

# 高分子材料与工程专业生产实习环节的教学改革与实践

蒋 珊\*, 张洪文, 杨 燕, 汪国余

(常州大学 材料科学与工程学院, 常州 213164)

**摘要:** 本文结合高分子材料与工程专业教学实践, 分析了生产实习教学实际情况及存在的问题, 对生产实习课程进行改革, 提出了校外实习与校内实习协同进行的新生产实习模式, 重点建设校内生产实习内容体系, 切实解决校外实习内容更新慢, 缺乏前沿成型技术这一问题。校内实习基地的建设结合了制度保障体系、教师队伍和信息化平台建设等进行了深入实践, 学生参与生产实习的热情提高明显, 各项创新创业大赛、考研和就业情况表明, 本专业学生具有较好的工程实践和创新能力, 改革实施效果明显。

**关键词:** 高分子材料与工程; 生产实习; 校内实习基地

高分子材料与工程专业面向社会培养高分子材料制备与成型加工应用的专门人才, 是一门实践性较强的专业, 对学生实际动手能力和解决复杂工程问题的能力要求较高<sup>[1,2]</sup>。实践教学环节担负着巩固课堂理论知识, 培训实验研究技能, 增强运用科学方法解决实际问题 and 研究开发新材料能力这一教学任务, 是学生开拓精神和创新能力获得的有效途径<sup>[3]</sup>。实践教学在专业培养方案和教学计划中占据重要地位。一直以来, 如何提高实践教学环节教学质量都是高分子材料与工程专业发展的研究重点。

常州大学高分子材料与工程专业创办于 1982 年, 专业将塑料加工、塑料成型机械、成型模具、高分子化工、高分子材料以及橡胶加工等专业知识有机融合, 形成以高分子材料成型加工为特色的高分子材料与工程专业, 为我国高分子材料加工行业, 特别是长三角地区输送了大批技术骨干和具有自主创新创业能力的领军人才。专业建设坚持立足行业, 坚持差别化发展战略, 形成的专业特色在省属同类高校中独树一帜。目前, 我校高分子材料与工程专业的实践课程群依托国家级实验教学示范中心等高水平实践平台, 开设高分子化学实验、高分子物理实验、专业实验、课程设计(模具设计)、认识实习、生产实习、毕业实习、毕业设计(论文)等实践教学课程, 彰显重实践、重应用的特点。其中, 生产实习是教学与生产实际相结合的重要实践性环节, 学生到相关企业参与生产环节中, 通过现场学习与讨论, 了解专业就业领域, 拓展专业知识, 提高学生解决问题的工程实践能力<sup>[4]</sup>。长久以来, 本专业已与周边多家相关企业签署校外实习基地协议, 为本专业学生提供校外实习保障; 另外, 聘请了企业的多位工程师作为校外指导教师, 在生产实习过程中, 由校内老师带队, 结合校外指导教师现场讲解, 有效建立理论与实践联系, 提高学生工程实践和创新能力。

尽管在多年积累下, 校外实习基地数量上已经有了保障, 但随着高分子材料相关的企业自动化程度日益提高, 想要安排学生在企业里进行较为深入的生产实习越来越困难, 实习以参观为主, 实习效率不佳。目前已有一些高校的化工类和材料类专业成立了校内实习基地, 作为校外生产实习基地的有力补充, 已取得了较好成效<sup>[5~7]</sup>。高分子材料与工程专业校内实习基地的建设未见报道, 其主要原因在于高分子材料成型加工设备种类较多, 占地面积较大, 因此规模化建设存在困难。在新的形势下, 探索适合高分子材料与工程专业的新的实习模式, 建设适合本专业学生的校内实习基地迫在眉睫。

10.14028/j.cnki.1003-3726.2020.02.008

收稿: 2019-01-08; 修回: 2019-09-29;

**基金项目:** 本文是江苏省高等教育教学改革研究课题《基于创新创业人才培养的品牌专业建设新路径探索》(2017JSJG133), 江苏省教育科学“十二五”规划课题《地方本科院校应用型人才培养模式的改革与实践》(D/2015/01/37) 研究部分成果;

\* 通讯联系人: 蒋珊(1982-), 女, 江苏江阴, 博士, 副教授, 常州大学材料科学与工程实验中心主任, 主要从事功能高分子材料的设计与制备工作。Tel: 13775040322, E-mail: jiangshan@cczu.edu.cn.

