

老旧建筑电气系统改造的设计要点与安全把控

吴书豪

九易庄宸科技(集团)股份有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]老旧建筑随着我国城市更新战略的持续深入推进,所面临的电气系统问题愈发凸显。目前大量的老旧建筑普遍存在着安全隐患极为突出,功能难以适应现代需求,电气系统老化严重等情况,对建筑的正常使用与功能发挥造成严重的影响,甚至会威胁人民的生命财产安全。电气系统的改造工程对老旧建筑功能的正常运转以及安全效能有着直接的影响。文章对老旧建筑电气系统设计中存在的共性痛点进行了深入的分析,在此基础上构建了全流程的安全把控体系,提高电气系统的安全可靠、节能高效,以供参考。

[关键词]老旧建筑; 电气系统改造; 设计要点; 安全把控; 全流程管控

DOI: 10.33142/ect.v4i1.18825

中图分类号: TU85

文献标识码: A

Design Points and Safety Control for the Renovation of Electrical Systems in Old Buildings

WU Shuhao

Jiuyi Zhuangchen Technology (Group) Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the continuous deepening of Chinese urban renewal strategy, the electrical system problems faced by old buildings have become increasingly prominent. At present, a large number of old buildings generally have extremely prominent safety hazards, with functions that are difficult to adapt to modern needs and severe aging of electrical systems, which have a serious impact on the normal use and function of buildings, and even threaten the safety of people's lives and property. The quality of electrical system renovation projects has a direct impact on the normal operation and safety efficiency of old building functions. The article provides an in-depth analysis of the common pain points in the design of electrical systems in old buildings. Based on this, a safety control system for the entire process is constructed to improve the safety, reliability, energy efficiency, and effectiveness of electrical systems for reference.

Keywords: old buildings; electrical system renovation; design points; safety control; whole process control

引言

在我国现存数量庞大的建于2000年之前的老旧建筑,但是受制于当时设计标准,经济技术水平以及使用需求的局限性。老旧建筑的线路老化、配电布局不合理问题极为普遍,保护装置缺失或失效的情况屡见不鲜。随着居民生活水平的提高,智能家电、电动汽车充电桩等各类新型用电设备的普及,老旧建筑电气系统的负荷承载能力已无法满足现代使用需求,频发漏电伤人、电气火灾等安全事故。老旧建筑电气系统改造是一项涉及多个环节、需要统筹考虑的系统性工程,在改造的过程中不仅要解决目前所存在的安全隐患,同时也应该考虑未来用电需求的增长以及节能、智能化发展趋势,实现长效安全运行。本文梳理改造设计阶段的关键要点,构建全流程安全把控体系,助力城市更新进程中老旧建筑功能提升,为居民创造安全、舒适的用电环境。

1 老旧建筑电气系统的共性问题分析

在老旧小区电气安装施工过程中,现场实际情况与设计图纸之间往往存在着脱节的状况。主要由于老旧建筑可能会历经多次的改动管道的轴向变得更加的错综复杂,墙体的材料也可能因为后续的加固翻新等操作而发生一

系列的改变,从而导致施工现场与设计图纸所规划的内容不一致,给现场施工带来了严峻的挑战。老旧建筑电气系统的问题具有普遍性、关联性,从电气线路方面来看,多数的老旧建筑电气线路采用聚氯乙烯(PVC)绝缘导线,这种导线在长期的使用过程中,受到机械磨损以及化学腐蚀等多种不利因素的影响,其绝缘性的性能逐渐衰退,在一定程度上增加了漏电的风险,对居民的生命与财产安全有着直接的影响。部分老旧建筑在电气线路铺设的过程中使用的是铝芯导线,这种导线在长期的使用过程中,接头部位容易出现氧化的情况,从而提高线路接触不良的发生概率,会加剧电气系统的安全隐患,影响电气设备的正常运行。随着时代的发展,在居民的日常生活中,大功率的用电设备得到了日益的普及,因此,原有的电气系统负荷承载能力已经无法满足大功率用电设备的需求,线路烧毁、频繁跳闸等事故时常发生,对居民的正常生活造成影响。部分老旧建筑电气系统未设置漏电保护、短路保护等装置,电气系统在发生漏电或短路故障时无法有效防范漏电伤人事故。接地体因长期处于地下潮湿环境中普遍存在接地体腐蚀、接地电阻超标等问题,破坏电气系统的正常接地秩序的同时也易造成人员触电事故。

