

基于海量处方医嘱条目信息的医院安全合理用药信息化示范应用场景构建

鄢 欢^{1, 2}, 张文庆³, 谢 地³, 胡汉昆^{1, 2}, 吴东方^{1, 2}

1. 武汉大学中南医院药学部 (武汉 430071)
2. 武汉大学中南医院药学研究院 (武汉 430071)
3. 武汉大学药学院 (武汉 430071)

【摘要】目的 探讨如何利用智能应用场景促进医院药学服务质量提升。**方法** 查阅文献, 系统整理医院药学智能应用场景需求, 并结合本院工作实践, 介绍近年来武汉大学中南医院智能应用场景构建过程与实践经验。**结果** 武汉大学中南医院逐渐搭建了涵盖药品供应、养护、调剂、处方审核、临床药学服务及药事管理的智能场景。实现处方智能审核及点评; 药品采供计划智能生成; 药品验收、保养、维护、分拣、调剂智能化; 重点监控药品、抗菌药物及麻精药品管理信息化。在人力资源紧缺的情况下, 保障医院药品供应, 药品使用合理率逐步提升, 抗菌药物使用率及重点监控药品使用金额占比逐渐下降。**结论** 智能化技术的应用节约人力资源, 提高药学工作效率, 提升药事管理质量, 应大力推进及继续拓展医院药学智能场景应用, 提供创新性人机融合药学服务。

【关键词】 智能化; 海量信息; 安全合理用药; 医院应用场景; 临床药学

Construction of the intelligence scenario for the safe and rational drug use based on massive prescription and medical advice in hospitals

Huan YAN^{1, 2}, Wen-Qing ZHANG³, Di XIE³, Han-Kun HU^{1, 2}, Dong-Fang WU^{1, 2}

1. Department of Pharmacy, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, China
2. Institute of Pharmaceutical Sciences, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, China
3. School of Pharmacy, Wuhan University, Wuhan 430071, China

Corresponding author: Dong-Fang WU, Email: dfwu2010@whu.edu.cn; Han-Kun HU, Email: huhankun@whu.edu.cn

【Abstract】Objective To discuss how to utilize intelligence application scenarios to promote the quality of hospital pharmaceutical care. **Methods** The literature was consulted and the needs of intelligence application scenarios in hospital pharmacy were systematically sorted out. The construction and practice of intelligence application scenarios in hospitals were introduced combining the pharmaceutical work practice of Zhongnan hospital of Wuhan University. **Results** Zhongnan Hospital of Wuhan University has gradually established intelligence systems covering the aspects of drug supplies, maintenance, dispensing, prescription checking, clinical pharmacy services and pharmacy management. Intelligent prescription checking and review, intelligent generation of drug procurement and supply plans, acceptance,

DOI: 10.12173/j.issn.1008-049X.202304012

通信作者: 吴东方, 博士, 主任药师, Email: dfwu2010@whu.edu.cn

胡汉昆, 硕士, 主任药师, Email: huhankun@whu.edu.cn

<https://zgys.whuzhmedj.com>

maintenance, sorting and dispensing has realized. Informatization of the management of intensive monitoring drugs, antibiotics and anesthetic drugs were focused. In the context of scarce human resources, the supplies of drug in hospitals has been ensured, the rational rate of drug use has gradually increased, the utilization rate of antibiotics and the amount of intensive monitoring drugs have gradually decreased. **Conclusion** Intelligence technology saves human resources, improves the efficiency and quality of pharmaceutical management. The application of intelligence scenarios should be promoted and expanded in hospital pharmacy, and provide innovative human-computer integration pharmacy services.

