

新工科背景下 PBL 导向的 BIM 课程软件链教学体系构建与实证研究

陈鹏 李媛媛

青岛理工大学, 山东省临沂市, 273400;

摘要: 针对新工科对 BIM 人才“全链条协同能力”的要求, 为解决 BIM 课程教学中技术工具与教学方法脱节的问题, 本文构建并实证了 PBL 导向的 BIM 课程软件链教学体系。该体系以“问题驱动-工具协同-案例支撑”为逻辑, 整合 Revit、Navisworks 等多款软件形成覆盖“建模-碰撞检测-施工模拟-造价核算”的全流程软件链, 配套“1 个大型食堂综合案例(多专业协同)+10 个新农居小案例(专项技能)”的案例库。通过 PBL 教学法将工程问题拆解为阶梯式任务, 引导学生在真实场景中掌握软件链应用。实证显示, 实验组在多专业模型整合(完整率 92%)、复杂冲突解决(燃气系统问题解决率 87%)等方面表现显著优于传统教学组($p < 0.05$)。研究为 BIM 课程改革提供了“工具-方法-资源”一体化方案, 表明该体系能有效提升学生的技术整合与实践创新能力, “综合案例+小案例”并行的教学设计对产教融合教学改革可提供相应参考为新工科背景下 BIM 人才培养提供了可复制的实践范式。

关键词: 新工科; PBL; BIM; 软件链

DOI: 10.64216/3080-1494.26.01.026

1 引言

1.1 研究背景与意义

新工科以“产业导向、学科交叉、实践创新”为核心, 旨在推动工程教育与前沿技术协同, 培养数字化转型所需复合型人才^[1]。建筑行业中, 智能建造、新型智慧城市战略推动下, BIM 技术成为设计-施工-运维全流程核心工具, 行业对 BIM 人才的需求也从“单一软件操作”升级为“全链条协同管理”^[2,3]。

BIM 的“全生命周期信息整合”特性与新工科“系统思维培养”目标高度契合: 王敏(2023)以给排水专业验证 BIM 技能体系与复合人才培养的兼容性, 黄剑(2023)则强调 BIM 人才需兼具“数智化工具应用+工程问题解构”能力, 均呼应新工科“技术整合+创新思维”导向^[2,3]。

但当前高校 BIM 教学存在明显脱节: 一是课程多聚焦 Revit 单一软件, 对 Navisworks 碰撞检测、广联达成本核算等全流程软件链整合不足^[4]; 二是教学以理论为主, PBL 等实践模式未与软件链深度融合, 导致学生“懂技术却不会解决实际工程问题”^[5,6]。

在此背景下, 构建 PBL 导向的 BIM 课程软件链教学体系兼具理论与实践价值: 理论上丰富新工科工程教育“技术-教学法”融合理论, 实践上解决人才培养与行

业需求错配, 提升学生工程实践能力与就业竞争力^[7,8]。

1.2 研究现状与问题提出

学界围绕 BIM 教学多维度探索: 在课程与软件链整合方面, 许镇(2021)基于大工程观提出 BIM 课程需覆盖建筑全生命周期, 为软件链整合提供理论框架; 雷颖(2022)则指出建筑类专业 BIM 课程存在“体系碎片化、实践方法单一”问题, 呼吁建立 BIM 核心模块化体系^[5,7]。

软件协同层面, 卫星(2018)探索 BIM 与 VR 融合以拓展软件链边界^[9]; 赵雪锋(2021)构建“内容-流程-场景”闭环体系, 强调 Revit、Navisworks 协同教学但未明确工程衔接逻辑^[10]; 许胜才(2022)以装配式课程为例, 梳理“建模-深化-碰撞检测”软件链, 提供工程导向整合实践范式^[4]。

PBL 与 BIM 结合方面, 傅筱(2019)提出将 BIM 作为 PBL“设计方法”以培养工程思维^[11]; 吴昆(2019)结合 1+X 证书制度, 将 BIM 职业标准融入课程目标^[12]; 肖启艳(2020)以高职课程为例, 用 SPQC+递进式项目验证 PBL“学训研用”有效性^[13]; 邓开豪(2021)通过产教融合引入真实 BIM 项目, 证明场景对 PBL 的赋能^[14]; 张恒(2021)强调工程管理专业 PBL 需聚焦多专业协同^[8]; 李飞燕(2021)则探索“BIM+产教融合”, 构建“课、证、赛”体系并转化地方特色案例^[15]。

