

# 热质交换原理和设备课教学体会

张寅平

(清华大学 建筑学院, 北京 100084)

**[摘要]** 本着加强基础,提高能力的原则,我院1998年开设了热质交换原理和设备课。经过几年的教学,我们有了一些粗浅的教学体会,本文就热质交换原理和设备课程的教学,介绍了一些自己的教学经验和思考。

**[关键词]** 热质交换原理和设备; 方法; 教学

**[中图分类号]** TU8-4

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1005-2909(2003)04-0036-03

## Various methods of teaching "Heat and Mass Transfer: Fundamentals and Equipment"

ZHANG Yin-ping

(College of Architecture, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

**Abstract:** Based upon the practice of teaching the course of "Heat and Mass Transfer: Fundamentals and Equipment", the methods of teaching are introduced and discussed in this paper.

**Key words:** Heat and Mass Transfer; Fundamentals and Equipment; method; teaching

为了适应国家新的学科目录,建设部于1997年6月启动了“面向21世纪高等教育教学内容和课程体系的改革与实践”课题。相应地,建筑环境与设备工程专业也进行了这方面的教学改革研讨。在本学科专业委员会的领导与支持下,本着加强基础,提高能力的原则,增加了三门专业基础与专业理论课,热质交换原理和设备课即是其中之一。

该课程是将专业基础课和专业课传热学、流体力学、工程热力学、供暖工程、区域供暖、工业通风、空气调节、空调用制冷技术、锅炉及锅炉房设备和燃气燃烧等课程中涉及到热质交换原理和设备的内容抽出,经综合整理、充实加工形成的一门课程,它以动量传输、热量传输及质量传输共同构成的传输理论为基础,重点研究发生在建筑环境与设备中的热质交换原理及相应的设备热工计算方法,为进一步学习建筑室内环境打下基础。

该课程是建筑环境与设备工程专业的一门主干

专业理论课,起着联结本专业基础课与技术课的桥梁作用<sup>[1]</sup>。

清华大学建筑技术科学系自1998年以来,开设了本门课。开始作为本科生的必修课,2000年起我系实行本硕贯通以来,本课程定为我们4门本硕贯通课程之一,即这四门课可供本科生和研究生作为学位限选课,要求本科生阶段从中选两门,如果进入研究生阶段再选两门。考虑到清华大学本科生基础较好以及今后研究生为本门课程的学习主体,教学中我们对课程大纲规定的教学内容作了一定调整,有些地方对原有内容有所加深,有些地方则有所省略。此外,对这门理论上自成体系、有一定难度,应用上涉及面广的课程如何教学,我们一直在探索。在几年的教学过程中,通过学界前辈的指导,通过和兄弟院校同行的交流,通过研究生和本科生的学习和建议,通过教学过程中自身的实践和感悟,得到了一些粗浅的体会。笔者在本文介绍了教学体会,在

• [收稿日期]2003-10-25

[基金项目]教育部世行贷款教改项目(1282B09031)

[作者简介]张寅平(1962-),男,南京人,清华大学教授,博导,从事热质交换原理和设备课教学研究。

此,热忱希望得到各方的批评、指正,以期对我们今后改进教学工作有所帮助。

### 一、介绍课程内容、明确学习目的

笔者认为,要使学生学好这门课,首先要启发他们的学习兴趣,并使他们在学习伊始就对课程任务、内容梗概、课程特点、学习方法等有所了解,因此,在本门课的绪论中用1学时左右的时间对此作一简单介绍,并在今后各部分内容的讲授中,首先提出实际问题,从中提炼出科学问题,说明这些问题的解决需要用到下面讲授的知识,并在讲授完基础知识后,举例说明这些知识在解决实际问题中的应用,使学生自始至终对所学知识的应用背景和学习目的有明确的了解。

