

湛江市太阳能光电建筑应用技术指导意见

广东省建筑科学研究院集团股份有限公司

二〇一八年十月



- Part 1: 指导意见框架、内容简介
- Part 2: 案例简介
- Part 3: 重点关注内容介绍
- Part 4: 光伏系统评价

- Part 1: 指导意见框架、内容简介
- Part 2: 案例简介
- Part 3: 重点关注内容介绍
- Part 4: 光伏系统评价

湛江市太阳能光电建筑应用技术
指导意见

湛江市住房和城乡建设局
广东省建筑科学研究院集团股份有限公司
2018年5月

为落实财政部、住房城乡建设部《关于进一步推进可再生能源建筑应用的通知》文件要求，贯彻实施《广东省民用建筑节能条例》和《广东省“十三五”建筑节能与绿色建筑发展规划》，进一步推动我市重要可再生能源-太阳能在建筑领域规模化、高质量、高效率应用，促进建筑节能与绿色建筑发展，由湛江市住房和城乡建设局组织广东省建筑科学研究院集团股份有限公司编制本技术指导意见。

湛江市太阳能光电建筑应用技术
指导意见

湛江市住房和城乡建设局
广东省建筑科学研究院集团股份有限公司
2018年5月

- ★ 促进太阳能光电建筑、太阳能光伏系统与建筑一体化的推广
- ★ 促进建筑节能与绿色建筑发展

湛江市太阳能光电建筑应用技术
指导意见

湛江市住房和城乡建设局
广东省建筑科学研究院集团股份有限公司
2018年5月

指导意见分为以下几个章节

- 1、总则
- 2、术语
- 3、光伏系统设计
- 4、光伏与建筑一体化设计
- 5、施工与安装
- 6、系统调试
- 7、工程验收
- 8、运行维护

各章节内容如下：

3、光伏系统设计

3.1 一般规定

3.2 系统分类

3.3 系统设计

3.4 系统接入电网

对整个系统的设计提出要求，包括系统类型，光伏方阵的设计、线路设计、逆变器选择、防雷设计、接地设计、接入电网技术要求等内容。

