

基于 AHP-ISM 模型的装配式建筑供应链韧性 影响因素研究

史晓光¹, 闫子麟², 柳芙蓉¹, 杨兴然¹

1. 河北环境工程学院, 河北 秦皇岛 066102

2. 河北建材职业技术学院, 河北 秦皇岛 066000

DOI: 10.61369/VDE.2025230020

摘要 : 装配式建筑以其节能环保、施工高效等优势成为我国建筑行业转型的核心方向, 而供应链作为支撑装配式建筑发展的关键载体, 其韧性水平直接决定了行业应对突发风险的能力。研究发现, 政策支持、核心企业领导力、技术创新能力是影响供应链韧性的深层核心因素, 而物流配送效率、供应商协同水平等为表层直接因素。基于此, 本文将针对基于 AHP-ISM 模型的装配式建筑供应链韧性影响因素展开分析, 并提出一些策略。

关键词 : AHP-ISM 模型; 装配式建筑; 供应链韧性; 影响因素

Research on Influencing Factors of Prefabricated Construction Supply Chain Resilience Based on AHP-ISM Model

Shi Xiaoguang¹, Yan Zilin², Liu Furon¹, Yang Xingran¹

1. Hebei University of Environmental Engineering, Qinhuangdao, Hebei 066102

2. Hebei Construction Materials Vocational and Technical College, Qinhuangdao, Hebei 066000

Abstract : Prefabricated construction has become the core direction of China's construction industry transformation due to its advantages of energy conservation, environmental protection and efficient construction. As a key carrier supporting the development of prefabricated construction, the resilience level of the supply chain directly determines the industry's ability to respond to sudden risks. The study finds that policy support, core enterprise leadership and technological innovation capability are the deep-seated core factors affecting supply chain resilience, while logistics distribution efficiency and supplier collaboration level are surface-level direct factors. Based on this, this paper will analyze the influencing factors of prefabricated construction supply chain resilience based on the AHP-ISM model, and put forward some strategies.

Keywords : AHP-ISM model; prefabricated construction; supply chain resilience; influencing factors

一、装配式建筑供应链韧性影响因素的研究意义

在建筑行业绿色转型与供应链管理理论创新的双重驱动下, 装配式建筑供应链韧性研究已成为交叉学科的前沿议题, 传统的供应链管理研究多聚焦于效率优化与成本控制, 但是对突发风险的应对机制关注不足, 而韧性理论的引入为供应链研究提供了新的分析视角^[1]。AHP-ISM 模型融合了层次分析法 (AHP) 的权重计算优势与解释结构模型 (ISM) 的层级划分能力, 能够将定性与定量分析相结合, 精准识别复杂系统中的核心影响因素。本研究进一步丰富了供应链韧性理论在特定行业的应用场景, 为后续相关领域的研究提供了可借鉴的分析框架与方法论支撑。不仅如此, 本研究还可以为行业企业提供精准的风险应对指南, 通过明确各因素的重要程度与层级关系, 企业可以优先优化核心影响因素, 合理配置资源, 提升供应链的抗干扰能力、恢复能力与适应

能力^[2]。同时, 基于 AHP-ISM 模型的装配式建筑供应链韧性影响因素研究的结论可为政府部门制定相关政策提供参考, 推动装配式建筑行业供应链的稳定发展, 保障我国建筑行业转型战略的顺利实施。

二、装配式建筑供应链韧性现存问题

(一) 供应链结构失衡, 抗风险能力薄弱

装配式建筑供应链涵盖构件生产以及施工安装等多个环节, 涉及原材料供应商和设计单位等众多参与主体。当前, 我国装配式建筑供应链存在明显的结构失衡问题, 主要表现为核心企业主导力不足以及供应链网络集中度低等。现阶段, 很多装配式建筑项目以施工企业为临时核心, 缺乏长期稳定的供应链整合者, 这样会导致各参与主体之间多为短期合作关系, 缺乏信息共享、利

课题: 秦皇岛市科技局发展计划科项目 (202501A241)

项目名称: 基于 AHP-ISM 模型的装配式建筑供应链韧性影响因素研究

益共享与风险共担机制^[3]。例如，构件生产企业与施工企业之间常因构件质量、交付时间等问题产生纠纷，影响供应链的稳定性。不仅如此，当前的供应链网络集中度低，大量中小规模的构件生产企业、物流企业分散分布，技术水平与管理能力也参差不齐，这样会在无形中导致供应链整体抗风险能力薄弱。当某一节点企业出现问题时很容易影响整个供应链的正常运转^[4]。

