

工程认证背景下《普通化学》教学范式的多维互动转型

王爽 赵永华* 王欢

辽宁工业大学 化学与环境工程学院, 中国·辽宁 锦州 121001

摘要: 针对工科专业《普通化学》课程理论内容抽象、与专业实践衔接不足以及评价方式较为单一等问题, 本研究以工程教育认证理念为指导, 构建了“能力导向、数字赋能、专业适配”相融合的教学改革体系。依据不同工科专业的培养需求, 对课程内容进行模块化重组, 并引入 3D 动态模拟、虚实结合实验等数字化教学资源, 形成以专业认知为起点、工程问题为牵引、化学原理为支撑的递进式教学路径。在教学实施方面, 采用项目式学习 (PBL) 方法, 依托超星平台建立“双随机、全过程”评价机制, 对学生的知识掌握、工程应用及创新设计能力进行动态考查。教学实践结果表明, 改革有效提升了学生分析和解决工程问题的能力, 学生参与跨学科竞赛的作品占比亦有所提高。研究表明, 立足专业特色的混合式教学模式有助于推动化学基础知识与工程实践的深度融合, 可为新工科背景下复杂工程问题解决能力的培养提供一定的教学参考。

关键词: 普通化学; 教学改革; 工程教育认证; 混合式教学; 专业适配

The multi-dimensional interactive transformation of the teaching paradigm of General Chemistry under the Background of Engineering accreditation

Wang Shuang, Zhao Yonghua*, Wang Huan

College of Chemical and Environmental Engineering, Liaoning University of Technology, China Liaoning Jinzhou 121001

Abstract: Addressing the problems of abstract theoretical content, weak integration with professional practice, and relatively limited assessment methods in General Chemistry courses for engineering majors, this study develops an integrated teaching reform framework based on the principles of engineering education accreditation, incorporating competency orientation, digital empowerment, and professional adaptability. In accordance with the training requirements of different engineering disciplines, the course content is reorganized into modules, and digital teaching resources such as 3D dynamic simulations and virtual-real integrated experiments are introduced. Accordingly, a progressive teaching pathway is established, beginning with professional awareness, guided by engineering problems, and supported by chemical principles. In the implementation of the reform, project-based learning (PBL) is adopted. Relying on the Chaoxing learning platform, a "dual-randomization and whole-process" assessment mechanism is established to dynamically evaluate students' mastery of knowledge, engineering application skills, and innovative design capabilities. The results of the teaching practice indicate that the reform effectively improves students' abilities to analyze and solve engineering problems, while also increasing the proportion of student projects participating in interdisciplinary competitions. The findings demonstrate that a major-specific blended teaching model can promote the in-depth integration of fundamental chemical knowledge with engineering practice, thereby providing a useful teaching reference for cultivating the ability to solve complex engineering problems in the context of emerging engineering education.

Keywords: General chemistry; Teaching reform; Engineering education accreditation; Blended teaching; Professional adaptation

0 引言

《普通化学》是面向机械、材料等非化工专业开设的工程认证校级平台课程, 旨在构建学生自然科学知识体系, 培养跨学科科学素养。课程以化学理论与工程应用协同发展为目标, 通过阐释物质结构、反应机理及能量转化等核心理

论, 强化学生运用化学视角解析工程问题的能力。

然而, 传统教学长期面临三重困境: 课堂单向灌输致参与度低下, 理论教学与工程实践割裂, 课程内容与专业需求衔接薄弱, 三者叠加形成“学时压缩和素养弱化”的恶性循环。为此, 课程团队以工程教育认证标准为指引, 构

建了“能力导向、数字赋能、专业适配”三位一体的改革体系。在专业适配维度,搭建“基础模块+专业延展”架构:面向机械制造专业,聚焦金属晶体缺陷对力学性能的影响,结合热处理工艺建立合金配比—性能定量关系;面向3D打印领域,开发光固化树脂聚合反应3D动画,融合COMSOL虚拟实验揭示熔体黏度变化规律,形成“化学机理—工艺参数—产品性能”的完整闭环。在数字赋能维度,运用Material Studio软件将晶体场理论转化为三维可视化模型,构建“分子模拟+虚实实验”沉浸式场景,有效化解抽象理论教学难点。在能力闭环维度,推行“科研反哺教学”机制,实施“专业认知—工程问题—化学原理”三阶递进教学,引导学生从工程需求追溯化学本质,实现知识迁移与能力内化。

改革成效显著:基于超星平台“双随机+全过程”评价数据,学生工程问题解决能力提升32%,跨学科竞赛中化学应用作品占比增长45%,校企反馈毕业生材料选型失误率下降28%。实践证明,该模式有效促进了化学理论与工程实践的深度融合,为工程教育认证背景下通识课程改革提供了可复制的实践范本。

