

技术交底记录

工程名称		交底日期	2022 年 月 日
建设单位			
监理单位			
施工单位			
交底 提要	1. 注意事项；2. 彩钢瓦支架安装；3. 水泥屋顶支架安装；4. 组件安装；5. 组件压块安装；6. MC4 连接器安装；7. 电缆保护管施工；8. 电缆直埋电缆架制作及安装；9. 穿管、支、吊架上电缆敷设；10. 电缆终端制作及安装；11. 电缆防火与阻燃；12. 逆变器安装接线、箱变安装；13. 配电盘（开关柜）安装；14. 二次回路接线；15. 设备基础；16. 接地安装；17. EHS 设施施工工艺；18、车棚安装；19. 气象站安装；20. 水清洗系统安装；21. 视频监控 、通信系统安装；22. 彩钢瓦更换、加固施工；		
交底内容： 一、注意事项 1、进厂采购设备必须严格按照合同短名单采购； 2、现场爬梯入口、围墙、光伏阵列、逆变器、并网柜处等应放置警示牌； 3、屋顶应按消防要求放置相应的灭火器材； 4、组件进厂前必须完成视频安装调试（可视范围需覆盖所有光伏设备安装区域）； 5、桥架盖板需用专用卡扣安装固定，并用不锈钢扎带绑扎，不得打自攻钉固定； 二、彩钢瓦支架安装 1、工艺标准： 1.1 夹具安装： （1）夹具横向定位（与彩钢瓦楞垂直的方向）误差≤±3mm； （2）夹具采用双螺栓固定，要求牢固、可靠，平、弹垫齐全、完好； （3）螺栓扭矩≥15NM，并满足抗拔力要求； （4）夹具安装高度依托彩钢瓦瓦楞高度，但相邻夹具高差应≤5mm； （5）螺栓紧固方向要保持一致； 1.2、导轨安装： （1）导轨安装应与彩钢瓦瓦楞保持垂直（组件竖装）； （2）导轨与夹具采用螺栓连接，要求连接牢固可靠、平弹垫齐全； （3）如导轨长度不足需采用连接件连接的，连接件长度不得<120mm，连接件安装螺栓应重点检查，保证连接可靠； （4）如导轨长度过长需要截断的，截断切口处应保持平整，并去除毛刺；			

1.3、组件压块安装：

- (1) 压块安装位置需依据组件安装手册要求，通常安装于组件长边 1/4 处；
- (2) 压块采用螺栓安装，应配置弹垫；
- (3) 压块螺栓下的铝合金卡块螺母应对正装卡在导轨沟槽中，不得有歪斜现象；
- (4) 组件边框应紧贴压块两侧面，不得出现空隙；

2、施工要点：

- (1) 夹具安装前应做好屋顶放线定位，必要时应使用全站仪辅助定位，保证夹具安装线不出现歪斜，并保持与屋顶边缘线平行；
- (2) 所有螺栓均应配置防松件（如弹垫），不得出现遗漏；
- (3) 所有螺栓、螺母、垫片均要求为不锈钢 304 材质，如现场出现数量不足的情况，应联系支架厂家补货，不得自行通过未认证的渠道采购；
- (4) 夹具安装时应注意保护彩钢瓦表面，避免刮蹭；
- (5) 隐蔽施工部位需三方验收后再进行下一步项目工程施工，细节节点与大面进行带水印拍照并存档，隐蔽施工部位留好照片影像；
- (6) 彩钢瓦打孔时需要做好防水措施；

三、水泥屋顶支架安装

1、工艺标准：

- (1) 水泥基础高度误差 $\leq 3\text{mm}$ ，单阵列倾斜梁方向两水泥基础距离误差 $\leq 5\text{mm}$ ，左右误差（直线度误差） $\leq 1\text{mm}$ ，檩条方向相邻两水泥基础距离误差 $\leq 10\text{mm}$ ，左右误差 $\leq 3\text{mm}$ （误差测量以预埋件为准），现场搅拌水泥应放置配比公告牌，预制商砼标号要求 C30 以上；
- (2) 混凝土基础预制需放置绑扎钢筋笼，并与 U 型预埋件固定；
- (3) 现场混凝土基础浇筑需用使用电动振捣棒振捣；
- (4) 人工现场搅拌混凝土浇筑基础之前每次搅拌留试块一组；
- (5) 现场浇筑基础模板底部铺设塑料膜，保证模具内部清洁，底部不允许铺设沙子；
- (6) 根据天气情况，混凝土基础达到强度方可以拆模，至少需二至三天以上；
- (7) 水泥基础浇筑拆模后应采用塑料膜包裹养护，保证表面质量，水泥基础平整度误差 $\leq 3\text{mm}$ ，基础底部需放置沥青防水卷材，单边尺寸超出基础 5mm；
- (8) 水泥基础高度误差较大时，为安装支架立柱，可以采用双螺母或垫片调节柱脚高度，并用素混凝土填充柱脚下的空隙；但每排组件阵列此做法不得超过一处；
- (9) 钢支架前后立柱采用底部调节腰孔调节安装位置，要求安装牢固、整齐，角度误差 $\leq \pm 5\text{mm}$ ；立柱垂直于水泥基础上表面（ $90 \pm 1^\circ$ ），不得出现歪斜；
- (10) 钢支架檩条安装应保证齐平，檩条安装直线度误差 $\leq \pm 3\text{mm}$ ；
- (11) 组件安装压块下与檩条卡接的钢制方形螺母应对正装卡在檩条沟槽中，不得出现歪斜；
- (12) 横梁两端压块固定位置 $\geq 5\text{cm}$ ，并安装堵头；
- (13) 支架不允许现场切割，如因特殊情况必须现场切割需报监理做好切割安装部位记录，切割后需打磨边缘毛刺，并涂刷至少两遍以上防锈漆；

2、施工要点：

- (1) 所有螺栓安装应配置齐全平、弹垫，不得遗漏；
- (2) 安装前应做好屋顶放线定位，阵列较长时应使用全站仪辅助定位，保证安装线不出现歪斜，并保持与屋顶边缘线平行；

(3) 所有支架、螺栓、螺母、垫片均要求为不锈钢 304 或热浸镀锌钢材质，如现场出现数量不足的情况，应联系支架厂家补货，不得自行通过未认证的渠道采购；

(4) 屋顶平整度差时，水泥墩支模前应制作找平层，水泥墩浇筑宜采用二次浇筑，以控制水泥墩上表面高度齐平；

(5) 檩条连接件处为薄弱部位，重点关注此处的螺栓安装，四个螺栓，并配置齐全平、弹垫；

(6) 隐蔽施工部位需三方验收后再进行下一分项工程施工，细节节点与大面进行带水印拍照并存档，隐蔽施工部位留好照片影像；

四、组件安装

1、工艺标准：

(1) 光伏组件应按照设计图纸的型号、规格进行安装；

(2) 将安装用到的工具装备事先准备好，通过搬运工具挪到支架附近，方便安装；将计划安装的组件搬运至安装地点；

(3) 同一阵列的组件安装顺序可以从左至右，也可以从右至左；

(4) 地面项目和混凝土屋顶项目的安装过程中最好以三人为一组，两人负责竖直搬运（严禁水平搬运）和放置组件到支架上，然后另外一人负责安装压块和紧螺母；彩钢瓦屋顶项目组件沿屋面原有角度安装过程中不少于两人一组（严禁单人搬运组件）；

(5) 两人搬组件至横梁下端，并进行定位调平及设置水平基准线，一人辅助安装压块压住组件并锁紧第一块基准组件；其中，在组件方阵底下第 1 排组件上安装两个螺栓卡在横梁的底端卡槽上用于防止组件下滑从而省去人工托护，只需轻轻推动组件边框便可实现组件定位；

(6) 以第 1 块组件为基准，先将底下第 1 排组件进行定位并固定安装；以固定好底下第 1 排组件及基准线为参考标准，依次安装剩余组件，并利用定扭矩电动扳手锁紧已安装组件压块螺栓；

(7) 最终进行整体螺栓紧固检查，并检查阵列所有组件是否整齐统一，如有问题再做相应调整；

(8) 组件安装完毕后，要用量角器进行测量，确认组件安装倾角是否达到设计要求；

(9) 光伏组件固定螺栓的力矩值应符合产品或设计文件的规定；以隆基组件安装手册中相关要求为例，M8 螺栓拧紧的扭力矩范围为 14 N*m - 18 N*m；M6 螺栓拧紧的扭力矩范围为 5 N*m - 12 N*m；

