

1 总则

- 1.0.1 屋顶光伏电站(砼屋面和彩钢屋面)施工较地面光伏电站复杂多样,为高质量低成本更高效建设优良的屋顶光伏电站编写此手册.
- 1.0.2 本手册使用于屋面附加光伏电站(BAPV)不适用于建筑一体化(BIPV)及地面光伏电站。
- 1.0.3 施工前编制施工组织设计文件,并制定安全文明施工专项应急预案,对加固的屋面制定专项预案.
- 1.0.4 在施工开始施工之前,建设单位需要取得相应的审批手续;施工前对施工图进行评审,严格参照施工图及评审意见执行施工.
- 1.0.5 通用性一般规定参照 GB50794-2012《光伏发电站施工规范》.
- 1.0.6 此手册正文内容可作为公司内部工程部编写施工组织设计技术部分参考文件,
- 1.0.7 屋顶光伏电站建设除应符合本规范手册外,还应符合国家现行的法律法规.

2 电站主体施工

2.1 砼屋面支架基础施工

砼基础制作分两种方式,预制砼基础和现浇砼基础,均应严格按照《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204的相关规定及设计文件要求执行:

2.1.1 预制砼基础:

- 1 预制砼基础不应有影响结构性能、使用功能的尺寸偏差,其金属预埋件尺寸偏差可控并做防腐处理。
- 2 预制的成品砼基础吊装前确定砼的龄期及强度满足运输及吊装的要求。
- 3 预制砼基础摆放前进行轴线的验收,并做《施工放线测量记录》。
- 4 复核原砼屋面附加基础摆放位置处的标高,做好基础摆放位置的找平工作。
- 5 待预制砼基础验收后,即可进行下一个施工步骤.

2.1.2 现浇砼基础:

- 1 模板安装前,对基础轴线进行验收,并做《施工放线测量记录》.
- 2 复核原砼屋面附加基础摆放位置处的标高,确定标高控制基准线.
- 3 砼浇筑前进行模板验收,确保尺寸在偏差允许范围内,模板牢固可靠。

4 基础预埋件使用前应做抗弯、抗折实验，实验合格方可使用，并出具检测报告,做防锈防腐处理。

5 制作试块前须在监理的旁站监督下，对基础所用水、黄沙、添加剂送质监站检测。

6 砼浇筑完毕后,应急时采取有效的养护措施，混凝土浇水养护的时间：对采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥及矿渣硅酸盐水泥拌制的混凝土不得少于 7d；对掺用缓凝型外加剂或有抗渗要求的混凝土,不得少于 14d.

7 基础拆模后，对外观质量和尺寸偏差（预埋件的安装尺寸尤为重要）进行检查，并及时进行缺陷处理。

8 拆模后基础养护至少达到 70% 强度，方可进行支架的安装。

2.1.3 原屋面的荷载及防水

1 砼基础施工前应进行屋面荷载复核和试验，如荷载轻微不足,可适当加固。

2 检查原屋面是否漏水渗水,若存在漏水渗水现象，进行防水处理。

3 附加基础的施工不应破坏原屋面的主体及防水结构。

4 如根据设计要求不得不破坏原建筑防水结构时,应根据原防水结构重新进行防水恢复。

2.1.4 支架基础及预埋件螺栓尺寸允许偏差应符合下列规定：

1 砼基础尺寸允许偏差

项目名称		允许偏差(mm)
轴线		±10
顶标高		0, -5
垂直度	每米	≤5
	全高	≤10
截面尺寸		±20

2 支架基础预埋螺栓(预埋件)允许偏差

项目名称		允许偏差 (mm)
标高偏差	预埋螺栓	±10
	预埋件	0, -5

轴线偏差	预埋螺栓	≤25
	预埋件	±2

2.2 彩钢屋面支架基础（夹具）施工

彩钢屋顶电站相比较砼屋面电站施工工艺简单、建设周期快等特点，但是彩钢屋顶的承载、屋面板强度及防水问题施工过程中应特别注意，另 2008 年之前建设的彩钢板厂房尽量不予考虑在该厂房屋面建设电站。

