

新工科背景下普通化学实验教学体系的改革与实践

闫振华*, 马小娜, 纪靓靓, 王永花

河海大学环境学院, 江苏 南京

收稿日期: 2024年12月12日; 录用日期: 2025年1月13日; 发布日期: 2025年1月20日

摘要

新工科教育是我国加快推进科技强国而提出的重大教育政策, 已在各工科高校中得以大力发展。基于“实践出真知”的教学理念, 工科类高校中实验实践类课程的教学改革在新工科背景下备受关注和重视。河海大学的普通化学实验教学从现有课程教学中存在的教学内容质量不高, 创新实验不足等问题出发, 通过重组教材内容, 融入课程思政内容, 构建了面向不同专业的多层次教学体系, 形成了“多层次、递进式”的实践教学模式, 从历史共性和时代特性等多方面实践了思政教育理念。通过课程体系的改革与实践, 提升了学生的自主探索兴趣和综合实践能力, 为培养符合工程建设需求的新工科人才奠定了坚实基础。

关键词

普通化学实验, 改革与实践, 思政教育, 梯级教学

Reform and Practice of General Chemistry Experiment Teaching System under the Background of New Engineering

Zhenhua Yan*, Xiaona Ma, Liangliang Ji, Yonghua Wang

College of Environment, Hohai University, Nanjing Jiangsu

Received: Dec. 12th, 2024; accepted: Jan. 13th, 2025; published: Jan. 20th, 2025

Abstract

New engineering education is an important educational policy proposed by China to accelerate the

*通讯作者。

文章引用: 闫振华, 马小娜, 纪靓靓, 王永花. 新工科背景下普通化学实验教学体系的改革与实践[J]. 教育进展, 2025, 15(1): 505-510. DOI: 10.12677/ae.2025.151070

promotion of science and technology, which has been vigorously developed in various engineering universities. Based on the teaching concept of “practice leads to true knowledge”, the teaching reform of experimental practice courses under the background of new engineering has attracted considerable attention. Due to the low quality of teaching content and insufficient innovative experiments in existing courses, the reform of general chemistry experimental teaching at Hohai University was carried out with the reconstruction of teaching content and the integration of curriculum thinking and policy, forming a “multi-level and progressive” practical teaching mode. The reform of general chemistry experimental teaching practiced the educational concept of curriculum thought and policy from many aspects, such as historical commonality and characteristics of the times. The reform and practice of the curriculum system could further enhance students’ interest in independent exploration and comprehensive practice, and lay a solid foundation for training new engineers to meet the needs of engineering construction.

Keywords

General Chemistry Experiment, Reform and Practice, Curriculum Thought and Politics, Cascade Teaching

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

当前世界科技和产业发展日新月异，西方国家的科技壁垒和技术封锁也日趋严重，传统工科人才培养模式已经难以有效应对这些快速变革，因此，主动调整高等教育模式，迅速提升科技人才的适应能力，是支撑国家“创新驱动发展”“中国制造 2025”等一系列战略实施的重要前提。基于此，我国高等院校工科教育在规划未来工程人才培养发展战略部署中首次提出了新工科的概念，对新时代的工程人才素质提出了全新要求[1]，并先后形成了“复旦共识”“天大行动”和“北京指南”[2]，以通过新工科建设，培养造就一大批适应新技术、新业态、新模式、新产业的多样化、创新型的卓越工程科技人才，支撑我国新质生产力的高质量发展。对工程类人才的培养而言，需要始终践行“实践出真知”的理念，实验实践教学直接激活了学生的动手能力，更易激发其创新潜力，在新工科背景下，学生的实验实践能力培养愈发受到重视[3]。

河海大学的普通化学实验是一门面向水文、水电、土木、环境、地质、材料等相关工科专业的必修实验课程，是实践化学理论的第一场所，每年培养学生多达两千余人。基于新工科理念，普通化学实验的开展必须实施优化改革，改变传统的单一被动模式，不仅需要在知识体系上进行拓宽，还要针对性地培养学生利用新技术开展化学创新研究和实践的能力，提升工程类人才的可持续发展性。

针对普通化学实验存在的内容陈旧、倾向于验证实验，学生创新意识培养和综合实践能力弱等问题，通过调研分析国内外工科人才通用实验能力培养的经验[4]，结合学校特色和专业目标，通过重组教材优化教学内容，建立面向多专业的模块化课程体系；并通过融合化学实验中心和分析测试中心等多方资源，建设具有多专业融合特色的创新性实验内容，从而构建基础层、综合层、特色层、创新层等多个教学层次，形成面向不同专业的“多层次、递进式”的实践教学模式；同时，深入贯彻课程思政理念，从家国情怀、社会责任、学术诚信等历史共性和美丽中国建设等时代特性多方面进行思政设计，助力学生在掌握实践技能基础上，具备正确的创新创业意识、高尚的道德修养和正确的思想价值观，进而实现个人综合

