

山西省太原市小店区、尖草坪区、清徐县 40 万 千瓦屋顶分布式光伏发电项目

电气监理实施细则

批准: 徐耀生 _____年__月__日

审核: 王立杰 _____年__月__日

编制: 王立杰 _____年__月__日

常州正衡电力工程监理有限公司

山西省太原市小店区、尖草坪区、清徐县 40 万千瓦屋顶分布式光伏发电项目

监理项目部

2023 年 09 月

目 录

一	编制依据.....	1
二	工程概况及特点.....	1
三	监理工作程序.....	2
四	监理工作流程图.....	3
五	质量控制.....	4
六	HSE 管理目标.....	32

一、编制依据

1. 本工程的设计图纸
2. 本工程监理规划
3. 施工方已获批准的施工组织设计
4. 现行国家及行业施工规范标准：

光伏电站施工规范	GB-50794-2012
光伏发电工程验收规范	GB/T50796-2012
电气装置安装工程高压电气施工及验收规范	GB 50147-2010
电气装置安装工程电力变压器、油浸电抗器、	
施工现场临时用电安全技术规范	GB 50148-2010
电气装置安装工程母线装置施工及验收规范	GB 50149-2010
电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施	
工及验收规范	GB 50171-2012
电气装置安装工程蓄电池施工及验收规范	GB 50172-2012
建设工程施工现场供用电安全规范	GB 50194-2014
电气装置安装工程低压电气施工及验收规范	GB 50254-2014
电气装置安装工程交流设备施工及验收规范	GB 50255-2014
建筑电气工程施工质量验收规范	GB 50303-2015
建设工程监理规范	GB 50319-2013
电气装置安装工程电气设备交接试验标准	GB 50150-2016
电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范	GB 50168-2018
电气装置安装工程接地装置施工及验收规范	GB 50169-2016
电气装置安装工程质量检验及评定规程	DL/T 5161.1-5161.17-2018

二、工程特点及特点

1. 工程概况

本项目名称山西省太原市小店区、尖草坪区、清徐县 40 万千瓦分布式光伏发电项目，建设地点在：山西省太原市清徐、小店、尖草坪区等，场址中心坐标为东经 112.55051136，北纬 37.87038171；利用符合建设条件的大棚及户用屋顶进行分布式光伏电站的建设。总建设规模为 400MW 光伏发电项目。屋顶大部分为水泥屋顶，水泥屋顶采用 15° 和 20° 倾

角布置，大棚采用 25° 倾角布置，采用方钢做地梁，钢筋穿过屋顶，用膨胀螺栓固定在墙上的方法，屋顶大部分为水泥屋顶。支架采用固定式支架，水泥屋顶基础采用配重块基础。大棚屋面前立柱采用桩基础，后立柱从大棚构造柱上伸出，支架材料为冷弯薄壁型钢，单个构件之间采用螺栓连接，所有钢构件均应采用热浸镀锌防腐。组件采用 590Wp 单晶硅组件，单块容量 590Wp，共需 508518 块，总安装容量 300.02562MWp 每 18 块为一个组串，本工程采用组串式逆变器，容量随屋顶布置容量而定，逆变器具备极性反接保护、短路保护、孤岛效应保护、过热保护、过载保护、接地保护、低电压穿越等，装置异常时自动脱离系统。光伏逆变器外挂一套 4G 通信模块，实现对光伏发电系统电量及运行状态的上传，一回 400V 线路就近接入电网或用户 400V 母线；单体项目容量大于 400kWp 时，分成多个并网点（单个并网点容量小于 400kWp），以多回 400V 线路就近接入电网或用户 400V 母线，经并网柜或并网箱就近接入新建 10kV 升压箱变内 400V 母线上，实现并网发电。本工程采用户用部分，全部采取全额上网。

2. 本工程参建单位

建设单位：山西上电启睿新能源有限公司

清徐上电启睿新能源有限公司

太原市尖草坪区上电启睿新能源有限公司

监理单位：常州正衡电力工程监理有限公司

设计单位：山西国源盛世电力设计咨询有限公司

总包单位：通号工程局集团城建工程有限公司

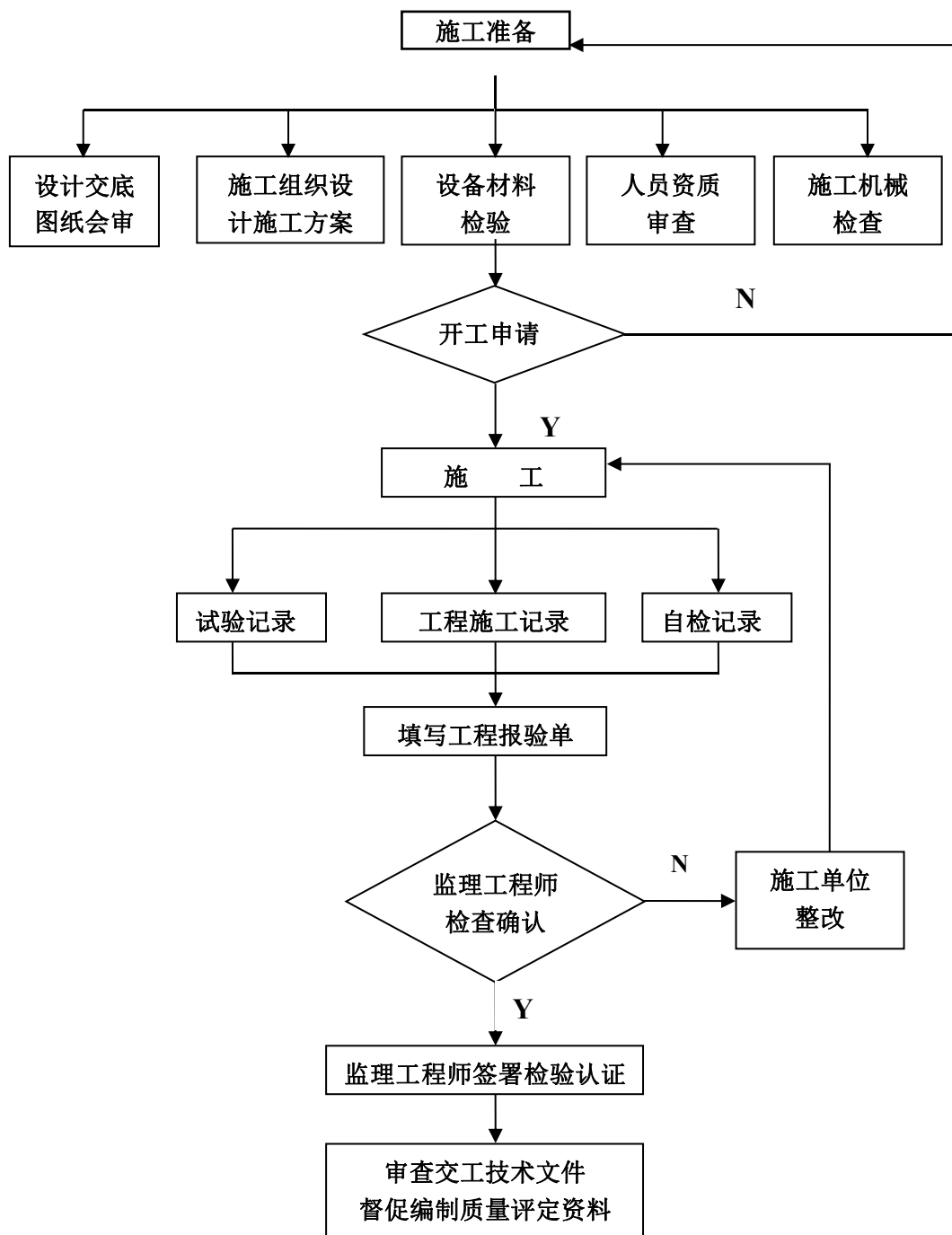
荷载设计：中国能源建设集团山西省电力勘测设计院有限公司

三、监理工作程序

- 1) 配合总监理工程师编制监理规划；
- 2) 编制本专业监理作业实施细则；
- 3) 检验建设单位提供的文件和资料；
- 4) 熟悉施工图设计文件，参加设计会审和技术交底；
- 5) 审查承建单位提供的专业施工组织设计、施工措施方案、作业指导书；
- 6) 审查分包单位资质和特殊工种上岗证书；
- 7) 审查单位工程、分部工程开工报告、申请；
- 8) 参加设备开箱验收和复验，验证材料、外购件质量证明；
- 9) 对施工质量、进度、投资、安全实行四控制，并进行合同管理和施工现场的协调工作；

- 10) 参加分区调试和试运行，要求承建单位按设计要求进行完善，不留尾工；
- 11) 按监理合同规定，在质保期督促承建单位认真进行消缺；
- 12) 按监理合同规定，参加联合调试。
- 13) 参加竣工验收
- 14) 编制专业监理工作小结，配合总监作好监理工作总结。

