

装配式建筑设计中的模块化与标准化策略研究

武梦磊

河北天艺建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着建筑行业向绿色化、工业化转型,装配式建筑成为发展重点。模块化与标准化策略是提升装配式建筑质量、效率与经济性的关键。深入剖析模块化与标准化策略在装配式建筑设计中的应用逻辑,研究其对成本控制、生产效率提升及质量保障的作用机制,探讨在复杂建筑需求与创新设计下二者的融合路径,为装配式建筑可持续发展提供理论与实践参考,助力建筑行业工业化进程。

[关键词]装配式建筑;模块化设计;标准化策略;成本控制;生产效率

DOI: 10.33142/ect.v3i6.16873

中图分类号: TU391

文献标识码: A

Research on Modularization and Standardization Strategies in Prefabricated Building Design

WU Menglei

Hebei Tianyi Architectural Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the transformation of the construction industry towards green and industrialization, prefabricated buildings have become a key focus of development. Modularization and standardization strategies are key to improving the quality, efficiency, and economy of prefabricated buildings. Thoroughly analyze the application logic of modularization and standardization strategies in prefabricated building design, study their mechanisms of cost control, production efficiency improvement, and quality assurance, explore the integration path of them under complex building requirements and innovative design, provide theoretical and practical references for the sustainable development of prefabricated buildings, and assist the industrialization process of the construction industry.

Keywords: prefabricated building; modular design; standardization strategy; cost control; productivity

引言

建筑行业面临资源消耗大、建造效率低、环境污染重等问题,装配式建筑以工厂预制、现场装配的模式,成为行业转型的重要方向。模块化与标准化作为装配式建筑设计的核心策略,关乎其能否突破发展瓶颈。当前,如何有效运用模块化与标准化策略,实现建筑功能、成本与效率的平衡,满足多样化建筑需求,成为亟待解决的问题,对其展开研究具有重要的现实意义。

1 策略核心要点

1.1 模块化的本质与规则构建

模块化设计以建筑功能需求与结构逻辑为出发点,将复杂的建筑系统拆解为具有独立属性的单元模块。这种拆解并非随意切割,而是依据功能完整性与结构合理性进行划分。住宅建筑可划分为厨卫模块、卧室模块、公共空间模块等,每个模块都具备明确的功能定位与物理边界。在规则制定上,模块的尺寸需遵循建筑模数协调原则,连接方式采用标准化接口设计,确保不同模块在组合时能够无缝衔接。这种规则化的设计逻辑,使得模块既可以独立生产运输,又能在施工现场灵活组装,形成多样化的建筑形态。

1.2 标准化的体系化建设

标准化策略围绕装配式建筑全流程展开,构建起覆盖构配件、生产工艺、施工流程的完整体系。在构配件层面,

从墙体板材、梁柱结构到门窗五金,均制定统一的材料规格与质量标准,确保不同厂家生产的构件具有通用性。生产工艺方面,通过规范模具设计、浇筑流程、养护条件等环节,实现产品质量的稳定性控制。施工流程标准化则体现在安装步骤、安全规范与验收标准的统一,避免因操作差异导致的质量隐患。这种体系化建设如同精密的齿轮系统,每个环节都精准咬合,保障建筑生产的高效运转。

1.3 双策略协同的价值创造

模块化与标准化的协同作用,重塑了装配式建筑的生产逻辑。模块化通过单元拆解降低设计复杂度,设计师只需在标准模块库中选择组合,即可快速生成建筑方案,大幅缩短设计周期^[1]。标准化则为模块化提供质量与效率保障,统一的生产标准使得模块能够实现规模化制造,降低单位生产成本。两者结合打破了传统建筑设计与施工的线性模式,形成以模块为基础、标准为纽带的协同网络,让建筑从设计到落地的全流程更具可控性与可预测性,为行业转型升级注入新动能。

2 应用关键作用

2.1 成本控制的深层逻辑

装配式建筑的成本优势源于模块化与标准化策略对资源的精准配置。标准化生产通过批量制造减少材料浪费,模具的重复使用降低了开发成本,使得单位构件的生产成

本显著下降。模块化设计则将复杂的建筑产品分解为简单模块，每个模块的研发成本通过批量生产分摊，形成规模效应。重复使用的厨卫模块只需一次设计投入，后续生产中通过规模化复制降低成本。这种成本控制并非简单地节约，而是通过优化资源配置与生产模式，实现全生命周期的经济价值最大化。

2.2 效率提升的多维路径

标准化与模块化策略从工厂预制到现场装配，全面提升建筑生产效率。在工厂环境中，标准化构件依托流水线生产，工人熟练操作与自动化设备配合，大幅缩短生产周期。模块设计的独立性使得各部件可并行生产，进一步提高效率。施工现场，模块化组合简化了装配流程，如同搭积木般快速完成建筑搭建。标准化的连接节点设计减少了现场调试时间，工人无需复杂培训即可熟练安装。这种生产模式的革新，将传统建筑的“现场作业”转化为“工厂制造+现场组装”，显著缩短项目工期。

