

工程教育认证背景下工程化学课程建设

闫静静^{1*} 杨萍¹ 武成利^{1,2} 朱成伟³

1.安徽理工大学 化工与爆破学院, 安徽 淮南 232001

2.安徽理工大学 碳中和科学与工程学院, 安徽 合肥 231100

3.安徽理工大学 新能源与智能网联汽车学院, 安徽 合肥 231100

[摘要]工程教育专业认证是实现工程教育国际互认和工程师资格国际互认的重要途径,是工程教育质量保障的国际通行体系。立足于安徽理工大学新能源汽车工程专业申请的工程教育专业认证,构建专业基础类课程群。面向工程教育类专业认证,结合培养高素质新时代专业的人才目标,以工程化学课程为例,通过开展工程化学课程的教学目标、融入思政元素的教学内容、教学方法、教学评价、课程建议等方面的研究,以期为我国高校新能源汽车工程专业工程教育课程体系的建设提供指导思路与借鉴方法。

[关键词]工程化学;专业认证;课程建设;课程群;教学改革

DOI: 10.33142/fme.v6i6.17061

中图分类号: G642

文献标识码: A

Construction of Engineering Chemistry Curriculum under the Background of Engineering Education Certification

YAN Jingjing^{1*}, YANG Ping¹, WU Chengli^{1,2}, ZHU Chengwei³

1. School of Chemical and Blasting Engineering, Anhui University of Science & Technology, Huainan, Anhui, 232001, China

2. School of Carbon Neutrality Science and Engineering, Anhui University of Science & Technology, Hefei, Anhui, 231100, China

3. College of New Energy and Intelligent Connected Vehicles, Anhui University of Science and Technology, Hefei, Anhui, 231100, China

Abstract: Engineering education professional certification is an important way to achieve international mutual recognition of engineering education and engineering qualifications, and is an internationally recognized system for ensuring the quality of engineering education. Based on the application for engineering education certification in the field of new energy vehicle engineering at Anhui University of Science and Technology, we aim to build a group of professional basic courses. Based on the certification of engineering education majors and the goal of cultivating high-quality talents for the new era, taking the engineering chemistry course as an example, this study aims to provide guidance and reference methods for the construction of the engineering education curriculum system for new energy vehicle engineering majors in Chinese universities through research on the teaching objectives, teaching content incorporating ideological and political elements, teaching methods, teaching evaluation, and course recommendations of engineering chemistry courses.

Keywords: engineering chemistry; professional certification; curriculum development; course group; teaching reform

引言

各高校专业面临着工程教育专业认证,专业认证是我国工程教育教学改革的重大举措之一,是提高我国工程教育水平和工科人才培养质量的重要途径^[1]。工程化学课程是面向新能源汽车工程、机械设计、土木工程等理工类专业基础核心课程之一,覆盖面广、受众学生多等特点。目前,课程存在着不同专业授课内容基本相同,与专业融合度和相关性不足、内容与专业定位脱节、与专业相符的课程思政元素挖掘不足等问题^[2,3]。当前我国汽车工业朝电动化、网联化、智能化、共享化方向发展,而电动化是我国汽车强国最为关键的环节,电池技术是电动汽车的核心技术是之一^[4,5],工程化学课程为解决学生对电池材料与性能的理解提供有力支撑。

为此,本文对标工程教育专业认证,完善人才培养方

案,优化课程体系,修订教学大纲,以工程化学课程为例,以高质量的毕业要求为目标,制定课程群内教学内容和教学方法,并将课程群中的课程作为整体进行建设,以期为同行提供参考。

1 课程及专业介绍

安徽理工大学工程化学课程面向我校大部分工科专业设置的专业基础必修课,课程总学时为 40 学时,理论教学为 32 学时,实验教学为 8 学时。新能源汽车工程专业成立于 2023 年,依托机械工程一级学科和车辆工程二级学科,隶属于安徽理工大学新能源与智能网联汽车学院。

在新修订的《新能源汽车工程专业培养方案》中,将课程群体分为公共基础课、专业基础课、专业课和实践课,专业基础课程群主要由七门主干课程组成,包括工程化学,热工基础,流体力学,工程力学,机械原理,机械

