

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2026.01.010

欢迎按以下格式引用:王素裹,范冰辉,关振长,等.融合虚拟仿真教学的智能建造专业毕业设计教学指导创新与探索——以房建方向为例[J].高等建筑教育,2026,35(1):88-97.

融合虚拟仿真教学的智能建造专业 毕业设计教学指导创新与探索

——以房建方向为例

王素裹¹,范冰辉¹,关振长¹,王行¹,叶方甦²

(1.福州大学土木工程学院,福建福州 350108;2.福建品成建设工程顾问有限公司,福建福州 350003)

摘要:土木工程和计算机行业的深度融合,催生了适应建筑产业现代化需求的智能建造专业,该专业集技术融合、全周期管理、高度自动化与绿色低碳于一体。与传统土木工程专业不同,智能建造专业需要在有限的课时内,完成土木工程与智能化技术的交叉融合教学。这一高要求的教学模式,导致学生在结构设计学习中,普遍面临对核心结构概念理解不深和缺乏对工程实例的具象认知两大挑战。为了更好地指导学生高效完成毕业设计,结合智能建造专业的特点,提出创新性教学指导方案:引入装配式建筑结构与施工虚拟仿真实验平台,在传统的指导方式中融合虚拟仿真教学,并采用产学研合作和协同育人的多维化指导方法,帮助学生搭建系统性框架,梳理清晰的设计流程。通过这一教学改革,帮助学生更好掌握装配式建筑的设计方法与施工流程,确保毕业设计成果达到预期标准。实践表明,结合虚拟仿真教学的多维指导方法对智能建造专业的毕业设计起到了积极的促进作用,成效显著,为今后相关毕业设计指导提供了借鉴。

关键词:虚拟仿真;智能建造;毕业设计;装配式建筑结构;教学指导

中图分类号:G642.477

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2026)01-0088-10

随着人工智能等新兴技术的飞速发展,传统土木工程行业面临转型升级的压力。科技浪潮正深刻重塑作为国民经济支柱的建筑产业。驱动这场变革的核心引擎,便是智能建造技术。它不仅颠覆了传统土木工程的生产范式,更引领行业迈向高效、绿色与智能化的新纪元^[1]。智能建造,集数字化设计、工厂化生产、装配化施工、信息化管理与智能化应用于一体,为传统土木工程转型升级指明了关键路径。然而,我国目前在智能建造领域面临技术和管理人员严重短缺的困境,阻碍了建筑

修回日期:2025-04-25

基金项目:教育部高教司协同育人项目“面向新工科的智慧工地实训基地建设”(231000641211940);福建省教育厅虚拟仿真教学项目“装配式建筑结构与施工虚拟仿真实验教学”

作者简介:王素裹,女,副教授,博士生导师,主要从事土木工程智能建造、结构设计理论等方面研究,(E-mail)wangsuguo@foxmail.com。

行业的转型升级^[2-3]。为此,国内多所高校积极探索智能建造新型人才培养路径,并取得了一定的成效。

丁烈云等^[4]指出智能建造专业人才要具有“T”形知识结构,并具有土木建筑专业和信息化技术专业背景;卢昱杰等^[5]提出要构建智能建造专业“P-S-R(要求—挑战—响应)”框架体系,明确了智能建造专业的建设路径及各个时期的重点工作;刘世平等^[6]提出智能建造专业要以实践性强的土木工程专业为根基,因此,在设计智能建造专业实践性教学方案时,应着重强调计算机仿真分析在建筑及施工设计领域的运用;秦卫红等^[7]提出了一种以CDIOF理念为核心,依托实际工程项目,运用BIM技术作为连接平台的联合毕业设计教学模式——CDIFO-BIM,并据此设计了相应的教学流程与方法;毛超等^[8]以重庆大学智能建造专业建设为出发点,从培养目标、课程体系和教学模式等方面展开创新思考;张海燕等^[9]提出了“PDCA”循环制定毕业设计的实施路径,引入装配式混凝土结构设计、基于BIM的预制构件深化设计、施工过程模拟等,为智能建造专业毕业设计改革提供条件。

以智能建造专业毕业设计教学指导方法探讨为主题,首先,分析智能建造与传统土木工程的主要区别,并根据智能建造的特点做出教学调整。其次,总结虚拟仿真实验教学平台特点和智能建造专业毕业设计的特点。最后,深入探讨在智能建造专业毕业设计中融入虚拟仿真教学的实践应用效果,以期为相关教育工作者提供参考。

