

创新创业教育与应用化学专业课程深度融合策略初探

高佩琪¹, 郑姣², 陈立妙³, 张翼^{3,*}

¹湖南师范大学教育科学学院, 长沙 410006

²湖南师范大学医学院, 长沙 410006

³中南大学化学化工学院, 长沙 410083

摘要: 创新创业教育是我国高等教育服务国家重大战略需求的重要途径。因人才需求侧的改变, 本研究以中南大学应用化学专业为依托, 将创新创业教育这一元素有机地引入到应用化学专业的培养体系之中。然而, 创新创业教育与应用化学专业人才培养深度融合过程中出现了课程理念模糊、课程资源匮乏、课程评价单一等困境, 我们尝试从培养模式改革、跨学科实践、立体教学等方面入手, 结合我校学生在校企合作及国家、省级以及学校创新创业资助成果的案例, 探寻创新创业教育与专业课程融合之策。

关键词: 应用化学; 创新创业; 人才的需求侧改变

中图分类号: G64; O6

Exploration of the Deep Integration Strategy between Innovation and Entrepreneurship Education and Applied Chemistry Major Courses

Peiqi Gao, Jiao Zheng, LiMiao Chen, Yi Zhang *

¹ School of Education Sciences, Hunan Normal University, Changsha 41006, China.

² Medical College of Hunan Normal University, Changsha 41006, China.

³ School of Chemistry and Chemical Engineering, Central South University, Changsha 410083, China.

Abstract: Innovation and entrepreneurship education is an important approach to meet the major strategic needs of our country's higher education. In response to changes in talent demand, this study is based on the applied chemistry major at Central South University, aiming to organically incorporate the element of innovation and entrepreneurship education into the training system of the applied chemistry major. However, the deep integration of innovation and entrepreneurship education with the cultivation of applied chemistry talents faces challenges such as unclear course concepts, limited course resources, and a single course evaluation approach. In this research, we propose strategies for integrating innovation and entrepreneurship education with professional courses, focusing on reforming the training model, promoting interdisciplinary practice, and adopting a three-dimensional teaching approach. We also provide case studies of our school's students' achievements in school-enterprise cooperation and the support from national, provincial, and school-level innovation and entrepreneurship funding, aiming to explore effective solutions.

Key Words: Applied chemistry; Innovation and entrepreneurship; Changes in the demand side of talent

收稿: 2023-10-25; 录用: 2024-01-09; 网络发表: 2024-02-21

*通讯作者, Email: yzhangcsu@csu.edu.cn

基金资助: 2020-2023 湖南省普通高等学校教学改革研究项目(2020CG004); 2019-2021 湖南省自然科学基金青年基金项目(2019JJ50370); 湖南省 2022 年教研教改课题(HNJG-2022-0762)

实践教学作为高等教育的薄弱环节，一直是创新创业教育中的瓶颈^[1]。近年来，通过改革教育理念、课程设计、课程实施推动高校创新创业教育与专业教育融合的教学与实践改革已经取得了丰硕成果^[2]。然而，具体实施过程仍存在一些问题，如：创新创业教育生态系统如何构建？如何建设高质量创新创业的专职及兼职教师队伍？创新创业教育如何推动专业教学改革？创新创业教育与专业教育相结合的课程如何落实？创新创业教育如何实现专业、行业和学科三者协同治理^[3]？

从国家层面，2021年国务院办公厅发布《关于进一步支持大学生创新创业的指导意见》，明确指出纵深推进大众创业万众创新是深入实施创新驱动发展战略的重要支撑，大学生是大众创业万众创新的生力军，支持大学生创新创业具有重要意义。同时，国家鼓励“优化大学生创新创业环境”“加强大学生创新创业服务平台建设”，深化高校创新创业教育改革，建立健全创新创业教育特色课程体系，培养学生的创新创业意识和能力^[4]。故此，基于国家人才需求侧改变的背景下，高等院校需要响应时代号召，推动创新创业教育与教学科研的融合，瞄准创新创业人才培养模式的创新，提高人才培养质量，进而实现高等院校综合实力的提升^[5]。

