项目编号：ga2501

建设项目生态环境影响报告表

（污染影响类）

项目名称：水泥熟料生产线处置及综合利用一般固体废物技术改造项目

建设单位（盖章）：廉江市丰诚水泥有限公司

编制日期：二〇二六年十月

中华人民共和国生态环境部制

目录

建设项目生态环境影响报告表 1
一、建设项目基本情况 ..... - 1 -
二、建设项目工程分析 ..... - 26 -
三、区域环境质量现状、环境保护目标及评价标准 ..... - 126 -
四、主要环境影响和保护措施 ..... - 135 -
五、环境保护措施监督检查清单 ..... - 144 -
六、结论 ..... - 146 -
大气环境专项评价 147
1.概述 149
1.1项目由来 149
1.2 编制依据 150
1.3 评价内容及评价因子识别 151
1.3.1 评价内容 151
1.3.2 评价因子识别 151
1.4 评价标准 152
1.4.1 环境空气质量标准 152
1.4.2废气排放标准 153
1.5 评价工作等级划分 154
1.6 评价范围 171
1.7 大气环境保护目标 171
2.建设项目工程分析 175
2.1现有项目概况 175
2.2技术改造项目内容 175
2.3废气源强计算 175
2.4废气排放“三本账”分析 213
3.环境空气质量现状调查与评价 217
3.1项目所在区域环境质量达标情况 217
3.2其他污染物环境质量现状 218
3.3小结 219
4.大气环境影响评价 220
4.1污染气象特征 220
4.1.1气象资料来源及代表性分析 220
4.1.2气象数据 220
4.1.3地面气象观测资料调查 225
4.1.4湛江市2024年常规气象数资料 225
4.1.5高空气象资料 230
4.2预测因子及等级 231
4.3 预测模型及参数 231
4.3.1大气预测模型 231
4.3.2 计算点 232
4.3.3 地表特征参数 233
4.3.4 数据处理方法 233

4.4 污染源调查 233
4.4.1区域大气污染源调查 233
4.4.2 本项目大气污染源排放清单 233
4.4.3周边污染源排放清单 234
4.5预测方案及评价内容 260
4.6预测结果及评价 261
4.6.1 正常工况下贡献质量浓度预测结果 261
4.6.2 正常工况下叠加背景值的预测结果 293
4.6.3非正常工况下的预测结果 336
4.6.4 厂界浓度预测结果及分析 349
4.6.5 大气防护距离 349
4.7 污染物排放量核算 350
4.7.1有组织排放量核算 350
4.7.2 无组织排放量核算 354
4.7.3 非正常污染物排放核算表 355
4.8 大气环境影响评价结论 360
4.9 大气环境影响自查表 361
5.大气污染治理措施及可行性论证 363
5.1窑尾焚烧废气末端治理措施可行性分析 363
5.2 其他工艺粉尘污染治理措施可行性分析 368
5.3污染治理技术的可行性综合分析 374
5.4小结 375
6.环境监测计划 376
7.大气环境影响评价结论与建议 ..... - 379 -
7.1 大气环境现状评价结论 ..... - 379 -
7.2 废气治理措施可行性结论 ..... - 379 -
7.3 环境影响预测与评价结论 ..... - 379 -
7.4 综合结论 ..... - 380 -
附表 ..... - 381 -
建设项目污染物排放量汇总表 ..... - 381 -
附图1 建设项目地理位置 ..... - 382 -
附图2 项目总平面布置图 ..... - 383 -
附图3 项目范围敏感点分布图 ..... - 384 -
附图4 项目与《石岭镇土地利用总体规划》（2010-2020 年）位置关系图 ..... - 385 -
附图5 项目与《石岭镇总体规划修编》（2015-2035）位置关系图 ..... - 386 -
附图6 廉江市环境管控单元图 ..... - 387 -
附件1委托书 ..... - 388 -
附件2营业执照 ..... - 389 -
附件3项目备案证 ..... - 390 -
附件4项目不动产权证 ..... - 391 -
附件5 现有项目选址意见 ..... - 393 -
附件6关于《廉江市土地利用总体规划（2010-2020 年）多划基本农田占用方案（廉江华润水泥项目）的公告》（廉国土资〔2016〕465 号） ..... - 394 -
附件7原有项目批复 ..... - 397 -

附件8 原有项目验收 - 413 -
附件9 原有项目排污许可证 - 431 -
附件10 应急预案备案表 - 432 -
附件11:危险废物（废蓄电池）回收处置合同 434
附件12工业废物处理服务合同 454
附件13危险废物转移联单 460
附件14 监测报告 463
附件15 引用的空气质量监测报告 - 512 -
附件16 建设单位承诺书 - 552 -
附件17 原辅材料重金属检测报告 - 553 -
附件18 高铝熟料危险特性鉴别报告（摘录） - 595 -
附件19 排污信息清单 - 600 -
附件20 专家咨询意见 - 645 -
附件21 专家意见修改清单 - 650 -
附件20 技术中心修改意见 - 652 -
附件21 技术中心意见修改清单 - 654 -

一、建设项目基本情况

建设项目名称	水泥熟料生产线处置及综合利用一般固体废物技术改造项目		
项目代码	2604-440881-07-02-515897		
建设单位联系人	陈雪春	联系方式	1[redacted]3
建设地点	湛江市廉江市石岭镇沙塘村工业南面		
地理坐标	东经110度9分11.581秒，北纬21度38分34.832秒		
国民经济行业类别	N7723固体废物治理	建设项目行业类别	四十七、生态保护和环境治理业-103一般工业固体废物（含污水处理污泥）、建筑施工废弃物处置及综合利用-其他
建设性质	☐新建（迁建） ☐改建 ☐扩建 ☑技术改造	建设项目申报情形	☑首次申报项目 ☐不予批准后再次申报项目 ☐超五年重新审核项目 ☐重大变动重新报批项目
项目审批（核准/备案）部门（选填）	廉江市科工贸和信息化局	项目审批（核准/备案）文号（选填）	261988301133503
总投资（万元）	0（本项目为原辅料变更，不涉及新增土建或设备等的固定资产新增投资）	环保投资（万元）	0（本项目为原辅料变更，不涉及新增土建或设备等的固定资产新增投资）
环保投资占比（%）	0	施工工期	无施工期
是否开工建设	☑否 ☐是：	用地面积（m^2）	0（本项目不新增用地）
专项评价设置情况	**设置大气环境影响评价专项：**项目生产过程中产生有毒有害的物质汞及其化合物、镉及其化合物、铬及其化合物、铅及其化合物、砷及其化合物等。并且厂界外500米范围内有环境空气保护目标，因此设置大气专项评价。		
规划情况	无		
规划环境影响评价情况	无		
规划及规划环境影响评价符	无		

合性分析	
其他符合性分析	**1.产业政策符合性分析** 本项目为水泥窑及水泥粉磨系统协同处置一般固废工程，属于固体废物治理（N7723）。项目利用现有的6000t/d熟料水泥生产线及粉磨生产线处置一般固废，根据国家发展改革委发布的《产业结构调整指导目录（2024年本）》，属于其中“鼓励类”目录中“十二、水泥原燃材料替代及协同处置技术”和“四十二、煤矸石、粉煤灰、尾矿（共伴生矿）、冶炼渣、工业副产石膏、赤泥、建筑垃圾等工业废弃物循环利用”类别，符合国家产业政策。 项目所采用的主要生产设备、生产工艺等，均不属于《产业结构调整指导目录2024年本》中限制类及淘汰类；不属于《全国落后生产工艺装备淘汰目录清单》（2024年）中的淘汰工艺装备。 根据《市场准入负面清单（2025年版）》（发改体改规〔2025〕466号），本项目不属于禁止准入事项和许可准入事项。根据通知要求，对市场准入负面清单以外的行业、领域、业务等，各类市场主体皆可依法平等进入。表明本项目符合国家市场准入相关规定。 因此，本项目建设符合国家和地方产业政策要求。 **2.土地利用规划符合性分析** 本项目仅为原辅材料的种类的变化，在原有项目用地范围内实施，不涉及新增用地。 原有项目用地手续齐全，具体情况如下： 根据《石岭镇土地利用总体规划（2010-2020年）》（详见附图5），丰诚公司占用廉江市基本农田，需将占用的基本农田调出，因此原廉江市国土资源局编制了《廉江市土地利用总体规划（2010-2020 年）多划基本农田占用方案（廉江市华润水泥项目）》（廉国土资〔2016〕465号；廉江市华润水泥项目即廉江市丰诚水泥有限公司建设年产200万吨新型干法水泥熟料技改项目，详见附件）：“本项目占用多划基本农田面积26.995公顷，尚未突破廉江市多划基本农田面积。占用多划基本农田后，廉江市基本农田保护任务不变。项目占用的多划

基本农田拟由项目建设单位按照占用基本农田标准缴纳耕地开垦费。”丰诚公司已缴纳耕地开垦费。

此外，根据《廉江市石岭镇总体规划修编（2015-2035）》，以及原廉江市住房和城乡规划建设局出具的《关于廉江市丰诚水泥有限公司建设年产200万吨新型干法水泥熟料技改项目的选址意见》（廉住建函〔2014〕80 号），廉江市丰诚水泥有限公司年产200万吨新型干法水泥熟料技改项目用地性质为三类工业用地。

本项目位于该年产200万吨新型干法水泥熟料技改工程用地范围内，属于允许建设用地，符合所在区域的土地利用总体规划。

3. 与《湛江市生态环境保护“十四五”规划》相符性分析

根据《湛江市生态环境保护“十四五”规划》（湛环〔2022〕82号），规划中“强化全过程管控，筑牢环境风险防控底线”提出“全面提高固体废物环境安全管控水平”：“92.提高固体废物处理处置能力。鼓励利用水泥窑协同处置固体废物。……鼓励再生铝企业厂内配套铝灰渣综合利用设施，鼓励支持廉江等地通过新建、技改、提质增效等方式建设铝灰渣综合利用处置项目，提升铝灰渣利用处置能力，解决铝灰渣综合利用去向问题。……”

本项目属于水泥窑及水泥粉磨协同处置一般固废工程，属于规划中鼓励支持的项目，因此，本项目与《湛江市生态环境保护“十四五”规划》是相符的。

4. 与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》相符性分析

为全面贯彻《中共中央 国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》，广东省印发了《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》（粤府〔2020〕71 号）。项目与该文件相符性分析见表1-1。

表 1-1 项目与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》符合性分析

粤府〔2020〕71 号	项目情况	相符性

		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。……环境质量不达标区域，新建项目需符合环境质量改善要求。加快推进天然气产供销体系建设，全面实施燃煤锅炉、工业炉窑清洁能源改造和工业园区集中供热，积极促进用热企业向园区集聚。优化调整交通运输结构，大力发展“公转铁、公转水”和多式联运，……	①项目位于湛江市廉江市石岭镇，在现有厂址场地范围内进行技改，不新增用地，不涉及生态空间； ②2024 年湛江市属于达标区。 ③原有项目标准煤主要用于水泥窑，用量大，但由于项目位于湛江市石岭镇，所在区域虽铺设天然气管道，但水泥线技术装备不具备使用天然气条件。 ④项目原辅料就近由周边地区供应，采用汽车运输，企业在满足运输能力前提下应优先使用新能源车辆运输。	相符
			——能源资源利用要求。……科学推进能源消费总量和强度“双控”，严格控制并逐步减少煤炭使用量，力争在全国范围内提前实现碳排放达峰。……落实单位土地面积投资强度、土地利用强度等建设用地控制性指标要求，提高土地利用效率。……	①原有项目设备优先选用高效节能设备，如原料粉磨、煤粉制备采用节能的辊式磨；水泥窑采用节能燃烧器，该燃烧器一次风用量小，且大推力、大速差旋流风卷吸高温二次风，煤风混合均匀，煤粉燃尽率>99%，可有效降低煤耗。同时，窑尾、窑头的热废气优先用于生料粉、煤粉烘干，剩余热量用于余热发电，实现了能源梯级高效利用。通过上述节能措施，项目能效处于国内先进水平，尽可能减少了煤炭消耗量。②本技改项目在现有厂址场地 范围内进行，不新增用地，提高了厂区土地利用效率。	相符
			——污染物排放管控要求。实施重点污染物总量控制，…… 超过重点污染物排放总量控制指标或未完成环境质量改善目标的区域，新建、改建、扩建项目重点污染物实施减量替代。重金属污染重点防控区内，重点重金属排放总量只减不增；重金属污染物排放企业清洁生产逐步达到国际或国内先进水平。实施重点行业清洁生产改造，…… 水泥、石化、化工及有色金属冶炼等行业企业大气污染物达到特别排放限值	①技改后项目大气污染物不超过原有许可排放总量。 ②项目位于廉江市石岭镇，不在重金属污染重点防控区内。 ③项目各排放口大气污染物排放满足排放标准要求。	相符

			要求。……		
			——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。重点加强环境风险分级分类管理，建立全省环境风险源在线监控预警系统，强化化工企业、涉重金属行业、工业园区和尾矿库等重点环境风险源的环境风险防控。…… 全力避免因各类安全事故（事件）引发的次生环境风险事故（事件）。	项目不在供水通道干流沿岸，项目距最近的饮用水水源保护区（武陵水库）的距离约 7km，不会影响周边饮用水安全。	相符
		“一核一带一区”区域管控要求	3.北部生态发展区。坚持生态优先，强化生态系统保护与修复，筑牢北部生态屏障。——区域布局管控要求。大力强化生态保护和建设，严格控制开发强度。……严格控制涉重金属及有毒有害污染物排放的项目建设，新建、改建、扩建涉重金属重点行业的项目应明确重金属污染物总量来源。逐步扩大高污染燃料禁燃区范围。	项目位于廉江市石岭镇，不在湛江市划定的高污染燃料禁燃区范围内。	相符
			——能源资源利用要求。进一步优化调整能源结构，鼓励使用天然气及可再生能源。……严格落实东江、北江、韩江流域等重要控制断面生态流量保障目标。……	原有项目煤主要用于水泥窑，用量大，但由于项目位于廉江市石岭镇，所在区域铺设了天然气管道，但不具备用天然气等能源替代煤炭的条件。	相符
			——污染物排放管控要求。……加快推进钢铁、陶瓷、水泥等重点行业提标改造（或“煤改气”改造）。……	原有项目采取了严格的污染控制措施，窑头、窑尾废气中颗粒物采取布袋除尘器除尘，窑尾 NOx 采取“分级燃烧+SNCR 脱硝+SCR”控制措施，窑尾 SO_2 通过“源头控制+水泥窑自脱硫+生料磨和布袋除尘器协同脱硫”措施控制其排放，满足《水泥工业大气污染物排放标准》（GB 4915-2013 及其 2025 年修改单）特别排放限值及广东省《水泥工业大气污染物排放标准》（DB44/818-2010）表 2 限	

				值中的严者的要求。氯化氢、氟化氢、汞及其化合物，铊、镉、铅、砷及其化合物，铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物主要通过源头控制元素含量，排放均满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）的要求。	
			——环境风险防控要求。强化流域上游生态保护与水源涵养功能，建立完善突发环境事件应急管理体系，保障饮用水安全。……	现有项目设有事故池、导流沟、氨气泄漏检测设施等，环境风险可控；项目不在饮用水水源保护区内，与最近的饮用水水源保护区的距离约 7km，不会影响周边饮用水安全。	相符
		环境管控单元总体管控要求	**1.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。 ——生态优先保护区。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。 ——水环境优先保护区。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。 ——大气环境优先保护区。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	项目不在优先保护单元	相符

	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）。		
	2.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。	项目位于重点管控单元，项目建设在现有厂址场地内进行，属于水泥窑协同处置一般固体废物项目。	相符
	3.一般管控单元。 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。	项目不在一般管控单元	相符

5.与《湛江市人民政府关于印发湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（湛府〔2021〕30号）、《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》相符性分析

本项目所在地属于城北-城南-罗洲-石岭-吉水镇重点管控单元，环境管控单元编码为ZH44088120024，要素细类为水环境农业污染重点管控区、大气环境受体敏感重点管控区、大气环境高排放重点管控区、高污染燃料禁燃区、建设用地污染风险重点管控区。具体准入要求及本项目与要求的相符性如下：

表1-2 项目与湛江市“三线一单”生态环境准入清单符合性分析

序号	管控要求		本项目情况	相符性
1	区域布局管控	1-1.【产业/鼓励引导类】城北、城南和罗洲街道片区重点优化城市功能，发展现代服务业，逐步引导现有家电产业向廉江经济开发区或廉江产业集聚地转移；石岭镇片区依托廉江产业转移集聚地沙塘片区，积极承接珠三角地区产业转移，重点发展家用电器等轻工业；吉水镇片区重点发展农贸与生态旅游业，引导家电产业入园发展。	本项目依托丰诚公司现有水泥窑及水泥粉磨协同处置一般固体废物，是绿色建材、节能、环保的体现。	相符
		1-2.【生态/禁止类】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。	本项目不外排废水	相符

			1-3.【生态/限制类】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。	根据前文产业政策章节的分析，本项目符合《产业结构调整指导目录》《市场准入负面清单》等相关产业政策。	相符
			1-4.【生态/禁止类】湛江廉江塘山岭地方级森林自然公园应当依据《森林公园管理办法》《广东省森林公园管理条例》等法律法规规定和相关规划实施强制性保护，除必要的保护设施和附属设施外，禁止从事与资源保护无关的任何生产建设活动；禁止随意占用、征用、征收和转让林地；禁止种植掠夺水土资源、破坏土壤结构的劣质树种。	项目不位于湛江廉江塘山岭地方级森林自然公园范围	相符
			1-5.【水/禁止类】单元涉及青建岭水库饮用水水源保护区，按照《中华人民共和国水污染防治法》《广东省水污染防治条例》等相关法律法规条例实施管理。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；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。	本项目距离青建岭水库约 12708m，且项目无废水外排。	相符
			1-6.【水/禁止类】划定的畜禽养殖禁养区内，禁止任何单位和个人建立养殖场和养殖小区。	不涉及	相符
			1-7.【大气/限制类】大气环境受体敏感重点管控区（城南街道、罗洲街道），严格限制新建储油库、产生和排放有毒有害大气污染物的建设项目以及使用溶剂型油墨、涂料、清洗剂、胶黏剂等高挥发性有机物原辅材料项目，鼓励现有该类项目逐步搬迁退出。	本项目属于水泥窑及粉磨系统协同处理一般固体废物的技改项目，不涉及溶剂型油墨、涂料、清洗剂、胶黏剂等高挥发性有机物原辅料项目。	相符
			1-8.【大气/鼓励引导类】大气环境高排放重点管控区，引导工业项目集聚发展。	本项目位于大气环境高排放重点管控区，属于水泥窑及粉磨系统协同处理一般固体废物的技改项目。	相符
	2	能源资源利用	2-1.【能源/禁止类】高污染燃料禁燃区范围内，禁止销售、燃用高污染燃料，禁止新建、扩建燃用高污染燃料的设施；已建成的，应逐步或依法限期改用天然气、电或者其它清洁能源。	本项目不属于湛江市划定的高污染燃料禁燃区范围内，项目用煤、废塑料、废橡胶等作为燃料。	相符
			2-2.【水资源/限制类】贯彻落实“节	本项目不新增生活用水	相

		水优先”方针，发展节水型工业、农业、林业和服务业。	和生产废水，无废水外排。	符
3	污染物排放管控	3-1.【水/综合类】实施城镇生活污水处理提质增效，加快补齐生活污水收集和处理设施短板，基本消除城中村、老旧城区和城乡结合部生活污水收集处理设施空白区，按期完成市下达城市生活污水集中收集率、污水处理厂进水生化需氧量（BOD）浓度的增加值目标。	本项目不新增生活用水和生产废水，无废水外排。	相符
		3-2.【水/限制类】城镇污水处理设施出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918）一级 A 标准及广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26）的较严值。	不涉及	相符
		3-3.【水/综合类】畜禽养殖场、养殖小区应当依法对畜禽养殖废弃物实施综合利用和无害化处理，养殖专业户、畜禽散养户应当采取有效措施防止畜禽粪便、污水渗漏、溢流、散落。	不涉及	相符
		3-4.【水/综合类】持续推进化肥、农药减量增效，深入推进测土配方施肥和农作物病虫害统防统治与绿色防控。	不涉及	相符
		3-5.【大气/综合类】加强对包装印刷、家具家电制造、塑料等涉 VOCs 行业企业，原油、成品油、有机化学品等挥发性有机液体储罐的排查和清单化管控，推动源头替代、过程控制和末端治理。	不涉及相关行业	相符
4	环境风险防控	4-1.【风险/综合类】企业事业单位和其他生产经营者要落实环境安全主体责任，定期排查环境安全隐患，开展环境风险评估，健全风险防控措施，按规定加强突发环境事件应急预案管理。	丰诚公司已定期开展环境风险评估并编制环境应急预案，根据所制定的环境风险应急预案，丰诚公司已配备充足的环境应急物资，并定期开展应	相符
		4-2.【土壤/综合类】重点监管单位建设涉及有毒有害物质的生产装置、储罐和管道，或者建设污水处理池、应急池等存在土壤污染风险的设施，应当按照国家有关标准和规范的要求，设计、建设和安装有关防腐蚀、防泄漏设施和泄漏监测装置，防止有毒有害物质污染土壤和地下水。	本项目制定了地下水及土壤环境质量的监测计划，为建设单位定期开展相关监测提供指引。	相符

6.与水泥窑协同处理固体废物相关标准、政策及规范相符性分析

（1）本项目利用现有水泥窑及水泥粉磨协同处置一般固废。目

	前国家及环境主管部门颁发涉及水泥窑协同处置垃圾、污泥、工业废弃物等多个类型的工程设计规范，以及固体废物环境保护技术规范、协同处置污染控制标准等。其中适用于协同处置固体废物的标准、政策及规范性文件包括：《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB/T30760-2024）、《水泥窑协同处置工业废物工程设计规范》（GB50634-2010）（2015年修订）、《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）、《水泥窑协同处置垃圾工程设计规范》（GB50954-2014）、《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）、《水泥窑协同处置固体废物污染防治技术政策》（环境保护部公告2016 年第72 号）。 各标准规范的适用范围详见表1-3。

表1-3 协同处置政策文件适用范围说明

文件名称	适用范围	本项目适用情况
《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB/T30760-2024）	本文件适用于水泥窑协同处置固体废物的生产工艺过程、产品的控制及管理。	适用
《水泥窑协同处置工业废物工程设计规范》（GB50634-2010）（2015 年修订）	适用于新型干法水泥熟料生产线协同处置工业废物的设计	适用
《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）	适用于危险废物、生活垃圾、城市和工业污水处理污泥、动植物加工废物、受污染土壤、应急事件废物等固体废物在水泥窑中的协同处置	适用
《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）	适用于利用水泥窑协同处置危险废物、生活垃圾（包括废塑料、废橡胶、废纸、废轮胎等）、城市和工业污水处理污泥、动植物加工废物、受污染土壤、应急事件废物等固体废物过程的污染控制和监督管理。当水泥窑协同处置生活垃圾时，若掺加生活垃圾的质量超过入窑（炉）物料总质量的 30%，应执行《生活垃圾焚烧污染控制标准》。	适用，但本项目不属于生活垃圾掺烧项目
《水泥窑协同处置固体废物污染防治技术政策》（环境保护部公告 2016 年第 72 号）	处置固体废物的类型主要包括危险废物、生活垃圾、城市和工业污水处理污泥、动植物加工废物、受污染土壤、应急事件废物等	适用

（2）本项目与《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB/T30760-2024）、《水泥窑协同处置工业废物工程设计规范》（GB50634-2010）（2015 年修订）、《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）、《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）、《水泥窑协同处置固体废物污染防治技术政策》（环境保护部公告2016年第72 号）等以上判断适用的水泥窑协同处置规范、标准的相符性详见表1-4。

表1-4 本项目与水泥窑协同处置固体废物法律法规相符性分析表

法律法规名称	法律法规要求		本项目对应情况	相符性分析
《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB/T 30760-2024）		下列固体废物不应通过水泥窑进行协同处置： a)放射性废物； b)具有传染性、爆炸性及反应性废物； c)未经拆解的废电池、废家用电器和电子产品； d) 含汞的温度计、血压计、荧光灯管和开关； e)有钙焙烧工艺生产铬盐过程中产生的铬渣； f)石棉类废物； g)未知特性和未经鉴定的固体废物。	本项目新增的入窑原辅料种类主要为脱硫渣、脱硫灰粉、白泥、铅锌尾矿、铜渣和高铝熟料（铝灰无害化处理后物料），不涉及放射性废物，传染性、爆炸性和反应性废物；不涉及未经拆解的废电池、废家用电器和电子产品；不涉及含汞的温度计、血压计、荧光灯管和开关；不涉及有钙焙烧工艺生产铬盐过程中产生的铬渣；不涉及石棉类废物。所有入窑固体废物均为一般工业固废或鉴定为一般工业固体废物。	相符
	协同处置固体废物的鉴别和检测	水泥生产企业在接收固体废物之前，应对固体废物进行鉴别和分析，确定固体废物是否适宜水泥窑协同处置。相关程序包括： a)了解产生固体废物企业及工艺过程，确定固体废物种类、物理化学特性等基本属性。 b)拟处置的固体废物应按照 GB34330、GB5085.7 进行鉴别，工业固体废物按照 HJ/T20 进行采样，记录并报告详细的采样信息；生活垃圾按照 CJ/T313 进行采样，记录并报告详细的采样信息；危险废物按照 HJ/T298 进行采样，记录并报告详细的采样信息。 c)拟处置的危险废物宜由固体废物供应方按照国家危险废物名录（2021 年版）、HJ/T298 和 GB5085.7 进行鉴别分析，确定危险废物的危害特性，并提供检测报告。 d)鉴别分析拟处置的固体废物特性，检测内容参见附录 A。	本项目原辅料不涉及危险废物，所协同处置的一般工业固废进厂时均需开展成分检测，以确保其能进行协同处置。	相符
	水泥窑协	**水泥窑协同处置固体废物的管理要求：** 1.协同处置固体废物企业应设立处置废物的管理	1.丰诚水泥设有专职人员负责处置固体废物技术管理、环境保护和安全管理等工作。	相符

		同生产处置要求	机构，建立健全各项管理制度并有专职人员负责处置固体废物技术管理、环境保护和安全管理等工作。 2.专业技术人员配置宜满足 HJ662 相关要求：处置危险废物的企业应配备具有资质的专职安全管理人员；所有岗位的人员均应进行水泥窑协同处置固体废物相关知识及技能的培训。 3.协同处置水泥企业宜通过 GB/T19001、GB/T24001、GB/T45001 认证。	2.专业技术人员配置满足 HJ662 相关要求，所有岗位的人员均应进行水泥窑协同处置固体废物相关知识及技能的培训。 3.丰诚水泥通过 GB/T19001、GB/T24001、GB/T45001 认证。	
			水泥窑协同处置固体废物设施场地与贮存： 1.水泥窑协同处置固体废物设施场地应满足 GB30485、GB18597、HJ662 要求。贮存设施防火要求应满足 GB50016 的要求。贮存设施宜建设围墙或栅栏等隔离设施，并在设施边界周围设置防飞扬设施、安全防护设施及防火隔离带。 2.对于有挥发性或化工恶臭的固体废物，应在密闭条件或微负压条件下贮存。固体废物的贮存设施应有必要的防渗性能。贮存设施内产生的废气和渗滤液，应根据各自的性质，按照 GB30485、GB8978 相关要求处理和排放。	本项目所有原辅材料及拟处置的一般工业固体废物，依托现有项目的物料堆棚或仓库，并在堆棚或仓库设置专门的一般工业固体废物分区，采用围墙进行隔离，确保一般工业固废与常规原辅料分离，不进行混合存放。各堆棚或仓库为密闭库房，并设置有雾炮防扬尘设施，其他建设按满足 GB30485、GB18597、HJ662 要求，本项目不涉及有挥发性或化工恶臭的固体废物的处置。	相符
			水泥窑协同处置过程中固体废物的输送： 1.在生产处置厂区内可采用机械、气力、汽车等方式输送、转运固体废物，输送、转运过程中要有防扬尘、防异味发散、防泄漏等技术措施。厂区内宜有明确的机械、气力等输送装备或车辆专门通道，并设有明确醒目的标志标识；废气、废液的输送、转运管道应有明确醒目的方向、速度等标志标识。2.危险废物的输送、转运应满足 HJ2025 的要求。输送、转运管道应根据物料的安全等级设置对应的防爆技术措施。3.有挥发性或化工恶臭的固体废物，应在密闭或负压条件下输送、转运，产生的废气应导入水泥窑中或是通过空气过滤装置后达标排放。	本项目采用机械、气力、汽车等方式输送、转运固体废物，输送、转运过程中设置有防扬尘、防异味发散和防泄漏等技术措施。不涉及危险废物和有挥发性或化工恶臭的固体废物的输送、转运	相符

			水泥窑工艺技术装备及运行： 1.协同处置固体废物的水泥窑应是新型干法预分解窑，应具备生产质量控制系统、生产管理信息分析系统。水泥窑在协同处置固体废物时，应保证窑炉及其他工艺设备的正常稳定运行。在水泥窑或烟气除尘设备出现不正常状况时，应自动联机停止固体废物投料。2.窑炉烟气排放采用高效除尘器作为除尘设施，除尘器的同步运转率为100%。3.水泥窑及窑尾余热利用系统窑尾排气筒应满足 H76 要求，安装与当地环境保护主管部门联网的颗粒物、氮氧化物(NOx)、二氧化硫(SO_2)等大气污染物浓度在线监测设备。	本项目所用的是新型干法窑，具备生产质量控制系统、生产管理信息分析系统。水泥窑在协同处置固体废物时，在保证窑炉及其他工艺设备的正常稳定运行。在水泥窑或烟气除尘设备出现不正常状况时，自动联机停止固体废物投料。窑炉烟气排放采用高效布袋除尘器作为除尘设施，除尘器的同步运转率为 100%。水泥窑及窑尾余热利用系统窑尾排气筒应满足 H76 要求，安装与当地环境保护主管部门联网的颗粒物、氮氧化物（NO_x）、二氧化硫(SO_2)等大气污染物浓度在线监测设备。	相符
			水泥窑协同处置固体废物的投料： 1.水泥窑协同处置固体废物投料点可设在生料制备系统、窑尾烟室、分解炉和回转窑系统。具体要求如下：a)设在分解炉和回转窑系统上的投料点应保持负压操作；b)含挥发性有害物质或化工恶臭的固体废物，不能投入生料制备系统；c)含有机难降解或高毒性有机物的固体废物优先从窑头（窑头主燃烧器或窑门罩）投加；d)半固态或大粒径固态废物宜优先从窑尾烟室或分解炉投加；e)可燃或有机质含量较高的固体废物优先从分解炉投加，投加位置宜选择在分解炉的煤粉或三次风入口附近，并在保证分解炉内氧化气氛稳定的前提下，尽可能靠近分解炉下部，以确保足够的烟气停留时间。 2.水泥窑协同处置固体废物投料应有计量和自动控制进料装置。在水泥窑达到正常工况并稳定运行至少 4h 后，可开始投加固体废物；在水泥窑计划停机前至少 4h 内不应投加固体废物。 3.固体废物机械输送投加装置的卸料点应设置防风、防雨设施。采用非密闭机械输送投加装置(如传送带、提升机等)的入料端口和人工投加口应设	本项目水泥窑处置固体废物投料点设在生料制备系统，不涉及挥发性有害物质和化工恶臭的固体废物；配置有计量和自动控制进料装置；输送、投料设置防风、防雨、防尘设施。	相符

			置在线监视系统，并将监视视频实时传输至中央控制室显示屏幕。		
		入窑生料重金属含量参考限值	入窑生料中重金属含量不宜超过表 1 中规定的参考限值，也能参考 HJ662 中的重金属最大允许投加量限值确定水泥窑协同处置固体废物投料量（砷：28mg/kg；铅：67mg/kg；镉：1.0mg/kg；铬：98mg/kg；铜：65mg/kg；镍：66mg/kg；锌：361mg/kg；锰：384mg/kg）	参考 HJ662 中的重金属最大允许投加量，各重金属的投加量控制为：汞（Hg）：0.0458mg/kg-cli；铊+镉+铅+15×砷(Tl+Cd+Pb+15×As)：170.89mg/kg-cli；铍+铬+10×锡+50×锑+铜+锰+镍+钒（Be+Cr+10Sn+50Sb+Cu+Mn+Ni+V）：1124.3627mg/kg-cli。满足 HJ662 限值要求。	相符
		水泥熟料中重金属含量限值	水泥窑协同处置固体废物时，水泥熟料中重金属元素含量不宜超过表 2 规定的限值。（砷：40mg/kg；铅：100mg/kg；镉：1.5mg/kg；铬：150mg/kg；铜：100mg/kg；镍：100mg/kg；锌：500mg/kg；锰：600mg/kg）	水泥熟料满足重金属元素含量表 2 规定的限值要求。	相符
		水泥熟料中可浸出重金属含量限值	1.水泥窑协同处置固体废物时，水泥熟料中可浸出重金属含量不应超过表 3 规定的限值（砷：0.1mg/L；铅：0.3mg/L；镉：0.03mg/L；铬：0.2mg/L；铜：1.0mg/L；镍：0.2mg/L；锌：1.0mg/L；锰：1.0mg/L）。2.将水泥熟料样品按照 GB/T21372 的方法制成 I 型硅酸盐水泥，按 GB/T30810 规定的方法测定可浸出重金属含量。	水泥熟料中可浸出重金属含量满足表 3 规定的限值。	相符
		检测频次	当首次处置某种危险废物时，水泥熟料中重金属含量检测频次不低于每天 1 次：连续一周检测结果稳定且不超出本文件规定限值，在危险废物来源及投料量稳定的前提下，频次可减为每周 1 次；连续 2 个月检测结果稳定且不超出本文件规定限值，频次可减为每月 1 次；若在此期间检测结果出现异常或危险废物来源发生变化或中断处置超过半年以上，频次重新调整为每天 1 次，依次重复。当首次处置某种危险废物时，应进行水泥熟料中可浸出重金属含量检测，在水泥熟料重金属	本项目不协同处置危险废物	

			含量检测合格、危险废物来源及投料量稳定的前提下，频次为每月 1 次；连续 2 个月检测结果稳定且不超出文件规定限值，频次可减为每半年 1 次：若在此期间检测结果出现异常或危险废物来源发生变化或中断处置超过半年以上，频次重新调整为每月 1 次，依次重复。		
			当首次处置某种一般废物时，水泥熟料中重金属含量检测频次不低于每周 3 次；连续两周检测结果稳定且不超出本文件规定限值，在废物来源及投料量稳定的前提下，频次可减为每月 1 次：连续 3 个月结果稳定且不超出文件规定限值，频次可减为 3 个月 1 次：若在此期间试验结果出现异常或废物来源发生变化或中断处置超过半年以上，频次重新调整为每周 3 次，依次重复。当首次处置某种一般废物时，应进行水泥熟料中可浸出重金属含量检测，在这种废物来源及投料量稳定的前提下，频次为每月 1 次；连续 3 个月检测结果稳定且不超出文件规定限值，频次可减为每年 1 次；若在此期间检测结果出现异常或危险废物来源发生变化或中断处置超过半年以上，频次重新调整为每月 1 次，依次重复。	本项目建成后，项目按当首次处置某种一般废物时，水泥熟料中重金属含量检测频次不低于每周 3 次；连续两周检测结果稳定且不超出本文件规定限值，在废物来源及投料量稳定的前提下，频次可减为每月 1 次：连续 3 个月结果稳定且不超出文件规定限值，频次可减为 3 个月 1 次：若在此期间试验结果出现异常或废物来源发生变化或中断处置超过半年以上，频次重新调整为每周 3 次，依次重复。当首次处置某种一般废物时，应进行水泥熟料中可浸出重金属含量检测，在这种废物来源及投料量稳定的前提下，频次为每月 1 次；连续 3 个月检测结果稳定且不超出文件规定限值，频次可减为每年 1 次；若在此期间检测结果出现异常或危险废物来源发生变化或中断处置超过半年以上，频次重新调整为每月 1 次，依次重复。	相符
	《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）	协同处置设施技术要求	水泥窑要求：窑型为新型干法水泥窑单线设计熟料生产规模不小于 1239 吨/日，对于改造利用原有设施协同处置固体废物的水泥窑，在改造之前原有设施应连续两年达到 GB4915 的要求。 采用窑磨一体机模式，配备在线监测设备，保证运行工况的稳定，水泥窑及窑尾余热利用系统采用高效布袋除尘器作为烟气除尘设施，保证排放烟气中颗粒物浓度满足 GB30485 的要求。水泥窑及窑尾余热利用系统排气筒配备粉尘、NO_x、SO_2 浓度在线监测设备，连续监测装置需满足 HJ/T76	本项目情况：依托现有的窑型为单线规模为 6000t/d 的新型干法水泥窑。利用原有设施协同处置固体废物的水泥窑；根据企业提供的现状监测数据，现状水泥窑近 3 年的监测数据显示均能达到 GB4915 中大气污染物特别排放限值的要求；依托的现有水泥窑采用窑磨一体机模式；依托的现有水泥窑已安装在线监测设备，运行工况稳定；水泥窑及窑尾余热利用系统采用高效布袋除尘器作为烟气除尘设施，根据近年的监测结果，烟气	相符