一、智能建造专业毕业设计的特点及不足之处

(一) 智能建造专业的特点及其与土木工程专业的区别

智能建造作为推动建筑业转型升级的新兴交叉学科,深度融合了土木工程、计算机科学、信息技术、机械工程与自动化等多领域知识,具有独特的跨学科特征。该领域以技术创新为驱动,依托BIM技术、物联网、大数据、人工智能等先进技术手段,实现建造过程的数字化、自动化与智能化,推动行业的创新发展与技术进步。

智能建造的高度智能化,使其在建筑全生命周期内实现智能化管理,包括设计、施工、运营等环节^[10]。通过应用智能建造技术,能够优化资源配置,提高施工效率,降低能源消耗,进而实现节能减排的目标。据统计,建筑物全寿命周期内,能源消耗部分的费用占比达40%。因此,推动智能建造的发展,不仅有助于节能减排,而且能带来显著的经济效益^[11]。

智能建造专业与传统土木工程专业在人才培养方案及目标定位上存在显著差异^[12]。智能建造专业聚焦智能技术的应用与创新,教学方法强调理论与实践的紧密结合,着力强化技术创新能力与跨学科协作精神的培养。相比之下,土木工程专业则侧重于工程理论素养与实践能力的全面积淀,其核心课程体系涵盖结构力学、混凝土结构设计、钢结构设计及土力学等,系统讲授了力学分析、构件设计原理及地基基础等关键知识。智能建造专业在保留了部分土木工程必修课程的基础上,适度压缩了传统课程的比重,大幅增加了计算机理论与智能建造技术应用类课程,以更好地契合工业现代化的转型需求。

此外,二者的毕业生就业方向差异明显。土木工程专业毕业生的主要去向为传统的施工、建设、设计及管理领域;而智能建造专业则更侧重于智能化技术与建筑产业深度融合的应用领域,紧密对接现代化建筑行业的发展趋势,两者的对比情况如表1所示。

综上所述,智能建造凭借跨学科融合、技术创新驱动、智能化应用、高效节能及强适应性等核心优势,有力推动了传统土木工程的转型升级,引领建筑行业迈向高效、绿色、智能的高质量发展新阶段。

表1 智能建造专业与土木工程专业的对比

区别点	土木工程专业	智能建造专业
涉及领域	土木工程(房屋建筑、路面与桥梁、地下工程)	结合土木工程、计算机科学、信息技术、机械自动化等多个领域
培养目标	培养具有扎实的数学和力学基础,掌握土木工程专业的基本知识和技能,能够胜任建筑工程项目的设计、施工管理等工作的专门人才	培养兼具创新思维和国际视野的复合应用型人才,掌握土木工程的基础理论,并精通数字化、网络化和智能化技术的运用
课程设置	侧重于传统的土木工程理论和实践,如土木工程制图、结构力学、混凝土结构设计、钢结构、基础工程、土力学等	除传统土木部分必修课程外,还融合了现代技术元素,如PYTHON程序设计、电工与电子技术、土木工程智能运维、建筑设备等
就业方向	建筑施工、房地产开发、交通规划、市政工程等领域	可在建筑公司、工程咨询公司、建筑软件开发公司等领域工作,从事智能建筑系统的设计、施工、管理

(二) 智能建造专业毕业设计环节的不足之处及解决之策

基于智能建造专业的跨学科特性,课程设置在土木工程专业基础上进行了整合与升级。一方面,通过合并学科基础必修课的相近内容,释放课时用于信息技术教学,例如,将画法几何与工程制图整合为土木工程制图与识图;将理论力学、材料力学与结构力学整合为工程力学;将混凝土结构设计原理、钢结构设计原理整合为工程结构设计原理;将土力学、基础工程整合为土力学与基础工程;将土木工程材料升级为智能建造工程材料。另一方面,引导学生根据兴趣选修房屋建筑、桥梁及地下工程等方向课程,以拓宽学术视野。

然而,这种学科交叉模式在拓宽知识面的同时,也不可避免地压缩了建筑结构等核心课程的课时,导致教学内容深度调整。智能建造专业学生在结构力学、钢结构设计、混凝土结构设计等方面的积累相对薄弱,其对专业内容的理解更偏向技术应用,而在结构概念设计上略显不足。正如丁烈云^[4]认为的,智能建造专业学生虽具备广博的“T”型知识面,但在特定专业领域的深耕往往不足。因此,在毕业设计阶段,学生亟须回归结构设计原理,针对性深化结构概念与体系选型等核心知识,以弥补知识体系短板。这种回溯式学习给指导教师带来了更高挑战。在传统模式下,学生知识储备不足常影响设计进度,这一瓶颈在装配式建筑结构设计尤为突出,构件拆分与节点连接等关键环节常导致设计进度延误。

