

京能科技南通港 1.8MW 分布式光伏发电项目

监理细则（电气）

批准： 焦奎抗 2023年 08月 17日

审核： 修智刚 2023年 08月 17日

编制： 苏 旭 2023年 08月 17日

常州正衡电力工程监理有限公司



目 录

1 概述	1
1.1 监理范围	1
1.2 监理依据	2
2 施工质量控制的重点及目标值	3
2.1 太阳能光伏板构件及光伏板的安装	3
2.2 电气一次设备安装质量控制	3
2.3 电气二次设备安装质量控制	19
3 监理控制的程序和措施	19
3.1 工程质量控制程序	34
3.2 施工质量控制措施	34
4 质量验收程序	36
5 进度控制	36
5.1 进度控制的工作内容	36
5.2 进度控制的工作措施	36
6 安全文明施工要求	37
6.1 拼装、焊接安全施工要求	37
6.2 吊装就位调整焊接安全施工要求	37
6.3 现场文明施工要求	38

1 概述

工程名称：天长市华晖光伏电力有限公司 300MW(二期 70MW)渔光互补光伏项目

工程建设地点：(1) 天长市华晖光伏电力有限公司 300MW（二期 70MW）渔光互补光伏项目位于高邮湖西南侧洋湖区域，距万寿镇东侧 5 公里，距仁和镇北侧 10 公里。站址附近有 S205, S312 省道, X083 县道经过，交通方便，场区占地面积约 1200 亩。(2) 项目于 2020 年 4 月 16 日在滁州市发展改革委备案，共 300MW，分三期建设，首期 80MW，二期 70MW，三期 150MW，目前建设为 2 期 70MW 项目。(3) 项目采用分块发电、集中并网方案。光伏组件采用 540Wp/440Wp 单晶硅双面组件，共 180960 块。箱变基础采用 PHC400 (AB) -95 预应力管桩架高钢平台型式，共 120 根。光伏支架基础采用 PHC300 (AB) -70 预应力管桩，共约 23000 根。光伏支架采用固定式支架，倾角为 15°。光伏场区划分 20 个光伏发电单元，配置 20 台 3300kVA 箱逆变一体机，配置 330 台汇流箱。35kV 集电线路采用电缆线路，长度约 12.2km。升压站至光伏场区电缆敷设采用直埋方式。光伏场区电缆敷设采用电缆桥架方式，电缆桥架安装在预制混凝土管桩上。

本期升压站在已建成的 110kV 河口光伏电站内进行扩建。土建工程主要包括主变基础、SVG 无功补偿装置基础、35kV 预制舱基础、小电阻接地变基础。电气安装工程主要包括：安装 1 台三相双绕组有载调压变压器，容量为 75MVA。1 台 35kV 户外站用接地变小电阻成套装置，1 台 SVG 无功补偿装置，容量为 ±12MVar，35kV 预制舱高压开关柜 8 面（1 面主变进线柜、4 面集电线路进线柜，1 面母线设备柜、1 面 SVG 进线柜和 1 面接地变进线柜）。二次设备布置于综合楼二层。2、光伏发电单元输出经箱式变压器将逆变器输出的交流电升压至 35kV，以 4 回 35kV 集电线路送至升压站 35kV 母线。与一期项目共用一回 110kV 送出。

(4) 项目于 2023 年 3 月 27 日开工建设。项目计划于 2023 年 7 月 15 日前实现首批光伏发电单元并网发电；计划于 2023 年 9 月 30 日前实现光伏场区全容量并网发电

1.1 监理范围

以下所述各系统电气设备的到货验收、卸货、二次运输、保管、安装、高压试验、调试、试运行等工作。

- (1) 汇流箱的安装调试
- (2) 并网箱逆变器的安装调试
- (3) 直流配电柜的安装调试

- (4) 70 兆瓦太阳能光伏组件的安装与调试
- (5) 光伏组件支架安装
- (6) 电缆支架的制作及安装

1.2 监理依据

本工程监理服务适用的国家法律、行政法规和部门规章以及地方法规、规章主要包括：《中华人民共和国建筑法》；《中华人民共和国合同法》；《中华人民共和国质量法》；《建设工程质量管理条例》等。

监理依据主要有：

光伏发电工程建设有关的法律、法规、技术标准和规程规范；

国家或国家授权部门与机构批准的工程项目建设文件。（包括建设计划、规划、设计任务书等）；

《建筑电气工程施工质量验收规范》	GB 50303-2015
《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
《电气装置安装工程低压电气施工及验收规范》	GB 50254-2014
《电气装置安装工程高压电气施工及验收规范》	GB 50149-2010
《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》	GB 50148-2010
《电气装置安装工程母线装置施工及验收规范》	GB 50168-2018
《电气装置安装工程 质量检验及评定标准（第1部分—第17部分）》	

DL/T5161.1--5161.17

《电能计量装置技术管理规程》	DL/T 448
《电能量远方终端》	DL/T 743
《0.2S 和 0.5S 级静止式交流有功电度表》	GB/T 17883
《电能计量装置技术管理规程》	DL/T 448
《35~110kV 升压变电站设计规范》	GB50059
《变电站运行导则》	DL/T969
《高压配电装置设计技术规程》	DL/T 5352
《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》	GB50062
《电力系统调度自动化设计技术规程》	DL/T 5003

《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 35KV 及以下架空电力线路施工及验收规范》 GB 50173-92

《110-500kV 架空电力线路施工及验收规范》 GBJ233

《110kV高压配电装置设计规范》 GB50060-92

《光伏发电工程验收规范》(GB/T-50796-2012)

《光伏电站设计规范》 GB50797-2012

晶体硅光伏组件设计鉴定和定型 IEC 61215

光伏组件的安全性构造要求 IEC61730.1

光伏组件的安全性测试要求 IEC61730.2

地面用光伏(PV)发电系统概述和导则 GB/T18479-2001

光伏(PV)发电系统过电压保护—导则 SJ/T11127-1997

光伏系统并网技术要求 GB/T 19939-2009

光伏电站接入电力系统设计规范 GB/T 50866-2013

光伏系统电网接口特性 GB/T 20046-2006 (IEC 61727: 2004)

光伏电站接入电网测试规程 Q / GDW 618-2011

《实施工程建设强制性标准监督规定》 建设部第 81 号令

《工程建设标准强制性条文》(电力工程部分) 建设部建标 [2006] 102 号; (电气部分)
建设部建标 [2002] 219 号

工程建设合同、勘测设计合同及监理合同;

上级有关主管部门对本项工程的有关指示文件或批件;

设计文件、技术要求及图纸;

2 施工质量控制的重点及目标值

2.1 太阳能组件构件及组件的安装质量控制

太阳能组件构件的基础应安装水平, 且固定牢固; 太阳能组件构件基础型钢应有可靠的接地, 并做防腐处理; 太阳能组件安装应符合现场安装图纸要求。

检查预埋的部件应牢固可靠, 符合设计要求; 安装太阳能组件构件的安装基础, 并与预埋件可靠固定; 将太阳能组件构件的安装基础与主接地网进行可靠的焊接; 太阳能组件的布置应整齐美观, 不得有损坏现象。

2.2 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, 与组件支架安装牢固; 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) 并网箱逆变器的安装调试

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。

(3) 逆变器室内直流配电柜的安装调试

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，应除锈刷漆两遍，接地应两点接地，固定牢固。

柜体安装时，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）		$\leq 1.5\text{mm}$
水平偏差	相邻两盘顶部	$\leq 2\text{ mm}$
	成列盘顶部	$\leq 5\text{ mm}$
盘面误差	相邻两盘面	$\leq 1\text{ mm}$
	成列盘面	$\leq 5\text{ mm}$
盘间接缝		$\leq 2\text{ mm}$

柜体的接地应牢固良好。装有电器的可开启门，应以裸铜导线软线与接地的金属构架可靠地连接。

直流配电柜通电运行：核对极性，依次对直流配电柜直流母线进行冲压，观察应无异常现象；直流配电柜进行柜内设备冲压，观察应无异常现象；对直流配电进行加负荷，观察应无异常现象。对直流配电柜进行加负荷 72 小时试运行。

(4) 箱变的安装调试

箱逆变基础型钢应安装水平，且固定牢固；基础型钢应有可靠的接地，并做防腐处理；检查箱逆变各部件间的绝缘情况及变压器预试。箱逆变吊卸时，要防止发生冲击或严重振动，更不能严重倾斜，一般斜角不超过 15 度；采用作业船吊进行吊卸，在起吊时吊绳与垂直线夹角不大于 30 度；对箱逆变进行平面和垂直度调整，使其符合安装要求；使固定螺丝受力均匀，且固定牢固可靠；箱逆变本体高压侧引线接引，并应相序正确、连接牢固可靠，接触良好；箱逆变本体低压侧引线接引，并应相序正确、连接牢固可靠，接触良好；箱逆变及附属设备投运前的试验项目及数据应满足规范要求；验收合格后进行设备通电；对箱逆变进行冲压，观察应无异常现象；对箱逆变进行加负荷，观察应无异常现象。对箱变进行加负荷 72 小时试运行。

(5) 35kV 开关柜、低压开关柜和站用变的安装调试

35kV 开关柜的设备安装技术要求：

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

柜体的接地应牢固良好。装有电器的可开启门，应以裸铜导线软线与接地的金属构架可靠地连接；

成套柜的安装应符合下列要求：机械闭锁、电气闭锁应动作可靠、准确；

动触头与静触头的中心线应一致，触头接触紧密；二次回路辅助开关的切换接点应动作准确，接触可靠；柜内照明齐全。

手车式柜的安装应符合下列要求：检查防止电气误操作的“五防”装置齐全，并动作灵活可靠；手车推拉应灵活轻便，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，动触头顶面与静触头底部的间隙应符合产品要求；手车和柜体间的二次回路插件应接触良好；安全隔离板应开启灵活，随手车的进出而相应动作；柜体控制电缆的位置不应

