

建筑设计中装配式建筑设计创新与发展探讨

孟凡喜

十堰豪门建筑设计院有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i6.4830

[摘要] 本文聚焦建筑设计中装配式建筑设计创新与发展。先阐述装配式建筑设计概述,包括其模式、核心特征及优势。接着介绍创新实践,涵盖模数化与标准化、结构体系与连接节点、围护与内装一体化及数字化技术应用。随后分析面临的挑战,如技术标准不完善、协同不足、成本控制难。最后提出完善标准体系、加强协同创新、优化成本、提升市场认知等发展策略,为装配式建筑设计发展提供参考。

[关键词] 装配式建筑; 建筑设计创新; 发展策略

中图分类号: TU2 **文献标识码:** A

Discussion on Innovation and Development of Prefabricated Building Design in Architectural Design

Fanxi Meng

Shiyan Haomen Architectural Design Institute Co., Ltd.

[Abstract] This paper focuses on innovation and development in prefabricated building design within architectural design. It first elaborates on an overview of prefabricated building design, including its models, core characteristics, and advantages. Next, it introduces innovative practices, covering modularization and standardization, structural systems and connection joints, integration of enclosure and interior finishing, and the application of digital technology. Subsequently, it analyzes the challenges faced, such as imperfect technical standards, insufficient collaboration, and difficulties in cost control. Finally, development strategies are proposed, including improving standard systems, strengthening collaborative innovation, optimizing costs, and enhancing market awareness, providing references for the development of prefabricated building design.

[Key words] Prefabricated Buildings; Architectural Design Innovation; Development Strategies

引言

在建筑行业绿色低碳转型的大趋势下,装配式建筑凭借减少现场湿作业、降低建筑垃圾排放、缩短施工周期等优势,成为推动建筑业高质量发展的关键方向。与传统现浇建筑不同,装配式建筑设计有着独特理念与特征,涉及多环节统筹。然而,其在创新发展过程中也面临诸多挑战。深入探讨其创新实践与发展策略,对提升装配式建筑设计水平、促进建筑工业化发展具有重要意义。

1 装配式建筑设计概述

装配式建筑设计是基于构件工厂预制、现场装配施工的核心理念,对建筑全生命周期进行系统性规划的设计模式,区别于传统现浇建筑的“现场浇筑”模式,其核心特征体现为设计标准化、生产工厂化、施工装配化、装修一体化和管理信息化。该设计模式以构件拆分与整合为关键环节,需提前统筹建筑功能、结构安全、生产工艺与施工效率等多维度需求。在建筑行业向绿色低碳转型的背景下,装配式建筑设计通过减少现场湿作业、

降低建筑垃圾排放、缩短施工周期等优势,成为推动建筑业高质量发展的重要方向^[1]。同时,其设计过程需突破传统设计思维,强化各专业协同,将构件生产精度、运输条件、安装序列等要素前置融入设计环节,实现建筑功能、性能与经济性的有机统一,为建筑工业化发展提供核心技术支撑。

2 装配式建筑设计创新实践

2.1 模数化与标准化创新设计

模数化与标准化创新设计是装配式建筑实现规模化发展的核心基础,通过建立以基本模数、扩大模数为核心的模数协调体系,实现构件尺寸与建筑功能空间的精准匹配。当前创新实践中,设计单位通过构建“基础模数+柔性模块”的组合模式,在统一模数基准的前提下,开发多样化模块组合方案,满足不同建筑类型的功能需求。例如在住宅建筑中,以3M模数为基准,设计标准化的厨卫模块、起居模块,同时通过模块内部尺寸微调实现户型多样化。标准化创新则聚焦构件通用性提升,通过梳理不同项目的构件需求,制定涵盖梁、板、柱、墙板等核心构件的标准图集,

明确构件规格、材料性能与连接方式。部分企业还建立标准化构件库,实现构件参数化调用,当项目需求变化时,可通过构件组合调整快速响应,既提升设计效率,又保障构件生产的规模化优势,降低生产成本。

2.2 结构体系与连接节点创新设计

结构体系创新是提升装配式建筑抗震性能、适用范围的关键,当前已形成装配式混凝土结构、钢结构、木结构及混合结构等多元化体系。装配式混凝土结构领域,创新开发出装配整体式框架-剪力墙结构,通过优化梁柱截面形式与配筋设计,提升结构整体刚度;钢结构领域,轻型钢结构、重型钢结构协同发展,其中模块化钢结构通过单元整体预制,实现现场快速拼接,适用于多高层住宅与公共建筑。连接节点创新聚焦“强连接、易施工”目标,混凝土结构中,研发出套筒灌浆连接、浆锚搭接连接等技术,通过改进灌浆材料性能与施工工艺,保障节点力学性能达标;钢结构中,高强度螺栓连接、焊接与螺栓混合连接技术广泛应用,部分项目采用智能化连接节点,集成传感器实时监测节点受力状态。此外,针对不同结构体系的协同,创新设计过渡节点构造,实现混凝土构件与钢构件的可靠连接,拓展装配式建筑在复杂建筑造型中的应用空间。

