

# 县域医共体的智能化转型

## ——人工智能与数字医学的融合路径

裴晚娟<sup>1</sup>, 王一如<sup>1</sup>, 肖伊利<sup>1</sup>, 黄瑾睿<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>湖南中医药大学医学院, 湖南 长沙

<sup>2</sup>湖南中医药大学信息科学与工程学院, 湖南 长沙

收稿日期: 2025年3月18日; 录用日期: 2025年4月11日; 发布日期: 2025年4月21日

### 摘要

随着社会经济的蓬勃发展和科技的日新月异, 人工智能(AI)在医疗领域的运用日益广泛, 对实现全民健康发挥着举足轻重的作用。在我国“十四五”规划期间, 进一步强化AI医疗行业应用标准的完善, 并积极探索人工智能辅助诊疗和远程医疗应用。国家卫生健康委员会颁布的《医疗机构设置规划指导原则(2021~2025年)》明确指出, 未来5年基层医疗机构将朝着推动人工智能、大数据、云计算、5G、物联网等新技术与医疗深度融合的方向发展。特别是在县域医共体的建设中, AI技术已然成为提高医疗服务质量和效率的关键要素。然而, 在应对全民健康的重大需求时, AI赋能县域医共体亦面临着数据隐私保护问题尚未解决、技术标准尚待完善、医疗资源分布不均等诸多挑战。本文立足于人工智能赋能县域医共体的现状, 深入剖析了人工智能在医学临床诊疗中所面临的问题及挑战, 为推动临床诊疗的智能化和数字化提供参考, 同时助力紧密型县域医共体的建设, 为其注入新的活力。

### 关键词

县域医共体, 人工智能, 数字医学, 家庭医生团队

# The Intelligent Transformation of County Medical Communities

## —The Convergence Path of Artificial Intelligence and Digital Medicine

Wanjuan Pei<sup>1</sup>, Yiru Wang<sup>1</sup>, Yili Xiao<sup>1</sup>, Jinrui Huang<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Medical School of Hunan University of Chinese Medicine, Changsha Hunan

<sup>2</sup>School of Information Science and Engineering, Hunan University of Chinese Medicine, Changsha Hunan

Received: Mar. 18<sup>th</sup>, 2025; accepted: Apr. 11<sup>th</sup>, 2025; published: Apr. 21<sup>st</sup>, 2025

\*通讯作者。

## Abstract

With the vigorous development of the social economy and the rapid progress of technology, the application of artificial intelligence (AI) in the medical field has become increasingly widespread, playing a crucial role in achieving universal health. During the “14th Five-Year Plan” period in China, it is necessary to further improve the application standards of AI in the medical industry and actively explore the application of AI-assisted diagnosis and remote medical services. The “Guiding Principles for the Planning of Medical Institutions (2021~2025)” issued by the National Health Commission clearly states that in the next five years, grassroots medical institutions will develop towards promoting the deep integration of new technologies such as artificial intelligence, big data, cloud computing, 5G, and the Internet of Things with medical services. Especially in the construction of county-level medical consortia, AI technology has already become a key factor in improving the quality and efficiency of medical services. However, when addressing the major demands for universal health, AI empowerment of county-level medical consortia also faces many challenges such as unresolved issues regarding data privacy protection, incomplete technical standards, and uneven distribution of medical resources. This article is based on the current situation of AI empowerment of county-level medical consortia, deeply analyzes the problems and challenges faced by AI in medical clinical diagnosis and treatment, provides references for promoting the intelligence and digitalization of clinical diagnosis and treatment, and helps to build closely-linked county-level medical consortia, injecting new vitality into them.

## Keywords

County-Level Medical Community Alliance, Artificial Intelligence, Digital Medicine, Family Doctor Team

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

自十八大以来，全国卫生健康系统在县域医共体的推进上已取得显著成果。县域医共体以县医院为城乡纽带，整合机构、资源等要素，构建县域医疗卫生服务体系。此举旨在解决基层医疗服务能力不足、医疗技术水平低、患者无序就医等问题，并实现分级诊疗和提升基层医疗卫生服务能力[1]。

随着智慧医疗的兴起，人工智能技术(AI)在医疗健康领域得到广泛应用，进一步加速了县域医共体的建设步伐。近期，各类创新型 AI + 县域医共体解决方案正逐步建立，在部分地区已初见成效。在医疗资源分布不均的背景下，AI 赋能县乡医疗一体化管理的应用反馈尤为显著。无论是在提高医疗服务效率、优化资源配置，还是改善患者体验、推动医疗信息化建设等方面，AI 均展现出卓越的效果。然而，鉴于 AI 技术尚不完善，AI 赋能县域医共体仍面临技术、人才、伦理、数据管理等诸多挑战。本文将介绍 AI 赋能县域医共体的概念及应用场景、模式，并探讨其所面临的问题与挑战，同时提出个人对未来 AI + 县域医共体的设想与建议，以期推动县域医共体的持续发展。

## 2. 县域医共体

县域医共体，全称为县域医疗卫生共同体，意指在一定的地理范围内，以县级医院作为主导单位、

乡镇卫生院作为枢纽、村卫生室作为基础，县乡村三级医疗卫生机构分工协作、三级联动的县域医疗服务体系。其主要宗旨在于通过整合优化医疗卫生资源，构建一体化、网络化、均衡化的卫生医疗体系，从而实现医疗服务体系的连续性和同质化，通过下沉优质医疗资源，使其合理分配和利用，推动小地方的医疗事业发展。县域医共体是在我国医疗资源总量不足、分布不均以及基层医疗人才匮乏的医疗背景下提出的，当前，小地方面临着“看病难、看病贵、看病远”的问题，而一些大城市的医院则人满为患，普通民众为看病“跑断腿”，解决这些问题的关键在于弥补县域内的医疗短板，通过构建县乡村医疗一体化，完善分诊治疗体系[2]，提升基层医疗水平，使民众在县域内即可享受到优质的医疗资源。根据国家卫健委的要求，县域医共体的组建需综合考虑地理位置、服务人群以及现有医疗机构布局等诸多因素，其组织架构主要包括责任共同体、管理共同体、服务共同体和利益共同体四个方面，通过合理分配资源配置、推进服务一体化以及人员、财务、业务等的共同管理，促进医疗、医保和医药的协同发展和治理，使县域内的医疗资源和配置得以合理分配和高效利用[3]。

县域医共体这一理念是在深化医改的过程中，为解决医疗资源分布不均的问题而提出的，为此，国家出台了一系列相关政策以推动进程，自 2019 年县域医共体建设试点工作启动以来，在国家的大力支持和各地的积极实践下，各地县域医共体模式已逐步构建和完善起来，截至 2023 年[4]，我国已组建县域医共体超过 4000 个，县域内常见病、多发病的就诊率超过 90%，已有 800 多个县市开展紧密型县域医共体的建设试点，2024 年 8 月底，我国紧密型县域医共体数量已经达到 2171 个，预计到明年年底，90% 以上的县都将建立县域医共体，且紧密程度将得到同步提升。然而，在相关建设工作如火如荼地推进的过程中，各种挑战也纷至沓来，例如，县域医共体的正常运行需要一个紧密的网络系统，这依赖于强大的信息平台，然而，目前仍有许多地方技术落后、信息化建设不够完善，信息孤岛现象严重，导致信息化发展未能与医共体建设高度契合，这严重影响了医疗服务的连续性[5]，导致县域医共体的联系不够紧密。值得庆幸的是，在人工智能飞速发展的今天，医疗领域的 AI 应用愈发广泛，这为县域医共体的进一步发展提供了新的机遇。

