

工程教育专业认证

# 基于 OBE 理念的课程体系构建探索与实践<sup>\*</sup>

## ——以化工原理为例

任世学,李淑君,张继国,陈欲晓

(东北林业大学 材料科学与工程学院,黑龙江 哈尔滨 150040)

**[摘要]**在农林类高校中,基于 OBE 理念设计工程类专业课程体系可以大大促进具有工程实践能力人才的培养,提升本科教学水平。本文探讨了农林类高校林产化工专业化工原理课程体系的构建,包括定义教学产出、教学产出的实现、教学产出的评价、教学产出评价的使用等,拟为农林类高校化工类专业课程体系的构建提供参考。

**[关键词]**课程体系; OBE; 工程教育认证

## Exploration and Practice on the Construction for Curriculum System of Chemical Engineering Principles Based on OBE idea

Ren Shixue, Li Shujun, Zhang Jiguo, Chen Yuxiao

**Abstract:** In agriculture and forestry universities, designing the curriculum system of engineering majors based on OBE idea can greatly promote talent-cultivating with engineering practice ability and enhance the undergraduate teaching level. The course system of Chemical Engineering Principles for chemical industry of forestry products major was built from the ways of the definition, realization, evaluation and assessment and how to use the evaluation and assessment. It was a beneficial and useful exploration for the construction of curriculum system about chemical engineering specialty in agricultural and forestry universities.

**Key words:** Curriculum system; OBE; Engineering education accreditation

工程教育在中国高等教育体系中占有重要地位,占到了中国高等教育专业设置及毕业生总量的三分之一<sup>[1]</sup>。随着中国对外交流日益频繁,具有良好工程实践能力的工程技术人员需获得统一

**[作者简介]**任世学(1976-),男,副教授,博士;李淑君(1975-),女,教授,博士;张继国(1975-),男,讲师,博士;陈欲晓(1960-),女,副教授,学士。

**\*** 基金项目:东北林业大学教育教学研究课题“基于目标导向培养(OBE)模式下《化工原理》课程体系的构建与探索研究”(编号: DGY2017-16);黑龙江省教育科学“十二五”规划 2015 年度重点课题“林产化工拔尖创新型国家卓越农林人才培养机制探索研究”(GJB1215004)。

认证的资格。为进一步与国际工程人才标准接轨,中国于 2016 年 6 月加入《华盛顿协议》,成为其正式会员国。国际工程师互认体系共有 6 个协议,《华盛顿协议》是其中最具权威性的,其国际化程度较高,体系较为完整,是加入其他相关协议的基础。《华盛顿协议》最初由来自美国、英国、加拿大、爱尔兰、澳大利亚、新西兰 6 个国家的民间工程专业协会发起和签署,目前已有正式会员 18 个。中国成为《华盛顿协议》正式会员国标志着中国工程教育认证得到了国际认可<sup>[2]</sup>。基于这一背景,许多高校认识到需引入符合工程教育认证体系的教育理念来指导工程教育的教学改革工作。其中,成果导向教育(Outcome-based education,简称 OBE)是工程教育专业认证的三大基本理念之一,最早由 Spady W D 等人于 1981 年提出,现已成为美国、英国、加拿大等国教育改革的主流理念,国内有关学者也提出要用 OBE 理念引导中国高等工程教育的教学改革工作<sup>[1,3]</sup>。

在 OBE 教育体系中,教育者必须依据一定的标准与要求,清晰构想学生毕业时应达到的能力及具备的素质,然后设计与之匹配的教育结构体系来保证学生达到预期目标。化工原理课程是化工类专业的一门重要必修课,主要研究化工生产中动量、热量、质量传递过程所遵循的基本规律,包括流体流动、非均相物系的分离、传热、蒸发、蒸馏、吸收、萃取、干燥等操作单元,教学内容庞杂。基于 OBE 理念,结合我校已有课程体系,我们尝试构建了切实可行的化工原理课程体系,对教学内容、教学管理、教学考核及评价等进行了重新梳理,探讨了 OBE 理念下化工类专业化工原理课程教学新模式,为工科专业进行工程教育认证提供了有益的借鉴。