四、工作流程图



五、质量控制

（一）监理工作（工程质量）的控制要点及目标

人员资质、特种作业资格审查的要求

（事前控制）

施工方报验的施工组织设计获得批准后，在开工报告批准之前即应办理从事特种作业（电工、电焊工、起重操作工）人员的资质报验。从事特种作业（电工、电焊工、起重操作工）人员应持有特种作业操作证和安全培训上岗证方可上岗。

工程质量目标：工程质量等级合格；

工程工期目标：按照施工合同确定的工期，严格控制。

（二）进场机具、试验设备、测量仪器、仪表的报验要求（事前控制）

进场的施工机械、机具，应办理进场报验，机械、机具应有合格证，监理应对报验的进场机械、机具进行外观检查。机械、机具的外观、铭牌等应完好，并按技术说明书检验其应有的技术性能，不符合要求的，不得在工程中使用；

试验、检查、测试用的设备、仪器、仪表应有法定检验部门的检定证书并检定合格，且在检定有效期内，并在施工前完成报验方可进场使用。

（三）资料报验的要求

施工中的资料按规范、标准要求报验、材料报验表格为国标统一表格。竣工资料统一使用。

施工前的准备还应注意以下事项（监理提醒注意）

各单位施工前的准备还应包括对图纸的充分审核，尤其承担变、配电室内电气安装、各装置高压电机配电安装、电缆沟、电缆桥架安装的施工单位，应注意以下问题：

- 1）电气工程中使用的吊车、卡车及其它车辆应证、照齐全，车辆状况良好，驾驶员应是有驾照的熟练驾驶员。
- 2）电缆沟、接地极坑开挖前应提前通知专业监理并与业主专工确认施工范围内、施工轴线上的地下管线、或其它地下敷设情况，确保施工不造成对其它地下设施的损害。
- 3）各装置高压电机供货商提供的随机控制柜、配套设计的原理图是否与主设计意图一致，接口是否满足主设计接线需要。
- 4）各施工方电气专业技术人员应提前充分熟悉图纸，准备图纸会审。
- 5）专业监理工程师应严格审核图纸，主要针对图纸中的缺项、漏项和不合理设计的问题。

（四）对工程设备、工程材料的要求

主要设备、材料、成品和半成品进场验收的要求

（事前控制）

关于对主要设备材料成品和半成品进场验收的要求

主要设备、材料、成品和半成品进场检验应有记录，确认符合规范规定，才能在施工中应用。因有异议送有资质试验室进行抽样检测，试验室应出具检测报告，确认符合规范和相关技术标准规定后，才能在施工中应用。依法定程序批准进入市场的新电气设备、器具和材料进场验收，除符合规范规定外，尚应提供安装、使用、维修和试验要求等技术文件。进口电气设备、器具和材料进场验收，除符合规范规定外，尚应提供商检证明和中文的质量合格证明文件、规格、型号、性能检测报告以及中文的安装、使用、维修和试验要求等技术文件。经批准的免检产品或认定的名牌产品，当进场验收时，可不作抽样检测。

具体各项设备、材料、成品和半成品

进场检查验收的规定如下：

1 有关变压器、箱式变电站、高压电器及电磁制品的规定如下：

（1）查验合格证和随带技术文件，变压器有出厂试验报告；

（2）外观检查：有铭牌、附件齐全，绝缘件无缺损、裂纹，充油部分不渗漏，充气高压设备气压指示正常，涂层完整。

2 有关高、低压成套配电柜、蓄电池柜、不间断电源柜、控制柜（屏、台）及动力、照明配电箱（盘）的规定如下：

（1）查验合格证和随带技术文件，实行生产许可证和安全认证制度的产品，有许可证编号和安全认证标志。不间断电源柜有出厂试验记录；

（2）外观检查：有铭牌、柜内元器件无损坏丢失、接线无脱落脱焊，蓄电池柜内电池壳体无碎裂、漏液，充油、充气设备无泄漏，涂层完整，无明显碰撞凹陷。

3 有关电动机，电加热器，电动执行机构和低压开关设备等的规定如下：

1）查验合格证和随带技术文件，实行生产许可证和安全认证制度的产品，在许可证编号和安全认证标志；

2）外观检查：有铭牌，附件齐全，电气接线端子完好，设备器件无缺损，涂层完整。

4 有关照明灯具及附件的规定如下：

1）查验合格证，新型气体放电灯具应随带技术文件；

2）外观检查：灯具涂层完整，无损伤，附件齐全。防爆灯具铭牌上有防爆标志和防爆合格证号，普通灯具具有安全认证标志；

3）对成套灯具的绝缘电阻、内部接线等性能进行现场抽样检测。灯具的绝缘电阻值不小

于 2MΩ，内部接线为铜芯绝缘电线，芯线截面积不小于 0.5mm²，橡胶或聚乙烯（PVC）绝缘电线的绝缘层厚度不小于 0.6mm。

5 有关操作柱、开关、插座、接线盒和风扇及其附件的规定如下：

查验合格证：防爆产品有防爆标志和防爆合格证号，实行安全认证制度的产品有安全认证标志；

外观检查：操作柱、开关、插座的面板及接线盒箱体完整、无碎裂、零件齐全，风扇无损坏，涂层完整，调速器等附件适配；

对开关、插座的电气和机械性能进行现场抽样检测。检测规定如下：

不同极性带电部件间的电气间隙和爬电距离不小于 3mm；

绝缘电阻值不小于 5 MΩ；

用自攻锁紧螺钉或自切螺钉安装的，螺钉与软塑固定件旋合长度不小于 8mm，软塑固定件在经受 10 次拧紧退出试验后，无松动或掉渣，螺钉及螺纹无损坏现象；

金属间相旋合的螺钉螺母，拧紧后完全退出，反复 5 次仍能正常使用。

4) 对开关、插座、接线盒及其面板等塑料绝缘材料阻燃性能有异议时，按批抽样送有资质的试验室检测。

6 有关电线、电缆的规定如下：

按批查验合格证，合格证有生产许可证编号，《额定电压 450/750 及以下聚氯乙烯绝缘电缆》GB5023.1—5023.7 标准生产的产品有安全认证标志；

外观检查：包装完好，抽检的电线绝缘层完整无损，厚度均匀。电缆无压扁、扭曲，铠装不松卷。耐热、阻燃的电线、电缆外护层有明显标识和制造厂标；

按制造标准，现场抽样检测绝缘层厚度和圆形线芯的直径；线芯直径误差不大于标称直径的 1%；常用的 BV 型绝缘电线的绝缘层厚度不小于下表的规定；

BV 型绝缘电线的绝缘层厚度

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
电缆 芯线 标称 截面 积 (mm ²)	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400

绝缘 层厚 度规 定值 (mm)	0.7	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.2	1.2	1.4	1.4	1.6	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6
----------------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

4) 对电线、电缆绝缘性能、导电性能和阻燃性能有异议时，按批抽样送有资质的试验室检测。

7 有关导管的规定如下：

1) 按批查验合格证；

2) 外观检查：钢导管无压扁、内壁光滑。非镀锌钢导管无严重锈蚀，按制造标准油漆出厂的油漆完整；镀锌钢导管镀层覆盖完整，表面无锈斑；绝缘导管及配件不碎裂、表面有阻燃标记和制造厂标；

3) 按制造标准现场抽样检测导管的管径、壁厚及均匀度。对绝缘导管及配件的阻燃性能有异议时，按批抽样送有资质的试验室检测。

8 有关型钢和电焊条的规定如下：

1) 按批查验合格证和材质证明书；有异议时，按批抽样送有资质的试验室检测；

外观检查：型钢表面无严重锈蚀，无过度扭曲、弯折变形；电焊条包装完整，拆包检查，焊条尾部无锈斑。

9 有关镀锌制品（支架、横担、接地基、避雷用型钢等）和外线金具的规定如下：

按批查验合格证或镀锌厂出具的镀锌质量证明书；

外观检查：镀锌层覆盖完整、表面无锈斑，金具配件齐全，无砂眼；

对镀锌质量有异议时，按批抽样送有资质的试验室检测。

10 有关电缆桥架、线槽的规定如下：

查验合格证；

外观检查：部件齐全，表面光滑，不变形；钢制桥架涂层完整，无锈蚀；玻璃钢制桥架色泽均匀，无破损碎裂；铝合金桥架涂层完整，无扭曲变形，不压扁，表面不划伤。

11 有关封闭母线、插接母线的规定如下：

1) 查验合格证，以及随带安装技术文件；

2) 外观检查：防潮密封良好，各段编号标志清晰，附件齐全，外壳不变形，母线螺栓搭接平整、镀层覆盖完整，无起皮和麻面；插接母线上的静触头无缺损、表面光滑、镀层完整。