			的要求，并与当地监控中心联网，保证污染物排放达标。配备窑灰返窑装置，将除尘器等烟气处理装置收集的窑灰返回送往生料入窑系统。	中颗粒物浓度能满足 GB30485 的要求；水泥窑头颗粒物及窑尾颗粒物、NOx、SO_2 均安装在线监测设备，并与湛江市生态环境局联网，本项目布袋除尘系统截留窑灰配套返窑装置，返回生料入窑系统。	
			水泥窑所处位置要求：符合城市总体发展规划、城市工业发展规划要求。所在区域无洪水、潮或内涝威胁。设施所在标高应位于重现期不小于 100 年一遇的洪水位之上，并建设在现有和各类规划中的水库等人工蓄水设施的淹没区和保护区之外。	本项目情况：本项目在丰诚公司厂内建设，不新增用地，根据前文分析可知，符合城市总体发展规划、城市工业发展规划要求。项目设施所在标高位于重现期不小于 100 年一遇的洪水位之上，并建设在现有和各类规划中的水库等人工蓄水设施的淹没区和保护区之外，因此本项目选址所在区域无洪水、潮水或内涝威胁。	相符
			固体废物投加设施要求：能实现自动进料，并配置可调节投加速率的计量装置实现定量投料。固体废物输送装置和投加口应保持密闭，固体废物投加口应具有防回火功能。保持进料通畅以防止固体废物搭桥堵塞。配置可实时显示固体废物投加状况的在线监视系统具有自动联机停机功能，当水泥窑或烟气处理设施因故障停止运转，或者当窑内温度、压力、窑转速、烟气中氧含量等运行参数偏离设定值时，或者烟气排放超过标准设定值时，可自动停止固体废物投加。处理腐蚀性废物时，投加和输送装置应采用防腐材料。	本项目情况：项目原辅料的暂存、进料过程均为自动化控制，进料过程配置计量装置定量投料。原料输送装置和投加口均为密闭。配置可实时显示固体废物投加状况的在线监视系统，具有自动联机停机功能。	相符
			固体废物贮存设施：固体废物贮存设施应专门建设，以保证固体废物不与水泥生产原料、燃料和产品混合贮存。固体废物贮存设施内应专门设置不明性质废物暂存区。不明性质废物暂存区应与其他固体废物贮存区隔离，并设有专门的存取通道。固体废物贮存设施应符合 GB50016 等相关消防规范的要求。与水泥窑窑体、分解炉和预热器保持一定的安全距离；贮存设施内应张贴严禁烟火的明显标识；应根据固体废物特性、贮存和卸	本项目情况：固体废物依托现有水泥原辅料堆棚或仓库，通过在堆棚或仓库内采用围墙的方式进行分区分类贮存，成品采用单独的水泥库进行贮存。可确保固体废物不与水泥生产原料、燃料和产品混合贮存。本项目不接收不明性质的废物，不设不明性质废物暂存区。原有原辅料堆棚或仓库已按 GB50016 等相关消防规范的要求并通过了消防验收。并与水泥窑窑体、分解炉和预热器保持一定	相符

			载区条件配置相应的消防警报设备和灭火药剂；贮存设施中的电子设备应接地，并装备抗静电设备；应设置防爆通讯设备并保持通畅完好	的安全距离；并根据固体废物特性、贮存和卸载区条件配置相应的消防警报设备和灭火药剂。消防灭火设备、建筑物的耐火等级及安全疏散、门、窗等的确定根据《建筑设计防火规范》及《水泥工厂设计规范》执行。	
			固体废物预处理设施：固体废物的破碎、研磨、混合搅拌等预处理设施有较好的密闭性，并保证与操作人员隔离；含挥发性和半挥发性有毒有害成分的固体废物的预处理设施应布置在室内车间，车间内应设置通风换气装置，排出气体应通过处理后排放或导入水泥窑高温区焚烧，预处理设施所用材料需适应固体废物特性以确保不被腐蚀，并不与固体废物发生任何反应。预处理设施应符合 GB50016 等相关消防规范的要求。区域内应配备防火防爆装置，灭火用水储量大于 50m³；配备防爆通讯设备并保持通畅完好。对易燃性固体废物进行预处理的破碎仓和混合搅拌仓，为防止发生火灾爆炸等事故，应优先配备氮气充入装置。危险废物预处理区域及附近应配备紧急人体清洗冲淋设施，并标明用途应根据固体废物特性及入窑要求，确定预处理工艺流程和预处理设施。	本项目情况：不设预处理工序，预处理为产废单位进行，入厂后可直接入窑处置。	
			固体废物厂内输送设施：在固体废物装卸场所、贮存场所、预处理区域、投加区域等各个区域之间，应根据固体废物特性和设施要求配备必要的输送设备。固体废物的物流出入口以及转运、输送路线应远离办公和生活服务设施。输送设备所用材料应适应固体废物特性，确保不被腐蚀和不与固体废物发生任何反应管道输送设备应保持良好的密闭性能，防止固体废物的滴漏和溢出非密闭输送设备（如传送带、抓料斗等）应采取防护措施（如加设防护罩），防止粉尘飘散移动式输送设备，应采取措施防止粉尘飘散和固体废物遗撒	现有厂内输送设施主要为传送带、提升机和管道，本项目协同处置的固废性质稳定，不会与输送设施发生反应，也不具有腐蚀性。各传送带、提升机或管道均采取了密闭的措施，防止固体废物输送过程中的粉尘飘散和固体废物遗撒。	相符

			分析化验室：厂内输送危险废物的管道、传送带应在显眼处标有安全警告信息，从事固体废物协同处置的企业，应在原有水泥生产分析化验室的基础上，增加必要的固体废物分析化验设备	本项目情况：本项目依托原有化验室和分析化验设备对原辅料进行分析化验，能满足分析化验要求。	相符
		固体废物特性要求	禁止在水泥窑中协同处置以下废物：放射性废物、爆炸物及反应性废物、未经拆解的废电池、废家用电器和电子产品、含汞的温度计、血压计、荧光灯管和开关、铬渣、未知特性和未经鉴定的废物。	本项目情况：本项目处置的均为一般工业固废，仅接收确定特性或经鉴定的一般固废物，且不接收放射性废物、爆炸物及反应性废物、未经拆解的废电池、废家用电器和电子产品、含汞的温度计、血压计、荧光灯管和开关、铬渣。	相符
			入窑协同处置的固体废物特性要求：入窑固体废物应具有稳定的化学组成和物理特性，其化学组成、理化性质等不应对水泥生产过程和水泥产品质量产生不利影响。入窑固体废物中如含有指定的重金属成分，其含量应该满足本标准限值要求。入窑固体废物中氯（Cl）和氟（F）元素的含量不应对水泥生产和水泥产品质量造成不利影响，其含量应该满足本标准第 6.6.8 条的要求。入窑固体废物中硫（S）元素含量应满足本标准第 6.6.9 条的要求。具有腐蚀性的固体废物，应经过预处理降低废物腐蚀性或对设施进行防腐性改造，确保不对设施造成腐蚀后方可进行协同处置。	本项目情况：本项目入窑固体废物均具有稳定的化学组成和物理特性，其化学组成、理化性质等不会对水泥生产过程和水泥产品质量产生不利影响。项目要求入窑废物中重金属含量、氯含量、氟含量、硫元素含量满足 HJ662-2013 的要求。本项目不涉及腐蚀性废物。	相符
			替代混合材的废物特性要求：作为替代混合材的固体废物应该满足国家或者行业有关标准，并且不对水泥质量产生不利影响。危险废物、有机废物不能作为混合材料。	本项目情况：本项目不涉及危险废物、有机废物作为混合材原料。且替代混合材入厂前开展检测，确保入厂的替代混合材满足国家或者行业有关标准。	相符
		固体废物投加的技术需求	入窑物料（包括常规原料、燃料和固体废物）中重金属的最大允许投加量不应大于表 1 所列限值，对于单位为 mg/kg-cem 的重金属，最大允许投加量还包括磨制水泥时由混合材带入的重金属。即各重金属的最大允许投加量为：汞（Hg）：0.23mg/kg-cli，铊+镉+铅+15×砷(Tl+Cd+Pb+15×As)：230mg/kg-cli，铍+铬+10×锡+50×锑+铜+	本项目情况：各重金属的投加量控制为：汞（Hg）：0.0458mg/kg-cli；铊+镉+铅+15×砷(Tl+Cd+Pb+15×As)：170.89mg/kg-cli；铍+铬+10×锡+50×锑+铜+锰+镍+钒（Be+Cr+10Sn+50Sb+Cu+Mn+Ni+V）：1124.3627mg/kg-cli。	相符

			锰+镍+钒（Be+Cr+10Sn+50Sb+Cu+Mn+Ni+V）：1150mg/kg-cli，总铬（Cr）：320mg/kg-cem，六价铬（Cr+）：10mg/kg-cem，锌（Zn）：37760mg/kg-cem，锰（Mn）：3350mg/kg-cem，镍（Ni）：640mg/kg-cem，钼（Mo）：310mg/kg-cem，砷（As）：4280mg/kg-cem，镉（Cd）：40mg/kg-cem，铅（Pb）：1590mg/kg-cem，铜（Cu）：7920mg/kg-cem，汞（Hg）：4mg/kg-cem。		
		协同处置运行操作技术要求	固体废物的准入评估：为保证协同处置过程不影响水泥生产过程和操作运行安全，确保烟气排放达标，在协同处置企业与固体废物产生企业签订协同处置合同及固体废物运输到协同处置企业之前，应对拟协同处置的固体废物进行取样及特性分析。 在完成样品分析测试以后，根据下列要求对固体废物是否可以进厂协同处置进行判断：企业具有协同处置该类固体废物的能力，协同处置过程中的人员健康和环境安全风险能够得到有效控制；该类固体废物的协同处置不会对水泥的稳定生产、烟气排放、水泥产品质量产生不利影响	本项目情况：本项目处置的一般工业固废，在实际运行后将对入厂的固体废物的物理组成、成分占比、热值及含水率等影响因素进行检测分析和预判，按入库流程，包装规格、检测结果等均符合要求才能入库。 本项目自动化程度较高，进料、破碎、投料等均为自动化控制，因此协同处置不对企业人员健康和环境安全造成影响；本项目不涉及协同处置危险废物。	相符
			固体废物贮存的技术要求：固体废物应与水泥厂常规原料、燃料和产品分开贮存，禁止共用同一贮存设施。	本项目情况：本项目协同处置的固废贮存专门分区的原辅料堆棚内，通过围墙隔离，不与常规原料、燃料和产品混合堆放。	相符
			固体废物预处理的技术要求：在进行固体废物的厂内输送时，应采取必要的措施防止固体废物的扬尘、溢出和泄漏。固体废物运输车辆应定期进行清洗。	本项目情况：本项目设置固定的厂内输送路线，运输车辆选用防扬尘的运输车，避免扬尘、溢出和泄漏等问题。	相符
		协同处置污染物排放控制要	窑灰排放和旁路放风控制：为避免外循环过程中挥发性元素（Hg、Tl）在窑内的过度累积，协同处置水泥企业在发现排放烟气中 Hg 或 Tl 浓度过高时宜将除尘器收集的窑灰中的一部分排出水泥窑循环系统。为避免内循环过程中挥发性元素和物质（Pb、Cd、As 和碱金属氯化物、碱金属	本项目情况：本项目不设置旁路放风系统，并在配料端控制入窑的有害元素，避免内外循环的挥发性元素及碱金属氯化物、碱金属硫酸盐等在窑内的过度积累。根据《关于印发<关于推进实施水泥行业超低排放的意见><关于推进实施焦化行业超低排放的意见>	相符

		求	硫酸盐等）在窑内的过度积累，协同处置企业可定期进行旁路放风。未经处置的从水泥窑循环系统排出的窑灰和旁路放风收集的粉尘不得再返回水泥窑生产熟料。从水泥窑循环系统排出的窑灰和旁路放风收集的粉尘若采用直接掺加入水泥熟料的处置方式，应严格控制其掺加比例，确保水泥产品中的氯、碱、硫含量满足要求，水泥产品环境安全性满足相关标准的要求。水泥窑旁路放风排气筒大气污染物排放限值按照 GB30485 的要求执行	的通知》（环大气〔2024〕5 号）“附件：关于推进实施水泥行业超低排放的意见——（四）强化全过程精细化环境管理——外排环境的烟气旁路，应采取彻底拆除、切断、物理隔离等方式取缔，因安全生产需要保留的，在非紧急情况下保持关闭并铅封，通过安装自动监测设备、流量计等方式加强监管，鼓励在旁路设置感应式阀门，阀门开启状态、开度等信号接入中控系统，并保存历史记录。”，故本项目不设置旁路放风系统是合理的。	
			水泥产品环境安全性控制：生产的水泥产品质量应满足 GB175 的要求。协同处置固体废物的水泥窑生产的水泥产品中污染物的浸出应满足国家相关标准。	本项目情况：本项目按 GB175 的要求进行水泥的生产及质量控制。协同处置后本项目生产的水泥产品中污染物的浸出按 GB/T 30760 检测频次开展水泥熟料检测并按要求开展水泥质量检测，以确保水泥及熟料满足国家相关标准。	相符
			烟气排放控制：水泥窑协同处置固体废物的排放烟气应满足 GB30485 的要求。按照 GB30485 的要求对协同处置固体废物水泥窑排放烟气进行监测，水泥窑及窑尾余热利用系统排气筒总有机碳（TOC）因协同处置固体废物增加的浓度应满足 GB30485 的要求。	本项目情况：根据工程分析可知，协同处置后本项目水泥窑协同处置固体废物的排放烟气满足 GB30485 的要求。按照 GB30485 的要求对协同处置固体废物水泥窑排放烟气进行监测，水泥窑及窑尾余热利用系统排气筒总有机碳（TOC）因协同处置固体废物增加的浓度应满足 GB30485 的要求。	相符
		《水泥窑协同处置固体废物污染防治技术政策》（环境保护部公告 2016 年第 72 号）	源头控制	协同处置固体废物应利用现有新型干法水泥窑，并采用窑磨一体化运行方式。本技术政策发布之后新建、改建或扩建处置危险废物的水泥企业，应选择单线设计熟料生产规模 4000 吨/日及以上水泥窑。鼓励利用符合《水泥行业规范条件（2015 年本）》的水泥窑协同处置固体废物，拟改造前应符合《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）的要求	本项目依托现有 6000t/d 的新型干法水泥熟料生产线，采用窑磨一体化的运行方式；根据现有项目验收监测及近三年的监测数据可知，改造前现有项目各污染物排放均能符合《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）的要求。	相符
				应根据生产工艺与技术装备，合理确定水泥窑协	项目入窑的废物不含有规范中禁止入窑的	相符

			同处置固体废物的种类及处置规模。严禁利用水泥窑协同处置具有放射性、爆炸性和反应性废物，未经拆解的废家用电器、废电池和电子产品，含汞的温度计、血压计、荧光灯管和开关，铬渣，以及未知特性和未经过检测的不明性质废物	废物。	
		清洁生产	水泥窑协同处置固体废物，应对进场接收、贮存与输送、预处理和入窑处置等场所或设施采取密闭、负压或其他防漏散、防飞扬、防恶臭的有效措施	本项目固体废物接收、贮存场所依托现有密闭的原辅料堆棚分区贮存及接收，输送依托密闭的输送带、提升机和管道；不设置预处理工序；入窑处置为密闭过程。可防止漏散、防飞扬。	相符
			固体废物在水泥企业应分类贮存，贮存设施应单独建设，不应与水泥生产原燃料或产品混合贮存	本项目协同处置的固体废物依托现有原料、混合材料堆棚贮存，堆棚设计分区，不与水泥生产原燃料或产品混合贮存。	相符
			根据协同处置固体废物特性及入窑要求，合理确定预处理工艺。水泥厂内进行污泥干化时，宜单独设置污泥干化系统，干化热源宜利用水泥窑废气余热。	本项目不设置预处理工艺，不处置污泥。	相符
			严格控制水泥窑协同处置入窑废物中重金属含量及投加量；水泥熟料中可浸出重金属含量限值应满足《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB 30760）的相关要求。水泥窑协同处置重金属类危险废物时，应提高对水泥熟料重金属浸出浓度的检测频次。严格控制入窑废物中氯元素的含量，保证水泥窑能稳定运行和水泥熟料质量，同时遏制二噁英类污染物的产生	本项目严格执行《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB 30760-2024），通过入库检测、成分配伍等方式严格控制入窑废物重金属含量及投加量。根据类比分析可知，水泥熟料中可浸出重金属含量控制在《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB30760-2024）的限值范围内；本项目投入运行后，按 GB30760 要求的检测频次开展监测。对于氯元素，根据元素平衡，项目引入的氯元素满足文件限制要求。项目高温区温度为 1050~1500℃，废物能高效被焚毁，尾气又设置急冷的处理措施，能有效遏制二噁英类污染物的产生。	相符
			固体废物入窑投加位置及投加方式应根据水泥窑运行条件及预处理情况，在满足《水泥窑协同处	本项目固废投加位置均为生料制备系统，满足水泥窑运行条件，并通过固体废物的成	相符

			置固体废物环境保护技术规范》（HJ 662-2013）要求的同时，根据固体废物的成分、热值等参数进行合理配伍，保障固体废物投加后水泥窑能稳定运行。含有机挥发性物质的废物、含恶臭废物及含氰废物不能投入生料制备系统，应从高温段投入水泥窑。	分、热值等参数进行合理配伍，保障固体废物投加后水泥窑能稳定运行，本项目所协同处置的固废类别不含有机挥发性物质的废物、恶臭废物及氰废物，同时满足《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）要求。	
			水泥窑协同处置固体废物应按照废物特性和水泥生产要求配置相应的投加计量和自动控制进料装置。	本项目依托现有的投加计量和自动控制进料装置，满足本次技改固废投料的要求。	相符
		末端治理	水泥窑协同处置固体废物设施，窑尾烟气除尘应采用高效袋式除尘器。2014 年 3 月 1 日前已建成投产或环境影响评价文件已通过审批的协同处置固体废物设施，如窑尾采用电除尘器，应持续提升其运行的稳定性，提高除尘效率，确保污染物连续稳定达标排放，鼓励将电除尘器改造为高效袋式除尘器。加强对协同处置固体废物水泥窑除尘器的运行与维护管理，确保除尘器与水泥窑生产百分之百同步运转。	本项目依托的现有水泥生产线窑尾烟气已采用高效袋式除尘器。定期对协同处置固体废物水泥窑除尘器进行维护管理，除尘器与水泥窑生产百分之百同步运转。	相符
			水泥窑协同处置过程中的氮氧化物、二氧化硫等污染物排放控制应执行《水泥工业污染防治技术政策》（环境保护部公告 2013 年第 31 号）的相关要求。	本项目依托现有水泥熟料生产线，采用窑磨一体化运行方式，SO_2 在 800～1000℃的温度，被物料中的氧化钙等碱性氧化物吸收生成硫酸钙及亚硫酸钙等中间物质，从而被固化。NOx 采用“分级燃烧+SNCR 脱硝+SCR”处理，均能满足《水泥工业污染防治技术政策》（环境保护部公告 2013 年第 31 号）的相关要求。	相符
			水泥窑协同处置固体废物产生的渗滤液、车辆清洗废水及协同处置废物过程产生的其他废水，可经适当预处理后送入城市污水处理厂处理，或单独设置污水处理装置处理达标后回用，如果废水产生量小可直接喷入水泥窑内焚烧处置。严禁将未经处理的渗滤液及废水以任何形式直接排放	本项目无渗滤液产生。本项目无废水外排，不存在废水直接排放的情况。	相符

			水泥窑旁路放风系统排出的废气不能直接排放，应与窑尾烟气混合处理或单独处理。旁路放风排气筒污染物排放限值和监测方法应执行《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB 3048-2013）的相关要求。对标准中未包含的特征污染物应符合环境影响评价提出的相关排放限值的要求	本项目不设置旁路放风系统	/
		二次污染	协同处置固体废物水泥窑的窑尾除尘灰宜返回原料系统，但为避免汞等挥发性重金属在窑内过度积累而排出的窑尾除尘灰和旁路放风粉尘不应返回原料系统。如果窑灰和旁路放风粉尘需要送至厂外进行处理处置，应按危险废物进行管理	本项目窑尾除尘器收集的烟（粉）尘将送回生料均化库。	相符
			污泥干化系统、生活垃圾贮存及预处理产生的废气应送入水泥窑高温区焚烧处理或在干化系统中安装废气除臭设施，采用生物、化学等除臭技术处理后达标排放。在水泥窑停窑期间，固体废物贮存及预处理产生的废气、污泥干化系统产生的废气须经废气治理设施处理后达标排放	本项目不处置污泥。	/
	《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB 30485-2013）	协同处置设施	用于协同处置固体废物的水泥窑应满足条件	与 HJ662-2013 要求一致，见前文分析	相符
			用于协同处置固体废物的水泥窑所处位置应满足条件	与 HJ662-2013 要求一致，见前文分析	相符
			应有专门的固体废物贮存设施	与 HJ662-2013 要求一致，见前文分析	相符
			应根据所需要协同处置的固体废物特性设置专用固体废物投加设施	与 HJ662-2013 要求一致，见前文分析	相符
			固体废物的协同处置应确保不会对水泥生产和污染控制产生不利影响	与 HJ662-2013 要求一致，见前文分析	相符
		入窑协同处置固废特性	禁止下列固体废物入窑进行协同处置： ——放射性废物； ——爆炸物及反应性废物； ——未经拆解的废电池、废家用电器和电子产品； ——含汞的温度计、血压计、荧光灯管和开关； ——铬渣；	项目入窑的废物不含有规范中禁止入窑的废物。	相符

	——未知特性和未经鉴定的废物。			
		入窑固体废物应具有相对稳定的化学组成和物理特性，其重金属以及氯、氟、硫等有害元素的含量及投加量应满足 HJ 662 的要求。	根据前文分析可满足 HJ662-2013 要求	相符
	运行技术要求	在协同处置固体废物时，水泥窑及窑尾余热利用系统排气筒总有机碳（TOC）因协同处置固体废物增加的浓度不应超过 10mg/m^3，TOC 的测定步骤和方法执行 HJ 662 和 HI/T38 等国家环境保护标准。	本项目协同处置前进行水泥窑及窑尾余热利用系统排气筒 TOC 本底监测，确保协同处置固体废物时 TOC 增加的浓度不应超过 10mg/m^3。	相符
	污染物排放限值	利用水泥窑协同处置固体废物时，水泥窑及窑尾余热利用系统排气筒大气污染物中颗粒物、二氧化硫、氮氧化物和氨的排放限值按 GB4915 中的要求执行。除列入本标准 7.1 条外的其他污染物执行表 1 规定的最高允许排放浓度。	根据工程分析可知，本项目窑尾废气中的颗粒物、二氧化硫、氮氧化物和氨执行 GB4915 中的特别排放限值；其余污染物均按该标准中表 1 排放浓度执行。	相符
		固体废物贮存、预处理等设施产生的废气应导入水泥窑高温区焚烧；或经过处理达到 GB14554 规定的限值后排放。	正常工况下，本项目不涉及挥发性及恶臭固体废物的处置，不设置预处理工序，不产生贮存、预处理废气。	相符
		生活垃圾渗滤液、车辆清洗废水以及水泥窑协同处置固体废物过程产生的其他废水收集后可采用喷入水泥窑内焚烧处置、采用密闭运输送到城市污水处理厂处理、排入城市排水管道进入城市污水处理厂处理或者自行处理等方式。废水排放应符合国家相关水污染物排放标准要求。	本项目无废水外排，不存在废水直接排放的情况。	相符

二、建设项目工程分析

建设内容

一、项目由来

廉江市丰诚水泥有限公司（以下简称“丰诚公司”）位于广东省廉江市石岭镇沙塘村工业南面（中心地理坐标：110°9'11.581"E，21°38'34.832"N，地理位置详见附图1），主要从事水泥、水泥熟料的生产。丰诚公司拥有一条6000t/d的新型干法水泥熟料生产线，此生产线已稳定投产，熟料总产能186万吨/年，水泥总产量300万吨/年。

随着社会经济的发展，我国固体废物的产生量持续增长，利用新型干法水泥窑协同处置固体废物，可促进废弃物的资源化利用和无害化处理；并且通过协同资源化，可以构建循环经济链条，减少企业能源和资源消耗量，实现绿色化转型，树立承担社会责任、保护环境的良好形象。

为促进废弃物的资源化利用和无害化处理，丰诚公司于2022年9月完成“廉江市丰诚水泥有限公司利用水泥窑协同处置铝灰渣（4.5万吨年）技改项目”的环评报批工作，并取得批复，目前由于市场原因，该项目暂未实施；为减少水泥生产对煤炭资源的依赖，优化能源结构、降低水泥生产能耗和运行成本，推进水泥企业节能降碳和绿色转型，丰诚公司于2023年3月完成“廉江市丰诚水泥有限公司替代燃料节能减碳技术改造项目”的环评报批工作，并获得相关批复，目前该项目已经竣工并投入运营。

为进一步推进社会经济的可持续发展，提升企业社会经济效益，减少能源及矿物质原料资源的消耗量，丰诚公司利用现有项目进一步增加协同处置固体废物种类及数量，形成“水泥熟料生产线处置及综合利用一般固体废物技术改造项目”（以下简称“本项目”）。新增协同处置一般工业固体废物合计33.34万吨，其中入窑21.34万t/a、粉磨系统12万t/a，并新增火山灰作为混合材原料用于水泥粉磨系统。

根据《中华人民共和国生态环境法典》、中华人民共和国生态环境部令第16号《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）等有关规定，本项目属于“四十七、生态保护和环境治理业-一般工业固体废物（含污水处理污泥）、建筑施工废弃物处置及综合利用-其他”类别，应编制环境影响报告表。因此建设单位委托本公司承担该建设项目的环境影响评价工作，我公司进行了现场勘察

和项目资料收集，按照相关导则及技术规范，编制完成了《水泥熟料生产线处置及综合利用一般固体废物技术改造项目环境影响报告表》。

二、建设内容及规模

1.技改内容及依托工程说明

依托现有水泥生产线进行处置或综合利用一般固体废物，保持水泥产能不变的情况下，新增协同处理一般固废8种，新增火山灰原矿作为混合材。主要建设内容：利用水泥窑新增协同处置脱硫渣、脱硫灰粉、白泥、铅锌尾矿、铜渣和高铝熟料（铝灰无害化处理后物料）等共计21.34万t/a；粉磨系统协同处置粒化高炉矿渣、燃煤炉渣等一般固废共计12万t/a，新增火山灰作为粉磨系统混合材，共计2万t/a。所有生产设施、环保设施均依托水泥厂内现有设施和设备为主。

具体建设内容和组成详见下表。

表2-1 本项目建设内容及与现有项目依托关系一览表

工程组成	系统或工段		工程建设内容	依托关系
主体工程	生料制备系统	石灰石预均化堆场	1 个石灰石预均化堆场，合计堆存能力 2×41000=81239t	依托
			1 台侧式悬臂堆料机，单台的堆料能力 1200t/h	依托
			1 台桥式刮板取料机，单台的堆料能力 750t/h	依托
		辅助原料堆棚及预均化库	1 个 200m×33m 的原料堆棚，主要堆放黏土、砂土、铁质材料	依托
			1 个原料预均化堆场	依托
			1 台侧式悬臂堆料机，单台的堆料能力为 400t/h	依托
			1 台侧式刮板取料机，取料能力为 300t/h	依托
		原料配料站	1 座原料配料站，共设 4 个原料调配库：石灰石 1 个、砂土 1 个、粘土 1 个、铁质材料 1 个	依托
		原料粉磨系统	1 套辊式磨用于原料粉磨，2 台辊压机，生产能力 900~1350t/h，出磨细度：0.09mm 筛余 35%	依托
			2 个圆锥体仓，位于原料磨系统两侧，每个的尺寸均为 Φ3.6×17m，每个粉状材料仓总储存量为 160t，通过双调速定量给料机输入原料粉磨系统	依托
		生料均化及入窑系统	1 个生料均化库，储存量 12390t	依托
			生料均化后经空气输送斜槽和斗式提升机，再通过分料阀、锁风阀分别喂入双系列预热器的两个进料口	依托
			一套替代燃料计量及输送系统，包括皮带斗式提升机和皮带秤中喂料机	依托
	熟料烧成系统	烧成系统	现有 1 条已建的 6000t/d 干法水泥熟料生产线：包括五级双系列悬浮预热器、Φ8.6×44.95m 在线分解炉、Φ5.2×78m 回转窑、控制流篦式冷却机	依托
		熟料储存及输送	1 个Φ75m 熟料圆库，储存总能力为 190000t	依托
			出库熟料由胶带输送机送至水泥配料站的熟料库中	依托

			原煤破碎及预均化库	1 个原煤堆场，储存能力为 8000t	依托
				1 个原煤预均化场，总储存能力为 12000t	依托
				1 台侧式悬臂堆料机，堆料能力 400t/h（与辅助原料共用）	依托
				1 台桥式刮板取料机，取料能力 150t/h	依托
			煤粉制备系统	2 台钢球磨煤机，生产能力 42t/h，出磨成品细度：R80μm 筛余≤1.5%，用于煤粉制备	依托
				2 台煤磨动态选粉机，选粉风量：90000~112390 m^3/h，成品细度：R80μm 筛余≤5%	依托
		水泥生产系统	石灰石、混合材储存	1 个石膏堆场，堆存能力为 8500t	依托
				1 个混合材堆场，堆存能力为 6000t	依托
				1 个脱硫石膏堆棚，堆存能力为 10000t；2 个粉煤灰库储存能力 2000t	依托
			水泥调配站	水泥调配站 A：熟料圆库 1 个，储存能力 1000t；石灰石圆库 2 个，储存能力为 2×1000t；炉渣圆库 1 个，储存能力 700t；页岩圆库 1 个，储存能力 700t；	依托
				水泥调配站 B：熟料圆库 1 个，储存能力 1000t；石灰石圆库 2 个，储存能力为 2×1000t；炉渣圆库 1 个，储存能力 700t；页岩圆库 1 个，储存能力 700t	依托
			水泥粉磨	3 台辊压机，辊压宽度为 1.4m，轧辊直径 1.6m，单台通过量 750t/h	依托
				3 台选粉机，单台水泥产量 170t/h、最大循环量 675t/h	依托
				3 台Φ4.2×13m 球磨，单台生产能力为 190t/h	依托
			水泥储存	6 座Φ22.5×52m 水泥圆库，储存能力为 6×12390t	依托
				4 座Φ8×25m 水泥散装库，储存能力为 4×600t	依托
			水泥包装及成品发运	5 台八嘴回转式包装机，每台包装能力为 120t/h	依托
				包装后袋装水泥由装车机装入汽车后发运，共设 10 条装车通道	依托
			水泥散装	4 台水泥库底设水泥散装机，每台能力 300t/h	依托
	辅助工程	储运工程		原辅材料采用汽车运输入厂，厂内原辅材料输送均采用封闭皮带运输	依托
		压缩空气站		设压缩空气站 1 座	依托
		其他		中控室、化验室、机修车间、材料库	依托
	余热发电机组	生产规模及数量		1 组 12MW 低温余热发电系统，年发电量 8928×10^4 kW·h，年供电量 8184×10^4 kW·h	依托
		窑头 AQC 炉		窑头设置立式 AQC 炉 1 台，高压蒸汽产汽量 21t/h，低压蒸汽产汽量 4.5t/h	依托
		窑尾 SP 炉		窑尾设置立式 SP 炉 1 台，锅炉产汽量为 26.2t/h	依托
		汽轮发电机系统		凝汽式汽轮发电系统 1 套，凝汽式汽机额定功率 12MW，发电机额定功率 12MW	依托
		化学水处理系统		1 套化学水处理系统，处理能力为 24t/h，处理工艺为“预处理+反渗透+除盐”	依托
		循环冷却系统		自然通风冷却塔 1 座，冷却能力为 2300m^3/h	依托
				1 座冷却水净化系统，冷却水循环使用不外排	依托
	公用工程	供电工程		现有工程电力由石岭变电站提供，采用 110kV 供电，架空进线	依托
				采用附近电网 10kV 电源作为保安电源	依托
				设 110/10.5kV 总降压变电站 1 座	依托
		给水工程		生活、生产、消防用水水源：九洲江干流	依托

			原水预处理系统 1 套，处理能力为 200m³ /h	依托
			熟料生产线、水泥循环给水系统设循环水池 1 座，容积 1000m³	依托
			余热发电循环水系统设余热发电循环水池，清水由循环给水泵供给发电设备冷却用水，循环回水利用余压压至冷却塔，经冷却后返回循环水池，再由循环给水泵升压后循环使用	依托
			生产给水系统设生产清水池 1 座，容积 500m³	依托
		排水工程	一座 1980m³ 的初期雨水收集池，初期雨水经处理后回用于绿化和道路洒水，后期雨水通过明沟排入九洲江	依托
			循环给水系统全部在给水系统内循环，不外排	依托
			化学水处理系统产生的废水、锅炉排水、化验室废水接入工业废水处理站，用于厂区绿化、道路洒水或进入循环水池回用，不外排	依托
			生活污水进入污水处理站处理，用于厂区绿化、道路洒水或进入循环水池回用，不外排	依托
	环保工程	废气治理工程	配套设置 101 台高效除尘器，除尘器全部采用袋式除尘器，设置 101 个粉尘排放口（DA001~DA101）	依托
			窑尾烟气脱硝采用“分级燃烧+SNCR 脱硝+SCR”	依托
			窑头安装颗粒物在线监测仪，窑尾均安装颗粒物、SO2、NOx 在线监测仪	依托
		废水治理工程	生产废水：循环给水系统用水循环使用不外排；化学水处理系统反渗透处理技术，其产生浓水、锅炉排水和化验室废水进入工业废水处理站处理后，用于厂区绿化、道路洒水或进入循环水池回用，不外排	依托
			生活污水：设置 10t/h 生活污水处理设施 1 套，工艺为“收集池+格栅+调节池+二级生化池+中间水池+双介质过滤器+消毒装置”，设置中水池暂存处理的污水	依托
		噪声治理工程	优化厂区布局，选用低噪声设备，并对各类风机、磨机等高噪声源采取消声、隔声、减振等降噪措施，汽轮机、发电机等设置隔声罩，尽量减轻项目运行对周边声环境的影响	依托
		固废治理工程	收尘器灰斗回收下来的粉尘返回到生产线相应的工序中，不外排	依托
			生活垃圾、污水处理设施干污泥由当地环卫部门清运或压滤后入窑焚烧处置	依托
			废机油优先考虑用作石灰石、辅料、原煤、熟料及其他取料机刮板链条的润滑油，剩余交由危废资质单位进行处置；废包装桶、废电池交由危废资质单位进行处置	依托
			化学分析废液加入水泥原材料中，利用水泥窑来进行煅烧处理	依托
		环境风险应急设施	设置一个初期雨水收集池（1980m³ ）；在工业废水处理站内设置一个事故应急池（405m³ ）	依托
			氨水储罐区，设有围堰及 200m³ 的事故应急池；盐酸罐区设有围堰及 5m³ 的 PE 事故应急池	依托

2.生产产品及规模

（1）产品产量及变化情况

本项目技改前后，丰诚公司新型干法回转窑水泥生产线的产品类型和产量基

本不发生变化，仍为年产水泥熟料186万t，成品水泥300万t，包括普通硅酸盐水泥（P.II52.5R、P.O42.5、P.C42.5水泥）255万t和砌筑水泥（M32.5）45万t。

表2-2 技改项目产品产量及变化情况 单位：万吨

产品	单位	现有项目	本技改项目	技改后全厂	变化情况
普通水泥熟料	万 t/a	186（6000t/d）	186（6000t/d）	186（6000t/d）	0
硅酸盐水泥（P.II52.5R、P.O42.5、P.C42.5）	万 t/a	255	255	255	0
砌筑水泥（M32.5）	万 t/a	45	45	45	0

（2）产品品质及变化情况

根据《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013），协同处置固体废物的水泥窑生产的水泥产品应按该规范第7.2节的规定执行，即：

①生产的水泥产品质量应满足GB175（通用硅酸盐水泥标准）的要求；

②协同处置固体废物的水泥窑生产的水泥产品中污染物的浸出应满足国家相应标准；

③协同处置固体废物的水泥窑生产的水泥产品的检测按照国家相关标准的规定执行。

根据以上要求，丰诚公司的水泥熟料应符合《硅酸盐水泥熟料》（GB/T21372-2024）中的相关要求，见表2-3。通用硅酸盐水泥产品质量应符合《通用硅酸盐水泥》（GB175-2023）中的相关要求，见表2-4，砌筑水泥应符合《砌筑水泥》（GB/T3183-2025），见表2-5。水泥产品中污染物的浸出应满足《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB30760-2024）第7、8条要求，详见表2-6。

表2-3 硅酸盐水泥熟料基本化学性能要求

熟料化学性能指标	游离CaO	MgO	烧失量	不溶物	SO3	3CaO•SiO2+2CaO•SiO2	CaO/SiO2	氯离子
GB/T21372-2024标准要求	≤1.5%	≤5.0%	≤1.0%	≤0.5%	≤1.5%	≥66%	≥2.0	≤0.06%

表2-4 硅酸盐水泥产品质量要求

产品		普通硅酸盐水泥（P.O42.5）	硅酸盐水泥（P.II52.5R）	复合硅酸盐水泥（P.C42.5）
组分	熟料+石膏（w%）	80~<94	95~100	50~79
	粒化高炉矿渣/矿渣粉（w%）	6~<20	0~<5	21~<50
	火山灰质混合材料（w%）		-	
	粉煤灰（w%）		-	

	石灰石（w%）	-	0~<5	
	砂岩（w%）	-	-	
	替代混合材料（w%）	0~<5	-	-
化学指标	不溶物（w%）	/	≤1.50	-
	烧失量（w%）	≤5.0	≤3.5	-
	SO3（w%）	≤3.5	≤3.5	≤3.5
	MgO（w%）	≤5.0	≤5.0	≤6.0
	氯离子（w%）	≤0.06	≤0.06	≤0.06
抗压强度	3d	≥17.0	≥27.0	≥17.0
	28d	≥42.5	≥52.5	≥42.5
抗折强度	3d	≥3.5	≥5.0	≥3.5
	28d	≥6.5	≥7.0	≥6.5

表2-5 砌筑水泥产品质量要求

产品		砌筑水泥（M32.5）
化学成分	SO3（w%）	≤3.5
	氯离子（w%）	≤0.10
	水溶性铬（VI）（mg/kg）	10
物理性能	细度（80μm 方孔筛筛余）（%）	≤10
	凝结时间	初凝≥60min，终凝≤720min
	沸煮安全性	合格
	保水率（%）	≥80
抗压强度	3d	≥10.0
	28d	≥32.5
抗折强度	3d	≥2.5
	28d	≥5.5

表2-6 水泥熟料中污染物浸出标准限值要求 单位：mg/kg

金属元素	《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB30760-2024）	
	水泥熟料中重金属含量参考限值	水泥熟料中可浸出重金属含量参考限值
砷	40	0.1
铅	100	0.3
镉	1.5	0.03
铬	150	0.2
铜	100	1.0
镍	100	0.2
锌	500	1.0
锰	600	1.0

