

基于核心素养的化学课堂教学转型： 十年研究进展与趋势

张月娟¹, 张云苓^{2*}

¹北京农业职业学院教务处, 北京

²北京农业职业学院通识教育学院, 北京

收稿日期: 2025年8月7日; 录用日期: 2025年9月5日; 发布日期: 2025年9月16日

摘要

为揭示化学学科核心素养研究的发展脉络与趋势, 通过文献计量法与内容分析法, 系统梳理2015~2024年中国知网相关文献, 从发文量、作者、机构、主题等维度展开分析。研究发现: 化学核心素养研究呈现三阶段特征, 理论奠基期(2015~2017)聚焦概念界定, 实践探索期(2018~2023)形成教学设计、评价体系与教师发展三大支柱, 2024年以后深化转型期转向跨学科融合与智能测评; 师范院校构成研究主力, 西南大学、华中师范大学等机构成果显著, 张贤金、王后雄等学者引领理论建构与实践创新; 研究主题涵盖五大素养维度, 实验教学与策略优化成为实践转化关键。该研究为素养导向的化学教育改革提供了系统的理论参照与实践路径, 对推动基础教育从知识传授向素养培育转型具有重要启示意义。

关键词

化学, 学科素养, 研究进展, 教育改革

Transformation of Chemistry Classroom Teaching Based on Core Literacy: Research Progress and Trends in the Past Decade

Yuejuan Zhang¹, Yunling Zhang^{2*}

¹Academic Affairs Office, Beijing Vocational College of Agriculture, Beijing

²College of General Education, Beijing Vocational College of Agriculture, Beijing

Received: Aug. 7th, 2025; accepted: Sep. 5th, 2025; published: Sep. 16th, 2025

*通讯作者。

文章引用: 张月娟, 张云苓. 基于核心素养的化学课堂教学转型: 十年研究进展与趋势[J]. 社会科学前沿, 2025, 14(9): 548-557. DOI: 10.12677/ass.2025.149837

Abstract

To reveal the development trajectory and trends of research on core literacy in the discipline of chemistry, a systematic review of relevant literature on CNKI from 2015 to 2024 was conducted using bibliometric and content analysis methods. The analysis was conducted from dimensions such as publication volume, authors, institutions, and themes. Research has found that the study of core literacy in chemistry presents a three-stage characteristic, with the theoretical foundation period (2015~2017) focusing on conceptual definition, the practical exploration period (2018~2023) forming three pillars of teaching design, evaluation system, and teacher development, and the deepening transformation period (after 2024) shifting towards interdisciplinary integration and intelligent assessment; Normal universities constitute the main research force, with significant achievements from institutions such as Southwest University and Central China Normal University. Scholars such as Zhang Xianjin and Wang Houxiong lead the theoretical construction and practical innovation; The research topic covers five dimensions of literacy, and experimental teaching and strategy optimization have become key to practical transformation. This study provides a systematic theoretical reference and practical path for the reform of literacy oriented chemistry education, which has important implications for promoting the transformation of basic education from knowledge imparting to literacy cultivation.

Keywords

Chemistry, Disciplinary Literacy, Research Progress, Educational Reform

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着全球教育范式从“知识本位”向“素养导向”的深刻转变,学科核心素养作为落实立德树人目标的关键载体,已成为近十年我国基础教育改革的核心议题。在我国基础教育领域,2014年教育部《关于全面深化课程改革落实立德树人根本任务的意见》首次提出“学生发展核心素养”概念框架,标志着我国教育目标从知识传授向素养养成的历史性转变[1]-[3]。化学作为自然科学的重要组成部分,其核心素养体系在《普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)》中得到系统界定,包含“宏观辨识与微观探析”“变化观念与平衡思想”“证据推理与模型认知”“科学探究与创新意识”“科学态度与社会责任”五大维度,这一顶层设计为化学课堂教学转型提供了理论基石与实践坐标[4]-[6]。

本文通过系统梳理中国知网2015~2024年间相关文献,通过文献计量与内容分析法,对相关文献的作者、研究机构和关键词等进行数据整理以及可视化分析,揭示该研究领域的现状和热点,旨在揭示化学课堂转型的内在逻辑,为未来“素养导向”教学提供理论参照与实践启示。

