

以创新能力培养为导向的“分析化学实验”教学改革与探索

李俊博, 纪 伟*, 牛 娜, 陈立钢

东北林业大学化学化工与资源利用学院, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2025年1月21日; 录用日期: 2025年3月5日; 发布日期: 2025年3月25日

摘 要

鉴于当前创新型国家建设的背景对于高素质创新型人才的迫切需求, 文章以推动高素质创新型人才培养为目的, 分别从教学内容、教学模式、教学方法、教学评价以及课程思政等方面对课程改革与创新进行了探讨, 通过建立一个结合经典与前沿的教学内容体系, 探索多样化的教学模式和教学方法, 引入多元化的过程性课程考核机制, 打造一个充满活力的创新思政课堂, 从而实现“知识传授、价值引领、能力培养”三者的有机结合。

关键词

分析化学实验, 教学改革, 创新能力

The Reform and Exploration of “Analytical Chemistry Experiment” Teaching Guided by the Cultivation of Innovation Ability

Junbo Li, Wei Ji*, Na Niu, Ligang Chen

College of Chemistry Chemical Engineering and Resource Utilization, Northeast Forestry University, Harbin Heilongjiang

Received: Jan. 21st, 2025; accepted: Mar. 5th, 2025; published: Mar. 25th, 2025

Abstract

In view of the urgent need for high-quality innovative talents in the current background of the

*通讯作者。

文章引用: 李俊博, 纪伟, 牛娜, 陈立钢. 以创新能力培养为导向的“分析化学实验”教学改革与探索[J]. 创新教育研究, 2025, 13(3): 233-238. DOI: 10.12677/ces.2025.133178

construction of an innovative country, this paper aims to promote the training of high-quality innovative talents, and discusses the curriculum reform and innovation from the aspects of teaching content, teaching mode, teaching method, teaching evaluation, curriculum ideology and politics, etc. By establishing a teaching content system that integrates classical and cutting-edge knowledge, exploring diverse teaching models and methods, and introducing a multi-faceted process-oriented course assessment mechanism, we aim to create a dynamic and innovative ideological and political classroom. This approach achieves the organic integration of “knowledge impartation, value guidance, and capability cultivation”.

Keywords

Analytical Chemistry Experiment, Teaching Reform, Innovation Ability

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

自党的十八大以来,创新驱动发展战略已经上升为国家的核心战略,创新被明确为引领社会发展的关键因素[1]。在这一背景下,高校作为培育高素质创新型人才的重要阵地,肩负着不可或缺的责任与使命,尤其是在建设创新型国家的进程中。为响应创新驱动发展战略,培养具备较强创新能力的人才,提升学生在发现、提出、分析和解决问题方面的能力,以及增强他们的创新意识与思维能力,已成为当务之急。这一目标亦成为高等教育工作者亟需深入研究的重要课题。

在我校,分析化学实验课程作为化学与材料专业等相关领域的核心基础课程,在分析化学教学中扮演着极为重要的角色。这门课程不仅融合了理论与实践,而且具备实用性,为学生的后续学习、就业或进一步深造打下了坚实的基础。课程的设计旨在通过规范学生的基本实验操作,帮助他们建立严格的“量”的概念,深化对各种分析方法及其基本原理的理解,同时培养科学记录和处理实验数据的能力,以及准确表达分析结果的能力。然而,该课程的教学目标超越了单纯的数据获取,着力于实际问题的解决、创新能力的提升和科学素养的培养。因此,分析化学实验在推动知识向能力转化的过程中起着关键作用,它不仅是加强学生知识掌握与理解的有效途径,更是提升学生分析问题和解决问题能力的理想方式,同时也是连接分析化学理论教学与培养实用创新型人才的关键纽带[2][3]。因此,探索如何在有限的实验课堂时间内有效实现知识传授、能力培养与价值引领,进而培养全面高素质的创新型人才,已成为当前分析化学实验教学改革的重要方向。

