

· 中医特色理论交叉前沿 ·

川派中医优势病种的多智能体“跨维度”群决策模型构建探讨

陈秋平^{1,2,3}, 周航², 郑丹³, 李白雪², 刘辰昊^{1,2}, 陈菊⁴, 刘悸斌², 冯全生^{1,2},
蒋玉明^{5,6*}, 姜岑^{1,2*}

(1. 成都中医药大学中医学学术传承中心, 成都 610075; 2. 成都中医药大学基础医学学院, 成都 611137; 3. 成都中医药大学临床医学学院/附属医院, 成都 610075; 4. 成都中医药大学智能医学学院, 成都 611137; 5. 成都中医药大学出土医学文献文物保护研究数字重点实验室, 成都 611137; 6. 四川大学计算机学院, 成都 610065)

[摘要] 现今,针对川派中医在优势病种中的学术流派临证经验与学术思想的系统挖掘仍显薄弱,可借鉴范式稀缺。面对经验碎片化、数据异构化、决策主观化等现实瓶颈,如何规范化地提炼、传承并临床转化这些特色经验,已成为限制川派中医发展的关键瓶颈。随着人工智能技术在数据处理、模式识别与智能决策等领域的融合,深度挖掘中医临床知识及规律,构建集“诊断-治疗-评价”于一体的智能化现代中医诊疗体系,已成为中医药传承创新的必由之路,也为川派中医优势病种的智能决策模式提供了技术突破口。该研究以地域性学术流派为切入点,聚焦川派中医优势病种,提出“四维度数据-多模态融合-多智能体决策”的创新路径:即定义和构建四维度数据(维度Ⅰ:医案古籍知识,维度Ⅱ:四诊客观化病症,维度Ⅲ:名家用药规律,维度Ⅳ:名方特色机制),采用多模态数据融合、生成式人工智能等技术,揭示川派名医名方全过程机制,构建以川派中医优势病种的诊疗思维逻辑路径,进而形成并完善川派中医优势病种的多智能体群决策模型。该模型能够精准生成个性化诊疗方案,推动川派中医优势病种的智能化诊疗模式,实现更高效、更精准的临床决策支持。

[关键词] 学术流派; 优势病种; 多模态; 生成式人工智能; 智能体; 群决策

[中图分类号] G256;R285;R289 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2026)14-0001-13

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.20251512

[网络出版地址] <https://link.cnki.net/urlid/11.3495.R.20251030.1846.006>

[网络出版日期] 2025-10-31 14:26:15 **[增强出版附件]** 内容详见<http://www.syfjxzz.com>或<http://cnki.net>



Discussion on Construction of a Multi-Agent "Cross-scale" Collective Decision-making Model for Superior Disease Entities in Sichuan-style Traditional Chinese Medicine

CHEN Qiuping^{1,2,3}, ZHOU Hang², ZHENG Dan³, LI Baixue², LIU Chenhao^{1,2}, CHEN Ju⁴, LIU Jibin²,
FENG Quansheng^{1,2}, JIANGYuming^{5,6*}, JIANG Cen^{1,2*}

(1. Academic Inheritance Center of Traditional Chinese Medicine (TCM), Chengdu University of TCM, Chengdu 610075, China; 2. Basic Medical College, Chengdu University of TCM, Chengdu 611137, China; 3. Clinical Medical College/Affiliated Hospital, Chengdu University of TCM, Chengdu 610075, China; 4. Intelligent Medical College, Chengdu University of TCM, Chengdu 611137, China; 5. Digital Key Laboratory of Unearthed Medical Literature and Cultural Relics Protection, Chengdu University of TCM, Chengdu 611137, China; 6. College of Computer Science, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

[收稿日期] 2025-08-12

[基金项目] 国家科技重大专项(2024ZD0526203)

[第一作者] 陈秋平,在读博士,从事肝病研究,E-mail: qiuqiuchen0921@126.com

[通信作者] * 蒋玉明,博士,成都中医药大学特聘教授,四川大学计算机学院教授,从事大数据、分布式计算、智能系统等研究,E-mail: jiangym@scu.edu.cn;

* 姜岑,博士,博士后,教授,从事肝病与中医气血研究,E-mail: jiangcen514@163.com

[Abstract] At present, the systematic excavation of the clinical experience and academic thought of the Sichuan school of Chinese medicine vis-à-vis its dominant disease entities remains fragmentary, and replicable paradigms are scarce. Confronted with empirical fragmentation, data heterogeneity and decision-making subjectivity, the standardised distillation, inheritance and clinical translation of these distinctive experiences has become a critical bottleneck constraining the development of the Sichuan school. The integration of artificial-intelligence technologies in data processing, pattern recognition and intelligent decision-making has rendered deep mining of traditional Chinese medicine (TCM) clinical knowledge and patterns imperative. Constructing an intelligent modern TCM diagnostic-therapeutic-evaluative system is now the obligatory route for inheritance and innovation in Chinese medicine, and simultaneously provides a technological breakthrough for intelligent decision paradigms in the dominant diseases of the Sichuan school. Accordingly, this study adopts the regional academic school as its point of entry, focuses on the dominant diseases of the Sichuan school, and proposes an innovative pathway of "four-dimensional data-multi-modal fusion-multi-agent decision-making". Specifically, four data dimensions are defined and instantiated: (I) knowledge from classical medical literature and historical case records. (II) objective four-diagnosis phenotypic data. (III) master physicians' prescribing regularities. (IV) characteristic mechanisms of renowned formulae. Leveraging multi-modal data fusion and generative artificial intelligence, the entire causal chain of Famous Physicians and Renowned Formulas is explicated to reconstruct the diagnostic-therapeutic cognitive logic of the regional school. Finally, a multi-agent collective-decision model is established and refined for the dominant diseases of the Sichuan school, capable of generating precise, individualised treatment regimens and thereby advancing an intelligent diagnostic-therapeutic paradigm that delivers more efficient and accurate clinical decision support.

[Keywords] academic schools; dominant diseases; multimodal; generative artificial intelligence; intelligent agent; group decision-making

四川北凭秦岭大巴山弧形构造带、东扼巫山七曜山褶皱系、南接云贵高原北缘、西倚横断山系东翼,群山环峙而东口微开,自外而内天然形成地势由周缘急剧抬升向中心舒缓下降的“盆周山-盆中丘-川西高原”三级阶梯。正是这由海拔5 000 m逐级降至500 m的“立体四川”,同步勾勒出“病-药-法”合一的川派医学长卷^[1-2]。一山一丘一原,病证、药材、治法层层对应,共铸了地域优势显著的川派中医。川派中医形成的有利条件及流派代表见增强出版附加材料。传承脉络清晰、地域特色鲜明的川派中医以四川、重庆为核心,辐射云南、贵州,影响遍及全国,堪称西南地区最具影响力的中医主流学派^[3]。其学术思想与临证经验乃长期临床实践凝练的智慧结晶,蕴含深厚文化底蕴、高度辨识度和丰富的理论价值及重大临床应用意义,其传承与弘扬不仅深掘川派中医独特价值,更为现代中医学的理论创新与临床实践提供宝贵参考与启示。

近年来,互联网、大数据、云计算、人工智能、区块链等数字技术的兴起,为各地域中医流派学术思想与临证经验的系统挖掘和活态传承提供了前所未有的技术支撑。川派中医虽然已在理论创新、临床研究、康复治疗及治未病等领域持续拓展,并在优势病种诊疗上形成了特色方案,为中医药现代化贡献了独特力量^[4-6]。但其与现代信息技术的融合仍显浅表,使得大量宝贵的临证经验与学术思想难以被全面、规范、可重复地提炼与推广,导致研究成果的实用性与普适性受限。

如何科学与规范地继承、发展以优势病种为特征的川派中医学学术思想和诊疗经验已成为当前迫切需要解决的问题。人工智能技术的日趋成熟,为破解这一难题提供了现实路径^[7-8]。基于此,本研究提出依托多模态数据深度融合人工智能技术,以中医优势病种为基础,同时结合川派中医的学术思想理论与临证经验,旨在深入探讨构建学术流派优势病种智能体群决策模型的科学方法与路径。这不仅有助于促

进川派中医学术思想的传承与创新,还能优化医疗资源利用效率。

1 优势病种是川派中医学术思想与临证经验的载体

中医学学术流派的生成与演进,本质上是在漫长历史长河中,对临床经验的持续积淀、系统总结与理论创新的综合结果^[9-10]。其中,优势病种既是各流派长期实践淬炼而成的疗效高地,也是其核心理论与诊疗经验最为集中的载体^[11]。围绕优势病种展开纵深研究,既可厘清流派学术思想的发展脉络与嬗变规律,又能为其传承与革新提供坚实的理论支点。对优势病种的学术思想与临证经验进行深入挖掘、现代诠释与循证验证,不仅可使流派的核心价值得以活态延续,更能驱动理论创新与临床实践的螺旋上升。

川派中医正是这一范式运行的典型范例,其植根于四川盆地湿热氤氲、辛辣饮食与多瘴雾露的独特地域生态,以川渝为核心,辐射云贵并波及全国,堪称西南最具学术影响力与临床辐射力的地域医学流派。川派中医优势病种种类繁多,覆盖范围广泛,按照学术谱系可纵向划分为医经、伤寒、温病、医方、中药、内科、外科、妇科、儿科、针灸、骨伤、五官十二门类的众多支派,每一门类又由若干子流派及代表性医家构成^[12-13]。共同呈现出“地域-病种-医家”三维贯通的立体传承格局,即以地域生态为根基,以优势病种为纲维,以代表性医家为峰峦,实现了学术思想、诊疗经验与地域特色的高度耦合与协同演进。

