

新工科理念下建筑设计教学的探索与实践

——基于“三阶模块 + 数字赋能”的教学模式

周 聪, 张进一, 徐 杨, 吴 婷, 王 雨

湖北工业大学土木建筑与环境学院, 湖北 武汉

收稿日期: 2026年3月9日; 录用日期: 2026年4月10日; 发布日期: 2026年4月20日

摘 要

新工科建设背景下, 建筑设计教学面临数字技术快速发展与传统教学模式滞后的双重挑战。针对当前教学“技术与设计脱节”的困境——学生能用数字工具建模, 却难以将技术分析转化为设计决策——本研究提出“三阶模块 + 数字赋能”融合教学模式。该模式通过构建“前期分析 - 过程反馈 - 优化决策”的三阶段模块化教学流程, 将性能模拟等数字技术系统性地嵌入设计全过程。一阶模块利用大数据分析和虚拟现实技术进行场地调研与沉浸式体验, 输出数字化设计策略清单; 二阶模块运用参数化设计工具实现“设计 - 模拟 - 优化”的实时循环, 培养性能驱动的设计思维; 三阶模块通过建筑信息模型技术进行全专业协同与性能精细化评估, 强化工程决策能力。同时, 教学团队自主研发了内嵌于Rhino的设计分析一体化平台, 整合日照、采光、热工、通风、能耗五大性能分析, 并建立虚拟现实实践实训平台, 实现实景课堂、沉浸设计、仿真展示的全流程数字化教学。教学实践表明, 该模式有效提升了学生“能分析、能设计、能协同”的新工科核心能力。

关键词

新工科, 建筑设计教学, 三阶模块 + 数字赋能, 性能模拟, 参数化设计, 建筑信息模型(BIM)

Exploration and Practice of Architectural Design Teaching under the Concept of Emerging Engineering Education

—A Teaching Model Based on “Three-Stage Analysis + Digital Empowerment”

Cong Zhou, Jinyi Zhang, Yang Xu, Ting Wu, Yu Wang

School of Civil Engineering, Architecture and Environment, Hubei University of Technology, Wuhan Hubei

Received: March 9, 2026; accepted: April 10, 2026; published: April 20, 2026

Abstract

Under the background of emerging engineering education construction, architectural design teaching faces dual challenges of rapid development of digital technology and lagging traditional teaching models. Addressing the prevalent dilemma of “disconnection between technology and design” in current teaching, where students can use digital tools for modeling but struggle to transform technical analysis into design decisions, this study proposes an integrated teaching model of “Three-Stage Analysis + Digital Empowerment”. The model systematically embeds digital technology throughout the entire design process by constructing a three-stage modular teaching workflow of “preliminary analysis, process feedback, and optimization decision-making”. Stage one utilizes big data analysis and VR technology for site investigation and immersive experience, producing a digital design strategy checklist. Stage two employs parametric design tools to achieve a real-time cycle of “design-simulation-optimization”, cultivating performance-driven design thinking. Stage three strengthens engineering decision-making capabilities through BIM technology for multi-disciplinary coordination and performance optimization. Simultaneously, the teaching team independently developed an integrated design-analysis platform embedded in Rhino, integrating five major performance analysis modules: solar access, daylighting, thermal performance, ventilation, and energy consumption, and established a virtual reality practice and training platform to achieve full-process digital teaching of real-scene classroom, immersive design, and simulation display. Teaching practice demonstrates that this model effectively enhances students’ core emerging engineering capabilities of “being able to analyze, design, and collaborate”.

Keywords

Emerging Engineering Education, Architectural Design Teaching, Three-Stage Analysis + Digital Empowerment, Performance Simulation, Parametric Design, Building Information Modeling (BIM)

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言：从问题诊断到系统解决方案

1.1. “技术与设计脱节”困境的深层剖析

新工科建设背景下，建筑设计教学正面临一个深刻的矛盾：一方面，数字技术的快速发展为建筑设计提供了前所未有的工具支撑，BIM、参数化设计、建筑物理性能模拟等已成为行业标配；另一方面，传统教学模式下培养的学生虽然掌握了这些工具的操作，却普遍陷入“技术与设计脱节”的困境——能建模但不会用模型做性能分析，会分析但不知如何将数据转化为设计决策，技术始终游离于设计思维之外。

这种困境的成因是多层面的。在课程设置层面，数字技术类课程常作为独立的工具课程在低年级开设，与学科主线课程建筑设计系列课程缺乏有机联动。学生学习技术时尚未形成建筑设计思维，到高年级进行复杂设计时容易将技术视为辅助工具而非设计驱动力。在教学内容层面，技术课程侧重软件操作和功能演示，设计课程强调空间创意和形式表达，两者的知识体系和评价标准相互独立。学生虽然能够熟练使用 Rhino 建模，却不知如何将 BIM 模型用于性能优化，不理解参数化设计如何服务于方案生成，

更无法建立起数据分析与设计决策之间的认知桥梁。在工具使用层面，设计建模软件、性能分析软件、BIM 平台相互割裂，学生需要在不同平台间频繁切换，数据丢失和格式转换问题频发，导致分析过程繁琐低效，难以形成设计 - 分析 - 优化的流畅 workflow。

这种割裂状态的本质在于传统教学将数字技术视为设计的辅助工具而非驱动引擎。Kalay (2004)在其计算机辅助设计理论中指出，数字技术已经从根本上改变了建筑设计的思维方式和工作方法[1]。新工科时代的建筑设计教学必须实现从工具教学向思维重塑的范式转变，这也是 Oxman (2017)所强调的参数化设计思维的核心要义[2]。

