

智能耗材柜与医院资源规划系统互联互通 助力高值医用耗材精细化管理

许 燕 李玉梅 徐 滔 朱雪清 周 君

(中国医学科学院北京协和医院 北京 100730)

〔摘要〕 结合北京协和医院高值医用耗材管理实践, 阐述智能耗材柜与医院资源规划系统互联互通构建方法、业务流程、功能、接口设计等方面, 分析该模式应用成效及存在的问题, 指出该模式有助于提升高值医用耗材精细化管理水平。

〔关键词〕 智能耗材柜; 医院资源规划; 高值医用耗材

〔中图分类号〕 R-058 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2022.10.011

Interconnection between Intelligent Consumable Cabinet and Hospital Resource Planning System Facilitates the Fine Management of High-value Medical Consumables XU Yan, LI Yumei, XU Tao, ZHU Xueqing, ZHOU Jun, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100730, China

〔Abstract〕 Based on the management practice of high-value medical consumables in Peking Union Medical College Hospital, the paper expounds the construction method, business process, functions and interface design of the interconnection between intelligent consumable cabinet and Hospital Resource Planning (HRP) system, analyzes the application effect and existing problems of this mode, and points out that this mode is helpful to improve the fine management level of high-value medical consumables.

〔Keywords〕 intelligent consumable cabinet; Hospital Resource Planning (HRP); high-value medical consumables

1 引言

1.1 研究背景

高值医用耗材没有严格的定义, 一般是指特定专科使用、具有较高价值、直接作用于人体、对安全有较高要求的医用耗材。在管理中各医院对高值医用耗材的定义、价值的划分有一定差异^[1-3]。中国医学科学院北京协和医院(以下简称

称北京协和医院)高值医用耗材管理的范围是采购单价大于等于 200 元且可单独收费的一次性使用医用耗材。医院资源规划(Hospital Resource Planning, HRP)是医院引入企业资源规划(Enterprise Resource Planning, ERP)的管理理念和管理方法, 结合医院特有的人、财、物管理要求, 利用信息技术搭建的一体化运营管理平台^[4-6]。北京协和医院依托 HRP 建设实现了高值医用耗材精细化管理。HRP 系统建立科室二级库, 采用自主编制单品条码化管理模式, 从申领、采购到临床使用全生命周期可追踪、全流程可追溯^[7-9]。HRP 系统实施后, 部分科室出现以下问题: 一是扫码

〔修回日期〕 2021-10-14

〔作者简介〕 许燕, 硕士, 副研究员, 发表论文 10 篇; 通信作者: 周君, 硕士, 副研究员。

操作耗材时间长、工作量大。由于 HRP 系统流程进行了关键环节管控,要求高值医用耗材在验收入库、科室使用、退库退货、科室调拨、库存盘点环节都进行逐一扫码确认。对于用量和库存量较大的科室库,入库和盘点时扫码量大,耗时长,科室负担重。二是实物管理不到位。部分科室二级库的业务流程是先拿取,使用后扫码记账,未使用的退回库房。HRP 系统对于拿取和放回环节没有记录,如拿取后未及时出库或退回库房会造成账实不符,此种情况无法追查到人和时间。为解决科室痛点问题,消除业务环节中的管理盲点,尝试引进智能耗材柜,并研究智能耗材柜与 HRP 系统互联互通的应用模式,提高科室工作效率和精细化管理水平。

1.2 射频识别技术

射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)技术也称为电子标签、无线射频识别,是一种非接触式的自动识别技术,其通过射频信号自动识别目标对象并读写相关数据,无需识别系统与目标之间建立机械或光学接触。作为一项新兴的自动识别技术,已经广泛应用于物流、交通、医疗等众

多领域中^[10]。智能耗材柜是以 RFID 技术为核心,内置阅读器自动扫描识别高值医用耗材 RFID 标签,实现快速扫描、批量读取、准确高效盘点等功能,结合身份认证技术和数据管理系统可追踪高值医用耗材使用的全过程^[11]。