从实践层面，本科生在实现高等创新教育、推动全社会创新与创业中发挥重要作用。作为一门实践性极强的学科，应用化学专业的教师在指导本科生从事创新创业项目时，如何通过创新创业教育的优化和改进，特别是通过课程设计让教师和学生能够将获得的优秀成果转化落地，具有重大的意义。目前，中南大学应用化学专业重视基础专业的创新创业教育，积极探索基于本校特色的示范课程，取得较好的成效。因此，本文首先剖析了当前创新创业教育课程实施困境，然后以应用化学方向的几门代表专业课程为例，以“微观”视角分析了应用化学专业课程与创新创业教育结合新图景，以期为高等学校创新创业教育相关研究提供实践指导。

1 创新创业课程中存在的问题与研究瓶颈

1.1 课程设计“空洞化”

创新创业教育需要课程作为实施载体。目前，虽然高校明确了创新创业教育的重要地位，将创新创业教育课程设置纳入必修范畴并在专业学科课程和通识教育课程中实施，然而，却实际存在着课程设计以心智培养为主，脱离具体实践的问题。传统上，受笛卡尔身心二元论“技术主义”理性规训，教学实施样态多以“效率”为主，注重心智训练，强调知识传授而忽视了实践情境。课程内容设计多为理念上的宏大叙事，而缺少对创新创业课程微观问题的梳理，导致创新创业课程内容与实践情境脱嵌^[6]。另一方面，课程实施与专业课程欠缺紧密结合。部分教师虽将创新创业课程融入专业课程，但大多缺少学理支持，则教学活动便成为无本之源，难以实现其“课程育人”教育宗旨，导致学生在学习创新创业课程时感受到“空洞感”^[7]。以中南大学应用化学学科为例，虽然多位老师和本科生在学校、湖南省以及国家级的创新创业大赛上获奖，每年均有多人次获得国家级、省级及校级创新创业项目的资助，但是由于缺少专门的本科生创新创业课程，创新创业项目的实施往往只依托本科生毕设阶段来实施，项目成果的落地概率较低，客观上造成了以论文发表为项目成果单一评价标准的尴尬处境。

1.2 课程资源“贫瘠化”

相较于工程实验实训平台，高校实践相关的技术创新与创业平台普遍落后，故在创新创业课程实施时，各大高校普遍面临“实践平台短缺”的问题^[8]。具体而言，课程资源“贫瘠化”主要凸显在课程实施资源及教师资源方面。在课程资源方面，校内教学实验室主要针对科研情境，而缺乏综合实验平台的提供，以支持学生创新创业实践开展。虽然部分高校建设了大创计划校级网络管理平台，并构建了国家、省、校、院四级课程实施管理体系，创设相关情境支持学生模拟创新创业实践^[9]，然而创新创业实践课程实施中较少“问题驱动实践”，导致部分学生缺乏自主去企业进行实践的动力，课程实践未形成体系化、规范化和科学化。此外，创新创业课程的教学体系不够完善，未提出明确的课程目标及理念来指导实践，未制定创新创业教师的科学选拔标准，未形成创新创业指导教师的

专业培养路径, 缺乏高质量教师指导会影响创新创业课程的可持续发展。现实中, 在中南大学教学实践中, 很多优秀的创新创业项目虽然得到了超乎预期的创新性成果, 但是由于其核心内容超出指导教师的主要科研领域, 最终效果不及预期。并且有些项目尽管有很好的产业化前景, 但仅靠发表论文难以通过传帮带的形式继续开发, 骨干成员毕业后, 项目往往难逃夭折的命运。

1.3. 课程实施“单一化”