制图, 其中工程化学在课程群中处于核心地位。

2 工程化学教学设计

对照工程教育专业认证要求, 开展工程化学课程教学设计。

2.1 教学目标设计

围绕培养新能源汽车工程行业人才的总体目标, 根据工程教育专业认证的相关毕业要求, 优化课程教学目标, 包括以下 3 个方面:

(1) 掌握化学反应的基本原理和物质结构的基本理论。学生应能够运用所学的化学理论, 解释化学反应规律的相关问题, 并能够初步运用这些理论解决工程技术中的相关化学问题。要求学生树立科学家精神, 领悟化学方程式背后是几代科学家努力的结晶。

(2) 掌握溶液中的化学平衡理论, 包括酸碱平衡、沉淀溶解平衡、配位平衡。理解课程实验设计方法和基本数据处理原理, 强调理论与实验相结合的科学态度。重视化学工业对社会、环境、安全等方面的影响, 培养高度的社会责任感。

(3) 熟练掌握原电池的组成及电极反应, 学习非标准态电动势及电极电势的计算方法, 利用能斯特方程掌握电极电势的应用。有意识地运用所学的电化学理论来解决新能源汽车电池储能中的实际问题, 培养学生的交叉学科综合素养。

教学目标与毕业要求的对应关系: 目标 1, 指标点为 1-1 能运用数学、自然科学及机械学科的语言工具恰当表述新能源汽车领域的工程问题, 支撑强度为 H; 目标 2, 指标点为 2-1 能够运用数学、自然科学和工程科学的第一性原理, 判断新能源汽车领域复杂工程问题的关键环节, 支撑强度为 M; 目标 3, 指标点为 6-1 能够分析和评价新能源汽车工程实践对健康、安全、环境、法律以及经济和社会可持续发展的影响, 支撑强度为 H。

2.2 教学内容及方法设计

调研国内外文献, 结合新能源汽车发展趋势和存在问题, 设计模块化教学, 即绪论、化学反应的基本原理、水溶液中的化学及电化学基础四大模块。具体教学内容如下:

2.2.1 绪论

了解化学的研究对象, 理解化学的发展史及其在国民经济中的作用, 掌握化学的学科体系, 了解化学在新能源汽车中的应用。

思政元素^[6]: 通过绪论学习, 让学生了解化学史和生活中的化学。培养学生坚持不懈的科学探索精神, 树立理论和工程意识, 爱国主义和正确的学术道德。

2.2.2 化学反应的基本原理

教学内容分为四个部分, 分别为化学反应热效应及其计算、化学反应进行的方向、化学反应速率和化学平衡。教学内容为掌握典型热力学基本概念, 介绍化学反应热的计算, 掌握热化学方程式, 理解盖斯定律和摩尔焓变; 介绍化学反应进行的方向, 掌握化学反应自发性的判断, 理解熵变与反应方向; 介绍化学反应速率, 理解反应速率定律,

掌握反应速率与浓度、温度的关系, 了解催化剂与反应速率的关系; 介绍化学平衡知识, 掌握可逆反应与化学平衡理论, 了解化学平衡的移动。

教学目标: 掌握化学反应的热效应及其计算, 化学反应的方向, 理解化学反应速率及其影响因素; 重点: 化学反应热与焓变, 吉布斯自由能变与化学反应的方向, 化学反应速率的影响因素; 难点: 化学反应热的计算, 化学反应的方向。

思政元素: 通过化学反应的基本原理的学习, 化学反应的发生需要一定的条件, 这反映了量变积累到一定程度必然会引起质变的哲学原理。

2.2.3 水溶液中的化学

教学内容分为四部分, 分别为溶液的通性、酸碱平衡、沉淀-溶解平衡和配位平衡。教学内容为掌握溶液的蒸汽压下降和沸点上升, 理解溶液凝固点下降和渗透压改变, 了解渗透压的生物学意义; 介绍酸碱平衡理论, 理解电解质的分类及其电离, 理解水的解离平衡, 了解弱电解质的酸碱性和解离平衡; 介绍沉淀-溶解平衡, 掌握溶度积、溶解度及溶度积规则, 理解沉淀的生成和同离子效应, 了解沉淀的溶解和转化及应用; 介绍配位平衡, 理解配位化合物的配位体、配位原子、配位数、配离子电荷等基本概念, 掌握配合物的配位平衡理论。