2 研究内容

2.1 智能耗材柜与 HRP 互联互通总体构建

2.1.1 设计原则 一是简单化原则^[12]。操作简单;尽可能不改变现有工作流程,减少程序修改。二是时效性原则。业务数据实时交互与共享。三是标准化原则。明确划分系统功能,建立统一标准和通用接口,使 HRP 可以与不同品牌智能耗材柜对接。四是可追溯原则。智能耗材柜与 HRP 互联互通后,在已有高值医用耗材全流程基础上进一步实现耗材实物动向可追溯。

2.1.2 总体构建 在 HRP 系统总体架构基础上,确立智能耗材柜与 HRP 的业务分工,明确智能耗材柜的标准功能模块和 HRP 配套功能,确定智能耗材柜与 HRP 的接口规范,实现数据交互与共享,见图 1。

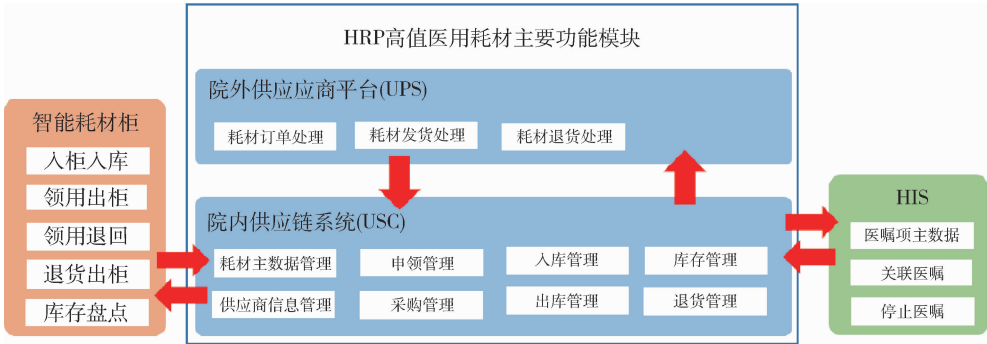


图 1 智能耗材柜与 HRP 互联互通总体构建

2.2 业务流程

根据设计原则,梳理明确智能耗材柜与 HRP 互

联互通后的高值医用耗材全生命周期管理流程,见图 2。

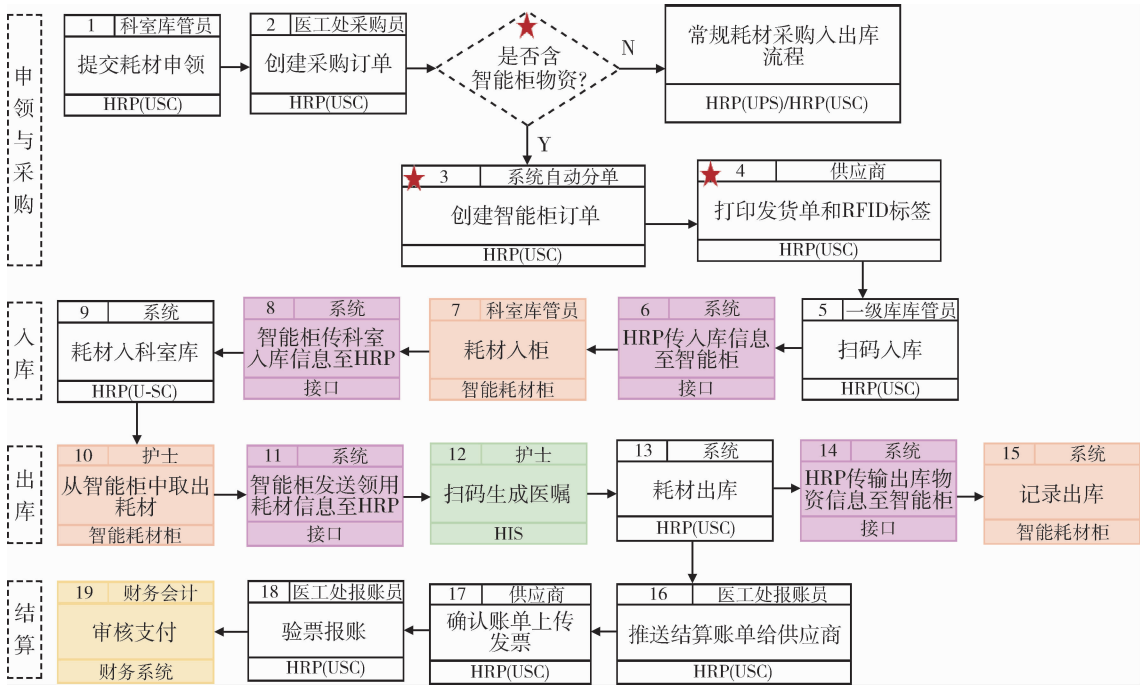


图2 智能耗材柜与HRP互联互通后高值医用耗材全生命周期管理流程

注：★为HRP配套功能。

2.3 智能耗材柜标准功能

2.3.1 概述 智能耗材柜带有嵌入式触摸一体机，通过自有系统实现对高值医用耗材的管理，包括进出柜、盘点、查询和用户管理。按照设计原则，智能耗材柜只负责处理耗材进出柜业务。由于北京协和医院引进了多个品牌的智能耗材柜，为方便临床用户使用和信息管理，制定智能耗材柜标准功能规范。

2.3.2 入柜业务 主要有入库、退回和调拨入。