2 老旧建筑电气系统改造的设计要点

2.1 负荷计算与容量规划设计

负荷计算直接决定导线截面选择、配电装置选型及线路布局,结合建筑的使用功能计算用电负荷。明确负荷统计范围,结合用电设备的额定功率、同时系数等参数,采用需要系数法进行负荷计算,准确核算总计算负荷及各分支回路的计算负荷。公式为: $P_{js} = K_d \cdot \sum P_e$, 其中 P_{js} 为计算负荷 (kW), K_d 为需要系数, $\sum P_e$ 为各类用电设备的额定功率之和 (kW)。不同用电场景需系数有别: 动力负荷取 0.7~0.9; 住宅照明负荷取 0.6~0.8; 商铺综合负荷取 0.8~0.95。依据负荷计算结果,合理规划配电容量,定变压器等配电装置额定容量,选择合适导线截面,确保导线载流量等达标,防止线路过载发热。预留 15%~20% 负荷增长空间,适配未来用电需求,结合建筑结构划分配电区,控制照明线路电压损耗 $\leq 5\%$ 、动力线路 $\leq 3\%$ 。表 1 为老旧建筑不同用电场景负荷计算需要系数参考值,明确各类负荷的取值范围。

表 1 老旧建筑不同用电场景负荷计算需要系数参考值

用电场景	负荷类型	需要系数 (Kd)	备注
住宅建筑	照明负荷	0.6~0.8	客厅、卧室、厨房等区域照明
住宅建筑	家用电器负荷	0.5~0.7	空调、冰箱、洗衣机等常用电器
办公建筑	办公设备负荷	0.7~0.9	电脑、打印机、复印机等设备
商铺建筑	综合负荷	0.8~0.95	照明、收银设备、小型动力设备
公共区域	应急照明负荷	1.0	确保应急状态下可靠供电

2.2 线路改造设计

线路改造中不仅要确保线路安全、耐用,同时需要兼顾美观性与实用性,优先选用耐腐蚀、绝缘性能好的铜芯绝缘导线,其中 BVR 导线柔韧性好,便于穿管敷设,适合复杂户型或隐蔽敷设场景。照明回路导线截面不小于 1.5mm^2 , 空调等大功率设备回路导线截面不小于 4mm^2 , 普通插座回路导线截面不小于 2.5mm^2 。根据建筑结构特点,优先采用暗敷方式,管材选用阻燃 PVC 管或镀锌钢管。线路敷设过程中,强电线路与弱电线路分开穿管,线管间距不小于 30cm,线路转弯处采用弯头,弯曲半径不小于线管直径的 6 倍,导线穿管时,线管内导线总截面积不超过线管内截面积的 40%,线路接头需设置在接线盒内,采用压线帽、焊接或端子连接,并用绝缘胶布包裹严密。线路敷设避开可燃构件、高温区域,与可燃构件间距不小于 5cm,无法避开时需采取防火隔离措施。

2.3 配电装置改造设计

由符合规范要求的标准化配电箱替代原有老旧配电箱,配电箱材质选用冷轧钢板或阻燃塑料,配电箱需远离潮湿区域和高温区域,避免阳光直射。配电箱内部布局需

规范,每个分支回路设置独立的开关控制,设置零线排、地线排,零线与地线分开排列,接线端子采用铜质端子,设置保护外壳,外壳接地可靠,防止人员触电。根据各分支回路的负荷特点,合理配置短路保护、过载保护、漏电保护装置,短路保护与过载保护装置选用小型断路器 (MCB),小型断路器的额定电流需与导线截面、计算负荷匹配,额定短路分断能力满足规范要求。总配电箱漏电保护器选用延时型漏电保护器,额定剩余动作电流为 300mA~500mA,动作延时为 0.2s~0.5s。分支回路选用瞬时型漏电保护器,额定剩余动作电流不大于 30mA,动作时间不超过 0.1s。

