

# 热质交换原理与设备课程全过程教学改革探讨

王美萍<sup>1</sup> 余丽霞<sup>2</sup> 田琦<sup>1</sup> 雷勇刚<sup>1</sup>

(1. 太原理工大学, 山西 太原 030024;

2. 重庆交通大学, 重庆 400074)

**摘要:** 热质交换原理与设备是介于学科基础课与专业课之间的一门桥梁课。课程内容包含建环领域涉及的热质交换的理论部分和发生热质交换的设备部分。理论部分内容多、复杂、抽象, 晦涩难懂; 设备部分与工程实践结合紧密, 各种设备热工计算自成体系, 计算复杂。传统以教师讲授为主的教学模式和单纯的试卷考核方式已不能适应目前对学生培养目标的要求。文章提出从教学目标、教学内容、教学方法、考核手段等方面进行全过程课程教学改革探讨, 以期提升学生自主学习能力, 提高课程教学效果。

**关键词:** 热质交换原理与设备; 全过程; 教学改革; 培养目标

为营造一个舒适的室内环境, 冬季需要将热量通过换热设备传送到室内, 夏季需要将室内余热通过热质交换设备转移到室外。热质交换原理与设备就是研究这一热量输运环节所发生的热质交换理论及其所需设备的一门课程。本课程重点研究发生在建环领域的动量、热量和质量传递现象, 探讨三种传递现象的传递规律, 进而指导在实际工程中的应用[1~3]。课程涉及内容广、基础理论性强、与工程实践联系紧密, 学习难度大。通过多年的教学实践, 发现当前本课程在教学过程中存在的主要问题如下: (1) 课程内容涉及面广、理论性强、难度大。本课程前半部分主要研究传质的相关理论, 以及传质发生时的传热理论。内容繁杂, 符号多、公式多而复杂、知识点零碎, 学习难度较大。后半部分主要研究与热质交换相关的设备, 设备用途不同, 涉及的热工计算方法迥异, 理解难度大。(2) 学生对课程认知模糊, 部分学生学习主动性较差。本课程设置于三大专业基础课之后、专业技术课之前, 因此, 专业认识不清晰导致大部分同学专业基础课学习不扎实, 应用方向不明确导致对本课程的学习兴趣较弱。(3) 学时被压缩, 学生学习难度增加。当前, 专业课时数一再被压缩, 一些内容面临取舍, 再加上传统的教学方法, 导致学生学习难度增加, 教学效果不好。(4) 考核方式较为单一, 主要为期末的闭卷考试, 内容偏重基础理论知识的掌握情况, 工程应用实践和反映创新思维的内容考察较少。基于此, 教师有必要对热质交换原理与设备课程教学改革研究。

## 一、明确培养目标

太原理工大学建筑环境与能源应用工程专业当前的教学目标正在经历从专业认证到工程教育专业认证的转变, 但无论哪种认证体系, 建环专业均是以解决实际工程问题、促进行业发展、培养新时代社会主义创新人才为培养目标。应认证转变过程而实施的培养计划在2016版和2019版中培养目标的对比发现[7~8], 教学培养目标基本一致, 2019版较2016版培养目标更清晰, 更关注于学生理论扎实, 具备一定的技术创新能力和学习提升能力; 更关注学生工程实践的应用能力; 更关注学生团队协作意识培养; 更关注学生具备专业素养的培养和社会责任感的建立。

热质交换原理与设备作为建环专业的一门核心课, 课程结束后学生应具备的课程目标主要表现在知识目标、能力目标和素质目标三个方面。具体如下:

**知识目标:** 具备必需的热质交换原理与设备的基本知识和基本技能; 运用所学基础知识解决实际工程问题的能力; 具备在空气处理过程设计和热质交换设备选型等方面的能力。

**能力目标:** 具备对热质交换设备进行合理设计的能力; 具备解决空气处理方案相关技术问题的能力; 具备较强的团队合作能力, 创新能力。

**素质目标:** 具备扎实的专业理论基础和知识技能; 具备自主学习、探索和应用知识的能力、创新能力、思辨能力; 在人文领域, 具备爱国热情、敬业精神、工匠精神、团队协作精神和节能意识。

## 二、课程教学改革

针对本课程教学中存在的问题, 依据工程教育专业认证培养目标制定的专业培养计划及热质交换原理与设备课程目标, 笔者从教学内容、教学方法和手段、课程考核方法等方面进行教学改革探究。

