DOI 10.15302/J-SSCAE-2025.02.011

我国数字医疗发展现状、挑战与对策研究

丁帅[1,2,3]，郝聪颖[1]，王浩[1,2,3*]，刘金戈[1]，汪悦[1]，杨善林[1,2,3]

（1. 合肥工业大学管理学院，合肥 230009；2. 过程优化与智能决策教育部重点实验室，合肥 230009；
3. 数据科学与智慧社会治理教育部哲学社会科学实验室，合肥 230009）

摘要：信息技术与医疗健康深度融合成为趋势，数字医疗在优化医疗资源供需匹配、提升健康服务可及性方面具有突出优势，成为医疗卫生服务体系变革的核心驱动力。本文系统梳理了我国数字医疗发展现状与趋势，涵盖智慧医院、主动健康、公共卫生等方向；凝练了数据治理流程规范化方面的数据获取的质量保证与隐私安全、数据利用的基础算力与分析能力等难题，数智服务应用均等化方面的公平可及与按需供给、可靠决策与过程可信、动态响应与迭代演化等难题，医疗卫生资源配置协同化方面的院内／院际协作的协同配置与共享机制、线上／线下联动的资源互通与流程关联等难题。可在建立医疗卫生数据的统一治理体系、整合医联网环境下的跨域医疗卫生数据，采取医疗卫生服务的均等保障策略、发展安全可信的数智医疗基础模型，构建医疗卫生资源的协同配置机制、联通医疗卫生服务全流程的多主体资源等方面采取行动，推动医联网环境下数据合规高效开发利用、智慧医疗卫生数智服务公平可及、优质医疗卫生资源均衡布局。

关键词：数字医疗；智慧医院；主动健康；公共卫生；生成式人工智能；数智服务

中图分类号：R1　　**文献标识码：**A

Current Development Status, Challenges, and Countermeasures of Digital Healthcare in China

Ding Shuai[1,2,3], Hao Congying[1], Wang Hao[1,2,3*], Liu Jinge[1], Wang Yue[1], Yang Shanlin[1,2,3]

(1. School of Management, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China; 2. Key Laboratory of Process Optimization and Intelligent Decision-making, Ministry of Education, Hefei 230009, China; 3. Philosophy and Social Sciences Laboratory of Data Science and Smart Society Governance, Ministry of Education, Hefei 230009, China)

Abstract: The deep integration of information technologies and healthcare has become a prevailing trend. Digital healthcare, with its prominent advantages in optimizing the supply-demand matching of medical resources and enhancing the accessibility of health services, has emerged as a core driving force in the transformation of the healthcare service system. This study reviews the current development status and trends of digital healthcare in China, covering areas such as smart hospitals, proactive health, and public health. It identifies key challenges from the aspects of standardized data governance (involving data quality assurance and privacy protection in acquisition, as well as foundational computational power and analytical capabilities for data utilization), equitable access to digital and intelligent health services (involving fair availability and on-demand provision, reliable decision-making with trustworthy processes, and dynamic responsiveness with iterative evolution), and coordinated allocation of healthcare resources (involving effective intra- and inter-hospital collaboration and sharing mechanisms, as well as resource interoperability and process linkage for online/offline integration). To address these challenges, we propose (1) establishing a unified governance system for healthcare data and integrating cross-domain healthcare

收稿日期：2025-02-12；**修回日期：**2025-05-07

通讯作者：*王浩，合肥工业大学管理学院讲师，研究方向为智慧医疗健康管理；E-mail: haowang@hfut.edu.cn

资助项目：中国工程院咨询项目“数字医疗发展战略及能力建设研究”(2024-XBZD-18)；国家自然科学基金项目(72293581, 72293585)

本刊网址：sscae.engineering.org.cn

data under the Internet of Healthcare Systems (IHS) environment; (2) adopting equalization safeguarding strategies for healthcare services and developing secure and trustworthy foundational models for digital and intelligent healthcare; and (3) constructing coordinated mechanisms for healthcare resource allocation to connect multi-stakeholder resources across the entire healthcare service process. These measures aim to promote the compliant and efficient development of data, ensure equitable access to digital and intelligent services of smart healthcare, and achieve a balanced distribution of high-quality healthcare resources.

