蚤 <i>Oithona similis</i> 0.130, 多毛类幼体 <i>Polychaeta larva</i> 0.130
S11	无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.480, 蓼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i> 0.240,
S12	无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.380, 蓼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i> 0.337, 裂足臂尾轮虫 <i>Brachionus diversicornis</i> 0.065
S13	蓼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i> 0.330, 无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.243, 裂足臂尾轮虫 <i>Brachionus diversicornis</i> 0.136
S14	无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.500, 蓼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i> 0.125, 分叉小猛水蚤 <i>Tisbe furcata</i> 0.125
S15	无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.623, 裂足臂尾轮虫 <i>Brachionus diversicornis</i> 0.078, 蓼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i> 0.065
S16	蓼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i> 0.264, 无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.208, 镰形臂尾轮虫 <i>Brachionus falcatus</i> 0.132
S17	蓼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i> 0.461, 无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.235
S18	无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.295, 蓼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i> 0.131, 小拟哲水蚤 <i>Paracalanus parvus</i> 0.131
S19	无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.379, 蓼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i> 0.229
S21	无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.429, 蓼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i> 0.238
S22	无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.280, 分叉小猛水蚤 <i>Tisbe furcata</i> 0.160, 蓼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i> 0.120

S23	无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.340, 萼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i> 0.321
S26	无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.692, 小拟哲水蚤 <i>Paracalanus parvus</i> 0.096, 萼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i> 0.077
S27	无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.367, 分叉小猛水蚤 <i>Tisbe furcata</i> 0.100
S28	无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.373, 萼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i> 0.196, 裂足臂尾轮虫 <i>Brachionus diversicornis</i> 0.118
S29	无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.333, 小拟哲水蚤 <i>Paracalanus parvus</i> 0.133, 分叉小猛水蚤 <i>Tisbe furcata</i> 0.133
S30	无节幼体 <i>Nauplius larva</i> 0.302, 萼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i> 0.094, 冠砂壳虫 <i>Diffugia corona</i> 0.076

(3) 浮游动物群落多样性指数

各个采样区域物种丰富度指数在 1.417~3.806 之间, 香农-威纳指数在 1.382~2.455 之间, 均匀度指数在 0.621~0.961 之间。

表4.9-19 各点位浮游动物生物多样性指数

点位	丰富度指数 d	香农-威纳指数 H'	均匀度指数 J'
S1	3.003	2.317	0.932
S2	3.478	2.432	0.921
S3	3.092	2.445	0.926
S4	2.330	1.862	0.847
S5	2.768	1.985	0.903
S6	2.199	1.884	0.858
S7	3.695	2.326	0.821
S8	2.698	1.713	0.690
S9	1.846	1.657	0.925
S10	3.219	2.095	0.953
S11	2.012	1.474	0.822
S12	2.733	1.676	0.674
S13	1.417	1.382	0.710
S14	1.668	1.547	0.961
S15	3.376	2.248	0.905
S16	2.424	1.919	0.833
S17	2.463	1.544	0.621
S18	2.659	2.116	0.883
S19	2.503	1.880	0.757
S21	2.551	1.788	0.814
S22	2.824	2.069	0.941

S23	2.002	1.559	0.750
S26	1.846	1.617	0.903
S27	3.806	2.399	0.966
S28	2.646	1.934	0.840
S29	2.731	1.889	0.971
S30	3.119	2.346	0.944

(4) 小结

本次调查在雷州半岛共采集到浮游动物 5 门 29 属 37 种，以轮虫类种类最多，为 14 种，桡足类次之，为 10 种，枝角类种类为 9 种，肉足虫和纤毛虫各 2 种，另外还检测到贝类面盘幼虫、桡足类幼体、无节幼体、多毛类幼体等 4 类浮游幼虫。这与我国亚热带地区淡水水体的典型浮游动物组成特征相符，即轮虫在种类数和密度上通常占优，反映了水体营养状况相对丰富；而枝角类和桡足类作为较大的浮游动物类群，对调控浮游植物数量、维持水体生态平衡具有关键作用。此外，检测到贝类面盘幼虫、无节幼体、桡足幼体、多毛类幼体等多类浮游幼虫，表明这些淡水水体为多种水生无脊椎动物提供了重要的繁殖和育幼生境。总体而言，本次调查采集到的浮游动物多为热带、亚热带淡水水体的常见种类，群落结构完整，具有鲜明的亚热带淡水生态系统区系特征。

各个采样区域浮游动物种类数在 7~20 种之间。轮虫、桡足类和浮游幼虫在各个站位都有采集到。各个采样区域浮游动物密度在 8.25 ind/L~79.75ind./L 之间，平均为 34.49 ind./L。雷州半岛淡水溪流和水库之间由于水文条件、水体交换能力、水深、水生植被覆盖度及营养盐水平的差异，形成了多样化的微生境，这直接导致了浮游动物群落结构的空間异质性。

优势种的组成在不同区域也呈现出明显变化。桡足类无节幼体在几乎所有采样区域均为第一优势种或主要优势种，表明浮游动物种群处于活跃的繁殖状态，这通常是春季水温回升、饵料充足时出现的典型现象。值得注意的是，萼花臂尾轮虫 (*Brachionus calyciflorus*) 在多个区域 (如 S5、S6、S8、S12、S13、S16 等) 与无节幼体交替成为第一优势种。该种是典型的富营养化或富有机质水体的指示种 (其摄食细菌和微型藻类的能力较强)，其广泛分布反应出部分站位可能受到农业面源污染或生活污水输入的影响，水体营养水平偏高。此外，微型裸腹溞 (*Moina*

micrura) 在 S2、S3、S9 等区域也表现出较高的优势度, 该种是浅水湖泊和池塘中的常见优势枝角类, 适应性强。因此, 雷州半岛淡水浮游动物群落的空间分布格局是水文条件、营养盐水平、水体连通性及微生境异质性等多种因素共同作用的结果。

各个采样区域物种丰富度指数在 1.417~3.806 之间, 香农-威纳指数在 1.382~2.455 之间, 均匀度指数在 0.621~0.961 之间。

总体而言, 调查期间雷州半岛浮游动物群落呈现出种类组成较丰富、密度较高特点。无节幼体和萼花臂尾轮虫作为第一或第二优势种, 在维持群落稳定和生态系统功能中发挥着重要作用。



图4.9-6 部分浮游动物显微镜图片

4.9.3.3 底栖动物

(1) 物种组成

本次调查共采集、鉴定出底栖动物 4 门 7 纲 40 种，以节肢动物门种类 20 种最多，软体动物门次之，为 15 种，环节动物门 4 种和脊索动物门 1 种。

本次调查各站位底栖动物种类数在 2~12 种之间。S26 站位底栖动物种类数最多，S12、S18 和 S30 站位底栖动物种类数最少。各点位的底栖动物种类见附录。



黄口蜒螺 *Neritina pulligera*



背角无齿蚌 *Anodonta woodiana*



海南沼虾 *Macrobrachium hainanense*



罗氏沼虾 *Macrobrachium rosenbergii*

图4.9-7 部分底栖动物图片

表4.9-20 各点位底栖动物种类数

种类数	腹足纲	双壳纲	软甲纲	昆虫纲	硬骨鱼纲	其他	总计
S1	2	1	2	0	1	0	6
S2	1	0	1	3	0	1	6
S3	2	0	1	0	1	0	4
S4	0	1	0	1	1	0	3
S5	2	1	1	0	0	0	4
S6	2	0	1	1	0	0	4
S7	2	2	2	0	0	0	6
S8	1	0	2	0	1	0	4
S10	1	0	2	0	0	0	3
S11	2	1	1	1	1	0	6
S12	0	0	1	1	0	0	2
S13	1	0	1	1	1	0	4
S14	2	0	1	2	0	0	5
S15	2	2	2	1	1	0	8
S16	2	0	1	0	0	0	3
S17	1	0	1	2	0	0	4
S18	1	0	1	0	0	0	2
S19	2	0	1	1	0	0	4
S21	1	0	2	0	0	0	3
S22	4	0	3	3	0	1	11
S23	3	0	3	2	0	3	11
S26	2	0	4	1	0	0	7
S27	4	1	5	2	0	0	12
S28	3	0	1	1	0	0	5
S29	0	0	2	3	1	1	7
S30	0	1	0	1	0	0	2

(2) 底栖生物密度、生物量和优势种

各站位底栖动物密度在 $5\text{ind./m}^2 \sim 384\text{ind./m}^2$ 之间，平均为 170 ind./m^2 。以 S1 和 S3 站位底栖动物密度最高，S10 站位底栖动物密度最低。

各站位底栖动物生物量在 $0.17\text{ g/m}^2 \sim 1235.57\text{ g/m}^2$ 之间，平均为 160.12g/m^2 。S1 站位底栖动物生物量最高，主要是采集到个体相对较大的福寿螺，S12 站位生物量最低，只采集到少量摇蚊幼虫。

本次调查底栖动物密度优势种由环节动物门（寡毛纲）、节肢动物门（软甲纲和昆虫纲）、软体动物门（腹足纲和双壳纲）和脊索动物门（硬骨鱼纲）组成。

整体以螺类、甲壳类、鱼类及昆虫幼虫为主要优势类群。方形石田螺（*Sinotaia quadrata*）为 S1、S6、S7、S8、S11、S13、S14、S15、S19、S23 站位的核心优势种。楯螺科一种（*Ancylidae* sp.）、坚川蜷（*Brotia herculea*）分别为 S28、S16 站位的优势种。胖掌沼虾（*Macrobrachium inflatum*）为 S2、S5 站位的优势种；古洁虾（*Palaemon tonkinensis*）在 S21、S26 站位形成优势。子陵吻虾虎鱼（*Rhinogobius giurinus*）为 S4、S13、S15 站位的优势种。霍普水丝蚓（*Limnodrilus hoffmeisteri*）为 S22 站位优势种。摇蚊科幼虫一种为 S4、S17 站位的优势种；螳科幼虫一种（*Coenagrionidae* sp.）在 S27、S29、S30 站位为优势种；蜻科幼虫种 1 为 S29 站位优势种。整体来看，多数站位底栖动物群落结构存在一定差异，优势类群以耐污性较强的螺类和甲壳类为主。

底栖动物生物量优势种与密度优势种相似，由节肢动物门（软甲纲和昆虫纲）、软体动物门（腹足纲和双壳纲）和脊索动物门（硬骨鱼纲）组成。各采样区域底栖动物生物量优势种组成存在明显差异，方形石田螺在 S1、S2、S3、S6、S7、S8、S11、S13、S14、S15、S16、S19、S21、S23、S26、S27 等多个点位均为优势物种，分布范围最广、占据绝对优势。软体动物类除方形石田螺外，还检出福寿螺、威廉越田螺、坚川蜷、光滑狭口螺、椭圆萝卜螺、背角无齿蚌及河蚬等优势种类；甲壳类优势种主要包括胖掌沼虾、日本沼虾、广东米虾及沼虾未定种；水生昆虫类优势类群涵盖摇蚊科幼虫、纹石蛾科幼虫、蜻科幼虫及螳科幼虫；同时 S4、S13 点位还出现子陵吻虾虎鱼作为生物量优势种，反映出部分采样区底栖群落兼有软体动物、甲壳动物、水生昆虫及小型底栖鱼类的复合结构特征。

（3）底栖生物群落结构生物多样性

各站位底栖动物的物种丰富度指数 d 在 0.240~2.199 之间，平均为 0.882；香农-威纳指数 H' 在 0.202~1.962 之间，平均为 0.855；均匀度指数 J' 在 0.184~1.000 之间，平均为 0.722。底栖动物物种丰富度指数 d 和香农-威纳指数 H' 都最高均为 S22 站位，最低的分别为 S21 和 S1 站位。均匀度指数 J' 最高的为 S5 站位，最低的为 S1 站位。

表4.9-21 各点位底栖动物密度 单位: ind./m²

种类数	腹足纲	双壳纲	软甲纲	昆虫纲	硬骨鱼纲	其他	总计
S1	373	0	11	0	0	0	384
S2	11	0	165	16	0	27	219
S3	117	0	176	0	91	0	384
S4	0	0	0	16	27	0	43
S5	5	0	5	0	0	0	11
S6	256	0	43	21	0	0	320
S7	16	11	0	0	0	0	27
S8	181	0	112	0	5	0	299
S10	5	0	0	0	0	0	5
S11	75	0	0	11	0	0	85
S12	0	0	0	27	0	0	27
S13	101	0	69	5	64	0	240
S14	139	0	16	11	0	0	165
S15	101	0	16	16	32	0	165
S16	112	0	0	0	0	0	112
S17	0	0	0	53	0	0	53
S18	96	0	0	0	0	0	96
S19	341	0	0	37	0	0	379
S21	160	0	181	0	0	0	341
S22	85	0	27	37	0	53	203
S23	229	0	16	27	0	16	288
S26	48	0	96	11	0	0	155
S27	5	0	16	69	0	0	91
S28	32	0	0	11	0	0	43
S29	0	0	5	107	0	5	117
S30	0	48	0	133	0	0	181

表4.9-22 各点位底栖动物生物量 单位: g/m²

种类数	腹足纲	双壳纲	软甲纲	昆虫纲	硬骨鱼纲	其他	总计
S1	1197.12	0	38.45	0	0	0	1235.57
S2	39.89	0	20.00	1.87	0	0.05	61.82
S3	242.93	0	23.31	0	19.89	0	286.13
S4	0	0	0	0.05	6.93	0	6.99
S5	0.03	0	1.01	0	0	0	1.03
S6	183.68	0	0.43	0.04	0	0	184.14
S7	54.93	145.44	0	0	0	0	200.37
S8	124.53	0	33.12	0	2.77	0	160.43
S9	0	0	0	0	0	0	0
S10	21.23	0	0	0	0	0	21.23
S11	219.73	0	0	0.03	0	0	219.77
S12	0	0	0	0.17	0	0	0.17
S13	143.68	0	1.55	0.03	54.19	0	199.44
S14	187.31	0	5.07	0.61	0	0	192.99
S15	200.53	0	1.15	0.23	8.21	0	210.13
S16	206.29	0	0	0	0	0	206.29
S17	0	0	0	0.17	0	0	0.17
S18	152.75	0	0	0	0	0	152.75
S19	172.53	0	0	0.05	0	0	172.59
S20	0	0	0	0	0	0	0
S21	240.48	0	24.80	0	0	0	265.28
S22	2.48	0	1.71	1.97	0	0.01	6.17
S23	215.07	0	5.76	5.88	0	0.83	227.54
S24	0	0	0	0	0	0	0
S25	0	0	0	0	0	0	0
S26	128.64	0	1.05	0.10	0	0	129.78
S27	0.96	0	2.29	0.65	0	0	3.90
S28	0.16	0	0	0.05	0	0	0.21
S29	0	0	0.04	5.34	0	0.03	5.41
S30	0	10.19	0	2.72	0	0	12.91

表4.9-23 各点位底栖动物密度优势种及其优势度

采样区域	底栖动物密度优势种及优势度
S1	方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.96)
S2	胖掌沼虾 <i>Macrobrachium inflatum</i> (0.76)
S3	沼虾一种 <i>Macrobrachium</i> sp. (0.46)
	子陵吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i> (0.24)
S4	子陵吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i> (0.63)
	摇蚊科幼虫一种 <i>Chironomidae</i> sp. (0.38)
S5	胖掌沼虾 <i>Macrobrachium inflatum</i> (0.50)
	扁旋螺 <i>Gryaulus compressus</i> (0.50)
S6	方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.68)
S7	方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.60)
	背角无齿蚌 <i>Anodonta woodiana</i> (0.40)
S8	方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.0.61)
	日本沼虾 <i>Macrobrachium nipponense</i> (0.38)
S11	方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.88)
	方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.42)
S13	沼虾一种 <i>Macrobrachium</i> sp. (0.29)
	子陵吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i> (0.27)
S14	方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.58)
	椭圆萝卜螺 <i>Radix swinhoei</i> (0.26)
S15	方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.61)
	子陵吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i> (0.19)
S16	坚川蜷 <i>Brotia herculea</i> (0.67)
	方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.33)
S17	摇蚊科幼虫一种 <i>Chironomidae</i> sp. (0.90)
S19	方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.89)
S21	古洁虾 <i>Palaemon tonkinensis</i> (0.53)
	方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.47)
S22	霍普水丝蚓 <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> (0.26)
S23	方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.78)
S26	古洁虾 <i>Palaemon tonkinensis</i> (0.59)
	方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.21)
S27	螳科幼虫一种 <i>Coenagrionidae</i> sp. (0.71)
	广东米虾 <i>Caridina cantonensis</i> (0.12)
S28	楯螺科一种 <i>Ancylidae</i> sp. (0.50)
S29	蜻科幼虫种 1 <i>Libellulidae</i> sp.1 (0.59)
	螳科幼虫一种 <i>Coenagrionidae</i> sp. (0.27)
S30	螳科幼虫一种 <i>Coenagrionidae</i> sp. (0.74)

表4.9-24 各点位底栖动物生物量优势种及其优势度

采样区域	底栖动物生物量优势种及优势度
S1	方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.71) 福寿螺 <i>Pomacea canaliculata</i> (0.26)
S2	方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.65) 胖掌沼虾 <i>Macrobrachium inflatum</i> (0.32)
S3	威廉越田螺 <i>Bakyaetaia wilhelmi</i> (0.57) 方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.28)
S4	子陵吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i> (0.99)
S5	胖掌沼虾 <i>Macrobrachium inflatum</i> (0.97)
S6	方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.91)
S7	背角无齿蚌 <i>Anodonta woodiana</i> (0.73) 方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.27)
S8	方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.78) 日本沼虾 <i>Macrobrachium nipponense</i> (0.21)
S11	方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.99)
S13	方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.72) 子陵吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i> (0.27)
S14	方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.96)
S15	方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.94)
S16	坚川蜷 <i>Brotia herculea</i> (0.69) 方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.31)
S17	摇蚊科幼虫一种 <i>Chironomidae</i> sp. (0.71) 纹石蛾科幼虫一种 <i>Hydropsychidae</i> sp. (0.29)
S19	方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.94)
S21	方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.91) 蜻科幼虫种 2 <i>Libellulidae</i> sp.2 (0.31)
S22	广东米虾 <i>Caridina cantonensis</i> (0.26) 椭圆萝卜螺 <i>Radix swinhoei</i> (0.21)
S23	方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.94)
S26	方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.83) 沼虾一种 <i>Macrobrachium</i> sp. (0.45)
S27	方形石田螺 <i>Sinotaia quadrata</i> (0.25)
S28	光滑狭口螺 <i>Stenothyra glabra</i> (0.50)
S29	蜻科幼虫种 1 <i>Libellulidae</i> sp.1 (0.86)
S30	河蚬 <i>Corbicula fluminea</i> (0.79) 螳科幼虫一种 <i>Coenagrionidae</i> sp. (0.21)

表4.9-25 各点位底栖动物群落结构生物多样性

采样区域	d	J'	H'
S1	0.469	0.202	0.184
S2	1.346	0.887	0.495
S3	0.701	1.271	0.917
S4	0.481	0.662	0.954
S5	1.443	0.693	1.000
S6	0.733	0.960	0.693
S7	0.621	0.673	0.971
S8	0.497	0.743	0.676
S11	0.361	0.377	0.544
S13	0.788	1.160	0.837
S14	1.165	1.113	0.691
S15	0.874	1.070	0.772
S16	0.328	0.637	0.918
S17	0.434	0.325	0.469
S19	0.469	0.395	0.359
S21	0.240	0.691	0.997
S22	2.199	1.962	0.893
S23	2.006	0.970	0.441
S26	1.188	1.174	0.730
S27	1.412	0.998	0.620
S28	0.962	1.040	0.946
S29	1.294	1.087	0.675
S30	0.284	0.578	0.834
平均	0.882	0.857	0.724

(4) 小结

底栖动物是湿地生态系统的重要组成部分，它们通过摄食、掘穴和建管等活动与周围环境发生着相互影响，在污染水域水质净化中具有重要作用，是反映水质状况的指示生物，其本身又具有重要的渔业价值。多数底栖动物是鱼类和鸟类的天然饵料，在湿地的物质循环和能量流动中起着重要的作用。与其它水生生物相比，底栖动物运动能力有限，对人为扰动和污染等不利环境因素，没有或很少有回避性，只能在原栖息地耐受不利于它们的环境因素变化，能耐受者保存下来，不能耐受者数量减少或者消失，或由其它能适应的种类所代替，而且底栖动物不同种属对其生境条件及对干扰等不利因素的耐受力敏感程度不同，因此其群落结

构常能反映水环境的较长期的变化，起着静态记录器的作用。

本次调查共采集、鉴定出底栖动物 4 门 7 纲 40 种，以节肢动物门种类最多，为 20 种，软体动物门次之，为 15 种，环节动物门 4 种，脊索动物门 1 种。各个站位底栖动物种类数在 2~12 种之间，密度在 $5\text{ind./m}^2 \sim 384\text{ind./m}^2$ 之间，平均为 170ind./m^2 ，生物量在 $0.17\text{g/m}^2 \sim 1235.57\text{g/m}^2$ 之间，平均为 160.12g/m^2 ，物种丰富度指数 d 在 0.240~2.199 之间，平均为 0.882；香农-威纳指数 H' 在 0.202~1.962 之间，平均为 0.855；均匀度指数 J' 在 0.184~1.000 之间，平均为 0.722。底栖动物密度优势种由环节动物门（寡毛纲）、节肢动物门（软甲纲和昆虫纲）、软体动物门（腹足纲和双壳纲）和脊索动物门（硬骨鱼纲）组成。整体以螺类、甲壳类、鱼类及昆虫幼虫为主要优势类群。生物量优势种与密度相似，节肢动物门（软甲纲和昆虫纲）、软体动物门（腹足纲和双壳纲）和脊索动物门（硬骨鱼纲）组成。

4.9.3.4 鱼类早期资源

（1）种类组成

在本次调查共观察到鱼类早期资源 4 目 10 种，其中鲈形目 4 种，占比 40%；鲷形目 2 种，占比 20%；鲉形目 2 种，占比 20%；鲤形目 2 种，占比 20%。共采集鱼卵 406 颗，仔稚鱼 790 尾。其中，S31 站位鱼卵个数最多，为 202 颗；S2 站位的仔稚鱼个数最多，为 196 尾。各站位鱼卵个数在 0~211 颗之间，其中有部分站位没有采集到鱼卵；各站位仔稚鱼个数在 3~196 尾之间，以罗非鱼个数最多。

（2）鱼类早期资源密度及优势种

本次调查中鱼卵密度范围为 $0 \sim 42.98\text{ ind./m}^3$ ，各站位间差异明显。其中，S31 站位鱼卵密度最高，为 42.98 ind./m^3 ，其次为 S22 站位，为 15.08 ind./m^3 ；S4、S7、S8 和 S32 站位未采集到鱼卵。仔稚鱼密度范围为 $0.41 \sim 39.93\text{ ind./m}^3$ ，其中 S2 站位最高，为 39.93 ind./m^3 ，其次为 S22 和 S16 站位，分别为 31.13 ind./m^3 和 22.80 ind./m^3 。

根据出现频率和优势度指数分析，鱼卵和仔稚鱼群落均表现出明显的优势种集中现象。鱼卵群落中，罗非鱼（*Oreochromis sp.*）鱼卵相对丰度最高，占鱼卵总数的 51.72%，且出现频率和优势度较高，为本次调查鱼卵群落的主要优势种；革胡子鲶（*Clarias gariepinus*）鱼卵优势度也达到优势种判定标准，说明其在调查水域中具有一定繁殖活动。仔稚鱼群落中，罗非鱼仔稚鱼占总数量的 91.82%，相

对丰度显著高于其他种类，同时出现频率和优势度均较高，为仔稚鱼群落的绝对优势种。总体来看，本次调查水域早期鱼类资源组成较为集中，优势种以罗非鱼和革胡子鲶为主。该结果说明调查水域鱼类早期资源种类组成较为简单，群落结构受少数优势种影响明显，尤其是入侵物种罗非鱼的大量出现降低了群落均匀度和整体多样性水平。

表4.9-26 调查水域各站位鱼类早期资源种类组成

站位	调查断面	鱼卵		仔稚鱼	
		物种名	数量	物种名	数量
S1	罗马坛水库	鰱	1	罗非鱼	56
S2	南边洋水库	革胡子鲶	18	罗非鱼	196
S4	志满水库			弓背青鳉	3
S7	余庆桥水库			罗非鱼	3
S8	迈克水库			罗非鱼	62
S12	红心楼水库	革胡子鲶	22	罗非鱼	44
				子陵吻虾虎鱼	7
S16	四联河	革胡子鲶	16	食蚊鱼	8
				罗非鱼	92
				鰱	6
				斑鳢	1
				鳊鲂	1
S22	龙门河	罗非鱼	8	鰱	3
		弓背青鳉	4	野翼甲鲇	4
		鰱	2	罗非鱼	128
		革胡子鲶	60	食蚊鱼	5
				革胡子鲶	2
				弓背青鳉	1
				叉尾斗鱼	1
S23	花桥水	革胡子鲶	34	罗非鱼	41
				弓背青鳉	6
				子陵吻虾虎鱼	4
				叉尾斗鱼	1
S31	龙门水库	罗非鱼	202	罗非鱼	28
		鰱	9	鰱	6

S32	迈生水库			子陵吻虾虎鱼	2
S33	青年运河主干渠	革胡子鲶	30	罗非鱼	68
				子陵吻虾虎鱼	3
				鲮	3
				鳊鲂	1

表4.9-27 调查水域各站位鱼类早期资源密度 单位: ind./m³

点位	调查断面	鱼卵	仔稚鱼
S1	罗马坛水库	0.20	11.41
S2	南边洋水库	3.67	39.93
S4	志满水库	0.00	0.61
S7	余庆桥水库	0.00	0.61
S8	迈克水库	0.00	12.63
S12	红心楼水库	4.48	10.39
S16	四联河	3.26	22.80
S22	龙门河	15.08	31.13
S23	花桥水	6.93	11.39
S31	龙门水库	42.98	6.93
S32	迈生水库	0.00	0.41
S33	青年运河主干渠	6.11	16.08

表4.9-28 调查水域鱼类早期资源出现频率及其优势度

早期资源类别	物种名	出现频率	优势度
鱼卵	罗非鱼	16.67%	0.0862
	革胡子鲶	50.00%	0.2217
	鲮	25.00%	0.0074
	弓背青鳉	8.33%	0.0008
仔稚鱼	罗非鱼	83.33%	0.7651
	鲮	33.33%	0.0077
	子陵吻虾虎鱼	33.33%	0.0068
	弓背青鳉	25.00%	0.0032
	食蚊鱼	16.67%	0.0028
	鳊鲂	16.67%	0.0004
	叉尾斗鱼	16.67%	0.0004
	野翼甲鲇	8.33%	0.0004
	革胡子鲶	8.33%	0.0002
	斑鳢	8.33%	0.0001



革胡子鲶鱼卵



鳅卵



罗非鱼鱼卵



野翼甲鲶苗



革胡子鲶苗



罗非鱼苗



弓背青鳉



子陵吻虾虎鱼

图4.9-8 部分鱼类早期资源图片

4.9.3.5 鱼类资源

(1) 物种组成

本次调查共采集到鱼虾蟹类生物 2 纲 52 种。其中鱼类 41 种，虾类 7 种，蟹类 4 种。外来鱼类 10 种，其中慈鲷科 4 种（齐氏罗非鱼（*Coptodon zillii*）、尼罗罗非鱼（*Oreochromis niloticus*）、伽利略罗非鱼（*Sarotherodon galilaeus*）和花身副丽鱼 *Parachromis managuensis*），胡子鲇科、甲鲇科、塘鳢科、胎鳉科、鳅科和野鲮亚科各 1 种（革胡子鲇 *Clarias gariepinus*、野翼甲鲇（*Pterygoplichthys disjunctivus*）、云斑尖塘鳢（*Oxyeleotris marmorata*）、食蚊鱼（*Gambusia affinis*）、大鳞副泥鳅（*Paramisgurnus dabryanu*）和麦瑞加拉鲮 *Cirrhinus mrigala*）。外来虾类 1 种，为罗氏沼虾（*Macrobrachium rosenbergii*）。

本次调查共采集鱼类隶属 9 目 17 科 41 种，以鲤科种类数最多，达 22 种，占鱼类种类数的 53.7%；甲壳类 5 科 11 种，以长臂虾科的物种数最多，6 种，占甲壳类种类数的 54.5%。

调查区域各站位鱼类物种数在 2~19 种之间，最多的为 S11（该站位为养殖型水库，鱼类主要为人工放养的经济鱼类和附近村民放生的鱼类）。

本次调查未发现有珍稀濒危及国家重点保护鱼类。

表4.9-29 各调查点渔获物种类数组成

站位	断面名称	鱼类物种数/ 种	虾类物种数/种	蟹类物种数/种	总物种数/ 种
S1	罗马坛水库	13	2	0	15
S2	南边洋水库	5	2	0	7
S3	内塘水库	9	2	1	12
S4	志满水库	12	0	0	12
S5	平南水库	6	1	0	7
S6	大湾水库	8	0	0	8
S7	余庆桥水库	6	2	0	8
S8	迈克水库	10	0	0	10
S9	调和水库	3	0	0	3
S10	大田沟水库	8	1	1	10
S11	迈胜水库	19	1	0	22
S12	红心楼水库	7	0	1	8
S13	赤坎水库	16	2	0	19
S14	南畔水库	2	1	0	3

S15	北松水库	5	1	0	6
S16	四联河	7	1	0	8
S17	西海河	2	0	1	3
S18	东海河	1	2	0	3
S19	西运河	8	1	0	9
S21	东海河	11	3	0	14
S22	龙门河	10	2	0	12
S23	花桥水	10	2	1	13
S26	调风河	3	2	1	6
S27	北松河	4	2	3	9
S28	迈陈河	5	1	0	6
S29	豆坡河	14	1	0	15
S30	乐民河	11	0	0	11

(2) 渔获物量

各站位鱼类单位捕捞努力量渔获数量 (NPUE) 在 0.7 ~ 96.3 ind./n/d 之间, 平均为 11.2 ind./n/d; 其中最低的为 S17、S18 和 S26 站位, 最高的为 S29 站位。鱼类单位捕捞努力量渔获重量 (BPUE) 在 1.2 ~ 2555.1 g/n/d 之间, 平均为 266.6 g/n/d; 其中最低的为 S4 站位, 最高的为 S28 站位 (主要是采集到大量个体相对较大的革胡子鲶)。鱼类优势种主要是尼罗罗非鱼、齐氏罗非鱼和革胡子鲶。

表4.9-30 各调查点渔获物量

站位	单位捕捞努力量 渔获数量 NPUE (ind./n/d)				单位捕捞努力量 渔获重量 BPUE (g/n/d)			
	鱼类	虾类	蟹类	合计	鱼类	虾类	蟹类	合计
S1	38.7	0.7	0	39.3	202.7	1.0	0	203.7
S2	1.7	136.7	0	138.3	265.1	150.0	0	415.1
S3	6.7	21.3	0	28.0	14.7	17.2	0	31.9
S4	2.3	0	0	2.3	1.2	0	0	1.2
S5	8.3	31.3	0	39.7	363.3	30.7	0	394.0
S7	22.7	6.7	0	29.3	159.4	28.4	0	187.8
S8	5.3	0	0	5.3	560.6	0	0	560.6
S10	15.0	18.0	0	33.0	298.3	14.2	0	312.4
S11	14.3	5.3	0	19.7	83.6	4.7	0	88.3
S12	5.7	0	1.3	7.0	277.7	0	36.9	314.6
S13	16.3	66.8	0	83.2	135.7	211.2	0	347.0
S14	3.3	74.0	0	77.3	6.7	85.2	0	91.9
S15	5.0	9.0	0	14.0	92.9	17.7	0	110.6

站位	单位捕捞努力量 渔获数量 NPUE (ind./n/d)				单位捕捞努力量 渔获重量 BPUE (g/n/d)			
	鱼类	虾类	蟹类	合计	鱼类	虾类	蟹类	合计
S16	5.3	2.3	0	7.7	28.6	22.4	0	51.0
S17	0.7	0	0	0.7	143.2	0	0	143.2
S18	0.7	2.7	0	3.3	4.1	7.4	0	11.6
S19	20.3	5.3	0	25.7	512.7	5.3	0	517.9
S21	10.3	66.9	0	77.2	19.4	51.9	0	71.2
S22	4.0	5.3	0	9.3	4.3	9.2	0	13.5
S23	1.0	8.0	0.3	9.3	32.5	15.0	3.4	50.9
S26	0.7	5.7	0.3	6.7	237.2	53.0	16.7	306.9
S27	1.0	0.3	2.3	3.7	123.2	2.6	12.7	138.4
S28	10.0	4.7	0	14.7	2550.9	4.2	0	2555.1
S29	96.3	0.7	0	97.0	861.4	1.0	0	862.3
S30	7.7	0	0	7.7	218.3	0	0	218.3
平均	11.2	17.5	0.2	28.9	266.6	27.1	2.6	296.3



鲤鱼 *Cyprinus carpio*



鲫鱼 *Carassius auratus*



鲢鱼 *Hypophthalmichthys molitrix*



鳊鱼 *Cirrhinus molitorella*



麦穗鱼 *Pseudorasbora parva*



似鲃 *Pseudogobio vaillanti*



齐氏罗非鱼 *Coptodon zillii* #



尼罗罗非鱼 *Oreochromis niloticus* #

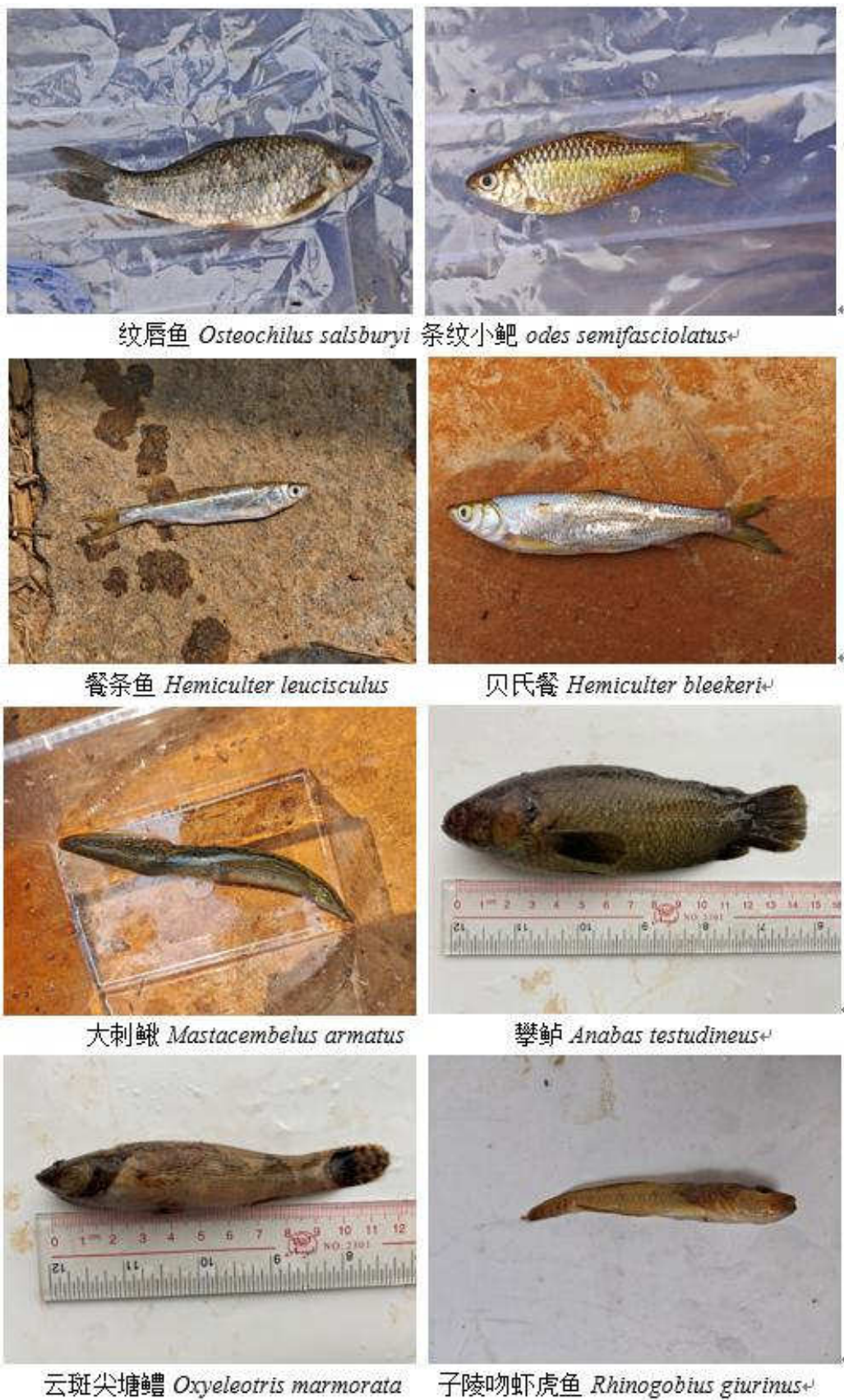


图4.9-9 部分渔获物图片

4.9.4 珍稀濒危及重点保护水生生物

根据《湛江市河湖生态状况调查评估报告》（2022 年）调查结果以及本次评价现场调查，本工程的调查水体当中，仅在遂溪河发现一种 1 种濒危物种（列入《中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷（2020）》，濒危 EN）：日本鳗鲡，未发现国家重点保护野生水生生物和广东省重点保护野生水生生物。日本鳗鲡是在《湛江市河湖生态状况调查评估报告》中的遂溪河调查发现，丰水期和枯水期分别捕获 2 尾，本次环评现场调查未发现。

日本鳗鲡（*Anguilla japonica*）隶属于鳗鲡科鳗鲡属，俗称白鳢、河鳗，是典型暖温性降海洄游鱼类：海里产卵、淡水生长，成熟后再回深海繁殖，一生只产一次卵，产卵后死亡。其西太平洋深海产卵，幼体随洋流漂流至河口变态溯河，进入江河、湖泊等淡水环境生长，生长周期长 5-10 年。日本鳗鲡昼伏夜出、肉食性，以虾蟹、小鱼等为食，耐低氧、善攀爬，能越过低矮堰闸。淡水环境中偏好缓流、底质为泥沙、多石缝、洞穴的江河中下游、湖泊、水库、河口区。

调查水域未发现集中的产卵场、索饵场等重要水生生境。

4.10 土壤环境质量现状调查与评价

4.10.1 土壤环境质量现状监测

4.10.1.1 监测方案布设

（1）监测布点

为了解评价范围土壤环境质量现状，委托广东天鉴检测技术服务股份有限公司于 2026 年 1 月 24 日-1 月 29 日进行土壤采样监测。本工程共设置 9 个土壤采样点。本次土壤监测点位具体布点见下表和下图。

表4.10-1 土壤监测点位一览表

采样点位置	经纬度	采样日期	采样深度 (m)	样品状态描述				
				颜色	湿度	质地	根系	砂砾
S1 黄垌岭支管	N:21.665520° E:110.321661°	2026/1/24	0~0.2	黄棕色	干	砂壤土	多量根系	20%
S2 南边洋水库 泵站出水管	N:21.308520° E:110.132072°		0~0.2	红棕色	潮	重壤土	多量根系	2.50%
S3 水美干渠	N:20.967283° E:110.004389°	2026/1/25	0~0.2	黄棕色	干	砂壤土	少量根系	25%
S4 红心楼干渠 支管 C	N:20.689113° E:110.271688°	2026/1/26	0~0.2	棕色	湿	重壤土	多量根系	2%
S5 分干管 A	N:20.493296° E:110.387164°	2026/1/29	0~0.2	黄棕色	干	重壤土	少量根系	2%
S6 龙塘支管 D	N:20.306449° E:110.282021°		0~0.2	棕色	干	中壤土	少量根系	5%
S7 龙北片分干 管	N:20.764791° E:109.910336°	2026/1/27	0~0.2	红棕色	潮	轻壤土	少量根系	8%
S8 大湾干管	N:20.576214° E:110.603094°	2026/1/28	0~0.2	红棕色	潮	重壤土	少量根系	2.50%
S9 三阳桥片支 管 A	N:20.333509° E:110.082722°		0~0.2	红棕色	潮	重壤土	少量根系	2.30%



图4.10-1 土壤和底泥监测点位分布示意

(2) 监测指标

S1(黄垌岭支管)、S2(龙北片分干管)两个点分别为泵站用地和管道用地, 执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 36600-2018), 监

测因子除土壤理化特性指标（pH 值、土壤容重、总孔隙度、渗滤率、阳离子交换量、水溶性盐总量）外，还有《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）表 1 中的 45 项。

其他监测点位执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）标准，监测 pH 值以及《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）表 1 中的各项因子，包括：镉、汞、总砷、铅、铬、铜、镍、锌。

（3）监测频次

采样一次。

（4）监测方法

根据《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）、《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）及《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）相关标准和要求执行。

4.10.1.2 监测分析方法

监测分析方法和使用仪器以及方法检出限见下表。

表4.10-2 土壤监测项目分析方法及其检出限

检测项目	检测标准(方法)及编号(含年号)	分析仪器型号	检出限	计量单位
pH 值	土壤 pH 值的测定 电位法 HJ 962-2018	pH 计 (PHSJ-4F)	——	无量纲
土壤容重	土壤检测 第 4 部分：土壤容重的测定 NY/T 1121.4-2006	电子天平 (AB210)	——	g/cm ³
总孔隙度	森林土壤水分-物理性质的测定 LY/T 1215-1999	电子天平 (HZT-A500)	——	%
渗滤率	森林土壤渗滤率的测定 LY/T 1218-1999	——	——	mm/min
阳离子交换量	森林土壤阳离子交换量的测定 LY/T 1243-1999	具塞滴定管 (酸碱两用滴定管)	——	cmol(+)/kg

水溶性盐总量	土壤检测 第 16 部分: 土壤 水溶性盐总量的测定 NY/T 1121.16-2006	电子天平 (BSA224S)	——	mg/kg
总砷	土壤质量 总汞、总砷、总 铅的测定原子荧光法 第 2 部分: 土壤中总砷的测定 GB/T 22105.2-2008	原子荧光光度计 (AFS-8220)	0.01	mg/kg
镉	土壤质量 铅、镉的测定 石 墨炉原子吸收分光光度法 GB/T 17141-1997	石墨炉原子吸收光谱仪 (ICE3300)	0.01	mg/kg
六价铬	土壤和沉积物 六价铬的测 定 碱溶液提取-火焰原子 吸收分光光度法 HJ 1082-2019	火焰式原子吸收分光光 度计 (TAS-990F)	0.5	mg/kg
铜	土壤和沉积物 铜、锌、铅、 镍、铬 的测定 火焰原子吸 收分光光度法 HJ 491-2019	火焰式原子吸收分光光 度计 (TAS-990F)	1	mg/kg
铅			10	mg/kg
镍			3	mg/kg
铬			4	mg/kg
锌			1	mg/kg
汞	土壤质量 总汞、总砷、总 铅的测定 原子荧光法 第 1 部分: 土壤中总汞的 测定 GB/T 22105.1-2008	原子荧光光度计 (AFS-8220)	0.002	mg/kg
四氯化碳	土壤和沉积物 挥发性有机 物的测定 吹扫捕集/气相 色谱-质谱法 HJ 605-2011	气质联用仪 (GCMS-QP2010plus)	1.3	µg/kg
氯仿			1.1	µg/kg
氯甲烷			1	µg/kg
1,1-二氯乙烷			1.2	µg/kg

1,2-二氯乙烷			1.3	µg/kg
1,1-二氯乙烯			1	µg/kg
顺式-1,2-二氯			1.3	µg/kg
乙烯				
反式-1,2-二氯			1.4	µg/kg
乙烯				
二氯甲烷			1.5	µg/kg
1,2-二氯丙烷			1.1	µg/kg
1,1,1,2-四氯乙烷			1.2	µg/kg
1,1,2,2-四氯乙烷			1.2	µg/kg
四氯乙烯			1.4	µg/kg
1,1,1-三氯乙烷			1.3	µg/kg
1,1,2-三氯乙烷			1.2	µg/kg
三氯乙烯			1.2	µg/kg
1,2,3-三氯丙烷			1.2	µg/kg
氯乙烯			1	µg/kg
苯			1.9	µg/kg
氯苯			1.2	µg/kg
1,2-二氯苯			1.5	µg/kg
1,4-二氯苯			1.5	µg/kg
乙苯			1.2	µg/kg
苯乙烯			1.1	µg/kg
甲苯			1.3	µg/kg
间, 对-二甲苯			1.2	µg/kg
邻-二甲苯			1.2	µg/kg
硝基苯	土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法 HJ 834-2017	气质联用仪 (8890/5977B)	0.09	mg/kg
苯胺			0.1	mg/kg
2-氯苯酚			0.06	mg/kg
苯并(a)蒽			0.1	mg/kg
苯并(a)芘			0.1	mg/kg

苯并(b)荧蒽			0.2	mg/kg
苯并(k)荧蒽			0.1	mg/kg
蒽			0.1	mg/kg
二苯并[a,h]蒽			0.1	mg/kg
茚并[1,2,3-cd]芘			0.1	mg/kg
苯			0.09	mg/kg

4.10.2 监测结果及评价

4.10.2.1 评价标准

S1、S7 分别位于黄垌岭泵站出水池、龙北片分干管处，执行建设用地土壤环境质量执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)表 1 中风险筛选值的第二类用地标准，S2、S3、S4、S5、S6、S8、S9 所在地类为农田，执行农用地土壤环境质量执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)表 1 中风险筛选值的“水田”标准。

4.10.2.2 评价方法

含盐量、pH 值根据《环境影响评价技术导则土壤环境(试行)》(HJ964-2018)中附录 D 中土壤盐化、酸化、碱化分级标准判定。

其余评价因子采用单因子指数法进行现状评价，计算公式为：

$$Si=C_{i,j}/C_{si}$$

式中：Si——污染物单因子指数；

Ci——i 污染物的浓度值，mg/kg；

Csi——i 污染物的评价标准值，mg/kg。

含盐量、pH 值直接根据《环境影响评价技术导则土壤环境(试行)》(HJ964-2018)中附录 D 中土壤盐化、酸化、碱化分级标准判定。

4.10.2.3 评价结果

(1) 土壤污染风险现状

土壤理化性质调查结果见表 4.10-3。土壤现状监测结果见表 4.10-4~4.10-5。

根据监测结果，S1 黄垌岭支管、S7 龙北片分干管各监测因子均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）表 1 中第二类用地风险筛选值；S3 水美干渠各监测因子均低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）表 1 中风险筛选值的“水田”标准；S4 红心楼干渠支管 C 存在铜超标，S5 分干管 A 存在镍超标；S2 南边洋水库泵站出水管及 S8 大湾干管存在铜、镍超标，S6 龙塘支管 D 存在铬、铜超标；S9 三阳桥片支管 A 存在铬、铜、镍超标。

总体来说，执行建设用地土壤污染风险管控标准的 S1 和 S7 的监测结果满足标准要求；执行农用地标准的监测点中，仅 S3 满足标准要求，其他监测点均存在重金属含量超过《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值的情况，但重金属含量均未超出农用地土壤污染风险管制值。

工程区所在雷州半岛南部及中部广泛分布第四纪玄武岩（石茆岭组、湖光岩组），其风化物形成的砖红壤天然富含铬、镍、铜等铁族元素。关卉等（《雷州半岛土壤重金属分布特征及其污染评价》）在雷州半岛采集了 106 个土壤表层样品，分析了 8 种重金属元素（Cu、Pb、Zn、Cr、Ni、Cd、Hg、As）的全量，研究表明徐闻、雷州两地成土母质主要为玄武岩，造成土壤 Cr、Ni 及其他重金属背景值较高，是导致该区域土壤重金属质量浓度明显高于其他地区的主要原因。朱鑫等（《雷州半岛土壤地球化学背景值研究》）基于雷州半岛多目标区域地球化学调查数据，指出雷州半岛表层土壤呈酸性背景，以玄武岩风化物为成土母质的土壤富集铁族元素，第四纪以来强烈的火山喷发活动、海侵海退与河流冲洪积交互作用是控制雷州半岛土壤元素迁移转化的最主要因素。在长期风化、降雨淋滤及地表径流作用下，地层中的重金属被活化迁移，逐渐在局部区域沉积；同时，区域酸性红壤环境进一步加剧了重金属的溶出和迁移能力。因此，上述点位铬、铜、镍超标主要与区域地质条件、成土母质背景含量高以及酸性土壤环境密切相关。

表4.10-3 土壤理化性质检测结果一览表

检测项目	S1 黄垌岭支管	S7 龙北片分干管	计量单位
pH 值	4.67	6.99	无量纲
土壤容重	1.37	—	g/cm ³
总孔隙度	26.1	—	%
渗滤率	1.46	—	mm/min
阳离子交换量	8.6	—	cmol(+)/kg
水溶性盐总量	0.116	0.167	mg/kg

表4.10-4 建设用地土壤质量监测结果评价一览表

检测项目	计量单位	S1 黄垌岭支管				S7 龙北片分干管			
		监测结果	评价标准	标准指数	达标情况	监测结果	评价标准	标准指数	达标情况
总砷	mg/kg								
镉	mg/kg								
六价铬	mg/kg								
铜	mg/kg								
铅	mg/kg								
汞	mg/kg								
镍	mg/kg								
四氯化碳	mg/kg								
氯仿	mg/kg								
氯甲烷	mg/kg								
1,1-二氯乙烷	mg/kg								
1,2-二氯乙烷	mg/kg								
1,1-二氯乙烯	mg/kg								
顺式-1,2-二氯乙烯	mg/kg								
反式-1,2-二氯乙烯	mg/kg								
二氯甲烷	mg/kg								
1,2-二氯丙烷	mg/kg								
1,1,1,2-四氯乙烷	mg/kg								
1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg								
四氯乙烯	mg/kg								
1,1,1-三氯乙烷	mg/kg								

1,1,2-三氯乙烷	mg/kg								
三氯乙烯	mg/kg								
1,2,3-三氯丙烷	mg/kg								
氯乙烯	mg/kg								
苯	mg/kg								
氯苯	mg/kg								
1,2-二氯苯	mg/kg								
1,4-二氯苯	mg/kg								
乙苯	mg/kg								
苯乙烯	mg/kg								
甲苯	mg/kg								
间，对-二甲苯	mg/kg								
邻-二甲苯	mg/kg								
硝基苯	mg/kg								
苯胺	mg/kg								
2-氯苯酚	mg/kg								
苯并（a）蒽	mg/kg								
苯并（a）芘	mg/kg								
苯并（b）荧蒽	mg/kg								
苯并（k）荧蒽	mg/kg								
蒽	mg/kg								
二苯并[a,h]蒽	mg/kg								
茚并[1,2,3-cd]芘	mg/kg								
蔡	mg/kg								

表4.10-5 农用地土壤质量监测结果评价一览表

检测项目	计量单位								
总砷	mg/kg								
镉	mg/kg								
铬	mg/kg								
铜	mg/kg								
铅	mg/kg								
汞	mg/kg								
镍	mg/kg								
锌	mg/kg								
检测项目	计量单位								
总砷	mg/kg								
镉	mg/kg								
铬	mg/kg								
铜	mg/kg								

铅	mg/kg								
汞	mg/kg								
镍	mg/kg								
锌	mg/kg								
检测项目	计量单位								
总砷	mg/kg								
镉	mg/kg								
铬	mg/kg								
铜	mg/kg								
铅	mg/kg								
汞	mg/kg								
镍	mg/kg								
锌	mg/kg								
检测项目	计量单位								
总砷	mg/kg								

镉	mg/kg								
铬	mg/kg								
铜	mg/kg								
铅	mg/kg								
汞	mg/kg								
镍	mg/kg								
锌	mg/kg								

(2) 土壤盐化现状

根据监测结果，土壤含盐量为 0.217mg/kg，项目区属滨海、半湿润和半干旱地区，根据土壤盐化分级标准，属于未盐化级别。

表4.10-6 土壤盐化分级标准

分级	土壤含盐量 (SSC) / (g/kg)	
	滨海、半湿润和半干旱地区	干旱、半荒漠和荒漠地区
未盐化	SSC<1	SSC<2
轻度盐化	1≤SSC<2	2≤SSC<3
中度盐化	2≤SSC<4	3≤SSC<5
重度盐化	4≤SSC<6	5≤SSC<10
极重度盐化	SSC≥6	SSC≥10
注：根据区域自然背景状况适当调整。		

(3) 土壤酸化、碱化现状

根据监测结果，土壤各监测点的 pH 值最小为 4.65，最大为 6.99。在全部 9 个监测点中，S1 黄垌岭支管、S2 南边洋水库泵站出水管、S6 龙塘支管 D、S8 大湾干管共 4 个点的 pH 值处于 $4.5 \leq \text{pH} < 5.5$ 之间，属于轻度酸化等级；其余 5 个点（S3 水美干渠、S4 红心楼干渠支管 C、S5 分干管 A、S7 龙北片分干管、S9 三阳桥片支管 A）的 pH 值在 $5.5 \leq \text{pH} < 8.5$ 之间，属于无酸化或碱化等级。根据郭荣发等人的研究（郭荣发,杨杰文.成土母质和种植制度对土壤 pH 和交换性铝的影响.生态学报,2004,24(5):984-990），在相近气候带，土壤性质主要受成土母岩性质的影响，雷州半岛地区基岩为玄武岩，硅、铝含量较低，风化成土后的交换性铝含量也较低，原生矿物风化强度高，钙、镁、钾等盐基离子持续淋失，土壤盐基饱和度偏低，天然呈弱酸性环境。同时，雷州半岛长期发展农业，长期大量使用化肥也进一步促进了土壤的酸化。根据李润唐等人的研究（李润唐,柯开文,梁金保.湛江菠萝终止可持续发展对策探讨.广东农业科学,2010(9):242-243）湛江不少菠萝园的 pH 值从 1980 年的 5.0~5.5 降至 2009 年的 4.5 左右，其重要原因包括过磷酸钙、硫酸铵、氯化铵等生物酸性肥料的使用，N、P、K 复合肥的投入比例过大，而 Ca、Mg 等中微量元素投入相对不足，使得土壤中 H^+ 增多，土壤胶粒中的 Ca、Mg 等碱基元素很容易被 H^+ 置换，造成土壤酸化；降水量大而且集中，强烈的淋溶作用使得 Ca、Mg、K 等碱性元素大量流失。

表4.10-7 土壤酸化、碱化分级标准

土壤 pH	土壤酸化、碱化程度
pH<3.5	极重度酸化
3.5≤pH<4	重度酸化
4≤pH<4.5	中度酸化
4.5≤pH<5.5	轻度酸化
5.5≤pH<8.5	无酸化或碱化
8.5≤pH<9	轻度碱化
9.0≤pH<9.5	中度碱化
9.5≤pH<10	重度碱化
pH≥10	极重度碱化
注：土壤酸化、碱化强度指受人为影响后呈现的土壤 pH 值，可根据区域自然背景状况适当调整。	

表4.10-8 土壤监测点 pH 值及酸碱化等级统计表

监测点名称	pH 值	酸碱化等级
S1 黄垌岭支管	4.67	轻度酸化
S2 南边洋水库泵站出水管	4.65	
S6 龙塘支管 D	5.22	
S8 大湾干管	4.94	
S3 水美干渠	6.01	无酸化或碱化
S4 红心楼干渠支管 C	5.74	
S5 分干管 A	6.87	
S7 龙北片分干管	6.99	
S9 三阳桥片支管 A	5.7	

4.11 底泥现状调查与评价

4.11.1 监测方案

(1) 监测布点

本工程共设置 20 个底泥监测点。底泥监测点位布设情况见下表和图 4.9-1。

表4.11-1 底泥现状监测点位布设一览表

采样点位置	经纬度	采样日期	样品状态描述
D1 罗马坛水库	N:21.299453° E:110.114189°	2026/1/24	棕色、无气味
D2 南边洋水库	N:21.309173° E:110.127081°	2026/1/24	暗棕色、无气味
D3 龙门水库	N:20.703585° E:110.071380°	2026/1/26	棕色、无气味
D4 大湾水库	N:20.573079° E:110.006417°	2026/1/28	黄棕色、无气味
D5 余庆桥水库	N:20.525995° E:110.092775°	2026/1/28	红棕色、无气味
D6 迈克水库	N:20.544753° E:109.947880°	2026/1/28	黄棕色、无气味
D7 调和水库	N:20.661418° E:109.814879°	2026/1/27	红棕色、无气味
D8 迈生水库	N:20.757162° E:110.188825°	2026/1/26	红棕色、无气味
D9 大田沟水库	N:20.572665° E:110.251933°	2026/1/30	棕色、无气味
D10 迈胜水库	N:20.339868° E:110.332495°	2026/1/29	红棕色、无气味
D11 红心楼水库	N:20.604106° E:110.254686°	2026/1/30	棕色、无气味
D12 青年运河主干渠	N:21.62037817° E:110.34516456°	2026/1/23	黄棕色、无气味
D13 四联河	N:21.54841007° E:110.35840116°	2026/1/23	黄棕色、无气味
D14 东运河	N:21.046586° E:110.004392°	2026/1/25	黄棕色、无气味
D15 东海河	N:21.28209890° E:110.27943228°	2026/1/23	黄棕色、无气味
D16 龙门河	N:20.699634° E:109.950002°	2026/1/27	黄棕色、无气味
D17 花桥水	N:20.831764° E:110.155877°	2026/1/26	黄棕色、无气味
D19 港门支渠	N:21.125936° E:109.888000°	2026/1/27	棕色、无气味
D20 锦盘干渠	N:20.923758° E:109.758147°	2026/1/27	黄棕色、无气味

(2) 监测时间及频率

底泥现状监测一期，采样时间为 2026 年 1 月 23 日-1 月 30 日，监测频率为 1 次/点。

(3) 监测项目

监测项目为 pH 值、总砷(As)、镉(Cd)、铜(Cu)、铅(Pb)、总汞(Hg)、镍(Ni)、铬(Cr)、锌(Zn)，共 9 项。

(4) 监测分析方法

根据《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）及《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）相关标准和要求执行。

表4.11-2 底泥环境监测方法一览表

检测项目	检测标准（方法）及编号（含年号）	分析仪器型号	检出限	计量单位
pH 值	土壤 pH 值的测定 电位法 HJ 962-2018	pH 计（PHSJ-4F）	——	无量纲
镉	土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法 GB/T 17141-1997	石墨炉原子吸收 光谱仪（ICE3300）	0.01	mg/kg
总汞	土壤和沉积物 汞、砷、硒、铋、锑 的测定 微波消解/原子荧光法 HJ 680-2013	原子荧光光度计 （AFS-8220）	0.002	mg/kg
总砷			0.01	mg/kg
铅	土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬 的测定 火焰原子吸收分光光度法 HJ 491-2019	火焰式原子吸收分 光光度计 （TAS-990F）	10	mg/kg
铬			4	mg/kg
铜			1	mg/kg
镍			3	mg/kg
锌			1	mg/kg

（5）评价标准

底泥环境质量执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)表 1 中风险筛选值的“其他”标准。

（6）评价方法

按照《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)附录 D.2 底泥污染指数法：

$$P_{i,j} = C_{i,j} / C_{si}$$

式中： $P_{i,j}$ ——底泥污染因子 i 的单项污染指数，大于 1 表明该污染因子超标；

$C_{i,j}$ ——调查点位污染因子 i 的实测值，mg/L；

C_{si} ——污染因子 i 的评价标准值或参考值，mg/L。

4.11.2 监测及评价结果

底泥现状监测及评价结果见表 4.10-3。

根据监测结果，D13 四联河、D14 东运河、D15 东海河、D16 龙门河、D17 花桥水、D19 港门支渠、D20 锦盘干渠的底泥各重金属含量均低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)表 1 中“其他”标准风险筛选值。

D1 罗马坛水库、D4 大湾水库、D5 余庆桥水库、D7 调和水库、D9 大田沟水库、D10 迈胜水库底泥中仅镍含量超出《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB15618-2018)表 1 中“其他”标准风险筛选值，其余重金属均低于筛选值；D2 南边洋水库、D6 迈克水库、D8 迈生水库、D11 红心楼水库底泥中铬、铜、镍含量均有不同程度超出“其他”标准风险筛选值；D3 龙门水库底泥中铜、镍含量超出筛选值；D12 青年运河主干渠底泥中镉、铅含量超出筛选值。

总体来说，20 个监测点位，有 7 个底泥监测点的重金属含量达标；13 个监测点的重金属含量超过《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》风险筛选值，超标项主要有镍、铬、铜，但均未超出农用地土壤污染风险管制值。

关卉等（《雷州半岛土壤重金属分布特征及其污染评价》）在雷州半岛采集了 106 个土壤表层样品，分析了 8 种重金属元素（Cu、Pb、Zn、Cr、Ni、Cd、Hg、As）的全量，结果表明雷州半岛土壤总体上尚清洁，重金属污染处于警戒水平；其中徐闻、雷州两地土壤重金属质量浓度明显高于其他地区，主要原因是该两地成土母质主要为玄武岩，造成土壤 Cr、Ni 及其他重金属背景值较高。朱鑫等（《雷州半岛土壤地球化学背景值研究》）基于雷州半岛多目标区域地球化学调查数据，指出雷州半岛表层土壤呈酸性背景，以玄武岩风化物为成土母质的土壤富集铁族元素，第四纪以来强烈的火山喷发活动、海侵海退与河流冲洪积交互作用是控制土壤元素迁移转化的最主要因素。工程区所在雷州半岛南部及中部广泛分布第四纪玄武岩（石茆岭组、湖光岩组），岩性以橄榄玄武岩、粗玄武岩为主，其风化物形成的砖红壤天然富含铁族元素（Cr、Ni、Co、V 等）；在长期风化、降雨淋滤及地表径流作用下，上述地层中的重金属元素被活化迁移，逐渐沉积于河道底泥中；区域以酸性红壤为主，pH 值较低，进一步加剧了重金属的溶出和迁移能力。综上，推测工程区河道底泥中铬、铜、镍、镉、铅等重金属含量不同程度超出风险筛选值，是区域火山岩地质高背景、酸性砖红壤环境以及不同区域成土母质差异共同作用的结果。

表4.11-3 底泥质量监测结果评价一览表

监测项目		pH 值	镉	总汞	总砷	铅	铬	铜	镍	锌
单位		无量纲	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
D1 罗马坛 水库	监测结果									
	评价标准									
	评价标准									
	达标情况									
D2 南边洋 水库	监测结果									
	评价标准									
	标准指数									
	达标情况									
D3 龙门水 库	监测结果									
	评价标准									
	标准指数									
	达标情况									
D4 大湾水 库	监测结果									
	评价标准									
	标准指数									
	达标情况									
D5 余庆桥 水库	监测结果									
	评价标准									
	标准指数									

	达标情况									
D6 迈克水库	监测结果									
	评价标准									
	标准指数									
	达标情况									
D7 调和水库	监测结果									
	评价标准									
	标准指数									
	达标情况									
D8 迈生水	监测结果									
	评价标准									
	标准指数									
	达标情况									
D9 大田沟水库	监测结果									
	评价标准									
	标准指数									
	达标情况									
D10 迈胜水库	监测结果									
	评价标准									
	标准指数									
	达标情况									
D11 红心楼	监测结果									

水库	评价标准									
	标准指数									
	达标情况									
D12 青年运河主干渠	监测结果									
	评价标准									
	标准指数									
	达标情况									
D13 四联河	监测结果									
	评价标准									
	标准指数									
	达标情况									
D14 东运河	监测结果									
	评价标准									
	标准指数									
	达标情况									
D15 东海河	监测结果									
	评价标准									
	标准指数									
	达标情况									
D16 龙门河	监测结果									
	评价标准									
	标准指数									

	达标情况									
D17 花桥水	监测结果									
	评价标准									
	标准指数									
	达标情况									
D19 港门支 渠	监测结果									
	评价标准									
	标准指数									
	达标情况									
D20 锦盘干 渠	监测结果									
	评价标准									
	标准指数									
	达标情况									

4.12 灌区建设环境影响回顾性分析

4.12.1 雷州半岛灌区相关工程建设情况回顾

4.12.1.1 鹤地水库

鹤地水库建成于 1959 年 8 月，坝址位于湛江市廉江市河唇镇，九洲江中游，枢纽由 36 座总长 7910 米的均质土坝（其中主坝 1 座，长 895 米、副坝 35 座）、2 座溢洪道、2 座小型水电站、1 座船闸及灌溉渠首等组成。坝址以上集水面积 1495 km²，总库容 11.44 亿 m³，兴利库容 4.99 亿 m³，正常蓄水位 40.5m，由于移民安置问题未解决，水库一直未达正常蓄水位，现状兴利库容 3.81 亿 m³，正常蓄水位 39.3m，死库容 2.96 亿 m³。水库以灌溉为主，结合防洪、发电、航运、淡水养殖和城乡工业、生活供水等综合利用。水库现状为青年运河灌区的主要水源，现有灌溉用户为雷州青年运河灌区，城乡生活工业用户主要是湛江市区、廉江和遂溪城区部分用水。

鹤地水库已运行多年，历年来经历过多次加固改造。上个世纪七十年代中期至八十年代初，对水库进行加固，建设内容包括主副坝进行帷幕灌浆、坝坡翻修，新建第二电站，黎湛铁路改线等。九十年代，水库断续地开展常态化的小型除险加固，包括白蚁治理、坝面护坡重新铺砌、机电设备更新等。2008 年至 2012 年，鹤地水库实施了除险加固工程，加固内容包括主坝深层防渗帷幕补灌、坝后排水系统重建，副坝逐一达标加固、加高培厚、重建护坡，溢洪道消力池修复，泄洪闸自动化控制系统改造等。2025 年 12 月，湛江市发改局批复鹤地水库库容恢复建设工程可行性研究报告，该工程拟对鹤地水库库湾进行退塘还库，并对主副坝进行除险加固等。

自 2013 年起，湛江市加强了对鹤地水库水源水质的保护，开展了多项水源地整治工程，如 2015-2020 年间开展的水源地综合整治配套工程、2023-2025 年间实施的鹤地水库水源保护区陆域环境污染综合整治工程，以及正在开展的鹤地水库生态保护修复方案实施项目，通过各项水源保护工程，清理库区周边污染源、入库河流截污、新建畜禽粪污污水生态处理设施、修建生态护岸和入库河流河口人工湿地、水库清淤等，全方位保障鹤地水库水质。

鹤地水库建设时间早，无环评文件。目前正在实施的鹤地水库生态保护修复方案实

施项目其环境影响报告书已获得湛江市生态环境局批复（《关于广东省鹤地水库生态保护修复方案实施项目环境影响报告书的批复》，湛环建[2025]64号）；鹤地水库库容恢复建设工程环评文件尚未批复。

鹤地水库建设时间早，无环评文件。目前正在实施的鹤地水库生态保护修复方案实施项目其环境影响报告书已获得湛江市生态环境局批复（《关于广东省鹤地水库生态保护修复方案实施项目环境影响报告书的批复》，湛环建[2025]64号）；鹤地水库库容恢复建设工程环评文件尚未批复。

根据《湛江市雷州青年运河管理局 2025 年度生态环境保护履职情况专题报告》，管理局牵头编制《2025 年鹤地水库环境综合整治工作方案》《鹤地水库饮用水源二级保护区湛江市辖区鱼塘整治总体方案》等方案，完成两百多户禽畜养殖场整治、实施鱼塘生态养殖三千多亩、新增 86 个自然村生活污水处理设施、改造 60 个垃圾收运点、完成一级保护区和禁养区内禽畜养殖场依法清拆、推进鱼塘回收整治、鹤地水库陆域环境污染综合整治工程（一期）完成 700 个污水处理设施建设、累计投放鲢鳙等滤食性鱼苗 145 万斤（180 万尾）、建设生态围隔 1000 米、建设 5719 平方米的生态浮岛种植水生植物；鹤地水库入库支流河口水生态保护修复工程完成 17 万平方米湿地建设，水生植被生境修复 9.1 万平方米。多项举措保障鹤地水库水质年均值稳定达到Ⅲ类标准。

4.12.1.2 雷州青年运河灌区

雷州青年运河灌区于 1960 年建成，灌区以鹤地水库为主要水源，灌区原设计灌溉面积 200 万亩，有效灌溉面积 146.6 万亩，设计灌溉保证率 75%。根据广东省水利厅《关于湛江市雷州青年运河灌区续建配套与节水改造工程初步设计报告(运河部分)的批复》(粤水农水【2010】41 号)，工程主要任务是以灌溉为主，结合沿线城镇生活工业用水，兼顾发电。

灌区工程主要由鹤地水库、渠首工程、运河部分、干支渠以及结瓜水库组成。渠首工程设在鹤地水库，渠首工程主要负责九洲江生态用水、灌区灌溉用水及湛江市城区和渠系沿线城镇生活工业用水。在水头满足电站发电的情况下，通过电站发电后放水，在水库水位较低，水头不满足发电的情况下，由鹤地水库灌溉放水闸放水。

雷州青年运河灌区运河有主运河、四联河、东海河、西海河、东运河、西运河等六大运河，运河总长 278km。原设计灌溉流量大于 1m³/s 的干、支渠共 90 条，灌区内有水

库工程 267 座，其中结瓜水库 21 座。

雷州青年运河灌区建成后，于上个世纪 70 年代中期至 80 年代初进行过加固扩建，在全域推行渠道防渗，配套建设结瓜水库、引水陂头等。2008，启动雷州青年运河灌区续建配套和节水改造工程，2010 年初灌区续建配套和节水改造工程开工，对主运河及相关于渠进行加固整治、防渗衬砌、灌浆及堤脚反滤等，同时配套建设维修相关的节制闸、分水涵、分水闸、纳水堰、排洪涵洞、排洪闸、交通桥等建筑物。

《广东省湛江市雷州青年运河灌区续建配套与节水改造工程（运河部分）环境影响报告书》于 2009 年 12 月获得原湛江市环境保护局批复。

4.12.1.3 大水桥水库灌区

大水桥水库建于 1958 年 3 月，坝址位于湛江市徐闻县徐城街道办，大水桥河中下游。坝址以上集水面积 196km²，总库容 1.27 亿 m³，兴利库容 0.91 亿 m³，死库容 0.008 亿 m³，正常蓄水位 56.5m。水库以灌溉为主，兼有防洪、城镇供水、发电和养殖等综合效益。水库建成后，历经多次的除险加固。

大水桥水库灌区于 1972 年开工，1974 年建成通水，灌区水源为大水桥水库。灌区位于雷州半岛最南端的徐闻县境内，灌区设计灌溉面积 15 万亩，灌区渠道起于大水桥水库坝后，止于角尾镇，全灌区贯穿徐闻县境内的徐城、南山、城北、海安、迈陈、西连、角尾 7 个乡镇。为增加水源，1972 年动工兴建南北渠工程，从库区外引水至大水桥水库，引水渠横贯县境，全长 84.2 公里，于 1974 年 8 月建成。2010 年，南北渠遭受水毁，徐闻县对南北渠全线进行整治。2013 年，徐闻县启动大水桥水库灌区节水配套与改造工程，对灌区内的干支渠和渠系建筑物进行加固改造。

大水桥灌区相关工程未查到有相关环评文件。

2024 年，徐闻县开展大水桥水库饮用水源地保护综合治理项目，对大水桥水库水源地设置安全隔离网，水库正常水位上以区域水土流失严重的区段种植生态涵养林，对水库大坝坡面进行，对南北渠进行清淤清障、防渗衬砌等。该项目的环境影响报告表于 2025 年 1 月取得湛江市生态环境局徐闻分局的批复（徐环建〔2025〕2 号）。该工程于 2025 年 3 月开工，预计 2027 年完工。

