

虚拟现实技术与建筑设计的结合——以博物馆建筑设计为例

张元文¹, 李纪伟¹, 许 峥², 辛 勤¹, 肖宇凌³

¹河北大学建筑工程学院, 河北 保定

²河北大学文科综合实验教学中心, 河北 保定

³日本北九州市立大学国际环境工学部, 北九州, 日本

Email: zhangyuanwen1982@163.com

收稿日期: 2021年5月15日; 录用日期: 2021年6月4日; 发布日期: 2021年6月11日

摘 要

随着社会科技的发展, 建筑设计媒介也在不断变化与改变, 从早期的“一维”语言文字到“二维”建筑图形, 再到“三维”建筑模型。虚拟现实(VR)技术作为一种新的建筑视觉再现的数字化媒介, 人们对建筑设计过程的认识带来了巨大的影响, 其对建筑材料、材质、肌理、光线变化与空间的真实模拟可以为设计师带来更直观的感受。虚拟现实不仅为建筑设计课程教学的发展提供了新的机会, 而且也提供了比传统教学方法更有效的教学方法。将虚拟现实技术与博物馆建筑设计教学相结合, 能够更好地提升学生设计素养, 弥补传统设计类课程的缺陷。

关键词

建筑设计, VR技术, 博物馆建筑设计

The Combination of Virtual Reality Technology and Architectural Design—Taking the Design of Museum as an Example

Yuanwen Zhang¹, Jiwei Li¹, Zheng Xu², Qin Xin¹, Yuling Xiao³

¹College of Civil Engineering and Architecture, Hebei University, Baoding Hebei

²Comprehensive Experimental Teaching Center of Liberal Arts of Hebei University, Baoding Hebei

³Faculty of Environmental Engineering, University of Kitakyushu, Kitakyushu, Japan

Email: zhangyuanwen1982@163.com

Received: May 15th, 2021; accepted: Jun. 4th, 2021; published: Jun. 11th, 2021

Abstract

With the development of social science and technology, architectural design media is also constantly evolving and changing, from the early “one-dimensional” language to “two-dimensional” architectural graphics, and then to the “three-dimensional” architectural model. As a new digital medium of architectural visual representation, virtual reality (VR) technology has brought great influence on people’s understanding of the process of architectural design. Its real simulation of building materials, materials, textures, light changes and space can bring designers more intuitive feelings. Virtual reality not only provides a new opportunity for the development of architectural design teaching, but also provides a more effective teaching method than the traditional teaching method. The combination of virtual reality technology and museum architectural design teaching can better improve students’ design literacy and make up for the defects of traditional design courses.

Keywords

Architectural Design: VR Technology, Museum Architecture Design

Copyright © 2021 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. 虚拟现实(VR)技术概述

1.1. 虚拟现实(VR)的定义

VR 是 Virtual Reality 的缩写，中文的意思就是虚拟现实(真实幻觉、灵境、幻真)，也称灵境技术或人工环境。概念是在 20 世纪 80 年代初提出来的，其具体是指借助计算机及最新传感器技术创造的一种崭新的人机交互手段。虚拟现实是利用电脑模拟产生一个三维空间的虚拟世界，提供使用者关于视觉、听觉、触觉等感官的模拟，让使用者如同身临其境一般，可以及时、没有限制地观察三度空间内的事物。[1] [2]。

1.2. 虚拟现实(VR)技术的特点

虚拟现实被认为是多媒体最高级别的应用。它是计算机技术、计算机图形、计算机视觉、视觉生理学、视觉心理学、仿真技术、微电子技术、立体显示技术、传感与测量技术、语音识别与合成技术、人机接口技术、网络技术及人 T 智能技术等多种高新技术集成之结晶。其逼真性和实时交互性为系统仿真技术提供有力的支撑。虚拟现实技术有以下几个特点。

1) 沉浸性(Immersion)

又称临场感，指用户对虚拟世界中的真实感。理想的模拟环境应该使用户难以分辨真假，使用户全身心地投入到计算机创建的三维虚拟环境中，该环境中的一切看上去是真的，听上去是真的，动起来是真的，甚至闻起来、尝起来等一切感觉都是真的，如同在现实世界中的感觉一样[3]。

2) 交互性(Interaction)

指用户对虚拟世界中的物体的可操作性。例如，用户可以用手去直接抓取模拟环境中虚拟的物体，这时手有握着东西的感觉，并可以感觉物体的重量，视野中被抓的物体也能立刻随着手的移动而移动[3]。

3) 构想性(Imagination)