### 3. 人工智能在医疗领域的发展趋势和技术进展

伴随着科技的迅猛进步和第五代移动通信技术(5th Generation Mobile Communication Technology, 5G)网络的蓬勃发展，人工智能已升华为推动各个领域创新的关键动力。在医疗资源配置不当、基层医疗乏力的大环境下，智慧医疗应运而生。将人工智能引入医疗领域，将高新科技注入传统医疗模式，凭借其庞大的数据储备和精密的分析算法模型，医疗卫生事业将有望迎来新时代。

#### 3.1. 机器学习和深度学习

机器学习与深度学习，作为人工智能领域的两大分支，对医疗智能化发展起到了决定性的作用[6]。1959 年，SAMUEL 提出了机器学习的概念，其核心在于利用算法对海量数据进行解析和关联，使计算机在无编程的情况下进行自主学习[7]。它主要用于预测新数据的结果和行为，类型包括监督学习、半监督学习、无监督学习和强化学习等，主要利用线性回归、逻辑回归、神经网络和随机森林等算法模型。在医疗场景，机器学习应用于疾病诊断、医疗影像分析、电子健康记录分析等多个领域，能协助临床医生预测疾病及病情发展趋势，其精准度甚至超越人类专家[8]。Kyle Swanson 等人[9]深入探讨了机器学习在临床肿瘤学工作流程中的应用，肯定了其在医学影像分析中的重要性，如深度学习算法能提升癌症检测的准确性和效率，进一步展示了机器学习在提高肿瘤治疗的精确性和个性化方面的巨大潜力。Yang 等人[10]揭示了胃癌患者的代谢重编程特征，结合代谢组学构建的机器学习模型准确诊断并预后了胃癌患者，凸显了机器学习在疾病诊断和预测中的价值。

深度学习(deep learning, DL)是机器学习的一种特殊形式, 基于人工神经网络的研究, 尤其擅长多层次的神经网络学习和模式识别, 能学习数据的多层次表示和抽象, 因此在处理复杂数据如图像、声音和文本等方面具有显著优势。卷积神经网络(Convolutional Neural Networks, CNNs)是深度学习的关键, 最新研究显示[11], CNNs 的应用已扩展至图像处理以外的领域, 如自然语言处理、音频处理以及时间序列分析等, 暗示了其在处理非图像数据和具有大量特征的复杂数据集时的巨大潜力。在医疗领域, CNNs 的应用广泛, 在图像识别、辅助诊断、分类和分割任务以及医学成像领域表现优异, Lin 等人综合利用多层感知器和 CNN 的优点, 提出了一种适用于 3D 医学图像分割的混合网络: PHNet。该体系基于深度学习框架, 共享输入图像, 融合整体和局部特征, 最终通过上采样和分类层生成更精确的分割成果, 推动了医学图像分割技术的发展, 为 DL 在医学图像分析中的运用提供了新的思考方向。研究表明[12], DL 在病理图像分析中的应用也在不断扩大, 在提高疾病治疗诊断和治疗的精确性和速度方面具有巨大潜力。

### 3.2. 医疗物联网

物联网(Internet of Things, IoT)将物理世界的各类物品与互联网相连, 实现信息交换及通信。其主要依赖传感器、无线通信、云计算及大数据分析等技术, 对真实世界进行智能化感知、传输与处理[13]。将其广泛应用于医疗健康领域[14][15], 如远程医疗、医疗监护、信息采集与康复辅助等方向, 形成了医疗物联网(Internet of Medical Tings, IoMT)。此应用场景丰富, 包括数据采集方面, 传感器设备可精准、实时监测患者生命体征, 无线通信技术将数据实时传送给远程医疗中心或医护人员终端设备, 确保他们迅速了解患者健康状况。此外, 借助物联网技术, 大量医疗数据得以整合, 协助医护人员进行深度分析与精准预测, 对掌握患者身体状况及预测病情发展具有重要价值。在 5G 网络支持下, 物联网技术在远程医疗中得到广泛应用。一方面, 建立起医护人员与患者间实时可靠的远程医疗监护平台, 医生可通过可穿戴设备和传感器远程实时监测患者血糖、血压、心率等, 获得及时健康反馈, 并在紧急情况下做出快速响应, 有效降低患者并发风险, 提高生活质量。这不仅加强了医患关系, 增强患者战胜疾病信心, 也减轻了医疗负担。另一方面, 建立医院间远程会诊平台, 专家可进行高清视频会诊, 传输医学影像数据, 实现跨区域、跨医院的业务交流与质量管控, 有利于医疗资源共享, 提升偏远地区医疗水平。

医疗物联网作为物联网的细分领域, 与医疗行业数字化转型及医疗模式智能化密切相关。《健康中国 2030 规划纲要》提出推进中医药与养老融合发展, 推动医养结合, 为老年人提供治疗期住院、康复期护理、稳定期生活照料、安宁疗护一体化的健康和养老服务, 促进慢性病全程防护管理服务与居家、社区、机构养老紧密结合。此规划为医疗物联网发展提供了宏观指导与发展方向, 我们坚信, 在医疗物联网技术支持下, 这一目标将在不久的将来实现。

## 4. 人工智能在县域医共体中的应用实践

### 4.1. 家庭医生团队的构建

在县域医共体架构中, 县乡村三级之间的资源共享与技术交流乃是支撑整个运作的关键要素。家庭医生团队由乡镇卫生院医护人员、村卫生室医护人员及县医院专科医生共同构成, 是县域医共体内提供基础医疗服务及公共卫生服务的核心团队[16]。鉴于县乡村医疗资源配置不均, 医疗信息共享渠道受限, 家庭医生团队中的成员可通过互联网技术紧密联结, 通过平台实现医疗资源、知识和技术的共享, 进而达到知识利用效益的最大化。家庭医生团队效能模型旨在评估该团队的运作效率与服务质量的框架[17], 根据该模型分析, 改善团队的组织环境、强化团队建设、重视团队成员素质及成员多样性以及充实团队服务体系皆能在一定程度上提高家庭医生团队的工作效率与服务质量。通过研究家庭医生团队动力表(Primary Care Team Dynamics Scale, PCTDS), 我们发现家庭医生模型在中国的实际应用过程中应进行适

当的改进与完善，以更好地适应中国的医疗环境。

当前，中国家庭医生团队的组建正在稳步推进，居民对家庭医生的需求日益增长。根据调研数据显示，截至至 2024 年，超过 99.15% 的受访者期望获得固定且可靠的家庭医生团队服务，由此可见家庭医生团队的组建已经成为公众期待的焦点，它将对推动公共卫生事业的发展起到至关重要的作用。家庭医生团队主要分为四类[18]：由全科医生、护士、护士助理、药剂师组成；由医生(包括全科医生、中医)、护士、社区志愿者组成；由医生、护士、护理员、社区志愿者组成以及由全科医生、护士、公卫医师、妇保医生等组成。这些团队均以医生为主导，其他成员辅助，各司其职，力图实现最高效能。其中引人注目的是以社区志愿者为代表的团队模式，此举不仅能够加深团队与居民之间的联系，起到良好的宣传效果，还有助于塑造和谐的医患关系。政府倡导的“互联网+家庭医生签约服务”模式，使得家庭医生服务质量得以进一步提升。该模式实现了基层医疗卫生机构之间以及不同终端之间的互联互通，实现全-专科联合协作，并通过医疗资源与数据共享实现分级诊疗，构建起联动性的医疗服务模式[19]。尽管该模式的推广仍面临诸多挑战，但无疑它在个性化医疗服务领域拥有广阔的发展前景。值得关注的是，由于基层专业预防保健人员匮乏，他们更多地以松散的方式加入团队[20]，这种方式相较于严格的团队成员规定更为灵活。根据居民对家庭医生需求的调查数据，居民对健康管理、医疗和用药指导的渴望较为明显[21]。家庭医生团队能够提供基础医疗服务、健康管理服务、公共卫生服务和个性化服务，涵盖了多种常见疾病的诊疗和用药指导，以及儿童、孕妇、老人和慢性病患者的健康管理服务。其最大优势在于能够根据居民的个性化需求提供更为精准的服务，从健康咨询到健康管理、转诊服务，乃至对患者或健康人群进行健康教育，普及医学知识，提高居民的卫生健康意识。因此，相对成熟的全科团队基本能够满足居民对家庭医生的需求。家庭医生团队接受居民的监督与反馈，同时，为了提升团队的专业能力和服务水平，团队成员将定期接受培训和考核，并设立激励机制，以确保以居民健康为中心，提供主动服务。

