

基于 Cite-Space 对高校实验室安全管理体系的 可视化分析

刘怡汝, 姚有利*, 王冲

(山西大同大学, 大同 037003)

摘要: 为了构建全面深入的高校实验室安全管理体系, 系统地消除实验室安全隐患, 本文以 2008—2024 年期间收录于中国知网的 259 篇主题为高校实验室安全管理体系的核心文献作为基础数据, 利用 Cite-Space 软件对研究作者、研究机构及关键词等方面进行了可视化分析, 进一步分析研究现状及发展趋势。结果表明, 该领域内的发文量在逐年提高, 但各研究者之间交互较少, 研究机构之间较为独立, 协作关系不明显, 研究热点主要分布在安全意识、体系构建、风险评估、安全文化、应急管理、安全制度等多个方面, 未来应着重从这几个热点方向构建实验室安全管理体系。

关键词: 安全管理; 实验室安全体系; Cite-Space; 图谱可视化分析

Visual analysis of university laboratory safety management system based on Cite-Space

LIU Yi-Ru, YAO You-Li*, WANG Chong

(Shanxi Datong University, Datong 037003, China)

ABSTRACT: In order to build a comprehensive and in-depth university laboratory safety management system and systematically eliminate laboratory safety hazards, this article takes 259 core literature on university laboratory safety management systems collected from "China National Knowledge Infrastructure" from 2008 to 2024 as the basic data, and uses Cite Space software to visualize the research authors, research institutions, keywords, and other aspects, further analyzing the research status and development trends. The results indicate that the number of publications in this field has been increasing year by year, but there is relatively little interaction among researchers, and research institutions are relatively independent with unclear collaborative relationships. Research hotspots mainly focus on safety awareness, system construction, risk assessment, safety culture, emergency management, security system, and other aspects. In the future, emphasis should be placed on building laboratory safety management systems from these hotspots.

KEY WORDS: safety management; laboratory safety system; Cite-Space; graph visualization analysis

0 引言

高校实验室作为学校教学科研的重要场所, 不仅是培养学

生科学素养和实践能力的重要平台, 也是推动科技进步和创新的关键阵地^[1]。然而, 由于实验室环境复杂、实验活动涉及的因素多样且具有风险性, 实验室安全管理面临着严峻的挑战。

* 通信作者: 姚有利, 博士, 教授, 研究方向: 煤矿安全工程及应急方面。E-mail: liuyrchn@163.com

* Corresponding author: YAO You-Li, Ph.D, Professor, Shanxi Datong University, Datong 037003, China. E-mail: liuyrchn@163.com

近年来,高校实验室发生的一系列安全事故,包括人员伤亡和财产损失,引起了社会各界的广泛关注和深切担忧^[2]。因此,加强高校实验室安全管理,增强安全防范意识和提高应急处理能力,对于保障实验室工作的顺利开展,确保师生员工的人身安全具有重要意义。

可视化分析作为一种先进的管理手段,正在被越来越多的高校实验室采用,以提升实验室管理的效率和准确性^[3]。可视化分析通过图表、图像和交互界面等方式,将实验室管理的数据和信息以直观、易懂的形式展示出来,使得管理人员和研究人员能够更快速地理解数据、发现问题并做出决策^[4]。这种管理方式不仅提高了实验室管理的效率,还增强了实验室安全管理的科学性和系统性。为了梳理和总结高校实验室安全管理体的研究态势、科研热点以及前景发展,本文对该研究领域的文献进行科学统计与分析,利用 Cite-Space 工具集中可视化分析了该领域近 20 年的相关文献,清晰客观地展现了该领域的研究现状及趋势,为我国高校实验室安全管理日后的研究提供了参考。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源与处理

以国内最大期刊全文数据库中国知网作为数据来源,关于高校实验室安全管理体的文献在 2007 年之前较少,普遍分布在 2008 年至今的时间段,因此,以 2008—2024 作为检索的时间跨度。通过主题检索得到 267 篇相关文献,剔除重复及会议文献,最终得到有效文献 259 篇,其中关于高校实验室安全管理体构建的文献约占有效文献的 30% 左右,数据处理结果如表 1 所示。

