

建筑智能化电气弱电集成工程监理现场质量与安全保障机制研究

熊 谦

浙江江南工程管理股份有限公司 浙江 杭州 310000

【摘 要】：随着建筑智能化水平的提升，电气弱电集成工程已成为现代建筑功能实现的核心支撑。监理作为工程质量与安全的关键管控环节，面临技术集成度高、系统接口复杂、安全风险多元等挑战。本文基于弱电集成工程的技术特性，分析当前监理工作现状及存在的问题，从质量控制体系、安全防控机制、过程监管措施三个层面，构建全流程、精细化的监理保障体系。通过表格量化常见质量隐患与安全风险，提出事前预控、事中巡检、事后追溯的闭环管理模式，为提升弱电集成工程监理水平提供理论参考与实践指导。

【关键词】：建筑智能化；弱电集成工程；监理；质量保障；安全防控

DOI:10.12417/2811-0722.26.01.070

1 引言

建筑智能化电气弱电集成工程涵盖综合布线、安全防范、建筑设备监控、通信网络等多个子系统，具有技术密集、接口繁多、施工交叉性强等特点。此类工程的施工质量直接影响建筑智能化功能的稳定性与可靠性，而现场安全管理则关系到施工人员生命安全与工程财产安全。本文针对弱电集成工程的施工特点，提出可操作的质量安全管控措施，降低工程质量隐患与安全风险，提升工程整体建设水平，为同类工程监理提供参考范例。

2 建筑智能化电气弱电集成工程监理现状与问题分析

2.1 工程技术特性

弱电集成工程涉及通信技术、计算机技术、控制技术等多学科融合，子系统间接口协议复杂，施工需配合土建、装修等多个专业，对施工精度与协同性要求较高。工程所采用的设备材料种类繁多，品牌差异大，技术参数参差不齐，进一步增加了监理工作的难度。

2.2 监理工作现状

当前弱电集成工程监理主要依据《建设工程监理规范》《建筑智能化系统工程设计标准》等规范开展工作，监理内容涵盖施工准备、施工过程、竣工验收三个阶段。但实际工作中，监理人员多侧重施工工序的表面检查，对系统集成调试、隐蔽工程验收等关键环节的管控力度不足，缺乏针对弱电工程特性的专项监理方案。

2.3 现存主要问题

2.3.1 质量管控问题

通过对典型工程的归类分析，梳理出常见质量问题及发生频次，具体如下表所示。

表 1 弱电集成工程常见质量问题统计分析表

问题类别	布线工程	设备安装	系统调试	隐蔽工程	其他问题
------	------	------	------	------	------

具体问题表现	线缆损伤、标识不清	固定不牢固、接口连接不良	通信故障、功能实现不全	管线敷设不符合规范	接地不良、防雷措施缺失
发生频次占比	32%	25%	21%	14%	8%
主要诱因	施工操作不规范、材料保护不当	安装工艺不达标、配件质量差	接口协议不兼容、参数配置错误	监理验收不到位、施工偷工减料	设计缺陷、施工遗漏

2.3.2 安全管理问题

弱电集成工程现场安全风险主要集中在用电安全、高空作业安全、设备运输安全等方面，具体分析如下表所示：

表 2 弱电集成工程现场安全风险等级评估表

风险类型	具体风险场景	风险等级	影响范围
用电安全	临时用电线路混乱、触电事故	高	施工人员生命安全
高空作业	脚手架不牢固、坠落事故	高	施工人员生命安全、设备损坏
设备安全	贵重设备碰撞、受潮损坏	中	工程成本、施工进度
消防安全	易燃材料堆放不当、动火违规	中	工程财产安全、人员安全
数据安全	调试阶段数据泄露	低	项目信息安全

2.3.3 监理自身问题

监理人员专业能力不足，缺乏对智能化技术的系统认知，难以识别复杂系统的质量隐患；监理流程不规范，缺乏针对性的监理细则；质量与安全管控脱节，未形成协同监管机制。

3 建筑智能化电气弱电集成工程监理现场质量保障机制

3.1 事前预控机制

3.1.1 设计文件审核

监理人员需联合设计单位、施工单位开展图纸会审，重点审核各子系统的接口兼容性、管线敷设路径、设备安装位置等

内容。针对综合布线系统，需核对线缆型号、芯数是否满足传输要求；针对安全防范系统，需确认监控点位、报警装置的布局合理性。审核完成后形成书面审核意见，督促设计单位修改完善。

3.1.2 施工单位资质审查

严格审查施工单位的营业执照、资质证书、安全生产许可证等资质文件，核实项目经理及关键技术人员的从业资格与业绩。要求施工单位提交专项施工方案，重点审查施工工艺、质量控制措施、进度计划等内容，确保方案具备可行性与针对性。

