

基于OBE理念的大学生创新实践能力的培养 ——以合肥工业大学应用化学专业为例

吴祥, 朱成峰, 李芳, 李冰, 付延明, 程岚军, 李有桂*

合肥工业大学化学与化工学院, 合肥 230009

摘要: 基于成果导向教育(OBE)理念, 遵循成果导向教育思路, 围绕学生创新实践能力的培养, 制定特色鲜明的合肥工业大学应用化学专业人才培养方案, 即加强“双师型”师资队伍、搭建创新实践能力的培养与专业教育相结合的“科教、赛教、企教”创新实践平台、建立强化过程考核为导向的教学评价模式。应用化学专业的实践探索对培养具有创新意识和实践能力的复合型人才具有很好的参考价值。

关键词: 成果导向教育; 大学生; 创新实践能力; 应用化学

中图分类号: G64; O6

Cultivating the Innovative Practical Abilities of College Students Based on the OBE Concept: Taking the Applied Chemistry Major of Hefei University of Technology as an Example

Xiang Wu, Chengfeng Zhu, Fang Li, Bing Li, Yanming Fu, Lanjun Cheng, Yougui Li *

School of Chemistry and Chemical Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China.

Abstract: Based on the OBE (outcome-based education) concept and following the outcome-oriented educational approach, a distinctive talent cultivation plan for the Applied Chemistry major at Hefei University of Technology has been formulated, focusing on the development of students' innovative practical abilities. This plan includes strengthening the “dual-teacher” faculty team, establishing an integrated innovation practice platform that combines the cultivation of practical abilities with professional education through “science education, competition education, and industry education”, and implementing a teaching evaluation model that emphasizes process assessment. The practical exploration in the Applied Chemistry major provides valuable reference for cultivating versatile talents with innovation consciousness and practical abilities.

Key Words: Outcome-based education; Undergraduates; Innovative practical ability; Applied chemistry

党的二十大报告提出“人才是第一资源、创新是第一动力”, 指出了我国“科技创新能力还不强”, 因此必须“全面提高人才自主培养质量, 着力造就拔尖创新人才^[1]”。高校作为国家创新体系的重要组成部分, 是创新人才培养的主要机构, 是创新型人才自主培养的主体责任力量, 因此高校要坚定不移担当起自主培养创新型人才的时代重任。然而, 传统的教育教学模式已经难以满足当代社会对创新型人才的需求, 因此, 如何提高大学生的创新实践能力已成为高等教育改革的重要任务之一。

收稿: 2023-08-07; 录用: 2023-09-28; 网络发表: 2023-10-27

*通讯作者, Email: liyg@hfut.edu.cn

基金资助: 2021年度安徽省高等学校省级质量工程项目(2021sx123); 省级研究生线上示范课程; 合肥工业大学“课程思政”教学改革示范课程项目(KCSZ2022015); 合肥工业大学青年教师教学研究项目(JYQN2208)

通过教学理念的更新、培养模式的变化、教学方式的改革等来培养学生的创新意识及能力，对于创新实践型人才的培养具有很重要的意义。成果导向教育 (Outcome-Based Education, OBE) 已被认为是卓越教育的正确方向^[2]，这一理念被美国工程教育认证协会所接受，也为中国高等教育专业改革指明了方向，即通过传统的以“教师”为中心向以“学生”为中心的教学理念的转变，更大地激发了学生的学习积极性和主动性，从而培养学生的创新实践能力，推动专业毕业要求的达成，最终实现人才培养目标^[3,4]。

合肥工业大学应用化学专业为培养学生的创新实践能力，基于OBE理念，制定了具有创新实践能力培养特色的本科生培养方案；强化“双师型”师资队伍的建设；搭建创新实践能力培养与专业教育相结合的“科教、赛教、企教”等融合的创新实践平台；建立强化过程考核为导向的教学评价模式。具体措施如下。