妨碍手车的进出，并应牢固；

手车与柜体间接地触头应接触紧密，当手车推入柜体时，其接地触头应比主触头先接触，拉出时接地触头比主触头后断开。

开关柜安装时，要防止发生冲击或严重振动，更不能严重倾斜，一般斜角不超过 15 度。进行吊卸时，在起吊时吊绳与垂直线夹角不大于 30 度；开关柜进行平面和垂直度应符合安装要求；连接开关柜内部连接母线，并应相序正确、连接牢固可靠，接触良好；且满足以下要求：铜与铜必须搪锡；铜与铝，应采用铜铝过渡板，铜端应搪锡；铜与铜或铝，搭接面必须搪锡；母线涂漆的颜色应符合下列规定：开关柜内其他附件的安装，且牢固可靠；

验收合格后进行设备通电：对开关柜母线、断路器、PT 等设备进行冲压，观察应无异常现象；对开关柜进行加负荷，观察应无异常现象。对开关柜进行加负荷 72 小时试运行。

(6) 电缆安装及调试

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。牵引电缆时，钢丝绳绑扎在电缆牵引头上向前拖拽，电缆头要有专人看护，严防损伤电缆头。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；

安装完毕后的现场试验应按照设备供应商的技术文件要求和国家有关标准 GB50168、GB50169 的有关规定进行。现场检查及试验应至少包括且不限于如下内容：

电力电缆的试验项目，应包括下列内容：

- 1) 测量绝缘电阻；
- 2) 直流耐压试验及泄漏电流测量；
- 3) 检查电缆线路的相位；

测量各电缆线芯对地或对金属屏蔽层间和各线芯间的绝缘电阻。

依据设计图纸查核配线的准确性，检查各设备间的连接是否正确，测试二次回路绝缘电阻不低于 $1\text{M}\Omega$ 。交流回路外部端子对地 $10\text{M}\Omega$ 以上，不接地直流回路对地电阻 $>1\text{M}\Omega$ 。

直流耐压试验及泄漏电流测量，应符合下列规定：

直流耐压试验电压标准：

1) 塑料绝缘电缆直流耐压试验电压，应符合表 5-2 的规定。

电缆额定电压 U_0 (kV)	0.6	1.8	3.6	6	8.7	12	18	21	26
直流试验电压 (kV)	2.4	7.2	15	24	35	48	72	84	104
试验时间 (min)	15	15	15	15	15	15	15	15	15

塑料绝缘电缆直流耐压试验电压标准

2) 橡皮绝缘电力电缆直流耐压试验电压，应符合下表的规定。

电缆额定电压 U (kV)	6
直流试验电压 (kV)	15
试验时间 (min)	5

橡皮绝缘电力电缆直流耐压试验电压标准

试验时，试验电压可分 4~6 阶段均匀升压，每阶段停留 1min，并读取 泄漏电流值。测量时应消除杂散电流的影响。

电缆的泄漏电流具有下列情况之一者，电缆绝缘可能有缺陷，应找出缺陷部位，并予以处理：

- 1) 泄漏电流很不稳定；
- 2) 泄漏电流随试验电压升高急剧上升；
- 3) 泄漏电流随试验时间延长有上升现象。

检查电缆线路的两端相位应一致并与电网相位相符合。

(7) 变压器安装调试

施工准备阶段

1) 监理人员应熟悉施工图纸和制造厂的技术资料，审批施工单位上报的施工组织措施，召开技术交底会议，并在以后的施工过程中督促施工方严格执行施工方案。

2) 施工前监理人员应仔细认真审阅厂家说明书和装配图，并要求施工单位确保对每个施工人员进行技术交底。

3) 检查施工工器具及材料，包括大型机械设备、倒链、滑轮等起重设施，脚手架、蓬布、照明设备、真空滤油设备及管路阀门、抽真空设备等，并要求施工方在开工前上报主要施工设备的自检报告，经监理工程师审批后方可施工。

4) 电气试验仪器应能满足安装要求，并要求施工方在开工前上报试验仪器的自检报告，经监理工程师审批后方可用于试验。

5) 按照施工图纸，监理人员应核准变压器就位的十字中心线及轨道高程。

6) 变压器内检前，监理人员应检查变压器绝缘油滤油处理（在绝缘油库进行）情况，各

项化验指标是否符合国标与制造厂技术要求。

7) 安装前, 监理人员应检查所有管路、风冷却器、临时注油设施的管路与阀门等附件是否用合格绝缘油进行了冲洗, 是否用干净塑料布扎紧保管。

8) 监理人员应检查临时设备场地布置情况

变压器绝缘油的过滤是否设在绝缘油库进行。

变压器注油管是否就近布置于绝缘油库至变压器内检施工场地。

用于变压器注油和热油循环的真空滤油机是否就近布置于不影响变压器附件安装的位置。

用于变压器内检、注油和热油循环的保温防护棚架是否设于变压器周围对应处。

防火消防器材是否就近布置于不影响变压器附件安装的明显位置, 摆放是否整齐。

用于油污清扫的锯末、棉布、酒精等是否摆放于保温防护棚内通风处。

吊车是否布置于变压器近旁的相对位置进行变压器附件安装。

9) 变压器卸车, 监理人员应检查的项目

在变压器卸车前, 应对起吊进行彻底检查。确保卸车安全。

在变压器进厂前应对变压器运输小车进行检查, 是否满足安装要求。

读取变压器内氮气压力应符合规定。

查看冲击记录仪的记录, 横向、纵向均应不超过 3g, 以此判断变压器在运输途中受冲击的情况。

检查变压器油箱盖或钟罩法兰及封板的联接螺栓是否齐全, 紧固是否良好。

核准变压器内存油取样化验数据, 以检查变压器运输过程中是否受潮, 油取样化验指标应符合国标规范要求。

变压器排氮与内检

排氮前的准备与相关条件等的检查:

用汽车吊将高压升高座及连接套筒、高低压套管、其它附件倒运至变压器室, 拆箱后将高压与中性点套管放置在临时支架上进行静油试验, 支架要求稳固牢靠, 静置时间不得小于 24 小时。24 小时后检查套管底部不得有渗油现象, 否则应处理合格。用白布或棉纱蘸无水乙醇将瓷套表面的灰尘和油污擦拭干净。检查套管内的油位应合乎要求, 若油位不够, 可按厂家提供的说明书进行抽真空补充注油。对高低压套管、中性点套管进行绝缘电阻测量、介质损耗正切值和电容值测量。对中性点电流互感器进行分接头的变比测量, 出线端子应绝缘良好, 其接线螺栓和固定件的垫块应紧固, 端子板应密封良好, 无渗油现象。电流互感器和升高座的中心应一致。卸下高压套管下部的均压球、导电头等零件, 擦净并用塑料布包好备用。仔细检查 O 型密封圈, 如发现损伤或老化而不能使用时, 必须更换。布置好真空滤油机、真

空泵及管路阀门，接好电源，检查真空滤油机的工作应正常，真空泵及管路的密封性能应良好。连接好绝缘油库至变压器的注油管，准备注油及变压器内检前的热油循环。

变压器排氮、热油循环的检查项目：

依据国标 GBJ148 变压器器身温度高于环境温度 10℃ 度的要求考虑变压器排氮，监理人员应检查变压器器身的温度，并进行记录，应能满足以上要求。

采用注油排氮方式，排氮的同时向本体内注入合格绝缘油进行热油循环。提高器身绝缘程度和自身温度，保证器身内部不受潮，并应对变压器压器内的残油进行化验，应合格。

变压器内检前一天，在绝缘油库用真空滤油机，对绝缘油罐所用的绝缘油进行热油循环，提高绝缘油温度，使油温达到 40℃～50℃。保证注入变压器本体的油，高于变压器器身温度。

注油由绝缘油库的真空滤油机经注油管给变压器油箱注油。注油从变压器油箱底部进油阀注入，注油的速度不宜过快，应控制在 4～5t/h，当油面距油箱顶部不小于 200mm 并淹没铁芯后，停止注油。由变压器侧布置的真空滤油机开始热油循环。

热油循环到一定温度时（根据当日环境气温进行，一般热油循环出口油温控制在 50℃ 时）排油内检。排油的同时进行高管、低套、连管的安装。

变压器排油内检前的准备与相关条件等的检查：

1) 变压器排油内检选在晴天进行，变压器排油内检前先用真空滤油机热油循环加热变压器使器身温度高于周围环境温度 5—10℃ 后方可排油（排向油罐）内检。排油时要向箱内充以干燥空气防止器身受潮。排油完后再打开进入孔盖板进行内检，内检时要一直吹入干燥空气，且要将变压器上面高压升高座孔打开一个，使空气流通，直至检完封盖为止。

2) 变压器内检时周围环境温度低于 0℃ 时不能进行器身检查工作（低于 0℃ 时采取措施，保证环境温度符合要求），变压器内检应在无尘沙、空气相对湿度小于 75% 的条件下进行，并应采取防尘、防潮措施。

3) 变压器内检时器身暴露在空气中的时间要尽量缩短，允许暴露的最长时间（从放油至重新抽真空为止）如下：干燥天气（空气相对湿度 75% 以下）16h、潮湿天气（空气相对湿度 65%～75%）8h，箱内检查过程中，应采用强光手灯，电压不应高于 36V。

4) 变压器内检时如天气变化需要中断工作，中断超过 8～24 小时以内应采取抽真空保管，中断工作超过 24 小时以上应采取注入合格变压器油保管。

5) 进入变压器内检人员（监理、厂家、施工人员）必须穿清洁衣服和鞋袜，除所带工具外不允许带其它任何金属物件；所用工具要求专人负责严格执行登记清点制度，防止工具遗忘在变压器中。

变压器内部检查的主要项目有：

1) 运输支撑和器身各部位应无移动现象，运输用的临时防护装置及临时支撑应予拆除，并经过清点作好记录以备查。

2) 所有螺栓应紧固，并有防松措施；绝缘螺栓应无损坏，防松绑扎完好。

3) 铁芯检查：铁芯应无变形、铁轭与夹件间的绝缘垫应良好；铁芯应无多点接地（测量绝缘电阻）；打开夹件与铁轭接地片后，铁轭螺杆与铁芯、铁轭与夹件、螺杆与夹件间的绝缘应良好。