4.12.1.4 其他灌区工程

雷州半岛灌区范围内现有大型灌区 1 宗即雷州青年运河灌区，设计灌溉面积 146.6 万亩，有效灌溉面积为 95 万亩，现状实灌面积 88 万亩；建成万亩以上中型灌区 36 宗，原设计灌溉面积 147.4 亩，有效灌溉面积为 98.3 万亩，现状实灌面积 84.4 万亩；其余均为小型灌区。各灌区基本情况见表 2.3-2。

雷州半岛内的灌区大部分建于二十世纪五十年代至七十年代，后续的几十年主要是对灌区进行加固、节水改造，没有大规模新建灌区，各灌区工程也基本没有环评文件。

4.12.1.5 湛江引调水工程

湛江市引调水工程以鹤地水库作为湛江市供水水源，建设输水管道及加压泵站等工程设施，将鹤地水库水源引至湛江市西厅水厂、赤坎水厂和麻章水厂，保障霞山区、赤坎区、麻章区供水安全，兼顾沿途为廉江、遂溪分水，输水管道总长 61.924km，设计输水规模 106 万吨/d。湛江引调水工程已于 2022 年 12 月通水。

《湛江市引调水工程环境影响报告书》于 2020 年 7 月获得湛江市生态环境局的批复（湛环建〔2020〕2 号）。

4.12.1.6 环北部湾广东水资源配置工程

环北部湾广东水资源配置工程是系统解决粤西地区、特别是雷州半岛水资源短缺问题的重大水利工程。2022 年 8 月 31 日，环北部湾广东水资源配置工程正式开工，预计建成通水时间为 2030 年 5 月。2022 年 4 月 29 日，生态环境部印发《关于环北部湾广东水资源配置工程环境影响报告书的批复》（环审〔2022〕49 号），原则同意环境影响报告书的总体评价结论和拟采取的生态环境保护措施。

环北部湾广东水资源配置工程的具体情况以及与本工程的关系见 2.1.2“依托工程情况”章节。

4.12.2 雷州半岛灌区建设环境影响回顾分析

雷州半岛现有灌区主体建于二十世纪五十年代至七十年代，建成之初全部为土渠自流灌溉。各灌区自运行以来，先后开展过续建配套和节水改造。灌区运行多年，存在渗漏严重、面源污染、水土流失等问题，对雷州半岛的生态环境造成了一定的影响。

4.12.2.1 对水资源利用率的影响

雷州半岛处于沿海地区丘陵、平原地带，受地形和形成降水的气候影响，水资源时空分布极不均匀，且独流入海河流源短流急、水资源蓄集条件较差，汛期无法调控的水量直流入海，枯水期工程蓄水量不足，水资源禀赋条件一般，区域水资源时空分布极不均匀。灌区范围水资源条件与人口、耕地和生产布局不匹配，水资源调蓄能力不足，导致雷州半岛为旱灾易发区，旱灾具有发生频次高、持续性长、损失严重的特点。干旱按季节划分为春旱、秋旱，区域性大旱主要是秋冬春连旱，甚至连年出现，具有明显的持续性特点，旱情持续时间可长达 8 个多月。

随着鹤地水库、雷州青年运河等一大批水利工程建成，使得苦旱地区旱情得以缓解，区域内的水资源利用率有效提升，区域内的主要水源如鉴江、九洲江、南渡河等河流的开发利用率也明显提高。

雷州半岛现有灌区主体建于二十世纪五十年代至七十年代，建成之初全部为土渠自流灌溉，渗漏严重。从上世纪九十年代末开始，各灌区陆续开展续建配套和节水改造，对灌渠进行防渗衬砌，有效提高灌区的农业用水效率，提高水资源的利用效率。

根据《广东省湛江市雷州青年运河灌区续建配套与节水改造工程（运河部分）环境影响报告书》（中山大学，2009 年），青年运河灌区土质多属砂壤土，土质疏松，渗透性强；灌区改造前渠道未防渗或防渗效果不好，渠道输水损失很大，主河到干、支渠三级渠系水利用系数仅为 35% 左右。青年运河灌区改造后，湛江市农田灌溉的水利用系数明显提高。根据广东省水资源管理控制指标（2011-2015 年），2011-2015 年湛江市农田灌溉水有效利用系数控制指标为 0.469；根据《2023 年度湛江市灌溉水有效利用系数测算分析成果报告》，湛江市 2023 年综合灌溉水利用系数为 0.535，现有灌区溉水利用系数在 0.48-0.59 之间。随着灌区建设的不断完善，雷州半岛的农业用水效率和水资源利用效率也不断提高。

4.12.2.2 对地表水环境的影响

灌区渠道与渠系建筑物的运行并不产生污废水，灌区运行过程中主要是农田灌溉退水以及灌区农田的面源污染对地表水环境造成一定的不利影响。

90 年代至“十二五”期间，随着经济和农业的发展，灌区开发带来农业增产，但重灌

溉、轻截污、无生态缓冲的建设模式，叠加上游畜禽无序排污，水库水质由 90 年代末稳定 II/III 类逐步滑向 IV 类，富营养化逐年加重。根据《广东省湛江市雷州青年运河灌区续建配套与节水改造工程（运河部分）环境影响报告书》（中山大学，2009 年），鹤地水库从 1996 年至 2009 年水质有明显变差趋势，氮磷含量和有机物质都有明显增加，水库也逐渐从贫营养转变为富营养状态；2006-2009 年间，青年运河水质较差， COD_{Mn} 、 COD 、 BOD_5 、 TN 、氨氮等多项指标超标，且呈现变差的趋势。这在一定程度上反映出在这个历史时段，随着经济的快速发展，灌区农田化肥、农药使用量增加，并随灌溉退水、地表径流进入河流、水库，造成地表水体水质逐渐恶化。

进入“十二五”，各级政府加大对生态环境的保护和治理，粤桂两地更是对鹤地水库达成联合治理共识，实施生态补偿，清拆库区全部禁养区养殖场，建设乡镇污水处理厂、人工湿地，切断畜禽污染源头，灌渠实施防渗改造，配套生态拦截渠、水肥一体化灌溉等，采取多举措改善水环境。根据《环北部湾广东水资源配置工程环境影响报告书》，2018~2020 年，鹤地水库水质为 III 类，雷州青年运河水质为 II~III 类；2018 年湛江市受水区主要江河水库 11 个常规监测断面中，I ~III 类水质断面 10 个，占总断面数的 90.9%；IV 类水质断面 1 个，占总断面数的 9.1%；2019 年 I ~III 类水质断面 11 个，占总断面数 100%。2020 年 I ~III 类水质断面 9 个，占总断面数 81.8%；IV 类水质断面 2 个，占总断面数的 18.2%。湛江市地表水环境整体良好。

本次环评收集了 2023-2025 年湛江市国省考断面水质监测数据，并对部分河流水库进行了水质监测。2023~2025 年，鹤地水库水质达到 III 类；2024 年青年运河水质为 IV 类，超标因子为 COD ，2023 年、2025 年水质均达到 III 类；其他各水体大部分达到水质目标。湛江市地表水环境整体良好。另一方面，区域内地表水环境仍面临着一定的污染压力，部分水体水质不能达标，如鹤地水库、青年运河、南渡河的年平均水质虽然达到 III 类标准，但个别月份也存在水质超标情况，超标因子主要有化学需氧量、高锰酸盐指数、溶解氧等；根据《湛江市生态环境质量半年报（2025 年上半年）》，2025 年上半年，九洲江-鹤地水库 3 个监测断面水质类别为 IV 类，遂溪河、长青水库水质仅达到 V 类，属中度污染。这反映出区域内部分水体仍存在比较严重的污染，水环境治理工作仍任重道远。

通过分析各时段地表水体的水质变化情况可知，灌区建设和使用对雷州半岛地表水环境造成过一定的负面影响，这一时段主要集中在 90 年代至“十二五”期间，该阶段经

济快速发展，普遍存在重发展、轻环保的现象，灌区大面积发展农业生产，农田化肥、农药使用量增加，并随灌溉退水、地表径流进入河流、水库，叠加畜禽无序排污，造成地表水体水质逐渐恶化。随着生态环境保护工作越来越受到重视，各级政府采取了多项截污治污措施改善水环境，同时对灌区采取节水改造、控肥控药等措施，近年来，区域内水环境质量整体良好。但部分水体仍面临着污染风险，如鹤地水库水质偶有超标，水质尚不能长期稳定达标；遂溪河水质污染较重，仅达到Ⅴ类水平。

4.12.2.3 对地下水环境的影响

（1）水量

湛江市地下水开采历史悠久，上个世纪五十年代起，在雷州半岛大规模建设灌区的同时，由于地表水资源紧张，各农垦兵团、农场、农户纷纷打井开采地下水。至 90 年代，工农业快速发展，尤其是南部的徐闻菠萝、雷州香蕉、糖蔗规模化连片种植，地表水缺口巨大，农户大规模自费打井；市区工业、生活同步开采，赤坎、霞山逐渐形成地下水降落漏斗。2000 年后，雷州半岛地下水开采量持续增加，根据梁靖的雷州半岛地下水资源特征及开采潜力评价（梁靖.雷州半岛地下水资源特征及开采潜力评价[J].华东地质,2018），2015 年湛江市地下水用水量达到 6.65 亿 m³，其中农业用水量约 3.48 亿 m³；全岛共有各类开采井近 15 万眼，其中开采中深层承压水的机井 3 万余眼。

长久以来，雷州半岛地下水开采范围和开采深度不断增加，诱发了环境地质问题，如湛江市因集中大量开采地下水，地下水水位大幅下降，形成了区域地下水位降落漏斗、地面沉降和地裂缝。湛江中心城区一直以地下水作为城市供水水源，造成硇洲岛、霞山区和赤坎区 3 个超采区，其中硇洲岛为浅层地下水严重超采区，霞山区为深层地下水严重超采区，赤坎区为深层地下水一般超采区，为广东全省仅有的 3 个超采区。据水利普查等资料，并结合实地调查，湛江现状地下水打井最深甚至达到 800m。湛江市因地下水超采已引起地下漏斗、海水入侵等生态与环境的问题。

灌区的开发建设一方面扩大了农业种植面积，增加了地表水灌溉水源和水量，另一方面，由于种植面积的增加和规模化种植，灌区的灌溉用水需求快速增加，而雷州半岛地表水资源的不足，迫使岛内居民大量开采地下水，加剧岛内地下水超采而造成的地下漏斗、地面沉降等问题。

2022 年底湛江市引调水工程建成通水，赤坎、霞山和麻章关停了地下水水厂，彻底

打破湛江城区长期依赖地下水供水的被动局面。但村镇供水主要水源仍为地下水。2023年地下水利用量仍较大，达 3.51 亿 m^3 ，其中生活地下水用水量 1.34 亿 m^3 ，工业地下水用水量 0.15 亿 m^3 ，河道外生态环境地下水用水量 0.01 亿 m^3 ，农业地下水用水量 2.01 亿 m^3 。根据 2022 年发布的《广东省地下水管控指标方案》，在环北部湾广东水资源配置工程建成后，需逐步退减湛江市井深 30m 以上的中、深层承压水开采量，城镇供水以地表水替代地下水，城市集中开采的浅层地下水由常规水源转为备用；受水区可配置地下水 0.18 亿 m^3 ，相比于 2023 年应退减量为 3.3 亿 m^3 ，其中农业退减量为 1.84 亿 m^3 。

2020 年，珠江水利委员会联合广西壮族自治区水利厅、广东省水利厅共同编制了《北部湾地区重点区域地下水超采治理与保护方案》。2021 年《地下水管理条例》出台后，珠江委提出严格地下水取用水量、水位“双控”管理、加强地下水开发利用监管及超采治理、推进地下水动态监测及信息共享等 34 项硬举措，逐步实现北部湾地区地下水全面禁采，地下水超采区水位全面回升。2023 年，珠江委首次开展的北部湾地区地下水超采动态评价结果显示：北部湾地区平原区地下水水位受降水影响波动回升，2022 年末浅层、深层地下水水位较上年同期分别上升 1.15 米、2.1 米，浅层地下水漏斗面积由 2019 年末最大时的 194.2 平方公里减少至 8.1 平方公里，深层地下水漏斗面积由 226.2 平方公里减少至 56.9 平方公里。地下水超采治理初见成效。

本工程实施后，可进一步提高雷州半岛灌区的地表水资源，减少地下水的开采，改善雷州半岛地下水环境状况。

（2）水质

根据《环北部湾广东水资源配置工程环境影响报告书》，湛江市无论是浅层潜水、微承压水，还是中、深层承压水，其水质状况都不甚理想，达标水质仅占 16.7%，而 IV 类、V 类水质则分别达到 27.8% 和 55.5%，其中浅层地下水受次生环境污染与原生地质污染共同影响，超标因子以反映生活污染的总大肠菌群、硝酸盐氮、氨氮以及反映天然地质污染的 pH 值为主；中、深层地下水水质较浅层水略好，但受原生地质污染影响甚大，超标指标主要有氨氮、铁、锰、砷等。

灌区建设对地下水水质的影响主要是灌区农业面源污染随雨水淋溶下渗的影响。本次环评地下水现状监测也反映出区域内地下水存在总大肠菌群、氨氮等超标问题。

4.12.2.4 对生态环境的影响

(1) 陆生生态

灌区建设对陆生生态环境的影响主要是土地利用类型的变化和植被的变化。上世纪 50 年代以来，雷州半岛地区开发建设雷州青年运河灌区、大水桥水库灌区等多个灌区，区域内大片低缓的荒坡旱地被开发，林地、灌草地、荒地等被开发为耕地、园地，区域内的土地利用格局随着工农业生产强度加大而逐渐改变。

随着城市化进程加快和工业生产的发展，湛江市土地利用变化呈现出林地耕地向园地和建设用地转变的特点。根据周飞等人的研究（周飞,陈士银,吴明发.土地利用结构变化及其生态服务功能响应——以广东省湛江市为例,安全与环境学报[J],2007），1996-2005 年，湛江市的土地利用变化主要表现为耕地、林地和牧草地的减少和其他地类如园地、居民点及工矿用地等的增加；在减少的土地类型中以耕地和林地减少较多，分别达到 30686hm² 和 13160.63hm²，而园地、居民点和工矿用地则分别增加了 22799.83hm²、8595.27hm²、7912.23hm²。

随着土地利用类型的改变，植被类型也随之发生改变。灌区建设使得原有的常绿阔叶林消失，取而代之为水稻、香蕉、甘蔗等农作物，以及荔枝、龙眼、黄皮等果林，桉树、橡胶等经济林。80 年代以来，湛江市大力种植桉树林，大量坡地、旱地、台地改造为桉树林，原生灌草、次生林被替换。2024 年，湛江市林地面积 480.51 万亩，其中桉树林达 330 万亩，占林地面积的 68.7%。单一树种的林地导致土壤肥力下降，地力衰退，病虫害越来越多，水源涵养能力降低等问题。

(2) 水生生态

灌区建设对水生生态的影响主要是灌区引水造成地表水体水量减少，以及灌区退水造成地表水水体水质变差，从而影响水生生态环境。但从本次环评的水生生态调查结果来看，雷州半岛区域各水体水生生态环境的主要问题是外来物种入侵和本地土著鱼类资源萎缩问题。外来物种入侵和本地土著鱼类资源萎缩主要受外来物种放生、携入本地水体，以及闸坝建设、多度捕捞鱼类资源等影响，灌区建设对此影响不大。

4.12.2.5 对土壤环境的影响

根据本次土壤环境调查，雷州半岛区域内的土壤未出现盐化、碱化现象，部分区域

土壤存在轻度酸化现象，这与区域的土壤类型、气候条件有关。部分区域的土壤重金属含量超过《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）表1中风险筛选值，但未超出农用地土壤污染风险管制值。雷州半岛地区重金属含量偏高主要与区域地质条件、成土母质背景含量高以及酸性土壤环境密切相关。

总体来说，灌区建设和长期以来的耕种，没有对区域内的土壤环境造成重大的不良影响。

4.12.3 环保措施落实情况

（1）环评文件提出的环保措施

收集到的与灌区建设有关的环评文件主要是 2009 年的《广东省湛江市雷州青年运河灌区续建配套与节水改造工程（运河部分）环境影响报告书》，该报告书对青年运河灌区续建配套与节水改造提出了施工期和运行期环境保护措施，施工期环境保护措施主要是对污废水、施工扬尘、施工噪声、固体废物、施工期生态环境提出了各项处理措施，已经在施工期间完成。运行期环境保护措施主要是对雷州青年运河水环境的保护，主要包括：

（1）运河两侧设置围栏或挡墙，防止生活垃圾和生活污水进入。

（2）针对几个现具有饮用水源功能的水库，应该按照饮用水源保护要求的进行管理，逐步取缔水源保护区陆域范围内的污染源。

（3）加大对饮用水安全治理工作力度：

① **落实对鹤地水库的综合整治工作**，包括做好农村改水、改厕以及污水和垃圾集中处理设施建设等治污保洁工作，减少生活污水对水库水质的污染；推广生态农业和沼气工程，引导农民科学使用化肥、农药，减少种养业等对水库水质的污染。

② **加大对雷州青年运河范围内的污染源综合整治**，及时取缔偷排现象，取缔一级水源保护区内的所有污水排放口，近期重点对赤坎水库水源保护区排污口的整治、清理；清除运河饮用水源保护区内所有畜禽养殖场、农药化肥门市部（仓库）、屠宰场以及垃圾堆放点等污染源。

③ **加强城区备用水源的建设，保障供水安全**，积极落实合流水库的扩容建设计划，将其作为湛江市区首选备用水源，扩容后合流水库在青年运河不放水的情况下，可保证

市区一个月以上的用水量，确保了湛江市区的供水安全；落实建设赤坎水库截污工程，做好流域内农村改水、改厕以及污水、垃圾集中处理设施的建设，控制种养业对水质的污染。加强对志满水库的保护，考虑将其作为第三备用水源，通过输水渠道向赤坎水库供水，保障赤坎水库供水量。

④**加大宣传力度，加强对雷州青年运河饮用水源的保护和管理**，湛江市各级政府和运河管理局等有关部门应进一步加大宣传力度，结合本工程的建设，保障群众饮用水安全。结合本工程的建设，将在运河沿岸设置运河水源保护的宣传牌，设置的方式是平均每公里设置一个宣传牌，共设置 222 个宣传牌，同时宣传牌尽量设置在沿途的村庄及集镇附近，便于民众观看。加强饮用水源水质监测，及时了解饮用水源水质情况；加强饮用水源的监督管理。对青年运河周边污染事故隐患部位进行经常性检查，制止乱排污现象，消除污染隐患，确保水质安全。

（2）落实情况

自 2013 年起，湛江市加强了对鹤地水库水源水质的保护，开展了多项水源地整治工程，如 2015-2020 年间开展的水源地综合整治配套工程、2023-2025 年间实施的鹤地水库水源保护区陆域环境污染综合整治工程，以及正在开展的鹤地水库生态保护修复方案实施项目，通过各项水源保护工程，清理库区周边污染源、入库河流截污、新建畜禽粪污污水生态处理设施、修建生态护岸和入库河流河口人工湿地、水库清淤等，全方位保障鹤地水库水质。粤桂两地更是对鹤地水库达成联合治理共识，实施生态补偿，清拆库区全部禁养区养殖场，建设乡镇污水处理厂、人工湿地，切断畜禽污染源头，灌渠实施防渗改造，配套生态拦截渠、水肥一体化灌溉等，采取多举措改善水环境。

雷州青年运河水源保护区已完成水源地规范化建设，一级保护区建设隔离防护工程，按规范设置界标和警示标，全面清拆保护区内违建、养殖设施。

合流水库、志满水库、赤坎水库均已划为饮用水水源保护区，按照水源保护区管理规定进行管理。合流水库建设工程于 2020 年开工，工程建设包括合流水库库区扩改建，新建志满水库至合流水库连通渠、合流水库至赤坎水厂供水管道及泵站等工程，工程建设后合流水库与志满水库、雷州青年运河东海河等水源工程连通，作为湛江市供水备用水源，极大提高湛江市的水资源调配能力和利用率。赤坎水库截污工程于 2013 年开工，2015 年完工，截污工程包含库周截污管网、污水提升泵站等，同时对水源保护区范

围内的畜禽养殖场、违章建筑、污染企业等进行了清拆。

综上所述,《广东省湛江市雷州青年运河灌区续建配套与节水改造工程(运河部分)环境影响报告书》中的各项环保措施已落实,且多年来,湛江市持续开展水源保护地综合治理相关工作,经系列措施持续推进,鹤地水库、雷州青年运河等水源保护区水质稳中向好,大部分时段可以达到Ⅲ类水平,水质有明显改善。

4.13 主要环境问题

(1) 农业面源问题凸显,区域地表水和地下水水质受污染

区域内部分地表水体有机物含量超标,总氮含量普遍超标,地下水水质存在总大肠菌群、氨氮超标的情况。雷州半岛灌区面积较大,灌区化肥农药施用量大,同时由于降雨丰沛,化肥农药的流失量较大,导致灌区内存在一定的农业面源污染问题。此外,灌区农业面源污染随着雨水淋溶下渗进一步影响区域地下水水质。

(2) 地下水超采造成地面塌陷和海水入侵等生态问题

由于地表水资源紧张,雷州半岛内长期开采利用地下水。长久以来,雷州半岛地下水开采范围和开采深度不断增加,诱发了环境地质问题,如湛江市因集中大量开采地下水,地下水水位大幅下降,形成了区域地下水位降落漏斗、地面沉降和地裂缝。湛江中心城区一直以地下水作为城市供水水源,造成硃洲岛、霞山区和赤坎区3个超采区,其中硃洲岛为浅层地下水严重超采区,霞山区为深层地下水严重超采区,赤坎区为深层地下水一般超采区,为广东全省仅有的3个超采区。据水利普查等资料,并结合实地调查,湛江现状地下水打井最深甚至达到800m。湛江市因地下水超采已引起地下漏斗、海水入侵等生态与环境的问题。

(3) 存在外来物种入侵问题

根据调查,雷州半岛区域内的大部分河流、水库均出现外来入侵物种,最主要的入侵物种包括尼罗罗非鱼、豹纹翼甲鲇、云斑尖塘鳢、革胡子鲇,其中尼罗罗非鱼已成为大部分水域的主要物种,鱼类早期资源调查也显示鱼卵与仔稚鱼大部分为入侵物种尼罗罗非鱼和革胡子鲇,反映出雷州半岛内水生生态受到外来物种入侵现象严重,土著鱼类的生存空间受到严重的挤占。

4.14 小结

4.14.1 地表水环境质量现状

根据收集的 2023-2025 年湛江市国省考断面水质监测数据，南渡河、鹤地水库、大水桥水库 2023~2025 年监测结果满足水质功能目标，赤坎水库(塘口取水口)2024 年监测结果未达到水质功能目标，主要超标因子为化学需氧量。此外，南渡河桥、赤坎水厂(塘口取水口)、渠首断面个别月份也存在水质超标情况，主要超标因子为高锰酸盐指数、溶解氧、化学需氧量和生化需氧量，主要原因为水体富营养化、藻类繁殖。

根据《环北部湾广东水资源配置工程环境影响报告书》，2021 年 5 月~6 月及 8 月~9 月，对鹤地水库、大水桥水库开展了 4 次坝前垂向水温监测。由监测结果可知，鹤地水库有季节性水温分层现象，大水桥水库无明显的水温分层现象。根据《环北部湾广东水资源配置工程环境影响报告书》和《湛江市河湖生态状况调查评估报告》（2022 年 11 月），鹤地水库、甘村水库、迈生水库、大水桥水库和三阳桥水库均属于轻度富营养和中营养之间，合流水库属于轻度富营养。

根据补充监测结果，志满水库、甘村水库、龙门水库、余庆桥水库、迈生水库、红心楼水库、大水桥水库、北松水库各水质监测指标均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅱ类标准。罗马坛水库、南边洋水库、内塘水库、平南水库、大湾水库、迈克水库、大田沟水库、赤坎水库、南畔水库各水质监测指标均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准。调和水库：除氨氮和总磷超标外，其余各水质监测指标均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准。迈胜水库除 pH 值超标外，其余各水质监测指标均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅱ类标准。

龙门河、花桥水、南北渠、调风河、北松河、迈陈河、乐民河：除总氮超标外，其余各水质监测指标均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准。青年运河主干渠、四联河、西海河、东海河、西运河、东运河：除总氮超标外，其余各水质监测指标均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅱ类标准。豆坡河除 pH 值和总氮超标外，其余各水质监测指标均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准。

总体来说，雷州半岛灌区内的水体除氮、磷含量超标外，其他指标基本能达到Ⅱ~Ⅲ类水平，满足水质目标要求。氮、磷含量偏高，主要是受灌区农业面源以及水库水产养殖的影响。

4.14.2 地下水环境质量现状

根据监测结果，各监测点位均存在总大肠菌群超标情况，G1 氨氮超标，总大肠菌群、氨氮超标可能受周边生活污染及农业面源污染雨水淋溶下渗的影响。

4.14.3 环境空气质量现状

根据《湛江市生态环境质量年报简报（2024 年）》，2024 年，湛江市 SO_2 、 NO_2 、 $\text{PM}_{2.5}$ 及 PM_{10} 的年平均浓度和 CO 日平均浓度的第 95 百分位数、臭氧日最大 8 小时滑动平均（ O_3 -8h）浓度的第 90 百分位数均达到《环境空气质量标准》(GB3095-2026)二级标准要求。本项目所在区域环境空气质量为达标区。

4.14.4 声环境质量现状

根据监测结果，各监测点位昼、夜间声环境质量均满足《声环境质量标准》（GB-3096-2008）中的相应标准，评价区域声环境质量良好。

4.14.5 陆生生态环境质量现状

4.14.5.1 项目区土地利用现状

雷北片区土地利用类型占比最高为耕地，面积为 36070.22hm^2 ，占评价范围总面积的 46.59%；其次为林地，面积为 16309.94hm^2 ，占比 21.06%；其余土地利用类型占比由高到低依次为园地（13.22%）、住宅用地（5.18%）、水域及水利设施用地（4.62%）、交通运输用地（3.77%）、草地（2.38%）、其他土地（1.12%）、工矿仓储用地（1.02%）、公共管理与公共服务用地（0.53%）、特殊用地（0.34%）、商服用地（0.18%）。

雷西南片区土地利用类型占比最高为耕地，面积为 11365.78hm^2 ，占评价范围总面积的 45.83%；其次为林地，面积为 6092.31hm^2 ，占比 24.57%；其余土地利用类型占比由高到低依次为园地（20.91%）、交通运输用地（2.98%）、水域及水利

设施用地（2.14%）、住宅用地（1.78%）、工矿仓储用地（0.59%）、草地（0.58%）、其他土地（0.37%）、公共管理与公共服务用地（0.19%）、特殊用地（0.04%）、商服用地（0.03%）。

雷东南片区土地利用类型占比最高为耕地，面积为 16271.00hm²，占评价范围总面积的 44.02%；其次为园地，面积为 13766.65hm²，占比 37.24%；其余土地利用类型占比由高到低依次为林地（8.83%）、水域及水利设施用地（3.27%）、交通运输用地（2.90%）、住宅用地（2.21%）、草地（0.58%）、其他土地（0.41%）、工矿仓储用地（0.24%）、公共管理与公共服务用地（0.17%）、商服用地（0.06%）、特殊用地（0.05%）。

4.14.5.2 景观生态体系质量现状分析

雷北片区评价范围主导生态系统类型为农田生态系统，占评价范围总面积的 60.40%；其次为森林生态系统，占评价范围总面积的 20.81%。雷北片区评价范围植被覆盖度低于 10%的面积占总面积的 10.09%，植被覆盖度在 50%以上的面积占总面积的 50.13%，雷北片区评价范围植被覆盖度较高。雷北片区评价范围植被类型丰富，涵盖乔木林、竹林、红树林、灌丛、草本群落及各类人工经济作物、果园植被，各类群系累计面积 62711.05hm²，区域植被总生物量为 3151341.37t，年净初级生产力 945133.06 t。

雷西南片区评价范围主导生态系统类型为农田生态系统，占评价范围总面积的 67.00%；其次为森林生态系统，占评价范围总面积的 24.44%。雷西南片区评价范围植被覆盖度低于 10%的面积占总面积的 10.01%，植被覆盖度在 50%以上的面积占总面积的 50.11%，雷西南片区评价范围植被覆盖度较高。雷西南片区评价范围植被类型丰富，涵盖乔木林、竹林、灌丛、草本群落及各类人工经济作物、果园植被，各类群系累计面积 22798.71hm²，区域植被总生物量为 1022940.83t，年净初级生产力 317250.50t。

雷东南片区评价范围主导生态系统类型为农田生态系统，占评价范围总面积的 81.47%；其次为森林生态系统，占评价范围总面积的 8.54%。雷东南片区评价范围植被覆盖度低于 10%的面积占总面积的 10.01%，植被覆盖度在 50%以上的面积占总面积的 49.88%，雷东南片区评价范围植被覆盖度较高。雷东南片区评价范围植被类型丰富，涵盖乔木林、竹林、红树林、灌丛、草本群落及各类人工经济作物、果园植被，各类群系

累计面积 33552.12hm²，区域植被总生物量为 1002511.73t，年净初级生产力 482325.70t。

4.14.5.3 陆生动植物现状

评价范围共有野生维管植物 106 科 310 属 446 种；其中蕨类植物 13 科 19 属 35 种，裸子植物 2 科 2 属 2 种，被子植物 91 科 289 属 409 种（其中双子叶植物 75 科 232 属 319 种；单子叶植物 16 科 57 属 90 种）。加上记录的栽培植物，评价范围共有维管植物 133 科 422 属 617 种（含栽培植物 67 科 134 属 171 种）。野生维管植物科属种数分别占广东省野生维管植物 269 科 2028 属 7473 种的 39.41%、15.34%和 5.97%。

评价区共有陆生野生脊椎动物 4 纲 17 目 51 科 114 种，其中两栖类 1 目 5 科 8 种、爬行类 1 目 7 科 12 种、鸟类 13 目 35 科 84 种、哺乳类 4 目 6 科 10 种。

4.14.5.4 重要物种

（1）重点保护野生植物及古树名木

1) 重点保护野生植物

评价范围本次未调查到国家重点保护野生植物，未发现广东省重点保护植物。

评价范围调查到《中国生物多样性红色名录》中“易危”种 1 种（中华青牛胆）。分布在评价范围内后背岭附近山地，不在永久占地及临时占地范围内。

2) 特有种

中国特有植物 10 种：团叶鳞始蕨、白花油麻藤、短序润楠、岭南山竹子、红鳞蒲桃、山杜英、山蒟、马尾松、高良姜和粉背菝葜。

3) 古树名木

雷北片区永久、临时占地范围内无古树，评价范围内调查到古树 399 株。

雷西南片区永久、临时占地范围内无古树，评价范围内调查到古树 61 株。

雷东南片区永久、临时占地范围内无古树，评价范围内调查到古树 158 株。

（2）重点保护野生动物

1) 国家级重点保护动物

国家二级重点保护野生动物 14 种：虎纹蛙、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、黑翅鸢、黑冠鹃隼、凤头鹰、褐耳鹰、松雀鹰、鹊鹑、灰脸鵟鹰、普通鵟、白胸翡翠、红隼、画眉。

2) 省级重点保护动物

广东省重点保护野生动物 10 种：黑水鸡、黄斑苇鳉、夜鹭、池鹭、牛背鹭、中白

鹭、白鹭、黑翅长脚鹬、斑鱼狗、栗耳鹀。

3) 珍稀濒危动物

《中国生物多样性红色名录》动物 3 种：濒危（EN）等级 1 种，为虎纹蛙；易危（VU）等级 2 种，分别是银环蛇、中华鹳鹬。

4.14.6 水生生态环境质量现状

本工程采用资料收集和现场调查相结合的方法调查了工程区域内的代表性水体 41 个，调查结果显示，各水体的水生生物群落结构及鱼类资源存在一定的差异。

从现场调查结果来看，本次调查的 30 个水体共记录浮游植物 5 门 93 种，其中绿藻门 38 种、硅藻门 33 种、蓝藻门 16 种，绿藻门、硅藻门和蓝藻门共同构成主要类群。各水体浮游植物种类数在 6~23 种之间，生物密度为 $1.15 \times 10^5 \sim 44.60 \times 10^5$ cells/m³，平均为 10.19×10^5 cells/m³；生物量为 5.38~208.73 mg/m³，平均为 47.64 mg/m³。优势种主要为硅藻门的直链藻（*Melosira* sp.）、小环藻（*Cyclotella* sp.）、肘状针杆藻（*Synedra ulna*）、颗粒直链藻（*Melosira granulata*）、微小舟形藻（*Navicula parva*）和脆杆藻（*Fragilaria* sp.），蓝藻门的卷曲鱼腥藻（*Anabaena circinalis*）、伪鱼腥藻（*Pseudanabaena* sp.）、细鞘丝藻（*Leptolyngbya* sp.）和鞘丝藻（*Lyngbya dendrobia*），以及绿藻门的四尾栅藻（*Scenedesmus quadricauda*）、拟新月藻（*Closteriopsis longissima*）等。不同水体之间在种类数、密度、生物量、优势种和多样性指数上均存在差异。

本次现场调查的 30 个水体共采集到浮游动物 5 门 29 属 37 种，以轮虫类种类最多，为 14 种，桡足类次之，为 10 种，枝角类种类为 9 种，肉足虫和纤毛虫各 2 种，另外还检测到贝类面盘幼虫、桡足类幼体、无节幼体、多毛类幼体等 4 类浮游幼虫。各个采样区域浮游动物种类数在 7~20 种之间。轮虫、桡足类和浮游幼虫在各个站位都有采集到。各个采样区域浮游动物密度在 79.75 ind/L~8.25 ind./L 之间，平均为 34.49 ind./L。本次调查中，浮游动物优势种主要由无节幼体及萼花臂尾轮虫组成，无节幼体和萼花臂尾轮虫在各个区域交替都是第一优势种。

本次现场调查的 30 个水体共采集、鉴定出底栖动物 4 门 7 纲 40 种，以节肢动物门种类最多，为 20 种，软体动物门次之，为 15 种，环节动物门 4 种，脊索动物门 1 种。各个站位底栖动物种类数在 2~12 种之间，密度在 5 ind./m²~384 ind./m² 之间，平均为 170

ind./m²，生物量在 0.17 g/m²~1235.57 g/m² 之间，平均为 160.12/m²。整体以螺类、甲壳类、鱼类及昆虫幼虫为主要优势类群。

本次现场调查对部分水库、河流鱼类早期资源进行了采样分析，共记录到鱼类早期资源 4 目 10 种，包括鲈形目、鲱形目、鲇形目和鲤形目，其中鲈形目种类数相对较多，占总种类数的 38%。本次共采集鱼卵 406 粒、仔稚鱼 790 尾。从密度分布看，各站位鱼卵和仔稚鱼密度差异较明显。鱼卵密度范围 0~42.98 ind./m³，部分站位未采集到鱼卵，表明鱼卵分布具有较强的空间不均匀性。仔稚鱼密度范围为 0.41~39.93 ind./m³。从物种上看，鱼卵与仔稚鱼大部分为入侵物种尼罗罗非鱼和革胡子鲇，反映出雷州半岛内水生生态受到外来物种入侵现象严重，土著鱼类的生存空间受到严重的挤占。

本次现场调查共采集到鱼虾蟹类生物 2 纲 52 种。其中鱼类 41 种，虾类 7 种，蟹类 4 种。鱼类隶属 9 目 17 科，以鲤科种类数最多，占鱼类种类数的 51.2%；甲壳类 5 科 11 种，以长臂虾科的物种数最多，6 种，占甲壳类种类数的 54.5%。各调查水体鱼类物种数在 2~19 种之间；其中部分水库有人工养殖，鱼类相对较多。

通过收集资料（《湛江市河湖生态状况调查评估报告》）调查的 11 个水体，由于调查期数及调查点位较多，其水生生物种类及鱼类资源比现场调查的水体丰富。各调查水体的浮游藻类种数为 31~173 种，其中遂溪河和九洲江多大 170 余种，大部分水体浮游藻类种数以绿藻门最多，其次为蓝藻门。各调查水体浮游动物种数为 12~31 种，以轮虫类种数最多；各水体中，鹤地水库的浮游动物种类数最多。各调查水体底栖动物种类数为 0~34 种，其中大水桥水库未采集到底栖动物，遂溪河底栖动物数量最多。各调查水体鱼类种数为 15~60 种，其中青年运河种数最少，遂溪河种数最多；鱼类以鲤形目种类数最多；此外，所有调查水体均发现外来入侵物种，主要的入侵物种有尼罗罗非鱼、豹纹翼甲鲇、云斑尖塘鳢、革胡子鲇。总体来说，天然河流的水生生物种类及数量要高于运河、水库等人工水体。

根据《湛江市河湖生态状况调查评估报告》（2022 年）调查结果以及本次评价现场调查，所有调查水体当中，仅在遂溪河发现一种 1 种濒危（IUCN 红色名录：濒危 EN）物种：日本鳗鲡，未发现国家重点保护野生水生生物。调查水域未发现集中的产卵场、索饵场等重要水生生境。

4.14.7 土壤环境质量现状

根据土壤环境质量监测结果，S1 黄垌岭支管、S7 龙北片分干管各监测因子均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）表 1 中第二类用地风险筛选值；S3 水美干渠各监测因子均低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）表 1 中风险筛选值的“水田”标准。S4 红心楼干渠支管 C 存在铜超标，S5 分干管 A 存在镍超标；S2 南边洋水库泵站出水管及 S8 大湾干管存在铜、镍超标，S6 龙塘支管 D 存在铬、铜超标；S9 三阳桥片支管 A 存在铬、铜、镍超标，但所有超标点位的重金属含量均未超出农用地土壤污染风险管制值。上述超标主要与区域地质条件、成土母质背景含量高以及酸性土壤环境密切相关。项目区土壤含盐量为 0.217mg/kg，属于未盐化级别。土壤 pH 值在 4.65~6.99 之间，其中 S1、S2、S6、S8 共 4 个点位呈轻度酸化（ $4.5 \leq \text{pH} < 5.5$ ），其余 5 个点位无酸化或碱化现象（ $5.5 \leq \text{pH} < 8.5$ ）。

4.14.8 底泥质量现状

本工程各监测点位中，D13 四联河、D14 东运河、D15 东海河、D16 龙门河、D17 花桥水、D19 港门支渠、D20 锦盘干渠的底泥各重金属含量均低于《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）表 1 中“其他”标准风险筛选值。D1 罗马坛水库、D4 大湾水库、D5 余庆桥水库、D7 调和水库、D9 大田沟水库、D10 迈胜水库底泥中仅镍含量超出筛选值；D2 南边洋水库、D6 迈克水库、D8 迈生水库、D11 红心楼水库底泥中铬、铜、镍含量均有不同程度超出筛选值；D3 龙门水库底泥中铜、镍含量超出筛选值；D12 青年运河主干渠底泥中镉、铅含量超出筛选值。所有超标点位的重金属含量均未超出农用地土壤污染风险管制值。上述超标主要与区域地质条件、成土母质背景含量高以及酸性土壤环境密切相关。

5 环境影响预测与评价

5.1 水资源配置影响分析

5.1.1 灌区需水分析

1、农业灌溉需水

以灌区范围内现状供水水源和用水户组成的供用水系统进行基准年水量平衡分析，在现状工程调查的基础上，优先保障河道内生态流量，考虑退还生活工业挤占农业用水，退减不合理地下水量，采用 1956 年 5 月~2016 年 4 月 60 年逐旬长系列径流进行供需平衡分析。基准年 2023 年灌区有效灌溉面积 218.76 万亩，多年平均灌溉总需水量 12.5 亿 m^3 (计算断面为本地水源断面)。

设计水平年 2035 年，灌区设计灌溉面积 475 万亩，2035 年灌区多年平均灌溉总需水量 20.5 亿 m^3 (计算断面为本地水源断面)。农业灌溉需水量统计如下表。

表5.1-1 农业灌溉需水量预测

代表年	灌溉面积 (万亩)	农业灌溉需水量 (亿 m^3)
2023	218.76	12.5
2035	475	20.5

2、河道内生态需水

(1) 九洲江干流

根据《水利部关于印发九洲江流域水量分配方案的通知》(水管〔2021〕91号)，九洲江广东境内的主要控制断面为鹤地水库(出库)、缸瓦窑(三)水文站，鹤地水库(出库)、缸瓦窑(三)断面月均最小下泄流量为 5.0、9.3 m^3/s ，最小下泄流量除包含生态基流外，还包含下游一定范围内河道外生产、生活用水。

(2) 遂溪河

根据《关于印发南渡河、遂溪河水量分配方案及生态流量保障实施方案的通知》(湛水资源〔2021〕24号)，遂溪河流域主要控制断面为遂溪水文站断面和良垌水文站断面。其中，遂溪水文站断面生态基流为 0.3 m^3/s ，最小下泄流量为 0.6 m^3/s ；良垌水文站断面生态基流为 0.1 m^3/s ，最小下泄流量为 0.2 m^3/s 。

(3) 南渡河

根据《关于印发南渡河、遂溪河水量分配方案及生态流量保障实施方案的通知》(湛水资源(2021)24号),南渡河流域主要控制断面为杨家水文站断面,生态基流为 $0.67\text{m}^3/\text{s}$ 。

(4) 灌区范围内水利工程

灌区范围内无新建水库工程,已建小(1)型以上蓄水工程 96 座,大都建于上世纪 50、60 年代,设计文件未明确生态流量,也未建设有生态流量下放设施。本次计算水量时河道内生态流量按以下原则考虑:大型水库、干流重要引提水工程生态流量汛期(5-9月)取多年平均径流量的 30%,非汛期(10月-次年4月)取多年平均径流量的 10%;中、小型水库生态流量全年取多年平均径流量的 10%。

5.1.2 灌区可供水量分析

(1) 基准年

根据初步设计报告,采用 1956 年 5 月~2016 年 4 月 60 年逐旬长系列径流进行供需平衡分析。各水源在退还农业灌溉挤占河道内生态用水、城市供水挤占农业灌溉用水等不合理用水后,当地水源工程多年平均灌溉供水量 10.5亿 m^3 。

(2) 设计水平年

根据初步设计报告,设计水平年,本地水源断面灌区可供水量为 20.12亿 m^3 ,其中本地水源 14.73亿 m^3 ,环北工程供水 5.39亿 m^3 。

表5.1-2 灌区设计水平年多年平均可供水量表

分片	序号	灌域	当地水源供水量 (万 m^3)					环北供水量 (万 m^3)	合计
			蓄水工程	其中鹤地水库	引水工程	提水工程	小计		
雷北片区	1	青年运河灌域	72450	57983	1839	5189	79478	30888	110366
	2	岭北灌域	8818	3163	0	0	8818	3921	12739
		小计	81268	61146	1839	5189	88296	34809	123105
雷西南片区	3	龙门灌域	9278	2928	1464	0	10742	3866	14607
	4	英利灌域	2536	1366	0	0	2536	1499	4035
	5	余庆桥灌域	7861	1986	134	0	7996	2621	10617
	6	大水桥灌域	7293	1992	0	0	7293	1509	8802
		小计	26969	8272	1598	0	28567	9494	38061
雷东南片	7	西洋灌域	3528	0	0	6768	10296	0	10296
	8	调东灌域	6380	1596	141	1974	8495	4490	12985

区	9	南北渠灌域	10272	1802	26	1383	11680	5071	16751
		小计	20180	3398	167	10125	30472	9561	40032
		合计	128417	72815	3604	15314	147335	53864	201199

5.1.3 灌区水资源供需平衡分析

基准年：经过 1956 年 5 月~2016 年 4 月 60 年逐旬长系列径流进行供需平衡分析，优先满足河道内生态用水、城市供水，经计算，基准年灌区多年平均灌溉总需水量为 12.5m³，当地水源工程多年平均灌溉供水量 10.5 亿 m³，多年平均灌溉缺水量 2.0 亿 m³。

设计水平年：按本地水源断面计算，2035 年灌区多年平均灌溉总需水量为 20.5 亿 m³，灌区可供水量为 20.12 亿 m³，缺水量为 0.38 亿 m³。

由此可知，本工程实施后，可以提高灌区的供水保证率，降低区域的缺水量，改善雷州半岛地区的缺水状况。

表5.1-3 雷州半岛灌区供需水量平衡计算成果表（本地水源断面）

年份		基准年	2035 年
灌溉面积（万亩）		218.76	475
可供水量（亿 m ³ ）	当地水源	10.55	14.73
	环北	/	5.39
	小计	10.55	20.12
需水量（亿 m ³ ）	/	12.51	20.50
缺水量（亿 m ³ ）	/	1.96	0.38

5.1.4 对灌区水资源的影响分析

（1）对灌区水资源量的影响

雷州半岛灌区工程承接环北部湾广东水资源配置工程一期工程，通过输送西江外调水大幅增加农业灌溉水源，并充分挖掘本地水源供水能力，增强区域抗旱能力，提高粮食生产率和供给保证率。

本工程运行后，从西江调水至灌区并新增本地水源供水，增加了灌区水资源可利用水量。按本地水源断面计算，本工程实施后，环北广东工程高鹤干线外引水源增加可供灌溉水量 5.39 亿 m³，当地水源增加可供灌溉水量 4.18 亿 m³，灌区多年平均新增可供水量 9.57 亿 m³。因此，灌区的水资源总量由现状的 113.81 亿 m³ 增加至 123.38 亿 m³。

（2）回归水量的增加

按照现状工程实际调度，2023 年灌区灌溉总用水为 9.76 亿 m^3 。至规划水平年，灌区总配置水量 20.69 亿 m^3 (水源口断面)。灌溉水量的增加，会带来退水量的增加，从而使得回归水量的增加。根据 3.3.2.1 章节的计算，本工程实施后，灌区新增退水量约为 3718 万 m^3 。

（3）对灌区生态用水的影响

雷州半岛灌区工程是环北部湾广东水资源配置工程的后续工程，主要承担着将环北部湾广东水资源配置工程从西江调至鹤地水库的水源输送至湛江农业缺水地区的任务，同时解决农业生产用水挤占河道内生态用水和地下水超采等不合理用水问题。本工程建成后可退还部分农业挤占的生态水量，通过退还河道生态流量，改善区域生态环境，发挥环北部湾广东水资源配置工程的生态效益。

5.2 水文情势影响分析

5.2.1 施工期水文情势影响分析

根据施工组织设计，本项目需进行施工导流的水工建筑物主要为穿河涌埋管及渠道段、提水泵站、管道或渠道进出水口。

1、穿河涌埋管段

本区段采用上下游围堰一次性拦断河涌、岸边明渠导流的施工方式。导流期间原河涌局部改道，下游围堰与明渠出口之间的河段出现断流，但该区域通常范围不大。导流明渠过水断面规整、束窄度较高，渠内水流流速显著大于原河道天然流速，水动力强度提升。施工仅改变局部河段水流路径与水动力条件，未阻断河涌连通，施工结束后围堰拆除、恢复原河道，河道水文情势可逐步恢复天然状态。

2、穿河渠道段

本区段采用分期围堰束窄渠道过流的施工方式，施工全过程渠道不断流，上下游水体始终保持连通，无大范围断流现象，水文扰动幅度相对较小。分期围堰阶段性压缩渠道过水断面，同等来水条件下，施工段渠道水位小幅抬升、水面比降增大，断面平均流速提升，主流偏向未围堰侧，横断面流速分布不均，围堰迎水侧局部壅水、背水侧存在回流缓流区。水沙运移呈现分区差异，渠道主槽束窄段流速偏高，轻微冲刷加剧；围堰

边角回流区流速放缓，泥沙易淤积。相较于全断流施工方案，本方式对渠道原有水文节律、输水功能及冲淤平衡影响较小，施工各分期交替作业，水文扰动分散且可逆，围堰拆除后渠道过水断面恢复，水位、流速及冲淤状态可快速回归天然水平。

3、提水泵站

泵站取水口根据水域条件采用全围护围堰施工，位于水库的泵站取水口采用围堰整体拦挡水体，位于不可断水河道、渠道取水口采用钢板桩围堰局部围护，两类工况均以局部水域隔离施工为核心，对区域整体水文情势影响有限。施工期围堰将取水口施工区域与外部水体完全隔绝，基坑内部形成封闭静水区域，无天然水体交换。泵站均为岸边建筑，对于水库来说，采用水库岸边围堰占用了一部分水库水域面积，减小了水库的库容，对水库水位、流速等造成一定的影响，但围堰内施工占地面积一般较小，对水库库容影响有限，对水库水文情势的影响也不明显。对于河道和渠道，采用土石全围堰或者钢板桩全围护的方式，均为岸边围堰，仅占用局部过水断面，不会阻断河道，局部流速、流场小幅改变，河道、渠道整体输水能力及水系连通性不受影响。

4、管道、渠道进出水口

管道、渠道进出水口均为岸边建筑，施工采用土围堰或钢板桩围堰全围护方式，其影响与泵站围堰相似。

5.2.2 运行期水文情势影响分析

5.2.2.1 主要水源的水文情势影响分析

本工程的水源工程主要是鹤地水库、南渡河、龙门河以及其他 96 座本地水库。其中鹤地水库水源包括水库自身来水以及环北广东工程通过高鹤干线引入的西江水。其他本地水库除作为本地水源外，还作为灌区的调蓄水库，接收鹤地水库和南渡河的补水。南渡河通过西运河连通工程接收鹤地水库的补水，同时通过南渡河泵站取水和雷东南干渠向雷东南片区供水。

本次水源区评价主要对鹤地水库及其下游九洲江、南渡河、龙门河及其他本地水库进行水文情势变化分析。

（1）鹤地水库

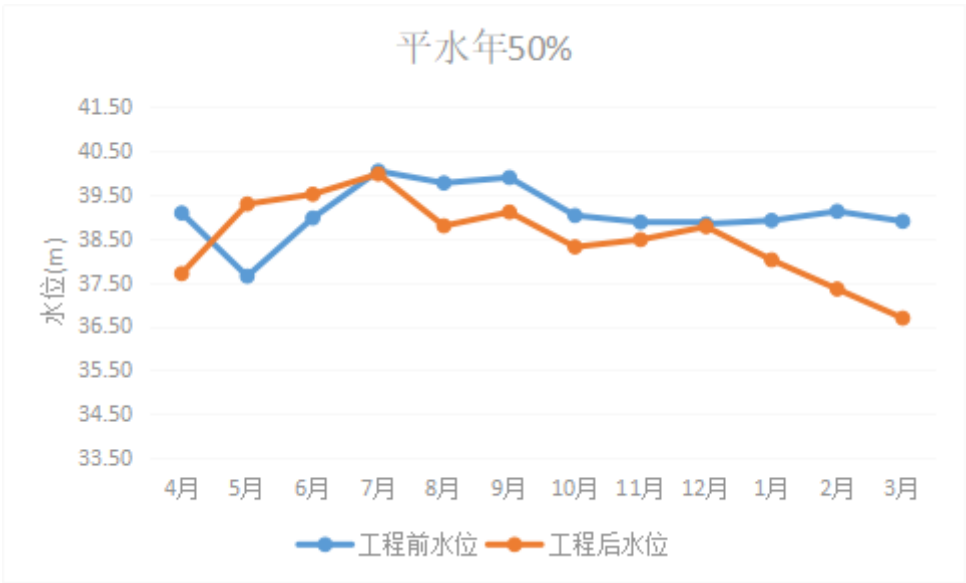
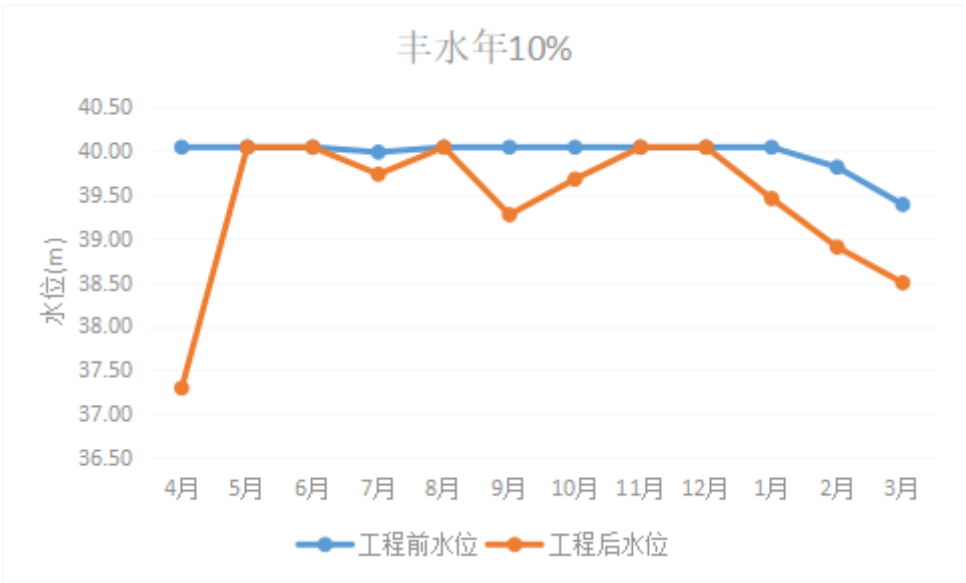
鹤地水库现状主要功能为城乡供水及农业灌溉，本工程不改变鹤地水库的防洪调度

运行方式。设计水平年，水库除兼顾原灌溉供水外，需增加环北广东工程湛江受水区城乡供水和本灌区灌溉的供水任务。一般情况下，优先保证生态环境用水，其次为城乡生活生产用水，最后为灌溉用水；当本地入库径流小于生态基流时，水库按天然来水下泄。本次评价以 1956 年~2016 年长系列供水调节计算成果为基础，选取丰水年(1972 年)、平水年(1987 年)、枯水年(1980 年)三种典型年，分析工程前后鹤地水库的水位变化情况。

表5.2-1 工程前后鹤地水库水位变化情况表

典型年	月份	相应库水位 m		水位差 m
		工程前（基准年）	工程后（水平年）	
丰水年 (P=10%)	4	40.04	37.29	-2.75
	5	40.04	40.04	0.00
	6	40.04	40.04	0.00
	7	39.99	39.74	-0.25
	8	40.04	40.04	0.00
	9	40.04	39.27	-0.77
	10	40.04	39.68	-0.36
	11	40.04	40.04	0.00
	12	40.04	40.04	0.00
	1	40.04	39.46	-0.59
	2	39.82	38.90	-0.91
	3	39.39	38.50	-0.89
平水年 (P=50%)	4	39.09	37.70	-1.39
	5	37.64	39.29	1.65
	6	38.97	39.51	0.54
	7	40.04	39.98	-0.07
	8	39.77	38.79	-0.98
	9	39.90	39.11	-0.79
	10	39.03	38.31	-0.72
	11	38.88	38.48	-0.40
	12	38.84	38.77	-0.07
	1	38.91	38.01	-0.90
	2	39.12	37.35	-1.77
	3	38.90	36.68	-2.21
枯水年 (P=90%)	4	36.22	39.29	3.08
	5	35.06	34.98	-0.08
	6	36.06	37.44	1.38
	7	36.10	38.81	2.71

典型年	月份	相应库水位 m		水位差 m
		工程前（基准年）	工程后（水平年）	
	8	36.16	37.63	1.47
	9	36.58	39.35	2.77
	10	35.38	39.18	3.80
	11	34.91	39.22	4.31
	12	34.74	39.00	4.25
	1	34.75	38.48	3.72
	2	34.74	38.05	3.31
	3	34.74	37.53	2.79



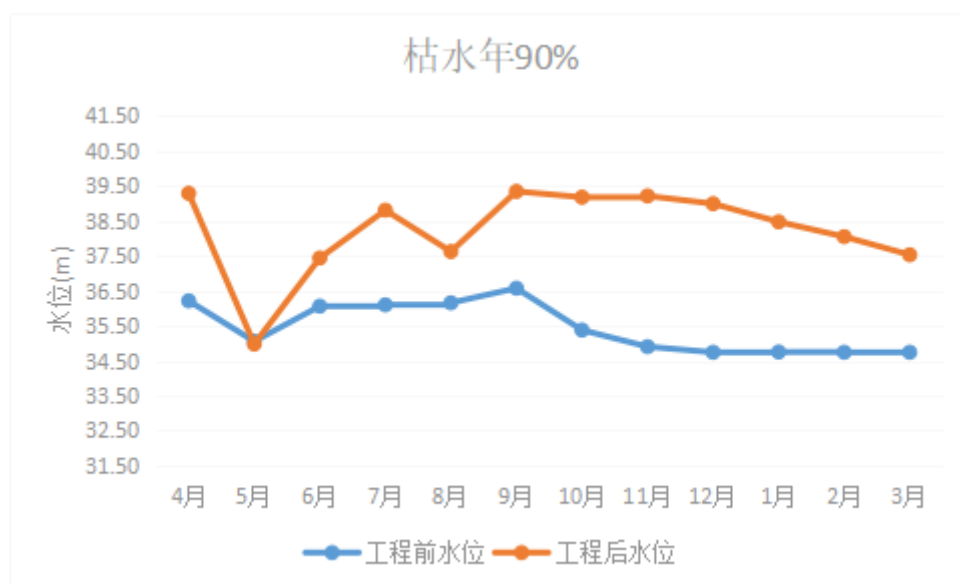


图5.2-1 工程前后丰、平、枯典型年鹤地水库库内水位对比图

① 典型丰水年，鹤地水库工程前后水位变化在-2.75~0m，其中 5~6 月、8 月、11~12 月共 5 个月水位无变化，4 月、7 月、9~10 月、1~3 月水位变化-2.25~-2.75m，变化最大的月份为 4 月（下降 2.75m），主要原因为本月环北补水量为 0，且下游用水增加。

② 典型平水年，鹤地水库工程前后水位变化在-2.21~1.65m，其中 5~6 月水位升高 0.54~1.65m，1~4 月、7~12 月水位变化-0.07~-2.21m，变化最大的月份为 3 月（下降 2.21m），主要原因为环北补水量小于下游增加的用水量。

③ 典型枯水年，鹤地水库工程前后水位变化在-0.08~4.31m，其中仅 5 月水位略降 0.08m，1~4 月、6~12 月水位升高 1.38~4.31m，主要原因为环北补水量大于下游增加的用水量。

总体来看，根据长系列调节计算成果，环北部湾广东水资源配置工程从西江调水至鹤地水库及本工程运行后，鹤地水库水位较现状有一定的变化。当环北补水量大于下游增加的用水量时，鹤地水库内的水位会出现上升情况；当环北补水量小于下游新增的用水量时，鹤地水库的水位会出现下降情况。从丰、平、枯典型年来看，丰水年环北工程补水量较少，而下游用水量增加，水库水位变化表现为下降为主；平水年水位变化有升高亦有降低；枯水年，环北工程补水量较大，对比现状，水库水位有明显提升。这也体现了环北工程配置水资源的作用，增加枯水年雷州半岛的水资源量，提高雷州半岛的用水保证率。

(2) 九洲江

九洲江为鹤地水库下游的天然河道，一般情况下，鹤地水库优先保证九洲江的生态环境用水，其次为城乡生活生产用水，最后为灌溉用水；当鹤地水库天然入库径流小于生态基流时，鹤地水库按天然来水下泄到九洲江。本次评价主要以 1956 年~2016 年长系列供水调节计算成果为基础，选取丰水年(1972 年)、平水年(1987 年)、枯水年(1980 年)三种典型年，分析工程前后鹤地水库下游九洲江的流量变化情况。

表5.2-2 工程前后鹤地水库下游九洲江流量变化情况表

典型年	月份	相应流量 m^3/s		流量差 m^3/s	变化率
		工程前(基准年)	工程后(水平年)		
丰水年 (P=10%)	4	30.3	5.0	-25.3	-83.5%
	5	33.0	5.0	-28.0	-84.8%
	6	4.9	4.9	0.0	0.0%
	7	4.9	4.9	0.0	0.0%
	8	71.4	26.6	-44.8	-62.7%
	9	73.4	27.1	-46.3	-63.1%
	10	14.4	13.1	-1.3	-9.0%
	11	156.9	131.2	-25.8	-16.4%
	12	161.7	135.1	-26.6	-16.5%
	1	22.1	13.1	-8.9	-40.6%
	2	22.3	13.1	-9.2	-41.4%
	3	18.2	5.0	-13.2	-72.6%
平水年 (P=50%)	4	5.0	5.0	0.0	0.0%
	5	5.0	5.0	0.0	0.0%
	6	5.0	5.0	0.0	0.0%
	7	5.0	5.0	0.0	0.0%
	8	13.1	13.1	0.0	0.0%
	9	13.1	13.1	0.0	0.0%
	10	29.3	12.8	-16.6	-56.4%
	11	31.9	13.1	-18.8	-59.0%
	12	13.1	13.1	0.0	0.0%
	1	13.1	13.1	0.0	0.0%
	2	5.0	5.0	0.0	0.0%
	3	5.0	5.0	0.0	0.0%
枯水年 (P=90%)	4	5.0	5.0	0.0	0.0%
	5	4.8	4.8	0.0	0.0%

典型年	月份	相应流量 m^3/s		流量差 m^3/s	变化率
		工程前(基准年)	工程后(水平年)		
	6	5.0	5.0	0.0	0.0%
	7	5.0	5.0	0.0	0.0%
	8	10.2	10.2	0.0	0.0%
	9	10.2	10.2	0.0	0.0%
	10	11.6	11.6	0.0	0.0%
	11	13.1	13.1	0.0	0.0%
	12	13.0	13.0	0.0	0.0%
	1	8.6	8.6	0.0	0.0%
	2	5.0	5.0	0.0	0.0%
	3	4.7	4.7	0.0	0.0%

由上述结果可知，枯水年和平水年鹤地水库下泄到下游九洲江的流量几乎无变化，丰水年流量变化较大，下泄流量较现状有较大幅度的下降，8~5 月份下降幅度为 9%~84.8%，主要原因为，丰水年环北工程补水量较少，而下游用水量增加，丰水年水库弃水量减少。而枯水年和平水年鹤地水库的弃水量几乎不变。

(3) 南渡河

南渡河多年平均来水流量为 $23.52\text{m}^3/\text{s}$ ，本工程通过西运河连通工程从西运河引水 $13\text{m}^3/\text{s}$ 至南渡河，南渡河泵站再从南渡河取水 $13.9\text{m}^3/\text{s}$ 。西运河连通工程与南渡河的交汇点至南渡河泵站取水点之间的南渡河河段长约 74km，其河道内水量有所增加，有利于河道环境的改善。南渡河泵站取水点下游河段的水量减少 $0.9\text{m}^3/\text{s}$ ，降幅约为 3.8%，对下游水文情势影响较小，且该取水点位置已接近南渡河水闸，距离河口水闸仅约 800m，取水对下游河道的影响范围也小。根据南渡河水量平衡成果，南渡河水闸多年平均来水量为 74180 万 m^3 ，而西运河连通工程年平均补水量为 14331 万 m^3 ，补水点至取水点之间的河道内总水量增加约 80.7%，河道内的水位、流速都将相应提高。

(4) 龙门河

龙门河泵站位于龙门水库下游约 17.7km 处，龙门河泵站所在处与龙门水库之间的区间多年平均来水量 6402 万 m^3 ，龙门河泵站在龙门河区间多年平均抽水量 1003 万 m^3 （龙门河泵站取水量还有一部分是龙门水库下放的水量，下放量与取水量相同，对泵站下游河道水量没有影响），抽水后泵站下游水量减少 1003 万 m^3 ，泵站下游河道水量减少约 15.7%，对下游河道水文情势影响可控。

(5) 其他本地水库

① 在线水库和充蓄水库

根据运行调度规则，当水库本地来水较丰时，首先利用水库本地来水为受水区灌溉供水；若水位持续低落则利用各干线补水；水源工程的本地水库均按原有的特征水位运行，汛期最高运行水位按汛限水位，非汛期最高运行水位按正常蓄水位。因此，水文情势变化不大。

② 补偿调节水库

补偿调节水库以下控灌范围分为仅依靠水库水源灌溉的独立片和本地水库、输水干线均可补水的联合片。水库优先向独立片供水，并预留一定的库容以供联合片用水高峰期用水。根据调度，补偿调节水库与输水干线之间无补水关系，无水力联系，水库按照原有的特征水位运行。因此，水文情势无变化。

5.2.2.2 退水接纳水体的水文情势影响分析

按照现状工程实际调度，2023 年灌区灌溉总用水为 9.76 亿 m^3 。至规划水平年，灌区总配置水量 20.69 亿 m^3 (水源口断面)。灌溉水量的增加，会带来退水量的增加，从而使得回归水量的增加。根据 3.3.2.1 章节的计算，本工程实施后，灌区新增退水量约为 3718 万 m^3 。

灌区退水接纳水体有 37 条，退水分散至各接纳河流，各水体的年退水量在 2.97 万 m^3 ~304.84 万 m^3 ，承接退水最多的为南渡河（304.84 万 m^3 /年）。以南渡河、龙门河、花桥水为例，三条河流的退水量分别占河流年径流量的 0.41%、0.60%、0.31%，占比较小，由此可见，灌区退水对灌区接纳河流产生一定程度的补水影响，但分散至各接纳水体的退水量不大，对接纳河流水文情势的影响不大。

表5.2-3 部分接纳水体退水量占比情况

退水河流	年径流量（万 m^3 ）	退水量（万 m^3 ）	占比
南渡河	74180	304.84	0.41%
龙门河	21100	127.14	0.60%
花桥水	11038	34.20	0.31%

注：表中数据未考虑输水干渠对河流的补水量。

5.2.2.3 对主要控制断面生态流量的影响

1、九洲江流域

根据《水利部关于印发九洲江流域水量分配方案的通知》(水资管〔2021〕91号),九洲江广东境内的主要控制断面为鹤地水库(出库)、缸瓦窑(三)水文站,鹤地水库(出库)、缸瓦窑(三)断面月均最小下泄流量要求为 5.0、9.3m³/s。

根据工程调度原则,一般情况下,鹤地水库优先保证九洲江的生态环境用水,其次为城乡生活生产用水,最后为灌溉用水;当鹤地水库天然入库径流小于生态基流时,鹤地水库按天然来水下泄。因此,本工程取水不会影响鹤地水库下游河道生态流量。

表5.2-4 九洲江流域水量分配方案重要断面最小下泄流量控制指标

主要控制断面名称	所在位置	最小下泄流量(m ³ /s)
缸瓦窑(三)	横山镇	9.3
鹤地水库(出库)	河唇镇	5.0

2、南渡河

根据《湛江市南渡河水量分配方案及生态流量保障实施方案》,南渡河主要控制断面为杨家站,断面生态流量为 0.67m³/s。杨家站位于南渡河干流中游河段,处于西运河连通工程补水点与南渡河泵站取水点之间,西运河连通工程最大补水流量为 13m³/s,补水增加了南渡河的水量,有利于提高杨家站生态流量的保证率,而南渡河泵站取水点位于杨家站下游,取水不会对杨家站断面生态流量造成影响。南渡河泵站取水位置距离河口的南渡河水闸仅约 800m,水闸下游无生态流量控制要求。

表5.2-5 南渡河流域控制断面水量控制指标

河流(断面)	生态基流(m ³ /s)
杨家站	0.67

3、遂溪河

根据《关于印发南渡河、遂溪河水量分配方案及生态流量保障实施方案的通知》(湛水资源〔2021〕24号),遂溪河流域主要控制断面为遂溪水文站断面和良垌水文站断面。其中,遂溪水文站断面生态基流为 0.3m³/s,最小下泄流量为 0.6m³/s;良垌水文站断面生态基流为 0.1m³/s,最小下泄流量为 0.2m³/s。

遂溪河不作为本工程取水水源，工程产生的退水会汇入遂溪河，因此本工程不会对遂溪河生态流量产生不利影响。

表5.2-6 遂溪河流域控制断面水量控制指标

河流（断面）	生态基流（m ³ /s）	最小下泄流量（m ³ /s）
遂溪河（遂溪）	0.30	0.60
遂溪河（良垌）	0.10	0.20

5.3 地表水环境影响预测与评价

5.3.1 施工期水环境影响分析

5.3.1.1 施工生产废水对地表水环境影响分析

本工程施工生产废水主要有施工机械冲洗废水、砂石料加工系统废水、混凝土拌和系统废水和基坑排水。

1、机械冲洗废水

本工程施工设备的大、中修利用湛江市、雷州市及周边乡镇的地方专业厂家，在泵站工区分别布置一座机械、汽车维修保养站，承担施工机械设备及汽车的小型维修和保养任务。小型机修、汽修站均禁止设置在河流岸边和水库旁，施工期机械修配和汽车的保养、冲洗过程中会有含石油类的污水产生。根据前文估算，高峰期机械冲洗废水总产生量 950.67m³/d。机修系统废水主要污染物为石油类和悬浮物，浓度一般为 10mg/L～30mg/L、500mg/L～2000mg/L，此类废水排放量较小，在泵站工区内设置砖砌隔油沉淀池处理，处理后满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中“冲厕、车辆冲洗”用水标准后回用于施工车辆及机械设备冲洗用水，不外排。沉淀池污泥应脱水成泥饼后再外运至垃圾场填埋处理，不能任意丢弃。废油集中交有资质单位处理。因此，机械冲洗废水对周边水体水质影响较小。

2、砂石料加工系统废水

本工程在雷北片区布置 1 处砂石料加工工厂，雷东南片区和雷西南片区共布置 1 处砂石料加工工厂。每处砂石料加工工厂设置 2 套砂石料加工系统，每套砂石料系统加工废水高峰产生量约为 123.08m³/h。加工系统，砂石料冲洗会产生废水。砂石料冲洗废水

主要污染物质为 SS，浓度一般在 20000mg/L~90000 mg/L 之间，采用高效旋流污水净化器+板框压滤机处理后全部回用于系统本身，废水不外排。各砂石料加工系统废水经处理后回用，既可减少施工新增用水量，又可避免施工废水排放对附近水体的影响，废水处理设施正常运行情况下对周边水体水质影响很小。

3、混凝土拌和系统废水

本工程在每个泵站设置混凝土拌和系统，渠道、埋管等沿线采用移动式拌和站。混凝土拌和系统废水呈碱性，主要污染物为悬浮物，浓度一般在 1500mg/L~2500mg/L 之间。施工高峰期单个施工区产生量为 16m³/d，整个泵站工区产生量为 640m³/d(40 个泵站工区)。混凝土拌和系统冲洗废水处理后可回用混凝土拌和系统本身，其回用标准参考《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)标准，不外排。因此，混凝土拌和系统废水对周边水体水质造成影响较小。

4、基坑废水

根据灌区施工总进度安排，灌区干渠、支渠及提水泵站等在进行基坑开挖时，会产生基坑废水。

基坑排水主要污染物为悬浮物，浓度一般在 500mg/L~3000mg/L 左右。施工期在干渠、支渠及提水泵站等施工段低洼处设置集水坑，将基坑废水抽至集水坑投加絮凝剂沉淀处理。絮凝沉淀 2h 左右，再中和处理，其悬浮物浓度可降至 100mg/L，最后用水泵抽出排至附近沟渠，禁止排入水源保护区，剩余污泥定时人工清理即可。基坑废水经处理达标排放后对周围水体水质影响不大。

5.3.1.2 施工生活污水对地表水环境影响分析

生活污水主要是施工生活区的粪便、淋浴洗涤及食堂污废水等。根据《水利水电工程环境保护设计规范》(SL/T 492-2025)，生活污水主要污染物为 COD_{Cr}、BOD₅、悬浮物、TN 和 TP，浓度一般分别为 350mg/L~500mg/L、150mg/L~300mg/L、200mg/L~300mg/L、20mg/L~85mg/L 和 3mg/L~8mg/L。