表 1 数据来源与处理结果

Table 1 Data sources and processing results

数据项	值
数据库	中国知网 CNKI
检索方式	主题为:“高校实验室安全管理体系”
文献类别	期刊论文
语种	中文
时间跨度	2008—2024
检索文献 / 篇	267
有效文献 / 篇	259

1.2 研究方法

应用文本数据分析和知识图谱可视化技术,基于 CNKI 数据库采集文献数据,利用可视化文献计量分析软件 Cite-Space,构建高校实验室安全管理体系知识图谱^[5]。利用该软件处理数据,对发文量演变、作者、发文机构之间的关系以及关键词的

共线、聚类及突现进行可视化分析,生成知识图谱^[6],结合内容分析法直观识别与预测高校实验室安全管理体系的研究热点和发展趋势。

2 文献特征图谱分析

2.1 年度发文量分析

通过对 259 篇文献发表时间的统计分析,发现高校实验室安全管理体系领域的文献在 2008—2024 年中逐年增加,年发文量呈现上升趋势。如图 1 所示。

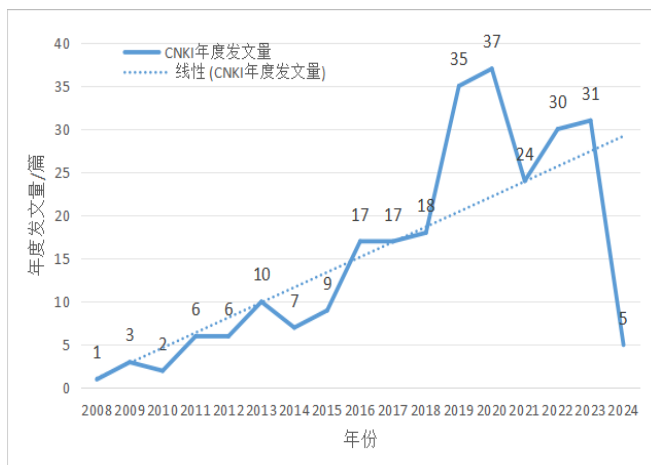


图 1 2008—2024 年年发文量

Fig.1 Annual publication volume from 2008 to 2024

高校实验室安全管理体系的研究趋势从年发文量和线性趋势特征两个角度分析可以发现,我国在该领域内的研究分为两个发展阶段:2008—2016 年属于起步阶段,逐年增长起伏;2016—2024 年处于波动发展阶段,这个时间段先经历了井喷时期,快速发展,稳步上升,随后又有热度下降,以及回升。从整体来看,我国在高校实验室安全管理体系方面的研究起步较晚,直至今日,仍在不断探索发展,随着越来越多的学者更加注重于高校安全管理,未来的研究文献数量会持续增加。

2.2 核心作者及研究团队分析

作者共线分析有效展现了领域内研究人员之间的相互协作强度,同时也清晰地呈现了核心作者之间的相互借鉴程度。作者之间共被引频率和次数越高,说明他们在该研究领域的关联程度越强^[7]。通过数据分析,在高校实验室安全管理体系的领域中发文量最多的是吕长平学者、何喜学者和周凤莺学者,发文量都为 3 篇,为该领域内的核心研究者,具体如表 2 所示。其中,以吕长平、何喜、周凤莺学者为主形成了主要学术团队,从软、硬件两个方面去阐述了高校实验室安全管理体系的内涵,包含实验室建筑规范及施工、建筑物质量、仪器设备安全性等实验室硬件属性,也包含管理机构体系、安全教育体系等人为防范属性^[8-10]。而以张惠芹、周骥平学者为主形成的学术团队不仅从高校实验室安全的防范方面进行了环境安全及污染方面