## 4.2. 辅助诊断和临床决策支持

伴随着人工智能技术的迅猛发展，在县域医共体系中采纳人工智能技术以支援诊断及临床决策具有深远的现实意义。辅助诊断是运用各种科技手段和工具，协助医生对患者的病情进行分析和判断，从而提高诊断的精确度和效率的过程。此项工作涉及的主要领域包括医学影像辅助诊断[22]、实验室检测辅助诊断、电子健康记录[23] (EHR)辅助诊断、临床决策支持系统[24] (Clinical Decision Support System, CDSS)、基因检测辅助诊断、人工智能辅助诊断[25]等。

在辅助诊断领域，AI 能够对医学影像图像进行识别与分析并生成智能化诊断报告。借助深度学习算法，人工智能系统能够对 X 光、CT、MRI 等医学影像进行迅速且精准地识别和分析。例如，在肺部 CT 影像中，人工智能能够自动检测出肺部结节的位置、大小、形态等特征，并对其良恶性进行初步判断。这极大地提高了影像医生的工作效率，降低了因疲劳或人为疏忽导致的误诊漏诊[26]。对于一些细微的病变，如早期肿瘤、微小骨折等，人工智能系统凭借其高精度的图像识别能力，能够比人眼更敏锐地发现异常。在完成影像分析后，人工智能系统可以自动生成结构化的诊断报告，包括病变的描述、诊断建议等内容。这种智能报告不仅格式规范、内容准确，还能为医生提供参考意见，帮助他们更快地做出诊断决策，例如，百度灵医大模型和医联推出的 MedGPT 大模型，已经在多家医疗机构中应用，提升了诊断的准确性和效率[27]。

同时，报告可以与医共体内部的信息系统集成，实现数据的共享和流转，方便上下级医疗机构之间的远程会诊和协作[28]。如今，万仞智慧已经发布的董奉大模型就是一个很好的实例，董奉大模型支持为医护群体提供医护方案和数据系统的构建，目前，已经在吉林大学和实在智能等机构达成战略合作，这为医院管理者提供辅助管理决策支持，有力地提升了医院运营效率，实现了医疗资源的智能高效配置。

而在实际投入临床使用中, CDSS [29]的构建是不可或缺的一环, 它是一种通过提供实时、个性化的临床决策支持, 帮助医生做出更准确、更合理的诊断和治疗方案的信息技术工具。CDSS 的核心功能包括个性化决策支持、实时更新的知识库、辅助诊断和治疗以及风险评估和管理[30]。在临床诊断方面, CDSS 可以根据患者的症状、体征和检查结果提供可能的诊断结果和进一步的检查建议。目前, 百度通过与东软合作, 共同成立了基于人工智能技术的 CDSS 专项小组, 推动医疗大数据在医药和保险行业的深度应用。CDSS 还能在药物治疗方案上提供支持, 根据患者的基因型, 肾功能和肝功能等信息来预测药物代谢以及副作用来制定药物治疗方案[31]。

在手术管理的环节中, CDSS 能够提供全面的手术风险评估、精确的手术路径规划以及详尽的术后康复指导等专业建议[32]。目前, 云南省第一人民医院自主研发的智慧医疗辅助远程决策及手术导航系统, 以数字医学技术为依托, 成功将病灶转化为数字化的形式, 构建起立体可视化的模型, 准确地标识出手术方案, 使得在三维环境下能进行多次手术模拟, 实现了远程实时动态人工智能手术导航, 以及对手术效果的即时评估[33]。

### 4.3. 智能分诊系统

智能分诊系统乃是一种依托人工智能技术, 尤其是自然语言处理(NLP)及机器学习之手段, 对患者的病情描述进行深入研究, 进而自动推荐相应科室与医生的系统。其设计初衷在于提升医院的分诊效率与准确性[34], 缩短患者的等待时间, 并全面提升医疗服务质量。AI 技术可整合县域内的医疗资源, 包括县级医院、乡镇卫生院及村卫生室, 构建统一的信息系统, 实现数据共享与业务协同。

智能分诊系统的实施过程主要包括信息采集、症状分析、科室推荐及优先级确定等步骤。其首要步骤即通过多种途径收集患者的信息[35]。包括患者在自助终端或移动应用上输入症状(如头痛、发热、咳嗽等)、基本健康信息(年龄、性别、既往病史等)。此外, 也可利用一些智能设备(如智能体温测量仪、血压计等)自动采集生理数据。随后, 基于内置的医学知识库, 对所收集的症状信息进行深度解析[36]。该知识库涵盖各种疾病的症状表现、发病率、常见伴随症状等知识。系统可能采用基于规则的推理进行判断, 亦可能运用机器学习算法, 通过大量已标记的病例数据进行训练, 以对新患者症状进行精确分类。最后, 依据症状分析的结果, 为患者推荐适宜的科室。在排队患者人数较多时, 还会对患者的就诊优先级进行判定。对于病情危急(如急性心肌梗死、严重创伤等)的患者给予高优先级, 提示医院工作人员优先安排救治; 对于一些慢性疾病且症状相对较轻的患者, 则给予较低的优先级。

智能分诊系统可广泛应用于多种场景, 包括县乡医院的官方网站、微信公众号、第三方挂号平台、互联网医院在线咨询等。通过智能分诊, 患者可在挂号前通过系统得出应就诊的科室, 从而降低挂错号的风险, 提升医院就诊服务体验。此外, 智能分诊系统还能根据患者的病情描述, 推荐合适的医生, 实现患者精准就医, 提高医患匹配度。目前, 医渡科技研发的智能分诊系统, 基于“医疗智能大脑”YiduCore, 处理分析了超过 40 亿份医疗记录[37], 通过数据生成技术, 这些知识图谱被用于大模型训练, 能够为患者提供精准的科室推荐。中国医学科学院阜外医院以及新疆医科大学附属肿瘤医院均已采用了 AI 智能导诊机器人, 智能导诊准确率得到显著提高。相较于传统的人工分诊, 智能分诊系统能够综合更多的信息进行判断。人工分诊可能因分诊人员的经验水平、疲劳等因素导致失误, 而智能系统只要知识库准确、算法合理, 便能提供较为准确的分诊结果。同时, 智能分诊系统缩短了患者的排队等候时间, 尤其是在挂号环节。患者不再需要在不解病情对应科室的情况下盲目排队, 能够迅速被引向正确的科室。优化医院内部资源分配, 避免某些科室过于拥挤而其他科室资源闲置的情况。

在浙江省湖州市德清县人民医院, 已经有智能分诊系统得以实际应用的案例[38]。目前形成了覆盖诊前、诊中、诊后的全流程服务体系, 创造了堪称智能分诊医院范本的“德清范式”。当患者通过微信公

