

传热学传统教学的瓶颈和突破刍议

陈红荣, 杨莺

(中南大学能源科学与工程学院, 湖南长沙, 410083)

[摘要] 多年来教学活动所积累的经验表明: 传热学课程传统教学模式在教学对象、教学内容以及教学方法等诸多方面都存在一定问题。通过逐一剖析表明, 传热学传统教学瓶颈在于未将理论教学与工程实际有机融合, 工程应用与专业理论的脱节导致了师生间教与学的障碍。在此基础上, 明确了实施双向互动、强化对学生进行方法和思维的训练、弱化理论的推导和知识点的灌输是解决这一问题的有效途径。为此, 通过裁剪和调整教学内容, 构建理论联系实际的教学体系模块, 导读式法施教, 达到充分调动学生学习的积极性、提高教学水平的目的。

[关键词] “传热学”课堂教学; 导读式教学法; 思维训练; 课外辅导; 师生互动

[中图分类号] G642.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-893X(2017)01-0139-04

传热学是热能与动力工程等专业的专业核心课之一, 属高等学校工科类课程。尽管教师有多年教学经验, 备课充分, 循循善诱, 学生学习积极, 但却普遍存在难于抓住问题核心和本质、无法灵活运用理论知识解决具体问题的困惑。这种问题既不是由于教师对教学内容生疏引起, 也不是因为教师在教学过程中照本宣科造成。为此, 本文试图通过从教学对象和教学内容的深层次方面进行分析, 探究传热学教学“难”的症结所在, 从而优化教学模式, 使课程教学改革能有显著效果。

长期以来, 我国各高等院校招收的本科生在中小学阶段所接受的教育以应试教育这一被动培养模式为主。普遍来看, 会做题, 但失去了自主学习、主动思考的意愿与能力。

针对传热学课程的教学对象, 由于他们为第四学期的学生(其他学校可能略有不同), 一方面, 此时的大多数学生对于本专业的认识尚处于懵懂状态, 许多与专业相关的知识点不具备; 另一方面, 该课程所要求的思维与之前刚经历的公共课和基础课有很大不同。这些将造成学生的学习动力不足, 需要思维习惯的转变和学习能力的提高。

一、课程教学内容分析

传热学内容的繁杂性、概念和方法的多样性、课程理论与工程实际的紧密结合性以及实际应用灵活多变性等特点是传热学学习较为困难的根源。

(一) 授课内容的繁杂性

传热学课程学习有许多内容, 较为繁杂。既需

要对传热过程机理进行定性分析, 又需要对各种工程状况下的热量传递进行定量计算。传热方式的复杂性带来机理分析的多样性, 典型的如导热机理、边界层薄层理论、气体辐射衰减理论等, 且大多具有微观、抽象的特点。同样因为传热方式的复杂性, 热量传递定量计算则更为复杂, 除了直接服务于应用的部分外, 还有较为基础的部分。基础部分难在数学, 如导热微分方程等; 应用部分难在种类极其繁多, 如仅一维导热问题就可以扩展为稳态和非稳态问题、有热源与无热源问题、常物性与非常物性问题、变截面问题、伸展体问题等。这些内容缺乏关联性和系统性, 从而增加了掌握的难度。

一方面是教学内容的繁杂, 另一方面教学改革的趋势又要求进一步削减授课课时, 从而使得矛盾更为突出。

(二) 概念和方法的多样性

传热学中概念的多样性主要体现在概念理解有层次性, 这种概念层次随着教学过程展开。以最常用的“热阻”概念为例, 可看出层层推进的概念演绎。“热阻”在刚开始的第一章学习时, 就给出了定义, 但对其理解只能停留在与电阻概念类似、对热量传递起障碍作用这种较为抽象的层次上; 随着“多层隔热材料导热量计算”的学习, 热阻有了多一层的概念, 即能方便计算; 再到对流换热强度“边界层理论分析”的学习, 热阻的概念更为丰富, 能用于机理分析; 而“辐射传热网络法”的学习, 更加深了计算方便和热量传递过程本质的理

[收稿日期] 2016-03-15; **[修回日期]** 2016-10-20

[作者简介] 陈红荣(1961-), 男, 湖南沅陵人, 中南大学讲师, 主要研究方向: 热能工程; 杨莺(1976-), 女, 四川荣县人, 博士, 中南大学副教授, 主要研究方向: 热能工程