1 优化培养方案

合肥工业大学应用化学专业于2002年开始招收本科生，是安徽省专业综合改革试点专业、国家级一流本科专业建设点(2021年获批)。应用化学专业培养方案与社会需求紧密结合，依据社会需求和行业发展，每四年一次调整专业培养目标、课程设置及毕业要求等。学校在2019版本科专业人才培养方案修订原则意见中明确提出，要按照成果导向教育理念，根据人才培养目标及毕业要求，全面调整和优化课程体系，构建由“通识教育、专业教育、实践教育、综合教育”四大模块组成的四位一体、层次分明、比例协调的课程体系^[5]。

应用化学专业把培养具有“创新思维和实践能力的复合型人才”作为重要的专业培养目标，按照学校专业培养方案修订原则指导意见，增设“大学生创新基础”“科研训练I”和“科研训练II”等3门创新实践课程、精细化学品设计实验等，实践课程的学分为46.5，占比达到28%(46.5/165)，略高于国内同类高校的应用化学专业^[6]。在开设基础实验和专业实验课程的同时，还开设了工程训练、化工原理实验、化工实习实训等化工类实践课程，课程地图见图1。

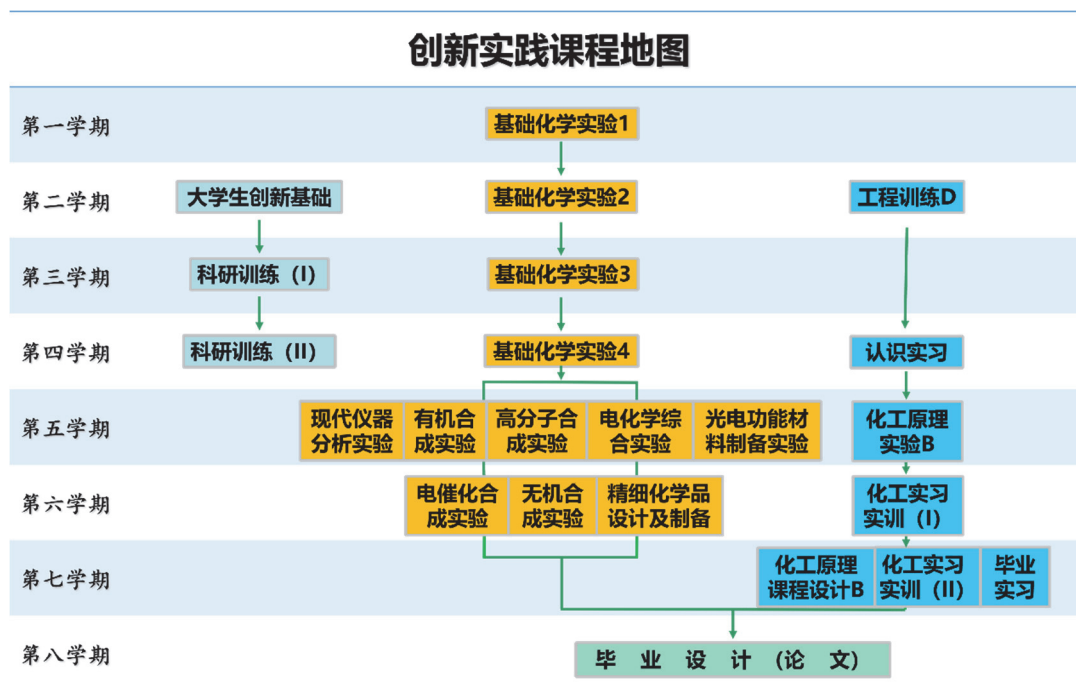


图1 应用化学专业创新实践课程地图

2 打造“双师型”师资队伍

一支具有创新实践能力及指导能力的教师队伍是培养学生创新实践能力的重要的支撑和保障。应用化学系现有教师全部具有博士学位，教授、副教授、讲师的人数分别是10、10、7，其中21人有海外学习经历，是一支专业素质高、业务能力强的师资队伍。

应用化学系教师发展按照合肥工业大学“引进与培育并重、师德与业务并进、教学与科研并举”的思路，一方面，着眼学院学科整体发展目标，依据应用化学专业的特点，按照实际需求精准吸纳引进高端人才；另一方面，对已有教师定期开展政治理论学习、师德师风及科研诚信教育、教学方法及理念的培训与交流，促使教师由“重科研、轻教学”的思想向“教学与科研并举”转变，不断提升教书育人水平。

