

## 分析化学教学改革热点与发展趋势可视化分析

孙振丽<sup>1</sup>, 王宁<sup>1</sup>, 林可欣<sup>1</sup>, 代琴<sup>1</sup>, 周玉菲<sup>1</sup>, 曹丹丹<sup>1</sup>, 党延峰<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>华北电力大学环境科学与工程学院, 北京 102206

<sup>2</sup>天津大学化学系, 天津 300350

**摘要:** 针对分析化学理论及实验教学改革, 运用CiteSpace工具深入分析了我国分析化学教学改革的文献资料。通过可视化分析识别出分析化学教学中的关键改革热点, 如融合翻转课堂、互联网+、慕课等现代教育技术的实践教学模式。同时探讨了课程思政融合、信息化教学和新工科理念等前沿教学趋势, 旨在为分析化学的教学改革提供理论依据。

**关键词:** 分析化学; 实验; 教学改革; CiteSpace分析; 教育趋势

中图分类号: G64; O6

## Visual Analysis of Hotspots and Development Trends in Analytical Chemistry Education Reform

Zhenli Sun<sup>1</sup>, Ning Wang<sup>1</sup>, Kexin Lin<sup>1</sup>, Qin Dai<sup>1</sup>, Yufei Zhou<sup>1</sup>, Dandan Cao<sup>1</sup>, Yanfeng Dang<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> School of Environmental Science and Engineering, North China Electric Power University, Beijing 102206, China.

<sup>2</sup> Department of Chemistry, Tianjin University, Tianjin 300350, China.

**Abstract:** Focusing on the reform of analytical chemistry theory and laboratory teaching, this study integrated interdisciplinary knowledge from chemistry and related disciplines, and utilized the CiteSpace tool to conduct an in-depth analysis of the literatures on analytical chemistry teaching reform in China. Through visual analysis, the key reform hotspots in experimental teaching, such as the integration of flipped classrooms, Internet plus, MOOCs, and other modern educational technologies, were identified. The cutting-edge teaching trends such as the integration of curriculum ideology and politics, informatization of teaching, and new engineering concepts were also explored, aiming to provide a theoretical basis for the reform of analytical chemistry teaching.

**Key Words:** Analytical chemistry; Experiments; Teaching reform; CiteSpace analysis; Educational trends

### 1 分析化学教学改革可视化分析的必要性

分析化学作为一门跨学科的基础学科, 近年来在各个领域中的应用不断深化。分析化学教学目标是增强学生对分析化学基本理论的理解, 掌握分析化学的原理与技能; 同时培养学生的科学素养, 提高学生发现问题和解决问题的能力。这就要求教师们充分把握学科发展的热点和方向, 及时对分析化学教学内容进行更新和改革。

近些年分析化学在教学的形式和内容上进行了各个方面的创新和改革, 取得了较为丰硕的成果。对这些研究成果进行系统梳理, 对于更好地把握该领域研究的发展脉络以及前沿动态具有重要的作

用, 也为未来分析化学学科的教学改革指明了方向。文献计量学分析已经被广泛应用于多领域文献的定量研究, 同时CiteSpace软件是目前信息分析中极具影响力的可视化分析工具<sup>[1]</sup>。本文基于文献计量学分析方法, 以中国知网(CNKI)为数据来源, 借助CiteSpace软件对分析化学教学改革领域进行了一系列内容分析, 揭示这一研究领域的主要方向和研究前沿, 为分析化学实验教学领域后续的改革和发展提供思路。

## 2 可视化研究的资料与方法

本文以CNKI为文献数据来源, 选取“分析化学”和“教学改革”为检索主题进行文献检索, 并从中筛选出2512篇与研究主题相关的学术论文进行分析。采用CiteSpace 6.2.R6版本软件进行科学知识图谱的构建。首先进行格式转换, 将CNKI导出的文献转换为WOS数据格式, 随后进行数据预处理(数据过滤和除重), 得到按年份归类的数据文件。时间跨度(Time slicing)从1997年到2024年, 时间切片(Year per slice)设置为2年, 阈值设置为分析每个时间切片内前32个关键词、学科领域等信息。对分析化学教学改革领域的发文量变化、主要贡献的期刊、学科和关键词演变进行可视化分析。