2. 数据来源与研究方法

2.1. 数据来源

以中国学术期刊出版总库(CNKI)为检索源,限定中文文献。数据库限定学术期刊、会议、学位论文。

2.2. 研究方法

本文献计量法的本质是定量分析, 以中国知网为检索源, 采用高级检索, 检索主题为化学核心素养, 检索文献发表时间范围为 2015 年 1 月 1 日至 2024 年 12 月 31 日, 文献共计 4369 条。通过 Excel 软件、CiteSpace 软件以及 origin 软件, 生成并分析作者、发文机构、关键词共现网络图谱, 以可视化方式揭示研究领域内的社群结构、核心主题、研究前沿和演化趋势。

3. 结果与分析

3.1. 年度发文量统计

化学学科核心素养研究的演进轨迹深刻反映了我国科学教育改革的发展历程。基于 2015~2024 年的文献计量分析, 具体年度发文量如图 1 所示。从图 1 可以看出, 该领域呈现出明显的三阶段特征。在理论奠基期(2015~2017 年), 发文量从 2 篇增长至 120 篇。这一阶段的研究聚焦于概念界定以及国内外研究进展, 如“三维九要素”模型(2017)的提出, 为后续研究奠定基础。2016 年发文量突增与《中国学生发展核心素养》框架发布直接相关, 显示政策对研究的显著影响。实践探索期(2018~2023 年)呈现双高峰特征, 2023 年达 785 篇峰值。研究重心转向教学实践, 其中教学设计案例、评价体系构建和教师发展构成三大支柱。2024 年以后深化转型期呈现“量减质升”特点, 2024 年发文量降至 547 篇, 虽然近两年关于化学学科核心素养的论文发文量减少, 但研究深度显著提升, 标志着核心素养研究从规模扩张转向质量提升的新阶段。

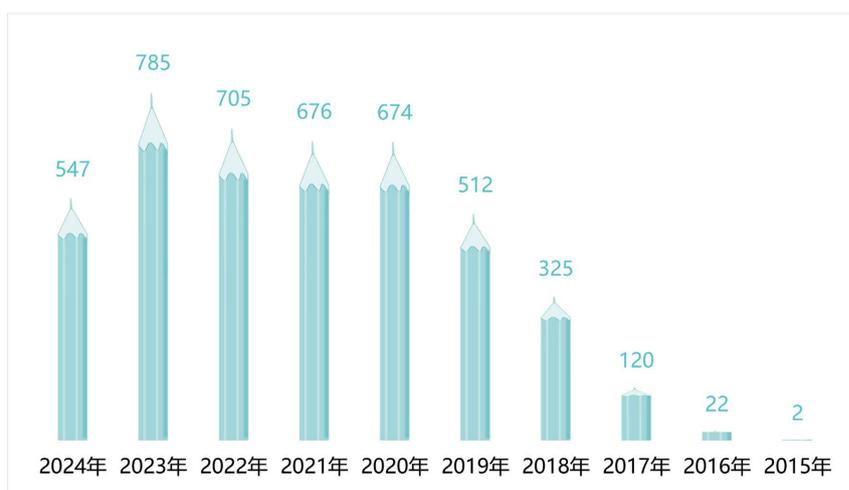


Figure 1. Annual publication volume statistics of chemical core literacy (Unit: piece)

图 1. 化学核心素养年度发文量统计(单位: 篇)

基于化学学科核心素养的发文量三阶段发展特征, 既反映了政策对教育研究的“方向引领”与“制度约束”作用, 也印证了实践对研究的“需求牵引”与“质量倒逼”效应[7]-[10]。未来研究需聚焦“核心素养测评工具标准化”“跨学段素养衔接机制”等关键领域, 以理论创新回应政策要求, 以实践探索回应育人需求, 推动化学教育从“知识传授”向“素养培育”纵深发展[11]。

