

Exploration of the Virtual Simulation Experiment Teaching Guided by the OBE Concept—Taking the Building Physics Optical Experiment as an Example

Xin Ye Quyi Gong* Jun Lu Min Liao

School of Architecture and Civil Engineering, Chengdu University, Chengdu, Sichuan, 610106, China

Abstract

This paper discusses the current situation of building physics experiment teaching in universities in the background of contemporary education, and analyzes the application idea of achievement-oriented education (Outcome-Based Education, OBE) in virtual simulation experiment teaching. In view of the problems of limited experimental resources, single teaching content and insufficient experimental course hours in the current universities, this paper proposes to use virtual simulation technology as an important supplement to experimental teaching to improve students' practical ability and innovation ability. Under the guidance of OBE concept, this paper expounds the application strategy of virtual simulation technology in the teaching of building physics experiment in detail, and takes the building optical experiment as an example to show the exploration examples of virtual simulation experiment reform. Finally, this paper summarizes the exploration results of virtual simulation experiment teaching under the guidance of OBE concept, and prospects the future development trend, in order to provide a useful reference for promoting the reform of experimental teaching in universities and the training of architectural innovative talents.

Keywords

OBE concept; virtual simulation technology; reform of building physics experiment

OBE 理念导向下的虚拟仿真实验教学探索——以建筑物理光学实验为例

叶鑫 龚曲艺* 路峻 廖敏

成都大学建筑与土木工程学院, 中国·四川成都 610106

摘要

论文深入探讨了高校建筑物理实验教学在当代教育背景下的现状,并着重分析了成果导向教育(Outcome-Based Education, OBE)理念在虚拟仿真实验教学中的应用思路。针对当前高校建筑物理实验教学面临的实验资源有限、教学内容单一以及实验课时不足等问题,论文提出了利用虚拟仿真技术作为实验教学的重要补充,以提升学生实践能力和创新能力。在OBE理念的指导下,论文详细阐述了虚拟仿真技术在建筑物理实验教学中的应用策略,并以建筑光学实验为例,展示了虚拟仿真实验改革探索实例,总结了OBE理念导向下的虚拟仿真实验教学在建筑物理光学实验中的探索成果,并对未来的发展趋势进行了展望,以期为推动高校实验教学改革和建筑类创新人才培养提供有益的参考。

关键词

OBE理念; 虚拟仿真技术; 建筑物理实验改革

1 引言

随着信息技术的飞速发展,教育领域正经历深刻变革。近年来,国家大力扶持学校虚拟仿真教学,教育部于2017年提出将虚拟仿真实验教学作为提升实验教学质量的核心理念之一^[1]。随后,教育部启动了国家虚拟仿真实验教学项目建设,并开始了对一流课程的认定工作^[2]。党的二十大报告强调“推进教育数字化”,将数字化转型视为教育高质量发展的关键^[3]。

论文基于成果导向教育(OBE)理念^[4],探讨建筑物理课程虚拟仿真实验教学改革。在建筑学专业中,建筑物理

课程是核心理论课程,其实验部分能帮助学生了解不同因素对建筑环境的影响。在传统建筑设计教学中,建筑能耗、室内声/光/热环境等常被忽视,且难以在设计课程中深入探索。虚拟仿真技术为这些深入探索提供了可能,有助于提升教学质量和学生实践能力。

2 高校建筑物理实验教学现状

2.1 实验设备资源有限

当前,我校在建筑物理实验教学上面临资源有限的挑战。实验数量极其有限,实验场地不足,难以满足所有学生的实验需求。这导致某些实验学生只能观看演示或视频,缺

乏亲身实践机会,限制了其实践能力的发展。

2.2 实验教学内容单一

传统的建筑物理实验教学往往注重基础知识和技能的传授,而缺乏对学生创新能力和解决问题能力的培养。同时,能开展的实验教学内容相对单一,往往停留在验证性实验的层面,缺乏设计性、研究性和探索性实验。

2.3 实验课时相对较少

目前我校建筑学专业的建筑物理课程教学中,尽管在

理论授课板块已经进行了多轮教学改革。但是在实验教学部分课时相对较少,大班教学的学生数量往往在70人上下。即使是分组实验,要在课堂有限的时间内充分掌握实验技能和方法也是很困难的。

