

创新创业教育

基于 OBE 理念的制药工程创新型人才培养体系改革探索^{*}

高志刚,王世盛,李广哲,汪 晴,孟庆伟,叶俊伟

(大连理工大学 化工学院,辽宁 大连 116024)

[摘要]近年来,制药行业智能制造和工业 4.0 的逐步实施对高校人才培养提出了更高的要求。大连理工大学制药工程专业经过两次工程教育认证,以面向新时代的创新人才培养为核心,基于成果导向教育理念,强化课程体系和教学内容建设,并在创新教学模式、学科竞赛与教学结合、产学研相互促进等方面实施改革,构建了具有一定特色的创新型人才培养体系,以期更好地培养学生的创新意识和创新能力。

[关键词]制药工程; 创新人才培养; 工程教育认证; 创新意识和创新能力

Exploration of Training System Reform of Innovative Talents for Pharmaceutical Engineering Based on OBE Concept

Gao Zhigang, Wang Shisheng, Li Guangzhe, Wang Qing, Meng Qingwei, Ye Junwei
(School of Chemical Engineering, Dalian University of Technology, Dalian, Liaoning 116024)

Abstract: In recent years, with the gradual implementation of intelligent manufacturing and 4.0 theory in pharmaceutical industry, higher requirements have been put forward for the talents cultivation in colleges. After two rounds engineering education accreditation, according to theory of outcomes-based education, pharmaceutical engineering speciality in Dalian University of Technology focuses on the cultivation of innovative talents in the new era and strengthens the construction of curriculum system and teaching content. Reforms are carried out in many aspects, such as the innovative teaching mode, the combination of subject competition and teaching, the mutual promotion of production, learning and research. Thus we build an innovative talent training system with certain characteristics, which is conducive to the cultivation of innovative consciousness and ability for students.

Key words: Pharmaceutical engineering; Cultivation of innovative talents; Engineering education accreditation; Innovative consciousness and ability

[作者简介] 高志刚(1980-),男,工程师,硕士。

[通信作者] 高志刚, E-mail: 1046375644@qq.com。

^{*} 基金项目:2016年辽宁省教育教学改革研究与实践项目“制药工程专业创新型人才培养体系的研究与实践”;大连理工大学教学改革基金项目“基于专业认证的制药工程实践教学体系的改革与实践”。

高校是实现国家发展目标的基础支撑平台,是培养德智体美劳全面发展的创新型人才的沃土。创新型人才培养工作必须紧紧围绕有方向的内涵式发展这一目标,顺应国际高等教育改革的发展趋势,坚持理念同频共振、标准实质等效的原则和中国特色的发展道路^[1-2]。

制药工程专业融合了药学、生物技术、化学和工程学等学科的内容,具有技术要求高、前沿性强、应用范围广等特点,旨在培养能够解决药品生产过程中的工程技术类问题的人才^[3]。近年来,大连理工大学制药工程专业始终把全面提升创新型人才培养的能力摆在核心位置,以成果导向教育(Outcomes-based Education, OBE)理念为指导,强化课程体系建设,采用创新竞赛与教学结合、产学研结合的模式,培养了一大批适应制药工业新业态并能够从事新药研发、制药工程技术与管理等工作的创新型人才,切实满足了社会对制药工程人才的迫切需求^[4]。

一、制药工程专业人才培养现状

制药工程专业具有特定的办学要求,各高校可以根据自身学科发展背景,走相应的特色办学道路^[5]。制药工业呈现出新的业态和新的技术特征,要求制药工程专业教育必须进行相应的调整,以适应时代要求^[6]。目前,国内有 290 多所院校设置了制药工程专业,但受学校层次、办学规模和性质、学科发展、教师专业背景等方面的影响,各校的人才培养水平参差不齐^[7-8],存在以下几方面的不足。第一,国内高校的课程体系和培养模式已经无法满足行业快速发展的需要,亟须建立理工融合、能够激发师生创新灵感和意识,并使学生掌握专业知识、具备社会公德意识和安全环保理念的培养模式^[9]。第二,目前制药工程专业的教学以讲授为主,缺乏产学研开放性教学实践,不能有效培养学生的能力^[10]。第三,创新型人才的培养是一个长期、全面的系统工程^[11],构建具有中国特色和国际等效的规范化工程教育评价系统框架依旧任重道远,因此建立符合国际工程教育要求的规范化教学管理模式、反馈机制并有效实施,把思想政治教育和创新能力培养融入专业必修课

