

Analysis and Research on the Factors of Scientific Method Education in Chemistry Course

Fang Wan

Changli Open University, Qinhuangdao, Hebei Province, Qinhuangdao, Hebei, 066600, China

Abstract

To investigate the characteristic factors and practical application effects of scientific method education, this study integrates scientific methods into knowledge instruction, learning exploration, after-class assignments, problem-solving, and evaluation processes based on the empirical and inquiry-based features of chemistry. This forms a practical and scalable teaching system. Three core characteristic factors were identified: empirical and logical reasoning, inquiry-based and modeling skills, as well as critical and innovative thinking. Analysis of practical outcomes revealed that after one semester of implementation, the proportion of students' higher-order thinking questions in class increased from 18.3% to 47.6%, the correct rate of solving unfamiliar chemistry problems rose from 52.1% to 78.9%, and the active participation rate in project-based learning reached 91.2%. The research findings demonstrate that this practical system effectively enhances students' scientific thinking quality and learning initiative, providing practical guidance for implementing core competencies in secondary vocational chemistry education.

Keywords

chemistry; curriculum teaching; scientific method education; teaching practice; scientific thinking

化学课程中科学方法教育因素的分析研究

万芳

河北省秦皇岛市昌黎开放大学, 中国·河北 秦皇岛 066600

摘要

为了探究科学方法教育的特征因素与实践应用效果, 通过基于化学学科的实证性、探究性等特征, 将科学方法融入知识教学、学习探究、课后作业、问题解决与评价环节, 形成可落地、可推广的教学实践体系。提炼实证性与逻辑性、探究性与建模性、批判性与创新性三类核心特征因素, 分析实践效果, 发现经一学期实践验证, 学生课堂高阶思维提问占比从18.3%提升至47.6%, 陌生化学问题解决正确率从52.1%提升至78.9%, 项目式学习主动参与率达91.2%。研究表明, 该实践体系可有效提升学生科学思维品质与学习主动性, 可为中职化学核心素养落地提供实践指导。

关键词

化学; 课程教学; 科学方法教育; 教学实践; 科学思维

1 引言

化学作为一门以实验为基础的自然科学, 其学科发展始终依据严谨的科学方法。在中职化学教学中, 以往传统的知识传授方法, 已无法满足核心素养培育要求, 在化学课程中渗透科学方法, 已成提升学生科学素养的关键^[1]。但就目前化学教学实践情况来看, 科学方法教育多呈现碎片化、形式化特征, 缺乏系统化的实践路径。于是本研究立足化学学科, 提炼科学方法教育的核心特征, 构建覆盖教学全流程的实践框架, 结合教学案例, 为化学教学改革提供实践参考。

2 中职化学课程中科学方法教育的特征因素

2.1 基础特征: 实证性与逻辑性

化学学科的发展, 是以实验科学证据为核心支撑的, 所有理论、结论均需经过实验验证, 并遵循从现象到本质的逻辑路径。实证性要求化学教学中, 能够以实验事实为出发点, 避免脱离实际的理论灌输。逻辑性则强调教师在教育过程中, 引导学生梳理知识点之间的因果关系, 形成条理清晰的认知结构。这一特征是科学方法教育的根基, 决定化学教学必须立足实验、尊重证据, 以严密的逻辑串联知识体系。

2.2 过程特征: 探究性与建模性

科学探究是化学学习的关键方式, 通过让学生经历发现问题、设计方案、验证假设、得出结论这一完整过程, 并非被动接受教材给出的既定结论。建模性体现为通过构建化学模型, 为学生解释宏观现象、揭示微观本质, 如原子结构

【作者简介】万芳(1982-), 女, 中国河北昌黎人, 本科, 讲师, 从事中职中专化学教育教学研究。

模型、化学平衡模型等。这一特征要求教学在课程学习中重视过程体验，教师可以引导学生运用模型分析、预测化学现象，掌握科学研究的核心方法。

2.3 思维特征：批判性与创新性

化学学科在发展进步历程中，依赖于对现有理论的不断质疑与突破，课程教育中的批判性思维，则体现在学生可以审视既有结论的适用范围与局限性，反思实验设计的合理性。创新性则要求学生在现有认知基础上，提出新的问题、设计新的实验方案。这一特征赋予科学方法教育更高层次的目标，培养学生不盲从、敢质疑、能创新的思维品质，与核心素养中科学探究与创新意识的育人要求相符。

