

高等学校化学教育中课程体系创新的理论与实践研究

薛旭玲*, 石天慧

南京师范大学化学与材料科学学院, 江苏 南京

收稿日期: 2025年12月8日; 录用日期: 2026年1月9日; 发布日期: 2026年1月19日

摘 要

本文讨论了高等学校化学教育课程体系创新的理论与实践路径。研究立足高等教育从“以教为中心”向“以学为中心”的范式转型, 提出以学生为中心、化学学科核心素养培养为核心理念的改革框架, 强调通过OBE成果导向教育理念实现“知识-能力-素养”三位一体的培养目标具体化与可视化。在实践层面, 指出课程内容重构需着重三方面: 对已有课程进行精简整合与前沿领域更新, 开发跨学科与科研前沿课程以打破学科壁垒, 推动科研成果向教学实验项目转化以实现科研教学深度融合。通过剖析兰州大学“厚基础、宽口径、重实践”体系、四川大学“实验班”导师制个性化培养、湖南大学基于知识图谱的AI智慧教学模式、美国UCLA模块化课程与科研实践等典型案例, 揭示了差异化培养、早期科研训练、国际化视野及信息技术赋能的共性经验。为保障改革成效, 需构建“全过程考核、非标准答案考试、多维度综合评价”的多元化评价体系, 并积极探索人工智能与大数据技术在个性化学习诊断、虚拟仿真实验及教学评价中的应用前景, 为培养新时代创新型化学人才提供系统化解决方案。

关键词

课程体系创新, 化学学科核心素养, 以学生为中心, 科研教学融合, 智慧教学

Theoretical and Practical Research on Innovation in the Chemistry Curriculum System in Higher Education

Xuling Xue*, Tianhui Shi

School of Chemistry and Materials Science, Nanjing Normal University, Nanjing Jiangsu

Received: December 8, 2025; accepted: January 9, 2026; published: January 19, 2026

*通讯作者。

文章引用: 薛旭玲, 石天慧. 高等学校化学教育中课程体系创新的理论与实践研究[J]. 教育进展, 2026, 16(1): 1200-1209. DOI: 10.12677/ae.2026.161162

Abstract

This study systematically explores the theoretical framework and practical pathways for curriculum system innovation in higher education chemistry. Grounded in the change from “teaching-centered” to “learning-centered” education, it proposes a reform framework centered on student-oriented education and the cultivation of core competencies in chemistry, emphasizing the visualization and concretization of the “knowledge-ability-competency” trinity through the OBE (Outcome-Based Education) philosophy. At the practical level, the study identifies three key aspects of curriculum content reconstruction: streamlining and integrating existing courses while updating frontier content, developing interdisciplinary and cutting-edge courses to break disciplinary barriers, and transforming scientific research achievements into experimental teaching projects to achieve deep integration of research and teaching. Through analysis of typical cases including Lanzhou University’s “solid foundation, broad scope, practice-oriented, and innovation-driven” system, Sichuan University’s “experimental class” tutorial system for personalized cultivation, Hunan University’s AI-powered smart teaching model based on knowledge graphs, and UCLA’s modular curriculum combined with research practice, the study reveals common experiences in differentiated cultivation, early-stage research training, international perspectives, and information technology empowerment. To ensure reform effectiveness, it is necessary to construct a diversified evaluation system featuring “whole-process assessment, non-standard answer examinations, and multi-dimensional comprehensive evaluation”, while actively exploring the application prospects of artificial intelligence and big data technology in personalized learning diagnosis, virtual simulation experiments, and teaching evaluation, thereby providing a systematic solution for cultivating innovative chemistry talents in the new era.

Keywords

Curriculum System Innovation, Core Competencies of Chemistry Discipline, Student-Centered, Integration of Research and Teaching, Smart Teaching

Copyright © 2026 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. 课程体系创新的核心理念与理论基础

1.1. 以学生为中心的教育理念

在高等教育领域,一场深刻的范式革命正在发生,其核心是从传统的“以教为中心”向现代的“以学为中心”转变。这一转变不仅是教学方法的调整,更是教育哲学的根本性变革[1]。传统的化学教育模式往往以教师、教材和课堂为中心,教师作为知识的权威传授者,学生则被动地接受知识。这种模式在知识传递方面具有一定效率,但在培养学生的批判性思维、创新能力和解决复杂问题的能力方面则显得力不从心。以学生为中心的教育理念则彻底颠覆了这一传统模式,它将学生置于教学活动的核心地位,强调学生是学习过程的主体和知识的主动建构者。教师的角色也随之发生转变,从知识的“传授者”变为学习的“引导者”、“促进者”和“合作者”。在基于建构主义理论的教学实践中,教师不再是单向灌输知识,而是通过创设问题情境、组织协作学习等方式,引导学生主动探究、发现和建构知识[2]。这种转变要求课程体系的每一个环节,从课程目标设定、内容选择、教学方法到评价体系,都必须围绕学生的需求、兴趣和发展潜力来设计,旨在激发学生的学习内驱力,培养其终身学习的能力。这种转变在

