

# 基于 BERTopic 与 CiteSpace 的中国中医药领域研究热点与主题演化分析\*

王安莉<sup>1,2,3</sup> 张文婷<sup>1,3</sup> 文庭孝<sup>1,3</sup> 欧阳威<sup>2,3</sup> 于珊珊<sup>2,3</sup> 杨飞龙<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup> 中南大学生命科学学院 长沙 410013 <sup>2</sup> 中南大学湘雅三医院 长沙 410013

<sup>3</sup> 医学信息研究湖南省普通高等学校重点实验室 (中南大学) 长沙 410013

<sup>4</sup> 智能辅助诊疗关键技术及应用评价湖南省工程研究中心 长沙 410013)

**[摘要]** 目的/意义 梳理近 10 年中国中医药领域文献, 阐述该领域热点主题与发展趋势。方法/过程 检索 2013—2022 年万方数据平台中医药领域研究文献, 以摘要为研究对象, 利用 BERTopic 模型抽取主题, 并采用 CiteSpace 进行可视化分析。结果/结论 纳入中文文献 12 683 篇, 发现 5 个主题: 临床试验与疗效、病机与药理研究、中医药领域发展、慢病治疗、药物分析与文献研究。对其中热度持续增长的中医药领域发展主题深入分析, 提出人工智能与中医药领域的深度融合是未来趋势。

**[关键词]** 中医药; 主题抽取; 热点识别; 共现分析; BERTopic; CiteSpace

**[中图分类号]** R-058 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.3969/j.issn.1673-6036.2024.07.010

## Analysis of Research Hotspots and Theme Evolution in Traditional Chinese Medicine Based on BERTopic and CiteSpace

WANG Anli<sup>1,2,3</sup>, ZHANG Wenting<sup>1,3</sup>, WEN Tingxiao<sup>1,3</sup>, OUYANG Wei<sup>2,3</sup>, YU Shanshan<sup>2,3</sup>, YANG Feilong<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup>School of Life Science, Central South University, Changsha 410013, China; <sup>2</sup>The Third Xiangya Hospital of Central South University, Changsha 410013, China; <sup>3</sup>Key Laboratory of Hunan Provincial General Higher Education Institutions for Medical Information Research (Central South University), Changsha 410013, China; <sup>4</sup>Key Technologies and Application Evaluation of Intelligent Assisted Diagnosis and Treatment in Hunan Engineering Research Center, Changsha 410013, China

**[Abstract]** **Purpose/Significance** To sort out the literature in the field of traditional Chinese medicine (TCM) in China in the past decade, and to expound the hot topics and development trends in this field. **Method/Process** Literature in the field of TCM in Wanfang Data from 2013 to 2022 is searched. The abstracts are taken as the research objects, the topics are extracted by BERTopic model, and CiteSpace is used for visualization and analysis. **Result/Conclusion** 12 683 papers in Chinese are included, and the 5 topics are found: clinical trials and efficacy, research on pathogenesis and pharmacology, the development of the field of TCM, treatment of chronic disease, drug analysis and literature research. The paper makes an in-depth analysis of the topic of the development of traditional Chinese medicine, which continues to grow in popularity, and puts forward that the deep integration of artificial intelligence (AI) and TCM is the future trend.

**[Keywords]** traditional Chinese medicine (TCM); subject extraction; hotspot identification; co-occurrence analysis; BERTopic; CiteSpace