3.主要原辅材料

本次环评对原辅材料的类别进行了扩大，增加了水泥厂可用的大宗一般固废种类，新增的大宗一般固废基本上可等量替代相应的原辅材料，可完全依托现有的原辅材料贮存、处理及输送设施，且项目不新增熟料及水泥产能，因此，调整前后全年物料消耗量基本保持平衡。

项目建成前后全厂物料类别、规模变化情况见表2-7。

表2-7 调整前后全厂物料类别及规模对比一览表

序号	用途	分类	调整前		调整后		变化情况（万 t/a）
			种类	消耗量（万 t/a）	种类	消耗量（万 t/a）	
1	生料配料	钙质原料	石灰石	244.74	石灰石	229.66	-15.07
2			/	/	白泥	2.84	+2.84
3			/	/	脱硫渣	6.53	+6.53
4			/	/	脱硫灰粉	5.69	+5.69
5		硅质原料	砂土	15.65	砂土	15.65	0
7		铁质原料	铁矿石	5.69	铁矿石	2.84	-2.84
			钢渣粉	2.15	钢渣粉	0	-2.15
8			/	/	铜渣	2.84	+2.84
9		铝质原料	粘土	18.49	粘土	10.65	-7.84
10			铝灰	4.5	铝灰	0	-4.5
11			/	/	铅锌尾矿	0.6	+0.6
12			/	/	高铝熟料（铝灰无害化处理后物料）	2.84	+2.84
13	燃料	燃料	煤炭	35.02	煤炭	35.02	0
14			废塑料碎片	0.8361	废塑料碎片	0.8361	0
15			废橡胶颗粒	0.2731	废橡胶颗粒	0.2731	0
16			木粒	0.1208	木粒	0.1208	0
17			秸秆	0.4821	秸秆	0.4821	0
18			树皮	0.1239	树皮	0.1239	0
19			碎布	0.1446	碎布	0.1446	0
20			固体节煤剂	1.0	固体节煤剂	1.0	0
21			炭黑	1.2	炭黑	1.2	0
23	水泥配料	缓凝剂	脱硫石膏	13.30	脱硫石膏	13.30	0
24		混合材	粉煤灰	8.39	粉煤灰	8.39	0
25			转炉渣	10.55	转炉渣	10.55	0
26			沸石粉	20.10	沸石粉	0	-20.10
27			煤渣	0.54	煤渣	0	-0.54
28			黑石	9.28	黑石	0	-9.28
29			/	/	粒化高炉矿渣	10.0	+10.0
30			/	/	燃煤炉渣	2.0	+2.0
31			/	/	火山灰	2.0	+2.0
32	外加剂		助磨剂	0.075	助磨剂	0.075	0
33	脱硝剂		氨水	0.66	氨水	0.66	
34	其他药剂		盐酸	0.00216	盐酸	0.00216	

4.协同处置的一般固废来源、运输及贮存情况

（1）协同处置一般固废来源

本次技改新增协同处置的一般固废主要来源于湛江市及周边区域企业产生的一般固体废物，主要有白泥、脱硫渣、脱硫灰粉、铅锌尾矿、高铝熟料（铝灰无害化处理后物料）、铜渣、粒化高炉矿渣及燃煤炉渣。

（2）协同处置固废类别

本次技改新增协同处置一般工业固体废物合计33.34万t/a，其中入窑21.34万t/a、粉磨系统12万t/a。具体类别见下表。

表2-8 项目协同处置固废类别及处置规模一览表

序号	固废类别	名称	类别	代码	技改前处理规模（万t/a）	技改后处理规模（万t/a）	变化量（万t/a）	在水泥中所起作用
1	一般工业固废	白泥	SW16	261-011-S16	0	2.84	+2.84	替代钙、硅、铝、铁质原料
2		脱硫渣	SW01	312-004-S01	0	6.53	+6.53	
3		脱硫灰粉	SW06	441-002-S06	0	5.69	+5.69	
4		铅锌尾矿	SW05	091-002-S05	0	0.6	+0.6	
5		高铝熟料（铝灰无害化处理后物料）	SW59	900-099-S59	0	2.84	+2.84	
6		铜渣	SW01	314-003-S01	0	2.84	+2.84	
7		钢渣粉	SW01	312-001-S01	2.15	0	-2.15	
8		粒化高炉矿渣	SW01	311-002-S01	0	10	+10	粉磨系统混合材
9		燃煤炉渣	SW03	900-001-S03	0	2	+2	
10		脱硫石膏	SW06	441-001-S06	13.3	13.3	0	
11		粉煤灰	SW02	900-001-S02	8.39	8.39	0	
13		转炉渣	SW01	312-001-S01	10.55	10.55	0	
15		煤渣	SW03	900-001-S03	0.54	0	-0.54	
16		废塑料碎片	SW17	900-003-S17	0.8361	0.8361	0	替代燃料

17		废橡胶颗粒	SW17	900-006-S17	0.2731	0.2731	0	
18		木粒	SW17	900-009-S17	0.1208	0.1208	0	
19		秸秆	SW80	010-002-S80	0.4821	0.4821	0	
20		树皮	SW81	020-001-S81	0.1239	0.1239	0	
21		碎布	SW62	900-005-S62	0.1446	0.1446	0	
22		固体节煤剂	SW59	900-099-S59	1.0	1.0	0	
23		炭黑	SW59	900-099-S59	1.2	1.2	0	
24	危险废物	铝灰	HW48	321-026-48/321-034-48	4.5	0	-4.5	替代铝质原料
合计					43.6106	69.7606	26.15	

注：①本项目拟协同处置的一般工业固体废物主要为当地及周边地区产生的经鉴定符合进厂准入条件的一般工业固废；②本项目控制协同处置的一般工业固体废物进场及贮存过程含水率低于40%（白泥），确保其无渗滤液产生。

处置规模匹配性分析：

水泥窑协同处置能力匹配分析：

本项目依托现有6000t/d的水泥窑对一般工业固体废物，年生产时间为310天，则年最大产能为186万t/a。本项目完成后，入窑总物料（不含燃料）为280.14万t/a，入窑协同处置的一般工业固体废物原料为21.34万t/a，入窑占比约为7.61%。原则上只要一般固废物料与常规原料成分匹配，且在满足入窑重金属及氯、氟、硫元素总量要求下，无需考虑比重占比问题。因此，年入窑协同处置21.34万t/a是匹配的。

水泥粉磨系统协同处置能力匹配分析：

本项目依托现有年产300万t/a的水泥粉磨生产线，其中PO42.5水泥年产186万吨，根据《通用硅酸盐水泥》（GB175-2023），PO水泥主要混合材料（粒化高炉矿渣/矿渣粉、粉煤灰、火山灰质混合材料）最大添加比例为20%，即最大添加量为37.2万吨/a；P.C42.5水泥年产21万吨，根据《通用硅酸盐水泥》（GB175-2023），P.C水泥主要混合材料（粒化高炉矿渣/矿渣粉、粉煤灰、火山灰质混合材料、石灰石、砂岩）最大添加比例为50%，即最大添加量为10.5万吨/a；P.II52.5水泥年产48万吨，根据《通用硅酸盐水泥》（GB175-2023），P.II水泥主要混合材料（粒化高炉矿渣/矿渣粉）最大添加比例为5%，即最大添加粒化

高炉矿渣为2.4万吨/a；M32.5砌筑水泥年产45万吨，没有相关的混合材料添加占比的要求。总添加的混合材料量为50.1万吨/a。

本项目完成后，混合材总添加量为32.94万t/a，现有水泥粉磨系统满足处置要求。

（3）协同处置一般固废暂存要求

①一般固废入厂要求及分区贮存管理制度

本次技改新增的一般工业固废，依托现有原料堆棚贮存，在原料堆棚内进行分区分类贮存，一般工业固废不与常规原料混合贮存。现有依托工程已按《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）要求建设。

②一般固废贮存措施要求

A.固废储存库进行分类分区堆存，在使用过程中必须与将要堆放的一般工业固体废物的类别相一致。

B.固废储存库应进行密闭设置，采取防止粉尘污染的措施。

C.固废储存库的使用单位，应建立档案制度。应将入场的一般固体废物的种类和数量以及下列资料，详细记录在案，长期保存，供随时查阅。

资料有：各种设施和设备的检查维护资料；地基下沉、坍塌、滑坡等的观测和处置资料。

③固体废物接收管理要求

A.每一次接收固废入库前都要确保固废储库的容积足够，应建立固体废物贮存台账制度。

B.库前工作人员要检查固废包装容器是否破损、有无泄漏等问题，检查标签是否完好、齐全，与容器内的固废是否一致。

C.必须对储库废物包装容器及存放设施进行检查，发现破损，应及时采取措施清理更换。

D.定期对工作人员进行培训，掌握所处理固废的存放要求以及发生意外事故时的应急措施。

E.将协同处置固废的实际产生、贮存、利用、处置等情况纳入生产记录，建立一般固废管理台账和企业内部产生和收集、贮存、转移等部门固废交接制度。

具体新增处置一般工业固废的情况如下表。

表2-9 处置一般工业固废的储存情况表

序号	名称	来源	含水率%	状态	最大储存量（t）	存放位置	包装方式	备注
1	白泥	造纸厂	35.5	固体块状	1000	原材料堆棚（独立专区）	堆放	在堆棚内通过隔墙设置独立专区，不与常规原料、燃料混合堆放
2	脱硫渣	钢铁厂	4.5	固体块状	800	原材料堆堋（独立专区）	堆放	在堆棚内通过隔墙设置独立专区，不与常规原料、燃料混合堆放
3	脱硫灰粉	火电厂及钢铁厂等发电锅炉烟气处理产生的	0.5	固体颗粒状	500	原材料堆堋（独立专区）	堆放	在堆棚内通过隔墙设置独立专区，不与常规原料、燃料混合堆放
4	铅锌尾矿	廉江周边铅锌矿山	18.1	固体颗粒状	300	原材料堆堋（独立专区）	堆放	在堆棚内通过隔墙设置独立专区，不与常规原料、燃料混合堆放
5	高铝熟料（铝灰无害化处理后物料）	湛江周边企业铝灰经无害化处理的固废	1	固体粉状	200	立式水泥罐	/	独立储罐
6	铜渣	铜冶炼渣选尾矿	11.5	固体块状	800	原材料堆堋（独立专区）	堆放	在堆棚内通过隔墙设置独立专区，不与常规原料、燃料混合堆放
7	粒化高炉矿渣	钢铁厂高炉渣	3.2	固体块状	1200	混合材堆棚（独立专区）	堆放	在堆棚内通过隔墙设置独立专区，不与常规原料、燃料混合堆放
8	燃煤炉渣	火电厂、钢铁厂等燃煤工业锅炉产生的炉渣	2.6	固体块状	1200	混合材堆棚（独立专区）	堆放	在堆棚内通过隔墙设置独立专区，不与常规原料、燃料混合堆放

5.物料成分

水泥生产可用的原辅料种类众多，既包括石灰石、砂土、粘土等矿产资源，也包括粉煤灰、炉渣、矿渣等大宗的一般固体废物，且不同时期受原辅料来源、市场行情、经济成本等因素的影响所使用的种类不尽相同，但不同类别的原辅料成分差别不大。为确保水泥产品质量及污染物达标排放，建设单位在使用各类原辅料时还将进行一定的配比和质控，最终在实际生产过程中将实际使用的原辅料成分控制在一定的范围，确保水泥生产工况的稳定性、污染物达标排放的可靠性及产品质量的合格性。新增的替代原辅材料类废物特性见表2-10。原辅材料及固废化学成分、重金属含量分析结果见表2-11~表2-13。

表2-10 新增的替代原辅材料类废物特性一览表

分类	新增的替代原辅材料类废物	固废代码	特性
钙质原料	白泥	261-011-S16	造纸厂在碱回收过程中，在苛化阶段产生白泥，成分主要是碳酸钙。造纸白泥制造水泥是其综合利用的主要途径之一。白泥主要成分为碳酸钙，因此可以将其替代一部分石灰石原料生产硅酸盐水泥。与石灰石性能相比，白泥不仅可以减轻普通石灰石对机械的磨耗，而且白泥中硅的含量比较高，白泥中的二氧化硅和碳酸钙在煅烧时容易产生硅酸钙等矿物质，而这些物质是硅酸盐水泥的有用成分，这便十分有利于硅酸盐水泥的生产。
	脱硫渣	312-004-S01	炼钢过程脱硫工段产生的脱硫渣，脱硫渣通常表现为高钙、高硫的特征。其主要化学成分包括氧化钙（CaO）、氢氧化钙（$Ca(OH)_2$）、氧化硅（SiO_2）、氧化铝（Al_2O_3）和氧化镁（MgO）等。此外，还含有较高比例的硫（S）以及一定含量的金属铁（Fe）。脱硫渣中含有硅酸二钙（C_2S）等具有水硬胶凝性的矿物，将其磨成超细微粉与矿粉、石膏等复配，可作为水泥生产的辅助掺合料，且能达到普通水泥的强度标准。
	脱硫灰粉	441-002-S06	脱硫灰粉是燃煤电厂、钢铁厂等工业在进行烟气脱硫（FGD）过程中产生的固体废弃物。通常以钙基物质为主，包含氧化钙（CaO）、碳酸钙（$CaCO_3$）、氢氧化钙（$Ca(OH)_2$），以及脱硫反应生成的硫酸钙（$CaSO_4$）和半水亚硫酸钙（$CaSO_3$）。颗粒通常较细、比表面积大，具有一定的火山灰胶凝性。但部分脱硫灰（如循环流化床锅炉产生的）含有较高比例的未反应 CaO，后期遇水易发生体积膨胀。脱硫灰粉可作为辅助胶凝组分掺入水泥或混凝土中，替代部分水泥熟料。这不仅能降低水化热、提高粉磨效率，还能显著减少隐含二氧化碳排放。
铝质	铅锌尾矿	091-002-S05	铅锌矿山开采出的矿石，经选矿厂选出有价值的精

		原料			矿后产生的固体废物。
			高铝熟料（铝灰无害化处理后物料）	900-099-S59	由二次铝灰经高温煅烧后产生的惰性残渣（高铝熟料），煅烧后的铝灰渣富含氧化铝且去除了危险特性，它已成为一种可循环利用的“城市矿产”。可用于水泥熟料生产。
		铁质原料	铜渣	314-003-S01	铜冶炼渣选尾矿。渣选矿系统选矿后产生的尾矿，含有铅、砷、镉、铜等重金属及硫等其他固态矿物成分等。
		混合材	粒化高炉矿渣	311-002-S01	矿渣主要是指钢铁厂冶炼生铁时产生的废渣，矿渣以无定形的玻璃体结构为主，含少量的结晶矿物，主要成分为 SiO_2、Al_2O_3、CaO、MgO 等。因矿渣中玻璃体含量多，结构处在高能量状态，不稳定，潜在活性大，需磨细才能将其潜在活性发挥出来，是一种优质的混合材掺合料。
			燃煤炉渣	900-001-S03	燃煤炉渣简称“煤渣”。燃煤电厂、工业和民用锅炉及其他设备燃煤后排出的废渣。主要含二氧化硅、三氧化二铝、三氧化二铁、氧化钙及少量镁、硫、碳等。化学成分与燃煤成分、粒度、锅炉形式和燃烧技术等有关。研究表明，磨细后的炉渣具有一定的活性效应、形态效应、微集料效应，可作为水泥的生料和混合材料。

表2-11生料配料可用原材料成分分析

序号	分类	名称	水分%	Loss	CaO	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	SO_3（s）	K_2O	Na_2O	R_2O	Cl^-	F^-	S
1	钙质原料	石灰石	3.2	40.15	49.19	5.38	1.95	0.69	1.77	0.033	0.2	0.27	0.40	0.001	0.003	0.033
2		白泥	35.5	38.36	57.03	1.03	0.77	0.12	1.09	0.15	0.4	0.24	0.5	0.0107	0.0009	0.155
3		脱硫渣	4.5	7.53	45.17	10.38	12.53	17.95	5.39	1.20	0.06	0.7	0.74	0.089	0.00424	1.20
4		脱硫灰粉	0.5	12.04	32.69	35.64	14.73	2.11	0.5	2.88	0.12	0.32	0.40	0.78	0.00391	2.89
5	硅质原料	砂土	12.8	4.22	0.11	78.69	9.49	5.4	0.25	0.08	0.87	0.25	0.79	0.007	0.00328	0.08
6	铁质原料	铁矿石	8.7	1.8	0.84	36.98	6.55	44.06	1.16	0.409	0.7	0.36	0.82	0.002	0.048	0.409
7		铜渣	11.5	-4.75	4.34	35.57	6.15	52.61	4.06	0.372	0.69	0.55	1.00	0.0017	0.068	0.372
8		铅锌尾矿	18.1	5.21	5.74	58.61	8.08	18.73	3.59	0.65	0.65	0.30	0.73	0.002	0.15	1.17
9	铝质原料	粘土	18.1	7.09	0.15	68.51	17.71	3.13	0.41	0.08	1.03	0.24	0.92	0.007	0.00346	0.08
10		高铝熟料（铝灰无害化处理后物料）	1.0	3.48	1.52	5.99	59.3	3.89	5.84	0.003	0.51	5.25	5.59	0.038	1.01	0.003

表2-12 水泥配料可用原材料成分分析

序号	分类	名称	水分	Loss	CaO	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	SO_3（s）	K_2O	Na_2O	R_2O	Cl^-	F^-	S
1	缓凝剂	脱硫石膏	12	21.45	30.43	3.40	1.40	0.70	0.78	11.85	0.20	0.10	0.23	0.196	3.87	11.87
2	混合材	粉煤灰	0.3	5.63	10.23	51.71	31.46	3.48	0.99	1.21	0.32	0.17	0.38	0.045	3.14	1.21
3		粒化高炉矿渣	10.0	-0.97	31.90	36.55	19.40	1.48	11.69	1.12	0.01	0.19	0.19	0.007	3.72	1.12
4		燃煤炉渣	12.0	1.16	14.15	55.43	16.99	16.97	2.62	0.903	0.95	0.52	1.15	0.715	0.14	0.903
5		转炉渣	8.0	1.92	54.75	28.34	3.62	1.32	5.03	0.903	0.03	0.02	0.04	0.715	0.14	0.903
6		火山灰	3.4	12.90	9.34	55.08	17.67	7.25	2.80	0.75	3.06	0.29	2.31	0.007	3.37	0.76

表2-13 入窑原辅料重金属分析结果(mg/kg)

名称	Hg	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Zn	Mn	Be	Sn	Sb	Tl	V	Co	Mo
石灰石	0.01	0.753	未检出	0.4	4.5	1.2	3.0	7.8	46.6	未检出	未检出	未检出	0.6	4.1	0.6	未检出
白泥	0.0627	0.258	未检出	0.4	10.8	6.4	1.6	3.5	36.3	0.04	未检出	未检出	未检出	2.9	未检出	0.7
脱硫渣	未检出	未检出	未检出	未检出	892	9.17	29.3	57.7	11800	2.91	未检出	未检出	未检出	6.66	未检出	3.16
脱硫灰粉	未检出	未检出	未检出	未检出	27.1	17.2	24.0	68.1	99.1	178	未检出	未检出	3.7	33.0	3.75	2.98
砂土	未检出	27.3	未检出	未检出	380	22.4	169	32.9	141.7	74.1	未检出	未检出	1.31	43.8	4.97	0.91
铁矿石	0.052	32.7	46.0	1.3	98.6	35.6	33.2	316	362	未检出	未检出	10.5	未检出	244	17.6	27.4
铜渣	0.048	3.97	7.4	0.2	169	23.3	12.9	36.8	188	未检出	未检出	2.4	未检出	114	3.9	6.1
铅锌尾矿	未检出	8.54	303	2.59	87.2	232	26.5	1110	4280	1.38	219	未检出	未检出	26.5	6.76	19.4
粘土	未检出	22.1	39.5	未检出	522	78.5	260	192	412	846	未检出	未检出	1.58	69.3	7.88	未检出
高铝熟料（铝灰无害化处理后物料）	0.007	2.06	未检出	未检出	148	494	103	828	888	1.67	78.5	未检出	未检出	137	9.6	-
煤炭	0.15	15.4	未检出	未检出	9.17	28.3	21.3	53.3	135	未检出	未检出	未检出	0.7	30.4	未检出	-
废塑料碎片	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	0.31	188	14.8	未检出	9.8	20.7	-
废橡胶颗粒	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	0.5	0.5	3.3	208	-

名称	Hg	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Zn	Mn	Be	Sn	Sb	Tl	V	Co	Mo
木粒	未检出	未检出	10.69	未检出	86.2	2257.65	945.45	105.82	1959.54	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	-
秸秆	未检出	0.97	1.9	0.1	2.6	2.9	0.1	22.5	385	未检出	0.5	0.6	0.01	0.1	0.1	-
树皮	未检出	1.29	2.8	0.1	8.9	3.5	2.2	12.9	558	未检出	0.1	0.6	0.17	24.2	0.8	-
碎布	未检出	未检出	16.27	未检出	2580.55	743.55	111.06	2740.73	762.22	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出	-
固体节煤剂	0.495	0.244	687	6.67	44.8	3000	47.0	1560	198	未检出	188	1100	未检出	5.49	10.1	4.52
炭黑	未检出	未检出	108	3.96	12.5	216	12.3	31700	60.6	未检出	未检出	未检出	2.6	未检出	未检出	-

（1）一般工业固体废物作为原辅料质量要求

1）入厂工业副产石膏（脱硫石膏）需要满足《用于水泥中的工业副产石膏》（GB/T 21371-2019）中要求，具体见下表。

表2-14工业副产石膏入厂质量要求

序号	技术指标			技术要求
1	石膏品位	二水石膏+无水石膏（含量）		≧75%
2	附着水（含量）			≦20%（协商值）
3	氯离子（含量）			≦0.5%
4	pH 值			≧5
5	放射性物质限值	内照射指数		≦1
		外照射指数		≦1
6	对水泥性能的影响	试验项目	性能比对指标	/
		凝结时间	延长时间	<2h
		标准稠度用水量	绝对增加值	<1%
		试饼沸煮安定性	/	结论不变
		水泥胶砂流动度	相对降低幅度	<5%
		水泥胶砂抗压强度	相对降低幅度	3d:≦7.5%；7d:≦5%
		水泥与减水剂相容性	初始流动性相对降低值	<10%
			流动性经时损失率绝对增加值	<5%

2）入厂粉煤灰需要满足《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》（GB/T1596-2017）中的要求，具体见下表。

表2-15粉煤灰入厂质量要求

	项目		**理化性能要求**
性能	烧失量（Loss）/%	F 类粉煤灰	≤8.0
		C 类粉煤灰	
	含水量/%	F 类粉煤灰	≤1.0
		C 类粉煤灰	
	三氧化硫（SO_3）质量分数/%	F 类粉煤灰	≤3.5
		C 类粉煤灰	
	游离氧化钙（f-CaO）质量分数/%	F 类粉煤灰	≤1.0
		C 类粉煤灰	≤4.0
	二氧化硅（SiO_2）、三氧化二铝（Al_2O_3）和三氧化二铁（Fe_2O_3）总质量分数/%	F 类粉煤灰	≥70.0
		C 类粉煤灰	≥50.0
	密度/（g/cm^3）	F 类粉煤灰	≤2.6
		C 类粉煤灰	

	安定性（雷氏法）/（mm）	C 类粉煤灰	≤5.0
	强度活性指数/%	F 类粉煤灰	≥70.0
		C 类粉煤灰	
放射性	符合 GB6566 中建筑主体材料规定指标要求。		
碱含量	按 Na_2O 十 0.658K_2O 计算值表示。当粉煤灰应用中有碱含量要求时，由供需双方协商确定。		
半水亚硫酸钙含量	采用干法或半干法脱硫工艺排出的粉煤灰应检测半水亚硫酸钙($CaSO_3 \cdot 1/2H_2O$)含量，其含量不大于 3.0%。		
均匀性	以细度表征，单一样品的细度不应超过前 10 个样品细度平均值（如样品少于 10 个时，则为所有前述样品试验的平均值)的最大偏差，最大偏差范围由买卖双方协商确定。		

注：F类粉煤灰是由烟煤或烟煤煅烧收集的粉煤灰；C类粉煤灰是由褐煤或次烟煤煅烧收集的粉煤灰，氧化钙含量一般大于或等于10%。

3）入厂粒化高炉矿渣需满足《用于水泥中的粒化高炉矿渣》（GB/T 203-2008）中的要求，具体要求见下表。

表2-16粒化高炉矿渣入厂质量要求

	项 目	技 术 指 标
性能	质量系数(K)	≥1.2
	二氧化钛的质量分数/%	≤2.0[a]
	氧化亚锰的质量分数/%	≤2.0[b]
	氟化物的质量分数(以 F 计)/%	≤2.0
	硫化物的质量分数(以 S 计)/%	≤3.0
	堆积密度/(kg/m^3)	≤1.2×10^3
	最大粒度/mm	≤50
	大于 10mm 颗粒的质量分数/%	≤8
	玻璃体质量分数/%	≥70
	a 以钒钛磁铁矿为原料在高炉冶炼生铁时所得的矿渣，二氧化铁的质量分数可以放宽到 10%。 b 在高炉冶炼锰铁时所得的矿渣，氧化亚锰的质量分数可以放宽到 15%。	
放射性	矿渣中放射性应符合 GB6566 的规定	
杂物	矿渣中不得混有外来夹杂物，如含铁尘泥，未经充分淬冷矿渣等。	

4）入厂的火山灰质混合材料（燃煤炉渣、火山灰）需满足《用于水泥中的火山灰质混合材料》（GB/T-2022）中的要求，具体要求见下表。

表2-17 火山灰质混合材料入厂质量要求

项目	要求
火山灰性	合格
烧失量(质量分数)/%	≤10.0
三氧化硫(质量分数)/%	≤3.5
二氧化硅、三氧化二铝总量(质量分数)/%	≥50.0
活性指数/%	≥60
放射性	I_{Ra}≤1.0 且 I_γ≤1.0
可浸出重金属含量	应符合 GB/T30760 中对水泥熟料可浸出重金属含量限值的要求。

为保证产品质量，入厂原辅材料有质量技术要求的应按标准开展自行检测或委托检测，确保入厂原辅材料满足标准要求。无技术标准要求的原辅材料需要分批次进行检测，确保配比后产品满足水泥产品质量标准要求。

（3）协同处置一般工业固体废物合理合法性分析

政策合法性：根据工业和信息化部发布的《工业固体废物资源综合利用评价管理暂行办法》和《国家工业固体废物资源综合利用产品目录》。本项目所使用的一般工业固体废物（脱硫石膏、粉煤灰、燃煤炉渣、粒化高炉矿渣、铅锌尾矿、白泥、铜渣和高铝熟料等）均属于《国家工业固体废物资源综合利用产品目录》所列产品目录；根据《水泥行业节能降碳专项行动计划》及《水泥工业污染防治技术政策》（公告2013年第31号）等政策，均鼓励并推荐水泥工业综合利用及处置工业固体废物，因此利用水泥窑及粉磨系统综合利用及处置一般工业固体废物符合相关政策要求。

产品质量符合性：参考《造纸白泥代替石灰石煅烧水泥熟料的实验研究》（时术兆，齐砚勇）、《制碱白泥及造纸白泥的综合利用现状》（柯亮，江海东）；《用铅锌尾矿和页岩制备高C3S硅酸盐水泥熟料的研究》（朱建平，宫晨琛，兰祥辉，李东旭）、《铜冶炼渣综合利用现状与展望》（李明冬，饶剑，刘星，黄松柏，肖仁伟，于鲲，王丹丹，余群波，张兆雪，王瑞祥）等研究，水泥窑协同处置这些一般固废不会影响水泥熟料及产品品质。类比同类项目生产的水泥熟料及水泥产品，其产品满足产品质量标准要求。

工艺技术可行性：

①水泥窑

水泥窑协同处置的本质是利用窑内的极端物理和化学环境对固废进行“破坏”与“重构”。

高温与长停留时间：水泥窑内物料温度可达1450℃以上，气体温度甚至超过1750℃。物料在窑内停留时间超过30分钟，气体在1300℃以上高温区的停留时间超过10秒。这种高温与强湍流条件能确保固废中的有机物被彻底分解，病原体被完全杀灭。

碱性环境：水泥窑系统呈强碱性，能有效中和燃烧过程中产生的酸性气体（如SO_2 、HCl等），从而大幅降低酸性污染物的排放。

晶格固化：在1450℃左右的煅烧温度下，固废中的难挥发重金属（如铬、镍、铜等）能够嵌入水泥熟料的硅铝酸盐晶格中，通过化学键合实现永久固定；而铅、镉、锌等易挥发重金属则大部分在窑内循环固熔于熟料，少量通过旁路放风收集处置，实测铅、锌固定率可达89%以上。

因此水泥窑协同处置一般工业固废，在工艺技术上是高度可行的。该模式通过将固废作为替代原料或替代燃料融入水泥生产流程，不仅实现了固废的“减量化、无害化、资源化”，还能有效降低水泥生产成本与碳排放。

②粉磨系统

将符合入磨要求的固废转化为具有特定细度和活性的微粉，作为水泥或混凝土的掺和料，实现资源化利用。该技术路径不仅工艺成熟、设备可靠，而且可通过多元固废协同激发与颗粒级配优化技术，能够实现高掺量、高性能的稳定生产。且从建设单位开展的小试可知，现有项目生产设备及工艺满足协同处置一般工业固体废物的技术要求，并通过调整混合材料配比，使产品满足相应产品质量标准。

环保可达性：本项目不涉及工艺、设备、建构筑物的变化，也不会导致产排污环节及环保措施的变化，原有项目各产尘节点均进行密闭收集，采用覆膜布袋除尘器进行除尘，混合材库采取密闭、雾炮等措施减少扬尘的产生，水泥窑窑尾废气采用“分级燃烧器+SNCR脱硝+SCR+急冷+袋式除尘器”处理。根据现有项目的监测报告，可满足排放标准的要求。

综上所述，水泥窑及粉磨系统协同处置一般工业固体废物不仅在政策层面具备充分的合法性基础，在产品质量、工艺技术和环境保护方面也均已形成成熟、可控、可监管的技术与管理体系，构成了完整的合规性闭环；未来，随着《固体废物综合治理行动计划》深入推进和各地超低排放改造全面实施，粉磨站将在大宗固废资源化利用中发挥更加重要的作用。

4.主要生产设备

本项目仅为原辅材料变更，不涉及生产设备的变化，具体的设备清单见下表所示。

表 2-18 水泥生产主机设备一览表

序号	车间名称	主机名称	型号、规格、性能	数量（台/套）	年利用率（%）
1	辅料破碎机	齿辊破碎机	破碎能力：300t/h	1	12.5
2	原料粉磨	辊压机	能力：450t/h(磨损后)	1	70.7

	与废气处理	窑尾高温风机	处理风量：980000m³/h	1	84.9
3	烧成系统	预热器与分解炉	五级旋风筒Φ7800×38500 mm 在线管道喷腾分解炉	1	84.9
		回转窑	规格：Φ5×74m 产量：6000t/d	1	84.9
		篦式冷却机	第四代篦冷机篦床面积：~145m² 生产能力：6000t/d	1	84.9
4	煤粉制备	风扫式钢球磨	生产能力：45t/h	1	73.4
5	熟料散装	熟料汽车散装机	固定式 装车能力：300t/h	4	17.7

表 2-19 余热发电主机设备一览表

序号	系统名称	主机名称	型号、规格、性能	数量（套）
1	余热利用部分	SP 锅炉	锅炉型式：立式自然循环入口废气量：397000Nm³/h 入口/出口废气温度：320℃/210℃锅炉产汽量：26.2t/h 蒸汽压力/温度：1.27MPa/295℃ 清灰方式：机械振打给水温度：140℃	1
		AQC 锅炉	锅炉型式：立式自然循环；入口废气量：250000Nm³/h 入口/出口废气温度：360℃/95℃高压蒸汽压力/温度：1.27MPa/335℃高压蒸汽产量：21t/h 低压蒸汽压力/温度：0.4MPa/175℃低压蒸汽产量：4.5t/h 产热水温度：140℃给水温度：40℃	1
2	汽轮发电机系统	凝汽式汽轮机	额定功率：10MW 主蒸汽压力/温度：1.17MPa/315℃补气压力/温度：0.4MPa/175℃排气压力：7kPa	1
		发电机	额定功率：10MW、转速：3000rpm、电压：10.5kV。	1
3	冷却水系统	机械通风冷却塔	型式：逆流式机械通风冷却塔 Q=2300 m³/h Outlet=10℃/43℃-33℃)	2
		循环冷却水泵	型式：单级双吸卧式清水离心泵流量：2300m³/h；扬程 24mH_2O	3（1 备）
		无阀过滤器	流量：100m³/h	1
4	化学水处理系统	清水泵	Q=24m³/h，H=40 m	2
		预处理装置	多介质过滤器+活性炭过滤器+精密过滤器 Q=24m³/h	1
		一级反渗透装置	Q=18m³/h	1
		二级反渗透装置	Q=15m³/h	1
		除盐水泵	Q=18m³/h，H=50m	2
		反洗水泵	Q=60m³/h，H=22m	2

5.劳动定员及工作制度

劳动定员：对现有工程劳动人员进行调配，不新增人员，劳动定员仍为278人。

工作制度：熟料线、余热电站年工作310天，每天三班，每班8h；粉磨系统

年工作280天，每天三班，每班8h。

6.公用工程

（1）给水

本项目不涉及给水的变化，原有项目饮用水来自自备井水，生产用水来自九洲江。

（2）排水

本项目不涉及排水的变化，原有项目排水主要有生产废水、生活污水和初期雨水。

生产废水产生于：回转窑、各类磨机、空压机和部分仪表等冷却过程产生的废水，以及余热发电系统的冷却水，均循环使用不排放。另外，还包含化验室产生的化验废水，循环系统的各类浓水排水。

初期雨水来源于厂区除绿化面积外暴雨前段形成的地表径流，含有一定量的悬浮物和石油类等污染物，现有项目于厂区东南边界设置一个初期雨水收集池（1980m³）。

生产废水和初期雨水经废水管网进入厂区东南侧的工业废水处理站进行处理处置后回用厂区绿化、洒水及生产过程，不外排。

生活污水来源于厂区办公场所和食堂，主要为食堂污水和卫生间污水，主要污染因子为pH、五日生化需氧量、化学需氧量、氨氮等。生活污水经污水管网排入厂区东南侧设置的污水处理站进行处理处置，处理后回用厂区绿化、道路洒水降尘，不外排。

（2）供电系统

本项目不涉及用能的变化，原有项目均由市政电网提供电力及配置余热发电机组。

（3）能源消耗

改建项目仅变更原辅材料，不涉及能源消耗变化。

7.运输方式及运输路线

本项目所涉及的一般工业固体废物均采用公路运输的方式运送至厂区。运输过程中加盖帆布，防止雨淋和遗撒。

由于运输过程为密闭方式，不会对运输路线及周边产生不利影响。

运输原则上应尽量避开人员密集区、水源保护区，避开交通拥堵道路，车速适中，并选用路线短、对沿路影响小的运输路线，尽可能减少经过河流水系的次数，避免在运输途中产生二次污染。运输时需配备专职人员，并制定合理的运输计划和应急预案，统筹安排运输车辆，优化车辆运输路线。

收运路线尽可能选择高速公路、国道或省道，力求线路简短，避开居民区，并远离饮用水源地，运输路线应具有较好的安全性、可靠性。

8.项目平面布置

项目厂区呈不规则多边形，南北最长处约930m、东西宽约680m。在满足工艺、运输、消防等原则的前提下，根据生产线工艺流程、厂外道路方位、地形条件、石灰石矿山位置等条件，厂区整体划分为四个区域：原燃料准备区、熟料烧成区、余热发电区、行政办公及生活服务设施区。

原燃料准备区：位于厂区西侧，主要布置有石灰石预均化库、辅助原料及原煤储库及预均化库等设施。

熟料烧成区：位于厂区中部，从原料配料站、烧成窑尾、窑中、窑头至熟料库等由北向南、由高向低“一”字型布置，工艺流程顺畅、简洁，并利用地形高差降低生产能耗。

余热发电区：该区域位于烧成窑头的东侧，主要布置有汽轮发电机房，锅炉化学水处理，余热发电循环水池及泵房等建、构筑物，该区域靠近烧成系统，热输送损失较少，并距总降较近，电力输送方便。AQC炉、SP炉分别布置在窑头西侧及窑尾高温风机上。

行政办公区及生活服务设施区：该区域位于场地东北侧，与生产区形成独立而又有联系的格局，主要布置有办公楼、食堂等建构筑物。总降，油库，机修车间、综合材料库等。给水处理、熟料循环水池及泵房，污水处理站等生产辅助设施布置在主生产线周围。

机修、材料库等辅助生产设施、办公及生活设施均依托粉磨系统在建工程。水泥粉磨系统位于整个厂区的东侧。

厂区设2个大门，1个货运大门供原燃料及水泥运输；1个人行大门供厂前区使用。在主要货运道路上共设置2台称重150t的汽车衡，对进出厂货物进行计量。

9.项目四至情况

	本次技改在现有厂址场地范围内进行，厂址场地为不规则形状，土地用地性质为工业用地。厂址北侧为农林地；东北厂界与最近村庄-铺仔村距离约315m；西侧为农林地；西北厂界与最近村庄-沙塘村距离约100m；南侧为农田；厂界西南侧与最近村庄-芙东村距离约228m、邓工塘距离约263m；东侧为工业用地，紧邻广东省奥泊美电器有限公司;厂界东北侧还分布有广东美王电器有限公司沙塘分公司、廉江祥亨旅游箱包制品有限公司，与最近村庄-田埇尾距离约452m。 **10.物料平衡** 技改项目物料平衡见下表。

