

分析化学教学模式研究动态演进与发展趋势的可视化分析

米芳, 张芙蓉, 徐作涛, 刘宇姗, 关明*

新疆师范大学化学化工学院, 乌鲁木齐 830054

摘要: 针对分析化学理论与实验教学模式改革, 运用CiteSpace 6.3 R1文献计量工具对我国分析化学教学模式改革领域文献进行了深入分析。通过可视化分析识别出翻转课堂、教学改革、新工科等分析化学教学模式改革的热点, 同时探讨了思政课程、新工科、科教融合和线上线下混合式教学的前沿教学模式, 旨在为分析化学的教学模式改革提供理论依据。

关键词: 分析化学; 教学模式改革; CiteSpace分析; 知识图谱

中图分类号: G642.0; O6-4

Visual Analysis of Dynamic Evolution and Development Trend of Analytical Chemistry Teaching Mode Research

Fang Mi, Furong Zhang, Zuotao Xu, Yushan Liu, Ming Guan *

College of Chemistry and Chemical Engineering, Xinjiang Normal University, Urumqi 830054, China.

Abstract: This study focuses on the reform of analytical chemistry's theoretical and experimental teaching mode. Using CiteSpace 6.3 R1 for bibliometrics, it analyzes relevant Chinese literature. Through visual analysis, the hotspots of the reform of analytical chemistry teaching mode, such as flipped classroom, teaching reform and emerging engineering education were identified. It also explores curriculum ideology and politics, emerging engineering education, frontier teaching mode of the integration of science and education, and online and offline mixed teaching, which aims to provide a theoretical basis for the reform of the teaching mode of analytical chemistry.

Key Words: Analytical chemistry; Teaching model reform; CiteSpace analysis; Knowledge graph

1 教学模式研究可视化分析的必要性

分析化学作为化学学科的重要分支, 长期以来在培养学生的科学素养、实验技能和逻辑思维能力方面发挥着不可替代的作用。作为化学专业的四门核心课程之一, 分析化学不仅为学生提供了化学分析的基本理论与实验方法, 还为后续课程的学习和研究奠定了坚实基础。然而, 随着科学技术的快速发展和教育理念不断更新, 传统的分析化学教学模式逐渐暴露出一些局限性, 例如教学内容与实际应用脱节、教学方法单一、学生参与度不足等^[1]。这些问题不仅影响了学生的学习兴趣 and 效果, 也限制了分析化学在现代教育中的作用发挥。近年来, 教育领域对教学模式改革和创新的关注度持续提升。相关研究指出, 人才培养理念、模式、教学方法的改革比起教学内容的更新更值得关注。传统的人才培养模式和教学方式被比喻为“流水线”模式, 人才培养是按标准化、流水线批量

收稿: 2025-06-15; 录用: 2025-07-02; 网络发表: 2025-07-10

*通讯作者: Email: guanm@xjnu.edu.cn

基金资助: 新疆维吾尔自治区自然科学基金项目(2024D01B62); 新疆维吾尔自治区第一批“天山英才”教育教学名师培养计划; 新疆维吾尔自治区高校本科教育教学研究和改革项目(XJGXPTJG-202366)

推出,教学方法也是如此^[2,3]。如何结合现代信息技术和教育理念,优化分析化学教学模式,成为当前教育研究的重要课题。在此背景下,本研究拟通过CiteSpace文献计量软件对分析化学教学模式改革领域的相关文献进行系统统计和分析,以揭示该领域的前沿方向和热点问题^[4],为教学实践提供具有指导意义的参考。

CiteSpace作为一种高效的文献计量工具,能够通过可视化分析揭示知识领域的结构和演变规律。通过对其在分析化学教学领域的应用,本研究将深入探讨教学模式改革的关键问题,并提出创新策略。这不仅有助于提升分析化学课程的教学质量和学生的学习效果,也为化学教育的整体发展提供了有益借鉴。

2 数据来源与研究

2.1 数据来源与检索方法

本研究以“分析化学”和“教学模式研究”为主题,以2015年1月1日至2025年4月1日为检索区间在中国知网(China National Knowledge Infrastructure, CNKI)数据库进行学术期刊检索,检索结果为397篇文献内容,并以此为基础数据源进行研究热点计量分析与可视化图谱分析。

