

目 录

- 一、工程概况
- 二、编制依据
- 三、监理工作流程
- 四、监理工作重点
- 五、监理工作方法及监理措施
- 六、工程进度控制、投资控制
- 七、安全控制

一、工程概况

苏垦麦芽 1.56MW 工商业屋顶分布式光伏发电项目，位于盐城市射阳县经济开发区江苏省农垦麦芽有限公司，利用闲置屋顶新建分布式光伏电站项目。本项目光伏阵列由 4488 块标称功率为 370Wp 太阳能电池组件组成；以 22 块组件串联成一组串；每 13~15 串接入一台 100kW 组串式逆变器，每 7 串接入一台 50kW 组串式逆变器，每 5 串接入一台 40kW 组串式逆变器，每 4 台逆变器接入一个低压并网点，共计 4 个低压并网点。

参建单位：

业主单位：江苏农垦麦芽有限公司

建设单位：江苏农垦清洁能源有限公司

监理单位：常州正衡电力工程监理有限公司

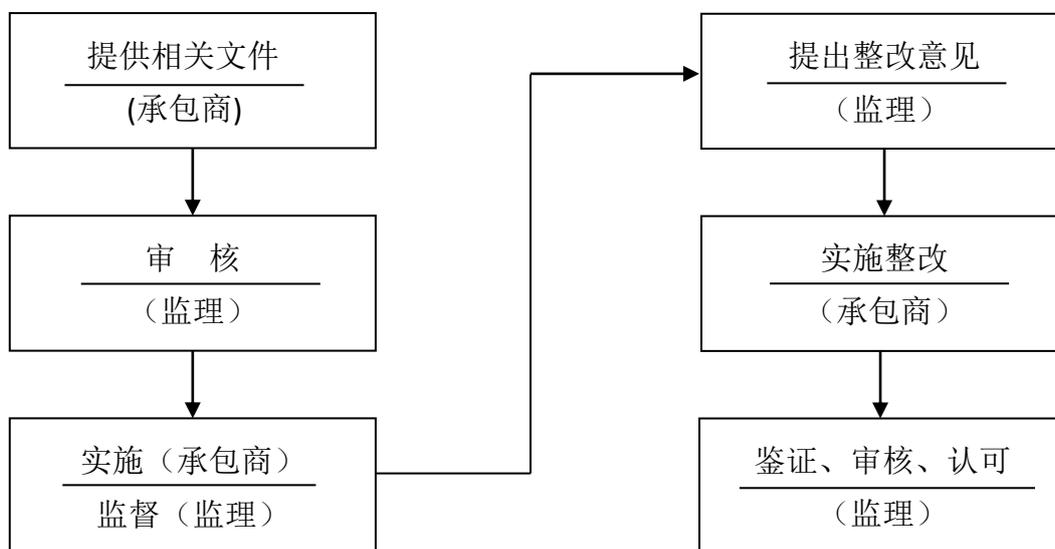
EPC 单位：协鑫能源工程有限公司

一、监理依据

- 1、国家现行的法律、法规、条例和建设监理的有关规定；
- 2、《电力建设工程监理规范》DL/T5434-2012；
- 3、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
《电气装置安装工程质量检验及评定规程》DL/T5161-2002
《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》（GB50169-2016）；
《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
《电气装置安装工程高压电器施工及验收规范》GB50147-2010
《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB50254-2014
《电气装置安装工程电力变流设备施工及验收规范》GB50255-2014
《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》GBJ148-90
《电气装置安装工程母线装置施工及验收规范》GB50149-2010
《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB50168-2018
《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303-2015
《电力建设安全工作规程》DL5009-2013
《电力建设安全施工管理规定》
- 4、批准的施工组织设计和施工作业指导书；

- 5、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）；
- 6、监理合同，监理大纲和监理规划；
- 7、甲方依法对外签订的与监理有关的合同；
- 8、设备制造厂商提供的设备图纸和技术文件；
- 9、甲方按国家及行业规定制定的本工程建设管理制度。
- 10、有关各方商议确定的其它文件等。

二、监理工作流程



三、监理工作控制重点

1、光伏板构件及光伏板的安装质量控制：

(1) 光伏组件的品牌、型号规格应符合招标文件、设计图纸的要求；组件安装前对支架进行检查，合格后方可进行组件安装；光伏板安装应符合现场安装图纸要求。

(2) 水泥屋面支架基础的预埋的部件应牢固可靠，符合设计要求；安装光伏板构件的基础应与预埋件可靠固定；将光伏板构件的安装基础与主接地网进行可靠的焊接；光伏板的布置应整齐美观，不得有损坏现象。

