

文章编号: 1671-6612 (2021) 06-928-05

# 建筑环境与能源应用工程专业实验教学模式探讨

张洋<sup>1</sup> 杨晚生<sup>2</sup> 刘琳<sup>2</sup> 高云飞<sup>2</sup> 颜彪<sup>2</sup>

(1. 广东工业大学基建处 广州 510006;

2. 广东工业大学土木与交通工程学院 广州 510006)

**【摘要】** 建筑环境与能源应用工程是一个以培养学生能够从事工业与民用建筑环境控制和能源供应为主的工程应用性很强的专业,其实验教学是专业教学的关键环节。现有的实验教学存在模式单一、内容陈旧、与理论脱节,缺少创新性、拓展性和主动性,不能激发学生的学习兴趣,起不到增强学生感性认知的教学作用等问题。为此,从实验教学模式、教学内容、实验设备、资源整合利用等方面提出了改进措施,以期能对本专业的实验教学改革起到一定的促进作用。

**【关键词】** 实验;教学;改革;措施

中图分类号 G642.0/TU-4 文献标识码 A

## Exploration on the Experimental Teaching Mode of

### Architectural Environment and Energy Application Engineering

Zhang Yang<sup>1</sup> Yang Wansheng<sup>2</sup> Liu Lin<sup>2</sup> Gao Yunfei<sup>2</sup> Yan Biao<sup>2</sup>

(1. Infrastructure Department of Guangdong University of Technology, Guangzhou, 510006;

2. Guangdong University of Technology, School of Civil and Transport Engineering, Guangzhou, 510006)

**【Abstract】** Building environment and energy application engineering is a major with strong engineering applicability, which is mainly to train students to be engaged in industrial and civil building environment control and energy supply. The experimental teaching is the key link of professional course teaching. The existing experimental teaching mode is single, the content is out of date, out of line with the theory, lack of innovation, expansion and initiative, and it can not stimulate students' interest in learning, can not play a role in enhancing students' perceptual cognition. Therefore, this paper puts forward some improvement measures from the aspects of teaching mode, teaching content, experimental equipment, resource integration and utilization, in order to promote the experimental teaching reform of this major.

**【Keywords】** experiment; teaching; reform; measures

基金项目: 广东省质量工程项目-广东省特色专业项目(项目编号: 粤教高函(2018)179号);  
广东省教改项目(项目编号: 粤教高函(2018)180号)

作者简介: 张洋(1979.06-),女,硕士,工程师, E-mail: zhangyang.gz@163.com

通讯作者: 杨晚生(1970-),男,博士,教授, E-mail: gdyangwansh@126.com

收稿日期: 2021-03-18

## 0 研究目的和意义

随着城市化建设进程的加速发展,建筑环境控制技术不断提升,建筑节能和绿色建筑应用技术的不断进步,建筑环境与能源应用工程专业的发展面

临巨大的挑战和机遇。本专业实验教学的主要目标是培养学生应用理论知识解决工程实际问题的能力和设计创新能力,因此培养学生综合能力为主的实践教学环节在学生的培养中占有很重要的地位<sup>[1]</sup>。

## 1 实验教学现状及存在的问题

本专业现有的实验教学环节是在相关专业课程中设置针对性的实验教学,通过典型实验环节或独立实验教学使学生获得对理论知识的感性认知和实践能力的培养,这种实验教学模式在一定程度上起到了积极的作用,尤其是对于一些专业基础课程的教学起到了良好的作用<sup>[2]</sup>。但由于受学时、实验设备、实验内容、教学模式、操作水平、投入等因素的影响,这种教学模式存在创新性不足、实验内容单一、学生对实验缺乏主动性等缺点<sup>[3,4]</sup>,同时由于受教学学时所限,有些专业课程未能在课程教学中设置相关实验教学环节,这也在一定程度上影响了教学效果。目前,现有的实验教学存在的主要问题如下:

### (1) 实验内容

在实验内容方面主要存在不同课程的实验内容较窄、重复、单一、陈旧<sup>[3]</sup>、不能涵盖课程教学内容、教学内容与理论教学脱节等问题;同时一些实验设备是按照传统教学内容进行设计,没有随着教学内容的更新而发展,造成了教学内容陈旧、重复等现象<sup>[5]</sup>。例如本专业基础课程《流体输配管网》中的实验教学内容如“水泵特性曲线和流体水力工况测定实验”在与《流体力学》中的部分实验内容重复或类同;如流速、流量、压差的测量,几乎每个实验都重复这些内容<sup>[1]</sup>,使实验内容显得主次不明;《传热学》课程的实验教学内容如果设置不合理有可能与《热质交换原理与设备》中的实验内容类同。在教学内容上,部分实验课程设置不能涵盖专业目录的教学要求,没有随着理论课内容的改变而突出重点。例如在本专业的《传热学》课程实验中实验内容设置时,未能充分考虑新技术发展(如高效热管导热技术、蒸发冷却技术等)所形成的实验教学内容显得实验内容陈旧单一,使学生失去学习兴趣。

### (2) 实验设备

本专业大多数实验设备庞大复杂,不仅占地面积大、模块化配置少、操作繁琐、质量低劣,经常损坏,严重影响实验教学的正常进行;同时有些实验设备还存在安全隐患,例如工程热力学课程中的《二氧化碳临界状态观测及P-V-T关系测定》实验装置中,要将二氧化碳气体加压到9.8MPa的高压,如果承压玻璃的质量不过关,或者承压玻璃与

水银杯的连接出现质量问题,就会在加压过程中因承压玻璃承受不住压力而爆裂破碎,对操作者的人身安全造成威胁<sup>[1]</sup>。

### (3) 教学模式

专业实验应以学生为主体,通过学生实际操作加深其对理论知识的理解和掌握,但目前开设的实验多为演示性和验证性实验,一定程度上限制了学生的动手能力,不利于学生感性认知的拓展。实验教学模式缺少开放性和创新性,不具有拓展性和互动性,学生在实验教学中一般都是按照实验测试报告按步骤进行操作,缺少探索性研究内容,使得学生在实验教学中基本处于被动式地位,不能激发学生的学习主动性,不利于培养学生的创新能力和初步科研能力<sup>[4]</sup>。

因此,如何在理论教学中加强实验教学内容、改进实验教学模式、拓展实验内涵、增强实验拓展性、开放性和创新性,并激发学生利用实验教学对理论知识的探求产生兴趣,培养学生的动手能力和创新能力是目前改变传统实验教学模式急需解决的问题之一。

## 2 实验教学的改进措施

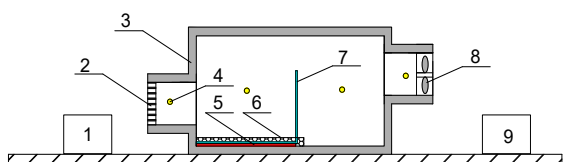
本专业的基础课程包括工程热力学、传热学、流体力学、热质交换原理与设备、建筑环境学、流体输配管网、自动控制原理等;专业课程包括空气调节、通风工程、制冷技术、建筑环境测试技术、燃气供应工程、供热工程、冷热源工程、洁净室与净化空调技术、绿色建筑与建筑节能、建筑电气、建筑设备自动化、工程造价、工程管理等。不同的学校由于地域和专业发展的差异,其课程设置的学时和实验内容也不尽相同,因此,课程设置的基本原则是以专业规范为主,强调并突出各学校的专业特色,这为不同地域的实验教学内容的设置提供了很大的灵活性和自由性。

针对上述实验教学存在的问题,提出如下改进措施:

### (1) 拓展更新实验教学内容

实验教学内容的陈旧、单一<sup>[3]</sup>,内容与技术发展脱节主要表现在实验教学内容与理论教学内容和发展的脱节。专业技术的不断发展使得专业知识不断更新,但实验教学内容由于各种原因未能及时进行更新。针对此问题,应调整和更新实验教

