

基于 BIM 的虚拟仿真技术在教学领域的应用与实践

付亚静 杨 华 李书阳

(北京构力科技有限公司, 北京 100013)

【摘要】本文基于 BIM 技术的特点,结合虚拟仿真技术及建筑工程教学实际,建立基于 BIM 的教学实训平台,实现实训教学综合管理及课程实践模拟,将 BIM5D 和虚拟仿真技术与建筑工程教学相融合,寓教于乐,提高建筑领域教学质量,促进建筑领域教学的发展。

【关键词】BIM; 建筑工程; VR; 5D - BIM

【中图分类号】TU17 **【文献标识码】**A

【版权声明】本文被《土木工程信息技术》、中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录上网,未经授权严禁登载。

1 引言

随着国民经济发展,各种设计新颖、外形独特的建筑不断涌现,建筑工程施工难度越来越大,同时相关的设计、施工等教学的任务也越来越重,不仅要保证学生对着枯燥的课本听得懂,还要耗费大量物料材质进行现场试验,教学效率低下、成本昂贵是一直以来的一个问题。基于 BIM 的虚拟仿真技术与传统教学模式的结合,直观地展示相关专业的知识点,高效地进行知识传递,同时有效提高学生的积极性,是未来建筑行业教学的重点发展方向。

已有学者对基于虚拟仿真技术和 BIM 技术的教学模式进行了研究和探讨。余宏亮等提出了工程管理专业 BIM 虚拟仿真实训平台的整体架构,并总结了实训平台的云架构原理,这为实训平台的应用建立底层平台设计基础^[1]。傅筱等分析了 BIM 教学中普遍存在的问题,提出了基于 BIM 进行虚拟建造设计教学的整体框架^[2]。李永奎等基于 4D - BIM 技术提出了工程进度管理教学的改革建议,并建议将 AR、VR 等新技术引入教学课堂,这一举措丰富了教学要素和手段,更好地启发学生思考和激

发学习兴趣^[3]。冀伟等将 BIM 技术应用于桥梁施工的教学,探索了理论知识与实践和创新能力相结合的教学新模式,增强了课堂教学的直观性和生动性,提高了学生的软件操作和分析能力^[4]。卫星等将 BIM 技术、VR 技术与钢结构桥梁教学相结合,为相关课程的教学实践改革探索提供参考和借鉴^[5]。王昭庆等将 BIM 技术应用于房屋建筑与装饰工程计量与计价课程,将真实复杂的建设项目作为情境引入课堂,极大地调动了学生的积极性^[6]。这些研究为基于 BIM 的教育开辟了新天地,本文通过分析建立了基于 BIM 的实训教学平台,该平台同时支持混凝土结构、钢结构、砌体结构和木结构等结构形式的施工教学,并与虚拟仿真技术相结合,带给学生们沉浸式地情景学习体验。

2 应用集成框架

基于实训教学平台系统的需求分析,实训平台需与实际工程进行对接和互联,根据教学实时提供工程建筑工程设计施工中的技术、管理、进程、成本等多种信息,开展建筑工程大类专业理实一体、虚实结合的实践实训教学,适应国家现代建筑信息化发展的需求。实训平台应可实现教学案例全过程

【基金项目】 中国建筑科学研究院青年课题“BIM 技术在线教学与交互实训平台研究与开发”

【作者简介】 付亚静(1990 -),女,硕士,主要研究方向:装配式软件研发。

训练以及职业基础课到职业技能课的有机组合,使从未接触工程项目的学生得到身临其境的训练。根据需求分析,实训教学平台的应用框架由三个子系统构成,分别是实训教学平台综合管理系统、基于 BIM 的教学实训模块、学生实训成果及考核成绩管理,如图 1 所示。

