

智能建造背景下装配式建筑产业链利益分配策略研究 ——基于 IPA-多目标优化 Shapley 值法

张曼怡 郭纯兵 李丽红

(沈阳建筑大学管理学院, 辽宁 沈阳 110000)

摘要: 与传统产业链相比, 智能建造背景下的装配式建筑产业链在利益主体和利益分配机制上发生了显著变化。为适应这些变化, 亟须构建新的利益分配机制。聚焦智能建造背景下装配式建筑产业链, 考察各利益相关方, 并通过重要性-绩效分析 (IPA) 确定多目标权重动态修改 Shapley 值, 对利益分配模型进行改进。通过案例验证, 证明改进后的模型在合理性与科学性方面具有优势。研究成果可为智能建造背景下的装配式建筑产业链利益分配提供一定的理论基础和实践参考。

关键词: 智能建造; 利益分配; 多目标优化; IPA; Shapley 值法

0 引言

根据《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》^[1], 我国正努力构建基于数字化技术的智能建造产业体系, 其涵盖设计、生产、施工、运营全生命周期环节。建筑工程智能化建设的主要内容包括建筑产业链的数字化设计、智能化生产及互联网平台建设, 这些内容在国家发展和改革委员会发布的《绿色低碳转型产业指导目录》^[2]中被重点提及。

智能建造通过信息化技术和传感器设备实现感知, 利用物联网等数据资源, 推动建筑的高质量和高效建造^[3]。这一技术成为建筑业数字化转型的重要驱动力, 推动工程建造向智能建造转型, 促使装配式建筑产业链发生重大变革。建筑产业链中的各个环节不再独立, 而是朝着智能建造的一体化方向发展。因此, 重新评价智能建造背景下的装配式建筑产业链十分必要^[4]。在智能建造背景下, 建筑产业链各环节的效率得到显著提升, 同时还吸引了新参与者的加入, 这进一步影响了各参与主体间的利益分配^[5]。

在智能建造背景下, 各方利益诉求的差异性

及利益关系的复杂性使得在利益分配问题上难以达成一致意见。合理的利益分配是吸引多元主体参与并推动装配式建筑产业链进步的关键驱动力, 因此需确保各参与方的利益得到妥善协调^[6]。在解决博弈论问题上, Shapley 值法具有坚实的理论基础, 但传统 Shapley 值法仅以静态边际贡献为分配依据, 忽视了利益分配过程中各参与者在贡献度、风险承担度、信息透明度等方面存在的差异。李金超等^[7]将多目标优化与 Shapley 值结合应用在资源分配、供应链合作等领域, 探索出了解决复杂分配问题的有效办法。Gómez-Rúa 等^[8]进一步扩展了 Shapley 值的应用范围, 提出了多准则合作博弈中的 Shapley 值计算方法, 并在多目标优化问题上加以应用。Cao 等^[9]研究了供应链合作中的利益分配问题, 通过结合 Shapley 值和多目标优化, 构建了一套科学合理的利益分配机制。在多目标优化求解问题中, 重要性-绩效分析 (IPA) 结合多目标优化的方法在供应链管理、能源分配等领域展现出了显著优势。Kuo 等^[10]通过 IPA 和多目标优化法改进了供应链绩效, 并提出了资源分配的优化方案。

通过对以上文献的梳理总结发现, 现有研究

仅局限于单一经济利益分配,未量化环境、社会等非经济利益,同时也未考虑信息不对称、风险分担程度不同、技术应用不均衡等问题,这些问题往往导致利益分配难以在各主体间达成共识。因此,本研究引入利益相关方满意度,通过IPA分析识别分配矛盾,并融合多目标优化改进Shapley值法,以解决传统方法的静态性和单一经济维度的局限。