各章节内容如下：

4、光伏与建筑一体化设计

4.1 一般规定

4.2 规划设计

4.3 建筑设计

4.4 结构设计

4.5 电气设计

对光伏组件与建筑的结合的设计提出要求，包括布局、朝向、安装位置、安装角度、结构设计、电气系统、连线接线、配电装置等内容。

各章节内容如下：

5、施工与安装

5.1 一般规定

5.2 支架基础与连接

5.3 支架工程

5.4 光伏组件安装

5.5 电气安装

5.6 防雷与消防安装

对光伏系统的施工与安装提出要求，包括支架基础连接件、预埋件要求，支架焊接要求、防腐要求，汇流箱安装、接线要求、防雷与消防安装等内容。

各章节内容如下：

6、系统调试

6.1 一般规定

6.2 调试准备

6.3 调试与运行

6.4 电能质量的检测

6.5 二次系统调试

6.6 系统运行检查

对光伏系统调试提出要求，包括调试准备、调试方法要求、系统试运行记录、电能质量分析等内容。

各章节内容如下：

7、工程验收

7.1 一般规定

7.2 分项工程验收

7.3 竣工验收

对光伏系统验收提出要求，包括各分项、子项验收资料要求、竣工验收资料要求等内容。

各章节内容如下：

8、运行维护

8.1 一般规定

8.2 运行维护

对光伏系统运维提出要求，包括运维一般技术要求，运维检查内容、运维记录等内容。

- Part 1: 指导意见框架、内容简介
- Part 2: 案例简介
- Part 3: 重点关注内容介绍
- Part 4: 光伏系统评价

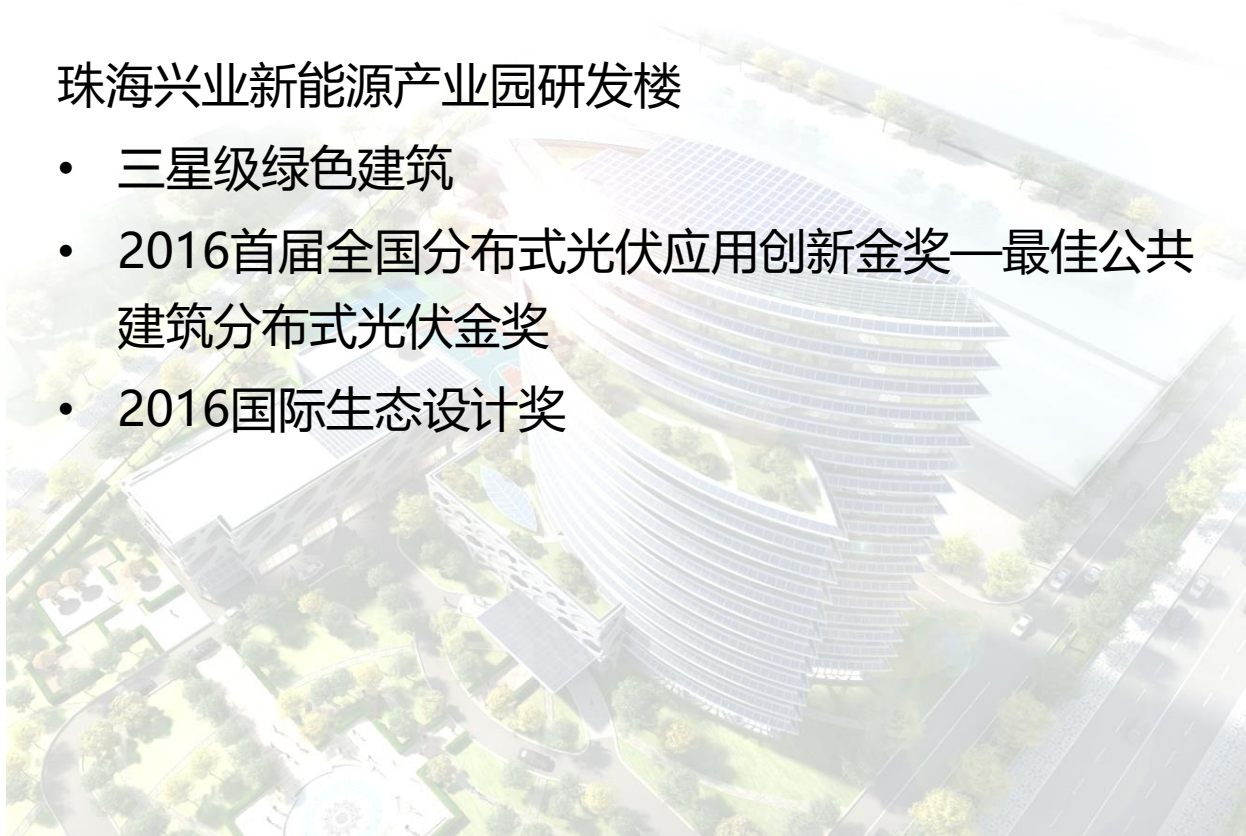
案例简介



珠海兴业新能源产业园研发楼

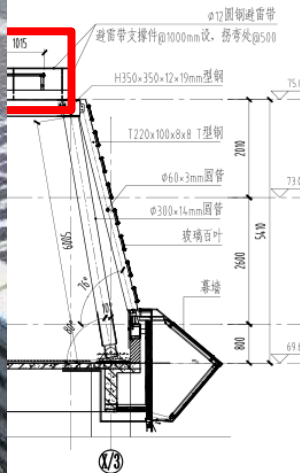
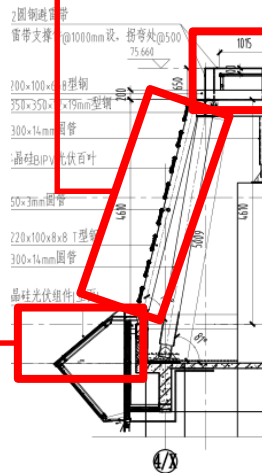
珠海兴业新能源产业园研发楼

