

装配式住宅标准化设计对工程造价的影响研究

文 / 冯 玲 山东明广项目管理有限公司

摘要：工程造价管理是影响建设单位经济效益的关键，同时也是建筑工程项目管理的主要内容。标准化设计是装配式住宅施工中的重点环节，由于设计问题对于工程造价的影响因素较大，因而往往容易导致造价成本升高，进而损害建设单位自身利益。因而针对装配式住宅标准化设计对工程造价的影响机制需要建设单位加以研究，从而提出装配式住宅的标准化设计方案，为建设单位及工程项目提供更好的助力。本文以某装配式住宅工程为例，针对装配式住宅标准化设计对工程造价的影响进行分析，并基于工程造价角度对标准化设计提出改进意见，为未来装配式工程发展提供新思路。

关键词：装配式住宅；标准化设计；工程造价；影响

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.15.097

引言

装配式建筑由于自身具有众多优势，因而近年来逐渐成为我国建筑工程项目常用的施工模式，传统设计、管理模式难以满足装配式施工的需求，因而需要建设单位立足于装配式施工对现行设计模式和造价管理模式加以升级，通过转变标准化设计理念的方式改变传统装配式建筑造价高的问题，从而为装配式住宅项目的设计和管理质量提供更好的保障。

一、选用工程案例概况

本文选用工程案例为某城市住宅项目，住宅位于1号地块，共21栋11-26F住宅，地下1F（局部2F），总建面286482.56 m²，其中地上195172 m²，地下91310.56 m²。该群体住宅工程采用分区分段施工，其中1#、2#、5#、10#、17#楼共五栋单体属于本单位施工范围，所有住宅单体楼均为11层建筑。由于该工程项目的规模较大、施工量多，因而为保证施工进度满足要求，建设单位拟采用分区分段施工，采用装配式结构作为本工程的主要施工模式。

二、装配式住宅的本质

装配式建筑是指采用预制构件进行施工，在安装连接前将施工预制构件按照一定尺寸和参数进行加工，并将预制构件通过连接后运输到施工部位进行拼装。采用装配式建筑的成本造价与传统建筑施工相比相对便宜，因此被众多建筑施工单位选用。装配式建筑的优点有以下几点：1. 受外界影响较小。采用装配式建筑施工时受到的外界影响因素较小，传统建筑施工对于天气因素、环境因素的要求较高，一旦天气恶劣或施工环境出现风险就会影响整体施工质量和施工效率。而采用装配式建筑的施工难度低、施工时间短，同时在不同天气和环境下都能够正常进行施工；2. 节能环保。装配式建筑还具有好的环保效果，装配式建筑使用材料多为预制构件，通过工厂按照统一参数进行生产，不需要在施工现场额外进行预制，因此不仅降低资源浪费，同时还避免对施工现场造成污染。因此装配式建筑具有良好节能环保效益；3. 施工要求低。装配式建筑对于施工人员的操作能

力和施工技术要求较低，只需要施工人员将准备好的建筑材料按照要求完成拼接即可，因此能够满足不同规模建筑单位的应用。但由于装配式建筑的所有材料均通过提前预制的方式生产加工，因而在加工前需要通过标准化设计保障各项预制构件参数符合设计要求，从而保障施工质量与建筑稳定性。

三、标准化设计对工程造价的影响机制

工程造价管理是决定建设单位经济效益的关键，作为贯穿建筑工程施工的核心环节，工程造价与成本控制管理对施工单位和建设工程本身都具有重要意义。在设计阶段影响工程造价的因素较多，以装配式住宅项目为例，标准化设计对工程造价的影响主要包括作业成本、构件运输成本和施工机械成本三方面，具体影响机制如下图所示。

