

新形势下能动类专业大气污染控制工程教改探索

赵兵涛

(上海理工大学 能源与动力工程学院, 上海 200093)

摘要:“大气污染控制工程”是能源与动力工程类专业重要的专业课。为了深入切合专业设置的侧重与特色,结合新形势下能源动力类典型工科本科生培养要求和目标,从内容设置、教学方式尤其是工程课程设计和双语及全英教学方面进行了该课程教学改革的尝试和探索,以期对相近专业同类课程的教学改革起到参考作用。

关键词:大气污染控制工程; 能源动力专业; 教学内容; 工程课程设计; 双语/英语教学

中图分类号: G 642 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-895X(2017)03-0262-04

DOI: 10.13256/j.cnki.jusst.sse.2017.03.012

Exploration on Improving the Teaching of “Air Pollution Control Engineering” for Majors in Energy and Power Engineering

Zhao Bingtao

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

Abstract: “Air Pollution Control Engineering (APCE)” is an important specialized course for majors in energy and power engineering. To further adapt to the highlights and features of the major curriculum design and to adapt to the new requirements for undergraduate students majoring in energy and power engineering, the writer conducted an exploration research on improving the teaching of APCE in terms of teaching content, teaching methods in particular engineering design and electronic practice, bilingual and/or English teaching. The results will provide a positive reference for the course of APCE closely-related majors.

Keywords: air pollution control engineering; majors of energy and power engineering; course content; engineering practice; bilingual or English teaching

国内目前开设能源动力类专业的高等院校已达173所,该专业成为培养能源动力类工科人才的中坚力量。“大气污染控制工程”是研究大气污染物生成排放及控制的基础科学技术的一门课程^[1],也是我国高等院校能源动力类本专科的重要专业课程之一。“大气污染控制工程”课程是面向能源与

动力类本科生开设的,迄今已十年有余。经过多年的教学改革,该课程在体现专业特征、掌握知识点、培养学生思维能力等方面均取得了较大发展。

随着国家“卓越工程师计划”^[2]、高等学校本科教学质量与教学改革工程^[3]和若干提高本科教学质量工程计划举措^[4]的提出和实施,以学生和

收稿日期: 2016-04-15

基金项目: 上海理工大学2016年度“精品本科”系列教材建设项目; 2015年能源与动力工程学院本科重点课程项目

作者简介: 赵兵涛(1976-),男,副教授。研究方向: 燃烧源大气污染控制工程教学与科研。

E-mail: zhaobingtao@usst.edu.cn

教学为本,改革教学方法、提升专业教学能力、提高学生培养质量的要求已上升到新的高度。目前大多数开设能源与动力工程类专业的工科院均致力于重点打造精品本科教育,而“发展能源动力类等特色专业”和“推进国际化教育”^[5]的培养导向也对本科课程教学提出了新的要求。因此,在这一背景下,有针对性地进一步有效推进“大气污染控制工程”的教学改革,以适应新的能源动力类本科生教学与培养形势,对于提高教学质量、提高学生工科素质具有积极意义。

一、能源动力类专业大气污染控制工程课程教学的现状和问题

从高等院校能源与动力工程类课程的设置特点和侧重角度看,当前“大气污染控制工程”的课程教学内容和方法仍存在不完善之处,主要表现在以下几个方面。

(1) 内容设置的侧重性。国内目前面向能源动力类本科生课程教学使用的《大气污染控制工程》教材共有十余种。这些教材的教学内容在知识体系、内容分布、逻辑架构等方面均具有独到之处,具有一定的借鉴意义^[6]。但是,大多数“大气污染控制工程”教学内容的设置基本沿着大气污染物的产生—扩散—控制—系统—影响的主线,内容安排基本遵循大气污染概述—标准与法规—污染物的扩散与输运—颗粒污染控制—气态污染物控制—控制系统设计—与全球环境关系的次序,比较适合于广义的一般的专业设置,但不能充分体现能源动力类专业特色的实际。

