

# 面向高层建筑的电气火灾应急处理机制优化研究

文 / 王 丽 安徽安德建筑设计有限公司

**摘要：**高层建筑内部的电气系统往往因负荷集中、布线复杂等因素而面临火灾风险，一旦发生电气火灾，极易导致人员伤亡与重大财产损失。为有效减小此类灾害的影响，本研究围绕电气火灾应急处理机制展开系统化探讨，从预防、监测、组织管理、资源配置与事后恢复五方面入手，旨在形成更加完善的应急处置框架。首先，通过优化电气负荷分配与线路布局，可在源头降低火灾诱因；其次，借助多维度监测与智能预警手段，能够更早发现潜在火情；再者，完善的应急组织架构与人员培训，可确保各环节紧密衔接并迅速响应；同时，合理配备应急物资与新兴技术，有助于在严峻环境中保持作业连续性与救援效率；最后，通过事后评估与持续改进，可将应急经验纳入后续安全规划与系统优化，进而增强高层建筑对电气火灾的整体防御能力。本研究期望为相关管理机构提供可行建议，以更科学、更高效的方式应对高层建筑电气火灾带来的风险与挑战。

**关键词：**高层建筑；电气火灾；应急处理；机制优化；火灾安全

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.07.122

## 引言

高层建筑以其有效利用空间与塑造城市天际线的优势，成为都市化进程中的主要形态。其高层建筑中电气设备的使用较为普遍，且高层建筑的功能性发挥也需要众多电气设备来予以支持，电气设备及线路在异常运行状态下，可能会引发火灾，而由于大多数电气设备及线路的安装配置都具有一定的隐蔽性，火灾发生前往往不易通过观察发现隐患。<sup>[1]</sup>另外，这类建筑往往配备众多电气设备，且电力负载需求逐年攀升，布线与维护的难度也随之加大。当电气系统在运行或老化过程中出现过热、短路等问题时，极易引发火灾并迅速蔓延。因此，如何在高层建筑中建立一套完备的电气火灾应急处理机制，既能事先减少火灾发生概率，又能在火情突发时保证科学、高效的处置模式，已成为城市公共安全管理领域的重要课题。本文拟从多角度对高层建筑电气火灾的应急处理机制进行系统性研究与优化，期望为后续实践提供可行思路。

## 一、电气负荷与布线规范优化

**(一) 评估建筑用电需求，合理分配负载并规范布线**

高层建筑功能多样，不同区域对电力的需求各异。在设计电气系统时，需详细评估各区域的用电负荷，确保电力供应的可靠性。根据《民用建筑电气设计标准》及《建筑设计防火规范》的规定，一类高层民用建筑消防负荷按一级负荷供电，二类高层民用建筑消防负荷按二级负荷供电。

在负载分配完成后，还需优化布线的物理路径。对于主干线路，应选择最短、安全性高的敷设方式，避免交叉干扰和电磁辐射的潜在影响。支路布线则需兼顾维护便捷性与材料节约。通过明确各区域的用电需求，合理分配负载与设计布线方案，可以在系统运行的初始阶段有效降低电气火灾的发生概率。

**(二) 建立定期巡查与线路维护制度，及时发现老化与破损部位**

电气系统的运行安全性很大程度上取决于巡查与维护的规范化程度。线路在长期运行过程中，绝缘层可能因老化、环境侵蚀或人为损坏而失效，导致局部过热或短路隐患。因此，建立以年度检查为基础、季度巡查为补充的多频次制度尤为关键。检查内容应覆盖线路的连接处、转角部位以及高负荷运行的关键节点，这些区域通常更易出现问题（如图一所示为电气工人在巡检电气系统运行状况图）；另外，维护工作需要结合红外热像检测等技术手段，快速识别线路温度异常点并及时进行处理。通过记录每次巡查的详细信息，还可以构建动态的设备运行数据库，为后续的安全管理提供支持。利用有效的巡查与维护措施，可以减少电气系统运行中潜在的问题爆发的可能性，为整个建筑的安全运行奠定基础。



