

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2025.04.007

欢迎按以下格式引用:崔佳玉,程晓喜,李欣然.沉浸式虚拟现实技术在高校建筑学科课程中的应用[J].高等建筑教育,2025,34(4):58-67.

沉浸式虚拟现实技术在高校 建筑学科课程中的应用

崔佳玉,程晓喜,李欣然

(清华大学 建筑学院,北京 100084)

摘要:沉浸式虚拟现实(Immersive Virtual Reality,IVR)技术为建筑教学场景和新兴设计科学所涉及的实证研究提供了新的可能性。在学科转型与技术发展的背景下,通过分析国内外建筑学院开设的IVR相关课程,将利用VR的完整课程体系分为体验、基础、应用、进阶四方面,该体系呈现技术难度由低向高的金字塔式结构,高阶成果在低阶课程中进行应用。其在建筑教学中的应用可以分为设计教学及非设计教学两类。对设计教学而言,VR可以促进学生从第一视角检查空间关系及体验,理解空间设计问题。在非设计教学中,利用IVR技术将教学方式转向交互式教学,能以更低的获取成本、更清晰的学习过程帮助学生建立直观认知,并使学习者在安全、易达的环境中进行实践操作。但是,IVR技术尚不能让学生在评估测试中取得更好的表现。最终以清华大学城市人因实验室全景仿真实验室的设计与实现为例,应用研究成果并结合需求提出当前实验室发展面临的问题,即对于IVR引发建筑教学方式与教学内容的双重变革,教学内容的改变是目前国内院校尚需着力探索的方向。

关键词:虚拟现实;建筑教育;设计教学

中图分类号:G642

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2025)04-0058-10

虚拟现实技术(Virtual Reality,VR)作为一种新兴数字技术,经由几十年的发展逐步从设想步入实用阶段,教育领域被认为是其未来最具发展潜力的应用领域之一^[1]。虚拟现实技术具有沉浸性(Immersion)、交互性(Interaction)、构想性(Imagination)的特征^[2-3],作为一种教学媒介能够部分弥补传统教学方式的缺陷,形成新的师、生、平台关系结构,并最终促使教育形态和教学过程发生重大变化。建构主义理论认为“学习情境”对于思维认知训练具有重要作用,学习者的学习过程就是通过与情境互动实现意义构建^[4]。通过虚拟现实技术实现虚拟情境能够在教学过程中构建出更为丰富的多感官刺激,从而利于学习者利用具身体验习得知识与技能^[5]。经由技术快速迭代,虚拟现实系统的拟真感不断增强,由早期桌面式平台演变为沉浸式虚拟现实平台,也为以较低成本快速创建虚

修回日期:2024-03-12

作者简介:崔佳玉(1998—),女,清华大学建筑学院硕士研究生,主要从事建筑设计研究,(E-mail)jiayu_cui@gsd.harvard.edu;(通信作者)
程晓喜(1978—),女,清华大学建筑学院副院长,教授,博士,主要从事建筑设计和建筑教育教学研究,(E-mail)chengxiaozi@tsinghua.edu.cn。

拟空间场景提供了底层技术支撑,为城市与建筑空间领域的实验性研究和教学场景提供了新的可能。在学科转型与技术发展的背景下,诸多建筑院校积极探索建立沉浸式虚拟现实实验室。但较多已经建成的案例面临着实验室资源的低使用率、低渗透率的现实问题。由于虚拟现实系统的使用存在一定技术门槛,且长期稳定的教学方式使得教师和学生在教与学的过程中可能形成路径依赖,实验室管理者需要通过系统设计引导教师和学生掌握并适应新技术。实验室建成后是否能够真正服务于建筑教学与研究,较大程度上取决于实验室配套课程体系的建设,包括针对建筑学教学需求与特征持续进行应用开发与课程设计。

总体而言,虽然虚拟现实技术对建筑设计教学的促进得到较为普遍的认可,甚至有学者通过对照实验的方式检验了其在空间设计教学中的效用^[5],但是虚拟现实技术在建筑教育领域的效能尚未充分发挥。目前,该技术如何在建筑教学体系的不同场景中加以应用还有待系统地梳理分析。

一、沉浸式虚拟现实技术的内容建设及课程体系

从整体上看,沉浸式虚拟现实技术的内容建设和课程体系设置遵循“体验—学习—应用—反思”的知识构建过程,模式如图1所示。从“金字塔”底部向上,对学生技术能力要求递增。高阶课程面向更小规模学生群体,要求学生对技术在建筑空间设计所起的作用具备更加深入的反思与批判能力。高阶课程对内容和工具的开发将“反哺”于低阶课程中的空间体验、仿真实验等环节。