表2-20 技改后全厂物料平衡一览表

物料名称		水分	配合比	每吨熟料消耗定额（kg/t 熟料）		物料平衡量（t）						备注		
						干基			湿基					
				干基	湿基	每小时	每天	每年	每小时	每天	每年	项目	单位	数值
原料	石灰石	3.20%	81.98%	1195.22	1234.73	298.80	7171.32	2223108.8	308.68	7408.39	2296600	窑运转天数	d	310
	白泥	35.50%	1.01%	9.85	15.27	2.46	59.09	18318	3.82	91.61	28400	理论料耗	kg/kg	1.5061
	脱硫渣	4.50%	2.33%	33.53	35.11	8.38	201.17	62361.5	8.78	210.65	65300	煤低位热值	kJ/kg	22208
	脱硫灰粉	0.50%	2.03%	30.44	30.59	7.61	182.63	56615.5	7.65	183.55	56900	熟料热耗	kJ/kg	2969kJ/kg
	砂土	13%	5.59%	73.37	84.14	18.34	440.22	136468	21.03	504.84	156500			
	铁矿石	8.70%	1.01%	13.94	15.27	3.49	83.64	25929.2	3.82	91.61	28400			
	铜渣	11.50%	1.01%	13.51	15.27	3.38	81.08	25134	3.82	91.61	28400			
	粘土	18.10%	3.80%	46.89	57.26	11.72	281.37	87223.5	14.31	343.55	106500			
	铅锌尾矿	18.1%	0.21%	2.64	3.23	0.66	15.85	4914	0.81	19.35	6000			
	高铝料	1%	1.01%	15.12	15.27	3.78	90.70	28116	3.82	91.61	28400			
生料	生料		100%	1434.51	1506.13	358.63	8607.06	2668188.50	376.53	9036.77	2801400.00			
替代燃料	废塑料碎片	0.22%		4.49	4.50	1.12	26.91	8342.61	1.12	26.97	8361			
	废橡胶颗粒	0.60%		1.46	1.47	0.36	8.76	2714.61	0.37	8.81	2731			
	木粒	0.88%		0.64	0.65	0.16	3.86	1197.37	0.16	3.90	1208			
	秸秆	9.06%		2.36	2.59	0.59	14.14	4384.22	0.65	15.55	4821			
	树皮	2.76%		0.65	0.67	0.16	3.89	1204.8	0.17	4.00	1239			
	碎布	2.01%		0.76	0.78	0.19	4.57	1416.94	0.19	4.66	1446			
	固体节煤剂	0.28%		5.36	5.38	1.34	32.17	9972	1.34	32.26	10000			

物料名称		水分	配合比	每吨熟料消耗定额（kg/t 熟料）		物料平衡量（t）						备注		
						干基			湿基					
				干基	湿基	每小时	每天	每年	每小时	每天	每年	项目	单位	数值
	炭黑	0.50%		6.42	6.45	1.60	38.52	11940	1.61	38.71	12000			
中间产品	熟料					250.00	6000.00	1860000						
外购	熟料					53.76	1290.32	400000						
标准煤	烧成用煤	8.00%		173.22	188.28	43.30	1039.30	322184	47.07	1129.68	350200			
PQ42.5 水泥	熟料	/	80.90%			212.85	5108.46	1430368.61				熟料+石膏	w%	≥80 且<95
	石膏	12.00%				11.07	265.72	73154.532	12.37	296.89	83130.15	矿渣	w%	>5 且≤20
	混合材	2.00%	15.00%			41.52	996.45	279005.58	42.37	1016.78	284699.57	火山灰质混合材		
	石灰石	3.20%	4.10%			11.35	272.36	76261.53	11.41	273.73	76644.75	粉煤灰		
	外排粉尘		0.00%			0.01	0.13	37.2				石灰石	w%	-
	产品							1860000						
PC42.5 水泥	熟料		66.55%			19.56	469.51	131462.63				熟料+石膏	w%	≥50 且<80
	石膏	12.00%				1.23	29.63	8295.17	1.38	33.10	9268.34	矿渣	w%	>20 且≤50
	混合材	2.00%	27.70%			8.66	207.75	58171.16	8.83	211.99	59358.33	火山灰质混合材		
	石灰石	3.20%	5.75%			1.80	43.13	12075.24	1.81	43.34	12135.92	粉煤灰		
	外排粉尘		0.00%			0.00	0.02	4.2				石灰石		
	产品							210000						
P.II52.5R 水泥	熟料		97.80%			67.13	1611.12	451113.82				熟料+石膏	w%	≥95
	石膏	12.00%				2.73	65.48	18335.57	3.05	73.17	20486.67	矿渣	w%	≤5

物料名称		水分	配合比	每吨熟料消耗定额（kg/t 熟料）		物料平衡量（t）						备注		
						干基			湿基					
				干基	湿基	每小时	每天	每年	每小时	每天	每年	项目	单位	数值
	混合材	2.00%	1.00%			0.71	17.14	4800.1	0.73	17.49	4898.06	火山灰质混合材	w%	-
	石灰石	3.20%	1.20%			0.86	20.57	5760.12	0.86	20.68	5789.06	粉煤灰	w%	-
	外排粉尘		0.00%			0.00	0.03	9.6				石灰石	w%	≤5
	产品							480000						
M32.5水	熟料		58.90%			36.76	882.34	247054.94						
泥	石膏	12.00%				2.68	64.29	18000.36	2.99	71.83	20112.13			
	混合材	2.00%	35.10%			23.50	564.12	157953.16	23.98	575.63	161176.69			
	石灰石	3.20%	6.00%			4.02	96.43	27000.54	4.04	96.92	27136.22			
	外排粉尘		0.00%			0.00	0.03	9						
	产品							450000						
水泥合计	熟料					336.31	8071.43	2260000						
	石膏	10.50%				17.71	425.12	119032.58	19.79	474.99	132997.3			
	混合材	2.00%				74.39	1785.46	499930	75.91	1821.9	510132.65			
	石灰石	0.50%				18.02	432.49	121097.42	18.11	434.66	121705.95			
	外排粉尘					0.009	0.21	60	0	0	0			
	产品					446.45	10714.71	3000000						

11.重金属元素平衡

根据《<水泥窑协同处置固体废物污染控制标准>编制说明（发布稿）》（水泥窑协同处置固体废物污染控制标准，2013 年12 月），参考德国水泥研究所对微量元素在水泥回转窑系统的挥发性，分为不挥发、半挥发、易挥发、高挥发等四类重金属。

表2-21 微量元素在水泥窑中的挥发等级

等级	元素	冷凝温度（℃）
不挥发	Ba，Be，As，Cr，Ni，V，Al，Ti，Ca，Fe，Mn，Cu，Ag	--
半挥发	Sb，Cd，Pb，Se，Zn，K，Na	700-900
易挥发	Tl	450-550
高挥发	Hg	<250

（1）不挥发类元素与熟料中的主要元素钙、硅、铝及铁和镁相似，完全被结合到熟料中。这类元素99.9%以上直接进入熟料。

（2）半挥发类元素在水泥熟料煅烧过程中，首先形成硫酸盐和氯化物。这类化合物在700-900℃温度范围内冷凝，在窑和预热器系统内形成内循环，最终几乎全部进入熟料，随烟气带入带出窑系统外的量很少。例如Pb和Cd在气固混合充分的悬浮预热窑内被熟料吸收的比例高于气固混合较弱的半干法窑上被熟料吸收的比例。

（3）物料中易挥发的元素Tl于520-550℃开始蒸发，在窑尾物理温度850℃的温度区主要以气相存在，一般不被带回转窑烧成带，随熟料带出的比例小于5%。蒸发的T1一般在450-500℃的温度区冷凝，93%-98%都滞留在预热器系统内，其余部分可随窑灰带回窑系统，随废气排放的量少。

（4）高挥发元素Hg在约100℃温度下完全蒸发，所以不会结合在熟料中，在预热器系统内不能冷凝和分离出来，主要是凝结在窑灰上或随窑废气带走形成外循环和排放。在悬浮预热窑上，130℃时Hg通过凝结在窑灰上的分离率可达约90%。利用窑废气进行粉磨烘干作业时更有利于提高Hg在废气中的分离率。

研究表明，在不超过重金属投加量限值情况下，进料量的变化是不影响重金属在熟料、烟气中的分配率。根据闫大海等人的研究，烟气中重金属的分配率除砷外基本在0.0097~0.5%之间。根据德国VDZ（德国水泥行业协会）发布的《德国水泥工业环境数据2023年》，配备旋风预热器的回转窑系统排放因子（表5-2）。砷的排放因子为0.023%。

综上，本项目重金属在烟气中的分配率拟主要依据《固体废物生产水泥污染控制标准编制说明（征求意见稿）》中编制组试烧实验的数据考虑最不利的结果，并根据其他几项研究结果进行调整。其中汞为高挥发重金属，按100%挥发核算；铊为易挥发重金属按20%挥发核算；砷按该研究结果分配率较高，考虑砷属于半挥发类金属，则综合其他几项研究成果，砷的烟气分配率按0.05%核算。

本项目确定熟料对上述重金属的分配率如下表所示：

表2-22 重金属分配系数表

重金属	Cr	Be	Sn	Cu	Co	Mn	Ni
熟料及窑灰%	99.9	99.95	99.5	99.95	99.9	99.99	99.9
烟气%	0.1	0.05	0.5	0.05	0.1	0.01	0.1
重金属	V	Hg	Tl	Cd	Pb	As	Sb
熟料及窑灰%	99.9	90	95	99.75	99.5	99.95	98
烟气%	0.1	10	5	0.25	0.5	0.05	2

本项目重金属去向主要有三处：固化在熟料中、进入窑灰再掺入熟料中、进入大气。

本项目技改前后的重金属元素平衡见表2-23和表2-24。

表2-23 技改前全厂重金属元素平衡一览表

汞元素（Hg）平衡表							
序号	投入				产出		
	物料	投入量（t/a）	含汞量（mg/kg）	汞量（t/a）	项目	含汞量（t/a）	分配系数（%）
1	铁矿石	56900	0.052	0.00296	熟料及窑灰	0.0981	90
2	石灰石	2447400	0.01	0.02447	烟气	0.01090	10
3	铝灰	45000	0.512	0.02304			
4	钢渣粉	21500	0.048	0.00103			
5	煤炭	350200	0.15	0.05253			
6	固体节煤剂	10000	0.495	0.00495			
	合计			**0.1090**		**0.1090**	
铊元素（Tl）平衡表							
	物料	投入量（t/a）	含铊量（mg/kg）	铊量（t/a）	项目	含铊量（t/a）	分配系数（%）
	石灰石	2447400	0.6	1.4684	熟料及窑灰	2.1426	95
1	铝灰	45000	0.2	0.0090	烟气	0.1128	5
2	砂土	156500	1.31	0.2050			
3	粘土	184900	1.58	0.2921			
4	煤炭	350200	0.7	0.2451			
5	废塑料颗粒	8361	0.5	0.0042			
6	树皮	1239	0.17	0.0002			
7	炭黑	12000	2.6	0.0312			
	合计			**2.2554**		**2.2554**	
镉元素（Cd）平衡表							
	物料	投入量（t/a）	含镉量（mg/kg）	镉量（t/a）	项目	含镉量（t/a）	占比（%）
1	石灰石	2447400	0.4	0.9790	熟料及窑灰	1.18147	99.75
2	铝灰	45000	0.275	0.0124	烟气	0.00296	0.25
3	铁矿石	56900	1.3	0.0740			
4	钢渣粉	21500	0.2	0.0043			
5	秸秆	4821	0.1	0.0005			
6	树皮	1239	0.1	0.0001			
7	固体节煤剂	10000	6.67	0.0667			

汞元素（Hg）平衡表							
序号	投入				产出		
	物料	投入量（t/a）	含汞量（mg/kg）	汞量（t/a）	项目	含汞量（t/a）	分配系数（%）
8	炭黑	12000	3.96	0.0475			
	合计			**1.1844**		**1.1844**	**100**
砷元素（As）平衡表							
	物料	投入量（t/a）	含砷量（mg/kg）	砷量（t/a）	项目	含砷量（t/a）	占比（%）
	石灰石	2447400	3	7.3422	熟料及窑灰	23.04133	99.95
1	砂土	156500	27.3	4.2725	烟气	0.01153	0.05
2	铁矿石	56900	32.7	1.8606			
3	钢渣粉	21500	2.98	0.0641			
4	粘土	184900	22.1	4.0863			
5	铝灰	45000	0.565	0.0254			
6	煤炭	350200	15.4	5.3931			
7	秸秆	4821	0.97	0.0047			
8	树皮	1239	1.29	0.0016			
9	固体节煤剂	10000	0.244	0.0024			
	合计			**23.0529**		**23.0529**	**100**
铅元素（Pb）平衡表							
	物料	投入量（t/a）	含铅量（mg/kg）	铅量（t/a）	项目	含铅量（t/a）	占比（%）
1	铁矿石	56900	46	2.6174	熟料及窑灰	19.59458	99.5
2	钢渣粉	21500	5.6	0.1204	烟气	0.09847	0.5
3	铝灰	45000	31.925	1.4366			
4	粘土	184900	39.5	7.3036			
5	木粒	1208	10.69	0.0129			
6	秸秆	4821	1.9	0.0092			
7	树皮	1239	2.8	0.0035			
8	碎布	1446	16.27	0.0235			
9	固体节煤剂	10000	687	6.8700			
10	炭黑	12000	108	1.2960			
	合计			**19.6930**		**19.6930**	**100**
铍元素（Be）平衡表							

汞元素（Hg）平衡表							
序号	投入				产出		
	物料	投入量（t/a）	含汞量（mg/kg）	汞量（t/a）	项目	含汞量（t/a）	分配系数（%）
	物料	投入量（t/a）	含铍量（mg/kg）	铍量（t/a）	项目	含铍量（t/a）	占比（%）
1	铝灰	45000	1.056	0.0475	熟料及窑灰	0.05009	99.95
2	废塑料碎片	8361	0.31	0.0026	烟气	0.00003	0.05
	合计			**0.0501**		**0.0501**	**100**
铬元素（Cr）平衡表							
	物料	投入量（t/a）	含铬量（mg/kg）	铬量（t/a）	项目	含铬量（t/a）	占比（%）
1	石灰石	2447400	4.5	11.0133	熟料及窑灰	195.61003	99.9
2	钢渣粉	21500	423	9.0945	烟气	0.19581	0.1
3	砂土	156500	380	59.4700			
4	铁矿石	56900	98.6	5.6103			
5	粘土	184900	522	96.5178			
6	铝灰	45000	142.92	6.4314			
7	煤炭	350200	9.17	3.2113			
8	木粒	1208	86.2	0.1041			
9	秸秆	4821	2.6	0.0125			
10	树皮	1239	8.9	0.0110			
11	碎布	1446	2580.55	3.7315			
12	固体节煤剂	10000	44.8	0.4480			
13	炭黑	12000	12.5	0.1500			
	合计			**195.8058**		**195.8058**	**100**
锡元素（Sn）平衡表							
	物料	投入量（t/a）	含锡量（mg/kg）	锡量（t/a）	项目	含锡量（t/a）	占比（%）
1	铝灰	28400	77.6	2.2038	熟料及窑灰	5.37533	95
2	废塑料碎片	8361	188	1.5719	烟气	0.28291	5
3	秸秆	4821	0.5	0.0024			
4	树皮	1239	0.1	0.0001			
5	固体节煤剂	10000	188	1.8800			
	合计			**5.6582**		**5.6582**	**100**
锑元素（Sb）平衡表							

汞元素（Hg）平衡表							
序号	投入				产出		
	物料	投入量（t/a）	含汞量（mg/kg）	汞量（t/a）	项目	含汞量（t/a）	分配系数（%）
	物料	投入量（t/a）	含锑量（mg/kg）	锑量（t/a）	项目	含锑量（t/a）	占比（%）
1	铁矿石	56900	10.5	0.5975	熟料及窑灰	11.65139	98
2	铝灰	45000	2.475	0.1114	烟气	0.23778	2
3	钢渣粉	21500	2.4	0.0516			
4	废塑料碎片	8361	14.8	0.1237			
5	废橡胶颗粒	2731	0.5	0.0014			
6	秸秆	4821	0.6	0.0029			
7	树皮	1239	0.6	0.0007			
8	固体节煤剂	10000	1100	11.0000			
	合计			**11.8892**		**11.8892**	**100**
铜元素（Cu）平衡表							
	物料	投入量（t/a）	含铜量（mg/kg）	铜量（t/a）	项目	含铜量（t/a）	占比（%）
1	石灰石	2447400	1.2	2.9369	熟料及窑灰	80.49278	99.95
2	钢渣粉	21500	12.32	0.2649	烟气	0.04027	0.05
3	砂土	156500	22.4	3.5056			
4	铁矿石	56900	35.6	2.0256			
5	粘土	184900	78.5	14.5147			
6	铝灰	45000	243.6	10.9620			
7	煤炭	350200	28.3	9.9107			
8	木粒	1208	2257.65	2.7272			
9	秸秆	4821	2.9	0.0140			
10	树皮	1239	3.5	0.0043			
11	碎布	1446	743.55	1.0752			
12	固体节煤剂	10000	3000	30.0000			
13	炭黑	12000	216	2.5920			
	合计			**80.5330**		**80.5330**	**100**
钴元素（Co）平衡表							
	物料	投入量（t/a）	含钴量（mg/kg）	钴量（t/a）	项目	含钴量（t/a）	占比（%）
1	石灰石	2447400	0.6	1.4684	熟料及窑灰	6.12423	99.9

汞元素（Hg）平衡表							
序号	投入				产出		
	物料	投入量（t/a）	含汞量（mg/kg）	汞量（t/a）	项目	含汞量（t/a）	分配系数（%）
2	砂土	156500	4.97	0.7778	烟气	0.00613	0.1
3	铁矿石	56900	17.6	1.0014			
4	钢渣粉	21500	6.98	0.1501			
5	粘土	184900	7.88	1.4570			
6	铝灰	45000	9.6	0.4320			
7	废塑料碎片	8361	20.7	0.1731			
8	废橡胶颗粒	2731	208	0.5680			
9	秸秆	4821	0.1	0.0005			
10	树皮	1239	0.8	0.0010			
11	固体节煤剂	10000	10.1	0.1010			
	合计			**6.1304**		**6.1304**	**100**
锰元素（Mn）平衡表							
	物料	投入量（t/a）	含锰量（mg/kg）	锰量（t/a）	项目	含锰量（t/a）	占比（%）
1	石灰石	2447400	46.6	114.0488	熟料及窑灰	321.67956	99.99
2	钢渣粉	21500	1389	29.8635	烟气	0.03217	0.01
3	砂土	156500	141.7	22.1761			
4	铁矿石	56900	362	20.5978			
5	粘土	184900	412	76.1788			
6	铝灰	45000	63.24	2.8458			
7	煤炭	350200	135	47.2770			
8	木粒	1208	1959.54	2.3671			
9	秸秆	4821	385	1.8561			
10	树皮	1239	558	0.6914			
11	碎布	1446	762.22	1.1022			
12	固体节煤剂	10000	198	1.9800			
13	炭黑	12000	60.6	0.7272			
	合计			**321.71173**		**321.71173**	**100**
镍元素（Ni）平衡表							
	物料	投入量（t/a）	含镍量（mg/kg）	镍量（t/a）	项目	含镍量（t/a）	占比（%）

汞元素（Hg）平衡表							
序号	投入				产出		
	物料	投入量（t/a）	含汞量（mg/kg）	汞量（t/a）	项目	含汞量（t/a）	分配系数（%）
1	石灰石	2447400	3	7.3422	熟料及窑灰	96.75844	99.9
2	钢渣粉	21500	32.9	0.7074	烟气	0.09686	0.1
3	砂土	156500	169	26.4485			
4	铁矿石	56900	33.2	1.8891			
5	粘土	184900	260	48.0740			
6	铝灰	45000	66.92	3.0114			
7	煤炭	350200	21.3	7.4593			
8	木粒	1208	945.45	1.1421			
9	秸秆	4821	0.1	0.0005			
10	树皮	1239	2.2	0.0027			
11	碎布	1446	111.06	0.1606			
12	固体节煤剂	10000	47	0.4700			
13	炭黑	12000	12.3	0.1476			
	合计			**96.85529**		**96.85529**	**100**
钒元素（V）平衡表							
	物料	投入量（t/a）	含钒量（mg/kg）	钒量（t/a）	项目	含钒量（t/a）	占比（%）
1	石灰石	2447400	4.1	10.0343	熟料及窑灰	65.96412	99.9
2	钢渣粉	21500	5.56	0.1195	烟气	0.06603	0.1
3	砂土	156500	43.8	6.8547			
4	铁矿石	56900	244	13.8836			
5	粘土	184900	69.3	12.8136			
6	铝灰	45000	255.6	11.5020			
7	煤炭	350200	30.4	10.6461			
8	废塑料碎片	8361	9.8	0.0819			
9	废橡胶颗粒	2731	3.3	0.0090			
10	秸秆	4821	0.1	0.0005			
11	树皮	1239	24.2	0.0300			
12	固体节煤剂	10000	5.49	0.0549			
	合计			**66.0301**		**66.0301**	**100**

汞元素（Hg）平衡表							
序号	投入				产出		
	物料	投入量（t/a）	含汞量（mg/kg）	汞量（t/a）	项目	含汞量（t/a）	分配系数（%）
锌元素（Zn）平衡表							
	物料	投入量（t/a）	含锌量（mg/kg）	锌量（t/a）	项目	含锌量（t/a）	占比（%）
1	石灰石	2447400	7.8	19.0897	熟料及窑灰	519.98129	99.95
2	钢渣粉	21500	321	6.9015	烟气	0.26012	0.05
3	砂土	156500	32.9	5.1489			
4	铁矿石	56900	316	17.9804			
5	铝灰	45000	371.98	16.7391			
6	煤炭	350200	53.3	18.6657			
7	木粒	1208	105.82	0.1278			
8	秸秆	4821	22.5	0.1085			
9	树皮	1239	12.9	0.0160			
10	碎布	1446	2740.73	3.9631			
11	固体节煤剂	10000	1560	15.6000			
12	炭黑	12000	31700	380.4000			
	合计			**520.2414**		**520.2414**	**100**

表2-24 技改后全厂重金属元素平衡一览表

汞元素（Hg）平衡表							
序号	投入				产出		
	物料	投入量（t/a）	含汞量（mg/kg）	汞量（t/a）	项目	含汞量（t/a）	分配系数（%）
1	铁矿石	28400	0.052	0.0015	熟料及窑灰	0.0767	90
2	石灰石	2296600	0.01	0.0230	烟气	0.00853	10
3	白泥	28400	0.0627	0.0018			
4	铜渣	28400	0.048	0.0014			
5	高铝料（铝灰无害化处理后物料）	28400	0.007	0.0002			
6	煤炭	350200	0.15	0.0525			
7	固体节煤剂	10000	0.495	0.0050			
	合计			0.0853		0.00853	100
铊元素（Tl）平衡表							

	物料	投入量（t/a）	含铊量（mg/kg）	铊量（t/a）	项目	含铊量（t/a）	分配系数（%）
1	石灰石	2296600	0.6	1.3780	熟料及窑灰	2.1304	95
2	脱硫灰粉	56900	3.7	0.2105	烟气	0.1121	5
3	砂土	156500	1.31	0.2050			
4	铁矿石	28400	0	0.0000			
5	铜渣	28400	0	0.0000			
6	粘土	106500	1.58	0.1683			
7	煤炭	350200	0.7	0.2451			
8	废塑料颗粒	8361	0.5	0.0042			
9	秸秆	4821	0.01	0.0000			
10	树皮	1239	0.17	0.0002			
11	炭黑	12000	2.6	0.0312			
	合计			2.2426		2.2426	100
镉元素（Cd）平衡表							
	物料	投入量（t/a）	含镉量（mg/kg）	镉量（t/a）	项目	含镉量（t/a）	占比（%）
1	石灰石	2296600	0.4	0.9186	熟料及窑灰	1.10021	99.75
2	白泥	28400	0.4	0.0114	烟气	0.00276	0.25
3	铁矿石	28400	1.3	0.0369			
	铜渣	28400	0.2	0.0057			
4	铅锌尾矿	6000	2.59	0.0155			
5	秸秆	4821	0.1	0.0005			
6	树皮	1239	0.1	0.0001			
7	固体节煤剂	10000	6.67	0.0667			
8	炭黑	12000	3.96	0.0475			
	合计			1.1030		1.1030	100
砷元素（As）平衡表							
	物料	投入量（t/a）	含砷量（mg/kg）	砷量（t/a）	项目	含砷量（t/a）	占比（%）
1	石灰石	2296600	3	6.8898	熟料及窑灰	20.08021	99.95
2	白泥	28400	0.753	0.0214	烟气	0.01005	0.05
3	砂土	156500	27.3	4.2725			
4	铁矿石	28400	32.7	0.9287			
	铜渣	28400	3.97	0.1127			

5	铅锌尾矿	6000	8.54	0.0512			
6	粘土	106500	22.1	2.3537			
7	高铝料（铝灰无害化处理后物料）	28400	2.06	0.0585			
8	煤炭	350200	15.4	5.3931			
9	秸秆	4821	0.97	0.0047			
10	树皮	1239	1.29	0.0016			
11	固体节煤剂	10000	0.244	0.0024			
	合计			20.0903		20.0903	100
铅元素（Pb）平衡表							
	物料	投入量（t/a）	含铅量（mg/kg）	铅量（t/a）	项目	含铅量（t/a）	占比（%）
1	石灰石	2296600	0	0.0000	熟料及窑灰	15.67760	99.5
2	铁矿石	28400	46	1.3064	烟气	0.07878	0.5
3	铜渣	28400	7.4	0.2102			
4	铅锌尾矿	6000	303	1.8180			
5	粘土	106500	39.5	4.2068			
6	木粒	1208	10.69	0.0129			
7	秸秆	4821	1.9	0.0092			
8	树皮	1239	2.8	0.0035			
9	碎布	1446	16.27	0.0235			
10	固体节煤剂	10000	687	6.8700			
11	炭黑	12000	108	1.2960			
	合计			15.7564		15.7564	100
铍元素（Be）平衡表							
	物料	投入量（t/a）	含铍量（mg/kg）	铍量（t/a）	项目	含铍量（t/a）	占比（%）
1	白泥	28400	0.04	0.0011	熟料及窑灰	0.33532	99.95
2	脱硫渣	85300	2.91	0.2482	烟气	0.00017	0.05
3	铜渣	28400	0.98	0.0278			
4	铅锌尾矿	6000	1.38	0.0083			
5	高铝料（铝灰无害化处理后物料）	28400	1.67	0.0474			
6	废塑料碎片	8361	0.31	0.0026			
	合计			0.3355		0.3355	100
铬元素（Cr）平衡表							

	物料	投入量（t/a）	含铬量（mg/kg）	铬量（t/a）	项目	含铬量（t/a）	占比（%）
1	石灰石	2296600	4.5	10.3347	熟料及窑灰	205.28326	99.9
2	白泥	28400	10.8	0.3067	烟气	0.20549	0.1
3	脱硫渣	65300	892	58.2476			
4	脱硫灰粉	56900	27.1	1.5420			
5	砂土	156500	380	59.4700			
6	铁矿石	28400	98.6	2.8002			
7	铜渣	28400	169	4.7996			
8	铅锌尾矿	6000	87.2	0.5232			
9	粘土	106500	522	55.5930			
10	高铝料（铝灰无害化处理后物料）	28400	148	4.2032			
11	煤炭	350200	9.17	3.2113			
12	木粒	1208	86.2	0.1041			
13	秸秆	4821	2.6	0.0125			
14	树皮	1239	8.9	0.0110			
15	碎布	1446	2580.55	3.7315			
16	固体节煤剂	10000	44.8	0.4480			
17	炭黑	12000	12.5	0.1500			
	合计			205.4888		205.4888	100
锡元素（Sn）平衡表							
	物料	投入量（t/a）	含锡量（mg/kg）	锡量（t/a）	项目	含锡量（t/a）	占比（%）
1	铁矿石	28400	0	0.0000	熟料及窑灰	6.64791	95
2	高铝料（铝灰无害化处理后物料）	28400	78.5	2.2294	烟气	0.34989	5
3	铅锌尾矿	6000	219	1.3140			
4	废塑料碎片	8361	188	1.5719			
5	秸秆	4821	0.5	0.0024			
6	树皮	1239	0.1	0.0001			
7	固体节煤剂	10000	188	1.8800			
	合计			6.9978		6.9978	100
锑元素（Sb）平衡表							
	物料	投入量（t/a）	含锑量（mg/kg）	锑量（t/a）	项目	含锑量（t/a）	占比（%）
1	石灰石	2296600	0	0.0000	熟料及窑灰	11.26520	98

2	铁矿石	28400	10.5	0.2982	烟气	0.22990	2
3	铜渣	28400	2.4	0.0682			
4	废塑料碎片	8361	14.8	0.1237			
5	废橡胶颗粒	2731	0.5	0.0014			
6	秸秆	4821	0.6	0.0029			
7	树皮	1239	0.6	0.0007			
8	固体节煤剂	10000	1100	11.0000			
	合计			11.4951		11.4951	100
铜元素（Cu）平衡表							
	物料	投入量（t/a）	含铜量（mg/kg）	铜量（t/a）	项目	含铜量（t/a）	占比（%）
1	石灰石	2296600	1.2	2.7559	熟料及窑灰	79.75886	99.95
2	白泥	28400	6.4	0.1818	烟气	0.03990	0.05
3	脱硫渣	65300	9.17	0.5988			
4	脱硫灰粉	56900	17.2	0.9787			
5	砂土	156500	22.4	3.5056			
6	铁矿石	28400	35.6	1.0110			
7	铜渣	28400	23.3	0.6617			
8	铅锌尾矿	6000	232	1.3920			
9	粘土	106500	78.5	8.3603			
10	高铝料（铝灰无害化处理后物料）	28400	494	14.0296			
11	煤炭	350200	28.3	9.9107			
12	木粒	1208	2257.65	2.7272			
13	秸秆	4821	2.9	0.0140			
14	树皮	1239	3.5	0.0043			
15	碎布	1446	743.55	1.0752			
16	固体节煤剂	10000	3000	30.0000			
17	炭黑	12000	216	2.5920			
	合计			79.7988		79.7988	100
钴元素（Co）平衡表							
	物料	投入量（t/a）	含钴量（mg/kg）	钴量（t/a）	项目	含钴量（t/a）	占比（%）
1	石灰石	2296600	0.6	1.3780	熟料及窑灰	4.97078	99.9
2	脱硫灰粉	56900	3.75	0.2134	烟气	0.00498	0.1

3	砂土	156500	4.97	0.7778			
4	铁矿石	28400	17.6	0.4998			
5	铜渣	28400	3.9	0.1108			
6	铅锌尾矿	6000	6.76	0.0406			
7	粘土	106500	7.88	0.8392			
8	高铝料（铝灰无害化处理后物料）	28400	9.6	0.2726			
9	废塑料碎片	8361	20.7	0.1731			
10	废橡胶颗粒	2731	208	0.5680			
11	秸秆	4821	0.1	0.0005			
12	树皮	1239	0.8	0.0010			
13	固体节煤剂	10000	10.1	0.1010			
	合计			4.9758		4.9758	100
锰元素（Mn）平衡表							
	物料	投入量（t/a）	含锰量（mg/kg）	锰量（t/a）	项目	含锰量（t/a）	占比（%）
1	石灰石	2296600	46.6	107.0216	熟料及窑灰	1072.69818	99.99
2	白泥	28400	36.3	1.0309	烟气	0.10728	0.01
3	脱硫渣	65300	11800	770.5400			
4	脱硫灰粉	56900	99.1	5.6388			
5	砂土	156500	141.7	22.1761			
6	铁矿石	28400	362	10.2808			
7	铜渣	28400	188	5.3392			
8	铅锌尾矿	6000	4280	25.6800			
9	粘土	106500	412	43.8780			
10	高铝料（铝灰无害化处理后物料）	28400	888	25.2192			
11	煤炭	350200	135	47.2770			
12	木粒	1208	1959.54	2.3671			
13	秸秆	4821	385	1.8561			
14	树皮	1239	558	0.6914			
15	碎布	1446	762.22	1.1022			
16	固体节煤剂	10000	198	1.9800			
17	炭黑	12000	60.6	0.7272			
	合计			1072.80546		1072.80546	100

镍元素（Ni）平衡表							
	物料	投入量（t/a）	含镍量（mg/kg）	镍量（t/a）	项目	含镍量（t/a）	占比（%）
1	石灰石	2296600	3	6.8898	熟料及窑灰	78.05071	99.9
2	白泥	28400	1.6	0.0454	烟气	0.07813	0.1
3	脱硫渣	65300	29.3	1.9133			
4	脱硫灰粉	56900	24	1.3656			
5	砂土	156500	169	26.4485			
6	铁矿石	28400	33.2	0.9429			
7	铜渣	28400	12.9	0.3664			
8	铅锌尾矿	6000	26.5	0.1590			
9	粘土	106500	260	27.6900			
10	高铝料（铝灰无害化处理后物料）	28400	103	2.9252			
11	煤炭	350200	21.3	7.4593			
12	木粒	1208	945.45	1.1421			
13	秸秆	4821	0.1	0.0005			
14	树皮	1239	2.2	0.0027			
15	碎布	1446	111.06	0.1606			
16	固体节煤剂	10000	47	0.4700			
17	炭黑	12000	12.3	0.1476			
	合计			78.12883		78.12883	100
钒元素（V）平衡表							
	物料	投入量（t/a）	含钒量（mg/kg）	钒量（t/a）	项目	含钒量（t/a）	占比（%）
1	石灰石	2296600	4.1	9.4161	熟料及窑灰	51.03448	99.9
2	白泥	28400	2.9	0.0824	烟气	0.05109	0.1
3	脱硫渣	65300	6.66	0.4349			
4	脱硫灰粉	56900	33	1.8777			
5	砂土	156500	43.8	6.8547			
6	铁矿石	28400	244	6.9296			
7	铜渣	28400	114	3.2376			
8	铅锌尾矿	6000	26.5	0.1590			
9	粘土	106500	69.3	7.3805			
10	高铝料（铝灰无害化处理后物料）	28400	137	3.8908			

11	煤炭	350200	30.4	10.6461			
12	废塑料碎片	8361	9.8	0.0819			
13	废橡胶颗粒	2731	3.3	0.0090			
14	秸秆	4821	0.1	0.0005			
15	树皮	1239	24.2	0.0300			
16	固体节煤剂	10000	5.49	0.0549			
	合计			51.0856		51.0856	100
锌元素（Zn）平衡表							
	物料	投入量（t/a）	含锌量（mg/kg）	锌量（t/a）	项目	含锌量（t/a）	占比（%）
1	石灰石	2296600	7.8	17.9135	熟料及窑灰	510.07303	99.95
2	白泥	28400	3.5	0.0994	烟气	0.25516	0.05
3	脱硫渣	65300	57.7	3.7678			
4	脱硫灰粉	56900	68.1	3.8749			
5	砂土	156500	32.9	5.1489			
6	铁矿石	28400	316	8.9744			
7	铜渣	28400	36.8	1.0451			
8	铅锌尾矿	6000	1110	6.6600			
9	粘土	106500	192	20.4480			
10	高铝料（铝灰无害化处理后物料）	28400	828	23.5152			
11	煤炭	350200	53.3	18.6657			
12	木粒	1208	105.82	0.1278			
13	秸秆	4821	22.5	0.1085			
14	树皮	1239	12.9	0.0160			
15	碎布	1446	2740.73	3.9631			
16	固体节煤剂	10000	1560	15.6000			
17	炭黑	12000	31700	380.4000			
	合计			510.3282		510.3282	100

技改前后入窑及排放重金属含量一览表见表2-25和表2-26。

表2-25 技改项目完成后新增入窑的重金属含量 单位：t/a

项目 元素	技改前	技改后	新增量
汞（Hg）	0.109	0.0853	-0.0237
铊（Tl）	2.2554	2.2426	-0.0128
镉（Cd）	1.1844	1.1030	-0.0814
砷（As）	23.0529	20.0903	-2.9626
铅（Pb）	19.693	15.7564	-3.9366
铍（Be）	0.0501	0.3355	0.2854
铬（Cr）	195.8058	205.4888	9.683
锡（Sn）	5.6582	6.9978	1.3396
锑（Sb）	11.8892	11.4951	-0.3941
铜（Cu）	80.533	79.7988	-0.7342
钴（Co）	6.1304	4.9758	-1.1546
锰（Mn）	321.71173	1072.80546	751.09373
镍（Ni）	96.85529	78.12883	-18.72646
钒（V）	66.0301	51.0856	-14.9445
锌（Zn）	520.2414	510.3282	-9.9132
Tl+Cd+Pb+As	46.1857	37.3074	-6.9934
Be+Cr+Sn+Sb+Cu+Co+Mn+Ni+V	784.66382	1481.83559	726.44787

表2-26 技改项目完成后废气排放的重金属量 单位：t/a

元素	技改前	技改后	新增量
汞（Hg）	0.01090	0.00853	-0.00237
铊（Tl）	0.1128	0.1121	-0.0007
镉（Cd）	0.00296	0.00276	-0.0002
砷（As）	0.01153	0.01005	-0.00148
铅（Pb）	0.09847	0.07878	-0.01969
铍（Be）	0.00003	0.00017	0.00014
铬（Cr）	0.19581	0.20549	0.00968
锡（Sn）	0.28291	0.34989	0.06698
锑（Sb）	0.23778	0.22990	-0.00788
铜（Cu）	0.04027	0.03990	-0.00037
钴（Co）	0.00613	0.00498	-0.00115
锰（Mn）	0.03217	0.10728	0.07511
镍（Ni）	0.09686	0.07813	-0.01873
钒（V）	0.06603	0.05109	-0.01494
锌（Zn）	0.26012	0.25518	-0.00494
Tl+Cd+Pb+As	0.2258	0.2037	-0.02207
Be+Cr+Sn+Sb+Cu+Co+Mn+Ni+V	0.9580	1.0668	0.10884