## 3 可视化分析结果

### 3.1 发文量变化

经过数据过滤和除重后, CNKI数据库中关于分析化学教学改革的文献共计2512篇。图1展示了自1960年以来分析化学教学改革研究文献的年发文量变化趋势。1960年至1996年间, 每年发文量不超过7篇, 反映出分析化学教学改革研究正处于初级阶段。自1997年起, 文献发表数量开始以缓慢的速度逐年增加, 说明分析化学的教学改革逐渐受到了重视。2007年后, 文献发表数量迅速增加, 到2023年已达到131篇, 近十年的累计发文量占总数的63%。这一趋势反映出各教学单位对国家教学改革的积极参与以及对分析化学教学改革的进一步关注。据此推测, 未来随着在线教学等新型教育模式的发展与普及, 关于分析化学教学改革的发文量预计将会持续增加。

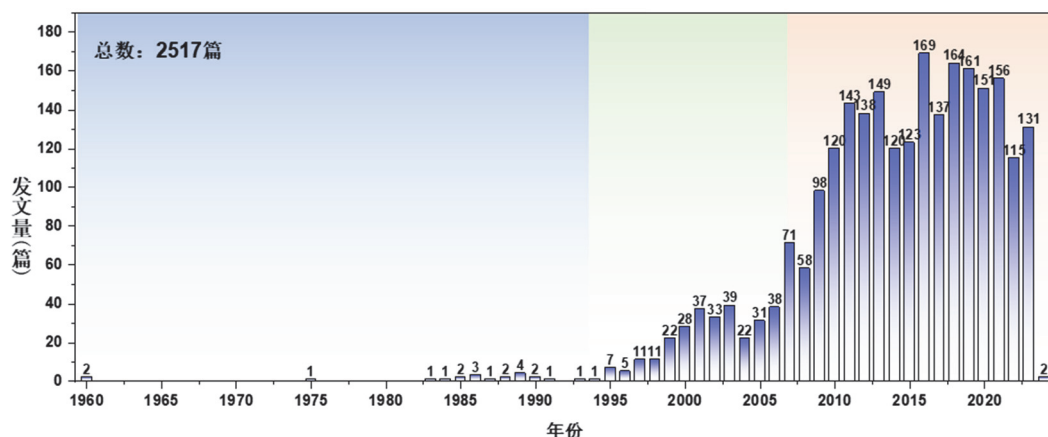


图1 分析化学教学改革研究文献年发文量

### 3.2 发文期刊及学科分析

对分析化学教学改革论文领域做出主要贡献的进一步统计。结果显示发文量较多的期刊包括《广州化工》(258篇)、《广东化工》(205篇)、《大学化学》(100篇)、《教育教学论坛》(94篇)、《山东化工》(78篇)、《化学教育》(40篇)和《化工时刊》(37篇)等国家级、省级、部级的教学期刊和专业期刊, 说明分析化学的教学改革已经引起了各个层面的广泛关注。从学科角度分析(表1), 关于分析化学教学改革的研究主要包含化学(1937篇)、高等教育(1355篇)、医学教育与医学边缘学科(256篇)、

职业教育(228篇)、无机化工(208篇)、教育理论与教育管理(113篇)、计算机软件及计算机应用(79篇)、环境科学与资源利用(34篇), 显示出该门学科的跨学科研究特性和综合性的关注点。

表1 分析化学教学改革文献在各学科的分布情况

序号	刊名	载文量	序号	刊名	载文量
1	化学	1937	5	无机化工	208
2	高等教育	1355	6	教育理论与教育管理	113
3	医学教育与医学边缘学科	256	7	计算机软件及计算机应用	79
4	职业教育	228	8	环境科学与资源利用	34

### 3.3 关键词聚类分析

通过对分析化学教学改革文献进行关键词聚类分析, 可体现相似节点之间的连接与结构关系, 提取的聚类标签能大体上代表该聚类下所有关键词的集中情况, 反映出领域研究热点<sup>[1]</sup>。如图2所示, 数据集中的关键词形成了教学改革、分析化学、教学、实验教学、课程改革、仪器分析、教学方法、课程思政和创新等九个主要聚类。其中“教学改革”聚类作为最大的类别, 涵盖的关键词与其他聚类紧密相连, 显示出分析化学教学改革正向实验教学、教学方法和课程思政等领域积极拓展, 探索全面创新。频繁出现的关键词如“课程改革”“教学方法”“课程结构”和“实验课”等, 反映出