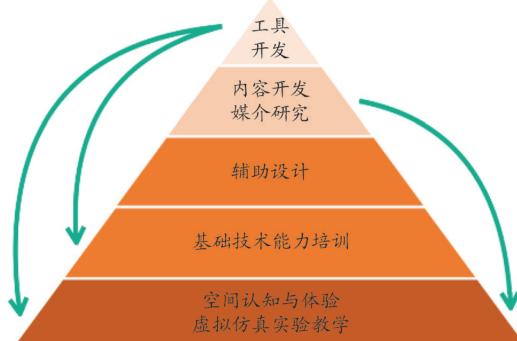


图1 融合沉浸式虚拟现实技术的建筑课程体系模式图

(一) 体验:认知学习

空间认知与体验平台主要是利用已开发的实验教学工具,帮助学生进行空间认知学习、案例沉浸体验和执行可交互的虚拟仿真实验,目的是帮助学生理解抽象知识,适用于低年级课程教学。学生的主体性体现在参与空间体验过程中,对教师传授的知识与概念产生主动批判。例如,密歇根大学建筑学院本科生建造课程Arch317 Construction(UG)、华侨大学建筑学院张恒教授带领团队开发的地域建筑空间组织与设计实验教学项目,利用虚拟仿真实验辅助学生建立对基本建筑元素及其组合方式的理解,并在经典案例中漫游、交互。

(二) 基础:技术培训

对于技术能力的培养可大致划分为两类课程。一类是基础入门课程,旨在满足建筑系学生基本能够使用VR技术辅助设计的要求,从学生实际需求出发进行课程设计、制定需要掌握的技术清单。例如,明尼苏达大学设计学院曾开设入门课程ARCH 3250 Design And Perception In Virtual Reality,在课程中学生通过建立简单的概念方案模型,导入VR实验室,以实践的方式来理解VR。基础入门课程可以通过两种方式代替:(1)利用IVR实验室资源,如定期组织的公开课、工作坊或者在线课程;(2)将简单的技术培训直接整合在设计课教学过程中,学生只需要更具针对性地掌握基本

的工作流程,能够实现在IVE中审查、展示设计方案,从而最大限度避免信息冗余,聚焦于技术在辅助建筑设计上的应用。

另一类课程则具有更明显的技术导向、提供更扎实的理论基础,对于学生技术能力的培训不限于从事建筑设计过程的需要,而是涉及建模、动画、渲染、可视化开发等技术,以及计算机图形学的底层知识。例如,康奈尔大学的建筑、艺术与规划学院(AAP)与计算机系合作开设课程Computer Science 4654 Architecture (Special Experimental) Studio,不仅涉及通过简单的实践实现在所选择VR系统中建模的能力,还包括了大量关于底层技术原理的理解,提供了直接的跨学科背景协作交流机会。

进阶的技术课程面向高年级本科生及研究生,不仅针对简单建模应用,还以提高研究能力为目的,提供关于设计研究的方法论和技术工具集。例如,MIT建筑系课程4.s52 Feeling Architecture: Affective Computing and Digital Heritage使学生在掌握基本研究方法论的基础上,能够独立构建数字遗产相关研究项目的技术路径;密歇根大学的48-558 Reality Computing课程将需要学习的技术拓展至数据获取(三维光扫描)、数据处理、建模,以及实时渲染等,基本形成了构建数字孪生空间的完整工作流。

(三) 应用:媒介叙事

面向具备基本应用VR技术能力的高年级本科生及研究生,其中一类核心设计课程为深入讨论VR的媒介属性,与电影、游戏、考古、遗产保护,以及数字人文等领域进行跨学科交叉研究。在系列设计课程中,以研讨会、工作坊的形式聚集对此方向感兴趣的学生,完成对相关建筑空间叙事(Narratives)内容的开发。例如,麻省理工建筑学院系、柏林大学建筑学院和以色列理工学院建筑与城市规划学院2022年春季合作开展的设计工坊——增强历史教学:蒂尔加滕隐秘的城市叙事(Augmented Historical Pedagogies: Tiergarten's Hidden Urban Narratives),以扎实的研究为基础,以实践为导向,学习使用环境传感、激光扫描和摄影测量的技术对历史进行追溯复原,并基于游戏引擎制作沉浸式表现。知识以可交互的方式被整合在数字空间的呈现中,通过虚拟现实技术创造的数字空间不同于原空间的被动重建,体现了新的叙事多样性。

除了历史叙事,媒介导向的设计课程还会探讨塑造沉浸式空间体验的感染力,从而回应生态环境、社会公平等重大议题。例如,哥大建筑与规划学院2021年夏季开展为期12天的工作坊——想象气候:虚拟现实研讨会(Envision Climate: Virtual Reality Seminar),建筑师通过在虚拟现实空间中创造独特的氛围激励人们产生共鸣,旨在讨论虚拟现实技术在激发同理心上的作用。

(四) 进阶:交互开发

面向全面掌握IVR应用技术并具备编程能力的高年级本科生及研究生,课程进一步提供深入技术方向的研究机会。课程以研讨会(seminar)或工作坊(workshop)形式,采取基于项目的学习方式,针对具体学科内容进行程序开发,最终形成可交互的学习工具等。例如,密歇根大学建筑学院2022年冬季学期课程Arch509 Advanced Tectonic,10名学生在教师的带领下开发应用于建筑构造学习的VR模型与可交互模块,该工具在该校低年级建造课程Arch317中得到实际运用。