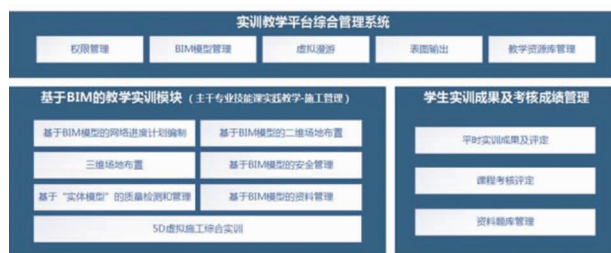


图1 实训教学平台应用框架

2.1 实训教学综合管理系统

实训教学综合管理系统用来整合各种 BIM 资源,同时借助平台内置的 BIM 教学管理系统将 BIM 软件、BIM 技术应用、BIM 课程和各种 BIM 案例资料整合到一起,学生可直接在线学习,并可以附件形式下载案例资料。

管理系统的组成主要包括教学统一管理平台,漫游客户端,5D 虚拟平台,移动端。教学统一管理平台有课程教学模块,考核成绩模块,模型管理模块等。其中教学管理平台,可在线组课、在线授课、在线管理教学资源,允许资源上传下载在线查看,模型管理模块,支持模型上传下载,提供漫游客户端,支持 FBX、DAE 模型的漫游;施工图等以文件形式上传下载;漫游客户端主要功能是对模型进行虚拟漫游;5D 虚拟平台的主要功能是查看 BIM 模型,以及质量安全信息等;移动端用于上传模型的质量安全信息,如图 2 所示。



图2 教学管理平台应用架构

2.2 基于 BIM 的教学实训模块

基于 BIM 的教学实训模块包括网络进度计划

的编制、二维三维场地布置、安全管理、质量管理、资料管理和 5D 虚拟施工综合实训等六个子模块。其中,网络进度计划的编制模块,可以实现模型与 Project 进度计划的关联,并提供按实际或计划进度时间动态展示模型的增长过程;场地布置模块主要包括三维施工平面图设计和主要施工过程三维动画仿真等功能,形象真实地反映建筑施工现场不同施工阶段的场景布置情况,可实现建筑施工过程从静态场景到动态仿真模拟、从工地材料进场到工程完工效果展示;基于安全管理模块可以进行现场安全检查,发现危险源,通过移动端拍照、填写位置、信息上传至虚拟施工客户端,施工客户端可根据 BIM 模型位置查看安全检查信息。现场模型质量检查后,将检测结果,通过移动端拍照、填写位置、信息等上传至虚拟施工客户端,施工客户端可根据 BIM 模型位置查看质量检查信息;5D 虚拟施工综合实训模块通过虚拟施工客户端 BIM 模型检索查看包含 BIM 模型、进度、安全、质量、资料等相关资料,可与施工进度相结合,通过模型动态展示建筑从无到有的施工过程,并提供计划进度与实际进度的对比,也可根据进度工序,输入成本数据,通过成本曲线进行成本分析。

2.3 学生实训成果及考核成绩管理模块

学生实训成果及考核成绩管理模块用以实现在线布置作业、提交作业,提供考试题库,可在线组卷、在线考试、客观选择题可根据题库答案自动判卷,同时提供课件管理接口,供上传、下载、查看实训课件用。学生实训成果及考核成绩管理模块功能的功能设计以管理员、教师、学生三个角色进行分类,管理员通过管理后台实现用户、数据和权限管理等,教师和学生通过教学平台实现作业布置、学生管理、考试管理等,如图 3 所示。

3 BIM 与虚拟仿真技术应用

在当下科学技术快速发展的新形势下,虚拟仿真技术在建筑工程的施工过程中的使用越来越普遍,而且还取得了一定的成就^[7-8]。将虚拟仿真技术应用于建筑工程的施工过程中,能够有利于施工人员发现存在于施工过程中的问题,同时使用模拟测试的方式不仅可以使工程的施工成本得以有效地降低^[9],而且还可以确保施工的安全性及工程质量^[10]。

