

# 医院智能化指数概念模型研究\*

刘智勇<sup>1</sup> 龙婧<sup>1</sup> 陈小杭<sup>2</sup> 张馨洋<sup>1</sup> 郭铭睿<sup>1</sup> 彭昱欣<sup>3,4</sup>

(<sup>1</sup> 华中科技大学同济医学院医药卫生管理学院 武汉 430030

<sup>2</sup> 武汉大学中南医院移植医院中心 武汉 430071

<sup>3</sup> 湖北中医药大学信息工程学院 武汉 430065 <sup>4</sup> 湖北时珍实验室 武汉 430065)

**[摘要]** **目的/意义** 构建医院智能化指数概念模型, 为医院智能化程度量化评价奠定基础, 助力医院智能化建设。**方法/过程** 介绍智能化内涵, 阐述医院信息化建设评价标准体系, 从结构-功能-效果角度切入, 考量医院智能化应用。**结果/结论** 构建包含智能化基础、智能化能力和智能化效果 3 个一级指标、8 个二级指标、33 个三级指标的医院智能化指数概念模型, 作为持续改进医疗服务的工具, 通过定期评估医院智能化水平, 可促进医疗质量和患者体验提升, 助力医院高质量发展。

**[关键词]** 医院智能化; 智能指数; 概念模型; 智慧医院

**[中图分类号]** R-058 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.3969/j.issn.1673-6036.2024.05.002

## Study on the Conceptual Model of Hospital Intelligence Index

LIU Zhiyong<sup>1</sup>, LONG Jing<sup>1</sup>, CHEN Xiaohang<sup>2</sup>, ZHANG Xinyang<sup>1</sup>, GUO Mingrui<sup>1</sup>, PENG Yuxin<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>School of Medicine and Health Management, Tongji Medical College of Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China; <sup>2</sup>Transplant Center, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, China; <sup>3</sup>College of Information Engineering, Hubei University of Chinese Medicine, Wuhan 430065, China; <sup>4</sup>Hubei Shizhen Laboratory, Wuhan 430065, China

**[Abstract]** **Purpose/Significance** To construct the conceptual model of hospital intelligence index, so as to lay the foundation for the quantitative evaluation of hospital intelligence degree, and help the intelligent construction of hospital. **Method/Process** The paper introduces the connotation of intelligence, expounds the evaluation standard system of hospital informatization construction, and considers the application of intelligence in hospital from the perspective of structure-function-effect. **Result/Conclusion** The conceptual model of hospital intelligence index is built. That conceptual model includes 3 first-level indicators, 8 second-level indicators and 33 third-level indicators of intelligence basis, intelligence capacity and intelligence effect. As a tool for continuous improvement of medical services, regular assessment of hospital intelligence level can promote the improvement of medical quality and patient experience, and help the high-quality development of hospitals.

**[Keywords]** hospital intelligence; intelligence index; conceptual model; smart hospital

**[修回日期]** 2024-04-28

**[作者简介]** 刘智勇, 博士, 教授; 通信作者: 彭昱欣, 博士。

**[基金项目]** 国家卫生健康委医院管理研究所项目(项目编号: 0216516270); 中央高校基本科研业务费资助项目(项目编号: 5003516062)。

## 1 引言

智能化是以互联网、大数据、云计算、物联网、人工智能等新兴技术变革为依托<sup>[1]</sup>, 对设备、系统或组织产品和服务进行全流程、全生命周期改

造,并赋予其感知、记忆和思维、学习和自适应、行为决策的能力<sup>[2]</sup>。智能化转型升级增强了对数据的智能化处理和对环境的智能化感知,以便在不同环境中创造经济效益。随着一系列政策的出台,医院信息化已步入数字化、智慧化转型轨道<sup>[3-5]</sup>。本研究通过梳理行业智能化程度评价研究与实践,总结医疗领域智能化评价现状,结合现代医院功能提出医院智能化指数概念模型,形成医院智能化程度评价工具,以期为促进智慧医院有序发展、医疗人工智能在医院落地、公众获得感提升、医院高质量发展提供支撑。