除了服务于学院内部的建筑教学工具开发,课程还可以与外部的终端用户合作,实现产、教、研的融合。基于UCB XR Lab资源的课程Arch 129/229在2019春季学期开展了项目式教学——XR Maps of Berkeley: Learning in Virtual Reality,创建了六个沉浸式环境传达的研究或创造性工作,组合呈现使用技术信息、环境体验和游戏玩法。

总体而言,IVE的课程体系包括体验、基础、应用、进阶四方面,如图2所示。

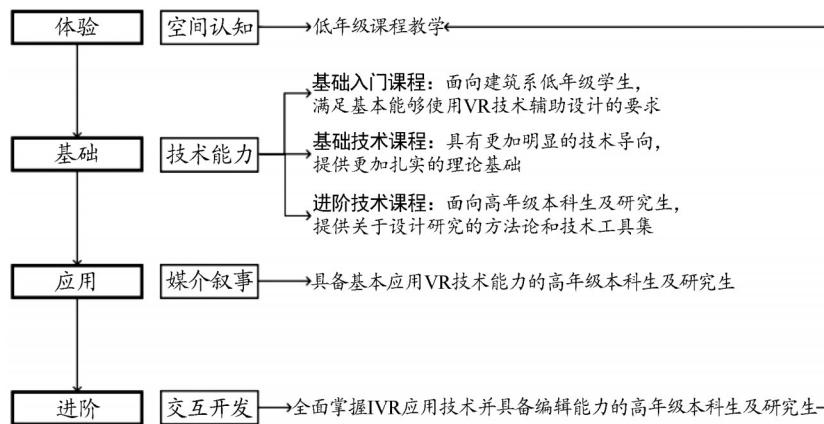


图2 IVE的课程体系

二、沉浸式虚拟现实技术在建筑教学中的应用

(一) 设计教学

设计系列课程是建筑教学的核心课程,建筑系学生通过参与设计课程实践提升能力。建筑设计课程教学的难点在于如何将现实中具象的建筑物与其表象的意义教授给初学者,传统的二维图纸空间、三维动画或模型空间不能较全面地还原为场景实体,对学生理解建筑本质造成转译上的困难。沉浸式虚拟现实技术的应用可以从两方面赋予设计教学新的可能性。一方面,针对建筑设计课程教学过程的改变;另一方面,为非设计专题的内容,针对设计课程关键问题的改变。

1. 教学形式变化

建筑设计课程教学过程包含前期调研、案例分析、概念构思、方案比较、方案深化、方案表现、汇报评图,以及展示归档。在各个环节中IVE都可能提供不同形式的帮助。总体而言,在教学中VR可以执行教学工具、辅助设计和汇报展示三个基础功能,如表1所示。其中,IVR相对于传统教育媒介在辅助设计方面所能起到的作用更为突出,IVR的突出优势在于能够让学生从第一视角检查空间关系和体验空间氛围。在IVE环境中,学生能够通过“体验”获得直接知识,从而降低了获取知识的难度。由于后者与材料、色彩等元素密切关联,更适配于方案成型后的深化阶段。而在概念构思阶段,对于空间的想象需以高度抽象的形式存在,传统媒介如草图或桌面式平台能够保留各种潜在可能,因此更加实用。在建筑设计过程中,将模型置入虚拟现实环境有助于师生之间的知识传递。学生在沉浸式空间中对设计进行检查,可以更加直观地理解相应的空间设计问题,从而有助于将经验内化为自身的知识构建。针对教学规模问题,Tokuhara等^[6]对CAVE中沉浸式学习的班级规模和应用时长进行了研究,研究表明单人组的学生学习成果最多,并且学习成果随着小组规模的增加而减少。因此,对于学生人数众多的课程,建议将小组人数分散至中等规模,如两到四人,以在学习成果和为所有学生提供沉浸式学习体验的实际可行性之间取得平衡。对于人数较少的学生,建议使用较小规模的小组,以获得最大的学习收益。

2. 教学内容变化

新技术的引入也会刺激教学内容的变革,产生交叉创新的题目内容。通过梳理国外课程体系,能够发现部分建筑高校在设计系列课程中,还向学生提供两类深入研究的机会,一类是媒介叙事;一类是技术导向,进行交互开发或工具开发。目前,这两类课程的实践相对较少,应是进一步深化发展的方向。

