

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2024.04.012

欢迎按以下格式引用:杨黎黎,黄海静,刘蕴仪,等.基于数字技术创建交互式实验教学资源的实践与探索[J].高等建筑教育,2024,33(4):92-99.

# 基于数字技术创建交互式实验 教学资源的实践与探索

杨黎黎,黄海静,刘蕴仪,刘昱彤,张淑宁,吴瑶

(重庆大学山地城镇建设与新技术教育部重点实验室,重庆 400045)

**摘要:**在“互联网+”的时代背景下,数字化展览馆正成为一种文化趋势。作为建筑大类教学的重点实践环节,建筑模型的制作、展示和存储具备艺术价值和学习交流的双重意义。为了打破时空界限,整合教学资源,基于三维扫描、网络交互等数字技术,领先于国内建筑类高校,创建了学生数字化虚拟建筑模型展览馆,探讨并实践了实体建筑模型数据采集、数字化建模数据匹配、全数据处理流程、虚拟平台全息展示、在线网络交互等一系列现实资料虚拟化应用的技术,提出了一套系统完整的数字化建筑模型在线展示的流程。

**关键词:**数字技术;实验教学;三维可视化;数字交互

**中图分类号:**G642

**文献标志码:**A

**文章编号:**1005-2909(2024)04-0092-08

近年来,人们获得资讯的途径愈加丰富,除了传统报刊、广播和电视,互联网成为最便捷易得的资讯来源。中共二十大报告中再次强调创新是科技发展的第一动力,应该深入实施科教兴国战略和创新驱动发展战略,开辟新领域新赛道。创新教育形态、重塑教学流程、重视实践培养等内涵式发展要求凸显了实验教学改革的迫切性和激发学生创新活力的重要性。有研究指出,以新工科人才培养目标为导向,以工艺实践类实验特征为依据,建立“以学生为主体,数字化为手段”的建筑学大类人才培养体系,能更好地激发学生的兴趣、促进学生感知和应用实践<sup>[1-3]</sup>。

教育部2020年曾公布一批“基于教学改革、融合信息技术的新型教与学模式”实验区<sup>[4]</sup>,提出认真落实党的十九届四中全会关于“发挥网络教育和人工智能优势,创新教育和学习方式”的要求。用于三维展示建筑模型的“数字化虚拟建筑模型展览馆”是一项基于数字技术创建实验教学资源交互的有益探索,利用三维激光扫描(TLS)、VR全景等构建“虚实交互”的实验教学资源平台,促进“线上线下”教学深度融合。

**修回日期:**2023-07-05

**基金项目:**重庆市教改项目重点项目(212007);教育部产学合作协同育人项目(202101126066);重庆大学本科实验教学改革项目(2019S34);重庆大学教改项目(2019Y41);大学生科研训练项目(202210611063;S202110611360)

**作者简介:**杨黎黎(1983—),女,重庆大学山地城镇建设与新技术教育部重点实验室秘书,硕士,主要从事建筑模型与数字化技术研究,(E-mail)154791173@qq.com。

## 一、实验教学资源交互的背景思考

### (一) 传统建筑大类学科实验基本情况

建筑模型制作实验课,作为建筑专业基础认知性课程之一,对创新型人才培养具有十分重要的引导、支撑作用<sup>[5]</sup>。针对“具备创新意识和实践能力的复合型建筑大类人才培养”需求,梳理国内高校建筑模型实验实践教学现状,发现主要存在以下问题:一是建筑模型实验教学与数字技术应用分治,实践课程采用传统现场教学方式,教学手段单一,教学资源、实验内容与学科前沿及行业发展的相关性较弱;二是部分学生个性较强、缺乏团队协作意识。虽然思维活跃,但是实操能力较弱,其专业知识与社会需求不相匹配,设计实践缺乏新技术支撑等;三是实验空间环境条件有限,学生制作的优秀建筑模型作品和一些较大型的空间装置,无法长久储存和便捷展示,教学成果效用较低<sup>[1,5]</sup>。

建筑大类的学生在本科阶段需完成一系列与专业设计内容相关的建筑模型,包含三大构成、建筑单体、建筑群落、场地环境、高层建筑、大跨建筑等实体模型,以及利用3DMax、Rhino、Sketchup等建模软件创作的信息化模型。但是,目前国内仍缺少专门供建筑学习者和爱好者们观赏的数字在线学习平台,未建成存储、展示模型作品的“异站空间”。