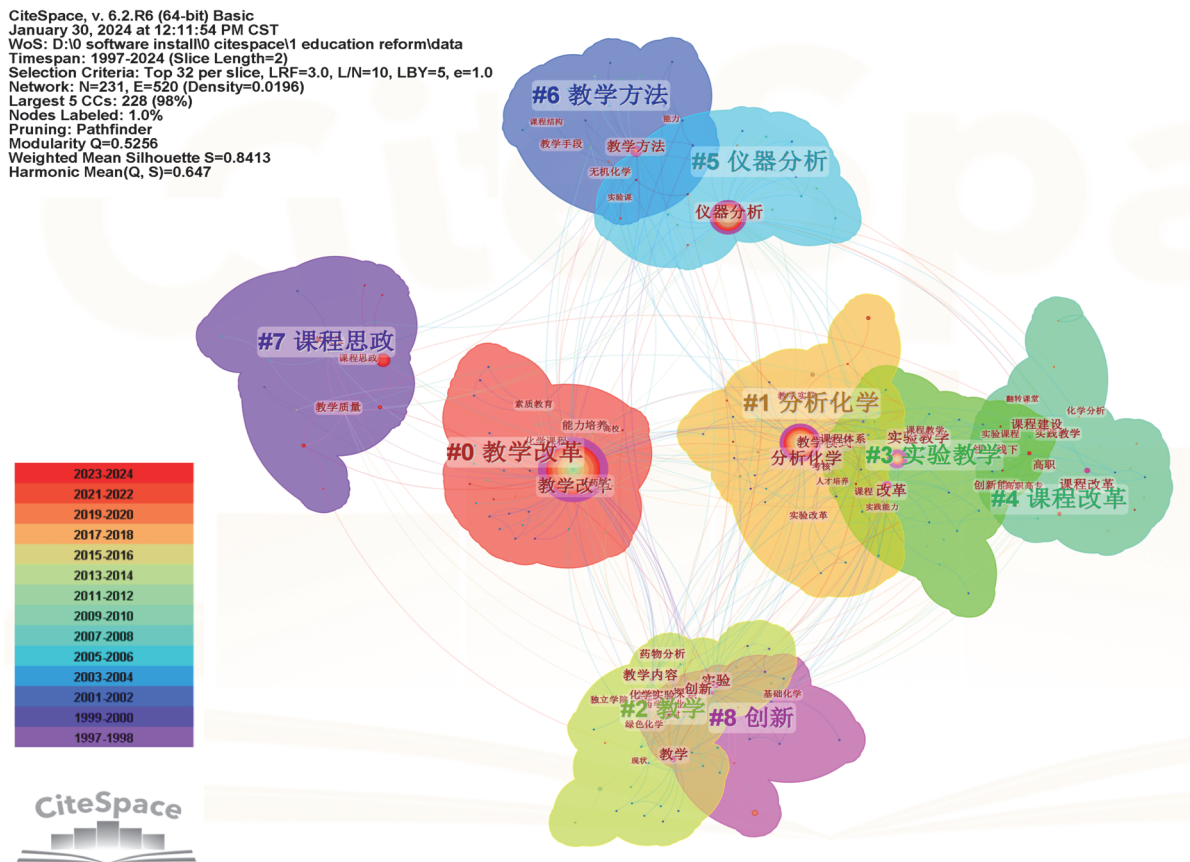


图2 分析化学教改文献关键词聚类分析图

在教学质量上的持续关注与提升。同时，素质教育、能力培养、人才培养、实践能力等高频关键词汇强调了分析化学课程改革在培养人才和增强学生实际应用知识能力方面的重视。聚类分析结果进一步表明，实验教学和仪器分析的创新与改革是分析化学教育改革的核心部分，这主要通过“实验教学”“实验课程”和“实践能力”等关键词的频繁出现得以体现。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于调动学生的学习积极性、提高解决实际问题的能力及培养创新型人才具有重要意义<sup>[2]</sup>。

### 3.4 关键词时间线图谱分析

为了深入探究分析化学教学改革领域的动态演进与研究焦点，本文采用时间线图谱分析法，对每年新兴关键词的分布及其随时间的发展趋势进行了细致解析。图谱结果如图3所示，每个节点代表一个特定的关键词，其生成的年轮色彩和粗细反映了该关键词首次出现的时间及频次。节点的体积越大，意味着对应关键词的出现频率越高，显示其在研究领域中的重要性。图中，关键词“#0教学改革”“#1分析化学”“#3实验教学”和“#5仪器分析”的中介中心性分别达到0.61、0.41、0.19和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征了它们在研究网络中的中心地位和重要性。此分析结果不仅通过节点的大小和紫色环的特征直观反映了关键词的重要性，而且突显了分析化学教育改革领域的主要研究热点及其发展动态。尤其在教学改革的探索历程中，更加注重实践技能的培养。