具体的教学实践中也得到了充分体现。在物理化学实验教学中, 传统的教学模式往往是教师详细讲解实验原理和步骤, 学生则按部就班地进行操作, 缺乏主动思考和探索的空间。为了改变这种状况, 一些高校开始引入具身认知观和建构主义思想, 将传统的知识传授模式改为以学生学习为中心的模式。在这种新模式下, 教师不再对实验内容和仪器进行详尽的讲解, 而是通过提供实验装置的操作视频, 让学生自主探索和实践。这种自主学习的方式极大地拓宽了学生的实践空间, 使他们对化学实验课程有了全新的认识。学生们普遍认为, 这种以学习为中心的教学模式更有助于他们深入理解实验原理和过程, 能够自然而然地将新知识与已有经验相结合, 在此基础上构建有效的知识体系, 有效提升了他们的实验操作技能。这种从“以教为中心”到“以学为中心”的转变, 不仅提高了教学效率, 更重要的是培养了学生的自主学习能力和创新意识, 为他们未来的学术发展和职业生涯奠定了坚实的基础。

1.2. 化学学科核心素养的内涵与构成

化学学科核心素养是化学课程育人价值的集中体现, 是学生通过化学课程学习而逐步形成的适应个人终身发展和社会发展所需要的正确价值观、必备品格和关键能力。化学学科核心素养主要包括“化学观念”、“科学思维”、“科学探究与实践”以及“科学态度与责任”四个方面。这四个方面相互关联、有机统一, 共同构成了化学学科核心素养的整体框架。“化学观念”是指学生通过化学学习, 对物质的组成、结构、性质、变化及其规律所形成的整体性、概括性认识。它不仅是具体的化学知识, 更是从化学视角认识世界、理解世界的思维方式。学生能够理解元素观、微粒观、变化观、平衡观等基本化学观念, 并能运用这些观念分析和解释生产生活中的化学现象。这种观念的形成, 有助于学生构建系统化的知识结构, 避免知识的碎片化, 从而能够“看见森林, 而非只见树木”。“科学思维”是指学生在化学学习过程中, 基于事实和证据, 运用逻辑推理、模型建构、批判性思维等方法, 对化学问题进行分析 and 解决的能力。它要求学生能够识别和提出问题, 形成假设, 设计并实施探究方案, 收集和处理数据, 最终得出结论并进行反思。例如, 在探究“铁三角”转化关系时, 学生需要运用氧化还原反应的原理, 构建不同价态铁元素之间的转化模型, 并能运用该模型解决实际问题。这种思维能力的培养, 是创新人才的核心特质。“科学探究与实践”是指学生能够主动参与化学探究活动, 通过实验、观察、调查等方式获取证据, 并运用科学方法对证据进行分析和解释的能力。它强调学生的动手操作能力和实践创新能力。学生能够独立完成化学实验, 掌握基本的实验技能, 并能对实验现象进行准确观察和记录。同时, 学生还应具备初步的创新意识, 能够对实验方案进行改进和优化, 提出新的探究设想。这种能力的培养, 有助于学生将理论知识与实践相结合, 提升解决复杂问题的综合能力。“科学态度与责任”是指学生在化学学习过程中形成的对科学的正确态度、价值观和社会责任感。它包括实事求是、严谨细致的科学精神, 敢于质疑、勇于创新的批判精神, 以及关注社会、服务社会的责任意识。在学习化学与环境、能源、材料等社会热点问题时, 学生能够运用化学知识分析和评价相关议题, 形成科学的价值观, 并树立绿色化学和可持续发展的理念。这种素养的培养, 是立德树人根本任务在化学课程中的具体体现。

1.3. 核心素养在课程目标中的具体化与落实

将核心素养的培养目标具体化并落实到课程体系中, 是当前化学教育改革的关键环节。这要求高校在制定人才培养方案和课程大纲时, 必须明确每门课程在核心素养培养中的具体贡献, 并将核心素养的要求分解为可观察、可评价的教学目标和学习成果。湖南大学在《有机化学》课程建设中, 基于 OBE (Outcome-Based Education) 教育理念^[3], 将培养目标、毕业要求指标点、课程目标和课程知识点进行关联, 构建了跨课程的化学专业知识图谱。这种知识图谱不仅打破了传统学科知识间的壁垒, 增强了知识的系统性和关联性, 更重要的是, 它将“知识-能力-素养”三位一体的培养目标可视化, 使得教师能够清晰