12. 硫元素平衡

（1）硫化物及有机硫

根据《<水泥窑协同处置危险废物环境保护技术规范>编制说明（征求意见

稿）》，SO_2的排放主要来自原料带入的易挥发性硫化物和有机硫。由于水泥烧成过程中窑内存在大量的碱性物质，大部分产生的SO_2可被吸收形成硫酸盐，硫酸盐挥发性较小，仅少部分在窑内形成内循环，80%以上的随熟料排出窑外，不会对烟气中SO_2的排放造成显著影响。在窑磨一体机的模式下，烟气经生料磨后再排入大气，则生料磨系统中新形成的活性表面及潮湿气氛有利于SO_2的吸收，因此可以大大降低SO_2的排放。类比现有项目《替代燃料节能减碳技术改造项目环境影响报告表》，现有项目水泥窑对硫的固化效率约为99.77%，即有约0.23%的硫随烟气外排。本技改项目保守按99.7%的硫在水泥窑中被固化吸收，0.30%的硫随烟气排放。

综上分析，技改前后硫元素平衡详见下表。

表2-27 技改前全厂入窑硫元素平衡表

硫元素（S）平衡表							
序号	投入				产出		
	物料	投入量（万 t/a）	含硫率（%）	硫量（t/a）	项目	硫量（t/a）	占比（%）
1	石灰石	244.74	0.033	807.64	烟气排放	7.71607	0.3
2	钢渣粉	2.15	0.06	12.90	进入熟料和窑灰	2564.30793	99.7
3	砂土	15.65	0.08	125.20			
4	铁矿石	5.69	0.409	232.72			
5	粘土	18.49	0.08	147.92			
6	铝灰	4.5	0.32	144.00			
7	燃煤	35.02	0.3	1050.60			
8	废塑料碎片	0.8361	0.22	18.39			
9	废橡胶颗粒	0.2731	0.28	7.65			
10	固体节煤剂	1	0.25	25.00			
	合计			2572.024		2572.024	100

表2-28 技改后全厂入窑硫元素平衡表

硫元素（S）平衡表							
序号	投入				产出		
	物料	投入量（万 t/a）	含硫率（%）	硫量（t/a）	项目	硫量（t/a）	占比（%）
1	石灰石	229.66	0.033	757.88	烟气排放	14.50442	0.3
2	白泥	2.84	0.155	44.02	进入熟料和窑	4820.30059	99.7

					灰		
3	脱硫渣	6.53	1.2	783.60			
4	脱硫灰粉	5.69	2.89	1644.41			
5	砂土	15.65	0.08	125.20			
6	铁矿石	2.84	0.409	116.16			
7	铜渣	2.84	0.372	105.65			
8	铅锌尾矿	0.6	1.17	70.20			
9	粘土	10.65	0.08	85.20			
10	高铝熟料（铝灰无害化处理后物料）	2.84	0.003	0.85			
11	燃煤	35.02	0.3	1050.60			
12	废塑料碎片	0.8361	0.22	18.39			
13	废橡胶颗粒	0.2731	0.28	7.65			
14	固体节煤剂	1	0.25	25.00			
	合计			4834.805		4834.805	100

表2-29 技改前后入窑S量

元素	技改前（t/a）	技改后（t/a）	新增量（t/a）
S	2572.024	4834.805	2262.781

表2-30 技改前后烟气排入S量

元素	技改前（t/a）	技改后（t/a）	新增量（t/a）
S	7.71607	14.50442	6.78835

13.氯元素平衡

根据《<水泥窑协同处置危险废物污染控制标准>编制说明（征求意见稿）》（2012年10月），水泥熟料烧成系统窑尾烟气中的HCl主要来自含氯的原料、燃料在烧成过程中形成的HCl。由于水泥窑内具有强碱性环境，HCl在窑内与CaO反应生成CaCl2随熟料带出窑外，或与碱金属氧化物反应生成NaCl、KCl在窑内形成内循环而不断积蓄。回转窑内的碱性环境可以中和绝大部分的HCl，废物中Cl对系统结皮和水泥产品质量有影响，而与烟气中HCl排放无直接关系。Cl主要是在窑内形成内循环和随熟料排出窑内。

在窑内，高温的气流与高温、高细度（平均粒径为35~45μm）、高浓度（固气为1.0~1.5kg/Nm³）、高吸附性、高均匀性分布的碱性物料（CaO、$CaCO_3$、MgO、$MgCO_3$、K_2O、Na_2O、SiO_2、Al_2O_3、Fe_2O_3 等）充分接触，有利于吸收HCl，而后以水泥多元相钙盐$Ca_{10}(SiO_4)_2 \cdot (SO_4)_2$（$OH^-$，$Cl^-$，$F^-$）或氯硅酸盐

$2CaO·SiO_2·CaCl_2$ 的形式进入灼烧基物料中，被可溶性矿物包裹进入熟料中，高温、高碱性的环境可以有效的抑制酸性物质的排放，特别是废气从水泥窑排放后经过分解炉，可以充分利用五级预热器的干式脱酸能力，可以进一步减少氯化物的排放，随尾气排放到窑外的量很少。

根据《危险废物水泥窑协同处置技术应用及废气污染物排放分析》（蒋为公），水泥窑协同处置危废中Cl 含量为0.625%，窑尾废气HCl排放浓度为5.65mg/ m^3。根据《水泥窑协同处置污泥烟气污染物排放特性研究》（潘淑萍，高亮，周欣等），对两条水泥窑生产线（日产熟料1239t和4000t，均为新型干法回转窑，配有五级双系列悬浮预热器和分解炉，回转窑的规格分别为烟气经过悬浮预热器后分别流经SP 预热锅炉、生料磨和除尘器，最后通过烟囱排出。同时，两条生产线配置了低氮燃烧器+SNCR 脱硝装置）协同处置污泥窑尾废气进行监测，得出结论水泥窑协同处置污泥并不会造成污染物排放超标，甚至有助于减少污染物排放，两条线HCl排放浓度分别为3.44mg/m^3、8.04mg/m^3。根据《水泥窑协同处置危废中硫和氯对生产的影响及控制》（水泥，2018.No.2，郭成成），经过危废搭配后氯离子平均含量为3.15%。在试验过程中，HCl排放达标，熟料中的氯元素含量比较稳定，熟料质量均未发现显著变化，但系统结皮出现两次分解炉锥部堵料。根据《欧洲水泥窑协同处置废弃物污染排放情况分析》（周巍等），欧盟25 国大部分水泥厂在2004 年的HCl 的排放浓度在10mg/m^3 以下，平均值为3.63mg/m^3。

综上，回转窑内的碱性环境可以中和绝大部分的HCl，烟气中HCl基本不会超标。废物中Cl 对系统结皮和水泥产品质量有影响，而与烟气中HCl排放无直接关系。Cl 主要是在窑内形成内循环和随熟料排出窑内。

根据《<水泥窑协同处置危险废物污染控制标准>编制说明（征求意见稿）》（2012 年10 月），通常情况下，97%以上的HCl在窑内被碱性物质吸收，随熟料排出，窑尾废气中HCl排放量较少，Cl主要是在窑内形成内循环和随熟料排出窑内。本次评价取进入水泥窑系统中97%的Cl在回转窑中被碱性物质吸收固化进入熟料。其余3%的Cl经布袋除尘器进一步处理。

项目采用的是窑磨一体机模式的新型干法回转窑水泥生产线。在这种水泥生产工艺中，窑尾除尘器收集的烟（粉）尘将送回生料均化库，再重新从旋风预热器顶端投入水泥窑系统，在回转窑内再次高温煅烧后，最终成为水泥熟料的组成

部分。进入水泥窑系统的97%Cl可在窑内被碱性物质吸收，3%未被吸收的随窑尾除尘器收集的烟（粉）尘送回生料均化库，再重新从旋风预热器顶端投入水泥窑系统。根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》（公告2021 年第24 号）中3011 水泥制造行业系数表，规模≥4000t-熟料/d 新型干法窑尾的袋式收尘效率为99.95%。本次评价颗粒物去除效率按99.95%考虑，即Cl几乎随窑尾除尘器收集的烟（粉）尘送回生料均化库。考虑到窑内NaCl、KCl内循环累积到一定程度而达到原料带入量与随尾气和熟料排出量达到平衡后，随尾气排出的HCl可能会增加，本次评价取进入水泥窑系统中99.85%的Cl进入熟料和窑灰，0.15%的Cl转化为HCl随烟气排放。

表2-31 技改前全厂氯元素平衡表

氯元素（Cl）平衡表							
序号	投入				产出		
	物料	投入量（万t/a）	含氯率（%）	氯量（t/a）	项目	氯量（t/a）	占比（%）
1	石灰石	244.74	0.001	24.47	烟气排放	2.51000	0.15
2	砂土	15.65	0.007	10.96	进入熟料和窑灰	1670.82450	99.85
3	铁矿石	5.69	0.002	1.14			
4	钢渣粉	2.15	0.03	6.45			
5	粘土	18.49	0.007	12.94			
6	铝灰	4.5	2.19	985.50			
7	燃煤	35.02	0.112	392.22			
8	废塑料碎片	0.8361	0.21	17.56			
9	废橡胶颗粒	0.2731	0.04	1.09			
10	固体节煤剂	1	2.21	221.00			
	合计			1673.3345	合计	1673.3345	100

表2-32技改后全厂氯元素平衡表

氯元素（Cl）平衡表							
序号	投入				产出		
	物料	投入量（万t/a）	含氯率（%）	氯量（t/a）	项目	氯量（t/a）	占比（%）
1	白泥	2.84	0.0107	3.04	烟气排放	1.76502	0.15
2	脱硫渣	6.53	0.089	58.12	进入熟料	1174.91528	98.5

					和窑灰		
3	脱硫灰粉	5.69	0.78	443.82			
4	砂土	15.65	0.007	10.96			
5	铁矿石	2.84	0.007	1.99			
6	铜渣	2.84	0.03	8.52			
7	铅锌尾矿	0.6	0.002	0.12			
8	粘土	10.65	0.007	7.46			
9	高铝料（铝灰无害化处理后物料）	2.84	0.038	10.79			
10	燃煤	35.02	0.112	392.22			
11	废塑料碎片	0.8361	0.21	17.56			
12	废橡胶颗粒	0.2731	0.04	1.09			
13	固体节煤剂	1	2.21	221.00			
	合计			1176.6803	合计	1176.6803	100

表2-33 技改前后入窑Cl量

元素	技改前（t/a）	技改后（t/a）	新增量（t/a）
Cl	1673.3345	1176.6803	-496.6542

表2-34 技改前后烟气排入Cl量

元素	技改前（t/a）	技改后（t/a）	新增量（t/a）
Cl	2.51000	1.76502	-0.74498

14. 氟元素平衡

水泥熟料烧成系统窑尾烟气中的氟化物主要为HF，其主要来自原燃料以及含氟矿化剂（CaF_2）物料。

含氟原燃料在烧成过程中绝大部分（约99.98%）被碱性物料吸收形成的氟化物，约有95%的氟化物会与CaO、Al_2O_3形成氟铝酸钙固溶于熟料中带出窑外，剩余F元素以CaF_2的形式凝结在窑灰中在窑内进行循环，特别是废气从水泥窑排放后经过由分解炉，可以充分利用五级预热器的干式脱酸能力，可以进一步减少氟化物的排放，极少部分随尾气排放。

类比现有项目《替代燃料节能减碳技术改造项目环境影响报告表》，水泥窑对氟的固化效率约为99.984%，即有约0.016%的氟随烟气外排。本技改项目保守按99.9% 的氟在水泥窑中被固化吸收，0.10%的氟随烟气排放。综上分析，技改后氟元素平衡详见下表。

表2-35 技改前氟元素平衡表

氟元素（F）平衡表		
序号	投入	产出

	物料	投入量（万t/a）	含氟率（%）	氟量（t/a）	项目	氟量（t/a）	占比（%）
1	石灰石	244.74	0.003	73.42	烟气排放	0.23313	0.1
2	砂土	15.65	0.00328	5.13	进入熟料和窑灰	232.89195	99.9
3	铁矿石	5.69	0.048	27.31			
4	脱硫灰粉	0	0.00391	0.00			
5	粘土	18.49	0.00346	6.40			
6	铝灰	4.5	0.24	108.00			
7	燃煤	35.02	0.00307	10.75			
8	废塑料碎片	0.8361	0.01	0.84			
9	废橡胶颗粒	0.2731	0.01	0.27			
10	固体节煤剂	1	0.01	1.00			
	合计			233.12508		233.12508	100

表2-36 技改后氟元素平衡表

氟元素（F）平衡表							
序号	投入				产出		
	物料	投入量（万t/a）	含氟率（%）	氟量（t/a）	项目	氟量（t/a）	占比（%）
1	石灰石	229.66	0.003	68.90	烟气排放	0.42461	0.1
2	白泥	2.84	0.0009	0.26	进入熟料和窑灰	424.18494	99.9
3	脱硫渣	6.53	0.00424	2.77			
4	脱硫灰粉	5.69	0.00391	2.22			
5	砂土	15.65	0.00328	5.13			
6	铁矿石	2.84	0.048	13.63			
7	铜渣	2.84	0.068	19.31			
8	铅锌尾矿	0.6	0.15	9.00			
9	粘土	10.65	0.00346	3.68			
10	高铝料（铝灰无害化处理后物料）	2.84	1.01	286.84			

11	燃煤	35.02	0.00307	10.75			
12	废塑料碎片	0.8361	0.01	0.84			
13	废橡胶颗粒	0.2731	0.01	0.27			
14	固体节煤剂	1	0.01	1.00			
	合计			424.60955		424.60955	100

表2-37 技改前后入窑F量

元素	技改前（t/a）	技改后（t/a）	新增量（t/a）
F	233.12508	424.60955	191.48447

表2-38 技改前后烟气排入F量

元素	技改前（t/a）	技改后（t/a）	新增量（t/a）
F	0.23313	0.42461	0.19148

15.元素投加量计算

（1）重金属投加量计算

根据《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013），采用水泥窑协同处置固体废物时，单位为mg/kg-cli 的重金属元素允许投加的最大剂量限制见表2-37。入窑重金属投加量与固体废物、常规燃料、常规原料中重金属含量以及重金属投加速率的关系如式（1）和式（2）所示。

$$FM_{hm-cli}=\frac{C_w\times m_w+C_f\times m_f+C_r\times m_r}{m_{cli}} \quad (1)$$

$$FR_{hm-cli}=FM_{hm-cli}\times m_{cli}=C_w\times m_w+C_f\times m_f+C_r\times m_r \quad (2)$$

式中：

——FM_{hm-cli} 为重金属的单位熟料投加量，即入窑重金属的投加量，不包括由混合材带入的重金属，mg/kg-cli；

——C_w、C_f 和C_r 分别为固体废物、常规燃料和常规原料中的重金属含量，mg/kg；

——m_w、m_f 和m_r 分别为单位时间内固体废物、常规燃料和常规原料的投加量，t/d；

——m_{cli} 为单位时间的熟料产量，t/d（6000t/d）；

——FR_{hm-cli} 为入窑重金属的投加速率，不包括由混合材带入的重金属，mg/d。

表2-39 重金属最大允许投加量限制（入窑）

重金属	建成后总投加量 t/a	单位熟料投加量 mg/kg-cli	HJ662 最大允许投加量 mg/kg-cli	是否合规
汞（Hg）	0.0853	0.0458	0.23	是
铊+镉+铅+15×砷	320.4557	172.2880	230	是
铍+铬+10×锡+50×锑+铜+锰+镍+钒	2132.376103	1146.4388	1150	是

（2）入窑氟（F）、氯（Cl）元素投加量计算

根据《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013），入窑物料中F元素含量不应大于0.5%，Cl元素含量不应大于0.04%，本项目建成后入窑F、Cl元素投加量见表2-24。入窑物料中F元素或Cl元素含量的计算如下式所示。

$$C=\frac{C_w\times m_w+C_f\times m_f+C_r\times m_r}{m_w+m_f+m_r}$$

式中：

——C 为入窑物料中F 元素或Cl 元素的含量，%，

——C_w、C_f 和C_r 分别为固体废物、常规燃料和常规原料中的F元素或Cl元素含量，%；

——m_w、m_f 和m_r 分别为单位时间内固体废物、常规燃料和常规原料的投加量，kg/h。

表2-40 氟、氯元素投加量一览表

元素	建成后总投加量 t/a	入窑总物料量（含燃料）t/a	建成后总含量%	HJ662 最大允许投加量%	是否合规
F	424.60955	3193406	0.013	0.5	是
Cl	1176.6803	3193406	0.037	0.04	是

（3）入窑硫（S）元素投加量计算

根据《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013），通过配料系统投加的物料中硫化物硫与有机硫总含量不应大于0.014%；从窑头、窑尾高温区投加的全硫与配料系统投加的硫酸盐硫总投加量不应大于3000mg/kg-cli。从配料系统投加的物料中硫化物S和有机S总含量的计算如下式所示。

$$C=\frac{C_w\times m_w+C_r\times m_r}{m_w+m_r}$$

式中：

——C 为从配料系统投加的物料中硫化物S 和有机S总含量，%；

——C_w和C_r分别为从配料系统投加的固体废物和常规原料中的硫化物S 和有机S 总含量，%；

——m_w 和m_r 分别为单位时间内固体废物和常规原料的投加量，kg/h。

从窑头、窑尾高温区投加的全S 与配料系统投加的硫酸盐S 总投加量的计算如下式所示。

$$FM_S = \frac{C_{w1} \times m_{w1} + C_{w2} \times m_{w2} + C_f \times m_f + C_r \times m_r}{m_{cli}}$$

式中：

——FM_S 为从窑头、窑尾高温区投加的全硫与配料系统投加的硫酸盐硫总投加量，mg/kg-cli；

——C_{w1} 和C_f 分别为从高温区投加的固体废物和常规燃料中的全硫含量，%；

——C_{w2} 和C_r 分别为从配料系统投加的固体废物和常规原料中的硫酸盐S 含量，%；

——m_{w1}、m_{w2}、m_f 和m_r 分别为单位时间内从高温区投加的固体废物、从配料系统投加的固体废物、常规燃料和常规原料的投加量，kg/h；

——m_{c1i} 为单位时间的熟料产量，kg/h。

本项目实施后通过配料系统投加的物料中硫化物硫与有机硫总含量见表2-41和从窑头、窑尾高温区投加的全硫与配料系统投加的硫酸盐硫总投加量见表2-42。

表2-41 硫化物及有机硫投加量

入窑物料	全硫(%)	硫酸盐硫(%)	硫化物及有机硫(%)	投加量（t/h)	投加硫量 t/h	总量百分比（%）	备注
石灰石	0.033	0.033	0	298.80	0.0000	/	由于检测报告未进行硫化物及有机硫的检测，根据全硫和硫酸盐硫的检
白泥	0.155	0.15	0.005	2.46	0.0001	/	
脱硫渣	1.2	1.2	0	8.38	0.0000	/	
脱硫灰粉	2.89	2.88	0.01	7.61	0.0008	/	
砂土	0.08	0.08	0	18.34	0.0000	/	
铁矿石	0.409	0.409	0	3.49	0.0000	/	
铜渣	0.372	0.372	0	3.38	0.0000	/	
铅锌尾矿	1.15	0.65	0.5	0.66	0.0033	/	
粘土	0.08	0.08	0	11.72	0.0000	/	

高铝熟料（铝灰无害化处理后物料）	0.003	0.003	0	3.78	0.0000	/	测数据，保守取其差值作为硫化物及有机硫的含量
合计				358.62	0.0042	0.001	

由上表可知，其投加的硫化物及有机硫投加总量占比为0.001%，小于0.014%，满足《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）要求。

表2-42 全硫及硫酸盐硫投加量计算

入窑物料	全硫(%)	硫酸盐硫(%)	硫化物及有机硫(%)	投加量（t/h)	投加全硫量 t/h	硫酸盐硫投入量 t/h
石灰石	0.033	0.033	0	298.80	/	0.098604
白泥	0.155	0.15	0.005	2.46	/	0.00369
脱硫渣	1.2	1.2	0	8.38	/	0.10056
脱硫灰粉	2.89	2.88	0.01	7.61	/	0.219168
砂土	0.08	0.08	0	18.34	/	0.014672
铁矿石	0.409	0.409	0	3.49	/	0.0142741
铜渣	0.372	0.372	0	3.38	/	0.0125736
铅锌尾矿	1.15	0.65	0.5	0.66	/	0.00429
粘土	0.08	0.08	0	11.72	/	0.009376
高铝熟料（铝灰无害化处理后物料）	0.003	0.003	0	3.78	/	0.0001134
煤炭	0.3			47.07	0.1412	/
废塑料碎片	0.22			1.12	0.0025	/
废橡胶颗粒	0.28			0.37	0.0010	/
固体节煤剂	0.25			1.34	0.0034	/
炭黑	2.19			1.61	0.0353	/
合计					0.6606401	

由上表可知，全硫及硫酸盐投加量合计为0.6606401t/h，熟料产量为250t/h，硫投入量占比为2642.56mg/kg-cli，小于3000mg/kg-cli。满足《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）要求。

工艺流程和产排污

一、工艺流程

本项目仅涉及原辅材料的变动，不涉及原有主要生产工艺的变更。

1.总体工艺流程

项目利用现有水泥生产线协同处置一般固体废物整体工作程序见下图：

环节

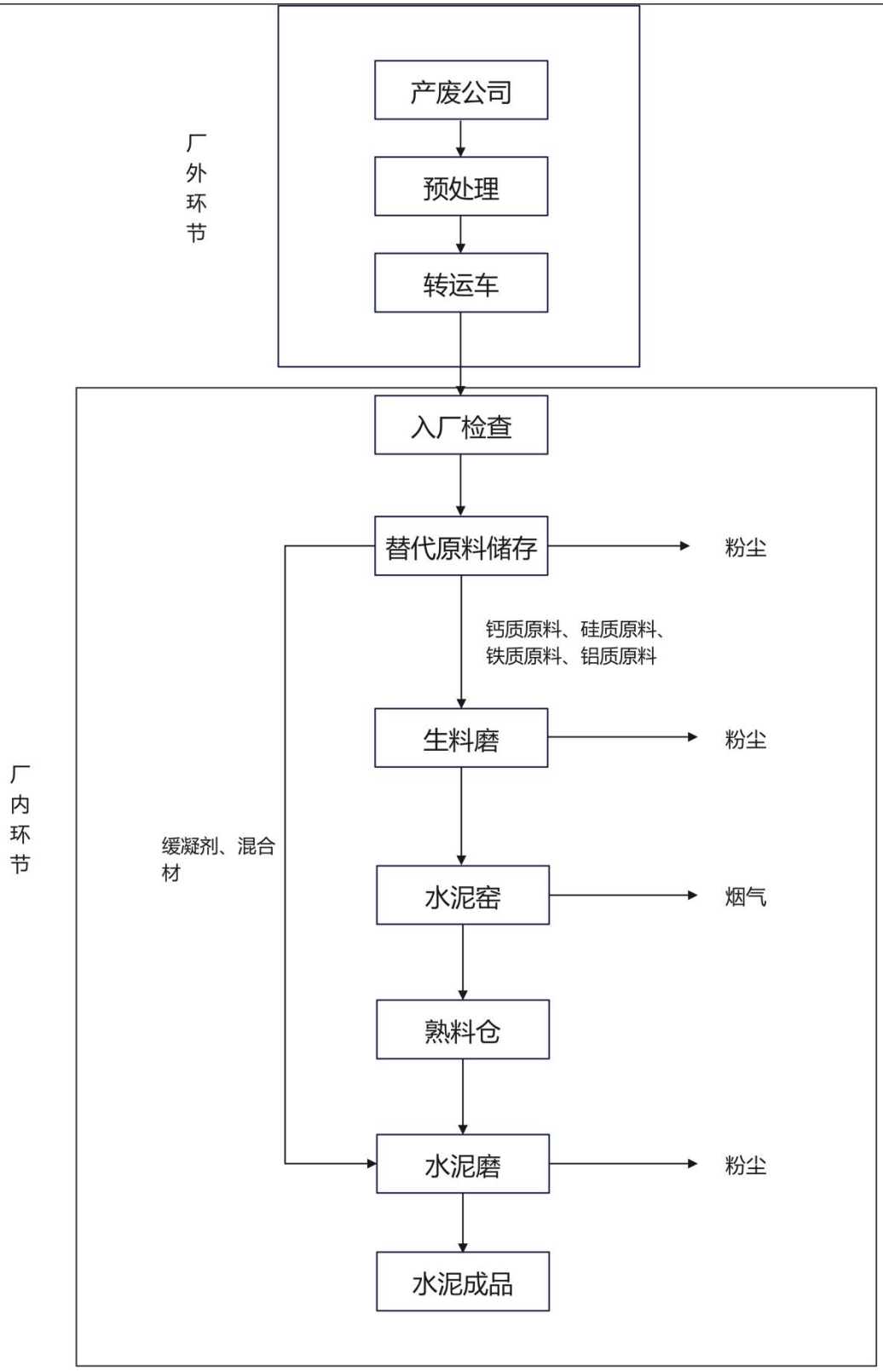


图2-1 固体废物协同处置总工艺流程示意图

（1）预处理

在固体废物进行协同处置（特别是入窑处置）前，需保证物料的理化性质均

匀，满足输送和投加的要求，确保水泥窑等设备安全、稳定运行。

由于本项目不在厂区内设置预处理设施，故要求产废单位需预先根据固废的理化特性对其进行预处理。丰诚公司在与产废企业签订供货合同以及固体废物运输到厂内之前，需对拟处置的固体废物进行取样检验分析。以保证运输、贮存和协同处置全过程安全、水泥生产安全、烟气排放和水泥产品质量满足相关标准要求。

（2）收集与运输

本项目拟处置的一般固体废物全部委托具有相关运输资质的单位到产废单位进行收集，建设单位根据生产需求制定收集计划。厂内不进行固体废物的分拣、破碎和烘干等预处理工作。运输车辆应满足《关于推进实施水泥行业超低排放的意见》的清洁运输要求，采用新能源汽车或国六排放标准车辆，厂内使用新能源运输车辆。非道路移动机械原则上采用新能源，无对应产品的满足国四及以上排放标准。且性能应符合GB18565的有关要求，运输过程中应注意防火、防雨、防潮、防洒落等；固体废物在运输过程中应打包完整，包装物应防晒、防火、防高温、耐压、遮蔽性好，在装卸、运输过程中应确保包装完好，避免遗撒。

（3）接收与分析

1）入厂时固体废物检查

固体废物入厂时，首先通过表观和气味初步判断是否与合同标注的固体废物类别一致；检查固体废物包装是否符合要求，无破损和泄漏现象；对入厂废物进行称重，确认是否符合所签合同的要求。在完成上述检查并确认符合各项要求后，固体废物方可进入项目的贮存设施。

当出现下列情况时，废物予以拒收：

A.废物中夹带自燃或剧毒物质、强酸或强碱以及《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》(GB30485-2013)、《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》(HJ662-2013)、《水泥窑协同处置固体废物技术规范》(GB30760-2024)、《水泥窑协同处置固体废物污染防治技术政策》等规定的禁止入窑等进行协同处置的固体废物。

B.废物类别与质量预审核不一致且建设单位无该类别处置能力的。

2）入厂后固体废物检验

①固体废物入厂后应及时进行取样分析，以判断是否与合同注明的废物特性一致，是否满足本项目的使用要求。

②定期对各个产废单位的相关信息进行统计分析，评估其管理能力和固体废物的稳定性，并根据评估情况适当减少检验频次。

3）制定配伍方案

以固体废物入厂后的分析检测结果为依据，制定配伍方案，内容包括废物贮存、输送和协同处置技术流程、配伍的技术参数、安全风险和相应的安全操作提示等。

制定处置方案时注意以下关键环节：

①按固体废物特性进行分类，不同固体废物在输送、配伍过程中，确保不发生导致急剧增温、爆炸、燃烧的化学反应，不产生有害气体，禁止将不相容的固体废物进行混合。

②固体废物及其混合物在贮存、厂内运输和协同处置过程中不对所接触材料造成腐蚀破坏。

③保持固体废物的投加均匀、稳定，确保现有生料、水泥熟料和水泥生产线安全稳定运行。

④固体废物中有害物质的含量和投加速率需满足HJ662、HJ30760 等相关技术规范的要求，防止对水泥生产和水泥质量造成不利影响。

⑤在制定处置方案的过程中，如果无法确认是否可以满足上述条款要求时，应通过相容性测试确认。

（4）贮存

本项目拟处置的一般固体废物中的替代原辅料储存在经分区改造后的原料堆棚内。不同固废分类分区存放，禁止露天堆放，禁止与水泥生产原料、燃料和产品混合贮存；并在显著位置设置标识，禁止将性质不相容的危险废物混合存放；车间需设有防火、防雨、防晒、防渗、防扬散措施，满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)以及《建筑设计防火规范(2018年版)》(GB50016-2014)等有关消防规范的要求，车间内张贴严禁烟火的明显标识并配备足够的防火防爆装置。

（5）输送与投加

替代原料部分中的一般固废符合《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）6.6.6规定的“在生料磨只能投加不含有有机物和半挥发性重金属的固态废物”等要求，该部分固废经计量后，通过原料堆场已有的密闭式输送系统送至立磨系统（生料磨），经立磨→均料库→预热器→分解炉，进入水泥回转窑内进行煅烧，得到水泥熟料，再经水泥磨系统处理后得到水泥产品。

综上所述，在确保水泥生产线正常运行的情况下，本项目以脱硫渣、脱硫灰粉、铜渣、高铝熟料（铝灰无害化处理后物质）、白泥、铅锌尾矿等替代原有的铁质、铝质和钙质等原料，在进行固废处置的同时，大大减少矿物质原料的消耗量。

2）水泥窑部分

本项目拟处置和利用的一般固废均不属于《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）“5.1 禁止进入水泥窑协同处置的废物”中的废物，并且在满足“5.2 入窑协同处置的固体废物特性要求”情况下，经预热器→分解炉→回转窑→篦冷机，得到水泥熟料，再经水泥磨系统处理后得到水泥产品。

新型干法窑的煅烧过程以及气固相温度分布情况见下图：

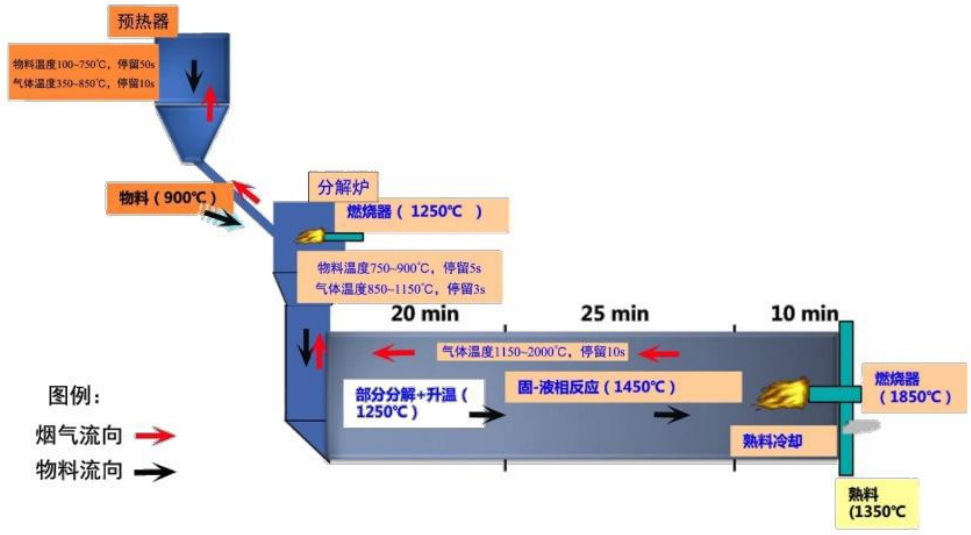


图2-2 新型干法窑的煅烧过程气固相温度分布和停留时间

由上图可知，水泥窑内物料和烟气流向相反，物料流向：预热器→分解炉→回转窑→篦冷机（水泥熟料）；烟气流向：回转窑→分解炉→预热器→SP余热锅炉→除尘器→烟囱。其中窑尾高温段（分解炉和窑尾烟室)的物料温度750~900℃，停留时间5s 左右；气体温度850~1150℃，停留时间3s 左右。水泥窑内物料温度

900~1450℃，停留时间约25min；气相温度1150~2000℃、停留时间约10s。由此可见，水泥回转窑焚烧温度高，气体和物料的停留时间长，窑内高温气体湍流强烈，使固体废物焚烧更彻底，固体废物中的有效成分（如硅、铝、钙、铁等)可进入水泥熟料成为其矿物组分；在水泥窑内的高温氧化气氛下，有机物充分燃烧被彻底分解，有机标识物的焚毁率（DRE)不小于99.9999%；水泥熟料煅烧是在碱性条件下进行的，使固体废物中的氯、硫和氟等元素在窑内被碱性物质完全中和吸收，变成氯化钙、硫酸钙、氟化钙、氟铝酸钙等物质固溶于熟料中，减少了酸性气体的排放；固体废物中绝大部分不挥发性重金属元素固化在熟料晶格中，可避免其再度渗透和扩散污染水质和土壤；在水泥窑协同处置过程中，有害组分被有效固溶于熟料矿物晶格中，实现稳定化与无害化，从源头阻断其再度渗透和扩散，切实保障水质和土壤环境安全。少量挥发性重金属在高温下汽化后，迅速吸附于烟尘颗粒；窑尾烟气中的绝大部分烟尘在排入大气前，经高效除尘器捕集，并随窑灰返回生料制备系统进行循环利用，仅极微量最终经窑尾烟囱排放，且排放浓度满足国家污染物排放标准限值要求。同时，水泥窑系统全程保持负压运行，可有效防止有毒有害气体无组织逸散，废气净化效率高，确保外排气体环境风险可控。整体工艺符合环保法律法规及技术政策要求，实现了危险废物的安全消纳与资源化协同处置。

综上所述，通过水泥窑的高温焚烧及水泥熟料矿物化高温烧结过程，可实现固体废物中的有机物彻底焚烧分解、重金属固化在水泥熟料晶格中、有效成分(硅、铝、钙、铁等)制成水泥熟料产品；此过程不仅不影响水泥窑正常稳定生产和水泥产品质量，而且可实现固体废物的资源化、无害化处置。

3）水泥磨部分

替代原料部分中的粒化高炉矿渣、燃煤炉渣、火山灰、炉底渣、矿渣复合粉及锂渣等不属于《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）“5.3.2 下列废物不能作为混合材料：a）危险废物；b）有机废物”中的废物，该部分固废经计量后，通过原料堆场已有的密闭式输送系统送至水泥磨系统，与水泥熟料、石灰石等一起经辊压→粉磨→选粉后，得到水泥产品。

综上所述，在确保水泥生产线正常运行的情况下，本项目以粒化高炉矿渣、燃煤炉渣、火山灰、炉底渣、矿渣复合粉及锂渣等替代原有的混合材等原料，大

大减少熟料的消耗量。

2. 主要产污环节及污染因子

本项目产污环节及污染防治措施、污染因子见下表：

二、产污环节

本项目运营期污染物产生情况如下表：

表2-43 本项目运营期污染物产生情况一览表

项目	污染源	污染物	污染防治措施
废气	储存车间或储存区	粉尘	卸料、上料过程产生少量粉尘，经封闭车间阻隔后，无组织外排的粉尘量较小，对环境影响不大。
	立磨废气	粉尘	依托水泥厂生料磨系统粉尘收集和处理装置，处理后达标排放。
	窑尾废气	颗粒物、SO_2、NO_X、HF、HCl、重金属、二噁英等	依托水泥厂窑尾“分级燃烧器+SNCR 脱硝+SCR+急冷+袋式除尘器”处理系统、127m高排气烟囱以及烟气在线监测装置。
	水泥磨废气	粉尘	依托水泥厂水泥磨系统布袋除尘系统收集处理后达标排放。
	输送粉尘	粉尘	依托水泥厂密闭输送系统，产尘点依托现有布袋除尘系统收集处理后达标排放
废水	生活污水	COD、BOD_5、NH_3-N、TP、TN、动植物油、LAS	不新增人员，原有生活污水经污水处理设施进行处理后回用
	生产废水	COD、SS	不新增生产废水，原有项目仅有设备冷却水，经冷却后循环使用或回用，不外排
	初期雨水	SS	与原项目分析不变，初期雨水经收集后暂存在收集池内并进行沉淀处理，后续抽至工业废水处理站进行处理处置后回用
噪声	各类生产设备	等效连续声级	厂房隔声、设备基础减震等。
固废	布袋除尘器收尘灰		经收集后通过现有输送装置返回水泥生产线进行综合利用。
	水泥窑窑灰		通过水泥生产线窑灰返窑装置送往生料入窑系统。
土壤、地下水	替代原料、混合材储存区均按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中I类场的要求进行防渗。		

与项目有关的原有环境污染问题	**一、原有项目环保手续履行情况** 廉江市丰诚水泥有限公司成立于2012年7月，按照建设项目的管理要求，建设单位主要的环保手续如下： （1）廉江市丰诚水泥有限公司年产300 万吨水泥粉磨系统技术改造项目，主要建设内容为拆除廉江市第二水泥厂原有建构筑物，建设3 套水泥粉磨系统，配套建设物料存储库和输送、包装、散装等设施。该项目于2013 年6 月26 日取得原湛江市环境保护局的环评批复（湛环建〔2013〕78 号），于2013年10 月开工建设，2015 年12 月投入试生产，2017 年3 月30 日通过了原湛江市环境保护局项目竣工环保验收（湛环审〔2017〕046 号），2017 年12 月取得排污许可证。 （2）廉江市丰诚水泥有限公司年产200万吨新型干法水泥熟料技改项目，主要建设内容为一条6000 吨/日新型干法熟料水泥生产线，同时配套一组10兆瓦纯低温余热发电机组，于2015 年12 月21 日取得原广东省环境保护厅的环评批复（粤环审〔2015〕625 号）。该项目于2015 年12 月底开工建设，2018 年3 月项目投产前完成排污许可增项工作，2018 年6 月7 日通过了竣工环境保护自主验收，并于2019 年1 月17 日通过广东省生态环境厅的固体废物污染物防治设施竣工验收（粤环审〔2019〕16 号）。 （3）廉江市丰诚水泥有限公司利用水泥窑协同处置铝灰渣（4.5 万吨/年）技改项目，利用现有项目的一条6000t/d 新型水泥熟料生产线，年协同处置固体废物4.5万吨，本项目不改变丰诚公司的熟料及水泥的产能，协同处置后其熟料总产能仍为186 万吨/年，水泥总产能仍为300 万吨/年。于2022 年9 月21 日取得湛江市生态环境局的环评批复（湛环建〔2022〕52 号）。该项目目前尚未实话。 （4）廉江市丰诚水泥有限公司替代燃料节能减碳技术改造项目，利用现有项目的一条6000t/d新型水泥熟料生产线，在窑尾分解炉增加一套替代燃料计量及输送系统，添加的替代燃料为废塑料碎片、废橡胶颗粒、木粒、秸秆、树皮、碎布、固体节煤剂和炭黑，均为再生资源行业产生的尾料，替代燃料比例为10%，本项目不改变丰诚公司的熟料及水泥的产能，协同处置后其熟料总产能仍为186万吨/年，水泥总产能仍为300万吨/年。于2023年3月13日取得湛江市生态环境局的环评批复（湛廉环审〔2023〕7号），于2026年4月29日通过了自主验收。 （5）廉江市丰诚水泥有限公司熟料生产线SCR脱硝超低排放技术改造项目于

