

高邮市鑫飞新能源有限公司甘垛镇 380MW 渔光互 补光伏发电项目

电气监理实施细则

批 准：_____ 年____月____日

审 核：_____ 年____月____日

编 制：_____ 年____月____日

常州正衡电力工程监理有限公司
高邮市鑫飞新能源有限公司甘垛镇 380MW 渔光互补光伏发电项
目

2024 年 月

目录

项目概况	3
一、监理依据	3
二、监理工作控制要点和目标值	4
三、安装工作监理控制目标值	5
3.1 太阳能电池板安装检查	5
3.2 电池板调平检验	6
3.3 电池板接线检验	6
3.4 方阵布线检查	6
3.5 方阵测试	6
3.6 防雷接地安装	7
3.7 整体汇线	8
3.8 整体防腐	9
3.9分部验收测试	9
3.9.4 绝缘性能	9
3.9.5 绝缘耐压	9
3.9.6 工作特性试验	10
3.9.7 交流电源跟踪	10
3.9.8 效率	10
3.9.9 电压与频率	10
3.9.10 电压电流畸变率	10
3.9.11 功率因数	11
3.9.12 电压不平衡度(仅对三相输出)	11
3.9.13 安全与保护试验	11
3.10 电缆保护管的安装	12
3.11 电缆及光缆	13
3.12 配电柜安装	14
3.13 母线连接	15
3.14 SVG 无功补偿装置技术要求	15
3.15 集电线路电缆头制作安装:	16
3.16 系统调试	18
3.17 储能设施控制	20
3.18 储能锂电池	20
四、监理方法和措施	20
五、安全管理	22
六、资料管理	23

项目概况

本项目光伏电站装机总容量备案批文为 380MW。邮行审投资备【2024】45 号高邮市鑫飞新能源有限公司甘垛镇 380MW 渔光互补光伏发电项目。

本项目建设场地位于江苏省扬州市高邮市甘垛镇官林村、横泾村和三河村，地理中心坐标位于北纬 32.9382°，东经 119.6705°，项目地交通方便。项目交流侧装机容量为 380MW，直流侧装机容量 463.98144MWp。场址区域主要为鱼塘，占地面积约 7119.19 亩。

本工程总装机容量 380MW，本项目新建 220 kV 升压站一座。本项目光伏所发电力升至 220kV 后，通过 1 回 220kV 线路接入 220kV 泰润变 220kV 母线；新建线路路径长度约 7 公里，新建导线截面暂按不小于 2×400 平方毫米考虑；泰润变建设 1 个 220kV 出线间隔。

本项目光伏电站分为 121 个子系统，每个子系统配置 1 台 3125kVA 箱变，每 8 台或 9 台箱变为 1 回集电线路，共有 15 回集电线路接入 220kV 升压站。

一、监理依据

国家现行的法律、法规、条例和建设监理的有关规定；

1. 《电力建设工程监理规范》DL/T5434-2021；
2. 国家和行业制定的施工及验收技术规程、规范和质量验评规程的有效版
3. 《电气装置安装工程质量检验及评定规程》DL/T5161-2018
4. 《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》(GB50169-2016)；
5. 《电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》GB50171-2012
6. 《电气装置安装工程蓄电池施工及验收规范》GB50172-2012
7. 《电气装置安装工程高压电器施工及验收规范》GB50147-2010
8. 《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB50254-2014
9. 《电气装置安装工程电力变流设备施工及验收规范》GB50255-2014
10. 《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》GB50148-2010
11. 《电气装置安装工程母线装置施工及验收规范》GB50149-2010
12. 《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》GB 50168-2018
13. 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303-2015

14. 《电力建设安全工作规程》（火力发电厂部分）；
15. 《电力建设安全施工管理规定》；
16. 《电业安全工作规程》；
17. 《光伏发电工程建设监理规范》NB/T 32042-2018
18. 批准的施工组织设计和施工作业指导书；
19. 施工技术文件（包括但不限于施工图纸、设计变更、设备图纸、技术手册、往来文件等）；
20. 监理合同，监理大纲和监理规划；
21. 甲方依法对外签订的与监理有关的合同；
22. 设备制造厂商提供的设备图纸和技术文件；
23. 甲方按国家及行业规定制定的本工程建设管理制度。
24. 有关各方商议确定的其它文件等。

二、监理工作控制要点和目标值

序号	控制要点及要求	序号	控制要点及要求
1	光伏电池设备安装完毕、验收记录齐全	16	关口计量装置安装验收
2	光伏场内电缆敷设、接线完毕、验收记录齐全	17	直流电源完好
3	逆变器、交流汇流箱安装	18	所用变备用电源完好
4	电气送出系统断路器、隔离开关等一次设备安装、调整符合厂家规定，送出系统一次设备交接试验项目符合标准要求	19	灯光、音响、信号试验合格
5	设备引线等电气安全距离符合规范要求	20	联锁装置试验合格
6	盘、屏正面及背面均有名称、编号；盘、屏内部元件和装置的规格、型号符合设计，二次配线正确，标识清晰	21	电缆沟盖板齐全

7	电测仪表校验合格，并贴有检验合格证；指针式仪表额定值处画红线，相关回路完整并有正式报告	22	各类电气盘柜和其他各部电缆孔(口)的防火封堵完好、有效和电缆防火漆涂刷及电线桥架上的阻燃材料袋设置正确，符合设计和消防规定
8	各类继电保护装置及自动装置经调试，动作正确，并按定值通知单整定完毕(定值通知单为经审批、签字并加盖公章的正式定值通知单)	23	沟内清洁无杂物、排水良好
9	二次交流、直流回路绝缘良好，接线正确；二次交流回路负载测量已进行，并有报告	24	UPS装置投用正常
10	电气整套系统传动试验已完成	25	运行与非运行区域用遮栏隔离；电气安全警告标识牌内容和悬挂位置正确
11	开关设备(送出和场用电源)合、分闸 操作试验、联锁试验、保护回路整组传动试验均能正确动作和指示	26	设计变更、设备缺陷处理已闭环
12	故障录波器能正常投入	27	施工图审查意见已闭环
13	“五防”功能经试验正确	28	施工质量验收签证(按监理单位验评项目统计)已统计汇总
14	调度、通讯通道开通等工作已完成，通讯装置能正常投用	29	并网调度协议及购售电合同涉网问题的落实
15	远方操作装置试验合格，远动装置能正常投用	30	一、二次接入系统审查意见的落实

