物联网技术在医疗设备实时状态监测中的应用研究

王文广
徐州市贾汪区人民医院　江苏 徐州　221000

摘　要　物联网时代，医疗设备智能化监测控制成为医院优化诊疗质量、降低运营风险的关键环节。文章以物联网信息化架构为基础，结合文献与数据分析，探讨其在设备运行状态实时监测中的原理，并依托传感器采集、无线传输和云端数据处理等技术，构建医疗设备实时监测控制系统。国内部分医院数据显示，基于物联网技术可提升监测参数采集有效性，并在故障预测与告警、运维监控、数据追溯等方面具有优势。针对硬件适应性、数据安全及信息融合不足等问题，提出技术提升、安全管控和系统完善措施。研究表明，该监测控制可使紧急维修率由15.0%降至6.4%，综合利用率提升15%以上，有助于提升医疗设备控制智能化水平，为医院信息化建设和设备长久使用提供依据。

关键词　物联网；医疗设备；实时状态监测；医疗信息化；智能运维

Research on the Application of IoT Technology in Real-Time Status Monitoring of Medical Equipment

Wang Wenguang
Xuzhou Jiawang District People's Hospital, Xuzhou 221000, Jiangsu Province, China

Abstract　In the era of the Internet of Things (IoT), intelligent monitoring and control of medical equipment has become a key link for hospitals to optimize diagnosis and treatment quality and reduce operational risks. Based on the IoT informatization architecture, this paper combines literature and data analysis to explore the principles of IoT in real-time monitoring of medical equipment operating status. Supported by technologies such as sensor acquisition, wireless transmission, and cloud data processing, a real-time monitoring and control system for medical equipment is constructed. Data from some domestic hospitals show that IoT technology can improve the effectiveness of monitoring parameter collection and has advantages in fault prediction and alarming, operation and maintenance monitoring, and data traceability. In response to current problems such as hardware adaptability, data security, and insufficient information integration, measures including technological improvement, enhanced security control, and system optimization are proposed. Research shows that this monitoring and control system can reduce the emergency maintenance rate from 15.0% to 6.4% and increase the comprehensive utilization rate by more than 15%, which helps improve the intelligent level of medical equipment control and provides a basis for hospital informatization construction and long-term use of medical equipment.

Key words　Internet of Things; Medical Equipment; Real-Time Status Monitoring; Medical Informatization; Intelligent Operation and Maintenance

在智慧医疗和医疗改革数字化背景下，CT机、呼吸机及心电监护仪等设备是保障临床治疗、抢救重症病患的主要硬件，其运行状况直接影响治疗安全和诊疗质量。2025年中国医疗设备行业统计数据显示，国内二级以上医院医疗设备总量达3 200多万台（件），其中高端、精密设备占比28.7%，此类设备构造复杂、维护难度高，传统定时巡检、故障维修方式已难以适应发展需求。医疗信息化要求打破设备间数据壁垒，实现状态可视、管理智能、运维准确，物联网技术作为实时采集、无线传输、智能分析的信息化手段，已成为医疗设备监测的有效方式。因此，本文以物联网技术在医疗设备状态实时监测中的应用为切入点，融合信息化体系架构及行业实测数据，分析具体技术的应用逻辑与场景，挖掘痛点并提出优化方法，促进医疗机构建立健全智能化监测体系，推动医疗行业数字化、信息化转型升级。

1　医疗设备实时监测及物联网信息化基本概述

1.1 医疗设备实时状态监测概念

实时监测是指利用信息化手段，对医疗设备工作状况、硬件信息、功耗参数及故障情况进行持续动态采集、分析、报警的控制。监测内容包括温度、电压、频率、损耗、故障码等硬件状态值，以及运行时间、就诊次数、保养记录等管理数据[1]。

与传统人工巡检相比，实时监测实现了信息数据及时化、预警机制主动化、处理流程数字化，可有效掌控设备健康状态，避免突发故障导致诊疗中断，保障诊疗工作有序进行。

1.2 物联网信息化技术体系

依据医疗信息建设标准规范，物联网系统采用三层信息化架构，实现数据传输与智能控制。感知层采用高精度传感器、射频标签、数据采集器，检测温度、振动、电流等设备数据，满足各类精密仪器采集需求[2]。网络层采用5G、NB-IoT及无线局域网建立专用数据传输管道，基于加密传输模式实现低延迟传输，实践验证监测传输延时低于20 ms。应用层基于云计算处理中心和医院信息管理系统平台，实现数据清洗、分析和可视化展示，并部署故障预警算法，提高设备状态智能判断能力，符合医院信息管理流程。