2.3 质量保障的闭环管理

装配式建筑的质量稳定性得益于标准化与模块化构建的闭环管理体系。在生产环节，标准化工艺与质量检测流程确保每个构件都符合统一标准，避免因人工操作差异导致的质量波动。模块化设计将复杂的施工工艺分解为简单的模块安装，减少了现场湿作业与高空作业，降低施工风险^[2]。在验收阶段，明确的质量标准为检验提供依据，任何不符合标准的模块都可追溯至生产环节进行修正。这种从设计、生产到施工的全程质量管控，为建筑的耐久性与安全性提供了坚实保障。

3 设计融合路径

3.1 功能需求向模块方案的转化

在建筑设计的初始阶段，设计师面临的核心挑战是将抽象的功能需求转化为具象且可行的模块化组合方案。这一转化过程绝非简单的空间划分，而是一场对建筑使用逻辑的深度解构与重构。以办公建筑为例，设计师需要精准区分公共交流区域与私密办公空间，通过动线规划和功能分区，确保不同工作场景的高效运转；住宅设计则需在居住舒适度与空间利用率之间寻求精妙平衡，既要满足日常生活的功能需求，又要充分考虑居住者的情感体验。

3.2 标准化约束下的模块优化

模块化设计并非天马行空地创作，而是需要在严格的标准化框架内寻求功能与生产的最佳平衡点。这一优化过程涉及多个维度的综合考量，每一个环节都对模块的最终性能和施工效率产生深远影响。模块尺寸的确定是关键环节。设计师需要综合考虑建筑模数体系与实际运输条件，过大的模块可能超出运输设备的承载能力，增加运输成本与施工难度；过小的模块则会降低生产效率，增加装配工作量。合理的尺寸设计不仅能确保模块在工厂内高效生产，还能在运输过程中避免不必要的损耗，实现从生产到安装

的无缝衔接。

3.3 技术赋能下的灵活设计

随着数字化技术的飞速发展，参数化设计、BIM（建筑信息模型）等先进工具为模块化与标准化的深度融合开辟了新路径。参数化设计赋予设计师前所未有的创作自由度，通过调整关键参数，系统可快速生成不同尺寸、形态的模块方案，同时自动校验方案是否符合标准化要求^[3]。当改变模块的长宽参数时，系统会即时检测其是否满足建筑模数标准与结构安全规范，确保设计方案既富有创意又切实可行。

4 行业发展趋势

4.1 技术驱动的策略革新

在建筑技术的持续演进浪潮中，模块化与标准化策略正经历着深刻变革。新材料的不断问世，为建筑模块赋予了全新的生命力。新型复合材料凭借独特的分子结构与物理特性，在保温隔热方面表现卓越，能够有效抵御外界极端温度的侵袭；其优异的防水性能，更是为建筑模块构筑起一道坚不可摧的防护屏障。这些材料重量轻、强度高，极大地降低了运输与安装过程中的难度与成本，让建筑模块的移动与搭建变得更加轻松便捷。3D打印技术的出现，宛如一把神奇的钥匙，打开了建筑构件定制化生产的大门。以往那些因工艺复杂而难以实现的独特造型，如今在3D打印技术的助力下，都能一一呈现。从造型别致的装饰构件到结构复杂的功能性部件，3D打印技术不仅实现了复杂构件的精准制作，更突破了传统标准化构件在形态上的固有局限，为建筑设计带来了无限的创意可能。

4.2 全生命周期的策略延伸

如今，模块化与标准化策略的影响力已远远超出设计与建造阶段的范畴，逐步向建筑全生命周期的各个环节延伸渗透。在建筑运维阶段，标准化模块的优势得到充分彰显。由于每个模块都具有统一的规格与接口，一旦出现故障，维修人员能够迅速定位问题模块，并进行快速检修与更换，就像更换电子产品的零部件一样便捷高效，极大地降低了维护成本与时间成本。模块化设计中预留的扩展接口，更是为建筑功能的灵活改造提供了可能。随着用户需求的变化，无论是增加新的功能区域，还是对原有空间进行重新规划，都能通过接入新的模块轻松实现，让建筑始终保持与时代需求相契合的活力。

4.3 跨界融合的发展趋势

展望未来，模块化与标准化策略将与城市规划、物联网、大数据等领域展开深度融合，碰撞出绚丽的创新火花。在城市规划层面，标准化模块将成为城市应急保障体系的重要力量。当自然灾害或突发事件发生时，这些标准化模块能够迅速组装成应急住房、临时医疗设施等，为受灾群众提供及时的庇护与服务，有效提升城市应对危机的韧性^[4]。物联网技术的应用，将为建筑模块赋予智慧“大脑”。通

过在模块内部部署各类智能传感器与通信设备,实现模块内部设备的互联互通。从智能照明、温控系统到安防监控设备,都能通过物联网进行集中管理与远程控制,构建起一个高效、便捷、舒适的智慧建筑生态系统。