2.3 建筑围护与内装一体化创新设计

建筑围护与内装一体化创新设计聚焦提升建筑节能性能与居住舒适度,实现围护系统与内装系统的协同优化。围护系统方面,创新开发出集保温、隔热、防水、装饰于一体的复合墙板,采用“结构层+保温层+装饰层”集成设计,其中保温层选用真空绝热板、岩棉等高效保温材料,装饰层采用预涂饰面板,减少现场装修工序。部分项目采用光伏一体化围护构件,将太阳能光伏板与外墙、屋面构件整合,实现建筑节能与能源生产一体化^[2]。内装一体化设计以“模块化、快装化”为核心,开发标准化内装模块,包括厨房模块、卫生间模块、收纳模块等,模块内部完成管线、设备、饰面的工厂预制,现场通过干法连接快速装配。同时,采用管线分离设计,将给排水、电气管线敷设于吊顶、地面垫层或墙面空腔内,避免对结构构件的破坏,便于后期维护与改造。通过围护与内装系统的一体化统筹,减少现场湿作业,缩短施工周期,提升建筑整体节能效果与内装品质。

2.4 数字化技术在装配式建筑设计中的创新应用

数字化技术为装配式建筑设计提供全流程智能化支撑,实现设计、生产、施工的协同联动。BIM技术作为核心应用工具,通过构建三维可视化模型,实现各专业设计协同,在设计初期即可开展碰撞检查,减少设计冲突。例如在构件拆分阶段,利用BIM模型进行参数化拆分,自动生成构件加工图纸与物料清单,直接对接工厂生产系统。大数据技术则用于分析建筑全生命周期数据,包括构件生产精度、施工进度、运营能耗等,为设计优化提供数据支撑,通过分析不同区域气候数据,优化围护结构保温设计参数。物联网技术应用于构件追踪管理,在预制构件生产时嵌入RFID芯片,实时采集构件生产、运输、安装等环节信息,确保构件质量可追溯。另外,虚拟现实(VR)、增强现实(AR)技术用于

设计方案可视化展示,帮助业主直观感受建筑效果,同时辅助施工人员进行安装模拟培训,提升施工精度。数字化技术的集成应用,实现装配式建筑设计从传统二维设计向全流程数字化协同设计的转型。

3 装配式建筑设计面临的挑战

3.1 技术标准与规范不完善

当前装配式建筑设计领域技术标准与规范体系不完善,难以满足多元设计需求。其一,覆盖范围不足,新型结构体系如模块化钢结构、混合结构的设计规范不健全,部分新型构件性能指标、设计参数无明确规定,设计缺乏统一依据。其二,更新滞后于技术创新,数字化技术、新型材料应用下,BIM技术应用标准、新型复合构件设计要求界定不清,设计人员依赖经验,增加风险。其三,地区标准差异大,地方规范与国家标准衔接不畅,跨区域项目设计需频繁调整,降低效率。此外,全生命周期设计标准缺失,设计、生产、施工、运营各环节衔接困难,制约整体设计质量提升。

3.2 设计与生产施工协同不足

设计与生产施工协同不足制约装配式建筑设计落地。各环节信息传递不畅、责任划分不清晰是主要问题。设计阶段未充分考虑生产施工,方案未结合工厂生产能力等,导致构件难批量生产或现场安装难,需二次修改,增加成本与工期。生产环节未及时反馈质量问题与工艺难点,设计人员难优化方案。施工环节与设计协同脱节,施工单位未充分参与设计交底,现场安装发现构件连接节点与工艺不匹配,需临时调整方案^[3]。另外,缺乏统一协同管理平台,各单位信息管理系统不同,数据格式不兼容,构件信息、施工进度等无法实时共享,形成信息孤岛,影响协同效率。

3.3 成本控制难题

成本控制难题是装配式建筑设计推广的主要障碍,涉及多环节。设计阶段,为满足个性化需求,非标准化构件设计增加模具开发成本,标准化不足难形成规模效应,单位构件设计成本高。生产环节,预制构件生产工厂初期投资大,产能利用率不足会摊高单位成本;新型材料应用虽提升品质,但材料成本上升。运输环节,预制构件体积大、重量重,对运输有特殊要求,成本高于传统材料,长距离运输易损坏,增加额外成本。施工环节,对施工人员技能要求高,需专业团队与大型设备,人工与设备租赁成本高;若方案与工艺衔接不当,出现返工或延误,施工成本进一步增加,整体成本优势难体现。

