

# 虚拟仿真技术与 BIM 在水利水电工程教学中的融合实践

李贺, 张尧

蚌埠学院土木与水利工程学院, 安徽 蚌埠 233000

DOI:10.61369/ETI.2026010015

**摘 要 :** 以技术赋能教育创新为理论框架, 深入探讨虚拟仿真技术与建筑信息模型 (BIM) 在水利水电工程教学中的融合实践路径。通过分析三者内在关联, 明确融合对提升工程教育质量的核心价值, 审视当前技术应用不深入、课程衔接不畅等问题, 从教学目标、课程内容、教学方法、评价体系及师资建设方面提出系统性策略, 并以某水利水电职业技术学院实训教学为例开展实践探索, 为推动水利水电工程教学数字化转型、培养高素质工程技术人才提供理论与实践参考。

**关 键 词 :** 虚拟仿真技术; BIM; 水利水电工程教学; 融合实践; 数字化转型

## The Integration Practice of Virtual Simulation Technology and BIM in the Teaching of Water Conservancy and Hydropower Engineering

Li He, Zhang Yao

College of Civil and Hydraulic Engineering, Bengbu University, Bengbu, Anhui 233000

**Abstract :** Based on the theoretical framework of leveraging technology to innovate education, this paper deeply explores the integration practice path of virtual simulation technology and Building Information Modeling (BIM) in the teaching of water conservancy and hydropower projects. By analyzing the intrinsic connections among the three, it clarifies the core value of the integration in enhancing the quality of engineering education. It also examines the current issues such as insufficient application of technology and poor course coordination. From the aspects of teaching objectives, course content, teaching methods, evaluation system, and teacher training, systematic strategies are proposed. Taking the practical training teaching of a water conservancy and hydropower vocational college as an example, practical exploration is carried out to provide theoretical and practical references for promoting the digital transformation of water conservancy and hydropower engineering teaching and cultivating high-quality engineering and technical talents.

**Keywords :** virtual simulation technology; BIM; hydropower engineering teaching; integrated practice; digital transformation

## 引言

在新时代工程教育背景下, 水利水电工程教学面临实训条件有限、场景复杂等传统挑战。虚拟仿真技术能够创设沉浸式实践环境, 而 BIM 技术则提供全生命周期的数字化模型支撑。二者深度融合, 能够有效破解教学难题, 全方位提升学生工程素养。当前相关研究多侧重单一技术应用, 缺乏对深度融合路径的系统探讨。本文聚焦于此, 旨在探索二者融合的实践路径, 为工程教育改革提供参考。

## 一、虚拟仿真技术、BIM 与水利水电工程教学的内在关联

### (一) 水利水电工程教学的虚拟化实践载体

水利水电工程教学核心目标是培养实践与问题解决能力, 但传统教学受实训基地成本高、工程场景不可复制、施工不可逆等因素限制, 学生难以获得充分实践锻炼。虚拟仿真技术通过构建

高度还原的虚拟场景, 提供安全、可重复、低成本的实践平台。学生可模拟工程设计、施工操作、设备运维全流程, 规避安全风险, 反复演练关键步骤, 加深对工程原理和技术流程的理解, 契合工程教育实践育人目标<sup>[1]</sup>。

### (二) 水利水电工程教学的数据化整合工具

水利水电工程涉及多专业领域, 知识体系复杂且交叉性强, 传统教学中各学科知识分散传授, 学生难以形成系统工程思维。

项目名称: 《“双碳”背景下《工程项目管理》课程思政评价体系研究》, 编号 (2024jyxm18)。

作者简介: 李贺 (1993.03-), 男, 汉族, 山东单县人, 博士研究生, 讲师, 研究方向: 水文水资源及智慧水利。

BIM技术以三维数字模型为核心，整合工程全生命周期的几何、物理和管理信息，可直观呈现水利枢纽空间结构、构件关联、施工流程和设备参数，帮助学生建立多学科知识内在联系。借助其参数化设计、碰撞检测、工程量计算等功能，学生能深入理解工程设计原则、施工优化方法，提升系统思维和决策能力，符合工程教育知识整合与能力培养要求<sup>[2]</sup>。

**（三）构建数据、模型与场景三位一体教学体系**

虚拟仿真技术与BIM融合实现1+1>2的协同育人效果。BIM为虚拟场景提供精准工程数据支撑，确保虚拟场景兼具视觉真实性和工程逻辑准确性；虚拟仿真技术将BIM模型转化为可交互的沉浸式场景，让抽象数据和模型直观可操作。教学中，学生可基于BIM模型构建虚拟工程场景，沉浸式模拟大坝浇筑、机组调试等过程，掌握核心技能；解决虚拟场景中工程问题时，能综合运用多学科知识，提升实践能力和创新思维，打破传统教学时空限制和学科壁垒。

