

基于虚拟仿真技术的绿色建筑设计实验教学平台研究

——以安徽建筑大学建筑设计虚拟仿真实验教学项目为例

王薇^{1,2}, 夏斯涵¹, 胡春^{1,2}

(1. 安徽建筑大学建筑与规划学院, 安徽合肥, 230022;

2. 安徽建筑大学建成环境与健康研究中心, 安徽合肥, 230022)

[摘要] 安徽建筑大学建筑设计虚拟仿真实验教学项目利用虚拟仿真技术, 结合地域文化的传承, 将建筑设计课程中设计方向分为“传承文脉的聚落保护与更新”“传承文脉的历史街区重塑与提升”及“传承文脉的既有建筑性能分析与计算”三个方向, 把科学的、量化的设计方法引入建筑设计, 通过仿真模拟、VR 体验使学生形象直观地学习建筑设计, 包括场景漫游、模型处理、参数设置、模拟计算、结果分析、信息反馈和优化设计。建筑设计虚拟仿真实验教学项目打破了时间与空间的局限性, 融合了感性与理性的创作方法, 让学生在计算机上完成各种实验过程, 最终建立融合建筑文化、地域特色、气候特征、绿色技术等综合要素的绿色建筑设计方法, 为建筑创作和建筑设计的实践提供技术支撑, 并进一步补充和丰富我国绿色建筑的内涵。虚拟仿真实验教学平台提供了真正开放性、创新性的教学环境, 不仅服务于本校学生的实验课程教学, 同时面向其他高校和社会开放共享, 未来将不断探索可持续化的资源共享形式, 提升虚拟仿真实验项目的社会影响和推广示范作用。

[关键词] 建筑类专业; 虚拟仿真; 实验教学; 传承文脉; 绿色建筑设计

[中图分类号] G642 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-893X(2020)05-0062-06

一、建筑类专业虚拟仿真实验教学的建设背景

随着在线教育在各个专业领域的蓬勃发展, 传统的建筑教育也迎来了“在线”时代。“在线虚拟实验”由国外学者于20世纪末提出, 并在MIT等顶尖高校逐步发展。它可以轻易地实现真实世界中, 由于操作危险、成本高昂、空间局促、距离遥远或者现实中无法开展的各种实验, 是对传统实验教学的重要补充, 亦为部分传统实验走向“在线”提供了途径^[1]。如何应用虚拟技术, 构建在线的虚拟实验教学系统, 弥补传统实验教

学中难以开展的教学过程, 提高教学成效, 共享教学资源, 是目前在线资源建设面临的重要问题之一。

虚拟仿真技术在建筑类专业实践课程的应用非常少, 主要应用于医疗教育、土木工程、环境能源、电子工程等专业, 广泛应用于游戏、影视、商业等方面^[2]。建筑类专业是一门与社会实践紧密相关的应用型专业, 伴随着虚拟仿真技术的快速发展和应用, 在教学中通过软件和程序构建高度仿真的各种相关实验内容和项目, 能够在较大程度上模拟和还原真实环境中较难完成的

[收稿日期] 2019-11-10; **[修回日期]** 2020-06-15

[基金项目] 2017国家重点研发计划课题“经济发达地区传承富含建筑文脉要素的绿色建筑评价指标体系”(2017YFC0702503); 2018国家自然科学基金面上项目“基于细颗粒物模拟和负离子评价的高密度城市住区空间形态研究”(51778001); 教育部第二批新工科研究与实践项目(E-TMJZSLHY20202129); 安徽省教育厅2018年度高校优秀拔尖人才培养资助项目“2018年度高校学科(专业)拔尖人才学术资助项目”(gxbJZD23); 2020安徽省新工科研究与实践项目“面向地域文化传承创新的传统建筑类工科专业改造升级探索与实践”

[作者简介] 王薇, 安徽合肥人, 博士, 安徽建筑大学教授, 国家一级注册建筑师, 主要研究方向: 城市环境与建筑通风、传统建筑保护与更新, 联系邮箱: vivi.gan@126.com; 夏斯涵, 安徽滁州人, 安徽建筑大学硕士研究生, 主要研究方向: 建筑技术科学; 胡春, 安徽桐城人, 安徽建筑大学讲师, 主要研究方向: 建筑风环境