但现有研究无论产教融合深化还是课证衔接拓展,均未解决“软件链与PBL项目环节精准匹配”问题,导致“技术应用与实践需求脱节”^[6,11]。综上,现有研究存在两大核心缺口:一是软件链构建缺乏工程需求导向的系统设计;二是PBL与软件链的协同机制未明确,这为本研究提供探索空间。

2 PBL 导向的 BIM 课程软件链教学体系构建

立足新工科“技术整合与实践创新”培养要求,本研究以PBL教学法为逻辑主线,BIM软件链为技术支撑,“1个大型食堂综合案例+10个山东省新农居小案例”为实践载体,构建“原则-工具-案例-评价”四位一体教学体系。

2.1 体系构建的核心原则

(1) 需求适配原则:紧扣新工科“产业导向、学科交叉”特征,以建筑行业数字化转型对BIM人才“全链条协同能力”的要求为基准^[1,3],将软件链设计与PBL

项目均锚定“解决真实工程问题”。例如针对大型食堂“多专业协同难”痛点,软件链覆盖“建模-碰撞检测-施工模拟-造价核算”全流程,聚焦跨专业冲突、数据校验误差等实际问题,培养学生技术整合与工程思维。

(2) 三者协同原则:构建“PBL-软件链-案例库”联动机制——PBL以问题驱动引导学生应用软件链,软件链以工具协同支撑PBL实施,案例库以真实场景承载任务与应用。其中,大型食堂案例为贯穿主线,需通过“Revit建模→Navisworks碰撞检测→广联达造价→BIMfilm施工模拟”解决全流程协同问题;10个新农居小案例补充强化专项技能(如案例三异形平面建模),形成“主线系统训练+支线专项强化”闭环。

2.2 BIM 课程软件链与案例应用设计

结合大型食堂(多专业复杂系统)与新农居(砌体结构)特性,软件链划分为“建模-分析-管理-造价”四大核心模块,各模块与PBL需求、案例场景精准对应,呼应新工科“数智化能力”培养要求,具体见表1:

表1 软件链设计系统表

软件链模块	核心工具	PBL项目支撑功能	案例库应用场景
模型创建模块	Revit	完成建筑/结构/机电多专业参数化建模	食堂:幕墙+燃气建模;小案例一:双拼农居建模
协同分析模块	Navisworks、鸿业暖通插件	多专业模型碰撞检测,输出整改方案	食堂:油烟管与消防管线冲突;小案例三:农居管线碰撞
施工管理模块	BIMfilm、Lumion	4D施工模拟、日照分析,优化施工方案	食堂:幕墙施工与管线预埋协同;小案例四:农居工序优化
造价核算模块	广联达 BIM5D	关联模型与造价数据,实现动态算量	食堂:工程量提取与成本分析;小案例五:农居造价估算

2.3 多维度教学评价机制

为验证体系对新工科“复杂工程问题解决能力”“技术整合能力”的培养效果,构建“过程-产出”双维度、校企协同的评价体系,实现“能力培养-教学实施-效果验证”闭环,具体方案见表2:

表2 考核评价方案表

一级维度	二级指标	权重
过程维度(60%)	软件链应用熟练度	20%
	PBL任务推进质量	25%
	团队协作效能	15%
产出维度(40%)	综合案例成果	24%
	小案例专项成果	16%

3 实证研究

3.1 研究对象与分组

选取2022级2个平行班,具体如下:

实验组:采用本研究教学体系——以大型食堂案例为主线、小案例一至五为专项补充,按“基础建模-多专业协同-施工造价-综合验收”四阶段实施PBL教学;全程应用“建模-分析-管理-造价”全流程BIM软件链;理论与实践课时占比1:1。

对照组:采用传统教学模式——以Revit单一软件操作为核心,实践环节用教材虚构例题(非案例库案例)。

3.2 实证结果与分析

两组核心表现差异及显著性检验结果如表3所示,实验组在关键维度均显著优于对照组(p 均 <0.05):