**[修回日期]** 2023-12-28

**[作者简介]** 王安莉, 高级工程师, 发表论文 18 篇; 通信作者: 杨飞龙, 博士, 硕士生导师。

**[基金项目]** 国家自然科学基金项目 (项目编号: 22BTQ052); 湖南省教育厅项目 (项目编号: 23A0026)。

## 1 引言

中医药是中华民族的智慧结晶,在漫长的历史长河中发展出独特的诊疗体系,具有重要挖掘潜力和开发、推广、应用价值<sup>[1]</sup>。探索中医药领域的研究热点与发展趋势有助于更深入地把握该领域的发展动态。已有学者利用文献计量和可视化分析方法分析我国中医药研究现状,毛学韞等<sup>[2]</sup>利用 CiteSpace 梳理中医药现代化发展进程各阶段,探索中医药现代化未来发展方向。陈娜等<sup>[3]</sup>采用 CiteSpace 可视化分析、关键词共现和聚类分析方法分析中医药健康服务领域的研究现状、热点与趋势。然而现有研究文献主要聚焦某一具体细分领域,如中医现代化发展、健康服务等,较少采用文献计量和可视化分析从全局视角概览中医药领域研究主题,且主要通过关键词词频分布特征等分析研究热点。仅以此作为主题判定标准,论据不够充分。

主题模型能够发现海量文本中隐含的抽象主题,并呈现主题间的关联关系,是单一关键词分析方法的有力补充。陈琦等<sup>[4]</sup>采用隐含狄利克雷分布(latent Dirichlet allocation, LDA)主题模型对中医药人工智能领域文献进行挖掘,发现主题演化路径并进行可视化展示。LDA 等传统主题模型以概率计算为基础,存在无法有效捕获词之间相关性以及学习到的主题语义连贯性不强等问题。而 BERTopic 主题模型基于双向编码器表征(bidirectional encoder representations from transformers, BERT)词向量嵌入,在对上下文语义信息理解方面能达到更好效果<sup>[5]</sup>。徐汉青等<sup>[6]</sup>以 Web of Science 数据库采集的文献题录为数据源,利用 BERTopic 模型,对人工智能(artificial intelligence, AI)环境下图书馆领域的主题文本进行挖掘,深入探讨 AI 环境下图书馆面临的机遇与挑战,为图书馆智能化提供实践参考和理论支持。聂亚青等<sup>[7]</sup>基于 Web of Science 健康信息学文献,运用期刊引证报告(journal citation reports, JCR)和基本科学指标(essential science

indicators, ESI)数据库学科分类方法将文献分为医学、计算机、图书情报 3 个数据集,运用 BERTopic 模型分析健康信息学在 3 个数据集中的研究主题和发展演化趋势。

本研究选择主题模型与知识图谱可视化分析相结合的方法,通过 BERTopic 模型进行主题建模,从全局把控中医药领域总体研究内容,再聚焦中医药发展主题的文獻,采用 CiteSpace 进行可视化分析,以探索我国中医药领域的研究热点与主题演化脉络。

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 数据来源与处理

以万方数据平台中医药领域近 10 年相关研究文献为数据来源,以“(关键词:(中医药)) and Date: 2013—2022”为检索式,剔除投稿说明、院系介绍等类型文献以及与主题明显不相关的文献;对摘要字段重复的文献去重;由于摘要和出版时间是研究热点抽取与演化分析的必要字段,剔除摘要或出版时间信息缺失的文献。最终获得 12 683 条文献题录信息,并采用 Python 的 jieba 分词工具,对每篇文献的摘要进行分词处理。

### 2.2 研究方法

采用 BERTopic 主题模型对论文摘要进行主题抽取分析。BERTopic 是基于 BERT<sup>[8]</sup>的主题建模技术。采用 all - MiniLM - L6 - v2 模型作为嵌入,将每个文档转换为高维向量表示,保留文档上下文信息和语义表示;通过 UMAP 算法降维,通过 K - means 聚类算法和 c - TF - IDF 创建密集集群<sup>[9]</sup>。利用主题模型生成“文档 - 主题 - 关键词”矩阵,统计各主题的出现频次以得到主题强度;引入时间戳,计算热点主题在 2013—2022 年间的主题强度,绘制主题强度演化趋势图。在此结果基础上,深入研究中医药领域发展主题,通过 CiteSpace 绘制关键词突现图谱,使用 Timeline View 功能绘制时间线图,分析该子领域发展过程中的研究热点与演化路径,以期为中医药领域研

