

医院电气工程设备维护响应机制及质量提升路径探讨

卢叶强

汕头大学医学院小榄临床学院, 广东 中山 528400

DOI:10.61369/EPTSM.2025110013

摘 要 : 分析医院电气设备维护响应现状, 包括设备维护指标对比、瓶颈识别等。阐述基于 BIM+IoT 等技术的管理架构及维护策略, 如故障预警、智能派单等。还涉及供电保障、特种设备维护, 以及人才培养、KPI 考核等, 构建智能化响应机制, 成效显著, 提出未来研究方向。

关 键 词 : 医院电气设备; 维护响应; 智能化

Discussion on Maintenance Response Mechanism and Quality Improvement Path of Hospital Electrical Engineering Equipment

Lu Yeqiang

Shantou University Medicine School Xiaolan Clinical College Zhongshan, Guangdong 528400

Abstract : This study analyzes the current status of hospital electrical equipment maintenance response, including equipment maintenance indicator comparisons and bottleneck identification. It elaborates on management frameworks and maintenance strategies based on BIM+IoT technologies, such as fault prediction and intelligent dispatching. The paper also covers power supply assurance, special equipment maintenance, talent development, KPI evaluation, and other aspects. By establishing an intelligent response mechanism, significant achievements have been made, with proposed future research directions.

Keywords : hospital electrical equipment; maintenance response; intelligentization

引言

医院电气工程设备的维护对于医院的正常运转至关重要。随着《医疗设备管理条例》(2021年修订)的颁布,对医院设备维护提出了更高要求。在此背景下,分析医院电气设备维护响应现状具有重要意义。一方面对比分析设备维护指标,另一方面识别响应瓶颈。基于 BIM+IoT 等技术构建设备管理架构,针对不同设备采取特定维护策略,同时构建多源数据融合架构、开发运维 APP、制定应急响应标准等,从多方面提升维护质量,构建智能化响应机制,为医院可持续发展提供支持。

一、医院电气设备维护响应机制构建

(一) 设备维护响应现状分析

对医院电气设备维护响应现状展开分析,主要从两个方面进行。一方面,对比分析12类设备维护指标,包括配电系统双电源切换实效、医气设备末端压降响应速度等。通过对这些指标的研究,了解不同设备在维护响应方面的实际表现^[1]。另一方面,运用德尔菲法识别6大类响应瓶颈,例如手术室供电延迟、液氧系统故障报警盲区等。这些瓶颈问题严重影响了医院电气设备的正常运行和维护效率,是构建维护响应机制需要重点关注和解决的关键所在^[1]。

(二) 智能响应框架搭建

基于 BIM+IoT 构建设备全生命周期管理架构,可实现对医院电气设备的全面监测与管理^[2]。通过整合 HIS 系统工单数据,建

立故障预警模型,能提前发现潜在故障,为维护工作提供充足准备时间。智能化派单算法的设计至关重要,结合临床需求分级以及设备风险矩阵,合理分配维护任务。临床需求分级可确保关键设备的维护优先级,满足医疗工作的紧急需求。设备风险矩阵则从设备自身状况和故障可能性等多方面综合评估风险,使维护资源得到高效利用,从而提升医院电气设备维护响应的智能化水平和整体效率。

二、关键设备分类维护策略

(一) 供电保障设备维护

对于供电保障设备的维护,变压器可采用油色谱在线监测方案,能及时发现潜在故障^[3]。UPS 电池组需设计健康度动态评估模型,精准掌握其运行状态,以便提前采取维护措施。配电房运

维至关重要，应制定详细规程，其中包含应急发电车接入演练。通过这些措施，确保在突发电力故障时，应急发电车能迅速接入，保障医院电力供应的连续性和稳定性。同时，这些维护策略和规程的实施，有助于提高供电保障设备的可靠性和使用寿命，减少因设备故障导致的医疗风险，为医院的正常运转提供坚实的电力支持。

（二）特种设备维护优化

针对医院特种设备中的低压电气系统、锅炉设备、电梯及中央空调系统，需制定专项维护策略以保障其安全稳定运行。在电梯运维方面，应建立基于物联网技术的困人应急通讯保障机制，通过双回路通讯系统确保被困人员与监控中心的实时联络，同时优化应急救援响应流程，将平均救援时间控制在国家标准范围内（GB/T 24476-2017）^[4]。对于锅炉设备，需实施基于风险检验（RBI）的预防性维护方案，重点监测受压元件壁厚、安全阀校验周期及水质硬度等关键参数。中央空调系统维护则应采用露点温度自适应调节算法，通过实时监测环境温湿度参数，动态调整制冷机组运行工况，确保医疗区域温湿度维持在 YY/T 0186-94 标准规定的范围内。上述设备的维护均需建立完善的运行档案，记录日常巡检、定期保养及故障处理等关键数据，为设备全生命周期管理提供数据支持^[4]。

