

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2017.05.013

欢迎按以下格式引用:王义江,周国庆,冯伟.基于兴趣学习的传热学课程教学改革研究[J].高等建筑教育,2017,26(5):54-57.

基于兴趣学习的传热学课程教学改革研究

王义江,周国庆,冯伟

(中国矿业大学 力学与建筑工程学院,江苏 徐州 221116)

摘要:针对传热学课程内容丰富、侧重理论分析、知识点相对独立和关联课程众多等特点,围绕教学过程中所遇到的数学分析繁多枯燥、理论知识拓展不够、课堂教学形式单一和实验与理论课程脱节等问题,分别从科研难题融入教学、重视理论背景知识、遴选优秀教材内容和改革考试出题方式四个方面对教学内容进行调整,通过加强过程考核、强化实践能力、开展问题导向授课和建立微信课堂四个方面对教学手段进行改革。结果显示,学生学习兴趣得到显著提升,对传热学课程知识也掌握得更加牢固。

关键词:传热学;兴趣学习;教学改革;方法研究

中图分类号:G642.0;TK

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2017)05-0054-04

一、传热学课程概况

(一)课程概述

传热学是研究温差作用下热量传递过程和传热速率的科学,在科学技术和工程领域具有重要的应用价值。传热学课程是建筑环境与能源应用工程专业学科基础课程^[1-2]。该课程课堂学时为56学时,另有6学时的试验课,与流体力学、工程热力学课程一起单独设置热工与流体基础试验课,一般在二年级下学期开设。

传热学主要内容包含三部分^[3]:导热部分,包括稳态导热、非稳态导热及数值计算;对流换热部分,包括对流换热基本理论、单相流体对流换热(含内流、外流和自然对流)、沸腾及凝结换热;辐射换热部分,包括热辐射基本定律、辐射换热计算。三部分内容相对独立,均有各自的分析方法和求解思路。

传热学课程教学目的是,通过课程学习使学生理解热量传递的基本规律及分析思路,掌握传热强化与削弱传热的基本方法。同时通过课程学习,提升学生逻辑思维能力和综合素质,锻炼学生解决实际工程传热问题的能力,为后续专业课程学习打下坚实基础^[4]。

(二)课程特点

1. 课程内容丰富

中国矿业大学建筑环境与能源应用工程专业培养方案从2000版开始历经5

收稿日期:2016-09-25

基金项目:中国矿业大学课程改革与教学改革项目(WK13005);中国矿业大学土木工程学院本科教学争创一流项目(2017BKPT03)

作者简介:王义江(1981-),男,中国矿业大学力学与建筑工程学院副教授,博士,主要从事传热传质方面的研究,(E-mail) wyj_cumt@163.com。

次修改,传热学课程学时逐渐压缩到课堂 56 学时 + 试验 6 学时(单独设课)。虽然学时不断减少,但教学内容却未曾减少,甚至有所增加。从导热基本理论到稳态、非稳态导热和数值计算,从对流换热基本原理到外掠、内流换热以及相变传热,从辐射换热基本定律到辐射换热计算,从传热过程到换热器设计、校核计算,内容十分丰富,教学进程相对紧张。

2. 侧重理论分析

传热学课程包含大量公式推导,无论是导热、对流还是辐射传热问题,均有若干计算公式。比如肋片导热问题就与微分方程求解密切相关,描述对流换热过程的质量、动量和能量守恒方程组,表面辐射换热公式的推导过程等都有计算公式。学生对相关公式推导过程大都感觉枯燥乏味,难以跟上授课节奏,学习积极性不高。

3. 知识点相对独立

从传热学的三大核心内容看,导热问题与微分方程关联密切,如一维大平板非稳态传热问题中采用的分离变量法求解等,大多与严格的解析计算有关。对流换热虽然也有三大守恒方程,但由于动量守恒方程求解的复杂性,在实际工程计算时多采用准则关联式进行分析,侧重于经验公式的选择而不强调计算结果的严格精确。辐射换热计算则介于导热和对流之间,既有计算过程的理论推导,也有相应结论的直接应用。但由于辐射换热计算与空间位置有关,导致学生在知识理解和实际计算中容易出现各类问题。

4. 关联课程众多

与传热学各知识点相关联的课程内容较多,如稳态导热肋片温度分布计算中需要用到高等数学的微分方程内容,非稳态导热则要用到数学物理方程相关内容,数值计算则需要线性代数和计算机语言的知识,对流换热分析与流体力学关系密切,辐射换热分析则要用到相关物理知识。因此,要想学好传热学,必须先把这些关联课程的有关内容知识搞清楚。

