

# 智能制造背景下装配式建筑全生命周期造价控制路径研究

王凯帆

温州市建设工程咨询有限公司, 浙江 温州 325000

**[摘要]**随着“中国制造 2025”战略深入推进, 智能制造技术推动传统建筑产业从“粗放式建造”向“精细化智造”转型。全生命周期造价控制理念强调装配式建筑从策划决策、设计、生产、施工安装, 到运营维护及拆除回收各阶段造价的系统性协同管控。文章研究将聚焦装配式建筑全生命周期各阶段, 对当前造价控制存在的核心问题进行分析, 结合智能制造技术完善全生命周期造价控制体系, 助力建筑行业实现绿色化、工业化、智能化转型。

**[关键词]**智能制造; 装配式建筑; 全生命周期; 造价控制

DOI: 10.33142/ucp.v3i1.19227

中图分类号: TU741

文献标识码: A

## Research on the Cost Control Path of Prefabricated Buildings Throughout Their Lifecycle under the Background of Intelligent Manufacturing

WANG Kaifan

Wenzhou Engineering Consulting Co., Ltd., Wenzhou, Zhejiang, 325000, China

**Abstract:** With the deepening of the "Made in China 2025" strategy, intelligent manufacturing technology is driving the transformation of the traditional construction industry from "extensive construction" to "refined intelligent manufacturing". The concept of whole life cycle cost control emphasizes the systematic collaborative cost control of prefabricated buildings from planning and decision-making, design, production, construction and installation, to operation, maintenance, demolition and recycling. The article will focus on the various stages of the whole lifecycle of prefabricated buildings, analyze the core problems of current cost control, and improve the cost control system of the whole lifecycle by combining intelligent manufacturing technology, so as to help the construction industry achieve green, industrialized, and intelligent transformation.

**Keywords:** intelligent manufacturing; prefabricated buildings; whole lifecycle; cost control

### 引言

装配式建筑凭借其节能降耗、绿色环保、施工高效等优势, 成为实现建筑行业高质量发展与“双碳”目标的重要路径。但当前我国装配式建筑全生命周期造价控制中因设计阶段标准化程度不足、施工阶段智能装备应用不充分、缺乏全流程数据溯源与智能监测等问题。人工智能技术可实现造价预测、进度优化的智能化决策; 物联网技术可实现资源动态优化与浪费消除; BIM 技术可实现设计、生产、施工全流程的协同优化; 数字孪生技术实现全生命周期可视化管控与风险预警。将智能制造技术与装配式建筑全生命周期造价控制深度融合, 可以提升造价管控的精准度与效率, 降低全生命周期成本。目前, 国内外学者研究聚焦于单一阶段的造价控制, 且多侧重技术应用效果, 难以适应不同类型装配式建筑的造价管控需求。基于此, 本文研究将聚焦装配式建筑全生命周期各阶段, 对当前造价控制存在的核心问题进行分析, 结合智能制造技术完善全生命周期造价控制体系, 提高装配式建筑企业提升造价管控水平、降低全生命周期成本。

### 1 相关理论基础

#### 1.1 智能制造理论

智能制造融合制造业与信息技术, 打破各环节的信息孤岛, 实现建筑全生命周期的智能化生产、协同化施工、

精准化运维, 减少浪费, 提升生产效率。

#### 1.2 装配式建筑全生命周期理论

装配式建筑全生命周期是指从项目策划决策开始至建筑拆除回收的全过程, 与传统建筑相比, 装配式建筑的设计阶段与生产阶段关联性极强, 设计方案直接决定预制构件的生产工艺与生产成本; 生产阶段构件的标准化、规模化程度直接影响生产效率与成本; 施工阶段的施工效率受构件运输等环节影响较大; 运营维护阶段构件的耐久性、可维护性直接影响后期维护成本。装配式建筑全生命周期成本(LCC)是指项目全生命周期内所有与建筑相关的成本总和。全生命周期造价控制的核心是通过优化各阶段的成本结构, 实现全生命周期成本最小化。

#### 1.3 智能制造与全生命周期造价控制的协同关系

智能制造技术破解了传统造价控制中管控不精准、协同效率低等问题, 全生命周期造价控制明确了智能制造技术的应用场景与核心目标, 聚焦造价控制的薄弱环节有针对性地应用相关技术。智能制造技术赋能全生命周期各阶段, 优化造价管控流程, 提升管控精准度, 进而降低全生命周期成本。全生命周期造价控制推动智能制造技术在装配式建筑中的深度应用与优化升级, 智能制造与装配式建筑全生命周期造价控制之间存在协同共生的联系。

