

以“工程热力学”教学为例分析中美工程教育的差异

刘 妮, 孙晓晶

(上海理工大学 能源与动力工程学院, 上海 200093)

摘要: 针对“工程热力学”的教学, 从教学理念、课程定位、教学方式、实验课程设置、作业及考核方式等方面对中美高校的工程教育进行了对比。从微观角度分析了中美工程教育的差异, 为提高我国工程教育质量提供参考。特别是在实验课程、作业和考核方式等实践性教学环节, 美国高校的教学方法有许多值得参考的地方。

关键词: 工程教育; 教学理念; 实验课程; 考核方式

中图分类号: G 642.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-895X(2019)02-0182-03

DOI: 10.13256/j.cnki.jusst.sse.2019.02.015

A Comparative Study of Engineering Education between China and USA Based on “Engineering Thermodynamics” Teaching

LIU Ni, SUN Xiaojing

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

Abstract: The differences of “Engineering Thermodynamics” teaching between China and USA are compared in the aspects of teaching philosophy, course orientation, teaching method, teaching content, experimental course, assignments, and evaluation. After analyzing the engineering education in China and USA from the microscopic point of view, the author believes that the practical teaching experiences especially on experimental courses, assignments and evaluation in the universities of USA are worth learning.

Keywords: engineering education; teaching philosophy; experimental course; evaluation methods

“工程热力学”是研究热能与其他形式的能量之间相互转换规律的一门学科, 具有较强的理论性, 同时又是与生产生活联系极为紧密的一门学科。“工程热力学”是热能动力工程专业、制冷及低温工程专业、建筑环境与设备工程专业、化工专业等大多数工科专业的一门重要的技术基础课程, 也是培养能源动力类工程师、机械工程师和化学工程师的必修课程。

中美两国“工程热力学”的教学在教学理念、课程定位、教学方式、实验课程设置、作业及

考核方式等方面存在差异。为了提高我国的本科教育质量, 尤其是工科学生的能力培养, 本文对此进行了对比分析, 以期为我国工程教育改革提供参考。

一、教学理念

美国为培养适应 2020 年需要的工程人才提出了工程教育的“2020 工程师”计划^[1], 加大了工程教育改革的力度。该计划为工程教育的改革发展

收稿日期: 2017-04-03

基金项目: 2015 年度上海市教委重点课程建设项目 (1K16301003)

作者简介: 刘 妮 (1974-), 女, 副教授。研究方向: 制冷空调新技术。E-mail: liu_ni@163.com

提供了顺应未来大背景需求的变革途径和具体措施,包括强化工程专业的社会地位,普及工程教育,加强工程教育与社会和企业的全方位合作,提高工程教育改革的系统性与整体性等。该计划提出要塑造高素质的全能型工程师人才,而不是匠人。因此,美国高校的“工程热力学”教学理念也发生了改变,由重视科学理论转变为大工程观,加强了理论与实际工程应用的联系^[2-3]。

我国工科专业的“工程热力学”教学理念大多侧重理论教学,强调其理论的科学性,而教学与实际工程应用联系不够紧密,学生应用工程热力学解决实际工程问题的能力不足,这与培养具有综合素质要求的工程师的目标还是有一定差距的。把工程师的培养目标从单一的科学工匠转变为培养具有科学、管理、经济和可持续发展能力的综合型人才,提高我国工程教育的质量,首先要从解放思想着手。

二、课程定位

不同专业及其学科的定位不同,对人才培养的目标也应有所不同。而不同层次的学校应根据其定位的不同而采取不同的人才培养模式,这一点在美国的“工程热力学”教学过程中体现得比较明显。不同学校之间以及同一学校不同专业之间“工程热力学”的课程定位差别很大,有的课程定位具有很强的理论性,有的侧重工程性,有的则具有鲜明的行业特点。

过去近二十年,我国高等教育规模迅速扩大,但在许多具体的教育环节上出现了一刀切的现象。在具体的教学过程中,“工程热力学”的课程定位则过多偏向于统一的科学理论化,而没有充分体现出不同学校、不同专业之间各有倾向性的特点。“工程热力学”教学中追求理论性是必要的,但如果能在教学过程中更多地体现出“工程”二字的多样性和实用性特点,呈现百花齐放、百家争鸣的状态,从而给学生以更多选择,则会更加有利于未来工程师的培养。

三、教学方式及内容

本文以 Texas A&M University 工程专业的“工程热力学”教学为例,对美国工程类的“工程热力学”教学方式进行分析,而对于美国“工程热力学”侧重理论的教学类型,本文不做比较。该校工程专业的“工程热力学”课程分为理论课程

(24 学时)和实验课程(12 学时)。理论课程以教师讲授为主,同时要求学生做一些特定题目的报告,并要求学生依据课堂所学,自选课题,进行研究,授课教师会在此过程中给予指导,并在期末给予评价^[4]。学生可以充分利用实验室设备,如数据采集仪、热电偶、实验用电脑等,自建试验台,完成课题。报告的题目通常是学生自己选题或由教师引导学生自己提出,在做报告期间教师给予一定的指导。学生通过做报告的形式锻炼了文献检索及综述能力、演讲能力、创新能力、团队合作能力和综合分析能力,为将来加入工程师团队并进一步成为团队领导打下了综合素质方面的基础。同时,这种形式也增强了学生主动学习的意识。

国内的“工程热力学”教学方式以课堂讲述为主,虽然也经常通过课堂问答来调动学生学习的主动性,但与美国 Texas A&M University 的学生相比,我国学生在教学过程中的参与度明显不足。美国学生做报告的准备工作都是在课后完成的,所以,美国学生课后花在学习上的时间与课堂时间的比例至少是 1:1,大部分学生的时间比大于 1:1。因此,如何有效地调动学生学习的主动性和参与的积极性是教学方式改革的主要目标之一。