教学目标: 了解水溶液中的化学反应类型, 理解稀溶液的依数性, 掌握酸碱理论及其应用, 熟练运用化学平衡原理; 重点: 稀溶液的依数性、pH 值的计算方法、酸碱平衡、沉淀溶解平衡和配位平衡; 难点: 溶解度的计算与应用, 水溶液中的化学反应与平衡。

思政元素: 通过水溶液中的化学学习, 培养学生的环境保护意识, 结合水污染的现状和危害, 讲解如何通过化学手段减少水污染, 提高学生的环保意识。

2.2.4 电化学基础

教学内容分为四部分, 分别为原电池和电极电势、电极电势的应用、化学电源和电解技术。教学内容为介绍原电池热力学基础及原电池结构与性能, 理解氧化还原电对, 掌握原电池的表示方法, 掌握电极电势的产生及测定方法; 介绍电极电势的应用, 掌握 Nernst 方程及案例计算; 介绍电解技术, 掌握电解原理和电解时的电极反应与电化学技术。

教学目标: 掌握电化学的基本概念和原理, 理解电极反应和原电池的工作原理; 重点: 电极反应与电极电势, 运用 Nernst 方程计算电动势及电极电势; 难点: 原电池的工作原理与电极反应, 运用 Nernst 方程计算电动势及电极电势。

思政元素^[7]: 通过电化学基础的学习, 培养学生的家国情怀与责任感, 介绍锂离子电池在新能源汽车、储能系统等领域的应用, 阐述宁德时代和比亚迪电池案例。

2.3 教学评价设计

2.3.1 卷面考试内容设计

为高质量完成专业的教学要求, 期末考核方式为闭卷考试, 考核内容如下:

考查内容 1: 掌握化学反应的基本原理(热效应、化

学反应进行的方向、化学平衡)和物质结构的基本理论。

考查内容 2: 掌握溶液中的平衡理论(酸碱平衡、沉淀溶解平衡、配位平衡)的基本原理和技能。在实验设计和数据处理过程中,培养学生的创造性思维和解决问题的能力。

考查内容 3: 掌握原电池的组成和电极反应,学会运用能斯特方程计算非标准态的电动势和电极电势,掌握电极电势的应用。

2.3.2 过程性考核方法

教学的过程性考核是为了对学生平时课程表现做出综合评价,体现在平时成绩上。依据我校《关于本科课程平时成绩考核的补充规定》文件规定,课程考核成绩由平时成绩和课程终结性考核成绩综合评定。其中课程平时成绩规定:必修课平时成绩占比不超过课程总成绩的 30%,有期中考试或含有课内实验的课程,平时成绩占比可提高至 40%;平时成绩以百分制记录。平时成绩考核环节以课堂表现、课后作业、出勤情况为主,三者分值比例为 3:4:3。其中课堂表现主要是课堂讨论积极性、回答问题质量、学习记录完整性等综合划分,课后作业由每章节课后习题完成情况和课程调研作业质量组成,出勤情况依据规定是旷课 3 次及以上,或旷课与请假累计学时数超过课程计划学时数 1/3 的平时成绩以零分记载。

2.3.3 课程目标达成度设计

课程目标达成度是评价授课效果与预期设定教学目标的符合程度,本课程目标达成度计算方法如表 2 所示。课程目标达成度由卷面成绩和过程考核评价组成。

以目标 1 为例,课程目标达成度计算方法:(1)依据教学大纲规定确定卷面成绩和过程考核的比例系数分别为 α_1 和 β_1 ($\alpha_1 + \beta_1 = 1$),本课程比例系数为 $\alpha_1 = 60\%$, $\beta_1 = 40\%$;(2)以行政班级为计算单位,根据卷面分得到目标 1 的平均得分 u_1 及其所占的卷面总分 v_1 ,得到其比值 u_1/v_1 ,同理,得到目标 1 的过程考核平均分 k_1 及其所占的总分 l_1 ,得到其比值 k_1/l_1 ;(3)将上述计算结果代入公式 $\theta_1 = u_1/v_1 \times \alpha_1 + k_1/l_1 \times \beta_1$ 中,得到目标 1 的达成度 θ_1 ;以此类推,计算出其他课程目标的达成度,取所有课程目标评价结果的最小值为最终结果;(4)课程的最终成绩为所有目标数的成绩 $s_i = u_i \times \alpha_i + k_i \times \beta_i$ (i =目标数)之和。