- 三星级绿色建筑
- 2016首届全国分布式光伏应用创新金奖—最佳公共建筑分布式光伏金奖
- 2016国际生态设计奖



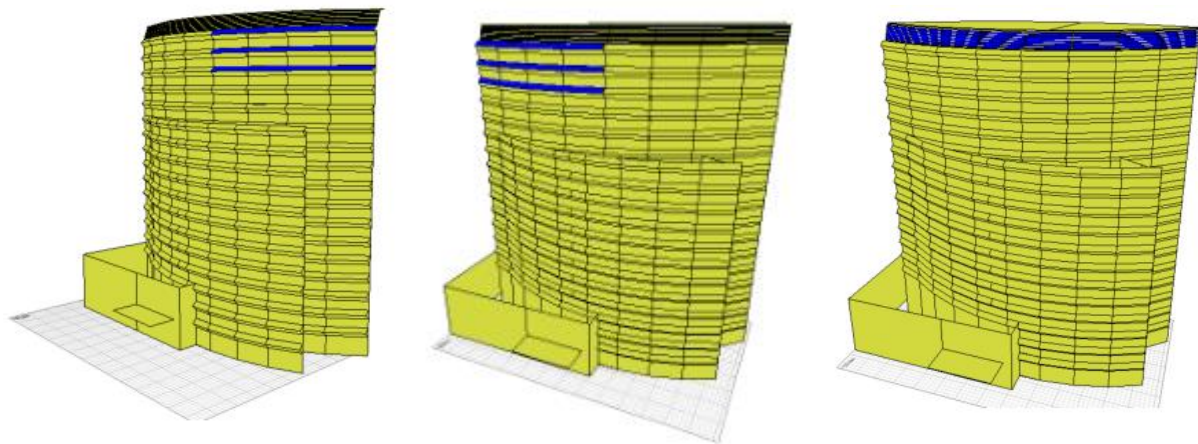
案例简介

光伏百叶 (单晶硅)

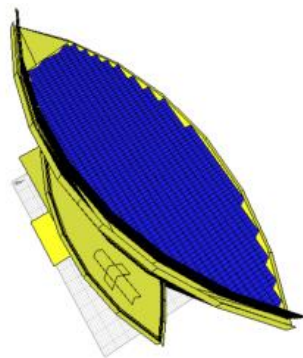
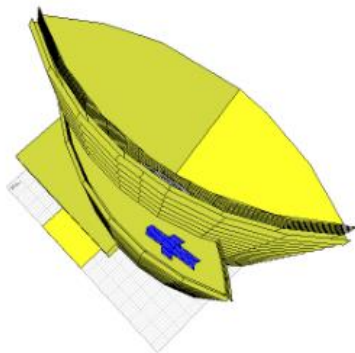
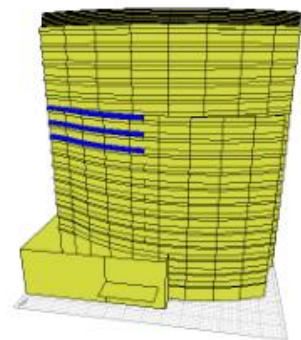
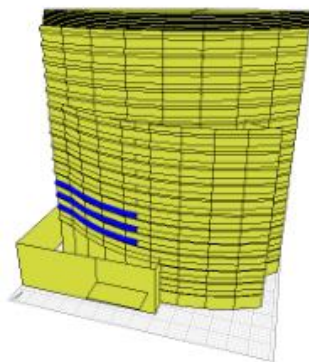
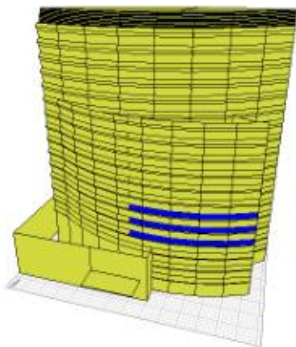
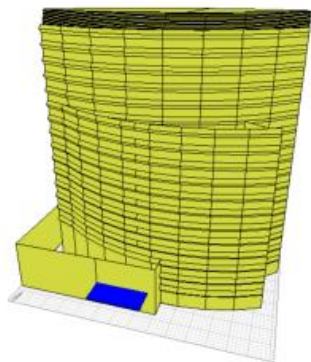


立面光伏组件 (单晶硅)

项目在设计时便融入太阳能光伏设计，真正做到太阳能光伏一体化，在光伏组件布置时，运用太阳辐照量分析软件建模，进行阴影遮挡分析，模拟出光伏组件的年辐照量以及建筑年发电量。

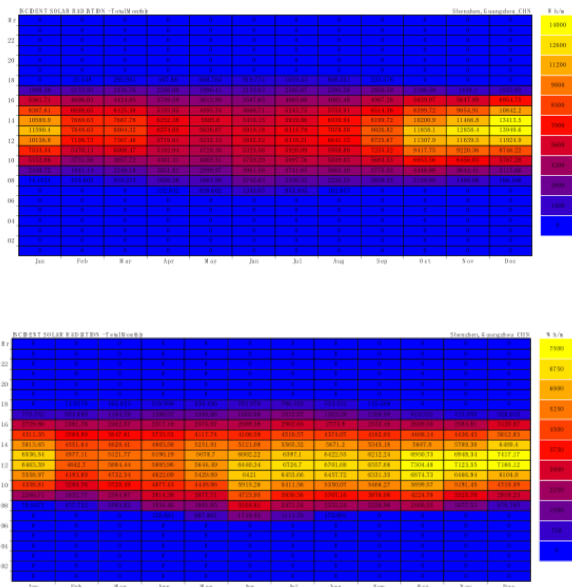


案例简介



案例简介

将组件日照分析时间段设定为每天的 8:00~16:00，计算一年内的辐照量。



统计出某一光伏组件每月平均遮蔽率以及组件表面辐照量

月份	平均遮蔽率	组件表面辐照量 Wh/m2
1月	30%	65213
2月	31%	45529
3月	40%	50556
4月	64%	44119
5月	86%	42838
6月	92%	47013
7月	90%	49429
8月	76%	51051
9月	47%	60087
10月	33%	71193
11月	30%	73627
12月	29%	74753
月均值	54.00%	56284

