

民用建筑电气线路老化检测技术及其预防措施探讨

吴冠飞

中铁建安工程设计院有限公司, 河北 石家庄 050043

[摘要] 民用建筑电气线路老化问题严重影响建筑安全与居民生活。文中系统分析了电气线路老化的原因, 详细探讨了多种检测技术的原理、优势及应用现状, 并提出了针对性的预防措施。研究指出, 结合多种检测技术可提高老化检测的准确性, 而科学设计、合理选材和日常维护等预防措施能有效延缓老化进程。文中旨在为保障民用建筑电气系统安全运行提供理论支持与实践指导。

[关键词] 电气线路老化; 检测技术; 预防措施; 民用建筑; 安全运行

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15966

中图分类号: TU8

文献标识码: A

Exploration on Aging Detection Technology and Preventive Measures for Electrical Circuits in Civil Buildings

WU Guanfei

China Railway Jian'an Engineering Design Institute Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050043, China

Abstract: The aging problem of electrical circuits in civil buildings seriously affects building safety and residents' lives. The article systematically analyzes the causes of electrical circuit aging, explores in detail the principles, advantages, and application status of various detection technologies, and proposes targeted preventive measures. Research has shown that combining multiple detection techniques can improve the accuracy of aging detection, while preventive measures such as scientific design, rational material selection, and daily maintenance can effectively delay the aging process. The purpose of this article is to provide theoretical support and practical guidance for ensuring the safe operation of electrical systems in civil buildings.

Keywords: aging of electrical circuits; testing technology; preventive measures; civil buildings; safe operation

引言

在现代民用建筑中, 电气系统扮演着至关重要的角色, 为居民提供照明、动力、通信等基本功能。随着建筑使用年限的增长, 电气线路老化问题日益凸显, 成为引发电气故障和火灾事故的重要因素。据统计, 因电气线路老化导致的火灾事故占建筑火灾事故的相当比例, 给人民生命财产安全带来严重威胁。本文将重点探讨电气线路老化的原因、检测技术以及预防措施, 以期对相关领域的研究和实践提供参考。

1 电气线路老化的原因分析

电气线路老化是一个复杂的物理和化学过程, 受到多种因素的综合影响。长期的电流通过会产生热量, 导致线路绝缘材料的性能下降。当电流通过导线时, 导线会产生电阻损耗, 以热量的形式散发出来。这种热量的积累会使绝缘材料逐渐变硬、变脆, 降低其绝缘性能。绝缘材料在高温环境下会发生化学变化, 分子结构逐渐断裂, 导致其机械性能和电气性能下降。聚氯乙烯(PVC)绝缘材料在长期高温作用下, 会逐渐失去柔韧性, 变得易碎, 甚至出现裂纹, 从而增加导线之间的短路风险。导线的电阻也会随着温度的升高而增大, 进一步加剧线路的发热现象, 形成恶性循环。电流通过产生的热量是电气线路老化的重要

原因之一, 尤其是在高负荷运行的线路中, 这种现象更为明显。

环境因素对电气线路老化的影响不容忽视。温度变化会使导线和绝缘材料发生热胀冷缩, 频繁的温度变化会导致材料内部产生微裂纹, 从而加速老化。在民用建筑中, 电气线路往往暴露在不同的环境中, 如地下室、屋顶、外墙等, 这些部位的温度变化较大。地下室的湿度较高, 温度相对较低, 而屋顶则会受到阳光直射, 温度较高。频繁的温度变化会使绝缘材料的物理性能发生变化, 导致其机械强度和绝缘性能下降。湿度的影响也不可小觑, 高湿度环境会使绝缘材料吸收水分, 降低其绝缘电阻。当绝缘材料吸收水分后, 其内部的导电性增加, 容易引发漏电现象。腐蚀性气体如二氧化硫、氯气等会侵蚀绝缘材料, 使其化学性质发生变化, 进一步加剧老化。在一些工业区域或靠近化工厂的民用建筑中, 空气中的腐蚀性气体含量较高, 这些气体能够穿透绝缘材料的表面, 与材料发生化学反应, 导致绝缘性能下降。二氧化硫会与绝缘材料中的有机成分发生氧化反应, 生成导电的化合物, 从而降低绝缘电阻。环境因素对电气线路老化的影响是多方面的, 需要在设计和施工时充分考虑这些因素, 以减少其对线路老化的影响。

频繁的开关操作和过载运行也会对线路造成额外的

损伤。开关操作时产生的电弧会对导线端部和接触点造成烧蚀,而过载运行会使导线温度急剧升高,超出绝缘材料的耐受范围,导致绝缘层加速老化甚至损坏。在民用建筑中,开关操作频繁,尤其是在照明系统和插座回路中。每次开关操作时,电弧会产生高温,烧蚀导线端部和接触点,导致接触电阻增大。长期的烧蚀会使导线端部的绝缘层损坏,甚至出现裸露的导线,从而增加短路和电弧故障的风险。过载运行是电气线路老化的重要原因之一。当线路中的电流超过其额定值时,导线的温度会急剧升高。一根额定电流为 10A 的导线,当实际电流达到 15A 时,其温度可能会升高到绝缘材料的耐受极限。这种高温不仅会加速绝缘材料的老化,还可能导致导线熔化,引发火灾。合理设计电气线路,避免过载运行,是预防电气线路老化的重要措施之一。通过科学的计算和设计,选择合适的导线截面和保护装置,可以有效减少过载运行对线路的损伤。定期检查和维护电气线路,及时更换损坏的开关和接触点,也是保障电气线路安全运行的重要手段。