2.2.1 在彩钢板屋面安装连接件前确认屋顶的承载力是足以满足至少 14Kg/m²。

2.2.2 与屋面连接方式不同，对梯形板型、角弛型、直立锁边型屋面的连接做抗拉拔实验，并出具现场实验检测报告。

2.2.3 在彩钢屋面安装连接件前确认屋面的防水是否存在渗水漏水现象。若存在评估其轻重，若渗水漏水现象严重，不予建设电站；若渗水漏水现象轻微，采取适当防水处理后方可进行后续工作。

2.2.4 针对屋面彩钢板板型会审连接件的可行性，连接件的施工不应对原彩钢屋面而造成损坏。

2.2.5 适用于光伏电站建设的彩钢板屋面常见的三种板型：角弛型、梯形板型、直立锁边型三种。连接件（夹具）选型关系到施工工艺的可靠性及施工的难易周期。

1 角弛型彩钢屋面连接件

图

角弛型彩钢板连接件（夹具）不采取任何打孔措施，工艺上不会造成对原屋面的破坏。

2 梯形板型彩钢屋面连接件

图

梯形板连接件（夹具），拉铆钉固定处严格按照要求防水处理，防水垫片及硅酮结构胶施工完毕验收后方可进行支架的安装。

3 直立锁边型彩钢连接件

图

直立锁边型彩钢连接件（夹具）不采取任何打孔措施，工艺上不会造成对原屋面的破坏。

2.2.6 彩钢屋面电站施工应采取对原屋面彩钢板的保护措施，避免由于施工人员踩踏造成对屋面损害。

2.2.7 连接件施工前进行横向轴线的验收。

2.2.8 连接件（夹具）螺栓或铆钉应紧固牢靠,横向尺寸允许偏差 ≤ 10 ，并做验收记录。

2.3 支架安装

2.3.1 支架安装前的准备工作：

1 确保砼基础的强度达到 70%，方可进行支架安装。

2 支架到场后应做下列检查：

(1) 外观及防腐镀层应完好无损。

(2) 型号、规格及材质应符合设计图纸要求，附件、备件应齐全。

(3) 支架的出场检测报告及质量证明文件留档。

2.3.2 彩钢屋面电站不同于地面电站，材料设备会用到大型吊装机械，对此应组织编写设备材料的专项施工方案,方案中应特别强调人员安全、材料设备安全、原房屋顶的保护。

2.3.3 支架安装

1 支架安装和紧固应符合下列要求：

(1) 采用型钢结构的支架，其紧固度应符合设计图纸要求及《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205的相关规定。

(2) 支架安装过程中不应强行敲打、气割切孔;热镀锌材质的支架不宜现场加工处理。

(3) 在安装支架时，所有紧固螺栓的朝向应一致，螺栓的型号严格按设计要求执行。

(4) 支架安装过程中不应破坏支架的防腐层（常见镀锌层）。

2.3.4 支架倾斜角度偏差不应大于 $\pm 1^\circ$ 。

2.3.5 支架安装的允许偏差

项目名称	允许偏差(mm)
中心线偏差	≤ 2
梁标高偏差（同组）	≤ 3
立柱面偏差（同组）	≤ 3

2.4 光伏组件安装

2.4.1 光伏组件安装前应做下列准备工作：

- 1 支架的安装应验收合格。
- 2 安装前按照组件的电压、电流参数进行组件分类及组串。
- 3 光伏组件的外观及各部件应完好无损。
- 4 组件的出场检测报告留档，对进场的组件分批次送第三方检测，检测报告留档以备验收；不合格组件不予安装。

2.4.2 光伏组件的安装应符合下列要求：

- 1 光伏组件应按照设计图纸的型号、规格进行安装。
- 2 光伏组件固定件（压块及螺栓等）应符合产品和设计文件的规范。
- 3 光伏组件的临时仓储、吊装、搬运过程中注意不要造成组件的破损。
- 4 光伏组件固定是不应破坏组件边框的氧化膜保护层。
- 5 光伏组件安装完毕后进行观感验收，应整齐、美观。
- 6 组件的吊装同 2.3.2 条。

