

一汽红旗厂区屋顶分布式光伏发电项目

工程质量通病防治控制措施

批准: 李俊平 2021年6月26日

编制: 杨锐锐 2021年6月26日

常州正衡电力工程监理有限公司
一汽红旗厂区屋顶分布式光伏发电项目
监理项目部(章)
2021年6月

目录

1、工程概况..... 3

2、总则.....3

3、基本规定..... 4

4、监理部控制措施..... 4

5、主要控制措施..... 5

土建部分..... 5

电气部分..... 7

1、工程概况

1.1 项目名称：一汽红旗厂区屋顶分布式光伏发电项目

1.2 项目建设地点：吉林省长春市汽车产业开发区一汽红旗生产厂区

1.3 建设规模：20MWp 光伏电站及附属设施。

1.4 主要建设内容：长春一汽红旗生产厂区屋顶光伏项目位于吉林省长春市一汽红旗生产厂区内，该区域已建设有 1 座一汽动能热电厂 66kV 变电站。变电站目前 10kV 出线柜 22 台，并带有 1#~13#开闭所。

长春一汽红旗生产厂区屋顶光伏项目由光伏组件、并网逆变器、就地升压变及进线开关等设备组成，太阳能通过光伏组件转化为直流电力，再通过并网型逆变器将直流电能转化为与电网同频率、同相位的正弦波电流，升压后并入电网。本工程终期规划总规模为 20MWp，其中一期总规模为 9.3MWp，远期总规模为 10.7 MWp。根据国家有关可再生能源并网的规定，光伏电站就近接入长春一汽红旗生产厂区 10kV 配电网，按照“就近并网、本地消耗、低损高效”的原则。

1.5 工程性质：新建并网型光伏电站。

建设单位：长春中瑞信科技有限公司

施工单位：国网吉林综合能源服务有限公司

监理单位：常州正衡电力工程监理有限公司

设计单位：西安特变电工电力设计有限责任公司

2、总则

为进一步提高分布式光伏电站项目施工质量，杜绝施工过程中质量通病的发生，全面开展质量通病治理活动逐步消除对电网安全稳定运行有较大影响和影响观感质量的质量通病，促进工程项目整体质量管理水平不断提升，最终实现工程顺利达标投产和工程创优的质量目标，根据国家有关法律、法规及相关规定，特制定本措施，要求监理项目部全体管理人员、各参建队伍在施工生产过程中严格遵照执行。

引用标准及参考文献：

- 1) 《电力建设工程质量问题通病防治手册》（中国电力出版社 2004 版）
- 2) 《国家电网公司书变电工程质量通病防治工作要求及技术措施》基建质

量【2010】19号文

3) 《关于印发“三强化三提升”质量提升年活动指导意见的通知》国家电网基建【2011】226号

4) 现行设计及施工验收规范

3、基本规定

3.1 监理单位应重视审查通病防治办法，电力建设工程施工项目部质量通病防治及控制措施应报监理审查、批准，报建设单位备案后予以实施。

3.2 根据工程特点，将下列质量通病将作为本工程的控制重点，并制定相应措施：

- 1、钢筋混凝土施工质量通病防治措施
- 2、墙体砌筑质量通病防治措施
- 3、钢结构、光伏支架质量通病防治
- 4、电气安装及防雷接地质量通病防治；
- 5、电缆敷设与桥架安装质量通病防治；
- 6、光伏组件安装质量通病防治；
- 7、系统调试质量通病防治；

4、监理部控制措施

4.1 监理项目部利用每月安全、质量检查活动，把质量通病整治作为一项重要内容来计划、实施、检查、整改。对已暴露出的质量通病按“四不放过”的原则进行分析，总结经验教训，提出防治措施，不断提高通病防止的实效性。

4.2 做好进场材料和构配件的审批工作，未经审批或审批不合格的原材料不得在本工程中使用。在采用新材料时，除应有产品合格证和有效的鉴定证书外，还应进行必要的检测。原材料、构配件的试验检测必须坚持见证取样制度。