【Keywords】Intelligence; Massive information; Safe and rational drug use; Hospital application scenario; Clinical pharmacy

随着医药卫生体制改革的深入和医院药学工作的发展,药学工作模式从传统药品供应型、经营型向知识信息型、医药综合型、技术服务型临床药学工作模式转变。大型三甲医院的药师每日需处理基于临床医疗业务而涌生出的海量处方医嘱条目信息,以及为处理这些信息所衍生出多尺度、多模态、多场景、高强度安全合理用药工作任务,包括药品的供应、养护、调剂、精准递送;处方审核;药学门诊、药学查房、药物重整、药学监护、药物咨询、药物不良反应监测;药物使用研究与评价、药学信息服务以及临床药物治疗等,以及为了完成上述工作而产生的面向多尺度、多任务传感与执行、连续与离散作业流程、海量信息运算-处理-信息流-物料流-能源流体系等。仅以传统的人工作业模式,药师与药房系统必然无法满足当前高质量与海量的药学服务需求。因此,利用智能化技术进行相应复杂状态下的即时处理与运行,从而保障整个医疗机构安全合理用药工作高效运转势在必行^[1]。

目前已有多家医疗机构尝试采用药品采购系统自动生成、自动发药机、处方自动审核、合理用药监测等智能技术,实现部分工作流程的智能场景应用^[2]。但是这些智能应用的全面性、高效性、协同性及实操性褒贬不一,如何在医院药物治疗全流程系统性地实现人机智能协同是限制医院安全合理用药智能化进程的瓶颈之一。

本文通过梳理典型大型三甲医院药学工作任务,总结为完成这些任务需要构建的智能应用场景,并结合工作实践介绍武汉大学中南医院(以下简称“我院”)全流程智能场景搭建与实践过程,以期为其他医院推动智慧化药学服务模式的不断提升提供参考。

1 药学部安全合理用药全流程、海量信息智能场景需求梳理与提取

以“互联网”“智能化”“大数据”“药学服务”“医院药学”等为关键词检索 CNKI、VIP、万方数据等数据库,检索发表时间为 2016 年 1 月—2021 年 12 月的相关文献^[3-8],结合实际工作,分析医院药学工作任务,总结以下 4 项主要智能应用场景:①基于临床药学多尺度协同海量知识库管理的智能应用场景(核心场景);②基于门诊、住院、静脉输液药品调剂模块工作任务的智能应用场景(典型场景);③基于药品采供、出入库、仓储、智慧安全与消防系统的智能应用场景(典型场景);④基于药学部全面质量管理-质量持续改进模块工作任务的智能应用场景(典型场景)。具体见图 1。基于以上医院药学智能场景需求,我院建立了涵盖临床用药决策支持、处方医嘱审核、智能化药品供应链、药品分类仓储智能保养、分拣、调剂、配送及智能药事质量管理体系。

2 安全合理用药全流程管理智能场景实践

2.1 智能化临床用药决策支持

智能化临床用药决策支持系统从开具处方到用药后不良反应监测等各环节,均可基于安全用药知识库进行实时提醒,实现微观-宏观多尺度协同临床药学工作任务智能化管理。具有实时化、智能化、增量学习的特点。实时化是指该系统可以通过实时交互技术快速地从业务系统中提取患者的各种临床信息数据。智能化是指医生开立处方后,系统会自动对患者的基本信息、诊断、