针对上述问题,毕业设计引入了装配式建筑结构与施工虚拟仿真实验教学平台。该平台旨在利用虚拟仿真技术帮助学生快速深化结构概念,增强对结构设计和施工流程的理解,弥补其对工程实例认识的不足,从而减少毕业设计阶段的探索时间。此外,平台还能辅助学生明确所需掌握的结构设计软件,提高电算效率与精度,助力学生高效、高质量完成毕业设计任务。

二、装配式建筑结构与施工虚拟仿真实验教学平台特色

(一) 高度还原施工过程及二维、三维结构相结合的结构图展示

基于装配式现场全过程施工流程,该虚拟仿真实验教学平台利用三维模型详细再现从预制工厂生产、构件运输、现场吊装到安装施工的完整链条,如图1所示,帮助学生建立对装配式施工全流程的系统性认知。此外,平台精确构建了叠合梁、叠合板和装配式楼梯等各类典型构件模型,实现了二维平面图纸与三维实体模型的交互对照,并能直观展示内部构配筋、吊点位置等关键构造细节。



图1 装配式建筑结构设计施工虚拟仿真实验教学平台部分施工流程展示

(二) 交互性强,反馈及时

虚拟仿真实验教学平台能够高度还原现场施工环境,在保障实训安全的前提下,为学生提供更沉浸式操作体验。学生在掌握装配式结构设计和施工流程的基础上,可以利用定位工具、吊具、斜撑等虚拟设备进行实操演练,实现装配式结构构件的规范安装。平台具备实时反馈功能,能够及时识别并纠正施工中的违规操作,帮助学生查漏补缺,有效提升其实操技能与工程素养。

(三) 降低风险和实训成本

相较于传统的实训模式,装配式建筑结构设计施工虚拟仿真实验教学平台能够避免实际施工过程中可能产生的危险,确保学生试验与施工中的人身安全。首先,在成本控制方面,虚拟平台无需消耗实体建材与设备,大幅压缩了实训开支。其次,在安全性与容错性上,平台允许学生进行反复、零成本的试错操作,彻底消除了因操作失误可能引发的安全事故与资源浪费问题,有效隔离了传统施工实训的固有风险。

(四) 模块化和系统化的学习体验

平台通过多个专项模块系统化呈现装配式建筑知识体系,每个模块均集成了视频学习、构件识图与实操演练三大功能。平台涵盖了生产准备、机械支模、预埋件及钢筋绑扎、混凝土浇筑与养护、起吊入库及运输等全流程实训环节,确保学生能够系统、全面地掌握装配式结构的关键知识与操作技能。

(五) 灵活高效的学习时控

虚拟仿真实验教学平台打破了传统教学模式在时间、空间及资源配置上的局限。在课堂教学之外,学生可依据个人学习进度随时开展实训操作,灵活支配学习时间。这种模式极大地拓展了学习的自主权,为学生提供了充足的实训机会,支持其基于个人兴趣与需求进行个性化学习,从而更深入地掌握装配式建筑的设计与施工技能。

综上所述,装配式建筑结构设计施工虚拟仿真实验教学平台凭借高度的场景还原、模块化与系统化的课程体系、强交互性、资源共享及安全高效等核心优势,为装配式建筑毕业设计指导及教学实训提供了创新的解决方案。该模式在显著提升教学质量的同时,有效降低了教学成本与实训