4.3 认真审查施工单位编写的《工程质量通病防治控制措施》

4.4 认真做好隐蔽工程和工序质量的验收签证，上道工序不合格不允许进入下一道工序。

4.5 对电站土建工程施工的重要工序和关键部位旁站监理，加强质量的平行检验，发现问题及时处理。

4.6 工程完工后，认真填写《工程质量通病防治工作评估报告》，以利于持续改进。

5、主要控制措施

土建部分

5.1 钢筋混凝土施工质量通病防治措施：

5.1.1 混凝土采用中粗砂。严把原材料质量关，优化配合比设计，适当减小水灰比。

5.1.2 当需要采用减小剂来提高混凝土性能时，应采用减水率高、分散性能好、对混凝土收缩影响较小的外加剂，其减水率不应低于 8%。

5.1.3 预拌混凝土的含砂率应控制在 40%以内，每立方米混凝土粗骨料的用量不少于 1000kg，粉煤灰的残渣量不宜大于水泥用量的 15%。

5.1.4 预拌混凝土进场时应检查入模塌落度，塌落度值按施工规范采用。

5.1.5 严格控制现浇板的厚度和现浇中钢筋保护层的厚度，特别的板面负筋保护层厚度，不使负筋保护层过厚而产生裂缝。

5.1.6 悬挑现浇板的负弯矩钢筋下面，应设置间距不大于 500mm 的钢筋保护层垫块，在浇筑混凝土时保证钢筋不移位。双层双向钢筋，应设置钢筋撑脚，钢筋撑脚纵横间距不大于 500mm，应交叉分布，并对上下层钢筋作有效固定。

5.1.7 浇筑后，应在终凝后进行覆盖和浇水养护，养护时间不得少于 7d；对掺用缓凝剂型外加剂或有抗渗性能要求的混凝土，不得少于 14d。夏季应适当延长养护时间以提高抗裂性能。冬天应适当延长保温和脱模时间，使其缓慢降温，以防止温度骤变、温差过大引起裂缝。

5.1.8 养护期间，当混凝土强度小于 1.2Mpa 时，不得进行后续施工。当混凝土强度小于 10MPa 时，不得在上吊运、堆放重物。

5.1.9 施工缝的位置和处理应严格执行规范要求 and 施工技术方案。后浇带的位置

和混凝土浇筑应严格按照设计要求和施工技术方案执行。后浇带应在其两侧混凝土临期大于 60d 后再施工，浇筑时应采用补偿收缩混凝土，其混凝土强度应提高一个强度等级。

5.1.10 混凝土浇筑时，对裂缝易发生部位和负弯矩筋受力最大区域，应铺设临时跳板，扩大接触面，分散应力，避免上层钢筋受到踩踏而变形，并配备专人及时检查调整。

5.2 墙体砌筑质量通病防治措施；

5.2.1 砌筑砂浆应采用中砂，严禁使用山砂、石粉和混合粉。砌体工程所用的材料应有产品的合格证书、产品性能检测报告。不得使用国家明令淘汰的材料。

5.2.2 蒸压灰砂砖、粉煤灰砖、加气混凝土砌块的出釜停放期不宜小于 45d 至少不应小于 28d。混凝土及轻骨料混凝土小型空心砌体的龄期不应小于 28d。

5.2.3 应严格控制砌筑时块体材料的含水率。砌筑时块体材料表面不应有浮水，不得在饱和水状态下施工。

5.2.4 填充墙砌至接近梁底、板底时，应留有一定的空隙，填充墙砌筑完成并间隔 15d 以后，方可补砌挤紧或采用微膨胀混凝土嵌填密实补砌时，双侧竖缝用高强度水泥砂浆嵌填密实。

