·数字化医疗·

基于数据集成平台的医技智能调度系统构建与应用

张伟博[1a] 黄中秀[2] 王永红[2] 王子知[1b] 彭梦晶[1a*]

（1.重庆市中医院 a.信息中心；b.门诊部，重庆 400021；2.重庆市黔江中心医院检验科，重庆 409099）

【摘要】 **目的** 构建基于数据集成平台的医技智能调度系统，优化排队秩序、缩短患者排队等待时间、提升检查检验效率，以提升医疗服务水平和患者满意度。**方法** 采用 Sybase PowerBuilder 开发工具，将 MS SQL Server 作为后台数据库，选用 C/S 架构模式，以数据集成平台为基础，并遵循 Web Service 接口方式和 XML 标准，构建包含基础设施层、数据资源层、平台应用层、数据交互层、访问控制层、应用系统层和终端接入层的医技智能调度系统，在实现业务需求的同时达到稳定、高效、便捷以及智能化的设计原则，同时与院内数据集成平台深度整合。**结果** 医技智能调度系统主要包括前台登记模块、检查室呼叫模块、候诊区终端模块、智能化规则设置模块、数据查询统计模块 5 个功能模块。系统投入使用后效果显著，登记时长、用户满意度均优于系统使用前，差异有统计学意义（$t=103.678$，$P<0.001$；$\chi^2=7.307$，$P<0.05$），有效缩短了患者的排队等待时间，提高了医师的工作效率。**结论** 本研究设计的医技智能调度系统通过优化检查检验流程，提升了工作效率和患者满意度，为智慧医院建设提供了助力。

【关键词】 智能调度；医技调度系统；医院信息化；医技系统

【中图分类号】 TH77; R197.32 【文献标识码】 A 【DOI】 10.11876/mimt202503015

Construction and application of intelligent scheduling system for medical technology based on data integration platform

Zhang Weibo[1a], *Huang Zhongxiu*[2], *Wang Yonghong*[2], *Wang Zizhi*[1b], *Peng Mengjing*[1a*]

(*1. a. Department of Information Center*; *b. Department of Outpatient*, *Chongqing Traditional Chinese Medicine Hospital*, *Chongqing 400021*, *China*; *2. Department of Laboratory Medicine*, *Qianjiang Central Hospital of Chongqing*, *Chongqing 409099*, *China*)

【**Abstract**】 **Objective** Proposes the construction of an intelligent scheduling system for medical technology, utilizing a data integration platform to optimize queuing order. The system aims to shorten patients' waiting times and enhance the efficiency of tests and examinations, ultimately improving the quality of medical services and the experience for patients. **Methods** This study utilizes Sybase PowerBuilder development tools in conjunction with MS SQL Server as the backend database. It adopts a Client /Server (C/S) architecture mode and is based on a data integration platform. Following the Web Service interface mode and adhering to XML standards, we aim to construct an intelligent scheduling system for medical technology, including infrastructure layer, data resource layer, platform application layer, data interaction layer, access control layer, application system layer and terminal access layer. This intelligent scheduling system is designed to fulfill business requirements while maintaining principles of stability, efficiency, convenience, and intelligence, and is seamlessly integrated with the hospital's internal data integration platform. **Results** The system mainly consists of five functional : the front desk registration module, the examination room call module , the waiting area terminal module,the intelligent rule setting module, and the data query and statistics module.The practical application of the system has a significant impact, evidenced by improved registration times and user satisfaction compared to the period before the system's implementation. Statistically significant differences were observed ($t=103.678$, $P<0.001$; $\chi^2=7.307$, $P<0.05$), indicating that the system effectively reduces patient waiting times and improves physicians' work efficiency. **Conclusion** The medical intelligent scheduling system developed in this study enhances work efficiency and patient satisfaction by optimizing the processes of testing and examination. Furthermore, it offers a novel strategy for the development of smart hospitals.