Keywords: digital healthcare; smart hospital; proactive health; public health; generative artificial intelligence; digital and intelligent services

一、前言

信息技术与医疗健康深度融合成为趋势，医疗卫生服务模式正在发生深刻变革。面对人口老龄化加速、慢病负担加重、突发公共卫生事件频发的现状，数字医疗在优化医疗资源供需匹配、提升健康服务可及性方面具有突出优势，成为医疗卫生服务体系变革的核心驱动力。

当前，数字医疗市场快速扩大，数字医疗服务和产品加速涌现，各国积极部署数字医疗发展[1]。美国发布了《卫生、人类服务和公共卫生中人工智能的战略计划》（2025年），通过人工智能（AI）推动医疗研究、医药产品开发、医疗机构管理、患者服务体系优化、公共卫生体系变革。英国公布了《人工智能对医疗产品监管的影响》（2024年），以确保AI在医药诊断、疾病治疗、健康管理中的应用安全性与有效性。新加坡设立了“人工智能医学中心”，重点针对精神健康、老龄疾病、医学影像、慢病筛查开创新研究。我国《“健康中国2030”规划纲要》（2016年）提出，完善医疗卫生服务体系，创新医疗卫生服务供给模式，推进健康医疗大数据应用；随后制定了《关于进一步完善医疗卫生服务体系的意见》（2023年）等政策，加快推动信息技术与医疗健康的融合，着力构建数字化医疗卫生服务模式。

信息技术赋能医疗卫生数智化服务创新和提质增效，由此形成的医疗卫生服务模式即为基于医联网的数字医疗。相关研究集中在利用机器学习、深度学习等技术以及电子健康记录等数据，开展智慧医院、主动健康、公共卫生等方面的模式及服务创新，改善了针对慢病和流行病的临床诊疗、急诊医学、移动健康、自我管理的服务质量与风险控制能力[2~4]。在我国，数字医疗的发展重点是运用信息技术手段赋能医疗卫生服务创新和提质增效，助力实现优质医疗资源下沉和服务均等可及[5]。当前研究主要通过数据科学、AI技术来创新医疗卫生服务模式，集中在智慧医院、主动健康、公共卫生三方面，而较少探讨数字医疗发展的方向性、基础性议题。

本文在把握我国数字医疗发展现状与趋势的基础上，凝练数据治理流程规范化、数智服务应用均等化、医疗资源配置协同化等数字医疗发展的重点问题，进一步提出医联网环境下智慧医院、主动健康、公共卫生方面的重点任务与对策建议，以为我国数字医疗发展提供理论依据，赋能医疗卫生服务体系提质增效。

二、我国数字医疗发展现状与趋势

新一代信息技术与医疗场景的融合创新逐步深化，在智慧医院、主动健康、公共卫生三方面形成了发展特色。目前，我国数字医疗发展取得长足进步，医疗卫生服务体系的数字化、网络化、智能化水平显著提升。在此背景下，基于医联网这一学术概念发展了基于医联网的数字医疗发展模式（见图1），将加速医疗卫生各场景中数字医疗技术和服务应用，进一步提升医疗卫生服务质量。

（一）智慧医院方向的数字医疗发展

面向医务人员的智慧医疗、面向患者的智慧服务、面向医院管理者的智慧管理是智慧医院建设的主要构成。国家卫生健康委员会发布了医院智慧服务分级评估标准体系、医院智慧管理分级评估标准体系，引导了智慧医院建设的快速发展，在提升临床诊疗精准性、优化患者就医体验、提高医院运营效率方面取得良好成效。

智慧医疗作为智慧医院的核心环节，聚焦构建安全高效、精准智能的医疗卫生服务，辅助医务人员开展诊疗活动。在前期，医院主要运用基于规则的临床决策支持系统，改善门/急诊就诊、慢病管理、用药推荐等[6]。随着多源、多模态医疗健康数据的持续汇聚以及深度学习技术的快速发展，各级

