

装配式建造模式下商品住宅标准化建筑设计要点

张晨瑞

呼和浩特市建设工程施工图审查中心有限公司 内蒙古 呼和浩特 010010

摘要：装配式建造模式的本质是以工业化生产方式替代传统现场湿作业，其效能释放高度依赖于设计阶段的标准化程度。商品住宅作为标准化与个性化需求相互交织的建筑类型，在装配式转型中面临“如何兼顾效率与多样”的核心命题。本文从装配式建造对设计的前置约束出发，系统解析标准化建筑设计的内涵与层级，进而从模数协调、户型模块化、构配件通用化、管线集成及立面处理等维度，提炼商品住宅标准化设计的核心要点。研究表明，标准化并非单一维度的“统一化”，而是包含基本单元标准化、组合规则多样化和接口通用化的多层架构；设计的核心在于建立从“模数网格—功能模块—构件库—组合规则”的完整技术链条。本文旨在为装配式商品住宅的标准化设计实践提供系统性的方法指引。

关键词：装配式建造；商品住宅；标准化设计；模数协调；模块化

引言

近年来，国家及地方层面密集出台装配式建筑发展政策，明确新建建筑中装配式建筑面积占比目标，商品住宅作为城镇建设的主体类型，成为推进装配式建造的重点领域。装配式建造通过工厂预制、现场装配的组织方式，可显著缩短工期、降低资源消耗并提升工程质量，但其优势的发挥必须以设计标准化为前提——若构件尺寸各异、节点种类繁多，则模具摊销成本高、生产效率低下，反而推高工程造价。商品住宅区别于公共建筑的特殊性在于：其功能空间尺度相近、户型重复率高，本具备良好的标准化基础；但面对多元化的市场需求和地域差异，过度标准化又可能导致产品同质化、市场接受度下降。这一张力使得商品住宅的标准化设计不能简单套用工业建筑的“统一模数”模式，而需探索“标准化骨架+灵活化填充”的复合策略。当前，许多装配式住宅项目仍沿用传统设计方法，仅在施工阶段按预制要求拆分构件，导致标准化水平不足、构件种类繁多、连接复杂，偏离了装配式建造的初衷。

1 标准化设计的理论基础与层级架构

1.1 标准化设计的内涵重构

标准化设计在装配式语境中已超越简单的“重复使用图纸”范畴，而是指从建筑整体到构件细部，在尺寸、材料、连接方式、构造做法等方面建立统一的、可互换的技术规则。其目标是使设计成果能够适配工厂流水线的生产逻辑和施工现场的快速装配逻辑。标准化不是设计的终点，而是设计规则制定的起点——它允许在

有限的标准化单元之间进行有序组合，生成多样化的建筑形态。

1.2 标准化的三个层级

装配式商品住宅标准化设计可分解为三个层级：第一层级为基本单元标准化，包括模数网格、标准开间与进深、标准层高等空间基底；第二层级为功能模块标准化，指卧室、客厅、厨房、卫生间等独立功能空间作为标准化模块，具有确定的边界尺寸与接口条件；第三层级为构件与部品标准化，即墙板、楼板、楼梯、门窗及设备末端等具有统一的规格系列和连接构造。三个层级之间形成“模数约束模块、模块选配构件”的递进关系，低层级标准越严格，高层级组合的灵活性越有保障。

1.3 “少规格、多组合”的设计原则

装配式住宅标准化设计的核心原则可概括为“少规格、多组合”。少规格要求控制基本单元和构件的种类数量，降低工厂模具成本和生产管理复杂度；多组合则强调利用有限的标准化单元，通过不同的拼接方式、朝向变化和色彩材质搭配，实现空间与外观的多样性^[1]。这一原则的内在逻辑在于：种类减少带来的规模效益远大于组合方式减少带来的多样性损失，是一种“有限多样性”的设计哲学。

2 模数协调与空间尺寸标准化

2.1 模数体系的建立与模数网格设计

模数协调是装配式建筑设计的基础工具。商品住宅应采用基本模数 $M = 100\text{mm}$ 作为尺寸协调单位，并在平

面设计中引入扩大模数（如 $3M=300\text{mm}$ 、 $6M=600\text{mm}$ ）和模数网格（轴线网格、定位网格）。模数网络的设定决定了所有预制构件的定位基准，其合理性直接影响构件尺寸的归并程度。实践中，建议采用双向模数网格，且网格线与建筑轴线对齐，使预制墙板、楼板、阳台等构件的外轮廓尺寸均为模数的整数倍，从而最大程度减少非标件的出现。