【**Key words**】 Intelligent dispatch; Medical dispatch system; Hospital informatization; Medical system

基金项目：重庆市科学技术局技术创新与应用发展专项（CSTB2023TIAD-ZXX0023）

第一作者：张伟博，男，本科，高级工程师，研究方向：医学影像信息、检验信息

通信作者：彭梦晶，男，本科，高级工程师，研究方向：医疗器械、信息化管理

2021年5月，国务院办公厅印发《关于推动公立医院高质量发展的意见》，提出要持续改善医疗服务，推行分时段预约诊疗和检查检验集中预约服务，从而推进电子病历、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[1]。不同于医院信息系统（Hospital Information System, HIS）、实验室信息系统（Laboratory Information System, LIS）以及影像归档和通信系统（Pictures Archiving and Communication System, PACS）等信息管理系统的建设，医技科室智能调度系统的建设长期以来并未引起医院足够的重视，多数医院医技科室的调度系统建设以满足排队、叫号等简单业务为主，智能化手段在信息化建设中的使用还不够充分，同时部分医技科室仍然采用人工分诊叫号方式[2-4]。随着医技科室的检查检验量不断增加，排队现场秩序混乱、患者排队等待时间长、检查效率低下等问题逐渐涌现[5-7]。本研究采用Sybase PowerBuilder开发工具，将Microsoft关系数据库管理系统(Microsoft SQL Server, MS SQL Server)作为后台数据库，选用客户端与服务器(Client/Server, C/S)架构模式，以数据集成平台为基础，并遵循Web Service接口方式和开放的可扩展标记语言(Extensible Markup Language, XML)标准，构建医技智能调度系统并开发应用，旨在给患者提供更好的就医体验，缩短患者排队等待时间，减少医患纠纷等不良事件的发生，提升医疗服务水平和患者满意度[8-9]，同时为医院管理部门提供决策支持，为推动智慧医院建设提供参考。

1 医技智能调度系统的设计

1.1 需求分析

数据集成平台是医院内用于整合各业务系统数据的平台，通过技术手段，将医院不同系统的分散数据进行采集、清洗、标准化处理，最终形成统一的数据存储与管理，实现数据的互联互通。我院医技科室调度为单个系统，并未与院内数据集成平台深度整合，造成以下问题：①预约、登记等环节需要手工输入患者信息；②无法提醒门诊患者是否缴费；③患者排队情况需要到登记台查询；④无法对队列进行合理的调度。因此，整个流程不顺畅，既耗费工作人员大量的时间，又降低了患者的就医体验和满意度，并且容易出现登记信息出错的情况，增加医患矛盾。为解决上述问题，需要构建一套基于数据集成平台的医技智能调度系统。

根据《电子病历系统应用水平分级评价标准（试行）》《国家医疗健康信息医院信息互联互通标准化成熟度测评方案（2020年版）》等政策标准要求，通过案例研究和梳理各个医技科室的业务需求，明确该系统需要实现预约登记、取消登记、过号、复号、呼叫、重叫、呼叫完成、查看排队情况等功能，且能够在预约登记过程中按已设置的智能化规则进行排队并对操作有智能提醒，以确保队列顺序的公平性、合理性。系统在实现业务需求的同时要达到稳定、高效、便捷以及智能化，并通过数据查询统计功能进行大数据分析，以便更好地了解医技科室运转情况，为医院管理部门提供决策支持，实现医疗服务的智能化转型。

1.2 设计原则

1.2.1 实用性原则

在系统设计过程中以解决实际问题为目标，注重系统的可用性和可靠性，同时，应该尽可能兼容多种现有的操作系统，以提高软件的可移植性[10]，为此在开发工具和数据库的选型上，采用了Sybase PowerBuilder开发工具和MS SQL Server数据库。

1.2.2 操作性原则

系统设计除了满足业务需求外，还应该注重用户体验和系统的易用性[11-12]。为了提高用户体验和易用性，系统界面应简洁明了，操作简单易懂，用户可以轻松地完成各种操作。