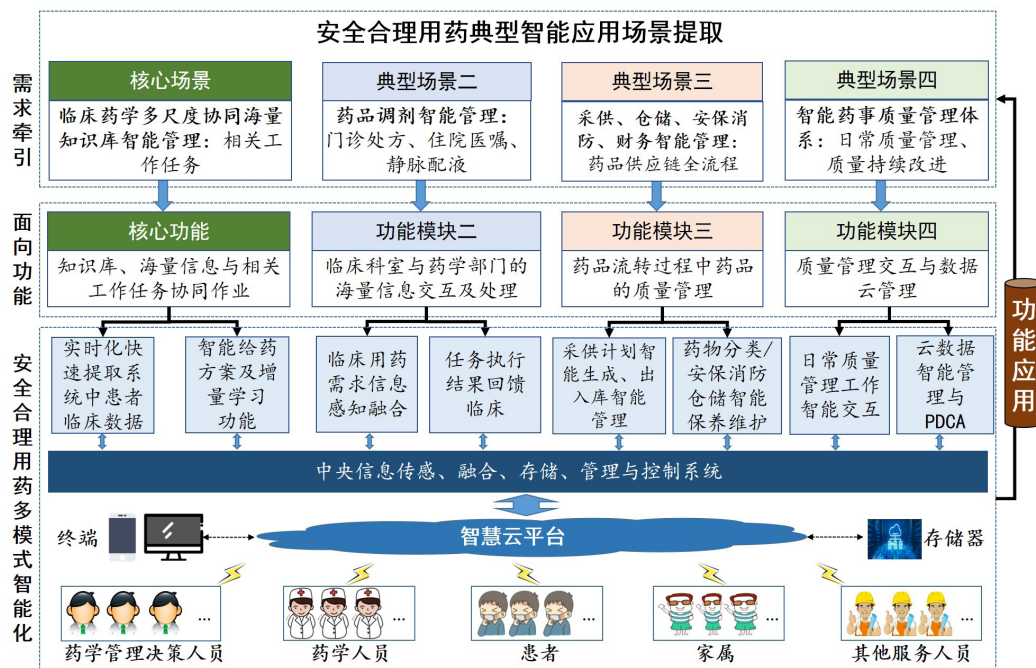


图1 医院药学安全合理用药智能场景应用提取

Figure 1. Intelligence application scenarios for safe and rational drug use in hospital pharmacy

历史处方及历史检验报告等进行前置审查，根据不同预警级别，对不合理的用药采取提醒、警示或者禁止的处置方式。在患者用药阶段出现的药物不良反应可以直接根据设定的条件智能搜索与主动监测。事后处方点评监管，系统可根据知识库规则对处方进行二次合理性自动核查，药师可通过 360 视图查看患者历史处方记录，对处方问题进行全面点评。增量学习是指个体化用药模型建模成功后，能自我不断地从新的样本（真实世界数据、合理用药方案等）中学习新的知识^[9]。目前我院临床用药决策支持系统可对医嘱方案、全疾病、合理用药采用情况、药品信息、异常信号及监测数据进行统计和分析，由医学及药学专家根据以上信息对系统进行更新维护，提升系统应用价值。

2.2 海量处方、医嘱智能辅助审核

利用处方智能审核系统初筛+药学专业人员复审，形成严密的人机共融智能处方审查体系，实现对调剂业务事前、事中、事后的全流程覆盖。处方开立后系统自动提取处方信息，并与合理用药规则匹配，若触发审查规则，需由审方药师进行合理用药审查。系统针对不适宜处方，设置“提示”“警示”“拦截”3个级别。仅“提示”的处方，医师可根据具体诊疗情况选择修改或不修改即可保存处方；“警告”处方，医师只能进行修改或

提交药师审核通过后才能保存处方；“拦截”是指系统对处方进行刚性阻止，医师必须修改处方。审方药师需要处理的主要是“警示”级别处方，药师根据循证医学证据和患者实际情况，认为处方确实存在用药不适宜，可选择“拒绝”或者“不通过”进行干预。其中“拒绝”的处方，医师只能修改合理后保存；“不通过”的处方，医师可选择修改或“双签”执行。图 2 所示为处方审核流程。系统还内嵌即时通信机制，医师与药师可直接就处方问题通过电子联络信息进行沟通，提高处方干预成功率及工作效率^[10]。

2.3 药品采供计划智能化生成及验收

通过智能化药品供应链系统（supply, processing and distribution, SPD）与医院管理信息系统（hospital information system, HIS）无缝对接，应用条形码技术实现药品条形码验收，然后通过 SPD 系统中设置药品定数包，以及扫描药品外包装上的定数卡，实现药品的自动出入库和自动生成采购计划。药库人员根据药品库存量发送药品订单到 SPD 平台，药品配送企业登录平台获取订单，打印药品销售单（发票）和条形码，备货后将药品订单数据同步传输至 SPD 系统，配送药品到医院药库，验收员通过无线扫描枪与 SPD 系统实时相连，逐件扫描药品外包装箱上的条形码，即可在 SPD 系统上获得相关收货信息，包括药品

