

装配式住宅项目工程造价动态控制优化研究

刘云兵

泸州职业技术学院

DOI: 10.32629/ems.v8i9.22130

[摘要] 装配式住宅造价动态控制面临设计估算精度不足、生产运输成本偏离、施工安装费用超支、多主体信息滞后四类问题。针对这些症结，采用标准化设计与限额设计联动、生产运输精细化管理、施工阶段挣值分析实时纠偏、全产业链造价信息平台共建共享等方法加以应对。评估显示，估算偏差率与模具摊销成本下降，到场破损率降低且库存周转率提升，机械台班利用率提高、现场签证减少，数据流转时效缩短、结算争议率下降，造价控制由事后核算转向过程干预。

[关键词] 装配式住宅；工程造价；动态控制；标准化设计；信息平台

引言

装配式住宅以工厂预制、现场装配的建造方式改变传统现浇模式，构件拆分、生产排程、运输组织与吊装工序等环节对造价形成多重影响，成本构成的复杂程度明显高于现浇工程。设计阶段技术决策与造价参数缺乏对应关系，生产运输环节价格波动与运距约束难以提前锁定，施工阶段接口处理与机械台班支出易偏离测算，各参与方数据分散又使费用信息难以在发生当期进入造价台账。围绕上述环节展开问题剖析、策略设计与成效评估，有助于推动造价管理从阶段性核算向全过程动态调控转变，适应装配式住宅规模化建造的成本管理需要。

一、装配式住宅项目工程造价动态控制的问题剖析

（一）设计阶段造价估算精度不足

装配式住宅设计涉及预制构件拆分、节点构造、模具选型与运输方案等多重技术决策，均对造价产生显著影响，而传统估算方法难以与这些技术变量形成有效对应。设计人员多侧重结构安全与施工可行性，对构件标准化程度、模具周转次数、运输半径等经济性因素缺乏系统考量，导致设计成果在造价维度上存在较大不确定性。装配式住宅建筑的预制与安装特点，减少了现场湿作业的工作量，但增加了安装费、运输费、深化设计费用等，特别是在构件的预制生产、构件标号排序、管线预埋等环节，工序繁琐，在工程造价管理方面比较难以管控^[1]。设计阶段所能获取的造价数据多来源于同类项目历史指标或经验估算，缺乏针对装配式建造方式的分项数据库支撑，预制率、装配率等关键参数与造价之间的量化关系尚未建立，估算结果与实际造价容易产生较大偏差。

（二）构件生产运输成本偏离

装配式住宅构件需工厂预制后运抵现场吊装，生产与运输环节成本构成复杂，偏离风险较大。生产端构件标准化程度偏低，异形构件与定制节点占比高，模具摊销费用上升；订单批量小、规格杂，生产线频繁切换，养护与人工成本难以摊薄。钢筋、混凝土价格波动直接传导至出厂价，而构件多在施工前数月采购，报价与结算存在时间差，价格上涨时供应商履约意愿下降甚至要求调价，形成成本缺口。运输端构件体积大、自重大，超距后运费急剧攀升，限高限宽与通行管制迫使绕行或夜间运输，增加油耗与人工，车辆滞留也转化为额外运费；装卸运输中的破损需返厂修补或重新生产，进一步推高成本。生产计划与施工进度衔接不畅时，提前生产占用资金并增加仓储，滞后生产则导致现场窝工，均使成本偏离原有测算。

（三）施工安装阶段费用超支

预制构件进场后的二次搬运与临时堆放常偏离投标方案，塔吊覆盖不足或堆场承载力受限，需额外租赁汽车吊并铺设临时路基板，机械台班与场地处理费用随之攀升。构件吊装对位偏差、预留钢筋与套筒冲突等接口问题，须现场剔凿、补强或返厂修整，返工人工、材料损耗及工期延误索赔直接计入安装成本^[2]。灌浆作业受气温、料浆流动度与操作熟练度影响，出现堵管、漏浆或强度不足时须凿除重做，累计后对分部造价形成明显冲击。外墙板接缝防水、保温一体化节点现场收口，常因构件尺寸误差导致密封胶用量超出定额，辅材超耗难以及时反映。塔吊、施工电梯按台班计价，构件供应不连续或验收滞后造成窝工，租赁费用持续累积而产值未同步形成，机械费占比被动抬高。

（四）多主体协同造价信息滞后

装配式住宅建设链条涵盖设计单位、构件生产厂、施工

总包、监理机构与造价咨询方，各主体依托独立信息系统开展业务，数据接口与编码规则尚未统一。设计变更信息经设计院传出后，往往需经建设单位转达方能抵达构件厂与施工方，传递环节冗长且缺乏实时共享机制。构件生产环节的模具调整、钢筋用量变动与运输批次变更等信息，难以及时反馈至造价管理端口，预算定额与实际消耗之间形成时间差。施工阶段吊装进度、临时支撑增减与节点连接工艺变化引发的费用波动，同样因上报周期滞后无法同步进入造价台账。造价咨询方获取的常为阶段性结算资料，难以在费用发生当期实施干预，只能事后被动核减，变更签证确认周期拉长，索赔争议增多，动态控制失去时效基础。

