

建筑电气设计中的火灾隐患及其对策研究

侯彤彤

河北天艺建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050071

[摘要]在现代建筑工程中,电气系统的复杂性和重要性日益增加。电气设备种类繁多、使用环境复杂、负荷需求高,这些因素使电气系统面临显著的火灾风险。统计数据显示,电气火灾已成为建筑火灾的主要原因之一,对社会和经济造成了严重损失。随着城市化进程的加快和建筑行业的发展,电气火灾问题受到越来越多的关注,尽管国家和地方相关部门已加强对电气设计和施工的监管,并制定了多项标准和规范,实际应用中仍面临诸如设备选型不当、设计不规范和维护不足等挑战。通过科学研究和技术改进,深入了解电气设计中的火灾隐患及其对策,可以为电气系统的安全设计和管理提供理论支持和实践指导。

[关键词]建筑电气设计;火灾隐患;对策

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13744

中图分类号: TU85

文献标识码: A

Research and Countermeasures of Fire Hazards in Building Electrical Design

HOU Tongtong

Hebei Tianyi Architectural Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050071, China

Abstract: In modern construction engineering, the complexity and importance of electrical systems are increasing day by day. The wide variety of electrical equipment, complex operating environments, and high load demands pose significant fire risks to electrical systems. Statistics show that electrical fires have become one of the main causes of building fires, causing serious losses to society and the economy. With the acceleration of urbanization and the development of the construction industry, the issue of electrical fires has received increasing attention. Although relevant national and local departments have strengthened supervision of electrical design and construction, and formulated multiple standards and specifications, practical applications still face challenges such as improper equipment selection, non-standard design, and insufficient maintenance. Through scientific research and technological improvement, a deep understanding of fire hazards and their countermeasures in electrical design can provide theoretical support and practical guidance for the safety design and management of electrical systems.

Keywords: architectural electrical design; fire hazards; countermeasures

引言

建筑电气系统是现代建筑不可或缺的组成部分,安全性直接影响到建筑物的正常使用和人员的生命安全。随着建筑规模和电气负荷的不断增加,电气火灾隐患也日益突出,成为影响建筑安全的重要因素。电气系统中的火灾隐患往往源于设计、设备选择、负荷管理等多个方面的不足,这些问题如果得不到及时解决,将可能导致严重的火灾事故。为此,深入研究电气设计中的火灾隐患及其对策具有重要意义,有助于提高建筑电气系统的安全性,减少火灾风险保障人员和财产安全。

1 火灾隐患的影响

1.1 对建筑物结构的影响

火灾对建筑物结构的影响深远而复杂。首先,高温火焰和烟雾对建筑材料造成直接损害,例如钢结构在高温下会发生显著的强度下降,可能导致结构失稳或倒塌。混凝土在火灾中虽然相对稳定,但在长时间高温作用下也会发生裂缝,从而降低承载能力。此外,火灾产生的烟雾和化学反应可能腐蚀建筑结构的表面,进一步削弱其强度。其次,火灾中的热膨胀现象可能导致建筑材料的变形,影响结构的整体稳定性。最终,这些结构损害不仅增加了火灾

后的修复成本,也对建筑物的使用寿命和安全性产生了长期影响。因此,及时有效的防火设计和材料选择对于保障建筑物在火灾中的安全性至关重要。

1.2 对人员安全的威胁

火灾对人员安全构成严重威胁,火焰和高温直接威胁到人的生命,可能导致严重烧伤或窒息。火灾产生的烟雾不仅阻碍视线,还可能引发呼吸系统疾病,如烟雾中含有的有毒气体可能导致中毒或窒息。逃生过程中浓烟和火焰常使疏散通道变得危险,导致人员迷失方向或受困。火灾还可能引发建筑结构的坍塌,加剧人员的伤亡风险。因此,合理的火灾安全设计和应急疏散措施对保护人员安全至关重要。

1.3 对财产的损失

火灾对财产造成的损失通常是巨大的,火焰不仅直接摧毁建筑物和内部设施,还可能引发连锁反应,导致设备、库存和文件的全损。建筑物的结构损坏和装潢烧毁,加上灭火过程中可能造成的水损,使财产损失更加严重。此外,火灾后的修复和重建费用也极为高昂,往往远超火灾前的资产价值。

