

编号: TJGF-ZHJL-003

淮沪电力田集电厂农光互补 5.9MW 分布式光伏电站项目

电气监理细则

审 核: 袁 野

编 制: 武满宏

常州正衡电力工程监理有限公司

2017 年 2 月



目 录

1. 工程概况.....	- 3 -
1.1 工程名称.....	- 3 -
1.2 建设地点.....	- 3 -
1.3 工程规模.....	错误！未定义书签。
1.4 参建单位.....	- 3 -
2. 编制依据.....	- 3 -
2.1 法律法规.....	- 3 -
2.2 国家或行业标准.....	- 4 -
2.3 其它依据.....	- 4 -
3 专业特点、难点和薄弱环节.....	- 4 -
3.1 工程特点.....	- 5 -
3.2 难点和薄弱环节.....	- 5 -
3.3 监理内容.....	- 5 -
4、专业监理工作流程.....	- 5 -
4.1 施工方案监理审查程序.....	- 5 -
4.2 特殊工种作业人员监理审查程序.....	- 6 -
4.3 主要材料监理控制程序.....	- 7 -
4.4 施工用电监理控制程序.....	- 8 -
4.5 物资采购与运输监理服务程序.....	- 9 -
4.6 图纸会审监理服务程序.....	- 10 -
4.7 工程开工监理控制程序.....	- 11 -
4.8 工程质量监理工作程序.....	- 12 -
4.9 工程进度监理工作程序.....	- 13 -
4.10 工程投资监理工作程序.....	- 14 -
5 施工质量控制的重点.....	- 14 -
5.1 质量控制重点.....	- 14 -
6 监理控制的措施.....	- 29 -
6.1 施工质量控制措施.....	- 29 -
6.2 质量验收程序.....	- 30 -
6.3 进度控制的工作内容.....	- 31 -
6.4 进度控制的工作措施.....	- 31 -
7 安全文明施工要求.....	- 32 -
7.1 拼装、焊接安全施工要求.....	- 32 -
7.2 吊装就位调整焊接安全施工要求.....	- 32 -
7.3 现场文明施工要求.....	- 33 -

1. 工程概况

1.1 工程名称

淮沪电力田集电厂农光互补 5.9MW 分布式光伏电站项目

1.2 建设地点

本工程为淮沪电力田集电厂 5.9MW 分布式光伏电站项目，有淮沪电力有限公司投资建设，光伏电站采用无人值守方式，电站监控数据利用光纤接入电厂内脱硫控制室，由电厂对光伏电站进行远程操控。

光伏电站站址位于安徽省淮南市潘集区田集电厂内，土地为闲置建设用地，占地面积约 150 亩，拟建厂址坐标为东经 32° 44'，北纬 116° 48'。

本工程为生态光伏项目，将光伏组件采用管桩抬高至地面 1.8 米处，组件底部用于种植牡丹，组件采用 280MWp 单晶光伏组件，拟安装单片容量 280Wp 单晶硅组件 21076 块，总装机容量为 5.90128MWp。

光伏所发电能就地升压至 10KV 汇集后集中送至系统变电站，光伏区采用集散式逆变升压单元，配置 1MW 集散式逆变器与 1000KVA 欧式干变。

1.4 参建单位

业主单位：淮沪煤电有限公司田集发电厂

监理单位：常州正衡电力工程监理有限公司

总承包单位：上海上电电力工程有限公司

设计单位：安徽省电力设计院有限公司

施工单位：上海上电电力工程有限公司

2. 编制依据

2.1 法律法规

1. 《中华人民共和国建筑法》

-
2. 《中华人民共和国电力法》
 3. 《中华人民共和国安全生产法》
 4. 《建设工程质量管理条例》
 5. 《建设工程环境保护条例》
 6. 《建设工程安全生产管理条例》
 7. 《电力安全事故应急处理和调查处理条例》
 8. 《电力建设工程监理规范》(DL/T5434-2009)
 9. 《建设工程施工质量验收统一标准》GB50300—2001

2.2 国家或行业标准

1. 《光伏电站设计规范》GB50797-2012
2. 《光伏电站施工规范》GB50794-2012
3. 《光伏发电工程验收规范》GB50796-2012
4. 《晶体硅光伏(PV)方阵 I-V 特性的现场测量》(GB/T18210-2000)
5. 《电气装置安装工程质量检验及评定规程》DL/T 5161.14-2002
6. 《电气装置安装工程高压电器施工及验收规范》GB50147-2010 2010-12-1
7. 《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB50169-2006
8. 《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
9. 《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB50168-2006
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. 《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB50150-2006
12. 《电气装置安装工程 高压电器施工及验收规范》 GB50147 2010