二、装配式住宅项目工程造价动态控制的策略设计

（一）设计标准化与限额设计联动推进

装配式住宅造价控制的起点在于设计环节，标准化设计通过统一构件规格、模数尺寸与节点做法，减少非标构件带来的开模费用与生产损耗，为成本测算提供稳定基准。限额设计将投资控制目标逐层分解至各专业与各阶段，使设计成果在满足功能要求的前提下不突破既定造价上限。两者联动推进，意味着标准化设计不再只是技术选择，而是与限额指标形成双向约束：标准化程度决定限额分解的可行区间，限额刚性要求又反向推动设计方优先选用通用化、系列化构件方案。具体操作中，通过建立标准化构件库与造价数据库的对应关系，设计人员可实时查询不同方案对应的成本区间，在方案比选阶段即完成造价预控。限额指标随设计深度推进动态调整，避免过度标准化牺牲居住品质，或因限额过紧导致设计反复修改增加无效成本。

（二）构件生产运输成本精细化管控

构件生产成本涵盖模具摊销、原材料损耗、养护能耗与人工工时，模具复用次数决定单件摊销水平，生产排程连续性影响设备利用率与能耗分摊。运输费用受运距、构件尺寸、装载率与道路条件制约，超宽超重构件还需专项许可与护送车辆，隐性支出常超预算。精细化管控要求生产端按订单批量优化模具配置与养护制度，提高钢模周转率，结合标准化程度安排连续生产，减少频繁换模的工时浪费。预制构件的生产是装配式建筑的重要环节之一，BIM 三维信息模型的构建可以为该项目的预制构件提供详细的参数（其中包含：构件的尺寸、配筋、材料等），利用这些详细的参数，为预制构件厂商提供精确的数据进行指导生产，避免在生产过程中产生材料浪费、产品不合格等现象的发生^[3]。运输端在工厂

选址阶段纳入运距经济性测算，合理划定供应半径，通过三维装载模拟提升单车装载率，降低单位构件运输摊销；异形或超大构件在满足结构安全前提下优化拆分方案，使尺寸适配常规车辆，规避特殊运输费用。生产与运输数据同步接入造价动态监控系统，实际成本偏离目标值时及时预警并追溯偏差来源，实现全过程可追踪、可调节的成本控制。

（三）施工阶段费用偏差实时纠偏

施工阶段变量最多、偏差最易累积，构件生产进度、运输距离、吊装效率与工序衔接均会直接改变实际费用支出。费用偏差实时纠偏依托挣值分析法，将计划工作预算费用、已完工作预算费用与已完工作实际费用三项指标动态比对，通过费用偏差与进度偏差的数值变化判断成本偏离方向与程度。偏差超出预设阈值时，追溯至具体分部分项工程，识别是构件价格波动、机械台班增加还是工序返工导致的费用上升，进而采取针对性措施。纠偏手段包括调整构件采购批量与运输方案、优化吊装顺序减少机械闲置、重新核定偏差分项的工程量与单价^[4]。纠偏形成的费用数据反馈至造价数据库，为同类项目提供参考。实时纠偏的关键在于缩短偏差发现与处置的时间间隔，避免局部偏差经工序传导演变为整体成本失控。

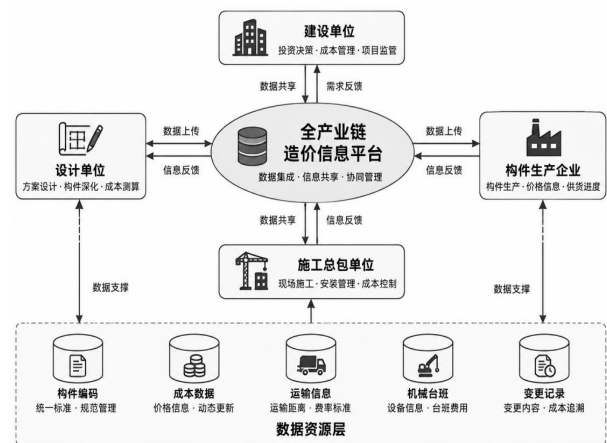


图1 装配式住宅全产业链造价信息平台架构图

（四）全产业链造价信息平台共建共享

装配式住宅涉及设计、生产、运输、施工、运维等多个环节，各参与方长期各自掌握局部成本数据，信息割裂导致造价测算缺乏完整依据（见图1）。全产业链造价信息平台的共建共享，意在打通构件生产企业、物流运输方、施工总包与建设单位之间的数据壁垒，将构件出厂价、运输距离与费率、现场吊装机械台班、连接件辅材消耗等关键造价要素集中归集，形成可追溯、可比对的价格信息库。平台运行依