根据广东省地方标准《用水定额 第3部分：生活》(DB44T 1461.3-2021)，湛江市农村居民位于Ⅱ类区，施工人员生活用水量定额 0.13m³/人·d，生活污水产生率取 80%。经估算，雷北片区有 216 个施工生活区，每个施工生活区高峰期施工人数为 10~343 人，

则各施工生活区高峰生活污水产生量约为 $1.04\sim 35.67\text{m}^3/\text{d}$; 雷西南片区有 48 个施工生活区, 每个施工生活区高峰期施工人数为 20~160 人, 则各施工生活区高峰生活污水产生量约为 $2.08\sim 16.64\text{m}^3/\text{d}$; 雷东南片区有 73 个施工生活区, 每个施工生活区高峰期施工人数为 10~392 人, 则各施工生活区高峰生活污水产生量约为 $1.04\sim 40.77\text{m}^3/\text{d}$ 。

对于厕所排污, 根据施工区周边的布置情况, 对于周边无敏感水体(Ⅱ类水体或饮用水水源保护区)的施工工区, 设置化粪池进行收集处理后定期外运; 厨房排水和盥洗水经隔油池处理后排入化粪池, 定期清运。对于周边临近敏感水体的施工工区, 采用化粪池+隔油池+污水处理一体化设施进行处理后回用于施工生活区道路清扫、绿化用水等, 不外排。施工期间每季度由当地农民清运 1 次。

厨房排水中含有食用油, 每个施工工区通过新建 1 座砖砌隔油池进行隔油预处理, 浮油集中清运交由有资质的单位处理。对于周边无敏感水体(Ⅱ类水体或饮用水水源保护区)的施工工区, 隔油预处理后的厨房排水回用于施工生活区道路清扫、绿化用水等, 浮油集中清运。对于周边临近敏感水体的施工工区, 隔油预处理后的厨房排水通过一体化处理设备处理系统处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中“城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工”用水标准后, 回用于施工生活区道路清扫、绿化用水等, 不外排。因此, 施工期生活污水对周围地表水环境影响不大。

5.3.1.3 涉水施工扰动影响分析

本工程涉水工程较多, 需进行导流。需要采取施工导流措施的水工建筑物主要有穿河涌埋管及渠道、提水泵站、管(渠)道进出水口等, 其中雷北片区 148 处, 雷西南片区 13 处, 雷东南片区 44 处, 合计 205 处。涉水施工主要是对迈生水库、红心楼水库、龙门水库、青年运河、杨柑河、雷高河、英利河等水体造成扰动影响。扰动水体使河流、水库的悬浮物浓度升高, 但施工时采用围堰等措施可降低悬浮物扩散, 施工影响是局部的。此外, 围堰的填筑和拆除会使附近区域水体悬浮物浓度上升, 但这种影响只是暂时的, 经过一段时间和距离的自然沉降后将恢复, 水体扰动的影响随着施工结束而消失。因此, 涉水施工对水环境的影响较小, 不会对水质造成较大污染, 也不会影响到库区或河流下游的水质。

本次选取代表性施工点进行预测, 水库选取大中型水库, 以迈生水库、龙门水库、

红心楼水库、大水桥水库为例，分析施工对水库水质的影响；渠道选取雷北片主要利用渠道，以雷州青年运河为例；河流选取泵站取水量大的河道，以龙门河为例，分析施工对水库、渠道和河流水质的影响。

一、水库水质影响预测

1、预测因子

根据工程的特点，评价水域选取的预测因子为 SS。

2、预测模式

本次选取非持久性污染物湖泊推流衰减模式预测：

$$C_r = C_h + C_p \exp\left(-\frac{K_1 + \Phi H r^2}{2Q_p}\right)$$

C_r —距排污口 r 处污染物浓度，mg/L；

C_p —污染物排放浓度，mg/L；

Q_p —废污水排放流量， m^3/s ；

C_h —湖（库）中污染物现状浓度，mg/L；

Φ —扩散角，围堰施工堰体平直、抛石护脚在平直坝体上，排污口在平直岸时 $\Phi=\pi$ ；

r —排放口到预测点的距离，m；

H —扩散区湖（库）平均水深，m；

K_1 —降解混合系数， s^{-1} ；参考其他项目研究成果，本项目悬沙沉降系数取 0.3/d，即 $3.47 \times 10^{-6}/s$ 。

根据现状监测数据，迈生水库 H 取平均水深 4.5m，水体 SS 本底值为 14mg/L；龙门水库 H 取平均水深 3.2m，水体 SS 本底值为 14mg/L；红心楼水库 H 取平均水深 3.8m，水体 SS 本底值为 9.7mg/L；大水桥水库 H 取平均水深 5.2m，水体 SS 本底值为 15mg/L。

3、污染源估算

类比同类工程，围堰施工过程中 SS 源强（即 $C_p \times Q_p$ ）取值均为 0.11kg/s，因水库水体基本静止， Q_p 按推土机堆填堰体排开水体积计算，参考《水利建筑工程概算定额》（水总[2024]323 号），74kW 推土机推料且振动碾压实效率约 204.08 m^3/h ， C_p 浓度约 1940.4mg/L。

4、预测结果

① 迈生水库

涉水施工作业 SS 预测结果见下表。涉水施工作业时，会引起悬浮物在迈生水库施工处向库区展开 63.6m 半径的扇形范围内超出《地表水资源质量标准》（SL63-94）二级标准（ $SS \leq 25\text{mg/L}$ ），90m 半径的扇形范围内有一定的增值影响，超过 100m 半径后，SS 浓度值基本维持现状。水库的水流趋于平缓，更有利于悬浮物沉降，施工期间围堰修建和拆除带来的悬浮物影响相对较小。此外，本工程围堰施工时，在围堰外 10m 将设置防污帘。根据杨代军发表的《关于在海州湾日照港北港区港口岸线退岸还海修复整治工程中设置防污屏等环保措施的研究分析》和郭家永 2021 年发表的《浅谈防污屏在非封闭倾废区的应用》防污帘的去除效率可达 80~90%。本次环评综合考虑，防污帘的去除效率取 80%。因此，围堰修建和拆除施工对迈生水库饮用水水源保护区和其现有取水口（位于本工程围堰下游约 1.48km）的水环境的影响有限。

表5.3-1 迈生水库施工围堰施工 SS 影响预测结果表

半径 r(m)	SS(mg/L)		SS 增量(mg/L)
	未设置防污帘	围堰外 10m 设置防污帘	
5	1893.3	1893.3	1879.3
10	1721.4	1721.4	1707.4
15	1469.1	305.0	1455.1
20	1177.3	246.7	1163.3
25	886.4	188.5	872.4
30	627.7	136.7	613.7
40	264.7	64.1	250.7
50	93.3	29.9	79.3
60	33.4	17.9	19.4
63.6	25.0	16.2	11
80	14.5	14.1	0.5
90	14.1	14.0	0.1
100	14.0	14.0	0
150	14.0	14.0	0
170	14.0	14.0	0
200	14.0	14.0	0

② 龙门水库

涉水施工作业 SS 预测结果见下表。涉水施工作业时，会引起悬浮物在龙门水库施工处向库区展开 75.4m 半径的扇形范围内超出《地表水资源质量标准》（SL63-94）二级标准（ $SS \leq 25\text{mg/L}$ ），100m 半径的扇形范围内有一定的增值影响，超过 110m 半径后，

SS 浓度值基本维持现状。水库的水流趋于平缓,更有利于悬浮物沉降,施工期间围堰修建和拆除带来的悬浮物影响相对较小。此外,本工程围堰施工时,在围堰外 10m 将设置防污帘。根据杨代军发表的《关于在海州湾日照港北港区港口岸线退岸还海修复整治工程中设置防污屏等环保措施的研究分析》和郭家永 2021 年发表的《浅谈防污屏在非封闭倾废区的应用》防污帘的去除效率可达 80~90%。本次环评综合考虑,防污帘的去除效率取 80%。因此,围堰修建和拆除施工对龙门水库饮用水水源保护区和其现有取水口(位于本工程围堰下游约 6km)的水环境的影响有限。

表5.3-2 龙门水库施工围堰施工 SS 影响预测结果表

半径 r(m)	SS(mg/L)		SS 增量(mg/L)
	未设置防污帘	围堰外 10m 设置防污帘	
5	1910.8	1910.8	1896.8
10	1785.7	1785.7	1771.7
15	1595.3	330.3	1581.3
20	1362.6	283.7	1348.6
25	1113.0	233.8	1099
30	869.8	185.2	855.8
35	650.8	141.4	636.8
40	466.8	104.6	452.8
45	321.6	75.5	307.6
50	213.7	53.9	199.7
55	137.9	38.8	123.9
60	87.4	28.7	73.4
75.4	25.0	16.2	11
90	15.2	14.2	1.2
100	14.2	14.0	0.2
110	14.0	14.0	0
150	14.0	14.0	0
200	14.0	14.0	0

③ 红心楼水库

涉水施工作业 SS 预测结果见下表。涉水施工作业时,会引起悬浮物在红心楼水库施工处向库区展开 67m 半径的扇形范围内超出《地表水资源质量标准》(SL63-94)二级标准($SS \leq 25\text{mg/L}$),90m 半径的扇形范围内有一定的增值影响,超过 100m 半径后,SS 浓度值基本维持现状。在围堰外 10m 将设置防污帘后,围堰修建和拆除施工对红心楼水库饮用水水源保护区的水环境影响有限。

表5.3-3 红心楼水库施工围堰施工 SS 影响预测结果表

半径 r(m)	SS(mg/L)		SS 增量(mg/L)
	未设置防污帘	围堰外 10m 设置防污帘	
5	1898.4	1898.4	1888.7
10	1751.4	1751.4	1741.7
15	1531.5	314.1	1521.8
20	1269.4	261.6	1259.7
25	997.6	207.3	987.9
30	743.7	156.5	734
35	526.4	113.0	516.7
40	354.3	78.6	344.6
45	227.5	53.3	217.8
50	140.1	35.8	130.4
55	83.6	24.5	73.9
60	49.4	17.6	39.7
67	25.0	12.7	15.3
90	10.0	9.8	0.3
100	9.7	9.7	0
110	9.7	9.7	0
150	9.7	9.7	0
200	9.7	9.7	0

④ 大水桥水库

现状大水桥水库与南北渠连接，水流由南北渠流向大水桥水库。本工程在南北渠末端（与大水桥水库连接处）施工，悬浮物扩散将影响大水桥水库水质。涉水施工作业 SS 预测结果见下表。涉水施工作业时，会引起悬浮物在大水桥水库施工处向库区展开 59.7m 半径的扇形范围内超出《地表水资源质量标准》(SL63-94)二级标准($SS \leq 25\text{mg/L}$)，80m 半径的扇形范围内有一定的增值影响，超过 90m 半径后，SS 浓度值基本维持现状。水库的水流趋于平缓，更有利于悬浮物沉降，施工期间围堰修建和拆除带来的悬浮物影响相对较小。在围堰外 10m 将设置防污帘后，围堰修建和拆除施工对红心楼水库饮用水水源保护区的水环境影响有限。

表5.3-4 大水桥水库施工围堰施工 SS 影响预测结果表

半径 r(m)	SS(mg/L)		SS 增量(mg/L)
	未设置防污帘	围堰外 10m 设置防污帘	
5	1885.0	1885.0	1870
10	1688.8	1688.8	1673.8
15	1406.4	293.3	1391.4
20	1089.3	229.9	1074.3
25	785.4	169.1	770.4
30	528.1	117.6	513.1
35	332.4	78.5	317.4
40	197.3	51.5	182.3
45	112.3	34.5	97.3
50	63.2	24.6	48.2
55	37.2	19.4	22.2
59.7	25.0	17.0	10
80	15.2	15.0	0.2
90	15.0	15.0	0
100	15.0	15.0	0
110	15.0	15.0	0
150	15.0	15.0	0
200	15.0	15.0	0

二、河流水质影响预测

1、预测因子

根据工程的特点，评价水域选取的预测因子为 SS。

2、预测模式

此处选用平直河流混合过程段二维稳态水质混合模式中预测围堰施工对下游水质的影响：

污染物浓度：

$$c_0(x, y) = c_h + \frac{c_p Q_p}{2H \sqrt{\pi M_y x u}} \left\{ \exp\left(-\frac{uy^2}{4M_y x}\right) + \exp\left[-\frac{u(2a+y)^2}{4M_y x}\right] + \exp\left[-\frac{u(2B-2a-y)^2}{4M_y x}\right] \right\}$$

$$c(x, y) = \exp\left[-K_1 \frac{x}{86400u}\right] c_0(x, y)$$

式中：

x—往横向方向的距离，m

y —往纵向方向的距离，m

C_p —污染物排放浓度，mg/L

Q_p —污水排放量， m^3/s

C_h —上游河水污染物浓度，mg/L

u —河流平均流速，m/s

H —水深，m

M_y —横向混合系数， m^2/s $M_y=(0.058H+0.0065B)(gHI)^{1/2}$

K_1 —沉降系数， s^{-1} ；参考其他项目研究成果，本项目悬沙沉降系数取 0.3/d，即 $3.47 \times 10^{-6}/s$ 。

B —河流宽度，m

a —排放口距离岸边距离，m

g —重力加速度， m/s^2

I —河流坡度。

根据现状监测数据，雷州青年运河 H 取平均水深 1.2m， B 取 31.2m， u 取 0.25m/s；龙门河 H 取平均水深 3m， B 取 39m， u 取 0.13m/s。污染物源强计算同上。

3、预测结果

① 雷州青年运河

涉水施工作业 SS 预测结果见下表。涉水施工作业时，会引起悬浮物向下游扩散，在下游 31.2m×10m 处接近本底值。由预测结果可知，黎村干渠进口（与雷州青年运河交叉处）围堰修筑和拆除过程为渠道环境，受到水体对流扩散影响，SS 浓度影响范围较小。此外，围堰修筑和拆除施工作业时间较短，水环境的影响将随着围堰修筑拆除结束而消失，因此，黎村干渠进口处围堰施工对雷州青年运河水质影响有限。

表5.3-5 黎村干渠进口处围堰对雷州青年运河 SS 影响预测结果表

$y(m)$ $x(m)$	1	5	10	15	20	25	31.2
0	1428.32	647.61	462.62	380.66	331.80	298.46	268.85
1	16.01	79.01	157.07	185.13	193.49	194.14	190.76
2	16.00	16.06	20.45	32.87	47.51	60.68	73.70
3	16.00	16.00	16.01	16.36	17.77	20.46	25.10
5	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.02
10	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
20	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
50	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
100	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00

② 龙门河

涉水施工作业 SS 预测结果见下表。涉水施工作业时，会引起悬浮物向下游扩散，在下游 39m×20m 处接近本底值。由预测结果可知，龙门河围堰修筑和拆除过程为河道环境，受到水体对流扩散影响，SS 浓度影响范围较小。此外，围堰修筑和拆除施工作业时间较短，水环境的影响将随着围堰修筑拆除结束而消失，因此，围堰施工对龙门河水质影响有限。

表5.3-6 龙门河施工围堰施工 SS 影响预测结果表

$\begin{matrix} y(m) \\ x(m) \end{matrix}$	1	5	10	15	20	25	30	39
0	236.02	121.03	93.78	81.71	74.51	69.60	65.98	61.31
1	164.33	113.49	91.06	80.22	73.54	68.91	65.45	60.95
2	66.38	94.35	83.55	75.99	70.75	66.88	63.90	59.90
3	32.64	71.48	72.97	69.68	66.46	63.73	61.46	58.22
5	28.01	39.25	50.87	54.56	55.43	55.27	54.71	53.41
10	28.00	28.02	28.96	31.21	33.62	35.68	37.29	39.27
20	28.00	28.00	28.00	28.00	28.01	28.05	28.14	28.44
30	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00
40	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00

5.3.2 施工对水源保护区的影响分析

本工程涉及 10 个饮用水水源保护区，分别为九洲江饮用水水源保护区、雷州青年运河饮用水水源保护区、志满水库饮用水水源保护区、合流水库饮用水水源保护区、南渡河饮用水水源保护区、三阳桥水库饮用水水源保护区、龙门水库饮用水水源保护区、迈生水库饮用水水源保护区、红心楼水库饮用水水源保护区和大水桥水库饮用水水源保护区。施工对以上水源保护区的影响分析如下：

(1) 对雷州青年运河饮用水水源保护区影响分析

本工程渠道、泵站等施工涉及雷州青年运河饮用水水源保护区，其中泵站施工均采用钢板桩围堰，其他渠道等采用土石围堰、土袋围堰。本次以黎村干渠为例，模拟施工对雷州青年运河饮用水水源保护区水质的影响。根据预测结果，涉水施工作业时，会引起悬浮物向下游扩散，在下游 31.2m×10m 处接近本底值。由预测结果可知，黎村干渠进口处围堰修筑和拆除过程为渠道环境，受到水体对流扩散影响，SS 浓度影响范围较小。此外，围堰修筑和拆除施工作业时间较短，水环境的影响将随着围堰修筑拆除结束

而消失，因此，黎村干渠进口处围堰施工对青年运河饮用水水源保护区水质影响有限。

（2）对九洲江饮用水水源保护区影响分析

本工程良龙山支渠和河唇干渠涉及九洲江饮用水水源二级保护区陆域，不涉及九洲江水体。除施工必需设置的施工临时道路外，其余施工布置均不在水源保护区内，管道位于陆域范围，施工不扰动水库水体，生产生活污水废水不进入水源保护区，对水源保护区水质影响轻微。

（3）对合流水库饮用水水源保护区影响分析

本工程岭北片 H 干管、A 支管以及东海河泵站 2#出水管穿越合流水库饮用水水源保护区二级保护区陆域范围，不涉及合流水库水体。除施工必需设置的施工临时道路外，其余施工布置均不在水源保护区内，生产生活污水废水不进入水源保护区，管道位于陆域范围，施工不扰动水库水体，对水源保护区水质影响轻微。

（4）对志满水库饮用水水源保护区影响分析

岭北片 D 支管穿越志满水库饮用水水源保护区二级保护区陆域范围，不涉及志满水库水体。除施工必需设置的施工临时道路以及因管道跨越沟渠而设置的围堰外，其余施工布置均不在水源保护区内，管道位于陆域范围，施工不扰动水库水体，生产生活污水废水不进入水源保护区，对水源保护区水质影响轻微。

（5）对南渡河饮用水水源保护区影响分析

本工程西运河与南渡河连通工程和花桥水引水渠渠首取水口处施工涉及南渡河饮用水水源二级保护区，施工围堰采用双排钢板桩围堰。双排钢板桩围堰采用振动插打工艺，仅对河床桩尖区域产生轻微扰动，相较于土石围堰等传统形式，大幅减少底泥翻动与泥沙外泄；结构依靠钢板桩锁口咬合并辅以防渗构造，形成完整封闭止水体系，可有效阻隔堰内施工废水、泥浆向外水体渗漏，从源头控制水质污染。该类型围堰施工速度快、整体工期短，施工引发的水体悬浮物升高仅为局部、短期现象，水体可在施工结束后快速自然恢复，不存在长期累积污染问题。同时钢板桩可整体拔除回收，拆除阶段无大量固体残留物遗留河床，二次扰动与污染风险极低。结合《钢板桩围堰施工技术规范》

《给水排水构筑物工程施工及验收规范》相关要求及现有工程研究文献、实际应用案例可知，双排钢板桩围堰属于低扰动、环保型临时挡水结构，辅以拦污帘、废水沉淀处理等常规环保措施后，施工对周边水质仅造成轻微可逆影响，不会产生显著不利作用。因

此，工程施工对南渡河饮用水水源保护区的水质影响较小。

(6) 对龙门水库饮用水水源保护区影响分析

本工程龙东泵站涉及龙门水库饮用水水源二级保护区，施工时设置土石围堰，围堰拆除及填筑会短暂造成局部范围内的悬浮物浓度增加，但会随着施工的结束而降低。根据 5.3.1.3 节的模拟结果，涉水施工会引起悬浮物在龙门水库施工处向库区展开半径 100m 的扇形范围内有一定的增值影响，超过 110m 半径后，SS 浓度值基本维持现状。此外，本工程围堰施工时，在围堰外 10m 将设置防污帘。因此，工程施工对龙门水库饮用水水源保护区的水质影响较小。

(7) 对迈生水库饮用水水源保护区影响分析

雷东南片的迈生水库南泵站及北泵站都位于迈生水库水源保护区一级保护区内，与泵站连接的雷东南干管、调东分干管等管道也需穿越该水源保护区。泵站施工时设置土石围堰，围堰拆除及填筑会短暂造成局部范围内的悬浮物浓度增加，但会随着施工的结束而降低。根据 5.3.1.3 节的模拟结果，涉水施工会引起悬浮物在迈生水库施工处向库区展开半径 90m 的扇形范围内有一定的增值影响，超过 100m 半径后，SS 浓度值基本维持现状。此外，本工程围堰施工时，在围堰外 10m 将设置防污帘。因此，工程施工对迈生水库饮用水水源保护区的水质影响较小。

(8) 对红心楼水库饮用水水源保护区影响分析

红心楼水库交水点位于红心楼水库饮用水水源保护区一级保护区内，同时有 3.3km 管段穿越该水源保护区陆域范围。交水点涉及红心楼水库饮用水水源一级保护区，施工时设置土石围堰，围堰拆除及填筑会短暂造成局部范围内的悬浮物浓度增加，但会随着施工的结束而降低。根据 5.3.1.3 节的模拟结果，涉水施工会引起悬浮物在红心楼水库施工处向库区展开半径 90m 的扇形范围内有一定的增值影响，超过 100m 半径后，SS 浓度值基本维持现状。此外，本工程围堰施工时，在围堰外 10m 将设置防污帘。因此，工程施工对红心楼水库饮用水水源保护区的水质影响较小。

(9) 对三阳桥水库饮用水水源保护区影响分析

本工程迈埭干渠涉及三阳桥水库饮用水水源二级保护区陆域，不涉及三阳桥水库水体。三阳桥水库饮用水水源保护区内无施工临时设施，干渠位于陆域范围，施工不扰动水库水体，施工污废水不进入水源保护区内，对水源保护区水质影响轻微。

(10) 对大水桥水库饮用水水源保护区影响分析

现状大水桥水库与南北渠连接，水流由南北渠流向大水桥水库。本工程在南北渠末端（与大水桥水库连接处）施工，悬浮物扩散将影响大水桥水库水质。南北渠出水口涉及大水桥水库饮用水水源一级保护区，施工时设置土石围堰，围堰拆除及填筑会短暂造成局部范围内的悬浮物浓度增加，但会随着施工的结束而降低。根据 5.3.1.3 节的模拟结果，涉水施工会引起悬浮物在大水桥水库施工处向库区展开半径 80m 的扇形范围内有一定的增值影响，超过 90m 半径后，SS 浓度值基本维持现状。此外，本工程围堰施工时，在围堰外 10m 将设置防污帘。因此，工程施工对大水桥水库饮用水水源保护区的水质影响不大。

5.3.3 运行期水环境影响分析

5.3.3.1 对水源区的水环境影响分析

(1) 对鹤地水库及九洲江的影响

1) 鹤地水库

①水质

西江来水进入鹤地水库后，库区水体和来水混合，采用均匀混合模型分析预测补水后的库区水质状况，公式表示如下：

$$C = \frac{QC_h + Q_p C_p}{Q + Q_p}$$

式中，

C：调水后均匀混合后的污染物浓度

C_h ：水库污染物浓度

C_p ：调入水的污染物浓度

Q：库区水量

Q_p ：调入水量

根据《广东省水污染防治行动计划实施方案》（2015 年），到 2030 年地级以上城市

集中式饮用水水源和县级集中式饮用水水源高标准稳定达标。至工程规划水平年（2035年），各环北工程调蓄水库均能达到规划水质标准，水体水质得到明显改善。因此，以鹤地水库水体治理达标为通水前提，西江引水前鹤地水库水质浓度，采用环北广东工程现状监测最小值与规划水质目标浓度的较优值，见下表。

表5.3-7 西江引水前鹤地水库 COD、氨氮浓度

水库名称	水质目标	COD (mg/L)			氨氮 (mg/L)		
		标准限值	现状监测最小值	西江引水前水库水质浓度	标准限值	现状监测最小值	西江引水前水库水质浓度
鹤地水库	II类	15	11	11	0.5	0.023	0.023

环北广东工程以西江水体治理达标为通水前提，工程调入水源水质浓度，采用地心取水口现状监测最小值与规划水质目标浓度的较优值。因此，西江来水 COD 和氨氮浓度分别为 4mg/L、0.042mg/L。

预测结果表明，工程实施后，鹤地水库 COD 浓度为 6.39mg/L，氨氮浓度为 0.03mg/L，鹤地水库的 COD 和氨氮浓度能达到 II 类水质目标。因此，本工程建设不会对鹤地水库水质产生不利影响。

表5.3-8 鹤地水库 COD、氨氮浓度预测情况

水库	鹤地水库
总库容 (亿 m ³)	11.44
兴利库容 (亿 m ³)	4.99 (实际 3.81)
多年平均径流量 (万 m ³ /a)	147058
多年平均流量 (m ³ /s)	46.63
工程入库流量 (m ³ /s)	70
工程出库流量 (m ³ /s)	27
规划水质目标	II
水库水量 (万 m ³ /a)	114400
工程入库水量 (万 m ³ /a)	220752
水库水体更新率 (次/a)	1.93
入库 COD 浓度 (mg/L)	4.00
入库氨氮浓度 (mg/L)	0.04
西江引水前 COD 浓度 (mg/L)	11

水库	鹤地水库
西江引水前氨氮浓度 (mg/L)	0.02
西江引水后 COD 浓度 (mg/L)	6.39
规划水平年 COD 水质标准 (mg/L)	15
西江引水后氨氮浓度 (mg/L)	0.03
规划水平年氨氮水质标准 (mg/L)	0.50

②富营养化

根据《地表水环境质量评价办法（试行）》（环办[2011]22 号），选取总磷和总氮两个指标对各鹤地水库的富营养化程度进行预测分析。湖泊（水库）营养状态评价标准及分级方法详见下表。

表5.3-9 湖泊（水库）营养状态评价标准及分级方法

营养状态分级	贫营养	中营养	富营养		
(TLI=营养状态指数)	(TLI(Σ) < 30)	(30 ≤ TLI(Σ) ≤ 50)	轻度富营养	中度富营养	重度富营养
			(50 < TLI(Σ) ≤ 60)	(60 < TLI(Σ) ≤ 70)	(TLI(Σ) > 70)

$$TLI(\Sigma) = \sum_{j=1}^m W_j \cdot TLI(j)$$

式中：TLI(Σ) 为综合营养状态指数；

W_j 为第 j 种参数的营养状态指数相关权重；

$TLI(j)$ 代表第 j 种参数的营养状态指数。

总磷和总氮的权重指数分别为 0.512 和 0.488，总磷和总氮的营养状态指数采取下式计算：

$$TLI(TP) = 10 (9.436 + 1.624 \ln(TP))$$

$$TLI(TN) = 10 (5.453 + 1.694 \ln(TN))$$

鹤地水库的总磷和总氮浓度根据混合模式进行预测，西江引水前的水库总磷和总氮浓度，采用现状监测最小值与规划水质目标浓度的较优值，详见下表。西江来水水质浓度，采用地心取水口现状监测最小值与规划水质目标浓度的较优值，因此，西江来水水源总磷和总氮浓度分别为 0.020mg/L、1.59mg/L。

表5.3-10 西江引水前调蓄水库总磷和总氮浓度

调蓄水库	水质目标	总磷 (mg/L)			总氮 (mg/L)		
		标准限值	现状监测最小值	调水前水库水质浓度	标准限值	现状监测最小值	调水前水库水质浓度
鹤地水库	II类	0.025	0.01	0.01	0.5	1.14	0.5

预测结果表明,工程实施后,鹤地水库总磷浓度为 0.015mg/L,总氮浓度为 1.01mg/L,鹤地水库总磷浓度均能达到水库 II 类水质目标,但总氮浓度不能达到水库 II 类水质目标。总体上,西江引水后鹤地水库的营养状态等级为中营养。

表5.3-11 鹤地水库总磷和总氮浓度预测情况

水库名称	鹤地水库
总库容 (亿 m ³)	11.44
兴利库容 (亿 m ³)	4.99 (实际 3.81)
入库流量 (m ³ /s)	70
出库流量 (m ³ /s)	27
规划水质目标	II
水库水量 (万 m ³ /a)	114400
入库水量 (万 m ³ /a)	220752
水库水体更新率 (次/a)	1.93
入库总磷浓度 (mg/L)	0.017
入库总氮浓度 (mg/L)	1.28
西江引水前总磷浓度 (mg/L)	0.010
西江引水前总氮浓度 (mg/L)	0.50
西江引水后总磷浓度 (mg/L)	0.015
西江引水后总氮浓度 (mg/L)	1.01
西江引水后综合 TLI	40.00
西江引水后综合营养状态指数	中营养

2) 九洲江

西江来水水质较好,引水入鹤地水库后,鹤地水库水质得到改善,在九洲江流域周边污染源不变的情况下,工程不会对九洲江的水环境产生不利影响。

(2) 对南渡河的水质影响

本次采用均匀混合模型分析预测运行期南渡河的水质状况，公式表示如下：

$$C = \frac{QC_h + Q_p C_p}{Q + Q_p}$$

式中，

C ：调水后河流均匀混合后的污染物浓度，mg/L

C_h ：河流污染物浓度，mg/L

C_p ：调入水的污染物浓度，mg/L

Q ：河流来水量，m³/s

Q_p ：调入水量，m³/s

南渡河多年平均来水流量为 23.52m³/s，污染物浓度采用 2025 年常规监测数值。本工程西运河至南渡河的引水流量 13 m³/s，西运河污染物浓度采用本次环评补充监测的结果。由于南渡河补水点位于上游，取水位置位于下游河口附近，大部分河段受益于补水工程，流量增多。因此，本次预测主要考虑补水后的水质变化情况。南渡河泵站受取水位置已接近河口，影响的范围很小，且取水后水量仅降低约 3.8%，影响不大，故不再对取水后的水质进行预测分析。此外，南渡河还是退水接纳河流，为直观体现工程引水的影响，此处水质预测暂不考虑退水影响；退水对南渡河的水质影响见 5.3.3.2 章节。

因此，不考虑退水情况下，工程后南渡河 COD 浓度为 11.78mg/L，氨氮浓度为 0.33mg/L，总磷浓度为 0.09mg/L，可达到其水质目标。由于西运河来水水质优于南渡河，因此，工程引水后，可在一定程度上改善南渡河水质。

表5.3-12 南渡河引水后的水质预测结果

项目	流量 (m ³ /s)	COD (mg/L)	氨氮 (mg/L)	总磷 (mg/L)
南渡河 (引水前)	23.52	15.53	0.26	0.10
西运河来水	13	5	0.46	0.08
南渡河 (引水后)	36.52	11.78	0.33	0.09
南渡河水质目标 (Ⅲ类)	/	20	1.0	0.2

(3) 对龙门河的水质影响

本工程雷西南片区以环北湛江分干线作为核心输水主干线，引鹤地水库水源输送至

龙门水库，龙门水库下泄径流汇入龙门河。本灌区主要取水水源水质条件优良，在龙门河周边污染源不变的情况下，本工程实施及运行不会对龙门河水体水质造成不利影响。

（4）对其他调蓄水库的水质影响

① 在线水库和充蓄水库

在线水库和充蓄水库分别串联和并联在输水干线上，接收输水干线的补水，在本工程主水源水质良好且库区周边污染源不变的情况下，工程建设不会对在线水库和充蓄水库水质产生不利影响。

② 补偿调节水库

根据调度，补偿调节水库与输水干线之间无补水关系，无水力联系。因此，不会对水库水质产生不利影响。

5.3.3.2 对退水受纳水体水质的影响分析

（1）预测模型

本次退水预测，将各受纳水体分别概化为一个水体单元，灌区退水进入受纳水体后，采用均匀混合模型分析预测受纳水体水质状况。

（2）预测结果

本次受纳水体水质预测选取退水量较大、居中、较小的三条河流作为典型代表进行预测，同时结合获取的基础资料情况，选取南渡河、龙门河、花桥水进行退水水质预测。

南渡河现状水质数据采用 2025 年常规监测数值，龙门河及花桥水水质现状采用本次环评补充监测的数值。退水水质污染物浓度参照《海南省牛路岭灌区工程环境影响报告书》中的取值，COD 为 54.67mg/L，总磷为 0.86mg/L。《海南省牛路岭灌区工程环境影响报告书》（2022 年）在海南大学编制的《海南省农业污染调查及防治对策研究》长期对海南农业面源的调查和实验得出的数据基础上（COD 浓度 68.34 mg/L，总磷浓度 1.07 mg/L），依据今后灌区科学使用化肥的政策趋势和削减要求，将灌溉退水污染物浓度在实测数据基础上消减 20%作为预测值。雷州半岛与海南省隔琼州海峡相望，两地同属于热带季风气候，气候、降雨条件相似，两地依托热带光热资源，主导经济作物、粮食作物品类、耕作制度高度重复，经济作物均以甘蔗、香蕉、芒果、菠萝、火龙果、荔枝、龙眼、橡胶等为主，粮食作物以早稻、晚稻双季稻为主；耕作模式相似，水田双季稻+旱地多年生热带果园/甘蔗轮作、冬春反季节蔬菜连作，普遍高密度种植、周年连

续耕作，复种指数高；灌排体系相似，灌区供水以中小型水库、山塘、渠道引水为主，辅以浅层地下水井灌；甘蔗、香蕉、果蔬均采用大水漫灌为主，局部微喷、滴灌为辅；农田灌溉尾水（退水）经田间毛沟→支沟→主干排渠排入附近河流；使用的化肥均以尿素、复合肥、过磷酸钙等为主。此外，广东省和湛江市也一直在推进化肥农药减量增效工作，根据《湛江市农业农村局关于 2025 年生态环境保护履职情况的专题报告》，2025 年湛江市的化肥、农药用量已经实现负增长。因此，本工程灌溉退水水质参照海南灌区的退水水质是合理的。

根据以上资料，对选取的河流进行退水水质影响预测，预测结果见表 5.3-13。根据预测结果，受纳水体接收灌区退水后，水质有一定的变差，南渡河、龙门河、花桥水的 COD 浓度增加幅度分别为 1.0%、5.8%、3.1%，总磷浓度增加幅度分别为 3.1%、8.5%、5.0%。但由于退水水量较小，对河流水质的影响有限，南渡河、龙门河、花桥水接收退水后，水质维持Ⅲ类标准，灌区退水不会改变受纳水体的水质类别。

表5.3-13 受纳水体退水水质影响预测结果

受纳河流	河道水量 m ³ /s	退水量 m ³ /s	河道污染物浓度 mg/L		退水污染物浓度 mg/L		混合后浓度 mg/L		退水后增加幅度	
			COD	总磷	COD	总磷	COD	总磷	COD	总磷
南渡河	23.52	0.10	15.53	0.10	54.67	0.86	15.69	0.10	1.0%	3.1%
龙门河	4.01	0.04	8	0.09	54.67	0.86	8.46	0.10	5.8%	8.5%
花桥水	3.50	0.01	5	0.05	54.67	0.86	5.15	0.05	3.1%	5.0%
Ⅲ类标准值			20	0.2	20	0.2	20	0.2		

5.3.3.3 管理区生活污水影响分析

运行期生活污水主要来源于管理区工作人员。本工程在市区设有总调度中心、后方基地 2 个管理区，在 40 个泵站内各设 1 个管理区，各个管理区管理人员人数约为 2~90 人。根据估算，各管理区生活污水产生量约为 0.52~23.4m³/d。

位于市区的管理区，生活污水排入市政污水管网；无污水管网的管理区，生活污水采用化粪池处理，再定期由槽车运送至生活污水处理厂处理。因此，不会对水环境产生影响。

5.4 地下水环境影响预测与评价

5.4.1 施工期地下水环境影响分析

5.4.1.1 施工期地下水水位影响

本工程主要建筑物为沿线的管道、渠道等，不涉及地下工程。根据主体水文地质勘察情况，雷北片区钻孔地下水位埋深 0.0m~28.0m，地下水位高程为-9.8m~119.5m；雷西南片区钻孔地下水位埋深 0.0m~27.6m，地下水位高程为-0.4m~124.4m；雷东南片区钻孔地下水位埋深 0.0m~24.8m，地下水位高程为-4.9m~129.9m。

本工程渠道施工以放坡开挖方式为主，管道以埋管、明挖施工为主，仅部分穿越高速公路、国道、省道等特殊地段采用顶管施工。工程沿线部分区域地下水位埋深较浅，工程管道、渠道开挖时，可能会揭露含水层，引起开挖区域局部的地下水位波动。由于管道、渠道施工为分段施工，施工开挖时间短，扰动面小，开挖深度较浅，基本不会改变地下水的径流流向以及地下水位，而且管线、渠线经过区域没有涉及地下水水源保护区等敏感地区，管道及渠道开挖施工基本不会对地下水位造成影响，对于局部埋深较浅的区域，施工开挖时应做好排水措施。

5.4.1.2 施工期地下水水质影响

正常情况下，工程对地下水的污染主要是由于施工污水排放后，污染物迁移穿过包气带进入含水层造成。本工程施工期间产生的砂石料加工系统废水、混凝土拌和系统废水、机修含油废水等施工生产废水和施工生活污水，均采用了相应的污水处理措施，处理后的清水优先回用于场区内施工生产用水或洒扫用水等，工程施工对区域地下水环境质量基本不产生影响。

5.4.2 运行期地下水环境影响分析

5.4.2.1 运行期地下水水位影响

本工程新增灌溉面积 162 万亩，工程建成后灌溉引水量增加，下渗补给地下水量也相应增加，进而引起地下水水位上升。

受灌溉直接影响的地下水主要是浅部的潜水，由于入渗补给地下水量的增加将导致

区域内潜水水位的抬升，使区域地下水位发生变化。灌溉补给条件下，由于灌溉回归水补给量小于降雨补给量，因此地下水位抬升较小，在非灌溉季节，由于没有补给源，土壤含水率逐渐减小；灌溉季节，土壤含水率增加较快，由于灌溉期较长，土壤含水率也逐渐上升。当降雨和灌溉同时作用时，两补给源的叠加使得地下水位抬升较大，但由于雷州半岛灌区降雨量补给占优，因此地下水位和土壤含水率的变化主要受降雨的影响。

湛江市地下水超采问题较为严重，本工程实施后，可进一步提高雷州半岛灌区的地表水资源，减少地下水的开采，从而改善雷州半岛地下水超采状况。此外，部分灌溉回归水渗入地下，一定程度上增加地下水资源量。类比海南红岭灌区，灌溉回归水渗入地下，灌区水位抬升值约为 0.1-0.3m，可轻微改善湛江市地下水超采问题。

5.4.2.2 运行期地下水水质影响

工程运行后，各灌区采用的灌溉水源水质在Ⅱ~Ⅲ类之间，灌溉引水不会对地下水水质产生影响，但灌溉回归水水质可能会受农业生产的影响，农药、化肥等随回归水进入地下水系统带来不利影响，其影响程度与灌溉用水量、农药化肥施用水平及水土流失情况等有关。运行期灌区的地下水水质最有可能受影响的地下水类型为孔隙潜水。灌区灌溉期，由于农药和化肥的使用，使田间水溶解了大量的 COD 和氨氮等化学物质，土壤对这些化学成分有较强的吸附能力，包气带中的硝化、反硝化作用较为强烈，加之灌区灌溉时间短、排水快，这些化学成分进入地下水含水层的量一般很少，且在地下水中的存留时间也较短。部分化学物质随着田间回归水排入地表径流，部分附着在土壤颗粒上被农作物吸收，仅有一小部分入渗进入地下水，对灌区范围内的地下水造成不良影响。落实到灌区实际情况，本灌区土层相对较厚，区域包气带有一定的防污能力，加之地表水在下渗的过程中，经过灌区土壤的过滤、降解和农作物吸附吸收后，水体中污染物基本被留在表层土壤中，此外，广东省和湛江市也一直在推进化肥农药减量增效工作，根据《湛江市农业农村局关于 2025 年生态环境保护履职情况的专题报告》，2025 年湛江市的化肥、农药用量已经实现负增长，因此至规划水平年，灌区的化肥、农药用量将比现状明显降低，渗入地下水系统的污染物质也将减少，对地下水水质的影响较小。

5.5 大气环境影响预测与评价

5.5.1 施工期大气环境影响分析

本工程建设对环境空气的影响仅限于施工期，施工期环境空气污染源主要为砂石料加工系统粉尘、混凝土拌和系统粉尘、施工作业面粉尘、爆破废气、交通运输扬尘、施工机械及运输车辆废气，主要污染物为 TSP 等。

5.5.1.1 施工作业面粉尘

施工作业面粉尘主要来源于工程土石方开挖、填筑等施工活动，本工程为灌区工程，管线及渠线长、建筑物分散，土石方开挖量大且面广，其产生的主要污染物粉尘量与作业强度、现场开阔及气候条件密切相关。根据化州市灌区改造项目类比的同类项目施工现场及周围粉尘的监测结果，在施工现场场界，TSP 浓度贡献值在 $1.259\sim 2.308\text{mg}/\text{m}^3$ 之间，平均为 $1.784\text{mg}/\text{m}^3$ ；在离施工场界下风向 30m 处，TSP 浓度贡献值在 $0.544\sim 0.670\text{mg}/\text{m}^3$ 之间，平均为 $0.607\text{mg}/\text{m}^3$ ；超过了《环境空气质量标准》(GB3095-2026) 二级标准浓度限值 ($0.3\text{ mg}/\text{m}^3$)。距施工现场不同距离处空气中 TSP 浓度值见下图。

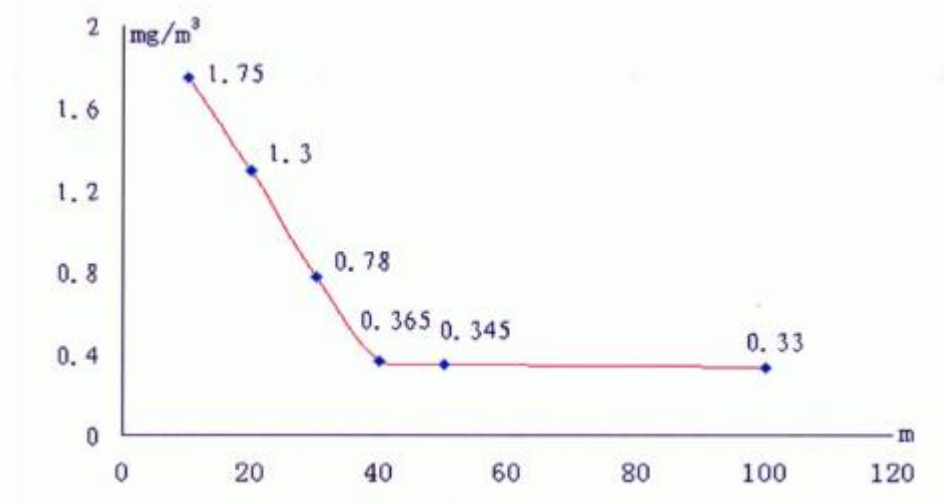


图5.5-1 距施工场地不同距离出空气中 TSP 浓度值

从上图可知，施工场地周边地区 TSP 浓度值在 40m 范围内呈明显下降趋势，50m 范围之外 TSP 浓度值变化基本稳定，略超过《环境空气质量标准》(GB3095-2026) 二级标准浓度限值。在采取洒水降尘等措施后，可使空气中的粉尘量减少 75% 以上，距施工场界 30m 外的 TSP 浓度值可达到《环境空气质量标准》(GB3095-2026) 二级标准浓度限

值要求。

本工程为灌区工程，管线、渠线长，管线、渠线周边均有居民点分布，在采取洒水降尘等措施后，施工场区 30m 外区域的 TSP 可满足《环境空气质量标准》(GB3095-2026) 二级标准要求；部分居民点分布在管线、渠线两侧 30m 范围内，或紧邻管线、渠线，施工期施工作业面粉尘会对管线、渠线两侧距离较近的居民点有一定的影响，根据管线及输水明渠施工的特点，单个敏感点段施工时间短，因此，对管线、渠线两侧评价范围内的环境空气敏感点虽然有影响，但是影响时间有限，采取洒水降尘等措施后影响不大，且这些影响会随着施工期结束而消失。

5.5.1.2 砂石料加工系统粉尘

根据施工总布置规划，本工程规划设置 2 处砂石料加工系统，砂石料加工系统在对骨料进行破碎、筛分等过程会产生粉尘，本工程拟采用湿法加工，砂石料加工系统粉尘粒径较大，易于沉降，污染范围有限。本工程 2 处砂石料加工系统周边 200m 范围内均无居民点分布，砂石料加工系统粉尘主要影响施工场区内的现场施工人员。

参考《逸散性工业粉尘控制技术》，砂和砾石破碎、筛选粉尘产生系数为 0.05kg/t，本工程每套砂石料加工系统设计生产能力均为 200t/h，则粉尘产生量均为 10kg/h。为降低砂石料加工系统粉尘对施工场区的影响，系统应安装除尘设备，并辅以洒水降尘等措施，在采取湿法加工、设置布袋除尘（风量 1500 m³/h）等措施后，除尘效率可达 99.7% 以上，则每套砂石料加工系统粉尘排放量约 0.03kg/h，排放浓度约 20mg/m³，满足广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）表 2 中第二时段二级排放限值要求。

5.5.1.3 混凝土拌和系统粉尘

根据施工总布置规划，本工程规划在 40 个泵站施工场区内各设置 1 处混凝土拌和系统（其中南渡河泵站设置 2 套），混凝土搅拌机运行时，水泥、粉煤灰等粉状物料可能从进料口或卸料口溢出，混凝土生产系统规模均不大，粉尘影响范围有限。40 个泵站施工场区中，雷北的主运河泵站、浦洋水轮泵站、罗笛涌泵站、坡头泵站、东坡泵站、和尾泵站、架岭泵站、石埠泵站以及雷东南的风桥水库扩灌泵站施工工区周边 200m 范围内分布有居民点，居民点距离泵站施工工区在 10m~145m 之间。混凝土拌和系统粉尘可能对施工工区周边的居民点以及施工现场的施工人員有一定的影响。

参考《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》3021 水泥制品制造行业中混凝土制品——物料混合搅拌粉尘产生系数为 0.13kg/t，混凝土密度按 2.4t/m³计算，经估算，0.75m³混凝土拌和系统粉尘产生量为 6.24kg/h，1.0m³混凝土拌和系统粉尘产生量为 12.48kg/h，1.5m³混凝土拌和系统粉尘产生量为 18.72kg/h。为降低混凝土拌和系统粉尘对周边居民点及施工场区的影响，系统破碎及筛分工段应位于密闭生产车间内，产生的粉尘经集气罩+布袋除尘器（风量 2000 m³/h）+15m 高排气筒排放，粉尘排放浓度及排放速率均可满足广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）表 2 中第二时段二级排放限值要求。

5.5.1.4 交通运输扬尘

根据施工组织设计，本工程运输土石料、弃渣以及其他材料等主要以 8~15t 自卸汽车为主。施工过程中，运输车辆行驶将给运输道路沿线两侧带来扬尘污染，交通运输扬尘为线源污染，扬尘在道路两侧扩散，最大起尘浓度出现在道路两侧，随离散距离的增加浓度逐渐降低。一般情况下，车辆行驶产生的扬尘，在同样路面清洁程度条件下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速情况下，路面越脏扬尘量越大。本工程渠线、管线长，采用分段施工，每段施工时间相对较短，不利影响的范围和时间有限，随着施工结束交通运输扬尘也随之消失。根据现场查勘，本工程施工道路沿线地形开阔，可通过限制车速、路面洒水、保持路面整洁等措施，减轻交通运输扬尘的不利影响。且工程区环境空气本底状况良好，在采取有关降尘抑尘措施后，施工交通扬尘污染对周围环境影响较小。

5.5.1.5 爆破废气

本工程雷北片区部分泵站在开挖前需进行爆破，爆破过程中将产生一定量的粉尘（TSP）、NO_x、CO 等污染物，属于瞬时污染源。爆破位置主要是在雷北片区泵站区内，爆破面小，爆破场区地形开阔，爆破污染物能够很快扩散，再加上施工爆破的间断性和施工时间的有限性，爆破废气对周围大气环境的影响不大。

5.5.1.6 施工机械及运输车辆废气

工程施工需要使用大量的燃油机械和车辆，在使用过程中会产生 SO₂、NO_x 等废气。

施工过程中，燃油废气产生量与耗油量及机械设备状况有关。由于本工程施工点比较分散，施工场区呈线性分布，单位长度范围内机械数量不多，且排放高度有限，影响范围仅限于本项目施工场区及其邻近区域，具有污染范围小、影响比较分散、影响时间短的特点。燃油废气属于无组织间歇排放，废气经稀释扩散后，对周边环境空气不会产生明显影响。因此，燃油废气对工程涉及区域空气环境质量总体影响不大。

5.5.2 运行期大气环境影响分析

本项目为灌区工程，工程建成后运营期不产生大气污染物，基本不会对环境空气产生影响。

5.6 声环境影响预测与评价

5.6.1 施工期声环境影响预测

施工期噪声源主要来自于施工爆破噪声、施工机械作业噪声、砂石料加工系统噪声、混凝土拌和系统噪声以及交通运输噪声等。

5.6.1.1 噪声源

(1) 施工爆破噪声

本工程雷北片区部分泵站在开挖前需进行爆破，将产生爆破噪声，爆破噪声具有间歇性，影响时间较短。根据《环境影响评价技术手册 水利水电工程》（邹家祥 主编）中三峡施工区爆破噪声的监测资料，在单孔炸药量 140~190kg，总装药量 11900kg~41400kg 的条件下，爆破正前方 500~600m 的爆破噪声为 120~130dB(A)，侧向 140~200m 的爆破噪声为 108dB~116dB(A)。施工爆破噪声源强较大，但爆破噪声为瞬间点声源，爆破过后影响很快会消失。

(2) 施工机械作业噪声

施工机械作业噪声主要来自于工程开挖、填筑等施工活动。噪声源主要来自于土石方及基础处理机械设备、混凝土设备等工作噪声。根据《环境影响评价技术手册 水利水电工程》（邹家祥 主编）、《环境影响评价技术导则 公路建设项目》（HJ 1358-2024），各机械作业噪声源强在 80dB(A)~103dB(A)之间。

(3) 砂石料加工系统噪声

砂石料加工系统噪声主要来源于破碎机、棒磨机、振动筛、脱水筛、洗砂机以及各种泵等，根据《水电工程环境影响评价规范》(NB/T10347-2019)，砂石料加工系统噪声级一般为 100~113 dB(A)。

(4) 混凝土拌和系统噪声

混凝土拌和系统噪声主要来源于混凝土拌和楼的拌和作业，骨料制冷、冲洗、脱水、运输等过程也将产生一定强度的噪声。根据《水电工程环境影响评价规范》(NB/T10347-2019)，混凝土拌和系统噪声级一般为 88~95dB(A)。

(5) 交通噪声

施工道路主要来往车辆为载重量 8t~15t 级自卸汽车，道路施工以及车辆运输会产生噪声影响。交通噪声声源呈线形分布，属流动声源，源强与行车速度和车流量密切相关。根据《水电工程环境影响评价规范》(NB/T10347-2019)，车辆在 50km/h 迅速行进时，轻型、中型、重型载重汽车噪声源强一般在 82~93dB(A)之间。

5.6.1.2 噪声预测

(1) 噪声预测方法

施工期各种机械设备可视为噪声点声源。采用点声源的几何发散衰减公式计算不同范围内的噪声强度，预测噪声值。

机械噪声源迭加采用下式计算：

式中： L_n ——施工区总噪声强度；

L_i ——各产生噪声的施工机械噪声强度。

点源扩散衰减采用半球扩散模型计算，见下式：

式中： $L(r)$ ——距声源 r 处的声压级；

$L(r_0)$ ——距声源 r_0 处的声压级。

(2) 噪声预测结果

1) 施工机械作业噪声

施工机械作业噪声主要来自于工程开挖、填筑等施工活动。噪声源主要是挖掘机、推土机、手风钻、压路机、振捣器、砼搅拌车等机械运行噪声，各施工机械作业噪声源强在 80dB(A)~103dB(A)之间，考虑各主要机械同时运行的噪声叠加影响，依据噪声衰减公式和源强叠加公式计算，各类施工机械噪声影响范围预测值见下表。

表5.6-1 本工程主要施工机械噪声衰减预测值（单位 dB(A)）

序号	名称	源强	预测值								
		5m	10m	20m	40m	80m	100m	150m	200m	500m	1000m
1	挖掘机	80	74	68	62	56	54	50	48	40	34
2	推土机	83	77	71	65	59	57	53	51	43	37
3	自卸汽车	82	76	70	64	58	56	52	50	42	36
4	手风钻机	83	77	71	65	59	57	53	51	43	37
5	蛙式打机	80	74	68	62	56	54	50	48	40	34
6	压路机	80	74	68	62	56	54	50	48	40	34
7	振捣器	80	74	68	62	56	54	50	48	40	34
8	砼搅拌车	85	79	73	67	61	59	55	53	45	39
	总声压级	91	85	79	73	67	65	62	59	51	45

根据表 5.6-1，主体工程施工在距声源 55m 和 300m 处，分别达到《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）规定的昼间 70dB（A）和夜间 55dB（A）的标准。本工程渠道、管道两侧 200m 范围内分布有居民点，部分居民点甚至紧邻管道和渠道，在没有采取任何噪声污染防治措施情况下，工程 200 m 范围内施工场界无法满足夜间排放标准，55m 范围内施工场界无法满足昼间排放标准，需禁止夜间施工，同时考虑对施工噪声源采取隔声降噪等措施，减缓施工机械作业噪声对工程周边居民点的影响。

2) 大临工程噪声

大临工程包括砂石料加工系统、混凝土拌和系统等，不采取任何噪声污染防治措施情况下，施工期间主要噪声源随距离的衰减变化情况下表。

表5.6-2 大临工程噪声随距离衰减变化情况（单位 dB(A)）

序号	名称	源强	预测值								
		1m	5m	10m	20m	40m	80m	100m	150m	200m	600m
1	砂石料加工系统	100	86	80	74	68	62	60	56	54	44
2	混凝土拌和系统	88	74	68	62	56	50	48	44	42	32

根据表 5.6-2，在没有采取任何噪声污染防治措施情况下，砂石料加工系统在距离噪声源 170m、95m 时可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）1

类、2类标准中昼间排放标准；在距离噪声源 535m、300m 时可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 1类、2类标准中夜间排放标准。混凝土拌和系统在距离噪声源 45m、25m 时可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 1类、2类标准中昼间排放标准；在距离噪声源 135m、75m 时可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 1类、2类标准中夜间排放标准。

本工程设有 2 处砂石料加工系统，2 处砂石料加工系统周边 200m 范围内均没有村庄等敏感点，雷北砂石料加工系统距离最近的敏感点是系统东南侧约 290m 处的坑尾村，雷东南砂石料加工系统距离最近的敏感点是系统东南侧约 720m 处的公树村。本工程在各泵站各设一个混凝土拌和系统，泵站施工工区 200m 范围内分布有村庄等敏感点，距离泵站工区 10m~200m 不等。因此，砂石料加工系统和混凝土拌和系统夜间施工，厂界噪声无法满足相应排放标准要求，需禁止夜间施工作业，同时需考虑对施工噪声源尤其是泵站施工工区采取隔声降噪措施，降低昼间施工噪声对周边声敏感点的影响。

5.6.1.3 声环境敏感点分析

根据调查，本工程管线、渠线及施工布置周边 200m 范围内主要声环境敏感点有 134 处，可能会受到施工作业面施工机械作业噪声、混凝土拌和系统噪声等影响，对各敏感点噪声预测结果见表 5.6-3。

考虑夜间不施工，主要为昼间施工对敏感点的影响，根据表 5.6-3 预测结果可知，本项目为线性工程，沿线敏感点数量较多，且大部分敏感点紧邻工程两侧，距离较近，对于本项目施工噪声，若不采取有效防治措施，只考虑施工噪声源排放噪声随距离衰减影响，而且不考虑其它衰减影响(例如树木、房屋及其它构筑物隔声等)的情况下，与本工程距离较近的敏感点声环境均会出现不同程度的超标，最大超标量为 14 dB(A)。因此，需考虑对施工噪声源采取隔声降噪措施，建议在距离村庄附近的工程段设置移动隔声屏障，隔声屏障可采用 PVC 材料，中间放置吸声材料，声障反复利用。同时采取禁止夜间施工、避免高噪声设备同时作业、控制噪声设备远离施工边界等措施可进一步减缓施工噪声对周边敏感点的影响。

本项目施工期在采取上述治理及控制措施后，各类机械设备的施工噪声能从影响程度、影响时间及影响强度等方面得以一定程度的削减，由于施工作业难以做到全封闭施工，因此本项目的建设施工仍将对周围环境造成一定的不利影响，但噪声属无残留污染，

施工结束噪声污染也随之结束，周围声环境即可恢复至现状水平。因此建设单位和施工单位应对施工期的噪声污染防治引起重视，落实控制措施，尽可能将该影响控制在最低水平。

表5.6-3 大临工程噪声随距离衰减变化情况（单位 dB(A)）

序号	敏感点名称	保护对象	相对本项目距离(m)	噪声源强	噪声贡献值	噪声现状值	噪声预测值	噪声标准值	超标情况
雷北片区									
1	起点幼儿园	学校	10	89	69.0	52	69.1	60	9
2	良塘村	村庄	10	89	69.0	43	69.0	55	14
3	黄坭塘村	村庄	10	89	69.0	43	69.0	55	14
4	上县村	居民区	10	89	69.0	52	69.1	60	9
5	那良村	居民区	10	89	69.0	52	69.1	60	9
6	罗笛埗村	村庄	10	89	69.0	43	69.0	55	14
7	黄垌树	村庄	60	89	53.4	45	54.0	55	达标
8	后背岭	村庄	45	89	55.9	45	56.3	55	1
9	马蹄埗村	村庄	10	89	69.0	45	69.0	55	14
10	白塘小学	学校	40	89	57.0	45	57.2	55	2
11	方塘	村庄	10	89	69.0	45	69.0	55	14
12	大垌村	村庄	10	89	69.0	49	69.0	55	14
13	绿水村	村庄	10	89	69.0	49	69.0	55	14
14	股底村	村庄	10	89	69.0	49	69.0	55	14
15	下村	村庄	15	89	65.5	49	65.6	55	11
16	下岭	村庄	10	89	69.0	49	69.0	55	14
17	五合村	村庄	10	89	69.0	49	69.0	55	14
18	塘博村	村庄	10	89	69.0	49	69.0	55	14
19	树地坡村	居民区	10	89	69.0	48	69.0	60	9
20	新民中学	学校	160	89	44.9	42	46.7	55	达标
21	下村仔	村庄	10	89	69.0	42	69.0	55	14
22	牛其洋	村庄	10	89	69.0	42	69.0	55	14
23	黄泥坑	村庄	10	89	69.0	42	69.0	55	14
24	白水小学	学校	70	89	52.1	49	53.8	60	达标
25	书房仔	村庄	10	89	69.0	46	69.0	55	14
26	光豪小学	学校	155	89	45.2	50	51.2	55	达标
27	坭洋村	村庄	100	89	49.0	50	52.5	55	达标
28	北合村	居民区	10	89	69.0	50	69.1	60	9
29	六格新	村庄	25	89	61.0	42	61.1	55	6
30	向阳卫生站	医院	50	89	55.0	51	56.5	60	达标
31	南圩村	村庄	40	89	57.0	42	57.1	55	2

序号	敏感点名称	保护对象	相对本项目距离(m)	噪声源强	噪声贡献值	噪声现状值	噪声预测值	噪声标准值	超标情况
32	山高棚	村庄	10	89	69.0	47	69.0	55	14
33	山内村	村庄	10	89	69.0	47	69.0	55	14
34	安塘村	村庄	10	89	69.0	47	69.0	55	14
35	东方红	村庄	10	89	69.0	47	69.0	55	14
36	新龙村	村庄	10	89	69.0	47	69.0	55	14
37	沙泥村	村庄	10	89	69.0	47	69.0	55	14
38	调塾村	村庄	10	89	69.0	47	69.0	55	14
39	新兴村	村庄	10	89	69.0	47	69.0	55	14
40	外坡村	村庄	10	89	69.0	47	69.0	55	14
41	龙眼村	村庄	20	89	63.0	48	63.1	55	8
42	新建村	村庄	180	89	43.9	48	49.4	55	达标
43	北坡镇区	居民区	160	89	44.9	49	50.4	60	达标
44	坡田尾	村庄	10	89	69.0	48	69.0	55	14
45	新港村	居民区	10	89	69.0	49	69.0	60	9
46	湖仔村	村庄	10	89	69.0	41	69.0	55	14
47	吴排村	村庄	40	89	57.0	41	57.1	55	2
48	上坡村	村庄	10	89	69.0	41	69.0	55	14
49	东边塘	村庄	10	89	69.0	41	69.0	55	14
50	下坑	村庄	10	89	69.0	39	69.0	55	14
51	崩溪村	村庄	10	89	69.0	39	69.0	55	14
52	潭葛村	村庄	10	89	69.0	36	69.0	55	14
53	迈哉小学	学校	10	89	69.0	52	69.1	60	9
54	后坑村	村庄	25	89	61.0	50	61.4	55	6
55	乌塘村	村庄	10	89	69.0	50	69.1	55	14
56	调浪村	村庄	10	89	69.0	50	69.1	55	14
57	谭体村	村庄	10	89	69.0	50	69.1	55	14
58	新坡仔	村庄	10	89	69.0	50	69.1	55	14
59	黄机塘	村庄	80	89	50.9	50	53.5	55	达标
60	迈港村	村庄	20	89	63.0	50	63.2	55	8
61	东坑村	居民区	10	89	69.0	56	69.2	60	9
62	草黎村	村庄	70	89	52.1	49	53.8	55	达标
63	后湖队	村庄	10	74	54.0	47	54.8	55	达标
64	合流村	居民区	140	74	31.1	50	50.1	60	达标
65	边村仔	居民区	22	74	47.2	42	48.3	60	达标
66	谷部	村庄	75	74	36.5	43	43.9	55	达标
67	马猫村	村庄	70	74	37.1	42	43.2	55	达标
68	鸡有屋	居民区	100	74	34.0	49	49.1	55	达标
69	太平镇区	居民区	190	74	28.4	52	52.0	60	达标

序号	敏感点名称	保护对象	相对本项目距离(m)	噪声源强	噪声贡献值	噪声现状值	噪声预测值	噪声标准值	超标情况
70	高上村	居民区	75	74	36.5	52	52.1	60	达标
71	慈仔圩	居民区	50	74	40.0	49	49.5	60	达标
72	急水仔	居民区	25	74	46.0	48	50.1	60	达标
73	周义	村庄	145	74	30.8	36	37.1	55	达标
74	石埠塘	村庄	10	74	54.0	36	54.1	55	达标
75	金村	村庄	90	89	49.9	42	50.6	55	达标
雷西南片区									
1	新兴村	村庄	45	89	55.9	47	56.5	55	1
2	加乐园村	村庄	10	89	69.0	47	69.0	55	14
3	长乐村	村庄	45	89	55.9	47	56.5	55	1
4	坡塘新村	村庄	75	89	51.5	44	52.2	55	达标
5	田丰村	村庄	65	89	52.7	42	53.1	55	达标
6	旋安村	村庄	10	89	69.0	42	69.0	55	14
7	北插村	村庄	10	89	69.0	44	69.0	55	14
8	迈老新村	村庄	80	89	50.9	42	51.5	55	达标
9	潭板村	村庄	10	89	69.0	47	69.0	55	14
10	官田	村庄	20	89	63.0	45	63.0	55	8
11	凌新村	村庄	35	89	58.1	45	58.3	55	3
12	英利镇区	居民区	120	89	47.4	48	50.7	60	达标
13	陈宅村	村庄	10	89	69.0	42	69.0	55	14
14	丰尧村	村庄	50	89	55.0	42	55.2	55	达标
15	鹅感村	村庄	40	89	57.0	45	57.2	55	2
16	格内村	村庄	30	89	59.5	45	59.6	55	5
17	那宛村	村庄	70	89	52.1	47	53.3	55	达标
18	锥仔村	村庄	145	89	45.8	47	49.4	55	达标
19	火炬农场	居民区	10	89	69.0	46	69.0	60	9
20	乌树村	村庄	10	89	69.0	50	69.1	55	14
21	谷家下村	村庄	180	74	28.9	42	42.2	55	达标
22	良垌村	村庄	130	74	31.7	42	42.4	55	达标
雷东南片区									
1	肖家村	村庄	30	89	59.5	51	60.0	60	达标
2	竹下村	村庄	10	89	69.0	51	69.1	55	14
3	仙脉村	村庄	10	89	69.0	51	69.1	55	14
4	山前村	村庄	130	89	46.7	51	52.4	55	达标
5	迈生村	村庄	60	89	53.4	46	54.2	55	达标
6	家里村	村庄	105	89	48.6	46	50.5	55	达标
7	题桥村	村庄	20	89	63.0	46	63.1	55	8
8	草朗村	村庄	10	89	69.0	46	69.0	55	14

序号	敏感点名称	保护对象	相对本项目距离(m)	噪声源强	噪声贡献值	噪声现状值	噪声预测值	噪声标准值	超标情况
9	林宅村	村庄	10	89	69.0	46	69.0	55	14
10	水尾村	村庄	10	89	69.0	46	69.0	55	14
11	禄切村	村庄	10	89	69.0	43	69.0	55	14
12	调风镇区	居民区	105	89	48.6	43	49.6	60	达标
13	课堂村	村庄	10	89	69.0	44	69.0	55	14
14	竹仔园村	村庄	60	89	53.4	47	54.3	55	达标
15	吴家村	村庄	10	89	69.0	47	69.0	55	14
16	下尾村	村庄	10	89	69.0	47	69.0	55	14
17	马坑村	村庄	10	89	69.0	46	69.0	55	14
18	迈斗村	村庄	65	89	52.7	46	53.6	55	达标
19	村前	村庄	10	89	69.0	46	69.0	55	14
20	程陆村	村庄	50	89	55.0	37	55.1	55	达标
21	梁村仔村	村庄	45	89	55.9	37	56.0	55	1
22	调晓村	村庄	40	89	57.0	37	57.0	55	2
23	和家村	村庄	180	89	43.9	37	44.7	55	达标
24	西尾村	村庄	110	89	48.2	37	48.5	55	达标
25	黄家村	村庄	60	89	53.4	37	53.5	55	达标
26	前山镇中心幼儿园	学校	10	89	69.0	47	69.0	60	9
27	塘仔尾村	村庄	10	89	69.0	47	69.0	55	14
28	高丰村	村庄	10	89	69.0	44	69.0	55	14
29	龙华幼儿园	学校	10	89	69.0	51	69.1	55	14
30	赤农村	村庄	10	89	69.0	47	69.0	55	14
31	龙塘第二中学	学校	30	89	59.5	46	59.6	60	达标
32	木棉村	村庄	10	89	69.0	46	69.0	55	14
33	冯塌村	村庄	10	89	69.0	46	69.0	55	14
34	那察村	村庄	10	89	69.0	46	69.0	55	14
35	仙桥村	村庄	10	89	69.0	44	69.0	55	14
36	风桥农场五队	村庄	10	74	54.0	47	54.8	55	达标
37	东渡村	村庄	100	89	49.0	46	50.8	55	达标

5.6.2 运行期噪声影响分析

本工程建有 40 座泵站，工程运行后噪声主要来源于各泵站内水泵等机械设备的运转噪声，主要集中在泵房内。根据《泵站设计标准》（GB 50265-2022），主泵房室外允许噪声标准不得大于 60dB(A)，本次主泵房室外源强噪声取 60 dB(A)。经计算，得出各泵站昼、夜间厂界噪声贡献值结果，及周边敏感点噪声预测值结果，见表 5.6-4。

根据表 5.6-4 预测结果可知,各泵站厂界噪声均达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)相应的昼间标准,但均超过夜间标准。

泵站外各声环境敏感点均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)相应标准,运行期泵站噪声对周边声环境敏感点影响较小。总体来说,各泵站的噪声影响主要是对泵站管理人员的影响,对厂界外的周边环境影响不大。

表5.6-4 运行期泵站噪声预测结果一览表(单位 dB(A))

序号	泵站名称	预测点		噪声源强	贡献值	现状值		预测值		标准值		达标情况
						昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
1	主运河泵站	敏感点	后湖队	60	31.1	47	40	47.1	40.5	55	45	达标
		厂界	东	60	54.0							夜间超标
			南	60	48.0							
			西	60	54.0							
			北	60	54.0							
2	南边洋泵站	敏感点	/							55	45	达标
		厂界	东	60	54.0							达标
			南	60	54.0							达标
			西	60	54.0							达标
			北	60	48.0							达标
3	罗马坛泵站	敏感点	/							55	45	达标
		厂界	东	60	54.0							夜间超标
			南	60	54.0							
			西	60	54.0							
			北	60	48.0							
4	东海河泵站	敏感点	/							55	45	/
		厂界	东	60	54.0							夜间超标
			南	60	48.0							
			西	60	54.0							
			北	60	54.0							
5	浦洋水轮泵站	敏感点	边村仔	60	37.1	42	40	43.2	41.8	60	50	达标
		厂界	东	60	54.0							夜间超标
			南	60	48.0							
			西	60	54.0							
			北	60	54.0							
6	黄铜岭泵站	敏感点	/							55	45	/
		厂界	东	60	54.0							夜间超标
			南	60	54.0							
			西	60	54.0							
			北	60	48.0							

序号	泵站名称	预测点		噪声源强	贡献值	现状值		预测值		标准值		达标情况
						昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
7	罗笛埗泵站	敏感点	谷部	60	44.4	43	33	46.8	44.7	55	45	达标
		厂界	东	60	54.0							夜间超标
			南	60	54.0							
			西	60	54.0							
			北	60	48.0							
8	马猫泵站	敏感点	/							55	45	/
		厂界	东	60	54.0							夜间超标
			南	60	48.0							
			西	60	54.0							
			北	60	54.0							
9	良垌泵站	敏感点	/							55	45	/
		厂界	东	60	54.0							夜间超标
			南	60	54.0							
			西	60	54.0							
			北	60	48.0							
10	四联水轮泵站	敏感点	/							55	45	
		厂界	东	60	54.0							夜间超标
			南	60	54.0							
			西	60	54.0							
			北	60	48.0							
11	坡头泵站	敏感点	/							55	45	
		厂界	东	60	54.0							夜间超标
			南	60	54.0							
			西	60	54.0							
			北	60	48.0							
12	太平泵站	敏感点	太平镇区	60	28.0	52	44	52.0	44.1	60	50	达标
		厂界	东	60	48.0							夜间超标
			南	60	54.0							
			西	60	54.0							
			北	60	54.0							
13	东坡泵站	敏感点	高上村	60	33.6	52	44	52.1	44.4	60	50	达标
		厂界	东	60	54.0							夜间超标
			南	60	54.0							
			西	60	54.0							
			北	60	48.0							
14	赖宅泵站	敏感点	/							55	45	/
		厂界	东	60	54.0							夜间超标
			南	60	54.0							

