

面向中医药科研知识服务的用户兴趣模型*

杨 凤 毕 磊 高 博 贾李蓉 种子懿 谢云霏

(中国中医科学院中医药信息研究所 北京 100700)

[摘要] 目的/意义 针对中医药科研用户在泛知识环境下精确获取知识的迫切需求, 构建用户兴趣模型, 助力中医药科研事业创新发展。方法/过程 基于对中医药各领域、各层次科研人员的问卷调查和半结构访谈, 提炼用户兴趣模型的主要维度; 利用扎根理论深入分析访谈资料, 确定核心类别, 构建理论框架。结果/结论 面向中医药科研知识服务的用户兴趣模型包括科研用户画像、知识获取等 6 个核心类别, 涵盖中医药科研基本流程和重要环节。该模型旨在强化知识获取与应用能力, 提高科研效率, 将用于搭建知识服务平台, 为中医药科研人员提供精准、智能、个性化的信息资源与知识服务。

[关键词] 中医药; 科研; 用户兴趣模型; 知识服务; 访谈

[中图分类号] R-058 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.3969/j.issn.1673-6036.2025.01.015

The User Interest Model for Knowledge Services of Traditional Chinese Medicine Research

YANG Feng, BI Lei, GAO Bo, JIA Lirong, CHONG Ziyi, XIE Yunfei

Institute of Information on Traditional Chinese Medicine, China Academy of Chinese Medical Science, Beijing 100700, China

[Abstract] **Purpose/Significance** Aiming at the urgent need of traditional Chinese medicine (TCM) research users to acquire knowledge accurately in the ubiquitous knowledge environment, a user interest model is constructed to help the innovative development of TCM research.

Method/Process The main dimensions of the user interest model are extracted through the questionnaire survey and semi-structured interview of researchers in various fields and levels of TCM. Based on the grounded theory, the interview data are analyzed deeply, the core categories are determined, and the theoretical framework is constructed. **Result/Conclusion** The model encompasses 6 core categories, such as researcher portrait and knowledge acquisition, covering the basic procedures and important links of TCM research. This model aims to strengthen knowledge acquisition and application, improve the efficiency of scientific research, and will be used to build a knowledge service platform to provide accurate, intelligent and personalized information resources and knowledge services for TCM researchers.

[Keywords] traditional Chinese medicine; research; user interest model; knowledge service; interview

1 引言

中医药科研作为传承与创新我国传统医学精髓的重要阵地, 正迎来前所未有的发展机遇, 同时也面临着诸多挑战。中医药知识体系庞杂, 经典文献与现代研究成果交织, 导致科研人员在知识获取过程中常遇到信息过载、资源分散、相关性不足等问

[修回日期] 2024-09-18

[作者简介] 杨凤, 助理研究员, 发表论文 30 余篇; 通信作者: 贾李蓉, 研究员。

[基金项目] 中国中医科学院科技创新工程-中医药图书情报学重大攻关项目(项目编号: CI2021A05304)。

题。这些问题容易使科研人员迷失在繁杂的信息检索与文献筛选中,影响其研究效率,限制其创新潜力^[1-2]。因此,在泛知识环境下^[3],如何帮助科研人员精确提炼所需信息,构建满足其不同阶段个性化需求的知识框架,成为提升中医药科研效率的关键所在。

用户兴趣模型是信息科学与数据挖掘领域的重要概念,旨在通过分析用户的行为、偏好和需求,构建可预测和推荐用户感兴趣内容的模型,是实现个性化服务的关键^[4]。目前,从电子商务的商品推荐、社交媒体的信息流优化,到教育领域的个性化学习路径设计,用户兴趣模型已得到广泛应用^[5-6]。面对专业知识密集、信息需求高度个性化的中医药科研领域,引入用户兴趣模型,并将其与实际场景相结合,有助于优化现有科研服务模式。

中医药领域已搭建中医药知识服务^[7]、中药整合药理学网络计算^[8]、中医古籍知识服务^[9]等多个平台,为科研用户提供检索、计算和下载功能,但尚未构建适用于该领域的用户兴趣模型。传统数学模型的构建方法难以整合科研人员在不同阶段的知识需求、兴趣偏好,也无法将这些因素转化为实际可操作的服务策略。鉴于此,本研究采用用户调查与访谈相结合的方法,深入了解中医药科研用户的具体需求与偏好,构建用户兴趣模型,探索适用于中医药科研领域的情报服务模式,为中医药科研人员提供高效、精准的信息资源与知识服务。