三 、安装工作监理控制目标值

3.1 太阳能电池板安装检查

c 机械准备检查：检查叉车把太阳能电池板运到方阵的行或列之间的通道上的情况，目的是检查施工人员的安装速度。和在运输过程中要不至于碰撞到支架，不能堆积过高（可参照厂家说明书）。

a. 电池板在运输和保管过程中，应轻搬轻放，不得有强烈的冲击和振动，不得横置重压。

b. 电池板的安装应自下而上，逐块安装，螺杆的安装方向为自内向外，并紧固电池板

螺栓。安装过程中必须轻拿轻放以免破坏表面的保护玻璃；电池板的联接螺栓应有弹簧垫圈和平垫圈，紧固后应将螺栓露出部分及螺母涂刷油漆，做防松处理。并且在各项安装结束后进行补漆；电池板安装必须作到横平竖直，同方阵内的电池板间距保持一致；注意电池板的接线盒的方向。

3.2 电池板调平检验

- a. 将两根放线绳分别系于电池板方阵的上下两端，并将其绷紧。
- b. 以放线绳为基准分别调整其余电池板，使其在一个平面内。
- c. 紧固所有螺栓。

3.3 电池板接线检验

- ① 根据电站设计图纸确定电池板的接线方式。
- ② 电池板连线均应符合设计图纸的要求。
- ③ 接线采用多股铜芯线，接线前应先将线头搪锡处理。
- ④ 检查接线时是否将正负极接反，保证接线正确。每串电池板连接完毕后，应检查电池板串开路电压是否正确，连接无误后断开一块电池板的接线，保证后续工序的安全操作。
- ⑤ 将电池板串与控制器的连接电缆连接，电缆的金属铠装应接地处理。

3.4 方阵布线检查

- ① 组件方阵的布线应有支撑、固紧、防护等措施，导线应留有适当余量 布线方式应符合设计图纸的规定。
- ② 应选用不同颜色导线作为正极（红）负极（蓝）和串联连接线，导线规格应符合设计规定。
- ③ 连接导线的接头应镀锡截面大于 4 mm的多股导线应加装铜接头（鼻子），截面小于 4 mm的单芯导线在组件接盒线打接头圈连接时 线头弯曲方向应与紧固螺丝方向一致 每处接线端最多允许两根芯线，且两根芯线间应加垫片，所有接线螺丝均应拧紧。
- ④ 方阵组件布线完毕 应按施工图检查核对布线是否正确。
- ⑤ 组件接线盒出口处的连接线应向下弯曲 防雨水流入接线盒。
- ⑥ 组件连线和方阵引出电缆应用固定卡固定或绑扎在机架上。
- ⑦ 方阵布线及检测完毕 应盖上并锁紧所有接线盒盒盖。
- ⑧ 方阵的输出端应有明显的极性标志和子方阵的编号标志。

3.5 方阵测试

- ①测试条件：天气晴朗，太阳周围无云，太阳总辐照度不低于 700W/m²。在测试周期内

的辐照不稳定性不应大于 $\pm 1\%$ ，辐照不稳定度的计算按《地面用太阳电池电性能测试方法》中相关规定。

②被测方阵表面应清洁。

③技术参数测试及要求：

④方阵的电性能参数测试按《地面用太阳电池电性能测试方法》和《太阳电池组件参数测量方法（地面用）》的有关规定进行。

⑤方阵的开路电压应符合设计规定。

⑥方阵实测的最大输出功率不应低于各组件最大输出功率总和的 60%。

⑦方阵输出端与支撑结构间的绝缘电阻不应低于 $50M\Omega$ 。

3.6 防雷接地安装

⑨ 施工顺序：接地极安装→接地网连接→接地网由接地体和接地扁钢组成。地网分布在立柱支架周围，接地体采用热镀锌角钢。接地极一端加工成尖头形状，方便打入地下。

⑩ 接地线应采用绝缘电线，且必须用整线，中间不许有接头。接地线应能保证短路时热稳定的要求，其截面积不得小于 $6mm^2$ ，避雷器的接地线应选择在距离接地体最近的位置。接地体与接地线的连接处要焊接；接地线与设备可用螺栓连接。

⑪ 接地扁铁采用热镀锌扁钢，接地扁钢应垂直与接地体焊接在一起；以增大与土壤的接触面积。最后扁钢和立柱的底板焊接在一起。焊后应作防腐处理，应采用防腐导电涂料。回填土尽量选择碎土，土壤中不应含有石块和垃圾。

⑫ 在已加工完成的接地极上套好事先加工好的管帽，按图纸标出的位置使用铁锤将接地极打入地下，尽量利用地形地势，避开硬的岩石层将接地极按图纸要求位置逐一打入土层。垂直接地极间距不小于 5 米，与建筑物距离大于 1.5 米，其顶部埋设深度应不小于设计标高 0.8 米。

⑬ 放入接地母线，接地母线与接地极的连接采用焊接，接触面三面焊接，接地母线与接地母线搭接紧密，保证接触面焊接长度大于扁钢宽度的 2 倍，接地母线外缘闭合角呈圆弧形。

⑭ 接地母线通过公路、铁路、管道、墙体等交叉处及可能遭机械损伤处穿钢管保护。

⑮ 接地母线通过电缆沟隧道、沟道应沿沟壁弯成合适形状，与沟壁紧靠，并与电缆沟内桥架接地母线牢固焊接。

⑯ 与接地母线直接接触的回填土应是纯净的土壤，不能有石块、泥沙、建筑材料和垃圾，外取的土壤不得有较强的腐蚀性，在回填土时应分层夯实。

⑰ 接地母线焊接点刷防腐漆，两端向外延长 100mm，在引向建筑物的入口处刷 100mm 绿黄相间标志漆，并标以黑色接地符号。屋面接地网及主接地按照设计要求可利用立柱钢筋或内敷接地带，与屋面接地网可靠焊接。

⑱ 电器设备接地均应用 50*5 热镀锌扁钢与主接地网可靠连接。电缆管一端与电缆沟道内接地干线或电缆桥架连接，另一端焊接扁钢与设备接地螺栓连接，或采用不小于 10 平方毫米编织软铜线与设备接地螺栓连接。