又称自主性，指用户在虚拟世界的多维信息空间中，依靠自身的感知和认知能力可全方位地获取知识，发挥主观能动性，寻求对问题的完美解决[3]。

由于沉浸性、交互性和构想性三个特性的英文单词的第一个字母均为 I，这三个特性又通常被统称为 3I 特性[3]。

2. 虚拟现实结合建筑教学的优点

2.1. 摆脱传统线性设计流程

当今大部分学生包括设计师在建筑设计早期仍然偏好绘制草图这种方式。建筑设计前期的草图是一个设计视觉思维交互的过程，建筑师的设计概念和想象力是草图意义的线索，同时这种抽象的图形媒介触发了建筑师的想象力，草图适用与建筑设计思维中模糊多义，易变的特征，而计算机制图往往因为需要精准的数据输入与绘制，设计思维容易被打断，草图作为建筑设计媒介十分高效，建筑师前期设计大多依赖草图的设计，但草图设计的模糊性往往使受场地限制的建筑物形与想象的差距较大，建筑前期设计时往往我们总是要“这么大”的建筑，而不是体量精确的建筑，现在的建筑前期设计流程往往是草图与草图模型相结合反复推敲寻找最适合的方案[4]-[8]。

这是一个讨论空间与空间之间的关系，建筑与场地之间关系的过程。这个过程往往是想象力与实际尺度的相互妥协，感性与理性的相互妥协。这个时候往往想象得出的草图或者草模在实际尺寸上并不合适，换一句话说也就是只好看，不好用[9]。

想象力与现实之间缺乏一座联系的桥梁，虚拟现实技术结合建筑草图模型，可以让想象力具现化，从人的视角去体验空间感受，根据实际的空间体验随时改变建筑物形与场地关系[10] [11] [12]。可以随时体验到改变形体带来的空间感受的变化，设计时的模糊性与思维的连贯性不会被打断的同时，而数字化的图形表达同时具有精确性，方便后期调整。

2.2. 沉浸式体验建筑

学生在进行建筑设计中往往通过以鸟瞰或总平面图的设计者角度进行，很少有学生能从使用者或游客的角度浏览空间，这主要受限于学生的想象力与空间感知能力。

通过虚拟现实实验室，学生可以通过三维可视化、交互式控制和小组讨论来推敲改善自己的建筑方案，这种学习方法提供了一种生动的学习历程，相比老师单独指导或者讲课，学生可以更好地理解知识，老师可以要求学生作为使用者浏览自己设计的空间，体会不同设计角度带来的差异。

低年级学生在设计建筑时往往容易割裂平面与立面的联系，或者两者之间只强调了其一，经常会出现外立面设计良好但从内部使用角度来看时，窗户的设计并不好用，甚至为了立面效果，设计中出现了一些黑房间。往往立面的窗户排布与早期平面设计时的想法完全不同。对于平立面开窗结合的难题，学生往往喜欢学习 OMA (图 1)做空间化结构+幕墙的立面处理手法，喜欢用落地玻璃窗或者干脆不在外墙上开窗等设计手法，很少会有学生具体考虑开窗对室内空间感受和光影变化的影响，因为为现有的教学及建筑展示方式不足以表达窗户给室内带来的光影变化也很难展示开窗形式对建筑使用者心理感受的影响。对于学生而言，比起相对好用的内部空间，好看的立面更加直观容易展示也更加容易处理。

老师在评价学生设计作业时也只能立面效果和平面图来给学生提供意见。通过虚拟现实的引入可以在平面设计的环节让学生真实感受到开窗对室内空间的影响，从而改变学生简单同质化的立面开窗的

设计手法，减少学生为了立面美观而牺牲室内舒适度的倾向。虚拟现实结合建筑学教育比起传统教学带来了更多新的设计思路，例如从建筑开窗和内部光影或使用舒适性出发做设计。



Figure 1. OMA Shenzhen Stock Exchange Building headquarters spatial structure + The design technique of curtain wall

图 1. OMA 深圳证券交易大楼总部空间化结构 + 幕墙的设计手法

2.3. 协助低年级学生掌握尺度感

尺度的概念是建筑学教学中的基础，不论是实地测绘调研，手工模型还是抄绘图纸等早期课程的安排都是为了培养学生的尺度感与空间认知。而实地测绘和调研往往因为距离与资金等限制等无法展开，对于大师作品学生也只能通过图纸与手工模型来了解。通过 Sketch up, Rhino 等建模软件还原大师作品结合虚拟现实软件建造虚拟现实场景，可以使学生“身临其境”地体验建筑设计的空间布局，流线排布和建筑材料，改变传统上只使用摄影材料和图纸来描述建筑内外的状况，促进学生对于建筑空间的理解。解决了难以将建筑空间的实际尺寸化为物理感受的问题。当由于健康和安全问题而导致实地考察费用高昂且难以安排时，虚拟现实可以作为一种替代方法。通过虚拟现实体验不同建筑空间与教师讲解授课相结合的方式，能更好地辅助学生认知空间，掌握尺度。建筑退线，安全疏散距离等规范对于学生也不再是冰冷的数字，可以通过虚拟现实模拟不符合规范要求的空间来感受其缺点，强化学生对建筑规范要求的认知。