图1 电气工人在巡检电气系统运行状况图

**(三) 优化设备选型与配电回路，合理配置保护装置与防护材料**

设备选型直接关系到电气系统的安全性与经济性。选择与负载相匹配的设备规格，既可以避免因设备超负荷运行导致的热故障，也可以节省初始投资成本。对于配电回路的设计，应优先考虑负载的分布特点，将高负载设备分散至多个独立回路，防止单一回路承受过高压力；在线路关键节点合理配置保护装置，包括过流保护器、漏电断路器等，可以在故障发生时迅速切断电源，

避免事故扩大。<sup>[2]</sup>在材料选择上,导线的绝缘等级、防火性能和抗腐蚀能力都需要满足相应的技术标准。在高温或高湿环境中,应额外加强导线的外部保护层。优化设备选型、设计高效配电回路并合理配置保护措施,可以有效提升电气系统的安全余量,减少单点故障引发火灾的风险。

## 二、火灾探测与预警系统完善

### (一) 建立多维度传感器网络,通过温度、烟雾及电流信号实时监测

火灾探测的关键在于早期发现异常信号,构建多维度传感器网络可提高识别火情的敏感度。在这一网络中,温度传感器、烟雾传感器及电流监测设备分别承担不同层面的预警功能。温度传感器可监测环境温度的突然升高,尤其是在短时间内达到设定阈值时,触发报警信号。烟雾传感器通过捕捉空气中微小颗粒浓度的变化,能够探测出火灾初期的燃烧痕迹。电流传感器则通过实时记录线路中的电流波动,识别因短路或过载引发的异常现象。<sup>[3]</sup>通过将传感器集成到同一网络,能够实现信息的全面采集与交叉验证,避免单一传感器可能存在的漏报或误报问题。

### (二) 采用智能化数据分析平台,对监测信息进行分析与趋势研判

仅靠单一数据点无法全面呈现火情的发展态势,智能化数据分析平台的引入则可以对海量监测信息进行处理与研判。这类平台通常结合机器学习算法,通过历史数据的训练与实时数据的输入,构建预测模型,判断潜在火情的发展可能性。趋势研判功能能够捕捉温度升高、烟雾浓度变化或电流异常之间的关联模式,从而大幅降低误报率。分析平台还可以对火灾发生的时间、位置以及原因进行模拟推演,为管理人员提供科学决策依据。在智能化平台的支持下,系统可以触发楼宇控制设备的联动响应,例如关闭通风设备以遏制火势蔓延,或启动灭火装置进行局部控制。智能分析平台不仅提升了信息处理的速度,也为复杂环境下的应急决策提供了支撑。

### (三) 建立分级报警策略,结合声光警报同步信息至管理中心

火灾的不同阶段需要不同层级的响应措施,分级报警策略的建立使应急处理更加精细化。低级警报主要针对早期火情,通过柔和的声光提示提醒现场人员注意环境变化;中级警报则在火情可能进一步扩大的情况下发出,通过较高强度的警示信号要求人员立即采取行动;高级警报在确认火情严重并威胁到人员安全时启动,通过强烈的声光信号促使人员迅速撤离。同时,报警信息需要同步传输至管理中心,确保相关部门能够在最短时间内获取火情信息并制定响应方案。分级报警策略的实施不仅提高了信息的传递效率,也避免了因过度报警引发的人员恐慌。结合声光警报与信息同步的双重手段,

可以在火灾初期建立有效的应急反应机制,为后续救援争取宝贵时间。

## 三、应急组织架构与人员培训

### (一) 建立分层级应急指挥系统,明确职责分工与指令流程

在应对电气火灾的过程中,指挥系统的效率直接决定了应急响应的成效。通过建立分层级应急指挥系统,可以确保各部门在紧急情况下能够高效协同。该系统的核心是明确每一级别的职责分工,包括火情监测、信息传递、现场指挥和后勤支持等模块。每个模块都需要建立详细的指令流程图,将任务具体化至个人或岗位,避免在突发事件中出现职责模糊或重复指令的情况。<sup>[4]</sup>同时,指挥系统应包含实时信息共享的技术手段,通过电子化平台将火情动态、设备状态以及资源分布等关键信息传递至指挥中心,确保决策具有准确性和时效性。为了进一步优化协作效率,指挥系统的层级设置应保持适度扁平化,减少信息传递环节的冗余,从而在火灾初期争取更多时间控制局势。

