

预防性维护在医疗设备管理中的研究

薄纯美, 沈 娜*

中国人民解放军联勤保障部队第九七〇医院 山东烟台

【摘要】进入 21 世纪后, 国民生活条件、生活方式、饮食习惯均发生了极大改变, 这些改变均无形中促进了各类疾病的发生发展趋势, 导致医疗负担加大。医疗设备作为现代医学的“基础设施”, 技术革新直接决定诊疗水平的天花板。医疗器械是指单独或组合用于人体的仪器、设备、装置、材料或其他物品, 包括所需的软件。它们用于疾病预防、诊断、治疗、监护、缓解、损伤诊断、治疗、监护、缓解、功能补偿、检查、替代、调节或支持生理结构和过程, 以及生命支持或维持。医疗设备的稳定运行是保障医疗服务质量和患者安全的核心基础, 随着医疗技术的快速发展, 设备复杂度和临床依赖性显著提高, 传统的被动维护模式已难以满足需求。预防性维护 (PM) 作为一种系统化、前瞻性的管理策略, 通过定期检查、维护和优化, 有效降低设备故障率, 延长设备使用寿命, 已成为现代医疗设备管理中的关键环节。本文结合行业实践, 构建“风险分层-技术赋能-生态协同”三维维护体系, 探讨物联网、AI 预测等前沿技术的应用路径, 分析成本效益与实施挑战, 旨在为现代化医院设备管理提供理论与实践参考。

【关键词】预防性维护; 医疗设备管理; 研究

【收稿日期】2025 年 4 月 25 日

【出刊日期】2025 年 5 月 22 日

【DOI】10.12208/j.ijmd.20250025

Research on preventive maintenance in medical equipment management

Chunmei Bo, Na Shen*

The 970th Hospital of the Joint Logistic Support Force of the People's Liberation Army of China, Yantai, Shandong

【Abstract】 After entering the 21st century, living conditions, lifestyles, and dietary habits of the people have undergone significant changes. These changes have inadvertently promoted the development and spread of various diseases, leading to an increased medical burden. Medical equipment, as the "infrastructure" of modern medicine, directly determines the ceiling of diagnostic and therapeutic levels through technological innovation. Medical devices refer to instruments, equipment, apparatuses, materials, or other items used alone or in combination for human use, including required software. They are used for disease prevention, diagnosis, treatment, monitoring, relief, injury diagnosis, treatment, monitoring, relief, functional compensation, examination, replacement, regulation, or support of physiological structures and processes, as well as life support or maintenance. The stable operation of medical equipment is the core foundation for ensuring the quality of medical services and patient safety. With the rapid development of medical technology, the complexity and clinical dependence of equipment have significantly increased, making traditional passive maintenance models inadequate. Preventive Maintenance (PM), as a systematic and forward-looking management strategy, effectively reduces equipment failure rates and extends their lifespan through regular inspections, maintenance, and optimization. It has become a critical component in modern medical equipment management. This article, combining industry practices, constructs a three-dimensional maintenance system of "risk stratification-technology empowerment-ecosystem collaboration," explores the application paths of cutting-edge technologies such as IoT and AI prediction, analyzes cost-effectiveness and implementation challenges, aiming to provide theoretical and practical references for modern hospital equipment management.

*通讯作者: 沈娜

【Keywords】 Preventive maintenance; Medical equipment management; Research

预防性维护(PM)指在设备未发生故障前,通过制定周期性维护计划、开展状态监测(如性能检测、精度校准)、清洁保养、部件更换等措施,提前消除潜在隐患,确保设备始终处于最佳运行状态。其核心逻辑是“以时间为基础”的主动维护,与“故障后修复”的被动模式形成鲜明对比。细化内容包括:降低故障率:通过预防干预减少突发故障,保障医疗服务连续性;延长设备寿命:通过科学保养降低磨损,提升资产利用率;控制成本:减少应急维修费用,优化维护资源配置;保障安全:确保设备性能符合医疗标准,降低医疗风险。在信息技术蓬勃发展的社会背景下,在医疗诊断方面的科技手段应用越来越广泛,也极大发挥出了神奇的功效,使诊断的失误率得到有效降低^[1]。主要实施路径为:通过建立设备全生命周期档案、制定标准化维护计划、强化人员培训与协助、引入信息化管理系统,实现对医疗设备的合理化管理,确保患者生命健康。本文拟定《预防性维护在医疗设备管理中的研究》为研究主题,针对预防性维护在医疗设备管理中的应用效果展开分析探讨,具体探讨内容表述如下。