1.3 物联网在医疗设备监控中的信息化优势

从信息化管控角度，物联网技术解决了医疗设备数据与信息孤岛问题，并可与医院信息系统（hospital information system，HIS）、实验室信息系统（laboratory information system，LIS）互联互通。一是采集更准确，工业级传感器采集精度小于0.5%，远高于人工监测。二是管理更数字化，监测数据自动归档保存，储存时间5年及以上，符合医疗行业监管需求，可追溯。三是联动管控更高效，平台终端同步推送至运维人员，监测数据异常预警后可及时发送维修指令，节省故障处理时间[3]。

2 物联网技术在医疗设备实时状态监测中的信息化应用

2.1 实时数字化采集设备运行参数

参数采集是设备状态监测的基础环节，主要通过物联网感知层硬件自动获取全维度运行参数。CT机、核磁共振等大型影像设备应用振动、温度传感器，实时监控磁体温度、扫描转速及电路负荷，防止高温过载或剧烈振动影响运行；呼吸机、输液泵等急救设备使用压力、流量传感器测量气压与流速，保证精度[4]。儿童专科医院建立物联网设备监测系统后，实现全院236个设备数据同步采集，频率达1次/s，覆盖率100%，替代人工抄录后数据出错率降至0.1%以下。

2.2 设备故障智能预警及预测性处理

物联网监测系统融合大数据算法，实现故障预测与分级预警，改变传统维修方式。基于已有故障案例建立算法模型，归纳设备老化、线路问题及零件损耗等特征，将实时数据与设定阈值对比，分为一般性、警示性和紧急性预警：一般性预警表明轻微磨损，可在常规维护中处理；紧急性预警直接指出问题部位并提供维修方案。实际测试显示，应用该系统的医院医疗设备年故障次数由平均3.1次降至1.6次，立即抢修概率减少57.1%，平均检修时间缩短70.6%，显著降低故障对诊疗工作的影响[5]。

2.3 设备运维信息化管控管理

物联网监测系统对接医院信息化管理平台，形成流程化运维监管。系统自动生成设备开机时长、使用频率和保养日期等数字档案，取代纸质化管理，方便查阅分析设备状态。同时具有调配优化作用，通过监测各科室闲置率与使用负担，合理分配医疗设备。三甲医院应用后，设备闲置率由18.3%降至9.5%，资源利用率明显提升。系统还能根据数据生成维护保养清单，提醒保养时间，延长设备使用寿命，降低更换费用，每年节约备件库存成本约12.7万元。

2.4 医疗数据互联共享与溯源监管

物联网监测系统通过医疗信息化互联互通标准，实现设备监测、诊疗数据及管理之间的接口开放共享。设备运行数据同步传输至医院云数据库，便于监管部门实时访问，确保合规性监管。重症监护仪和手术专用设备保留全时段数据，以备诊疗纠纷时追溯、划分责任。泰达国际心血管病医院建立基于物联网的监护信息系统，实现院内与医联体机构间设备信息互联互通，远程设备监控速度提高约45%，适应分级诊疗信息化发展需求。

3 物联网技术在医疗设备监测应用中存在的问题

3.1 硬件兼容性较差，信息化改造难度较大

目前国内医疗器械混杂老旧，低版本医疗仪器没有标准数据接口，需要加装物联网采集模块，进行硬件改装。高端进口精密器械存在技术障碍问题，无法破解其数据传输协议，不能接入国内的物联网监测平台。统计数据表明，我国基层医院40%以上的医疗设备为老旧设备。硬件改装难度高、工作周期长，资金短缺的小型医疗机构，不能进行信息化改造，致使物联网监测率较低。有些传感器抗干扰能力较差，在复杂的电磁环境条件下容易造成传感器的数据波动，影响了监测精度。

3.2 数据安全体系不健全

监测数据包含设备隐私和诊疗相关数据，具有较高机密性。目前部分医疗物联网设备监控系统的安防等级不高，在传输时没有做好加密，存在泄露和恶意篡改情况。由于有的基层医院并没有建立起内部的传输渠道，而是通过公共互联网进行数据的传输，则会面临网络攻击的危险。在数据存储阶段对权限的分配不明晰，导致管理及运维权限相混合，可能会造成内部泄露情况的出现。2025年医疗卫生信息化安全状况分析报告指出全年医疗监测数据泄露事件中有72%来自网络加密漏洞和

