

住宅小区弱电系统承接查验流程优化与质量控制研究

宋佳屹

上海申畅物业管理有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i11.5023

[摘要] 针对住宅小区弱电系统承接查验流程存在不足与质量问题,本研究以星尚-观澜世嘉项目为例,分析了弱电系统查验中设备运行不稳定、IP地址冲突等典型问题及其根源,提出了分阶段精细化查验流程与基于质量控制点的管理体系构建方案。结果表明,协调恢复供电、重新规划IP地址等针对性措施能够有效解决现场疑难,所建立的闭环管理机制提升了查验效率与系统交付质量,为同类住宅项目弱电工程的高标准移交提供了实践参考。

[关键词] 弱电系统; 承接查验; 流程优化; 质量控制

中图分类号: O646.1+2 **文献标识码:** A

Study on Optimization of Inspection Process and Quality Control of Weak Current System in Residential Quarters

Jiayi Song

Shanghai Shenchang Property Management Co., Ltd.

[Abstract] Aiming at the shortcomings and quality problems in the inspection process of weak current system in residential quarters, taking Xingshang-Guanlan Sega project as an example, this paper analyzes the typical problems and their causes in weak current system inspection, and puts forward a phased refined inspection process and a management system construction scheme based on quality control points. The results show that targeted measures such as coordinated restoration of power supply and re-planning of IP address can effectively solve the field problems, and the established closed-loop management mechanism improves the inspection efficiency and system delivery quality, which provides practical reference for the high-standard handover of weak current projects in similar residential projects.

[Key words] weak current system; Undertake inspection; Process optimization; quality control

引言

现代住宅小区智能化程度不断提升,弱电系统作为保障安全、便捷与高效管理的技术基石,其复杂性及集成度日益增高,系统交付前的承接查验直接决定了长期运行的可靠性与用户体验^[1]。星尚-观澜世嘉项目总占地面积约32744.3 m²,总建筑面积约98276.9 m²,涵盖614户住宅单位,该项目弱电系统查验范围全面覆盖视频监控、可视对讲、电子巡更、周界报警、停车管理、门禁控制、信息发布及入侵报警共八大子系统,涉及网络摄像机、管理服务器、对讲室内机、巡更点、道闸、读卡器、显示屏、报警探测器等超过2000台(套)终端设备,子系统间存在复杂的IP网络、总线与逻辑联动关系。本研究旨在结合该具体案例,深度剖析弱电工程移交阶段的技术与管理痛点,构建一套可量化、闭环的流程优化与质量控制方法,以提升查验效率与系统交付的可靠性。

1 住宅小区弱电系统承接查验现状与问题分析

1.1 弱电系统承接查验的主要内容与特点

住宅小区弱电系统承接查验的核心内容是对各智能化子系统进行功能性、性能与工程质量的全面核验,其特点表现为多系统深度集成与技术高度专业化。星尚-观澜世嘉项目查验范围覆盖了视频监控、可视对讲、周界报警等八大子系统,具体工作包括确认前端设备如网络摄像机、对讲室内机、巡更点、道闸、读卡器的安装规范性,测试后端管理平台如NVR、对讲管理主机的功能完整性,以及验证各子系统间的逻辑联动与网络通信质量。其技术复杂性体现在系统基于TCP/IP网络与现场总线混合架构,涉及超过2000个终端节点的地址规划、视频流编码转发、数据库配置与软件权限管理,查验需在有限时间内模拟真实运行场景,对系统可靠性、实时性与稳定性提出极高要求,是一个涉及安装、调试、网络与软件的多维度综合性技术评估过程。