1.2. 本研究的系统解决方案

针对上述问题，本研究提出了“三阶模块 + 数字赋能”的融合教学模式。该模式核心理念是“数字赋能，能力重构”，通过系统化的教学流程设计和技术平台支撑，实现数字技术与建筑设计的深度融合，培养学生“能分析、能设计、能协同”的新工科核心能力。

图 1 展示了本研究构建的完整教学改革框架。该框架以新工科理念为指导思想，以解决“技术与设计脱节”为核心目标，通过三个层面的系统设计实现教学创新。在教学流程层面，构建“前期分析 - 过程反馈 - 优化决策”的三阶段模块化教学流程，将建筑物理性能模拟等数字技术系统性地嵌入设计全过程。在技术支撑层面，自主研发设计分析一体化平台和虚拟现实实训平台，破解工具层面的技术障碍。在能力培养层面，明确“能分析、能设计、能协同”的递进式能力培养目标，构建科学的教学评价体系。

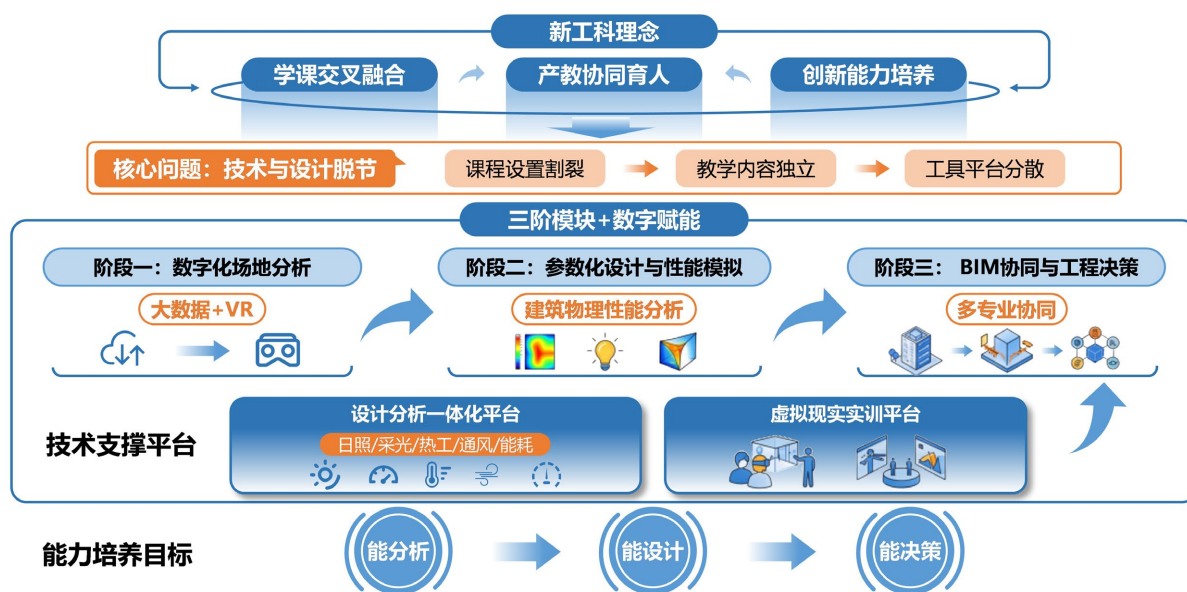


Figure 1. Overall framework for digital technology-integrated architectural design teaching model under the emerging engineering education concept

图 1. 新工科理念下融合数字技术的建筑设计教学模式整体框架

2. 国内外相关研究

新工科理念下融合数字技术的建筑设计教学是当前建筑教育领域的前沿课题。围绕这一主题，国内外研究呈现出不同的发展态势。

2.1. 国外研究现状

国际层面, 欧美知名建筑院校已将数字技术深度融入设计教学体系, 呈现出从“工具应用”向“认知建构”演进的趋势。Oxman (2017)指出参数化设计已从工具层面上升为一种新的设计认知模式, 强调计算思维与设计创新的有机结合[3]。这一理念在麻省理工学院、苏黎世联邦理工学院等院校的课程设置中得到体现, 其数字化设计课程已涵盖算法思维、BIM、数字孪生、人工智能及VR/AR等前沿内容, 反映出国际建筑教育对数字技术的前瞻性布局。

在技术融合应用方面, Abdelhai (2024)强调, 建筑教育需将BIM与增强现实、云计算、物联网等技术整合, 以满足行业对复合型人才的需求[4]。Alhazzaa等(2025)研发的BIMThermoAR/VR工具表明, 增强现实技术通过将模拟数据叠加到物理环境, 可显著提升学生对建筑热性能的认识效果[5]。Juarez等(2025)的研究也证实, 生成式人工智能与增强现实的结合有助于提升学生的设计创造力和空间认知能力[6]。这些前沿探索为数字技术深度融入设计教学提供了新的可能性。

2.2. 国内研究现状

国内方面, 新工科建设持续推进, 为数字技术与建筑设计教学的融合提供了政策动力。蒋正容等(2021)系统研究了新工科背景下建筑学专业人才培养模式[7], 袁峰等(2019)总结了数字技术驱动的教学创新实践, 部分院校已建立数字化设计实验室, 引入Rhino + Grasshopper参数化设计工具链、Revit等BIM软件[8], 为数字化教学奠定了基础平台。