5.2.5 通长现浇钢筋混凝土板带应一次浇筑完成。

5.2.6 框架柱间填充墙拉筋宜采用预埋法留置，应满足砖模数要求，不应折弯压入砖缝；梁底插筋应采用预埋留置。

5.2.7 严禁在墙体上埋设交叉管道和开凿水平槽。竖向槽须在砂浆强度达到设计要求后，用机械开凿，且在粉刷前加贴满足抗震要求的镀锌钢丝网片等材料。

5.3 钢结构、光伏支架质量通病防治

5.3.1 钢构件的支承面要求同预埋钢板面顶紧，接触面不应小于 70%，且边缘最大间隙不应大于 0.8mm。

5.3.2 涂装前钢材表面除锈应符合设计要求和国家现行标准的规定。处理后的钢材表面不应有焊渣、焊疤、灰尘、油污、水和毛刺等。

5.3.3 涂料、涂装工艺、涂层厚度均应符合设计要求。

5.3.4 构件表面不应误涂、漏涂，涂层不应脱皮和生锈，涂层应均匀，无明显皱皮、流坠、针眼和气泡等。

5.3.5 支架采用型钢结构的螺栓紧固点应牢靠，不应有弹垫未压平现象，扭力符合设计要求（当设计无要求宜采用 M8: 10-15NM、M10:25-30NM、M12:35-40NM）；支架安装过程中不应强行敲打，不应气割扩孔，对热镀锌材质的支架，现场不宜打孔。不应破坏支架防腐层。

5.3.6 钢结构、支架组装、焊接与防腐处理应满足规范要求，焊接完毕后应对焊缝进行检查，对其焊接表面按照规范及设计要求进行防腐处理。螺栓外露丝扣长度不应少于 2~3 扣。

5.3.7 支座及支撑系统的轴线、标高、水平度等，支架水平度、垂直度符合设计要求，柱脚底板触面不应小于 75%紧贴，且边缘最大间隙 $\leq 5\text{mm}$ ；支架倾斜角度偏差度不应大于 $\pm 1^\circ$

5.3.8 支架水平度、垂直度符合设计要求；支架的接地应符合设计要求，且与地网连接可靠，导通良好；

5.3.9 支架底座应于支墩充分接触不应出现翘边，未压实不贴合情况，对因支墩不平整导致的中空现象应按照规定修补填充密实。

5.3.10 支架拼接接头应避开组件固定部位，在承重较小部位搭接，接头的一端不应少于 2 个螺栓可靠连接。

5.3.11 组件支架采用铝合金支架,应按要求安装在主体结构上,位置应准确,并与主体结构牢靠固定,满足设计及规范要求,专用夹具与彩钢板的连接承载力应现场拉拔、防滑实验确定,现场非破损检验的抽样数量应满足每个屋顶夹具总量的 0.5%,且不少于 5 件进行检验

电气部分

5.4 电气安装及防雷接地质量通病防治；

5.4.1 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。交流侧接口处应有绝缘保护。逆变器应可靠接地，设备的标签内容应符合要求，应标明负载的连接点和极性。

5.4.2 电缆接引完毕后，逆变器本体的预留洞口及电缆管口应进行防火封堵。通信、远动、综合自动化、计量等装置的安装应符合产品的技术要求。

5.4.3 直流汇流箱内的所有接线应有对应的配线标记，所有电缆、导线、线槽、端子、配线标记等均采用阻燃材料，配线标记应与设计图纸上的完全相同。

5.4.4 汇流箱、逆变器安装高度及水平度应符合设计要求，支架和固定螺栓应为防锈件。汇流箱、逆变器安装的垂直偏差应小于 1.5mm。采用基础型钢固定的逆变器，逆变器基础型钢安装允许偏差应满足规范要求。

5.4.5 变压器和互感器安装应符合现行国家标准《电气装置安装工程 电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》GB50148（电气设备应由有资质的相关单位出具测试报告应满足《GB50150-2016 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》要求）