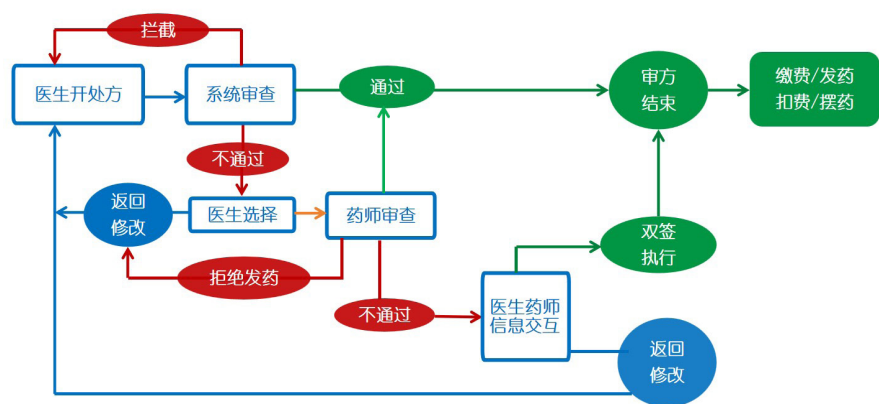


图2 处方审核流程

Figure 2. The process of prescription checking

的发票号、名称、规格、数量、厂家、批准文号、供货价、产品批号、供货商等, 然后根据以上信息, 逐条验收, 验收合格后, 直接在电脑上确认, 扫描枪的使用将销售单据变成信息流导入到 HIS 中自动生成入库单, 代替原有的人工验收和录入过程, 节省时间的同时降低错误率^[11]。

2.4 药品分类仓储智能保养维护

通过智能化系统调控, 借助传输带、机械手臂、智能导航等配套设备进行药品传送、分区并定位存放。建立医院冷链监控平台, 利用无线射频技术, 对冷藏设备进行定位标识, 实现对定位设备温湿度数据的采集、存储、上报。系统标识的每个设备和环境设置独立的温湿度监测值, 并按照设定的条件向医院多个授权指定人员发送温

湿度超标预警短信, 便于及时处理突发状况, 保障冷链药品质量安全^[12]。

2.5 药品智能化分拣及调剂

智能化电子标签技术可短时间内从药品柜中准确找到所需药品的位置, 分拣系统将不同储位上的药品按照配送要求递送至不同区域进行分拣。自动发药系统由计算机控制模块、药品存储模块、调配传输模块、自动补药模块组成, 与 HIS 对接, 完成药品快速、精准调剂^[13]。自动发药机发药速度为每张处方 3~8 s (发出指令到药品到达出药口), 高峰时段 (9:00~11:00 及 14:00~16:00) 可发放处方 (456±23) 张/h, 相较之前 (375±19) 张/h 有大幅提升, 患者平均取药时间从约 20 min 降至约 7 min。门诊自动发药流程见图 3。