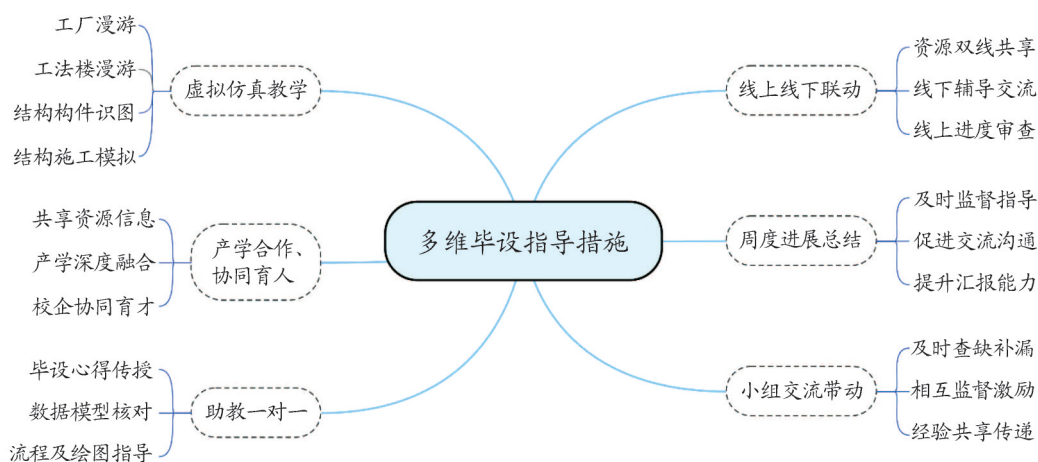
风险。

三、虚拟仿真教学在智能建造毕业设计中的应用

(一) 结合虚拟仿真教学的智能建造毕业设计多维措施

智能建造毕业设计应紧扣本专业的交叉学科特性,着力强化“T”型人才的核心能力,即在拓宽知识广度的同时,深挖专业深度。扎实的结构设计概念能有效提升学生在各阶段(前期的概念设计、中期的构件拆分,以及后期的成果校核)的学习效率,并在此基础上优化毕业设计成果的展示质量。为此,本次教学实践采用了如图2所示的多维度指导措施,旨在引导学生充分利用多维资源,深入掌握并应用毕业设计相关知识点。

图2的左侧展示了多元化的教学指导方式,通过虚拟仿真、产学合作及助教帮扶等模式,整合了虚拟仿真系统、企业实地参观、企业设计案例及历届优秀作品等资源,旨在夯实学生的基础设计理论,并深化其结构设计概念。图2的右侧则列出了以学生进度跟踪、成果质量控制及全方位能力提升等为核心的设计进程保障措施。通过有效整合外部资源激发学生内在动力,促使其全面成长。在此过程中,线上平台发挥了关键作用,支持互动学习、模拟实践、个性化指导及团队协作。这一模式不仅促进了理论与实践技能的深度融合,而且有效提升了学生的任务管理能力,使其掌握了团队协作技巧及复杂问题解决策略。



(二) 虚拟仿真实验教学平台在智能建造专业毕业设计中的优势

在智能建造房建方向的毕业设计中,图纸表达贯穿于初期建筑图构思到中期施工详图绘制的全过程,是毕业设计推进的关键环节。装配式建筑结构与施工虚拟仿真实验教学平台在此过程中发挥了核心支撑作用,特别是在前期的平面布置规划阶段,平台通过准确核算叠合构件的尺寸,并模拟施工环境,辅助学生成功优化了建筑平面布局。

进入中期施工图设计阶段,结构施工图的绘制面临钢筋锚固与搭接、吊钉与吊环固定,以及箍筋加密等细部构造的挑战。针对这一难点,虚拟仿真实验教学平台提供了丰富的学习资源与实践场景,帮助学生提前掌握关键施工技术。通过在平台上的实操演练,有效提升学生对细部构造的理解,从而提高了设计的精准度与规范性。

在智能建造专业房建方向的毕业设计中,学生需要根据实际工程需求,精心制定设计与施工方案。然而,在毕业设计前期学生主要通过选修装配式建筑结构课程获取基础理论,缺乏对实际设计

案例与全流程的深入认知,导致在结构概念设计、结构构件拆分及节点设计细节等方面存在知识短板。为此,虚拟仿真实验教学平台为学生提供了沉浸式学习环境,支持学生进行装配式建筑的初步设计演练,辅助其全面理解施工流程和构造细节,从而实现从抽象理论到具象实践跨越。此外,针对结构设计软件的电算分析环节,平台深化了学生对设计流程与实际施工工艺的对接理解,有效加速了软件学习进程,推动了电算环节的高效开展。

装配式建筑结构设计的核心在于预制构件的科学拆分、节点连接的精准设计及吊装方案的合理规划。在平台的辅助下,学生能够直观掌握结构构件与连接部位的具体构造,为后续的构件拆分、拆分验算及节点验算等工作奠定坚实基础。这不仅显著提高了设计效率,也大幅缩短了关键模块的学习曲线。

