 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i6.10647

Optimized Design for Integrated Cabling of Intelligent Building Low-Voltage Systems

Daoshi Chen

Sanya Urban Investment, Construction and Operation Group Co., Ltd., Sanya, Hainan, 572000, China

Abstract

With the continuous improvement of building intelligence,weak current systems are gradually developing toward integration,digitalization,and high reliability.As the fundamental infrastructure supporting the stable operation of various intelligent subsystems,the design quality of integrated cabling is directly related to information transmission efficiency,system compatibility,and long-term operation and maintenance costs.At present,integrated cabling design in building projects still suffers from problems such as inadequate implementation of construction standards and insufficient scalability,which adversely affect the overall performance of intelligent systems.This paper focuses on the optimized design of integrated cabling for intelligent building weak current systems,analyzing design requirements,system architecture,key technologies,and construction quality control,with the aim of providing a reference for improving the operational stability of building weak current systems,network transmission quality,and the level of intelligent management.

Keywords

intelligent building; weak current system; integrated cabling; optimized design

建筑智能化弱电系统综合布线优化设计

陈道狮

三亚城市投资建设运营集团有限公司，中国·海南 三亚 572000

摘　要

建筑智能化水平一直增加，弱电系统也由原来的分散化、低效化向集成化、数字化、高可靠化方向发展，融合布线作为各类智能化子系统稳定运行的基础，其设计质量直接关系到信息传输能力、系统兼容性、后期运维成本。目前建筑项目融合布线设计还存在着施工标准执行不到位、扩展能力不足等问题，影响了智能化系统整体性能。本文主要针对建筑智能化弱电系统融合布线改良设计，从设计需求、系统架构、关键技术、施工质量控制等几个方面实行分析，为增加建筑弱电系统运行稳定性、网络传输质量、智能化管理水平给予参照。

关键词

建筑智能化；弱电系统；综合布线；优化设计

1 引言

伴随现代建筑功能越来越丰富，安防监控、通信网络、楼宇自控、消防报警、信息发布等智能化系统数量越来越多，各个系统之间信息交互也越来越频繁，对融合布线系统的要求也越来越高。融合布线承担着数据、语音、图像等各种信息的传输任务，也是保证建筑智能化系统高效协同运行的重要支撑。建筑规模越来越大，设备种类越来越多，应用场景越来越广，使得传统的布线形式在系统兼容性、施工协调性、维护便捷性以及后续扩容能力等方面逐渐暴露出来。改良融合布线设计，合理规划系统架构，专业配置传输介质，精进施工质量控制流程，有利于增加网络运行能力，减少系统故障率，增加建筑智能化工程整体建设质量，为建筑全生命周期信息化管理、稳定运行打下坚实基础。

【作者简介】陈道狮（1987–），男，黎族，中国海南万宁人，本科，工程师，从事电子工程研究。

2 建筑智能化弱电系统综合布线设计需求分析

2.1 建筑智能化弱电系统组成与布线需求

建筑智能化弱电系统一般由融合布线系统、计算机网络系统、视频监控系统、门禁控制系统、楼宇自动控制系统、公共广播系统、火灾自动报警系统和通信系统等组成，各个子系统凭借融合布线平台实现信息的互联及数据的共享。伴随建筑功能的不断丰富，数据传输业务由原来的语音逐步扩展到高清视频、物联网设备接入、智能终端协同应用，布线系统要满足高带宽、低时延、高稳定性的运行要求。设计过程中要融合建筑规模、空间布局、设备数量、业务类型等，合理规划信息点位置、线缆容量、管线途径，使各个子系统有着良好的兼容性、扩展性。

