

新工科背景下基于 OBE 理念的课程教学改革 ——以“大气污染控制工程”课程为例

赵兵涛, 崔国民, 武 军

(上海理工大学 能源与动力工程学院, 上海 200093)

摘要:“成果导向教育 (outcome-based education, OBE)”已成为国际通行的教育理念。针对当前新工科的背景, 阐述了该理念在能源动力类“大气污染控制工程”课程教学改革过程中的方法和策略, 分析了如何利用“成果导向教育”制定教学内容、结构、过程、范围、实践和评价等过程和体系, 以及如何突出学习能力和实践能力的过程培养, 以期对“成果导向教育”理念在同类课程或相近专业的教学改革起到参考和借鉴作用。

关键词: 大气污染控制工程; 成果导向教育; 教学改革; 方法与策略; 新工科

中图分类号: G 642 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-895X(2019)04-0376-04

DOI: 10.13256/j.cnki.jusst.sse.2019.04.014

Curriculum Reform Based on Outcome-based Education Under the Background of New Engineering Disciplines —A Case Study of the Course “Air Pollution Control Engineering”

ZHAO Bingtao, CUI Guomin, WU Jun

(School of Energy and Power Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: Outcome-based education (OBE) has become an internationally-accepted ideology for education. To improve the teaching effectiveness of the course “Air Pollution Control Engineering (APCE)”, an important specialized course for energy and power engineering majors, this work elaborated the method and strategy implementation for the course under the background of China’s new engineering disciplines. It analyzed how to apply OBE-oriented education to the teaching contents and structure, process and scope, training and practice, as well as assessment system. Particularly, it focused on the process of training students’ learning and practicing ability. The results may provide a positive reference for the OBE-oriented course teaching for APCE in other majors.

Keywords: “Air Pollution Control Engineering”; outcome-based education; teaching innovation; methods and strategies; China’s new engineering disciplines

20 世纪 80 年代 Spady 提出的基于成果导向教育 (outcome-based education, OBE) 的理念, 已成为美国、英国、加拿大等国的主流教育理

念^[1-4]。世界著名的工程教育认证机构, 例如美国工程教育认证协会 (ABET)、欧洲工程教育专业认证体系 (EUR-ACE) 和中国工程教育专业认证

收稿日期: 2017-12-14

基金项目: 上海理工大学教师教学发展研究项目 (CFTD193001); 上海理工大学教师教学发展研究项目 (CFTD18001Y)

作者简介: 赵兵涛 (1976-), 男, 教授。研究方向: 大气污染控制工程教学与科研。E-mail: zhaobingtao@usst.edu.cn

协会(CEEAA)均已接受了OBE的教育理念。随着2016年6月我国正式成为“华盛顿协议”缔约国,运用OBE理念指导和检验工程教育改革的过程,对于提升工程教育的质量具有现实意义。

2017年6月教育部办公厅发布的《新工科研究与实践项目指南》明确了深入构建面向新工科的工程实践教育体系与实践平台的目标,强调围绕工科学生工程实践能力培养的目标、课程设置、实习实训安排、经费投入、体制机制、雇主反馈等关键环节开展调查,深入分析我国工科学子工程实践能力的现状与问题,推进基于成果导向的工科学子工程实践能力培养,设计评价体系,指导改革实践^[5]。其中,工科学子工程实践能力培养目标的要求相当大程度地反映于工科学子的课程教学。因此,如何在当前新工科的背景和形势下,着力发展基于成果导向教育包括以工程实践能力为导向的新工科课程教学改革,成为此类课程教学改革面临的重要问题之一。

以能源环境为交叉专业特色的“大气污染控制工程”课程,是能源动力类专业一门重要的专业课程,具有较强的行业倾向性和实践性^[6]。其学习的目的是面向国家相关行业尤其是能源动力行业,了解大气污染的排放标准和规范,培养综合运

用基本原理、理论和技术,解决重要工业源大气污染控制工艺系统的设计内容、方法和流程的能力。但是,目前该课程的教学大多偏重于理论教学和局部的课程实验和课程设计,难以适应新工科的大背景以及教育国际化的发展形势。因此,构建和实施基于OBE理念的“大气污染控制工程”课程教学理念、方法和策略的改革,具有积极意义。

一、课程理念改革

基于OBE理念的教学目标之一是在于培养学生获取知识的能力而非简单知识教授。因此,课程的内容也必须遵循以能力教学为本的理念^[7],并贯穿于教学过程始终。其侧重点是:学习成果是什么,为什么要取得这样的学习成果,如何有效地取得这些成果以及如何知道已经取得了这些成果。而毕业能力的要求是:工程知识、问题分析、设计/开发解决方案、复杂工程问题研究、使用现代工具、工程与社会影响评价、工程实践与环境 and 可持续发展理解评估、职业规范、个人和团队角色承担、沟通、项目管理和终身学习。为此,我们进行基于OBE理念的“大气污染控制工程”课程教学改革尝试和探索,具体方法与策略如图1所示。

