

文章编号: 1671-6612 (2022) 01-167-04

一流课程《工程热力学》的教学创新研究与实践

张冬洁 饶国燃 宋侃

(北京理工大学珠海学院 珠海 519088)

【摘要】 《工程热力学》是人类开发和利用能源的重要基础课程,在全球面临化石能源短缺、严重大气污染和全球变暖的时代,是实现新能源开发和节能减排的重要工具,更应该做好一流课程的建设。结合时代要求,本课程改革注重培养学生的科学精神,激发爱国情怀和社会责任感;结合社会对人才的需求,修订教学大纲,引入“以学生为主体,问题为导向,持续改进”的教学模式和“成果导向(OBE)”的教学理念,授课内容与科研项目和工程案例有机结合,培养学生逻辑思维能力和解决复杂问题的能力;采用多元化教学手段,增加过程性考核,建立反馈机制,将“教”与“学”紧密联系,持续改进,通过课程实践,效果良好。

【关键词】 工程热力学; 一流课程; 成果导向; 持续改进
中图分类号 TK123 文献标识码 A

Teaching Innovation Research and Practice of the First-class Course <Engineering Thermodynamics>

Zhang Dongjie Rao Guoran Song kan

(Beijing Institute of Technology, Zhuhai, Zhuhai, 519088)

【Abstract】 Engineering Thermodynamics is an important basic course for utilization of energy. It is an important tool for realizing the development of new energy, energy conservation and emission reduction, especially in the era of global fossil energy shortage, serious air pollution and global warming. It should be built as a first-class course. The reform of this course pays attention to cultivating students' scientific spirit, stimulating patriotism and social responsibility. The teaching syllabus is revised, and the teaching mode of "student-centered, problem-oriented, continuous improvement" and the teaching concept of "Outcome based education (OBE)" are introduced. The teaching content is combined with scientific research projects and engineering cases, so as to cultivate students' logical thinking ability and the ability to solve complex problems. By adopting diversified teaching means, increasing process assessment, establishing feedback mechanism, and linking "teaching" and "learning", continuous improvements have been achieved in practice.

【Keywords】 Engineering thermodynamics; First-class courses; Outcome-based; Continuous improvement

基金项目: 北京理工大学珠海学院质量工程项目(201915JXGG); 北京理工大学珠海学院一流课程项目(YLKC2020020)
作者(通讯作者)简介: 张冬洁(1972-),女,博士,教授级高级工程师, E-mail: 121378950@qq.com

收稿日期: 2021-06-17

0 前言

一流课程的建设是实现“双一流”学科建设的基础元素。人类文明发展至今,化石能源短缺以及燃烧化石能源带来的环境污染和温室效应,已经成为全球难题。大力开发清洁的新能源和对现有设备

及系统的节能改造已经成为基本国策,在国民经济多个领域的技术研究和应用中,均需要具备热工的基本素养。《工程热力学》是一门研究能量传递和转化规律的基础学科,研究各种能源利用的理论基础,它不仅是能源相关专业学生的专业基础课,也

被列为众多工科专业的必修课^[1]，如机械工程、材料工程、化学工程、生物工程等。因此，针对《工程热力学》教学中的现存问题进行课程改革，打造一流课程，更好地服务广大本科生，意义重大。

1 教学目标及课程关键问题

一流课程，就是金课，是指教育部实施一流课程“双万计划”建设的 10000 门左右国家级一流课程和 10000 门左右省级一流课程^[2]。一流课程的主旨是掀起教育界的“质量革命”，实现中国教育的内涵式发展。秉承本校培养“复合应用型人才”的定位以及“地方大学为区域经济服务”的要求，课程教学目标如下：

(1) 理解和掌握热力学的基本概念和基本定律，在学习过程中具备较强的自学能力。

(2) 利用基本理论对热力学过程进行分析，解决热力学相关工程问题，培养逻辑性思维，培养运用数学、科学及工程知识解决复杂问题的综合能力。

(3) 掌握热力学相关实验知识，能理论联系实际，科学地分析与解释数据。

(4) 了解国内外能源现状和前沿信息，具备能源忧患意识和社会责任感，学会高效用能。

(5) 掌握团队合作方法，培养团队协作精神和高效处理问题的能力。

结合本课程的讲授情况，梳理出的现存问题大致如下：

(1) 以教师讲授为主体，未能及时建立反馈环节，“教”与“学”不能有机联系，由于学习科目多，本课程内容也较多，课时有限，学生容易发生畏难情绪，影响学习效果。

(2) 作为基础学科，理论内容抽象，逻辑性强，学习理解难度大，传统的输入式导向讲授，学生不容易形成知识的系统化，缺乏逻辑性思维，遇到实际问题无从下手，做不到学以致用。