2.2 研究方法

随着科技与教育理念的快速更新,分析化学教学模式改革已成为化学教育研究的重要领域。本研究基于文献计量学方法,利用CiteSpace 6.3 R1软件对相关文献进行计量与可视化分析。通过考察发文数量、作者及机构分布等关键指标,旨在梳理分析化学教学模式改革的整体发展态势;同时,基于关键词共现网络图谱,深入识别该领域的研究热点与前沿趋势,上述分析旨在为推动分析化学教学的创新实践提供科学依据。

2.3 数据处理

在数据处理环节,首先针对文献发表年份展开时序分析,以年份为横轴、文献数量为纵轴构建分布折线图。其次基于文献数量指标,分别对研究机构和发文作者进行频次计量与排序统计。研究热点识别采用CiteSpace软件,具体操作流程如下:聚焦教学模式相关关键词进行聚类分析,绘制关键词共现知识图谱时设定关键参数:时间跨度为2015至2025年,时间切片长度(Slice Length)设为1;节点筛选标准采用G-index算法(k 值取25),并配置阈值参数LRF = 2.5、L/N = 10、LBY = 5、 $e = 1.0$;网络修剪策略选用Pathfinder算法及Pruning sliced networks功能。在共现聚类结果基础上,采用相同参数配置生成Time Zone视图的时间线图。最后启用突现检测(Burst Detection)功能构建突现词图谱(Burst Terms)识别研究前沿,突现词判定标准设定 γ 值为0.5, Minimum Duration参数为2。

3 结果与分析

3.1 论文年发文量分析

分析化学作为化学学科的重要基础课程,教学模式的创新与改革一直是教育研究热点。2015–2025年相关研究论文发文量显示(图1),该领域呈稳步增长趋势,凸显教育界对教学模式创新的持续关注。2015–2017年研究渐趋活跃,数量上升,反映教育界创新意识增强,或与当时国内教育改革及教育部倡导教学模式创新相关。2018–2019年发文量显著增长,与2018年教育部《教育信息化2.0行动计划》实施紧密相连,该计划推动教育理念、模式和体系变革,为教学改革提供政策支持,激发研究者兴趣,助力分析化学教学改革^[5]。2020–2021年,受数字技术发展和新冠疫情推动,学者对混合式教学热情高涨,如线上线下混合式教学、微课、慕课等^[6,7]。这些新模式使2021年成为分析化学教学模式研究高峰期,研究数量大增,研究者既探索新模式,又关注其优化以适应后疫情需求,表明疫情催化教学模式创新。2022年后,疫情趋稳,教学回归常规,发文量平稳,研究者转向教学模式优化和实践验证,聚焦提升教学效果和学生体验^[8]。总体而言,分析化学教学模式创新与改革自2019年兴起,热度不减,反映教育界对创新的持续关注,以及在政策、技术和疫情等多重因素推动下的改革深化。

