

突出专业特点改革工程热力学 课程教学的研究与实践¹

谭羽非

(哈尔滨工业大学 市政环境工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150090)

[摘要] 专业目录调整后拓宽了建筑环境与设备工程专业的专业口径和内涵,这就要求工程热力学课程体系、教学内容与培养厚基础、宽口径、能力强、素质高的高科技人才相适应,文章介绍了课题组在工程热力学教学中以突出专业特点为主线,从教学内容、教学方法、教学方式等多方面,进行的一系列改革创新实践,所取得的研究成果不仅对工程热力学教学改革有积极作用,对其他课程改革也有借鉴意义。

[关键词] 工程热力学; 教学改革与实践; 改革

[中图分类号] TU83-4

[文献标识码] A

[文章编号] 1005-2909(2004)01-0039-05

Research and practice on teaching reformation of thermodynamics course bringing the point of specialty into prominence

TAN Yu-fei

(1. College of Municipal & Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China)

Abstract: The adjusting of profession catalogue has widened the scopes and contents of the profession. This makes the engineering thermodynamics course has to adjust its system and content, so that it can satisfy with the demand of cultivating high-tech talent who has solid major basis, wide knowledge field and high working ability. This paper introduces a series of innovation and practice that the task group has made in the engineering thermodynamics teaching. Those innovation and practice involve in the content, the method and manner of teaching aiming to bring the point of specialty into prominence. The research that the task group has made can act actively in teaching reformation of engineering thermodynamics course, and it can also be used in other courses.

Key words: engineering thermodynamics; teaching reformation and practice; reform

1998年教育部在专业目录调整中,将原有的供热通风与空调工程、城市燃气工程、供热空调与燃气工程等专业归并为建筑环境与设备工程专业。由于专业口径、内涵的拓宽,这就要求原有的工程热力学课程体系、教学内容与培养厚基础、宽口径、能力强、素质高的高科技专门人才相适应。我们课题组历经四年多时间,以突出专业特点为主线,从教学内容、教学方法、教学方式等多方面,在工程热力学课程教学中,进行了一系列改革创新实践,这些研究成果不仅对工程热力学教学改革有积极作用,对其他课程

改革也有借鉴意义。

一、明确教学培养目标,整合、优化课程体系

教育部在关于深化教学改革,培养适应21世纪需要的高质量人才意见中指出:要拓宽专业口径,调整知识、能力、素质结构,构建适应新世纪需要的人才培养模式。要大力调整、合并狭窄专业,要培养复合型的人才。因此,调整后的新专业所牵涉内容比以前专业广泛多,要求学生所应掌握知识面也比以前更宽。

• [收稿日期]2003-12-16

[作者简介]谭羽非(1962-),女,哈尔滨人,哈尔滨工业大学教授,博士后,从事热工基础理论的教学研究。

借鉴国内外各高校其他专业工程热力学课程改革的成功经验,从培养建筑环境与设备专业整体优化考虑,对课程体系进行优化和整合。主要体现在以下几个方面:

1. 夯实基础,拓宽内容,体现新专业特色

配合拓宽了的专业设置,在不增加总学时数基础上,将工程热力学课程分为两部分进行教学。一部分为必修课,以夯实基础为主要目标,讲述热力学基本理论、基本概念等内容,使学生掌握扎实的热工理论基础和热力学的研究方法。另一部分是选修课,旨在对专业目录调整后,对工程热力学教学内容的加深和拓宽,主要围绕热能开发、利用和节能为中心,重点介绍新能源、新工质、新循环,使学生能在走上工作岗位后,站在学科的前沿,用所学的热工理论指导工程实践。

2. 起点提高,重点后移,介绍本学科的最新发展

删去繁琐的公式数学推导,简化如大学物理学中已涉及的部分内容,采用起点提高,重点后移的方法,适当地介绍本学科的最新发展及在解决现代科学技术问题中的应用,如新节能材料的工质热物性、新型空调、制冷循环等,使学生看到工程热力学的发展与国民经济、现代科学技术的发展之间的关系,激发学生的学习兴趣、扩大学生的知识面,启发学生的创造性思维。

3. 优化课程体系

课程衔接上的优化:注意与其它课程之间的协调,保证知识传输要符合内在逻辑性,注重上挂下联,即上挂高等数学、工程数学、理力、材力,下挂空调、供热工程、燃气输配等各专业课,保证作为技术基础课程能为后续课程的学习、毕业后的工作以及进一步学习提高奠定扎实的理论基础。

课程定位的优化:本课程在专业能力形成中起到扎实的理论基础和对工程实践的指导作用,所以要强调课程体系中理论和应用的有机结合、相互渗透,注意培养学生的工程观点和运用基本理论解决工程实践问题的能力,使基础理论教学占本课程的65%—70%。