1 医疗设备管理与维护的概述

医疗设备管理与维护是一门以医疗设备的全生命周期为管理对象,通过系统化策略确保设备安全、有效、经济运行的学科领域。其范畴涵盖:(1)全生命周期管理:从采购示范、验收备案、使用培训、维护保养到报废处置的全过程控制;(2)多维度维护:包括预防性维护(PM)、预测性维护(PdM)、校正性维护(CM)等技术手段;(3)跨学科协同:涉及医学工程、临床医学、医院管理、供应链等多领域协作^[2]。

2 预防性维护的核心价值与实施框架

2.1 标准化管理与分级维护

根据《医疗设备预防性维护管理标准第1部分:指南》,预防性维护提供政策指导,强调“预防为主,分级管理”的原则。维护分为三个层次:日常护理、定期检查和计划维修,明确规定的维护周期和风险评估方法。例如,大型设备如CT和MRI机器需要每月进行全面检查,而超声设备则可以每季度维护一次,分级管理确保资源分配精确。

2.2 风险评价与动态调整

医疗机构需要建立风险评估机制,综合考虑设备使用频率、历史故障数据和临床影响来计算风险值,并关联维护频率。例如,生命支持设备(如呼吸机)具有高风险等级,需要更短的维护周期;而常规检测设备则可以适当延长维护周期。通过动态调整维护计划,设备故障率可降低超过30%^[3]。

2.3 全生命周期管理与信息化支撑

北京某医院通过“APM 资产云管理智能平台”实现了设备全生命周期的数字化管理,该平台包括合同管理、自动维护工单和可视化状态监控。系统会自动生成预防性维护计划,提供逾期维护的实时提醒,并通过数据分析优化维护策略,将设备完整性提高到95%以上。

3 技术创新驱动维护效能提升

3.1 物联网与实时监测

物联网技术通过传感器收集设备的实时运行数据,如:温度、振动和使用时间,结合边缘计算实现本地数据分析和预警。例如,某医院部署了分布式传感器网络,早期检测到CT滑环磨损和显示器电容泄漏等潜在故障,平均无故障时间(MTBF)延长了15%-25%。

3.2 人工智能与预测性维护

基于机器学习的预测模型可以分析设备的历史数据,以预测潜在故障。例如,超声波维护系统利用深度学习算法识别异常运行模式,提前72小时发出警告,指导维修人员更换易磨损部件,从而将维修成本降低20%-40%。强化学习技术还可以实现自主设备维修,如通过算法优化电外科器械的能量输出参数,减少人工干预。

3.3 大数据与决策支持

医疗设备维护市场预计到2028年将增长512.07亿美元,人工智能和大数据分析是主要驱动力。例如,某医院通过分析设备故障数据发现,80%的MRI停机时间是由于梯度线圈冷却系统故障造成的^[4]。优化维护流程后,停机时间减少了50%。此外,区块链技术确保了维护记录的不可篡改性,提高了数据的可信度。

4 医疗设备预防性维护保养的必要性

4.1 预防性维护保养可有效延长医疗设备的使用寿命

医疗设备不同于其他机械设备,其管理质量的好坏与患者的患病情况检出率密切相关,所以必须保证其工作的安全性、准确性和功能性。预防性保养可确保医疗设备的使用安全,使患者寿命得到有效延长,同时更利于现代医院对医疗设备的规范管理。

4.2 预防性维护保养可显著提升经济效益

在现代医院中,医疗设备是医院固定资产的重要组成部分,其地位非常重要,如何更有效地管理和安全地使用医疗设备,可以为现代医院带来更好的经济效益,这已成为一个需要关注的问题。呼吸系统医疗辅助工具,如雾化器,在医学诊断和治疗中发挥着关键作用。这些设备是必不可少的辅助工具,必须按照常规时间表进行管理和维护^[5]。例如,清洁呼吸管外部以去除灰尘,拆卸并清洗开关和内部组件。定期清洁设备的过滤装置和管道可以防止工作条件不佳,从而提高治疗效果。

4.3 预防性维护可有效降低医疗纠纷概率

预防性维护使医疗专业人员能够在使用过程中全面了解医疗器械的易损部件,提前准备需要更换的零件,并在故障发生时立即更换,确保医疗设备的正常运行。此外,通过预防性维护,可以实现对医疗器械的正确维护和保养。对于不可避免的老化问题,可以及时发现并解决。对于更严重的缺陷,预防性维护允许提前退役并进行全面更换^[6]。这可以显著减少故障频率,有效降低医疗纠纷的可能性。