目前高校的创新创业课程大多以“行为-目标”取向, 提前预设教育目标和课程目标, 以预期化、标准化、效率化的模式进行人类知识经验的传播, 却往往忽视了学生在学习过程中个体的情感体验, 导致课程实施多为对文本的机械描述, 难以发挥学生的主观能动性。虽然目前高校重视学生综合能力和知识迁移能力的运用, 鼓励将能力培养落实到人才培养方案和教学大纲中, 促进跨学科学习, 但是学生的能力培养与社会和经济发展的需要存在一定的差异, 特别是缺乏专业的创新创业教学方法和考核方式的改革。此外, 教师对于课程实施采取“忠实取向”而非“创生取向”, 缺少体验教学、项目式教学、实践教学、案例教学等, 难以培养学生的批判性和创造性思维, 激发创新创业灵感。另外, 缺乏对创新创业课程的相关管理、激励、评价与考核等具体指导方案也是阻碍高校创新创业教育快速发展的一个因素^[10]。

2 应用化学专业课程与创新创业课程融合之策

结合中南大学应用化学方向部分教师团队在创新创业教育多年的探索, 结合学生的意见建议以及自身的得与失, 针对前文所提出的困境, 我们对可能促进创新创业教育发展的一些措施进行了思考和总结, 并提出了一些可能的建议。

2.1 课程培养模式改革尝试举措

本科生选修课培养模式改革是提高本科生培养质量和实践能力的重要环节, 在深入分析国内外相关高校应化专业培养模式的基础上, 面向创新创业培养的全过程, 探索适合应用学科发展需求的理论结合实践培养模式, 为应化高年级本科生应用类课程的构建与实践提供体系与机制方面保障, 具体体现在以下几个方面:

(1) 课程设计理念的更新。

创新创业课程设计理念需要回应国家重大战略需求, 强调成果导向、实践导向、项目导向原则, 体现“以技术实践为中心”。在不同实践情境中鼓励学生身心参与、积极创生、体悟感知, 对于学生突发的有创意并有价值的创新性成果鼓励学生积极实践落地, 构成“知-悟-行”三位一体的课程培养模式。另外, 对于一些与教师科研方向存在差异的项目, 以“导师团体指导制”来提供相应的技术支持, 并鼓励学生大胆实践, 转化成果。一个典型的案例是, 我们指导的本科生团队, 在应用科学训练之生物传感器的制备实验过程中, 偶然发现一种新构建的生物传感装置在实践中产生了超过预期的电流强度, 通过与导师团队电化学专业的教师沟通、讨论, 先是理论上验证了可行性, 随后在实践中得到了一类具有类似柔性燃料电池性能的装置, 在研究团队负责人升入本校读研后, 核心研究方案在大学生创业校级项目中成功立项。这一案例成功地验证了导师团体指导在学科交叉与融合方面的重要性, 同时也增强了优秀学生留在本校继续读研的信心。事实上, 这种在已有成果基础上的创新性探索, 先后促成了多个师生共创项目的立项。

(2) 课堂教学与教师科研相结合。

课堂教学是本科生创新创业教育的关键环节。与基础必修课和专业限选课不同, 本科生创新创业教育更侧重于培养学生解决实际问题的能力。由于目前学校及学院未有针对本科阶段创新创业教育的专门课程, 我们尝试通过应用化学的选修课“传感与表面化学”“催化化学”“仪器分析”等专业选修课程来具体实施课程设计的理念。特别是在疫情期间, 制定线上或线下的课程, 结合生物传感课程的理论研究, 引导学生探究生物传感在重大公共疾病相关的科学研究领域的应用, 比如柔性生物传感器件用于日常健康检测, 智能检测设备用于病毒类疾病的早期检测, 乃至医疗器械的开

发,充分调动了学生们探讨的积极性,激发了热情并提供了创新点,为后续的创新创业项目申报拓展了方向。在疫情期间,我校学生和导师们完全自发地投入到了高灵敏病毒检测传感器的研究上,在灵敏度及选择性上达到甚至超越了商业化器件,虽然由于时间原因,在成本控制及规模化制备方面的探索未能如期完成,疫情便已经得到了控制,但是相关的经验为同学们今后从事传感器件、癌症早期诊断设备的研究,打开了新的思路并积累了实践经验。

