

# 基于 CiteSpace 和 VOSviewer 的炭类中药研究热点及趋势的可视化分析

钟文婷<sup>1,2</sup>, 王 溪<sup>1,2</sup>, 吴孟华<sup>2,3,4</sup>, 马志国<sup>2,3,4</sup>, 曹 晖<sup>2,3,4\*</sup>, 张 英<sup>2,3,4\*</sup>

1. 暨南大学药学院, 广东 广州 511443

2. 暨南大学 岭南传统中药研究中心, 广东 广州 511443

3. 国家中药现代化工程技术研究中心岭南资源分中心, 广东 广州 511443

4. 广东省中医药信息化重点实验室, 广东 广州 511443

**摘要:** **目的** 通过对炭类中药(简称“炭药”)的中英文文献进行统计分析,探讨其在国内外的研究现状、热点及动态、相关学术合作等,为其深入研究与开发应用提供参考。**方法** 检索中国知网(CNKI)和 Web of Science(WOS)数据库 1959—2025 年关于炭药的中英文文献,并利用 Excel、Origin、VOSviewer 和 CiteSpace 等工具对发文作者、机构及其合作关系,以及期刊和文献的被引频次、关键词进行统计与分析。**结果** 分别从 CNKI 和 WOS 获取中文文献 1 208 篇(占总量的 95.12%)、英文文献 61 篇(占总量的 4.88%)。中文发文量主要集中在南京中医药大学、山东省中医药研究院等机构;而英文发文量则以北京中医药大学占主导地位。中英文文献的合作关系分析显示,中文文献作者和机构之间的合作网络较英文文献更为紧密。被引频次和关键词分析表明,中文文献集中于炭药的炮制工艺优化、化学成分和药理作用等方面的研究,英文文献则涵盖纳米技术、药理学等多个领域。炭药的研究已实现从传统经验性探索(炮制工艺、临床疗效)向多学科交叉的现代科学体系转变。**结论** 炭药研究热点已形成“工艺-成分-药效”的完整研究链条,并正在向“纳米技术-活性成分-机制解析”的新研究范式深化拓展,为今后炭药的研究方向提供重要参考,同时为深入理解炭药的应用前景提供文献依据。

**关键词:** 炭药; 文献计量学; VOSviewer; CiteSpace; 可视化分析; 多学科交叉

**中图分类号:** G350; R283.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2025)18-6710-11

**DOI:** 10.7501/j.issn.0253-2670.2025.18.020

## Visual analysis of research hotspots and trends of carbonized traditional Chinese medicines based on CiteSpace and VOSviewer

ZHONG Wenting<sup>1,2</sup>, WANG Xi<sup>1,2</sup>, WU Menghua<sup>2,3,4</sup>, MA Zhiguo<sup>2,3,4</sup>, CAO Hui<sup>2,3,4</sup>, ZHANG Ying<sup>2,3,4</sup>

1. College of Pharmacy, Jinan University, Guangzhou 511443, China

2. Research Center for Traditional Chinese Medicine of Lingnan (Southern China), Jinan University, Guangzhou 511443, China

3. National Engineering Research Center for Modernization of Traditional Chinese Medicine Lingnan Resources Branch, Guangzhou 511443, China

4. Guangdong Provincial Key Laboratory of Traditional Chinese Medicine Informatization, Guangzhou 511443, China

**Abstract: Objective** To explore the research status, hotspots, trends, and academic collaborations on carbonized traditional Chinese medicines by conducting a statistical analysis of Chinese and English works of literature. The findings will reference further in-depth research and applications in this field. **Methods** Chinese and English articles on carbonized traditional Chinese medicines from the China National Knowledge Infrastructure (CNKI) and Web of Science (WOS) databases from 1959 to 2025 were retrieved. Different statistical tools Excel, Origin, VOSviewer, and CiteSpace, were conducted to analyse the information of authorship, institutional affiliations, collaborative relationships, journal distribution, and citation frequency. **Results** A total of 1 208 Chinese articles (95.12%

收稿日期: 2025-05-21

基金项目: 中药饮片炒多智能识别与生产控制技术研究项目(2023YFC3504200); 全国名老中医药专家传承工作室建设项目(国中医药人教函[2002]75 号)

作者简介: 钟文婷, 女, 博士研究生, 研究方向为生药质量研究中新技术应用。E-mail: zwt\_6249@163.com

\*通信作者: 曹 晖, 男, 教授, 博士生导师, 研究方向为本草考证、中药鉴定、饮片炮制规范和质量标准研究。

E-mail: kovhuicao@aliyun.com

张 英, 女, 教授, 博士生导师, 研究方向为中药材及饮片质量控制研究。E-mail: carolynzy@163.com

of all publications) and 61 English articles (4.88% of all publications) were obtained from CNKI and WOS, respectively. In Chinese literature, the largest contributions came from institutions such as Nanjing University of Chinese Medicine and Shandong Academy of Traditional Chinese Medicine, while English publications were predominantly from Beijing University of Chinese Medicine. The analysis of collaborative relationships in Chinese and English literature reveals that the cooperation network among Chinese authors and institutions is significantly tighter than that of their English counterparts. Citation frequency and keyword analyses demonstrate that Chinese literature primarily focuses on the optimization of processing techniques, chemical composition, and pharmacological effects of carbonized traditional Chinese medicines, while English literature covers broader domains including nanotechnology and pharmacology. Research on carbonized traditional Chinese medicines has achieved a transformation from traditional empirical exploration (processing techniques, clinical efficacy) to a modern interdisciplinary scientific system. **Conclusion** Current research hotspots in carbonized traditional Chinese medicines have established a complete “processing-composition-efficacy” research framework and are now advancing toward a new paradigm of “nanotechnology-active components-mechanistic analysis”. This provides critical guidance for future research directions while offering a comprehensive literature foundation for a deeper understanding of carbonized traditional Chinese medicines’ potential applications.

**Key words:** carbonized traditional Chinese medicines; bibliometrics; VOSview; CiteSpace; visual analysis; multidisciplinary intersection

炭类中药（简称“炭药”）即“有机物经干馏后的炭化物”<sup>[1]</sup>，至今已有 2 千多年的应用历史<sup>[2]</sup>，用于治疗吐血、衄血、便血、尿血、崩漏、泄泻、痢疾、胃肠炎、痈疽和疔毒等疾病。现代研究进一步证实了炭药治疗出血性疾病的潜力<sup>[3]</sup>，尤其是在治疗过敏性紫癜、原发性血小板减少性紫癜和上消化道出血等方面，通过调理体内的热量和血液状态，达到清热凉血、益气养血的效果，很好地契合了中医药“黑物以止血”<sup>[4]</sup>的理念。目前，炭药的止血活性成分主要包括鞣质<sup>[5]</sup>、黄酮类化合物<sup>[6]</sup>等，通过促进凝血、降低血管通透性及抑制纤维蛋白溶解等途径发挥止血功效。现有研究已对炭药的炮制机制及药效学物质基础进行了初步探索，亦发现炭药中分离出的纳米类成分碳点在止血方面具有良好的效果<sup>[7-10]</sup>，但炭药止血的作用机制仍未被完全阐明，研究现状的系统分析仍显不足<sup>[11]</sup>。文献计量学已广泛应用于中医药研究热点和趋势分析<sup>[12]</sup>。基于此，通过 CiteSpace 与 VOSviewer 等可视化软件，对中国知网（China National Knowledge Infrastructure, CNKI）和 Web of Science（WOS）的中英文文献进行筛选，系统分析炭药的发文量、关键词、发文机构及学科分布等，深入梳理炭药的研究现状和发展趋势，以期为其未来的研究与应用提供科学依据，并促进炭药的标准化与现代化发展。

