

# 基于 Revit 的数字孪生理念 BIM 教学改革与实践

胡敏<sup>1</sup> 曹诚<sup>2</sup> 王亮<sup>1</sup> 邓长清<sup>1</sup>

1.邵阳学院 湖南 邵阳 422000

2.湖南省第二测绘院 湖南 长沙 410000

**【摘要】**：建筑信息模型（BIM）技术正深刻改变土木工程行业的实践范式，而 BIM 教学与行业前沿需求的脱节问题日益凸显。本文针对当前土木工程专业 BIM 教学中普遍存在的软件操作孤立化、知识体系碎片化、与工程实践脱节等问题，提出以“数字孪生”前沿理念为引领，深度整合 Revit 软件平台的教学改革框架。改革聚焦于重构“模型即交付”的传统教学目标，转向培养具备“全过程、全要素、全参与方”数字化协同能力的复合型人才。通过构建“基础操作-专业整合-协同管理-创新应用”四阶递进式教学内容，设计以复杂工程案例（如桥梁、高层建筑）为驱动的项目式教学模块，并引入协同工作集、云平台评审等实战化方法。详细阐述了结合 CDIO 工程教育模式的教学实施路径、多元化过程性评价体系，并展示了初步改革实践在提升学生空间思维能力、解决复杂工程问题能力及团队协作能力方面的显著成效。本研究为土木工程专业 BIM 课程的深度改革提供了系统化方案，旨在培养能够驾驭未来智能建造环境的卓越工程师。

**【关键词】**：建筑信息模型（BIM）；教学改革；土木工程；Revit；数字孪生；项目式学习

DOI:10.12417/2705-1358.26.06.027

## 1 引言

随着数字化转型浪潮席卷全球建筑业，建筑信息模型（BIM）技术已从一种先进的辅助工具，演进为支撑工程全生命周期管理、实现可持续发展的核心基础设施。BIM 通过创建并利用数字化三维模型，承载建筑的几何、物理与功能信息，促进了规划、设计、施工、运营各阶段的高效协同与数据共享<sup>[1]</sup>。在此背景下，社会对掌握 BIM 技术的土木工程人才需求呈现爆发式增长。然而，当前高校的 BIM 教学普遍滞后于行业实践：教学内容往往局限于单一软件（如 Revit）的基础建模操作，沦为“计算机辅助绘图”的升级版；教学方式以命令讲解和孤立练习为主，缺乏与结构、施工、管理等专业核心课程的有机融合；教学目标未能体现 BIM 在碰撞检测、工程量统计、4D/5D 模拟、协同管理等高级价值<sup>[2,3]</sup>。这种“会建模、不懂用模；知软件、不明流程”的培养现状，导致毕业生难以快速适应企业基于 BIM 的工程项目管理模式。

为此，本文提出一场以“数字孪生”（Digital Twin）理念为高阶目标的 BIM 教学改革。数字孪生强调虚拟模型与物理实体的实时交互、映射与预测，是 BIM 技术发展的未来方向<sup>[4]</sup>。将其核心理念——数据驱动、虚实互动、全周期服务——前置引入本科教学，旨在引导学生超越“建模师”的局限，树立“工程数据创建与管理者”的全局观。改革以 Autodesk Revit 这一行业主流平台为核心工具，并非仅教授其操作，而是将其作为

实现数字孪生数据基底创建的关键环节。通过系统性重构教学目标、内容、方法与评价体系，着力培养学生在真实或高度仿真的工程情境中，利用 BIM 技术进行集成设计、模拟分析、协同决策与性能优化的综合能力，从而弥合学界与业界的鸿沟。

## 2 教学目标的重构：从技能培训到能力建构

传统 BIM 课程目标通常表述为“掌握 Revit 软件的基本操作，能够创建建筑与结构模型”。改革后的教学目标体系进行三维度升华：

**知识维度**：深入理解 BIM 的技术内涵、标准体系（如 IFC、LOD）及其在土木工程全生命周期中的应用价值；精通 Revit 核心功能，并了解其与 Navisworks、Civil 3D、广联达等分析、施工、造价软件的数据接口与协同工作流程。

**能力维度**：重点培养数字化建模与信息集成能力（创建参数化、信息完整的 BIM 模型）、多专业协同工作能力（使用链接、工作集、云协作进行团队设计）、基于模型的工程应用能力（进行冲突检查、工程量提取、施工进度模拟）以及初步的数据管理与分析能力。

**素养维度**：塑造学生的数字化创新意识、精益建造思维和跨学科团队协作精神，理解 BIM 在提升工程质量、安全、效率和可持续性方面的巨大潜力。

作者简介：胡敏（1987年生），女，硕士，讲师，主要从事土木工程结构、工程造价的教学和科研工作。

基金项目：湖南省普通高等学校教学改革研究项目，面向继续教育《土木工程 CAD》课程数智信息化教学改革与实践（202502001303）

最终目标定位于：使学生能够作为未来“数字孪生”环境的合格参与者，具备利用 BIM 模型这一核心数据载体，支持从概念设计到运维管理的工程项目一体化解决方案的初步能力。