的研究^[11-12], 还从高校实验室发生安全事故后的应急方面进行了关于人员心理疏导方面的研究^[13-14]。以康传红、范乃英、李光明、秦川丽为主形成的学术团队, 基于当前双一流大学的背景, 从多层次安全体系、多维度安全教育体系以及平台信息化等方面进行研究, 构建双一流形势下的安全管理体系, 降低安全事故的发生概率^[15-16]。以魏峰、刘锦瑞、贾翠棉等学者为主形成的学术团队从检测实验室安全管理体系的角度出发, 重点讨论了管理体系中的管理制度, 列举各类操作规程, 对各类检测实验室安全管理体系的制度建设起到积极作用^[17]。以刘书强、胡振球学者为主形成的学术团队, 针对检测实验室安全管理体系的构成进行管理要求和技术要求方面的探讨, 通过安全培训提高实验室人员的安全技术和安全意识, 建立科学有效的安全管理体系, 可有效降低检测实验室的安全风险^[18]。

表 2 高校实验室安全管理体系领域核心研究者名单

Table 2 List of core researchers in the field of laboratory safety management system in universities

序号	作者	发文量 / 篇
1	吕长平	3
2	何喜	3
3	周凤莺	3

如图 2 所示, 该领域内 259 篇有效文献通过 Cite-Space 软件建立了表征作者合作关系的作者共线图, 以节点代表作者, 其间连线为作者间的合作关系。根据作者共线图以及核心研究者识别, 可以看出, 该领域内各核心作者的发文量以及团队之间的联系程度仍然不够紧密, 也进一步证明了我国在该领域的研究处于起步阶段。

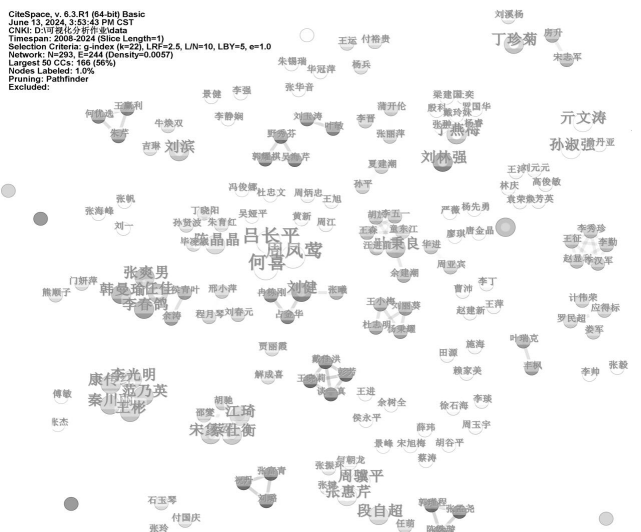


图 2 高校实验室安全管理体系领域作者共线图

Fig.2 Co line diagram of authors in the field of laboratory safety management system in universities

2.3 研究机构可视化分析

领域内的研究机构往往代表着领域内的核心科研力量, 研究机构之间的联系程度代表这领域内研究的交互程度。高校实验室安全管理研究机构的发文量中, 发文量最多的机构为扬州大学实验室与设备管理处, 浙江工业大学实验室与资产管理处, 湖南农业大学园艺园林学院与湖南农业大学生物科学技术学院, 发文量都为 3 篇, 为该领域内的核心研究机构, 具体如表 3 所示。为了科学系统地了解领域内研究机构的关系, 利用 Cite-Space 软件, 将研究机构作为分析目标, 生成研究机构分布及合作网络图谱, 如图 3 所示。图谱中的研究机构节点为 236 个, 研究机构之间合作连线为 75 条, 整体网络密度为 0.0027。

表 3 机构发文量情况表

Table 3 Table of document volume of institutions

序号	机构	发文量 / 篇
1	扬州大学实验室与设备管理处	3
2	浙江工业大学实验室与资产管理处	3
3	湖南农业大学园艺园林学院	3
4	湖南农业大学生物科学技术学院	3