# 1 高分子材料与工程专业生产实习中存在的问题

我校高分子材料与工程专业是江苏省高校中开设的第一个高分子材料加工类专业,是“国家级特色专业”、“江苏省品牌专业”和“教育部综合改革项目试点专业”,并于 2016 年通过了中国工程教育专业认证现场考察。多年的建设中形成了本专业“培养掌握扎实的高分子材料与工程专业知识,适应行业与区域经济发展,具有责任关怀素养、社会责任意识和一定国际化视野的工程应用型人才”的培养目标,通过生产实习使学生对聚合物成型设备结构、工艺过程参数、生产管理及主要原材料和产品质量等有所了解,能更深入消化专业课上学习的内容。实习内容包括典型聚合物成型、生产等。通过高分子材料与工程专业生产实习使学生对将来就业领域、工作内容等形成认识。

从目前生产实习环节的实践形式和教学效果来看,主要存在以下几个问题:

## 1.1 生产实习内容更新不及时,企业开放程度不够

生产实习基地首先必须能保证学生实习的安全性,且生产工艺与高分子材料与工程专业高度相关,大多数企业对于接纳学生实习的热情不高。高分子材料与工程专业积极开展实习基地的建设工作,通过走访校友、产学研合作等方式,建设和发展了一批本地大中型企业作为稳定的校外生产实习基地和大学生实践基地。目前,校外生产实习基地有 6 个,全部签订了长期合作协议,生产工艺过程覆盖面广、工艺过程完整,安全管理规范,不仅可以满足学生生产实习的需要,同时对学生的就业起到了很好的支撑作用。

生产实习前,根据实习大纲要求及实习单位情况拟定具体实习方案,填写《实习计划书》,实习内容涵盖实习大纲的教学要求,明确与理论教学密切结合的实践教学目的和内容。目前的生产实习内容涵盖了高分子材料的合成工艺和主要成型加工技术,合成工艺包括聚对苯二甲酸乙二酯(PET)的聚合工艺和不饱和聚酯树脂的生产工艺,成型加工包括注射成型技术、流延拉伸技术、管材挤出技术及电线电缆成型技术。

表 1 与本专业有固定合作的学生实习基地  
Table 1 Long-term off-campus bases for interning and training

| 单位名称         | 单位规模                                                                           | 实习目标                                   |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 华润聚酯(常州)有限公司 | 注册资本 31000 万人民币,年产量 27 万吨。                                                     | 掌握制备 PET 所需主要原料种类及性能指标、掌握聚合工艺流程        |
| 常州胜威注射成型有限公司 | 注册资本人民币 2500 万元,拥有员工 200 余人。                                                   | 掌握注射成型工艺过程及影响因素                        |
| 天马集团常州建材二五三厂 | 截至 2012 年底,集团公司资产总额近 8 亿元,员工总数 850 名。                                          | 掌握不饱和聚酯生产中分子量控制途径,了解手糊玻璃钢制品成型工艺和缠绕成型工艺 |
| 百佳薄膜科技有限公司   | 公司成立于 2006 年,注册资金 14000 万元人民币。                                                 | 掌握挤出流延薄膜成型工艺及其影响因素,掌握成品结构、性能与成型工艺参数的关系 |
| 常州云兔塑料制品有限公司 | 年产各类管材管件 5000 余吨。公司占地面积 2 万平方米,固定资产 800 万元。                                    | 了解 PVC 硬质管材和管件制备工艺                     |
| 常州市昌盛线缆有限公司  | 公司占地面积约 4.5 万 m <sup>2</sup> ,其中建筑面积约 2.3 万 m <sup>2</sup> 。公司目前拥有固定产 3000 万元。 | 了解电线电缆成型工艺                             |

由于生产实习模式单一,生产实习基地相对固定,其生产设备和工艺也更新较慢,导致生产实习内容更新不及时。另一方面,企业需要生产经营获取经济利益,大批量的学生进入生产现场或多或少对生产活动造成干扰,故不愿意学生在车间停留较长时间,使实习内容流于表面,难以深入。一些高端精密生产

场所和核心工艺环节更是不愿对学生开放,只能在外面稍加参观,学生能动手实践的机会更是少之又少,在生产实习环节中实践能力的提升也达不到预期效果<sup>[8]</sup>。

