

新工科背景下高分子材料类人才创新创业能力培养的改革与实践

徐源廷¹, 赵伟锋¹, 木肖玉¹, 魏 强¹, 刘晓玲¹, 钱祉祺¹, 冉 蓉¹, 赵长生^{1,2,3*}

(1. 四川大学高分子科学与工程学院, 高分子材料工程国家重点实验室, 成都 610065;

2. 四川大学化学工程学院, 成都 610065; 3. 四川大学生物医学工程学院, 成都 610065)

摘要:近年来随着双一流建设的不断发展, 高校更加注重对大学生创新创业能力的培养。本文基于新工科建设和工程教育专业认证的要求, 以四川大学高分子材料与工程专业为例, 通过构建分阶段分层次的培养步骤、全面实施“一条龙、全过程”本科生导师制、打造“本研协同”的专业培养模式以及加强实践能力培养, 论述了高分子材料与工程专业学生创新创业能力的多层次培养体系和育人成效, 为培养胜任新产业发展需求的高层次工程技术人才提供思路, 具有广泛示范性与可推广价值。

关键词:新工科建设; 高分子材料; 创新创业能力; 人才培养

引言

2016年, 我国成为《华盛顿协议》的第18个正式成员, 加入了工程教育学位互认协议, 这标志着我国的高等工程教育质量受到了国际工程教育的认可, 但也对高校工科专业的人才培养提出了更高的要求。为持续推动国内的高等工程教育改革, 2017年, 教育部启动新工科建设计划, 先后形成了“复旦共识”、“天大行动”和“北京指南”, 新工科迅速成为高等教育界的热点。为助力于高等教育强国建设和探索领跑全球工程教育的中国模式, 教育部在2018年和2020年先后公布了612个和845个新工科研究与实践项目, 对探索高校工程教育的深化改革和创新发展, 培养具有创新创业意识和交叉复合能力的新工科人才提供了有力保障^[1]。

2017年, 中共中央、国务院做出关于建设世界一流大学和一流学科的重大战略决策, “双一流建设”成为中国高等教育领域继“211工程”、“985工程”之后的又一国家战略。在同年教育部公布的“双一流”名单中, “材料科学与工程”以30次成为全国高校中入选最多的一流学科, 由此可见材料类专业在当前我国高等教育中的重要地位^[2]。如四川大学在2018年公布的《世界一流大学建设实施方案》中就将“先进高分子为特色的材料科学与工程”作为学校重点建设的十二个一流学科之一。另一方面, 国务院办公厅在2015年发布了《关于深化高等学校创新创业教育改革的实施意见》, 提出了要把创新创业教育作为推进高等教育综合改革的突破口, 在五年内明显增强高校学生的创新精神、创业意识和创新创业能力, 这也是国家实施创新驱动发展战略、促进经济提质增效升级的迫切需要, 是促进高校新工科人才培养质量的重要举措^[3]。

四川大学高分子科学与工程学院经过十余年的工作探索^[4], 同时根据行业发展新趋势, 结合工程教育专业认证的新要求和适应新工科背景下的专业建设新形势, 在“以学生为中心”的教育理念引领下, 对高分子材料与工程专业从教育模式、实践训练、创新创业能力培养等多层次体系进行改革, 培养出适应国

10.14028/j.cnki.1003-3726.2022.04.012

收稿: 2020-09-05; 修回: 2021-10-29;

基金项目: 四川省教育厅2018-2020年高等教育人才培养质量和教学改革项目(JG2018-85, JG2018-41), 教育部第二批新工科研究与实践项目(E-HGZY20202025)”;

作者简介: 徐源廷, 博士, 讲师, E-mail: xuyt@scu.edu.cn;

* 通讯联系人: 赵长生, 教授, 博士生导师, 主要研究方向主要从事生物医用高分子材料的研究, 担任《高分子材料发展与未来》、《材料科学与工程基础(双语)》等本科生教学。E-mail: zhaochsh70@scu.edu.cn.

家创新发展要求,具有“厚基础、宽专业、高素质、强能力”特征的材料类尤其是高分子材料类的高层次工程技术人才,对提升新工科背景下新经济和新业态发展需要的人才培养质量具有很好的推广价值,对促进国家科技进步和经济发展具有重要的意义。