表1 IVE在建筑设计教学各个阶段可能的应用场景

执行功能	阶段	可能应用
场地调研	利用360度全景相机拍摄场地信息,在虚拟空间中还原基地周边环境和建筑形态等,将街区内的所有信息真实重现,能够远程、反复进入场地体会其空间环境特征	
教学工具	对经典建筑案例进行建模并开发交互界面,实现对建筑空间元素的拆解、重建、修改和比较	
案例分析	等,从而对案例的分析能够从基于抽象经验转化为具身体验。通过交互实现深入分析,产生主动批判性学习的意识,建模结果长期积累形成案例教学资源库	
概念构思	除了传统的草图的方式,在形成初步构思方案后,学生能够反复进入场地观察,并将体块模型放入基地环境中,从而形成对其体量、形态的关键认知,尤其是从适应场地环境的角度进行评估	
方案比较	若需要在IVE中进行方案比选,可以在技术平台上开发方便切换模型的插件	
辅助设计	学生在自己方案的场景中进行漫游,体验空间尺度、空间序列和空间氛围等,从而检验空间实际设计与概念构思的一致性。同时,针对教师所给出的反馈,学生可以通过直观的体验进行意见吸纳。从第一视角到鸟瞰、总图需要实现自由的模型视图变化,并能够对模型进行实时修改调整,切换修改前后的对比效果	
方案表现	创建沉浸式体验空间,打通模型动画渲染流程,在虚拟场景中自由漫游或设定叙事路线	
汇报展示	为线上评审场景提供可能,广泛开展国际合作工坊,突破交流限制。教师直接对学生作业进行示意性修改操作,便于学生理解导师修改意见	
汇报评图		
归档留存	虚拟展厅持续展示,长久留存,积累教学资源	

(二) 非设计教学

在非设计教学中,沉浸式虚拟现实技术的主要功能为提供新型教学工具,作用于学生的直接知识获取。在理论课程中,传统的教学模式是将抽象经验单向传递给学生,而沉浸式虚拟现实技术的应用将使得教学方式转向交互式教学、以学生为中心。其作用机制是将抽象概念转化为具身体验,转化为“做的经验”。适合应用沉浸式虚拟现实技术的理论课程主要包括建筑历史教学与建筑技术教学。借助虚拟现实环境进行建筑历史课程教学的优势在于能够以更低的获取成本、更清晰的学习过程帮助学生建立直观认知。基于VR的文化遗产展示活动能够突破时间和空间的维度,实现信息双向交互。目前,由于内容与程序的开发成本相对较高,无法形成充足教学资源库,未来的发展有赖于高度集成化模块化的程序开发手段,以及各个高校之间的数据开放共享程度。

利用VR技术建立的虚拟仿真实验教学平台已经在国内工程学科得到广泛应用,其意义在于使学习者在安全、易达的环境中进行实践操作。在建筑技术教学方面,Maghool等^[7]基于UE与Blueprint可视化编程语言开发了一套细部构造学习工具,该实验平台包含三个环节——施工建造过程演示、建造细部观察和学习结果评估,该评估以游戏化的方式进行,学生需要结合前面两个环节积累的知识补全缺失构件。同济大学建筑规划景观虚拟仿真实验教学中心开发了帮助学生学习保国寺的建筑结构施工过程的实验模块,该实验模块能够通过桌面式虚拟现实平台和HMD设备,以不同沉浸度的方式进行访问。对于缺乏实际工程设计经验的学生而言,施工过程、建筑细部往往是理解难度较高的部分,以沉浸式、游戏化的工具帮助学生对陌生过程产生具体认知,是VR技术应用的主要目的。

值得注意的是,在教学过程中应用了相关工具的教师对学生实际学习效果开展了调查。结果显示沉浸式虚拟现实教学工具作为一种媒介,其具备陌生感与新颖性,的确能够对学生产生更强的吸引力。同时,相较于在现实场景中的教学,虚拟仿真模型能够为学生提供更大密度的信息容量,反复、近距离观察的机会将复杂的过程清晰化。然而,从教学效果上进行评估,采用这一新的教学媒介不一定比传统方式更有效,即不能够让学生在评估测试中取得更好表现,更快完成知识构建,

或保持对知识的清晰记忆。

开发建筑教学相关的虚拟仿真实验平台,主要的优势在于能够以更加安全的方式进行实践,降低教学成本、减少实践教学的难度,并能够与在线课程衔接。基于长期持续、多样化的项目开发,能够逐步实现教学资源库的建立。但是,由于交互开发难度大、缺乏相应人才、投入时间成本高等问题,对于教学内容和工具的开发在当下难以快速推进。针对这一问题需要从两方面入手:一是与行业公司合作,依托外部成熟的技术资源对同类型教学工具开发建立基本的技术底座;二是充分利用与研究结合的机会,以研究带动教学,即在研究生中先建立相应学术群体,形成技术能力,通过专题研究攻克专业问题。