1 智能建造背景下装配式建筑产业链利益分析

1.1 智能建造及其产业链的内涵

本文基于先前的研究可知,智能建造依托物联网、大数据、建筑信息模型(BIM)、云技术及人工智能等前沿技术手段,通过数据驱动的方式,提升原有的建造技术和管理方式,实现全产业链的信息集成与要素连接,实现高效安全的建设目标^[11]。智能建造产业链是建筑建设产业链和信息技术产业链双链融合的产物^[12]。

智能建造通过技术融合重构了产业链利益创造逻辑,并对利益分配机制产生了三大变革驱动:第一,BIM与物联网技术的结合实现了全过程数据共享,这要求利益分配的依据从传统的工程量计量模式转向对各主体贡献的量化评估;第二,实时监测技术使主体贡献变得动态可测,推动利益分配从静态博弈转向动态博弈;第三,技术创新不仅带来了经济利益,还带来了非经济利益,如协同效率的提升,需进一步转化为技术外部性利益分配机制。总之,技术变革暴露了传统利益分配机制在维度单一化与分配静态化上的缺陷,倒逼利益分配向多维共享、动态化转型,为多目标优化方法提供理论基础。

1.2 利益主客体界定

1.2.1 利益客体

智能建造背景下,各利益主体通过共同努力,在建筑施工过程中获得的效益主要来源于4个方面:社会、经济、环境和产业链^[13]。

(1) 社会效益。智能建造通过带动上下游产业的发展、提升建筑质量及提高施工安全性,切实提升了社会效益。

(2) 经济效益。通过缩短施工周期,提高建设效率和优化资源配置,显著提升了经济效益。

(3) 环境效益。智能建造采用环保措施,降低温室气体排放,减少建筑垃圾和资源浪费,从而推动了全球可持续发展。

(4) 产业链效益。智能建造技术的应用推动了全产业链的竞争力和效率提升,各个环节通过应用智能建造技术,提升了产业链的整体水平。

1.2.2 利益主体

在智能建造领域,如果缺乏信息技术企业的介入,装配式建筑将难以实现智能化目标^[14]。对此,毛超等^[15]指出,智能建造产业的核心企业应涉及软件平台提供商等信息化企业。因此,本文将软件与网络供应商统称为信息技术供应商。在此基础上,以产业链理论为依据,按照预制构件的流向,对装配式建筑各阶段的核心利益相关方进行明确界定,同时剖析这些利益相关方的主要职责与核心诉求。

在前期阶段,结合物联网及BIM技术,建设单位的全生命周期管理能力得到显著提升,通过大数据辅助调研做出最优投资决策。建设单位更关注自身收益最大化,关注投资回报率及对项目的控制权。

在设计阶段,设计单位使用BIM软件创建建筑三维模型,实现空间布局的可视化,帮助设计团队做决策,同时确保设计环节与施工环节的一致性。依托BIM协同设计产生的数据资产增值收益,已成为其核心诉求。

在生产阶段,传统生产流程通常依据设计方案确定生产规格及数量,这导致生产方案无法灵活调整,易造成生产过剩或生产不足,耽误运输、施工环节进度。计算机辅助技术(CAM)的引入带来了柔性生产模式,既能降低生产成本,又可快速响应客户需求,提升客户满意度,增强订单稳定性。

在施工阶段，采用 BIM、物联网等技术和机器设备后，预制构件可在工厂内完成大规模定制，并通过智能系统将构件按照生产节点有序运输至现场。这提升了施工单位的施工效率和缩短工期，施工单位要求分配要反映因效率提升带来的贡献。

在运行维护阶段，装配式建筑交由消费者使用，物业公司负责将一系列统一标准的信息数据导入运行维护管理系统，在 BIM 建筑模型的基础上形成包括设备信息、监控信息、预警信息、视频监控等在内的动态 BIM 运行维护模型。