(10) 相邻两块组件边框间隔不小于 10mm；

光伏组件安装允许偏差应符合下表的规定；

表 5.3.2 光伏组件安装允许偏差

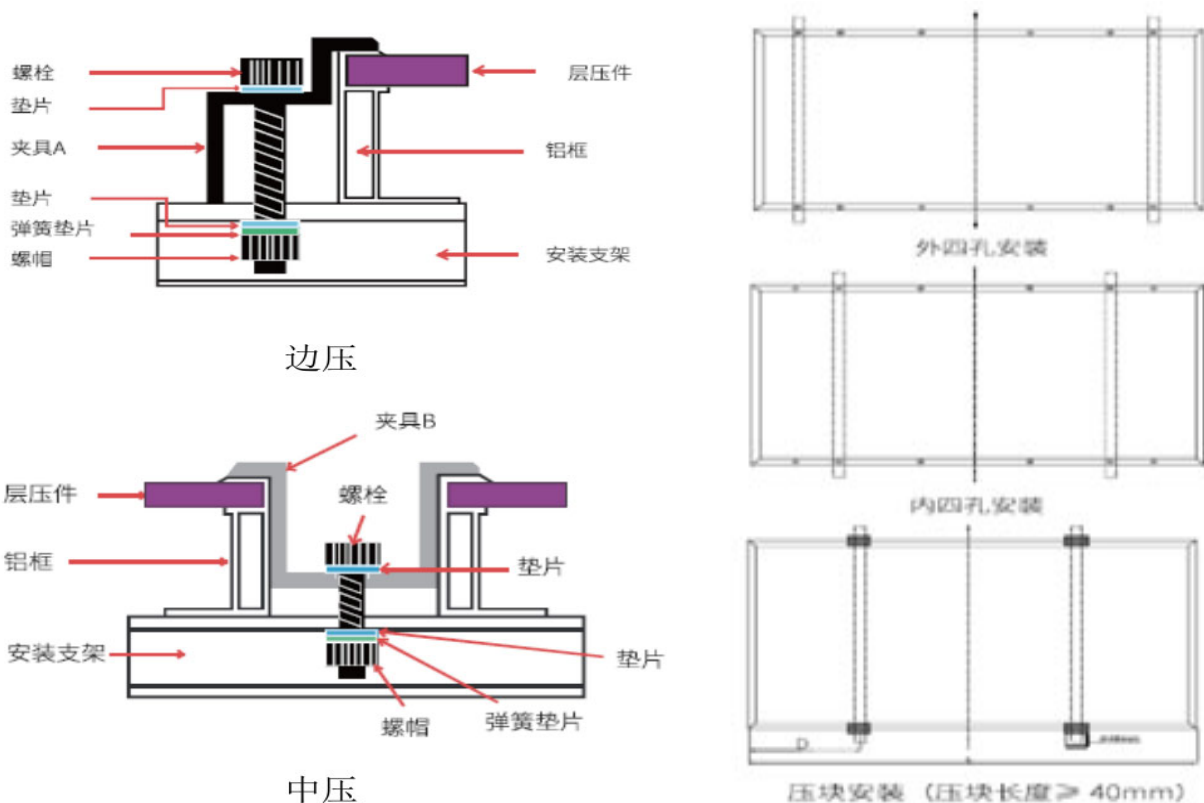
项 目	允 许 偏 差	
倾斜角度偏差	$\pm 1^\circ$	
光伏组件边缘高差	相邻光伏组件间	$\leq 2\text{mm}$
	同组光伏组件间	$\leq 5\text{mm}$

2、施工要点：

- (1) 必须保持连接器干燥，不要将其它任何金属物体插入连接器内；
- (2) 任何情况下禁止通过抓住连接器或导线拎起整块组件；
- (3) 禁止在组件上站立或者走动；禁止将一块组件跌落在另一块组件上；禁止在组件边框上钻孔；
- (4) 不要把任何重物压在组件表面玻璃上；
- (5) 当把一块组件放到某个平面上时，必须小心操作，尤其是组件的边角处；
- (6) 不要尝试拆开组件，也不要移除组件的名牌或者组件上的任意部件；
- (7) 避免组件背板收到损伤，禁止划伤组件背板；
- (8) 除了等电位连接的时候，禁止划伤铝合金边框表面的阳极氧化膜禁止自行修复钢化玻璃或背板损坏的组件；
- (9) 使用组件边框上的安装孔安装时，螺栓规格、材质符合安装孔径和组件安装手册要求，垫圈使用扁平不锈钢；
- (10) 隐蔽施工部位需三方验收后再进行下一分项工程施工，细节节点与大面进行带水印拍照并存档，隐蔽施工部位留好照片影像；

五、组件压块安装

1、工艺标准





短边压块安装 (压块长度 $\geq 40\text{mm}$)



无框组件压块安装 (压块长度 = 150mm)

2、施工要点:

- (1) 通过带框组件长边压块安装的, $D=1/4L \pm 50 \text{ mm}$ (压块长度大于 65mm);
- (2) 通过带框组件短边压块安装的, $D=200 \pm 50 \text{ mm}$ (压块长度大于 40mm);
- (3) 通过无框组件长边压块安装的, $S=350 \pm 50 \text{ mm}$ 时, 组件正面能承受的最大静载荷为 5400 Pa, 背面能承受的最大静载荷为 2400 Pa; $S=450 \pm 50 \text{ mm}$ 时, 组件正面和背面能承受的最大静载荷为 2400 Pa;
- (4) 组件放置严禁集中荷载, 彩钢瓦屋顶吊一箱散一箱, 水泥屋顶整箱散开放置;

六、MC4 连接器安装

1、工艺标准:

- (1) 外接电缆同插接件连接处应搪锡; 光伏组件间连接线可利用支架进行固定, 并应整齐、美观;
- (2) 摇测电缆绝缘, 选用 1000V 兆欧表, 对电缆进行摇测, 绝缘电阻应在 $50\text{M}\Omega$ 以上;
- (3) 利用自动剥线钳剥除绝缘层, 露出导线, 剥线长度应在 8-10mm 左右。过多露出导线不利于电气安全, 过短会导致和接触头面积过小, 造成接触不良;
- (4) 分清正负极, 将剥掉头的裸线放入插针尾端, 使用压接钳把插针与裸线铆接在一起分别将压接好的正、负极线缆插入对应的正、负极连接器中, 直到听见“咔哒”声, 说明卡入到位, 回拉检验是否插入到位;

(5) 顺时针旋转扭紧螺帽，使得螺帽与连接头本体之间的间隙控制在 1.0-1.7mm 之间；将铆好线缆的插针(或者插套)插入负极(或者正极)连接器内，听到咔嗒声，并向外拉电缆拉不出来为止；

(6) 如需断开连接器，使用断开工具插入连接器的卡口位置，分别拉拔连接器，即可分开正负极连接器。

2、施工要点：

(1) 同一光伏组件或光伏组件串的正负级不允许短接，电缆摇测完毕后，应将芯线分别对地放电；

(2) 电缆终端头的制作安装应符合规范规定，绝缘电阻合格，电缆终端头固定牢固，芯线与接线端子压接牢固，接线端子与设备螺栓连接紧密，极性正确，绝缘包扎严密。检验方法：用手扳动和观察检查。

(3) 在光伏组件及外购 MC4 连接器进场之后，需对外购 MC4 连接器的适用性进行检查，分别随机选择 5~10 个插针与插帽，与到货的 3~5 块光伏组件上附带的 MC4 连接器进行对插测试（测试过程中需戴手套），如果对插过程中，插针和插帽与组件自带的部分贴合紧密，松紧度一致，再对外壳的适用性进行插接测试，通过测试后方可使用。如遇到插接过紧或过松的现象，需与供货方和我司采购部门联系，对 MC4 连接器进行更换，或经采购部门同意后，对组串总线连接点和延长线连接点处的组件上附带的 MC4 连接器进行剪除弃用，使用外购 MC4 连接器重新制做，保证在光伏区安装制做的 MC4 连接器相互配套。

(4) 组串式逆变器或带 MC4 连接器的汇流箱，其连接点必须用设备厂家配套附带的连接器进行接线制做，严禁使用不同厂家配件。

(5) 保证电缆头整齐，必须用专用电缆钳剪切光伏电缆，防止出现剪切不彻底造成有毛刺现象。防止电缆芯线伤损，必须用自动剥线钳剥除绝缘层，接线前必须保证连接头内无杂质及雨水。

(6) 为了避免风沙进入连接头，组件安装之后，在 72 小时内完成导线连接，空余的两个连接头需用胶带或其他物品缠绕保护，连接时应出现“咔嗒”的清脆声。

(7) 断开时不可直接拉扯电缆，一定要拉拔连接器本体，连接好的连接器中间无缝隙，密封圈无损坏，不可将密封圈去除，连接器不可放入穿线管。

(8) 对于直接接线式直流汇流箱，光伏电缆在剥线后，需套上管型接线端子，用专用压线钳压实后接入，并保证接线牢固，严禁将光伏电缆导体直接穿入压接端子进行接线连接。

(9) 施工前须做好安全措施，对于直流汇流箱接线方式，首先停汇流箱空开，其次将对应组串正负极保险断开，再用电流钳表测量作业组串电流，确认无电流后方可继续开展对应组件 MC4 连接器更换作业。

(10) 对于单块或两块组件的 MC4 连接器更换作业，须将作业点所在组件前后连接的两块组件连接器全部拆开，确保作业组件全部与外回路隔离，并用专用胶垫封住连接器端口，做好连接器端头固定悬空措施。