### 二、注重学习方法、夯实专业基础

本门课程原理部分理论性和系统性较强。作为建筑环境与设备工程专业的学生,传热学是其专业基础课,而传热学与本课程密不可分。实际上,传质部分的内容与传热学中的内容很多是异体同构的,抓住这一特点,就可使同学们利用所学的传热学知识,方便地掌握传质学知识,从而掌握热质交换的理论精髓。比如,同学对传热学中描述扩散传热的付里叶定律很熟悉,在介绍完扩散传质的物理机制后,突出介绍“扩散传质”和“扩散传热”的异体同构特征,这样同学们就很容易掌握与付里叶定律形式上很相似的斐克定律,并充分利用解决热传导问题的方法,解决扩散传质问题。同样,在介绍“对流传质”内容时,在介绍完对流传质的物理机制后,使同学们透彻了解对流传热和对流传质的异体同构特点,他们就很自然地利用对流传热的理论和解决对流传热问题的方法,解决对流传质问题。通过传热和传质学理论部分的学习,学生们了解到,世间很多现象看似千彩纷呈,令人眼花缭乱,但实际上很多现象之间存在内在联系,不同学科间的很多规律尽管表述形式不同,但实际上其本质是一致的,换言之,很多学科是异体同构的。了解这一点,不仅对同学们学习热质交换课程有利,而且对同学们认识科学共性规律有一定帮助。

在热质交换课程的学习中,由于传质和传热间的异体同构,同学们在学习传质规律的同时,复习了传热学的知识,深化了热质交换过程的理解,同时由于这部分内容涉及的数学知识较多:常微分方程和偏微分方程的建立和求解、付里叶变换和拉氏变换、

场论、无穷级数、相似理论,虽然这些知识的运用有一定难度,但增加了问题描述和解决的科学美感,使同学们充分了解到数学方法对问题的描述和凝练多么重要,它能使人们的认识在严格逻辑的帮助下走很远,直至通向一个美妙的科学境界。利用这些知识,烦琐问题中隐藏的质朴规律可凸现出来。通过这部分的学习,同学们很自然的了解到,夯实基础知识和专业基础知识对将来科研中科学问题的提炼和解决有多么重要。

### 三、灵活运用知识、解决实际问题

了解世界的目的在于改造世界,掌握知识的目的在于运用知识。当同学们掌握了热质交换的基本理论后,他们都有运用所学知识解决实际问题的愿望。这时,我们就介绍该领域的一些经典问题甚至未解决的问题,比如:湿球温度测量中应注意的问题,湿球温度测量的误差分析,人体出汗散热速率的计算,为什么夏季温度相同时南方的居民比北方的居民更爱吹风,喷水室中全热交换经验公式的理论推导,透湿膜在全热交换器中的应用,建材中挥发性有机化合物散发速率的计算与测量,空气净化器处理有害气体的性能设计和校核问题等等,让同学们运用所学知识分析解决,这样不仅激发了他们的学习热情,而且提高了他们灵活运用知识、解决实际问题的能力。

### 四、教学科研相长、教学常教常新

注意科研、教学两者间的结合,努力使两者相辅相成、相得益彰。

教学会促进科研。教学过程中,我们深刻认识到,教的过程同时也是学的过程:向书本学,向同事学,向文献学,向学生学。此外,备课、讲授和回答学生问题也不断加深对所授知识的理解,纠正自己原来一些对概念和问题不清晰、似是而非的理解,强化一些基本理论和基本方法的掌握,对科研工作有所帮助。在教学过程中,还会涌出一些新想法,成为科研工作的生长点。

科研也会促进教学。“纸上得来终觉浅,绝知此事要躬行”。如果没有科研实践,难以对所授知识深刻理解、融会贯通,讲起来生硬空洞、听起来索然无味。此外,开展与所授内容相关的科研,会拓宽自己的视野,了解国际该领域的研究前沿和研究热点,了解别人的研究工作。若在讲课中结合自己的科研实践和体会,介绍一些所学知识的灵活运用,并将文献