(3) 创设校企联动实践平台。

虽然当前创新创业的教学已经逐渐从校园扩展至校外,但是校企协同存在“以学校为中心,以企业为边缘”结构性实践偏差,企业出于对人身安全、经营成本的考虑,对大学创新创业教育实践环境缺乏足够的热情,企业参观或实践多流于形式而非实质性参与,造成创新创业教育校外实践基地长期匮乏及项目成果转化不佳的困境。鉴于课堂教学量不能充分满足现有创新创业教育的需求,我们特别强调创新创业教育在实践环节中的强化。简单地说,高校要积极广泛吸纳社会资源,课程实施空间从校园走向企业、社会,与当地企事业单位、科研单位、地方政府开展多元的合作模式,提供立体的课程实施平台,形成良性的生态循环。实践中,我校的指导教师团队和长沙福来格生物科技有限公司(以下简称长沙福来格)有长期的合作,在应用化学科学训练这一平台的支持下,有多位本科生依托企业提供的熊果苷、燕窝酸、透明质酸等多糖产品,制备了多种具有治疗伤口愈合、防止伤口粘连功能的凝胶,在后续3位同学进入研究生阶段学习后,得到了长沙福来格的校企联合项目支持(2-5万),一些成果正在依托“师生共创项目”平台寻求转化。同时,还获得了湖南本土上市公司九典制药的关注和好评,后续的商业化商谈正在进行中。

2.2 对融入专业课程的策略总结与思考

我们在创新创业实践研究中发现:先进而完善的课程体系,是创新创业的重中之重,是培养“创新能力强、实践能力强”人才的关键环节。本科生创新创业的理念要尽早培养,优质的创新创业课程体系才能吸引更多学生,课程建设应是工作的重中之重。我们在长期的教学和创新创业实践环节的实践中总结出课程建设需要重点强调的四个方面。

(1) 针对性课程的设置是创新创业的前置环节。

中南大学历来有创新创业的传统,化学化工学院的七大主流学科方向都曾经在创新创业的实践领域得到体现。理科方向的无机化学方向的教师主要聚焦于催化剂制备领域,有机化学着力于精细化学品及药物的研发,分析化学的师生关注疾病早期诊断试剂及器件开发,物理化学在电化学特别是电池领域取得了较明显的进展。而应用化学专业相关的三个学科应用化学、化学工程与工艺、制药工程则为上述产品的规模化制备提供了过程和制备工艺环节的关键保障。通过应用化学科学训练平台的实践,导师团队充分认识到,任何单一的学科是无法支撑创新创业的整个环节的,所有成功的案例都是通过通识课程和专业课程的融会贯通,打破原有的专业壁垒,实现深度学科交叉融合来实现的。通过不断的思考与总结,我们认为,在创新创业课程设计开发方面扩大知识涵盖面,确保学生理解自身在周围环境中所处的角色地位;帮助学生在毕业前培训创新创业的基础知识和必要技能;促进学生透彻理解工程伦理规范、掌握研究技能是创新创业探索的必经之路。

(2) 前沿课程内容的先进性与时效性是创新创业教育的保障。

保证专业课程能够紧扣国际前沿研究,本院自2019年以来,邀请国外化工学科的知名学者50余人次来学院开展学术讲座,及时向学生介绍最新科技知识和行业发展趋势,改变以知识传授为中心的教学方式,培养独到的科学思维 and 创新能力,使学生具有更强的社会适应性。此外,专业教师根据前沿的学科资讯及动态,结合自己的研究,积极为学生创设新颖的教学内容及思维引领。

(3) 多元教学方式是创新创业环节的核心。

实践教学在传统的培养方式基础上,根据应用化学的学科特点,倡导“以学习为中心”教学理念,适度增加项目式教学、体验教学、案例教学、沉浸式数字教学等,采用Mini project、Presentation和Seminar等多样态的教学形式,以综合评价的方式,使学生对于真实的问题和概念形成一定的认知,