在具体教学应用层面, 王俊、舒波(2017)分析了BIM技术的教学应用优势[9], 洪晓强、石峰(2022)探讨了参数化设计在建筑物理教学中的应用[10], 推动了计算设计、性能化设计等特色课程的开设。李茜茜等(2022)提出的性能化建筑设计方法, 促进了从形式驱动向数据驱动的设计范式转变[11]。总体而言, 国内研究已从初步引入走向局部应用, 在工具平台建设与特色课程开发方面取得了一定进展。

2.3. 现有研究的不足

综观国内外研究现状, 尽管数字技术在建筑设计教学中的应用已成共识, 但从系统构建的高度审视仍存在局限。

首先, 工具应用与思维培养的深层张力尚未消解。即便在国际前沿探索中, 研究重心仍多集中于具体技术工具的教学效果验证, 关注点在于“新技术能带来什么”, 而非“新技术如何重塑设计思维”。正如Oxman (2017)所警示的, 参数化本质是一种认知模式[3], 但当前多数教学实践仍停留在工具操作层面, 数字技术与设计思维之间的“两张皮”现象仍是全球建筑教育面临的共同难题。

其次, 国内课程体系更新滞后于技术迭代速度。相较于国际顶尖院校已系统整合生成式AI、数字孪生等前沿内容的课程设置[3][4], 国内高校课程体系存在明显的内容滞后[12]。BIM与AR/VR、物联网的融合教学尚未普及, 且多作为选修或短期工作坊形式存在, 尚未真正融入主干设计课程体系。

最后, 一体化教学平台与评价体系缺失。当前数字化教学多依赖商业软件, 存在数据交互壁垒高、学习成本大、教学适配性弱等问题, 针对设计教学全流程定制开发的集成化工具仍然空缺。同时, 由于缺乏与新技术相适应的科学评价体系, 如何量化数字技术对学生设计创新能力的真实贡献, 仍是制约该领域深入发展的共性难题。

2.4. 本研究的理论定位与创新贡献

本研究在理论层面实现了从“技术辅助设计”到“技术驱动设计”的教学范式转变, 在实践层面提供了从教学流程、技术平台到评价体系的完整解决方案, 为新工科背景下建筑设计教学的数字化转型提供了系统性的理论支撑与实践路径。自研平台与主流商业工具在教学场景下的对比分析见表1。

Table 1. Comparative analysis of self-developed platforms vs. mainstream commercial tools for teaching scenarios
表 1. 自研平台与主流商业工具在教学场景下的对比分析

对比维度	自研 GH 插件平台	Ladybug Tools	Ecotect/IES-VE	DesignBuilder
学习曲线	★★★★★ 可视化编程，拖拽式操作， 初学者 1~2 周即可上手	★★★★☆ 需要理解 Grasshopper 逻辑，学习周期 3~4 周	★★★☆☆ 界面复杂，参数繁多， 需要 1~2 个月系统学习	★★★☆☆ 专业性强，需要建筑 物理基础，学习周期 1 个月以上
workflow 集成度	★★★★★ 直接嵌入 Rhino/GH 环境， 无需导入导出，实时反馈	★★★★☆ 基于 Grasshopper，但需要 安装多个组件，偶有兼容 问题	★★★☆☆ 独立软件，需要频繁导 入导出，格式转换 易出错	★★★☆☆ 独立平台，与设计 软件割裂，数据交互 困难
分析速度	★★★★☆ 轻量化算法，方案阶段快速 反馈(秒级响应)	★★★★☆ 基于 EnergyPlus，精度 高但计算耗时(分钟级)	★★★☆☆ 全年动态模拟耗时较长 (小时级)	★★★☆☆ 详细模拟需要较长计 算时间(小时级)
教学 适配性	★★★★★ AI 设计助手提供优化建议 内置教学案例库 支持批量方案对比 可视化结果直观易懂	★★★★☆ 功能全面但缺少教学引导 结果呈现专业性强 需要教师深度解读	★★★☆☆ 面向专业工程师设计 缺少教学模式 结果报告过于复杂	★★★☆☆ 工程导向，教学场景 支持不足 学生难以独立操作
功能覆盖	★★★★☆ 日照、采光、热工、通风、 能耗、碳排放六大模块	★★★★★ 功能最全面，涵盖光热声 风全部性能分析	★★★★☆ 综合性能分析，侧重 能耗模拟	★★★★☆ 能耗模拟功能强大， 其他分析相对薄弱
成本	★★★★★ 开源免费，基于 Grasshopper 平台	★★★★★ 开源免费	★★★☆☆ 商业软件，教育版价格 较高	★★★☆☆ 商业软件， 授权费用高昂
技术支持	★★★★★ 师生共建，快速响应教学需求 中文界面和文档 本地化技术支持	★★★★☆ 国际社区活跃 英文文档为主 需要一定英语能力	★★★☆☆ 官方技术支持 响应周期较长 教学支持有限	★★★☆☆ 商业技术支持 主要面向工程项目 教学支持不足