(11) 使用绝缘防火遮光布进行作业组件的遮挡，确保遮挡效果满足要求（万用表检查组件开路电压低于 2V），方可开展相关组件 MC4 连接器更换工作。

应注意的质量问题：

1、在光伏组件及外购 MC4 连接器进场之后，需对外购 MC4 连接器的适用

性进行检查，分别随机选择 5~10 个插针与插帽，与到货的 3~5 块光伏组件上附带的 MC4 连接器进行对插测试（测试过程中需戴手套）。

1) 如果对插过程中，插针和插帽与组件自带的部分贴合紧密，松紧度一致，再对外壳的适用性进行插接测试，通过测试后方可使用。

2) 如遇到插接过紧或过松的现象，需与供货方和我司采购部门联系，对 MC4 连接器进行更换，或经采购部门同意后，对组串总线连接点和延长线连接点处的组件上附带的 MC4 连接器进行剪除弃用，使用外购 MC4 连接器重新制做，保证在光伏区安装制做的 MC4 连接器相互配套。

2、防止光伏电缆芯线与接线端子压接不紧固，接线端子与芯线截面必须配套，压接时模具规格与芯线规格一致。

3、组串式逆变器或带 MC4 连接器的汇流箱，其连接点必须用设备厂家配套附带的连接器进行接线制做，严禁使用不同厂家配件。

4、保证电缆头整齐，必须用专用电缆钳剪切光伏电缆，防止出现剪切不彻底造成有毛刺现象。

5、防止电缆芯线伤损，必须用自动剥线钳剥除绝缘层。

七、电缆保护管施工

1、工艺标准：

(1) 热镀锌钢管外观镀锌层完好，无穿孔、裂缝和显著的凸凹不平，内壁光滑；金属软管两端的固定卡具（管箍、短接头、胶圈、衬管、外帽）应齐全；

(2) 保护管的内径与电缆外径之比不得小于 1.5；

(3) 每根电缆管的弯头不应超过 3 个，直角弯不应超过 2 个；弯制后，不应有裂缝和显著的凹瘪现象，其弯扁程度不宜大于管子外径的 10%；电缆管的弯曲半径不应小于所穿入电缆的最小允许弯曲半径；保护管的弯制角度应大于 90°

(4) 明敷电缆管应安装牢固，横平竖直，管口高度、弯曲弧度一致；支点间距离不宜超过 3m；当电缆管的直线长度超过 30m 时，宜加装伸缩节；非金属类电缆管宜采用预制的支架固定，支架间距不宜超过 2m；

(5) 直埋保护管埋设深度应大于 800mm；

(6) 引至设备的电缆管管口位置，应便于与设备连接并不妨碍设备拆装和进出；并列敷设的电缆管管口应排列整齐，高度一致；

(7) 电缆管应有排水坡度；

(8) 二次电缆穿管敷设时电缆不应外露。

(9) 电缆必须使用阻燃铜芯电缆。

2、施工要点：

(1) 材质要求：保护管宜采用热镀锌钢管、不锈钢波纹管；

(2) 保护管制作：

a. 根据敷设路径精确测量各设备所需保护管的长度；

- b. 根据各设备敷设的电缆型号，选择合适的保护管；
- c. 保护管的管口应进行钝化处理，无毛刺和尖锐棱角，弯曲时宜采用机械冷弯；
- d. 镀锌保护管管口、锌层剥落处也应涂以防腐漆；

(3) 电缆管的安装：

- a. 金属电缆管不宜直接对焊，宜采用套管焊接方式，连接时两管口应对准、连接牢固、密封良好，套接的短套管或带螺纹的管接头的长度不应小于电缆管外径的 2.2 倍，两端应封焊；采用金属软管及合金接头做电缆保护接续管时，其两端应固定牢靠、密封良好；
- b. 硬质电缆管在套接或插接时，其插入深度宜为管子内径的 1.1~1.8 倍；在插接面上应涂以胶合剂粘牢密封；采用套接时套管两端应采取密封措施；
- c. 丝扣连接的金属管管端套丝长度应大于 1/2 管接头长度；
- d. 保护管敷设采取明敷和直埋两种方式；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；
- e. 保护钢管接地时，应先焊好接地线，再敷设电缆；
- f. 电缆管敷设时应有防下沉措施；
- g. 敷设进入逆变器、汇流箱、电源箱等的电缆管时，应根据保护管实际尺寸进行开孔，不应开孔过大或拆除箱底板；

八、电缆直埋、电缆架制作及安装

1、工艺标准：

- (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) 电缆沟内通长扁铁应固定牢固，接地良好，全线连接良好，上下水平；通长扁铁接头处宜平弯后进行搭接焊接，使通长扁铁表面平齐；
- (3) 电缆支架应固定牢固，无显著变形；各横撑间的垂直净距与设计偏差不应大于 5mm；支架的水平间距应一致，层间距离不应小于 2 倍电缆外径加 10mm，35kV 及以上高压电缆应小于 2 倍电缆外径加 50mm；
- (4) 电缆支架宜与沟壁预埋件焊接，焊接处防腐，安装牢固，横平竖直，各支架的同层横撑应在同一水平面上，其高低偏差 $\leq 5\text{mm}$ ，在有坡度的电缆沟内或建筑物上安装的电缆支架，应有与电缆沟或建筑物相同的坡度；电缆支架最上层及最下层至沟顶、楼板或沟底、地面的距离，应符合 GB 50168《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》的规定；
- (5) 钢结构竖井垂直度偏差不大于其长度的 2%，横撑的水平误差不大于其宽度的 2%，对角线的偏差不应大于其对角线长度的 5%；
- (6) 电缆沟内通长扁铁跨越电缆沟伸缩缝处应设伸缩弯；
- (7) 电缆表面距地面的距离不应小于 0.8m，穿越车行道下敷设时不应小于 1m，在引入建筑物、与地下建筑物交叉及绕过地下建筑物处，可浅埋，但应采取保护措施；
- (8) 电缆应埋设于冻土层以下，当受条件限制时，应采取防止电缆受到损坏的措施；

(9) 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；

(10) 电缆与站区道路交叉时，应敷设于坚固的保护管或隧道内；电缆管的两端宜伸出道路路基两边 500mm 以上，伸出排水沟 500mm；

(11) 直埋电缆在直线段每隔 50m~100m 处、电缆接头处、转弯处、进入建筑物等处，应设置明显的方位标识或标桩；

2、施工要点：

(1) 材质要求：电缆支架宜采用角钢制作，工厂化加工，热镀锌防腐；通长扁铁应采用镀锌扁钢；

(2) 电缆沟土建项目验收合格（电缆沟内侧平整度、预埋件）；

(3) 通长扁铁焊接前应进行校直，安装时宜采用冷弯，焊接牢固；

(4) 电缆支架安装前应进行放样，间距应一致；金属支架全长均应有良好接地；

(5) 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，应作特殊的防腐处理；

(6) 金属支架焊接牢固，电缆支架焊接处两侧 100mm 范围内应做防腐处理；复合材料支架采用膨胀螺栓固定，在电缆沟十字交叉口、丁字口处宜增加电缆支架，防止电缆落地或过度下垂；

(7) 直埋电缆沟开挖深度应大于 1000mm，且应大于冻土层厚度，宽度应大于 500mm；

(8) 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；

(9) 直埋电缆回填土前，应经隐蔽工程验收合格，并分层夯实；

(10) 平行排列的 10kV 以上电力电缆之间间距不小于 250mm；

(11) 隐蔽施工部位需三方验收后再进行下一分项工程施工，细节节点与大面进行带水印拍照并存档，隐蔽施工部位留好照片影像；

九、穿管、支、吊架上电缆敷设

1、工艺标准：

(1) 管道应排列整齐，走向合理，管径选择合适；

(2) 管口排列整齐，封堵严密；

(3) 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；

(4) 最小弯曲半径应为电缆外径的 12 倍；交联聚氯乙烯绝缘电力电缆应为 15 倍；

(5) 电缆绑扎带间距和带头长度规范统

(6) 各电缆终端应装设规格统一的标识牌，标识牌的字迹应清晰不易脱落；

(7) 电缆下部距离地面高度应在 100mm 以上；

(8) 防静电地板下电缆敷设宜设置电缆盒或电缆桥架并可靠接地；

2、施工要点：

(1) 电缆敷设必须使用钢管，电缆管在敷设电缆前，应进行疏通，清除杂物；

(2) 穿入管中的电缆的数量应符合设计要求；

(3) 交流单芯电缆不得单独穿入钢管内；

(4) 穿电缆时，不得损伤护层；

(5) 确定电缆路径和敷设顺序；

(6) 电缆敷设时，电缆应从盘的上端引出，不应使电缆在支架上及地面摩擦拖拉，电缆上不得有铠装压扁、电缆绞拧、护层折裂等未消除的机械损伤；

(7) 机械敷设电缆的速度不宜超过 15m/min；

(8) 高、低压电力电缆，强电、弱电控制电缆应按顺序分层配置，一般情况宜由上而下配置，但在含有 35kV 以上高压电缆引入柜盘时，为满足弯曲半径要求，可由下而上配置；