(3) 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，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。

2、电气一次设备安装质量控制

(1) 汇流箱的安装调试

安装汇流箱支架，螺栓连接牢固，与组件支架焊接牢固；将汇流箱安装就位，且调整整齐，安装牢固；汇流箱其它附件的安装按照要求按图施工。汇流箱及辅助设备投运前的试验项目应符合标准。验收合格后进行设备通电。核对极性，依次对汇流箱进行冲流，观察应无异常现象；对汇流箱进行加负荷，观察应无异常现象。对汇流箱进行加负荷 72 小时试运行。

(2) 逆变器的安装调试

逆变器的安装调试严格按图纸及厂家技术要求执行，厂家技术代表现场提供指导。

基础型钢的安装应符合下列要求：

项目	允许偏差	
	Mm/m	Mm/全长
不直度	≦ 1	≦ 5
水平度	≦ 1	≦ 5
位置误差及不平行度		≦ 5

基础型钢材料型号、规格符合设计，应采用镀锌槽钢，接地应两点接地，固定牢固。

(3) 柜体安装调试

柜体成列安装时，其垂直度、水平偏差以及盘、柜面偏差和盘、柜间接缝的允许偏差应符合以下表格内容的规定：

项目	允许偏差	
垂直度（每米）	小于 1.5mm	
水平偏差	相邻两盘顶部	小于 2 mm
	成列盘顶部	小于 5 mm
盘面误差	相邻两盘面	小于 1 mm
	成列盘面	小于 5 mm
盘间接缝	小于 2 mm	

(4) 电力电缆的安装调试

电缆敷设前，应根据电缆长度对电缆廊道长度的实地测量校对。电缆敷设速度根据制造

厂家要求进行，电缆允许最大牵引力的大小要符合制造厂技术要求。电缆在敷设过程中其弯曲半径不小于 2m，电缆摆放后，各电缆夹固定距离按厂家和设计图纸要求进行放置，加固牢靠。敷设电缆时留有足够的备用长度，作为温度变化而引起变形的补偿和事故检修时使用。

电缆敷设过程中，注意对电缆外护层的保护，防止刮伤、碰伤。电缆敷设完成后进行电缆摆放固定，各相间排列整齐、美观，没有交叉。电缆与电缆卡子接触处垫有橡胶垫。现场电缆终端头制作按合同文件执行，严格遵照厂家制定的工艺规程进行电缆终端头制作、导体连接、电缆终端吊装、附件安装等。准备临时保护棚，以满足防尘、防潮、场地清洁无污染的要求；

电缆保护管安装：横平竖直、间距均匀一致、排管排列整齐、弯管弯度一致，固定牢固、附件齐全，接地可靠，与金属软管过渡要圆滑美观。

电缆敷设：型号、规格符合设计，按层施放，排列整齐，弯曲弧度一致，松紧适度，电缆进入设备前应用过渡支架，电缆层清洁、无杂物；

电缆固定：电缆绑扎用扎带，电缆在拐弯处两侧、在中间头两侧、进入设备前等处均要固定，固定间距：水平段 $\leq 3\text{m}$ ，垂直段(倾斜 45°) $\leq 1.5\text{m}$ ，且均匀绑扎，方向一致，固定牢固。

电缆标示牌：字迹清晰、工整，不褪色，绑扎牢固，标示牌齐全，规格统一，两端及转弯处设有标示牌。

电缆头制作：端头面要平齐且垂直电缆轴线，成型后为圆筒型，长度为 $26\text{mm}\sim 28\text{mm}$ ，直径大于电缆外径 2mm ，电缆头高度应一致，且距最下面的一个端排一般不大于 20cm 。