5 成本效益与人员能力建设

5.1 成本优化策略

预防性维护的长期成本效益显著:维护成本降低 20%-40%,停机损失减少 50%-70%,设备寿命延长 15%-25%。例如,某医院通过外包维护服务并结合内部培训,将年维护成本从 300 万元降至 220 万元,同时提高了维护响应速度^[7]。对急诊科除颤仪实施每周 PM(包括电池检测、电极片校准),可使突发故障率从 15%降至 3%,确保急救响应时间<3 分钟(符合《急诊医学质控标准》)。

5.2 专业化培训体系

医疗机构需要建立分级培训机制:初级员工专注于基本操作和安全标准,而高级技术人员则掌握复杂的故障诊断和数据分析。例如,医院每季度邀请行业专家进行专项培训,新员工入职时接受为期一周的实践培训,将维护人员的技能熟练度从 60%

提高到 90%。

5.3 提升诊疗精度,保障医疗安全计量校准的临床意义

放疗设备(如直线加速器)每月 PM 中剂量校准误差需<2%,否则可能导致肿瘤靶区剂量不足或正常组织过量照射;麻醉机潮气量传感器每年校准可使通气误差从±8%降至±3%,降低术中通气不足风险^[8]。感控相关维护:血透机水路系统季度消毒维护可使生物膜形成率降低 902%,避免透析相关感染。

6 结论与展望

预防性维护是医疗设备管理中的“性价比之王”。其价值不仅在于维持设备的物理性能,还在于保障患者安全、提高医疗效率和控制总体成本,使其成为现代医院质量管理的核心组成部分。医院医疗设备管理中的预防性维护相当复杂,需要持续的努力。要取得成功,不仅需要医院整体的协调努力,对于医院的未来发展,而且对于患者的身心健康都是必要的。医院应不断在医疗设备的维护和管理上做出努力。随着医疗器械智能化的发展,预防性维护将从“定期操作”演变为“数据驱动的精准维护”,最终实现“零意外故障”的目标,为医疗服务的连续性和可靠性建立坚实的防线。通过标准化管理、技术创新和数据驱动的方法,预防性维护已成为医疗设备管理中的核心竞争优势。未来,随着 5G、AI 和物联网的深度融合,预防性维护将朝着更高智能和精准的方向发展,例如基于数字孪生的健康预测和 AR 远程维护指导。医疗机构需要不断优化其维护系统,加强跨部门协作^[9]。

概而言之,在本项研究中,有针对性的分析探讨预防性维护在医疗设备管理中的应用价值,旨在为领域研究提供有效参照。结局所得明确,预测性维护是一种系统化管理方式,通过建立医疗设备的系统性维护计划、定期检查、校准、清洁、润滑和部件更换等,提前识别并消除潜在故障。为患者生命健康形成了切实保障;为医护人员开展诊疗工作,明确病情提供有利协助,为医护人员技术水平提高形成极大促进^[10]。其应用价值显著,推广意义深远,值得采纳。

参考文献

- [1] 付强,王梅,孙雪峰.医院医疗设备管理中实施预防性维护的价值研究[J]. 中国卫生产业,2024,21(5):208-210.

- [2] 张晓庆.基于风险分析的预防性维护在神经内科医疗器械设备管理中的应用[J].中国医疗器械信息,2023,29(6):162-164.
- [3] 杨振兴,叶成林,徐骅卿.预防性维护在医院医疗设备管理及质量控制中的应用价值分析[J].中国设备工程,2022(4):70-72.
- [4] 韩浩.医疗设备预防性维护在医疗设备管理中的应用价值分析[J].中国设备工程,2021(7):43-44.
- [5] 李凤囡,吴建坤,陈宏军.预防性维护在医院医疗设备管理及质量控制中的应用价值[J].中国卫生产业,2022,19(10): 222-225.
- [6] 傅子豪. 探讨预防性维护在医院医疗设备管理及质量控制中的应用价值[J]. 养生保健指南,2021(1):282.
- [7] 韦洪钧,周冬梅.预防性维护在医院医疗设备管理中的重要意义[J]. 智慧健康,2020,6(29):23-25.
- [8] 王晓东. 医疗设备的安全风险管理与预防性维护研究[J]. 清洗世界,2023,39(7):108-110.
- [9] 曾晓慧.医疗设备信息化预防性维护在医疗设备管理中的应用价值[J]. 信息技术时代,2024(7):134-136.
- [10] 潘哲. 预防性维护在医院医疗设备管理及质量控制中应用[J]. 中国医疗器械信息,2020,26(14):186-188.

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