### (二) 新旧教学资源模式比较

传统的教学模式以教师为主体,交互式实验资源模式以学生为中心,以产出为导向,鼓励学生参与内容创建,扩大受众群体,具有很好的科普性和开放性(表1)。运用先进的3D扫描技术和“互联网+”业态将难以储存、运输和交流展示的实体建筑模型进行“云展览”,是顺应时代潮流的措施。调研发现,虽然学生作业中的信息化模型和实体模型均具有巨大的展示价值,但是面临存储不当、交流不畅等问题。只要科学利用技术手段保护其知识产权,创作者也愿意展示和共享自己的作品。数字展览馆是采用计算机网络技术、数据库技术、多媒体技术、虚拟现实技术、人工智能技术、人机交互技术,构造出分布式的数字信息资源系统,该系统可超越时空限制,实现展品永久的数字化保存、管理和展示<sup>[6]</sup>。数字化虚拟建筑模型展览馆的创建是教育信息化新形势下的一次创新性实践,也为实验中心未来发展积累了能产生正面效益的教学资源。

表1 新旧教学资源模式对比

	传统实验教学模式	交互式实验资源模式
主体	教师	学生创建、学生互动更新
形式	课堂	借助信息化媒体手段,虚拟模型展馆提供存储及沉浸式浏览体验,网页实现展示与交互
对象	学生	受众面较广,具备科普性
内容	受课时限制,项目单一	信息量扩大,实时更新
成效	模型作品,实验报告	开放性模型资源共享,组织学生开展大学生创新实践

## 二、平台整体方案设计

### (一) 设计目标

(1)整合建筑模型实验教学与数字技术实践应用两方面资源,建立基于数字技术的建筑模型共享型资料。开发一系列模型制作实验及数字建模研究项目,积累一大批“实体模型+信息模型”教学案例,建立建筑模型实验教学资源数据库。(2)通过数字技术实现建筑模型在线浏览,动态三维展示。利用网络数据库实现在线三维模型存储及展示;利用三维仿真技术构建场馆环境、模型等,并

可配合手柄、头盔、VR眼镜等人机交互设备实现情景式、沉浸式体验。(3)平台可持续运作。强调未来上传的新模型的可操作性与便捷性,激发学生主动共享模型的意愿。强调低成本和经济性,尽量降低平台数据处理及运营所需的人力资源。同时,预留其他子场馆的扩展空间。

### (二) 技术路线

整体设计的技术路线如图1所示。通过前期调研分析,确定了3个核心步骤:(1)模型采集。通过三维扫描仪获取实体模型的点云文件,利用含BIM数字技术的计算机建模软件获取信息化模型;(2)数据处理。利用与前序选用的设备或软件相对应的数据处理器,对不完整的数据加工处理,从而得到适用的模型数据;(3)数据呈现。利用网络数据库和虚拟现实技术,搭建展览馆平台,达到三维浏览数字模型的效果。由于技术限制,选择二维网站辅助在线交互。

