

新工科背景下应用化学专业产教深度融合育人模式的探索与实践

鲁立强^{1,2,*}, 帅琴^{1,2}, 田熙科¹, 周成冈¹, 程国娥¹, 韩波^{1,2}, 聂玉伦¹, 郑洪涛^{1,2}, 欧阳磊^{1,2}

¹ 中国地质大学(武汉)材料与化学学院, 武汉 430074

² 教育部分析化学课程虚拟教研室, 武汉 430074

摘要: 新工科建设是服务国家战略发展新需求的重要举措, 是工程教育改革创新的新起点。中国地质大学(武汉)应用化学专业依托地质、资源与环境学科优势, 通过“金专”铺路、“金课”引领、铸“金实践”等措施, 开展了产教深度融合育人模式的探索与实践, 满足新工科背景下理工复合型应用化学专业人才培养要求。

关键词: 新工科; 应用化学专业; 产教融合; 育人模式

中图分类号: G64; O6

Exploration and Practice of Deep Integration of Production and Education in Applied Chemistry Major under the Background of Emerging Engineering Education

Liqiang Lu^{1,2,*}, Qin Shuai^{1,2}, Xike Tian¹, Chenggang Zhou¹, Guo'e Cheng¹, Bohan^{1,2}, Yulun Nie¹, Hongtao Zheng^{1,2}, Lei Ouyang^{1,2}

¹ Faculty of Materials Science and Chemistry, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China.

² Virtual Teaching and Research Section of Analytical Chemistry Course, Ministry of Education, Wuhan 430074, China.

Abstract: The construction of emerging engineering education is an important measure to meet the new demands of national strategic development and a new starting point for reform and innovation in engineering education. The Applied Chemistry program at China University of Geosciences (Wuhan) leverages the advantages of geology, resources, and environmental disciplines. Through measures such as establishing industry-education integration pathways, leading with exemplary courses, and cultivating practical experiences, the program has explored and practiced an integrated education model that meets the requirements of talent cultivation under the background of emerging engineering education, specifically in the field of applied chemistry.

Key Words: Emerging engineering education; Applied chemistry major; Integration of production and education; Education model

为适应新时代新形势的需要, 建设支撑经济社会高质量发展的高等工程教育, 教育部于2017年起实施新工科发展战略^[1]。从复旦共识、天大行动、北京指南, 到《教育部高等教育司关于开展新工科研究与实践的通知》, 再到《国务院办公厅关于深化产教融合的若干意见》, 新工科建设风起云涌^[2-5]。如何培养适应新经济发展的新工科卓越人才, 是当前高校、企业、行业都在深入思考和积极

收稿: 2023-09-04; 录用: 2023-09-21; 网络发表: 2023-10-26

*通讯作者, Email: llqdic@cug.edu.cn

基金项目: 2020年湖北高校省级教学研究项目(2020215)

探索的命题。教育部高等学校化学类专业教学指导委员会组织申请实施了教育部“新工科”研究与实践项目“基于化学的新工科专业设置和建设方案研究”，为国内高校化学类专业开展“新工科”专业建设和改造起到了良好的指导作用^[6,7]。

中国地质大学(武汉)应用化学专业源自我校的岩矿分析专业，在复杂样品分析的理论基础、实验技能和实践经验等方面，对学生的培养具有鲜明的地质特色。近年来，本专业建设紧扣时代脉搏，充分发挥我校地质、资源与环境学科优势，坚持“贴合行业需求，突出专业特色，适应个性发展”的教育教学理念，通过深化改革，升级产学研平台，积极推动应用化学新工科建设，形成了产教深度融合的协同育人新模式，取得了显著的育人成效，为国家培养了一大批自然资源领域科技人才，2010年入选湖北省高校品牌专业，2013年入选教育部卓越工程师教育培养计划，2020年入选国家级一流本科专业建设点。

1 产教深度融合育人模式的建设目标

本专业以实际项目为载体，以高水平产学研合作平台为保障，通过构建产教深度融合育人模式，将产教融合贯穿人才培养全过程，实现人才培养由“知识输入导向”向“能力输出导向”转变，促进应用化学专业本科人才培养质量的显著提升，达到立德树人和实践育人的工作目标。

