

装配式建筑工程增量成本的构成分析与造价控制路径研究

陆 超

天津市金田仲工程管理咨询有限公司 天津 300300

【摘要】：为破解装配式建筑增量成本管控难题，推动行业规模化发展，本文聚焦装配式建筑工程增量成本，结合项目全生命周期识别其构成要素，采用文献研究、专家论证、层次分析法等方法，筛选关键影响因子并排序，剖析造价控制面临的标准化不足、周转效率低、产业链协同缺失等瓶颈。基于此，构建全过程集成造价控制策略，配套 BIM 动态监控、构件编码与定额联动、一体化招采等保障措施，实现增量成本精准管控，为装配式建筑行业成本优化、高质量发展提供理论支撑与实践参考。

【关键词】：装配式建筑；增量成本；造价控制；全过程集成；产业链协同

DOI:10.12417/2811-0528.26.12.013

引言

随着建筑行业绿色转型与工业化升级，装配式建筑因节能、高效、环保的优势成为发展主流，但增量成本过高仍是制约其规模化推广的核心瓶颈。相较于传统现浇建筑，装配式建筑在构件生产、运输、安装等环节存在额外支出，且全生命周期各环节衔接不畅、管控不到位进一步加剧成本压力。当前学界对增量成本的系统研究仍存在短板，对其构成要素、影响机制及管控路径的梳理不够全面。基于此，本文聚焦装配式建筑工程增量成本，精准识别构成要素、剖析管控瓶颈，构建全过程集成的造价控制策略与保障体系，为破解成本难题、推动行业高质量发展提供理论与实践支撑。

1 装配式建筑工程增量成本的构成分析与造价控制路径研究

1.1 增量成本构成要素识别与形成机理剖析

装配式建筑工程增量成本构成可结合项目全生命周期各阶段加以辨识，主要包含构件制作、转运、现场装配及辅助措施四类内容。各类成本的产生均与装配式建造模式的实施特点紧密相关。构件制作阶段的额外投入多来自预制部件专属生产流程，含定制化模具、精密生产设施折旧、原料消耗及部件养护等附加开支，转运阶段因预制构件外形尺寸与自重影响，会产生专用运载工具使用、线路规划及构件防护相关费用，现场装配阶段需支出专用起重设备使用、作业人员技能培训及构件拼装与节点处理所用特殊物料与施工工艺成本，辅助措施阶段则涉及临时支撑体系布设、构件存放场地规整及施工质量管控频次提升形成的额外投入。各项因素彼此关联相互作用，最终形成装配式建筑工程增量成本的整体框架。

1.2 设计生产运输安装全环节增量成本测算

装配式建筑增量成本贯穿设计、生产、运输与安装全流程（见图1）。设计环节核心源于装配式与传统现浇模式差异，

需额外投入构件拆分、节点深化费用，BIM 技术应用产生软件采购与人员培育成本，构件标准化要求还易引发设计反复优化投入。生产阶段增量成本集中在预制构件生产环节，包括模具定制、专用设备损耗、原材料消耗增加及养护、质量检测等支出，小批量生产会显著推高模具分摊成本。运输环节因预制构件体积大、自重高，需专用车辆与加固包装，加之路线规划、途中防护等流程，形成额外费用^[1]。安装阶段需吊装设备与专业施工人员，构件吊装定位、节点连接工序复杂，致使设备租赁、人工及辅助材料成本高于传统现浇。各阶段增量成本均需结合项目实际参数进行精细化核算。

装配式建筑增量成本构成（全生命周期）

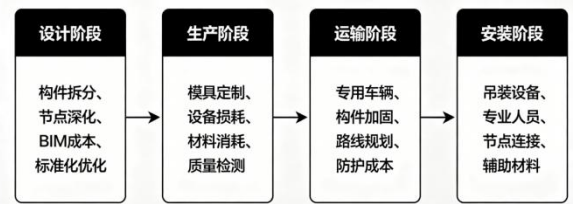


图1 装配式建筑增量成本构成

1.3 关键影响因子筛选与敏感度排序

装配式建筑工程增量成本关键影响因子筛选需依托实际工程数据，结合文献研究与专家论证法，剔除关联性较弱的次要因子，保留对增量成本波动具有显著影响的核心因子，具体涵盖预制构件生产精度、运输距离与方式、现场吊装机械选型、装配施工工艺熟练度、预制构件标准化程度及构件生产规模化水平等。敏感度排序采用层次分析法与盈亏平衡分析法相结合的方式，通过量化各因子对增量成本的影响权重，明确排序结果，其中预制构件标准化程度对增量成本影响最为显著，其次是装配施工工艺熟练度与预制构件运输成本，政策补贴力度通过外部激励作用间接影响项目总成本，不属于增量成本的内生构成要素，故不纳入关键影响因子排序，为后续造价控制路径