并促进其知识情境迁移能力的发展。大量的实证研究证明身体参与对学科教学有积极的促进作用，提示我们应创建学生多维的具身学习环境^[11]。如王辞晓等^[12]研究认为全身交互虚拟实验通过可穿戴传感设备、头戴式显示设备，以空间融合等与通过学习者较大幅度肢体运动进行虚拟实验操作模拟可以获得高具身沉浸式的大学阶段学生的学习体验。因此，针对这一情况，鼓励高校有意识地提倡学生运用虚拟实验设计来对未实施的创新创业项目进行问题分析和预测，提升学生的学习场景体验感。故此，我们鼓励创新创业教育教学主体在传统培养方式基础上，坚持理论学习与创新创业实践并重，线下与线上课程体系相结合，创设虚拟化、仿真化的虚拟空间，提供沉浸式学习环境。

2.3 对校企合作及政府资助的实践的建议

我们在实践中发现，能够得到国家、省级及学校立项的项目，以及校企合作支持的项目往往具有更好的生命力和持续性；特别是针对企业期望解决的问题，得到校企合作项目支持的项目，往往能够快速落地并产生效益，然而这样的结果往往可遇而不可求。尽管难以对此类项目进行系统性的归纳和总结，但是我们仍然试图抛砖引玉，尝试从一些个例提出可能对创新创业项目立项有促进的一些建设性意见。

(1) 构建具有自身特色的创新创业校企合作体系。

首先，完善配套制度及保障设施。应用化学的学科特色就是研究成果往往与预期存在偏差。我们在创新创业项目实施的过程中经常发现，本科阶段的学生，由于其思维尚未定型，往往存在天马行空的思路，常常能够取得比预期更好的成果，但是这些成果与教师目前承担的国家及企业项目又存在较大偏差，弃之非常可惜。为了解决此类困境，我校科研团队把技术免费交给本科学生，提前告知他们技术现有的应用难点和场景限制，学生的创业团队可在此基础上通过与原始团队的沟通交流不断实现迭代和二次开发。通过讨论技术在现实应用中遇到的问题，双方合作一起来商量对策加以改进，从而实现对创新型技术的迭代和重构。在此种模式下，知识产权还保留在原始创新团队，由创始团队申请发明专利。本科学生通过政府风险投资渠道获得技术转化时需要出的资金和产业资源，而教研团队给予的是前期的技术投入和后续的工程化支持。等待技术发展成熟后，学生的创业产品(知识产权)通过实用新型专利得到认可，当企业开始盈利，学校团队再和他们进行知识产权商务化合作模式的洽谈，解决了蛋与鸡的矛盾对立关系。

其次，扩展校企合作空间。校企合作是创新创业教学空间的作为外部性社会集成体系空间关系，以大学教学作为中心点，为中心向外以水波形衍生出各种各样的社会组织的复杂互动，利用联合微小创业企业和高新技术企业充分发挥协同创新中心、创新创业基地、科技园等已有平台孵化、转化高校相关创新创业项目，通过沉浸式项目参与、订单式项目招标等方式，鼓励大学生在众创空间内创设多维空间资源，双方厘清各自的育人目标关系，挖掘多维的空间资源，校外教师和校内教师互融共通，在教学过程中，结合各自特色，帮助学生从不同视角构建专业能力学习，实现文化素质的全面提升。

再次，注重提供相应的技术与资金支持。对于预期之外的成果，老师和学生应当走出去，结合企业的需求，在实践中实现创新技术的产业化迭代。这种方式的好处是让学生能提前适应企业的环境，了解企业的需求，为他们后续进入相关企业进行创新迭代研发或者独立创业提供早期的资金和技术支持。我院一个较为成功的例子是，本科生在学校立项的“导电气凝胶的实际制备及应用”的创新研究中，意外发现了制备的气凝胶具有很好的油水分离效果，对于一些需要消除泡沫剂以实现油水两相分离的场合，有非常好的效果。虽然这一结果与我们此前的研究任务偏离较大，但是通过与湖南福来格有限公司的合作，我们引进了企业的资金和技术，目前已经实现了小试阶段的制备。