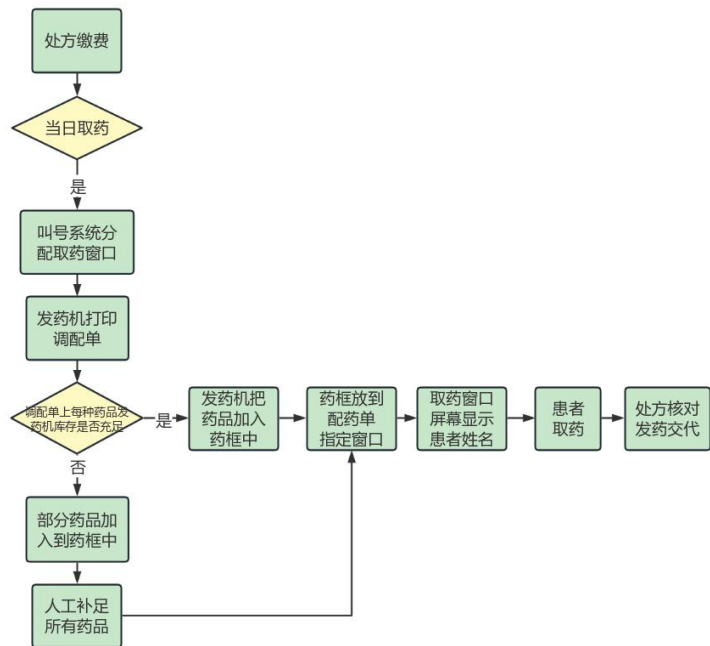


图3 自动发药流程图

Figure 3. The flow chart of automatic dispensing of medicine

2.6 药品物流及病区药品智能配送管理

现代医院诊疗趋于精细化，科室细分多，药品种类多、时效性要求多，传统人工药品配送模式，成本高，耗时长，越来越难以满足医院的实际需求。智能化轨道物流传输系统被引入医院物流转运，该系统主要由运载小车、运输轨道、工作站、称重装置、防风防火装置、监控中心及配套附件组成，将医院各个科室通过收发工作站和运输轨道连接起来，在计算机控制下，利用智能轨道载物小车在专用轨道上传输药品^[14]，实现医嘱审核、调配、核对、发放、病区接收之间无缝连接，院内药品动态精准递送。

2.7 智能化药事质管体系

智能化平台实时监测医疗机构药事情况，药学人员灵活机动抽取药品相关数据，进行医院药事监管工作，同时为管理部门提供真实、可靠的药事信息，以便其充分掌握医院药事运行状况，从而为其提供决策依据，做到精准利用医疗资源，保障医保费用的合理支出^[15]。智能化技术在我院的重点监控、抗菌药物及麻精药品管理中发挥重要作用。针对重点监控药品管理，通过信息技术

严格限定这类药品适应症及医师开具权限，无相应诊断及权限的医师，必须申请药师线上会诊审查，审查合格后方能使用。2020 年我院上线重点监控药品会诊制度后，重点监控药品药占比由 2019 年的 5.16% 降至 2022 年的 0.1%。利用 HIS 严格执行抗菌药物分级管理，根据文件授予不同医师不同级别抗菌药物处方权限。医师开立抗菌药物，系统自动弹框，医师根据弹框选择用药目的一预防或治疗，对于治疗可选择感染相关指标进行佐证。同时对抗菌药物日剂量进行限定，避免超剂量用药，对于重症感染患者需使用超常规剂量抗菌药物可申请会诊后针对单个患者开放使用权限。每个月抗菌药物使用强度通过 HIS 推送至科室管理人员，加强监管。麻精药品上线电子处方，要求医师必须完善诊断及处方信息，处方开立后经由药师审方，审核合格后方可保存，麻精药品批号、处方及账册均可由系统自动提取生成，避免人工转录出现错误，并且可在系统中全程追溯，实现麻精药品全流程信息化管理。安全合理用药全流程管理智能场景实现见图 4。

