

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2022.02.025

欢迎按以下格式引用:张希,洪苗.虚拟仿真实验辅助建筑设计基础课程改革与实践——以南方四角攒尖亭建造虚拟仿真实验为例[J].
高等建筑教育,2022,31(2):190-197.

虚拟仿真实验辅助建筑设计 基础课程改革与实践

——以南方四角攒尖亭建造虚拟仿真实验为例

张希,洪苗

(浙江农林大学 风景园林与建筑学院;浙江 杭州 311300)

摘要:建筑设计基础课程受场地局限和传统教学模式的束缚,存在工程实践能力训练缺乏、重复性教学、学生对三维空间认知理解困难等问题。对此,浙江农林大学开展了南方四角攒尖亭建造虚拟仿真实验教学项目。针对工程实践能力训练缺乏,开发了“虚拟建造”模块;针对重复性教学问题,开发了“基础认知”模块;针对三维空间认知理解问题,开发了“案例学习”模块,并探索了与之相适应的教学改革方案。实践表明,虚拟仿真实验能够弥补传统教学模式的不足。随着高新信息技术的不断发展成熟,未来将在教学活动中发挥越来越重要作用。

关键词:虚拟仿真;建筑设计;基础课程;教学方法

中图分类号:G642.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2022)02-0190-08

一、当前建筑设计基础课程存在的问题

建筑学是一门横跨工程技术和人文艺术的学科。当前国内建筑学教育是由留学西方的建筑学专业留学生引入国内,是在近代建筑教育体系基础上发展起来的。其中,建筑学留学生群体主要是美国宾夕法尼亚大学的“庚款”留美学生,至今为止国内绝大部分建筑学教育体系依然很大程度上秉承了宾大建筑教育的传统^[1],例如注重美术培训、强调测绘训练、采用小班化教学等^[2-3]。随着新时展的发展,社会对建筑从业者的要求不断提高,相应的高校建筑学专业教学内容也发生了很大改变,但整体的教育体系、教学模式依然局限在传统框架内,导致衍生了诸多问题。

首先,人才培养效果与社会需求产生脱节。传统建筑学教育更偏重对人文艺术方面的培训,对

修回日期:2020-12-22

基金项目:浙江农林大学教改项目“沉浸式虚拟现实辅助建筑空间认知”(2013140003)

作者简介:张希(1985—),女,浙江农林大学风景园林与建筑学院讲师,博士,主要从事建筑历史、虚拟仿真实验教学研究,(E-mail)

zhangxi@zafu.edu.cn。

工程实践相关知识教学基本停留于书面,导致学生工程实践能力薄弱。同时受场地限制和经济条件制约,学生很难有真正参与工程实践的机会,而这方面的能力往往需要学生在实习和毕业后的工作中逐渐补上。

其次,传统小班化建筑教学模式效率低下。该教学模式需要教师手把手、一对一地辅导学生改图,同样内容需要教师对不同学生重复多次,而目前常用的多媒体教学手段,仅能在理论课授课方面辅助教学,并不能有效提高一对一辅导改图的效率。

除此之外,低年级专业基础课程教学还面临一个难题,即如何培养学生的三维空间想象力。建筑设计是一种大尺度三维空间作业,但教学所使用的手段基本局限于二维平面(包括手绘图纸、电脑制图、建模等),仅有的实体模型三维空间教学手段,也都是依照真实建筑的缩小版本,与真实尺度相差悬殊,造成初学者对三维空间感知、理解和设计存在认知困难^[4-5]。

二、虚拟仿真实验对建筑设计基础课程的辅助作用

自2013年教育部在全国启动国家级虚拟仿真实验教学中心建设工作以来,虚拟仿真技术开始在国内各高校多个专业的基础教学中发挥作用。目前,全国已立项2000多个国家级和省级虚拟仿真实验教学项目,遍布40多个专业大类,其中建筑类21项,涵盖建筑学、城乡规划、风景园林、历史建筑保护工程和人居环境科学与技术5个专业的教学方向^[6-7]。虚拟仿真实验所涉及的高新技术可以在很大程度上弥补传统建筑学教学的不足,目前国内虚拟仿真实验教学项目采用较多的信息技术包括以下6种。