1.1 面对行业需求，创新产教融合平台

基于行业需求，在延续传统化学发展规律的基础上，对学科建设模式、发展路径和服务对象进行重构，促进学科发展从以学科为导向到以产业需求为导向转变。通过融合模式与融合平台的创新，促进工科向理科延伸，理科向工科融合，要求教师队伍理论知识与工程经验并重。建立集群式、紧密型创新产教合作模式，升级产教合作平台，促进人才培养供给侧和产业需求侧全方位融合。

1.2 基于学科交叉，更新人才培养模式

通过产教融合、校企合作、科教结合等方式，促进应用化学与地质、资源、生态环境、可持续发展等多学科的交叉融合发展。通过招生模式、人才培养目标与培养方案的优化调整，加快将产业和技术发展的最新成果引进教学过程，更新教学内容和教材体系，完善化学人才培养知识体系。通过建立行业卓越工程师培养联盟，基于应用型与创新性人才培养理念，探索和丰富产教深度融合协同育人内涵。积极探索建立产业学院、联建青年教师“工程化”基地或协同创新中心等高水平合作平台。

2 产教深度融合育人模式的改革与实践

人才培养改革是新工科背景下行业顶尖特色高校发展面临的关键问题。为适应新时代高等教育内涵式发展的需要，本专业面向国家重大需求和自然资源科技创新前沿，以培养自然资源行业未来化学领军人物为目标，突出学生个性化培养，实施以“金专业”“金课程”“金实践”“新工科”(三金一新)建设驱动的产教深度融合育人模式的改革与实践，全面提升我校应用化学专业的竞争力，培养“行业留得住、生产用得上、创新离不开”的高素质人才

2.1 “金专”铺路，构筑人才培养新体系

培养一流人才是中国高等教育新时代内涵式发展最核心的标准。培养一流人才，基础和核心是一流本科。要办好一流本科，必须有一流专业做支撑。专业建设是衡量高校人才培养质量的重要标志，是行业顶尖特色高校体现办学特色的逻辑起点。本专业以厚基础、重实践、强特色为原则，积极探索专业建设新思路，创新确立理工融合的应用化学专业建设理念，构建了理工融合的应用化学专业培养方案(“大方案”)，凝练三个专业方向：能源化学、分析化学、资源与环境化学。在此基础上，创建了卓越工程师教育培养计划(卓越计划)培养方案(“小方案”)。为了突出卓越计划的地质分析方向和特色，“小方案”专门开设了“简明地质学”“岩石矿物学导论”以及“地质教学实习(北戴河)”等地学类课程，从而使学生能够掌握从事地质分析工作所需的地质学和岩石矿物学基础知识。

此外,为了强化学生的实验技能和实践经验,“小方案”实行“3+1”模式,学生前三年在学校学习理论知识和基本实验技能,大四则在各省市的合作实习单位开展为期10个月的生产实习和毕业实习,从而培养学生具备扎实的实验技能和丰富的实践经验,能够在毕业后更快地成长为地质分析工作专业人才。卓越计划引入工程教育专业认证理念,形成由人文素养、工程素养和科学素养构成的卓越人才培养新标准,打造完整创新链条的全过程人才培养模式,促进拔尖人才脱颖而出,为培养自然资源行业未来化学领军人才奠定基础。经过多年来的持续建设,本专业2010年入选湖北省高校品牌专业,2013年入选教育部卓越工程师教育培养计划,2020年入选国家级一流本科专业建设点,促进了专业建设质量的提升,推动了高水平人才培养体系的形成。

