

Analysis of Common Faults and Preventive Treatment Countermeasures of Building Electrical Engineering

Mou Huang

Drainage Affairs Center, Zhong District, Zaozhuang City, Shandong Province, Zaozhuang, Shandong, 277100, China

Abstract

With the advancement of intelligent and green development in China's construction industry, building electrical engineering has become a critical component of construction projects, directly impacting building functionality and operational safety. Based on electrical fault statistics from 120 construction projects in a specific region during 2022-2024, this study identifies high-frequency fault types in building electrical systems. By analyzing root causes across the entire lifecycle—from design and material selection to construction and operation and maintenance (O&M)—it proposes comprehensive preventive measures for full-process control. The effectiveness of these measures is validated through case studies. The research findings provide practical references for construction and O&M management, playing a vital role in reducing electrical fault rates and preventing electrical safety incidents.

Keywords

building electrical engineering; fault analysis; preventive measures

建筑电气工程常见故障分析及预防处理对策

黄谋

山东省枣庄市中区排水事务中心, 中国·山东 枣庄 277100

摘要

随着我国建筑行业智能化、绿色化的发展,建筑电气工程是建筑工程的重要组成部分,对建筑的使用功能和运营安全起着直接的作用。本文根据某地区2022-2024年120项建筑工程的电气故障统计资料,整理出建筑电气工程高发故障类型,从设计、材料、施工、运维全生命周期角度出发分析故障原因,提出全流程管控的预防处理措施,并通过工程案例验证了措施的有效性。研究成果可以给建筑电气工程施工和运维管理提供实践上的参考,对于降低电气故障的发生率、防止电气安全事故的发生有着十分重要的意义。

关键词

建筑电气工程;故障分析;预防对策

1 引言

近年来,城市化步伐逐渐加快,城市建筑不断增多,建筑行业迅速发展,然而在系统安全、系统构建方面还存在一些问题,亟须诊断与改善。同时,电气系统还具备复杂性、细节方面存在的问题,就可能导致整个系统瘫痪甚至毁坏,可见电气系统在诊断处理方面的重要性^[1]。由于设计缺陷、材料不合格、施工不到位以及运维不到位等原因,电气故障频发,轻者造成功能失效,重者造成触电、火灾等重大事故。按照应急管理部的数据,我国每年的电气火灾所占比例较大,以建筑电气故障为主。本文结合工程实践,对高发故障类型进行梳理,对原因进行分析,提出可以落地的预防和措施,给同行工程控制提供参考,也给职称评审技术研究

提供支持。

2 建筑电气工程的核心管控特点

2.1 系统构成复杂,交叉作业风险高

现代建筑电气工程包含强电、弱电两大部分,包括供电、照明、动力、消防报警、安防监控、楼宇自控等各个子系统,各系统之间联系紧密、接口繁杂。同时电气施工会和土建、装饰、给排水、暖通等专业交叉作业,管线敷设、设备安装环节容易受到其他专业施工的影响,稍有不慎就会留下故障隐患^[2]。

2.2 安全属性突出,故障后果不可逆

建筑电气工程直接承受电能的传递和分配,所有的故障都存在着安全风险。线路绝缘破损、设备接地不良、保护装置失效等问题都会造成设备损坏,并且还会直接引起触电、电弧起火等安全事故,尤其是人员密集的商业建筑、住宅建筑,故障后果具有很强的不可逆性,社会影响大。

【作者简介】黄谋(1976-),男,中国重庆人,本科,工程师,从事建筑电气研究。

2.3 全生命周期管控要求高

建筑电气故障的产生是贯穿于设计、施工、验收、运维全过程的，设计阶段负荷核算的误差、施工阶段隐蔽工程的缺陷、运维阶段的违规操作，都会在系统运行中逐渐显现出来，最终造成故障。这就需要故障防控要贯穿于整个生命周期，不能只对某个环节进行控制^[3]。

表 1 某地区 2022—2024 年 120 项建筑工程电气故障统计分析表

序号	故障类型	故障发生频次(次)	占总故障比例(%)	主要诱发环节
1	线路短路/接地故障	186	38.2	施工敷设、材料选型
2	配电设备故障	97	19.9	设备安装、调试运维
3	线路过载/发热故障	78	16.0	设计选型、违规用电
4	漏电保护装置误动/拒动	56	11.5	设备选型、接线施工
5	照明与弱电系统功能故障	42	8.6	施工接线、调试运维
6	防雷接地系统故障	28	5.8	施工焊接、接地体敷设