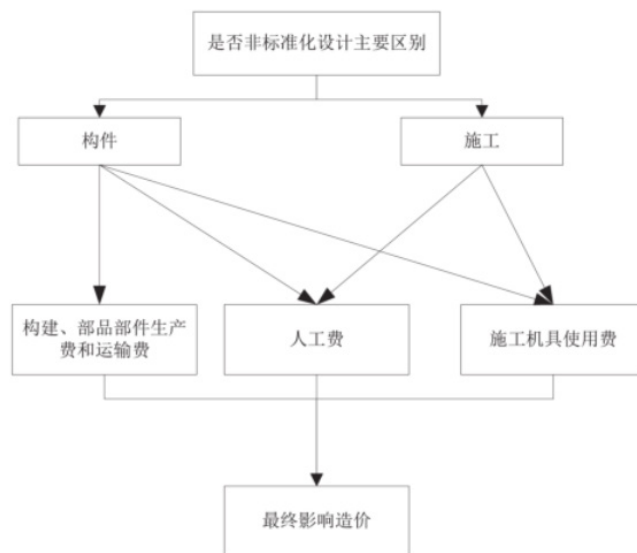


图1 标准化设计对装配式住宅工程造价的影响机制

（一）标准化设计对作业成本的影响

在作业成本层面，通过标准化设计能够对施工作业流程进行明确规范，从而保证施工严谨性和规范性。对于施工单位而言，装配式住宅的施工流程、模式非常单一，按照设计图纸将预制构件在施工现场完成拼装，而后按

照设计图纸位置将预制构件安装到指定位置即可，因而整体施工难度较低，但对于施工设计的要求非常高。科学、可行的标准化设计能够有效降低施工难度，同时避免后续施工存在构件位置冲突的问题影响施工，从而为建设单位起到节约时间成本和经济成本的作用。

(二) 标准化设计对构件运输成本的影响

构件运输成本涉及的内容较多，不仅包括各类预制构件在运输中所支出的成本，还包括构件加工、拼装、审核等一系列成本。在构件运输成本方面，高质量标准化设计能够有效提高各类预制构件的重复利用率。例如模板、台模等设备在装配式施工中的重复利用次数非常高。而科学的标准化设计能够有效精简施工环节流程，并通过科学设计提高设备利用率，从而起到降低成本的作用。但由于目前装配式建筑在我国的应用频率也比较低，因而市场环境中的预制构件加工成本还比较高，我国市场环境中没有形成大规模预制构件加工产业链，而预制构件由于尺寸、型号等参数存在差异，因此在实际预制前往往需要根据具体参数制定加工流程，导致无法进行统一、标准化加工，需要通过多个加工场所分别进行预制加工，不仅导致预制构件的成本升高，同时也导致预制构件的运输成本、保存成本上升。因而针对预制构件的生产、组装、运输等各个环节仍然需要建设单位进行规范设计，从而尽可能降低成本支出^[1]。

(三) 标准化设计对施工机械成本的影响

在施工机械成本层面，良好的标准化设计能够降低各类机械设备的使用次数，避免因设计不当导致返工、重新施工，从而有效缩短各类机械设备的租赁时间，为建设单位起到降低成本造价的效果。同时标准化设计还能够有效避免大量机械设备闲置，例如根据不同机械设备的使用环节、功能进行精细设计，从而保证设备在租赁周期内尽可能得到充分利用，避免出现设备长时间闲置的问题导致租赁成本浪费。

四、标准化设计对工程造价的影响分析

(一) 基于皮尔逊相关系数的影响关系模型

本文基于皮尔逊相关系数建立标准化设计与工程造价之间的影响关系模型。皮尔逊相关系数是统计学中常用的关系系数，主要用于表示两个不同变量之间存在的相互影响关系。皮尔逊相关系数的计算可按照如下公式：

$$r_{xy} = \frac{\sum x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{(n-1) s_x s_y}$$

其中 r_{xy} 表示皮尔逊相关系数， x_i 表示标准化设计中的指标变量， y_i 代表工程造价。在本公式中 r_{xy} 的取值范围在 -1 到 1 之间，而当 r_{xy} 的绝对值接近 1 时则说明标准化设计对于工程造价的影响越大。当 r_{xy} 的计算结果为负数时则说明选取变量指标对工程造价起到负相关影响；而当 r_{xy} 的计算结果为正数时则说明选取变量指标对工程造价起到正相关影响^[2]。

