

基于数字孪生技术和 OBE-CDIO 理念的《暖通计算机应用》 课程教学研究与实践

曾智^{1,2} 李小华^{1*} 谭嘉旺¹ 肖岳平³ 李文菁¹ 曾丽萍¹

1 湖南工程学院智慧建造与能源工程学院

2 长沙理工大学土木与环境工程学院

3 湖南工程学院电气与信息工程学院

DOI:10.12238/mef.v8i11.14767

[摘要] 针对当前应用型教学改革过程中《暖通计算机应用》课程教学存在的问题,本文基于工程教育专业认证和新工科要求,将OBE和CDIO教学理念有机结合,并贯穿于《暖通计算机应用》课程教学全过程,利用数字孪生技术提升学生的工程能力,构建了科学合理的《暖通计算机应用》课程教学目标和教学体系。实践表明,基于数字孪生技术和OBE-CDIO理念的《暖通计算机应用》课程教学改革取得了良好的效果,可为建筑环境与能源应用工程专业(简称“建环”或“暖通”)的课程教学改革提供参考。

[关键词] 建筑环境与能源应用工程; 数字孪生; OBE-CDIO; 暖通计算机应用

中图分类号: G623.58 文献标识码: A

Research, and, Practice, of, Teaching, "HVAC, Computer, Application", Course, Based, on, Digital, Twin, Technology, and, OBE-CDIO, Concept

Zhi Zeng^{1,2} Xiaohua Li^{1,*} Jiawang Tan¹ Yueping Xiao³ Wenjing Li¹ Liping Zeng¹

1 School of smart construction and energy engineering, Hunan Institute of Engineering

2 School of Civil and Environment Engineering, Changsha University of Science and Technology

3 School of Electrical and Information Engineering, Hunan Institute of Engineering

[Abstract] In response to the problems existing in the teaching of the course "HVAC Computer Application" in the current process of application-oriented teaching reform, this article combines the OBE and CDIO teaching concepts based on engineering education professional certification and new engineering requirements, and runs through the entire teaching process of the course "HVAC Computer Application". By using digital twin technology to enhance students' engineering abilities, a scientific and reasonable teaching objective and teaching system for the course "HVAC Computer Application" have been constructed. Practice has shown that the teaching reform of the course "HVAC Computer Application" based on digital twin technology and OBE-CDIO concept has achieved good results and can provide reference for the teaching reform of the building environment and energy application engineering major (referred to as "building environment" or "HVAC").

[Key words] Building Environment and Energy Application Engineering; Digital twin; OBE-CDIO; Application of HVAC Computer

引言

随着人们对工作和生活环境的舒适性和经济性要求日益增长,暖通空调系统也变得越来越集成化、复杂化^[1]。这也对空调系统的设计、运维提出了更高的挑战,而计算机辅助设计技术可以大大提高工作效率,缩短设计周期,熟练掌握暖通计算机技术

已成为从事暖通行业的必备职业技能。

数字孪生是一种虚拟模型,通过整合虚拟现实、物联网、数据分析及仿真技术等数字化手段^[2],在虚拟环境中创建实体的虚拟模型(AES),具有可视化、协调性、模拟性等特性。便于帮助学生了解空调系统设计和施工,弥补理论教学抽象化的不足,

2.2 教学模式多样化

基于OBE-CDIO能力要求，本项目在课程内容模块化的基础上进行教学模式的改革。由于考虑到各模块内容的特点不同，本项目拟打破单一固定的教学模式，采取多种教学模式混合式教学。即根据课程内容模块分别设置教学模式，具体内容如下：

①基础模块使用实例教学法，基础项目中精选了项目中的围护结构设计及负荷计算作为讲解实例，这些实例针对性和启发性都较强，同时讲解如何利用计算机模拟复杂的工程、解决实际工程问题的方式，结合《暖通计算机应用》课程的基础知识和相关命令来组织教学，由浅入深、循序渐进的逐步讲解。

②综合模块应用项目教学法，按照同组异质的分组原则，将班级人员分成3-5组，每组成员再细分相应的任务，最后合成暖通施工图。学生在接到任务后，通过小组讨论、规范及工程图例查阅、暖通图纸绘制及设计变更等环节，此种教学法将OBE-CDIO的构思、设计、实施、运行过程运用其中，真正实现了“做中学”，同时有助于培养学生团队协作精神。

③项目模块运用翻转课堂，学生经过前两个模块学习，对软件各项功能已经比较了解，对暖通施工图的绘制要点也已熟悉。在进行风管、水管、机房平面施工图及其系统图的学习时，运用翻转课堂形式，学生由听课群体变成主动参与课堂的主体，同时在课堂上引入数字孪生技术，将暖通平面图转换为三维图纸，在此教学过程中培养学生解决暖通工程实际问题。

④拓展模块利用工程案例库资源，由于建筑类型复杂多样及课时限制，因此教师很难再面面俱到、按部就班的将其他项目一一讲解。因此本教学团队利用设计院实际工程案例和线下实际建筑暖通空调系统，让学生利用课余时间进行学习、参观，同时教师根据学生反映的问题进行集中答疑。这种模式既可解决课时不足问题，又可满足差异化教学。各模块教学模式安排如图3。（图中阿拉伯数字表示该任务所含课时数）。



图3 基于数字孪生技术和OBE-CDIO能力培养的《暖通计算机应用》教学模式

通过课程的学习最终将会建立暖通系统AES工程案例库并逐渐扩充案例内容，此时则可通过暖通系统AES工程案例库反哺实例教学、项目教学、翻转课堂的教学质量，从而达到良性的循环。