2.3 其它依据

1. 《建设工程监理合同》
2. 《建设工程施工合同》
3. 施工图设计图纸及相关文件
4. 批准的《监理规划》
5. 批准的《施工组织设计》

3 专业特点、难点和薄弱环节

3.1 工程特点

工程基本布置 南北方向排列、施工特点为单体光伏阵列分散进行、施工占地广，施工交通运输较为方便；

3.2 难点和薄弱环节

由于地下建筑垃圾较多，桩位和垂直度不容易控制；接地回填土质量不容易控制；

3.3 监理内容

3.3.1 组件支架安装、光伏组件安装、汇流箱的安装调试、逆变器和箱变安装调试；

3.3.2 电缆支架的制作及安装；光伏电缆和电力电缆及控制电缆安装调试；

3.3.3 GIS 组合电气和 10kV 变压器安装调试；

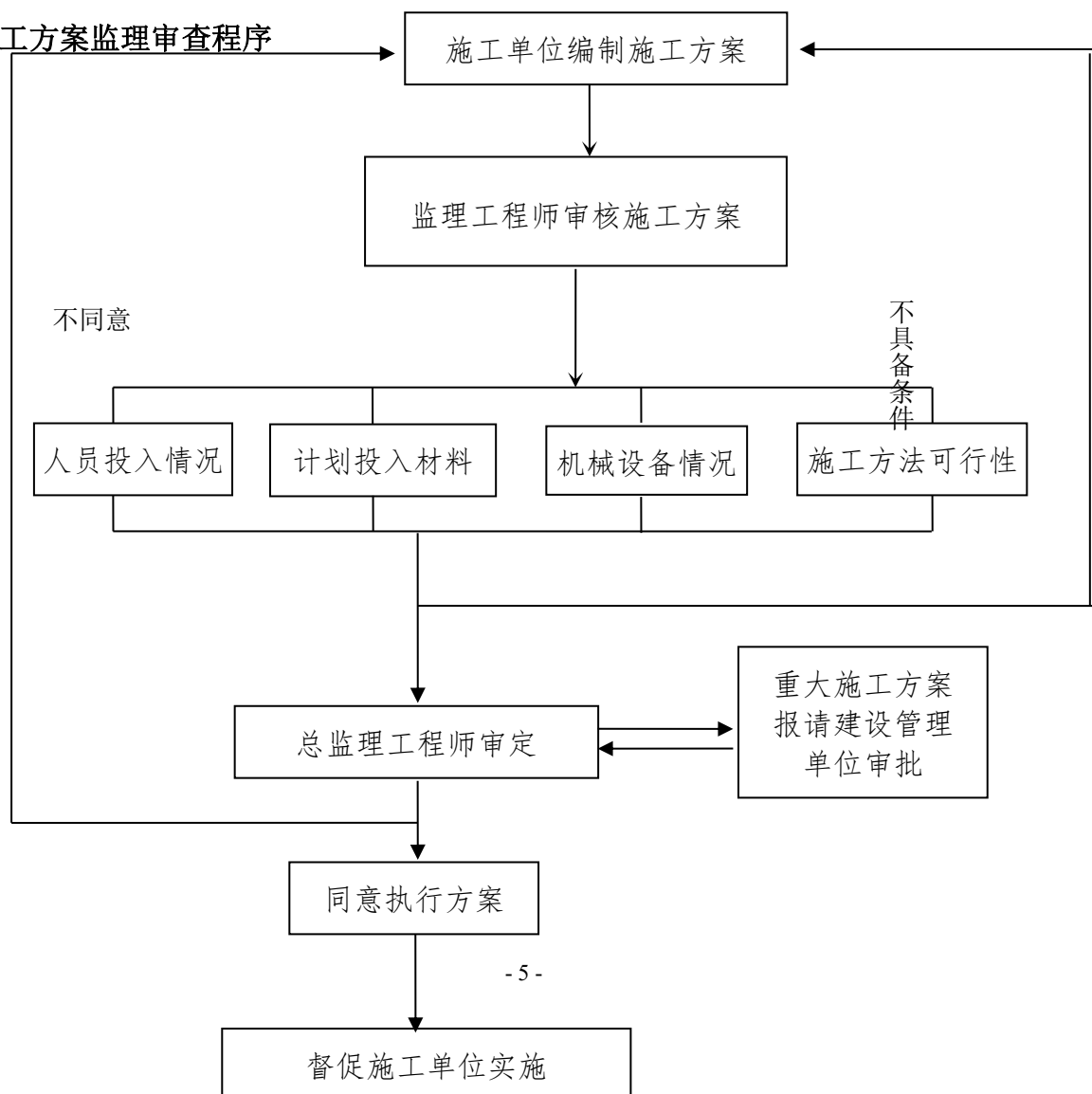
3.3.4 10kV 开关柜的安装调试、小电阻接地装置、无功补偿装置、控制和保护设备安装调试；