解和认识；最后，热阻在“传递过程”中的应用，使我们对其认识升华到更高程度。在这一系列的学习过程中，对“热阻”概念的认识和理解逐渐趋向全面和深刻。

除了概念，传热学中还采用了很多方法，如能量平衡法、集中参数法、热阻分析法等。方法与概念一样，也具有多样性，但其多样性与概念又有不同，主要表现为细节的复杂性，即具体情况要具体分析。这点也与传热学理论与实际有相关的特点密不可分。这种深层次的内涵不能从教师讲述、学生背诵或字面去理解，而是需要辅以足量的例题讲解和练习纠错以及具备一定的工程实践经验才能掌握。

概念和方法的多样性，导致学生对其表面理解难度不大，但对其真正掌握却并非易事。

（三）理论与工程实际的紧密结合

传热学理论大多是对工程实践问题的简化与抽象。传热学数学建模是基于工程实际问题与现象的深刻认识后的去粗取精、合理近似与抽象的过程。让学生认识并掌握这种重要方法对提升学生分析问题的能力极为重要，也是成为专业工程人员的素质必备。不仅纯理论与工程实际密切相关，诸如经验关联式等应用数学式更是对大量传热问题的总结和凝练。

理论源于实际，又回归实际。但有时理论模型与实际应用的外在表象有所不同，甚至完全不同。这一点在“压气机储气筒测温误差分析”问题上表现尤为突出。对于学生来说，所看到的测温件外形与肋片外形完全无关，要将两者联系到一起，这中间需要工程思维引导与转换。

但教材的编排大多更偏重理论的讲述。理论阐释往往遵循模型建立→数学推导→结果物理意义讨论的模式，建模的工程背景大多隐去或弱化，只呈现出建模的结果，即：较为抽象的理想化假设（如无限长，忽略内部导热热阻）和相应的纯数学模型。这种教学模式没有充分体现出工程实际是理论来源、工程实际是理论服务的对象的内在关系。

同样的问题，理论中隐含的工程背景导致了师生的认知差异，这种差异一般还不易为教师察觉。如果教师没有认识到这种差异，不在理论问题讲述时强调说明这些工程背景，学生的认识必然缺乏正确性和完整性。

二、课程教学模式优化措施

针对以上所分析的问题，尝试采用措施如下：

（一）注重方法和思维训练的教学设计

弱化知识点灌输，注重方法和思维训练。传统教材和教学都从基础理论开始，实际应用在后。在这样的教学设计中，学生对理论要解决的问题以及其重要性难以理解和体会。如果课堂教学以解决问题为引领，突出基本概念、基本方法和基本原理的教学，并将三者的教学化为整体对待，则知识点的学习不需要老师的灌输，而转化成了学生的自觉自愿。以导热问题教学为例，不是首先从傅里叶导热定律来引入，而是先指出要求解的导热问题有哪些。这可以从导热问题分类谈起：稳态、非稳态；单层、多层；有内热源、无内热源；一维、多维，各举一些实例。然后阐述求解这些问题导热量的方法：先求温度场，而后求热量。此时自然涉及到温度场如何求解的问题。理论的问题自然开始登场，这就是导热微分方程。在涉及其中导热量与温度的联系时，提出傅里叶导热定律就显得十分必要了。这种由问题逐渐引入理论的方式既给学习者解决问题的正确思路，也给学习者提供理解理论的重要性；既使学生理解到各种导热问题的求解方法不孤立，具有共通性，所有导热问题的求解可大致套用一個通用方法，而通过许多具体问题的求解后，又能理解实际问题的多样性及特殊点，从而更好地掌握好具体问题具体分析的思维方法。教学设计要细化到每堂课、每个核心知识点。

方法和思维的训练要落实到实处，要加强和突出概念的教学。概念教学要做到区别对待。为此，首先要罗列出传热学涉及到的每一个概念，然后分门别类。这种分类首先按照主次、难易进行。主次较为容易区别，而难易区分较为困难。有些概念表面理解容易，但真正掌握有一定难度。对概念的这一特点完成分析后，还需设置适当的教学方法。如何选择训练的问题或习题？某概念的训练是否要反复？若要反复训练，次数设定如何？这些都需要精心安排。一般来说，滚动式、反复的训练更有益于对概念的牢固掌握。这种教学设计可能与传统的依序、稳定的教学有不同，中间会有思维的跳跃。

