

应用型本科院校建筑环境与能源应用工程虚拟实验平台建设初探

赵 麒, 马 爽, 王 丹, 刘 喆, 金洪文

长春工程学院, 能源动力工程学院, 吉林 长春

收稿日期: 2022年10月31日; 录用日期: 2022年12月6日; 发布日期: 2022年12月14日

摘 要

在应用型本科院校建筑环境与能源应用工程专业的实践教学环节中, 实验与实训环节占有非常重要的地位。虚拟实验教学引入人才培养的实践课程体系, 可加强应用型人才实践能力的培养质量, 是教学改革研究与人才培养模式改革创新的新领域, 也是应用型高校未来实践教学发展的重要方向。

关键词

虚拟实验平台, 实践教学, 人才培养, 应用型本科

Construction of Virtual Experiment Platform for Building Environment and Energy Application Engineering in Application-Oriented Universities

Qi Zhao, Shuang Ma, Dan Wang, Zhe Liu, Hongwen Jin

College of Energy and Power, Changchun Institute of Technology, Changchun Jilin

Received: Oct. 31st, 2022; accepted: Dec. 6th, 2022; published: Dec. 14th, 2022

Abstract

Experimental and practical training plays a very important role in the practical teaching of building environment and energy application engineering in application-oriented universities. The introduction of virtual experiment teaching into the practical curriculum system of talent training

can strengthen the quality of practical ability of applied talents, it is a new field of teaching reform research and talent training mode reform and innovation, and also an important direction for the future development of practical teaching in applied universities.

Keywords

Virtual Experiment Platform, Practical Teaching, Talent Training, Applied Undergraduate

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

世界范围内新一轮的综合国力竞争正在愈演愈烈，与此同时科技革命和产业变革也在加速进行。为此，2017年2月以来，教育部积极开展新工科研究与实践，先后形成“复旦共识”、“天大行动”和“北京指南”，构成了新工科建设“三部曲”，期望探索领跑全球工程教育的中国模式、中国经验，助力高等工程教育强国建设[1][2][3]。

建筑环境与能源应用工程专业是一门立足于创造健康、舒适且节约能耗的办公和居住环境的专业，学习这门学科可以为实现建筑与环境、人与自然和谐相处创造良好的先决条件，同时对于实现建筑能耗合理利用和构建人与自然之间的平衡关系起着指导性的作用。本专业方向所涉及的供热、制冷及相关系统复杂，包含设备较多，并且存在现场实习机会少、时间短等实习难题，造成学生难以深入理解与掌握整个系统、工作的主要流程以及相关设备的结构特点和工作过程等专业知识；实验教学中，由于设备成本高，占用空间大，实验设备零部件复杂多样，实验装置甚至可能存在危险性等问题，也使得实验教学效果不理想。

随着近些年科学技术的不断发展，尤其计算机、通信、虚拟现实等技术的发展，出现了虚拟仿真实验教学，虚拟仿真实验教学不仅可以突破时间和空间的限制，还可以完成真实实验难以完成的教学功能。虚拟仿真实验教学也得到了相关政府部门的高度关注，《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010~2020年)》[4]中明确提出要建立虚拟实验室。《教育信息化十年发展规划(2010~2020年)》中提出要遴选和开发500个学科工具、应用平台和1500套虚拟仿真实训实验系统[5]。虚拟实验教学依托虚拟现实、数据库、人机交互等技术，通过构建高度仿真的虚拟实验环境的方式，为上述问题的解决提供了一条新思路[6]。要想更高效地培养出实践能力较高的创新应用型人才，离不开相关虚拟仿真实验室的建设和开发[7]。虚拟仿真技术发展迅速，能够以较低的成本解决以上难题，同时再结合现场参观或实物模型，形成“虚实结合，相互促进”的实习新模式，能够一定程度提高学生实习质量，加强实践能力培养，解决目前的燃眉之急，若能支持教师的科研工作和学生的创新实践能力培养将会锦上添花。