3. “能分析、能设计、能决策”：三层递进式能力培养体系

基于上述问题诊断，本研究提出的融合教学模式确立了“数字赋能，能力重构”的核心目标，具体包含三个递进层次的能力培养维度(见图 2)。

第一层能力：能分析。学生需要掌握运用建筑物理性能模拟等数字技术进行建筑性能分析的方法，包括场地气候分析、日照计算、热工模拟、采光评估、通风分析、能耗预测等，能够准确获取和解读建筑性能数据。建筑物理与建筑设计相融合的教学改革已被实证能够有效提升学生的技术分析能力[13]。建筑物理性能模拟是性能驱动设计的核心基础能力，要求学生不仅会操作软件，更要深刻理解光、热、声、风等物理原理和数据意义，能够判断模拟分析结果的合理性，并识别影响建筑性能的关键因素。

第二层能力：能设计。学生需要将建筑物理性能模拟分析结果转化为具体的设计策略，在方案生成过程中主动运用性能导向思维。李茜茜等(2022)提出的性能化建筑设计方法为这一能力培养提供了理论支撑[11]。Naboni 等(2019)的研究进一步证实，建筑设计的节能潜力主要取决于设计阶段基于性能模拟的导向决策[14]。这要求学生建立起建筑物理性能参数与设计要素之间的映射关系，例如理解窗墙比如何影响采光与能耗的平衡、建筑朝向与体形系数如何决定热工性能、遮阳构件的形式与尺寸如何优化室内光热环境，让建筑物理性能成为创意表达的有机组成部分，而非外在约束。

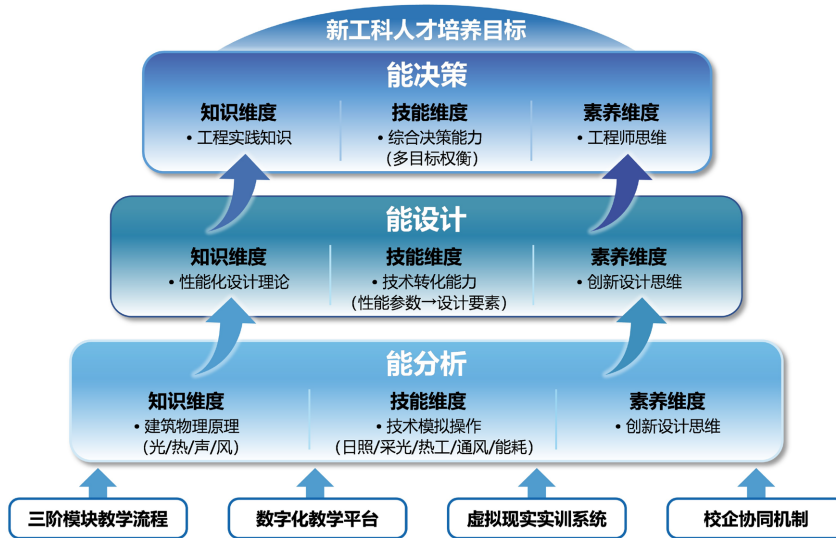


Figure 2. Progressive competence development system: “Analyze, design, decide”
图 2. “能分析 - 能设计 - 能决策” 递进式能力培养体系

第三层能力：能决策。学生需要在多目标权衡中作出科学的设计决策，能够基于建筑物理性能模拟结果对方案进行优化调整，在建筑、结构、设备等多维约束条件下进行综合决策。例如，当日照与节能目标冲突时，学生需要通过热工模拟量化不同窗墙比方案的供暖制冷负荷，权衡采光收益与能耗代价，做出数据支撑的理性决策。这是新工科背景下建筑师的核心素养，标志着学生已经形成了将技术思维内作为设计能力的专业素养。

这三层能力构成了从技术知识掌握、能力转化到思维重塑的完整能力培养体系，呼应了新工科“知识、能力、素养”三位一体的人才培养目标。

4. “三阶模块 + 数字赋能” 教学流程的构建

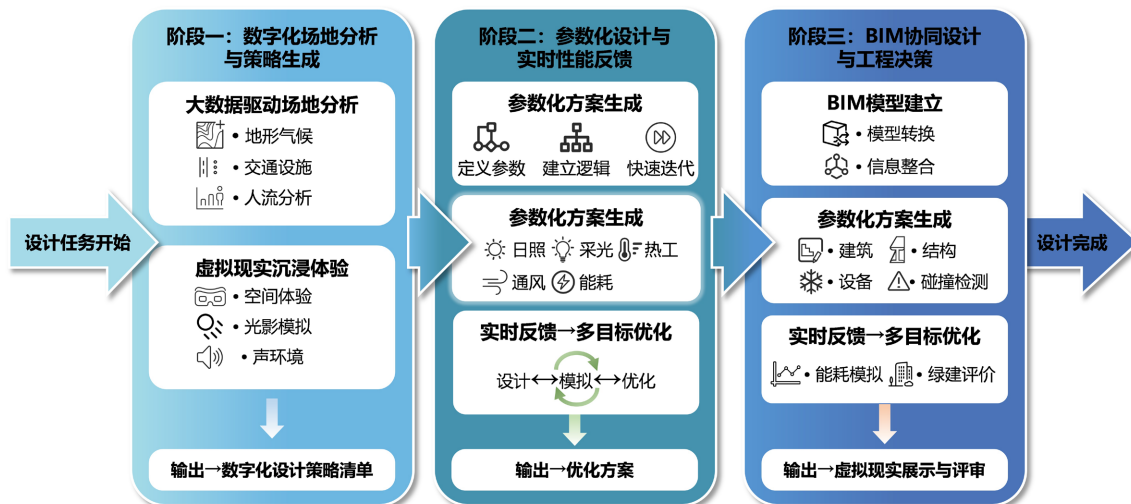


Figure 3. “Three-stage analysis + digital empowerment” teaching flow chart
图 3. “三阶模块 + 数字赋能” 教学流程图