3 科学方法教育在化学课程实践中的具体应用

3.1 重构知识讲授，强化学科思想根基

知识教学是科学方法教育的基础，构建证据、模型认知链，可让学生理解知识的形成过程，掌握基于证据构建模型、基于模型解释现象的科学方法^[1]。

以“原子结构”教学为例，摒弃直接罗列模型的方式，以科学史为脉络引导学生重构认知。首先在课堂中为学生展示道尔顿提出实心球模型的背景，基于化学反应中元素按比例结合的实验事实。之后展示汤姆生发现电子的阴极射线实验，引导学生分析实心球模型的局限性，进而理解枣糕模型的提出依据。接着引入 α 粒子散射实验的现象数据，让学生自主推导原子大部分体积为空、中心有核的结论，构建卢瑟福核式模型。最后结合氢原子光谱实验，分析核式模型无法解释的光谱现象，引出玻尔轨道模型及现代电子云模型。

这一教学过程中，学生并非记忆模型内容，而是理解每个模型背后的实验证据，该模式可用于化学键、化学平衡等，所有基于实验与模型构建的知识点教学中，让学生掌握科学知识的生成逻辑。

3.2 创设探究情境，亲历科学研究过程

学习探究环节的科学方法教育，关键在于为学生创设真实情境中，设计“真问题”为驱动，让学生亲自经历完整的科学研究过程。

比如开展“探究市售补铁剂中铁元素价态与含量”的项目式学习，引导学生结合生活经验提出核心问题：补铁剂中的铁以何种价态存在？含量是否符合标注？之后学生自主设计探究方案，针对 Fe^{3+} 的检验，选用 KSCN 溶液作为显色试剂；针对 Fe^{2+} 的检验，采用 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液生成蓝色沉淀的方法。选用重铬酸钾滴定法或比色法进行定量分析，学生分组完成实验，记录数据，分析实验误差来源。此过程通过让学生体验科学研究的全流程，掌握假设提出、方案设计、变量控制、数据分析等方法^[1]。

3.3 优化作业设计，推动知识向能力迁移

课后作业是科学方法教育的延伸环节，教师可以设计解释型、设计型作业，可强化学生运用科学方法解决实际问

题的能力。

其中解释型作业主要侧重于理论与实际的结合，例如：“用化学平衡移动原理解释硬水中使用肥皂洗涤效果变差的原因”。学生需先明确硬水中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 与肥皂中的高级脂肪酸根离子结合，所生成沉淀的反应本质，再结合沉淀溶解平衡，与化学平衡移动的原理，分析反应对肥皂有效成分浓度的影响，最终梳理清晰的知识逻辑。设计型作业则侧重实验设计与变量控制，例如：“设计实验验证温度对乙酸乙酯水解速率的影响，明确需控制的变量”。学生需梳理实验的温度自变量，水解速率因变量，酯的用量、催化剂浓度、反应时间等无关变量，设计对照实验方案，体现单一变量原则。

这两类作业设计在教师批改过程中，重点关注学生的逻辑推导过程与方案设计的合理性，而非仅关注答案对错，能有效引导学生从机械答题，转向应用所学化学知识^[4]。此类作业模式可用于速率理论解释食品保鲜方法，或是设计实验验证浓度对化学反应速率的影响等，形成常态化的方法训练。

3.4 聚焦复杂问题，训练系统化解决策略

解决问题环节的科学方法教育，重点在于让学生跳出套用公式的传统模式，训练学生的系统化思维，可以多维度分析问题，整合知识并提出解决问题的能力^[5]。

比如在原电池教学结束后，提出情境问题：“为户外露营灯设计安全、高效、环保的化学电源系统”。引导学生明确核心需求，即电压稳定、材料易得、环保、安全。然后教师引导学生从多维度分析，一是氧化还原反应维度，需选取合适的电极材料与电解质，确保反应自发且速率适中；二是结构维度，需考虑电池的便携性与密封性；三是环保维度，需优先选用可回收或天然材料，如水果、铝片、石墨等。学生分组讨论后提出最终方案，如水果电池、铝空电池、锌锰干电池改良版等，并对比各方案的电压、持续供电时间、材料成本、环保性，最终优化出最优方案^[6]。

该问题解决过程在于引导学生将零散的原电池知识，比如所掌握的电极、电解质、反应原理、能量转化等知识点，整合为系统化的问题解决方案，从中掌握科学方法，系统化思维得到训练。