赖统一的数据接口与编码规则,使不同企业上传的构件规格、工艺参数与成本构成自动匹配,避免口径不一造成数据失真。各参与方按权限调取所需信息,设计阶段校准估算指标,招采阶段编制控制价,施工阶段核对实际成本与平台基准值的偏差,使造价控制由单项目经验判断转向产业链协同的数据支撑。

三、装配式住宅项目工程造价动态控制的成效评估

(一) 估算偏差率缩小与模具摊销成本降低的评估

设计阶段造价动态控制成效可通过估算偏差率与模具摊销成本两项指标衡量。估算偏差率反映设计概算与最终结算之间的偏离程度,在标准化设计与限额设计联动条件下,构件规格趋于统一,工程量计算口径更为清晰,设计变更频次下降,概算参数与实际消耗逐步接近,偏差率随之收窄。模具摊销成本与构件重复使用次数直接相关,标准化设计提高同类构件生产批量,使单套模具服务的构件数量增加,分摊到单位工程量上的模具费用相应降低。评估中将估算值与结算值对照计算偏差幅度,同时统计模具周转次数与摊销单价,从造价准确性与成本节约两个维度反映设计阶段动态控制的实效。

(二) 到场破损率下降与库存周转率提升的评估

到场破损率的下降程度可通过运输环节损伤统计数据纵向对比加以量化。某装配式住宅项目对运输途中叠合板的损伤情况进行持续监测,优化运输固定方式前构件损伤率达5.10%,其中部分楼层接近7%,经改进绑扎工艺与垫木布置后,损伤率得到明显改善。库存周转率的提升则反映生产与施工节奏的匹配程度,构件提前过量生产导致堆场积压、资金占用周期拉长,是周转效率偏低的主要原因。评估时需将破损率与周转率置于同一分析框架内考察:破损率下降直接减少返修与补件支出,周转率提升则压缩仓储费用与资金占用量,两项指标的同步改善共同构成构件供应环节动态控制成效的核心判断依据。

(三) 机械台班利用率提高与现场签证减少的评估

施工安装阶段机械台班利用率提升主要源于构件吊装工序的高度组织化。信阳绿色乡建示范基地B栋宿舍楼采用螺栓连接全装配式混凝土墙板结构技术体系,主体结构工期压缩至35天,较传统现浇结构的74天缩短过半,实现约1.5天一层的高速建造。塔吊选型方面,SPCS空腔构件自重较传统灌浆套筒预制构件减轻,塔吊型号得以降低,据项目实测,主体结构施工阶段现场作业人员约10名,其中吊装工2人配

合专用塔吊完成构件安装,单层吊装最快7小时即可完成。现场签证减少则源于构件工厂化生产对现场不确定因素的消解。装配式施工通过工序前置与构件精度提升,减少了因现场条件变化引发的变更签证事项,使签证发生的空间从源头得到压缩。

(四) 数据流转时效缩短与结算争议率下降的评估

多主体协同的核心成效体现在数据流转时效的压缩上。传统层级式传递路径长,设计、生产、施工各阶段数据标准不统一,构件规格、工程量口径、变更记录分散于不同主体手中,信息在反复核对中大量损耗^[5]。引入协同平台后,构件信息在设计、生产、运输、吊装各环节贯通传递,一次录入即可重复调用,各方基于同一数据源开展工作,图纸版本、构件编码、验收记录同步更新,避免信息不对称造成的等待与返工。数据时效提升直接传导至结算环节:构件价格、运输费用、吊装与连接工序费用构成复杂,计价依据与责任划分模糊便易引发争议;平台将设计参数、构件编码、验收记录在同一框架内贯通,工程量口径统一,变更签证有据可查,结算争议产生的信息基础由此消解。

结语

装配式住宅造价动态控制需从设计、生产运输、施工安装到多主体协同形成闭环。标准化设计与限额设计联动可压缩估算偏差与模具摊销,生产运输精细化管理能降低破损率并提升库存周转,施工阶段实时纠偏有助于提高机械台班利用率、减少现场签证,信息平台共建共享则缩短数据流转时效、降低结算争议。随着构件标准化程度提升与数据贯通机制成熟,造价控制将逐步由事后核算转向全过程动态干预,为装配式住宅规模化推进提供成本支撑。

[参考文献]

- [1] 姚毅惠. BIM技术在装配式住宅建筑造价管理中的应用探析[J]. 居舍, 2024, (12): 158-161.
- [2] 许昕昕. 装配式建筑建设项目造价管理实践[J]. 江苏建材, 2025, (5): 147-149.
- [3] 王金东. 基于BIM技术的装配式建筑工程造价全过程精细化管理[J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24(9): 193-195.
- [4] 张宗清. 基于工程量清单计价模式下的装配式建筑造价管理研究[J]. 建筑与预算, 2024, (4): 7-9.
- [5] 戚晓. 基于装配式建筑的工程造价动态控制与优化模型[J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24(1): 173-175.