表 3 实证研究结果对比表

评估维度	测试内容	实验组表现	对照组表现	p 值
软件链应用能力	食堂多专业模型整合	整合完整率 92%，数据误差<2%	整合完整率 58%，数据误差>8%	0
	食堂碰撞检测（Navisworks）	冲突识别率 91%，整改合规率 87%	冲突识别率 42%，整改合规率 39%	0.001
	小案例三：异形平面协同	建模误差<3mm，碰撞解决率 89%	建模误差>8mm，碰撞解决率 41%	0.002
工程问题解决能力	食堂燃气系统冲突解决	解决率 87%（符合 GB55024-2022）	解决率 39%（存安全隐患）	0
	小案例二：数据校验	修正成功率 91.4%，耗时 18min	修正成功率 45.7%，耗时 42min	0.002
综合考核成绩	食堂（60%）+小案例七（40%）	平均分 82.5 分，优秀率 40%	平均分 67.8 分，优秀率 7.1%	0.001
教学适配性	课程-行业需求贴合度	4.7 分（5 分制）	3.6 分（5 分制）	0.001

4 结论与展望

本研究构建了适配新工科人才培养要求的“PBL-软件链-案例库”协同教学体系：以 PBL 为驱动核心，整合 Revit、Navisworks 等工具形成全流程 BIM 软件链，配套“1 个大型食堂主线案例+10 个新农居补充案例”的案例库。其中，大型案例覆盖多专业复杂系统以支撑全流程协同训练，小案例聚焦地方砌体结构以强化专项技能，二者形成“主线训练+支线强化”闭环，有效填补现有研究“软件链碎片化”“PBL 落地难”的缺口，提升教学与行业需求的适配性。

实证显示，该体系有效性显著：实验组在食堂多专业模型整合（完整率 92%）、燃气系统冲突解决（87%）、小案例数据校验（成功率 91.4%）等维度均显著优于对照组（ $p<0.05$ ），证明其能有效提升学生技术整合与实践创新能力，与新工科“培养复杂工程问题解决能力”的目标高度契合。

参考文献

[1]谭茹文,张静.新工科背景下 BIM 与建筑工程管理专业课程教学的融合[J].工业建筑,2023,53(1):245.

[2]王敏,刘占孟,张智,等.给排水专业 BIM 技术人才培养的思考与实践[J].中国给水排水,2023,39(22):6-12.

[3]黄剑,赵士德.智能建造背景下工程造价专业数智化课程建设探索[J].建筑经济,2023,44(S1):432-437.

[4]许胜才,邓礼娇,蔡军,等.基于 BIM 的装配式混凝土结构深化设计课程建设[J].高等工程教育研究,2022(1):68-74.

[5]雷颖.高校建筑类专业 BIM 技术人才培养研究——以山西大学为例[J].教育理论与实践,2022,42(3):54-56.

[6]张雪,齐永正,曾文杰,等.新工科视角下 BIM 工程实践能力培养框架及实证[J].高等工程教育研究,2021(4):47-53.

[7]许镇,郝新田,靳伟.基于大工程观的土木工程专业 BIM 课程设计[J].高等工程教育研究,2021(3):83-86.

[8]张恒,郑兵云,唐根丽,等.面向智能建造的工程管管理专业 BIM 实践教学[J].高等工程教育研究,2021(3):54-60.

[9]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(6):1231-1238.

[10]赵雪锋,侯笑,刘占省,等.高校 BIM 课程教学闭环管理体系研究[J].图学学报,2021,42(6):1011-1017.

[11]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(5):105-110.

[12]吴昆.1+X 证书制度试点背景下的 BIM 技术人才培养模式研究与实践[J].中国职业技术教育,2019(27):13-16+81.

[13]肖启艳,李国大,郭阳明.基于 SPOC 的项目驱动式教学模式研究——以高职“建筑 BIM 技术与应用”课程为例[J].职业技术教育,2020,41(32):52-57.

[14]邓开豪,苏雪梅,胡瑛莉.基于产教融合的 BIM 综合实训探索与实践[J].实验技术与管理,2021,38(7):234-237.

[15]李飞燕,盖东民.BIM+产教融合下应用型高校土建人才培养研究[J].教育与职业,2021(1):107-111.

作者简介:陈鹏(1987.12—),性别:女,民族:汉族,籍贯:山东潍坊,学历:硕士研究生,职称:讲师,研究方向:BIM 技术。

李媛媛(1986.12—),性别:女,民族:汉族,籍贯:山东省德州市,学历:博士研究生,职称:副教授,研究方向:环境岩土。

刘将(1984.10—),性别:男,民族:汉族,籍贯:山东枣庄,学历:硕士研究生,职称:副教授,研究方向: BIM 技术。