(一) 多媒体技术

多媒体技术,是指利用计算机展示不同媒体形态,包括文本、图形图像、声音、动画、视频等。教学过程中可通过对话框进行交互操作,有利于教学内容的多样化、趣味化展示^[8]。

(二) 人机交互技术

人机交互技术,是指计算机通过显示设备输出大量有关信息、提示及请示,人通过输入设备向计算机输入相关信息,回答问题及提示、请示等,计算机依据既定程序对人的操作予以反馈。如学生自主学习过程中的操作正误、回答问题对错等,计算机可即时给出判别,并与学生进行一定互动^[9]。

(三) 可视化技术

可视化技术,是指运用计算机图形学和图像处理技术将数据以图形、图像的方式在屏幕上呈现,过程包括建模和渲染,如将建筑以数字模型的具象化形式展示,使学生可以直观感受建筑的形态、空间、材质等,便于学生对建筑学抽象概念的理解^[10]。

(四) 仿真技术

仿真技术,是指利用数学模型仿拟针对实际或设想对象所进行的动态试验、性能分析和综合评估。如构建建筑的高精度数学模型;应用可视化技术等将数学模型图形图像化;构建逼真的虚拟建造环境(包含土质情况、风向风力等);模拟现实中的建筑在不同环境下的受力情况等^[11]。

(五) 虚拟现实技术

虚拟现实技术,是指利用计算机生成模拟环境,是一种融合多源信息的三维动态视景仿真系

统,为使用者提供一个观察并与虚拟世界交互的多维人机界面,用户穿戴外置设备(头盔、眼镜等)沉浸到该环境中,产生身临其境之感。教学中,学生通过穿戴设备仿若置身于真实的建筑空间环境中,有助于对三维空间的感知和理解^[12]。

(六) 互联网技术

互联网技术,是指在计算机技术基础上开发建立的一种信息技术,包括三层含义:一是硬件,主要指数据存储、处理和传输的主机和网络通信设备;二是软件,包括可用来搜集、存储、检索、分析、应用、评估信息的各种软件;三是应用,指搜集、存储、检索、分析、应用、评估使用各种信息。互联网技术使大批量学生的在线授课、学生在线自主学习和复习、自动对学生评分和综合评估成为可能^[13]。

现有建筑类虚拟仿真实验教学项目基本都是综合以上信息技术中的几种,集实物仿真、智能指导、虚拟实验结果、自动批改和教学管理于一体,具有良好的自主性、交互性和可扩展性^[14]。这种基于先进信息技术的新型实验教学模式,恰能与传统建筑设计基础课程相辅相成,弥补其不足,改善现存问题。

首先,运用人机交互、可视化和仿真技术可模拟从设计到施工的完整流程,特别是模拟真实建造情境。如不同地质土壤条件要求不同的地基处理方式,如果处理有误,仿真系统会根据预设程序计算可能出现的地基沉降;建筑搭建要求合理的结构逻辑和构造方式,如果搭建错误,仿真系统会根据预设程序计算可能出现的结构失稳。这些沉降或失稳在仿真系统中以动画形式模拟呈现,及时对使用者的操作对错进行反馈,不受场地条件和经济条件约束,弥补了传统教学在工程实践训练方面的不足。

其次,运用多媒体和可视化技术可将教学内容以图形图像、视频动画等方式呈现;运用互联网技术实现线上一对一教学;运用人机交互技术可及时考查每个学生的学习进度、知识掌握程度等,学生可根据自己的学习进度有选择地自主进行学习、训练和复习,教师通过系统监督学生学习情况,有针对性地指导学生,在一定程度上避免了对基础知识和设计技巧的重复性教学。