政府作为政策制定者，优先保障环境及社会效益的量化分配；信息技术供应商作为技术赋能者，强调在建造过程中通过技术授权、数据服务

获取收益，要求利益分配匹配技术投入。

通过以上分析，基于利益相关方理论，从影响力角度出发，界定产业链中的核心利益主体。智能建造背景下装配式建筑产业链图如图 1 所示。

1.3 装配式建筑产业链利益分配满意度指标分析

装配式建筑的利益分配涉及众多参与者，其所得利益是各方共同创造的^[16]。利益分配的合理性直接影响着利益相关方的合作意愿，而将利益分配满意度指标纳入考量体系，可以有效识别当前利益分配中存在的矛盾。

国家和地方层面的政策文件中多次提到与利益分配相关的条款。本文以相关政策为依据，梳理并归纳出利益分配满意度指标，见表 1。

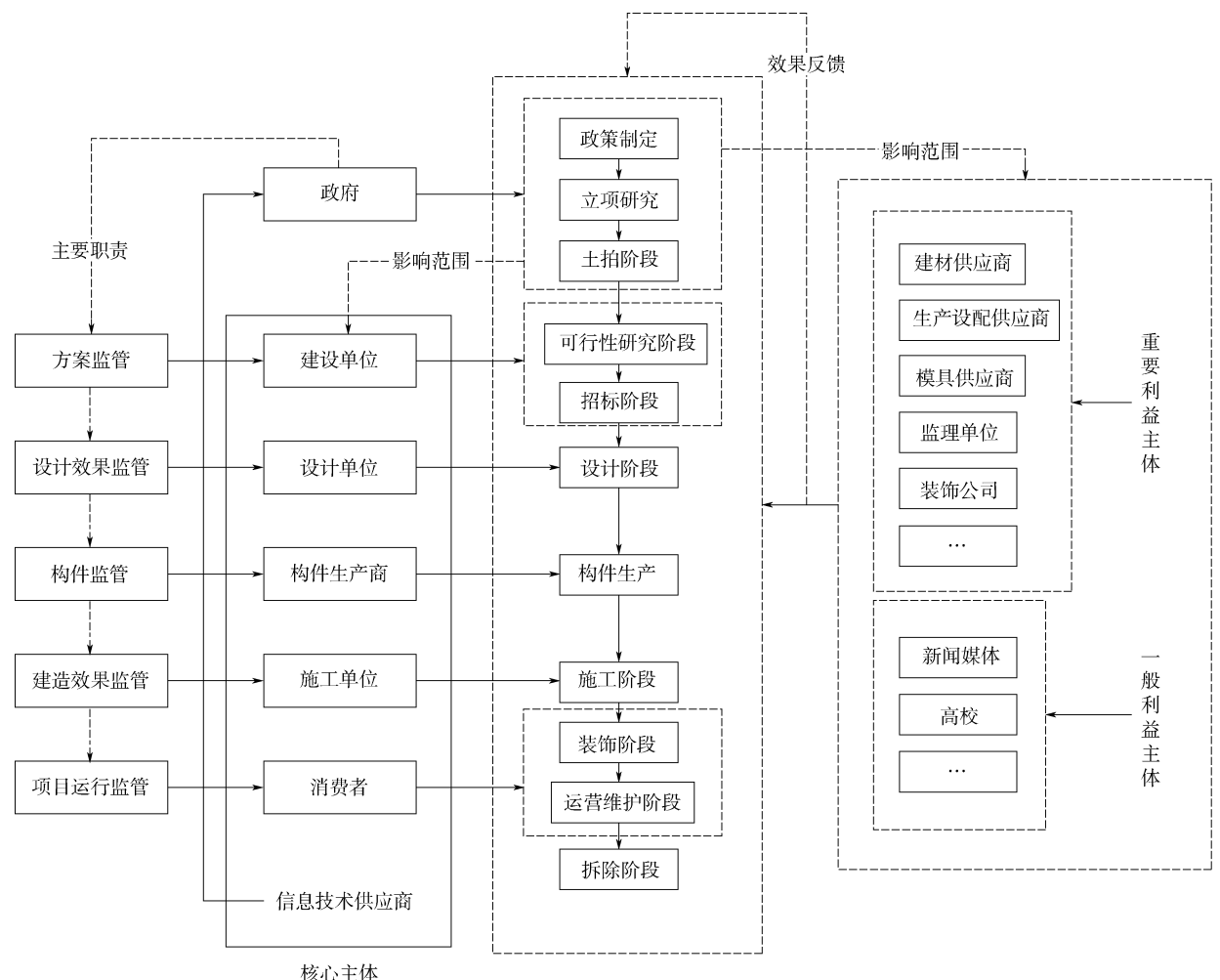


图 1 智能建造背景下装配式建筑产业链图

表1 利益分配满意度指标

指标	具体内容	政策依据
公平性	利益分配是否合理	《关于大力发展装配式建筑的指导意见》《建筑产业现代化发展纲要》 ^[17] 及北京市相关政策
贡献与回报匹配度	回报是否与各方贡献匹配	《建筑产业现代化发展纲要》
信息公开程度	利益分配是否透明	《关于大力发展装配式建筑的指导意见》、北京市相关政策
风险分担程度	风险分担是否合理	《绿色建筑创建行动方案》
激励机制	是否通过技术创新优化利益分配并激励参与方	《住房和城乡建设部等关于加快新型建筑工业化发展的若干意见》
及时性	利益分配是否及时	《国务院办公厅关于大力发展装配式建筑的指导意见》、上海市相关政策
合同条款执行性	各参与方是否有效履行合同条款	《“十四五”建筑业发展规划》、上海市相关政策
政策法规合规性	分配方案是否符合法规	《国务院办公厅关于大力发展装配式建筑的指导意见》、北京市、上海市相关政策

2 智能建造背景下装配式建筑产业链利益分配优化模型构建

依赖传统的 Shapely 值法可能无法充分反映各利益相关发方的满意度和重要性需求。因此,本文结合多目标优化方法,利用 IPA 分析方法的结果来确定多目标优化中的系数,从而进一步优化利益分配方案。