三、临床实时响应机制实现

（一）智能运维平台建设

1. 多源数据融合架构

整合设备传感器数据、维修历史记录以及临床科室评价，构建设备健康状态数据库是多源数据融合架构的关键。设备传感器能够实时获取设备运行的各项参数数据，为了解设备实时状态提供基础^[5]。维修历史记录包含了设备过去出现的问题以及解决方式，对预测设备可能出现的故障具有重要参考价值。临床科室评价则从使用端反映了设备的性能和问题，是对设备实际使用效果的重要反馈。通过对这些多源数据的整合，并利用特征工程处理能力，能够更全面、准确地构建设备健康状态数据库，为智能运维平台提供有力的数据支持。

2. 移动端响应系统

开发支持 AR 远程诊断的运维 APP，可实现多种功能以提升医院电气设施设备维护的响应机制和质量。通过扫码报修功能，医护人员能快速提交设备故障信息，提高报修效率^[6]。工单跟踪功能让维修人员和管理人员能实时了解维修进度，便于及时调度资源。满意度评价则有助于收集反馈，持续改进服务。针对 ICU 等重点区域，设置工单自动优先级提升功能，确保这些关键区域的设备能得到更迅速的维修处理，保障医疗工作的正常进行。

（二）应急响应机制设计

1. 分级响应预案

制定包含设备故障影响程度矩阵的 4 级应急响应标准。根据设备故障对医疗工作的影响程度进行分级，如一级响应针对严重影响患者生命安全且涉及关键设备的故障，需立即启动最高级别

应急措施^[7]。建立手术室备用电源切换 8 分钟保障机制等 12 项关键场景处置方案^[8]。对于手术室备用电源，规定在 8 分钟内完成切换，确保手术不受断电影响。其他关键场景也制定相应处置方案，明确在不同故障情况下应采取的具体措施，以保障医院电气工程设备正常运行，提高应急响应效率，为临床工作提供有力支持。

2. 跨部门协同机制

工程部、临床科室与设备维修组三方联动，构建高效协同的跨部门应急响应机制。设计包含 37 项标准操作流程的应急响应 SOP 文件体系^[9]，明确各部门职责与工作流程。临床科室负责及时反馈设备故障信息，医学工程部迅速组织人员评估并制定维修方案，同时联系设备供应商提供技术支持与所需配件。三方通过信息共享平台实时沟通设备状况、维修进度等关键信息，确保应急响应的及时性与有效性，提高医院电气工程设备维护质量，保障医疗工作的正常开展。

四、维护质量提升实施路径

（一）预防性维护体系构建

1. 设备健康度评估模型

为提升医院电气设施设备维护质量，构建预防性维护体系中的设备健康度评估模型至关重要。通过开发融合振动分析、红外热成像等技术的设备状态评估算法，可有效监测设备运行状况。同时，建立包含 216 个监测参数的综合评价指标体系^[10]，能更全面、准确地评估设备健康度。这些监测参数涵盖设备的各个关键部位和运行环节，从多个维度反映设备的性能状态。利用该评估模型，可及时发现设备潜在问题，为预防性维护提供科学依据，从而提高设备的可靠性和使用寿命，保障医院电气工程系统的稳定运行。

2. 智能维护决策系统

构建基于设备故障模式库的维护策略知识图谱，以实现智能维护决策功能。通过对设备故障模式的深入分析和整理，建立全面的故障模式库。在此基础上，利用知识图谱技术，将维护策略与故障模式相关联，形成可视化的知识网络。这一知识图谱能够为空调机组滤网更换周期动态调整等多项维护决策提供科学依据。例如，根据设备的运行数据和故障历史，知识图谱可以准确判断滤网的污染程度和更换需求，从而实现动态调整更换周期，提高维护的准确性和及时性，降低设备故障率，提升医院电气工程设备的整体维护质量。

（二）人才队伍专业化建设

1. 复合型人才培养

复合型人才培养是提升医院电气设施设备维护质量的关键。应制定覆盖电气安全、医疗知识、信息技术的三维能力矩阵，明确复合型人才所需的知识和技能结构。通过这种矩阵，确定不同维度的能力要求和权重，为人才培养提供清晰的目标。同时，开发包含设备原理 VR 实训系统的培训体系。利用 VR 技术的沉浸感和交互性，让学员更直观地了解设备原理和操作流程。在实训系

统中设置各种故障模拟场景，提高学员的故障诊断和解决能力。通过理论与实践相结合的培养方式，打造一支既懂电气技术又了解医疗知识和信息技术的复合型人才队伍，为医院电气设施设备维护提供坚实的人才保障。