2.4.3 光伏组件安装允许尺寸偏差

项目名称	允许偏差(mm)	
倾斜角度偏差	$\pm 1^\circ$	
组件边缘高差	相邻组件间	\leq
	同组组件间	\leq
组件边缘水平	≤ 2	

2.4.4 安装完毕的光伏组件

附图

图

2.4.5 光伏组件之间的接线应符合下列要求：

- 1 组件数量和路径应符合设计要求。
- 2 连接电缆应采用光伏专用直流电缆，正负应区分色标。

3 外接电缆同插件连接处应烫锡处理。

4 光伏组件间的插件应连接牢固，是否牢固可靠可在运行后采用热成像检测仪或温度检测仪检测。

5 光伏组件串接后应对组串的开路电压和短路电流进行测试，并作记录。

6 同一组件或组串的正负极不应短接。

7 组串电缆至汇流箱路段应采取穿线管或桥架保护电缆。

2.4.6 严禁触摸光伏组串的金属带电部位。

2.4.7 严禁在雨中进行光伏组件的连接工作。

2.5 汇流箱安装

2.5.1 汇流箱安装前应符合下列要求：

- 1 汇流箱外观检查、防护等级检测，应符合设计文件要求。
- 2 汇流箱内元器件应完好、连接线及紧固螺栓无松动。
- 3 汇流箱内所有开关（断路器）和熔断器应处于断开状态。
- 4 汇流箱进线端及出线端与箱体外壳接地端绝缘电阻不应小于 20Ω 。
- 5 汇流箱出厂检测报告留档以备验收。

2.5.2 汇流箱的安装应符合下列要求：

- 1 汇流箱的安装位置应按照图纸要求。
- 2 汇流箱支架和固定螺栓为热镀锌或不锈钢材质。
- 3 汇流箱安装过程中不损坏外壳表面面漆。
- 4 汇流箱安装的垂直尺寸偏差要小于 1.5mm ；若汇流箱卧式安装，保证柜门及锁孔的防水性能。

2.5.3 汇流箱的接引

- 1 汇流箱内光组串的电缆接引时，必须确认组串侧逆变器侧均有明显断开点。
- 2 汇流箱内接线线头应烫锡处理或采用电缆接线鼻，紧固需牢固可靠。

2.5.4 汇流箱的投运

- 1 逆变器投运前，接入此逆变器的汇流箱已测试完成。

2 逆变器投运后, 汇流箱内组串的投、退应符合下列要求:

(1) 汇流箱的总开关具备灭弧功能的: 先投入组串开关或熔断器后投入汇流箱总开关; 先退出汇流箱总开关, 后退出组串开关或熔断器。

(2) 汇流箱分支回路具备灭弧功能的: 先投入汇流箱总开关, 后投入组串开关或熔断器; 先退出组串开关或熔断器, 后退出汇流箱总开关。

(3) 汇流箱总输出及各分支回路的组串均采用熔断器时, 则投退熔断器前均应将逆变器解列。

(4) 解列定义: 电力系统或发电设备由于保护或安全自动装置动作或按规定的要求, 解开相互连续使其单独运行的操作。

2.6 逆变器安装

2.6.1 逆变器安装应作下列准备:

1 室内安装逆变器前, 建筑工程应具备下列条件:

- (1) 屋顶、楼板已施工完毕, 无渗漏。
- (2) 室内地面基础已施工完毕, 并应在墙上标出抹面标高; 室内电缆沟无积水、杂物; 门窗安装完毕。
- (3) 室内装饰、照明管线、照明器具、空调等可能影响设备安全的工作已全部完成。
- (4) 砼基础及构件应满足允许安装强度要求, 焊接构件质量符合要求。
- (5) 预埋件及预留孔的位置和尺寸应符合设计要求, 且牢固可靠。
- (6) 逆变器的型号、规格应准确无误, 逆变器外观完好。
- (7) 检查逆变器内个元器件应好无损, 且满足荷载要求; 大型逆变器应保证道路畅通, 场地开阔。

2.6.2 逆变器的安装及调整应符合下列要求:

1 采用基础钢固定的逆变器, 基础钢应牢固可靠, 基础钢尺寸允许偏差如下:

项目名称	允许偏差(mm)	
	mm/m	mm/全长
垂直度	<1	<3
水平度	<1	<3

位置误差及不平行度	----	〈3
-----------	------	----

- 2 基础钢安装后,其顶部宜高出地面 10mm, 基础钢应有明显的可靠接地。
 - 3 逆变器的安装方向应符合设计规定。
 - 4 逆变器与基础钢固定应牢固可靠。
- 2.6.3 逆变器交流侧和直流侧电缆接线前应检查电缆绝缘, 校对电缆相序和极性。
- 2.6.4 逆变器直流侧接线前, 确认汇流箱侧有明显断开点。
- 2.6.5 电缆接引完毕后, 逆变器柜体的预留孔洞及电缆穿线管口应做防火封堵。

2.7 变压器安装

光伏行业常用油浸式变压器 (常见箱变)、干式变压器。

2.7.1 变压器安装前应做下列准备:

- 1 安装场所必须运输方便,道路平坦,有足够的宽度, 地面应坚实, 平坦并干燥, 远离烟窗和水塔,与附近建筑物距离要符合防火要求。
- 2 变压器在光伏施工中属于重量超大型设备,吊装前应编制《变压器专项安装方案》,严格按照方案充足准备安装。
- 3 安装前检查变压器各外部、零部件及各部件接触部分,应完好无损, 接触良好。
 - 1) 内部无机械损伤。
 - 2) 各部位螺栓牢固可靠。
 - 3) 表面无腐蚀, 面漆完好。
 - 4) 如所用变压器为油浸式变压器时, 应检查变压器是否漏油。
- 4 安装前检查变压器的绝缘,应检查变压器是否漏油。
- 5 安装前检查变压器的基础承台强度达到要求, 且牢固可靠。

2.7.2 变压器安装应严格执行《电气装置工程 电力变压器、油浸式电抗器、互感器施工及验收规范》GB50148,变压器安装及调整应符合下列要求:

- 1 针对变压器的安装专门编制施工组织设计。
- 2 变压器安装过严防严控, 避免变压器翻倒。
- 3 变压器与基础承台应接触密实可靠。

4 安装过程中不应磨损变压器的面漆，不应产生零星磕碰。

2.7.3 变压器接线前确认上级电网及逆变器侧有明显断开点。

2.7.4 变压器的进出接线严格按照电缆头制作安装要求施工，螺栓连接牢固可靠。

2.8 电气二次系统

2.8.1 二次设备、盘、柜安装及接线严格执行现行国家标准《电气装置安装工程盘、柜二次回路接线施工及验收规范》GB50171的相关规定和设计文件要求。

2.8.2 通信、运动、综合自动化、计量等装置的安装应符合产品的技术要求。

2.8.3 安防监控设备的安装应符合国家现行标准《安全防范工程技术规范》GB50348的相关规定。

2.8.4 直流系统（应急直流电源）的安装应符合现行国家标准《电气装置安装工程 蓄电池施工及验收规范》GB50172的相关规定。

2.9 其他电气设备（交直流柜）安装

2.9.1 高压电气设备的安装应符合现行国家标准《电气装置安装工程 高压电器施工及验收规范》GB50147的相关规定。

2.9.2 低压电器的安装应符合现行国家标准《电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范》GB50254的相关规定。

2.9.3 母线装置的施工应符合国家标准《电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范》的相关规定。

2.9.4 环境监测仪等其他电气设备的安装应符合设计文件及产品的技术要求。

2.9.5 针对用户侧并网电站涉及业主配电室的交叉使用，与业主单位协商，尽可能简单的改造，按照业主要求及设计要求施工。

2.9.6 所有盘柜及配电室电缆进出口处防火封堵，安装防暑防虫网，改造部分的桥架、穿线管、电缆应按规范施工、做到外观整齐。

2.10 配电室及其它电站配套设施施工

2.10.1 配电室及电缆沟施工前应做下列准备工作：

1 对原厂区的水、电、暖、气等管线图纸认真审阅，实地标注各原有地下管线及化粪池的位置。

2 配电室建设前编制施工组织设计。

2.10.2 配电室建设应按照《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300的相关规定。

1 高压配电室宜设不能开启的自然采光窗，窗台距室外地坪不宜低于 1.8m，配电室地坪不低于室外地坪 0.6m；低压配电室可设能开启的自然采光窗。配电室临街的一面不宜开窗。