1.3 系统架构设计

按照《“十四五”全民健康信息化规划》[13]要求，结合医院未来发展的实际需要，本研究选用C/S架构模式，并遵循Web Service接口方式以及XML标准与院内数据集成平台进行深度融合，以

实现各系统间的数据共享和利用。该系统架构分为基础设施层、数据资源层、平台应用层、数据交互层、访问控制层、应用系统层和终端接入层。其中，数据交互层遵循XML标准和Web Service接口方式，通过数据集成平台统一调用和管理，实现多个异构系统之间数据的互联互通。该系统通过访问控制层的负载均衡和网关设备，实现网络流量分摊、数据包过滤、转发、路由等不同网络之间的通信以及访问权限控制，以提高Web服务器的整体性能和安全性，从而提升网络数据的处理能力。最后，依托数据集成平台构建并实现医技智能调度系统的应用系统层程序。在此架构基础上，网络安全与运维保障体系为该系统的运行提供保障。系统整体架构如图1所示。

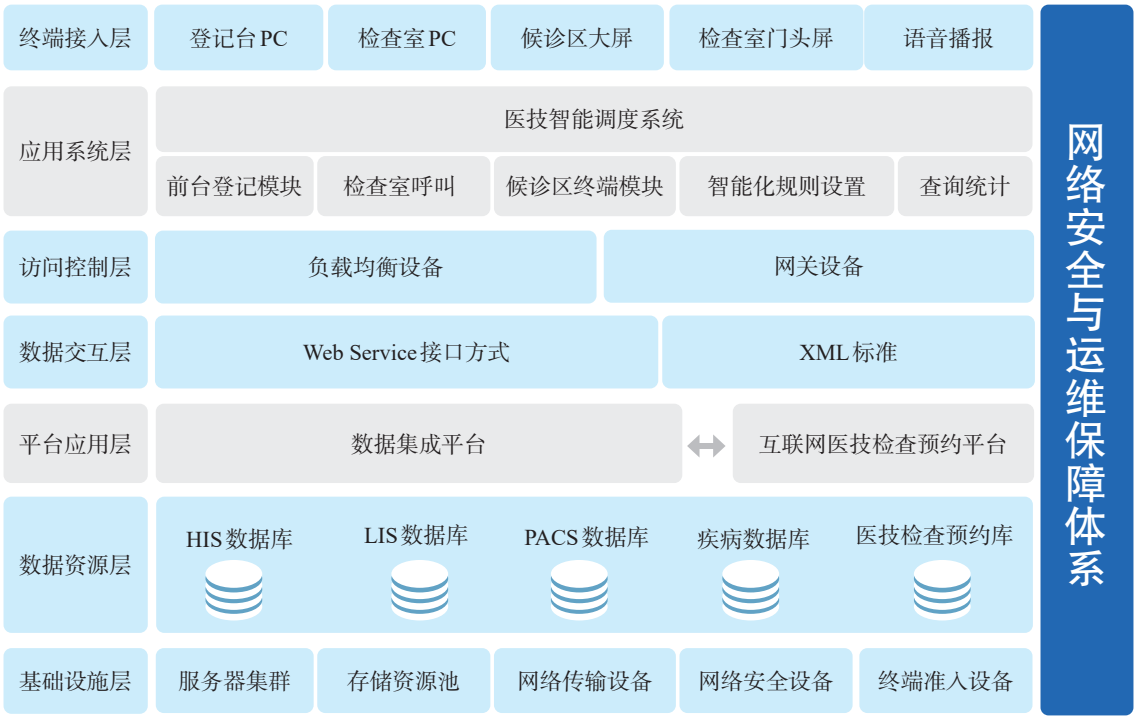


图1 医技智能调度系统整体架构

1.4 系统流程设计

临床医师开具申请单后，患者到医技科室登记，登记人员扫描导诊单上条码号，向数据集成平台请求符合该医技科室医嘱的报文，通过返回信息判断患者是否为急诊、特需患者或黑名单人员等，再按智能化规则进入排队队列，同时打印回执单给患者。