(三) 虚拟仿真实验教学平台核心模块在毕业设计中的应用

图3展示了装配式建筑结构与施工虚拟仿真实验教学平台中的核心模块——全局工法楼识图漫游。该模块涵盖了装配式建筑结构的主要工序,并依据建筑结构特征对各个环节进行了分区展示。通过将复杂的施工模块分解为若干个独立区域,系统为每个区域提供详尽的二维图纸与三维模型对照功能,旨在帮助学生快速构建二维图纸、三维模型与实际构件之间的认知对应关系。

平台支持三维模型的多角度交互展示,学生可以自由切换视角以配合构建二维图纸的平立面识图。以图4为例,平台重点呈现了叠合板拼接、梁柱连接节点等关键部位的识图内容。借助高精度三维模型与深度二维图纸解析的结合,该模式为学生营造了沉浸式的学习氛围,有效强化了理论与实践的结合,对提升毕业设计质量及智能建造领域的专业核心素养具有重要意义。

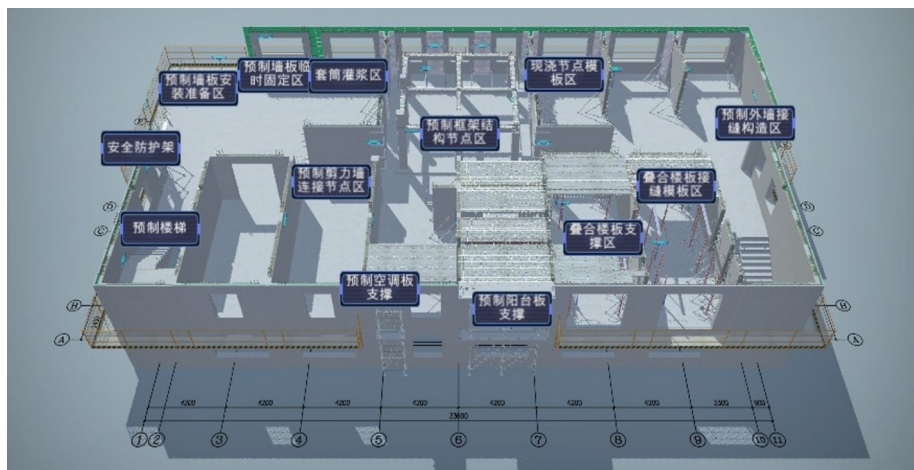


图3 全局工法楼漫游

四、结合虚拟仿真教学的毕业设计环节设置及毕业设计成果展示

在智能建造专业的毕业设计中,虚拟仿真实验教学平台与装配式建筑结构设计有机融合,不仅契合我国土木工程行业的发展趋势,而且显著优化了教学成效。相较于传统现浇结构,装配式建筑在减少模板用量和缩短施工周期方面优势明显^[13],而虚拟仿真实验教学平台则通过提供沉浸式体验突破了时空限制,在强化理论与实践结合的同时,有效降低了实验风险并促进了跨学科融合。在有限课时内,学生利用BIM技术构建三维模型并模拟施工全过程,能够深入解析装配式建筑在设计、施工、图纸与模型之间多维关联,从而实现结构思维能力和设计效率的双重提升。因此,将虚拟仿真教学作为毕业设计指导的重要辅助手段,有力推动了传统教学向“多维一体”的智能建造模式