程中,至关重要。

二、基于 OBE 理念的课程体系设置

与传统的教育模式相比,OBE 教育模式更加强调在以学生为中心、以学习成果为核心的基础上,通过反向构建课程体系和成果评估体系来引导学生学习,并评价学生获得的成果^[12]。基于此,本专业结合 12 条毕业要求,通过走访企业和开展问卷调查等方式,掌握毕业生在社会生产中发挥的作用,从而确定了专业培养目标;以促进学生全面发展和适应社会发展需求为基本定位,培养具有人文素养和创新精神、具备制药工程理论基础、掌握药物生产管理技术和制药相关法规、能够在制药工程及其相关领域从事工程设计、产品和技术开发、生产与质量管理等工作的高级工程技术人才。

根据培养目标,本专业在人才培养过程中,依据毕业生的毕业要求设计相应的教学环节和教学过程,结合我校化工专业优势背景,形成鲜明的培养方向;同时以企业和行业专家对本专业毕业生的能力要求为主线,突出毕业生知识、能力和素质的培养,构建以通识教育模式下宽口径专业人才培养为导向的课程体系。

培养方案和教学计划是课程体系的具体表现形式,是学校实现人才培养目标、保证人才培养质量的基础性文件,也是学生进行学习规划、学校进行教学组织与管理、学部和院系进行课程建设规划的主要依据。本专业每年都召开校企合作会议,邀请行业或企业专家共同参与人才培养方案的制定和课程体系的设计;同时将毕业要求分解并融入各门课程及其教学环节中,制定每门课程的教学大纲和课程目标。本专业通过设计课程教学环节、教学活动和课外环节,辅之以完善的教学质量监控体系和保障体系,实现教学目标,进而促进人才培养目标的实现和毕业生能力的达成。

本专业针对低年级学生设置了通识课程、公共基础课程、学科大类平台课程等;针对高年级学生设置了专业基础和专业课程及毕业设计(论文)环节,进行宽口径人才培养。课程体系如图 1 所示。所设置的课程能够支撑认证标准中的各项毕