(二) 基于人工智能神经网络的影响关系模型

神经网络是人工智能技术的重要分支，原理是指以人脑神经元为样本模型，采用神经元的连接方式组成的运算模型结构。在人工神经网络中不同神经元代表不同运算算法，而不同节点之间通过不同连接方式进行连接，从而实现对系统不同形式的控制和运算。人工神经网络最鲜明的特点就是深度学习能力，人工神经网络能够根据运算结果和数据信息进行分析，按照输出函数对信息数据进行计算，从而得到数据加权值，根据加权值和误差情况对后续运算算法加以优化，以此来提高人工神经网络自身的精确度和运算分析能力，以此来实现人工神经网络的自适应功能。而在工程造价影响关系分析中，利用神经网络即可将信息数据作为驱动，通过人工神经网络对各个影响指标的影响关系进行分析，并在计算中利用深度学习功能不断进行更新，从而分析装配式住宅工程实际造价与预测造价之间的差距，从而深入了解不同评价指标对于造价支出的实际影响^[3]。

以本文选用装配式住宅建筑工程为例，针对标准化设计中影响工程造价的因素逐一通过人工智能神经网络影响关系模型进行计算。人工智能神经网络影响关系模型以神经元技术为基础，将标准化设计中可能对工程造价产生影响的因素进行筛选，而后逐一输入到人工智能神经网络影响关系模型中，通过人工智能神经网络影响关系模型实现对不同因素的独立计算。该人工智能神经网络影响关系模型的计算公式如下：

$$y_i = f \left\{ \sum_{i=1}^n w_i x_i - \theta \right\}$$

其中 y_i 表示该住宅工程每平方米的实际造价指标参数， θ 表示该人工智能神经网络影响关系模型的设定阈值参数。通过人工智能神经网络影响关系模型计算出造价指标参数后即可与设计预期造价进行对比，如果设计内容与实际输出结果之间存在较大差异，则说明计算结果存在误差，需要继续通过如下公式进行误差计算：

$$E = 0.5 \sum_{j=1}^n (d_j - y_j)^2$$

该公式中 E 表示输出结果与预期造价之间的误差， d_j 表示本住宅工程的预期造价支出， y_j 则表示通过人工智能神经网络影响关系模型计算出的实际造价指标参数。在计算出误差值后，即可通过调整参数的方式将各项影响造价支出的指标权重进行调整，直至最终输出结果与预期造价之间的误差尽可能最低。最终明确各个标准化设计中影响工程造价的指标权重，并重新利用人工智能神经网络影响关系模型进行计算。得到计算结果后通过归一化处理的方式保证所有输入指标特征的均一性和收敛性。归一化处理公式如下所示：

$$X_{norm} = (x - x_{min}) / (x_{max} - x_{min})$$

其中 X 表示原始数据, 而 X_{\max} 和 X_{\min} 分别代表数据的最大值和最小值。通过该人工智能神经网络影像关系模型即可精准评价不同设计指标对于工程造价所带来的影响。

(三) 影响关系评价结果

本文选用工程案例分别对所有标准化设计中可能对工程造价带来影响的指标带入人工智能神经网络影响关系模型和皮尔逊影响关系模型中进行计算。最终筛选出以下几项对工程造价影响最大的指标, 具体指标及计算分数如下表 1 所示。计算结果显示, 在所有标准化设计的指标因素中, 平面布局对于工程实际造价带来的影响最大, 同时各类预制构件也直接对工程实际造价具有较高影响, 例如楼板、承重构件、楼梯和外窗等。因而对于装配式住宅工程而言, 在标准化设计中需要建设单位提高对各类预制构件及平面布局设计的重视度, 保证预制构件及平面布局设计的科学性和可行性, 以此来有效降低工程项目的整体造价成本支出^[4]。

表 1 对工程造价影响最大的指标及计算分数

序号	评价指标	程度量化数值	排名
1	平面布局	415	1
2	建筑单位	402	2
3	预制承重构件	356	3
4	预制楼梯	301	4
5	预制楼板	283	5
6	外窗	125	6

