

Research Progress and Hotspot Analysis of H₂S Studies Based on CNKI

Xiaodong Jin Yiting Fa

Department of Forensic Science and Technology, Jiangsu Police Institute, Nanjing, Jiangsu, 210031, China

Abstract

Hydrogen sulfide (H₂S) is a common industrial inorganic by-product and endogenous gas signaling molecule. This study employs bibliometric analysis and CiteSpace visualization to examine hydrogen sulfide (H₂S) research trends from 2020 to 2024 using China National Knowledge Infrastructure (CNKI) database. The findings are as follows: 1) the annual publication volume of related research exhibited a declining trend. 2) five major research fronts were identified: treatment of sulfurous exhaust gases; detection of endogenous hydrogen sulfide; biological and pathological investigations; effects of exogenous hydrogen sulfide on alfalfa resistance to saline-alkali stress; toxicity detection of hydrogen sulfide. This study comprehensively reveals the research progress and hotspots of H₂S, providing reference and inspiration for subsequent studies.

Keywords

H₂S; Bibliometrics; CiteSpace; Visual analytics

基于中国知网的 H₂S 研究进展及热点分析

金晓东 法怡婷

江苏警官学院刑事科学技术系，中国·江苏南京 210031

摘要

硫化氢 (H₂S) 是一种常见的工业无机副产物、内源性气体信号分子。本研究依托中国知网 (CNKI) 数据库资源，运用文献计量方法和 CiteSpace 可视化分析软件，对 2020 年 1 月 1 日至 2024 年 12 月 31 日期间的硫化氢整体研究进展进行可视化分析。研究结果揭示了：（1）相关文献的发表数量呈现逐年下降趋势；（2）硫化氢研究的五大热点领域：含硫废气处理、内源性硫化氢检测、生物病理学研究、外源性硫化氢对盐碱胁迫裸燕麦的影响以及硫化氢毒性检测。本研究较为全面的揭示了 H₂S 的研究进展与热点，期望为后续的研究提供参考与借鉴。

关键词

硫化氢；文献计量学；CiteSpace；可视化分析

1 引言

硫化氢 (H₂S) 是一种无色、易燃的酸性气体，高浓度时无明显气味，低浓度时具有强烈的臭鸡蛋味，浓度极低时有硫磺味，是硫的氢化物中最简单的一种。H₂S 属于无机化合物，是天然气脱硫、石油炼制、废水处理和造纸制浆等工业过程中的主要副产物^[1]。同时，H₂S 作为第 3 类内源性气体信号分子，在生物细胞调控的研究中亦展现出重要价值。当前，我国学者在硫化氢的研究领域已经取得了一定的进展，但缺乏对该领域的系统认识。因此，本文采用文献计量学方法，基于中国知网 (China National Knowledge Infrastructure, CNKI) 数据库，使用 CiteSpace 可视化分析软件，对 2020 ~ 2024 年 H₂S 研究文献的产出和研究状态进

行系统性分析，了解目前国内 H₂S 研究文献产出趋势；通过对发文量、作者及 H₂S 研究热点的分析，揭示 H₂S 研究进展与热点，为后续研究者提供参考和借鉴。与传统综述形式相比，本文的研究方式通过数据可视化和网络分析，揭示该研究领域的发展趋势、热点主题以及前沿方向，为研究者揭示当前的研究动态和未来发展方向。

2 数据来源与分析方法

本文选取 CNKI 学术期刊库收录的学术文献作为数据获取来源，数据采集时间跨度为 2020 年 1 月 1 日 ~ 2024 年 12 月 31 日。使用 CNKI 的高级检索功能，以“H₂S + 硫化氢”为主题词进行主题检索，得到共 4808 篇文章。手动删除与本研究主题严重不匹配、内容无关的文章，筛选后得到 4567 篇，作为本文对 H₂S 整体研究现状的原始数据。使用 CiteSpace 可视化软件以及 Excel 对年发文量、文献来源、研究机构、作者以及研究热点进行分析，从多维尺度客观地

【作者简介】金晓东 (1990-)，男，中国江苏盐城人，博士，副教授，从事法庭科学先进材料的开发与应用研究

分析我国在 H₂S 领域的研究概况。

3 硫化氢整体研究进展分析

3.1 发文量分析

文献的年度总量分布情况，在一定程度上可反映该领域在某一阶段内的研究状况（如研究现状、研究热点、研究水平及发展速度）。同时，文献的年度发文总量也是衡量科研产出的一个重要指标。通过检索发现，2020~2024 年 CNKI 数据库中文总库 H₂S 研究相关文献共收录 4567 篇，年发文量总体呈现逐年下降趋势。（图 1）