(9) 控制电缆在普通支吊架上不宜超过 1 层，桥架上不宜超过 3 层；交流三芯电力电缆在普通支吊架上不宜超过 1 层，桥架上不宜超过 2 层；

(10) 交流单芯电力电缆应布置在同侧支架上，呈品字形敷设；

(11) 电力电缆与控制电缆不宜配置在同一层支吊架上；

(12) 电缆固定：垂直敷设或超过 45° 倾斜的电缆每隔 1m 固定（十字绑扎）；水平敷设的电缆每隔 2m 进行固定，电缆首末两端及转弯处、电缆接头处必须固定；交流单芯电力电缆固定夹具或材料不应构成闭合磁路；当按紧贴正三角形排列时，应每隔一定距离用绑带扎牢，以免其松散；

(13) 电缆敷设后应及时装设标识牌；

(14) 隐蔽施工部位需三方验收后再进行下一分项工程施工，细节节点与大面进行带水印拍照并存档，隐蔽施工部位留好照片影像；

十、电缆终端制作及安装

1、工艺标准：

(1) 单层布置的电缆头的制作高度宜一致；多层布置的电缆头高度可以一致，或从里往外逐层降低；同一区域或每类设备的电缆头的制作高度和样式应统一；

(2) 热缩管应与电缆的直径配套并加五指套，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；

(3) 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某一统一高度；

(4) 电缆屏蔽线、钢带接地线应分别引出，应在电缆的统一的方向分别引出；

2、施工要点：

(1) 严格按照产品技术要求采用热缩、冷缩绝缘材料制作电缆头；

(2) 电缆芯线规格与接线端子规格配套，压接面清洁光滑、压接紧密，接线端子面平整洁净；

(3) 接地线与钢带宜用铰接的方式连接，采用聚氯乙烯带进行缠绕，确保连接可靠；用热缩管烘缩钢带露出部位；

(4) 制作电缆终端与接头，从剥切电缆开始应连续操作直至完成，缩短绝缘暴露时间；

(5) 电缆终端和接头应采取加强绝缘、密封防潮、机械保护等措施；

(6) 35kV 及以下电缆在剥切线芯绝缘、屏蔽、金属护套时，线芯沿绝缘表面至最近接地点（屏蔽或金属护套端部）的最小距离应符合要求；

(7) 塑料绝缘电缆在制作终端头和接头时，应彻底清除半导电屏蔽层；

(8) 电缆线芯连接时，应除去线芯和连接管内壁油污及氧化层；压接模具与金具配合恰当；

(9) 三芯电力电缆终端处的金属护层应接地良好，单芯电缆应按设计要求接地，必须接地良好；塑料电缆每相铜屏蔽和钢铠应锡焊接地线；电缆通过零序电流互感器时，电缆金属护层和接地线应对地绝缘，电缆接地点在互感器以下时，接地线应直接接地；接地点在互感器以上时，接地线应穿过互感器接地；

(10) 单芯电缆或分相后的各相终端的固定不应形成闭合的铁磁回路，固定处应加装符合规范要求的衬垫；

(11) 电缆终端上应有明显的相色标识，且应与系统的相位一致；

(12) 隐蔽施工部位需三方验收后再进行下一分项工程施工，细节节点与大面进行带水印拍照并存档，隐蔽施工部位留好照片影像；

十一、电缆防火与阻燃

1、工艺标准：

(1) 敷设阻燃电缆的电缆沟每隔 80~100m 设置一个隔断，敷设非阻燃电缆的电缆沟宜每隔 60m 设置一个隔断，一般设置在临近电缆沟交叉处；

(2) 防火墙中间采用无机堵料、防火包或耐火砖堆砌，其厚度一般不小于 150mm，两侧采用 10mm 以上厚度的防火板封隔；

(3) 防火墙顶部用有机堵料填平整，并加盖防火板；底部必须留有排水孔洞；

(4) 防火墙两侧不小于 1m 范围内电缆应涂刷防火涂料，厚度为 (1 ± 0.1) mm；

(5) 沟底、防火板的中间缝隙应采用有机堵料做线脚封堵，厚度大于防火墙表层的 10mm，宽度不得小于 20mm，呈几何图形，面层平整；

(6) 防火墙上部的电缆盖上应涂刷红色的明显标记；

(7) 孔洞底部铺设厚度为 10mm 的防火板，在孔隙口及电缆周围采用有机堵料进行密实封堵，电缆周围的有机堵料厚度不得小于 20mm，用防火包填充或无机堵料浇筑，塞满孔洞；

(8) 在孔洞底部防火板与电缆的缝隙处做线脚，线脚厚度不小于 10mm，电缆周围的有机堵料的宽度不小于 40mm，电缆管口封堵露出管口厚度不小于 10mm；

(9) 盘、柜底部以厚度为 10mm 防火板封隔，隔板安装平整牢固，安装中造成的工艺缺口、缝

隙使用有机堵料密实地嵌于孔隙中，并做线脚，线脚厚度不小于 10mm，宽度不小于 20mm，电缆周围的有机堵料的宽度不小于 40mm，呈几何图形，面层平整；

(10) 防火板不能封隔到的盘、柜底部空隙处，以有机堵料严密封实，有机堵料面应高出防火板 10mm 以上，并呈几何图形，面层平整；

(11) 在预留的保护柜孔洞底部铺设厚度为 10mm 的防火板，在孔隙口用有机堵料进行密实封堵，用防火包填充或无机堵料浇筑，塞满孔洞；在预留孔洞的上部再采用钢板或防火板进行加固，以确保作为人行通道的安全性，如果预留的孔洞过大应采用槽钢或角钢进行加固，将孔洞缩小后方可加装防火板（孔洞的规格应小于 400mm×400mm），盘柜底部的专用接地铜排离底部不小于 50mm，便于封堵；

2、施工要点：

(1) 在重要的电缆沟和隧道中，按设计要求分段或用软质耐火材料设置阻火墙；

(2) 防火涂料应按一定浓度稀释，搅拌均匀，并应顺电缆长度方向进行涂刷，涂刷厚度或次数、间隔时间应符合材料使用要求，封堵应严实可靠，不应有明显的裂缝和可见的孔隙；

(3) 阻火墙两侧的电缆周围利用有机堵料进行密实的分隔包裹，其两侧厚度大于阻火墙表层的 20mm，电缆周围的有机堵料宽度不得小于 30mm，呈几何图形，面层平整；

(4) 电缆沟阻火墙宜预先布置电缆管，以便日后扩建；

(5) 在封堵电缆孔洞时，封堵应严实可靠，不应有明显的裂缝和可见的孔隙，孔洞较大者应加耐火衬板后再进行封堵，电缆沟壁上电缆孔洞封堵：沟内壁宜用有机堵料封堵严实，沟外壁用水泥砂浆封堵严实；

(6) 电缆管口封堵采用有机堵料，封堵严密，电缆管口封堵时应在管内加入挡板，防止封堵油泥掉落管内；

(7) 按照盘、柜底部尺寸切割防火板；在封堵盘、柜底部时，封堵应严实可靠，不应有明显的裂缝和可见的孔隙，孔洞较大者应加防火板后再进行封堵；

(8) 隐蔽施工部位需三方验收后再进行下一分项工程施工，细节节点与大面进行带水印拍照并存档，隐蔽施工部位留好照片影像；

十二、逆变器安装接线、箱变安装

1、工艺标准：

(1) 逆变器安装位置应避免直接日晒、直接淋雨与积雪，同时避免逆变器对组件造成阴影遮挡；

(2) 逆变器下端进出线处需做封闭式箱体，严禁线缆与接线端口外漏；

(3) 逆变器遮阳板应超出逆变器本体 400mm；

(4) 逆变器左右两侧与周围障碍物或其他设备间保持至少 1000mm 的距离，顶部距离遮阳板距离不小于 100mm，底部距离地面保持至少 500mm 的距离，并应满足厂家安装要求，便于散热或维护；

(5) 逆变器接线进出桥架处需做封堵；

(6) 基础（预埋件）水平度误差 $\leq 3\text{mm}$ ；

- (7) 本体固定牢固、可靠，防松件齐全、完好，接地牢固，导通良好；
- (8) 附件齐全，安装正确，功能正常；
- (9) 引出线支架固定牢固、无损伤，绝缘层无损伤及裂纹；
- (10) 裸露导体无尖角、毛刺，相间及对地距离符合规范要求；
- (11) 变压器底座与基础埋件采用焊接固定安装；

2、施工要点：

- (1) MC4 接头接线处严禁外漏；
- (2) 转弯处使用专用弯头，避免转弯处割破电缆
- (3) 复测基础预埋件位置偏差、平整度误差：要求中心位移 $\leq 5\text{mm}$ ，水平度误差 $\leq 2\text{mm}$ ，基础平台高低误差 $\leq \pm 3\text{mm}$ ；
- (4) 就位前检查：检查线圈绝缘筒内部应清洁，无杂物，外部面漆无剐蹭痕迹，线圈与底部固定件、顶部铁芯夹件固定螺栓应紧固，无松动现象；高、低压侧引出接线端子与绕组之间无裂纹痕迹，相色标识完整；
- (5) 安装前依据设计图纸核对高、低压侧朝向，底部如有槽钢固定，提前将槽钢固定件与干式站用变压器螺栓连接好，槽钢及角钢内侧应穿入与螺栓规格相同的楔形方平垫，不得使用圆平垫；完整就位后用水平尺复核本体整体水平度，调至平稳、水平状态后，将底部槽钢件与预埋件焊接，干式变压器底座用两根接地材料分别从不同方向与主网焊接并作防腐，本体引出的其他接地件就近与主接地网可靠连接；
- (6) 变压器接地引线在制作前，对原材料进行校直；结合实际安装位置，弯制出接地线引线模型；应采用机械冷弯，避免热弯损坏锌层，制作后的接地引线与本站设计接地件进行螺栓连接并紧固并保证电气安全距离；接地引线地面以上部分应采用黄绿接地漆标识，接地漆的间隔宽度、顺序一致；
- (7) 引出端子与导线连接可靠，并且不受超过允许的承受应力；
- (8) 所有螺栓紧固后，对应不同级别螺栓采用不同扭矩值检验，站用变压器连接端子连线紧固扭矩遵循厂家说明要求；
- (9) 温度感应线头应按规定对应插入变压器各相温度孔中，电缆走向顺直整齐、布线美观；
- (10) 隐蔽施工部位需三方验收后再进行下一分项工程施工，细节节点与大面进行带水印拍照并存档，隐蔽施工部位留好照片影像；