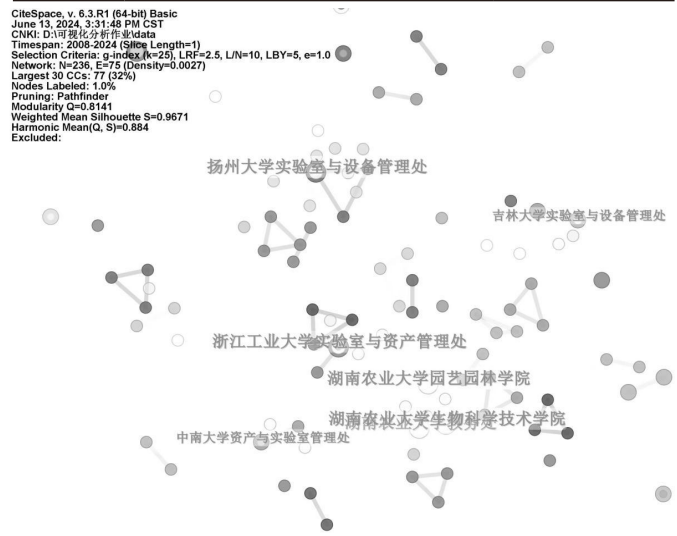


图 3 高校实验室安全管理体系领域研究机构分布图

Fig.3 Distribution map of research institutions in the field of laboratory safety management system in universities

如研究机构网络图谱所示, 各节点代表各研究机构名称, 节点大小表示该研究机构在高校实验室安全管理体系领域内的文献占比, 节点大代表其在该领域的文献占比高。而节点间的连线则代表各研究机构间的合作情况。另外, 从研究机构类型的角度分析, 目前该领域的研究机构大部分属于高校实验室, 其中主要集中的高校为扬州大学、浙江工业大学和湖南农业大

学。湖南农业大学在该领域的研究涉及了两个学院。同时，从各个机构之间的联系来看，学校与企业之间的合作频繁，但从整体合作网络密度值 0.0027 来看，各个研究机构的协作关系不明显，还存在很大的协作提升空间。

3 研究热点及趋势图谱分析

3.1 研究热点关键词图谱分析

把握领域内主流研究方向的最直观的方法就是分析领域内的研究热点，不仅可体现不同时段内研究者的关注重心，还可通过对研究热点变化的轨迹展望未来的研究方向。本文利用 Cite-Space 软件从这 259 篇文献的关键词及出现频率出发，以此来表征研究重点和热点，形成关键词共线图，如图 4 所示。另外，为了更加清晰表征研究热点的聚类，利用 Cite-Space 软件的“keywords”功能，设置时间切片为 1 年，绘制出关键词聚类图谱，如图 5 所示。

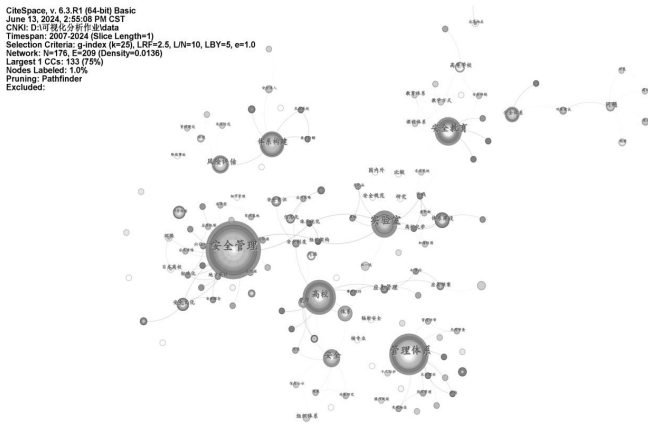


图 4 高校实验室安全管理体系领域关键词共线图

Fig.4 Keyword collinear diagram in the field of laboratory safety management system in universities

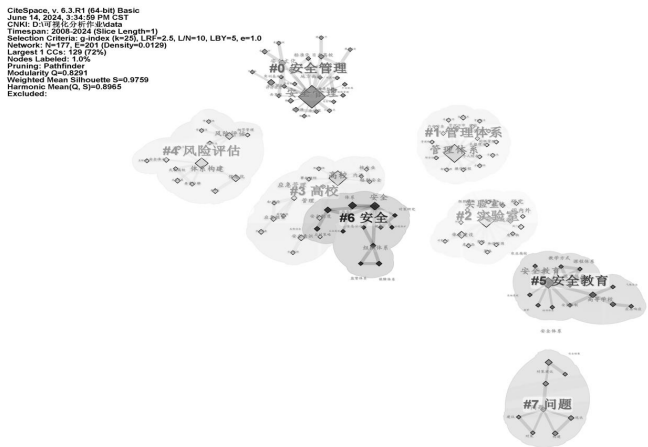


图 5 高校实验室安全管理体系领域关键词聚类图

Fig.5 Keyword clustering diagram in the field of laboratory safety management system in universities