根据课程目标达成度情况,首先,分析课程目标中达成度较低的原因,剖析课程考核内容是否支撑毕业要求指标点及教学内容连贯性,并总结课程效果及需要改进的措施。其次,分析课程成绩分布情况,包括优秀率、良好率、中等率、及格率及不及格率等比值,并总结课程成绩分布原因及可能改进的措施。最后,进行课程总体小结分析,对课程教学要有详细的小结描述(包括课前准备、课堂教学、教材选用及评价、教学形式、辅导答疑及作业批改等项目),并进行课程归档。

2.4 课程教学的建议

(1)设计与专业相符的课程大纲。工程化学作为全校专业基础课核心课程之一,因开设专业不同,建议教学

内容应与时俱进,有机融入授课专业特色的教学内容,助力高质量人才培养目标。

(2)学习检索文献和阅读文献。教材知识因有滞后性无法满足新时代高质量大学学生的培养目标,课程的前沿科技及应用集中在国内外科技文献资料中,培养学生科学思维去解决复杂的工程问题。

(3)课程实践不可或缺。重视学生参加交叉学科竞赛和课程实验课,将课程知识有效地应用到实践活动中,让学生亲身体验认知与实践的相互作用,提高学生对课程的认知和理解能力,锻炼学生的动手实践能力。

3 结论

以安徽理工大学的《工程化学》课程在新能源汽车工程专业的教学设计为例,研究了工程化学在专业课程体系上的不足,提出了面向工程教育的课程教学优化方案,有机融入新能源汽车前沿技术和行业发展热点专题式教学内容,优化课程内容、教学方法和评价体系,并提出课程建议,以期通过上述教学改革为我国培养高质量汽车专业人才。

基金项目:2025 年度安徽理工大学智慧课程建设项目“普通化学”(xjzhkc2025076);2024 年度安徽省新时代育人省级质量工程项目“界面物理化学”(2024szsfk063);2022 年度安徽省化学学科拔尖学生创新人才培养项目“六卓越一拔尖”(2022zybj029);安徽省教育厅 2024 年度高等学校质量工程项目(人工智能导论:2024aijy130)。

[参考文献]

- [1]陈志刚,于淼.新工科与工程教育专业认证理念下创新人才培养模式改革与实践[J].中国现代教育装备,2025(1):71-77.
- [2]陈茜茜,李茜,李海斌,等.基于应用型人才培养的工程化学基础教学方法探索[J].化工管理,2025(9):46-49.
- [3]张艺,顿梦媛,秦苗,等.机械制造专业工程化学实验课程教学改革及探索[J].商丘师范学院学报,2025,41(3):72-74.
- [4]喻丰,汪选要,郑爽,等.面向专业认证的车用电机原理及应用课程建设[J].安顺学院学报,2023,25(3):100-104.
- [5]朱成伟,闫静静,汪选要.汽车“新四化”背景下车辆工程新能源汽车方向人才培养模式探讨[J].科教文汇,2023(9):70-72.
- [6]王爽,赵芸,任朝科.新工科背景下“工程化学”课程思政教学探索[J].廊坊师范学院学报(自然科学版),2024,24(1):121-128.
- [7]梅军鹏,姜天华,廖国胜,等.“工程化学”课程思政的探索与实践[J].教育教学论坛,2024(7):105-108.

作者简介:“通讯作者:闫静静(1991—),女,山东人,博士,讲师,主要从事应用化学科研和教学;杨萍(1980—),女,安徽人,博士,教授,主要从事应用化学科研和教学;武成利(1976—),男,山东人,博士,教授,主要从事能源化工科研与教学;朱成伟(1989—),男,山东人,博士,讲师,主要从事新能源汽车科研与教学。