十三、配电盘（开关柜）安装

1、工艺标准：

- (1) 基础槽钢允许偏差：不直度 $< 1\text{mm/m}$ ，全长 $< 5\text{mm}$ ；水平度 $< 1\text{mm/m}$ ，全长 $< 5\text{mm}$ ；位置误差及不平行度 $< 5\text{mm}$ ；
- (2) 盘、柜体底座与基础槽钢连接牢固，接地良好，可开启柜门用软铜导线可靠接地；
- (3) 盘、柜面平整，附件齐全，门销开闭灵活，照明装置完好，盘、柜前后标识齐全、清晰；

(4) 盘、柜体垂直度误差 $<1.5\text{mm/m}$ ；相邻两柜顶部水平度误差 $<2\text{mm}$ ，成列柜顶部水平度误差 $<5\text{mm}$ ；相邻两柜盘面误差 $<1\text{mm}$ ，成列柜面盘面误差 $<5\text{mm}$ ，相间接缝误差 $<2\text{mm}$ ；

(5) 屏柜内电源侧进线接在进线侧，负荷侧出线应接在出线端（即可动触头接线端）；

(6) 母线平置时，贯穿螺栓应由下往上穿，螺母应在上方；其余情况下，螺母应置于维护侧，连接螺栓长度宜露出螺母2~3扣，按照设计图纸要求的排列次序及位置，开关柜底部与基础槽钢焊接固定安装；

2、施工要点：

(1) 配电室（开关室）内基础平行预埋槽钢平行间距误差、单槽钢平行间距误差、单根槽钢平整度及平行槽钢整体平行间距误差复测，核对槽钢预埋长度与设计图纸是否相符，复查槽钢与接地网是否可靠连接；

(2) 配电盘（开关柜）安装前，检查外观面漆无刮蹭痕迹，外形无变形，盘面（柜面）电流、电压表计、保护装置操作按钮、门把手完好，内部电器元件固定无松动，依据图纸核对配电盘（开关柜）安装位置；

(3) 相对排列的柜以跨越母线柜为准，进行对面柜体的就位，保证两柜相对应，其左右偏差小于2 mm；

(4) 相邻配电盘（开关柜）已每列已组立好的第一面盘（柜）为齐，使用厂家专配并盘（柜）并盘（柜）螺栓连接，调整好盘（柜）间缝隙后紧固底部连接螺栓和相邻盘（柜）连接螺栓；整体安装后各尺寸符合规程规范要求，将柜体与基础槽钢采用螺栓连接固定；

(5) 封闭母线隐蔽前应进行验收，接触面符合 GB50149《电气装置安装工程母线装置施工及验收规范》要求；连接螺栓应采用镀锌螺栓并紧固；

(6) 母线筒安装：进线母线筒安装尺寸与实际测量尺寸应相符，如有出入应在安装前对母线筒外形尺寸进行整改，确保柜体、母线筒、母线筒与墙体接触严密；联络柜母线桥、跨越母线桥安装，确保竖筒安装垂直，其垂直误差不小于 1.5mm/m ；横筒长度应与两竖筒间实际距离相符，测量两竖筒间距应与联络桥一致，如不一致，在安装前对母线筒外形尺寸进行整改；母线筒安装后应平直，水平偏差应不大于1%；

(7) 开关柜电气、机械闭锁装置的调整：“五防”装置齐全、符合相应逻辑关系，“五防”装置动作灵活可靠；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；手车推入工作位置后，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；柜内控制电缆应固定牢固，不应妨碍手车的进出；

(8) 接地开关的检查与调整：依据使用说明书检查接地开关的开距，达到技术要求；操动灵活可靠，各部件紧固良好，拉杆支持磁瓶、销子应完整；擦拭动、静触头，并涂抹凡士林；接地手车与断路器的联锁关系正确；接地手车的触点与柜内接地触点可靠接触；

(9) 断路器手车检查、调整：手车外观完好，元器件无损坏；手动检查操动机构各动作环节无卡阻，且动作灵活、可靠；各动作部位均匀涂抹符合厂家要求的润滑脂；触头均匀的涂抹中性凡士林；手车各部连锁与机械分合关系正确、动作可靠；断路器特性传动、试验符合规定技术要求；

(10) 检查配电盘（开关柜）接地排配置及可开启柜门的软铜导线接地；柜体接地应良好，接地材料规格不小于设计规定；

十四、二次回路接线

1、工艺标准：

(1) 屏柜内配线电流回路应采用电压不低于 500V 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 ；

(2) 连接门上的电器等可动部位的导线应采用多股软导线，线束应留有适当裕度、有外套塑料管等加强绝缘层；与电器连接时，端部应绞紧，并应加终端附件或搪锡；在可动部位两端用卡子固定牢固，排列整齐，编号清晰，无交叉，不得使所接的端子排受到机械应力；

(3) 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；芯线绑扎扎带头间距统一、美观，强、弱电回路，交直流回路不应使用同一根电缆，并应分别成束分开排列；

(4) 每个接线端子的每侧接线宜为 1 根，不得超过 2 根，直线型接线方式应保证直线段水平，间距一致；S 形接线方式应保证 S 弯弧度一致，芯线号码管长度一致，字体向外，电缆挂牌固定牢固，悬挂整齐；

2、施工要点：

(1) 核对电缆型号必须符合设计；电缆剥除时不得损伤电缆芯线，电缆头应高出箱柜底部 $100\sim150\text{mm}$ 固定；控制屏和端子箱内单层排列电缆的剥破位置应距其固定处 50mm 以上；汇控柜内电缆的剥破位置应与制造厂配置的电缆破口高度保持一致；钢带剥破位置应高出外绝缘层 10mm ，内绝缘层高出钢带破口 $3\sim5\text{mm}$ ；屏蔽层在高出钢带 10mm 处剥破；剥破时严禁伤及芯线绝缘层；屏蔽层和钢带接地线制作；无设计要求时，应使用不小于 1.5mm^2 软铜芯黄绿相间塑料绝缘线作为电缆屏蔽层和钢带的接地线；焊接接地线时，将屏蔽层铜箔拉出大于 30mm ，焊接引线时应焊在铜箔端部；接地线应分别与铜箔和钢带焊接，每处焊接长度不得小于 5mm ；接地线应从电缆的内侧向下引出；剥破部位的包扎：先将破口以上线芯 10mm 处缠至与内绝缘层平齐后，再接着缠绕至外绝缘破口处，缠绕厚度与外绝缘层平齐；热缩封闭使用与电缆外径匹配的黑色热缩套，热缩套长度应统一为 60mm ，其上端应与包扎带平齐；

(2) 控制电缆接线：屏、柜内电缆芯线接入端子前，应将电缆芯线打开原有缠绕状态，用棉丝或棉布将芯线捋直，并使用尼龙线或扎带（黑色的尼龙搭扣）按照 100mm 间距等距离绑扎，若使用扎带，搭扣应置于电缆里侧；电缆接线前应先进行电缆芯线的查线，并在电缆芯线端头穿上电缆号头；电缆芯线分线，芯线应从电缆的背后抽出并与所接端子排平行，同一区域电缆芯线弯曲起始位置应一致，保证电缆芯线布置的整齐、美观；在屏内电缆接线采用向外侧分线然后向内回旋接入端子排，保证外侧弯曲弧度的整齐一致；或者，向端子排侧分线，做成横向 S 弯后接入端子排，保证外侧弯曲弧度的整齐一致；在汇控柜或者端子箱内电缆接线采用 90° 折线方式，要求排线顺直，弯曲一致；

(3) 电缆号牌、芯线和所配导线的端部的回路编号应正确，字迹清晰且不易褪色；

(4) 芯线接线应准确、连接可靠，绝缘符合要求，盘柜内导线不应有接头，导线与电气元件间连接牢固可靠；每个连接端子每侧接线不得超过 2 根；对于插接式端子，不同截面的两根导线不得接在同一端子上；插入的电缆芯剥线长度适中，铜芯不外露；对于螺栓连接端子，需将剥除护套的芯线弯曲，弯曲的方向为顺时针，弯曲的大小与螺栓的大小相符，不宜过大，当接两根导线时，中间应加平垫片；