3.5 创新评价体系，引导科学思维发展

评价是科学方法教育的导向环节，传统以结果为核心的评价方式，难以反映学生的科学方法掌握情况，因此需构建关注思维过程的评价体系^[7]。

在实验操作考试与日常探究活动中，引入科学方法评价量表，主要从实验方案设计的合理性、异常数据的处理、数据结论的推导、实验报告的逻辑性，这几方面来进行综合评价。例如在补铁剂探究项目评价中，若学生仅记录实验结果而未分析数据误差，或方案设计中未控制试剂用量等变量，均需在评价中指出，并非单纯以结果正确来判定成绩高

低^[8]。

该评价量表可简化为评分细则，融入常规的实验报告批改、课堂表现评价中，教师通过评价导向，让学生重视科学方法的运用过程，而非仅关注实验或答题结果^[9]。

4 实践效果

4.1 学生科学思维品质显著提升

通过课堂观察与学业表现分析，学生的逻辑推理能力、批判性思维与创新意识均有明显发展。课堂提问从这个知识点是什么，逐渐转变为主动思考，比如这个实验为什么会出异常现象，这个模型是否适用于所有情况。学生在实验报告中，能够主动分析数据误差来源，而非仅罗列数据，尤其是面对陌生的化学问题时，学生能自主梳理解题思路，运用证据、模型，变量控制等方法分析问题，而非依赖化学公式模板套用。通过一学期的教学实践后，根据课堂观察、学业测试及调查，发现学生提出的质疑实验方案、反思模型局限性、提出创新假设类问题占比，从实践前的 18.3% 提升至 47.6%。实验报告分析能够完整分析数据误差来源，提出改进方案的学生占比，从 29.7% 提升至 68.4%。数据表明，学生的逻辑推理、批判性思维与创新意识得到系统性发展，科学思维品质实现显著提升^[10]。

4.2 学生主体性与学习兴趣增强

实施项目式学习、自主探究等环节，让学生从被动的知识接收者，转变为主动的探究者，课堂参与度显著提升，更多学生主动提出探究问题、设计实验方案。学生从为考试而学，转向为探究而学，学习的持续性与主动性显著增强。通过对参与度的跟踪统计，项目式学习中主动组队、自主提出探究问题的学生占比达 91.2%，较实践前的 56.8% 提升显著。课后自主开展拓展性探究活动的学生比例，从 12.5% 提升至 38.7%。89.3% 的学生认为通过探究和实践掌握的化学知识更易理解和记忆，学生学习化学的内在动机与

主动参与意识明显增强^[11]。

5 结语

总之，化学课程中的科学方法教育，通过将实证性、探究性、批判性等特征因素，真正融入化学课程教学全流程，所构建的证据模型认知链、真问题驱动探究、多维度分析问题、过程性评价等科学方法教育的落地，不仅能提升学生的科学素养，更能推动化学教学从知识本位，向素养本位转型。

参考文献

- [1] 董建玉.“金课”背景下科学教育专业应用化学课程改革与实践——以湖南第一师范学院为例[J].当代化工研究, 2025(14).
- [2] 王书涵. 初中化学教学中应用HPS教育对学生科学本质观影响的研究[D]. 渤海大学, 2022.
- [3] 张爱平. 中学化学教学中科学方法的应用[J]. 北京教育, 2023(28):94.
- [4] 陈诚, 黄勇. 在实证研究中做好科学教育加法——以高中化学实验教学为例[J]. 福建教育, 2024(15):61-63.
- [5] 贝姣宏. 高中化学创新思维课堂构建与实践研究[J]. 吉林省教育学院学报, 2025, 41(1):44-49.
- [6] 邵亚楠. 高中生化学学习形成性评价工具的构建及应用研究——以“原子结构与元素的性质”为例[D]. 浙江: 浙江师范大学, 2023.
- [7] 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.
- [8] 颜翻. 核心素养背景下中职化学项目式学习教学设计与实践研究[D]. 云南师范大学, 2024.
- [9] 王露. 混合式教学法在中职化学课程教学中的有效运用探索[J]. 新智慧, 2024, (06):17-19.
- [10] 陆静.“三育人”视域下职业学校《实用化学》课程教学设计的研究与应用[J]. 化工设计通讯, 2023, 49(10):118-120.
- [11] 林文海. 中职化学教学中任务驱动教学模式的应用探究[J]. 成才之路, 2023, (29):125-128.