5.4.6 高压开关柜的安装应符合产品技术文件要求，并符合下列规定：

a 手车推拉灵活轻便，无卡阻、碰撞现象，相同型号的手车应能互换。推入工作位置后，动、静触头接触应严密、可靠。手车和柜体间的二次回路连接插件应接触良好。安全隔离板开启灵活，随手车的进出而相应动作。

b 机械闭锁和电气闭锁动作应准确、灵活、可靠；具备防止误操作的五防功能，即防止误分、合断路器；防止带负荷分、合隔离开关；防止接地开关合上时送电；防止带电合接地开关（挂接地线）；防止误入带电隔离间隔。

c 动触头和静触头和中心线一致，触头接触应紧密。

d 螺栓应紧固，并具有防松措施。

e 高压开关柜内的真空断路器固定应牢固，外观应清洁。

f 电气连接可靠，且接触良好。

g 绝缘部件、瓷件应完好无损。

h 高压开关柜所安装的带电显示装置应显示、动作正确。

j 相色标识正确，接地良好、清楚标识。

5.4.7 盘、柜内电流回路应采用标称电压不低于 400V/750V 的铜芯绝缘导线，其截面面积不应小于 2.5mm^2 ；其他回路截面面积不应小于 1.5mm^2 。

5.4.8 盘、柜内的导线不应有接头，芯线应无损伤，多股导线与端子、设备连接应压终端附件，电缆芯线和所配导线的端部均应标明其回路编号，编号应正确，字迹应清晰，不易脱色。

5.4.9 每个接线端子的每侧接线宜为 1 根，不得超过 2 根，螺栓连接端子接两根

导线时，中间应加平垫片。

5.4.10 引入盘、柜的电缆、导线不应有中间接头，必要时，接头应接触良好、牢固，不应承受机械拉力，并应保证原有的绝缘水平；屏蔽电缆应保证其原有的屏蔽电气连接作用。

5.4.11 蓄电池应排列整齐，高低一致，放置平稳。蓄电池之间的间隙应均匀一致，蓄电池需进行编号，编号清晰、齐全，蓄电池间连接线连接可靠，整齐。

5.4.12 蓄电池上部或蓄电池端子上应加盖绝缘盖，以防止发生短路，蓄电池电缆引出线正极为棕色、负极为蓝色，两组蓄电池可布置在同一房间，不同蓄电池组间应采取防火防爆措施。

5.4.13 光伏电站的防雷接地施工应满足图纸设计及规范要求，地面光伏金属支架应于主接地网可靠连接，接地网材质型号，焊接施工工艺，接地网接地电阻均应满足设计及规范要求。

5.4.14 屋顶光伏系统金属支架应建筑物接地可靠连接或单独设置接地。带边框光伏组件应将边框可靠接地，不带边框组件其做法应满足设计图纸要求。

5.4.15 盘柜、汇流箱和逆变器等电器设备的接地应牢固可靠、导通良好，金属盘门应用裸铜软导线与金属构架或接地排可靠连接。信号传输质量应满足设计要求，信号传输线和电源电缆应分离布放，可靠接地。

5.4.16 汇流箱箱内元器件应完好，连接线应无松动，进线端及出线端与汇流箱接地端绝缘电阻不应小于 $20\text{M}\Omega$ ，箱体框架及其它不载流金属部件都应和接地母线可靠连接，柜体的接地端子应满足设计要求，当设计无要求应以截面不小于 16mm^2 的多股铜线与接地母线直连。

5.4.17 成列高压开关柜的接地母线，应有两处明显的与接地网可靠连接点。金属柜门应以软铜线与接地的金属架构可靠连接。成套柜应有供检修用的接地装置。

5.4.18 盘、柜体底座与基础槽钢连接牢固，接地良好应有明显且不少于二点的可靠接地，可开启柜门用软铜导线可靠接地，成套柜的接地母线应与主接地网连接可靠。

5.4.19 盘、柜内二次回路接地端应接至专用接地铜排且铜排截面不小于 100mm^2 ，连接线应采用不小于 50mm^2 的带绝缘铜导线。电缆铠装及屏蔽接地线应用黄绿