教学形式的优化:将课堂教学、实践教学、现代化辅助教学手段进行有机结合,构成工程热力学课程新的模块化教学体系,即:课堂教学模块、实践教学模块、现代化辅助教学模块。

二、改革教学内容,体现新专业特色

众所周知,热力学理论是从热能与机械能相互

转换的实践中发展起来的。传统的工程热力学内容,主要是围绕热与功转换,其中动力循环占有很大篇幅,涉及的工质主要是气体和水蒸气,这些内容对动力类专业非常适用。但对建筑类专业,一方面集中供热、供暖的热源,常取自热电联产,空调的冷源来自制冷装置,这些要涉及热与功的转换;而另一方面湿空气、燃气、制冷剂、溶液等的热力性质,是后续供热、供燃气、通风与空调工程课程必须要用到的,可见建筑类专业对工程热力学知识的要求比动力类专业更多、更广。因此教学内容的改革必须在保持学科基本理论的严密性和系统性基础上,考虑专业的特殊性,要突出专业特点,具体的表述如下:

1. 知识传授

a. 基础性知识:包括热力学第一、第二定律,工质的热力性质,热力学基本过程等;

b. 应用性知识:建筑用能过程的第一、第二定律分析方法,建筑传热过程的增强与削弱,换热器的热设计方法等;

c. 拓宽性知识:介绍热工理论与技术的最新进展及应用情况,以及在交叉学科中热工理论与技术的应用情况。包括空冷器、新型节能型空调、细微尺度换热问题等。

2. 能力培养

a. 对实际物理问题的建模能力:包括对实际问题会作必要的简化、建立数学描写以及选择合适的解决方法等。

b. 具有解决实际热工问题的初步实践能力:包括能够应用理论分析、数值计算或用比较简单的实验方法。

3. 素质教育

结合课程学习,适当介绍工程热力学发展史,使学生进一步树立历史唯物主义、辩证唯物主义的观点。在课程内容的教学中要适时给学生介绍科学的思想方法与研究方法,本学科最新成果,努力培养学生为祖国服务、为科技事业献身的精神。

三、教学手段的改革与创新

1. 课堂教学

工程热力学作为一门技术基础课程,与工程实践密切相连,需要有很多的工程问题作为背景,单调的文字叙述和简单的图形说明,往往不能准确形象地描述工程问题。而多媒体技术利用灵活的图形、文字、声音动画等形式,可改善传统僵硬的教学方式,迎合学生求新的学习心理。

于 2000 年开发完成的立体化多媒体工程热力学电子版教材,在教学实践中使用并逐步得到完善,使课堂教学图文并茂,声像结合,使学生可以多方位、立体化地形成认知,在轻松的环境中达到对知识的理解、分析、记忆、掌握和运用。过去抽象的热力可逆、不可逆过程等教学难点,采用动态图像和三维实物造型即可表达清楚;多媒体教学大量的可视性、可比性、可听性素材,如空调喷淋、建筑节能墙体等,使知识点数量大幅度增加,创建了崭新的多媒体环境下的课堂教学模式,大大提高授课效率。

2. 计算机辅助教学

工程热力学有许多内容都适合制作 CAI 课件,可加大教学信息量,增加辅助教学力度,增加单位时间内传授知识的广度和深度,有利于对新型人才的培养。我们目前开发制作有工程热力学第一、第二定律习题课、工程热力学基本概念对话、工程热力学自测练习、工程热力学难点分析系列 CAI 课件。这些课件采用声、图、文并茂的多媒体计算机辅助教学技术,结合复杂的工程事例,进行例题讲解,热力过程分析,自测练习等,经过几个学期的试用,收到了良好的效果。

3. 新型网络课程教学网站的开发

于 2001 年开通了“工程热力学网络教学平台”网站,参照并执行教育部现代远程教育资源建设委员会 2000 年颁布的《现代远程教育资源建设技术规范》的要求,以其文、图、声、像多种媒体信息和信息之间联系的多向性与交互性、信息传递的高效性,为学生学习工程热力学课程提供了最为广泛、快捷的手段。网页文件包括 Flash 动画,图片文档,文本文档、影像文档、CAI 课件、录音等,同时包括网络资源表、自制视频库等,主要内容简介如下:

a. 教学管理区

由主页面上方快捷键设置构成,包括课程概述(热力学发展史、热力学课程介绍、热力学分析方法)、教材建设、教学成果、教学大纲、教学设计、教学日历及教师风采。

b. 专业简介

本板块采用文字、图片和录像片的形式,介绍了建筑环境与设备专业发展状况、科研方向、教学及科研成果,使学生了解学科前沿发展,对所学专业有一个全面认识,激发学生强烈的求知欲望。

c. 学习系统

本板块是网页中的最重要组成部分,包括三个子模块,分别为课堂多媒体授课模式(用于巩固、复

习课堂上学习的内容,以 powerpoint 为母版)、个性化学习模式(用于个性化独立系统的学习,网页母版,包括动画、图片、声音等)、探索研究性双语学习模式(英文原版教材学习,适用于学习优秀的学生)。学生可根据自己的学习特点,有针对性的进行学习。