2.1 构建 Shapely 值的利益分配模型

Shapely 值法是一种数学方法,用于评估合作双方的贡献和付出,并以此为基础进行利益分配。在装配式建筑产业链中,各参与者的利益分配可以通过 Shapely 值来量化。具体公式如下

$$\varphi_i(v) = \sum_{i=1}^n w(|s|) [v(s) - v(s/i)] \quad (1)$$

式中, S_i 是集合中包含成员 i 的所有子集; $|s|$ 是子集 s 的元素个数; $v(s)$ 是子集 s 的效益; $v(s/i)$ 是子集 s 中除去企业 i 后的效益。

2.2 构建多目标优化 Shapely 值优化的利益分配

2.2.1 确定多目标优化系数

IPA 分析法由 Martilla^[18]于 1977 年提出,它能够通过模型直观地展示期望与实际感知之间的差异,以此确定改进重点。

本研究采用 IPA 方法,以李克特量表作为评估工具,通过问卷调查的形式获取数据。问卷内容包括两个部分:(1)受访者基本信息(表2),包括受访者的性别、年龄,以及从事与装配式建筑相关工作的年限;(2)利益分配指标的评分,即受访者对利益分配指标的重要性的满意度的评分,分值范围设为 1~5 分。为获取相关信息,本研究通过多种途径向沈阳市政府、施工单位、构件生产商、设计单位及建设单位等单位的相关人员发放问卷,最终共收集有效问卷 150 份^[19]。

(1) 信度分析。采用 Cronbach's α 系数对有效问卷进行信度检验,具体公式如下

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right) \quad (2)$$

式中, k 表示问卷总数; σ_i^2 表示第 i 个题项的方差; σ_t^2 表示总分的方差。经过对问卷量表进行信度检验, $\alpha = 0.85 > 0.6$, 表明问卷具有良好的信度。