绝缘多股接地铜导线不应小于 4 mm²。电缆屏蔽层的接地线截面积应大于屏蔽层截面积的 2 倍，当接地线较多时，可将不超过 6 根的接地线同压一接线鼻子，且应与接地铜排可靠连接。

5.4.20 用于电气保护及控制的单屏蔽电缆屏蔽层应采用两端可靠接地，远动、通信等计算机系统所采用的单屏蔽电缆屏蔽层，应采用一点接地方式；双屏蔽电缆外屏蔽层应两端接地，内屏蔽层宜一点接地。

5.4.21 电流互感器二次回路中性点应分别一点接地，接地线截面不应小于 4mm²，且不得与其他回路接地线压在同一接线鼻子内。

5.4.22 带边框的光伏组件应将边框可靠接地，跟踪式或聚光型安装式光伏组件的可转动部分的两端应采用软铜导线进行跨接；不带边框的光伏组件，其接地做法应符合设计要求。

5.4.23 通信机的屏位下应敷设专用的环形接地网，接地网一般采用不小于 90mm² 的铜排或 120mm² 的镀锌扁钢。

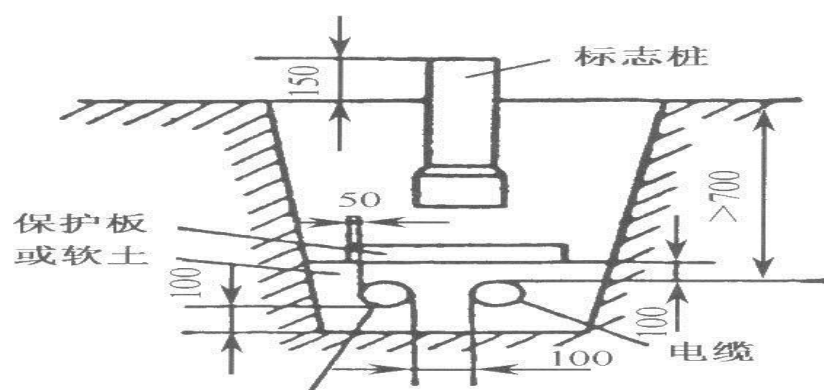
5.4.24 断路器的固定应牢固可靠，所有部件安装位置正确，并按制造厂规定要求保持其应有的水平度或垂直度，本体及支架应两点接地。接地线地面以上部分应采用黄绿接地标识，间隔宽度、顺序一致，最上面一道为黄色，接地标识宽度为 15~100mm，断路器及其传动机构的联动正常，无卡阻现象，分、合闸指示正确，辅助开关及电气闭锁动作正确、可靠。

5.4.25 接地线地面以上部分应采用黄绿接地标识，间隔宽度、顺序一致，最上面一道为黄色，接地标识宽度为 15~100mm。

5.5 电缆敷设与桥架安装质量通病防治；

5.5.1 电缆之间，电缆与其他管道、道路、建筑物等之间平行和交叉时的最小净空距离应符合 GB 50168 的规定。严禁将电缆平行敷设于管道的上方或下方。

5.5.2 直埋电缆沟开挖深度应满足设计要求当设计无要求宜大于 700mm，宽度宜大于 500mm。直埋电缆的上、下部应铺以不小于 100mm 厚的软土砂层，并加盖保护板，其覆盖宽度应超出电缆两侧各 50mm，保护板可采用混凝土盖板或砖块。软土或砂子中不应有石块或其他硬质杂物。