2.4 接地接零系统改造设计

重新设置接地体,选用镀锌角钢、镀锌钢管或铜质接地体,接地体埋深不小于 0.8m。零线 (N 线) 与地线 (PE 线) 分开敷设,严禁混接、共用。在进户线、配电箱、线路分支处等位置,设置重复接地装置。卫生间、厨房等潮湿区域,需设置局部等电位联结 (LEB)。

表 2 为明确各类接地装置的技术标准,确保改造符合规范

接地类型	接地体材质	埋深要求	接地电阻要求	备注
总接地体	镀锌角钢/铜质接地体	$\geq 0.8\text{m}$	$\leq 4\Omega$	土壤电阻率高时添加降阻剂
重复接地	镀锌扁钢/铜芯导线	$\geq 0.6\text{m}$	$\leq 10\Omega$	设置在进户线、配电箱处
局部等电位联结	6mm ² 铜芯导线	-	与总接地体连通	适用于卫生间、厨房等潮湿区域
设备外壳接地	2.5mm ² 铜芯导线	-	与地线排可靠连接	所有电气设备外壳均需接地

2.5 防雷系统改造设计

避雷针选用镀锌圆钢或不锈钢圆钢,直径不小于 12mm,避雷带选用镀锌扁钢或圆钢,扁钢厚度不小于 4mm、宽度不小于 24mm,圆钢直径不小于 12mm。避雷敷设间距不大于 10m,确保屋顶全面覆盖,无防雷盲区。在电气进户线、弱电进户线处设置防雷器 (SPD),电源防雷器按分级保护设置,总配电箱设置一级防雷器,分配电箱设置二级防雷器,末端设备设置三级防雷器;弱电防雷器根据弱电类型 (网线、电视线) 选型,安装在弱电进户端,与设备间距不大于 5m。将外部防雷装置与内部防雷装置、总接地体可靠连接,形成完整的防雷接地体系,防雷接地电阻不大于 10Ω 。此外,在线路两端、分支处设置避雷器,避免雷电感应导致线路短路。

2.6 节能与智能化适配设计

公共区域采用声光控开关、人体感应开关,选用 LED 节能灯具替代原有白炽灯、荧光灯。结合建筑特点,集成分布式光伏系统,采用“自发自用、余电上网”模式,降低电气能耗。在配电箱内预留智能化监测模块安装位置,可实现对电气系统电流、电压、功率等参数的实时监测,及时发现线路过载、漏电等隐患,预留智能化设备接口,

适配未来智能化改造需求。

3 老旧建筑电气系统改造的安全把控体系

设计阶段设计人员结合老旧建筑电气系统的特点,核 对现场的建筑结构、管道走向、电力负荷等实际情况以及 参考相关规范标准,如 GB 50054《低压配电设计规范》 合理制定设计方案,确保设计方案可以顺利实施,避免后 期的返工和修改。应加强与施工队伍、设备供应商、地方 政府等相关部门的沟通,共同审核负荷计算的合理性、导 线截面与设备选型的适配性、线路敷设的规范性等内容, 了解建筑物的结构特点、环境限制、居民使用需求等,确 保设计图纸的完整性和可执行性,通过后方可进入施工阶 段。施工前,设计人员需向施工单位、监理单位进行设计 交底,解答施工单位提出的疑问,确保施工单位准确理解 以及执行设计方案。施工阶段对施工人员进行岗前安全培 训与技术培训,培训中重点讲解施工方案、安全注意事项 等,明确各工序的施工要求与安全要点。需选用符合规范 要求、具备产品合格证、检验报告的优质材料。材料进场 时进行检验,对导线、绝缘材料等进行抽样检测,不合格 材料严禁进场,导线、管材等需妥善保管。施工过程中, 监理单位需全程旁站监督,线路敷设工序,检查导线穿管、 强弱电分离、线路接头等是否规范,导线截面、敷设间距 是否符合要求。配电装置安装工序检查配电箱安装位置、 接线规范等是否符合要求,断路器、漏电保护器等设备安 装是否正确。接地接零系统安装工序检查接地体埋设、零 地分离、重复接地等是否规范。