2 建筑电气设计中的火灾隐患

2.1 不规范的建筑电气设计

不规范的建筑电气设计常常是火灾隐患的根源之一,

设计不符合标准的电气系统可能导致过载、短路等问题增加火灾风险。例如，电缆布置不当可能导致过热或电缆之间的接触不良，从而引发火花或电弧，这些隐患往往由于设计时未充分考虑负荷分配、散热要求以及防火安全等因素。电气设备的安装位置不合适或保护措施不足，也会导致电气系统在异常情况下失效，进一步加大火灾发生的可能性。此外，设计中对电气设备选型和规格的忽视，使得系统无法有效应对高负荷或突发情况，增加了电气故障引发火灾的风险。

2.2 电气设备故障引发的火灾

电气设备故障是引发火灾的重要因素之一，设备老化、制造缺陷或维护不当都会导致电气设备的功能失效。例如，绝缘材料的老化可能导致电线短路进而产生电弧或过热增加火灾的风险，设备内部的过热问题，尤其是在负荷过大或散热不良时可能导致设备本身起火。此外，连接部件的松动或接触不良，容易引发电火花进而引燃周围易燃物质，频繁的设备故障或突发的电气故障，如电气设备短路和过载，也可能导致电气系统失效进一步增加火灾风险，这些故障在未及时发现和处理的情况下，可能迅速发展成严重的火灾事故，对人员和财产安全构成威胁。

2.3 电缆和线路布置不当的火灾风险

电缆和线路布置不当显著增加了火灾风险，电缆的过度集中或不规范的排列容易导致局部过热，特别是在电缆无法有效散热的情况下，温度迅速升高可能引发火灾。此外，电缆穿越墙体或地板时，如未按规定处理可能造成绝缘层损坏，进而引发短路或电弧现象^[1]。线路的交叉和缠绕也增加了短路的可能性，尤其是在电缆遭受物理损伤或压力时，电缆与其他建筑材料或装饰材料接触时，如果这些材料易燃，火灾风险进一步增加。设计不合理的布线方案不仅影响电气系统的稳定性，还容易造成电缆负荷过大激化火灾隐患。因此，电缆和线路布置的不当设计对火灾安全构成了显著威胁。

2.4 电气负荷超载问题

电气负荷超载是火灾隐患的重要来源之一，超载现象通常发生在电气系统设计未能充分考虑实际负荷需求的情况下，导致电流超过电缆和设备的额定承载能力，长时间的过载不仅使电气设备和电缆过热，还会加速绝缘材料的老化增加短路和电弧发生的风险。此外，超载情况下，电气系统的过热可能引发周围材料的燃烧进而引发火灾，负荷超载还可能导致电气保护装置频繁动作或失效，无法及时切断故障电流从而使火灾风险进一步增加。

2.5 电气短路与过载保护失效

电气短路和过载保护失效是火灾发生的重要隐患，短路通常发生在电气系统中的导体或绝缘材料出现故障时，导致电流异常增大产生过热现象，若保护装置未能有效感知或切断这种异常电流，热量持续积聚可能引发火灾。过载保护失效则表现为当电流超过正常范围时，保护装置无法及时断电导致电缆和设备长时间处于过载状态，进一步引发过热和电气故障。保护装置的失效通常由设备老化、维护不当或设计缺陷造成，使得系统无法在发生异常时进行有效的自动保护，

增加了火灾发生的风险。因此，短路和过载保护的失效直接威胁到电气系统的安全性，可能引发严重的火灾事故。

2.6 建筑材料选择不当

建筑材料选择不当显著增加了火灾风险。使用易燃材料，如某些类型的木材、塑料或低质量的隔热材料，可能在火灾中迅速燃烧助长火势，建筑材料的燃烧性能和烟雾生成量直接影响火灾的蔓延速度和烟雾对人员的威胁。如果选用的材料在高温下容易释放有毒气体或形成腐蚀性化学物质，可能对建筑结构和人员健康造成更大危害。材料的热稳定性不足，也会导致建筑结构在火灾中失去强度，增加倒塌的风险。