2026年5月21日进行了环境影响登记，备案号：202644088100000646，在现有的水泥熟料生产线上，建设SCR脱硝超低排放技术改造项目，采用“分级燃烧+高效SNCR+高温高尘SCR脱硝系统”处理氮氧化物，将氮氧化物排放浓度降至50mg/m^3，建设内容包括：SCR反应器系统（含催化剂层）、烟道系统、吹灰系统、切出阀门系统、预热器降阻改造、C1出口风管改造、还原剂（氨水）输送及喷入系统、控制系统等相关土建施工，该项目不增加产能。

各环保手续批复内容详见附件及表2-44。

表2-44 现有项目环保手续履行情况一览表

项目名称	产量及规模	环境影响评价		排污许可			竣工环保验收
		审批部门	批准文号	发证机关	证书编号	申领时间	
廉江市丰诚水泥有限公司年产300万吨水泥粉磨系统技术改造项目	3套水泥粉磨系统，配套建设物料储存库和输送、包装、散装等设施	原湛江市环境保护局	湛环建〔2013〕78号	湛江市生态环境局廉江分局	91440881050691970K001P	初次申领排污许可证，于2017年12月完成排污申报，取得排污许可	2015年12月投入试生产，2017年3月30日通过了原湛江市环境保护局项目竣工环保验收
廉江市丰诚水泥有限公司年产200万吨新型干法水泥熟料技改项目	1条6000t/d新型干法熟料水泥生产线，达产后，年产水泥熟料186万吨、水泥300万吨规模，同时配套一组10兆	原广东省环境保护厅	粤环审〔2015〕625号	湛江市生态环境局廉江分局	91440881050691970K001P	排污许可证增项工作，于2018年3月项目正式投产前完成排污许可证增项工作	2015年12月底开工建设，2018年6月7日通过了竣工环境保护自主验收

			瓦纯低温余热发电机组						
		廉江市丰诚水泥有限公司利用水泥窑协同处置铝灰渣（4.5万吨/年）技改项目	1条6000t/d新型干法熟料水泥生产线，达产后，年产水泥熟料186万吨、水泥300万吨规模	湛江市生态环境局	湛环建〔2022〕52号	湛江市生态环境局廉江分局	91440881050691970K001P	2022年6月26日完成变更工作	未实施，暂未验收
		替代燃料节能减碳技术改造项目	1条6000t/d新型干法熟料水泥生产线，达产后，年产水泥熟料186万吨、水泥300万吨规模	湛江市生态环境局廉江分局	湛廉环审〔2023〕7号	湛江市生态环境局廉江分局	91440881050691970K001P	2024年11月5日重新申请	2026年4月29日通过自主验收
		廉江市丰诚水泥有限公司熟料生产线SCR脱硝超低排放技术改	增加SCR脱硝系统，不增加产能	备案登记	备案号：2026440881000006046	-	91440881050691970K001P	-	-

造项目							

二、现有工程污染物实际排放量核算

根据现有项目的工艺流程及物料平衡等的分析，可知现有项目废气主要包括窑尾废气，窑头废气，各个破碎、转运、下料环节的粉尘等。各产废点位如下所示：

1.现有项目有组织废气产生节点

窑尾烟气涉及的大气污染物类型有：颗粒物、SO_2、NO_x、NH_3、HF、汞及其化合物、重金属等。

生料磨、煤磨、篦式冷却机、水泥磨、包装机、各类破碎机及其他通风生产设备产生的含尘废气。

现有项目有1个窑尾废气排放口、1个窑头废气排放口及99个其他收尘装置的排放口，各类组织排放口相关参数如下表2-45所示。

2.现有项目无组织废气产生节点

在石灰石堆场、石灰石预均化堆场、辅料及燃料卸车区、辅料及燃料预均化堆棚、各类皮带输送机的转折点处、散装水泥装车区等，在生产过程中均将产生一定的扬尘。

在窑尾烟气SNCR、SCR脱硝系统的氨水暂存点处将逸散出一定量的氨气。

表 2-45 现有项目组织排放口分布一览表

序号	排放口编号	排放口名称	污染物种类	排放口地理坐标（1）		排气筒高度（m）	排气筒出口内径（m）（2）	排气温度（℃）	其他信息
				经度	纬度				
1	DA001	1#2#水泥磨磨头	颗粒物	110°9′12.13″	21°38′29.54″	40	2.36	40	
2	DA002	1#辊压机	颗粒物	110°9′11.99″	21°38′29.76″	35	2.36	50	
3	DA003	2#水泥磨辊压机	颗粒物	110°9′12.13″	21°38′29.47″	25	1.6	50	
4	DA004	3#水泥磨磨尾	颗粒物	110°9′13.14″	21°38′28.72″	25	1.23	40	
5	DA005	3#水泥磨磨头	颗粒物	110°9′13.43″	21°38′28.82″	27.5	0.9	40	
6	DA006	锤式破碎机	颗粒物	110°9′6.77″	21°38′41.14″	8.5	0.5	常温	主收辅材板喂

										皮带机头部粉尘
		7	DA007	1#皮带	颗粒物	110°9′6.19″	21°38′29.90″	9	0.5	常温	地坑收尘
		8	DA008	2#输送皮带	颗粒物	110°9′5.36″	21°38′29.80″	9	0.5	常温	
		9	DA009	3#皮带	颗粒物	110°9′7.16″	21°38′29.80″	9	0.5	常温	
		10	DA010	砂土仓	颗粒物	110°9′15.41″	21°38′39.98″	26	0.5	常温	
		11	DA011	粘土仓	颗粒物	110°9′19.19″	21°38′42.29″	8	0.5	常温	库底输送收尘
		12	DA012	硫酸渣仓	颗粒物	110°9′19.19″	21°38′42.61″	26	0.5	常温	
		13	DA013	石灰石库	颗粒物	110°9′19.19″	21°38′42.43″	27	0.5	常温	
		14	DA014	4#输送皮带	颗粒物	110°9′5.90″	21°38′29.40″	9	0.5	常温	属于地坑除尘器
		15	DA015	5#输送皮带	颗粒物	110°9′6.30″	21°38′29.22″	9	0.5	常温	属于地坑除尘器
		16	DA016	7#输送皮带	颗粒物	110°9′5.69″	21°38′29.90″	9	0.5	常温	属于地坑除尘器
		17	DA017	A 线调配石灰石库	颗粒物	110°9′11.16″	21°38′29.22″	27.4	0.9	常温	
		18	DA018	A 线熟料库	颗粒物	110°9′18.04″	21°38′41.28″	33.3	0.5	常温	
		19	DA019	A 线页岩仓	颗粒物	110°9′18.25″	21°38′41.35″	27.4	0.5	常温	
		20	DA020	A 线沸石仓	颗粒物	110°9′12.38″	21°38′30.23″	27.4	0.5	常温	
		21	DA021	B 线调配熟料库	颗粒物	110°9′18.25″	21°38′41.28″	27.4	0.5	常温	
		22	DA022	B 线调配页岩仓	颗粒物	110°9′18.18″	21°38′41.35″	27.4	0.5	常温	
		23	DA023	B 线调配石灰石库	颗粒物	110°9′12.02″	21°38′27.64″	27.4	0.9	常温	
		24	DA024	2#入磨皮带	颗粒物	110°9′18.54″	21°38′41.64″	10	0.5	常温	
		25	DA025	1#入磨皮带	颗粒物	110°9′18.76″	21°38′41.50″	10	0.5	常温	
		26	DA026	8#输送皮带	颗粒物	110°9′17.93″	21°38′41.57″	8	0.5	常温	地坑输送收尘

		27	DA027	输送皮带 17	颗粒物	110°9′6.01″	21°38′30.26″	19	0.5	常温	
		28	DA028	9#输送皮带	颗粒物	110°9′15.80″	21°38′41.35″	18	0.5	常温	
		29	DA029	2#入磨斗提	颗粒物	110°9′14.76″	21°38′30.95″	16	0.9	常温	
		30	DA030	石灰石堆场	颗粒物	110°9′18.22″	21°38′42.11″	20	0.5	常温	
		31	DA031	4#移动收尘	颗粒物	110°9′18.40″	21°38′35.84″	18	0.9	常温	
		32	DA032	1#原煤堆场	颗粒物	110°9′16.42″	21°38′42.65″	8	0.5	常温	属于物料转运点除尘器
		33	DA033	1#生料库	颗粒物	110°9′17.35″	21°38′42.43″	58	0.5	常温	
		34	DA034	煤磨房顶	颗粒物	110°9′8.53″	21°38′33.25″	34	0.9	常温	
		35	DA035	2#移动收尘	颗粒物	110°9′18.18″	21°38′36.24″	18	0.9	常温	
		36	DA036	1#入库斗提	颗粒物	110°9′18.22″	21°38′41.64″	15	0.5	常温	
		37	DA037	3#入磨斗提	颗粒物	110°9′18.29″	21°38′41.64″	10	0.5	常温	
		38	DA038	窑尾废气口	颗粒物，汞及其化合物，铊、镉、铅、砷及其化合物，氮氧化物，铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物，氨（氨气），氟化氢，二氧化硫，氯化氢，二噁英，硫化氢，臭气浓度	110°9′18.22″	21°38′41.86″	127	5.3	90	
		39	DA039	窑头废气口	颗粒物	110°9′18.07″	21°38′41.50″	42	4.5	90	
		40	DA040	10#输送	颗粒物	110°9′18.40″	21°38′41.24″	9	0.5	常温	属于地

				皮带						坑除尘器
		41	DA041	11#输送皮带	颗粒物	110°9′18.22″	21°38′41.50″	9	0.5	常温	属于地坑除尘器
		42	DA042	熟料库	颗粒物	110°9′6.73″	21°38′27.92″	50	0.45	常温	
		43	DA043	1#移动收尘	颗粒物	110°9′18.11″	21°38′36.02″	18	0.9	常温	
		44	DA044	3#移动收尘	颗粒物	110°9′18.25″	21°38′35.77″	18	0.9	常温	
		45	DA045	熟料库10	颗粒物	110°9′5.62″	21°38′29.65″	9	0.5	常温	属于地坑转运点除尘器
		46	DA046	熟料库11	颗粒物	110°9′5.76″	21°38′29.62″	9	0.5	常温	属于地坑转运点除尘器
		47	DA047	硅质原料堆场	颗粒物	110°9′16.67″	21°38′42.25″	8.8	0.5	常温	属于物料转运点除尘器
		48	DA048	输送皮带12	颗粒物	110°9′17.89″	21°38′41.75″	20	0.5	常温	
		49	DA049	输送皮带13	颗粒物	110°9′18.25″	21°38′41.21″	20	0.5	常温	
		50	DA050	2#水泥库	颗粒物	110°9′18.65″	21°38′41.68″	64	0.5	常温	
		51	DA051	3#水泥库	颗粒物	110°9′18.65″	21°38′41.42″	64	0.5	常温	
		52	DA052	4#水泥库	颗粒物	110°9′18.65″	21°38′41.68″	64	0.5	常温	
		53	DA053	5#水泥库	颗粒物	110°9′19.19″	21°38′41.53″	64	0.5	常温	
		54	DA054	6#水泥库	颗粒物	110°9′18.97″	21°38′41.82″	64	0.5	常温	
		55	DA055	水泥库	颗粒物	110°9′18.22″	21°38′36.06″	16	0.9	常温	
		56	DA056	1#散装机	颗粒物	110°9′18.72″	21°38′41.89″	42	0.5	常温	
		57	DA057	2#散装机	颗粒物	110°9′18.72″	21°38′42.14″	42	0.5	常温	
		58	DA058	3#散装机	颗粒物	110°9′18.65″	21°38′42.14″	42	0.5	常温	
		59	DA059	4#散装机	颗粒物	110°9′18.65″	21°38′42.29″	42	0.5	常温	
		60	DA060	1#包装机	颗粒物	110°9′18.65″	21°38′41.96″	20.6	0.9	常温	
		61	DA061	2#包装	颗粒物	110°9′18.65″	21°38′41.82″	20.6	0.9	常温	

		机							
62	DA062	3#包装机	颗粒物	110°9′18.65″	21°38′41.96″	20.6	0.9	常温	
63	DA063	4#包装机	颗粒物	110°9′19.44″	21°38′42.14″	20.6	0.9	常温	
64	DA064	5#包装机	颗粒物	110°9′18.79″	21°38′42.29″	20.6	0.9	常温	
65	DA065	1#粉煤灰库	颗粒物	110°9′17.89″	21°38′41.82″	31	0.5	常温	
66	DA066	2#粉煤灰库	颗粒物	110°9′18.50″	21°38′41.06″	31	0.5	常温	
67	DA067	1#水泥磨磨尾	颗粒物	110°9′12.02″	21°38′29.87″	33	0.5	常温	
68	DA068	1#水泥磨斜槽提升机	颗粒物	110°9′11.84”	21°38′29.94”	19	0.5	常温	
69	DA069	2#水泥磨斜槽提升机	颗粒物	110°9′12.17”	21°38′29.54”	19	0.5	常温	
70	DA070	2#水泥磨磨尾	颗粒物	110°9′9.68”	21°38′31.70”	33	0.5	常温	
71	DA071	1#煤磨	颗粒物	110°9′8.39”	21°38′32.89”	41	1.6	60	
72	DA072	2#煤磨	颗粒物	110°9′8.57”	21°38′33.11”	41	1.6	60	
73	DA073	熟料库 6	颗粒物	110°9′5.72”	21°38′29.83”	9	0.5	常温	属于地坑转运点除尘器
74	DA074	熟料库 7	颗粒物	110°9′5.18”	21°38′28.64”	9	0.5	常温	属于地坑转运点除尘器
75	DA075	熟料库 8	颗粒物	110°9′5.36”	21°38′29.58”	9	0.5	常温	属于地坑转运点除尘器
76	DA076	熟料库 9	颗粒物	110°9′6.26”	21°38′29.72”	9	0.5	常温	属于地坑转运点除尘器
77	DA077	2#煤磨房顶	颗粒物	110°9′8.42″	21°38′33.32″	34	0.5	常温	
78	DA078	石灰石库 2#	颗粒物	110°9′15.62″	21°38′40.52″	23	0.5	常温	
79	DA079	6#输送皮带	颗粒物	110°9′11.92″	21°38′42.90″	13	0.5	常温	物料转运点收尘器
80	DA080	熟料库散装 1#	颗粒物	110°9′5.44″	21°38′29.04″	14	0.5	常温	属于地坑转运点除尘

									器
81	DA081	2#原煤堆场	颗粒物	110°9′3.82″	21°38′37.43″	9	0.5	常温	物料转运点收尘器
82	DA082	3#原煤堆场	颗粒物	110°9′2.41″	21°38′33.47″	9	0.5	常温	皮带中转收尘
83	DA083	2#生料库	颗粒物	110°9′16.09″	21°38′40.06″	17	0.5	常温	
84	DA084	熟料库 1	颗粒物	110°9′6.05″	21°38′30.01″	12	0.4	常温	熟料库地坑收尘
85	DA085	熟料库 2	颗粒物	110°9′5.36″	21°38′29.22″	12	0.4	常温	熟料库地坑收尘
86	DA086	熟料库 3	颗粒物	110°9′6.30″	21°38′29.87″	12	0.4	常温	熟料库地坑收尘
87	DA087	熟料库 4	颗粒物	110°9′5.22″	21°38′29.00″	12	0.5	常温	熟料库地坑收尘
88	DA088	熟料库 5	颗粒物	110°9′5.90″	21°38′30.08″	9	0.5	常温	熟料库地坑收尘
89	DA089	2#水泥库侧	颗粒物	110°9′15.62″	21°38′31.42″	18	0.5	常温	
90	DA090	3#水泥库侧	颗粒物	110°9′14.62″	21°38′31.96″	18	0.5	常温	
91	DA091	4#水泥库侧	颗粒物	110°9′15.41″	21°38′31.56″	18	0.5	常温	
92	DA092	6#水泥库侧	颗粒物	110°9′14.80″	21°38′31.56″	18	0.5	常温	
93	DA093	熟料库散装 2#	颗粒物	110°9′10.30″	21°38′27.56″	18	0.5	常温	
94	DA094	B 线调配沸石仓	颗粒物	110°9′11.45″	21°38′29.65″	27.4	0.5	常温	
95	DA095	5#移动收尘	颗粒物	110°9′18.14″	21°38′36.49″	18	0.9	常温	
96	DA096	A 线骨料	颗粒物	110°9′11.74″	21°38′29.54″	12	0.5	常温	库底收尘
97	DA097	1#熟料秤	颗粒物	110°9′11.41″	21°38′28.97″	12	0.5	常温	库底收尘
98	DA098	2#熟料秤	颗粒物	110°9′12.35″	21°38′27.74″	12	0.5	常温	库底收尘
99	DA099	B 线 3#熟料秤	颗粒物	110°9′11.63″	21°38′27.24″	12	0.5	常温	
100	DA100	1#、2#散装机	颗粒物	110°9′16.92″	21°38′33.54″	11	0.7	常温	库底收尘
101	DA101	3#、4#散装机	颗粒物	110°9′16.88″	21°38′33.36″	11	0.7	常温	库底收尘

2.现有废气治理污染治理措施回顾分析

由上产污点位及污染物类型可知，现有项目主要废气污染物包括氮氧化物（NO_x），二氧化硫（SO_2）和粉尘等。现有项目废气各污染物的治理措施如下：

1.NO_x治理措施

NO_x主要产生于窑内燃料的高温燃烧过程，它的生成量与燃料量、燃烧温度、含氧及反应时间有关。窑内温度高、燃料量多、通风量大、反应时间长，NO_x的生成量就大。

现有项目采用分级燃烧技术降低NO_x的产生浓度，并在末端采用选择SNCR脱硝+SCR进行脱硝。

（1）分级燃烧器

现有项目窑头燃烧器采用分级燃烧器—多介质多通道离散式低NO_x燃烧器，该燃烧器由四个环形通道组成，从外到内依次为：轴流风道、旋流风道、煤风道和中心风通道，中心风道可设置水煤浆喷枪。最外层的轴流风道出口采用周向均布的拉法尔超音速喷嘴，并呈离散式布置，这就极大地提高了轴流风动量、增强了对来自冷却机的二次风的卷吸能力；第二层旋流风通道为渐缩式结构，旋流风出口设有旋流器，能有效控制火焰中心回流区尺度；通过在轴流风和旋流风的内侧布置煤风，可有效延缓煤粉与二次风的延长时间，从而降低NO_x的生成；第四层中心风道可安装水煤浆喷枪，利用水煤浆的气化反应，产生还原气氛，同时削弱火焰温度峰值，从而达到降低NO_x排放量的目的。

分级燃烧技术的脱硝效率为15%～20%，通过分级燃烧技术后NO_x的浓度可控制在680mg/m^{3}左右。

（2）SNCR—选择性非催化还原法

现有项目窑尾废气中的氮氧化物最后采用选择性非催化还原技术（Selective Non-Catalytic Reduction，以下简写为SNCR）进行氮氧化物的控制。

选择性非催化还原（SNCR）技术属于烟气脱硝技术，是将尿素或氨水等氨基物质在一定的条件下与烟气混合，在不使用催化剂的情况下将氮氧化物还原成为无毒的氮气和水，还原氮氧化物总的化学反应为：

$4\ NH_3+4\ NO+O_2 \rightarrow 4\ N_2+6\ H_2O$

$4\ NH_3+2\ NO+2O_2 \rightarrow 3\ N_2+6\ H_2O$

$4\ NH_3+6\ NO \rightarrow 5\ N_2+6\ H_2O$

$8\ NH_3+6\ O_2 \rightarrow 4\ N_2+l2\ H_2O$

当向燃烧烟气中喷氨而不采用催化剂的条件下，对于喷入点的烟气温度非常敏感，反应只能在850-1100℃进行，也就是“温度窗口”。影响SNCR反应的关键因素有：反应温度、氨氮（NH_3/NO）摩尔比、氮氧化物初始浓度、烟气中O_2浓度、停留时间等因素。

脱硝剂主要有氨水和尿素两大类。氨水相对于尿素而言，脱硝反应更直接，有着高效的去除率，较低氨逃逸和较高的化学反应效率。但氨水属于危险化学药品，受到严格的监管，从运输、储存到使用受到许多严格的限制，在使用中需采取一定安全防护设备。尿素与液氨及氨水相比，化学性质稳定。但尿素与氨水相比，反应更复杂，NO_x去除率相对较低。在SNCR装置中使用氨水，其脱硝的效率为70%。

现有项目选用氨水作为脱硝剂，脱硝工艺流程如下：

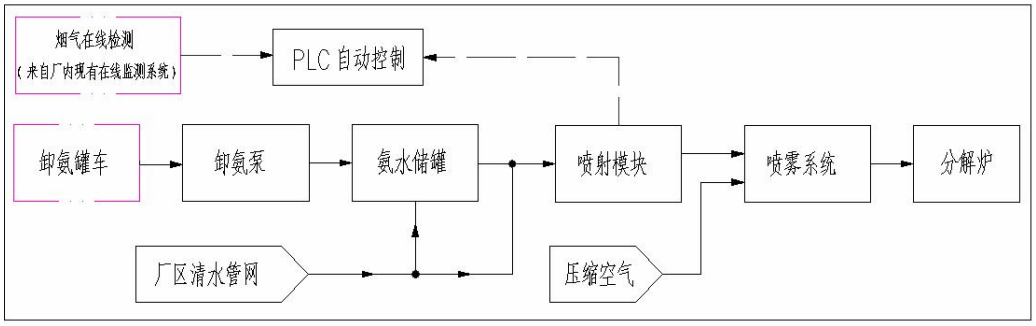


图 2-3 SNCR 脱硝工程工艺流程图

工艺描述：

SNCR系统使用的氨水由专用罐车运输，经卸氨泵从氨水罐车将氨水转移到储罐内。储罐的加注管线和排气管通过挠性软管与罐车连接。加注管线主要用来为储罐注液，排气管将加注过程中的多余压力通过返回罐车释放，避免氨气逸出污染环境。

氨水输送泵在压力满足设计条件下向SNCR系统提供氨水，两台泵均配有压力计，实时监测泵压，整个泵站可以实现就地及远程控制。

脱硝需要的氨水量由SNCR系统给料分配柜内的流量控制阀进行控制。氨水用量是由氮氧化合物控制器的输出数据设定的。氮氧化物控制器的输入数据是从检测仪表对烟气分析的实际NO_x值。

所有氨水量被平均分配到每个喷嘴，由流量计控制以保证合理分配，压力由压力计控制。

具体的喷射点位置设计是基于完整的CFD分析进行布置，以保证在适当的温度窗范围内使烟气和还原剂充分混合及反应。通过流场模拟实验确保氨水通过喷射点均匀地分布在整个烟道截面。控制系统准确计算还原剂喷射量，并准确控制喷射模块。整个SNCR系统通过控制系统自动运行。

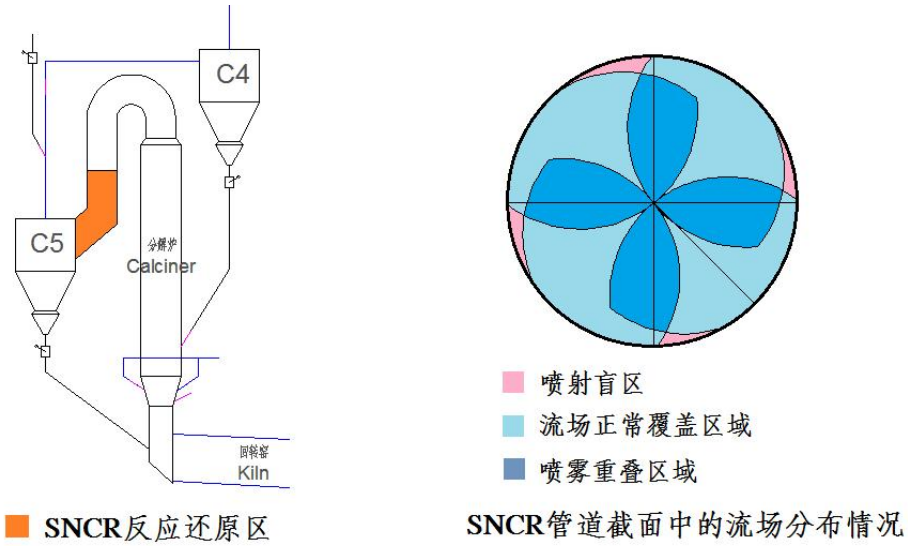


图 2-4 SNCR 脱硝工程反应区及氨水流场分布示图

SNCR技术应用在大型锅炉上，短期能达到75%的脱硝率，长期现场应用一般能达到～50%以上的NO_x脱除率。

（3）SCR—选择性催化还原法

气SCR（选择性催化还原）脱硝技术的核心原理是：在催化剂作用下，利用氨（NH_3）作为还原剂，将烟气中的氮氧化物（NOx）选择性还原为氮气（N_2）和水（H_2O），实现高效脱硝，且脱硝效率可达90%以上。

SCR脱硝的主反应方程式如下：

$4NO+4NH_3+O_2 \rightarrow 4N_2+6H_2O$

$6NO_2+8NH_3 \rightarrow 7N_2+12H_2O$

原项目SCR采用“高温高尘SCR”：

布置位置：预热器出口与余热锅炉之间。

烟气参数：温度280~350℃，粉尘浓度80~120g/Nm^3。

优势：温度匹配钒钛系催化剂（最佳活性窗口280~420℃），无需额外加热。

挑战：高粉尘易堵塞催化剂，需采用高频声波+耙式组合清灰，但机械损伤风险高。

2.SO_2治理措施

现有项目SO_2的排放源主要是烧成系统的回转窑，烧成窑尾排放的SO_2是由于煤粉在窑内燃烧产生，主要是由于水泥原料和燃料中的单质硫、硫化物以及硫酸盐的氧化或分解而产生。在回转窑中，含有残余硫分的高温废气经与生料中的CaO进一步反应被吸收，SO_2总吸收率达97%以上，大部分SO_2在窑内被CaO吸收，含有残余硫分的高温废气直接经窑尾烟囱排放，且排放浓度满足国家污染物排放标准限值要求。

3、粉尘治理措施

现有项目生产过程中，原燃料进厂后需要经过破碎、粉磨等多道工序，每道工序都存在着不同程度的颗粒物排放。全厂现有的粉尘排放点都设置了技术性能可靠、除尘效率高的收尘设备，可有效控制生产线上所有的扬尘点。生产线上共设置各类收尘器，对多处物料破碎点、原料配料站、物料输送转运点，生、熟料库库顶、库底等均设置了袋式除尘器。

对于窑头、窑尾的废气中的粉尘，设置袋式除尘器，在确保更高收尘效率的同时，可更有效地避免非正常工况粉尘排放，收尘效率可达到99%。同时，在窑尾的排气筒上装设在线烟尘烟气连续监测系统（CEMS），实现烟气烟尘排放的连续监测。

此外，现有项目在各环节的粉尘控制措施如下：

（1）窑尾粉尘：窑尾废气量大，温度较高，含尘浓度高，为充分利用热能并减少生产过程中污染物的排放，在每条生产线窑尾配置两台SP余热锅炉，废气先经SP炉换热后，再经窑尾高温风机送至原料磨烘干原料，最终废气经袋式收尘器净化，净化后分别由127m高排气筒（DA038）排入大气。若出现原料粉磨和SP炉停止运行时，窑尾含尘废气经过增湿塔处理后，降温至袋式除尘器允许的范围后进入袋式收尘器净化后排放。

（2）窑头冷却机粉尘：窑头废气温度高，在生产线窑头设1台AQC余热锅炉，冷却机废气除供给回转窑二、三次风和原煤烘干用热风外，其余废气经沉降室沉降后进入AQC炉回收余热，热交换后的废气经窑头袋式收尘器净化，净化后由42m

高排气筒（DA039）排入大气。

（3）煤粉制备系统废气处理：现有项目煤粉制备采用2台煤磨，设置在窑头附近，利用篦冷机废气作为烘干热源。煤磨粉尘浓度高，易结露，同时废气中含有的微细煤粉尘，易产生燃烧和爆炸，因而设置了防爆阀及CO_2灭火系统。煤磨系统废气量大，含尘浓度高，细粉颗粒多，废气水分高，温度低。采用防爆型高浓度气箱脉冲袋收尘器，对废气压力实施监控和报警，出磨气体经袋除尘器净化后排入大气。

（4）其他产尘点粉尘：破碎机、包装机等扬尘点风量较大，使用气箱脉冲袋收尘器。

在胶带运输机、提升机、圆库等分散扬尘点处，首先在工艺过程中采取以防为主的方针：尽量减少扬尘环节，选择扬尘少的设备；粉状物料输送采用斜槽和螺旋输送机等密闭式输送设备；对需要胶带机输送的物料尽量降低物料落差，加强密闭，减少颗粒物外溢；粉状物料储存采用密闭圆库。同时在各尘源处安装吸尘罩收集含尘气体，再通过抽风管集中进入高效袋收尘器进行净化处理，由于这些扬尘点风量小，设备安装空间小，选用设备重量轻的脉冲式单机袋收尘器，除尘效率可稳定达到99.9%以上。

（5）其余减少无组织排放采取的措施：汽车运输道路、厂区及物料堆场等无组织扬尘点定期进行洒水降尘，并在物料堆放、装卸过程中尽量降低落差，加强原辅材料调度管理，

减少物料在露天场的堆放时间，在干旱季节为防止物料因表面水分挥发而发生逸散飞扬，对物料表面进行洒水增湿处理，在料口和管道连接处加强密闭和密封，防止粉尘泄漏。同时在厂区、车间和物料储库及堆棚周围设置绿化带。

现有项目各废气治理措施现场图片如下图所示：



现有石灰石密闭输送廊道



现有石灰石密闭输送廊道



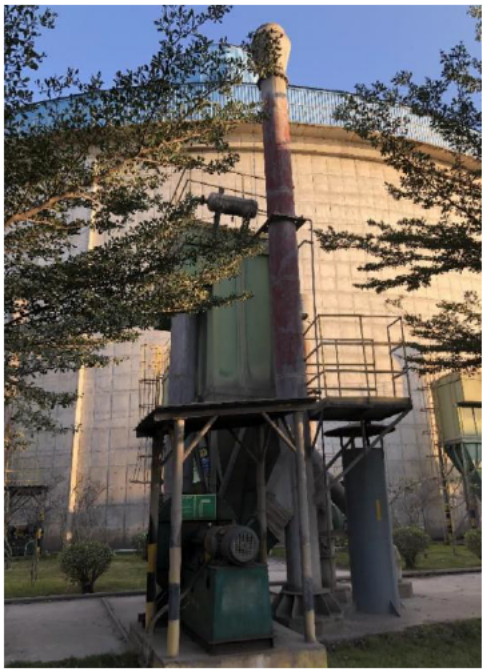
现有物料转运密闭输送廊道



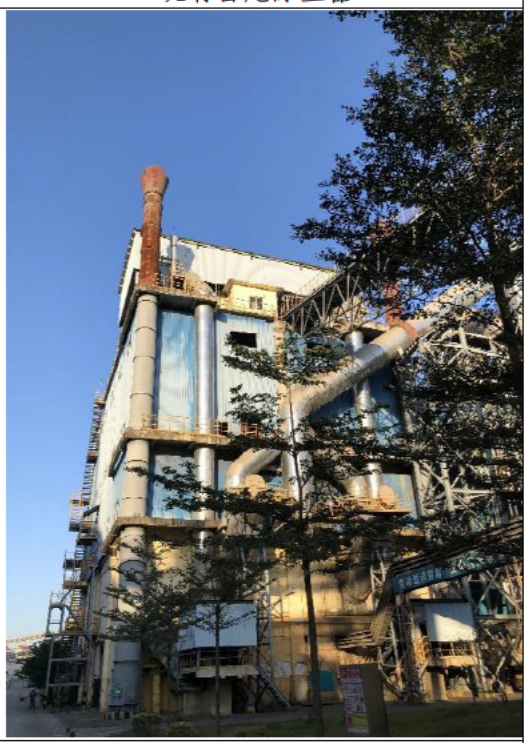
现有物料转运密闭输送廊道

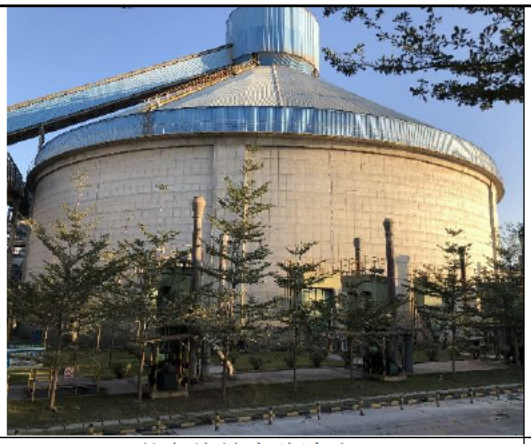


现有水泥磨系统的熟料库除尘器



现有熟料储库外除尘器

	
现有窑头除尘器	现有窑尾除尘器
	
现有煤磨系统除尘器	现有煤磨系统除尘器



现有熟料库外除尘器



现有脱硝系统



现有水泥粉磨储罐除尘器



现有水泥粉磨系统除尘器



现有水泥转运除尘器



现有水泥转运储存除尘器

图2-5现有废气治理措施现场图片

3.现有废气源强及治理达标分析

对于现有项目熟料生产线的窑头窑尾均已开展常规性的监测，通过近年常规的监测数据对其排放达标性进行分析。

对于现有项目其余粉尘排放口，由于点位较多，包括竣工环保验收及常规的

监测均依据《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》（生态环境部公告2018年第9号）的规定：“对型号、功能相同的多个小型环境保护设施处理效率监测和污染物排放监测，可采用随机抽测方法进行。抽测的原则为：同样设施总数大于5个且小于20个的，随机抽测设施数量比例应不小于同样设施总数量的50%；同样设施总数大于20个的，随机抽测设施数量比例应不小于同样设施总数量的30%”，随机抽取同类型的排放口进行监测。因此本次对现有项目其余粉尘排放口选用监测数据及同类型类比监测数据的形式进行分析。

1）有组织废气

（1）排放源强达标分析

①窑尾废气

现有项目窑尾废气安装了颗粒物、二氧化硫、氮氧化物烟气连续监测装置，窑头废气安装了颗粒物连续监测装置，因此还会通过近年来的监测数据说明废气的污染治理达标情况。

根据表2-44数据可知，窑尾废气经“分级燃烧+SNCR脱硝+SCR+急冷+袋式除尘器”处理后，各污染物排放可满足《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013及其2025年修改单）表2大气污染物特别排放限值及《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB 30485-2013）表1标准。

表 2-46 窑尾废气近年常规监测结果

日期	监测点位	污染物名称	治理措施	监测值				评价标准	达标情况
				烟气量(Nm^3/h)	实测浓度(mg/m^3)	折算浓度(mg/m^3)	排放速率(kg/h)	排放浓度(mg/m^3)	
2023.04.12	窑尾DA038	氯化氢	分级燃烧器+SNCR脱硝+SCR+急冷+袋式除尘器	581510	0.7	/	0.407	10	达标
		汞		581510	0.000284	/	1.65×10^{-4}	0.05	达标
		氟化氢		606704	0.17	/	0.103	1	达标
		砷		606704	ND	/	6.07×10^{-5}	-	-
		铜		606704	0.0021	/	1.27×10^{-3}	-	-
		铅		606704	0.000942	/	5.72×10^{-4}	-	-
		镉		606704	ND	/	2.43×10^{-6}	-	-
		铬		606704	0.00138	/	8.37×10^{-4}	-	-
		镍		606704	0.000892	/	5.41×10^{-4}	-	-

		铊		606704	0.00536	/	3.25×10^{-3}	-	-
		铍		606704	ND	/	2.43×10^{-6}	-	-
		锡		606704	0.00107	/	6.49×10^{-4}	-	-
		锑		606704	0.00042	/	2.55×10^{-4}	-	-
		钴		606704	0.0000725	/	4.40×10^{-5}	-	-
		锰		606704	0.00016	/	9.71×10^{-5}	-	-
		铊、镉、铅、砷及其化合物（以Tl+Cd+Pb+As计）		606704	6.41×10^{-3}	/	/	1.0	达标
		铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物（以Be+Cr+Sn+Sb+Cu+Co+Mn+Ni+V计）		606704	0.014	/	/	0.5	达标
		颗粒物		587889	16.7	13.9	9.84	20	达标
		氨		587889	0.45	0.38	0.265	8	达标
		氮氧化物		587889	174	145	102.3	320	达标
		二氧化硫		587889	ND	ND	0.88	100	达标
		氟化物		604701	0.25	/	0.147	3	达标
	2025.08.12	窑尾DA038	氮氧化物	553043	203	226	112	320	达标
			二氧化硫	553043	8	9	4.42	100	达标
			颗粒物	553043	6.3	7.1	3.48	20	达标
			氟化物	582310	0.13	0.15	7.57×10^{-2}	3	达标
			氨	582310	2.66	2.99	1.55	8	达标
			汞	562539	ND	ND	7.03×10^{-4}	0.05	达标
			氯化氢	553043	0.39	0.44	0.216	10	达标
			氟化氢	562539	ND	ND	2.25×10^{-2}	1	达标