三、清华大学城市人因实验室全景仿真分室应用实例

清华大学建筑学院为推进对学科未来的探索,在学科交叉的语境下拓宽新时期建筑人才培养的窗口,提出将建筑系系馆作为动态更新、多学科交叉融合的实验室。以实验室为核心来组织空间与资源,有利于具体地实现跨学科联系,并将研究与教学更加紧密地结合。其中,城市人因实验室全景仿真分室(以下简称VR实验室)的建设是起步阶段的关键一环。该实验室主要目的是为师生提供CAVE系统VR技术应用平台,实验室位于清华大学建筑馆一层南翼,包括2个4 m×4 m的CAVE空间。实验室从空间设计上主要考虑复合利用的需求,其中一个CAVE空间与走廊整合形成24 m²左右的可灵活使用的空间,在实际使用中,可以利用两面投影墙面或“两面墙+一侧幕布”的形式构成两面或三面CAVE空间,适用于需要多人进行协作设计、项目审查、评图展示的情况。靠近走廊的界面采用透明玻璃材质,并使用透明LED屏幕同步实验场景,从而起到展示作用,如图3所示。同时,该空间日常可作为小型会议空间使用,满足教学、讨论、自习的需求。

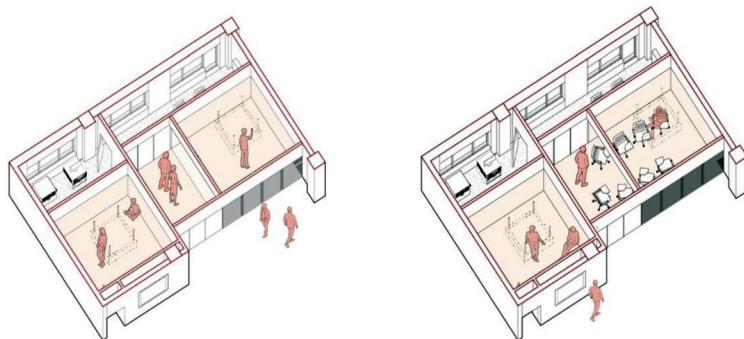


图3 清华大学建筑系馆VR实验室轴测图

清华大学城市人因实验室全景仿真分室的应用以设计教学为出发点,在2023年建成后首先选定基础平台作为试点,建立实验室技术助教团队,承担设备使用培训的职能。基础平台在整个设计课系列中的定位是培养学生的基本识图制图、方案构思和方案设计能力。实验室技术助教团队组织大一、大二年级学生,分组体验了实景空间漫游、模型实时编辑等功能,并已有部分设计课小组应用实验室进行课上设计方案讨论。针对应用实验室进行设计学习的40名低年级本科生进行调查,评估基于CAVE系统的沉浸式虚拟现实技术在实际教学应用过程中的接受度,得到基本结果如图4所示,45%的学生表示完全不了解VR设备,20%的学生有了解但没使用过VR设备,即65%的学生在本次设计课使用VR实验室之前,完全没有VR设备(包括CAVE系统、HMD、AR眼镜等)的使用经验;33%的学生有使用过VR设备但仅有少量经验。总体上,对于学生而言,VR仍然是一项非常陌生的技术。但是,对于VR实验室的整体看法,学生普遍持积极态度,86%的学生认为建成该全景仿生实验室对教学有帮助。

真VR实验室对于设计学习是有用的,如图5所示。

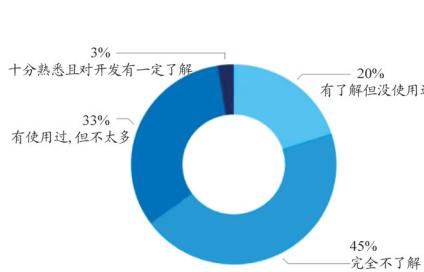


图4 以往使用VR设备的经验

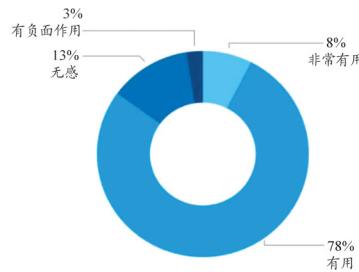


图5 对VR实验室的整体看法

针对VR在哪一设计阶段使用需求最大这一问题,在调查问卷中设置排序,从强到弱排序依次为深化方案、评图汇报、场地调研、概念构思、图纸表达,如图6所示。学生普遍认为在深化方案阶段使用VR非常合适,该项综合得分远超其他阶段,间接表明中期后对空间氛围、细部进行推敲的这一阶段,学生可能有更多的使用需求。因此,在实验室长期运转时应当关注这种周期性的需求变化,使得资源得到更有效的利用。

目前,VR实验室吸引学生的原因主要在于有助于直观理解空间、提供真实体验、体验新颖有趣、容易发现问题、展示效果好等,而认为互动交流方便、可以拓展技能的学生较少,如图7所示。方便协作是CAVE系统相较于HMD设备应用于设计教学的优势之一,而实验室的作用不仅在于帮助学生学习设计,还在于提供了丰富的技能拓展的可能性,这两点优势在实验室起步阶段尚未体现。随着实验室的发展,一方面,需要解决VR实验室在教学中出现的实际应用问题。另一方面,需要借助实验室深入发展和整合跨学科资源,从而真正实现实验室的优势。