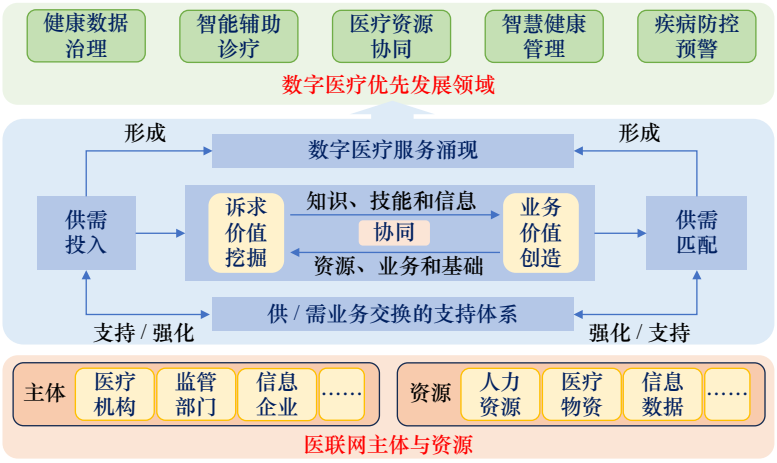

图 1　基于医联网的数字医疗发展模式

医院相继部署了基于深度学习模型的智能辅助诊断系统，提高智能阅片、病历质控、诊疗方案推荐等临床决策支持能力，优化治疗效果并增强基层卫生服务能力[3]。近年来，以大语言模型、视觉语言模型为代表的生成式 AI 开始在智慧医疗场景中进行试点应用[7]，尤其是在智能辅助诊断、病历摘要生成等方面展现出良好的应用前景[8]。

智慧服务是以患者服务为中心，通过数智化手段为患者提供覆盖诊前、诊中、诊后的全流程个性化服务。在诊前，医院在多阶段医疗服务中部署患者到诊时间模型，为每位患者制定个性化的就诊行程安排，以精细化预约管理提升服务体验[9]。在诊中，医院关注医疗卫生服务过程中的人文关怀，采用导诊机器人等提高医疗卫生服务过程的情感交流效率[10]。在诊后，医院利用 AI 模型分析多时点数据，动态追踪患者愈后的疾病演化情况，兼顾提升个体随访过程质量、对特定疾病的监测能力[4]。

智慧管理涉及诊室、医技、药品等资源的全流程调配协同，利用信息化技术提升医院的运营效率和管理效能，为管理者提供客观的决策依据以提高医院现代化管理水平。建立医院的资源流通监测模型，实时分析并预测资源流通情况，辅助开展资源调配决策，以最大化医疗资源的利用效率[11]。探索应用资源线上线下联动模式，构建动态响应的流程优化机制，辅助医疗服务流程创新，支持紧缺医疗卫生服务资源的动态管理[12]。

（二）主动健康方向的数字医疗发展

主动健康重在发展数字生物标志物、数字疗法等数字医疗技术，提升面向青少年、老年人群体的疾病预防和健康保障能力，改善面向各类患者的健康康复、健康促进能力。

在穿戴式设备、非接触式监测等智能化技术应用的基础上，发展了数字生物标志物、数字疗法等技术手段，支持实现数据驱动的主动健康[13]。穿戴式设备通过高精度接触式传感器，以非侵入的方式采集个体的运动状态、睡眠质量、生理特征等数据并开展动态分析[14]。为了规避穿戴式设备的意识干扰和环境限制等效应，非接触式监测技术得到了初步应用，如通过摄像头捕获面部皮肤颜色和胸腹部运动变化进行心率、呼吸率等生理信号的连续采集，及时提供健康状况评估结果[15]。数字医疗软件程序集成患者宣教、用药提醒等功能，在提升患者护理质量、促进患者恢复健康方面发挥了积极作用[16]。

主动健康侧重通过数字医疗技术提升健康保障与促进的能力。在青少年、老年人群体的健康管理中，数字智能设备提供实时监测、个性化反馈、激励策略等功能，推动主动健康创新[17]。结合 AI 模型分析传感器监测的多源、多模态数据，挖掘与慢病相关的健康因素，为评估个体健康风险、实施精准干预提供支持[18]。面向各类患者的健康促进，通过软件程序提供个性化的康复方案，设计智能提醒机制来推动患者按时完成训练任务，从而增强患者居家康复的依从性[19]。

广泛应用数字生物标志物、数字疗法等数字医疗技术，有效提升面向健康人群和患者群体的数据采集、分析、反馈能力，为疾病预防、早期诊断、

个性化健康管理提供坚实的技术支撑。AI分析、智能化感知等关键技术获得更广泛应用，将进一步提升个体和群体健康的精准化、智能化水平。

（三）公共卫生方向的数字医疗发展

《“健康中国2030”规划纲要》要求，创新医疗卫生服务供给模式，完善人口健康信息服务体系建设。受此推动，以慢病健康管理、重大传染性疾病防治、心理健康与精神卫生服务等为代表，公共卫生领域加速应用数字医疗技术。