转型,其相较传统模式的对比优势详见表2所示。

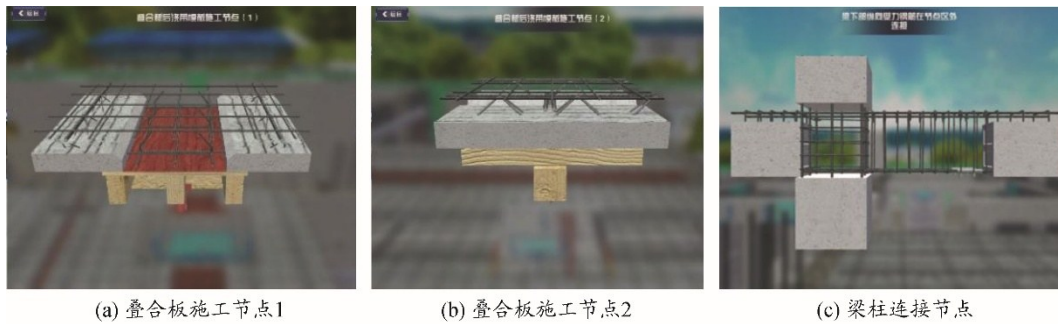


图4 装配式建筑结构设计施工虚拟仿真实验教学平台部分识图漫游

表2 智能建造专业采用多维方式与传统毕业设计指导方式的效果对比

指导模式 效果对比	传统毕业设计指导方式	融合虚拟仿真的多维毕业设计指导方式
指导方式	线下指导为主,集中讲解及定期答疑相结合	融合虚拟仿真实验教学平台,线上线下交叉,校企联合、教师讲解、学生实操、定期答疑等多维方式相结合,实时解决疑问
结构布置	因结构概念不强,需重复查找书籍、规范和案例等资料进行查漏补缺。缺点为历时长、低效且缺乏独立思考。时长10~14天	平台中的三维识图等功能,能够更好地帮助学生建立结构概念,实现从识图到绘图顺利过渡,时长大幅度缩短,约7天
拆分方案	装配式构件拆分相关知识不够完善,需先查询相关规范和资料,再结合毕业设计选题的结构情况制定拆分方案。该环节需建立在充分学习和理解的基础上,时长约14天	通过平台的工厂漫游模拟、施工实训练习等模块的配套与实操练习,让学生更快、更深入地明确装配式结构的拆分原则,进而制定对应的拆分方案。时长约7天
毕业设计提交材料	计算书、图纸:因所学的结构专业知识不足和学时限制,提交的内容缺乏深度。图纸与实际施工图纸仍存在差距	计算书、图纸、BIM三维模型:因融合了虚拟仿真实验教学平台与多维方式的指导,弥补了学生结构概念不清的短板,充分地利用毕业设计的课时,从而设计更具体、更符合实际的施工图纸,以及BIM三维模型,从而使学生获得更系统的设计训练

目前,本人指导的智能建造专业房建方向学生均以小组形式开展,每组约为7人。毕业设计选题紧扣建筑行业发展脉搏,重点聚焦装配式建筑结构在不同建筑类型中的应用,并结合学生的专业兴趣和知识基础进行量身定制,涵盖了宿舍楼、办公楼及停车楼等多种典型工程。在过程管理方面,采取全过程分阶段指导模式,将毕业设计分为前期、中期和后期三个阶段。每个阶段建立了严格的任务审查机制,并通过阶段性考核情况制定下一阶段的实施计划。

(一) 毕业设计进度阶段安排

1. 前期

指导教师通过选题指导,确定每位学生的毕业设计选题。学生须仔细阅读并熟悉设计任务书,了解地质资料和建筑需求,整理并查找所需知识、软件及相关规范等。引导学生明确设计目标,并初步分配任务,动员毕业设计小组成员。在此期间,学生可在装配式建筑结构设计施工虚拟仿真实验教学平台学习相关结构设计和施工流程,并尝试进行建筑设计、建筑图绘制等。在完成结构工程概况分析、初步布置分析的前提下进行开题报告撰写。

2. 中期

本阶段是毕业设计的核心环节,具有任务繁重、综合性强的特点,主要工作涵盖主体结构与设计,要求学生采用手算与电算相结合的方式完成结构设计及施工图绘制。针对装配式建筑,构件拆分是区别于现浇结构的关键步骤。为此,教学依托装配式建筑结构设计及施工虚拟仿真实验教学平台,开展构件识图与施工实训,旨在帮助学生深刻理解拆分设计的核心作用。在设计过程中,学生需要综合考量生产、运输、翻身吊装及安装连接等多重工程制约因素,进而制定科学的拆分方案,并完善节点细部构造图及装配式施工方案。

在过程指导方面,教师定期与学生开展进度交流与讨论,确保提供及时有效的反馈。同时,教师依据课题特点、难度,以及学生在虚拟仿真平台中的实训深度,制定个性化的指导方案,并严格开展中期检查,以保障毕业设计质量。

3. 后期

学生整理毕业设计成果。指导教师对学生的成果进行审查和指导,学生按照指导教师的意见进行修改,内容完善后参加毕业设计答辩。

(二) 学生的毕业设计成果提交形式

1. 计算书

合理精简手算内容,将重复性计算环节改为电算,旨在优化设计流程,提升计算效率,并强化学生对专业软件的应用能力。

2. 图纸

成果应包含结构施工图、构件深化设计图及基础布置图。借鉴虚拟仿真实训教学平台的优秀案例,开展绘制,并完善相应的图纸表达。

3. 三维模型

建立传统三维计算模型,用于受力和配筋计算,并且结合BIM技术建立集成化的三维建筑信息模型,该模型借助BIM技术整合建筑设计信息(如结构形式、材料属性等),为设计、施工、运营等阶段提供数字化支持。此外,基于虚拟仿真技术的应用,三维模型还可实现预制构件的堆放与吊装的动态模拟、施工进度管理动态分析及建筑能效评估等。