专业理论知识和技术手段。把科学化、量化的设计方法引入建筑设计, 构建、运行、验证有创造性的、个性化的课程实验内容, 增加学科交叉性、多重设计方法、结果个性化的综合实验^[3], 打破时间与空间的局限性, 融合感性与理性的创作方法, 让学生在计算机上完成各种实验过程, 提供真正创新性、开放性的教学环境。

二、绿色建筑设计虚拟仿真实验教学的建设思路

据统计, “我国每年新增房屋建筑面积超过20亿平方米, 新建房屋占全球50%以上, 预计未来10年我国的建筑能耗和相关排放量将继续增加”^[4]。因此, 推广绿色建筑具有积极的现实意义。针对我国现阶段的绿色建筑重技术、轻文化, 评价标准缺乏文脉考虑, 缺少适用性强的、传承文脉的绿色建筑设计方法等问题, 如何更好地实现学科交叉共融, 将建筑文化、地域特色、气候特征、绿色技术等综合要素融入建筑类专业的设计教学中, 贯穿于建筑类人才培养过程中, 体现学校的地域特色和学科优势, 相关实验教学体系的重构值得深入研究。

在绿色发展理念的框架下, 绿色建筑设计应遵循因地制宜的原则, 结合建筑所在地域的气候、环境、经济和文化等特点, 对建筑全寿命期内的安全耐久、健康舒适、生活便利、资源节约、环境宜居等性能进行综合考虑^[5]。因此, 绿色建筑设计不仅是三维空间效果的创作, 还应与场地的气候条件和地理环境相适应, 并对场地的声环境、光环境、热环境、风环境等加以组织和利用。

(一) 实验教学系统概况

安徽建筑大学是安徽省唯一一所土木类学科专业为特色的多学科性大学, 以工为主, 本科专业涵盖工、管、理、艺、文、法、经等七大学科门类。建筑与规划学院开设建筑学、城乡规划、风景园林三个建筑类本科专业, 拥有建筑学和城乡规划学两个一级学科硕士授权点和建筑学、城市规划、风景园林三个专业硕士学位授权点。城乡规划学为安徽省重点学科、安徽省高峰学科, 建筑学为安徽省高峰培育学科, 风景园林学为校级重点学科。

建筑类专业办学历史悠久, 形成了较为成熟

的培养模式、完善的培养体系和适应新工科培养要求的教学基础。建筑学、城乡规划专业多次通过国家专业教育评估, 风景园林专业通过安徽省专业教育评估, 实现了建筑类三大专业评估全覆盖。城乡规划专业为首批国家级一流专业建设点、国家级特色专业建设点, 建筑学专业为省级一流专业建设点、省级特色专业建设点, 风景园林专业是省级高等教育振兴计划重点建设专业。

学校依托“大土建”学科优势, 积极服务地方经济社会发展。在城镇化与徽派建筑、节能环保、先进建筑材料、地下工程、公共安全等重点领域, 形成了特色鲜明的科研方向和学术团队^[6]。在这些平台基础上, 学校于2017年成立了建筑设计虚拟仿真实验教学中心, 采用“全方位、多层次、交互式、重操作”的特点, 结合地域文化的传承, 将建筑设计专题系列课程中的设计方向分为“传承文脉的聚落保护与更新”“传承文脉的历史街区重塑与提升”和“传承文脉的既有建筑性能分析与计算”, 在传统聚落群体组织设计、历史街区的空间形态设计和既有建筑的内部空间设计三个层面上, 开设了相关实验教学项目。