电缆芯线绑扎：电缆芯线应顺直绑扎，间距应均匀，一般 $10\sim 15\text{cm}$ 。成型流畅。

屏、柜、箱内电缆排列及布线弧度应一致、排列整齐、不交叉、线鼻子压接紧固，接线紧固可靠。不得有中接头。电缆屏蔽层的接地应符合有关规定。

直埋电缆埋设深度为 0.8 米，上下保护层应大于 100mm ，无可能损坏电缆的杂物，回填后表面应平整充实。

电缆接引：所有电缆均使用接线鼻子，且使用镀锡材料，接引时在接触面涂抹导电膏，且接线牢固可靠，相序正确。

所有电缆穿越隔墙的孔洞、电缆桥架与套管之间的缝隙，应采用防火材料进行封堵，无遗漏。封漏要密实，表面工艺美观。保证电缆之间位置符合防火要求，按设计刷防火涂料。

3、电气二次设备安装质量控制

（1）设备开箱验收

设备开箱验收由施工单位提出申请，监理人组织建设单位、安装单位技术人员、施工人员、制造厂家代表参加，检查设备外观有无明显破损。按装箱单清点资料、合格证、附件、备品备件等是否齐全。开箱后检查设备固定螺丝、元器件、端子、线头、标签等有无脱落，结构有无裂纹。如开箱检查中发现问题应要求制造厂处理。验收合格后，进行签字认可。为确保安装到施工现场的设备的完好性，安装承包人应按合同的要求在设备安装前，必须进行设备的常规检查。

（2）电缆、光缆敷设：

- 1) 敷设前根据设计图纸核对电缆型号、敷设路径、长度是否与设计规定相符。
- 2) 检查存放的电缆应平直，不得产生扭绞、打圈等现象，不应受到外力挤压和损伤。
- 3) 用统一规格的电缆牌，上面标明电缆型号、总芯数及起止地点，字迹要清楚、耐久。
- 4) 电缆敷设前，将电缆盘在平稳坚实的盘架上，电缆要从盘的上端引出且不能与支架及地面有摩擦，不能有铠装压扁、电缆、光缆绞拧、护层折裂等机械损伤。
- 5) 电缆的敷设要专人负责，并在统一指挥下有序的进行。
- 6) 电缆按设计要求分层整齐布置，型号规格符合设计，按层布设，电缆的弯曲半径应符合要求或大于其外径的 20 倍。
- 7) 敷设电缆的牵引力，应小于电缆允许张力的 80%。
- 10) 电缆穿管敷设时，注意不得损伤绝缘。穿管敷设完后，管口要封堵严实。大容量单芯交流电缆不得单独穿入钢管内。
- 11) 电缆水平敷设时，在其首末两端、转弯处两侧及接头处用电缆卡子或卡带固定，垂直敷设时每隔 1.5 米用电缆卡子固定。
- 12) 电缆敷设完并整理好后，按规程规范的要求进行固定，电缆的固定件不能构成闭合磁路。

（4）电缆配线

- 1) 电缆插接, 位置正确，接触紧密、牢靠，插接端子完好无损。
- 2) 电缆芯线要标明电缆编号、回路号、端子号，字迹清晰，不褪色。芯线标识管与电缆芯线大小相对应，长度一致，标识内容同设计图纸一致。电缆备用芯也应有标识，方便查找。电缆芯线用接线鼻子压接时，导线与鼻子必需压接牢固紧密。

（5）配合调试

1) 承包人在完成安装工作后,应根据合同规定、设计单位提供的图纸和设备供应商提供的技术资料等进行检查和试验。现场接收试验应有监理人目击。

4、继电保护系统安装质量控制

(1) 设备安装质量控制要点:

1) 盘柜安装的垂直偏差每米小于 1mm、相邻两盘(柜)顶部高差小于 1mm、成列盘盘顶最大高差小于 3mm、相邻盘(柜)盘面偏差小于 1mm、盘间接缝小于 1.5mm,盘、台、箱、柜的门开关灵活、关闭紧密,其余指标均符合《电气装置安装工程盘、柜及二次回路结线施工及验收规范》(GB50171—92)要求。成列盘组屏安装时,盘柜顺序需同图纸一致,盘间用螺栓连接。

2) 盘柜水平度、垂直度调整合格后,按照图纸要求,将盘柜进行螺接或焊接固定,盘柜固定牢固可靠。

3) 盘柜与基础的接地连接,采用不小于 25mm²的接地线或铜编织线与基础槽钢可靠连接。盘内接地铜排同接地网可靠连接。

(2) 配线:

1) 继电保护系统应按设计图纸规定的程序和工艺进行安装,其质量要求应符合设计图纸、文件、系统合同文件和系统制造承包方所采用标准的规定,同时还应符合 GB、SDJ、DL 标准和国内其他有关标准的规定。