2.2 “金课”引领,推动高质量课程与教材建设

课程是人才培养的核心要素,消灭“水课”、打造“金课”是新时代高等教育的重要任务。围绕“新工科”建设理念,本专业在打造金课的过程中,充分发挥现代信息技术,大力建设在线开放课程和虚拟仿真实验课程,并采用慕课堂、雨课堂等智慧教学工具辅助教学,在学习专业知识的同时,培养学生的数字化思维和跨界学习能力。同时,我们开展对分课堂、翻转课堂、案例教学等教学模式革新,询问和引导学生的志向和兴趣,进行个性化培养。2018年分析化学课程获批国家精品在线开放课程;2020年分析化学课程获批国家级线上一流课程(线上金课),分析化学A(理论)课程获批国家级线上线下混合式一流课程(线上线下混合式金课);2022年“基于探月工程的月壤组成和性质分析虚拟仿真实验”获批湖北省虚拟仿真实验一流课程(虚拟仿真金课);形成了以国家级和省级金课为代表的优质专业基础课程群。

优质课程建设的关键是教材作用的发挥。本专业始终注重将教材建设与专业、学科优势相结合,立足应用化学一流专业和地球科学优势学科,将教材建设工作作为“金专业”建设的重要考核指标。以多层次教学体系为依据建设理论课、实验课系列教材,并开发与文字教材相配套的数字教程,形成立体化教学资源,出版了系列精品教材7部,包括高等教育出版社1部(《分析化学数字课程》)、化学工业出版社3部(《地质分析》《地质分析实验》《地质样品有机分析》);中国地质大学出版社3部(互联网+教材《分析化学实验》《仪器分析实验教程》《合成化学简明教程》),确保金课建设与教材建设融合发展。

2.3 “铸金”实践,促进卓越计划与新工科同向同行

本专业面向国家重大需求和自然资源科技创新前沿,基于理工融合的应用化学专业建设理念,修订地质分析卓越工程师教育培养计划培养方案2.0,引入工程教育专业认证理念,建立以学生为中心的培养方式,在注重培养学生具有扎实理论知识的基础上,着力培养学生的工程实践能力和创新意识,打造完整创新链条的全过程人才培养模式。以厚基础、重实践、强特色为原则,基于应用化学专业“大方案”,统一构筑专业基础。低年级学生同班上课,在夯实理论基础的同时,化学基础理论课教学中融入理工融合思想,引入学科前沿及工程应用实例,启蒙学生理工融合的意识。高年级学生按卓越计划“小方案”实施个性化培养,完善创新实践教育。通过对实验课程体系与内容的综合改革与建设,形成了由基础实验、专业实验、综合实验构成的实验课程新体系,促进化学与地质、资源、生态环境、可持续能源等多学科的交叉融合发展。目前地质分析卓越计划已搭建了由省级重点实验室/教育部工程中心、省级实验教学示范中心、中国科学院、各省市农业科学院、各省级地质实验测试中心及地质环境总站等组成的“教学实验-科研创新-实践实训”三元实践教学平台,构建了“3+1”“学校-科研院所-行业”的深度融合多元协同实践育人模式,在实践实习期间,由实习单位指定专家进行指导,建立规范的“一对一指导”“导师组会议集体指导”相结合的多元化指导体系,实现人才培养由“知识输入导向”向“能力输出导向”转变。

3 产教深度融合育人模式的成效

有效可行的人才培养体系和育人模式是实现人才培养目标的保障。本专业建设的应用化学专业

产教深度融合的协同育人模式自实施以来,显著提高了学生的培养质量,取得了良好的成效,并起到了良好的示范和辐射作用。

3.1 人才培养质量显著提高

近四年本科生在校期间参加校级及以上的科研训练项目80余项、获得省部级及以上的学科竞赛奖10余人次。其中在前三届全国大学生化学实验创新设计竞赛全国赛中获得一等奖2项、二等奖1项,在第五届中国“互联网+”大学生创新创业大赛获银奖、铜奖各1项,取得了国家级奖项的突破;在近两届湖北省普通高校化学实验技能竞赛中获一等奖2项、二等奖4项、三等奖3项。