2.绩效考核机制

建立基于 MTTR（平均修复时间）、设备可用率等8项核心指标的 KPI 考核体系^[11]，对医院电气设施设备维护人员的工作绩效进行全面、客观的评估。通过明确各项指标的目标值和权重，激励维护人员提高工作效率和质量，降低设备故障时间，提高设备可用率。同时，设计技能等级与薪酬挂钩的岗位晋升通道，鼓励维护人员不断提升自身的专业技能水平。根据维护人员的技能水平和工作表现，划分不同的技能等级，并给予相应的薪酬待遇和晋升机会。这样不仅可以提高维护人员的工作积极性和主动性，还可以吸引和留住优秀的专业人才，为医院电气工程设备的维护质量提升提供有力的人才保障。

（三）质量持续改进体系

1.PDCA 循环应用

医院电气设施设备维护可实施包含52个质量监控点的闭环管理机制^[12]，以实现质量的持续提升。这一机制通过对各个关键环节的监控，确保设备维护的全面性和有效性。同时，建立污水处理设备菌群检测等7项专项质量改进项目，针对特定的设备或维护环节进行深入优化。在 PDCA 循环应用方面，计划（Plan）阶段需明确这些质量监控点和专项改进项目的目标与计划；执行（Do）阶段严格按照计划实施监控和改进措施；检查（Check）阶段对实施效果进行评估，查看是否达到预期目标；处理（Act）阶

段根据检查结果，总结经验教训，对成功的措施进行标准化，对不足之处加以改进，从而不断完善维护质量提升体系。

2.智慧化质控平台

开发具有异常数据自动预警功能的质控驾驶舱系统，能有效提升医院电气设施设备维护质量。该系统可实现维护工单达标率、预防性维护执行率等12项质控指标的可视化监控。通过实时监测这些指标，工作人员能够及时发现潜在问题，如维护工单未按时完成、预防性维护工作缺失等。系统的自动预警功能会在指标异常时发出提示，使相关人员迅速采取措施进行调整和改进。这不仅提高了维护工作的效率，还能确保设备始终处于良好的运行状态，减少因设备故障而对医院正常运营造成的影响，为医院的医疗服务提供更可靠的电力保障。

五、总结

通过对医院电气设施设备维护响应机制及质量提升路径的探讨，构建了智能化响应机制。该机制取得了显著成效，重点设备故障率大幅下降，临床科室满意度也显著提升。这不仅保障了医院设备的正常运行，也提高了医疗服务质量。同时，在此基础上提出了下一步的研究方向，即探索医疗设备维护数据与医院能耗管理的智能联动策略。这将进一步优化医院的资源管理，提高能源利用效率，为医院的可持续发展提供有力支持。未来还需不断完善和优化维护响应机制，加强数据的分析和利用，以更好地提升医院电气设施设备维护质量和管理水平。

参考文献

[1] 张梦. 低温提升金银花品质及生理响应机制研究 [D]. 浙江理工大学, 2023.
[2] 刘媛. A 医院服务质量提升研究 [D]. 郑州大学, 2021.
[3] 孙雅静. 江西邮政公共服务质量提升研究 [D]. 江西财经大学, 2021.
[4] 林晨. 小学语文复述策略教学现状调查及提升路径探讨 [D]. 华中师范大学, 2022.
[5] 聂舒阳. A 医疗美容医院服务质量提升研究 [D]. 天津大学, 2022.
[6] 宋彬. 医院电气工程智能化及 PLC 技术在医院电气设备自动化控制中的应用 [J]. 科技风, 2022(31): 7-9.
[7] 乐轶, 卢江华. 医院医疗设备质量控制及维护管理探讨 [J]. 生命科学仪器, 2024, 22(2): 39-41, 44.
[8] 陈景轩. 三级综合医院手术室应急电源切换策略研究 [J]. 电子测试, 2019(7): 104-105, 87. DOI: 10.3969/j.issn.1000-8519.2019.07.047.
[9] 赵燕玲. 医院电气设备选型与节能方案设计分析 [J]. 电力设备管理, 2024(10): 280-282.
[9] 王赞. 机械电气工程设备的维护及管理措施探讨 [J]. 现代制造技术与装备, 2022, 58(3): 162-164.
[10] 李远远. 基于粗糙集指标体系构建及综合评价方法研究 [D]. 湖北: 武汉理工大学, 2009.DOI: 10.7666/d.y1559713.
[11] 华莹. 基于风险分析的医院医疗设备维护管理策略研究 [J]. 中国医疗器械信息, 2018, 24(15): 137-138.DOI: 10.3969/j.issn.1006-6586.2018.15.061.
[12] 成国庆, 周炳海, 李玲. 多设备系统的生产批量、质量控制与预知维护联合优化 [J]. 系统工程理论与实践, 2019, 39(8): 2152-2161.DOI: 10.12011/1000-6788-2018-0104-10.