本板块还包括基本概念汇总、公式及使用条件汇总、教学进度及要求的快捷方式、各大学热力学试题集萃、每章复习思考题、每章阶段性测试,便于学生学习查用。

d. 在线答疑、考试系统

在线答疑是采用 ASP、Java 程序设计语言编写的后台网络脚本,全部采用互动形式,学生可提出问题,由老师或其他同学给予解答。根据网站的使用效果,这是网络开通最成功的部分。

在线考试是采用 Microsoft SQL Server 2000 数据库软件开发,完全实现网上人机交互对话,题型采用选择题和是非题,题目涉及工程内容面广,难度渐进,适合学生通过测试练习巩固课堂所学知识,考试完成后,计算机自动判定对错,给出成绩。

e. 作业评阅系统

本板块对于学生的作业在网上生成的文件后,系统自动添加上 html 的开始和结束标志,通过系统直接使用 http 协议上传,而不需要通过其他的协议和软件完成。教师评阅后,再回传给学生本人。考虑到学生较多,系统还设置学生登陆密码识别程序,教师每次可抽查评阅部分网上作业。

f. 师生论坛及教学评价系统

本板块采用 ASP、Java 软件开发,教师可针对不同的课程单元或学习重点来创建各种讨论区,师生可进入不同的讨论区进行讨论。教师也可在其中解答问题,同时可以整理讨论区,保留其中重点的有代表性的东西,起到对于每章知识的总结作用。教学评价包括:学生评价、教师评价、教学资源评价。

网络教学平台的研制与开发,受到学生的热烈欢迎,点击率相当高,同时学生提出了很好的意见和建议。

四、教学方法与考试评价方式的改革

1. 课堂教学方法的改革

对课堂教学方法的改革,是从对教学法的研究开始的,完成了 21 世纪初我国高等教育人才培养体系研究计划立项课题“关于上课的研究”,提出实行启发式教学,避免灌输式的教育,注意培养学生创造性的思维能力;在教学中采用渐进式和渗透式两种

教学法有机的结合,对基本理论部分教学,以渐进式教学为主,适当吸收渗透式模式的合理内核;对工程应用部分的教学,以渗透式模式为主,适当吸收渐进式教学模式的优点,在课堂上以讨论问答式为主,采用案例式教学,就一两个中心问题展开,让学生在思考中吸收新知识,活跃学生的学术思想,为他们的独立思维和激发创新精神,提供充分的时间和空间。

2. 考试评价方式的改革

摒弃简单化和一次考试定成绩的方式,采用合理的打分形式,平时成绩占 15%,实验占 5%,期末考试占 80%(采用闭卷考试)。综合评定。

平时成绩包括学生的学习态度、创新意识、思维能力以及平时作业是否认真、计算准确的程度等方面。许多同学不重视教学实验,我们将实验课出勤率和实验报告的撰写,以 5% 计入总分。在期末试卷中,增加两道结合实践的综合分析题,旨在考察学生通过本课程学习后,分析和解决问题的能力。同时对学生撰写学习总结或科技小论文设立 5 分的附加分。

学生普遍认为综合评定学习成绩的方法比较公平合理。既能反映学生的真实成绩,也能调动学生的学习积极性,对学生素质教育和能力培养是一个比较实用的方法。

五、突出专业特点的教材建设及题库建设

1. 教材建设

由我校主编的高校建筑环境与设备工程学科指导委员会推荐教材《工程热力学》,历经第一至四版五次修订,在全国发行量近 20 万余册,获建设部部优教材奖,并与 1998 年、2002 年先后两次获国家级教学成果奖教材二等奖。

新一版教材充分体现以学生为本、突出专业特色,贯穿素质教育的先进思想,主要考虑以热能直接利用为主,能量转换为辅,论述质量迁移,能量交换与物质状态或物态变化的关系,探讨提高热能利用率及节能的基本途径等为主要内容。充分体现建筑类专业特色,如热力学第一定律的论述不局限于热与功转换的数量关系,而是针对供热、通风、空调工程中常见的热力系统与设备进行能量平衡的分析与计算。对于热力学第二定律的论述,不再只围绕热功转换进行效率分析,而是根据热力学第二定律的实质,应用熵分析和焓分析法,评价各种能量利用的合理性,研究优化能量系统的方法,探讨提高能量有效利用率和节能的技术措施。