患者通过回执单在候诊区等待呼叫调度，观察候诊区大屏随时了解排队情况。患者被检查室呼叫后，将在候诊区大屏上标示出该患者被叫检查室，同时该患者信息展示在检查室门头屏上，以便患者快速找到所调度的检查室。同一个队列可以与多个检查室对应，检查室内医师可以随时切换到患者较多的队列叫号，避免因某个队列对应的检查室设备故障、患者病情复杂用时较长等原因造成患者堆积。对于过号或复查的患者，需要到登记台进行复号操作，此类患者插入到当前等候患者的后一位，如有多位此类患者，则交叉插入到队列中，即一个正常患者一个复号患者，以此类推。完成检查后，将患者信息从队列、候诊区大屏、检查室门头屏清除。系统业务流程如图2所示。

2 医技智能调度系统功能模块

基于数据集成平台的医技智能调度系统主要包括前台登记模块、检查室呼叫模块、候诊区终端模块、智能化规则设置模块、数据查询统计模块5个功能模块，其具体功能如下。

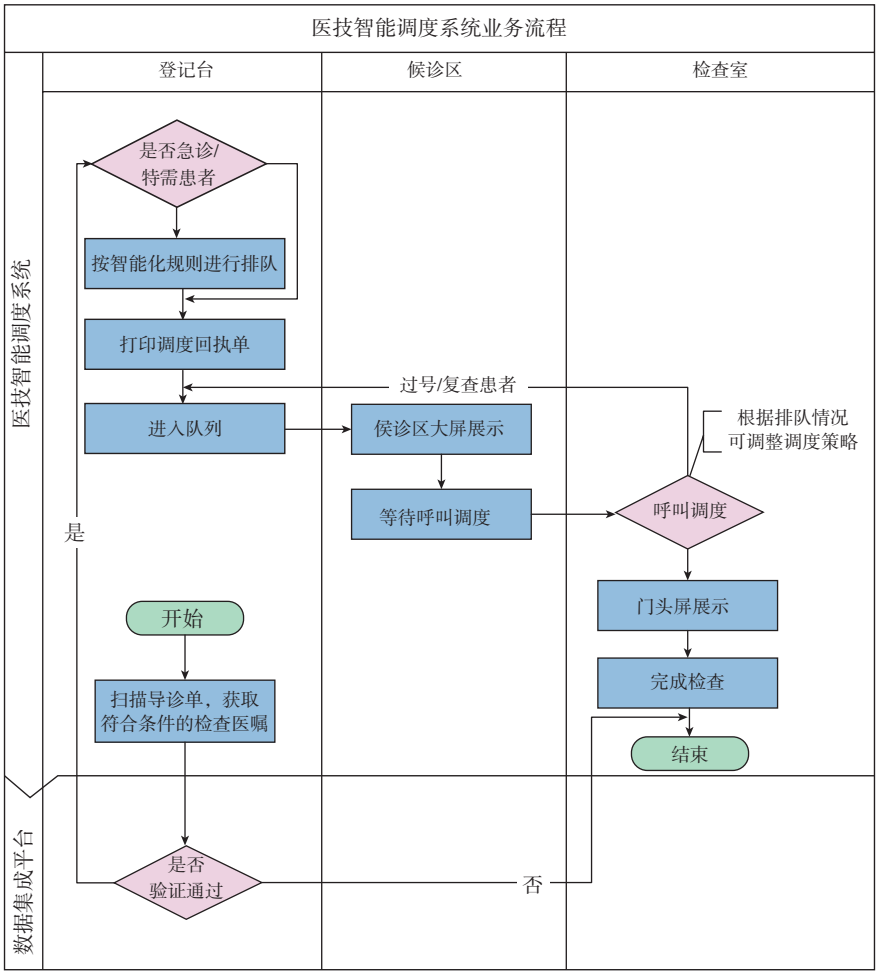


图 2 医技智能调度系统业务流程

2.1 前台登记模块

前台登记模块提供预约登记、取消登记、复号以及查看排队情况等功能，实现按智能化规则生成队列的目的，同时能满足《电子病历系统应用水平分级评价标准（试行）》《国家医疗健康信息医院信息互联互通标准化成熟度测评方案（2020年版）》等政策标准的要求。

