

医疗机构基于射频识别技术的医疗设备管理 应用现状与研究进展

张志强

(长沙市中心医院 设备管理部, 湖南 长沙 410004)

摘要: 该文分析了射频识别 (RFID) 技术在提升公立医院医疗设备管理中的应用和进展。通过建立基于 RFID 远程识别和信息自动采集的设备信息化管理平台, 优化设备追踪、信息化管理、使用记录分析、安全管理和全流程管理, 提高了管理效率和设备使用率。尽管面临成本、数据安全和用户接受度等挑战, 但通过采用无源 RFID 标签、低代码等方案建立设备综合管理系统可有效应对。建议医院在升级设备管理方式时, 考虑整合 RFID 技术, 以建立高效、安全的医疗设备信息化管理平台。

关键词: 医疗设备管理; 射频识别技术; 信息化支撑; 智慧医院建设; 资产盘点
中图分类号: R197.39

Current status and research progress of RFID technology based medical equipment management applications in medical institutions

ZHANG Zhiqiang

(Equipment Management Department, Changsha Central Hospital, Changsha, Hunan 410004, China)

Abstract: This article analyzes the application and progress of radio frequency identification (RFID) technology in improving the management of medical equipment in public hospitals. By establishing a device information management platform based on RFID remote identification and automatic information collection, optimizing device tracking, information management, usage record analysis, security management, and full process management, management efficiency and device utilization rate have been improved. Despite facing challenges such as cost, data security, and user acceptance, establishing a comprehensive equipment management system through the use of passive RFID tags, low code, and other solutions can effectively address these challenges. It is recommended that hospitals consider integrating RFID technology when upgrading their equipment management methods to establish an efficient and secure medical equipment information management platform.

Keywords: medical equipment management; radio frequency identification (RFID) technology; information technology support; smart hospital construction; asset inventory

1 研究背景

2021 年 6 月, 国务院办公厅发布《关于推动公立医院高质量发展的意见》提出, 要推动公立医院从规模扩张型向注重内涵建设新阶段。引领公立医院高质量发展新趋势强化信息化支撑作用。推进电子病历、智慧服务、智慧管理“三位一体”的智慧医院建设和医院信息标准化建设。同年, 国家卫生健康委办公厅印发医院智慧管理分级评估标准体系(试行), 对设备设施管理设置专门的

板块, 从购置管理、使用运维管理、质量管理、效益分析四个方面提出了具体的智慧管理分级评价体系。

公立医疗机构资产中最具价值的资产是医疗设备, 其直接关系医院的诊疗水平, 是反映医院综合实力的重要指标, 是医院高质量发展的基本保障^[1]。对于这些价值数亿元甚至上十亿元的医疗设备, 如何进行智慧管理是医学装备管理部门要面对的重要课题。

2 需求分析

基于高质量发展背景下的公立医院都在积极探索降本增效的方式，对这些贵重且关键的资产实现“智慧管理”，降低采购成本（投入）和维护成本显得尤为重要，超大型医院的医疗设备资产超过十亿元，在维护管理方面投入更多，如何有效管理、高效利用显得更为迫切。医疗设备管理迫切需要解决以下问题：

①移动类资产管理^[2]。三级公立医院数千甚至上万台件大大小小的医疗设备，分布在全院各个楼栋，其中监护仪、输液泵、注射泵等可移动设备在院内甚至院区间流动，难以人工管控。重症监护室、急诊科等患者需要带设备流动的科室，由于设备繁多，管理难度较大，经常出现失去踪迹难以找回的情况，临床科室为了尽量减少设备丢失，采取换班即盘点的方式，以尽早发现设备丢失的情况，但人工盘点耗时耗力，每天要耗费数小时用于盘点，大大影响了正常的临床医疗工作。

②资产标签管理。资产标签一般在办理入库时同步打印。在办理入库之前，医疗设备自送货、安装、完成验收往往需要经历数周甚至数月时间，入库手续办完时，设备早已在临床投入使用，因此，入库时打印的资产标签一般交由临床科室自行粘贴，临床因工作繁忙粘贴标签的及时性难以保证，往往滞后很久甚至有丢失需要重打的情况。其次由临床科室粘贴到设备上，标签的粘贴位置有不合理的情况，譬如贴完才发现影响特殊功能的使用，或者贴在了接缝处一旦维修标签就破坏了，或者粘贴在容易被消毒、清洁导致磨损褪色的位置，导致资产标签损坏、遗失。

③资产盘点^[3]。基于成本原因，大部分医院采用普通纸质标签对包括医疗设备在内的资产进行管理，纸质标签容易发生褪色、损坏、遗失等原因导致标签不完整，资产盘点难以顺利完成。即便在所有标签完整的情况下，纸质标签一般需要摄像头扫描二维码的方式进行盘点，这类情况需要一台一台把设备找出来，且要找到对应的标签二维码才能扫描，在小型设备较多的科室，设备放置位置光线不太好的，或大型设备资产标签贴得不是很醒目等情况下，扫描二维码需要耗费大量的时间和人力，盘点效率低。

④设备报修不规范。尽管国内已经有很多医

院采用了信息化系统对于医疗设备报修进行管理，但是由于医院管理的复杂性以及沟通效率等原因，大部分的医院还是采用多种报修渠道，包括电话、微信、专门的报修 APP 等多种报修方式，导致最终的报修归口管理数据不完整，统计分析不及时、不准确，会影响医院的整体决策，难以实现精细化管理。

⑤资产更新不及时。部分医院的医疗设备管理是单独的系统，由于实现手机报修需要联通互联网，出于信息安全等原因，未与财务资产管理系统实现对接，导致医疗设备资产更新不及时，报废的资产未及时标记或注销，新增的资产未及时纳入设备管理系统。

⑥调配不方便。由于财务资产管理系统一般由医院财务人员管理，临床科室无使用权限，资产调配时一般采取手工打收条的模式，双方科室负责人签字后再交由财务人员办理，无法在实物交接时同步申请调拨，存在调拨滞后等问题，科室取消或者合并时，大批量资产调整时容易出错。

⑦全生命周期过程管理不完善。设备资产全生命周期管理涉及资产计划、论证、采购、安装、验收、入库、使用、维修、调拨、报废等环节，是医院内部控制活动中重要内容之一。医院缺乏设备资产全生命周期管理手段，在要求高质量发展和精细化管理的当下，满足不了医院对于医疗设备全过程管理的要求。

⑧信息系统未实现互联互通。医院存在多个信息系统，设备管理系统要实现有效运行，一般需要打通医院财务资产管理系统、人事管理系统、采购管理系统、预算管理系统、合同管理系统、办公自动化（office automation, OA）、医院信息系统（hospital information system, HIS）、影像归档与通信系统（picture archiving and communication system, PACS）、放射科信息系统（radiology information system, RIS）、实验室信息系统（laboratory information system, LIS）等多个系统，方能实现医疗设备的全流程管理。但由于各信息系统采购及投入使用的时间不一，很多信息系统都没有实现互联互通，信息孤岛现象较多，导致数据同步不及时，容易出现漏洞和差错。

由于国内目前并没有非常普及的系统解决方案，各医院根据自身情况采用了不同的方案尝试解决管理中存在的问题。其中，基于射频识别（radio frequency identification, RFID）技术的医疗

设备管理是一个比较有发展潜力的方案。RFID 技术本身发展已非常成熟，相关物料成本也随着技术的推广普及大幅降低，该技术应用于医疗设备管理领域能为医疗机构提供更有效的设备管理和监控手段。基于 RFID 的管理方案，在不考虑实时定位功能的情况下，相比基于传统标签方案主要需要增加投入少量 RFID 打印及读取设备，以及根据设备数量增加 RFID 标签，RFID 标签成本已低至不到 2 元/张（柔性抗金属标签），硬件投入成本在信息系统中占比很低。因此，很多医院在探索高效管理医疗设备方案时，采用了 RFID 技术用于实现医疗设备的信息化管理。

3 RFID 技术概述

3.1 RFID 技术原理

RFID 技术是一种无线通信技术，通过无线电信号实现对物体的远程识别和定位。RFID 技术起源于 20 世纪 40 年代，最初用于二次世界大战中的敌我识别。在 20 世纪 60 年代，RFID 技术开始应用于商业领域，如商场中商品的自动结算。RFID 系统由标签、读写器和数据处理系统组成。标签分为无源、有源、半有源（见表 1），其内部包含芯片和天线。读写器用于与标签进行通信，并将数据传输到数据处理系统，实现对标签信息的读取和写入。其中无源 RFID 标签没有内置电池，其工作所需的能量完全来自读写器发射的无线电波。通信方式是：当读写器的无线电波到达标签时，标签内部的电路将部分无线电波能量转换为电能，激活标签内部的芯片，并将存储在标签芯片中的信息发送给读写器。其特点是：成本低、体积小、重量轻，但读取距离相对较短。

3.2 RFID 技术应用

RFID 技术是管理精细化、科技化、信息化的产物^[4]。在零售业中应用最早，最常见的如商品追踪、库存管理、自动结算等。沃尔玛、迪卡龙等大型超市要求供应商在其商品上使用 RFID 标签，以提高供应链效率。在制造业中，RFID 技术被用于追踪零件和产品的生产、运输和销售过程，实现生产过程的自动化和智能化。在物流和供应链管理中也发挥着重要作用，如实时追踪货物位置、自动化盘点、出入库管理等，提高了物流效率。在身份识别和安全领域应用广泛，如电子护照、门禁系统、车辆识别等。在交通、医疗、农业、畜牧业等众多领域都有广泛应用，如车辆自动收费、病人身份识别、动物追踪等。在资产管理领域，RFID 技术被用于追踪和管理各类资产，如医疗设备、图书、交通工具等，提高资产管理的效率。总之，RFID 技术经过多年的发展，已经形成了较为成熟的技术体系，并在各个领域发挥着重要作用。随着技术的不断进步，RFID 技术的应用范围和应用效果也将不断扩大和提升。

4 RFID 技术应用现状

目前国内已有很多医疗机构开始应用 RFID 技术，运用 SPD 管理医用耗材的医院大多采用了 RFID 技术，实现对医用耗材的采购、仓储、配送、使用登记、废弃处理等全生命周期环节严格、科学的管理^[5]。RFID 方案相对于传统方案优点明显：可以并行读取多个标签，可以远距离读取标签无需瞄准，将 RFID 技术用于医疗设备管理的案例也越来越多，典型的基于 RFID 管理设备的技术原理框架如图 1 所示。

表 1 RFID 标签分类

标签分类	工作原理	工作频段	特点	典型应用
无源电子标签	通过读写器读取天线发出的无线电波,再在标签内部产生信号传输	较低频段 125~135 kHz、13.56 MHz、860~960 MHz	因省去供电系统,所以标签体积可达厘米量级甚至更小;成本低;故障率低;使用寿命较长;有效识别距离相对较短,一般最大识别距离<20 m	鞋服零售、图书档案、快递物流、资产盘点
有源电子标签	通过外接电源供电,主动向读写器发送信号	较高频段 433 MHz、2.4 GHz、5.8 GHz	传输距离较长,一般可达 120~150 m;传输速度较高;多标签读取速率较快;价格较昂贵	高速公路电子不停车收费系统
半有源电子标签	通常处于休眠状态,当标签进入读写器识别范围后才会被激活并进入工作状态	读写器先以 125 kHz 低频信号在小范围内精确激活标签使其进入工作状态,再通过 2.4 GHz 微波与其进行信息传递	需在不同位置安置多个读写器用于激活半有源 RFID 标签,多应用于既有定位需求,又有信息采集与传输需求的频率信号大范围覆盖的场合中	车辆、船舶身份识别

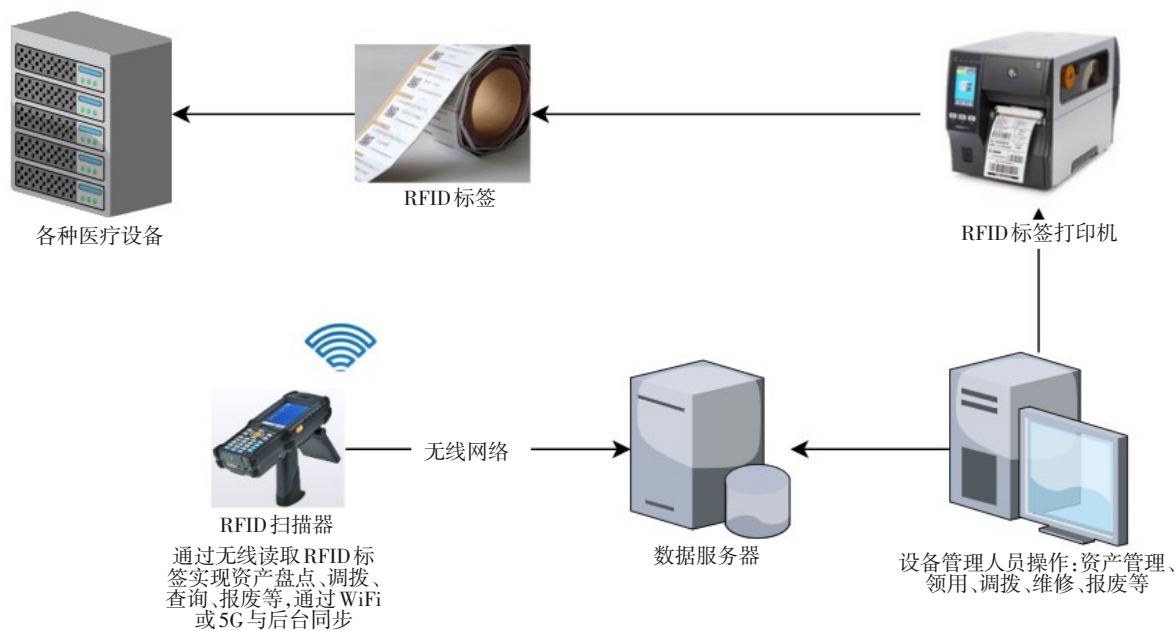


图 1 基于 RFID 管理设备技术原理

医疗机构将 RFID 应用于设备管理主要实现以下目的：

①设备追踪与定位。在医疗设备上粘贴 RFID 标签，实现对设备的实时追踪与定位。当设备移动时，读写器可以自动捕捉标签信息，实时更新设备位置。例如，可利用 RFID 技术追踪手术室的医疗设备，确保设备在手术过程中能够迅速定位和调配。

②信息化管理。基于 RFID 技术，建立医疗设备信息数据库，实现设备信息的集中管理。通过读写器读取设备标签信息，实时更新设备状态。可利用 RFID 技术建立医疗设备管理平台，实现设备信息的实时查询和统计分析，提高设备管理效率。

③设备使用记录与分析。通过 RFID 技术，可以实时记录医疗设备的使用情况，如使用时间、使用频率等。这些数据可以为医院提供决策支持，如设备采购、设备调配等。可利用 RFID 技术记录医疗设备的使用数据，分析设备使用效率，为设备采购和配置提供数据支持。

④设备安全管理。利用 RFID 技术，可以对医疗设备进行实时监控，防止设备丢失、损坏。当设备离开指定区域时，系统会自动报警，提醒管理人员及时处理。可利用 RFID 技术监控医疗设备的使用权限，防止设备被非法使用，确保设备安全。

⑤采购、使用、报废流程管理。通过 RFID 技

术，实现医疗设备采购、使用、报废全流程的透明化管理。在采购环节，对设备供应商进行资质审核，确保设备质量；在使用环节，对设备进行实时监控，确保设备正常运行；在报废环节，对设备进行评估，合理处理废旧设备。可利用 RFID 技术管理医疗设备的全生命周期，优化设备管理流程，提高设备使用效率。

RFID 技术在医疗设备管理中的应用涵盖了设备追踪、信息化管理、使用记录与分析、设备安全以及全流程管理等多个方面，为医疗设备管理提供了高效、准确的解决方案。以 RFID 技术为基础，确保医疗设备信息的完整准确、动态更新，从而实现医疗设备的精准管理，涵盖医疗设备的日常管理功能，例如根据实物设备查询其购置相关信息、资产高效快速盘点、设备资产现场调拨、报废申请审批、设备报修登记等。

5 研究进展

基于 RFID 技术的信息化管理方案有诸多的功能和技术优势，但在国内三级医院的普及程度并不高。一个原因重要的是投入产出比不明显。公立医院要实现高质量发展，医疗设备实现全生命周期精细化管理是重要的一环，其基础是精准全面的数据，包括设备的规范名称、规格型号、序列号、生产厂家、出厂日期、医疗器械注册证号、启用日期等关键信息，以及设备的主机、重要附件等照片。投入大笔费用去实现这些功能到底能带来多大价

值，国内有大型医院在此方面做了有效探索。典型的医疗设备管理系统框架如图 2 所示。

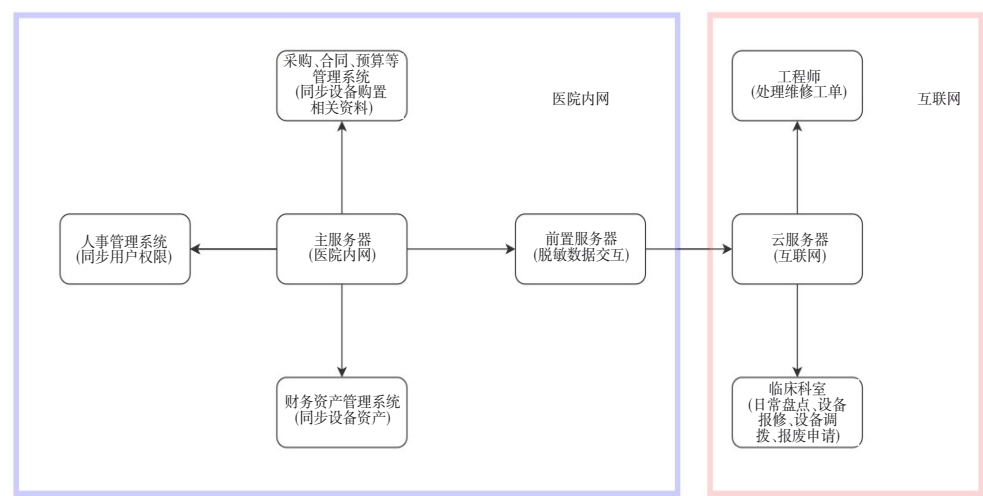


图 2 医疗设备管理系统框架

例如北京某医院，为了解决医院医疗设备管理过程中资产手工盘点导致的效率低下、设备经常流动造成管理难度大等实际问题，通过整合 RFID、光学字符识别（optical character recognition, OCR）技术和无线网络技术，实现了医疗设备管理的自动化和信息化^[6]。由拍照采集装置、盘点工作站、无线路由器、移动台车、RFID 条码打印机和移动电源等组成移动盘点系统，能够在盘点过程中快速采集设备图像、自动识别铭牌信息、实时打印并粘贴 RFID 标签，从而为每台医疗设备建立准确、完整的电子档案，实现账物统一。这一系统不仅提高了盘点的效率和准确性，而且规范了医疗设备台账的管理流程，为医疗设备的全生命周期管理提供了有力支撑，同时通过优化了工作流程，显著降低了医院的管理成本和人工劳动强度。

与传统的医疗设备盘点方案相比，该移动智能盘点系统优势显著。传统方案依赖人工进行设备查找、信息记录和核对，而新技术方案通过 OCR 技术自动识别铭牌信息，减少了人工干预，提高了盘点的自动化程度。自动化的流程大大缩短了盘点时间，提高了整体工作效率。传统方案可能需要数小时甚至数天来完成的盘点工作，新技术方案能在更短的时间内完成。通过 RFID 和 OCR 技术，新方案减少了人为抄录错误，提高了数据的准确性。而传统方案由于手工录入，错误率相对较高。新技术方案支持实时更新设备信息，而传统方案的数据更新通常是周期性的，可能导致信息滞后。新技术方案不仅支持盘点，还涵盖

了设备的采购、使用、维护直至报废的全生命周期管理，而传统方案通常只关注盘点本身。新技术方案为每台设备建立电子档案，实现了设备实物与电子记录的统一，便于追踪和管理，而传统方案可能存在账物不符的情况。

广东某医院建立了基于 RFID 技术的医疗设备管理系统，并且打通院内 OA、财务、HIS、LIS、PACS、医院资源规划（hospital resource planning, HRP）等信息系统^[7]，取得了良好的成效，与之前传统管理模式相比，在计划论证、招标采购、资产盘点、状态监测和效益分析方面运行效率明显改善。新技术方案通过 RFID 实现了设备的实时监控和自动化管理。在计划论证、招标采购、资产盘点、状态监测和效益分析等方面显著提高了运行效率。例如，线上招投标和资产管理的自动化减少了人力和时间成本。通过预防性维修和实时监测，系统在 2020 年至 2022 年累计节约了大量维修费用和人力成本。通过建立全生命周期数据库，实现了医疗设备数据的集中管理和分析。通过自动收集和分析数据，为医院管理层提供了更准确的决策支持。通过实时状态监测和效益分析，能够更有效地调配和利用医疗设备，提高设备使用率。计量质量控制管理功能有助于提高医院的医疗质量安全，通过数字化手段实现全流程追溯。在设备报修和维护管理上的快速响应能力，提升了医院对设备故障的处理速度。通过与 HIS、LIS、PACS 等系统的整合，打破了信息孤岛，实现了医院内部数据库的互联互通。智能预警功能有助于提前识别潜在的设备故障和风险，而传统

方案可能缺乏这种预防性的风险管理。总的来说,该基于 RFID 的智慧医院医疗设备全生命周期管理系统通过技术创新,提供了一个全面、高效、自动化的医疗设备管理解决方案,相较于传统方案,在提升管理效率、降低成本、增强用户体验和支持医院智慧化管理方面具有明显优势。

6 应用方案与挑战

基于国内的现状,在高质量发展背景下结合“过紧日子”要求,医院考虑信息化方式管理医疗设备方案时,建议采用 RFID 标签上打印二维码的方式,基于采购成本及后期维护成本一般采用无源 RFID 标签,只需小幅增加预算可明显提高医疗设备管理效率,尤其是全院资产盘点、临床科室日常盘点效率将大大提高,能为临床医护人员节约大量的时间精力;考虑到临床科室使用设备管理系统的频率较低,保留资产标签二维码可作为临床报修、调拨、查阅医疗设备的管理入口,以及作为无法读取 RFID 时的备用方案。后期有更高的管理需要时亦有升级空间。可在不必推倒重来的情况下逐步升级实现实时定位、绩效分析、电子围栏、无人调配等功能。

医院需要迫切解决移动类资产管理问题的科室可采用 RFID 智能通道门,带 RFID 的设备通过通道门即会自动提醒,防止未登记设备外流;通过安排专业人员重新规范粘贴资产标签,使用防水覆膜标签等方式,优化资产标签的管理;通过使用手持 RFID 读取设备进行资产盘点,确保快速高效完成盘点任务,在精准高效盘点的基础上通过与财务资产管理系统互联互通实现资产及时更新;在设备资产台账信息完整准确的情况下,统一报修方式,规范报修登记,确保维修维护信息完整;通过手持终端或手机 APP 实现即时调配设备;通过打通院内 OA、财务、HIS、LIS、PACS、HRP 等信息系统实现互联互通;基于实现以上功能建立数据准确、动态更新的设备综合管理系统,最终实现医疗设备全生命周期管理。

此外,为确保后期升级维护具备可行性和降低原供应商业务变更的风险,可以考虑采用低代码开发方式,在初期开发时要求提供开发工程文

件(或源代码),以便于后期维护和升级。由于医院内部管理模式和策略的变更以及上级管理部门政策变化等原因,医疗设备管理软件需要不断进行调整和完善、升级,因此,在原供应商服务质量能够得到保障的情况下,优先原供应商参与升级开发有利于提高开发效率,但在原供应商服务存在不确定性时,亦可通过低代码提供商继续提供技术支持,由熟悉低代码的第三方人员、医院人员配合完成后期的升级改进工作,避免因原供应商业务变更无法升级不能适应最新要求,最终系统无法使用造成工作不变以及浪费开发成本。

当然,RFID 技术在实际应用中还面临一些挑战,如标签防伪、数据安全等问题。针对这些问题,可以采取一些解决方案,包括采用定制标签、加强数据加密和访问控制、建立完善的制度措施,促进 RFID 技术在医疗设备管理中的应用和推广。

综上所述,RFID 技术在医疗设备管理中具有重要的应用价值和广阔的发展前景。建议医院在考虑升级医疗设备管理方式时,考虑结合 RFID 技术,根据医院信息开发能力,以开放源代码或者低代码工程文件的方式建立医疗设备信息化管理平台,同时确保与医院现有信息系统的互联互通,避免信息孤岛,保障系统持续可用。随着技术的不断进步和创新,相信 RFID 技术将为医疗机构提供更有效的设备管理和监控手段,从而提高医疗服务的质量和效率,更好地为人民健康服务。

参考文献

- [1] 陈阳,郑凤春. 公立医院设备资产管理信息平台应用研究[J]. 中国数字医学, 2023, 18(11): 41-46.
- [2] 白文华,王成,张乐. 物联网技术在可移动医疗设备管理中的探索及应用[J]. 中国医院管理, 2023, 43(2): 72-74.
- [3] 吕霞,李为,辛咏萍,等. 大型公立医院固定资产盘点管理系统设计与实现[J]. 中国数字医学, 2023, 18(10): 38-43.
- [4] 李长兴,窦富贤,杨千粟,等. 射频识别系统在医用耗材管理中的应用[J]. 中国医疗设备, 2019, 34(3): 146-148.
- [5] 杨永,刘婷,贺佳彦,等. RFID 技术在医用耗材管理系统中的应用研究[J]. 物联网技术, 2020, 10(3): 84-85.
- [6] 王步青,李静,曹德森,等. 医疗设备移动智能盘点系统的设计与应用[J]. 医疗卫生装备, 2023, 44(11): 45-49.
- [7] 吴平凤,姚辉,林建勋,等. 智慧医院医疗设备全生命周期管理系统构建与评价研究[J]. 中国医学装备, 2023, 20(6): 149-155.

(张咏 编辑)