(3) 教学活动以课堂讲授为主，没有考虑到学生的差异性，好学生的学习需求未得到充分满足。

(4) 专业理论知识与工程实践联系不够密切，学生学习目的不明确，学习兴趣和热情未充分激发。

(5) 考核以试卷测验为主，过程性评测不够充分，未能及时鼓励优秀学生，发挥他们的带动作用。

基于以上学情分析，本课程引入以“学生为主体，问题为导向，持续改进”的教学模式和“输出导向(OBE)”的教学理念，在教学过程中注重教学方法设计，实现一流课程建设。

2 教学改革内容与实践

从我国“教”字的写法到西方“Education”一词的起源，都反映了教育的本质，要实现“教”和“学”两种行为的有机联系与结合，教师引导，学生学习。培养品格，训练思维，增长知识与技能，成长为有思想、有智慧、符合社会需要的人才。

课程本身是师生的纽带，是实现教育目的、培养人才的基本保障^[3]。做好课程改革，即是回归教育本质，激发学生的主体意识，以成果为导向，设计教学过程，取得好的教学效果。

2.1 教学大纲的修订

能源是人类文明发展的支柱，《工程热力学》作为一门能源基础课程，是人类实现能源开发和节能减排的重要工具。全课程讲解与能源的开发和利用紧密结合，引入课程思政元素，结合国内外能源现状，激发学生保护环境、高效用能的意识，培养学生社会责任感；介绍我国在新能源开发方面所取得的巨大成就，引导大学生树立“中国自信”和学好本门课程的信心。

本次修订的目的是强化教书育人的“育人”环节，实现育人与育才相统一^[4]。在掌握知识体系的同时，也形成向上的价值观和品格，具备科学思维和职业精神，为将来步入社会成为一名合格的工程师或科学工作者打下基础。

本课程总课时为 48 学时，包含 6 个学时的实验环节。教材选用国家级规划教材^[5]，结合人才培养需求，教学内容适当精简和优化，删减热力学一般关系式、化学热力学基础、热力学第三定律等复杂的热力学问题部分；重点讲授热力学第一定律、第二定律、气体与蒸汽性质和基本热力过程等基本理论，强化训练，让学生构建好热力学知识体系；与实际工程应用结合紧密的章节，如喷管、压气机、动力循环、制冷循环等，以学生为主体，教师引导，侧重培养他们利用基础知识分析问题和解决问题的能力。实验环节采用仿真与实操相结合的方式，培养学生动手能力，团队协作能力。

2.2 教学实施环节的创新

针对学情反映出的问题,实施本课程的教学改革。具体创新方法归纳为:“问题”开篇促思考;课堂分享增信心;教研相辅提兴趣;“输出”检验见成效;过程考核带后进;评测反馈重改进。实现学生为主体,问题和成果为导向,持续改进的教学模式。

(1) “问题”开篇促思考

“问题导向”模式的核心思想是调动学生的大脑,在教学过程中引发学生的思考,引导学生运用基本的知识,多角度思维,逻辑推理出问题的答案。在本课程课堂教学设计中,将相关的课程概念和原理融汇在问题之中,围绕问题展开分析讨论,获得解决问题的方法和技巧,并及时提出思考题进行巩固训练,注重教学效果考查。“问题导向”教学模式实现了理论与实践的密切结合,重视学生独立思考能力、创新进取精神的培养,锻炼学生分析和解决实际问题的能力。

比如,在第一章基本概念及定义里,结合全球化化石能源危机难题,指明提高设备热功转化效率是解决难题的途径之一,如何让更多的热变为功?需要掌握热变功过程中热量和功量的计算,一个问题将一节课要达到的最终效果明确体现出来,学习目的明确,能充分激发学生的求知欲。

(2) 课堂分享增信心

作为一门学科的基础课,经过长期摸索得到的理论,必然存在一些难于深入理解和掌握的知识点。比如,第四章气体和蒸汽的基本热力过程,要想获得热变功的基本定律和定量计算,要用到反映气体或蒸汽性质的状态方程或图表,可逆过程的功量和热量基本计算公式,还要掌握住焓、熵、热力学能、技术功这些基本参数的计算方法,并善用能量守恒这一基本定律,大部分同学一见到复杂的公式就会有畏难情绪,感觉内容晦涩,无法深入学习。但也有一部分优秀的学生,有学习兴趣,能踏实分析。教学中,通过讲解一个典型热力过程的分析过程,梳理出一般步骤,然后布置课下自学作业,让学生研读教材,整理分析思路,再采用翻转课堂方式,在课堂分享自己对于知识点的理解,教师点评、指证,深入引导。