素质的全面提升,形成新工科背景下可复制的通用实验实践课程创新性卓越人才培养的新模式。

2. 当前普通化学实验教学中亟须解决的问题

当前,普通化学实验教学存在着内容相对陈旧落伍,验证性实验过多、综合探索性实验不足,学生创新意识培养和综合实践能力弱等几个方面的问题,已不能适应“新工科”中培养创新型人才的要求,亟须解决。

2.1. 多专业融合的基础化学实验教学内容质量亟需提升

受限于传统教育理念、传统教学模式,当前的普通化学实验教学主要关注学生对基础化学知识和操作技能的掌握,倾向于开展验证性的实验,学生只能被动接受,进行亦步亦趋地实践,很难激发学生的主动思考潜能,对其创新思维模式和综合实践能力的培养形成极大制约。此外,化学实验覆盖多个工科专业,当前所有专业共同执行同一个教学体系,存在共性有余而个性不足的问题,无法满足新工科背景下高校工科人才的个性化发展。其中,实验教学内容成为主要的制约因素。

针对此问题,在基础化学实验教学过程中,必须个性与共性相结合、传统与创新相结合的原则,针对不同专业的培养目标和专业特色,重组教材内容,优化教学体系,构建起包含基础层、综合层、特色层、创新层等多个教学层次的阶梯式实验体系,形成既包含通用实验部分,又结合专业特色和方向开展的特色化学实验部分的模块化课程体系,面向不同专业开展“多层次、递进式”的实践教学。

2.2. 面向多专业的基础化学创新实验体系亟待拓展

当前,面向化学创新实验主要依托相关老师的科研项目,并结合大学生创新创业训练等形式开展起来,但也存在培养人数少,目标相对单一等问题,没有面向多专业开展的创新性综合实验。教学平台承担着实践教学改革的基础性任务[5],但在实际实验教学过程中,化学教学平台建设方面处于落后地位,缺乏必要的场地、仪器、技术及人员支持,极大地限制了面向大量学生开展基础性化学创新实验。

面对这一问题,必须在坚持学校特色和专业目标的基础上,以已有创新实验课程为核心,通过融合化学实验教学平台和学校分析测试中心等多方资源,利用新技术、新方法,建立并完善面向不同专业的基础化学创新实验模块,优化实验内容,形成占地小、设备完善的模块化、可选择的基础化学创新实验教学体系,为实现创新人才的培养目标保驾护航。

3. 新工科背景下普通化学实验教学改革策略

在新工科背景下,面向多专业的普通化学实验教学体系改革是一个系统性工程,需要结合河海大学的水利特色和各个专业的方向,通过重组教材内容,形成课程模块,构建包含基础层、综合层、特色层、创新层的多层次教学体系(图 1),形成面向不同专业的“多层次、递进式”的实践教学模式,并将课程思政贯穿其中,从历史共性和时代特性等多方面进行思政设计,使学生将理论学习-实践培养-创新提高等“新工科教育”人才所需要的基本素养进行整合,并具备正确思想价值观和高尚的道德修养,实现个人综合素质的全面提升。

3.1. 新工科背景下普通化学实验教学体系优化

(1) 普通化学实验教学内容重组

普通化学实验覆盖多个工科专业,当前所有专业共同执行同一个教学体系,存在共性有余而个性不足的问题,无法满足新工科背景下高校工科人才的个性化发展。此次改革实践基于个性与共性相结合、传统与创新相结合的原则,针对不同专业的培养目标和专业特色,拟构建基础实验(氧化还原、解离平衡、

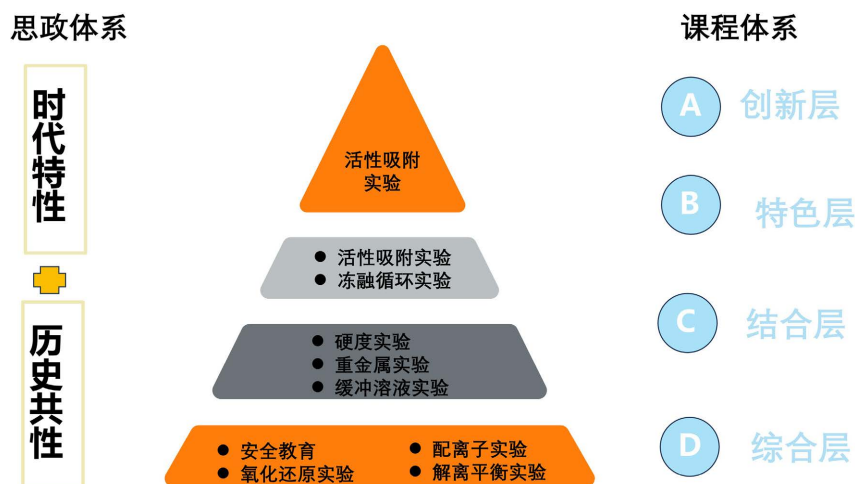


Figure 1. The curriculum thought and politics of general chemistry experiment under the background of new engineering
图 1. 新工科背景下普通化学实验课程思政建设组成