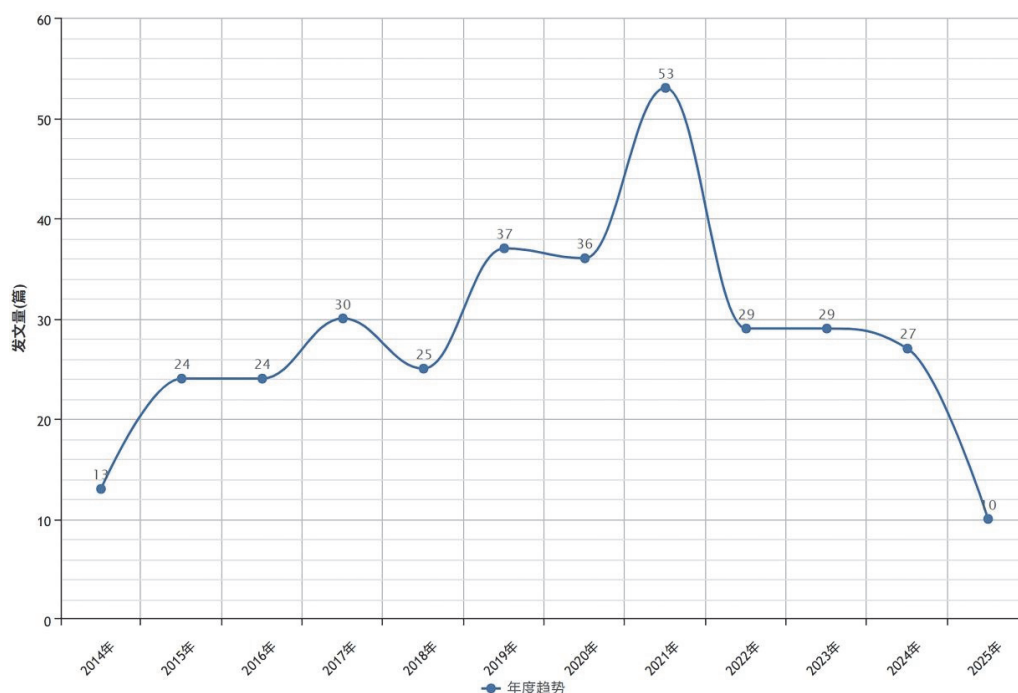


图1 分析化学教学模式改革与创新研究历年发文量分析

3.2 发文机构分布分析

根据发文机构的数据统计结果, 安庆医药高等专科学校以6篇发文量位居榜首, 宁波大学紧随其后, 发文量为5篇。南阳师范学院与江西中医药大学均以4篇发文量位居第三位。江西师范大学、沈阳农业大学、海南大学、渤海大学、西安工程大学则以3篇发文量并列第四位。总体而言, 排名前九的机构发文量分布较为均衡, 这些机构主要为师范院校和医科院校。由于这些院校长期开设分析化学课程, 并积极开展课程优化研究, 因此在该课程的教学研究方面表现较为活跃。

3.3 发文作者分布分析

根据发文作者分析结果, 江西中医药大学药学院韦国兵教授及胡奇军教授团队以6篇发文量拔得头筹; 安庆医药高等专科学校任丽英教授以5篇发文量紧随其后, 位居第二; 第三名则由安庆医药高等专科学校王坤教授以及西安工程大学常薇教授共同占据, 发文量均为4篇。这些作者凭借其在相关领域的深入研究成果, 为分析化学教学模式研究贡献了关键力量。

3.4 研究热点分析

3.4.1 关键词分析

根据分析化学教学模式发展趋势相关文献关键词可视化知识图谱分析结果, 关键词共现图谱显示(图2), 关键词节点共251个、关键词连线共450条, 密度为0.0143。其中, 分区最大共被引次数(Largest CC)为213 (84%), 节点标识为1.0%。节点圆圈大小表示关键词出现频次, 颜色代表关键词出现年份^[9], 核心关键词为分析化学、教学模式、翻转课堂、教学改革、新工科、实验教学、仪器分析、课程思政、自主学习、学习动力与本文的研究主题相符。根据图谱参数释义, Modularity和Silhouette用于评估聚类效果。本研究结果显示(图2), Modularity和Silhouette值分别达到0.636和0.8781, Modularity值大于0.3表明聚类效果显著, Silhouette值大于0.7则表明聚类信度较高, 由此可知关键词共现网络结构紧密、聚类结构显著, 且具有较高的可信度^[10]。根据运行结果可整理得到高频关键词中心性和频次统计分布列表(表1)。由图表可知, 该分析结果为理解分析化学教学模式发展领域中各类关键词之间的关联与聚类特征提供了重要依据, 为研究者提供把握研究热点和趋势的助力, 为后续研究体系有价值的咨询。