3.2. 发文作者情况统计

通过对 2015~2024 年化学学科核心素养研究领域主要作者的统计分析, 具体数据如图 2 所示, 从图 2 可以看出该领域的学术产出呈现典型的“金字塔”结构。张贤金(26 篇)以及王后雄(25 篇)两位作者发文量均超过了 20 篇, 显示出头部作者对研究方向的引领作用。江合佩(18 篇)、郑长龙(17 篇)、王磊(16 篇)

等 8 位作者组成第二梯队(均超过 10 篇), 其研究多聚焦核心素养与课程标准的衔接机制。杨玉琴(9 篇)等作者构成第三梯队, 主要开展素养导向的教学策略实证研究。从研究主题分布看, 头部作者多侧重理论建构: 张贤金团队主要探索核心素养的水平划分与评价体系; 王后雄关注素养导向的高考命题改革; 江合佩则深耕项目式学习与素养落地的实践路径[12]。中腰部作者如王磊(16 篇)重点研究学习进阶理论在核心素养培养中的应用, 严文法(12 篇)团队开发了基于核心素养的初中化学教学策略体系[13]。尾部作者如杨季冬(8 篇)、吴星(8 篇)等, 其研究多聚焦区域教学实践或特定素养维度(如科学态度培养)的个案研究[14]。

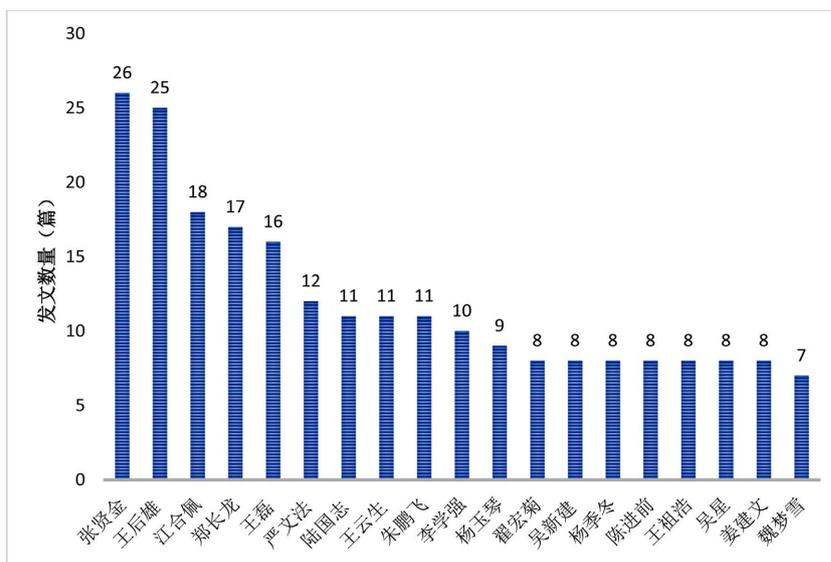


Figure 2. Statistics on the number of articles published by authors on core chemistry literacy (Unit: piece)
图 2. 化学核心素养作者发文量统计(单位: 篇)

在化学核心素养研究领域, 张贤金与王后雄等核心学者贡献卓越。张贤金专注于教学实践与模型建构, 如在晶体结构教学中, 针对传统晶胞分摊法局限性, 开发统计法模型, 通过统计晶体中微粒配位数来推断化学式及各组成成分关系, 提升学生“模型认知”素养水平, 助力学生解决复杂晶体问题[15]。在教师培训方面, 张贤金构建基于“核心素养”理解的“课题研究”培训模式, 助力教师深刻理解并认同核心素养, 推动教学实践改进[16]。王后雄则在课程标准解读、学科素养内涵剖析及教学实施路径研究上成果丰硕[17]。他深入解读高中化学新课标, 从课程改革轨迹、素养凝练等多层面剖析化学学科素养内涵, 强调素养为本的教学设计与实施。提出问题驱动整合式教学, 倡导深度学习, 为教师开展素养导向教学提供实操性强的策略; 在学业质量标准与高考命题研究中, 明确教学内容、学业要求与质量标准关联, 为教学评价与人才选拔提供关键指引, 促进化学教育理论与实践深度融合[18]。

