

文章编号: 1671-6612 (2020) 03-379-03

# 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

张冬洁 饶国燃

(北京理工大学珠海学院 珠海 519088)

**【摘要】** 在全球面临能源短缺和环境污染挑战的时代,《工程热力学》已经成为工科学生基础必修课程之一,以提高学生高效用能和节能减排意识,为后续专业课程学习打下坚实基础。结合时代要求和机械类专业特点,在课程的教学目标和教学内容制定上做了一定改进,并详细探讨了教学方法,以期提高教学质量,取得较好的教学效果。

**【关键词】** 工程热力学; 节能意识; 教学方法

中图分类号 TK123 文献标识码 A

## Study and Application of Teaching Contents and Methods of <Engineering Thermodynamics> for Mechanical Speciality

Zhang Dongjie Rao Guoran

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

**【Abstract】** Global energy shortage and environmental pollution have become serious challenges of human being. To improve students' awareness of efficient using of energy, energy conservation and emission reduction is very essential. So <Engineering Thermodynamics> becomes one of compulsory courses for engineering students, it is a foundation for the courses of mechanical speciality. Combined with the requirements of the Times and the characteristics of mechanical majors, some improvements in the formulation of teaching objectives and teaching contents are presented, and teaching methods are discussed in detail in this paper, in order to improve the teaching quality and achieve better teaching results.

**【Keywords】** Engineering thermodynamics; Awareness of saving energy; Teaching method

作者(通讯作者)简介:张冬洁(1972-),女,博士,教授级高工,E-mail:121378950@qq.com

收稿日期:2019-07-27

## 0 前言

《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,包括传统的燃料化学能,太阳能、风能等清洁能源和核能、磁力能等新型能源。人类利用能源,有85%以上是转化成热能后再利用,因此本门课程尤其侧重研究物质的热力学性质及热能的利用。在全球面临能源短缺和环境污染挑战的时代,做好大学生的《工程热力学》教学,普遍提高他们高效用能和节

能减排意识,意义重大。

时至今日,《工程热力学》不仅仅与能源和动力专业相关,在机械工程、材料工程、化学工程、生物工程等各领域的技术研究中,也都需要具备热工的基本知识。早在20世纪80年代后,发达的欧美国家就已经将《工程热力学》与《传热学》作为机械类学生的必修课<sup>[1]</sup>。目前国际上推行的工程教育专业认证制度,在课程体系设置中也要求将《工程热力学》作为工科学生必修课程之一。为与国际

接轨,近年来我国的一些工科类专业也开展了工程教育认证工作<sup>[2]</sup>,北京理工大学珠海学院机械制造及自动化专业也通过了 I E E T 认证,《工程热力学》成为专业必修课之一,因此,做好面向机械类专业的《工程热力学》教学研究,势在必行。

## 1 教学目标与教学内容的确定

高等学校的教育是以培养满足社会发展所需要的人才为目的,结合时代要求和专业特点,与时俱进地确定教学目标和教学内容是对课程教学的基本要求。

### 1.1 将节能意识的培养作为教学目标之一

目前能源短缺和环境污染是全球面临的难题。我国人口众多,是个能源消耗大国,各个领域的系统及设备节能改造空间巨大,在提高能源利用率,节能减排,保护人类生存环境方面任务艰巨。

《工程热力学》作为研究能源利用的基本理论课程,在开篇应展开介绍能源分类及全球用能现状,尤其是中国的能源结构及现状。珠海处于粤港澳大湾区,是我国经济快速发展地区之一,与国际接轨紧密,新一代年轻人更是节能减排的排头兵。因此,在课程学习过程中,详细介绍区域性能源政策及用能导向,强化学生的节能意识,呼吁年轻一代低碳生活也尤为重要。这对实现我国新时代生态环境控制的发展愿景意义重大。到 21 世纪中叶我们期望生态环境质量全面改善,天蓝水清,2050 年污染物排放量回到 20 世纪 80 年代初水平。只有全民齐心协力,低碳生活,才能实现。