究提供参考。

### 3 研究过程与结果

#### 3.1 主题建模

采用 BERTopic 默认参数对总数据集论文摘要进行主题建模，模型会自动选择合适的主题数量，共识别出 134 个主题 (Topic)。调用 model.visualize-topics () 函数生成交互式图谱。其中，每个圆圈代表一个主题，滑动页面下方的滑块，相应主题会被标红，以便查看该主题出现频次及其对应主题词等信息。圆圈大小与该主题对应的文献数量呈正相关，相似度越高的主题之间距离越近，重合率极高的可以视为一类主题，由此得到约 20 个主题，见图 1。

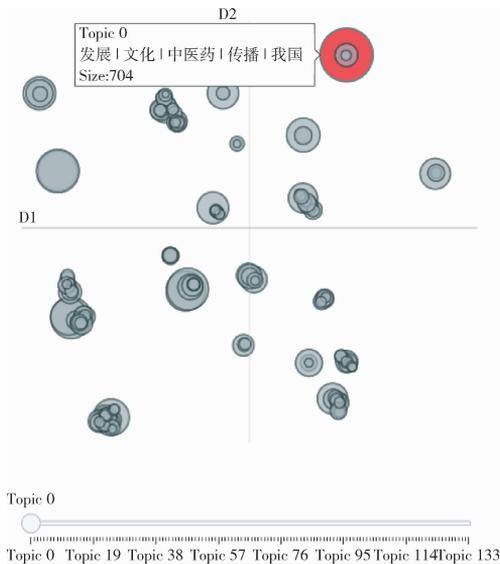


图 1 2013—2022 年中医药领域研究主题交互式图谱

为了更具全局性地概览主题，采用 K - means 聚类方法，将主题数目设为 20 进行建模，以条形图展示各主题关键词及其得分情况，得分越高说明该词汇越能代表该主题，见图 2。通过每个主题的主题词集合可以识别出主题内容，如主题 1 关键词“分析、中药、文献、中医药、治疗、药物、临床、数据库、患者、纳入”可判断该主题内容为“中医药在临床治疗中的药物分析与文献研究”。

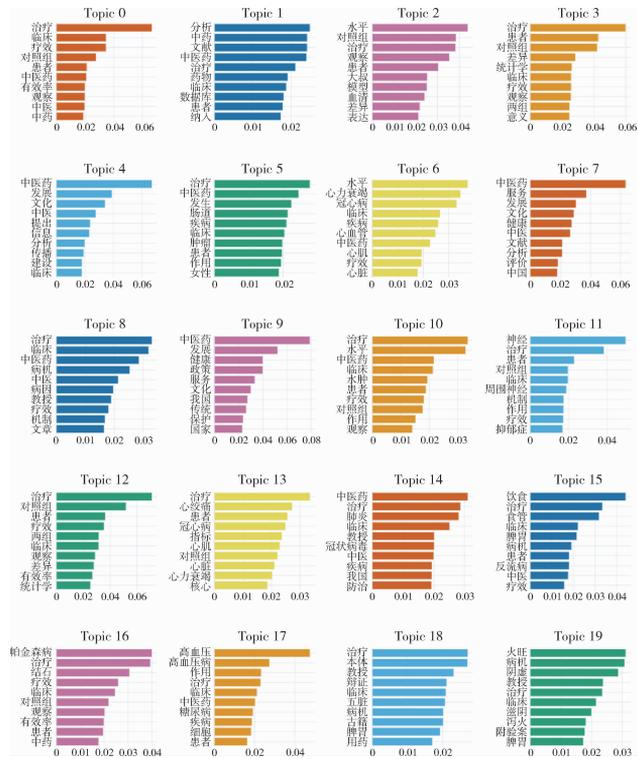


图 2 2013—2022 年中医药领域研究主题

为了进一步了解主题的潜在层次结构，使用 scipy.cluster.hierarchy 创建聚类，直观显示各主题在不同层次上的联系<sup>[9]</sup>，见图 3。

