

基于 SC-CDIO 模式高分子材料专业三位一体实验教学体系的构建与实践

张小博*

(燕京理工学院, 三河 065201)

摘要:在 高分子材料专业应用型人才培养中, 引入 CDIO 工程教育理念, 突出实验教学的基础性、应用性、综合性和创新性原则, 提出和建立了以学生为中心的 SC-CDIO 工程模式, 通过以一级项目为引导, 构建三级项目, 对高分子材料专业实验实践环节进行整合、优化和设计, 构建了高分子材料专业的“一体化, 多层次”实验教学体系; 依据以学生为中心, 教师为主导的原则实施教学, 建立了过程性教学质量评价体系。实践证明, 该模式有效提高了学生的实验基础技能和综合创新能力, 提升了应用型人才培养的质量。

关键词:高分子材料专业; SC-CDIO 模式; 实验教学体系

CDIO 工程教育模式是以项目为实施载体, 以构思、设计、实施及运行等几个环节进行教学设计和实施。它通过综合考虑专业基础知识/实践技能以及团队协作能力等方面, 建立起一体化相互支撑和有机联系的课程体系, 让学生能以主动的、实践性的、多课程间有机联系的方式进行学习, 从而达到有效培养学生的工程实践能力和提高对专业课程的学习兴趣的教学目标^[1,2]。

燕京理工学院作为一所以应用型人才培养为目标的地方性大学, 在 高分子材料专业建设伊始, 即以培养基础扎实、实践能力突出具有创新创业能力的人才为目标, 经过多年实践, 提出了以 CDIO 教育模式为基础的“SC-CDIO”模式。CDIO 代表构思 (Conceiving)-设计 (Designing)-实现 (Implementing)-运作 (Operating) 四个英文单词, SC 则是 Student (学生) 和 Center (中心) 首字母的缩写。该模式主要突出以学生为中心, 以提高学生能力为主线, 将 CDIO 工程教育理念引入实践教学, 构建了实践教学新体系, 提出了基于 CDIO 理念的实践教学课程和内容, 实现了培养学生的创新意识和 CDIO 工程实践能力的应用型人才培养目标。

1 基于 SC-CDIO 教育理念的实验教学体系构建

1.1 指导思想

SC-CDIO 工程教育以实现实验教学的基础性、应用性、综合性和创新性为原则, 并不仅仅侧重于学生单一理论知识或是基本操作技能的培养, 它更着重关注学生综合能力的提高。因此, 实验课程设置应按照工程项目的整体要求来进行, 以高分子材料专业人才培养目标为依据对课程进行系统“一体化”设置, 并同时突出各课程之间对相关性。

实验教学即是对理论知识对巩固与沿伸, 又是培养学生创新意识对重要环节。高分子材料专业作为实践性很强的学科, 突出实验环节的作用能有效提高高分子材料专业学生的专业能力, 实验实践教学承担着本科教学中必要的基础验证性实验以及综合性、设计性、创新性实验等重要的教学任务^[3~5]。依据应用型人才培养目标, 将知识输入型为导向转变成知识输出型为导向, 实现理论与实践相结合, 以理论指导实践, 以实践反证理论, 培养和提高学生分析问题和解决实际问题的能力, 依据教学内容, 分层次递进,

10.14028/j.cnki.1003-3726.2019.11.009

收稿: 2018-12-26; 修回: 2019-06-19;

基金项目: 河北省高等教育教学改革研究与实践项目 (2017GJJG369);

* 通讯联系人: 张小博 (1979-), 男 (汉), 山西临汾人, 硕士, 副教授, 燕京理工学院高分子材料与工程专业专业负责人, 主要从事无机/有机高分子的合成与研究。E-mail: zxb_1015@163.com.