## 2 智能制造背景下装配式建筑全生命周期造价控制现状及存在问题

### 2.1 造价控制现状

随着装配式建筑产业的快速发展,我国装配式建筑全生命周期造价控制水平形成了初步的管控体系。国家及地方政府先后出台相关政策,鼓励企业应用智能制造技术提升造价管控水平,出台专项补贴或容积率奖励政策。越来越多的企业开始引入 BIM、物联网等,应用于设计、生产、施工等阶段,实现全过程数据共享与协同管理。企业开始重视前期策划与设计阶段的造价管控。当前我国装配式建筑的全生命周期成本仍比传统现浇建筑高,不同企业的造价管控水平差异较大,行业内缺乏统一的全生命周期造价控制标准与数据体系。

### 2.2 核心存在问题

在策划决策阶段多数企业仍依赖经验数据进行预测,缺乏智能化的分析工具以及过于侧重技术可行性,导致造价预测与实际造价偏差较大,导致后期出现造价超支、成本浪费等问题。设计方案直接决定了后续各阶段的成本,但当前设计阶段的造价管控中因设计标准化程度不足,缺乏统一、系统、可复用的设计标准,导致同一类型建筑在不同项目之间重复开展设计工作,不仅会增加成本,而且会造成人力、时间浪费。虽然部分企业引入了 BIM 技术,但未充分发挥 BIM 技术的协同优化、造价联动等功能。此外,设计与生产、施工阶段缺乏智能化的协同平台,导致后期出现设计变更频繁、构件无法适配等问题,直接推高了造价。

在生产阶段存在产能利用率偏低、模具摊销成本过高、智能生产技术应用不充分,导致生产过程中的损耗率较高。在施工安装阶段因施工与设计、生产阶段缺乏智能化的协同平台,目前装配式建筑施工仍以人工装配为主,不仅导致构件积压或供应短缺,而且返工率较高,增加施工成本。运营维护及拆除回收阶段成本在全生命周期成本中占比虽相对较低,但影响周期长。运营维护阶段往往采用“被动抢修”的模式,导致维护成本过高。运营维护阶段缺乏系统性的成本管控方法,难以实现维护成本的精准管控与优化。拆除回收阶段的造价管控仍采用传统的拆除模式,构件的回收利用率较低,不仅增加了拆除回收成本,还造成了资源浪费。

## 3 智能制造背景下装配式建筑全生命周期造价控制路径

### 3.1 策划决策阶段: 智能预测, 奠定造价管控基础

策划决策阶段决定装配式建筑项目整体造价基调与成本优化空间。借助智能制造技术,整合大数据、人工智能等,收集同类项目及区域性数据,形成全生命周期动态数据资源池。依托人工智能算法构建造价预测模型,精准识别核心变量,预判成本波动趋势,还能实时捕捉外部变化提供精准参考。利用 BIM 技术构建初步三维模型,结合物联网收集现场数据,直观呈现不同方案,量化评估成本并对比效益比,优选成本最小化方案。借助智能制造技术的协同优势充分考虑设计、生产、施工及拆除回收等后续阶段的成本关联。通

过 BIM 协同平台收集施工企业、运维单位等各参与方对策划方案的意见建议,可借助大数据技术预判市场变化风险,降低市场因素对项目造价的不利影响,降低前期投入成本。

### 3.2 设计阶段: 智能协同, 优化造价管控核心

设计阶段是装配式建筑全生命周期造价管控核心是通过智能制造技术推动设计标准化、协同化、智能化升级,最大限度降低设计阶段的成本浪费与后期变更风险。依托 BIM 技术、参数化设计等智能设计工具,建立完善的装配式建筑标准化设计体系,制定统一的技术规范。搭建智能化通用构件库管理平台,设计人员可根据项目需求,直接调用通用构件库中的构件进行组合设计,降低设计成本。利用生成式设计技术生成上百种符合要求的布局方案与构件组合方案,通过人工智能算法自动筛选出经济性与技术性最优的设计方案,同时降低材料损耗,实现设计阶段的成本前置优化,精准控制设计成本。依托物联网、云计算等技术,搭建装配式建筑智能化协同设计平台,实现设计数据、生产数据、造价数据的实时共享。在设计过程中,设计人员可通过协同平台实时获取相关数据,结合生产环节的成本管控需求优化设计方案,减少施工阶段的返工与成本浪费。利用大数据、人工智能技术,构建装配式建筑设计方案智能化经济性评审体系,制定明确的设计标准化程度、造价合理性等核心评审指标。通过智能化评审体系自动识别设计方案中存在的成本浪费点、造价管控薄弱环节,生成详细的评审报告,提出具体的优化方案与成本节约建议,提升设计阶段造价管控的实效性。