3.1 线路类故障

线路类故障占全部故障的 54.2%，是工程中最严重的问题，在工程的整个生命周期内都会存在。设计阶段由于没有预留远期负荷，造成线缆截面过小或者耐火等级选型不合理，产生长期过载发热的问题；材料环节因为控制成本而滥用非标线缆，铜芯杂质多、绝缘层薄，埋下了短路的隐患；施工过程中穿管划伤绝缘、强弱电同槽、接线压接不实等问题时有发生，并且隐蔽工程未验先封，隐患被彻底掩盖；投运后用户私自拉接、擅自增容，使线路长期超负荷运行，最终引起过热、短路甚至火灾。

3.2 配电设备故障

配电设备故障占 19.9%，虽然比例次之，但是对供电稳定性破坏极大。核心问题就是设备进场验收流于形式，大量的无 3C 认证、无检测报告的非标设备混入，内部元器件质量不合格，投运后触头烧蚀、开关拒动频繁；安装工艺粗糙，柜体垂直度超差、母线连接不紧造成接触电阻增大；运维重使用轻维保，积尘降低绝缘性能，触头氧化老化没有及时处理，甚至长期不做预防性试验；由于配电房潮湿、粉尘多、通风差，恶劣环境加速了设备绝缘老化和腐蚀。

3.3 保护装置与防雷接地系统故障

保护装置和防雷接地故障加起来占到 17.3%，虽然频率不高，但是是安全的最后防线，失效后果严重。漏电保护方面，选型、接线错误频发，动作电流不匹配造成误动，三相不平衡引起拒动，零线重复接地或者 PE 和 N 线混接造成拒动，长期不用会造成元器件老化失效。防雷接地受到施工质量的影响，接地体埋深不够、防腐措施不到位造成电阻偏高；引下线焊接不牢固、搭接不足，雷击时不能有效地泄流；屋面接闪器有盲区，弱电系统没有分级设 SPD，雷击瞬间容易造成设备损坏、系统瘫痪。

3.4 照明与弱电系统功能故障

该类故障占全部故障的 8.6%，虽然不会造成重大的安

3 建筑电气工程常见故障统计与成因分析

为了准确地掌握故障规律，本文选取了 2022 年—2024 年竣工和运维的 120 个建筑工程（住宅、商业、公共建筑三类），其中包含有效电气故障 487 例，统计结果如表 1 所示。

通过统计数据以及工程实践可知，各种故障是由以下这四个原因导致的，各个阶段都存在体现。

全事故，但是会对建筑的正常使用功能造成很大的影响。照明系统故障多为灯具频繁损坏、开关失灵，其原因主要是接线虚接、线路压降过大、灯具与控制回路不匹配；弱电系统故障多为消防报警系统误报、监控画面卡顿、楼宇自控系统信号中断，其主要原因就是强电和弱电线路同槽敷设，电磁干扰严重；线路屏蔽层接地不牢，信号传输不稳定；设备调试不规范，参数设置与现场环境不符，没有做好系统联调就投入使用^[4]。

4 建筑电气故障的预防与处理对策

4.1 强化设计源头管控，消除先天设计缺陷

设计阶段是故障防控的源头，必须严格把好源头关。设计人员必须严格按照《供配电系统设计规范》等国家标准执行，全面了解建筑的功能和远期需求，准确计算出负荷，并预留出 15%-20% 的扩容余量，不能因为线缆设备选型太小而造成过载^[5-7]。系统设计上必须进行强弱电的分离敷设，合理设置分级保护装置，保证动作可靠。同时严格实行图纸会审和交底制度，对施工、监理和专家进行负荷计算、线缆选型、防雷接地等重要方面的核查，提前消除隐患；技术交底要涵盖施工全过程的控制点，从根本上防止设计隐患的发生。

4.2 严格材料设备进场验收，筑牢质量管控基础

材料设备质量是电气系统正常运转的前提，要创建起全过程的质量控制体系。一是建立合格供应商名录，优先选择资质齐全、行业口碑好、有完善的售后服务体系的厂家，禁止使用三无产品、非标产品进入施工现场；二是严格实行进场验收制度，所有进场的线缆、配电柜、开关设备、漏电保护器等材料设备，必须查验产品合格证、出厂检测报告、3C 认证等资质文件，核对产品规格、型号、参数与设计图纸是否一致；三是落实抽样送检制度，对电缆、母线槽、漏电保护器等重要材料设备，委托具有资质的第三方检测机构进行

