

越秀资方平屋顶施工作业流程

准备工作

- **施工准备:** 现场复勘, 遮挡物及障碍物信息 (**房屋屋顶信息:** 女儿墙/围水/挑檐/炮楼/缺角/烟囱/太阳能/热水器; **房屋周围信息:** 空调外机/树/电线/电线杆/信号塔/水塔/易燃物/山体), **佩戴安全帽穿工作服**

电站信息确认

- **踏勘电站选择:** 进入电站发起流程, 查看对应电站的照片拍摄示例, 在踏勘电站选择中选择已踏勘和派单完成的用户数据, 在安装定位位置中获取当前位置
- **安装日期:** 以实际到户安装日期为准
- **图纸确认:** 确认施工图纸和设备材料清单与屋面情况相符 (重点关注用户姓名、屋顶类型、定位点、屋面尺寸、屋面障碍物尺寸及位置、组件数量和型号是否一致)

安装准备

- **逆变器:** 扫条形码输入逆变器和采集器SN号, 逆变器序列号在逆变器侧边铭牌上
- **并网箱:** 拍摄并网箱铭牌照片, 点击上传, 并网箱铭牌一般在箱体侧边
- **组件:** 选择安装的组件品牌(天合/日升或其他), 手机扫描要安装的每块组件的条形码
- **核对设计清单:** 待刷新踏勘设计方案信息后, 核实BOM中物料/实时设计/实际使用数量三者数据保持一致, BOM中配电箱和逆变器型号需与和组件实际安装型号一致
- **安全技术交底表:** 施工前应由施工管理人员对全部施工人员进行安全技术交底, 未参与交底人员禁止上岗
- **完工资料:** 根据图纸和施工验收规范查看图片中所反馈的信息, **支架安装、组件安装、电气安装、接地连接等都符合图纸设计规范和验收规范**
- **验收结果:** 施工人员在完工资料上传完成后, 应对电站进行自检, **确认所有安装项都已合格**, 点击提交验收
- **整改要求:** 施工人员根据**不合格项**的描述进行**施工整改**, **如未彻底完成整改, 则继续退回整改**

支架安装

- **胀栓基础:** 按**打孔-吹灰-打胶-固定底座与螺栓-防水沥青涂刷**顺序进行每个基础的制作; 按确认后的图纸测距, 确定安装平面上的原点位置; 拉线、测距, 确定安装平面上每个基础位置并做标记
注: 膨胀螺栓固定位置**不允许泥土、空洞**等不符合固定要求的夹层; 禁止在**屋面潮湿**情况下做基础防水; 确保膨胀管完全锚入屋面, 底座固定完成后螺栓应最少裸露三丝
- **水泥墩:** 按确认后的图纸测距, 确定安装平面的原点位置; 拉线、测距, 调整确定放置防水卷材与水泥墩; 固定立柱底座
注: 基础配重块**不得放置于挑檐上**; **无女儿墙围水屋面, 基础配重块边缘距离房屋边缘距离 $\geq 500\text{mm}$**
- **支架整体:** 放置4根角立柱, 以角立柱顶端确定方阵安装后位于同一平面; 安装东西两侧斜梁, 拉线确保中间立柱高度与斜梁高度一致; 裁切立柱, 立柱开口朝北安装; 放置斜梁, 斜撑, 东西列链接位置错落安装; 放置檩条, 上下排链接位置错落安装, 螺栓按标准固定牢靠; 柱间支撑安装, 复核调整整体支架安装面处于同一平面; 底梁安装, 所有螺栓紧固; 北侧背拉圆钢安装固定
注: 所有立柱安装应在可承重平面内, 禁止在挑檐、女儿墙等非承重部位安装; **立柱中心距离房屋边缘 $\geq 200\text{mm}$**
- **梁、柱:** 支架倾斜角度偏差度允许偏差 $\pm 1^\circ$, 立柱面偏差-相邻立柱间 $\leq 1\text{mm}$, 东西向全长(相同轴线) $\leq 5\text{mm}$; 立柱不允许拼接与悬空, 檩条拼接不短于1m, 檩条在东西末端拼接时需在斜梁内侧, 同跨之间最多一个拼接点, 其他拼接点应选择在靠近斜梁位置, 上下檩条拼接点不允许在同一水平线上; 斜梁端头超出檩条至少100mm; 竖三排以下阵列斜梁不允许拼接, 竖三及以上阵列斜梁拼接不得大于一根, 斜撑不允许拼接; 三角连接件与支架的连接必须采用对穿开孔连接, 禁止除斜撑外直接使用支架腰孔连接
- **后背拉圆钢:** 背拉圆钢与三角连接件需焊接, 焊接长度不低于**60mm**; 和侧墙固定的三角连接件需固定在坚硬处, **禁止在砖缝处固定**; 背拉圆钢三角件禁止固定女儿墙(反梁、现浇结构除外), 所有**U型钢禁止焊接**, 所有切割打孔部位**做防腐处理**
- **支架拼接要求:** 立柱/斜撑不允许拼接; 单根底梁/单根斜梁可拼接且只能拼接一次, 相邻两根斜梁拼接点禁止在一条直线上; 檩条可拼接, 相邻两根檩条拼接点**禁止在一条直线上, 同跨仅可拼接一次**