经仿真结果得出研发楼光伏年发电量为 160549 kWh，根据最近一年的实际运行数据统计，项目光伏系统年发电量为 157528kWh，为设计值的98.11%，系统运行效果良好。

而同一时间周期，研发楼的年耗电量为871726kWh，光伏系统发电量占比为18.07%，节省电费之余也有助于降低电网负荷。

相当于节约了56.7吨标准煤，减少二氧化碳排放148.58吨，减少二氧化硫排放0.48吨，减少氮氧化物排放0.42吨，为节能减排作出了巨大贡献。

中国的环境现状和发展趋势大规模、无节制地开发利用化石燃料不仅加速了这些宝贵资源的枯竭，而且造成日益严重的环境问题。

过度的排放日益引起全球关注，解决这些问题已不再是各国自身的事情，控制和减少排放已经成为全球各国的目标和义务，责任的分担已经成为各国政府讨价还价的政治问题。随着全球能耗的快速增长，环境将进一步恶化，减排的纷争将更加激烈。



我国是世界上最大的煤炭生产和消费国，能源绝大部分由煤炭供给，这种过度依赖化石燃料的能源结构已经造成了很大的环境、经济和社会负面影响。

大量的煤炭开采、运输和燃烧，对我国的环境已经造成了极大的破坏。大力开发太阳能、风能、生物质能等可再生能源利用技术是保证我国能源供应安全和可持续发展的必然选择。



在建筑领域，利用太阳能进行发电，就是一项很好的利用太阳能的措施，其最大的优点在于，在发电过程中，没有机械部件的转动、不消耗燃料，而且不排放包括温室气体在内的任何物质，无噪声、无污染；

太阳能资源分布广泛，获取容易；

与其他新型发电技术（风力发电与生物质能发电）相比，太阳能光伏发电是一种具有可持续发展理想特征（最丰富的资源、最洁净的发电过程）的可再生能源发电技术。

光伏与建筑相结合的优点表现在：

1. 不占用土地资源，可以充分利用建筑屋顶和墙面进行发电；
2. 不必配置蓄电池等储能装置，节省了系统投资，避免了维护和更换蓄电池的麻烦；
3. 由于不受蓄电池容量的限制，可以最大限度地发挥太阳能电池的发电能力；

光伏与建筑相结合的优点表现在：

4. 分散就地供电，不需要长距离输送电力输配电设备，也避免了线路损失；
5. 使用方便，维护简单，降低了成本；
6. 夏天用电高峰时正好太阳辐射强度大，光伏系统发电量多，对电网起到调峰作用。

★ 自发自用、余电上网、就近消纳、调峰减负

- Part 1: 指导意见框架、内容简介
- Part 2: 案例简介
- **Part 3: 重点关注内容介绍**
- Part 4: 光伏系统评价

重点关注内容

目 次	
前 言	2
1 总 则	2
2 术 语	3
3 光伏系统设计	6
3.1 一般规定	6
3.2 系统分类	6
3.3 系统设计	7
3.4 系统接入电网	11
4 光伏与建筑一体化设计	12
4.1 一般规定	12
4.2 规划设计	13
4.3 建筑设计	13
4.4 结构设计	16
4.5 电气设计	17
5 施工与安装	26
5.1 一般规定	26
5.2 支架基础与连接	26
5.3 支架工程	28
5.4 光伏组件安装	29
5.5 电气安装	30
5.6 防雷与消防安全	32
6 系统调试	33
6.1 一般规定	33
6.2 调试准备	33
6.3 调试与试运行	37
6.4 电能质量的检测	40
6.5 二次系统调试	40
6.6 系统运行检查	42
7 工程验收	44
7.1 一般规定	44
7.2 分项工程验收	44
7.3 竣工验收	44
8 运行维护	46
8.1 一般规定	46
8.2 运行维护	46
附录 A 光伏系统测试记录表	50
附录 B 光伏系统运行维护记录	55
本指导意见用词说明	60
引用标准名录	61
条文说明	62