2 川派中医传承面临的困境

虽然川派中医以其独特的学术思想和丰富的临证经验占据着重要地位,以优势病种为特征的现代化传承之路并非一帆风顺,在分子生物学、人工智能发展的大背景下,面临着亟待解决的四个维度难题,严重制约着川派中医的现代化传承与高质量发展。见图1。

2.1 维度 I : 中医术语的标准与规范 中医流派传承的主要载体便是古籍医案,前者借后者奠基,后者因前者而流

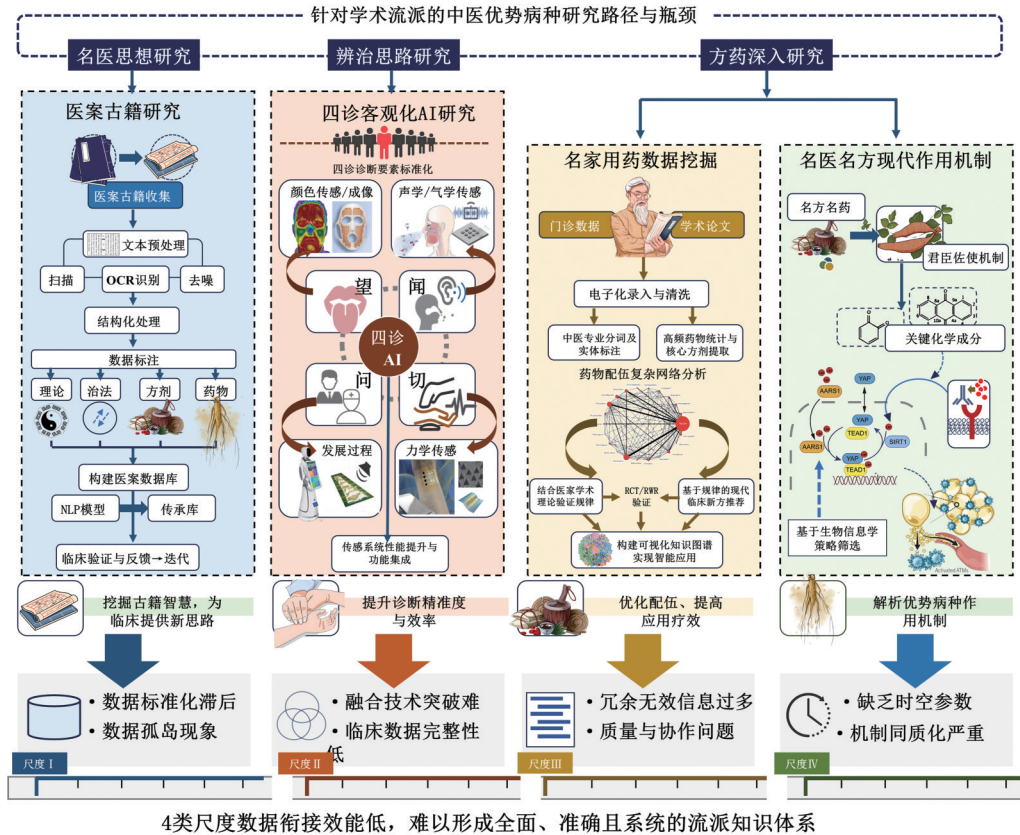


图1 以优势病种为特征的川派学术思想和临证经验传承面临的困境

Fig. 1 Difficulties and problems faced by modernization and inheritance of sichuan school academic thought and clinical experience characterized by dominant diseases

传^[14-16]。医家在典籍中辑录医案,以鲜活病例宣示自家“理法方药”范式,医案遂成流派雏形;随后流派医家在临床反复验证、增删这些医案,使其从零经验升华为系统理论,流派因而丰满;当修订后的经验再度结集为新的古籍,又成为下一代流派再出发的思想源头。从古籍医案中提取流派“理法方药”数据,并形成链式关系,构建相关知识库,对其临证经验挖掘、知识整理等研究具有重要的意义。

自然语言处理技术(NLP)属于人工智能的子领域,旨在使计算机能够理解和生成人类的自然语言,任务主要包括信息抽取、机器翻译、情感分析、摘要提取等^[17-19]。NLP依托基于隐马尔可夫模型的命名实体识别(NER)、基于最大熵算法的NER和支持向量机(SVM)算法的NER等诸多技术方法,可自动抽取海量古籍医案中的病史、诊断、疗法与药物信息,为中医信息化与现代化奠定数据基础^[20]。前期,部分学者借助NLP等方法提炼中医知识并提取诊疗信息以构建数据库与传承库,为临床与研究提供了新思路^[21-24]。但是在此过程中暴露出术语缺乏标准化的核心问题,而术语的标准化是川派学术思想和临证经验现代化传承的前提条件。各支派研究对各自古籍医案不断解读与校注,虽然逻辑自洽,但是结果却众说纷纭,难免导致理解的歧义,终未达成“共识”。究其根本,一是各流派据自身理论对同一病证命名角度不一,致中医术语多样模糊,缺统一诊断标准,且与西医病名差异大,难以建立统一分类体系^[25-27];二是语言的表达形式和隐

喻思维等问题导致了术语内涵宽泛、历代解读各异和歧义。而古籍医案标准化缺失,术语不统一,限制了川派中医及其各支派医案数据的横向比较。因此,只有构建标准化和规范化的中医术语,搭建适用于大数据需求的中医术语体系,才能为多模态数据深度融合人工智能技术的川派优势病种智能体群决策模型构建提供更多的易清洗的数据,从而促进其特色学术思想和临证经验的传承与发展。

2.2 维度II:四诊要素采集的异质性 当前,中医临床数据采集缺乏客观化、四诊设备使用少且不精准、四诊多模态数据结构差异大且标准低、跨学科协作与人工智能整合难度大,具体表现为诊断精准度受限、效率低下,严重阻滞了以优势病种为核心的川派中医学术思想与临证经验的现代化传承进程^[28-30]。究其根源如下,由于不同医院存在多种不同厂家的信息系统,数据来源的理解存在差异,导致同一个指标在不同系统间的统计结果不一致,数据准确性、可靠性不高^[31]。此外,医院尚未全面实现信息化管理,不同医院数据收集方式多样,存在系统存储格式不统一、手工记录标准不一致等问题^[32-33]。如在实际统计中,一项指标可能需从多个系统或异构数据中提取,不同的数据标准容易导致重复采集、逻辑错误、异常值等问题,使数据质量不高,难以进行融合和集成;四诊资料采集设备在临床实践中使用少,究其原因主要是在中医临床实践中,医生经过长期的临床训练,已经形成了以望、闻、问、切四诊合参为主的主观诊断模

式^[34-36]。其次,四诊采集设备采集的相关数据如望诊(舌色、舌形及舌苔等舌象和面色状况)、闻诊(患者声音的强弱和频率及患者分泌物、排泄物的气味成分)、问诊(对话或问卷获取患者信息及疾病的发展过程)和切诊(脉搏的频率、幅度、强度和脉道粗细等脉象信息)等类型数据因存在缺乏通用标准、参数上差异大、准确性差、对细微改变不敏感和易受外界干扰等问题,导致各种仪器工程参数不可比、使用方法不规范等问题,使得四诊特征参数信息采集结果存在较大差异,其准确性和可靠性还有待提高^[37-39]。

2.3 维度Ⅲ: 现有挖掘分析结果难显流派真实用药特色 近年来,利用数据挖掘技术在流派医家名方名药机制预测得到了广泛应用,已在中医传承领域取得了一些成果^[40-44]。吴云峰^[45]通过文献结合医案筛选吴佩衡扶阳治法优势病种并利用“中医传承辅助平台”提炼其学术思想治疗优势病种的用药规律;余娜等^[46]基于数据挖掘技术总结了湖湘欧阳氏杂病流派对其优势病种肺癌的临床用药规律;王姚曼^[47]以 IBM SPSS Modeler 18.0 统计中药频次、性味归经并挖掘关联规则,构建核心复杂网络,系统聚类后提炼龙江韩氏妇科治疗青春期崩漏的学术理念与用药模式。上述分析方法虽能在一定程度上总结学术流派在其优势病种上的用药规律,但均表现为对单一模态数据的线性挖掘,且存在明显不足。(1)关联规则置信度对顺序敏感,而流派开方先后受问诊、药味替换等影响,顺序并不固定,故高置信度规则难以真实反映用药规律^[48];(2)数据挖掘方法仅以高频中药作为聚类变量可能难以挖掘反映其学术思想和诊疗经验的特色用药,更无法探寻其内涵机制;大多数数据挖掘研究仅将高频中药作为聚类变量,而未因“高频”而被纳入聚类分析的因素数量较多,可能因某些中药本身的应用价值较低,也可能是由于地域流派用药习惯、个人经验所形成的特色用药导致此类中药在方剂群中频次不突出。虽然低频中药在大规模数据统计分析中可能因为样本量小而显得“价值有限”,但从中医流派特色和临床实践来看,这类药物往往蕴含极为重要的临床价值和流派特色。如川派火神派以“扶阳”为重而擅用大剂量附子治阳虚重症,若仅用频次分析,甘草、大枣等调和药因高频被误判为核心,反掩盖附子这一体现流派学术精髓的关键药物^[49-50]。

2.4 维度Ⅳ: 流派名方机制的模糊化与同质化 以网络药理学、分子生物学为代表的现有研究方法已成为当前深入流派名方作用机制研究的主流范式,在一定程度上促进了流派优势病种名方的作用机制研究^[51-54]。汪宗清^[55]基于网络药理学和分子对接探索云南吴氏扶阳流派治疗急性痛风性关节炎核心处方的有效成分、靶点及功能通路,初步探讨核心处方的作用机制;曲氏双香^[56]以疾病-益经汤交集靶点为数据集,构建“靶点-活性成分-药物”与蛋白质-蛋白质相互作用(PPI)网络,解析了岭南罗氏妇科益经汤治疗早发性卵巢功能不全(POI)的药效机制。然而,现有常规挖掘方法忽略了流派名方药效源于成分间多层次、多环节、多维度非线性协同,其开展的流派名方生物学作用机制研究忽略方药理论指导,研究结果呈模糊化与同质化现象,难以阐明流派方药机