5.5.3 制作连接器时使用的制作工具必须与其厂家的连接器对应，外观无损伤，密封圈完好，导体压接位置完好。

5.5.4 线缆连接组件时，应使组件引出端线缆与接线盒的弯曲半径大于 40mm。

5.5.5 汇流箱安装箱内元器件应完好，连接线应无松动，进线端及出线端于汇流箱接地端绝缘电阻不应小于 $20\text{M}\Omega$ 。

5.5.6 电缆应排列整齐，走向合理，不宜交叉，无下垂现象。室外电缆敷设时不应外露。

5.5.7 直线段电缆桥架超过 30m 时应有伸缩缝，其连接宜采用伸缩连接板，电缆桥架跨越建筑物伸缩缝处应设置伸缩缝。

5.5.8 沿电缆桥架敷设铜绞线、镀锌扁钢及利用沿桥架构成电气通路的金属构件，如安装托架用的金属构件作为接地网时，电缆桥架全长不大于 30m 时，与接地网相连不应少于 2 处。全长大于 30m 时，应每隔 20m~30m 增加与接地网的连接点。电缆桥架的起始端和终点端应与接地网可靠连接。

5.5.9 电缆桥架转弯处的转弯半径，不应小于该桥架上的电缆最小允许弯曲半径的最大者。金属电缆桥架之间采用两端压接铜鼻子的铜绞线跨接，跨接线最小截面积不应小于 4mm^2 ，电缆桥架的镀锌支吊架和镀锌电缆桥架之间无跨接地线时，其间的连接处应有不少于 2 个带有防松螺帽或防松垫圈的螺栓固定。

5.5.10 垂直敷设或超过 45° 倾斜敷设的电缆，应在支、桥架上每隔 2m 处加以固定，水平敷设的电缆，在电缆首末两端及转弯、电缆接头的两端处固定；当对电缆间距有要求时，每隔 5~10m 处固定；单芯电缆的固定应符合设计要求。

5.5.11 穿入管中电缆的数量应符合设计要求；交流单芯电缆不得单独穿入钢管内。

5.5.12 热缩管应与电缆的直径配套，要求缠绕的聚氯乙烯带颜色统一，缠绕密

实、牢固；热缩管电缆头应采用统一长度热缩管加热收缩而成。

5.5.13 电缆的屏蔽层接地方式应满足规范要求，户外铠装电缆钢带应一点接地，接地点可选在端子箱或汇控柜专用接地铜排上。钢带接地应采用单独的接地线引出，其引出位置宜在电缆头下部的统一高度。

5.5.14 当设计无要求，电缆在托盘、梯架内的填充率应不超过国家现行有关标准的规定值。动力电缆可取 40%~50%、控制电缆可取 50%~70%，且宜预留 10%~25% 的工程发展裕量。

5.5.15 光伏电站所有电缆排列整齐，编号清晰，无交叉，固定牢固，不得使所接的端子排受到机械应力，芯线按垂直或水平有规律地配置，排列整齐、清晰、美观，回路编号正确，绝缘良好，无损伤；数据双绞线、同轴电缆、光纤缆芯均需挂牌，走线合理，排列整齐；导引光缆两端及转弯处应装设规格统一的标识牌，标识牌的字迹应清晰不易脱落；光缆线由走线架，拐弯点、上线柜处应绑扎固定。

5.6 光伏组件安装质量通病防治；

5.6.1 在北半球安装，组件最好朝南，在南半球安装，组件最好朝北。建议组件安装的时候安装夹角不小于 10°

5.6.2 在安装的时候最佳的操作是将标有同样电流分档的组件（例如全部为 H）安装在一个组串内。

5.6.3 组件必须被牢固地固定在安装支架上。当组件安装在平行于屋顶或者墙面的支架上时。组件边框与屋顶或者墙面的最小间隙为 10cm，需要让空气流通，防止组件的线路损坏。组件边框会有热胀冷缩效应，安装时相邻两块组件边框间隔不能小于 10mm。

5.6.4 光伏组件间接插件连接应牢固，制作质量应满足设计以及产品技术要求的防水标准。在连接前请确保连接器的螺帽是处于拧紧状态(必须使用专用连接器拧固扳手拧紧)。