此外,可视化、仿真和虚拟现实技术可以塑造逼真的建筑空间环境,配合虚拟现实穿戴式设备,可使人产生身临其境之感,帮助学生感知、理解以及更好地设计三维空间。

三、虚拟仿真实验辅助建筑设计基础课程实践案例

浙江农林大学南方四角攒尖亭建造虚拟仿真实验对古建筑设计基础课程进行了辅助开发。古建筑设计课程作为建筑学、风景园林等本科四年级的专业选修课程,是在本科三年级中国建筑史和古建筑测绘课程基础上开设的,对古建筑的历史特征、结构形式、外观造型及空间构成等内容进行系统综合教学。

近年来,仿古园林建造、古建筑修复等类型工程项目日渐增多,急需具备古建筑设计和建造施工能力的人才,开设古建筑设计课程的目的是帮助学生毕业后更好、更快地适应古建筑设计和建造施工对人才的需求。学生通过该课程,深入学习古建筑从构思到设计再到建造的整个过程,掌握古建筑细节部分,如门窗设计、墙体设计、屋顶梁架等内容。该设计课程要求学生具有一定古建筑基础知识,在上课前需要基本掌握中国建筑史和古建筑测绘课程相关知识点。古建筑设计课程共48课时,包含16课时实验课程,其中虚拟仿真实验占3个课时,虚拟仿真实验内容是南方四角攒尖亭的建造。南方四角攒尖亭作为南方园林古建筑的基本类型,是当前仿古园林建造项目中应用最为广泛的建筑,是古建筑设计课程教学的重要内容,掌握其类型也是对从事园林古建筑设计和建造施

工人员基本能力的要求。

南方四角攒尖亭建造虚拟仿真实验项目于2017年9月在本校上线,已纳入学院教学计划,于2018年3月向社会开放,并于2020年正式纳入国家虚拟仿真实验教学项目共享平台,同年10月获得首批国家级一流本科课程认定,目前已经服务的学生人数超过3000人。

(一) 南方四角攒尖亭建造虚拟仿真实验架构

古建筑设计是建筑学、风景园林等高年级专业的选修课程,在传统课堂教学中,同样存在上文所描述的三个方面问题。首先,受场地和教学资源所限,很多高校的相关教学内容都侧重结构和构造原理,而并不覆盖古建筑施工的具体细节,导致学生综合运用所学知识解决实际工程问题的能力不强。其次,由于古建筑构件种类繁多、安装过程复杂,单一的理论课教学并不能使学生充分掌握相关知识,需要在设计实践中不断强调重复,才能加强学生知识记忆和提高实操熟练度,因此存在大量重复性教学。此外,传统教学对园林空间设计方面的训练多采用小尺度手工模型,与真实尺度相距甚远,学生初学时很难真正掌握园林空间设计的方法和对其意义的理解。南方四角攒尖亭建造虚拟仿真实验,正是针对以上三方面问题进行开发架构的。实验分为三大模块:针对学生工程实践能力训练开发了“虚拟建造”模块;针对传统课堂中的重复性教学问题开发了“基础认知”模块;针对三维空间感知和理解问题开发了“案例学习”模块(见图1)。



图1 南方四角攒尖亭建造虚拟仿真实验的三大模块

1. “虚拟建造”模块

作为本实验教学项目最核心的部分,此模块的仿真训练主要涉及以下三个方面。

(1) 模拟真实建造环境,训练学生的建筑选址判断能力。园林建筑的选址讲究因地制宜、巧于因借,充分利用场地环境资源,以满足建造需求。项目模拟搭建了城市公园(见图2)和海岛山地(见图3)两种典型的建造环境,学生通过对场地的观察、漫游,了解场地信息,并结合设计背景选定适宜的四角攒尖亭建造点。

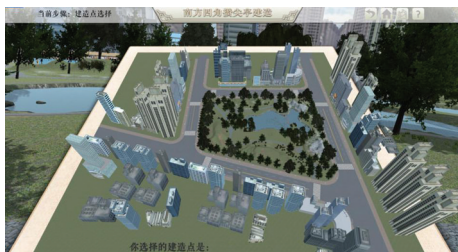


图2 城市公园建造环境



图3 海岸山地建造环境

(2)模拟南方典型地质条件,训练学生的地基和基础设计能力。在虚拟环境中预设地质条件,根据古亭上部荷载力,选择地基和基础处理方式,以防止出现不均匀或较大沉降量(见图4)。实验预设场地条件分软土场地和岩石场地两类,软土层厚度小于3 m,采用换填灰土地基;软土层厚度大于3 m,采用木桩长短桩挤密法复合地基;风化岩场地采用风镐施工进行岩石平整和开挖基坑。基础处理方式分为钢筋混凝土筏型基础和独立基础,其中独立基础之间用钢筋混凝土梁连接,以保证基础的整体性。