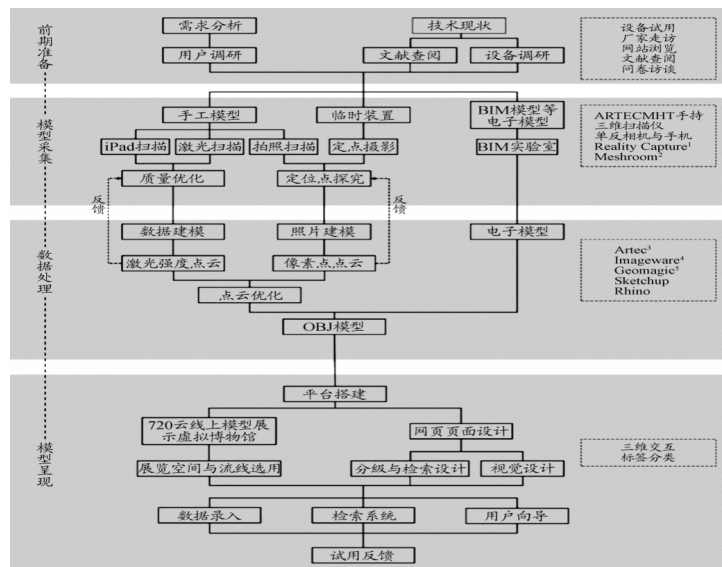


图1 展览馆搭建技术路线

### (三) 系统方案

作为探索性实践,为降低成本,所有步骤均尽量采用实验中心已经购置的设备和软件,以及网络免费提供的数据和代码。(1)三维立体展示如图2所示。数字三维展览馆的运作逻辑包含数据录入、数据呈现、数据更新扩容三个方面。在国产渲染软件“光辉城市”中建立模型库实现快速导入、更换新模型,通过调整模型摆放位置、布局等操作,避免反复更改展示模型带来的数据重叠积累和时间成本消耗。结合“720云平台”VR漫游功能,搭建虚拟现实的全息影像场馆,利用“动动三维”平台实现在线三维动态浏览,让参观者可多方位拖拽和旋转模型、多视角观看模型。依托“720云平台”和“动动三维”网络数据库,随时加载新的展示模型,满足不同分类模型或不同主题展览建立不同博物馆分展厅的需求。(2)用户交互设计。为实现三维立体展示、自由参观和用户交互相统一,利用“动动三维”平台实现在线实时动态访问的效果。同时,辅以网页交互的形式,设置虚拟建筑模型展览馆项目门户与平台的分类与收藏机制,打造拥有搜索引擎及收藏功能的线上展示交互平台。

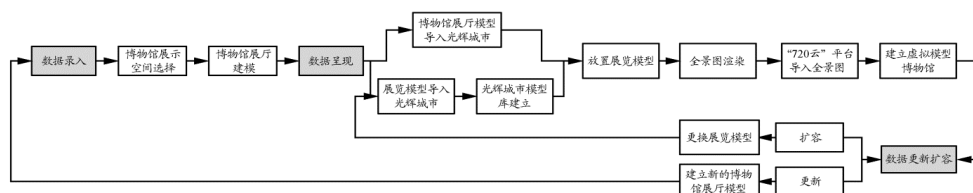


图2 展览馆可持续运作流程



### 三、基于数字技术创建虚拟建筑模型展览馆

#### (一) 数据录入

(1)实体模型三维扫描。经过 Reality Capture、3Dscanner 结构光扫描仪等不同设备的多次反复实验,对比效果后,最终选用 CREAFORM 手持三维扫描仪进行数据采集,导出多组扫描数据,并利用自带的软件识别模型重叠的部分,自动对齐拼合,形成初步模型,过程及效果如图3—图4所示。采用均匀网格化方法,从每个网格中提取样本点,去掉其余点,消除测量噪声,以得到精确的模型。该设备在扫描过程中可以自动将材质信息贴图至数据模型,所得模型具有更真实的成像效果,能较好地反映模型的材质肌理,从而为后期展示三维的虚拟模型提供参考<sup>[7]</sup>。(2)场馆环境模拟。以某著名美术馆作为展览空间母本,设计布置展台与展览流线,利用 CAD、Sketchup 等软件制作场馆的三维模型。使用“光辉城市”的全景图生成功能,渲染出场馆环境虚拟现实的模拟效果。分图渲染固定场景,根据展览流线设计游览点位。同时,将预备展览的数字建筑模型以可识别的3D文件格式导入软件,组建模型库。将展览的建筑模型调整到合适比例放置于展台,并把模型对应的方案图纸放置于展位旁边的展板,从而还原虚拟展览馆的设计场景。



图3 多台设备反复多次实验尝试

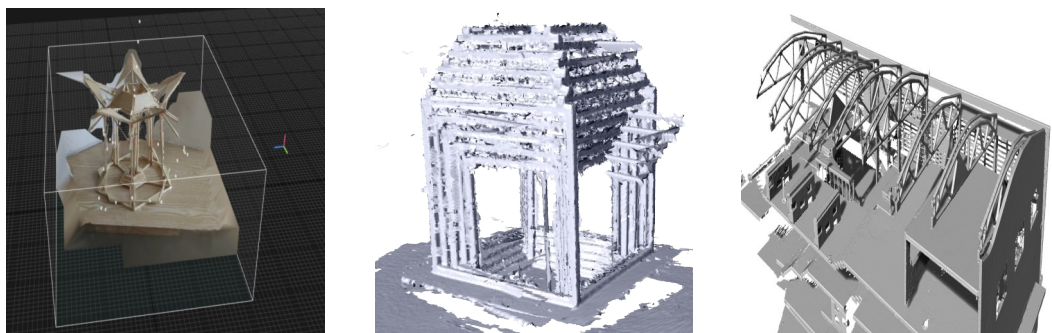


图4 使用 Reality Capture、Artec、CREAFORM 扫描仪原始扫描效果对比

#### (二) 数据呈现

VR全景程序制作。打开“720云”网页,登录后进入管理后台,发布全景漫游作品、上传全景图片、生成VR漫游立体效果,通过不同点位串联展览流线。发布后充分使用该平台的“热点”与“沙盘”功能进行作品编辑:将虚拟博物馆平面图导入“沙盘”功能,可设置电子沙盘、标记展览节点,以获得更流畅的观览体验;在不同场景节点增加“热点”,链接其他场景,可达成流畅的观览路径;针对观览过程中展板图纸的查看需求,通过“热点”功能将内容链接设置为后台的高清图纸文件,即可点