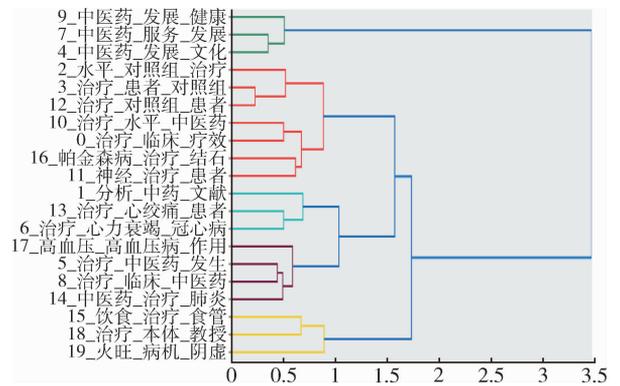


图 3 2013—2022 年中医药领域研究主题分层聚类

结合前文图 2 各主题的关键词和图 3 的主题之间关联情况，可以从全局把握中医药研究文献总体内容。如主题 2、3、12、10、0 的内容是中医药临床试验与疗效，通过建立大鼠模型、随机对照试验等研究中医药治疗的临床疗效，探讨中医药应用于各类疾病的干预效果<sup>[10]</sup>。主题 5、8、14、15、18、

19 的相似关键词有“病机、病因、教授、疗效、辨证, 饮食”等, 名中医和专家会分享其经验和见解,

探索病因与病机理论、中医药的作用机制和调控途径等<sup>[11]</sup>。合并近似主题后得到的 5 个主题, 见表 1。

表 1 2013—2022 年中医药领域研究主题

主题	关键词	主题解释	文档数 (个)
0	治疗_对照组_临床_疗效	临床试验与疗效	5 054
1	中医药_病机_教授_作用	病机与药理研究	2 701
2	中医药_发展_文化_服务	中医药领域发展	2 280
3	冠心病_心力衰竭_疾病_疗效	慢病治疗	1 470
4	文献_临床_药物_数据库	药物分析与文献研究	1 178

### 3.2 主题演化分析

为了进行主题演化分析, 在文档 - 主题矩阵中引入时间维度, 基于文档 - 主题矩阵和时间信息计算每个主题在不同时间点的强度, 即在当前时间 (年份) 所有文档数中该主题所占权重。最后利用得到的主题强度数据, 绘制主题演化趋势, 见图 4。

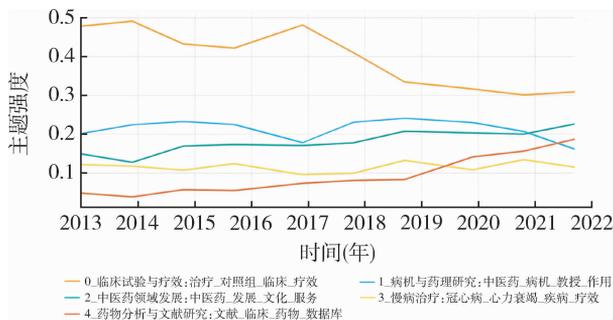


图 4 2013—2022 年中医药领域研究主题热度变化趋势

主题 0 (临床试验与疗效) 的研究热度呈下降趋势, 可能因为随着现代医学的迅猛发展, 传统中医疗法受到一定冲击, 但其主题强度始终居于前列, 反映了中医药相关研究在现代医学研究框架下仍具极大效能<sup>[12]</sup>。主题 1 (病机与药理研究) 为中医药学提供了理论基础, 与主题 3 (慢病治疗) 的研究热度整体呈平稳波动趋势。一些复杂多因素慢性疾病因致病机理仍然存在诸多未知, 成为棘手疑难杂症。而中医辨证论治思想与独特的诊疗方法对其治疗发挥着不可或缺的作用。呈上升趋势的有主题 2 (中医药领域发展) 和主题 4 (药物分析与文

