

# 装配式建筑供应链脆弱性成因及缓解策略

冷美琪, 刘文昌

辽宁工业大学经济管理学院, 辽宁 锦州

收稿日期: 2024年6月22日; 录用日期: 2024年7月12日; 发布日期: 2024年7月25日

## 摘要

“一石激起千层浪”，准确把握和研究我国装配式施工供应链的薄弱环节，分析国内外环境变化、各类突发事件的冲击效应，对于如何有效地防范和控制装配式施工供应链运作风险具有重要的现实意义。为了保证整个供应链的安全和稳定，本文以供应链脆弱性为切入点，研究了装配式施工供应链中的各种风险要素，探索了供应链脆弱性的本质。并提出加快企业组织内部结构调整、提高企业产品质量以及建立弹性供应链等方式改善供应链脆弱性，以期促进装配式建筑高质量发展，为供应链的安全稳定运行提供理论参考。

## 关键词

装配式建筑, 供应链, 脆弱性, 问题分析

# Causes and Mitigation Strategies for the Vulnerability of Prefabricated Building Supply Chain

Meiqi Leng, Wenchang Liu

School of Economics and Management, Liaoning University of Technology, Jinzhou Liaoning

Received: Jun. 22<sup>nd</sup>, 2024; accepted: Jul. 12<sup>th</sup>, 2024; published: Jul. 25<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

“One stone stirs up a thousand waves”. Accurately grasping and studying the weak links of China's prefabricated construction supply chain, analyzing the impact effects of domestic and foreign environmental changes and various unexpected events, is of great practical significance for effectively preventing and controlling the operational risks of prefabricated construction supply chain. In order to ensure the safety and stability of the entire supply chain, this article takes supply chain

vulnerability as the entry point, studies various risk factors in the prefabricated construction supply chain, and explores the essence of supply chain vulnerability. It also proposes ways to accelerate internal organizational restructuring, improves product quality, and establishes flexible supply chains to improve supply chain vulnerability, in order to promote the high-quality development of prefabricated buildings and provide theoretical reference for the safe and stable operation of the supply chain.

## Keywords

Prefabricated Buildings, Supply Chain, Vulnerability, Problem Analysis

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

在党的二十大报告中, 提出要实现全面节约战略, 推动绿色低碳的生产模式, 建筑领域则体现在要大力发展装配式建筑, 走高质量、低污染道路。装配式建筑是建设方式的重大转变, 改变了传统现浇建筑“拖泥带水”的建造模式, 不仅将设计、生产、装配和运维等环节集成一体化, 还促使供应链中各关键节点企业进行协同工作。面对日趋复杂的国内外发展环境, 供应链的安全稳定性受到自然灾害、经济政策形势变化等多方冲击。同时, 建筑环节众多、物流供应受阻等因素也使不确定性因素增加, 而导致的风险也会更加呈现多样性, 供应链面临较大的中断风险, 不稳定性与脆弱性明显增加。因此, 装配式建筑供应链的脆弱性及缓释策略相关研究成为新时代专家学者的关注焦点所在。

## 2. 国内外研究现状

供应链脆弱性即供应链脆弱性是衡量供应链系统安全稳定的重要指标。Svensson [1]认为供应链脆弱性是指供应链受内外部风险影响暴露出的功能性障碍和扰动; 杜志平[2]等认为, 由于供应链整合、环境的复杂性以及企业运营的复杂性, 导致了供应链的脆弱性不断加强。因此, 脆弱性可以理解为风险缓解战略的影响小于风险源和风险驱动因素, 导致供应链趋向于产生不良后果。