序号	泵站名称	预测点		噪声源强	贡献值	现状值		预测值		标准值		达标情况
						昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
			西	60	54.0							
			北	60	48.0							
15	和尾泵站	敏感点	慈仔圩	60	37.1	49	39	49.3	41.2	60	50	达标
		厂界	东	60	48.0							夜间超标
			南	60	54.0							
			西	60	54.0							
			北	60	54.0							
16	杨柑泵站	敏感点	/							55	45	/
		厂界	东	60	54.0							夜间超标
			南	60	54.0							
			西	60	54.0							
			北	60	48.0							
17	架岭泵站	敏感点	急水仔	60	40.9	48	40	48.8	43.5	60	50	达标
		厂界	东	60	48.0							夜间超标
			南	60	54.0							
			西	60	54.0							
			北	60	54.0							
18	港门泵站	敏感点	/							55	45	夜间超标
		厂界	东	60	54.0							
			南	60	54.0							
			西	60	54.0							
			北	60	48.0							
19	周义泵站	敏感点	周义	60	29.6	36	35	36.9	36.1	55	45	达标
		厂界	东	60	54.0							夜间超标
			南	60	48.0							
			西	60	54.0							
			北	60	54.0							
20	石埠泵站	敏感点	石埠塘	60	44.4	36	35	45.0	44.9	55	45	达标
		厂界	东	60	54.0							夜间超标
			南	60	54.0							
			西	60	54.0							
			北	60	48.0							
21	英龙仔泵站	敏感点	/							55	45	/
		厂界	东	60	54.0							夜间超标
			南	60	54.0							
			西	60	54.0							
			北	60	48.0							
22	林高泵站	敏感点	/							55	45	/
		厂界	东	60	54.0							夜间超

序号	泵站名称	预测点	噪声源强	贡献值	现状值		预测值		标准值		达标情况
					昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
		南	60	54.0							
			60	54.0							
			60	48.0							
23	西村泵站	敏感点	/						55	45	/
		厂界	东	60	54.0						夜间超标
			南	60	54.0						
			西	60	54.0						
			北	60	48.0						
24	崩溪泵站	敏感点	/						55	45	/
		厂界	东	60	54.0						夜间超标
			南	60	54.0						
			西	60	54.0						
			北	60	48.0						
25	龙东泵站	敏感点	谷家下村	60	28.0	42	39	42.2	55	45	达标
		厂界	东	60	48.0						夜间超标
			南	60	54.0						
			西	60	54.0						
			北	60	54.0						
26	龙门河泵站	敏感点	/						55	45	/
		厂界	东	60	54.0						夜间超标
			南	60	54.0						
			西	60	54.0						
			北	60	48.0						
27	龙门 A 片泵站	敏感点	/						55	45	/
		厂界	东	60	54.0						夜间超标
			南	60	54.0						
			西	60	54.0						
			北	60	48.0						
28	龙门 C 片泵站	敏感点	/						55	45	/
		厂界	东	60	54.0						夜间超标
			南	60	54.0						
			西	60	54.0						
			北	60	48.0						
29	龙门 D 片泵站	敏感点	/						55	45	/
		厂界	东	60	54.0						夜间超标
			南	60	54.0						
			西	60	54.0						
			北	60	48.0						

序号	泵站名称	预测点		噪声源强	贡献值	现状值		预测值		标准值		达标情况
						昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
30	迈克片区泵站	敏感点	/							55	45	/
		厂界	东	60	54.0							夜间超标
			南	60	54.0							
			西	60	54.0							
			北	60	48.0							
31	大湾片泵站	敏感点	/							55	45	/
		厂界	东	60	54.0							夜间超标
			南	60	54.0							
			西	60	54.0							
			北	60	48.0							
32	南渡河泵站	敏感点	/							55	45	/
		厂界	东	60	54.0							夜间超标
			南	60	54.0							
			西	60	54.0							
			北	60	48.0							
33	迈生南泵站	敏感点	/							55	45	/
		厂界	东	60	54.0							夜间超标
			南	60	54.0							
			西	60	54.0							
			北	60	48.0							
34	迈生北泵站	敏感点	/							55	45	/
		厂界	东	60	54.0							夜间超标
			南	60	54.0							
			西	60	54.0							
			北	60	48.0							
35	龙托水库扩灌泵站	敏感点	/							55	45	/
		厂界	东	60	54.0							夜间超标
			南	60	54.0							
			西	60	54.0							
			北	60	48.0							
36	风桥水库扩灌泵站	敏感点	风桥农场五队	60	34.9	47	38	47.3	39.7	55	45	达标
		厂界	东	60	48.0							夜间超标
			南	60	54.0							
			西	60	54.0							
			北	60	54.0							
37	邓村泵站	敏感点	/							55	45	/
		厂界	东	60	54.0							夜间超标
			南	60	54.0							

序号	泵站名称	预测点	噪声源强	贡献值	现状值		预测值		标准值		达标情况
					昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
		西	60	54.0							
		北	60	48.0							
38	和锦01#泵房	敏感点	/						55	45	/
		厂界	东	60	54.0						夜间超标
			南	60	54.0						
			西	60	54.0						
			北	60	48.0						
39	和锦02#泵房	敏感点	/						55	45	/
		厂界	东	60	54.0						夜间超标
			南	60	54.0						
			西	60	54.0						
			北	60	48.0						
40	和锦03#泵房	敏感点	/						55	45	/
		厂界	东	60	54.0						夜间超标
			南	60	54.0						
			西	60	54.0						
			北	60	48.0						

5.7 陆生生态环境影响预测与评价

5.7.1 对土地利用类型的影响

5.7.1.1 雷北片区

根据工程总体布置，雷北片区永久占地面积 829.1007 hm²，永久占地范围主要为新建渠道、恢复渠道、检修道路、新建泵站及输水管线建筑物等用地，扩建渠道的新增用地。雷北片区临时占地面积 971.2237 hm²，临时用地范围主要包括输水管线敷设开挖、施工临时道路、临时堆土场(中转场)、施工工区和弃渣场等用地等用地范围。

评价范围土地利用类型以耕地、林地、园地为主体，农业与林业用地为区域主导地类。工程永久占用耕地、园地、林地占同地类面积比例分别为 0.46%、0.65%、1.55%，各类农林用地占用比例整体处于较低水平，对区域农林用地整体格局扰动轻微。工程临时占地主要分布于耕地、园地、林地及交通运输用地，临时施工扰动以农林用地、交通用地为主，占用同地类比例分别为 1.21%、1.53%、1.31%、2.08%，扰动范围有限。

雷北片区工程占地未占用红树林、大面积天然草地等生态较为敏感区域，生态用地

影响程度较轻，施工结束后可及时复耕复绿，土地利用格局整体影响可控。雷北片区工程占地占用评价范围总面积的比例较低，占用各土地利用类型的比例也较低，工程占地不会改变评价范围土地利用格局，对土地利用现状造成的影响较小。

表5.7-1 雷北片区评价范围内土地利用类型及工程占地类型表

一级类	二级类	面积 (hm ²)	永久占地 (hm ²)	占评价范围 同地类 比例	临时占地 (hm ²)	占评价 范围同 地类比 例
01 耕地	0101 水田	12345.65	57.8665	0.47%	136.4079	1.10%
	0102 水浇地	4594.03	21.2729	0.46%	50.1602	1.09%
	0103 旱地	19130.54	85.1888	0.45%	248.6145	1.30%
	小计	36070.22	164.3282	0.46%	435.1825	1.21%
02 园地	0201 果园	6267.24	37.7372	0.60%	88.4212	1.41%
	0202 茶园	19.80	0.0135	0.07%	0.1865	0.94%
	0203 橡胶园	28.41	0.1335	0.47%	0.2678	0.94%
	0204 其他园地	3918.49	28.4709	0.73%	67.2742	1.72%
	小计	10233.94	66.3551	0.65%	156.1497	1.53%
03 林地	0301 乔木林地	14368.95	229.3142	1.60%	188.5256	1.31%
	0302 竹林地	198.81	3.1560	1.59%	1.6133	0.81%
	0303 红树林地	6.57	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
	0305 灌木林地	187.67	3.7317	1.99%	3.1818	1.70%
	0307 其他林地	1547.94	17.0065	1.10%	20.5221	1.33%
	小计	16309.94	253.2084	1.55%	213.8428	1.31%
04 草地	0401 天然牧草地	1.47	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
	0403 人工牧草地	11.91	0.0011	0.01%	0.0000	0.00%
	0404 其他草地	1828.64	15.6806	0.86%	16.3386	0.89%
	小计	1842.02	15.6817	0.85%	16.3386	0.89%
05 商服用地	-	135.97	0.9074	0.67%	0.7505	0.55%
06 工矿仓储用地	0601 工业用地	555.45	1.1812	0.21%	1.8035	0.32%
	0602 采矿用地	185.48	0.8196	0.44%	0.3453	0.19%
	0604 物流仓储用地	48.93	0.3830	0.78%	0.5848	1.20%
	小计	789.86	2.3838	0.30%	2.7336	0.35%
07 住宅用地	0701 城镇住宅用地	488.81	0.9907	0.20%	0.6115	0.13%
	0702 农村宅基地	3525.34	5.9865	0.17%	7.1167	0.20%
	小计	4014.15	6.9772	0.17%	7.7282	0.19%
08 公共管理与公共服务用地	0809 公用设施用地	43.98	0.2379	0.54%	0.2606	0.59%
	0810 公园与绿地	22.31	0.0894	0.40%	0.0519	0.23%
	其他公共用地	340.22	1.0026	0.29%	0.6946	0.20%
	小计	406.51	1.3299	0.33%	1.0071	0.25%
09 特殊用地	-	264.38	0.3866	0.15%	1.6792	0.64%

一级类	二级类	面积 (hm ²)	永久占地 (hm ²)	占评价范围 同地类 比例	临时占地(hm ²)	占评价 范围同 地类比 例
10 交通运输 用地	1001 铁路用地	78.81	0.3931	0.50%	0.4041	0.51%
	1003 公路用地	1085.47	16.9708	1.56%	19.7802	1.82%
	1004 城镇村道路用地	183.61	0.5875	0.32%	0.4214	0.23%
	1005 交通服务场站用地	56.72	0.1888	0.33%	0.3873	0.68%
	1006 农村道路	1492.36	32.7005	2.19%	39.3834	2.64%
	1009 管道运输用地	19.67	0.1969	1.00%	0.2937	1.49%
	小计	2916.64	51.0377	1.75%	60.6700	2.08%
11 水域及水利 设施用地	1101 河流水面	492.97	86.7005	17.59%	10.2085	2.07%
	1103 水库水面	388.45	0.8446	0.22%	12.5680	3.24%
	1104 坑塘水面	2034.45	9.3130	0.46%	28.0221	1.38%
	1105 沿海滩涂	10.13	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
	1106 内陆滩涂	5.04	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
	1107 沟渠	538.95	156.3817	29.02%	15.5377	2.88%
	1109 水工建筑用地	110.50	7.1781	6.50%	1.3900	1.26%
	小计	3580.49	260.4179	7.27%	67.7263	1.89%
12 其他土地	1201 空闲地	391.45	3.7779	0.97%	4.0080	1.02%
	1202 设施农用地	459.18	2.2622	0.49%	3.0987	0.67%
	1205 沙地	1.40	0.0000	0.00%	0.0296	2.12%
	1206 裸土地	11.75	0.0467	0.40%	0.2787	2.37%
	1207 裸岩石砾地	0.03	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
	小计	863.81	6.0868	0.70%	7.4151	0.86%
合计		77427.93	829.1007	1.07%	971.2237	1.25%

5.7.1.2 雷西南片区

根据工程总体布置,雷西南片区永久占地面积 41.8364hm²,永久占地范围主要为新建渠道、恢复渠道、检修道路、新建泵站及输水管线建筑物等用地,扩建渠道的新增用地。雷西南片区临时占地面积 574.6852 hm²,临时用地范围主要包括输水管线敷设开挖、施工临时道路、临时堆土场(中转场)、施工工区和弃渣场等用地等用地范围。

雷西南片区工程永久占地面积占评价范围总面积的 0.17%,评价范围土地利用类型以耕地、林地、园地为主体,农业用地为主导地类,工程永久占用耕地、园地、林地占同地类比例分别为 0.10%、0.15%、0.21%,各类农用地永久占用比例整体偏低;临时占地占评价范围总面积的 2.32%,主要集中在旱地、果园、乔木林地、农村道路及公路用地,施工期临时扰动以农林用地为主。

雷西南片区工程占地未占用红树林、大面积天然草地等生态较为敏感区域，生态用地影响程度较轻，施工结束后可及时复耕复绿，土地利用格局整体影响可控。雷西南片区工程占地占用评价范围总面积的比例较低，占用各土地利用类型的比例也较低，工程占地不会改变评价范围土地利用格局，对土地利用现状造成的影响较小。

表5.7-2 雷西南片区评价范围内土地利用类型及工程占地类型表

一级类	二级类	面积 (hm ²)	永久占地 (hm ²)	占评价范围 同地类 比例	临时占地 (hm ²)	占评价范围 同地类 比例
01 耕地	0101 水田	903.57	0.2267	0.03%	12.7991	1.42%
	0102 水浇地	1580.82	3.0708	0.19%	34.9005	2.21%
	0103 旱地	8881.40	7.8246	0.09%	198.3987	2.23%
	小计	11365.78	11.1220	0.10%	246.0982	2.17%
02 园地	0201 果园	3696.38	5.7668	0.16%	92.1289	2.49%
	0202 茶园	2.01	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
	0203 橡胶园	795.10	1.3247	0.17%	18.5566	2.33%
	0204 其他园地	692.79	0.8192	0.12%	15.7823	2.28%
	小计	5186.28	7.9107	0.15%	126.4678	2.44%
03 林地	0301 乔木林地	5569.83	10.5926	0.19%	134.6984	2.42%
	0302 竹林地	74.58	1.0714	1.44%	2.0946	2.81%
	0305 灌木林地	30.95	0.0304	0.10%	0.8138	2.63%
	0307 其他林地	416.95	1.1018	0.26%	13.6485	3.27%
	小计	6092.31	12.7962	0.21%	151.2552	2.48%
04 草地	0404 其他草地	142.77	0.1283	0.09%	2.7394	1.92%
	小计	142.77	0.1283	0.09%	2.7394	1.92%
05 商服用地	-	7.52	0.0130	0.17%	0.0335	0.45%
06 工矿仓储用地	0601 工业用地	85.30	0.0109	0.01%	0.4212	0.49%
	0602 采矿用地	55.07	0.0487	0.09%	0.7755	1.41%
	0604 物流仓储用地	6.10	0.0000	0.00%	0.0287	0.47%
	小计	146.47	0.0596	0.04%	1.2254	0.84%
07 住宅用地	0701 城镇住宅用地	86.06	0.0694	0.08%	0.9318	1.08%
	0702 农村宅基地	354.14	0.1056	0.03%	0.4924	0.14%
	小计	440.21	0.1750	0.04%	1.4242	0.32%
08 公共管理与公共服务用地	0809 公用设施用地	12.37	0.0212	0.17%	0.0541	0.44%
	0810 公园与绿地	4.47	0.0089	0.20%	0.0144	0.32%
	其他公共用地	31.14	0.0632	0.20%	0.3371	1.08%
	小计	47.98	0.0933	0.19%	0.4057	0.85%
09 特殊用地	-	11.11	0.0000	0.00%	0.0595	0.54%

10 交通运输用地	1001 铁路用地	16.84	0.0000	0.00%	0.1141	0.68%
	1003 公路用地	331.50	0.3449	0.10%	12.3911	3.74%
	1004 城镇村道路用地	18.20	0.0118	0.06%	0.0324	0.18%
	1005 交通服务场站用地	5.93	0.0000	0.00%	0.0810	1.37%
	1006 农村道路	366.15	1.2976	0.35%	15.3414	4.19%
	小计	738.62	1.6543	0.22%	27.9600	3.79%
11 水域及水利设施用地	1101 河流水面	9.10	0.3115	3.42%	0.5416	5.95%
	1103 水库水面	270.14	2.8143	1.04%	3.9660	1.47%
	1104 坑塘水面	154.01	0.0782	0.05%	5.5684	3.62%
	1105 沿海滩涂	0.09	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
	1106 内陆滩涂	12.15	0.0000	0.00%	1.6256	13.38%
	1107 沟渠	62.63	4.6586	7.44%	3.4011	5.43%
	1109 水工建筑用地	21.98	0.0162	0.07%	0.4956	2.25%
	小计	530.11	7.8788	1.49%	15.5982	2.94%
12 其他土地	1201 空闲地	25.48	0.0000	0.00%	0.9159	3.59%
	1202 设施农用地	63.56	0.0051	0.01%	0.4646	0.73%
	1206 裸土地	2.02	0.0000	0.00%	0.0376	1.86%
	小计	91.06	0.0051	0.01%	1.4181	1.56%
合计		24800.21	41.8364	0.17%	574.6852	2.32%

5.7.1.3 雷东南片区

根据工程总体布置，雷东南片区永久占地面积 310.3539hm²，永久占地范围主要为新建渠道、恢复渠道、检修道路、新建泵站及输水管线建筑物等用地，扩建渠道的新增用地。雷东南片区临时占地面积 1086.1496hm²，临时用地范围主要包括输水管线敷设开挖、施工临时道路、临时堆土场(中转场)、施工工区和弃渣场等用地等用地范围。

雷东南片区工程永久占地面积占评价范围总面积的 0.84%，评价范围土地利用类型以耕地、林地、园地为主体，农业用地为区域主导地类，工程永久占用各类农用地比例均处于较低水平，其中耕地、园地、林地永久占地占同地类比例分别为 0.28%、0.31%、0.56%，对区域农业生产及农林用地格局扰动较小；临时占地占评价范围总面积的 2.94%，主要集中在旱地、果园、乔木林地、农村道路及公路用地，施工期临时扰动以农林用地、交通运输用地为主。

雷东南片区工程占地未占用红树林、大面积天然草地等生态较为敏感区域，生态用地影响程度较轻。工程施工扰动均为短期临时影响，施工结束后可及时开展复耕复绿与生态修复工作，有效恢复原有土地利用功能，不会显著改变区域土地利用结构与生态格

局，项目建设对区域土地利用整体影响可控。

表5.7-3 雷东南片区评价范围内土地利用类型及工程占地类型表

一级类	二级类	面积 (hm ²)	永久占地 (hm ²)	占评价范围 同地类比例	临时占地 (hm ²)	占评价范围 同地类比例
01 耕地	0101 水田	3187.73	16.8043	0.53%	57.3521	1.80%
	0102 水浇地	2137.53	7.1778	0.34%	46.3863	2.17%
	0103 旱地	10945.74	20.9480	0.19%	403.7004	3.69%
	小计	16271.00	44.9301	0.28%	507.4388	3.12%
02 园地	0201 果园	13164.25	42.1583	0.32%	349.0923	2.65%
	0202 茶园	31.03	0.0053	0.02%	1.1641	3.75%
	0203 橡胶园	193.99	0.0000	0.00%	6.4429	3.32%
	0204 其他园地	377.38	1.0976	0.29%	11.6103	3.08%
	小计	13766.65	43.2611	0.31%	368.3096	2.68%
03 林地	0301 乔木林地	2792.52	16.0090	0.57%	66.1806	2.37%
	0302 竹林地	129.11	1.7805	1.38%	3.5162	2.72%
	0303 红树林地	3.58	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
	0305 灌木林地	102.28	0.4228	0.41%	2.7497	2.69%
	0307 其他林地	236.32	0.1690	0.07%	7.0304	2.97%
	小计	3263.81	18.3813	0.56%	79.4769	2.44%
04 草地	0403 人工牧草地	0.45	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
	0404 其他草地	215.27	2.5869	1.20%	6.4746	3.01%
	小计	215.72	2.5869	1.20%	6.4746	3.00%
05 商服用地	-	20.61	0.0445	0.22%	0.2559	1.24%
06 工矿仓储用地	0601 工业用地	70.06	0.0545	0.08%	0.8420	1.20%
	0602 采矿用地	14.36	0.0000	0.00%	1.3805	9.61%
	0604 物流仓储用地	5.02	0.0532	1.06%	0.0591	1.18%
	小计	89.44	0.1076	0.12%	2.2816	2.55%
07 住宅用地	0701 城镇住宅用地	82.55	0.1036	0.13%	0.2788	0.34%
	0702 农村宅基地	734.96	0.7110	0.10%	1.3243	0.18%
	小计	817.51	0.8146	0.10%	1.6031	0.20%
08 公共管理与公共服务用地	0809 公用设施用地	11.19	0.0365	0.33%	0.0311	0.28%
	0810 公园与绿地	1.97	0.0345	1.75%	0.0000	0.00%
	其他公共用地	51.36	0.3264	0.64%	0.0714	0.14%
	小计	64.52	0.3974	0.62%	0.1025	0.16%
09 特殊用地	-	19.00	0.0058	0.03%	0.2672	1.41%
10 交通运输	1003 公路用地	253.19	1.0437	0.41%	22.7725	8.99%

一级类	二级类	面积 (hm ²)	永久占地 (hm ²)	占评价范 围同地类 比例	临时占地 (hm ²)	占评价范 围同地类 比例
用地	1004 城镇村道路 用地	31.73	0.1713	0.54%	0.0170	0.05%
	1005 交通服务场 站用地	5.75	0.0400	0.70%	0.0589	1.02%
	1006 农村道路	782.47	15.9931	2.04%	54.8628	7.01%
	小计	1073.14	17.2481	1.61%	77.7112	7.24%
11 水域及水利设施用地	1101 河流水面	70.59	6.5777	9.32%	3.0982	4.39%
	1103 水库水面	430.32	4.5738	1.06%	14.1198	3.28%
	1104 坑塘水面	309.66	5.9597	1.92%	18.4295	5.95%
	1005 沿海滩涂	14.55	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
	1106 内陆滩涂	39.07	0.2464	0.63%	0.2499	0.64%
	1107 沟渠	295.72	150.0299	50.73%	3.6738	1.24%
	1109 水工建筑用 地	50.32	14.7814	29.37%	0.6540	1.30%
	小计	1210.24	182.1689	15.05%	40.2252	3.32%
12 其他土地	1201 空闲地	71.52	0.3684	0.52%	1.0722	1.50%
	1202 设施农用地	78.40	0.0392	0.05%	0.8350	1.07%
	1206 裸土地	2.62	0.0000	0.00%	0.0959	3.65%
	小计	152.55	0.4076	0.27%	2.0030	1.31%
合计		36964.18	310.3539	0.84%	1086.1496	2.94%

5.7.1.4 土地利用总体变化

本次工程评价范围土地总面积 139192.32hm²，工程永久占地 1181.2910hm²，占评价总面积的 0.85%；临时占地 2632.0289hm²，占评价总面积的 1.89%，整体占地规模较小，对区域土地利用格局整体扰动轻微。评价区土地利用类型以耕地、园地、林地为主体，三类用地构成了区域主要土地利用类型，符合区域农林产业主导的用地特征。

工程永久占地主要集中于水域及水利设施用地、林地、耕地与园地，其中水域及水利设施用地永久占用规模最大，占用面积 450.4656hm²，占同地类面积的 8.47%，主要为工程渠道、水工构筑物建设占用沟渠、河流水面所致；其次为林地、耕地、园地，永久占地面积分别为 284.3860hm²、220.3803hm²、117.5269hm²，占对应地类比例分别为 1.11%、0.35%、0.40%。交通运输用地、草地、其他土地等用地永久占用占比均低于 1.5%，住宅用地、工矿仓储用地、公共服务用地等建设用地永久占用比例极低。工程未占用红树林、天然牧草地等敏感生态用地，各类农林用地永久占用比例整体偏低，永久性土地

利用改变程度有限。

工程临时占地以耕地、园地、林地为主，临时占地面积分别为 1188.7196hm²、650.9271hm²、444.5749hm²，占同地类比例分别为 1.87%、2.23%、1.73%；交通运输用地临时扰动相对较高，占同地类比例 3.52%，其余各类用地临时占用比例均低于 3%。施工期临时占地主要为管线开挖、施工便道、临时堆土、施工工区等短期占地，均为可逆性扰动。

总体而言，工程永久及临时占地占评价区总面积比例较小，对各类土地利用类型的占用占比整体处于较低水平，不会改变评价区以耕地、园地、林地为主导的土地利用总体格局。施工结束后，所有临时占地均可通过复耕、复绿、地貌恢复等措施恢复原有土地利用功能，工程建设对区域土地利用结构、农业生产及生态用地格局的整体影响可控。

表5.7-4 工程总评价范围内土地利用类型及工程占地类型表

土地利用类型		评价范围 内面积	永久占地 (hm ²)	占评价范围 同地类 比例	临时占地 (hm ²)	占评价范围 同地类 比例
一级类	二级类					
01 耕地	0101 水田	16436.94	74.8975	0.46%	206.5591	1.26%
	0102 水浇地	8312.38	31.5215	0.38%	131.4470	1.58%
	0103 旱地	38957.68	113.9614	0.29%	850.7135	2.18%
	小计	63707.00	220.3803	0.35%	1188.7196	1.87%
02 园地	0201 果园	23127.86	85.6622	0.37%	529.6425	2.29%
	0202 茶园	52.84	0.0188	0.04%	1.3506	2.56%
	0203 橡胶园	1017.50	1.4582	0.14%	25.2673	2.48%
	0204 其他园地	4988.66	30.3877	0.61%	94.6668	1.90%
	小计	29186.86	117.5269	0.40%	650.9271	2.23%
03 林地	0301 乔木林地	22731.30	255.9158	1.13%	389.4046	1.71%
	0302 竹林地	402.50	6.0079	1.49%	7.2241	1.79%
	0303 红树林地	10.15	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
	0305 灌木林地	320.90	4.1849	1.30%	6.7452	2.10%
	0307 其他林地	2201.21	18.2773	0.83%	41.2010	1.87%
	小计	25666.05	284.3860	1.11%	444.5749	1.73%
04 草地	0401 天然牧草地	1.47		0.00%		0.00%
	0403 人工牧草地	12.36	0.0011	0.01%	0.0000	0.00%
	0404 其他草地	2186.69	18.3959	0.84%	25.5527	1.17%
	小计	2200.51	18.3970	0.84%	25.5527	1.16%
05 商服用地	-	164.10	0.9649	0.59%	1.0399	0.63%
06 工矿仓储	0601 工业用地	710.81	1.2466	0.18%	3.0667	0.43%

土地利用类型		评价范围 内面积	永久占地 (hm ²)	占评价范 围同地类 比例	临时占地 (hm ²)	占评价范 围同地类 比例
一级类	二级类					
用地	0602 采矿用地	254.91	0.8683	0.34%	2.5013	0.98%
	0604 物流仓储用地	60.05	0.4362	0.73%	0.6726	1.12%
	小计	1025.77	2.5511	0.25%	6.2406	0.61%
07 住宅用地	0701 城镇住宅用地	657.42	1.1637	0.18%	1.8220	0.28%
	0702 农村宅基地	4614.45	6.8030	0.15%	8.9334	0.19%
	小计	5271.87	7.9667	0.15%	10.7554	0.20%
08 公共管理与公共服务用地	0809 公用设施用地	67.54	0.2956	0.44%	0.3458	0.51%
	0810 公园与绿地	28.75	0.1329	0.46%	0.0663	0.23%
	其他公共用地	422.72	1.3921	0.33%	1.1031	0.26%
	小计	519.00	1.8206	0.35%	1.5152	0.29%
09 特殊用地	-	294.48	0.3924	0.13%	2.0059	0.68%
10 交通运输用地	1001 铁路用地	95.65	0.3931	0.41%	0.5182	0.54%
	1003 公路用地	1670.16	18.3594	1.10%	54.9438	3.29%
	1004 城镇村道路用地	233.54	0.7707	0.33%	0.4708	0.20%
	1005 交通服务场站用地	68.40	0.2288	0.33%	0.5272	0.77%
	1006 农村道路	2640.99	49.9912	1.89%	109.5876	4.15%
	1009 管道运输用地	19.67	0.1969	1.00%	0.2937	1.49%
	小计	4728.40	69.9401	1.48%	166.3412	3.52%
11 水域及水利设施用地	1101 河流水面	572.66	93.5897	16.34%	13.8482	2.42%
	1103 水库水面	1088.91	8.2327	0.76%	30.6538	2.82%
	1104 坑塘水面	2498.13	15.3509	0.61%	52.0200	2.08%
	1005 沿海滩涂	24.77	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
	1106 内陆滩涂	56.26	0.2464	0.44%	1.8754	3.33%
	1107 沟渠	897.31	311.0702	34.67%	22.6126	2.52%
	1109 水工建筑用地	182.81	21.9756	12.02%	2.5396	1.39%
	小计	5320.83	450.4656	8.47%	123.5497	2.32%
12 其他土地	1201 空闲地	488.45	4.1463	0.85%	5.9961	1.23%
	1202 设施农用地	601.14	2.3064	0.38%	4.3983	0.73%
	1205 沙地	1.40		0.00%		0.00%
	1206 裸土地	16.40	0.0467	0.29%	0.4122	2.51%
	1207 裸岩石砾地	0.03		0.00%		0.00%
	小计	1107.42	6.4994	0.59%	10.8066	0.98%
合计		139192.32	1181.2910	0.85%	2632.0289	1.89%

5.7.2 对生态系统的影响

5.7.2.1 雷北片区

雷北片区评价范围生态系统类型主要包括森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、湿地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统及其他生态类型，区域主导生态系统为农田生态系统，其次为森林生态系统。

工程永久占地占用面积最多的为湿地生态系统，永久占地 253.24hm²，占评价范围湿地生态系统的 7.28%；其次为森林生态系统、农田生态系统，永久占地分别为 249.48hm²、232.95hm²，分别占评价范围对应生态系统的 1.55%、0.50%，工程永久占地对各生态系统整体占用比例整体偏低。

工程临时占地占用面积最多的为农田生态系统，临时占地 594.43hm²，占评价范围农田生态系统的 1.27%；其次为森林生态系统、湿地生态系统，临时占地分别为 210.66hm²、66.34hm²，分别占评价范围对应生态系统的 1.31%、1.91%。

工程占用各类型生态系统面积占比均较小，工程建设不会对区域生态系统产生阻隔、切割及不可逆的破坏性影响，不会改变区域物种与群落整体组成结构。施工期间地表扰动会造成局部区域生物量短暂下降，但该影响仅为短期暂时性影响，施工结束后通过全面实施复耕复绿、生态修复及景观绿化工程，受损植被可逐步恢复，区域生物量可得到有效补偿与恢复。总体而言，本工程建设不会改变区域自然生态体系整体结构与空间格局，对区域生态系统稳定性及生态系统服务功能的负面影响较小，生态影响整体可控。

表5.7-5 雷北片区评价范围生态系统类型面积及工程占地情况汇总表

序号	I级代码	I级分类	II级代码	II级分类	面积(hm ²)	永久占地(hm ²)	占生态系统比例	临时占地(hm ²)	占生态系统比例
1	1	森林生态系统	11	阔叶林	14567.76	232.47	1.60%	190.14	1.31%
			14	稀疏林	1547.94	17.01	1.10%	20.52	1.33%
			小计		16115.70	249.48	1.55%	210.66	1.31%
2	2	灌丛生态系统	21	阔叶灌丛	187.67	3.73	1.99%	3.18	1.70%
3	3	草地生态系统	34	稀疏草地	1842.02	15.68	0.85%	16.34	0.89%
4	4	湿地生态系统	41	沼泽	21.74	0.00	0.00%	0.00	0.00%
			42	湖泊	2422.90	10.16	0.42%	40.59	1.68%
			43	河流	1031.92	243.08	23.56%	25.75	2.49%
			小计		3476.56	253.24	7.28%	66.34	1.91%
4	5	农田生态系统	51	耕地	36529.40	166.59	0.46%	438.28	1.20%
			52	园地	10233.94	66.36	0.65%	156.15	1.53%
			小计		46763.34	232.95	0.50%	594.43	1.27%
5	6	城镇生态系统	61	居住地	4014.15	6.98	0.17%	7.73	0.19%
			62	城市绿地	22.31	0.09	0.40%	0.05	0.23%
			63	工矿交通	4601.55	63.13	1.37%	68.18	1.48%
			小计		8638.01	70.20	0.81%	75.96	0.88%
6	8	其他	82	裸地	404.63	3.82	0.95%	4.32	1.07%
合计					77427.93	829.10	1.07%	971.22	1.25%

5.7.2.2 雷西南片区

雷西南片区评价范围生态系统类型主要包括森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、湿地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统及其他生态类型，区域主导生态系统为农田生态系统，其次为森林生态系统。

工程永久占地占用面积最多的为农田生态系统，永久占地 19.04hm²，占评价范围农田生态系统的 0.11%；其次为森林生态系统、湿地生态系统，永久占地分别为 12.77hm²、7.86hm²，分别占评价范围对应生态系统的 0.21%、1.55%。工程对各类生态系统永久占用比例整体极低，未对区域生态系统造成显著的永久性破坏。

工程临时占地占用面积最多的为农田生态系统，临时占地 373.03hm²，占评价范围农田生态系统的 2.25%；其次为森林生态系统、城镇生态系统，临时占地分别为

150.44hm²、31.60hm²，分别占评价范围对应生态系统的 2.48%、2.24%。工程临时占地均为施工期短期扰动，施工结束后可通过生态修复措施恢复原有生态功能，对区域生态系统结构与稳定性的影响可控。

工程占用各类型生态系统面积较小，工程建设不会对区域生态系统产生阻隔、切割及不可逆的破坏性影响，不会改变区域物种与群落整体组成结构。施工期间地表扰动会造成局部区域植被损毁、生物量短暂下降，但该影响仅为短期暂时性影响，施工结束后通过全面实施复耕复绿、生态修复及植被恢复工程，受损生态环境可逐步修复，区域生物量可得到有效补偿与恢复。总体而言，本工程建设不会改变区域自然生态体系整体结构与空间格局，对区域生态系统稳定性及生态系统服务功能的负面影响较小，生态影响整体可控。

表5.7-6 雷西南片区评价范围生态系统类型面积及工程占地情况汇总表

序号	I级代码	I级分类	II级代码	II级分类	面积(hm ²)	永久占地(hm ²)	占生态系统比例	临时占地(hm ²)	占生态系统比例
1	1	森林生态系统	11	阔叶林	5644.41	11.66	0.21%	136.79	2.42%
			14	稀疏林	416.95	1.10	0.26%	13.65	3.27%
			小计		6061.36	12.77	0.21%	150.44	2.48%
2	2	灌丛生态系统	21	阔叶灌丛	30.95	0.03	0.10%	0.81	2.63%
3	3	草地生态系统	34	稀疏草地	142.77	0.13	0.09%	2.74	1.92%
4	4	湿地生态系统	41	沼泽	12.24	0.00	0.00%	1.63	13.28%
			42	湖泊	424.15	2.89	0.68%	9.53	2.25%
			43	河流	71.73	4.97	6.93%	3.94	5.50%
			小计		508.12	7.86	1.55%	15.10	2.97%
4	5	农田生态系统	51	耕地	11429.34	11.13	0.10%	246.56	2.16%
			52	园地	5186.28	7.91	0.15%	126.47	2.44%
			小计		16615.61	19.04	0.11%	373.03	2.25%
5	6	城镇生态系统	61	居住地	440.21	0.17	0.04%	1.42	0.32%
			62	城市绿地	4.47	0.01	0.20%	0.01	0.32%
			63	工矿交通	969.22	1.83	0.19%	30.17	3.11%
			小计		1413.89	2.01	0.14%	31.60	2.24%
6	8	其他	82	裸地	27.50	0.00	0.00%	0.95	3.47%
合计					24800.21	41.84	0.17%	574.69	2.32%

5.7.2.3 雷东南片区

雷东南片区评价范围生态系统类型涵盖森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、湿地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统及其他类型，区域生态格局以农田生态系统为绝对主导，森林生态系统次之。

工程永久占地占用面积最多的为湿地生态系统，永久占地 167.39hm^2 ，占评价范围湿地生态系统的 14.39% ；其次为农田生态系统，永久占地 88.23hm^2 ，占评价范围农田生态系统的 0.29% 。工程对农田、森林、灌丛等主要生态系统的永久占用比例均处于较低水平，仅湿地生态系统永久占地占比相对偏高，未对区域生态系统造成显著的永久性破坏。

工程临时占地占用面积最多的为农田生态系统，临时占地 876.58hm^2 ，占评价范围农田生态系统的 2.91% ；其次为城镇生态系统、森林生态系统，临时占地分别为 82.88hm^2 、 76.73hm^2 ，分别占评价范围对应生态系统的 3.88% 、 2.43% 。工程临时占地均为施工期短期扰动，施工结束后可通过生态修复措施恢复原有生态功能，对区域生态系统结构与稳定性的影响可控。

整体来看，工程对各类型生态系统的占用以局部、零散占地为主，不会对区域生态系统形成阻隔、切割及不可逆的破坏性影响，不改变区域物种与群落的整体组成结构。施工期地表开挖、占地扰动将造成局部植被临时损毁、区域生物量短暂下降，但该影响均为短期暂时性扰动。施工结束后，通过落实复耕复绿、植被重建及生态修复等措施，可有效恢复受损地表植被与生态功能，区域生物量可得到充分补偿。总体而言，本工程建设不会改变区域自然生态体系整体结构与空间格局，对区域生态系统稳定性及生态系统服务功能的负面影响较小，生态影响整体可控。

表5.7-7 雷东南片区评价范围生态系统类型面积及工程占地情况汇总表

序号	I级代码	I级分类	II级代码	II级分类	面积(hm ²)	永久占地(hm ²)	占生态系统比例	临时占地(hm ²)	占生态系统比例
1	1	森林生态系统	11	阔叶林	2921.62	17.79	0.61%	69.70	2.39%
			14	稀疏林	236.32	0.17	0.07%	7.03	2.97%
			小计		3157.94	17.96	0.57%	76.73	2.43%
2	2	灌丛生态系统	21	阔叶灌丛	102.28	0.42	0.41%	2.75	2.69%
3	3	草地生态系统	34	稀疏草地	215.72	2.59	1.20%	6.47	3.00%
4	4	湿地生态系统	41	沼泽	57.20	0.25	0.43%	0.25	0.44%
			42	湖泊	739.98	10.53	1.42%	32.55	4.40%
			43	河流	366.31	156.61	42.75%	6.77	1.85%
			小计		1163.50	167.39	14.39%	39.57	3.40%
4	5	农田生态系统	51	耕地	16349.40	44.97	0.28%	508.27	3.11%
			52	园地	13766.65	43.26	0.31%	368.31	2.68%
			小计		30116.04	88.23	0.29%	876.58	2.91%
5	6	城镇生态系统	61	居住地	817.51	0.81	0.10%	1.60	0.20%
			62	城市绿地	1.97	0.03	1.75%	0.00	0.00%
			63	工矿交通	1315.05	32.55	2.48%	81.27	6.18%
			小计		2134.54	33.40	1.56%	82.88	3.88%
6	8	其他	82	裸地	74.15	0.37	0.50%	1.17	1.58%
合计					36964.18	310.35	0.84%	1086.15	2.94%

5.7.2.4 生态系统总体影响

总评价区域生态系统类型涵盖森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、湿地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统及其他裸地类型，区域生态格局以农田生态系统为绝对主导，森林生态系统次之，生态系统类型整体丰富、格局清晰。

工程永久占地占用面积最多的为湿地生态系统，永久占地 428.49hm²，占评价范围湿地生态系统的 23.22%；其次为农田生态系统、森林生态系统，永久占地面积分别为 340.21hm²、280.20hm²，分别占评价范围对应生态系统的 0.91%、2.33%。工程对农田、草地、灌丛等主体生态系统的永久占用比例均处于较低水平，仅湿地生态系统因涉及河道、沟渠水工建设导致永久占地占比相对偏高，整体未对区域各类生态系统造成显著、大范围的永久性破坏。

工程临时占地占用面积最多的为农田生态系统，临时占地 1844.05hm²，占评价范围

农田生态系统的 6.43%；其次为森林生态系统、城镇生态系统，临时占地面积分别为 437.83hm²、190.44hm²，分别占评价范围对应生态系统的 6.22%、7.00%。工程临时占地均为施工期短期可逆扰动，施工结束后可通过生态修复、植被复绿、土地复垦等措施恢复原有生态功能，对区域生态系统结构与稳定性的影响可控。

整体来看，工程对各类型生态系统的占用以局部、点状、零散占地为主，不会对区域生态系统形成大面积阻隔、切割及不可逆的破坏性影响，不改变区域物种与群落的整体组成结构。施工期地表开挖、场地占用将造成局部植被临时损毁、局部生物量短暂下降，但该类影响均为短期暂时性扰动。施工结束后，通过系统落实复耕复绿、植被重建及生态修复措施，可有效恢复地表植被覆盖与生态系统服务功能，区域生物量可得到有效补偿。总体而言，本工程建设不会改变区域自然生态体系整体结构与空间格局，对区域生态系统稳定性及生态服务功能的负面影响较小，区域生态影响整体可控。

表5.7-8 总评价范围生态系统类型面积及工程占地情况汇总表

序号	I级代码	I级分类	II级代码	II级分类	面积(hm ²)	永久占地(hm ²)	占生态系统比例	临时占地(hm ²)	占生态系统比例
1	1	森林生态系统	11	阔叶林	23133.80	261.92	2.41%	396.63	6.11%
			14	稀疏林	2201.21	18.28	1.43%	41.20	7.57%
			小计		25335.01	280.20	2.33%	437.83	6.22%
2	2	灌丛生态系统	21	阔叶灌丛	320.90	4.18	2.50%	6.75	7.01%
3	3	草地生态系统	34	稀疏草地	2200.51	18.40	2.14%	25.55	5.81%
4	4	湿地生态系统	41	沼泽	91.18	0.25	0.43%	1.88	13.72%
			42	湖泊	3587.04	23.58	2.52%	82.67	8.32%
			43	河流	1469.97	404.66	73.24%	36.46	9.84%
			小计		5148.18	428.49	23.22%	121.01	8.28%
4	5	农田生态系统	51	耕地	64308.14	222.69	0.83%	1193.12	6.47%
			52	园地	29186.86	117.53	1.12%	650.93	6.64%
			小计		93495.00	340.21	0.91%	1844.05	6.43%
5	6	城镇生态系统	61	居住地	5271.87	7.97	0.31%	10.76	0.71%
			62	城市绿地	28.75	0.13	2.35%	0.07	0.56%
			63	工矿交通	6885.82	97.51	4.04%	179.62	10.77%
			小计		12186.44	105.61	2.52%	190.44	7.00%
6	8	其他	82	裸地	506.28	4.19	1.44%	6.44	6.11%
合计					139192.32	1181.29	2.08%	2632.06	6.51%

5.7.3 对陆生植被的影响

5.7.3.1 施工期陆生植被影响

(1) 工程占地的影响

工程施工建设等会破坏评价区内植物及植被，会对区域自然体系生产力产生一定影响。由于临时占地区植被在施工结束后将得到恢复，其对区域自然体系生产力的影响是暂时的，可恢复的，但施工区的物种组成会有所变化。而永久占地区对地表植被的破坏是永久的、不可恢复的，由于自然植被的减少，将导致自然体系生产力降低。

1) 雷北片区

雷北片区植被类型主要有樟树群系、黄槿群系、台湾相思群系、桐花树群系、粉单竹群系、撑篙竹群系、白花鬼针草群系、白茅群系、毛蕨群系、碎米莎草-大蔗草群系、光荚含羞草群系、橡胶群系、湿地松群系、尾叶桉群系、荔枝群系、水稻群系、甘蔗群系、辣椒群系、香蕉群系、菠萝群系、剑麻群系、火龙果群系，工程对区域各植被群系扰动程度整体轻微，各类植被单项永久、临时占用比例均低于 4%。受工程少量占用植被主要为区域广布的人工经济型植被，对区域植被群落结构、植被格局整体影响轻微。

表5.7-9 雷北片区工程占用植被情况表

植被群系	评价范围内面积(hm ²)	工程永久占用面积(hm ²)	占用比例	工程临时占用面积(hm ²)	占用比例
樟树群系	1436.90	0.00	0.00%	0.00	0.00%
黄槿群系	0.41	0.00	0.00%	0.00	0.00%
台湾相思群系	150.14	2.99	1.99%	2.55	1.70%
桐花树群系	6.57	0.00	0.00%	0.00	0.00%
粉单竹群系	119.29	1.89	1.59%	0.97	0.81%
撑篙竹群系	79.52	1.26	1.59%	0.65	0.81%
白花鬼针草群系	1118.60	0.00	0.00%	0.00	0.00%
白茅群系	368.40	0.00	0.00%	0.00	0.00%
毛蕨群系	368.40	0.00	0.00%	0.00	0.00%
碎米莎草-大蔗草群系	2.52	0.00	0.00%	0.00	0.00%
光荚含羞草群系	37.53	0.75	1.99%	0.64	1.70%
橡胶群系	28.41	0.13	0.47%	0.27	0.94%
湿地松群系	1436.90	0.00	0.00%	0.00	0.00%
尾叶桉群系	13043.10	246.32	1.89%	209.05	1.60%
荔枝群系	10025.48	3.77	0.04%	8.84	0.09%
水稻群系	12345.65	57.87	0.47%	0.00	0.00%

甘蔗群系	4364.33	20.21	0.46%	0.00	0.00%
辣椒群系	229.70	1.06	0.46%	0.00	0.00%
香蕉群系	4158.27	3.77	0.09%	8.84	0.21%
菠萝群系	4158.27	26.42	0.64%	61.89	1.49%
剑麻群系	9565.27	113.66	1.19%	315.89	3.30%
火龙果群系	1428.77	3.79	0.27%	9.03	0.63%
合计	64472.43	483.89	-	618.62	-

工程建设后永久占地造成生物量损失 27149.58 t，生产力损失 6633.21 t/a，临时用地造成生物量损失 28580.97 t，生产力损失 6515.46 t/a，总体来看，工程建设对评价区植被生物量、生产力造成了一定的负面影响，但影响范围与强度有限，通过后续生态恢复措施可逐步缓解工程建设带来的生态扰动，维持区域生态系统的基本稳定性。雷北片区工程占地生物量及生产力损失情况汇总表见表 5.7-12。

2) 雷西南片区

雷西南片区植被类型主要有樟树群系、黄槿群系、台湾相思群系、粉单竹群系、撑篙竹群系、白花鬼针草群系、白茅群系、毛蕨群系、碎米莎草-大蘆草群系、光荚含羞草群系、橡胶群系、湿地松群系、尾叶桉群系、荔枝群系、水稻群系、甘蔗群系、辣椒群系、香蕉群系、菠萝群系、剑麻群系、火龙果群系，绝大多数植被群系永久、临时占用比例均低于 3%，整体占用水平极低。其中仅碎米莎草-大蘆草群系、剑麻群系临时占用比例相对偏高，分别为 26.77%、12.06%；碎米莎草-大蘆草群系为区域广布湿生草本，占用区域主要为水库、渠道配套临时施工范围，剑麻群系占用主要集中在施工工区、临时施工便道区域。上述占用均为施工期短期临时扰动，不涉及永久性植被损毁，施工结束后可及时开展复绿恢复工作。总体来看，工程建设对片区各类植被群系破坏程度轻微，不会改变区域植被群落格局，植被影响整体可控。

表5.7-10 雷西南片区工程占用植被情况表

植被群系	评价范围内 面积(hm ²)	工程永久占 用面积(hm ²)	占用 比例	工程临时 占用面积 (hm ²)	占用比例
樟树群系	556.98	0.00	0.00%	0.00	0.00%
黄槿群系	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%
台湾相思群系	24.76	0.02	0.10%	0.65	2.63%
粉单竹群系	44.75	0.64	1.44%	1.26	2.81%
撑篙竹群系	29.83	0.43	1.44%	0.84	2.81%
白花鬼针草群系	85.66	0.08	0.09%	1.64	1.92%
白茅群系	28.55	0.03	0.09%	0.55	1.92%
毛蕨群系	28.55	0.03	0.09%	0.55	1.92%
碎米莎草-大蔗草群系	6.07	0.00	0.00%	1.63	26.77%
光荚含羞草群系	6.19	0.01	0.10%	0.16	2.63%
橡胶群系	795.10	1.32	0.17%	18.56	2.33%
湿地松群系	556.98	0.00	0.00%	0.00	0.00%
尾叶桉群系	4872.81	11.69	0.24%	148.35	3.04%
荔枝群系	526.94	0.58	0.11%	9.21	1.75%
水稻群系	903.57	0.23	0.03%	0.00	0.00%
甘蔗群系	1501.78	2.92	0.19%	0.00	0.00%
辣椒群系	79.04	0.15	0.19%	0.00	0.00%
香蕉群系	1097.79	0.58	0.05%	9.21	0.84%
菠萝群系	9520.26	4.04	0.04%	64.49	0.68%
剑麻群系	1776.28	8.64	0.49%	214.18	12.06%
火龙果群系	351.29	0.58	0.16%	9.21	2.62%
合计	22793.21	31.96	-	480.49	-

雷西南片区工程建设后永久占地造成生物量损失 1801.61 t，生产力损失 435.12 t/a，临时用地造成生物量损失 23452.84t，生产力损失 5133.66t/a，总体来看，工程建设对评价区植被生物量、生产力造成了一定的负面影响，但影响范围与强度有限，通过后续生态恢复措施可逐步缓解工程建设带来的生态扰动，维持区域生态系统的基本稳定性。雷西南片区工程占地生物量及生产力损失情况汇总表见表 5.7-13。

3) 雷东南片区

雷东南片区植被类型主要有樟树群系、黄槿群系、台湾相思群系、桐花树群系、粉单竹群系、撑篙竹群系、白花鬼针草群系、白茅群系、毛蕨群系、碎米莎草-大蔗草群系、光荚含羞草群系、橡胶群系、湿地松群系、尾叶桉群系、荔枝群系、水稻群系、甘

蔗群系、辣椒群系、香蕉群系、菠萝群系、剑麻群系、火龙果群系。

工程永久占地对各植被群系的占用比例均低于 2%，整体永久占用水平极低；除剑麻群系临时占用比例为 18.97%相对偏高外，其余绝大多数植被群系临时占用比例均低于 4%，整体占用程度较轻。剑麻群系临时占用区域主要为工程施工工区、临时施工场地，均属于施工期短期扰动，无永久性植被破坏。施工结束后可及时开展复耕复绿与生态恢复工作，植被群落可得到有效恢复。总体而言，工程建设对片区各类植被群系扰动程度轻微，不会改变区域植被群落整体格局，植被生态影响整体可控。

表5.7-11 雷东南片区工程占用植被情况表

植被群系	评价范围内面积(hm ²)	工程永久占用面积(hm ²)	占用比例	工程临时占用面积(hm ²)	占用比例
樟树群系	279.25	0.00	0.00%	0.00	0.00%
黄槿群系	0.58	0.00	0.00%	0.00	0.00%
台湾相思群系	81.83	0.34	0.41%	2.20	2.69%
桐花树群系	3.58	0.00	0.00%	0.00	0.00%
粉单竹群系	77.46	1.07	1.38%	2.11	2.72%
撑篙竹群系	51.64	0.71	1.38%	1.41	2.72%
白花鬼针草群系	129.43	1.55	1.20%	3.88	3.00%
白茅群系	43.14	0.52	1.20%	1.29	3.00%
毛蕨群系	43.14	0.52	1.20%	1.29	3.00%
碎米莎草-大蘆草群系	19.54	0.25	1.26%	0.25	1.28%
光荚含羞草群系	20.46	0.08	0.41%	0.55	2.69%
橡胶群系	193.99	0.00	0.00%	6.44	3.32%
湿地松群系	279.25	0.00	0.00%	0.00	0.00%
尾叶桉群系	2470.34	16.18	0.65%	73.21	2.96%
荔枝群系	1628.72	4.22	0.26%	34.91	2.14%
水稻群系	3187.73	16.80	0.53%	0.01	0.00%
甘蔗群系	2030.65	6.82	0.34%	0.00	0.00%
辣椒群系	106.88	0.36	0.34%	0.00	0.00%
香蕉群系	3393.16	4.22	0.12%	34.91	1.03%
菠萝群系	16221.55	29.51	0.18%	244.36	1.51%
剑麻群系	2189.15	22.05	1.01%	415.31	18.97%
火龙果群系	1085.81	4.22	0.39%	36.07	3.32%
合计	33537.29	109.41	-	858.22	-

雷东南片区工程建设后永久占地造成生物量损失 3603.04t，生产力损失 1538.24 t/a，临时用地造成生物量损失 26373.78t，生产力损失 8842.16 t/a，总体来看，工程建设对评

价区植被生物量、生产力造成了一定的负面影响，但影响范围与强度有限，通过后续生态恢复措施可逐步缓解工程建设带来的生态扰动，维持区域生态系统的基本稳定性。雷东南片区工程占地生物量及生产力损失情况汇总表见表 5.7-14。

4) 总体工程占地影响

项目三片区评价范围植被类型丰富，涵盖乔木、竹林、灌草及各类人工经济林果、农作物植被，主要包括樟树群系、黄槿群系、台湾相思群系、桐花树群系、粉单竹群系、撑篙竹群系、草本群系、橡胶群系、湿地松群系、尾叶桉群系及荔枝、水稻、甘蔗、剑麻、菠萝、火龙果等农林经济植被群系。工程合计永久占用植被面积 625.26hm²，各植被群系永久占用比例均低于 1.5%，永久占用整体比例极低；工程合计临时占用植被面积 1957.33hm²，除少数草本、经济作物群系外，绝大多数植被群系临时占用比例均低于 3%。

其中仅碎米莎草-大蔗草群系、剑麻群系临时占用比例相对偏高，分别为 6.67%、6.99%。碎米莎草-大蔗草群系为区域广布湿生草本植被，临时占用区域主要集中在水库、渠道配套施工的滩涂及水域周边区域；剑麻群系临时占用主要为施工工区、临时施工场地等短期施工范围，上述占用均为施工期可逆性临时扰动，区域优势植被群落结构保持稳定。施工结束后，临时占地可通过复耕复绿、生态修复等措施恢复原有植被功能，整体不会改变区域植被群落分布格局，工程建设对区域植被生态系统影响整体轻微、可控。

三片区永久占地共计造成生物量损失 32554.23 t，生产力损失 8606.57 t/a，临时用地造成生物量损失 78407.59 t，生产力损失 20491.29 t/a。

表5.7-12 总体工程占用植被情况表

植被群系	评价范围内面积(hm ²)	工程永久占用面积(hm ²)	占用比例	工程临时占用面积(hm ²)	占用比例
樟树群系	2273.13	0.00	0.00%	0.00	0.00%
黄槿群系	0.99	0.00	0.00%	0.00	0.00%
台湾相思群系	256.72	3.35	1.30%	5.40	2.10%
桐花树群系	10.15	0.00	0.00%	0.00	0.00%
粉单竹群系	241.50	3.60	1.49%	4.33	1.79%
撑篙竹群系	161.00	2.40	1.49%	2.89	1.79%
白花鬼针草群系	1333.69	1.63	0.12%	5.53	0.41%
白茅群系	440.10	0.54	0.12%	1.84	0.42%
毛蕨群系	440.10	0.54	0.12%	1.84	0.42%
碎米莎草-大蕨草群系	28.13	0.25	0.88%	1.88	6.67%
光荚含羞草群系	64.18	0.84	1.30%	1.35	2.10%
橡胶群系	1017.50	1.46	0.14%	25.27	2.48%
湿地松群系	2273.13	0.00	0.00%	0.00	0.00%
尾叶桉群系	20386.25	274.19	1.34%	430.61	2.11%
荔枝群系	12181.14	8.57	0.07%	52.96	0.43%
水稻群系	16436.94	74.90	0.46%	0.01	0.00%
甘蔗群系	7896.76	29.95	0.38%	0.01	0.00%
辣椒群系	415.62	1.58	0.38%	0.00	0.00%
香蕉群系	8649.23	8.57	0.10%	52.96	0.61%
菠萝群系	29900.09	59.96	0.20%	370.75	1.24%
剑麻群系	13530.70	144.35	1.07%	945.38	6.99%
火龙果群系	2865.88	8.59	0.30%	54.31	1.90%
合计	120802.93	625.26	-	1957.33	-

表5.7-13 雷北片区工程占地生物量及生产力损失情况汇总表

植被群系	生物量 (t/hm ²)	净初级生产 力 t/(hm ² ·a)	评价范围内 面积(hm ²)	工程永久占用 面积(hm ²)	生物量损失 (t)	净初级生产 力损失(t/a)	工程临时占 用面积(hm ²)	生物量损 失(t)	净初级生产 力损失(t/a)
樟树群系	125.00	11.50	1436.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
黄槿群系	75.00	8.20	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
台湾相思群系	114.79	14.31	150.14	2.99	342.69	42.72	2.55	292.19	36.42
桐花树群系	60.00	7.50	6.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
粉单竹群系	130.00	15.80	119.29	1.89	246.17	29.92	0.97	125.84	15.29
撑篙竹群系	115.00	14.20	79.52	1.26	145.18	17.93	0.65	74.21	9.16
白花鬼针草群系	4.47	4.47	1118.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
白茅群系	3.29	3.29	368.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
毛蕨群系	5.46	5.46	368.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
碎米莎草-大蘆草群系	6.20	6.20	2.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
光荚含羞草群系	22.14	11.46	37.53	0.75	16.52	8.55	0.64	14.09	7.29
橡胶群系	150.00	12.50	28.41	0.13	20.02	1.67	0.27	40.17	3.35
湿地松群系	142.72	12.13	1436.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
尾叶桉群系	86.71	12.94	13043.10	246.32	21358.47	3187.39	209.05	18126.53	2705.08
荔枝群系	80.00	9.80	10025.48	3.77	301.90	36.98	8.84	707.37	86.65
水稻群系	10.50	21.00	12345.65	57.87	607.60	1215.20	0.00	0.05	0.10
甘蔗群系	35.00	35.00	4364.33	20.21	707.32	707.32	0.00	0.15	0.15
辣椒群系	6.80	6.80	229.70	1.06	7.23	7.23	0.00	0.00	0.00
香蕉群系	45.00	18.00	4158.27	3.77	169.82	67.93	8.84	397.90	159.16
菠萝群系	12.00	12.00	4158.27	26.42	316.99	316.99	61.89	742.74	742.74
剑麻群系	25.00	8.50	9565.27	113.66	2841.49	966.11	315.89	7897.22	2685.05
火龙果群系	18.00	7.20	1428.77	3.79	68.17	27.27	9.03	162.52	65.01
合计			64472.43	483.89	27149.58	6633.21	618.62	28580.97	6515.46

表5.7-14 雷西南片区工程占地生物量及生产力损失情况汇总表

植被群系	生物量 (t/hm ²)	净初级生产 力 t/(hm ² ·a)	评价范围内 面积(hm ²)	工程永久占 用面积(hm ²)	生物量 损失(t)	净初级生产 力损失(t/a)	工程临时占 用面积(hm ²)	生物量损 失(t)	净初级生产 力损失(t/a)
樟树群系	125.00	11.50	556.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
黄槿群系	75.00	8.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
台湾相思群系	114.79	14.31	24.76	0.02	2.79	0.35	0.65	74.73	9.32
粉单竹群系	130.00	15.80	44.75	0.64	83.57	10.16	1.26	163.38	19.86
撑篙竹群系	115.00	14.20	29.83	0.43	49.29	6.09	0.84	96.35	11.90
白花鬼针草群系	4.47	4.47	85.66	0.08	0.34	0.34	1.64	7.35	7.35
白茅群系	3.29	3.29	28.55	0.03	0.08	0.08	0.55	1.80	1.80
毛蕨群系	5.46	5.46	28.55	0.03	0.14	0.14	0.55	2.99	2.99
碎米莎草-大蘆草群系	6.20	6.20	6.07	0.00	0.00	0.00	1.63	10.08	10.08
光荚含羞草群系	22.14	11.46	6.19	0.01	0.13	0.07	0.16	3.60	1.87
橡胶群系	150.00	12.50	795.10	1.32	198.70	16.56	18.56	2783.49	231.96
湿地松群系	142.72	12.13	556.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
尾叶桉群系	86.71	12.94	4872.81	11.69	1014.02	151.33	148.35	12863.15	1919.61
荔枝群系	80.00	9.80	526.94	0.58	46.13	5.65	9.21	737.03	90.29
水稻群系	10.50	21.00	903.57	0.23	2.38	4.76	0.00	0.00	0.00
甘蔗群系	35.00	35.00	1501.78	2.92	102.10	102.10	0.00	0.06	0.06
辣椒群系	6.80	6.80	79.04	0.15	1.04	1.04	0.00	0.00	0.00
香蕉群系	45.00	18.00	1097.79	0.58	25.95	10.38	9.21	414.58	165.83
菠萝群系	12.00	12.00	9520.26	4.04	48.44	48.44	64.49	773.88	773.88
剑麻群系	25.00	8.50	1776.28	8.64	216.10	73.47	214.18	5354.52	1820.54
火龙果群系	18.00	7.20	351.29	0.58	10.38	4.15	9.21	165.83	66.33
合计			22793.21	31.96	1801.61	435.12	480.49	23452.84	5133.66

表5.7-15 雷东南片区工程占地生物量及生产力损失情况汇总表

植被群系	生物量 (t/hm ²)	净初级生产 力 t/(hm ² ·a)	评价范围内 面积(hm ²)	工程永久占 用面积(hm ²)	生物量 损失(t)	净初级生产 力损失(t/a)	工程临时占 用面积(hm ²)	生物量损 失(t)	净初级生产 力损失(t/a)
樟树群系	125.00	11.50	279.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
黄槿群系	75.00	8.20	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
台湾相思群系	114.79	14.31	81.83	0.34	38.83	4.84	2.20	252.51	31.48
桐花树群系	60.00	7.50	3.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
粉单竹群系	130.00	15.80	77.46	1.07	138.88	16.88	2.11	274.26	33.33
撑篙竹群系	115.00	14.20	51.64	0.71	81.90	10.11	1.41	161.74	19.97
白花鬼针草群系	4.47	4.47	129.43	1.55	6.94	6.94	3.88	17.36	17.36
白茅群系	3.29	3.29	43.14	0.52	1.70	1.70	1.29	4.26	4.26
毛蕨群系	5.46	5.46	43.14	0.52	2.82	2.82	1.29	7.07	7.07
碎米莎草-大蘆草群系	6.20	6.20	19.54	0.25	1.53	1.53	0.25	1.55	1.55
光荚含羞草群系	22.14	11.46	20.46	0.08	1.87	0.97	0.55	12.18	6.30
橡胶群系	150.00	12.50	193.99	0.00	0.00	0.00	6.44	966.43	80.54
湿地松群系	142.72	12.13	279.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
尾叶桉群系	86.71	12.94	2470.34	16.18	1402.80	209.34	73.21	6348.13	947.35
荔枝群系	80.00	9.80	1628.72	4.22	337.27	41.32	34.91	2792.74	342.11
水稻群系	10.50	21.00	3187.73	16.80	176.44	352.89	0.01	0.06	0.11
甘蔗群系	35.00	35.00	2030.65	6.82	238.66	238.66	0.00	0.11	0.11
辣椒群系	6.80	6.80	106.88	0.36	2.44	2.44	0.00	0.00	0.00
香蕉群系	45.00	18.00	3393.16	4.22	189.71	75.88	34.91	1570.92	628.37
菠萝群系	12.00	12.00	16221.55	29.51	354.13	354.13	244.36	2932.38	2932.38
剑麻群系	25.00	8.50	2189.15	22.05	551.14	187.39	415.31	10382.77	3530.14
火龙果群系	18.00	7.20	1085.81	4.22	75.98	30.39	36.07	649.32	259.73
合计			33537.29	109.41	3603.04	1538.24	858.22	26373.78	8842.16

表5.7-16 总体工程占地生物量及生产力损失情况汇总表

植被群系	生物量 (t/hm ²)	净初级生产 力 t/(hm ² ·a)	评价范围内 面积(hm ²)	工程永久占 用面积(hm ²)	生物量损 失(t)	净初级生产 力损失(t/a)	工程临时占 用面积(hm ²)	生物量损 失(t)	净初级生产 力损失(t/a)
樟树群系	125.00	11.50	2273.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
黄槿群系	75.00	8.20	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
台湾相思群系	114.79	14.31	256.72	3.35	384.31	47.91	5.40	619.43	77.22
桐花树群系	60.00	7.50	10.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
粉单竹群系	130.00	15.80	241.50	3.60	468.62	56.95	4.33	563.48	68.48
撑篙竹群系	115.00	14.20	161.00	2.40	276.36	34.12	2.89	332.31	41.03
白花鬼针草群系	4.47	4.47	1333.69	1.63	7.29	7.29	5.53	24.71	24.71
白茅群系	3.29	3.29	440.10	0.54	1.79	1.79	1.84	6.06	6.06
毛蕨群系	5.46	5.46	440.10	0.54	2.97	2.97	1.84	10.06	10.06
碎米莎草-大蔗草群系	6.20	6.20	28.13	0.25	1.53	1.53	1.88	11.63	11.63
光荚含羞草群系	22.14	11.46	64.18	0.84	18.53	9.59	1.35	29.87	15.46
橡胶群系	150.00	12.50	1017.50	1.46	218.73	18.23	25.27	3790.09	315.84
湿地松群系	142.72	12.13	2273.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
尾叶桉群系	86.71	12.94	20386.25	274.19	23775.29	3548.06	430.61	37337.81	5572.04
荔枝群系	80.00	9.80	12181.14	8.57	685.30	83.95	52.96	4237.14	519.05
水稻群系	10.50	21.00	16436.94	74.90	786.42	1572.85	0.01	0.11	0.21
甘蔗群系	35.00	35.00	7896.76	29.95	1048.09	1048.09	0.01	0.33	0.33
辣椒群系	6.80	6.80	415.62	1.58	10.72	10.72	0.00	0.00	0.00
香蕉群系	45.00	18.00	8649.23	8.57	385.48	154.19	52.96	2383.39	953.36
菠萝群系	12.00	12.00	29900.09	59.96	719.56	719.56	370.75	4449.00	4449.00
剑麻群系	25.00	8.50	13530.70	144.35	3608.73	1226.97	945.38	23634.51	8035.73
火龙果群系	18.00	7.20	2865.88	8.59	154.53	61.81	54.31	977.67	391.07
合计			120802.93	625.26	32554.23	8606.57	1957.33	78407.59	20491.29

(2) 施工对植物的影响

本工程建设内容包含输水工程、提水工程、排水工程 3 部分。输水工程为新建骨干管道工程、新建连通渠道、新建和恢复渠道工程和渠道加固改造及扩建工程；提水工程主要包含水库、河道提水泵站和渠道提水泵站工程，排水工程为加固改造灌排结合渠道。

1) 输水工程对植物的影响

工程永久及临时占地总规模较大，占地范围内以农田、人工林和灌草丛植被为主，未涉及国家级和地方级保护野生植物的集中分布区，仅会造成占地范围内常见植物的局部损失，不会导致区域植物物种灭绝。工程永久占地将彻底清除占地范围内的植被，造成生物量和生产力的永久性损失；临时占地虽会在施工期破坏地表植被，但施工结束后通过落实植被恢复、土地复垦等生态修复措施，可逐步恢复植被覆盖，回升区域生产力，仅会造成短期可逆的生态影响。整体来看，输水工程沿线影响范围呈带状分布，对区域植被群落结构和连通性的影响局限在工程红线范围内，不会对区域整体生态系统的稳定性造成显著负面影响。

2) 提水工程对植物的影响

提水泵站永久占地主要清除占地范围内原有植被，对占地范围内的农田作物、人工林和乡土灌草造成不可逆破坏；施工过程中，泵站建设的场地平整、基础开挖以及配套临时设施搭建、施工机械进场等活动，会对临时占地区域的植被造成碾压、铲除破坏，同时施工扬尘也会对周边植物光合作用产生一定抑制作用，属于短期可恢复的影响。本次提水工程各泵站选址范围内的植被均以人工植被和农田植被为主，无原生性自然植被，也不涉及珍稀保护野生植物，永久占地仅造成区域常见物种的局部消失，不会引发物种灭绝。各片区提水工程永久占地和临时占地整体影响范围较小、强度有限，施工结束后通过落实永久占地周边的植被修复和临时占地的植被复垦恢复措施，能够逐步缓解工程带来的生态影响，维持区域植被生态的基本稳定。

3) 排水工程对植物的影响

工程占地均已计入输水工程占地范围内，不新增额外占地，因此也不会新增额外的植被生物量与生产力损失。工程施工以原有渠道的加固改造作业为主，仅会在施工过程中对渠道堤岸及两侧临时作业带内的植被造成碾压、铲除破坏，同时施工扬尘会对周边植物叶片光合作用产生短期抑制，这些影响均属于可逆的短期干扰。施工范围内的植被以农田作物、人工防护植被和常见乡土灌草为主，不涉及珍稀保护野生植物，施工结束后对临时作业带及时落实植被恢复措施，即可快速恢复区域植被覆盖，不会对区域陆生

植物群落结构和稳定性造成显著负面影响。

5.7.3.2 运行期陆生植被影响

本工程运行期主要有日常维护检修、引水系统运行等工程活动，运行期工程对植物及植被的影响因子主要有灌区水分条件改变等。工程建成运行后，区域水域面积将有所增加，对局部小气候会造成一定影响，由于水的热容性较大，升温降温缓慢，水面水分蒸发，可增加周围的空气湿度，对生物的分布、生境改良等影响趋于有利。

（1）输水工程对植物的影响

运行期输水线路周边植被经过施工后恢复期的自然演替与人工生态修复，临时占地范围内被破坏的植被可逐步得到恢复，永久占地范围的裸地也会通过撒播草种、栽植乡土乔灌进行绿化，区域植被覆盖度逐步回升，植被连通性得到一定程度修复。鬼针草等喜光入侵草本的优势度会逐渐下降，原有乡土植被群落结构逐步恢复，工程建设对区域植被格局的长期扰动逐渐趋于稳定，不会造成区域植被的持续性退化。运行期输水过程中沿线地下水位抬升，可改善周边陆生植物的水分条件，一定程度上有利于提高沿线植被的生产力，促进植被恢复。

（2）提水工程对植物的影响

本工程提水工程主要为各类泵站，多布置于河道、水库周边及灌区高地，运行后主要通过水源补给、水位波动、局地水文变化影响周边陆生植被。提水泵站建成运行后，人类生产活动相对施工期大幅减少，站区周边人为干扰强度明显降低。永久占地范围会配套建设绿化防护工程，选择本土适生植物营造绿化景观，临时占用的施工营地、临时堆料场等区域也会及时开展生态修复，被破坏的植被可逐步恢复。站区整体对周边陆生植物的影响较小，仅永久建筑占地区域植被永久消失，其余区域植被可基本恢复到施工前水平，不会对区域植物多样性产生长期负面影响。

（3）排水工程对植物的影响

灌区排水系统承担田间退水、多余积水、浅层渍水疏导功能，排水工程运行期间，主要通过调控区域地下水位、改变土壤水分条件，规避土壤积水、渍涝问题影响沿线植被，保障陆生植被正常生长。合理排水可有效排除田间、渠旁低洼地带多余水分，防止土壤长期过湿、潜育化，保障水稻、玉米等农作物以及尾叶桉、荔枝等经济林木根系正常呼吸，避免渍水烂根导致植株衰败，维持农田植被、人工林群落健康稳定。同时排水顺畅可抑制低洼区域过度湿生植物无序蔓延，保障原有中生植被群落结构稳定。

原本受渍涝影响的农田及周边区域排水条件改善，不适宜高湿环境的乡土植物生长得到促进，植被生产力逐步提升，原有不适宜湿润生境的植物类群占比逐渐恢复。排水工程渠道经过生态整治后，岸坡会种植本土护岸植被，逐步形成稳定的岸生植被带，渠道周边植被覆盖度和群落稳定性均会逐步提升，整体不会对区域植物造成长期不利影响，对植物群落结构的干扰较小。

5.7.3.3 外来入侵植物的影响

评价范围分布有藿香蓟、光荚含羞草、鬼针草、马缨丹、空心莲子草等外来入侵物种。入侵物种由于缺少天敌而大量繁殖对当地生态造成了很大的危害。而且随着工程车辆的进入，人们将会有意无意的将新的外来物种带进该区域，或者将入侵物种带出该区域，从而在新的地点形成新的分布区域。外来物种适应性、耐性强、繁殖力强，易占据本地物种生态位，对土著物种产生一定的排斥，影响区域种群、群落或生态系统的结构和功能，导致生态系统的退化，破坏当地生态。