## 1 数据来源与方法

### 1.1 数据来源

中文文献来源于 CNKI，检索主题=（炭药 OR 炭类中药 OR 中药炭药 OR 炭炮制 OR 中药制炭 OR

制炭 OR 炮制炭 OR 炮制炭药 OR 中药炒炭 OR 炒炭 OR 炒炭炮制 OR 炒炭存性 OR 煅炭 OR 炭煅），检索词设置为精确，检索时间不限，筛选相关主题的期刊，数据采集时间为 2025 年 3 月 31 日。英文文献来源于 WOS 核心合集数据库，设置主题词 Topic=（carbonisata OR carbonisatus OR carbonized herb OR carbonized drug OR carbonized product OR charred herb OR charred drug OR charcoal-herbs OR charcoal-drug OR charred product OR charcoal processing product OR charcoal processing herb OR charcoal processing drug OR charcoal-frying OR processed product OR processed herb OR processed drug OR carbon dot），时间跨度不限，数据采集截止时间为 2025 年 3 月 31 日。

### 1.2 纳入标准与排除标准

纳入炭药主题相关的文献，排除新闻报道、会议通知、科技成果类型、无作者文献等。

### 1.3 数据分析

从 CNKI 和 WOS 数据库导出文献数据，使用 Microsoft Excel 和 Origin 2021 软件对文献进行描述性统计，分析文献的年发文量。使用 EndNote 20、VOSviewer 1.6.20、CiteSpace 6.2R4 软件对文献数据筛查、格式转化，将文献的关键词、作者、机构相关信息进行可视化分析，其中关键词同义相近进行合并，机构名称新老变更，均合并为新名称。运行 VOSviewer 将中文文献设置每篇论文最多出现的作者数量为 25、每个作者最少的发文量为 4，部分与其他作者没有合作关联的作者不纳入计算中（每个关键词出现的最少频次为 5，部分与

其他关键词没有关联的关键词不纳入计算中); 英文文献设置每篇论文最多出现的作者数量为 25、每个作者最少的发文量为 2(部分与其他作者没有合作关联的作者不纳入计算中, 每个关键词出现的最少频次为 2, 部分与其他关键词没有关联的关键词不纳入计算中)。运行 CiteSpace 将中文文献年限设置为 1959—2025 年, 时间切片设置为 1 年; 英文文献年限设置为 2012—2025 年, 时间切片设置为 1 年。

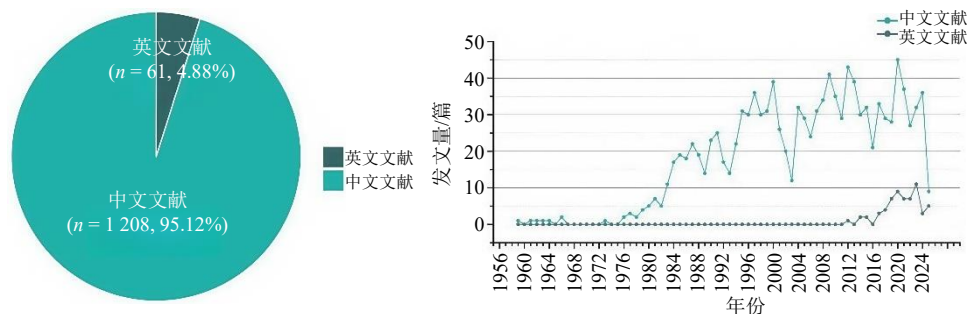


图 1 中英文文献年发文量

Fig. 1 Annual publication volume of Chinese and English literature

## 2.2 发文学者、机构以及合作关系分析

采用 VOSviewer 软件对作者进行分析, 导入的文献共包含 2 566 位中文文献作者、301 位英文文献作者。发文量  $\geq 10$  篇的中文文献作者有 23 位; 发文量  $\geq 5$  篇的英文文献作者有 11 位。中文文献的前 10 位作者分布在不同的高校和研究院 (图 2-A、C), 以南京中医药大学和山东省中医药研究院为主要发文机构, 前 3 名中的 2 位学者丁安伟 (57 篇) 和张丽 (31 篇) 均隶属于南京中医药大学。英文文献发文量前 10 的作者单位集中度较高 (图 2-B、D), 所有作者均隶属于北京中医药大学 (表 1), Zhao Yan 以 22 篇的发文量位居首位。通过 Excel 和 CiteSpace 软件统计中文文献机构文献发表量 (表 2), 发现 1959—2025 年共有 550 个研究机构参与研究, 其中发文量  $\geq 10$  篇的机构有 13 个, 发文量最多是南京中医药大学 (86 篇), 随后是山东中医药大学 (53 篇)、山东省中医药研究院 (52 篇)、河南中医药大学 (40 篇)、北京中医药大学 (37 篇)。统计分析英文文献机构文献发表量 (表 3), 发现 2012—2025 年共有 46 个研究机构参与研究, 发文量最多的是北京中医药大学 (22 篇), 其次是成都中医药大学 (6 篇)。虽然中英文文献在发文作者、机构以及合作关系呈现不同的趋势, 但整体上发文