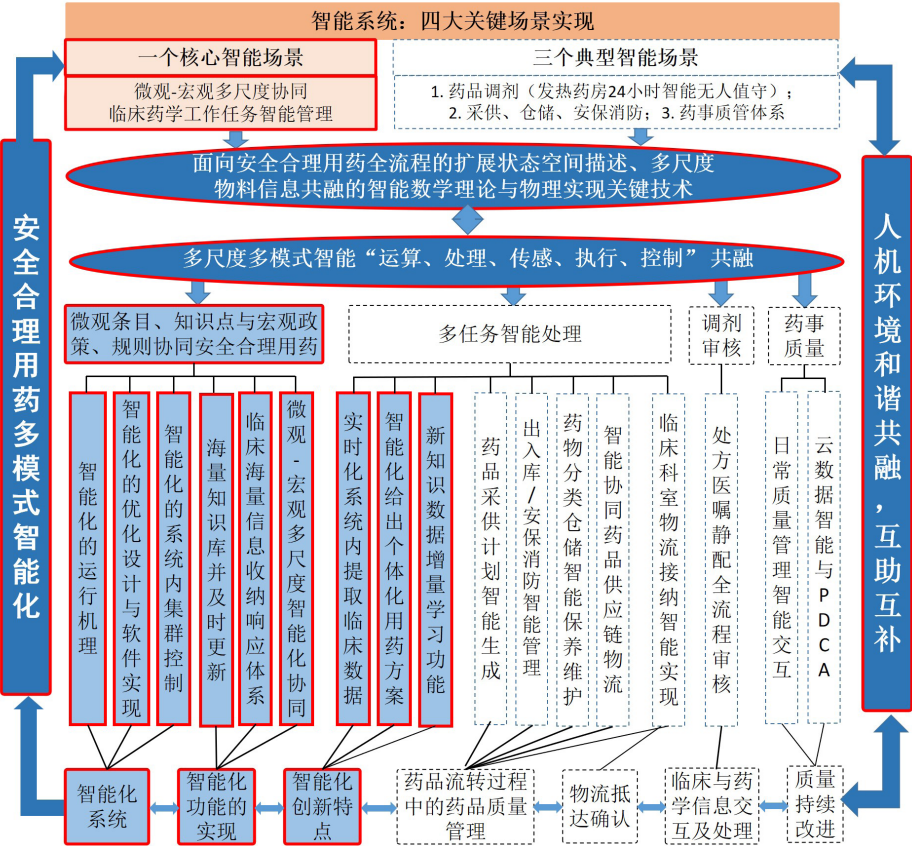


图4 医院药学安全合理用药智能场景应用需求

Figure 4. The application requirements of intelligence scenarios for safe and rational drug use in hospital pharmacy

3 安全合理用药智能服务医院运行效益分析

基于智能化与人工互融，实现了对 2022 年全年 929 557 名门诊患者，140 374 名住院患者的 11.14 亿药品的安全合理用药精准递送。通过智能化技术与人工互融逐步搭建，实现每年上百万条医嘱的智能审核与调剂，逾万份处方及病例全

面点评，50 多万袋静脉输液的集中配置。政策制度结合智能技术监管使得处方合理率逐步上升；抗菌药物、重点监控药品使用率逐步下降，保障全院药品质量安全与合理使用，展现出智能化场景实现带来经济效益与工作效率的不断提升。智能化技术逐步引入后我院运营及药品管理指标数据见表 1。

表1 2018—2022年医院运营及药品管理数据对比

Table 1. Comparison of hospital operation and drug administration data from 2018 to 2022

指标	2018年	2019年	2021年	2022年
药师人数（人）	71	87	93	96
门诊处方数（张）	820 207	984 419	831 619	943 324
住院患者医嘱条目数（条）	10 378 400	11 030 700	11 131 234	94 92 259
出院患者数（人）	117 041	135 630	137 241	140 374
静脉用药集中配置总量（袋）	—	474 251	534 306	578 194
药师审方干预条目数（条）	—	—	50 972	41 317
药事审方干预成功条目数（条）	—	—	15 667	12 695
点评门诊处方数（张）	12 171	14 650	16 560	34 014
住院病例点评数（份）	9 362	10 850	12 850	17 013
门诊处方合理率（%）	92.30	95.18	95.00	98.00
门诊患者抗菌药物使用率（%）	14.30	13.80	8.80	6.26
住院患者抗菌药物使用率（%）	53.60	52.93	45.10	43.44
I类切口手术预防使用抗菌药物的患者数（%）	35.30	36.20	32.78	23.60
重点监控药品使用金额占比（%）	—	5.16	0.04	0.10

注：“—”表示无具体数据

4 总结

从医院药品“零加成”到集中采购，药学部由盈利部门转变为成本部门，如何有效控制成本的同时谋求发展创新是药学部转型过程中亟待解决的问题。智能化技术在自动发药、院内物流、智能药柜及处方审核中的应用简化了药品在医疗机构的流转流程，极大地节约人力资源，降低药学部运营成本，提高了药学部工作效率；智能化技术在临床决策支持、合理用药监管、住院药学科监护、个体化诊疗方面的应用，能将药师从机械、重复的体力劳动中解放出来，把重点放在真正需要解决的问题上，为患者提供个性化的临床药学服务和体验，提升医疗团队对患者的安慰和服务能力，带来药学行业的整体创新改进。此外，智能化技术还可在远程智慧医疗服务中发挥更大的作用，形成“省、地市、县、乡”医联体单位远