5.7.4 对陆生动物的影响

5.7.4.1 施工期对陆生动物的影响

（1）对两栖类及爬行类的影响

1）工程占地影响

工程永久占地会占用两栖和爬行类动物的栖息地，工程永久占用的土地类型主要有水域及水利设施用地、林地、耕地等，工程对这些生境的占用会缩减生活在工程影响区域的部分两栖爬行类动物的活动范围，造成其栖息地的损失，加剧种内种间竞争，使其向远离影响区的地方迁移，造成工程影响区内两栖爬行类个体及种群数量的下降，尤其是泵站等水域及附近区域，分布有较多的两栖爬行类动物，施工期间会占用河流水域等生境，由于两栖爬行类迁移能力较弱，工程施工可能会暂时改变其分布格局；另外施工所需要的临时场地（如临时堆场、临时道路等）也会占用两栖类的部分栖息地，其个体数量可能会有一定程度的减少。根据现场调查，工程直接影响区主要是林地、灌草地、农田等生境，且评价区除永久占地区外相似的适宜生境丰富，区域内两栖爬行类都有一定的趋避能力，因此，工程永久占地的影响较为有限，临时占地在施工期占用破坏两栖爬行类生境，但随着施工结束后的植被恢复和水土保持措施的实施，临时占地区的影响

会逐渐减小。另外，工程施工过程中地表开挖、渣料及建筑材料的堆放也可能直接造成两栖爬行类动物个体伤亡，在现场施工过程中如遇两栖爬行的巢穴，应尽量采取相应的保护措施，避免对其造成直接伤害。

2) 施工及人为干扰的影响

工程施工期间产生的噪声、废水、粉尘、灯光等也会对评价区内两栖爬行类动物产生一定的干扰影响。施工过程中的爆破、施工机械及车辆噪声等会对两栖爬行类动物的栖息、觅食等活动造成惊扰，使其逃离施工区域；夜间灯光会对两栖爬行类动物的栖息觅食甚至繁殖产生干扰；施工过程中机械滴漏的含油废水、施工人员生活污水若未经处理随意排放，以及施工产生的粉尘等会污染施工区环境，劣化两栖爬行类动物的生境。以上施工干扰都会使得受工程影响区域内的两栖类爬行类动物向工程干扰较小或未受影响的周边区域扩散，造成施工影响区域内两栖爬行类个体数量的下降，导致其分布格局的改变，由于评价区内分布有较多的相似生境，受影响的两栖爬行类动物可以进行迁移，因此这种影响不会造成整个评价区两栖、爬行类动物种类发生减少。

另外，施工期间，施工人员进驻，人为干扰增加，一些具有经济价值的两栖爬行类如泽陆蛙等可能会遭到施工人员的捕捉，对其个体造成伤害，这种影响可以通过加强管理减小和避免。

(2) 对鸟类的影响

1) 工程占地影响

本工程永久及临时占用面积最大的土地类型主要为耕地，其他占地类型面积相对较小。工程永久占地会使得分布于农田、灌丛等生境的鸟类丧失部分栖息、活动、觅食的生境，导致其活动范围缩小，不得不向远离施工影响的区域迁移，从而使其分布格局发生改变，但由于鸟类具有迁移能力强、活动范围广及食物来源多样化的特点，工程占地区周围分布有较多的替代生境，且工程占地面积占评价区总面积的比例较小，工程完工后临时占地区会及时进行绿化或植被恢复，受影响迁移的鸟类可重新回到原生境活动，因此施工占地对鸟类的影响相对较小。

2) 施工及人为干扰的影响

施工期间产生的噪声、震动、废水、扬尘、灯光等也会对鸟类产生不利影响。大部分鸟类对噪音较为敏感，施工过程中的机械及车辆运行噪声等会对施工区周边的鸟类造

成一定的惊扰，使其迁往噪声影响相对较小的区域生存，同时突发的高噪声活动容易影响繁殖期鸟类的繁殖习性，如弃巢等；施工期产生的机械含油废水、施工人员生活污水、施工生产废水等若未经处理直接排放会污染水域和土壤，进而对植被造成影响，导致鸟类栖息地及觅食地被污染，影响鸟类的栖息及觅食，造成该区域鸟类的迁移；另外，输水管线敷设开挖、工程区建筑物、场内道路等施工、施工工厂、混凝土拌和系统等处施工产生的扬尘、粉尘等也会劣化鸟类生境，对工程影响区内的鸟类造成影响；夜间施工灯光也会对鸟类的繁殖造成一定影响。因此施工期间应合理安排施工时间，避免晨昏进行高噪声作业，减少夜间施工，严格管理废水污水的处理，定期洒水抑尘，以减小施工活动对鸟类产生的不利影响。

人为干扰影响主要是对部分具有观赏价值和经济价值的鸟类如珠颈斑鸠、画眉等产生的捕捉、捕杀等影响，从而对其个体造成伤害，可能间接地影响该类型鸟类的种群繁殖。建议施工期间加强宣传和管理，以避免人为活动对鸟类造成影响。

综上所述，由于鸟类活动和觅食范围较广，避趋和适应能力较强，且工程施工影响范围较小，评价区内分布有大面积的适宜生境，它们在受到施工占地及施工活动干扰影响后会主动向周边适宜生境迁移，规避施工活动造成的不利影响。工程完工后，随着施工迹地恢复和环境改善，施工区域鸟类种群数量将逐渐得到恢复。因此鸟类受工程施工干扰影响较小。

（3）对哺乳类动物的影响

1）工程占地的影响

评价区内的哺乳类有黄毛鼠、臭鼩等，主要分布于林地、灌丛等生境，施工期间，工程建设区、场内道路、临时堆场等工程布置将占用部分林地、灌丛等，对原栖息于该区域的哺乳类的栖息和觅食会造成一定影响。同鸟类一样，哺乳类也具有较强的活动和迁移能力，且评价区内及周边区域相似生境较为丰富，施工期间，工程影响区域内的哺乳类可迁移至周边相似生境生活，因此工程永久及临时占地对哺乳类生境的占用影响可控。

2）施工及人为干扰的影响

除占地对哺乳类的影响外，施工期间产生的机械噪声、灯光污染以及车辆行驶和人为活动等各方面对环境的扰动，都会对工程区附近的哺乳类产生一定的驱赶影响，受影响的部分哺乳类会主动远离工程影响区，造成其分布格局的改变。

5.7.4.2 运行期对陆生动物的影响

(1) 对两栖类及爬行类的影响

工程运行后新建渠道形成了新的静水水域，将为静水型两栖动物如沼水蛙等以及林栖傍水型爬行类动物如滑鼠蛇等的栖息、繁殖提供更加适宜、广阔的生境。灌区周边潮湿的环境有利于生境的改善，对适应这一区域的动物摄食有利，可能会使周边一定范围两栖类和爬行类动物种类和数量增加。

(2) 对鸟类的影响

工程建成后，将导致原有的林地、灌草地等陆生植物损失，导致原栖息于此的部分鸟类的栖息地损失，使得原来栖居于此区域的鸟类失去取食地和繁殖地，迫使其前往它处。工程完成后，评价区水域面积的扩大，对游禽、涉禽以及傍水型等类型的鸟类有一定的吸引作用，将会使得评价区内这些类型鸟类的种类和数量增加。

(3) 对哺乳类动物的影响

本项目评价区的哺乳类以森林、灌丛等生境中分布的物种如野猪、果子狸等为主，工程建成后，随着运行人员的进驻，可能会对周边动物进行捕获、伤害，运行期需要注意运行人员进行野生动物保护教育。

另一方面，随着工程的运行，评价区周边潮湿的环境有利于植物的生长，岸边生境的改善对适应这一区域的哺乳类动物摄食有利，为其带来一种安定的生活环境，可能导致周边一定范围哺乳类动物的种类和数量增加。经过一段时间的调节后，其种群密度将达到生态平衡状态。

5.7.5 对重点保护陆生野生动植物的影响

5.7.5.1 对重点保护陆生野生植物的影响

(1) 对易危植物的影响

评价范围易危植物有 1 种，为中华青牛胆，工程永久占地及临时占地不涉及中华青牛胆集中分布区域，工程建设不会对其产生直接影响。

(2) 对特有植物的影响

评价范围共分布有陆生野生中国特有植物 10 种。特有种在评价范围内分布较为广泛，在广东省及国内类似生境中也有分布，不属于狭域分布物种，本项目建设占地仅对

施工占地区等局部区域零星分布的特有植物带来侵占影响，导致个体数量减少，但不会导致特有植物物种在评价范围内消失，也不会导致特有植物种群数量、资源量大幅波动。综上，本工程施工运行对评价范围内的特有植物影响较小。

(3) 对古树名木的影响

工程占地不涉及古树名木，评价范围内有古树 618 株，施工活动中注意对评价范围内古树的保护，对古树影响较小。

5.7.5.2 对重点保护动物影响

评价范围陆生脊椎动物中，有国家二级重点保护野生动物 14 种，分别为虎纹蛙、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、黑翅鸢、黑冠鹃隼、凤头鹰、褐耳鹰、松雀鹰、鹊鹛、灰脸鵟鹰、普通鵟、白胸翡翠、红隼、画眉；有广东省重点保护野生动物 10 种。重点保护野生动物在评价区内分布数量较少，根据现场调查及区域内文献等资料查询，项目区不属于这些重点保护动物的集中繁殖地、觅食区、迁徙停歇地等重要生境。工程建设对其的影响如下表。

表5.7-17 工程对重点保护野生动物的影响情况一览表

序号	物种名称	保护级别	分布区域	工程影响	
				施工期	运行期
1	褐翅鸦鹃 <i>Centropus sinensis</i>	国家二级	评价区广泛分布	施工噪声、灯光等对施工区周围环境产生干扰，从而影响鸟类的栖息，但鸟类有很强的飞行能力，且栖息生境多样，有一定的抗干扰能力，在环境受到干扰时会迅速迁移到其他相同或相似生境中，工程对其影响较小。	运行期灌区水域面积增加，为其提供了更为充足的食物来源，栖息地受到一定面积的损失，善于飞翔，容易找到其它适宜栖息的生境，也更容易找到食物，不会对其种群造成长期不利影响，整体影响可控。
2	小鸦鹃 <i>Centropus bengalensis</i>	国家二级	评价区廉江东南赤岭村、礼村一带		
3	黑翅鸢 <i>Elanus caeruleus</i>	国家二级	评价区零星分布	施工占地会导致其觅食地减少，同时会占用其部分生境，但猛禽主要分布于高山峡谷中上部林区，工程建设	
4	黑冠鹃隼 <i>Aviceda leuphotes</i>	国家二级	评价区东北部农田、森林区		
5	凤头鹰 <i>Accipiter trivirgatus</i>	国家二级	评价区遂溪县乌蛇岭附近		

序号	物种名称	保护级别	分布区域	工程影响	
				施工期	运行期
6	褐耳鹰 <i>Accipiter badius</i>	国家二级	评价区乌塘镇 乌塘岭附近	对其生境破坏很小。由于猛禽活动能力强，活动范围广，很容易在工程占地区外找到替代生境，工程建设对其影响总体较小。	
7	松雀鹰 <i>Accipiter virgatus</i>	国家二级	评价区东北部 农田、森林区		
8	鹊鹞 <i>Circus melanoleucos</i>	国家二级	评价区遂溪县 文屋村、岭北镇 西塘村		
9	灰脸鵟鹰 <i>Butastur indicus</i>	国家二级	评价区廉江市 新屋仔村附近		
10	普通鵟 <i>Buteo japonicus</i>	国家二级	评价区岭北镇 西塘村附近		
11	红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	国家二级	评价区廉江市 东谢鞋村大碑 附近		
12	白胸翡翠 <i>Halcyon smyrnensis</i>	国家二级	评价区遂溪孔 子文化城景区	施工噪声、灯光等对施工区周围环境产生干扰，从而影响鸟类的栖息，但鸟类有很强的飞行能力，且栖息生境多样，有一定的抗干扰能力，在环境受到干扰时会迅速迁移到其他相同或相似生境中，工程对其影响较小。	
13	画眉 <i>Garrulax canorus</i>	国家二级	评价区廉江市 谢鞋村、湛江市 赤坎水库		
14	虎纹蛙 <i>Hoplobatrachus chinensis</i>	国家二级	评价区信岭村 附近	工程占用会缩减部分两栖爬行类动物的活动范围，造成其栖息地的损失，两爬类有一定的趋避能力，在受到干扰时会迁移到其他	运行期工程新建渠道扩大了水域面积，改善了周边湿润生境，可为虎纹蛙提供更多适宜栖息繁殖场所，有利于其种群活动。

序号	物种名称	保护级别	分布区域	工程影响	
				施工期	运行期
				相似生境中，工程对其影响较为有限。	

5.7.6 对生态敏感区的影响

工程在可研、初设阶段多次对线路布置进行优化调整，但受水资源条件、地质、施工难度、拆迁搬迁、灌溉范围、供水保证率等多因素影响，仍有部分工程涉及生态保护红线无法避让。

5.7.6.1 雷北片区

(1) 区位与管控属性

雷北片区涉及粤西沿海丘陵台地水土保持生态保护红线，不涉及整合优化后的自然保护地。其中生态保护红线主导功能为水土保持、防控土壤侵蚀、调节地表径流，是雷州半岛北部丘陵台地重要生态屏障。

(2) 生态现状

片区地貌以沿海丘陵、台地为主，红线范围内植被以人工林、耕地、河边灌丛及灌草丛为主要类型，优势植物包括尾叶桉林、荔枝林以及水稻等农作物群落，伴生光荚含羞草、白茅、鬼针草、华南毛蕨、类芦等灌草植物。区域陆生动物均为广布常见物种，主要有珠颈斑鸠、白头鹎、鹊鸚、变色树蜥、黑眶蟾蜍、沼水蛙、斑腿泛树蛙等，无珍稀濒危野生动植物集中分布。区域以人工植被、农田生态系统为主，植被覆盖度较好，土壤抗侵蚀能力较强，水土流失现状总体平稳。

(3) 涉生态敏感区工程内容、施工方式及占地规模

雷北片区占用生态保护红线 2.0021 hm²，其中永久占用 0.8788 hm²，施工临时占用 1.1233 hm²；临时占地主要为导流围堰、施工临时道路。

1) 甘水塘干渠改造（廉江市，红线编码：4408811330084）

工程内容为现有渠道清淤、边坡修整、衬砌及设施改造；采用渠道整治、衬砌施工工艺，永久占用主要是修复渠道占用 0.0013 hm²。

2) 浦洋水轮泵站（廉江市，红线编码：4408811330084）

工程内容为泵站主体构筑物及附属设施建设；采用场地平整、基坑开挖、混凝土浇筑、设备安装等施工工艺，临时占地布设导流围堰与施工道路。永久占用 0.2245 hm²，临时占用 0.2518 hm²，合计 0.4763 hm²。

3) 马猫泵站（廉江市，红线编码：4408811330084）

工程内容为泵站主体、进出水构筑物及管护设施建设；施工采用地表清表、开挖填筑、结构浇筑、机电安装，临时占地用作导流围堰及施工道路。永久占用 0.2786hm²，临时占用 0.6035 hm²，合计 0.8821hm²。

4) 西村泵站（遂溪县，红线编码：440823130213）

工程内容为泵站站体、进出水渠及配套设施施工；实施地表清表、基坑开挖、构筑物浇筑与设备安装，临时占地主要设置导流围堰。永久占用 0.2691 hm²，临时占用 0.1890 hm²，合计 0.4581 hm²。

5) 马塘低干渠改造（遂溪县，红线编码：440823130158）

工程内容为现有渠道清淤、边坡修整、衬砌及设施改造；采用渠道整治、衬砌施工工艺，临时占地布设施工临时道路。本项目无永久占地，仅临时占用 0.0790 hm²。

6) 河头干渠改造（雷州市，红线编码：440882130088）

工程内容为现有渠道清淤、边坡修整、衬砌及设施改造；采用渠道整治、衬砌施工工艺，永久占用 0.1053hm²。

（4）对生态保护红线的影响分析

1) 施工期影响

工程永久占地范围内开展地表清表、基坑开挖、场地填筑等作业，将彻底清除原有尾叶桉、荔枝林、农作物及各类乡土灌草，地表植被完全消失，植被覆盖度骤降；临时占地因机械碾压、临建设施搭建、车辆通行，造成地表植被弯折、根系受损，表层土壤结构被破坏、土层松动。受地表扰动影响，红线区域土壤抗蚀能力下降，加之施工弃土、泥沙裸露，局部区域水土流失风险有所上升，对水土保持功能形成短期负面影响。

施工机械运转、土石方作业产生的噪声、振动，以及施工人员活动、夜间照明，会持续惊扰红线内珠颈斑鸠、两栖类、爬行类等陆生动物，迫使动物向红线外围未扰动区域迁徙、回避，局部动物活动范围缩小、栖息频次降低。由于区域内均为适应性强的常

见物种，无珍稀保护动植物，不会造成物种生存威胁或种群数量大幅衰减。

本工程以点状泵站、线状渠道形式零散占用红线，未割裂生态保护红线整体空间连通性。各类临时占地、导流围堰、施工道路均为阶段性使用，仅在施工期产生影响，扰动范围集中在工程红线及紧邻区域，未对整片红线生态系统造成大范围破坏。

2) 运营期影响

泵站、改造后干渠等永久构筑物区域地表硬化，原生植被无法自然恢复，用地性质发生永久性改变。项目将结合场地条件实施渠堤、站区人工绿化，选用本土适生灌草、苗木营造防护植被，逐步恢复局部植被覆盖。灌区常态化输水后，沿线土壤墒情、空气湿度得到改善，利好红线外围植被生长，区域整体植被群落稳定性逐步回升。

施工结束后将全面拆除导流围堰、临时道路等临时设施，对临时占用红线地块开展生态复绿，按照原有植被类型进行恢复，地表植被、土壤结构可逐步恢复至施工前状态，临时占地带来的扰动影响基本消除。

运营期仅开展日常巡检、设备检修等低强度人为活动，扰动强度远低于施工期。灌区水系有序调度可优化区域地表径流条件，进一步辅助红线水土保持功能发挥。整体来看，生态保护红线原有生态结构、主导功能能够长期保持稳定。

5.7.6.2 雷西南片区

(1) 区位与管控属性

雷西南片区涉及粤西沿海丘陵台地水土保持生态保护红线，不涉及整合优化后的自然保护地。其中生态保护红线主导功能为水土保持、防控土壤侵蚀、调节地表径流。

(2) 生态现状

工程占用的粤西沿海丘陵台地水土保持生态保护红线区域现状主要为龙门水库沿岸区域，以耐湿草本群落为主，优势种为碎米莎草、大蕨草、水虱草等，盖度约 60%-80%。周边连片分布着甘蔗等人工经济作物，形成大面积农田，人为耕作痕迹明显。受农业开发和基础设施建设影响，自然岸线和原生植被受到一定干扰，生物多样性水平一般，未发现珍稀濒危动植物或重要生态保护目标。

(3) 涉生态敏感区工程内容、施工方式及占地规模

雷西南片区占用生态保护红线 4.0509hm²，其中永久占用 2.7741hm²，施工临时占用 1.2768hm²；临时占地主要为导流围堰、施工临时道路。

工程内容为泵站主体构筑物及附属设施建设；采用场地平整、基坑开挖、混凝土浇筑、设备安装等施工工艺，临时占地布设导流围堰与施工道路。

（4）对生态保护红线的影响分析

1）施工期影响

施工期对生态保护红线的影响主要体现为短期植被扰动与局部地貌改变，施工活动将局部清除红线范围内现状湿生草本植被，造成小范围植被覆盖度临时下降，施工机械作业、土方开挖会对表层土壤结构产生扰动，短期内降低局部水土保持能力。同时，施工活动产生的人为扰动、机械噪声及场地占用会对红线内局部生境造成短暂干扰，影响区域小型动植物活动与栖息环境。

雷西南片区工程占用生态保护红线区域以广布耐湿草本群落为主，无珍稀濒危动植物及重要保护物种分布，生物多样性水平一般，且周边以人工农田经济作物为主，原生生态本底敏感性较低。此外，红线内扰动区域均为工程点状、小范围局部占用，未大面积破坏连片生态斑块，且所有临时占地影响均为可逆影响，施工结束后可及时拆除临时围堰、清理施工场地，开展植被复绿与地貌恢复，可有效恢复生态保护红线区域原有水土保持生态功能，施工期总体生态影响可控。

2）运行期影响

项目建成运行后，仅泵站主体构筑物及配套设施永久占用少量生态保护红线区域，永久占地范围固化、无新增扰动，不再产生施工期开挖、占地、机械作业等生态干扰。工程永久占用区域占红线总面积比例极小，且占用区域以普通湿生草本植被为主，不会破坏区域水土保持主导生态功能，不会阻隔生态廊道、改变区域原有水文连通格局与地表径流调节体系。

同时，项目为水利改善类工程，建成后可优化区域水系调度、改善局部水土保持条件、减少区域土壤侵蚀风险，对红线区域水土保持、生态稳固具有一定正向促进作用。

5.7.6.3 雷东南片区

雷东南片区永久、临时占地范围不涉及生态保护红线，评价范围分布有生态保护红线 5 处，距离工程 70m-280m，生态保护红线内主要为饮用水水源保护区及局部红树林。

区域内饮用水水源保护区所在红线为粤西沿海丘陵台地水土保持生态保护红线，以耐湿草本群落为主，优势种为优势种为狗牙根、牛筋草等，盖度约 60%-80%。周边分布

有大量农田，主要种植甘蔗、菠萝等作物。岸线周边存在明显的农业开发活动，部分区域红壤裸露，存在轻微水土流失风险；近岸滩地可见少量生活垃圾和废弃物，局部环境受到轻微人为干扰。

1) 施工期影响

施工过程产生的机械噪声、扬尘、施工废水、土方扰动等仅存在远距离间接轻微干扰：一是施工扬尘随风扩散，少量沉降至红线边缘草本植被表层，短期轻微影响植物光合作用，但红线植被以狗牙根、牛筋草等耐粗放生长草本为主，抗干扰能力较强，施工结束后可自然恢复；二是若施工期雨水冲刷堆土场、开挖面，携带泥沙的地表径流可能流向红线区域，会小幅加重红线边缘现有轻微水土流失问题；三是施工机械作业、人员活动产生的噪声，会短暂惊扰红线内小型陆生动物，对野生动物栖息、活动产生短时扰动。

红线内含局部红树林敏感植被，工程与红线间隔 70m 以上农田缓冲带，农业植被可起到隔声、截沙、过滤径流的阻隔作用，大幅削弱施工扰动传导强度。同时红线周边本身农业开发活动频繁，本底人为干扰程度较高，工程新增扰动叠加效应有限，通过落实施工围挡、堆土覆盖、临时截排水沟、施工废水集中收集处理等措施后，水土流失、扬尘、噪声影响可得到有效削减。

2) 运行期影响

项目运营阶段无土方开挖、机械施工等扰动源，无新增污染物排放，不存在持续扬尘、噪声、泥沙流失等干扰因素。工程为水利灌溉配套设施，运行后可优化区域农田灌溉水系，规范坡面水资源调度，对红线水土保持功能起到一定正向辅助作用。

工程与生态保护红线始终保持固定缓冲间距，运行期不会改变红线内水系连通、滩涂生境、草本群落结构及红树林生长环境，不会阻隔生态连通性，不会加剧红线内生活垃圾堆积、岸线侵蚀等原有环境问题，对饮用水水源保护区、红树林及水土保持生态保护红线生态结构、主导功能基本无不利影响。

5.8 水生生态环境影响预测与评价

5.8.1 施工期对水生生态的影响

5.8.1.1 对水生生境的影响

本工程涉水工程较多，需进行导流。需要采取施工导流措施的水工建筑物主要有穿河涌埋管及渠道、提水泵站、管（渠）道进出水口等，其中雷北片区 148 处，雷西南片区 13 处，雷东南片区 44 处，合计 205 处。涉水工程需进行围堰施工，围堰方式主要有土石围堰和钢板桩围堰两种方式。涉及的水体主要有青年运河、南渡河、龙门河等河流以及迈生水库、红心楼水库、龙门水库等众多水库。

土石围堰在填筑和拆除过程中均可能造成河床底质的扰动并发生一定量的土方泄露，从而造成围堰施工作业点周围悬浮物浓度增加。因此，施工期对水生态的影响主要是围堰填筑和拆除过程中对水体的扰动。水体中悬浮物浓度增加会造成水体透明度下降，抑制浮游植物的生长，从而影响饵料生物的丰度，进而影响鱼类的摄食。水中悬浮物浓度的增加，一方面影响鱼类的饵料食物，另一方面影响鱼类的生活环境，从而影响鱼类的栖息生存。

根据前面涉水施工扰动影响预测分析的结果，水库围堰施工引起的悬浮物浓度增加基本在 100m 范围内，100m 外 SS 浓度值基本维持现状。根据对青年运河施工扰动的影响分析，涉水施工作业时，悬浮物向下游扩散，在下游 31.2m×10m 处接近本底值。

可见围堰施工对水生环境的影响范围不大，施工结束后，水中悬浮物浓度逐渐恢复到原有水平，因而围堰施工对水生生态环境的影响是短暂的、可逆的。

5.8.1.2 对水生生物的影响

施工对水体的搅动，使得水体透明度下降，改变了水下光照条件，浮游植物的光合作用受到抑制，影响浮游植物的生长，水体初级生产力降低。而后者又决定着小型鱼类的产量(3 级生产力)和大型鱼类的产量(终级生产力)。浮游植物初级生产力是水体生物生产力基础，是水生态系统食物网的结构和功能的基础环节，不但要为鱼类直接和间接提供天然活饵料，而且还是水体溶氧的主要制造者。因此，水质下降、水体浑浊等因素都会影响项目区水域的水生生物的生存。

多数底栖动物长期生活在底泥中，具有区域性强，迁移能力弱等特点，对于环境污染及变化通常少有回避能力，涉水工程施工过程中会造成原水域底质中的底栖动物损失，对局部水域浮游、底栖生物产生不利影响。

研究表明，悬浮物对鱼类的影响主要是悬浮泥沙颗粒造成的机械损伤、堵塞鳃孔、刺激鳃丝和黏膜。其影响程度决定于悬浮颗粒的性质、硬度和形状，也取决于鱼类品种及其忍耐性。彭自然等研究表明混浊度达 20000 mg/L 时对 16 种温水鱼未发现有害影响，多数品种仍能生长繁殖；而且鱼皮肤分泌黏液具有凝结功能，能很快缠绕悬浮颗粒，以防鱼鳃堵塞。施工过程中产生的扰动会引起水体悬浮物增加，根据前面涉水施工扰动影响预测分析的结果，水库围堰施工引起的悬浮物浓度增加基本在 100m 范围内，100m 外 SS 浓度值基本维持现状。根据对青年运河施工扰动的影响分析，涉水施工作业时，悬浮物向下游扩散，在下游 31.2m×10m 处接近本底值。可见围堰施工对水生环境的影响范围不大，对鱼类影响较小。施工产生的噪声也会对生活在附近区域的鱼类造成惊吓，而导致在施工水域附近的鱼类往远离施工水域的地方迁移。成年鱼类的活动能力较强，施工作业对其的影响更多表现为“驱散效应”。

本工程涉水施工涉及的水体主要有青年运河、南渡河、龙门河等河流以及迈生水库、红心楼水库、龙门水库等众多水库。这些水体的鱼类多为常见种类，没有特殊种类或敏感物种，不会造成严重的生物损失。施工过程中机械产生的噪声和振动，会惊扰到附近水体中的鱼类导致其向远处迁移，进而影响鱼类的空间分布，但不会造成鱼类死亡，且对鱼类空间分布的影响不是永久的，待施工结束后随着水生生态环境的逐渐恢复，鱼类会重新根据其生活习性分布。总体来说，围堰填筑和拆除的工期短，对水生生物的影响较小。

5.8.2 运行期对水生生态的影响

5.8.2.1 对水源区水生生态的影响

本工程的水源工程主要是鹤地水库、南渡河以及其他本地水库。

（1）对水生生态影响分析

1) 鹤地水库

根据水文情势影响分析，本工程运行后，鹤地水库水位发生一定的变化，丰水年水位变化在-2.75~0m，平水年水位变化在-2.21~1.65m，枯水年水位变化在-0.08~4.31m。总体来看，根据长系列调节计算成果，环北部湾广东水资源配置工程从西江调水至鹤地水库后，鹤地水位发生一定的变化。当环北补水量大于下游增加的用水量时，鹤地水库内的水位会出现上升情况；当环北补水量为 0 或补水量小于下游新增的用水量时，鹤地水库的水位会出现下降情况。从丰、平、枯典型年来看，丰水年环北工程补水量较少，而下游用水量增加，水库水位变化表现为下降为主；平水年水位变化有升高亦有降低；枯水年，环北工程补水量较大，对比现状，水库水位有明显提升。

库区内水位发生变化，会在一定程度上影响库区水生生态环境。但工程运行后，鹤地水库的运行水位维持原来的正常蓄水位不变，库区无新增淹没面积，水位的小幅度变化对水库的生态环境不会造成明显的变化。

2) 南渡河

南渡河多年平均来水流量为 $23.52\text{m}^3/\text{s}$ ，本工程通过西运河连通工程从西运河引水 $13\text{m}^3/\text{s}$ 至南渡河，南渡河泵站再从南渡河取水 $13.9\text{m}^3/\text{s}$ 。西运河连通工程与南渡河的交汇点至南渡河泵站取水点之间的南渡河河段长约 74km，其河道内水量有所增加，有利于水生生态环境的改善。南渡河泵站取水点下游河段的水量减少 $0.9\text{m}^3/\text{s}$ ，降幅约为 3.8%，对下游水文情势影响较小，且该取水点位置已接近南渡河水闸，距离河口水闸仅约 800m，取水对下游河道的影响范围也小。

根据南渡河水量平衡成果，南渡河水闸多年平均来水量为 74180 万 m^3 ，而西运河连通工程年平均补水量为 14331 万 m^3 ，补水点至取水点之间的河道内总水量增加约 80.7%，河道内的水位、流速都将相应提高，有利于改善河道内水生生态。

总体来说，本工程增加了南渡河的水量，仅在下流靠近河口段因泵站取水而使得水量略有减少，工程运行后对南渡河水生生态环境有一定的改善。

3) 龙门河

龙门河泵站位于龙门水库下游约 17.7km 处，控灌面积 13.06 万亩，提水水源来自龙门水库和龙门河区间来水，取水口位于龙门河右岸。

龙门河泵站所在处与龙门水库之间的区间多年平均来水量 6402 万 m^3 ，上游龙门水库集雨面积多年平均来水量 8464 万 m^3 ；龙门河泵站多年平均抽水量 3585 万 m^3 ，含龙

门河区间水量 1003 万 m^3 ，龙门水库下放的供水量 2582 万 m^3 。龙门水库至龙门河泵站之间的 17.7km 河段，因水库下放水量增加了河道内水量，有利于改善该河段的水生生态环境。若只考虑区间来水和取水量，则龙门河泵站年抽水 1003 万 m^3 ，占区间来水量的 15.7%；若考虑区间水量及龙门水库的下放水量，则龙门河泵站年抽水 3585 万 m^3 ，占区间水量和水库下放水量总和的 39.9%，占比较大；对比现状情况，泵站下游河道减少的水量主要是抽取的区间水量 1003 万 m^3 ，下游河道水量减少约 15.7%。总体来说，本工建设后，增加了龙门水库至龙门河泵站之间河段的水量，有利于改善该河段的水生生态环境；降低了龙门河泵站下游河道的水量，对比现状情况，泵站下游河道水量减少约 15.7%，对下游河道水生生态环境造成一定的不利影响。

4) 其他本地水库

① 在线水库和充蓄水库

根据运行调度规则，当水库本地来水较丰时，首先利用水库本地来水为受水区灌溉供水；若水位持续衰落则利用各干线补水；水源工程的本地水库均按原有的特征水位运行，汛期最高运行水位按汛限水位，非汛期最高运行水位按正常蓄水位。因此，各水源水库无新增淹没面积，由于工程补水，水位可能出现小幅度变化，枯水期或遇干旱年份，可使水库水位、库水体积较工程前维持在一定的水平，减少因干旱而干涸的风险，有利于维护库区的水生生态。

② 补偿调节水库

补偿调节水库以下控灌范围分为仅依靠水库水源灌溉的独立片和本地水库、输水干线均可补水的联合片。水库优先向独立片供水，并预留一定的库容以供联合片用水高峰期用水。根据调度，补偿调节水库与输水干线之间无补水关系，无水力联系，水库按照原有的特征水位运行，对水库水生态环境没有明显的影响。

(2) 对饵料生物的影响分析

底栖动物多为营穴居生活，因此工程取水对底栖动物基本无影响，主要表现为对浮游生物的影响。

本工程利用现有的雷州青年运河、南北渠、环北广东工程湛江分干线以及新建的管（渠）道将雷州半岛灌区联结起来，各水体连通，水生生物也将随着水源交互扩散。一方面河道和水库内的水量有所增加，有利于浮游动植物的繁衍生息；另一方面，鹤地水

库、南渡河的水生生物将随着水流进入到各个水库，影响各个水库的水生生物组成和结构。根据水生生物调查结果，鹤地水库、南渡河的水生生物种类较为丰富，浮游藻类以绿藻、蓝藻为主，浮游动物以轮虫为主，其他本地水库浮游动植物种类较少，但物种组成上，浮游藻类亦以绿藻和蓝藻为主，浮游动物也以轮虫为主。因此，工程补水会使得鹤地水库和南渡河的部分浮游藻类进入其他水库，使库区浮游动植物物种多样性有所增加。

此外，工程取水会对浮游生物造成一定的损伤，使得饵料生物生物量有一定的下降。

(3) 对鱼类资源的影响分析

① 鱼类组成结构

工程实施后，各水库及南渡河的常年水量较引水前有所增加，可在一定程度上改善鱼类的栖息环境。

工程运行后，鹤地水库、南渡河水进入其他水源水库，鱼苗、鱼卵、仔稚鱼等随着水流进入水库。根据鱼类调查结果，雷州半岛各淡水水域的鱼类种类组成相似，同属于一个生物地理区，土著鱼类成分相似度高，以鲤科鱼类为主，优势种多为尼罗罗非鱼、鲮和子陵吻虾虎鱼，且几乎各个水体都已被尼罗罗非鱼、云斑尖塘鳢、豹纹翼甲鲇等外来物种入侵。因此，工程运行后不会对区域的鱼类组成结构造成明显的影响。

② 鱼类资源损失

工程运行后，泵站取水口处形成的紊流、剪力、漩涡等均有可能造成鱼类由于周围流体速度超过其适应能力而被动地加速趋向取水口从而出现卷吸效应造成鱼类死亡。根据不同类型鱼卵特性判断，受影响较为严重的主要是漂流性鱼卵以及刚刚孵化的运动能力较差的仔稚鱼及小型鱼类。个体稍大的鱼类游泳能力相对较强，受影响较小。根据有关试验结果，鱼卵、仔鱼在机械卷吸效应中死亡率为 70%-81%。在取水口处设置拦鱼设施，可降低鱼类被卷吸进入取水设施的风险。

由于鹤地水库及其他本地水库为人工干预水体，各水库现状均有农业灌溉供水，且不少水库有人工养殖情况。因此，本报告主要针对天然河流南渡河泵站和龙门河泵站取水估算鱼类早期资源损失情况。

a. 南渡河

根据鱼类早期资源调查结果，南渡河泵站取水口所在的花桥水鱼卵密度为 6.93

ind/m³，仔稚鱼密度为 11.39ind/m³。根据水资源配置情况，通过南渡河泵站抽取的年引水量约为 3645 万 m³。此外，根据珠江水产研究所对早期资源水平分布规律的研究成果，近岸 15m 左右的早期资源密度是断面平均密度的 0.68 倍，近岸 30m 左右早期资源密度是断面平均密度的 1.37 倍，近岸 45m 左右早期资源密度是断面平均密度的 1.76 倍。南渡河取水口靠岸建设，距离岸边小于 15m，因此早期资源密度系数取 0.68，即鱼卵密度为 $6.93 \times 0.68 = 4.71$ ind/m³，鱼苗密度为 $11.39 \times 0.68 = 7.75$ ind/m³。

本工程采用《建设项目对国家级水产种质资源保护区（淡水）影响专题论证报告编制指南》附录 7 中“电厂取水卷载效应的鱼卵、仔稚鱼、幼鱼损害评估”的计算方法估算取水口卷载造成的早期资源损失量。计算方式如下：

$$W_i = D_i \times Q_i \times P_i$$

式中：

W_i ——第 i 种类生物资源年损失量，单位为尾（尾）；

D_i ——评估区域第 i 种类生物资源平均分布密度，单位为尾每立方米（尾/m³）；

Q_i ——电厂年取水总量，单位立方米（m³）；

P_i ——第 i 种类生物资源全年出现的天数占全年的比率，单位为百分比（%），按鱼类产卵期 4-7 月计，取 0.3。

根据工程取水量及早期资源密度计算得出，本工程建设后南渡河鱼卵损失量约 0.52×10^8 颗/年，鱼苗损失量约为 0.85×10^8 尾/年。

根据鱼类早期资源调查，南渡河的鱼类早期资源种类以外来物种革胡子鲶和罗非鱼为主，其中调查到的鱼卵主要是革胡子鲶，鱼苗中罗非鱼数量占 79%，其他还有少量的弓背青鳉、子陵吻虾虎鱼、叉尾斗鱼等。由此可知，工程引水对南渡河造成的鱼类早期资源损失主要来源于革胡子鲶和罗非鱼，而对于数量本就不多的其他本地鱼种，也将造成一定的不利影响。

b. 龙门河

根据鱼类早期资源调查结果，龙门河鱼卵密度为 15.08 ind/m³，仔稚鱼密度为 31.13ind/m³。根据设计资料，龙门河泵站年引水量约为 3585 万 m³。经计算，本工程建设后龙门河鱼卵损失量约 1.1×10^8 颗/年，鱼苗损失量约为 2.28×10^8 尾/年。

根据鱼类早期资源调查，龙门河的鱼类早期资源种类以外来物种革胡子鲶和罗非鱼

为主，其中鱼卵中革胡子鲶数量占 81%，鱼苗中罗非鱼数量占 89%，其他还有少量的弓背青鳉、鳊、叉尾斗鱼等。由此可知，工程引水对龙门造成的鱼类早期资源损失主要来源于革胡子鲶和罗非鱼，而对于数量本就不多的其他本地鱼种，也将造成一定的不利影响。

5.8.2.2 对输水工程沿线水生生态的影响

输水工程沿线穿越或跨越的水体，其影响主要是施工期施工扰动造成的影响，运行期输水管道、渠道与交叉的水体无水力联系，不会对这些水体水生态环境造成影响。

5.8.2.3 对退水区水生生态的影响

根据排水工程布局，雷州半岛灌区以遂溪河、南渡河等 49 条河道及其支流作为天然排水承泄河道。本工程建成后，区域内的灌溉用水量增加，退水量也相应增加。灌溉退水进入受纳水体，有效补充河道内水量，优化了河道年内水量分配，改善枯水期缺水问题。另一方面，退水携带着泥沙、营养盐、农药残留物一同汇入天然河流，从积极层面来看，汇入水流可增加河道内水量，拓宽水生生物活动栖息范围，充足的营养物质还能丰富水体饵料供给；但负面影响同样显著，悬浮泥沙会遮挡光照抑制藻类正常生长，泥沙淤积还会破坏水底栖息环境，残留农药具备生物毒性，易损伤水生生物机体、抑制生长繁殖，退水中的 COD、氨氮、总磷会加重受纳水体负担，引起水质退化。根据灌溉退水对受纳水体的影响预测结果，工程运行后，灌区退水中的 COD、氨氮、总磷超过部分受纳水体的纳污能力，受纳水体水质可能出现退化，从而影响受纳水体水生生态环境和水生生物的栖息繁殖。

5.8.3 对重要水生生物的影响

根据《湛江市河湖生态状况调查评估报告》（2022 年）调查结果以及本次评价现场调查，本工程的调查水体当中，仅在遂溪河发现一种 1 种濒危（IUCN 红色名录：濒危 EN）物种：日本鳗鲡，未发现国家重点保护野生水生生物。日本鳗鲡是在《湛江市河湖生态状况调查评估报告》中的遂溪河调查发现，丰水期和枯水期分别捕获 2 尾，本次环评现场调查未发现。调查水域未发现集中的产卵场、索饵场等重要水生生境。

本工程在遂溪河无工程布置，施工期不会扰动遂溪河，因此，不会对日本鳗鲡造成

影响。运行期，遂溪河作为雷北片区青年运河灌域的承泄河流，接纳灌区的退水。根据灌溉退水对受纳水体的影响预测结果，工程运行后，灌溉退水中的氨氮和总磷排放量超过了遂溪河水功能区的纳污能力，水质会受到一定的影响，从而影响日本鳗鲡的栖息环境。建议加强落实《环北部湾广东水资源配置工程湛江市受水区水污染防治规划报告》中的水污染防治措施，尽量降低灌区退水对受纳水体的水生生境影响。

5.9 土壤环境影响预测与评价

5.9.1 施工期土壤环境影响预测与评价

工程施工期各类废污水处理后回用或达标排放，生活垃圾分类收集由当地环卫部门清运，危险废物按要求收集后交由有相关危险废物处置资质的单位处置，在采取上述措施后，施工期各类污染物对工程区土壤环境污染影响很小。

施工期施工作业产生的表土扰动等将造成扰动区表层土壤环境的破坏，对其产生不利影响，因此，应对扰动区表土进行收集并单独存放，在施工结束后用于扰动区的植被恢复，减缓施工活动对土壤环境产生的影响。

5.9.2 运行期土壤环境影响预测与评价

5.9.2.1 对土壤气、热状况的影响

本工程点多、线长、面广，总工程量大，涉及湛江市辖区(赤坎区、霞山区、坡头区、麻章区)、廉江、遂溪、徐闻、雷州、吴川。

湛江既有热带土壤基本类型，也有滨海地带土壤分布，共有赤红壤、砖红壤、滨海沙土、滨海盐渍沼泽土、滨海盐土、潮沙泥土、沼泽土、火山灰土、菜园土、水稻土等10个土类，以红壤居多。

土壤是一种多孔体，土壤水分和土壤空气共存于土壤孔隙中，水多则气少，容易造成土壤闭气，恶化土壤的通气条件；水少则空气增加，土壤通气良好。土壤中的水分，直接制约着通气状况。土壤水分状况还影响着土壤的热状况。水的容积热容量比空气高3000多倍，在灌溉后，土壤水分较多，提高或降低一定土温所需的热量就多，这使土壤温度不容易升高和降低。水的导热率比空气大25~30倍。因此，土壤水分多时，土壤的

导热性显著提高。本工程灌溉回归水通过土壤渗入地下，由于湿土易导热，灌溉土壤表面白天吸收的热量很快向下传导，表土的温度不易升高，而夜间又因下层热量对流向上传导，表土温度也不容易下降，使灌区土壤昼夜的温差较小，可以达到“以水调温”的目的。

5.9.2.2 对土壤微生物的影响

灌区粮食作物主要以水稻、玉米、番薯为主，粮食作物中水稻播种面积占比最高，为主要粮食作物。经济作物以甘蔗、蔬菜、水果、花生为主。在灌水后的一两天内，微生物数量将有所减少，但接着就会很快增加，至第 4~5 天达到最大值，然后再缓慢地恢复至初始状况。受灌溉影响最大的有硝化细菌、放线菌、反硝化细菌和破坏纤维素的细菌等。反硝化细菌和纤维素细菌的破坏在 80% 的饱和含水量时最为强烈，在灌溉以后这几类微生物的发育最为迅速。在最小含水量时，即为饱和含水量的 20%，放线菌得到最好的发育条件。但是，随着土壤的干燥，硝化过程则逐步减弱。

5.9.2.3 对土壤养分的影响

作物从土壤中吸收养分必须以土壤水为媒介，灌溉能提高作物对土壤中钾的吸收能力。但是，灌水过多，速效性的硝态氮容易变成游离态氮消失在空气中，常温下氧气在水中的溶解度约为 10mg/L，灌水土表土层约有数毫米的氧化态，其下则为还原态。氮素(NH_4^+)在氧化层中以硝酸态形式存在(即硝化作用)，当其进入还原层中则逐步还原为氮气逸出(即反硝化作用)。

土壤灌水后，土壤中的部分 FePO_4 被还原为 $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ ， $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ 的溶解度大于 FePO_4 ，且土壤在浸水过程中磷酸铁由结晶态转变为无定形的胶态，表面积增大，使土壤中磷素易溶于水，从而导致土壤中的磷素被淋洗和流失。

土壤水分过多，通气不良，在腐殖质化时，还积累大量的有机醇、酮等中间产物和硫化氢、甲烷等还原性物质，对作物和微生物产生毒害作用。

5.9.2.4 对土壤盐化的影响

运行期可能引起的盐化影响采用《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）中的附录 F“土壤盐化综合评分预测方法”进行预测评价。

(1) 土壤盐化综合评分法

采用公式计算土壤盐化综合评分值（Sa），具体如下：

$$Sa = \sum_{i=1}^n W_{x_i} \times I_{x_i}$$

式中：n—影响因素指标数目；

I_{x_i} —影响因素 i 指标评分；

W_{x_i} —影响因素 i 指标权重。

(2) 土壤盐化影响因素赋值

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），土壤盐化影响因素赋值情况见下表。

表5.9-1 土壤盐化影响因素赋值表

影响因素	分值				权重
	0 分	2 分	4 分	6 分	
地下水位埋深 (GWD) / (m)	$GWD \geq 2.5$	$1.5 \leq GWD < 2.5$	$1.0 \leq GWD < 1.5$	$GWD < 1.0$	0.35
干燥度（蒸降比值） (EPR)	$EPR < 1.2$	$1.2 \leq EPR < 2.5$	$2.5 \leq EPR < 6$	$EPR \geq 6$	0.25
土壤本底含盐量 (SSC) / (g/kg)	$SSC < 1$	$1 \leq SSC < 2$	$2 \leq SSC < 4$	$SSC \geq 4$	0.15
地下水溶解性总固体 (TDS) / (g/L)	$TDS < 1$	$1 \leq TDS < 2$	$2 \leq TDS < 5$	$TDS \geq 5$	0.15
土壤质地	黏土	砂土	壤土	砂壤、粉土、 砂粉土	0.10

根据初设工程地质章节，勘察期间，测得钻孔地下水位平均埋深 3.95m， $GWD \geq 2.5$ ，地下水位埋深影响赋值为 0 分。

根据初设水文章节，雷州半岛多年平均降水量 1150~1850mm，多年平均水面蒸发量为 1000mm~1200mm，计算得出干燥度介于 0.54~1.04。 $EPR < 1.2$ ，干燥度影响赋值为 0 分。

根据现状监测结果，土壤含盐量为 0.217mg/kg， $SSC < 1$ ，土壤本底含盐量影响赋值为 0 分。

根据地下水水质监测结果，地下水溶解性总固体为 111mg/L， $TDS < 1$ ，地下水溶解性总固体影响赋值为 0 分。

根据土壤理化特性调查，工程区域土壤主要为壤土，土壤盐化影响赋值 4 分。

(3) 土壤盐化影响预测

根据本工程土壤盐化影响因素赋值及权重，本工程的土壤盐化综合评分值 $Sa=0\times0.35+0\times0.25+0\times0.15+0\times0.15+4\times0.10=0.40$ ，土壤盐化综合评分值(Sa) <1 。根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）中的土壤盐化预测表，工程运行期周边土壤不会发生盐化现象。

表5.9-2 土壤盐化预测表

土壤盐化综合评分值(Sa)	$Sa<1$	$1\leq Sa<2$	$2\leq Sa<3$	$3\leq Sa<4.5$	$Sa\geq4.5$
土壤盐化综合评分预测结果	未盐化	轻度盐化	中度盐化	重度盐化	极重度盐化

5.9.2.5 对土壤次生盐渍化的影响

由于灌溉携带的盐分在灌溉土壤中累积，同时灌溉后地下水位升高，在干燥炎热和过度蒸发条件下，土壤毛管水上升运动强烈，致使地下水及土壤中盐分向地表迁移并在地表附近发生积盐的过程，从而造成土壤盐渍化或土壤盐碱化。如果由于灌溉不当等人类活动原因引起一些非盐渍化的土地发生盐渍化，则称为土壤次生盐渍化。

(1) 土壤次生盐渍化产生的原因

土壤的次生盐渍化是土壤质地、地下水埋深、气候等综合作用的产物，特别是地下水的埋深更是对土壤次生盐渍化的形成发展起着决定性的因素。

1) 地下水临界深度

地下水临界深度是不引起土壤严重积盐、且不危害作物生长的最小地下水埋深。地下水临界深度的影响因素很多，主要有气候、土壤质地、水文地质(特别是地下水矿化度)和人为措施。这些因素综合影响土壤的水盐运行和积盐状况。一般气候越干旱，蒸发和降水之比就越大；地下水矿化度越高，临界深度就越大。壤质土壤地下水临界深度比黏质土壤和砂质土壤地下水临界深度大。根据《灌溉与排水工程设计标准》（GB 50288-2018），土壤质地与地下水临界深度的关系具体见下表。

表5.9-3 地下水临界深度 (m)

土质	地下水矿化度(g/L)			
	<2	2~5	5~10	>10
砂壤土、轻壤土	1.8~2.1	2.1~2.3	2.3~2.6	2.6~2.8
中壤土	1.5~1.7	1.7~1.9	1.8~2.0	2.0~2.2
重壤土、粘土	1.0~1.2	1.1~1.3	1.2~1.4	1.3~1.5

根据土壤理化特性调查,工程区域土壤主要为壤土。根据地下水现状监测,地下水矿化度为 51.26~120.49 mg/L,远小于 2 g/L。结合土壤质地,参照表中“砂壤土、轻壤土”一栏,其临界深度为 1.8~2.1 m。根据初设工程地质章节,勘察期间测得钻孔地下水位平均埋深为 3.95m,大于地下水临界深度,因此不易引起土壤积盐。

2) 气候

降水量小,蒸发量大等气候条件是形成土壤次生盐渍化的另外一个重要因素。降水量小、气候干燥,蒸发量远大于降水量这些气候特点有利于土壤中水分的蒸发,无法蒸发的盐分逐渐驻留在土壤中,待雨季或灌溉时才被淋溶返回,在如此反复的作用下便促进了盐渍化的形成。

雷州半岛区域多年平均降水量 1150~1850mm,多年平均水面蒸发量为 1000mm~1200mm,多年平均干旱指数 0.60~0.80,蒸发量小于降水量,水分条件总体较好。这种相对湿润的气候特征有利于土壤盐分的淋溶下移,不易因蒸发浓缩而导致盐分在表层积聚。因此,区域自然气候条件本身不易引发土壤次生盐渍化。

(2) 灌区土壤次生盐渍化产生趋势分析

雷州半岛土质位于全省土地整体质量较高的地区,灌区土壤特性为壤土,土壤类型以砖红壤为主,土层一般较厚,土壤肥沃,宜种性广。根据《广东省不同地力耕地土壤肥力特征研究》,湛江高产地土壤容重为 1.01~1.09 g.cm⁻³,低产地土壤为 1.06~1.20g.cm⁻³,根据《土壤墒情监测技术应用——以菠萝园为例》,雷州半岛徐闻县 0~20 cm 土层土壤质量含水量变化范围为 18.7%~29.0%,20~40 cm 土层土壤质量含水量变化范围为 21.5%~29.7%,表明土壤具有较好的保水性能。

雷州半岛气候湿润,但区内灌溉工程多建设于五六十年代,工程老化问题突出、输水能力下降,抗旱保灌能力不足。受特殊的地理气候条件影响,灌区内河流源短流急,水资源蓄集条件差,缺水问题突出,旱灾频发,平均 2~3 年一次旱灾,是全国有名的

苦旱地区。水资源短缺引起城乡生活和工业用水挤占农业用水，农业用水又通过挤占生态环境用水来填补缺口的连锁反应，徐闻县等地区通过开采深层地下水解决灌溉缺水问题，已经引起一系列生态环境问题。

本工程灌溉引水水质为Ⅱ~Ⅲ类，整体水质明显优于地下水。区域地下水矿化度较低，根据监测结果为 51.26~120.49 mg/L，属于淡水，不易引发土壤盐渍化。综合判断，只要本工程运行后合理灌溉、规范运行管理，灌区不会产生大面积的土壤次生盐渍化现象。

5.9.2.6 对土壤污染和潜育化的影响

雷州半岛灌区建成后，随着灌溉条件的改善和农业生产水平的提高，化肥、农药的施用水平在自然发展态势下可能存在上升趋势。然而，根据《广东省 2024 年科学施肥增效工作方案》《广东省到 2025 年化肥减量化行动方案》等相关政策要求，并结合工程实施后推行的无公害蔬菜及水果种植、测土施肥、精确施肥、生物综合防治等措施，灌区内农药、化肥施用总量将逐步减少。此外，本工程灌溉用水水质良好。因此，灌区土壤因灌溉而遭受污染的可能性很小。

本工程灌溉引水水质良好，灌区排涝标准：农田排涝设计暴雨标准采用 10 年一遇，经济作物及早作区采用 24 小时设计暴雨 24 小时排至田面无积水，水稻区采用 3 天设计暴雨 3 天内排至耐淹水深。灌区排水系统采用四级结构体系。根据地形和水系分布，划分为 8 个排水分区，分别对应各灌域。整体布局充分利用现有排水设施，对能力不足的区段进行改造，同时保持原有地块的排水体系不变。新开发灌区严格遵循自然排水走向，确保排水系统的完整性和有效性。灌区具备较好的排水系统。因此评价认为只要本工程实施后合理灌溉、规范运行，灌区不会产生大面积的土壤潜育化现象。

5.10 固体废物影响分析

5.10.1 施工期固体废物影响分析

(1) 工程弃渣

本阶段统计工程土石方总挖方 3809.40 万 m^3 (自然方，下同)，总填方 3936.47 万 m^3 ，总借方 522.10 万 m^3 ，总弃渣 395.04 万 m^3 。

经统计,本工程总弃渣量为395.04万 m^3 (自然方),折合松方447.01万 m^3 ,其中154.94万 m^3 (松方)运至消纳场资源化综合利用,剩余292.07万 m^3 (松方)运输至10个弃渣场堆放。工程弃渣经妥善处理后,对工程区域环境影响不大。

(2) 生活垃圾

主要来源于施工人员日常生活所丢弃的纸屑、废弃物等。工地人员生活相对简单,施工期间垃圾产生量取 $1.0\text{kg}/\text{人}\cdot\text{d}$,施工期高峰人数34956人,施工期间生活垃圾产生量约3.49万t。生活垃圾如不妥善处理会引起细菌、蚊蝇的大量繁殖,导致当地传染病发病率的提高和易于传播,垃圾带来的恶臭气味还会影响当地村民和施工人员的生活和健康。生活垃圾应分类收集,定点堆放,由当地环卫部门统一清运。

(3) 建筑垃圾

建筑垃圾主要包括各种加工材料边角料、散落的砂浆和混凝土、渣土、竹木材、废弃的装饰材料以及各种包装材料等。砂浆、混凝土、渣土、材料废料、包装材料、木料等先进行回收利用,不能回收,拟运往消纳场。

(4) 危险废物

机修废油:施工机械、汽车修配厂在使用期间将产生一定量的废机油。本工程在各泵站施工工区内设有1处施工机械、汽车修配厂,按照每天维修机械车辆数为总机械车辆数的0.5%计,每台机械维修产生的废油(含擦油抹布等)为 $0.25\text{kg}/\text{台}$,则施工期间机修废油产生总量约17.78t,其中雷北片区约6.84t、雷西南片区约3.15t、雷东南片区约7.79t。根据《固体废物鉴别标准通则》(GB 34330-2017)的判断,上述副产物属于固体废物。根据《国家危险废物名录(2025年版)》判断,机修废油属于HW08 非特定行业产生的废矿物油与含矿物油废物,废物代码为900-214-08,危险特性为毒性和易燃性。

机修废油渣:施工期间机械、汽车修配厂系统将产生含油废水,按石油类浓度 $10\text{mg}/\text{L}$ 计算,施工期间修配系统产生的废油渣共约12.03t,其中雷北片区约5.28t、雷西南片区约1.82t、雷东南片区约4.94t。根据《国家危险废物名录(2025年版)》判断,废油渣属于HW08 非特定行业产生的废矿物油与含矿物油废物,废物代码为900-210-08,危险特性为毒性和易燃性。

机修废油及废油渣需暂存于专门的容器及危废暂存间内,并做好标记,定期委托有危废处理资质的单位进行处置,不会对周围环境产生影响。

5.10.2 运行期固体废物影响分析

(1) 生活垃圾

运行期生活垃圾主要来源于管理区工作人员。本工程在市区设有总调度中心、后方基地 2 个管理区，在 40 个泵站内各设 2 个管理区，各个管理区管理人员人数约为 2~90 人，生活垃圾的产生量按 1.0kg/人.d 计，则各个管理区生活垃圾产生量为 2~90kg/d，生活垃圾若处理不当会对环境产生一定影响。生活垃圾应分类收集，定点堆放，由当地环卫部门统一清运。

(2) 危险废物

各泵站管理区泵站日常维护和定期检修过程中会产生废机油、废润滑油等废矿物油，单台水泵年产生废油量约 0.8kg/台。根据《国家危险废物名录（2025 年版）》判断，废矿物油属于 HW08 非特定行业产生的废矿物油与含矿物油废物，废物代码为 900-210-08，危险特性为毒性和易燃性。

同时，泵站日常维护和定期检修过程中会使用到隔油毡及棉布，根据《国家危险废物名录》(2025 年版)，使用后沾染油污的隔油毡及棉布均属于危险废物，危险废物编号为 HW08(废矿物油与含矿物油废物)，废物代码为 900-249-08，危险特性为毒性、易燃性。中小型泵站废隔油毡及棉布产生量约 0.03t/a。

各泵站内应设置危废贮存间，泵站运行产生的废机油、废润滑油等危险废物应暂时存放在厂房临时危废贮存间，后统一交由有资质单位处理，不会对周围环境产生影响。

5.11 水土流失预测与评价

《雷州半岛灌区工程水土保持方案报告书》已批复，本报告水土流失预测主要引用水土保持方案报告书中的内容。

5.11.1 水土流失防治责任范围

生产建设项目水土流失防治责任范围应包括项目永久征地、临时占地(含租赁土地)以及其他使用与管辖区域。本工程项目建设区总面积 3813.3199 hm²，其中：永久征收土地面积 1181.2910 hm²，临时征用土地面积 2632.0289 hm²。

5.11.2 水土流失防治目标

雷州半岛灌区工程建设范围涉及湛江市的雷州市、廉江市、吴川市、遂溪县、徐闻县、坡头区、麻章区。

依据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》的通知》(办水保〔2013〕188号)、《广东省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》(广东省水利厅, 2015年10月)、《湛江市水土保持规划(2017~2030年)》(湛江市水务局, 2018年12月)。本工程建设范围不涉及国家级和广东省水土流失重点预防区和重点治理区;但项目区涉及湛江市市级水土流失重点预防区。

因此,根据《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018)的规定,本工程水土流失防治标准执行南方红壤区建设类项目一级标准。

项目区水土流失类型属南方红壤区,以水力侵蚀为主,容许土壤流失量为 500t/(km²·a),设计水平年水土流失防治目标为:水土流失治理度 98%,土壤流失控制比 1.0,渣土防护率 97%,表土保护率 92%,林草植被恢复率 98%,林草覆盖率 27%。

表5.11-1 水土流失防治等级和目标一览表

防治指标	南方红壤区 建设类项目一级标准		土壤侵蚀强度修正		涉及“两区”修正		本工程执行标准	
	施工期	设计水平年	施工期	设计水平年	施工期	设计水平年	施工期	设计水平年
水土流失治理度 (%)	-	98					-	98
土壤流失控制比	-	0.90		+0.10			-	1.0
渣土防护率 (%)	95	97					95	97
表土保护率 (%)	92	92					92	92
林草植被恢复率 (%)	-	98					-	98
林草覆盖率 (%)	-	25				+2		27

5.11.3 水土流失影响预测

(1) 弃土弃渣量预测

本工程总弃渣量为 395.04 万 m³(自然方),折合松方 447.01 万 m³,其中 154.94 万 m³(松方)运至消纳场资源化综合利用,剩余 292.07 万 m³(松方)运输至 10 个弃渣场堆放。工程弃渣经妥善处理,对工程区域环境影响不大。

(2) 可能造成土壤流失量的预测

本工程土壤流失预测方法采用类比分析法，根据预测，在不采取任何水土保持措施的情况下，土壤流失总量为 907776t，工程建设造成新增土壤流失量 861527t。新增水土流失量主要来源于管道工程区、渠道工程区、临时堆场区。

（3）可能造成水土流失危害

本工程建设可能会对项目区用地及周边土地资源和土地生产力，鹤地水库、河道及附近沟道，周边交通道路，周边生态环境造成一定的水土流失危害。

6 环境风险评价

6.1 环境风险识别

本项目属于引水灌溉工程，建设对环境的影响主要为非污染生态影响，运行期基本无“三废”排放，相应环境风险主要为外源风险，工程的施工、运营主要是增加环境风险发生的概率或加剧风险危害。

本工程不设置油库、炸药库，无施工船舶。施工期环境风险主要体现在渠线工程施工期间由于使用燃油，可能造成火灾风险；污废水事故排放造成项目区域河流或水源保护区水质污染；跨河管线等施工时可能发生车辆碰撞、侧翻等交通事故造成危险品倾泻入河的风险，进而污染河流水质。

运营期工程本身无“三废”排放，运营期工程环境风险主要来自跨越明渠的桥梁或临近明渠、灌区工程、输水渠道沿线等发生交通事故造成石油类或危险品的泄漏，导致水体污染。

综上所述，本项目环境风险识别情况见表 6.1-1。

表6.1-1 项目风险识别表

时期	风险类型	风险物质	影响途径
施工期	燃油火灾风险	油类	地表水、地下水环境
	施工爆炸风险	炸药	
	污废水事故排放	悬浮物、石油类等	
	跨河管线等施工	悬浮物、石油类等	
运营期	输水渠道等突发交通事故造成石油类、危险品泄露	石油类、危险化学品	

6.2 环境风险影响分析

6.2.1 施工期环境风险类型及危害分析

6.2.1.1 燃油火灾风险

油料的运输均存在一定的环境风险，可能导致火灾或爆炸，造成财物损失，甚至人员伤亡。

6.2.1.2 施工爆炸风险

本工程部分泵站和管道石方开挖时，需采用炸药进行爆破施工。本工程不设置炸药库，但如果炸药运输或使用不当，可能导致火灾或爆炸，造成财物损失，甚至人员伤亡。运输过程中须严格遵守危险货物运输的有关规定，炸药运输不得将炸药和雷管混装运输，确保不造成环境危害。

6.2.1.3 施工期污水事故排放风险

本工程施工期间产生的含油废水经处理达标后可以用于道路降尘洒水，不外排；砂石料加工废水经处理达标后回用于系统本身，不外排；砼拌和系统废水经过处理后回用本系统，不外排；基坑排水经过处理后排入附近沟渠，禁止排入饮用水水源保护区内。因此，生产废水均处理达标后尽量回用，不排入沿线敏感水体，不会对周边水体水质产生不良影响。

根据施工组织设计，本工程在各施工段设置有施工工区。本工程施工期污水经处理达标后大部分用于周边农田灌溉。此外，由于施工期施工机械较多，一定程度上增加了事故发生的概率。因此，要加强附近道路运输管理，加强危险路段、车辆较多路段的交通管制，增设交通标志牌，并注意路面维护，确保施工运输车辆安全通行，杜绝施工人员由于疲劳驾驶、速度过快或者车况不好，导致翻车漏油事故的发生，以降低风险发生的概率。

6.2.1.4 跨河管线等施工风险

施工期输水管线等跨河施工时，虽不设置施工船舶，但施工期间车辆等存在因碰撞、侧翻等交通事故造成污染物入河，从而带来水体污染的风险。

6.2.2 运营期水环境影响分析

本工程改造涉及渠道较多、线路较长，部分渠道临近道路和交叉建筑物(主要为交通道路及水利设施)。渠道临近道路和交叉建筑物上过往车辆较多，一旦发生运载农药、化肥和化工原料等危险物资的车辆交通事故或泄漏，将造成有毒有害污染物对输水渠道的污染，造成水质污染风险。为避免上述情况对工程取水口和输水渠道等水质产生影响，应加强运营期的水质监测工作，对沿线水质进行有效监控，保障输水水质安全。

6.3 环境风险防范措施与应急措施

6.3.1 风险防范及管理措施

6.3.1.1 施工期风险防范措施

1、施工期燃油火灾、爆炸风险防范措施

①施工单位加强燃油等危险品管理，装运和发送须严格遵循《危险化学品安全管理条例》，严格火源控制并配备相应的消防器材；

②施工单位加强施工车辆管理，车辆运输过程中须严格遵守危险货物运输的有关规定，运送油料的运输车辆须采用密闭性能优越的储油罐，确保不造成环境危害。

③施工单位加强施工车辆管理，车辆运输过程中须严格遵守危险货物运输的有关规定，运送油料的运输车辆须采用密闭性能优越的储油罐，确保不造成环境危害。

2、跨河管线施工风险防范措施

通常跨河施工风险主要是交通运输设施因事故造成的污染风险，因此跨河施工过程中采取的防范措施为：

①加强装卸作业管理，装卸作业人员必须具备合格的专业技能，装卸作业机械设备的性能必须符合要求，在装卸作业场所的明显位置贴示“危险”警示标记，不断加强对装卸作业人员的技能培训；

②加强危险路段、车辆集中线路的交通管制，增设交通标志牌，并注意路面维护，以降低风险发生概率；

③在施工前，将施工水域及作业计划呈报当地海事和航道维护部门批准，并会同航道、海事、船舶等相关单位商讨施工期间的通行处理措施；

④加强施工期化学危险品运输船舶交通管制，禁止运输农药化肥或化学危险品的船舶在施工河段内通航；航道管理部门应加强过往船只的调度管理，所有船舶必须显示信号，保持安全距离，避免发生碰撞事故；在水源保护区设置警示牌，禁止在水源保护区内锚泊，禁止排放污水、垃圾等；公布事故应急计划及联系电话，提醒过往船只加强安全意识；

⑤如有输水管渠与其他设施交叉涉及环境风险的，建议施工设计阶段进一步结合实际，制定合理的防范措施，最大限度降低事故的危害。此类措施方案的效能不低于本次

评价提出的最低要求。

3、施工区管理风险防范措施

①加强施工期生产废水及生活污水处理设施的管理与维护，确保施工废水处理回用，生活污水经临时化粪池处理后用于周边林地、农田施肥。对砂石料冲洗废水等污染物较简单的施工废水，可在施工场地设临时沉淀池(可就近利用废弃的沟、坑)，待废水中悬浮物充分沉淀后回用于场区洒水降尘等，等施工结束覆土掩埋临时沉淀池。施工中的废油及其它固体废物不得随意倾倒或排入水体，也不得堆放在水体旁，应及时清运至当地允许放置的地点；

②施工物料堆场应远离地表水体，并设置在径流不易冲刷处，粉状物料堆场应配有草包篷布等遮盖物并在周围挖设明沟防止径流冲刷。

4、施工期饮用水水源保护区风险防范措施

①施工期加强施工管理，加强对施工机械的维护管理，严格落实各项施工废水的处理措施，避免施工机械跑冒滴漏现象发生，降低施工过程对水源地保护区的污染风险；

②设置施工围护挡墙，严格限制施工范围；

③项目施工禁止在饮用水水源保护区周边取水及清洗机械设备；

④输水线路施工期间，线路途经水源保护区区段严禁施工废水外排，如产生施工废水应及时收集后运移至水源保护区外进行处理。

6.3.1.2 运行期风险防范措施

在居民较为集中区域的输水渠道设置警示牌，严禁居民随意开挖，集中居民点生活污水及生活垃圾禁止随意排放进入渠道，影响渠道水质。

在明渠处选择合适位置设置事故排放沟涵、防撞护栏，以降低道路突发污染事故时对渠道水质的污染风险。

对于工程涉及的水库，加强日常管理维护，在附近相关路段加强道路安全防护设施建设，在进入保护区域前的路段设置预警标识、限速标志。水库设置水质自动监测站，实时监控水质。饮用水水源保护区内交通道路两侧设置雨排管(沟)，并每隔一定距离设置事故应急处理池，防止因车辆燃油等泄露污染水源地水质的风险。

加强各饮用水水源保护区的污染风险防范，运输有毒有害物质、油类、粪便的船舶和车辆一般不准进入饮用水水源保护区；饮用水水源保护区内交通道路上设置减速带，

控制车辆行驶速度，并在交通道路近库一侧设置防护栏，防止车辆失控坠入水库；在道路上设置饮用水水源保护区警示牌，并严禁载有危险品、化学品的车辆在上述道路通行。

应明确制定水质污染应急预案，及时发现污染事故，并及时启动水质污染应急预案。

6.3.2 应急措施

1、组织体系

灌区工程在施工期和运行期应成立应急指挥部，明确职责，在遇到如水体富营养化、特大洪水灾害和突发性污染事故等情况下做出及时反应。

2、通讯联络

建立灌区工程管理机构、社会救援机构和地方政府之间的通讯网络，保证信息畅通，以提高事故发生时的快速反应能力。

3、人员救护和事故处理

在遭遇突发事件时，应急指挥部与当地政府部门密切合作，及时组织力量进行抢救、救护和安全转移。

4、安全管理

灌区管理部门负责做好消防安全工作，做好对火源的控制，负责消防安全教育，组织培训内部消防人员。

6.4 环境风险应急预案

根据国家环保总局环发(2005)152 号文的要求，通过对污染事故的风险评价，各有关企业应制定重大环境污染事故发生时的工作计划、消除事故隐患的实施及突发性事故应急办法等。重大事故应急预案是企业为加强对重大事故的处理能力，而预先制定的事故应急对策，目的是将突发事故或紧急事件局部化，如可能并予以消除；尽量降低事故对周围环境、人员和财产的影响。建设单位应按照《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法(试行)》的有关规定，制定环境应急预案，并向环境保护主管部门备案，并按照该预案实施。

事故应急救援预案是企业根据实际情况预计可能发生的重大事故，为加强对重大事故的处理能力所预先制定的事故应急对策。项目建设单位应拟定事故应急预案，以应对

可能发生的危险事故，一旦发生事故，即可以在有充分准备的情况下，对事故进行紧急处理。本工程事故应急预案应纳入广东突发公共事件应急预案体系中，并据此确定本工程应急预案。

事故应急救援预案应当包括以下主要内容。

表6.4-1 应急预案内容

序号	项目	内容及要求
1	应急计划区	危险目标：环境保护目标
2	应急组织机构、人员	应急组织机构、人员
3	预案分级影响条件	规定预案的级别和分级影响程序
4	应急救援保障	应急设施、设备与器材等
5	报警、通讯联络方式	规定应急状态下的报警通讯、通知方式和交通保障、管制。
6	应急环境监测、抢救救援及控制措施	有专业队伍负责对事故现场进行侦察监测，对事故性质、参数后果进行评估，为指挥部门提供决策依据。
7	应急监测、防护措施器材	事故现场、临近区域、控制防火区域、控制清除污染措施及相应设施。
8	人员紧急撤离、疏散撤离组织计划	事故现场、临近区、受事故影响的区域人员及公众对受损程度控制规定，撤离组织计划及救护，医疗救护与公众健康。
9	事故应急救援关闭程序与恢复措施	规定应急状态终止程序。事故现场善后处理，恢复措施。临近区域解除事故警戒及善后恢复措施。
10	应急培训计划	应急计划制定后，平时安排人员培训与演练。
11	公众教育和信息	对临近地区开展公众教育，培训和发布有关信息