表2 人口统计学分析

变量	取值	频率	占比
性别	男	90	60%
	女	60	40%
年龄	18~25岁	40	26.70%
	26~40岁	80	53.30%
	40岁以上	30	20%
从事与装配式建筑相关工作年限	1~5(≤5)年	60	40%
	5~10(≤10)年	70	46.70%
	10年以上	20	13.30%

(2) 效度分析。对问卷结果进行 KMO 和 Bar-

letts 检验, $KMO = 0.82$, 表明问卷效度水平较高。效度检验见表 3。

表 3 效度检验

KMO 和巴特利检验	项目	数值
KMO 取样适切量数	—	0.82
巴特利球形检验	近似卡方	16 435.50
	自由度	28
	显著性	0.01

(3) 基于 IPA 的重要性与满意度分析。IPA 统计分析见表 4。其中, 公平性、贡献与回报匹配度、激励机制的重要性得分较高, 说明受访者对这些方面比较看重; 信息公开程度的满意度得分较高, 说明受访者对该项的利益分配最为满意; 而贡献与回报匹配度、风险分担程度的得分较低, 说明利益分配在这些方面还有待提高。

表 4 IPA 统计分析

指标	重要性		满意度		I-P 均 值差	IPA 指数
	均值	排序	均值	排序		
公平性	4.6	1	3.2	6	1.4	0.696
贡献与回报匹配度	4.5	2	3.1	7	1.4	0.689
信息公开程度	4.3	4	3.5	3	0.8	0.814
风险分担程度	4.2	5	3	8	1.2	0.714
激励机制	4.4	3	3.3	5	1.1	0.750
及时性	4.1	6	3.4	4	0.7	0.829
合同条款执行性	4	7	3.6	2	0.4	0.900
政策法规合规性	4.3	4	3.7	1	0.6	0.860

2.2.2 构建利益分配优化模型

多目标优化是一种同时优化多个目标的方法, 适用于复杂决策问题^[20]。本研究基于 IPA 分析识别出的改进方向与利益主体诉求, 构建了多目标优化模型, 通过函数设计实现技术赋能与分配公平性的协同。模型包括 4 个目标函数:

(1) 利益相关方满意度目标。该目标呼应 IPA 分析中的“激励机制”, 旨在通过分配优化提升合作稳定性。公式如下

$$\text{Max } Z_1 = \sum_{i=1}^n w_i S_i(x_i) \quad (3)$$

式中, x_i 为第 i 个利益相关方的分配比例; w_i 为第 i 个利益相关方的可持续性权重, 反映主体在经济、

环境、社会、产业链 4 个维度的贡献; $S_i(x_i)$ 为可持续性函数。

(2) 公平性目标。通过最小化利益分配与 Shapley 值之间的偏差, 确保各主体的利益分配与其贡献度一致, 呼应 IPA 分析中的“公平性”。公式如下

$$\text{Min } Z_2 = \sum_{i=1}^n (x_i - \varphi_i)^2 \quad (4)$$

式中, φ_i 为第 i 个利益相关方的 Shapley 值, 即初始利益分配比例。

(3) 贡献匹配度目标。呼应 IPA 分析中“贡献与回报匹配度”, 反映各主体的贡献匹配差值。公式如下

$$\text{Min } Z_3 = \sum_{i=1}^n \left| \frac{x_i}{\varphi_i} - \frac{c_i}{\sum_{i=1}^n c_i} \right| \quad (5)$$