制内涵。究其根源如下,(1)以网络药理学为代表的分子机制筛选本质是通过节点连接数的线性加权模型方法将复方分解为单一成分,割裂了成分间的有机关联,忽视了中药成分间的非线性交互作用,可能出现化学成分越分越细、药理活性越来越弱的情况;(2)京都基因与基因组百科全书(KEGG)通路注释的冗余性使结论缺乏特异性,难以指导精准用药,且网络药理学研究侧重计算模拟,缺乏与中医理论结合的实验验证,限制了其实际应用价值^[57-59]。(3)当前网络药理学研究普遍出现“关键成分非正常同质化”现象^[60-62],无论以何种“疾病-治法-方药”切入,均以少数相同化合物、信号通路及生物学过程作为核心靶点。若不及时揭示该同质化偏倚并修正分析方法,将会导致各疾病中药理权重被系统性高估,进而干扰复方中药质量标志物(Q-Marker)的精准遴选与质量控制。更严重的是,这种以局部靶点替代整体调控的研究范式,可能背离整体观与辨证论治所倡导的“同病异治、异病同治”科学内涵,远期将阻碍中医药网络药理学的健康发展。

2.5 维度Ⅰ到维度Ⅳ: 多维度多模态数据融合 目前,中医流派学术思想和临证经验传承的临床研究工作较少,且多是应用单一模态数据^[63]。由于中医临床辨证过程会产生四诊数据、方药数据及相关计算机生物信息学或基础实验来源等不同类型的多模态数据(声音、图像和文本等)。其数据结构类型多样,单一模态的信息难以从望闻问切四诊合参到辨证分型、遣方用药的整体、动态的过程,更无法全面体现学术流派在其优势病种上特色诊疗思维和学术思想的演绎过程。迄今为止,关于中医多模态数据融合的研究凤毛麟角,与真正实现中医多模态智能化融合仍然有较大距离^[64-68]。其主要原因如下,(1)是这些不同结构的数据之间缺乏统一的框架,存在如文本分段不明确、语法使用不当、拼写错误,以及方言使用和语义歧义等诸多问题,这些问题显著增加了数据处理和分析的复杂性^[69];(2)这些数据还面临着标准化程度低、质量参差不齐及隐私保护要求高等挑战^[70-72];(3)多模态数据涉及多个学科和技术领域,数据挖掘技术人员难以理解数据挖掘结果的医学意义,可能对中医理论和临床实践缺乏深入理解,导致挖掘出的结果难以准确解读其医学内涵^[73]。同时,中医医生可能对数据挖掘算法和模型不熟悉,影响二者之间的有效沟通和协作,进一步加剧了数据整合的复杂性。究其根本,中医诊断要素多模态融合所遇到的难点是不同模态数据之间的特征和语义存在较大差异,如何利用人工智能技术有效地将这些多模态数据进行对齐和融合,提取出有价值的信息,为中医多智能体群决策模型的构建提供规范标准的数据支撑。

3 基于多模态数据融合的川派中医优势病种多智能体群决策模型构建策略

3.1 基于流派古籍医案与智能传感的四诊要素标准化及客观化采集体系 针对维度Ⅰ和Ⅱ的中医术语标准、规范性及四诊要素采集异质性问题,首要任务是通过明确诊断要素定义、统一诊断要素清单、优化四诊采集设备及构建川派优势病种诊疗经验知识图谱,从而为智能体群决策模型奠定基础。首先应该聚焦川派优势病种,系统梳理具有各学术流派

治疗特色的、涵盖内、外、妇、儿、针灸推拿各科的优势病种名录。综合采用中医古籍、名医医案文献整理与流派专家研讨会的方式,梳理四诊的基本理论和诊断方法,精准识别四诊中的核心诊断要素,统一四诊诊断要素的名称,明确界定各项要素的定义和描述,以期建立中医诊断要素的行业标准和评价体系,为流派中医医案医话关键诊断信息的标准化处理与临床四诊要素的采集提供了前提条件。其次,针对现有采集方式存在的环境敏感度高、响应迟缓、数据准确性及可靠性不足等核心问题,引入新型智能响应材料,深度优化传感器设计与布局,建立中医四诊智能传感检测仪器系统,规范中医四诊信息的采集,全面提升数据质量。

由于川派中医的学术思想和临证思维渗透在诊疗的全过程,具体体现在接诊患者的方式、四诊的侧重点、对病机

理解、对患者治疗后反应的处理等方面。因此,针对川派中医的优势病种,基于构建的四诊采集标准,收集针对不同流派的中医优势病种,采用效佳典型病种抽样法,收集纳入中医疗效确切、具有其理论代表性的病例,应用优化的智能感知设备完成诊疗全过程多维数据收集。采用具有非结构化、探索性和深入式特点的定性访谈法,面向各流派传承人对采集的真实病案进行访谈,采用图神经网络和注意力机制、标准化与个性化平衡技术、增量学习算法等方法,总结川派中医在优势病种上的定性、定量共性技术研究方法,从辨证特点、四诊方式、核心症状、遣药组方、医嘱等多个维度进行研究,探寻其用药规律和辨证特点,构建川派优势病种诊疗经验知识图谱,为传承和发展以优势病种为核心的川派诊疗经验提供可视化证据。见图2。

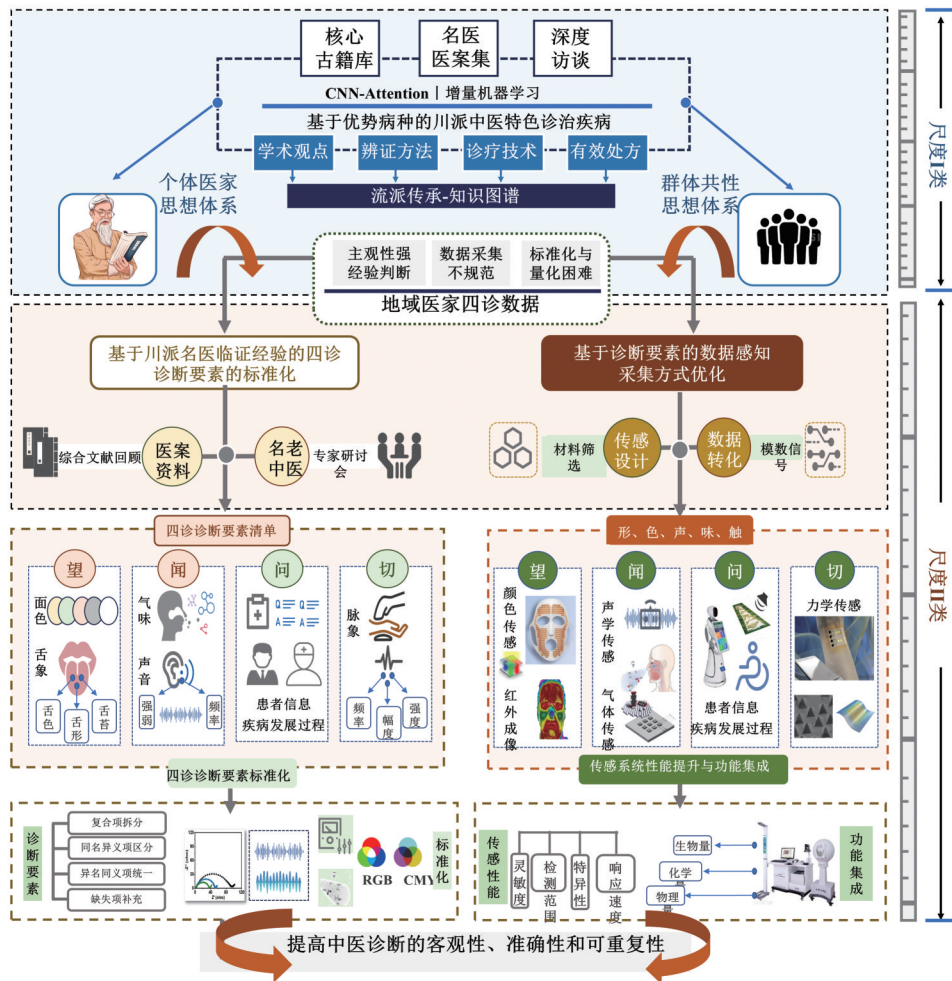


图2 基于智能感知的中医诊断要素客观化采集

Fig. 2 Objective collection of TCM diagnostic elements based on intelligent perception

3.2 川派中医优势病种核心等效成分-时空靶标群的分子图谱范式 维度Ⅲ、Ⅳ问题在于全成分平均化导致流派名方机制模糊、同质化,优势病种的真实用药特色被淹没。剥离冗余,锁定“结构清晰、含量可测、功效与原方等效”的核心成分群,方可显化流派本质^[74-76]。因此,针对流派优势病种的代表方剂,以诊断离子过滤-质谱(MS)成像-高含量成分剔除

三步策略,结合生物/化学集成表征,锚定流派优势方剂的固有成分群及候选活性成分群^[77]。在系统生物学与中医整体观指导下,用靶细胞/靶蛋白捕获-液相色谱-质谱联用技术(LC-MS)、成分缺失-捕获/谱效整合等技术,选择性剔除复方中某成分群后比较活性变化,以“部分-整体”贡献度评估筛选出一组结构清晰、疗效等效的核心成分群。确定等效成