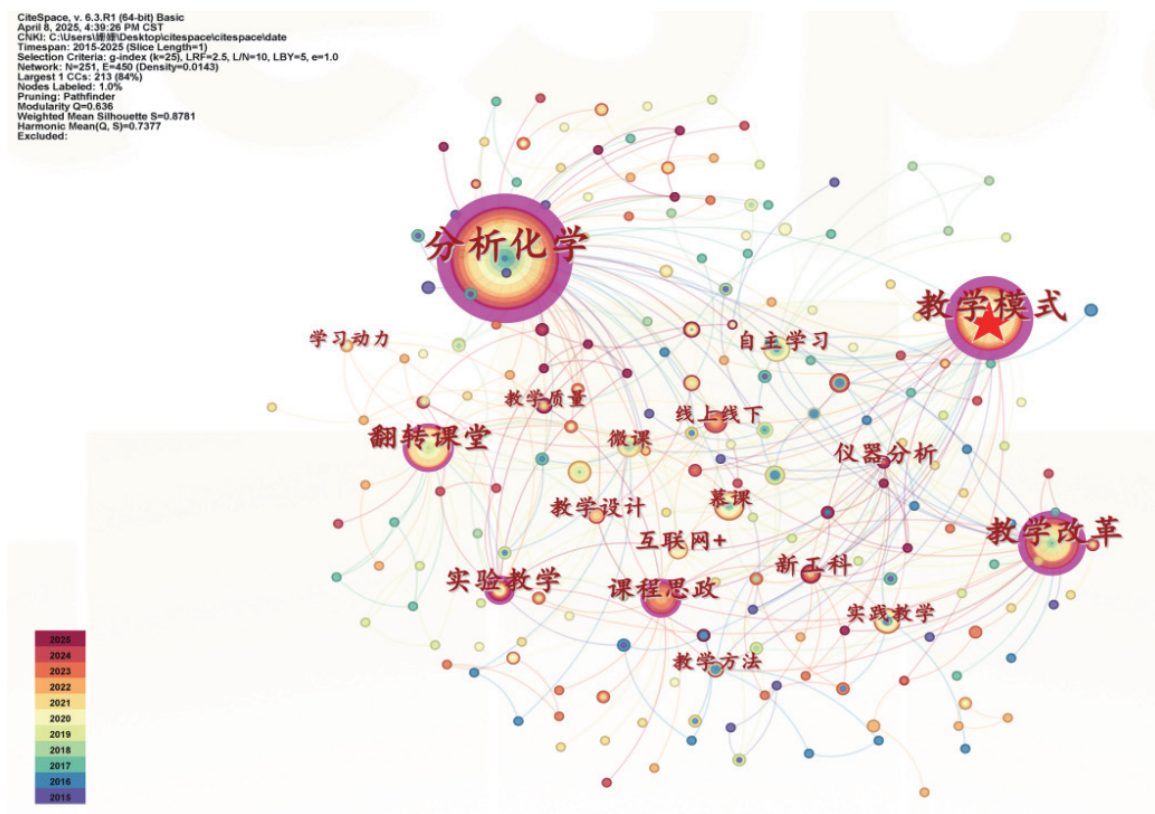


图2 分析化学教学模式发展趋势关键词共现图谱

表1 高频关键词中心性和频次统计

序号	关键词	频次	中心性
1	分析化学	144	0.77
2	教学模式	71	0.43
3	教学改革	51	0.29
4	翻转课堂	40	0.17
5	课程思政	18	0.11
6	实验教学	17	0.15
7	线上线下一体化	13	0.04
8	微课	13	0.04
9	互联网+	12	0.08
10	教学设计	12	0.05

3.4.2 关键词聚类分析

关键词聚类分析能有效揭示分析化学教学模式发展趋势中的关键研究方向。利用CiteSpace软件的聚类标识自动抽取功能，对相关文献进行关键词聚类分析，可将复杂的关键词共现网络简化为较少的聚类，形成聚类图谱。在聚类图谱中，编号越小，聚类节点数量越多，规模越大。进一步整理得到的关键词聚类标签统计表(表2)显示，轮廓值大于0.5的聚类标签聚类情况合理，而轮廓值大于0.7的聚类效果良好且可信度高，能较客观地反映各聚类的主要关键词。如图3所示，数据集中的关键词形成了如表2的主要聚类情况“分析化学、教学模式”聚类规模最大，其关键词与其他聚类紧密相连，表明该领域研究正结合时代发展趋势向注重学生实践能力的新工科、实验教学、课程思政等方面延