整体优化。人才培养不能一蹴而就,实验实践内容应符合人才发展从基础到综合再到创新的过程,应注重实验内容的相关性,采取“一体化,分层次”设置,达到应用型人才全面能力的培养。

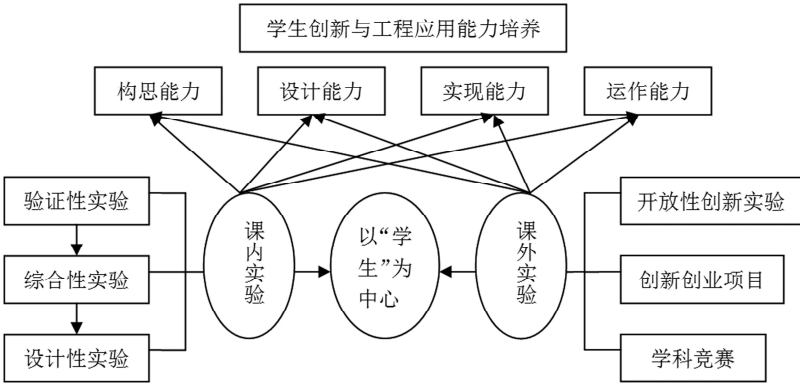


图 1 基于 SC-CDIO 教育思想的高分子材料专业实验体系设置

Figure 1 Experimental system of polymer material specialty based on SC-CDIO educational concept

1.2 SC-CDIO 模式实验课程内容体系

目前,高分子材料专业实验课程设置依然按照四大基础——无机化学、有机化学、物理化学和分析化学实验的模式,加上高分子材料专业综合实验进行教学。各课程间相互独立,强调了其各自的系统性和内在规律性,但在教学过程中各自为战,不可避免地出现了教学内容的重复,不能体现相关学科的交叉^[6~8]。因此,在 高分子材料专业实验课程内容设置中,采用“SC-CDIO”模式结合高分子材料专业的特点以培养目标为依据,确定了专业的核心能力,进而将核心能力分解成子能力或能力单元,以 SC-CDIO 三级项目课程体系思想构建形成了“一体化,三层次”的教学体系,对高分子材料专业对实验实践环节进行整合、优化和设计。课程内容包括基础验证性、综合性和设计创新性实验等。在整个实验教学体系中,第一层次为化学类基础实验,开设周期为第一至第二学年,内容以基本单元操作为主,重点放在基本概念、基本原理和基本方法及应用上,在强调 CDIO 模式中项目的实现和运作能力的同时,改变过去教学内容大而全、精而细、片面强调采用实验验证理论推导对模式,将四大化学实验融为一体,以实验基本技术为主线,按照基本技能实验、应用性实验、综合性实验和设计创新性实验对思路优化组合实验项目,从培养应用型人才为目标出发,以实验技能训练为基础,注重培养学生基本实验知识和基本操作技能,巩固和强化理论课程内容,使学生具备扎实的 科学和工程素养,基本动手能力和实验技能,以及培养学生获取知识和应用基本技能的应用,强化基础、增强综合性、设计创新性实验,以一级项目为引导,构建了 45 个三级项目。项目化使四大化学实验课程相互融合,形成一体化基础实验课程新体系^[9]。第二层次为高分子材料专业基础实验,开设周期为大二至大三学年,以专业基础课程为主,重点是将“三基”融会贯通,提高综合应用能力,以产品工业生产周期为基准,通过建立机理-实验建立-数据分析-验证结论等步骤完成 SC-CDIO 模式中要求的项目构思-设计-实现到运行。实验内容包括高分子材料合成,高分子材料性能检测表征和高分子材料加工等全方位的实验内容体系,系统串联高分子材料专业各课程中分散的知识点,该层次着重要求知识的系统性和综合性。实验项目之间应具有内容上的衔接以及知识上的延续和系统性。高分子材料合成实验包括有自由基和逐步缩聚的典型七种制备方法,高分子材料表征开设有力学性能、电学性能、热性能和微观结构测试等模块;高分子材料加工则依据学校专业特色开设塑料的挤出、注射、压延和发泡等不同加工方式的训练内容。第三层次为高分子材料设计创新实验,开设周期为大三学年,按照 SC-CDIO 教学标准,强调整合式项目实践,培养学生综合应用专业理论知识和核心技能的应用能力和创新能力,实现团队合作和创新实践锻炼,获得工程能力训练,符合企业人才实际需求。实验内容结合高分子材料专业的特点和本校的专业特色,着重于各种高分子材料配方设计及加工、产物结构和性