二、教学过程中面临的问题

(一) 数学分析繁多枯燥

传热学课程内容理论性强,知识结构逻辑严密,理解起来较枯燥。此外,现在大学生对数理类课程整体兴趣不高,而传热学恰恰与数理类课程关联密切,学生学习积极性和兴趣不高,影响课堂参与的主动性,学习效果难以得到保证^[5]。

(二) 理论知识拓展不够

传热学理论公式大多源于试验规律的总结,其背景知识对于理解传热学相关公式具有重要参考意义。此外,理论知识最终还是要用来解决实际工程

问题,导热、对流和辐射三种基本热量传递方式均与工程问题联系密切。因此,课堂教学除了讲授相关知识点外,还需将理论知识加以拓展,以有助于学生理解,并提高学生兴趣。

(三) 课堂教学形式单一

建环专业每年招收两个班约 60 人,受人数限制,课堂教学大多采用多媒体集中教学模式。多媒体教学最大优势是在短时间内推送大量信息,加快教学节奏,保证在较短学时内完成大量知识点的讲授。然而这样也容易导致“满堂灌”,学生课堂压力大,容易疲劳,学习积极性降低^[6-7]。

(四) 实验与理论课程脱节

培养方案中将流体力学、工程热力学和传热学三门课程实验合并为热工与流体基础实验课程。虽然这样有利于加强对实践环节的管理与监督,但实际实验教学滞后于理论教学,实验与理论知识脱节,不利于学生及时将理论知识与实际相联系。

三、理论联系实际,完善教学内容

(一) 将科研难题融入教学

结合团队承担的 973 课题中有关青藏高原冻土方面的科研问题,将其中与传热学知识点相关的若干科学问题引入课堂。比如在讲授对流换热时,引入青藏铁路采用通风管路基、块石路基等技术手段的内容,冬季通过对流换热来降低路基底部冻土温度,才不会因为在冻土地表修筑路基引起其温度升高融化而导致冻土承载力下降;在讲授相变传热时,引入青藏公路两侧采用热棒技术来降低路基温度,保证冻土强度的方法;在讲到传热强化和削弱时,引入高温矿井采用巷道壁面隔热技术来实现地下热环境的改善,还可以对隔热效果进行相关分析等内容。将科研问题引入课堂教学中,可以大幅提高学生学习兴趣,培养学生实际工程中分析解决传热问题的能力,同时也巩固拓展所学的理论知识^[8]。

(二) 强化理论背景知识

在理论讲授中,可增加适当的背景知识的介绍。傅里叶定律是研究导热问题的基本方程。实际上,傅里叶对传热问题的研究非常深入。他求解了实心立方体、实心圆柱、实心球等热传导方程,并通过三角级数方法获得了这些问题的严格解析表达式。傅里叶在数学和物理方面的成就体现在两个方面^[9]:一是把物理问题表述为线性偏微分方程的边值问题;二是在求解导热方程中所发明的求解方法,为数学分析提出了许多新的研究课题,傅里叶级数和傅里叶积分便是其代表性成就。沸腾曲线中 Leidenfrost 点名称的由来,是 1756 年德国医生莱顿弗罗斯特在一把烧得通红的铁勺上滴上一滴水珠,水珠竟然悬浮起来并持续 30 秒。其根本原因是接触炙热

的铁勺后,水滴底部立即形成一层水蒸汽,把水珠与铁勺隔开,使得水滴悬浮起来,悬浮起来的水滴暂时不能吸收更多热量从而减慢了汽化速度。黑体辐射中单色辐射力随波长和温度变化的 Planck 定律,是德国科学家普朗克提出的,他 21 岁即获得博士学位,1900 年提出量子论,并于 1918 年获得诺贝尔物理学奖。发现黑体辐射力的玻尔兹曼 22 岁时获得博士学位,毕业于维也纳大学,他与奥斯特瓦尔德间发生的“原子论”和“唯能论”争论持续多年。这些背景知识,对学生理解传热学理论发展历程有很大帮助,也有助于激发学生的学习热情。