申拓展，并积极探索全面创新。在研究中反复出现的关键词如“教学改革”“翻转课堂”“自主学习”和“学习动力”，反映出对教学模式创新的持续聚焦与提升^[1]。同时，“新工科、实验教学、仪器分析”等高频关键词表明，分析化学教学模式的发展趋势是从传统知识传授向能力培养转型，围绕新工科需求重构教学内容与方法，强调实践、技术与应用的深度融合。这一趋势既是教育内部改革的必然，也是外部产业变革对人才培养的倒逼结果。聚类分析结果进一步显示，分析化学教育改革聚焦于实验教学和仪器分析的创新与改革。鉴于分析化学实验兼具理论性、实践性与应用性，创新实验教学模式对提高学生积极性、解决实际问题能力及培养创新型人才具有重要意义^[1]。

表2 关键词聚类标签统计

聚类标签	节点数	轮廓值	LLR算法下所包含的主要关键词
#0分析化学	47	0.936	分析化学；教学模式；分析化学实验；课堂教学；线上教学
#1教学模式	28	0.883	教学模式；对分课堂；能力培养；药物分析；人才培养
#2翻转课堂	26	0.845	翻转课堂；微课；教学设计；化学；应用
#3教学改革	24	0.838	教学改革；新农科；电分析化学；信息化；科教融合
#4新工科	21	0.827	新工科；实践教学；双语教学；培养模式；思政内容
#5实验教学	17	0.848	实验教学；化学实验；混合教学；分析化学；实践
#6仪器分析	14	0.805	仪器分析；理实一体；互联网+；分析化学；微知库
#7课程思政	14	0.89	课程思政；三位一体；高校；课程考核；“线上线下”混合教学
#8自主学习	11	0.911	自主学习；建构主义；智慧树；创新能力；主导-主体
#9学习动力	11	0.976	学习动力；无机及分析化学实验；三维；教学效果；考核机制