2.2 综合布线系统设计原则与技术要求

融合布线系统设计要遵照先进性、可靠性、开放性、可扩展性、经济性这六大原则，在满足现阶段使用需求的基础上，还要考虑将来业务的发展。设计方案要符合建筑空间特点以及弱电系统功能定位，合理划分工作区、配线区、设备间和管理区，保证各子系统之间连接顺畅。传输介质的选择要融合网络带宽、传输距离和抗干扰性能来配置，数据链路要满足高速通信的要求，语音、图像以及控制信号可以稳定传输。线缆敷设应满足防火、防潮、防腐蚀、电磁兼容的要求，强弱电保持一定的间距，减少电磁干扰造成的通信质量下降。设备安装位置应便于维护管理，标签标识应完整清晰，端接工艺符合相关规范，保证后期故障定位及线路调整更加高效，使融合布线系统具备较高的运行稳定性以及长期使用价值。

2.3 综合布线设计中的关键影响因素分析

融合布线设计质量受建筑结构、设备分布、网络业务规模、施工环境、后期运维需求等各方面因素的影响。建筑层高、梁柱结构、管井布置等都会影响线缆敷设方式及桥架安装途径，空间条件繁复时会增大线路长度和施工难度。信息终端数量不断增加，网络容量规划变成设计重点，如果预留不足，将影响系统扩容能力。视频监控、高速无线网络、楼宇自动控制等业务越来越多，对网络带宽、数据传输质量要求也越来越高。施工阶段由于交叉作业频繁、桥架空间不足、管线途径调整等原因，都会对布线质量造成影响。设备运行环境中的温度、湿度、电磁干扰都会影响线路长期的稳定性，设计时要融合建筑实际情况实行融合评定，增加融合布线系统的可靠性、适应性、维护便利性 [1]。

3 建筑智能化弱电系统综合布线架构优化设计

3.1 综合布线系统总体架构优化设计

融合布线系统总体架构要使用分层、模块化的设计思想，按照 TIA-568 和 ISO/IEC 11801 融合布线标准建立主干及水平相结合的网络结构，增加系统的兼容性以及扩展性。网络核心层可以使用 10GBASE-SR、10GBASE-LR 或者 40G Ethernet 高速链路来建立数据传输主干，主干部分优先使用 OM4 多模光纤或者 OS2 单模光纤，实现高速、远距离传输。接入层用 Cat6A 或者 Cat7 铜缆连接终端设备，满足 PoE++ 供电以及千兆以上网络接入的要求。各个子系统按照模块独立部署，用 MDF 主配线架及 IDF 楼层配线架集中管理，形成结构清晰、维护方便的融合布线系统。架构设计时留出端口和桥架的预留空间，为以后增加智能终端、无线 AP、物联网设备留有余地，增加整个系统的运行能力以及资源利用率。

3.2 工作区、水平与垂直布线优化设计

工作区布线设计要融合建筑功能和终端设备的布局来合理配置信息插座的位置，水平布线使用星型拓扑结构，保证各个终端都可以独立连接到楼层配线间。水平链路优先使用 Cat6A 非屏蔽双绞线（UTP）或者屏蔽双绞线（F/UTP），支持 10GBASE-T 高速传输，满足 PoE 供电需求，减少设备独立供电线路。垂直主干用 OM4 多模光纤或者 OS2 单模光纤组成高速光纤骨干网络，用 MPO 预端接技术增加施工能力及连接可靠性。桥架布置使用强弱电分离方式，合理控制弯曲半径以及线缆填充率，防止线路受压、过度弯折造成信号衰减。对于无线 AP、智能终端、视频监控设备密集的区域，可以适当增加预留信息点及备用光纤资源，增加系统适应将来业务扩展的能力 [2]。

3.3 设备间及管理子系统布线优化设计

设备间属于融合布线系统的重要节点，应按照建筑规模合理设置 MDF 主设备间以及各楼层 IDF 设备间，形成集中管理、分层控制的运行形式。设备间内部用标准 19 英寸机柜配置 ODF 光纤配线架、Patch Panel 配线架、理线器，分区管理光纤和铜缆，增加维护能力。重点交换机可以使用 Stack 堆叠技术或者 MLAG 多机链路聚合技术来增加网络的可靠性以及链路冗余能力，配合 RSTP 快速生成树协议来实现网络故障快速恢复。管理子系统建立完整的线缆编码、端口标识、电子台账，用 DCIM 基础设施管理平台对设备连接关系实行可视化管理，实现线路状态查询、资产管理、故障定位。设备间应设置 UPS 不间断电源、精密空调、环境监测系统，保证网络设备长期稳定运行，增加融合布线系统整体运维水平。