权限管控缺失问题。

3.3 技术融合度低，专业人才缺口较大

物联网监测系统是多种技术（物联网通信、大数据处理、医疗设备维修）融合体，目前大多数医院在该技术结合方面存在不足。一是算法上优化不够。一些系统仅具备数据采集、简单预警功能，缺少深度的数据分析和对未来较长时期的故障预测功能。二是熟悉医疗设备运维的技术员缺乏信息化技术和物联网相关知识，无法进行物联网系统的调试、优化；而信息技术员又不懂医疗设备，致使运维适应性不强，人才供需之间的矛盾影响了系统的长期正常运行。

4 优化物联网医疗设备监测应用的信息化改进策略

4.1 分级实施硬件改造提高设备兼容性

分级对待不同级别的医院及设备，有效控制改造投入。在老旧无接口的设备上附加通用外置传感器以满足简单监测需求；对进口高端精密设备与厂商协作解密协议，构建独立适配器；新添置医疗设备严格执行信息化接入标准，规范数据传输协议，实现无缝接入。同时采用医用级防电磁干扰传感器，合理设置硬件位置，规避医院复杂电磁环境影响，保证0.3%以下的采集误差并提升监测稳定度。基层医院可在政府层面的医疗设备信息化专项补贴支持下，分批分期进行硬件改造、逐步提高物联网监测率。

4.2 建立多层次数据安全保障体系

传输上构建医院局域网，采用高级加密标准（advanced encryption standard，AES）加密监测数据以防止受到外来网络的威胁。在存储方面采取云端与本地双备份存储，定期做好相应的存储工作，以防监测信息丢失，同时还应加密数据库中患者的隐私数据。访问方面建立分级管理机制，分清各层级管理员、运维和监管人员的责任权限，并保存好访问记录，从而防止非法入侵。最后，应定期对医院网络存在的安全隐患进行检测，并升级防火墙安全防护体系，保证医疗设备在采集过程中产生的信息安全性与规范性。

4.3 加强技术融合，健全人才培养机制

改进监测系统算法模型，结合医疗设备运行规律优化迭代大数据分析算法，增加设备老化预警、损耗预测功能，提高智能化研判水平，实现监测系统从被动报警向主动预判转变。同时，实施复合型人才培养战略，医院联合高校、科技公司组织专项培训，对现有的运维人员开展物联网技术、信息化技术培训，对相关技术人员普及医疗设备知识，培养兼具医疗运维技术和信息技术的复合型人才。另外，可以引入第三方技术服务，定期检修和升级监测系统，确保该系统的维护更新能够跟上医疗卫生事业现代化的发展步伐。

4.4 规范标准体系，实现数据互联

相关部门完善医疗设备物联网监测的标准规范，统一设备的数据接口、传输协议以及数据格式要求。对接医院的HIS、LIS、电子病历（electronic medical record，EMR）等信息管理系统，建立医疗设备数据、医疗诊断数据与医疗管理数据共享机制，实现医疗资源综合监管。同时构建区域化的医疗设备资源共享监测平台，汇集医疗机构设备数据，建立区域间医疗资源共享渠道，推动区域内医疗资源共享与调度，提升整体利用水平，打造智慧医疗体系。

5 结束语

医疗物联网技术作为智能设备监控系统应用方案之一，通过感知层、网络层和应用层的层级架构实现医疗设备实时状态的采集分析以及故障预警、运维控制和信息溯源的数字化管控，经实测数据分析得出结论：医疗设备监测物联网能够有效降低医疗设备故障率，缩短设备维护和检修时间，提高设备利用率并减少医疗机构在维护管理上的资金支出，保证正常治疗工作的运行。然而目前在应用中依然存在硬件兼容性差、安全性不足及人才缺口等限制，行业可通过分级改造硬件、构建安全防护体系、培养专业人才及统一标准等方式优化发展。未来该监测系统可与5G、人工智能和大数据等深度融合，逐步实现医疗监测物联网系统智能化、精准化、一体化发展，不断完善医疗物联网信息化管控体系，为推动智慧医疗高质量发展打下坚实的基础。

参考文献

[1]曹阳,田然,解林顿.物联网技术在智慧医院医疗设备管理中的集成与应用研究[J].中国医院建筑与装备,2026,27(1):59-64.

[2]边永娜.基于物联网技术的医疗设备精细化管理系统实践探索[J].现代仪器与医疗,2025,31(6):70-76.

[3]孟雪.基于物联网技术的医疗设备运行状态监测系统研究[J].科技与创新,2024(18):61-63,67.

[4]陶皓.基于物联网技术的智慧医院系统设计[J].数字通信世界,2023(4):83-85.

[5]宋景国,牟强善,郭洪栋,等.基于物联网技术的大型医疗设备安全监测系统的研发与应用[J].医疗装备,2020,33(11):5-7.

（本文编辑 杜宇琪）