程药学服务体系，覆盖所有县域医共体^[16]。智能化互联网医院药房服务，实现网上药品目录检索、处方预览、药品调剂和用药咨询，保障患者用药安全，节省患者的金钱和时间，在家即可享受便捷的医疗服务^[17]。

但目前使用的智能化技术多数仅能完成药学服务中某一个或某几个特定任务，这些技术仍处于信息感知、机器学习等“浅层智能”，属于专用及弱智能，“深层智能”方面的能力不足。在临床用药决策、处方审核及点评中，各大医院均在进行人工智能深度学习，而深度学习需要大量人工干预，如人工设计深度神经网络模型、人工设定应用场景、人工采集和标注大量训练数据、人工适配智能系统等。梳理并统筹布局全院一体化药学服务智能场景、强化智能系统的自动化设计以减少人工干预，是今后医院药学智能化的重点发展方向。

参考文献

- 1 朱敏, 彭宇竹, 葛卫红, 等. 公立医院综合改革药学科发展的转型与应对[J]. 中国医院, 2016, 20(7): 72-74. [Zhu M, Peng YZ, Ge WH, et al. The transformation and response of the development of pharmacy discipline in the comprehensive reform of public hospitals[J]. Chinese Hospitals, 2016, 20(7): 72-74.] DOI: 10.3969/j.issn.1671-0592.2016.07.024.
- 2 冯光富, 温慧敏, 李儒杰, 等. 人工智能对医院药学的的影响分析[J]. 中国药房, 2018, 29(16): 2167-2169. [Feng GF, Wen HM, Li RJ, et al. Analysis of effects of artificial intelligence on hospital pharmacy[J]. China Pharmacy, 2018, 29(16): 2167-2169.] DOI: 10.6039/j.issn.1001-0408.2018.16.02.
- 3 刘健, 邓小云, 刘艺平, 等. 信息化促进医院药学服务转型与学科发展[J]. 中国医院药学杂志, 2020, 40(4): 448-451. [Liu J, Deng XY, Liu YP, et al. Informatization to promote the transformation and discipline development of hospital pharmaceutical service[J]. Chinese Journal of Hospital Pharmacy, 2020, 40(4): 448-451.] DOI: 10.13286/j.1001-5213.2020.04.18.
- 4 刘健, 邓小云, 朱运贵, 等. 全流程信息化药房管理与药学服务实践[J]. 中国现代应用药学, 2019, 36(7): 873-876. [Liu J, Deng XY, Zhu YG, et al. Whole process informationization of pharmacy management and pharmaceutical service practice[J]. Chinese Journal of Modern Applied Pharmacy, 2019, 36(7): 873-876.] DOI: 10.13748/j.cnki.issn1007-7693.2019.07.021.
- 5 李思聪, 聂小燕, 韩晟, 等. 我国互联网+背景下医院O2O药学服务模式发展研究[J]. 中国药房, 2021, 32(4): 496-501. [Li SC, Nie XY, Han S, et al. Research on the development of O2O pharmaceutical care mode in China under the internet plus background[J]. China Pharmacy, 2021, 32(4): 496-501.] DOI: 10.6039/j.issn.1001-0408.2021.04.18.
- 6 Corny J, Rajkumar A, Martin O, et al. A machine learning - based clinical decision support system to identify prescriptions with a high risk of medication error[J]. J Am Med Inform Assoc, 2020, 27(11): 1688-1694. DOI: 10.1093/jamia/ocaa154.
- 7 Hashemi F, Gelder TGV, Bollen CW, et al. The effect of a decision support system on the incidence of prescription errors in a PICU[J]. J Clin Pharm Ther, 2022, 47(3): 330-344. DOI: 10.1111/jcpt.13562.
- 8 金昭, 廖赞, 袁波, 等. 我院医嘱事前审方信息系统的建立与应用结果分析[J]. 中国药师, 2019, 22(5): 898-901. [Jin Z, Liao Y, Yuan B, et al. Construction and application result analysis of the prescription checking beforehand information system for medical orders in our hospital[J]. China Pharmacist, 2019, 22(5): 898-901.] DOI: 10.3969/j.issn.1008-049X.2019.05.028.
- 9 沈爱宗, 刘琳琳, 黄金柱, 等. 基于人工智能的药物治疗推荐功能介绍及应用效果分析[J]. 中国医院药学杂志, 2021, 47(17): 1764-1768. [Shen AZ, Liu LL, Huang JZ, et al. Functions and application outcomes of clinical medication recommendation based upon artificial intelligence[J]. Chinese Journal of Hospital Pharmacy, 2021, 47(17): 1764-1768.] DOI: 10.13286/j.1001-5213.2021.17.12.
- 10 沈峻, 鲁威. 基于人工智能的区域处方前置审核系统建设与应用[J]. 中国卫生信息管理杂志, 2019, 16(4): 1764-1768. [Shen J, Lu W. The construction and application of a pre-audit system for prescription in regional health information platform based on artificial intelligence[J]. Chinese Journal of Health Informatics and Management, 2019, 16(4): 1764-1768.] DOI: 10.3969/j.issn.1672-5166.2019.04.024.
- 11 陈利芳, 吴宇枫, 黄荣海, 等. SPD与HIS协同应用于药品物流管理的成效分析[J]. 中国药房, 2017, 28(13): 1797-1800. [Chen LF, Wu YF, Huang RH, et al. Effectiveness analysis of collaboration application of SPD and HIS in drug logistics management[J]. China Pharmacy, 2017, 28(13): 1797-1800.] DOI: 10.6039/j.issn.1001-0408.2017.13.20.
- 12 沈烽, 张健, 吴颖坤, 等. 我院药品冷链监控平台的建立与应用[J]. 中国药房, 2017, 28(1): 91-94. [Shen F, Zhang J, Wu YK, et al. Establishment and application of drug cold chain monitoring platform in our hospital[J]. China Pharmacy, 2017, 28(1): 91-94.] DOI: 10.6039/j.issn.1001-0408.2017.01.24.
- 13 汪铁山, 王穗琼, 庄少雄, 等. 我院门诊药房自动化发药系统的建设与实践[J]. 中国药房, 2020, 31(19): 2415-2421. [Wang TS, Wang SQ, Zhuang SX, et al. Construction and practice of automatic drug delivery system in outpatient pharmacy of our hospital[J]. China Pharmacy, 2020, 31(19): 2415-2421.] DOI: 10.6039/