分群后,利用多组学技术从基因、转录、蛋白和代谢等多个层面综合分析临床患者样本,构建从“成分-靶点-疾病”到“基因-蛋白-代谢物”的系统网络,深入研究活性成分机制,明确等效成分群中各成分的作用机制,并通过“动物-类器官-芯片”三位一体研究体系验证成分间的协同作用,并系统阐明经典名方“核心等效成分”在疾病全过程中的时空靶标群。具体策略如下,(1)在体内动物模型与人源类器官并行验证框架下,联合表型与多组学大数据进行双向筛选,锁定名方的核心作用靶标,并建立病理-证候双维度模型;(2)聚焦驱动疾病演进的关键生物学通路,解析名方通过亚细胞群-亚群通讯实现对靶器官功能时空特异性调控的机

制;(3)采用单细胞转录组测序(RNA-seq)、空间转录组学与空间代谢组学绘制高分辨多组学全景图谱,刻画靶器官细胞亚群异质性动态,并筛选疾病分期-证候特异的分子标志物及干预节点;(4)将患者来源类器官芯片程序化模拟关键病理状态,于感染后多个时间点精准灌注名方提取物,借助高维流式细胞术、多重免疫荧光及多因子微球阵列实时监测多种细胞功能表型及相关生物学表型的时序变化,定量评估药物对靶细胞群的功能校正效应;(5)整合纵向多组学追踪数据,解析关键代谢物-基因调控轴,评估核心等效成分-时空靶标群的系统串扰,构建可解释的分子图谱,为名方现代化与精准辨证提供机制-标志物双重证据链。见图3。

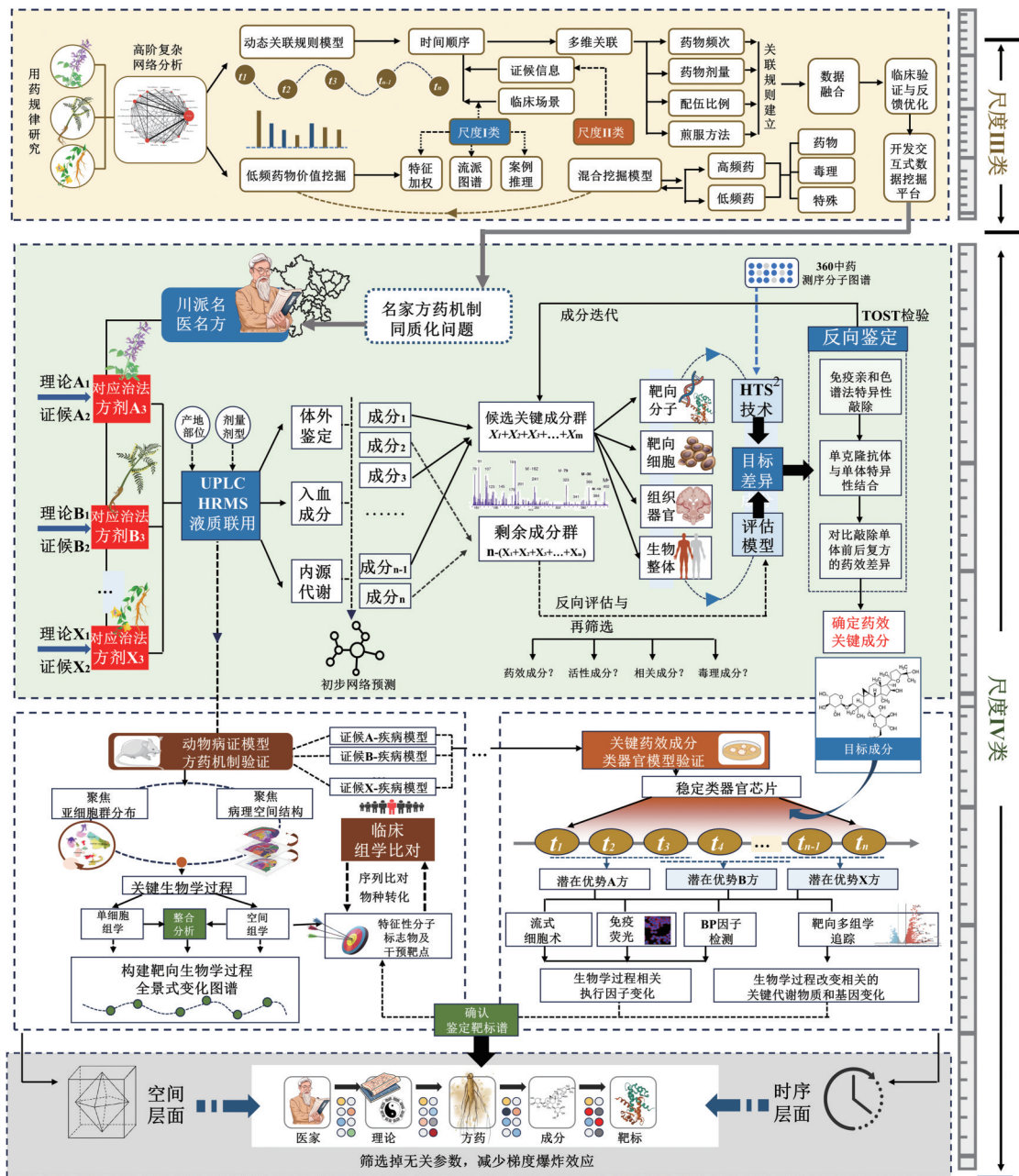


图3 以川派中医优势病种为核心的流派代表方“核心等效成分-时空靶标群”分子图谱构建模式

Fig. 3 Constructing molecular map construction mode of "core equivalent components-spatiotemporal target group" of representative schools with dominant diseases of Sichuan school as core

3.3 川派中医“宏-介-微”多维度多模态知识库 为推动多智能体群决策模型研究,需以“川派中医优势病种”为主线,构建底座为四重维度(I~IV)多模态知识库的“数据-模型”协同框架,实现维度I到IV的多维数据融合,完整呈现流派在优势病种中的诊疗思维与学术思想演化,即维度I汇集医案古籍文本,奠定AI解析语料与框架;维度II智能采集并清洗四诊数据,用基于Transformer的双向编码器表征模型(BERT)补值、特征标准化完成跨模态对齐;维度III整合临床处方与医案,挖掘各流派在选药、配伍、剂量上的特色规律;维度IV提取代表方等效成分的结构、靶点、药理及分子描述并统一量纲。随后应用交叉特征卷积神经网络(CF-CNN)交叉特征技术编码多元数据,利用主成分分析(PCA)或深度学习模型(如Multimodal Transformer)跨模态融合中医四诊

特征与等效成分群特征,构建多模态资源描述框架(RDF)三元组语义网络,为后续跨维度融合分析研究提供知识支持。依托图数据库构建涵盖宏观、介观、微观三层次的川派优势病种知识库,实现多维信息的一体化存储与动态推理。通过规则学习与图神经网络等人工智能技术,将碎片化、多样化、隐性化的川派医学知识凝练为完整、清晰、显性的知识体系,精准刻画其诊疗思维模式、决策依据及其演化规律与内在逻辑。以对比语言-图像预训练模型(CLIP)、自举式语言-图像预训练二代模型(BLIP-2)、通义千问视觉语言模型(Qwen-VL)等几大跨模态基座为顶,采用“三阶段轻量化自监督预训练+端到端双塔架构”,构建“声-像-模-数”真实世界传承库,最终建立面向川派中医优势病种的算法模型与多模态知识库。见图4、增强出版附加材料。

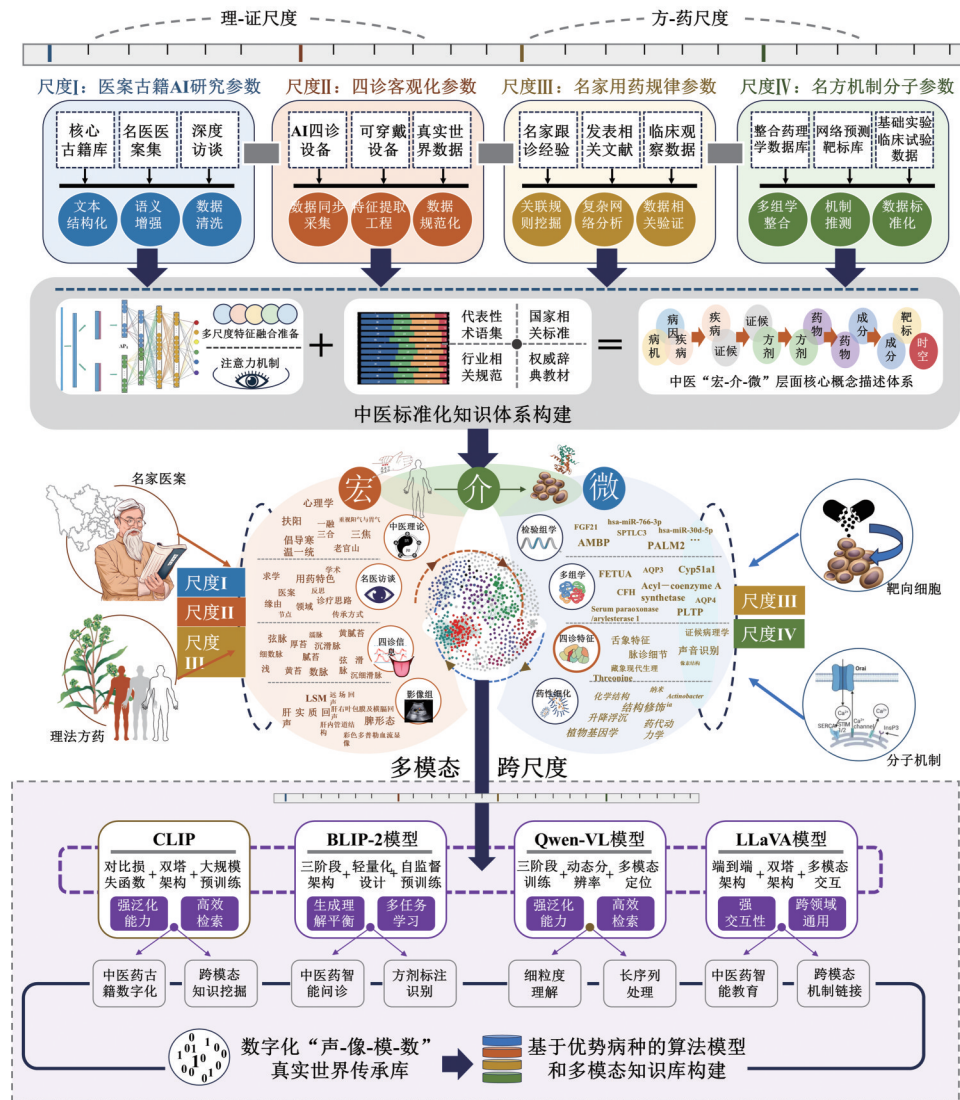


图4 跨维度“宏-介-微”多模态知识库及知识图谱融合方法

Fig. 4 Cross scale "macro medium micro" multimodal knowledge base and knowledge map fusion method