12 有关裸母线、裸导线的规定如下：

- 1) 查验合格证；
- 2) 外观检查：包装完好，裸母线平直，表面无明显划痕，测量厚度和宽度符合制造厂标准；裸导线表面无明显损伤，不松股、扭折和断股（线），测量线径符合制造标准。

13 有关电缆头部件及接线端子的规定如下：

- 1) 查验合格证；
- 2) 外观检查：部件齐全，表面无裂纹和气孔，随带的袋装涂料不泄漏。

14 有关钢制灯具的规定如下：

- 1) 按批查验合格证；
- 2) 外观检查：涂层完整，根部接线盒盒盖紧固件和内置熔断器、开关等器件齐全，盒盖密封垫片完整。钢柱内设有专用接地螺栓，地角螺孔位置按提供的附图尺寸，允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ 。

15 有关钢筋混凝土电杆和其它混凝土制品的规定如下：

- 1) 按批查验合格证；
- 2) 外观检查：表面平整，无缺角露筋，每个制品表面有合格印记；钢筋混凝土电杆表面光滑，无向、横向裂纹，杆身平直，弯曲不大于杆长的 $1/1000$ 。

（五）工序交接、报验的要求

（事中控制）

各施工阶段的工序交接（交接检查点的划分）

1 接地装置安装应按以下程序进行：

- 1) 建筑物基础接地体：底板钢筋敷设完成，按设计要求做接地施工，经检查确认，才能支模或浇捣混凝土；
- 2) 人工接地体：按设计要求位置开挖沟槽，经检查确认，才能安装接地极和敷设地下接地干线；
- 3) 接地模块：按设计位置开挖模块坑，并将地下接地干线引到模块上，经检查确认，才能相互焊接；
- 4) 装置隐蔽：检查验收合格，才能覆土回填。

2 防雷引下线安装应按以下程序进行：

- 1) 利用建筑物内主筋作引下线，在柱内主筋绑扎后，按设计要求施工，经检查确认，才能支模；

2) 直接从基础接地体或人工接地体暗敷埋入粉刷层内的引下线，经检查确认不外露，才能贴面砖或刷涂料等；

3) 直接从基础接地体或人工接地体引出明敷的引下线，先埋设或安装支架，经检查确认，才能敷设引下线。

3 电缆桥架安装和桥架内电缆敷设应按以下程序进行：

1) 测量定位，安装桥架的支架，经检查确认，才能安装桥架；

2) 桥架安装检查合格，才能敷设电缆；

3) 电缆敷设前绝缘测试合格，才能敷设；

4) 电缆电气交接试验合格，且对接线去向、相位和防火隔堵措施等检查确认，才能通电。

4 电缆在沟内、竖井内支架上敷设应按以下程序进行：

1) 电缆沟、竖井内的施工临时设施、模板及建筑废料等已清除，测量定位后，才能安装支架；

2) 电缆沟、电缆竖井内支架安装及电缆导管敷设结束，接地（PE）或接零（PEN）连接完成，经检查确认，才能敷设电缆；

3) 电缆前绝缘测试合格，才能敷设；

4) 电缆交接试验合格，且对接线去向、相位和防火隔堵措施等检查确认，才能通电。

5 成套配电柜、控制柜（屏台）动力、照明配电箱（盘）的安装应按以下程序进行：

埋设的基础型钢和柜、屏、台下的电缆沟等相关建筑物检查合格才能安装柜、屏、台。

室内外落地动力配电箱的基础验收合格，且对埋入基础的电线导管、电缆导管进行检查，才能安装箱体。

墙上照明的动力、照明配电箱（盘）的预埋件（金属埋件、螺栓），在抹灰前预留和预埋；暗装的动力、照明配电箱的预留孔和动力、照明配线的线盒及电线导管等，经检查确认到位，才能安装配电箱（盘）。

接地（PE）或接零（PEN）连接完成后，核对柜、屏、台箱、盘内的元件规格、型号，且交接试验合格，才能投入试运行。

6 低压电气动力设备试验和试运行安装应按以下程序进行：

设备的可接近裸露导体接地或接零连接完成，经检查合格，才能进行试验；

动力成套配电（控制）柜、屏、台、箱、盘的交流工频耐压试验、保护装置的动作试验合格，才能通电；

控制回路模拟动作试验合格，盘车或手动操作，电气部分与机械部分的转动或动作协调一

致，经检查确认，才能空载试运行；

7 裸母线、封闭母线、插接式母线安装应按以下程序进行：

变压器、高低压成套配电柜，穿墙套管及绝缘子等安装就位，经检查合格，才能安装变压器和高低压成套配电柜的母线；

封闭、插接式母线安装，在机构封顶、设备底层地面施工完成或已确定地面标高、场地清理、层间距离复核后，才能确定支架设置位置；

与封闭、插接式母线安装位置有关的管道、空调及建筑装修工程施工基本结束，确认扫尾施工不会影响已安装的母线，才能安装母线；

封闭、插接式母线每段母线组对接续前，绝缘电阻测试合格，绝缘电阻值大于 $20M\Omega$ ，才能安装组对；

母线支架和封闭、插接式母线的外壳接地（PE）或接零（PEN）连接完成，母线绝缘电阻测试和交流工频耐压试验合格，才能通电。

8 电线导管、电缆导管和线槽敷设应按以下程序进行：

初埋入混凝土中的非镀锌钢导管外壁不做防腐处理外，其它场所的非镀锌钢导管内外壁均做防腐处理，经检查确认，才能配管；

室外直埋导管的路径、沟槽深度、宽度及垫层处理经检查确认，才能埋设导管；

现浇混凝土板内配管在底层钢筋绑扎完成，上层钢筋未绑扎前敷设，且检查确认，才能绑扎上层钢筋和浇注混凝土；

现浇混凝土墙体中的钢筋网片绑扎完成，门、窗等位置已放线，经检查确认，才能在墙体中配管；

被隐蔽的接线盒和导管在隐蔽前检查合格，才能隐蔽；

在梁、板、柱等部位明配管的导管套管、埋件、支架等检查合格，才能配管；

吊顶上的灯位及电气器具位置先放样，且与土建及各专业施工单位商定，才能在吊顶内配管；顶棚和墙面的喷浆、油漆和壁纸等基本完成，才能敷设线槽、槽板；

9 电线、电缆穿管及线槽敷设应按以下程序进行：

接地（PE）或接零（PEN）及其它焊接施工完成，经检查确认，才能穿入电线或电缆以及线槽内敷设；

与导管连接的柜、屏、台、箱、盘安装完成，管内积水及杂物清理干净，经检查确认，才能穿入电线、电缆；

电缆穿管前绝缘测试合格，才能穿入导管；

电线、电缆交接试验合格，且对接线去向和相位等检查确认，才能通电。

10 电缆头制作和接线应按以下程序进行：

电缆连接位置、连接长度和绝缘测试经检查确认，才能制作电缆头；

控制电缆绝缘电阻测试和校线合格，才能接线；

电线、电缆交接试验和相位核对合格，才能接线。

11 防雷接地系统测试：接地装置施工完成测试应合格；整个防雷接地系统联成回路，才能系统测试。

（六）电气工程安装施工工艺的要求（事中控制）

电气安装工程质量控制点

序号	类别	控制点	控制内容
1	H	设备材料检验	型号、规格、数量、出厂合格证及出厂技术资料。
2	H	施工方案审查	施工程序、质量保证措施，检测手段。
3	W	测试仪检查	有有效的检验证明，仪器的精度等级。
4	W	设计交底、图纸会审	设计意图，规范选用，特殊技术，存在问题得到解决。
5	W	接地预埋	预埋位置、数量、尺寸，预埋件的质量检查，接地检查。
6	W	照明	照明盘垂直度，器材接地，漏电开关试验。
7	W	盘、箱、柜	成套柜安装，平直度及盘间隙。
8	W	电动机	电动机抽芯，轴承清洗试运。
9	W	真空断路器	各部间外观无锈蚀，牢固、动作灵活，调整测试数据审查。
10	W、S	电缆工程	全长余量电缆头密封(S)，防潮，耐压试验，铠装层接地，电缆槽架走向，直埋深度，绝缘电阻。
11	W	电气装置的接地	接地装置的敷设，接地体的连接等是否符合设计和规范要求。
12	W	电气设备调试	互感器、变压器、真空开关操作机构、避雷器等试验。
13	W	继电器校验整定	动作值，返回系统，整定值。
14	W、S	耐压试验	绝缘电阻，耐压试验(S)。
15	W	开关柜联动试验	线路检查，联动试验（S）。
16	H	模拟试验	按整定值要求通电模拟真空断路器，跳闸回路及信号系统。
17	H	高、低压送电	逐步送电，单机试车。
18	H	交工技术文件、竣工图	交工技术文件数据准确、会签齐全、质量评定资料完善、初评合格。