### 一、基于 OBE 理念的化工原理课程体系构建思路

基于 OBE 理念的课程结构研究较多,借鉴这些研究方法,我们认为化工原理课程体系可从 4 个方面诠释:定义教学产出、实现教学产出、评估教学产出、使用教学产出。基于以上思路,我们结合化工原理课程教学特点,首先定义了

教学产出;然后根据教学产出的目标和任务,结合我校特点,重新梳理并反向设计生成课程体系,构建了基于 OBE 理念的课程体系层级;最后针对教学目标达成度与教学任务完成度,评估教学产出。另外,教学产出的使用可以反作用于教学模式的优化,督促教育者不断完善课程体系,改进教学评价和考核方式等。

### 二、基于 OBE 理念的化工原理课程体系的构建

#### (一)定义教学产出

教学产出指的是教学要达到的目标与任务,如技能、素养等,具体表现为发表的观点、提交的作品等。《华盛顿协议》提出了 12 条毕业生素质要求,中国工程教育专业认证标准中也规定了毕业生的工程知识、工程能力等基本技能。林产化工专业本科生培养目标要求学生毕业 5 年后具有将基础性和专门性工程知识应用于解决复杂工程问题的能力,运用自然科学和工程科学的基本原理得出实证性结论的能力,综合考虑人文、社会、环境等因素的能力,使用现代工程工具的能力,遵守工程职业道德和规范、在团队中承担和履行责任的能力,有效沟通和交流的能力等<sup>[3-4]</sup>。

根据工程教育认证的 12 条毕业生能力要求及林产化工专业培养体系的要求,我们围绕工程知识、工程能力等基本技能这一核心目标,提出了林产化工专业化工原理课程教学需培养的学生能力,主要包括:1.掌握工程基础理论知识并将其应用于工程问题的能力;2.具有现代工具的应用能力;3.具有综合运用化工原理理论和技术手段设计化工流程的能力。这些能力是未来工作所必需的。我们主要根据化工原理课程教学产出特点,将其设定为教学产出。

#### (二)课程体系的重构

根据教学产出的目标和任务,我们重新整合并设计生成了化工原理课程体系,包括学生和教学支持者、教学基本信息、自学资源、教学活动资源和教学评价、教学产出等诸多内容<sup>[5]</sup>。借鉴基于 OBE 理念的理论教学课程结构模型,我们绘制了化工原理课程体系层级及关系图,

如图 1 所示。

化工原理课程体系可分为三个层级。

第一层级主要指教学活动的载体,包括学生和教学支持者。学生是教学的主体和核心要素,他们通过基本信息了解教学内容、理解和内化教学内容并输出学习产出等。教学支持者包括教师、工程技术人员等。教学支持者依据规定的学习产出,组织教学活动和教学评价,同时在教学过程中起帮助与督促作用,为教学提供保障。

第二层级是教学的支撑与核心,包括教学基本信息、自学资源、教学活动资源、教学评价资源等。其中教学基本信息包括教学基本内容、教学大纲、教学进度安排等通知性、概括性信息,一般由教学支持者决定,概括性地说明教学内容,方便学生了解教学概况和教学进度。自学资源包括授

课视频、文本、知识库、参考资料等,一般由教学支持者讲授,为学生提供教学内容。学生也可在教学过程中反馈需求和建设,教学支持者根据需求和建设对自学资源进行不断修改和完善。教学活动资源为组织和开展教学活动提供辅助,一般包括课堂讲授、现场讨论、主题阅读等。教学资源建设围绕学生展开,其是在学生视野的拓展和变迁中递进生成的。教学评价资源包括考核标准、测试作业、课程成绩等,由教学支持者制定,主要用于对学生的教学产出进行形成性评价,进而评价学生的学习效果。