### (一) 重构教学内容, 优化教学/学习方法

本课程主要包含以质量传递为主的基础理论部分, 以及以此为理论基础的应用部分和热质交换设备部分。从内容上看相对独立, 逻辑关系不紧密, 学生学习起来较难。将热质交换原理与设备课程内容进行模块化重组, 从整体上划分为基础理论、专业理论和热质交换设备三大模块。根据每个模块及其内容特点, 提醒学生采用不同的学习方法。

基础理论部分与先修课程(传热学、工程热力学及流体力学)联系紧密, 因此该部分内容主要采用类比教学法, 即一个问题, 在传热学或(及)流体力学中找到对应的相似内容, 从概念、原理到计算方法对比传质内容进行类比教学。对其他教学内容, 要求学生采用小组讨论+课堂汇报的方式进行学习。例如对流传质系数的内容, 要求学生对比传热学中对流换热系数的内容, 从基本概念、基本计算及基本意义三方面来完成该内容的学习。

专业理论部分, 因与专业知识密切相关, 教师在讲授清楚该部分与基础理论部分之间关系的前提下, 主要采用工程案例教学法。例如, 在讲授空气的热湿处理途径内容时, 教师在引导学生分析我国五个气候分区气候特征的基础上, 抛出一个气候分区及一种典型建筑, 首先让学生分析该分区及该建筑的空气处理需求, 继而给出空气处理方案。

热质交换设备部分, 有独特特点。首先, 部分内容与传热学重复; 其次, 与实际工程应用密切。针对第一个特点, 采用深化教学法与深度学习法; 对第二个特点, 采用工程案例教学法与求解案例学习法。例如, 对于间壁式热质交换设备内容部分, 符合第一个特点, 两种热工计算方法的基本概念及过程不必重复讲授, 教师需要深度讲授表冷器干湿两种工况下热工计算原理的不同, 要求学生在此基础上深度学习基本原理。而对于蒸发冷却及温湿度独立控制的空调系统的内容, 则符合第二个特点, 教师可以在讲授完基本概念的基础上, 给出典型工程, 引导学生分析这两种系统的适用性, 每种技术都有其适宜性, 适合的才是合理可行的, 藉以培养学生实事求是的科学精神。

### (二) 以学生为本, 激活多元化课堂教学活动

无论是之前的专业评估还是当前的工程教育认证, 对学生均注重自身能力的培养, 课堂教学应以保证学生的学习效果和发展为中心, 突出学生的自主性、协作性和创新性, 在重构教学内容的基础上, 如何突破目前以教师讲解为主的传统灌输式教学模式, 让课堂“活起来”, 是本课程教学改革的又一重要任务。笔者采

用如下几种多元化教学模式,从而激发学生学习兴趣,提升学习能力。

#### 1. 现场实物教学,增强学生对课程内容的即视感

作为桥梁课,学生学习该课程时处于对专业认识的初识阶段,不熟悉专业相关内容,对此部分内容,教师采用现场教学,增强学生对课程内容的既视感。例如进行空气热湿处理方法和热质交换设备部分讲授前,在学生预习的基础上,课前利用学生的课余时间,在实验室或设备应用现场进行教学,讲解热质交换设备的构造及进行的传热传质过程,让学生了解设备处理前后空气状态参数的变化趋势,理解影响热质交换效果的可能因素。

#### 2. 翻转课堂教学,培养学生自信心,增强学生的思辨分析能力

翻转课堂是以学生为中心教学模式的重要环节,要求学生课前回顾预习,小组讨论整理,课上小组总结汇报,同学间交流学习心得和方法,教师再深入补充。笔者除在课堂教学上采用启发式引导教学、交互式问答模式,以及查阅撰写热质交换设备发展现状文献外,设计了两次翻转课堂,一是针对与选修课传热学相关性较强的内容,如对流传质基础理论、设备热工计算方法等内容,二是针对不同的室外气象条件,通过课堂讲授内容结合文献资料,根据每种设备的热质交换特点,自主设计空气热湿处理方案,分析每一种方案的优缺点;两者都通过课堂汇报或小视频的形式进行成果展示,同学间可以对各自设计的方案进行讨论,巩固理论知识的同时也拓展了学生的专业视野。

#### 3. 学科发展前沿先导式实验室教学,培养学生创新思维能力

表 1 课程考核评价结构

总成绩	评价环节	考核内容
平时成绩 20%	课后作业、课前测试 (5%)	课上掌握情况
	考勤、课上表现 (5%)	学习态度、思辨能力
	翻转课堂 (10%)	自主学习能力
实验成绩 10%	实验操作 (5%)	实践能力
	实验报告 (5%)	文献编辑和数据处理能力
结课考试成绩 70%	试题	课程内容综合掌握