地看到每个知识点背后所承载的核心素养要求,从而在教学中有针对性地进行设计和实施。

在具体教学实践中,核心素养的落实需要教师转变教学观念,从传统的知识传授者转变为学生学习的引导者和促进者。在讲授“盐类水解”时,教师可以基于“证据推理与模型认知”的素养要求,设计一系列探究活动,引导学生通过实验观察、数据分析等方式,自主建构盐类水解的认知模型。这种教学方式,不仅让学生掌握了盐类水解的知识,更重要的是培养了他们的科学思维和探究能力。此外,课程内容的选取也应紧密围绕核心素养的培养目标。在《精细化学品化学》课程中,教师可以增加与“大众创业、万众创新”相关的应用案例,引导学生将所学知识应用于解决实际问题,从而培养他们的创新意识和社会责任感。为了将核心素养的培养落到实处,还需要建立与之相匹配的课程评价体系。传统的以终结性评价为主的考核方式,难以全面反映学生核心素养的发展水平。因此,需要探索过程性评价与终结性评价相结合、定性评价与定量评价相结合的多元化评价方式。

2. 课程内容的重构与优化

2.1. 对已有课程的重新整合与内容更新

随着科学技术的飞速发展和社会的不断进步,高等学校化学教育面临着前所未有的挑战与机遇。传统的化学课程体系,往往存在着内容陈旧、学科壁垒森严、理论与实践脱节等问题,难以满足新时代对创新型人才培养的需求。因此,对已有课程进行重新整合与内容更新,成为化学课程体系创新的首要任务。一项针对近10年大学化学教师教学研究的统计分析显示,“对已有课程的重新整合”是研究论文中占比最高的主题,达到了75.14% [4]。这表明,广大高校教师已经深刻认识到课程体系改革的紧迫性和重要性,并积极探索和实践各种整合与更新的路径。课程内容的重新整合,首先体现在对原有课程内容的删减和创新上。在有限的学时内,必须精选核心知识,淘汰陈旧、过时的内容,同时及时纳入化学学科发展的最新成果。在物理化学课程中,教师可以及时补充能源、环境和材料科学三大前沿领域的研究内容,沟通不同知识模块间的科学联系,促进学生对知识的系统化掌握,并培养他们运用知识解决实际问题的能力。这种内容上的更新,既保留了物理化学原有的内容体系框架,又扩展了新的、发展最为突出的研究领域,从而丰富了课程内容,为培养能够适应社会发展的人才提供了坚实的知识基础。其次,课程整合还体现在结合专业特色对课程体系进行重新规划。不同高校的化学专业,其办学定位和人才培养目标各不相同,因此,课程体系也应体现出各自的特色和优势。在新农科建设的背景下,农科专业的大学化学课程需要加强与农学的融合,打破学科壁垒,重构课程体系。具体而言,可以在保留原子结构、化学反应原理等核心知识模块的基础上,横向增设生物化学、环境化学、材料化学等新兴交叉领域的内容,形成“原理-技术-应用”的完整知识链条。这种“破壁融合”的课程体系,不仅能够提升学生的跨学科实践能力,还能够培养他们的专业使命感和社会责任感。最后,理论课与实验课的整合也是课程体系改革的重要方向。传统的化学教学中,理论课与实验课往往相互独立,存在着“两张皮”的现象。为了改变这种状况,许多高校开始探索将理论课与实验课进行整合,构建一体化的课程结构。南京大学化学实验教学中心在改革方案中,将物理化学实验和仪器分析实验合并为《化学原理与测量实验》课程,旨在加强学生基本技能和综合能力的训练。这种整合,不仅能够提高教学资源的利用效率,还能够让学生在理论学习的同时,通过实验加深对知识的理解和掌握,从而培养他们的实践能力和创新精神。

2.2. 开发新课程种类,如跨学科课程与前沿课程

在知识经济时代,学科交叉融合已成为科学发展的重要趋势,也对高等教育的人才培养提出了新的要求。为了培养具有宽广知识面和跨学科视野的创新型人才,高等学校化学教育必须突破传统学科的限制,积极开发新的课程种类,特别是跨学科课程和前沿课程。这些新课程的开发,不仅能够优化课程结