6.4.2 应急计划区

本工程应急计划区包括：①环境保护目标区，主要是灌区覆盖的流域等；②输水沿线干渠支渠等。应急事件包括火灾、爆炸、溢油事故等。

6.4.3 应急组织机构、人员

根据事故发生地点，应急领导机构为发生地所在市人民政府突发公众事件应急委员会；当事故发生时，由所在市及地方共同组成应急委员会，协调指挥机构，统一领导突发公共事件的应急处置工作。

地区应急领导机构由涉及各县区的区/县长、生态环境部门及其它相关协作部门负责人组成。现场应急领导机构由建设单位分管环保的领导、环境保护管理办公室负责人、承包商单位分管环保的领导组成。

6.4.4 现场指挥

由应急领导机构指定现场指挥，火灾、爆炸时一般由消防队长担任现场指挥，负责指挥应急反应行动的全过程。

6.4.5 应急救援人员及应急程序

应急救援人员包括：

1、危险源控制组：主要负责在紧急状态下的现场抢险作业，及时控制危险源，由建设单位和承包商单位消防、安全部门组成，必要时包括地方专业防护队伍；

2、伤员抢救组：负责现场伤员的搜救和紧急处理，并护送伤员到医疗点救治，由事故责任单位和施工区医疗机构负责；

3、医疗救护组：负责对受伤人员进行紧急救治并护送重伤人员至医院作进一步治疗，由施工区医疗机构负责，当地医院协作；

4、消防组：负责现场灭火、设备容器的冷却、喷水隔爆、抢救伤员及事故后对被污染区域的清洗工作，人员由建设单位、承包商消防人员和当地公安消防队伍组成；

5、安全疏散组：负责对现场及周围人员进行防护指导、疏散人员、现场周围物资的转移，由建设单位和承包商安全监督部门、安全保卫人员和当地政府人员组成；

6、安全警戒组：负责布置安全警戒，禁止无关人员、车辆进入危险区域，在人员疏散区域进行治安巡逻，由建设单位和承包商安全保卫人员、当地公安部门负责；

7、物资供应组：负责组织抢险物资、工器具和后勤生活物资的市场供应，组织运送抢险物资和人员，由建设单位和当地县区政府负责；

8、环境监测组：负责对大气、水质、土壤等进行环境应急监测，确定影响区域范围和危险物质浓度，对事故造成的环境影响做出正确评估，为指挥人员决策和消除事故污染提供依据，并负责对事故现场危险物质的处置，由建设单位和承包商单位环境保护管理办公室和当地环保局负责；

9、专家咨询组：负责对事故应急救援提出方案和安全措施，现场指导救援工作，参与事故的调查分析并制定防范措施，由建设单位和承包商单位安全监督部门、当地各相关部门技术专家组成，由领导机构负责组织；

10、综合协调组：负责综合协调、信息沟通、事故新闻和应急公告发布，由建设单位、当地宣传部门组成；

11、善后处理组：负责现场处置、伤亡善后工作，由建设单位、当地政府相关部门组成。

6.4.6 预案分级响应

事故分为以下 4 个等级:特别重大(I 级)，重大(II级)，较大(III级)，一般 IV 级)。针对不同事故等级，实行分级响应。

事故发生时，立即启动并实施本项目应急预案，其中：I 级、II级响应：现场指挥在事故应急领导机构的统一领导下，具体安排组织重、特大事故应急救援预案的组织和实施；组织所有应急力量按照应急救援预案迅速开展抢险救援工作；根据事故险情，对应急工作中发生的争议采取紧急处理措施；根据预案实施过程中存在的问题和险情的变化，及时对预案进行调整、修订、补充和完善，确保人员各尽其职、救援工作灵活开展；根据现场险情，在技术支撑下，科学组织人员和物资疏散工作；现场应急指挥与应急领导机构要保持密切联系，定期通报事故现场的态势，配合上级部门进行事故调查处理工作，做好稳定社会秩序和伤亡人员的善后及安抚工作，适时发布公告，将危机的原因责任及处理决定公布于众，接受社会的监督。

III级、IV 级响应：各相关职能部门按照各自职责开展应急处置工作，防止事故扩大、蔓延，保证信息渠道畅通，及时向领导机构通报情况。因环境污染事故存在不可预见、作用时间较长、容易衍生发展的特点，现场指挥可根据现场实际情况随时将响应等级升级或降级。

6.4.7 保障措施

1、救援装备保障项目应急救援队根据实际情况和需要配备必要的应急救援装备。项目划拨足够的装备资金投入。救援队伍保障挑选项目一定数量的、技术过硬的、责任心强的职工，进行安全救援培训，合格后组建救援队。

2、交通运输保障事故期间，项目的所有车辆，全部听从现场救援指挥部的调度。司机应确保车况良好。

3、医疗卫生保障

项目急救队伍的建设，配备相应的医疗救治药物、技术、设备和人员，努力提高项目内部急救人员应对安全生产事故灾难的救治能力，并与工程范围内各市县建立良好的沟通，在事故发生时确保急救中心能准确抵到事故现场。

4、物资保障

项目建立应急救援设施、设备、救治药品和医疗器械等储备制度，储备必要的应急物资和装备，并保证专项资金。应急队伍应根据实际情况，负责监督应急物资的储备情况、掌握应急物资供应单位的储备情况。

6.4.8 报警、通讯联络方式

1、报警方式：在施工封闭管理区内设置专线报警电话，设置施工区火灾警报器；当地火警电话 119。

2、应急通讯：应急领导机构与现场指挥通过对讲机、电话进行联系；现场指挥与应急救援人员通过对讲机进行联系；应急过程中对讲机均使用统一频道(消防频道)；如无线通讯中断，应急领导机构和现场指挥可组织人员进行人工联络。

3、信息报送程序:发生环境风险事故时，必须及时上报，按程序报建设单位环境保护管理办公室和安全监督部门后，报告应急领导机构和其它相关部门、上级部门，报送方式可采用电话、传真、直接派人、书面文件等。

6.4.9 应急环境监测及控制措施

环境监测组负责人带领环境监测人员及应急查询资料到达现场，对事故原因、性质进行初步分析、取样、送样、并做好样品快速检测工作，及时提供监测数据、污染物种

类、性质、控制方法及防护、处理意见，并发布应急监测简报，对事故发生后周围的安全防护距离、应急人员进出现场的要求、群众的疏散范围和路线等提供科学依据，确保群众和救援人员的安全防护。

6.4.10 应急防护措施

危险源控制组和消防组对事故现场进行调查取证，对事故类型、发生时间、污染源、主要污染物、影响范围和程度等进行调查分析，形成初步意见，反馈现场指挥和应急领导机构。

安全警戒组在事故区域设置警戒标识，禁止无关人员进入。各小组协作，由专业人员负责，及时控制危险源，切断其传播途径，控制防火、防爆区域，对污染源及时进行处理，防止污染扩散，物资供应组及时提供所需各项物资和设备。

6.4.11 人员疏散、撤离组织计划

受灾区域内被围困人员由安全疏散组负责搜救；警戒区域内无关人员由建设单位配合安全疏散组实施紧急疏散。

当事故可能危及周边地区较大范围人员安全时，现场指挥应综合专家组及有关部门的意见，及时向领导小组提出实施群体性人员紧急疏散的建议，建议应当明确疏散的范围、时间与方向。

现场指挥应当及时发布事故信息，经领导小组批准，及时发布周边地区人员紧急疏散的公告；当地政府及各有关部门，应当按照领导小组的指令，及时、有序、全面、安全地实施人员疏散，妥善解决疏散人员的临时生活保障问题。

6.4.12 事故应急救援关闭程序与恢复措施

整个应急处置和救援工作完成后，即事件现场得到控制，事件条件已经消除；污染源的泄漏或释放已降至规定限值以内；事件所造成的危害已被彻底消除，无续发可能；事件现场的各种专业应急处置行动已无继续的必要；采取了必要的防护措施已能保证公众免受再次危害，并使事件可能引起的中长期影响趋于合理且尽量低的水平。经现场指挥提议、领导小组批准，由现场指挥宣布解除应急状态，并发布有关信息。建设单位协

同有关部门做好现场清洁与清理，消除危害因素。善后处理组针对事故对人体、动植物、土壤、水体、空气造成的现实危害和可能的危害，提供处置建议等相关技术支持，并对事故现场和周边环境进行跟踪监测，直至符合国家环境保护标准。做好事故调查处理。

6.4.13 应急培训计划

为了确保应急计划的有效性和可操作性，必须预先对计划中所涉及的人员、设备器材进行训练和保养，使参加应急行动的每一个人都能做到应知应会、熟练掌握。年定期组织应急人员培训，使受培训人员能掌握使用和维护、保养各种应急设备和器材，并具有在指挥人员指导下完成应急反应的能力。

定期进行一次应急演练，在模拟的事故状态下，检查应急机构，应急队伍，应急设备和器材，应急通讯等各方面的实战能力。通过演习，发现工作中薄弱环节，并修改、完善应急计划。

6.4.14 公众教育和信息

对可能发生事故的附近区域居民和施工人员进行宣传教育，并及时发布相关信息。

6.5 小结

本项目属于引水灌溉工程，建设对环境的影响主要为非污染生态影响，运行期基本无“三废”排放，相应环境风险主要为外源风险。施工期、运营期可能产生的风险事故发生概率均较低，只要严格按照国家有关规定加强日常巡视、维护，发生事故的可能性不大。

通过制定严格风险防范措施和管理规定，落实岗位责任制，加强职工的安全生产教育，提高风险意识，能够最大限度地减少可能发生的环境风险，在发生环境风险事故时，及时启动风险应急预案，及时通知周边影响村庄。在认真贯彻落实本报告提出的各项环境风险防范措施和加强管理的前提下，本项目的环境风险是可以接受的。

7 环境保护措施及其经济技术可行性分析

7.1 环境保护措施设计原则

(1) 预防为主和环境影响最小化原则

在方案设计时,借鉴成熟的经验和科学知识,预防为主,防治结合,防止不利影响的产生,把对环境的不利影响降到最低。

(2) 全局观点、协调性及生态优先原则

各项措施与工程区的生态建设紧密协调、互为裨益,切实作到生态优先。

(3) 综合防治,因地制宜,因害设防,突出重点的原则

针对本工程的废水、废气、噪声等特点,有针对性地提出防护措施,突出重点、合理配置,形成综合防治体系。

(4) “三同时”原则

各项环保措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

(5) 经济性、有效性原则

遵循环境保护措施投资省、效益好和可操作性强的原则。

7.2 地表水环境保护措施

7.2.1 施工期水环境保护措施

7.2.1.1 施工期生活污水处理措施

(1) 污水概况

生活污水主要是施工生活区的粪便、淋浴洗涤及食堂污废水等。根据《水利水电工程环境保护设计规范》(SL/T 492-2025),生活污水主要污染物为 COD_{Cr} 、 BOD_5 、悬浮物、 TN 和 TP ,浓度一般分别为 $350\text{mg/L}\sim 500\text{mg/L}$ 、 $150\text{mg/L}\sim 300\text{mg/L}$ 、 $200\text{mg/L}\sim 300\text{mg/L}$ 、 $20\text{mg/L}\sim 85\text{mg/L}$ 和 $3\text{mg/L}\sim 8\text{mg/L}$ 。

根据广东省地方标准《用水定额 第3部分:生活》(DB44T 1461.3-2021),湛江市农村居民位于II类区,施工人员生活用水量定额 $0.13\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{d}$,生活污水产生率取 80%。

经估算，雷北片区有 216 个施工生活区，每个施工生活区高峰期施工人数为 10~343 人，则各施工生活区高峰生活污水产生量约为 $1.04\sim35.67\text{m}^3/\text{d}$ ；雷西南片区有 48 个施工生活区，每个施工生活区高峰期施工人数为 20~160 人，则各施工生活区高峰生活污水产生量约为 $2.08\sim16.64\text{m}^3/\text{d}$ ；雷东南片区有 73 个施工生活区，每个施工生活区高峰期施工人数为 10~392 人，则各施工生活区高峰生活污水产生量约为 $1.04\sim40.77\text{m}^3/\text{d}$ 。

(2) 处理目标

周边临近敏感水体的施工生活区的粪便污水通过化粪池预处理后和食堂油污水通过隔油池预处理后，混合进入成套生活污水处理设备进行处理后回用于施工区道路清扫用水或者绿化用水，处理后的出水执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中“城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工”用水标准。周边无敏感水体的施工生活区生活污水排入化粪池，定期清运。

(3) 处理方案

对于厕所排污，根据施工区周边的布置情况，对于周边无敏感水体(Ⅱ类水体或饮用水水源保护区)的施工工区，设置化粪池进行收集处理后定期外运；厨房排水和盥洗水经隔油池处理后排入化粪池，定期清运。对于周边临近敏感水体的施工工区，采用化粪池+隔油池+污水处理一体化设施进行处理后回用于施工生活区道路清扫、绿化用水等，不外排。施工期间每季度由当地农民清运 1 次。

厨房排水中含有食用油，每个施工工区通过新建 1 座砖砌隔油池进行隔油预处理，浮油集中清运交由有资质的单位处理。对于周边无敏感水体(Ⅱ类水体或饮用水水源保护区)的施工工区，隔油预处理后的厨房排水回用于施工生活区道路清扫、绿化用水等，浮油集中清运。对于周边临近敏感水体的施工工区，隔油预处理后的厨房排水通过一体化处理设备处理系统处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中“城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工”用水标准后，回用于施工生活区道路清扫、绿化用水等，不外排。

(4) 处理规模

根据施工进度，各临近敏感水体的施工生活区分别设一套生活污水处理设施，独立处理，其余施工工区设置化粪池+隔油池处理后外运，各施工区生活污水处理系统具体处理规模见下表。

根据施工布置，饮用水水源保护区内的施工临时布置主要是施工所需要的施工临时道路、施工围堰以及部分顶管施工工区，其中红心楼水库饮用水水源保护区内因顶管施工需要，设置了 5 个顶管施工工区（一级保护区内 1 个，二级保护区内 4 个），东运河段的雷州青年运河饮用水水源保护区二级保护区内因顶管施工需要，设置了 3 个顶管施工工区，其他水源保护区内无施工工区。

所有水源保护区内均不设置生产生活区，无砼拌和系统、砂石料加工系统、汽车维修保养站等，无生产生活污水产生。

(5) 成套污水处理设备工艺设计

目前国内对于处理生活污水有着成熟的技术经验，主要有如 MBR 法、A/O 法、氧化沟及其改进工艺等等，均能取得良好处理效果。

A³/O-MBBR 工艺结合了 A²/O 和 MBBR 的优点，在 MBBR 工艺的基础上优化设置预脱硝、厌氧、缺氧和好氧四大生物反应区，结合活性污泥法和生物膜法的优势，在降解有机物的同时，强化脱氮除磷的效果。该工艺高度集成化、设备化、自动化，具有占地面积小，运行简单、抗负荷冲击能力强、出水水质好等特点。考虑到本项目生活污水排放量小、出水要求高的特点，本工程采用 A³/O-MBBR 处理工艺，出水后采用固体氯片消毒。工艺参数设计见表 7.2-1，工艺流程图见图 7.2-1。

表7.2-1 施工期生活污水处理系统构筑物设计参数

构筑物名称	主要工艺参数
隔油池	参考《02S701 砖砌化粪池》，粪便污水单独排入化粪池设计，清掏期 90 天，污泥量 0.4L/人·d，污水量 80L/人·d，污水停留时间 24h，有地下水、有覆土、不过汽车。
化粪池	参考《04S519 小型排水构筑物》砖砌隔油池，污水在池内流速不大于 0.005m/s，污水停留时间 10min，清除周期 7 天。
生活污水处理装置	钢砼，HRT 大于 >6h
调节池	HRT 8h
清水池(即回用水池)	考虑 24h 停留
污泥池	主要作为污泥浓缩及干化

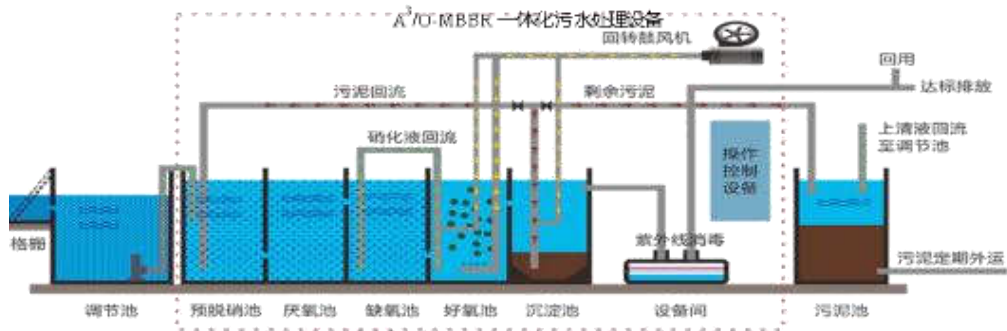


图7.2-1 施工区生活污水处理工艺流程图

(6) 主要构筑物及设备

各施工区生活污水处理系统主要构筑物包括化粪池、隔油池、清水池、污泥池，临近敏感水体的施工生活区主要设备有一体化污水处理设施及污水泵等，具体见表7.2-2~7.2-4。本工程施工期合计设置化粪池 337 个，隔油池 337 个，一体化污水处理系统 38 套。

表7.2-2 施工期雷北生活污水处理系统构筑物尺寸一览表

序号	施工生活区	化粪池	隔油池	调节池(钢混)	清水池(钢混)	污泥池(钢混)	一体化污水处理系统
1	LB-MG-HTL01	Z3-6SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m³/d
2	LB-MG-LDY01	Z3-6SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m³/d
3	LB-MG-MM01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
4	LB-MG-DP01	Z5-12SF	ZG-1	3×3×2	3×3×2.5	3×3×2	20m³/d
5	LB-MG-LD01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
6	LB-MG-PT01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
7	LB-MG-PT02	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
8	LB-MG-PT03	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
9	LB-MG-PT04	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
10	LB-MG-TP01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
11	LB-MG-DP01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
12	LB-MG-LZ01	Z6-16SF	ZG-1	/	/	/	/
13	LB-MG-HW01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
14	LB-MG-HW02	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
15	LB-MG-YG01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
16	LB-MG-JL01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
17	LB-MG-GM01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
18	LB-MG-GM02	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/

19	LB-MG-ZY01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
20	LB-MG-SB01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
21	LB-MG-YLZ01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
22	LB-MG-LG01	Z2-4SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m ³ /d
23	LB-MG-XC01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
24	LB-MG-BX01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
25	LB-MG-ZYHBZCSG01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
26	LB-MG-LBGA01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
27	LB-MG-LBLTG01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
28	LB-MG-LMTBZ&CSG01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
29	LB-MG-DHHBZCSG01	Z3-6SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m ³ /d
30	LB-MG-DHHBZCSG02	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
31	LB-MG-LBGE01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
32	LB-MG-LBGF01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
33	LB-MG-LBGF02	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
34	LB-MG-LBGG01	Z5-12SF	ZG-1	/	/	/	/
35	LB-MG-LBGG02	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
36	LB-MG-LBGH01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
37	LB-QG-NTGA01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
38	LB-QG-TLZA01	Z1-2SF	ZG-1	/	/	/	/
39	LB-QG-HC01	Z3-6SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m ³ /d
40	LB-QG-XWZ01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
41	LB-QG-BS01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
42	LB-QG-SL01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
43	LB-QG-NL01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
44	LB-QG-LLS01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
45	LB-QG-QJL01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
46	LB-QG-QJLB01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
47	LB-QG-GST01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
48	LB-QG-STD01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
49	LB-QG-DLB01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
50	LB-QG-TD01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
51	LB-QG-LT01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
52	LB-QG-HNK01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
53	LB-QG-HNK02	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
54	LB-QG-HNK03	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
55	LB-QG-DP01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
56	LB-QG-DP02	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/

57	LB-QG-WTD01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
58	LB-QG-WTD02	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
59	LB-QG-WTD03	Z2-4SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m ³ /d
60	LB-QG-XX01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
61	LB-QG-XX02	Z1-2SF	ZG-1	/	/	/	/
62	LB-QG-JC01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
63	LB-QG-XXZ01	Z5-12SF	ZG-1	/	/	/	/
64	LB-QG-XF01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
65	LB-QG-DTK01	Z4-9SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m ³ /d
66	LB-QG-WP01	Z1-2SF	ZG-1	/	/	/	/
67	LB-QG-ZJX01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
68	LB-QG-MQ01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
69	LB-QG-SL01	Z2-4SF	ZG-1	3×3×2	3×3×2.5	3×3×2	20m ³ /d
70	LB-QG-TJ01	Z1-2SF	ZG-1	/	/	/	/
71	LB-QG-HTS01	Z5-12SF	ZG-1	/	/	/	/
72	LB-QG-LC01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
73	LB-QG-SQJ01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
74	LB-QG-HL01	Z4-9SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m ³ /d
75	LB-QG-FG01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
76	LB-QG-YXW01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
77	LB-QG-LT01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
78	LB-QG-SLSL01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
79	LB-QG-SLSL02	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
80	LB-QG-JTL01	Z1-2SF	ZG-1	/	/	/	/
81	LB-QG-JTL02	Z1-2SF	ZG-1	/	/	/	/
82	LB-QG-JTL03	Z1-2SF	ZG-1	/	/	/	/
83	LB-QG-HZ01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
84	LB-QG-LT01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
85	LB-QG-LT02	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
86	LB-QG-LT03	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
87	LB-QG-NS01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
88	LB-QG-NS02	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
89	LB-QG-DT01	Z8-25SF	ZG-1	/	/	/	/
90	LB-QG-LL01	Z6-16SF	ZG-1	3×3×2	3×3×2.5	3×3×2	20m ³ /d
91	LB-QG-HS01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
92	LB-QG-ZS01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
93	LB-QG-GCSKPHQ01	Z1-2SF	ZG-1	/	/	/	/
94	LB-QG-SJ01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/

95	LB-QG-SJ02	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
96	LB-QG-SC01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
97	LB-QG-PS01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
98	LB-QG-PS02	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
99	LB-QG-PS03	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
100	LB-QG-PS04	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
101	LB-QG-HL01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
102	LB-QG-TS01	Z5-12SF	ZG-1	/	/	/	/
103	LB-QG-HGD01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
104	LB-QG-HGX01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
105	LB-QG-HF01	Z5-12SF	ZG-1	/	/	/	/
106	LB-QG-PSZ01	Z6-16SF	ZG-1	/	/	/	/
107	LB-QG-MC01	Z4-9SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m ³ /d
108	LB-QG-TF01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
109	LB-QG-TF02	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
110	LB-QG-DL01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
111	LB-QG-JZS01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
112	LB-QG-JZS02	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
113	LB-QG-XSC01	Z5-12SF	ZG-1	/	/	/	/
114	LB-QG-SN01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
115	LB-QG-SN02	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
116	LB-QG-SN03	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
117	LB-QG-SN04	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
118	LB-QG-ZLZ01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
119	LB-QG-HT01	Z3-6SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m ³ /d
120	LB-QG-HT02	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
121	LB-QG-HT03	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
122	LB-QG-NPT01	Z1-2SF	ZG-1	/	/	/	/
123	LB-QG-SNSKX01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
124	LB-QG-SNSKD01	Z5-12SF	ZG-1	/	/	/	/
125	LB-QG-KG01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
126	LB-QG-TP01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
127	LB-QG-TP02	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
128	LB-QG-TP03	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
129	LB-QG-TP04	Z5-12SF	ZG-1	/	/	/	/
130	LB-QG-Gm01	Z7-20SF	ZG-1	/	/	/	/
131	LB-QG-Gm02	Z7-20SF	ZG-1	/	/	/	/
132	LB-QG-ST01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/

133	LB-QG-SM01	Z5-12SF	ZG-1	/	/	/	/
134	LB-QG-HN01	Z7-20SF	ZG-1	/	/	/	/
135	LB-QG-TB01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
136	LB-QG-HP01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
137	LB-QG-HP02	Z4-9SF	ZG-1	3×3×2	3×3×2.5	3×3×2	20m³/d
138	LB-QG-LM01	Z5-12SF	ZG-1	/	/	/	/
139	LB-QG-KL01	Z5-12SF	ZG-1	/	/	/	/
140	LB-QG-WZD01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
141	LB-QG-BJCZ01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
142	LB-QG-BJ01	Z5-12SF	ZG-1	/	/	/	/
143	LB-QG-ZWS01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
144	LB-QG-NX01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
145	LB-QG-BL01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
146	LB-QG-YB01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
147	LB-QG-YB02	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
148	LB-QG-CT01	Z5-12SF	ZG-1	/	/	/	/
149	LB-QG-GM01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
150	LB-QG-GM02	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
151	LB-QG-GM03	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
152	LB-QG-GM04	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
153	LB-QG-WGG01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
154	LB-QG-YGZ01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
155	LB-QG-YGZN01	Z7-20SF	ZG-1	/	/	/	/
156	LB-QG-YGZB01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
157	LB-QG-TW01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
158	LB-QG-YGB01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
159	LB-QG-QS01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
160	LB-QG-TD01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
161	LB-QG-XL01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
162	LB-QG-FS01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
163	LB-QG-SN01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
164	LB-QG-DS01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
165	LB-QG-ST01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
166	LB-QG-XL01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
167	LB-QG-XL02	Z4-9SF	ZG-1	3×3×2	3×3×2.5	3×3×2	20m³/d
168	LB-QG-TT01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
169	LB-QG-TT02	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
170	LB-QG-HT01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/

171	LB-QG-HT02	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
172	LB-QG-JP01	Z6-16SF	ZG-1	/	/	/	/
173	LB-QG-BQ01	Z1-2SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m ³ /d
174	LB-QG-XG01	Z2-4SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m ³ /d
175	LB-QG-XLP01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
176	LB-QG-FST01	Z1-2SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m ³ /d
177	LB-QG-HG01	Z2-4SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m ³ /d
178	LB-QG-WPC01	Z2-4SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m ³ /d
179	LB-QG-SD01	Z2-4SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m ³ /d
180	LB-QG-ZMD01	Z8-25SF	ZG-1	/	/	/	/
181	LB-QG-X101	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
182	LB-QG-X201	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
183	LB-QG-YGQ01	Z5-12SF	ZG-1	/	/	/	/
184	LB-LD-XPZ01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
185	LB-LD-XP01	Z5-12SF	ZG-1	/	/	/	/
186	LB-LD-GT01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
187	LB-LD-SEY01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
188	LB-LD-SEE01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
189	LB-LD-XKX01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
190	LB-LD-SE01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
191	LB-LD-PCG01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
192	LB-LD-PCZ01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
193	LB-BG-HTL01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
194	LB-BG-LDY01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
195	LB-BG-MM01	Z2-4SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m ³ /d
196	LB-BG-PY01	Z2-4SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m ³ /d
197	LB-BG-LT01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
198	LB-BG-SLSL01	Z2-4SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m ³ /d
199	LB-BG-PT01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
200	LB-BG-TP01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
201	LB-BG-DP01	Z2-4SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m ³ /d
202	LB-BG-LZ01	Z2-4SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m ³ /d
203	LB-BG-HW01	Z3-6SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m ³ /d
204	LB-BG-YG01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
205	LB-BG-JL01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
206	LB-BG-GM01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
207	LB-BG-ZY01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
208	LB-BG-SB01	Z2-4SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m ³ /d

209	LB-BG-YLZ01	Z2-4SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m ³ /d
210	LB-BG-LG01	Z2-4SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m ³ /d
211	LB-BG-XC01	Z2-4SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m ³ /d
212	LB-BG-BX01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
213	LB-BG-LBZYH01	Z4-9SF	ZG-1	3×3×2	3×3×2.5	3×3×2	20m ³ /d
214	LB-BG-NBY01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
215	LB-BG-LMT01	Z6-16SF	ZG-1	/	/	/	/
216	LB-BG-DHH01	Z4-9SF	ZG-1	3×3×2	3×3×2.5	3×3×2	20m ³ /d

表7.2-3 施工期雷西南生活污水处理系统构筑物尺寸一览表

序号	工区编号	化粪池	隔油池	调节池(钢混)	清水池(钢混)	污泥池(钢混)	一体化污水处理系统
1	XN-MG-LB01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
2	XN-MG-LB02	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
3	XN-MG-LB03	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
4	XN-MG-LB04	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
5	XN-MG-LB05	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
6	XN-MG-LB06	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
7	XN-MG-SYQA01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
8	XN-MG-SYQB01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
9	XN-MG-LMAA01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
10	XN-MG-LMAB01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
11	XN-MG-LMB01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
12	XN-MG-LMB02	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
13	XN-MG-LMDA01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
14	XN-MG-LMDB01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
15	XN-MG-LD01	Z4-9SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m ³ /d
16	XN-MG-LD02	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
17	XN-MG-LD03	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
18	XN-MG-YLA01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
19	XN-MG-YLA02	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
20	XN-MG-YLB01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
21	XN-MG-YLB02	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
22	XN-MG-LMC01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
23	XN-MG-LMC02	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
24	XN-MG-LMC03	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
25	XN-MG-YQQ01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
26	XN-MG-YQQ02	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/

27	XN-MG-YQQ03	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
28	XN-MG-YQQ04	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
29	XN-MG-DW01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
30	XN-MG-DW02	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
31	XN-MG-MK01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
32	XN-MG-MK02	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
33	XN-MG-HXB01	Z1-2SF	ZG-1	/	/	/	/
34	XN-QG-PN01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
35	XN-QG-PN02	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
36	XN-QG-HX01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
37	XN-QG-HX02	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
38	XN-QG-HX03	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
39	XN-QG-HX04	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
40	XN-MG-LME01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
41	XN-BG-LB01	Z5-12SF	ZG-1	/	/	/	/
42	XN-BG-LMA01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
43	XN-BG-LMD01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
44	XN-BG-LD01	Z4-9SF	ZG-1	3×3×2	3×3×2.5	3×3×2	20m³/d
45	XN-BG-LMC01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
46	XN-BG-DW01	Z5-12SF	ZG-1	/	/	/	/
47	XN-BG-MK01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
48	XN-BG-YQQ01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/

表7.2-4 施工期雷东南生活污水处理系统构筑物尺寸一览表

序号	工区编号	化粪池	隔油池	调节池 (钢混)	清水池(钢 混)	污泥池 (钢混)	一体化污水处 理系统
1	DN-MG-ZGG01	Z8-25SF	ZG-1	/	/	/	/
2	DN-MG-ZGG02	Z8-25SF	ZG-1	/	/	/	/
3	DN-MG-ZGG03	Z8-25SF	ZG-1	/	/	/	/
4	DN-MG-MSA-01	Z6-16SF	ZG-1	/	/	/	/
5	DN-MG-MSA-02	Z6-16SF	ZG-1	/	/	/	/
6	DN-MG-MSB-01	Z6-16SF	ZG-1	/	/	/	/
7	DN-MG-MSB-02	Z6-16SF	ZG-1	/	/	/	/
8	DN-MG-MSE-01	Z5-12SF	ZG-1	/	/	/	/
9	DN-MG-MSE-02	Z5-12SF	ZG-1	/	/	/	/
10	DN-MG-GGC01	Z2-4SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m³/d
11	DN-MG-GGD01	Z5-12SF	ZG-1	/	/	/	/
12	DN-MG-GGF01	Z6-16SF	ZG-1	/	/	/	/

13	DN-MG-GGI01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
14	DN-MG-GGG01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
15	DN-MG-GGJ01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
16	DN-MG-GGK01	Z5-12SF	ZG-1	/	/	/	/
17	DN-MG-HXLZG01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
18	DN-MG-LTA-01	Z1-2SF	ZG-1	/	/	/	/
19	DN-MG-LTB-01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
20	DN-MG-LTB-02	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
21	DN-MG-LTC-01	Z1-2SF	ZG-1	/	/	/	/
22	DN-MG-LTD-01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
23	DN-MG-LTD-02	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
24	DN-MG-LTE-01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
25	DN-MG-XYA-01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
26	DN-MG-XYA-02	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
27	DN-MG-XYB-01	Z6-16SF	ZG-1	/	/	/	/
28	DN-MG-XYB-02	Z6-16SF	ZG-1	/	/	/	/
29	DN-MG-XYB-03	Z6-16SF	ZG-1	/	/	/	/
30	DN-MG-XYZA-01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
31	DN-QG-LTSKKG-01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
32	DN-MG-HJA01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
33	DN-MG-HJB01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
34	DN-MG-HJC01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
35	DN-MG-HJD01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
36	DN-MG-FQKGA01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
37	DN-MG-JNA01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
38	DN-MG-JNA02	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
39	DN-MG-QSA01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
40	DN-MG-QSB01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
41	DN-QG-LCZB-01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
42	DN-QG-LCZN-01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
43	DN-QG-LT-01	Z6-16SF	ZG-1	/	/	/	/
44	DN-QG-LT-02	Z6-16SF	ZG-1	/	/	/	/
45	DN-QG-LT-03	Z6-16SF	ZG-1	/	/	/	/
46	DN-QG-SK-01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
47	DN-QG-TY-01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
48	DN-QG-HQS-01	Z7-20SF	ZG-1	/	/	/	/
49	DN-QG-NBQ01	Z6-16SF	ZG-1	/	/	/	/
50	DN-QG-NBQ02	Z6-16SF	ZG-1	/	/	/	/

51	DN-QG-NBQ03	Z6-16SF	ZG-1	/	/	/	/
52	DN-QG-NBQ04	Z6-16SF	ZG-1	/	/	/	/
53	DN-QG-NBQ05	Z6-16SF	ZG-1	/	/	/	/
54	DN-QG-NBQ06	Z6-16SF	ZG-1	/	/	/	/
55	DN-QG-NBQ07	Z6-16SF	ZG-1	/	/	/	/
56	DN-QG-NBQ08	Z6-16SF	ZG-1	/	/	/	/
57	DN-QG-FQSKQ01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
58	DN-QG-GXGQ01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
59	DN-QG-BSGQ01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
60	DN-QG-BSGQ02	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
61	DN-QG-MSGQ01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
62	DN-QG-LTGQ01	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
63	DN-QG-LTGQ02	Z3-6SF	ZG-1	/	/	/	/
64	DN-BG-LT-01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
65	DN-BG-NDH01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
66	DN-BG-NDH02	Z9-30SF	ZG-1	/	/	/	/
67	DN-BG-FQA01	Z4-9SF	ZG-1	/	/	/	/
68	DN-BG-MSB01	Z4-9SF	ZG-1	2×2×2	3×2×2.5	3×3×2	10m ³ /d
69	DN-BG-MSN01	Z9-30SF	ZG-1	3×3×2.5	4×4×3.2	4×4×3	40m ³ /d
70	DN-BG-HJ1#01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
71	DN-BG-HJ2#01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
72	DN-BG-HJ3#01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/
73	DN-BG-DC-01	Z2-4SF	ZG-1	/	/	/	/

7.2.1.2 施工生产废水处理措施

1、修配系统含油废水

(1) 废水概况

工程沿线距离市县或乡镇不远，大中型施工机械及设备可就近利用市镇现有机械修配厂检修，工程在各泵站施工工区设1处机修厂，承担小型施工机械及设备的维修和保养任务。机修系统废水主要是施工机械或车辆冲洗产生的含油废水，根据《水利水电工程环境保护设计规范》(SL/T 492-2025)，机修系统废水主要污染物为石油类和悬浮物，浓度一般为10mg/L~30mg/L、500mg/L~2000mg/L。根据《环境影响评价技术手册 水利水电工程》(邹家祥)，施工机械或车辆冲洗用水量按400L/(台·次)，废水量按高峰用

水量的 80% 计算，各工区每天需要冲洗的施工机械或车辆数按总数的 30% 计。经估算，雷北片区有 24 个泵站施工工区，每个施工工区高峰含油废水产生量为 $15.26\text{m}^3/\text{d}$ ；雷西南片区有 8 个泵站施工工区，每个施工工区高峰含油废水产生量为 $21.02\text{m}^3/\text{d}$ ；雷东南有 10 个泵站施工工区，每个施工工区高峰含油废水产生量为 $41.57\text{m}^3/\text{d}$ 。

(2) 处理目标

修配系统主要污染物为石油类和悬浮物，石油类的浓度在 $10\sim 30\text{mg/L}$ 之间，悬浮物的浓度在 $500\sim 2000\text{mg/L}$ 左右。施工期修配系统含油废水经处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中“冲厕、车辆冲洗”用水标准后回用于施工车辆及机械设备冲洗用水。

(3) 处理规模

根据施工布置位置，各个修配系统分别设置 1 套含油废水处理系统。每个泵站施工工区含油废水处理系统设计处理规模为 $20\text{m}^3/\text{d}$ 。

(4) 处理方案

修配系统含油废水选用隔油+气浮工艺，处理工艺见下图。废水先进入隔油池，隔除含油废水中的浮油后进入气浮池，气浮主要起固液分离作用，在废水中加入絮凝剂，经过有效絮凝反应后，废水进入组合气浮接触区；在接触区内，溶气水中的微气泡与废水中絮体相互粘合，一起进入分离区，在气泡浮力的作用下，絮体与气泡一起上升至液面，形成浮渣；浮渣由刮渣装置刮至废油罐中；下层的清水通过集水管自流至清水池进行回用。隔油池选用较长的停留时间，以同时起到调节的作用。浮油和油渣收集至废油罐中，交给有相关资质的单位处置。为维护方便和节约占地，隔油池和气浮池可选用定型设备，结合各系统的含油废水量，选用相应型号的砖砌隔油池和组合气浮装置。工艺设计参数详见下表。

表7.2-5 修配系统含油废水处理系统构筑物设计参数

构筑物名称	主要工艺参数
ZG 型隔油池	设计去除率 70%，停留时间 30min，清掏周期 7d。
FQ 型气浮池	设计去除率 90%，停留时间 45min，回流比 30%，污泥池出泥含水率 70%。
清水池	停留时间 1d

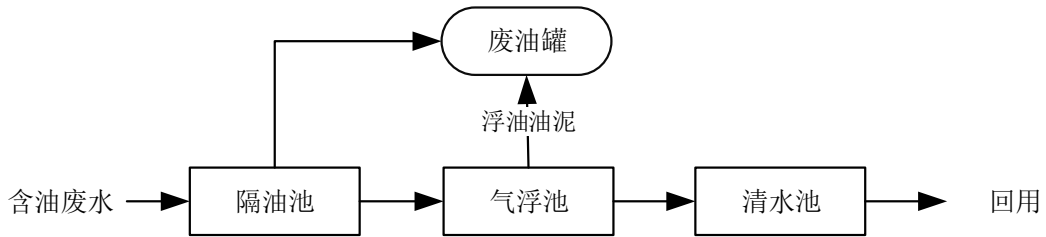


图7.2-2 机修、汽修废水处理系统工艺流程示意图

(5) 主要构筑物及设备

含油废水处理系统主要构筑物和主要设备见下表。

表7.2-6 修配系统含油废水处理系统构筑物及设备一览表

序号	主要构筑物或设备	数量	尺寸/型号	结构
1	ZG-1 型隔油池	42 座	2.44m×1.94m×1.7m	钢混
2	FQ-5 型气浮池	42 座	D1.0	成套
3	清水池	42 座	3m×4m×2m	钢混
4	废油罐	42 座	50L	成套

(6) 运行和维护

隔油后收集的浮油和含油污泥属于危险废物，需在“防渗、防雨、防晒、防风”的危废贮存间贮存，最终由有危废处置资质的单位进行外运处置。

2、 砼拌和系统废水处理

(1) 废水概况

本工程共设置 41 处混凝土拌和系统。混凝土拌和系统生产用水绝大部分随混凝土的变性而消耗，运行过程中主要为砼转筒和料灌冲洗产生的少量废水。根据《水利水电工程环境保护设计规范》(SL/T 492-2025)，混凝土拌和系统废水呈碱性，主要污染物为悬浮物，浓度一般在 1500mg/L~2500mg/L 之间。根据《环境影响评价技术手册 水利水电工程》(邹家祥)，拌和楼或拌和站一次冲洗用水量取 8m³。因此，本工程单个混凝土拌和系统废水高峰产生量约 16m³/d，施工期间废水总产生量 80.64 万 m³。

表7.2-7 混凝土拌和系统冲洗废水产生量汇总表

序号	污染源产生位置	设计生产能力(m ³ /h)	一次性冲洗用水量(m ³ /次)	生产班制(班/日)	高峰废水产生量(m ³ /d)	施工期(月)	总废水量(万 m ³)	主要污染物及浓度
1	泵站	60	8	2	16	48	80.64	碱性，悬浮物： 1500~2500mg/L

(2) 处理目标

混凝土拌和系统冲洗废水偏碱性(pH 值 11~12)，主要污染物为悬浮物，浓度一般在 2000mg/L~5000mg/L 之间，为间歇式性排放。混凝土拌和系统冲洗废水处理后可回用混凝土拌和系统本身，其回用标准参考《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)标准，即 SS≤100mg/L、pH: 6~9。

(3) 处理规模

本工程共设 41 处常态混凝土拌和系统，各砼拌和系统高峰废水产生量均为 16.0m³/d。根据施工布置位置和，各个砼拌和系统分别设置 1 套砼拌和废水处理系统，每套砼拌和系统生产废水设计处理规模取 1m³/h。

(4) 处理方案

由于混凝土拌和系统冲洗废水污染物成分简单，废水量少，间歇性排放。因此确定采用混凝沉淀法进行处理，处理流程见下图。砼拌和系统冲洗废水进入沉砂池进行预处理，主要进行细砂回收，预处理出水进入初沉池和二沉池，在沉淀池中投加混凝药剂，使得直径小于 0.035mm 的悬浮物得以快速去除，处理后上层清水进入清水池回用于混凝土拌和系统，沉砂池及沉淀池的泥砂通过人工清运。混凝土拌和系统冲洗废水偏碱性(pH 值 11~12)，常用混凝剂中铝盐、铁盐适用于碱度大的原水，但铁盐对混凝土有腐蚀性，因此本处理系统采用铝盐中的明矾；采用铝盐作絮凝剂产生的絮凝体细小而松散，再通过投加聚丙烯酰胺高分子助凝剂，利用其强烈吸附架桥作用，使细小而松散的絮凝体变得粗大而密实，加快废水中悬浮物的沉淀。工艺设计参数详见下表。

表7.2-8 混凝土拌和冲洗废水处理系统构筑物设计参数

构筑物名称	主要工艺参数
沉砂池	设计去除率 10%，8m ³ ，清泥周期 7d
沉淀池	设计去除效率为 95%，停留时间 8h，清泥周期 7d
清水池	停留时间 8h

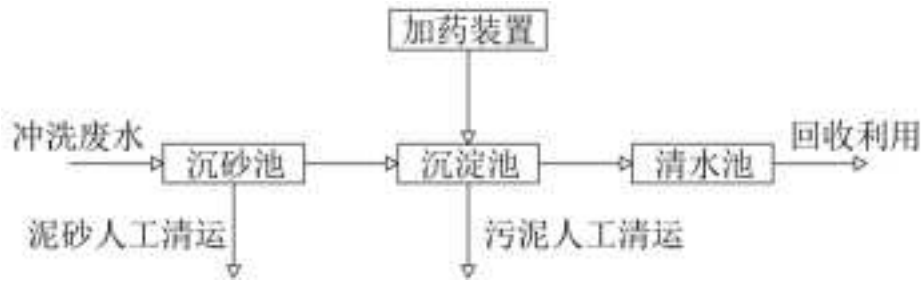


图7.2-3 混凝沉淀法处理流程图

(5) 主要构筑物及设备

各砼拌和系统生产废水处理系统主要构筑物和主要设备见下表。

表7.2-9 混凝土冲洗废水处理主要构筑物及设备一览表

序号	主要构筑物或设备	数量	尺寸/型号	结构
1	沉砂池	41 座	3m×3m×1.5m	钢混
2	沉淀池	41 座	2m×4m×1.5m	钢混
3	清水池	41 座	2m×2.5m×2m	钢混
4	污泥池	41 座	3m×2m×1.5m	钢混
5	加药间	41 座	3m×2m	轻钢厂房
6	絮凝剂加药螺杆泵	41 套	LG25	/
7	助凝剂加药螺杆泵	41 套	LG40	/
8	小型加药系统	41 台	双桶双泵，功率 2×0.55Kw	/
9	清水回用泵	41 台	50WQ25-35-7.5	/

(6) 运行管理与维护

由于混凝土拌和系统冲洗废水处理构筑物简单，在运行过程中应注意加药，定期清理沉淀池污泥。

3、砂石料加工系统废水

(1) 废水概况

雷北片区施工期年最大混凝土供应量为 53.6 万 m³，高峰时段月平均强度为 10.1 万 m³/月，选择在Ⅲ_{Y10} 石料外购点附近分别设置 1 处砂石料加工系统。按两班制生产设计，采用棒磨机制砂工艺，系统设计机制砂生产能力约 346t/h，并按 2 套系统布置，每套生产能力约 200t/h。

雷东南片区施工期年最大混凝土供应量为 76.0 万 m³，高峰时段月平均强度为 9.1 万 m³/月；雷西南片区施工期年最大混凝土供应量为 10.7 万 m³，高峰时段月平均强度为 1.5 万 m³/月。由于雷东南片区和雷西南片区可选用的料源均有Ⅲ₁ 石料外购点，在外购

点附近设置 1 处砂石料加工系统。按两班制生产设计，采用棒磨机制砂工艺，系统设计机制砂生产能力约 363t/h，并按 2 套系统布置，每套生产能力约 200t/h。

综上，本工程共设有 4 套砂石料加工系统，每套设计生产能力 200t/h，运行时间 48 个月。

本工程生产砂石料为 140.30 万 m³，施工期间废水总生产量 224.48 万 m³。砂石料加工系统采用湿法加工，运行过程中会产生砂石料加工系统冲洗废水。根据《水利水电工程环境保护设计规范》(SL/T 492-2025)，砂石料加工废水主要污染物为悬浮物，浓度一般在 20000mg/L~90000 mg/L 之间，废水量按高峰用水量的 80%计算。根据《水利水电工程施工组织设计规范》(SL303-2017)，人工砂石冲洗用水量取 2000L/ m³。因此，本工程每套砂石料加工系统冲洗废水高峰产生量约 123.08 m³/h。

表7.2-10 砂石料冲洗废水产生量汇总表

污染源产生位置	设计生产能力(t/h)	设计用水量(L/m ³)	高峰用水量(m ³ /h)	高峰废水产生量(m ³ /h)	施工期(月)	总废水量(万 m ³)	主要污染物及浓度
砂石料加工系统	200	2000	153.85	123.08	48	224.48	悬浮物： 20000~ 90000mg/L

(2) 处理目标

砂石料加工系统冲洗废水主要污染物为悬浮物，浓度一般在 20000mg/L ~ 90000mg/L 之间，不含其他的有毒或者有害物质。砂石料加工系统冲洗废水处理后可回用于砂石料加工系统本身，根据《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)标准，SS<100mg/L 即可满足砂石加工用水水质标准。

(3) 处理规模

本工程在Ⅲ_{Y2} 石料外购点、Ⅲ_{Y10} 石料外购点附近分别布置 1 套砂石料加工系统，Ⅲ₁ 石料外购点附近布置 2 套砂石料加工系统，高峰废水产生量 123.08m³/h，因此在每套砂石料加工系统旁设置一套废水处理系统，废水设计处理规模取 150m³/h。

(4) 处理方案

砂石料冲洗废水采用高效(旋流)污水净化器处理。高效(旋流)污水净化器处理利用直流混凝、微絮凝造粒、离心分离、动态把关过滤和压缩沉淀的原理，将污水净化中的

混凝反应、离心分离、重力沉降、动态过滤、污泥浓缩等处理技术有机组合集成在一起，在同一罐体内短时间完成污水的多级净化。根据已有应用经验，该工艺占地约为普通工艺的 $1/8 \sim 1/10$ ，适合于用地紧张情况。

砂石料冲洗废水汇入集水池，经废水提升泵提升至细砂回收器中的“旋流器组+高频振动筛”中进行预处理，主要进行细砂回收，旋流器溢流口出水至调节池，底流浓缩水至高频振动筛，高频振动筛筛上物大颗粒泥沙使用皮带运输机传输至堆场后清运至渣场，筛下物废水进入调节池。细砂回收器可去除大部分大颗粒的石粉及污泥，以减轻后续设备处理负荷，减少压滤机数量，缓解后续设备堵塞及磨损机率。

经细砂回收器处理后的出水自流入调节池(池内设置搅拌器以防沉淀)，调节池废水经泵提升至高效污水净化器中，在废水提升泵出口管道上设置混凝混合器，在混凝混合器前后分别投加絮凝药剂和助凝药剂，在管道中完成混凝反应，然后进入净化器中，经离心分离、重力分离及污泥浓缩等过程从净化器顶部排出经处理后的清水，清水进入清水池后回用于砂石料加工系统。从净化器底部排出的浓缩污泥排入污泥池中(池内设搅拌器，防止污泥沉淀)，用污泥泵提升至厢式压滤机将污泥脱水干化，经皮带输送机输送至污泥堆场后清运至弃渣场。

工艺设计参数详见表 7.2-11。高效旋流污水净化法处理流程见图 7.2-4。

表7.2-11 砂石料冲洗废水处理系统构筑物设计参数

构筑物或设备	主要工艺参数
细砂回收器	设计去除效率为 20%~30%
调节池	停留时间 45min
高效污水净化器	设计去除效率为 99.9%，停留时间 20min
污泥池	设计进泥含水率为 80%
清水池	停留时间 1.5h

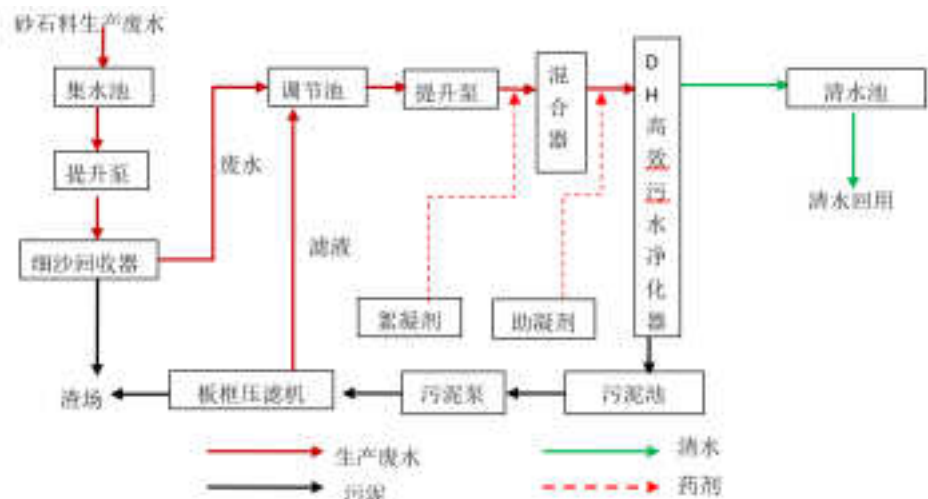


图7.2-4 高效(旋流)污水净化法处理流程图

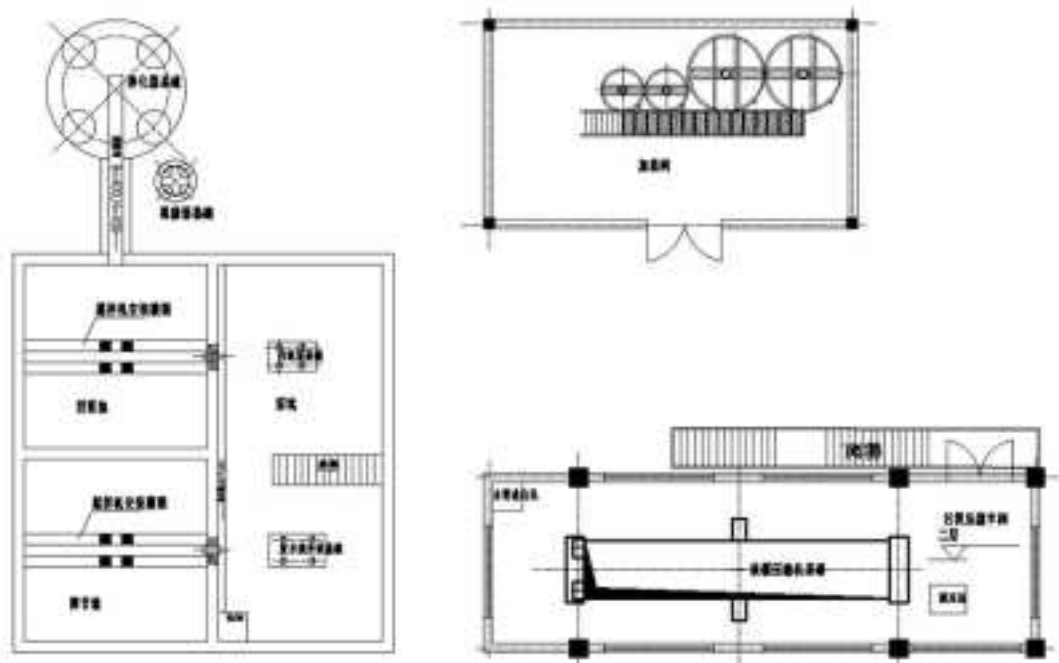


图7.2-5 典型设计平面图

(5) 主要构筑物及设备

本项目砂石料废水处理系统主要构筑物和主要设备见表 7.2-12 和表 7.2-13。

表7.2-12 砂石料系统废水处理系统主要构筑物一览表

序号	名称	尺寸	数量	结构
1	集水池	4m×4m×3.5m	4 座	钢砼
2	调节池	6m×5m×3.5m	4 座	钢砼
3	清水池	8m×8m×3.5m	4 座	钢砼
4	污泥池	4m×6m×3.5m	4 座	钢砼
5	污泥脱水车间	20.48m×18.48m×12m	4 座	轻钢厂房
6	加药电控车间	19.5m×7.48m×4.5m	4 座	轻钢厂房

表7.2-13 砂石料冲洗废水处理系统主要设备一览表

序号	项目	规格/型号	单位	数量
一	污水部分			
1	细沙回收器	Q=200m ³ /h, 回收 45μm 以上细砂	套	2
2	高效(旋流)污水净化器	SSQ-150	台	4
3	高效混凝混合器	HNQ-150	台	4
4	废水提升泵(渣浆泵)	100ZJ-32	台	4
5	调节池搅拌装置	15KW	台	4
6	PAM 自动泡药机	AT-10000	套	4
7	PAC 加药装置	DHJ-800	套	4
8	絮凝剂加药泵	G25-1, 功率: 0.75KW	套	4
9	助凝剂加药泵	G40-1, 功率: 1.5KW	套	4
10	电磁流量计	DN200	台	4
11	电动排污闸阀	DN200	台	4
12	管道、管件及阀门	DN100-DN200	批	4
13	电控及电缆	含 3 台电控柜及铜芯电缆	套	4
14	检修单轨吊	跨度 10 米, 提升高度 5 米, 起吊重量 3 吨	套	4
二	污泥部分			
1	厢式压滤机	XMZ800/2000-40U	台	4
2	污泥池搅拌装置	15KW	台	4
3	污泥提升泵(渣浆泵)	100ZJ-70; Q=230-250m ³ /h; H=75-80m; P=90kw	台	4
4	管道、管件及阀门	DN150-DN500	批	4
5	电控及电缆	含 1 台电控柜及铜芯电缆	套	4
6	检修单轨吊	跨度 10 米, 提升高度 5 米, 起吊重量 3 吨	套	4
三	清水回用部分			
1	清水回用泵	ZXB200-400; Q=150m ³ /h, H=40-50m, 功率: 45KW	台	4
2	管道、管件及阀门	DN150-DN250	批	4
3	电控及电缆	含 1 台电控柜及铜芯电缆	套	4
四	自控部分			
1	PLC 柜及配套软硬件	含柜体、PLC 模块、交换机、软件、控制程序、触摸屏等	套	4
2	超声波液位计	测量范围: 0-5m, 输出信号: 4-20mA	只	4
3	电动球阀执行器	DN80 球阀配套	台	4
4	控制电缆	KVVP	批	4

(6) 运行管理与维护

高效污水净化处理系统自动化程度高, 运行稳定、管理操作简单, 设备维修量小, 但是处理水量大, 产生污泥多, 需定期进行检查、加药及排泥。

4、基坑排水处理

基坑排水由初期基坑排水和经常性基坑排水等两部分组成。初期废水包括围堰截留

的地表水体、基坑积水和降雨形成的地表径流，水质污染物及浓度与原地表水体基本相同，可以直接排往下游河道。而经常性基坑排水主要是混凝土养护废水、围堰渗水等，污染物主要是 SS。对于基坑经常性排水，类比相关水利工程项目对基坑排水的处理经验，向基坑内投加絮凝剂(可采用聚丙烯酰胺，简称 PAM，是线状水溶性高分子聚合物，分子量在 300~1800 万之间，外观为白色粉末状或无色粘稠胶体状，无臭、中性、溶于水、温度超过 120°C 时易分解，处理基坑排水用量为 1~5g/m³)。絮凝沉淀 2h 左右，再中和处理，其悬浮物浓度可降至 100mg/L，沉淀后用水泵至附近沟渠，禁止排入水源保护区，剩余污泥定时人工清理即可。

7.2.1.3 施工期饮用水水源保护区等敏感水体水环境保护措施

施工围堰填筑及拆除施工引起的悬浮物增加对迈生水库、红心楼水库等饮用水水源保护区的水质有一定影响，在围堰外侧设置土工布防污帘以阻隔悬浮物往外部扩散，防止施工污染水源、影响供水安全。

土工布上部用浮筒吊住，下部用石头挂住后沉入库底内，严格防止施工过程中的污水扩散，施工期要定期检查帷幕破损情况，及时修复，直至施工完成。围堰施工基坑产生的废水，沉淀后拉运至水源保护区外回用，不得排放至饮用水水源保护区内。施工完成后，围堰及其临建设施拆除后方可进行防污帘的拆除。

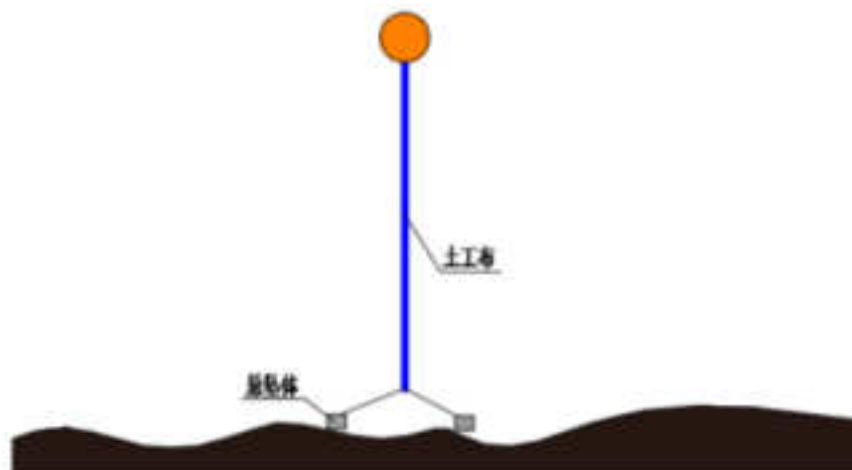


图7.2-6 土工布防污帘示意图

表7.2-14 防污帘布置位置及面积

序号	布置位置	面积 (m ²)	宽度 (m)	长度 (m)	备注
1	新屋仔干渠与主运河交汇处	75	2.5	30	
2	黄垌岭泵站	175	2.5	70	双层防污帘
3	山里干渠与主运河交汇处	75	2.5	30	
4	那良干渠与主运河交汇处	75	2.5	30	
5	罗笛埃干渠与主运河交汇处	75	2.5	30	
6	黄泥坑干渠与主运河交汇处	75	2.5	30	
7	福贡支渠与主运河交汇处	36	1.2	30	
8	黎村干渠与主运河交汇处	36	1.2	30	
9	甘水塘干渠与主运河交汇处	84	1.2	70	双层防污帘
10	浦洋水轮泵站	36	1.2	30	
11	马猫泵站	36	1.2	30	
12	西溪干渠与主运河交汇处	36	1.2	30	
13	大塘口干渠与主运河交汇处	84	1.2	70	双层防污帘
14	崢角溪干渠与主运河交汇处	84	1.2	70	双层防污帘
15	马群干渠与主运河交汇处	84	1.2	70	双层防污帘
16	外坡干渠与主运河交汇处	36	1.2	30	
17	黄桐树干渠与主运河交汇处	36	1.2	30	
18	水流干渠与主运河交汇处	36	1.2	30	
19	团结干渠与主运河交汇处	36	1.2	30	
20	主运河泵站	36	1.2	30	
21	豆坡干渠与主运河交汇处	36	1.2	30	
22	乌塘低干渠与主运河交汇处	36	1.2	30	
23	良垌干渠与四联河交汇处	30	1	30	
24	四联水轮泵站	30	1	30	
25	良垌泵站	30	1	30	
26	良田干渠与四联河交汇处	30	1	30	
27	那梭干渠与四联河交汇处	30	1	30	
28	鹤山支渠与四联河交汇处	30	1	30	
29	谭福干渠与西海河交汇处	30	1	30	
30	大岭支渠与西海河交汇处	30	1	30	
31	桔仔树干渠与西海河交汇处	70	1	70	双层防污帘
32	山内干渠与西海河交汇处	30	1	30	

33	鹤塘干渠与西海河交汇处	30	1	30	
34	牛皮塘干渠与西海河交汇处	30	1	30	
35	四九干渠与东海河交汇处	48	1.6	30	
36	遂城干渠与东海河交汇处	112	1.6	70	双层防污帘
37	平石干渠与东海河交汇处	48	1.6	30	
38	黄略干渠与东海河交汇处	48	1.6	30	
39	茅村支渠与东海河交汇处	48	1.6	30	
40	东海河泵站	48	1.6	30	
41	调塾支渠与东海河交汇处	48	1.6	30	
42	湖光东干渠与东海河交汇处	48	1.6	30	
43	和平干渠与东运河交汇处	6	0.2	30	
44	陆梅干渠与东运河交汇处	6	0.2	30	
45	太平干渠与东运河交汇处	6	0.2	30	
46	湖南干渠与东运河交汇处	6	0.2	30	
47	东坡泵站与东运河交汇处	6	0.2	30	
48	客路干渠与东运河交汇处	6	0.2	30	
49	赖宅泵站与东运河交汇处	6	0.2	30	
50	水美干渠与东运河交汇处	6	0.2	30	
51	沈塘干渠与东运河交汇处	6	0.2	30	
52	塘边干渠与东运河交汇处	6	0.2	30	
53	银榜干渠与西运河交汇处	6	0.2	30	
54	草潭干渠与西运河交汇处	6	0.2	30	
55	板桥支渠与西运河交汇处	6	0.2	30	
56	周易泵站	6	0.2	30	
57	西运河连通渠	6	0.2	30	
58	西寮坡支渠与西运河交汇处	6	0.2	30	
59	水南支渠与西运河交汇处	6	0.2	30	
60	东山干渠与西运河交汇处	6	0.2	30	
61	石埠泵站与西运河交汇处	6	0.2	30	
62	树头水渠与西运河交汇处	6	0.2	30	
63	下黎干渠与西运河交汇处	6	0.2	30	
64	田头支渠与西运河交汇处	6	0.2	30	
65	双墩支渠与西运河交汇处	6	0.2	30	
66	吴排村干渠与西运河交汇处	6	0.2	30	

67	枫树塘干渠与西运河交汇处	6	0.2	30	
68	后沟灌渠与西运河交汇处	6	0.2	30	
69	河头干渠与西运河交汇处	6	0.2	30	
70	西村泵站	6	0.2	30	
71	英龙仔泵站	6	0.2	30	
72	锦盘干渠与西运河交汇处	6	0.2	30	
73	花桥河连通渠	150	5	30	
74	花桥水取水口	900	4.5	200	
75	迈生水库	4050	4.5	900	双层防污帘
76	红心楼水库	760	3.8	200	
77	龙门水库	640	3.2	200	
78	大水桥水库	16	0.8	20	
合计		8862			

7.2.2 运行期水环境保护措施

7.2.2.1 水源区水质保护措施

(1) 水库水质保护措施

本工程水源区水库主要为鹤地水库及其他本地水库，根据水质监测结果，灌区内水库水质一般为总氮和氨氮超标，这是因为水库周边分布有鱼塘及农田，存在一定程度的水产养殖污染及农业面源污染。

1) 防治水产养殖污染措施

部分水库现状为饮用水水源保护区，根据饮用水水源保护区相关管控要求，一级保护区禁止从事种植、放牧、网箱养殖等污染水体的活动。

建议由当地政府组织相关部门加强水产养殖环境监管。制定禁养区、限养区内水产养殖业清理整治方案。依法关闭或搬迁禁养区内的养殖场，限养区现有规模化畜禽养殖场要配套建设粪便污水贮存、处理与利用设施，散养密集区要实行畜禽粪便污水分户收集、集中处理利用。

2) 防治农业面源污染措施

根据饮用水水源保护区相关管控要求，一级保护区禁止从事种植、放牧、网箱养殖等污染水体的活动。二级保护区的种植需采取水源保护措施，禁止喷洒高毒性农药，调

整种植结构，发展有机农业，实施测土施肥，从源头上减少农药化肥的使用和流失。

建议由当地政府组织相关部门开展种植业管控技术，推动形成绿色生产方式减少废水排放，引导当地居民在农业生产中重视推广科学的施肥和农药使用技术，减少农田径流污染。此外，加强水库集水范围内水源涵养林建设，水库周围设置生态隔离带，减少面源污染入库量。

3) 其他保护措施

加强库区水质管理，清理库区漂浮垃圾，可利用生态浮床技术开展局部水域水质净化工作。开展水污染防治规划与水资源保护规划工作，提出符合流域实际的水污染防治和水环境治理措施。开展水库水质、水生态监测工作，跟踪水库水质水生态及水库营养化程度变化情况。同时建立突发水污染事件应急监测制度。加强水库水环境风险管理，排查水库集雨范围内重大环境风险源，建立风险源档案，落实风险事故防范措施和应急预案。

(2) 南渡河和龙门河水质保护措施

1) 水源水质保护措施

南渡河目前为饮用水水源保护区，应对饮用水水源保护区严格实施分级管理，全面强化污染源源头控制。开展饮用水水源污染排查和整治，针对以往查处的水源环境违法行为开展后督察。严格水源地上游高污染高风险行业环境准入。建设和完善水源地保护区公路水路危险品运输管理系统。对威胁饮用水水源安全的重点污染源要逐一建立应急预案，建立饮用水水源污染应急保障体系。应进一步完善水质自动监测系统建设，完善水质监控手段和安全保障体系。此外，目前南渡河周边部分自然村仍存在农村生活污水分散排放的问题，应结合城乡生态文明建设、美丽乡村建设，加快推进农村生活污水建设，对周边没有生活污水处理设施的村庄安装生活污水处理装置。龙门河水质目标为Ⅲ类，目前周边仍存在农业面源污染问题，应在供水前地方政府应负责开展系统性、全方位的清理整治工作，保证灌区水质达标。

4) 退水治理措施

本工程实施后，南渡河和龙门河既是灌区的水源区，又是灌区的退水河流，因此灌区退水对南渡河和龙门河的水质有一定的影响。因此，应积极推广农业清洁生产技术，对农田使用化肥实施测土配方，改进耕作（如少、免耕）、施肥方式，提高肥料利用效

率，鼓励使用有机肥，逐步推广控释或缓释肥的使用。全面增强农民科学施肥意识，着力提升科学施肥技术水平，以提高肥料利用效率和减少化肥面源污染，减少退水对南渡河和龙门河水质的影响。

(3) 水质在线监测措施

结合工程布置，选择以下 2 个断面设置水质自动监测系统。

表7.2-15 水质监测断面位置一览表

序号	监测断面位置	坐标（经纬度）	备注
1	鹤地水库	/	鹤地水库内有布设国考断面，利用已有监测数据
2	青年运河	110.320387416, 21.662682889	黄垌岭泵站处
3	花桥水	110.157110625, 20.831784157	花桥水取水口处

水质自动监测指标按照《地表水水质自动监测站(常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN)运行维护技术规范》中项目，结合目前市场上自动化检测设备的指标覆盖情况，需自动化检测的指标包含：水温、pH、溶解氧、电导率、浊度、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、叶绿素/藻毒素、石油类共 11 个项目。

7.2.2.2 退水区水环境保护措施

1、修编受水区水污染防治规划

环北广东工程编制了受水区水污染防治规划，雷州半岛灌区作为环北广东工程的受水区，其污染防治亦纳入地方政府印发的环北广东工程编制了受水区水污染防治规划。与环北广东工程相比，本次初设灌溉水量增加 2.11 亿 m³，因此退水量也有所增加。根据环境质量现状补充监测结果可知，龙门河、迈陈河、南渡河、调风河、花桥河、北松河为退水河流等退水河流存在水质超标情况。根据工程布置，本工程加固改造灌排结合渠道 32 条。雷北片区 30 条，雷东南片区 2 条。此 32 条灌排结合渠道排水不接入工程调蓄水库，不存在农田退水汇入调蓄水体引发库内富营养化、水质恶化、生态扰动的风险。基于灌溉水量增加，建议地方政府考虑修编受水区水污染防治规划，开展农业面源污染治理，加强水库水质保护。

2、加强灌溉退水污染防治

1)调整农业结构

结合生态省建设，推动生态农业发展，调整农业布局及农业结构，加强农业基础设施建设，改善农业生产条件；加大农业无公害蔬菜、水果基地建设，因地制宜大力发展生态农业、有机农业和高效农业；积极推进绿色农业基地的建设，使用易降解农地膜和强化废弃膜回收综合利用，减少对土壤的破坏和污染。

2)合理布局土地利用方式

合理布局土地利用方式，在重点保护区种植施用化肥农药少、污染轻的农作物。在一般控制区(重点保护区外 10km，其他主要河流两侧 10km 范围的区域及水土流失重点区、各河流源头区)种植施用化肥农药较少、污染较轻的农作物。在其它汇水区(重点保护区和一般保护区外的汇水区)种植施用化肥农药较多、污染较为严重的农作物，尽量利用土地对污染物的吸附、降解作用来减少退水对受纳水体的影响。

另外，本工程实施后，灌区退水对灌区受纳水体的水质和水功能区有一定的影响。因此，建议在灌区主要水系(遂溪河、南渡河等)附近的回归水退水口设立隔离带，隔离带宽度为 500m，种植当地常见的植被类型，以此减小退水对灌区地表水体的影响。

3)研究推广科学灌溉模式

研究推广高效环保型灌溉排水模式，以防止和减少化肥、农药等对地表水体污染。农业灌溉要改变粗放的灌水方式，变灌溉农田为灌溉作物，变灌溉土壤为灌溉作物根部，根据作物生长状况，适时适量的进行灌溉。积极推广微灌、渗灌等节水型灌溉工程，达到节水，保土保肥，环保高效的目的。有研究成果表明，采用节水灌溉面源污染将减少 70~90%。

4)合理施用化肥农药

继续深入推广测土配方施肥和有机肥替代行动，积极发展绿肥，推广应用水肥一体化技术，减少化肥投入强度。加强植物病虫草害统防统治，大力推行绿色防控，加快植物源农药和肥料的研发应用步伐。对农林病虫害提倡采用生物防治技术；推进畜禽粪污及养殖池塘塘底底泥资源化利用，鼓励种养结合、农林结合，推动畜禽粪污、养殖池塘底泥肥料化利用。