2. 分析化学实验课程目前存在的问题

(1) 教学内容缺乏设计性与创新性

当前,分析化学实验的教学内容仍然以基础验证性实验为主,课堂实验操作主要围绕滴定展开。这种教学方式导致所传授的知识相对单一,实验课堂的内容往往仅仅是对课本信息的简单重复,缺乏探索性和创造性的实验设计。这种情况不仅未能有效提升学生的学习兴趣,而且在很大程度上限制了他们在实验过程中的积极性和主动性,从而限制了学生独立思考能力、实验操作能力及自我探索能力的培养。此外,设计性实验作为分析化学实验课程的重要组成部分,其内容安排并未及时反映学科发展的新动态和最新科研成果,跨学科领域的内容也相对匮乏。这种局面进一步限制了学生自主设计研究性实验的机

会，使他们很难根据自己的想法和兴趣，灵活运用所学到的专业知识进行创造性实验。同时，这样的局限性也未能满足学生的好奇心和求知欲，最终使他们无法将这份好奇心转化为探索与创新的动力。

(2) 教学模式和教学方法缺乏多样性

目前，分析化学实验的教学模式主要依赖于传统的课堂讲授和操作演示。该模式的核心在于培养学生的实验操作技能，同时强调实验结果的准确性与重复性。尽管这种模式在表面上显得相当严谨，但它往往使得学生对分析化学实验的理解局限于对微小实验误差的关注，进而忽视了基础实验技能和良好实验习惯的培养，这种情况对学生的科学思维拓展和创新能力提升并无益处。在实际操作中，师生之间的互动显得较为不足，学生往往在老师的讲解和演示下独立完成整个实验流程，可能变得机械化并缺乏主动思考。这种方式使得学生对实验现象的深入思考不足，未能充分理解实验背后的原理和设计，即便在对实验内容和原理没有清晰认识的前提下，他们依然能够顺利完成实验并获得良好结果，这种现象很大程度上限制了学生的科学思维拓展。

(3) 教学评价模式缺乏多元化

分析化学实验的考核方式主要包括两个方面：一是实验报告，这一部分旨在评估学生所获得实验结果的误差范围；二是期末的闭卷考试，其依据是学生在考试中取得的成绩，以此判断他们的学习效果。然而，这种评价方式常常过于关注实验结果，导致学生对实验过程的重视不足，甚至可能引发拼凑和伪造数据等不良行为。此外，依靠一份期末试卷也无法全面和公正地反映学生的真实学习状况，部分学生可能会在考试临近时通过突击学习侥幸通过，这对良好学风的培养显然十分不利。更为重要的是，当前的评价体系仍然以教师为主导，缺乏对评价多样性的关注，尤其是在学生自我评价的环节上。同时，对于学生在实验操作过程中所培养的创新精神，现有的评价手段也显得相对不足。

(4) 课程内容的思政元素缺乏深入挖掘

习近平总书记指出，要用好课堂教学这个主渠道，各门课都要守好一段渠、种好责任田，使各类课程与思想政治理论课同向同行，形成协同效应^[4]。然而，目前在课程思政建设的实践探索中，进展主要集中于理论课程的教学，而实验课程的思想教育方面的推进相对不足。因此，我们有必要深入挖掘分析化学实验课程中每个实验项目所蕴含的思想政治教育元素，并有效地将这些内容融入课堂教学之中。这一举措不仅旨在提升整体教学质量，更是希望学生在学习实验技能的过程中，能够形成正确的世界观、人生观和价值观，从而实现专业知识、实验技能与综合素养的有机结合，培养出既具备“知识与技能”，又拥有“能力与素养”的创新型人才。

3. “创新能力培养导向”对分析化学实验课程改革的意义

现代分析化学与生物、材料、环境等学科的深度融合及分析技术的快速发展，不仅要求分析化学实验课程的内容紧跟技术前沿，还要求学生通过课程学习具备跨学科的创新思维、分析问题和解决问题的能力。因此，分析化学实验的课程改革既要符合学科发展的需求，也要满足对具有创新精神和实践能力的高素质人才培养的需要。大学生创新能力的形成是一个复杂且多维的过程，其中课程改革通过优化课程内容、教学方法和评价体系，能够有效激发学生的创新潜能，培养其创新思维 and 实践能力。以创新能力培养为导向，将对分析化学实验课程改革具有深远的意义，主要体现在以下几个方面：