慢病健康管理是国家基本公共卫生服务系统的重要组成。医疗机构建立数字化决策框架，融合效果预测与过程优化能力，可辅助分析不同治疗方案的效果，据此优化诊疗方案并降低药物副作用[20]。利用AI技术无创地获取慢病特征，基于慢病筛查模型实现规模化且快速的无创筛查[2]。探索将大语言模型应用于慢病预防、筛查、监测和管理，向慢病患者提供心理干预，提升公共卫生体系的智能化水平[21]。

重大传染性疾病防治事关全民健康水平与经济社会发展。在传染病监测和防控中引入数字化平台和网络技术，构建传染病监测系统，融合传染病监测、实验室监测、综合死亡率监测、社交媒体分析等渠道数据，获取更全面的传染病信息，实现对传染病暴发的快速响应[22]。鉴于患者为了寻求更好的医疗条件而进行跨区域迁移的可能性，国家积极推进区域之间医疗数据的整合与共享，为患者提供更便捷的医疗卫生服务，提升公共卫生体系的整体效能[23]。

心理健康与精神卫生服务同样是公共卫生的关键环节，人群心理健康与精神卫生问题引发的医疗负担明显加重[24]。医疗机构整合社交媒体、电子健康记录等数据，捕捉居民个体的日常情感、社会互动、生理信号，进而挖掘个体状态、支持诊断决策，提升心理健康与精神卫生问题的早期筛查能力[25]。探索构建以移动应用程序为载体的状态监测模型，分析受访者的语音、视频、文本等模态特征，结合问题的语义信息提升对个体心理健康与精神卫生的监测效果[26]。

开展医疗卫生数据的跨域利用、优化配置，有效提升公共卫生服务的覆盖范围，成为促进区域医疗卫生服务均等化的重要途径之一。得益于医联网发展、数字医疗应用，医疗卫生服务资源协同能力、业务协同架构等逐步完善。未来，还需强化医联网环境下多主体资源的统筹配置力度，更好推动公共卫生服务体系朝着全方位智能化方向发展。

三、我国数字医疗发展面临的主要挑战

（一）数据治理流程规范化

1. 数据获取的质量保证与隐私安全难题

数据获取是数字医疗数据治理的首要环节，也是确保后续数据处理与利用得以顺利开展的关键。数据质量保证与隐私安全则是数字医疗数据治理面临的首位难题。在数字医疗实践应用中，医疗卫生数据多依赖医务人员现场采集与输入，受到多厂商、多系统、多类型以及缺标准、缺表格、缺逻辑、缺字段、缺专家等因素的影响，往往导致数据录入出现遗漏、重复、格式混乱、语义冲突等质量问题，进而引发数字医疗服务质量参差不齐。医疗卫生数据通常包括病历记录、检查结果、治疗方案等，因带有个人信息而较为敏感；尽管可以采用去标识化、匿名化技术以降低隐私泄露的风险，但攻击者仍可利用年龄、性别、邮政编码等间接标识符并通过重识别技术来还原个体身份。数据在传输和存储过程中的访问控制机制尚不健全，可能引发未授权访问、数据泄露等安全事件。

2. 数据利用的基础算力与分析能力瓶颈

数据利用是实现数字医疗价值的关键环节，也是推动医疗行业朝着智能化、精准化方向发展的基础支撑。当前，数字医疗在数据利用阶段面临基础算力与分析能力的瓶颈，制约医疗数据的高效转化与价值实现。医疗数据的高效处理对底层算力、存储能力提出了极高要求，而基层医疗机构往往难以承载高负荷的数据计算任务，制约了数据科学与AI技术的下沉应用。个体日常监测数据、医疗机构诊疗数据的联通成本较高，数据价值未被充分发挥。医疗卫生数据普遍具有高维度、强异构、复杂相关性的特点，既要规避维度灾难以实现特征降维，又需解析复杂关系构建方面的高效模型，对数据处理与建模能力提出了极高要求。特别是在跨模态融合方面，开展结构化数据、非结构化文本、图像数据之间的语义对齐与特征耦合成为瓶颈。