通过扫描导诊单上的条码号，向数据集成平台请求医嘱明细报文，集成平台返回报文时，门诊患者还需判断是否已缴费。对获取的医嘱明细进行智能化规则校验后推送到相应队列并打印回执单。同时，针对急诊或特需患者超出已设定的候诊时长未被呼叫的情况，会弹出尽快进行检查的智能提醒。个人体检、门诊患者进入队列的同时向集成平台推送确认执行的报文，此时患者不能从任何渠道退费；团队体检、住院患者进入队列的同时向集成平台推送计费请求的报文。登记人员操作失误或患者取消检查的，通过取消登记功能撤销登记操作，个人体检、门诊患者从队列中移除后向集成平台推送取消执行的报文，此时患者可以进行退费；团队体检、住院患者从队列中移除的同时向集成平台推送取消计费的报文，以便及时撤销费用。过号、复查的患者，可通过复号功能重新进入队列。此外，排队情况以及各检查室的检查情况可通过查询功能获得，便于及时调整调度策略。

2.2 检查室呼叫模块

检查室呼叫模块由医技科室检查室来执行，包括呼叫、重叫、过号、呼叫完成以及查看排队情况等功能。开始检查前通过呼叫功能对该检查室对应队列中的等待患者进行呼叫，也可通过重叫功能对该患者进行多次呼叫，多次呼叫无响应时使用过号功能。急诊或特殊患者没有进行呼叫直接进行检查

的，为避免该患者被其他检查室呼叫，通过呼叫完成功能可及时改变该患者的调度状态。

2.3 候诊区终端模块

候诊区终端模块提供信息展示和语音播报功能，包括候诊区大屏上的队列显示、门头屏上的患者信息显示以及走廊末端的语音播报。候诊区终端模块可帮助患者了解当前实时排队情况，以便减少患者的排队等候时间。

2.4 智能化规则设置模块

智能化规则设置模块主要实现系统管理员对患者进入队列的排队顺序以及智能提醒等规则的自定义。例如，设定检查项目的难易程度值，用于登记时判断占用队列的资源数，更好地平衡各队列的资源；根据历史数据中对医师检查效率的统计，设定该医师当班时队列的资源数，用于限制登记时队列的最大资源数；设定检查室限制项目，用于限制指定检查室只能登记男性或者女性的检查项目；设定需要空腹检查的项目，用于下午登记时提醒是否继续登记排队；设定不能同时检查的互斥项目，可多个项目为1组，用于同1组互斥项目同时登记时提醒是否继续登记排队；设定急需检查患者的最大候诊时长，用于急诊、胸痛等患者登记后候诊时长超过此值未被呼叫时，前台弹出提醒；此外，可以设定患者端消息推送内容，用于患者登记时将队列信息或其他提示消息推送到患者绑定的医院服务公众号上。通过规则的设置最终达到更高效、准确和个性化的智能提醒效果。智能化规则表数据结构如表1所示。

表 1 智能化规则表数据结构

序号	字段	字段类型	字段名称	字段描述
1	RuleID	Int	流水号	主键，增加记录时自动填写
2	RuleType	Int	规则类型	1：项目难易度；2：医师资源数；3：项目限制；4：须空腹项目；5：互斥项目；6：候诊时长
3	RuleNum	Int	规则数据	规则类型为1、2时填写对应的数值；规则类型为3时填写队列编号；规则类型为4、5时填写自定义项目分组号，不同组别不重复即可；规则类型为6时填写分钟数
4	RuleDesc	Varchar(100)	规则判定	规则类型为1、2时填写项目名称或医师名称；规则类型为3时填写 “男”或“女”；规则类型为4、5时填写项目名称；规则类型为6时填写 “分钟”