2. 目前存在的问题

随着社会的发展和人才培养方案不断完善和修订，本专业实验教学和实践教学环节被赋予更高的期望和要求，导致现有的实验和实践教学条件无法满足工程专业性人才培养和社会的需求，以长春工程学院为例本专业实践教学环节有以下几个问题亟待解决。

2.1. 实验教学问题

在校内的实验教学方面，较突出的是设备数量、实验场地、实验经费和实验内容更新有限的问题。

2.1.1. 实验场地与装置不足

建环专业实验涉及的系统庞大,设备种类多且价格相对昂贵,如供热系统中热源、热网和用户装置,空调系统中空气的处理和输送,制冷装置性能和压缩机性能等实验。设备价格导致无法购置多台套同型号实验设备供学生操作,即使可以购置,在现有的实验教学的场地内也无法容纳这些大型的设备。实验装置的不足造成在教学过程中,无法满足人人动手操作设备,影响应用型人才实践能力的培养效果。

2.1.2. 实验经费有限

受经费条件限制,专业实验设备更新升级缓慢,暖通空调系统又复杂和多样,需要复杂的连接管路和大量的附件仪表设备,实验系统通常间歇运行缺乏及时的维护,附件和仪表的故障时有发生,导致实验项目无法呈现其全部效用。而有些实验设备在运行期能耗较高,若长时期多台套运行,对于学校的日常运行也会带来一定的负担。

2.1.3. 实验内容更新滞后

受实验条件制约,实验内容和实验方法没有紧跟专业技术领域发展的脚步和社会对人才实践能力水平的需求。对于复杂的整体系统,无法通过一个实验内容或实验室现有相对简单的装置进行深入学习。单一理论课程的实验内容只能针对该课程的某一个知识点,不能将该门课程的多个知识点或多门课程之间有机的联系在一起,学生不能理解本专业系统整体的机理和运行方式及之间的联系。

2.2. 实习实训教学问题

在校外的实习实训环节中,也存在这一定的问题,制约着实践教学的效果。

2.2.1. 实习企业的意愿

实习实训环节专业性很强,为了实践环节对理论学习内容进行更好的对应和契合,只能挑选到部分本专业相关企业开展实习和实训,但对于企业来说,学生的到来多少会对生产运行有所影响,同时还要抽调人力对现场的实际工作过程和原理进行讲解,导致企业对接待实习的热情不高。

2.2.2. 存在安全隐患

现场的工艺系统及辅助系统比较庞大且系统组成结构复杂,很多设备含有机械运行结构或热力装置,导致现场存在一定的安全隐患,企业的指导教师和学校带队的教师数量有限,不能时刻照顾到所有的学生,因此安全问题是企业比较担心的重点问题,也是企业的最大顾虑。

2.2.3. 实习条件制约

学生的实习实训环节是依据专业的培养方案按计划执行,时间的安排与企业的生产不能保证完全吻合,存在预计的实习实训内容在企业的生产现场不能完全展现,此外,很多企业的生产运行存在季节性或其他不确定性,加之生产现场工艺的复杂,很多内容现场无法展现的明确、清楚,这些都限制了实习实训的效果。

3. 虚拟实验平台建设

基于我校建环专业实践教学环节现存的主要问题,结合专业培养方案中理论课程和实践课程的需求,在学校的大力支持下,建环实施了虚拟实验教学平台建设,将虚拟实验引入教学,提升实践教学质量。

3.1. 建设目标

本次建设的目标主要有以下几个方面:1) 提高学生的应用技术能力。培养学生的综合素质和应用技

术能力是本项目的核心目标。让学生可以随时随地、系统地、深入地进行实验，从而提高学生的学习兴趣，学生可以进行更多贴近工程实际的实验。2) 构建实现综合性、创新性、虚实结合，可模拟危险性实验、大型实际应用性的虚拟仿真体系。3) 克服传统实验教学遇到的时空问题、经费问题、水平问题、危险性问题，工程实际问题和综合性问题。