2.4. 强调建筑结构与施工工艺

当前很多学生的设计并不从施工角度考虑，也不从实际使用角度考虑，建筑设计往往只是一个空盒子，剖面图也只是寻找最简单好画的剖面，象征性地表达一下梁板柱的位置。传统的教学体系使学生只能通过课堂讲解和图片了解建筑的构造。通过虚拟现实软件与 BIM 模型结合，可以实现虚实一体的教学模式，可以向学生展示建筑装配的过程动画，达到理论结合实践的教学效果。在建材使用上大部分学生也只考虑大体使用哪种材料或使用什么颜色，很少会有学生考虑具体使用材料的大小或模数，例如广场铺地，不同的地砖尺寸能带来不同的视觉效果，学生从鸟瞰的设计进行设计很难体验材料尺度对视觉感受的影响。通过虚拟现实可以使学生从人视点切身体验材料表现的肌理与效果，完善建筑的细节。

2.5. 提升学习兴趣，提高学习效率

主要以教师为中心，学生依靠老师在课堂上给予或教授的传统教授方式使许多学生的感到无聊且学

习效率低下，特别是对于对建筑课程不感兴趣的学生。比起二维的图纸或摄影内容学生对三维场景的体验更加有兴趣。传统的课程安排里很难将设计的建筑实际施工建成，现在的效果图、动画、实体模型等等表现手段又很难体现真实的人的视角的空间感受，虚拟现实给了学生完成设计后一个切身体验自己设计的机会，将设计与实践相结合，改善对建筑设计的理解，提高了学生学习效率。

3. VR 技术与建筑设计结合

3.1. 虚拟现实实验室的建设

该虚拟现实设施的设计目标是让 30 名参与者组成小组使用，并允许老师和学生从多个视角以立体的形式查看设计，并在虚拟空间中实时导航。半沉浸式虚拟现实实验室包括若干个工作站，供学生和教师专门用于 3D 建模和可视化。2~3 套虚拟漫游头盔设备，用于展示的画面及放映设备。

3.2. VR 与博物馆设计课程结合

通过博物馆设计教学安排为例，探索 VR 与设计课程结合的方法。

第一阶段：草图设计阶段

1) 通过讲课及布置任务书、参观及调研，对博物馆设计有初步的了解，在此基础上对任务书中所要求的任务进行构思，做出功能分析图。

2) 通过虚拟现实软件创建大师博物馆作品虚拟现实场景，苏州博物馆、绩溪博物馆等，通过虚拟漫游直观感受建筑尺度与环境关系，通过虚拟现实体验建筑的体量，平面，立面，构建，色彩等设计元素对建筑的影响。

3) 分析建筑与地形和周围环境的关系及特点。在 1:1000 地形图上做出总图布局方案，总图中包括博物馆建筑、道路、绿地及停车位的布置等。

4) 做出 1:400 单体方案。需要表明建筑功能分区、平面的大体组合、建筑朝向、与周围环境的关系及层数。

5) 完成建筑单体草图模型，通过虚拟漫游软件，“身临其境”体验建筑与场地关系，学生结组互相虚拟漫游体验，互相讨论方案的优缺点，教师结合虚拟漫游体验感受进行指导。

第二阶段：设计完善阶段

通过建模软件确立基本的体块关系，立面草图，通过虚拟现实体验设计的建筑尺度与人的尺度，场地的尺度是否合适，通过虚拟现实弥补二维平面设计尺度感的缺失。分析比较各方案的优缺点，然后将较成熟的方案归纳或做出新方案。图纸比例尺放大到 1:200 (平面)。在满足使用功能合理、结构布置恰当、制图正确的前提下，应注意以下方面：

- 1) 全面考虑建筑的群体关系与环境要素；
- 2) 初步考虑建筑风格及体型组合；完整表达结构体系并对其它技术问题和建筑细部有相应的考虑；
- 3) 确定房间高度(考虑管道、吊顶高度)、门窗高度、室内外高差、屋顶排水方式等；
- 4) 入口大厅的建筑处理与各使用空间的有机联系；
- 5) 初步考虑楼梯电梯(楼梯、货梯、自动扶梯及无障碍电梯)的位置及数量；
- 6) 初步考虑停车位的布置、汽车出入口的位置及数量。