构, 丰富课程内容, 还能够加强高校与社会、科技的沟通, 更好地适应国家发展对人才的需求。跨学科课程的开发, 旨在打破传统学科之间的壁垒, 促进不同学科知识的交叉与融合。在新农科背景下, 大学化学课程可以增设生物化学、环境化学、材料化学等交叉领域的内容[5], 通过“模块化课程包”的形式, 实现灵活组合。在讲解配位化合物时, 可以融入植物根系对微量元素的吸收机制; 在原子结构章节, 可以关联纳米材料在农药控释中的应用。这种跨学科的课程设计, 不仅能够帮助学生建立系统、完整的知识结构, 还能够培养他们运用多学科知识解决复杂问题的能力。此外, 一些高校还开设了如“化学与社会”、“化学的今天和诺贝尔奖评价”等特色课程, 引导学生从化学的视角重新认识世界, 并寻求利用化学来改造世界、为人类服务。前沿课程的开发, 则旨在将化学学科的最新研究成果和发展动态及时引入课堂, 让学生了解学科前沿, 开拓学术视野。厦门大学针对“化学拔尖计划”学生个性化培养的理念, 首次提出建立“强化实验”课程平台, 作为新的实验课程体系, 其目的是培养学生由“印证理论型”向“创新能力和素质提高型”转变。中山大学化学学院也开设了《今日化学》和《化学学习与研究》等特色课程, 通过聆听国际学术大师和国内知名专家学者的高水平学术报告, 开拓学生的学术视野。此外, 一些高校还积极引进国外优质教学资源, 开设国际暑期学校或前沿研讨课程。东南大学与法国雷恩第一大学合作, 开设了“东大-法国雷恩一大前沿化学系列研讨课程”, 围绕化学科研前沿发展, 开设《固体化学》《光功能材料》等全英文课程, 让学生体验国外专家学者的授课方式, 接轨国际高校的教学模式。新课程的开发, 不仅需要教师具备深厚的专业知识和开阔的学术视野, 还需要高校在制度上给予支持和保障。高校可以设立专项基金, 鼓励教师开设新课程; 可以建立课程评估和激励机制, 对新课程的教学效果进行跟踪和评估, 并对优秀教师给予奖励; 还可以加强与企业、科研院所的合作, 共同开发具有实践性和应用性的新课程。通过这些措施, 可以不断优化课程内容和课程结构, 为培养适应社会发展需求的创新型人才提供有力的课程支撑。

2.3. 引入科研成果, 将科研前沿转化为教学内容

将科研成果引入教学, 实现科研与教学的深度融合, 是培养创新型人才的重要途径。科研前沿知识具有时代性、创新性和探索性, 将其转化为教学内容, 不仅能够弥补传统教材内容滞后的不足, 还能够激发学生的学习兴趣, 培养他们的创新思维和科研能力。许多高校在课程体系创新中, 都将科研成果的转化作为重要内容, 并探索出多种有效的实践模式。一种常见的模式是将教师的科研成果直接转化为实验教学项目[6]。中山大学化学学院将优秀的科研成果转化为实验教学项目, 并将科研训练融合、贯穿于化学实验教学全过程, 开展研究性和深度学习, 培养学生的科学探究意识。南京大学化学实验教学中心也提出, 要将化学前沿的有机合成反应转化为有机教学实验, 加快科研转化为教学的步伐, 保证实验教学的前沿性。这种模式, 能够让学生亲身参与到真实的科研活动中, 体验科研的全过程, 从而培养他们的实验技能、数据分析能力和创新意识。另一种模式是开设基于教师科研项目的研讨课或创新实验课。兰州大学化学化工学院从一年级第二学期开始, 就为本科生确定导师, 学生进入导师实验室学习, 实现了教师科研课题与学生早期科研训练的有机结合。这种模式, 能够让学生在导师的指导下, 参与到前沿的科研项目中, 从文献调研、实验设计到数据分析, 全程体验科研的全过程。此外, 一些高校还设立了本科生科研训练计划(URP), 为学生提供专项经费, 支持他们开展自主设计的科研项目。这些举措, 不仅能够培养学生的科研能力和创新精神, 还能够激发他们对科学研究的兴趣, 为他们未来的学术发展奠定坚实的基础。

3. 国内外高校课程体系创新的典型案例分析

3.1. 兰州大学: 构建“厚基础、宽口径、重实践、求创新”的课程体系

兰州大学在化学专业课程体系改革方面, 提出了“厚基础、宽口径、重实践、求创新、有特色”的

改革思路,旨在培养具有扎实理论基础、宽广知识视野、强大实践能力和突出创新精神的化学人才。这一改革思路体现了对人才培养规律的深刻认识和对时代发展需求的准确把握。在具体的改革措施上,兰州大学首先对理论课程体系进行了优化,强化了基础理论的教学,确保学生能够掌握化学学科的核心知识和基本理论。同时,通过拓宽专业口径,增加了选修课程的种类和数量,允许学生根据自己的兴趣和职业规划进行个性化选择,从而拓宽了学生的知识面,增强了其适应社会发展的能力。在实践教学方面,兰州大学增加了实践环节的比重,强化了实验、实习、科研训练等实践性教学环节,旨在培养学生的动手能力和解决实际问题的能力。此外,学校还特别增加了创新创业教育课程,鼓励学生参与各类创新创业活动,培养其创新思维和创业精神。这些改革措施的实施,使得兰州大学的化学专业课程体系更加完善,人才培养质量得到了显著提升。兰州大学的改革实践,为其他高校提供了宝贵的经验,即课程体系创新必须以人才培养目标为导向,注重理论与实践的结合,同时鼓励学生个性化发展,才能培养出适应时代发展需求的高素质人才。