2.2 开间、进深与层高的标准化取值

商品住宅的开间、进深是影响构件规格数量的核心参数。通过对大量户型数据的统计分析，常见开间尺寸集中在 3.0m 、 3.3m 、 3.6m 、 3.9m 等数值，进深则多在 $4.5\text{m} \sim 5.4\text{m}$ 区间。标准化设计应优先采用上述常用尺寸作为基本模数序列，并严格控制项目内开间与进深类型的数量（建议开间类型不超过 4 种，进深类型不超过 3 种）^[2]。层高的标准化同样重要，标准层层高宜统一为 2.9m 或 3.0m ，避免在同一项目中采用多种层高，否则将导致预制墙板高度、楼梯高度及竖向管线的规格激增。

2.3 尺寸协调的边界条件与公差分配

模数协调不仅涉及名义尺寸的确定，还需规定公差分配规则。装配式构件存在生产公差和安装公差，设计中应明确构件之间的间隙尺寸、密封宽度及调节余量。对于商品住宅这种高精度要求的建筑类型，建议采用“正公差”原则——即预制构件名义尺寸略小于设计净空，通过预留调节缝和填缝材料实现位置调节，确保即使存在制造误差也能顺利完成装配，且不影响室内净尺寸的一致性。

3 户型模块化设计与组合逻辑

3.1 功能模块的划分原则与标准接口

户型标准化首先将户内空间划分为若干功能模块：公共模块（起居室、餐厅）、私密模块（卧室）、服务模块（厨房、卫生间）、交通模块（走道、门厅）。每个模块具有明确的功能属性、面积要求和设备配置。模块之间通过标准接口连接——包括结构连接点（梁柱搭接）、设备接口（给排水、电气、暖通点位）和建筑接口（门洞尺寸、地面标高）。接口的标准化使得不同功能模块可以像“积木”一样进行替换和重组，同一模块可在不同户型中复用。

3.2 标准化户型的系列化与可变性设计

商品住宅市场需要丰富的户型产品线。标准化设计不应只出一套“标准户型”，而应构建一个标准化户型库，包含若干个标准户型系列（如 80m^2 两居、 100m^2 三居、 120m^2 四居）。各系列之间应共用最多的构件和模

块。可变性设计则针对同一套户型内部，通过设置可移动隔墙或预留灵活空间，使住户能够根据家庭结构变化调整房间功能。但可变性不应以牺牲预制构件的标准化为代价，宜采用“固定核心筒+可变外围”策略，将厨卫、管井等管线密集区设为固定模块，起居、卧室区域则采用标准化的大开间板，通过内隔墙调整空间划分。

3.3 公共交通空间与户型的协同标准化

楼梯间、电梯间及公共走廊作为交通核，其平面尺寸与位置对户型布局有决定性影响。交通核的标准化应与户型的进深、面宽协调统一。常见的交通核宽度（如 2.4m 、 2.6m ）和楼梯宽度（ 1.1m 、 1.2m ）应纳入项目统一模数序列，预制楼梯段、平台板及预制叠合楼板的规格也据此确定^[3]。当交通核标准化后，每层户型布局可围绕其展开，形成对称或镜像关系，进一步减少预制构件的方向性种类。

4 预制构配件与连接节点的标准化设计

4.1 预制构件的规格归并与编码系统

预制构件是标准化设计的最终载体。标准化工作的核心任务是编制构件规格明细表，将同一类型的构件（如预制外墙板、叠合楼板、预制楼梯）归并为有限的几种标准规格。归并依据包括外形尺寸、配筋方式、预埋件位置及表面装饰效果。在归并过程中，应遵循“大规格优先、小规格适配”的原则，优先采用市场通用的标准尺寸，避免为个别户型定制特殊构件。同时，建立构件编码系统，编码信息需包含构件类型、尺寸编号、混凝土强度、配筋代号及安装方向，实现从设计、生产到施工安装的全流程信息可追溯。

4.2 连接节点的标准化与力学可靠性

连接节点是装配式结构的受力关键，也是标准化设计的难点。节点标准化涉及钢筋连接方式（套筒灌浆、浆锚搭接、焊接等）、预埋件位置及数量、后浇混凝土尺寸及配筋构造。标准化设计中应限定项目内节点类型的数量（通常不超过 3~4 种），并采用统一的连接参数（如锚固长度、灌浆料强度）。同时，节点设计应满足“等同现浇”的性能要求，且构造空间应允工人便捷操作^[4]。节点标准化不仅有利于质量控制，也便于施工安装人员形成熟练操作，降低人为误差。

4.3 预制与现浇交界部位的界面处理

装配式住宅并非全预制，存在大量预制与现浇交接界面（如预制墙板与现浇剪力墙边缘构件、叠合板与现浇梁）。这些界面的标准化重点是剪力键构造、钢筋搭接长度及模板支设方式的统一。设计中应规定各类界面