制定提供精准靶向。

2 造价控制面临的核心问题与制约瓶颈

2.1 标准化程度低导致模具摊销成本高企

装配式建筑构件生产环节受标准化程度偏低的直接影响，模具摊销成为刚性技术成本的核心来源。各类构件规格、尺寸、接口形式缺乏统一标准，项目间构件类型繁杂，难以形成规模化批量生产。模具需根据不同项目需求频繁调整设计与加工方案，单次开模成本高且摊销周期被大幅拉长，单件构件分摊的模具制作、改造及维护费用持续攀升。非标构件对应的模具损耗速度加快，更换频次显著增加，进一步推高材料与人工投入。构件生产企业难以通过标准化模具实现高效量产，生产效率受限的同时，模具作为固定资产的折旧分摊压力居高不下，直接造成装配式建筑相较于传统现浇模式出现明显的增量成本，该成本具有“一经开模、刚性锁定”的特点，在造价控制中难以规避。

2.2 预制构件周转效率不足推高隐性支出

预制构件周转效率不足是装配式建筑造价控制中由流程衔接不畅引发的柔性管理成本，其核心体现在构件生产完成后，从出厂到安装的全流程中因等待、停滞、重复调度所产生的资源闲置与效率损耗^[2]。构件生产完成后，若未能根据现场施工进度精准调度，会导致构件长期堆放于厂区或施工现场，占用场地资源的同时增加仓储保管、防护覆盖、专人看管等支出。运输环节中，周转计划不合理易造成车辆空载、路线重复，增加燃油费与台班费，同时延误构件进场时间，导致现场工序停滞，引发人工窝工、机械闲置等连锁成本。施工现场堆放无序、吊装调度不及时，会延长构件周转周期，部分构件因长期闲置出现损坏、锈蚀，需额外投入修复或重新采购费用。该类成本具有“动态生成、隐性累积”的特征，间接推高装配式建筑整体增量成本。

2.3 产业链协同缺失引发重复计价与资源浪费

装配式建筑产业链覆盖设计、生产、运输、施工及运维等环节，当前各环节普遍缺乏高效协同机制，主体间信息传递不畅、衔接脱节，直接引发重复计价与资源浪费等问题。设计阶段多仅关注结构安全与规范要求，未充分结合构件生产工艺与施工实际需求，标准化、模块化程度不足，导致生产环节需额外调整模具、优化工序，增加成本；设计与施工脱节还易造成构件尺寸偏差、预留点位不符等问题，施工中需二次加工与返工整改，产生额外计价费用。同时，构件生产与施工单位缺少前期对接，生产计划与施工进度难以匹配，易出现构件积压过剩或供应滞后，既增加构件损耗、仓储及运输成本，又可能引发工期延误与索赔，进一步推高增量成本。加之各环节独立计

价、缺乏统一核算标准，重复计价问题突出，最终造成造价管控混乱。

3 基于全过程集成的造价控制策略构建

3.1 设计阶段模块化拆分与少规格多组合原则

装配式建筑设计阶段的模块化拆分应围绕增量成本管控展开，结合构件生产、运输及安装各环节诉求，依据建筑功能分区与结构受力特性实施合理拆分，保障拆分模块兼具通用价值与实用效能，缩减定制化构件用量，从源头压缩构件生产环节的增量成本。拆分过程中需平衡模块标准化水平与建筑功能多元性，避免拆分过细造成构件品类繁杂、生产效能降低，拆分过粗则会制约装配灵活性^[3]。少规格多组合的核心思路需建立在标准化模块体系之上，选取核心规格构件作为基础，通过多元组合适配建筑户型、立面造型等各类需求，削减构件规格冗余，强化构件生产批量优势，降低模具加工、原材料采购等环节的单位耗费，为后续施工装配提供便利，缩减现场安装调试引发的额外支出，实现设计阶段对装配式建筑增量成本的前置管控。

3.2 生产阶段规模化排产与库存动态调控机制

生产阶段规模化排产与库存动态调控机制是装配式建筑生产阶段造价控制的核心手段，其核心在于通过科学规划生产流程、优化资源配置，降低因生产效率低下、库存积压或缺缺引发的增量成本。规模化排产需结合项目施工进度计划，整合多个同类项目的构件需求，统筹安排生产线的加工任务，合理分配模具、原材料及人力资源，避免单一项目小批量生产导致的设备闲置、人工浪费和单位构件加工成本攀升。库存动态调控需建立实时监控体系，精准把控构件生产、入库、出库的全流程，根据施工进度动态调整库存量，对常用构件实行合理库存预警，对定制化构件采用按需生产、及时配送模式，减少构件库存积压产生的仓储费用、资金占用成本，同时规避因库存短缺导致的施工停工、工期延误带来的额外成本，实现生产效率与库存管理的协同优化，从源头控制生产阶段的增量成本。