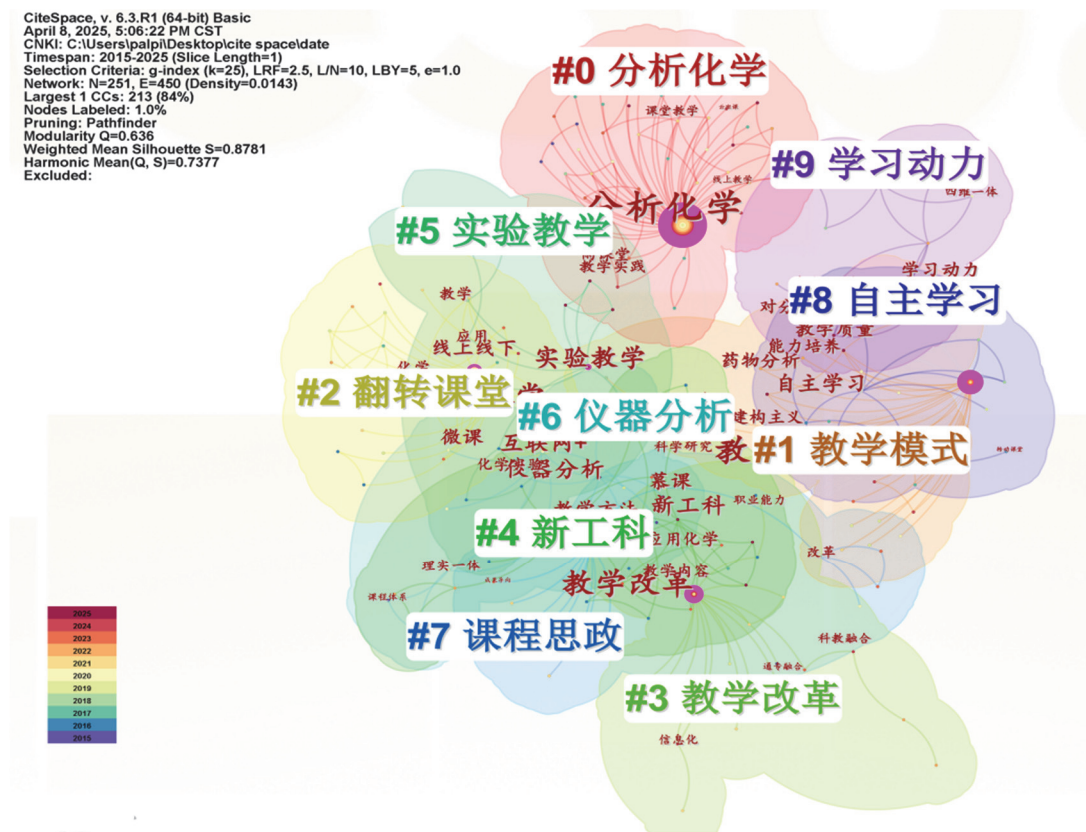


图3 分析化学教学模式发展趋势关键词聚类分析图

3.4.3 突现词分析

突现词分析可挖掘出特定时期分析文献中突现的关键词，突现强度可反映相关主题受关注程度，借此可了解领域前沿趋势。2015–2025年分析化学教学模式改革领域突现关键词分析显示(图4)，研究热点演变与政策导向和技术发展密切相关。相关参数分别表示：关键词首次出现年份、关键词突现强度以及起始和终止年份。排名前11位的突现关键词显示，2015–2017年，研究主要围绕传统教学优化展开，如“教学方法”“职业能力”等，反映出当时对基础教学改革和职业技能培养的重视。2018–2020年，“翻转课堂”“互联网+”“实验教学”成为研究主流，这主要得益于互联网技术的进步推动了教学模式的创新变革。在疫情的客观条件下，更为灵活的教学模式进入课程学习，使信息技术深度融入教学模式，助力提升学习兴趣 and 课程效能^[12]。2021–2025年研究趋势呈现明显的政策导向与跨学科特征，其中“课程思政”以最高突现强度(4.98)成为长期前沿。2019年在全国高校思想政治工作会议上，习近平总书记指出“各类课程都要与思想政治理论课同向同行，形成协同效应”^[13]，此后各高校积极开展各类课程的课程思政研究，而分析化学课程的课程思政研究也较快地启动，在分析化学教学模式中也体现了思想政治教育与分析化学专业课程融合的国家战略需求；“新工科”(1.42)“科教融合”(1.31)则指向工程教育改革与科研教学协同的创新方向，反映了分析化学课程教学模式改革聚焦工程认证及新工科背景下应用型人才培养的特点。同时，“线上线下”混合教学模式(2.96)的持续热度，表明该教学模式受到教育工作者的广泛使用和深度研究，凸显后疫情时代教育形态的常态化转型。短期热点如“翻转课堂”(3.15)“微课”(1.77)等因技术迭代快速消退，而政策驱动型主题和技术支撑型主题将持续引领未来研究。

Top 11 Keywords with the Strongest Citation Bursts



图4 分析化学教学模式研究趋势关键词突现图谱

总体来看，分析化学教学模式的改革正从单一技术应用转向政策、技术、学科交叉的多元融合，未来需进一步关注人工智能等新兴技术赋能，以及国家战略与教育创新的协同发展路径。

3.4.4 时间线

图5时间线图谱中，节点为突现关键词，靠左节点的关键词出现年份更早。为梳理我国分析化学教学模式发展脉络与走向，本文对2015–2025年相关研究做关键词突现分析(图5)。为深入剖析该教学模式动态演变与研究热点，本文运用时间线图谱法对每年新兴关键词分布及时序变化趋势进行分析。节点对应关键词，年轮色彩和粗细反映其首次出现时间和频次。节点体积越大，对应关键词出

现频率越高,显示其在研究领域的重要性^[11]。图中,关键词“#0分析化学”“#1教学模式”“#2翻转课堂”“#3教学改革”“#5实验教学”“#7课程思政”的中介中心性分别达到0.77、0.43、0.17、0.29、0.15、0.11均超出了关键节点的0.1标准阈值。这些关键词周围显著的紫色环加粗表明其在研究网络中的中心地位。此分析结果通过节点大小和紫色环特征,直观反映了关键词的重要性,且突显了分析化学教学模式的主要研究热点与动态^[11]。