### 3.3 生产阶段: 智能管控, 降低生产制造成本

生产阶段是全生命周期造价管控的关键节点,通过智能制造技术实现生产过程的智能化管控、损耗的精准控制,最大限度降低生产制造成本。加大自动化生产线、物联网传感器等智能生产设备的应用,构建智能化预制构件生产体系。在原材料进场环节,部署物联网传感器与智能检测设备,对核心原材料的质量、规格、数量进行实时检测与精准管控。通过智能化库存管理系统精准核算原材料消耗,降低原材料库存成本。

利用大数据、人工智能技术,搭建生产计划智能化管理平台,对市场需求与项目需求进行精准预判,实现生产计划与项目需求的精准匹配。通过智能化生产计划调度,合理分配各生产线的生产任务,降低设备闲置成本与产能浪费。搭建智能化模具管理平台,实时跟踪模具的周转次数、损耗状况,制定科学的模具维护与周转计划,降低模具摊销成本。构建智能化生产成本核算平台,细化核算至各生产工序、构件及生产线,明确成本管控责任,实时监控成本变化,及时识别浪费点并采取控本措施。质量管控方面,在构件生产各工序部署检测设备与传感器实时监测质量,利用机器视觉等技术检测关键指标,发现质量问题自动预警以减少返工成本。采用智能化设备全面检测构件质量,借助物联网与区块链技术实现全程溯源,快速定位问题根源并整改,提升质量稳定性。

### 3.4 施工安装阶段：协同赋能，提升施工造价管控效率

施工安装阶段是造价管控的重点与难点，核心是通过智能制造技术实现施工过程的协同化、智能化管控，提升施工协同效率，降低施工成本。依托多项技术搭建平台，整合各参与方，实现各过程协同联动与数据共享。施工企业可据此精准匹配构件生产与施工进度，设计单位能及时优化方案，监理单位可强化成本管控，物流环节可降低成本损耗。同时，平台汇总分析数据，为决策提供支撑，提升协同效率与造价管控水平。加大智能施工装备投入，构建智能化体系，涵盖多种设备。在构件吊装、拼接等环节及施工巡检中应用智能装备，可提升施工精度与效率，减少人工与返工成本，降低现场作业人员数量，控制施工返工率。利用物联网等技术对核心资源实时监控、管控与调度。在人工、材料、机械管理方面分别搭建智能化平台，实现动态管控与优化配置。利用 BIM 技术优化施工工序流程，避免资源浪费，降低施工成本。传统造价变更管理问题多，依托智能制造技术构建新机制。在变更发起、审核、实施环节分别规范流程，利用技术快速审核、多部门协同、实时跟踪，控制变更成本；建立责任追究机制，减少不必要变更，控制造价超支风险。

### 3.5 运营维护及拆除回收阶段：智能监测，完善造价管控末端

运营维护及拆除回收阶段是装配式建筑全生命周期末端环节与造价管控重要部分整合多项技术构建数字孪生模型，嵌入各类信息实现可视化、智能化管控。在关键

部位部署设备，实时监测并传输数据，利用人工智能分析预警，实现“主动预警、精准维护”，降低后期维护成本。搭建智能化核算平台，整合运营维护成本数据并实时采集、精准核算。细化核算到各环节，明确管控责任，实时监控分析成本，结合全生命周期数据联动分析，利用大数据制定预算与目标，合理控制成本。搭建智能化管理平台，整合各参与方。拆除前利用 BIM 等制定科学方案，拆除中采用智能化设备，利用物联网与区块链对建筑垃圾溯源分类管理。搭建构件回收利用平台，对可回收构件检测修复二次利用，对不可直接利用的材料资源化加工。将拆除回收成本纳入全生命周期核算体系，争取政策补贴减免，降低成本，提升经济性与环保性。