为实现上述能力培养目标，本研究构建了“前期分析 - 过程反馈 - 优化决策”的三阶段模块化教学

流程，将数字技术系统性地嵌入建筑设计全过程(见图 3)。

4.1. 一阶模块：数字化场地分析与策略生成

传统场地调研受时间、空间、成本限制，学生往往只能进行有限的现场观察，对场地的理解停留在感性认知层面。本模块引入大数据分析 with 虚拟现实技术，构建实景课堂与沉浸体验相结合的数字化场地研究平台，将场地认知从经验判断转向数据驱动。

4.1.1. 大数据驱动的场地量化认知

学生利用开放地理信息系统、气象数据库、城市大数据平台等资源，快速获取场地的地形地貌、气候特征、交通可达性、周边设施分布、人流热力图等多维度信息。通过数据可视化工具，将抽象数据转化为直观的分析图表——如太阳辐射热力图、风环境模拟云图、用地适宜性评价图等——帮助学生建立对场地环境要素的系统认知。这一过程使学生掌握从海量数据中提取有效设计信息的思维能力。

4.1.2. 虚拟现实技术的沉浸式体验

教学团队建立了虚拟现实场景资源库，涵盖不同气候区、不同城市肌理、不同建筑类型的典型场地。学生佩戴虚拟现实设备，可身临其境地体验场地的空间尺度、光影变化、声环境特征，并可模拟不同季节、不同时段的状态。这种沉浸式体验极大增强了学生的环境敏感度和空间感知能力，有效弥补了传统教学中“纸上谈兵”的不足。

4.1.3. 数据支撑的设计策略生成

在完成数据分析和虚拟体验后，学生需要提交数字化设计策略清单，明确提出建筑选址、朝向布局、空间组织、气候适应性策略、技术系统选型等设计原则，并以量化数据支撑每一项决策。例如，建筑主朝向选择南偏东 15 度，其依据为冬季日照时数最大化，模拟结果显示该朝向可使南向房间冬至日日照时长增加 1.2 小时。这种数据与策略的映射训练，确保设计从源头建立在科学分析基础上。

通过本阶段训练，学生形成了“先研究、再设计”的职业习惯，数字技术成为设计前置决策的重要支撑，而非事后的验证工具。

4.2. 二阶模块：参数化设计与实时性能反馈

在方案生成阶段，本模块引入参数化设计工具与建筑物理性能模拟插件，构建“设计 - 模拟 - 优化”即时循环的教学模式，培养学生基于性能分析的数字化设计思维。

4.2.1. 规则驱动的参数化思维训练

参数化设计的核心在于将设计要素定义为可调节的参数，通过算法建立参数间的逻辑关系，实现设计方案的快速生成和批量变体。这种工作方式将设计过程从经验驱动转向规则驱动，培养学生的抽象思维与逻辑思维能力。学生不再手工绘制单一方案，而是构建设计算法，通过调整参数自动生成多个候选方案，在比较中理解设计变量对形态生成的影响规律。

4.2.2. 即时可视的性能反馈机制

教学团队自主研发的设计分析一体化平台直接嵌入 Grasshopper 环境，学生在建模过程中可实时获取日照时数、室内采光系数、热负荷、自然通风效果等建筑物理性能指标。当学生调整建筑体量、修改窗墙比、改变遮阳构件时，性能数据自动更新并以色彩云图形式叠加显示在三维模型之上。这种即时视觉反馈使学生直观理解设计参数与性能结果间的因果关系，逐步建立起对光、热、风等物理环境因素的参数敏感度，形成性能驱动的设计直觉。

4.2.3. 多目标权衡的优化决策训练

建筑设计往往面临多目标冲突,如采光与节能、视野与隐私、成本与性能之间的权衡。平台集成了多目标优化算法,学生可以设定优化目标,由算法自动搜索帕累托最优解集。学生通过分析优化结果,理解不同目标之间的制约关系,学会在复杂约束条件下作出平衡决策。这一训练将性能优化从被动验证提升为主动寻求,使学生在创意表达与技术要求之间建立理性权衡意识。

通过本阶段训练,学生形成“边设计、边模拟”的工作习惯,数字技术从外在工具内化为设计思维的延伸,性能优化与创意表达实现有机融合。

4.3. 三阶模块: BIM 协同设计与工程决策

当方案进入深化阶段,本模块引入基于 BIM 技术的多专业协同设计流程,对接真实工程实践,培养学生的工程管理和综合决策能力。

4.3.1. 信息集成的 BIM 模型构建

学生将概念设计阶段的 Rhino 模型转换为 BIM 模型,补充完善构件信息、材料属性、工程量等数据。BIM 模型不仅是三维几何模型,更是包含全生命周期信息的数字化建筑原型,为后续性能分析、成本估算、施工模拟提供数据基础。

4.3.2. 多专业协同的虚拟设计训练

教学引入虚拟设计团队模式,学生分组扮演建筑师、结构工程师、设备工程师等角色,基于同一 BIM 模型进行协同设计。通过 Revit 协同工作平台,不同专业可以实时查看彼此的设计进展,系统自动进行碰撞检测并提示设计矛盾。这种训练让学生理解建筑设计不是孤立的艺术创作,而是需要多专业协同的系统工程。