4 建筑智能化弱电系统综合布线关键技术优化

4.1 传输介质与线缆选型优化设计

传输介质的选择要融合网络带宽、传输距离以及业务类型实行改良配置，水平布线可以使用 Cat6A 非屏蔽双绞线，支持 10GBASE-T 传输速率，在链路长度 100m 范围内可以稳定实现 10Gbit/s 数据传输；数据中心、高层建筑主干网络宜使用 OM4 多模光纤，传输速率为 40Gbit/s 时，有效传输距离可达 150m，使用 OS2 单模光纤时，10Gbit/s 链路传输距离可达 10km 以上。视频监控、无线 AP、门禁终端使用 PoE++ 标准的线缆，最大供电能力为 90W，减少独立供电线路的铺设。线缆护套应选用低烟无卤（LSZH）材料，工作温度在－ 20℃～＋ 70℃之间，燃烧时烟雾释放量小，有利于建筑消防安全。根据业务类型将数据、语音、控制信号分别接入不同的传输介质，可以有效地减小线路损耗，增加系统长期运行的稳定性。

4.2 管线敷设与空间布局优化设计

管线敷设要融合建筑结构及设备分布来规划桥架、线槽和管道的途径，桥架填充率控制在 40% ～ 50% 之间，为后续扩容留有足够空间。金属桥架水平安装支吊架间距控制在 1.5m ～ 2.0m，垂直安装固定点间距不大于 2.0m，线缆弯曲半径不小于线缆外径的 8 倍，光纤弯曲半径不小于外径的 15 倍，防止过度弯折造成传输性能下降。弱电桥架以及 380V 动力电缆平行敷设距离应大于 300mm，交叉处夹角应为

90° ，可减小感应干扰。设备间、弱电井预留 20% ~ 30% 的桥架容量，信息点密集处增加备用管道数量，保证系统升级不需要大面积拆改，增加施工能力以及维护便利性 [3]。

4.3 网络传输性能与电磁兼容优化设计

网络传输性能改良要以减少链路衰减、控制串扰、增加网络稳定性为主，Cat6A 链路插入损耗在 500 MHz 频率条件下应控制在 32.8 dB 以内，近端串扰（NEXT）裕量应满足标准要求，保证高速数据稳定传输。主干交换网络可以使用 10Gbit/s 或者 40Gbit/s 的以太网链路，用 LACP 链路聚合技术增加网络带宽及冗余能力。电磁兼容设计要控制强弱电线路间距，弱电线路与变压器、高压配电柜距离应大于 1.0m，与大功率电机距离应大于 2.0m。屏蔽双绞线两端要可靠接地，接地电阻小于 1Ω，机柜、桥架、金属线槽等形成等电位连接，减少电磁辐射和感应电流的影响。网络设备可以配置 EMI 滤波模块以及 SPD 浪涌保护装置，增加雷击以及瞬态过电压防护能力，保证融合布线系统长期稳定运行。图 1 为建筑智能化弱电系统融合布线关键技术改良解析图。