2.3 考核方式多元化

公平公正的考核方式能督促学生摆正学习态度，提高学习动力。为切实提高学生暖通工程应用能力，在课程考核中应注重

各阶段性任务完成情况。考核内容、成绩占比及评价方式如表1所示，项目最终成果见图4：

表1 《暖通计算机应用》课程考核模式

考核环节	总成绩占比	备注
基础模块 课堂表现、课堂实例完成情况及质量，具体内容包含： (负荷计算、围护结构等)	10%	每次课成绩占比2.5%，教师 评定
综合模块 课堂表现、课堂实例完成情况及质量，具体内容包含： (设备选型及布置、风管、水管、机房的初步设计等)	20%	自我评价(5%)+组成员互 评(5%)+教师评定(10%)
项目模块 课堂表现、课程实例完成情况及质量，具体内容包含： 水管平面施工图、风管平面施工图、机房平面施工图、 AES场景建模	50%	自我评定(10%)+组成员互 评(10%)+教师评定(30%)
拓展模块 采用大作业形式，具体内容包含：水管平面施工图、 风管平面施工图、机房平面施工图、AES场景建模	20%	组成员互评(5%)+组长评 定(5%)+教师评定(10%)



图4 最终成果 2022届湖南工程学院建筑环境与能源应用工程专业本科生作品

（备注：使用最新版“哔哩哔哩”手机APP或者“微信”、“QQ”及浏览器扫一扫功能，扫描上图二维码，即可观看视频。）

3 《暖通计算机应用》课程教学改革的实践效果

湖南工程学院建筑环境与能源应用工程专业现有专任教师17人，其中正高级职称4人、副高级职称3人，70%以上教师具备博士学位，全体教师均具有工程实践背景。该专业“建筑节能与新能源利用”团队为湖南省优秀研究生导师团队及教学团队。基于学校应用型办学定位，本团队以工程教育认证为驱动，贯彻“学生中心、成果导向、持续改进”的OBE教育理念，致力于培养“基础扎实、知识面广、实践能力强、应用能力突出”的应用型专业人才。近年来，本专业学生在“全国人环奖”竞赛、CAR-ASHRAE学生设计竞赛、MDV中央空调设计应用大赛及“挑战杯”等省级以上竞赛中累计获奖48项，主持国家级大学生创新创业训练计划项目3项。毕业生凭借“适应基层、业务精湛、扎根行业”的特质，在湖南省及珠三角地区建筑安装、设计及暖通空调设备企业中获得广泛认可，成为本校就业率最高的专业之一。近三年平均考研录取率达29.4%，应届毕业生就业率稳定于92.5%以上。

4 结语

湖南工程学院已对《暖通计算机应用》课程进行了多轮授课实践,教学团队围绕专业认证教育结果导向宗旨,重构了《暖通计算机应用》课程教学改革实施方案,基于“双碳”背景和当今社会的发展,在《暖通计算应用》课程引入了数字孪生技术,基于此技术和OBE-CDIO教育理念,提升了学生的基础能力、综合能力、应用能力和创新能力,培养了学生的团队协作精神,同时为社会培养了一批暖通空调系统综合应用型人才,为建筑节能提供助力。

同时利用数字孪生技术构建暖通空调系统AES工程案例库,其不仅可用于本课程,还可以应用至本专业的《冷热源》、《空调工程》、《供热工程》等其他课程以及建环专业《认知实习》、《生产实习》、《毕业实习》等实践课程中,还可以将本课程的成果用于《建筑设备》、《建筑安装工程计量计价》等土木类相关课程中,实现课程改革成果的最大化应用。

[基金项目]

湖南省普通本科高校教学改革研究项目(202401001218、202401001217、202401001196、HNJG-20230948)。

[参考文献]

[1]王宗山,袁鹏丽,端木琳.建筑环境与能源应用工程专业自主研究型实验教学模式的实践[J].实验室研究与探索,2018,37(10):219-222.

[2]李文谕,张航帆,刘喜珠,等.BIM技术在数字孪生泵站中的应用[J].水利发展研究,2023,23(09):66-70.

[3]蒋海刚,凌瑞,邓益兵.基于BIM技术的建筑机房数字化巡

检系统研发与应用[J].土木工程信息技术,2024,16(03):99-103.

[4]庄兆意,王斌,刘乃玲.新工科背景下基于创新能力培养的制冷技术课程教学改革与实践[J].大学教育,2023,(4):53-55.

[5]张鹏,吴晓南,马红艳.虚拟仿真软件在建环专业毕业设计中的应用[J].高等建筑教育,2018,27(05):154-158.

[6]郭思宇,任秀宏,谈莹莹.基于混合式教学的《建筑环境测试技术》教学改革研究[J].制冷与空调(四川),2021,35(06):933-936.

[7]彭芳.应用型本科院校空调工程课程教学改革探索研究——以新疆工程学院建筑环境与能源应用工程专业为例[J].黑龙江科学,2021,12(17):58-60.

[8]王浩宇,任晓耕,陈福祥,等.基于OBE理念的建环专业课程改革与实践——以《空调冷热源技术》课程为例[J].高教学刊,2019,(01):85-87+90.

[9]李昊炜,徐青.《热质交换原理与设备》课程教学反思及改进措施[J].广东化工,2022,49(13):225-227+230.

[10]张锐.基于OBE教育理念的空气调节课程教学改革探索[J].科技风,2020,(32):51-52.

作者简介:

曾智(1996—),男,汉族,湖南邵阳人,博士研究生,实验师,研究方向:建筑节能。

*通讯作者:

李小华,博士,教授。