⑲ 二次设备的屏蔽接地应符合设计要求。

⑳ 变压器、配电、控制、保护用的盘、箱的框架均应根据设计需要设置保护接地，此外电气设备的传动装置也应设保护接地，与主接地网连接。

㉑ 明敷接地线明显和分线处涂以 100mm 等宽的黄色、绿色相间条纹。

㉒ 所有焊口进行防腐处理，刷防腐漆。

㉓ 接地装置安装完后由试验人员进行接地电阻测量，不大于设计电阻值即为合格。

3.7 整体汇线

① 整体汇线前事先考虑好走线方向，然后向配电柜放线。太阳能电池板连线应采用双护套多股铜软线，放线完毕后可穿 PVC 管。线管要做到横平竖直，柜体内部的电线应用色带包裹为一个整体，以免影响美观性。

② 关掉电池的空气开关。连接好蓄电池连线。线的颜色要分开。红色为正。黑色为负。

③ 连接太阳能电池板连线。同样要先断开开关。

④ 连接控制器到逆变器的电源连接线。负载线应根据太阳能电站和移动直放站的位置，去确定架空或地埋的方式。

⑤ 电缆线敷设

施工准备→放线→电缆沟开挖→预埋配管和埋件→电缆敷设→电缆沟回填→接线

a、施工准备

电缆穿越墙体、基础和道路时均应采用镀锌保护管，保护管在敷设前进行外观检查，内外表面是否光滑，线管切割用钢锯，端口应将毛刺处理。

b、预埋配管

暗配的线管宜沿最短的线路敷设并减少弯曲，埋入墙或地基内的管子，离表面的净距离不应小于 15mm，管口及时加管堵封闭严密。

c、管内穿线

管路必须做好可靠的跨接，跨接线端面应按相应的管线直径选择。

d、电缆敷设

电缆敷设前电缆沟应通过验收合格；铠装电缆直接埋地敷设，电缆埋设段内严禁接头。

3.8 整体防腐

①施工完工后应对整个钢结构进行整体防锈处理，可用防锈漆进行涂装，但涂装次数不得少于二遍，中间间距时间不得少于 8 小时。

3.9 分部验收测试（调试工程师）

3.9.1 系统设置与接线

①并网光伏发电系统的系统接线和设备配置应符合低压电力系统设计规范和太阳能光伏发电系统的设计规范。

②并网光伏发电系统与电网间在联接处应有明显的带有标志的分界点，应通过变压器等进行电气隔离。

检测方法：对系统设计图和配置设备清单进行检查。

3.9.2 安装、布线、防水工程检查

（1）太阳能电池方阵、逆变器、并网保护装置等设备安装应符合设计施工图的要求，布线、防水等建筑工程应符合相关要求。

3.9.3 防雷接地

（1）太阳能电池方阵必须有可靠的接地网防雷措施。

检测方法：检查太阳能电池方阵的接地线与防雷接地线是否牢固连接。

3.9.4 绝缘性能

绝缘电阻（检测仪器）

（1）太阳能电池方阵、接线箱、逆变器、保护装置的主回路与地（外壳）之间的用 DC1000V 欧姆表测量绝缘电阻应不小于 $1\text{M}\Omega$ 。

试验方法：将太阳能电池方阵、接线箱、逆变器、并网保护装置等设备的连接回路断开，分别用 DC1000V 欧姆表测量主回路各极性与地（外壳）的绝缘电阻，绝缘电阻应不小于 $1\text{M}\Omega$ 。

3.9.5 绝缘耐压

（1）太阳能电池方阵、接线箱、逆变器、保护装置的主回路与地（外壳）之间的应能承受 AC2000V，1 分钟工频交流耐压，无闪络、无击穿现象。

试验方法：将太阳能电池方阵、接线箱、逆变器、并网保护装置等设备的连接回路断开，分别用 AC2000V 工频交流耐压仪测量主回路各极性与地（外壳）的绝缘耐压。

3.9.6 工作特性试验

(1) 并网光伏发电系统应在现场对其主要设计工作特性进行验证检测,以证明其符合性。

(2) 并网光伏发电系统的起动和停止,应符合设计的功率(电压)值并经一定延时确认后动作,防止出现频繁起动和停止现象。

试验方法:调整(模拟)太阳电池方阵的发电功率(电压)达到设定值并经一定延时后,并网光伏发电系统起动并入电网运行;调整(模拟)太阳电池方阵的发电功率(电压)低于设定值并经一定延时后,并网光伏发电系统停止与电网解列运行;起动/停止动作值应符合设计文件的要求。

3.9.7 交流电源跟踪

(1) 当电网电压和频率在设定范围内变化时,并网光伏发电系统的输出应可跟踪电网电压和频率的变化,稳定运行。交流输出功率,交流输出电流(高次谐波),功率因数应符合设计值。

试验方法:调整(模拟)电网的电压和频率在规定范围内变化,观察并网光伏发电系统的输出可以跟踪这种变化,且稳定运行。

3.9.8 效率

(1) 并网光伏发电系统在额定输出的 25%、50%、100%时,转换效率应符合设计要求。

试验方法:在并网光伏发电系统输出在额定值的 25%、50%、100%,偏差 $\pm 10\%$ 以内时,测量太阳电池方阵输出的直流功率和系统输出的交流功率,计算转换效率,应符合设计要求。

3.9.9 电压与频率

(1) 为了使交流负载正常工作,并网光伏发电系统的电压和频率应与电网相匹配。电网额定电压为 110 kV,额定频率为 50Hz。

(2) 正常运行时,电网公共连接点(PCC)处的电压允许偏差应符合 GB12325-90。三相电压的允许偏差为额定电压的 $\pm 7\%$,单相电压的允许偏差为额定电压的 $+7\%$ 、 -10% 。

(3) 并网光伏发电系统应与电网同步运行。电网额定频率为 50Hz,光伏系统的频率允许偏差应符合 GB/T 15945,即偏差值允许 $\pm 0.5\text{Hz}$ 。频率工作范围应在 49.5Hz~50.5Hz 之间。

试验方法:在并网光伏发电系统正常运行时,测量解并列点处的电压和频率应符合上述要求。

3.9.10 电压电流畸变率

(1) 并网光伏发电系统在运行时不应造成电网电压波形过度的畸变, 和/或导致注入电网过度的谐波电流。在额定输出时电压总谐波畸变率限值 5%, 各次谐波电压含有率限值 3%, 在 50%和 100%额定输出时电流总谐波畸变率限值为 5%, 各次谐波电流含有率限值为 3%。