### 1.2 带队教师缺乏生产实践经验,对企业实习项目了解不够深入,难以有效指导

为了保障生产实习的有序开展,每个基地均配备稳定的实习指导教师,这些企业工程师作为专业校外兼职教师参与实习指导与考核。在生产实习过程中,由本专业教师带队,结合企业工程师现场讲解的方式具体实施。虽然企业工程师都比较认真尽责,但是这些企业工程师还承担着企业的生产任务,很难全程陪同;而专业教师虽然都是博士,但是大多数教师都是从学校毕业后直接任教,只能从与企业的产学研合作项目中接触到生产,对于实际的产品合成工艺、成型工艺经历非常少,自身的专业实践技能不足,对于企业相关工艺的具体细节也不够熟悉,无法有效的配合企业工程师对学生进行解说或解答。

### 1.3 生产实习的安全得不到有效保障

对于不同的生产实习基地来说,由于工艺和设备各不相同,需要注意的安全事项也相去甚远。从保障安全的角度来说,在参加每一项实习内容前,需要企业安排专人来介绍生产过程中要特别注意的事项,包括原材料、中间产物和最终成品等物料特性、设备特点、工艺操作及危险源等存在的危险性,要让学生深入了解各个工艺环节的风险及如何避免。而现实的情况是,一些重视安全的企业会特别安排专人提前进行安全教育和安全讲座等,部分企业则是进入生产场所前简单介绍,不能引起学生对安全事项的重视,无法提前预防。除了提前告知之外,对现场的秩序维护也格外重要。目前的生产实习基本按照一个校内教师和一个企业工程师带一个班(30人)的模式进行,难免对部分学生的危险行为(擅自开关阀门、触摸仪器等)不能及时发现,存在安全隐患。

## 2 生产实习教学改革与实践

### 2.1 健全生产实习管理组织体系和教学质量保障体系

学院成立专业评估委员会、教学督导组、校外专家专业建设指导委员会、毕业设计(论文)答辩委员会、以毕业生为依托的校友会,这些机构中包括本校毕业生、企业的业务专家与管理专家。每学年组织召开一次实践教学评价会,对实验、生产实习质量标准等方面进行总体评价,提出改进建议。专业根据评价结果和建议对生产实习内容、教学过程与质量监控进行持续的改进。

为了切实保障学生在生产实习过程中的安全,严格执行学校、企业和实习项目三级安全教育规范,全面加强了学生安全教育,提高安全意识,满足生产实习安全的要求。所有学生在参加生产实习之前,必须参加在线的实验室安全知识培训和考试,考试合格后才能进入生产实习环节。学院领导、专业教师与企业相关领导、生产主管共同确定实习的具体车间、实习内容和时间安排,确保实践教学质量。实习过程中,明确企业的授课内容,要求企业生产主管为学生讲解企业生产纪律、生产管理、生产安全等内容,技术人员为学生具体讲解实习车间所涉及的原料、产品、工艺流程和主要装备等内容,并就学生在实习过程中提出的工程、技术问题进行解答和讨论。实习环节完成后,请企业相关人员针对过程中反映出问题和不足,对生产实习的有效实施等提出具体建议。

### 2.2 建设校内实习基地,持续优化校内生产实习教学内容

校外实习基地的生产实习内容更新较慢,且主要是通过参观实习的形式学习,难以进行实际动手能力的训练。专业以高分子材料与工程江苏省品牌专业、材料科学与工程国家级实验教学示范中心为依托,发挥本专业在高分子材料成型加工方面的科研优势,将原有实验室重新整合,增加了实验室面积,打造规模化高分子材料与工程校内实习基地。目前,校内实习基地拥有双螺杆挤出机组、密炼机组、开炼机组、平板硫化机组、平挤上吹机组、流延制膜机组、平挤平吹机组、注塑成型机组、中空吹塑机组、3D打印机组等高分子材料成型加工设备,涵盖了所有常见的高分子材料成型加工方法。生产实习过程中,所有设备同时开放,学生进行分组,确保每一位学生都能亲自操作每一台设备,有效保障校内生产实习的效

率。依托较好的硬件条件和江苏省中小企业公共技术服务平台的信息资源,将中小企业的研发设计、技术改进和检验检测需求引入实践教学平台,利用真实的企业工程项目锻炼学生专业知识的综合应用能力,强化学生的工程实践和创新创业能力。

校内实习作为生产实习的重要组成项,可以灵活更新实习内容,接近专业前沿,提供本专业学生进行动手和实际操作的机会。近三年开设的校内实习项目有:塑料薄膜生产、制瓶工艺、胸卡注射成型及衣架注射成型等实习项目。依托省级高分子材料工程实验教学示范中心平台,开设衣架的制作、运动水杯吹塑成型、3D 打印、薄膜制备等项目,为学生提供充分的实践机会,提高工程实践能力。