5 现存主要问题

5.1 标准体系的完善困境

当前装配式建筑标准体系犹如一盘未梳理整齐的丝线,存在诸多亟待解决的症结。从地域与部门维度来看,标准之间如同各自为政的孤岛,缺乏协同性。不同地区基于自身发展需求、不同部门依据管理职能制定的规范,常常出现相互矛盾的情况。这就好比为同一栋建筑绘制了多张相互冲突的蓝图,企业在实际操作中,如同陷入迷雾森林,不知该遵循哪一套准则。以构件尺寸为例,建筑设计规范描绘的理想尺寸,与施工验收标准要求的现实尺寸形成错位,导致生产与安装环节频繁返工,严重影响了工作效率。

在技术发展的浪潮中,标准体系又暴露出更新迟缓的短板。当新材料、新工艺如同雨后春笋般涌现时,现行标准却未能及时为其搭建规范的框架。这使得这些创新成果在应用时,如同在黑暗中摸索前行,缺乏明确的方向指引,极大地束缚了行业创新的步伐。部分标准的表述过于笼统模糊,仅勾勒出大致的轮廓,却未填充具体的实施细节,在实际执行过程中,就像给工匠一把没有刻度的尺子,难以精准把控,给工作带来诸多困扰,成为装配式建筑规模化发展道路上的绊脚石。

5.2 设计思维的转型挑战

传统建筑设计理念与装配式建筑的模块化、标准化需求之间,存在着难以跨越的鸿沟。长期以来,设计师们就像追求独特艺术创作的艺术家,以个性化为设计的核心导向,热衷于雕琢建筑形态的独特性,力求让每一座建筑都成为独一无二的艺术作品。模块化设计却如同工业生产的流水线,强调的是重复性与通用性,期望通过标准化模块的组合,实现高效生产与稳定质量。这两种截然不同的理念,就像两条难以交汇的平行线,在实际设计过程中不断碰撞出矛盾的火花。

不仅如此,传统设计流程仿佛是一个封闭的循环,在构思方案时,常常忽视生产施工环节的实际需求。这导致许多设计方案在落地时,就像不合脚的鞋子,因模块尺寸不合理、连接方式不具备可操作性等问题,不得不进行大幅度修改,既浪费了时间与精力,又增加了成本。与此设计工具与教育体系也未能跟上时代的步伐,如同老旧的生产设备与过时的教学内容,缺乏专门为模块化设计量身定制的专业软件与课程。这使得设计师们在接触模块化设计时,如同面对陌生领域的探索者,缺乏称手的工具与系统

的指导,难以熟练掌握相关技术,进而影响了设计的质量与效率。

5.3 产业链协同的深层矛盾

装配式建筑产业链犹如一个庞大而复杂的机器,涵盖设计、生产、施工、运维等多个精密运转的齿轮。在模块化与标准化的推进过程中,各参与方对其认知与执行却存在着显著差异。设计单位就像充满灵感的艺术家,更关注设计方案的创意与美感,希望打造出令人眼前一亮的建筑作品;生产企业如同严谨的成本管理者,追求的是在保证质量的前提下实现成本效益最大化;施工单位则好比现场的指挥官,将安装便捷性作为首要考虑因素^[5]。这种目标上的差异,使得各环节之间的协同如同演奏一场节奏混乱的交响乐,难以和谐共鸣。

信息传递不畅更是加剧了这种矛盾冲突,就像信息在传递过程中遇到了层层阻碍的关卡。设计图纸所承载的信息与生产环节所需的数据无法精准对接,施工进度与构件供应常常出现脱节的情况,如同战场上调兵遣将却发现粮草无法及时跟进。由于产业链上下游缺乏统一、高效的协同机制,各环节无法形成强大的合力,导致装配式建筑原本具备的高效、优质等整体优势难以充分释放,成为制约行业迈向高质量发展的重要瓶颈。

6 结语

模块化与标准化策略是装配式建筑设计发展的核心驱动力,在提升建筑质量、控制成本、提高效率等方面发挥重要作用。当前策略应用仍存在标准体系不完善、产业链协同不足等问题。未来,需进一步完善标准体系,推动设计创新,加强产业链协同,促进模块化与标准化策略深度融合。借助数字化、智能化技术,拓展其应用边界,实现装配式建筑全生命周期的高效管理与可持续发展,助力建筑行业转型升级。

[参考文献]

- [1]赵勇.装配式建筑模块化设计研究[J].建筑技术开发,2020,47(12):16-17.
- [2]孙占琦.建筑工业化中标准化设计方法探讨[J].工程建设与设计,2021(5):23-25.
- [3]周铁军,谭文星.装配式建筑模块化设计策略[J].工业建筑,2022,52(1):116-121.
- [4]张守健,王欣怡.装配式建筑标准化设计研究[J].土木工程与管理学报,2021,38(3):118-124.
- [5]刘占省,王鹏.装配式建筑模块化建造技术研究[J].施工技术,2020,49(15):101-105.

作者简介:武梦磊(1986.4—),男,汉族,毕业学校:河北科技大学,现工作单位:河北天艺建筑设计有限公司。