组件安装

- **固定位置:** 组件的固定位置应满足组件安装孔的 $\pm 10\text{cm}$ 范围内, 即210版型应在距离短边框40cm-60cm范围内, 182版型应在距离短边框35cm-55cm范围内
- **压块固定要求:** 压块和组件边框**完全契合压实, 无松动/无可见变形/破损等问题**
- **横排组件固定要求:** 横排组件禁止在组件短边固定, 在组件长边固定时需使用带托板的边压块
注: 组件边缘距离檩条端头距离应**大于60mm**
- **组件悬挑:** **组件南北向出屋面距离:** 最南端出房屋南侧面边缘 $\leq 450\text{mm}$; 最北端出房屋北侧面边缘 $\leq 350\text{mm}$
组件东西向出屋面距离: 组件不允许超出东西屋面; **组件东西两侧挑出立柱距离:** 当檩条规格采用 U41x41x1.8, **立柱中心距离组件边缘 $\leq 500\text{mm}$** ; 当檩条规格采用U41x52x1.8, 立柱中心距离组件边缘 $\leq 600\text{mm}$
- **组件间接地:** ①采用4平方黄绿接地线连接两块组件的接地孔, 连接螺栓采用和接地孔相匹配的304不锈钢螺栓; ②在压块下采用不锈钢刺破垫片和组件连接, 每个压块下都需要压刺破垫片(使用该接地方式时, 组件和支架无需再做接地连接)
- **组件和支架间接地:** 采用6mm²黄绿接地线配套304不锈钢螺栓连接, 一般选择在每排组件的两边和支架连接, **与支架连接处做好防腐处理**
- **整体排布:** 整齐平整, 倾斜角度偏差不应大于设计范围 $\pm 1^\circ$, 组件之间的水平高差不得大于5mm, 组件相邻短边框应留20mm间隙, **组件表面无污染, 组件无碎裂、裂纹, 电站周围无遮挡**

电气安装

- **墙面安装:**
 - 1、逆变器和配电箱应当安装在建筑外墙体, **离地高度 $\geq 1.8\text{m}$**
 - 2、墙体应为**实体砖墙或现浇混凝土墙**, 保证膨胀螺栓能够可靠固定, **外壳应粘贴带电警示标识**
 - 3、电气设备应安装在通风, 散热好, 避免阳光直射, 便于维护的地方, 需就近安装于光伏系统一侧, 不得安装在影响行人或者周围有**腐蚀性、易燃易爆**的位置, 且应考虑到噪音影响, 配电箱安装完成后应在**外壳写上户主名称**, 方便运维人员寻找

接地连接

- **U钢与扁铁:** U钢与扁钢(扁铁)连接时, 扁钢需开孔使用对穿螺栓在U钢开孔侧连接(禁止在U钢开口侧连接), 最少使用两个螺栓, 螺栓间距不小于10公分(间隔两个U型钢)
- **U钢与接地线:** U钢与16mm²黄绿接地线连接时, 接地线需压线鼻与U钢孔螺栓连接
- **U钢与圆钢:** U钢与圆钢不可直接焊接, 需先使用扁铁与U钢螺栓连接(参见U钢与扁钢连接要求), 再使用圆钢与扁钢焊接, 焊接长度不小于圆钢直径6倍
- **接地极材料:** 圆钢($\phi 16$)/角钢(40*40*4mm), **不得使用螺纹钢, 不得使用房屋原有地梁、圈梁当作接地极(详见辅材要求)**; **一般要求:** 接地极埋地深度 $\geq 2.5\text{m}$, 若有多根接地极, 相邻两根接地极间距 $\geq 3\text{m}$; **接地警示:** 接地引下线距离接地极1.8米段需喷涂黄绿双色警示漆, **间隔100mm**
- **接地极与引下线连接:** 圆钢与圆钢/扁铁/角钢焊接**搭接长度 \geq 圆钢直径6倍**, 扁铁与角钢焊接搭接长度 $\geq 8\text{cm}$
- **支架电阻要求:** 支架单独接地时, **接地电阻要求 $\leq 10\Omega$** ; **电气接地电阻要求:** 电气接地电阻阻值 $\leq 4\Omega$
- **共用接地要求:** 支架接地与电气接地(配电箱、逆变器)共用接地极时, 接地电阻值 $\leq 4\Omega$