学内容，使之能适应专业技术的发展要求。例如《传热学》课程的导热性能实验教学中，如果按照传统的实验教学内容进行教学，学生也可以掌握基本的导热变化规律，理解相关导热的基本机理，但对于目前在工程应用中利用较多的热管导热技术的认识就无法从实验教学中获得认知。广东工业大学有关教师利用科研项目的平台设计了一种扁平热管式传热性能实验测试装置（见图 1），拓展了原有的导热性能实验内容，使得学生对于高效导热管的工程应用有了更深入的了解。



1—加热器调节器；2—进风口；3—测试箱；  
4—温湿度风速测点；5—加热板；6—隔热材料；  
7—扁平热管；8—调速风机；9—温湿度测试仪

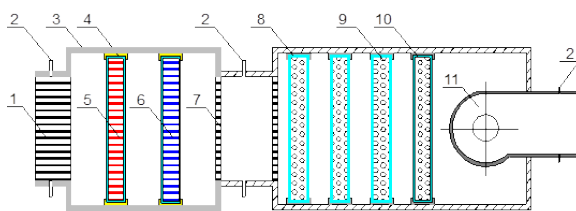
图 1 扁平热管式传热性能实验装置

Fig.1 Flat heat pipe experimental device for heat transfer performance

(2) 实验教学内容的重复性问题

在不同的专业课程中存在着实验内容的重复性问题，这主要是由于课程体系和教材内容变更与实验教学内容的滞后引起的。随着专业的不断发展，课程体系涵盖的内容也在不断拓展，教材内容随着课程体系的变化获得了较为及时的改革，但实验内容由于其实验设备的更新性问题，未能及时同步改变，二者出现偏差。针对这一问题，应梳理相关课程的实验教学内容，根据课程的特点制订出合理的教学内容。如可以将《流体力学》和《流体输配管网》课程中的实验进行整合，避免实验内容的重复性。《热质交换原理与设备》是在原有传热学基础上，结合传热传质技术的发展而独立形成的一门基础课程，尽管其理论内容上已经非常成熟，但实验教学内容大部分高校仍然是利用原有的传热学或其他课程的实验教学设备进行教学，这样不仅存在实验与理论教学内容不匹配的问题，而且可能使实验教学内容重复，不能确切反映出本专业领域传热传质技术的工程应用和发展。针对此问题，广东工业大学建筑环境与能源应用有关专业教师结合自己的科研项目，研制出新型的适合于一种适合于

《热质交换原理与设备》课程的实验教学平台（见图 2）。该实验测试装置可以对固体除湿材料的吸湿和再生过程进行不同工况下的测试，固体除湿材料的除湿和再生过程是一个典型的传热传质过程，也是本专业工程中较为常见的一种技术应用模式，这样既避免了原来采用传热学实验设备的重复性问题，进一步加深了热质交换原理的工程应用内容，取得了较好的教学效果。



1—进风口均风板；2—参数测孔；3—温度调节箱；  
4—模块插板；5—加热器；6—湿度调节装置；7—连接孔；  
8—除湿模块插板；9—除湿模块；10—净化模块；  
11—风机

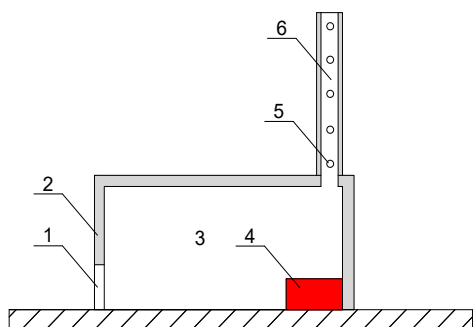
图 2 固体除湿再生测试装置

Fig.2 Solid desiccant regeneration test device (improved version)