3.2. 四川大学:实施“实验班”项目,推行导师制与个性化培养

四川大学化学学院为培养创新型人才,设立了化学“实验班”(高级)专业,该专业通过一系列独特的课程体系创新,旨在实现学生的个性化发展和科研能力的深度培养。该项目的核心在于彻底摒弃了传统“一刀切”的教学模式,转而构建一个以学生为中心、以科研为导向的精细化培养体系。其创新之处主要体现在导师制的全面实施、课程设置的个性化、教学模式的探究化以及培养环境的国际化等多个维度,形成了一个相互支撑、协同作用的有机整体。这一模式不仅关注学生知识的获取,更强调其创新思维、科研素养和综合能力的全面提升,为国内高校拔尖创新人才的培养提供了极具价值的实践范例。四川大学化学“实验班”最显著的特色是实施了贯穿整个本科阶段的导师制。该制度并非流于形式,而是具有高度的实质性。每位高水平教授每年仅指导2至3名学生,确保了指导的精度和深度。在培养计划初期,通过师生双向选择的方式,学生可以进入自己心仪的教授实验室,并承担具体的科研项目。这种早期进入科研环境的做法,使学生能够尽早接触学科前沿,将理论知识与实践探索紧密结合。导师不仅负责学生的科研训练,还与其共同制定个性化的学习和研究计划。这一计划由导师、专业指导小组和教学小组共同商定,充分考虑了学生的个人兴趣、特长和发展潜力,真正实现了因材施教。这种深度绑定的师生关系,不仅为学生提供了专业的学术指导,更在潜移默化中培养了他们的科研品位、学术规范和创新精神,为其未来的学术生涯奠定了坚实的基础。

在课程设置上,四川大学化学“实验班”彻底打破了传统公共课与专业课的壁垒,为学生提供了高度个性化的课程选择方案。学生的整个学习计划,包括课程选择,都是在与导师、指导小组和教学小组的共同协商下,根据其个人兴趣和力量身定制的。实验班的学生修读的基础课和专业课与普通学生分开,采用小班化教学,并结合课堂讲授与专题研讨,旨在引导学生进行主动学习和深度探究。课程体系中还特别设置了多门旨在提升学生综合素养和创新能力的特色课程,如“人格与修养”、“理解与表达”、“专业与创造”、“讨论与探究”等。这些课程不仅关注知识的传授,更注重学生批判性思维、沟通表达和创新意识的培养。通过“一生一策”的个性化培养方案,学生能够最大限度地发挥自己的潜能,在自己感兴趣的领域进行深度学习,从而培养出独特的学术视角和扎实的专业功底。

为了实现从“以教为中心”到“以学为中心”的转变,四川大学化学“实验班”大力推行以讨论和研究为主导的教学模式。课程教学不再以教师单向灌输为主,而是通过小班化、研讨式的课堂,激发学生的主动探究精神。教学目标明确指向培养学生的综合能力,包括:1) 尊重学生兴趣,培养其基于问题的质疑和思考能力;2) 培养知识整合能力,以及发现问题、提出问题和解决问题的能力;3) 培养创新意识,并提升创新能力;4) 培养对人类重大问题的洞察力,并通过“听、做、写、说”相结合的方式,全

面提升科学研究能力,为未来的科研工作打下坚实基础。这种教学模式强调师生互动和生生互动,鼓励学生在课堂上大胆质疑、自由讨论,将学习过程转变为一个主动的知识建构过程,而非被动的知识接收过程。国际化培养:拓宽学生全球视野。四川大学化学“实验班”高度重视培养学生的国际化视野,通过多种途径将国际化元素融入培养全过程。首先,在教学内容上,广泛采用国际顶尖大学的优秀本科化学教材以及国内高水平的多语种教材,确保学生能够接触到与国际前沿同步的知识体系。其次,学院要求每位学生在四年本科期间,至少参加两次国际或国内的学术会议。这一硬性规定旨在让学生亲身感受学术前沿的动态,了解最新的研究成果,并与国内外顶尖学者进行交流,从而拓宽其学术视野,培养其全球性的洞察力。此外,学院还通过举办暑期学校和短学期课程,邀请国内外知名教授开设短期课程,为学生提供与国际一流学者面对面学习的机会。这些举措共同构建了一个开放、多元的培养环境,旨在培养能够适应国际化学研究与应用需求的高层次人才。