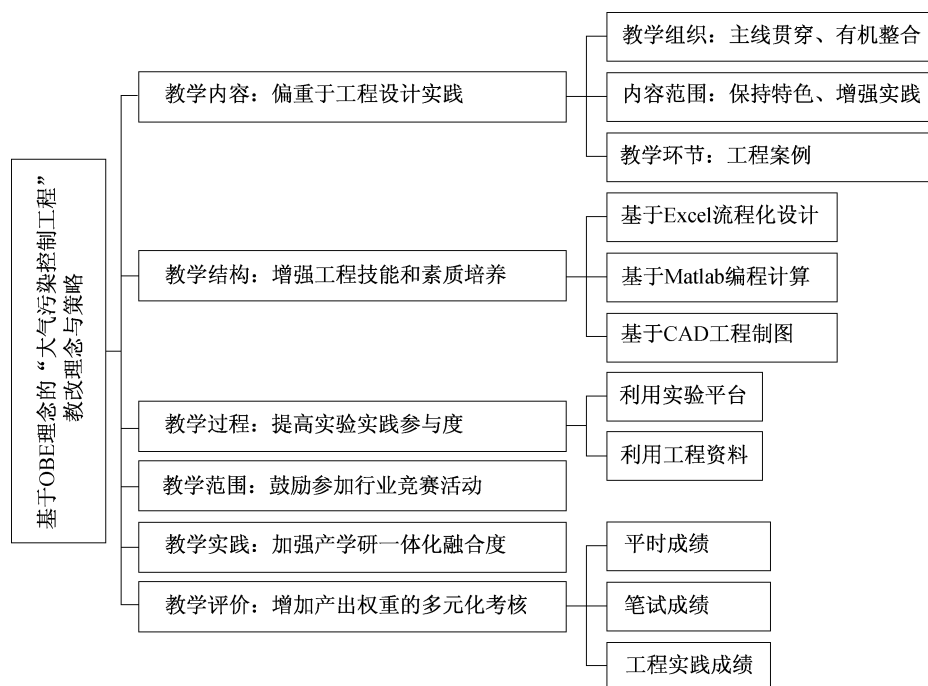


图1 基于OBE理念的“大气污染控制工程”课程教学改革方法与策略

Fig. 1 OBE-oriented ideology, methods and strategies for teaching improvement of the course “Air Pollution Control Engineering”

二、课程教学改革方法与策略

课程教学方法与策略是实现教学理念的具体保障。为此,我们开展以下环节的“大气污染控制工程”课程教学改革。

(一) 教学内容

一是在教学组织上采用主线贯穿、有机整合的策略。在“大气污染控制工程”整个课程体系的教学过程中,我们按照工程实践能力培养的主旨,突破传统以课本章节为顺序的教学组织,采用主线化的策略把课程知识进行有机整合和串联,形成模块化教学活动的特点,并根据内容范围和深度弹性化学习。例如,我们将课程内容分为基础概念和基本原理模块,技术与工艺模块,设计依据、方法、流程模块,污染监测模块等,从而有针对性地分门别类加以学习。

二是在内容范围上,加强具有特色的工程实践教学内容导向,也就是保持特色、注重基础理论学习上的工程设计或实践。我们切合自身特色,着重讲授与能源动力类而不是综合类的与大气污染相关的内容,包括近年来应用较多的微细颗粒物的控制、烟气脱硫、烟气脱硝等与工程实践密切结合的内容,以及具有前沿性的例如固定源燃烧烟气汞污染控制和温室气体二氧化碳控制等工程实践内容。此外,还注重加强学习近年来大气污染控制领域出现的新方法、新技术等内容,同时启发学生进行复杂条件下污染物控制系统内容的构建思维,如对现有锅炉多种污染物协同和同步控制内容的涉猎等。在此过程中,对标准等内容紧贴国家相关国家最新标准以体现时效性,对原理性内容涉及物理、化学及生物等基础学科以体现交叉性,对污染控制工艺差别较大且系统相对独立的单元划分子类分别讲授以体现差异性。

三是在具体设计的教学环节上,采用实际工程案例为基础进行设计,探索基于实际项目驱动的课程教学,使学生在获取知识和技能的同时,增强其职业能力的培养和训练。具体做法包括:以实际工程案例为对象给出相关参数和设计要求;要求学生查阅资料,给出设计依据,并对设计依据进行分