（二）数智服务应用均等化

1. 智能服务的公平可及与按需供给难题

智能服务的公平可及、按需供给是实现数字医疗智能服务应用均等化的前提，目前面临着智能服务分布不均、供需匹配机制不完善等难题。一方面，优质医疗卫生服务集中于三甲医院，而基层医疗机构的技术设施、系统部署等相对滞后，这种结构性差距限制了智能服务的地域可及性；尽管远程医疗在打破时间和空间壁垒方面具有潜力，但受限于本地网络基础、文化认知差异、患者接受度等尚未实现深度覆盖与高效利用。另一方面，智慧医院可以提供在线问诊、慢病随访、健康管理等类型的数字医疗服务，但服务供给模式未能充分响应日常健康管理和康复管理的需求；尤其是对于青少年、老年人群体，在界面要素、交互逻辑、内容推送方面缺乏针对性设计，制约了智能服务的整体应用水平。

2. 智能服务的可靠决策与过程可信瓶颈

智能服务的可靠决策、过程可信是实现数字医疗智能服务应用均等化的核心因素，而算法透明性、过程可信度依然存在问题，成为当前智能服务面临的主要瓶颈。数字医疗智能服务生成的辅助决策方案事关患者的生命健康，临床医生在采纳辅助决策方案时需要明确决策依据以及对患者个体情况的适用性。然而，数字医疗中常用的深度学习模型，难以清晰表征输入与输出之间的循证路径。例如，在智能导诊系统推荐就诊科室时，若无法阐明各项症状指标的权重或判断依据，将削弱患者对推荐结果的信任；智能分诊系统若不公开病情评估标准或优先级设定，所提决策的合理性将难以验证。这类缺乏清晰推理路径的决策过程，不利于临床场景中的推广应用。

3. 智能服务的动态响应与迭代演化难题

智能服务的动态响应与迭代演化是实现数字医疗智能服务应用均等化的必要条件，当前面临着应用场景复杂、患者需求个性化、医疗环境动态变化等难题。医联网环境下的医疗卫生服务涵盖急诊、住院、诊疗、康复管理等环节，智能系统应具备跨场景泛化能力，但现有技术能力明显受制于应用环境。医疗卫生服务需要响应患者的个性化需求，即不同患者的病情特征、背景信息、健康需求都存在显著的差异性，导致标准化模型难以有效应对。随着疾病演变、新发传染病出现、医疗政策调整，医疗新需求涌现，对智能系统提出了快速迭代的能力要求；而以定期维护的方式构建的智能服务系统，更新周期较长，难以适应数字医疗环境的动态变化。

（三）医疗卫生资源配置协同化

1. 院内 / 院际协作的协同配置与共享机制瓶颈

随着数字医疗的发展，医疗卫生服务已从单一院内场景延伸至院外，显著拓宽了资源协同的范围与层次，而院内 / 院际资源联动面临着协同配置、共享机制方面的瓶颈。一方面，院际之间尚未从医联网泛在互联视角出发建立系统性的协作机制，导致不同层级机构在职责认定、利益分配方面缺乏共识，进而引发协同意愿不足、响应机制迟滞，使患者在转诊、随访、康复等环节面临流程繁杂、信息中断甚至重复就诊的情况，既浪费医疗资源，又影响患者的就医体验。另一方面，信息系统之间缺乏互联互通能力，无法支持医联网医疗卫生服务全流程进行跨域资源整合，导致不同医疗机构的资源流转成本较高，既影响信息共享和资源配置的效率，又制约院内 / 院际医疗卫生资源的协同。

2. 线上 / 线下联动的资源互通与流程关联难题

以线下为核心的医疗卫生服务逐步发展为线上 / 线下联动的智慧医疗卫生服务，而线上 / 线下资源联动面临资源互通、流程关联方面的难题。一方面，线上诊疗平台、线下医疗机构之间的多模态资源整合与协同调度依赖复杂的转换规则，而远程监测设备上传的健康数据资源尚未融入线下医院的诊疗流程，不利于医生直观获取患者的健康信息、制定个性化的治疗方案。另一方面，线上 / 线下诊疗流程衔接不畅，进一步加剧资源协同配置的困境，特别是患者通过线上平台完成初步问诊后，通常需要额外预约才能完成后续的诊疗流程。

