

BIM+VR 技术在施工质量教育系统中的应用研究

李 磊, 李 鑫, 王时彦*

(江西应用科技学院, 江西 南昌 330100)

摘 要 在信息技术飞速发展的背景下, 建筑信息模型 (BIM) 与虚拟现实 (VR) 技术在建筑施工领域的应用日益广泛, 其对于施工质量的提升以及施工教育资源的优化起到积极作用。本文对 BIM+VR 技术进行简要概述, 并分析该技术在施工质量教育系统中的应用现状, 探讨 BIM+VR 技术在系统架构、功能模块、数据采集与处理等方面的应用设计, 进而选取具体案例进行分析, 以实证方式展示了 BIM+VR 技术如何有效提升教学质量与效率, 增强学员的实践经验与技能掌握, 以期为推动高等院校实践教学的改革和发展提供参考。

关键词 BIM 技术; VR 技术; 施工质量教育系统

中图分类号: TP3; G642

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.01.041

0 引言

在当前建筑行业数字化转型的背景下, 施工质量教育与培训迎来了新的发展机遇和挑战。传统的教学模式往往难以直观、全面地展现施工过程中的复杂细节和潜在问题, 而 BIM 技术与 VR 技术的融合为解决该难题提供了创新性的方案。BIM 技术利用三维建模和信息管理, 使得施工过程数字化和可视化成为可能; 而 VR 技术则运用提供沉浸式体验, 让学员能够在虚拟环境中进行实际操作和学习。尽管 BIM+VR 技术在施工质量教育系统中具有巨大的潜力, 但目前其应用仍面临诸多挑战, 如技术整合的难度、教育资源的匮乏等。因此, 有必要深入研究 BIM+VR 技术的应用设计与实践路径, 以充分发挥其在提高施工质量和教育培训效果方面的积极作用。

1 BIM+VR 技术概述

BIM+VR 技术是建筑信息模型与虚拟现实技术的融合应用。该技术组合代表了建筑行业数字化转型的重要方向, 为提高施工质量和教育培训创新提供了强大的技术支持。它是一种基于建筑工程项目各项相关信息数据建立的三维建筑模型, 运用数字信息仿真模拟建筑物所具有的真实信息。该模型不仅以三维立体形态展现, 更深层次地整合了建筑物的几何与非几何数据, 构建成一个全面的数据库。BIM 技术凭借其独特的可视化、协调性、模拟性、优化性和可出图性五大特点,

为建筑专业人士在项目全生命周期内提供了信息共享、管理与分析的平台, 涵盖了从初步设计到建设、运营及维护的全过程^[1]。而 VR 技术则是一种利用计算机技术生成三维环境, 让用户能够沉浸其中并与虚拟环境互动的技术。VR 技术以其沉浸式体验、交互性和构想性三大特性, 为用户提供了前所未有的真实感和参与感。当 BIM 技术与 VR 技术相融合, 一个创新的技术平台应运而生。该平台不仅以三维可视化方式呈现建筑模型, 而且借助 VR 技术, 使用户能够沉浸式体验虚拟环境, 实现互动操作。在施工质量教育培训系统中, BIM+VR 技术能够模拟出真实的施工场景, 使学员在虚拟环境中开展实践操作, 进而深化对施工流程、技术要领和质量标准的认识。同时, 借助 VR 技术的交互特性, 学员还可以与虚拟环境中的物体进行互动, 发现问题并学习解决策略, 从而显著提高教学品质和效益。

2 推动 BIM+VR 技术施工质量教育系统的意义

随着信息技术的日新月异, BIM 技术与 VR 技术的深度融合, 正在逐步重塑建筑施工质量教育的传统模式。该创新性结合不仅标志着教育技术的一次飞跃, 更深刻影响了建筑行业对于施工质量控制与人员培训的理念。具体而言, 推动 BIM+VR 施工质量教育系统的深度应用, 其意义体现在以下几个核心层面:

一是精准模拟, 提升教学深度与广度。BIM 技术以其强大的信息集成能力, 创建了一个涵盖建筑、结构、

*本文通讯作者, E-mail: 1292633049@qq.com。

设备等多个专业的三维数字化模型，而VR技术则进一步将该模型转化为可沉浸式交互环境。这种高精度的模拟能力，使得施工过程中的每一个细节，从材料选用、施工工艺到安全规范，都能被精确还原并直观展示。学生不仅能从宏观上理解整个项目的构造逻辑，还能深入微观层面，体验不同施工阶段的具体操作，极大地拓宽了教学的深度与广度，提升了学生对复杂施工问题的理解力和解决能力^[2]。

二是强化实践，促进知行合一。运用BIM+VR技术，学生能够在虚拟环境中进行模拟施工操作，这种“做中学”的方式极大地强化了实践教学环节。不同于传统教学中被动接受的知识传授，学生在虚拟施工中需主动决策、操作，面对各种突发状况进行即时反应，这不仅能够锻炼他们的实际操作技能，更重要的是培养了他们的应变能力和问题解决能力。同时，运用模拟错误操作及其后果，学生能在无风险的环境中深刻理解施工规范的重要性，实现理论与实践的深度融合。