能间的关系。培养学生娴熟应用基本技能和创新精神,实验项目具有开放性,学生三人一组,共同制定实验计划,共同查阅文献,探讨实验内容可行性和操作步骤,研究可能出现的问题和对策,通过分工协作完成实验项目,该层次培养学生理论知识的全面系统的运用,提高学生发现问题、分析问题和解决实际问题的能力,以及团队协作的精神。

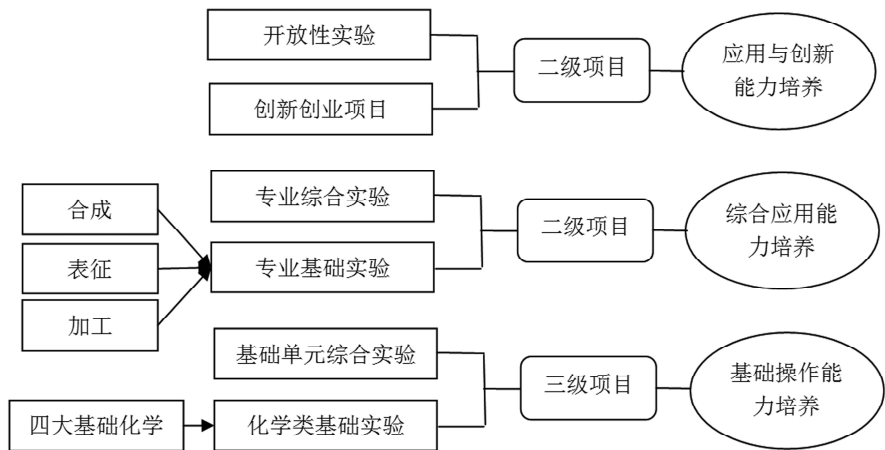


图 2 基于 SC-CDIO 模式实验课程内容体系

Figure 2 Experimental course content system based on SC-CDIO model

1.3 教学方法的实施与教学质量评价体系的建立

1.3.1 教学方法的实施 在教学过程中依据以学生为中心,教师为主导的原则。基础实验以教师指导为主^[10],强化学生实验课前预习制度,实验过程着重学生基本实验技能的训练和动手能力培养,引入问题和情境式教学方式,教师可通过精心设计的问题和情境引导学生进行和完成整个实验流程。同时,将传统的教学方法和现代教学方法相结合,引入和运用仿真等实验技术手段,将真实实验操作过程和仿真模拟相结合,使实验过程可视化和形象化,起到独特的辅助作用。在综合实验和创新性实验项目实施过程中则以学生创新设计为主,教师指导为辅;采取分组合作和分阶段实施的方式进行,目的是提高学生间相互合作的能力。引入和采用项目教学的模式,在项目实施过程中,将分成以下几个阶段进行:项目前期调研和分析阶段,项目整体设计阶段,项目实施阶段和项目验收和交流阶段。通过阶段性学习,学生能了解科研项目的实施全貌,建立工程化的观念,实现理论和实际应用相结合,提升自我的实践创新能力。

1.3.2 过程性教学质量评价体系的建立 在实验教学质量评价体系中,建立科学的实验教学评价体系,是激发学生创新潜能,客观评价学生操作能力和创新能力的重要保证。实验课程开设形式多样,不同层次的实验,应有不同的侧重,传统的以平时+期末评价体系过于粗放,教师的主观因素较多,难以完全体现对学生公平客观的评价。因此,应建立强调知识目标、技能目标、素质目标的过程性考核体系。引入过程控制理念是保证评价客观、公正、科学的有效途径。基础性实验主要考核的是学生的基本理论和实验操作能力,可采用操作能力和实验报告的方式进行考核;综合性实验主要考核对理论和实验技能综合应用的能力,可采用对设计方案的合理性,实验操作的规范性和结果分析可靠性等进行综合评价;创新性实验重点考察学生从事科研创新的能力,主要考核文献查阅、方案设计、高分子材料制备、性能测试和数据处理等 5 个方面的综合能力,可通过学生撰写科技论文和答辩的方式进行考核。建立企业评价机制,将学校单一评价发展为学校企业多元化评价。企业的评价注重实践需求性,企业工程师对实验教学环节进行指点,并对学生实验过程进行量化评价,包括实验原理、操作技术、仪器规范使用、结果分析与讨论、数据统计分析、文献查阅、科技论文写作等多方面打出具体的分值,评价分值占据 20%;同时在实验教学中对学生予以指导说明,对实验教学中的问题进行汇总并指导。最终,将校内与企业评价结果相结合最终达到对学生客观全面的评价。