(1) 有助于转变教学理念，突出学生主体地位

传统实验课程侧重于操作技能和知识的传授，而“创新能力培养导向”则强调学生创新思维、问题解决能力和实践能力的培养。学生不再是被动的知识接受者，而是实验设计、操作和结果分析的主体，从而展现个体差异性。因此，通过提供多样化的实验项目和评价方式，鼓励他们提出问题、设计方案并解决问题，能够激发他们的学习兴趣和创新能力。

(2) 有助于优化课程内容, 强化创新实践环节

将分析化学领域的最新研究成果和实际应用案例融入实验教学中, 结合其他学科设计跨学科实验项目, 从而实现多个知识点的有机融合。学生自行查阅文献、设计方案、选择仪器和试剂、实验操作、分析数据, 综合运用所学知识解决实际问题。这不仅拓宽了学生的科学视野, 还能够激发他们的跨学科思维和创新思维。

(3) 有助于改进教学方法, 营造创新氛围

充分利用现代信息技术手段如在线学习平台等辅助实验教学提高效率的同时, 使学生按着逻辑顺序进行总结, 并对实验结果进行批判性思考, 学会分析实验误差、质疑实验结论、提出改进方案, 从而提升他们的逻辑思维能力。学生在宽松、包容的实验氛围中大胆提问、发表不同意见, 有助于激发学生的实验兴趣和创新热情。

(4) 有助于完善评价体系, 注重创新能力考核

在传统的实验报告和操作考试的基础上, 通过实验方案的合理性、操作的规范性、数据分析的准确性等评估学生在实验过程中的创新思维、方法和努力, 结合自我评价和教师评价的双方反馈, 有助于实现对学生创新思维和问题解决能力的全面评价。

4. “创新能力培养导向”的分析化学实验课程教学改革措施

本文针对分析化学实验课程当前所面临的多重挑战, 旨在提升学生的科研素养及创新能力, 并提出一系列可行的改革方案。这些方案将从多个维度进行探索与创新, 包括优化教学内容、创新教学模式、完善教学评估和融入课程思政等, 力求在分析化学实验课程中实现创新性教学的目标。

(1) 教学内容保留经典, 引进前沿

分析化学实验课程的实验项目主要包括验证性实验、综合性实验和设计性实验。其中, 验证性实验作为课程的起始环节, 其主要目的是介绍经典的四大滴定分析方法和重量分析法。这类实验重点强调实验的原理及基本操作, 旨在帮助学生树立实验安全意识, 熟悉相关的实验方法, 并同时培养他们的操作技能和规范的实验操作习惯, 这为后续的学习打下了坚实的基础。以氧化还原滴定分析法中的高锰酸钾法为例, 我校的实验设计使用高锰酸钾作为滴定剂, 通过其强氧化性来测定过氧化氢的含量。本实验包括高锰酸钾溶液的制备、基准物质草酸钠的称量及配置、高锰酸钾标准溶液的标定, 以及最终的过氧化氢含量的测定等多个步骤。这些实践环节能够有效培养学生在减量法称量、移液、定容及滴定等基本操作技能。同时, 通过引入“取大样”和“取小样”的方式, 帮助学生对“量”的严格概念有更深入的理解。因此, 在实验内容设计上, 除了强调滴定分析基本操作的重要性, 也应努力拓宽学生的知识面, 使其学习更全面。