2.5 数据查询统计模块

数据查询统计模块提供该系统产生的历史数据查询和实时数据的记录，以便及时了解医技科室的运转情况，为优化改造医院现有的就医流程提供数据支撑，同时为医院管理层提供决策支持，实现医疗服务的智能化转型。以超声科为例，1周的登记数量、检查数量按时间段分布情况如图3所示，可以看出早上7点开始有患者登记，8点至11点为患者登记高峰期，下午时段登记人数较少；早上8点开始有患者做检查，至11点检查人数分布相对均匀，下午时段检查人数较少，通过类似的数据分析，可以为管理层决策提供数据支撑，如增加登记员、增开检查室等。

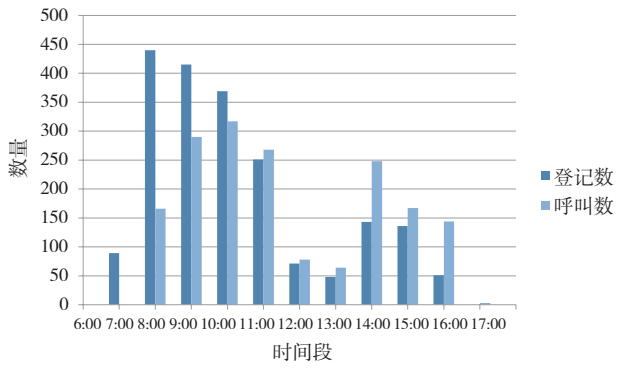


图 3 超声科1周登记数和检查数按时间段分布情况

3 医技智能调度系统应用效果

基于数据集成平台的医技智能调度系统上线后在超声科、康复科、耳鼻喉科、中医妇科等多个科室进行应用，通过数据统计分析，发现本系统投入

使用后在优化就医流程、缩短患者排队等待时间和提升患者满意度等方面效果显著。

3.1 改善就医体验，提升患者满意度

本研究在患者登记时增加了打印队列回执单的功能，同时，推送队列消息到患者绑定的医院服务公众号上，使就医流程更加有序和高效。患者登记后，可以根据队列回执单或公众号上的消息结合候诊区大屏上的排队信息安心等待，避免了拥挤和混乱的情况。有序的就医环境减轻了患者的焦虑和不适感，从而优化了患者的就医体验。系统上线1周后随机抽样32名患者对医技智能调度系统进行满意度调查，在登记时间提升方面，26名患者评分为非常满意（5分），4名患者评分为满意（4分），2名患者评分为一般（3分），平均得分为（4.75 ± 0.57）分；在候诊时间提升方面，24名患者评分为非常满意（5分），8名患者评分为满意（4分），平均得分为（4.75 ± 0.44）分，说明患者满意度较高。随机抽样27名医务人员对医技智能调度系统进行用户满意度调查，使用系统前17名用户满意，满意度为62.96%；使用系统后26名用户满意，满意度为96.30%，差异具有统计学意义（χ^2=7.307，P<0.05），说明用户认可度较高。

3.2 缩短等待时长，提升医疗服务水平

本系统应用以来，对各个环节的操作进行了详细的日志记录，通过对日志记录的审计，确保工作人员对自己每个环节的操作都能负责，从而提高了工作效率和质量。对系统使用前100例样本（模拟现场取得）和系统使用后500例样本（从本系统数据库中抽取）的登记时长数据进行比较，使用系统前登记时长为（167.180 ± 34.970）s，使用系统后登记时长为（3.764 ± 2.343）s，差异具有统计学意义（t=103.678，P<0.001），使用系统后登记时长明显缩短，说明本系统的应用缩短了患者的登记排队等待时长。