5)加强水土流失防治

灌区水质的优劣很大程度上决定于面源污染负荷量的大小，需采取相应的措施最大限度防止水土流失。水土流失治理措施主要包括坡面治理工程及林草措施。坡面治理工

程主要布设在坡度较缓、土层较厚的坡耕地上，根据灌区实际情况，布设配套蓄水池窖、沉沙池、排灌沟渠、植物篱等坡面工程措施。

6)加强灌溉回归水受纳水体水质监测

加强对灌溉回归水受纳水体水质的监测，针对接纳回归水水量较大的河流和汇入到敏感的受纳水体设置监测断面，及时监测水质变化，以便更好的保护受纳水体水质。

7.2.2.3 输水管线渠道保护措施

为保障管线安全，在输水管线两侧设置一定的保护范围，对保护范围内的工程建设进行科学管理，禁止挖掘、取土、打井、钻采、埋坟、爆破、采石等行为。

对于渠道，加强灌区输水渠道水质保护管理和宣传教育工作，不得在渠道内抛弃有毒有害和污秽物品，防止居民生产生活对沿渠水质污染。同时，将渠系工程沿线加以保护，严禁在渠系工程沿线堆放垃圾与排放工业废水，禁止污染水质的人为活动。

7.2.2.4 管理区污水处理措施

位于市区的管理区，生活污水排入市政污水管网；无污水管网的管理区，生活污水采用化粪池处理，再定期由槽车运送至生活污水处理厂处理。

7.3 地下水环境保护措施

7.3.1 施工期地下水环境保护措施

本项目施工期间，可能对地下水水质造成不利影响的主要因素包括施工生产废水、生活污水、固体废弃物等的管理不当。因此，建议建设单位在施工过程中加强管理，明确责任，确保采取必要的环境保护措施，以有效减少对地下水的负面影响。

(1) 落实各项废污水处理措施，确保工程施工过程中砂石料加工系统废水、混凝土拌和系统废水、机修含油废水等施工生产废水和施工生活污水经处理后回用。施工中产生的固体废弃物应尽量收集、分类堆放并妥善处置，弃渣及时运往消纳场或弃渣场，生活垃圾交由环卫部门处理，危险废物暂存在危废间定期交给有资质的单位处理。此外，工程的各项废污水处理构筑物（如沉淀池、隔油池、化粪池等）应做好防渗措施，防止污染物入渗影响地下水水质。

(2) 在雨季施工期间，禁止任何形式的污废水乱排乱放。要根据各工程段的降雨

情况及工地的实际条件，设置完善的排水设施，并制定详细的雨季排水方案，确保雨季排水顺畅，防止道路污染、下水道堵塞以及废水直接排入土壤等问题的发生。

(3) 施工过程中，须加强对交通运输的管理，减少交通事故等发生，避免油料泄漏及其他污染源的扩散，减少对环境的潜在威胁。

(4) 施工开挖过程中，遇到地下水位埋深较浅的区域，施工开挖应做好排水措施。

(5) 弃渣场应采取防渗措施，施工场地内材料堆场上部设置遮雨棚、底部采用防渗混凝土硬化处理或铺防渗膜，防止雨水冲刷及下渗对地下水产生影响。

7.3.2 运行期地下水环境保护措施

(1) 灌区环境保护措施

①推进现代化农业建设

推广科学灌溉、生态农业，降低对环境的影响，减少灌溉中的水资源浪费情况，逐步推行滴灌技术。加强水利设施建设，切实解决排水引水问题。

②建议不同作物轮作的耕作方式

针对不同作物对氮肥、磷肥需求及吸收方式的不同，选择不同作物轮作方法。即同一种肥料不能长期持续施用，最好是能间隔式施用。在不施肥期间，地下水-地表水联合系统起到输移消化作用，减轻污染物浓度的累积效应。

③科学施肥，提高肥效，降低施肥定额

施肥是灌区地下水污染的根本来源，施肥量的大小直接关系灌区地下水污染负荷的大小。通过长期基础数据的监测累积，加强灌区肥料营养成分利用效率与降雨量、降雨强度、作物种类、土壤、地下水埋深等各个环境因素之间关系研究，制定合理科学的施肥方式，提高肥料养分的利用效率，降低灌区平均施肥定额。

(2) 其他环境保护措施

①运行期应落实各管理区污废水处理措施，生活污水采用污水处理设备进行处理，出水水质达标后全部回用于管理营地道路清扫或绿化用水，不外排。运行期各管理区及泵站区产生的固体废物应尽量收集、分类堆放并妥善处置，生活垃圾分类收集后交由环卫部门统一清运处理，危险废物暂存在危废间定期交给有资质的单位处理。并做好污水处理设施区域及危险存储区域防渗措施，防止污染物入渗影响地下水水质。为防控地下水污染风险，需加强对污水收集管道、化粪池及处理设备的日常巡检与定期维护，确保

系统无渗漏、运行稳定。建议指定专人负责设施运维，并制定简明运维规程，明确设备操作、维护周期与记录要求，以有效防范因设备故障或操作疏漏可能导致的污水渗漏。

②应加强环保宣传和监管，设立宣传和禁止排污的标志牌；加强管道、渠道的日常维护，定时清理垃圾等废物。

③强化监测，获取水位、水质长期动态数据

建议水资源管理部门要设立地下水长期监测井，加强对水位、水质的监测，建立良好的反馈机制，为区域地下水环境的保护与防治提供长期动态数据。

（3）地下水超采防治措施

针对湛江市地下水超采问题，各级政府及相关管理机构出台了多项管理办法和治理方案。

1) 建立健全地下水管理制度

2020 年，珠江水利委员会联合广西壮族自治区水利厅、广东省水利厅共同编制了《北部湾地区重点区域地下水超采治理与保护方案》，全面制定北部湾地区的地下水超采治理方案，明确了湛江市地下水压采目标。

2021 年，湛江市发布《湛江市地下水管理办法》，该办法为湛江市地下水治理的纲领，明确地下水取用实行总量控制和水位控制，在地下水超采地区或者开采地下水容易引起地面沉降等地质灾害的地区，应当划定禁止开采区或者限制开采区。

2) 划定禁采区、限采区

根据《广东省水利厅 广东省自然资源厅关于公布地下水禁止开采区、限制开采区范围的通知》（粤水资源函〔2025〕1573 号），广东省划定 3 个地下水禁采区、1 个地下水限采区，全部位于湛江市。其中，禁采区分别位于湛江市赤坎区、霞山区、经济技术开发区，合计面积 101 平方公里，限采区为硃洲岛，面积 56 平方公里。

3) 实施水源置换工程

依托雷州青年运河、湛江引调水工程、环北部湾广东水资源配置工程，加大地表水供水量，替代部分地下水供水，从源头减少地下水的抽取。

4) 灌区节水减耗

实施灌区节水改造、推广节水灌溉，降低农业用水对地下水的依赖。

5) 加强监测监管

布设地下水水位、水质自动监测网，实时监控地下水位。湛江市已建成国家地下水监测站、超采区省级自动监测井等各类监测站点 32 处，运用遥测水位计实时采集水位、水温数据，实现每日六次采集、六次传输，并常态化开展设备巡检与数据校测，确保监测信息精准可靠、及时上传；已连续八年开展湛江市区地下水动态评估工作。针对硃洲岛等重点区域，定期对 16 个地下水站点开展水质专项检测，分析地下水咸化特征与关键健康指标，为水源地保护与风险防控提供数据支撑。

7.4 环境空气保护措施

7.4.1 施工期环境空气保护措施

7.4.1.1 施工扬尘防治措施

施工扬尘来源于主体工程施工、场地的平整清理，土方挖掘填埋，物料堆存，建筑材料的装卸、搬运、使用，以及运料车辆的出入等。施工扬尘的起尘量与许多因素有关，如地面的相对高度、风速、土壤的颗粒度、土壤含水量等因素有关。为了减少施工过程中产生的扬尘对周围环境空气的影响程度，建议采取以下防护措施：

（1）施工作业面粉尘及爆破粉尘控制

控制平整场地、开挖基础、运输车辆、施工机械及建筑材料运输、装卸、储存、使用过程中产生的扬尘。在土石方开挖和扰动地表较集中的施工场区，非雨日采取洒水措施起到防止扬尘和加速尘土沉降作用，以缩小扬尘影响时长与范围。洒水次数及用水量根据天气情况和场地扬尘情况确定，要求无雨天气至少每天对上述施工区域洒水 3 次，还应据天气情况酌情增加洒水次数。为减缓爆破粉尘的影响，在实施爆破前及时告知附近居民，爆破结束对爆破点洒水 2~3 次，控制爆破粉尘扩散范围。对土方开挖、混凝土拆除等产尘较大施工区应尽量采用湿法作业，并按照国家有关劳动保护的规定，对施工人员发放防尘用品。建筑物拆除时施工单位应当向负责监督管理扬尘污染防治的主管部门报备，施工单位应当在施工工地设置硬质围挡，在施工工地公示扬尘污染防治措施、负责人、扬尘监督管理主管部门等信息。

（2）交通运输扬尘控制

交通运输扬尘产生自运输物料泄露和车辆碾压道路起尘两方面。主要通过三类措施加以控制：一是加强路面养护，控制车速；二是多尘物料运输时需密闭、加湿或苫盖；

三是根据天气情况，进行路面洒水抑尘。

在土方、石料、水泥等物料运输过程中，加强物料转运、使用的管理，合理装卸、规范操作。凡运送土石方等道路材料的运货车，都应用篷布或塑料布覆盖，或用编织袋分装堆码，避免一路扬尘；运送散装水泥车辆的储罐应保持良好密封状态，运送袋装水泥必须覆盖封闭；工地内车辆出入口应当设置洗车场地和沉淀池，配备高压冲洗水枪，经常清洗运输车辆；在施工现场行驶的车辆，应控制车速，尽量不超过 30km/h；干旱、多风季节及运输高峰期，应配备人员及设备进行定期洒水。施工便道一般每天洒水 1~2 次，若遇到大风或干燥天气可适当增加洒水次数，施工场地洒水与否对扬尘的影响比较大，场地洒水后，扬尘量将降低 28%~75%，大大减少了对环境的影响。

（3）临时堆放场扬尘控制

临时转运场等应设简易棚，骨料堆积的边坡角度应稳定，细骨料堆等应适当加湿，采用绿网覆盖，防止细骨料被风吹散。干旱、多风季节，应对场地进行定期洒水。各建构物四周在施工过程要设置施工围挡，粉状建材不得露天堆放，降低扬尘对周边环境的影响。在场地内堆存的，应当采用密闭式防尘网遮盖，建筑土方、工程渣土、建筑垃圾应当及时清运；工程渣土、建筑垃圾应当进行资源化处理。暂时不能开工的建设用地，建设单位应当对裸露地面进行覆盖；超过三个月的，应当进行绿化、铺装或者遮盖。

7.4.1.2 砂石料加工系统及混凝土拌和系统粉尘防治措施

（1）砂石料加工系统粉尘

砂石料加工系统建议设置密闭生产车间，砂石料破碎筛分车间设集气罩+布袋除尘器（风量 1500 m³/h），破碎筛分过程中产生的粉尘经布袋除尘器处理后由 15m 高排气筒排放，颗粒物排放浓度及排放速率满足广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）表 2 中第二时段二级排放限值要求。

粗碎车间采用湿法破碎的低尘工艺，生产过程中为砂石加工安装喷雾等除尘设施，以减少粉尘的产生；骨料堆放点设置全封闭式堆棚并定期洒水降尘，骨料在移送过程中采用密闭式输送方式；生产过程中，为防止地面扬尘，砂石料加工系统场区及其周围进行洒水降尘，可用处理后的施工废水进行洒水。施工期间要制定除尘设备的使用、维护和检修制度，将除尘设备的操作规程编入作业人员工作手册，并加强除尘设备的维修、保养，使除尘设备始终处于良好的工作状态，确保除尘装置与生产设备能同时正常使用，维持除尘器的效率。

(2) 混凝土拌和系统粉尘

混凝土拌和系统建议设置密闭搅拌站，矿粉筒仓顶部设置袋式除尘器（风量 2000 m³/h），粉尘经布袋除尘器处理后由 15m 高排气筒排放，颗粒物排放浓度及排放速率满足广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）表 2 中第二时段二级排放限值要求。

水泥和粉煤灰输送采用封闭设备，以避免水泥、粉煤灰输送和运行过程中的扬尘；来料堆场均设置全封闭式堆棚并定期洒水降尘；混凝土生产系统区域及周边定期洒水，可用处理后的施工废水进行洒水。施工期间要制定除尘设备的使用、维护和检修制度，将除尘设备的操作规程编入作业人员工作手册，并加强除尘设备的维修、保养，使除尘设备始终处于良好的工作状态，确保除尘装置与生产设备能同时正常使用，维持除尘器的效率。

7.4.1.3 施工机械废气防治措施

施工单位应尽量选用低能耗、低污染排放的施工机械和车辆，并选用质量较好的燃油，减少燃油废气排放；加强对施工机械、运输车辆的维修保养，减少因机械和车辆状况不佳造成的空气污染。配合有关部门做好施工期间周边道路的交通组织，避免因施工而造成交通堵塞，减少因此产生的废气排放。根据广东省人民政府印发《广东省空气质量持续改善行动方案》中要求，非道路移动机械使用国四及以上排放标准的发动机，保障油品质量，禁止“冒黑烟”。

7.4.2 运行期环境空气保护措施

本工程为灌区工程，运行期无大气污染源产生。

7.5 声环境保护措施

7.5.1 施工期声环境保护措施

7.5.1.1 噪声源的控制

(1) 利用地形屏障降低噪声

在施工平面布置中应充分利用施工区的地形、地势等自然隔声屏障，进行合理布置。噪声源具有方向性，布置时不应使传播噪声高的一面朝向居民区等需要保持安静的场所，如砂石料生产加工系统由多种设备组成，噪声源系多声源，布置时可利用地形将高

噪声设备布置在地势较低的地段，降低噪声对外传播。为减免噪声对施工生活办公区的影响，施工作业区与施工生活办公区之间应有一定距离，降低噪声的影响。

(2) 选用低噪声设备和施工机械

施工单位必须选择符合国家环保标准的施工机械和设备。运输车辆应符合《汽车定置噪声限值》GB16170-1996 和《机动车辆允许噪声》GB1495-79 标准，其他施工机械应符合《建筑施工噪声排放标准》(GB12523-2025)。尽量选用低噪声、低污染的设备和施工工艺，并在满足环保标准的基础上，通过优化施工工艺减少噪声源的产生。

(3) 高噪音设备合理布置与使用

尽量缩短高噪音机械设备的使用时间，配备、使用减震坐垫和隔音装置，降低噪声源的声级强度。加强施工设备的维护和保养，做好机械设备使用前的检修，使设备性能处于良好状态，对振动大的机械设备使用减振机座或减振垫，从源头上控制噪声源强。高噪音设备尽量布置在远离周边声环境敏感点的位置。

(4) 运输车辆噪声管理

施工运输车辆应符合国家噪声排放标准，车辆通过居民区时应减速行驶，车速控制在 20 km/h 以内，并禁止无故鸣喇叭。加强道路和车辆的维护与管理，定期检查运输车辆，确保车辆运行稳定，减少由于车辆故障或振动带来的噪声污染。

(5) 爆破噪声的防护与控制

针对雷北部分泵站钻爆产生的瞬时高强度噪声，应采取以下专项防护措施：优化爆破参数，通过分段起爆降低单段药量和单次爆破噪声强度，避免一次性起爆产生过高声级；合理安排爆破时段，避免在清晨、夜间或午间等敏感时段进行爆破作业，减少对周边环境的声干扰。

7.5.1.2 传播途径控制

传声途径控制措施主要为设置声屏障。砂石料加工系统和混凝土拌和系统噪声源强较大，且为连续声源，为降低砂石料加工系统噪声和混凝土拌和系统噪声对周边环境的影响，建议对砂石料加工系统和混凝土拌和系统进行围闭施工。

7.5.1.3 现场施工人员的噪声防护

(1) 施工作业区与生活办公区的隔离

施工区域与施工人员的生活办公区应保持适当距离，以减少噪声对生活办公环境的影响。

影响。办公生活区的建筑材料应选用具有较强吸声、隔音效果的材料，并在建筑中使用双层玻璃窗。此外，可以通过周围绿化种植常绿乔木、绿篱等植物，起到天然的隔音作用，进一步降低噪声对办公生活区的影响。

(2) 轮换施工工种，降低噪声暴露

对噪声较大的工种，如凿岩、钻孔、开挖、机械检修等，应定期轮换，缩短每个作业班次的工作时间，以减少单一班次的噪声暴露。通过增加作业班次，降低单个工人连续工作的时间，同时为施工人员提供耳塞等个人防护用品，以保障工人的听力安全。

7.5.1.4 敏感点防护措施

本项目为线性工程，沿线敏感点数量较多，且大部分敏感点紧邻工程两侧，距离较近。因此，需考虑对施工噪声源采取隔声降噪措施，建议在距离村庄附近的工程段设置移动隔声屏障，隔声屏障可采用 PVC 材料，中间放置吸声材料，雷北片区设置 17km，雷东南片区设置 9km，雷西南片区设置 5km，声障反复利用。同时采取禁止夜间施工、避免高噪声设备同时作业、控制噪声设备远离施工边界等措施可进一步减缓施工噪声对周边敏感点的影响。

7.5.2 运行期声环境保护措施

运行期的噪声源主要为泵站水泵运行产生的噪声，泵房主体设计布置隔声、减振措施后，厂界噪声可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）相应标准。

为了确保项目厂界噪声达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的相应标准要求，对泵站建设提出以下噪声污染防治措施：

(1) 在设备选型时，应优先选用低噪声、低振动的优质设备，如低噪的水泵等设备，从声源上降低设备噪声。

(2) 对水泵房等应采用结构隔声，如封闭墙或双层窗结构的机房，房内墙壁采用吸音材料等措施，可减少水泵房内部的声波反射叠加，降低室内混响噪声。

(3) 噪声设备基础应设置防振垫等，以减少设备振动而产生的噪声；对空气动力产生的噪声，可加装节流器及消音器等。

(4) 对裸露在外的噪声设备应设置隔声罩等。隔声罩一般由吸隔声板拼装而成，

吸隔声板一般厚度 80~120mm。外板采用 0.5~2.0mm 的镀锌钢板或铝板等金属材料，内壁涂覆 3~5mm 的阻尼涂层材料，内板为穿孔金属板保护层，夹层填充吸声棉。

(5) 加强厂内绿化，有利于减少噪声污染。

(6) 加强设备维护，建立设备维护档案，重点记录水泵轴承、电机等易损部件的更换与润滑情况，确保设备处于良好运转状态，杜绝因设备老化、磨损导致的异常噪声。

7.6 生态环境保护措施

7.6.1 陆生生态保护措施

7.6.1.1 生态系统保护措施

(1) 优化工程布置，施工占地区尽量避免占用评价范围自然体系生态系统区域，临时施工占地要采取“永临结合”的方式，尽量缩小范围，减少对林地的占用。

(2) 施工前划定施工活动范围，严禁越界施工，避免对占地区外生态系统产生不利影响。

(3) 加强宣传教育活动，特别是有关法规，培养和教育施工人员保护评价范围内动植物资源，保护区域内生态环境和生物多样性等。

(4) 加强施工监理工作，由项目监理部门和建设部门的环保专职人员承担，监督施工过程中的生态保护措施和行为，防止捕猎和乱砍滥伐，加强动植物检疫和环境监测。

(5) 预防森林火灾，施工期应加强森林防护，如在施工区、临时施工生产生活区及周围林地附近竖立防火警示牌，巡回检查、做好消防队伍及设施的建设工作等，以预防和杜绝森林火灾发生。

(6) 适时开展生态恢复工作，施工结束后应及时修复损毁的林地，对破坏的植被进行恢复，修复中应注重遵循自然规律，尊重自然选择，尽可能采用乡土植物，修复生态系统，加快恢复沿线林缘景观。

(7) 加强生态监测工作，使评价范围生态系统向有利方向发展。

7.6.1.2 陆生植物保护措施

(1) 避让措施

根据本工程特点，采取以下保护陆生植物和植被的避让措施：

1) 优化工程布置，工程选址应尽量避免占用该区域林地，应尽量选择荒地、未利

用地，减少对沿线自然生态和植被的破坏，尽量避让和减少占用各级生态公益林。

2) 项目要在最大限度上做到挖填平衡，减少土石方远距离纵向调运数量，尽可能地减轻在施工过程中因土石方运输造成的扬尘污染以及雨季施工潜在的水土流失等对植被的破坏。

3) 施工便道及临时用地要采取“永临结合”的方式，尽量缩小范围，减少对耕地、园地的占用；优化施工时序，在评价范围施工时建议在农作物、果树收获后施工；施工结束后可因地制宜，充分利用气候资源，恢复和提高生产力。

4) 在工程建设期间，以公告、散发宣传册等形式，加强对施工人员的生态保护宣传教育；严禁施工人员随意砍伐树木。

(2) 减缓措施

减缓措施是对难以避免的、不利的影响，采取一定措施减轻受影响的范围和程度。减缓通常是采取先进的设计方法减少损失。根据工程特点，建议采用以下对陆生植物和植被影响的减缓措施。

1) 施工人员应在施工的征地范围内活动，尽量减轻非施工因素对周围植被的占用与压踏。

2) 为了防止施工占地表层土的损耗，要求将施工开挖地表面 30cm 厚的表层土剥离，进行留存。待施工结束后用于施工场地平整，进行绿化和复耕。

3) 设置警示牌。施工期间，在各主要施工区及生态敏感区及植被较好的位置设置生态保护警示牌。警示牌上明确工程施工区范围，禁止越界施工占地或砍伐林木，尽量减少占地造成的植被损失。

4) 防止外来入侵种的扩散。加大宣传力度，对外来入侵植物的危害以及传播途径向施工人员进行宣传；加强对施工运输车辆以及施工材料的植物检疫工作，防止带入外来物种。对现有的外来种，利用工程施工的机会，对评价范围广泛分布的鬼针草、藿香蓟等外来物种要现场烧毁，以防种子扩散；在临时占地的地方要及时绿化；对于大面积出现的区域可在种子成熟前进行铲除防止成熟的种子扩散。

5) 加强宣传教育活动，强化对现有森林的管理。施工前印发环境保护手册，组织专家对施工人员进行环保宣传教育；施工期严禁山火，严禁施工人员抽烟、用火；加强森林病虫害防治，强化对现有森林的管理。

(3) 恢复与补偿措施

1) 植被修复

施工结束后，应结合水土保持植物措施，对各施工迹地实施植被修复措施。

① 植被修复原则

A.保护原有生态系统的原则

评价范围地貌以丘陵山地和冲积平原为主，区域自然植被以灌草丛为主。本项目建设不可避免的会占用区域内的林地、草丛、农田等，原区域内植被破坏，生态系统结构及功能受到影响。因此在植被修复过程中，必须尽量保护施工占地区域原有体系的生态环境，尽量发展以阔叶林植被为主体的生态系统。

B.保护生物多样性的原则

植被修复措施不仅考虑植被覆盖率，而且需要在利用当地原有物种的情况下，尽量使物种多样化，避免单一。在保证物种多样性的前提下，防止外来入侵种的扩散。

C.景观优化的原则

植被恢复时，应与景观美化相结合，在恢复原有植被、生态系统的同时，尽量与提升景观质量相结合。

② 恢复植物的选择

A.选择的原则

a.生态适应性原则：植物生态习性必须与当地条件相适应。评价范围位于广东省湛江市，属热带、亚热带季风气候区，所发育的地带性植被是热带、亚热带常绿阔叶林，区域植被恢复时需选择适应热带、亚热带季风气候环境的植物，应以樟树、苦楝、土沉香、红锥等为主。

b.本土植物优先原则：乡土树种对植被恢复具有重要作用，其能快速融于周边环境，减轻对景观的影响，并可阻止外来物种入侵。由于乡土种在当地食物链中已经形成相对稳定的结构，与生境建立了和谐的关系，其适应性强、生长快、自我繁殖和更新能力强，有利于保护生物多样性和维持当地生态平衡。

B.恢复植物的选择

根据评价区生态环境特点及区域植被分布特征，在植被恢复时乔木树种应尽量选择樟树、苦楝、土沉香、红锥等，灌木尽量选择牡荆、地桃花等，草本植物尽量选择象草、斑茅、白茅。这些植物皆为评价区常见种，其适应性强，生长快，且可起到较好的水土保持的作用。

③ 恢复区域的确定

评价范围生态恢复分区总体思路为：首先对工程区域的植被现状进行调查和分析，

确定工程区域主要的植物群落类型以及主要特征；其次对工程区域扰动后立地条件进行分析，对工程区域立地条件(海拔高度、地形、坡度、坡向与部位、土壤条件、水文)分类；再次根据工程枢纽总布置和施工总布置确定工程建成运行后的功能要求；最后根据工程区域现状植被特征、各工程区域立地条件以及各工程区域功能要求确定生态修复分区。

A.施工生产生活区：施工生产生活区域结合整体景观规划，因地制宜进行园林绿化。园林景观绿化采用“乔-灌-草”复合搭配模式，同时片植观花类灌木地被，充分利用各类植物的生物习性和观赏特性，营造富有生态效益和景观美学价值的植物景观。其他施工生产生活区除建筑物占地、硬化地表以及材料堆场和车辆、机械停放场地外，其余空地长期裸露，以撒播灌草结合沿坡脚栽植攀援植物的方式绿化。

B.输水管道敷设区：采用分段恢复的方式，管顶上部回填完成后，在不影响管道安全运行的前提下，根据原有土地利用类型恢复植被：原为耕地的，整理覆土后及时复耕；原为林地、灌草地的，按照“原土还原”的要求回覆表层种植土，选用提前选定的乡土植物进行栽植，其中坡度平缓处采用灌草混播方式恢复植被，坡度较大的地段则结合水土保持工程措施，沿等高线间隔栽植灌木并撒播草种，稳固边坡同时恢复植被覆盖。

C.弃渣场、临时堆场：工程弃渣结束后以乔木-灌木-草本等相结合进行绿化，乔木树种可选择樟树、薰莢锥、枫香树等，灌木可选择野牡丹、欒木等，草本植物可选择狗牙根、芒萁、里白等。

D.施工道路区：永久道路路肩栽植马尾松等乔木行道树，行道树间植花灌木如欒木等，路堤和路堑边坡分别采用撒播狗牙根、酢浆草等草籽、框格植草、栽植攀援植物及厚层基材喷播绿化等植物护坡；临时道路占地结合原有土地功能，进行植被恢复或复耕、复园。

(4) 管理措施

1) 加强宣传教育活动。施工前印发环境保护手册，组织专家对施工人员进行环保宣传教育，提高施工人员对环境的保护意识。坚决制止评价范围植被的滥砍乱伐、过量采伐、毁林开荒等不良现象发生，保护和培育现有森林资源。

2) 加强施工监理工作，强化对现有植被的管理。施工前划定施工活动范围，确保施工人员在征地范围内活动；施工过程中，加强对施工人员的管理，严格限制施工人员的活动范围，严禁越界施工破坏区域植被及生态环境。

3) 工程施工期、运行期都应对植物的影响进行监测或调查。在施工期，要加强对

重点保护植物的调查，施工过程中若发现，及时上报主管部门，并根据其所处位置及受影响程度，采取迁地移栽或就地保护等措施。运行期主要监测生境的变化，植被的变化以及生态系统整体性变化。通过动态监测和完善管理，使生态向良性或有利方向发展。

4) 强化水土流失的综合治理，结合工程及当地环境合理的水土保持规划，增加资金和劳力投入，与植树造林相结合，减少水土流失损失。

5) 控制外来入侵种的扩散。目前防止外来物种入侵的方法主要有植物检疫、人工方法防治、化学方法防治、生物防治等。对于境外带入的水果、种子、花卉进行严格检测，确认是否带有一些检疫性的病虫害，方能进入工程区；对现有的外来种，利用工程施工的机会，对有果实的植物要现场烧掉，以防种子扩散；在森林砍伐迹地，外来种最容易入侵，在临时占地的地方要及时绿化等。

7.6.1.3 陆生动物保护措施

(1) 避让措施

1) 提高施工人员的保护意识，严禁捕猎野生动物。在施工的过程中，施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》，严禁在施工区及其周围捕猎野生动物，特别是国家级、省重点保护野生动物。在进场施工前，组织施工人员学习有关国家法律和法规，学习识别国家保护动物，在动物经常出入的地方要加强巡护，对故意捕获野生动物的个人和组织要加大打击力度，确保野生动物的保护落实到每一个环节。

2) 施工场地、临时便道等临时占地，优先避评价范围内植被较好的区域，严禁越界施工，尽量少破坏动物生境。

3) 严禁施工时的废水不经处理直接排放，建筑物及其他材料堆放好，建议采取临时防风、防雨设施；对施工运输车辆应采取遮挡措施，尤其是运输水泥等材料时，避免废水、废渣及废弃对周围动物生境的破坏。

4) 野生鸟类和兽类大多是晨昏或夜间觅食，正午是鸟类休息的时间。大型作业活动要避开动物活动的高峰期。在鸟类迁徙强度大的季节（10月中下旬~12月中旬、3月中下旬至4月初），禁止夜间施工，减少项目区车辆灯光和施工人员照明灯光的持续，严格控制光源使用量或者进行遮蔽，减少对外界的漏光量。

5) 在野生动物繁殖高峰季节（3月~6月）和觅食较集中的时间（早晨和傍晚），减少施工量，以减小施工噪音的干扰。通过施工期运输车辆限速、禁止鸣笛、减少运输频次等加强施工期降噪措施，降低噪声对鸟类的干扰。

6) 施工期间加强施工人员管理, 严禁使用烟火, 防止发生火灾。

(2) 减缓措施

1) 在工程施工过程中, 合理处理生产废水及施工人员生活污水等污染物, 严禁直接排入附近水域, 避免污染两栖爬行类、涉禽以及傍水型鸟类的生境。

2) 施工期间加强施工场地防护, 防止水土流失。加强施工人员的各类卫生管理, 避免生活污水的直接排放, 减少水体污染。

3) 鉴于鸟类对噪声、振动和施工灯光特殊要求, 施工尽可能在白天进行, 晚上做到少施工或不施工; 严禁高噪声设备在夜间施工, 尽量减少鸣笛。

4) 施工期间, 在各主要施工作业区设置生态保护警示牌。警示牌上标明工程施工区范围, 禁止越界施工占地或砍伐林木、禁止捕猎野生动物, 尽量减少占地造成的植被损失和对野生动物的伤害。

5) 组织施工人员开展鸟类保护行动。

(3) 恢复与补偿措施

1) 由于工程修建占用了野生动物的生境, 其觅食范围也相应减小, 工程完工后所占据的临时用地如临时堆场、临时道路、施工人员生活区等区域, 应及时完成建筑垃圾、废弃建材及施工废料清理; 对施工造成的土堆、深坑等按照原有地形地貌恢复平整与回填; 采取一些人工辅助的生态恢复措施, 对临时占地及永久占地区周边进行绿化, 以乔、灌、草结合的方式对施工迹地进行恢复, 以尽快恢复野生动物的原有生境。

2) 工程结束后, 及时进行植被恢复和复耕, 施工营地、弃渣场、料场等临时占地通过水土保持植物措施及时进行绿化, 减少并结合动物栖息地的具体生境进行, 以尽量减少生境破坏对动物的不利影响。

(4) 管理措施

1) 在施工的过程中, 施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》, 严禁在施工区及其周围捕猎野生动物, 特别是重点保护野生动物。在施工前, 组织施工人员学习有关国家法律和法规, 确保野生动物的保护落实到每一个环节。

2) 部分啮齿目鼠类等是自然疫源性疾病的传播者, 而舟山眼镜蛇等属剧毒蛇。施工期及运行期既要维护自然生态系统的食物链连接关系, 又要重视对非工程区的人、畜和工程施工人员毒蛇咬伤防治和防疫工作。

3) 加强工程区的生态环境的监控和管理。加强工程区的生态环境的监控和管理, 防止施工活动加剧造成的诸如动植物资源的破坏、水环境污染和森林火灾等对当地生物

多样性的破坏。

7.6.2 水生生态保护措施

7.6.2.1 施工期水生生态保护措施

(1) 施工管理工程优化相关措施

1) 严格按照相关标准处理施工污废水，应加强施工人员的各类卫生管理（如个人卫生、粪便和生活污水），避免生活污水的直接排放，尤其禁止抛弃有毒有害物质，减少水体污染。

2) 建议进一步优化施工方案及施工工艺，尽量缩短水中作业时间，减少对鱼类及其他水生生物的影响。

3) 工程施工时，严禁在河道两岸临时堆放弃土、弃渣和建筑垃圾，运输车辆进行覆盖或封闭运输，避免零碎土石、泥沙等进入水库。

4) 合理安排施工时序，优化施工组织。对于同一片区域有多项施工内容的，应分段分次进行施工，避免同一区域出现大规模的施工。

(2) 鱼类资源保护措施

本次环评调查各水体鱼类多以鲤科鱼类为主，同时各水体均受到外来物种的入侵，尼罗罗非鱼、革胡子鲶、豹纹翼甲鲶鱼出现频率高，且数量较多。本工程在施工过程中应做好以下措施，尽量降低工程建设对鱼类群落的影响：

1) 建立鱼类及时救护机制。对围堰内的鱼类及时进行捕捞、暂养或放归。

2) 在施工期间，以公告、宣传单、板报和会议等形式，加强对施工人员的环境保护宣传教育和保护野生动物常识的宣传，提高施工人员的环境保护意识，使其在施工过程中能自觉保护生态环境及珍稀水生物种，不随意放生罗非鱼、革胡子鲶等外来物种，施工过程中一旦发现珍稀特有鱼类，应及时进行保护。

3) 涉水工程施工尽量避开鱼类繁殖期。

7.6.2.2 运行期水生生态保护措施

(1) 取水口拦鱼措施

1) 概述

泵站抽水会对鱼类产生一定的卷吸效应，造成鱼类资源的损失。为降低工程对鱼类

资源的影响，拟对花桥水取水口和龙门河泵站设置拦鱼措施防止鱼类进入输水管线。本次拦鱼设施选取拦鱼电栅，拦鱼电栅是利用电极形成电场，使鱼感电后发生防御性反应后改变游向，避开电场达到拦鱼目的的一种设施。电栅拦鱼的效果取决于鱼的行为特性和拦鱼电场的分布。鱼的特性主要包括洄游习性、集群性、逃避习性和鱼的抗流能力。上述特性对电栅拦顺水鱼的成败起决定性作用，设置在水流速度小于鱼的克流速度但大于鱼的感应速度处的电栅拦顶流性强、集群性好、逃避方向由浅向深、由小水面向大水面逃离的鱼成功可能性就高。实践表明，电拦鱼栅是一种行之有效的拦截鱼类的方法，不仅可防止鱼类随水流流走，而且不影响正常的排污、泄洪，维修也极为方便。

运营期要在鱼类繁殖期（3-7 月）于拦鱼电栅后取水口水域进行鱼类跟踪监测，研究电栅的拦鱼效果，若出现的幼鱼和成鱼较多应调整电栅的工作参数甚至增加拦鱼网，将取水对鱼类的卷吸影响尽量降低。

对于鱼卵、无主动游泳能力的鱼苗、游泳能力较弱的幼鱼和小型鱼类成鱼可能随水流进入引水渠而导致鱼类资源损失的问题，目前尚无有效阻挡措施，可通过增殖放流对鱼类资源进行补充。

2) 拦鱼电栅设计

①布置部位

为防止鱼类随着取水口进入引水渠道内，结合花桥水取水口和龙门河泵站的平面布置图，建议在花桥水取水口和龙门河泵站进水口段，水流较缓处，一般在 0.6m/s 以下，分别设置 1 套拦鱼电栅。根据实际条件，布设时拦鱼电栅与水流方向夹角宜在 $45^\circ\sim 60^\circ$ 。

②设备房布置

设备房与启闭机房共用，用于放置拦鱼电栅脉冲发生仪(一备一用)。主控系统布置于管理房内，并实现远程监控。

③布设方式选定

拦鱼电栅布置示意图如下所示。

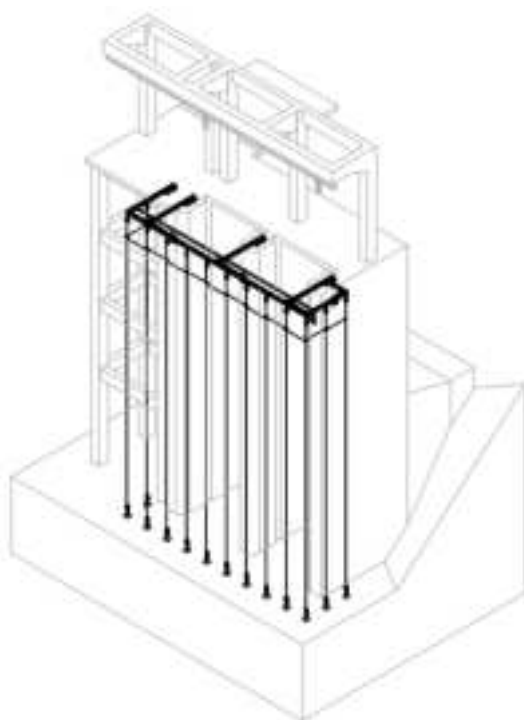


图7.6-1 拦鱼电栅示意图

④拦鱼电栅系统安装

CAN 网络传输、电传输线缆安装。陆上电缆采用 PVC 管材封装后，浅埋土中或用线卡卡在混凝土上，水域内的电缆采用扭式挂钩挂在主索钢缆上。

⑤电极安装

安装顺序：塔架侧壁钻孔——固定支架(角钢)——固定钢管——塔架从电栅顶部开始，每 1m 处固定电缆至塔架平台——穿管连接到机房。

先在周边确定安装位置，用冲击电钻或手凿进行钻孔。在镀锌钢管端头 30~50mm 处钻孔，直径 8.2mm，用于安装固定电极。在膨胀螺栓上套入 U 型管卡，将镀锌管插入，固定。

采用悬挂式的电栅安装模式，常年不间断电拦鱼控制，并满足上网要求，能通过计算机和互联网实现现场、异地监控。

(2) 鱼类增殖放流

引水会引起南渡河一定数量的鱼类资源损失，鱼类增殖放流可有效补充鱼类资源量，在一定程度上缓解工程对鱼类资源的不利影响，是保护鱼类资源，增加鱼类种群数量的重要措施之一。

1) 放流对象

根据《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》(农渔发〔2022〕1号)以及《农业农村部办公厅关于进一步做好水生生物增殖放流工作的通知》(农办渔〔2024〕5号)的相关指示要求，增殖放流种类的确定，需要坚持统筹兼顾、突出重点的原则，在已确定的保护对象中，依据保护鱼类的资源现状、生物学特性、生态环境变化趋势、技术经济可行性等方面进行综合分析。《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》(农渔发〔2022〕1号)中提出了本工程涉及的鉴江、九洲江、南渡河等水系的建议放流物种，具体见下图。

东南区重要江河增殖放流适宜性评价表					
序号	所属流域水系	重要江河	行政范围	长度(km)	主要适宜放流物种
14	东南沿海诸河流域闽东沿海水系	交溪	福建	162	鲢、鳙、香鱼、大鲮*(交溪上游山涧溪流)、光倒刺鲃
15	东南沿海诸河流域闽江水系	闽江	福建	577	鲢、鳙、鲈、草鱼、光倒刺鲃、中华绒螯蟹、翘嘴鲇、赤眼鲟、鳊、圆吻鲟、半刺光唇鱼、大刺鲃、香鱼、墨唇鱼*、棘胸蛙*(闽江上游支流山涧溪流)、大鲮*(闽江上游支流山涧溪流)、日本横斑(条体)、花鲢
16	东南沿海诸河流域闽南沿海水系	九龙江	福建	285	鲢、鳙、鲈、草鱼、光倒刺鲃、赤眼鲟、中华鲟、半刺光唇鱼、大刺鲃、黄尾鲢、香鱼、鳊、斑鲃
17	东南沿海诸河流域韩江水系	韩江	广东、福建	470	草鱼、赤眼鲟、广东鲈、鲮、鳊、鲢、光倒刺鲃、中华鲟、棘胸蛙*(韩江支流汀江上游山涧溪流)、大刺鲃、斑鲃*、鳊、斑鲃
18	东南沿海诸河流域粤西沿海水系	潭江、漠阳江、鉴江	广东	679	青鱼、草鱼、鲢、鳙、鲮、广东鲈、赤眼鲟、大刺鲃、胡子鲶、海南红鲷、倒刺鲃
19	琼雷及桂东南沿海诸河流域桂南沿海水系	南流江、钦江、茅岭江	广西	595	青鱼、草鱼、鲢、鳙、胡子鲶、鲮、南方白甲鱼、大刺鲃、尖颌鲃
20	琼雷及桂东南沿海诸河流域琼雷沿海水系	九洲江、南渡河	广东、广西	250	青鱼、草鱼、鲢、鳙、鲮、赤眼鲟、大刺鲃、海南红鲷
21	琼雷及桂东南沿海诸河流域海南岛诸河水系	南渡江、昌化江、万泉河	海南	725	鲮、大鳞白鲢*、斑鲃*、海南红鲷、倒刺鲃、尖颌鲃、长臂鲮、光倒刺鲃、盐后华鲮、四眼斑水龟*、三线闭壳龟*、虹彩光唇鱼、赤眼鲟、翘嘴
22	长江流域太湖水系	苕溪	浙江	310	鲢、鳊、花鲢、鳊、鲈、翘嘴鲇、河川沙塘鳢、光唇鱼、圆吻鲟、赤眼鲟、鳊、细鳞鲟
23		京杭大运河	浙江	240	青鱼、草鱼、鲢、鳙、鳊、黄尾鲢、鲈、赤眼鲟、圆吻鲟

图7.6-2 雷州半岛江河水系适宜的放流物种

(注：图片内容节选自《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见(农渔发〔2022〕1号)》)

根据《湛江市河湖生态状况调查评估报告》的调查结果，南渡河鱼类群落多以鲤形目物种为主，其次为鲈形目、鲇形目，主要的鱼类有尼罗罗非鱼、鲮、翘嘴鲮、子陵吻虾虎鱼、鳊、宽鳍鱮、斑鲮等，其他还有鲤、鲫、三角鲂、马口鱼、赤眼鳟、鲮等。根据本次现场调查的结果，龙门河鱼类有尼罗罗非鱼、鲮、革胡子鲇、胡子鲇、鲤、野翼甲鲮、弓背青鲮等，数量上以尼罗罗非鱼、革胡子鲇等为主。

结合工程区域的渔业资源情况、灌区工程对鱼类资源的影响分析、农渔发〔2022〕1号的推荐放流物种以及人工繁殖技术的可行性，本工程初步拟定以草鱼、鲢、鳊、赤眼鳟和鲮作为增殖放流对象。

2) 放流规模

根据工程具体情况以及对鱼类资源的影响程度，暂定增殖放流规模为每年 20 万尾，南渡河和龙门河各 10 万尾，每年放流费用约 25 万元，运行期连续放流 5 年。

3) 放流单位

由建设单位进行组织，在湛江市生态环境局、农业农村局等相关单位的监督指导下进行。

4) 放流规格

放流苗种的个体大小对放流效果影响很大。苗种太小，抵抗风浪等自然环境影响的能力差，活动力弱，易被凶猛性鱼类捕食，因而存活率低，直接影响到放流效果；但苗种过大，则需要增加更多的经济投入。一般而言，放流鱼种应以鳞被形成期为准。参考国内增殖放流案例的研究成果，体长>10cm 的 2 龄鱼种放流个体能有较高的存活率，建议增殖放流时应该考虑尽可能投放大规格鱼种。

表7.6-1 鱼类增殖放流种类及规模（单年）

序号	放流种类	规格（cm）	数量（万尾）	经费（万元）
1	草鱼	13~15	4	5
2	鲢	13~15	4	3
3	鳊	13~15	4	3
4	赤眼鳟	13~15	4	5
5	鲮	13~15	4	4
	人工及运输费用			5
合计			20	25

5) 放流时间和地点

增殖放流的时间选择 4~5 月份，该段时间为鱼类繁殖期，能够保证增殖放流的鱼

种与自然繁殖的幼鱼能够保持相同的生长速度，有利于提高放流的成活率。放流地点选择南渡河和龙门河水流相对平缓，水域较开阔区域。

6) 放流标准

放流的苗种必须是无伤残、无病害、体格健壮。鱼苗采用外购形式购买，放流苗种需选择信誉良好、管理规范、具备相应的技术力量的国家级或省级水产原良种场和良种繁育场繁育的鱼苗，育苗场的鱼类苗种生产和管理符合农业部颁发的《水产苗种管理办法》（2004年4月1日）、《水生生物增殖放流管理规定》（2009年5月1日），并有省级水产管理部门核发的《水产苗种生产许可证》。

（3）下泄生态流量管理

灌区范围内无新建水库工程，已建小(1)型以上蓄水工程 96 座（不含鹤地水库），大都建于上世纪 50、60 年代，设计文件未明确生态流量，也未建设有生态流量下放设施。根据《水利部关于全面开展河湖和已建水利水电工程生态流量确定与保障工作的意见（水资管〔2024〕313 号）》，以流域为单元，统筹上下游、干支流、左右岸，逐河湖、逐工程确定生态流量目标，全面推进水利水电工程生态流量泄放设施建设或改造，实施流域生态流量统一调度和管理，完善河湖和水利水电工程生态流量监测评价体系，健全生态流量预警响应机制，力争用 3 年左右时间，以流域为单元构建起上下游贯通一体的生态流量保障体系，确保河湖和工程生态流量目标落实落地，让河流恢复生命、流域重现生机。根据工作分工，水利部负责河湖和水利水电工程生态流量确定与保障工作的组织、协调和指导。省级水行政主管部门负责组织开展省内已建水利水电工程生态流量泄放设施建设或改造。

1) 确定生态流量目标

依据《河湖生态环境需水计算规范》（SL/T 712—2021）、《水库生态流量泄放规程》（SL/T 819—2023）、《水利水电工程生态流量计算与泄放设计规范》（SL/T 820—2023）等相关标准，选择合适的方法计算并进行水量平衡和可达性分析，统筹协调生活、生产、生态用水，合理确定河湖断面和水利水电工程生态流量目标。对尚未确定生态流量目标的水利水电工程，由流域管理机构和地方水行政主管部门根据取水许可权限组织确定生态流量，并征求相关部门和利益相关方意见；其中对无需申请取水许可的，由省级水行政主管部门组织确定。

本次河道内生态流量暂按以下原则考虑：大型水库、干流重要引提水工程生态流量

汛期（5-9月）取多年平均径流量的30%，非汛期（10月-次年4月）取多年平均径流量的10%；中、小型水库生态流量全年取多年平均径流量的10%。

2）完善水利水电工程生态流量泄放设施

制定生态流量泄放设施建设或改造方案。对缺少生态流量泄放设施或现有泄放设施无法满足生态流量泄放要求的水利水电工程，流域管理机构 and 地方水行政主管部门应组织和督促工程管理机构制定生态流量泄放设施建设或改造方案，征求有关部门和利益相关方意见，经科学论证后实施。要按照确定的生态流量目标将生态流量泄放设施建设或改造纳入病险水库除险加固，研究论证生态流量泄放设施建设或更新改造方案。

推进生态流量泄放设施建设或改造。水利水电工程生态流量泄放设施的设计、施工和运行管理必须符合国家相关规范与标准，不得对主体工程安全造成不利影响。工程管理机构应按照“因地制宜、安全可靠、技术可行、经济合理”的原则，采取利用或改造现有泄水、引（输）水、通航等建筑物或泄流设施，确有必要时增设生态流量泄放专用设施或生态机组等措施，确保工程稳定、足额下泄生态流量。

3）强化水资源统一调度

加强水利水电工程生态流量调度。组织和督促工程管理机构将生态用水保障纳入日常运行调度规程，建立常态生态调度机制，对因不合理蓄水等挤占河道内生态用水、对下游河湖生态流量目标造成影响的，及时督导优化调整运行调度规程，逐步压减不合理用水需求。有关工程管理机构应在保障生态流量泄放的前提下实施具体调度，上级单位的调度指令与生态流量保障有冲突的，应及时向上级单位和确定生态流量的水利部门报告。

4）健全生态流量监测和评价制度

推进水利水电工程生态流量泄放监测。水利水电工程管理机构应按照国家有关标准、规范要求，完善生态流量监测监控设施，具备条件的应安装在线监测监控设施，并按要求将监测信息接入流域和省级生态流量监管信息平台；不能实时监测或视频监视的，应当保存原始监测记录及图片、视频备查，并定期报送至相关水行政主管部门。流域管理机构 and 地方水行政主管部门应加强工程生态流量泄放监测监控设施建设的组织和督促，确保做到应测尽测、全面监控。

5）严格生态流量落实情况监督管理

流域管理机构和地方各级水行政主管部门应按照职责分工，明确河湖断面生态流量保障责任和水利水电工程生态流量落实监督责任，推进生态流量保障措施落实。建立河湖生态流量保障评估机制。将水利水电工程生态流量泄放情况纳入取水许可监管和河湖长制的重要内容，对生态流量泄放不符合要求的，及时提出整改措施并监督实施，切实保障河湖生态流量。

(3) 外来物种入侵治理

雷州半岛水域的尼罗罗非鱼、革胡子鲶、豹纹翼甲鲶（即清道夫）、云斑尖塘鳢等外来鱼种入侵现象明显，按照“以新带老”原则提出相关的治理措施。

1) 人工捕捞清理

对于一些受外来鱼种入侵严重的重要水体，可进行人工清理。

2) 生物防治

通过投放本土鱼类，抑制外来鱼种的繁殖扩张。该措施通过增殖放流实现。

3) 加强渔政管理

建立、健全外来物种管理机制，设立外来鱼类综合治理专项财政资金，支持监测、防控、科研和专业人员培养。投入资金打造跨部门、跨层级的外来鱼类综合治理协同平台。同时加强对养殖区域养殖品种的监管，尽量杜绝或减少未经申报审批的外来物种的引入。

4) 加强宣传，提高公众意识

通过各种渠道，包括张贴外来物种宣传海报、印刷外来物种防治手册、微信公众号等向广大群众宣传外来物种的危害性和防治的必要性，提高民众的认识，减少外来鱼类的放生行为，提升公众的生态安全意识和主体责任感。严厉打击非法引进、养殖和随意放生外来物种的行为，尤其要加强对水族市场和主要投放点的宣传和监管。建立举报奖励机制，鼓励公众积极参与外来物种防控的监督和检举。

7.6.3 重点保护野生动植物保护措施

7.6.3.1 重点保护植物保护措施

(1) 珍稀保护植物保护措施

在施工人员进场后，应进行一次集中的珍稀保护植物宣传教育，包括珍稀保护植物

的识别和上报管理要求等。

施工过程中，如有发现的珍稀保护植物和资源植物，应首先选择进行避让，对珍稀保护植物和资源植物采取挂牌、设置围栏等方式进行就地保护；如果实在无法进行避让，应该进行移栽，并挂牌进行标识。

(2) 对中国特有植物的保护措施

评价范围内中国特有植物 10 种，本项目建设占地仅对施工占地区等局部区域零星分布的特有植物带来侵占影响。在施工时尽量做到不要越界施工，减少评价范围特有物种的个体损失。在施工期加强宣传，提高施工人员对特有物种的识别能力，注重对特有物种的保护，不要随意进行砍伐和破坏。

(3) 对古树名木的保护措施

对于工程影响范围内，施工临时占地范围外的古树，建议对其进行就地保护，以古树为中心，根据古树地上部分投影，采用围栏进行圈禁，并挂宣传牌和警示标志。禁止在该区域进行场地平整、存料等施工活动，古树周围必须保障排水顺畅，保障古树及周边不出现渍水现象。在工程施工过程中，对古树周边定期进行洒水降尘措施，减缓施工扬尘对古树的影响。

施工前对施工人员进行宣传教育，加强施工人员管理，避免人为破坏评价区内古树名木及其所在区域生境，在施工过程中如遇到其他古树名木，应立即向林业部门汇报，协商采取妥善措施后才能进行下一步施工。

7.6.3.2 重点保护野生动物保护措施

(1) 重点保护野生陆生动物

对于重点保护野生动物，除了进行一般的避让、减缓等保护措施外，还要重点加强有关野生动物法律法规宣传工作，在主要的施工区和施工人员生活区设立野生动物保护的宣传栏，对重点保护动物做重点标示及说明，包括动物图片、保护级别、保护意义等。

工程区域的陆生保护动物主要是鸟类，工程对重点保护动物的影响主要是工程施工的生境扰动和噪声影响等，因此，针对重点保护动物的措施主要严格控制征地范围，及时对临时占地进行恢复；选用低噪音设备，禁止正午和晨昏进行高噪声活动，做好施工爆破方式、数量、时间的计划，减少噪声对重点保护动物的影响。本工程对重点保护野

生动物的保护措施详见表 7.6-2。

(2) 珍稀濒危水生生物

本工程的调查水体当中，仅在遂溪河发现一种 1 种濒危（IUCN 红色名录：濒危 EN）物种：日本鳗鲡（资料调查发现），未发现国家重点保护野生水生生物。

本工程在遂溪河无工程布置，施工期不会扰动遂溪河，因此，施工期不会对日本鳗鲡造成影响。运行期，遂溪河受灌溉退水影响，水质可能变差，影响日本鳗鲡的栖息生活。要求湛江市进一步落实《环北部湾广东水资源配置工程湛江市受水区水污染防治规划报告》中的水污染防治措施，同时落实本环评报告提出的各项水污染防治措施，尽量降低灌区退水对受纳水体的影响，维护区域水生生态环境。

表7.6-2 重点保护野生动物的保护措施

序号	物种名称	保护级别	分布区域	保护措施
1	褐翅鸦鹃 <i>Centropus sinensis</i>	国家二级	评价区广泛分布	(1) 严禁施工人员抓幼鸟、破坏鸟巢； (2) 尽量白天施工，避免早晚及正午进行高噪音作业； (3) 采用先进的施工工艺和施工设备，减少高噪声和高强振动设备的使用； (4) 禁止或尽量减少汽车鸣笛； (5) 及时恢复施工迹地植被，做好永久占地区绿化； (6) 在鸟类繁殖期间，如发现成鸟和幼鸟，应及时上报并采取保护措施。
2	小鸦鹃 <i>Centropus bengalensis</i>	国家二级	评价区廉江东南赤岭村、礼村一带	
3	黑翅鸢 <i>Elanus caeruleus</i>	国家二级	评价区零星分布	
4	黑冠鹃隼 <i>Aviceda leuphotes</i>	国家二级	评价区东北部农田、森林区	
5	凤头鹰 <i>Accipiter trivirgatus</i>	国家二级	评价区遂溪县附近	
6	褐耳鹰 <i>Accipiter badius</i>	国家二级	评价区乌塘镇乌塘岭附近	
7	松雀鹰 <i>Accipiter virgatus</i>	国家二级	评价区东北部农田、森林区	
8	鹊鹞 <i>Circus melanoleucos</i>	国家二级	评价区遂溪县文屋村、岭北镇西塘村	
9	灰脸鵟鹰 <i>Butastur indicus</i>	国家二级	评价区廉江市新屋仔村附近	
10	普通鵟 <i>Buteo japonicus</i>	国家二级	评价区岭北镇西塘村附近	
11	红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	国家二级	评价区廉江市东谢鞋村大碑附近	
12	白胸翡翠 <i>Halcyon smyrnensis</i>	国家二级	评价区遂溪孔子文化城景区	
13	画眉 <i>Garrulax canorus</i>	国家二级	评价区廉江市谢鞋村、湛江市赤坎水库	
14	虎纹蛙 <i>Hoplobatrachus chinensis</i>	国家二级	评价区信岭村附近	
15	日本鳗鲡 <i>Anguilla japonica</i>	濒危物种	遂溪河	落实受水区水污染防治规划的各项措施

7.6.4 生态环境敏感区保护措施

7.6.4.1 避让措施

尽可能对现有涉及生态保护红线的工程部分进行优化，减少新增施工便道，减少生态保护红线内的临时用地。大型临时设施尽量布设于生态保护红线的范围外。

禁止在生态保护红线内设置堆土场、施工营地等。

7.6.4.2 减缓措施

1) 施工期加强施工管理，土石方应定点堆放，做好围护和防雨防风，不得随意乱弃乱堆，并尽快转移至回填处，施工结束后及时恢复植被绿化。

2) 施工前开展沿线可能涉及的重点保护野生动、植物的详细调查，若发现占地范围内存在保护物种资源，则应采取绕避、物种迁地保护等措施，对受影响的重点保护野生植物应进行移植，异地保护。做好施工过程的环境监理工作，重点关注工程占地（包括永久、临时占地）、工程内容是否变化、表层土壤保护、动植物资源保护、水土流失、生态保护措施等方面。

3) 合理安排施工时段，生态红线范围内工程应当减少在雨季施工，以减少水土流失。

4) 施工废水收集处理后全部回用，不外排。

5) 施工弃渣和垃圾及时清运，严格禁止倾倒入红线范围内。

6) 施工结束后做好植被恢复工作，防止水土流失进入红线范围内水体。

7) 制定严格的施工制度，进行宣传教育，加强监理人员、管理人员和施工人员的保护意识，安排专人负责施工中的生态和环境保护的管理和监督工作。

7.6.4.3 生态恢复

临时占地施工结束后，立即拆除临时设施，平整土地，利用剥离的表土，采用原生态敏感区内的乡土植物物种进行植被恢复，与周边自然植被群落相衔接。加强生态保护红线的生态恢复。

7.6.4.4 管理措施

(1) 在进场施工前，通过发放宣传手册、设立的警示标牌、组织施工人员学习等

形式，提高施工人员的生态保护意识。

(2) 施工前划定施工范围，设置生态保护警示牌；施工阶段加强施工监督管理，严格管控用地红线。

(3) 禁止越界施工占地或砍伐林木、禁止捕猎野生动物；施工开挖表层土分层剥离、预留，回用至施工场地平整、绿化等；加强施工期生态保护管理及宣传教育，做好施工占地植被恢复工作。

(4) 工程建成后需要加强生态管理与监测，及时掌握工程建设前后涉及生态敏感区域生态环境的变化情况。

7.7 固体废弃物处理措施

7.7.1 施工期固体废弃物处理措施

(1) 工程弃渣

本工程总弃渣量为 395.04 万 m^3 (自然方)，折合松方 447.01 万 m^3 ，其中 154.94 万 m^3 (松方) 运至消纳场资源化综合利用，剩余 292.07 万 m^3 (松方) 运输至 10 个弃渣场堆放。

(2) 生活垃圾

生活垃圾主要来源于施工人员日常生活所丢弃的纸屑、废弃物等。本工程施工期间生活垃圾产生量约 3.92 万 t，拟在施工工区及施工生活区等人员生活集中的地方设置多个大型临时垃圾桶，对垃圾进行收集，并派专人负责对垃圾箱区域和整个生活区场地面的清扫，以防止垃圾乱堆、乱弃。垃圾清运车每天到各个垃圾桶进行垃圾收集，收集后运至当地环卫部门指定地点统一进行处置。

(3) 建筑垃圾

建筑垃圾主要包括各种加工材料边角料、散落的砂浆和混凝土、渣土、竹木材、废弃的装饰材料以及各种包装材料等。砂浆、混凝土、渣土、材料废料、包装材料、木料等先进行回收利用，不能回收，拟运往弃渣场。

(4) 危险废物

工程拟在各泵站施工工区内设一个施工机械、汽车修配厂，施工机械、汽车修配厂在使用期间将产生一定量的废机油，施工期间机修废油产生总量约 17.78t。施工期间机

械、汽车修配厂系统将产生含油废水，按石油类浓度 10mg/L 计算，施工期修配系统产生的废油渣共 13.09t。根据《国家危险废物名录（2025 年版）》判断，机修废油、废油渣属于 HW08 非特定行业产生的废矿物油与含矿物油废物，废物代码为 900-214-08，危险特性为毒性和易燃性。

建议在各泵站施工工区内设置危废暂存场所 1 处。每处危废暂存间占地面积均约为 9m²。暂存危险固废要求按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）规定设置。危废暂存场所地面与裙角采用达到标准要求的防渗的材料，防渗建筑材料须与危险废物相容。废矿物油等必须使用密闭容器盛装后暂存于危废库内，容器顶部与液体表面之间保留 100mm 以上的空间；此外无法装入正常容器的危险废物可用防漏胶带盛装；容器上必须粘贴符合 GB18597-2023 附录 A 所示的危险废物标签，必须设置有泄露液体收集装置。

7.7.2 运行期固体废物处理措施

（1）生活垃圾

运行期生活垃圾主要来源于管理区工作人员。本工程在市区设有总调度中心、后方基地 2 个管理区，在 40 个泵站内各设 1 个管理区，在各管理区办公及生活用房区域设置多个垃圾桶，对垃圾进行收集，并派专人负责对垃圾桶区域和整个办公及生活场区进行清扫，以防止垃圾乱堆、乱弃。收集后的垃圾定期交由当地环卫部门统一清运处理。

（2）危险废物

各泵站管理区泵站日常维护和定期检修过程中会产生废机油、废润滑油等废矿物油，单台水泵年产生废油量约 0.8kg/台。同时，泵站日常维护和定期检修过程中会使用到隔油毡及棉布，中小型泵站废隔油毡及棉布产生量约 0.03t/a。根据《国家危险废物名录（2025 年版）》判断，废矿物油、废隔油毡及棉布属于 HW08 非特定行业产生的废矿物油与含矿物油废物，废物代码为 900-210-08，危险特性为毒性和易燃性。

各泵站内应设置危废贮存间，泵站运行产生的废矿物油、废隔油毡及棉布等危险废物应暂时存放在厂房临时危废贮存间，后统一交由有资质单位处理。上述危险废物的收集、贮存、转移、处置活动必须遵守国家有关法律法规的相关规定：

①禁止非法排放、倾倒、处置危险废物。危险废物产生单位（部门）须按逆向物资

管理相关要求，完成危险废物鉴定和报废审批手续。

②危险废物贮存应符合国家危险废物贮存相关标准，贮存场所须设置明显警示标志，不同危险废物分区存放，由专人负责管理和定期检查，防范环境污染或危害公共安全事件的发生。暂存危险固废要求按照 GB18597-2023《危险废物贮存污染控制标准》及其修改单的规定设置。危废暂存场所地面与裙角采用达到标准要求的防渗的材料，防渗建筑材料须与危险废物相容。废矿物油等必须使用密闭容器盛装后暂存于危废库内，容器顶部与液体表面之间保留 100mm 以上的空间；此外无法装入正常容器的危险废物可用防漏胶带盛装；容器上必须粘贴符合 GB18597-2023 附录 A 所示的危险废物标签，必须设置有泄露液体收集装置。

③产生的所有危险废物必须交由持有《危险废物经营许可证》的资质单位进行处置。

7.8 土壤环境保护措施

7.8.1 施工期保护措施

工程施工过程中将采取表土剥离等措施，工程完建临时用地期满以后，进行熟土回填等措施恢复土地的原使用功能并及时退还。

本灌区土壤环境质量较好，保肥能力较强，属于未盐化级别。施工期间，占用农田的耕作层土壤时，应根据沿线土壤类型及地表土壤层厚度，采取表土单独剥离、单独存放保护的方式。根据水土保持方案，本工程渠道工程区、管道工程区、泵站取水建筑物区、检修道路区、施工生产生活区表土资源可剥离厚度为0.2~0.3m，表土剥离总量517.26万 m³，全部进行调配利用，作为后期自身场地复绿或复垦覆土，总体实现挖填平衡。

7.8.2 运行期保护措施

（1）农业面源污染防控

运行期灌区应加强灌溉水水质管理，确保灌溉用水符合农田灌溉水水质标准。灌区应积极发展生态农业，采取农艺调控、替代种植等安全利用措施，科学施用化肥，积极使用农家肥和新型有机肥，依据测土施肥技术示范工程的技术成果确定灌区各类土壤化肥施用量，并结合精确施肥示范村工程精确控制化肥施用量，尽量减少化肥施用过量或

不当造成的土壤板结和肥力退化；科学施用农药，推广施用高效、低毒、低残留农药，禁止使用剧毒农药，试点采取频振式杀虫灯等生态杀虫方式，推广作物病、虫、草害综合防治和生物防治，严格控制化肥和农药的施用量，减少农业面源对土壤的污染。同时，加强灌区范围内沟谷低洼地带地下水位的排水，制定灌溉用水计划，实现优化管理、科学调度，保持水利工程完好，及时维修保养灌溉设施，提高用水效率，实行节水灌溉。

（2）灌溉管理与盐渍化防控

针对灌区农田土壤化学成分实际情况采取合适的灌溉方式、灌溉技术和种植方式，夏季土壤通气状况尚好，冬季土壤应适当灌水降低土壤氧化还原电位值，加强灌溉用水管理和排泄通道的维护，确保排泄通畅等，以降低灌区土地发生次盐碱化问题的风险。另外，工程实施后加强对灌区土壤的监测，为制订土壤环境保护措施提供依据。

1）土壤酸化综合治理

根据 pH 监测结果，工程区 4 个监测点（S1、S2、S6、S8）属轻度酸化等级，对 pH 值在 4.5~5.5 之间的酸化土壤，可选用石灰配合钙镁磷肥作为改良剂，同时增施腐熟有机肥，减少生理酸性肥料施用等措施，以持续培肥地力、消除土壤障碍因子。

2）土壤盐渍化预防与控制

项目区土壤含盐量极低（0.217mg/kg），属未盐化级别，但灌区运行后仍需防范因灌溉不当引发的次生盐渍化。应进一步健全灌排系统，加强用水和排水管理，实行有灌有排；制定切实可行的灌溉计划，积极采用喷灌、滴灌等节水灌溉技术，避免大水漫灌；对渠道进行防渗处理，减少渗漏对地下水位的补给。

7.9 水土保持措施

7.9.1 防治区划分

根据项目建设特点，把整个项目建设区划分为输水工程区、道路工程区、施工生产生活区、临时堆场区及弃渣场区 5 个一级防治分区，其中输水工程区分为渠道工程区、管道工程区、泵站取水建筑物区 3 个二级分区，道路工程区分检修道路区、临时道路区 2 个二级分区。

表7.9-1 水土流失防治分区及分区面积表

防治分区		面积 (hm ²)	说明
一级分区	二级分区		
输水工程区	渠道工程区	1344.1630	包括新建渠道、渠道改扩建、渠道修复、渠道恢复、施工作业带、施工伴行道路、施工导流等
	管道工程区	1524.3813	包括新建输水管道、水池、取水塔、交水点、综合阀室、施工作业带、施工伴行道路、施工导流等
	泵站取水建筑物区	38.1309	泵站、取水口
道路工程区	检修道路区	95.8063	永久巡检道路
	临时道路区	216.0289	包括进场道路、施工临时改道、新建至施工工区、临时堆土场、弃渣场的临时道路
施工生产生活区		117.4173	区内主要设有综合加工厂、仓库、机械设备停放保养场和生活办公设施等。
临时堆场区		449.2011	转运场、表土堆放场工程沿线附近。
弃渣场区		28.1912	共设置 10 个弃渣场
合计		3813.3199	

7.9.2 措施总体布局

(1) 输水工程区

1) 渠道工程区

主体考虑了施工前表土剥离，对开挖边坡采取联锁式植草砖、生态砼护坡、C30 混凝土排水沟、草皮护坡和撒播草籽绿化等措施，施工结束后进行表土回覆和对临时用地中耕地、园地和其他土地进行复垦。拟补充施工前对临时占用林地的表土剥离；施工期间在坡脚设置临时排水沟，并在沟口位置设置沉沙措施；场内堆土四周布设土袋临时拦挡、对裸露面进行塑料彩条布临时苫盖，以及施工结束后的表土回填、全面整地及灌草恢复措施，涉及敏感区渠道边坡坡脚提高标准采用砖砌排水沟，防洪标准为 5 年一遇，以及干砌石拦挡措施防止水土流失。

2) 管道工程区

主体考虑了施工前表土剥离，对管槽开挖边坡、高位水池、蓄水池等采取 C25 排水沟和 M7.5 浆砌石排水沟，边坡采用草皮护坡等措施，施工结束后实施表土回覆和临时用地中耕地、园地和其他土地进行复垦。拟补充施工前对临时占用林地的表土剥离措施；施工期间在管道、高位水池、水塔、阀室等作业面坡脚位置设置临时排水沟，并在沟口位置设置沉沙措施；场内临时堆土四周布设土袋临时拦挡、裸露面采用塑料彩条布临时苫盖，施工结束后进行表土回覆、全面整地灌草恢复措施。涉及敏感区作业面边坡坡脚提高防护标准，采用砖砌排水沟以及干砌石拦挡，防洪标准为 5 年一遇。

3) 泵站取水建筑物区

主体考虑了施工前的表土剥离，对基坑、坡脚布设 C25 混凝土排水沟，边坡采取草皮护坡等，施工结束后实施表土回覆和绿化美化措施。拟补充施工期间场地四周的临时排水沟、沟口位置的沉沙措施，场内临时堆土四周的土袋临时拦挡以及裸露面的塑料彩条布临时苫盖措施。涉及敏感区作业面边坡坡脚提高防护标准，采用砖砌排水沟以及干砌石拦挡，防洪标准为 5 年一遇。

(2) 道路工程区

1) 检修道路区

主体考虑了施工前的表土剥离。拟补充施工期间道路两侧的临时排水沟、沟口位置的沉沙措施，坡脚位置的土袋临时拦挡以及裸露面的塑料彩条布临时苫盖措施。涉及敏感区作业面边坡坡脚提高防护标准，采用砖砌排水沟以及干砌石拦挡，防洪标准为 5 年一遇。

2) 临时道路区

临时施工道路主要为石渣路面，主体考虑了施工后期的表土回填及对其他土地进行复垦。水保专业补充施工期间的临时排水沟、沟口位置的沉沙措施，以及施工结束后草地的表土回填、全面整地、撒播草籽复绿措施。

(3) 施工生产生活区

主体考虑了施工期耕地园地表土剥离和表土回覆，施工结束后对耕地、园地和其他土地的复垦措施。拟补充占用林地的表土剥离，施工期间场内四周的临时排水沟、沟口位置的沉沙措施，表土堆存处土袋临时拦挡，裸露面的塑料彩条布临时苫盖，以及施工结束后的表土回覆、全面整地、坡面撒播草籽绿化及平面的乔灌草恢复措施。

(4) 临时堆场区

主体考虑了施工结束后对耕地、园地和其他土地的复垦措施。拟补充施工前就地铺

垫保护措施，施工期间堆土四周的临时拦挡、临时排水沟、沉沙池，表土堆存区域的土袋临时拦挡，裸露面的塑料彩条布临时苫盖，以及施工结束后全面整地和灌草恢复措施。

(5) 弃渣场区

渣场均为平地型渣场，现状均为废弃坑（塘），考虑到周边有农田等农业生产设施，拟补充施工期间对堆渣高于周边地面的堆渣坡脚设置干砌石拦挡，以及施工结束后堆渣与周边地表顺接的弃渣场的表土回覆、全面整地和绿化恢复措施。

7.9.3 水土流失防治措施体系

为了使因工程建设引起的水土流失降到最低程度，达到保持水土的最终目的，结合本工程的特点，拟采用拦挡、截排水、绿化等工程措施与植物措施相结合来设计防治方案。对于主体工程已设计部分不再重复，而对没有设计部分则进行补充，形成一个完整的水土流失防治体系。本工程水土流失防治措施体系见表 7.9-2。

