

基于物联网技术的手术室医疗设备管理系统建设与应用*

——金永春 王 杰 徐云华

【摘 要】 手术室医疗设备管理是提高手术室管理水平的关键因素。基于物联网技术构建了浏览器/服务器(B/S)架构的新型手术室医疗设备管理系统。该系统提高了医疗设备的使用效率,大幅缩短了手术室医疗设备的盘点和调配时间,改善了医护人员的使用体验。后期应加强手术室医疗设备的规范操作,以实现实时预警控制,提升系统的智能化水平。

【关键词】 手术室;医疗设备管理;B/S架构;物联网技术

中图分类号:R197.324

文献标识码:B

Construction and Application of Operating Room Medical Equipment Management System Based on Internet of Things Technology/JIN Yongchun, WANG Jie, XU Yunhua. //Chinese Health Quality Management, 2025, 32(2): 19-22

Abstract The management of medical equipment in the operating room is the key factor to improve the management level of operating room. Based on the Internet of things technology, this study constructed a new operating room medical equipment management system with browser/server (B/S) architecture. The use of the system improved the utilization rate of medical equipment, greatly shortened the inventory and deployment time of medical equipment in the operating room, and improved the use experience of medical staff. In the later stage, the standardized operation of medical equipment in the operating room should be strengthened to realize real-time early warning control and improve the intelligent level of the system.

Key words Operating Room; Medical Equipment Management; B/S Architecture; Internet of Things Technology

First-author's address Shanghai Chest Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai, 200030, China

随着医疗设备管理要求的提高和临床应用场景的拓展,医疗设备的质量控制、风险监测及使用维护等越发重要。手术室医疗设备作为医院设备管理的重要组成部分,直接影响患者的手术安全水平^[1]。手术室医疗设备管理涉及多个环节,如操作使用、日常维护、故障修复及质量检测等^[2-3]。与其他科室不同,手术室医疗设备种类繁多、流动性大,资产盘点和管理效率面临诸多挑战^[4]。

当前,大部分医院对手术室医疗设备仍采用传统的管理模式,即静态管理方式,如造册登记和手工标签,这种方式过于依赖人工和手动操作,效率低下^[5-6]。此外,手术室医疗设备管理还面临维护人员专业水平不足等问题^[7]。有研究^[8-13]表明,信息化链式管理模式、微信平台结合循证管理、目视化管理和二维码识别技术、射频识别技术以及智慧管理平台等的应用,可显著提

升手术室医疗设备管理的效率和服务质量。上海市胸科医院针对手术室医疗设备管理面临的挑战,构建了基于物联网技术的手术室医疗设备管理系统。

1 手术室医疗设备管理系统构建

1.1 系统设计

手术室医疗设备管理系统基于

DOI:10.13912/j.cnki.chqm.2025.32.2.05

* 基金项目:2022年度上海申康医院发展中心管理研究项目(编号:2022SKLY-04);2024年上海交通大学中国医院发展研究院医院后勤管理研究所项目(编号:CHDI-2024-C-14)

上海市胸科医院/上海交通大学医学院附属胸科医院 上海 200030

物联网技术,使用射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)技术,结合远距离无线电(Long Range Radio, LoRa)通信技术的低功耗特性,提出了医疗设备实时监控与管理方案。该方案可实现对手术设备的位置、工作状态和使用率等信息的自动化监测。同时,系统可与医院现有信息化系统实现互联互通。

系统采用浏览器/服务器架构(B/S 架构),浏览器作为客户端,服务器作为服务端,具备可访问性、维护性、可扩展性、系统可靠性、安全性和跨平台性等优点^[14]。此外,B/S 架构的数据存储在服务器上,通过加密算法进行数据传输,可有效防止数据泄露和非法访问,增强数据的安全性。

1.2 系统架构

系统采用分层架构模式,分为感知层、网络层、平台层和应用层四层结构,如图 1 所示。

感知层主要负责原始数据的采集和初步处理,是整个系统的基础。其通过安装在医疗设备上的能效标签、定位标签以及环境监测器等装置,收集医疗设备的基本使用状态、位置变化、环境温度和湿度等关键数据。

网络层可实现数据的安全、高效传输。利用 5G、蓝牙、RFID、Zig-Bee、iBeacon 等技术,以及远距离低功耗通信技术手段,确保感知层所采集的原始数据都能被安全准确地收集并传输到平台层。

平台层是整个系统的数据处理和分析中心,主要通过云计算技术将网络层传来的数据进行集中存储整合。同时,平台层也要接收来自应用层的指令,利用先进的数据处理算法和管理策略,将整合后的数

据以及分析结果反馈到应用层,从而帮助管理用户更加直观地掌握手术室医疗设备的综合情况。

应用层主要对数据进行解释、应用及反馈,可将系统功能直接展示给用户,其中包含医疗设备的实时定位、能效监测、设备盘点、资产可视化、流程追溯等,满足用户的使用需求,方便用户进行实时的设备状态查询和统计分析。同时,应用层设有设备维护的智能提示,可有效减少设备发生故障的风险,保障手术室医疗设备稳定运行。

1.3 系统功能

系统具有信息查询、一键盘点、定位与调配、数据分析与维修管理等功能。

(1)信息查询。为确保系统的高效运作和使用安全,系统配置了一个专门的查询界面,用户可以输入设备号或设备名称等指令进行查询。接到指令后,在数据库中查找相应的设备信息,并即时响应,展示匹配的设备基本信息。通过系统信息查询功能,不仅可以获取医疗设备的基础数据,还能借助设备信息对医疗设备进行精细化管理和维护。

(2)一键盘点。手术室医疗设备的管理效率在很大程度上取决于设备盘点的速度和准确性^[15-16]。为了提高盘点效率和准确性,系统引

入了一键盘点功能。在功能界面上,通过“一键盘点”按钮实现快速访问,进入界面后,系统自动启动后台盘点程序。通过 RFID 技术、条形码和二维码扫描技术,快速识别每件设备的名称、型号、调用情况、具体位置、使用状态以及维修状态等信息。

盘点完成后,系统会生成一份实时的盘点报告。对比设备注册清单与盘点报告,展示设备的丢失情况、位置异常、使用状态及维修状态等关键信息,为设备管理人员提供数据视图报告及历史盘点数据对比。一键盘点通过将传统的人工模式转变为自动化盘点模式,大大降低了错误发生率,减少了工作量,提高了管理效率和精准度。

(3)定位与调配。在系统中,通过 RFID 技术,管理人员能够实时追踪手术室医疗设备的精确位置。通过安装在医疗设备上的传感器将数据传输到智能采集装置中,实现医疗设备实时定位、设备状态、生理参数和报警信息的采集与传输。这些信息通过采集装置传输到服务器,并由服务器反馈到用户端,使得用户可以实时定位和跟踪医疗设备。管理人员通过系统的设备定位跟踪功能,能够掌握手术室每一件设备的位置,无需进行人工查找。

在此基础上,系统还建立了完



图 1 手术室医疗设备管理系统架构

善的借出和归还操作流程,即设备借调功能。当工作人员需要借用某件医疗设备时,只需在系统界面上操作,选择所需设备,并进行借出登记,系统将自动记录设备的借出时间、借用人员及预计归还时间等信息。当设备被归还后,同样通过管理界面上的归还操作来更新设备状态,系统将自动记录归还时间。

(4)数据分析与维修管理。系统利用物联网技术中的云计算功能,可实现医疗设备数据的高效收集、存储和处理,基于这些数据还可以进行深度分析和功能预测^[17-18]。通过云计算功能对医疗设备进行实时数据分析,了解医疗设备的使用和维护状况,以及医疗设备的资产分析状况等^[19-20]。系统对医疗设备的数据进行全面分析,生成相关分析报告和图表。借助这些报告,帮助管理人员了解手术室内医疗设备的效益情况。图表可直观展示设备使用与维护成本,使管理者能够清晰了解医疗设备的效益情况。

同时,借助数据分析,管理人员可以有效进行资源规划、优化设备部署和调整维护周期等工作。如通过分析医疗设备的故障率和维护记录,可以确定设备的使用情况,进而及时进行预防性维护,减少医疗设备故障对手术室运营的影响。

2 效果分析

2023 年 9 月,该院正式运行基于物联网技术的手术室医疗设备管理系统。本研究将 2022 年 9 月—12 月与 2023 年 9 月—12 月在试点区域配置的 62 台医疗设备的盘点、

调配和使用数据,分别设定为应用前组和应用后组。通过对比两组数据在设备盘点效率、调配效率及使用率的变化,评估系统实际应用效果。为了全面评估系统对医护人员工作的影响,本研究使用自制的满意度调查表,收集医护人员对系统的主观反馈,评估指标包括设备界面友好度、操作便捷性和总体使用满意度。采用 SPSS 27.0 软件对数据进行统计分析,验证各指标间的统计学差异。

结果显示,系统运行后,手术室医疗设备盘点时间从平均 17.27 min 缩短至 7.03 min,设备调配时间从 23.58 min 缩短至 12.12 min,医疗设备使用率由 44.05% 上升至 51.69%,设备闲置率则从 15.00% 下降到 6.32%。这些差异均通过独立样本 *t* 检验进行验证,具有统计学意义($P < 0.05$),见表 1。可见,系统应用有效解决了低效率问题,提升了医疗设备管理的整体效能。同时,说明手术室医疗设备的管理复杂性、维护人员专业性不足、使用频率和安放不合理等问题也得到了改善。

在设备界面友好度、操作便捷性以及总体使用满意度 3 个核心指标上,分别从 91.30%、92.80% 和 93.70% 提升至 98.90%、99.30% 和 99.10%,具有统计学意义($P <$

0.05),见表 2。这些指标的变化表明,基于物联网技术的手术室医疗设备管理系统在提高设备管理效率、优化资源利用和改善用户体验等方面成效显著。

3 讨论

近年来,我国已有多所医院积极探索手术室医疗设备的信息化管理,取得了显著成效。例如,通过实施设备编码与登记制度,李雪云等^[21]成功降低了设备使用疏漏与故障频率;赵洪锐^[22]基于信息化的精细化管理,显著提升了腔镜器械的管理质量,增强了清洗消毒标准与器械维护水平;王晓俊等^[23]运用微信小程序可实现手术室设备状态的可视化监控,便于故障预警,简化了报修流程,进而提升了医护人员的工作效率与设备维护的及时性;何璐等^[24]采用全流程追溯系统,通过对接手术麻醉与消毒供应中心的数据,实现了器械从入库到使用的全链条信息化管理,有效减少了术后器械交接问题,增强了医生对器械管理的信任度。以上信息化管理措施虽然一定程度上提升了手术室管理效率,但是在设备信息全过程追踪、实时数据管理及预测等方面还有待完善。

表 1 手术室医疗设备管理系统应用前后手术室医疗设备总体数据比较

组别	手术室数量/间	盘点平均时间/min	调配平均时间/min	使用率/%	闲置率/%
应用前组	6	17.27	23.58	44.05	15.00
应用后组	6	7.03	12.12	51.69	6.32
<i>t</i>		6.19	13.15	-2.58	7.85
<i>P</i>		<0.01	<0.01	0.01	<0.01

表 2 手术室医疗设备管理系统应用前后医疗设备使用满意度对比

组别	设备界面友好度/%	操作便捷性/%	总体使用满意度/%
应用前组	91.30	92.80	93.70
应用后组	98.90	99.30	99.10
χ^2	6.20	5.57	2.20
<i>P</i>	0.01	0.02	0.01

本研究基于物联网技术的手术室医疗设备信息化平台的运行,促进了医院内部信息的无缝整合与资源共享,优化了资源配置,确保了各环节的高效协同。尤其在人员调配、物资管理及设备监管等方面,实现了实时监控与智能化调度,显著增强了医院的管理效能^[25]。

采用基于物联网技术的远距离定位技术,结合 LoRa 通信技术的低功耗特性,可实现医疗设备的实时监控与管理。该方案主要优势包括:(1)LoRa 通信技术的低功耗特性能保证设备监控的超长待机时间;(2)能够即时响应并快速识别设备状态、生理参数和报警信息,并能监测设备调用情况、具体位置,实现实时、全面的设备信息识别与追踪,以应对手术室复杂场景;(3)具有医疗设备数据的深度分析与预测功能,可实现医疗设备资源规划、设备部署优化以及调整维护周期等。

物联网技术虽然在一定程度上实现了手术室设备管理规范化的,但仍存在以下不足:(1)大量设备互联可能导致数据泄露和网络攻击风险;(2)大量数据生成和处理需求对系统的计算和存储能力提出高要求;(3)物联网设备对网络稳定性和速度有较高的依赖,网络中断会影响设备功能;(4)部署和维护物联网系统的成本较高;(5)医疗设备的规范操作监督和使用安全的实时预警控制方面尚有待深入研究。未来,深化信息化技术在手术室管理中的应用,将是推动医疗服务质量和效率持续提升的关键所在。可通过强化合规操作监控与即时安全警示功能,考虑引入附加模块来拓宽系统的监管范畴,实现对手术室人、财、物以及操作

流程的有效管理。

参考文献

[1] 覃国萍,徐勇亮,蒋晶红,等. 医疗设备“入院”至“出院”的质量控制管理[J]. 医疗装备,2023,36(21):41-43.

[2] 钱文静,王 维,钱倩健. 手术室医疗设备管理的现状调查[J]. 中华护理杂志,2019,54(8):1214-1219.

[3] 王 维,钱倩健,沈洁芳,等. 对 150 所三级甲等综合性医院手术室医疗设备管理现状调查与分析[J]. 中国医学装备,2020,17(10):170-174.

[4] 骆伟娟. 风险管理在手术室医疗器械管理中的应用[J]. 广西医学,2008,30(12):1985-1986.

[5] 李晓丹,赵体玉,张诗怡,等. 手术室仪器设备管理的研究进展[J]. 护理学杂志,2020,35(8):102-105.

[6] 石春卉,袁雪飞,崔 红. 浅谈医疗仪器设备计量管理与质量控制的关系[J]. 广东化工,2017,44(13):117-118.

[7] 殷朝庆,张瑞臻. 手术室仪器设备管理情况的研究现状及进展[J]. 中国医疗器械信息,2022,28(11):51-53.

[8] 彭 盼,吕晋栋,杨晓文,等. 基于信息交互手段筑牢手术室医疗器械质控防线[C]//中国医学装备协会. 中国医学装备大会暨 2023 医学装备展览会会议论文汇编,2023:8.

[9] 戴靖华,任晓强,武 鹏,等. 手术室大型仪器设备信息化链式管理模式的构建与应用[J]. 中国护理管理,2020,20(12):1855-1859.

[10] 许凤燕,曹 丽,韩坤秀,等. 微信平台联合 PDCA 循环在手术室仪器设备管理中的应用效果[J]. 医疗装备,2021,34(5):60-61.

[11] 陈 俊,林 岩,王全平,等. 基于二维码识别技术在手术室仪器设备管理中的应用[J]. 全科护理,2021,19(6):807-809.

[12] 田怀谷,黄贤君,陈 涛,等. 基于医疗设备全生命周期的智慧医院平台建设实践[J]. 中国卫生质量管理,2023,30(10):20-23,27.

[13] 贾晋莉,杨 娟,何小东,等. 手术室智慧管理平台构建与应用[J]. 中国卫生质量管理,2023,30(1):67-70.

[14] 俞 翔,王明敏,葛虎峰. 基于广电网的教育数字化转型应用初探[J]. 广播电视网络,2023,30(12):65-67.

[15] 倪 军,李 引. 基于医疗物联网的医学装备追踪与能耗分析系统[C]//中国医学装备协会. 中国医学装备大会暨 2022 医学装备展览会论文汇编(下册). 上海柯渡医学科技股份有限公司,2022:7.

[16] 陈 靖,陶千红,郭来康. 物联网定位追踪与能效监测技术在手术室仪器设备管理中的应用[J]. 中国乡村医药,2022,29(8):58-59.

[17] 杨 琳. 医疗设备配置预算执行管理改进措施探讨[J]. 中国设备工程,2024(5):50-52.

[18] 徐颖斌,李 明. 针对医疗设备维护维修技术优化的研究[J]. 模具制造,2024,24(2):235-237.

[19] 李昕洋,李玉光. 基于物联网技术的设备管理研究综述[J]. 现代工业经济和信息化,2023,13(9):268-270.

[20] 安 恒. 基于移动数据终端的医疗设备智能管理系统应用研究[D]. 济南:山东大学,2010.

[21] 李雪云,王巧桂,申凯强,等. 手术室设备使用登记信息化管理的实践研究[J]. 中国医学装备,2018,15(5):131-133.

[22] 赵洪悦. 基于信息化的手术室腔镜器械设备管理实施精细化管理的效果分析[J]. 中国医疗器械信息,2024,30(6):165-167.

[23] 王晓俊,易 雪,赵 旭,等. 微信小程序在手术室医疗设备管理中的应用[J]. 检验医学与临床,2024,21(4):552-555.

[24] 何 璐,汤国娇,徐 旻,等. 手术室器械全流程可追溯信息化管理实践[J]. 护理学杂志,2023,38(24):52-55.

[25] 李 桑. 计算机信息技术在医院服务平台的应用研究[J]. 赤峰学院学报(自然科学版),2024,40(5):10-13.

通信作者:
徐云华:上海市胸科医院/上海交通大学医学院附属胸科医院后勤保障部主任
E-mail:xuyunhua1015@qq.com

收稿日期:2024-05-29
修回日期:2024-10-29
责任编辑:姚 涛