4) 绕组检查：绕组绝缘层应完整，无缺损、变位现象；各绕组应排列整齐，间隙均匀，油路无堵塞；绕组的压钉应紧固，防松螺母应锁紧。

5) 绝缘围屏绑扎牢固，围屏上所有线圈引出处的封闭应良好；

6) 引出线绝缘包扎牢固，无破损、拧弯；引出线绝缘距离应合格，固定牢靠，其固定支架应紧固；引出线的裸露部份应无毛刺或尖角，其焊接应良好；引出线与套管的连接应牢靠，接线正确

7) 开关切换装置检查：开关切换装置各分接头与线圈的连接应牢固，且接触紧密，弹力良好；所有连接接触面，用 $0.05\text{mm} \times 10\text{mm}$ 塞尺检查，应塞不进；转动接点应正确地停留在各个位置上且与指示器所指位置相一致；切换装置的拉杆、分接头凸轮、小轴、销子等应完整无损；转动盘应转动灵活，密封良好。

8) 绝缘屏障应完好，且固定牢靠，无松动现象。

9) 强油循环管路与下轭绝缘接口部位的密封良好。

10) 各部位应无油泥、金属屑末等杂物；箱壁上的阀门应开启灵活、指示正确。器身检查完毕后必须用合格变压器油进行冲洗，油箱底部不得有遗留杂物。在进行内检的同时，进行套管升高座及套管的安装。

变压器器附件安装

套管升高座安装

1) 套管升高座安装前，监理人员应先检查升高座内部的绝缘油是否放干、电流互感器的常规试验是否合格、电流互感器和升高座的中心是否一致、电流互感器出线端子板是否密封良好，无渗油现象，其接线螺栓和固定件的垫块是否紧固。

2) 套管升高座安装时，打开变压器上与升高座相连接的法兰封盖，用白布蘸无水酒精清洁连接面且涂抹厂家提供的密封胶，对准位置粘贴密封垫，并立即将升高座吊至安装部位的上方用校准棒校准方位，监理人员应检查电流互感器铭牌位置是否面向油箱外侧、放气塞位置是否在升高座最高处、是否用力矩扳手对称拧紧全部螺栓。

套管安装

1) 将套管垂直立放在套管临时支承架上并固定牢靠, 用白布蘸无水酒精清洁套管外表, 监理人员应检查套管表面应无裂缝、伤痕, 测量套管绝缘电阻、吸收比或极化指数、直流电阻、介质损耗角正切值、直流泄漏电流应合格后方可进行安装。

2) 打开套管升高座上的法兰封盖, 用白布蘸无水酒精清洁连接面且涂抹厂家提供的密封胶, 对准位置粘贴密封垫, 并立即将套管吊至安装部位的上方用校准棒校准方位后, 将变压器内部的变压器引出线与套管上的连接端子可靠连接后, 穿入连接螺栓用力矩扳手对称拧紧全部螺栓。安装过程中, 监理人员应检查变压器内部套管引线 with 对应绕组是否可靠连接、套管顶部的密封是否安装正确, 密封是否良好。

储油柜安装

1) 储油柜安装前先将储油柜的支架初步就位于安装部位, 监理人员应检查储油柜支架安装是否牢固。

2) 监理人员应检查储油柜在安装前是否清洗干净, 用氮气将储油柜中胶囊或隔膜缓慢充气胀开, 检查确认应无漏气破损; 胶囊或隔膜沿长度方向应与储油柜的长轴保持平行不得有扭偏, 胶囊或隔膜口应密封良好呼吸通畅。

3) 安装过程中, 监理人员应检查油位表动作是否灵活, 油位表的指示是否与储油柜的真实油位相符, 油位表的信号接点位置是否正确, 绝缘是否良好。

4) 检查确认工作完毕后将储油柜吊至安装部位的上方用校准棒校准方位穿入连接螺栓, 用力矩扳手对称拧紧全部螺栓, 最后监理人员应检查储油柜支架固定螺栓是否全部拧紧。

冷却器装置安装

1) 冷却器装置安装前监理人员应仔细检查内部是否清洁, 否则要用合格的变压器油冲洗干净, 并将残油排尽。

2) 监理人员应仔细检查冷却器所有连接管路应接续 1h 无渗漏 (包括油、水系统)

3) 监理人员应仔细检查管路中阀门是否操作灵活, 开闭位置是否正确、阀门及法兰连接处是否密封良好。

4) 外接油管路在安装前, 应进行彻底除锈并清洗干净, 管路安装后, 油管应涂黄漆, 水管应涂黑漆, 并应标有正确的流向标志。

5) 油泵安装完毕后, 监理人员应仔细检查油泵的转向是否正确、转动时应无异常噪声、振动或过热现象; 其密封是否良好, 应无渗油或进气现象。

6) 差压继电器、流速继电器在安装前, 监理人员应检查差压继电器、流速继电器是否已经校验合格, 且密封良好, 动作可靠。

安全装置安装

1) 安装前, 监理人员应仔细检查施工方是否提交有资质校检部门校验合格证书(压力释放阀)。

2) 打开安装接口, 监理人员应仔细检查气道内壁是否清洁干净, 检查安全气道防暴隔膜是否完整, 信号接线是否正确、接触是否良好; 压力释放阀的安装方向是否正确, 阀盖和升高座内部是否清洁、密封良好, 电接点是否动作准确、绝缘良好。

3) 检查合格后应要求施工方再次清洁连接面且涂抹厂家提供的密封胶, 对准位置粘贴密封垫, 穿入连接螺栓用力矩扳手对称拧紧全部螺栓。

气体继电器和测温装置安装

1) 气体继电器安装: 安装前, 监理人员应仔细检查气体继电器是否有有资质校检部门提交的校验合格证书、气体继电器是否安装水平、其顶盖上标志的箭头是否指向储油柜且与联通管的连接是否密封良好。

2) 测温装置安装: 温度计安装前, 监理人员应仔细检查其是否校验合格、信号接点是否动作正确、导通良好; 绕组温度计是否按厂家规定进行整定; 顶盖上的温度计座内是否注入合格的变压器油且是否密封良好、无渗油现象; 膨胀式信号温度计的细金属软管不得有压扁扭曲, 其弯曲半径不得小于 50mm。

无励磁调压分接开关安装

监理人员应做如下检查:

1) 档位指示器是否清晰, 操作是否灵活、切换是否正确, 内部实际档位与外部档位指示是否正确一致。

2) 机械操作闭锁装置的止钉螺丝是否固定到位。

3) 机械操作装置是否无锈蚀并涂有润滑脂。

变压器抽真空

1) 在高低压套管等附件安装完毕后抽真空前, 监理人员应仔细检查封闭的设备孔与进入孔是否密封完好, 准备抽真空(不带油枕将其连接蝶阀关闭)。为确认高低压套管连接可靠, 抽真空前, 监理人员应仔细检查高低压绕组连同套管的直流电阻的测量数值换算到同一温度后与出厂值相比, 是否符合要求。

2) 在箱顶进油阀处加装一截止阀和真空表, 连接真空管道。在对油箱抽真空之前, 单独对管道抽真空, 检查抽真空系统本身真空度, 应小于 10Pa, 否则应查明原因并加以消除。

3) 打开各附件、组件联通本体的所有阀门, 对所有能承受真空的附件(包括冷却器)连同本体一起抽真空。监理人员应仔细检查储油柜、压力释放阀、气体继电器等附件应不参与抽真空。

4) 抽真空过程中, 监理人员应时刻检查有无渗漏, 监视记录油箱变形量。当真空度 $<13\text{Pa}$ 后停止抽真空, 继续保持真空度, 真空保持不得少于 48 小时。

变压器真空注油

变压器真空注油过程中, 监理人员应进行以下项目的检查:

- 1) 真空注油时变压器外壳及部件、滤油设备及油管道应可靠接地。
- 2) 注入的绝缘油指标符合要求: (厂家另有要求时按厂家要求进行)
- 3) 注油采用真空滤油机, 油从油箱下部的注油阀注入。注油的速度不宜过快, 应控制在 $4\sim 5\text{t/h}$, 或符合制造厂要求。
- 4) 注油时, 真空泵继续运转, 保持油箱真空, 应小于 20Pa 。
- 5) 当油注到油面距油箱顶盖约 200mm 时, 关闭真空阀门, 停止抽真空。真空滤油机继续注油, 直至油位接近气体继电器连接法兰为止。

变压器器补油、热油循环与静置

关闭注油阀, 拆下进油管。在储油柜的进油管上接上油管。关闭储油柜集气室的排气、排油阀门, 打开储油柜顶部放气塞和进油阀门, 用真空滤油机向升高座和储油柜等部件补入合格油。

向储油柜注油时, 监理人员应仔细检查放气塞是否被胶囊阻挡。当放气口溢出油时, 立即将放气塞旋紧, 同时关闭进油阀、停止补油。

打开集气室的排气阀门和升高座等处的所有放气塞, 监理人员应仔细检查是否将残余气体放尽、打开放油阀是否放出储油柜中多余的油、是否使油表指示的油面比当时实测油温下所要求的油位面低一些, 在热油循环结束后再补充至设计油位。

打开冷却器与本体之间的阀门, 打开油箱与储油柜之间的蝶阀。将油从油箱下部抽出, 监理人员应仔细检查经真空滤油机加热的油是否达到 $65\pm 5^{\circ}\text{C}$ 或制造厂要求的温度, 再从油箱上部回到本体。热油循环过程中可以间断起动冷却器运行, 以提高循环效果。