3.3. 湖南大学:利用知识图谱与 AI 技术,创新教学模式

湖南大学在化学教育课程体系创新中,以信息技术与教育教学的深度融合为突破口,特别是在《有机化学》课程中,成功构建了基于知识图谱的智慧课程,并实施了研究型混合式教学模式,为高等化学教育的数字化转型提供了宝贵的实践经验。这一创新模式的核心在于利用人工智能和大数据技术,对传统的教学内容和教学流程进行系统性重构,旨在解决传统教学中存在的知识点孤立、学生难以形成系统知识架构等问题,从而提升教学效率和学生的学习深度。该创新实践的首要亮点是知识图谱的构建与应用。教学团队将《有机化学》课程中的核心概念、反应机理、化合物性质等知识点进行系统梳理,构建成一个庞大的知识图谱。这个知识图谱不仅清晰地展示了各知识点之间的逻辑关联,如反应类型、官能团转化、合成路径等,还通过 AI 技术实现了智能化应用。例如,系统可以根据学生的学习进度和答题情况,智能推荐相关的学习资源和练习题,实现个性化学习路径的引导。这种基于知识图谱的教学,帮助学生从宏观上把握学科的整体框架,理解知识点之间的内在联系,从而避免了“只见树木,不见森林”的学习困境,有效提升了学生的知识迁移能力和系统性思维能力。其次,湖南大学成功实施了研究型混合式教学模式。该模式将线上自主学习与线下深度研讨有机结合。在线上,学生可以通过智慧课程平台,利用知识图谱进行预习、复习和自测,平台提供的丰富数字资源(如微课视频、虚拟仿真实验、拓展阅读材料)满足了学生多样化的学习需求。在线下,教师则组织小班化的研讨课,围绕课程中的重点、难点以及前沿科学问题展开深入讨论。这种“翻转课堂”的模式,将传统的知识传授环节移至课前,而将宝贵的课堂时间用于高阶能力的培养,如批判性思维、问题解决能力和团队协作能力。教学实践表明,这种混合式教学模式显著提高了学生的学习主动性和课堂参与度。

此外,该项目的成果具有广泛的辐射和示范效应。湖南大学通过组织校内教学观摩、经验交流等活动,推动了这一模式在全校范围内的应用,并逐渐从化学专业拓展到其他相关专业。在校外,项目团队积极通过参加各类教育教学研讨会,向全国其他高校分享其研究成果与实践经验。项目负责人受邀在包括四川大学在内的多所高校进行专题报告,其成果在全国范围内产生了积极的示范引领作用,推动了教育数字化转型背景下智慧教学改革广泛开展。这表明,湖南大学的创新实践不仅解决了本校的教学问题,也为我国高等教育的数字化转型提供了可复制、可推广的“湖南大学方案”。

3.4. 美国加州大学洛杉矶分校(UCLA):模块化课程与科研实践

美国加州大学洛杉矶分校(UCLA)在化学专业创新人才培养方面,以其独特的课程体系和丰富的科研实践活动,为全球高等教育提供了宝贵的借鉴经验。UCLA 的化学教育以学生为中心,强调模块化、循序渐进的课程设置,并高度重视实验课程与科研实践的结合,旨在培养学生的综合能力和创新思维[7]。

其课程体系的设计理念在于打破传统僵化的教学模式, 通过灵活的课程组合和深入的实际操作, 激发学生的学习兴趣 and 科研潜力。这种培养模式不仅注重理论知识的传授, 更强调学生在实践中的探索与发现, 从而为其未来的学术或职业生涯奠定坚实的基础。

UCLA 化学专业的课程设置具有显著的模块化特征。学校组织专家教授团队, 深入研究了剑桥大学等世界一流名校的化学基础课程, 并结合自身的教学特色和科研优势, 对传统的化学知识点进行了“切块、重组”。这种模块化的设计将复杂的化学知识体系分解为若干个相对独立又相互关联的教学单元, 每个模块都有明确的教学内容、学时和教学周安排。基础化学教学体系被重新构建, 形成了多个核心模块, 由在相关领域有深入研究的科研型教师负责授课。这些教师能够根据自己的科研实践背景, 对教学内容进行取舍, 将最核心的知识点和前沿的科研动态传授给学生。这种课程设计不仅保持了 UCLA “基础宽厚”的教学传统, 还通过压缩部分课程学时(一般压缩 20 至 40 个学时), 为学生提供了更多自主学习和参与科研的时间。这种模块化的课程体系使得教学内容更加精炼, 知识结构更加清晰, 同时也便于学生根据自己的兴趣和发展方向进行个性化的课程选择。

在实验课程教学方面, UCLA 同样展现出其创新之处。实验课程不仅比重大、内容丰富, 而且非常注重培养学生的实验设计能力、动手能力和解决实际问题的能力。与国内高校普遍采用的“照方抓药”式实验教学不同, UCLA 的实验课更强调学生的自主性和探索性[8]。在威斯康星大学麦迪逊分校(UW-Madison)的化学实验课上, 助教通常只强调实验安全等关键问题, 而对实验原理和具体步骤则讲解甚少。学生在实验过程中遇到疑问, 需要自行研究讨论解决, 甚至允许学生在实验中出现错误。这种做法旨在培养学生的科研探索精神, 让他们在“反复犯错, 然后修正”的过程中, 更深刻地理解科学研究的本质。UCLA 的实验课程同样体现了这一理念, 通过设计性实验和开放性实验, 鼓励学生独立思考、大胆尝试, 从而真正提升其科研创新能力。此外, UCLA 对实验安全和环保问题也给予了高度重视, 将其作为实验教学的重要组成部分, 培养学生的安全意识和环保责任感。