(5) 引入屏柜、箱内的铠装电缆应将钢带切断，切断处的端部应扎紧，铠装与屏蔽层应可靠

接地，钢铠一点接地，至控制室的控制电缆屏蔽层两点接地；

(6) 备用芯长度应留有适当余量（宜与最长芯长度一致或留至柜顶），备用芯应加专用护套，不应来了线芯且穿号码管，管上标识电缆编号，多股芯线应压接插入式铜端子后接入端子排，二次配线应加号码管，每个接地螺栓上所引接的屏蔽接地线鼻不得超过两根；

十五、设备基础

1、工艺标准：

- (1) 基槽开挖应严格按照设计深度开挖，做好测量标记；
- (2) 设备基础深度不应大于周边相邻建筑物的基底深度，否则需要单位论证设计；
- (3) 基础回填土压实系数 ≥ 0.93 ；
- (4) 回填土应分层回填，每层厚度不应大于 300mm，每层压实遍数不小于 4 遍；
- (5) 地下设备基础混凝土基础厚度原则上不小于 250mm；
- (6) 设计基础混凝土最小强度等级 C30；
- (7) 设备基础主筋最小直径为 12mm；
- (8) 基础周边应设置宽度为 1000 的检修平台；

2、施工要点：

(1) 基槽开挖深度：基槽开挖深度严禁超过设计深度，采用机械开挖时，距离基底 10cm 时应采用人工开挖，并不应造成基底原状土扰动；

- (2) 回填土不应采用建筑垃圾或冻胀土；
- (3) 基础浇筑完毕应立即进行养护，成品混凝土不应有蜂窝麻面现象出现；
- (4) 基础钢筋应由材料合格证明及力学性能证明文件；
- (5) 基础预埋件锚固深度需满足图纸要求，严禁出现满足深度不足的情况；
- (6) 所有基础外露铁件需进行防腐蚀处理；

(7) 隐蔽施工部位需三方验收后再进行下一分项工程施工，细节节点与大面进行带水印拍照并存档，隐蔽施工部位留好照片影像；

十六、接地安装

1、工艺标准：

(1) 水平接地接转弯处需用专用弯头搭接，转弯处平稳过渡，搭接面三面施焊（满焊）；

(2) 组件间接地应使用螺栓与 4mm²黄绿线可靠连接，组件与接地网不允许使用自攻丝破坏边框固定；

(3) 逆变器功率 $\geq 110\text{KW}$ 时，需做 2 处及以上设备可靠接地；

(4) 逆变器遮阳棚单独与接地网做可靠接地；

(5) 桥架两侧连接片位置需用黄绿线做可靠接地，不可使用铜辫子跨接；

(6) 接地线位置一致，方向一致；接地线弯制弧度弯曲自然、工艺美观；

(7) 接地引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；螺栓连接接触面紧密，连接牢固，螺栓丝扣外露长度一致，配件齐全；

(8) 爬梯如分段组装，两段接头处未使用螺栓连接，则应加跨接线；

(9) 专用接地铜排的接线端子布设合理，间隔一致；

(10) 一个接地螺栓上安装不超过 2 个接地线鼻的要求；每个接线鼻子最多压 5 根屏蔽线；

(11) 电缆屏蔽接地线压接牢固，绑扎整齐，走线合理、美观；

(12) 可开启的屏柜（箱）门接地线齐全、牢固；电缆的屏蔽层接地方式应满足规范要求；水泵外壳应可靠接地，其接地应考虑水泵振动的因素；项目未设置水平接地网的，应采用垂直接地极作为主接地体；

(13) 接地使用的自攻钉要求为不锈钢材质；

2、施工要点：

(1) 水泥屋顶水平接地极需有黄绿接地标识，离地间距 $\geq 50\text{mm}$ ；

(2) 爬梯应可靠接地；可采取直接连接主接地网或通过接地端子与主接地网连接的方式；

(3) 爬梯接地线采用镀锌圆钢或镀锌扁钢，表面锌层完好，无损伤；搭接可采用焊接和螺栓连接两种方式；采用焊接时焊接长度均不少于圆钢直径的 6 倍，扁钢宽度的 2 倍，3 面焊接；采用螺栓连接时，可采用直线连接和垂直连接两种方式；

(4) 接地线弯制应采用冷弯制作；接地标识涂刷一致；

(5) 屏柜（箱）框架和底座接地良好；有防振垫的屏柜：每列屏有两点以上明显接地；

(6) 静态保护和控制装置的屏柜下部应设有截面面积不小于 100 mm^2 的接地铜排；屏柜上装置的接地子应用截面面积不小于 4 mm^2 的多股铜线和接地铜排相连；屏柜内的接地铜排应用截面面积不小于 50 mm^2 的铜缆与保护室内的等电位接地网相连；开关场的就地端子箱内应设置面面积不小于 100 mm^2 的裸铜排，并使用面积不小于 100 mm^2 的铜缆与电缆沟道内的等电位接地网连接；

(7) 屏柜（箱）内应分别设置接地母线和等电位屏蔽母线，并由厂家制作接地标识；可开启门应采用多股软铜导线可靠连接接地；

(8) 电缆屏蔽接地线采用 4 mm^2 黄绿相间的多股软铜线与电缆屏蔽层紧密连接，接至专用接地铜排；

(9) 接地线采用多股软铜线连接时应压接专用接线鼻；每个接线鼻子最多压 5 根屏蔽线；外壳应采用截面不小于 16 mm^2 黄绿相间铜导线接至主接地网，附近没有主接地网的应制作专用垂直接地极；

(10) 垂直接地极接地电阻不大于 4Ω ；上端埋深不小于 0.8m ，应设置断开点以便于接地测试；垂直接地极长度不小于 2.5 m ，规格不小于 $50*50*5$ 热镀锌角钢或相同截面热镀锌圆钢；

(11) 隐蔽施工部位需三方验收后再进行下一分项工程施工，细节节点与大面进行带水印拍照

并存档，隐蔽施工部位留好照片影像；

十七、EHS 设施施工工艺

1、工艺标准：

(1) 护栏安装应保证齐平，立柱安装延横梁方向直线度误差 $\leq 5\text{mm}$ ，高度误差 $\leq 5\text{mm}$ ，横梁安装直线度误差 $\leq 5\text{mm}$ ；横栏高度误差 $\leq 5\text{mm}$ ，各方向直线度误差 $\leq 5\text{mm}$ ；护栏各部件通过螺栓紧固安装，应注意保证安装牢固、可靠，并且平、弹垫齐全；重点注意横梁高度尺寸，不得超出误差范围，并保证齐平；

(2) 爬梯分段应满足每段不大于 6m，钢梯梯段高度误差 $\leq 5\text{mm}$ ，踏步水平误差 $\leq 5\text{mm}$ 。各杆件优先采用焊接的连接方式。每 6m 处的休息平台均应设置水平主梁及斜撑梁，其间距不宜大于 1.5m。优先设置在原厂房钢柱位置，采用连墙件与钢柱可靠连接，若相邻梯段不能同时与钢柱（或其它主体结构刚架）连接，则优先保证较高梯段与钢柱连接，连墙件若不能与刚架连接，则需与墙梁连接，连墙件的间距不宜大于 1.5m，且与连墙件相连接的墙梁应在内部采用不小于 70*7mm 的角钢上下通长加固相连，爬梯下端必须设置有带锁安全门；

(3) 屋面检修通道走道板夹具安装与彩钢瓦屋顶支架夹具安装要求一致；通过厂家标配的钢制卡件安装，不得使用钢丝捆扎的方式安装；保证齐平，相邻两走道板的高差 $\leq 5\text{mm}$ ，走道板直线度误差 $\leq 10\text{mm}$ ；爬梯下到彩钢瓦屋面处需布置 1 m²走道板，防止频繁上下屋面，踩坏彩钢瓦，走道采用 $>400\text{mm}$ 宽走道板，厚度 $>3\text{mm}$ ，两侧需使用角钢进行包边；

(4) 防护网支撑横梁通过夹具固定于彩钢瓦上，布置于采光板下的檩条位置处；钢丝网应与横梁牢固固定，可采用带边框钢丝网，并由钢丝网边框与横梁螺栓连接，或钢丝网与横梁焊接；(1) 搭设十字撑，应将一根斜杆扣在主柱上，另一根则扣在小横杆的伸出部分；斜杆两端的扣件与立杆节点的距离不小于 200mm；

(5) 生命线先用拉钩拉紧，再用两个钢丝绳绳扣将生命线固定，而且生命线高出管廊至少为 1.2m；用花篮罗旋扣拉紧，最大垂弧不大于 100mm；端头固定时至少 3 个绳扣，开口方向对着活绳（主要受力的钢丝绳），绳卡间距为 6 倍钢丝绳直径，绳头露出长度为钢丝绳 3 倍直径；生命线与钢梁锐边接触的部分应放软垫，以防损坏生命线；