热油循环时间遵照制造厂技术文件要求进行。

热油循环期间, 监理人员应时刻监视根据油温与储油柜油位升高的情况, 必要时从储油柜排出少量油, 热油循环结束后再进行少量补充。

热油循环结束后, 监理人员应检查是否将储油柜油位补充至正常油位, 本体静置放气, 静置时间不得少于 72 小时, 静置期间对升高座、冷却器、气体继电器等部件是否充分进行放气。

8、静置时间到后, 对本体内绝缘油取样化验, 监理人员应检查耐压、微水、介损、色谱分析等各项指标应满足规范要求。

变压器器整体密封试验

在储油柜上对油箱施加标准规定的压力，进行整体密封试验，静放 72 小时，监理人员应仔细检查变压器本体各部、各附件应无渗漏。试验时在油箱上装设压力表进行监视，若从储油柜监视压力，压力值应从油箱上盖算起，并扣除储油柜油面到油箱上盖的压力。加压密封试验中，检查监视压力释放装置不应动作。

变压器中性点设备支柱绝缘子安装

1) 支柱绝缘子安装前应进行检查，瓷件、法兰应完整无裂纹，胶合处填料完整，结合牢固。

2) 吊装调整支柱绝缘子，保证绝缘子垂直不偏斜，三相绝缘子在同一直线上，中心位置符合设计要求，且固定牢固可靠。

3) 有其它要求的按厂家要求进行。

4) 按电气设备交接试验标准对支柱绝缘子进行常规电气试验应合格。

管母线及接铜排安装

1) 管母线安装前应监理人员应进行如下检查，母线表面应光滑、无毛刺或凹凸不平，母线固定装置应无棱角和毛刺。

2) 管母线应采用多点吊装，不得伤及母线，管母线轴线应处于一个垂直面上。

3) 管母线固定金具与支柱绝缘子间的固定应平整牢固，不应使其所支持的母线受到额外应力；管母线安装在滑动式支持器上时，支持器的轴座与管母线之间应有 1~2mm 的间隙。

4) 接铜排安装前的检查应符合下列规定：接铜排不得有明显的损伤或严重腐蚀等缺陷。

金具表面应光滑，无裂纹、伤痕、砂眼、锈蚀、滑扣等缺陷，锌层不应剥落。根据设计图对设备线夹进行开孔，开孔直径宜大于螺栓直径 1mm，钻孔应垂直、不歪斜，螺孔间中心距离的误差应为 $\pm 0.5\text{mm}$ 。接铜排的端头伸入设备线夹的长度应达到规定的长度，铜排及线夹接触面均应清除氧化膜，并用汽油或丙酮清洗，清洗长度不应少于连接长度的 1.2 倍，导电接触面应涂以电力复合脂。接地铜排应进行硫化处理，并应在安装前套热缩绝缘套，接地铜排与至少与两个独立的接地抽头连接，连接面积应符合要求。

中性点电流互感器安装

电流互感器安装过程中监理人员应进行以下项目的检查：

(1) 互感器外观应完整，附件应齐全，无锈蚀或机械损伤。

(2) 互感器的变比分接头的位置和极性、绝缘电阻等应符合规定。

(3) 二次接线板应完整，引线端子应连接牢固，绝缘良好，标志清晰。

变压器及其中性点设备试验

监理人员应在试验前严格审查试验技术方案,对所有试验项目进行旁站,并做好记录。
试验结束后对试验数据进行分析,并做出合格与否的判定。主要进行的交接试验项目如下:

测量绕组连同套管的绝缘电阻、吸收比或极化指数

使用数字兆欧表测量高压绕组对低及外壳、低压绕组对高及外壳、高压绕组和低压绕组对外壳的绝缘电阻,分别记录 15s、60s、1min、10min 的绝缘电阻值,计算吸收比和极化指数。绝缘电阻大于出厂值的 70%,吸收比与出厂值比较无明显差别,常温下不小于 1.5,极化指数与出厂值比较,无明显差别。

测量绕组连同套管的直流电阻

使用变压器直流电阻测试仪测量高压绕组各分接位置的相电阻,各相测得值的相互差值不大于平均值的 2%,测试低压绕组的线电阻,线间测得值的相互差值不大于平均值的 1%。换算至与出厂试验时同一温度下的测量值比较,差值不大于 2%。

测量绕组连同套管的介质损耗角正切值

使用介质损耗测试仪测量变压器高压绕组对低压绕组及外壳、低压绕组对高压绕组及外壳、高低压绕组对外壳的介质损耗角正切值 $\tan \delta$ 及电容量,将测量值换算到与出厂试验同一温度时的数值进行比较,测得值不大于出厂试验值的 130%, $\tan \delta$ 并应小于 0.5%。

测量绕组连同套管的直流泄漏电流

使用直流高压发生器测量高压绕组对低压及外壳的直流泄漏电流,高压绕组试验电压为 40kV,当施加试验电压达 1min 时,在高压端读取泄漏电流,其值符合规范规定;

检查所有分接头的变压比

使用变压比测试仪,检查所有分接头的变压比,其变压比的允许误差在额定分接头位置时为 $\pm 0.5\%$ 。

检查变压器的三相结线组别

使用变压比测试仪,测试变比时,同时检测变压器的联结组别:单相: I, IO 三相: YNd11。

绝缘油试验

注油排氮时,注入变压器油符合以下标准

- 1) 电气强度 $\geq 35\text{kV}$
- 2) 含水量 $\leq 15\text{ppm}$
- 3) $\tan \delta \leq 0.5\%$ (90℃)

4) 静置时间到后,放气结束,对本体内绝缘油取样化验,各项指标符合以上规定。

5) 在冲击合闸前及额定电压下运行 24h 后,各进行一次变压器身内绝缘油的油中溶解气体的色谱分析,两次测得的结果无明显差别

工频耐压试验

在所有常规试验合格以后，进行高压绕组对低压绕组及外壳的工频耐压试验。试验电压应出厂试验电压的 80%，试验 1 分钟，无闪络、 异响、试验电压突然升高或突然降低等异常现象，即为合格。

绕组连同套管的局部放电试验

试验目的

测定变压器在规定电压下的局放量，测量变压器的放电起始电压及熄灭电压，检查设备隐患，保障变压器安全投入运行。

试验前应检查的项目

- 1) 试验前变压器安装完毕, 油位正常, 常规试验结果满足交接试验标准要求。
- 2) 变压器分接开关置于 1 档位置, 将变压器充分放气。
- 3) 检查试验电源, 应满足要求, 试验设备布置适当, 设备工作正常。

试验程序

- 1) 采用方波发生器进行放电量的校准。
- 2) 根据试品参数合理选择设备配置，将试验设备输出线接至被试验相上，开始试验。
- 3) 将电压调到 1/3 试验电压，调节信号源的频率，缓慢调整到电流最小点，必要时改变电抗器的参数，直至调到最佳谐振点。之后保持该频率加压。
- 4) 首先, 试验电压升至 U_2 进行测量, 保持 5min; 时间到后升到 U_1 保持 5S; 之后降回 U_2 保持 30 min;
- 5) 电压升到 U_2 及由 U_2 再下降时记录起始、熄灭放电电压;
- 6) 在整个试验时间内需连续观察放电波形，每 5 min 记录一次放电量 Q 。(见下图：局部放电试验加压时序图)
- 7) 如果满足下列要求，则试验合格：

在 $U_2=1.5U_m/\sqrt{3}$ 下的长时试验期间，局部放电量的连续水平不大于 100pC；

在 U_2 下，局部放电不呈现持续增加的趋势，偶然出现的较高幅值的脉冲可不计入；

在 $1.5U_m/\sqrt{3}$ 下，视在电荷量的连续水平不大于 100 pC

测量与铁芯绝缘的各紧固件及铁芯接地线引出套管对外壳的绝缘电阻

使用 5000V 兆欧表测量铁芯绝缘的各紧固件及铁芯接地线引出套管对外壳的绝缘电阻，持续时间为 1min，无闪络及击穿现象。

额定电压下的冲击合闸试验

在额定电压下对变压器进行 5 次冲击合闸试验，每次间隔时间为 5min，监理人员应进行

现场旁站，对油面温度计、绕组温度计、保护装置、变压器响声等进行监视，无异常现象即为合格。

检查变压器的相位

监理人员应在变压器投前对其相位进行核定，必须与电网的相位一致。

变压器噪声的测定

监理人员应检查在额定电压及额定频率下测量的噪声值不大于 75dB. 其标准为油箱盖上能承受 0.03MPa 压力，持续时间 24h 应无渗漏。

(8) 35KV 出线安装调试

出线设备基础或构件制作安装与出线架安装

基础件或构件、出线构架吊装前全部找正方位、中心、水平并对称固定再进行焊接。

基础件或构件、出线构架安装完毕后经验收合格后按设计要求进行接地并标示。

支柱绝缘子安装

绝缘子、绝缘支柱安装前用兆欧表测其绝缘电阻，绝缘电阻值并符合规定。

支柱绝缘子叠装时，中心线一致，固定牢固，紧固件齐全。母线直线段的支柱绝缘子的安装中心线在同一直线上。

绝缘子试验项目：

测量绝缘电阻；交流耐压试验；

电流、电压互感器安装

设备基础找正后，用吊车将设备吊到基础上垂直找正后固定并接地。

电流互感器、电容式电压互感器安装前应测其变比、极性、电容值并符合产品要求，电容式电压互感器应按厂家编号组合。安装前检查其油位正常、气压正常、密封良好、无渗漏现象。

绝缘支柱牢固，无损伤、无分层分裂现象。

电流互感器试验项目：

测量绕组的绝缘电阻；测量一次绕组连同套管的介质损耗角的正切值；测量一次绕组的直流电阻；测量三相接线组别和单相互感器引出线的极性；检查互感器的变比；测量铁芯螺栓的绝缘电阻；