1 多层次人才培养体系的构建

1.1 分阶段分层次的培养模式

大学生在不同阶段所处的学习环境和所接触到的知识内容都有所不同,根据阶段性特征采取分层次的培养教育模式是辅导学生成长成才的有效途径之一^[5]。针对高分子材料专业的特点,可主要分为兴趣培养、技能训练和创新实践三个阶段和层次。具体来说:(1)大一、大二阶段进行兴趣培养。大一入学期间开展专业教育,引导新生从入学开始就了解专业和树立信心;开设新生研讨课,普及本专业的学科知识前沿,介绍各类高分子材料的性能特点和在诸多领域的广阔应用前景,激发学生对于专业知识深入学习的兴趣;开设知名专家讲座,邀请高分子学科的院士、杰青、企业家等来校举办“走进高分子”系列报告会,让学生感受学科魅力和发展潜力;在大一学期或大二上学期开展“实验室 OPEN DAY”活动,将本学科包括高分子材料工程国家重点实验室、材料科学与工程国家级实验教学示范中心、各课题组科研平台等实验室全部开放,组织所有学生分组逐一参观,现场配有老师、研究生负责讲解和交流,通过实地参观感受,培养学生对专业的热爱和对科研创新的兴趣;(2)大二、大三阶段进行技能训练。大二学生主要在导师和研究生指导下组成团队申请大学生创新创业训练计划项目,开展基础实验,熟悉实验仪器,掌握实验方法等,到了大三阶段逐渐独立查阅文献资料、设计实验方案、开展项目研究,培养科学研究能力;(3)大三、大四阶段在完成大学生创新创业训练计划等项目的基础上,进一步开展创新创业实践活动,如参加“互联网+”、“挑战杯”、“高分子材料双创”等学科竞赛,培养学生的创业实践能力;(4)常态化的进一步建设,学院通过各种制度和措施,保证教师和学生的积极性。加强考核,学生必须要达到一定的参与时间和取得一定的实验结果才可以申请创新教育学分,如 25 学时认定 1 个学分,以保证创新创业教育的培养实效。

1.2 “一条龙、全过程”的本科生导师制

导师制是源自于英国牛津大学的一种核心教学模式,也是其卓越本科教学质量的根本保障^[6]。目前大部分高校的本科生培养侧重于课堂理论知识讲授,而忽略了创新实践能力的训练,这时本科生导师制就能起到很好的补充作用。本科生在完成课程理论知识学习的基础上,在导师的指导下对科研项目从参与学习到独立开展,逐步学会善于思考、解决问题,锻炼其创新思维和实践能力。

本专业全面实施“一条龙、全过程”的本科生导师制,“一条龙”指的是导师对学生的专业学习实行连续性指导,包括学生选课、大创项目的申报及开展、创业实践训练、毕业论文乃至深造读研读博等实行“一条龙”式的指导。“全过程”指的是导师对学生大学期间整个培养过程中除了专业学习之外,还包括对学生的生活、心理、职业规划等多个方面的指导。为保证导师制的高效实施,学院专门制定了《四川大学高分子科学与工程学院导师制实施办法》,规定了每位导师指导本科生的最多数量以及每个月都要和本科生面对面交流的具体要求,同时也予以工作量的奖励,提高教师积极性,以确保导师对本科生的培养效果。本科生导师制的良好实施,不仅有助于提高学校的教学质量和学生的实践能力,也有利于导师在后续研究生指导阶段的生源质量和培养效果。

1.3 “本研协同”的专业培养模式

统筹好本科生教育与研究生教育的关系,是建设世界一流大学的重要课题,是促进教学与科研相互融合的良好基础。在美国卡内基高等教育机构分类中就有一项专门的指标——本科生教育和研究生教育的“共存度”,该数据库结果表明共存度高低对大学学科专业建设具有显著的正向效应,世界一流大学普遍拥有更高的共存度,博士型大学的共存度最高^[7],因此,营造“本研协同”的专业培养模式是推进一流本科专业建设的有效途径。本专业在本科生导师制的基本上,探索“本研协同”的贯通式培养模式。在本

科生期间由研究生带领开展科学研究到独立查阅文献资料、设计实验方案、实施课题进展,撰写项目总结乃至学术论文。而这种参与了很多科研训练的本科生到了研究生阶段往往容易取得更好的科研进展。例如,本文作者指导的两名2017届本科生大三时就分别在 *Journal of Colloid and Interface Science*、*RSC Advance* 国际期刊上发表第一作者的SCI论文,在硕士研究生阶段更是继续深耕于各自的研究领域中,取得很好的研究成果,在 *Nature Biomedical Engineering*、*Advanced Functional Materials*、*Journal of Materials Chemistry A*、*ACS Applied Materials & Interfaces*、*Biomacromolecules* 等高水平学术期刊上陆续以第一作者发表了多篇学术论文。