**二、虚拟仿真技术与BIM融合在水利水电工程教学中的价值分析**

**（一）提升实践教学的安全性及可操作性**

水利水电工程施工和运维场景存在高空、水下、重型设备操作等高危环节，真实实训安全风险高，极端工况难以模拟。虚拟仿真与BIM融合的实训平台可完全规避安全隐患，学生可放心进行高危操作演练和极端工况模拟。同时虚拟场景支持无限次重复操作，学生可根据学习进度反复练习关键技能，解决传统实训一次操作、难以复盘的问题，提升操作熟练度和流程把控能力。

**（二）强化多学科知识的整合与应用**

水利水电工程是多学科交叉领域，工程实践需综合运用水文水资源、水工结构、水利施工等多专业知识。二者融合为多学科知识整合应用提供有效载体，通过BIM模型整合各专业数据，构建完整虚拟系统，学生解决虚拟工程问题时需跨学科调用知识储备。如水利枢纽优化设计实训中，学生需结合水文数据确定库容、依据地质条件设计坝体、规划施工方案、配置发电机组，使各学科知识形成有机整体，培养系统工程思维。

**（三）培养数字化技术应用与创新能力**

数字化转型是水利水电行业发展必然趋势，行业对具备数字化技术应用能力的人才需求迫切。二者融合将数字化工具引入人才培养全过程，学生不仅能掌握专业知识，还能熟练运用BIM建模软件、虚拟仿真平台等数字化工具，提升技术应用能力。同时虚拟场景支持参数调整和方案优化，鼓励学生尝试不同设计思路 and 施工方案，如修改BIM模型参数模拟不同坝型、施工工艺对工程质量和成本的影响，培养创新思维。

**（四）降低教学成本与资源消耗**

传统实训基地建设需要大量资金投入，设备更新换代周期长，难以满足教学内容实时更新需求。二者融合的教学模式仅需一次性搭建虚拟教学平台，后续通过软件升级和模型更新丰富教学内容，大幅降低建设和维护成本。虚拟实训无需消耗建材、能源等实物资源，符合绿色教育理念，且支持多人同时在线学习，实现优质资源

共享，解决传统实训场地容量有限、资源分配不均的问题。

**三、虚拟仿真技术与BIM在水利水电工程教学中融合的现状审视**

**（一）技术融合深度不足，应用流于表面**

部分院校虽引入两种技术，但融合多停留在简单叠加层面。一方面，虚拟仿真场景与BIM模型对接不紧密，工程数据未能实时同步，导致虚拟场景真实性不足；另一方面，BIM应用局限于三维建模和简单碰撞检测，未结合虚拟仿真实现施工动态仿真、运维管理等深层次应用，未能充分发挥技术优势，教学效果大打折扣<sup>[3]</sup>。

**（二）课程体系衔接不畅，缺乏系统性设计**

现有课程中，虚拟仿真和BIM相关内容多以独立选修课或实训课形式存在，与专业核心课程衔接不紧密。核心课程仍以传统理论教学为主，未将数字化技术有机融入；虚拟仿真和BIM课程教学内容缺乏针对性，多为通用技术讲解，未结合水利水电工程专业特点和岗位需求设计，导致学生掌握的技术难以直接应用于专业实践。

**（三）教学方法单一固化，学生主体性不足**

融合教学多采用教师演示与学生模仿操作模式，缺乏互动性和探究性。教师演示操作流程和建模步骤后，学生机械模仿练习，限制自主思考和创新探索。教学过程中缺乏真实工程问题导向，学生操作多为机械练习，难以培养解决复杂工程问题的能力，且虚拟教学平台互动功能未充分发挥，师生、生生实时交流协作较少。

**（四）评价体系不完善，难以全面评估教学效果**

现有评价体系多沿用传统考核方式，评价内容侧重知识记忆和操作熟练度，对工程思维、创新能力、团队协作等综合素质评价不足；评价方式以终结性考核为主，缺乏对学习过程的动态跟踪，难以客观反映学生学习进度和能力提升；评价主体单一，以教师评价为主，缺乏学生自评、同伴互评和行业专家评价，结果客观性和全面性不足<sup>[4]</sup>。

**（五）师资队伍建设滞后，技术素养有待提升**

融合教学对教师专业素养和技术能力要求较高，教师需兼具扎实专业知识、数字化技术应用能力和教学设计能力。但当前部分院校师资中，具备相关技术能力的教师较少，多数通过短期培训仓促上岗，对两种技术理解不深入，难以设计高质量融合教学方案，也无法有效指导学生开展深层次工程模拟和创新实践，师资问题成为制约融合教学发展的重要瓶颈。

**四、虚拟仿真技术与BIM在水利水电工程教学中的融合实践策略**

**（一）教学目标设计：聚焦能力本位，实现多维协同**

以培养专业知识扎实、技术应用熟练、创新能力突出、综合素质全面的技术人才为核心，实现多维能力协同。专业能力方面，掌握核心理论知识和工程原理，具备设计、施工、运维等基

础能力；技术能力方面，熟练运用 BIM 建模软件、虚拟仿真平台进行工程建模、场景搭建和模拟操作；创新能力方面，利用两种技术解决复杂工程问题，培养方案优化和技术创新思维；综合素质方面，通过团队协作提升沟通协作、责任担当等职业素养。