配合物应用等)-综合实验(缓冲溶液配制和测定、重金属测定、硬度测定等)-特色实验(物质迁移实验)-创新实验(吸附实验)的阶梯式实验体系。该体系在夯实基础实验之上,整合和提升综合实验的专业属性和特色,并结合工程或科研项目,构建创新性实验内容,形成可选择乃至套餐式实验方案,以体现普通化学实验课程对不同专业新工科建设的有力支撑。

(2) 普通化学实验教学内容整合

已有普通化学实验教学内容存在验证性实验多,综合探索性实验少的问题,部分实验内容过于陈旧,更新换代不及时,跟不上行业和社会发展的需求,成为新工科建设的制约因素。针对这些不足,通过筛选验证实验,在现有学时要求基础上保留经典的基础实验,大大降低验证性实验的数量。同时,扩展现有综合性实验的时效性和专业性,在不降低要求的基础上大大提高综合性实验的学时和比例,鼓励学生以团队形式开展综合性实验的实践。此外,基于工程实际或科研项目,重新构建创新性实验内容,鼓励有学习余力的学生以此为基础展开大学生创新性训练,提高综合素质和创新能力。

3.2. 新工科背景下普通化学创新实验体系提升

现有的普通实验教学过程基本仍以言传身教的被动教学模式为主,偏重于通过教师的统一讲授,使学生明白该实验的原理、目的、仪器及试剂的使用乃至实验过程中具体的注意事项。这一过程往往时间较长,会大大减弱学生的好奇心;同时由于实验步骤往往有表可依,实验结果也为验证性质,学生只需亦步亦趋即可完成实验,整个过程中没有体现创新性思维的引导,不利于创新性人才的培养。在已有化学创新实验中,其主要依托相关老师的科研项目而开展,其能够培养的学生数量有限,培养目标相对单一。

本次实践通过调研分析国内外工科人才通用实验能力培养的经验,结合河海大学的水利特色和专业目标,以已有创新实验课程为基础,融合化学实验教学平台和分析测试中心等多方资源,利用新技术、新方法,建立并完善面向不同专业的基础化学创新实验模块,优化实验内容,形成占地小、设备完善的创新实验教学内容。在实验过程中,鼓励学生以3~5人组成团队,明确分工,按照实验目的和要求,查阅文献资料,并根据现有资源条件自行拟定实验方案和步骤,选择合适的实验仪器和试剂,在审核合格的基础上自主展开实验研究。教师在这一过程中主要起到提供资料查阅方向和实验步骤审核的作用,并在学生需要帮助时及时提供指导[6][7]。这一教学过程可以有效增强学生的参与度和积极性,自发提升其

实践能力。创新性实验内容则主要面向有学习余力的学生展开,鼓励其以此为基础展开大学生创新性训练,提高个人综合创新能力。

3.3. 新工科背景下普通化学创新实验课程思政建设

为深入贯彻全国高校思想政治工作会议精神,使学生树立理想信念、打好知识实践基础、树牢安全意识和端正科学态度,本项目紧紧围绕“德才兼备,全面发展”的核心要求,以普通化学实验为载体,多视角、多形式将思政元素融入实验教学中,从实验讲解和实验操作两部分进行了课程思政建设,充分挖掘蕴含在化学实验中的思政元素,将思政教育渗透、贯穿到教学实践的全过程。

本次实践改革从家国情怀、社会责任、学术诚信等历史共性和美丽中国建设等时代特性等多方面进行思政元素设计,开展思政教育。首先开展实验安全教育,注重安全意识的培养,通过最新最近的实验室安全事故和“玻璃未妥善处理导致手割伤”等身边的事故以及“化学废液的环境危害”等案例提升学生的实验室安全意识和节约环保意识,深刻理解绿水青山就是金山银山的“两山”理论精神,严格实践实验危险废物回收,养成自觉保护生态环境的职业素养,树立共同担当的社会责任感。在物质的迁移实验中,针对不同专业开展不同的思政教育。例如,面向土木专业介绍离子存在对建筑结构安全稳定性影响,针对地质专业主要介绍物质的渗流过程及其对地下水的危害,而面向环境专业则主要强调污染物对土壤和地下水的污染过程及其处理方法,体现出“专业特色”。在实验课程内容中融入安全环保、科学伦理等知识来培养学生的社会责任感,体现“课程特色”(图2)。课程思政建设过程中遵循多层次的教育理念,引导学生梳理正确的价值观、人生观、世界观,学会用科学知识和理论客观看待和判断社会问题,实现个人综合素质的全面提升。