设计型实验环节的设立对学生深入理解理论知识及全面提升综合素质提供了重要的支持。将分析化学领域, 将新思想、新方法、新技术和最新进展引入设计型实验教学, 能够显著增强课堂知识的传授效果, 提高课程的深度, 进而培养学生的创新意识, 使他们在实际问题中应用所学知识的能力得以提升, 最终提高人才的培养质量。以高锰酸钾法测定水样中的化学需氧量(COD)为例, 我们可以结合最新的研究成果和学科发展趋势, 指导学生进行相关文献的在线检索, 追踪有关化学需氧量的最新科研进展, 并进一步拓展到溶解氧(DO)和生化需氧量(BOD)等相关领域[5]。通过资料讨论与实验内容的设计, 学生能够自主制定实验方案, 这不仅能激发了他们的学习兴趣和动机, 也提升了学习的积极性, 进而有效培养他们将所学知识和技能应用于解决实际问题的能力。

(2) 多样化教学模式, 创新教学方法

与传统分析化学实验课程在课前预习、课中演示及课后思考上采取的单一教学模式相比, 实施多样

化的教学模式和方法不仅能够显著提升教学效果,而且还能够有效促进创新型人才的培养。在课前预习阶段,学生不再仅仅是机械地抄写教材中的实验题目、目的、原理、试剂和步骤,而是被引导通过绘制思维导图和流程图来总结这些内容,这种方式有助于提升他们的逻辑思维能力。同时,教师充分利用“学习通”、“雨课堂”等在线教学平台,提前上传与实验相关的微视频,详细展示各个实验细节并规范学生的实验操作。通过基于问题导向的PBL (Problem-Based Learning)教学法,教师围绕实验中的关键点提出一系列问题,鼓励学生在课前查阅教材、网络资源并进行讨论。这种方式不仅激发学生主动探究科学知识的热情,还逐步培养了他们独立思考和善于思考的能力。

课程采用以学生主导讲解、教师倾听与引导的“师生、生生互动式”教学模式,结合翻转课堂和课堂讨论等多种教学形式。这种方法不仅使学生成为知识的接受者,更使他们积极参与知识的分享。这种教学模式赋予学生充分的自主权,显著增强了他们的参与度和积极性,同时也促使他们的批判性思维和创造性思维能力得以发展。首先,教师在课堂之外发布测试题目,以评估学生的预习效果。随后,在课堂上教师围绕实验的意义、原理、方法、现象及误差来源进行深入的讨论,并对学生的发言进行及时的点评与补充。在实验操作环节,教师全程关注学生的操作过程,及时提供指导并纠正细节错误,以提升学生的实验技能。课后,教师组织学生回顾和总结在操作过程中遇到的问题及实验现象,进一步探讨实验背后的理论基础,加深学生对分析化学基本知识的理解和掌握。最后,在实验报告的撰写及数据处理阶段,学生可以选择传统手工绘制表格的方式,或利用数据处理和图形绘制软件进行数据整理和分析,这样不仅培养了他们用科学语言准确表达实验结果的能力,也让他们在实践中获得了宝贵的经验。

(3) 建立多元化评价体系

分析化学实验考核评价的标准和方法应具备全面性与多元化。在评估学生学习效果时,不能仅仅依赖实验报告的完成情况和期末的卷面成绩,而应综合考虑多个方面,包括理论知识、操作技能、设计思维以及创新能力等。同时,还应特别强调过程性评价以及学生的参与度。因此,在评判平时成绩时,建议适当降低实验报告的权重,增加对平时实验操作细节的量化考核,以便以合理而客观的方式评估学生的实验能力和综合素质。