第三层级是教学产出,主要指学生在教学结束后实现的产出,如素养、技能等。教学产出由学生、基本信息、自学资源和活动资源共同决定,且由评价资源进行评价。

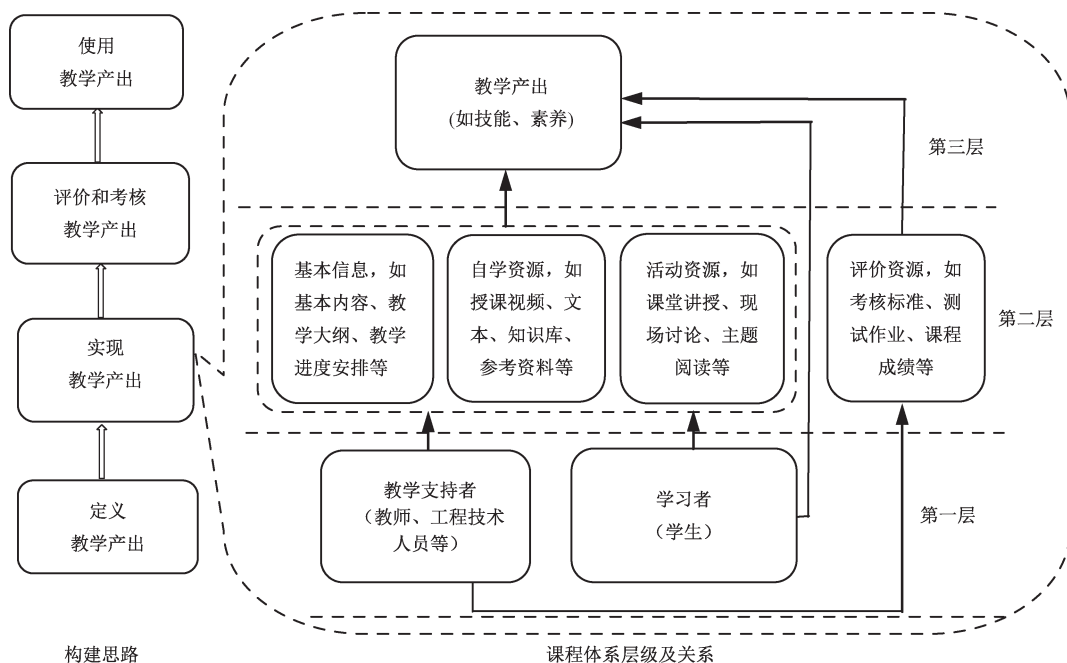


图 1 基于 OBE 理念的课程体系层级及其关系图

### (三) 教学产出的实现

1. 掌握工程基础理论知识并将其应用于工程问题的能力

OBE 理念注重引导学生开展提问性学习、转换性学习和非正式学习等。由于化工原理课程内容繁多且复杂,教学中尤其需要开展有目标的学习、提问性学习、学生和教师的转换性学习及课后答疑等非正式学习,以有效解决该课程的复杂性

和学习效果之间的矛盾。教学实施上要强调学生的主体作用,培养学生的主动学习意识。教师是教学过程的示范者、管理者和监督者,对学生起示范和指导作用,对学生学习进行评价。如流体动量传递内容属于经典流体力学知识,这部分以老师讲解、学生练习为主;而非均相物系的分离内容相对简单,学生可先自主学习,然后老师在课堂上以问题导入法讲授,引导学生参与讨论。