### 3.6 全生命周期协同管控：破解信息孤岛，完善管控体系

构建全生命周期协同管控体系实现各阶段、各参与方的协同联动。整合策划决策、设计、运维等各阶段的数据源，确保各阶段的造价数据能够及时传递与反馈。同时，完善平台功能、全生命周期造价管控标准与规范，提升造价管控的科学性与规范性。加强企业员工的培训，培训内容主要围绕装配式建筑全生命周期造价控制知识、智能制造技术展开，提升员工的技术应用能力与造价管控意识，积极响应国家及地方政府的产业扶持政策，密切关注市场动态，优化造价管控策略，降低前期投入成本，提升企业的市场竞争力。图 1 为智能制造背景下装配式建筑全生命周期造价控制整体路径图。

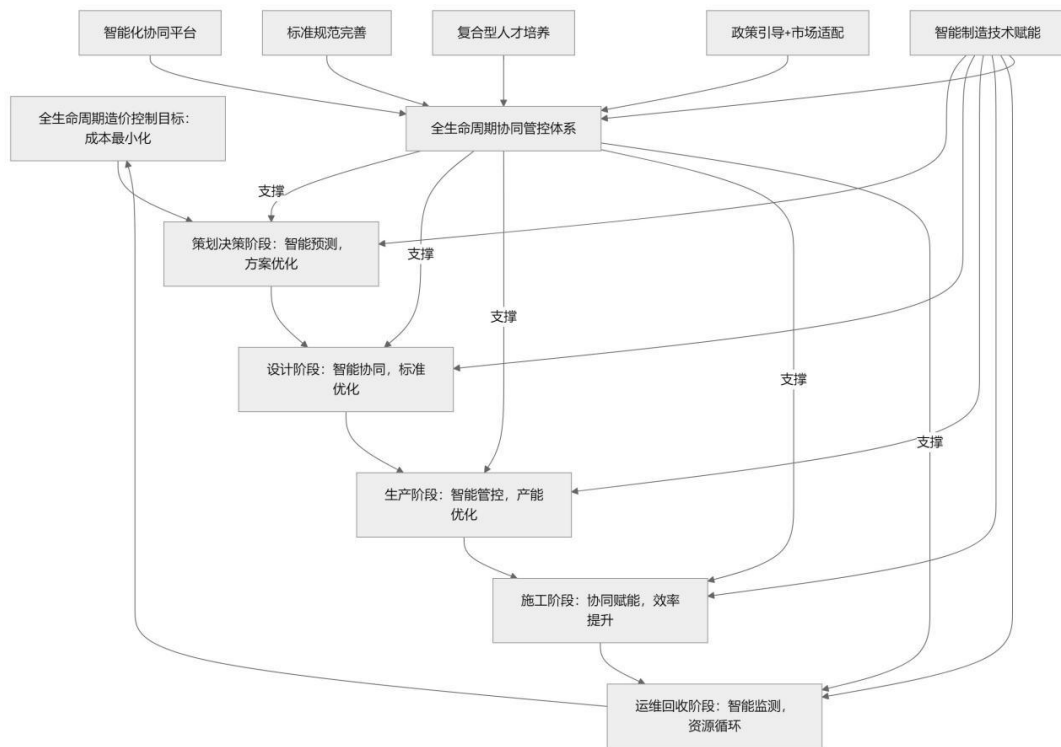


图 1 智能制造背景下装配式建筑全生命周期造价控制整体路径图

#### 4 结论

我国装配式建筑全生命周期造价控制困境多,本文围绕各阶段提出针对性管控措施、构建控制路径,可提升管控精准度与效率、降低成本,推动其与智能制造产业协同发展。未来研究可结合新兴技术,深挖各因素量化关系,加强行业交流合作,构建量化模型,优化路径,完善管控标准,促进产业高质量发展。

##### [参考文献]

- [1]李世杰.基于BIM模型的装配式建筑工程全流程造价控制方法研究[J].中华建设,2024(1):39-41.  
[2]彭丛栋,夏文静.BIM在设计阶段造价管理的应用研究[J].建筑技术,2019,50(7):815-817.  
[3]贺随缘,石爽,林进,等.BIM技术下全生命周期造价控制

策略研究[J].江西建材,2023(5):471-473.

[4]孙国林.装配式建筑成本控制关键影响因素研究[D].重庆:重庆大学,2018.

[5]刘伟.工程项目生命周期成本分析定量模型的构建与风险评估[J].黑龙江科学,2025,16(6):156-158.

[6]徐健忠.装配式建筑方案比选及成本分析应用研究——以某房地产开发项目实例分析[J].价值工程,2023,42(4):1-4.

作者简介:王凯帆(1994.12—),毕业院校:温州大学瓯江学院,所学专业:土木工程,当前就职单位:温州市建设工程咨询有限公司,职务:造价咨询部门,职称级别:中级。