众号、手机 APP 或自助挂号机接入系统输入症状或选择预设问题时(如疼痛部位、持续时间等)，系统将基于自然语言处理(NLP)技术解析患者主诉，并结合医学知识库中的疾病特征库进行初步病情评估。例如，若患者描述“胸痛伴呼吸困难”，系统会优先推荐心血管科或急诊科，并通过算法生成“轻、重、缓、急”分级建议，避免盲目挂号。在就诊过程中，一经医生批准，系统将对接院内 HIS 及电子病历库并自动提取患者历史诊疗数据，结合实时症状生成标准化诊疗路径。在患者完成就诊之后，系统也会根据诊疗结果生成个性化用药指导及复诊提醒，并通过数据分析模块动态优化医疗资源配置，如调整科室排班或设备调度。

这些犀利的前进策略切实避免了患者因对病情一无所知而盲目挂号、误挂号的现象，大幅度缩减了患者的就诊时间，提升了医疗资源的利用效益。根据相关数据显示[39]，截止到 2024 年 10 月 25 日，得益于以上政策以及优质服务和成本控制，全县门诊均次费用为 233.55 元，住院均次费用为 7496.86 元，增幅均控制在 5% 以内，住院均次远低于全省县级平均水平。每年第三方群众满意度测评均在 95% 以上，县级公立医院医疗服务收入占比达到 38.34%，人员支出占比达到 45.36%，医务人员劳务技术含金量不断提高，县、乡医务人员平均工资待遇年增长分别达 10%、20% 左右，年均收入比从 2:1 缩小到 1.4:1，这充分表明患者就医更方便、更节省。同时，医院成功创建省级重点专科 4 个、市县级重点专科 13 个和重点学科 15 个，加强多学科综合治疗协作组(MDT)建设，学术实力稳步提升。德清县坚定不移地实行“智慧医院”策略，激励医疗机构积极拓展智慧管理创新应用，通过信息化手段进一步深化医疗服务，积极推动了互联网与医疗卫生健康的深度融合，助力卫生健康事业持续发展。

然而，“德清范式”未来也仍需不断打磨修正。部分老年患者因数字鸿沟难以适应智能终端操作，这就仍需保留传统人工分诊通道。并且由于疾病的多样性和不确定性，未来该系统也需持续优化模型训练数据集，前进之路任重而道远。

## 5. 人工智能赋能县域医共体的机遇

### 5.1. 政策指导和规划

在过去，我国已经颁布了诸多关于推动 AI 等尖端科技方法运用至县域医共体中的政策法规，例如《关于全面推进紧密型县域医疗卫生共同体建设的指导意见》等(以下简称《意见》)。该《意见》明确指出，政府应当主导县域医共体的建设工作，通过政策引导和资源配置，明确工作规则以及成员单位的职责，以推动县域医疗卫生服务的高质量发展。地方政府也需要全额安排基层医疗卫生机构的发展建设开支，并按照相关规定落实公立医院的投入政策。赋权县域医共体拥有更大的自主决策权，同时，加强基层医疗卫生人才的培养与招聘。实行医保基金总额付费制度，完善结余留用机制，推进县级医院实行按疾病诊断相关分组(Diagnosis Related Group, DRG) [40] 或按病种分值(Diagnosis-Intervention Packet, DIP)付费[41]。

这些措施的实施将有助于构建一个布局合理、高效运作的县域医共体，提升基层医疗服务水平，实现医疗服务的均等化和高效化。政府的指导和规划支持是确保这些措施得以有效实施的关键。

### 5.2. 医疗数据资源的管理和优化

数据资源堪称医疗领域之不竭宝藏，通过积极整合县域内外的数据资源，我们有望为医疗服务开辟崭新天地。借助尖端的人工智能技术，对这些丰富的数据进行深度剖析，进而提供基于全面数据分析的精准诊断服务。这不仅有助于大幅提升医疗服务的质量，而且能够显著提升服务效率。在此过程中，医疗人员可依精准的诊断结果，为病患定制更为具体的治疗方案，为病患的健康保驾护航[42]。

在数据的隐私保护问题上，我们可选择采用先进的加密技术对县域医共体内的医疗数据进行加密处

理。在数据存储、传输及使用的各个环节，确保数据以加密形式存在，仅有获得授权的用户及设备方可解密并访问数据。并设立严谨的访问控制机制，限制对医疗数据的查阅权限。唯有获批的医务人员、研究人员及管理人员可访问特定的数据资源，采用身份验证技术，如用户名和密码、指纹识别、人脸识别等，确保用户身份的真实可信[43]。同时，根据用户的角色和职责，分配不同级别的访问权限，防止数据被滥用。

或者与第三方合作机构(如 AI 技术提供商、科研机构等)签署严格的保密协议，明确双方在数据隐私保护方面的责任和义务。

对合作方的安全管理体系进行评估和审查，确保其具备充分的安全保障能力。同时，定期对合作方的安全状况进行检查，发现问题立即要求整改。在数据一旦已经遭到泄露的情况下，医疗部门亦应有应对策略。最佳方式便是预先制定数据泄露应急预案，明确应急响应流程和责任分工[44]。在发生数据泄露事件时，能够迅速启动应急预案，采取有效手段进行处理，降低损失。及时向患者和监管部门通报数据泄露事件，积极配合调查和处理工作。同时，对数据泄露事件进行总结和反思，改进数据隐私保护手段。

### 5.3. 医疗质量评估和标准化管理

构建科学的医疗评估体系，必须全面考虑医疗服务的各个环节，运用 AI 技术整合县域医共体内各级医疗机构的电子病历、医学影像、检验检查报告等多元数据。经过数据清洗和标准化处理，以确保数据的准确性和一致性，从而为医疗质量评估提供全面、可靠的数据基础。指标应具备可操作性和可量化性，以便精确评估医疗质量。建立统一且规范的可靠医疗标准数据库是一项亟待解决的挑战，可以首先与上级医疗机构、专业医学研究机构等展开合作，对人工智能的诊断结果和治疗建议进行验证。定期抽取一定比例的病例[45]，由专业医生团队进行复核，将人工智能的结果与医生的判断进行对比，及时发现并纠正人工智能可能存在的误差，持续提升人工智能的准确性和可靠性。

此外，建立数据清洗和预处理机制，对收集到的数据进行去噪、归一化、缺失值处理等操作，提升数据的质量。定期对数据进行审核和检查，及时发现并纠正数据中的错误和异常[46]。

同时，基于大数据和机器学习算法，构建更为精准的医疗质量评估模型。通过对大量历史数据的学习[47]，模型能够自动识别影响医疗质量的关键因素，并对医疗质量进行量化评估。

### 5.4. 增强 AI 在县乡地区中信任度

人工智能在县乡医共体中的应用是一个逐渐深入的过程，需要不断建立并维护公众对其的信任度。在初始阶段，应特别强调人工智能与传统医疗技术的结合，使之成为医生的得力助手，而非取代医生的地位[48]。在实际临床应用中，大夫应当依据自身的专业知识与丰富的经验，对人工智能给出的结果进行全面地解析和评价。建立并健全人工智能与医生之间的协作机制，充分发挥双方的优势，为患者提供更为优质的医疗服务。

为了让公众清晰地了解人工智能在医疗领域的功效，这是提升县乡居民对新型科技信任度的有效途径。从行业自身角度出发，通过公开、透明地展示人工智能技术如何提高诊疗的精确度和效率，研发专门的解释性工具，将人工智能与临床实践相结合，以简洁明了的方式向医生和患者展示人工智能的决策过程和依据[49]。采用可视化的方式展示人工智能对影像数据的分析过程，标注出病变的位置、特征等，使医生能够明确理解人工智能的判断依据，从而增强对人工智能的信任。