式中, c_i 为第 i 个利益相关方的经济贡献, 衡量各主体投入产出率, 采用成本效益比进行替代。

(4) 信息公开程度目标。量化分配透明度对合作意愿的影响, 呼应 IPA 分析中的“信息公开程度”, 保障各主体对透明度的诉求。

$$\text{Min } Z_4 = \sum_{i=1}^n I'_i P'_i \quad (6)$$

式中, I'_i 、 P'_i 是第 i 个利益相关方标准化后的重要性与满意度评分。标准化公式如下

$$I'_i = \frac{I_i - \min(I)}{\max(I) - \min(I)} \quad (7)$$

$$P'_i = \frac{P_i - \min(P)}{\max(P) - \min(P)} \quad (8)$$

约束条件为非负、利益分配比例和为 1。本文通过加权求和法将上述 4 个目标函数合并为一个目标函数, 求出最终解。具体公式如下

$$\text{Max } Z = \alpha_1 Z_1 + \alpha_2 Z_2 + \alpha_3 Z_3 + \alpha_4 Z_4 \quad (10)$$

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 = 1 \quad (11)$$

式中, 权重系统 α 是根据 IPA 矩阵结果中各指标重要性得分与总指标重要性得分的比值来确定的。

3 案例分析

沈阳市浑南 126 中学分校装配式建筑项目是

一项由政府主导的公共建筑示范工程。该项目的利益主体涵盖了建设单位（1）、施工单位（2）、构件生产商（3）及信息技术供应商（4）。该项目采用智能建造技术，实现了设计-生产-施工-运维的全流程协同，具有典型示范效应。数据收集通过企业成本报表获得，各利益主体单独经营或合作利益明细表见表5。

表5 各利益主体单独经营或合作利益明细表

利益分配方案	利益值（万元）
1	2000
2	600
3	300
4	150
1∪2	2800
1∪3	2600
1∪4	2200
2∪3	1350
2∪4	830
3∪4	560
1∪2∪3	3270
1∪2∪4	3310
1∪3∪4	2500
2∪3∪4	1100
1∪2∪3∪4	3700

3.1 初始利益分配方案

通过应用 Shapley 值法，计算出每个利益相关

方的利益分配情况。以建设单位为例，其在初始分配阶段可以获得 2290 万元的收益。建设单位利益分配表见表6。

3.2 改进利益分配方案

计算出各利益主体的初始利益分配比例、可持续性权重贡献系数 w_i 和经济贡献 c_i 。其他参数数据见表7。

将上述数据代入目标函数及约束条件公式，具体计算如下

利益相关方满意度目标

$$Z_1 = 4.16 X_1 + 4.02 X_2 + 3.62 X_3 + 3.32 X_4 \quad (11)$$

公平性目标

$$Z_2 = (X_1 - 0.5639)^2 + (X_2 - 0.1995)^2 + (X_3 - 0.1412)^2 + (X_4 - 0.0954)^2 \quad (12)$$

贡献匹配度目标

$$Z_3 = \left| \frac{X_1}{0.5639} - \frac{0.78}{2.80} \right| + \left| \frac{X_2}{0.1995} - \frac{0.78}{2.80} \right| + \left| \frac{X_3}{0.1412} - \frac{0.69}{2.80} \right| + \left| \frac{X_4}{0.0954} - \frac{0.55}{2.80} \right| \quad (13)$$

信息公开程度目标

$$Z_4 = \sum_{i=1}^8 I_i' P_i' - 7.32 \quad (14)$$

约束条件

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 = 1 \quad (15)$$

$$X_1, X_2, X_3, X_4 \geq 0 \quad (16)$$

(单位：万元)

表6 建设单位利益分配表

S	1	1∪2	1∪3	1∪4	1∪2∪3	1∪3∪4	1∪2∪4	1∪2∪3∪4
$v(s)$	2000	2800	2600	2200	3270	2500	3310	3700
$v(s/i)$	0	600	300	150	900	450	750	1050
s	1	2	2	2	3	3	3	4
$w(s)$	1/4	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/4
$v(s) - v(s/i)$	2000	2200	2300	2050	2370	2050	2560	2650
$w(s)[v(s) - v(s/i)]$	500	183.33	191.67	170.83	197.50	170.83	213.33	662.50
合计	2290							

表7 其他参数数据

利益主体	初始利益分配比例	w_i	c_i
建设单位	56.39%	4.17	0.78
施工单位	19.95%	3.84	0.78
构件生产商	14.12%	4.99	0.69
信息技术供应商	9.54%	3.89	0.55