由图 5 分析可知，以关键词的特征或相关系数为依据，将

关键词进行分类分析，相关性大的一批关键词归为一类。通过 Cite-Space 软件所形成的聚类图谱以 Q 值和 S 值来表征聚类结构的可信度与显著性。 $Q > 0.3$ 则意味着聚类结构具有显著性， $S > 0.7$ 则认为该聚类是令人信服的，本文关键词聚类图谱的 Q 值为 0.8291， S 值为 0.9759，证明了该聚类图谱的聚类机构显著且可信度高。

根据不同关键词的特征，聚合成 8 个聚类，分别是安全管理、风险评估、管理体系、安全、高校、实验室、安全教育、问题。再将聚类图聚类细化为关键词共线图，如图 4 所示。有安全意识、体系构建、风险评估、安全文化、应急管理等等，说明高校实验室安全受到多方面因素的影响，对体系的构建以及评估要做到考虑全面。

3.2 研究前沿趋势分析

关键词的聚类图谱及共线图谱仅可准确地表征该领域的研究热点，为了掌握该领域的动态发展情况，本文通过 Cite-Space 生成关键词突现图谱，将突现关键词与时间尺度联合分析，揭示该领域的研究热点和前沿发展。总计获得 11 个突现词，根据突现词的 Strength 与起始时间来识别该领域的前沿研究趋势。

由图 6 分析可知，在 2008 年出现“生物安全”等，实验室安全主要注重生物化学方面的安全问题。2011 年“高等学校”“安全教育”等词的突现显著增加，该领域的研究侧重于高校的安全教育，以防范为主要手段。2021 年以后出现的“应急管理”，该领域的研究热点变为对事故发生后的应急处理，是建立安全体系的新方向。

TOP 11 Keywords with the Strongest Citation Bursts

Keywords	Year	Strength	Begin	End	2007 - 2024
生物安全	2008	1.13	2008	2012	
应急响应	2009	1.09	2009	2014	
环保	2010	1.17	2010	2013	
高等学校	2011	1.6	2011	2014	
安全教育	2011	1.28	2011	2014	
管理体系	2010	2.37	2013	2017	
高校	2011	2.85	2015	2017	
构建	2016	1.12	2016	2019	
实验室	2010	1.72	2017	2018	
体系建设	2017	1.4	2017	2018	
应急管理	2021	1.08	2021	2024	

图 6 高校实验室安全管理体系领域关键词突现图

Fig.6 Keywords emerging in the field of university laboratory safety management system

4 结论与展望

本文以 2008—2024 年期间有关高校实验室安全管理体系的 259 篇文献作为研究对象，通过分析发文量与时间的关系、核心作者之间的互动关系、关键词的共现情况、关键词的凸现情况及发展趋势等，综合叙述了我国在高校实验室安全管理体系

方面的研究现状以及未来发展趋势。具体结论如下:①从2008年至今,关于高校实验室安全管理体系的发文量在逐步提高,由2008—2012年的年发文量个位数增长到2019—2023年的年发文量30篇左右,谕示了越来越多的学者致力于高校实验室安全管理体系的研究。②核心作者分别为吕长平学者、何喜学者和周凤莺学者,分别发表了3篇高校实验室安全管理体系领域的文献,尚未形成核心作者群,各作者彼此之间联系紧密度低,合作较少,该领域的研究机构以高校实验室为主,其中主要集中的高校为扬州大学、浙江工业大学和湖南农业大学。③该领域的研究热点集中在安全管理、风险评估、管理体系、安全、高校、实验室、安全教育问题这8个方面;通过精细化的关键词凸显,高校实验室安全管理体系的构建要从安全意识、体系构建、风险评估、安全文化、应急管理、安全制度、信息化等多方面考虑。④该领域研究热点由2010年的安全教育向2013年的管理体系构建发展,再发展至2021年的应急管理;说明了我国在高校实验室安全的重心由最开始事故防范向事故后的应急处理转移。

