

分析建筑智能化弱电系统施工质量管控关键技术

周济剑

中建电子信息技术有限公司, 广东 深圳 518100

DOI:10.61369/UAID.2026030050

摘 要 : 建筑智能化弱电系统施工质量直接决定建筑功能与管理水平。分析系统构成与施工特点,从施工准备、过程控制、系统调试三个维度,探讨管线敷设、设备安装、联调联试、质量检测等关键技术。通过编制针对性施工组织设计、严格执行工序交接检验、应用BIM技术优化管线综合、建立质量追溯体系,可有效提升施工质量。结合某大型公共建筑实践,验证了上述技术的应用效果。

关 键 词 : 建筑智能化; 弱电系统; 施工质量; 管控技术

Analyze Key Technologies for Construction Quality Control of Intelligent Building Weak Current Systems

Zhou Jijian

China Construction Electronic Information Technology Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong 518100

Abstract : The construction quality of the intelligent building weak current system directly determines the building's functionality and management level. This paper analyzes the system composition and construction characteristics, and discusses key technologies such as pipeline laying, equipment installation, joint debugging and testing, and quality inspection from three dimensions: construction preparation, process control, and system debugging. By preparing targeted construction organization design, strictly executing process handover inspection, applying BIM technology to optimize pipeline integration, and establishing a quality traceability system, the construction quality can be effectively improved. The application effect of the above technologies is verified through the practice of a large public building.

Keywords : intelligent building; low-voltage system; construction quality; control technology

引言

建筑智能化弱电系统是现代建筑的重要组成部分,其施工质量直接决定建筑的使用功能与运行管理水平。然而,弱电系统构成复杂、专业协调难度大、隐蔽工程多,施工中容易出现管线敷设不规范、端接工艺不达标等质量问题。如何从施工准备、过程控制到系统调试与检测,系统性地管控弱电系统施工质量,成为工程管理的重点。围绕弱电系统构成与施工特点,探讨各项质量管控关键技术,有助于提升智能化系统的施工水平与交付质量。

一、建筑智能化弱电系统构成与施工特点

(一) 弱电系统的构成

建筑智能化弱电系统通常包括以下几个主要子系统。建筑设备监控系统(BAS)对空调、给排水、照明、电梯等设备进行集中监视和控制。安全防范系统包含视频监控、入侵报警、出入口控制及电子巡更。通信网络系统涵盖综合布线、计算机网络、移动通信室内覆盖。办公自动化系统包括计算机网络、电话交换、会议系统。火灾自动报警及消防联动系统具有独立验收要求。此外,大型公共建筑还可设置智能照明、能源管理、车位引导等专项系统。这些系统共同构成弱电智能化体系。

(二) 弱电系统施工的主要特点

弱电系统施工具有以下显著特点。一是系统构成复杂,涉及

多个专业领域,施工需要跨专业协调配合。二是设备种类多、数量大,一条综合布线系统中可能包含数千个信息点位,设备管理难度大。三是施工精度要求高,网络线缆的敷设弯曲半径、端接工艺等都有严格的技术要求,稍有偏差就会影响系统性能。四是调试工作量大,各子系统需要先单独调试,再进行系统集成联调,调试周期较长。五是质量隐蔽性强,线缆敷设、接头制作等工序属于隐蔽工程,一旦覆盖后难以直观检查质量。

二、施工前准备阶段的质量管控技术

(一) 施工图纸会审与技术交底

施工图纸是施工质量的基础保障。弱电系统施工前,应组织设计单位、施工单位、监理单位进行图纸会审,重点审查以下内

容：弱电各系统的点位布置是否与建筑功能匹配；弱电间、设备机房的位置和面积是否满足设备安装和运行维护要求；弱电管线与强电管线、给排水管线、暖通管线在空间上是否存在冲突；弱电设备的供电和接地措施是否明确。会审中发现的问题应以书面形式反馈给设计单位，待设计变更或澄清后再进行施工。

技术交底是施工前质量管控的关键环节，应由上往下逐级进行，第一级是项目层，由项目技术负责人向项目全体管理人员进行交底；第二级是专业级，由项目专业技术工程师/专业工程师向施工员、施工班组长进行交底；第三层是作业级，由施工班组长向现场一线作业工人进行交底，三级技术交底纸质版资料要妥善存档保存。交底内容包括施工工艺要求、质量标准、关键工序的操作要点、常见质量问题的预防措施等。对于综合布线系统这类对工艺要求较高的分项工程，建议先制作样板，经建设、监理、设计单位共同确认后，再大面积展开施工^[1]。

（二）材料与设备进场检验

弱电系统所用材料与设备的品质，直接关系系统投入使用后的实际表现。在材料和设备运抵施工现场时，相关管理人员需要重点核查多项内容。对于各类电缆，要查看其规格型号是否与设计图纸一致，导体直流电阻、绝缘电阻以及阻燃性能是否满足技术要求。针对网络交换设备，需确认端口数量、数据转发能力以及与其他品牌设备的兼容性是否达到系统设计指标。至于摄像机、探测器这类终端器件，则要检验外壳防护等级、探测灵敏度、拍摄视角等参数是否符合预先制定的技术标准^[2]。