图 1 2020~2024 年各年度发文量

3.2 文献来源分析

利用 CNKI 自带的文献计量功能，统计各文献来源（期刊）发表的文献数量，按发文量排名，排名前 12 的期刊见表 1（含并列排名）。这 15 个期刊中，共有 2 个北大核心，分别为《石油与天然气化工》、《腐蚀与防护》，在这 15 个期刊中的发文量占比只有 6.0% 和 5.1%，这也说明国内学者对 H₂S 的研究在创新性、理论深度、研究方法等方面可能有所欠缺，提示后续研究应着重关注对 H₂S 应用深度的挖掘与研究创新性的探索。发文量前 12 的期刊均为石油化工类，表明在当前的研究态势下，与 H₂S 相关的研究成果的发表主要集中在石油化工类期刊。

3.3 作者分析

以文献作者为节点，绘制 H₂S 研究领域相关文献的作者共现网络，得到如图 2 的作者合作网络可视化图谱。图中每个节点代表一个作者，节点越大，作者出现频率越高，发文量越多。节点呈现年轮状，不同颜色表示作者在不同年份发文的频率，越往内表示发表文献年份越早，外部为红圈表示在 2024 年该作者仍有文献产出。共有 281 名作者为 H₂S 领域的研究作出了贡献，其中发文量排名前 5 的作者为李娜（21 篇）、刘建新（21 篇）、卜婷（19 篇）、刘瑞瑞（19 篇）、贾海燕（17 篇）、刘秀丽（16 篇）、陆原（14 篇）（表 1）。根据 CiteSpace 可视化网络可以观察到，各节点较分散，以 Citation（被引用量）为条件显示标签，仅有赵鹏、廖柯熹团队有标签显示，但相互间的合作连线也仅在本团队

内部，未与其他团队和个人产生联系。

在 CiteSpace 中，中心性是指网络中一个节点（如关键词、作者、机构等）与其他节点的连接程度，值越高（通常 ≥ 0.1 ），说明该节点越可能是不同研究群组之间的“枢纽”。计算节点的中介中心性，得到各节点中心性为零，说明当前没有研究人员在 H₂S 研究领域的能起到传播知识和进行成果交流的作用。分析该现象产生的原因，当前 H₂S 领域主要以团队或个人形式进行研究，但各团队之间合作较少，缺少跨团队交互，所以在可视化图谱中节点中心性为 0。

表 1 按发文量排名前 12 的文献来源

序号	发文量排名前 12 的文献来源	发文量	在表中数据的占比
1	中国石油和化工标准与质量	68	11.9%
2	化工管理	60	10.5%
3	石化技术	50	8.8%
4	山东化工	45	7.9%
5	硫酸工业	40	7.0%
6	石油化工腐蚀与防护	37	6.5%
7	石油与天然气化工	34	6.0%
8	全面腐蚀控制	33	5.8%
9	化工设计通讯	31	5.4%
9	化学工程与装备	31	5.4%
10	辽宁化工	29	5.1%
10	广东化工	29	5.1%
10	腐蚀与防护	29	5.1%
11	当代化工研究	28	4.9%
12	齐鲁石油化工	26	4.6%

（注：本文分析的文献范围为中国知网可检索到的所有文章，包括学位论文。本表分析的文献来源仅对学术期刊论文进行统计，未统计学位论文。）



图 2 以 Citation 显示标签的作者节点网络

表2发文量前8作者

序号	姓名	发文量	年份
1	李娜	21	2021
	刘建新	21	2020
2	卜婷	19	2020
	刘瑞瑞	19	2020
3	贾海燕	17	2021
4	刘秀丽	16	2021
5	陆原	14	2020
6	刘洋	10	2021
7	彭志敏	9	2022
8	孙亮	6	2023
	王伟	6	2024
	张思琦	6	2022

3.4 研究热点分析

由于本文是以“硫化氢 + H₂S”为主题词进行检索，所以在 CiteSpace 的计算结果中隐藏关键词“硫化氢”节点，得到如图 3 的可视化图谱。图中每个节点代表一个关键词，节点越大，关键词出现频率越高。节点呈现年轮状，不同颜色表示关键词在不同年份出现的频率，越往内表示出现年份越早，外部为红圈表示在 2024 年该关键词成为研究热点。