五、立足于造价管理的装配式住宅标准化设计方案

对于建设单位而言, 在设计阶段需要提高对预制构件及平面布局设计的重视度, 从而保证设计内容科学、可行, 以此来有效降低造价成本。因而建设单位可在设计环节利用先进技术辅助设计, 从而保证设计科学性。例如在预制构件设备层面, 建设单位可通过 BIM 技术对建筑项目进行仿真建模, 根据实际需求设计各种钢结构材料的参数规格, 并通过 BIM 模型生成不同钢结构构件的仿真模型进行展示, 针对各类需要进行拼装的构件材料进行拼装模拟, 通过预拼装测试验证设计图纸的可行性。确认无误后即可将设计图纸交由加工厂商负责加工生产, 以此来保证各项钢结构材料质量和参数性能满足施工要求。在预制构件设计中利用 BIM 技术和 Tekla 软件即可对不同型号结构进行模拟, 从而生成结构深化模型, 而后再根据设计方案将不同钢结构进行拼装即可验证模型是否能够顺利连接, 以此来保证所有设计预制构件的参数指标符合施工方案要求, 避免出现预制构件设计不当的情况影响后续施工, 造成造价成本升高^[5]。

而在平面布局设计层面, 则需要在设计环节提高布局设计的科学性, 以此来有效控制造价成本。对于装配式工程项目而言, 保证整体施工的标准化、规范化是决定造价成本的关键因素。因而在设计中建设单位可以对住宅内不同户型的住宅房屋进行统一设计, 从而降低不同住宅之间的结构差异率, 通过提高住宅单元重复率的

方式有效保证装配式施工得以规范、标准开展。例如在设计环节可采用组合设计模式开展设计。组合设计模式如下图 2 所示, 由于不同房屋户型的结构不同, 因而在设计中可将客厅、餐厅、主卧室设定为标准模块, 而其他功能和阳台等区域则设定为可变模块, 在保证标准模块不改变的前提下, 根据现有户型结构变换可变模块的位置, 以此来有效降低不同户型之间的结构差异率, 从而保证装配式施工得以标准化、规范化开展^[6]。

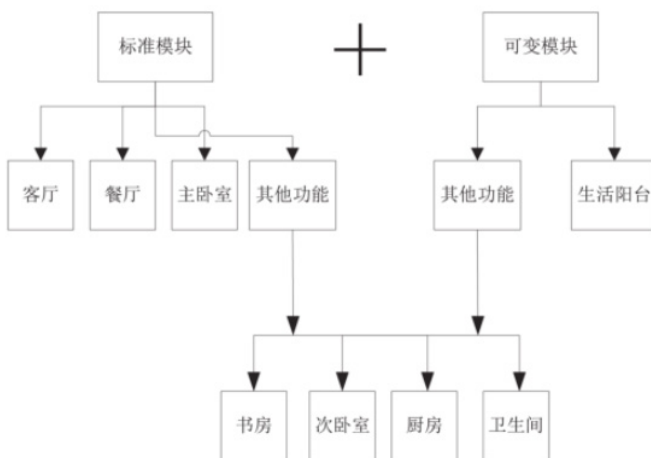


图 2 组合设计模式示意图

结语

综上所述, 造价成本管理是装配式住宅工程项目的管理重点, 同时对于工程项目和建设单位经济效益都起到关键影响。因而在装配式住宅工程项目的造价管理中需要建设单位注重对标准化设计的重视度, 把控各个设计环节中对工程造价影响最大的因素, 并在设计时立足于造价管理开展精细化设计, 以此来有效控制装配式住宅工程项目的整体成本造价、提高建设单位的造价成本管理, 为建设单位自身利益及装配式住宅工程项目的经济效益提供更好的保障。

参考文献

- [1] 文靖. 装配式住宅建筑工程造价与成本控制管理分析 [J]. 居舍, 2024, (31): 154-157.
 - [2] 李霞. 装配式住宅标准化设计对工程造价的影响研究 [J]. 大众标准化, 2024, (16): 72-74.
 - [3] 徐爽. 装配式住宅建筑工程造价预算与成本控制对策研究 [J]. 居舍, 2024, (18): 162-165.
 - [4] 王峰. 装配式住宅标准化设计对工程造价的影响 [J]. 中国新技术新产品, 2024, (03): 114-116.
 - [5] 屈斌. 装配式住宅标准化设计对造价影响研究 [D]. 北方工业大学, 2022.
 - [6] 张晓艳. 房建项目从决策阶段到招投标阶段的造价控制 [J]. 财经界, 2021, (11): 56-57.
- 作者简介: 冯玲 (1985.10.-), 女, 汉族, 辽宁省鞍山人, 中级工程师, 本科学历, 研究方向是建筑工程造价。