- 1、选用哪种类型的光伏建筑
- 2、光伏系统装机容量的确定
- 3、光伏系统的维护

光伏系统与建筑结合的方式

光伏与建筑结合技术

- 光伏屋顶- 利用原有建筑和标准光伏组件，实现发电
- 光伏幕墙 - 利用标准组件或双玻璃组件，实现发电
- 光伏建筑构件 - 光伏电池与建筑材料结合，成为建筑构件

光伏与建筑结合方式

- 附着式 (BAPV)：简单，当前常用方式、适用已有建筑
- 镶嵌式 (BIPV)：复杂，适用 新建筑、未来发展趋势

BIPV：镶嵌式，即光伏建筑一体化，与建筑物同时设计、同时施工和安装并与建筑物形成完美结合的太阳能光伏发电系统，也称为“**构建型**”和“**建材型**”太阳能光伏建筑。

它作为建筑物外部结构的一部分，既具有发电功能，又具有建筑构件和建筑材料的功能，甚至还可以提升建筑物的美感，与建筑物形成完美的统一体。

- 建材型

组件与建材结合，兼有发电和建材料的功能，满足一般建材性能的要求，如：隔热、绝缘、抗风、防雨、透光、美观。

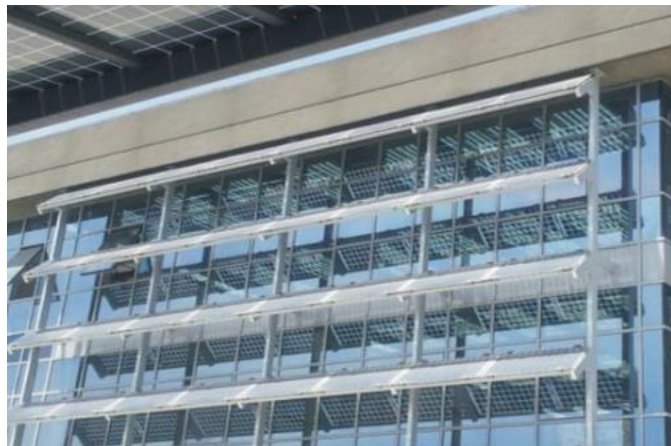


- 建材型

1. 除发电功能外，要满足幕墙所有功能要求：包括外部维护、透明度、力学、美学、安全等，组件成本高，光伏性能偏低；
2. 要与建筑物同时设计、同时施工和安装，光伏系统工程进度受建筑总体进度制约；
3. 光伏阵列偏离最佳安装角度，输出功率偏低；
4. 发电成本高；
5. 为建筑带来额外的"绿色概念"，可提高建筑社会价值，受建筑投资商青睐。

- 建筑构件型

组件与建筑物构件结合，如：遮阳板、雨棚。



- 建筑构件型

遮阳板有跟踪和不跟踪两种，可采用标准组件或者特制组件，经济性与坡屋顶接近或者稍高。



BAPV：附着在建筑物上的太阳能光伏发电系统，也称为
“安装型” 太阳能光伏建筑。它的主要功能是发电，与建筑物功能不发生冲突，不破坏或削弱原有建筑物的功能。

- 安装型

直接把光伏系统安装在屋顶等位置。



- 安装型

包括平屋顶、坡屋顶型。

从发电角度看，经济性最好：

1. 可以按照最佳角度安装，获得最大发电量；
2. 可以采用标准光伏组件，具有最佳性能；
3. 与建筑物功能不发生冲突。
4. 光伏发电成本最低。



小结：

- BIPV已经作为建筑物必不可少的一部分发挥着建筑材料的作用，而BAPV建筑中的组件只是通过简单的支撑结构附着在建筑上，拿开光伏组件后，建筑功能仍然完整。
- BIPV的光伏组件起到了遮风挡雨和隔热的功能，拿开光伏组件之后，建筑将失去这些功能。
- 而BAPV不会增加建筑物的防水、遮风的性能。而且，BAPV会增加建筑负载，影响建筑的整体效果。

光伏发电系统装机容量的大小，取决于用电设备负载、光伏组件与建筑的结合方式、安装面积综合利用率，并结合电网公司的批复意见，确定最终安装容量。

在设计太阳能光伏组件容量时，应注意考虑季节变化对光伏系统输出的影响，逐月进行设计计算，对于全年负载不变的情况，光伏组件的计算应基于对应倾角的辐照最低的月份。对于负载变化的情况，应按月逐一计算，计算出的最大光伏组件容量。