计划完成时间：（符合业主进度要求）

1. 接地体安装

工程施工质量要点：

(1) 规格选择 接地体、埋地接地线必须采用热镀锌件，一般采用 $L50\text{mm} \times 50\text{mm} \times 5\text{mm}$ 的镀锌角钢或大于 $\phi 40$ 壁厚大于 3.5mm 的镀锌钢管（本工程中设计要求为 $\phi 50$ 热镀锌钢管）。

(2) 埋设深度 本工程接地体顶面埋设深度不应小于 0.9m ，钢管接地体应垂直配置，为减少相邻接地体的屏蔽作用，垂直接地体的间距不宜小于其长度的两倍，水平接地体的间距应根据设计规定，不宜小于 5m ，局部深度应在 1m 以上，接地体与建筑物的距离不宜小于 1.5m 。

(3) 跨线设置 利用各种金属构件、金属管道等作接地线时，应保证其全长为完好的电气通路；利用串联的金属构件、管道做接地线时，应在其串联部位焊接金属跨接线；接至电气设备、器具和可拆卸的其他非带电金属部件接地（接零）的分支线，必须直接与接地线相连，严禁串联连接。

(4) 连接牢固（接地体线）的连接通常应采用焊接，对扁钢的搭接焊长度应为扁钢宽度的 2 倍（至少三边焊接），对圆钢的搭接焊长度应为圆钢直径的 6 倍，圆钢与扁钢连接时，搭接焊长度为圆钢直径的 6 倍，扁钢与钢管或角铁焊接时，为了连接可靠，除应在其接触部位两侧进行焊接外，并应焊以由钢带弯成的弧形（或直角形）卡子，或由钢带本身直接弯成弧形（或直角形）与钢管（或角钢）焊接。焊接处应进行防腐处理。

(5) 程度 螺栓连接的接触面应同母线装置一样作表面处理，连接应紧密、牢固。

2. 接地线安装

工程施工质量要点：

(1) 规格选择 接地保护线截面选择应符合表 11-20 的规定。

表 11-20	接地保护线截面选择
干线截面积	$>$ 相线的 $1/2$
支线截面积	$>$ 相线的 $1/3$
铜芯绝缘线	最小截面 $> 1.5\text{m}^2$
	最大截面 $< 25\text{m}^2$
铝芯绝缘线	最小截面 $> 2.5\text{m}^2$
	最大截面 $< 35\text{m}^2$

(2) 接地点设置 接地干线至少应在不同的两点处与接地网相连接，自然接地体至少应在不同的两点与接地线相连接；电气装置的每个接地部分应以单独的接地线与接地干线，不得在一个接地线中串接几个需要接地部分；接零保护回路中不得串装熔断器、开关等设备，并应有重复（至少二点）的接地，车间周长超过 400m 时，每 200m 处应有一点接地，

架空线终端，分支线长度超过 200m 的分支线处以及沿线每 1000 应加设重复接地装置；接地线明敷时，应按水平或垂直敷设，但亦与建筑物倾斜结构平行，在直线段不应有高低起伏及弯曲等情况，在直线段水平距离支持件间距一般为 1~1.5m，垂直部分支持件间距一般为 1.5~2m，转弯之处支持件间距一般为 0.5m。同一供线系统中，不允许部分电气设备保护节令，另一部分电气设备保护接地。

（3）牢固程度 接地线应防止发生机械损伤和化学腐蚀，在公路、铁路或管道等交叉及其他可能使接地线遭受机械损伤之处，均应用管子或角钢等加以保护；接地线在穿过墙壁时应通过明孔、钢管或其他坚固的保护管进行保护；明敷接地线敷设位置不应妨碍设备的拆卸与检修；接地线沿建筑物墙壁水平敷设时，离地面宜保持 205~300mm 的距离，接地线与建筑物墙壁间应有 10~15mm 的间隙；在接地线跨越建筑物伸缩缝、沉降缝处时，应加设补偿器，补偿器可用接地线本身弯成弧状代替；接至电气设备上的接地线应用螺栓连接，有色金属接地线不能采用焊接时，也可用螺栓连接。

（4）色标 明敷的接地线表面应涂黑漆；如因建筑物的设计要求，需涂其他颜色时，则应在连接处及分支处涂以各宽为 15 mm 的两条黑带，其间距为 150mm；中性点接于接地网的明敷接地线，应涂以紫色带黑色条纹；在三相四线网络中，如接有单相分支线并用其零线作接地线时，零线在分支点应涂黑色带以便识别。

（5）电气设备与接地线的连接一般采用焊接和螺栓连接两种。需要移动的设备（如变压器）宜采用螺栓连接。如电气设备装在金属结构上且有可靠的金属连接时，接地线或接零线可直接焊在金属构架上。

电气设备的外壳上一般都有专用接地螺栓。接地采用螺栓连接时，应将螺栓卸下，将设备与接地线的接触面擦净至发出金属光泽，接地线端部挂上焊锡，并涂中性凡士林油。然后接入螺栓，将螺母拧紧。在有震动的地方，所有接地落刷都须加垫弹簧垫圈以防震松。接地线如为扁钢，孔眼应用手电钻或钻床钻孔，不得用气焊割孔。携带式电气设备应用携带型导线的特备线芯接地。不得用零线作接地用，零线与接地线应单独地与接地网连接。所采用的导线应是铜导线，截面不应小于 1.5mm²。所有电气设备都须单独地埋设接地分支线，不可将电气设备串联接地。

利用基础钢筋做接地装置时，如果基础垫有油毛毡之类防水材料，使接地电阻不能满足要求时，需做接地装置。

（6）独立避雷针施工时应注意事项如下：

1）制作要符合设计（或标准图）的要求。垂直度误差不地超过总长度的 2%，固定针塔

或针体的螺母均应采用双螺母。

2) 独立避雷针接地装置的接地体应离开人行道、出入口等经常有人通过停留的地方不得少于 3m, 有田间时, 越远越好。达不到时可用下列方房补救:

1 水平接地体局部区段埋深大于 1m。

2 接地带通过人行道时, 可包敷绝缘物, 使雷电流不从这段接地线流散入地, 或者流散的电流大大减少。

3 在接地体上面敷设一层 50~80mm 的沥青、碎石及其他电阻率高的地面。

3) 用塔身作接地引下线时, 为保证良好的电气通路, 紧固件及金属支持件一律热镀锌, 无条件时, 应刷红丹一道、防腐漆两道。

4) 独立避雷针宜设独立接地装置, 如接地电阻不合要求, 该接地装置可与其他电气设备的主接地网相连, 见图 11~80, 但地中连线长度不得小于 15m, 即 BD' 不足 15m 时, 可沿 ABCD 连线。

5) 装在独立避雷针塔上照明灯电源引入线, 必须采用直埋地下的带金属护层的电缆或钢管配线, 电缆护层或金属管必须接地, 且埋地长度应在 10m 以上才能与配电装置接地网相连, 或

与电源线、低压配电装置相连接。

(8) 不得使用蛇皮管、保温管的金属外皮或金属网以及电缆金属护层做接地线。但在电气设备需接地的房间内, 电缆的金属护层应接地, 并应保证其全厂为完好的电气通路。

接地装置安装监理巡视与旁站

应注意的质量问题

1 为减少相邻接地体的屏蔽作用, 垂直接地体的间距不宜小于其长度的 2 倍, 水平接地体的间距应根据设计规定, 不宜小于 5m。

2 不得在地下利用裸导线作为接地体或接地线。

3 敷设完接地体的土沟回填土内不应夹有石块、建筑材料或垃圾等。

4 采用化学方法降低土层电阻时, 所用材料应符合下列要求:

1) 对金属腐蚀性弱

2) 水溶性成分含量低

(二) 工程成品 保护措施

(1) 接地体埋设深度不应小于 0.6m。接地体应远离于高温影响 (如烟道等) 使土层电阻率升高的地方。

(2) 防雷及接地工程应配合土建施工同时进行，互相配合好成品保护工作。其隐蔽部分应在覆盖前及时会同有关单位做好中间检查验收。

(3) 逆变器安装工程施工工艺及质量要求

监理验收

一、支架、光伏组件安装监理验收

(一) 监理验收资料

安装前监理重点检查相关设备、材料、构配件的产品说明书、试验记录、合格证件、安装图纸、备品备件和专用工具及其清单等应完整齐备。

光伏组件安装前应做下列准备工作：

1、支架的安装应验收合格；

2、光伏组件的外观及各部件应完好无损；

光伏组件安装应符合 GB50794-2012 光伏电站施工规范之 5.3.2 条 5.3.3 条之全部规定。并严格遵守 5.3.4 条的强制条文“严禁触摸光伏组件串的金属带电部位”和 5.3.5 条的“严禁在雨中进行光伏组件的连线工作”。

