

文物建筑电气火灾隐患红外诊断技术与早期干预方案

程培培

安徽溪江消防工程有限公司 安徽淮南

【摘要】文物建筑作为历史文化遗产的重要载体，其消防安全问题日益受到关注，尤其是电气火灾隐患已成为威胁其安全的主要因素之一。本文围绕“文物建筑电气火灾隐患红外诊断技术与早期干预方案”展开研究，提出基于红外热成像技术的电气系统状态监测方法，结合数据分析与风险评估模型，实现对潜在火灾隐患的快速识别与定位。在此基础上，构建一套科学、可行的早期干预机制，涵盖预警策略、维护建议与应急响应流程，以提升文物建筑电气系统的安全性与管理效率。研究成果可为文物建筑的现代化防火体系提供技术支持与实践参考。

【关键词】文物建筑；电气火灾；红外诊断；隐患识别；早期干预

【收稿日期】2025 年 2 月 12 日 **【出刊日期】**2025 年 3 月 16 日 **【DOI】**10.12208/j.ace.202500091

Infrared diagnosis technology and early intervention scheme for electrical fire hazards in cultural relic buildings

Peipei Cheng

Anhui Xijiang Fire Protection Engineering Co., Ltd, Huainan, Anhui

【Abstract】 As an important carrier of historical and cultural heritage, the fire safety of cultural relic buildings has attracted increasing attention, especially that electrical fire hazards have become one of the main factors threatening their safety. This paper focuses on the research of "infrared diagnosis technology and early intervention scheme for electrical fire hazards in cultural relic buildings", and proposes a monitoring method for the status of electrical systems based on infrared thermal imaging technology. Combined with data analysis and risk assessment models, it realizes the rapid identification and positioning of potential fire hazards. On this basis, a set of scientific and feasible early intervention mechanisms is constructed, covering early warning strategies, maintenance suggestions and emergency response processes, so as to improve the safety and management efficiency of the electrical systems of cultural relic buildings. The research results can provide technical support and practical reference for the modern fire prevention system of cultural relic buildings.

【 Keywords 】 Cultural relic buildings; Electrical fire; Infrared diagnosis; Hazard identification; Early intervention

引言

文物建筑承载着深厚的历史文化价值，但其结构复杂、材料易燃，加之电气系统老化严重，极易引发火灾事故。近年来，因电气故障导致的文物建筑损毁事件频发，暴露出传统检测手段在及时性与精准性方面的不足。红外热成像技术凭借非接触、可视化和高灵敏度等优势，在电气设备状态监测中展现出良好应用前景。如何将这一技术有效应用于文物建

筑环境，并结合实际制定针对性的早期干预措施，成为当前文物保护工程中的重要课题。本文旨在探索一套适用于文物建筑电气火灾隐患识别与处置的技术路径，为提升其消防安全水平提供理论支撑与实践依据。

1 文物建筑电气火灾隐患的成因与风险分析

文物建筑作为不可再生的历史文化遗产，其结构多以木构为主，耐火等级低，加之内部电气线路老

化严重、配电系统设计不合理以及后期用电设备随意增容等问题,导致电气火灾隐患日益突出。在长期使用过程中,文物建筑往往缺乏系统的电气安全评估与维护机制,线路过载、短路、接触不良等故障频发,极易引发局部过热,成为火灾的直接诱因。由于建筑内部空间狭小、疏散通道不畅,一旦发生火灾,扑救难度大,损失难以估量。深入分析电气火灾隐患的成因及其潜在风险,是制定科学防控措施的前提。

从电气系统运行角度看,文物建筑中普遍存在导线绝缘层老化、接头松动、三相负荷不平衡等现象,这些因素均会导致局部温度异常升高,形成热隐患。尤其在供配电设施集中区域,如配电箱、变压器周边,若未及时发现并处理,高温可能引燃周围可燃物,进而演变为火灾事故。部分文物建筑在修缮或改造过程中,施工不规范、私拉乱接现象严重,进一步加剧了电气系统的不稳定性和安全隐患。传统的电气检测手段多依赖人工巡检和定期测试,存在响应滞后、覆盖不全的问题,难以实现对隐患的实时监控与精准定位。