(2) 教师应当作为“反映的实践者”，而不是项目的主导者。

教师在创新创业教育中，应当具有广阔视野，不宜过度追求本科生取得的成果与自身科研任务完全一致。对于学生在实践中所发现的一些意外现象和成果，应当本着促进经济发展和社会进步的原则，鼓励学生们自由发挥，为他们实施创新创业提供并创造条件。同时，对于短期看来失败的

创新创业成果, 要给予更多的耐心和实际支持, 不能让本科生自身来承担创新创业的风险。

(3) 整合地域特色空间, 建构立体教学视域。

鼓励建立多维一体的“立体式”空间格局。打破传统困于课堂的教学边界, 灵活构建包含课堂(教室)、活动室(实验室、图书馆、自习室等)及现场(校外实验基地、校企合作基地、企业、社区、家庭等)的三类常规性教学空间体系, 以加强学生专业知识与实践的联系。因此, 高校要积极广泛吸纳社会资源, 以当地的情境为依托, 打破传统课堂教学空间, 创设多元化的教学空间, 教学过程中形成政府治理空间、大学知识空间、企业实践空间、城乡公共空间、社区服务空间、家庭生活空间等多元创新创业教学空间格局, 课程实施空间从校园走向企业、社区、社会, 与当地企事业单位、科研单位、地方政府等开展多元的合作模式, 提供立体的课程实施平台, 形成良性的显性创新创业生态循环。

3 结语

新时代的高校创新创业实践课程改革重要且必要, 但任务非常艰巨, 困难较多。特别是对于应用化学这样实践性很强的学科, 学生经常会创生出一些出人意料的创新性成果。如何将这些不在教师研究范围内的实验结果转化为产业成果, 对于高校教师是一个巨大的挑战。我们多年来创新创业教育的经验表明, 高校应培育创新创业文化精神, 构建“知-悟-行”三位一体课程体系, 并尝试创新创业教育与应用化学学科相关重大主题相融合, 锻造出高水平的实践创新平台, 组建高水平师资队伍, 以地方高校区域特色为依托, 更新创新创业能力培养的实践教学方式。同时, 引进企业和社会的力量, 为本科生的创新创业提高保障, 解除他们的后顾之忧; 为打造高质量人才体系, 建设创新型国家做出贡献。

参 考 文 献

- [1] 华菊翠. 现代教育管理, 2017, No. 4, 92.
- [2] 陈文兴. 中国大学教学, 2022, No. 3, 17.
- [3] 朱爱萍, 韩莹, 胡效亚. 中国大学教学, 2022, No. 12, 49.
- [4] 中华人民共和国国务院公报, 2021, No. 30, 45.
- [5] 涂善东, 周玲. 高等工程教育研究, 2023, 200 (3), 8.
- [6] 滕笑丽, 蒋钰鑫, 赵得爱, 刘志兴. 创新与创业教育, 2023, 14 (2), 151.
- [7] 杜静, 马晓飞, 赵温涛. 实验室研究与探索, 2022, 41 (12), 258.
- [8] 刘继安, 高众. 中国高教研究, 2018, No. 11, 78.
- [9] 张建庭, 吴纯鑫, 王祁宁, 屠美玲, 李琰君, 贾继宁, 蔡金法, 杨阿三. 实验技术与管理, 2021, 38 (6), 16.
- [10] 韩笑, 胡奕璇, 王超. 高等工程教育研究, 2023, No. 3, 161.
- [11] Rau, M. A. *Educ. Psychol. Rev.* 2020, 32 (2), 297.
- [12] 王辞晓, 李睿玉, 张幕华. 开放教育研究, 2022, 28 (5), 94.