3、逆变器的安装应符合 GB50794-2012 光伏电站施工规范的要求。

4、配电柜、控制柜（屏台）和动力照明配电箱（盘）安装符合 DL/T 5161.1~5161.17-2002 电气装置安装工程质量检验及评定规程的要求。

质量重点（巡视与旁站）

(一) 质量要求

(1) 认真做好“设备开箱记录”，基础未做到验收以前，不要过早地拆除设备的包装。

(2) 基础中的预留预埋工事在土建施工时就应严格把关，主要注意事项如下：

1) 直接埋设型钢：埋设前就要将型钢调直，按图纸尺寸下料钻孔。在埋设的位置先找出型钢的中心线，再按设计图纸的标高测出其安装位置，并做上记号。将型钢按测量的位置对准记号装好，并用水平尺调好水平。配电柜基础的型钢一般为两根，埋设时应使其平行，并在同一水平面上。可以用水平尺调整。如水平尺不够长，可用一平板尺放在两型钢顶面上，水平尺放在平板尺上测量。将水平调整后，将型钢焊接在钢筋上，也可以用镀锌钢丝绑扎在钢筋上。混凝土浇灌好后应及时检查型钢的安装尺寸和水平度。

2) 预留槽：根据图纸要求在埋设位置预先用钢筋做成钢筋钩（用来焊接型钢用），并且用比型钢大的木盒（一般大 30mm 左右）埋入混凝土中，待混凝土凝固后将木盒取出，埋设型钢。将型钢校正调平与钢筋钩焊接固定；型钢周围再用 1：2 的水泥砂浆填充捣实。

3) 成排配电柜(盘、屏)安装时,可把每个柜调整到大致水平的位置,然后再从左到右(或从右到左)精确地校正好第一个柜,再以第一个柜为标准依次校准其他各柜的安装位置。调整好的配电柜,要柜(盘、屏)面一致、整齐。柜与柜之间应用螺栓固定好,无明显缝隙。然后用电焊或连接螺栓将配电柜底座固定在基础型钢上。每个柜焊缝不应小于四处,每处焊缝长度约 100mm 左右。注意焊缝应在柜体内侧。柜下校正柜的垫铁,也应焊在基础型钢上。型钢上的螺栓连接孔,不准用氧气切割开孔。

4) 柜(盘)之间的连接导线必须经过端子板。按照接线图将足够数量的线理顺,绑扎整齐,套好线号后接到端子板上。绑扎方法可采用以下三种中的一种。

尼龙线绑扎:绑扎点距离为:水平布线宜不大于 150mm,垂直布线不大于 200mm。

铝带绑扎:用铅皮线卡子或以 8mm*0.5mm 的薄铝带包扎成矩形截面的线束,但卡子和导线之间必须垫以两层塑料带。

线槽布线:采用塑料或金属线槽,导线放入槽中,不需要绑扎。
布线方法最好和设备本身的布线方法一致。接到端子板的每根芯线均必须留出一定长度的裕度,并且裕度要弯曲合适,排列整齐。

(二) 成品保护措施

(1) 柜、盘(屏)等在搬运和安装时应采取防振、防潮、防止框架变形和漆面受损等措施,必要时可将易损元件拆下。当产品有特殊要求时,尚应符合产品要求。

(2) 柜、盘(屏)应存放在室内,或放在干燥的能避雨雪、风沙的场所,对有特殊保管要求的电气元件,应按规定妥善保管。

(3) 安装过程中,要注意对已完工项目及设备配件的成品保护,防止磕碰摔砸,未经批准不得随意拆卸,不应拆除的设备零件及仪表等防止损坏,不得利用开关柜支承脚手架(板)。

(4) 要把安装工程和土建工程作为一个整体来对待。在安装作业中,要注意保护建筑物的墙面、地面、顶板、门窗及油漆、装饰等防止碰坏。剔槽、打眼尽量缩小破损部位。

配电柜、控制柜(屏、台)和动力,照明配电箱(盘)安装监理验收

(一) 监理验收资料

- (1) 产品合格证件、试验记录。
- (2) 柜(盘)内设备的主控项目测试记录表。
- (3) 柜(盘)安装数据记录表。

(二) 监理验收要求

1、主控项目验收

主控项目监理验收要求以 GB50303-2002 为标准。

2、一般项目验收

主控项目监理验收要求以 GB50303-2002 为标准。

一般项目验收以 GB50303-2002 为标准。

（三）低压成套柜（屏、台）安装监理验收要求

1、主控项目验收

主控项目监理验收要求以 GB50303-2002 为标准。

2、一般项目验收

一般项目监理验收要求以 GB50303-2002 为标准。

（四）照明配电箱（盘）安装监理验收要求

1、主控项目验收

主控项目监理验收要求以 GB50303-2002 为标准。

2 一般项目监理验收

一般项目监理验收要求以 GB50303-2002 为标准。

（五）工程质量验收记录表

（5）封闭母线 插接式母线安装施工工艺及 质量要求

工程施工前监理要求

施工作业条件

母线装置安装前，建筑工程应具备下列条件：

基础、构架符合电气设备的设计要求；

屋顶、楼板施工完毕，不得渗漏；

室内地面基层施工完毕，并在墙上标出抹平标高。

基础、构架达到允许安装的强度，焊接构件的质量符合要求，高层构架的走道板、栏杆、平台齐全牢固；

有可能损坏已安装母线装置或安装后不能再进行的装饰工程全部结束；

门窗安装完毕，施工用道路通畅；

母线装置的预留孔，预埋铁件应符合设计要求。

配电屏、柜安装完毕。

母线桥架、支架、吊架应安装完毕，并符合设计和规范要求。

母线、绝缘及穿墙套管的瓷件等的材质核查后符合设计要求和规范规定。并具备出厂合格证。

主材应基本到齐，辅材应能满足连续施工需要。常用机具应基本齐备。

2、工程质量标准

1 主控项目

主控项目内容及监理验收要求以 GB50303-2002 为标准。

2 一般项目

一般项目内容及监理验收要求以 GB50303-2002 为标准。

3、材料质量要求

材料质量必须符合设计要求及规范规定的标准。

母线安装工程施工监理与控制

放线检查

进入现场首先依照图纸进行检查，根据母线沿墙、跨柱、沿梁至屋架敷设的不同情况，核对是否与图纸相符。

放线检查对母线敷设全方向有无障碍物，有无与建筑结构或设备、管道、通风等工程各安装部件交叉矛盾的现象。

检查预留孔洞，预埋铁件的尺寸、标高、方位，是否符合要求。

检查脚手架是否安全及符合操作要求。

母线加工制作

母线加工制作必须符合设计及规范要求。

母线安装

母线安装包含以下内容：

母线绝缘梭子与穿墙套管安装

母线绝缘梭子及穿墙套管安装前应进行检查，要求：瓷件、法兰完整无裂纹，交合处填料完整。绝缘子灌注螺丝钉、螺母等结合牢固。检查合格后方能使用。

绝缘子及穿墙套管在安装前应按下述项目试验合格：1. 测量绝缘电阻。2. 交流耐压试验。安装在同一平面或垂直面上的支柱绝缘子或穿墙套管的顶面应位于同一平面上；其中心位置应符合设计要求。母线直线段的支柱绝缘子的安装中心线应处在同一直线上。