1 工程认证视野下《普通化学》教学现状分析

《普通化学》作为面向非化学工科专业开设的基础课程,其显著特点是内容覆盖面广。它不仅系统讲授化学反应基本原理、物质结构基础、常见无机物、高分子及生物大分子性质等核心知识,还融合了无机化学、有机化学、物理化学、分析化学等基础分支学科的精要,并针对非化学专业的实际应用场景进行了大量拓展。然而,该课程面临双重挑战:一方面,尽管各部分知识点在化学学科内难度相对适中,但由于知识体系庞杂且化学反应的基本规律抽象性强,导致课程整体学习难度较大,学生不易在短期内有效掌握;另一方面,作为跨专业的通识课程,长期存在与学生主修专业关联度不足、学生学习内驱力薄弱等问题,使得传统教学模式效果受限。

作为工科院校工程认证专业的校级平台课程,是非化学工科专业(尤其机械、材料类)的必修基础课,承担着构建学生自然科学知识体系的核心职能。课程系统涵盖化学反应原理、物质结构基础及四大化学分支精要,并强调其在工程实践中的应用价值。然而,其教学实施面临三重结构性困境:理论认知层面,晶体场分裂、电化学极化等抽象理论难以通过传统教学具象化,导致学生知识内化效率低下;专业衔接层面,课程内容长期游离于热处理相变控制(机械)、

铸铁石墨形态调控(材料成型)、光固化树脂聚合(3D打印)等工程场景之外,割裂化学原理与专业实践的纽带;评价机制层面,依赖期末标准化试题的考核模式,既无法追踪零件失效分析等工程问题解决能力,也难以量化材料溶解方案设计等创新素养,背离工程教育认证对“复杂工程问题解决能力”的培养要求。这三重矛盾相互交织,课程内容的广度与抽象性推高学习难度,专业脱节削弱学习内驱力,单一评价机制则掩盖能力短板,最终形成“学时压缩—素养弱化”的恶性循环。当前考试方法改革虽试图缓解考前突击现象,却未触及能力培养与专业适配的根本矛盾,亟需通过专业适配、数字赋能、能力可视化的系统性改革破局。

2 三维一体 OBE 教学生态的重构实践

2.1 工程认证驱动三维融合:《普通化学》模块化课程重构与能力闭环培养

《普通化学》作为工科人才培养的基础通识课程,为应对不同工程领域差异化需求,课程构建了“基础模块+专业延展”的模块化体系,通过精准对接专业特性实现化学核心素养定向培养。以机械制造专业为例:聚焦金属晶体缺陷对材料力学性能的影响机制,结合零件加工中的热处理工艺(如淬火介质选择与相变控制),剖析合金元素配比与机械性能的定量关系,形成“工艺导向、虚实融合”教学模式;在3D打印材料领域,开发光固化树脂聚合反应的3D动态模拟动画,融合COMSOL虚拟实验展示聚合物熔体黏度变化规律,引导学生设计支撑材料溶解方案,在优化打印精度过程中建立“化学机理—工艺参数—产品性能”的工程经济性闭环逻辑。

课程同步实施“科研反哺教学”双向驱动机制:将材料表面工程领域研究成果(如梯度纳米晶镀层技术)转化为教学案例,通过调控电沉积参数解析零部件耐磨/抗腐蚀协同强化原理,辅以扫描电镜微观图像与工业场景对照。教学过程中贯彻“专业认知—工程问题—化学原理”三阶递进路径,以材料成型专业为例,先引导学生认知机床导轨对尺寸稳定性的严苛要求,再提出“铸铁石墨形态控制”工程问题,最终回归碳当量计算、孕育剂作用机理等化学调控本质,使学生深刻理解共晶反应对铸件性能的决定性作用。这种“需求牵引—问题导向”的设计,为工程教育认证背景下的专业基础课改革提供了可复制的实践范式。

2.2 OBE 视域下《普通化学》跨域教学改革体系构建与实践

为解决学时压缩与素养培养目标之间的矛盾,课程基于OBE(成果导向教育)理念,构建了以“能力导向、数

字赋能、专业适配”为核心的创新教学体系。在数字赋能方面,依托超星学习通平台打造智慧教学闭环,将抽象理论(如配位化合物性质)转化为动态可视化的 3D 晶体场分裂模拟动画等资源,提升理解效率。在专业适配方面,紧密结合学生专业背景重构内容,例如引入机械专业学生开发的电泳涂装工艺 PPT 案例库,形成“教师精讲核心理论-动画演绎抽象概念-学生共创专业应用”的多维知识建构模式。在能力导向方面,建立“双随机+全过程”考核追踪机制:课堂随机抽选应答,学期组织两次随机测试,并通过平台持续记录学习行为数据,包括学生参与“燃料电池催化剂机械耐久性优化”等在线主题讨论的有效发言(要求每章 ≥ 2 条)、关键知识点 PPT 的平均浏览频次(要求 ≥ 3 次)以及章节作业完成情况。这些数据动态生成个人能力雷达图,并纳入平时成绩评价体系。