三是成本节约与安全提升的双重效益。实地实训往往伴随着高昂的成本和潜在的安全风险，而BIM+VR技术提供了一个低成本、高安全性的替代方案。在虚拟环境中，学生可以进行无限次的模拟练习，无需消耗实体材料，也无需担心操作失误导致的安全事故。此外，对于复杂或危险的施工场景，如高空作业、深基坑开挖等，VR技术能够提供接近真实的体验，帮助学生熟悉操作流程，提高安全意识，进而在未来的实际工作中减少事故发生的可能性。

3 BIM+VR技术在施工质量教育系统中的应用现状

BIM+VR技术作为建筑施工领域教育培训的创新驱动力，正在逐步重塑施工质量教育系统的面貌。该技术融合不仅体现了建筑行业对高科技应用的前瞻探索，也反映了教育培训模式向更高效、更精准方向的深刻转变。当前，BIM+VR技术在施工质量教育系统中的应用现状，可从以下几个维度进行深入剖析：

在施工安全教育的革新方面，BIM+VR技术实现了从理论到实践的飞跃。运用BIM技术构建的高精度建筑模型，与VR技术提供的沉浸式体验相结合，为学员创造了一个逼近真实的施工环境。在这个虚拟空间中，学员可以直观感受施工过程中的潜在风险，如高空坠落、机械伤害等，并模拟演练掌握正确的应对措施，能够显著提升学员的安全意识，显著减少实际施工过程中的安全事故发生率，为施工现场的安全管理提供了强有力的支持。在施工技能培训的深化方面，BIM+VR技术展现了其独特的优势。传统的教学方式往

往难以全面覆盖施工过程中的各种细节和复杂情况，而BIM+VR技术则通过精确的模型构建和交互性操作，使学员能够在虚拟环境中进行各种施工操作的模拟练习。该练习方式不仅有助于学员掌握正确的操作技能，还能在不断的实践和反馈中，提升他们的熟练度和应对复杂施工情况的能力，为施工质量的提升奠定了坚实的基础。在施工质量的管理与把控环节，BIM技术所构建的建筑模型具备实时监控及深度分析施工进度中各项数据的能力，如施工进度、材料消耗、质量状况等。此类数据与VR技术的可视化展示相结合，为项目管理者创建一个直观且综合的施工监测平台，借助该平台，他们能即时识别并处理施工环节中出现的任何问题，从而确保施工质量与工程进度均得到严格把控，为项目的顺利推进筑起坚实的保障^[3]。

尽管BIM+VR技术在施工质量教育系统中的应用前景广阔，但目前仍面临一些挑战和限制。例如，技术整合的复杂性、教育资源的稀缺性、学员对新技术的适应性问题，都需要通过持续的技术研发、资源共享和教育培训来逐步解决。此外，如何更有效地将BIM+VR技术与实际施工需求相结合，如何评估和优化其在施工质量教育系统中的应用效果，也是当前和未来研究的重要方向。

4 BIM+VR技术在施工质量教育系统中的应用案例分析

某学校作为当地教育领域的新标杆，其地理位置优越，交通便利，四周环境宜人。学校布局科学合理，充分考虑了教学与生活功能的分区与融合。北面的经纬一路为校园提供了便捷的交通出入条件，而东侧的顺二北路则连接着城市的主要干道，使得学校与市区的联系紧密而又不失宁静。校园建筑设计上体现了现代教育的理念，不仅注重功能性，更在外观上追求与环境的和谐共生。小学部教学楼、体育馆、初中部教学楼等主体建筑均采用框架结构，该设计既保证了建筑的稳固性，又赋予了空间以灵活多变的可能性，满足了教育教学多样化的需求。综合楼、科技楼的设置，则彰显了学校对于综合素质教育和科技创新的高度重视。

4.1 施工质量样板策划

针对该学校项目的特点，精心选定了多个施工质量样板，以确保施工过程中的每一个环节都能达到高质量标准。在制定策划方案时，详细规划了施工流程工序，并明确了质量控制要点，旨在打造一流的校园建筑。在砌体样板方面，注重选择优质的砖块和砂浆，确保砌体的强度和稳定性。同时，严格按照砌体施工

