

复合材料与工程专业工程实践能力培养体系的构建与思考

韩克清,金俊弘*

(东华大学材料科学与工程学院,上海 201620)

摘要:工程实践能力的培养是高等工程教育的核心内容,是促进传统工科专业向新工科专业转化的必要条件。工程实践能力培养体系作为复合材料与工程专业培养方案中的重要组成部分,对人才培养质量具有举足轻重的作用。经过多年来的不断实践与思考,我们逐步建立了包含循序渐进式专业实验能力培养、实践能力培养及强化的工程实践能力培养体系。实践结果表明,该培养体系对于提高学生的工程能力、创新思维及创新能力产生了积极的促进作用,教学效果显著。

关键词:复合材料与工程;卓越工程师计划;工程实践能力;实践教学

我国于2010年6月启动的“卓越工程师教育培养计划”、从2016年开始的中国高等工程教育峰会、以及2017年2月以来教育部积极推进的新工科建设项目等,都对我国高等工程教育的现状和未来予以高度的关注。而据教育部高等教育教学评估中心公布的《中国工程教育质量报告》显示,我国普通高校工科专业招生数、在校生数、毕业生数居世界首位,并远远高于其他国家,是名副其实的工程教育第一大国。同时,新工业革命带来的时代新机遇、国家和地区的新需求,都对复合材料与工程等工程教育类专业的发展提出了新的挑战,对人才知识体系、专业结构、传统教学模式、专业教学方法与手段等提出了新的要求,因此促进传统工科专业向新工科专业的转化势在必行。

东华大学复合材料与工程专业依托材料学院的学科优势,以高性能纤维及其增强树脂基复合材料为特色,着力培养具有较强的社会责任感、良好的心理素质和道德修养,具备法律、环境与可持续性发展意识,具有扎实的复合材料理论基础、工程实践能力以及创新意识,能够在复合材料工程相关领域从事科学研究、产品生产、工艺与产品设计、工程设计、生产技术管理等方面的工作,且德才兼备的高层次应用型创新人才。因此,复合材料与工程专业培养方案中工程实践能力培养体系的构建,对于学生的工程能力、创新思维及创新能力的培养具有重要的作用。

作为我国高等教育中重要的一环,工程教育的方向和人才培养是不可回避的大问题,而如何落实一直困扰着广大的工程教育者。东华大学复合材料与工程专业作为典型的工科专业,如何升级改造?如何创新工程教育理念?如何实现工程教育创新?一系列问题摆在眼前。经过多年来的不断实践与思考,东华大学复合材料与工程专业建立了一套系统的、具有特色的工程实践能力培养体系。

1 专业实验能力培养体系的构建

1.1 循序渐进式培养专业实验能力

专业实验能力的培养,不仅可以培养学生分析问题、解决问题的能力,而且还可以培养专业创新能力^[1]。专业实验能力作为工程实践能力培养体系中最基础的部分,东华大学复合材料与工程专业首先在实验教学中构建了循序渐进式的三级实验课程体系,包括“材料科学实验”、“复合材料物理化学实验”以及“复合材料综合实验”,实现本专业学生从大类基础到专业基础再到专业技能提升的专业实验能力培养。其中,“材料科学实验”以一级学科为背景,为学生全面了解材料学科的基本知识,培养学生宽专业基础及通用基本技能而设立,开设的实验内容包括材料的热分析、材料的拉伸强度测试、材料的密度测

试、材料的光学性能测试、材料的介电常数测试、材料的微观形态分析等 10 个实验,着重要求学生掌握材料大类共性的性能测试方法,并了解先进的测试手段^[2]。

由于东华大学复合材料与工程专业以高性能纤维及其增强树脂基复合材料为特色,因此“复合材料物理化学实验”不仅涵盖了经典的高分子物理化学实验,如苯乙烯悬浮聚合、缩聚反应制备聚己二酸己二胺、稀溶液粘度法测定聚合物的粘均分子量、毛细管流变仪测定高聚物熔体的流动特性,还包括了复合材料与工程专业的基础实验,如碳纤维单丝强度测定、DSC 测定环氧树脂固化动力学、树脂浇注体的制备及其巴氏硬度测定、复合材料冲击性能测定、复合材料弯曲强度和层间剪切强度测定、复合材料热变形温度测定等。通过复合材料物理化学实验,将原材料检测、基础的工艺实验、复合材料的性能测定等串联起来,并以具有专业特点的测试表征技能为重点,强化专业知识的理解和运用,培养学生应用专业技术理论解决实际问题的能力,也为后续复合材料综合实验及其他专业实践活动的开展打下基础^[3]。