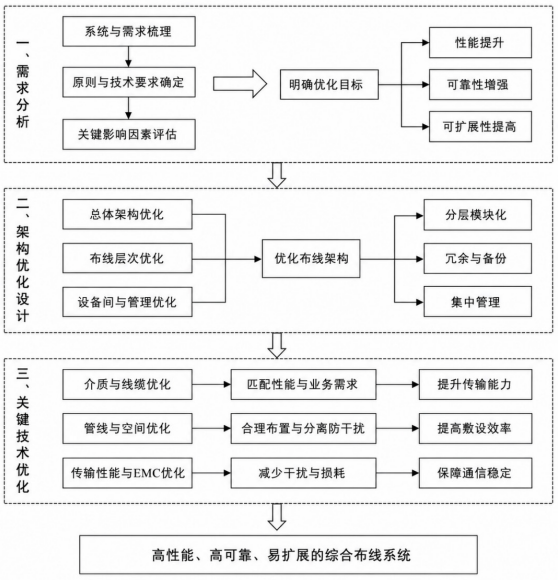


图 1 建筑智能化弱电系统综合布线关键技术优化解析图

5 建筑智能化弱电系统综合布线施工与质量控制

5.1 综合布线施工工艺优化设计

融合布线施工应按加深设计图纸组织实行，施工前完成桥架定位、管线途径复核、设备安装放线，减少后期返工。线缆敷设使用分区域、分系统同步施工的方式，同一桥架内线缆排列整齐，绑扎间距控制在 1.0m ~ 1.5m 之间，防止线缆受力集中。双绞线最大牵引力不宜大于 110N，光纤敷设牵引力不宜大于 270N，防止芯线损伤。线缆两端预留长度为 1.5m ~ 2.0m，机柜内部预留长度为 2.0m 左右，满足后期维护需要。RJ45 模块端接要严格按照 T568B 接线标准执行，线对散开长度控制在 13mm 以内，保证传输性能。施工全过程同步完成标签编号、线路登记、影像记录，增加施工规范化水平，为系统验收、运维管理给出可靠依据 [4]。

5.2 综合布线安装质量控制措施

安装质量控制要包含材料进场、施工过程、隐蔽工程验收等各个阶段。线缆、模块、配线架、光纤连接器应有产品合格证，外观及性能抽检比例不低于 10%。桥架安装水平偏差不大于 5mm/10m，垂直偏差不大于 3mm/m，机柜安装垂直度偏差不大于 2mm。线缆编号应以及竣工图纸一致，标签完整率要到了 100%。配线架端接完成后检查线序、压接质量、固定状态，防止松动、错接、虚接。设备接地用铜芯导线连接，接地电阻小于 1Ω。施工完成后及时封堵桥架及穿墙孔洞，满足建筑防火封堵要求，增加融合布线系统整体安全性能和长期运行可靠性。

5.3 综合布线系统测试与验收优化方法

融合布线系统安装完毕后应实行链路性能测试、光纤测试、系统验收，双绞线使用Ⅵ A 级认证测试仪实行永久链路测试，测试内容含有线序、长度、插入损耗、回波损耗、近端串扰、传播时延等指标，永久链路长度不应大于 90m，信道总长度控制在 100m 以内。光纤链路用 OTDR 及光功率计检测，单个熔接点损耗不大于 0.30dB，连接器插入损耗不大于 0.50dB。网络系统可以实行 72h 连续稳定运行测试，链路丢包率小于 0.1%，网络时延小于 5ms。验收阶段凭借施工记录、测试报告、竣工图纸、电子台账等融合核查，保证线路编号、设备位置、端口信息一致，增加工程交付质量及后续运维能力 [5]。

6 结语

建筑智能化弱电系统融合布线改良设计同建筑信息传输能力、系统运行稳定性、后期运维能力有着直接联系。围绕设计需求、系统架构、关键技术、施工质量控制开展全过程改良，可以有效地增加融合布线系统可靠性、兼容性、扩展性，满足多类型智能化系统协同运行的要求。伴随建筑数字化、网络化水平一直增加，融合布线设计会越来越重视高带宽传输、标准化建设、精细化管理，给建筑智能化系统安全、高效、稳定运行给出坚实保障，更深一步增加建筑工程整体应用价值。

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] 蔡亚翠.弱电智能化系统在建筑工程中的应用研究[J].新疆有色金属,2026,49(2):59-60.

[3] 王海涛.建筑电气智能化弱电系统安装质量管理研究[J].房地产世界,2026,(6):103-105.

[4] 岳三鹏.智慧建筑背景下弱电智能化系统集成方案研究[A].第二届工程技术管理智能化转型学术交流会论文集（上册）[C].广西网络安全和信息化联合会:2026:277-279.

[5] 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,(2):116-119.