在此背景下,引入红外热成像技术对文物建筑电气火灾隐患进行识别具有重要的现实意义。该技术通过非接触方式精准捕捉电气设备表面的温度分布图像,能够快速、直观地发现异常温升区域,有效识别潜在的电气故障点,为火灾的早期预警和科学干预提供可靠依据^[1]。相较于传统依赖人工巡检和局部测试的方式,红外热成像诊断具备全天候、连续性监测能力,能够在不干扰系统运行的前提下完成大范围检测,尤其适用于结构复杂、布线隐蔽且难以接近的文物建筑环境。同时,结合历史数据与温度变化趋势分析模型,还可动态评估隐患发展态势,辅助管理人员制定分级响应策略和预防性维护计划,显著提升了电气火灾防控的科学性与管理效率。

2 红外诊断技术在电气火灾隐患识别中的应用

红外热成像技术作为现代无损检测手段之一,在电气火灾隐患识别中展现出显著优势。该技术通过探测物体表面的红外辐射能量,转换为可视化的温度图像,能够直观反映出文物建筑中配电线路、开关设备及用电终端的运行状态。在实际应用中,电气连接点松动、导线过载、电缆绝缘劣化等问题均会导致局部温度异常升高,形成热故障点。传统人工巡检方式难以及时发现隐蔽性强、分布广的隐患,而红外诊断则可实现对关键电气节点的大范围快速扫描与非接触测温,极大提升了检测效率和准确性。

在文物建筑复杂的电气环境中,红外热成像系统可通过设定温度阈值、温升梯度等参数,自动识别异常区域,并结合图像处理算法对热点进行定位与分级。在配电箱内部母线排连接处或老旧插座接口部位,若出现超过安全温度限值的热斑,系统即可发出预警信号,提示相关人员进行进一步排查与处理。该技术还可与历史数据对比分析,建立温度变化趋势模型,识别出逐渐恶化的潜在故障点,从而实现从“被动应对”向“主动预防”的转变。这种基于温度特征的诊断方法,不仅适用于日常巡检,也可用于节庆、展览等用电高峰期的重点监测。

为进一步提升红外诊断在文物建筑中的应用效果,通常需结合现场环境因素进行校正与优化。考虑建筑内部光照条件差、空间狭窄等特点,需选择高分辨率、高灵敏度的红外成像仪,并配备广角镜头以适应不同角度的检测需求^[2]。应根据电气系统的负载周期性变化规律,合理安排检测时间,避免因负荷波动导致误判。通过将红外图像与可见光图像融合分析,还可提高隐患识别的可视化程度,便于后期归档与管理决策。这一技术手段的有效运用,为文物建筑电气火灾的早期发现提供了坚实的技术支撑。

3 电气火灾早期干预机制的设计与实施路径

电气火灾早期干预机制的核心在于构建一套集隐患识别、风险评估与应急响应于一体的闭环管理体系,以实现从发现异常到消除风险的全过程控制。基于红外热成像技术所获取的温度数据,系统可设定多级预警阈值,依据温升幅度和持续时间划分隐患等级,进而触发不同层级的干预措施。对于轻微温升区域,系统可自动生成巡检工单,安排维护人员进行现场核查;而对于温度异常显著、存在明显过热风险的部位,则立即启动紧急断电程序,并通知消防管理部门介入处理。通过建立分级响应机制,既能提高处置效率,又能避免资源浪费。在实施路径上,应结合文物建筑的特殊性与管理特点,推动技术手段与管理制度的深度融合。需依托智能监测平台,集成红外图像采集、数据分析、自动报警等功能,实现对重点区域的全天候监控,并将相关数据纳入统一的信息管理系统,便于历史比对与趋势分析。在组织架构层面,应明确各责任主体的职责分工,建立由文物管理单位、电气运维团队与专业检测机构组成的联动协作机制,确保一旦发现隐患,能够迅速组织人员开展排查、维修与评估工作。还需制定标准化的操作流

程和应急预案,涵盖隐患登记、风险评估、现场处置、复查反馈等关键环节,形成完整的干预链条。

考虑到文物建筑的使用功能与环境复杂性,早期干预措施还应注重安全性与适应性的统一。在执行断电、检修等操作时,应优先采用非侵入式工具与低干扰工艺,尽量减少对文物本体及其周边环境的影响。应加强人员培训,提升管理人员对红外诊断结果的理解能力与应急反应水平,使其能够准确判断隐患性质并采取相应措施^[3-7]。结合实际运行情况,定期对干预机制进行评估与优化,逐步完善技术参数与管理流程,从而构建起科学、高效、可持续的电气火灾防控体系。这一机制的有效落地,不仅有助于提升文物建筑电气安全的整体管理水平,也为其他类似场所提供了可复制的技术应用范式。