(2) 教学内容的前沿性。现有的《大气污染控制工程》教材的教学内容,总体而言较难做到内容上既能够继承现有成熟的理论、方法、技术,又能够适应学科新形势的发展,包括对能源动力类尤其是与热能动力工程相关的大气污染控制领域的最新研究成果、新理论、新方法、新技术的吸纳。例如多数教学内容对于热能动力切合比较密切的内容如 Hg 污染控制、烟气 CO₂ 控制等内容的介绍不具备或不全面。另外,关于机动车移动源污染控制的内容不太适合于面向热电厂或工业炉固定源污染控制的能源动力类专业设置的特色和定位。

(3) 理论知识与工程(含电子化)实践能力的

结合程度。大多数能源动力类本科生均能熟练使用一定数量的程序语言(如 Excel, Visual B, C++ 和 Matlab 等)进行计算和使用(AutoCAD 等)图形软件进行电子化制图。在此形势下,“大气污染控制工程”的教学应当与时俱进,应当培养学生在学习知识内容学习的过程中,会将一些具体的模型计算和设备设计流程融入到辅之以电子化的课程工程设计实践中去的能力,从而达到学以致用。

(4) 采用双语或英文的“大气污染控制工程”课程教学。虽然大多数高等院校已经相继进行了“大气污染控制工程”的双语或英文教学探索^[7],但是采用的教学内容多是基于 Noel de Nevers 主编的 *Air Pollution Control Engineering* (Second edition)^[8]。从内容设置上看,也存在与能源动力特色切合程度不深的问题。

二、教学改革思路 and 措施

(一) 侧重专业设置和突出教学特色

根据能源动力工程专业本科教学的实际和特色,选择在汲取现有教学内容优点的基础上,使教学内容有所侧重,遵循有所为有所不为的改革策略。在内容架构体系上按照大气污染控制的基本概念—基本原理—技术方法与设备这一架构有所侧重的设计。在针对性方面,深化固定源颗粒控制的气溶胶原理、有害气体控制基础理论;强化知识的具体应用和工程设计及具体例证;考虑与热能动力密切相关的火电、锅炉、工业炉窑固定源污染物的监测方法等介绍等。在侧重性方面,结合能源动力领域中固定源燃烧大气污染的专业设置和课程体系,淡化或排除专业设置和特色关联不大的知识内容和模块,例如污染物的扩散、集尘系统和管道设计、机动车污染控制和与化工类专业密切相关的有机物 VOC 污染控制等部分,修订、补充主要针对化石能源燃烧过程中的污染控制原理、技术与装备的知识内容,例如完善微细颗粒包括 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 相关内容、国际上最新的关于燃烧过程中 Hg 排放的相关内容、最新的关于 CCS (Carbon Dioxide Capture & Storage, CO₂ 捕捉与封存)技术的内容,以及典型污染物一体化集成脱除方向研究的最新内容等。

同时,在教学中突出成熟性和前沿性相结合的原则。在教学内容总体上既能够继承现有成熟的理论、方法、技术,又能包含能源动力类大气污染控

制领域的最新研究和进展,重视新理论、新方法、新技术的吸纳,例如上述对最新的污染如 Hg、烟气 CO₂ 等控制内容的纳入。此外,教学内容还补充和完善了对典型固定源大气污染物包括颗粒物、SO₂、NO_x 及 Hg 的监测方法的原则及标准进行了吸纳和介绍。同时,更新教学内容和体系的以实现双语或英语教学相互补充。表 1 为适合能源动力类专业设置而修订的教学内容。

表 1 为适合高校能源动力类专业而修订的“大气污染控制工程”教学内容
Tab. 1 Course content of “Air Pollution Control Engineering” for major of Energy and Power Engineering in USST