## 2 结果

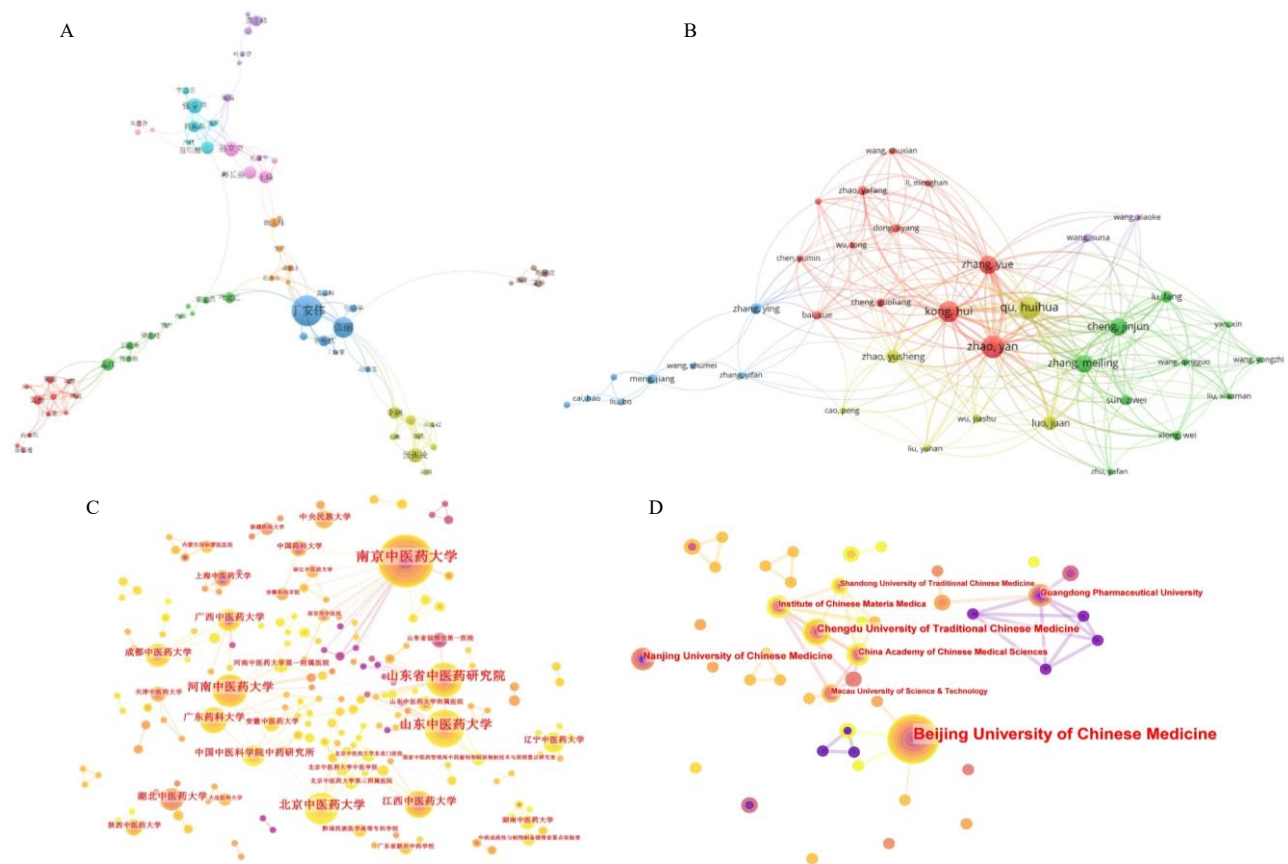
### 2.1 中英文文献数量统计分析

在 CNKI 和 WOS 数据库中, 检索筛选得到炭药的中医药研究文献共 3 297 篇, 来源于 CNKI 的中文文献 1 208 篇 (占总量的 95.12%); 来源于 WOS 的英文文献 61 篇 (占总量的 4.88%), 见图 1。从 1982 年至今, 中文文献的年发表量总体保持增长趋势; 而英文文献自 2012 年起也进入稳步增长阶段。

作者和机构以我国高校及研究院为主。具体而言, 中文文献的高产作者及机构数量较多、地域分布广泛, 合作网络较为分散; 相比之下, 英文文献的高产作者和机构则呈现出更高的集中度, 其合作关系更为紧密且多局限于同一机构内部。

### 2.3 期刊和文献被引频次分析

通过 Excel 与 Origin 软件对中文文献收录的期刊进行统计, 覆盖 280 种期刊, 其中发文量不少于 20 篇的期刊有 9 种, 《中成药》发文量最多 (64 篇), 其次是《时珍国医国药》(61 篇)、《中药材》(54 篇), 见图 3。由表 4 可知, 被引频次前 10 的中文文献中, 均深入探讨不同药材如大黄、蒲黄等炭炮制品的生物活性, 体现炭药在中医药治疗疾病中的重要性及其在现代医学中的应用潜力<sup>[13,22]</sup>; 英文文献发表于 35 种不同的期刊, 其中发文量不少于 3 篇的期刊有 6 种, *Artificial Cells Nanomedicine and Biotechnology*、*Frontiers in Pharmacology* 和 *International Journal of Nanomedicine* 均为 5 篇, 见图 3。被引频次前 10 的英文文献 (表 5) 中, 主要内容涉及通过现代分析技术揭示炭药的成分转化及其活性, 探讨炭药碳点的生物相容性及其止血效果, 中药炭化炮制工艺及其止血作用机制等方面。



A-中文文献作者网络关系；B-英文文献作者网络关系；C-中文文献机构网络关系；D-英文文献机构网络关系。  
 A-network relationship of authors in Chinese literature; B-network relationship of authors in English literature; C-network relationship of institutions in Chinese literature; D-network relationship of institutions in English literature.

图 2 中英文文献作者、机构共现网络  
 Fig. 2 Co-occurrence networks of authors and institutions in Chinese and English literature

表 1 发文量前 10 的中英文文献作者

| 中文文献 |     |       |           | 英文文献          |       |         |
|------|-----|-------|-----------|---------------|-------|---------|
| 序号   | 作者  | 发文量/篇 | 所属机构      | 作者            | 发文量/篇 | 所属机构    |
| 1    | 丁安伟 | 57    | 南京中医药大学   | Zhao Yan      | 22    | 北京中医药大学 |
| 2    | 张丽  | 31    | 南京中医药大学   | Qu Huihua     | 21    | 北京中医药大学 |
| 3    | 张学兰 | 20    | 山东中医药大学   | Kong Hui      | 19    | 北京中医药大学 |
| 4    | 孙立立 | 19    | 山东省中医药研究院 | Zhang Yue     | 15    | 北京中医药大学 |
| 5    | 张振凌 | 19    | 河南中医药大学   | Zhang Meiling | 14    | 北京中医药大学 |
| 6    | 戴衍朋 | 15    | 山东省中医药研究院 | Cheng Jinjun  | 13    | 北京中医药大学 |
| 7    | 王琦  | 15    | 北京中医药大学   | Luo Juan      | 9     | 北京中医药大学 |
| 8    | 郭长强 | 15    | 山东省中医药研究院 | Zhao Yusheng  | 8     | 北京中医药大学 |
| 9    | 孟江  | 14    | 广东药科大学    | Lu Fang       | 6     | 北京中医药大学 |
| 10   | 崔箭  | 14    | 中央民族大学    | Sun Ziwei     | 5     | 北京中医药大学 |

2.4 关键词分析

2.4.1 关键词共现分析 通过统计中文文献（图 4-A）中的 1 339 个关键词，词频≥10 的关键词共有

60 个。主要关键词包括“炮制”“炭药”“止血”等，中文关键词共现揭示研究内容涵盖中药制备工艺、探讨中医药治疗策略以及优化中药成分分析技术

表 2 发文量前 10 的中文文献机构  
Table 2 Top 10 institutions in terms of publication volume of Chinese literature

| 序号 | 机构名称         | 发文量/篇 |
|----|--------------|-------|
| 1  | 南京中医药大学      | 86    |
| 2  | 山东中医药大学      | 53    |
| 3  | 山东省中医药研究院    | 52    |
| 4  | 河南中医药大学      | 40    |
| 5  | 北京中医药大学      | 37    |
| 6  | 江西中医药大学      | 22    |
| 7  | 广东药科大学       | 21    |
| 8  | 广西中医药大学      | 17    |
| 9  | 中国中医科学院中药研究所 | 17    |
| 10 | 湖北中医药大学      | 17    |

表 3 发文量前 15 的英文文献机构  
Table 3 Top 15 institutions in terms of publication volume of English literature

| 序号 | 机构名称         | 发文量/篇 | 序号 | 机构名称    | 发文量/篇 |
|----|--------------|-------|----|---------|-------|
| 1  | 北京中医药大学      | 22    | 8  | 安徽中医药大学 | 2     |
| 2  | 成都中医药大学      | 6     | 9  | 中国科学院   | 2     |
| 3  | 南京中医药大学      | 5     | 10 | 甘肃农业大学  | 2     |
| 4  | 中国中医科学院中药研究所 | 4     | 11 | 广东工业大学  | 2     |
| 5  | 广东药科大学       | 4     | 12 | 暨南大学    | 2     |
| 6  | 澳门科技大学       | 3     | 13 | 山东大学    | 2     |
| 7  | 山东中医药大学      | 3     | 14 | 天津中医药大学 | 2     |

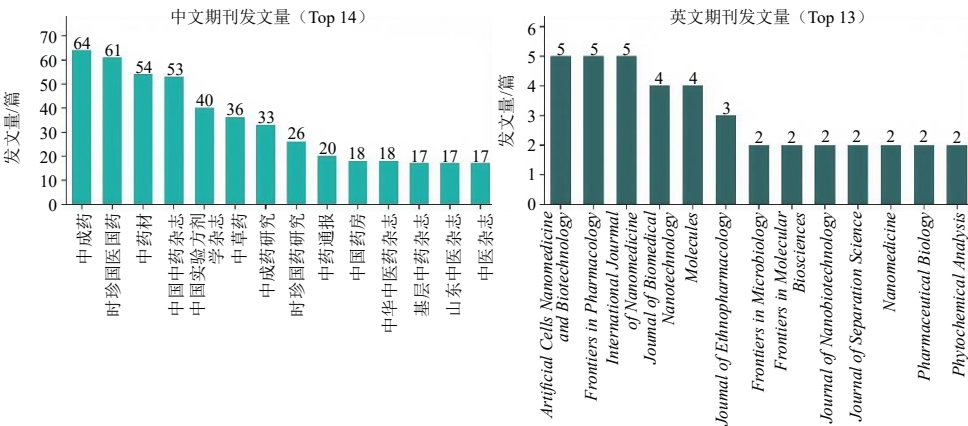


图 3 发表炭药相关文献的中英文期刊  
Fig. 3 Chinese and English journals publishing literature related to carbonized medicinal materials