3.2. 建设思路

建环虚拟仿真平台建设针对我校建环专业的实验教学内容，包括实供热、通风、空调、制冷等方向相结合的实验教学体系。

基于与传统理论学习相结合的实验内容，工程实际虚拟仿真教学内容和提升学生创新能力和综合素质为目标的原则，构建了“基础理论—综合实际应用—自主创新设计”主线，采用了“理论知识和实验实践相结合，实物实验和虚拟实验相结合，教学、科研和工程实际相结合”的方法，最终建成多层次、立体化的实验教学体系，平台建设总体框架见图 1。

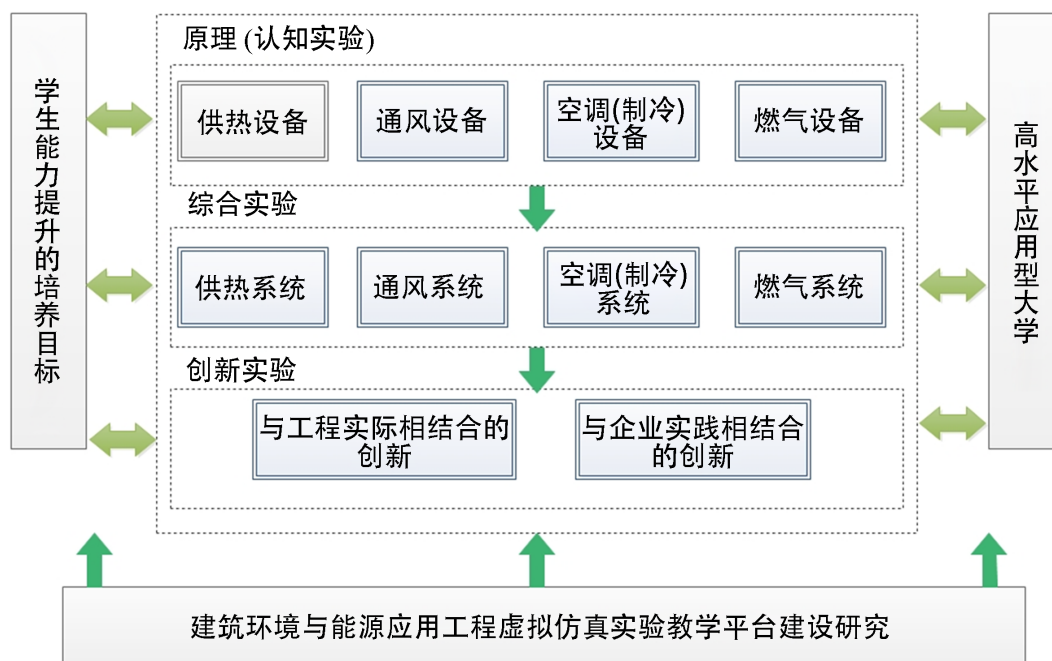


Figure 1. Overall framework of platform construction

图 1. 平台建设总体框架图

平台建设中所有实验包含供热、通风、空气调节(制冷)和燃气四个方向内容，实验内容从个体设备的认知到系统的综合性实验，最后在在一定程度上允许学生在实验平台上进行创新实验设计与实施，提升学生的创新能力。

3.3. 建设成果

本实验平台中所有虚拟仿真实验教学软件以暖通空调专业课程主要知识点为仿真对象，通过三维仿真及虚拟现实技术构造逼真真实的情景，动态模式演示暖通系统总体构成，即供热管网、冷热源、水系统、风系统以及末端设备等的工作原理和技术特点；通过人机交互虚拟操作，完成暖通空调系统及设备工作原理、设计选型方法、系统调节方法、操作运行方法方面重要知识点的学习和考核，熟悉并掌握系统的组成、设计原理、运行原理以及基本调节原理。



Figure 2. Decomposition of knowledge points, teaching methods and ability cultivation
图 2. 知识点、教学方法与能力培养分解图

实验系统的知识点、教学方法与能力培养关系如图 2，将实验系统分为计算选型、系统建立和运行调节三大部分，通过每部分内的具体实验操作内容，结合任务驱动、设计式和互动式的教学方法，培养学生自主学习、创新意识、动手能力、工程思维和科学研究等能力。系统以实时数学模型作为底层支撑，包括仿真时钟管理功能、实时数据库功能、仿真模型调度功能、工况管理功能、多机协同仿真功能，并且提供和二维、三维图形软件以及其它第三方软件进行数据交互的接口，为上层应用软件提供协同运行支持。仿真系统的底层数学模型遵循质量、能量守恒定律进行数学建模。系统通过统一的数据库，实现后台计算数据和三维显示数据的同步更新，学生可以通过三维的操作来模拟现场操作等。