3.1.3 材料设备检验

建立材料设备进场验收制度，施工单位需提交材料设备的合格证、检测报告等质量证明文件。监理人员按规定比例进行抽样送检，重点检测线缆的传输性能、设备的技术参数是否符合设计要求。对不合格的材料设备坚决予以退场，禁止用于工程施工。具体检验项目如下表所示：

表 3 材料设备进场检验项目表

材料设备类型	检验项目	检验方法	合格标准
通信线缆	衰减、串扰、绝缘电阻	专用仪器检测	符合 GB50311 规范要求
监控设备	分辨率、夜视效果、接口稳定性	通电测试、功能验证	满足设计技术参数
控制器件	响应速度、抗干扰能力	模拟工况测试	无故障运行≥24 小时
管线材料	壁厚、抗压强度、阻燃性能	外观检查、抽样送检	符合 GB/T13381.1 规范要求

3.2 事中控制机制

3.2.1 工序巡检与旁站监理

制定工序巡检计划，对布线、设备安装、系统调试等关键工序实行全程跟踪。针对隐蔽工程，如管线预埋、接地装置安装等，实行旁站监理，确保施工过程符合规范要求。巡检过程中填写监理日志，记录施工情况及发现的问题，督促施工单位及时整改。

3.2.2 关键节点验收

设置关键节点验收环节，包括管线敷设验收、设备安装验收、系统联调验收等。验收合格后方可进入下一工序施工。验收过程中采用实测实量方式，对线缆敷设长度、设备安装垂直度、系统响应时间等指标进行检测，具体验收指标如下表所示。

表 4 关键节点验收指标表

验收节点	管线敷设	设备安装	系统联调	接地系统
核心验收指标	水平敷设间距、垂直敷设高度	安装垂直度、固定牢固度	功能实现率、响应时间	接地电阻值
允许偏差	≤5mm	垂直度≤3mm/m	功能实现率 100%、响应时间≤2s	≤4 Ω
检测工具	激光测距仪、水平仪	靠尺、扭矩扳手	专用测试软件、秒表	接地电阻测试仪

3.2.3 技术交底与协同管理

定期组织技术交底会议，协调施工单位与设计单位、设备供应商之间的沟通。针对施工过程中出现的技术难题，组织三方会商制定解决方案。建立协同管理平台，实时共享施工进度、质量检测结果等信息，确保各专业施工有序衔接。

3.3 事后追溯机制

3.3.1 竣工检测与验收

工程完工后，监理单位组织竣工检测，委托第三方检测机构对系统性能进行全面测试。重点检测各子系统的功能完整性、运行稳定性、互联互通性等指标。检测合格后，协助建设单位开展竣工验收，整理监理资料，包括监理规划、监理细则、验收记录等，形成完整的质量追溯档案。

3.3.2 质量问题整改与复查

对竣工检测中发现的质量问题，下发整改通知书，明确整改要求与期限。施工单位整改完成后，监理人员进行复查，确保问题彻底解决。建立质量问题台账，记录问题描述、整改措施、复查结果等信息，为后续工程提供参考。

4 建筑智能化电气弱电集成工程监理现场安全保障机制

4.1 安全风险识别与评估

结合弱电集成工程的施工特点，建立安全风险清单，对各类风险进行分级分类管理。采用风险矩阵法评估风险发生的可能性与影响程度，确定风险等级，制定针对性的防控措施。定期开展风险排查，及时更新风险清单，确保风险管控全覆盖。

4.2 安全管理体系构建

4.2.1 安全管理制度建设

督促施工单位建立健全安全生产责任制，明确各级人员的安全职责。制定安全管理制度，包括施工现场安全管理办法、高空作业安全规程、临时用电安全制度等。监理单位定期检查制度执行情况，确保各项制度落到实处。

4.2.2 安全培训与教育

要求施工单位对进场人员进行安全培训，培训内容包括安全操作规程、风险防控措施、应急处置方法等。监理人员核查培训记录，对特种作业人员的资格证书进行验证，确保施工人员具备相应的安全操作能力。

4.3 现场安全防护措施

4.3.1 用电安全管控

规范临时用电线路敷设，采用 TN-S 接零保护系统，设置漏电保护装置。监理人员定期检查用电设备的接地情况、线路绝缘性能，禁止私拉乱接电线。施工现场配备足够的灭火器材，确保用电安全。

4.3.2 高空作业安全防护

高空作业前检查脚手架、吊篮等设备的安全性,施工人员必须佩戴安全帽、安全带等防护用品。设置安全警示标志,划定作业禁区,禁止无关人员进入。监理人员全程旁站监督,及时制止违规操作。