献研究), 其涉及中医药领域的建设与传承、国家政策和健康服务等内容, 在政策支持下, 日益受到关注<sup>[13]</sup>。

随着科技进步和全球化进程发展, 中医药领域研究主题呈现出将传统与现代科技相融合的演化趋势。现代化技术发展为中医药领域提供了先进的研究工具和方法, 如通过随机对照试验进行严格的实验设计和统计分析, 评估中药对特定疾病的治疗效果, 提高了中医药治疗方法的科学性和可靠性, 使其更符合国际医学研究标准。与此同时, 中医药传承与国际化稳步推进, 在全球健康领域中的影响力日益扩大。

进一步分析主题间的关联性发现临床试验与疗效、病机与药理研究、中医药领域发展以及慢病治疗等主题之间联系紧密。一是病机与药理研究为临床实践提供理论基础, 临床实践验证和丰富了理论。二是基础研究研究的完善推动中医药领域整体发展, 有助于提升中医药学的科学性与国际认可度。三是中医药在慢病治疗领域的广泛应用体现了理论研究和临床实践的结合, 同时, 慢病治疗的成功经验可以反哺理论研究和优化临床实践方案。

主题演化和相互关联揭示了中医药领域的多元化和国际化演变趋势, 以及其在理论和实践层面互相促进、共同发展的过程, 表明中医药学相关研究不仅在传统医学领域发挥重要作用, 在现代医疗体系和全球健康领域中也具有巨大潜力。

### 3.3 研究热点及演化分析

根据主题模型聚类得到的结果，“中医药领域发展”主题近年来备受关注，主题热度逐渐增长，发文数量居于前列。为了探索中医药领域发展脉络，有必要进一步分析该主题文献。在主题建模得到的“中医药领域发展”主题文档基础上，在万方数据平台检索“中医药发展”主题文献作为补充，经人工筛选整合得到 2 207 条题录，包含出版年份、题名、摘要、关键词等信息。采用 CiteSpace V. 6.2. R4 绘制关键词突现图谱，并通过 Timeline View 功能绘制时间线图。参数设置为“Node Type = Keyword; g - index (k = 22); Timespan: 2013—2022 (Slice Length = 2)”。

3.3.1 关键词图谱 是高度活跃研究热点的指示器，高突发强度关键词在某一时期的出现，表明相应主题在特定时期引起业界特别关注<sup>[14]</sup>。关键词突现图谱，见图 5。自 2015 年屠呦呦获得诺贝尔奖，“中药资源”“研讨会”“发展模式”等关键词关注度提升。“人工智能”主题词突发强度较高，自 2018

年出现，至今仍是中医药领域研究热点之一。2017 年出现的“一带一路”与 2019 年出现的“守正创新”均与时政密切联系，国家政策的制定促进了中医药传承创新的发展<sup>[15]</sup>。

关键词	年	突现强度	开始年份	结束年份	2013—2022
学术刊物	2013	4.93	2013	2018	
中草药	2013	3.73	2013	2016	
转化医学	2013	3.67	2013	2014	
中医文化	2013	3.55	2013	2014	
中医教育	2013	3.06	2013	2016	
临床研究	2013	2.63	2013	2014	
代谢组学	2013	2.62	2013	2014	
现状调查	2013	2.62	2013	2014	
学科建设	2013	2.47	2013	2016	
中药资源	2013	6.46	2015	2016	
研讨会	2015	6.34	2015	2016	
发展模式	2013	3.02	2015	2016	
屠呦呦	2015	2.83	2015	2018	
一带一路	2017	8.77	2017	2018	
人工智能	2018	3.45	2018	2022	
治未病	2013	3.31	2017	2020	
守正创新	2019	2.87	2019	2022	