从患者的亲身感受出发，可以通过人工智能技术改善患者的就医体验，如智能化分诊、在线预约、电子病历等，让患者切实感受到人工智能带来的便利，从而增强他们对人工智能技术的信心。讯飞医疗

所推出的“智医助理”系统已在多个省份的区县实现常规化应用[50]，极大地提高了人工智能在基层医疗领域的应用覆盖率。

而相关政府部门的大力支持亦是不可或缺的因素。通过开展教育和宣传活动，加深公众对人工智能技术的认知和理解，消除对新技术的恐慌和误解，推动人工智能技术在基层医疗领域的广泛应用。通过设立宣传栏、发放宣传册、制作视频等多种形式，向患者普及人工智能相关知识，使患者了解到人工智能在疾病诊断、治疗、康复等方面的重要作用，进而增强患者对人工智能的信任。

## 5.5. 医疗配置的更新和升级

人工智能(AI)能够协助医疗影像设备，如 CT、MRI 等，对疾病进行更为精确地识别和分析。展望未来，随着 AI 技术的持续发展，其在疾病诊断中的准确性和效率将持续提升，为患者提供更为可靠的诊断结果。因此，县域医共体应积极引入具备 AI 功能的医疗影像设备，或对现有的设备进行升级改造，使其具备 AI 辅助诊断的能力[51]。同时，加强与医疗设备制造商和科技公司的合作，共同研发适合县域医疗的 AI 诊断技术和设备。在 AI 技术的引入和应用方面，县乡地区可与高校、科研机构合作，开展 AI 辅助治疗技术的研究和应用。例如，研究如何运用 AI 技术优化治疗方案、提高手术效果等，将研究成果应用于临床实践，推动县域医疗技术的进步。

在医疗信息管理方面，可引入先进的医疗设备管理系统，运用 AI 技术对设备进行管理和维护。建立设备的电子档案，记录设备的基本信息、维护记录、故障记录等，为设备的管理和维护提供依据[52]。此外，也可选择在药品管理系统中运用 AI 技术进行升级[53]，实现患者自我取药、快速取药，有效解决了在县乡医院患者众多时出现的排队时间长、取药缓慢、开药缓慢的问题。

## 6. 人工智能赋能县域医共体所面临的挑战

尽管现阶段 AI 技术尚未完全成熟，然而其在县域医共体领域的应用具备显著的潜力和优越性，但同时亦面临一系列的挑战(见图 1)。例如医疗数据质量存在较大的差异[54]，AI 技术的采纳程度较低[55]，难以承担项目初期的技术成本，专业人才匮乏，法律规定及伦理观念难以接受[56]，以及技术依赖性的困境难以规避，平衡县乡技术的执行与维护等问题。以下将详细阐述人工智能赋予县域医共体领域所面临的挑战，并深入剖析未来在此领域需要解决的问题。

### 6.1. 医疗数据隐私与质量

精准医疗服务的全面发展，如疾病的精确诊断、个性化治疗、精确用药以及健康管理等，都离不开健康医疗大数据处理的支持。然而，医疗数据中涵盖了患者的敏感信息[57]，例如疾病历史、治疗记录、个人生活习惯等，一旦遭到泄露，可能会对患者带来严重的损害。特别地，在县域医共体内，可能涉及众多的医疗机构和系统[58]，这就使得数据在不同机构之间的流动增强了隐私保护的难度，存在着潜在的黑客攻击、数据泄露、内部滥用等安全威胁。此外，鉴于医疗数据的复杂性与难以识别性，各县乡医疗机构可能采用不同的数据记录系统，从而导致数据格式和内容的不统一。同时，在数据收集和录入过程中，也可能出现遗漏和错误，从而影响数据的完整性和准确性。因此[59]，解决数据隐私和安全问题，以及数据质量和标准化的挑战，将为人工智能在县域医共体中的应用奠定坚实的基础。目前，针对县域医共体基层医疗机构资源有限的特点，提出边缘 - 云协同的轻量化 AI 分诊框架[60]。在数据采集端部署联邦学习边缘节点，通过特征空间对齐技术实现跨机构症状数据聚合[61]。采用混合加密传输协议，对文本型主诉信息应用 Paillier 同态加密，对影像数据实施基于深度神经网络的加密域处理[62]。此类架构可使数据泄露风险有效降低，同时维持分诊准确率。

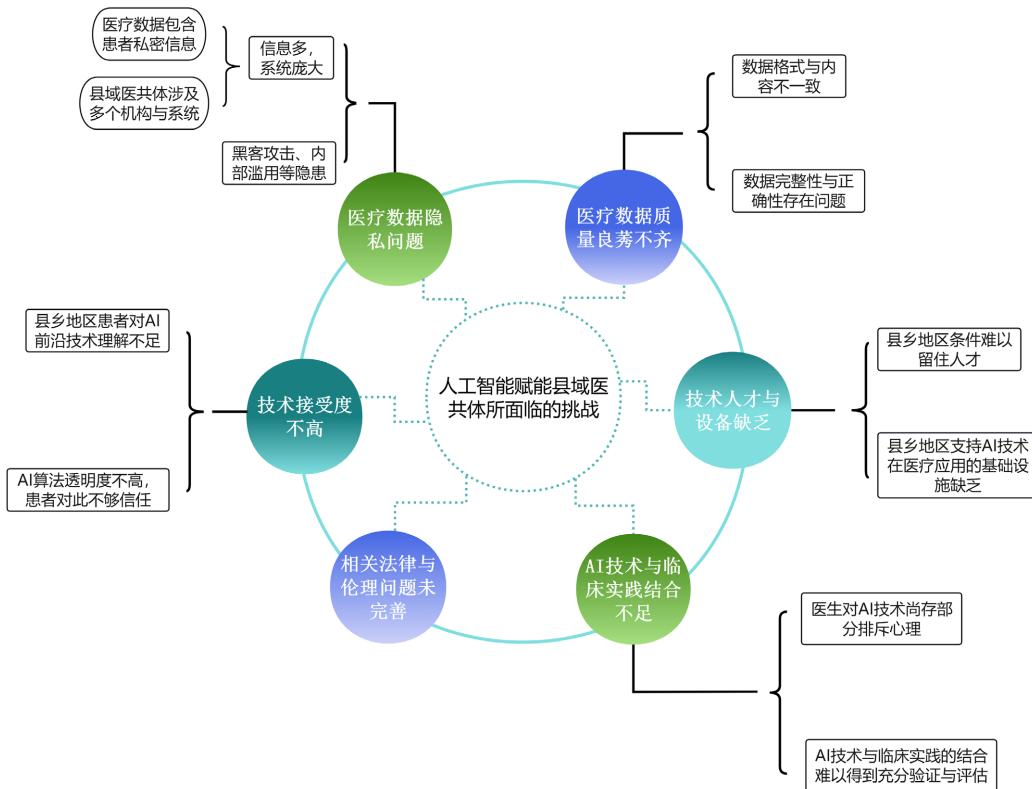


Figure 1. Challenges faced by county medical consortia empowered by artificial intelligence

图 1. 人工智能赋能县域医共体所面临的挑战

## 6.2. 县域场景中 AI 技术接受度的多维挑战

在县域医疗共同体推进 AI 技术落地的过程中,技术接受度问题呈现出复杂的社会技术系统特征,这是在数字化转型中十分常见的[63]。技术认知鸿沟将成为一个不可忽视的首要问题。分析下来,在县域基层医疗场景中存在的技术接受困境,本质上是社会信任结构、文化认知惯性与技术异质性三者之间的系统性冲突。