电容式电压互感器试验项目

测量绝缘电阻；测量电容值；测量其介质损耗角的正切值；测量电压比；

六氟化硫断路器安装

基础中心距离，水平误差符合设计要求。断路器及附件采用吊车配合进行安装。安装工

作结束后进行灭弧室抽真空，真空度 $<133\text{pa}$ ，保持一定时间，观察真空度变化情况，符合厂家及设计要求。注六氟化硫气体前，检测其微水量，其值符合规范的要求，充气压力符合厂家及设计要注。按厂家说明书及有关标准规范要求，进行操作机构的安装与调试，并检查之间的连锁性能、测断路器分、合闸时间、速度、三相同期性、主回路电阻等参数符合设备厂家要求。

主要试验项目：

耐压试验；断路器电容试验；测量断路器分、合闸时间；测量断路器分、合闸速度；测量断路器主、辅触头分、合闸的同期性及配合时间；断路器操作机构试验；密封性试验；测量断路器内气体的微水量；气体密度继电器、压力表、压力动作阀的校验；

隔离开关的安装

将设备基础找正后，用吊车将设备吊到基础上垂直找正后固定并接地。

相间连杆在同一水平线上，每个绝缘子垂直于底面，同相绝缘子中心线间距一致，必要时加垫片校正支柱绝缘子的偏差，使之达到设计规定，动、静触头的接触符合设备要求。

按厂家说明书及有关标准、规范要求，进行操作机构的安装与调试并测其之间的连锁性能、开关的分、合闸及同期性符合设备厂家要求。隔离开关和接地开关试验主要试验项目：

测量绝缘电阻；交流耐压试验；检查操动机构线圈的最低动作电压；主回路电阻测量；间隙和机械调整的检验与试验；操动机构试验；

避雷器的安装

将设备基础找正后，用吊车将设备吊到基础上垂直找正后固定并接地。

校验好放电计数器后，按图纸要求安装好放电计数器并接地。

测量避雷器的泄漏电流等均符合规定。

避雷器主要试验项目：

测量绝缘电阻；测量工频参考电压和直流参考电压；检查放电计数器动作情况及避雷器基座绝缘电阻；

开关站的设备调试与试验

敞开式开关站进行调试的主要电气设备有：断路器、隔离开关等。设备的调试都是由厂家、施工单位在现场互相配合进行的。

隔离开关主要进行了主刀、地刀的手动分、合闸调试，在进行多次手动调试后，发现有几处有卡阻、冲击现象，经过调整拉杆的调整螺丝，卡阻、冲击现象消除。手动调试完后，进行了多次电动调试，无异常现象。

断路器主要进行了冲击分、合闸调试，在调试过程中发现一回路的 A 相断路器操作机构

的油压装置的油压打不上去，经过与厂家协商，打开油压装置的工作缸，发现是油压装置的二级阀在打压时没有归位。通过处理，工作正常。

(9) 全站一次电缆安装

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，户外电缆管要安装防水弯头；

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。不得有中间接头。电缆屏蔽层的接地应符合有关规定。

直埋电缆埋设深度为 0.8m ，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和进出开关柜、配电盘、控制盘、自动装置盘和继电保护盘的孔洞，以及电气设备的电缆沟道盖板缝隙处，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。

2.3 电气二次设备安装质量控制

设备开箱验收

设备开箱验收由监理人组织，安装单位技术人员、施工人员、制造厂家代表参加，检查盘柜外观有无明显破损。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。对于干式变，

测试绝缘电阻，测试互感器，检查盘内接线。对高低压开关柜，检查盘内接线，校验表计，测试互感器。

现地盘柜及设备的安装：

(1) 严格按设计图纸，在设备厂家代表的指导和监督下完成监控系统设备固定安装等工作。

(2) 盘柜除有特殊接地要求外，在基础槽钢上稍偏位置焊接接地螺栓，焊接要牢固可靠，并采用不小于 25mm² 的接地电线或铜编织线与接地螺栓可靠连接，确保盘柜的可靠接地。

(3) 上位机监控设备的安装，如各类工作站及附属设备、网络设备、GPS、UPS 等设备，严格按照设备厂家代表的要求进行，并符合设计图纸及有关规程规范的技术标准。

(4) 变送器、仪器、仪表等设备必须经过有资格的计量部门的校验。通信适配器安装时，必须固定牢固，且不能影响盘内其他设备。并按设备说明书要求进行接地。

(5) 远程 I/O 模件安装在所对应的被控设备近处，远程 I/O 模件的接线端子需同所在设备的端子明显隔离开，并有明显的标志，远程 I/O 模件设备固定牢固，并贴有标签注明。所有设备按设计及规范要求接地。

(6) 设备上的各种仪器仪表、按钮、开关等安装完整，标志正确、清晰、齐全。

(7) 微机设备安装时要保持机房清洁，要防潮、防尘、无腐蚀气体。

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%。

(8) 在竖井进出口，地板下等处电缆不应有交叉、堆积。

(9) 对大容量交流单芯电缆固定时，不使之构成闭合磁路。

(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。并在电缆拐弯两侧、中间、每间隔 50m 进入设备前等处要挂标志牌。

配线：

(1) 电缆敷设完后，进一步整理电缆，捆扎成把，固定在盘柜框架上，电缆把固定良好可靠，避免电缆芯处于受力状态。

(2) 电缆剖头深浅长短要把握好，避免伤及芯线绝缘。

(3) 电缆进出盘柜要排列整齐、编号清晰固定牢靠，铠装电缆要在进盘后切断钢带、要在断口处扎紧且钢带要引出接地线可靠接地。电缆的屏蔽层按设计要求可靠接地，无明确要求时，计算机系统电缆统一单端在计算机控制柜内接地。

(4) 电缆插接，位置正确，接触紧密、牢靠，插接端子完好无损。

(5) 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。

(6) 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。

(7) 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 ；弱电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热绝缘导线。

(8) 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。每个端子原则上每侧只接一根导线，端子接线应压接牢固紧密，若接线鼻子带有护套，严禁端子压接在护套上。

(9) 依据设计图纸查核配线的准确性，检查各设备间的连接是否正确，测试二次回路绝缘电阻不低于 $1\text{M}\Omega$ 。交流回路外部端子对地 $10\text{M}\Omega$ 以上，不接地直流回路对地电阻 $>1\text{M}\Omega$ 。

配合调试

安装承包人在计算机监控系统设备供应商的监督、指导下进行系统的硬件安装，配合设备供应商进行系统的调试。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。任何部件不能满足技术规范要求以及设备供应商的保证性能时，安装承包人作好记录并报请监理进行处置。计算机监控系统设备的现场试验应满足《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》(GB50150)、《水电厂计算机监控系统设备基本技术规范》DL/T578 以及设备供货合同要求。

试验调整：

(1) 计算机监控系统的调试按照被控对象调整、现地单元控制级调试、电站控制级调试、远程控制级调试的顺序进行。被控对象、现地单元控制级、电站控制级、远程控制级通电前应检查接线的正确性, 根据原理图逐级送电。对现地单元控制级送电检查前, 要重新检查回路的绝缘等, 确保送电安全。

(2) 进行不间断电源 (UPS) 通电试验, 检查其输出电压值、电压波形、波形失真、电压误差等符合设计要求。电源的过压/过流保护及电源故障报警信号正确, 电源配置满足接地隔离要求。对 UPS 系统首次通电时进行切换试验, 在投入运行后必须进行再试验检查, 确保冗余功能符合设计要求, 所有通电均应有设备承包商代表在场下进行。

被控对象的调整：

(1) 被控对象仅反映工作状态或模拟量变化时, 通电调整, 要求变换正确。此时现地单元控制级采集的状态应与实际状态相符。

(2) 被控对象应首先在手动状态通电调整操作正确, 与现地单元控制级采集的状态对应后开始自动动作试验。

电站控制级的调试：

(1) 上位机数据库的校核, 完成与所有现地控制单元 LCU 数据交换, 对电站设备的模拟量、数字量的采集; 对采集的数据进行分析计算处理; 对历史数据记录整理归档。数据采集周期符合设计要求。

(2) 上位机监控功能的验证, 按规定的控制方式和约束条件, 完成电站设备的控制, 包括机组开/停机的顺序控制, 断路器及隔离刀闸的分/合控制, 机组工况转换等。

(3) 试验过程中检查完成远程中央控制室与地下厂房值班室各控制设备模拟量、状态量、输出量等数据交换情况, 模拟远程操作, 使之符合设计设计要求。

(4) 根据计算机监控系统的配置功能, 完成工程师/培训站、应用程序工作站、数据处理工作站等各工作站相关试验。

(5) 检查电站计算机监控系统与上级调度端控制系统的数据交换情况, 模拟远程操作, 使之符合设计要求。

(6) 对冗余 UPS 及与 LCU 级间冗余网络功能进行试验, 确保符合设计要求。

全厂继电保护系统安装

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。

电缆敷设：

（1）敷设电缆光缆的起止点、型号规格、数量符合设计要求。

（2）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。

（3）电缆的敷设要由专人负责，并在专人统一指挥下有序的进行。

（4）按设计要求分层敷设电缆，电缆在电缆架内摆放整齐，转角处留有裕度且电缆不得交叉，转角处两侧用卡带将电缆固定牢固，电缆弯曲半径符合规范要求。

（5）每根电缆挂标志牌，电缆标识牌必需标注电缆起止点、电缆型号及电缆标号，电缆牌要经久耐用，设备移交时所有电缆牌不得用临时电缆牌，需为永久电缆牌且所有电缆牌一致。同一盘内的电缆排挂设高度相同，且电缆排均应挂设在电缆束的外围，便于查找。电缆牌上的字体规整，不得手写。

（6）整理电缆，捆扎成把，固定在盘柜框架上，电缆把固定良好可靠，避免电缆芯处于受力状态，导致拉扯芯线及端子，给电站安全运行留下隐患。电缆剖头深浅长短要把握好，避免伤及芯线绝缘。电缆进出盘柜要排列整齐、编号清晰固定牢靠，铠装电缆要在进盘后切断钢带、要在断口处扎紧且钢带要引出接地线可靠接地。电缆头制作高度统一且电缆头制作美观。