通过实践,这种方式充分开发了优秀学生的潜能,训练他们的表达能力和逻辑思维能力,并带动

全体同学共同学习重要知识点,印象深刻。课堂分享不仅增强分享者的自信,也在学生中树立标杆,激发其他同学的学习热情和学好本门课程的自信。

(3) 教研相辅提兴趣

秉承本校培养“复合应用型人才”的定位,对学校师资提出“双师型”要求,即教师既要具备理论教学的素质,也应具备实践教学的素质,鼓励教师做好科研。本教学团队教师多数具备工程经历和丰富的工程经验,建立了专业相关的工程案例库,并申请有多个科研项目,这为课程教学提供了良好的素材。在授课过程中将这些素材与知识点讲解有机融合,每一章均有与之对应的素质拓展题目设定,拓宽了学生视野,提高了学习的兴趣,通过相关训练,让学生体会到基础知识的应用。授课过程中,部分学生就题目展开了深入思索,提出了自己的见解,体现出创新能力。

(4) “输出”检验见成效

以知识点“热力循环”讲解为例,热泵(冷暖型)空调这个日常家用设备,是采用了热力循环的逆循环方式。授课之初设置了“计算题:在冬季,房间为维持恒定的室内温度需要10kW热量,分别采用冷暖空调和电暖器方式,各需要消耗多少电量?”,要求学生根据本课堂所学能计算。课程首先讲解了正循环的热力学问题抽象,热效率分析,然后以此为参照,学生自学逆循环知识点,采用分组讨论和上台分享的形式,共同进行热力学问题抽象,获得逆循环的制热系数和制冷系数公式。最后利用获得的基本公式计算出了两种采暖方式的耗电量,明确得出空调供暖可以比电加热节约70%的电费。

整个课程设置了多个类似计算题,通过训练增强了学生专业认同感和自信心。同时鼓励学生参与到相关的研究课题,真正做到教研相辅,学生可以学到如何撰写专利和科技论文,为科学研究做好储备。

(5) 过程考核带后进,评测反馈重改进

课程考核是人才培养和教学质量保障的关键环节^[6]。对于重要的专业基础课和专业课,多采用平时和期末考试两个考核环节,期末考试占比一般在60%以上,且以笔试闭卷为主。学生为了取得好成绩,更重视考前的突击复习,只为了考试临时强化记忆概念,无法深入理解和应用,不利于创新能

力的培养。

本课程采用“问题”导向和“输出”导向的教学方式,便于增加课程的过程性考核,在学习过程中发现优秀学生,并采用适当加分形式激励他们在小组讨论和课题分析中发挥积极作用,带动后进学生,实现共同进步。此外,每一节内容均设置课堂思考题,结合学习通和问卷星等线上软件,进行课堂测验,收集和整理数据,发现学生学习的薄弱环节,重点答疑解惑,梳理授课过程的问题,及时改进。

2.3 教改成效

本教学团队经过了多年的课程教学,在近3年申报《工程热力学》相关教改课题3项,建立了课程习题库和相关工程案例库,并对实验设备进行改进,申请相关专利。校级、院级督导组评教、学生反馈良好,学生评教主讲老师均为优秀。通过课程小组讨论和翻转课题等教学方式,激发了学生的学习主动性,学生的答疑人次较上一届有近30%的提升,课程优良率由40.7%提升到55%,不及格率由6.4%降低到2.9%。引导和启发式教学挖掘出部分优秀学生参与到科研项目研究,锻炼了他们的创新能力,有5人分别进行了2项专利的撰写并得到受理。

3 总结

《工程热力学》是能源专业的主要专业基础课,基于现有学情,本文进行了教学改革和创新。修订了教学大纲,全课程讲解与能源的开发和利用紧密结合,培养学生社会责任感和职业精神;授课过程实施“以学生为主体,问题和成果为导向,持续改进”的教学模式。通过教学实践,取得了较好的教学效果,本成果可为工科基础课程的“一流课程”建设提供参考。

参考文献:

- [1] 张冬洁,饶国燃.面向机械类专业的《工程热力学》教学内容和教学方法研究与应用[J].制冷与空调,2020,34(3):379-381.
- [2] 教育部发力本科建设,打造“金专”“金课”[EB/OL].中华人民共和国教育部网[引用日期2019-05-09].
- [3] 张红伟,蒋明霞,兰利琼.一流课程建设的要义:思想性与学术性[J].中国大学教学,2020,(12):36-41.
- [4] 于美,李卫平,邢雅兰.以解决复杂问题为牵引的课程思政机制的构建[J].教育教学论坛,2020,(53):114-116.
- [5] 沈维道,童钧耕.工程热力学[M].北京:高等教育出版社,2016.
- [6] 袁月梅,姚美村,潘明皓.以课程考核模式改革为引擎加速推进“双一流”高校本科人才培养的内涵建设[J].高教学刊,2020,(9):15-17.