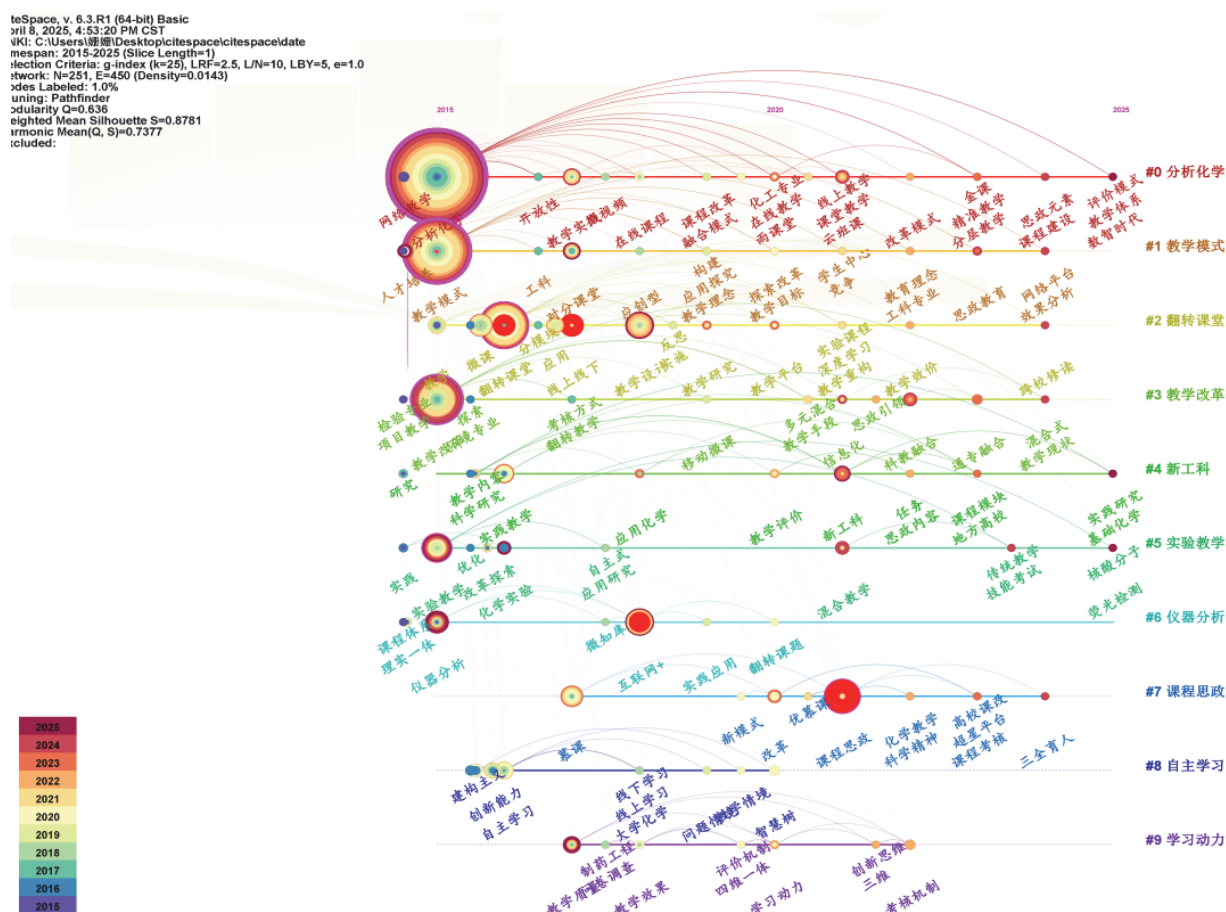


图5 分析化学教学模式发展趋势关键词时间线图谱

教学模式研究2015–2025年来的研究热点及演变趋势如下:

在#0时间线上,“网络教学”为最早且持续跨度最长的关键节点。表明其在化学教学模式中的关键作用,互联网技术的发展使学生的学习方式改变,分析化学教学模式也与时俱进以提高其应对时代变革的能力。