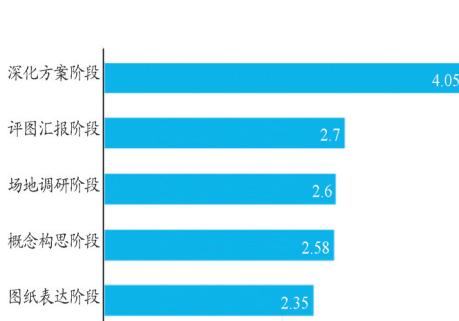


图6 不同设计阶段VR使用需求排序

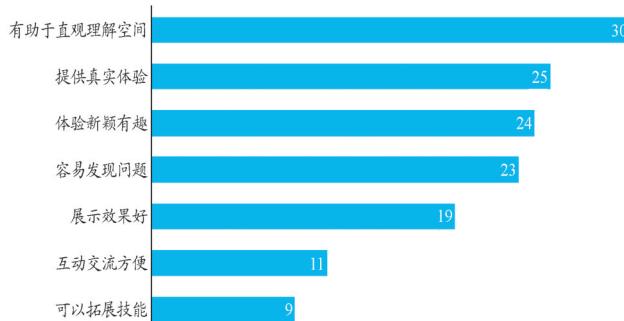


图7 使用VR实验室的原因

进一步调查学生对于设计课上VR所起到作用的评价,如图8所示,超过50%的学生认为VR对于发现方案问题、掌握设计要点、理解老师建议、表达设计想法这四个方面均有帮助。而其中最突出的是,90%的学生都认为VR可以让人更容易地发现方案中的问题。针对当前设计课上主要使用的两个功能——模型漫游体验和实时编辑,目前的操作流程和程序虽然已经降低了学生使用的技术门槛,但是仍存在约四分之一的学生认为该功能使用起来不容易。因此,还需要进一步迭代优化,并形成最简化的培训机制。

学生不使用或不主动使用VR实验室的原因如图9所示,主要包括预约不方便、建模要求高、操作流程复杂、已有工具能够满足设计需要、会出现眩晕等。因此,在实验室建设的过程中,需要参考前文的分析案例,建立起清晰的预约、培训机制,持续更新迭代与学生需求相适应的工具包,从而简化学生学习操作的过程,使学生把重心放在内容创作上。容易眩晕是阻碍VR广泛应用的严重问题之一,解决该问题的根本办法是VR技术的迭代更新。从应用层面,设计者可选择适用的技术,如以

教学为主的场景中,选择CAVE,CAVE相较于HMD,在协作性和避免短时间内产生眩晕等方面表现更优。再如VR评图场景中,如果选择分布式虚拟现实系统,学生与评委都处在虚拟空间中,可一定程度上避免学生只看着屏幕第一视角画面而产生的眩晕感。此外,从空间设计上,鉴于这种常见的眩晕状况,应当增强门的标识性,采取向房间外开启的方式,并单独设置一些可供休息调整的空间。