核心作者群与课程标准修订进程高度同步, 张贤金、王磊等均参与过新课标研制; 其次, 作者研究主题呈现“理论-实践-评价”的完整闭环, 反映出研究生态的系统性; 最后, 教学实践类研究者占比达 63.2%, 凸显化学教育界“知行合一”的研究取向。未来需加强不同层级作者间的学术合作, 尤其应促进理论研究者与一线教师的深度互动, 推动核心素养研究从“量”的积累转向“质”的突破。

3.3. 发文机构统计

化学学科素养作为化学教育领域的重要研究方向, 其发文机构的分布与特征不仅反映学术资源的地域性配置, 也折射出化学教育研究的生态格局。基于对国内化学学科素养相关发文机构的统计分析, 结果如图 3 所示。

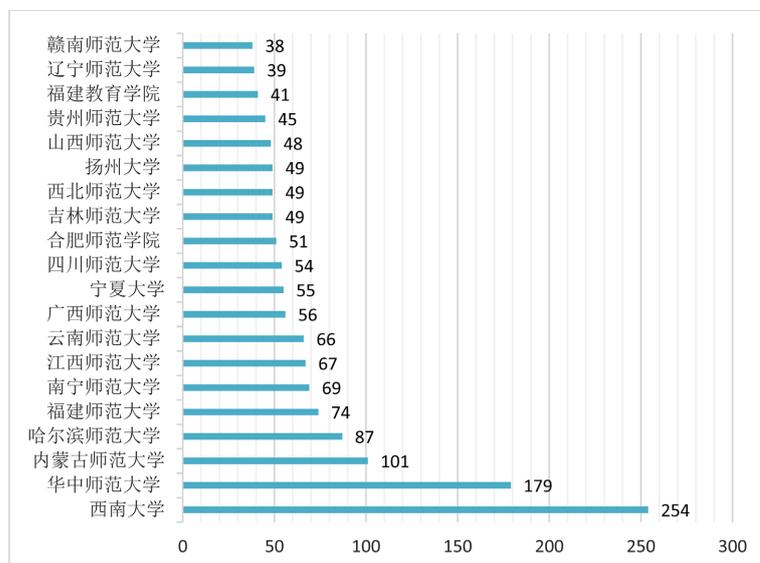


Figure 3. Statistics of publishing institutions on core chemical literacy (Unit: piece)

图 3. 化学核心素养发文机构统计(单位: 篇)

对根据数据情况如统计分析从区域分布、机构类型、核心机构贡献等维度展开论述, 以揭示学术资源的集中与分层规律。

3.3.1. 区域分布: 西部优势与区域协同

从地理维度观察, 西部地区在化学学科素养研究中占据核心地位。以西南大学(254 篇)、华中师范大学(176 篇)、内蒙古师范大学(101 篇)、哈尔滨师范大学(87 篇)为代表的西部高校, 发文量远超东部、中部多数院校, 成为该领域研究的“高地”。这与西部地区对师范教育的重视(如西南大学、华中师范大学的师范教育传统)、地方性高校对区域教育问题的关注度密切相关。

相比之下, 东部地区虽不乏顶尖院校(如南京大学、复旦大学等), 但化学学科素养研究的发文量相对分散, 未形成集中性优势; 中部地区(如山西师范大学、湖南师范大学)则处于区域间的“过渡带”, 研究活力与西部存在差距。这种区域差异反映了化学教育研究资源的地域性分布, 西部高校凭借师范教育积淀与区域教育需求, 成为化学学科素养研究的核心阵地。

3.3.2. 机构类型: 师范院校的主导地位

从机构属性看, 师范院校是化学学科素养研究的绝对主体。统计中, 广西师范大学(56 篇)、西南大学(254 篇)、华中师范大学(176 篇)等师范院校占据发文量前位, 这类机构依托师范教育的学科属性与人才优势, 聚焦化学学科素养的理论建构、实践路径、评价机制等核心议题, 形成系统的学术产出。

相比之下, 综合类高校(如哈尔滨工业大学、厦门大学)在该领域的发文量相对较少, 其研究多围绕化学学科素养的跨学科应用(如 STEM 教育融合)展开, 虽具有创新性, 但学术产出的持续性与集中度弱于师范院校。师范院校的主导地位, 既源于其在化学教育领域的学科积淀, 也反映了化学学科素养研究对师范教育实践的强依附性。