3.3.5 全站接地和防雷系统的安装调试；

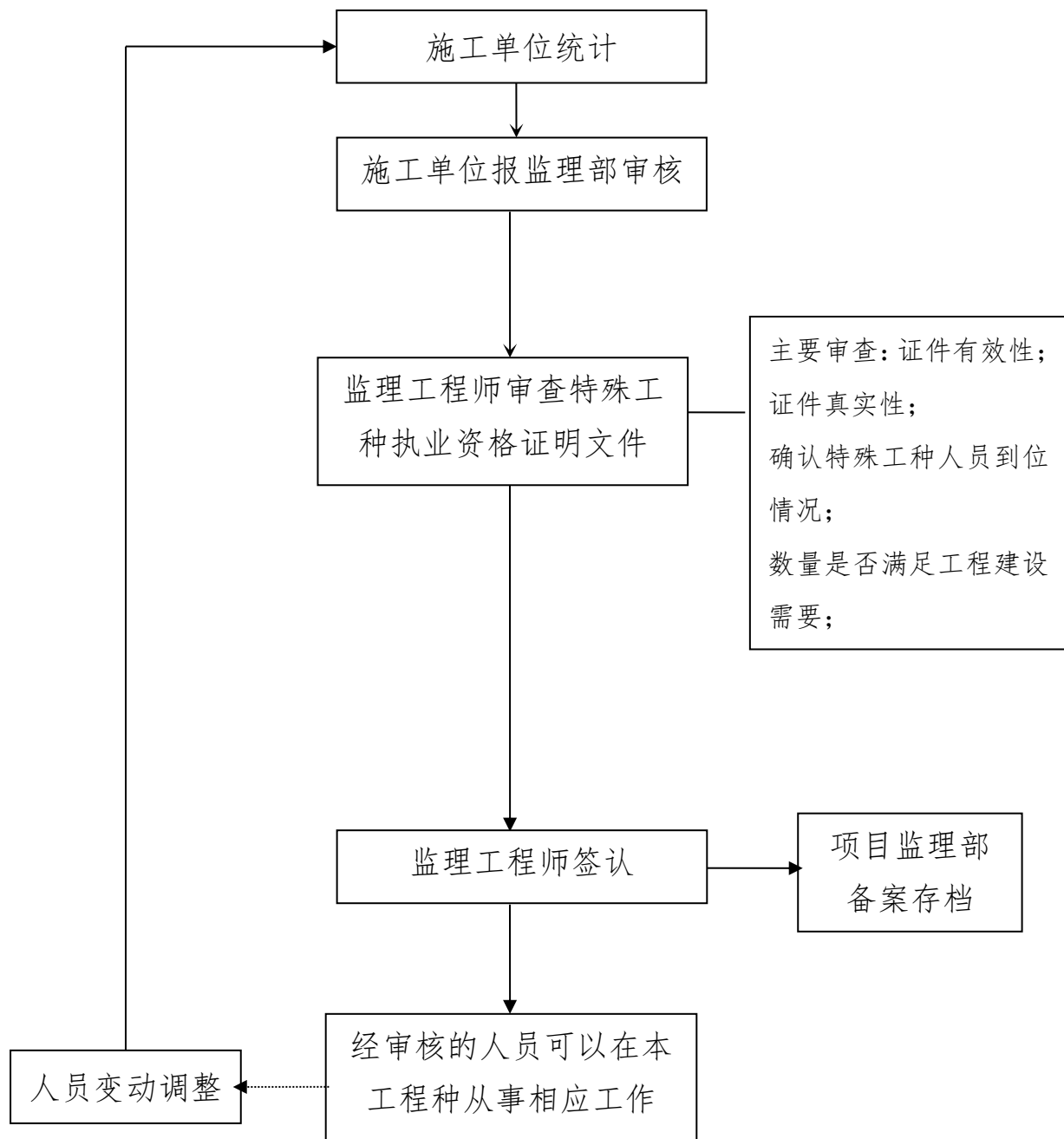
3.3.6 直流电源系统设备的安装调试、综合自动化系统设备的安装调试；

4、专业监理工作流程

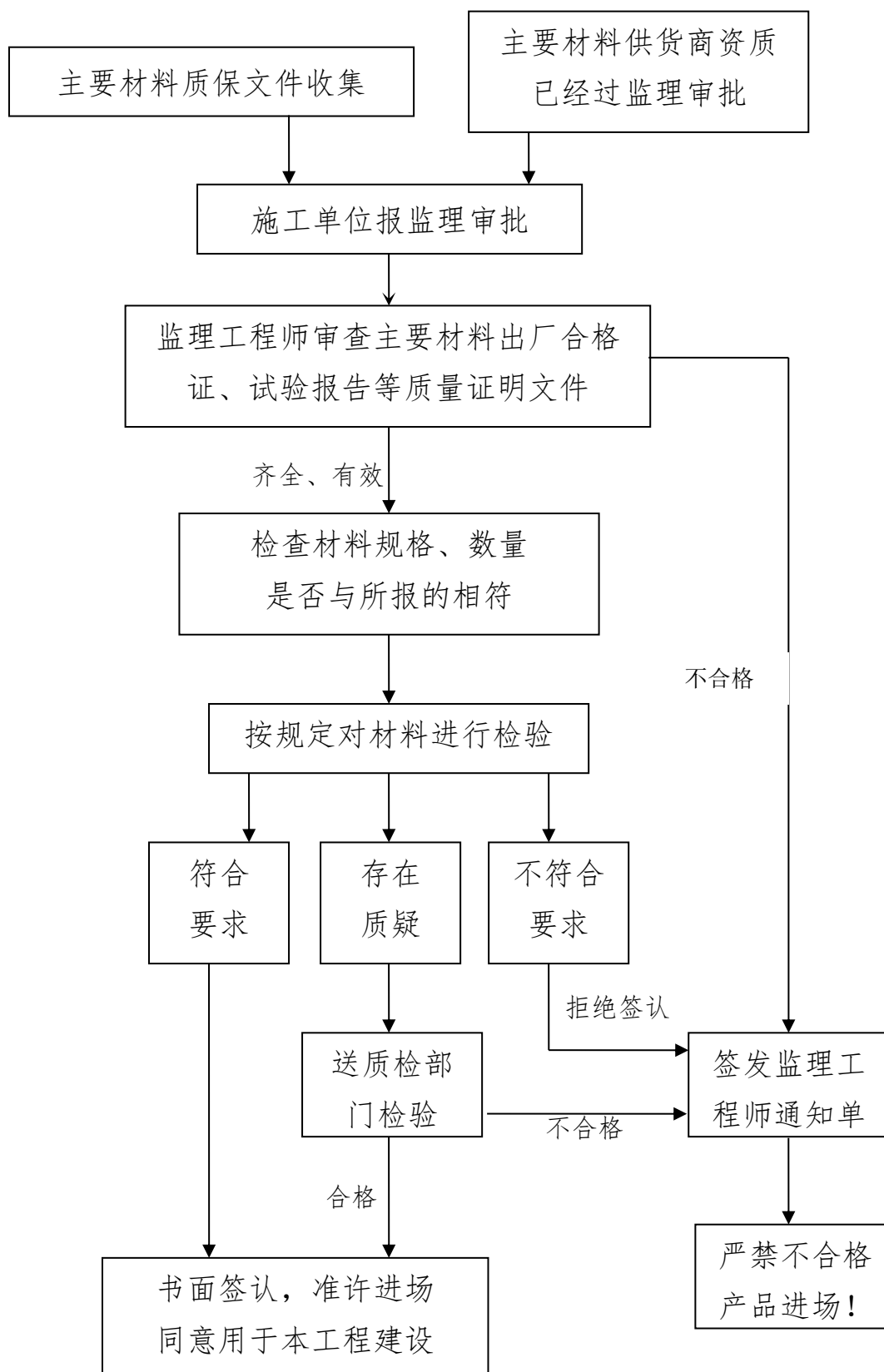
4.1 施工方案监理审查程序



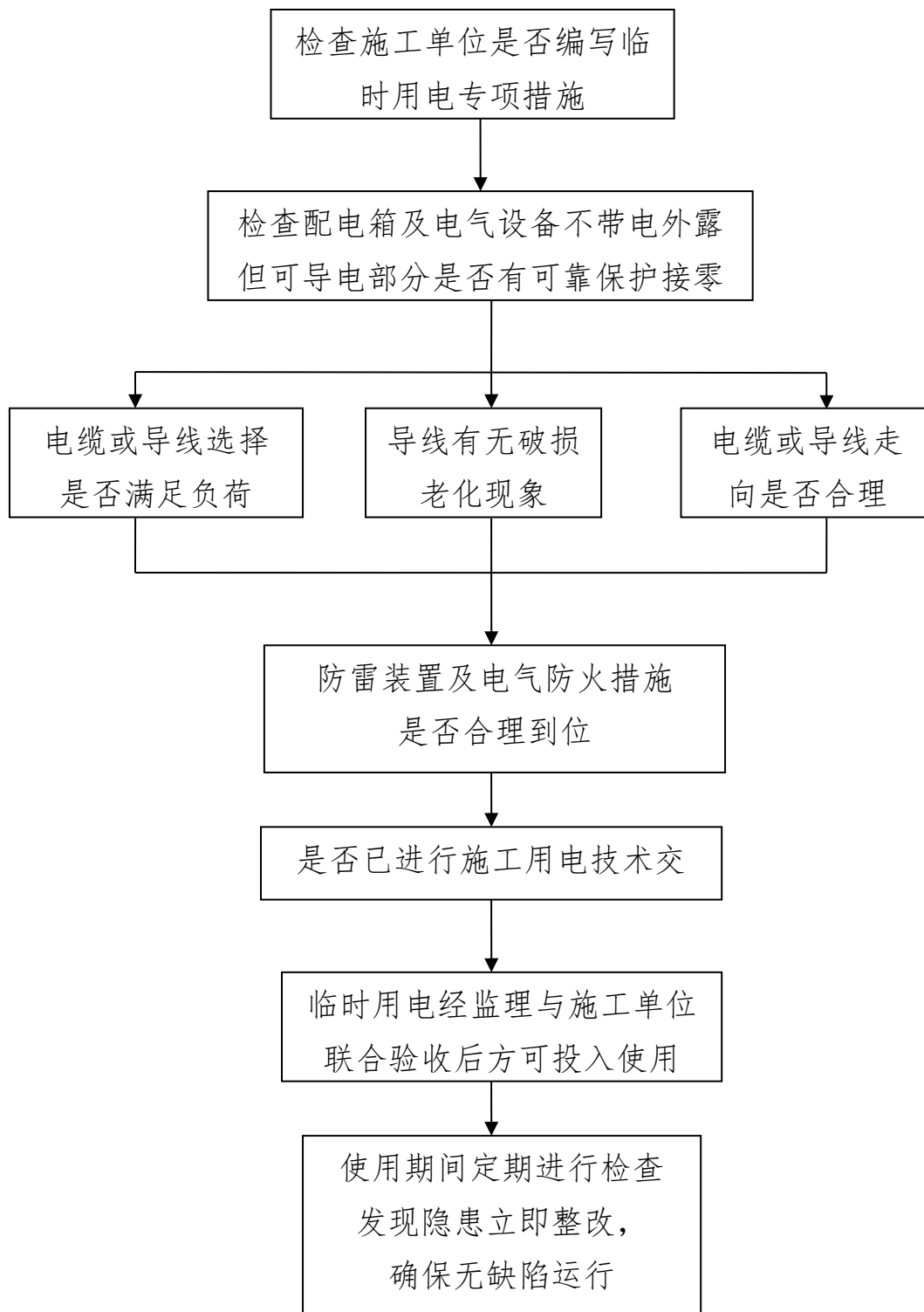
4.2 特殊工种作业人员监理审查程序



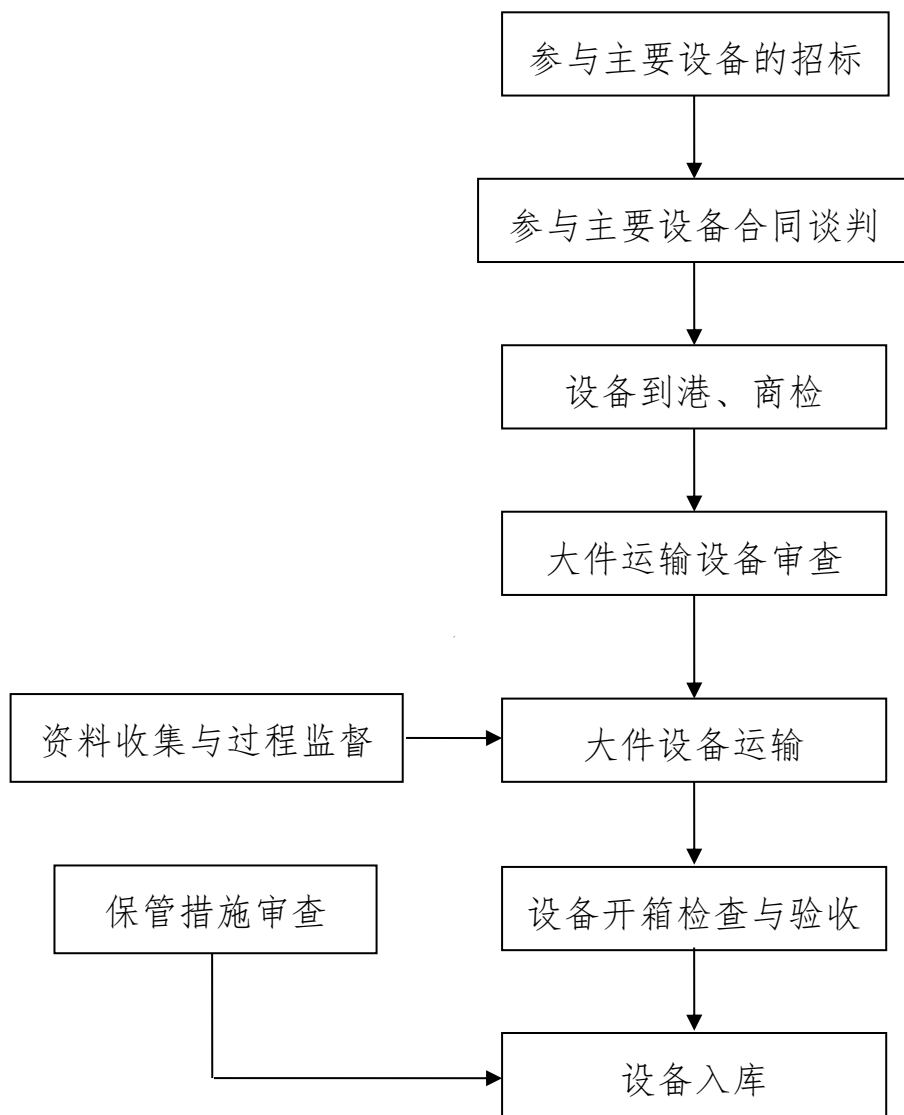
4.3 主要材料监理控制程序



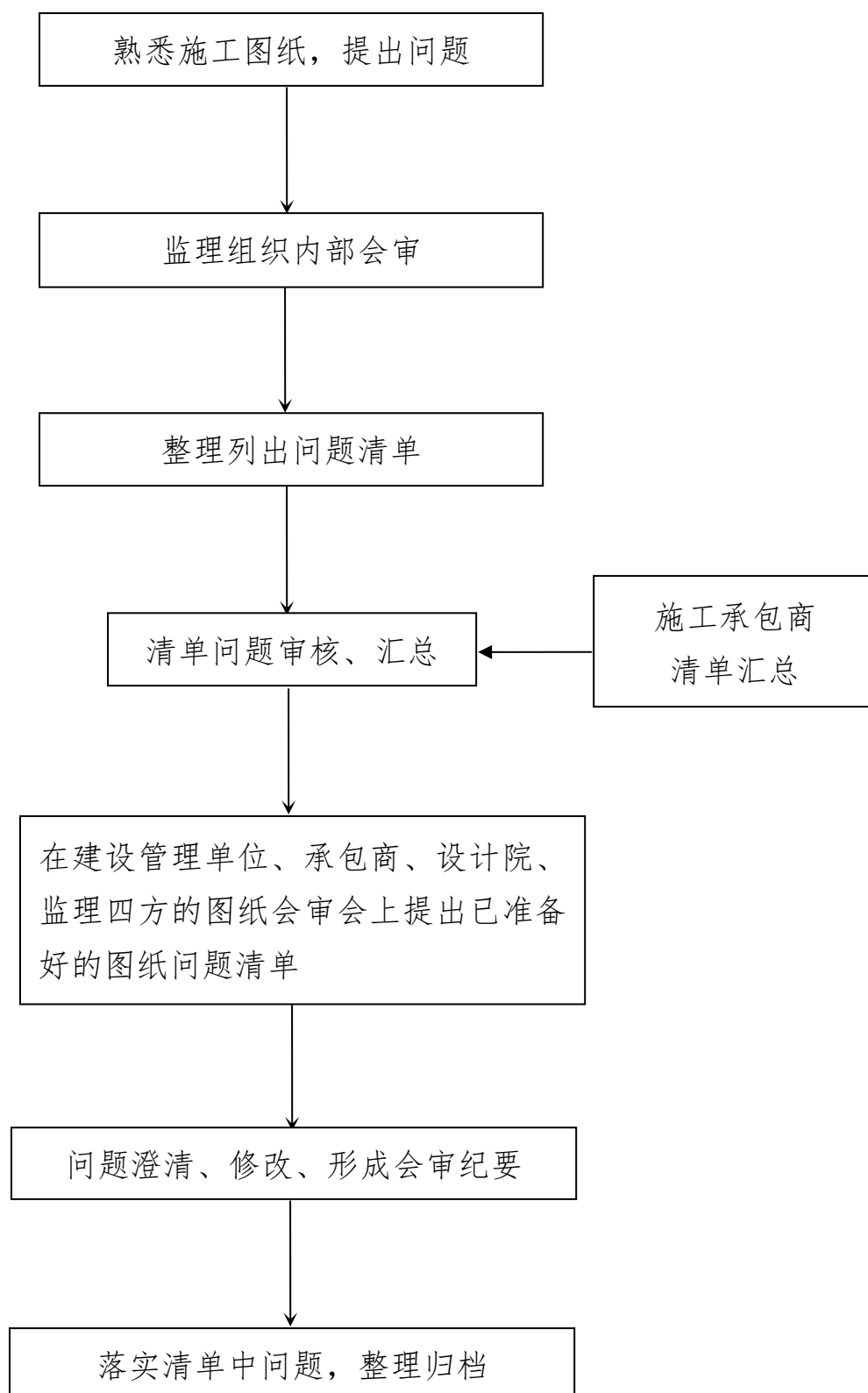
4.4 施工用电监理控制程序



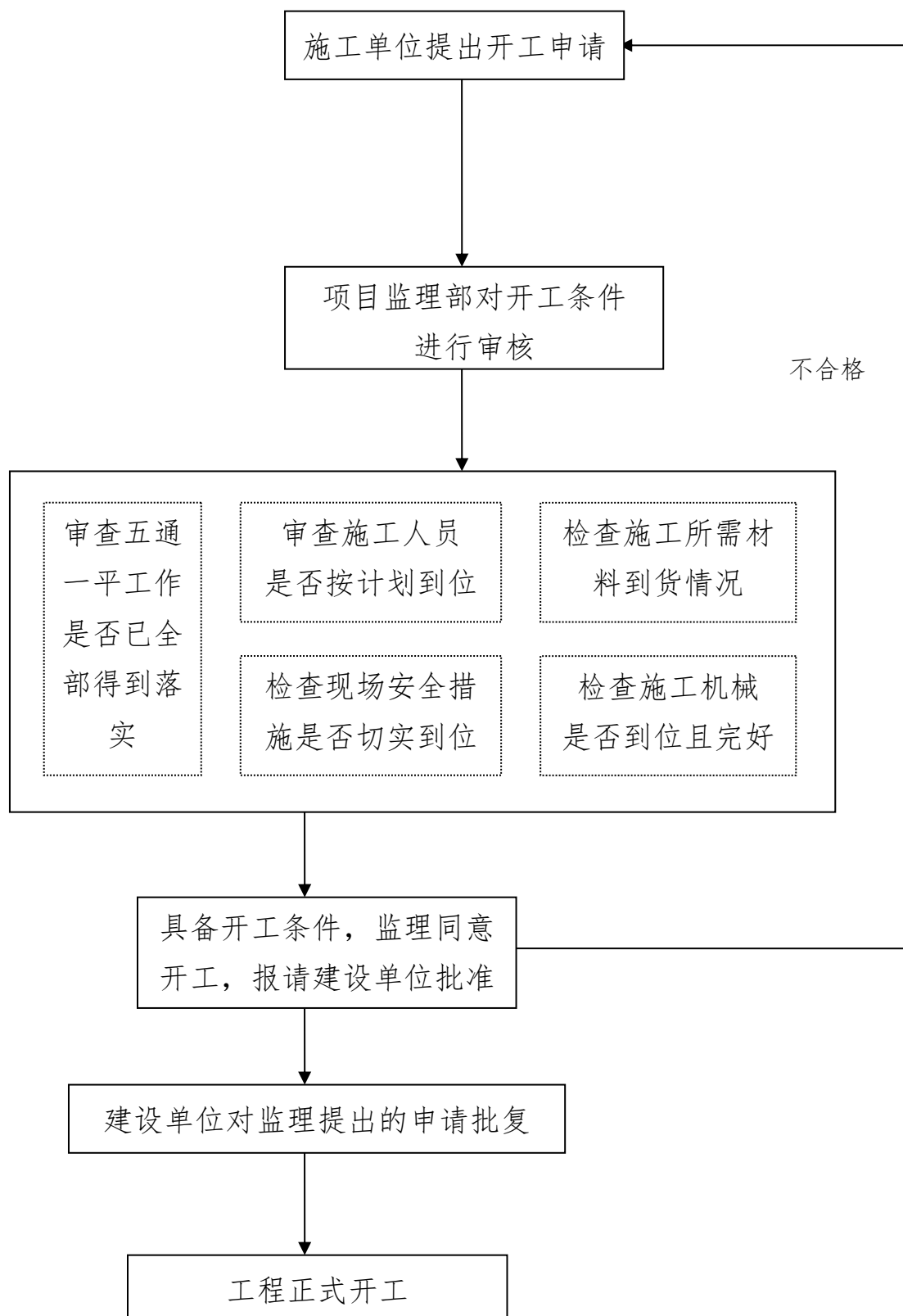
4.5 物资采购与运输监理服务程序



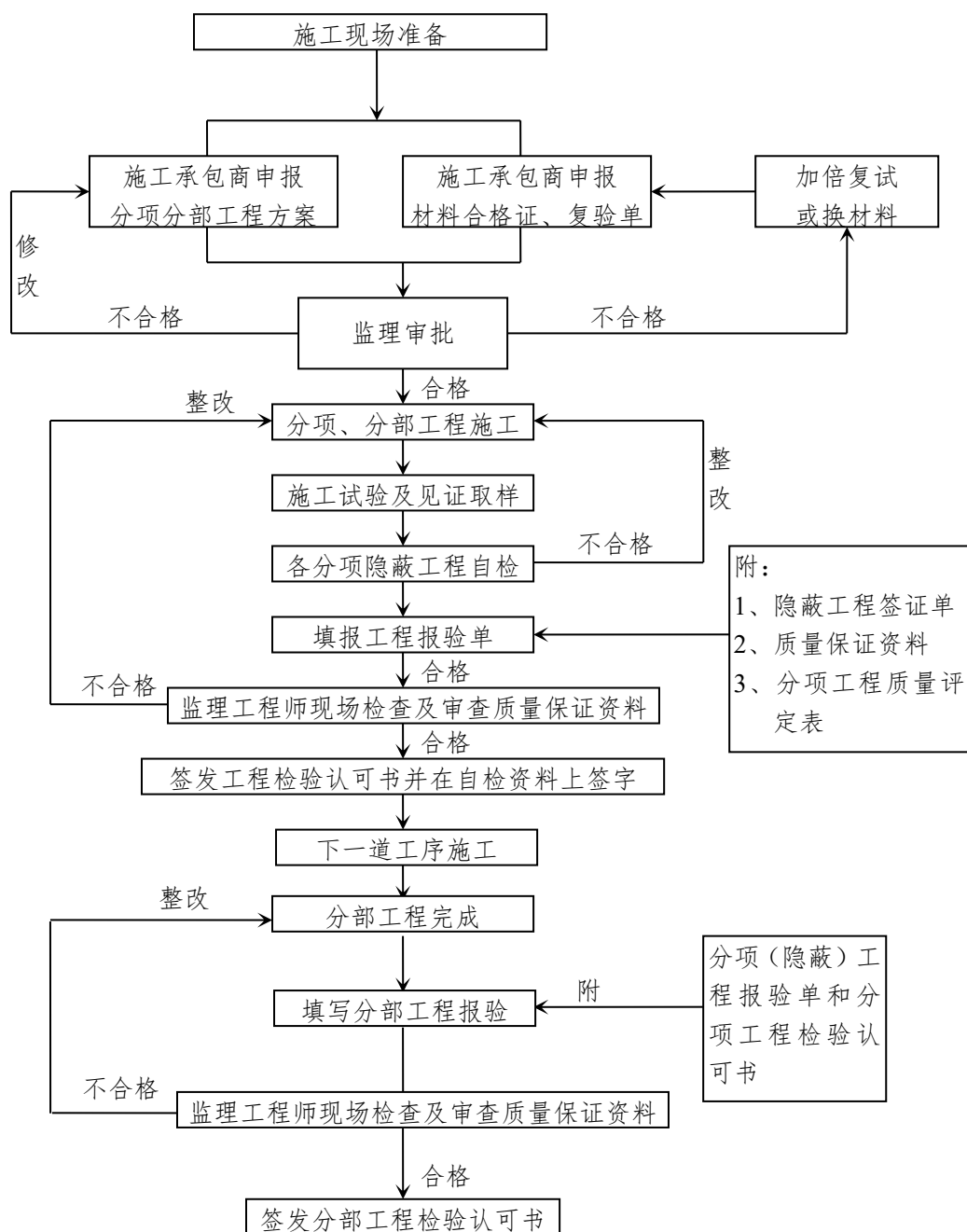
4.6 图纸会审监理服务程序



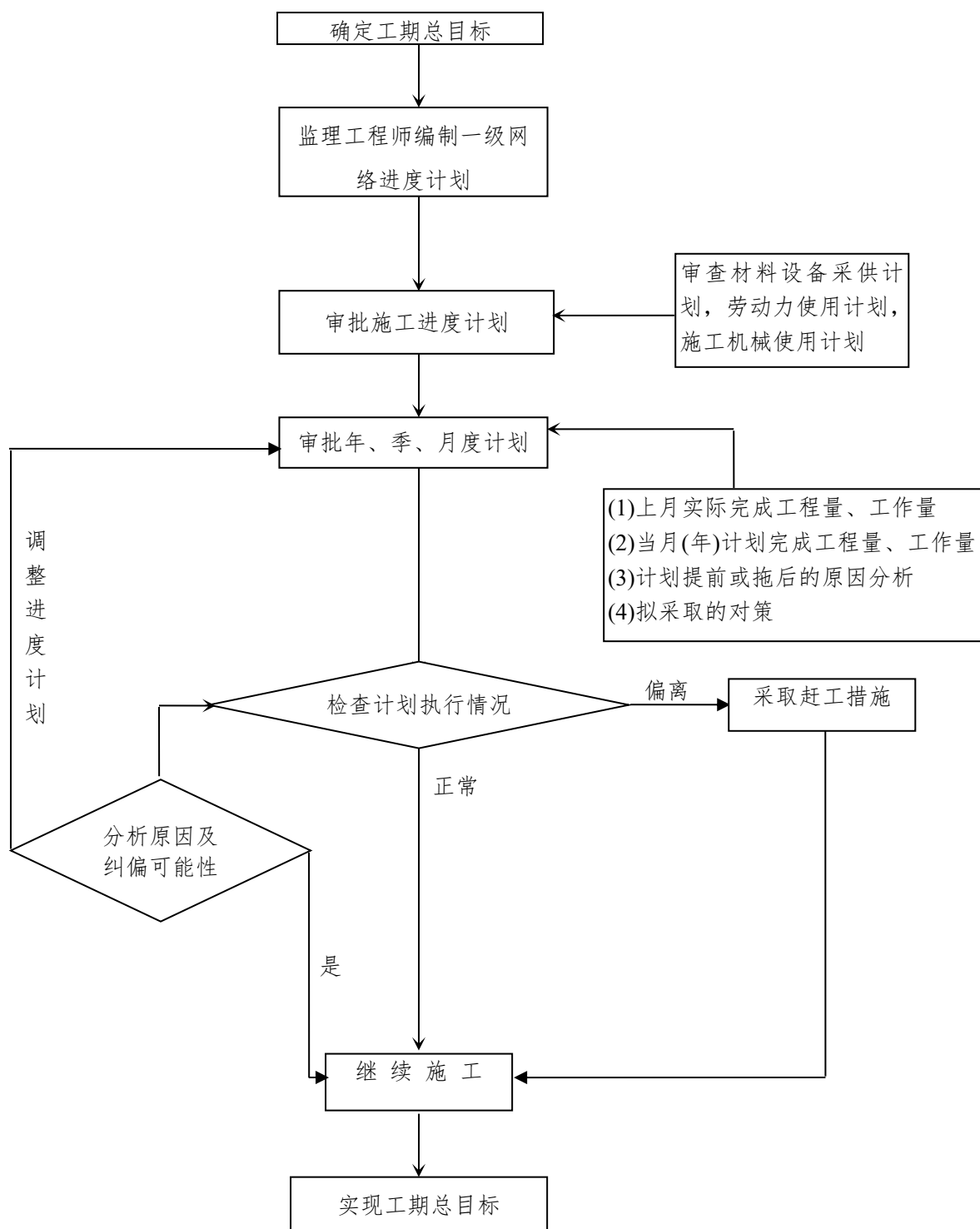
4.7 工程开工监理控制程序