2 变压器室、配电室、电容器室的门应向外开启。相邻配电室之间有门时，此门应能双向开启。

3 配电所各房间经常开启的门、窗，不宜直通相邻的酸、碱、蒸汽、粉尘和噪声严重的场所。

4 变压器室、配电室、电容器室等应设置防止雨、雪和蛇、鼠类小动物从采光窗、通风窗、门、电缆沟等进入室内的设施。

5 配电室、电容器室和各辅助房间的内墙表面应抹灰刷白。地(楼)面宜采用高标号水泥砂浆抹面压光。配电室、变压器、电容器室的顶棚以及变压器室的内墙面应刷白。

6 长度大于 7m 的配电室应设两个出口，并宜布置在配电室的两端。当变电所采用双层布置时，位于楼上的配电室应至少设一个通向室外的平台或通道的出口。

7 配电所，变电所的电缆夹层、电缆沟和电缆室，应采取防水、排水措施。

8 在征得电网公司及设计院会审意见后，可采用光伏业内常用的箱式变配电室，施工安装简易，成本低廉，性价比高。

9 针对箱式变配电室吊装制定《配电室吊装施工专项方案》。

2.10.3 电缆沟施工应符合下列要求：

1 严格按照设计文件要求施工。

2 不得损坏原厂区的原有地下管线。

3 电缆检查井圈、井盖采取防盗措施。

4 严格按照要求做地上线缆标识。

5 电缆需经过厂区路面的、充分协商比较，确定采用顶管方式还是破路方式，若破路需按照道路施工相关规范恢复。

6 室外砌筑电缆沟的电缆沟盖板做好防水措施。

7 采用金属穿线管的，做好接地措施。

10.4 屋面桥架及穿线管敷设,桥架及穿线管固定参照 2.3 项光伏支架与屋面连接方式:两两桥架需接地线连接,接地线应紧固牢靠防腐蚀。

2.10.5 光伏电站配套建(构)筑物

1 光伏电站建(构)筑物包括综合楼、配电室、升压站、逆变器室等

2 光伏电站建(构)筑物严格参照《光伏发电施工规范》GB50794-2012第4.5项执行。

2.11 电线、电缆施工

2.11.1 电线、电缆的施工应符合现行国家标准《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范》GB50186的相关规定。

2.11.2 电缆管不应有穿孔、裂缝和显著的凹凸不平,内壁应光滑;金属电缆管不应有严重锈蚀;硬质塑料管不得用在温度过高或过低的场所;在易受机械损伤的地方和在受力较大处直埋时,应采用足够强度的管材。

2.11.3 电缆支架的加工应符合下列要求:

1 钢材应平直,无明显扭曲。下料误差应在 5mm 范围内,切口应无卷边、毛刺。

2 支架应焊接牢固,无显著变形。各横撑间的垂直净距与设计偏差不应大于 5mm。

3 金属电缆支架必须进行防腐处理。位于湿热、盐雾以及有化学腐蚀地区时,应根据设计作特殊的防腐处理。

4 电缆支架的固定要牢固可靠。

2.11.4 电缆敷设前应按下列要求进行检查:

1 电缆通道畅通,排水良好。金属部分的防腐层完整。隧道内照明、通风符合要求。

2 电缆型号、电压、规格应符合设计。

3 电缆外观应无损伤、绝缘良好,当对电缆的密封有怀疑时,应进行潮湿判断;直埋电缆与水滴电缆应经试验合格。

4 电缆放线架应放置稳妥,钢轴的强度和长度应与电缆盘重量和宽度相配合。

5 敷设前应按设计和实际路径计算每根电缆的长度,合理安排每盘电缆,减少电缆接头。

6 在带电区域内敷设电缆,应有可靠的安全措施。

7 采用机械敷设电缆时,牵引机和导向机机构应调试完好。

5 并联使用的电力电缆其长度、型号、规格宜相同。

2.11.6 电力电缆在终端头与接头附近宜留有备用长度。

2.11.7 标志牌上应注明线路编号。当无编号时,应写明电缆型号、规格及起迄地点;并联使用的电缆应有顺序号;标志牌的字迹应清晰不易脱落;标志牌规格宜统一。标志牌应能防腐,挂装应牢固。