## 2. 应用现代工具的能力

现代工具涉及范围很广,与化工行业结合较为紧密的有现代物理学、化学化工、分析技术、计算机技术、数学、生物学等学科中的新思想、新理念、新方法和新技术等。基于林产化工专业实际,本课程主要培养学生将物理、化学化工、计算机技术、数学、生物学等学科基础知识进行综合应用的能力。具体实现途径是在学生理解基本原理后,鼓励其综合其他课程知识解决化工原理课程的相关问题。如关于精馏部分的理论塔板数求解问题,图解法因简便、直观,在工程实际中应用较多。但常规的坐标纸手工绘图确定理论板层数的方法误差大、效率低,影响数据的准确性和时效性。因此,我们要求学生采用 Origin9.0 数据处理软件求理论板层数,包括绘制气液平衡线、精馏段操作线、提馏段操作线、进料线,绘制梯级求解理论板层数及进行平衡曲线的平滑化处理等。在吸收、萃取等单元操作中,我们也设置了吸收塔理论塔板数的求解、三角形相图的准确绘制等问题让学生解决,并要求学生把解决方案整理成论文,培养其使用逻辑性强的学术性语言表达观点的能力,大大提高了学生的综合应用能力<sup>[6-7]</sup>。

总之,我们结合课程特点,改变了单一的全程灌输式教学,让学生积极、主动地参与到教学活动中来,在活动中得到认识和体验,并获得相应的能力。

## 3. 综合运用化工原理理论和技术手段设计化工流程的能力

设置这一培养目标的目的是进一步培养学生的工程实践能力和工程意识,为其毕业后解决复杂工程问题奠定基础,同时使其具备初步工程经验。具体途径是邀请具有工程实践经验的教师与学生进行讨论交流。我校植物化工比较有特色,依托相关科研成果建立了一定规模的中试生产装置,如植物活性成分提取工艺中试生产线、阻燃剂生产中试生产线等。相关教师详细介绍了这些中试生产线的研究背景、工艺选择、试生产过程中碰到的问题及解决办法、后续的产品开发情况等,让

学生了解了生产实际情况,这非常有利于学生工程知识的学习。

此外,在学完蒸馏单元操作后,学生利用 Aspen Plus 软件对苯-甲苯物系精馏过程进行了模拟,与同学一起分析化工系统的工况特性,并同自己的计算结果进行对比,获得了对工程设计的感性认识。我们还邀请化工设计院和相关公司的总工程师等工程技术人员来校开展讲座,结合某石油化工企业的工程实例,讲述其中涉及的社会、健康、安全、法律及文化等问题,让学生充分理解专业性工程解决方案在社会和环境背景条件下所产生的影响,了解可持续发展的需求,以更好地担负起工程师的责任。

### (四) 教学产出的评价

教学产出与专业技能密不可分,所以教学产出的评价体系需要针对教学目标达成度与教学任务完成度来制定,以形成对教学目标和任务达成的支持。评价体系一般分解为对学生学习过程的全程跟踪与形成性评估,可结合学生自评、互评和教学支持者评价等多种方式开展。我们为课程体系的每一项教学内容设计了考核项目及对应产出,赋以合理的“权重”,根据学生的综合表现考查其对教学内容的认识程度。如流体流动单元采用课堂讨论评价、平时作业、单元闭卷测验等方式全程跟踪评估,以形成最终评价;而传热单元采用给定某一特定工艺换热任务,让学生选择适宜的换热器,将选择理由(计算过程)整理为相应报告的形式进行评价。

### (五) 教学产出评价的使用

教学产出评价的使用可以让教育者根据教学目标达成度与教学任务完成度,不断完善课程体系,调整教学评价和考核方式。我们在使用教学产出评价时发现,教师是否具有好的工程实践背景对学生工程思维培养的影响较大,为此我们一方面积极与企业合作,建立校企共建基地培养学生的工程技术素养,另一方面邀请具有丰富工程实践经验的技术人员参与教学活动。另外,参加科研活动或科技竞赛活动的学生对社会和企业有着清晰的了解,对自身工程素养的不足也有 (下转第 94 页)