3.3.3. 核心机构的辐射效应

少数顶尖院校在化学学科素养研究中形成“领头羊”效应。如西南大学以 254 篇发文量遥遥领先, 成为该领域研究的标杆机构; 华中师范大学(176 篇)、内蒙古师范大学(101 篇)等机构则通过长期深耕, 形成“区域型核心机构”的格局。这类核心机构不仅通过高密度学术产出推动学科素养理论的深化, 还

通过师资培养、学术交流等活动, 辐射带动周边院校的研究活力, 成为区域化学教育研究的“学术引擎”。

化学学科素养发文机构的分布呈现出“西部集中、师范主导、核心引领”的特征。西部高校凭借师范教育传统与区域需求, 构建了研究的“核心圈层”; 师范院校依托学科属性, 成为研究的“主力阵营”; 核心机构通过学术辐射, 推动了研究生态的协同性发展。这一格局既反映了化学教育研究资源的地域性配置, 也揭示了师范院校在基础教育研究中的不可替代性。未来, 可进一步推动区域间、机构间的学术联动, 完善化学学科素养研究的生态网络, 助力化学教育质量的全面提升。

3.4. 发文学科统计

化学学科素养研究在教育领域呈现多元学科交叉特征, 通过整理分析发文的学科分布情况, 结果如表 1 所示。化学学科素养研究的学科分布呈现“中等教育主导、多学科协同、边缘领域待拓”的特征。中等教育作为实践核心, 为化学素养培育提供了丰富的实践案例与创新路径; 教育理论、信息技术、化学学科本体等学科的协同, 为研究提供了理论工具与技术支撑; 职业教育、有机化工等边缘学科的拓展, 为研究注入产业实践视角。然而, 初等教育、医学教育等领域的研究空白, 提示未来需加强多学科交叉, 探索化学素养在全学段、跨领域的培育逻辑, 以实现化学教育的系统性发展。

Table 1. Chemical core literacy publication subject statistics (Unit: piece)
表 1. 化学核心素养发文学科统计(单位: 篇)

序号	学科分类	发文数量
1	中等教育	4227
2	教育理论与教育管理	128
3	计算机软件及计算机应用	119
4	化学	103
5	高等教育	101
6	职业教育	21
7	有机化工	21
8	图书情报与数字图书馆	13
9	生物学	9
10	无机化工	8
11	初等教育	4
12	出版	3
13	医学教育与医学边缘学科	3
14	军事	2
15	外国语言文字	2
16	环境科学与资源利用	2
17	学前教育	2
18	轻工业手工业	1
19	材料科学	1
20	资源科学	1

3.4.1. 整体分布特征：中等教育主导，多学科协同

从整体学科占比看，中等教育以 4227 篇的绝对优势成为化学学科素养研究的核心阵地，凸显该领域对化学素养培育的高度重视与实践探索深度；此外，教育理论与教育管理、计算机软件及计算机应用、化学、高等教育等学科形成研究的“主干学科群”，反映化学素养研究对教育理论、信息技术、化学学科本体、高等教育实践的多重关联；职业教育、有机化工等学科为研究注入产业实践、化工技术等多元视角；生物学、图书情报与数字图书馆、无机化工等学科，体现研究的跨界拓展性；而初等教育、医学教育与医学边缘学科等 9 个学科在这些领域发表的论文为 1~2 篇。