的标准构造详图,避免在每个部位重新设计连接做法。此外,界面处应预留防水密封槽和排气孔等构造措施,确保界面受力可靠和建筑防水性能。

5 设备管线系统集成化与点位标准化

5.1 管线分离与管线综合设计原则

装配式住宅鼓励采用管线与结构分离的做法,将给排水、暖通、电气管线敷设于架空层或吊顶内,避免管线预埋在预制构件中,以方便后期维修和改造。标准化设计需在结构方案阶段即确定管线的走向与主管位置,确保每层管井的洞口位置、尺寸一致,使预制构件上的预留孔洞严格对齐。管线综合设计应遵循“小管让大管、有压让无压”的原则,将各专业管线的空间需求整合为统一的管线排布图,该排布图本身就是标准化文件。

5.2 设备末端点位的标准化定位

厨房、卫生间作为设备密集区,其给排水点位、燃气接口、排烟孔、电气插座及照明开关的位置必须精确定位且标准化。以卫生间为例,坐便器、洗手盆、淋浴器的给排水点位一旦确定,对应的预制墙板上预留孔洞位置即固定,从而避免现场开槽破坏预制构件。标准化点位还应考虑适老化需求,预留扶手安装埋件。所有点位应以建筑轴线为基准标注坐标,形成标准点位图,确保每一户的同一功能间点位完全一致。

5.3 预制构件中预埋件的标准化布置

预埋件(包括管线套管、接线盒、锚固件、吊装埋件)的位置和规格应在构件详图中统一规定。标准化设计中应编制预埋件通用表,对每一类型构件规定预埋件的种类、数量及定位规则。预埋件的标准化程度直接影响构件生产的效率——如果每块墙板的预埋件位置不同,则模具上的孔位和固定夹具需频繁调整,降低生产节拍。因此,应尽可能将预埋件布置在构件上的模数化网格节点处,便于工厂定位。

6 立面标准化与建筑外观多样化

6.1 预制外墙板的标准化与模数化分割

装配式住宅的立面效果很大程度上取决于预制外墙板的分割方案。标准化设计首先将建筑立面按照模数网格划分为若干外墙板单元,每个单元尺寸为基本模数的整倍数。通过控制外墙板宽度和高度的规格种类(建议不超过5种宽度和3种高度),即可满足绝大多数立面组合需求。在窗洞位置,应将窗户宽度标准化为几个常用尺寸(如1.2m、1.5m、1.8m),使带窗墙板的规格进一

步归并。

6.2 通过面板组合、色彩和质感实现多样化

标准化不代表立面的千篇一律。通过有限规格的外墙板进行不同的排列组合,结合板面肌理、颜色和窗墙比的变化,可以产生丰富的立面韵律。例如,同一尺寸的外墙板可采用不同饰面(涂料、面砖、石材反打),利用错缝、对缝或水平分隔线的变化打破单调感。关键策略是将装饰元素标准化为独立的预制装饰面板,而非改变结构墙板本身的尺寸,从而在不增加结构构件种类的前提下丰富视觉效果。

6.3 细部构造的标准化与通用节点库

阳台栏杆、空调室外机平台、遮阳构件等附属部件同样应纳入标准化体系。此类部件尺寸小、种类多,但可以通过编制通用节点图集实现标准化。例如,阳台栏杆高度统一为1.1m,立柱间距及连接件形式标准化,仅通过改变栏板颜色和样式来区分楼栋。建立完善的标准化细部节点库,可使设计在不同项目中反复调用,极大提高设计效率。

7 结语

装配式住宅的标准化设计旨在平衡工业化生产与个性化需求。本文提出以“少规格、多组合”为核心,通过模数协调、户型模块化、构配件通用化等要点,构建“模数网格—功能模块—构件库—组合规则”的层级体系,实现有限单元下的无限变化。实践中需避免过度标准化导致品质下降,或过分追求个性致使优势丧失。正确路径是在项目初期明确目标:以模数锚定尺寸,以模块承载灵活,以归并控制成本,以规则保障多样。未来,随着智能化发展,标准化将从静态“构件库”升级为动态“规则引擎”,利用算法生成符合约束的个性化方案,这将成为该领域研究的新方向,推动装配式建筑向更高效、更灵活的方向演进。

参考文献

- [1] 叶浩文,樊则森,张伟.装配式建筑标准化设计方法与模数协调机制研究[J].建筑结构学报,2022,43(10):245-254.
- [2] 姜洪涛,赵作周,钱稼茹.装配式混凝土住宅标准化预制构件的规格归并策略[J].建筑结构,2023,53(6):88-95.
- [3] 王静峰,蒋庆,种迅.装配式住宅户型模块化设计及其组合规则研究[J].工业建筑,2024,54(3):67-75.
- [4] 刘东卫,周静敏,彭典勇.装配式内装修与住宅部品标准化接口设计探讨[J].建筑学报,2022(7):32-39.