## 2 智能化与医院智能化

### 2.1 智能化定义

“智能”一词包括“智慧”和“能力”两个概念,从感觉到记忆再到思维的过程称为“智慧”,智慧的结果产生了行为和语言,将行为和语言表达过程称为“能力”。智能的一般特点为具有人类智慧的能力:一是感知能力;二是记忆和思维能力;三是学习能力和自适应能力;四是行为决策能力<sup>[2]</sup>。具有上述特点的系统即为智能系统或智能化系统<sup>[6]</sup>。李德毅院士<sup>[7]</sup>将“智能”定义为:培养和传承解释解决预设问题的学习能力,以及解释解决现实问题的能力。人工智能定义为“人类智能的体外延伸”。由此智能分为感知智能、认知智能和行为智能。智能化则是指人工智能相关新技术持续应用改变人类感知、记忆、思维、学习和适应能力的过程。本研究将智能化定义为:由现代通信与信息技术、计算机网络技术、行业技术、智能控制技术 etc 汇集而成的针对某专门业务领域的应用发展过程。

### 2.2 医院智能化定义

医院智能化是在狭义医院信息化基础上,综合运用现代通信与信息技术、计算机网络技术、医学技术、智能控制技术等形成的针对医院各方面业务的智能化应用。医疗是一种对人类生命和疾病规律的认知和行为。从行业特征看,

医疗是典型的传统行业,医院以知识密集型的诊疗业务为中心,以传统人财物管理运营作支撑。从医院组织功能和医疗的人类行为特点分析,医院智能化核心是医院组织系统解决医疗服务和医疗科学问题,即医院系统在网络、大数据、物联网和人工智能等技术支持下,所具有的能动地满足患者需求和医疗决策及运营管理各种需求的属性。

## 3 部分行业领域智能化评价指标

目前,我国正处于转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力的攻关期,大力推进智能化发展是优化产业转型升级的重大举措<sup>[8]</sup>。智能化评价指标体系是科学衡量行业智能化发展水平、找出不足和缺陷、提升发展水平的基础。越来越多企业开始分析智能化引入对业务效益的影响,智能化评价体系逐渐趋于完善,已经成为助推各行业发展的核心。

智能化程度评价在制造业、智能家电、智能汽车等相关行业领域已有成熟研究与应用。在制造业,智能化程度评价体系可划分为3个层面:智能技术层、智能应用层和智能效益层。其中,智能技术是智能制造的基础,只有具备良好智能技术才能为智能应用和智能效益提供基本保障,是智能制造不断向前推进和发展的动力源泉;在智能家电领域,智能化能力和智能化效果是评价家电智能化程度的两个一级指标,其中,智能化能力的二级指标包括感知、决策、执行和学习,智能化效果的二级指标包括实用性、便捷性、舒适性和实在性<sup>[9]</sup>。我国学者<sup>[8]</sup>从经济发展质量变革、效率变革和动力变革视角出发,构建涵盖基础环境、产业发展、智能制造、融合应用、创新能力5个一级指标、22个二级指标的智能化发展评估指标体系。其中,基础环境是智能化发展的前提,产业发展指智能产业发展规模与现状,智能制造是我国制造业转型升级的主攻方向,融合应用是智能化在各领域应用成果,创新能力是智能化发展的潜在驱动力。由此可见,智能化基础、智能化能力和智能化效果是各行业领域智能化评价关注的核心内容。

## 4 医疗领域智能化评价

我国现有医院信息化及智慧医院评价体系包括电子病历应用分级评估、医院互联互通成熟度评级、医院智慧服务分级评估和医院智慧管理分级评估。电子病历应用评级采用定量评分、整体分级方法,依据《电子病历系统应用水平分级评价管理办法(试行)及评价标准(试行)》,从4个方面、10个工作角色的39个评价项目,综合评价医疗机构电子病历系统局部功能与整体应用水平,将电子病历系统应用水平划分为0—8共9个等级。互联互通评级主要针对各医疗机构组织建设的以电子病历和医院信息平台为核心的医院信息化项目。依据《医院信息互联互通成熟度测评方案(试行)》进行标准符合性测试和互联互通实际应用效果评价,将医院(区域)互联互通标准化成熟度分为7个等级。“三位一体”智慧医院建设包括智慧医疗、智慧服务、智慧管理3大重要组成部分。依据《医院智慧管理分级评估标准体系》,针对医院管理核心内容,从智慧管理功能和效果两个方面进行评估,评估结果分为0—5级;依据《医院智慧服务分级评估标准体系》,对医院中各环节医疗业务信息系统进行定量评估,通过查看总分、基本项目完成情况和选择项目完成情况进行总体分级评定。通过医院智慧管理分级评估、医院智慧服务分级评估与电子病历系统应用水平分级评价,共同指导医疗机构科学、规范地开展智慧医院建设工作。从以上评价体系和标准来看,信息化和数字化转型阶段对智慧医院智能化水平、医疗数据利用程度的关注度不高。要实现真正意义上的智慧医院,还需要向高级医院智能化方向发展,加强智慧医院整体平台搭建、医疗大数据深度挖掘以及医疗人工智能应用,进一步完善医院智能化评价体系建设。

