医院电气火灾隐患排查与智能化防控路径探析

张卉泳 陈柯
南京市第一医院 江苏 南京 210006

摘 要 医院作为人员密集且用电场景复杂的特殊场所，电气火灾隐患直接威胁医患生命安全与诊疗秩序。通过梳理医院电气火灾核心风险类型，分析各类隐患的形成机制与危害特征。基于隐患分布规律构建针对性排查体系，明确全维度检测、专项排查等实操方法与核心指标。结合智能化技术发展趋势，提出与排查体系精准对应的防控路径，依托物联网监测、智能预警、联动处置等技术手段，实现电气火灾隐患的全周期精细化防控。以期为提升医院电气安全管理水平提供实操参考，助力构建安全可靠的医疗用电环境。

关键词 医院；电气火灾；隐患排查；智能化防控；用电安全

Exploration and Analysis of Electrical Fire Hazard Inspection and Intelligent Prevention in Hospitals

Zhang Hui-yong, Zhang Ke
Nanjing First Hospital, Nanjing, 210006, Jiangsu Province, China

Abstract Hospitals, as densely populated and electrically complex environments, face significant electrical fire risks that directly threaten the safety of patients, staff, and the continuity of medical services. This paper systematically identifies the core risk types of electrical fires in hospitals, analyzing the formation mechanisms and hazard characteristics of various potential dangers. Based on the distribution patterns of these risks, a targeted inspection framework is proposed, including comprehensive detection, specialized inspections, and corresponding core indicators. Aligning with technological trends in intelligence, the paper presents a precise prevention and control pathway integrating the inspection framework. By leveraging technologies such as Internet of Things (IoT) monitoring, intelligent early warning systems, and coordinated emergency response, a refined, full-cycle prevention and control system for electrical fire hazards is established. This study aims to provide practical guidance for enhancing hospital electrical safety management and contribute to building a safe and reliable medical electrical environment.

Key words Hospital; Electrical Fire; Hazard Inspection; Intelligent Prevention and Control; Electrical Safety

医疗行业的持续发展推动医院电气设备向密集化、复杂化演进，各类诊疗设备与生命支持系统的不间断运行，使医院用电负荷逐年攀升，电气火灾风险同步加剧。医院环境具有人员流动量大、弱势群体集中的特点，且存有医用气体等易燃易爆介质，电气火灾不仅会造成直接财产损失，更可能导致诊疗活动中断，危及医患生命安全，引发广泛社会影响。当前部分医院仍存在电气系统老化、管理机制不完善、排查手段传统等问题，难以满足复杂用电场景的安全保障需求。传统排查方式依赖人工操作，效率偏低且易遗漏隐蔽隐患，无法实现风险的提前预判与快速处置。因此，系统识别医院电气火灾隐患类型，构建科学高效的排查体系，探索适配医院场景的智能化防控路径，对弥补传统管理短板、提升电气安全防控的精准性与时效性具有重要现实意义，也为医院安全管理体系的完善提供有力支撑。

1 医院电气火灾隐患的风险类型

1.1 电气系统本体隐患

配电线路老化、破损与过载隐患植根于长期使用的环境作用与负荷累积。绝缘层在温度交替、腐蚀性介质影响下逐步丧失防护性能，水分渗入极易引发绝缘击穿与短路。线路连接部位处理不规范或紧固不足，接触电阻随之增大，局部过热与打火现象加速绝缘层破损。用电负荷持续攀升时，线径选型与实际需求不匹配的线路难以承载额定电流，长期过载引发的导线温升，进一步加剧绝缘层软化龟裂。

电气设备故障覆盖普通用电设备与医疗专用设备。普通设备因内部元器件自然老化、线路接点氧化出现运行异常，医疗专用设备受高频次启停与复杂诊疗环境影响，电路故障发生率相对更高。电路板积尘、电源模块衰减直接导致设备控制逻辑紊乱，部分设备超服役年限运行，电路绝缘性能与机械稳定性同步下将，形成潜在安全风险。

接地与防雷系统失效隐患来自自然损耗与维护缺位。接地装置的接闪器、引下线长期暴露户外，易受风雨侵蚀发生锈蚀，接地极与栏杆等连接部件接触电阻升高，故障电流导出效率受影响。防雷设施未按周期开展检测，泄流能力与绝缘性能下降，雷击发生时无法有效将雷电能量导入大地，电磁脉冲侵入电气系统，干扰设备运行并诱发故障。

1.2 电气使用与管理隐患

违规用电与负载配置不合理隐患体现为超出设计标准使用大功率电器，随意增设用电终端造成局部电路负载超限。部分区域供电路由规划缺乏统筹，同一用电区域接入不同变配电室电源，形成回路交叉与负载不均衡，不合理的负载分配引发电压波动，直接影响精密设备运行稳定性[1]。