表7.9-2 工程水土保持措施体系表

渠道工程 区	工程措施	表土剥离*、联锁式植草砖*、生态砼护坡*、C30 混凝土排水沟*、表土回覆*、复垦*
	植物措施	草皮护坡*、撒播草籽*、全面整地、灌草植被恢复
	临时措施	土袋临时拦挡、干砌石拦挡、塑料彩条布临时苫盖、临时排水沟及沉沙池
管道工程 区	工程措施	表土剥离*、C25 排水沟*、M7.5 浆砌石排水沟*、表土回覆*、复垦*、表土剥离、表土回覆
	植物措施	草皮护坡*、全面整地、栽植灌草植被恢复
	临时措施	土袋临时拦挡、干砌石拦挡、塑料彩条布临时苫盖、临时排水沟及沉沙池
泵站取水 建筑物区	工程措施	表土剥离*、C25 混凝土排水沟*、表土回覆*
	植物措施	草皮护坡*、绿化美化*
	临时措施	土袋临时拦挡、干砌石拦挡、塑料彩条布临时苫盖、临时排水沟及沉沙池
检修道路 区	工程措施	表土剥离*
	临时措施	土袋临时拦挡、干砌石拦挡、塑料彩条布临时苫盖、临时排水沟及沉沙池
施工临时 道路区	工程措施	表土回覆
	植物措施	全面整地、撒播草籽
	临时措施	临时排水沟、沉沙池
施工生产 生活区	工程措施	表土剥离*、表土回覆*、复垦*、表土剥离、表土回覆
	植物措施	全面整地、栽植乔灌木、撒播草籽

	临时措施	临时排水沟、沉沙池、土袋临时拦挡、塑料彩条布临时苫盖
临时堆场区	工程措施	复垦*
	植物措施	全面整地、乔灌木植被恢复
	临时措施	土工布铺垫、临时排水沟、沉沙池、土袋临时拦挡、塑料彩条布临时苫盖
弃渣场区	工程措施	表土回覆、干砌石拦挡
	植物措施	全面整地、乔灌木植被恢复

注：*为主体工程已有水土保持措施

7.10 环境保护设施“三同时”验收汇总表

本项目需严格执行“三同时”制度，环境保护设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。工程环境保护措施项目组成见表 7.10-1。环境保护监理及环境保护设施“三同时”验收汇总表见 7.10-2。

表7.10-1 工程环境保护措施项目组成一览表

治理对象	措施内容	预期处理效果	进度
1 水环境保护措施			
1.1 施工期机械维修和汽车冲洗废水	隔油+沉淀	达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中“冲厕、车辆冲洗”用水标准后，施工车辆及机械设备冲洗用水。	与施工工区同时建设同时使用
1.2 砼拌和系统废水	混凝沉淀法：调节池、沉淀池	处理后出水回用于本系统，回用标准参考《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)，即 $SS \leq 100\text{mg/L}$ 、 pH ：6~9。	与施工工区同时建设同时使用
1.3 砂石料加工系统废水	高效旋流污水净化器+板框压滤机	处理后出水回用于本系统，回用标准参考《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)，即 $SS \leq 100\text{mg/L}$ 、 pH ：6~9。	
1.4 施工期基坑排水	絮凝剂	沉淀后抽出至附近沟渠。	基坑使用期间
1.5 施工期生活污水	化粪池、隔油池、一体化污水处理设备	邻近敏感水体的工区：达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中“城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工”用水标准后，回用于施工生活区道路清扫、绿化用水等，不外排。 周边无敏感水体的工区：化粪池收集后定期清运。	整个施工期
1.6 施工期水源保护区保护	防污帘	防止施工扰动影响水源保护区水质，保障供水。	整个施工期
1.7 水质在线监测	自动监测站	实现水质自动化在线监测	运行期
1.8 灌区退水治理	落实受水区水污染防治规划各项措施	完善环境基础设施建设、提升城镇污水处理水平、开展农业面源污染治理、提高工业污染防治水平、加强饮用水水源地保护、提升区域水环境风险防范水平和加强地下水管控等	运行期
1.9 运行期管理人员生活污水	化粪池处理，定期槽车清运	位于市区的管理区接入污水管网，其他管理区生活污水采用化粪池处理，再定期由槽车清运。	运行期
2 环境空气保护措施			
2.1 施工扬尘防治	采用湿法作业、施工场区及临时道路洒水降尘、运输车辆遮盖或密闭、临时堆场骨料等覆盖、		施工期间

治理对象	措施内容	预期处理效果	进度
	工区设围挡等。		
2.2 砂石料加工系统及混凝土拌和系统粉尘防治	砂石料加工系统及混凝土拌和系统采取密闭生产、布袋除尘、洒水降尘、全封闭输送骨料等。		施工期间
2.3 施工机械废气防治措施	选用低能耗、低污染排放的施工机械和车辆，加强对施工机械、运输车辆的维修保养等。		
3 声环境保护措施			
3.1 噪声源控制	优化机械设备布局；选用低噪声设备和施工工艺，合理安排施工时间。		施工期间
3.2 传播途径控制	砂石料加工系统和混凝土拌和系统进行围闭施工。		施工期间
3.2 施工人员防护	施工人员佩戴耳塞、高噪声工种减少连续作业时间。		施工期间
3.4 敏感点防护	设置彩钢夹芯板、禁止夜间施工、避免高噪声设备同时作业、控制噪声设备远离施工边界等。		施工期间
4 固体废物处理			
4.1 生活垃圾	分类收集、由地方环卫部门统一清运。		施工及运行期间
4.2 危险废物	废机油、废油渣、废隔油毡及棉布等暂存在危废暂存间，定期交给有资质的单位处理。		施工及运行期间
5 生态环境保护措施			
5.1 陆生植物保护	尽量减少工程占地，降低对环境的干扰；植被恢复；临时占地复垦；工程影响范围内的古树进行就地保护；尽量减少生态保护红线内的占地，禁止在生态保护红线内设置堆土场、施工营地等。		施工期间
5.2 陆生动物保护	加强生态保护的宣传教育，限制施工人员在施工区以外区域活动；尽量降低施工噪声影响。		施工期间
5.3 施工期水生生态保护	严格按照标准处理施工污废水，避免水生生态环境受到影响；进一步优化施工方案及施工工艺，尽量缩短水中作业时间，避免大面积涉水施工；加强对施工人员的管理，严禁施工人员捕鱼。		施工期间
5.4 运行期水生生态保护	取水口设置拦鱼设施、鱼类增殖放流，进一步落实《环北部湾广东水资源配置工程湛江市受水区水污染防治规划报告》中的水污染防治措施和本报告提出的各项水污染防治措施；外来物种入侵治理。		运行期间

表7.10-2 环境保护监理及环境保护设施“三同时”验收汇总表

措施类别	措施内容	验收标准	实施时间
施工期			
1 施工期水环境保护措施			
1.1 机械维修和汽车冲洗废水	隔油+沉淀	措施布置：在泵站工区各设置一套处理系统，共 40 套 处理效果：《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中“冲厕、车辆冲洗”用水标准后回用于施工车辆及机械设备冲洗用水。	与施工工区设立时间同步
1.2 砼拌和系统废水	混凝沉淀法：调节池、沉淀池	措施布置：在泵站工区各设置一套处理系统，共 40 套；出水回用于砼拌和系统自身。	与施工工区设立时间同步
1.3 砂石料加工系统废水	高效旋流污水净化器+板框压滤机	措施布置：共设 4 套处理规模废水处理系统；出水回用于砂石料加工系统。	与施工工区设立时间同步
1.4 施工期基坑排水	絮凝剂	措施布置：向基坑内加絮凝剂；上清水抽至附近沟渠，禁止排入水源保护区。	基坑使用期间
1.5 施工期生活污水	化粪池+一体化污水处理措施	化粪池 337 个、隔油池 337 个，一体化设备 38 套。出水达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中“城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工”用水标准，回用于施工区道路清扫用水或者绿化用水。	施工全过程
1.6 施工期水源保护区保护	防污帘	不影响水源保护区水质和供水	施工全过程
1.7 水质在线监测	设置 15 个自动监测站	设置 2 个水质自动监测站，监测站监测指标满足水质日常管理需要，监测站能正常运行。	运行期

措施类别	措施内容	验收标准	实施时间
1.8 运行期管理人员生活污水	化粪池处理，定期清运	位于市区的管理区接入污水管网，其他管理区生活污水采用化粪池处理，再定期由槽车清运。	运行期
2 环境空气保护措施			
2.1 施工扬尘防治	采用湿法作业、施工场区及临时道路洒水降尘、运输车辆遮盖或密闭、临时堆场骨料等覆盖、工区设围挡等。	按环评落实各项措施，满足广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)中第二时段无组织排放监控浓度限值标准要求。	施工全过程
2.2 砂石料加工系统及混凝土拌和系统粉尘防治	砂石料加工系统及混凝土拌和系统采取密闭生产、布袋除尘、洒水降尘、全封闭输送骨料等。		施工全过程
2.3 施工机械废气防治措施	选用低能耗、低污染排放的施工机械和车辆，加强对施工机械、运输车辆的维修保养等。		施工全过程
3 声环境保护措施			
3.1 噪声源控制	优化机械设备布局；选用低噪声设备和施工工艺，合理安排施工时间。	按环评落实各项措施，满足《建筑施工噪声排放标准》（GB 12523-2025）、《声环境质量标准》（GB3096-2008）要求。	施工全过程
3.2 传播途径控制	砂石料加工系统和混凝土拌和系统进行围闭施工。		施工全过程
3.2 施工人员防护	施工人员佩戴耳塞、高噪声工种减少连续作业时间。		施工全过程
3.4 敏感点防护	设置彩钢夹芯板、禁止夜间施工、避免高噪声设备同时作业、控制噪声设备远离施工边界等。		施工全过程
4 固体废物处理			
4.1 生活垃圾	分类收集、由地方环卫部门统一清运。	按环评落实各项措施，满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）《危险废物贮存污染控制标准》(GB	施工全过程及运行期

措施类别	措施内容	验收标准	实施时间
4.2 危险废物	废机油、废油渣、废隔油毡及棉布等暂存在危废暂存间，定期交给有资质的单位处理。	18597-2023)要求。	施工全过程及运行期
5 生态环境保护措施			
5.1 陆生植物保护	尽量减少工程占地，降低对森林生态系统的干扰；植被恢复；临时占地复垦。	按环评落实各项措施	施工全过程
5.2 古树保护	对于工程影响范围内，施工临时占地范围外的古树，对其进行就地保护。	按环评落实各项措施	施工期间
5.3 陆生动物保护	加强生态保护的宣传教育，限制施工人员在施工区以外区域活动	按环评落实各项措施	施工全过程
5.4 施工期水生生态保护	严格按照标准处理施工污废水；优化施工方案及施工工艺，避免大面积涉水施工；加强对施工人员的管理，严禁施工人员捕鱼。	按环评落实各项措施	施工全过程
5.4 运行期水生生态保护	花桥水取水口及龙门河泵站设置拦鱼电栅	花桥水取水口及龙门河泵站前端设置拦鱼电栅，起到较好的拦鱼效果	运行期
	鱼类增殖放流	南渡河及龙门河放流草鱼、鲢、鳙、赤眼鳟和鲮，每年共放流 20 万尾，放流 5 年	运行期
	外来物种入侵治理	投放本土鱼类（通过增殖放流实现），严控人为放生入侵物种，抑制外来物种入侵	运行期

8 环境管理、监理与监测计划

8.1 环境管理

8.1.1 环境管理体系

为了使工程环境保护措施得以切实有效的实施,达到工程建设与环境保护协调发展,必须建立完善的环境保护管理体系,以确保工程建设环境保护规划总体目标的实现,环境保护管理体系分为外部环境管理和内部环境管理两部分。

外部环境管理指国家及各级地方环境保护行政主管部门根据国家相关的法律、法规,不定期的对工程环境保护工作进行检查、监督和指导,检查是否达到相应的环境保护标准与要求。内部环境管理指建设单位和施工单位对环境保护措施进行优化、组织和实施,保证达到国家建设项目环境保护要求与地方环境保护主管部门的要求。内部环境管理体系具体包括工程环境管理机构、工程建设部门、环境监测单位及各环保措施实施单位等,对环境保护工程的实施实行分级监管。

8.1.2 环境管理机构设置及职能

8.1.2.1 施工期

(1) 建设单位

工程开工前建设单位应设置环境保护领导小组与环境保护办公室。

“环境保护领导小组”成员由建设单位、监理单位、设计单位及施工单位等各有关单位的主要领导组成,其中建设单位主要领导任主要负责人,负责确定工程环保方针、审查项目环境目标和指标、审批环保项目立项和投资投入报告、审批环保项目实施方案和管理方案、检查环境管理业绩、培养职工环境保护意识等工作。

“环境保护办公室”为工程施工期“环境保护领导小组”的常设办事机构,设专职人员,具体负责和落实工程建设过程中环境保护管理工作,其主要职责包括:制定、贯彻工程环境保护的有关规定、办法、细则,并处理执行过程中的有关事宜;组织编制工程环境保护总体规划和年度计划,组织规划和计划的全面实施,

做好环境保护年度预决算，配合财务部门对环境保护资金进行计划管理；委托进行环保专项设计，检查设计进度，组织设计成果的验收和审查，并保证各项环境保护措施的有效实施；依照法律、规定和方法，对整个工程各项环境保护措施的实施情况进行监督和管理，实施环境质量一票否决制；协调各有关部门之间的关系，听取和处理各环境管理机构提交的有关事宜和汇报，不定期向上级环境保护行政主管部门汇报工作；督促承包商环境管理机构的工作，内部处理环境违法、违规行为，表彰先进事迹；检查督促接受委托的环境监测部门监测工作的正常实施，加强环境信息统计，建立环境资料数据库；组织编写工程环境保护月报、季及年度报告，并向有关主管部门汇报；定期编写环境保护简报，及时公布环境保护动态和环境监测结果；组织鉴定和推广环境保护先进技术和经验，开展技术交流和研讨；做好环境保护宣传工作，组织必要的普及教育，提高有关人员的环境保护意识；完善内部规章制度，搞好环境管理的日常工作，作好档案、资料收集、整理等工作；组织开展工程竣工验收环境保护调查，组织开展环境保护设施竣工验收。

（2）施工单位

各施工承包单位在进场后均应设置“环境保护办公室”，设专职人员 1~2 人，实施工程招标文件中或设计文件中规定的环境保护对策措施，及时处理施工过程中出现的环境问题，接受有关部门对环保工作的监督和管理。主要工作内容包括：制定环境保护年度工作计划和编写环境保护工作月、季及年度工作报告；检查所承担的环保设施的建设进度、质量及运行、检测情况，处理实施过程中的有关问题；核算年度环境保护经费的使用情况；接受环保管理办公室和环境监理单位的监督，报告承包合同中环保条款的执行情况。

（3）监理单位

为了更加有效地实施工程环境保护管理，成立电站环境监理部，参与工程环境管理。

（4）设计单位

根据国家法律法规、环境保护主管部门要求、环境影响报告书和批复等有关文件，从环境保护角度优化工程设计，选用对环境影响小的设计方案，反馈于建设单位和施工单位。

8.1.2.2 运行期

工程建成运行后，在工程管理部门中设置“环境保护办公室”，设专职人员 1 人，具体负责和落实工程建成运行后的环境保护管理工作，其主要职责包括：

（1）根据相关的环境保护法律、法规及技术标准，确定工程运行期环境保护方针和环境保护目标，制定运行期环境保护管理办法；

（2）负责落实环保经费及环境监测工作的正常实施，做好环境信息统计；

（3）协调处理运行期工程影响区出现的各项环境问题。

8.1.3 环境管理制度

（1）环境保护责任制

在环境保护管理体系中，建立环境保护责任制，明确各环境管理机构的环境保护责任。

（2）分级管理制度

建立环境保护责任制，将环境保护列入施工招标，在施工招标文件、承包合同中，明确污染防治设施与环境保护措施条款，由各施工承包单位负责组织实施，由环境监理部门负责定期检查，并将检查结果上报建设单位环境保护办公室及环境保护领导小组，并对检查中所发现的问题督促施工单位整改。

（3）监测和报告制度

环境监测是环境管理部门获取施工区环境质量信息的重要手段，是进行环境管理的主要依据。从节约经费开支和保证成果质量的角度出发，建议采用合同管理的方式，委托当地具备相应监测资质的单位，对工程施工区及周围的环境质量按环境监控计划要求进行定期监测。并对监测成果实行月报、年报和定期编制环境质量报告书以及年审的制度。同时，应根据环境质量监测成果，对环保措施进行相应调整，以确保环境质量符合国家所确定的标准和省、地市确定的功能区划要求。

（4）“三同时”验收制度

根据《建设项目环境保护“三同时”管理办法》，工程建设过程中的污染防治措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行。有关“三同时”项目必

须验收合格后才能正式投入运行。防治污染的设施不得擅自拆除或闲置。

（5）制定对突发事件的处理措施

工程施工期间，如发生污染事故及其它突发性环境事件，除应立即采取补救措施外，施工单位还要及时通报可能受到影响的地区和居民，并报建设单位与地方生态环境保护行政主管部门，接受调查处理。同时，要调查事故原因、责任单位和责任人，对有关单位和个人给予行政或经济处罚，触犯国家有关法律者，移交司法部门处理。并防止以后类似事故的发生。

（6）报告制度

日常环境管理中所有要求、通报、整改通知及评议等，均采取书面文件或函件形式来往。施工承包商定期向工程建设环保管理办公室和环境监理部提交环境月、半年及年报，涉及环境保护各项内容的实施执行情况及所发生问题的改正方案和处理结果，阶段性总结。环境监理部定期向工程建设环保管理办公室报告施工区环境保护状况和监理工作进展，提交监理月、半年及年报。环境监测实行月报、季报、年报和定期编制环境质量报告书以及年审等制度，将监测结果上报业主单位，以便及时掌握工程质量状况，并制定相关的环境保护对策。

8.2 环境监理

建设单位需加强对管道、渠道、泵站等工程区环境保护工作的监管，保证建设项目环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用，落实“三同时”要求。同时，根据《环境保护部办公厅关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》（环办[2012]4号），工程竣工后必须按规定程序开展竣工环境保护验收。

（1）施工准备期

施工准备期主要完成场内施工道路、风、水、电及通讯设施，施工工厂、仓库及生活福利设施等工作。

本阶段环境监管的工作要点是监督、检查施工临时道路和临时生产生活设施的布置是否与设计文件相符合，是否有随意布设施工临时设施和临时道路的现象，施工临时设施和临时道路是否占用环境敏感区，临时道路开挖的土石方是否

回填或运往弃渣场等，临时生产设施是否预留足够的空间布设各类污水处理设施等等。

（2）主体工程施工期

主体工程施工期主要完成雷北灌片、雷西南灌片、雷东南灌片工程，该阶段工程量大，施工人员多，施工强度大，对环境的干扰和影响也较大。

本阶段的环境监管工作要点是：落实施工期间增殖放流措施、生态流量泄放措施；监督、检查承包商或环保措施实施单位对施工区环保措施的实施进度、质量及效果；审查承包商提出的环境保护措施的工艺流程、施工方法、设备清单及各项环保指标；加强现场的监控，重点监督检查生产废水、生活污水收集和处理系统的施工质量、运行情况，以及施工场地的扬尘控制情况。对在监理过程中发现的环境问题，以书面形式通知责任单位进行限期处理改进。

（3）完建期

工程完建收尾期主要完成场地清理和遗留工程的处理等。

该阶段环境监管应关注各承包商的退场清理工作，各临时用地是否进行恢复，场地是否清理、平整，固体废物是否清运等等，以及环境保护相关的资料单、图纸等文件是否齐全并归档，监督检查工程施工及试生产阶段环境保护分项投资及总额，并与环境影响评价文件报告、设计文件相对比，检查环保投资分项落实情况。同时，根据《环境保护部办公厅关于进一步加强水电建设环境保护工作的通知》（环办[2012]4号），工程竣工后必须按规定程序申请竣工环境保护验收，该阶段环境监管应关注工程竣工环境保护验收工作。

8.3 环境监测计划

8.3.1 施工期环境监测计划

8.3.1.1 地表水环境监测

监测目的：通过监测，确认地表水水质预测结果和施工期废水处理措施的处理结果，掌握施工期相关河段的水质状况，以便及时采取防治措施。

（1）监测点布设

根据工程施工布置情况，选择具有代表性的位置。主要以监测施工期排放

的生产废水、生活废水以及地表水体为主。

监测点布设：根据工程施工布置情况，选择具有代表性的位置。主要以监测施工期排放的生产废水、生活废水以及地表水体为主。本次工程布置涉及湛江市辖区(赤坎区、霞山区、坡头区、麻章区)、廉江、遂溪、徐闻、雷州、吴川，共 9 个县市区，因此，生活污水监测每年在每个县市区选 3 个施工人数较多的生活营地作为代表性点位进行监测；含油废水在每个泵站工区进行监测；在线调节水库监测在 6 个在线调节水库交水口和取水口进行监测，河（渠）道监测选取南渡河、花桥水、南北渠进行监测，其中南渡河测 2 个点位，花桥水测 1 个点位，南北渠测 3 个点位；饮用水水源保护区监测选取工程涉及的 10 个饮用水水源保护区水域进行监测。

（2）监测频率

主体施工期间，施工污废水及一般水体每季度监测 1 次，每次监测 1 天；水源保护区每月监测 1 次，每次 1 天。

（3）监测项目

生产废水：pH 值、石油类、SS。

生活污水：pH 值、BOD₅、COD、氨氮、总氮、总磷、阴离子表面活性剂及粪大肠菌群。

地表水：pH、溶解氧、高锰酸钾指数、COD、BOD₅、氨氮、总磷、总氮、石油类、SS、粪大肠菌群等。

（4）监测方法：按照《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)、《地表水环境质量监测技术规范》(HJ/T 91.2-2022)规定的方法执行。

（5）资料整编及保存

按《污水监测技术规范》(HJ/T 91.1-2019)的相关规定执行，原始监测资料及整编成果 3 份交业主单位存档备查。

（6）监测人员及仪器设备

建议采用合同管理方式，委托当地具有相应监测资质的单位承担。

表8.3-1 水环境监测计划表

内容	对象	监测点	监测时间与频率	监测点次	备注
施工污水	生活污水	污废水处理系统排放口取样监测	每季度一次, 每次 1 天	432	按 4 年
	含油废水			672	按 4 年
地表水	在线调节水库	交水点、水库取水口	每季度一次, 每次 1 天	192	主体施工期
	南渡河、花桥水、南北渠	施工区下游 200m	每季度一次, 每次 1 天	96	
	10 个饮用水水源保护区	水域内	每月一次, 每次 1 天	480	
合计				1872	

8.3.1.2 环境空气和声环境监测计划

(1) 大气监测

监测方法：根据《环境影响评价技术导则-大气环境》(HJ2.2-2018)和《环境空气质量手工监测技术规范》(HJ 194-2017)规定的方法进行环境空气质量的监测和分析。

监测项目：TSP、PM₁₀。

监测布点：根据施工进度，选取正在施工的管道/渠道及泵站的典型工区以及周边大气敏感点进行监测，原则上每期监测 70 个点位，其中，雷北片区 40 个，雷东南片区 20 个，雷西南片区 10 个，具体实施时可以根据工程施工情况进行调整。

监测频率：主体工程施工期，每季度监测一次，每次监测 1 天，共计 1120 点次。

(2) 噪声监测

监测方法：根据《建筑施工噪声排放标准》(GB12523-2025)、《声环境质量标准》(GB3096-2008)规定的方法进行声环境质量的监测和分析。

监测项目：等效 A 声级 LAeq。

监测布点：根据施工进度，选取正在施工的管道/渠道及泵站的典型工区以及周边声敏感点进行监测，原则上每期监测 70 个点位，其中，雷北片区 40 个，

雷东南片区 20 个，雷西南片区 10 个，具体实施时可以根据工程施工情况进行调整。

监测频率：主体工程施工期，每季度监测一次，每次监测 1 天，每天昼夜各一次，共计 2240 点次。

8.3.1.3 生态监测计划

由于本工程不涉及自然保护区和重要生境，项目区的陆生植被主要是农田植被和人工桉树林、果林，没有需要特别关注的陆生环境。因此，施工期陆生生态监测调查可结合水土流失监测开展，不再另行安排。本报告主要对水生生态环境监测拟定计划。

(1) 水生生态环境监测计划

1) 监测点布设

在线调节水库和南渡河，分别布设 1 个监测断面。

2) 监测内容和频率

监测内容：浮游植物、浮游动物、底栖生物及鱼类多样性。

监测时间及频率：施工期高峰年监测 1 期。

3) 监测方法

渔业资源调查及各项测定均按《内陆水域渔业资源调查手册》进行。

4) 监测要求

详细记录每次采样的时间、水生生物和鱼类种类、数量、优势种，并定期分析变化趋势及时作出效果评价。

8.3.1.4 人群健康监测

针对区域流行病情况，调查施工区鼠类、蚊类种群密度；调查病毒性肝炎、细菌性痢疾、伤寒和副伤寒、麻疹和出血热的发病率。在传染病流行季节和高发区域，对易感人群进行抽检。

监测范围：施工营地区，按高峰期的施工人员的 10% 计。

监测频率：施工期每年监测 1 次，共 5 次。

8.3.2 运行期环境监测计划

在青年运河渠首、花桥水分别设立 1 个长期水质监测断面，采取自动监测方法监测水质情况。水质自动监测指标按照《地表水水质自动监测站(常规五参数、COD_{Mn}、NH₃-N、TP、TN)运行维护技术规范》中项目，结合目前市场上自动化检测设备的指标覆盖情况，需自动化检测的指标包含：水温、pH、溶解氧、电导率、浊度、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮、叶绿素/藻毒素、石油类共 11 个项目。

运行期水质监测费用纳入到工程运行费用当中。

9 环境保护投资概算与环境影响经济损益分析

9.1 环境保护投资概算

9.1.1 编制原则

“谁污染，谁负责，谁开发，谁保护”原则。既保护环境又为主体工程服务，以及为减轻或消除因工程新建对环境造成的不利影响等，需采取的环境保护、环境监测和环境工程管理等措施，其所需投资，应根据其项目的依附性质，列入工程环境保护投资。

“突出重点”原则。对项目影响较大、公众关注、保护等级较高的环境因子进行重点保护，在经费上予以优先考虑。

“功能恢复”原则。对于因工程新建对环境造成不利影响需采取的补偿措施；凡结合迁、改建提高标准或扩大规模增加的投资，应由地方政府或有关部门、产权所有者自行承担。

“一次性补偿”原则。对工程所造成的难以恢复、改建的环境影响对象和生态与环境损失，可采取替代补偿和生态恢复措施，或按有关补偿标准给予一次性合理补偿。

9.1.2 编制依据

本项目环境保护投资费用由环境保护措施、独立费用及基本预备费共 3 项组成。编制依据如下：

- (1)《水利工程设计概（估）算编制规定》（环境保护工程）（水总〔2024〕323 号）；
- (2)《工程勘测设计收费标准》（计价格〔2002〕10 号文）；
- (3)《广东省水利水电建筑工程概算定额》（粤水建管〔2017〕37 号）；
- (4) 环境监测概算采用广东省监测行业指导价；
- (5) 环保措施各类设备及仪器价格采用当地市场价格。

9.1.3 环保投资概算

本工程环境保护投资 15287.64 万元，其中环境保护措施费 11065.04 万元、独立费 3222.48 万元和基本预备费 1000.13 万元。

表9.1-1 环境保护工程投资概算表

序号	工程或费用名称	合计	所占比例
一	环境保护措施	11065.04	72.38%
1	生态流量保障	0.00	0.00%
2	水环境保护	6108.83	39.96%
3	生态环境保护	682.76	4.47%
4	大气环境保护（主体计列）	/	/
5	声环境保护	1023.00	6.69%
6	固体废物处置	1933.27	12.65%
7	人群健康保护	219.60	1.44%
8	环境监测与生态调查	1097.58	7.18%
二	独立费用	3222.48	21.08%
一二项合计		14287.51	93.46%
三	基本预备费	1000.13	6.54%
环境保护静态投资		15287.64	100.00%

9.2 环境影响经济损益分析

9.2.1 目的与遵循原则

本工程的环境影响经济损益分析主要遵循以下原则：

（1）突出重点、兼顾一般的原则

环境经济损益分析主要抓住重大影响因素进行分析，对相关密切的一般影响因素可适当加以综合。

(2) 终极影响原则

鉴于各环境因子之间的关系十分复杂,在进行环境经济损益分析时,只考虑那些与人类经济活动或生态环境直接相关的最终影响后果。

(3) 一次性估价原则

为使环境经济损益分析的各环境因子的经济量之间有可比性,统一按现行价格水平年为计算标准,进行一次性估价,使估价具有可比性。

(4) 减免不利影响的补充投资原则

对生态与环境的不利影响,着眼于预防、保护和挽救,以减免不利影响。在环境经济损益分析中,尽量运用补救措施和防护措施的费用,作为反映工程环境影响效应大小的尺度,而不是消极地计算损失值。

9.2.2 环境影响经济损益分析方法

环境影响经济损益分析的目的是运用环境经济学原理,在考虑工程建设与生态环境、社会环境以及区域社会经济的持续、稳定、协调发展前提下,运用费用——效益分析方法对工程的环境效益和损失进行分析,按效益/费用比值大小,从环保角度评判工程建设的合理性。

根据工程对不同环境要素的影响特点,在进行环境经济损益分析时,可选择的分析方法主要有:市场价值法、影子工程法、替代成本法、碳税法。

市场价值法是对有市场价格的生态系统产品和服务进行估价的一种方法,主要用在生态系统物质产品的评价上,如湿地野生动、植物产品等。其价值就是当前人们普遍概念上的生物资源价值。

影子工程法是指假设当环境破坏后,以人工建造一个新工程来替代原来生态系统的功能,用建造新工程所需的费用来估算生态服务功能的价值。

替代成本法是根据现有的可用替代品的成本评价生态资本的经济价值。

碳税法是根据光合作用方程式,以干物质生产量来换算湿地植物固定 CO_2 和释放 O_2 的量,再根据国际和我国对 CO_2 排放收费标准,将生态指标换算成经济指标,得出固定 CO_2 的经济价值。

9.2.3 环境损益分析

9.2.3.1 环境效益分析

雷州半岛灌区工程是环北部湾广东水资源配置工程的后续工程。该工程建成后，可充分发挥环北部湾广东水资源配置工程的水源保障作用，改善灌区农业灌溉供水条件，新增、恢复和改善灌溉面积。该工程建设对提高粮食生产能力，促进当地特色农业发展，改善水生态环境，助力乡村振兴战略实施等具有重要作用，具有十分重要的意义，环境效益显著。

9.2.3.2 环境损失分析

采用替代法计算，为减免本工程环境损失，需采取相应的环保措施进行减免。依据环评报告中提出的各项环境保护措施，需投入 11065.04 万元。

9.2.3.3 综合分析

根据环境经济学理论，如果建设项目引起环境质量下降，造成了生产性资产损害，则恢复环境质量或生产性资产所花费的费用可视为环境效益损失的最低估价。本工程环保措施的实施可在很大程度上减免工程建设对环境的不利影响。本工程为非污染生态工程，具有运行年限长，环境损失补偿大多为一次性投入的特点。本工程建成后，在环境损失方面的补偿随时间的增加基本不需追加投资，随着工程的运行，工程效益将不断增大。因此，本工程在环境经济上具有合理性和可行性。

10 环境影响评价结论

10.1 工程概况

项目名称：雷州半岛灌区工程

建设单位：广东省湛江环北部湾水资源管理有限公司

项目性质：新建及改扩建工程

项目位置：位于湛江市，包括赤坎区、霞山区、坡头区、麻章区、廉江市、遂溪县、吴川市、徐闻县、雷州市。

工程任务：雷州半岛灌区的主要工程任务是农业灌溉，通过环北广东工程外调水与当地水源联合调度，优化区域水资源配置，在满足区域城乡生活和工业用水的前提下，满足现有灌溉面积补水和新增灌溉面积发展需求。灌区规划灌溉面积 475 万亩。

主要内容：本工程建设内容包含输水工程、提水工程、排水工程 3 部分。输水工程总长度为 2332.68km（不含准备工程），涉及各类管道、渠道共 617 条，包括：①新建管道 473 条，总长 1340.68km；②新建渠道 5 条，总长 26.51km；③新建连通渠道 1 条，总长 7.93km；④加固改造、扩建、恢复渠道以及直接利用的渠道 138 条，总长 957.56km；⑤涉及各类渠(管)系建筑物 12111 座。提水工程包括泵站 40 座，其中新建泵站 38 座，重建 2 座。排水工程主要是加固改造灌排结合渠道 32 条，总长度 198.45km(已包含在输水工程中)。

工程等别及建筑物级别：《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)的规定，本工程等别为I等，工程规模为大(1)型。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)及《灌溉与排水工程设计标准》(GB50288-2018)，对本工程输水排水渠系、输水管道等建筑物级别按照设计流量进行确定，对提水泵站级别按照设计流量和装机功率进行确定。

施工工期：施工总工期为 54 个月。

工程总投资：工程静态总投资为 2187638.81 万元，工程总投资 2197766.57 万元。

10.2 工程分析

（1）协调性分析

本工程属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中鼓励类项目。本工程满足最严格的水资源管理政策要求，用水量符合湛江市 2035 年用水总量红线控制要求。

本工程涉及生态保护红线和饮用水水源保护区，工程为线性基础设施、供水设施以及已有的合法水利设施的运行维护改造，属于生态保护红线内允许开展的项目，符合生态保护红线管理要求。本工程是环北部湾广东水资源配置工程的后续工程，以农业灌溉为主，工程建设后，可置换部分水量用于工业生活供水，进一步保障城乡供水安全，属于与供水设施相关的项目，且工程涉及的雷州青年运河本身就是青年运河灌区的主要灌渠，其核心任务就是农业灌溉，本次雷州半岛灌区工程需对青年运河的部分支渠进行加固改造，同时从青年运河引水至其他新建灌区，因此难以避免在青年运河上进行工程布置，工程建设难以避开青年运河水源保护区。工程涉及的其他水源保护区均是以灌溉功能为主的水库，现状均维持着一定的灌溉面积，本工程需对水库现有交水点进行改造、或者引水进入水库、新建提水泵站等，无法避开水库水源保护区。工程建设符合水源保护区管理规定。

工程用地范围不涉及整合优化后的自然保护地（自然保护区、森林公园、湿地公园、风景名胜区）。

本工程建设与国土空间规划、《广东省水利发展“十四五”规划》《广东省水网建设规划》《广东省农田灌溉发展规划》《广东省生态环境保护“十四五”规划》《湛江市生态环境保护“十四五”规划》等相关规划相符。

（2）工程方案合理性分析

本工程供水规模符合湛江市 2035 年用水总量红线控制要求，灌溉水利用系数符合最严格水资源管理制度要求。工程规模合理。

本工程结合已建水源工程和本地供水体系建设实际情况，合理进行灌区布局，优化采用本地水源，充分利用环北广东工程外引水源；输水工程充分利用本地已建青年运河六大运河和环北广东工程建设的湛江分干线等骨干输水体系，同时新建骨干支渠、后续配套工程和田间工程以管道输水为主，能有效降低输水损失；工程布置充分考虑了沿线的地形地貌、地质、交通条件及道路情况、植被覆盖、拆迁情况以及避让环境敏感区等，但由于部分水源和原有干渠位于生态保护红线和水源保护区范围内，使得部分工程建设内容无法避开生态保护红线和水源保护区。主体工程在设计过程中，已尽量将各类易产生污染物的施工布置避开生态保护红线和水源保护区，以尽量降低工程建设对环境敏感区的影响。总体来说，本工程的总体布局是合理的。

本工程施工布置已经尽量避开环境敏感区，但因部分工程位于生态保护红线和水源保护区内，因此难以避免需在生态保护红线和水源保护区内设置施工临时设施，施工组织已将砂石料加工系统、混凝土拌和系统、生活营地等易产生污染物的施工工区避开各类敏感区，以尽量降低施工对环境敏感区的影响，除施工必需设置的临时施工道路和施工围堰以及部分顶管工区外，其余施工布置均不在生态保护红线和水源保护区内，生产生活废水不进入生态保护红线和水源保护区。工程设置的弃渣场不涉及生态保护红线、自然保护地、水源保护区等环境敏感区，占地地类主要为坑塘水面，渣场选址合理。总体来说，本工程的施工布置是合理的。

10.3 环境影响评价

10.3.1 地表水环境影响评价

10.3.1.1 环境现状

根据收集的 2023-2025 年湛江市国省考断面水质监测数据，南渡河、鹤地水库、大水桥水库 2023~2025 年监测结果满足水质功能目标，赤坎水库(塘口取水口)2024 年监测结果未达到水质功能目标，主要超标因子为化学需氧量。此外，南渡河桥、赤坎水厂(塘口取水口)、渠首断面个别月份也存在水质超标情

况，主要超标因子为高锰酸盐指数、溶解氧、化学需氧量和生化需氧量，主要原因为水体富营养化、藻类繁殖。

根据《环北部湾广东水资源配置工程环境影响报告书》，2021年5月~6月及8月~9月，对鹤地水库、大水桥水库开展了4次坝前垂向水温监测。由监测结果可知，鹤地水库有季节性水温分层现象，大水桥水库无明显的水温分层现象。根据《环北部湾广东水资源配置工程环境影响报告书》和《湛江市河湖生态状况调查评估报告》（2022年11月），鹤地水库、甘村水库、迈生水库、大水桥水库和三阳桥水库均属于轻度富营养和中营养之间，合流水库属于轻度富营养。

根据补充监测结果，志满水库、甘村水库、龙门水库、余庆桥水库、迈生水库、红心楼水库、大水桥水库、北松水库各水质监测指标均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅱ类标准。罗马坛水库、南边洋水库、内塘水库、平南水库、大湾水库、迈克水库、大田沟水库、赤坎水库、南畔水库各水质监测指标均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准。调和水库：除氨氮和总磷超标外，其余各水质监测指标均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准。迈胜水库除pH值超标外，其余各水质监测指标均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅱ类标准。

龙门河、花桥水、南北渠、调风河、北松河、迈陈河、乐民河：除总氮超标外，其余各水质监测指标均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准。青年运河主干渠、四联河、西海河、东海河、西运河、东运河：除总氮超标外，其余各水质监测指标均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅱ类标准。豆坡河除pH值和总氮超标外，其余各水质监测指标均达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准。

总体来说，雷州半岛灌区内的水体除氮、磷含量超标外，其他指标基本能达到Ⅱ~Ⅲ类水平，满足水质目标要求。氮、磷含量偏高，主要是受灌区农业面源以及水库水产养殖的影响。

10.3.1.2 环境影响

(1) 施工期

施工围堰的影响：施工期间需填筑围堰挡水，束窄河床，但不会截断河流，河流水量不减少，下游河道的水文情势影响不大。涉水施工扰动水体使河流、水库的悬浮物浓度升高，但施工时采用围堰等措施可降低悬浮物扩散，施工影响是局部的。此外，围堰的填筑和拆除会使附近区域水体悬浮物浓度上升，但这种影响只是暂时的，经过一段时间和距离的自然沉降后将恢复，水体扰动的影响随着施工结束而消失，涉水施工对水环境的影响较小，不会对水质造成较大污染。

对水源保护区的影响：4 个水源保护区仅涉及二级水源保护区陆域范围，管道位于陆域范围，施工不扰动水库水体，生产生活污水不进入水源保护区，对水源保护区水质影响轻微。6 个水源保护区涉及水体，对水源保护区水体的影响主要是施工围堰引起的悬浮物浓度增加，影响范围有限，不会对水源保护区水质造成重大影响。

污水：生产废水和生活污水在处理达标后回用或排放，对周围地表水环境影响不大。

(2) 运行期

1) 对水资源量的影响

本工程运行后，从西江调水至灌区并新增本地水源供水，增加了灌区水资源可利用水量。按本地水源断面计算，本工程实施后，环北广东工程高鹤干线外引水源增加可供灌溉水量 5.39 亿 m^3 ，当地水源增加可供灌溉水量 4.18 亿 m^3 ，灌区多年平均新增可供水量 9.57 亿 m^3 。按本地水源断面计算，灌区基准年的灌溉缺水量为 2.0 亿 m^3 ，本工程实施后，至 2035 年灌区多年平均灌溉总需水量为 20.5 亿 m^3 ，灌区可供水量为 20.12 亿 m^3 ，缺水量为 0.38 亿 m^3 ，缺水量有明显降低。本工程实施后，可以提高灌区的供水保证率，降低区域的缺水量，改善雷州半岛地区的缺水状况。

2) 对水源区的影响

①本工程运行后，鹤地水库水位发生一定的变化，丰水年水位变化在-2.75~0m，平水年水位变化在-2.21~1.65m，枯水年水位变化在-0.08~4.31m。运行期当环北补水量大于下游增加的用水量时，鹤地水库内的水位会出现上升情况；当环北补水量小于下游新增的用水量时，鹤地水库的水位会出现下降情况。预测结果表明，工程实施后，鹤地水库 COD 浓度为 6.39mg/L，氨氮浓度为 0.03mg/L，鹤地水库的 COD 和氨氮浓度能达到 II 类水质目标。因此，本工程建设不会对鹤地水库水质产生不利影响。

②南渡河泵站取水点下游河段的水量减少 $0.9\text{m}^3/\text{s}$ ，降幅约为 3.8%，对下游水文情势影响较小，且该取水点位置已接近南渡河水闸，距离河口水闸仅约 800m，取水对下游河道的影响范围也小。根据南渡河水量平衡成果，南渡河水闸多年平均来水量为 74180 万 m^3 ，而西运河连通工程年平均补水量为 14331 万 m^3 ，补水点至取水点之间的河道内总水量增加约 80.7%，河道内的水位、流速都将相应提高。不考虑退水情况下，工程后南渡河 COD 浓度为 11.78mg/L，氨氮浓度为 0.33mg/L，总磷浓度为 0.09mg/L，可达到其水质目标。由于西运河来水水质优于南渡河，因此，工程引水后，可在一定程度上改善南渡河水质。

③其他本地水库均按原有的特征水位运行，汛期最高运行水位按汛限水位，非汛期最高运行水位按正常蓄水位，工程对水库的水文情势影响不大。在线水库和充蓄水库接收输水干线的补水，本工程主水源水质良好且库区周边污染源不变的情况下，工程建设不会对在线水库和充蓄水库水质产生不利影响。

3) 退水区

退水分散至各受纳河流，各水体的年退水量在 2.97 万 m^3 ~304.84 万 m^3 ，承接退水最多的为南渡河（304.84 万 m^3 /年）。以南渡河、龙门河、花桥水为例，三条河流的退水量分别占河流年径流量的 0.41%、0.60%、0.31%，占比较小，由此可见，灌区退水对灌区受纳河流产生一定程度的补水影响，但分散至各受纳水体的退水量不大，对受纳河流水文情势的影响不大。根据退水水质影响预测结果，受纳水体接收灌区退水后，水质有一定的变差，南渡河、龙门河、花桥水的 COD 浓度增加幅度分别为 1.0%、5.8%、3.1%，总磷浓度增加幅度分别为 3.1%、8.5%、5.0%。但由于退水水量较小，对河流水质的影响有限，各受纳

水体接收退水后，不会改变受纳水体的水质类别。

4) 运行期生活污水

本工程运行期生活污水主要来源于管理区工作人员。位于市区的管理区，生活污水排入市政污水管网；无污水管网的管理区，生活污水采用化粪池处理，再定期由槽车运送至生活污水处理厂处理。因此，不会对水环境产生影响。

5) 对主要控制断面生态流量的影响

根据工程调度原则，一般情况下，鹤地水库优先保证九洲江的生态环境用水，其次为城乡生活生产用水，最后为灌溉用水；当鹤地水库天然入库径流小于生态基流时，鹤地水库按天然来水下泄。因此，本工程取水不会影响鹤地水库下游河道生态流量。

根据《湛江市南渡河水量分配方案及生态流量保障实施方案》，南渡河主要控制断面为杨家站，断面生态流量为 $0.67\text{m}^3/\text{s}$ 。杨家站位于南渡河干流中游河段，处于西运河连通工程补水点与南渡河泵站取水点之间，西运河连通工程最大补水流量为 $13\text{m}^3/\text{s}$ ，补水增加了南渡河的水量，有利于提高杨家站生态流量的保证率，而南渡河泵站取水点位于杨家站下游，取水不会对杨家站断面生态流量造成影响。

遂溪河不作为本工程取水水源，工程产生的退水会汇入遂溪河，因此本工程不会对遂溪河生态流量产生不利影响。

10.3.1.3 拟采取的环保措施

对于厕所排污，根据施工区周边的布置情况，对于周边无敏感水体(II类水体或饮用水水源保护区)的施工工区，设置化粪池进行收集处理后定期外运；厨房排水和盥洗水经隔油池处理后排入化粪池，定期外运。对于周边临近敏感水体的施工工区，采用化粪池+隔油池+污水处理一体化设施进行处理后回用于施工生活区道路清扫、绿化用水等，不外排。施工期间每季度由当地农民清运 1 次。

厨房排水中含有食用油，每个施工工区通过新建 1 座砖砌隔油池进行隔油预处理，浮油集中清运交由有资质的单位处理。对于周边无敏感水体(II类水体

或饮用水水源保护区)的施工工区,隔油预处理后的厨房排水回用于施工生活区道路清扫、绿化用水等,浮油集中清运。对于周边临近敏感水体的施工工区,隔油预处理后的厨房排水通过一体化处理设备处理系统处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中“城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工”用水标准后,回用于施工生活区道路清扫、绿化用水等,不外排。

本工程在泵站工区修配系统产生的含油废水选用隔油+气浮工艺处理。含油废水首先进入隔油沉淀池进行沉淀、隔油处理,再进入清水池,进一步净化水质。施工期修配系统含油废水经处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中“冲厕、车辆冲洗”用水标准后回用于施工车辆及机械设备冲洗用水。

本工程在泵站工区产生的砼拌和系统冲洗废水处理后可回用砼拌和系统本身,其回用标准参考《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)标准,不外排。

本工程在砂石料加工工厂设置砂石料加工系统废水处理系统,砂石料加工废水经处理达标后回用于系统本身,执行《水电工程施工组织设计规范》(NB/T10491-2021)标准。

基坑排水经絮凝沉淀处理后排入附近沟渠,禁止排入饮用水水源保护区内。

在饮用水源保护区、取水口上游的施工点设置防污帘,防止施工污染水源、影响供水安全。

10.3.2 地下水环境影响评价

10.3.2.1 环境现状

根据监测结果,各监测点位均存在总大肠菌群超标情况,G1、G3 氨氮超标,总大肠菌群、氨氮超标可能受周边生活污染及农业面源污染雨水淋溶下渗的影响。

10.3.2.2 环境影响

施工期间，工程沿线管道、渠道为分段施工，施工开挖时间短，扰动面小，开挖深度较浅，基本不会改变地下水的径流流向以及地下水位；施工期间产生的污废水经处理后回用，基本不会对区域地下水环境质量产生影响。

运行期间，灌溉回归水渗入地下，对灌区整体流场不明显，灌区水位抬升值约为 0.1-0.3m，在地下水多年动态变化幅度范围内。项目灌溉水源水质良好，灌溉回归水经过灌区土壤的过滤、降解和农作物吸附吸收后，水体中污染物基本被留在表层土壤中，项目建成投运后，区域化肥、农药用量水平基本维持现有水平，渗入地下水系统的污染物质也将维持现有水平，对地下水水质的影响较小。

10.3.2.3 拟采取的环保措施

施工期间，各项施工污废水经处理后回用，施工固体废物应尽量收集、分类堆放并妥善处置，做好施工场区及弃渣场应采取防渗措施。运行期间，灌区推广科学灌溉、生态农业，

10.3.3 大气和声环境影响评价

10.3.3.1 环境现状

根据《湛江市生态环境质量年报简报（2024 年）》，2024 年，湛江市 SO₂、NO₂、PM_{2.5} 及 PM₁₀ 的年平均浓度和 CO 日平均浓度的第 95 百分位数、臭氧日最大 8 小时滑动平均（O₃-8h）浓度的第 90 百分位数均达到《环境空气质量标准》(GB3095-2026)二级标准要求。本项目所在区域环境空气质量为达标区。

根据监测结果，各监测点位昼、夜间声环境质量均满足《声环境质量标准》（GB-3096-2008）中的相应标准，评价区域声环境质量良好。

10.3.3.2 环境影响

本工程对环境空气的影响仅限于施工期，施工期环境空气污染源主要为砂石料加工系统粉尘、混凝土拌和系统粉尘、施工作业面粉尘、爆破废气、交通

运输扬尘、施工机械及运输车辆废气，主要污染物为 TSP 等。通过采取洒水降尘、路面硬化、砂石料工系统及混凝土拌和系统密闭施工、布袋除尘等措施后，对周边大气环境影响较小。

施工期影响较大的噪声源主要来自施工作业面噪声、砂石料加工系统和混凝土拌和加工系统噪声等。本项目为线性工程，沿线敏感点数量较多，且大部分敏感点紧邻工程两侧，与本工程距离较近的敏感点声环境出现不同程度的超标，最大超标量为 14 dB(A)。超标敏感点在采取对施工作业面设置隔声屏障、禁止夜间施工、避免高噪声设备同时作业、控制噪声设备远离施工边界等措施可减缓对周边敏感点的影响。工程运行后噪声主要来源于各泵站内水泵等机械设备的运转噪声，经预测，各泵站厂界噪声均达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）相应昼间标准，但超过夜间标准；泵站外各声环境敏感点均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）相应标准，运行期泵站噪声对声环境敏感点影响较小。

10.3.3.3 拟采取的环保措施

对于大气环境，对施工场区、临时道路等采取洒水降尘等措施，对砂石料加工系统、混凝土拌和系统采取密闭施工、布袋除尘等措施，对临时堆场骨料采取防尘网遮挡，物料运输过程做好密封等。对于声环境，对施工作业面设置隔声屏障、禁止夜间施工、避免高噪声设备同时作业、控制噪声设备远离施工边界等措施，对砂石料加工系统、混凝土拌和系统等高噪声设备进行围闭施工等。

10.3.4 陆生生态环境影响评价

10.3.4.1 环境现状

（1）项目区土地利用现状

雷北片区土地利用类型占比最高为耕地，面积为 36070.22hm²，占评价范围总面积的 46.59%；其次为林地，面积为 16309.94 hm²，占比 21.06%；其余土地利用类型占比由高到低依次为园地（13.22%）、住宅用地（5.18%）、水域及水利设施用地（4.62%）、交通运输用地（3.77%）、草地（2.38%）、

其他土地（1.12%）、工矿仓储用地（1.02%）、公共管理与公共服务用地（0.53%）、特殊用地（0.34%）、商服用地（0.18%）。

雷西南片区土地利用类型占比最高为耕地，面积为 11365.78 hm²，占评价范围总面积的 45.83%；其次为林地，面积为 6092.31 hm²，占比 24.57%；其余土地利用类型占比由高到低依次为园地（20.91%）、交通运输用地（2.98%）、水域及水利设施用地（2.14%）、住宅用地（1.78%）、工矿仓储用地（0.59%）、草地（0.58%）、其他土地（0.37%）、公共管理与公共服务用地（0.19%）、特殊用地（0.04%）、商服用地（0.03%）。

雷东南片区土地利用类型占比最高为耕地，面积为 16271.00hm²，占评价范围总面积的 44.02%；其次为园地，面积为 13766.65hm²，占比 37.24%；其余土地利用类型占比由高到低依次为林地（8.83%）、水域及水利设施用地（3.27%）、交通运输用地（2.90%）、住宅用地（2.21%）、草地（0.58%）、其他土地（0.41%）、工矿仓储用地（0.24%）、公共管理与公共服务用地（0.17%）、商服用地（0.06%）、特殊用地（0.05%）。

（2）景观生态体系质量现状分析

雷北片区评价范围主导生态系统类型为农田生态系统，占评价范围总面积的 60.40%；其次为森林生态系统，占评价范围总面积的 20.81%。雷北片区评价范围植被覆盖度低于 10%的面积占总面积的 10.09%，植被覆盖度在 50%以上的面积占总面积的 50.13%，雷北片区评价范围植被覆盖度较高。雷北片区评价范围植被类型丰富，涵盖乔木林、竹林、红树林、灌丛、草本群落及各类人工经济作物、果园植被，各类群系累计面积 62711.05hm²，区域植被总生物量为 3151341.37t，年净初级生产力 945133.06t。

雷西南片区评价范围主导生态系统类型为农田生态系统，占评价范围总面积的 67.00%；其次为森林生态系统，占评价范围总面积的 24.44%。雷西南片区评价范围植被覆盖度低于 10%的面积占总面积的 10.01%，植被覆盖度在 50%以上的面积占总面积的 50.11%，雷西南片区评价范围植被覆盖度较高。雷西南片区评价范围植被类型丰富，涵盖乔木林、竹林、灌丛、草本群落及各类人工经济作物、果园植被，各类群系累计面积 22798.71hm²，区域植被总生物量为

1022940.83t, 年净初级生产力 317250.50t。

雷东南片区评价范围主导生态系统类型为农田生态系统, 占评价范围总面积的 81.47%; 其次为森林生态系统, 占评价范围总面积的 8.54%。雷东南片区评价范围植被覆盖度低于 10%的面积占总面积的 10.01%, 植被覆盖度在 50%以上的面积占总面积的 49.88%, 雷东南片区评价范围植被覆盖度较高。雷东南片区评价范围植被类型丰富, 涵盖乔木林、竹林、红树林、灌丛、草本群落及各类人工经济作物、果园植被, 各类群系累计面积 33552.12hm², 区域植被总生物量为 1002511.73t, 年净初级生产力 482325.70t。

(3) 陆生动植物现状

评价范围共有野生维管植物 106 科 310 属 446 种; 其中蕨类植物 13 科 19 属 35 种, 裸子植物 2 科 2 属 2 种, 被子植物 91 科 289 属 409 种 (其中双子叶植物 75 科 232 属 319 种; 单子叶植物 16 科 57 属 90 种)。加上记录的栽培植物, 评价范围共有维管植物 133 科 422 属 617 种 (含栽培植物 67 科 134 属 171 种)。野生维管植物科属种数分别占广东省野生维管植物 269 科 2028 属 7473 种的 39.41%、15.34%和 5.97%。

评价区共有陆生野生脊椎动物 4 纲 17 目 51 科 114 种, 其中两栖类 1 目 5 科 8 种、爬行类 1 目 7 科 12 种、鸟类 13 目 35 科 84 种、哺乳类 4 目 6 科 10 种。

(4) 重要物种

1) 重点保护野生植物及古树名木

评价范围本次未调查到国家重点保护野生植物, 未发现广东省重点保护植物。

评价范围调查到《中国生物多样性红色名录》中“易危”种 1 种 (中华青牛胆)。分布在评价范围内后背岭附近山地, 不在永久占地及临时占地范围内。

中国特有植物 10 种: 团叶鳞始蕨、白花油麻藤、短序润楠、岭南山竹子、红鳞蒲桃、山杜英、山药、马尾松、高良姜和粉背菝葜。

雷北片区永久、临时占地范围内无古树, 评价范围内调查到古树 399 株。

雷西南片区永久、临时占地范围内无古树, 评价范围内调查到古树 61 株。

雷东南片区永久、临时占地范围内无古树, 评价范围内调查到古树 158 株。

2) 重点保护野生动物

国家二级重点保护野生动物 14 种：虎纹蛙、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、黑翅鸢、黑冠鹃隼、凤头鹰、褐耳鹰、松雀鹰、鹊鹞、灰脸鵟鹰、普通鵟、白胸翡翠、红隼、画眉。

广东省重点保护野生动物 10 种：黑水鸡、黄斑苇鳉、夜鹭、池鹭、牛背鹭、中白鹭、白鹭、黑翅长脚鹬、斑鱼狗、栗耳鹩。

《中国生物多样性红色名录》动物 3 种：濒危（EN）等级 1 种，为虎纹蛙；易危（VU）等级 2 种，分别是银环蛇、中华鹧鸪。

10.3.4.2 环境影响

（1）对土地利用类型的影响

工程占地未占用红树林、大面积天然草地等生态较为敏感区域，生态用地影响程度较轻，施工结束后可及时复耕复绿，土地利用格局整体影响可控。工程占地占用评级范围总面积的比例较低，占用各土地利用类型的比例也较低，工程占地不会改变评价范围土地利用格局，对土地利用现状造成的影响较小。

（2）对生态系统的影响

工程占用各类型生态系统面积占比均较小，工程建设不会对区域生态系统产生阻隔、切割及不可逆的破坏性影响，不会改变区域物种与群落整体组成结构。施工期间地表扰动会造成局部区域生物量短暂下降，但该影响仅为短期暂时性影响，施工结束后通过全面实施复耕复绿、生态修复及景观绿化工程，受损植被可逐步恢复，区域生物量可得到有效补偿与恢复。总体而言，本工程建设不会改变区域自然生态体系整体结构与空间格局，对区域生态系统稳定性及生态系统服务功能的负面影响较小，生态影响整体可控。

（3）对陆生动植物的影响

工程建设后永久占地造成生物量损失 27149.58 t，生产力损失 6025.61 t/a，临时用地造成生物量损失 28580.97 t，生产力损失 6515.42 t/a；雷西南片区工程建设后永久占地造成生物量损失 1801.61 t，生产力损失 432.74t/a，临时用地造成生物量损失 23452.84t，生产力损失 5133.66t/a。雷东南片区工程建设后永久占地造成生物量损失 3603.04t，生产力损失 1361.79t/a，临时用地造成生物量损

失 26373.78t, 生产力损失 8842.11t/a。总体来看, 工程建设对评价区植被生物量、生产力造成了一定的负面影响, 但影响范围与强度有限, 通过后续生态恢复措施可逐步缓解工程建设带来的生态扰动, 维持区域生态系统的基本稳定性。

工程占用评价范围陆生动物的生境, 施工人为活动增多、施工噪声增加等对陆生动物产生一定影响, 评价范围附近重点保护动物主要为鸟类, 飞翔能力较强, 活动范围广, 陆生动物在工程实施期间可以转移到工程附近的相似生境生活, 本工程在工程实施期间对其影响相对较小。

10.3.4.3 拟采取的环保措施

(1) 优化工程布置和施工临时布置, 优化施工方式, 加强森林防火工作。

(2) 保存占地区熟化土, 用于植被恢复。划定施工活动范围, 严禁越界施工。规范施工活动, 严禁污染物乱排乱倒。

(3) 施工结束后, 应结合水土保持植物措施, 对各施工迹地实施植被修复措施。

(4) 加强宣传教育活动、施工监理工作。

10.3.5 水生生态环境影响评价

10.3.5.1 环境现状

现场调查的 30 个水体, 共记录浮游植物 5 门 93 种, 其中绿藻门 38 种、硅藻门 33 种、蓝藻门 16 种, 绿藻门、硅藻门和蓝藻门共同构成主要类群, 生物密度为 $1.15 \times 10^5 \sim 44.60 \times 10^5$ cells/m³, 生物量为 5.38~208.73 mg/m³。浮游动物 5 门 29 属 37 种, 以轮虫类种类最多, 桡足类次之, 优势种主要由无节幼体及萼花臂尾轮虫组成, 浮游动物密度在 79.75 ind/L~8.25 ind./L 之间。底栖动物 4 门 7 纲 40 种, 以节肢动物门种类最多, 软体动物门次之; 各个站位底栖动物种类数在 2~12 种之间, 密度在 5ind./m²~384ind./m² 之间, 平均为 170 ind./m², 生物量在 0.17 g/m² ~ 1235.57 g/m² 之间, 平均为 160.12/m²。

本次现场记录到鱼类早期资源 4 目 10 种, 本次共采集鱼卵 406 粒、仔稚鱼 790 尾。鱼卵密度范围 0~42.98 ind./m³。仔稚鱼密度范围为 0.41~39.93 ind./m³。

鱼卵与仔稚鱼大部分为入侵物种尼罗罗非鱼和革胡子鲶，反映出雷州半岛内水生生态受到外来物种入侵现象严重，土著鱼类的生存空间受到严重的挤占。

本次现场调查 30 个水体共采集到鱼虾蟹类生物 2 纲 52 种。其中鱼类 41 种，虾类 7 种，蟹类 4 种。各调查水体鱼类物种数在 2~19 种之间。

通过收集资料(《湛江市河湖水生态状况调查评估报告》)调查的 11 个水体，各调查水体的浮游藻类种数为 31~173 种，其中遂溪河和九洲江多大 170 余种，大部分水体浮游藻类种数以绿藻门最多，其次为蓝藻门。各调查水体浮游动物种数为 12~31 种，以轮虫类种数最多；各水体中，鹤地水库的浮游动物种类数最多。各调查水体底栖动物种类数为 0~34 种，遂溪河底栖动物数量最多。各调查水体鱼类种数为 15~60 种，其中青年运河种数最少，遂溪河种数最多；鱼类以鲤形目种类数最多；此外，所有调查水体均发现外来入侵物种，主要的入侵物种有尼罗罗非鱼、豹纹翼甲鲶、云斑尖塘鳢、革胡子鲶。总体来说，天然河流的水生生物种类及数量要高于运河、水库等人工水体。

所有调查水体当中，仅在遂溪河发现一种 1 种濒危（IUCN 红色名录：濒危 EN）物种：日本鳗鲡，未发现国家重点保护野生水生生物。调查水域未发现集中的产卵场、索饵场等重要水生生境。

10.3.5.2 环境影响

施工期：对水生态的影响主要是围堰填筑和拆除过程中对水体的扰动。水库围堰施工引起的悬浮物浓度增加基本在 100m 范围内，100m 外 SS 浓度值基本维持现状。根据对青年运河施工扰动的影响分析，涉水施工作业时，悬浮物向下游扩散，在下游 31.2m×10m 处接近本底值。围堰施工对水生环境的影响范围不大，施工结束后，水中悬浮物浓度逐渐恢复到原有水平，因而围堰施工对水生生态环境的影响是短暂的、可逆的。

运行期：运行期各水库由于补水，枯水期或遇干旱年份，可使水库水位、库水体积较工程前维持在一定的水平，有利于维护库区的水生生境；各水库按原有的特征水位运行，汛期最高运行水位按汛限水位，非汛期最高运行水位按正常蓄水位，无新增淹没面积，水位出现小幅度变化，不会对水库水生环境造成明显的影响。本工程增加了南渡河的水量，仅在下游靠近河口段因泵站取水

而使得水量略有减少，工程运行后对南渡河水生生态环境有一定的改善。

工程运行后，各水体连通，水生生物也将随着水源交互扩散，各水体的水生生物多样性有所增加。雷州半岛各淡水水域的鱼类种类组成相似，同属于一个生物地理区，土著鱼类成分相似度高，以鲤科鱼类为主，优势种多为尼罗罗非鱼、鳊和子陵吻虾虎鱼，且几乎各个水体都已被尼罗罗非鱼、云斑尖塘鳢、豹纹翼甲鲇等外来物种入侵。因此，工程运行后不会对区域的鱼类组成结构造成明显的影响。根据工程取水量及早期资源密度计算得出，本工程建设后南渡河鱼卵损失量约 1.2×10^8 颗/年，鱼苗损失量约为 1.96×10^8 尾/年；龙门河鱼卵损失量约 1.1×10^8 颗/年，鱼苗损失量约为 2.28×10^8 尾/年。

根据灌溉退水对受纳水体的影响预测结果，工程运行后，灌区退水中的COD、氨氮、总磷超过部分受纳水体的纳污能力，受纳水体水质可能出现退化，从而影响受纳水体水生生态环境和水生生物的栖息繁殖。

10.3.5.3 拟采取的环保措施

为降低取水对鱼类的影响，在南渡河泵站取水口前端和龙门河泵站取水口前端设置拦鱼电栅。同时运行期在南渡河及龙门河进行鱼类增殖放流，补充鱼类资源量，初步拟定以草鱼、鲢、鳙、赤眼鳟和鲮作为增殖放流对象，增殖放流规模合计每年 20 万尾，运行期连续放流 5 年。

根据《水利部关于全面开展河湖和已建水利水电工程生态流量确定与保障工作的意见（水资管〔2024〕313 号）》，流域管理机构和地方水行政主管部门应加强区域内已建水利水电工程生态流量泄放设施建设或改造。同时通过人工捕捞、增殖放流、加大宣传等方式抑制外来鱼种的入侵扩张。

10.3.6 固体废物影响评价

施工弃渣运往消纳场或弃渣场处理处置，施工期及运行期生活垃圾分类收集、交由当地环卫部门处置，施工期及运行期产生的废机油、废油渣、废隔油毡及棉布等危险废物收集后暂存在危废间，定期交由有资质的单位处理，暂存危险固废应满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）相关要求。

经采取上述措施后，施工期及运行期固体废物对工程区域环境影响不大。

10.3.7 土壤环境影响评价

工程区建设用地点位各监测因子均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）表 1 中第二类用地风险筛选值，农用地土壤中铬、铜、镍等重金属虽有部分点位超出《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）表 1 中“水田”标准风险筛选值，但均未超过风险管制值，超标主要源于区域玄武岩地质高背景及酸性红壤环境；土壤含盐量极低（0.217mg/kg），属未盐化级别；部分监测点呈轻度酸化，其余点位无酸化或碱化问题。施工期通过表土剥离、单独存放、熟土回填等措施，施工临时占地可恢复原有土地使用功能，对土壤环境影响可控。

运行期通过农业面源污染防治（科学施肥施药、发展生态农业）、灌溉管理与盐渍化防控（节水灌溉、防渗处理、排水维护）、土壤酸化综合治理（施用石灰、有机肥等）等措施，有效预防土壤退化、次生盐渍化和酸化加剧。

综上，在严格落实各项保护措施的前提下，本工程建设及运行对土壤环境的影响可接受，不会导致土壤盐化、酸化或重金属污染显著恶化，土壤环境质量可维持现有水平。

10.4 公众参与情况

2025 年 7 月 31 日，建设单位粤西水资源管理局委托广东省水利电力勘测设计研究院股份有限公司承担该项目的环境影响评价工作。根据《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部第 4 号令）有关要求，建设单位在委托环评工作后 7 个工作日内，即 2025 年 7 月 31 日在广东省水利厅网站进行了该项目环境影响评价公众参与首次公示。首次公示期间，未接到群众反馈意见。

2026 年 3 月建设单位由粤西水资源管理局移交给广东省湛江环北部湾水资源管理有限公司。在本项目环境影响报告书征求意见稿形成后，建设单位按照《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部第 4 号令）于 2026 年 5 月 28 日在湛江市人民政府和湛江市水务局网站进行第二次信息公示，并在此次公示期间分别于 2026 年 6 月 1 日、2026 年 6 月 8 日在《南方都市报》进行了两次报纸公示以及

在项目所在地各个镇政府的公示栏等公众易于接触的位置进行张贴公示，公示期至 2026 年 6 月 11 日，共 10 个工作日。公示期间发布了本项目《环境影响报告书（征求意见稿）》及《公众意见表》，第二次公示期间，未收到项目周边群众或有关单位反馈意见。

本项目在向生态环境主管部门报批环境影响报告书前，于 2026 年 7 月 15 日 在 湛 江 市 水 务 局 网 站（https://www.zhanjiang.gov.cn/zjsfw/bmdh/shuiwj/zwgk/tzgg/content/post_2201379.html）公开拟报批的环境影响报告书全文和公众参与说明，符合《环境影响评价公众参与办法》要求。

10.5 评价结论与建议

（1）结论

雷州半岛灌区工程是纳入《全国农田灌溉发展规划》、《广东省水网建设规划》、《广东省水利发展“十四五”规划》的重要大型灌区工程。工程建成后将与雷州半岛百库千塘万池输水储水网络工程有机结合，构建雷州半岛连通水网，通过输水渠系配套、保障骨干水源工程发挥供水效益，解决农业灌溉用水，对于提高灌区粮食作物产量，保障国家粮食安全，加快构建特色精致高效的现代农业产业体系，推动率先实现农业现代化具有重要作用，为做大雷州半岛祖国大陆南端的大粮仓、打造“热带水果”的阳光生态果园提供了水源保障。

本工程是环北部湾广东水资源配置工程的后续工程，也将充分发挥环北广东工程的供水效益，全面提升水资源综合保障能力，促进城乡区域协调发展。工程结合已建水源工程和本地供水体系实际情况，合理进行灌区布局，优化采用本地水源，充分利用环北广东工程外引水源；输水工程充分利用本地已建青年运河六大运河和环北广东工程建设的湛江分干线等骨干输水体系，同时新建骨干支渠、加固改造原有灌渠。本工程建成后可有效灌溉农田 475 万亩，为保障粮食安全、改善区域生态环境、促进乡村全面振兴和高质量发展创造条件；同时可退还部分当地超采地下水量和农业挤占生态水量，对构建良性生态循环系统和改善区域生态环境具有十分重要的意义。

本工程符合国家产业政策和相关环保法律、法规的要求，符合用水总量控

制及最严格水资源管理制度要求，符合相关环境保护规划以及审批原则要求。

本工程不涉及整合优化后的自然保护区、地质公园、风景名胜区、湿地公园等自然保护地，也不涉及世界文化自然遗产、水产种质资源保护区等环境敏感因素。

工程涉及 10 处饮用水水源保护区，本工程是环北部湾广东水资源配置工程的后续工程，以农业灌溉为主，工程建设后，可置换部分水量用于工业生活供水，进一步保障城乡供水安全，属于与供水设施相关的项目，符合《中华人民共和国水污染防治法》相关要求。工程涉及的水源保护区现状均有灌溉功能，且相关的水利设施（水库、青年运河灌区等）建设时间均早于水源保护区的设立时间，工程对水源保护区内的灌渠进行加固改造或者补水入水库，难以完全避让饮用水水源保护区。

工程涉及生态保护红线，但不涉及生态保护红线内的核心保护区。本工程为灌区工程，含新建输水管道及加固改造原有灌渠，属于粤自然资发〔2023〕11 号文中允许有限人为活动的第 6 种情形，即“必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造”中的符合国土空间规划的线性基础设施、供水设施以及已有的合法水利设施的运行维护改造。因此，本工程符合生态保护红线管理规定的相关要求。

工程施工期对环境的影响主要为施工期产生的污废水、施工扬尘、施工噪声、固体废弃物等对水环境、声环境、大气环境等的影响以及工程占地对生态环境的影响。工程运行期增加了灌区的水资源量，可以提高灌区的供水保证率，降低区域的缺水量，改善雷州半岛地区的缺水状况；工程实施后，鹤地水库水位发生一定的变化，丰水年水库水位变化表现为下降为主；枯水年，环北工程补水量较大，水库水位表现为升高。运行期水源区水体接收西江优质来水，有利于改善水源区水质；灌区退水对灌区受纳河流产生一定程度的补水影响，但分散至各受纳水体的退水量不大，各水体的年退水量为 2.97 万 m^3 ~304.84 万 m^3 ，对受纳河流水文情势的影响不大，受纳水体接收灌区退水后，水质有一定的变差，但影响有限，各受纳水体接收退水后，不会改变受纳水体的水质类别。

针对上述影响，本报告提出了水环境、生态环境、大气环境、声环境以及固体废弃物处理等措施和要求，并制定了水质、环境空气、声环境等监测计划。在落实各项环境保护工程和管理措施后，不利环境影响可得到较大程度的减缓和控制。

综合分析，从环境保护的角度，在落实本报告提出的各项环保措施的前提下，雷州半岛灌区工程建设具有环境可行性。

（2）建议

1) 建议下阶段进一步优化施工布置，对水源保护区内的施工布置进一步优化，尽量减少水源保护区内的施工临时占地面积。

2) 结合工程实际进度及时开展环保措施设计工作，对环保措施进行进一步深入研究和细化设计。严格遵循“三同时”制度，落实相应费用，确保各项环保措施的实施。

3) 工程各项建设与开发活动需高度重视环境保护工作，加强施工期环境管理，落实环境监理和环境监测计划。

4) 施工期间根据环境监理和环境监测结果及时优化、调整环境保护措施，以保证环境保护措施与施工进度、施工方案相协调，发挥环境保护设施的作用。