试验方法: 用谐波测量仪在并网光伏发电系统输出 50%和 100%时, 测量解并列点处的电压和电流总谐波畸变率和各次谐波含有率。

3.9.11 功率因数

(1) 光伏系统的平均功率因数在 50%额定输出时应不小于 0.85, 在 100%额定输出时应不小于 0.90。

试验方法: 用功率因数表在并网光伏发电系统输出 50%和 100%时, 测量解并列点处的功率因数应符合上述要求。

3.9.12 电压不平衡度(仅对三相输出)

(1) 光伏系统(仅对三相输出)的运行, 三相电压不平衡度指标满足 GB/T 15543—1995 规定。即电网公共连接点(PCC)处的三相电压允许不平衡度允许值为 2%, 短时不得超过 4%。

试验方法: 用电压表在并网光伏发电系统输出 50%和 100%时, 测量解并列点处的三相输出电压应符合上述要求。

3.9.13 安全与保护试验

并网光伏发电系统和电网异常或故障时, 为保证设备和人身安全, 防止事故范围扩大, 应设置相应的并网保护装置。

(1) 过/欠压

当并网光伏发电系统电网接口处电压超出规定电压范围时, 过 / 欠电压保护应在 0.2~2 秒内动作将光伏系统与电网断开。

试验方法: 将并网光伏发电系统停止解列, 在过/欠电压检测回路中施加规定的交流电压值, 测量保护装置的动作值和动作时间, 应符合设定值。

(2) 过/欠频

当并网光伏发电系统电网接口处频率超出规定的频率范围时, 过 / 欠频率保护应在 0.2~2 秒内动作将光伏系统与电网断开。

试验方法: 将并网光伏发电系统停止解列, 在过/欠频率检测回路中施加规定的交流频率信号, 测量保护装置的动作值和动作时间, 应符合设定值。

(3) 防孤岛效应

当并网光伏发电系统的电网失压时，必须在规定的时限内将该光伏系统与电网断开，防止出现孤岛效应，应设置至少各一种主动和被动防孤岛效应保护。防孤岛效应保护应在 2 秒内动作将光伏系统与电网断开。

试验方法：并网光伏发电系统运行中，调整阻性负荷，使电网向负荷的供电功率接近于零（小于额定功率的 5%），模拟电网失电，检测防孤岛效应保护装置的動作值和動作时间，应符合设定值。

（4）电网恢复

由于超限导致光伏系统离网后，光伏系统应保持离网，直到电网恢复到允许的电压和频率范围后 150 秒以上才可再并网。

试验方法：在过/欠压、过/欠频、防孤岛效应保护检测时，恢复保护装置工作范围，并网光伏系统应在规定时间后再并网。

（5）短路保护

光伏系统对电网应设置短路保护，电网短路时，逆变器的过电流应不大于额定电流的 150%，并在 0.1 秒以内将光伏系统与电网断开。

试验方法：在解并列点处模拟电网短路，测量逆变器的输出电流及解列时间。

（6）方向功率保护

对无逆潮流光伏并网发电系统，当电网接口处逆潮流为逆变器额定输出的 5%时，方向功率保护应在 0.2~2 秒内动作将光伏系统与电网断开。

试验方法：将并网光伏发电系统停止解列，在方向功率保护检测回路中施加规定的交流信号，测量保护装置的動作值和動作时间，应符合设定值。

3.10 电缆保护管的安装

（1）预埋管的安装

- ①预埋的电缆保护管应有 $\geq 0.1\%$ 的排水坡度；
- ②引至设备的保护管，应不影响设备的连接及拆装；
- ③所连接保护管管口应接缝严密，以防水泥浆等渗入；
- ④多根保护管并列预埋时，露出地面部分应管口垂直，排列整齐，管口标高一致；
- ⑤保护管应固定牢固，管口应用铁板或木塞封堵严密，严防渗漏灰浆；
- ⑥在土建进行水泥浇灌或回填土前后，都应到现场检查保护管是否有移位、砸坏等问题，发现问题及时处理。
- ⑦当保护管与桥架连接时，应在桥架上开孔，用的接头将保护管与桥架连接。管沟的保

护管要埋入沟底以下；

(2) 明敷电缆管的安装

①在电缆保护管明敷时，预先焊几个焊接点，在焊接点上焊接支架，将保护管焊接在支架上；（如无焊接点，则用膨胀螺丝钉将支架固定在梁或支架上）；

②管长 $\leq 2\text{m}$ 的水平及垂直偏差 $\leq 3\text{mm}$ ；

③较长的保护管水平及垂直偏差 $\leq 1/2$ 保护管内径；

④与热力管道之间净距离平行敷设 $\geq 1\text{m}$ ，并且不宜位于管道上部，交叉敷设 $\geq 0.5\text{m}$

⑤与保温层之间净距离平行敷设 $\geq 0.5\text{m}$ ，交叉敷设 $\geq 0.2\text{m}$ ；

⑥当保护管由桥架引出时，保护管管径 $\leq 50\text{mm}$ 的，保护管必须放到所引桥架层上，并加以固定，以满足所穿电缆的弯曲半径；

⑦当多根保护管进入同一控制箱时，保护管应排列整齐，管口高度一致，离控制箱应保持 300mm-500mm 的距离，以便引接金属软管。

3.11 电缆及光缆

(1) 敷设电缆时，电缆允许敷设最低温度，在敷设前 24h 内的平均温度以及敷设现场的温度不应低于 0°C ；当温度低于此规定值时，应采取措施（若厂家有要求，按厂家要求执行）；

(2) 尽量避免电缆可能受到的各种损害，如机械损坏、振动、化学腐蚀、水浸泡、热辐射、鼠虫危害等；

(3) 直埋电缆的上、下部应铺以不小于 100mm 厚的软土或砂层，并加盖保护板，其覆盖宽度应超过电缆两侧各 50mm，保护板宜用混凝土盖板；

(4) 直埋电缆敷设于冻土地区时，宜埋入冻土层以下，当无法深埋时可在土壤排水性好的干燥冻土层或回填土中埋设，也可采取其他防止电缆受到损伤的措施；

(5) 直埋敷设的电缆在采取特殊换土回填时，回填土的土质应对电缆外护套无腐蚀性；

(6) 电缆管在敷设电缆前，应进行疏通，清除杂物；

(7) 直埋电缆与直埋电缆交叉时，上部电缆埋深不小于 500mm，且在交叉点前后 1000mm 范围内，上部电缆与下部电缆的土层厚度不应小于 500mm；当交叉段采用穿管保护时，可降低为 250mm；