如何进行方法的训练？方法的教学是在对概念正确理解之上。有些方法与概念相互关联，如能量平衡、边界层理论，既是方法也是概念。与概念的教学一样，首先要列出所有的方法，方法分通用方法和特殊方法。通用方法往往贯穿传热学各个阶段和环节，如能量平衡法；特殊方法常常仅应用于某一环节，如乘积解法。只有具有普遍性、通用性

的方法才是重点, 值得反复强化。要使学生掌握方法的原理及其应用, 必须以讲述辅以习题进行, 且习题要占更重的份额。为保证效果, 习题更多在课堂作为例题更好。习题的选择和份量都需要认真考虑。

(二) 师生充分互动的课堂教学模式

在传统模式教学活动中, 侧重于“教授”环节^[1]。健康、有利于课堂教学的师生关系应该有充分的互动。在互动的基础上, 教师可以更好地了解学生的学习难点和需要。只有解决这些学生的难点和需要, 才能使學生真正认识到自身存在的问题。对这些问题的解决会提高他们学习的兴趣, 促使他们努力钻研, 享受学习的过程。如求解对称的第三类边界条件情况下的导热问题, 当将坐标原点设置在对称面上时, 左右两边边界条件正好有正负号的差别。此时问学生为什么时, 学生表情大多迷茫。当提醒学生“热流有方向”时, 学生依然迷茫, 因为它们对于在导热和对流情况下的热流方向如何表示并不清楚, 况且, 热流方向还存在“实际的”和“设置的”不同。只有不断的互动、提问和解答, 才能使學生对此问题真正理解和把握。如果此时为传统“教授”模式, 教师不觉得这种表达有什么问题, 模型一带而过, 则此问题就没有得到解决, 而且很快被其他知识点的讲授隐藏起来, 待到学生求解类似问题犯错误时才显现出来。

(三) 理论与工程实际相结合的教学设计

我们选用的教材^[2]有许多值得称道之处。但相比国外优秀教材^[3], 理论过深值得商榷。“工程教育的科学化使得过去以经验为基础的工程教育向前迈进了一步, 但是, 这并不意味着工程教育可以忽视工程实践。”^[4]如何解决这一问题?“教学方式的变革要求教师具备与之相适应的学科理解方式, 突破自己对学科教材的传统认识”^[5]。若在目前教材的基础上, 对课程内容和秩序进行调整, 建立以工程为引导、为目标, 以理论为核心的教学模式, 形成理论与工程实际紧密结合、由浅入深的教学体系, 将不但会使传热学教学活动更有活力, 学生的学习兴趣更大, 还会对后续专业课的学习更有帮助。基于这种认识, 要对教学体系进行变革: 教学体系依旧保持模块设置框架, 但模块顺序按照难度由浅入深的原则组织(据此思路可将肋片内容置后); 每个模块按照以工程为引导建模、理论探讨为核心、理论结果服务于工程实际的模式。这种模式充分体现以工程为大背景的理论教学, 充分体

现传热学知识本真的意义, 进而可提高学生分析问题与解决问题的能力。

按照这种处理, 可以换热器为引领, 逐渐引导导热、对流换热和辐射换热问题这几大传热方式的教学。每个模块教学都可遵循这种模式, 如大平板导热问题, 既可以选择管式换热器, 也可以选择板式换热器, 还可以引入隔热板问题作为工程背景引入。选择管式换热器, 还可使學生认识到: 圆管导热问题在某种情况下可转化为平板导热问题。根据传热学作为专业基础课的特点来看, 这种教学体系较为适宜。在基于这种教学体系的教学过程中既交待了问题的背景(从工程实际中来), 又举出了结果的运用(到工程实际中去), 理论为主干的意义就突显出来。学生学习理论的目的更加明确, 兴趣自然就能被激发出来。

(四) 导读式的课外辅导教学

在传统灌输式教学模式下, 课内与课外学习的联系不紧密。由于自习情况无法监督, 个别學生既不花时间去独立完成教师所布置的作业, 更不花足够的时间进行预习和复习。学生抄袭作业的情况比较严重, 阅读教材的时间少, 更别说阅读其他补充教材或资料。没有很好利用课外时间影响了课堂教学质量, 课堂教学效果不好又影响课外学习的主动性。两者形成了恶性互动。