针对当前师资队伍中存在实践教学能力不足、工程能力薄弱、实操水平有限等问题，应用化学专业教师按照“引进来”和“走出去”的原则进行“双师型”师资队伍的建设。“引进来”一是引进具有工程背景的博士加入师资队伍；二是聘请企业技术人员作为企业导师指导学生进行创新实践活动，如全国“互联网+”大学生创新创业大赛、“挑战杯”全国大学生系列科技学术竞赛等。迄今为止，应用化学专业教师队伍中有6人具有在企业工作2年以上的工作经历，聘请企业导师22人。“引进来”有效地提升了教师队伍的工程实践水平及指导学生创新实践的能力，同时也促进了高校与企业合作、生产与教学融合发展。目前高校师资大都来源于高校及科研机构毕业的博士，其实践能力不足、工程能力薄弱，应用化学专业教师“走出去”的办法旨在解决此不足。通过教师到企业挂职或兼职，参与企业的产品开发、生产管理等，或以项目合作的方式加入企业的技术攻关，从而提高教师的工程实践能力。目前应化系到生产企业学习锻炼6个月以上的教师有12人。通过“引进来”和“走出去”的办法，有效提升了师资队伍的工程实践能力，提高了指导学生创新实践的水平。

3 搭建本科生创新实践平台

当前，教师在教学活动中主要还是以专业知识教育为主，学生只是对所学知识进行再现，而创新实践能力很难获得有效的提升。在多年的教育教学实践中，本专业构建了“科教、赛教、企教”三融合的创新实践教育模式，搭建了创新实践教育平台，有效地提升了学生创新实践能力，三融合创新实践平台结构见图2。

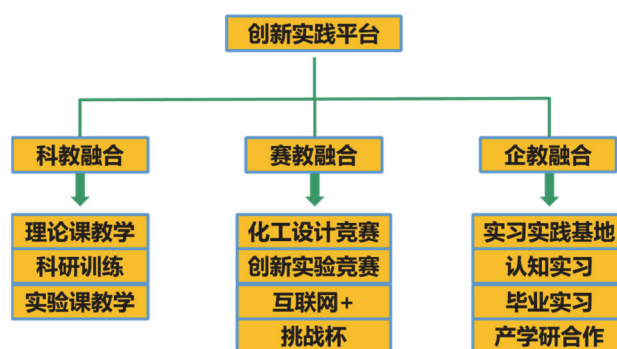


图2 三融合创新实践平台结构图

3.1 科教融合

科研是一个不断创新的过程，教师在教学过程中将科研贯穿融合于学生四年的学习过程中，就是一个不断提升学生创新思维和实践能力的过程。本专业采取的方法是：

(1) 在理论课的教学过程中，教师将与课程内容相关的且符合学生认知的最新科研成果和科研项目引入到课堂中，增加了知识的前沿性、应用性和趣味性，激发了学生的自主学习兴趣，提升了

学生的专业认同感和自豪感；同时，引导学生围绕所学内容查阅最新文献、调研最新进展、撰写科研小论文并进行课堂演讲，这为学生今后从事相关研究打下一定的基础。

(2) 在“大学生创新基础”“科研训练I”和“科研训练II”等培养学生创新能力的课程以及“大学生创新创业训练计划”实验中，指导教师指导学生选定课题、查阅文献、设计方案、验证方案、结果讨论、撰写报告等。通过科研训练，学生对完整的科研过程有一个基本的体验和认识。

(3) 在实验课程的教学过程中，学科前沿与行业发展相结合，不断更新实验教学内容，开设创新型实验。如开设“CuInS₂修饰ITO导电玻璃电极的制备及二氧化碳的光电催化还原”（学科前沿）；“锂离子电池的制作与性能测试”（行业发展）。“L-脯氨酸催化聚乙二醇中的Aldol缩合反应”（2021年诺贝尔化学奖相关内容）；“光敏剂四叔丁基哇唑苯腈的制备与光电性能测定综合实验”（有机合成新材料及应用）。上述实验项目使学生不仅能够提高创新实践能力，也能够感受到所学的知识在实际和科学发展中的重要作用。同时鼓励学生积极聆听学术报告，培养创新思维和意识。