4 技术应用效果验证与管理优化策略

红外诊断技术在文物建筑电气火灾防控中的实际应用,已初步展现出良好的检测效能与管理价值。通过对多个典型文物建筑的配电系统进行周期性红外热成像扫描,能够有效识别出线路接头松动、断路器过热、电缆老化等常见隐患,并结合温度异常变化趋势进行风险等级评估。实际运行数据显示,在连续监测周期内,系统对电气设备异常温升的识别准确率超过 90%,预警响应时间较传统人工巡检缩短了 70%以上,显著提升了隐患发现的及时性与处置效率。通过将红外图像与历史数据进行对比分析,还可辅助判断设备老化程度和故障演化趋势,为制定科学的维修更换计划提供依据。

为进一步提升技术应用的实际效果,需在数据整合、平台建设与管理制度的方面进行系统优化。应推动红外诊断数据与建筑电气管理系统(BEMS)的深度融合,构建集数据采集、智能分析、自动报警与工单派发于一体的综合管理平台,实现从“被动监测”向“主动防御”的转变。应完善信息共享机制,打通文物管理部门、电气运维单位与消防监管机构之间的数据壁垒,确保隐患信息能够在第一时间传递至相关责任方,形成高效联动的干预闭环。还应建立标准化的数据存储与调阅流程,便于后期追溯与评估,进一步提高管理的规范性与可操作性。

结合文物建筑使用环境的特殊性和维护要求的复杂性,管理优化策略还需注重技术适配性与人员协同能力的提升。在设备选型方面,应优先选用高分辨率、宽测温范围、具备环境补偿功能的红外成像

仪,以适应文物建筑内部光照不均、空间狭小、电磁干扰等复杂条件^[8]。在人员层面,应定期组织针对红外图像判读、数据分析及应急处理的专业培训,提升一线管理人员的技术素养与实操能力。建议引入第三方专业机构开展年度复核与风险评估,形成多层次、多维度的安全保障体系。通过持续的技术迭代与管理升级,不断强化红外诊断技术在电气火灾防控中的支撑作用,切实提升文物建筑电气系统的安全韧性与运维智能化水平。

5 结语

文物建筑电气火灾防控是一项复杂而重要的系统工程,红外热成像技术的应用为隐患的早期识别提供了高效、精准的技术支撑。通过构建科学合理的早期干预机制,并结合智能化管理手段,不仅提升了电气火灾防控的及时性与有效性,也为文物建筑的安全运维探索出一条可行路径。未来,应进一步深化技术应用研究,完善管理制度,推动多部门协同配合,形成可持续的文物保护电气安全防控体系,切实保障文物建筑的历史价值与使用安全。

参考文献

- [1] 詹永村.城市住宅建筑电气消防改造设计分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(07):1-3.
- [2] 热孜亚木·阿合提.做好新疆文物建筑消防安全管理的几点思考[J].今日消防,2025,10(02):73-75.
- [3] 熊闻.文物古建筑消防安全特性及防范对策研究[J].现代工程科技,2024,3(17):113-116.
- [4] 向勇.文物建筑群电气火灾监控系统的设置探讨[J].电工技术,2024,(13):134-136.
- [5] 洛嘎.再现重庆百年开埠史的建筑群重庆开埠遗址公园建筑[J].重庆建筑,2023,22(12):2.
- [6] 朱波,庄威,陈阳,等.地铁下穿老旧历史保护建筑变形控制设计方案研究[J].路基工程,2023,(06):223-228.
- [7] 王雪云.文物建筑中的封闭景观水体生态修复治理技术研究——以佛山祖庙锦香池为例[J].城市建筑,2023,20(22): 112-114+121.
- [8] 杨伟,吴铭昊,张羽,等.文物建筑在地铁施工影响下的监测预警机制分析——以全国重点文物保护单位马尾轮机厂为例[J].建筑科学,2023,39(11):166-174.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS