

《设计基础：建筑名作解析》虚拟仿真实验课程建设与 实践

史靖塬¹ 李秋娜^{通讯作者}

1. 重庆交通大学建筑与城市规划学院 重庆 400000;

2. 重庆建筑科技职业学院通识学院 重庆 400000

DOI: 10.32629/ems.v8i8.21559

[摘要] 针对建筑名作解析教学中存在的经典建筑空间不可移动、实地感知困难、二维图纸难以还原三维空间体验等核心问题,构建了“理虚实一体化”虚拟仿真实验课程体系。课程以萨伏伊别墅为典型案例,采用三维建模、虚拟现实及人机交互技术,实现了空间体量拆解、功能流线模拟、形态材料分析与体块组合DIY的全流程高仿真操作。课程通过“理论教学—虚拟仿真—实践操作”分层递进框架,形成“认知内化—技能迁移—能力认证”的闭环培养路径,为建筑类基础课程中名作解析教学提供了可复制的虚实融合教学模式。

[关键词] 设计基础; 建筑名作解析; 虚拟仿真; 萨伏伊别墅; 理虚实一体化

引言

在当前建筑行业数字化转型与高质量人居环境建设的双重背景下,面向建筑类专业一年级学生开发《设计基础:建筑名作解析》虚拟仿真实验课程,帮助学生建立系统的建筑认知框架与设计分析方法。实验依托《设计基础》等建筑类基础课程,着力于还原真实的教学要求、实验原理、操作环境及互动感受,通过现代信息技术研发原理准确、内容紧凑、难度适宜的虚拟仿真教学项目。学生借助虚拟仿真技术,独立操作并完成从建筑观察到空间解析再到体块重构的递进式学习,最终具备建筑设计的基础分析能力,为二年级的建筑类专题设计等教学奠定坚实基础。

1 虚拟仿真实验的课程设计与建设特色

1.1 虚拟仿真实验的课程设计

(1) 1条主轴的实验内容

课程以世界建筑名作萨伏伊别墅为解析对象,以“空间体量拆解→功能流线分析→形态材料认知→体块组合重构”为实验主轴,串联各实验模块。学生通过逐层深入的交互操作,从建筑表皮深入到结构体系,从平面功能延伸到空间体验,系统掌握建筑解析的核心方法。

(2) 2步试错的闯关评测

实验借鉴了游戏闯关的理念,可以自动记录操作步骤。部分环节为选择题,必须选对正确选项才可完成下一步操作。如果两次均未选对,实验系统将自动进入下一题。

(3) 3方协同的系统建设

实验引入“校-企-生”三方协同的共建形式,由学校牵头,联合系统开发等数智企业,与课程教学中的学生建模作业相结合。如教师制定完整方案与实验详细步骤,学生参与

制作萨伏伊别墅等经典建筑案例的模型,再通过企业平台模拟建筑空间环境并完成人机交互等技术手段。最后再由教师指导学生完成实验操作,常年积累数据,并将问题反馈企业予以修正。

(4) 4大模块的实验架构

在实验内容里,采取模块化的架构形式,共设置了优秀案例展示、基础知识认知、建筑设计实训与知识考核测试等四大模块。其中,优秀案例展示模块具体包括了建筑名作课程思政、中外大师建筑名作赏析、往届学生优秀作业等多元化学习资源。基础知识认知模块对仿真实验的基本背景、学习目的、实验原理及完整流程进行了介绍。建筑设计实训模块是人机交互实验的核心部分,涵括了建筑空间与体量、建筑功能与流线、建筑造型与材料、建筑体块与组合等4个实训单元。最后的考核测试模块,则基于之前的实验操作步骤,自动生成实验报告及相应得分。

1.2 虚拟仿真实验的建设特色

(1) 从二维图纸到三维空间的沉浸转化

在过往建筑名作解析的传统教学内容中,学生主要完成图纸绘制和实体模型制作。学生需要完成建筑总平面图、各层平面图、主要立面及剖面图等图纸,并手工完成模型制作。一方面工作量过于繁重,另一方面较难通过二维图纸真正理解建筑空间。此外,建筑模型制作中往往流于外部形式,难以深入刻画内部空间,对建筑名作的实际体量、空间组织与尺度比例等自然存在偏差。而虚拟仿真实验通过高度还原的三维建模与人机交互技术,帮助学生自由的漫游其中,获得沉浸式的空间体验。