3 建筑电气设计中火灾隐患的对策

3.1 合理的电缆和线路布置

合理的电缆和线路布置是降低火灾风险的关键措施，科学规划电缆的布置可以有效减少过热和短路的风险。根据电缆的载流量和散热需求合理安排电缆走向，避免电缆过度集中，确保足够的散热空间。例如，电缆的间距应遵循《电气装置安装工程电缆敷设及安装规范》中的要求，以确保散热效果和电缆的安全运行。在布置电缆时，使用热稳定性强的电缆材料，如采用符合标准的交联聚乙烯（XLPE）绝缘电缆，其耐热温度可达 90° C。合理选择电缆规格和路径，避免电缆穿越易燃区域，同时设置合适的支架和保护管道防止物理损伤。

表 1 电缆载流量与散热间距示例

电缆类型	额定载流量 (A)	散热间距 (mm)
单芯电缆	30	50
多芯电缆	60	75
高温电缆	90	100

合理布置电缆和线路时应考虑以上数据表（表 1）的指导值，确保系统在正常负荷下的稳定运行。通过优化布置和使用高质量电缆材料，能够有效减少电缆过热和短路风险，降低火灾发生的可能性。

3.2 电气设备的选择与维护

电气设备的选择与维护是保障电气系统安全的核心环节，选择高质量和符合国家标准的电气设备，能有效防止故障和火灾风险。例如，选择符合 IEC 60947 标准的断路器，可以确保在电流超负荷或短路时及时断电，从而避免电气火灾的发生（表 2）。设备的额定值和性能参数应符合实际使用需求，以避免因设备过载或故障引发的火灾。维护方面，定期检查和保养电气设备，能够发现并修复潜在问题，防止设备故障。例如，定期清理设备内部灰尘和污垢防积聚导致过热，还应检查设备的接地系统和绝缘材料确保其性能正常。

表 2 电气设备选择标准

设备类型	标准/要求	额定值
断路器	IEC 60947	额定电流 ≥ 25A
漏电保护开关	IEC 61008	漏电动作电流 ≤ 30mA
接触器	IEC 60947	额定电流 ≥ 40A
绝缘材料	IEC 60664	绝缘电阻 ≥ 1MΩ

通过选择符合标准的电气设备并进行有效的维护,可以显著减少故障风险和火灾隐患,保障电气系统的稳定性和安全性。确保设备在正常运行范围内工作,并定期进行维护,以延长设备使用寿命并提高系统安全性。

3.3 负荷管理与监控

负荷管理与监控是确保电气系统安全和高效运行的关键,通过实施实时负荷监控系统,可以精确跟踪电气设备的使用情况及时识别负荷异常。负荷管理系统采用传感器和数据采集技术,对电流、电压和功率因数进行实时测量,并通过中央控制平台进行分析,这种系统不仅能够检测到电气设备的负荷波动和潜在超载,还能实时调整负荷分配,避免电气线路和设备过载,定期分析负荷数据还可以预测设备的使用趋势,优化电力资源配置减少系统压力^[2]。同时,系统中的报警机制可以在负荷异常时迅速发出警报促使及时处理,从而减少因过载或负荷不均引发的火灾风险,通过科学的负荷管理和精准的监控,可以有效提高电气系统的稳定性和安全性。

3.4 选择优质电气设备

选择优质电气设备是确保电气系统安全和稳定运行的基础,优质电气设备通常符合国际标准,具有较高的耐用性和可靠性。例如,选用符合 IEC 标准的断路器和保护装置,能够在电流异常时迅速切断电源,有效防止火灾和电气事故。优质电气设备还具备更好的热稳定性和绝缘性能,能够承受长期的负荷而不发生过热或绝缘失效。此外,优质电气设备通常配备先进的安全功能,如过载保护、短路保护和漏电保护,能够在发生故障时自动启动保护措施减少对系统的损害,设备的选择还应考虑适应性和兼容性,确保能够与现有电气系统无缝集成并发挥最佳性能,通过选择高质量的电气设备,可以显著提高电气系统的整体安全性和可靠性,降低故障率和火灾风险。