电气维护保养缺失隐患表现为未建立常态化检测机制与完整记录追溯体系，安全防护类设备未按规范开展维护，潜在隐患难以及时识别。部分设备检修仅停留在外观检查，未深入核查内部线路连接状态与核心部件损耗情况，管道井、吊顶夹层等隐蔽区域的电气设施长期处于监管空白，隐患随时间逐步累积。

应急供电系统潜在隐患包括重要诊疗负荷未按规范接入应急母线段，非关键负荷占用应急供电资源，突发停电时核心设备供电保障不足。发电机组可能存在额定功率与实际负荷不匹配、并网控制逻辑缺陷等问题，突加负载时易出现启停故障，直接影响应急供电的连续性与可靠性。

1.3 特殊场景电气隐患

重症监护室高负荷用电隐患源于各类生命支持设备的持续运行，多台大功率设备集中接入同一供电回路，易造成线路载流量超标。诊疗过程中设备启停频繁导致负荷波动剧烈，加剧线路损耗与设备绝缘老化，供电系统一旦出现异常，将直接威胁患者生命安全。

手术室精密设备电气安全隐患源于设备内部电路集成度高，对供电电压、频率稳定性要求严苛，电路板焊点脱焊、电极线路接触不良直接导致设备控制失效。手术环境中频繁的消毒清洗操作易使设备外壳与内部线路受潮，破坏绝缘性能，进而诱发短路等电气故障。

医用气体与电气交叉风险隐患集中在液氧站、气体输送管道沿线等区域，供电线路与供氧管线未按规范保持安全间距，存在混敷现象，氧气泄漏后与电气设备运行产生的火花接触，易引发燃烧爆炸。液氧槽车装卸与存储过程中产生的静电无法及时导出，电荷累积至临界值后发生放电，形成潜在引火源。

2 医院电气火灾隐患的排查体系

2.1 电气系统本体隐患排查方法

配电线路全维度检测直指绝缘电阻、载流量与破损核心。检测前须切断电源并充分放电，断开关联设备以排除干扰，选用与电压等级适配的检测仪表完成绝缘性能核验。结合线路敷设路径，着重核查隐蔽区域与接头部位，通过荷载模拟试验确认载流量匹配情况，依托可视化技术探查绝缘层破损及内部芯线损伤状态。

电气设备运行状态监测围绕温升、异响与故障信号展开。设备正常运行期间，采用接触式与非接触式结合的手段监测关键部位温度变化，分辨运行中异常声响的频率与来源。同步记录设备运行参数，分析电流电压波动、部件异常动作等故障信号，重点关注医疗专用设备核心电路与电源模块的实时运行状态。

接地与防雷系统有效性核验兼顾装置完整性与性能达标。检查接闪器、引下线的物理状态，排查锈蚀、断裂等损伤情况，测量接地极与连接部件的电阻值。核验防雷设施与电气系统的连接可靠性，通过模拟测试确认雷击时能量泄放路径的通畅性，保障系统在极端天气下的防护效能。

2.2 电气使用与管理隐患排查策略

用电行为合规性巡查与负载核算需结合实际使用场景展开。实地核查用电设备与线路的匹配状况，排查超出设计标准的用电行为及私自增设的用电终端。梳理供电路由规划情况，核算各区域负载分布，评估电压稳定性与线路承载压力，识别负载不均衡引发的潜在风险。

维护保养记录核查与现场验证形成闭环管理。调取设备检修档案，核对维护周期与内容的完整性，重点核查安全防护设备的保养记录。现场抽查设备维护效果，拆解检查内部线路连接与核心部件损耗情况，深入管道井、吊顶夹层等隐蔽区域，核实维护覆盖的全面性。

应急供电系统切换与负载测试应模拟实际应急场景实施。检查重要诊疗负荷与应急母线段连接的规范性，清理占用应急资源的非关键负荷。启动发电机组开展切换试验，验证并网运行稳定性，通过突加负载测试评估功率匹配度与连续供电能力，排查切换过程中可能存在的故障点[2]。

2.3 特殊场景电气隐患专项排查方案

ICU用电回路分层检测与风险评估适配其高负荷特性。按设备重要程度划分检测层级，重点监测生命支持设备所在回路的运行参数。核查回路布线合理性与绝缘性能，通过负荷分配模拟评估过载风险，结合诊疗流程波动分析线路承受能力，最

终形成分层风险等级评估结果。

手术室电气设备接地与绝缘专项校验满足精密运行需求。采用高精度仪表检测设备的接地连续性与绝缘性能，重点核查电极线与电路板的连接状态。结合手术环境特性，验证设备经消毒清洗后的绝缘可靠性，确保接地系统在设备启停频繁的场景下保持稳定效能[3]。