击展板观看<sup>[8]</sup>,视觉效果如图5所示。

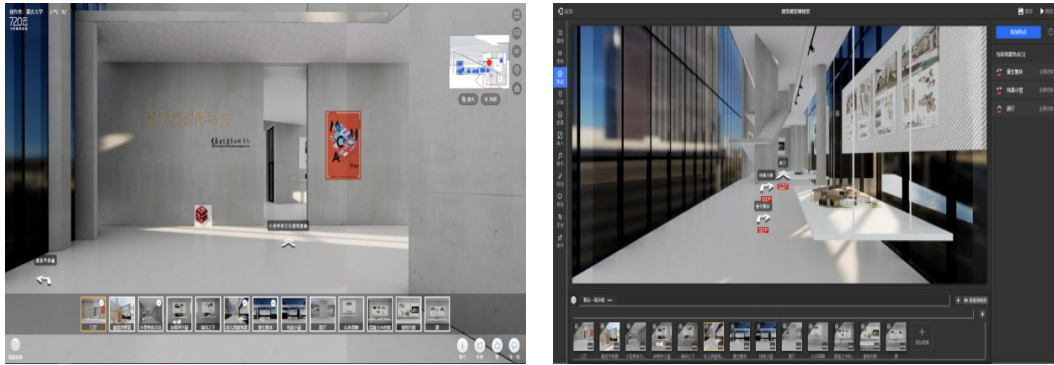


图5 展览馆场景建模及渲染

### (三) 数据更新

虚拟展览馆无限加建扩展的特性,使之可以根据展示模型类型和大小选择契合的展览空间和流线。例如,木质风格建筑模型的主题展览,采用“极简主义”的场馆室内设计,可以较好地衬托展品。整体方案已按照不同建筑风格,预设了各展览馆子展厅类别,包括小型商旅建筑、文化博览建筑、居住建筑、教科建筑、高层综合体建筑、体育建筑、城市设计、传统建筑、装置艺术,以及BIM模型。未来可持续创建不同风格的新场馆,执行和优化已有的系统方案,满足不同主题展示的要求。



图6 “动动三维”平台模型材质调整界面

## 四、通过网站设计辅助在线交互

项目选择数字敦煌等六家具有代表性的线上博物馆进行对比分析。分析发现,平面网页形式最直观简便地实现了资源展示和用户交互。一个好的网页界面交互设计需要具备以下特性:一是界面清晰且简单明了;二是操作方式流畅统一且易响应;三是页面具有吸引力;四是使用过程轻松愉快<sup>[9-11]</sup>。

### (一) 网页内容设计

梳理平台交互的核心内容,制定网页展示内容和浏览框架,如图7所示。(1)首页界面的首要功能为放置“虚拟建筑模型展览馆”的入口;“近期展览”栏目简要陈设和宣传当前推荐的展示内容;“关于我们”栏目介绍展览馆概况、依托单位简介、技术团队联系方式等信息。(2)分类界面展示了十个不同类别<sup>[12]</sup>建筑模型子场馆的入口。通过点击入口,进入某个建筑模型展览场馆的项目陈列界

面。“单个模型介绍”用短视频的形式对模型的外观进行了动态展示,多角度二维效果图作为辅助示意。设计说明、模型材料、工艺简介等内容对设计方案等信息进行补充,便于用户更好地理解模型的创作背景,进行学习参考。增设评论、收藏、打分、转发等功能实现多方位的用户交互体验需求。同时,该界面可以直接链接至作者的个人主页。个人主页界面用于展示用户的基本资料、个人收藏夹和个人作品集等。(3)收藏夹界面展示用户愿意公开的收藏项目内容,方便用户在使用过程中进行细致地分类浏览。(4)教学界面包含了“模型制作”“三维扫描”“网站使用”“作品投稿”四个栏目,主要用于展示相应内容的教学视频,是较好的课外实验教学资源。用户可以随时通过教程观看“典型模型制作”“制作模型资料”“上传到展览馆网络数据库”的具体操作示范。