2 研究方法 with 过程

2.1 研究对象

以中医药各领域、各层次科研人员为研究对象,涵盖不同年龄段的初、中、高级职称人员及研究生,研究方向涉及中医学、中药学、中西医结合、针灸学、信息学等多个学科领域。

2.2 问卷调查

基于相关文献梳理与中医药科研人员意见设计调查问卷。内容主要分为用户基本信息和科研用户知识服务需求两部分。采用“问卷星”为调查工具,通过“滚雪球式”抽样方法,借助研究团队成员的社交网络逐级扩散,最终收回 363 份有效问卷^[10]。为保证问卷质量,采取多项质量控制措施,包括预测试问卷、设置必答项和一致性检查题,并对收集的数据进行详细清洗,剔除无效或不完整的响应,从而提高有效问卷的比例,确保分析结果的可靠性。

2.3 半结构式访谈

鉴于中医药科研用户知识需求不仅个性化程度高,而且强调全局性视角,所构建的用户兴趣模型应具备全局性特点^[11]。因此,研究采用半结构式访谈法,基于问卷调查结果提炼用户基本信息、用户身份信息、科研方向、知识获取、科研选题、项目申请、科研过程、科研成果、学术交流 9 方面内容要点,拟定全局视角访谈提纲,见表 1。

表 1 中医药科研用户兴趣模型及需求访谈提纲问题举例

序号	问题内容
1	请您谈一谈在科研过程中对知识和信息获取、科研服务的需求
2	您认为在科研工作中哪个环节最关键,并且最需要知识服务支持
3	请谈一谈您对初步构建的“用户兴趣模型”整体框架的看法,指出不足、提出建议
4	您认为“用户基本信息”“用户身份信息”条目设置是否合理,以及是否囊括了中医药领域不同科研用户的基本情况
5	请谈一谈您对“知识获取”条目的看法,以及最关注的知识获取途径和知识类型是什么
6	请谈一谈您对“科研选题”条目的看法,以及在科研选题过程中有什么困惑、需要什么帮助

访谈过程中,两名采访者参考访谈提纲,灵活

调整问题顺序、添加追问或深入讨论某些要点,使

对话围绕用户兴趣模型及需求展开，并采用笔录、录音或摄像方式记录^[12]。具体访谈人数依据信息饱和性原则确定^[13]。最终完成 31 名中医药科研人员访谈，访谈总时长达到 1 178 分钟，平均每人访谈时长为 38 分钟。每次访谈结束后，由一名采访者将访谈录音转录为 Word 文字稿，另一名采访者仔细核对，获得访谈记录 31 份，共计 74 407 字。31 名科研人员平均年龄 38 岁，其中男性 13 人，女性 18 人；16 名在职科研工作者，包括专职科研人员、高校教师、临床医生；正高级职称 7 人，副高级职称 3 人，中级职称 4 人，博士后 1 人，科研助理 1 人；15 名为在读研究生，包括学术型、专业型，其中硕士 8 人、博士 7 人。访谈对象的学科背景广泛，涉及中医药学的多个核心分支，如中医基础理论、中医临床基础、中药学、中医内科学、针灸推拿学、中医药信息学、科学哲学等；科研方向广泛，涉及中医经典、经方实验、中药药理、古籍数字化、循证研究、全科医学、身心医学、中西医结合

等多个领域。

2.4 扎根理论 3 级编码

扎根理论属于定性研究方法，通过对资料中的概念、过程和语境进行分析、提炼与归类，获得对研究对象观点的正确理解与深度解读，从而完善既有理论或构建新的理论框架，一般包含开放式编码、轴心式编码、选择性编码 3 个核心步骤^[14]。运用扎根理论方法可从访谈资料中逐步提炼理论框架，确保该框架能够准确反映中医药科研人员的个性化需求，进而优化问卷调查所得的框架结构，避免主观臆断。

对每份访谈记录编号，采用质性分析软件 NVIVO 14 对内容进行 3 级编码。整合所有编码并归类，获得核心类别，构建理论框架，见表 2。在编码与分析过程中，采用主题抽取分析法提炼资料，并结合意义建构理论分析科研用户的信息需求和服务模式^[15-16]，修正、优化用户兴趣模型。