		锡			ND	ND	5.63×10^{-4}	-	-
		铍			ND	ND	5.63×10^{-4}	-	-
		钒			ND	ND	1.97×10^{-4}	-	-
		镍			ND	ND	2.53×10^{-4}	-	-
		铬			ND	ND	1.13×10^{-3}	-	-
		锑			ND	DN	2.25×10^{-4}	-	-
		铜			ND	ND	2.53×10^{-4}	-	-
		镉			ND	ND	2.25×10^{-4}	-	-
		锰			ND	ND	5.63×10^{-4}	-	-
		钴			ND	ND	5.63×10^{-4}	-	-
		砷			ND	ND	2.53×10^{-4}	-	-
		铅			ND	ND	5.63×10^{-4}	-	-
		铊			0.0000716	0.0000796	4.03×10^{-5}	-	-
		铊、镉、铅、砷及其化合物（以Tl+Cd+Pb+As计）			0.0000716	0.0000796	4.03×10^{-5}	1.0	达标
		铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物（以Be+Cr+Sn+Sb+Cu+Co+Mn+Ni+V计）			0	0	0	0.5	达标

注：“ND”为未检出。

由于“分级燃烧+高效SNCR+高温高尘SCR”是2026年1月开始实施，2026年6月完成改造，其间水泥窑处理停炉。建成后为了验证其脱硝效果，委托广东量源检测技术有限公司在2026年9月6日至11日针对脱硝后的效果进行了监测，检测报告编号（YS-2609002-001），具体监测结果如下。

表2-47 脱硝效果监测表

监测日期	监测项目	监测结果			备注
		平均实测浓度（mg/m^3）	平均折算浓度（mg/m^3）	平均排放速率（kg/h）	
2026.09.06	氨	3.15	3.12	1.73	
	颗粒物	8.0	7.9	4.25	
	二氧化硫	14	14	7.21	
	氮氧化物	42	42	22.2	
2026.09.07	氨	2.39	2.31	1.29	
	颗粒物	7.3	7.0	3.91	
	二氧化硫	27	26	15.6	

	氮氧化物	29	27	15.3	
2026.09.08	氨	2.48	2.35	1.46	
	颗粒物	7.8	7.1	4.58	
	二氧化硫	3	3	1.67	
	氮氧化物	25	23	14.7	
2026.09.09	氨	2.80	2.51	1.32	
	颗粒物	5.2	4.6	2.69	
	二氧化硫	16	14	7.92	
	氮氧化物	31	27	15.9	
2026.09.10	氨	3.05	2.67	1.58	
	颗粒物	7.0	6.1	3.63	
	二氧化硫	4	4	1.98	
	氮氧化物	17	15	8.60	
2026.09.11	氨	2.38	2.14	1.18	
	颗粒物	8.1	7.2	4.02	
	二氧化硫	3L	3L	0.748	
	氮氧化物	13	11	6.31	

根据上表可知，项目脱硝系统技术改造后，氮氧化物可满足《关于推进实施水泥行业超低排放的意见》中的有组织排放指标限值要求（氮氧化物≤50mg/m^3）。

②窑头废气

根据表2-46数据可知，窑头废气经“袋式除尘器”处理后，污染物排放可满足《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013及其2025年修改单）表2大气污染物特别排放限值。

表 2-48 窑头废气排放口近年常规监测结果

日期	监测点位	污染物名称	治理措施	监测值				评价标准	达标情况
				烟气量(Nm^3/h)	实测浓度(mg/m^3)	折算浓度(mg/m^3)	排放速率(kg/h)	排放浓度(mg/m^3)	
2023.04.12	窑头DA039	颗粒物	袋式除尘器	360898	1.2	/	0.433	20	达标
2025.08.12	窑头DA039	颗粒物	袋式除尘器	360898	ND	/	0.185	20	达标

注：“ND”为未检出。

③一般废气排放口

现有项目一般排放口废气排放情况详见表2-49，现有项目各粉尘废气经袋式除尘器处理后，颗粒的排放符合满足《水泥工业大气污染物排放标准》

（GB4915-2013及其2025年修改单）表2大气污染物特别排放限值。

表 2-49 一般废气排放口 2025 年常规监测结果

日期	监测点位	污染物名称	治理措施	监测值			评价标准	达标情况	数据来源
				烟气量（Nm^3/h）	排放浓度（mg/m^3）	排放速率（kg/h）	排放浓度（mg/m^3）		
2025.02.26	DA001	颗粒物	布袋除尘	94335	1.0L	4.72×10^{-2}	10	达标	监测报告
2025.02.26	DA002	颗粒物	布袋除尘	64042	1.0L	3.20×10^{-2}	10	达标	监测报告
2025.02.26	DA003	颗粒物	布袋除尘	171307	1.0L	8.57×10^{-2}	10	达标	监测报告
2025.02.26	DA004	颗粒物	布袋除尘	22960	1.0L	1.15×10^{-2}	10	达标	监测报告
2025.02.26	DA005	颗粒物	布袋除尘	26677	1.0L	1.33×10^{-2}	10	达标	监测报告
2025.02.26	DA067	颗粒物	布袋除尘	38796	1.0L	1.94×10^{-2}	10	达标	监测报告
2025.02.26	DA070	颗粒物	布袋除尘	45474	1.0L	2.27×10^{-2}	10	达标	监测报告
2025.02.25	DA060	颗粒物	布袋除尘	29953	1.0L	1.50×10^{-2}	10	达标	监测报告
2025.02.25	DA061	颗粒物	布袋除尘	19022	1.0L	9.51×10^{-3}	10	达标	监测报告
2025.02.25	DA062	颗粒物	布袋除尘	30152	1.6	4.82×10^{-2}	10	达标	监测报告
2025.02.25	DA063	颗粒物	布袋除尘	26127	2.7	7.05×10^{-2}	10	达标	监测报告
2025.02.25	DA064	颗粒物	布袋除尘	31225	1.0L	1.56×10^{-2}	10	达标	监测报告

注：L为低于检出限。

（三）排放总量达标分析

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2019）：“改建、扩建项目现状工程的污染源和评价范围内拟被替代的污染源调查，可根据数据的可获得性，依次优先使用项目监督性监测数据、在线监测数据、年度排污许可执行报告、自主验收报告、排污许可证数据、环评数据或补充污染源监测数据等。”本项目无监督性监测数据，结合年度排污许可执行报告、常规例行监测数据，核算现有项目污染物排放量。通过对比环评批复、排污许可证所下达的总量情况，分析现有项目各污染物的总量达标情况，详见下表所示：

表 2-50 现有项目窑尾废气排放总量达标分析（单位：t/a）

污染物	平均排放速率（kg/h）	年生产时间（h）	实际排放量（t/a）	排污许可证许可排放量（DA038）（t/a）

颗粒物	4.305	7440	32.0292	159.96
二氧化硫	2.658	7440	19.77552	250.51
氮氧化物	22.2	7440	165.168	928
氨	1.73	7440	12.8712	/
氯化氢	0.138	7440	1.02672	/
氟化氢	0.0232	7440	0.172608	/
汞及其化合物[1]	0.000703	7440	0.00523032	/
铊、镉、铅、砷及其化合物[2]	0.00128	7440	0.0095232	/
铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物[3]	0.0045	7440	0.03348	/

注1：汞及其化合物实测为低于检出限，排放速率按检出限一半计。

注2：铊、镉、铅、砷及其化合物排放速率为铊、镉、铅、砷的排放速率的合计，其中低于检出限的，按检出限一半计。

注3：铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物排放速率为铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒的排放速率的合计，其中低于检出限的，按检出限一半计。

注4：由于脱硝系统改造后，氮氧化物和氨的排放量会有所变化，因此氮氧化物和氨以“分级燃烧+高效SNCR+高温高尘SCR”改造后的平均实测数据最大值核算，见表2-47。

表 2-51 其他工艺粉尘排放量核算

序号	污染源	排放口编号	污染物	核算方法	排放浓度 mg/m³	排放速率（kg/h）	排放量（t/a）	排放时间（h/a）
1	1#2#水泥磨磨头	DA001	颗粒物	实测法	0.5	0.095	0.638	6720
2	1#向压机	DA002	颗粒物	实测法	0.5	0.055	0.37	6720
3	2#水泥磨辐压机	DA003	颗粒物	实测法	1.3	0.12	0.806	6720
4	3#水泥磨磨尾	DA004	颗粒物	实测法	2.6	0.099	0.665	6720
5	3#水泥磨磨头	DA005	颗粒物	实测法	1.5	0.086	0.578	6720
6	锤式破碎机	DA006	颗粒物	实测法	0.5	0.007	0.052	7440
7	1#皮带	DA007	颗粒物	实测法	0.5	0.004	0.03	7440
8	2#输送皮带	DA008	颗粒物	实测法	0.5	0.004	0.03	7440
9	3#皮带	DA009	颗粒物	实测法	0.5	0.004	0.03	7440
10	磨石仓	DA010	颗粒物	实测法	0.5	0.004	0.03	7440
11	粘土仓	DA011	颗粒物	类比法	0.5	0.004	0.03	7440
12	硫酸储仓	DA012	颗粒物	类比法	0.5	0.004	0.03	7440
13	石灰石仓	DA013	颗粒物	类比法	0.5	0.004	0.03	7440
14	4#输送皮带	DA014	颗粒物	类比法	0.5	0.004	0.03	7440
15	5#输送皮带	DA015	颗粒物	类比法	0.5	0.004	0.03	7440

16	7#输送皮带	DA016	颗粒物	类比法	0.5	0.004	0.03	7440
17	A 线调配石灰石库	DA017	颗粒物	类比法	0.5	0.012	0.089	7440
18	A 线熟料库	DA018	颗粒物	类比法	0.5	0.007	0.052	7440
19	A 线页岩仓	DA019	颗粒物	类比法	0.5	0.007	0.052	7440
20	A 线沸石仓	DA020	颗粒物	类比法	0.5	0.007	0.052	7440
21	B 线调配熟料库	DA021	颗粒物	类比法	0.5	0.007	0.052	7440
22	B 线调配页岩仓	DA022	颗粒物	类比法	0.5	0.007	0.052	7440
23	B 线调配石灰石库	DA023	颗粒物	类比法	0.5	0.012	0.089	7440
24	2#入磨皮带	DA024	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
25	1#入磨皮带	DA025	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
26	8#输送皮带	DA026	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
27	输送皮带 17	DA027	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
28	9#输送皮带	DA028	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
29	2#磨斗提	DA029	颗粒物	类比法	0.5	0.011	0.082	7440
30	石灰石堆场	DA030	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
31	4#楼收尘罩	DA031	颗粒物	类比法	0.5	0.009	0.067	7440
32	1#原煤堆场	DA032	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
33	1#生料库	DA033	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
34	煤磨厂房	DA034	颗粒物	类比法	0.5	0.011	0.082	7440
35	2#磨粉收尘	DA035	颗粒物	类比法	0.5	0.009	0.067	7440
36	1#入磨斗提	DA036	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
37	3#入磨斗提	DA037	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
39	窑头废气（1）	DA039	颗粒物	实测法	8.949	3.021	22.476	7440
40	10#输送皮带	DA040	颗粒物	类比法	0.5	0.008	0.06	7440
41	11#输送皮带	DA041	颗粒物	类比法	0.5	0.008	0.06	7440
42	熟料库	DA042	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
43	1#移动收尘	DA043	颗粒物	类比法	0.5	0.008	0.06	7440

44	3#移动收尘	DA044	颗粒物	类比法	0.5	0.008	0.06	7440
45	熟料库 10	DA045	颗粒物	类比法	0.5	0.007	0.052	7440
46	燃料库 11	DA046	颗粒物	类比法	0.5	0.007	0.052	7440
47	硅质原煤堆场	DA047	颗粒物	类比法	0.5	0.007	0.052	7440
48	输送皮带 12	DA048	颗粒物	类比法	0.5	0.007	0.052	7440
49	输送皮带 13	DA049	颗粒物	类比法	0.5	0.007	0.052	7440
50	2#水泥库	DA050	颗粒物	实测法	0.5	0.007	0.052	7440
51	3#水泥库	DA051	颗粒物	实测法	0.5	0.007	0.052	7440
52	4#水泥库	DA052	颗粒物	类比法	0.5	0.007	0.052	7440
53	5#水泥库	DA053	颗粒物	类比法	0.5	0.007	0.052	7440
54	6#水泥库	DA054	颗粒物	类比法	0.5	0.007	0.052	7440
55	7#水泥库	DA055	颗粒物	类比法	0.5	0.012	0.089	7440
56	1#散装机	DA056	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
57	2#散装机	DA057	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
58	3#散装机	DA058	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
59	4#散装机	DA059	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
60	1#包装机	DA060	颗粒物	实测法	0.5	0.015	0.112	7440
61	1#包装机	DA061	颗粒物	实测法	1.9	0.036	0.268	7440
62	2#包装机	DA062	颗粒物	实测法	1.1	0.02	0.149	7440
63	4#包装机	DA063	颗粒物	实测法	0.5	0.012	0.089	7440
64	5#包装机	DA064	颗粒物	实测法	1.1	0.022	0.164	7440
65	1#粉煤灰库	DA065	颗粒物	实测法	0.5	0.008	0.06	7440
66	2#粉煤灰库	DA066	颗粒物	实测法	0.5	0.008	0.06	7440
67	1#水泥磨磨尾	DA067	颗粒物	实测法	9.4	0.141	1.049	7440
68	1#水泥磨新槽提升机	DA068	颗粒物	实测法	0.5	0.008	0.054	6720
69	2#水泥磨机斜槽提升	DA069	颗粒物	实测法	0.5	0.008	0.054	6720
70	2#水泥磨磨尾	DA070	颗粒物	实测法	2.6	0.039	0.262	6720
71	1#煤磨	DA071	颗粒物	实测法	0.5	0.038	0.283	7440
72	2#煤磨	DA072	颗粒物	实测法	0.5	0.038	0.283	7440
73	熟料库 6	DA073	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
74	熟料库 7	DA074	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
75	熟料库 8	DA075	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
76	熟料库 9	DA076	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
77	2#煤粉仓顶	DA077	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
78	石灰石库 2#	DA078	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
79	6#输送皮	DA079	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440

	带							
80	熟料库散装	DA080	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
81	2#原煤堆场	DA081	颗粒物	类比法	0.5	0.004	0.03	7440
82	3#原煤堆场	DA082	颗粒物	类比法	0.5	0.004	0.03	7440
83	2#生料库	DA083	颗粒物	类比法	0.5	0.004	0.03	7440
84	熟料库 1	DA084	颗粒物	类比法	0.5	0.004	0.03	7440
85	熟料库 2	DA085	颗粒物	类比法	0.5	0.004	0.03	7440
86	熟料库 3	DA086	颗粒物	类比法	0.5	0.004	0.03	7440
87	熟料库 4	DA087	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
88	熟料库 5	DA088	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
89	2#水泥库 1	DA089	颗粒物	类比法	0.5	0.003	0.022	7440
90	3#水泥库 1	DA090	颗粒物	类比法	0.5	0.003	0.022	7440
91	4#水泥库 1	DA091	颗粒物	类比法	0.5	0.003	0.022	7440
92	5#水泥库 1	DA092	颗粒物	类比法	0.5	0.003	0.022	7440
93	熟料库散装 2#	DA093	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
94	B 细粉配磨石子	DA094	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
95	5#移动收尘	DA095	颗粒物	类比法	0.5	0.011	0.082	7440
96	A 线骨料	DA096	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
97	1#熟料秤	DA097	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
98	2#熟料秤	DA098	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
99	B 线 3#熟料秤	DA099	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
100	1#、2#散装机	DA100	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
101	3#、4#散装机	DA101	颗粒物	类比法	0.5	0.006	0.045	7440
合计	/	/	/	/	/	/	32.192	/

注：表中核算方法有监测的采用监测数据，没有监测数据的，采用现有项目同型号的除尘设施进行类比数据。

（四）排气筒高度达标分析

根据《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013及其2025年修改单）及广东省地方标准《水泥工业大气污染物排放标准》（DB44-818-2010）等现行的水泥项目执行的排放标准，对水泥项目各类型排气筒高度进行限定，现有项目已设置的各类排气筒高度达标情况如下表所示：

表 2-52 现有项目废气排放筒高度达标分析

排气筒名称	排气筒高度要求（m）	排气筒实际高度（m）	达标分析
窑尾废气排气筒	80	127	达标
窑头废气排气筒	30	42	达标
2#煤磨废气排气筒		41	达标
1#煤磨废气排气筒		41	达标
其余破碎机、磨机、包装机等排气筒	高于本体建筑 3m 以上	高于本体建筑 3m 以上	达标

由上表中与标准要求高度对比可知，现有项目熟料生产线窑头废气排气筒高度为42m，窑尾废气排气筒高度为127m，煤磨机排气筒高度为43m，破碎机、磨机、包装机及其它通风生产设备的排气筒均高于本体建筑物3m以上，均能满足《水泥工业大气污染物排放标准》（DB44/818-2010）表4最低允许高度的要求。

根据现场勘查和建设单位提供的资料，现有项目除储库底、地坑及物料转运点单机除尘设施外，其他排气筒高度不低于15m，排气筒高度均高出本体建构筑物3m以上；水泥窑及窑尾余热利用系统排气筒周围半径200m范围的建筑物主要是中控楼和汽轮发电机房等，其中高度最高的建筑物是汽轮发电机房，其高度为18m，窑尾排气筒均比其高出3m以上，则窑尾排气筒高度符合《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013及其2025年修改单）4.3.3条款要求，即水泥窑及窑尾余热利用系统排气筒周围半径200m范围内有建筑物时，排气筒还应高出最高建筑物3m以上。

2）无组织排放源强

现有项目无组织排放主要发生在物料储存、装卸及运输等环节。原料在储存过程中，在风力作用下的起尘量取决于堆场与风向的夹角、物料比重、粒径分布、风速大小、物料的含水率等多种因素；而装卸过程中的起尘量还与落差、物流密度等因素有关。

现有项目的原煤、粘土、铁矿石、粉煤灰等各种发散物料的堆场采取封闭措施，减少物料堆放和装卸时的颗粒物无组织排放；物料输运过程均进行了收尘和安装袋式除尘器，有效减少了无组织排放。同时，通过路面硬化、清扫洒水等措施减少道路交通扬尘。现有项目配套一条石灰石输送皮带长廊采用全封闭运输，有效减少无组织排放，输送皮带长廊两侧为林地，无居民敏感点。

此外，现有项目窑尾采用氨水脱硝，氨水的装卸等过程无组织散发一定量氨气。

通过对现有项目厂界上风向及下风向的监测情况，对现有项目无组织排放进

行达标分析，见表2-53所示。厂界外下风向监控点氨气的均值为0.10~0.623mg/m³，符合《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013及其2025年修改单）表3无组织排放限值要求（监控点处1小时平均浓度≤1.0mg/m³）。厂界外下风向监控点与参照点颗粒物浓度值的差值为0.073~0.257mg/m³，符合《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013及其2025年修改单）表3无组织排放限值要求（监控点与参照点1小时平均浓度差值≤0.5mg/m³）。

表 2-53 厂界无组织排放浓度监测结果单位：mg/m³，臭气浓度为无量纲

监测时间	监测因子	上风向参照点1#	下风向监测点2#	下风向监测点3#	下风向监测点4#	监控点与参照点浓度值的差值	监控点浓度均值	标准值	达标分析	数据来源
2025.02.27	颗粒物	0.089	0.134	0.125	0.107	0.045	0.122	0.5	达标	监测报告
2025.02.27	氨	0.047	0.338	0.567	0.425	/	0.443	1.0	达标	监测报告
2025.02.27	臭气浓度	10L	10L	10L	10L	/	10L	20	达标	监测报告

（2）废水

（一）现有项目废水污染分布回顾分析

现有项目废水包括：生产废水、生活污水和初期雨水。现有项目生产废水和生活污水产生总量为559m³/d，全部回用不外排。根据现有项目的环评报告核算，现有项目初期雨水产生量为1881m³/次。

生产废水产生于：回转窑、各类磨机、空压机和部分仪表等冷却过程产生的废水，以及余热发电系统的冷却水，均循环使用不排放。另外，还包含化验室产生的化验废水，循环系统的各类浓水排水。

初期雨水：来源于厂区除绿化面积外暴雨前段形成的地表径流，含有一定量的悬浮物和石油类等污染物，现有项目于厂区东南边界设置一个初期雨水收集池（1980m³）。

生产废水和初期雨水经废水管网进入厂区东南侧的工业废水处理站进行处理处置后回用厂区绿化、洒水及生产过程，不外排。

生活污水来源于厂区办公场所和食堂，主要为食堂污水和卫生间污水，主要污染因子为pH、五日生化需氧量、化学需氧量、氨氮等。生活污水经污水管网排入厂区东南侧设置的污水处理站进行处理处置，处理后回用厂区绿化、道路洒水降尘，不外排。

（二）现有废水治理污染治理措施回顾分析

现有项目所产生的各类废水已采取有效的水污染防治措施，如下：

1、生产废水治理措施

生产废水主要包括熟料、水泥生产中的设备冷却水和余热发电系统中产生的冷却水。该类冷却循环水系统排放废水除浊度略高外，基本不含有毒有害成分，现有项目将冷却水循环使用，不外排。

锅炉纯水制备浓水和锅炉排水亦主要是盐分稍高，并无其他有毒有害成分，因此均排入余热发电冷却塔，作为循环用水，不外排。

2、初期雨水治理措施

现有项目厂区实行雨污分流制，于厂区东南边界设置一个初期雨水收集池（1980㎥），主要收集现有项目水泥生产区域以及原料及辅料卸车区域的初期雨水。初期雨水经收集后暂存在收集池内并进行沉淀处理，后续抽至工业废水处理站进行处理处置。

化验废水、各类浓水、初期雨水进入现有工业废水处理站处理后回用于厂区绿化、洒水及生产过程。现有工业废水处理站的设计处理水量为Q=550m^3/d，现有项目生产废水产生量为491m^3/d，因此该工业废水处理站有足够的处理能力处理现有项目产生的生产废水。工业废水处理站的处理处置流程见图2-6。

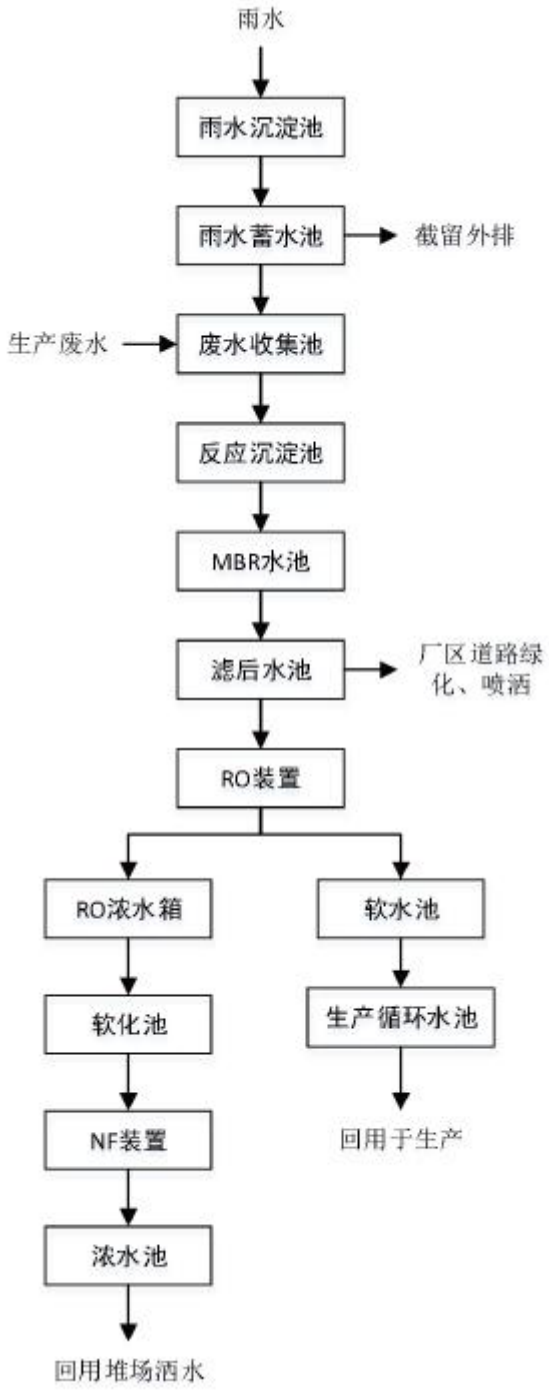


图2-6 现有项目工业废水处理工艺

2、生活污水治理措施

现有项目生活污水经污水管网排入地埋式污水处理站，污水处理站采用“收集池+格栅+调节池+二级生化池+中间水池+双介质过滤器+消毒装置”的工艺处理，生活污水处理工艺如下图所示。

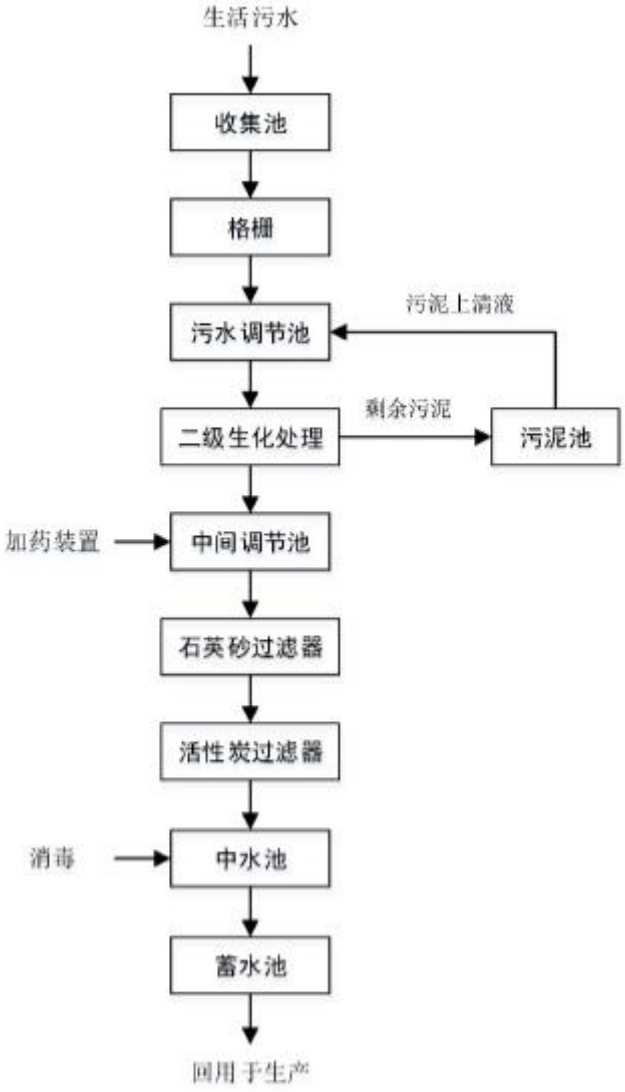


图2-7 现有项目生活污水处理工艺

现有生活污水经过二级生化处理，其中的缺氧池、接触氧化的处理工艺，可有效去除污水中的有机污染物和氨氮，后续再经过双效过滤器进一步过滤处理，去除废水中的杂质成分，再进行消毒处理，处理后的水进入中水池，中水池出水清澈无异味，现有项目设置一个200m³的中水池，用于储存经污水处理设施处理后的回用水。该生活污水处理措施的设计处理水量为Q=10m³/h（240m³/d），现有项目生活污水产生量为120m³/d，因此该生活污水治理措施有足够的处理能力处理现有项目产生的生活污水。

4、废水治理措施汇总说明

现有项目各污（废）水处理设施的设计处理能力及目前实际处理的水量等情况见表2-54。

表2-54 现有污（废）水处理设施情况一览表

序号	设施名称	处理污（废）水种类	主要处理工艺	设计处理能力	实际处理水量
1	初期雨水收集池（沉淀池）	厂区初期雨水	重力沉降	1980m³/次	1881m³/次
2	污水处理站	生活污水	收集池+格栅+调节池+二级生化处理池+中间调节池+双介质过滤器+消毒装置	240m³/d	120 m³/d
3	工业废水处理站	生产废水	收集池+反应沉淀池+MBR+RO+NF	550 m³/d	491m³/d

厂区已采取的水污染防治措施现场照片见下图2-8。



现有初期雨水沉淀



现有工业废水处理站



现有工业废水处理站（泵机）



现有工业废水处理站（回用车间）

	
现有污水处理站	现有污水处理站

图2-8现有水污染防治措施现场照片

（三）现有废水源强及治理达标分析

根据近年的常规性监测数据，分析现有项目废水治理的达标情况，监测结果详见表2-55所示。由监测结果可知，现有项目生活污水、生产废水经自建的污水处理设施处理后，出水清澈无异味，出水水质符合《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）中“城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工”的标准限值要求，故可以回用于厂区绿化、道路洒水降尘，不外排。

表 2-55 现有项目废水监测结果一览表

采样时间	监测点位	监测因子	监测结果	单位	评价标准*	达标情况	数据来源
2025.02.27	废水处理后排放口	pH 值	7.2	无量纲	6.0~9.0	达标	常规监测报告
		悬浮物	6	mg/L	--	达标	
		化学需氧量	5	mg/L	50	达标	
		五日生化需氧量	1.8	mg/L	10	达标	
		氨氮	2.28	mg/L	5	达标	
		总磷	0.21	mg/L	0.5	达标	
		氟化物	0.10	mg/L	2.0	达标	
		石油类	0.06L	mg/L	1.0	达标	
		水温	18.1	℃	--	达标	

（3）噪声

（一）现有项目噪声污染源及治理措施回顾分析

现有项目噪声主要来源于生产过程中各种磨机（包括生料磨、煤磨、水泥磨）、风机（包括：窑尾高温风机、窑头一次风机、罗茨风机、排风机，以及配料、输

送及散装等处的风机）、空压机以及余热发电设备工作时产生。

现有项目首先通过源头控制措施，选用低噪声设备控制厂区设备噪声。其二，在噪声传播途径上采取措施加以控制，对强音的噪声源车间，建筑围护结构加以封闭，尽可能少开窗和其它无设防的洞口，并对设备进行减振基础处理。其三，对部分声源安装消声器。其四，合理布局，利用建筑物阻隔声音的传播，减少噪声污染。项目设备噪声防治措施及效果如表2-56所示。

表2-56 现有项目声源及治理措施一览表

生产线	序号	噪声源	声源类型	噪声源强		降噪措施		噪声排放量		持续时间/h
				核算方法	声源值dB（A）	工艺	降噪效果dB（A）	核算方法	声源值dB（A）	
熟料线	1	破碎机	频发	类比	100~105	减振、隔声	10~15	类比	90	4960
	2	立式生料磨	频发	类比	95~100	减振、隔声	10~15	类比	85	7440
	3	球磨机	频发	类比	95~100	减振、隔声	10~15	类比	85	7440
	4	窑尾高温风机	频发	类比	95~105	减振、消声、进出封口设膨胀节	15~25	类比	80	7440
	5	窑尾废气风机	频发	类比	95~105		15~25	类比	80	7440
	6	窑头一次风机	频发	类比	95~105		15~25	类比	80	7440
	7	罗茨风机	频发	类比	105~115		15~25	类比	90	7440
	8	篦式冷却机	频发	类比	90~100	减振、隔声	10~20	类比	80	7440
	9	空压机	频发	类比	90~100	减振、消声	10~20	类比	80	7440
	10	冷却塔	频发	类比	90~95	减振、隔声	10~15	类比	80	7440
水泥粉磨线	11	破碎机	频发	类比	100~105	减振、隔声	10~15	类比	90	1960
	12	辊压机	频发	类比	90~95	减振、隔声	10~15	类比	80	1960
	13	球磨机	频发	类比	95~100	减振、隔声	10~15	类比	85	6720
	14	散装机	频发	类比	85~95	减振、隔声	10~15	类比	80	1960

	15	包装机	频发	类比	85~95	减振、隔声	10~15	类比	80	1960
余热发电	16	余热锅炉	频发	类比	95~100	减振、隔声	10~15	类比	85	7440
	17	汽轮机	频发	类比	100~105	减振、隔声	10~15	类比	90	7440
	18	发电机	频发	类比	85~90	减振、隔声	10~15	类比	75	7440
	19	冷却塔	频发	类比	90~95	减振、隔声	10~15	类比	80	7440
	20	风机	频发	类比	90~100	减振、消声	10~20	类比	80	7440
	21	水泵	频发	类比	85~90	减振、隔声	15~20	类比	70	7440

（二）厂界噪声达标分析

根据现有项目近年的厂界噪声监测数据，对厂界噪声进行达标性分析，监测结果如下。

表 2-57 现有项目厂界噪声监测结果单位：dB（A）

监测日期	监测点位	测量结果		标准值		达标情况	数据来源
		昼间	夜间	昼间	夜间		
2025.02.27	东南侧厂界外 1 米	63.6	44.0	65	55	达标	常规监测报告
	西南侧厂界外 1 米	53.3	45.0	65	55	达标	
	西北侧厂界外 1 米	51.5	44.7	65	55	达标	
	东北侧厂界外 1 米	51.9	44.7	65	55	达标	

由上表近年的监测数据可知，现有项目各厂界噪声均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）的3类标准，能做到达标排放。

四、固体废物

（一）现有项目固体废物污染源回顾分析

现有项目产生的固体废物分为危险废物和一般固体废物。危险废物主要为废机油、废包装桶、废弃含油抹布、废电池等，一般固体废物主要包括除尘器收集的烟（粉）尘、除尘器废滤袋、污水处理污泥和生活垃圾等。

（二）现有项目固体废物治理措施回顾性分析

1.一般固体废物

除尘器收集的烟（粉）尘，全部作为水泥生产的原辅料或产品返回生产线；

除尘器废滤袋，经清理后作为水泥磨包装、熟料库侧散装下料口扬尘点的密封材料等；

污水处理站污泥，暂存于沉淀池定期清理交由当地环卫部门清运或压滤后入

窑焚烧。

生活垃圾，厂区设置分类垃圾收集桶，每天由当地环卫部门统一清运处理。

2.危险废物

废弃含油抹布属于编号为HW49（900-041-49）的危险废物，由于产生量不大，产生点位分散，未进行统一收集，根据《国家危险废物名录（2025年版）》未统一分类收集的废弃含油抹布属于全过程豁免的危险废物，产生后混入生活垃圾交由环卫部门收运。

废机油属于编号为HW08（900-249-08）的危险废物，优先考虑作为各工段取料机刮板链条的润滑油，回用剩余部分委托有资质的第三方收运处置。

废包装桶属于编号为HW49（900-041-49）的危险废物，委托有资质的第三方收运处置。

废电池属于编号为HW31（900-052-31）的危险废物，委托有资质的第三方收运处置。

化学分析废液属于编号为HW49（900-047-49）的危险废物，根据《水泥化学分析废液的处理方法》（GB/T 29422-2012）处理步骤，将废液加入水泥原材料中，利用水泥窑来进行煅烧处理。

表2-58现有项目危险废物汇总一览表

序号	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	产生量（t/a）	产生工序及装置	形态	主要成分	有害成分	产废周期	危险特性	污染防治措施
1	废弃含油抹布	HW49	900-041-49	—	设备检修	固体	矿物油	矿物油	1年	T/In	未能分类收集，委托环卫部门清运
2	废机油	HW08	900-214-08	18.8	设备检修	液体	矿物油	矿物油	1年	T, I	委托湛江市粤绿环保科技有限公司处理处置
3	废包装桶	HW49	900-041-49	7	矿物油的使用	固体	铁	矿物油	1年	T/In	
4	废电池	HW31	900-052-31	2	车辆更换电池	固体	含铅废物	含铅废物	1年	T	委托肇庆市定江康宇有色金属再生资源有限公

											司处理处置
5	化学分析废液	HW49	900-047-49	1	化学分析	液态	钡、铬、汞、铜、废酸/碱	钡、铬、汞、铜、废酸/碱	月	T/C/D/R	加入水泥原材料中，利用水泥窑来进行煅烧处理
6	除尘器废滤袋	HW49	900-041-49	0.45	废气处理	固体	重金属	重金属	6 年	T	委托有资质单位处理处置

现有项目固体废物产生及处理措施如下表所示。

表2-59 现有项目固体废物产生及处置情况一览表

废物名称	产生环节	废物类别	废物代码	产生量（t/a）	处置去向
废弃的含油抹布	设备检修	HW49	900-041-49	——	未能分类收集，委托环卫部门清运处理
废机油	设备检修	HW08	900-214-08	18.7	其中约 17.1 吨用作各工段取料机刮板链条的润滑油，剩余 1.6 吨委托湛江粤绿环保科技有限公司收运处置
废包装桶	化学品包装	HW49	900-041-49	7	委托湛江粤绿环保科技有限公司收运处置
废电池	车辆更换电池	HW31	900-052-31	2	委托肇庆市定江康宇有色金属再生资源有限公司收运处置
化学分析废液	化学分析、在线废液	HW49	900-047-49	1	加入水泥原材料中，利用水泥窑来进行煅烧处理
除尘器废滤袋	废气处理	HW49	900-041-49	0.45	窑尾废气排放口的除尘器废滤袋利用水泥窑来进行煅烧处理
除尘器回收粉尘	废气处理	一般工业固体废物		——	全部作为水泥生产的原辅料或产品返回生产线，不外排
除尘器废滤袋	废气处理	一般工业固体废物		10.5	一般排放口的除尘器滤袋经清理后作为水泥磨包装、熟料库侧散装下料口扬尘点的密封材料等或利用水泥窑来进行煅烧处理
污水处理厂污	废水处理	一般工业固体废物		50.9	委托环卫部门清运处理或入窑焚烧处理