(3) 实验开放性和创新性设计

现有的专业实验教学模式多为演示性和验证性实验，限制了学生创新性思考能力，不利于学生感性认知的拓展。实验教学模式缺少开放性和创新性，不具有拓展性和互动性，缺少探索性研究内容，使得学生在实验教学中基本处于被动式学习的地位，不能激发学生的学习主动性，不利于培养学生的创新能力和初步的科研能力<sup>[4]</sup>。同时，由于受课程学时和实验教学学时的限制，实验教学内容也仅仅是以典型的实验教学内容展开教学，实验教学内容不能涵盖教学内容，其教学内容和模式的创新性也存在不足。针对此问题，结合本专业工程应用性强的特点，在充分结合专业特色和地域差异性的基础上，提出以创新性、开放性创新训练项目为引导的实验教学内容的改革<sup>[5]</sup>。例如针对《建筑节能与绿色建筑》专业选修课程受学时限制未能设置实验教学环节的现实，提出以大学生创新创业训练为平台的辅助课程实验教学，即通过大学生创新创业实践项目的获得，建立相关开放性、创新性和探索性的实验教学平台，为理论教学提供实践平台。例如针对建筑节能与绿色建筑中的热压问题，在理论

教学中仅能从理论上进行讲授, 学生在讲完后缺少感性认识, 无法真正掌握其作用机理, 利用相关材料设计出热压显示测试装置 (见图 3) 并对其不同高度的热压和温度进行测试, 不仅能有助于学生对抽象理论问题的认识, 更能激发学生探索相关自然机理的热情。针对绿色建筑与建筑节能不同屋顶隔热方式对室内热环境的影响, 理论教学仅仅是通过相关传热系数和传热量的计算比较分析不同隔热方式的效果, 并不能直观地感受到不同隔热方式的差异性, 因此可根据华南地区屋面的隔热方式设计出不同的模块化绿化屋面、蓄水屋面、反射涂料屋面、通风屋面、隔热砖屋面、蒸发冷却屋面等测试平台, 学生可以通过测试平台的实际测试数据获得对不同隔热模式的定量影响评价分析, 从而获得理论知识在工程应用中的创新性比较和探索。图 4 为广东工业大学建筑环境与能源应用工程专业教师所建立的屋面绿化隔热测试平台, 该测试平台已经成为本专业师生创新创业实训基地, 取得了良好的实践教学效果。