(2) 从时空受限到随时可及的自主探索

萨伏伊别墅等建筑名作分布在全球各地，实地调研受到距离、时间、经费、课程冲突等诸多限制，并且学生难以深度观察内部空间与结构等建筑技术。建筑名作解析的虚拟仿真实验成功突破了这些限制，学生课上课下能够随时通过电脑端及手机端登录实验平台，清晰观察结构、构造、材料等建筑技术的应用。

(3) 从被动观看到主动建构的能力跃升

过往的建筑名作解析中，学生往往是被动的抄绘与复制建筑，缺少积极主动的创造性。在名作解析虚拟仿真实验中，实现了从仅学理论到设计生成、从独立思考到人机交互的完整过程。实验设置了建筑体块 DIY 组合实训模块环节，学生可在萨伏伊别墅体块关系基础上，操作标准化模块进行重新组合。这种从“看”建筑到“做”建筑的角色转换，有效培养了学生的空间创造力与设计思维能力。

2 虚拟仿真实验原理与教学进程

2.1 单元划分

(1) 空间体量单元

实验以现代主义大师勒·柯布西耶的萨伏伊别墅为蓝本，引导学生先观察外部造型，再深度解构建筑一层至三层的体量关系。通过虚拟透视与分层展示等方式，清晰呈现了萨伏伊别墅内部的梁柱体系、楼板结构及立面墙体围护等要素。此外，底层架空、屋顶花园、自由平面、自由立面、横向长窗等现代主义建筑五要素也均融入实验教学中，把抽象的建筑知识点转化为具体生动的空间语言，便于学生记忆。

(2) 功能流线单元

实验全面展示了萨伏伊别墅一层至三层的布局，通过三维可视化与动态模拟，塑造学生的空间感知力。学生可在建筑内部任意行走，沉浸式探索主人的生活流线、佣人的服务流线以及标志性的内部坡道流线。虚拟交互中，抽象的平面图转化为可体验的具象空间，学生身临其境的体会到别墅的流线组织如何高效连接各类功能用房，理解建筑功能与外在形态的统一性。

(3) 形态材料单元

在本单元中，探讨建筑美学与空间实用的融合。虚拟环境还原了萨伏伊别墅的白色墙体、玻璃、钢材等材质肌理，

并尝试在白色方盒体上完成色彩创意搭配。学生还能够动态调整光线参数，观察空间中光影变化与不同氛围的塑造，帮助学生理解建筑美学在造型、材料及光影等不同层面的体现。

(4) 体块组合单元

本单元围绕人对空间尺度与序列的感知体验，引导学生在萨伏伊别墅的体块关系基础上进行延展与重构。学生可尝试不同的体量穿插、空间叠加、错落布局等组合方式，并即时观察不同的空间效果及尺度变化，激发对建筑空间组合可能性的创新思考。

2.2 教学进程

实验教学过程由授课教师、学生和开发技术人员共同参与，教学流程涵盖教师课前与课中讲解、学生实践操作以及教师对学生报告的评估等多个环节，教学过程共 2 个课时。

(1) 第一课时：课程导入与知识讲解

实验开始之前，教师对各项基础知识和实验步骤进行详尽的讲解，帮助学生理解实验的原理、目的和基本操作。引导学生熟悉实验的操作界面，并浏览中外建筑名作案例与往届学生优秀作业。

(2) 第二课时：搭建实训与考核反馈

学生理解实验目的并开始操作，完成系列交互实验后，再进入建筑体块的 DIY 组合搭建实训模块。最后，学生进入考核测试模块并自动生成实验报告。课后教师可进一步组织学生完成知识拓展练习，讨论重难点并答疑，深化学习成果。

3 实验交互性操作与模拟步骤

实验通过分层递进式的交互式模型实现建筑名作解析能力的系统性培养。在理论认知层，融合思政元素与经典案例解析，引导学生建立空间体量分析、功能流线组织等核心知识体系；虚拟实训层提供沉浸式空间体验与参数化设计工具，支持从体量拆解、功能分析到体块重构的全流程推演，实现“观察—解析—重构”的沉浸式训练；智能评估层依托多维度测试模块，对空间逻辑决策、规范应用能力进行量化验证。全过程深度整合三大交互性操作要点：其一，经典建筑空间的可视化还原强化空间建构认知；其二，多视角漫游与光影模拟深化场所体验；其三，自动化评估机制驱动设计反思。形成“认知内化—技能迁移—能力认证”的闭环培养路径。