### 1.2 将提高机械设备中的能源利用率作为教学重点之一

进入 21 世纪后,我国科技迅猛发展,在一些领域已经走在国际前列,能源是各个行业发展的基础,对于机械工程类学生而言,将来步入社会从事的工作,从机械设备加工到工程机械装置的开发和利用,无不涉及到能量的转换和利用问题,设备的运行和控制管理体现出能量的高效利用更能凸显技术的先进性和实用性,设备的环保也成为基本性能要求,因此《工程热力学》等热工类课程已经成为重要基础课程,结合机械专业需求,加强热工类课程的教学内容改进,突出其专业领域的实用性,对培养机械专业工程及科技人才至关重要。

因此,教学过程中,相关机械的耗能和耗水热

力计算要作为教学重点,除进行常规的热工计算练习之外,还要增加课后思考题和简单的研发小题目,引发学生思考,强化实际解题能力的训练。

### 1.3 相关教学内容设计

(1) 绪论是每门课程的开篇第一课,一般情况下,学生在第一节课均会饱含热情,教师应精心设计讲义和课件,除清晰介绍本课程主要内容外,重点介绍能源的现状及面临的挑战,灌输节能及新能源开发意识,激发学生学习兴趣。

本课程绪论部分利用 1 个学时讲述,内容设计如下:

①热能及其利用:能源分类及利用情况简介;中国能源现状及能源结构特点;珠三角地区用能特点及相关政策。

②热力学发展简史。

③工程热力学的主要内容和研究方法。

(2) 熟练掌握一门学科的专用术语和概念对开展课程学习至关重要。课程第一章为基本概念及定义,利用 3 个学时讲解。工科专用术语和基本概念相对枯燥,但如果不能清晰理解,后续的过程方程、能量方程等的推导将更难以掌握。因此,必须重视这部分的讲解和学习,让学生打下扎实基础。

为增强其易懂性,要将基本概念与我们的日常生活相联系。比如“热力循环”这一概念的讲解,可以以家用电器的电冰箱或者空调机为例,因为学生熟知这些装置要实现的功能,并对每个部件的运行情况都有一定了解,借助他们的既有感受引出制冷四大件的概念,再去剖析工质—制冷剂在其中的运行状态,只有不断循环,才能实现持续制冷。这样学生脑海很容易形成“热力循环”的概念,对于循环中的能量守恒和热功转化等的定律会印象深刻。进而我们讲述国家对家用电器的“能效等级”的规定,把用能的多少量化到电费的多少,突出节能的重要性。由于与自己的生活休戚相关,引发学习兴趣,听起来不枯燥,学生学习效果就好。其他章节也采用这种结合实例易于理解的方式,避免强硬灌输。

(3) 在整门课程讲解过程中,适时加入能源科技新动向,比如新能源应用,温室效应的危害,技术革新带来的经济性等。倡导在节能减排的全球行动中,工科学生要担负起自身的责任。

(4) 重视热工计算训练。在讲解过程利用思

考题引发学生思索,通过习题讲解加深对热力学能、焓、熵等基本参数的理解,并能利用系统状态参数变换计算出热变功的多少,掌握热力学第一定律在实际工程问题中的应用。

## 2 教学方法研究与应用

作为一门理工科专业基础课,《工程热力学》一直被学生定位为难学课程,理论性强,公式多,难理解,难记忆。多年来,众多学者对课程的教学方法提出了自己的见解<sup>[3-5]</sup>。但随着时代发展,科技不断进步,社会对人才需求有了变化,另外随着计算机的迅猛发展,新型教学手段不断涌现,我们在教学方法方面仍要不断摸索变革,以适应新的变化,并力求取得更好的教学效果。