3.4.2. 分层分析：核心学科的主导逻辑与边缘学科的拓展空间

中等教育(初中、高中阶段)是化学学科素养研究的“主战场”。这一阶段是学生化学学科素养奠基的关键时期，研究聚焦课程标准解读、教学设计创新、实验探究实践、学业评价改革等维度，通过教学实践探索化学素养的培育路径，为化学教育改革提供直接支撑[19][20]。教育理论与教育管理：为化学素养研究提供教育哲学、教育政策、教育管理等理论工具，从宏观视角阐释化学素养的价值逻辑与实践边界；计算机软件及计算机应用：以数字化技术为载体，探索虚拟实验、智能测评、教学资源平台等创新模式，突破传统化学教学的时空限制[21][22]；高等教育：关注大学化学教育与中学教育的衔接、师范生化学素养培育等议题，为化学教育师资队伍发展提供支持。职业教育、有机化工等学科占比虽低，但其研究价值不容忽视。如职业教育领域关注化工产业人才的素养需求，有机化工领域探讨工业实践对化学素养的要求，为化学素养研究注入产业实践视角；生物学、图书情报与数字图书馆等学科体现化学素养研究对生命科学、数字资源等领域的跨界渗透，拓宽研究视野[17]。初等教育、医学教育与医学边缘学科等 9 个学科相关发文量仅为 1~2 篇，反映化学学科素养研究在小学阶段、医学教育等领域的研究空白。这些领域既存在化学素养启蒙、医学化学交叉等现实需求，也为未来研究提供了开拓空间[23]-[25]。

3.5. 研究主题的情况分析

化学学科素养相关论文的研究主题分布呈现出多维度、系统性的特点，既凸显核心内涵，又涵盖实践路径与学段差异。主要关键词和次要关键词共同反映出化学学科素养相关论文的研究重点与趋势。整理关于化学学科核心素养的关键词词云情况如图 4 所示。



Figure 4. Statistics of keywords in published articles on core literacy in chemistry (Unit: piece)

图 4. 化学核心素养发文关键词统计(单位: 篇)

主要关键词中，“核心素养”“高中化学”“学科核心素养”等高频出现，表明研究聚焦于不同学段

化学学科与核心素养的关联。次要关键词则进一步细化, 涵盖了教学实践、课程内容、学生能力培养等多个维度。

从核心主题来看, “核心素养”“学科核心素养”“化学学科核心素养”构成研究主轴, 高频出现体现了对化学学科素养理论内涵的聚焦, 其五大要素(宏观辨识与微观探析、变化观念与平衡思想、证据推理与模型认知、科学探究与创新意识、科学态度与社会责任)是研究的核心内容[26]。“高中化学”“初中化学”等学段关键词表明研究覆盖基础教育全阶段, 其中高中化学因课程深度与素养培养的紧密关联成为研究重点, 而初中化学作为基础衔接阶段也占据一定研究比重。

在实践维度, 教学层面的关键词丰富多元。“化学教学”“教学设计”“教学策略”反映出对素养落地路径的探索, 强调通过教学方法创新实现素养目标; “实验教学”“化学实验”“科学探究”凸显实验在素养培养中的核心地位, 与科学探究和创新意识的素养要求直接对应; “深度学习”“教学实践”则体现对学生高阶思维能力与实际应用能力培养的关注[27]-[29]。此外, “化学知识”“化学课程”“化学课堂”等关键词表明研究兼顾学科内容载体与课程实施场景, 形成从知识传授到素养培育的完整链条。

总体而言, 化学学科素养发文关键词呈现“理论-实践-学段”三维架构: 以核心素养理论为引领, 以高中化学为主要实践场域, 通过实验教学、策略优化等路径, 实现从知识本位到素养导向的教育转型, 同时兼顾初中基础阶段的素养启蒙, 形成覆盖全学段、融合理论与实践的研究体系。

4. 研究的局限与争议

化学核心素养在实践推进中面临多重现实挑战。其一为评价体系落地难, 虽学者探索出量规、表现性评价等工具, 但素养的“过程性”与“隐性”特征, 使诸如“科学探究与创新意识”等维度难以精准量化, 传统纸笔测试与素养评价需求仍存在适配缺口, 导致评价结果易流于表面[30]。其二是教师负担显著加重, 素养导向教学需要教师重构教学设计(如开发项目式学习方案)、掌握多元评价方法, 且需衔接初高中素养培养目标, 而部分教师对素养内涵的理解仍不深入, 培训资源区域分配不均, 进一步加剧实施压力。