(6) 警示线高度为 0.9~1m，注意不得超出；应紧绷拉直，不得出现明显下垂，挠度不超过 1/200；警示牌应采用不锈钢丝牢固绑扎固定；

2、施工要点：

(1) 护栏零部件现场切割、加工部位应涂刷防腐漆（3 道，漆膜厚度 $\geq 150\mu\text{m}$ ），竖杆间距 $\leq 2.2\text{m}$ ；斜撑倾角在 45°，上部距竖杆顶部 150 mm 左右；与瓦楞垂直的横梁通过 3 个夹具与彩钢瓦相连，夹具安装与彩钢瓦屋顶支架夹具安装要求一致；

(2) 爬梯应有各种原材料的合格证明文件及力学检测报告，各杆件优先采用焊接的连接方式。零部件现场切割、加工部位应涂刷防腐漆（3 道，漆膜厚度 $\geq 150\mu\text{m}$ ）

(3) 走道板需采用 L45×25×3 角钢包边模式安装，角钢包边焊接固定，严禁采用自攻钉；底部应设置支撑横梁，间距 $\leq 1\text{m}$ ；3) 爬梯下到彩钢瓦屋面处需布置 1 m²走道板；

(4) 所有连接螺栓、螺母应采用不锈钢 304 材质；钢丝与边框或横梁的焊接点应于工厂进行热镀锌，不得现场焊接；网片与网架焊接，网架和支撑横梁螺栓连接，横梁固定；

(5) 从事生命线搭设和拆除工作的人员，必须持有地方政府或专责机构颁发的有效证件架子工证；安装前应检查钢丝无断丝、断股、灼伤、受腐蚀、严重变形等缺陷；搭设及拆除期间，生命线需挂红牌，禁止使用；生命线拉设在临空面立柱内侧，不得拉设在外侧；

(6) 警示线立柱应采用镀锌钢材质，钢丝应采用不锈钢 304，警示牌应采用不锈钢 304 或铝合金材质；警示牌应颜色鲜明，易于识别；

十八、车棚安装

1、工艺标准：

- (1) 基础应进行定位放线；
- (2) 基础浇筑应采用商品混凝土；
- (3) 基础回填不应使用杂填土回填；
- (4) 基础严禁超挖；
- (5) 钢结构车棚大规模安装前应进行试装；
- (6) 钢结构开孔应为长圆孔，以给施工定位预留充分的调整余地；
- (7) 钢结构应提供合格证及原材力学性能试验报告；
- (8) 钢结构车棚采用热浸镀锌防腐处理；

2、施工要点：

- (1) 车棚基础预埋螺栓每根刚架位置误差不应大于 5mm，垂直定位误差不应大于 5mm；
- (2) 垂直方向外露的预埋螺栓丝杆长度 >100mm；
- (3) 基础开挖深度不应小于设计误差，且不大于设计误差+10mm；
- (4) 基础混凝土应充分浇筑振捣均匀，并且应按要求进行养护；
- (5) 基础回填土应分层回填压实；
- (6) 车棚钢结构垂直水平误差应满足钢结构验收标准要求；
- (7) 钢结构镀锌施工应合理选择构件吊装方式，确保不因构件受热而导致的构件变形。单个结构构件变形不应大于 1/200。
- (8) 钢结构节点连接方式应与结构计算式一致，刚接、铰接方式明确、一致；
- (9) 车棚檩条开孔位置应确保与组件安装螺栓孔一致，应预留螺栓孔，并有消除累计误差的保证措施；

(10) 隐蔽施工部位需三方验收后再进行下一分项工程施工，细节节点与大面进行带水印拍照并存档，隐蔽施工部位留好照片影像；

十九、气象站安装

1、工艺标准：

- (1) 包装箱外观无损坏；发货清单与实际到货数量一致；包装箱内清单与箱内设备型号、

数量一致；箱体内部包装设备外观良好、无损坏；

(2) 阵列北部优先；对组件不得产生阴影遮挡；周围的建筑不得对辐射仪、风速仪和风向标产生遮挡；

(3) 配重块基础长宽高分别不得小于 30cm*30cm*20cm；固定方式采用膨胀螺栓或预埋螺栓，且露丝长度不小于 5cm；螺栓材质采用不锈钢，且平垫、弹垫配置符合要求；

(4) 夹具固定在彩钢瓦屋面，抗拔拉力要求同组件安装；螺栓材质采用不锈钢，且平弹垫配置符合要求；

(5) 基础（预埋件）水平度误差 $\leq 10\text{mm}$ ；本体固定牢固可靠，防松件齐全完好；安装正确，功能正常；

(6) 按照设备说明，确保电源线、各通讯线以及信号线连接无误；线缆排列整齐美观；供电正常；后台通讯正常无误；数据显示结果正常；

2、施工要点：

(1) 开箱前检查包装箱体外观是否有损坏，若有拍照留存，并做好记录；

(2) 按照发货清单、包装箱内清单，逐一清点数量并检查外观；例如数据记录仪箱、一体化风向风速仪箱、防辐射罩箱、辐射表及电缆线箱、三角支架箱等，并做好检查记录；

(3) 安装位置及方式需提前征得业主方同意；距离最近的光伏组件（最好有一块）距离小于 3 米；考虑容易敷设 220V 电源线等重要线路；

(4) 在浇筑组件支架混凝土基础前，将气象站底座基础模板制作完成，与支架基础同时浇筑；膨胀螺栓与脚垫安装孔位置一致；先调平气象站支架，再连接配重块基础螺栓，紧固即可；

(5) 将每两个夹子夹在一条彩钢瓦上棱上、三组夹子呈品字分布且呈平行分布；一条腿放置的脚垫放置在中间的那组夹子上，两端孔分别用螺丝固定，另外两个脚垫与夹子有一定的夹角，将夹子与多出来的两组脚垫组成一个三角形，通过调节两个夹子的距离来改变三角形的角度，使得另外两条腿固定在夹子上，保证检测仪的稳固性；三条腿安装调平后紧固螺栓；

(6) 安装采集箱；安装温湿度传感器：用 U 型螺栓将横杆固定在竖杆上，放置在采集箱中间，将温湿度传感器固定在横杆一端，再装上防辐射罩；安装一体化风向风速仪：风向标朝上，风速仪朝下，传感器上面的“指北线”标示朝外；调整铝片支架确保传感器上方“指北线”指向正北方；安装辐射表：安装辐射表支架于竖杆顶端，确保方向是正南正北，再用水平仪测量铝板水平状态，确保其水平；安装总辐射原盘和倾角辐射表原盘，零度刻线指向铝板的标志线；安装辐射表，确保传感器接口朝内，并调整其水平状态；

将气象站固定于设备基础上，并调平紧固；

(7) 220V 电源线：一般从就近汇流箱引 220V 电源；按照辐射表的标识来连接倾角辐射表及总辐射表信号线；贴片温度传感器信号线传感器端使用胶布贴在组件背面，且位于电池片中心位置；其他信号线及支架接地线连接；

(8) 设备上电：上电前再次检查确认电源线连接正确无误，打开电源总开关，电源指示灯闪烁；采集器上电：将数据采集器电源插头插入数据采集箱面板 DC12V 插座，指示灯常亮或闪烁；通讯及相关数据测试；

(9) 隐蔽施工部位需三方验收后再进行下一分项工程施工，细节节点与大面进行带水印拍照并存档，隐蔽施工部位留好照片影像；

二十、水清洗系统安装

1、工艺标准：

(1) 包装箱体外观无损坏；发货清单与实际到货数量一致；

(2) 包装箱内清单与箱内设备型号、数量一致；箱体内包装设备外观良好、无损坏；

(3) 尽量安装在屋面上；对组件不得产生阴影遮挡；需考虑设备防晒；如果必须安装在地面上则需征得业主同意、且控制箱需上锁；

(4) 泵体安装应牢固可靠，避免产生共振；立式水泵需检查泵体垂直度 ($<1\%$)；卧式水泵需检查泵体水平度 ($<1\%$)；泵体应良好接地；

(5) 水表应牢固耐用，计量精度满足要求；

(6) 管道系统温差变形计算和补偿应满足国家标准《CJJ/T8-2014 建筑给水塑料管道工程技术规程》的要求；水管材质及选型应符合本公司质量标准要求；水管应考虑防晒要求；北方地区水管需要考虑防冻要求；

2、施工要点：

(1) 开箱前检查包装箱体外观是否有损坏，若有拍照留存，并做好记录；

(2) 按照发货清单、包装箱内清单，逐一清点数量并检查外观；

(3) 对照设备说明书以及铭牌核对关键参数是否与道达尔远景技术要求一致；例如功率、流量、扬程、品牌、外壳材质等；

(4) 安装位置及方式需征得业主方同意；安装位置考虑容易敷设 220V 电源线；

(5) 确定水泵地脚尺寸与基础预留固定位置是否相符；

(6) 吊装时，锁具应挂在底座上以免损伤电机和主轴；闸阀和止回阀的安装顺序是自泵出口处先安装闸阀再安装止回阀；进出水管要有自己的支架、吊架以免泵体承重过大；

(7) 严禁泵内无水空转试泵；泵体接地应采用软接地线，以防震动脱落；

(8) 水表的口径应根据安装管道的口径而定，来安装位置应避免曝晒、水淹、冰冻和污染，方便拆装和读数；水表应水平（显示面向上）安装；

(9) 新装前应先清除管道内的砂石、麻丝等杂物，以免造成水表故障；水表所示的箭头方向应与管道水流方向一致，水表上下游要安装必要的直管段，要求上游直管段的长度不小于 10D，下游直管段的长度不小于 5D（D 为水表公称口径）；水表安装时，应注意水表下游管道出水口高于水表 0.5m 以上，以防水表因管道内水流不足而引发计量不正确；