3.3 施工阶段吊装路径优化与工序衔接管控

吊装路径优化方面，通过引入改进遗传算法（IGA）与BIM技术，能够将单次吊装路径长度缩短至112.50米，施工时间减少至97.20分钟，同时将起重机移动次数控制在67次，施工成本从449.95万元降至332.85万元。在具体实施中，针对单榀重量达48吨的大型构件，采用“预演模拟+分榀吊装”方案，利用Revit建模提前模拟吊装路径以规避高压电线与周边设备的交叉干扰，并调配2台500吨汽车吊与1台50吨辅助吊协同作业，轴线偏差控制在3毫米以内，较原计划提前

15天完工。工序衔接管控方面,通过实施“吊装-紧固-焊接”流水作业模式,每日吊装量稳定在2至4榀,单榀吊装时间从2小时压缩至1.4小时,人工效率提升30%,已完成工序验收合格率达100%。采用CMC模块化建造技术,单个模块吊装时间可从传统方法的40分钟压缩至5分钟,整体工期节约50%。

4 多维协同下的造价控制路径实施保障

4.1 建立基于BIM的增量成本动态监控平台

基于BIM技术的增量成本动态监控平台需整合装配式建筑全生命周期各阶段数据,涵盖构件设计、生产加工、运输吊装、现场安装及运维等关键环节,实现增量成本的实时采集、分析与反馈^[4]。平台需嵌入装配式构件数据库,包含不同类型、规格构件的生产单价、运输费用、安装损耗等基础数据,同时关联设计变更、现场签证、工期调整等动态因素,自动核算各环节增量成本偏差。通过BIM模型的可视化功能,可直观呈现构件选型、连接方式等设计环节对增量成本的影响,同步对接构件生产厂家与施工单位,实时更新构件生产损耗、运输延误等导致的成本增量。平台需具备数据预警功能,当某一环节增量成本超出预设阈值时,自动触发提醒,为造价控制决策提供精准的数据支撑,实现增量成本的动态管控与精准把控。

4.2 推行预制构件编码体系与定额修订联动

推行预制构件编码体系与定额修订联动,首先应构建覆盖构件全生命周期的标准化编码规则,结合构件类型、规格参数、生产工艺、运输及安装要求,赋予每类预制构件唯一编码,实现设计、生产、运输、安装各环节信息可追溯、可共享。编码体系需嵌入材料用量、加工损耗、人工消耗等核心造价数据,为定额修订提供精准依据,破解编码与定额脱节引发的造价核算偏差问题。同时同步推进定额修订,依托编码采集的实际数

据,优化生产、运输、安装等环节定额指标,剔除不合理损耗系数,补充新型构件与先进工艺相关定额内容,使定额贴合市场与工程实际。通过二者双向联动,实现构件信息与造价标准精准匹配,减少因定额滞后、编码混乱带来的增量成本浪费,为装配式建筑造价精准管控奠定基础。

4.3 完善装配式专项设计施工一体化招采模式

完善装配式专项设计施工一体化招采模式,应打破传统设计与施工分离的招采壁垒,将设计、生产、施工等环节纳入统一招采体系,明确招采范围覆盖预制构件深化设计、生产加工、运输吊装及现场安装全流程^[5]。招采文件需结合装配式特点,细化构件规格、质量标准、生产周期与安装要求,明确设计与施工协同责任,避免分工模糊造成衔接不畅与成本浪费。推行全生命周期成本招采评价体系,摒弃单一低价中标模式,综合评估投标单位设计能力、生产实力、施工经验与履约水平,优先选择一体化实施能力强的企业。建立招采动态沟通机制,在招采阶段组织多方开展技术交底,提前化解设计与施工衔接的技术难题,以标准化流程规范各方行为,降低隐性成本,保障装配式建筑工程有序推进。

5 结语

装配式建筑增量成本的形成贯穿设计、生产、运输、安装全生命周期,受标准化程度、周转效率、产业链协同等多重因素制约,其管控是推动装配式建筑规模化发展的关键抓手。基于全过程集成视角构建的模块化设计、规模化生产、精细化施工等控制策略,可有效破解增量成本高企、资源浪费等核心瓶颈。结合BIM动态监控、构件编码体系、一体化招采等保障措施,能够实现增量成本的精准管控与动态优化。未来需持续完善产业链协同机制,推动技术创新与标准升级,平衡成本控制与工程质量,助力装配式建筑行业高质量、可持续发展。

参考文献:

- [1] 徐晓斌.装配式建筑工程造价成本构成分析[J].城市建设,2025,(30):42-44.
- [2] 赵进娟.浅析装配式建筑工程成本控制要点[J].房地产世界,2024,(11):104-106.
- [3] 白媛媛.应用BIM技术对装配式建筑工程造价的影响[J].石材,2023,(11):133-135.
- [4] 李玉宏.装配式建筑应用BIM技术对工程造价的影响[J].智能建筑与智慧城市,2023,(03):96-98.
- [5] 谭肖琳.装配式建筑成本分析及控制对策[J].福建建材,2021,(12):112-114.