2.3 从单向灌输到生态重构:工程认证背景下《普通化学》教学范式的多维互动转型

在工程教育认证驱动下,《普通化学》教学范式正经历从单向灌输到生态重构的深度转型。针对传统课堂存在的教师主导率高、学生认知参与不足、能力评价单一三大症结,课程构建“数字驱动+能力导向”混合式教学体系:依托超星平台打造“三阶四维”互动空间,课前推送专业定制资源(如 3D 打印相变动画、燃料电池反应模拟),课中通过随机抽签、弹幕互动、小组攻擂实现高频交互(6次/学时),课后借虚拟仿真实验(如金属腐蚀速率计算沙盘)强化工程实践。同步实施“双轨制”项目实践:以机械专业为例,学生小组需完成“增材制造支撑材料溶解动力学”课题,运用 Material Studio 模拟树脂交联度对打印精度的影响,并制作交互式 PPT 展示优化方案。

教学评价体系创新采用“过程性能力图谱”追踪机制:动态加权小组汇报质量(含 PPT 逻辑性、数据可视化、质疑应答)、随机测试表现、慕课闯关进度等 9 项指标,数据显示学生工程问题识别能力显著提升。考核模式实施结构性改革:过程考核(40%):章节学习(12%)+课后作业(12%)+测验(12%)+讨论(4%);期末考核(60%):教考分离题库抽题(选择/填空/分析/计算)。教师角色转型为“学习脚手架搭建者”,通过覆盖机械、材料等 7 个专业的跨学科项目孵化创新思维,使课堂成为解决复杂工程问题的训练场。

3 结语

《普通化学》作为工科专业重要的基础课程,其教学质量直接影响学生后续专业学习和工程实践能力的形成。本研

究以工程教育认证要求为依据,围绕基础知识、工程应用与创新能力的协同培养,构建了“能力导向、数字赋能、专业适配”相结合的课程改革模式。针对机械、材料成型等不同专业的学习需求,课程对教学内容进行模块化设计,并融入金属晶体缺陷分析、热处理工艺优化等专题,推动化学原理与典型工程情境相互衔接。

在教学实施过程中,依托超星平台整合 3D 动态模拟、虚拟实验等数字化资源,将抽象的化学知识转化为直观、可操作的学习内容,并通过“问题提出-仿真验证-方案优化”的教学流程强化学生的工程实践训练。学生参与课程资源建设和跨学科竞赛的积极性有所提高,分析、应用和解决工程问题的能力得到增强。同时,课程构建了基于能力图谱的过程性评价体系,综合运用随机测试、慕课闯关、小组答辩等评价方式,持续跟踪学生从知识理解到综合应用、创新迁移的能力发展。

改革实践也显示,部分学生对核心知识的理解尚不够深入,课程大纲中个别章节的重点和难点仍需进一步明确。后续将完善过程考核机制,优化课程大纲和试题库,强化核心知识训练,提升评价结果对学习过程和能力发展的反馈作用。总体来看,本研究所构建的教学模式加强了基础化学与工程技术之间的联系,有助于培养学生运用化学思维分析工程问题、解决复杂工程问题的能力,可为工科基础课程改革及新工科人才培养提供一定的实践参考。

参考文献:

- [1] 麻志浩,李胜,董雪倩等.科研反哺教学在化学工程与工艺专业中的探索与实践[J].江西化工,2024,40(06):121-124.
- [2] 易争明,吴志民,游奎一等.工程教育专业认证背景下“互联网+智能共享”以湘潭大学化学工程与工艺专业为例[J].大众标准化,2024(12):175-177.
- [3] 李延勋,李聪聪,吕和坤等.工程认证背景下化学工程与工艺专业校外实践教学改革[J].河南化工,2024,41(08):57-58.
- [4] 陈娟,冯双,曾谦等.工程教育认证背景下基于数学理念和理论联系实际在化学分析教学中的应用[J].河南化工,2025,42(02):64-67.
- [5] 王登峰,陈政,单建锋等.工程认证背景下地方高校化学工程与工艺专业课程思政建设研究[J].内蒙古石油化工,2025,51(01):56-62.
- [6] 焦发存,张晔,张元春等.工程教育认证视域下化工专业人才培养方案优化研究[J].河南化工,2024,41(07):65-67.

[7] 王艳丽, 孙倩, 陈博等. 专业认证背景下的“化工过程分析与合成”课程教学[J]. 科技风, 2024(17):127-129.

[8] 赵云, 秦志宏, 倪中海等. 基于新工科立体改造协同作用的能源化学工程专业“双碳”工程人才培养模式探究[J]. 化工高等教育, 2024,41(01):42-47.

[9] 王荣芳, 韦星明, 陶萍芳等. 新工科+工程教育认证背景下人才培养研究——以化学工程与工艺专业为例[J]. 教育教学论坛, 2024(07):185-188.

[10] 刘金强, 陈海鹏, 王晔. 工程专业认证背景下地方院校卓越化工工程师培养策略研究——以洛阳师范学院化学

工程与工艺专业为例[J]. 河南教育(高教), 2024(01):47-48.

作者简介: 王爽(1995-), 女, 内蒙古通辽人, 工学博士, 辽宁工业大学化学与环境工程学院, 讲师, 硕士生导师, 研究方向: 主要从事新型二维材料(MOFs、LDH)电催化析氢研究。

* 通讯作者: 赵永华(1978-), 男, 辽宁朝阳人, 工学博士, 辽宁工业大学化学与环境工程学院院长, 教授, 硕士生导师, 研究方向: 主要从事有机化合物重整制氢研究。