为了进一步推动实验室安全管理体系的有效建设,首先,高校实验室安全管理的研究需要进一步深化理论探索,完善安全管理体系的理论框架。通过深入研究实验室安全管理的基本规律以及它的特点和机制,为实践提供更为科学的指导。其次,基于理论研究,需要加强实证研究,通过实地调查、案例分析等方法,深入了解高校实验室安全管理的现状和问题,为制定更加有效的管理措施提供依据。最后,随着科学技术的不断发展,新的技术和管理手段不断涌现。高校实验室安全管理需要积极引入新技术、新方法,例如物联网、大数据、人工智能等,提高安全管理的智能化和自动化水平。同时应加强国际合作与交流,学习借鉴国外先进的管理经验和手段,对提高我国高校实验室安全管理水平具有重要意义。

参考文献

- [1] 刘宸,李国栋,张哲,等.高校智慧教室的构建与研究——以西安交通大学为例[J].现代教育技术,2018,28(10):70-75.
- [2] 教育部:加强高校教学实验室安全检查工作[J].汽车维修与修理,2019,(04):13.
- [3] 李丹莎,胡西民,付刚,等.高校智慧教室运维管理研究[J].中国教育技术装备,2020,(06):51-52,55.
- [4] 林烈青,冯广.基于数据中台的智慧教室融合管理系统[J].中国教育网络,2022,(01):70-71.
- [5] 陈悦,陈超美,刘则渊,等.CiteSpace知识图谱的方法论功

能[J].科学学研究,2015,33(02):242-253.

- [6] 陈悦,刘则渊.悄然兴起的科学知识图谱[J].科学学研究,2005,(02):149-154.
- [7] 李娇.基于共现与关联挖掘的人物关系图谱研究与实现[D].兰州:西北民族大学,2019.
- [8] 吕长平,周凤莺,何喜.高校实验室安全管理存在的问题与对策[J].高教学刊,2016,(14):150,153.
- [9] 吕长平,周凤莺,何喜.高校实验室安全管理体系的现状与对策[J].实验技术与管理,2017,34(02):242-244.
- [10] 吕长平,周凤莺,欧阳中万,等.高校实验室安全管理体系内涵浅析[J].高教学刊,2017,3(23):155-157,160.
- [11] 周骥平,张键,张惠芹,等.高校实验室废气净化处理系统的建立与实践[J].实验技术与管理,2018,35(12):1-3,12.
- [12] 张惠芹,周骥平,张键,等.高校实验室环境安全与污染防治体系构建[J].实验技术与管理,2018,35(02):256-259.
- [13] 高远,张惠芹,周骥平.高校实验室安全管理的心理疏导体系的构建探讨[J].实验技术与管理,2016,33(10):7-9,18.
- [14] 高远,张惠芹,周骥平.高校实验室突发安全事故管理的心理干预机制构建[J].实验室研究与探索,2016,35(12):292-295.
- [15] 李光明,康传红,秦川丽,等.新形势下高校化学实验室安全管理体系的构建[J].实验室研究与探索,2020,39(03):289-292.
- [16] 康传红,范乃英,李光明,等.高校化学实验室安全准入教育体系构建[J].实验技术与管理,2020,37(02):6-9,31.
- [17] 魏峰,刘锦瑞,贾翠棉,等.检验检测实验室安全管理体系探索[J].实验技术与管理,2020,37(05):275-278.
- [18] 刘书强,胡振球,曾飞,等.检测实验室的安全管理体系研究[J].中国标准化,2022,(24):177-179,184.

作者简介



刘怡汝, 硕士, 研究方向: 安全工程, 实验室安全管理。



姚有利, 博士, 教授, 研究方向: 煤矿安全工程及应急方面。