(二) 建立实验教学系统的目的

虚拟仿真实验教学是课堂教学和集中实践环节的重要补充。一方面, 实验课程分为硬件实验和虚拟仿真实验两条主线, 与传统实验、实践课程进行有效衔接, 弥补传统实验难以实现的实践环节, 做到“虚实互补”。另一方面, 实验项目内容的设计围绕“专业课程”体系展开, 注重全面性和系统性、创新性和开放性, 如表1所示。例如根据建筑学专业的课程知识体系及培养目标, 主要侧重于“传承文脉的聚落保护与更新”“传承文脉的历史街区重塑与提升”以及“传承文脉的既有建筑性能分析与计算”三个层面的实验教学内容, 与现有的采用硬件设备实验方式的专业基础实验形成“局部—综合、单体—群体、硬件—虚拟、感性—理性”相结合的实验教学, 部分硬件设备实验内容可以对相关的虚拟仿真实验结果进行验证和对比, 以确保虚拟仿真实验的精确性, 如图1所示。

表1 建筑学专业课程体系

专业基础课	建筑概论、建筑初步、建筑美学、建筑学专业导论、建筑设计基础、建筑构造、建筑物理、建筑力学、色彩、素描、画法几何与阴影透视、建筑构造等
专业核心课	建筑设计专题、建筑设计、综合建筑设计、城市设计、公共建筑设计原理、中国建筑史、外国建筑史、场地设计等
专业选修课	既有建筑改造、建造评论、建筑结构选型、建筑性能模拟与分析、生态与绿色建筑、徽州村落、徽州建筑、建筑遗产保护、建筑法规、行为与环境、建筑节能、建筑防灾、建筑策划与后评估等

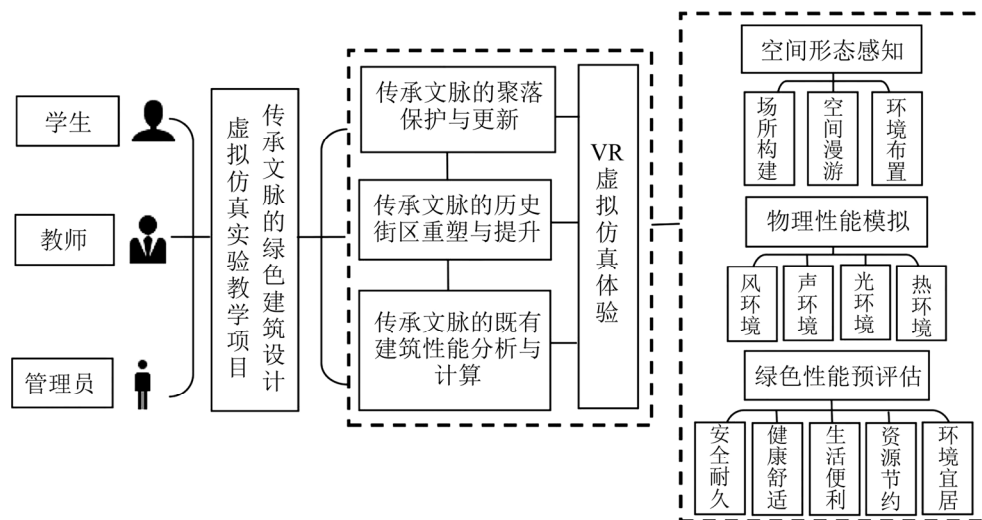


图1 绿色建筑设计虚拟仿真实验项目建设总体框架

虚拟仿真实验教学成为硬件实验时间和空间的有效延伸，降低了实验成本，提高了实验效率^[7]。同时采用可视化、数字化、信息化等绿色建筑技术将建筑设计以人机交互的方式进行展示，体验感和交互性强，引起了学生强烈的参与愿望，激发了学生的专业学习兴趣。

三、绿色建筑设计虚拟仿真实验教学项目的技术应用

整个实验教学体系的设计需要包含先进的综合仿真技术、优良的实验条件和环境、丰富的实验内容、有效的实验方法，这样才能有效地加深学生对绿色建筑设计方法的深入认识和理解，激发专业学习兴趣^[3]。

传承文脉的绿色建筑设计实验教学项目是对传统聚落、历史街区及既有建筑的物理性能进行模拟，并对相关课程如“生态与绿色建筑”“徽州村落”“徽州建筑”“历史街区保护与更新”“既有建筑改造”“建筑性能模拟与分析”等课程中