所有进场的材料与设备，都必须附带生产厂家出具的出厂合格证、质量保证文件以及法定检测机构提供的检测报告。如果涉及进口产品，还需查验海关报关单据和入境商品检验证明，确保产品来源合法、质量可靠。

在某个大型公共建筑施工案例中，监理人员对进场网络电缆进行抽检时，发现部分电缆的直流电阻测试结果超出允许范围。随后将样品送往具备法定资质的检测机构进一步检验，最终确认这批电缆不符合国家标准 GB/T 50311-2016 的规定。项目管理方立即要求供货单位将整批电缆清退出场，避免了不合格材料用于工程实体。这一过程说明了进场检验对于防范质量隐患的重要性，也提醒施工各方不能忽视材料源头控制。

三、施工过程质量管控关键技术

（一）管线敷设质量控制技术

管线敷设是弱电系统施工的基础工序，其质量直接影响后续设备安装和系统运行。管线敷设的质量控制要点包括以下几个方面。线缆敷设前应核对线缆规格型号，避免用错线缆。线缆敷设时应避免强行拉扯，防止线缆内部导体断裂或绝缘层破损。线缆的最小弯曲半径应符合规范要求，非屏蔽双绞线的弯曲半径不应小于线缆外径的4倍，屏蔽双绞线不应小于外径的8倍，光缆不应小于外径的10倍。线缆敷设时应做好标识，桥架内的线缆应按系统分类绑扎，每间隔1.5至2米设置标识牌，便于后续维护。

某办公楼项目在综合布线施工中，因施工人员为图省事，将

六类非屏蔽双绞线紧贴桥架锐角弯头敷设，导致多处线缆弯曲半径不足，经福禄克（Fluke）网络测试仪检测，约有12%的信息点位永久链路性能不达标，最终对该部分线缆进行了重新敷设，返工量约为850米，造成经济损失约6万元。

（二）设备安装精度控制技术

弱电设备的安装精度对系统性能有重要影响。摄像机的安装位置和角度直接决定监控覆盖范围，安装时应根据现场实际情况微调，确保监控画面覆盖关键区域且无盲区。探测器的安装高度和安装角度影响其探测范围和灵敏度，安装时应严格按照产品说明书的要求进行。网络设备的安装应保证通风良好，避免设备过热导致性能下降或故障。机架式设备的安装应整齐排列，标签清晰，便于维护和管理^[3]。

对于精密安装要求的设备，建议使用激光水平仪、角度仪等工具进行辅助定位，确保安装精度满足设计和规范要求。某机场航站楼的视频监控系统中，因球型摄像机的安装角度偏差约8度，导致行李提取区域的监控画面出现盲区，后被安检部门要求整改，重新调整了约120台摄像机的安装角度。

（三）线缆端接与接线质量控制技术

线缆连接头制作与导线连接操作属于弱电施工中工艺要求较高的环节。处理双绞线连接时，施工人员需要按照A类或B类线序规则排列线芯，同时让双绞线节距尽量靠近连接点十三毫米以内，这样能够减少信号干扰。

对于光缆接头，操作人员需使用专用工具完成光纤切断与热熔，热熔后的接续衰减应 $\leq 0.05\text{dB}$ ，随后用热收缩保护管包裹接头。连接端子的压迫连接必须牢固可靠，防止出现松动接触或导通不良的情况。所有连接头制作与导线连接工作结束后，还要使用专业检测设备开展连通性检测和传输性能检验，以此确认连接质量达标。

在实际施工中，线芯剥离长度不当、线序排错或压接力度不均都会影响信号传输，甚至造成系统运行不稳定。因此，操作人员应当提前熟悉设备说明书中的端接要求，并在正式批量制作前先完成样品测试。光缆热熔前需清洁光纤端面，避免灰尘导致接续衰减过大。施工过程中还应注意线缆两端标识的一致性，方便后续调试与维护。只有把每个连接环节的细节把控到位，才能保证整个弱电系统后续调试顺利开展，减少因接线质量问题引发的返工。

四、系统调试与检测质量管控技术

（一）子系统独立调试技术

各个弱电子系统完成安装工作之后，需要先开展独立调试，目的是确认每一个子系统都能够自主稳定地运行。对于视频安防监控系统，调试工作包含检查图像画面是否清晰、录像存储与回放功能是否正常，以及远程访问画面与控制功能是否顺畅。出入口控制系统的调试则要测试读卡器的感应灵敏度、电锁的开启与关闭动作，同时验证报警信号能否准确触发。综合布线系统的调试要借助专用网络分析仪（例如福禄克测试仪）来执行永久链路