在评估学生预习效果的过程中,我们采取了两种主要的评估方式。一方面,我们通过分析学生提交的预习报告的完成度和展示形式,来判断他们对实验内容的掌握水平。同时,我们也鼓励学生使用流程图等简洁、直观的方式来展示实验步骤,从而提升他们的表达能力。另一方面,我们通过提问考查学生在预习中是否进行了深入思考,涵盖实验的原理、方法、步骤及相关注意事项。对于在预习中表现出显著进步的学生,我们会给予加分奖励。在实验实践中,教师的角色是观察并记录学生的操作规范,及时识别和纠正他们在基础操作中出现的错误。对于在操作中表现良好、能够迅速纠正错误并取得显著进步的学生,则给予相应的加分奖励,而对那些屡次犯错的学生则按情况进行扣分处理。实验结束后,教师将根据学生的操作表现、实验结果和讨论情况,对他们的综合实验表现进行分析和评分。对于设计性实验,我们还会增加答辩环节,要求学生详细阐述他们的设计思路、实验原理及步骤。在这一过程中,教师将评估学生对相关基本理论的理解程度、应变能力和知识的广度,而其他学生则以小组形式进行自我评估和互评。为了确保最终考核成绩的客观性和严谨性,避免教师评分的片面性,提高学生的参与感和积极性,最终的成绩将由教师和学生按照一定比例共同评定。

(4) 建立思政体系,创新思政课堂

实验不仅是理论与实践相结合的重要桥梁,更是将思政元素从理论转化为实际应用的重要载体[6][7]。然而,当前传统的分析化学实验课程在思政建设方面显得相对薄弱。因此,如何有效挖掘分析化学实验中的思政元素,并将其融入课堂教学中,以实现知识传授、能力培养和全面育人的目标,成为教师们亟需不断探索的课题。在这一过程中,教师应主动拓展思政元素的时空广度,着眼于多个维度,如化

学发展的历史、杰出人物的成就、当前社会的热点话题、文化科技的进步以及医疗健康的相关知识,收集、提炼与分析化学实验相关的思政契合点。将家国情怀、国际视野和生态意识等意识形态细腻融入教学全过程,可实现思政教育的有效实施。例如,在讲授酸碱滴定法时,教师可以引入我国食用醋的发展历程、知名品牌的故事以及酸度评价和检测技术的相关知识,将这些与思政元素相结合,融入课堂教学。这将不仅拓宽学生的知识视野,还能培养他们的科学精神和职业素养,引导他们运用分析方法实际问题,显著提升对理论知识的理解与应用能力,实现知识、能力与价值目标的有机融合。

5. 结语

分析化学实验课程的改革是顺应时代发展需求的重要举措,对于培养具备创新能力的人才,以及推动教学改革进步,具有深远的积极影响。培养创新型人才是一个需要较长周期且具有系统性的复杂工程,唯有拓展分析化学实验的教学内容,确保其与社会生产和科技前沿紧密接轨,才能促进高等院校分析化学实验教学的持续发展。因此,建立一个多元化的分析化学实验教学模式显得尤为关键。该模式应以学生为中心,问题为导向,为学生提供自主学习、资源查阅、课堂讨论及实验设计等多样化的探索渠道和平台。通过在课堂内外培养学生严谨的科学态度和全面的综合素质,切实加强分析化学实验教学中的创新性,从而全面提升学生的实验创新精神,培养出能够善于应对实际问题的应用型创新人才。

参考文献

- [1] 王珂,李侠.影响国家创新能力的社会基础条件[J].中国科技论坛,2022(9):18-24.
- [2] 连琰,何春萍,张莉,杨兴华,梁春华.浅谈分析化学实验教学的综合改革与创新人才的培养[J].教育教学论坛,2018(17):270-272.
- [3] 凌平华.基于“两大振兴”建设的分析化学实验教学方法探索[J].化工教学,2023,49(11):142-144.
- [4] 章平平,甘莉,田丽,等.以创新能力培养为导向的分析化学课程教学改革[J].化学教育,2022,43(6):9-13.
- [5] 石慧,宦双燕,王玉枝.高锰酸钾法氧化还原滴定实验的课程思政设计[J].大学化学,2024,39(2):175-180.
- [6] 孙浩,侯美静,王华子,凡素华,武海.分析化学课程思政和多元化成效评价体系的构建[J].大学化学,2022,37(10):73-79.
- [7] 刘晓庚,刘琴,李彭,邵佳,彭冬梅.分析化学实验渐进融入课程思政的混合式教学初探[J].大学化学,2021,36(3):136-140.