(三) 毕业设计的考核方式

1. 设计内容评审

对计算书、工程图纸及三维模型等成果进行综合评价。评审不仅考察设计方案的合理性与技术规范性,而且注重评估学生对项目的整体把握能力,重点审核设计流程的逻辑性与设计内容的完整性。

2. 成果展示

学生需提交PPT、工程图纸和三维模型,并进行现场汇报。借助虚拟仿真实验教学平台,学生能够呈现更加生动、精准的三维模型,并通过动态模拟展示,直观地展示设计思路、施工工艺及关键节点等核心内容。

3. 答辩环节

学生需在答辩过程中阐述设计方案,并回应评审专家的提问。虚拟仿真实验教学平台的引入,能够为学生实时展示关键节点构造、模型分析数据及仿真结果,提升了答辩的表现力与说服力。评审教师将结合学生对设计内容的掌握程度、语言表达能力、创新思维及虚拟仿真演示效果进行综合打分,从而确保评价的客观性与准确性。

基于2024届毕业学生的教学实践,融合虚拟仿真教学模式取得了显著成效。该模式不仅有助

于学生掌握结构设计全流程,优化设计进度并降低技术门槛,还能通过设置三维模型可视化等拓展内容,有效提升学生的实际操作能力。此外,教学过程中应鼓励与信息化方向的学生开展跨专业合作,引入编程技术以增强设计的信息化水平,深化多学科的融合,从而显著提升毕业设计的整体质量与效率。图5—图6为部分优秀学生毕业设计的代表性成果。

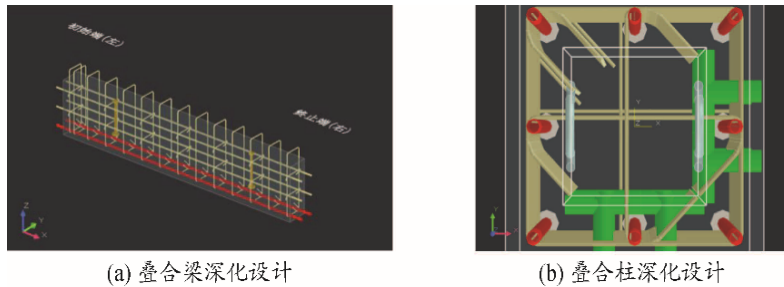


图5 预制构件深化设计图

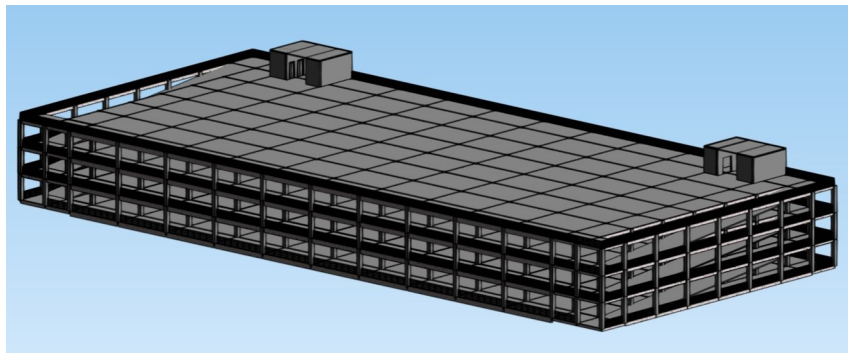


图6 BIM三维模型

五、结语

随着智能建造专业的持续深化改革,毕业设计的内涵不断向更广泛的学科领域延伸。这种跨学科的深度融合有效促进了复合型人才的培养,显著拓宽了毕业生的就业渠道,提高了整体就业率。

针对智能建造的专业特性,教学改革应立足于土木工程基础,深度融合信息技术,并借鉴传统土木毕业设计的成熟经验,实现毕业设计模式的创新。通过充分发挥虚拟仿真实验教学平台的支撑作用,学生能够高效地建立结构设计概念、厘清设计与施工流程,从而更高质量地完成毕业设计。这不仅使毕业设计成果更加充实,而且全面强化了毕业生的专业能力和职业竞争力。