在#1教学模式时间线上,早期关键词有“教学实验微视频”“人才培养”“探索改革教学目标”“构建应用探究理念”“学生中心”“思政教育”“网络平台效果分析”等,显示分析化学教学模式注重多样化且以学生发展为中心。2019年后,随着慕课、线上教学正催化分析化学改革,促发“科技-教育”融合,推动教学模式、实验体系与实践探索同步升级,线上线下一体化已成信息化时代必由之路。同时注重结合思政元素落实立德树人任务。

在#2翻转课堂、#3教学改革、#6仪器分析和#7课程思政时间线上,出现了“实验课程深度学习教学重构”“思政引领”“多元混合教学手段”“微知库”“慕课”等关键词。这些关键词突出了实验教学改革的两大重点:一是强化学生实践能力,二是形成多种教学模式。在夯实基础实验教学

的基础上, 引导学生借助多样化在线课程及微型知识库参与学习, 有利于促进学生终身学习能力的发展。

4 结语

本研究基于CiteSpace 6.3 R1文献计量工具, 深入剖析2015–2025年分析化学教学领域的文献, 呈现教学模式改革与创新脉络。总体来看, 分析化学教学正逐步从单一技术应用转向能力培养、实践融合与政策协同的创新路径, 这一转变对于提升学生的科学素养和实践能力具有重要意义, 为分析化学教学模式改革提供了有力的科学依据与实践参考。展望未来, 技术驱动与政策协同将继续引领分析化学教学的发展。互联网+、人工智能等技术将推动混合教学模式的完善创新, 而新工科与课程思政政策的深入实施将促使学科交叉融合不断深化。突现词分析也表明, 未来需重点关注新兴技术赋能与国家战略需求的深度融合, 以满足社会对高素质化学人才的需求。在实践与理论结合方面, 实验教学和仪器分析的改革仍将是核心。进一步创新实验教学模式和仪器分析课程内容, 对提升学生解决问题的能力以及适应新工科建设需求至关重要, 这需要教育工作者在教学实践中不断探索与完善。

未来研究应深化技术应用场景, 挖掘互联网+、人工智能等技术在分析化学教学中的潜在应用价值, 拓展技术应用深度广度; 完善政策协同机制, 加强政策与教学实践紧密联系, 确保政策有效落实; 同时积极探索跨学科融合路径, 打破学科界限, 整合多学科资源, 推动分析化学教学高质量发展, 为培养具创新精神和实践能力的化学专业人才提供有力支持。

参 考 文 献

- [1] 朱佩佩, 汪莉, 陈莉莉, 廖勋凡, 陈义旺. 大学化学, **2025**, in press. doi:10.12461/PKU.DXHX202411073
- [2] 孙康宁, 于化东, 梁延德. 中国大学教学, **2019**, No.3, 93.
- [3] 谢洪珍, 李天华. 化学教育(中英文), **2020**, *41* (24), 15.
- [4] 侯剑华, 胡志刚. 现代情报, **2013**, *33* (4), 99.
- [5] 教育部. 教育部关于印发《教育信息化2.0行动计划》的通知. 中华人民共和国教育部公报, **2018**, No. 4, 118.
- [6] 李海东, 吴昊. 中国大学教学, **2021**, No. 5, 65.
- [7] 张娟, 谢彩侠, 麻秋娟, 纪永升, 刘庆普. 化学教育(中英文), **2022**, *43* (12), 77.
- [8] 陈怀侠, 葛伊莉, 王升富, 张修华 黄建林. 化学教育(中英文), **2022**, *43* (8), 61.
- [9] 王若佳, 李颖. 情报杂志, **2016**, *35* (1), 74.
- [10] 潘加亮, 张宏凯, 杜鹃. 高教学刊, **2023**, *9* (34), 193.
- [11] 孙振丽, 王宁, 林可欣, 代琴, 周玉菲, 曹丹丹, 党延峰. 大学化学, **2024**, *39* (11), 57.
- [12] 陈素清, 梁华定. 化学教育(中英文), **2020**, *41* (24), 30
- [13] 赵晓伟, 吕宏光, 张欢. 化工管理, **2021**, No. 15, 27.