规范进行操作,从墙体的放线、定位到砌筑、勾缝,每一步都精益求精,以保证墙体的平整度和垂直度。在抹灰样板方面,注重基层处理,确保墙面无油污、无杂物,为抹灰层提供良好的黏结条件。在抹灰过程中,严格控制抹灰层的厚度和平整度,采用专业的抹灰工具和技巧,使墙面达到光滑细腻的效果。钢筋支模架样板选用高强度、高质量的钢筋材料,并严格按照结构设计要求进行搭建。在支模架的搭设过程中,注重细节处理,确保每个连接点的牢固性和稳定性,为混凝土浇筑提供坚实的支撑。外架脚手架模型方面,注重选择优质的钢管和扣件,确保脚手架的承载能力和安全性^[4]。在搭设过程中,严格遵守脚手架搭设规范,确保每一层脚手架的平稳度和垂直度,为施工人员提供安全可靠的作业环境。公共卫生间精装样板方面,注重选择环保、耐用的装饰材料,并结合校园文化的特点进行设计。在施工过程中注重细节处理,从墙地瓷砖的铺贴到洁具的安装,每一步都力求完美,以打造舒适、整洁的卫生间环境。在屋面样板方面,选用了高性能的防水材料,并严格按照屋面防水施工规范进行操作。从基层处理到防水层的铺设,再到保护层的施工,每一步都严谨细致,以确保屋面的防水效果和使用寿命。

4.2 模块化 BIM 模型

该学校项目的详细模型参数涵盖了建筑的几何尺寸、材料属性、构件连接方式等关键信息,为后续建立精确的 BIM 模型提供了坚实的基础。在 BIM 建模过程中,充分利用实际参数,保证了模型的精确度和真实感。同时,使用专业的 BIM 软件,构建了项目的所有关键元素,如砌体结构、抹灰层、钢筋支模体系、外部脚手架、公共卫生间的精装修以及屋顶构造等。每一个模型细节都经过了精心打磨,以反映实际施工中的每一个细节和特征。

4.3 VR 功能的实现

将砌体样板 BIM 模型转换为 VR 可读格式,并进一步实现功能配置、施工步骤与数据信息的整合,是一个需要多专业技术深度交融的复杂任务。首要步骤是利用专业的 BIM 软件输出适合 VR 引擎解析的文件格式。该过程需要确保 BIM 模型中精细的建筑信息,如砌体的几何形状、材料属性以及与其他构件的空间关系等,都能准确无误地传递到 VR 环境中。随后,将转换后的 BIM 数据导入高性能的 VR 引擎中。VR 引擎能够处理大量的三维数据,并构建出一个高度逼真的虚拟施工场景。在这个虚拟场景中,砌体样板将以极高的视觉保真度呈现出来,为用户提供一种身临其境的体验。同时,

将实际的施工流程与 VR 模型进行绑定,利用时间线或事件触发器来模拟砌体的放线、定位、砌筑及勾缝等关键步骤,使用户可以清晰地观察到每一步施工操作的细节和要点,提高施工教育的效果。

4.4 样板展示

项目砌体样板的核心施工流程包括放线定位、墙浇筑、墙体植筋、构造柱钢筋绑扎、砌体砌筑、构造柱模板支设以及构造柱混凝土浇筑等多个关键步骤。在向客户演示时,我们着重强调各个步骤中的质量控制关键点^[5]。以墙体植筋环节为例,严格遵循每 50 cm 墙高设置 2 根直径 6 mm 的水平拉结筋的标准,且每侧深入墙体的长度至少为 1 m 或墙体长度的五分之一。此外,马牙槎的施工遵循从下至上的原则,采用先退再进的砌筑方式,并在每 500 mm 墙高处增设 2 根直径 6 mm 的拉结钢筋,这些钢筋每侧伸入墙体的长度也不得小于 1 m。

在构造柱模板支设环节,利用对拉螺杆来强化模板支撑系统,确保其稳固性。具体而言,螺杆的水平间隔被严格控制在 600 mm 以内,而竖向间隔则不超过 400 mm。为了优化混凝土的浇筑效果,保证其密实性,特别设计了一侧模板的顶部呈漏斗形状,以帮助混凝土更加顺畅、高效地注入,并减少可能出现的气泡或空隙,确保构造柱的强度和稳定性。

5 结束语

BIM+VR 技术在该学校施工质量教育系统中的成功应用,不仅展现了该技术在提升施工质量和教育培训效果方面的巨大潜力,更为建筑行业数字化转型提供了有力支撑。通过精准模拟施工场景,实现沉浸式交互体验,BIM+VR 技术有效提升了学员的实践操作能力与安全意识,为培养高素质建筑人才奠定了坚实的基础。

参考文献:

- [1] 张鹏,李家华,温文峰,等.基于 BIM+VR 技术的水利工程施工安全教育虚拟仿真系统开发[J].数字技术与应用,2024,42(01):199-201.
- [2] 王强.基于 BIM+VR 技术的施工质量教育系统应用[J].中国高新科技,2022(09):138-139.
- [3] 兰峰涛,张安山,李翰卿,等.基于 BIM 与 VR 技术的地铁施工安全教育和场布漫游服务系统设计[J].建筑技术,2021,52(06):702-705.
- [4] 彭玲茜,潘瑜,范自盛.基于 VR 技术的建筑施工安全教育系统构建及应用[J].福建建筑,2020(05):140-144.
- [5] 刘著群,曹峰,张珍.基于 BIM+VR 技术的施工质量教育系统应用[J].城市住宅,2019,26(05):195-196.