4.3.3 设备运输与存放安全

制定设备运输方案,选择合适的运输工具,确保设备在运输过程中不受损坏。施工现场设置专用设备存放区,采取防潮、防火、防盗等防护措施。贵重设备安装前进行开箱检查,核对设备型号、数量,做好保护工作。

4.4 应急处置机制

督促施工单位制定应急预案,包括触电事故、高空坠落、火灾等突发事件的处置流程。配备应急救援物资,如急救箱、担架、灭火器等,定期组织应急演练。发生安全事故时,监理人员立即启动应急预案,协助施工单位开展救援工作,并按规定上报相关部门。

5 案例分析与机制优化

5.1 案例概况

选取某市轨道交通停车场及上盖平台施工项目,项目监理范围覆盖4个施工标段,核心涉及弱电集成相关子系统包括停车场及上盖平台的综合布线、设备监控、安全防范、通信联络、应急广播等,与土建工程、机电安装、室外管线等专业交叉施工密集。监理单位全程采用质量与安全保障机制,重点针对弱电集成工程的隐蔽施工、多系统接口兼容、高空作业安全等关键环节实施专项管控。

5.2 机制应用效果

5.2.1 质量管控成效

事前预控阶段,监理团队联合设计、施工单位开展图纸会审,重点审核弱电管线与上盖平台结构、综合管沟的兼容性,累计发现并整改3处弱电桥架与结构梁碰撞、2处系统接口协议不匹配问题,避免后期返工成本;材料设备检验环节,严格执行进场验收与抽样送检制度,从源头阻断质量隐患。事中控制阶段针对弱电集成工程与土建、机电的交叉施工特点,制定专项巡检计划,对综合管沟内线缆敷设、上盖平台设备安装、隐蔽工程预埋等关键工序实施旁站监理。关键节点验收环节,严格执行实测实量标准。竣工检测阶段委托第三方机构对弱电各子系统进行全面测试,综合布线传输性能、设备监控响应速

度、安全防范覆盖范围等指标均满足设计要求,各子系统运行稳定,未出现通信故障或功能缺失问题,顺利通过竣工验收。

5.2.2 安全管控成效

基于项目高空作业多、临时用电集中、设备运输量大的特点,监理团队通过风险分级管控实现安全零事故目标。重点监控上盖平台弱电设备安装的高空作业安全、综合管沟内临时用电安全,督促施工单位规范脚手架搭设、配备防坠落设施,整改临时用电线路混乱、防护用品佩戴不规范等问题;针对贵重弱电设备运输与存放,监督施工单位制定专项方案,设置防潮防火专用存放区,实现设备运输零损坏、存放零事故。同时,通过安全培训与应急演练,施工人员安全意识显著提升,项目全程未发生触电、高空坠落、设备损坏等安全事故。

5.3 机制优化建议

5.3.1 引入智能化监理技术

结合项目上盖平台多层结构、多标段交叉施工的复杂性,建议进一步推广BIM技术深度应用,构建弱电集成工程三维可视化模型,实现弱电管线与土建结构、其他专业管线的碰撞预演与动态调整;利用物联网技术在综合管沟、上盖平台等关键区域布设传感器,实时监测环境温湿度、用电负荷、设备运行状态,实现安全风险的提前预警与精准管控。针对多标段协同需求,可搭建基于BIM的监理协同平台,实现各标段弱电施工进度、质量检测数据的实时共享。

5.3.2 完善多维度协同机制

考虑项目涉及4个施工标段、多专业交叉的特点,建议优化四方协同监管平台功能,增设标段间弱电施工衔接协调模块,定期组织建设、设计、施工、监理及各标段负责人召开协同会议,重点解决跨标段弱电管线对接、接口兼容等问题;建立质量安全问题联动处置机制。

6 结论

建筑智能化电气弱电集成工程监理现场质量与安全保障机制的建立,是提升工程建设水平的关键举措。本文通过分析工程监理现状与问题,构建了涵盖事前预控、事中控制、事后追溯的质量保障机制,以及风险识别、安全管理、现场防控、应急处置的安全保障机制。通过表格量化质量问题与安全风险,提出了具体的管控措施与验收指标,增强了机制的可操作性。案例分析表明,该保障机制能够有效降低质量隐患与安全风险,提升工程整体质量。

参考文献:

- [1] 邱天强,关如君.建筑电气智能化弱电工程与绿色建筑施工的探究[J].智能建筑与智慧城市,2025,(07):133-135.
- [2] 梁果.建筑电气智能化弱电工程施工研究[J].居业,2020,(12):97-98.
- [3] 陈惠华.建筑电气智能化弱电工程施工分析[J].河南建材,2019,(01):234-235.