3.4 川派中医优势病种多智能体群决策模型 在传承过程中,若过分强调个性而忽略川派学术思想的共性,则会导致流派成果分散保存,不能实现资源共享和协作等问题。同

时,过分强调共性则会掩盖以川派中医为代表的独特理论体系(如命门学说、三焦腠理学说、玄府学说等)与特色诊疗技术,抑制创新思维、限制研究方向拓展,阻碍其创新发展。这

些偏向风险会导致构建川派中医优势病种多智能体跨维度群决策模型时,模型缺乏针对性,数据整合与利用困难,影响模型准确性和可靠性,因此应正确处理“个性”与“共性”关系以实现科学构建与发展。在传承和挖掘共性方面,以“流派群体共性研究策略”为总纲,运用命名实体链接与大语言模型两大技术路径,对名中医实体进行属性抽取、实体对齐与关系建模,构建“流派-实体-知识”三元网络;依托基于专家系统的经验学习和基于风控模型的决策优化手段,以多头注意力机制异构智能体近端策略优化算法(HAPPO)调控“流派-个体-病种”信息流;通过增量学习机制整合名医意见和生成综合决策,最终持续生成并优化面向具体优势病种的川派名医群体决策方案。见增强出版附加材料。

保留个性方面,在“典型个性流派研究策略”框架下,通过医案研究、临床研究与基础研究3条路径提炼名老中医的辨证思路与诊断要点,从而明确个性化诊断目标;将目标交由具备感知、记忆、规划、工具、学习、反馈、执行与行动8大能力的智能体Agent完成决策与执行闭环,生成“宏-介-微”多模态整合数据库,并反向增强优化任务决策执行-智能体Agent,输出可直接指导临床的川派名医个性化诊疗方案。最终,将“川派名医的群体决策方案”与“川派名医的个性化诊疗方案策略”两条路径并行输入并生成“原始大模型”,通过人类评分、奖励模型训练机制、强化学习等微调语言模型,最终融合成诊断-治疗-疗效-预警评价一体化的闭环系统,完成川派智能化现代诊疗模式的构建。见图5。

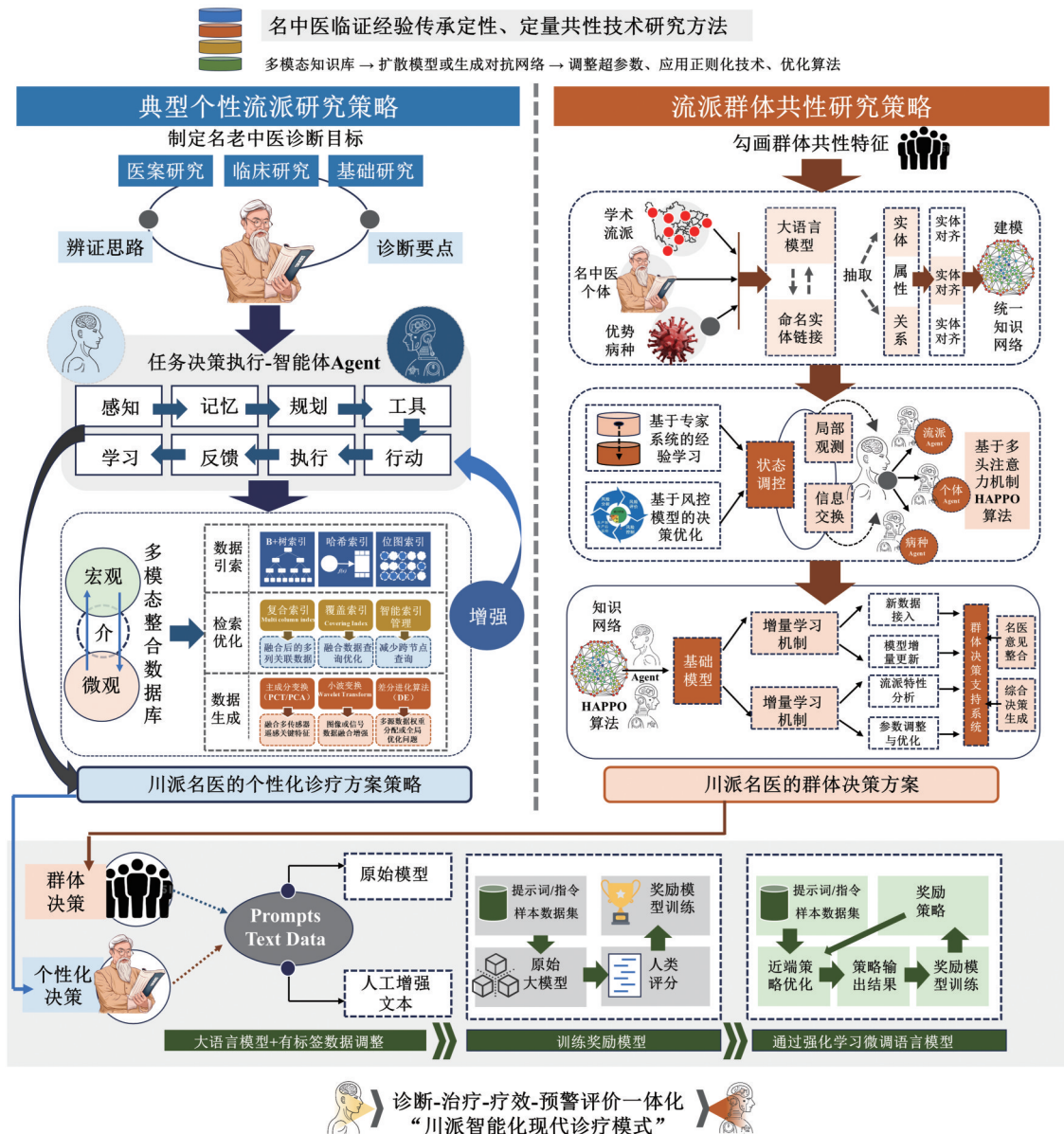


图5 基于生成式人工智能的川派中医优势病种多智能体群决策模型

Fig. 5 Building a multi-agent group decision-making model of Sichuan traditional Chinese medicine based on generative artificial intelligence

4 结语

近年来,川派中医的传承正面临“经验难以标准化、优势难以数据化、机制难以现代化”的三重困境。一方面,中医诊断要素缺乏统一规范,智能采集设备在灵敏度与通用性上滞后,使得“望闻问切”四诊信息难以高质量数字化;另一方面,川派医案多模态数据(文本、图像、信号、化学谱等)格式异构、尺度不一,传统单模态挖掘技术只能做线性映射,无法还原“病-证-靶点”网络的非线性交互,临床解释力薄弱。导致了传承工作长期停留在医案整理、方药归纳和诊疗技术总结层面,川派在优势病种上的独特用药价值与深层机制始终“藏在经验里”,难以被现代科学与产业话语体系识别、放大和转化。为破解这一瓶颈,需要把“经验”转化为“数据”,把“数据”提炼为“知识”,再把“知识”回输给临床。本研究以“优势病种”为切入点,首先用系统综述+德尔菲法对川派各支派的病种谱系与诊断要点做标准化“对齐”,形成可共享、可演化的“最小公倍数”规范;同时研发多模态传感阵列的四诊智能感知系统,让“望闻问切”从主观描述升级为高保真、高灵敏、可溯源的数字信号,解决“标准化与客观化缺失、异质性强”等老大难问题。值得注意的是本研究不再走“单模态、单尺度、单终点”的老路,而是构建“动态多维度-全频次药物价值发现-多源知识融合”的三元驱动闭环平台:一方面用AI算法在川派海量医案、本草、组方、代谢组、化学谱之间做跨尺度关联,实时实现“人-病-证-方-成分-靶点”的动态映射;另一方面用现代分离分析技术+“动物模型-类器官-芯片”三位一体实验框架,对经典名方进行“化学空间”拆分与“时空靶标”验证,锁定真正起效的“核心等效成分群”,让“验方”变成“确证”。最终,所有数据、知识与实验证据将汇入一个跨尺度“宏观-介观-微观”多模态知识图谱,既保留川派共性规律(理法方药),又兼容各支派异质性特征(地域、家传、流派经验)。在此基础上,开发多智能体协同决策模型,实现理法方药的深度知识发现及其现代化、数字化与智能化传承,最终完成川派优势病种从“经验传承”到“数字传承”再到“智能传承”的现代化跃迁。

[利益冲突] 本文不存在任何利益冲突。

[参考文献]

- [1] 罗文攸. 明至民国时期四川道地中药材的产地分布研究[D]. 贵阳:贵州师范大学, 2023.
LUO W W. Study on the origin and distribution of authentic Chinese herbs in Sichuan province from Ming dynasty to the Republic of China[D]. Guiyang: Guizhou Normal University, 2023.
- [2] 倪林英,陈铁柱,方清茂. 不同历史时期本草著作中四川省道地药材分布的演变[J]. 中国中药杂志, 2021, 46(6): 1564-1573.
NI L Y, CHEN T Z, FANG Q M. Evolution of Sichuan Dao-di herbs recorded in ancient works of materia medica of different historical periods[J]. China J Chin Mater Med, 2021, 46(6): 1564-1573.
- [3] 和中浚,江花,王丽. 川派中医学术特色研究[J]. 南京中医药

大学学报:社会科学版, 2022, 23(6): 371-379.