图4 地基和基础处理



图5 四角攒尖亭建造

(3)模拟四角攒尖亭建造操作全部流程,训练学生施工建造的能力。以南方四角攒尖亭(单檐、搭角梁做法)为原型,按照自下而上、自内而外的建造施工顺序,依次建造台基-屋身骨架-屋面骨架-屋面基层-屋面装饰-屋身装饰,预设每一部分的标准化建造步骤,要求学生按照实际施工流程进行实验操作,直至四角攒尖亭建造完成(见图5)。

三个方面的仿真训练共包含“建筑选址”“场地定位放线”“地基处理”“基础测试与调整”“台基建造”“屋身骨架建造”“屋面骨架建造”“屋面基层建造”“屋面装饰”“屋身装饰”“稳定性测试与修正”11个步骤,每个步骤里又包含若干具体操作,所有操作均为交互性操作,系统会根据学生的操作实时评判和记录,学生操作过程中,系统会弹出对话框与学生互动,以选择题、填空题等方式考查学生对相关知识点的掌握情况(见图6)。



图6 考查知识点掌握情况



图7 “基础认知”模块界面

在基础部分和整体亭身施工完毕阶段,会有相应的结构稳定性测试环节,系统会根据此前学生的操作来进行综合性评判。如果错误操作累计超过结构稳定性临界值,则基础部分会出现不均匀沉降,而亭身部分会出现倾覆,均以动画展示。虚拟建造部分极大弥补了传统课堂教学工程实践训练的不足,使学生可以在虚拟环境下亲自操作挖掘机、打桩机、风镐、木工(石工)凿等工具进行搭建操作,这些都是传统课堂教学无法实现的。

2. “基础认知”模块

作为传统课堂理论知识教学的补充,此模块仿真训练主要是再现虚拟四角攒尖亭各构件的拆装组合内容,加强了学生对古建筑的认识和理解。依照南方古建筑营造经典书籍《营造法原》和相关规范、图集等,利用建模软件,从形体、材质、色泽等多方面真实再现50余种四角攒尖亭构件。

如宝顶、戗脊、板瓦、檐桁等,实现缩放、旋转等功能,同时显示不同构件在四角攒尖亭中的位置。对于复杂的组合构件需通过榫卯结构进行组合,如上下搭角梁、直挺飞椽等,本软件对这些重要的组合节点都进行了模拟,学生可进行拆分和拼合操作(见图7)。此模块,学生可自主学习,系统会实时记录学习进度,“虚拟建造”模块会以选择题或填空题的方式对学生的这部分学习情况进行考查,考查不合格的学生可返回基础认知部分进行针对性地复习,避免了传统课堂由于重复教学带来的教学资源浪费。

3. “案例学习”模块

该模块是南方四角攒尖亭虚拟建造的拓展学习部分,其仿真训练主要是再现了虚拟经典园林空间环境,培养学生对园林空间的认知,加强学生对攒尖亭在园林空间设计中作用的理解。以拙政园、留园、怡园为案例,利用建模软件虚拟搭建了完整经典园林的三维场景,从形体、材质、色泽等多方面真实再现其中建筑、小品、绿化、景观等,学生可在三维场景中漫游,感受空间变化,体验攒尖亭在真实园林空间设计中的作用(见图8)。此模块开发了VR版本,学生佩戴相应的VR设备即可进行沉浸式体验,但目前质量较好的VR设备普遍价格高昂,因此在现有的教学活动中尚无法普及,一般仅能通过电脑屏幕观看漫游效果。