在“科教融合”过程中，学生的科研水平和能力较为有限，会遇到各种困难和多重挑战。指导教师要保持耐心、细心和热心，经常鼓励学生积极思考，自主分析和解决遇到的问题，同时也要对学生遇到的问题给予及时的解答和指导，引导学生学习发现问题及找寻解决问题的思路和方法，从而提高学生参与科研活动的兴趣和信心。在指导学生以及解决具体问题的过程中，教师队伍的创新实践能力也得以提升，进而反哺专业教学，实现教学相长，达到良性循环。

3.2 赛教融合

组织学生积极参加多层次、各类型的化学化工类大学生竞赛，将各类竞赛与日常教学有机融合，搭建“赛教融合”的创新实践平台，既可以为学生提供学习和展示的机会，也可以更好地引领和带动教学改革、有效地培养创新型人才。学院在2021年成立了合肥工业大学首个院级创新创业中心，打造高质量的创新创业平台，营造浓厚的创新创业氛围。创新创业中心定期组织培训教师和学生，通过各项培训活动，提升了教师指导水平、提高了学生对赛事的认知和知识运用的能力；创新创业中心还能够引导教师积极参与指导学生参加如全国大学生“互联网+”、“挑战杯”、化工设计竞赛、化工实验大赛、化学创新设计实验大赛、全国节能减排竞赛等各类赛事。同时，为了培养学生的阅读和理解文献的能力，迄今为止学院已经连续组织开展了14届“科技文献综述大赛”，学生全员参与，有效地提升了学生的创新水平。

根据应用化学专业特点和学生的认知水平，专业教师积极主动指导学生参加各类竞赛，如“全国大学生化学实验创新设计大赛选拔赛”“全国大学生化工实验竞赛”“全国大学生化工设计竞赛”“安徽省基础化学实验技能大赛”等各项活动。

几年来，应用化学专业形成了学生人人了解竞赛、人人参与竞赛的浓厚氛围。通过参与竞赛，学生的知识运用能力、创新实践能力和团队合作精神得到很大的提升。同时，学院也出台政策鼓励教师指导学生参加创新创业实践和各种学科竞赛，对竞赛获奖及本科生发表高质量论文的指导教师给予奖励，大大提高了教师指导的积极性。

3.3 企教融合

为达到学生创新实践训练的全员覆盖，应用化学专业积极开拓企业资源，与省内知名企业建立了实习实践基地如国轩高科、东华科技、丰原集团、中盐红四方、广信农化、明天氢能等40余家，聘请企业工程师为企业导师，构建了企业全程融入、校企协同育人的新模式。企业导师参与制定培养方案，确认相关课程能否达到创新实践能力培养目标的要求。在竞赛和创新实践中，企业导师和学校导师共同参与指导，有效地提升了学生的创新实践能力。

此外，应用化学专业利用学科建设、基地平台建设和专业人才培养等方面所取得的优势，加强与安徽省及长三角地区医药、化工等企业间的产学研合作。通过校企合作，提高了应化专业人才培养质量，解决了企业部分技术难题，实现了“互利互惠、合作共赢”的目标；同时，教师的科研方向得到进一步凝练，科研能力得到进一步提升，创新实践指导能力也有很大程度的提高。

4 建立创新实践能力评价方法

科学合理的评价方法，有利于培养学生的创新思维和提高学生的创新实践能力，也有利于人才培养目标的达成。应用化学专业围绕学生创新实践能力的培养，构建了以过程评价为主，多层次、多维度的评价模式，评价内容如图3所示。