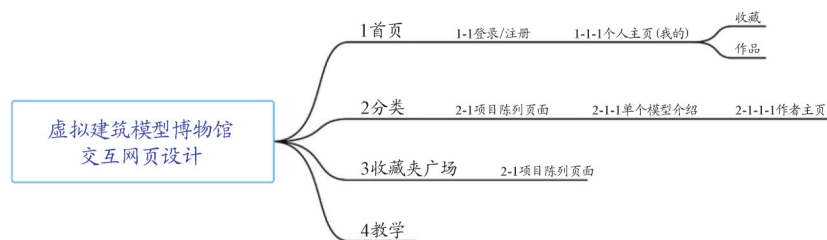


图7 交互网页浏览框架

## (二) 视觉系统美化

从色彩风格、文字设计、版式设计三个方面营造网站的视觉美感<sup>[13-14]</sup>,如图8所示。(1)色彩风格方面,以白色为背景,选定灰色作为网页整体的基调,局部使用木色这一亮色进行重点突出。(2)文字设计方面,使用黑体等建筑图纸中常见字体,区分标题和内容的字体大小,间距适中,避免凌乱,增强内容的可读性,符合受众的审美需求和浏览习惯。(3)版式设计方面,突出重点内容,用分栏和色块强化重要信息。用方形作为主要统一形态的基本元素,将相似内容整理为一个组块,各个组块分类对齐,间距适中。在单个模型展示界面中,文字与照片、视频相结合,丰富界面的视觉效果。



图8 网站界面设计

## (三) 在线UI设计与网页交互设计

传统的UI设计最初借助Photoshop等图形软件工具,而后发展为借助Sketch、XD等UI设计专用软件。随着4G、5G时代的到来,逐渐出现了在线UI设计平台,使得网页设计更加便捷,技术门槛逐渐降低<sup>[15-16]</sup>。本项目借助国产在线UI设计平台“即时设计”进行网站的交互开发和后续上线的推进,如图9所示。



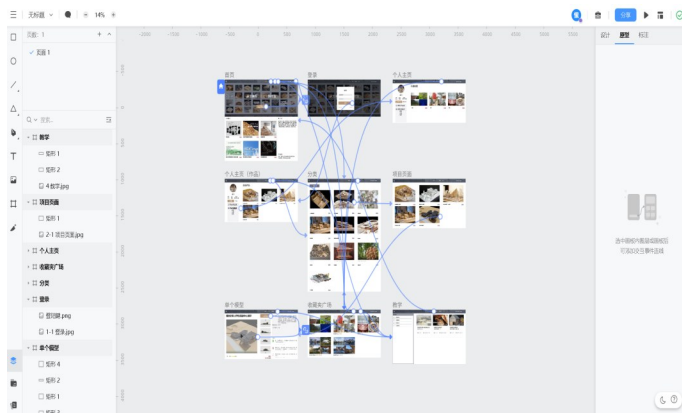


图9 “即时设计”操作界面

## 五、交互平台实践成效

虚拟模型建筑博物馆1.0版于2022年5月投入教学使用。该成果不仅帮助学生完成了重庆市大学生创新实践项目“创建建筑高校数字化模型博物馆”，而且指导学生立项了1个国家级大学生创新实践项目“基于Unity引擎的建筑数字智慧博物馆平台研发”和2个重庆大学大学生科研训练计划(SRTP)项目“建筑高校数字化模型博物馆资源扩容”“建筑模型数字博物馆小程序UI设计”。2022年下半年,依托新立项的项目,升级创建了交互式实验教学资源平台的2.0版本,获重庆大学第八届国际“互联网+”大学生创新创业大赛银奖。经过不断的内测升级和教学实践的经验反馈,技术路线逐步完善,建设方案趋于成熟。2023年7月,组织学生参与了2023凯德青少年创想家系列公益活动,与凯德集团合作开发“苗乡虚拟博物馆”,平台内容主要包括苗乡文化资源展示、个人用户上传苗乡民族物品照片、视频信息提取和三维重建等。“苗乡虚拟博物馆”具有广泛的潜在用户资源,较大程度上能够面向大众传播。

通过一系列创新实践项目,培养了学生的分析能力、归纳概括能力、写作能力等,让学生实现了团队的合作和自身的进步,增强其学业成就感,激发其学习动力。更重要的是,学生通过项目申请、立项、实施到结题,把新课题、新技术、新工艺等运用到实践中,变成一个产品,为传统模型创作出一种新的应用场景,整个过程是一次真正意义上的创新。