表 4 被引频次前 10 的中文文献  
Table 4 Top 10 Chinese literature by citation frequency

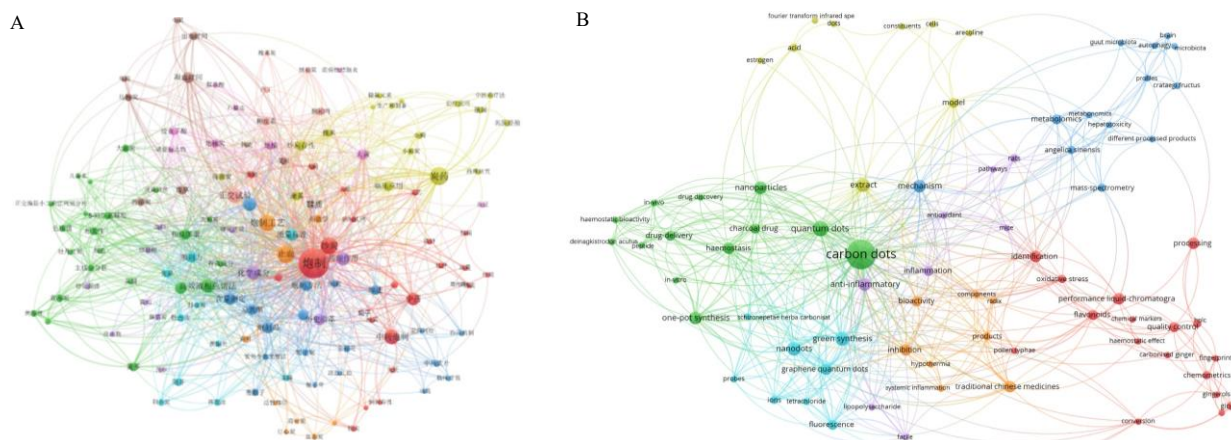
| 序号 | 文献名称                                               | 期刊        | 发表年份 | 被引频次 |
|----|----------------------------------------------------|-----------|------|------|
| 1  | 大黄炮制的历史沿革及对化学成分、传统药理作用影响的研究进展 <sup>[13]</sup>      | 中国中药杂志    | 2020 | 173  |
| 2  | 蒲黄的化学成分和药理活性研究进展 <sup>[14]</sup>                   | 天津中医药大学学报 | 2016 | 167  |
| 3  | 黄柏炮制品清除氧自由基和抗脂质过氧化作用 <sup>[15]</sup>               | 中国中药杂志    | 2001 | 162  |
| 4  | 海螵蛸的研究进展 <sup>[16]</sup>                           | 中国民族民间医药  | 2016 | 158  |
| 5  | 蒲黄化学成分、药理作用及质量标志物 (Q-Marker) 的预测分析 <sup>[17]</sup> | 中草药       | 2019 | 134  |
| 6  | 黄柏炮制品的考证、化学成分和药理作用研究进展 <sup>[18]</sup>             | 亚太传统医药    | 2020 | 129  |
| 7  | 茜草的研究进展 <sup>[19]</sup>                            | 中草药       | 2017 | 117  |
| 8  | 中药槐花化学成分、药理作用及炮制研究进展 <sup>[20]</sup>               | 中国中医药信息杂志 | 2002 | 96   |
| 9  | 地榆炒炭前后止血作用的研究 <sup>[21]</sup>                      | 中医药学报     | 2001 | 94   |
| 10 | 炮制对栀子部分成分及解热作用的影响 <sup>[22]</sup>                  | 中药材       | 1995 | 91   |

等。英文文献中 (图 4-B), 共收集 405 个关键词, 其中词频≥5 的关键词有 16 个。高频出现的关键词主要包括 “carbon dots” (碳点)、“quantum dots” (量

子点)、“extract” (提取/提取物) 等, 反映通过提取植物或中药成分, 可用于合成或修饰碳点/量子点。综上分析, 中文文献更侧重于中药的炮制工艺及其

表 5 被引频次前 10 的英文文献  
Table 5 Top 10 English literature by citation frequency

| 序号 | 文献名称                                                                                                                                                                                                      | 期刊                                                     | 被引频次 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------|
| 1  | Characterization and quantification by LC-MS/MS of the chemical components of the heating products of the flavonoids extract in pollen typhae for transformation rule exploration <sup>[23]</sup>         | <i>Molecules</i>                                       | 160  |
| 2  | Hemostatic bioactivity of novel pollen typhae carbonisata-derived carbon quantum dots <sup>[24]</sup>                                                                                                     | <i>Journal of Nanobiotechnology</i>                    | 77   |
| 3  | Metabonomics study on the hepatoprotective effect of polysaccharides from different preparations of <i>Angelica sinensis</i> <sup>[25]</sup>                                                              | <i>Journal of Ethnopharmacology</i>                    | 69   |
| 4  | Novel mulberry silkworm cocoon-derived carbon dots and their anti-inflammatory properties <sup>[26]</sup>                                                                                                 | <i>Artificial Cells Nanomedicine and Biotechnology</i> | 47   |
| 5  | The neuroprotective effect of pretreatment with carbon dots from <i>Crinis Carbonisatus</i> (carbonized human hair) against cerebral ischemia reperfusion injury <sup>[27]</sup>                          | <i>Journal of Nanobiotechnology</i>                    | 42   |
| 6  | A review on charred traditional Chinese herbs: Carbonization to yield a haemostatic effect <sup>[28]</sup>                                                                                                | <i>Pharmaceutical Biology</i>                          | 39   |
| 7  | Novel carbon dots derived from <i>Schizonepetae Herba Carbonisata</i> and investigation of their haemostatic efficacy <sup>[29]</sup>                                                                     | <i>Artificial Cells Nanomedicine and Biotechnology</i> | 39   |
| 8  | Hemostatic and hepatoprotective bioactivity of <i>Junci Medulla Carbonisata</i> -derived carbon dots <sup>[30]</sup>                                                                                      | <i>Nanomedicine</i>                                    | 38   |
| 9  | Protective effects of <i>Radix Sophorae Flavescentis Carbonisata</i> -based carbon dots against ethanol-induced acute gastric ulcer in rats: Anti-inflammatory and antioxidant activities <sup>[31]</sup> | <i>International Journal of Nanomedicine</i>           | 38   |
| 10 | Antihyperuricemic and anti-gouty arthritis activities of <i>Aurantii Fructus Immaturus Carbonisata</i> -derived carbon dots <sup>[32]</sup>                                                               | <i>Nanomedicine</i>                                    | 37   |



A-中文文献关键词网络; B-英文文献关键词网络。

A-keyword network of Chinese literature; B-keyword network of English literature.