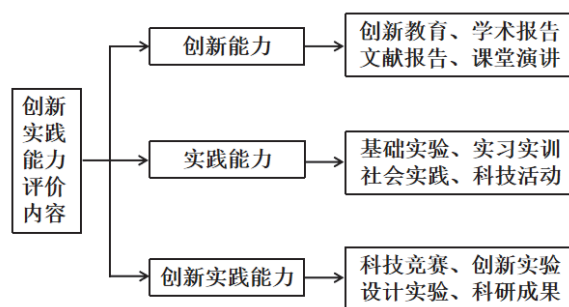


图3 创新实践能力评价内容

通过对学生创新实践能力培养体系中诸多内容及其形式等进行多方面分析，总结出合理的创新实践能力的评价指标。

(1) 创新能力的培养与评价。

创新能力的培养主要途径及评价方式主要有：① “大学生创新基础”理论课程的学习，评价方式是考试和撰写课程论文；② 专业基础及专业必修选修课程的学习。合肥工业大学理论课成绩的评价方式有10余种，其中培养学生创新思维及提高学生创新能力的评价方式有课堂演讲、论文撰述、设计报告、开放式大作业以及非标准答案考试等；③ 自主开放式学习。学生聆听学术报告、系统观看科技视频等后撰写心得报告，并对此进行评价。

(2) 实践能力的培养与评价。

通过科研训练、实验、实习实训、社会实践及科技活动等活动考查学生在实践过程中对知识的理解和认识，以及独立发现问题、分析问题和解决问题的综合运用知识的能力。评价方式是撰写实验报告、实习实训报告、心得体会以及撰写项目申报书等，成绩由教师进行科学评定。

(3) 创新实践能力的培养与评价。

创新实践能力的培养内容主要有学科竞赛、创新实验、设计实验及科研成果。评价方式主要有学生在科技竞赛中获得的成绩、发表论文的质量和数量、专利的申请与授权数量、创新实验和设计实验的优劣，成绩由教师组成的考核组进行评定。

毕业论文也是大学生创新实践能力培养的重要环节，通过选题、调研、提出方案、实验验证、总结、答辩等阶段，考查学生综合运用知识的能力及创新实践水平。成绩由指导教师、评阅教师、答辩小组综合评定。

5 本科生创新实践能力培养成效

通过系列举措，应化专业学生的创新实践能力得到了提升，取得了较好的成效。近3年来，有21人次发表研究论文13篇，其中本科生作为第一作者的论文3篇；25人次申报国家发明专利，其中10人次申报的专利获授权；3人参加全国大学生实验创新设计大赛，获得华中赛区一等奖；7人次参加全国大学生化工设计竞赛，4人获得全国一等奖，3人次获得赛区二等奖；3人次参加“互联网+”国赛并获得银奖，30多人参加省部级竞赛并获奖。在培养学生创新实践教学能力的同时，教师的教学研究水平也得到了提升，获得安徽省级教学成果奖一等奖1项；主持完成10项省部级质量工程项目和教学研究，4人获安徽省级教学名师称号，2人获安徽省级教坛新秀称号，1人获合肥工业大学立德树人奖，1人获青年教师教学基本功比赛二等奖。

6 结语

创新是发展的动力，人才是创新的源泉。合肥工业大学应用化学专业基于OBE理念，将培养达成毕业各项要求的合格本科生、尤其是培养满足当前和未来社会经济发展需要的创新型人才作为重要的成果导向，将本科生创新实践能力的培养贯穿本科生的整个培养过程，从教学模式到教学内容，从理论教学到实践教学，从教师发展到学生创新能力评价等各个环节进行了应用实践，探索出应用化学专业创新实践人才培养新模式。

参 考 文 献

- [1] 高举中国特色社会主义伟大旗帜为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告. [2023-10-22]. https://www.gov.cn/xinwen/2022-10/25/content_5721685.htm
- [2] Spady, W. D.; Marshall, K. G. *Educ. Res.* **1991**, *49*, 67.
- [3] 李永军, 王玉枝, 蒋健晖, 蔡焱, 陈淑云, 陈义红, 赵万祥. *大学化学*, **2018**, *33* (5), 24.
- [4] 梁慧锋, 王彦娜, 王彩君, 郭桂全, 袁洪晶. *邢台学院学报*, **2022**, *37* (3), 136.
- [5] 吴祥, 朱成峰, 付延明, 李芳, 李冰, 李有桂. *大学化学*, **2021**, *36* (11), 2107094.
- [6] 孙长艳, 范慧俐, 弓爱君, 王明文. *大学化学*, **2023**, *38* (3), 53.