如图 3 所示，一氧化氮 (NO) 作为一种气体信号分子，协同 H₂S 共同调节植物的氧化应激，同时两者也存在对植物细胞内蛋白质修饰的竞争关系^[2]，因此在研究 H₂S 在植物生理调控中的作用时，常与 NO 一同研究。然而，关键词“一氧化氮”节点虽然大，但是外围缺乏明显的红色年轮特征，说明这类研究虽然是 H₂S 领域的研究重点，但近两年研究热度降低，已经不再是当前的研究热点。“荧光探针”节点最大，且年轮较均匀，显示出在设计新型有机金属材料和近红外的荧光探针，并运用于活细胞中活性硫、活性氧和水体环境中的 H₂S 含量检测这一研究方向仍保持着持续稳定的研究热度^[3]。“天然气”、“二氧化硫”节点略小，但外围红色年轮占比较大，表明近两年有关天然气和二氧化硫方向的 H₂S 的研究热度在上升。

为进一步明确 H₂S 的重点研究主题，使用 CiteSpace 聚类分析方法中的对数似然算法 (Log-likelihood ratio, LLR) 对高频关键词进行聚类，聚类结果如图 4。聚类分析得到 9 个聚类，其中 #1 脱硫、#2 侵蚀速率、#8 分子模拟主要针对煤、石油加工过程中产生的含硫废气的脱硫处理和对 H₂S 的吸附处理；#3 荧光探针主要致力于内源性硫化氢的检测，#6 氧化应激致力于对生物病理方面的研究；#4 裸燕麦主要致力于研究外源性硫化氢对盐碱胁迫裸燕麦的影响；#5 氨气、#7 危害针对 H₂S 的毒性、恶臭气体的祛除、对环境的

危害等方面进行研究。这些聚类的研究主题相互关联、互为补充，共同推动了我国在 H₂S 领域的研究进程。

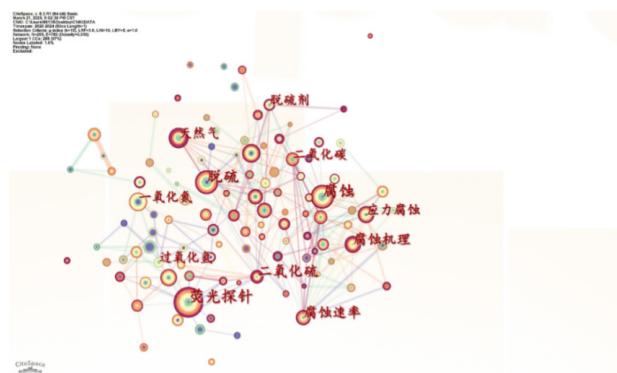


图3 关键词共现的 CiteSpace 网络可视化图谱

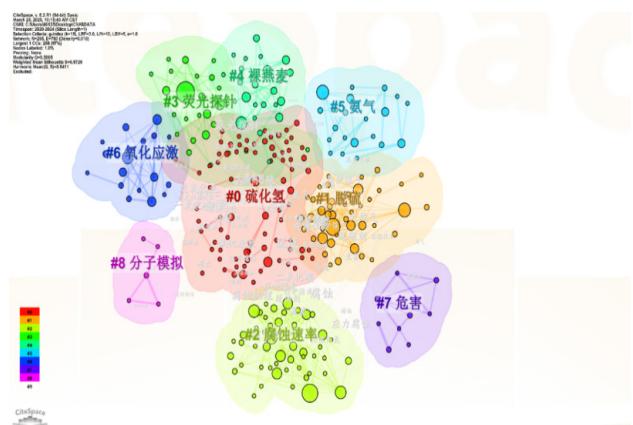


图4 关键词共现的 CiteSpace 聚类图谱

4 结论

本文基于文献计量学，利用 CiteSpace 分析了 H₂S 的研究进展和热点，结果表明：H₂S 研究的发文量总体下降，但该领域的研究仍有一定的热度；为 H₂S 领域的研究作出贡献的 281 名作者中，李娜和刘建新发文最多；研究热点有五类，包括：含硫废气处理、内源性硫化氢检测、生物病理研究、外源性硫化氢对盐碱胁迫裸燕麦的影响、硫化氢毒性检测。

参考文献

- [1] 秦景香. 硫化氢中毒与救治研究现状 [J]. 职业卫生与病伤, 1999, (03): 171-177.
- [2] 武恬恬, 谢彦杰. 硫化氢调节植物氧化应激响应的作用机制 [J]. 中国生物化学与分子生物学报, 2023, 39(07): 911-919.
- [3] 魏征, 蒋国霞, 王怡雯等. La₂FeMo₆双钙钛矿中的不对称氧空位用于促进氧化和 H₂S 选择性氧化 (英文) [J]. Chinese Journal of Catalysis, 2024, 62(07): 198-208.