析、讨论和确定(含发现提出问题的思辨环节);给出设计方案并讨论其合理性(含发现提出问题的思辨环节);给出设计方法流及程并执行设计计算;对比分析不同方案的技术经济性或优劣性,确定最终设计(含发现提出问题的思辨环节);给出相应工程绘图,完成计算说明、安装说明、工程绘图全流程。在此过程中考虑综合知识和能力的培养,除了完成大气污染控制设备和管道的设计外,还涉及土建结构方面的内容。总之,不但强调原理知识的获得,而且注重设计在工程实践过程中的可操作性。

(二) 教学结构

基于OBE导向能力培养的重要要求之一是使用现代工具。对于现阶段大学本科生而言,现代工具包括计算机操作系统及办公软件等,其使用已经相当普及。但是,我们发现近年来由于部分工科专业科研化的趋势较为明显,使得工科学生在本科阶段在计算机工程工具运用能力方面呈现弱化态势,主要表现在计算机表格化设计能力、编程计算能力和计算机辅助设计绘图能力上。

因此,我们在“大气污染控制工程”课程教学过程中,专门采用固定学时,针对大气污染控制设备的设计计算,采用表格化制作,单元格函数调用的方式,加强培养基于Excel的流程化设计能力;针对燃烧空气烟气量计算、污染扩散计算、气体颗粒分离、气体吸附、气体吸收计算,加强培养基于MATLAB软件的编程计算能力;针对表现工程方案的工程图形,加强培养基于CAD的绘图能力。并且让学生在在此过程中形成自我学习、长效学习的机制。目的是使学生在毕业前能够较为充分地掌握这些与工程设计密切相关的计算机工具软件的使用能力。

(三) 教学过程

在一般的“大气污染控制工程”教学过程中,基础实验通常被安排到理论教学之后。但是,这在一定程度上不利于基于成果导向的学习能力的培养。因此,鼓励学生参与教师科研、培养工程实践能力成为有效的教学方法和手段之一。

为此,我们采取结合教学内容,建立实验平

台、延伸工程项目的方式来提升学生根据自己所学理论知识发现和解决实际问题的能力。一是利用与教学内容密切相关的教师实验平台,组织学生进行创新实验或开放实验活动,要求成立实验小组、每组全员参与。这样,学生通过自行设计典型大气污染物控制实验工艺流程、自行组装设备仪器、自行调试、自行采集数据、自行进行初步的数据处理与结果分析,提高了理论联系实际的能力。二是利用实际大气污染工程项目资料,包括大气污染工程工艺流程图、设备加工图、现场布置和安装图纸等,构建实际工程试验和设计环境,进行现场讲授和互动。目的是将单一的课堂教学模式局部转变为相应的工程项目研讨和分析等思辨环节中,比较性地讲解和讨论学生自身的工程设计与实际工程设计在工程试验或工程设计依据、方案、方法、流程和图纸等方面的异同,培养提出问题、分析问题和解决问题的能力,进而实现基于OBE的理论和实践一体化的教学效果。

(四) 教学范围

基于OBE理念的“大气污染控制工程”的教学不限于课内教学,而且涵盖课外创新能力的培养。因此不能仅仅局限于所学相关的实验与实践能力的培养。

为此,我们积极鼓励和引导学生参加与能源动力行业及大气污染控制专业密切相关的课外竞赛活动,包括创新创业大赛、全国大学生节能减排大赛、挑战杯赛、数学建模大赛等学以致用用的科学与工程实践活动。在此过程中发挥学生的能动性、积极性、协作性,突出学以致用用的理念,提升其解决实际问题的能力。

(五) 教学实践

高校和企业的深度融合与优势互补,已经成为普通本科教学中提高工科人才培养质量的有效方式之一,也是基于OBE导向的重要理念之一。实现产学研合作联合培养“大气污染控制工程”方面的工科人才,就是要注重学生在校所学与电力、环保等企业实际所需的具体衔接,注重学校与企业资源和信息的共享。

为此,我们在已经建立的与诸多大型国企的联

合实践基地的基础上,把已经形成的研究生产教融合联合培养模型延伸到本科工科教育体系中来。具体到“大气污染控制工程”的教学,我们针对燃煤电厂电、袋除尘、烟气脱硫、烟气脱硝等内容,除了进行现场实践,对实际工程的工艺流程、设备结构、运行参数、监控系统深入了解外,还同时开展学生创业计划、校企相互交流和培训讲座等活动。以此方法实现师生共同体工程业务能力的双向提升,从而实现新型教学体系和面向行业和社会的人才培养质量的形成和提高。