图 4 中英文文献关键词共现图

Fig. 4 Co-occurrence graph of keywords in Chinese and English literature

临床应用，尤其是在传统疾病治疗中的应用；而英文文献则聚焦于炭药在纳米技术领域的探索，研究趋势反映炭药在不同研究背景下的多样化发展方向。

**2.4.2 关键词聚类分析** 在 CiteSpace 中使用对数似然比 (log-likelihood-ratio, LLR) 算法对文献的关键词进行聚类分析，中文文献的关键词聚类图见图

5，聚类模块化值 ( $Q$ ) = 0.494 2 ( $>0.4$ )，说明聚类有效，平均轮廓值 ( $S$ ) = 0.798 4 ( $>0.5$ )，说明网络同质性很高，关键词之间的联系紧密，聚类情况合理。英文文献的关键词聚类图见图 6， $Q$  = 0.544 0 ( $>0.4$ )， $S$  = 0.911 3 ( $>0.5$ )，说明聚类情况有效且合理，可信度高。中文文献关键词聚类分析如表 6 所示，中文文献关键词分别被聚类为 #0 中

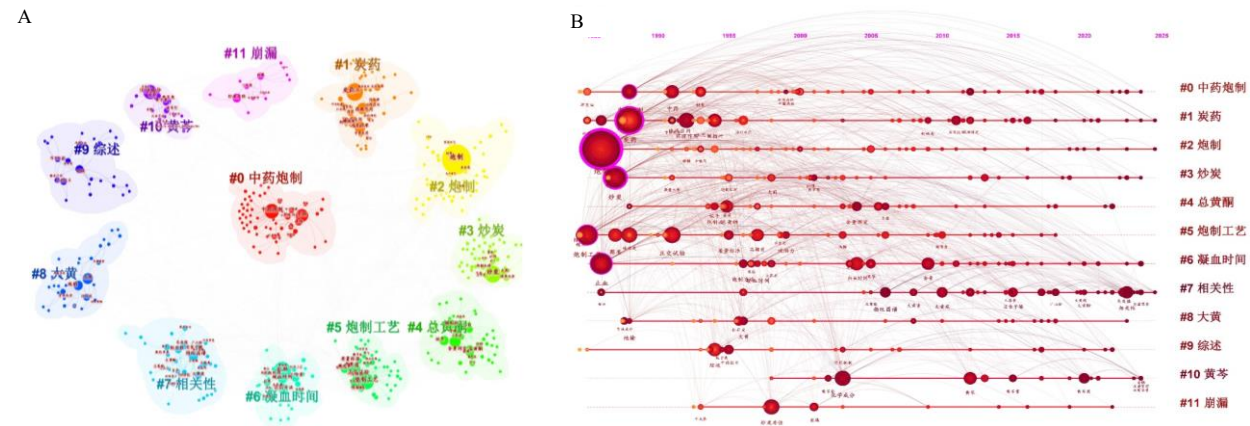


图 5 中文文献关键词聚类网络 (A) 和聚类时间线图 (B)

Fig. 5 Clustering network of (A) and clustering timeline chart (B) of keywords in Chinese literature

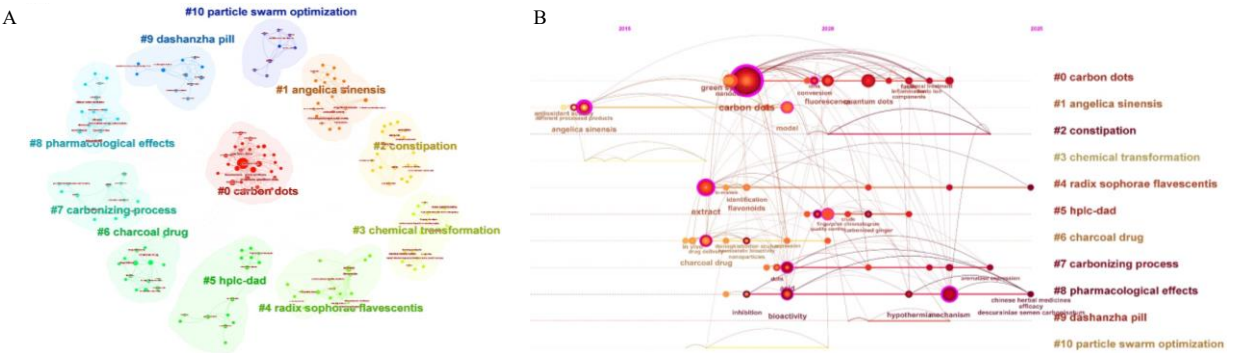


图 6 英文文献关键词聚类网络 (A) 和聚类时间线图 (B)

Fig. 6 Clustering network of (A) and clustering timeline chart (B) of keywords in English literature

表 6 中文文献关键词聚类分析

Table 6 Clustering analysis of keywords in Chinese literature

| 聚类名称    | 主要关键词 (LLR)                                                      |
|---------|------------------------------------------------------------------|
| #0 中药炮制 | 中药炮制、中药、制炭、挥发油、制炭存性、中国药典、产地、炭药止血、绿原酸、中药学、存性、荆芥炭、地黄、加工炮制          |
| #1 炭药   | 炭药、临床应用、侧柏叶、历史沿革、药理作用、工艺、荆芥、药效学、治疗应用、中药炭药、名医经验、研究进展、中西药、侧柏炭、药理研究 |
| #2 炮制   | 炮制、金银花、棕榈、功效、临床研究、山楂、现代研究、工艺研究、化学研究、变化规律、黄柏、中草药、传承               |
| #3 炒炭   | 炒炭、大蓟、微量元素、炮制机理、清炒、茜草炭、pH 值、干姜、砂炒、荷叶、物性                          |
| #4 总黄酮  | 含量测定、总黄酮、炮制品、栀子、小蓟、蒲黄、分析、小蓟炭、多糖、艾叶、蒲黄炭                           |
| #5 炮制工艺 | 炮制工艺、正交试验、鞣质、质量标准、吸附力、槐米、乌梅炭、槲皮素、地榆炭、乌梅、藕节炭、芦丁、丹皮炭               |
| #6 凝血时间 | 止血、凝血时间、炮制方法、出血时间、含量、茜草、出血、大蓟炭、卷柏、制炭工艺                           |
| #7 相关性  | 指纹图谱、大黄炭、姜炭、相关性、没食子酸、判别分析、6-姜酚、大黄酚、大黄素、色度值、异茜草素、广山楂、当归、儿茶素、总蒽醌   |
| #8 大黄   | 大黄、地榆、有效成分、代谢组学、显微观察、牡丹皮、游离蒽醌、薄层层析                               |
| #9 综述   | 综述、止血中药、中药饮片、作用机制、栀子炭、临床疗效、枳实、凉血止血                               |
| #10 黄芩  | 化学成分、黄芩苷、黄芩、黄芩素、黄芩炭、黄酮、汉黄芩苷                                      |
| #11 崩漏  | 炒炭存性、崩漏、十灰散、临床新用、咳血、合用它法、微量元素                                    |

药炮制、#1 炭药、#2 炮制、#3 炒炭、#4 总黄酮、#5 炮制工艺、#6 凝血时间、#7 相关性、#8 大黄、#9 综述、#10 黄芩、#11 崩漏，表明研究聚焦于中药炭药（大黄、黄芩等）、炮制工艺（如炒炭）、止血活性成分（如黄酮等）及作用机制（凝血时间等）和主要应用于妇科崩漏等出血症。

英文文献关键词被聚类(表 7)为#0 carbon dots、#1 *Angelica sinensis*、#2 constipation、#3 chemical transformation、#4 *Radix Sophorae Flavescentis*、#5 HPLC-DAD、#6 charcoal drug、#7 carbonizing process、#8 pharmacological effects、#9 Dashanzha Pill、#10 particle swarm optimization，主要聚焦于炭药纳米材料（carbon dots）、炮制工艺（carbonizing process）及药效机制（pharmacological effects），核心涉及当归 *Angelica sinensis*、苦参 *Radix Sophorae Flavescentis* 等药材，结合分析技术（HPLC-DAD）和优化算法（particle swarm optimization），探索炭