光伏系统设计思路就是满足年平均日负载的用电需求。

计算光伏系统容量是用负载及蓄电池平均每天所需的电能除以一个光伏组件一天可发出的电量，算出系统需要的光伏组件数量。将系统的标称电压除以一个光伏组件的电压，就可以得到太阳能光伏组件的串联数量；光伏组件的总数量除以串联数量，就可以得到光伏阵列串数。

在计算系统光伏组件容量时，还应充分考虑其他影响因素，主要包括：灰尘覆盖、线路损失等。

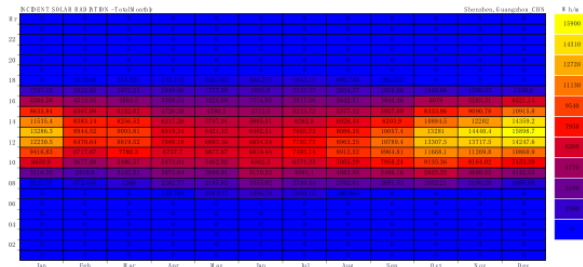
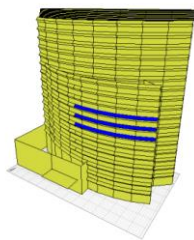
首先根据当地气象地理条件，确定光伏电池方阵面上的年总辐射量、日辐射量、峰值日照时数(应考虑最差月)；然后计算负载的数量、功率、日工作时数，根据负载功率确定系统的直流电压；

再根据峰值日照时数计算出光伏组件的容量，最后根据太阳能光伏组件的容量确定光伏组件串、并联情况，确定光伏组件方阵的总功率。然后对光伏组件容量、安装方式之间进行相互匹配优化。

光伏系统装机容量的确定

对于建材型和建筑构件型的系统，很容易受到阴影遮挡，从而影响光伏组件受到的太阳辐照量，特别是光伏发电与建筑立面的结合，设计时需要综合考虑布置光伏组件，必要时，使用太阳辐照量分析软件进行建模分析，如上述案例，找出最佳安装位置、角度。

Insolation Analysis
Total Sunlight Hours
1000.000000
1000.000000
1000.000000



光伏系统装机容量的确定

在平面屋顶安装光伏电站，为了保证组件尽可能多的接收阳光，需要设计出最佳水平倾角，故在每排组件之间需要间隔一定间距，以保证不被前排组件阴影遮挡。一般在1千瓦（KW）占面积14平方米（ m^2 ）左右。



光伏系统装机容量的确定

在钢结构的彩钢瓦屋顶安装光伏电站，通常情况下只在朝南的一面安装光伏组件，铺设比例为1千瓦（KW）占面10平方米（ m^2 ）。



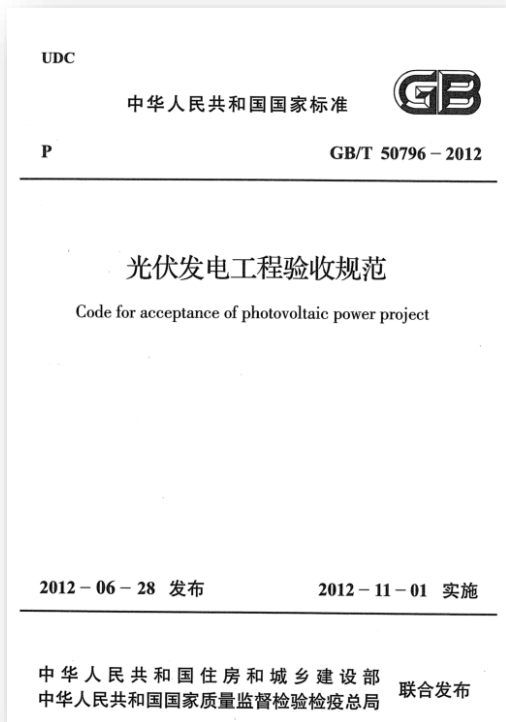
光伏系统装机容量的确定

砖瓦结构屋顶安装光伏电站，一般会选在08:00—16:00没有遮挡的屋顶区域铺满光伏组件，安装方式与彩钢屋顶不同，但是铺设比例相似。



小结：

- 光伏组件与建筑的结合形式；
- 光伏系统的设备负载；
- 安装光伏组件的位置、方向及空间利用率。



GB/T 50796-2012

《光伏发电工程验收规范》

适用于通过380V及以上电压等级
接入电网的地面和屋顶光伏发电
新建、改建和扩建工程的验收，
不适用于建筑与光伏一体化和户
用光伏发电工程

GB/T 33764-2017

《独立光伏系统验收规范》

适用于系统功率在1kW及以上的
地面用光伏系统的验收

ICS 27.160
F 12



中华人民共和国国家标准

GB/T 33764—2017

独立光伏系统验收规范

Acceptance specification of stand-alone photovoltaic (PV) system

2017-05-31 发布

2017-12-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

ICS 27.160
K 83
备案号: 52050-2016

DB44

广东省地方标准

DB44/T 1702.2—2015

屋面并网光伏发电系统

第2部分：施工与验收规范

Rooftop grid-connected photovoltaic power system—
Part 2: Construction and Acceptance Standards