的知识点进行再现。在虚拟实验中，学生可以通过场所构建、空间漫游和环境布置来感知建筑空间形态；再将建筑模型处理为声、光、热和风环境等性能模拟所需的条件图，经过参数设置和模拟计算输出模拟结果；再进一步对模拟结果进行识读，从地域特色、气候特征、空间尺度等方面分析其科学性、可行性与适用性，补充、调整相关指标内容，修正数据模型，优化设计方案，最终输出设计成果。

整个实验项目设计环节完整，采用模块化功能设计，可以根据实验教学需求，更改网站上的各类功能，以配合不同类型实验课程的开展，配合学生参与实验教学，做个性化的教学设计。学生通过实验步骤的操作，能够了解建筑性能模拟操作的全过程；通过分析实验结果和数据，判断绿色建筑的技术性能是否符合现行评价标准，从而应用于设计课程之中。虚拟仿真技术的引入和应用，可以实现对建筑绿色性能的预评估，并通

过模拟结果反馈指导建筑设计, 从而提升学生的设计实践能力和创新能力, 推进绿色建筑的高质量发展。

在实验操作过程中, 系统可对学生的操作过程进行考核, 实时掌握学生学习动态。考核的目的主要是检查学生的掌握程度, 做到教学、考核

于一体。考核时, 学生需要在规定的时间内操作整个过程, 每个环节都配套有选择题, 学生完成测试后, 系统会自动评判成绩, 并将成绩反馈给授课教师, 整个模拟仿真实验项目即告完成, 如图 2 所示。

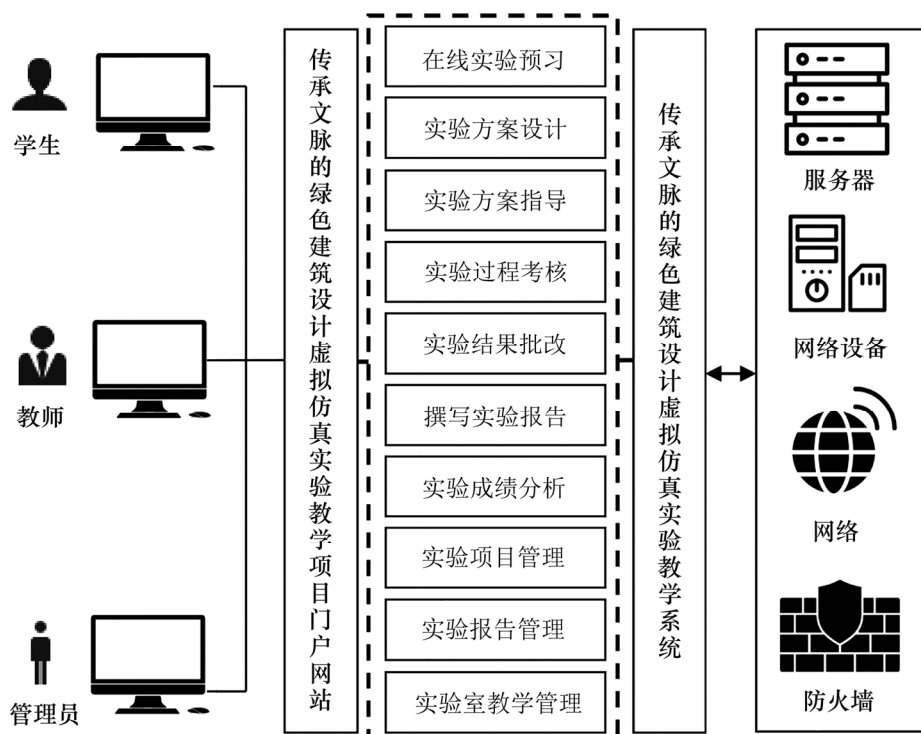


图2 绿色建筑虚拟仿真实验教学平台的功能

四、绿色建筑虚拟仿真实验教学的创新体系

(一) 教学方法的创新

依托学校的优势技术力量, 以学科交叉和教学资源共享推动绿色建筑实验教育发展, 实施多课程、多平台联合教学, 体现了信息化、数字化、智能化的发展潮流和多学科交叉融合的技术趋势。一方面利用互联网信息技术极大地拓展了学生的学习资源和空间, 使实验教学和沟通辅导模式更为灵活和多元, 提升了学生实验教学的参与感^[8], 激发了学生的实验兴趣, 使学生成为实验教学的主人公。并通过开放共享有效扩大实验教学的交流和影响, 在虚拟仿真教学过程中促进教师对专业知识进一步理解, 更好地进行科教融合; 另一方面与相关设计企业、研发机构进行教学合作, 丰富实验内容的广度和深度, 拓展产教融合, 为绿色建筑领域实验教学发展提供