与此同时,要建立“本研协同”的招生选拔机制,根据教育资源的占比与配置情况,调整本科生与研究生的招生规模,如本专业目前本科生:硕士生:博士生的在校人数比例大约为5:3:1,保持了三者之间的适度平衡,这也有助于构建资源共享的本研协同育人平台。人才选拔对于“双一流”建设的人才培养也至关重要,不能局限于“唯分数论”,例如在推免研究生的选拔中,除了学业分数外,对于科研创新潜质和专业能力倾向也要通过专家考察、创新创业训练计划项目进展汇报、科研成果等多种方式进行综合评估,构建起“本研一体”的创新人才选拔与培养机制。打造“本研协同”的课程教育新模式,开设专门针对低年级本科生的新生研讨课,介绍学科专业的研究前沿,鼓励学生参与学科前沿的课堂讨论,培养学生的研究思维和学术兴趣。对于高年级本科生建立基于研究式的课程教学模式,设置不同研究方向(如高分子材料、高分子加工、生物医用高分子、复合材料)的选修课模块,将研究方法、科研要素等融入本科生课程,驱动本科生教学与研究生科研有机结合、协同育人,促进本科生探究精神和创新意识的培养^[8]。

1.4 创新创业实践能力的培养

随着“大众创业、万众创新”双创驱动理念的不断深入,创新创业教育逐渐成为近年来高校的一项重要教学改革方向,而其根本目的和最大价值都在于实践应用,因此打造创新创业实践平台,培养学生的创新创业实践能力,对于深化高校创新创业教育改革,促进社会经济的进步具有重要的实用价值^[9]。本专业为深化双创教育体系改革,除开设《高分子创新创业基础》《工程实践讲座》等理论课程之外,还特别注重对于双创实践能力的培养。鼓励以科研技术创新带动应用实践创新,在学院内部举办高分子材料创新创业大赛,学生组建成学科交叉团队,对大学生创新创业训练计划的项目成果进行孵化,并进一步参与“互联网+”、“挑战杯”、中国大学生高分子材料创新创业大赛等高水平学科竞赛,以赛促学、以赛促创,营造共同进步的创新创业竞赛氛围。创新创业教育的产教研结合既能契合新工科的建设要求,又能更好地培养学生的交叉复合能力。

2019年11月,四川大学还承办了由教育部高等学校材料类专业指导委员会、国家级实验教学示范中心联席会材料/纺织服装学科组主办的第一届“全国高分子材料创新创业大赛”,吸引了来自全国94所高校的327支团队报名参赛。另外,新工科教育模式对教师和学生的工程实践能力和创新创业素质都提出了更高的要求。因此,加强对创新创业实践基地的建设,对于弥补高校实践教育环节的不足,培养创新创业实践人才具有重要的促进作用^[10]。本专业充分发挥学科优势,将双创实践基地与企业实习基地对接,深化产学研合作机制,如与中国石油天然气股份有限公司兰州石化分公司等多家企业建立了国家级工程实践教育中心。同时作为教育部首批卓越工程师教育培养计划试点专业,本专业在多年实践培养的基础上,围绕工程教育的新理念和人才培养的新模式,制定和完善了卓越工程师培养方案,目前已经与金发科技、欧赛医疗等多家企业建立实践基地,每年选送本科生到企业参加卓越工程师实习,聘任专门的企业导师指导学生的实践能力培养。还与企业签订了青年教师工程实践能力培养协议,每年定期选派青年教师到企业锻炼和学习,解决校内青年教师科学研究能力强,工程实践能力弱的问题,也为新工科建设背景下,满足新产业为胜任行业发展需求培养应用型和技术型人才提供了坚实的保障。

2 工作开展成效

通过采取以上措施,本专业建立了一套多层次的创新创业能力培养体系。本科生参与大学生创新创

业训练计划项目的人数和立项数逐年增加,近三年分别有 268、331 和 361 人次参与,有 67、95 和 109 项被立项为国家级、省级、校级等项目;全面落实了“一条龙、全过程”的本科生导师制,给每一名本科生配备导师进行个体化指导,在导师的指导下,学生参与科研项目的热情和兴趣不断提升,顺利完成大学生创新创业训练计划并取得越多越多的科研成果,近三年本科生共发表 110 余篇高水平学术论文和 6 项发明专利;构建了“本研协同”的专业培养模式,驱动本科生教学与研究生科研有机结合、协同育人,促进本科生探究精神和创新意识的培养,专业深造率也不断提升,约有 60% 的本科生会在国内外继续深造;加强了创新创业实践能力的培养,本专业成为了全国首个通过工程教育专业认证的高分子类专业和首批国家级一流本科专业建设点,同时近年来本科生的创新创业能力不断增强,在多项学科竞赛中取得突出成绩,获得包括第三届中国“互联网+”大学生创新创业大赛全国金奖等多项国家级、省部级以上的荣誉(见表 1)。

表 1 本专业学生近年来参与创新创业学科竞赛获奖情况(部分)