Texas A&M University 工程专业的“工程热力学”任课教师在理论课上讲授的内容,并没有覆盖我国所用的教学大纲的全部内容。美国的任课教师会在课程开始时向学生进行问卷调查,了解学生选该课程的目的和需求,从而确定教学内容,这也体现了美国教授治学的严谨性和灵活性。教师的授课内容会紧跟学术前沿,这使得学生在学习过程中充满自豪感、满足感和主动性。而在评价任课教师的过程中,学生的意见占了较高的权重。

我国高校“工程热力学”教学内容依赖教学指导委员会的大纲,缺乏多样性和灵活性,对学术前沿的跟踪也有不足。而工程本身的特点就是多样性的,我们培养工程师的目的是为现代化多样性的工程需要而服务的,所以“工程热力学”的教学内容也应该充分体现行业和专业的特色,在大纲的指引下增加实用性和多样性,并结合学术前沿进行内容的丰富和充实。

四、实验课程

Texas A&M University 工程专业的“工程热力学”实验是单独设立课程的,而且学时基本与理

论课时相当。所以,实验课安排了大量的与学生动手有关的教学内容。其实验课和理论课在同一个学期进行,所以两者的内容是紧密结合、互相促进的。学生需要自己提出实验方案,自己设计实验^[5]。因此,学生在课下需要花费比理论课更多的时间准备实验课。我国高校的“工程热力学”实验基本以演示性和验证性为主,学生对实验方案和内容没有选择的余地。近年来,虽然各高校也都增大了实践性教学环节的投入,但目前的实验课程因受场地、资金、教学地位等条件的限制,还远远没有达到培养现代化工程师的要求。

五、作业及考核方式

美国工程类专业“工程热力学”的作业也是以习题型为主,习题的难度并不会比例题大。习题数量以时间量化,学生完成作业用时与上课时长之比为1:1或略多于上课用时。教师还会安排几次小型设计类作业,需要学生课下查阅大量文献,花较多精力才能完成。设计类作业要求学生分组合作,以书面或口头报告的形式提交。这种小型设计类作业都是来自工程实际案例,实践性较强。学生为完成工程目标,需要充分综合运用所学知识。这种综合性作业的设计可以很好地培养学生的分析能力、创新能力以及团队合作意识等综合素质。所以,不论实验、报告还是作业,都是为培养学生综合能力而设计的,并非只是以满足本课程教学任务为目的的。当然,这种方式也会增加老师的教学工作量,但在美国,助教帮助教师完成了大量琐碎的细节工作,从而缓解了这种压力。助教多为博士研究生承担,也要为作业、实验、报告等工作做大量的准备工作。助教在此过程中付出了大量的努力,同时从中也得到了全方面的锻炼。

Texas A&M University 工程专业的“工程热力学”对学生采取多种方式的考核形式,如平时作业及实验、设计报告、多次考试等等,成绩所占比例如下:作业和报告成绩占25%,三次考试成绩各占25%。学生学习的主动性强,对自己未来有明确的规划和目标,因此其学生对分数并非特别看重,而更重视学习的成效。即使作业的分只占10%,学生依然很重视。美国高校平时考试频繁,这可使学生强化阶段性的学习效果,从一定程度上弱化了期末考试中的地位,减轻了学生期末考的压力。

美国高校教师对学生的团队考核时,每个团队

的成绩是由教师打分和其他团队的打分综合起来的结果。而团队中,每名成员的成绩是以团队成绩乘以一个0~1之间的系数,而这个系数是由团队成员内部相互打分决定的。这些分数的汇总、整理是由助教来完成的。

我国大多高校对学生的考核方式基本一致,学生平时成绩占30%,期末考试成绩占70%。这种人才评价模式太注重分数,与培养全面高素质的现代工程师的目的不协调。笔者认为,目前期末考试成绩的占比太大,学生也特别重视期末考试,导致期末考试周的压力过大,而常规的学习时间则压力不足。如果采取多次考试的方式,每次考试覆盖不同的章节,不仅可以分散学生期末的压力,也可以更充分地巩固平时阶段性的学习效果,为学生自我评价、自我督促创造条件。当然,多次考试会增大了教师的工作负担,但这样的代价是值得的。

六、总结

通过针对以上几个方面对比“工程热力学”教学在美国高校工程类专业与我国工科教育之间的区别,可以发现中美工程教育最大的差别在实践性和学生学习主动性上。显然,进一步强化实践教学环节,在贴近工程实际环境的条件下,培养学生具有真刀真枪地解决实际工程问题的能力,是提高我国工程教育质量的一个有效且必要的途径。

参考文献:

- [1] National Academy of Engineering Committee on Engineering Education. The Engineer of 2020-project prospectus[EB/OL]. <http://www.nae.edu/Programs/Education/Activities10374/Engineerof2020.aspx>.
- [2] 谢笑珍.论美国高等工程教育及其对我国的启示[J].职业时空,2008(7):14-15.
- [3] Thompson G. Status and prospects of sustainable engineering education in some American universities[C]//Proceedings of the Conference,“Engineering Education in Sustainable Development”. Delft:[s.n.],2002.
- [4] Alvarado J. Design your own thermodynamics experiment, a problem-based learning approach in engineering technology[C]//Proceedings of the 2006 ASEE Annual Conference & Exposition. Chicago:ASEE,2006.
- [5] Alvarado J. Design and construction of a lab-scale ground source heat pump[C]//Proceedings of the 2007 ASEE Annual Conference & Exposition. Honolulu:ASEE,2007.

(编辑:程爱婕)