## 5 医院智能化指数基本内涵

医院信息化和数字化转型重在满足当前阶段患

者服务和医院管理需求,而医院智能化则是将人工智能、机器学习等智能技术应用于医疗领域,如利用算法分析医疗数据、辅助诊断、个性化治疗方案等,可实现更精准的医疗服务,提高医疗效率和精确度。考虑到快速发展的新兴数智技术和医院高质量发展的战略趋势<sup>[10-11]</sup>,智能化程度评价成为现代智慧医院建设的重要内容。本研究提出医院智能化指数概念,是指医院具备一定智能化基础,通过一系列智能化应用能力以实现医院服务、管理效果的综合量化程度的值。医院智能化指数是以数值化方式更直观地衡量和展现医院智能综合体智能化程度的指标。医院智能化评价是借鉴其他行业智能化评价思想,结合医院组织功能<sup>[12]</sup>,针对医院智能化系统基础支撑、智能能力和智能效果进行的综合刻画与考量,其基本框架是在互联网、大数据、物联网和人工智能等技术支持下,所具有的基础建设能满足患者和医疗及运营管理的各种需求。

## 6 医院智能化指数概念模型

本研究采用逆向推导思路发掘潜在的功能与需求,遵循纵向思维设定基础结构目标<sup>[13-14]</sup>,医院智能化评价也应遵循结构-功能-效果的思路,即智能化基础-智能化能力-智能化效果<sup>[15]</sup>。本研究提出的医院智能化指数概念模型由点、线(3级指标)-面(2级指标)-体(1级指标,维度)3个层级构成。在文献研究、专题小组讨论和专家咨询基础上提出指标体系架构,包括3个一级指标(智能化基础、智能化能力和智能化效果)、8个二级指标和33个三级指标,均为定量指标,见图1、表1。

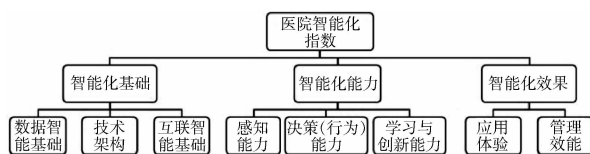


图1 医院智能化指数评价框架体系

表 1 医院智能化指数评价指标

一级指标	二级指标	三级指标	三级指标内涵	
智能化基础	数据智能基础	医院数据中心建设情况	指具备临床数据中心、运营数据中心功能（包含数据架构、数据应用、数据安全、数据质量、数据标准、态势感知等管理功能）	
		数据管理基础建设情况	指有完整的医院大数据管理平台工具（包含集成平台、数据中台、新型知识图谱等）	
	技术架构	新兴技术架构采用情况	指运用新兴技术架构，如区块链、工业互联网、边缘计算等	
		机器学习环境部署	指在医院相关数据中心、临床人工智能研发平台能够进行算法模型（含深度学习、增强学习各类算法）开发及验证的机器学习实验环境（相关软件工具+算力支持）。机器学习部署范围广，支持的应用场景多则表示在技术架构方面具有优越性	
	互联智能基础	集成物联网平台	指统一规划部署一套设备同时提供 4 种网络功能（包括 Wi-Fi 网络、无线射频识别（radio frequency identification, RFID）定位网络、医疗遥测网络和 RFID 识别网络），通过在医院的各种物品上放置电子标签、传感器或在人身上佩戴可穿戴设备，对医院的人和物进行精细化管理。医院物联网平台是实现智能感知和万物互联的基础	
		新型智能楼宇覆盖	指符合最新标准的具备多功能监控和集成控制功能的医用智能建筑在全院覆盖程度	
		场景化数字孪生智能医院架构	指围绕患者孪生、医生孪生、管理孪生、院区孪生开展一系列智慧医院应用场景建设	
		区域互联范围	以互联网医疗、远程医疗、双向转诊等形式实现跨机构平台联通范围	
		智能化能力	感知能力	
			语音识别能力	指医院临床科室语音电子病历覆盖程度
医疗图像识别能力	指对各种图像具备智能识别功能（包含影像中心 X 片、电子计算机断层扫描（computed tomography, CT）、磁共振成像（magnetic resonance imaging, MRI）、B 超等）			
人像识别能力	指医院空间内的实时监控（人像识别）覆盖程度			
决策（行为）能力	自然语言理解能力	指在医院门诊或住院服务各场景部署支持自然语言理解工具的情况（如语音助手、智能终端对话、智能导引等）		
	临床辅助决策能力	指辅助认知计算临床决策支持系统等功能应用能力		
	临床影像辅助诊断能力	指以各类影像数据为基础（包含 X 片、CT、MRI、超声、心电等）的 AI 辅助诊断功能程序		
	病理辅助诊断能力	指针对病理图像的智能辅助诊断应用功能程序		
	智能供应链传输能力	指面向医院医用物品、耗材、药品供应的智能应用情况（包含院内供应链管理（supply processing distribution, SPD）、智能药物传送、血生化标本、血制品物流、医用气体医疗废物运输等）		
	智能手术治疗能力	指使用智能手术机器人参与手术的功能应用情况，如达·芬奇手术机器人、心脏数字孪生、人工智能（artificial intelligence, AI）内镜、智能影像引导下的介入等		
	智能非手术治疗能力	指面向非手术类治疗的智能应用程序（含竞争靶向治疗、精准治疗、智能用药等）		
	智能护理服务能力	指面向护理服务的功能应用情况（包含智能输液监测、患者病情监测预警等）		
	智能医疗管理能力	指智能化病历质控、临床路径、预警和预测等		