(三) 遴选优秀教材

传热学课程教材为天津大学章熙民教授编写,系建环专业指导委员会推荐的教材。在授课过程中,还应参考其他国内外经典传热学课程教材。非稳态传热的正规状况阶段,借鉴陶文铨所编教材提出的平板任意一点过余温度与板中心过余温度的比值不再变化这一规律,学生更容易理解;对于一维非稳态导热问题的求解方法,可参考奥奇西克所著的《热传导》中关于非稳态导热方程求解所用的分离变量法、格林函数法和拉普拉斯变换法等方法。管内对流换热分析时需要用到圆管内流体速度分布的知识,可参考 Incropera^[10] 关于内流换热部分圆管流体速度分布的推导过程。此外,还可引入 Munson 所著《流体力学基础》^[11] 中关于管内流动进口段和充分发展段特征的分析思路,将管内流动发展规律与管内传热发展规律结合起来理解。

(四) 改革考试出题方式

课程考试是评价学生学习效果的重要手段。改变传统的改编教材例题及课后习题,收集“人环杯”竞赛、各高校研究生招生及注册考试等部分经典考题建立考试题库的做法;教学过程中也可引入部分试题作为范例,加强学生对传热学知识的理解。凝练工程问题,增加主观题比例,让学生切实体会到学习传热学知识是能够真正解决实际问题的,避免学生仅靠死记硬背来应付考试。

四、改革教学方式,提高学习兴趣

良好的教学手段是学生保持学习兴趣的重要保障,以学生为中心,不断改进授课方式,切实提高学生学习兴趣。

(一) 加强过程考核

有的学生上课不认真,考前才突击复习,以致知识掌握不牢、理解不深,因此应该加强平时过程考核。如传热学课程按照导热、对流和辐射三部分内容分别设置小考,且在总评成绩中占一定比例;课堂授课时也随机增加一些小测验,帮助教师及时了解学生对知识的掌握程度;根据需要设置若干综合性

大作业,5~6 名学生一组任选一题,并在课堂预留五分钟由小组代表叙述结题思路,培养学生的协作能力。所有这些过程考核均作为平时成绩的重要组成部分,对作业认真、优秀的学生及时予以表扬,以调动全体学生参与课堂教学的积极性。

(二) 强化实践能力

传热学实验单独设课,共开设恒热流准稳态法测定材料热物性、液体导热系数测定、强迫对流管簇管外换热系数和中温辐射黑度测试四个实验,仅由实验教师负责指导。由于实验课开设时间滞后于理论教学,造成实验与理论不能紧密衔接,实验课教学起不到应有的作用。为此调整了实验课开设的时间,且要求理论课教师同步参与实验教学。此外,在讲授导热问题数值解法时,指导学生采用 VBA 或所学的计算机语言进行上机编程操作,来完成课后习题的数值计算,旨在提高学生实践能力,也让学生体验应用所学理论知识解决实际问题的乐趣。

(三) 问题导向授课

尽量将授课内容中的重点难点与工程或生活案例相结合,在每次授课时先提出问题,让学生带着问题去听课。如在讲授稳态导热时,通过对教室墙体保温效果的分析,提出热流密度与哪些参数有关的问题,通过学习帮助学生认识到温度梯度、导热系数等物理参数的具体含义;讲授相变传热时,一滴水在 120℃ 和 400℃ 铁板上哪个蒸发更快?按照之前讲述的对流传热知识,学生必然认为 400℃ 铁板上水蒸发得更快,然而事实却恰好相反,这一实际案例可以加深学生对沸腾曲线的理解;辐射换热中维恩位移定律说明峰值波长会随温度升高而向短波方向移动,那么与黑体温度相同的灰体峰值波长会出现“蓝移”现象又应该如何解释呢?课前提出这类与所讲授知识相关的具体问题,可以激发学生的想象力和兴趣,让学生带着问题来听课,课堂学习效率会更高。

(四) 建立微信课堂

传热学课程多采用多媒体结合板书的授课方式,教学模式相对单一。针对学生普遍使用手机的特点,建立传热学课程微信公众号,主要设置以下功能:一是下次课所讲授课程的重难点介绍与分析,同时发布多媒体课件;二是发布课后习题、大作业等答案和解题思路;三是推送与传热学研究相关的科技论文、经典教材案例等资料;四是解答学生学习过程中遇到的各种问题。图 1 为 2016 年 6 月 12 日~7 月 7 日间所发布教学课件的点击人数及次数。统计发现,该段时间内学生点击人数 246 人次,点击次数 812 次。课程结束后学生反映建立课程教学公众号这一方式更方便课后复习,能够及时解答学习过程中所遇到的困惑,也拉近了学生与教师之间的