3.4. 建设效果

虚拟平台建设实现了教学与实体实验的有效衔接，保证了虚拟仿真实验的先进性、科学性和合理性。特色和亮点包括：

1) 理论课程和实验实践结合。实验实践内容有力支撑理论课程的内容，学生通过实验实践可以加深对理论课程的理解，提升学习兴趣和主动性。实验实践内容可以通过互联网技术，让学生随时随地进行操作，有效地突破了传统实验时空的限制、人数的限制、仪器的限制等。

2) 虚拟仿真和实体实验相结合。虚拟仿真和理论分析有机结合，以理论分析为基础，以虚拟仿真为辅助，使得实验实践体系完全覆盖所有知识点。

3) 实验体系与工程技术问题相结合。实验体系与专业工程项目相结合，将长春工程学院的教学资源、设备资源、科研资源反哺于教学工作，这可以有效提高学生的学习兴趣、扩展知识面、培养创新能力。可以将学生的创新创业课程、科技创新活动和教师的科研课题等相结合。

4) 实验体系与实际工程和企业实践相结合。可以让学生如亲临现场一般了解和分析实际工程和企业实践项目，分析和讨论实际问题，这有助于提高学生的实际操作能力。在虚拟仿真教学的建设中，充分发挥校企各自的优势。在校企合作中，当企业在生产、研发过程中遇到的难题，虚拟仿真与实际工程和

企业实践紧密结合,既提高了学生的实战能力,也为其问题的解决提供了宝贵的经验。

4. 总结及期望

通过建筑环境与能源应用工程虚拟实验平台建设措施,学生在课堂的学习积极性将得到明显提升,对课程知识点的理解和认识也会更加深刻。在引入仿真模拟实验平台之后,学生对于热泵系统、室外供热管网、暖通空调机系统的组成和运行过程更加熟悉,更多的学生参加国内各类设计大赛,目前该虚拟仿真平台已向全校土木类、能源类专业学生免费开放。

通过虚拟实验教学,弥补了实验条件的不足,提升了学生对知识点的掌握和学生的科学思维能力,提高了学生独立动手、分析解决问题和进行科学研究的能力,达到了很好的教学效果,提升了我校建环专业的应用型人才培养能力。

基金项目

吉林省高等教育教学改革研究课题:“新工科”背景下建筑环境与能源应用工程专业多方协同育人模式研究与实践(JLZT204520190725155032);2019年第二批产学研合作协同育人项目:建筑环境与能源应用工程虚拟仿真实验教学平台建设(项目编号:SF1081612747114)。

参考文献

- [1] “新工科”建设复旦共识[J]. 高等工程教育研究, 2017(1): 10-11.
- [2] “新工科”建设行动路线(“天大行动”)[J]. 高等工程教育研究, 2017(2): 24-25.
- [3] 新工科建设指南(“北京指南”)[J]. 高等工程教育研究, 2017(4): 20-21
- [4] 中共中央国务院. 国家中长期教育改革与发展规划纲要(2010-2020) [EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A01/s7048/201007/t20100729_171904.html, 2010-07-29.
- [5] 中华人民共和国教育部. 教育信息化十年发展规划(2010-2020年) [EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201203/t20120313_133322.html, 2012-03-13.
- [6] 任山章, 杨清, 夏豪颖, 徐逸, 陈晓丹, 陈静怡. 虚拟实验对本科生科学实践能力提升的探究——以杭州师范大学生命与环境科学学院本科生为例[J]. 高教学刊, 2021, 7(23): 169-172.
- [7] 杨玉婷, 张晓英. 应用型高校虚拟仿真实验教学中心建设研究[J]. 中阿科技论坛(中英文), 2021(8): 102-105.