表 2 访谈资料的扎根理论 3 级编码示例

句子	开放式编码	轴心式编码	选择性编码	归类（获得核心类别）
建议将“知识获取目的”中的“转化”改为“产出与转化”	产出与转化	知识获取目的	知识获取	知识获取
知识获取的目的，有时候有管理方面的需求，以及制定某些政策时会去获取相应知识与信息	管理与政策制定	知识获取目的	知识获取	知识获取
“知识获取途径”之下的“自媒体”建议改为“新媒体”	新媒体	知识获取途径	知识获取	知识获取
“知识获取类型”之下的“报纸”建议改为“新闻”	新闻	知识获取类型	知识获取	知识获取
“获取知识外部信息 - 知识元”下应该还有其来源，并注意把握来源的权威性、准确性、级别等	来源	知识元	获取知识外部信息	知识获取

2.5 理论饱和度检验

理论饱和指在研究过程中，当无法再提炼出新的主题或获得新的理解，且所有概念属性、维度及其相互关系均已被探讨和确定时，即达到结束资料收集的标准^[17]。在本研究中，当编码分析至第 28 名受访者的访谈资料（访谈 28）时，未发现新的范畴和关系。为检验理论饱和度是否达标，对剩余 3 名受访者的访谈资料（访谈 29、访谈 30、访谈 31）

编码，也未发现新的概念和范畴，由此认为得出的理论模型达到饱和。

3 研究结果及分析

基于问卷调查结果，提炼用户基本信息、用户身份信息、科研方向、知识获取、科研选题、项目申请、科研过程、科研成果、学术交流 9 个关键维度，初步构建用户兴趣模型框架。通过半结构式访

谈和领域专家咨询，整合、优化为 6 个维度，即扎根理论 3 级编码得到的 6 个核心类别，最终构建面向中医药科研知识服务的用户兴趣模型，涵盖中医药科研的基本流程和重要环节，见图 1。

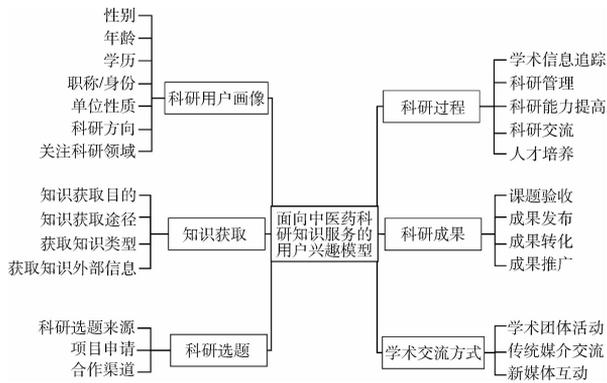


图 1 面向中医药科研知识服务的用户兴趣模型框架

3.1 科研用户画像

科研用户画像包括性别、年龄、学历等 7 个亚类别，见表 3。

表 3 科研用户画像

亚类别	包括的具体编码
性别	男、女
年龄	35 岁以下、35 ~ 60 岁、60 岁以上
学历	博士研究生、硕士研究生、本科、其他
职称/身份	高级职称、中级职称、初级职称、博士后、在读研究生、其他
单位性质	科研机构、高校、医院、企业、其他
科研方向	文献研究、理论研究、实验研究、临床研究、信息研究、医史研究、管理与政策研究、多学科研究、其他
关注科研领域	中医学、中药学、针灸推拿学、中西医结合、民族医药、交叉学科、其他

展示了中医药科研人员的多维度特征和专业倾向。受访者指出，科研用户画像的各个条目不仅涵盖科研人员的基本信息，更重要的是通过描绘学者轮廓，突显中医药领域特色与科研方向，为后续知识服务定制与推送奠定基础。其中，“研究方向”“关注科研领域”涉及中医药的细分科研

方向和学科类别，以贴近不同研究者的学术背景及专业范畴，满足其多样化的兴趣和需求。此外，鉴于民族医药的鲜明特色及其在中医学体系中的独特地位，科研人员建议在科研领域中将其单独列出。

3.2 知识获取

知识获取包括知识获取目的、知识获取途径、获取知识类型、获取知识外部信息 4 个亚类别，见表 4，反映了科研用户具体的知识服务需求点，如了解药物的临床应用情况和疾病的发病机制以便找到创新点，以及通过获取最新研究成果和进展支持研究工作。在知识来源方面，科研人员主要关注论文、图书等权威渠道，以确保准确性，特定情境下也需要标准、专利等信息。此外，科研人员期望获得集中医药常用知识与智能分析于一体的平台，以高效获取文献信息，优化筛选整理过程，节省时间，并辅助锁定前沿动态和研究热点，确保科研选题的科学性、前瞻性和创新性。科研人员也重视知识关系及其外延，提及可借助文心一言、ChatGPT 等大模型提升效率。