或者信道的性能测试,测试项目中涵盖插入损耗、回波损耗、近端串扰以及远端串扰等参数,最终的检测结果必须符合国家标准 GB/T 50312-2016 的规定。

除了上述常规检查之外,调试过程中还应注意各子系统内部设备的配合情况,比如摄像机与录像机的时钟同步、读卡器与控制器的通信稳定性等。独立调试阶段要逐一记录每个功能点的测试数据,发现异常立即调整设备参数或检查接线。只有各个子系统自身运行可靠,后续的集成联调才能顺利进行,否则系统之间的联动功能可能因为基础缺陷而反复出现问题。因此,独立调试不仅仅是对安装质量的验证,也为整个智能化系统稳定交付打下必要基础^[4]。

(二)系统集成联调联试技术

各子系统独立调试完成后,应进行系统集成联调联试,验证各系统之间的联动功能是否正常。建筑设备监控系统的联调应验证传感器数据采集是否准确、控制器指令执行是否可靠、中央管理工作站显示是否与实际状态一致。安全防范系统的联调应验证视频监控系统与入侵报警系统的联动功能,即当入侵报警触发时,视频监控系统能否自动切换到相应画面并进行录像。火灾自动报警系统的联调应验证其与消防联动设备(如排烟阀、防火阀、消防泵等)的联动控制功能是否正常。

某大型商业综合体项目的智能化系统联调中,发现建筑设备监控系统与冷水机组控制系统的通信接口协议不匹配,导致监控系统无法读取冷水机组的运行参数。后经设备厂家协调,升级了冷水机组的通信接口固件,实现了数据传输,联调工作才得以完成。这一案例说明,系统集成联调前应提前确认各系统之间的通信协议和接口标准,避免联调时出现问题。

(三)系统检测与质量评估技术

系统调试工作结束之后,需要委托具备法定检测资质的机构开展系统检测。只有检测结果合格,相关方面才能组织竣工验收。检测内容涵盖系统功能、系统性能以及系统运行可靠性等方面。检测数量需要遵守相关技术规范的要求,以视频监控系统为例,检测点位数量不得低于整个系统总点位数的百分之二十,同时绝对数量能少于3个,总点位数量少于3个时应全部检测。

检测机构出具正式的检测报告,报告里面要详细记录每一项

检测的结果。如果在检测过程中发现质量问题,建设或监理单位应当要求施工单位限期整改。施工单位完成整改工作之后,检测机构需要再次进行复测,反复这一过程直到所有检测项目均达到合格标准。除了视频监控系统之外,其他弱电子系统如出入口控制、综合布线等同样需要按照规范比例抽取点位进行检测。系统可靠性检测可以采取连续运行测试的方式,观察系统在规定时间内是否存在故障或异常。只有通过这样严格的多轮检测与整改闭环,才能确保弱电系统交付时满足设计要求和运行需要^[5]。

五、施工质量管控的信息化技术应用

随着信息技术的发展,施工质量管控也逐步向信息化、智能化方向升级。BIM技术在弱电施工中的应用日益普及,通过BIM模型可以进行弱电管线的碰撞检查、点位布置优化、施工进度模拟等,提高施工质量和效率。某智能建筑工程在管线敷设前,利用BIM技术进行管线综合优化,发现并解决了约160处管线冲突问题,弱电管线敷设一次合格率达到98.5%,较传统施工方法提高了约12个百分点。

此外,质量追溯系统的应用也为弱电施工质量管控提供了有力支撑。通过在关键工序和关键部位设置质量追溯点,记录施工时间、施工人员、施工参数、检验结果等信息,实现施工质量的可追溯性。一旦出现质量问题,可以快速定位问题环节和责任人员,有利于增强质量责任意识和改进施工质量。

六、结束语

建筑智能化弱电系统施工质量管控需贯穿全过程。从施工准备阶段的图纸会审与材料检验,到施工过程中的管线敷设、设备安装及线缆端接控制,再到系统调试与检测阶段的独立调试、集成联调与性能检测,每一环节均不容忽视。应用BIM技术优化管线综合、建立质量追溯体系等信息化手段,可显著提升施工质量与管理效率。系统化、精细化的质量管控能有效保障弱电系统功能实现与长期稳定运行,为建筑智能化目标提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 张建民. 建筑智能化弱电系统施工质量管控关键技术 [J]. 科技与创新, 2026(8): 98-100.
- [2] 苑亚楠. 智能化建筑弱电工程的技术施工与质量管理分析 [J]. 电脑采购, 2021(51): 136-138.
- [3] 王银龙. 建筑电气智能化弱电系统安装及质量管理 [J]. 砖瓦世界, 2025(23): 184-186.
- [4] 刘瑶. 建筑智能化工程施工中的质量通病及管控策略 [J]. 电脑校园, 2020(6): 1984-1985.
- [5] 高杰华. 建筑电气智能化弱电系统安装及质量管理 [J]. 中州建设, 2025(11): 115-116.