(8) 直埋电缆在直线段每隔 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志或标识桩；

(9) 直埋敷设电缆的接头配置

a. 接头与邻近电缆的净距，不得小于 0.25m。

- b. 并列电缆的接头位置宜相互错开，且不小于 0.5m 净距。
- c. 斜坡地形处的接头安置，应呈水平状。
- d. 电缆穿越道路时，不得设置接头。
- e. 对重要回路的电缆接头，宜在其两侧约 1000mm 开始的局部段，按留有备用量方式敷设电缆，至少满足一次故障要求
- f. 光缆终端头必须由专业技术人员按照规范施工；光缆终端及中间接头由高级技工严格遵守制作工艺规程操作。

(10) 直埋电缆与工业水管净距应大于 500mm，与平行热力管道净距宜大于 2000mm，交叉处净距应大于 500mm。当交叉段采用穿管保护时，可降为 330mm； 电缆之间、电缆与其它管道或建筑物之间的最小净距应符合《电缆线路施工及验收规范》要求，严禁电缆平行敷设于管道上、下面；

(11) 电缆、光缆应按图纸要求保持间距，禁止靠近或相互接触；

(12) 电缆、光缆敷设时应采取蛇形敷设方式，防止温度应力；。

(13) 同沟敷设的光缆，不得交叉，重叠，宜采用分别牵引同时布放的方式

(14) 光缆敷设在坡度大于 20 度，坡长大于 30 米的斜坡上时，宜采用“S”形敷设。

(15) 布放过程中或布放后，应及时检查光缆外皮。如有破损应立即修复。采取顶管时，顶管应保持平直，管口应做堵塞。

(16) 光缆接头点的预留光缆应妥善的置于接头坑中，端头必须做好密封防潮处理，防止光缆浸水或人为损坏。需在每一个电缆中间接头处设置电缆检修井。

(17) 在光缆接头、光缆拐弯点、光缆特殊预留点等处，需设置标识。

光缆敷设进箱逆变内的每个通讯端（箱变监控柜熔接盒）都需要盘至少 5 米作为余量再通过埋管引至下一个通讯端（监控柜熔接盒）。在箱逆变做盘留 5 米余量后可将多余的部分截去，然后将此箱变作为另一盘光缆敷设的起始点。所有光缆的接头都要采取保护，密封完好待相关人员作光缆熔接及通讯连接。

3.12 配电柜安装

(1) 就位时应根据图纸及现场条件确定就位次序，一般情况是以不防碍其他柜就位为原则，先内后外，先靠墙处后入口处，依次将配电柜放在安装位置上。

(2) 配电柜就位后，应先调到大致的水平位置，然后再进行精调。先精确地调整第一块柜，再以第一块柜为标准逐个调整其余柜，使其柜面一致、排列整齐、间隙均匀。

(3) 配电柜的固定采用焊接固定时，每台柜的焊缝不少于 4 处，每处焊缝长约 100mm

左右。为保持柜面美观，焊缝宜放在柜体的内侧。焊接时，应把垫于柜下的垫片也焊在基础型钢上值得注意的是，主控制柜、继电保护盘、自动装置盘等不宜与基础型钢焊死，应用螺丝固定。

(4) 柜体安装固定完毕之后，即可对柜内设备、二次回路接线及仪表进行调整，使之达到设计图纸的要求。

(5) 硬母线安装

3.13 母线连接

(1) 首先将母线在平台上调直，选择较平的一面作基础面，进行打孔。螺栓在母线上孔径一般不应大于螺栓直径 1mm。打好孔后，应将孔口的毛刺除去，使其保持光洁。搭接面表面要除去氧化膜并保持清洁，涂上电力复合脂，用精制的镀锌紧固件(螺栓、螺母、垫圈)压紧，保证接触严密可靠。

3.14 SVG 无功补偿装置技术要求

3.15.1 技术要求

(1) 装置特点

SVG 无功补偿装置应具有以下特点：

- ①响应速度快：能在短时间内对无功功率进行动态补偿；
- ②补偿精度高：补偿后的系统电压与频率稳定，波动小；
- ③运行可靠性高：具备完善的保护功能，可确保装置在故障情况下自动退出运行并报警；
- ④兼容性强：能与光伏电站的控制系统进行无缝对接。

(2) 性能指标

- ①额定容量：装置的额定容量应满足光伏电站的设计要求；
- ②响应时间：应能在不大于 10ms 的时间内完成无功功率的动态补偿；
- ③补偿精度：在系统电压与频率波动范围内，补偿后的系统电压与频率应保持在规定范围内；
- ④使用寿命：装置的使用寿命应不小于 20 年。

(3) 安全性要求

- ①防电击要求：装置应符合相关防电击标准，确保操作人员的人身安全；
- ②防火要求：装置应具有防火保护措施，防止火灾事故的发生；
- ③防雷要求：装置应具有防雷保护措施，防止雷电对设备造成损坏。

(4) 环境适应性要求

- ①抗风能力：装置应能承受不低于 25m/s 的风速；
- ②抗冰冻能力：装置应能在不低于-40℃的环境温度下正常运行；
- ③耐腐蚀能力：装置应具有抵抗腐蚀的能力，以适应光伏电站的恶劣环境。

(5) 接口要求

- ①控制接口：装置应具有与光伏电站控制系统对接的接口，实现远程控制与监测；
- ②数据接口：装置应能输出补偿后的系统电压、电流、功率因数等数据，以便于数据分析与优化。