中介绍的一些相关科研成果融入讲授内容中,学生会觉得这些知识不是死知识,而具有鲜活的生命力。有时,最新的科研成果会深化对原有知识的理解,更正原来知识中的错误,产生新的教学点。比如,纳米光催化处理室内有机挥发化合物,就是一种较新的技术,在室内空气品质的改善中很有用武之地,但传统的热质交换知识中没有介绍,而近年有关的科研文献层出不穷,将有关知识结合自身的科研实践介绍给学生,学生很感兴趣;又如,如何控制传质速率一直是颇受关注的问题,教学中引入最新的研究成果:场协同理论,对这一问题的认识得以深化,对学生本部分的内容理解和掌握很有帮助。

### 五、了解学术动态、洞悉科研前沿

当今世界,科学研究已不是“躲进小楼成一统、管它冬夏与春秋”的孤立行为,科研发展一日千里、学术成果目不暇接。随着网络技术的发展和学术交流的增多,科学研究行为越来越全球化,在此形式下,学生不仅要学会专业知识,还要学会如何了解学术动态,培养洞悉科研前沿的敏感性和能力。实际上,本专业的很多热点问题的提出和解决都涉及到本课程介绍的知识和方法。比如,目前本专业国际学术界的热点问题:室内空气品质问题;空调过程的独立除湿问题;空调过程的热力学分析等。在讲授专业知识的同时,向他们介绍一些本专业的著名国际和国内期刊,介绍一些如何检索和查阅有关专题科研文献的方法,并让他们自己实践,对他们本课程的学习乃至今后的科研都会有所裨益。

### 六、启发参与并重、激发学生兴趣

我国传统的教学主法是灌输式教学,要求老师知识渊博甚至无所不知,老师的职责在于“传道、授业、解惑”也。这种教学方式中,过于强调老师为教学的主体,学生成了完全被动的客体,难以激发学生的创新思维和培养他们独立思考的能力。其结果是,他们学会了知识本身,却往往忽略了获取这些知识的能力和办法,俗话说,“授人以鱼,不如授人以渔”,因此我们在讲授知识的同时,对一些重要的知识,首先提出问题,有意识启发学生思考,甚至让他们成为主体去查资料、想办法解决问题,然后走上讲台,介绍他们解决问题的思路和结果,重新走一遍大

师当年的探索之路,经历一些失败,并最终通过自己的努力解决问题,分享当年大师成功的喜悦。通过这类练习,他们一方面提高了自信心,了解到自己也能和当年的大师们一样,发现那些定律,解决那些问题,另一方面,掌握了发现和解决问题的方法。实际上,现代科学技术迅猛发展,对很多新知识,老师自己也难能无惑。学生查阅有关资料、独立思考、互相讨论并发表他们的见解,听他们介绍或和他们讨论甚至争论的过程,也是很好的学习过程,真正体现了教学相长。学生也养成了对待科学问题,人人平等的研究和讨论习惯。这种做法,强化了同学们学习的主体意识,激发了他们的学习兴趣。

### 七、运用先进手段、改善教学效果

多媒体技术的发展和普及,为教学提供了新的手段。对本课程中的部分教学内容,我们采用了多媒体课件教学,与传统的黑板教学相比,其形式生动、内容丰富、一目了然、由于课件可放在网上供他们下载,学生省去了课堂记笔记的时间,可专心听讲,课后又能很好复习,有助于改善教学效果。

### 八、不断总结经验、完善课程建设

教学过程是一个不断完善的过程。一些方法在教学中试用后取得较好的效果,我们就继续采用,一些方法在教学中试用效果不好,我们就及时改进。此外,学生也对教学不断有建议和意见,自己的知识和认识也不断更新和深化,其它老师的一些教学经验和教学方法对自己的教学也会有所启发和帮助。总之,在教学中我们力争作有心人,通过不断总结改进,努力使教学水平不断提高。

最后,我想以宋代学者朱熹的一首诗来概括几年来对热质交换原理和设备课教学工作和课程建设的理解:“半亩方塘一鉴开,天光云影共徘徊。问渠哪得清如许,为有源头活水来。”

#### [参考文献]

- [1] 连之伟,张寅平,陈宝明,曹登祥. 热质交换原理与设备[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2001.

(责任编辑:周虹冰)