目前, 关于供应链脆弱性的研究主要集中于农产品、制造业以及信息技术等领域, 针对供应链脆弱性的成因及缓释策略的提出展开。张琳琛[3]针对国际农产品贸易供应链基于社会网络分析方法构建了多维度的脆弱性指标, 系统性解析脆弱性特征, 并进一步定量评估冲击影响; 朱丽璇[4]结合铁路信息系统供应链特点及安全风险管理现状, 对铁路信息系统供应链安全风险进行分析与识别, 提出加强铁路信息系统全生命周期风险管控和完善供应链安全管理的具体措施; 蒋勇[5]运用 SCOR 模型对装配式建筑供应链脆弱因子进行识别, 将装配式供应链系统划分为 6 个子系统; 蔡玉嘉[6]通过构建 DEMATEL-ISM-ANP 多级物元评价的综合评价模型, 对生鲜物流系统的脆弱性进行有效量化评价分析; 沈小平[7]提出了供应链脆弱性缓释与自主可控策略与路径, 建立自主可控供应链战略, 打造双循环供应链模式, 发挥柔性敏捷性优势, 增强供应链韧性与鲁棒性, 推进供应链数字化转型, 创新供应链管理模式, 优化供应链创新发展生态。赵青悦[8]认为脆弱性作为影响供应链系统的重要内在驱动因素, 其对装配式建筑项目整体的影响是一个系统的、动态的过程。从供应链脆弱性视角出发, 从暴露度、敏感度、适应度三个维度, 建立装配式建筑供应链脆弱性与其返工行为的系统动力学模型。张亚雯[9]在国内外供应链韧性、建筑供

应链、EPC 建筑供应链等相关理论研究基础上,对 EPC 模式下建筑供应链韧性的评价指标体系进行研究。提出了一种新的熵方法,从整体的角度研究供应链网络的脆弱性。Zeng Y [10]建立了一个新的集群式供应链网络级联模型,该建模方法能够有效地识别和预测供应链网络的脆弱性,降低集群供应链网络在级联控制和防御中的脆弱性,进而实现其健康演化可能具有现实意义。Sharma S K [11]利用模糊决策试验与评估实验室方法分析了所选供应链脆弱性因素的因果关系,以复杂性、集中化、供应商集中和低成本采购被发现作为四个主要维度;Vijay T. A [12]面对生鲜产品供应链脆弱性问题提出敏捷性、分销网络结构、生产者与最终消费者之间的可见性、供应链合作伙伴之间的沟通、利益和不确定性的共享、全球映射和供应链合作伙伴之间的协同行动是供应链弹性的驱动因素。Zainal Abidin N A [13]提出了一个分层框架方法的建筑供应链的脆弱性,它可以为管理者提供一个新的视角,再通过供应链的五大关键脆弱性因素包括政治或监管变化、市场压力、管理、财务和战略脆弱性,观察这些脆弱性的级联影响的动态。Wang X [14]提出了一种装配式建筑背景下预制构件供应商的脆弱性评价方法。首先,通过压力-状态-响应(PSR)模型识别并构建脆弱性评价指标体系。

随着全球能源危机、自然灾害对供应链的影响严重程度愈演愈烈,学者更加关注其驱动因素和影响因素。因此,为了能够在内部因子和外部因子影响供应链脆弱性时及时响应应急措施,需采取积极措施,加强对供应链脆弱性的预防和控制,以确保在不断变化且不可预测的环境中生存和发展。

3. 装配式建筑供应链主要问题分析

近几年来,企业之间的联系越来越紧密,这种紧密关系不仅包括了内部的合作,而且还包括了外部的合作。供应链的复杂度和运营难度之间是呈正相关关系的,从装配式建筑供应链所存在的问题展开探讨,分析供应链脆弱性成因,分析各扰动因素对供应链脆弱性的影响路径,以此为基础提出缓解策略在一定程度上避免或者减少风险带来的损失。通过文献阅读与实际调研可以发现,装配式建筑供应链在外部环境、自身能力和企业间合作方面存在风险困境,因此从以下几个角度探讨装配式建筑供应链是剖析其发展状态及存在问题的重要途径,见图 1。