图3 分析化学教学改革关键词时间线图

在#0教学改革时间线上，关键词“教学改革”出现最早且该节点上的弧线跨度极长，表明教学改革是一直在探索的课题。特别是自2001年教育部印发了《关于做好普通高等学校本科学科专业结

构调整工作的若干原则意见》，意见明确提出要加强专业结构调整，淡化专业意识，加强素质教育和能力培养，这使“能力培养”“发展模式”等主题开始受到关注，它们作为教学改革的重要方式，在全面教育改革的背景下得到了推进和发展。此外，教学改革还与“岗位需求”“创新创业”和“三位一体”等现代教育理念和就业市场需求相结合，持续遵循需求导向和问题导向，根据学生个性和潜力建立适合自身发展的知识体系，以此不断提高人才培养质量。

在#1分析化学时间线上，最早出现的关键词包括“教学研究”“实验改革”“定性分析”“教学实践”“多媒体”以及“精品课程”等关键词，表明对教学质量的改进和实验教学的改革一直是分析化学教学改革的重点内容。随着2015年以后开始对慕课、线上教学等方式的探索，教学模式开始朝着科技与教育相结合的创新方向发展。分析化学的教学改革正不断向着新型教学方式、实验教学改革和深化教学实践探索前进，其中传统教学与线上教学的结合已成为信息化时代的必然趋势。此外，增强学生的实践能力及问题解决能力正逐步成为创新型人才培养的核心要求。创新教学法如翻转课堂、微课、雨课堂、慕课、小型限制性在线课(Small Private Online Course, SPOC)等新型教学方式的运用，结合线上教学和传统课堂教学，能有效提高学生的参与度及学习效率。

在#3实验教学和#5仪器分析时间线上，出现了“教学管理”“课程体系”“新方式”“实践能力”“考核方式”“科学素质”“学科交叉”“信息化”等关键词。这些关键词的出现强调了实验教学改革的双重关注点：一是实验内容与教学法的更新，二是学生实践技能的提升。在做好基础实验教学的基础上，正确引导学生自主学习，不断完善考核制度，提高学生学习的兴趣，同时注重学生实践能力的培养，通过将实验教学与科研、产业需求相结合，以及实验考核方式的变革，不仅推动了学生分析与解决问题能力的提升，也促进了他们科学素养和综合素质的整体发展。

### 3.5 关键词突现分析

为了进一步把握我国分析化学教学改革研究的整体脉络和发展趋势，本文对该领域的研究做了关键词突现分析(图4)。结果显示分析化学教学改革领域的关键词改革(6.25)、课程体系(6.07)、实验改革(4.49)、实验(4.12)、素质教育(3.5)、无机化学(3.97)、多媒体(4.44)、高职高专(4.46)、实验教学(3.88)等引用频次从1998年开始出现显著增加，以下是1998–2014年间主要关注和研究的重点。2015年后，陆续出现翻转课堂(8.43)、线上线下(6.45)、互联网+(6.07)、慕课(4.65)等爆发性较强的关键词，反映了信息技术在教学改革中的广泛应用，新型混合教学模式如翻转课堂因而兴起。

近五年研究热点主要集中在课程思政(35.83)、新工科(9.62)、雨课堂(5.13)和教学实践(3.93)等方面。其中“课程思政”的爆发强度极高，表明各高校积极响应教育部倡导的课程思政建设，把立德树人作为教育的终极目标，以期实现知识传授、能力培养和价值引领的统一<sup>[3]</sup>。课程思政的概念最早是由上海市教育委员会提出的，旨在将思想政治的教学融合在高校科学文化知识的教学中，2020年教育部印发了《高等学校课程思政建设指导纲要》，全面推进课程思政建设，以引导新时代大学生树立正确的价值观、人生观、世界观<sup>[4]</sup>。新工科是教育部于2017年2月推出的教学改革计划，旨在扩充优秀工程技术人才储备以主动应对新一轮科技革命与产业变革<sup>[5]</sup>。此外信息化技术的发展也呼吁更多应用创新型人才的出现，传统分析化学重理论轻实践的教学方式无法满足用人单位对技术型创新人才的需求，因此近年来分析化学的教学改革更加注重实践教学，以培养学生分析问题和解决问题的能力，加强专业训练，锻炼学生实践能力，以适应企业的用人需求。雨课堂、SPOC等基于信息化技术的新教学平台和教学模式的应用也成为教学改革与实践教学的新途径。分析化学教学改革的研究热点逐渐改变，领域更加广泛。