2) 电缆头制作工艺美观,400V 电力电缆头制作完成后进行绝缘检查及相位核对。电力电缆相色标识齐全正确。

3) 电缆插接位置正确,接触紧密、牢靠,插接端子完好无损。电缆芯线在盘内走线美观接线正确。

4) 电缆芯线要标明电缆编号、回路号、端子号,字迹清晰,不褪色,禁止用手写体进行标识。芯线标识管大小适中,长度一致,标识内容同设计图纸一致。电缆备用芯有标识,方便查找。电缆芯线用接线鼻子压接时(用专用压线钳压接),导线与鼻子必需压接牢固紧密。

5) 盘内导线不得有接头。盘柜内设备间连线不允许“T”接。电缆接线时,其芯线留有适当裕度,以便修改。

6) 强弱电端子要分开布置;正负电源之间以及经常带电的正电源与合闸或跳闸回路之间要用空端子隔开。端子接线,每个端子原则上每侧只接一根导线,端子接线压接牢固紧密,若接线鼻子带有护套,严禁端子压接在护套上。

6) 盘柜及现地元件配线时均应留有适当裕度, 便于修改及改造, 现地元件接线压接紧密, 不得有松动现象或虚接情况发生, 除特殊要求外不允许焊接接线。

7) 盘内配线注意芯线截面要与流过的电流相适应, 电流回路应采用电压不低于 500V 的铜芯绝缘导线, 其截面大于或等于 2.5mm^2 ; 其它回路截面大于或等于 1.5mm^2 ; 微电子回路导线截面大于或等于 0.75mm^2 。靠近高温元件的导线要采用阻燃绝缘导线。全场继电保护现场试验: 按照国家规范及设计要求严格执行。

4、交直流系统质量控制

盘柜的安装质量控制

(1) 盘、柜单独或成列安装时, 其垂直度、水平偏差以及盘、柜面偏差和盘、柜间接缝的允许偏差应符合下表的规定

盘柜安装的允许偏差

项目		允许偏差	项目		允许偏差
垂直度 (每米)		<1.5mm	盘面偏差	相邻盘面	<1mm
水平偏差	相邻两盘顶部	<2mm		成列盘面	<5mm
	成列盘顶部	<5	盘间接缝		<2

(2) 盘柜采用螺栓固定, 根据盘柜底座安装孔的尺寸, 在盘柜基础槽钢上钻孔, 以便于将盘柜与基础连接固定。或在基础槽钢上稍偏位置焊螺栓, 用压板将盘柜与基础连接。3、盘柜与基础要良好连接, 采用不小于 25mm^2 的接地线或铜编织线与基础槽钢可靠连接。

(3) 电缆头制作及接线:

1) 高压电力电缆端头制作: 按电缆端头生产设备供应商说明书要求进行;

2) 低压电力电缆端头制作: 端头面要平齐且垂直电缆轴线, 铠装要接地, 成型后为圆锥型, 长度为 $26\sim 28\text{mm}$, 直径大于电缆外径 2mm , 且距最下面的一个端排一般不大于 20cm 。电缆头高度一致, 制作工艺美观, 电缆头制作完成后进行绝缘检查及相位核对, 电力电缆相色标识齐全正确。

3) 电缆两端要挂电缆牌, 标明电缆编号、型号规格、端子号, 字迹清晰, 不褪色, 禁止用手写体进行标识。标识内容应同设计图纸一致。

4) 盘内导线不得有接头。盘柜内设备间连线不允许“T”接。电缆接线时, 其芯线应留有适当裕度, 以便修改。

5) 盘柜及现地设备配线时均应留有适当裕度, 便于修改及改造, 现地设备接线压接紧密, 不能有松动现象及虚接情况发生, 除特殊要求外不允许焊接接线。

6) 电缆绑扎顺直, 间距均匀, 成型流畅。

7) 接线完后, 盘柜恢复底板、侧板和顶盖。

5、电缆防火封堵

(1) 施工准备

1) 防火封堵材料应严格按照 IS09001—2000 质量管理体系运行, WXY-I 阻火包、WXY-II 无机防火堵料、WXY-III 有机防火料、WBJ 无机防火隔板、981 系列电缆防火涂料均通过国家防火建筑材料质量监督检验中心检测, 获得中国消防产品认证委员会的消防产品型式认可证书。

2) 施工技术、施工质量及工程验收全面执行电力行业部颁的《电力建设施工及验收技术规定》和《电缆防火措施设计和施工验收标准》。

6、接地系统质量控制

(1) 所有接地线、接地体的固定及连接型式, 将按照设备供应商和设计图纸的要求进行施工。

接地体(线)的焊接采用搭接焊时, 搭接长度将按如下规定:

1) 扁钢为其宽度的 2 倍(至少 3 个棱角边焊接)。

2) 圆钢为其直径的 6 倍。

3) 圆钢与扁钢连接时, 其长度为圆钢直径的 6 倍。

4) 扁钢与钢管、扁钢与角钢焊接时, 为了连接可靠, 除在接触部位两侧进行焊接外, 应以钢带弯成的弧形(或直角形)卡子与钢管(或角钢)补强焊接。

扁钢与扁钢之间连接采用电焊焊接, 扁铜与扁铜或扁钢之间连接采用火泥熔接的方法进行熔接。

(2) 焊接工艺

1) 焊接工艺主要用于扁钢、圆钢与接地体或设备、设备构架的连接, 其焊接工艺如下: 连接时应先清除连接件表面的氧化层和脏污。并确定好搭接长度。先点焊固定。经检查后再施焊。焊接完毕后清除氧化层。按要求刷漆和标识。

按要求刷漆和标识。接地的涂色规定, 明敷的接地线表面应涂以 15~100mm 宽度相等的绿色和 b 黄色相间的条纹。中性点的明设接地导线及扁钢应涂以淡蓝色标志。

6、防雷接地安装

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。

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。

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.回添土尽量选择碎土,土壤中不应含有石块和垃圾。

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 $\varnothing 32\text{PVC}$ 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,去确定架空或地理的方式。

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。

8、分部验收测试

(1) 系统设置与接线

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。

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。

(2) 安装、布线、防水工程检查

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。

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) 防雷接地

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。

(4) 绝缘性能

绝缘电阻

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 $1M\Omega$ 。

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 $1M\Omega$ 。

(5) 绝缘耐压

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。

(6) 工作特性试验

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。

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）太阳能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）太阳能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。

（7）交流电源跟踪

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。

（8）效率

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±10%以内时，测量太阳能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。

（9）电压与频率

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。

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±7%，单相电压的允许偏差为额定电压的+7%、-10%。

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 15945-1995，即偏差值允许±0.5Hz。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。

（10）电压电流畸变率

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。

3.13.11 功率因数

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。

3.13.12 电压不平衡度(仅对三相输出)

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。

3.13.13 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。

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，测量保护装置的動作值和動作时间，应符合设定值。

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，测量保护装置的動作值和動作时间，应符合设定值。

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。

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。

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。

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，测量保护装置的动作值和动作时间，应符合设定值。

3.14 系统调试

3.14.1 系统调试前准备工作

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。

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。

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角度，倾斜方向应该是符合设计要求。紧固后目测应无歪斜。

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。

汇流盒及护线 PVC 管必须做到 100%防水保护、安装牢固。

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。

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。

安装完成后进行检查，确认无误，方可进行分项调试。

各分项调试完成后，可进行系统调试，联动调试，试运行。

3.14.2 调试流程

3.14.2.1 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。

3.14.2.2 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。

3.14.2.3 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；确认太阳能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。

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。

启动系统设备，观察逆变器，并网柜是否正常工作；

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：上图所示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 15945-1995 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%。

根据现场的具体情况，本司还将配备以下的测量仪器：

兆欧表，精度等级不低于 1.5 级，500V；

温度传感器或具有测温功能的万用电表，精度 1℃；

电流表，精度不低于 0.5 级；

电压表，精度不低于 0.5 级；

温度计，分度值不大于 1℃；频率计；谐波仪；水平仪等。

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；

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；

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；

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；

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

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。

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。

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：
穿绝缘鞋、带低压绝缘手套，使用绝缘工具；
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；
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：

- 1、重要工程开工报审表；
- 2、专业施工组织设计或作业指导书及报审表；
- 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）；
- 4、如果发生分包行为，分包单位资质报审表；
- 5、主要施工计量器具、检测仪表检验统计表；
- 6、特殊工种人员统计表；
- 7、主要施工机械设备进场使用报验表；
- 8、施工质量检验项目划分表；

6.2 施工阶段

- 1、按电建验收标准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、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；
- 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；
- 4、后续进场的材料、构配件及时办理报验；
- 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；

6、土建安装交接时填写交接表；

6.3 竣工阶段

1、递交竣工报告；

2、办理分部、单位工程的验收签证；

3、办理项目签证交接手续；

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：

1、及时做好文件包的登录工作，当日数据当日清；

2、设计变更和变更设计应按要求处理，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，应严格按照规定进行。监理通知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；

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。