2015-11-05 发布

2016-02-05 实施

广东省质量技术监督局 发布

DB44/T 1702.2-2015

《屋面并网光伏发电系统 第2部分：施工与验收规范》

适用于附加在新建、改建、扩建及既有建筑**屋面**上的**并网**型（含微网）光伏系统，不包括与采光顶结合的光伏系统

- ★分部（单项）工程验收：土建工程、安装工程、消防工程、防雷工程、电气工程等的验收；
- ★工程竣工验收：包括各项设计文件、材料证明文件、调试记录、运行记录、运行管理等资料。

- 检查光伏组件表面洁净度、外观、固定情况等
- 检查光伏支架的连接情况
- 检查电气设备（接线箱、配电柜、控制器、逆变器等）接线的运行状态、可靠性

维保公司有相应的管理体系、管理制度及操作规程；

维护保养人员应持有相应的上岗证，如电工证、电工进网作业证等；

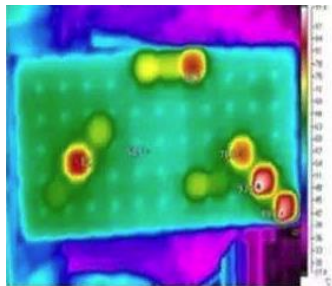
做好维保记录存档。

- 对于家用的光伏系统维护

系统基本上是免维护的，主要就是清洁光伏板，提高发电效率，根据实际情况确定清洁光伏板周期和时间，清洁方法可以用水冲洗，也可以用擦洗玻璃的清洁刷清洁，注意清洁时的力度。



热斑效应就是一串联支路中被遮蔽的太阳电池组件，将被当作负载消耗其他有光照的太阳电池组件所产生的能量，被遮蔽的太阳电池组件此时会发热，会严重的破坏太阳能电池。



避免在高温和强烈光照下擦拭组件对人身的电击伤害以及可能对组件的破坏，建议在早晨或者下午较晚的时候进行组件清洁工作；

电路方面，由于系统是自动运行的，很少出故障，定期检查逆变器、配电柜的运行状况，及时发现故障；

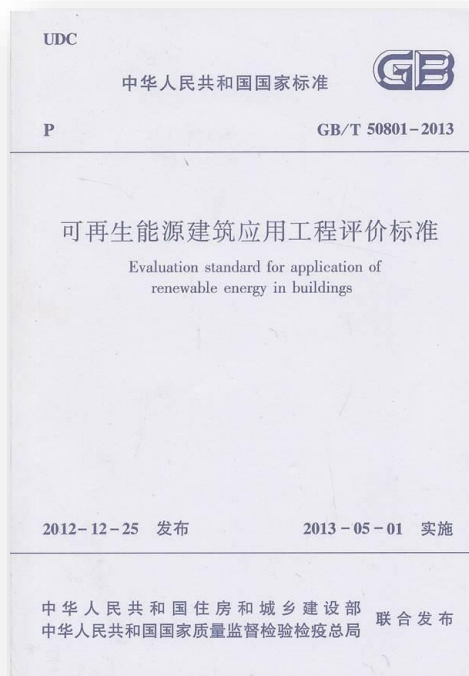
检查组件支架有无连接不稳，锈蚀等情况；

检查组件之间的光伏线缆有无松动、破损等；

如有发现组件、系统异常，及时反馈专业人员进行检查维修。

- Part 1: 指导意见框架、内容简介
- Part 2: 案例简介
- Part 3: 重点关注内容介绍
- Part 4: 光伏系统评价

为了贯彻落实国家在建筑中应用可再生能源、保护环境的有关法规政策，增强社会应用可再生能源的意识，促进我国可再生能源建筑应用实业的健康发展，指导可再生能源建筑应用工程的测试与评价，我国于2012年发布了《可再生能源建筑应用工程评价标准》（GB/T 50801-2013）。