(1) 库管员接收耗材后选择入库按钮，库管员将耗材放入柜中关门，智能耗材柜自动扫描识别，保存耗材入库信息。入库时要求按送货单整单入库。当有缺少、出多或错误时操作不成功给出提醒。

(2) 未使用耗材拟放回智能耗材柜时，护士选择出入库按钮，将耗材放回柜中关门，智能耗材柜自动扫描识别拿取退回或撤销医嘱退回，保存耗材退回信息。

(3) 库管员接收到调拨耗材指令时选择调拨按钮，将耗材放入柜中关门，智能耗材柜自动扫描识别，将入柜耗材与调拨单信息进行比较，校验耗材条码号一致保存入柜。校验不一致时操作不成功则

给出错误提醒。

2.3.3 出柜业务 主要有拿取、退货和调拨出。

(1) 护士选择出入库按钮，取出耗材关门，智能耗材柜自动扫描识别，保存耗材拿取信息。

(2) 库管员接收到退货单时选择退货按钮，智能耗材柜显示需退货耗材名称和条码号，库管员按提示取出相应耗材关门，智能耗材柜自动扫描识别，将取出耗材与退货单信息进行比较，校验耗材条码号一致，保存取出信息。校验不一致时操作不成功，给出错误提醒。

(3) 库管员接到调出耗材申请时选择调拨按钮，取出耗材关门，智能耗材柜自动扫描识别，保存耗材取出信息。

2.3.4 库存清点业务 护士可以使用智能耗材柜一键清点库存高值医用耗材。智能耗材柜将耗材库存账明细和扫描识别的耗材实物明细对比显示，账实情况一目了然。有差异的以醒目颜色显示，方便护士核查。

2.3.5 查询业务 智能耗材柜提供查询功能，可查看各项业务流水的明细信息和汇总信息，主要包括已收货入库、拿取未还回/拿取已还回、已出库、撤销医嘱已回库/未回库、调拨入库/未入库、调拨