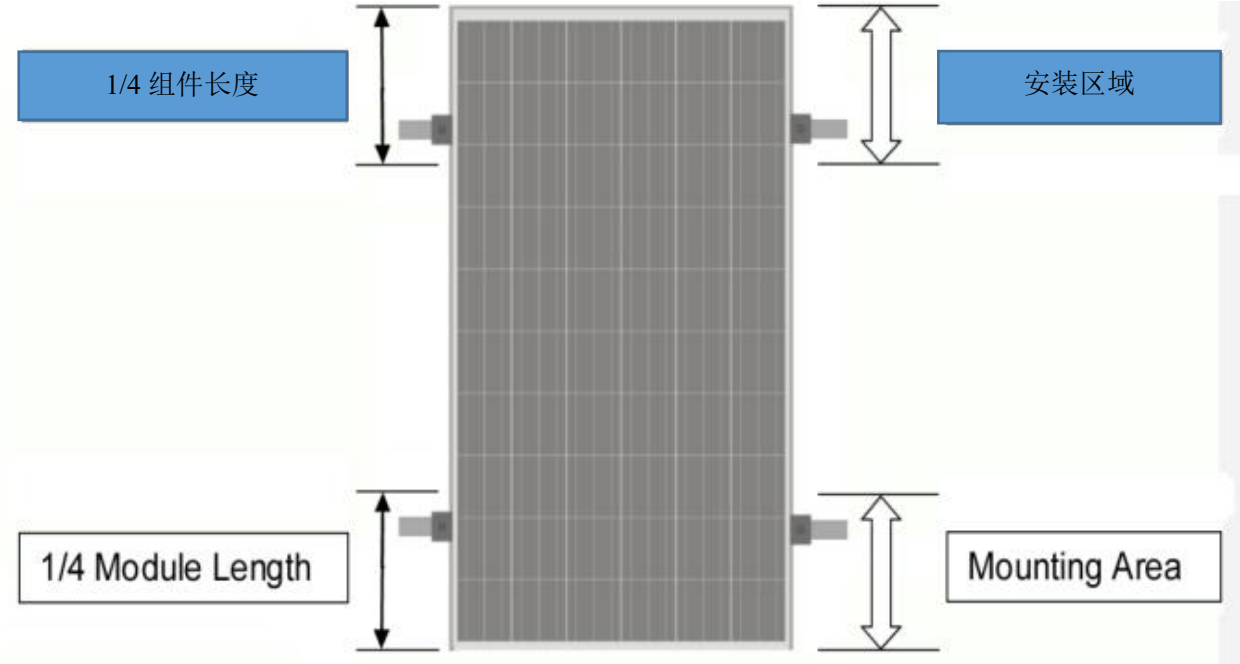
5.6.5 连接器应可靠的固定在支架或者组件边框上，避免连接器被阳光直射、浸泡到水里和落在地面或屋顶上，当连接器固定在支架横梁 C 型钢内，连接器应保持在 C 型钢上端避免积水浸泡，尽量避开组件接缝处避免雨水直接淋湿。

5.6.6 光伏组件安装应按设计图纸进行，连接数量和路径应符合设计要求，连接线应进行处理，布线应整齐、美观。电缆线被固定在支架上时，必须采用特殊设

计耐光照的扎线和线卡固定，避免阳光直接照射以及水浸泡电缆线，施工时须避免电缆线或者组件被机械性损伤，不要用力压电缆线。

5.6.7 光伏组件安装倾斜角度偏差以及边缘高差应满足施工规范要求。（倾斜角度偏差 $\pm 1^{\circ}$ ，相邻组件间边缘高差应 $\leq 2\text{mm}$ ，同组光伏组件间边缘高差应 $\leq 5\text{mm}$ ）