目前，对太阳能热利用系统、太阳能光伏系统以及地源热泵系统的建筑应用工程评价工作，均按照此标准及国家现行有关标准的规定执行。

太阳能光伏系统评价指标

太阳能光伏系统的光电转换效率

晶体硅电池

薄膜电池

太阳能光伏系统的费效比（工程经济性评价指标）

太阳能光伏系统的年发电量、常规能源替代量、二氧化碳减排量、二氧化硫减排量及粉尘减排量
（工程环境效益及经济效益评价）

- 太阳能光伏系统的光电转换效率=即太阳能光伏系统的总发电量与对应时间内太阳能光伏组件表面上总的太阳辐照量之比。
- 费效比 CBR_d =光伏系统增量成本 / (寿命×年发电量)
- 常规能源替代量=每度电折合所消耗的标准煤×年发电量
- 二氧化碳减排量=常规能源替代量×标准煤的二氧化碳排放因子
- 二氧化硫减排量=常规能源替代量×标准煤的二氧化硫排放因子
- 粉尘排放量=常规能源替代量×标准煤的粉尘排放因子

- 合格判定

- 1、太阳能光伏系统的光电转换效率符合要求；

(晶体硅电池 $\geq 8\%$ ，薄膜电池 $\geq 8\%$)

- 2、太阳能光伏系统的费效比应符合项目立项可行性报告等相关文件的要求。当无文件明确要求是，应小于项目所在地当年商业用电价格的**3**倍。

- 3、太阳能光伏系统的年发电量、常规能源替代量、二氧化碳减排量、二氧化硫减排量及粉尘减排量应符合项目立项可行性报告等相关文件的规定，当无文件明确规定时，应在测试评价报告中给出。

- 性能分级评价

1、太阳能光伏系统光电转换效率 (%)

系统类型	1级	2级	3级
晶硅电池	$\eta_d \geq 12$	$12 > \eta_d \geq 10$	$10 > \eta_d \geq 8$
薄膜电池	$\eta_d \geq 8$	$8 > \eta_d \geq 6$	$6 > \eta_d \geq 4$

2、太阳能光伏系统费效比

1级	2级	3级
$CBR_d \leq 1.5 \times P_t$	$1.5 \times P_t < CBR_d \leq 2.0 \times P_t$	$2.0 \times P_t < CBR_d \leq 3.0 \times P_t$

注： P_t 为项目所在地当年商业用电价格（元/kWh）

当太阳能光电转换效率和费效比级别不同时，性能级别应与其中较低级别相同。

- 合格判定

- 1、太阳能光伏系统的光电转换效率符合要求；

(晶体硅电池 $\geq 8\%$ ，薄膜电池 $\geq 8\%$)

- 2、太阳能光伏系统的费效比应符合项目立项可行性报告等相关文件的要求。当无文件明确要求是，应小于项目所在地当年商业用电价格的3倍。

- 3、太阳能光伏系统的年发电量、常规能源替代量、二氧化碳减排量、二氧化硫减排量及粉尘减排量应符合项目立项可行性报告等相关文件的规定，当无文件明确规定时，应在测试评价报告中给出。

目前，可再生能源建筑应用工程评价工作在我省尚无强制性要求，仅在省级治污保洁和节能减排专项资金项目申报时，要求对可再生能源建筑应用示范的项目进行可再生能源建筑应用工程评价工作。

以下内容摘取自《广东省住房和城乡建设厅 广东省财政厅关于组织申报2018年度省级治污保洁和节能减排专项资金（建筑节能）入库项目的通知》（粤建科函[2017] 2865号）

（二）可再生能源建筑应用示范项目

已完工、按《可再生能源建筑应用工程评价标准》（GB/T 50801-2013）测试评价合格的太阳能光热、太阳能光电、地源热等可再生能源建筑应用示范项目，按不超过可再生能源建筑应用项目投资额40%进行奖励，单个项目奖励最高不超过80万元。

自2016年至今，我院共完成了8项可再生能源建筑应用工程的评价工作，并成功帮助委托方申报可再生能源建筑应用示范项目，申请奖励资金。

项目名称	奖励金额 (万元)	项目名称	奖励金额 (万元)
广东金莱特电器股份有限公司光伏发电节能改造项目	100	信利（惠州）智能显示公司光伏发电节能项目	100
佛山市毅丰电器有限公司屋顶光伏发电项目	100	珠海励致洋行办公家私有限公司1#、2#厂房屋面光伏电站项目	80
佛山市高明安华陶瓷洁具有限公司分布式光储一体化电站项目	100	金嘉分布式光伏项目	80
广东富华铸锻有限公司5.8MW分布式光储一体化电站项目	100	泰锋电业分布式光伏项目	80

谢谢!

张昌佳，联系电话：13826420106

邮箱：zhangcj@gdjky.com

张广铭，联系电话：18689328361

邮箱：zgm@gdjky.com