### 3.6 对课程改革方向的思考

高等教育教学改革一直是备受关注的重要议题，推行高等教育教学改革的目标是提升教育质量和水平，培养具有创新能力和实践能力的人才，适应社会发展的需求和挑战。分析化学教学改革必须与高等教育教学改革的方向保持一致，在此背景下，本文继续选取2019–2024年CNKI以“高等教

## Top 20 Keywords with the Strongest Citation Bursts

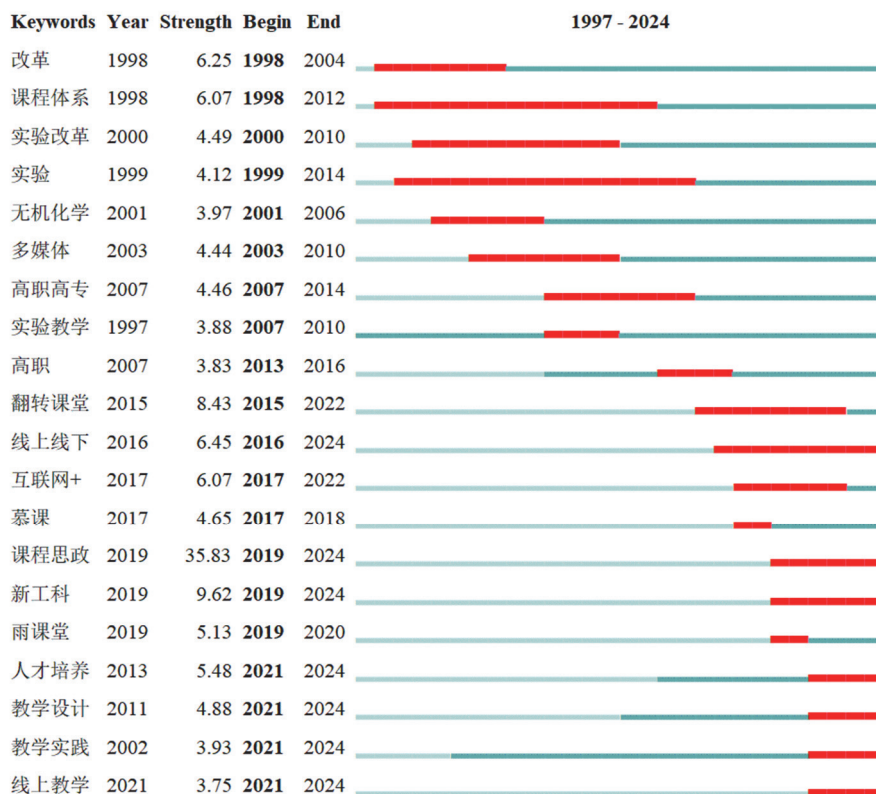


图4 关键词引用频次暴增图

育”和“教学改革”为主题的文献进行分析，对3091篇有效文献展开关键词聚类分析。形成#0教学质量、#1新工科、#2教学改革、#3高等教育、#4高校、#5创新、#6人才培养、#7教育改革、#8课程思政这九大主要聚类，这一结果显示教学质量、人才培养和课程思政对于教学改革的重要性，强调了高等教育教学改革中的几个重点方向，与图3中分析化学教学改革的聚类分析结果相符。各聚类下包含的高频关键词列举在表2中。#0教学质量聚类中包含教学质量、慕课、翻转课堂、课程建设、实验教学、微课、金课、互联网、人工智能、在线教学、虚拟仿真等高频关键词，这些关键词表明随着技术的发展，人工智能技术也逐渐融合到高等教育教学改革中，在制定个性化教学方法、智能辅助教学、远程学习和教学质量评估等方面起到重要作用。在互联网迅速发展的时代背景下，人工智能为高校提供个性化、开放式教育提供条件。#3高等教育和#4高校聚类中出现数字化、促进就业、信息化、国际化等高频关键词，表明数字化、国际化是高等教育教学改革的发展趋势，促进就业是高校关注的重要内容。

数字技术的迅猛发展与人工智能的成熟，不仅推动了教育的创新和数字化转型，而且为教育领域带来了前所未有的机遇。人工智能和数字化技术使教师能采用更灵活的教学方法，从而推动了分析化学教学的创新与发展，并显著提升了学生的学习效果和综合能力。在此背景下，分析化学教学应更深入地融合这些技术，并利用数字平台提高教学质量与构建智慧课堂，从而丰富教学模式，实现个性化和开放式教育。然而，这些技术的引入也带来了挑战。例如，生成式人工智能聊天机器人ChatGPT一经发布，因其卓越的分析和问题处理能力而被广泛采用，显著降低了学习门槛，但同时也对研究生课程体系产生了深刻影响<sup>[6]</sup>。教学中合理运用人工智能、引导及规范学生正确使用这些技术，已成为高等教育教学改革的重要任务。