科研创新实践活动是 UCLA 化学专业人才培养的另一大亮点。学校为学生提供了丰富的科研机会, 鼓励本科生尽早进入实验室, 参与前沿的科学研究。通过实施本科生导师制, 学生可以从一年级第二学期开始, 在导师的指导下进入实验室学习。这种“学业引导、科研指导、生涯辅导”三位一体的导师制, 将教师的科研课题与学生的早期科研训练有机结合起来, 实现了科研与教学的深度融合[9]。学生在导师的实验室中, 不仅能够接触到最先进的科研设备和技术, 还能在真实的科研环境中锻炼自己的科研思维 and 创新能力。此外, UCLA 还积极举办各类学术讲座和科研交流活动, 如“近代化学前沿讲座”, 邀请国内外知名专家学者分享最新的研究成果, 拓宽学生的学术视野。通过这些举措, UCLA 成功地营造了一个浓厚的科研氛围, 激发了学生的科研兴趣和创新热情, 为其培养了一大批具有国际竞争力的创新型化学人才。

4. 课程体系创新的保障机制与未来展望

4.1. 课程评价体系的改革与完善

课程评价体系的改革与完善是高等学校化学教育课程体系创新中不可或缺的一环, 它不仅是衡量教学成效的“指挥棒”, 更是引导和激励学生深度学习、促进教师持续改进教学的关键机制。传统的以期末一次性考试和标准化答案为主的评价方式, 已无法适应新时代对创新型人才培养的需求。因此, 构建一个多元化、过程化、发展性的课程评价体系, 成为当前教学改革的核心任务之一。四川大学化学学院在此方面进行了富有成效的探索, 其“全过程考核、非标准答案考试”的改革实践, 为全国高校提供了宝贵的借鉴。

首先, 实施“全过程考核”是打破“一考定终身”弊端的重要举措[10]。四川大学化学学院强调对学

生学习过程的持续关注和评价, 将学生的课堂参与、平时作业、小组研讨、实验报告、阶段性测验等多个环节都纳入考核范围。这种过程化的评价方式, 能够更全面、客观地反映学生的学习态度、努力程度和知识掌握情况。它促使学生将学习重心从“考前突击”转移到日常的积累和思考上, 有利于培养良好的学习习惯和持之以恒的学术精神。同时, 教师也能通过过程性评价, 及时发现学生在学习过程中遇到的困难和问题, 并给予针对性的指导和反馈, 从而实现教学相长。其次, 引入“非标准答案考试”是激发学生创新思维和批判性思维的核心手段。传统的标准化考试往往侧重于对知识点的记忆和复述, 而“非标准答案考试”则鼓励学生运用所学知识去分析、解决开放性的、复杂的实际问题。这类考试题目通常没有唯一的标准答案, 而是着重考察学生的解题思路、分析过程、逻辑推理能力和创新见解。在化学课程中, 可以设计一个关于新材料合成的方案设计题, 或者一个关于环境污染治理的案例分析题。这种评价方式极大地解放了学生的思想, 鼓励他们大胆假设、小心求证, 培养了他们的科学探究精神和创新能力。

建立多维度、多主体的综合评价体系, 是确保评价结果客观公正的重要保障。除了教师评价外, 还应引入学生自评、同伴互评等多元评价主体[11]。在小组合作项目中, 同伴互评可以促使学生更加积极地参与团队协作, 并学会从他人的角度审视自己的工作。学生自评则有助于培养学生的反思能力和元认知能力, 让他们成为自己学习的主人。此外, 评价维度也应多元化, 不仅要评价学生的知识掌握情况, 还要评价其能力(如实验操作、数据分析、沟通表达)和素养(如科学精神、团队协作、社会责任)。这种多维度的评价体系, 能够更全面、立体地反映学生的综合发展状况。

最后, 将评价结果与教学改进紧密结合, 形成“评价-反馈-改进”的闭环, 是评价体系发挥作用的最终目的。课程评价不应仅仅停留在给出一个分数或等级, 更重要的是通过评价发现教学中存在的问题, 并为课程的持续改进提供依据。学院应建立常态化的教学反思和研讨机制, 鼓励教师根据评价结果, 及时调整教学内容、改进教学方法。如果发现学生在某个知识点上普遍存在困难, 教师就需要反思自己的教学策略是否得当, 并寻求更有效的教学方法。通过这种持续的反馈和改进, 课程评价体系才能真正成为推动教学质量不断提升的强大引擎。