业要求,同时课程内容及其考核方式可以有效支撑各项毕业要求的达成。

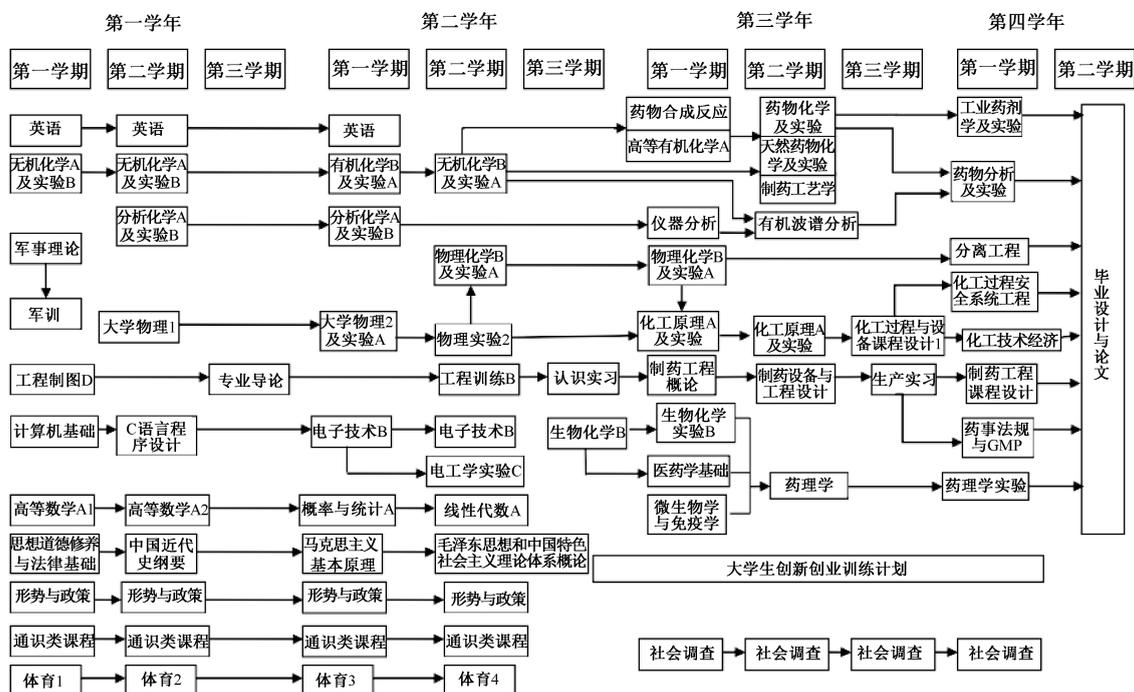


图 1 制药工程专业课程体系

三、专业课程教学模式改革

本专业在课时有限的情况下“突出重点、把握精髓”,挖掘学生创新潜力,进行特色课程改革。以本专业获批的国家质量工程项目“天然药物化学课程思政教育模式改革”为例,该课程将中药方面的传统文化知识与人文精神相结合,以激发学生的学习兴趣,调动学生自主学习的积极性。课

程内容包括中药作用机理、天然产物提取与分离、结构鉴定、生物活性评价,如图 2 所示。与此同时,该课程充分利用中药现代化相关案例,增强学生对中药传统的自信,帮助学生树立正确的人生观,培养学生传承和弘扬中华优秀传统文化的历史使命感,为培养遵守制药行业规范、履行社会责任的制药工程高级复合型人才提供助力。

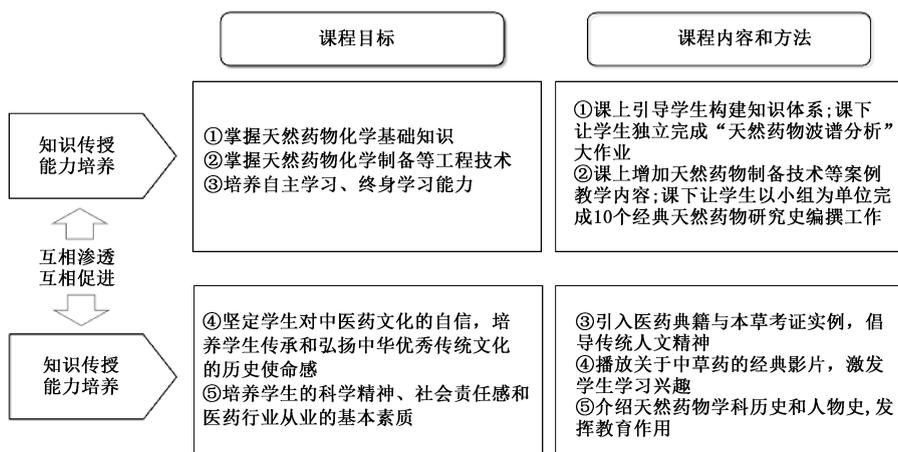


图 2 天然药物化学思政教学内容

此外,制药工程专业的实验教学包括自然科学基础类实验(大学物理实验、电工学实验)、化学基础类实验(无机化学实验、分析化学实验、有机

化学实验、物理化学实验、生物化学实验)、化工基础实验(化工原理实验)及专业实验(药物化学实验、天然药物实验、药理学实验、药物分析实验、药

剂学实验),涵盖本专业的主干课程和主要环节。实验教学与理论教学紧密衔接,贯穿大学四年,使学生得到充分的训练。

近年来,为了进一步提高学生的创新意识和能力,本专业不断优化实验教学内容,在基本验证性实验的基础上,率先在国内开展了多项综合性实验,如槐米中芦丁提取、分析及活性评价综合实验,硝苯地平的合成、分析及血压影响综合实验等。学生通过完成综合性实验,对药物研究各个环节的紧密联系会有更深刻的认识,能够对所学知识进行融会贯通,从而提高科研创新能力打好基础。

从 2019 年开始,我们将移动端的药物分析虚拟实验软件用于药物分析实验教学。该软件包含实验内容讲解、仪器使用方法、实验考核、实验报告在线编辑、虚拟仿真操作等功能模块,学生可根据自己的时间安排进行学习,加强对实验内容的理解,提高自主学习的积极性。另外,利用该软件可以对学生的实验课程表现进行全方位评价。该软件获得第五届全国高等学校教师自制实验教学仪器设备大赛三等奖和辽宁省信息化大赛一等奖。