相对于单一模式的企业生产实习,校内实习有两个突出优势:一是给学生提供充分的操作实践机会,可以作为企业实习内容的补充,进一步掌握相关成型技术的原理、操作与影响因素等,深入了解聚合物加工过程中的物理和化学变化;二是给学生提供实习企业不具备的、学科前沿成型加工技术的实训,从自己的产品中获得强烈成就感,提升专业兴趣。以流延制备薄膜为例,在校外实习部分,学生进入企业生产车间参观学习了流延拉伸制备薄膜的生产线,帮助学生直观理解相关成型工艺流程,并能更好地梳理《高分子物理》、《高聚物流变学》和《高分子材料成型加工原理》课程中取向、结晶等结构的形成,及其与性能之间的关系,实现理论与实践的初步结合。由于在企业的连续生产线上,无法中断让学生操作、调试,不能进行工艺参数改变对结构与性能的影响研究,学生收获相对有限。为了弥补这一缺陷,给学生提供实际操作机会,让学生深入掌握工艺条件与产品结构、性能之间的关系,本专业订制了实验室用小型挤出流延拉伸实验机组,并开设了校内实习项目,学生可以通过改变料筒、换网器区、熔体泵区、过渡体区和模头温度,设置不同的流延辊转速和牵引辊转速,调节流延辊温度和牵引辊温度等,得到不同产品,并增加主要性能测试环节,来系统考察过程工艺参数对产品结构与性能的影响,更好地实现理论联系实际。为了让学生更充分接触专业前沿,提供机会实践先进成型加工方式,本专业购置了多台 3D 打印设备,设计了包括三维模型图的选择与设计、3D 打印原材料结构与性能的表征以及 3D 打印的工艺过程实施在内的校内生产实习项目,由专业教师讲解 3D 新技术的相关知识、学生分组完成该项校内实习,不仅能提高学生对新型成型加工方式的认知和操作水平,也有助于增加学生对本专业的信心和学习热情。

表 2 校内实习基地开设的生产实习项目

Table 2 Production practice projects of the school practice base

| 实习项目名称  | 实习目标                                                     |
|---------|----------------------------------------------------------|
| 流延制膜    | 掌握挤出流延制膜成型工艺及其影响因素,包括拉伸温度、拉伸速度、拉伸倍数、拉伸方式、热定型条件及冷却速度等。    |
| 中空吹塑制瓶  | 掌握中空吹塑成型工艺及其主要影响因素,包括型坯温度、吹气压力和充气速度、吹胀比、模温 and 冷却时间等。    |
| 衣架注射成型  | 掌握注射成型工艺及其主要影响因素,包括料温、模具温度、注射压力、注射周期和注射速度等。              |
| 平挤上吹制膜  | 掌握平挤上吹膜成型工艺及其影响因素,包括风冷速率、吹胀比、牵伸比等。                       |
| 3D 打印成型 | 掌握 3D 打印成型工艺及其影响因素,包括材料结构与性能、喷头温度和成型室温度、挤出速度和填充速度、成型时间等。 |

2.3 注重专业教师培养和引进,打造教学科研工程三结合的实习教学团队

专业强化实习教学师资队伍的建设,采取各种措施鼓励和激励高水平教师积极参与生产实习,尤其是校内实习教学工作,形成理论教学、实践教学和科学研究互通,建设一支可持续发展的高素质实践教师队伍。采取培养为主、引进与培育并举,专职和兼职并举等措施,不断完善生产实习教师队伍结构。

凝聚不同研究方向的学者、教授协同指导和培养人才,编写校内实习项目大纲。鼓励学科带头人和高水平的科研教师积极参与生产实习教学,固定承担一定的教学、实习课时。通过产学研联合,不断提升师资队伍工程能力和创新素质。专业采取多种措施培养和提高教师的工程实践能力。如:组织青年教师带学生到企业进行生产实习;鼓励和引导专业教师依托学科研究方向,积极争取各类科研项目,争取并实施产学研项目,开展与企业的科技合作;选派博士到企业锻炼,指导大学生创新实验、创业计划项目、设计

大赛、实验大赛等方式,增强教师的工程经历,提升教师队伍的工程实践和工程教育能力。延续与行业的良好合作关系,聘请更多的企业专家担任生产实习校外指导教师,全程参与学生的生产实习教学过程。强化已有的校企联合师资提升计划,采取教师柔性到企业挂职和兼职等方式,建设和完善双师型教师队伍。