化化学转化（chemical transformation）与便秘（constipation）等疾病的关联应用。综上，中文文献侧重于传统炭药的炮制和药效探讨，而英文文献则更多地关注通过现代技术手段对炭药进行质量控制和标准化研究。两者在炭药研究中的不同学术倾向与技术应用，分别体现传统与现代两种研究范式的差异与融合。

**2.4.3 关键词突现分析** 由图 7-A 可知，中文文献关键词突现图谱包含 25 个关键词，早期研究（1985—2000 年）聚焦于炭药炮制工艺（如挥发油、制炭存性）和传统应用（治疗应用），而近 10 年（2016—2025 年）转向化学成分、药理作用及质量评价（指纹图谱、相关性），体现从经验性研究向科学化、标准化分析的跨越。此外，止血相关指标（凝血时间）和特定炭药（黄芩炭、乌梅炭）持续受关注，同时结合现代技术（正交试验、指纹图谱），反映炭药研究始终围绕“工艺-成分-药效”主线深化。

表 7 英文文献关键词聚类分析

Table 7 Clustering analysis of keywords in English literature

| 聚类名称                                  | 主要关键词（LLR）                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| #0 carbon dots                        | carbon dots, graphene quantum dots, green synthesis, fluorescence, quantum dots, nanodots, facile, conversion, inflammation, one pot synthesis, components, apoptosis, ions, clinical treatment, ferric ion, blood                        |
| #1 <i>Angelica sinensis</i>           | <i>Angelica sinensis</i> , model, biomarkers, antioxidant activity, chromatography/mass spectrometry, different processed products, decoction, flight mass spectrometry, Chinese angelica, deficiency, blood stasis syndrome              |
| #2 constipation                       | arecoline, cells, constituents, charred areca nut, areca nut, association, gastrointestinal motility, charred semen arecae, baking                                                                                                        |
| #3 chemical transformation            | mass spectrometry, chemical transformation, liquid chromatography-tandem mass spectroscopy, heating products, performance liquid chromatography, metabolites, high-performance liquid chromatography, fingerprint analysis, pollen typhae |
| #4 <i>Radix Sophorae Flavescentis</i> | extract, flavonoids, identification, fungi, community assembly, combinatorial quality markers, chemometric methods, chronic renal failure                                                                                                 |
| #5 HPLC-DAD                           | quality control, haemostatic effect, chemometric analysis, colour value, carbonised ginger, chemical markers, 6-gingerol, chemometrics                                                                                                    |
| #6 charcoal drug                      | charcoal drug, drug discovery, drug delivery, <i>in vivo</i> , pollen typhae carbonisata, c type lectin, deinagkistrodon acutus, expression, haemostatic bioactivity                                                                      |
| #7 carbonizing process                | acid, dots, aromatase expression, antiviral activity, anti-inflammatory activity, gas chromatography-mass spectrometry, behavior, decomposition                                                                                           |
| #8 pharmacological effects            | bioactivity, mechanism, hypothermia, inhibition, discovery, curcuma radix, Chinese herbal medicines, efficacy, descurainiae semen carbonisatum                                                                                            |
| #9 Dashanzha Pill                     | brain, cerebral ischemia reperfusion, crinis carbonisatus, crataegi fructus, endoplasmic reticulum stress, chemical constituents                                                                                                          |
| #10 particle swarm optimization       | ginger, dioxide, gases, particle swarm optimization, polymers, solubility prediction                                                                                                                                                      |

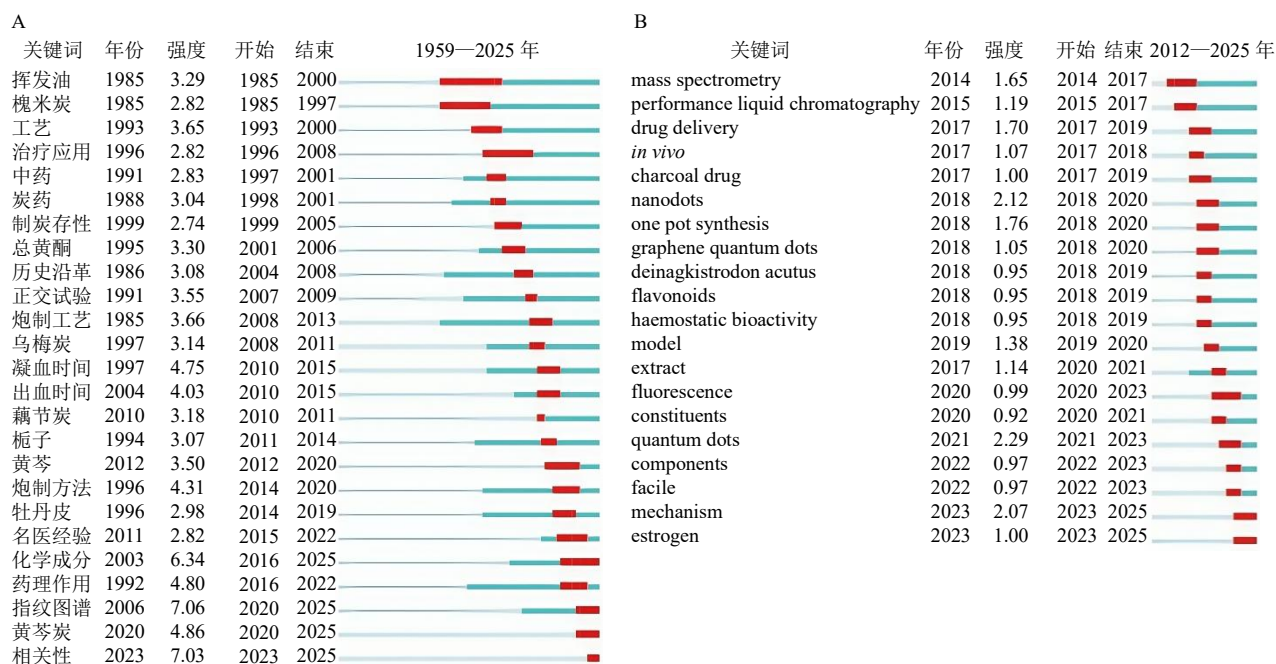


图 7 中文 (A) 和英文 (B) 文献关键词突现图  
Fig. 7 Emergence graph of keywords in Chinese (A) and English (B) literature

由英文文献关键词突现图 (图 7-B) 可知, 2014—2017 年研究以分析技术 (质谱、高效液相色谱) 为主, 2018 年后快速转向纳米材料 (碳点、量子点) 和生物活性 (止血、类雌激素效应), 显示研究从传统分析向纳米生物医学应用的跨越式发展。近年的研究 (2020—2025) 呈现“纳米技术-活性成分-机制解析”特征, 如荧光碳点 (fluorescence) 与止血机制 (haemostatic)、类雌激素 (estrogen) 效应的关联研究, 体现材料科学、药理学与传统医药的深度交叉。综上, 中文文献呈现“工艺-成分-药效”的纵向深化, 英文文献则形成“纳米技术-活性成分-机制解析”的创新研究范式, 两者共同推动炭药研究从宏观描述向微观机制的系统性突破。