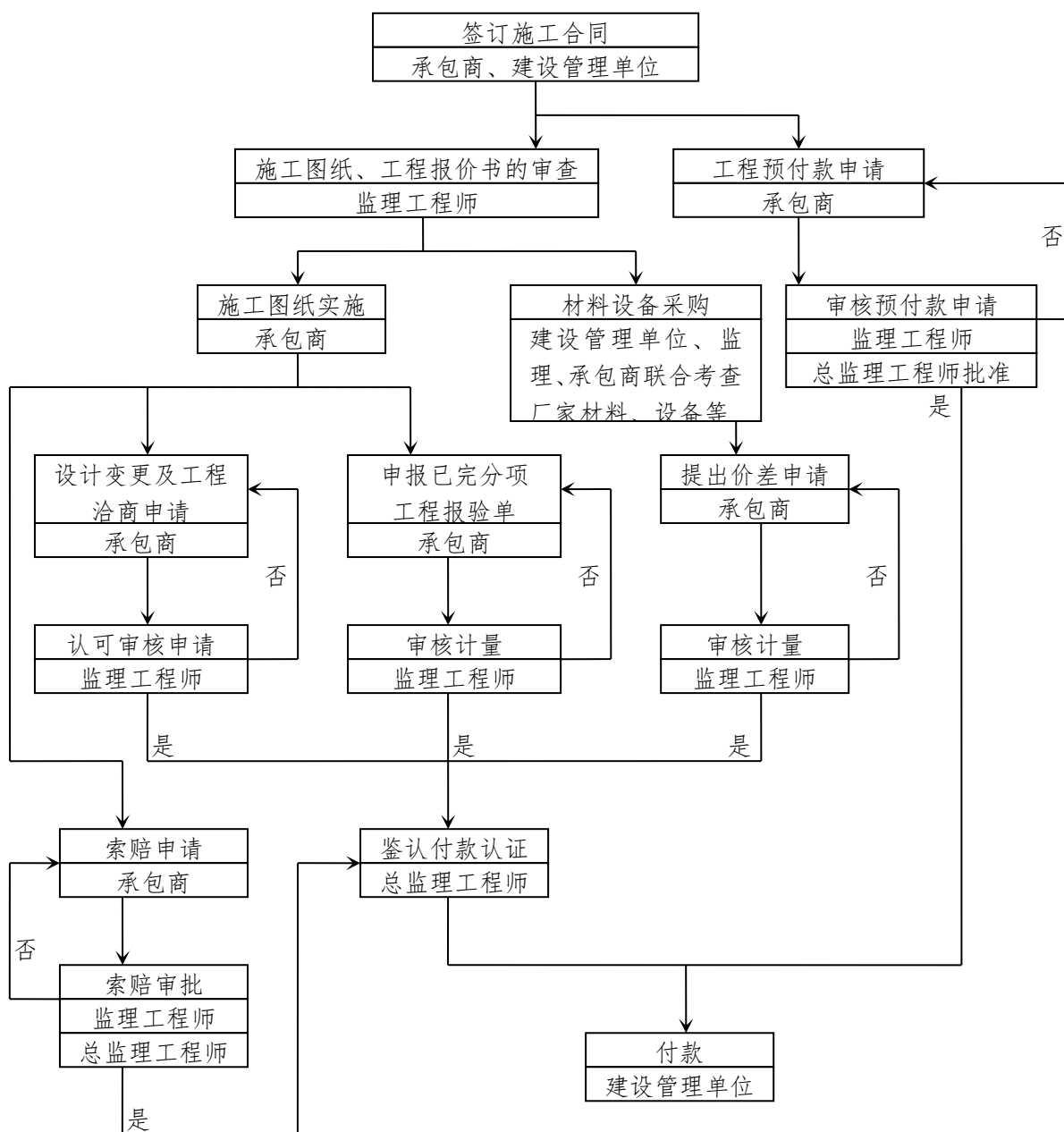
4.8 工程质量监理工作程序



4.9 工程进度监理工作程序



4.10 工程投资监理工作程序



5 施工质量控制的重点

5.1 质量控制重点

5.1.1 光伏板构件及光伏板的安装质量控制：

a 光伏板构件的基础应水平，且固定牢固；光伏板构件基础型钢应有可靠的接地，并做防腐处理；光伏板安装应符合现场安装图纸要求。

b 检查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。

5.1.2 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
------	---------

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，动触头顶部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。

(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。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：