### 2.1 精心设计教学课件,形成环环相扣的知识链

《工程热力学》是一门承上启下的专业基础课,学生从高中开始就接触物理,了解热学的基本知识,对热与功的转换有粗浅认识,但都不足以支撑后续相关的专业课的学习,它是在高等数学等工具学科的基础上,对热量传递和热功转化的基本理论进行深入讲解,为机械类学生在后续的各种动力机械学习过程中做好理论储备,只有充分理解了基本原理后才能进一步改造和提高设备性能,真正成为符合社会需要的工程技术人员或科研人员。

对于教师而言,能精心设计一份将各个知识点有机衔接、环环相扣的教学课件,是讲好课的基本要求。内容上,根据国家级规划经典教材进行节选<sup>[6]</sup>,利用24个学时讲解绪论、基本概念及定义、热力学第一定律、气体和蒸汽的性质及基本热力过程和热力学第二定律几个部分,其后的章节可供学生在今后的工作和科研过程中自学,全篇要紧扣国家能源政策,突出培养学生节约能源,提高能源利用率的意识。形式上,图文并茂,与日常生活和生产紧密结合,通过宏观现象引导学生剖析问题的实质,掌握其中的基本定理。在课间播放相关小视频,激发学生兴趣,提高对本课程的认识,引发思考,提高个人技能。

### 2.2 采用灵活多样化授课方式,因材施教

教师授课的目的是协助学生掌握课程主要知识点,答疑解惑。对于相对枯燥的专业基础理论课程,授课要注重以引导和启发为基本原则,如前所述的基本概念“热力循环”的讲解举例,要结合日

常实例形象讲解,避免强硬灌输。面对机械类设置的5个章节中,绪论、基本概念和定义以及热力学第二定律这三个部分,教师授课为主,把晦涩难懂的部分讲明白,打下扎实的理论基础;热力学第一定律、气体和蒸汽的性质及基本热力过程这两个部分,以学生主动学习为主,通过思考题、习题和作业,进行大量的训练,可采用反转课堂的形式,将学生分成组,让学生实现授课和提问的角色互换,教师在过程中及时点评,纠正错误概念,解答学生疑问。通过教学实践和问卷调查,这种方式课堂气氛活跃,被学生普遍认可,学习效果显著。

### 2.3 建立完善的学习监督机制,提高学习效果

学好工科课程,持续性很重要,在授课过程中,要有完善的监督机制。首先,每天课前5分钟回顾上节课内容,下课前5分钟总结重要知识点并提出预习作业,这个环节的考核作为学生平时成绩的一部分。这种互动体现了不仅教师对课程的重视,也对学生学习提出具体的要求,督促他们养成好的学习习惯。其次,对重要知识点设置课堂提问或小测验,可以及时检查学生的学习效果,便于教师随之调整授课的节奏和方法。另外,建立学习小组,以便开展反转课堂、小组互相提问等活动,这种方式可以引导学生积极思考,发现学生需求,进行针对性辅导,让他们有更多的收获。

### 2.4 学习效果体现

通过一个学期的教学实践,并与上届教学情况进行比较,证明这种教学方法效果显著:

(1) 班级人数108人,24个学时授课期间,累计答疑达到39人次,学生的答疑人数和频率显著提升,及格率达到94%,平均成绩79.6分。

(2) 反转课堂的方式让学生体验了备课和授课的过程,明显激发了他们的学习主动性,参加过授课的学生都赞成这种方式,他们认为带着任务去学习,效率高,理解的更为深入,并且印象深刻,授课过程也锻炼了口头表达能力,有利于个人技能提升。

## 3 总结

《工程热力学》已经成为机械类学生必修课程之一,在全球面临能源短缺和环境污染挑战的时代,培养他们高效用能和节能减排意识应作为教学目标之一。在教学内容和教学方法上做了细致的研究,

---

坚持以启发、引导为原则，精心设计课件，采  
(下转第 386 页)