2.11.8 厂区内地埋时电缆表面距地面的距离不应小于0.7m。

2.12 防雷与接地

2.12.1 光伏电站防雷系统的施工应按照设计文件的要求施工。

2.12.2 光伏电站接地系统的施工工艺及要求应符合国家现行标准《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB50169的相关规定。

2.12.3 屋顶光伏电站的金属支架应与原建筑物的接地系统可靠连接或单独设置接地极。

2.12.4 盘柜、汇流箱及逆变器的接地应牢固可靠,导通良好,金属柜门应用裸铜软导线与金属构件或接地排可靠连接。

2.12.5 光伏发电站接地电阻阻值应满足设计要求,在验收前应找有资质的测试单位进行测试,并出具测试报告。

2.12.6 彩钢屋面接地系统应在每组方阵两端焊接或螺栓固定于支架。

2.12.7 彩钢屋面防雷连接采用焊接时,注意采取防火措施,禁止对原厂房屋面面漆造成炙烤,屋顶上焊接作业时焊接操作员身边备有消防灭火器。

2.12.8 焊接作业前对钢材材质及防腐层进行检查,焊接完成后,焊接点做防腐防锈处理。

3 设备和系统调试

3.1 调试测试一般规定

3.1.1 调试前应做下列准备工作:

- 1 调试方案报审完毕。
- 2 所有安装工作已完成并验收合格。
- 3 所有土建装饰工作已完成并验收合格;装有空调或通风设施的,安装完毕并投入运行。

4 除光伏组串、汇流箱、逆变器测试调试参照本附录表格外,其他电气设备调试、二次系统调试、高低压交直流柜等调试测试报告格式严格参照电站所在地电力部门验收规范格

3.2 光伏组串测试

3.2.1 光伏组串测试前应具备下列条件：

- 1 所有光伏组件应按照设计文件数量和型号,组串接引完毕。
- 2 汇流箱内各回路电缆接引完毕,其标示清晰、明确。
- 3 汇流箱内断路器或熔断器均处于断开状态。
- 4 汇流箱及箱内防雷模块连接牢固可靠,导通良好。
- 5 辐照度宜在高于或等于 $700\text{w}/\text{m}^2$ 的条件下测试,采用辐照度测试仪测试辐照度。

3.2.2 光伏组串的检测应符合下列要求：

- 1 汇流箱内测试光伏组串的极性应正确无误。
- 2 同一测试条件同一组串之间的电压偏差不应大于 2%,但最大电压偏差不应超过 5v。
- 3 在发电情况下应使用钳形万用表对汇流箱内光伏组件进行电流测试;辐照度不低于 $700\text{w}/\text{m}^2$ 且相同测试条件下同一组串的电流偏差不应大于 5%。
- 4 光伏组串电缆温度应无超常温等异常情况。
- 5 光伏组串测试完成后,应按附录 A 的格式进行填写记录。

3.2.3 逆变器投运前接入逆变器的汇流箱应全部检测完毕;汇流箱的测试同光伏组串的检测。

3.2.4 按要求分别测试组串出线端和汇流箱进线端的电压、电流,并做记录,以便分析组串至汇流箱端的损耗。

3.2.5 检测时严禁接触组串及汇流箱内的金属带电部位。

3.3 逆变器调试

3.3.1 逆变器的调试应由逆变器厂方主导调试,业主单位和施工单位、设计单位密切配合。

3.3.2 逆变器调试前,应具备下列条件：

- 1 逆变器控制电源应具备投入条件。
- 2 逆变器交直流侧电缆接引完毕,其极性(相序)正确、绝缘良好。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/147044020032006163>