4.2. 人工智能与大数据技术在课程教学中的应用

随着信息技术的飞速发展, 人工智能(AI)与大数据技术正以前所未有的深度和广度渗透到社会各个领域, 高等教育也迎来了深刻的变革[12]。在化学教育中, AI 与大数据技术的应用不再是遥远的概念, 而是正在发生的现实, 它们正在重塑课程内容的呈现方式、教学过程的互动模式以及学习效果的评价方法。这一趋势预示着, 未来的化学教育将更加智能化、个性化和高效化。

AI 与大数据技术能够实现对学生学习过程的精准诊断和个性化指导。通过分析学生在在线学习平台上的行为数据, 如观看视频的时长、答题的正确率、参与讨论的活跃度等, 系统可以构建出每个学生的“学习画像”, 精准识别其知识薄弱点、认知风格和学习习惯。基于这些数据, AI 助教可以为每个学生推荐个性化的学习路径和资源, 实现“因材施教”。湖南大学利用知识图谱和 AI 助教技术, 构建了学生画像与可视化智能教学评价体系, 能够精准识别学生的认知差异, 为教师实施差异化教学提供数据支持。AI 与大数据技术能够丰富教学内容和创新教学模式。可以利用 AI 技术生成虚拟仿真实验, 让学生在安全的虚拟环境中进行高危、高成本的实验操作。可以利用大数据分析技术, 挖掘化学领域的研究热点和发展趋势, 并将其及时融入教学内容, 使课程始终保持前沿性。此外, AI 技术还可以用于开发智能答疑系统、自动批改作业等, 将教师从繁重的重复性劳动中解放出来, 使其能够有更多的时间和精力投入到教学设计与与学生的互动中。AI 与大数据技术能够推动课程评价体系的改革。传统的以终结性评价为主的考核方式, 难以全面反映学生的学习过程和综合素养。而基于大数据的过程性评价, 可以对学生的学习行为进行全程跟踪和记录, 为教师提供更加全面、客观的评价依据。可以通过分析学生在小组合作项

目中的贡献度、在课堂讨论中的发言质量等, 对其团队协作能力和批判性思维进行评价。这种多元化的评价方式, 能够更加科学、公正地评价学生的学习成果, 从而引导学生更加注重学习过程和能力培养。

基金项目

本论文得到了国家自然科学基金面上项目, 金属配合物调控线粒体代谢重编程用于增效肿瘤化疗与免疫联合治疗, 批准号: 22477062 的支持。

参考文献

- [1] 余岚, 马志强, 杨峰. 学生为中心的人工智能-翻转课堂融合模式在无机化学教学中的探索[J]. 教育进展, 2025, 15(10): 1230-1234. <https://doi.org/10.12677/ae.2025.15101961>
- [2] 徐磊. “心理契约”理论融入高校思想政治教育的逻辑论纲[J]. 黑龙江高教研究, 2024, 42(3): 104-109.
- [3] Shi, W., Shi, X., Zhuang, L., Zhu, T., Li, G. and Huang, C. (2025) Integrating Outcome-Based Education (OBE) and Problem-Based Learning (PBL) in Psychiatric Clinical Practice Teaching: An Empirical Study. *BMC Medical Education*, 25, Article No. 1610. <https://doi.org/10.1186/s12909-025-08212-5>
- [4] 王雅婷, 乔艳辉, 余成华. 人工智能(AI)时代背景下“精细化工工艺学”课程教学改革研究与实践探索[J]. 科技风, 2025(6): 108-110.
- [5] 张元红, 姜林, 王艳芳, 等. 新农科背景下无机化学课程教学改革探索与实践[J]. 大学化学, 2024, 39(8): 72-77.
- [6] 丁长江, 李政, 李宏斌, 等. 整合实验化学课程内容创新实验化学课程体系[J]. 实验室研究与探索, 2010, 29(3): 91-94.
- [7] 张林, 李森, 商瑜, 等. 浅谈生物化学课程教学方法探索[J]. 教育进展, 2025, 15(6): 480-485. <https://doi.org/10.12677/ae.2025.1561019>
- [8] 魏婷, 李馨, 赵云建. 美国教育游戏研究发展新动向——威斯康星大学麦迪逊分校 Kurt Squire 教授访谈[J]. 中国电化教育, 2014(4): 1-5.
- [9] 朱光俊, 杨治立, 杜长坤. 应用型本科院校教师队伍建设研究[J]. 重庆科技学院学报(社会科学版), 2013(9): 181-183.
- [10] 徐显斌. 浅谈一考定终身的弊端[J]. 课程教育研究(新教师教学), 2014(26): 82-82.
- [11] 郭玉花. 科技赋能班级情感管理的创新范式[J]. 山东教育, 2025(13): 25-26.
- [12] 李佳益, 周建芳, 王非玉. 人工智能与大数据技术在高等教育中的应用与教学模式创新[J]. 计算机应用文摘, 2025(15): 109-111.