1—进风口; 2—静压箱壁; 3—静压箱; 4—热源; 5—参数测量孔; 6—风管

图 3 热压显示测试装置

Fig.3 Hot press display test device

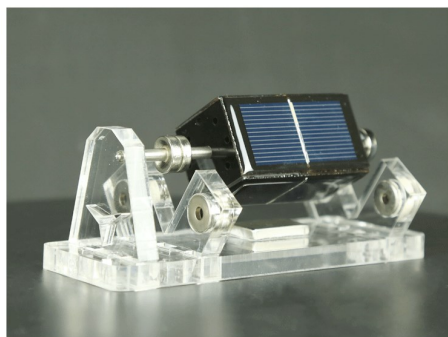


图 5 用于直观演示磁悬浮制冷机组的教学模型

Fig.5 Teaching model of magnetic suspension refrigeration unit

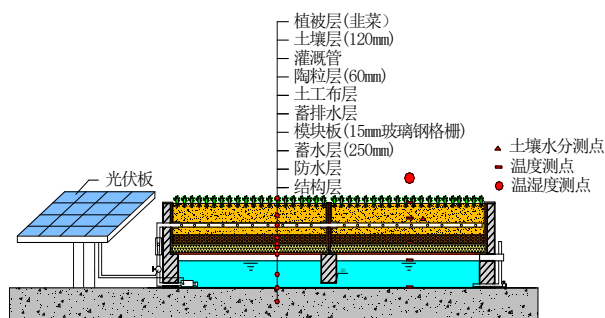


图 4 复合式绿化蓄水屋面隔热测试平台

Fig.4 Heat insulation test platform for composite green water storage roof

#### (4) 非实验教学内容的直观性演示

实验教学学时在整个课程的教学学时中所占的比例一般都不高, 这主要受实验条件和教学学时的限制。但有些理论知识仅仅通过课堂讲授难以达到良好的教学效果, 如何提高学生对非实验教学内容的认知和理解是所有工科专业教学中存在的问题之一。为解决此问题, 任课教师可利用各种资源在授课过程中给学生通过相关直观性模型演示的方法强化学生的感性认知。例如在《制冷技术》教学过程, 磁悬浮离心式冷水机组是目前较为先进的制冷机组之一, 单纯依靠理论讲解其原理学生对其缺少深刻的认识, 为此可利用相关教学模型为学生在课堂上演示磁悬浮的原理, 这样可以达到良好的教学效果。图 5 为《制冷技术》教学中采用的太阳能磁悬浮电机来直观演示磁悬浮冷水机组的教学模型。图 6 为直观演示制冷系统的教学模型。这些教学模型具体直观性强、体积小、可以现场演示、价格低、便于携带, 在理论教学中可以达到很好的辅助教学效果。



图6 可用于直观演示制冷系统原理的教学模型

Fig.6 Teaching model of refrigeration system principle

### 3 结束语

随着建筑环境与能源应用工程专业的内涵不断扩展,新技术的应用和发展对专业实验提出了更高的要求,陈旧的实验教学模式和内容亟待更新,实验教学的改革势在必行。强调通过实验教学可使学生更深刻地掌握专业理论知识,培养学生的实践动手能力和提升学生的综合素质目前是建筑环境与能源应用工程专业所面临的一个重要课题,希望本文能对建环专业的发展起到积极的作用。

### 参考文献:

- [1] 程向明,李翠敏.建筑环境与能源应用工程专业实验教学改革研究[J].教育教学论坛,2015,5(12):106-107.
- [2] 高寿云,俞峰,蒋金平.建筑环境与设备工程专业实验课程设置改革[J].实验室研究与探索,2005,24(5):85-86.
- [3] 李锐,郭全,郝学军,等.暖通空调课程设计性实验教学研究[J].中国科技信息,2009,(20):217-218.
- [4] 陈志慧,宋光泉.提高化学实验教学时效的研究[J].中山大学学报论丛,2005,25(5):29-32.
- [5] 余晓平,彭宣伟,刘纯.现代暖通综合实验教学系统建设探讨[J].高等建筑教育,2008,17(5):134-137.
- [6] 车轮飞.新武汉火车站候车厅分层空调方案模拟分析[J].建筑科学,2010,26(2):114-116,134.
- [7] Togari S, Arai Y, Miura K. A simplified model for predicting vertical temperature distribution in a large space[J]. TRANSACTIONS-AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS, 1993,99:84-84.
- [8] 王新伟.送风口位置对热风供暖特征的影响[D].上海:东华大学,2014.
- [9] 任艳莉.高大空间气流组织的数值模拟与实验研究[D].天津:天津大学,2012.
- [10] 于靖华,杨清晨,田利伟,等.铁路旅客站房高大空间冬季热环境测试与分析[J].制冷与空调,2019,33(4):405-409.
- [11] 郝胜昌.基于数值仿真的某候车厅分层空调设计方案优化研究[D].西安:西安建筑科技大学,2017.
- [12] Rahimi M, Tajbakhsh K. Reducing temperature stratification using heated air recirculation for thermal energy saving[J]. Energy and buildings, 2011,43(10): 2656-2661.
- [13] 谢方祥.铁路客站上部空间冬季热空气利用的可行性研究[D].成都:西南交通大学,2017.
- [14] Shaheed R, Mohammadian A, Gildeh H K. A comparison of standard k-ε and realizable k-ε turbulence models in curved and confluent channels[J]. Environmental Fluid Mechanics, 2019,19(2):543-568.
- [15] GB 50189-2015,公共建筑节能设计标准[S].北京:中国建筑工业出版社,2015.

(上接第 893 页)