出库/未出库、库存清点历史。

2.3.6 身份认证 智能耗材柜集成密码、卡片、指纹和人脸识别多种用户身份认证模式。所有操作都记录了用户信息,保证各项操作可以追溯到人。

2.4 HRP 系统功能

2.4.1 主数据管理 包括智能耗材柜名称字典和货位设置。在 HRP 中增加智能耗材柜名称字典,记录智能耗材柜的品牌和接口地址。同时在 HRP 货位设置模块增加智能耗材柜标识字段,标识耗材存放于哪个品牌的智能耗材柜或不放入智能耗材柜。该功能使 HRP 可以支持多品牌智能耗材柜在同一科室库区使用。同时也支持同一科室库区部分耗材使用智能耗材柜管理。但是要求同一耗材用智能耗材柜管理时不能在柜外管理。

2.4.2 采购管理 在主数据的基础上,HRP 在创建采购订单环节,支持系统自动按科室库区和智能耗材柜品牌拆分订单,供应商发货时系统按订单类型生成发货单并自动区分打印普通标签和 RFID 标签。

2.4.3 RFID 标签打印 北京协和医院高值医用耗材采用的是一物一码自主标签的管理模式,遵循简单化原则,在不间断电源(Uninterrupted Power Supply, UPS)供应商平台增加 RFID 标签打印功能,由 HRP 生成唯一条码号并实现 RFID 标签打印。通过使用 RFID 打印机将唯一条码号写入 RFID 标签芯片供智能耗材柜识读。可视化数据和标签尺寸与普通标签内容版面一致,用于 1 级库管员扫码入库和科室用户扫码生成医嘱时使用。

2.5 智能耗材柜与 HRP 接口

2.5.1 科室入库接口 包括收货入库和撤销医嘱入库。(1)高值医用耗材在 1 级库验收入库后,HRP 通过接口将入库单信息传给智能耗材柜,科室用户做入库操作时智能耗材柜进行耗材与入库单一致性校验。校验通过后智能耗材柜传递收货入库信息给 HRP,HRP 校验入库单待入库状态,校验通过后系统完成科室 2 级库入库并通知智能耗材柜做人

库。校验不通过则通知智能耗材柜入库失败。通过双方分别校验确保耗材准确入库并且避免发生重复入库。(2)HRP 收到医院信息系统(Hospital Information System, HIS)撤销医嘱的消息后,系统自动完成撤销医嘱入库,同时推送消息给智能耗材柜,当耗材放入智能耗材柜时,智能耗材柜将成功收到撤销医嘱耗材的消息发给 HRP。

2.5.2 拿取和放回接口 护士从智能耗材柜拿取高值医用耗材后智能耗材柜记录拿取状态并将耗材信息传给 HRP,HRP 记录耗材拿取信息。耗材放回智能耗材柜后智能耗材柜判断为拿取放回,记录已放回状态并通知 HRP 做已放回记录。

2.5.3 出库接口 HRP 接收到 HIS 传递的高值医用耗材出库消息,执行出库操作并通知智能耗材柜,智能耗材柜将耗材由拿取状态变更为已出库状态。

2.5.4 调拨接口 包括调入和调出。调入科室库区在 HRP 发起高值医用耗材调入申请,创建调拨单。HRP 系统判断是智能耗材柜耗材时将调拨单信息通过接口传给调出科室库区的智能耗材柜。护士从柜中拿取耗材后智能耗材柜将耗材信息传给 HRP,HRP 将耗材信息与调拨单进行比对,当耗材物资 ID 一致且数量小于等于调拨单数量时 HRP 做调拨出库并返回出库成功消息给智能耗材柜,否则返回调拨失败消息。由于 HRP 没有设计将在库耗材普通标签转为 RFID 标签的功能,目前暂不支持普通标签耗材调入智能耗材柜。

2.5.5 退货接口 HRP 创建高值医用耗材退货单后将退货单信息通过接口传给智能耗材柜,库管员按照智能耗材柜提示的耗材名称、规格和标签号拿取,智能耗材柜校验耗材与退货单标签号一致,记录退货取出状态并通知 HRP 系统自动完成退货单科室确认环节。