四、以赛促学,全面激发师生的工程设计意识

工程教育认证的核心内容之一便是学生工程设计能力的培养。作为国内制药领域唯一的设计类竞赛,“国药工程杯”全国大学生制药工程设计竞赛通常要求对实际应用的药品生产车间进行设计。该竞赛坚持“能力导向”,通过将药品生产管理规范与实际生产紧密结合,使学生将制药设备与仪表、制药工艺学、药事法规、化工原理等工程基础课程知识进行融会贯通。

为了促进竞赛与教学相结合,切实提高制药工程专业学生的工程实践能力和创新精神,我们结合制药工程设计竞赛任务书中规定的设计内容,在制药车间与设备设计和制药车间与课程设计两门必修课程中,按照生产车间的设计思路组织课堂教学,重点讲解工艺分析、物料衡算、设备选型、车间布置、管道布置、GMP 法规要求和 PID 图纸绘制等方面的知识。课程内容涵盖完整的工

程设计流程。

此外,我们还创办了校级制药工程设计竞赛,参与人数达到本专业在校生的 80% 以上。该竞赛的开展使竞赛的组织、培训、选拔等工作更加规范化,为制药工程专业学生提供了广泛交流、提高创新能力的重要平台。近几年,本专业在全国大学生设计竞赛中始终名列前茅(见图 3),这充分体现了我校工程设计人才培养方面取得的成效。



图 3 全国大学生制药工程设计竞赛获奖证书

教师队伍是保障创新人才培养质量的核心,学校要培养与社会经济发展相适应、与企业能够“零对接”的高素质创新人才,必须要有高水平的科研和工程教师队伍。为此,本专业每年都有计划地安排中青年教师参加设计竞赛指导工作,并结合工程设计内容,安排教师到校内实训中心、企业等参加工程实践,以提高教师的工程实践能力和创新能力。本专业还充分利用学校与本地制药企业建立的科研合作关系,聘请相关企业工程技术人员作为兼职导师,指导学生参加竞赛、生产实习等;同时以校企合作平台为基础,引导教师通过参与科技攻关项目和企业委托项目的研究工作,增强工程意识与工程素质,丰富工程实践经验。

五、虚实结合,显著提升学生的实践能力和专业素质

制药工程专业学生的实践能力和专业素质需要通过在 GMP 超净车间工作而得以培养。但企业由于面临产品质量控制风险,同时考虑到制药生产的特殊性和相关法规要求,一般不愿接收学生实习。为此,我们对实践教学进行系统、合理的规划及管理,改革了传统单一的实践教学模式,基于 OBE 理念设计实践教学目标和教学内容,并结合高速发展的虚拟仿真技术,本着“以实为本、以虚补实、虚实结合”的方针,建设制药工程虚拟仿

真实实验室,并投入 80 多万元经费,整合了 GMP 虚拟仿真训练系统、药物分子设计模块、化工工艺设计模块,并结合我校化工学科优势,自主开发了两套原料药生产虚拟仿真软件。目前,虚拟仿真实验室承担了制药工程课程设计、药物分析和药物化学虚拟实验、药品生产 GMP 实训、制药工程设计竞赛、大学生创新创业训练、本科生毕业设计等相关本科教学活动,可以使学生体验从化合物分子设计到原料药合成和固体制剂生产的整个流程,从而提高其跨学科综合能力和创新能力,为进入现场实训打好基础。

六、促进教研融合,推动大学生创新创业训练

为了引导学生尽早进入科研实验室和项目组,增强学生对专业的认同感,本专业大力推行“四个一”制度,即要求教授、副教授和具有博士学位的讲师每年至少提出一项适合大学生科研训练的研究项目,接受至少一名大学生承担该项目研究工作并提供指导,以期为学生提供参与科研的机会,培养学生的创新能力。经过撰写计划书、参加开题、实施项目实验、进行结业答辩,学生发现问题、分析问题和动手解决问题的能力得到明显提升。同时,针对创新项目实施过程中存在的问题,我们不再采用根据项目研究意义、研究内容和预期成果来确定项目等级的方式,而是依据学生前期实验准备和答辩情况来确定大学生创新实验项目的级别,并将邮件通知改为网上动态管理。