3.15 集电线路电缆头制作安装：

(1) 电缆敷设后两端应做电缆头，接线时导线在端子连接处应设有适当余量，线芯端头应有回路编号标志。

本工程电缆户外终端接头采用高压交联聚乙烯绝缘电缆冷缩接头技术。具体步骤如下：

①对电缆确定绝缘外径提供电缆头套管范围，用 PVC 带绑扎剥开电缆，保留 35mm 铜屏蔽，进行良好电缆头预处理；

②剥外护套和锯钢带。在外护套上 25mm 的钢带处，用铜扎线各扎紧 3~4 圈，在此位置端部扎线边缘将钢带锯一深痕，然后用钳子将钢带剥下。并清理污物和上防锈漆。

③绕包思高 23。在各相铜带屏蔽处以 50% 重叠方式来回绕包思高 23 绝缘带。将余下铜带屏蔽层向下返回弯曲与钢带搭接（严禁将铜带剪断），再在每相下弯曲的铜带上以 50% 重叠方式来回绕包思高 23 绝缘带。

④接地处理。用恒力弹簧将接地编制线固定在铠装带上，对冷收缩套管安装要保证冷缩终端的有效距离及顶部防水密封。

⑤安装三芯手套。根据电缆截面规格选择 PST 密封冷缩手套。

⑥电力应力处理。该步骤是整个电缆终端头制作的关键，应严格操作程序，尤其要注意主绝缘表面的清洁处理、带材的选用和包绕方法，以及包绕尺寸的到位。

⑦ST 套管。根据 PST 套管收缩尺寸，适当包绕思高 23 带，以使 PST 套管与线芯接触良好。

⑧安装端子。根据接线端子孔深 B+10mm，剥除 XLPE 绝缘体，将各芯讨如接线端子，进行对称压接，并锉平、打光、清洁接线端子。

(2) 屏蔽电缆、屏蔽导线均应按设计或厂家要求接地，保证电缆单端接地，信号源浮空时，屏蔽层在控制室接地；如信号源本身接地时，屏蔽层在信号源处接地。

(3) 箱、柜内的控制电缆走向一致、排列整齐、绑扎均匀、弯曲半径一致，线芯编号清

晰。

(4) 电缆线芯不应有伤痕，单股线芯弯圈接线时，其弯曲方向与螺丝紧固方向一致，多股线芯应压线鼻子。

(5) 导线与端子接触应良好，螺丝紧固，端子每侧接线不得超过两根。电缆敷设完毕，进行防火隔板、隔墙、盖板、电缆沟盖板安装、照明箱式变电站底、电缆孔、洞用防火材料严密封闭。)

4.3 10kV 电缆试验方案

1、试验条件要求

a 电力电缆已铺设，电缆头制作完毕；b 现场已做好安全措施；c 现场照明条件良好；d 现场通信畅通。

2、试验项目

(1) 绝缘电阻测量

- 1) 试验仪器：2500V 兆欧表。
- 2) 试验接线：将测试相接入兆欧表，非测试相接地。
- 3) 找出电缆两端头，确认电缆两端相位对应。
- 4) 分别测量线芯对其它线芯及地的绝缘电阻。
- 5) 将电缆对地充分放电，时间不小于 5 分钟。
- 6) 安全注意事项：用兆欧表测定绝缘电阻时，被试物要确实与电源断开，试验中要防止与人体接触，试验后被试物必须充分放电，时间不小于 5 分钟。

(2) 直流耐压试验及泄漏电流测量

- 1) 试验仪器：直流高压发生器。
- 2) 10kV 电缆试验电压为 35kV，3kV 电缆试验电压为 15kV，试验时间均为 15 分钟。
- 3) 检查试验接线正确无误。
- 4) 通知电缆对端监护人员开始试验，并要得到监护人员明确答复。
- 5) 测量试前绝缘电阻。
- 6) 分 4 个阶段升到试验电压，每阶段停留 1 分钟，记录泄漏电流。
- 7) 升到试验电压后，停留 15 分钟，再次记录泄漏电流。
- 8) 降下电压，断开电源，将电缆充分放电。
- 9) 测试试后绝缘电阻，将电缆充分放电。
- 10) 更换接线，依次做其它各相试验。

11)试验完毕，将电缆充分放电，时间不小于 15 分钟。

检测方法：对太阳能电池方阵、逆变器、并网保护装置等设备的安装对照设计施工图进行检查，验证是否一致；检查安装、布线、防水等工程的施工记录。

3.16 系统调试

3.16.1 系统调试前准备工作

(1) 系统调试前进行系统检查，其中包括：接地电阻值的检测、线路绝缘电阻的检测、控制柜的性能测试、充电蓄电池组的检测、光伏阵列输出电压的检测、控制器调试。

(2) 太阳能组件方阵的仰角方向宜保持一致，满足最大采光要求。

(3) 太阳能组件安装纵向中心线和支架纵向中心线应一致，横向水平线应与地面形成设计度角，倾斜方向应该是符合设计要求。紧固后目测应无歪斜。

(4) 支架固定牢靠，可抵抗 7-8 级风。避雷设备符合所有安装要求。

(5) 汇流盒及护线 PVC 管必须做到 100%防水保护、安装牢固。

(6) 系统安装使用的支架、抱箍、螺栓、压板等金属构件应进行热镀锌处理，防腐质量应符合现行国家标准《金属覆盖及其他有关覆盖层维氏和努氏显微硬度试验》(GB/T9700)、《热喷涂金属件表面预处理通则》(GB/T11373)、现行行业标准《钢铁热浸铝工艺及质量检验》(ZBJ36011)的有关规定。

(7) 各种螺母紧固，宜加垫片和弹簧垫。紧固后螺出螺母不得少于两个螺距。

(8) 安装完成后进行检查，确认无误，方可进行分项调试。

(9) 各分项调试完成后，可进行系统调试，联动调试，试运行。

3.17.2 调试流程

3.16.2.1 调试之前做好下列工作准备：

(1) 应有运行调试方案，内容包括调试目的要求，时间进度计划，调试项目，程序和采取的方法等；

(2) 按运行调试方案，备好仪表和工具及调试记录表格；

(3) 熟悉系统的全部设计资料，计算的状态参数，领会设计意图，掌握太阳能电池组件，逆变器，光伏系统工作原理；

(4) 光伏调试之前，先应对逆变器，并网柜试运行，设备完好符合设计要求后，方可进行调试工作；

(5) 检查太阳能光伏接线是否正确，逆变器、并网柜的接线是否正确；

(6) 检查太阳能光伏组件的二极管连接是否正确；

(7) 检查保护装置、电气设备接线是否符合图纸要求。

3.16.2.2 通信网络检测

- (1) 检测逆变器到计算机间的通信线是否通信正常；
- (2) 检查光伏系统监测软件是否已经安装，是否可在计算机上正常启动使用；
- (3) 检查计算机间的通信联接是否正常。