HE Z J, JIANG H, WANG L. Research on the academic characteristics of Sichuan Chinese medical school[J]. J Nanjing Univ Tradit Chin Med Soc Sci Ed, 2022, 23(6): 371-379.

[4] 谢晶杰,周水涵,曾言敏,等. 四川文氏皮外科流派外丹的传承与临证经验[J]. 中华中医药杂志, 2025, 40(3): 1033-1036.

XIE JJ, ZHOU S H, ZENG Y M, et al. Inheritance and clinical experience of Sichuan WENS' dermatologic surgery school of external alchemy[J]. China J Tradit Chin Med Pharm, 2025, 40(3): 1033-1036.

[5] 何金室,朱家恒,何玉华. 基于“因地制宜”理论探讨川派名中医论治IgA肾病学术经验[J]. 中华养生保健, 2024, 42(9): 166-169.

HEJS, ZHUJH, HE Y H. Discussion on the academic experience of Sichuan School famous Chinese medicine in treating IgA nephropathy based on the theory of "adapting to local conditions" [J]. Chin Healthc, 2024, 42(9): 166-169.

[6] 叶晟桢,陈明岭,肖敏,等. 川派皮科名老中医治疗慢性皮肤溃疡经验[J]. 中华中医药杂志, 2024, 39(8): 4103-4106.

YE S Z, CHEN M L, XIAO M, et al. Experience of dermatology famous traditional Chinese medicine doctors of Sichuan school in treating chronic skin ulcer[J]. China J Tradit Chin Med Pharm, 2024, 39(8): 4103-4106.

[7] 李新宇,袁倩,朱风雷,等. 人工智能在临床中的应用现状与未来展望[J]. 中国临床研究, 2025, 38(5): 657-662.

LI X Y, YUAN Q, ZHU F L, et al. Current status and future prospects of the application of artificial intelligence in clinical practice[J]. Chin J Clin Res, 2025, 38(5): 657-662.

[8] 杨涛,任海燕,周作建,等. 人工智能赋能中医高质量发展面临的问题与挑战[J]. 南京中医药大学学报, 2024, 40(12): 1285-1290.

YANG T, REN H Y, ZHOU Z J, et al. Issues and challenges in the AI-empowered high-quality development of traditional Chinese medicine[J]. J Nanjing Univ Tradit Chin Med, 2024, 40(12): 1285-1290.

[9] 凌金忠,鄯峦,王振国. 当代地域性中医学流派相关研究的可视化分析[J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2025, 27(4): 1084-1094.

LING JZ, GAO G, WANG Z G. Visual analysis of research on contemporary regional schools of traditional Chinese medicine [J]. Mod Tradit Chin Med Mater Med World Sci Technol, 2025, 27(4): 1084-1094.

[10] 林欣,王兆娟,李洁,等. 建构主义视角下中医学流派文化渊源与发展规律探索[J]. 中医杂志, 2024, 65(8): 769-774.

LIN X, WANG Z J, LI J, et al. Exploring the cultural origins and developmental patterns of academic schools in traditional Chinese medicine from a constructivist perspective[J]. J Tradit Chin Med, 2024, 65(8): 769-774.

[11] 王庆其. 关于中医学流派传承研究的若干问题刍议[J]. 中医文献杂志, 2013, 31(3): 36-38.

WANG Q Q. A brief discussion on several issues on the inheritance of academic school of traditional Chinese medicine

- [J]. *J Tradit Chin Med Lit*, 2013, 31(3): 36-38.
- [12] 黄黄. 当代川派中医及其分支学派概述[J]. 中国中医药图书情报杂志, 2019, 43(2): 71-76.
HUANG H. Review of contemporary Sichuan traditional Chinese medicine and its branch schools[J]. *Chin J Libr Inf Sci Tradit Chin Med*, 2019, 43(2): 71-76.
- [13] 段占祺, 刘哈, 韩旭, 等. 基于大数据的四川省中医优势病种分析[J]. 中国数字医学, 2017, 12(4): 16-18, 22.
DUAN Z Q, LIU H, HAN X, et al. Analysis on the dominant diseases of traditional Chinese medicine in Sichuan province based on big data[J]. *China Digit Med*, 2017, 12(4): 16-18, 22.
- [14] 张冷杉. 基于地域的温病医案文献整理与评述[D]. 北京: 中国中医科学院, 2022.
ZHANG L S. Review and colation on medical case literature of warm diseases based on different region[D]. Beijing: China Academy of Chinese Medical Sciences, 2022.
- [15] 伍倩, 朱江, 边家蕊, 等. 基于医案探讨《外台秘要》中茯苓的应用特色[J]. 现代中医药, 2025, 45(3): 36-39.
WU Q, ZHU J, BIANJR, et al. Exploration of the application characteristics of *Poria cocos* in *Wai Tai Mi Yao* based on medical cases[J]. *Mod Chin Med*, 2025, 45(3): 36-39.
- [16] 郭逸文, 付广威, 桑希生. 华岫云医案整理思维模式对构建结构中医学的启示[J]. 山东中医杂志, 2025, 44(6): 632-636.
GUO Y W, FU G W, SANG X S. Enlightenment of HUA Xiuyun's thinking mode in medical case arrangement on the construction of structural traditional Chinese medicine [J]. *Shandong J Tradit Chin Med*, 2025, 44(6): 632-636.
- [17] 易应萍, 张志强, 王强. 基于自然语言处理技术的医学命名实体解析研究[J]. 中国数字医学, 2018, 13(12): 20-22.
YI Y P, ZHANG Z Q, WANG Q. Analytical research on the medical name entity based on the natural language processing technology[J]. *China Digit Med*, 2018, 13(12): 20-22.
- [18] 王丁. 关于自然语言处理技术的分析与研究[J]. 科技创新导报, 2020, 17(7): 141-142.
WANG D. Analysis and research on natural language processing technology[J]. *Sci Technol Innov Her*, 2020, 17(7): 141-142.
- [19] 牛宇翔, 葛珊衫, 王力华. 从传统自然语言处理到大语言模型电子病历生成技术的探索[J]. 医学信息学杂志, 2025, 46(3): 79-83, 101.
NIU Y X, GE S Y, WANG L H. Exploration and research of electronic medical record generation technology from traditional natural language processing to large language model[J]. *J Med Inform*, 2025, 46(3): 79-83, 101.
- [20] 周璐. 基于深度学习与NLP语言模型的中医“理法方药”信息智能提取模型建模研究[D]. 北京: 北京中医药大学, 2022.
ZHOU L. Study on modeling of intelligent information extraction model of TCM 'principle-method-recipe-medicine' based on deep learning and NLP language model [D]. Beijing: Beijing University of Chinese Medicine, 2022.
- [21] 张璐瑶, 束建华, 王鹏, 等. 多特征融合的中医古籍医案命名实体识别研究[J]. 医学信息学杂志, 2024, 45(11): 50-58.
ZHANG L Y, SHUJH, WANG P, et al. Named entity recognition of traditional Chinese medicine ancient records based on multi-feature fusion[J]. *J Med Inform*, 2024, 45(11): 50-58.
- [22] 马月坤, 崔漠晓. 面向中医医案的事件抽取方法研究[J]. 河北科技大学学报, 2025, 46(2): 141-150.
MA Y K, CUI M X. Research on event extraction methods for medical records of traditional Chinese medicine[J]. *J Hebei Univ Sci Technol*, 2025, 46(2): 141-150.
- [23] 刘丽莉, 李明, 罗晓兰, 等. 基于自然语言处理智能技术的中医学术语研究文献计量分析[J]. 上海中医药杂志, 2024, 58(7): 1-6, 14.
LIU L L, LI M, LUO X L, et al. Bibliometric analysis of traditional Chinese medicineterminology research based on natural language processing technologies[J]. *Shanghai J Tradit Chin Med*, 2024, 58(7): 1-6, 14.
- [24] 徐继伟. 自然语言处理技术在生物信息学中的应用[J]. 生物信息学, 2006, 4(1): 41-44.
XU JW. Applications of natural language processing techniques to bioinformatics[J]. *Chin J Bioinform*, 2006, 4(1): 41-44.
- [25] 马捷, 吴文玲, 孙恒宇, 等. 中医诊疗知识库术语规范化研究[J]. 图书情报工作, 2021, 65(2): 17-26.
MA JIE, WU W L, SUN H Y, et al. Study on the standardization of terms in TCM diagnosis and treatment knowledge base[J]. *Libr Inf Serv*, 2021, 65(2): 17-26.
- [26] 吴文玲. 面向中医诊疗知识库的术语规范化研究[D]. 长春: 吉林大学, 2021.
WU W L. Research on terminology standardization for TCM diagnosis and treatment knowledge base[D]. Changchun: Jilin University, 2021.
- [27] 朱建平. 中医术语规范化与中医现代化国际化[J]. 中华中医药杂志, 2006, 21(1): 6-8.
ZHUIJP. Standardization of terms of traditional Chinese medicine (TCM) and modernization and internationalization of TCM[J]. *China J Tradit Chin Med Pharm*, 2006, 21(1): 6-8.
- [28] 张钰莹, 周华, 詹松华, 等. 中医四诊新技术的应用及研究进展[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2021, 27(1): 83-86.
ZHANG Y Y, ZHOU H, ZHAN S H, et al. Application and research progress on new technology of four diagnosis in traditional Chinese medicine[J]. *Chin Comput Med Imaging*, 2021, 27(1): 83-86.
- [29] 潘万旗, 邓素玲, 杨英豪, 等. 关于中医药标准化的思考[J]. 中医学报, 2015, 30(6): 795-797.
PAN W Q, DENG S L, YANG Y H, et al. Standardization of Chinese medicine thinking[J]. *Acta Chin Med*, 2015, 30(6): 795-797.
- [30] 李传朋, 董兴鲁, 冯路达, 等. 基于真实世界数据特点构建中医临床信息采集模式的对策[J]. 世界中医药, 2023, 18(13): 1822-1826.
LI C P, DONG X G, FENG L D, et al. Development of a clinical information collection pattern of traditional Chinese medicine based on the characteristics of real-world data[J]. *World Chin Med*, 2023, 18(13): 1822-1826.
- [31] 刘子国, 钟杰. 基于数据仓库的公立医院高质量发展指标质控