（二）技术创新不足，制约韧性提升

技术创新是提升供应链韧性的关键支撑，它能够通过优化生产流程、提升物流效率等方式增强供应链的灵活性与适应性。当前，我国装配式建筑供应链技术创新存在诸多不足，比如，一些构件标准化程度低，不同设计单位的设计方案差异较大，这样就很容易导致构件生产企业难以实现规模化生产，在无形中增加了生产周期与成本，同时也在很大程度上降低了构件的通用性，当某一类型构件供应受阻时，难以快速找到替代产品^[5]。此外，数字化技术应用滞后以及供应链各环节信息孤岛现象严重，这也是影响后续工作开展的重要一环。当前，很多企业仍采用传统的管理模式，构件生产进度以及施工进度等数据未能实现实时共享，这样会在无形中导致供应链响应速度慢，使其难以快速应对突发风险。不仅如此，当前很多企业对于绿色技术的应用较为不足，随着“双碳”目标的提出，建筑行业对绿色低碳的要求不断提高，但装配式建筑供应链在绿色建材研发以及低碳物流等方面的技术创新仍处于初级阶段，这样也会在无形中增加供应链对环境政策变化的敏感性^[6]。

（三）物流配送体系不完善，节点衔接不畅

一般来说，装配式建筑构件具有体积大、运输要求高等特点，这样会导致其对物流配送体系的依赖性极强，当前，我国装配式建筑物流配送体系存在企业专业化水平低的问题，多数物流企业缺乏针对装配式构件的专用运输设备与仓储设施，构件在运输过程中损坏率较高，仓储过程中缺乏有效的防潮、防盗等措施，这样也会在无形中影响构件质量^[7]。此外，运输网络布局不合理也是影响后续工作的重要一环，装配式构件生产基地多分布在郊区或工业园区，而建筑项目多位于城市中心，若是运输路线规划不合理，很容易出现交通拥堵等问题，这样会导致运输效率更为低下，极大增加了运输成本与交付风险。不仅如此，在运输物流体系中，还存在一定的节点衔接不畅，构件生产企业、物流企业与施工企业之间缺乏有效的沟通协调机制，构件交付时间与施工进度不匹配，这样也会导致施工现场构件积压或短缺，影响施工进度。例如，部分施工企业因构件未能及时交付而不得不停工等待，增加了项目成本^[8]。

三、基于 AHP-ISM 模型的装配式建筑供应链韧性提升策略

（一）AHP-ISM 模型在供应链韧性影响因素分析中的应用步骤

为精准识别装配式建筑供应链韧性核心影响因素，我们可以采用 AHP-ISM 模型进行分析，具体步骤如下：首先我们应

确定影响因素体系，通过文献研究以及专家访谈等方式初步识别出政策支持、人才储备、构件标准化程度等影响因素。其次，我们需要构建一个判断矩阵，邀请一些装配式建筑行业专家、供应链管理专家等对各影响因素的重要程度进行打分，采用 1-9 标度法构建判断矩阵并进行一致性检验，确保打分结果的科学性。而后，我们可以结合实际情况计算相关权重，通过层次分析法计算各影响因素的权重，这样可以进一步明确各因素的重要程度^[9]。再次，我们需要构建一个邻接矩阵与可达矩阵，根据专家对各因素间相互影响关系的判断，构建邻接矩阵，通过矩阵运算得到可达矩阵。最后，我们需要做好层级划分，根据可达矩阵计算各因素的可达集、前项集与共同集，对影响因素进行层级划分，构建层级结构模型，明确核心驱动因素与表层影响因素^[10]。

（二）强化核心驱动因素，夯实韧性基础

政府部门应针对装配式建筑供应链韧性建设出台专项政策，构建一个“激励+保障”的政策体系。在实践方面，政府需要进一步加大政策激励力度，对那些采用先进技术、实现供应链协同创新的企业给予补贴、税收优惠等，这样可以鼓励企业提升供应链韧性。此外，我们还需建立一个更为健全的风险保障机制，设立装配式建筑供应链应急保障基金，以此用于应对突发风险导致的供应链中断问题。针对可能出现的问题，我们可以制定一个供应链风险预警标准与应急预案，指导企业开展风险防控工作^[11]。

在实践工作中，我们需要不断强化核心企业领导力，整合供应链资源，培育一批具有较强整合能力的核心企业，而后方可为核心企业为纽带，构建一个更为稳定的装配式建筑供应链联盟。核心企业应发挥主导作用，积极整合供应链各环节资源，建立一个信息共享平台，这样可以更好的实现构件生产、物流配送、施工安装等环节的数据实时共享。此外，我们还需建立一个利益共享与风险共担机制，通过股权合作、长期合同等方式加强与节点企业的合作，形成利益共同体^[12]。不仅如此，我们还需结合企业实际情况加大技术创新投入，提升核心技术能力。企业应加大对装配式建筑供应链关键技术的研发投入，重点突破构件标准化、数字化管理、绿色低碳等核心技术。为此，我们需要不断提高构件标准化水平，由行业协会牵头，联合设计单位、生产企业制定统一的构件标准体系，不断推广通用化、模块化构件设计，这样可以有效实现构件规模化生产，提高构件的通用性与替代能力。此外，我们还需推进数字化技术应用，构建一个装配式建筑供应链数字化管理平台，积极整合物联网、大数据、人工智能等技术，这样可以实现对构件生产进度、施工进度等数据的实时监控与分析，提升供应链的响应速度与决策效率。