4 总结

本研究基于医技科室的现实需求和政策标准的导向要求，采用Sybase PowerBuilder开发工具，将MS SQL Server数据库与C/S架构模式相结合，以数据集成平台为基础，并遵循Web Service接口方式和XML标准，构建了一套医技智能调度系统，实现了预约登记、取消登记、过号、复号、呼叫、重叫、呼叫完成、查看排队情况以及按智能化规则调度等功能，同时，通过对本系统上线前后的指标数据进行比较，表明本系统的应用不仅提升了检查效率，还为患者提供了有序的就医流程，缩短了患者的排队等待时间，提升了医疗服务水平和患者满意度。然而，本系统在使用期间仍存在一定不足之处，如统计分析功能未实现数据互联共享，决策支持功能单一。后续将针对各类评审标准、医技科室的现实需求以及医院管理需要，与全院智能医技检查预约平台对接[14–16]，同时对本系统作进一步优化与完善，以便为医院管理部门提供更多的决策支持，实现医疗服务的智能化转型，为推动智慧医院建设赋能。

[参 考 文 献]

[1] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于推动公立医院高质量发展的意见[EB/OL].(2021–05–14)[2024–01–19]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2021/content_5618942.htm.

[2] 蔡正杰, 景慎旗, 黄辛夷, 等. 门诊分诊叫号系统构建[J]. 医学信息学杂志, 2020, 41(3): 64–66, 71.

[3] 洪德河, 黄成伟, 王学理. 自主调节门诊药房排队叫号系统的设计与实现[J]. 中国数字医学, 2022, 17(5): 58–62.

[4] 赵明兰, 田生雨, 秦涵书, 等. 智能导诊系统在门诊优质护理中的应用研究[J]. 护士进修杂志, 2020, 35(24): 2259–2261.

[5] 高伟, 李木, 孙婕, 等. 智能化健康体检服务平台的设计与应用[J]. 中国卫生信息管理杂志, 2023, 20(3): 454–458.

[6] 华婷, 邓建华, 许蔷, 等. 智慧门诊自助检验检查一体化服务的探索与实践[J]. 中国当代医药, 2024, 31(3): 155–158.

[7] 许昌, 孙逸凡, 董四平, 等. 智慧医院建设促进公立医院高质量发展的思考[J]. 中国医院管理, 2023, 43(1): 10–13.

[8] 王琦, 王玉霞. 等待时间、服务满意度与排队机制优化问题研究[J]. 经济论坛, 2020(7): 135–140.

[9] 宫彦婷, 王新玲, 刘春萍. 内窥镜中心排队叫号系统的设计与应用[J]. 中国数字医学, 2019, 14(9): 27–29.

[10] 钱欣, 何明远, 刘晓娇. 医技组合预约系统的设计与实现[J]. 医学信息, 2025, 38(9): 68–73.

[11] 解静, 黄翔, 仇永贵, 等. 基于“互联网+医疗健康”的标准化医技检查预约系统的设计与应用[J]. 中国卫生产业, 2022, 19(16): 138–142.

[12] 咸春艳, 朱雪泉, 王刚. 精神疾病医疗大数据平台的构建及应用[J]. 中国医院管理, 2023, 43(12): 64–66.

[13] 国家卫生健康委, 国家中医药局, 国家疾控局. 关于印发“十四五”全民健康信息化规划的通知[EB/OL]. (2022–11–07)[2024–02–19]. https://www.nhc.gov.cn/guihuaxxs/c100133/202211/fae867435fea479c828cb50047526a69.shtml.

[14] 翟辉辉, 杨渝平, 周瑞. 国家区域医疗中心特色专科建设实践[J]. 中国医院管理, 2023, 43(12): 94–96.

[15] 郑基华, 袁向勤, 罗相林, 等. 智能化医技预约检查平台的构建与应用[J]. 中国卫生信息管理杂志, 2022, 19(5): 754–758.

[16] 毕鲁佳. 医技检查预约平台建设与应用[J]. 中国卫生信息管理杂志, 2023, 20(4): 616–621.