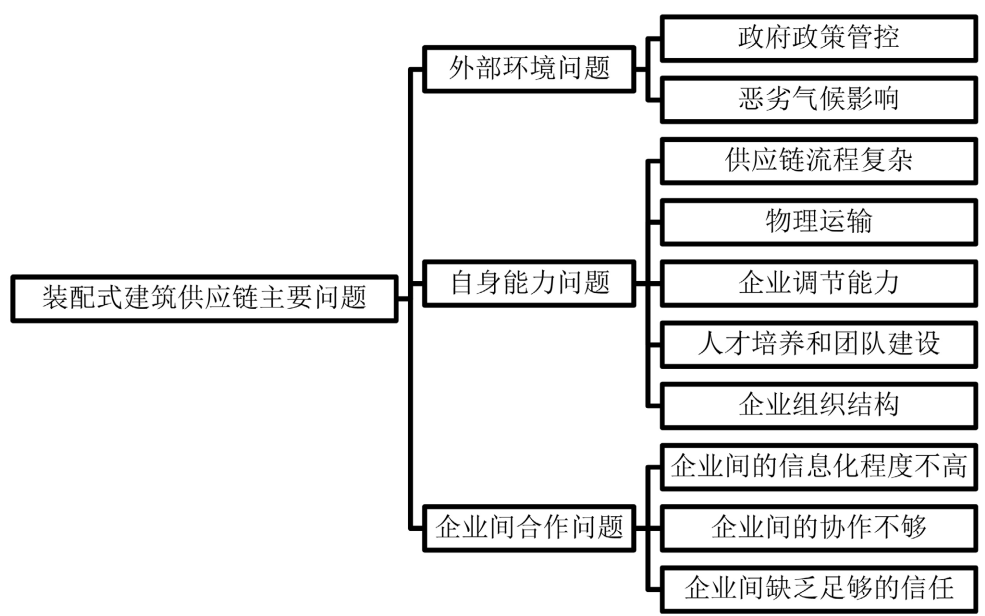


Figure 1. Main issues in the supply chain of prefabricated buildings  
图 1. 装配式建筑供应链主要问题

### 3.1. 外部环境问题

1) 政府政策管控。在政府政策方面,近年来我国对装配式建筑的扶持力度有所增加,对于符合条件的装配式建筑生产制造企业可以享受相关优惠政策。但是,有了政策并不意味着可操作和监督的能力就可以跟上,目前的社会、经济环境制约着装配式建筑的全面推行,因此,必须进一步健全政策导向机制,强化政府的强制力量。

2) 恶劣气候影响。建设工程中的拼装建造大多是在室外进行的,且运送到工地的预制构件一般都是暂时存放在室外的,如果遇上水灾、暴雨、地震等自然灾害,露天堆放的预制构件不仅会受到损坏,还会严重拖慢建设项目的进度,甚至会影响到整个供应链。

### 3.2. 自身能力问题

由于产业链上企业的能力不足,导致了装配式施工供应链的脆弱性,而企业的能力又受供应链的复杂性、物流运输能力、企业的调控能力、员工和组织结构的制约。

1) 供应链流程复杂问题。装配式建筑供应链涉及多个环节,容易受到各种外部因素的影响,包括原材料采购、构件生产、物流运输、现场组装等,每个环节都需要精确协调,以确保供应链的顺畅运行。

2) 物流运输问题。预制构件通常体积大、重量重,对物流运输的要求很高。物流过程中的损坏、延误或丢失都可能对施工进度和成本造成严重影响。

3) 企业调节能力问题。企业的灵活性、弹性和韧性都不够强,自我调整的能力很弱,对风险的预判能力很低,当遇到危险或者突发情况的时候,他们无法及时地发现和采取相应的对策,而且在发生了损失之后,也很难对其进行修正和改进。

4) 人才培养和团队建设问题。装配式建筑供应链管理需要具备跨学科知识和技能的人才队伍。需要加强对供应链管理人才的培养和团队建设,提高团队的专业素质和协作能力。目前企业职工的整体素质普遍偏低,缺乏对企业的安全和创新的认识。这不但给工程带来了安全隐患,也使得参加企业的发展变得迟缓。