目录	教学内容	实现方式	可否双语或英语
第 1 部分	能源利用与大气污染	理论 + 电子实践	是
第 2 部分	颗粒污染物的形成与性质	理论	是
第 3 部分	基于离心式的颗粒污染控制	理论 + 工程课程设计(含电子实践)	是
第 4 部分	基于过滤法的颗粒污染控制	理论 + 工程课程设计(含电子实践)	是
第 5 部分	基于静电法的颗粒污染控制	理论 + 工程课程设计(含电子实践)	是
第 6 部分	基于洗涤法的颗粒污染控制	理论 + 工程课程设计(含电子实践)	是
第 7 部分	烟气 SO ₂ 污染控制	理论 + 工程课程设计(含电子实践)	是
第 8 部分	烟气 NO _x 污染控制	理论 + 工程课程设计(含电子实践)	是
第 9 部分	烟气 Hg 污染控制	理论 + 工程课程设计(含电子实践)	是
第 10 部分	烟气 CO ₂ 控制	理论 + 工程课程设计(含电子实践)	是
第 11 部分	大气污染控制发展趋势与对策	理论	是

(二) 探索相辅相成的工程课程设计和双语及全英课程教学方法

1. 强化工程课程设计

能源动力类工科本科生一个重要的培养目标之一是培养能源与动力工程领域内具备卓越工程实践

能力和国际化视野的技术人才。这一目标要求“大气污染控制工程”的课程教学在理论知识学习的同时保障实践能力的培养^[9-10]。因此,在教学中注重进行理论学习基础上的工程课程设计,体现小型化、模块化、电子化实践的内容和特色。目的是通过课程设计,来复习、巩固所学过的知识,并与实践相结合从而做到学以致用。

为此,在架构上新补充完善大气污染控制理论、突出工程实践包括工艺和设备设计的原理、方法、步骤与流程,吸纳并结合具体工程实践进行案例结合设计,加强课程设计的比例。具体而言,在绪论部分尝试使用网络资料比较大气环境质量的演变与发展(GB 3095—1982, GB 3095—1996, GB 3095—2012), 污染物生成部分采用基于 Excel 的燃烧理论空气量、所产理论烟气量、过量空气时依据烟气内 RO₂、O₂ 和 CO 成分进行过量空气系数反算的自动化电算流程,以及在大气污染控制设备部分对静电、过滤、湿式颗粒污染控制设备及典型 SO₂ 吸收塔和典型 Hg 或 CO₂ 吸收塔或吸附床等辅以电子化的课程设计(见表 1)。

2. 推进双语及英语课程教学

双语和英语教学是培养能源动力类专业人才国际化的重要途径之一。“大气污染控制工程”的双语和英语教学亦不例外。为此,授课时一般先初步尝试课程局部内容的双语教学,之后逐步过渡到英语教学。为保证教学效果,一是在中文课程中心网站的基础上,建立起与之对应的英文课程网站,便于在电子移动终端随时随地学习和师生交流;二是在课程讲授过程中特别注意电子课件的中英文对照,对于重点内容采用中英文同时讲解的方式,努力营造英文授课的氛围与环境。

三、面临的挑战

(1) 课程的硬件资源建设需要进一步加深和拓展。如前所述,在以能源动力为专业特色的“大气污染控制工程”教学过程目前经常采用取舍和补充的方法修正教学内容,一定程度上限制了专业特色和现有的知识体系的衔接性。因此,针对固定燃烧源大气污染控制的专业设置特色,编撰与之匹配、适合特色的教材及教辅书籍是首要问题。

(2) 能够进行全过程英文授课的师资需要重点培养。尽管大多数高校该课程已建立相应的“大气污染控制工程”课程教学团队,其中不乏具有海外留学经历人员,对双语教学没有较大问题,但对全过程英文授课尤其是大气污染控制专业知识的口语表达能力仍相对薄弱。此外,双语及全英教学的主要挑战还表现为学生的专业英语水平不一,虽然多数会达到大学英语四级、六级水平,但专业英语基础包括专业语汇和专业理解知识的参差不齐仍是比较突出的问题。