图8 “案例学习”模块界面

(二) 南方四角攒尖亭建造虚拟仿真实验教学方法改革

依托南方四角攒尖亭建造虚拟仿真实验教学项目,古建筑设计实验课程对涉及南方四角攒尖亭建造部分进行了相应的教学方法改革。秉持“以学生为中心、以应用为导向、以虚仿为手段”的教学理念,教学团队将信息技术与实验相融合,探索线上线下相结合的教学方式,结合教学实践总结出“三段六式”教学法,“三段”为实验实施的三个阶段,“六式”为不同阶段所采用的具体教学方式(见图9)。

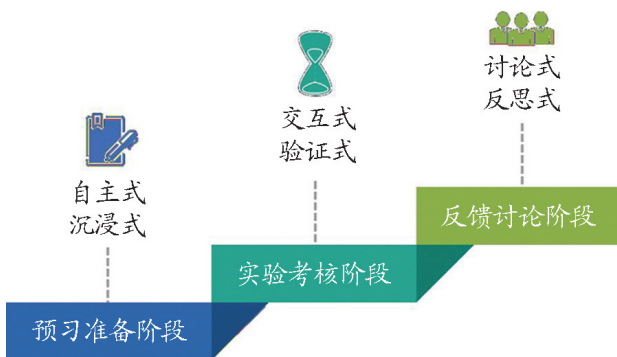


图9 “三段六式”教学法

1. 预习准备阶段

(1) 自主式教学:学生可根据课程理论内容提前学习基础知识,在“基础认知”模块,通过点击屏幕下方各构件进行自主学习,巩固掌握构件的名称、形态、尺寸等知识。

(2) 沉浸式教学:在“案例学习”模块,学生可选择经典园林案例进行沉浸式的漫游体验,了解攒尖亭在园林空间设计中的作用以及园林建筑与环境融合的方式。

2. 实验考核阶段

(1) 交互式教学:学生进入“虚拟建造”模块,在规定时间内需独立完成南方四角攒尖亭完整的建造过程,每人有3次完成实验的机会。过程中对一些重要知识点,会以选择题、填空题的形式进行考核。

(2) 验证式教学:学生完成“虚拟建造”后,系统将根据学生的操作步骤和最终结果进行打分,并指出错误所在,学生可进行修改。操作步骤和知识点考核均有相应分值,计入个人实验成绩。

3. 反馈讨论阶段

(1) 讨论式教学:利用本实验的实时记录和反馈系统,教师可及时了解学生实验结果,找到难点和易错点分布,进行针对性讲解,并针对共性问题进行课堂讨论。

(2) 反思式教学:学生根据系统反馈和教师讲解,反思自己的操作过程,并以实验报告的形式记录下来。

“三段六式”教学法是对虚拟仿真实验辅助建筑设计基础课程教学方法的改革探索,目前只在南方四角攒尖亭建造虚拟仿真实验教学项目中实行,但不仅局限于此,未来类似的建筑设计课程都可以在此基础上进一步拓展完善。

四、结论与展望

虚拟仿真实验是基于先进信息技术的新型实验教学模式,教育部大力推进虚拟仿真实验项目的宗旨是“以虚辅实,虚实结合”,即针对传统实地教学活动中一些受场地局限无法实现的,或者耗时长,具有危险性、污染性等教学活动,将其转变为线上虚拟仿真教学,以弥补本专业实地教学活动的不足,建筑类项目也是如此^[15]。建筑类设计基础课程普遍存在缺乏工程实践能力训练、重复性教学、三维空间认知理解困难等问题,针对这些问题,浙江农林大学南方四角攒尖亭建造虚拟仿真实验教学项目进行了开发,是对古建筑设计基础课程的辅助补充,能够很大程度上弥补传统教学模式的不足。