支柱绝缘子和穿墙套管安装时，其底座或法兰盘不得埋入混凝土或抹灰层内。支柱绝缘子

叠装时，中心线应一致。固定应牢固，紧固件应齐全。

绝缘子安装应符合规范要求。

母线搭接

母线搭接必须符合 GBJ149-90 的各项要求。安装过程中的硬母线安装，软母线安装均应符合 GBJ149-90 之各相关规定。

母线安装和检查与试验

母线安装完工检查

母线安装完工时应进行下列检查：

金属物构件加工、配置、螺栓连接、焊接等应符合国家现行标准的有关规定。

所有螺栓、垫圈、闭口销、锁紧销、弹簧垫圈、锁紧螺母等应齐全、可靠。

母线配置及安装假设应符合设计规定，切连接正确，螺栓紧固接触可靠；相间及对地电气距离应符合规范要求。

瓷件应完整，清洁；铁件和瓷件胶合处均应完整无损，充油套管应无渗油，油位应正常。

油漆应完好；相色正确；接地件接地良好。

母线安装后的试验。

穿墙套管，支柱绝缘子和母线的工频耐压试验应符合 GB50150-91 附录一“高压电气设备绝缘的工频耐压试验电压标准”之规定。

工程成品保护的要求

母线装置所使用的设备及器材，在运输与保管中应妥善包装，以防腐蚀性气体的侵蚀及机械损伤。

母线在刷色漆时，要采取措施，避免污染其他母线、支架及建筑物。

严禁利用母线吊、挂其他物件，并注意不能被其他物件碰撞母线和支柱绝缘子。

下班或中断工作时，要对现场进行关锁，施工现场要建立成品保护制度。

监理验收

监理与验收资料

产品合格证、实验记录及安装图。

高压绝缘子和高压穿墙套管耐压试验记录。

母线安装技术记录表。

绝缘电阻测试记录表。

接地（接零）测试记录表。

监理验收要求

1 主控项目验收

2 一般项目验收

工程质量标准

1 主控项目

主控项目内容及监理验收要求以 GB50303-2002 为标准。

2 一般项目

一般项目内容及监理验收要求以 GB50303-2002 为标准。

监理验收资料

1) 变更设计的证明文件。

2) 制造厂提供的产品说明书、试验记录、合格证等质量证明文件和安装图纸等技术文件。

3) 安装技术记录。

4) 调整试验记录。

5) 备品、备件及专用工具和测试仪器清单。

电气安装工程施工

一、施工工序

1、施工准备：报验施工方案、施工机具、仪器仪表（应有法定检验部门的检定证书并在检定有效期内）、试验室资质、试验人员资质。组织工程技术人员熟悉图纸；

2、施工材料进场报验；

3、盘、柜基础复测；

4、盘、柜基础型钢安装：注意事项：盘、柜基础型钢两端应与接地干线可靠连接，焊接处作好防腐处理。安装完成后进行报验，报验合格进入下道工序；

5、盘、柜就位安装：安装完成进行报验，报验合格进入下道工序；

6、母线连接(母线桥安装)；

7、进、出线电缆头制作、安装；注意事项：电缆头制作前 24 小时通知监理，监理检查施工场地卫生清洁、施工人员资格符合规范要求方可进行电缆头制作；

8、二次线联接；

9、测量、控制、保护、监视等二次设备、二次回路调试；

10、电气性能试验：试验前 24 小时通知监理并书面告知试验项目；

11、变电所安装验收。

以上工作全部完成后，施工方即可编制《变（配）电所受电方案》准备受电。《受电方案》经业主有关部门（包括当地电力部门）、专业监理工程师审批后，方可准备受电。

变（配）电所受电完成后，其控制室、高、低压室、电缆间应严格管理，需有专人值班管理，门应上锁。带电的高、低压盘柜应挂警告标示牌，高压间应设置安全警示围护。在未向业主交接前，进入所内的一切停、送电操作都应取得值班人员的同意，并需出示经业主签字同意的停送电工作票或操作票，并由该变（配）电所施工技术人员进行停、送电操作。停、送电操作应由二人进行，一人读（唱）票，一人执行操作。

（7）电缆桥架内电缆敷设工程施工工艺及质量要求

电缆沿桥架敷设前，应防止电缆排列不整齐，出现严重交叉现象，必须事先就将电缆敷设位置排列好，规划出排列图表，按图表进行施工。

施放电缆时，对于单端固定的托臂可以在地面上设置滑轮施放，放好后拿到托盘或梯架内；双吊杆固定的托盘或梯架内敷设电缆，应将电缆直接在托盘或梯架内安放滑轮施放，电缆不得直接在托盘或梯架内拖拉。

电缆沿桥架敷设时，应单层敷设，电缆与电缆之间可以无间距敷设，电缆在桥架内应排列整齐，不应交叉，并敷设一根，整理一根，卡固一根。

垂直敷设的电缆每隔 1.5~2m 处应加以固定；水平敷设的电缆，在电缆的首尾两端、转弯及每隔 5~10m 处进行固定，对电缆在不同标高的端部也应进行固定。

电缆固定可以用尼龙卡带、绑线或电缆卡子进行固定。

电缆敷设质量要求

在桥架内电力电缆的总截面（包括护层）不应大于桥架有效横断面的 40%，控制电缆不应大于 50%。

室内电缆桥架布线时，为了防止发生火灾时火焰蔓延，电缆不应有黄麻或其他易燃材料外护层。

电缆桥架内敷设的电缆，应在电缆的首端、尾端、转弯及每隔 50m 处，设有编号、型号及起止地点等标记，标记应清晰齐全，挂装整齐无遗漏。

桥架内电缆敷设完毕后，应及时清理杂物，有盖的可盖好盖板，并进行最后调整。

4. 电缆桥架送电试运行

电缆桥架经检查无误时，可进行以下电缆送电实验：

（1）高压或低压电缆进行冲击实验 将高压或低压电缆所接设备或负载全部切除，刀闸开关处于断开位置，电缆线路进行在空载情况下送额定电压，对电缆线路进行三次合闸冲

击试验，如不发生异常现象，经过空载运行合格并记录运行情况。

（2）半负荷调试运行 经过空载试验合格后，将继续进行半负荷试验。经过逐渐增加负荷至半负荷实验，并观察电压、电流随负荷变化情况，并将观测数值记录好。

（3）全负荷调式运行 在半负荷调试运行正常的基础上，将全部负载全部投入运行，在24h 运行过程中每隔 2h 记录一次运行电压、电流等情况，经过安装无故障运行调试后检验合格，即可办理移交手续，供建设单位使用。

电缆头制作、接线和绝缘测试

表 1 电缆直流耐压试验表

电缆类型 额定电压标准	粘油纸绝缘	不滴流油浸纸绝缘		橡胶、塑料绝缘	
	3-10	6	10	6	10
试验电压/V	6	5	3.5	4	3.5
试验时间/min	10	5	5	15	15

（8）电缆头制作、接线和绝缘测试施工监理要点

1、电缆泄漏电流与耐试验

工程施工质量要点：

（1）泄漏电流对黏性油浸纸绝缘电缆，其三相不平衡系数不大于 2。但对 10KV 及其以上电缆的泄漏电流小于 20A 及 6KV 及其以下电缆泄漏电流小于 10A 时，其不平衡系数可不作规定。橡胶、塑料绝缘电缆的不平衡系数也可不作要求。

（2）电力电缆直流耐试验应符合表 1 要求。表中 V 为标准电压等级的电压。

2. 电缆终端头和电缆接头

工程施工质量要点：

（1）严密性、渗漏情况 制作电缆终端头和接头前应检查电缆绝缘纸受潮及相位连接情况；所使用的绝缘材料应符合要求；配件应齐全；制作过程必须一次完成；不得受潮。电力电缆的终端头与电缆接头的外壳与该处的电缆金属护套及铠装层均应接地良好，接地线应采用其截面不小于 10mm² 的铜绞线。

（2）绝缘层 电缆剥切时不得伤及线芯的绝缘层。电缆终端头和电缆接头的 金属（瓷）外壳灌胶前应经过预热去潮，避免灌胶后有气隙缺陷。环氧树脂电缆终端头或电缆接头所用的环氧复合物应搅拌均匀，以防止灌胶时有气泡产生，形成质量问题。

(3) 电缆头固定 电缆头固定应牢固，卡子尺寸应与固定的电缆相适应，单芯电缆、交流电缆不应使用磁性卡子固定，塑料护套电缆卡子固定时要加垫片，卡子固定后要进行防腐处理。

(4) 控制电缆头制作 控制电缆头制作时，其头套（花兰电缆头）应与其外径相配合。

(二) 电缆沟内和电缆竖井内电缆敷设施工监理要点

1. 坐标、标高

工程施工质量要点：

电缆离建筑物基础（边线）距离 $\geq 0.6\text{m}$ ；严禁将电缆平行敷设于管道的上面或下面；电缆的上、下须铺以不少于 100mm 厚的软土或沙层，并盖以混凝土保护板，其覆盖宽度应超过电缆两侧各 50mm。

2. 电缆沟宽、深度

工程施工质量要点：

电缆沟深度一般大于 0.7m，穿越农田时不应小于 1m。敷设时作波浪形敷设，备用长度为全长的 1.5%~2%，在电缆终端头与电缆头附近，还需留有备用长度。电缆敷设完毕后并经绝缘测试合格后，再进行回填土。

并联运行的电力电缆，其长度应相等。

3. 标志桩、标志牌

工程施工质量要点：

标志桩、标志牌在直线段每 50m 处，或在电缆转弯处、进建筑物地点树立一标志桩；在直线段每隔 25m 处应挂一标志牌，电缆标志牌上应写明电缆编号、型号、电压等级和日期，电缆起始端设备代号，电缆标志牌应能防腐，而且挂装应牢固。

在电缆终端头处、电缆接头处，隧道及竖井两端处、人井处、电缆改变方向的转角处、电缆从一水平面跨越到另一水平面处以及穿过基础楼板、墙和在间隔隐蔽部分的两侧处都应挂置标志牌。

监理重点（巡视与旁站）

一、电缆头制作、接线和绝缘测试监理重点（巡视与旁站）

(一) 质量问题

1. 电缆头制作

(1) 制作电缆头和电缆中间接头的电工必须持证上岗。

(2) 制作电缆终端头和接头前应检查电缆受潮及相位连接情况。所使用的绝缘材料应符合

合要求，辅助材料齐全，电缆头和中间接头制作过程中须一次完成，不得受潮。

(3) 电力电缆的终端头与电缆接头的外壳与该处的电缆金属护套及铠装层均应接地良好。

(4) 电缆剥切时不得伤及线芯的绝缘层。电缆终端头和电缆接头的金属（次）外壳灌铅应经过预热去潮，避免灌铅时有气隙缺陷。环氧树脂电缆终端头或电缆接头所用的环氧复合物应搅拌均匀，以防止灌环氧树脂时有气泡产生，形成质量问题。