（三）优化中层间接因素，提升协同能力

为进一步提升装配式建筑供应链韧性，我们可以尝试建立一个更为严格的供应商准入机制，这样可以实现对供应商的技术水平、抗风险能力的全面评估，我们还可选择一些优质的供应商建立长期合作关系。通过加强与供应商的沟通协调并定期召开供应商会议，能够更为及时的解决合作过程中出现的问题。同时，我们还可以结合实际情况建立一个供应商绩效评价体系，从产品质量、交付时间、服务水平等方面对供应商进行定期评价，对于那

些表现优秀的供应商给予激励，对不合格的供应商进行淘汰^[13]。同时，我们应持续强化与供应商的协同创新，共同研发新技术、新产品，提升供应链的核心竞争力。

此外，我们还需不断提升自身的信息化水平，努力打破信息孤岛，加大对信息化建设的投入，构建覆盖供应链各环节的信息共享平台，实现各参与主体之间的信息实时共享。推动企业内部信息化系统的升级改造，实现企业内部各部门之间的数据互联互通。加强信息安全管理，建立信息安全保障体系，防止信息泄露与滥用^[14]。例如，构件生产企业可通过信息平台将生产进度实时共享给施工企业与物流企业，施工企业根据生产进度调整施工计划，物流企业根据生产进度安排运输车辆，确保各环节衔接顺畅。

(四) 改善表层直接因素，增强响应能力

为保证装配式建筑供应链韧性不断提升，我们应进一步完善

物流配送体系，提升配送效率。为此，我们可以结合实际情况培育一批专业化的装配式建筑物流企业，鼓励物流企业加大对专用运输设备、仓储设施的投入，这样方可不断提高构件运输与仓储的专业化水平。此外，我们还可以持续优化运输网络布局，根据构件生产基地与建筑项目的分布情况合理规划运输路线，建立一个区域性的物流配送中心，这样可以大幅缩短运输半径，提高运输效率。同时，为进一步提升物流企业与构件生产企业、施工企业的协同合作，我们可以尝试建立信息共享与沟通协调机制，实现构件交付时间与施工进度的精准匹配^[15]。不仅如此，我们还需进一步优化成本控制，这样可以大幅提升供应链经济性。在实践中，我们可以尝试建立一个全供应链成本控制体系，核心企业可以牵头整合供应链各环节的成本信息，分析相关的成本构成，找出成本控制的关键环节。

参考文献

- [1] 史晓光, 赵晓光, 徐晓晔. 基于 AHP 的装配式建筑造价影响因素研究 [J]. 江西建材, 2024, (01): 292–294+300.
- [2] 谭彪. 基于 ISM 的装配式建筑行业推进关键成功因素研究 [D]. 中南大学, 2022. DOI: 10.27661/d.cnki.gzhnu.2022.002410.
- [3] 赵旭文. 政府激励视角下装配式建筑推广仿真研究 [D]. 河北地质大学, 2024. DOI: 10.27752/d.cnki.gsjzj.2024.000033.
- [4] 杨志文, 刘建杰. 装配式建筑中预制构件尺寸精度对施工效率的影响研究 [J]. 陶瓷, 2025, (07): 213–215. DOI: 10.19397/j.cnki.ceramics.2025.07.024.
- [5] 赵月. 装配式建筑施工安全风险管理研究 [D]. 北京建筑大学, 2025. DOI: 10.26943/d.cnki.gbjzc.2025.000665.
- [6] 何加鹏, 邓洪海, 魏发, 等. BIM 技术在装配式建筑施工中的应用 [J]. 工程建设与设计, 2025, (21): 207–209.
- [7] 吴尚明. 装配式建筑施工全过程监理要点 [J]. 工程建设与设计, 2025, (20): 252–254.
- [8] 许听听. 装配式建筑建设项目造价管理实践 [J]. 江苏建材, 2025, (05): 147–149.
- [9] 范海峰. 基于多分类 Adaboost 算法的装配式建筑施工安全风险感知研究 [J]. 东莞理工学院学报, 2025, 32(05): 89–94.
- [10] 赵明华. 浅谈装配式建筑施工技术应用的关键及质量控制方法 [J]. 散装水泥, 2025, (05): 115–117.
- [11] 焦德兵, 王育德, 孔芳. 基于改进 GRO-GWO 算法的装配式建筑施工多目标优化 [J]. 粉煤灰综合利用, 2025, 39(05): 136–141.
- [12] 宋倩. 装配式建筑预制构件吊装施工常见问题及工艺优化措施 [J]. 工程技术研究, 2025, 10(20): 86–88.
- [13] 霍金朋. 装配式建筑施工技术在实际施工管理中的应用研究 [J]. 建设机械技术与管理, 2025, 38(05): 85–87.
- [14] 姚薇, 曾莹莹. 基于 BIM 的装配式建筑智能化全过程施工管理技术应用研究 [J]. 建设机械技术与管理, 2025, 38(05): 146–148.
- [15] 路康康. 装配式建筑外墙保温板防脱落加固施工技术研究 [J]. 建设机械技术与管理, 2025, 38(05): 74–76.