受现有技术条件的约束,目前南方四角攒尖亭建造虚拟仿真实验教学项目还存在一定不足。比如受带宽网速限制,目前仅能支持200个学生同时在线并发访问和请求;目前项目仅开发了PC版,尚无法在手机端使用,普及范围有限;目前质量较好的VR设备普遍价格高昂,在现有的教学活动中无法普及,导致三维空间的认知教学效果不够理想等。但随着高新信息技术不断发展成熟,在可预见的未来,类似的线上虚拟仿真实验必将在建筑类教学活动中扮演越来越重要的角色。线上线下相结合的教学方式普及将会极大提高教学效率,同时线上教学资源向全国开放,也会起到平衡不同地区教育资源分配的作用,使更多学生有机会获得优质的教育资源。

参考文献:

- [1] 赖德霖. 中国近代建筑史研究[M]. 北京:清华大学出版社,2007.
- [2] CRET Paul P. The Ecole des Beaux-Arts and Architectural Education[J]. Journal of the American Society of Architectural Historians, 1941,1(2):3-15.
- [3] VEYSEY Laurence. The Emergence of the American University[M]. Chicago: University of Chicago Press, 1965.
- [4] 顾大庆,黄一如,仲德崑,等.“建筑教育的特色”主题沙龙[J]. 城市建筑,2015(16):6-14.
- [5] 陈静勇,高丕基,孙克真,等.《设计初步》课教学模式的变革与设计创新能力的培养[J]. 北京建筑工程学院学报, 2001,17(1):14-25.
- [6] 李平,毛昌杰,徐进. 开展国家级虚拟仿真实验教学中心建设提高高校实验教学信息化水平[J]. 实验室研究与探索, 2013,32(11):5-8.
- [7] 高东锋,王森. 虚拟现实技术发展对高校实验教学改革的影响与应对策略[J]. 中国高教研究,2016(10):56-59.
- [8] 王宇熙,兰国帅,张一春. 媒体类型不同组合方式对大学生多媒体学习效果的影响[J]. 现代远程教育,2015(2):48-53.
- [9] 苏仰娜,黄映玲. 基于交互式实验模拟软件的翻转课堂模式设计与应用——以“虚拟多媒体教学系统”为例[J]. 中国电化教育,2015(10):60-67.
- [10] 张金磊,张宝辉,刘永贵. 数据可视化技术在教学中的应用探究[J]. 现代远程教育研究,2013(6):98-104,111.
- [11] 张敬南,张缪钟. 实验教学中虚拟仿真技术应用的研究[J]. 实验技术与管理,2013,30(12):101-104.
- [12] 刘德建,刘晓琳,张琰,等. 虚拟现实技术教育应用的潜力、进展与挑战[J]. 开放教育研究,2016,22(4):25-31.
- [13] 王卫国,胡今鸿,刘宏. 国外高校虚拟仿真实验教学现状与发展[J]. 实验室研究与探索,2015,34(5):214-219.
- [14] 刘军,施晓秋,金可仲. 面向地方院校工程教育类专业的虚拟仿真实验教学中心建设[J]. 中国大学教学,2017(1):74-78.
- [15] 杜月林,黄刚,王峰,等. 建设虚拟仿真实验平台 探索创新人才培养模式[J]. 实验技术与管理,2015,32(12):26-29.

Reform and practice of basic courses of architecture design with virtual simulation: Taking the virtual simulation experiment of Chinese Southern pavilion construction as an example

ZHANG Xi, HONG Miao

(College of Landscape and Architecture, Zhejiang A&F University, Hangzhou 311300, P. R. China)

Abstract: Architectural design basic course is constrained by site constraints and traditional teaching mode, there are shortcomings of lack of engineering practice ability training, repetitive teaching, and students' difficulty in understanding three-dimensional space. So, the virtual simulation experiment of Chinese southern pavilion construction of Zhejiang A&F University is developed. "Virtual construction" module is developed for engineering practice ability training, "basic cognition" module is developed for repetitive teaching problem and "case learning" module is developed for three-dimensional spatial cognition understanding problem, and explores the reform of teaching methods suitable for it. Teaching practices shows that virtual simulation experiments can largely compensate for the shortcomings of traditional teaching mode. With the continuous development and maturity of high-tech information technology, virtual simulation experiments will play an increasingly important role in teaching activities effect.

Key words: virtual simulation; architecture design; basic courses; teaching method

(责任编辑 崔守奎)