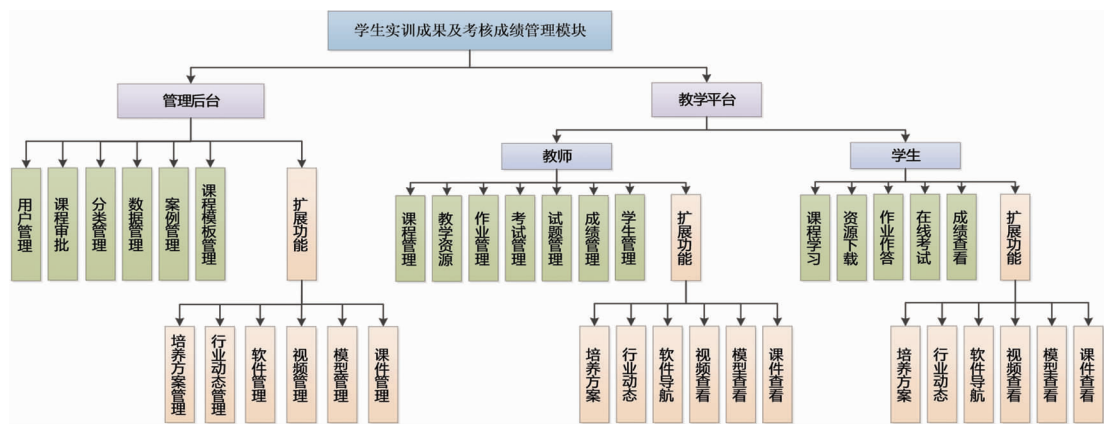


图 3 功能框架图

3.1 虚拟仿真技术教学应用

虚拟仿真技术应用于教学领域,即在虚拟的系统环境中对真实的环境进行模拟。利用计算机图形处理技术、人机交互技术、智能技术和传感技术等。将虚拟仿真技术应用于建筑施工中,计算机生成的环境是虚幻的,人类对建筑环境、施工过程等的感觉是真实的,施工人员可以通过多种方法实现与虚拟环境的交互,虚拟环境及时做出应答。虚拟仿真技术构建建筑系统的完整虚拟环境,通过虚拟环境实现对建筑实体的分析和控制,培养学生三维到二维的空间认知能力,如图 4,图 5。