5) 企业组织结构问题。由于企业组织结构体系的制约,一些中小企业还没有形成有效的组织管理,存在着层次太宽或者太窄、工作安排太分散、工作效率不高等问题。

### 3.3. 企业间合作问题

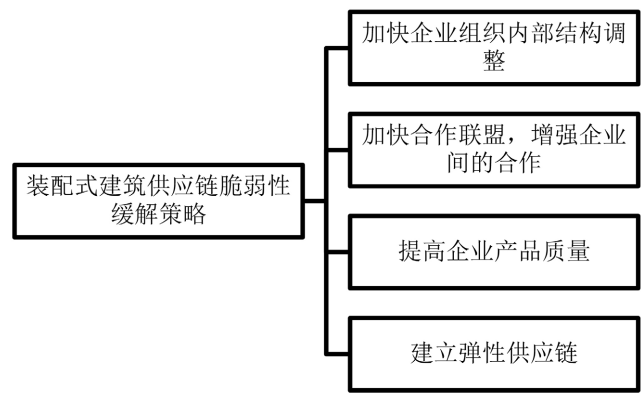
1) 企业之间的信息化程度不高。缺乏一个共享的信息化管理平台和一個快捷、高效的沟通渠道。在工作需求的对接和探讨过程中,不能对时间进行合理、有效的协调,从而降低了工作的效率。与此同时,各个建筑企业还缺少能够及时收集、处理和发布施工过程中各个环节的信息的专业人士,这就造成了供应链节点企业在不断变化的环境中易受攻击的风险。

2) 企业间的协作不够。施工供应链的整个流程包含了众多的企业,每个企业的规模、工作的内容和过程都不尽相同,导致了工作的分工和沟通问题。

3) 企业间缺乏足够的信任。由于企业的目标和利益,公司之间不能完全地进行合作,为了自己的利润最大化,经常会牺牲别人的利益,造成合作关系的不稳定。

## 4. 装配式建筑供应链脆弱性缓解策略

供应链存在脆弱性,分析了装配式建筑供应链主要问题,若弱化问题所带来影响,亟需制定相应的策略来解决脆弱性问题。若无法妥善应对供应链的脆弱性,将会对供应链成员和整体效益造成不利影响。因此,供应链脆弱性防范策略可以从多个角度入手,包括但不限于以下方面,见图2。



**Figure 2.** Vulnerability mitigation strategies for prefabricated building supply chain  
**图 2.** 装配式建筑供应链脆弱性缓解策略

#### 4.1. 加快企业内部结构调整

加快组织内部调整, 整合资源, 完善决策体系, 以制度制约员工, 以体系激励员工, 并综合运用科学决策方法进行决策。决策支持系统由决策层和执行层两部分组成。其中, 决策者是整个决策支持系统的核心, 起着决定性作用。在做出决策时, 管理层应当以决策管理的流程为指导, 通过识别问题、确定决策标准、确定权重、制定备选方案、分析方案、选择方案、实施方案以及评估决策效果等步骤, 以确保决策的准确性和有效性。通过科学地制定决策程序和规范流程, 保证决策程序与组织结构相适应, 并对整个决策活动加以监控, 增强可行性结果的概率。

#### 4.2. 加快合作联盟, 增强企业间的合作

在市场竞争趋于白热化的背景下, 想要在竞争中占据优势地位, 必须建立长期稳定的供应商合作伙伴关系, 并建立可持续的供应链联盟, 以形成强大的合作联盟并维持长期可持续发展战略。如果没有稳定可靠的合作伙伴, 企业就很难有长远发展。于企业而言, 在选择合作伙伴时, 必须坚持以客观理性为基础, 企业之间需要相互协作, 共享资源, 互相信任, 互相支持的融洽关系。

#### 4.3. 提高企业产品质量

技术水平也将成为阻碍供应平稳运行的因素。因此, 为了实现供应链脆弱性的防范, 必须严格执行早期生产监理措施, 以减少生产现场出现的问题。通过不断迭代和修复问题, 优化监理机制并推进其应用, 提升对工艺的认知和对生产过程的把控度。避免在客户界面传递过程中与顾客发生矛盾纠纷, 以维护客户满意度。