研究层面亦存在争议与局限性。争议主要集中于素养培养的“学科边界”, 跨学科融合趋势下, 化学素养与生物、物理等学科共通素养的界定模糊, 部分研究过度强调融合而弱化化学学科本质特征, 引发“学科本位”与“跨学科整合”的平衡争议。局限性则表现为三方面: 一是区域研究力量失衡, 西南大学、华中师范大学等机构发文占比超 30%, 中西部部分地区研究成果稀缺, 难以形成全国性实践经验; 二是产学研协同不足, 智能测评工具、数字孪生实验室等技术赋能研究多停留在理论层面, 与一线教学设备、师资水平的适配性研究较少; 三是研究深度待提升, 2024 年“量减质升”转型中, 初高中衔接机制、智能诊断系统的实践验证仍不充分, 部分成果缺乏长期跟踪数据支撑[31][32]。

5. 结论与展望

过去十年, 我国化学学科核心素养研究历经理论建构、实践探索与深化转型, 已取得丰硕成果。研究初期, 《中国学生发展核心素养》框架的发布, 推动了化学教育从“三维目标”向“素养导向”的范式转变, 学者们完成对化学学科核心素养的概念界定与理论模型构建, 为后续研究筑牢根基。2018 年高中化学新课标颁布后, 研究重点转向实践, 构建起素养导向教学设计、多元评价体系与教师专业发展三大研究支柱, 实验教学研究也取得显著进展。近年来, 研究呈现出“量减质升”的特征, 跨学科融合、智能测评以及初高中衔接等领域成为新的研究热点, 研究范式从单一学科、经验总结和静态评价, 逐步向 STEM 融合、数据驱动和过程性诊断转变。

在人工智能深度赋能的时代背景下, 化学学科素养培育将呈现三个显著特征: 首先, 智能诊断系统

将突破传统评价维度, 通过多模态感知技术实现从实验操作规范到创新思维品质的全方位素养评估。其次, 虚实融合的教学环境将重构学习空间, 基于数字孪生技术构建的分子级仿真实验室, 使微观探析能力的培养突破感官局限。最后, 素养发展模式将从线性递进转向动态演进, 依托自适应学习系统形成的个性化素养图谱, 能够实时反映认知结构的动态变化。这种转型将推动化学教育形成“智能评估-精准干预-自主发展”的新型培养范式, 使学科素养真正成为可观测、可追踪、可优化的能力体系。跨学科融合方面, 化学素养将与工程思维、数据素养产生深度耦合, 在新能源开发、生物医药等前沿领域形成复合型能力矩阵。