- 模式研究[J]. 中国卫生质量管理, 2025, 32(2): 26-29.
- LIU Z G, ZHONG J. Research on quality control mode of high-quality development indicators in public hospitals based on data warehouse[J]. Chin Health Qual Manag, 2025, 32(2): 26-29.
- [32] 桂朋. 医学信息计算机处理的数据规范化浅析[J]. 数字技术与应用, 2025, 43(6): 205-207.
- GUI P. Analysis of data standardization for computer processing of medical information[J]. Digit Technol Appl, 2025, 43(6): 205-207.
- [33] 齐惠颖, 郭建光. 基于CDISC标准的多源临床研究数据整合关键技术与实现[J]. 数据分析与知识发现, 2018, 2(5): 88-93.
- QI H Y, GUO J G. Integrating multi-source clinical research data based on CDISC standard[J]. Data Anal Knowl Discov, 2018, 2(5): 88-93.
- [34] 焦逸, 何庆勇, 曾凤, 等. 人工智能实现中医四诊的发展现状、问题及解决路径[J]. 中华中医药学刊, 2025, 43(11): 16-20.
- JIAO Y, HE Q Y, ZENG F, et al. The development status, problems and solutions of artificial intelligence to realize the four diagnoses of traditional Chinese medicine[J]. Chin Arch Tradit Chin Med, 2025, 43(11): 16-20.
- [35] 亢泽峥, 赵林华, 薛崇祥, 等. 中医四诊现代化研究进展[J]. 世界中医药, 2025, 20(2): 354-359.
- KANG Z Z, ZHAO L H, XUE C X, et al. Research progress on modernization of the four diagnostic methods in traditional Chinese medicine[J]. World Chin Med, 2025, 20(2): 354-359.
- [36] 张世祺, 孙宇衡, 戚楠星, 等. 中医四诊客观化与智能化研究进展[J]. 中医药导报, 2023, 29(6): 170-174.
- ZHANG S Q, SUN Y H, XIAN N X, et al. Research progress on objectification and intelligence of TCM four examinations[J]. Guid J Tradit Chin Med Pharm, 2023, 29(6): 170-174.
- [37] 童康, 唐文, 王志斌, 等. 基于学科交叉背景探讨中医四诊设备研发的问题和发展策略[J]. 中华中医药杂志, 2024, 39(11): 5681-5684.
- TONG K, TANG W, WANG Z B, et al. Discussion of research problem and development strategy of four diagnosis equipment of traditional Chinese medicine based on interdisciplinary background[J]. China J Tradit Chin Med Pharm, 2024, 39(11): 5681-5684.
- [38] 王睿清, 范赵翔, 王春颖, 等. 中医四诊数字化采集技术的研究现状[J]. 中医杂志, 2013, 54(1): 77-80.
- WANG R Q, FAN Z X, WANG C Y, et al. Research status of digital acquisition technology for TCM four examinations[J]. J Tradit Chin Med, 2013, 54(1): 77-80.
- [39] 廉坤, 王学琴, 谭朵廷, 等. 基于人工智能探讨中医诊断的现代化发展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2026, 32(9): 336-346.
- LIAN K, WANG X Q, TAN D Y, et al. Explore the modern development of traditional Chinese medicine diagnosis based on artificial intelligence[J]. Chin J Exp Tradit Med Form, 2026, 32(9): 336-346.
- [40] 刘绍毓, 李弼程, 郭志刚, 等. 实体关系抽取研究综述[J]. 信息工程大学学报, 2016, 17(5): 541-547.
- LIU S Y, LI B C, GUO Z G, et al. Review of entity relation extraction[J]. J Inf Eng Univ, 2016, 17(5): 541-547.
- [41] 骆瑞玲, 姚新成, 罗茂艳, 等. 基于数据挖掘分析温病派治疗胃痛用药规律[J]. 中国中医药图书情报杂志, 2024, 48(6): 73-77.
- LUO R L, YAO X C, LUO M Y, et al. Exploration on the medication law of the warm pathogen diseases for treating stomach pain based on data mining methods[J]. Chin J Libr Inf Sci Tradit Chin Med, 2024, 48(6): 73-77.
- [42] 丁炎霖. 长安米氏内科流派名中医治疗糖尿病肾病的数据挖掘研究[D]. 咸阳: 陕西中医药大学, 2024.
- DING Y L. Data mining study on the treatment of diabetic nephropathy by famous Chinese medicine of Chang'an Mi school of internal medicine[D]. Xianyang: Shaanxi University of Chinese Medicine, 2024.
- [43] 唐艳雅. 小儿厌食症中医古籍及岭南儿科杜明昭流派用药规律分析[D]. 广州: 广州中医药大学, 2023.
- TANG Y Y. The study of syndrome differentiation and medication in ancient Chinese medical books and Du Mingzhao school in Lingnan Pediatrics of anorexia in children[D]. Guangzhou: Guangzhou University of Chinese Medicine, 2023.
- [44] 罗倩. 基于中医传承辅助平台挖掘川派文氏皮科治疗慢性荨麻疹用药规律及学术思想的研究[D]. 成都: 成都中医药大学, 2021.
- LUO Q. Study on medication rules and academic thoughts of Sichuan Wen's dermatology based on the traditional Chinese medicine inheritance support system[D]. Chengdu: Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, 2021.
- [45] 吴云峰. 吴佩衡扶阳学术思想治疗优势病种的用药规律研究[D]. 昆明: 云南中医学院, 2018.
- WU Y F. Study on the medication rule of the dominant disease of Wu Pei Heng Fu Yang academic thought[D]. Kunming: Yunnan University of Traditional Chinese Medicine, 2018.
- [46] 余娜, 王芬, 陈巧巧, 等. 基于数据挖掘、网络药理学和分子对接技术探讨湖湘欧阳氏杂病流派治疗肺癌的临床用药机制[J]. 中药新药与临床药理, 2022, 33(8): 1071-1082.
- YU N, WANG F, CHEN Q Q, et al. Exploration of mechanism of Huxiang OUYANG's genre of miscellaneous diseases on treating lung cancer based on data mining, network pharmacology and molecular docking[J]. Tradit Chin Drug Res Clin Pharmacol, 2022, 33(8): 1071-1082.
- [47] 王姚鳗. 基于数据挖掘探讨龙江韩氏妇科流派治疗青春期崩漏的用药规律及经验总结[D]. 哈尔滨: 黑龙江中医药大学, 2024.
- WANG Y Y. Exploring the medication pattern and experience of Longjiang Han's gynecological school in treating pubertal collapse and leakage based on data mining[D]. Harbin: Heilongjiang University of Traditional Chinese Medicine, 2024.
- [48] 柳青. 数据挖掘中关联规则算法及其在医学数据中的应用[C]//2007年中华医院信息网络大会论文集, 成都, 2007: 529-534.
- LIU Q. Application of association rule algorithm in data mining and medical data[C]//Proceedings of 2007 China Hospital Information Network Conference, Chengdu, 2007: 529-534.
- [49] 邓澳林, 王连奉, 徐晓琴, 等. 基于火神派思想结合三因制宜学