图 5 中医药发展主题关键词突现图谱

3.3.2 关键词时间线图 绘制关键词时间线图，见图 6。

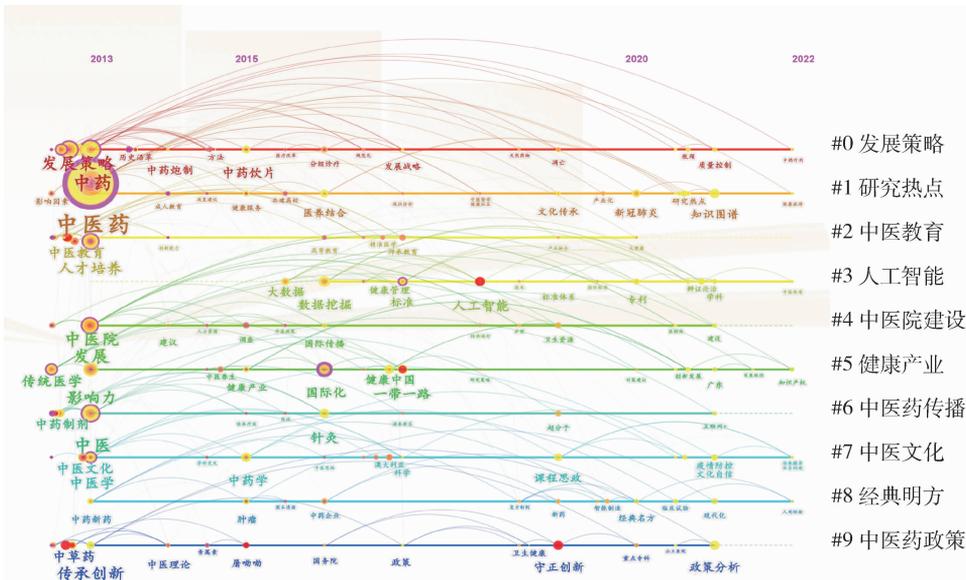


图 6 中医药发展主题关键词时间线

关键词字体大小与其出现频率成正比。2013 年的高频词有中医教育、人才培养、传统医学、中药制剂、中医文化、中药创新、中草药、传承创新、发展策略等；2015 年的高频词有中药饮片、健康服务、健康产业、屠呦呦等；2017 年的高频

词有医养结合、大数据、数据挖掘、国际传播、国际化、针灸等；2018 年开始，人工智能一词占比较高；2019 年的高频词有守正创新、文化传承等；2020 年的高频词有文化自信等。

3.3.3 研究热点演化分析 根据关键词突现图

与时间线图将中医药领域发展研究分为 3 个阶段。(1) 基础体系构建阶段 (2013—2014 年)。突出表现为关键词密集, 表明中医药领域正处于积极扎根的发展时期。对中医教育、人才培养的关注表明知识体系构建与人才培养是重中之重, 为中医药的进一步发展奠定坚实基础。对中药制剂、中草药、中医文化、中药创新、发展策略的关注强调了保护和传承传统中医药学知识、积极推动中医药领域创新与发展的重要性。(2) 国际化道路与发展模式探索阶段 (2015—2017 年)。2015 年屠呦呦因青蒿素相关研究成果享誉海内外, 极大地提升了中医药的全球影响力, 中医药领域获得更广泛的关注与扶持。中药资源、国际化、发展模式、“一带一路”、健康产业、医养结合等高频词反映了中医药在资源开发、健康管理、国际合作和发展策略上的全新探索, 其逐渐与全球健康治理产业紧密相连, 形成跨文化交流和国际合作新格局。同时, 大数据、数据挖掘等词相继出现, 初步展现代信息技术在传统中医药领域的应用趋势。(3) 技术革新与现代化发展阶段 (2018—2022 年)。在政策和技术的双重加持下, 中医药领域步入新发展阶段, 人工智能和守正创新成为这一阶段的高频关键词。人工智能的引入为中医药领域疾病诊断、药物效用提升和治疗方案优化等提供了新的工具和方法。对守正创新的关注体现在融合现代科学技术的同时, 中医药仍注重保持其理论和实践的核心价值。