面向未来,智能建造专业学科交叉融合与毕业设计的持续创新仍面临诸多挑战。这要求我们坚持立足实际、与时俱进、务实推进。通过师生协同创新,持续优化人才培养体系,切实提升学生的工程实践综合能力与专业素养,致力于培养兼具创新精神与实践能力的高素质人才,以适应新时代行业发展需求。

参考文献:

- [1] 廖玉平. 加快建筑业转型 推动高质量发展——解读《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》[J]. 中国勘察设计, 2020(9): 20-21.
- [2] 尤志嘉, 吴琛, 刘紫薇. 智能建造研究综述[J]. 土木工程与管理学报, 2022, 39(3): 82-87, 139.
- [3] 孙峻. “新工科”土木工程人才创新能力培养[J]. 高等建筑教育, 2018, 27(2): 5-9.

- [4] 丁烈云. 智能建造创新型工程科技人才培养的思考[J]. 高等工程教育研究, 2019(5): 1-4, 29.
- [5] 卢昱杰, 高慧, 霍天昭. 智能建造专业建设体系与教学方案设计[J]. 高等建筑教育, 2022, 31(1): 8-14.
- [6] 刘世平, 骆汉宾, 孙峻, 等. 关于智能建造本科专业实践教学方案设计的思考[J]. 高等工程教育研究, 2020(1): 20-24.
- [7] 秦卫红, 姚一鸣, 张志强, 等. 基于CDIOF-BIM的土木工程联合毕业设计教学实践与思考[J]. 高等建筑教育, 2022, 31(5): 63-70.
- [8] 毛超, 严薇, 刘贵文, 等. 智能建造专业教育创新与实践[J]. 高等建筑教育, 2022, 31(1): 1-7.
- [9] 张海燕, 季静, 潘建荣, 等. 新工科背景下土木工程专业毕业设计教学模式改革与实践[J]. 高等建筑教育, 2024, 33(3): 98-105.
- [10] 刘伟, 韩璐遥, 王永祥, 等. 智能建造趋势下工程管理专业应用型创新人才培养体系综合评价研究[J]. 创新创业理论与实践, 2023, 6(5): 21-24, 38.
- [11] 龙惟定. 人工智能技术在建筑能源管理中的应用场景[J]. 建筑科学, 2021, 37(2): 127-136, 145.
- [12] 李丽娟, 杨文斌, 肖明, 等. 跨学科多专业融合的新工科人才培养模式探索与实践[J]. 高等工程教育研究, 2020(1): 25-30.
- [13] 刘康宁, 张守健, 苏义坤. 装配式建筑管理领域研究综述[J]. 土木工程与管理学报, 2018, 35(6): 163-170, 177.

The innovation exploration of teaching guidance for graduation design of intelligent construction major integrating virtual simulation teaching: taking residential building discipline as an example

WANG Suguo¹, FAN Binghui¹, GUAN Zhenzhang¹, WANG Xing¹, YE Fangsu²

(1. College of Civil Engineering, Fuzhou University, Fuzhou 350108, P. R. China; 2. Fujian Bimtrans Construction Projects Consulting Co., Ltd., Fuzhou 350003, P. R. China)

Abstract: With the in-depth integration of the civil engineering and computer industries, the field of intelligent construction has emerged to meet the needs of modernization in the construction industry. The major of intelligent construction is characterized by technological integration, spanning the entire life cycle of building, high automation, and energy conservation. Compared to traditional civil engineering majors, students in intelligent construction need to learn a combination of civil engineering and smart technology within limited class hours. This demanding teaching model has led students to generally face two major challenges in their structural design studies: insufficient in-depth understanding of core structural concepts and a lack of concrete perception of engineering examples. To better guide students in completing their graduation projects efficiently, an innovative teaching guidance plan is introduced, incorporating virtual simulation teaching, a virtual platform for prefabricated building design and construction, and a multi-dimensional guidance model combining industry-university collaboration and cooperative education. This approach helps students establish a systematic understanding and clarify the design process. Results show that the reform effectively enhances students' skills in prefabricated building design and construction, significantly improving the quality and efficiency of their graduation projects. The practice provides valuable insights for future teaching in related fields.

Key words: virtual simulation; intelligent construction; graduation design; prefabricated building structure; teaching guidance

(责任编辑 邓云)