3.16.2.3 系统性能的检测与调试

电站运行前，运行维护人员必须做好一切准备工作：检查送电线路有无可能导致供电系统短路或断路的情况；确认输配电线路无人作业，确认系统中所有隔离开关、空气开关处于断开位置；确认所有设备的熔断器处于断开位置；确认太阳电池方阵表面无遮挡物；记录系统的初始状态及参数，这是实现电站安全启动的重要环节。

逆变器并网前首先进行以下测试：

- ①对太阳能发电系统进行绝缘测试，测试合格方可并网；
- ②测试直流防雷箱输出（或逆变器进线端）电压，判断太阳能电池输出是否正常；
- ③测量并网点的电压，频率是否在逆变器的并网范围；
- ④待以上测试完成并达到并网条件时，方可以进行并网调试；
- ⑤将测试逆变器的输入输出隔离开关闭合，并将并网柜相应的断路器合上，观察并网电压及电流是否正常，查看逆变器各项参数是否正常，如此操作直到各个逆变器工作正常。
- ⑥将所有逆变器连接上通讯线，同时连接上数据采集器及传感器，通过通讯线将数据采集器和 PC 机相连，运行通讯软件，监测光伏发电系统各项参数及指标是否正常，调整逆变器，数据采集器，监控软件的相关设置，使监控系统正常。
- ⑦启动系统设备，观察逆变器，并网柜是否正常工作；
- ⑧检查监控软件是否正常显示光伏系统发电量，电压，频率等系统参数。

电能质量测试：电路是对光伏并网发电量系统测量的一个测试框图。如果电网的电压和频率的偏差可以保持在最高允许偏差的 50% 及以内，则“电压和频率可调的净化交流电源（模拟电网）”可以省略，直接将系统接入电网进行测试。

(1) 正常运行时，本光伏系统和电网接口处的电压允许偏差符合 GB/T 12325-1990 的规定，三相电压的允许偏差为额定电压 $\pm 7\%$ ，单相电压的允许偏差为额定电压的 $+7\%$ 、 -10% 。

(2) 光伏系统与电网同步运行，电网额定频率为 50Hz，光伏系统并网后的频率允许偏差符合 GB/T 15945 的规定，即输出频率允许偏差为额定频率 $\pm 0.5\text{Hz}$ 。

(3) 光伏系统工作时不应造成电网电压波形过度的畸变和导致注入电网过度的谐波电

流。并网逆变器额定输出时，电流总谐波畸变限值小于逆变器额定输出的 5%。

(4) 光伏系统的输出大于其额定输出的 50%时，平均功率因数不小于 0.9。

(5) 光伏系统并网运行时，电网接口处的三相电压不平衡度不超过 GB/T 15543 规定的数值，允许值为 2%，短时不超过 4%。

(6) 光伏系统并网运行时，逆变器向电网馈送的直流电流分量不超过其交流额定值的 1%。

3.17 储能设施控制

(1) 安全可靠采用三级防护系统，最大程度保证储能电站安全性。一级防护：BMS、EMS 系统实时监控电池状态和储能电站系统状态，对发生故障部分进行及时故障退出。二级防护：合理设计防火分区。三级防护：电池舱内设置灭火装置，电池舱外设置水消防系统，共同作为储能电站灭火的最后一道防线。

(2) 防火防爆分别设置大、中、小三层防火单元：电池舱背靠背布置的两个电池舱单元，作为防火小单元；升压变和 PCS 同建筑布置，作为防火中单元；防火中单元间靠道路距离划分形成防火大单元。小型储能电站，PCS 如需与电池共用预制舱，应与电池舱空间进行隔离，大型储能电站，PCS 不宜与电池共用预制舱，可与升压变、EMS 等共用预制舱。

(3) 节约用地电池舱背靠背、中间夹防火墙的布置方式，可以有效减少防火间距；选用大容量 PCS，且 PCS 两两并联至一台升压变，减少场地内变压器数量；升压变和 PCS 在空间内成排对称布置。

(4) 节省能耗小容量储能电站采用一级升压系统，减小多级升压的电能损耗；站用变集中设置在母线上，实现共享备用变功能；PCS、升压变容量合理匹配，减少容量冗余；储能电站内均采用低损耗设备，如 PCS、升压变、站用变等。

(5) 运维方便电池舱通道宽度预留 1m 以上，保证运维空间；二次配置就地监控系统，可实现对电池、PCS 等设备的灵活监控和数据读取；半户内布置方案中，屋内均设置休息室，可供检修运维人员值班休息；PCS、主变均布置于户内，可保证运维检修不受天气影响；升压变低压侧设置环网柜，提升运维安全性。

3.18 储能锂电池

(1) 电池组外观应符合以下要求：

- ① 电池组表面应清洁，无明显变形，无机械损伤，接口触点无锈蚀；
- ② 电池组表面应有必需的产品标识，且标识清楚；
- ③ 电池组的正、负极端子及极性应有明显标记，接线方式应为前出线方式，便于连接；
- ④ 电池组的电源接口、通讯（或告警）接口应有明确标识。

四、监理方法和措施

4.1 质量控制

1. 制定监理实施细则；
2. 参加施工图纸的设计交底及专业会审；
3. 检查设计变更、设备缺陷处理的执行情况；
4. 审查原材料、半成品、外购件的出厂合格证明，按有关规定需进行复验的项目，审查施工单位的复验报告；
5. 审查本工程采用的新技术、新材料、新工艺的技术鉴定文件和试验报告；
6. 配合质监站组织好阶段性质质监检查，配合质监站对重大项目做好质监中心站的迎检工作；
7. 对施工队伍所完成的工作量进行审核；
8. 对单位工程或单项工程的施工过程监理：
 - 8.1. 审查开工报告、施工作业指导书等技术文件及施工准备情况；
 - 8.2. 对开工项目施工现场进行巡检，对重要工序实施旁站见证；
 - 8.3. 对隐蔽工序进行检查签证（并及时记录在案），发现问题，及时提出整改意见；
 - 8.4. 项目完工，按有关技术文件、规范和标准要求四级质量检查验收并办理签证。（注意要求施工单位提供相邻两个接地引下线之间回路电阻测试记录）
9. 检查安全文明施工情况，特别需注意不同施工单位、同一施工单位不同施工部门间施工成品及半成品保护；加强现场巡视。