调试检测阶段对断路器、漏电保护器、防雷器等设备 进行调试,检查设备动作是否灵敏、可靠,参数设置是否 符合要求。对整个电气系统进行通电调试,检查线路电压、 电流、功率等参数是否正常,线路有无过载、发热、漏电 等现象,配电装置运行是否稳定,照明、插座等设备能否 正常工作。调试前需编制调试方案,明确调试步骤及安全 措施,调试方案经审批后方可实施,调试过程中记录各项 参数。重点检测接地电阻、绝缘电阻等参数,检测合格后 方可投入使用。调试完成后需进行必要的试验,如耐压试 验(试验电压为额定电压的 1.5 倍,持续时间 1min)等, 以确认所有设备及系统均满足使用安全要求。详细记录调 试检测过程、检测数据、检测结果,调试检测合格后,由 建设单位、施工单位、监理单位、设计单位联合验收,验 收合格后可正式投入使用。建立健全运维管理制度,明确 运维责任主体、运维人员职责、运维周期、运维内容等, 制定详细的运维手册,规范运维操作流程,运维人员每日 检查配电箱、线路、电气设备等是否存在过载、发热、漏 电、破损等现象,做好巡检记录,发现隐患及时处理。建

立隐患排查台账,对发现的安全隐患进行分类登记、限期 整改,定期组织应急演练,以便在突发事件发生时立即启 动应急处置预案,控制事故扩大。

4 结论与展望

老旧建筑电气系统改造意义重大,其科学性、规范性 关乎质量与安全。改造需聚焦共性要点与全流程安全管控, 改造过程中需严格落实材料验收、工序报验、调试检测等 各项制度,以严谨的流程把控确保每一环节都符合规范标 准,确保项目顺利实施,全方位保障改造工程质量,避免 出现过热、短路、漏电等安全隐患。同时,严格的人员管 理、技术培训、实时质量监控和验收制度,有效提升了施 工质量,还能降低工程成本。展望未来,改造将向智能化、 节能化、标准化发展,广泛应用智能技术、优化节能举措; 需完善规范标准、加强政策资金支持、优化改造模式以推 动高质量发展;还可研究微创化改造技术,减少对居民影 响与改造费用。

[参考文献]

- [1]陈晴.老旧小区电气火灾隐患排查与消防改造策略研究[J].消防界(电子版),2024,10(24):81-83.
 - [2]谢景琛.浅析老旧小区消防改造技术要点[J].中国住宅 设施,2024,11(8):13-15.
 - [3]胡泓.城市微更新背景下的老旧小区改造内容与对策[J]. 住宅与房地产,2024,11(16):103-106.
 - [4]蒋永平.针对老旧小区的火灾防控整治措施及实施方案 研究[J].今日消防,2023,8(12):103-105.
 - [5]路琦.寒地老旧小区电气设计改造要点分析[J].低温建 筑技术,2022,44(6):33-38.
 - [6]路甲奇.高层住宅建筑工程中消防系统安装与验收规范 探究[J].中华居,2024,17(9):181-183.
 - [7]谭斌,韩德广,田波.140m 至 170m 超高层住宅消防系统 转输供水设计探讨[J].给水排水,2023,59(8):81-86.
 - [8]吴帆,焦玲玲,冯静慧.既有建筑消防水源及供水设施改 造之设计难点及改进对策[J].建筑科技,2023,7(2):26-28.
 - [9]王琛.老旧住宅小区用电安全改造探讨[J].住宅与房地 产,2024(4):136-138.
 - [10]艾强.电气工程施工安装环节存在的问题及解决措施 [J].智能建筑与智慧城市,2024,12(11):82-84.
 - [11]张硕,张浩.建筑电气照明安装工程施工技术与质量控 制分析[J].光源与照明,2024(11):201-203.
- 作者简介:吴书豪(1993.9—),毕业院校:河北建筑工程 学院,所学专业:建筑电气与智能化,当前工作单位: 九易庄宸科技(集团)股份有限公司,职务:设计师,职 称级别:中级工程师。