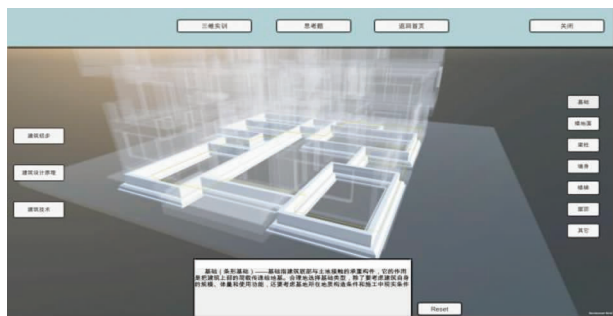


图 4 土木工程课程模拟

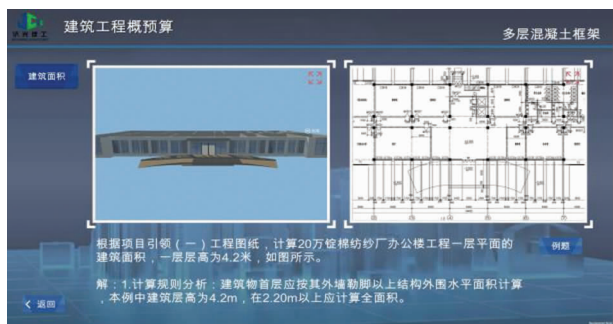


图 5 建筑工程概预算课程实例教学

3.2 5D - BIM 技术教学应用

用户上传模型后,可在模型管理中下载或直接启动本地 PBIMViewer,进行该模型的三维视图浏览,如图 6,图 7。

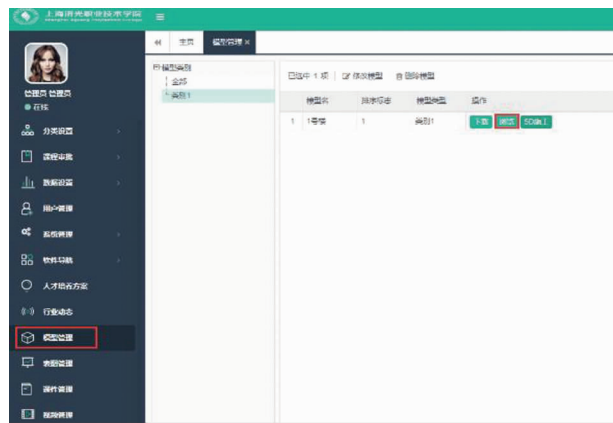


图 6 选择三维浏览模型

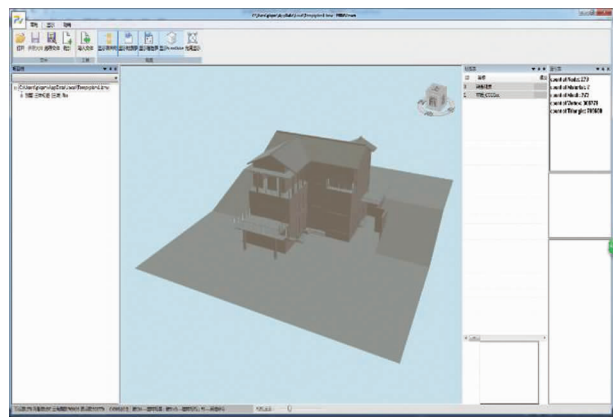


图 7 PBIMViewer 模型浏览

5D 施工,可启用本地 PBBim 查看该模型的模型和进度成本,以及质量安全信息,如图 8 - 10。

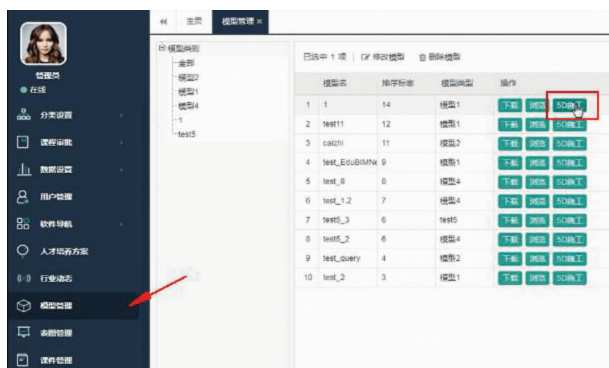


图 8 选择 5D 施工模型

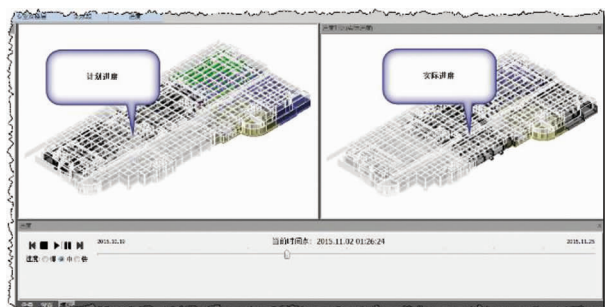


图 9 施工模型进度对比查看

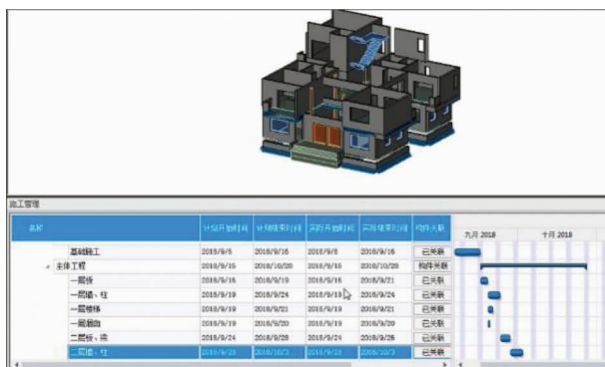


图 10 网络进度计划

移动端 App E 筑—校园版,用于上传质量,安全检查信息,对应于模型管理各模型 5D 查看里质量安全信息,如图 11。

3.3 课程管理应用

课程设置的总体目标为完成项目引领混凝土结构、钢结构、砌体结构和木结构等案例实践教学,体现 BIM 的可视化、模拟性和实操性^[11]。课程设置的内涵建设为完成相关专业课程教学知识点、实训项目与 BIM 的对接。在课程管理和课程学习中,以专业课程为中心,将课件、案例和软件与课程关联,实现全方位教学,如图 12 所示。