医用气体区域电气防爆与隔离检查应严格遵循安全间距要求。核查供电线路与供氧管线的敷设方式，排查混敷现象与间距不足问题。检查区域内电气设备的防爆性能，重点核验隔爆接合面、密封圈等关键部件状态，保障电气设施与气体泄漏风险的隔离防护，排查静电导出装置的实际效能。

3 医院电气火灾隐患智能化防控路径

3.1 电气系统本体隐患智能化防控

基于物联网的线路状态实时监测系统在配电线路关键节点部署各类传感器，持续采集绝缘性能、载流量及破损相关参数。数据经传输网络汇聚云端平台，依托算法分析精准识别异常状态，隐蔽区域的线路状态通过可视化模块实时呈现，实现全天候无死角监测。

设备电气故障智能预警与诊断平台整合设备运行全量参数，构建故障特征模型，深度分析温升异常、电流电压波动等信号。平台自动捕捉潜在故障征兆，生成诊断报告推送管理终端，重点关注医疗专用设备核心电路与电源模块状态，提前规避故障扩大风险。

接地防雷系统智能检测与自动修复机制以数字化监测终端为支撑，实时监测接地电阻变化与防雷装置运行状态。系统自动触发定期检测程序，发现连接松动或性能衰减时，联动执行部件完成初步修复，极端天气前启动强化监测模式，保障能量泄放路径通畅。

3.2 电气使用与管理隐患智能化防控

智能用电监管系统通过终端感知设备识别违规用电行为，即时触发声光报警并限制异常用电。依据线路承载能力动态调控负载分配，借助优化算法平衡各区域用电压力，避免局部过载，实时监测电压稳定性，为精密设备提供稳定运行环境。

维护保养智能提醒与全流程追溯系统根据设备特性设定维护周期，到期自动推送提醒信息。系统完整记录维护全流程数据，涵盖检测结果、维修内容及责任人，隐蔽区域设备维护情况可通过电子台账追溯，确保维护覆盖无遗漏，形成闭环管理。

应急供电系统智能切换与故障自排查模块采用多重冗余设计，实时监测主备电源状态。市电异常时自动启动切换程序，保障重要诊疗负荷的供电连续性，系统定期对发电机组、切换开关等部件开展自检测试，发现故障隐患自动记录并预警。

3.3 特殊场景电气隐患智能化防控

ICU专属智能用电监测与负载均衡系统适配高负荷特性，精准监测生命支持设备回路状态。依据设备运行动态分配电力资源，通过负载均衡算法避免回路过载，实时反馈回路绝缘性能与布线合理性，保障诊疗过程供电稳定[4]。

手术室电气安全智能巡检机器人与预警系统搭载高精度检测模块，自主完成设备接地连续性与绝缘性能校验。机器人适配手术环境要求，非手术时段开展全方位巡检，捕捉电极线松动、电路板异常等隐患，通过预警平台及时推送信息。

医用气体电气交叉区域智能防爆监测与联动防控系统整合气体探测与电气状态监测功能。检测到气体泄漏时，立即联动切断区域内非必要电源，启动防爆通风设备，同时监测静电导出装置运行状态，通过智能调控避免引火源产生，实现风险联动处置[5]。

4 结束语

医院电气安全管理属于长期动态工作，随着医疗技术的革新与用电需求的变化，新的隐患类型与风险点将持续出现。未来需进一步优化智能化防控系统的兼容性与适配性，加强多技术融合应用，提升系统对复杂场景的适应能力与预警精度。同时应注重管理制度与技术手段的协同推进，通过完善的管理机制确保智能化系统充分发挥效能，持续推动医院电气安全防控水平的提升，为医患人员营造更为安全可靠的诊疗环境。

参考文献

[1]陈琛,吴龙,孙炳强,等.浅析医院中智慧消防在电气火灾中的应用[J].消防界(电子版),2024,10(18):96-98.

[2]刘倩,唐文明,范开洲.大型医院典型电气火灾分析与防控对策研究[J].中国医院建筑与装备,2023,24(7):67-71.

[3]廖述龙.电气火灾自动灭火装置在智慧医院中的应用[J].现代建筑电气,2022,13(3):26-31,43.

[4]康凤良,洪洋,李凯.基于医院智慧消防平台的消防部件管理[J].中国医院建筑与装备,2022,23(1):54-56.

[5]孙海,李鹏,王磊.基于物联网的医院电气火灾预警系统设计研究[J].安全与环境工程,2024,31(2):112-118.

（本文编辑 吴文博）