表 4 知识获取

亚类别	包括的具体编码
知识获取目的	科研、临床、教学、产出与转化、管理与政策制定
知识获取途径	文献、网站、数据、新媒体、学术交流、调研、专业情报机构
获取知识类型	图书、论文、标准、专利、新闻、报告
获取知识外部信息	知识元（题目、摘要/提要、学科类别、发表年度、作者、机构、关键词/主题词、所属基金项目、来源）、知识关系（主题相关、引文网络、共现、相似关联）

3.3 科研选题

科研选题包括来源、项目申请、合作渠道 3 个亚类别，见表 5。科研选题被视为科研前期的重要环节，直接影响后续研究的进展和成果。科研

选题主要受到实际问题、热点趋势、学科发展等多重因素影响，其来源主要分为目标导向和兴趣导向。前者主要依托国家政策、项目指南等外部因素，后者则基于科研人员的个人兴趣和专长。许多受访者强调在科研选题过程中整合前人成果、经典记载及临床数据的重要性，然而现有中医药数据库和学术平台不能满足相应需求。在项目申请方面，科研人员重点关注信息汇总、科技查新、指南解读、经验交流、伦理审查等方面，尤其期望获取既往中标项目信息。此外，为了弥补技术短板，科研人员常借助学术网络、学术活动、同行推荐等渠道寻找合作伙伴，以适应科研项目申报的要求；同时也渴望洞悉同行的科研动态，以促进科研合作与成果转化。

表 5 科研选题

亚类别	包括的具体编码
科研选题来源	目标导向（实际问题、热点趋势、学科发展、调研与分析、项目指南、委托项目、前期研究延续、专家推荐、期刊或会议主题）、兴趣导向
项目申请	既往信息汇总、科技查新、指南解读、经验交流、伦理审查
合作渠道	学术网络、学术活动、同行推荐

3.4 科研过程

科研过程包括学术信息追踪、科研管理、科研能力提高等 5 个亚类别，见表 6。

表 6 科研过程

亚类别	包括的具体编码
学术信息追踪	论文、书籍、会议、网络资讯
科研管理	文献管理、数据管理、进度管理、人员管理、经费管理
科研能力提高	新技术学习、实验应用指导、数据分析与处理工具培训、科研思路与方法指导
科研交流	科研交流
人才培养	人才培养

在科研过程中，科研人员的首要服务需求聚焦于学术信息追踪，强调对最新文献与学术动态的持续把握。高效管理文献、数据、研究进度、人员配置及经费使用等，则是保障研究顺利推进的关键要素。此外，科研能力提升对研究生尤为重要，涵盖新技术学习、实验应用、数据分析工具及方法论等方面。科研人员交流不可或缺，跨层级、专业、团队的交流能拓展视野，提升研究深度与广度。科研过程是人才培养的重要途径，不仅能积累知识与技术，还能锤炼科研思维与方法。

3.5 科研成果

科研成果包括课题验收、成果发布、成果转化、成果推广 4 个亚类别，见表 7。大多数受访者对科研成果的关注集中于论文的写作指导与投稿策略。在中医药学术论文撰写中，科研人员普遍面临如何规范、合理地将传统医学内容与现代科学研究发现整合表达的问题，尤其是撰写英文论文时。投稿方面，科研人员渴望拥有精准匹配期刊的辅助工具。受访者特别强调，在科研成果的整个生命周期中，科研人员始终需要知识服务支撑；尤其将科研成果有效转化并推广至医院、高校及市场，实现其实际应用与价值最大化，是中医药科研工作的终极愿景和亟待加强的重要环节。

表 7 科研成果

亚类别	包括的具体编码
课题验收	结题报告撰写、成果汇总
成果发布	论文（学术写作指导、期刊投稿指导）、论著、专利、软件著作权、数字化成果、标准、产品、政策建议、科技奖励
成果转化	成果转化
成果推广	成果推广