结课考试侧重考察学生基础知识及基本能力;实验操作考察学生的动手能力与团队协作能力,实验报告考察学生处理实验数据的能力和文字编辑能力;翻转课堂考察学生思考总结和自主学习能力;课后作业和课前测试考察学生对随堂知识的掌握情况;考勤和课堂回答问题考察学生学习态度和思辨能力。总之,基于教学改革的全过程考核评价体系全面考核学生的综合素质和能力,引导学生积极思考、主动学习、夯实基础、勇于创新。

#### 四、结论

优化整合的课程内容、将复杂难懂的热质交换基础理论与空气热湿处理和热质交换设备结合起来,系统地课程内容的知识点建立联系;多元化的教学手段,充分将课程相关知识内容多角度呈现给学生,学生通过课上和课下听课、自主实践、思考总结等环节能够积极主动参与学习;多角度、多目标、全过程的考核评价体系,加强学生对课程内容的有效掌握。通过对热质交换原理与设备课程全过程教学改革,实现从专业基础课到专业课的完美转化,构建了热质交换设备在专业中的重要轮廓,为后续专业课学习及工程教育认证奠定了坚实的理论基础。

#### 参考文献:

- [1] 郑佳宜,王芳,关军,等.热质交换原理与设备课程设计的实践与创新[J].大学教育,2018(9):3.
- [2] 连之伟,陈宝明.热质交换原理与设备:第四版[M].北京:

本科培养目标之一是使学生初步具备从事专业的研发能力,因此,了解每门课程的最新研究成果及发展动态就很必要。本课程课堂教学中,将传热传质的最新研究成果适时引入课堂,走进实验室现场感受热质交换学科发展的科学研究,使学生了解目前专业中有关热质传热的研究动态和方向,激发学生对科学研究的兴趣;同时结合教师的科研课题,积极组织学生参加大学生创新创业大赛和节能减排大赛项目,将传热传质相关理论知识应用专业创新实践中,鼓励学生参与科研,锻炼实践操作能力的同时,培养学生的创新思维能力和节能环保的社会责任感。

#### 4. 建设线上平台,优化教学资源

信息化教育时代,丰富的线上资源必不可少。笔者充分利用线上平台的强大功能,以难点小视频、设备动画视频及课后作业习题等形式辅助课堂教学,使学生可以多维度学习课程内容,提高学生学习效果。例如对流传质微分方程的推导、对流传质系数的解决思路、空气热湿处理方案等,教学中的重难点,制作小视频讲解,定期通过线上平台进行推送;每次授课内容发布作业考察学生的学习效果;制作相关设备的动画讲解视频,使学生能深刻理解设备的热质交换特性。

#### 三、课程考核与评价方式

通过课上表现、考勤、翻转课堂情况、课后作业、实验、课前在线测试、结课考试考核环节构成学生学习全过程的考核评价依据。具体构成赋值情况见表 1。

中国建筑工业出版社,2018.8.

[3] 管勇,胡万玲,周文和,等.参与模式下热质交换原理与设备课程教学和考核方法研究[J].高等建筑教育,2018,27(4):5.

[4] 张振迎,杨美媛,常莉,等.热质交换原理与设备课程混合式教学的探索与实践[J].制冷,2019,38(4):5.

[5] 李志义.解析工程教育专业认证的成果导向理念[J].中国高等教育,2014(17):4.

[6] 李茂国,张志英,张彦通.积极推进专业评估与认证,引导工程教育协调发展[J].高等工程教育研究,2005(5):5.

[7] 王雨,周西文.“热质交换原理与设备”课程的教学方法探索与实践[J].中国电力教育:中,2010(A12):2.

[8] 张琳邵,姚丽.热质交换原理与设备教学总结和教学方法探讨[J].教育教学论坛,2020(31):2.

[9] 张寅平.热质交换原理和设备课教学体会[J].高等建筑教育,2003,12(4):36.

基金项目:2022年山西省高等学校教学改革创新项目(项目编号:J20220163)、2021年山西省高等学校教学改革创新项目(项目编号:J2021158)、2022年太原理工大学校级教改项目(项目编号:JG062)

作者简介:王美萍(1976-),女,山西忻州人,副教授、博士,主要从事建筑环境与能源应用工程研究。