从社会信任结构上来看,熟人社会[64]中的信任机制与 AI 技术的去人格化特征存在一定冲突性。县域医疗体系长期依赖基于人际关系的信任网络,患者对医疗决策的接受往往建立在对医生个体专业权威的认同上。当 AI 技术介入诊疗流程时,其非人格化决策机制打破了传统医患互动的“前台-后台”结构[65],导致技术信任难以通过既有社会网络自然建立,这种结构性矛盾在老年患者群体中尤为显著。

AI 的抽象技术逻辑也将对传统医疗文化中具体认知范式产生认知冲突。基层患者大多对“望闻问切”等具身化诊疗方式具有深层文化认同,这具有历史因素和长久文化因素的影响。这种认知模式与基于数据抽象的 AI 分诊存在本体论层面的差异[66]。特别是当 AI 系统输出与患者主观体验相悖的结论时,容易触发“机器无法理解人体奥秘”的认知防御机制。这种文化认知惯性在慢性病管理场景中表现尤为突出,尤其是中医类医院以及中医科室[67]。由于中医的文化特殊性以及传承特殊性,患者更愿意去接受传统问诊方式而非机器所带来的不确定感。这就可以在医疗实践中建立 AI 诊断双审核制度来改善。AI 先进行初步筛查,然后由经验丰富的主治医师进行二次确认,这样的双重把关不仅提高了诊断的可靠性,也让患者心里更有底。并且对医生进行针对性的培训能让他们能够熟练掌握 AI 系统的使用方法,理解其优势和局限性,从而在与患者沟通时更有底气,更好地解释 AI 的诊断依据。

总体来看,剖析县域地区患者的心理,其对AI技术的风险感知可能存在“双重放大效应”:一方面受限于自身的数字素养,难以准确评估技术应用的边际风险;另一方面又因医疗决策的强结果导向性,对潜在风险产生过度想象。这种心理机制导致“技术恐惧-使用回避-认知固化”的恶性循环。同时, AI技术的“黑箱”特性[68]也值得注意。由于其内部运作机制及决策逻辑并不透明,所以当技术不可解释性遭遇基层医疗特有的“解释期待”时(患者普遍要求诊疗决策获得合理叙事化解释),算法透明度缺失不再仅是技术缺陷,更演变为制度信任危机。根据数据显示,涉及AI辅助诊断的患者顾虑中,焦点集中在“机器为什么这样判断”。这凸显了开发文化适应性解释框架的紧迫性。针对该问题,我们可以采取“渐进式透明化”策略,通过分层级、场景化的信息披露机制,逐步在县域中取得信任,构建成效,以“由浅入深”的方式走进县域群众的内心。在“透明化”上,定期发布透明度报告,详细说明AI系统的工作原理、数据使用情况、决策逻辑以及可能存在的问题,能够让患者和医生都能全面了解,解决“黑箱”特性。同时,建立便捷的用户反馈渠道,认真对待每一条意见和建议,让患者知道他们的声音是被听到的,这不仅能帮助改进系统,也能增强患者的信任感。

### 6.3. 相关技术人才和设备缺乏

在县级以及乡村的医疗领域中,有关人工智能算法以及医疗领域的综合性技术人员的短缺已成为普遍性难题。在县级以及乡村地区的教育资源相对有限,同时由于都市地区拥有更为优越的职业发展机遇以及生活环境,许多专业人才可能会选择逃离县级以及乡村区域。从根源上看,这种现象的产生不只是医生个人的主观因素,还受到上级医疗机构的客观影响。调查结果显示,越是优秀的医生越容易被省级医院吸引,转向更大规模的医院单位[69]。然而,当前在县级以及乡村地区,对于兼具医学知识,同时能够操作和维护遥感医疗系统、处理信息数据的专业人才的需求日益增长[70]。

与此同时,在乡村地区,支持AI技术在医疗应用所需的基础设施十分匮乏,例如高速互联网连接以及尖端的医疗设备严重不足。相关研究表明,在乡村地区,高端医疗设施的利用程度并不充分[71],这可能会制约AI技术在这些地区的应用以及发展。在县域医共体内,相关技术未能稳固地扎根,相关政策以及方案的执行便难以得到保障,从根本上切断了AI在县域医共体中的应用与发展可能性,医疗设备的全面化和高水平化迫在眉睫。

### 6.4. 相关法律和伦理问题尚未完善

首要之事,我们须要阐明,当前我国对人工智能(AI)与医疗领域内的道德伦理问题以及法律法规相关规定的关注程度日益提高[72]。中国已着手构建适应人工智能医疗创新的法律框架,涵盖数据保护、医疗设备安全及个人信息保护等多个层面。《个人信息保护法》与《数据安全法》[73]亦为处理和运用个人医疗数据提供了明确的法律框架和执行标准,强调了对个人敏感信息的保护,并将医疗健康信息列为特别保护的类别[74]。然而,个人AI在医疗领域的社会应用,如智能影像诊断,需审慎考虑其对医生主体地位的影响[75],以及数据或隐私安全风险的增加。这些问题仍需在科技伦理治理中受到重视,并制定相应的伦理原则和规范,以确保医疗数据得到法律的充分保护,使医疗数据更加成熟。

### 6.5. AI技术与临床实践的结合不足

医生作为临床实践的主导力量,他们对新科技的接纳程度及使用习惯直接影响着人工智能(AI)技术与临床实践的融洽程度。当前,许多医生对于AI技术仍然存在一定的疑虑和忧虑,害怕它会取代医生的角色或产生错误的诊断和治疗建议。此外,医生的工作习惯亦可能影响他们对AI技术的采纳。例如,部分医生可能更倾向于传统的诊断和治疗方式,不愿尝试新的技术。因此,提升医生对AI技术的认可度,

改变他们的使用习惯，是推进 AI 技术与临床实践紧密结合的重要环节。AI 技术在临床实践中的运用需经过严谨的临床验证和评估，以保证其安全性和有效性[49]。然而，当前的临床验证和评估体系尚不完善，缺乏统一的标准和方法。这导致许多 AI 技术在进入临床实践之前，难以得到充分的验证和评估，进而影响了其在临床实践中的应用。

因此，构建完善的临床验证和评估体系，制定统一的标准和方法[76]，是推动 AI 技术与临床实践深度融合的重要保障。同时，AI 技术在临床实践中的应用需要一定的资金投入[77]，包括设备购置、软件开发、数据采集等。若这些成本无法得到有效的补偿，将影响企业和医疗机构的积极性，从而阻碍 AI 技术与临床实践的结合。目前，我国的医保政策对 AI 技术在医疗领域的应用尚未有明文规定[78]，这使得许多 AI 技术在进入临床实践后，难以得到医保的支持和报销。因此，明确医保政策，将 AI 技术在医疗领域的应用纳入医保报销范畴，是推动 AI 技术与临床实践紧密结合的关键举措。

## 7. 未来展望

在现今社会，伴随着科技的持续突破，人工智能(AI)有望成为提升县乡医疗服务水准的强有力助手。其能够通过精确分析海量医疗数据，为基层医生提供更为精准的诊断建议，使偏远地区的病患也能够获得优质的医疗诊断服务。在医学影像诊断方面[79]，AI 能够迅速识别病灶，提高诊断效率，降低误诊漏诊的概率。在疾病预测及预防领域，AI 可根据患者的生活习性、遗传信息等多元数据进行风险评估，为县乡居民提供个性化的健康管理计划。AI 还可以优化医疗资源配置，辅助县乡医共体合理调度医护人员、器械及药品，提升资源利用效益[80]。