3.6 学术交流方式

学术交流方式包括学术团体活动、传统媒介交流、新媒体互动 3 个亚类别。尽管科研工作依赖于广泛的文献调研，但书面资料中的信息往往滞后，

难以捕捉到最新的前沿动态。因此,实地学术活动如会议、研讨会等,成为追踪最新科研进展的高效方式。传统媒介承载经典与主流知识;新媒体平台则以其即时性和广泛性,促进了中医药领域内外的快速交流,拓宽了科研人员的研究视野。受访者们普遍强调学术交流的重要性,尤其是跨领域对话与同行指点,更能激发研究创新。因此,学术交流方式作为一个独立分类,满足了科研人员在不同阶段交流的需求,突显了其在科研中的通用性和重要性。

4 讨论

4.1 基于用户兴趣模型的知识服务覆盖科研全流程

本研究构建的面向中医药科研知识服务的用户兴趣模型覆盖了从知识获取、选题、实施过程、成果产出到学术交流的科研全流程。该模型能够在科研全过程提供持续、有效的支持:在知识获取环节,模型提供定制化知识推荐服务,助力科研人员精准获取所需信息;在科研选题阶段,模型提供科研方向建议和热点分析,帮助科研人员凝练明确的研究目标;在科研实施过程中,模型所涉及的知识服务可嵌入整个科研过程,辅助推进研究进展;在科研成果的凝练、发布、转化与推广方面,模型也能提供相应的服务;多种学术交流方式可强化科研人员之间的沟通,拓宽知识视野。此外,模型具有广泛适用性和可扩展性,未来可适度泛化模型的框架和内容,以适应更广泛的医学科研需求,促进中西医学研究的信息共享与合作,推动整个医疗科研领域的发展。

4.2 基于用户兴趣模型的知识服务重在提高精准度

随着中医药知识的不断积累和扩充,中医药科研人员不仅要关注传统文献与古籍,还要紧跟现代科学研究的步伐,及时获取最新资讯。这一现状迫切需要一种高效、精准的知识服务模式,以满足科研人员的需求。本研究构建的面向中医药科研知识服务的用户兴趣模型正是对这一现状

的积极响应,其包括的“知识获取”“科研选题”“科研过程”“科研成果”核心板块均支持精准的知识服务,进而实现“泛知识→精知识”的服务模式转变。同时,该模型通过整合跨学科知识资源、打造高度定制化服务平台,满足科研人员不同阶段的精细化需求。例如,通过集成文献知识、临床案例、实验数据、政策法规等信息,借助大数据与人工智能算法,根据科研用户的个人背景、研究兴趣以及学科发展趋势,提供精确的科研方向建议和潜在研究热点分析,助力科研人员精准定位研究主题,凝练明确的科研目标,提升科研创新能力。

5 结语

本研究通过调研与访谈,深度分析中医药领域科研人员的个性化特征及其在不同科研阶段的需求,并构建面向中医药科研知识服务的用户兴趣模型。该模型在满足科研人员个性化需求和促进知识转化方面展现出巨大潜力,但仍有改进空间。下一步将结合知识服务平台的用户检索行为和数据,利用相关算法,实现该用户兴趣模型的智能化应用;进一步增强各板块间的功能整合,强化内在逻辑,提高跨板块协同能力,以提供更流畅的科研全流程知识服务体验;提升模型的泛化能力,满足中西医融合趋势下科研知识服务需求。

作者贡献:杨凤、毕磊、高博、贾李蓉负责用户兴趣模型构建、论文撰写;种子懿负责实地访谈;谢云霏负责问卷调查。

利益声明:所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- 1 陶永鹏,刘朝霞,项聪.大数据背景下有关中医药现代化思路的探讨[J].中华中医药杂志,2019,34(2):470-473.
- 2 段青,尚文玲,侯西娟,等.浅谈大数据时代中医科研人员信息素养的培养[J].中医学报,2015,30(2):225-227.