表 1 学生交互性步骤详细说明一览表

序号	交互性步骤	详细说明
1	思政与学习资源浏览预习	进入优秀案例展示版块，可学习大师名作欣赏、优秀学生作品等优秀案例
2	基础知识认知学习	了解实验背景、目的、原理及流程
3	空间体量单元	3-1 拆解建筑的体量关系，观察各个主要体块； 3-2 选择观察结构要素； 3-3 选择现代建筑五类要素进行演示与观察

4	功能流线体验实训	4-1 直观感受萨伏伊别墅的平面功能，以人视角体验内部各类主要流线； 4-2 观看平面与立面分析； 4-3 观察不同节点的光影效果
5	形态材料实训	5-1 在建筑名作模型基础上，在砖、石、木、混凝土等 8 种材质中进行选择赋予； 5-2 拉伸各类材质的比例尺度，体验多元视角感受
6	体块组合 DIY 建造训练	6-1 学生选择模块进行自由建造； 6-2 过程中完成各类答题； 6-3 生成实验报告

4 虚拟仿真实验系统技术架构

系统运行构架从下至上共分为“数据层-业务层-安全过滤层-仿真层-用户层”等五层，下一层均为上一层提供服务，满足学生的实验操作要求。

4.1 数据层

数据层为名作解析实验中的空间体量数据、功能流线分析、形态材料参数及体块组合方案等实验结果提供输出和存储服务，同时也为用户信息、实验信息提供管理服务。

4.2 业务层

业务层对整个系统提供各项实验答题成绩计算、成绩公式调整、得分汇总等服务，并且提供外部接口以保证用户登录后获取身份信息，另外业务层最后会生成实验报告以供导出，还对用户重复实验进行验证。

4.3 安全过滤层

安全过滤层主要负责用户的权限与系统安全的处理，注重对学生个人信息、知识产权等的保护。需要通过接口与学校的统一登录系统进行用户名称比对，用于区分本校有效用户和游客。同时，需要根据两种不同身份的用户进行权限的划分。游客只能进行浏览。

4.4 仿真层

仿真层主要用于处理各项虚拟仿真成果数据的渲染、显示、交互等。根据实验系统的要求，划分为模型显示、交互响应、渲染匹配三个不同的模块，分别处理用户的各项仿真请求。

4.5 用户层

用户层为用户界面，用户的所有操作均通过本层向其他各层进行传递，系统中所有的计算结果、反馈通知等都将显示在本层。本层主要分为模型显示、数据交互、成果展示三个模块。在本层中还加入了用户操作顺序的逻辑判断，以引导用户不做重复的操作，当用户完成实验后会实验答题显示在页面上。



图 1 系统技术架构图

5 结语

《设计基础：建筑名作解析》虚拟仿真实验课程通过“理虚实”一体化教学设计，系统解决了传统名作解析教学中经典建筑不可移动、建造逻辑不可见、空间体验难以还原等核心问题，实现了从“观看”到“解析”再到“重构”的能力跃升。“全仿真场景+全团队协作+全数据赋能”的建设模式，为新工科背景下建筑类、设计类课程的虚实融合教学提供了可复制的范式参考。未来将持续拓展跨学科实验场景，深化虚拟仿真技术与设计思维培养的共生机制。

[参考文献]

[1] 张雷, 乔娟, 赵金龙. 纺织类非物质文化遗产虚拟仿真实验课程体系建设与实践[J]. 实验室研究与探索, 2025 (4).
[2] 朱润, 祝遵凌, 熊瑶, 等. 旧城社区景观更新设计虚拟仿真实验的建设与实践[J]. 实验室研究与探索, 2024, 43 (9): 233-240.
[3] 张国瑞, 云卫星. 基于虚拟现实技术的建筑室内空间呈现探究[J]. 建筑科学, 2025, 41 (1): I0015.
课题支持：该论文由重庆市研究生教育教学改革研究项目重庆交通大学校级项目（XJJG2024003），重庆市高等教育教学改革研究重点项目（242052）资助。