### 3 讨论

#### 3.1 炭药的炮制方法多样性及临床应用演变

炭药首载于春秋战国时期《五十二病方》<sup>[2]</sup>, 《名医别录》首次提出“炒炭用于止血”, 炭药的止血功效自此备受推崇<sup>[33]</sup>。宋元时期, 炭药的临床应用更为成熟, 《十药神书》<sup>[34]</sup>形成“红见黑则止”的理论, 炭药逐渐成为中医临床不可或缺的一部分。关于炭药的炮制, 《金匱要略》<sup>[35]</sup>最早提及“烧灰存性, 勿令灰过”的记载, 其后, 炮制方法不断演变, 包括“燔”<sup>[2]</sup>、“熬”<sup>[36]</sup>、“烧灰”<sup>[37]</sup>、“烧成末”<sup>[38]</sup>、“烧炭”<sup>[39]</sup>、“黄泥封固煅”“竹筒包煅”“炒焦”“煅

令焦”<sup>[40]</sup>和“烧存性”<sup>[41]</sup>、“候开视成炭者佳, 若未成炭或已成灰, 俱不入药”<sup>[42]</sup>、“清炒法”“砂烫法”“焖煅法”<sup>[43]</sup>“炒炭法”和“煅炭法”等<sup>[1]</sup>。目前, 各版《中国药典》及地方炮制规范对炭药的收载情况存在不统一的现象, 导致国内不同地区制备炭药缺乏统一的工艺和标准。因此, 亟须对其炮制工艺进行规范化, 以确保炭药在临床应用中的安全性和有效性。基于“炒炭止血”理论的不断实践, 炭药的治疗范围从单一的止血扩展至更多疾病, 包括血瘀、妇科疾病 (如崩漏、闭经)、外科疾病 (如疮、疖、痈、疽)、胃肠道疾病 (如痢疾、腹痛) 及儿科疾病 (如夜啼、惊痫) 等<sup>[44]</sup>。清代许多医家对炭药的泛滥使用提出反对, 如《本草从新》<sup>[45]</sup>指出, 若熟地黄和枸杞制成炭, 将改变其滋阴之性, 反而可能有害; 而《本草正义》<sup>[46]</sup>认为, 炒炭后的栀子疗效减弱, 徒有其名。现代临床研究表明, 炭药不仅具有传统的止血效果, 还可扩展到消化系统疾病如胃痛、反酸、呕吐、泄泻等多种病症的治疗<sup>[14,47]</sup>。故可见, 炭药的临床应用演变体现了中医临床应用的灵活变通。

#### 3.2 炭药的止血机制多维解析及其未来展望

元代名医葛可久《十药神书》载: “经云, 北方黑色, 入通于肾, 皆肾经药也。夫血者, 心之色也, 血见黑则止者, 由肾水能治心火, 故也。”从五行学

说的角度剖析了“血见黑止”的疑团。现代研究对炭药的物质基础进行了进一步探索,发现炭药功效与其化学成分和物理结构密切相关,一方面其化学成分的变化和新物质的生成<sup>[47]</sup>,如钙离子(促进血液凝固)、鞣质(聚合作用在血管破裂处形成硬块)、黄酮类和三萜类化合物等含量显著增加,形成炭药独特的止血功效<sup>[28]</sup>;另一方面炭药中炭素的(活性炭)多孔结构有利于吸附有害物,有效激活凝血因子和血小板而促进止血<sup>[48]</sup>。止血是凝血因子、血小板及血管壁共同作用的结果,目前炭药止血的机制研究多集中在凝血与纤溶系统、血小板凝血功能等方面,对血管壁变化的研究仍相对不足<sup>[49]</sup>。此外,研究不应仅限于少数几个指标,如活化部分凝血活酶时间(activated partial thromboplastin time, APTT)、凝血酶原时间(prothrombin time, PT)、凝血酶时间(thrombin time, TT)、纤维蛋白原(fibrinogen, FIB)等,可考虑从多个角度全面探讨<sup>[12]</sup>。近年来,纳米材料的概念引入,特别是“纳米类成分”可能是解释炭药多效性的关键,为“炭药止血”的研究提供另一突破口。炭药研究的焦点逐渐转向纳米化学成分的分离和表征技术,为解释炭药的多种功效提供新的研究思路。尽管如此,炭药止血机制仍需通过大量的药理学实验和系统性分析进一步验证。但现代药理研究多基于小鼠断尾或肝出血等模型,缺乏与中医“病证”密切关联的综合评价。总而言之,未来的研究应建立符合中医“病证”理论的动物模型,结合代谢组学等多组学分析,综合多种生理病理指标的全面评价,以系统阐明炭药包括止血在内的多种药效的作用机制。

炭药作为中医药传统炮制技术的典型代表,其研究范式正经历从经验传承到科学解析的重要转型。本研究基于文献计量学系统分析中英文文献研究差异:中文研究主要遵循“工艺-成分-药效”的传统路径,重点关注炮制工艺优化(如炒炭、煅炭)、止血活性成分鉴定及临床应用验证;而英文文献则呈现出“纳米技术-活性成分-机制解析”的创新研究范式,着重探索碳点的止血机制、纳米载体应用及多学科交叉研究。两者差异不仅反映了中医药传统理论与现代纳米技术的互补性,更凸显了当前研究的核心挑战:如何实现传统炮制经验与现代科技手段的深度融合。基于此,纳米炭药的标准化研究已成为推动中医药现代化与国际化的关键突破口,其路径的实施需要从以下几个方面系统推进。(1) 研

究体系构建方面:建立多学科交叉融合的创新研究体系,整合中医药理论、纳米技术和现代分析方法;重点开展炭药纳米成分的结构解析与活性评价研究,建立构效关系模型;开发智能化炮制监控系统,实现工艺参数的精准化和标准化。(2) 产业化实施方面:构建全过程质量控制体系,从原料筛选到终端产品实施标准化管理;采取“重点突破、逐步推广”策略,优先建立常用炭药品种的质量标准;开发在线检测技术和装备,提升生产过程的可控性。(3) 国际化推进方面:组建国际专家委员会,统一术语翻译和技术标准;推动建立国际认可的质量评价体系。(4) 保障体系建设方面:创新监管评价模式,建立符合中医药特点的审评体系;加强人才培养,建设复合型专业队伍;打造产-学-研-医协同创新平台,促进成果转化。通过系统推进标准化建设,将有效促进纳米炭药从实验室研究向产业化应用的转化,为中医药现代化发展提供示范。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

#### 参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 1963: 347.
- [2] 马王堆汉墓帛书整理小组.《五十二病方》[M]. 北京:文物出版社,1979: 30, 34.
- [3] 沈梦玥, 郑波, 熊倩. 炭药止血在出血性疾病中的临证运用探析 [J]. 中医研究, 2023, 36(11): 10-14.
- [4] 赵玉升, 李伟洋, 曹天佑, 等. 中药炭药止血物质基础概述 [J]. 中医药导报, 2021, 27(8): 56-60.
- [5] 程旭希, 周子云, 胡庆莲, 等. 基于止血药效的地榆炒炭工艺及质量标志物研究 [J]. 中国中药杂志, 2024, 49(10): 2710-2721.
- [6] 乔瑞瑞, 刘硕, 白亚亚, 等. 黄芩炒炭过程中主要成分与色度值的变化规律及其止血作用研究 [J]. 中草药, 2024, 55(15): 5083-5092.
- [7] Tian S C, Hu Z L, Zhang W D. Modernization of charcoal drugs: Integrating research paradigms of carbon dots to gain new perspectives [J]. *Chin Herb Med*, 2025, 17(2): 292-295.
- [8] 赵玉升, 屈会化, 赵琰. 炭药纳米类成分的药理作用研究进展 [J]. 中草药, 2022, 53(3): 921-929.
- [9] 赵玉升, 田雨, 李伟洋, 等. 葶苈子炭新型纳米类成分发现及其止血机制研究 [J]. 药学报, 2022, 57(2): 492-499.
- [10] 黄倩倩, 吴成圆, 滕云峰, 等. 中药衍生碳点研究进展 [J]. 中草药, 2021, 52(16): 5089-5097.
- [11] 王淑贤, 吴佳姝, 邹鹏, 等. 胶饴对甘草炭纳米类成分抗胃溃疡的协同增效作用 [J]. 中草药, 2024, 55(24): 8479-8489.
- [12] 麦提敏·麦提萨伍尔, 赖梦亭, 段金彪, 等. 基于文献计量学和专利分析的板蓝根研究现状剖析及产业化前景展望 [J]. 中草药, 2024, 55(2): 563-574.
- [13] 张桥, 陈艳琰, 乐世俊, 等. 大黄炮制的历史沿革及对