近四年本科毕业生平均就业率97%以上,平均升学率大于50%,大部分进入双一流高校及中国科学院等攻读硕、博士学位;出国深造率逐年上升,体现出很强的核心竞争力。用人单位对该人才培养体系和毕业生的培养质量给予了高度评价,反映培养的学生理论基础扎实、动手能力强、具有创新精神。一些用人单位在聘用或从兄弟单位了解该人才培养体系培养的毕业生后,主动联系建立实践基地,参与合作培养人才。同时,很多合作实习单位在学生实习后,接收他们参加工作,成为单位的有生力量,如国家地质实验测试中心、浙江省地质矿产研究所、贵州省地质矿产中心实验室、湖北省地质实验研究所、新疆矿产实验研究所、武汉地质调查中心、广东省有色金属地质局九四〇队,等等。

3.2 课程建设和教学改革研究成效突出

2020年,应用化学专业获批国家级一流本科专业建设点,获批国家级线上一流课程1门、国家级线上线下混合式一流课程1门;2022年,获批湖北省虚拟仿真实验一流课程1门。2022年获湖北省教学成果二等奖1项;2018年获湖北省教学成果一等奖1项。承担了教育部产学合作协同育人项目1项,高等教育科学研究重大攻关课题子课题1项,学校本科教学工程项目4项、一般教学研究项目3项。在高等教育出版社、化学工业出版社和中国地质大学出版社正式出版教材7部;发表教学论文5篇。

3.3 示范辐射作用显著

分析化学国家级线上一流课程已开设13期,累计参加人数超过7.5万人,被国内36所高校选做SPOC课程为他们的本科生授课。《分析化学数字课程》《分析化学实验》《地质分析实验》《地质样品有机分析》等教材被国内30多所高校选作教科书、参考书或图书馆馆藏图书。参与分析化学课程国家级虚拟教研室建设工作,开展的讲座交流获得了国内分析化学同行的热烈反响和广泛好评。

4 结语

产学研合作是现代大学建设新工科的必然选择,产教融合、跨界培养是新工科的显著特征,只有顺应工程教育协同育人的大趋势,才能立于工程教育改革的潮头。中国地质大学(武汉)应用化学专业依托地质、资源与环境学科优势,面向国家重大需求和自然资源行业,探索并实践了产教深度融合的育人模式,取得了一系列改革成果。当前,面向发展数字教育、推动教育数字化转型的大趋势^[8,9],我们将继续以一流本科专业建设为契机,以立德树人为根本目标,以新工科建设为重要抓手,深入推进课程思政建设,深度挖掘产教融合资源,加强建设数字教育资源,全面创新协同育人机制,持续提高人才培养质量,为国家输送“品德高尚、基础厚实、专业精深、知行合一”的高素质理工复合型应用化学专业人才。

参 考 文 献

- [1] 教育部高等教育司关于开展新工科研究与实践的通知. [2023-10-19]. http://www.moe.gov.cn/s78/A08/tongzhi/201702/t20170223_297158.html
- [2] 胡波,冯辉,韩伟力,徐雷. 复旦教育论坛, 2017, 15 (2), 20.
- [3] 钟登华. 高等工程教育研究, 2017, No. 3, 1.
- [4] 张树永,丁玉强,杜凤沛,苑世领,郭今心,朱亚先,霍冀川,龚良玉,陈春霞,王芬,等. 大学化学, 2023, 38 (3), 1.

- [5] 杨屹, 陈咏梅, 许家喜, 白守礼, 刘建军, 孙艳芝, 鄢红, 陆军, 冯拥军, 王涛, 等. 大学化学, **2021**, *36* (5), 2008088.
- [6] 张树永, 朱亚先, 郑兰荪. 大学化学, **2020**, *35* (10), 2.
- [7] 张树永, 朱亚先, 霍冀川, 宋丽娟, 徐华龙, 郑兰荪. 大学化学, **2020**, *35* (10), 6.
- [8] 数字变革与教育未来——在世界数字教育大会上的主旨演讲. [2023-10-19].
http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/moe_176/202302/t20230213_1044377.html
- [9] 王玉枝, 宦双燕, 张文清, 曹秋娥, 刘晨江, 陈明丽, 吴硕, 聂瑾芳, 林翠英, 帅琴, 等. 大学化学, **2023**, *38* (10), 7.