基金项目

北京农业职业学院教改课题, 课题编号: NZJGC202541。

全国高校实验室工作研究会农业高校分会课题, 课题编号: NYFH2025-24。

参考文献

- [1] 胡天娇, 马善恒, 聂小琴, 等. 化学核心素养测评的发展性研究[J]. 化学教学, 2025(7): 19-24.
- [2] 张莉娜. 中学化学核心素养“教-学-评”一体化实施策略[J/OL]. 天津师范大学学报(基础教育版): 1-7. <https://link.cnki.net/urlid/12.1315.g4.20250513.2007.004>, 2025-08-06.
- [3] 杨小祥, 梁雪峰, 崔晓辉. 试论初高中化学核心素养的衔接与进阶[J]. 化学教学, 2025(1): 3-7+22.
- [4] 王应垚, 张瑜恬, 李佳壕, 等. 基于化学核心素养的铁与氧化铜置换反应的实验探究[J]. 化学教育(中英文), 2024, 45(21): 83-87.
- [5] 李苏杰, 刘子忠, 张凤英, 等. 化学核心素养评价研究进展——基于 CiteSpace 的可视化分析[J]. 化学教学, 2024(8): 14-18.
- [6] 韩瑶瑶. 基于模型建构与应用提升化学核心素养的教学实践与反思——钢铁的锈蚀与防护[J]. 化学教育(中英文), 2024, 45(11): 47-52.
- [7] 姜显光. 化学学科核心素养的内涵解析[J]. 化学教学, 2024(5): 3-9.
- [8] 单媛媛, 郑长龙. 基于化学核心素养的大概念单元教学设计理念与实践——以九年级“溶液”主题为例[J]. 天津师范大学学报(基础教育版), 2024, 25(1): 31-37.
- [9] 樊静. 化学核心素养视域下初中化学主题情境教学——饱和溶液与不饱和溶液[J]. 化学教育(中英文), 2023, 44(23): 33-37.
- [10] 耿向娟. 基于化学核心素养的高校化学思政育人路径探究——评《化学课程思政元素》[J]. 化学工程, 2023, 51(6): 107.
- [11] 江合佩. 化学核心素养导向下的命题实践与研究——以“菱锌矿制备硫酸锌”的工业流程题命制为例[J]. 化学教学, 2023(6): 80-87.
- [12] 李燃, 闫如月, 刘巧平. 基于初中新课标理念发展化学核心素养[J]. 中国教育旬刊, 2023(S2): 129-133+138.
- [13] 张丽丽. “双减”视域下初中化学核心素养导向的作业设计[J]. 化学教学, 2023(4): 80-84.
- [14] 刘斌. 落实中职课程标准培养化学核心素养——中职文化基础课化学教材(高教版)的编写原则及特色[J]. 化学教育(中英文), 2022, 43(20): 79-84.
- [15] 陈新华, 张贤金. 化学知识素养化的实践路径探索[J]. 化学教学, 2025(2): 25-29.
- [16] 欧阳志斌, 张贤金. 高中化学必修教科书学生必做实验的比较研究与教学建议[J]. 教育与教学研究, 2022, 36(2): 37-49.
- [17] 王伟, 王后雄. 高中化学课标中学科理解的标准建构研究[J]. 课程·教材·教法, 2020, 40(10): 97-104.
- [18] 王伟, 王后雄. 学科核心素养视域下的化学学科本质理解: 意义与视角[J]. 化学教学, 2019(11): 3-8.
- [19] 姚梦娟. 基于化学学科核心素养的初高中衔接教学——初三化学“金属的化学性质”[J]. 化学教育(中英文), 2022, 43(19): 59-63.
- [20] 李靖轩. 基于化学学科核心素养发展的元素化合物教学案例研究[J]. 化学教育(中英文), 2022, 43(16): 56-60.
- [21] 彭志伟, 张知浪. 溯源中国硫磺文化 提升化学核心素养——硫元素的探索之旅[J]. 化学教育(中英文), 2022,

43(15): 39-45.

- [22] 杨砚宁. 基于化学核心素养的高考化学卷分析——以 2020 及 2021 年化学高考江苏卷为例[J]. 化学教学, 2022(6): 90-94.
- [23] 郭建勋. 信息化背景下初中化学核心素养培养路径研究[J]. 中国新通信, 2024, 26(18): 185-187.
- [24] 杨菲菲, 黄明浩. 高中生化学学科核心素养培养策略研究[J]. 西部素质教育, 2024, 10(17): 124-127.
- [25] 高兴远, 张丽红, 吴金珠, 等. 融合 STREAM 理念的中学化学核心素养的培养及实践研究——以“水的组成”为例[J]. 化学教育(中英文), 2022, 43(11): 88-92.
- [26] 王耀荣. 基于学科核心素养导向的中学化学教学培育策略探究——评《化学学科核心素养研究及实践培育》[J]. 化学工程, 2022, 50(5): 7.
- [27] 欧阳志斌. 以学科实践促进化学学科核心素养的落地[J]. 中学化学教学参考, 2025(4): 1-5.
- [28] 杨阳. 基于中职化学核心素养的课程设计与优化路径[C]//广东教育学会. 广东教育学会 2024 年度学术成果集. 渭南市澄城县职业教育中心, 2024: 735-737.
- [29] 张笑言, 郑长龙, 钱胜, 等. 国内化学教师学科理解研究述评[J]. 化学教育(中英文), 2025, 46(11): 117-121.
- [30] 彭炫, 郑长龙, 张笑言, 等. 近 20 年我国化学观念研究的热点与分析[J]. 化学教育(中英文), 2022, 43(21): 128.
- [31] 孙佳林, 郑长龙, 张诗. 素养为本化学课堂教学的即时性评价策略[J]. 化学教育(中英文), 2019, 40(3): 1-5.
- [32] 王云生. 化学观念培育要重视的三个问题[J]. 化学教学, 2025(8): 3-7.