Table 1 Awards of students in our major participating in innovation and entrepreneurship competitions in recent years (part)		
比赛名称	项目名称	获奖等级
第三届中国“互联网+”大学生创新创业大赛	Niceky 自抗凝性高通量血液透析器	全国金奖
第四届“互联网+”学生创新创业大赛	Genechain-基于区块链的基因数据解决方案	四川省金奖
第六届中国高分子材料创新创业大赛	Colaney 血液净化领航者	全国特等奖
	三明治结构的高安全性锂电池隔膜	全国特等奖
第七届中国高分子材料创新创业大赛	Cur-drop 智能长效抗菌新型创伤敷料	全国二等奖
	隔离双网络结构聚合物基导热复合材料的研发	全国二等奖
第十五届“挑战杯”四川省大学生课外学术科技作品竞赛	高效润滑油添加剂的制备:氟化石墨烯特异性摩擦学行为的研究	四川省一等奖
	安染无忧——引领染发行业消费升级	全国一等奖
全国第一届高分子材料创新创业大赛	一种高电磁屏蔽效能生物质碳气凝胶的制备与研究	全国二等奖
	Co-CIT—实现肿瘤联合治疗的智能聚合物纳米药物载体	全国三等奖
第二届四川省大学生材料设计大赛	Nano-purity 水净化大师	四川省一等奖

3 结语

在新工科建设背景下,深化创新创业教育改革,提高创新人才培养质量,对于推动我国高等工程教育的发展,促进学生的创新思维、工程思维、跨学科交叉融合能力,乃至抓住本行业技术创新和产业发展的新机遇具有重要的意义。本专业根据高分子学科的发展趋势,立足于国内高分子专业本科教育的要求,针对大学生创新创业能力培养的需要,以学校“先进高分子为特色的材料科学与工程”一流学科建设为契机,依托于高分子材料工程国家重点实验室、材料科学与工程国家级实验教学示范中心等平台,探索了具有广泛示范性与可推广价值的高分子材料创新创业人才培养体系,取得了一定的育人实效。在未来进一步的工作中,可更加鼓励跨专业融合,比如将高分子材料与生物医学、临床医学、电子信息等学科相互渗透融合,构建“材料+”的交叉人才培养模式,培养复合创新人才。

参考文献:

[1] 教育部办公厅关于公布首批“新工科”研究与实践项目的通知,教高厅函〔2018〕17 号。
[2] 教育部财政部国家发展改革委关于公布世界一流大学和一流学科建设高校及建设学科名单的通知,教研函〔2017〕2 号。

- [3] 国务院办公厅关于深高等学校创新创业教育改革的实施意见, 国办发〔2015〕36号.
- [4] 常建勋, 赵长生. 高等教育发展研究, 2010, 3: 30~32.
- [5] 刘炎, 王侃. 中国大学教学, 2018, 8: 38~40.
- [6] 李国仓. 中国高教研究, 2013, 8: 55~59.
- [7] 施悦琪, 钱蕾, 张红霞. 江苏高教, 2019, 8: 119~124.
- [8] 许祥云, 张茜. 中国高教研究, 2020, 7: 40~46.
- [9] 谢和平. 中国高教研究, 2017, 3: 1~11.
- [10] 陈红春, 龙治坚, 胡尚连, 任鹏. 实验技术与管理, 2019, 4: 242~244.

Reform and Practice of Cultivating Innovation and Entrepreneurial Ability for Polymer Material Students under the Background of Emerging Engineering Education

XU Yuan-ting¹, ZHAO Wei-feng¹, MU Xiao-yu¹, WEI Qiang¹, LIU Xiao-ling¹,
QIAN Zhi-qi¹, RAN Rong¹, ZHAO Chang-sheng^{1,2,3*}

(1. College of Polymer Science and Engineering, State Key Laboratory of Polymer Materials and Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China; 2. College of Chemical Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China; 3. College of Biomedical Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

Abstract: In recent years, with the continuous development of double top construction, higher education pays more attention to the cultivation of college students' ability of innovation and entrepreneurship. Based on the background and requirement of the emerging engineering education construction and engineering education certification standards, this article takes the major of polymer materials and engineering in Sichuan university as an example to discuss the multi-level cultivation for students' innovative ability and educational effectiveness by building the hierarchical culture steps in stages, fully implementing the "one-stop, the whole process" of tutorial system, creating the "coordination of undergraduate education and graduate education" of professional training model, and strengthen the practice ability. It provides ideas for training high-level engineering talents who are qualified for the development of new industries, showing a extensive demonstration and popularization value.

Key words: Emerging engineering education construction; Polymer materials; Innovation and entrepreneurship ability; Talent cultivation