- 3 李荣, 毛玉兰. 高校图书馆泛学科化服务探究 [J]. 大学图书情报学刊, 2020, 38 (4): 60 - 63.
- 4 刘森晶, 马雪梅. 基于用户兴趣模型的数字多媒体信息智能推送方法 [J]. 自动化技术与应用, 2021, 40 (8): 52 - 56.
- 5 董燕辉. 基于用户兴趣模型的强化推荐系统研究 [D]. 青岛: 中国石油大学 (华东), 2024.
- 6 陈逸君. “用户兴趣—算法推断—内容呈现”模型——微博推荐流的运作机制探析 [J]. 现代传播 (中国传媒大学学报), 2022, 44 (5): 143 - 152.
- 7 于彤, 苏大明, 尹仁芳, 等. 中医药知识服务平台构建的研究 [J]. 中国医学创新, 2014, 11 (15): 120 - 123.
- 8 许海玉, 刘振明, 付岩, 等. 中药整合药理学计算平台的开发与应用 [J]. 中国中药杂志, 2017, 42 (18): 3633 - 3638.
- 9 杨凤, 侯鉴宸, 邢琛林, 等. 基于知识元标引与知识图谱的中医古籍知识表示、获取与发现研究 [J]. 中国中医基础医学杂志, 2023, 29 (6): 954 - 959.
- 10 谢云霏, 高博, 季巍巍, 等. 中医药科研人员知识服务需求调查分析 [J]. 中国中医药图书情报杂志, 2023, 47 (5): 5 - 10.
- 11 王欣, 张冬梅. 基于科研用户兴趣模型的知识推送服务模式研究 [J]. 图书情报工作, 2017, 61 (7): 50 - 56.
- 12 杨凤. 基于半结构式访谈的名老中医原创思维方法应用研究 [D]. 北京: 北京中医药大学, 2020.
- 13 陈悦宁, 刘宏潇. 基于半结构式访谈与扎根理论强直性脊柱炎中医辨治名家经验 [J]. 北京中医药, 2023, 42 (5): 513 - 516.
- 14 吴毅, 吴刚, 马颂歌. 扎根理论的起源、流派与应用方法述评——基于工作场所学习的案例分析 [J]. 远程教育杂志, 2016, 35 (3): 32 - 41.
- 15 谢雁鸣, 廖星. 基于扎根理论的定性数据主题抽题分析法探析 [J]. 辽宁中医杂志, 2008 (11): 1665 - 1668.
- 16 李芳, 李灏漫, 毕文静, 等. 意义建构视域中医学生学科信息需求分析及服务实现路径 [J]. 医学信息学杂志, 2024, 45 (3): 89 - 95.
- 17 卢恒, 李文洁, 石剑兰. 基于扎根理论的图文社区老年用户信息交流行为影响因素研究 [J]. 数字图书馆论坛, 2023, 19 (8): 77 - 86.

(上接第 68 页)

- 22 陈子阳, 廖劲智, 赵翔, 等. 融合子图结构的神经推理式知识库问答方法 [J]. 计算机科学与探索, 2021, 15 (10): 1870 - 1879.
- 23 DIJKSTRA E W. A note on two problems in connexion with graphs [EB/OL]. [2024 - 03 - 12]. [https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0,3&q=DIJKSTRA E W. A note on two problems in connexion with graphs&btnG=](https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0,3&q=DIJKSTRA+E+W.A+note+on+two+problems+in+connexion+with+graphs&btnG=).
- 24 于慧琳, 陈炜, 王琪, 等. 使用子图推理实现知识图谱关系预测 [J]. 计算机科学与探索, 2022, 16 (8): 1800 - 1808.
- 25 XU X, FENG W, JIANG Y, et al. Dynamically pruned message passing networks for large - scale knowledge graph reasoning [EB/OL]. [2024 - 03 - 12]. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1909.11334>.
- 26 MAI S, ZHENG S, YANG Y, et al. Dynamic graph dropout for subgraph - based relation prediction [J]. Knowledge - based systems, 2022, 250 (8): 1 - 13.
- 27 TERU K, DENIS E, HAMILTON W. Inductive relation prediction by subgraph reasoning [C]. Virtual: International Conference on Machine Learning, 2020.
- 28 董文波, 孙仕亮, 殷敏智. 医学知识推理研究现状与发展 [J]. 计算机科学与探索, 2022, 16 (6): 1193 - 1213.
- 29 YU Y, HUANG K, ZHANG C, et al. SumGNN: multi - typed drug interaction prediction via efficient knowledge graph summarization [J]. Bioinformatics, 2021, 37 (18): 2988 - 2995.
- 30 邵想想, 胡孔法, 戴彩艳. 基于 RED - GNN 的名老中医诊治肺癌知识图谱推理 [J]. 软件导刊, 2023, 22 (3): 112 - 117.
- 31 ZHANG Y, YAO Q. Knowledge graph reasoning with relational digraph [C]. Virtual: The ACM Web Conference, 2022.