良性互动与此相反, 学生在课外大多能完成预习、作业和复习三项任务, 且积极性高。章学来等^[6]对此做出了一些局部尝试, 根据教学进度, 酌情要求學生自学难点。导读式教学法将这种做法全面展开, 既要求學生每堂课都预习, 更要求教师为學生的预习和复习提供指导材料, 并在课堂上对课外预习和复习的问题加强提问, 从而有效促使學生在课外有所作为。教师在课前为學生提供的预习资料中, 具体告知本讲的教材章节所在, 指出难点和重点, 提出一些阅读中要解决的问题, 布置一些课堂展示或讨论的任务, 安排一些经典实例的试分析和热点问题的试剖析, 要使学生觉得有帮助, 预习的方向性更强, 目的更明确, 从而更有学习兴趣。课堂上对课外预习和复习问题的提问, 还增加了教师与學生的互动, 真可谓一举两得。因为课堂讨论的收获及压力, 使學生的课外学习从一种被动逐渐成为一种习惯。通过预习, 许多知识点可以在课外消化, 课堂上能集中更多时间进行更深入的讨论, 举更多应用实例, 从而为理论联系实际的教学方式顺利展开奠定了基础。导读法的成功还有更多需要

注意和配套的地方,由于该文篇幅有限,不再阐述。

三、结语

通过以上分析可以看到,传热学传统教学既有学生学习不努力的问题,也有教师教学不得法的问题;有课程内容多、课时少的问题,更有课程的理论与实际紧密相关的问题。总的来看,课程的理论与实际密切联系所导致的一系列问题才是传热学课程教学中的瓶颈和难点。由分析可以看出,传热学课程教学,除了传授知识点,更为重要、更为困难的在于转变学生固有的思维模式,建立工程理念和思维习惯。要达成这一目的,需进行多方面的改革和努力,除了开展合理、有效的导读,促进学生课外预习与准备,加强课堂上师生互动,还需要精简、提炼核心内容,建立有效的以工程为背景的教学体系,形成对概念理解的层层深入、分析方法的反复训练、工程理念的持续培养、思维方式的不断引导的模式。课堂教学更加注重方法和思维的训练,而不是知识点的灌输。这种措施和思路,既具

有针对性,又具有可操作性,可在有效提升教学质量的同时,真正实现学生自主学习。

参考文献:

- [1] 余文森.关于教学改革的原点思考[J].全球教育展望,2015,44(5):3-13
- [2] 杨世铭,陶文铨.传热学[M].北京:高等教育出版社(第4版),2006
- [3] 英克鲁佩勒等.传热和传质基本原理[M].化学工业出版社(第6版),2007
- [4] 赵婷婷,买楠楠.基于大工程观的美国高等工程教育课程设置特点分析—MIT与STANFORD的比较研究[J].高等教育研究,2004(6):94-101
- [5] 李松林.论课堂教学改革向纵深推进的着力点[J].中国教育学刊,2012(2):28-31
- [6] 章学来,徐蔚雯.“传热学”课程改革的探索及建议[J].中国电力教育,2014(9):99-100

[编辑:何彩章]

(上接第138页)

- [8] 蔡基刚.高等教育国际化背景下的外语教学评价体系调整[J].外语电化教研究,2013(1):3-8
- [9] 崔刚.大学英语教学研究的现状、内容与原则[J].中国大学教育,2012(2):33-38
- [10] 文秋芳.大学英语面临的挑战与对策:课程论视角[J].外语教学与研究,2012(3):283-292
- [11] 马晓梅.个性化学习诊断与指导系统[J].外语教学与研究,2008(5):184-187

- [12] Randy J. Larsen & David M. Buss. Personality Psychology: Domains of Knowledge about Human Nature [M]. Beijing: Posts & Telecom Press,2007
- [13] Jerry M. Burger. Personality [M].北京:中国轻工业出版社,2004:306
- [14] 叶奕乾.现代人格心理学[M].上海:上海教育出版社,2010:225
- [15] 仲伟合,蒋洪新.无用与大用——从《国标》谈英语学科定位与建设[J].外语教学与研究,2015(2):4-7

[编辑:汪晓]