（7）所有保护系统控制电缆屏蔽层两侧均应可靠接地。

（8）电缆按照消防要求进行防火处理，盘柜接线完毕后，用专用封堵材料对电缆孔洞进行封堵。

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。

(3) 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。

(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，其芯线留有适当裕度，以便修改。

(5) 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。

交直流系统

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 (mm)	项目		允许偏差 (mm)
垂直度（每米）		<1.5	盘面偏差	相邻盘面	<1
水平偏差	相邻两盘顶部	<2		成列盘面	<5
	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 25mm² 的接地线或铜编织线与基础槽钢可靠连接。

蓄电池安装质量控制

(1) 蓄电池到货后，检查其型号、数量与设计是否一致，电池槽有无裂纹，极柱有无变形，连接条、螺栓应完好，设备在现场运输、保管、安装过程中应轻搬轻放，避免倒置、重压、碰撞、摔打和曝晒。

(2) 按厂家设计图纸要求安装好蓄电池台架，然后布置蓄电池。蓄电池安装应平稳、间距均匀、高低一致、排列整齐，编号清晰，编号按照蓄电池的连接顺序进行连续编号且与厂家设计图纸相符。

(3) 用随厂家设备到货的连接块/线将每组蓄电池串接，连接块/线与蓄电池的极柱连接紧密牢固。连接工程中严禁将统一电池（或整个电池组）的正负极直接相连。使用扳手紧固蓄电池极柱螺栓时，应将扳手手柄用绝缘布/带包缠起来。查核接线的正确性，蓄电池极间连接应准确无误。

(4) 清除合成树脂制作的蓄电池附件时，应用脂肪烃、酒精擦拭，绝不能用芳香、煤油、汽油等有机溶剂擦洗。

(5) 正确连接蓄电池组，引出线电缆采用塑料外壳护套电缆，接头连接部分应涂以电力复合脂，螺栓应紧固，并按“赭正蓝负”标明各个蓄电池的正负极性。温度计、密度计、液面线安装时应注意其安装于易于检查的一侧。6、用耐酸材料标注蓄电池号，用耐酸材料按消防防火要求封堵电缆孔洞、管口等。

(6) 全部安装完毕后，再次检查各安装部件，特别检查电池组件之间及电池组与直流屏之间的连接是否正确。

蓄电池系统调试

按照设备厂家介绍的方法对蓄电池组进行初充/放电，不得过充过放。充放电时应注意：

1) 应保证充电电源的可靠性，不得随意中断。

2) 充电时采用恒流充电法充电，其最大电流不得超过厂家规定的允许最大电流值。采用恒压法充电时，其充电的起始电流不得超过允许最大电流值，单体电池的端电压不得超过规定值。

3) 蓄电池充放电时，严禁明火。

4) 充电结束时，检查其充电容量、电解液的密度是否达到产品技术条件的规定。

5) 蓄电池放电结束时，应检查其电池的最终电压及密度是否符合产品技术条件的规定，不合标准的电池的电压是否不低于整组电池中单体电池的平均电压的 2%，电压不合标准的蓄电池数量是否小于该组电池总量的 5%。

6) 首次充放电结束后, 要按产品技术要求继续进行充放电, 间隔时间不宜超过 10 小时。

7) 充放电期间不能过充过放, 并在充放电期间内, 按规定时间记录每个蓄电池的电压、电流、电解液的密度及当时的环境温度, 并绘制整组充放电特性曲线。

8) 蓄电池充放电后直至移交前, 应按产品的技术要求使用与维护

交流系统调试

1) 对各盘柜按照厂家(或设计院)图纸对二次回路检查。

2) 交流装置耐压试验。

3) 各机组交流供点单元调试。

4) 交流供点单元调试。

5) 全厂公用系统交流供电单元调试。

现场检查、试验

1) 盘柜的固定及接地应可靠, 盘、柜漆层应完好、清洁整齐; 盘、柜内所装电器元件应齐全完好, 安装位置正确, 固定牢固, 绝缘符合要求; 所有二次回路接线应准确无误, 连接可靠, 标志及标识牌齐全、清晰、规范。

2) 盘柜基础按规范及设计要求接地牢固。

3) 盘、柜及电缆安装完后, 相应电缆孔、洞应按消防要求封堵完整。

4) 各设备的操作及联动试验、参数整定等均应符合设计要求。

5) 蓄电池连接线应排列整齐, 极性标志清晰、正确。

6) 电池编号应正确, 外壳清洁并无膨胀现象。

7) 蓄电池充电、放电容量及其特性曲线应符合要求。

8) 蓄电池组的绝缘应良好, 绝缘电阻应不小于 $0.5\text{M}\Omega$ 。

9) 直流电源系统合闸母线、控制母线对地绝缘电阻值不小于 $10\text{M}\Omega$ 。

现场试验:

绝缘电阻和绝缘强度试验; 监视装置试验; 电池组容量试验; 稳压精度试验;

稳流精度试验; 纹波系数测量; 充电装置的浮充试验; 充电装置的均充试验; 充电装置模拟故障试验; 充电装置逆变试验; 负荷联络试验; 噪声测量; 冲击负荷试验; UPS 电源交直流切换; 厂家规定的其他试验项目; 现场试验应符合厂家安装使用说明书和有关规程的要求。

全厂二次电缆敷设

电缆管的选择与加工

(1) 电缆管不应有穿孔、裂缝和明显的凹凸不平, 内壁应光滑, 金属管不应有严重锈蚀,

硬质塑料管不得用在温度过高或过低的场所。

(2) 管口应无毛刺和尖锐棱角,管口应做成喇叭形。

(3) 电缆管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弯曲半径。

(4) 户外金属电缆管应在外表涂防锈漆或涂沥青漆。

(5) 每根电缆管的弯头不应超过 3 个,直角弯不应超过 2 个。

电缆管埋设

(1) 金属电缆管连接应牢固,密封应良好,两管口应对准对接焊。套接的短管的长度不小于管外径的 2.2 倍。套管两端焊缝应严密,不得有地下水和泥浆渗入。

(2) 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,户外电缆管要安装防水弯头

电缆敷设及接线前的准备工作

(1) 电缆到货后,会同发包人和安装承包人,对照到货清单开箱检查其规格型号、数量、质量完好情况,作好记录,并办理交接手续;

(2) 吊运:电缆盘的装卸采用吊车或叉车进行,用汽车运到相应部位卸车,吊运过程中应不使电缆受到损伤;

(3) 电缆线路施工前应具备的条件:

- 1) 预埋件符合设计要求,安装牢靠;
- 2) 电缆沟、孔等处的土建工作全部完成;
- 3) 电缆沟中的土建施工临时设备、建筑废料全部清除,道路畅通;
- 4) 电缆沟道中的排水畅通;
- 5) 清理全部预埋的电缆管道;
- 6) 电缆敷设之前所有有关电缆桥架已安装完毕。
- 7) 所有电缆通道已具备电缆敷设条件;

电缆敷设:

(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) 敷设完成的电缆应平直,不得产生扭绞、打圈等现象,不应受到外力挤压和损伤;

(3) 准备好统一规格的电缆牌,上面标明电缆型号、总芯数及起止地点,字迹要清楚、耐久;

(4) 电缆敷设时,将盘架在平稳坚实的地方,电缆要从盘的上端引出且不能与支架及地面有摩擦拖动,不能有铠装压扁、电缆绞拧、护层折裂等机械损伤。

(5) 电缆按设计要求分层布置，型号规格符合设计，按层施放，电缆的弯曲半径应符合要求或大于其外径的 20 倍；

(6) 敷设电缆的牵引力，应小于电缆允许张力的 80%；

(7) 对大容量交流单芯电缆固定时，不使之构成闭合磁路；

(8) 电缆穿管敷设时，不得损伤绝缘。穿管敷设完后，管口要封堵严。大容量单芯交流电缆不得单独穿入钢管内；

(9) 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。电缆芯线绑扎。电缆芯线应顺直绑扎，间距应均匀，一般 10~15cm。成型流畅。

(10) 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。并在电缆拐弯两侧、中间、每间隔 50m、进入设备前等处要挂标志牌。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。

(11) 电缆固定、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 $\leq 3m$ ，垂直段(倾斜 45°) $\leq 1.5m$ ，且均匀绑扎，方向一致，固定牢固。电缆进入设备前应用过渡支架。

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 26~28mm，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。

电缆防火封堵

(1) 施工准备

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。

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范》和《电缆防火措施设计和施工验收标准》。

电缆防火封堵材料进场施工前，应检查厂家是否提供了防火封堵材料的基本数据和文件——消防产品型式认可证书、检验报告、工程材料说明书、产品合格证书、产品出厂检验报告及材料报验表等。

（2）电缆防火施工及工艺

1）电缆桥架竖井防火封堵的施工方法：

把无机防火隔板切割成需要的尺寸，用膨胀螺栓固定在孔洞的楼板底部。

把孔洞内的电缆整理平整，用有机防火堵料将电缆四周进行包裹，无机防火隔板和竖井壁、电缆桥架的交接处用有机防火堵料填充密实。

2）电缆桥架穿墙孔洞防火封堵的施工方法：

清理干净需防火封堵穿墙孔洞内的垃圾杂物，先用有机防火堵料将孔洞内的电缆四周进行包裹。

封堵好后，穿墙孔洞两侧电缆上涂刷电缆防火涂料，涂刷的长度不小于 1.5m，涂刷次数 4~5 遍，厚度不小于 1mm。

3）电缆沟道防火封堵的施工方法：

清理干净需封堵部位的垃圾及其杂物。

要求封堵密实，并以对侧不见光为宜。堆砌高度和电缆沟道平齐。

电缆通过处和阻火墙间的缝隙，用有机防火堵料进行填充封堵，并做成规则状。

阻火墙的厚度最少不可小于 250mm，两侧的电缆上，涂刷电缆防火涂料，涂刷长度不得少于 1.5m，涂刷次数 4~5 遍，涂刷厚度不小于 1mm。

4）控制屏柜底部孔洞较小时防火封堵的施工方法：

当电缆进入控制屏柜底部的孔洞较小时，先用无机防火堵料铺垫封堵，再用有机防火堵料对进入的电缆进行包裹封堵，并做成规则状。

控制屏柜底部的电缆上涂刷电缆防火涂料，涂刷的长度不小于 1.5m，涂刷次数 4~5 遍，厚度不小于 1mm。

5）控制柜底部孔洞较大时防火封堵的施工方法：

当电缆进入控制屏柜底部孔洞较大时，先用膨胀螺栓将无机防火隔板固定在控制柜底部

的楼板下侧。

6) 电缆穿墙孔洞防火封堵的施工方法:

清理干净电缆穿管孔口的污渍杂物。

用有机防火堵料电缆穿管孔口进行填充封堵, 并做成规则形状, 要求封堵密实, 外表平整光洁。

电缆穿墙孔封堵好后两侧的电缆涂刷电缆防火涂料, 涂刷的长度不小于 1.5m, 涂刷次数 4~5 遍, 厚度不小于 1 mm。

7) 电缆桥架层间分隔防火封堵施工方法:

施工前将需封堵的电缆桥架、电缆清洁干净。

先将无机防火隔板切割成需要的尺寸, 平铺在电缆桥架的底部, 再将电缆四周密实均匀地用有机防火堵料包裹上一层, 然后将阻火包平整地堆叠在电缆桥架的层间。缝隙用有机防火堵料封堵严实, 以对侧不透光为宜。

电缆桥架内阻火隔断的厚度最少不可小于 250mm, 两侧电缆上涂刷防火涂料, 涂刷长度不得少于 1.5m, 涂刷次数 4~5 遍, 涂刷厚度不小于 1mm。

8) 电缆廊道阻火墙(有防火门)的防火封堵施工方法:

施工前将需封堵的电缆清洁干净。

用有机防火堵料均匀的将电缆四周包裹一层, 将阻火包似砌砖似的由下至上堆砌在防火门四周和电缆之间的间隙部位, 要求对侧不见光为宜。

阻火包封堵好两侧用无机防火隔板进行夹封, 用膨胀螺栓和角钢将无机防火隔板固定在防火门的混凝土立柱上和廊道墙壁上, 固定要牢固。

电缆通过处和无机防火隔板的间隙用有机防火堵料进行封堵, 并做规则状。

阻火墙两侧的电缆上, 涂刷电缆防火涂料。涂刷长度不得少于 1.5m, 涂刷次数 4~5 遍, 涂刷厚度不小于 1mm。

全厂照明系统

PVC 管安装

(1) 照明埋管及预埋盒安装随土建施工同步进行, 保证管路规格及相接处的安装质量。

(2) PVC 管、接线盒、灯盒、开关盒、插座盒等在预埋时用破布将管口、接线盒等进行封堵。c) 明敷 PVC 管的基本原则是要求做到“横平竖直、美观大方、弯曲适度、连接平滑、供电可靠、安全第一”, 管径应符合设计及规范要求。

(3) PVC 管固定按规定间隔一定距离, 采用支架或管卡固定。

照明配电箱安装

- (1) 按设计要求的位置安装配电箱，固定牢固，接地可靠；
- (2) 安装前测量照明配电箱的绝缘电阻，阻值应大于 $0.5M\Omega$ ；
- (3) 配电箱安装稳固，油漆完整；
- (4) 配电箱回路标志正确、清晰；
- (5) 配电箱安装垂直，允许偏差不大于 $3mm$ ；底边与地面距离应大于或等于 $1.5m$ 。

4、电线、缆敷设及连接

- (1) 按设计要求进行穿线，管内导线不得有接头和扭接，绝缘无损伤。
- (2) 导线穿管时，用力适当，电线不打折，导线截面及材质符合设计要求。
- (3) 管内导线总截面积不大于管截面积的 40% 。
- (4) 照明配电盘的配线应符合国标电气盘柜二次配线的工艺要求
- (5) 安装灯具前要对所有导线进行绝缘测试并做好记录，保证导线绝缘电阻在 $0.5M\Omega$ 以上。
- (6) 电气照明的接线应牢固，电气接触应良好，需接地的灯具、开关、插座的金属外壳应接“PE”接地线与“N”零线不得混淆。

5、灯具及开关、插座安装

- (1) 所有器件安装前要进行外观检查：灯具、开关、插座的本体及其配件应齐全、无机械损伤、变形、油漆脱落等缺陷。
- (2) 灯具、开关、插座安装平整、牢固、位置正确、高度符合要求，暗开关、插座紧贴墙面，成排灯具、开关、插座偏差符合要求。
- (3) 安装应符合设计要求，保证美观，牢固可靠，事故照明与工作照明应有明显区别标志。
- (4) 插座极性正确，开关应装在相线回路且工作可靠。
- (5) 荧光灯或其它气体放电灯具的附件配套规格要一致。
- (6) 灯具安装时，搭设活动脚手架和升降梯，并和装修同步进行。
- (7) 灯头盒、接线盒的设置应便于检修，并加盖板，各种导线都严禁在吊顶内裸露。
- (8) 吊顶上的灯具安装应有加强龙骨架或专用吊架。

全厂通讯系统

1、质量控制标准、要点和措施

通信系统设备安装质量控制点及质量标准

项目	控 制 点	控制依据	控制标准
通 信	埋 件 及 设	图纸、规	不直度 $<1mm/m$, $<5mm/\text{全长}$

系 统 设 备 安 装	备 基 础 架 制 作 及 防 腐	范、标准	水平度 $<1\text{mm/m}$, $<5\text{mm/全长}$ 位置误差及不平行度 $<5\text{mm/全长}$
	接地	图纸、规范、标准	基础接地点至少 2 点以上, 接地牢固, 导通良好
	盘 柜 的 安 装方位、高 程、水平 度、垂直 度、盘间间 隙	图纸、规范、标准	垂直度偏差 $<1.5\text{mm/m}$ 相邻两盘顶部的水平偏差 $<2\text{mm}$ 成列盘顶部水平偏差 $<5\text{mm}$ 相邻两盘边盘面偏差 $<1\text{mm}$ 成列盘盘面偏差 $<5\text{mm}$ 相邻两盘盘间接缝 $<2\text{mm}$
	光 纤 及 光 端 设 备 安 装	图纸、规范、标准	机架安装位置正确, 插接件接触良好, 光纤连接线弯曲半径 ≤ 40 。
	程控设备	图纸、规范、标准	机架安装位置正确, 各设备完整, 标志齐全、正确, 消防灭火器材齐全完好。
	蓄电池	图纸、规范、标准	蓄电池组型号规格符合设计, 安装固定牢固, 正负极螺栓连接紧固, 接触良好。
	配线正确、 牢固、美观	图纸、规范、标准	导线不应有接头绝缘完好, 剥切不伤芯线。导线和电缆芯线标志齐全、正确、显明、不脱色且字迹清楚。现地元件引出的电缆留有适量的余量。
	调 试 试 运 行	图纸、规范、标准	满足调度及系统通讯要求及订货合同要求

全厂接地系统

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。

焊接工艺

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。

熔接工艺

熔接工艺主要用于铜绞线与接地体或设备、设备构架接地引线连接，其熔接工艺如下：

将模具烘干。

将模穴清理干净。

将接头清理干净后放入模穴内。

盖上模盖，并用模夹将模具固定。

将垫片放入模穴内。

将熔粉倒入模穴。

散布起火粉于熔粉表面，留一点起火粉散布于模口。

盖上顶盖，用打火枪对准模口点火，然后远离模具，熔粉燃烧，产生高温（1400℃）、高热，进行熔接。

在熔接完成后，使金属冷却、凝固，启开模具，清除熔渣。

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。

现场试验与验收

（1）现场检查验收

验收时至少应检查下列项目：

各项设备的调试、安装及安装质量应符合本合同文件及国家现行有关标准规范的规定。

盘柜的固定及接地应可靠，盘、柜漆层应完好、清洁整齐；盘、柜内所装电器元件应齐全完好，安装位置正确，固定牢固，绝缘符合要求；所有二次回路接线应准确无误，连接可靠，标志齐全清晰。

盘、柜及电缆安装完后，相应电缆孔、洞应按消防要求封堵完毕。

各设备的操作及联动试验、参数整定等均应符合设计要求。

在验收时，应提交下列资料 and 文件：

变更设计的证明文件；

设备供应商提供的产品说明书、调试大纲、试验方法、试验记录、合格证件及安装图纸等技术文件；

安装技术记录；

试验记录。

3 监理控制的程序和措施

3.1 工程质量控制程序

(1) 在本工程各施工项目的监理活动中，监理工程师进行工程施工作业进行全过程、全方位的监督、检查与控制。

(2) 在每个分部工程开始之前，监理工程师审查施工单位的分部工程，并对所有的工程项目进行了施工计划、工作顺序安排和施工方案的审查，及时深入现场检查人员和机械设备的配置、材料的准备情况及现场条件，满足条件的批准开工，不满足条件的提出改进措施并进行重新审查，具备条件后方可施工。

(3) 在施工过程中，监理工程师及时监督施工单位加强内部质量管理，严格按照国家有关标准和技术规范规定的工艺和技术要求进行施工。深入施工现场进行全过程的跟踪检查监督，发现问题及时纠正。

(4) 当某个单项工程所有的工序都完成并在最后一个工序检查合格后，施工单位向监理工程师提交“验收申请报告”，并附上整理后的该单项工程的完工资料。监理单位组织专题验收会议，参建各方在对工程质量、完工资料进行审查，合格后，向施工单位颁发“单项工程验收签证”。

3.2 施工质量控制措施

施工单位的施工技术措施及质量保证文件是工程建设的基本保证，在工程建设监理过程中，监理工程师始终把审查施工技术措施和质量保证文件作为施工质量控制措施之一，为施工质量控制起指导性的作用。