四、我国数字医疗发展策略

（一）建立医疗卫生数据的统一治理体系，整合医联网环境下的跨域医疗卫生数据

为确保医疗数据的完整性、规范性、安全性，医疗机构可从以下方面优化数据获取。① 制定标准化的数据获取流程，应用信息技术提高数据采集效

率，降低人为误差风险；采用国际通用的数据互操作性标准，确保数据跨机构、跨领域的互通性。② 采集覆盖全生命周期的健康数据，如人口统计学特征、既往诊疗信息、治疗记录等；针对青少年、老年人群体进行个性化采集。③ 整合动态生理数据，将可穿戴设备、非接触式监测获得的实时生理数据纳入电子健康记录系统，支持数据的持续更新并确保完整度，提高健康保障和健康促进效果。④ 强化数据质量控制，利用生成式AI等技术识别异常数据；在标准化过程中嵌入互操作性校验机制，构建多类型智能体协作的工作流，提高数据标准化水平。⑤ 严守法律规章和伦理规范，采用联邦学习、差分隐私保护等技术防止数据泄露，加强数据隐私与安全处理；在数据共享环节应用互操作性标准以保障合规性，定期开展数据备份，保障数据的安全性和可恢复性。

在数据利用环节，医疗机构可从以下方面提升数据价值。① 改善基础设施建设，引导基层医疗机构按需配置计算与存储设备；推广应用医疗云服务平台，将高性能计算需求任务迁移至云端，降低对本地硬件的依赖。② 构建分布式计算架构，增强医疗数据传输能力，优化大规模医疗数据分析效率，适应传染病预测、多中心临床研究等高性能计算需求。③ 加强联合分析能力，引入多模态医疗大模型，提升临床诊断的精度及治疗效果，推动精准医疗快速发展。④ 强化多源数据共享，利用去中心化存储、智能合约的方式，构建安全合规的跨机构数据共享环境，确保隐私保护与合规利用，促进跨域医疗卫生数据的整合和流通。

（二）采取医疗卫生服务的均等保障策略，发展安全可信的数智医疗基础模型

在推动智能服务公平可及和按需供给方面，可从以下方面开展工作。① 持续完善分级诊疗体系，引入微调分诊大模型，提高疾病的精准诊断能力；整合多源数据构建知识图谱，动态呈现医生专长、医院资源等信息，联通区域医疗卫生服务。② 搭建远程医疗平台，提升医疗卫生服务的可及性、多语言支持与文化适应性，确保偏远地区和不同文化背景的患者均可获取高质量的诊疗服务。③ 推进三甲医院与基层医疗机构建立长期帮扶机制，共享优质医疗卫生服务，提升医疗服务的均衡性。④ 开展数字医疗教育，提升全民数字素养，开发无障碍交互接口，提升智能服务的普及性和公平性；改革医学院校课程，开展跨学科培训，培养掌握临床知识与技术能力的复合型数字健康人才，保障智能服务的可持续发展。

在保障智能服务可靠决策与过程可信方面，可从以下方面开展工作。① 引入可解释AI，采用特征重要性分析方法，量化关键特征对决策的贡献度，提高医学应用的可信度、医疗决策的透明性及合理性。② 利用生成式AI技术构建垂直领域的基础模型，辅助医生开展过程可信的临床诊断。③ 采用概率图、热力图、夏普里值等可视化方法，便于医生掌握各项临床指标对决策结果的贡献度，确保决策的合理性与可靠性；构建融入自动推理、工具调用的智能体，提供可回溯的决策路径，呈现决策过程逻辑，增强决策可视化及可解释性。④ 以提供交互式解释的形式给出推理路径，基于系统问答的形式支持医生理解模型决策过程，增强医生及患者对数字医疗服务的接受度。⑤ 明确数字健康产品的监管路径并开展价值评估，建立针对AI医疗产品的审批标准和动态评估体系，确保医疗卫生数智服务的合规安全。