### 3 教学内容的系统化设计：四阶递进与专业融合

打破以软件菜单命令为主线的编排逻辑，构建以“工程问题”和“数据流”为导向的四阶递进式课程内容（图1）。



图1 基于数字孪生理念的 BIM 课程四阶递进式教学内容框架

第一阶：基础操作与信息录入（模型骨骼）。重点讲授 Revit 基本环境、项目与族的概念、核心建模命令（墙、板、柱、梁、基础）。创新点在于，从一开始就强调参数化和信息附加。例如，绘制一根结构梁，不仅关注形状，更要求学生为其添加材料强度、设计荷载、防火等级等类型属性。此阶段对应数字孪生中“几何与属性数据”的创建。

第二阶：专业模型深化与整合（模型血肉）。与《钢结构》、《混凝土结构》、《桥梁工程》等专业课联动。任务包括：根据结构图纸，在 Revit 中精确建立包含钢筋细节（使用 Rebar）的混凝土构件模型；创建复杂钢结构节点族；整合建筑、结构、MEP 专业模型。引入碰撞检测实验，让学生直观体会专业协同不足带来的现实问题。此阶段构建数字孪生中“专业子系统集成”。

第三阶：协同管理与过程模拟（模型神经）。这是教学改革的攻坚环节。教授工作共享（Worksharing）模式，将一个真实的中小型项目（如社区活动中心）作为班级协同设计任务，学生分组扮演不同专业角色。利用 Navisworks 进行 4D 施工进度模拟（将模型构件与 MS Project 或 Project 进度计划关联），生成可视化施工动画（图2）。此阶段模拟数字孪生的“过程动态”与“多方协同”。

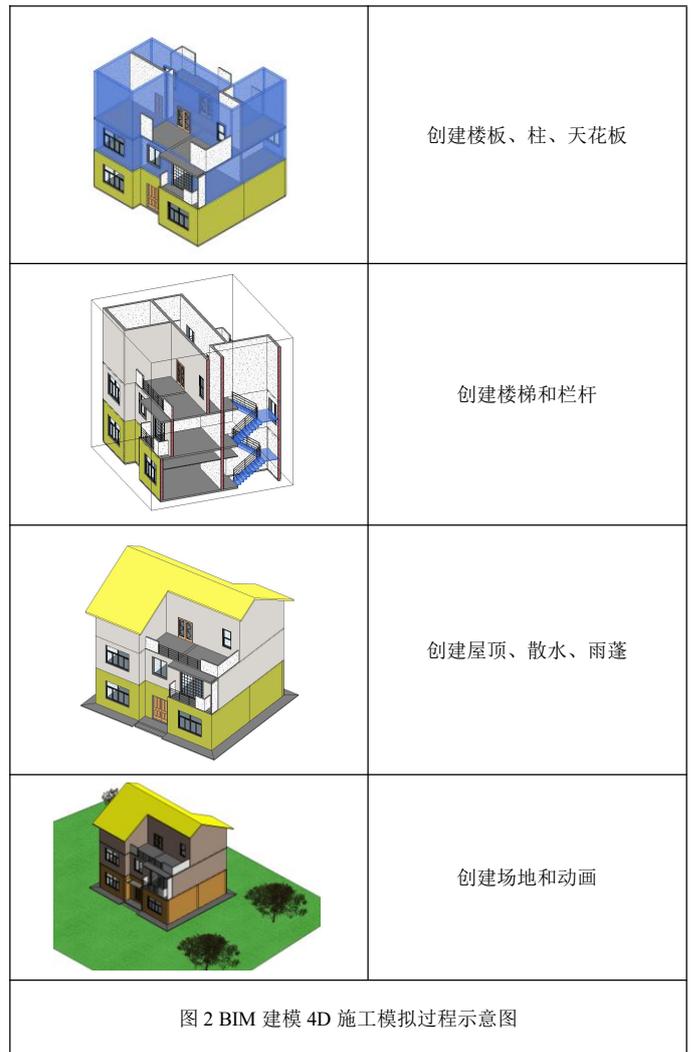
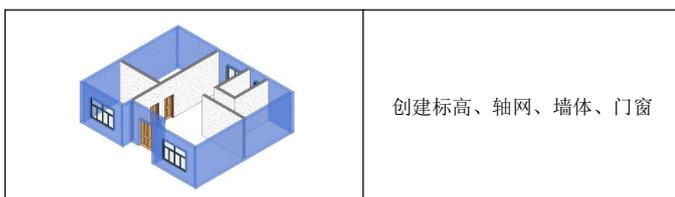