2 电气线路老化检测技术现状与应用

目前,电气线路老化检测技术已经取得了一定的进展,多种检测方法在实际应用中各有优势。常见的检测方法包括外观检查、绝缘电阻测试、局部放电检测、热像仪检测等。外观检查是一种简单直观的检测方法,通过观察线路的颜色变化、表面裂纹、绝缘层破损等情况,初步判断线路的老化程度。绝缘层出现变色、龟裂或脱落等现象,往往是线路老化的重要标志。外观检查只能发现表面问题,对于线路内部的潜在缺陷无法准确判断。在实际应用中,外观检查通常作为初步筛查手段,能够快速定位明显的老化区域,但无法全面评估线路的整体健康状况。

绝缘电阻测试是检测线路老化的重要手段之一。通过测量线路的绝缘电阻值,可以定量地评估线路的绝缘性能。绝缘电阻值随着线路老化程度的增加而逐渐降低。当绝缘电阻值低于规定标准时,表明线路绝缘性能下降,可能存在老化问题。绝缘电阻测试操作相对简单,但需要专业的测试仪器和一定的技术知识。测试结果可能会受到环境因素如湿度的影响,因此在测试过程中需要严格控制环境条件。在实际检测中,绝缘电阻测试能够提供较为准确的量化数据,帮助技术人员判断线路是否需要进一步检查或更换,但单独使用时可能会遗漏一些早期的局部老化问题。

局部放电检测是一种先进的检测技术,能够发现线路内部的潜在缺陷。当线路绝缘材料老化或存在局部损伤时,会在高电压作用下产生局部放电现象。局部放电检测通过检测线路中的放电信号,确定放电位置和强度,从而提前预警线路故障。这种方法具有较高的灵敏度和准确性,但需要复杂的检测设备和专业的技术人员进行操作。热像仪检测是一种非接触式的检测方法,通过红外热像仪拍摄线路的热图像,分析线路的温度分布情况。当线路老化或存

在故障时,局部区域会产生异常发热现象。热像仪可以快速、直观地发现这些异常发热区域,从而判断线路的老化情况。热像仪检测的优点是在不停电的情况下进行检测,但其检测结果可能会受到周围环境温度和反射等因素的影响,需要结合其他检测方法进行综合判断。在实际应用中,通常需要综合运用多种检测方法,以提高检测的准确性和可靠性。在对某老旧小区进行电气线路老化检测时,先通过外观检查发现部分线路绝缘层有轻微破损,然后结合绝缘电阻测试发现该线路绝缘电阻值低于正常范围,进一步使用局部放电检测确认线路内部存在局部放电现象,最终确定该线路存在老化问题并及时进行了更换,有效避免了可能发生的电气故障。

3 电气线路老化预防措施的有效性

为了延长电气线路的使用寿命,减少老化带来的安全隐患,采取有效的预防措施至关重要。预防措施可以从设计、施工、选材和日常维护等多个方面入手。在设计阶段,合理设计电气线路是预防老化的重要环节。应根据建筑的实际用电需求,选择合适的导线截面和绝缘材料。导线截面应满足最大负荷电流的要求,避免因过载运行导致线路发热老化。选择高质量的绝缘材料,如聚乙烯、聚氯乙烯等,这些材料具有良好的绝缘性能和耐热性能,能够有效延缓老化速度。设计时还应考虑线路的布局,尽量避免线路在高温、潮湿或腐蚀性环境中敷设。在一些沿海地区或化工厂附近的建筑中,应特别注意线路的防护措施,避免腐蚀性气体对绝缘材料的侵蚀。

在施工过程中,严格按照施工规范进行操作,确保线路安装质量。导线连接应牢固可靠,避免虚接、松动等现象,防止因接触不良导致局部发热。线路敷设应整齐有序,避免交叉、缠绕等情况,减少机械损伤的可能性。施工人员应具备专业的技能和安全意识,严格按照设计图纸和施工标准进行施工,确保线路安装质量符合要求。在一些老旧小区改造项目中,由于施工人员操作不规范,导致线路敷设混乱,不仅增加了线路老化风险,还给后续维护带来了极大困难。施工质量的把控是预防电气线路老化的重要保障。