### (二) 针对电气火灾特点,开展岗位的培训与演练

电气火灾的特殊性决定了培训内容必须具有针对性与实践性。火情识别是培训的基础环节,要求参训人员掌握电气设备异常信号的基本特征,例如短路产生的火花或过热导致的气味变化;另外,疏散组织能力的提升至关重要,特别是在高层建筑中,疏散路径的选择、疏散速度的控制以及残障人士的协助均需纳入培训内容。为将理论与实践相结合,应定期开展综合性的应急演练,通过模拟真实场景检验培训效果。例如,模拟电气设备突发短路引发火情,参训人员需要在有限时间内完成火情报警、现场疏散以及初步灭火操作。每次演练后,通过记录细节并开展总结会,可以进一步优化应急预案,使其更贴合实际情况。系统性的培训与演练能够确保应急力量具备统一的行动规范与实战能力。<sup>[5]</sup>

## 四、应急物资配置与技术支持

### (一) 合理制定电气火灾应急物资清单,提升处置效率

在应急处置过程中,物资的种类与配置直接影响响应速度和效率。针对电气火灾的特殊性,物资清单需涵盖灭火器、绝缘工具以及防护用品等关键设备。灭火器的种类选择应优先考虑二氧化碳型或干粉型,以确保在带电环境中使用的安全性。绝缘工具如绝缘钳、绝缘杆等,应具有优良的电气绝缘性能,以降低救援人员触电风险。防护用品包括防护服、绝缘手套和防护眼镜等,能为参与救援的人员提供全面的物理防护;物资存放位置需贴近火灾易发区域,并设置清晰的标识与取用指引,确保取用路径最短化。<sup>[6]</sup>管理人员需定期检查物资的完整性与有效性,并结合火灾发生的历史数据适时调整清单内容。

## （二）备妥移动电源与应急照明，保障关键功能运行

电气火灾通常伴随断电或线路损坏的情况，移动电源与应急照明的准备显得尤为重要。移动电源可为关键设备提供临时供电，确保火灾探测器、监控摄像头等重要装置的持续运行。选用具有稳定输出能力和过载保护功能的设备，有助于防止二次故障的发生。应急照明则是现场可视度的保障，尤其在高层建筑内部，光线缺失可能严重阻碍人员疏散与救援工作的开展。照明设备应分布于主要通道、疏散出口和楼梯间等区域，并配备便携式强光手电作为补充。在实际部署中，需根据建筑规模和布局特点合理安排设备数量与位置，以覆盖可能的盲点区域。移动电源与应急照明的双重支持，能够有效缓解突发断电带来的不利影响，保障救援与监测的连续性。

## （三）引入电气火灾灭火技术与辅助机器人，提升作业安全性

传统灭火方式在高温、带电环境中存在较高风险，新兴技术的引入能够有效提高安全性与效率。针对电气火灾的特点，采用新型灭火剂如气溶胶灭火系统，可在不损害设备的情况下快速扑灭火源。新兴技术通过化学反应中断燃烧过程，适用于电气室等密闭空间；另外，辅助机器人在危险环境中的运用已逐渐成熟。机器人可以通过远程操控进入高温或带电区域，执行灭火、侦测和物资搬运等任务。要想确保机器人操作的精确性，需结合建筑结构特点优化其导航系统，并定期进行维护与升级。将先进技术的引入与合理配置，可以大幅度降低救援人员的暴露风险，同时提高应急响应的灵活性与精准性。