2. 考试题库建设

经多年建设并逐步完善的工程热力学考试题库,题量达 2000 余道,题库命题科学,覆盖面宽,题型包括是非题、选择题、填空题、名词解释和计算题,目前还开发了结合工程实际的设计分析题。每年考试都采用题库命题,组题原则是每章的题量按学时数进行分配,重点章节增加一定题量,基本概念题占 40%,计算题占 35%,其他占 25%。

六、全方位强化学生素质和应用能力的培养

1. 开辟第二课堂

开放式第二课堂教学,可以拓展学生思维,提高学习积极性和创新意识。

在学校八达集团资助下(每项资助 1000 - 2000 元),积极组织学生利用业余时间,结合课堂教学,开展科技创新活动,主讲教师均被学校聘为本科生科技创新活动的指导教师,2001 级学生提出的“小型节能通风换气装置的研制”、“洗浴中心污水余热回收实验装置”获得学校本科生科技创新活动经费资助并获奖。

和系学生会一起,组织学生热工基础知识竞赛,课程组教师参与命题与组织工作,编写数十道趣味性的日常生活、工程实际的热工题目,竞赛的型式与电视中的竞赛相同,有必答、抢答等,通过这样的活动,激发学生学习的兴趣,同时巩固了基础知识,深受广大学生欢迎。

在网站的主页上,还开辟了“学海泛舟”栏目,介绍大量热力学相关科研论文和教师科研成果,还包括本科生科研小论文。旨在使学生接触学科前沿,对学生进行全方位的科技创新能力的教育。

2. 改革实验方法

过去我们的实验基本都是验证性实验,主要目的是加深学生对热工原理的认识,这种实验方法对学生能力的培养作用不大。为此我们增添了两个综合、设计性实验。基本作法是:实验前只对学生提出实验目的,提供实验设备和用具(有时要学生自己选择),要求学生事先设计实验方案,写出详细的实验步骤。学生的实验设计交教师审查合格后,才允许学生做实验。

3. 布置科研小论文

结合课程内容和教师的科研方向,布置有一定的难度和深度的科研小论文,强化学生分析问题、解决问题能力的培养和训练,在开学初即布置给学生,教师仅做提示,要求学生自己到图书馆或利用网络

资源查阅资料,对学生有充分发挥其才能的余地并给予加分奖励,同时也能对学生进行因材施教。这一作法收效很好,有的学生还写出了水平较高的论文。例如2002级学生完成的“论在无限空间的第二定律”、“‘熵’量与商量”等好文章。

七、实践效果

四年来以突出专业特点为主线,对工程热力学课程的改革与实践,极大调动了学生学习的积极性和主动性,使学生对于学科的研究目标更加明确,更好地掌握了课程学习的方法,加强了对基本概念、基础理论的理解,增强了学生工程实践能力,拓宽了学生知识面,强化了学生分析、解决问题的能力,综合素质普遍提高。2002年秋季学期,学生考试综合统计结果为:19.5%在90分以上,63.2%在80-90分之间,17.3%在70-80之间,平均良好以上。

八、结语

21世纪需要高素质的工程技术人才,而高素质工程技术人才的培养离不开高等工程教育,在课程教学中结合专业教育进行改革势在必行。当然也对教师提出了更高的要求,育人先要正己,要培养学生各方面的素质就需要教师不断提高自身的素质,要热爱高等教育这一光荣神圣的事业,要有敬业奉献精神,并以此影响学生,要不断地学习新知识和增强

各方面的能力。我们有信心在全国专业指导委员会的统一指导下,按照建设国家精品课程的总体目标要求,寻找差距,弥补不足,争创国家级精品课程。

* 本课题得到黑龙江省新世纪高等教育教学改革重点项目和哈尔滨工业大学重点课程建设项目资助;成果获黑龙江省教学成果一等奖,哈工大优秀教学成果一等奖。

[参考文献]

- [1] 冯忠良. 学习心理学[M]. 北京:教育科学出版社, 1991.
- [2] 张光斗,王冀生. 中国高等工程教育[M]. 北京:清华大学出版社,1999.
- [3] 郝克明,蔡克勇. 应用学科高层次专门人才培养途径多样化研究[M]. 北京:人民教育出版社,2000.
- [4] 龙惟定,姚荣华. 我国高校建筑环境与设备工程专业发展——彦启森教授访谈录[A]. 暖通空调新技术[C]. 北京:中国建筑工业出版社,2000. 28-31.
- [5] 教育部高等教育司. 深化教学改革培养,适应21世纪需要的高质量人才[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
- [6] 余文林. 当代课堂教学改革的理论与实践[M]. 福建:福建教育出版社,1999.

(责任编辑:周虹冰)