泥				
生活垃圾	员工生活	生活垃圾	35	委托环卫部门清运处理

注：数据为建设单位实际统计数据，无数据则是没有进行统计或无法进行统计

现有项目主要设置一个危险废物暂存仓库，位于均化堆场南侧、熟料库西侧位置，主要存放废机油、废包装桶和废电池等危险废物，该暂存仓库为混砖结构建筑物，占地面积60m^2，贮存能力为20t。危险废物仓库地面为水泥硬底化地面，进行防渗处理，并配套废液收集池。危废暂存仓库内已规范设置了危险废物标识牌，危险废物分区存放，其中废机油收集后存放于密封的废包装桶内，废电池存放于专用的储存柜内。废机油优先考虑回用现有项目各工段取料机刮板链条的润滑油，回用剩余部分及废包装桶、废电池均委托有资质的第三方处置。生活污水处理产生的污泥暂存于沉淀池，定期清理交由当地环卫部门处理。现有项目危废暂存点等固体废物暂存措施的现场情况如下图所示。

丰诚公司安排专人管理危险废物暂存仓库，制定了《危险废物管理制度》，制定了危废管理计划，并报所在地生态环境主管部门备案，建立危险废物管理台账，并规范在广东省固体废物环境管理信息平台填报相关的信息。



图2-9现有项目危废暂存点现场情况

综上，丰诚公司现有项目产生的固体废弃物均能得到妥善地处置，能做到固体废弃物零排放。现有危险废物暂存仓库能按《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）要求建设和管理。

五、现有项目污染物排放情况汇总

1.总量核算

现有项目污染物排放情况汇总见下表所示。

表2-60现有项目污染物排放情况汇总一览表

污染类型	污染物	排放量（t/a）
废气	颗粒物	64.2212
	二氧化硫	19.77552
	氮氧化物	165.168
	氨	6.82992
	氯化氢	1.02672
	氟化氢	0.172608
	汞及其化合物	0.00523
	铊、镉、铅、砷及其化合物	0.009523
	铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物	0.03348
废水	COD_{Cr}	0
	氨氮	0
固体废物	废弃的含油抹布	/
	废机油	18.7
	废包装桶	7
	废电池	2
	化学分析废液	1
	除尘器回收粉尘	/
	除尘器废滤袋	10.5
	污水处理厂污泥	50.9
	生活垃圾	35

注1：固体废物为产生量。

2.总量达标情况

根据《广东省环境保护厅关于廉江市丰诚水泥有限公司年产200万吨新型干法水泥熟料技改项目环境影响报告书的批复》（粤环审〔2015〕625号）及廉江市丰诚水泥有限公司排污许可证副本（证书编号：91440881050691970K001P）所下发的排污总量综合分析现有项目所有污染物的达标情况，详见下表所示。

表 2-61 现有项目批准总量指标一览表

类别	污染物	环评批复批准总量控制指标（t/a）	排污许可证批准控制指标（t/a）	实际排放总量（t/a）	达标分析
废水	COD	0	0	0	/
	NH_3-N	0	0	0	/
废气	颗粒物（窑尾）	0	242.46	32.0292	达标
	颗粒物（工艺）	0	0	32.192	/
	二氧化硫	250.51	250.51	19.77552	达标
	氮氧化物	1267.65	928	165.168	达标
固废	一般工业固废	0	0	0	/
	危险废物	0	0	0	/

根据上表统计分析可知，现有项目排放污染物的量未超过环评批复及排污许

可证许可的污染物总量。

六、存在的环境污染问题及整改措施

现有项目整个厂区无论是生产设备及建构筑设施等均处于良好的状态。由前文回顾性分析可知，现有项目各项监测指标在常规性监测中都能做到达标排放，不存在环境污染问题。

三、区域环境质量现状、环境保护目标及评价标准

区域环境质量现状

1.地表水环境质量现状评价

本项目厂界最近的水体为九洲江，根据湛江市水功能区划为III类，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。本次评价引用湛江市生态环境局发布的《湛江市生态环境质量年报简报（2024年）》中相关数据。

表3-1湛江市地表水省考断面（点位）水质状况表

水体名称	点位名称	考核目标	2024 年	
			水质类别	水质状况
九洲江	排里	III类	III类	良好
	营仔	III类	III类	良好

从上表可知，2024年九洲江水质良好，地表水环境质量良好。项目所在地属于地表水环境质量达标区。

2.环境空气质量现状评价

根据《关于印发湛江市区环境空气质量功能区划的通知（湛环〔2011〕457号）》确定，本项目所在区域为二类大气环境功能区，环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级标准。

（1）空气质量达标区判定

根据项目所在地环境空气质量现状、气象资料等数据的可获得性、数据质量、代表性等因素，本项目选择2024年作为评价基准年。

根据湛江市生态环境局2025年2月28日发布的《湛江市生态环境质量年报简报（2024年）》（https://www.zhanjiang.gov.cn/zjsfw/bmdh/sthjj/zwgk/hbdt/content/post_2015300.html）可知，2024年，2024年湛江市空气质量为优的天数有234天，良的天数124天，轻度污染天数8天，优良率97.8%。

2024年，湛江市二氧化硫、二氧化氮年浓度值分别为9μg/m^3、12μg/m^3、PM_{10}年浓度值为33μg/m^3，一氧化碳（24小时平均）全年第95百分位数浓度值为0.8μg/m^3，$PM_{2.5}$年浓度值为21μg/m^3，臭氧（日最大8小时平均）全年第90百分位数为134μg/m^3，均低于《环境空气质量标准》（GB3095-2026）中二级标准限值，监测数据如下：

表3-2湛江市2024年空气质量现状评价表

污染物	年评价指标	现状浓度μg/m^3	标准μg/m^3	占标率%	达标情况
SO_2	年平均质量浓度	9	60	15	达标

NO_2	年平均质量浓度	12	40	30.0	达标
PM_{10}	年平均质量浓度	33	60	47.1	达标
$PM_{2.5}$	年平均质量浓度	21	30	60	达标
CO	百分位数日均值	0.8mg/m³	4mg/m³	20	达标
O_3	8h 平均质量浓度	134	160	83.8	达标

注：上表中的评价指标均执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）表1中过渡阶段浓度限值。

项目所在区域所有因子均达到《环境空气质量标准》（GB3095-2026）表1中过渡阶段浓度限值，说明湛江市属于环境空气质量**达标区**。

（2）其他污染物环境质量现状

由项目产污环节可知，改建项目的大气主要特征污染物为NOx、SO_2、TSP、重金属、氟化物、氯化氢、氨和二噁英等。其中重金属中铅、汞、砷、六价铬、镉、锰、铜和镍有相关的质量标准或参考的质量标准，本次氨、氟化物、氯化氢、TSP、铅、汞、砷、六价铬、镉、锰、铜和镍的监测数据，引用广州初心环境技术有限公司在2026年9月15日至9月21日在东心塘村的监测结果（报告编号为CXJ260915003，见附件15），东心塘村位于本项目西北侧约1.65km，位于大气评价范围内，引用的数据合理；NOx引用广东中科检测股份有限公司于2024年6月4日至6月10日对廉江市万福新型建材有限公司厂内进行的环境质量检测（报告编号为GDZKBG20240530003，见附件15），该监测点位于本项目西北侧约0.9km，位于大气评价范围内，引用的数据合理。二噁英引用江西星辉检测技术有限公司于2026年9月25日至10月02日，在东心塘村的监测结果（报告编号为XH2610122，见附件15），东心塘村位于本项目西北侧约1.65km，位于大气评价范围内，引用的数据合理。

具体结果如下表。

表3-3 环境空气监测结果及评价表

监测点位	污染物	平均时间	标准值 mg/m³	浓度范围 mg/m³	最大浓度占标率%	超标率%	达标情况
万福公司	氮氧化物	1 小时平均	0.25	0.009~0.018	7.2	0	达标
		24 小时平均	0.1	0.009~0.017	17.0	0	达标
东心塘村	氨	1 小时平均	0.20	0.011~0.025	12.5	0	达标
	氟化物	1 小时平均	0.02	ND	0	0	达标
		24 小时平均	0.007	ND	0	0	达标
	氯化氢	1 小时平均	0.05	ND	0	0	达标
		24 小时平均	0.015	ND	0	0	达标
	TSP	24 小时平均	0.3	0.015~0.085	28.33	0	达标
	铅	24 小时平均	0.001	ND	0	0	达标

	汞	24 小时平均	0.0001	ND	0	0	达标
	砷	24 小时平均	0.000012	ND	0	0	达标
	六价铬	24 小时平均	0.00000005	ND	0	0	达标
	镉	24 小时平均	0.00001	ND	0	0	达标
	锰	24 小时平均	0.01	ND	0	0	达标
	铜	24 小时平均	0.1	ND	0	0	达标
	镍	24 小时平均	/	ND	0	0	达标
东心塘村	二噁英	24 小时平均	1.2pgTEQ/Nm^3	0.025~0.072pgTEQ/Nm^3	0	0	达标

注：仅有年平均的质量标准值的，按2倍折算日均值。

2026年9月15日~9月21日环境空气监测结果表明，项目周边环境空气污染物中TSP日均值最大浓度为0.085mg/m^3，能够满足《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级标准限值要求；氟化物小时值浓度和日均值浓度均未检出，能够满足《环境空气质量标准》（GB3095-2026）附录A限值要求；氯化氢小时值浓度和日均值浓度均未检出，氨小时值最大浓度为0.025mg/m^3，上述污染物环境空气浓度均能够满足《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018）附录D 其他污染物空气质量浓度参考限值要求；铅执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）表2标准，但仅有季平均浓度限值、年平均浓度限值。镉、砷、汞、六价铬等污染物执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）表以及其附录A，但是由于铅仅有季平均浓度限值、年平均浓度限值，镉、砷、汞等污染物仅有年平均浓度限值，因此本次监测铅、镉、砷、汞等污染物环境空气浓度仅作参考，不作达标评价。根据2024年6月4日至6月10日监测结果，项目周边环境空气污染物氮氧化物小时平均值最大浓度为0.018mg/m^3，日均值平均值最大浓度为0.017mg/m^3，能够满足《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级标准限值要求。根据2026年9月25日至10月2日的监测结果，项目周边环境空气二噁英满足《环发〔2008〕82号文》要求参照日本年均浓度

由上分析，周边大气环境质量良好。

3.声环境质量现状评价

项目位于湛江市廉江市石岭镇沙塘工业区南面，根据《声环境质量标准》（GB3096-2008）以及《湛江市县（市）声环境功能区划》（2022年）中声环境功能区类别及定义，项目所在位置属于3类功能区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3类标准。根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南（污染影响类）（试行）》中要求：厂界外周边50米范围内存在声环境保护目标的

	建设项目，应监测保护目标声环境质量现状并评价达标情况。 本项目边界周边50m范围内的无声环境保护目标，不开展监测。 4.生态环境 根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南（污染影响类）（试行）》中要求：产业园区外建设项目新增用地且用地范围内含有生态环境保护目标时，应进行生态现状调查。本项目不新增用地，且用地范围内的地块处于人类活动频繁区，无原始植被生长和珍贵野生动物活动，区域生态系统敏感程度较低，不存在生态环境保护目标，因此无需进行生态现状调查。 5.电磁辐射质量 项目不属于广播电台、差转台、电视塔台、卫星地球上行站、雷达等电磁辐射类项目，无需开展电磁辐射现状监测与评价。 6.地下水环境、土壤环境 本项目位于广东省廉江市石岭镇沙塘村工业南面，已对全厂生产区地面进行水泥硬化处理。项目不存在《土壤环境质量农用地污染风险管控标准（试行）》和《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》中的管控因子，不会对土壤造成影响，不存在土壤、地下水污染途径，故不开展地下水、土壤现状调查。
环境保护目标	1.大气环境保护目标 环境空气质量符合《环境空气质量标准》（GB3095-2026）中的二级标准。保护项目周围环境空气质量，保证本项目的建设不对评价区域环境空气质量产生明显影响。 2.声环境保护目标 建设项目四周厂界声环境质量符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的3类标准。控制各种噪声源，使其厂界符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类标准要求。 3.水环境保护目标 项目用地范围及附近不涉及饮用水水源保护区、饮用水取水口、自然保护区、风景名胜区，重要湿地、重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道，天然渔场等渔业水体，以及水

产种质资源保护区等敏感目标。

4.生态环境保护目标

生态环境保护目标是项目周围的生态环境现状在本项目建设期间和建成投入使用后不受明显的影响。

5.环境保护敏感点

评价范围内无文物保护点、风景名胜区、水源地和生态敏感点，本项目评价范围内主要环境保护目标见表3-4。

表3-4 项目评价区域环境保护目标

序号	保护目标名称				坐标		性质	规模	各行政村及自然村相对方位
	镇/街道		行政村	自然村	X	Y			
1	廉江市	石岭镇	合江村	田埇尾	1083	-26	居民区	全村总人口 3096 人	东
2				下村垌	1739	-424	居民区		东南
3				那盘垌	1912	-1189	居民区		东南
4				新村仔	1605	-1543	居民区		东南
5				舟头埠	1749	-2100	居民区		东南
6				龙叫塘	1197	-2535	居民区		东南
7			墩梅村	芙蓉头	-1173	-380	居民区	全村总人口 3750 人	西南
8				芙蓉小学	-1260	-440	学校		西南
9				沙塘	-262	523	居民区		西北
10				芙东	-777	-44	居民区		西南
11				邓公塘	-544	-672	居民区		西南
12				石灰窑	-1495	-1002	居民区		西南
13				东心窝	332	-1245	居民区		东南
14				牛栏山	702	-1289	居民区		东南
15				马安岭	909	-1809	居民区		东南
16				江梅	535	-1625	居民区		南
17				墩梅	60	-1744	居民区		南
18				墩梅小学	75	-1659	学校		南
19				上梅	33	-1468	居民区		南
20				下梅	270	-1887	居民区		南
21				岭背	-1472	-2070	居民区		西南
22				西牛岭	-612	-2012	居民区		南
23				波萝塘	-933	-2178	居民区		南
24				火烧岭	-1154	-2240	居民区		西南
25				西坡仔	-203	-2164	居民区		南
26			秋风江	李客窝	846	2538	居民区	全村总人	东北

	27			村	车路下	911	1996	居民区	口 5120 人	东北
	28				独德尾	1569	1839	居民区		东北
	29				黄毛岭	1128	610	居民区		东北
	30				松仔山	2337	2307	居民区		东北
	31				凤寨	2302	1555	居民区		东北
	32				合利塘	2243	929	居民区		东北
	33				丰周垌	2246	288	居民区		东
	34			石岭居委会	石岭医院	-1425	839	医院	全村总人口 13027 人	西南
	35				创新路（铺仔）	474	662	居民区		东北
	36				纸耀塘	-2348	1508	居民区		西
	37				石岭镇二中	-2132	76	学校		西
	38			苏茅角村	新村	-1492	-2506	居民区	全村总人口 3612 人	西南
	39				高岭背	-1824	-2296	居民区		西南
	40				苏茅角	-2198	-2045	居民区		西南
	41				苏矛角小学	-2433	-2165	学校		西南
	42				后塘	-2323	-1948	居民区		西南
	43				黄京田	-2254	-1617	居民区		西南
	44				连塘下	-2108	-2435	居民区		西南
	45			竹山背村	竹山背	-217	2544	居民区	全村总人口 5520 人	北
	46				竹山背小学	-173	2417	学校		北
	47				塘甫山	-984	2197	居民区		西北
	48				香元下	88	2418	居民区		北北东
	49			石郊村	赖屋	-2314	2432	居民区		西北
	50				石头龙	-1927	2235	居民区		西北
	51				东心塘	-1444	1413	居民区		西北
	52				禾斜角	-1806	1327	居民区		西北西
	53				大仔塘	-1682	1146	居民区		西北

备注：坐标系为直角坐标系，项目以窑尾废气排放口中点为原点（经纬度：110.1532573E，21.64275719N），东西向为x轴坐标、南北向为y轴坐标。

污染物排放控制标

（1）废气排放标准

本项目有组织排放废气主要包括协同处置废物的焚烧废气，依托现有项目水泥熟料生产线的窑尾烟气排放系统排放，形成窑尾废气。

本技改项目后窑尾废气污染物中颗粒物、SO_2、NOx参考《关于推进实施水泥行业超低排放的意见》的要求超低排放标准执行；氨执行《水泥工业大气污

染物排放标准》（GB4915-2013及其2025年修改单）表2 大气污染物特别排放限值，氯化氢、氟化氢、汞及其化合物，铊、镉、铅、砷及其化合物，铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物执行《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）。同时执行广东省《水泥工业大气污染物排放标准》（DB44/818-2010）表2单位产品排放量限值。

其他有组织废气排放口颗粒物执行《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013及其2025年修改单）表2大气污染物特别排放限值，无组织颗粒物执行表3大气污染物无组织排放限值，单位产品排放量执行广东省《水泥工业大气污染物排放标准》（DB44/818-2010）表1标准。

项目排放的废气执行的具体标准值详见下表。

表3-5有组织大气污染物排放标准

污染源	污染物	排放浓度 mg/m^3	单位产品排放量 kg/t	标准来源
辊压机、磨机、包装机及其他通风生产设备	颗粒物	10	0.024	排放浓度执行《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013及其2025年修改单）表2大气污染物特别排放限值；单位产品排放量执行广东省《水泥工业大气污染物排放标准》（DB44/818-2010）表1标准
窑尾	颗粒物	10	0.090	《关于推进实施水泥行业超低排放的意见》的要求超低排放标准执行“在基准含氧量10%的条件下，水泥窑及窑尾余热利用系统废气颗粒物、二氧化硫、氮氧化物排放浓度小时均值分别不高于$10mg/m^3$、$35mg/m^3$、$50mg/m^3$。”
	二氧化硫	35	0.300	
	氮氧化物（以NO_2计）	50	1.650	
	氟化物（以总F计）	3	0.009	排放浓度执行《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013及其2025年修改单）表2大气污染物特别排放限值；单位产品排放量执行广东省《水泥工业大气污染物排放标准》（DB44/818-2010）表1标准
	汞及其化合物	0.05	/	
	氨	8	/	
	氯化氢	10	/	《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）表1
	氟化氢	1	/	
	铊、镉、铅、砷及其化合物（以Tl+Cd+Pb+As计）	1.0	/	

	铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物(以/Be+Cr+Sn+Sb+Cu+Co+Mn+Ni+V 计)	0.5	/	
	二噁英类	0.1ngTEQ/m^3	/	

表3-6 厂界无组织废气排放标准

污染物	监控位置	最高允许排放浓度 mg/m^3	标准来源
颗粒物	厂界	0.5	《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013 及其 2025 年修改单）表 3 大气污染物无组织排放限值
氨	厂界	1.0	

（2）废水排放标准

本项目不涉及废水处理方式及排放去向的改变，根据原环评批复，生产废水经循环回水系统处理后循环使用，少量的循环冷却排污水经隔油、沉淀后与经地埋式污水处理设施处理的生活污水均排入回用水池，用于厂区绿化及浇洒道路抑尘；初期雨水经处理后回用于厂区绿化及浇洒道路抑尘。

（3）噪声排放标准

本项目不涉及噪声源的变化，根据2022年《湛江市（县）声功能区划》，本项目厂界声环境功能区划已更新，营运期厂界噪声排放标准执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类别要求。

表3-7 噪声排放标准

时段	标准值（Leq：dB（A））		依据
	昼间	夜间	
营运期	65	55	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类

（4）固废排放标准

1）固体废物污染控制执行《中华人民共和国生态环境法典》（2026年8月15日起施行）、《广东省固体废物污染环境防治条例》（2026年8月15日起施行）等文件要求；

2）一般工业固废贮存执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的有关要求；

3）危险废物的贮存执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）和《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ2025-2012）；危险废物识别标志

	设置符合《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276-2022）的有关规定。
总量控制指标	建设单位应根据改建后项目的废气、废水等污染物的排放量，向上级主管部门和环保部门申请各项污染物排放总量控制指标。 1.水污染物排放总量控制指标 改建项目不新增员工，故不新增员工生活污水。产能不变，冷却水循环排污水量不变，且不外排，不设置水污染物排放总量。 2.大气污染物排放总量控制指标：本次技改仅涉及原辅材料的变动，污染排放量不突破原有总量控制要求，因此，本次评价对项目废气不提出总量控制要求。 3、固体废物排放总量控制指标：无。

四、主要环境影响和保护措施

施工期环境保护措施	本次改建项目利用原有项目的已建建筑物进行生产，无施工期。
运营期环境影响和保护措施	**一、废水环境影响和保护措施** **1.废水排放源强** 本次技改项目不产生生产废水，原辅料带入的水分经水泥窑或水泥粉磨后蒸发以及少部分进入产品，无废水产生。对现有厂内劳动人员进行调配，不新增人员，故不新增生活污水。 **2.现有项目污水处理措施** 现有项目所产生的各类废水已采取有效的水污染防治措施，如下： （1）生产废水治理措施 生产废水主要包括熟料、水泥生产中的设备冷却水和余热发电系统中产生的冷却水。该类冷却循环水系统排放废水除浊度略高外，基本不含有毒有害成分，现有项目将冷却水循环使用，不外排。 锅炉纯水制备浓水和锅炉排水亦主要是盐分稍高，并无其他有毒有害成分，因此均排入余热发电冷却塔，作为循环用水，不外排。 （2）初期雨水治理措施 现有项目厂区实行雨污分流制，于厂区东南边界设置一个初期雨水收集池（1980m^3），主要收集现有项目水泥生产区域以及原料及辅料卸车区域的初期雨水。初期雨水经收集后暂存在收集池内并进行沉淀处理，后续抽至工业废水处理站进行处理处置。 化验废水、各类浓水、初期雨水进入现有工业废水处理站处理后回用于厂区绿化、洒水及生产过程。现有工业废水处理站的设计处理水量为Q=550m^3/d，现有项目生产废水产生量为491m^3/d，因此该工业废水处理站有足够的处理能力处理现有项目产生的生产废水。工业废水处理站的处理处置流程见图4-1。

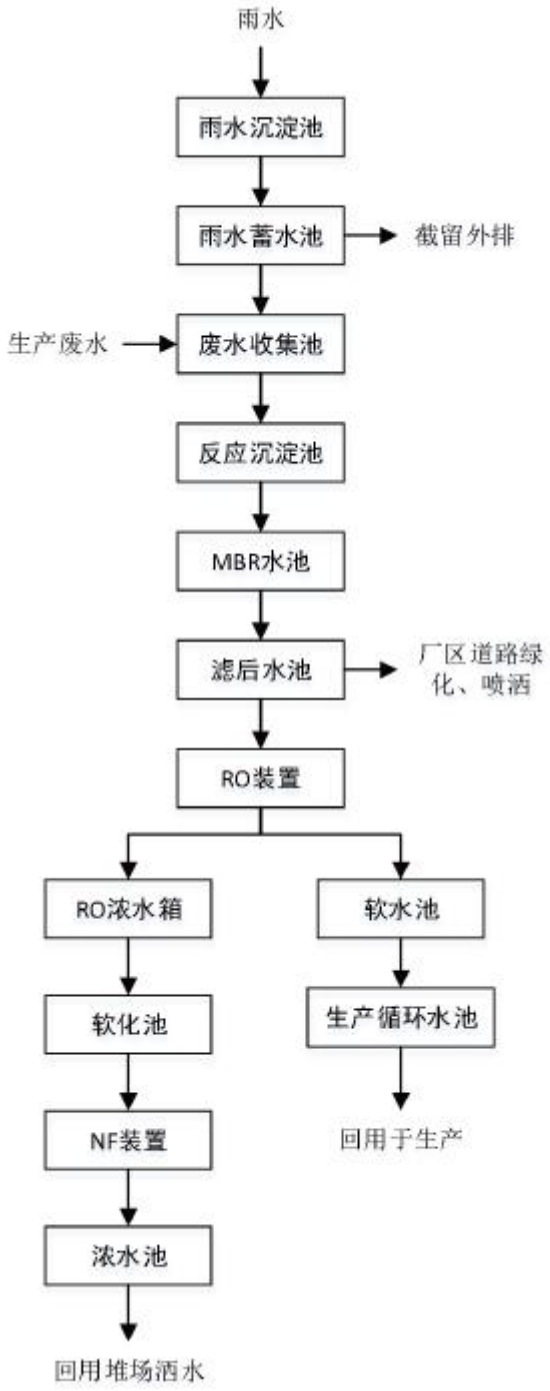


图4-1 现有项目工业废水处理工艺

（3）生活污水治理措施

现有项目生活污水经污水管网排入地埋式污水处理站，污水处理站采用“收集池+格栅+调节池+二级生化池+中间水池+双介质过滤器+消毒装置”的工艺处理，生活污水处理工艺如下图所示。

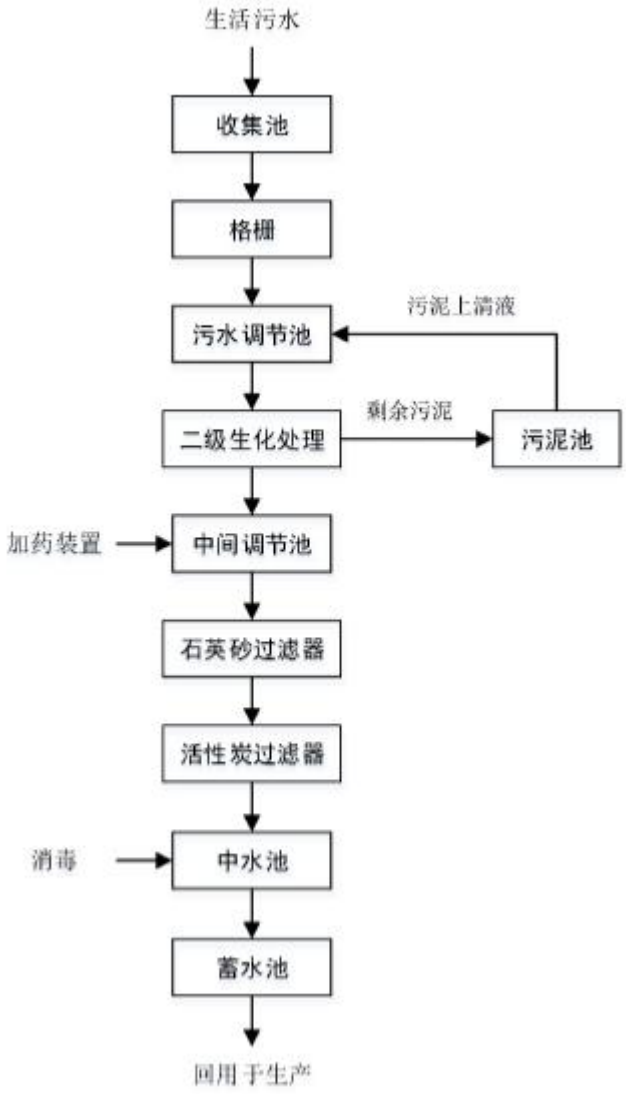


图4-2 现有项目生活污水处理工艺

现有生活污水经过二级生化处理，其中的缺氧池、接触氧化的处理工艺，可有效去除污水中的有机污染物和氨氮，后续再经过双效过滤器进一步过滤处理，去除废水中的杂质成分，再进行消毒处理，处理后的水进入中水池，中水池出水清澈无异味，现有项目设置一个200m³的中水池，用于储存经污水处理设施处理后的回用水。该生活污水处理措施的设计处理水量为Q=10m³/h（240m³/d），现有项目生活污水产生量为120m³/d，因此该生活污水治理措施有足够的处理能力处理现有项目产生的生活污水。

（4）废水治理措施汇总说明

现有项目各污（废）水处理设施的设计处理能力及目前实际处理的水量等情况见表4-1。

表4-1 现有污（废）水处理设施情况一览表

序号	设施名称	处理污（废）水种类	主要处理工艺	设计处理能力	实际处理水量
1	初期雨水收集池（沉淀池）	厂区初期雨水	重力沉降	1980m³/次	1881m³/次
2	污水处理站	生活污水	收集池+格栅+调节池+二级生化处理池+中间调节池+双介质过滤器+消毒装置	240m³/d	120 m³/d
3	工业废水处理站	生产废水	收集池+反应沉淀池+MBR+RO+NF	550 m³/d	491m³/d

厂区已采取的水污染防治措施现场照片见下图4-3。



现有初期雨水沉淀



现有工业废水处理站



现有工业废水处理站（泵机）



现有工业废水处理站（回用车间）



现有污水处理站



现有污水处理站

图4-3现有水污染防治措施现场照片

（2）废水污染防治措施及其可行性分析

本次技改项目不产生生产废水，原辅料带入的水分经水泥窑或水泥粉磨后蒸发以及少部分进入产品，无废水产生。对现有厂内劳动人员进行调配，不新增人员，故不新增生活污水。现有处理设施已满足处理回用要求，对周边环境的影响较小。

二、噪声环境的影响和保护措施

1.噪声源强

改建项目不对设备进行新增、更换，保持原有设备不变。生产运行时序未发生变化，污染防治措施未变。现有项目噪声源强如下：

表4-2 现有项目声源及治理措施一览表

生产线	序号	噪声源	声源类型	噪声源强		降噪措施		噪声排放量		持续时间/h
				核算方法	声源值dB（A）	工艺	降噪效果dB（A）	核算方法	声源值dB（A）	
熟料线	1	破碎机	频发	类比	100~105	减振、隔声	10~15	类比	90	4960
	2	立式生料磨	频发	类比	95~100	减振、隔声	10~15	类比	85	7440
	3	球磨机	频发	类比	95~100	减振、隔声	10~15	类比	85	7440
	4	窑尾高温风机	频发	类比	95~105	减振、消声、进出封口设膨胀节	15~25	类比	80	7440
	5	窑尾废气	频发	类比	95~105		15~25	类比	80	7440

		风机								
	6	窑头一次风机	频发	类比	95~105		15~25	类比	80	7440
	7	罗茨风机	频发	类比	105~115		15~25	类比	90	7440
	8	篦式冷却机	频发	类比	90~100	减振、隔声	10~20	类比	80	7440
	9	空压机	频发	类比	90~100	减振、消声	10~20	类比	80	7440
	10	冷却塔	频发	类比	90~95	减振、隔声	10~15	类比	80	7440
水泥粉磨线	11	破碎机	频发	类比	100~105	减振、隔声	10~15	类比	90	1960
	12	辊压机	频发	类比	90~95	减振、隔声	10~15	类比	80	1960
	13	球磨机	频发	类比	95~100	减振、隔声	10~15	类比	85	6720
	14	散装机	频发	类比	85~95	减振、隔声	10~15	类比	80	1960
	15	包装机	频发	类比	85~95	减振、隔声	10~15	类比	80	1960
余热发电	16	余热锅炉	频发	类比	95~100	减振、隔声	10~15	类比	85	7440
	17	汽轮机	频发	类比	100~105	减振、隔声	10~15	类比	90	7440
	18	发电机	频发	类比	85~90	减振、隔声	10~15	类比	75	7440
	19	冷却塔	频发	类比	90~95	减振、隔声	10~15	类比	80	7440
	20	风机	频发	类比	90~100	减振、消声	10~20	类比	80	7440
	21	水泵	频发	类比	85~90	减振、隔声	15~20	类比	70	7440

2.噪声达标分析

根据原有项目厂界噪声的监测结果。厂界噪声达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类标准要求。

综上，改建项目建成运营后将不会对周围声环境产生明显的不利影响。

3.噪声监测计划

表4-3 噪声监测计划

序号	监测点位	监测频次	排放限值	执行排放标准
1	厂界东、南、西、北	每季度一次，每天昼夜各监测一次	昼间：65dB（A） 夜间：55dB（A）	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准

	面			

三、固体废物对环境影响和保护措施

技改项目建成后，替代原料类废物在贮存及处置过程中会产生固体废物，主要为气力输送废气处理系统收集下来的除尘灰。

气力输送废气处理系统收集下来的除尘灰均为替代原料类废物，产生后直接收集输送至回立磨或水泥磨处理，不作为固体废物。

技改项目运营期对现有厂区员工进行调配，不新增劳动人员，无新增生活垃圾。

因此本项目建成后不会产生固体废物，对周边的环境影响较小。

四、地下水、土壤环境影响分析

本项目位于广东省廉江市石岭镇沙塘村工业南面，已对全厂生产区地面进行水泥硬化处理，一般工业固废贮存场所依托现有密闭堆棚贮存，现有堆棚已按《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）I类场技术要求建设。项目不存在《土壤环境质量农用地污染风险管控标准（试行）》和《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》中的管控因子，不会对土壤造成影响，不存在土壤、地下水污染途径，对土壤、地下水影响不大。

五、环境风险影响分析

1.风险物质识别

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）中相关规定“环境分析评价应以突发性事故导致的危险物质环境应急损害防控为目的，对建设项目的环境风险进行分析、预测和评估，提出环境风险预防、控制、减缓措施，明确环境风险监控及应急建议要求，为建设项目环境风险防控提供科学依据”。

本项目在生产过程中涉及的物质主要为拟利用的替代原料类废物，替代原料类废物主要为一般固体废物，本次技改项目环保依托现有工程，不增加风险物质。不会导致环境风险加重。

2.影响途径识别

①在运输过程中若因故障、车辆破损或密闭不严导致废物泄漏至环境中，造成污染；交通事故（车祸），车身倾翻，货箱破裂，整车的废物流失进入环境。

②窑尾废气处理系统出现故障，导致非正常排放；或破碎废气布袋除尘器发生破碎，气力输送废气布袋除尘器发生破损，使得输送废气无法进行有效收集和处理，对环境空气的影响。

③废物在协同处置过程中产生的粉尘、重金属及二噁英等污染物随烟气排放后沉降在项目厂区周边土壤，造成土壤累积污染。

3.风险防范措施

本项目风险防范措施均依托现有风险防范措施及设施。具体如下：

（1）输送废气处理事故性排放的风险防范措施

①储存库为封闭式厂房，减少粉尘和无组织排放。

②定期检查破碎除尘器、气力输送除尘器，确保稳定运行。

（2）窑尾废气处理事故风险防范措施

①严格按对进厂替代燃料类废物进行准入评估，明确其化学组成及物理特性，禁止不符合要求的废物进厂。

②由专人负责日常环境管理工作，制订“环保管理人员职责”和“环境污染防治措施”制度，加强废气治理设施的监督和管理。

③配套先进的除尘设备，包括对除尘设备自动化控制、采用先进的布袋材料、以及设备运行的稳定性等方面的要求。

④加强废气处理设施及设备的定期检修和维护工作，发现事故隐患，及时解决。

⑤企业应对废气监测数据进行日常的统计与分析，建立运行档案，及时发现除尘器的故障，如一旦确定除尘器故障，则应立即组织检修，减少事故排放对环境的影响。

⑥在窑尾废气处理系统出现故障或者事故造成运行工况不正常时，如窑内温度明显下降、烟气中污染物浓度明显升高时，必须立即查明原因。

（3）废物贮存过程的风险防范措施

①废物储存场所设置防风、防晒、防雨设施、消防设施等；地面采取硬化等一般防渗措施。

②固废储存库的强度、构造、封闭性等应与废物相适应性。地面、墙面、屋顶所使用的材料、设计必须有足够的强度，保障在区域内的物料、人员和重型机械的相关作业。

（4）渗漏事故风险防范措施

本项目所处置的废物为一般工业固废，通过运输车送至贮存库。

项目做好地面防渗设施的维护和定期检测，保证各防渗设施的正常运行，定期

检测防渗系统的完整性和有效性，当发现防渗系统失效发生渗漏时，应及时采取补救措施。

因此在原有项目的环境风险防范措施落实到位的情况下，本技改项目不会对周边环境造成影响。

六、废气

本项目进行大气专项评价，大气环境影响和保护措施等内容在专项评价报告中单独进行分析，此处引用大气专项评价结论：本项目技术改造后基本不改变现有生产线及生产工艺，不新增大气污染物种类，仅增加少量污染物的产生量，主要污染物经收集处理后可稳定达标排放，大气评价等级为二级。

区域环境空气质量为达标区，环境影响符合环境功能区划。

因此，本项目大气环境影响评价结论为可接受。

五、环境保护措施监督检查清单

内容 要素	排放口(编号、名称)/污染源	污染物项目	环境保护措施	执行标准
大气环境	窑尾废气	颗粒物、SO_2、NOx、HCl、HF、重金属、二噁英	分级燃烧器+SNCR脱硝+SCR+急冷+袋式除尘器	本技改项目窑尾废气污染物中颗粒物、SO_2、NO_x执行《关于推进实施水泥行业超低排放的意见》超低排放标准；氨执行《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013及其2025年修改单）表2 大气污染物特别排放限值，氯化氢、氟化氢、汞及其化合物，铊、镉、铅、砷及其化合物，铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物执行《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）。同时执行广东省《水泥工业大气污染物排放标准》（DB44/818-2010）表2 单位产品排放量限值。
	储存、输送和投料过程粉尘	颗粒物	车间密闭，密闭输送和投料，布袋除尘器	《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013及其2025年修改单）表2大气污染物特别排放限值
	生料磨和水泥磨系统粉尘	颗粒物	布袋除尘装置	《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013及其2025年修改单）表2大气污染物特别排放限值
	厂界无组织	颗粒物、氨	加强粉尘收集，定期对道路进行洒水抑尘	《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013及其2025年修改单）表3大气污染物无组织排放限值
地表水环境	生活污水	无	依托现有项目污水处理站处理	/
声环境	设备运转	设备噪声	采取优化布局、高噪声设备合理布置、消声、减振等措施。	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类标准限值
固体废物	无，现有项目按现行防治措施运行			
土壤及地下水污染防治措施	项目地下水采取源头控制措施以及分区防渗治理措施，即从设计、施工等方面全过程加强对工艺、管道、设备等的质量控制，以防止污染物的跑、冒、滴、漏。针对不同的防渗区域采取不同防渗措施，并给出不同分区的具体防渗要求。危废暂存间和污水处理站为重点污染防治区，其他区域为非污染防治区。 项目土壤从源头控制和过程防控两个方面采取有关土壤污染防治措施，只要从源头、过程两个方面对土壤污染发生和传输过程进行控制，项目运营期间不会对土壤环境产生显著的不良影响。			
生态保护措施	/			
环境风	无			

险防范措施	
其他环境管理要求	无

六、结论

根据上述内容所述，项目产生的污染因素经本环境影响报告中提出的各项环保措施治理后，将不会对周围环境产生明显影响。**从环保角度而言项目的建设是可行的**。建设单位必须在认真执行“三同时”管理规定的同时，切实落实本环境影响报告中要求的各项环保措施，并经验收合格后，项目方可投入使用。