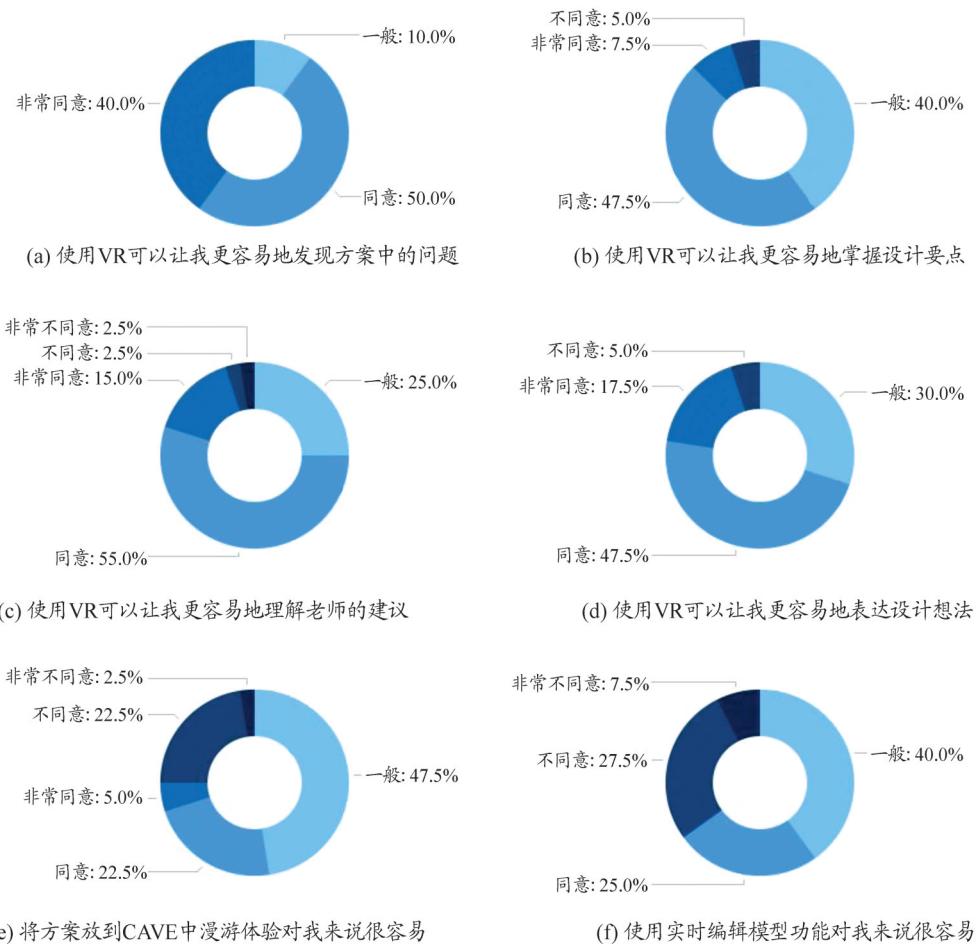


图8 对VR实验室功能评价调查结果

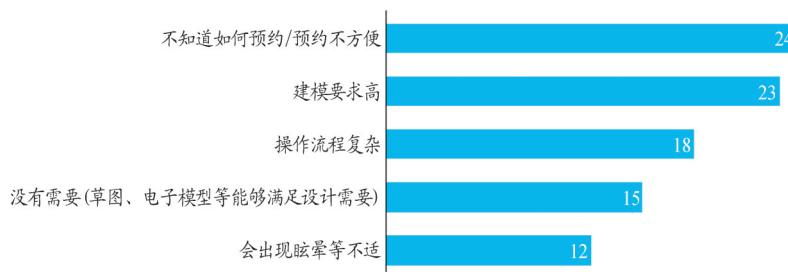


图9 学生不使用/不主动使用VR实验室的原因

学生对于CAVE空间大小的感受,如图10所示,90%以上的学生认为,目前4 m×4 m大小的CAVE空间对于单人使用以及3~4人小组讨论是相对合适的尺度。但是,针对于10人左右的设计课教学单元,95%以上的学生表示,现有的空间不足以满足上课需要。

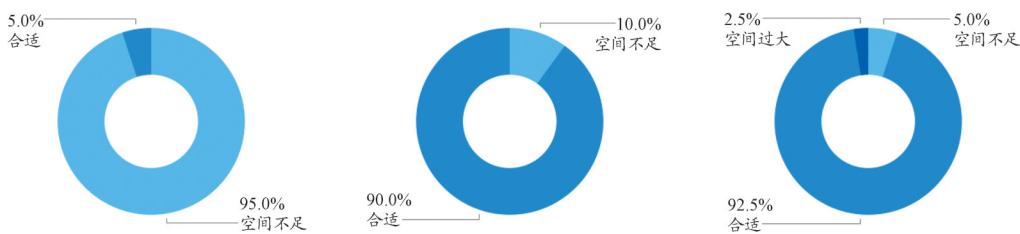


图10 基于不同场景对4 m×4 m CAVE空间大小的主观感受

结合设计课上学生实验室使用过程的实际观察,可以发现将实验室应用于课堂的现实难点。当前CAVE系统是捕捉个体动作来实现对图像的计算,当多人站立于空间之中,追踪系统可能受到干扰,反复切换不同追踪对象,导致画面出现抖动、跳跃,影响交互教学体验。例如,在实际10人左右为小组的教学场景中,当教师一对一指导某个学生时,其他学生不得不紧贴着墙或蹲或坐。缺少一个同步学习和准备模型的空间,课堂参与度下降。学生在静坐等待的过程中也容易由于错位、变动的视觉画面产生眩晕等生理不适症状。然而,仅单纯地扩大CAVE面积,并不能解决设计教学应用的实际问题。一方面,增加CAVE空间的面积,需要考虑到使用更高规格的设备所增加的成本,以及热源增加、制冷需求增大给能耗负荷带来的压力等;另一方面,让学生长时间在CAVE里更可能诱发身体不适。因此,设计需要更加灵活地结合CAVE空间和日常教学空间的实验室模块。

四、总结

沉浸式虚拟现实技术为建筑学科教学带来新的可能,但实验室能否真正在教学中充分发挥效用有赖于相关课程体系的建设。从内容建设及课程体系上看,相对完整的IVR课程体系呈现金字塔式结构,从底部基础平台向上,课程任务难度由低阶向高阶发展,技术能力要求递增,反思与批判的能力要求也相应递增。高阶课程以项目式学习为主,结合了研究能力的培养,其成果包括对内容和工具的开发将“反哺”于基础课程中的空间体验、仿真实验、辅助设计等环节。针对各个学校的不同情况,课程体系的开发以及具体课程内容的设计有赖于学校的师资、设备等因素,部分学校可能会缺少高阶课程设置,或将基础技术课程整合进设计教学或研究导向课程,或利用实验室培训资源替代单独设置基础技术课程,但总体遵循“体验—学习—应用—反思”的知识构建过程。