3.5 遵守电气设计标准和规范

遵守电气设计标准和规范是确保电气系统安全、可靠运行的基本要求。电气设计标准和规范提供了系统设计、设备选择、布线安装及维护的具体指导,确保系统符合安全、功能和性能的要求。例如,按照《电气装置安装工程电气线路施工及验收规范》进行设计和施工,可以确保电缆的布置、负荷计算和保护装置的配置符合规定,从而有效预防过载和短路等风险。规范中还包括对电气设备的安装位置、接地系统的设置以及防火措施的具体要求,通过严格遵守这些标准,能够确保系统的电气设备和布线方案在实际运行中满足安全标准,减少因设计缺陷或施工不当引发的安全隐患。定期更新和审查设计规范,以适应技术进步和新兴风险,也是维持系统安全和效率的重要措施。遵循电气设计标准和规范,不仅保障了系统的稳定运行,也有效预防了火灾和其他电气事故的发生。

3.6 安装漏电保护以及接地保护

安装漏电保护和接地保护是保障电气系统安全的重要

措施。漏电保护装置(RCD)能在电流发生泄漏时自动断电,防止漏电对设备和人员造成伤害,该装置通过检测电路中的漏电流,确保不超过设定的阈值,一旦检测到泄漏即刻切断电源,从而有效减少触电和火灾风险。接地保护则通过将电气设备的金属外壳连接到地面,确保在设备绝缘失效时,电流能够安全地流入大地,避免对设备和人员造成伤害^[3]。接地系统的设计应符合国家电气安全标准,确保接地电阻值在规定范围内,保持有效的接地性能。此外,定期检查和维护漏电保护装置和接地系统,确保其正常运行,能够显著提升电气系统的整体安全性,防止由于漏电或接地不良引发的火灾和电气事故。

3.7 做好电气工程消防设计工作

做好电气工程消防设计工作是预防电气火灾的重要环节,有效的消防设计不仅包括合理配置电气设备,还涉及到对潜在火灾风险的全面评估。首先,在设计阶段,需充分考虑电气设备的散热要求和防火分隔,确保设备间有足够的散热空间,并设置防火墙或防火门以隔离高风险区域。其次,设计应包括完善的自动火灾报警系统和灭火系统,自动火灾报警系统应覆盖所有关键电气设备,并能够在发生异常时及时发出警报,灭火系统则应根据设备类型和布置情况选择合适的灭火器材,如二氧化碳灭火器或干粉灭火器,并确保其在设备周围可随时使用。此外,设计过程中还需明确电气线路的耐火等级,选择符合标准的耐火电缆,并确保电气设备的绝缘材料具有良好的耐火性能。通过实施这些设计措施,可以有效减少电气设备故障引发火灾的风险,提升电气系统的整体安全性和应急响应能力。

4 结语

在建筑电气设计中,识别和解决火灾隐患是确保安全运营的关键。通过对电气系统中可能出现的问题进行深入分析并采取相应的对策,可以显著降低火灾风险。合理的电缆布置、优质设备的选择、负荷管理与监控、遵守设计标准以及完善的消防设计工作,都是保障电气系统安全的基础。随着技术的发展和规范的完善,持续优化电气设计和管理措施,将进一步提高建筑电气系统的安全性和可靠性,为防范火灾隐患、保护人员生命财产安全做出积极贡献。

【参考文献】

- [1]高柏迎.建筑电气设计中的火灾隐患及其对策研究[J].中国住宅设施,2024,12(4):55-57.
 - [2]连晓辉.建筑电气设计中的火灾隐患及其对策研究[J].中国设备工程,2023,12(1):215-217.
 - [3]李双建勋.建筑电气设计中的火灾隐患及其对策[J].林业科技情报,2022,54(2):149-151.
- 作者简介:侯彤彤(1986.5—),毕业院校:沧州交通学院,所学专业:电气工程及其自动化,当前就业单位:河北天艺建筑设计有限公司,职务:电气设计师,职称级别:中级工程师。