## 六、结语

本文通过创建虚拟建筑模型展览馆,探索并实践了一套实验教学资源交互的可持续运作系统。依托市场中已经成熟的数字技术和网络平台,实现了三维建筑模型的数据录入、数据呈现、数据更新扩容。流程可操作性强,对设备及人员的水平要求较低。不仅整合“实体模型+信息模型”资源,初步建成了以“实体模型形态数据采集”“信息数据处理”“虚拟呈现、浏览和交互”为架构的虚拟建筑模型展览馆,而且基于多元数字化技术,推进了信息技术与创新实践教学的深度融合。项目中涉及的技术手段由于发展的局限,仍需要项目团队不断学习交叉学科的相关理论知识,长期跟踪最新的数字技术动态,不断提升团队综合实力,改善并优化实验教学资源,争取让更多的学生从中受益。

### 参考文献:

- [1] 卢峰,黄海静,龙灏.以学生为中心的建筑学创新人才培养模式探索[J].当代建筑,2020(4):114-117.

- [2] 高波,霍凯,陈羽,等. 新工科背景下提升学生创新实践能力的探究[J]. 实验室研究与探索,2022,41(6):178-181.
- [3] 方遥,卜凡海,葛峰. 新工科背景下高校建筑设计课程实践教学改革与探索[J]. 现代城市研究,2023(9):120-125.
- [4] 中共中央 国务院印发《国家创新驱动发展战略纲要》[EB/OL]. (2016-05-19)[2023-05-11]. [https://www.gov.cn/gongbao/content/2016/content\\_5076961.htm](https://www.gov.cn/gongbao/content/2016/content_5076961.htm).
- [5] 卢峰. 当前我国建筑学专业教育的机遇与挑战[J]. 西部人居环境学刊,2015,30(6):28-31.
- [6] 杨珺然. 以沉浸式体验为导向的博物馆信息交互设计研究[D]. 武汉:湖北大学,2022.
- [7] 沈晓峰,汪清. 文物三维数字化建模方法探讨[J]. 电脑知识与技术,2013,9(23):5353-5356.
- [8] 王艺芳,陆嘉宜,王静,等. 基于VR全景的实验室安全教育的设计与实践[J]. 实验室研究与探索,2022,41(3):304-307,312.
- [9] 冯志兵. 基于用户体验的网页界面交互设计研究[D]. 株洲:湖南工业大学,2018.
- [10] 宋春晖. 网页设计中的美学应用分析[J]. 海南师范学院学报(自然科学版),2005,18(1):46-49.
- [11] 金冷冷. 数字技术与设计美学的博弈——论多媒体网页设计专业设计美学课的教学改革[D]. 杭州:中国美术学院,2008.
- [12] 建筑设计资料集编委会. 建筑设计资料集[M]. 3版. 北京:中国建筑工业出版社,1994.
- [13] 顾文佳. UI设计中用户交互体验的视觉思维[D]. 杭州:中国美术学院,2012.
- [14] 侯森. 色彩与布局在移动App界面设计中的应用[J]. 电脑知识与技术,2022,18(27):89-90,93.
- [15] 黄启骏. UI设计的交互性与界面视觉设计研究[J]. 数字通信世界,2022(9):56-58.
- [16] 戴琴雅,陈德木. 一种实现设计交互联动的传动产品即时设计展示系统及设计方法:CN114202620B[P]. 2022-05-27.

## Practice and exploration of creating interactive experimental teaching resources based on digital technology

YANG Lili, HUANG Haijing, LIU Yunyi, LIU Yutong, ZHANG Shuning, WU Yao

(Key Laboratory of New Technology for Construction of Cities in Mountain Area of Ministry of Education, Chongqing University, Chongqing 400045, P. R. China)

**Abstract:** In the era of internet plus, digital museum is becoming a cultural trend. As the basic branch of architectural education, the making, display and storage of architectural models have dual significance of artistic value and learning exchange. In order to break the boundaries of time and space, as well as integrate teaching resources, using 3D scanning, network interaction and other digital technologies, the project realizes the construction of digital virtual architectural model exhibition hall, which is ahead of domestic architectural universities. This paper discusses and practices a series of technical problems related to real data virtualization, such as data acquisition of physical building model, data matching of digital modeling, whole data processing process, holographic display of virtual platform, online network interaction. A systematic and complete digital architectural model online display process is proposed.

**Key words:** digital technology; experiment teaching; 3D visualization; digital interaction

(责任编辑 代小进)