抽样送检,检测不合格的材料设备一律退货,不得使用^[8]。

4.3 规范施工全过程管控,杜绝施工质量隐患

施工阶段是故障隐患产生的主要环节,要实行全过程规范化控制。一是技术交底和人员管控,施工前对所有的作业人员进行岗前培训和技术交底,明确施工规范、操作要点、质量标准,特种作业人员必须持证上岗,严禁无证人员违章操作;二是严格按照规范施工,线缆敷设时做好绝缘层保护,严禁强电与弱电线路同槽同管敷设,管线转弯处严格控制弯曲半径,接线端子采用专用工具压接,接触牢固、电阻达标;接地系统施工时,严格控制接地体埋深、焊接搭接长度,焊接处做好防腐处理,隐蔽工程施工完成后,必须经过监理单位验收合格、留存影像资料后,才能进行隐蔽作业;三是落实三检制,建立班组自检、项目部复检、监理单位终检的质量管控体系,每一道工序验收合格后,方可进入下一道工序施工^[9]。

4.4 严格系统调试与竣工验收,杜绝系统带病投用

调试和验收是系统投用之前最后一道关卡,必须严格依照规范要求来执行,保证系统各项性能达到要求。一是系统安装完成后进行全系统调试,绝缘电阻测试、接地电阻测试、线路相序核对、漏电保护器动作试验、配电柜分合闸试验、防雷系统冲击试验等,弱电系统需要进行全系统联调,保证信号传输稳定、功能正常,调试过程中应保留完整的试验记录;二是严格竣工验收,验收工作严格按照《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303执行,对不符合规范和设计要求的分项工程下发整改通知书,限期整改完成后进行复验,复验不合格的不得通过竣工验收,杜绝系统带病投入运行^[10]。

4.5 完善常态化运维管理,健全故障应急处置机制

运维是保证系统长期稳定运行的主要保证。应建立完善的运维台账,对设备参数、检修和试验报告进行记录,达到全生命周期可追溯的目的。严格按照定期巡检和预防性试验制度执行,配电房每天巡视,每月测量漏电保护器,每季度全面检查,每年由第三方对高低压设备及防雷系统进行试验,及时发现设备老化、绝缘降低等隐患。规范用电管理,严禁私拉乱接、擅自增容,加强安全宣传。健全应急处置机

制,制订预案并定期演练,故障发生时先切断电源再排查,严禁带电作业,故障处理后要复盘成因,完善防控措施,防止同类问题再次出现。

5 结论

建筑电气工程故障控制同建筑的功能和安全有关。本文根据120个工程的487起故障统计结果,得出线路和配电设备故障高发的原因是贯穿于设计、材料、施工、验收、运维全过程的。研究认为,要冲破单一环节的束缚,创建起全生命周期的控制体系,加强设计源头的控制,严格把控材料进场验收,规范施工和竣工验收,健全常态化运维,才能从根子上降低风险。建筑智能化环境下,从业人员要不断加强自身的专业水平,严格按照规范执行工作,优化全过程措施,给工程的安全稳定运行提供强有力的保障。

参考文献

- [1] 李贵恒. 机电设备的电气线路故障及改进措施分析[J]. 当代化工研究, 2022, (08): 180-182.
- [2] 杨永龙. 对建筑电气工程及安装工程存在的质量问题的探究[J]. 房地产世界, 2021, (01): 91-93.
- [3] 朱弘. 建筑电气工程施工技术难点与应对策略分析[J]. 价值工程, 2025, 44(13): 153-156.
- [4] 章安. 建筑电气系统故障诊断及问题解决[J]. 光源与照明, 2023, (01): 183-185.
- [5] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 供配电系统设计规范: GB50052-2009[S]. 北京: 中国计划出版社, 2009.
- [6] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 低压配电设计规范: GB50054-2011[S]. 北京: 中国计划出版社, 2011.
- [7] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑物防雷设计规范: GB50057-2010[S]. 北京: 中国计划出版社, 2010.
- [8] 崔小飞, 罗磊, 白青松. 建筑电气系统故障检测研究[J]. 智能建筑与智慧城市, 2022, (11): 153-155.
- [9] 石王方. 住宅建筑电气火灾原因的调查及预防策略分析[J]. 中国设备工程, 2022, (18): 172-174.
- [10] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑电气工程施工质量验收规范: GB50303-2015[S]. 北京: 中国计划出版社, 2015.