(3) 小型化、模块化及电子化的工程课程设计及其在目前考评机制中的定位与权重问题需要进一步科学合理地加以确定。

四、结束语

随着能源与动力类典型工科本科专业的学生培养目标、定位与形势的改变,作为其重要课程之一的“大气污染控制工程”教学内容和教学方法亦应随之适应和调整。通过课程内容、辅以电子化的工程课程设计、双语或英语教学等教学内容和方法的改进,不断提高具有专业特色的该类课程的教学效果以及学生的学习兴趣和学习以致用的能力,同时克服和解决面临的具体问题,仍是今后该课程教学改革努力的方向之一。

(上接第261页)

参考文献:

- [1] 伊利亚·普利高津. 确定性的终结[M]. 湛敏,译. 上海:上海科技教育出版社,1998:2.
- [2] 李政道. 物理的挑战[J]. 世界科学,2001(11):2-4.
- [3] 史蒂芬·霍金. 时间简史[M]. 许明贤,吴忠超,译. 长沙:湖南科学技术出版社,2007.
- [4] 欧文·拉兹洛. 系统哲学引论[M]. 钱兆华,译. 北京:商务印书馆,1998.
- [5] 瑞德尼克. 量子力学史话[M]. 黄宏荃,彭灏,译. 北京:科学出版社,1979.
- [6] 李启斌. 天体是怎样演化的[M]. 北京:中国青年出版社,1979.
- [7] 姜璐,王德胜. 系统科学新论[M]. 北京:华夏出版

参考文献:

- [1] 郝吉明,马广大,王书肖. 大气污染控制工程[M]. 第三版. 北京:高等教育出版社,2010.
- [2] 扶慧娟,辛勇. 推行“卓越工程师计划”培养实践型工程人才[J]. 实验技术与管理,2011,28(11):155-158.
- [3] 中华人民共和国教育部. 教育部 财政部关于“十二五”期间实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”的意见[EB/OL]. (2011-07-01) [2016-02-20] http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201107/t20110701_125202.html.
- [4] 上海市教育委员会. 关于开展市属本科高校骨干教师教学激励计划试点工作的通知[EB/OL]. (2012-11-27) [2016-02-20] <http://www.shmec.gov.cn/html/xxgk/201211/406112012017.php>.
- [5] 人民网教育频道. 上海理工大学:“三管齐下”提高本科生质量[EB/OL]. (2015-06-03) [2016-02-20]. <http://edu.people.com.cn/n/2015/0603/c1053-27096298.html>.
- [6] 赵兵涛. 浅析国外大气污染控制工程教材特点[J]. 中国电力教育,2009(17):104-105.
- [7] 蒋卉. 大气污染控制工程课程双语教学初探[J]. 高教研究:西南科技大学·高教研究,2010(4):80-82.
- [8] de Nevers N. Air Pollution Control Engineering [M]. 2nd ed. Boston:McGraw-Hill Companies,2000.
- [9] 赵兵涛. 能源与环境类专业“大气污染控制工程”课程建设与探索[J]. 中国电力教育,2013(16):74-75.
- [10] 任晓莉,郝瑞刚. 大气污染控制工程课堂教学改革探索与实践[J]. 化工高等教育,2009(3):68-70.

(编辑: 巩红晓)

社,1990.

- [8] 赵松年. 非线性科学:它的内容、方法和意义[M]. 北京:科学出版社,1994.
- [9] 刘华杰. 浑沌之旅[M]. 济南:山东教育出版社,1996.
- [10] 林鸿溢,李映雪. 分型论-奇异性探索[M]. 北京:北京理工大学出版社,1992.
- [11] 湛垦华,沈小峰. 普利高津与耗散结构理论[M]. 西安:陕西科学技术出版社,1998.
- [12] 阿诺尔德. 突变理论[M]. 北京:商务印书馆,1992.
- [13] 黑格尔. 小逻辑[M]. 贺麟,译. 北京:生活·读书·新知三联书店,1954.
- [14] 黑格尔. 小逻辑[M]. 贺麟,译. 北京:商务印书馆,1980.

(编辑: 巩红晓)