(5) 控制电缆头制作时，其头套（花兰电缆头）应与其外径相匹配，电缆最小允许弯曲半径与电缆外径比值应符合 CB50168—2006 第 5.1.7 条的规定。

(6) 用绝缘带包扎时，包扎高度为 30~50mm，。应使同一排的控制电缆头高度一致，一般电缆头位于最低一端子排接线板下 150~300mm 处。

(7) 10kV 的动力电缆头应包绕成应力锥形状。锥高度对截面积为 35mm² 的油浸纸绝缘电缆，为电缆直径与 35mm 相加之和的 2 倍；对截面积为 50mm² 的油浸纸绝缘电缆，锥高度为电缆直径与 50mm 相加之和的 2 倍。对 100mm² 的全塑电缆，应力锥的最大直径为电缆外径的 1.5 倍，一般动力电缆应力锥中间最大直径为芯线直径加上 16mm。在室外的防雨帽及电缆封装应严密。与设备连接的相序与极性标志应明显、正确：多根电缆并列敷设时，中间接头位置应错开，净距不小于 0.5m。

(8) 电缆头固定应牢固，卡子尺寸应与固定的电缆相适配，单芯电缆、交流电缆不应使用磁性卡子固定，塑料护套电缆卡子固定时要加垫片，卡子固定后要进行防腐处理。

（二）接线

接线要牢固、导电良好，操作时要符合下列要求：

(1) 剥开导线绝缘层时，不应损伤芯线；芯线连接后，绝缘带应包缠均匀紧密，其绝缘强度不应低于导线原绝缘层的强度；在接线端子的根部与导线绝缘层间的空隙处，应采用绝缘带包严密。

(2) 在配线的分支连接处，干线不应受到支线的横向拉力。

(3) 导线与设备、器具的连接应符合下列要求：

- 1) 截面为 10mm² 及以下的单股铜芯线和单股铅芯线可直接与设备、器具的端子连接；
- 2) 截面为 2.5mm² 及以下的多股铜芯线的线芯应先拧紧搪锡或压接端子后再与设备、器具的端子连接；
- 3) 多股铅芯线和截面大于 2.5mm² 的多股铜芯线的终端，除设备自带插座或端子外，应焊接或压接端子后再与设备、器具的端子连接；
- 4) 绝缘电线除芯线连接外，在连接处应用绝缘带（塑料带、黄腊带等）包缠均匀严密，

绝缘强度不低于原油强度。在接线端子的端部与电线绝缘层的空隙处，也应用绝缘带包缠严密，最外层处还得用黑胶布扎紧一层，以防机械损伤。板、墙和在间隔隐蔽部分的两侧处都应挂置标志牌。

电缆施工过程中的测试：

线路绝缘测试

测量电缆绝缘电阻

电缆直流耐压试验和直流泄漏试验

说明：除了在交接验收或重点电缆头时进行该项试验外，运行中的电缆，对发、变、配电站的出线电缆段每年进行一次，其他三年进行一次。

要求：做直流耐压和测量泄漏电流时，应断开电缆与其他设备的一切连接线，并将各电缆线芯短路接地，充分放电 1~2min。在电缆线路的其他端头处应加挂警告牌或派人看守，以防他人接近，在试验地点的周围做好防止闲人接近的措施。

电缆相位检查

要求：电缆敷设后两端相位应一致，若是并联运行的电缆则更为重要。电力电缆线路在敷设完毕与电力系统接通之前，必须按照电力系统上的相位标志进行核对，电缆线路的两端相位应一致并与电网相位相符合。

工程成品保护的要求

（1）电缆及附件的运输、保管，除应符合本章要求外，当产品有特殊要求时，尚应符合产品的要求。

（2）在运输装卸过程中，不应使电缆及电缆盘受到损伤，禁止将电缆盘直接由车上推下。电缆盘不应平放运输、平放储存。

（3）运输或滚动电缆盘前，必须检查电缆盘的牢固性。充油电缆至压力箱间的油管应妥善固定及保护。

（4）直埋电缆敷设完毕应及时会同建设单位进行全线检查。如无误，应立即进行铺砂盖砖，以防电缆损坏。

（5）电缆卸车时，如采用木跳板溜下时，应做到跳板坚固，不可过窄、过短，坡度不可过大，下溜时要缓慢进行，轴前不可站人。

电缆沟内和电缆竖井内电缆敷设监理重点（巡视与旁站）

（一）应注意的质量问题

（1）电缆的排列，当设计无规定时，应符合下列要求：

1) 电力电缆和控制电缆应分开排列:

2) 当电力电缆和控制电缆敷设在同一侧支架上时, 应将控制电缆放在电力电缆下面, 1kV 及以下电力电缆应放在 1kV 以上的电力电缆的下面。充油电缆可例外。

(2) 并列敷设的电力电缆, 其和、相互间的净距应符合设计要求。

(3) 电缆与热力管道、热力设备之间的净距; 平行时应不小于 1m; 交叉时应不小于 0.5m。如无法达到时, 应采取隔热保护措施。电缆不宜平行敷设于热力管道的上部。

(4) 明设在室内及电缆沟、隧道、竖井内的电缆应剥除麻护层, 并应对其铠装加以防腐。

(5) 电缆敷设完毕后, 应及时清除杂物, 盖好盖板, 必要时, 尚应将盖板缝隙密封, 以免水、汽、油、灰等侵入。

(6) 隐蔽过程应在施工过程中进行中间验收, 并做好签证。

(7) 在验收时, 应进行下列检查:

1) 电缆规格应符合规定, 排列整齐, 无机械损伤, 标志牌应装设齐全、正确、清晰;

2) 电缆的固定、弯曲半径、有关距离及单芯电力电缆的金属护层的接线等应符合要求;

3) 电缆终端头、电缆接头及充油电力电缆的供油系统应安装牢固, 不应有渗漏现象; 充油电力电缆的油压及表计整定值应符合要求;

4) 接地良好, 充油电力电缆及护层保护器的接地电阻应符合设计;

5) 电缆终端头、电缆中间对接头、电缆支架等的金属部件, 油漆完好, 相色正确;

6) 电缆沟隧道内应无杂物, 盖板齐全。

(8) 电缆与铁路、公路等交叉以及穿过建筑物地梁处, 应事先埋设保护管, 然后将电缆穿在管内。管的长度除满足路面宽度外, 还应在两边各伸出 2m。管的内径为: 当电缆保护管的长度在 30m 以下时, 应不小于电缆外径的 1.5 倍; 保护管的长度超过 30m 时, 应不小于电缆外径的 2.5 倍。管口应做成喇叭口。

(9) 注意电缆的排列。电缆敷设一定要根据设计图纸绘制的“电缆敷设图”进行。图中应包括电缆的根数, 各类电缆的排列和放置的顺序, 以及与各种管道的交叉位置。对运到现场的电缆要核算、弄清没盘的电缆长度, 确定好中间接头的位置。按线路实际情况, 配置电缆长度, 避免浪费。核算时, 不要把电缆接头放在道路交叉处、建筑物的大门口以及与其他管道交叉的地方。在同一电缆沟内有数条电缆并列敷设时, 电缆接头要错开, 在接头处应留有备用电缆坑。

(二) 工程成品保护的要求

(1) 在运输装卸过程中, 不应使电缆及电缆盘受到损伤, 禁止将电缆盘直接由车上推下。电缆盘不应平放运输、平放储存。

(2) 运输或滚动电缆盘前, 必须检查电缆盘的牢固性。充油电缆至压力箱间的油管应妥善固定及保护。

(3) 电缆及附件如不立即安装, 应按下述要求储存:

1) 电缆应集中分类存放, 盘上应表明型号、电压、规格、长度。电缆盘之间应有通道, 地基坚实 (否则盘下应加垫), 易于排水; 橡塑护套电缆应有防日晒措施。

2) 6kV 及以上充油电缆头的瓷套, 在室外储存时, 应有防止受机械损失措施。

3) 电缆附件与绝缘材料的防潮包装应密封良好, 并应置于干燥的室内。

(4) 电缆在保管期间, 应每三个月检查一次。木盘应完整, 标志应齐全, 封端应严密, 铠装应无锈蚀。如有缺陷应及时处理。

充油电缆应定期检查油压, 并做好记录, 必要时加装报警装置, 防止油压降至最低值。如油压降至零或出现真空时, 在未处理前严禁滚动。

(5) 直埋电缆敷设完毕应及时会同建设单位进行全线检查。如无误, 应立即进行铺砂盖砖, 以防电缆损坏。

(6) 装卸电缆时, 不允许将吊绳直接穿入轴孔吊装, 以防止电缆盘孔被损坏。

(7) 电缆卸车时, 如采用没跳板溜下时, 应做到跳板坚固, 不可过窄、过短, 坡度不可过大, 下溜时要缓慢进行, 轴前不可站人。

(8) 滚运电缆时, 应以使电缆卷紧的方法进行。

(9) 敷设电缆时, 如需从中间倒电缆, 必须按“8”字形或“S”形进行, 不得倒成“0”形。

监理验收

一、电缆头制作、接线和绝缘测试监理验收

(一) 监理验收资料

(1) 按批查验材料的出厂合格证或实验报告。

(2) 直埋电缆中间接头的敷设位置。

(3) 安装隐蔽工程记录。

(4) 电缆耐压试验、泄露电流和绝缘电阻值等测试记录。

(5) 电缆及电缆头规格及安装日期。

（二）工程质量验收记录表

二、电缆桥架安装和桥架内电缆敷设监理验收

（一）监理验收资料

（1）按批查验出厂合格证或实验报告。

（2）电缆耐压实验、泄露电流和绝缘电阻值等测试记录。

（3）检验批质量验收记录表

（二）工程质量验收记录表

三、电缆沟内和电缆竖井内电缆敷设监理验收

（一）监理验收资料

按批查验合格证或实验报告。

隐蔽工程验收记录。

电缆耐压试验、泄露电流和绝缘电阻测试报告。

检验批验收记录表。

直埋电缆输电线路敷设位置图电缆实际敷设长度清册。

（9） 受电设备安装工程

工程施工监理要求

施工工作条件。

土建应具备如下条件：

结束尾项、楼板工作，不得有渗漏现象；

混凝土基础达到允许安装的强度；

现场清理完毕；

预埋件、预留孔符合设计要求。预埋件牢固。

设备、材料按施工方案的要求已组织进场，并经过检查、清点，符合设计要求，附件、备件齐全；电气技术文件齐全。

室外安装的低压电器应有防止雨、雪、风沙侵入的措施。

工程质量标准

（一）低压电动机、电加热器及电动执行机构检查接线工程质量标准

材料（设备）质量要求

严格按材料进场验收程序执行；杜绝不合格材料（设备）进场。以上要求为本项工程质量的事前控制措施的一部分。

受电设备安装工程施工监理（过程控制、事中控制）

三、接地装置安装监理验收

（一）监理验收资料

安装技术数据记录。

隐蔽过程验收记录

接地电阻测试记录

材料产品合格证

（11）建筑物等电位联结工程施工质量要求

一、工程质量标准

（一）主控项目（表 1）

表 1 主控项目内容及监理所验收要求

项次	项目内容	规范编号	监理验收要求		
1	建筑物等电位联结干线的连接及局部等电位箱间的连接	第 27. 1. 1 条	建筑物等电位联结干线应从与接地装置有不少于 2 处直接连接的接地干线或总等到电位箱引出, 等电位联结干线或局部等电位箱间的连接 线形成 环形网路, 环形网路应就近与等电位联结干线或局部等到电位箱连接。支线间不应串联连接。		
2	等电位联结的线路最小允许截面积	第 27. 1. 2 条	等电位联结的线路最小允许截面应符合下表的规定		
			材料	截面/mm2	
				干线	支线
			铜	16	6
			钢	50	16

（二）一般项目（表 2）

表 2 一般项目内容及监理验收要求

项次	项目内容	规范编号	监理验收要求
1	等电位联结的可接近裸露导体或其他金属部件、构件与支线的连接 可靠, 导通正常	第 27.2.1 条	等电位联结的可接近裸露导体或其他金属部件、构件、与支线连接应可靠, 熔焊、钎焊或机械紧固应导通正常
2	需等电位联结的高级装修金属部件或零件等电位联结的连接	第 27.2.2 条	需等电位联结的高级装修金属部件或零件, 应有专用接线螺栓与等到电位联结支线连接, 且有标识; 连接处螺母紧固、防松零件齐全

二、材料质量要求

（1）等电位联结线和等到电位联结端子板宜采用铜质材料。

- (2) 等电位联结端子板的截面不得小于所接等电位联结线截面。
- (3) 等电位联结用的螺栓、垫圈、螺母等应进行垫镀锌处理。
- (4) 在土层中，应避免使用铜线或带铜皮的钢线作为联结线，如果用铜线做联结线也应采用放电间隙与管道钢容器或基础钢筋相连接。
- (5) 与基础钢筋连接时，建议联结线选用钢材，这种钢材最好也用混凝土保护，连接部位应采用焊接，并在焊接处作以相应的防腐保护，这样与基础钢筋的电位基本一致，不会形成电化学腐蚀。
- (6) 在与土层中钢管等到连接时，也应采取防腐措施，如选用塑料电线或电缆。

三、工程施工质量要点

等电位联结线施工，应注意以下几点：

- (1) 采用搭接焊时，扁钢的搭接长度应不小于其宽度的 2 倍。三面施焊（扁钢宽度不同时，搭接长度以宽的为准）；圆钢的搭接长度应不小于其直径的 6 倍，双面施焊（直径不同时，搭接长度以直径大的为准）；圆钢与扁钢连接时，其搭接长度应不小于圆钢直径的 6 倍；扁钢与钢管（或角钢）焊接时，除应在其接触部位两侧进行焊接外，并应焊接以由扁钢弯成的弧形面（或直角形）与钢管（或角钢）焊接。
- (2) 等电位联结采用不同材质的导体连接时，可采用熔接法进行连接，也可采用压接法，压接时压接处应进行热搪锡处理。
- (3) 等电位联结内各联结导体间的连接可采用焊接，焊接处不应有夹渣、咬边、气孔及未焊透现象，也可采用熔焊，在腐蚀性场所应采取防腐措施。
- (4) 金属管道的连接处一般不需加设跨接线。
- (5) 给水系统的水表需加装跨接线，以保证水管的等电位联结和接地的有钎。
- (6) 装有金属外壳排风机、空调器的金属门、窗框或靠近电源插座的金属门、窗框以及距外露可导电部分伸臂范围内的金属栏杆，顶棚龙骨等金属体需做等电位联结。
- (7) 为避免用煤气管道做接地极、煤气管入户后插入一绝缘段以与户外埋地的煤气管隔离，为防雷电流在煤气管道内产生电火花，在此绝缘两端应跨接火花放电间隙。

监理过程中常见质量问题及处理

表 4 工程质量缺陷分析及治理

项目	焊接、机械紧固
现象	焊接夹渣、咬肉、未焊透、机械紧固未加设防松装置，防腐措施未做，机械紧固件未使用热镀锌件

原因分析	施工人员操作马虎，责任心缺乏，缺少必要的复查手段
项目	导线
现象	导线色标不对，压接时压接处未进行热搪锡处理，线路截面偏小
原因分析	施工人员对规范要求不熟悉，未按设计要求复查

监理验收

一、监理验收资料

(1) 隐蔽验收记录和测试报告。

(2) 导通性测试记录 等电位测试用电源可采用空载电压为 4-24V 的直流或交流电源，测试电流不应小于 0.2A，等电位电阻不得超过 3Ω。

(3) 产品出厂合格证。

二、监理验收资料要求

2、工程质量标准

1 主控项目

主控项目内容及监理验收要求以 GB50303-2002 为标准。

2 一般项目

一般项目内容及监理验收要求以 GB50303-2002 为标准。

接地装置安装检验批质量验收记录表

(GB 50303)

单位（子单位）工程名称						
分部（子分部）工程名称					验收部位	
施工单位					项目经理	
分包单位					分包项目经理	
施工执行标准名称及编号						
施工质量验收规范规定					施工单位检查 评定记录	监理（建设） 单位验收记录 监理（建设） 单位验收记录
主控项目	1	接地装置测试点的设置		第 24.1.1 条		
	2	接地电阻值测试		第 24.1.2 条		

	3	防雷接地的人工接地装置的接地干线埋设	第条	24.1.3			
	4	接地模块的埋设深度、间距和基坑尺寸	第条	24.1.4			
	5	接地模块设置应垂直或水平就位	第条	24.1.5			
一般项目	1	接地装置埋设深度、间距和搭接长度	第条	24.2.1			
	2	接地装置的材质和最小允许规格	第条	24.2.2			
	3	接地模块与干线的连接和干线材质选用	第条	24.2.3			
施工单位检查 评定结果		专业工长（施工 员）				施 工 班 组 长	
		项目专业质量检查员：					年 月 日
监理（建设）单 位验收结论		监理工程师： （建设单位项目专业技术负责人）					年 月 日

六、HSE 管理目标

贯彻 HSE 体系的各项要求，建立健全安全管理体系，认真执行工程建设“三同时”制度，为确保实现“三无、两不超、一确保”的安全目标，确保工程建成后符合国家有关 HSE 要求，并承担监理责任。

编制说明：本实施细则将根据工程施工情况进行修改和添加。