## 4 结语

本研究利用 BERTopic 主题模型抽取万方数据平台中医药相关领域文献的研究主题, 并归纳为 5 个主题, 结果表明将传统中医药研究与现代科技相融合, 以及推动中医药走向国际化舞台是该领域的研究趋势。进而基于 CiteSpace 研究中医药领域发展的研究热点与演化路径, 将中医药领域发展分为 3 个主要阶段。阶段演进反映了中医药领域从传统基础扎根, 到步入国际舞台, 再到与现代技术结合的全面拓展。具体来说, 从最初聚焦于中医药学人才

培养和传统知识传承, 到探索中医药在现代医疗健康体系中的应用, 再到利用大数据和人工智能等现代科技手段推动传统疗法与时俱进, 每个阶段都有其重点。但其共同主线是: 在保护和传承传统中医药知识与文化的同时, 不断寻求创新、与现代化科技融合以及与国际接轨, 同时, 中医药领域获得持续的关注和政策扶持。总体而言, 这一发展路径见证了中医药在全球医疗健康领域中影响力的扩大, 既能为未来中医药研究和实践指明方向, 也能为政策制定提供新视角。

本研究认为, 在未来中医药研究和实践中, 中医药与现代科学技术的交叉融合将是热点方向, 有助于促进中医药领域创新发展。如利用人工智能分析中医药临床数据, 包括病历记录、治疗用药和治疗效果, 筛选出治疗模式和药物的有效组合, 提高中医诊疗模式的科学性和效能; 借助人工智能辅助诊断, 通过分析患者舌象、脉象等传统诊断数据提供更精确的诊断建议等。

本研究可为相关政策和公共健康策略的制定提供参考, 一是加强国际合作与交流, 扩大中医药的全球应用范围, 助力中医药领域国际化发展; 二是要注重人才培养, 如政府协同高校、企业等共同参与构建中医药人才培养体系, 推动中医药传承与创新; 三是针对中医药在全球健康治理中的角色定位, 重点宣传其在健康管理 (如传染病防控和慢性病管理等) 中的应用, 强化中医药优势作用, 并扩大影响力。

本研究具有一定局限性。一是仅纳入万方数据平台收录的文献, 未覆盖其他数据库收录的相关研究文献; 二是为确保数据与研究主题的紧密相关性, 以及避免学科间的重复和交叉, 仅以“中医药”为关键词检索文献, 未采用“中医”“中药”等关键词。在未来研究中, 可进一步扩大检索范围, 进行更严谨、更全面的中医药领域研究热点主题分析。