示范性和开拓性的先行探索。

(二) 评价体系的创新

教学实验项目制订了学生实验成绩评定方法, 对知识、能力和素质进行综合评定。采用实验预习、实验操作、实验结果、实验报告“四位一体”的评价模式, 评价体系健全, 能全面地考核和评价学生的学习成效。实验操作与实验结果两个环节采用实时记录, 同时辅以在线实验指导和在线答疑等。实验结果与实验报告两个环节反映学生对相应知识的理解和对实验过程的诠释, 综合评价了学生学习过程中的学习能力、创新能力及实验动手能力。总之, 对实验成绩的考评要求注重过程, 倡导并鼓励创新^[9]。

为进一步加强教师教学效果的评价, 进一步完善了教学考核制度, 对教师的教学效果、科研、论文、授课、竞赛等制定了相关的考核与奖

励制度,实行教学工作量考核、学生评教与专家评教的综合评价体系,评价结果直接与教师的教学奖励、年度聘任挂钩。

(三) 服务对象的创新

借助人机互动,虚拟仿真实验教学平台使学生更灵活、更自主地控制学习时间和学习进度^[10],营造了“自主学习”的环境。教师和实验管理人员的信息化教学水平也得到了提升,有利于进一步完善实验室信息化、网络化管理运行平台,提高实验室运行效率和实验室管理水平,从而促进实验教学质量的提升。虚拟仿真实验教学平台不仅应用于教学科研,还可以面向其他高校、企业单位和社会推广开放,应用于学生和工程技术人员建筑创作和设计能力的提升及再教育,以及社会公众审美能力的提高和节能环保意识的增强。

五、结语

为了更好地实现资源共享计划,可根据自身实验教学平台现状和发展需要,促进科研成果向实验教学资源的转化,进一步构建和完善虚拟仿真实验系统,不断丰富虚拟仿真实验项目。同时,不断完善和扩大教学资源的共享和开放,通过举办专业交流会议、开放运行、接待参访的形式,进一步加强与兄弟院校之间的合作,交流研讨虚拟仿真实验教学的建设规划、发展理念、经验成果和学分互认机制,共同提高建筑类专业人才的培养质量。加强与企业的合作,依托实际工程项目,理论与实践、感性与理性深度融合,进一步开发面向全社会开放的远程虚拟实验教学资源,不断提升虚拟仿真实验项目的社会影响和示范性作用。

参考文献:

- [1] 孙澄宇,许迪琼,汤众. 在线虚拟实验在建筑教育中的技术应用方案讨论与效果评估[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(1): 10-15, 20.
SUN Chengyu, XU Diqiong, TANG Zhong. Discussion on technical application scheme and effect evaluation of online virtual experiment in architectural education[J]. Experimental Technology and Management, 2017, 34(1): 10-15, 20.
- [2] 陈艳莉. 虚拟仿真技术在风景园林实验教学中的应用研究[J]. 艺术科技, 2019, 32(9): 17-18, 21.
CHEN Yanli. Application of virtual simulation technology in landscape experimental Teaching[J]. Art Technology, 2019, 32(9): 17-18, 21.
- [3] 戴志锋,李春艳. 经济类虚拟仿真实验教学体系的多维度构建与实践[J]. 中国管理信息化, 2019, 22(13): 223-225.
DAI Zhifeng, LI Chunyan. Multidimensional construction and practice of economic virtual simulation experiment teaching system[J]. China Management Informatization, 2019, 22(13): 223-225.
- [4] 陈立文,赵士雯,张志静. 绿色建筑发展相关驱动因素研究——一个文献综述[J]. 资源开发与市场, 2018, 34(9): 1229-1236.
CHEN Liwen, ZHAO Shiwen, ZHANG Zhijing. Research on driving factors related to green building development — A literature review[J]. Resource Development and Market, 2018, 34(9): 1229-1236.
- [5] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB/T 50378—2019, 绿色建筑评价标准[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019.
Ministry of housing and urban rural development of the people's Republic of China. GB/T 50378—2019, green building evaluation standard[S]. Beijing: China Construction Industry Press, 2019.
- [6] 安徽建筑大学. 安徽建筑大学简介[EB/OL]. (2017-07-01) [2019-08-10]. <http://www.ahjzu.edu.cn/24/list.htm> and the guidelines.
Anhui Jianzhu University. Introduction to Anhui Jianzhu University[EB/OL]. (2017-07-01) [2019-08-10]. <http://www.ahjzu.edu.cn/24/list.htm> and the guidelines.
- [7] 刘克敏,孙艺平,戴淑芳,等. 基础医学虚拟仿真实验教学中心的建设与实践[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(4): 221-224.
LIU Kemin, SUN Yiping, DAI Shufang, et al. Construction and practice of virtual simulation experimental teaching center of basic medicine[J]. Experimental Technology and Management, 2017, 34(4): 221-224.
- [8] 蔡铭,徐朋,黄敏,等. 智能交通工程虚拟仿真实验教学体系的构建[J]. 中国教育信息化, 2019(2): 49-51.

- CAI Ming, XU Peng, HUANG Min, et al. Construction of virtual simulation experiment teaching system of intelligent transportation engineering[J]. China Education Informatization, 2019(2): 49–51.
- [9] 叶惠文, 杜炫杰. 华南师范大学非计算机专业的计算机基础教育改革思路与实施方案[J]. 计算机教育, 2008(2): 12–16.
- YE Huiwen, DU Xuanjie. Reform ideas and implementation plan of basic computer education for non computer majors in South China Normal University[J]. Computer Education, 2008(2): 12–16.
- [10] 刘莞玲, 谢伙生, 叶福玲, 等. 网络安全与计算机技术虚拟仿真实验教学平台建设探索[J]. 计算机教育, 2019(6): 62–66.
- LIU Guanling, XIE Huosheng, YE Fuling, et al. Construction and exploration of virtual simulation teaching platform for network security and computer technology[J]. Computer Education, 2019(6): 62–66.

Research on the experimental teaching platform of green building design based on virtual simulation technology: A case study of the architectural design virtual simulation experiment teaching project of Anhui Jianzhu University

WANG Wei^{1,2}, XIA Sihan¹, HU Chun^{1,2}

- (1. School of Architecture and Urban Planning, Anhui Jianzhu University, Hefei 230022, China;
2. Built Environment and Health Research Center, Anhui Jianzhu University, Hefei 230022, China)

Abstract: Architectural design virtual simulation experiment teaching project of Anhui Jianzhu University applies the virtual simulation technology and the inheritance of regional culture to divide the design direction in the course of architectural design into three aspects: “the settlement protection and renewal of the heritage culture”, “the reconstruction and improvement of heritage cultural and historical blocks” and “the analysis and calculation of the existing architectural performance of the heritage culture”. Scientific and quantitative design methods are introduced into architectural design, and students can learn architectural design visually through simulation and VR experiences including scene roaming, model processing, parameter setting, simulation calculation, result analysis, information feedback and optimization design. Architectural design virtual simulation experiment teaching project breaks the boundaries of time and space, integrates perceptual and rational creative methods, enables students to complete various experimental processes on computers, and finally establishes the green architectural design method that combines architectural culture, regional characteristics, climate characteristics, green technology and other comprehensive elements, providing technical support for architectural creation and architectural design, thus further enriching the connotation of green building in China. Virtual simulation experiment teaching platform provides a truly open and innovative teaching environment, which not only serves the experimental course teaching of students in our university, but also is open to other universities and the society to share. In the future, it will continue to explore sustainable resource sharing forms and improve the social impact and exemplary role of virtual simulation experiment projects.

Key Words: architecture major; virtual simulation; experimental teaching; heritage context; green building design

[编辑: 何彩章]