沉浸式虚拟现实实验室建设在建筑教学中的应用体现于设计教学和非设计教学两方面,对建筑教学的改变涉及方式和内容。近年来,国内多所建筑高校正在同步探索基于虚拟现实技术的建筑教学方式变革。虚拟仿真技术在建筑遗产保护等领域的应用相对深入,已经取得了扎实的项目成果。例如,同济大学建筑与城市规划学院于2014年成立“建筑规划景观国家级虚拟仿真实验教学中心”,孙澄宇教授团队开发的保国寺(大殿)仿真建构实验软件,已应用于本科生中国古代建筑史课程,该软件可在HTC等HMD设备上运行,或在手机端AR环境中运行,功能包括构件认知、构件考核、建造过程认知,以及建造过程考核^[8]。针对核心设计课程,沉浸式虚拟现实技术的应用尚处于探索阶段,北京交通大学建筑与艺术学院、重庆大学建筑城规学院开展了基本的教学试点^[9],天津大学建筑学院于2021年建成VR实验舱进行空间认知实验^[10]。

总体而言,在国内应用IVR的教学实践中,教学方式的改变已经可以明显地体现于设计教学、理论教学等环节。然而,IVR对于教学内容的变革亟待实践探索,包括在课程体系中增加IVR相关技术方向课程,在设计系列课程中增加设计专题研究方向,以及鼓励有兴趣的学生深入到叙事、交互、数字人文等某一学科交叉方向。

参考文献:

- [1] de Back T T, Tinga A M, Nguyen P, et al. Benefits of immersive collaborative learning in CAVE-based virtual reality [J]. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 2020, 17(1):51.
- [2] Jonassen D, Davidson M, Collins M, et al. Constructivism and computer-mediated communication in distance education [J]. American Journal of Distance Education, 1995, 9(2):7–26.
- [3] Kalantari S, Tripathi V, Kan J, et al. Evaluating the impacts of color, graphics, and architectural features on wayfinding in healthcare settings using EEG data and virtual response testing [J]. Journal of Environmental Psychology, 2022, 79:101744.
- [4] Kobayashi Y, Hawker R, Terzidis K, et al. World8: International working group for new virtual reality applications in architecture [C]//CAAD Future, Joining Languages, Cultures and Visions, 2009:547–556.
- [5] Maghool S A H, Moeini S H I, Arefazar Y. An educational application based on virtual reality technology for learning architectural details: challenges and benefits [J]. International Journal of Architectural Research: ArchNet-IJAR, 2018, 12(3):246.
- [6] Tokuhara T, Fukuda T, Yabuki N. Development of a City Presentation Method by Linking Viewpoints of a Physical Scale Model and VR [J]. Journal of Environmental Engineering, 2011, 76(668):953–961.
- [7] 胡映东,康杰,张开宇,等. VR在建筑设计思维训练中的效用再研究[C]//全国高等学校建筑学专业教育指导分委员会建筑数字技术教学工作委员会. 共享·协同——2019全国建筑院系建筑数字技术教学与研究学术研讨会论文集. 北京:中国建筑工业出版社,2019:7.
- [8] 黄鑫. 基于VR技术的虚拟教学应用研究[D]. 武汉:华中师范大学,2005.
- [9] 孙澄宇,黄一如. 同济大学虚拟仿真实验教学2.0建设[J]. 城市建筑,2015(28):43–46.
- [10] 赵铭超,孙澄宇. 虚拟仿真实验教学的探索与实践[J]. 实验室研究与探索,2017,36(4):90–93.

The application of immersive virtual reality technology in architecture courses in colleges and universities

CUI Jiayu, CHENG Xiaoxi, LI Xinran

(School of Architecture, Tsinghua University, Beijing 100084, P. R. China)

Abstract: Immersive virtual reality (IVR) technology offers new possibilities for architecture teaching scenarios as well as empirical research in emerging design science. In the context of disciplinary transformation and technological development, this study analyzes the IVR-related courses offered by architecture schools at home and abroad, and concludes that the complete course system utilizing VR is divided into four categories presenting a pyramidal structure of technical difficulty from low to high, with higher-order results being applied in lower-order courses. Its application in architectural teaching can be divided into two categories: design teaching and non-design teaching. For design teaching, VR can make students check spatial relationships and experience from the first perspective and understand spatial design problems. In non-design teaching, shifting to interactive teaching through IVR technology can help students to establish intuitive cognition with lower acquisition cost and clearer learning process, and enable learners to practice in a safe and accessible environment. However, IVR technology has not yet enabled students to achieve better performance in assessment tests. This study finally takes the design and realization of the panoramic simulation laboratory of Tsinghua University's Urban Human Factors Laboratory as an example, applies the research results and combines them with the needs to put forward the problems facing the current laboratory development, i.e., for the dual change of the teaching methods and content of architecture education triggered by IVR, the change of the teaching content is the most important issue to be explored by domestic colleges and universities at present.

Key words: virtual reality; architecture education; design teaching

(责任编辑 代小进)