**作者贡献:** 王安莉负责研究设计、论文撰写与修订; 张文婷负责数据收集、论文撰写与修订; 文庭孝、欧阳威、于姗姗负责提供指导与论文审校; 杨飞龙负责项目管理与研究质量控制。

利益声明：所有作者均声明不存在利益冲突。

## 参考文献

- 秦培洁, 刘谦, 王柳青, 等. 从中医药传统知识保护看民间中医药的传承发展 [J]. 中国医药导报, 2023, 20 (9): 127-130.
  - 毛学韞, 郑森, 吴玥, 等. 基于 CiteSpace 分析近 25 年中医药现代化发展趋势 [J]. 浙江临床医学, 2023, 25 (4): 614-616, 619.
  - 陈娜, 谢靖, 王长青. 基于知识图谱分析的中医药管理领域研究热点探究与思考 [J]. 中国卫生事业管理, 2017, 34 (9): 641-642, 645.
  - 陈琦, 张君冬, 郑婉婷, 等. 基于 LDA 模型的中医药人工智能领域主题演化分析 [J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2022, 24 (9): 3315-3324.
  - 王秀红, 高敏. 基于 BERT-LDA 的关键技术识别方法及其实证研究——以农业机器人为例 [J]. 图书情报工作, 2021, 65 (22): 114-125.
  - 徐汉青, 滕广青. 机遇与挑战: 基于 BERTopic 的 AI 环境下图书馆主题文本挖掘 [J]. 情报科学, 2024, 42 (4): 119-128.
  - 聂亚青, 吴庭璋, 王若佳, 等. 基于 Bertopic 模型的健康信息学主题挖掘与发展演化研究 [J]. 情报科学, 2024, 42 (4): 98-110, 118.
  - QIU X P, SUN T X, XU Y G, et al. Pre-trained models for natural language processing: a survey [J]. Science China technological sciences, 2020, 63 (10): 1872-1897.
  - GROOTENDORST M. BERTopic: neural topic modeling with a class-based TF-IDF procedure [EB/OL]. [2022-11-05]. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2203.05794>.
  - 张晓哲. 针灸联合中医药治疗肝郁化火型失眠的临床对照研究 [J]. 辽宁中医杂志, 2017, 44 (1): 143-145.
  - 程海波, 李柳, 周学平, 等. 中医肿瘤癌毒病机辨证体系的创建 [J]. 中医杂志, 2020, 61 (20): 1767-1770.
  - 蔺晓源, 孟盼, 龙红萍, 等. 抑郁症“脑郁”病机探讨及应用 [J]. 中国中医药信息杂志, 2020, 27 (3): 10-13.
  - 李刃, 李浩崑, 朱华旭, 等. 中医药海外中心助推中医药海外教育推广的发展现状及对策研究 [J]. 世界中医药, 2022, 17 (10): 1491-1496.
  - 王志昊, 郎颖. 基于 CiteSpace 的移动医疗研究热点和趋势分析 [J]. 中国数字医学, 2021, 16 (12): 97-104.
  - 许盈, 潘宇, 杨丽, 等. 传承精华 守正创新——新时代中医药发展的根本遵循 [J]. 湖南中医药大学学报, 2020, 40 (7): 872-876.
- 
- (上接第 41 页)
- 左秀然, 杨国良, 刘普林. 以智能分级为核心的传染病多点触发预警系统建设的探讨 [J]. 中国数字医学, 2022, 17 (9): 28-32.
  - 赵自雄, 赵嘉, 马家奇. 我国传染病监测信息系统发展与整合建设构想 [J]. 疾病监测, 2018, 33 (5): 423-427.
  - 张诚, 夏天, 毛丹, 等. 疾病预防控制信息化建设标准体系研究及应用 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2022, 19 (1): 58-62, 73.
  - 闻海, 胡广宇, 孟月莉, 等. 我国公共卫生信息化建设互联互通问题与建议 [J]. 医学信息学杂志, 2020, 41 (4): 9-13.
  - 王坤, 毛阿燕, 孟月莉, 等. 我国公共卫生体系建设发展历程、现状、问题与策略 [J]. 中国公共卫生, 2019, 35 (7): 801-805.
  - 肖兴政, 巴才国, 孙俊菲. “十三五”时期区域卫生健康信息化建设发展回顾与展望 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2021, 18 (3): 303-307, 360.
  - 胡广宇, 王清波, 朱明, 等. 基于主题框架分析的公共卫生信息化建设典型案例研究 [J]. 医学信息学杂志, 2021, 42 (5): 20-25.
  - 鲁芳芳, 胡池, 徐承中, 等. 区域多点触发传染病预警机制的建立与应用 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2022, 19 (6): 798-803.
  - 林鸿波, 沈鹏, 孙焯祥, 等. 基于大数据建立传染病监测预警响应模式的探索与实践 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2020, 17 (4): 416-421.
  - 桂海燕, 杨欣, 胡晓先. 基于县域卫生信息平台的传染病数据交换实践 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2018, 15 (5): 515-518.
  - 杜明梅, 刘运喜. 我国传染病监测预警系统的发展与应用 [J]. 中华医院感染学杂志, 2022, 32 (6): 801-804.
  - 童瀛, 姚焕章, 梁剑. 计算机网络信息安全威胁及数据加密技术探究 [J]. 网络安全技术与应用, 2021 (4): 20-21.