图2 BIM 建模 4D 施工模拟过程示意图

第四阶：创新应用与数据拓展（模型智能）。引入前沿拓展内容，如：利用 Dynamo for Revit 进行可视化编程，自动化处理重复性建模任务或进行简单逻辑判断；讲解如何将模型导出用于能耗分析（如 Green Building Studio）或结构计算（如 Revit 与 Robot Structural Analysis 的连接）；探讨 BIM 模型与物联网（IoT）数据结合，迈向运维阶段的数字孪生应用。此阶段启迪学生探索数字孪生的“智能决策”潜力。

### 4 教学实施与创新方法：项目驱动与虚实结合

采用“CDIO”（构思-设计-实现-运作）工程教育模式与“项目式学习”（PBL）相结合的方法组织教学。

贯穿式综合项目：课程伊始即发布一个涵盖全过程的标杆项目（例如一座两跨混凝土简支梁桥或一栋小型框架结构办公楼）。该项目分解为若干子任务，分布到各教学阶段。学生从“构思”需求与条件开始，“设计”建模与协同方案，“实现”模型创建、分析与应用，最后以答辩形式“运作”展示成果。

翻转课堂与微课辅助：将软件基础操作录制为系列微课，供学生课前自学。课堂时间则释放给案例研讨、项目问题解决、

协同工作坊和教师深度指导。

**校企协同与实战演练：**邀请企业 BIM 工程师进课堂分享实战案例与行业标准；利用 BIM 360 或 Revit 云模型等云协作平台，模拟设计院多地协同审图场景；组织学生参与“全国大学生 BIM 毕业设计创新大赛”等赛事，以赛促学。

**虚实结合的实验环境：**在建设 BIM 专用机房的基础上，配置大型显示屏或 VR 设备，用于沉浸式模型审查与漫游，增强学生对复杂空间关系的理解。

## 5 多元化评价体系构建

改革“一图定成绩”的传统考核方式，建立过程性评价与终结性评价相结合、能力导向、多元参与的评价体系。

过程性评价（占总成绩 60%）：

个人基础练习（15%）：考核基本技能掌握。

小组项目里程碑成果（30%）：分阶段提交模型、碰撞报告、工程量清单、4D 模拟视频等，评价知识应用与团队合作。

课堂参与与协作表现（15%）：包括在线日志、讨论区提问、协同问题解决贡献度。

终结性评价（占总成绩 40%）：

综合项目终期答辩与成果集（30%）：由教师及可能邀请的企业专家评审，考核项目完整性、创新性、模型质量及表达能力。

## 参考文献：

- [1] Eastman,C.M.,Teicholz,P.,Sacks,R.,&Liston,K.(2018).BIM Handbook:A Guide to Building Information Modeling for Owners ,Managers, Designers,Engineers,and Contractors(3rd ed.).Wiley.
- [2] 刘照球,李云贵.土木工程专业 BIM 技术人才培养的思考与实践[J].高等建筑教育,2019,28(1):1-6.
- [3] Sacks,R.,Eastman,C.,Lee,G.,&Teicholz,P.(2018).The Impact of Building Information Modeling on Design and Construction Planning.In BIM Handbook.John Wiley&Sons,Inc.
- [4] Tao,F.,Zhang,H.,Liu,A.,&Nee,A.Y.C.(2018).Digital Twin in Industry:State-of-the-Art.IEEE Transactions on Industrial Informatics, 15(4),2405-2415.
- [5] 曾旭东,王大川.基于 BIM 的建筑工程专业教学改革研究[J].中国大学教学,2020(11):68-72.

课程报告（10%）：围绕 BIM 在某一特定工程问题中的应用（如基于 BIM 的模板工程量精准算量）撰写分析报告。

## 6 改革初步成效与挑战

在本校土木工程专业两轮教学改革试点中，观察到显著变化：学生对 BIM 的兴趣和认可度大幅提升；在后续的毕业设计和实习中，主动应用 BIM 技术解决问题的能力明显增强；项目作品的质量，从单纯模型美观度向信息完整度、应用深度延伸。学生在协同工作中表现出更佳的沟通与组织能力。

然而，改革也面临挑战：师资力量需同时具备扎实工程背景、熟练 BIM 技能与先进教学理念；课程学时有限与庞大教学内容之间的矛盾突出；软硬件投入和维护成本较高；与现有传统课程体系的融合壁垒仍需持续攻坚。

## 7 结语

以数字孪生为前瞻视角、以 Revit 为核心工具、以项目式协同学习为抓手的 BIM 教学改革，是对接智能建造时代人才培养需求的积极探索。它将 BIM 教学从孤立的软件技能训练，提升为贯穿土木工程知识体系、培养系统性数字化工程能力的综合平台。通过重构“教-学-评”全链条，本改革方案有效激发了学生的学习内驱力，促进了其创新思维与复杂工程问题解决能力的培养。未来，还需在跨课程整合、虚实仿真实验平台建设、与行业认证（如“1+X”BIM 证书）衔接等方面持续深化，并积极应对师资与资源挑战，从而更坚实、更广泛地推进土木工程专业的数字化转型，为我国建设领域输送更多能够驾驭未来数字孪生世界的领军人才。