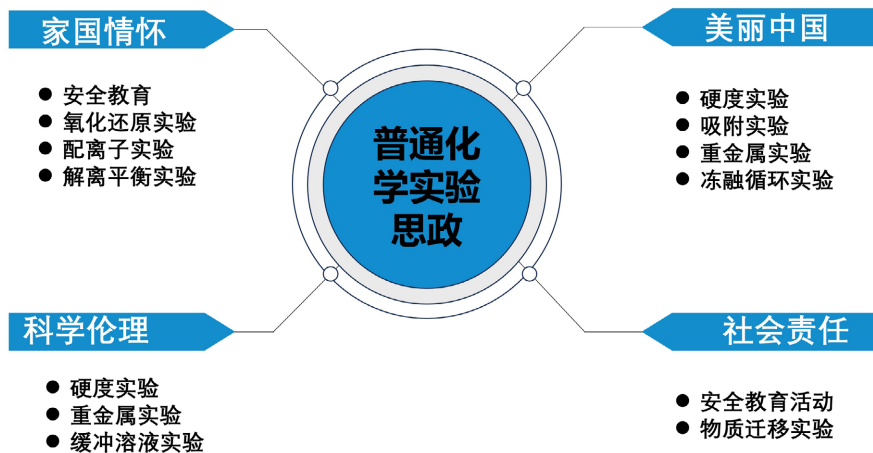


Figure 2. The reform design of general chemistry experiment under the background of new engineering
图2. 新工科背景下普通化学实验教学体系改革的主要思路

4. 实践效果反馈

经过两个学期的完整教学实践,河海大学普通化学实验取得了明显的正向反馈。得益于普通化学实验中性质实验的压缩和分析实验的增加,学生通过了解化学原理开展分析应用的兴趣明显提升,单个教学实践中学生的参与时间和改革前相比提升了10%左右,参与全程实践的人数也有进一步的增长,达到了95%,学生的实践成绩也从良好向优秀等级迈进,平均增长了6%。此外,教学实践后的学生评教成绩也有明显的提升,从原来的20%优秀率增长到目前的60%,评教反馈中也多次出现“参与感强”“有获

得感”等信息。综合后期的调查反馈,发现学生后续参与学校创新训练计划的人数达到 100%,其动手实践能力得到指导教师的肯定,普通化学实验教学改革取得了良好成效。

5. 结语

新工科教育是我国加快推进工程和技术强国而提出的重大政策,以适应当前日新月异的科技变革和发展,突破西方国家的技术封锁和壁垒,提升国家战略实力。面向新工科建设的迫切需求,河海大学普通化学实验课程首先结合学校特色和专业目标,构建了面向多专业的模块化课程内容,形成了多专业融合的“多层次、递进式”实践教学模式。同时,在课程建设中遵循“中国灵魂、全球视野、河海特质”的教育理念,从家国情怀、社会责任、学术诚信等历史共性和美丽中国建设等时代特性多方面进行思政设计,培养学生具备正确的思想价值观,实现个人创新意识和能力的全面提升。通过课程体系改革与实践,重新激发了学生的探索兴趣,增强了其自主学习意识,最大限度地提升学生的综合实践能力,为培养符合工程建设需求的新工科人才奠定坚实的基础。

基金项目

河海大学 2024 年本科实践教学改革研究项目——新工科背景下普通化学实验教学体系的改革与实践。

参考文献

- [1] 吴爱华,侯永峰,杨秋波,等.加快发展和建设新工科 主动适应和引领新经济[J].高等工程教育研究,2017,65(1): 1-9.
- [2] 顾佩华.新工科与新范式:概念,框架和实施路径[J].高等工程教育研究,2017,65(6): 1-13.
- [3] 林健.深入扎实推进新工科建设——新工科研究与实践项目的组织和实施[J].高等工程教育研究,2017,64(5): 18-31.
- [4] 胡思江,王红强,彭继明,等.新工科背景下应用化学综合实验课程思政育人实践[J].大学化学,2024,39(2): 214-220.
- [5] 孙萍,解沛忠,张东明,等.新工科视域下化学实验教学中心的建设与管理探究[J].广州化工,2022,50(24): 258-260, 269.
- [6] 刘建超,王硕,陆光华,等.环境类大学生创新训练案例分析——典型药物环境风险研究[J].广州化工,2018,46(23): 160-161, 183.
- [7] 徐一泽,张壬嘉,李若璞,等.如何实现从高校基础化学课程到本科科研创新的跨越式发展——从学生角度分享高校科研创新成长经历[J].大学化学,2023,38(2): 289-298.