4 装配式建筑设计发展策略

4.1 完善技术标准与规范体系

完善技术标准与规范体系,要构建全流程、多层次标准框架,与技术创新协同推进。扩大覆盖范围,针对模块化钢结构等新型结构体系,组织科研机构、设计单位和企业联合编制专项设计规范,明确构件性能指标、设计方法与构造要求,细化新型构件和材料的设计标准,为设计提供依据。建立动态更新机制,结合数字化应用和新型工艺研发成果,定期修订现有规范,补充BIM技

术应用、智能化连接节点设计要求等内容,确保规范与技术发展同步。加强地区与国家标准衔接,制定统一细则,消除区域差异,提升跨区域项目设计效率。构建全生命周期设计标准体系,涵盖各环节,明确阶段衔接要求,促进协同。鼓励企业制定高于国标的企业标准,推动行业技术水平提升。

4.2 加强设计与生产施工的协同创新

加强设计与生产施工协同创新,要建立一体化机制与信息共享平台,打破环节壁垒。首先,构建“设计-生产-施工”一体化团队,项目初期吸纳生产企业、施工单位人员参与联合设计。设计人员结合生产、施工条件优化方案,确保可实施性;生产、施工人员反馈难点,支撑设计优化。其次,搭建数字化协同管理平台,基于BIM技术实现数据实时共享,将设计模型转化为生产、施工数据,实现无缝衔接。建立协同责任机制,明确各方职责分工,制定联合解决方案。另外,开展协同技术研发,重点研发参数化设计软件、构件生产与施工进度联动管理系统,以技术创新提升协同效率,实现设计、生产、施工深度融合。

4.3 优化成本控制策略

优化成本控制策略需从设计源头统筹各环节,实现全流程成本优化。设计阶段是关键,强化标准化设计,扩大标准化构件应用,减少非标构件,通过规模化生产降低成本;采用模块化设计,满足多样化需求,避免个性化设计增成本。开展设计阶段成本测算,建立数据库,优化方案,选性价比高的材料与结构体系。生产阶段,优化工厂产能配置,提高利用率,降低单位构件成本;加强管理,减少废品率,降低材料浪费。运输阶段,合理规划路线,采用集装化运输,开发专用固定装置,减少构件损坏。施工阶段,加强设计与施工衔接,避免返工;培训施工人员,提高安装效率,降低人工成本;优化设备配置,提高利用率。此外,建立全生命周期成本评估体系,实现整体成本最优。

4.4 提升市场认知与接受度

提升市场认知与接受度需通过多元宣传、示范引领与政策支持,消除市场疑虑,增强市场信心。首先,开展多渠道宣传推广,

利用行业展会、媒体平台、科普活动等形式,向政府部门、开发企业、消费者普及装配式建筑设计的优势,包括绿色环保、质量可靠、施工周期短、居住舒适度高,纠正市场对装配式建筑质量、成本的误解。其次,打造示范工程项目,选择不同建筑类型如住宅、公共建筑、工业建筑建设装配式建筑示范工程,邀请市场主体实地参观考察,通过实物展示体现装配式建筑设计的落地效果;同时,总结示范工程的成功经验与技术成果,形成可复制、可推广的设计模式^[4]。加强行业人才培养,培养兼具设计、生产、施工知识的复合型人才,提升行业整体服务水平,通过专业服务赢得市场认可。完善政策支持体系,政府部门可出台财政补贴、税收优惠、容积率奖励等政策,鼓励开发企业采用装配式建筑设计;将装配式建筑设计要求纳入城市规划与项目审批环节,扩大市场需求。建立装配式建筑质量评价体系,公开质量信息,增强消费者对装配式建筑的信任度。

5 结束语

装配式建筑设计作为建筑工业化的核心支撑,其创新发展对建筑业转型升级至关重要。尽管当前面临技术标准不完善、协同不足、成本难控等挑战,但通过完善标准体系、加强协同创新、优化成本控制及提升市场认知等策略,可逐步突破困境。未来,随着技术创新与政策支持力度加大,装配式建筑设计有望实现更高质量发展,为建筑行业绿色可持续发展贡献更大力量。

[参考文献]

- [1]孙姗姗.建筑设计中装配式建筑设计创新与发展探讨[J].建筑与装饰,2025(5):17-19.
- [2]韩国珍.建筑设计中装配式建筑设计创新与发展探讨[J].建筑工程与设计,2024,3(11):90-93.
- [3]李慧慧,张长成,刘博.建筑设计中装配式建筑设计创新与发展探讨[J].房地产导刊,2024(17):136-137,140.
- [4]徐航.试论建筑设计中装配式建筑设计创新与发展[J].建筑工程技术与设计,2020(1):517.