- a 测量绝缘电阻；
- b 直流耐压试验及泄漏电流测量；
- c 检查电缆线路的相位；
- d 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。

直流耐压试验及泄漏电流测量，应符合规定的标准。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。
- 4) 检查电缆线路的两端相位应一致并与电网相位相符合。

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。不得有中直接头。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。

（5）GIS 组合电气安装

施工前的监理准备

要组织电气监理师及相关人员,认真学习设备厂家提供的设备说明书、安装工艺要求。熟悉 GIS 装配的结构特点、技术要求和装配操作程序等内容,明确 GIS 装配施工监理的关键工序、关键工点,以此确定 GIS 装配旁站点、停工待检点和见证点的具体部位和点位。同时,将相关内容补充到监理细则和旁站方案相关条款,完善后的监理细则、旁站方案,要组织监理部人员进行讨论,明确各岗位控制监督检查的责任范围和协调关系。结合设备装配特点,审查施工方案的针对性和可操作性。着重审查施工质量工艺控制措施和装配施工作业卡与现场设备的一致性。

施工过程质量控制

组合电器的安装和试验调整必须符合施工规范规定。(检查安装和调试记录);组合电气安装牢靠,外表清洁完整,动作性能符合产品技术规定(观察检查);电器连接应可靠、且接触良好(实测和检查安装记录);

组合电器及其传动机构的联动应正常,无卡阻现象;分合闸指示正确;辅助开关及电气闭锁应动作正确可靠(观察和试操作检查);支架及接地线应无锈蚀和损伤,接地良好。密度断路器的报警、闭锁定值应符合规定,电器回路传动正确。(检查安装和调整试验记录);六氟化硫气体漏气率和含水率应符合规定(实测和检查安装记录);油漆应完整,相色标志正确(观察检查)。

应注意的质量问题

组合电器基础予埋槽钢的水平误差,不应超过产品的技术规定。制造厂已装配好的电器元件在现场组装时,不应解体检查;如有缺陷必须在现场解体时,应经制造厂同意,并在厂方人员指导下进行。新六氟化硫气体应具备出厂试验报告及合格证件;有条件时,应进行抽样作全分析。六氟化硫气体充注应符合下列要求:

- a. 充注前,充气设备及管路应符合清洁、无水分、无油污;管路连接部分应无渗漏。
- b. 体充入前应按产品的技术规定对设备内部进行真空处理;抽真空时,应防止真空泵突然停止或因误操作而引起倒灌事故。
- c. 当气室已有六氟化硫气体,且含水量检验合格时,可直接补气。

（6）变压器安装

1) 变压器安装前, 施工单位应编制《变压器安装作业指导书》报送项目监理部审查, 批准后方可施工。

2) 变压器就位前监督施工单位对变压器基础轨距和水平进行复核性检查; 检查冲击记录仪的动作值应符合厂家规定; 检查本体及所有附件应齐全、无锈蚀、无损伤、无渗漏; 出厂技术档案文件齐全。

3) 安装前应经监理工程师确认气象条件满足规范要求时, 才允许开始安装工作。

4) 变压器附件安装监理工程师应旁站监理。监理主要内容为: 主要部件如套管电流互感器、套管、压力释放器、气体继电器等的功能试验和安装, 特别是有载调压分接开关切换位置指示应正确, 三相位置必须一致。附件位置检查, 如法兰连接面应平整清洁、密封垫圈不得扭曲变形裂纹、风扇安装牢固转向正确、冷却装置安装前试验密封良好。