算中的错误,避免了浑水摸鱼现象的发生,指导教师也有了参考的依据。总的来说,本次试用取得了良好的效果,为下一步的推广积累了经验。

#### 四、结语

课程设计是高等学校培养创新人才的重要实践教学环节,提高课程设计的教学质量一直为教育者所关注<sup>[7]</sup>。机械原理课程设计是在机械原理课程结束后紧接着进行的环节,对巩固、扩展学生所学知识和培养学生分析并解决实际问题的能力具有重要意义。

铰链四杆机构设计是机械原理课程设计的重要组成部分。但由于其计算过程烦琐,学生容易应付了事。此外,由于学生人数众多,指导教师无法对设计结果进行判断,这也间接导致了部分学生浑水摸鱼,照抄了事。

笔者长期从事机械原理课程教学工作,每年都会指导学生进行机械原理课程设计,针对课程设计中存在的问题,编写了这款铰链四杆机构计算软件。该软件操作方便,可以对学生设计结果进行校验,同时可以及时纠正学生设计中出现的问题,方便指导教师和学生使用,有效地促进了

(上接第 35 页)明确的认识,为此我们要求专业学生必须参与大学生创新创业训练项目或教师的科研训练项目。总之,教学产出评价的使用环节必不可少,我们需要经常思考,不断加深认识。

#### 三、结束语

本文探讨了农林类高校林产化工专业化工原理课程体系的构建,包括定义教学产出、教学产出的实现、教学产出的评价、教学产出评价的使用等,为农林类高校林产化工专业化工原理课程体系构建做了有益尝试。在农林类高校中,基于 OBE 理念设计相关工程专业的培养体系,可以大大促进具有工程实践能力人才的培养,提升我国工科教育教学水平。(文字编辑:李丽妍)

#### 参考文献:

[1] 周洁,吴圣姬,陈琳,等.基于成果导向教育理念的

机械原理课程设计的实施。下一步,笔者计划将该软件在全校范围内进行推广应用。

(文字编辑:李丽妍)

#### 参考文献:

- [1] 孙志宏,单洪波,庄幼敏,等.提高学生创新能力改革机械原理课程设计[J].实验室研究与探索,2007,26(11):98-99.
- [2] 王少刚.课程设计是培养学生创新能力的重要途径[J].中国大学教学,2007(8):23-25.
- [3] 姚旭东.加强课程设计 强化创新能力培养[J].中国大学教学,2011(6):57-58.
- [4] 王成.以卓越工程师培养为导向的机械原理课程改革与创新[J].中国现代教育装备,2011(1):75-77.
- [5] 王成,赵东.如何在机械实验教学中充分发挥现代教育技术的作用[J].中国现代教育装备,2012(13):13-15.
- [6] 郑文纬,吴克坚.机械原理[M].7版.北京:高等教育出版社,2012.
- [7] 王成.面向“卓越工程师教育培养计划”的机械设计课程设计的改革与实践[J].化工高等教育,2016(6):6-9.
- 《化工原理》对分课堂教学改革实践与探索[J].教育教学论坛,2017(19):139-140.
- [2] 孙晓娟.专业认证视角下工程教育质量保障研究[D].上海:华东理工大学,2017.
- [3] 钟理,郑大锋.面向国际化卓越工程人才培养的化工原理课程建设与改革[J].化工高等教育,2018,35(3):28-33.
- [4] 黄朋勉,周智慧,黄子杰,等.基于 OBE 理念培养创新性化工专业人才[J].化工高等教育,2018,35(2):25-27.
- [5] 柏晶,谢幼如,李伟,等.“互联网+”时代基于 OBE 理念的在线开放课程资源结构模型研究[J].中国电化教育,2017(1):64-70.
- [6] 倪偲文,任世学,李淑君.Origin 软件在吸收塔理论板层数求解中的应用[J].广东化工,2018,45(6):235,251.
- [7] 倪偲文,任世学,李淑君.Origin9.0 在精馏理论板层数求解中的应用[J].广州化工,2018,46(6):35-36,42.