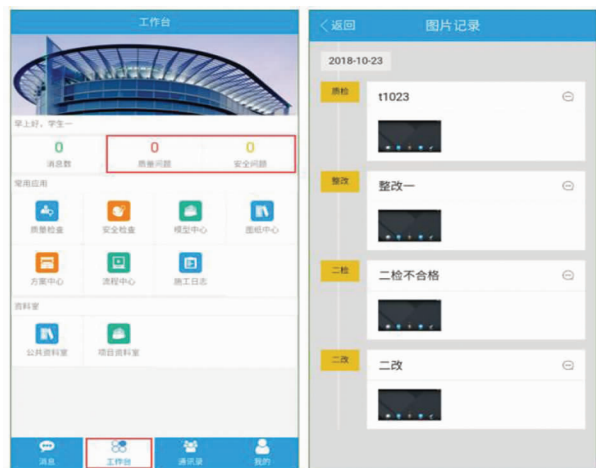


图 11 移动端 App E 筑—校园版

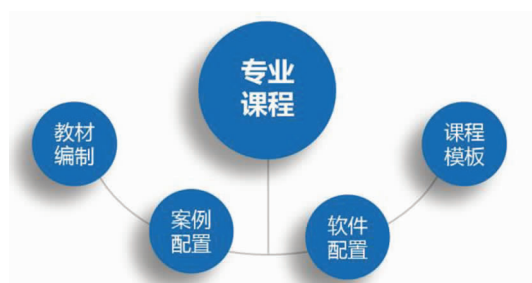


图 12 课程管理方式

课件管理支持文字、图片、视频等多媒体课件在线学习,也可将课件直接下载到本地,在本地进行仿真模拟,查看详细课程信息。并提供规范化的课程模板功能,建立好的课程格式可提交至模板库,方便再次使用。与章节相关的案例数据、资料文件等结合理论知识在线学习案例工程可直接使用软件打开练习,验证所学理论知识,如图 13。作业管理融合在各门课程中,教师可以在课程对应的章节中建立作业,学生作答后,对应章节进行作业批改。考试管理中教师可以设置试卷试题、时间、分数、分配学生等进行组卷,由教师控制考试是否生效,生效后考试会在设定时间自动开始考试,学生需在考试时间内完成答题,时间到自动交卷,教师可进行阅卷、批卷、评分等操作,如图 14,图 15。

资源管理含有平台所有的配套工程案例、多媒体资源等,可由平台内置,也可由管理员随时上传,可供教师组课时直接引用。学生可在课程学习时浏览随课资源,进行学习,也可以将案例工程等下载,在软件上进行实训练习,如图 16。

软件管理:管理所有软件信息,可用于添加软

件和绑定软件,设置信息等。软件导航:通过 Web 端或客户端单个软件页面,即可下载软件、打开软件等,如图 17。



图 13 课程讲义



图 14 线上答题



图 15 线上阅卷



图 16 课程资源



图 17 软件资源

3.4 权限管理应用

系统内置三种角色:管理员、教师、学生,根据角色设置权限,新用户可单独建立或批量导入。其中,教师创建课程,通过添加与课程相配套的讲义、资料、选择合适案例资源、分配学生等进行组课。组建好的课程可保存为模板,设置课程后提交课程申请,通过管理员批准后才能正式开课。学生用户可以在线学习课程,下载资料、案例等资源辅助学习。图 18 展示了管理员对用户权限管理的应用。



图 18 用户权限管理

3.5 教学桌面客户端应用

教学平台系统配备教学桌面端应用,满足线上线下教学需求。

教学客户端单独安装在学生电脑上,满足学生课上学习,课下巩固需求。课上联网状态下可与教学管理平台相连,不需要登录网络系统界面,直接在客户端登录查看课程讲义、虚拟课程浏览,完成相关作业以及设置个人信息等,还可直接通过客户端启动资料管理等软件进行软件操作。脱机状态下可允许用户进行软件的导航和使用。如图 19。