**（二）课程内容设计，整合专业资源，构建模块化体系**

以水利工程全生命周期为主线，构建涵盖基础、设计与施工、运维三大模块的课程体系。基础模块教授 BIM 与虚拟仿真技术原理及软件操作。设计模块结合《水工结构》课程，开展 BIM 建模、碰撞检测与设计优化；施工模块依托《水利施工技术》课程，进行施工流程虚拟仿真；运维模块融合《水电站机电设备》课程，模拟设备数据管理与故障诊断。最后通过综合性项目，让学生团队完成从建模、模拟到运维的全流程实践，全面提升数字化综合应用能力。

**（三）教学方法设计，创新教学模式，凸显学生主体**

以真实水利水电工程项目为载体，将教学内容分解为系列任务，如小型水库建设项目，要求学生完成 BIM 建模、施工流程模拟等任务，实现做中学、学中做。构建高度还原的工程情境，如洪水调度、设备故障情境等，让学生分为项目小组，明确成员职责，围绕任务开展协作探究，通过讨论交流解决实践问题，培养团队协作能力和探究精神。课前通过线上平台推送学习资源，学生自主预习；课堂上教师答疑解惑，组织项目实践和讨论；课后布置拓展任务，延伸学习效果<sup>[5]</sup>。

**（四）评价体系设计，构建多元评估，注重过程与结果并重**

涵盖知识掌握、技术应用、项目实践、创新能力和综合素质五个维度，全面评估学生学习效果和能力提升。过程性评价占比 60%，通过线上学习数据、课堂表现、项目过程记录等动态评估；终结性评价占比 40%，采用综合项目考核和口头答辩方式，评估综合应用能力。

**（五）师资队伍建设：强化能力提升，构建双师型团队**

制定专项培训计划，组织教师参加 BIM、虚拟仿真技术培训和行业研讨会；鼓励教师参与校企合作项目，深入工程一线积累实践经验；建立教学创新团队，共享教学资源和经验。聘请行业企业技术专家和一线工程师担任兼职教师，参与课程设计与实践教学指导和学生项目点评。与数字化技术企业、施工企业建立长期合作关系，共建实训基地和教学团队，实现教学与生产深度融合。

**五、虚拟仿真技术与 BIM 融合教学的实践探索——以某水利水电职业技术学院为例**

**（一）实践背景与目标**

该学院水利水电工程技术专业为省级重点专业，面对行业数字化转型，传统教学存在学生实践能力和数字化技术应用能力不足等问题。学院引入两种技术构建融合教学平台，开展实践教学，目标包括：使学生掌握专业核心知识和数字化技术；提升实践、创新和团队协作能力；构建数字化教学体系，打造双师型师资队伍；为行业培养高素质技术技能人才。

**（二）实践实施过程**

该项目投入资金构建线上线下融合教学平台，重构课程体系并强化师资建设。以 2021 级学生为试点，分三阶段实施教学：基础阶段通过课程与实操掌握 BIM 与虚拟仿真技术；融合阶段在专业课程中应用技术进行模型构建与方案模拟；综合实践阶段分组完成小型水电站的全流程数字化项目。后期通过总结座谈、问卷调查和成果分析，梳理经验，为教学改革提供依据。

**（三）实践效果评估**

通过多种方式评估，结果显示：90% 以上学生认为融合教学提升了专业知识应用和数字化技术操作能力，85% 能熟练进行水利工程建模，80% 可独立完成简单虚拟仿真操作，项目成果质量较高。学生学习积极性和主动性提升，课堂参与度从 60% 提升至 85%，解决实际问题的能力增强。企业专家认为，参与融合教学的学生数字化技术应用和实践能力较强，更符合企业岗位需求。校内教师数字化技术应用能力和实践经验显著提升，全部取得 BIM 相关职业资格证书，3 名教师参与的校企合作项目获省级教学成果奖。

**六、结束语**

综上，虚拟仿真技术与 BIM 在水利水电教学中的融合，是推动工程教育数字化转型的关键路径。本文探讨了二者融合的价值、问题与实施策略，并通过实践验证了其有效性。未来应持续深化技术融合，优化课程体系与内容，创新智能教学模式，并加强师资队伍建设，以培养适应行业高质量发展的高素质工程技术人才。

**参考文献**

- [1] 张宇，李建军. BIM 技术在水利水电工程教学中的应用研究 [J]. 水利水电技术，2023，54(7): 210-216.
- [2] 王艳，刘勇. 虚拟仿真技术在水利工程实训教学中的应用实践 [J]. 职业技术教育，2022，43(26): 58-62.
- [3] 陈明，赵刚. 基于 BIM 与虚拟仿真的水利水电工程数字化教学平台构建 [J]. 中国教育信息化，2023，(12): 156-160.
- [4] 李娜，张伟. 工程教育认证背景下 BIM+ 虚拟仿真融合教学模式研究 [J]. 高等工程教育研究，2024，(3): 189-194.
- [5] 刘辉，王丽. 水利水电工程专业“双师型”师资队伍建设路径探索——基于 BIM 与虚拟仿真融合教学视角 [J]. 职业教育研究，2023，(8): 78-83