展望未来，随着 AI 技术的日益成熟与广泛应用，县乡医共体会从边缘走向核心，更好地满足基层民众的医疗需求，为保障人民健康发挥更大的作用。同时，AI 技术的发展也将推动医疗行业的数字化转型[81]，为医疗健康产业带来新的增长动力。

## 基金项目

湖南中医药大学 2024 年省级大学生创新创业训练计划项目 S202410541114。

## 参考文献

- [1] 郁建兴, 涂怡欣, 吴超. 探索整合型医疗卫生服务体系的中国方案——基于安徽、山西与浙江县域医共体的调查[J]. 治理研究, 2020, 36(1): 5-15+2.
- [2] 董凤菊, 王印林, 樊凌华, 等. 紧密型县域医共体建设对医疗机构运行效率及效益的影响——以天津市静海区为例[J]. 中国农村卫生, 2024, 16(8): 19-23+27.
- [3] National Health Commission of the People's Republic of China. 关于全面推进紧密型县域医疗卫生共同体建设的指导意见[J]. 中国实用乡村医生杂志, 2024, 31(1): 1-4.
- [4] 申少铁. 持续推进县域医共体建设[N]. 人民日报, 2022-12-19(05).
- [5] 陈玉兵, 吴庆斌, 潘志强. 智慧县域医共体建设研究综述[J]. 中国数字医学, 2023, 18(11): 1-6.
- [6] 伍亚舟, 陈锡程, 易东. 人工智能在临床领域的研究进展及前景展望[J]. 陆军军医大学学报, 2022, 44(1): 89-102.
- [7] Samuel, A.L. (1959) Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers. *IBM Journal of Research and Development*, 3, 210-229. <https://doi.org/10.1147/rd.33.0210>
- [8] 刘雨安, 杨小文, 李乐之. 机器学习在疾病预测的应用研究进展[J]. 护理学报, 2021, 28(7): 30-34.
- [9] Swanson, K., Wu, E., Zhang, A., Alizadeh, A.A. and Zou, J. (2023) From Patterns to Patients: Advances in Clinical Machine Learning for Cancer Diagnosis, Prognosis, and Treatment. *Cell*, 186, 1772-1791. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2023.01.035>
- [10] Chen, Y., Wang, B., Zhao, Y., Shao, X., Wang, M., Ma, F., et al. (2024) Metabolomic Machine Learning Predictor for Diagnosis and Prognosis of Gastric Cancer. *Nature Communications*, 15, Article No. 1657. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-46043-y>

- [11] Ersavas, T., Smith, M.A. and Mattick, J.S. (2024) Novel Applications of Convolutional Neural Networks in the Age of Transformers. *Scientific Reports*, **14**, Article No. 10000. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-60709-z>
- [12] Boor, P. (2024) Deep Learning Applications in Digital Pathology. *Nature Reviews Nephrology*, **20**, 702-703. <https://doi.org/10.1038/s41581-024-00870-w>
- [13] 王春平. 物联网技术在智能医疗监护与康复辅助设备中的应用探索[C]//天津市电子学会. 第三十八届中国(天津)2024' IT、网络、信息技术、电子、仪器仪表创新学术会议论文集. 天津: 德康润生物科技(天津)有限公司, 2024: 185-188.
- [14] 梅建华, 杨彦辰, 云利军, 等. 多视角人体红外步态信息采集与处理[J]. 云南师范大学学报(自然科学版), 2022, 42(4): 36-40.
- [15] 黎莲花, 区善熙, 何锋. 基于物联网的远程医疗监护系统设计与实现[J]. 电脑知识与技术, 2024, 20(22): 98-100.
- [16] 潘莎莎, 马程乘, 崔璐, 等. 家庭医生团队动力量表汉化及信效度检验[J]. 中国全科医学, 2023, 26(16): 2047-2054.
- [17] 王旋, 荀莉, 温贤秀. 护士隐性知识共享的研究进展[J]. 护理学杂志, 2023, 38(7): 125-128.
- [18] 袁莎莎, 王芳, 李陈晨, 等. 社区卫生服务中心全科团队构成模式分析[J]. 中国卫生政策研究, 2014, 7(12): 37-42.
- [19] 黄玉梅, 龚义伟, 方惠. “互联网+家庭医生签约服务”模式的探索与实践[J]. 中国全科医学, 2019, 22(25): 3076-3080.
- [20] 黄春. 我国家庭医生签约服务模式的研究进展[J]. 大众科技, 2019, 21(9): 120-121+6.
- [21] 都莹洁. 家庭医生签约服务的实施现状分析[J]. 江苏卫生事业管理, 2024, 35(8): 1079-1082.
- [22] 郑光远, 刘峡壁, 韩光辉. 医学影像计算机辅助检测与诊断系统综述[J]. 软件学报, 2018, 29(5): 1471-1514.
- [23] 麻笑生, 刘巍, 王思丽, 等. 电子健康记录数据挖掘技术研究进展[J]. 世界科技研究与发展, 2024, 46(6): 831-849.
- [24] 颜延, 秦兴彬, 樊建平, 等. 医疗健康大数据研究综述[J]. 科研信息化技术与应用, 2014, 5(6): 3-16.
- [25] 赵渝, 王得旭, 顾力栩. 人工智能技术在计算机辅助诊断领域的发展新趋势[J]. 中国科学: 生命科学, 2020, 50(11): 1321-1334.
- [26] 沈小钦, 梁红, 朱晓琼. CT 图像人工智能辅助诊断系统鉴别肺结节良恶性的价值[J]. 中国辐射卫生, 2024, 33(5): 578-583. <https://http-kns.cnki.net.hnucm.opac.vip/kcms/detail/37.1206.r.20240819.1232.002.html>, 2024-10-04.
- [27] 刘旷. 医疗大模型, 巨头们的新赛场[J]. 大数据时代, 2024, 9(5): 6-8.
- [28] 马婷, 陈清财. 基于开放医疗大数据的人工智能研究[J]. 医学与哲学, 2022, 43(1): 1-4.
- [29] 董军, 王欣, 李军, 等. 临床决策支持系统的构建与应用[J]. 中国卫生质量管理, 2016, 23(3): 16-19.
- [30] 马云, 夏新, 刘博, 等. 基于临床决策支持系统与知识库的临床数据中心的研究与应用[J]. 中国医疗设备, 2014, 29(7): 61-63.
- [31] 李瑞荣, 辛海莉, 孙艳. 医院门诊合理用药临床决策支持系统的构建与实施[J]. 中国药业, 2020, 29(6): 74-76.
- [32] 李纯纯, 苏小花, 张莹. 护理临床决策支持系统在妇科恶性肿瘤围手术期护理中的应用效果[J]. 中国医药导报, 2022, 19(26): 175-178.
- [33] 汤轶, 肖高明, 陈跃军, 等. 虚拟现实、增强现实和混合现实技术在胸壁肿瘤切除及重建手术治疗中的应用[J]. 中华胸部外科电子杂志, 2018, 5(2): 129-133.
- [34] 王若佳, 张璐, 王继民. 基于机器学习的在线问诊平台智能分诊研究[J]. 数据分析与知识发现, 2019, 3(9): 88-97.
- [35] 董兰, 胡娟娟, 吕君, 等. 智能急诊预检分诊信息化系统实践[J]. 解放军医院管理杂志, 2019, 26(1): 69-71+93.
- [36] 王丹丹, 张敏. 网络智能信息化预检分诊系统在急诊中的应用[J]. 齐鲁护理杂志, 2020, 26(7): 30-32.
- [37] 刘群, 何沛兰, 邹永志, 等. 智能化急诊四级三区预检分诊标准信息系统的应用研究[J]. 岭南急诊医学杂志, 2019, 24(2): 189-191.
- [38] 吴峥明, 张奕, 陈奇. 德清县县域医共体下家庭医生和家庭病房发展的 PEST 分析及对策研究[J]. 中国社区医师, 2024, 40(17): 167-169.
- [39] 朱振国. 德清县深化乡村医疗卫生服务体系建设实践探索[J]. 中国初级卫生保健, 2025, 39(1): 30-33.
- [40] 宋天衡. 公立医院 DRG 成本管控体系的应用探究[J]. 财会学习, 2024, 19(17): 109-111.
- [41] 于保荣. DRG 与 DIP 的改革实践及发展内涵[J]. 卫生经济研究, 2021, 38(1): 4-9.