将上述目标函数和约束条件代入加权公式，根据 IPA 结果确定权重，具体如下

$$\begin{aligned} Z = & 1.134 X_1^2 + 1.134 X_2^2 + 1.134 X_3^2 + 1.134 X_4^2 \\ & + 0.3825 X_1 + 0.4374 X_2 + 0.6161 X_3 - 0.4604 X_4 \\ & + 0.1331 (|1.773 X_1 - 0.2786| + |5.013 X_2 - \\ & 0.2786| + |7.083 X_3 - 0.2786| + |10.482 X_4 - \\ & 0.2786|) + 0.2186 \end{aligned} \quad (17)$$

通过对上述公式进行求解，可以得到改进后的利益分配比例。利益分配方案比较见表 8。

表 8 利益分配方案比较

方案	建设单位	施工单位	构件生产商	信息技术供应商
单独经营	65.57%	19.67%	9.84%	4.92%
基于 Shapley 分配方案	56.39%	19.95%	14.12%	9.54%
改进后分配方案	50.08%	23.12%	16.66%	10.14%

通过分析结果可知，信息技术供应商的分配比例从 9.54% 提升至 10.14%，这一变化反映了其在智能建造过程中的技术赋能价值被强化。建设单位分配比例从 56.39% 下降至 50.08%，尽管有所降低，但其在整体利益分配中仍占据主导地位，表明建设单位在分配过程中主动让渡了一部分利益给其他主体，以此激励其他主体积极参与产业链合作。在智能建造背景下，施工单位通过采用 BIM 结合物联网等先进技术，实现了机械调度的优化，从而获得了更高的分配比例。构件生产商的分配比例从 14.12% 增加到 16.66%。在施工过程中，构件生产商通过云平台与建设单位、施工单位实时共享生产数据，并利用 BIM 技术优化材料选择与生产工艺，有效减少了碳排放。因此，在智能建造推进过程中，各利益主体应通过技术赋能来增强自身的竞争力，从而在利益分配中获得更高的利益分配比例。这不仅有助于提升各利益主体的参与积极性，还能推动整个产业链的协同发展和可持续发展。

4 结语

本研究以“智能建造”为研究视角，分析了

智能建造及其产业链的内涵，并揭示了智能建造背景下利益分配的新特征：利益来源多元化和利益主体多样性。在这一背景下，利益来源不再局限于传统的设计、施工和材料供应环节，还涵盖了信息技术带来的效率提升、成本降低、产业链协同和环境效益等多方面价值。同时，信息技术供应商也逐渐成为产业链中的重要参与者。

通过 IPA 分析，本文识别出激励机制、公平性及贡献与匹配回报是当前利益分配中需要优先改进的领域。因此，在政策制定上，应优化激励机制，设计更具激励性的条款，确保各参与方的贡献与回报相匹配；在智慧系统应用上，应加强监管，通过透明的沟通与协商平台，减少信息不对称带来的矛盾。

在此基础上，本文基于 IPA 分析结果，构建了多目标优化 Shapley 值模型，以满意度、公平性等为目标，对利益分配比例进行优化。结果显示，信息技术供应商的利益分配比例显著提升，体现了其在智能建造中的核心价值；传统利益主体的利益分配比例有所下降，但仍保持核心地位。优化后的利益分配比例更加公平合理，能够有效激励更多主体参与供应链合作。尽管本文在利益分配研究领域取得了一定成果，为该领域提供了新的工具和方法，但在智能建造的动态环境中，如何实现利益分配的实时调整仍是未来研究的重要方向。