1.2 现有查验流程与常见问题剖析

现有承接查验流程常集中于工程末期进行集中功能性点验, 缺乏对施工与调试过程的分阶段质量控制, 导致大量隐蔽问题在最终验收时集中爆发。本项目集中查验期仅3天, 暴露出两大典型技术问题。一是因现场临时供电线路不稳定, 导致部分楼栋的可视对讲室内机在查验时频繁掉线, 无法完成呼叫、开锁、信息接收等核心功能测试, 暴露了供电保障环节的缺失。二是视频监控因施工阶段IP地址规划与管理混乱, 存在大量地址冲突设备, 导致内网广播风暴与平台频繁掉线, 摄像机图像无法稳定上传与存储, 这反映了网络基础架构调试不充分。此类问题直接导致查验进度受阻, 关键性能指标如系统在线率、报警响应时间无法得到有效验证。

1.3 问题产生的根源与优化必要性

问题的根源在于弱电工程从设计、施工、调试到移交各环节的协同不足与技术管理脱节。设计阶段对设备供电冗余、网络VLAN划分与地址规划方案考虑不周。施工阶段管线敷设、设备安装与接线工艺质量控制不严, 为后续调试埋下隐患。调试阶段往往独立进行, 缺乏与土建、强电、装修等专业的联合调试, 未能模拟真实负载环境。传统“末端验收”模式无法有效发现和解决这些过程性、系统性问题, 导致项目交付质量存在不确定性, 并大幅增加后期运维成本。优化现有流程、建立贯穿项目全生命周期的精细化查验与质量控制体系, 是确保如星尚-观澜世嘉这类大型住宅小区弱电系统一次交付成功、实现设计功能与长期稳定运行的技术与管理的必然需求。

2 弱电系统承接查验流程优化设计

2.1 优化思路与原则

针对星尚-观澜世嘉项目所暴露的“末端集中验收”模式弊端, 流程优化的核心思路是从传统的工程竣工后集中功能点验, 转变为贯穿项目设计、施工、调试、移交全过程的、分阶段、量化的质量控制活动。优化原则遵循技术前置与管理闭环, 首要原则是“设计指导查验”, 即在项目设计阶段即同步制定详细的《弱电系统承接查验技术标准》, 明确各子系统功能、性能、接口的验收阈值, 为后续各阶段查验提供明确技术依据。其次是“过程控制重于末端测试”, 将查验动作分解并融入施工与调试的每一个关键节点。在设备安装阶段进行供电与接地电阻测试, 防止因施工工艺导致的隐性故障。最终原则是“数据驱动决策”, 要求所有查验过程生成标准化记录表单并录入数字化管理平台, 形成设备资产、测试记录、问题清单的完整数据链, 为验收决策与后期运维提供精准数据支撑。

2.2 分阶段精细化查验流程构建

分阶段精细化查验流程构建为四个主要阶段(图1): 施工过程中随工查验、单系统调试后预查验、多系统联动联调查验、最终交付前模拟负荷查验。施工过程中随工查验在管线敷设、设备安装、机柜配线时进行, 重点检查桥架接地电阻是否小于 1Ω 、网线水晶头压接工艺、电源线线径与标号是否符合图纸、摄像机安装视角与紧固度, 并拍摄影像资料存档。单系统调试后预查验在供方完成各自系统内部调试后进行, 并记录其IP地址、MAC地

址与物理位置对应关系, 形成初始资产台账。多系统联动联调查验是核心阶段, 需搭建模拟真实场景的测试环境, 测试周界报警触发后, 对应防区的摄像机是否在2秒内自动预置位转动并弹出画面, 报警信息是否同步推送至中心管理平台与信息发布屏, 门禁刷卡记录是否与可视对讲呼叫记录关联^[2]。最终交付前模拟负荷查验则是在正式电接入、全部网络设备在线的情况下, 进行至少24小时持续运行压力测试, 监测核心交换机CPU与内存占用率、存储录像完整性、平台软件日志有无异常报错。