近三年,本专业合计获批 30 多个创新创业项目,其中 7 项获批省级以上项目,吸引了本专业 80% 以上的学生参加。2017 年大学生创新项目“3D 生物打印机的构建及其在药物筛选中的应用”参加首届高校创新创业创造教育精品成果展并获得优秀奖,2018 年国家级大学生创新项目“基于肝脏器官芯片的保肝药物活性筛选”获得第十一届全国大学生“药苑论坛”创新成果一等奖。

七、结束语

制药工程专业将理工融合的专业特点与国际工程教育认证的要求相结合,以培养学生解决复杂工程问题的能力和创新创业精神为核心,建立了基于 OBE 理念的课程体系和教学内容,充分体

现了强化内涵式教育的特点。创新型人才培养模式助力本专业在人才培养方面取得了诸多成绩。一方面,该模式的实施夯实了学生的工科基础,实现了工程学、化学、药学课程全覆盖,通过将数学、化学、化工、机械、自动化控制(20 门课程以上)等知识进行融会贯通,使学生的基础理论知识掌握水平得到了显著的提高和强化。近三年,本专业的人才培养成效明显,多次获得学校“优良学风班”称号,学生获得的奖学金超过 100 项。另一方面,该模式有力地支撑了本专业的工程教育认证和辽宁省专业评估。本专业在辽宁省专业评估中排名第一,成为辽宁省工程人才试点专业,2018 年被认定为辽宁省首批一流本科教育示范专业。

(文字编辑:李丽妍)

参考文献:

- [1] 张放平.强化实践教学推动创新型人才培养[J].中国高等教育,2007(17):29-31.
- [2] 梁云,司国东,陈湘骥,等.基于创新型学习共同体的本科人才培养[J].高等工程教育研究,2019(4):177-181.
- [3] 张海全,黄勤英,曾振芳,等.创新实践教学提升制药工程专业学生的实践能力[J].实验技术与管理,2019,36(4):216-218.
- [4] 余寿文.工程教育发展的目标与分类分层推进的策略思考[J].高等工程教育研究,2013(6):6-12.
- [5] 刘丽娟,孙文彬,张丽杰.制药工程专业教师的科研背景对教学的促进作用[J].药学教育,2010,26(2):15-17.
- [6] 李会,龚劲松,许正宏,等.涵盖复杂工程问题的制药工程实践教学体系的构建与实践[J].高校实验室科学技术,2019(4):6-9.
- [7] 骆健美,罗学刚,郭艳,等.制药工程专业建设和发展的总结[J].药学教育,2012(5):21-24.
- [8] 元英进,尤启冬,于奕峰,等.制药工程本科专业建设研究[J].药学教育,2006,23(1):12-15.
- [9] 熊平.新工科建设背景下对制药工程专业设计实践教学思考[J].药学教育,2018,34(4):61-65.
- [10] 谭倪,聂长明,袁亚莉,等.新型制药工程专业人才培养的实践教学体系研究[J].化工高等教育,2010,27(4):63-66.

[11] 彭世金,施岱松,王春华.构建培养创新型人才的课
外开放实践体系的研究[J].大学教育,2015(1):
114-115.

[12] 王世盛,高志刚,郭修哈,等.工程教育认证背景下的
制药工程专业生产实习[J].化工高等教育,2017(4):
81-84.

2020 年重点栏目介绍

为了引领化工及相关专业教育研究前沿,在继续办好期刊传统栏目的基础上,2020 年拟聚焦时下热点问题,重点建设以下六大栏目。

1. 一流大学与一流学科建设。国内外一流大学、一流学科的建设与研究情况,一流大学、一流学科的评价标准,国家层面的政策研究等。
2. 新工科建设。新工科建设的理论研究、建设路径、专业升级改造、人才培养等。
3. 工程教育专业认证。国内外工程教育专业认证的标准、模式、规范、政策研究等。
4. 绿色工程教育。国内外绿色工程教育的内涵、原则以及与课程、教学改革的融合等。
5. 工程伦理教育。工程伦理教育的内容、规范、课程建设、实习实践以及工程师执业资格认证中的伦理标准等。
6. 名师名家谈教育。教学名师、各类教育教学成果奖获得者的教育理念、教育实践、教育情怀介绍等。