- j.issn.1001-0408.2020.19.20.
- 14 童晶, 张东萍. 智能化轨道物流传输系统在药房配送流程中的运用[J]. 中医药管理杂志, 2017, 25(20): 72-74. [Tong J, Zhang DP. The application of intelligent rail logistics transmission system in pharmacy delivery process[J]. Journal of Traditional Chinese Medicine Management, 2017, 25(20): 72-74.] DOI: 10.16690/j.cnki.1007-9203.2017.20.030.
- 15 陈健, 左秀然, 邓艾平. 医院药事管理信息化流程优化与实践[J]. 中国卫生信息管理杂志, 2021, 18(5): 651-655. [Chen J, Zuo XR, Deng AP. Optimization and practice on hospital pharmaceutical affairs management informatization process[J]. Chinese Journal of Health Informatics and Management, 2021, 18(5): 651-655.] DOI: 10.3969/j.issn.1672-5166.2021.05.015.
- 16 万素馨, 方伟, 孙秋艳, 等. “互联网+医联体”一体化药学服务体系的构建及实践[J]. 中国药房, 2019, 30(23): 3199-3024. [Wan SX, Fang W, Sun QY, et al. Construction and practice of integrated pharmaceutical care system of "Internet+Medical Consortium"[J]. China Pharmacy 2019, 30(23): 3199-3024.] DOI: 10.6039/j.issn.1001-0408.2019.23.06.
- 17 Bu FJ, Sun H, Li L, et al. Artificial intelligence-based internet hospital pharmacy services in China: Perspective based on a case study[J]. Front Pharmacol, 2022, 13: 1027808. DOI: 10.3389/fphar.2022.1027808.

收稿日期: 2023 年 04 月 04 日 修回日期: 2023 年 11 月 27 日
本文编辑: 钟巧妮 李 阳