3 OBE理念导向下虚拟仿真技术在实验教学中的应用思路

在OBE理念的指导下,虚拟仿真技术应用在建筑物理课程的实验板块教改的整体思路如图1所示。

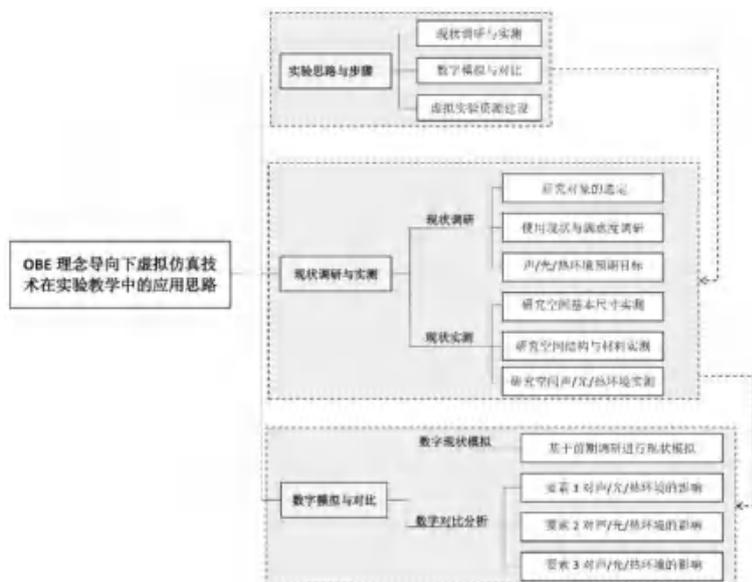


图1 技术路线图

3.1 基于成果导向, 设定实验教学方案

首先,需明确建筑物理课程的培养目标,涵盖理论知识、技能和综合素质。随后,依据这些目标,设计层次递进的实验教学方案,确保全面覆盖关键知识点。实验方案着重突出学生主体地位,鼓励他们通过自主探索和团队合作,培养自主学习和协作精神。

鉴于学生实践能力的重要性,我们在建筑物理课程的

【基金项目】成都大学2022年校级实验教学研究与管理项目“虚拟仿真实验教学一流课程建设与研究——基于《建筑物理(1)》实验教学板块”(项目编号:cdsyjg2022018);成都大学第二批校级一流课程——线下一流课程《建筑物理(2)》(项目编号:CDYLC2021079);成都大学2022年校级实验教学研究与管理项目“PBL-OBE模式的测绘类遥感课程实验教学方法改革与实践”(项目编号:cdsyjg2022020)。

【作者简介】叶鑫(1990-),女,中国四川都江堰人,博士,讲师,从事建筑技术研究。

【通讯作者】龚曲艺(1991-),女,中国四川宜宾人,硕士,讲师,从事建筑技术研究。

虚拟仿真实验教学中,引入项目式学习模式。在教师指导下,学生可自主挑选或设计建筑物理热、光、声环境的实验项目,通过独立研究、团队协作和实验验证,完成项目任务。此模式不仅能激发学生的兴趣和积极性,还能有效提升他们的实践能力和问题解决能力。

3.2 基于虚拟仿真, 优化实验教学模式

通过引入虚拟仿真技术,可以优化实验教学模式,提高实验教学的效率和质量。具体而言,可以利用虚拟仿真软件模拟建筑物理环境,让学生在虚拟环境中进行实验操作和数据分析,从而加深对理论知识的理解和掌握。此外,虚拟仿真技术还可以模拟一些现实中难以实现的实验场景,拓宽学生的实验视野和思维空间。

3.3 实测模拟结合, 建设虚拟实验资源

在OBE理念的指导下,应注重实测和模拟的结合,建设丰富多样的实验教学资源。首先,建设一系列实际操作的实验设备和场地,供学生进行实地测量和调研。然后,学生基于数字化建模软件对物理环境、建筑围护结构与细部构造等进行建模,并在软件中探索不同要素对建筑物理环境的影响。一方面,学生在课后可以进行更多的自主学习和探究;另一方面,在这一过程完成的实测与模拟实验数据是后续搭建虚拟仿真实验平台时重要的实验教学资源。

这些改革措施将有助于提高学生的实践能力和创新能力，培养学生的综合素质和团队协作精神。

4 虚拟仿真教学实验实例——建筑光学实验

我系建筑物理教师团队于2018年起，以课程群的方式探索人才培养的新模式，如建筑设计+建筑技术课程群。建筑物理作为非常重要的技术课程，课程涉及的建筑声/光/热环境是对建筑的低碳与可持续发展来说非常重要的部分。团队于2019年开始在建筑设计课程中引入虚拟仿真，于2020年起结合建筑设计课程与建筑物理课程，探讨低碳目标下的建筑室内环境优化措施。

2023年，在课程中建筑光学实验板块内，基于实地调研与数字模拟的方式，探索教学改革新方式。基于对成都大学教学楼中阶梯教室的天然光现状的调研，通过模拟软件来对比不同的要素对自然光环境的影响，来优化既有教学空间的使用体验等。主要实验步骤如下。