(1) 审查施工技术措施和质量保证文件

在本工程的施工过程中，监理工程师应审查的文件包括以下：

- 1) 审查施工单位的质量保证措施，监督施工单位建立质量保证体系；
- 2) 审批由施工单位提交的施工组织设计、施工措施计划和施工工艺说明，保证工程施工质量有可靠的技术保障；
- 3) 检查现场施工准备工作的落实情况，审批施工单位单项工程的开工申请报告；

4) 审批施工单位提交的有关原材料、半成品和构配件的质量证明文件，确保工程质量有可靠的物质基础；

5) 审查或查验现场作业人员的岗位操作资质；

6) 审核施工单位提交的反映工序、半成品和成品质量的统计资料并采用数理统计的方法进行汇总分析；

7) 审核有关新技术、新工艺、新材料的技术鉴定文件，审查其在本工程中的应用申请报告，根据具体情况批准其在本工程中的使用，确保工程质量；

8) 审批有关工程质量缺陷或质量事故的调查报告、处理措施和处理报告，确保质量缺陷或质量事故得到满意的处理。

(2) 采用多种手段监督控制施工质量

1) 对于施工质量有严重影响的工序、出现质量缺陷处理难度极大的工序、隐蔽工程等工序的施工过程，监理工程师始终在现场观察、监督与检查，注意并及时发现质量问题以便立即制订措施、实施控制。

2) 采用复测的方法对施工放线进行检查，严格控制，发现偏差立即纠正，在进行工序的检查验收时，对于位置和几何尺寸的任何偏离在指令施工单位改正之后再签署验收确认。

3) 采用抽检的方法对每道工序中使用的原材料的性能和质量、现场配置的材料的配合比、半成品和成品的物理力学性能进行测试，通过抽检的试验数据评价和确认各种材料和工程成品的内在质量。

4) 对于施工单位的违章或违规作业、现场检查发现的质量问题以及工序或工艺控制的措施问题，监理工程师采用发布指令的方式指出施工中存在的问题，要求施工单位及时整改。

5) 严格要求施工单位按规定的质量监控程序进行工序作业的检查验收的申请、验收，确保每道工序的质量都得到监理工程师的检查验收和确认。

(3) 严格进行施工过程的质量检查

在工程施工过程中，监理工程师将不断地进行现场巡视，加强现场监督与检查，对重要的工序进行全过程跟踪检查，保证施工过程中的任何工程对象始终全面地处于监理人员的监控之下，确保工程质量，避免工程质量缺陷或质量事故。在施工过程中监理工程师严格实施复核性检查；

1) 隐蔽工程在被遮蔽或被覆盖前，必须经过监理工程师的检查验收，确认其质量合格后，才允许加以覆盖；

2) 每道工序完工之后，经监理人员检查认可其质量合格并签字确认后，才能进行下一道工序。

3) 在每个单元工程施工之前,对该单元工程之前已经进行的一些与之密切相关的单元工程质量及正确性进行复核。预检并合格无误后监理人员给以书面确认,未经预检、复核或预检不合格或不符合时,不得开始下一个单元工程的施工。

4 质量验收程序

单元工程、分部工程完成后,安装单位应首先自行检查验收,根据施工图纸及有关文件、规范、标准等,从外观、几何尺寸、质量控制资料以及内在质量等方面进行检查、审核,确认符合设计文件及相关验收规范的规定,然后向监理工程师提交申请,由监理工程师予以检查、确认。监理工程师按机电安装合同文件的要求,予以确认验收。如有质量问题则指令安装单位进行处理,待质量合乎要求后再予以检查验收。对涉及结构安全和使用功能的重要分部工程应进行抽样检测。

5 进度控制

5.1 进度控制的工作内容

1、按年、月、周审核工程施工计划和报告;监督施工进度计划的实施;2、组织现场协调会;3、修正的安装进度计划及赶工措施报告的审批;4、材料、物资、设备供货申请和采购计划的审批;5、签发工程进度款支付报表;

5.2 进度控制的工作措施

组织措施

- 1、组织进度控制协调会议。
- 2、进行进度计划审核分析。
- 3、做好图纸审查、工程变更和设计变更管理。

技术措施

- 1、审查安装单位提交的进度计划,使安装单位能在合理的状态下施工。
- 2、增加同时作业的施工面。

合同措施

- 1、严格控制各方提出的工程变更和设计变更
- 2、加强索赔管理,公正地处理索赔。

经济措施

- 1、及时办理工程预付款及工程进度款支付手续。
- 2、按合同规定,对工期提前者实行奖励。
- 3、按合同规定,对工程延误进行处罚。

协调措施

- 1、随施工进展，逐日、逐周、逐月检查施工准备、施工条件和工程进度计划的实施情况。
- 2、与建设公司协调，按合同规定的时间支付各项预付款或合同价款，避免付款延误。

6 安全文明施工要求

6.1 拼装、焊接安全施工要求

- 1、所有进入施工场地的人员，必须戴安全帽和必要的防护用品，并进行安全技术交底，严禁违章作业。
- 2、起重工必须是经过专门安全技术培训、考试合格，持证上岗。
- 3、电气作业人员必须经过专业安全技术培训、考试合格、持特种作业操作证上岗操作，非电工严禁从事电气作业。拼装现场要有足够的照明。施工现场电源应采用专用的电源接板，并设专人看护，电缆铺设要整齐，检查是否有破损漏电现象，并及时处理，电源要有漏电保护装置。使用电动工具前，必须对绝缘及其他防护装置进行检查，避免触电和机械伤人。焊缝加热时，电源电缆铺设整齐，不得有漏电现象，要有漏电保护装置，设专人看护。
- 4、电焊作业人员必须经专业技术培训，考试合格并经安全教育培训后持证上岗，从事电焊作业。电焊作业现场周围 10 米范围内不得堆放易燃易爆品。作业完毕必须检查火种，确认以熄灭方可离开现场。电焊机必须设单独的电源开关和漏电保护装置，一次侧电源线长度不大于 5 米，二次侧不大于 30 米，接线应压接牢靠。多台焊机接线应保持三相负载平衡。作业前应检查焊机和工具，如焊钳和焊接电缆的绝缘，焊机外壳保护接地等。电焊作业应穿电焊工作服，绝缘鞋，戴电焊手套和防护面罩等安全防护用品。蜗壳、座环挂装、焊接时必须系安全带。清理焊渣应戴防护眼镜或面罩。
- 5、施工现场配备的灭火器材为 5kg 的 ABC 灭火器不少于 6 个，严格执行消防制度。割除内吊耳，焊接、切割作业前应清理周围现场，易燃易爆物应采取隔离措施，作业点应与氧气、乙炔保持安全距离，正确操作避免回火。对乙炔瓶嘴存在漏气现象的必须及时处理或更换，氧气瓶和乙炔瓶必须保持 5 米以上的安全距离，乙炔瓶不得卧放。
- 6、在施工区域内设置一些必要的安全信号和安全标志，在危险场地应设置醒目的安全警示牌。

6.2 吊装就位调整焊接安全施工要求

- 1、设备吊装就位时应对起重设备进行运行工况检查，确保吊装安全进行。
- 起重指挥要经过专门安全技术培训、考试合格，持证上岗的人员担任。所有人员严禁在吊起的重物下面停留或行走。工作前应将任务（如吊运物件的大小重量，高度和周围环境，经过道路）等，了解清楚，确定安全可靠的工作方法，然后进行吊装。桥机操作司机要听从指挥人员的信号，信号不明或可能引起事故时，应暂停操作。吊装作业时，班组长应将工作

交待清楚，妥善组织劳动力，明确分工，待参加本项工作人员进行确认后，方可开始工作。在工作中，必须听从统一指挥。吊装前应对钢绳和吊具进行严格的检查，确保完好无损。重物吊离地面 5—8 厘米时，要再次检查绳索及重物绑扎情况是否稳固可靠，然后才能继续起吊，起吊应均匀平衡以免重物发生摇晃和碰撞。物件吊装就位时，压码、搭板等应焊接牢靠，至少要点焊三点，就位牢靠后方允许摘去起重吊钩。就位后，压缝调整时，应采取措施，防止压码、搭板、千斤顶架崩伤，物体坠落伤人和滑倒。

2、搭设施工脚手架，所用钢管、马道板须绑扎牢固。所有进入施工场地的工作人员，必须正确佩戴安全帽和使用防护用品。现场施工脚手架应牢固可靠，作业通道应安全畅通，当施工需要撤去部分脚手架时，应通知相关人员采取必要的措施，防止脚手架垮塌等事故。交叉作业部位必须设置隔离设施或安全哨，注意防止材料、工具等坠落伤人。

3、焊接操作及配合人员必须按规定穿戴劳动防护用品，并必须采取防止触电高空坠落，火灾等事故的安全措施。焊接设备应设置在固定或移动式的工作台上，焊机各接触点应接触良好，并有可靠的独立接地。电焊把线必须采用橡皮导线，破损和接头处要接紧包好，不得有破漏打火现象。

4、进入施工现场电源电缆要严格按安全规范架设，不得有破损漏电现象，照明电压应为安全电压。从事电工作业人员必须穿戴好劳动防护用品，并遵守本岗位的安全操作规程，严禁违章操作。

6.3 现场文明施工要求

1、施工现场应设专人负责打扫卫生，并定期检查。施工场地干净、整洁，各种材料堆放整齐，临时管线整齐划一，随时做到工完料净场地清。施工现场统一规划，施工设备安装材料不得随意摆放，废弃物、施工垃圾及时清理，并运至指定的地点堆放和处理，保持施工面清洁。

施工现场禁止吸烟。场面清洁，无尘土，杂物和积水等。

2、设备包装箱板等旧物品及时回收，在施工过程中，采取合理有效的措施保护环境，加强对噪音、粉尘、废气、废水的控制和处理。焊条头应回收，不得随意丢弃，药皮、焊渣等应及时收集，统一处理。

严格遵循安装措施的施工要求，杜绝野蛮不文明施工和违章作业。

常州正衡电力监理工程有限公司
天中市华晖光伏电力有限公司 300MW(二期 70MW)渔光互补光伏项目
2023 年 03 月