距离。

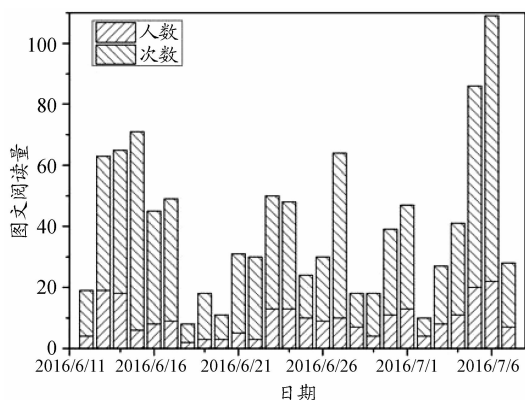


图1 微信课堂图文点击统计

五、教学改革效果

(一)提升学习兴趣

大部分学生对教学中引入工程和生活案例进行讲解的做法非常赞同,且大都建议应进一步增强传热学理论与实际工程问题的联系。学生认为课前引入问题,带着问题听课,对加深相关知识点的理解非常有帮助。建立微信课堂,大大提升了师生间的沟通效率,能及时解决学生遇到的难题,提升学习积极性。

(二)学习效果显著

学生能较好完成各类大作业,课程考试成绩分布更趋于合理。此外,学生还积极参与相关竞赛活动,如人环杯、制冷空调大赛、节能减排大赛和各类创新创业训练计划等,并获得不同等级的奖励。这些活动锻炼了学生独立思考和团队协作的能力,也提升了学生学习的主动性和创新能力。

(三)提高教学水平

教师认真准备各类教学辅助资料,积极探索有效的教学方法,既提升了教学效果,激发了学生学习的积极性,同时也提高了教师的业务水平,达到了双

赢的目的。

六、结语

传热学课程教学改革是一项系统工程,需要紧紧围绕传热学课程教学过程中所遇到的问题,从授课内容、授课方法、课外辅导和课程考试等多个环节进行全方位改革,牢固树立以学生为中心的教学理念,才能不断激发学生对传热学的学习兴趣,提高学习效果,帮助学生切实掌握传热学知识。

参考文献:

- [1] 何雅玲,陶文铨. 对我国热工基础课程发展的一些思考[J]. 中国大学教学, 2007(3):12-15.
- [2] 付祥钊,孙春华,蒋斌. 建筑环境与设备工程专业教学内容调查研究[J]. 高等建筑教育, 2009, 18(5): 57-60.
- [3] 章熙民,朱彤,安青松,等. 传热学[M]. 第六版. 北京:中国建筑工业出版社, 2014.
- [4] 杨世铭,陶文铨. 传热学[M]. 第四版. 北京:高等教育出版社, 2006.
- [5] 王梅杰. 提高传热学课堂教学质量途径探讨[J]. 高等建筑教育, 2011, 20(5): 55-58.
- [6] 阮芳,龙激波,王平,等. 传热学课程教学方法的研究与实践[J]. 高等建筑教育, 2015, 24(6): 93-96.
- [7] 李友荣,杨晨,吴双应,等. “传热学”课程教学改革研究与思考[J]. 中国电力教育, 2010(32): 66-67.
- [8] 张靖周. 高等传热学教学中的“三强一高”特质培养[J]. 科技资讯, 2015(19): 167-168.
- [9] 傅里叶. 热的解析理论[M]. 桂志亮译. 北京:北京大学出版社, 2008.
- [10] Bergman T L, Lavine A S, Incropera F P, et al. Fundamentals of Heat and Mass Transfer[M]. Seventh edition. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011.
- [11] Munson B R, Okiishi T H, Huebsch W W, et al. Fundamentals of Fluid Mechanics[M]. Seventh edition. Hoboken: John Wiley & Sons, 2013.

Teaching reform of heat transfer course based on interest-led learning

WANG Yijiang, ZHOU Guoqing, FENG Wei

(School of Mechanics & Civil Engineering, China University of Mining & Technology, Xuzhou 221116, P. R. China)

Abstract: Heat transfer is a course with characteristics of numerous contents especially rich theoretical analysis, independent knowledge and many related courses. The problems such as boring mathematical analysis, non-expanded theoretical knowledge, single teaching form and disjointed theoretical and practical teaching appeared one after another during the whole teaching process. Aiming at the above problems, the following aspects related with teaching contents were improved, including merging research problems into teaching, strengthening theoretical background, selecting outstanding textbook and reforming test mode. In addition, teaching methods, including strengthening process assessment and practical capability, carrying out problem oriented teaching and WeChat classroom, were employed. The results showed that students' learning interest was improved, and the knowledge of heat transfer was more firmly mastered.

Keywords: heat transfer; interest-led learning; teaching reform; method research

(编辑 王 宣)