- [42] 曾渺. 医疗 AI 步入深应用[J]. 产城, 2022, 9(4): 48-49.
- [43] 吕世萍. 智慧医疗安全防护体系与数据安全保护技术探讨[J]. 中国科技投资, 2024, 23(16): 83-85.
- [44] 王雪诚. 多中心协同视域下国家数据安全应急处置机制构建研究[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 黑龙江大学, 2023.
- [45] 姬卫东, 李琳, 张振, 等. 互联互通背景下医疗数据治理面临的问题与对策[J]. 中国数字医学, 2021, 16(11): 6-11.
- [46] 彭海斌. 人工智能撞上医学壁垒: 影像 AI 的淘汰赛开始了[N]. 第一财经日报, 2023-09-05(A09).
- [47] 袁玉堂. 远程医疗服务质量评估模型研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 华中科技大学, 2019.
- [48] Ng, J.Y., Cramer, H., Lee, M.S. and Moher, D. (2024) Traditional, Complementary, and Integrative Medicine and Artificial Intelligence: Novel Opportunities in Healthcare. *Integrative Medicine Research*, **13**, Article ID 101024. <https://doi.org/10.1016/j.imr.2024.101024>
- [49] 李润生. 论医疗人工智能“黑箱”难题的应对策略和规制进路[J]. 东南大学学报(哲学社会科学版), 2021, 23(6): 83-92+146.
- [50] 陈兆祯.“智医助理”在基层医疗服务的应用与探索——以安徽省试点地区寿县的实践为例[J]. 哈尔滨医药, 2021, 41(4): 108-110.
- [51] 王伟军, 薛克, 刘霞, 等. 放射科数字化改造与影像网络建设[J]. 实用医技杂志, 2007, 14(25): 3531-3532.
- [52] 肖文鹤. 人工智能在医疗信息服务中的应用研究[D]: [硕士学位论文]. 南宁: 广西民族大学, 2022.
- [53] 宋华琳, 孙沛. 探寻数字时代药品智慧监管的变革之道[J]. 中国市场监管研究, 2021(8): 56-60.
- [54] 吴信东, 叶明全, 胡东辉, 等. 普适医疗信息管理与服务的关键技术与挑战[J]. 计算机学报, 2012, 35(5): 827-845.
- [55] 付若瑄. 公共医疗领域智能诊断技术的接受度问题研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 电子科技大学, 2023.
- [56] 王玥, 戴海洋. 医疗 AI 安全风险的伦理与法律保障机制研究[J]. 工程研究-跨学科视野中的工程, 2020, 12(3): 241-251.
- [57] 高景宏, 翟运开, 李明原, 等. 精准医疗领域健康医疗大数据处理的研究现状[J]. 中国医院管理, 2021, 41(5): 8-13.
- [58] 曹艳芳. H 市县域医共体建设问题与对策[D]: [硕士学位论文]. 合肥: 安徽大学, 2018.
- [59] 彭传薇, 李小华, 刘琛玺. 医院医疗数据质量现状和影响因素分析[J]. 中国医院管理, 2005(9): 37-39.
- [60] 马文静, 周静, 张兴, 等. 工业互联网边缘计算平台原理综析[J]. 信息技术与标准化, 2025(Z1): 32-37.
- [61] Kairouz, P., McMahan, H.B., Avent, B., et al. (2021) Advances and Open Problems in Federated Learning. *Foundations and Trends® in Machine Learning*, **14**, 1-210.
- [62] Xue, Z., Zhou, P., Xu, Z., Wang, X., Xie, Y., Ding, X., et al. (2021) A Resource-Constrained and Privacy-Preserving Edge-Computing-Enabled Clinical Decision System: A Federated Reinforcement Learning Approach. *IEEE Internet of Things Journal*, **8**, 9122-9138. <https://doi.org/10.1109/jiot.2021.3057653>
- [63] 吴江, 陈婷, 龚艺巍, 等. 企业数字化转型理论框架和研究展望[J]. 管理学报, 2021, 18(12): 1871-1880.
- [64] 费孝通. 乡土中国[M]. 北京: 北京大学出版社, 2012: 107.
- [65] 屈英和.“关系就医”取向下医患互动关系研究[D]: [博士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2010.
- [66] 李善平, 尹奇韡, 胡玉杰, 等. 本体论研究综述[J]. 计算机研究与发展, 2004(7): 1041-1052.
- [67] 孙忠人, 游小晴, 韩其琛, 等. 人工智能在中医药领域的应用进展及现状思考[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2021, 23(6): 1803-1811.
- [68] 苏宇. 优化算法可解释性及透明度义务之诠释与展开[J]. 法律科学(西北政法大学学报), 2022, 40(1): 133-141.
- [69] 李亚男, 吴海波. 医联体背景下基层医疗机构面临的困境及对策研究[J]. 医学与哲学(A), 2018, 39(6): 22-25.
- [70] 周巍. 基层卫生人才队伍的现状、问题与建议[J]. 中国全科医学, 2010, 13(7): 685-688.
- [71] 吴建军, 孔云峰, 李斌. 基于 GIS 的农村医疗设施空间可达性分析——以河南省兰考县为例[J]. 人文地理, 2008, 20(5): 37-42.
- [72] 刘建利. 医疗人工智能临床应用的法律挑战及应对[J]. 东方法学, 2019, 12(5): 133-139.
- [73] 刘蓓. 智能社会中技术治理与法律治理关系论纲[J]. 上海师范大学学报(哲学社会科学版), 2022, 51(2): 85-99.
- [74] 高晨光, 李树森, 向鸿梅. 医疗信息化管理中伦理道德问题的思考与刍议[J]. 现代医院管理, 2011, 9(2): 63-65.

- [75] 陆混沌, 胡屹玲. 医学影像人工智能的研发应用现状与挑战[J]. 人工智能, 2021, 8(3): 11-19.
- [76] 杨玲玲. 标准化基层医疗卫生机构全覆盖[N]. 盘锦日报, 2024-07-03(001).
- [77] 吴楠. 医改新形势下完善政府医疗卫生投入保障机制的探讨[J]. 中国卫生产业, 2019, 16(27): 99-101.
- [78] 潘汉西. 新医疗改革形势下医院医保管理存在的问题及对策[J]. 投资与合作, 2021, 21(9): 155-156.
- [79] 于观贞, 刘西洋, 张彦春, 等. 人工智能在临床医学中的应用与思考[J]. 第二军医大学学报, 2018, 39(4): 358-365.
- [80] 李京, 杨帆, 毛宗福. 湖北省县级医疗卫生资源配置公平与效率分析[J]. 统计与决策, 2017(13): 114-117.
- [81] 魏东海, Steven Stumpf, Louis Rubino, 等. 从远程医疗到互联网 + 人工智能(AI)医疗看医疗数字化的演进[J]. 中国研究型医院, 2022, 9(5): 64-76.