在选材方面,除了选择高质量的绝缘材料外,还应选择合适的导线材质。铜芯导线具有良好的导电性能和机械强度,相比铝芯导线,铜芯导线的电阻率更低,发热更少,且不易氧化,能够有效延长线路的使用寿命。虽然铜芯导线的成本相对较高,但从长期使用和安全性角度考虑,其性价比更高。日常维护是预防电气线路老化的重要手段。定期对电气线路进行清洁、检查和紧固,可以有效延缓线路的老化速度。清洁时,应清除线路表面的灰尘、污垢和杂物,防止其对绝缘材料造成腐蚀。检查时,重点检查线路的绝缘层是否破损、导线是否松动、接头是否发热等情况。对于发现的问题应及时处理,如更换破损的绝缘层、

紧固松动的导线等。安装过载保护装置和漏电保护装置,能够及时发现并处理异常情况,防止线路因过载或漏电而加速老化。在某居民小区的日常维护中,物业定期组织专业人员对电气线路进行检查和维护。在一次检查中,发现某栋楼的部分线路因长期未清洁,表面积累了大量灰尘,导致绝缘层受潮老化。及时清理灰尘并更换了老化严重的线路后,该楼栋的电气故障率明显下降,有效保障了居民的用电安全。通过这些预防措施的实施,可以显著提高电气线路的安全性和可靠性,减少电气故障的发生概率。在某新建小区的电气线路设计和施工中,采用了高质量的铜芯导线和聚乙烯绝缘材料,并严格按照施工规范进行安装。物业在日常维护中定期对线路进行检查和清洁,并安装了完善的保护装置。经过多年的使用,该小区的电气线路老化速度明显低于其他小区,电气故障率极低,为居民提供了稳定可靠的用电环境。

4 电气线路老化检测与预防的未来展望

随着科技的不断进步,电气线路老化检测与预防技术正迎来前所未有的发展机遇。智能化检测技术将成为未来的核心发展方向,通过在电气线路中广泛安装传感器网络,能够实时监测线路的运行状态,包括电流、电压、温度、绝缘电阻等关键参数。这些传感器不仅能够实时采集数据,还能通过物联网技术将数据传输到云端进行分析和处理。借助大数据分析和人工智能算法,系统可以自动识别线路老化特征,实现早期预警。当线路绝缘电阻值出现异常下降趋势时,系统能够迅速发出警报,提醒维护人员及时采取措施。这种智能化的检测方式不仅提高了检测效率,还能有效避免因人为因素导致的漏检和误判,为电气线路的安全运行提供强有力的保障。

新型绝缘材料的研发也将为电气线路的长寿命运行提供有力支持。目前,传统绝缘材料在高温、高湿度和腐蚀性环境下的性能局限性逐渐显现。而新型绝缘材料,如纳米复合材料和高性能聚合物,具有更高的绝缘性能、耐热性和抗老化能力。这些材料能够在极端环境下保持稳定,显著延长电气线路的使用寿命。纳米二氧化硅复合绝缘材料不仅具有优异的绝缘性能,还能有效抑制局部放电现象,从而延缓老化进程。新型绝缘材料的开发还将考虑环保和可持续性,减少对环境的影响,符合未来绿色建筑的发展

趋势。随着这些新型材料的逐步应用,电气线路的安全性和可靠性将得到进一步提升。

随着人们对电气安全的重视程度不断提高,相关的标准和规范也在不断完善。未来,电气线路老化检测与预防将有更明确的指导依据。新的标准将涵盖从设计、施工到维护的全过程,明确电气线路的检测周期、检测方法和预防措施。针对不同使用年限和环境条件的电气线路,将制定详细的检测标准,确保检测工作的科学性和有效性。规范将对预防措施提出更严格的要求,如在设计阶段必须考虑环境因素对线路老化的影响,在施工中必须严格按照规范进行操作,以减少因施工质量问题导致的老化风险。这些标准和规范的完善,将为电气线路的老化检测与预防提供更有力的制度保障,推动行业向更加规范化、科学化的方向发展。在未来,通过科学的技术手段和严格的管理措施,民用建筑电气线路的老化问题将得到有效控制,为人们的生活和工作提供更加安全可靠的保障。

5 结语

电气线路老化是民用建筑中不可忽视的安全隐患,通过深入分析其老化原因,应用先进的检测技术,并采取有效的预防措施,可以显著提高电气系统的安全性和可靠性。未来,随着科技的不断发展和人们对电气安全的重视,电气线路老化问题将得到更好的解决,为保障民用建筑的安全运行提供坚实的基础。

【参考文献】

- [1] 王晓明. 民用建筑电气线路老化检测技术研究[J]. 建筑电气, 2022, 41(2): 34-38.
- [2] 李华. 电气线路老化原因及预防措施探讨[J]. 科技资讯, 2021, 19(8): 56-58.
- [3] 张伟. 基于智能传感器的电气线路老化检测系统设计[J]. 自动化仪表, 2023, 44(5): 45-49.
- [4] 刘洋. 新型绝缘材料在电气线路中的应用研究[J]. 材料科学与工程, 2020, 38(3): 23-27.
- [5] 陈丽. 民用建筑电气线路维护与管理策略[J]. 建筑工程技术与设计, 2024, 42(7): 78-82.

作者简介: 吴冠飞(1981.2—), 男, 汉族, 毕业院校: 河北建筑工程学院; 现就职单位: 中铁建安工程设计院有限公司。