表2 高等教育教学改革关键词聚类统计

#0教学质量		#1新工科		#2教学改革	
关键词	频率	关键词	频率	关键词	频率
教学质量	46	新工科	65	教学改革	951
慕课	36	课程改革	57	能力培养	10
翻转课堂	33	地方高校	43	英语教学	7
课程建设	31	创新创业	36	高校教学	7
实验教学	25	创新能力	35	价值意蕴	4
研究生	20	课程体系	14	教学学术	4
本科教学	19	双一流	13	科研能力	4
微课	19	教学内容	11	新农科	3
金课	19	培养模式	9	实践路径	3
互联网	16	大学生	9	交叉融合	2
课程教学	16	融合	6	教学理论	1
人工智能	14	综合改革	6	教学思维	1
教学评价	14	改革创新	5	中医	1
专业认证	14	教学目标	3	要素内涵	1
在线教学	11	民族高校	3	人才评价	1
虚拟仿真	10	价值引领	3	差异化	1
#3高等教育		#4高校		#5创新	
关键词	频率	关键词	频率	关键词	频率
高等教育	305	高校	79	实践教学	76
职业教育	28	高职院校	39	创新	40
数字化	6	新时代	35	实践	25
继续教育	4	大学英语	33	大数据	19
发展趋势	3	教学方法	29	校企合作	19
运筹学	2	教学管理	19	知识图谱	15
学风建设	2	信息化	17	应用型	12
协同创新	1	核心素养	16	独立学院	10
思政元素	1	国际化	14	信息技术	9
就业指导	1	高等数学	13	课程	6
教学案例	1	现状	10	高职	6
就业心理	1	工程教育	10	艺术设计	5
促进就业	1	高校教师	5	文献计量	5
#6人才培养		#7教育改革		#8课程思政	
关键词	频率	关键词	频率	关键词	频率
人才培养	166	课堂教学	37	课程思政	190
改革	70	教育改革	34	教学	32
产教融合	42	互联网+	32	路径	18
新文科	35	本科教育	28	思政教育	13
协同育人	14	线上教学	22	体育教学	8
对策	12	双语教学	18	案例教学	7
教育教学	7	民办高校	18	困境	4
专业建设	6	高等学校	8	医学院校	4
科教融合	5	高等院校	7	高职英语	4
教育强国	4	改革措施	5	培养目标	3
学科建设	3	教学范式	4	融合路径	3
学科交叉	3	教育技术	3	大学教师	1

## 4 结语

本文深入探究了国内分析化学教学改革研究的发展、热点与前沿。主要结论如下：(1) 在发展趋势上，分析化学教学改革自2007年开始热度飙升，相关研究的文献数量自2011年起基本稳定在100篇以上，形成了较大规模的研究成果，同时在教学改革的探索历程中，更加注重实践技能的培养；(2) 在热点主题上，我国分析化学教学改革主题围绕着“实验教学”“课程改革”“课程思政”这几个研究热点。教育信息化浪潮聚焦了越来越多学者和教师的目光，已被投入到具体的教学实践中去；(3) 在研究前沿上，“课程思政”“新工科”“信息化教学”是分析化学教学改革未来的研究热点。未来应更多地结合人工智能和数字化技术，打造智慧教学平台，提升学生综合能力。

## 参 考 文 献

- [1] 陈悦, 陈超美, 刘则渊, 胡志刚, 王贤文. 科学学研究, **2015**, 33 (2), 242.
- [2] 伍珍, 陈怀侠. 大学化学, **2023**, 38 (10), 179.
- [3] 龚一鸣. 中国大学教学, **2021**, No. 5, 77.
- [4] 李甜, 张莉萍, 刘玲, 李瑞芳, 毛龙飞, 杨晖. 大学化学, **2024**, in press. doi: 10.3866/PKU.DXHX202310014
- [5] 孙振丽, 曹丹丹, 金洁, 方明, 汪黎东. 大学化学, **2023**, 38 (3), 34.
- [6] 米家鑫, 侯湖平, 华亦菲. 教育教学论坛, **2024**, No. 3, 137.