4.3.3. 全生命周期性能的综合评估

利用 BIM 模型导出的建筑信息,进行更为精确的全年动态能耗模拟、日照分析、绿色建筑评价等。学生需要提交完整的性能分析报告,详细说明方案的能耗水平、舒适度表现、绿色建筑星级,并提出优化建议。将分析报告与设计图纸同等纳入核心考核体系。这一环节强化了数据决策在评价体系中的权重,培养学生用数据说话的职业素养。

4.3.4. 虚拟仿真展示与交互评审

最终成果通过虚拟现实平台进行展示,评审专家和同学可佩戴 VR 设备“走进”设计方案,体验空间尺度、光影效果、材质质感。这种沉浸式评审比传统图纸汇报更为直观生动,同时也倒逼学生在设计过程中更加关注空间品质与细节推敲。

通过三个阶段的递进训练,学生完成了从数据分析到参数化设计再到 BIM 协同的完整数字化设计 workflow,真正实现了数字技术与建筑设计的深度融合。在这一流程中,数字技术不再是孤立的教学模块,而是贯穿设计全过程的方法支撑,真正实现了技术与思维的深度融合,为新工科背景下建筑设计人才培养提供了可操作的教学路径。

5. 自主研发数字化教学平台的技术创新

5.1. 现有工具的局限性与教学痛点

尽管市面上已有丰富的数字化设计工具,但这些工具在教学应用中存在明显局限。商业软件功能强大但学习曲线陡峭,界面复杂、参数繁多,本科生需要投入大量时间学习软件操作,反而冲淡了对设计本质的关注。不同软件间数据交互困难,学生需要在建模软件、分析软件、BIM 平台间反复切换导入导

出, 格式转换和信息丢失问题频发, 严重影响工作效率。现有工具多为通用型软件, 缺乏针对教学场景的定制化功能, 如快速的方案比选、直观的性能可视化、友好的初学者界面等。

调研显示, 超过 70% 的学生表示软件复杂是他们不愿深入学习数字技术的主因, 近 60% 的学生认为频繁切换软件严重影响设计积极性。这些技术障碍成为阻碍数字技术融入设计教学的关键瓶颈。

5.2. 设计分析一体化平台的研发与功能

针对上述痛点, 教学团队构建了涵盖“基础教学-专项拓展-实践应用”三个层次的数字化教学平台体系(见图 4)。



Figure 4. Self-developed analysis platform & battery pack software

图 4. 自建分析平台与电池组软件

基础教学层: 师生共建 GH 小插件。基于 Grasshopper 参数化编程框架, 团队与学生共同开发了建筑日照、建筑温度、建筑制冷负荷、全年冷热负荷、建筑分级负荷平衡、建筑房间 PMV 数值等六大基础分析模块。Negendahl (2015) 的研究表明, 这种集成动态模型的方法能有效支持早期设计阶段的性能模拟[15]。平台采用可视化编程界面, 降低了技术门槛, 学生无需编写代码即可完成复杂的性能分析。同时引入 AI 设计助手, 实现智能参数推荐和自动化优化建议。Passé (2020) 的教学实践也证实, 建筑性能模拟工具能够增强学生的程序性知识[16]。

专项拓展层: 碳排放分析平台。针对“双碳”目标下的绿色建筑设计需求, 平台整合了建筑前期碳排放计算、材料碳排放因子库、建筑碳排放基准库、建筑碳排放模拟、太阳能计算平台、建筑施工碳排放计算、智慧社区/城市应用平台等七大专项模块, 支持从设计到施工全过程的碳排放分析与优化决策, 培养学生的绿色建筑设计能力和可持续发展意识。

实践应用层: 城市更新融合平台。平台聚焦历史街区更新、老旧小区改造、既有建筑节能改造三大实践场景, 整合了三维场景建模、性能诊断分析、改造方案模拟等功能。学生可以在真实的城市更新项目中应用数字技术, 进行现状调研、问题诊断、方案设计、效果评估的全流程实践, 实现了课堂教学与工程实践的有机衔接。

5.3. 虚拟现实实践实训平台的建设

为实现沉浸设计与仿真展示的教学目标，团队建设了虚拟现实实践实训平台，包含场景资源库、交互设计工具和多人协同系统。

通过校企合作，收集整理不同气候区、不同城市肌理、不同建筑类型的高精度虚拟现实场景，学生可以随时穿越到目标场地进行沉浸式体验。学生可以在虚拟现实环境中直接进行设计操作，如调整建筑体量、修改材质、布置家具，实时观察设计效果。这种所见即所得的交互方式比传统的屏幕建模更加直观，有助于培养空间思维。平台支持多名学生同时进入同一虚拟场景，进行协同设计和方案讨论。教师可以作为导游带领学生游览经典建筑案例，进行现场教学和设计评图。

5.4. 平台赋能下的教学实践效果

自主研发平台的引入从根本上改变了学生的设计 workflow。在传统模式下，性能分析被视为设计完成后的验收环节，学生抱着试试看的心态进行分析，结果不理想也往往因修改成本过高而选择妥协。而在平台赋能的新模式下，性能分析成为设计过程中的导航工具，学生在方案推敲的每一步都能获得性能反馈，优化调整变得轻而易举，自然而然地形成了性能驱动设计的工作习惯。