(六) 教学评价

多元化评价考核体系的主要目的是降低单一课堂或笔试考试的权重,从而对学生从实际问题出发,利用所具备的理论知识分析解决实际工程问题能力的综合评价与考量。

为此,我们降低了常规出勤成绩和笔试成绩的权重,增加工程设计或实践内容的项目和权重,及其考核成果的多元化体现形式,包括实现某一特定目的工程设计的计算或设计软件,设计计算说明书、工程图纸、PowerPoint汇报展示等。新增考核内容通过类似答辩的形式,衡量学生工程设计内容的正确性、计算说明书规范性、工程图纸质量,以及学生在工程项目执行中的认真程度(基于学生互评的结果)等。此外,参与开放性实验和参加工程竞赛亦酌情给予权重,最终进行量化考核。综合成绩由平时成绩、笔试成绩和工程实践成绩综合加权得出,以期能够全面反映基于OBE导向的“大气污染控制工程”的实际效果。

三、结束语

OBE贯穿以人为本、能力为本的教育理念,强调以实践为重心、突出成果的学习能力。通过对“大气污染控制工程”课程教学内容、教学结构、教学过程、教学范围、教学实践和教学评价体系等方面的探索和改进,实践基于OBE理念的、强调工程实践能力的“大气污染控制工程”课程学习方法和策略,对提高新工科背景下大气污染控制人才的创新能力培养具有积极意义。通过上述教学

(下转第385页)

态度、国家各方的态度、中国的态度等几个部分进行介绍,让学生深刻地认识到社会主义制度的优越性。

三、结束语

“大气污染控制工程”这门课具有内容更新快、多学科交叉、贴近生活、知识点多等特点。在新的形势下,我们要加强以“课程思政”为目标的课堂教学改革,积极挖掘专业知识中蕴含的思想政治教育价值和资源,坚持将思政教育贯穿到大学生专业知识学习中,提升思政教育的亲和力和专业课程的正确价值导向。在注重基础理论知识的同时,坚持不懈地引导大学生牢固树立社会主义核心价值观,并与学生一起做社会主义核心价值观的坚定信仰者、积极传播者、模范践行者。同时,教育引导大学生做坚定的“环保者”,为实现中国的“蓝天白云”,切实推进“生态文明建设”做出自己的贡献。

(上接第379页)

环节(一)和(二),旨在体现和回答 OBE 理念在“大气污染控制工程”课程教学中的“学什么”和“为何学”的问题;通过教学环节(二)至(五),旨在体现和回答“如何学”的问题;通过环节(六),旨在体现和回答“已学到”的问题。

后续改进将进一步集中在基于 OBE 理念导向的教学内容、教学方式的全局优化,探索“大气污染控制工程”增强学习能力的长效机制和国际工程教育的先进理念,以期进一步适应具有国际化、专业化、特色化的能源与环境领域人才培养要求。

参考文献:

- [1] Spady W G. Outcome-based instructional management: a sociological perspective [R]. Washington, DC: National Institute of Education, 1981.
- [2] Spady W G, Marshall K J. Beyond traditional outcome-based education [J]. Educational Leadership, 1991, 49

参考文献:

- [1] 习近平.把思想政治工作贯穿教育教学全过程,开创我国高等教育事业发展新局面[N].人民日报,2016-12-09(001).
- [2] 魏建文,何泽瑜,耿琳琳,等.可持续发展理念下的《大气污染控制工程》课程改革[J].教育教学论坛,2016(47):103-105.
- [3] 方淑荣.环境科学概论[M].北京:清华大学出版社,2011.
- [4] 高红贵,刘忠超.关于构建绿色经济发展模式的几个问题[C]//2012中国可持续发展论坛暨中国可持续发展研究会学术年会论文集.北京:中国可持续发展研究会,2012:23-26.
- [5] 郝吉明,马广大,王书肖.大气污染控制工程[M].北京:高等教育出版社,2010.
- [6] 郑莹,刘建文.《大气污染控制工程》理论教学改革探索[J].浙江工业大学学报(社会科学版),2013,12(2):148-152.

(编辑:程爱婕)

(2):67-72.

- [3] Spady W G. Outcome-based Education: Critical Issues and Answers [M]. Virginia: American Association of School Administrators, 1994.
- [4] Schwarz G, Cavener L A. Outcome-based education and curriculum change: advocacy, practice, and critique [J]. Journal of Curriculum and Supervision, 1994, 9(4): 326-338.
- [5] 教育部办公厅.教育部办公厅关于推荐新工科研究与实践项目的通知[R].北京:教育部办公厅,2017.
- [6] 赵兵涛.新形势下能动类专业大气污染控制工程教改探索[J].上海理工大学学报(社会科学版),2017,39(3):262-265.
- [7] 成卓韦,於建明,王家德,等.成果导向的教育理念与实施策略探析——以大气污染控制课程为例[J].浙江工业大学学报(社会科学版),2015,14(3):288-292.

(编辑:程爱婕)