## 五、后续恢复与安全改进

### （一）火情受控后，应评估电气系统损坏情况，制定修复计划

在电气火灾被控制后，立即评估系统损坏情况是恢复工作的第一步。此评估需要全面涵盖配电箱、线路和设备等各关键环节，重点检查火灾中心区域的电气装置和线路受损程度。评估应借助专业设备如红外检测仪和绝缘电阻测试仪，通过数据分析判定隐性故障的可能性。此外，对于局部过载或短路问题导致的损伤，需追踪其源头以预防二次故障。在评估完成后，制定清晰的修复计划尤为重要。计划应包括线路修复、设备更换以及保护措施的升级等步骤，明确各环节的优先级和完成时间表。在执行过程中，建议将关键负载如应急照明和监控系统优先恢复，以确保建筑的基本安全功能运行稳定。

### （二）检修受损部位测试安全性能，优化布线走向

修复工作不仅限于表面问题的解决，还需深入检修受损部位的安全性能。对于线路部分，需重点测试导线的绝缘性能以及连接点的接触质量，防止因劣化材料残

留而引发新的火灾隐患。在检测过程中，可采用局部放电测试和电缆耐压试验，确保所有部件符合运行标准。设备检修环节则需要对电气元件的工作状态进行全面检查，特别是断路器、变压器等核心组件的功能完整性。<sup>[7]</sup>在设备检测完成后，优化布线走向是防止同类隐患再次发生的重要手段。例如，避免线路交叉过密和热源附近的布线，选择低阻燃材料作为替代，并结合建筑结构重新规划电缆敷设方式。经过系统性的检修与布线优化，可以有效提升电气系统的整体安全性，减少未来发生事故的概率。

## 结语

总之，高层建筑在现代城市中的地位与作用决定了电气火灾的防治至关重要，而要实现行之有效的防控策略，需从预防、监测、组织、资源及恢复五个层面开展系统化、持续性的优化工作。首先，电气负荷与布线的科学规划为源头治理的关键，通过对用电需求的合理评估及线路的安全布局，可大幅度降低设备过热、短路等风险。其次，构建完善的火灾探测与预警系统，能够为应急决策提供及时、准确的信息支撑，有效减少火情扩散与误判造成的损失。在此基础上，通过强化应急组织架构与人员培训，形成职责明确、协调有序的指挥体系，并使各级人员具备熟练的操作技能与统一的行动规范，确保在火情发生时能够迅速调动可用资源并作出正确判断；远程监控与辅助机器人等新兴技术的运用，进一步拓宽了在高温或带电环境中的作业范围，降低了现场人员冒险作业的必要性。最后，任何应急方案都需在事后进行评估并不断完善：通过建立反馈与改进机制，可将处置过程中发现的设计缺陷、管理短板及时纳入后续规划与预案修订，形成持续循环的安全提升体系。唯有如此，高层建筑的电气火灾应急处理机制才能在快速发展的城市环境中保持先进性与有效性，真正实现减少火灾发生率、减轻灾害损失以及保障公众生命财产安全的综合目标。

## 参考文献

- [1] 高金明. 简析高层建筑电气火灾报警及监控系统[J]. 门窗, 2016, (07): 206.
- [2] 李张源, 张军. 超高层建筑电气防火设计研究[J]. 中国新技术新产品, 2022, (23): 142-145.
- [3] 赵明宇, 李颖. 高层建筑电气火灾自动报警系统设计探讨[J]. 科技展望, 2016, 26(23): 152.
- [4] 朱西贝. 超高层建筑电气火灾自动报警系统设计探究[J]. 建筑设计管理, 2016, 33(07): 70-72.
- [5] 张震环. 高层建筑电气火灾的防范及火灾自动报警系统讨论[J]. 中国建筑金属结构, 2013, (22): 48.
- [6] 陈卫华, 毛银辉. 浅谈高层建筑电气火灾报警及监控系统[J]. 科技风, 2009, (16): 266.
- [7] 吕忠毅. 建筑电气火灾的成因与预防措施[J]. 居业, 2018, (03): 89-90.