2.5.6 清点与盘点接口 按照业务类型,库存耗材核对分为实时清点和财务盘点。实时清点时智能耗材柜发出清点消息给 HRP,HRP 将实时库存信息传给智能耗材柜使用。财务智能耗材柜在盘点完成后将盘点结果传给 HRP,HRP 生成财务盘点单保存盘点记录。

3 应用成效

3.1 工作效率显著提高

按管理规定科室入库和盘点都要逐一扫码确认，对于高值医用耗材库存量较大的科室耗时费力，扫码过程中发生重扫或漏扫则需要重新进行。智能耗材柜使用后耗材科室入库效率、盘点效率大大提高，平均每月节省 30 小时，见表 1。

表 1 常规模式与智能耗材柜模式效率对比

事件	常规扫码 模式	智能耗材柜 模式	效率 提高情况
入库 (以单次 50 件为例)	10 分钟	10 秒	60 倍
盘点 (以库存 600 件为例)	5 小时	20 秒	900 倍

3.2 消除实物管理盲点

常规模式下 HRP 对高值医用耗材的实物管理能力有限，只能通过库存清点才能发现盈亏。如果医生/护士从科室库区拿取或放入耗材实物而未进行扫描操作，HRP 无法追踪拿取或放入的耗材和人员信息，也无法区分造成差异的业务类型。入库、出库、撤销医嘱、调拨、退货各环节操作不规范均有可能造成实物差异，以致核查和整改难度很大。智能耗材柜与 HRP 互联互通应用，每个操作都有记录，可以快速、及时跟踪耗材实物的动向和操作人员、操作时间，解决了耗材精细化管理全过程中实物管理盲点问题。

4 问题与讨论

4.1 空间和存储量局限性

由于智能耗材柜是柜内整体扫描，为保证扫描准确率柜子单体不能过大。同时考虑到护士拿取的方便性，进深和高度也不能过大，一般是多个柜体以主附柜方式串联使用。另外由于 RFID 识读技术的局限性，耗材摆放密度不能过大。所以同样尺寸

的柜子，智能耗材柜存放耗材的数量低于普通物品柜；同样数量的耗材使用智能耗材柜所需空间比普通物品柜大。对于空间小、耗材多的科室库区无法使用智能耗材柜。

4.2 投入成本较高

智能耗材柜的产品相对较少、市场价格偏高。北京协和医院现有 110 个高值医用耗材科室库区，如广泛使用投入成本很大。在综合考量库存量、日用量、补货频率和成本因素后优先在消化内镜中心、放射介入室和心内科导管室使用智能耗材柜。

4.3 标准化与规范化

RFID 技术没有国际统一标准，不同厂家智能耗材柜使用各自标准，主要表现在无线频段、通信方式、数据格式等方面的不兼容^[13]，导致打印机和标签不能共用，系统开发复杂、打印机成本增加。对此在引进不同厂家智能耗材柜时，在厂家配合下统一了 RFID 标签和智能耗材柜参数，实现 RFID 标签和 RFID 打印机兼容共用。在软件系统方面制定统一业务流程、功能规范和接口规范，要求各厂家按规范实施，提高了系统互联互通的通用性，节约了软件改造成本。

4.4 识别干扰

智能耗材柜能使用 RFID 技术，RFID 的识别干扰问题不可避免，主要表现在以下几方面：一是当 RFID 标签重叠摆放时会相互产生干扰，也影响 RFID 电子芯片的识别准确率，因此在上线时完成针对性测试，确定高值医用耗材摆放规则并规范用户行为。二是智能耗材柜采用全柜扫描方式，扫描功率和柜体屏蔽性会影响扫描准确性。在实施过程中有时护士将带有 RFID 标签的耗材或耗材包装放在智能耗材柜旁边，智能耗材柜扫描时会被一并读识。当调低扫描功率后出现识读不全的问题。针对该问题通过与厂家反复调试找到最合适的功率强度。在智能耗材柜的信号覆盖范围内不放置带有 RFID 标签的耗材或耗材包装。三是金