“复合材料综合实验”教学内容涉及面宽,具有一定的系统性和完整性,从 PAN 基碳纤维的制备、碳纤维表面电化学氧化处理到纤维增强复合材料制品成型实验,包括传统的热固性复合材料的拉挤成型、缠绕成型,以及长玻纤增强聚丙烯热塑性复合材料的制备,实验内容涉及材料配方设计、成型工艺设计、材料的结构性能表征与分析。更为重要的是,“复合材料综合实验”教学内容的设计充分发挥了学科优势,将重大科研成果凝练后引入综合实验教学,并将国家、省部级科研基地的仪器和设备纳入教学平台,探索教学科研深度融合的工程人才培养模式。比如,复合材料缠绕成型实验中引入了 863 项目“国产碳纤维快速热压成型关键技术研究”中的部分研究成果—碳纤维复合材料传动轴的设计、制备方法及结构性能测试技术;把获得国家科技进步一等奖的“千吨级干喷湿纺高强/中模碳纤维产业化关键技术及应用”中的核心内容之一“PAN 原丝的预氧化工艺”作为实验内容,让学生“零距离”接触产业发展的最前沿技术,并由主要获得者亲自授课指导,将学生创新意识的培养融入到实验教学中,充分体现了复合材料综合实验的先进性。

1.2 设立融理论与实验教学为一体的专业课程

除了以上三级实验课程体系之外,我们还与东华大学民用航空复合材料协同创新中心联合开设了理论与实践并重的指定选修课程—“高性能树脂基体”与“航空航天复合材料及实践”,进行小班化授课。学生在学习专业基础知识的过程中,对于重点章节开设课内实验进行专题案例教学,加强对相关内容的理解与把握。其中“航空航天复合材料及实践”课程,在系统学习掌握航空航天领域先进复合材料用基体、增强体及界面相关知识,重要的成型方法、原理及设备的基础上,为了进一步加强学生对先进复合材料制品成型的感官认识,开设了热压罐成型及真空辅助成型(VARI)实验。同时,在学科基础必修课“复合材料制品成型工艺及设备”的教学过程中,针对手糊成型工艺,由学生用简单的泥土、稻草自由设计、制作头盔。通过动手实践,使学生对成型工艺过程具有更直观的认识,对成型原理、成型设备、成型过程中的关键技术等有了更深层次的把握。这类专业课程将专业基础知识的学习、实践能力与创新能力的培养紧密结合,受到了广大同学的欢迎,教学效果也得到了充分的肯定。

2 校企协同,着力培养工程实践能力

为了有效推动“卓越工程师教育培养计划”的实施,提升复合材料与工程专业本科生的工程实践能力和职业素养,我们在复合材料与工程专业传统实践能力教育教学的基础上,进一步加强工程实践能力的培养力度,从教学计划、课程设置、师资配备、教学手段等方面进行系统科学的规划设计,并积极探索校企协同育人的新模式。

校企合作是现代工程教育发展的基本特征,是工程教育类专业发展及实现培养目标的有效途径,行业企业因此便成为学生接触社会、了解企业的重要阵地。为了让学生接触更多具有代表性的行业企业,我们鼓励并吸引了复合材料领域以及材料领域的知名企业,比如中国石化上海石油化工股份有限公司、

上海锦湖日丽塑料有限公司、上海艾郎风电科技发展有限公司、上海晋飞碳纤科技股份有限公司等,参与复合材料与工程专业工程实践能力的培养,并在多家行业龙头企业建立了“工程实践教育中心”,成为学生实践能力培养的主战场。具体措施有:(1)建立企业导师队伍,参与专业培养方案的修订,参与工程实践能力培养体系的建设,为本专业工程人才的培养提供建议;(2)企业导师参与学生的理论授课、生产现场的讲解与指导、实习阶段的考核评价、职业生涯规划的指导等,以他们丰富的职业生涯经验为复合材料与工程专业本科生人生目标的确定及职业发展方向提供有利的帮助;(3)加强校企互动,根据企业对学生工程实践能力培养的需求,有针对性地调整实践教学内容,提高学生的就业竞争力;(4)选派中青年教师深入企业及实践教育基地进行锻炼,丰富教师的工程实践经历,为工程实践教学提供优质师资力量。