- 化学成分、传统药理作用影响的研究进展 [J]. 中国中药杂志, 2021, 46(3): 539-551.
- [14] 胡立宏, 房士明, 刘虹, 等. 蒲黄的化学成分和药理活性研究进展 [J]. 天津中医药大学学报, 2016, 35(2): 136-140.
- [15] 孔令东, 杨澄, 仇熙, 等. 黄柏炮制品清除氧自由基和抗脂质过氧化作用 [J]. 中国中药杂志, 2001, 26(4): 29-32.
- [16] 范薏淇, 赵嫣虹. 海螵蛸的研究进展 [J]. 中国民族民间医药, 2016, 25(4): 47-48.
- [17] 陈瑾, 郝二伟, 冯旭, 等. 蒲黄化学成分、药理作用及质量标志物 (Q-marker) 的预测分析 [J]. 中草药, 2019, 50(19): 4729-4740.
- [18] 代琪, 胡宇, 雷蕾, 等. 黄柏炮制品的考证、化学成分和药理作用研究进展 [J]. 亚太传统医药, 2020, 16(10): 205-208.
- [19] 陈毅, 王海丽, 薛露, 等. 茜草的研究进展 [J]. 中草药, 2017, 48(13): 2771-2779.
- [20] 李姚姚, 原思通, 肖永庆. 中药槐花化学成分、药理作用及炮制研究进展 [J]. 中国中医药信息杂志, 2002, 9(6): 77-82.
- [21] 郭淑艳, 贾玉良, 徐美术. 地榆炒炭前后止血作用的研究 [J]. 中医药学报, 2001, 29(4): 28.
- [22] 张学兰, 孙秀梅, 牛序莉, 等. 炮制对梔子部分成分及解热作用的影响 [J]. 中药材, 1995, 18(3): 136-139.
- [23] Chen Y Q, Yu H L, Wu H, *et al.* Characterization and quantification by LC-MS/MS of the chemical components of the heating products of the flavonoids extract in pollen typhae for transformation rule exploration [J]. *Molecules*, 2015, 20(10): 18352-18366.
- [24] Yan X, Zhao Y, Luo J, *et al.* Hemostatic bioactivity of novel pollen typhae carbonisate-derived carbon quantum dots [J]. *J Nanobiotechnology*, 2017, 15(1): 60.
- [25] Hua Y L, Xue W X, Zhang M, *et al.* Metabonomics study on the hepatoprotective effect of polysaccharides from different preparations of *Angelica sinensis* [J]. *J Ethnopharmacol*, 2014, 151(3): 1090-1099.
- [26] Wang X K, Zhang Y, Kong H, *et al.* Novel mulberry silkworm cocoon-derived carbon dots and their anti-inflammatory properties [J]. *Artif Cells Nanomed Biotechnol*, 2020, 48(1): 68-76.
- [27] Zhang Y, Wang S N, Lu F, *et al.* The neuroprotective effect of pretreatment with carbon dots from *Crinis Carbonisatus* (carbonized human hair) against cerebral ischemia reperfusion injury [J]. *J Nanobiotechnology*, 2021, 19(1): 257.
- [28] Chen Z, Ye S Y, Yang Y, *et al.* A review on charred traditional Chinese herbs: Carbonization to yield a haemostatic effect [J]. *Pharm Biol*, 2019, 57(1): 498-506.
- [29] Zhang M, Zhao Y, Cheng J, *et al.* Novel carbon dots derived from *Schizonepetae Herba Carbonisata* and investigation of their haemostatic efficacy [J]. *Artif Cells Nanomed Biotechnol*, 2018, 46(8): 1562-1571.
- [30] Cheng J J, Zhang M L, Sun Z W, *et al.* Hemostatic and hepatoprotective bioactivity of junci medulla carbonisate-derived carbon dots [J]. *Nanomedicine*, 2019, 14(4): 431-446.
- [31] Hu J, Luo J, Zhang M L, *et al.* Protective effects of *Radix sophorae flavescentis carbonisata*-based carbon dots against ethanol-induced acute gastric ulcer in rats: Anti-inflammatory and antioxidant activities [J]. *Int J Nanomedicine*, 2021, 16: 2461-2475.
- [32] Wang S N, Zhang Y, Kong H, *et al.* Antihyperuricemic and anti-gouty arthritis activities of *Aurantii Fructus Immaturus carbonisata*-derived carbon dots [J]. *Nanomedicine*, 2019, 14(22): 2925-2939.
- [33] 梁·陶弘景集. 尚志钧辑校. 名医别录 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1986: 14-342.
- [34] 元·葛可久著. 清·陈修园注. 十药神书 [M]. 影印本. 北京: 人民卫生出版社, 1956: 78.
- [35] 汉·张仲景撰. 何任, 何若苹整理. 金匱要略 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005: 3-108.
- [36] 马继兴. 神农本草经辑注 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 15-326.
- [37] 汉·张仲景述. 晋·王叔和撰次. 钱超尘, 郝万山整理. 伤寒论 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005: 3-163.
- [38] 南朝宋·雷敫撰著. 清·张骥补辑. 施仲安校注. 雷公炮炙论 [M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1985: 106.
- [39] 唐·孙思邈. 千金翼方 (三十卷) [M]. 影印本. 北京: 人民卫生出版社, 1955: 362.
- [40] 宋·唐慎微撰. 宋·曹孝忠校. 寇宗奭衍义. 证类本草 [M]. 影印本. 上海: 上海古籍出版社, 1991: 3-1139.
- [41] 清·杨时泰原著. 黄雄, 崔晓艳编著. 《本草述钩元》释义 [M]. 太原: 山西科学教育出版社, 2009: 871.
- [42] 清·严洁著. 姜典华校注. 得配本草 [M]. 北京: 中国中医药出版社, 1997: 274.
- [43] 曲珍妮, 吕畅, 朱娟娟, 等. 中药炭药历代本草、现代标准及炮制经验辑要 [J]. 中华中医药学刊, 2025, 43(1): 81-93.
- [44] 宋·太平惠民和剂局编. 陈庆平, 陈冰鸥校注. 太平惠民和剂局方 [M]. 北京: 中国中医药出版社, 1996: 320.
- [45] 清·吴仪洛. 本草从新 [M]. 天津: 天津科学技术出版社, 2003: 106.
- [46] 张山雷著. 程东旗点校. 本草正义 [M]. 福州: 福建科学技术出版社, 2006: 124.
- [47] Wang L H, Liang Q G, Zhang Y, *et al.* iTRAQ-based quantitative proteomics and network pharmacology revealing hemostatic mechanism mediated by *Zingiberis Rhizome Carbonisata* in deficiency-cold and hemorrhagic syndrome rat models [J]. *Chem Biol Interact*, 2021, 343: 109465.
- [48] 黄琪, 孟江, 吴德玲, 等. 黄芩炒炭前后鞣质含量及炭素吸附力的比较 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(22): 82-84.
- [49] 钟伯雄, 张婉, 刘伟志, 等. 蒙药阿给炒炭前后的止血作用及其机制研究 [J]. 中药材, 2011, 34(6): 872-876.

[责任编辑 潘明佳]