5) 抽真空阶段的重点检查项目为: 变压器密封检查、外壳有无变形、真空度及维持真空时间。真空注油前, 施工单位必须将试验报告报项目监理部审查确认合格签证后, 才能进行真空注油。试验报告内容应包括耐压、微水、介质损耗因数及含气量。

注油和油静止结束后, 施工单位必须做密封试验, 监理工程师进行巡查, 确保变压器密封良好。注油结束静置 24 小时后, 施工单位应从变压器底部取油样化验, 化验结果报项目监理部审查认可。

6) 变压器投运前及投运带负荷 24 小时后, 施工单位应从变压器内取油样进行色谱分析, 项目监理部审查认可。

5.1.3 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) 监控系统设备安装

1) 监控设备的吊装运输工作由熟练的起重工和汽车驾驶人员来完成, 过程必须有专职安全员进行监护。吊装运输过程中应采取防振、防冲击措施, 以保证设备的安全。

2) 监控系统上位机设备及各 LCU 设备盘柜在监理的监督下开箱检查, 重点检查盘柜框架有无变形, 盘内元器件是否损坏, 漆面是否受损、盘面标识是否完整齐全、正确清晰, 柜

门开关是否灵活、门锁是否齐全，所有螺栓是否紧固、电器元件是否固定牢固，实物与装箱清单是否相符。附件、备件、装箱文件是否齐全。做好开箱记录会签后备查。

3) 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。

4) 盘柜按设计图纸或设备厂家要求固定，均无要求时采用螺栓固定，根据盘柜底座安装孔的尺寸，在盘柜基础槽钢上钻孔，焊接螺栓盘柜与基础连接固定。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，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》(GB50 171—92) 要求。

5) 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。

6) 微机监控设备的安装，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。

7) 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。

8) 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。

微机设备安装时要保持机房清洁，要防潮、防尘、无腐蚀气体。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。

(3) 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。

(4) 电缆配线:

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 $>1\text{M}\Omega$ 。

(5) 配合调试

1) 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。

2) 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。

（6）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。

（7）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。

（8）控制级的调试：

1）微机数据库的校核，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。

5.1.4 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 2.5mm²；其它回路截面大于或等于 1.5mm²；微电子回路导线

截面大于或等于 0.75mm²。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。

5.1.5 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 (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。

5.1.6 二次电缆敷设

(1) 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。

(2) 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) 露出地面的电缆管横平竖直，间距均匀一致，排管排列整齐，弯管弯度一致，按设计

要求预留高度，设计无要求时，露出地面一般为 300mm，离墙面适当距离。管口要用钢板加临时封堵。

3) 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

(3) 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：

a) 预埋件符合设计要求，安装牢靠；

b) 电缆沟、孔等处的土建工作全部完成；

c) 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；

d) 电缆沟道中的排水畅通；

e) 清理全部预埋的电缆管道；

f) 电缆敷设之前所有有关电缆桥架已安装完毕。

g) 所有电缆通道已具备电缆敷设条件；

(4) 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) 在竖井进出口，地板下等处电缆不交叉、堆积；

8) 对大容量交流单芯电缆固定时，不使之构成闭合磁路；

9) 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；

10) 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。

11) 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。

12) 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。

(5) 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。

5.1.7 电缆防火封堵

(1) 施工准备

1) 防火封堵材料应严格按照 ISO9001—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范》和《电缆防火措施设计和施工验收标准》。

3) 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) 把阻火包整理平整, 似砌砖似地交叉堆砌在孔洞内, 要求封堵密实平整。再把无机防火堵料覆盖封堵在阻火包上, 要求与楼板平齐并做成规则状。

封堵好后, 竖井孔洞的下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。把阻火包整理平整, 然后似砌砖似地交叉堆砌在孔洞内。要求封堵密实, 以对侧不见光为宜。阻火包封堵完后, 两侧用无机防火隔板进行夹封, 用膨胀螺栓固定在墙体上, 电缆桥架穿墙处和无机防火隔板间的缝隙, 用有机防火堵料进行填充封堵, 并做成规则状线脚。

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:

1) 清理干净需封堵部位的垃圾及其杂物。

2) 把阻火包整理平整, 然后似砌砖似的由下至上堆砌成防火墙在需封堵的部位。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。

3) 在防火墙两侧用无机防火隔板进行夹封, 并用经过防锈防火处理的角钢和膨胀螺栓固定在电缆沟道壁上。

4) 电缆通过处和防火墙间的缝隙, 用有机防火堵料进行填充封堵, 并做成规则状。防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:

1) 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。

2) 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:

1) 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。

2) 把阻火包整理平服, 然后似砌砖似地交叉堆砌在孔洞内直到和控制柜底部平齐。要求封堵密实, 以上下不见光为宜。

3) 阻火包封堵好后表面用有机防火堵料进行覆盖封堵, 并做成规则状。楼板下侧的电缆涂刷电缆防火涂料, 涂刷的长度不小于 1.5 mm, 涂刷次数 4~5 遍, 厚度不小于 1mm。

(6) 电缆桥架层间分隔防火封堵施工方法:

1) 施工前将需封堵的电缆桥架、电缆清洁干净。

2) 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。

3) 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。

(7) 电缆廊道阻火墙(有防火门)的防火封堵施工方法:

1) 施工前将需封堵的电缆清洁干净。

2) 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。

3) 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。

4) 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。

5.1.8 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,扁钢与扁钢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:

a 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 监理控制的措施

6.1 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。

6.1.1 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;

h 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。

6.1.2 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。

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。

(3)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。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

(1)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；

(2)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；

(3)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。

(4)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。

6.2 质量验收程序

6.2.1 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。

6.2.2 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。

6.3 进度控制的工作内容

6.3.1 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；

6.3.2 组织现场协调会；

6.3.3 修正的安装进度计划及赶工措施报告的审批；

6.3.4 材料、物资、设备供货申请和采购计划的审批；

6.3.5 签发工程进度款支付报表；

6.4 进度控制的工作措施

6.4.1 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。

6.4.2 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。

6.4.3 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。

6.4.4 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。

6.4.5 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。

7 安全文明施工要求

7.1 拼装、焊接安全施工要求

7.1.1 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。

7.1.2 起重工必须是经过专门安全技术培训、考试合格，持证上岗。

7.1.3 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。

7.1.4 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。

7.1.5 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。

7.1.6 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。

7.2 吊装就位调整焊接安全施工要求

7.2.1 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。

7.2.2 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。

7.2.3 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。

7.2.4 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。

7.3 现场文明施工要求

7.3.1 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。

7.3.2 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。

7.3.3 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。