使用平台后，学生在设计作业中主动进行性能分析的比例从不足 60% 提升至 85% 以上，方案的平均迭代次数从 2~3 轮增加到 5~7 轮，最终方案在能耗、采光、热舒适等指标上均有显著改善。具体而言，优化后方案的平均能耗降低了 18% 至 25%，冬季日照不达标房间比例从平均 35% 下降到 8% 以下，自然采光达标率从 62% 提升到 89%。

问卷调查中，92% 的学生认为平台显著提升了设计效率，87% 的学生表示加深了对技术原理的理解，78% 的学生认为改变了自己的设计思维方式。许多学生反馈，以前觉得做性能分析是为了应付作业要求，现在发现数据能够帮助发现设计中的问题，指引优化的方向，让方案变得更好。

自主研发平台不仅解决了工具层面的技术障碍，更在认知层面重塑了学生对数字技术与建筑设计关系的理解，真正做到了数字赋能、思维重构。

6. 教学成效与反思

6.1. 学生能力提升的多维度评估

融合教学模式实施三年来，学生在“能分析、能设计、能协同”三个维度的能力均有显著提升。

在技术应用层面，学生不仅掌握了数字工具的操作方法，更重要的是理解了数据背后的物理意义和工程逻辑，能够根据实际问题选择合适的分析方法和边界条件。在设计思维层面，学生的作业中开始系统地体现数字化策略，从数据驱动的场地分析、参数化的方案生成到性能导向的优化调整，数字思维贯穿方案生成的各个层面，技术决策的依据更加清晰可循。在工程协同层面，学生初步具备了多专业协同设计的意识和能力，在团队项目中能够主动与结构、设备等专业进行沟通协调，展现出较强的工程实践素养。

更值得关注的是，学生对建筑设计本质的认知发生深刻转变：从将技术视为设计的外在约束，到认识到技术本身即创意的灵感来源，性能优化与美学追求可以相辅相成。这一认知转变标志着学生已建立起符合新工科要求的专业素养。

6.2. 教学模式的可推广性与实施挑战

本研究提出的“三阶模块 + 数字赋能”教学模式具有较强的可推广性。三阶段模块化流程的逻辑框架具有普适性，不依赖于特定软件平台；自主研发平台基于开源框架，技术路线透明，为同类工具的开

发提供了参考。目前该模式已在本校建筑学专业全面推广，并被三所兄弟院校引入试点。反馈表明，只要教师团队认同融合教学理念，该模式在不同教学环境下均能取得良好效果。基于三所院校的试点经验，我们总结出不同条件下的实施策略矩阵(见表 2)。

Table 2. Teaching model implementation strategies for different institutional conditions

表 2. 不同院校条件下的教学模式实施策略

院校条件	师资情况	硬件条件	推荐实施方案	关键成功要素
资源充足型 (重点大学)	师资力量强， 有数字技术背景教师	实验室完善， VR 设备齐全	完整实施三阶模块 + 自研 平台或商业软件	教学理念转变 团队协作机制
中等条件型 (一般本科)	中青年教师为主， 技术基础尚可	计算机机房， 无 VR 设备	三阶模块 + 开源工具链 (Rhino + GH + Ladybug)	教师培训 开源工具学习
资源有限型 (应用型本科)	师资薄弱， 数字技术基础差	硬件条件有限	简化版一、二阶模块 + 免费 在线工具	理念先行 分步推进
起步阶段型 (新建专业)	年轻教师， 愿意尝试新方法	基础设施待建	从一阶模块起步，逐步扩展	长期规划 外部资源引入

然而，模式的实施也面临现实挑战。师资与课程层面，教师需要同时具备设计经验、技术应用能力和编程基础，复合型师资尚不普遍，需通过团队协作教学和校企联合授课等方式弥补；同时融合教学需要设计课程与技术课程在时间上协同，对传统课程体系提出了改革要求。评价与资源层面，如何科学化数字技术在设计作业中的价值、平衡创意表达与技术理性，仍需进一步探索；虚拟现实设备、高性能服务器等硬件投入对经费有限的院校可能构成障碍，建议从软件平台建设入手逐步完善。

6.3. 未来发展方向

基于当前的教学实践，未来的改进方向包括以下几个方面。

在技术层面，持续拓展平台功能模块，推动教学工具向智能化进阶。在现有性能分析的基础上，逐步增加声环境模拟、室内空气质量评估、碳排放计算等模块，构建覆盖更全面的建筑物理性能分析框架。引入人工智能算法，探索基于性能目标的智能方案生成与优化推荐机制，将教师经验与算法能力相结合，提升教学效率与设计质量。同时，探索数字孪生技术的教学应用场景，构建虚实融合的教学环境。

在课程层面，深化多课程融合机制，构建系统化的新工科人才培养体系。以设计课程为主线，推动建筑设计、建筑物理、建筑构造、建筑结构等相关课程的协同教学，打破课程壁垒，实现知识传授与能力训练的有机衔接。同步开发微课、慕课等在线教学资源，扩大优质教学资源的覆盖面，为混合式教学提供支撑。

在实践层面，加强校企合作，与设计院所、科技企业共建实践基地，让学生参与真实项目的数字化设计工作。举办数字化设计竞赛，激发学生的学习热情和创新意识。建立毕业生跟踪反馈机制，持续优化教学内容和教学方法。

7. 结论

新工科建设背景下，建筑设计教学必须主动拥抱数字技术变革，实现从工具教学向思维重塑的范式转变。本研究提出的“三阶模块 + 数字赋能”教学模式，通过构建“前期分析 - 过程反馈 - 优化决策”模块化教学流程与自主研发数字化教学平台，系统破解了技术与设计脱节的教学困境，实现了从被动学习到主动应用再到协同创新的能力培养目标。