图 19 客户端

5 结语

综上所述,虚拟仿真技术的合理应用,不仅能提升建筑施工水平,进一步推动仿真技术的后续发展^[12-13]。还能通过虚实结合、真实案例、BIM 信息

与专业教学融合,培养学生的职业技能和信息建造素。实践表明,通过对虚拟仿真技术的使用,可大幅减少工程中的质量问题,降低施工成本^[14-15],降低教学生本、提高教学质量。实现了教学全施工过程的动态控制。将 BIM 引入教学实践中,让学生能够从原始的说教模式转移到自主动手学习、亲身参与,通过真实模拟的场景,更加贴近于实际,提高学生的直接素质。

参考文献

- [1] 余宏亮,刘玲,许媛媛.工程管理专业 BIM 虚拟仿真实训平台构建研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2018, 10(3): 51-56.
- [2] 傅筱,万军杰.面向职业化的整合——BIM 虚拟建造设计教学框架探析[J]. 建筑学报, 2019 (05): 105-110.
- [3] 李永奎,刘静华,彭宗政.4D-BIM 工程进度管理教学改革探索[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37 (12): 213-216.
- [4] 冀伟,蔺鹏臻,刘世忠.基于 BIM 技术的“情景教学—仿真模拟—工程应用”的桥梁施工课程教学改革与实践[J]. 高等建筑教育, 2019, 28(02): 124-130.
- [5] 卫星,巨云华.基于 BIM + VR 技术的钢结构桥梁教学实践改革研究[J]. 图学学报, 2018, 39 (06): 1231-1238.
- [6] 王昭庆,张燕斌.BIM 技术在房屋建筑与装饰工程计量与计价课程的混合式教学应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2019, 11(02): 91-94.
- [7] 张建平,余芳强,吴大鹏.基于 OpenGL 的建筑施工虚拟仿真平台的研究与开发[J]. 土木建筑工程信息技术, 2009, 1(2): 55-62.
- [8] 赵志平,贾俊礼,张现林.基于 BIM 的钢筋混凝土框架结构的虚拟现实表现[J]. 土木建筑工程信息技术, 2011, 3(4): 72-75.
- [9] 许杰峰,鲍玲玲,马恩成,等.基于 BIM 的预制装配建筑体系应用技术[J]. 土木建筑工程信息技术, 2016, 8(4): 17-16.
- [10] 夏绪勇,张晓龙,鲍玲玲,等.基于 BIM 的装配式建筑设计软件的研发[J]. 土木建筑工程信息技术, 2018, 10(2): 40-45.
- [11] 钟伟,张馨文,姜腾腾.BIM 仿真在工程项目管理课程教学改革中的应用研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2013, 5(6): 7-11, 34.
- [12] 刘强,刘燕,樊齐琦.虚拟施工在设计院的应用浅谈[J]. 土木建筑工程信息技术, 2013, 5(6): 115-118.
- [13] 刘昭,曲径.PKPM 施工管理平台 4D 虚拟建造应用浅析[J]. 土木建筑工程信息技术, 2015, 7(6): 37-42.
- [14] 胡德军,张柏岩,王帅,等.基于 BIM 的大型钢结构虚拟施工仿真系统研究及应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2018, 10(4): 64-70.
- [15] 陆扬,叶红华.插上虚拟化技术的翅膀,让 BIM 飞[J]. 土木建筑工程信息技术, 2015, 7(2): 65-66, 88.

Application and Practice of BIM-Based Virtual Simulation Technology in Teaching Field

Fu Yajing, Yang Hua, Li Shuyang

(Beijing Glory PKPM Technology Co., Ltd., Beijing 100013, China)

Abstract: Based on the characteristics of BIM technology, combined with virtual simulation technology and construction engineering teaching practice, this paper establishes a BIM-based teaching and training platform to realize integrated training and curriculum practice simulation, and compare BIM5d and virtual simulation technology with architectural engineering teaching. Integration, fun and education, improve the quality of teaching in the field of architecture, and promote the development of teaching in the field of architecture.

Key Words: BIM; Construction Engineering; VR; 5D-BIM