续表 1

一级指标	二级指标	三级指标	三级指标内涵
		智能运营管理能力	指医院运营管理的智能化功能覆盖与支持程度（包括基于数据中心的商务智能系统、智能医保管理等）
		智能教研管理能力	指医院教学与科研管理智能化功能覆盖与支持程度（包括 AI 模拟临床教学、AI 模拟临床场景教学、AI 临床技能考评、AI 自动科研备案管理、自动科研诚信识别等）
		智能行政管理能力	指人事管理、绩效考核、媒体宣传、后勤能耗、廉洁风险防控等医院行政管理职能的智能化应用
	学习与创新能力	医疗 AI 科研成果	指医疗人工智能相关科研论文、软件著作权、专利、奖项等
		AI 专病研发创新能力	指在一定算法、算力和人才支持下具有的 AI 研发能力，能够自主或联合开发 AI 专病（如风湿免疫病、神经系统疾病、肺癌等）预防与治疗产品及应用
智能化效果	应用体验	医务人员用户体验	指医务人员对医疗人工智能的使用满意度和使用意愿
		患者用户体验	指患者对助医类智能产品的满意度和使用意愿
		智能服务应用覆盖率	指智能预约（包含智能程序和互联网医院平台程序）覆盖率
		智能应用质量	指医院智能化系统提供的服务准确性、效率等
	管理效能	医院管理效能	医院智能化作用管理效能可以从多方面考量，如医疗质量、服务品质、成本控制、资源利用效率等。通过综合医院信息化、数字化、自动化应用实现医院管理效能提升
		门诊效率	指门诊患者预约、就诊、检查、取药等环节的效率，主要通过门诊平均等待时间评估
		住院时间消耗	指医院排名前 20 位的病种或病组时间消耗指数加权值。可反映住院效率和智能化应用效果
		智能化文化氛围	指医院应用智能产品的氛围，用户对医疗智能化应用的接受度

### 6.1 智能化基础

评价智能化基础的稳健性和先进性，确保医院具备足够的硬件、软件设施和技术基础，对于智慧医院长期稳定运行和升级具有关键作用。智能化基础是构建智能系统的基本支持框架，包括 3 个二级指标。一是数据智能基础指标，用于评估医院数据管理基础和数据管理基础设施工程建设状况，是新一代人工智能发展的基础支撑条件；二是技术架构指标，用于评估医院运用新兴技术架构情况以及机器学习环境部署比例，是联通患者需求和智能基础的桥梁；三是互联智能基础指标，用于评估医院是否具有统一的物联网平台、新型智能楼宇覆盖比例以及区域互联平台联通建设情况。

### 6.2 智能化能力

智能化能力直接关系到医院在实际应用中的灵活性和适应性。智能化能力是医院根据数据进行智能化决策和行为的能力，包括 3 个二级指标。一是感知能力，是医院通过传感器、数据采集系统、监控设备等技术手段，对周围环境、应用场景以及患者需求等方面的感知、识别、分析和反馈能力；二是决策（行为）能力，是指医院在面对管理和临床决策时，能够迅速、准确、科学地做出合理选择的能力；三是学习与创新能力，是指人工智能相关科研成果和产品研发及应用能力。