认识实习和生产实习是校企协同培养学生工程实践能力的两个重要阶段。认识实习涵盖的企业面较宽,从无机非金属材料、高分子材料到复合材料,通过对企业的参观学习,实现对材料行业的初步认识与了解,也为后续相关专业教学活动的开展打下基础。生产实习安排在具备了初步的复合材料专业基础知识之后进行,将学生分组派遣到复合材料与工程领域的生产企业进行为期3周的实习,开启全方位接触行业企业生产第一线的教育教学模式。在3周的实习过程中,有企业导师的专业指导、有每日的学习汇报与交流、有带队老师的协助指导,学生除了了解所在实习企业的企业文化、生产流程及关键设备、主要产品及应用之外,还在企业导师的指导下自己动手完成复合材料制品的设计、成型实践操作,进一步夯实专业基础,提高综合应用专业知识与技能的能力与素质。而且,作为专业实验课程与设计性实践课程相衔接的重要环节,生产实习过程中专业实践技能的提升也为后续设计性实践课程的开展提供了技术支撑。

通过认识实习、生产实习这种递进式的生产实践活动,以及校企联合对复合材料与工程专业本科生工程实践能力的协同培养,从而实现校企之间人才培养的无缝对接。

3 设计性实践课程,进一步强化学生实践能力

以提高学生的学习兴趣及创新意识为导向,我们将工程设计与生产实践相融合,进一步升级对复合材料与工程专业学生工程实践能力的培养。通过这个阶段的培养,让学生能够掌握复合材料制品开发的全周期、全流程的基本设计方法和工艺技术,了解影响设计目标和技术方案的各种影响因素,并在此过程中体验探究的快乐和收获的喜悦。目前,我们为学生提供了三个设计主题分别为碳纤维增强羽毛球拍、桥梁及钓鱼竿进行分组设计制作。从复合材料制品的结构设计、原材料的选取、成型工艺设计,到制品成型与结构性能检测,全程由学生自己设计并制定实验方案,自己动手完成制品的成型,并提交设计报告、实验报告,进行口头答辩。经过两年的探索实践,教学效果显著,学生对此具有极大的热情和兴趣,更重要的是培养了学生在实践中大胆创新的意识和能力。

4 结语

工程实践能力的培养是高等工程教育的重要组成部分,也是促进传统工科专业向新工科专业转化的必要条件。我们通过构建包括专业实验能力、工程实践能力等不同层次的工程实践能力培养体系,不仅有效提高了学生对本专业的学习兴趣,学生的动手实践与创新能力、创新意识也因此得到显著提高。因此,加强高等工程教育中工程实践能力的培养对提升人才培养质量、为社会提供工程应用型专门人才,进而推动新工科人才培养模式的进步具有重要的实践意义。

参考文献:

- [1] 王文一,张兴祥,赵义平. 教育教学论坛, 2013, 9:57~59.
- [2] 吴文华,沈新元,杨庆,戴蓉. 实验技术与管理, 2011, 28(6):276~278.
- [3] 周权,倪礼忠,宋宁. 化工高等教育, 2014, 1:31~33.

Establishment and Thoughts on the Training System of Engineering Capabilities for Composite Materials and Engineering Major

HAN Ke-qing, JIN Jun-hong*

(College of Materials Science and Engineering, Donghua University, Shanghai 201620, China)

Abstract: The training of the engineering capabilities is the core of higher engineering education, which is the requirement of transformation of traditional engineering major to new one. The training system of engineering capabilities, as an essential component part of cultivation plan for composites materials and engineering major, plays an important role in the talent training quality. After the several years' practice and research, an training system including the step-by-step training of experimental capabilities, training and strengthening of engineering practice ability was established, which had beneficial effects on the improvement of engineering capabilities, innovative thinking and innovative capabilities of students and therefore made a favorable implementation effect.

Key words: Composite materials and engineering; Excellent engineer education and training programs; Engineering capabilities; Practice teaching