## 2.4 加强校内实习基地信息化建设,提升实习效率

校内实习基地管理采用了实验室信息平台,给学生提供丰富多样便捷的服务。通过科研平台与教学平台共享,平台仪器全面实现信息化管理,并对本科生创新性实验和生产实习等开放,为学生生产实习等提供优质资源保障。实验室信息平台将实习安排、实习物料管理、仪器设备维修维护、学生实习成绩评定与实习报告等有机融为一体,最大限度地利用了学校资源,实现了实践教学信息的公开透明。信息交流系统使得学生、教师之间能够在统一的平台上进行信息交流,提高教学信息的服务水平,并通过考核与奖励,引导与激励教师开展在线教学研究 with 教学改革,进一步提高教学质量。为进一步提高学生工程实践能力,目前已启动材料成型加工虚拟仿真建设项目,将实现虚拟与实际相结合的实践教学体系。

## 3 改革与实践初期成效小结

常州大学高分子材料与工程专业通过3年多改革与实践,成功建立“校外+校内”的高分子材料与工程专业生产实习模式,建立了与之相适应的管理和保障体制,设定了一系列实习目标明确的校内实习项目,积累了丰富的实践探索经验,形成完备的本科生生产实习新体系。人才培养成果显著,学生实践能力不断增强,在各项创新创业比赛中获得大奖。2017年,《高透明聚酯薄膜低成本制备工艺》作品顺利入围“挑战杯”全国竞赛,获得三等奖。同年,在人保杯-第五届中国大学生高分子材料创新创业大赛中,本专业学生荣获一等奖一项、二等奖三项。2018年《石墨烯阻尼材料-绿色车用“黑”科技》在第四届江苏省“互联网+”大学生创新创业大赛中获得一等奖并入围全国总决赛后,又获得了总决赛银奖的好成绩,创造了本专业参加“互联网+”赛事的历史性突破。另外,在第六届中国大学生高分子材料创新创业大赛中,本专业学生荣获一等奖一项、二等奖两项。2018届高分子材料与工程本科毕业生考研录取率高达45%,其中多位同学录取复旦大学、四川大学等双一流高校及科研院所。从浙江大学、华东理工大学、东华大学等多所高校老师的反馈来看,本专业毕业生有较优秀的动手能力,实验技能强。根据用人单位反馈,本专业毕业生工程实践能力较强,能解决复杂工程问题。专业将继续实施装备建设“兼顾教学科研”的原则,巩固教学科研装备整合,促进教学科研互动。制度趋动科研成果向教学成果的有效转化,着眼学科前沿,不断更新校内生产实习项目,让大学生了解科技最新发展和学术前沿动态,激发科研兴趣,启迪科研思维,掌握科研方法,培养科研道德,提升科学研究和科技创新的能力。

## 参考文献:

- [1] 洪浩群,张海燕. 高分子通报,2016,1:87~90.
- [2] 刘宇艳,于海洋,龙军,等. 高分子通报,2011,11:102~106.
- [3] 陈思,施燕琴,马猛,等. 高分子通报,2017,11:84~89.
- [4] 乔宁,刘骥翔,石淑先. 实验室研究与探索,2018,37(2):242~245.
- [5] 刘彩池,郝秋艳,陈洪建,等. 教育教学论坛,2015,49:56~57.
- [6] 张霞,许元栋,张玉军,等. 高教学刊,2016,24:63~66.
- [7] 何柏,付雪,熊伟,等. 化工高等教育,2017,2:66~69.
- [8] 宋强,胡亚茹,李兆锋,等. 实验室研究与探索,2016,35(12):219~223,244.

## Reform and Practice of Production Practice for Polymer Material and Engineering Major

JIANG Shan<sup>\*</sup>, ZHANG Hong-wen, YANG Yan, WANG Guo-yu

*(College of Materials Science and Engineering, Changzhou University, Changzhou 213164, China)*

**Abstract:** Combining with teaching practice of polymer material and engineering major, the actual situation and existing problems of the production practice teaching were analyzed, and the reform for production practice was implemented. A new production practice mode composed of both the production practice in and out of the school was proposed, and the construction of practice teaching platform in school was focused. Thus the problem that the content of production practice updates slowly and is also lack of cutting edge forming technique can be solved. The school practice base construction is composed of construction of system safeguard, development of teachers' team and the information platform construction. Students passionately participate in the production practice, and behaved pretty well in various innovation entrepreneurship competition, the graduate examination and the employment, which proved that good results have been obtained in our reform, and the students are equipped with engineering practice and creative ability.

**Key words:** Polymer material and engineering; Production practice; School practice base