10. 工程协调

监理工程师通过专业工程协调会、往来文件、现场协商等方法来处理施工中发生的各种问题；专业协调无法解决，及时向总监汇报，提请上一级处理。

11. 质量问题处理

（1）对现场发生的一般性质量问题（包括质量通病），监理工程师除口头提请施工单位注意，并通过监理备忘录、监理工程师通知等书面文件，要求施工单位进行整改。

（2）对现场发生的一般质量事故，除向总监和甲方汇报外，组织或参加事故原因分析会，并监督施工单位按一般质量事故处理程序对事故做出处理。

（3）现场发生重大质量事故，除积极协助施工单位保护事故现场和采取措施避免事故进一步扩大外，立即向总监报告。

12. 往来文件处理

监理工程师收到有关单位发送来的工程文件，凡属监理工作范围，均由监理工程师负责

协调处理,并在第二个工作日内做出反应,特殊情况可酌情延迟。

4.2 进度控制

监理人员应依据施工合同的有关条款、施工组织设计,制定进度控制方案,对进度目标进行风险分析,及时发现实际进度与计划进度的差异,提请承包单位采取补救措施,以便进行纠偏。

1、审查施工单位编制的施工组织设计,要求编制网络计划,并切实要求施工单位按计划组织施工。

2、结合工程具体情况,在编制的综合网络计划的基础上,审理主要工作项目的阶段性计划控制目标,确保本细则覆盖范围内工程节点不转化成关键节点,不影响关键途径的按期实现,从而确保工程综合进度的实施,确保进度总目标的实现。

3、审查施工单位编制的月度进度计划,对照二级进度检查图纸,施工材料的供应计划和施工质量等可能对工程进度产生影响的各种因素,提出预控措施。

4、对施工进度定期进行盘点,及时发现实际进度与计划产生的差异,分析差异产生的原因及各种不利因素,提请有关单位采取补救措施或研究对策以便进行纠偏。当实际进度严重滞后于计划进度时,及时向总监报告,以便总监与建设单位商定采取进一步措施。

5、检查施工单位落实劳动力,机具设备,周转材料,原材料和设备的供应情况。

6、组织或参加施工专业协调会议,检查工程计划的执行情况,协调解决现场各单位之间需要协调配合的问题,督促施工单位按进度计划进行施工,力保每个环节都能如期进行。

五、安全管理

1、监理人员必须树立“安全第一、预防为主”的思想,督促施工单位做好预防频发性事故措施,杜绝恶性事故的发生。

2、监理安全工作可以结合质量控制同步进行,并做好监理人员自身的安全保护工作。

3、专业监理工程师安全控制预控重点为审核承建单位报审施工组织设计和施工。

4、作业指导书中有关安全技术措施是否正确、完整和全面。施工过程中监督安全技术措施的实施。

5、监督检查施工单位在施工前的安全技术交底和交底记录。

6、施工过程中的现场巡视、现场旁站、见证检验均应以贯彻落实安全措施为首要目标。

7、现场检查发现安全问题及安全隐患,责令其立即整改并消除隐患。发现违章作业,专业监理工程师和安全监理员均应及时纠正;发生严重违章,并可能导致重大安全事故时,有权发布停工指令。

- 8、督促施工中安全防火措施的落实、执行。
- 9、督促检查施工中防止高空坠落安全措施并督促执行。
- 10、安全控制的日常工作（控制施工人员不安全行为）由监理安全员为主。
- 11、起重设备未经负荷试验验收合格，不得使用，操作人员必须要有上岗合格证件，其它人员不得擅自使用。负荷试验必须按照规范及施工作业指导书的要求进行。
- 12、严格执行安全文明施工规定，每天必须把施工区域内清扫干净，做到工完、料尽、场地清。
- 13、监督安装人员采取以下防触电措施：
 - （1）穿绝缘鞋、带低压绝缘手套，使用绝缘工具；
 - （2）在建筑场地安装光伏系统时，应保护和隔离安装位置上空的架空电线；
 - （3）不应在雨、雪和大风天气作业。

六、资料管理

6.1 施工准备阶段

单位工程开工前，承包单位须递交以下技术文件、资料报审：

- 6.1.1 重要工程开工报审表；
- 6.1.2 专业施工组织设计或作业指导书及报审表；
- 6.1.3 主要材料报验表（包括材料质量证明书及试验报告，并注明各种规格及进货数量）；
- 6.1.4 如果发生分包行为，分包单位资质报审表；
- 6.1.5 主要施工计量器具、检测仪表检验统计表；
- 6.1.6 特殊工种人员统计表；
- 6.1.7 主要施工机械设备进场使用报验表；
- 6.1.8 施工质量检验项目划分表；

6.2 施工阶段

- 2.1 按电建验标要求及时填写工程施工记录、试验报告、分项及隐蔽工程的验收表；
- 2.2 发现设计疑问，尽快办理工程联系单；需要设计修改的，递交设计修改建议单，按设计修改审批程序进行；
- 2.3 在施工中，如重要的施工方案、工艺变更，要以书面形式通知监理部，并要得到认可；
- 2.4 后续进场的材料、构配件及时办理报验；
- 2.5 原材料以及按规定需做的各种试验应及时通知监理工程师见证取样；

2.6 土建安装交接时填写交接表；

6.3 竣工阶段

3.1 递交竣工报告；

3.2 办理分部、单位工程的验收签证；

3.3 办理项目签证交接手续；

3.4 承包单位在甲、乙双方合同要求的时间内完成竣工资料整理、签证、装订和移交工作。

6.4 信息处理：

4.1 及时做好文件包的登录工作，当日数据当日清；

4.2 设计变更和变更设计应按监理公司《监理服务过程控制程序》的有关要求处理，及时在技术文件上做好标识；设计变更在工程实物上完成后要及时进行封闭；针对工程项目实施过程中发生的问题，根据其对工程影响的不利程度或潜在危害，运用各种监理指令，指令施工单位各项工程目标回归受控状态。监理指令的内容、条件和发放权限，应严格按照《监理服务过程控制程序》的规定进行。监理工作联系单涉及需要跟踪的内容，在有关单位执行完毕后，应自我闭环；

4.3 记好监理日记，日记内容要完整反映当天的监理活动实况，发现的问题要进行闭环。