5.6.8 组件和支架系统的连接可以使用边框上的安装孔、夹具或者嵌入式系统来安装。安装组件宜依照下面示例和建议进行。



5.6.9 组件接地时，必须将接地装置与铝合金内部充分接触，应穿透铝边框的阳极氧化涂层。

5.6.10 当组件接地设计无要求应满足以下做法：1、对于光伏组件，将所有的光伏组件支架都连为一体，利用光伏组件支架作为水平地网。每组固定支架两侧通过一根 -50×5 热镀锌扁钢与相邻支架相连（采用螺栓连至檩条），保证每组支架至少有两点引出与接地网可靠连接。彩钢瓦屋顶相邻光伏组串间应采用不小于 BVR 16 的接地线连接，在将其用 -50×5 热镀锌扁钢连接到屋面原有的避雷带上；

5.6.11 当设计无要求时，每一个光伏板间宜采用 BVR 4 的接地线，组件支架之间采用 BVR-10 的接地线连接，在将其用 -50×5 热镀锌扁钢连接到屋面原有的避雷带上。要求施工完毕后保证所有光伏组件连接在一起，组成一个等电位连接体。

5.6.12 光伏组件开路电压和短路电流应符合现行国家标准《光伏电站施工规范》GB50794 的有关规定。（组件安装完毕后应对每个光伏组串的开路电压测试并形成测试记录）

5.7 系统调试质量通病防治

5.7.1 组件测试前汇流箱内各回路电缆应接引完毕，且标识清楚、准确，防火模块接地牢固、可靠。

5.7.2 相同测试条件下的相同组件串之间的开路电压偏差不应大于 2%但最大偏差不应超过 5V。

5.7.3 在发电情况下应使用钳形万用表对汇流箱内光伏组件串的电流进行检测。相同测试条件下且辐照度不应低于 $700\text{W}/\text{m}^2$ 时，相同光伏组件之间的电流偏差不应大于 5%。组件串电缆温度应无超常温等异常情况。

5.7.4 逆变器投运前所有汇流箱应测试完成，逆变器投运后汇流箱内组串的投、退顺序应满足规范要求。

5.7.5 逆变器调试前接地应牢固可靠、导通良好，内部电缆连接螺栓、插件、端子应连接牢固，无松动。

5.7.6 逆变器直流侧带电而交流侧不带电，直流侧电压值和人机界面显示值之间偏差应在允许范围内，直流侧对地阻抗值应满足技术要求，交流侧电压及频率应在逆变器额定范围内，且相序正确。

5.7.7 逆变器并网后，交流侧掉电、直流侧对地阻抗低于保护设定值、直流输入电压高于或低于逆变器的整定值、直流输入过电流、交流侧电压超出额定电压允许范围、交流侧频率超出额定频率允许范围、交流侧电流不平衡超出设定范围，逆变器应跳闸解列。

5.7.8 计算机监控系统设备数量、型号、额定参数应满足设计要求接地应可靠，遥信、遥测、遥控、遥调功能应准确、可靠。防误操作功能应完备可靠。主备切换功能应满足技术要求。

5.7.9 站内所有智能设备的运行状态和参数等信息均应准确反映到监控画面上，对可远方调节和操作的设备，远方操作功能应准确、可靠。

5.7.10 继电保护装置开关在合闸状态下模拟保护动作，开关应跳闸，且保护动作应准确、可靠，动作时间应符合技术要求。整组调试时，应检查实际继电保护动作逻辑与预设继电保护逻辑策略一致。调试记录应齐全、准确。

5.7.11 远动通信装置电源应稳定、可靠，调度信号准确、可靠。

5.7.12 电站关口计量的主、副表，其规格、型号及准确度应符合设计要求，且

应通过当地电力计量检测部门校检，并出具报告。电能表应由当地电力计量部门施加封条、封印。电量信息应能实时、准确的反应到后台监控画面。

5.7.13 不间断电源的主电源、旁路电源及直流电源间的切换功能应准确、可靠，计算机监控系统应实时、准确的反应不间断电源的运行数据和状况。

5.7.14 二次系统安全防护应主要由站控层物理隔离装置和防火墙构成，应能够实现自动化系统网络安全防护功能。相关设备运行功能与参数应满足安全需求，应与预设安防策略一致。