本研究的创新之处在于三个方面。第一，提出了符合新工科理念的三阶模块教学流程，将数字技术从设计的辅助工具转变为驱动引擎，建立了技术与设计深度融合的完整闭环。第二，通过自主研发一体化平台和虚拟现实系统，解决了工具层面的技术障碍，实现了设计 - 分析 - 优化的无缝衔接和实景课堂、沉浸设计、仿真展示的全流程数字化教学。第三，明确了能分析、能设计、能协同的递进式能力培养目标，构建了科学的教学评价体系。

教学实践表明，该模式有效提升了学生的数字素养和创新能力，培养了数据驱动的设计思维和多专业协同的工程意识。学生主动运用数字技术的比例大幅提升，设计方案的综合性能和创新性明显改善，就业竞争力显著增强。

本研究为新工科背景下建筑类专业的教学改革提供了可资借鉴的实践范式，其核心理念和实施路径对于其他工程类专业处理理论与实践、技术与创新的关系同样具有启示意义。面向未来，随着人工智能、数字孪生、智能建造等技术的快速发展，建筑教育需要持续探索更为有效的融合教学模式，培养具备跨学科整合能力和终身学习能力的新一代建筑师，为建设创新型国家和实现高质量发展贡献专业力量。

基金项目

湖北工业大学教学改革研究项目“新工科理念下融合数字技术的建筑设计教学的探索与实践”(2024XY15);

湖北工业大学教学改革研究项目“以创新能力培养为核心的建筑物理实验教学体系构建研究”(2024XZ12);

湖北省高等学校省级教学改革研究项目“入门阶段建筑设计核心素养培养的课程改革及研究——以建筑学专业二年级《建筑设计》课程为例”(省 2023303)。

参考文献

- [1] Kalay, Y.E. (2004) *Architecture's New Media: Principles, Theories, and Methods of Computer-Aided Design*. MIT Press.
- [2] Oxman, R. (2017) Thinking Difference: Theories and Models of Parametric Design Thinking. *Design Studies*, **52**, 4-39. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2017.06.001>
- [3] Oxman, R. (2017) Parametric Design Thinking. *Design Studies*, **52**, 1-3. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2017.07.001>
- [4] Abdelhai, N. (2024) Integrating BIM and Emerging Technologies in Architectural Academic Programs. *Journal of Architectural Engineering*, **30**, 1-24.
- [5] Alhazzaa, K. and Yan, W. (2025) Bridging the Gap between Theory and Practice: AR and VR for Building Thermal Behavior in Architectural Education. *Energy and Buildings*, **343**, Article ID: 115940. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2025.115940>
- [6] Juarez, A., Pliego, L., Rábago, J., et al. (2025) How We Use GenAI and AR to Improve Students' Design Skills. *Times Higher Education Campus*. <https://www.timeshighereducation.com/campus/how-we-use-genai-and-ar-improve-students-design-skills>
- [7] 蒋正容, 刘霄峰, 陈新民. 新工科理念下建筑学应用型人才培养模式建构[J]. 华中建筑, 2021, 39(10): 133-136.
- [8] 袁峰, 周渐佳, 闫超. 数字工匠: 人机协作下的建筑未来[J]. 建筑学报, 2019(4): 1-8.
- [9] 王俊, 舒波. 建筑学本科教育中跨学科专业应用建筑信息模型技术的探索[C]//全国高等学校建筑学专业指导委员会建筑数字技术教学工作委员会, 中国建筑学会建筑师分会数字建筑设计专业委员会. 数字·文化——2017全国建筑院系建筑数字技术教学研讨会暨 DADA2017 数字建筑国际学术研讨会论文集. 成都: 西南交通大学建筑与设计学院, 2017: 68-73.
- [10] 洪晓强, 石峰. 新工科背景下绿色建筑系列课程教学体系建设[C]//全国高等学校建筑类专业教学指导委员会, 建筑学专业教学指导分委员会, 建筑数字技术教学工作委员会. 数智赋能: 2022 全国建筑院系建筑数字技术教学与研究学术研讨会论文集. 厦门: 厦门大学建筑与土木工程学院, 2022: 156-159.
- [11] 李茜茜, 薛滨夏, 李罕哲, 王月涛. 数字技术背景下建筑设计范式演进[J]. 新建筑, 2022(6): 92-97.

-
- [12] Gong, K. and Peng, R. (2020) The New Engineering Education in China. *Procedia Computer Science*, **166**, 141-147.
- [13] Zhuang, J., Chen, C. and Wang, J. (2024) Redesigning Building Thermal Science Education through Inquiry-Based Experiential Learning. *Buildings*, **14**, Article 3455. <https://doi.org/10.3390/buildings14113455>
- [14] Naboni, E., Malcangi, A., Zhang, Y. and Barzon, F. (2015) Defining the Energy Saving Potential of Architectural Design. *Energy Procedia*, **83**, 140-146. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.12.204>
- [15] Negendahl, K. (2015) Building Performance Simulation in the Early Design Stage: An Introduction to Integrated Dynamic Models. *Automation in Construction*, **54**, 39-53. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.03.002>
- [16] Passe, U. (2020) A Design Workflow for Integrating Performance into Architectural Education. *Buildings and Cities*, **1**, 565-578. <https://doi.org/10.5334/bc.48>