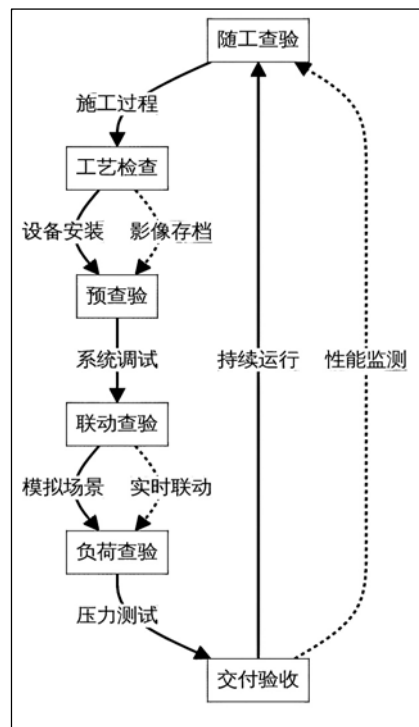


图1 分阶段精细化查验流程

2.3 关键流程环节的优化措施

针对供电不稳定问题, 优化措施为在单系统预查验阶段增加“供电专项验证”。要求对所有弱电间、设备箱的供电回路进行带载测试, 使用钳形表测量实际电流, 核对空气开关容量余量, 并对关键设备如网络交换机、管理服务器、存储阵列的UPS后备电源进行实际放电测试, 记录其可持续供电时间, 确保不低于设计要求的2小时。针对IP地址冲突与网络不稳定问题, 优化措施为强制推行“网络架构预规划与现场固化”流程。在设计阶段即由集成商提交详细的IP地址规划表, 划分独立VLAN, 视频监控VLAN 101、门禁对讲VLAN 102, 并为每个VLAN预留20%的地址余量^[3]。在设备安装阶段, 施工方必须按照规划表为每台设备粘贴包含IP、VLAN、位置的唯一标签。针对联动测试不充分问题, 优化措施是开发标准化的《系统联动测试脚本库》, 将常见的如“火警→门禁全开→视频跟踪→信息发布”等复杂场景分解为可逐步执行的自动化或半自动化测试步骤, 并记录每一步的输入、预期输出与实际结果, 生成详细的测试报告, 确保联动逻辑的百分之百覆盖与验证。

表1 项目质量控制点设置

阶段	质量控制点 (QCP) 编号	主要检查项目	验收标准/方法
材料设备进场	QCP-01	设备品牌型号符合性、出厂检验报告、外观	核对供货清单与技术协议书, 抽检率 100%
管线敷设	QCP-02	桥架安装水平度、接地、线缆间距、管口护套	水平尺测量, 接地电阻测试仪检测 (<1Ω)
设备安装与接线	QCP-03	安装牢固度、接线正确性、防水防尘、标签	目视检查, 力矩扳手抽检紧固螺丝, 标签打印机核对
机柜配线	QCP-04	配线架打线、理线工艺、标签、电源插座	遵循 TIA-568 标准, 使用测线仪检测, 标签清晰唯一
单系统调试	QCP-05	单设备功能、性能指标、IP 地址规划符合性	功能测试脚本, 网络分析仪, IP 扫描工具核对地址表
模拟负荷运行	QCP-07	系统稳定性、关键设备资源占用率、录像完整性	持续运行压力测试≥24h, 监控平台资源使用率
竣工文档移交	QCP-08	全套图纸、技术资料、操作手册、培训记录	核对文档清单, 检查完整性与版本有效性

3 面向优化流程的质量控制体系建设

3.1 质量控制点的识别与设置

质量控制体系的建立始于对弱电工程全生命周期关键节点的识别与管控点的设置, 质量控制点 (Quality Control Point, QCP) 设置在那些一旦失效将导致重大质量缺陷、高昂返工成本或系统性能不可接受的关键工序之后。基于星尚-观澜世嘉项目的优化流程, 质量控制点覆盖从材料进场到最终移交的八个阶段, 每个QCP都有明确的检查项目、验收标准、检查方法与所需文档, 未通过当前QCP则禁止流入下一工序, 核心的质量控制点设置见表1:

3.2 质量评价指标与方法

质量评价需从定性判断转向基于量化指标 (KPI) 的客观评估, 体系建立了一套覆盖功能、性能、可靠性与文档质量四个维度的评价指标集。功能维度采用“测试用例通过率”衡量, 即为每一个子系统及联动场景编写详细的测试用例, 以自动化测试脚本与人工验证相结合的方式执行, 计算已通过用例占总用例的百分比, 目标值为100%。性能维度定义了一系列关键性能指标 (KPI)。视频监控图像质量采用峰值信噪比 (PSNR) 客观评价, 主码流PSNR值需大于32dB。周界报警系统报警响应时间指从探测器触发到中心平台产生声光报警并弹出视频的时间, 要求不大于2秒。网络系统要求核心交换机在满负荷下, 任一端口的数据包转发延迟低于1ms, 且无丢包。可靠性维度通过“平均无故障时间 (MTBF) 预估”和“模拟运行故障率”评估, 在为期24小时的模拟负荷运行测试中, 记录系统级与设备级的故障次数, 计算故障率, 目标为0次系统性故障^[4]。

3.3 质量问题的跟踪与闭环管理机制

任何在质量控制点或日常检查中发现的质量问题都必须进入严格的跟踪与闭环管理流程, 该机制的核心是“问题登记-责任分配-整改实施-验证关闭-根源分析”的完整循环。所有问题通过统一的问题跟踪管理系统进行录入, 每条记录必须包含问题描述、发现位置、发现阶段、问题级别 (严重、主要、次要)、现场照片或日志截图作为附件。系统自动将任务派发给对应的责任单位, 并设定明确的整改时限^[5]。整改责任人需在系统中反馈整改措施与完成时间, 针对“IP地址冲突”问题, 反馈措施为“重新规划该网段地址, 在核心交换机上配置静态ARP绑定, 并更新中央地址库”。整改完成后, 并非由整改方自行确认, 而是由独立的查验小组或监理方进行“验证关闭”。验证人员需赴现场使用相同或更严格的方法进行复测, 如对IP地址冲突问题, 需使用网络扫描工具对整改后网段进行全网扫描, 确认无冲突后, 在系统中上传验证通过的证据并关闭该问题。整个流程的状态对所有相关方透明可视。

4 结论

本文基于星尚-观澜世嘉项目的具体实践, 发现传统的那种“末端集中验收”模式, 其实是弱电系统交付阶段出现诸如设备掉线、网络冲突、联动失效等质量方面问题的根本缘由。基于此情况, 构建了一个贯穿于设备进场、安装调试以及负荷测试整个过程的阶段精细化查验的流程, 其核心之处在于把质量控制点前置到各个关键工序当中, 并且同步建立一个融合了量化性能指标以及闭环问题跟踪的质量控制体系。该体系借助定义视频图像 PSNR、报警响应时间、网络延迟等关键性能指标, 设

置从施工随工查验一直到文档移交的八个质量控制点,从而实现
对弱电工程质量的客观评价以及过程管控。实践证明,优化流
程以及体系能够从源头进行预防并且系统性地解决住宅小区复
杂弱电系统集成当中的典型问题,显著地提升一次验收合格率
以及系统长期运行的稳定性,为同类工程标准化、高质量移交提
供直接可操作的管理办法以及技术实施框架。

[参考文献]

[1]康志辉.基于电力载波通信技术的老旧建筑弱电系统智
能化改造方案[J].建设科技,2026,(02):116-119.
[2]陈鑫,王国成,张海涛.面向现代化住宅小区的智能化弱

电系统设计[J].智能物联技术,2024,56(06):73-76.

[3]但国良.智能建筑弱电系统信息化建设应用与对策分析
[J].新城建科技,2024,33(09):137-139.

[4]张亚东.既有住宅小区的室外弱电线路改造技术与应用
[J].工程建设,2023,55(03):25-29.

[5]黄蒙.弱电智能化控制与建筑节能分析[J].居舍,2020(6):43.

作者简介:

宋佳屹,男,汉族,上海人,本科,职称:工程师,研究方向:楼
宇设备自控、安防。