在促进智能服务动态响应与迭代演化方面，可从以下方面开展工作。① 构建多智能体协同的医疗智能体工作流，基于思维链设计可响应复杂医疗卫生服务请求的任务分解策略，动态调用影像诊断、用药推荐等垂直领域的智能化工具，增强系统自适应扩展能力。② 提高个性化医疗能力，应用大模型技术整合电子病历、基因组、医学影像、个体日常监测等信息，精准判断患者当前的疾病状态；结合医学知识图谱，将临床指南、循证医学证据与患者健康信息进行关联，构建知识驱动的推理机制，支持医疗服务的精准化与个性化。③ 运用生成式AI的知识学习能力，链接公开病例、科研文献、公共卫生政策等，主动生成防控建议和治疗方案，提升智能服务的动态响应能力。

（三）构建医疗卫生资源的协同配置机制，联通医疗卫生服务全流程的多主体资源

实施院内 / 院际的协同配置与资源共享，可从以下方面开展工作。① 鉴于医联网具有资源泛连接性、跨时空性，统筹推进医疗信息系统的互联互

通，为院内 / 院际资源联动的数字医疗服务提供技术支撑。② 建立院内 / 院际诊疗流程一体化设计与衔接机制，确保转诊、随访、康复等跨机构流程的逻辑闭环；开发流程协同智能体，支持开展院内床位、设备负载、社区康复资源状态等的实时监控，动态优化转诊路径，提升资源调配的精准性。③ 构建多级协同治理体系，应用医疗多主体博弈模型，识别各类医疗卫生服务参与方在资源配置、信息共享方面的利益诉求与行为策略；优化激励和约束机制，确保医疗资源契合区域需求进行动态调整，提升医联网环境下医疗资源的可及性。④ 构建覆盖患者诊疗全过程的价值导向支付机制，引导各类医疗机构从单点资源调配转向协同价值共创，整体性提升医疗卫生资源的利用效率。

推动线上 / 线下联动的资源互通与流程关联，可从以下方面开展工作。① 实施线上 / 线下信息系统的标准化对接，构建基于统一规范接口的资源交互机制，支持线上问诊记录、可穿戴设备监测、非接触式监测与线下检验、影像等医疗卫生资源的双向实时同步；保障医联网环境下相关资源的强连续性，形成覆盖患者从预防、诊疗到康复全流程的资源管理体系。② 推动诊疗一体化建设，基于大模型构建涉及医生、护士、患者的多智能体工作流，贯通线上初诊、线下诊疗及康复随访的全流程；针对动态积累的病例数据与诊疗经验，利用智能体工作流持续优化决策路径，辅助医生作出科学判断，显著提升诊疗效率与诊断准确率。

利益冲突声明

本文作者在此声明不存在任何利益冲突或财务冲突。

Received date: February 12, 2025; **Revised date:** May 7, 2025

Corresponding author: Wang Hao is a lecturer from the School of Management, Hefei University of Technology. His major research field is smart healthcare management. E-mail: haowang@hfut.edu.cn

Funding project: Chinese Academy of Engineering project “Research on the development strategy and capacity building of digital healthcare” (2024-XBZD-18); National Natural Science Fund Project (72293581, 72293585)

参考文献

[1] Fortune Business Insights. Digital health market size, share & industry analysis 2024—2032 [EB/OL]. (2024-12-30)[2024-12-31]. https://www.fortunebusinessinsights. com/industry-reports/digital-health-market-100227.

[2] Xiao W, Huang X, Wang J H, et al. Screening and identifying hepatobiliary diseases through deep learning using ocular images: A prospective, multicentre study [J]. The Lancet Digital Health, 2021, 3(2): 88–97.

[3] Lin X Q, Wei R, Xu Z M, et al. A deep learning model for personalized intra-arterial therapy planning in unresectable hepatocellular carcinoma: A multicenter retrospective study [J]. eClinicalMedicine, 2024, 75: 102808.

[4] Mao Y, Xu N, Wu Y, et al. Assessments of lung nodules by an artificial intelligence chatbot using longitudinal CT images [J]. Cell Reports Medicine, 2025, 6(3): 101988.

[5] Hwang E H, Guo X, Tan Y, et al. Delivering healthcare through teleconsultations: Implications for offline healthcare disparity [J]. Information Systems Research, 2022, 33(2): 515–539.

[6] Song J, Wang X, Wang B, et al. Learning implementation of a guideline based decision support system to improve hypertension treatment in primary care in China: Pragmatic cluster randomised controlled trial [J]. BMJ, 2024, 386: e079143.