属材质耗材对智能耗材柜的 RFID 识别信号有较大干扰,严重影响 RFID 电子芯片识别准确率^[14]。行业常见的解决方案是使用抗金属 RFID 标签,但此类标签使用成本较高,未使用智能耗材柜管理金属材质耗材。

5 结语

通过智能耗材柜与 HRP 互联互通模式的应用消除管理盲点,提高高值医用耗材精细化管理效率和质量。通过对智能耗材柜和 HRP 功能以及互联互通接口的标准化、规范化研究与实践,构建高值医用耗材精细化管理新模式,该模式有较好的适用性和可推广性。随着物联网技术的进步,将在智能耗材柜与 HRP 互联互通模式基础上,探索适合精细化管理要求的智能仓库应用模式。

参考文献

- 1 林新,李丹丹.高值耗材管理中存在的问题及解决方案探讨[J].医疗卫生装备,2016,37(5):132-134.
- 2 许亮,廉婷.基于 SSI 的医院高值耗材管理系统的实现[J].中国医疗设备,2016,31(4):139-141.
- 3 赵坤.医院高值耗材系统管理的设计与应用[J].信息系统工程,2017(12):52-53.
- 4 卢光泽,林静,潘丽娟.医院资源计划在医疗设备供应链

- 管理中的应用[J].中国医疗设备,2017,32(4):4-6.
- 5 卢程,周志刚.基于医院一体化管理的 HRP 系统总体设计思想的探讨[J].中国数字医学,2017,12(10):106-108.
- 6 韩斌斌.基于 HRP 建立医院固定资产精细化管理系统[J].中国数字医学,2017,12(3):5-6.
- 7 陈宇珂,郑理华,孙少环,等.医用耗材管理过程质量控制系统的研究[J].中国医疗设备,2018,33(1):149-152.
- 8 许燕,姚萍,周君,等.高值医用耗材精细化管理研究与实践[J].中国医疗设备,2019,34(8):142-144.
- 9 王晨亮,李先锋,巩清源,等.基于 HRP 系统的高值耗材条码化闭环管理实践[J].中国医院,2016,20(12):71-72.
- 10 王泳,周小金,赵阳,等.基于 RFID 及移动智能终端的智能化手术室管理系统的设计与应用[J].中国数字医学,2017,12(10):90-91,99.
- 11 搜狐网.RFID 医疗智能柜的原理及使用[EB/OL]. [2021-05-22]. https://www.sohu.com/na/467905657_121113510.
- 12 王雯萱,张涵,张凤勤,等.高值医用耗材智能库房的构建与应用研究[J].中国医学装备,2018,15(10):128-131.
- 13 李洋.中国国家博物馆图书馆 RFID 项目实践及问题研究[J].河南图书馆学刊,2016,36(11):86-87,90.
- 14 袁超文,王东.可用于金属物体识别的 RFID 标签的研究[J].微计算机信息,2009,25(1):222-223.

《医学信息学杂志》版权声明

(1) 作者所投稿件无“抄袭”“剽窃”“一稿两投或多投”等学术不端行为,对于署名无异议,不涉及保密与知识产权的侵权等问题,文责自负。对于因上述问题引起的一切法律纠纷,完全由全体署名作者负责,无需编辑部承担连带责任。(2) 来稿刊用后,该稿包括印刷出版和电子出版在内的出版权、复制权、发行权、汇编权、翻译权及信息网络传播权已经转让给《医学信息学杂志》编辑部。除以纸载体形式出版外,本刊有权以光盘、网络期刊等其他方式刊登文稿,本刊已加入万方数据“数字化期刊群”、重庆维普“中文科技期刊数据库”、清华同方“中国期刊全文数据库”、中邮阅读网。(3) 作者著作权使用费与本刊稿酬一次性给付,不再另行发放。作者如不同意文章入编,投稿时敬请说明。

《医学信息学杂志》编辑部