2 SC-CDIO 教学体系实践效果

在新工科建设的大背景下,以高分子材料重点学科建设为契机,我校通过对实验教学模式大胆改革与实践,以学生为中心,形成了具有“服务地方,突出应用,特色鲜明”的 SC-CDIO 模式一体化专业实验体系。实验体系中的实验内容设计由浅入深,由简单到复杂,由基础到综合,逐层递进,为培养高素质应用型人才提供了强有力的保障。新的实验教学体系,较好地解决了少学时与强能力间的矛盾,取得了明显成效,使得高分子材料类专业学生夯实了基础知识,专业知识和核心技能也得到了显著提升。近几年来,我校组织学生积极参加了化学知识竞赛、挑战杯、化学技能大赛、高分子材料创新创业大赛、化工设计大赛等全国性比赛,多次取得个人和团体一等奖等骄人成绩。通过基于 SC-CDIO 模式的实验教学,高分子材料专业的人才培养质量得到了显著提高。新的实验课程体系使学生得到了全方位的实验技能和创新能力的训练。毕业生实践技能扎实全面,工程观念和意识深厚,创新能力突出,学生一次就业率达到 98% 以上,考研上线率稳居全校前茅,获得专业证书率达到 100%,具有较强的就业竞争力,并得到各用人单位的好评。

3 结语

应用型人才培养是一个长期和循序渐进的复杂工程,探索适合应用型人才的高校工程教育人才培养模式则具有重要和迫切性。燕京理工学院根据不同阶段学生的特点,以实验教学体系作为切入点,引入 CDIO 工程模式,构建形成了 SC-CDIO 实验教学新体系,形成了适合学生知识能力,实验技能和综合创新能力培养的教学模式,并取得了卓有成效的成果,满足了新形势下学生全面实验实践能力培养的要求。

参考文献:

- [1] 谢爱娟,陶宇炜,罗士平,等.常州大学学报(社会科学版),2015,3:118~121.
- [2] 潘巧明.丽水学院学报,2015,2:120~123.
- [3] 蒋姗,丁永红,俞强.高分子通报,2015,2:75~78.
- [4] 宋跃,谭爱群.实验技术与管理,2010,27(3):15~18.
- [5] 李泽文,王哲,金政,等.时代教育,2017,19:61~62.
- [6] 杨明山.化工高等教育,2010,27(1):25~28.
- [7] 杨广武,胡松青,张亚萍,等.实验室研究与探索,2016,35(2):159~162.
- [8] 宋跃,谭爱群.实验技术与管理,2010,27(3):15~18.
- [9] 刘希光,王春华,纪春暖,等.广州化工,2011,39(22):95~97.
- [10] 刘自然,孟遼,朱红瑜,等.河南工业大学学报(社会科学版),2010,3:147~149.

Construction and Practice of Trinity Experimental Teaching System for Polymer Material Specialty Based on SC-CDIO Mode

ZHANG Xiao-bo *

(Yanching Institute of Technology, Sanhe 065201, China)

Abstract: In the applied talent training of polymer material professional, the CDIO engineering education concept was introduced, and the basic, applied, comprehensive and innovative principles of experimental teaching were highlighted. The student-centered SC-CDIO engineering model was proposed and established. Through the guidance of the first-level project, the third-level project is constructed to integrate, optimize and design the experimental practice of polymer materials specialty. The "integrated, three level" experimental teaching system of polymer material specialty was constructed. Implementation of teaching was based on student centered and teacher led principles. The procedural teaching quality evaluation system was established. The practice has proved that the students' experimental basic skills and comprehensive innovation ability have been effectively improved, and the quality of applied talent training has been improved.

Key words: Polymer material speciality; SC-CDIO mode; Experimental teaching system