- 说的中医扶阳理论研究[J]. 中国民间疗法, 2024, 32(21): 11-14.
DENG A L, WANG L F, XU X Q, et al. Study on TCM Fuyang theory based on fire god school thought combined with three-cause suitability theory[J]. China's Naturopathy, 2024, 32(21): 11-14.
- [50] 李楠, 万芳. 浅谈中医“火神派”[J]. 中国中医基础医学杂志, 2011, 17(10): 1066-1067.
LI N, WAN F. Discussion on "Huoshenpai" of traditional Chinese medicine[J]. Basic Chin Med, 2011, 17(10): 1066-1067.
- [51] 李梢, 肖伟. 网络药理学应用于中药新药研发专家共识总论[J]. 中国中药杂志, 2024, 49(18): 5055-5068.
LI S and XIAO W. General expert consensus on application of network pharmacology in research and development of new traditional Chinese medicine drugs[J]. China J Chin Mater Med, 2024, 49(18): 5055-5068
- [52] 庄延双, 蔡宝昌, 张自力. 网络药理学在中药研究中的应用进展[J]. 南京中医药大学学报, 2021, 37(1): 156-160.
ZHUANG Y S, CAI B C, ZHANG Z L. Application progress of network pharmacology in traditional Chinese medicine research [J]. J Nanjing Univ Tradit Chin Med, 2021, 37(1): 156-160.
- [53] 陶嘉磊, 汪受传, 陈彦臻, 等. 中药复方网络药理学研究述评[J]. 中华中医药杂志, 2019, 34(9): 3903-3907.
TAO J L, WANG S C, CHEN Y Z, et al. Review on the research in network pharmacology of traditional Chinese medicine compound[J]. China J Tradit Chin Med Pharm, 2019, 34(9): 3903-3907
- [54] 何天雨, 王璐, 李林, 等. 基于UPLC-Q-TOF-MS/MS技术的经典名方竹茹汤化学成分鉴定及网络药理学研究[J]. 中国中药杂志, 2022, 47(19): 5235-5245.
HE T Y, WANG L, LI L, et al. Identification of chemical components based on UPLC-Q-TOF-MS/MS and network pharmacology of Zhuru decoction[J]. China J Chin Mater Med, 2022, 47(19): 5235-5245.
- [55] 汪宗清. 云南吴氏扶阳流派治疗 AGA 组方规律及核心处方网络药理学研究[D]. 昆明: 云南中医药大学, 2021.
WANG Z Q. Study on the regularity of Wu Fuyang Academic School in Yunnan of treating the acute gout arthritis and explore the mechanism base on network pharmacology[D]. Kunming: Yunnan University of Traditional Chinese Medicine, 2021.
- [56] 曲氏双香. 岭南罗氏妇科治疗 POI 的用药规律及其常用方益经汤的网络药理学研究[D]. 广州: 广州中医药大学, 2021.
QU S S X (Khuc Thi Song Huong). The discussion of Lingnan Luo's gynecology on drug rules and the network pharmacology of Yijing decoction in the treatment of POI[D]. Guangzhou: Guangzhou University of Chinese Medicine, 2021.
- [57] 方坚松. 关于网络药理学未来发展趋势的探讨与建议[J]. 中国药理学与毒理学杂志, 2023, 37(z1): 1.
FANGJ S. Chinese journal of pharmacology and toxicology[J]. Chin J Pharm Toxicol, 2023, 37(z1): 1.
- [58] 苏式兵. 网络药理学研究发展的问题和对策[J]. 中国药理学与毒理学杂志, 2023, 37(z1): 5.
SU S B. Problems and countermeasures in the development of network pharmacology research[J]. Chin J Pharm Toxicol, 2023, 37(z1): 5.
- [59] 孟凡翠, 汤立达. 中药网络药理学研究中存在的问题与发展展望[J]. 中草药, 2020, 51(8): 2232-2237.
MENG F C, TANG L D. Challenges and prospect in research of Chinese materia medica network pharmacology[J]. Chin Tradit Herbal Drugs, 2020, 51(8): 2232-2237.
- [60] 曾鹏, 周航. 网络药理学“异病-异方”关键成分筛选同质化现象思考[J]. 中国实验方剂学杂志, 2022, 28(18): 177-191.
ZENG P, Zhou H. Homogenization of key components screening of "different diseases and different prescriptions" in network pharmacology[J]. Chin J Exp Tradit Med Form, 2022, 28(18): 177-191.
- [61] 程钰, 沈翊康, 韦婉, 等. 网络药理学在中医药研究中的困境——我们该何去何从?[J]. 环球中医药, 2024, 17(7): 1446-1452.
CHENG Y, SHEN Y K, WEI W, et al. The challenges of network pharmacology in traditional Chinese medicine research: Where should we go?[J]. Global Tradit Chin Med, 2024, 17(7): 1446-1452.
- [62] 谢成志, 任建勋. 中药及复方功效的网络药理学研究与思考[J]. 中国实验方剂学杂志, 2024, 30(1): 198-207.
XIE C Z, REN J X. Network pharmacology in research on efficacy of traditional Chinese medicine and compound prescriptions[J]. Chin J Exp Tradit Med Form, 2024, 30(1): 198-207.
- [63] 张宇飞, 张高魁, 郝阳泉, 等. 长安郭氏骨伤学术流派经方三花膏联合塞来昔布治疗早期寒湿痹阻型膝关节关节炎的临床研究[J]. 时珍国医国药, 2022, 33(1): 157-159.
ZHANG Y F, ZHANG G K, HAO Y Q, et al. Clinical study on the treatment of early knee osteoarthritis with cold-dampness obstruction type by Sanhua ointment combined with celecoxib [J]. Lishizhen Med Mater Med Res, 2022, 33(1): 157-159.
- [64] 吴恙, 张竹绿, 于彤, 等. 基于多模态的智能中医体质推荐系统构建研究[J]. 中国数字医学, 2025, 20(6): 85-91.
WU Z, ZHANG Z L, YU T, et al. Research on the construction of intelligent TCM constitution recommendation system based on multimodality[J]. China Digit Med, 2025, 20(6): 85-91.
- [65] 林树元, 黄慧雯, 刘畅, 等. 大模型视角下中医四诊合参的认知机制与多模态研究方法[J]. 中华中医药杂志, 2025, 40(1): 97-102.
LIN S Y, HUANG H W, LIU C, et al. Cognitive mechanisms and multimodal research methodologies of traditional Chinese medicine diagnostics under the large language model perspective [J]. China J Tradit Chin Med, 2025, 40(1): 97-102.
- [66] 肖雯迪, 朱龙, 王洋, 等. 中医望诊多模态融合技术的应用与思考[J]. 中医杂志, 2024, 65(17): 1741-1746.
XIAO W D, ZHU L, WANG Y, et al. Application and thinking on multimodal fusion technology of traditional Chinese medicine inspection[J]. J Tradit Chin Med, 2024, 65(17): 1741-1746.
- [67] 邹源, 谈玉平. 大语言模型与多模态模型在临床医学中的应用与挑战[J]. 广西科学, 2025, 32(1): 88-95.
ZOU Y, TAN Y P. Application and challenges of large language

- models and multimodal models in clinical medicine[J]. *Guangxi Sci*, 2025, 32(1): 88-95.
- [68] 李欣桐, 马素芬, 张丰聪, 等. 中医药领域大语言模型的研究进展与应用前景[J]. *南京中医药大学学报*, 2024, 40(12): 1393-1403.
LI X T, MA S F, ZHANG F C, et al. Research progress and application prospect of large language model in the traditional Chinese medicine[J]. *J Nanjing Univ Tradit Chin Med*, 2024, 40(12): 1393-1403.
- [69] 石文艳. 面向名医传承的临床多模态数据集采集与分析[D]. 北京: 中国中医科学院, 2024.
SHI W Y. Clinical multi-modal data for famous doctor inheritance integrated acquisition and analysis [D]. Beijing: China Academy of Chinese Medical Sciences, 2024.
- [70] 周学锋, 冯哲, 王聪慧, 等. 大数据驱动中西医结合标准术语建设挑战与应对策略[J]. *中国中西医结合杂志*, 2025, 45(5): 526-531.
ZHOU X F, FENG Z, WANG C H, et al. Challenges and strategies in developing big data-driven standardized terminology for integrated Chinese and western medicine[J]. *Chin J Integr Tradit West Med*, 2025, 45(5): 526-531.
- [71] 汤雅琳, 王焯. 名老中医经典医案在医院数据中心的标准化与共享研究[J]. *大众标准化*, 2025(1): 137-139.
TANG Y L, WANG Y. Standardization and sharing of classic medical records of famous old Chinese medicine in hospital data center[J]. *Pop Stand*, 2025(1): 137-139.
- [72] 郭丽娜, 闫鹏飞, 杨佳澄. 医院信息化管理实践中智能中医辅助系统的安全与隐私保护策略研究[J]. *甘肃医药*, 2023, 42(11): 1027-1029.
GUO L N, YAN P F, YANG J C. Research on security and privacy protection strategies of intelligent traditional Chinese medicine auxiliary system in hospital informatization management practice [J]. *Gansu Med J*, 2023, 42(11): 1027-1029
- [73] 庞华鑫. 面向多种模态数据的图表示学习研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2024.
PANG H X. Research on graph representation learning for multiple modal data [D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2024.
- [74] 杨华, 齐炼文, 李会军, 等. 以“等效成分群”为标示量的中药质量控制体系的构建[J]. *世界科学技术—中医药现代化*, 2014, 16(3): 510-513.
YANG H, QI L W, LI H J, et al. "Bioactive equivalent combinatorial components" as defined labeled amount of active constituents for quality control of traditional Chinese medicines [J]. *Mod Tradit Chin Med Mater Med World Sci Technol*, 2014, 16(3): 510-513.
- [75] 周昱杉, 梁洁, 信晨曦, 等. 中药复方制剂质量评价方法[J]. *中华中医药学刊*, 2019, 37(3): 589-592.
ZHOU Y S, LUANG J, XIN C X, et al. Discussion on the quality evaluation method of traditional Chinese medicine compound preparations [J]. *Chin Arch Tradit Chin Med*, 2019, 37(3): 589-592.
- [76] 杨东风, 梁宗锁. 基于有效成分比例一致性的三维多组分中药质量评价研究——以丹参为例[J]. *中国中药杂志*, 2022, 47(11): 3118-3124.
YANG D F, LIANG Z S. Three-dimensional multi-component quality evaluation of Chinese medicine based on proportion consistency of active components: A study of *Salvia miltiorrhiza* [J]. *China J Chin Mater Med*, 2022, 47(11): 3118-3124.
- [77] LIU P, YANG H, LONG F, et al. Bioactive equivalence of combinatorial components identified in screening of an herbal medicine [J]. *Pharm Res*, 2014, 31(7): 1788-1800.

[责任编辑 顾雪竹]