施工注意事项:

- 1、注意安全!!! 高空作业正确佩戴安全绳和其他防护
- 2、屋面打孔位置均需按照要求做好防水
- 3、组件安装完毕整体整齐平整, 表面无脏污
- 4、踏勘标明可移除的遮挡物均已移除
- 5、所有切割打孔位置需要做防锈

- 6、所有穿线缆的管口均需封堵防火泥
- 7、组串电压信息上传时未接入的组串写0
- 8、支架接地和电气设备接地使用两套垂直接地体
- 9、接地引下线搭接长度不能低于10cm, 不能折死弯
- 10、所有施工图片真实清晰



扫码查看施工教学视频

施工信息采集和审核标准

采集内容		审核标准与要求	照片数量
安装准备	逆变器信息录入	需看清序列号、功率等必要信息，否则后期自行补拍（扫码录入的逆变器必须与实际安装和BOM清单设计的逆变器型号保持一致）	至少2张
	并网信息录入	拍摄并网铭牌照片（规格型号务必和BOM清单及实际使用的一致，不一致流程直接退回）	至少1张
	组件扫码录入	手机扫描需安装的每块组件条形码，录入序列号（录入的组件数量与实际安装数量、设计数量和BOM清单数量必须保持一致，如不一致，流程直接退回）	—
	核对设计清单	核实BOM中物料数量、实时设计数量、实际使用数量三者数据需保持一致 BOM中配电箱和逆变器型号需与实际安装型号一致	—
	安全技术交底表签上传	施工地点与安装地点，精确到村；施工负责人与安装队长；交底人写现场管理人员；被交底人必须写全部施工人员，不能以一个人代替全部	至少1张
支架安装	膨胀螺栓测量照	用钢卷尺测量柱脚膨胀螺栓长度是否满足技术图纸要求，要求照片应能看清尺寸刻度	至少1张
	水泥墩尺寸测量照	将水泥墩尺寸情况都拍摄上传，要求同时看到测量起始位置，完整反馈体积尺寸	至少3张
	柱脚打孔打胶照	明确体现打孔/吹灰/打胶，屋面无漏水无明显开裂；防水材为硅酮密封胶/沥青胶，禁用沥青漆	至少1张
	柱脚安装完成照	拍摄柱脚安装完成后和安装面之间底部固定照片，要能看清底部完整固定方式以及防水情况 注：①屋顶板无明显开裂，空洞情况；②水泥墩表面平整，无明显蜂窝麻面缺块情况；③螺杆螺母弹垫固定牢靠；④螺杆出螺母至少3个丝；⑤底座无翘起，与基础贴实固定牢靠	至少2张
	柱脚防水照	体现基础底座的固定工艺、固定螺栓数量、防水工艺；必须要安装和防水工艺全部完成之后再拍照	至少1张
	支架加固（十字斜撑）照	拍摄最北侧立柱柱间支撑加固完整情况；所有螺栓弹垫固定完成牢靠	至少3张
	支架接地照	拍摄屋顶支架接地情况 注：①严禁扁铁固定于U型钢开口处；②禁止扁铁固定于底座、焊接于支架；③扁铁与支架至少两颗螺栓固定贴合紧密牢靠，螺栓间距离至少100mm；④拍摄屋顶完整的扁铁固定、铺设情况	至少1张
	支架整体照	支架整体照片需拍摄支架安装完成后的图，显示支架整体布置正面照片，方阵南侧西往东北，东往西北至少各一张	至少4张
	视频拍摄	体现支架安装完成后的电站周围360°全景，采用无人机/手机围绕电站四周拍摄一圈；体现周边支架安装环境，方阵无阴影遮挡；支架加固结构符合设计图纸要求	360°拍摄
组件安装	组件安装全景图	无人机拍摄，照片须体现组件数量、周围20m内环境；有疑似遮挡需拍摄遮挡物高差及距离组件尺寸图	至少1张
	东西向航拍全景照	使用无人机，东往西、西往东航拍各一张；需体现组件安装/整体以及四周环境；方阵周边无阴影遮挡；电站光伏组件最高处离室外地坪高度满足设计要求，且满足当地限高要求	至少2张
	完工近景照	组件无破损/碎裂/污染/踩踏痕迹/暴力施工/下方无烟囱；相邻光伏组件间边缘无明显高差（5mm内）	至少1张