### 6.3 智能化效果

评价智能化效果关注系统在解决实际问题时的

效果,是智能化技术应用的最终目标。其有助于确定智能系统是否真正为业务、服务、决策等方面带来实质性改进。智能化效果指系统在实际应用中取得的结果,如提高诊疗效率、减少医疗成本、优化资源利用等,包括 2 个二级指标。一是应用体验,指在诊疗过程中医务人员工作感受和患者享受服务的情感反应;二是管理效能,指医院推行智能化后产生的变化等情况。

## 7 结语

本研究提出的医院智能化指数概念模型拟从系统视角对医院智能化发展和建设情况进行全方位评价。一是已有智慧医院评价指标多局限于某个系统或科室,如电子病历应用评级和互联互通成熟度评级,难以衡量智能化医院在功能上与传统模式相比较的效果优势。本研究以结构-功能-效果综合评价理论为基本逻辑,从智能化基础-智能化能力-智能化效果 3 个层次深入挖掘医院智能化核心内容。二是 3 个层级的指标均为定量指标,在考虑数据的客观性和可度量性的同时力求体现医院智能化对患者、医务人员等方面的实际影响。因此,该概念模型可以作为持续改进医疗服务的工具,通过定期评估医院智能化水平,及早发现问题、指导系统优化升级,挖掘患者需求和技术应用场景,提升医疗质量和患者体验,确保智能化不仅停留在技术层面的功能实现,还要真正助力医院高质量发展。综合考虑基础、能力和效果将更全面、深入地评估医院智能化的综合表现,可以作为制订政策法规的导向性参考文件,拓展医院智能化应用边界,推动形成医院智能化评价国家标准,提高社会公信力和监督透明度。

**利益声明:** 所有作者均声明不存在利益冲突。

## 参考文献

1 吴旺延,荆玉蕾.基于财务云的智能制造企业价值协同

- 机制研究 [J]. 西安财经学院学报, 2019 (5): 22-28.
- 2 李少冬.关于智慧医院建设若干问题的思考 [J]. 中国医疗管理科学, 2023, 13 (2): 4-9.
- 3 医院信息互联互通标准化成熟度测评方案 (2020 年版) [EB/OL]. [2023-12-16]. <http://www.nhc.gov.cn/mohwsbwstjxxzx/s8553/202008/e80dafa1334c44c38f644602406a4973.shtml>.
- 4 关于印发电子病历系统应用水平分级评价管理办法 (试行) 及评价标准 (试行) 的通知 [EB/OL]. [2023-12-16]. <http://www.nhc.gov.cn/zyygj/s7659/201812/3cae6834a65d48e9bfd783f3c7d54745.shtml>.
- 5 关于印发医院智慧服务分级评估标准体系 (试行) 的通知 [EB/OL]. [2023-12-16]. <http://www.nhc.gov.cn/zyygj/s3593g/201903/9fd8590dc00f4feeb66d70e3972ede84.shtml>.
- 6 LI D. Cognitive physics—the enlightenment by schrödinger, turing, and wiener and beyond [J]. Intelligent computing, 2023 (2): 9.
- 7 李德毅.人工智能基础问题: 机器能思维吗 [J]. 智能系统学报, 2022, 17 (4): 856-858.
- 8 万晓榆,赵寒,张炎.我国智能化发展评价指标体系构建与测度 [J]. 重庆社会科学, 2020 (5): 84-97.
- 9 张亚晨,张磊,赵爽,等.智能家电的智能化程度评价的量化结果——智能指数研究 [J]. 家电科技, 2020 (S1): 214-218.
- 10 金琰,杜贵鹏,舒亚玲,等.医院信息化建设评价标准体系研究 [J]. 医学信息学杂志, 2023, 44 (10): 33-38.
- 11 程川,周彬,张江江.医院信息管理现状与问题对策研究 [J]. 中国数字医学, 2023, 18 (9): 49-53.
- 12 陈淑华,连万民,李琿,等.基于医院智能孪生体的全场景智慧医院建设实践探索 [J]. 中华医院管理杂志, 2022, 38 (4): 266-269.
- 13 RAJAEI O, KHAYAMI S R, REZAEI M S. Smart hospital definition: academic and industrial perspective [J]. International journal of medical informatics, 2023 (2): 105304.
- 14 邱云.智慧医院建筑的智能化系统设计 [J]. 智能城市, 2021, 7 (11): 43-44.
- 15 李健旋.中国制造业智能化程度评价及其影响因素研究 [J]. 中国软科学, 2020 (1): 154-163.