(10) 管道系统应设置自由臂以防止热胀冷缩损伤管道系统，设置原则应满足《CJJ/T8-2014 建筑给水塑料管道工程技术规程》第 4.5 节之要求；进出水管系统安装应平直美观，固定支架牢固结实；尽量减少弯头、附件等不必要的阻力；

(11) 吸入管径应大于或等于泵吸入口的直径；

(12) 水管应采用铝箔复合玻璃纤维布包裹防晒；

(13) 隐蔽施工部位需三方验收后再进行下一分项工程施工，细节节点与大面进行带水印拍照并存档，隐蔽施工部位留好照片影像；

二十一、视频监控 、通信系统安装

1、工艺标准：

(1) 室内探头应距地面 2.5~5m 或吊顶下 200mm，室外探头应距地面 3.5~10m；缆线有可靠的屏蔽抗干扰功能，两端余度适当，标牌正确清晰，接线牢固、可靠；

(2) 柜体宜采用 6U 标准机柜，板厚 0.8mm 及以上，采用壁挂式安装；内部设备及端子排等布置按数据采集柜图纸要求；内部线缆排列整齐，线号正确清晰，接线牢固、可靠；柜体及内部设备有可靠接地；通讯管理机天线引至柜外；

(3) 缆线有可靠的屏蔽抗干扰功能，宜采用两芯镀锡软圆铜线编织屏蔽双绞线，两芯线径宜 1mm² 及以上；两端余度适当，标牌正确清晰，接线牢固、可靠；RS485 通讯线缆以菊花链形式连接的单条线缆所连逆变器不得超过 30 台，以 20 台以下为宜；RS485 通讯线缆从逆变器引至配电房的数据采集柜；测量 RS485 通讯线缆直流电压符合规定；逆变器通讯地址设置从 1 开始往上增加；

(4) 电表红外探头分别安装在光伏关口计量柜和用户关口计量柜；缆线有可靠的屏蔽抗干扰功能，宜采用四芯两对镀锡软圆铜线编织屏蔽双绞线，四芯线径宜 0.75mm²，两端余度适当，标牌正确清晰，接线牢固、可靠；四芯屏蔽双绞线的屏蔽层在数据采集箱的端子排单端接地；

(5) 视频监控必须在组件进场前完成安装调试，视频远程监控连接同步发给甲方并经过甲方确认无误后方可提交组件发货申请；

(6) 具体探头数量根据现场安装区域长度面积增加，保证现场无死角，变焦距离对单点视频监控点最远组件清晰可见

2、施工要点：

(1) 室内探头应距地面 2.5m 以上或顶板以下 0.2m 安装；室外探头应距地面 3.5m 以上安装；探头应安装在无遮挡、保证正常监视目标范围，且探头维护不影响电气设备运行，不对组件造成阴影遮挡；严禁将探头装设在屋面接闪器上；视频探头支架应接地；视频探头支架应顶端配置避雷针；

(2) 视频监控主机放置在控制室或配电室；视频监控柜内设备应摆放整齐，线缆捆扎牢固，走线美观；视频监控电源应取自就近配电箱，线槽固定在墙面，不得私搭乱拉；

(3) 壁挂式机柜底部宜为 1200mm；机柜安装垂直偏差度应不大于 3mm，水平误差不应大于 2mm；机柜安装应牢固；安装机柜，面板前应预留有 800mm 及以上空间；墙体上开孔应避免破坏墙体内管线，开孔深度不得于 70mm，固定机柜所用膨胀螺丝不得少于 4 个；柜体安装完毕应做好标识，标识应统一、清晰、美观。柜体进出线缆孔洞应采用防火胶泥封堵。做好防鼠、防虫、防水和防潮处理；

(4) RS485 通讯线缆的长度不能超过 1200m；如果多台逆变器通信，所有逆变器可通过 RS485 通讯线缆以菊花链形式实现通讯连接。在同一条菊花链上的逆变器台数超过 15 台时，对于菊花链两端的两台逆变器，需要通过配置 120Ω 终端电阻以保证通讯质量，且通讯线缆的屏蔽层应单点接地；将屏蔽双绞线穿过夹紧圈上的孔，使用剥线钳剥去线缆绝缘层，把线缆的 A、B、GND 分别接入

逆变器相应的端子中，并标识线号，其余逆变器也应按此线号接线，不得反接；轻拉线缆以确认连接牢固；使用防火泥在下箱体内部封堵通讯线缆与线圈之间的缝隙。将外部的迫紧螺帽拧紧，封堵不用的通讯端子或端口，以保证体的防护等级；若无其他后续操作，可将接线盒前盖重新安装。通讯线缆外露部分应穿镀锌管敷设，与电力电缆保持合理距离，应符合 GB50168-2018《电缆线路施工及验收规范》；

（5）红外探头安装牢固；红外探头应尽量与电表的红外口的光轴保持一致；避免强光（日光和荧光灯）直射红外探头的接收窗口；四芯屏蔽双绞线与电表红外探头相连接时，应使接头部分不受力；四芯屏蔽双绞线外露部分（计量柜上除外）应穿管敷设，与电力电缆保持合理距离，应符合 GB50168-2018《电缆线路施工及验收规范》；

（6）隐蔽施工部位需三方验收后再进行下一分项工程施工，细节节点与大面进行带水印拍照并存档，隐蔽施工部位留好照片影像；

（7）并网完成需将后台数据接入建设单位后台，建议杭途(vpn+4g)com22；

二十二、彩钢瓦更换、加固施工

1、工艺标准：

（1）彩钢瓦更换登高人员须持高空作业证上岗，登高人员须有人身意外保险；

（2）彩钢瓦材质厚度不低于 0.5mm；

（3）施工准备→打瓦至屋顶分散→拆除旧彩钢瓦→骨架加固→钢梁及骨架防腐（除锈、底漆、面漆）→安装新彩钢瓦→附属设施安装（天沟、采光带、风机）→包边→验收；

（4）换瓦施工完成经验收合格后方可进行光伏安装；

（5）原则上应采用双 L 型薄壁型钢为加固构件，采用自攻钉/螺栓及结构胶共同满足结构受力要求；

（6）增加的钢件形成的连续檩条宽度，不小于原檩条宽度-10mm；与原檩条应紧密贴实缝隙不应大于 1mm；

（7）连续檩条的搭接长度 2a 不宜小于 10%的檩条跨度；

（8）增加的结构构件应保证与原结构的防腐蚀、防火做法相容且不应降低原建筑物的防火等级及耐久设计年限；

（9）原则上增大部分的结构构件应连接于原檩条的腹板位置；采用自攻钉/螺栓及结构胶共同满足结构受力要求；增大的檩条高度不允许有负公差出现；增加的结构构件应保证与原结构的防腐蚀、防火做法相容且不应降低原建筑物的防火等级及耐久设计年限；

（10）原则上增加的斜撑应采用“工”字钢结构，斜撑应与原结构刚架在同一平面内；

（11）为提高施工效率，斜撑的固定方式优先采用螺栓连接；

（12）增加的结构构件应保证与原结构的防腐蚀、防火做法相容且不应降低原建筑物的防火等级及耐久设计年限；斜撑与水平面的夹角不宜小于 45 度；

2、施工要点：

（1）彩钢瓦接缝处、包边必须咬接良好，屋面天沟、采光带、辅助设备（风机、无动力风机）

防水处理，包边严密，确保不漏水；

(2) 材质要求：增加的连接材料应采用热浸镀锌薄壁型钢，镀锌层厚度不应小于原建筑檩条镀锌厚度且不应小于 $65\mu\text{m}$ ；简支变连续长度误差： $\leq 10\text{mm}$

(3) 所有材料均应有材料合格证明文件、力学型式试验报告等证明文件

(4) 原结构受损部位应进行恢复；

(5) 材质要求：增加的连接材料应采用热浸镀锌薄壁型钢，镀锌层厚度不应小于原建筑檩条镀锌厚度且不应小于 $65\mu\text{m}$ ；

(6) 檩条截面高度误差： ≥ 0 （即不应有负公差），自攻钉、螺栓等需在地面预留好，以保证施工安装精度；

(7) 所有材料均应有材料合格证明文件、力学型式试验报告等证明文件原结构受损部位应进行恢复；

(8) 材质要求：增加的钢构件材料应采用与原主体结构强度等级一致钢材；增加的钢材的防腐与防火做法不应低于原建筑物主体结构设计等级；斜撑角度误差 $\pm 3^\circ$ ，

(9) 所有材料均应有材料合格证明文件、力学型式试验报告等证明文件，原结构受损部位应进行恢复；

(10) 隐蔽施工部位需三方验收后再进行下一分项工程施工，细节节点与大面进行带水印拍照并存档，隐蔽施工部位留好照片影像；

建设单位	监理单位	施工单位
签字： 盖章：	签字： 盖章：	签字： 盖章：

另需骑缝签字加骑缝章