	组件安装完成侧面照	体现方阵东/西/南/北悬挑各一张，确认悬挑是否超出设计要求；必要时使用卷尺测量尺寸 组件边缘距离檩条端头距离 > 60mm；檩条向边缘组件挑出斜梁应满足设计图纸规范要求；主梁两端悬挑符合设计规范要求（南北端排立柱距离两侧檩条）	至少4张
	组件固定照	拍摄组件固定方式，固定位置距背锁孔±100mm内；不允许组件只有短边边框搭在檩条上安装；压块与组件边框紧密无空隙，下压式抱箍固定牢固无歪斜	至少1张
	组件接地照	照片中体现组件间的接地情况，如为刺破垫片接地可拍摄压块部位，如为黄绿接地线则拍摄组件背面相邻处，带刺破的压板需拍摄压板照片（组件与组件之间接地用4mm²黄绿铜线；组件与支架之间接地用6mm²黄绿铜线；禁止边框打孔）	至少1张
	组件铭牌照	照片中组件铭牌照片清晰可见；组件铭牌拍摄清晰，型号与BOM保持一致	至少1张
	组件安装倾角照	组件装完后，手机放在组件上进行拍摄；组件倾角满足设计要求范围内，允许偏差±1°；南北坡和东西坡安装的阵列，必须将两个坡面的组件倾角都拍摄上传	至少2张
	电站方位角照	组件装完后用手机顶着最南边一块组件边框拍摄；电站若无法在最外侧组件拍摄时，可在朝南坡组件边框处拍照；电站方位角满足设计要求范围内	至少1张
	直流线缆绑扎照	直流线缆绑扎的整体绑扎照；直流线缆不可放置于U型钢槽内，应使用耐久绑扎线固定在支架背阴侧（可选用直径≥0.5mm的塑包铝线）直流延长线多余过长时需采用环绕八字型绑扎固定；多阵列方阵相邻阵列间直流线架空穿管时，必须钢丝绳固定牵引，并拍摄固定牵引细节完整情况上传系统	至少1张
	直流线缆套管保护照	直流线缆敷管保护照；出线管口防火泥封堵完好，横平竖直，严禁做中间接头，1.8m一个骑马卡 打开直流线圈连接时，一定要撕掉贴线圈用的胶带，避免组件发电后产生高温，胶带融化损坏组件	至少1张
	檩条边缘距离组件照	体现组件边缘与檩条端头的距离（> 60mm），必要时使用钢卷尺，需保证檩条端头需超出压块边缘	至少1张
	警示牌照	需挂在最容易被观察到的地方，比如支架上，照片中需明确体现出安全警示牌；标识牌采用铝塑板制作尺寸：420×297mm（A3纸大小）	—
视频拍摄	组件安装完成后电站周围360°全景，用无人机绕电站四周拍摄一圈，体现组件安装整体情况，无阴影遮挡	360°拍摄	
电气安装	逆变器/配电箱安装完成整体照	完整走线及周围环境（如电缆走线/逆变器接线/燃气管道/雨棚/设备外机/离地高度/接地黄绿双色漆等）黑色波纹管内部带钢圈，使用长度≤30cm，安装远离卧室，并网箱写上用户姓名，逆变器上需有警示标识	至少1张
	逆变器外壳接地照	对逆变器外壳接地拍照；逆变器外壳使用BVR-1×10mm²的黄绿双色线接地，必须接在外壳接地孔上；逆变器外壳接地不允许直接接支架	至少1张
	配电箱内部照	配电箱内部照片需体现走线、进出线孔防火泥封堵、接线端子的使用等情况，若双刀闸配电箱需拍摄上端电网侧情况（未接线也需拍摄）	至少1张
	直流组串电压测试照	每串直流组串电压测试均需测试并拍照，同时照片中必须体现出MC4接头	—
	组串接入逆变器照	体现每个MPPT单元组串路数，由下往上拍，每个组串需有号码管；安装正确、牢固、无破损等现象	至少1张
	接地极连接照	地极桩头与接地引下线连接部分状况必须清晰可见；如果接地极需要用水泥封堵，那么必须是扁铁（圆钢）与接地极连接，否则需留测试口；接地极以上1.8米内需喷涂黄绿双色警示漆；至少2张照片，一张接地桩头处照片，一张远景警示图；选用4#热镀锌角钢或φ16热镀锌圆钢，埋地深度≥2.5m	至少2张
	接地电阻测试照	阻值数值清晰，需体现接地桩头；支架接地电阻≤10Ω，电气接地电阻≤4Ω，支架与电气共用接地电阻≤4Ω	至少1张