参考文献

- [1] 廖玉平. 加快建筑业转型推动高质量发展——《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》解读 [J]. 建筑, 2020 (17): 24-25.
- [2] 徐洪峰, 魏文龙, 伊磊. 推动绿色金融与转型金融有效衔接——《绿色低碳转型产业指导目录 (2024 年版)》的影响及政策建议 [J]. 清华金融评论, 2024 (7): 60-62.
- [3] 黄海滨, 刘锋, 王石留, 等. 智能建造在工程高质量发展实践中的探索与应用 [J]. 建筑结构, 2024, 54 (24): 83-86.
- [4] 苟娟琼, 杨超, 吕希艳, 等. 面向智能建造的供应链协同

- 若干问题 [J]. 供应链管理, 2023, 4 (5): 5-11.
- [5] 金明华, 刘晴. “新零售”背景下农业产业链主体利益分配问题研究 [J]. 学术交流, 2019 (5): 104-113.
- [6] 段文吉, 郭慧锋, 徐雅萍, 等. 合作博弈在装配式建筑产业链利益分配的适用性研究 [J]. 价值工程, 2019, 38 (13): 73-75.
- [7] 李金超, 肖雅, 朱烨. 基于改进 Shapley 值的源网荷储一体化项目利益分配研究 [J]. 价格理论与实践, 2024 (4): 95-100, 224.
- [8] GÓMEZ-RÚA M. Sharing a polluted river through environmental taxes [J]. SERIEs, 2013, 4 (2): 137-153.
- [9] CAO M, ZHANG Q. Supply chain collaboration: impact on collaborative advantage and firm performance [J]. Journal of Operations Management, 2011, 29 (3): 163-180.
- [10] KUO Y F, CHEN P C. Constructing performance appraisal indicators for mobility of the service industries using Fuzzy Delphi Method [J]. Expert Systems with Applications, 2008, 35 (4): 1930-1939.
- [11] 肖鹏. 智能建造发展的障碍因素研究 [D]. 郑州大学, 2022.
- [12] 曾勃, 马智亮, 李帅勇, 等. 智能建造数字化平台相关技术研究进展 [J/OL]. 科技导报, 2024: 1-11 [2025-01-22]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1421.N.20241106.1635.002.html>.
- [13] 黄冕, 李林. 创新主体的非经济利益分配模式对项目过程绩效影响研究——基于项目文化的中介效应检验 [J]. 管理评论, 2023, 35 (12): 84-95.
- [14] 李世新, 窦玉丹, 袁永博. 智能建造背景下利益相关者研究综述 [J]. 土木工程与管理学报, 2022, 39 (6): 111-119.
- [15] 毛超, 张路鸣. 智能建造产业链的核心产业筛选 [J]. 工程管理学报, 2021, 35 (1): 19-24.
- [16] 杨玉胜, 王美辰. 基于灰色 TOPSIS-Shapley 的装配式建筑利益分配研究 [J]. 工程研究——跨学科视野中的工程, 2022, 14 (2): 114-121.
- [17] 本刊讯. 《建筑产业现代化发展纲要》出台进入倒计时 [J]. 墙材革新与建筑节能, 2015 (12): 1.
- [18] MARTILLA J A, CARVEY D W. Four subtle sins in marketing research: have certain research practices become so common that marketers are lulled into using them carelessly? [J]. Journal of Marketing, 1975, 39 (1): 8-15.
- [19] 李丽红, 邱羽. 装配式建筑激励政策满意度评价研究——基于利益相关者的角度 [J]. 科技促进发展, 2021, 17 (5): 1007-1014.
- [20] 陈牧风, 董增川, 贾文豪, 等. 梯级水库群多目标调度增益分配的组合系数法 [J]. 水力发电学报, 2020, 39 (11): 90-99. **PMT**
- 收稿日期: 2025-02-05**
- 作者简介:**
- 张曼怡 (通信作者) (1999—), 女, 研究方向: 工程项目管理。
- 郭纯兵 (1997—), 男, 博士生, 研究方向: 工程项目安全管理。
- 李丽红 (1978—), 博士, 教授, 博士研究生导师, 研究方向: 建筑经济、工程项目管理。