4.1 成都大学阶梯教室天然光现状调研与数字模拟

针对成都大学的阶梯教室，同学们首先进行了实地调研，并梳理出教室的天然光现状，具体为以下几点：

①光线分布不均：由于阶梯教室的结构特点，即前排座位低、后排座位高，使得自然光在进入教室后，由于遮挡和反射，造成前后排光线分布不均。前排座位光线充足，而后排座位则可能因光线被遮挡而显得昏暗。②采光口设计限制：阶梯教室的采光口往往受限于建筑设计和教室功能，导致采光面积不足或采光口位置不当。这限制了自然光的进入，影响了室内光环境。③季节和天气变化：在不同的季节和天气条件下，自然光的强度、方向和分布都会发生变化，进一步影响阶梯教室的室内光环境。

4.2 利用数字模拟软件对比不同要素对自然光环境的影响

为了更深入地了解不同要素对阶梯教室自然光环境的影响，本实验采用专业的模拟软件如Ecotect、Radiance等进行对比分析（见图2），并得出以下结论：

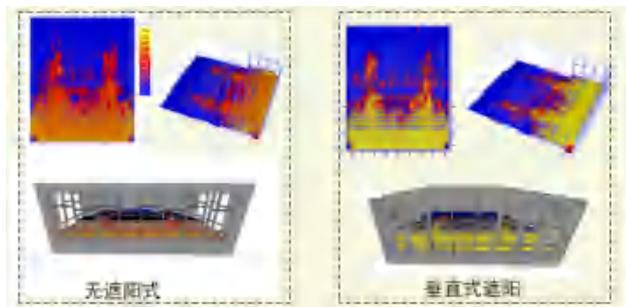


图2 模拟实验示例——遮阳方式对教室室内天然光环境的影响

①不同层高的影响：较高的层高能允许更多的自然光进入教室，增加室内光照面积和光照强度。然而，过高的层高也可能导致光线分布不均匀，部分区域过于明亮或过于昏暗。因此，在设计时需要在保证足够光照的同时，避免层高

过高导致的不适感。②窗户的顶面与底面高度变化的影响：窗户顶面高度增加，可以引入更多的斜射光线，提高室内深处的光照水平。窗户底面高度降低，可以减少直射光造成的眩光问题，提高视觉舒适度。合适的窗户尺寸需要综合考虑教室的采光需求和避免眩光的需求。③不同遮阳方式的影响：水平遮阳在太阳高度角较大时能有效遮挡直射阳光，减少眩光和热量。垂直遮阳在太阳高度角较小时效果更佳，能有效防止低角度的阳光直射，如图2。挡板遮阳可以提供全面的遮挡，适用于需要完全避免阳光直射的区域。综合遮阳方式可以根据不同时间和季节的光线条件进行灵活调整，以达到最佳的采光和遮阳效果。④不同玻璃材质与层数的影响：透光率高的玻璃材质可以引入更多的自然光，但也可能导致室内光线过强。低辐射（Low-E）玻璃和中空玻璃能有效减少紫外线辐射并提高隔热性能，降低室内温度和减少眩光。增加玻璃层数可以提高隔热性能，但也会降低透光率。

4.3 基于虚拟模拟实验结果提出教室优化设计建议

通过对成都大学阶梯教室天然光现状的考察和模拟软件的对比分析，从优化天然光采光效果的角度可以得到以下对高校教室的改善建议：

①合理设计层高：适当提高教室层高，有助于光线更深入、更均匀地分布在教室内。②优化窗户设计：增大窗户尺寸，特别是窗户顶部高度，以增加光线进入的深度和范围。同时，注意窗户底面高度设计，避免眩光问题。③灵活遮阳系统：安装可调节的遮阳板或窗帘，根据不同光线条件灵活调整，平衡采光和遮阳需求。内外遮阳结合可提供更全面的遮阳效果。④选用适宜材质：采用高透光率玻璃，增加光线透过率；考虑节能玻璃，如Low-E玻璃或中空玻璃，降低室内能耗。

5 展望

论文介绍了我校建筑物理课程实验教学的改革，探索虚拟仿真技术在建筑物理实验板块的应用。通过整体实验设计，与建筑物理光学实验案例，与同学们一起初步探索了不同要素对高校教室室内天然光环境的影响，并给出了相应的设计优化建议。这些成果不仅提升了教学质量和学生实践能力，也积累了重要的虚拟实验教学资源。

同时，虚拟仿真实验教学仍需完善，虚拟仿真实验与实际实验的有效结合也需进一步探索，期待在后续教学中进一步完善和优化，逐步搭建虚拟仿真实验教学平台。

参考文献

- [1] 曾峻峰,郭晓华,孙陶泽.虚拟仿真技术在园林规划设计类课程数智化实验教学中的应用[J].现代农村科技,2023(11):93-95.
- [2] 张金菊,孙士国,龚思颖,等.虚拟仿真实验教学一流课程持续改进[J].实验室研究与探索,2024,43(1):125-129.
- [3] 张晓军.面向未来的教学创新:理念,设计与案例[M].北京:经济管理出版社,2022.