[7] 杨善林, 李霄剑, 张强, 等. AIGC 的科学基础 [J]. 工程管理科技前沿, 2023, 42(6): 1–14.
Yang S L, Li X J, Zhang Q, et al. Scientific basis of artificial intelligence generated content [J]. Frontiers of Science and Technology of Engineering Management, 2023, 42(6): 1–14.

[8] Sandmann S, Riepenhausen S, Plagwitz L, et al. Systematic analysis of ChatGPT, Google search and Llama 2 for clinical decision support tasks [J]. Nature Communications, 2024, 15(1): 2050.

[9] Liu N, Wan G, Wang S. Design of patient visit itineraries in tandem systems [J]. Manufacturing & Service Operations Management, 2024, 26(3): 972–991.

[10] Wan P, Huang Z, Tang W, et al. Outpatient reception via collaboration between nurses and a large language model: A randomized controlled trial [J]. Nature Medicine, 2024, 30(10): 2878–2885.

[11] Yeung S, Rinaldo F, Jopling J, et al. A computer vision system for deep learning-based detection of patient mobilization activities in the ICU [J]. npj Digital Medicine, 2019, 2: 11.

[12] Liu N, van Jaarsveld W, Wang S, et al. Managing outpatient service with strategic walk-ins [J]. Management Science, 2023, 69(10): 5904–5922.

[13] Wang C, Lee C, Shin H. Digital therapeutics from bench to bedside [J]. npj Digital Medicine, 2023, 6: 38.

[14] Sun Y M, Wang Z Y, Liang Y Y, et al. Digital biomarkers for precision diagnosis and monitoring in Parkinson’s disease [J]. npj Digital Medicine, 2024, 7: 218.

[15] Yue Z J, Shi M J, Ding S. Facial video-based remote physiological measurement via self-supervised learning [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2023, 45(11): 13844–13859.

[16] Zhang W, Zhang S, Deng Y, et al. Trial of intensive blood-pressure control in older patients with hypertension [J]. New England Journal of Medicine, 2021, 385(14): 1268–1279.

[17] Xiao N, Ding Y, Cui B, et al. Navigating obesity: A comprehensive review of epidemiology, pathophysiology, complications and management strategies [J]. The Innovation Medicine, 2024, 2(3): 100090.

[18] Yu S, Chai Y D, Chen H, et al. Wearable sensor-based chronic

condition severity assessment: An adversarial attention-based deep multisource multitask learning approach [J]. MIS Quarterly, 2022, 46(3): 1355–1394.

[19] Yuan W S, Shi W H, Chen L X, et al. Digital physiotherapeutic scoliosis-specific exercises for adolescent idiopathic scoliosis: A randomized clinical trial [J]. JAMA Network Open, 2025, 8(2): e2459929.

[20] Chen W, Lu Y X, Qiu L F, et al. Designing personalized treatment plans for breast cancer [J]. Information Systems Research, 2021, 32(3): 932–949.

[21] Sheng B, Guan Z Y, Lim L L, et al. Large language models for diabetes care: Potentials and prospects [J]. Science Bulletin, 2024, 69(5): 583–588.

[22] 刘民, 梁万年, 胡健, 等. 重大突发传染病智能化主动监测预警系统设计研究 [J]. 中国工程科学, 2024, 26(6): 65–76.
Liu M, Liang W N, Hu J, et al. Design of an intelligent active surveillance and early warning system for infectious diseases [J]. Strategic Study of CAE, 2024, 26(6): 65–76.

[23] Yu L J, Ji P S, Ren X, et al. Inter-city movement pattern of notifiable infectious diseases in China: A social network analysis [J]. The Lancet Regional Health-Western Pacific, 2025, 54: 101261.

[24] Wang J F, Zhao Z P, Yang J, et al. The association between depression and all-cause, cause-specific mortality in the Chinese population, 2010—2022 [J]. China CDC Weekly, 2024, 6(40): 1022–1027.

[25] Torok M, Han J, Baker S, et al. Suicide prevention using self-guided digital interventions: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials [J]. The Lancet Digital Health, 2020, 2(1): 25–36.

[26] Perochon S, Di Martino J M, Carpenter K L H, et al. Early detection of autism using digital behavioral phenotyping [J]. Nature Medicine, 2023, 29(10): 2489–2497.