第三阶段：设计深化阶段

通过建模软件建立草模，通过虚拟现实直观感受体块关系，空间尺度等，在初步方案已确定基础上，进一步推敲和处理以下各方面的问题：

- 1) 推敲入口门厅与各使用空间的联系与流线，车流与人流分开，并在建筑艺术和空间感上加以深入

地推敲:

- 2) 将主要使用空间的平面进行家具布置并准确地布置卫生设备;
- 3) 确定楼电梯的位置及数量并计算楼梯的疏散宽度;
- 4) 准确布置停车位、确定汽车出入口的位置及数量;
- 5) 处理好各空间室内外的联系, 并对公共场地做出布置;
- 6) 确定室内外标高的变化, 房间的高度, 推敲体型组合和立面比例尺度, 做到两者相互补充、完善和调整;

7) 推敲建筑艺术造型、使其具有文化建筑特点;

8) 注意台阶、无障碍坡道等的处理;

9) 确定能充分说明设计意图及建筑环境气氛的透视图的角度。

模型完成后结合虚拟漫游体验, 从使用者的角度体验空间感受, 根据漫游感受进行细节调整。

第四阶段: 绘图阶段

1) 设计图应仔细绘制、准确表达设计意图, 平、立、剖面用 AutoCAD 或天正绘制, 绘制深度应达到国家建筑方案设计深度的要求, 尽量减少图误, 按照任务书的要求将方案正确生动的表现出来; 各图之间内容应统一、关系正确、构图完美、活泼、线宽及字体大小合理、色彩协调、有艺术感染力;

2) 各种家具设备、停车位的布置应合理;

3) 能正确表达空间概念;

4) 推敲与确定图面的色彩与图面的构图及表现方法。

第五阶段: 成果整理阶段

成果制作、成果模型、提交全部成果、讲评图纸, 挑选优秀的设计作品通过软件制作虚拟现实场景, 从三维视角对建筑设计讲评。学生结组互相漫游体验建筑方案, 教师结合漫游体验给予讲评或修改意见。

4. 结束语

虚拟现实作为一种新的表现技术, 能从材质、光影、空间感受等方面细致还原现实建筑带给人的体验。使用 VR 和 3D 建模技术能有效改善学习过程, 提高学生的积极性和主动性, 弥补了传统教学只能从二维平面角度讲评建筑的缺点, 并使教学方法具有多样性。

随着虚拟现实技术的不断完善, 虚拟现实实验室在高校的开设将成为必然趋势, 它将改变当前的教学过程, 给予学生更多实践的机会, 培养学生的创新意识。

基金项目

教育部产学合作协同育人项目(201902112020); 河北大学第三批精品实验项目(2021-BZ-JPSY15); 河北省高等学校科学技术研究项目(BJ2019042); 高层次创新人才科研启动经费项目(521000981264)。

参考文献

- [1] 华孟楠. 虚拟现实技术在室内设计中的应用[J]. 北京工业职业技术学院学报, 2010, 9(4): 32-34.
- [2] 胡银亨, 等, 编著. 现代媒体信息技术[M]. 成都: 电子科技大学出版社, 2015: 192.
- [3] 刘强, 言天舒, 曾志高, 主编. 大学计算机软件应用基础多媒体技术与应用[M]. 武汉: 中南大学出版社, 2016: 13.
- [4] 杨秀云. 谈 VR 技术及其在高等教育领域的应用[J]. 长春师范大学学报, 2014, 33(4): 147-148.
- [5] 芦美兰. 虚拟现实技术在建筑学教育中的应用实践探讨[J]. 居舍, 2018(17): 165.
- [6] 张智雄, 刘沫. 虚拟现实技术在建筑设计中的应用[J]. 建材与装饰, 2018(23): 101.

- [7] 张博. 建筑设计中虚拟现实技术的运用思考[J]. 住宅与房地产, 2018(15): 129.
- [8] 宋晓宇. 虚拟现实技术在建筑设计和教育领域的应用初探[J]. 建筑技艺, 2017(9): 90-93.
- [9] 陈沛俊. 虚拟现实技术与建筑设计的关系分析[J]. 住宅与房地产, 2017(32): 89.
- [10] 唐迎春, 张永祥, 王海林. 虚拟现实技术在建筑工程中的应用[J]. 科教文汇(下旬刊), 2018(2): 186-188.
- [11] 黄坤. 虚拟现实技术在工业设计中的应用[J]. 赤峰学院学报(自然科学版), 2017, 33(11): 38-39.
- [12] 张国峰. BIM 在建筑工程岩土勘察三维虚拟现实可视化中的应用[J]. 建筑技术, 2017, 48(3): 275-277.