#### 4.4. 建立弹性供应链

由于装配式建筑流程内容相对复杂, 导致供应链的复杂度进一步提升。供应链的脆弱性的来源增多, 包括供应商供货的不稳定性、消费者需求的不稳定性以及经济环境的不稳定性等。由于供应链中存在着不确定性和复杂性, 所以在生产过程中出现了很多不确定因素, 导致供应中断或质量问题。所以, 为了能够及时有效处置不稳定因素所引起的各种突发性事件, 企业必须提升其对突发事件的敏感度, 要对此类事件快速响应, 以确保商品库存的稳定性, 从而实现供应链的弹性。

### 5. 总结与展望

综上所述, 装配式建筑供应链系统受到诸如政府政策管控、恶劣天气影响等外部因素以及企业自身



能力、企业间合作状态等因素制约,影响着供应链的稳定运营,使供应链产生较高的脆弱性。面对供应链脆弱性因子的扰动与冲击,装配式建筑供应链中的企业应提前做好应对与改善策略,通过加强应急管理 with 加强自身能力等途径缓解供应链系统的脆弱性,降低其造成的负面影响,实现装配式建筑供应链系统的长远发展。现有研究仅停留在理论分析层面,上文提出的脆弱性因子仅从一个维度进行划分,难以多维度全覆盖的总结装配式建筑供应链脆弱性因素,接下来可从各个层面不同类型入手,丰富影响因素体系,拓展研究领域,未来也将增加对具体建筑企业供应链的案例分析,针对性解决企业实际问题,提出更完善的建议与措施,使研究更具实践性。

## 参考文献

- [1] Svensson, G. (2000) A Conceptual Framework for the Analysis of Vulnerability in Supply Chains. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, **30**, 731-750. <https://doi.org/10.1108/09600030010351444>
- [2] 杜志平, 胡贵彦, 刘永胜. 基于复杂性供应链脆弱性研究[J]. 中国流通经济, 2011, 25(6): 49-54.
- [3] 张琳琛, 王悦, 董银果. 国际农产品贸易网络的脆弱性研究[J]. 农业经济问题, 2023(12): 130-144.
- [4] 朱丽璇. 铁路信息系统供应链安全风险管理刍议[J]. 铁路计算机应用, 2023, 32(11):56-62.
- [5] 蒋勇, 魏蓉. 基于 SD 模型的装配式建筑供应链脆弱性研究[J]. 科技和产业, 2023, 23(15): 86-91.
- [6] 蔡玉嘉, 袁朋伟, 王瑾. 生鲜物流系统的脆弱性评价[J]. 物流技术, 2022, 41(10): 46-52, 67.
- [7] 沈小平. 我国供应链脆弱性缓释与自主可控策略研究[J]. 当代经济管理, 2021, 43(10): 17-23.
- [8] 赵青悦. 供应链脆弱性视角下的装配式建筑返工行为及优化研究[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 沈阳建筑大学, 2023.
- [9] 张亚雯. EPC 模式下建筑供应链系统的韧性评价研究[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 杭州电子科技大学, 2023.
- [10] Zeng, Y. and Xiao, R. (2014) Modelling of Cluster Supply Network with Cascading Failure Spread and Its Vulnerability Analysis. *International Journal of Production Research*, **52**, 6938-6953. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.917769>
- [11] Sharma, S.K., Routroy, S., Singh, R.K. and Nag, U. (2022) Analysis of Supply Chain Vulnerability Factors in Manufacturing Enterprises: A Fuzzy DEMATEL Approach. *International Journal of Logistics Research and Applications*, **27**, 814-841. <https://doi.org/10.1080/13675567.2022.2083590>
- [12] Vijay T., A. and Raju, M.S. (2023) Supply Chain Vulnerability and Resilience: A Case of Harvested Shrimp from Kerala, India. *International Journal of Rural Management*, **20**, 45-64. <https://doi.org/10.1177/09730052221140699>
- [13] Zainal Abidin, N.A. and Ingirige, B. (2018) The Dynamics of Vulnerabilities and Capabilities in Improving Resilience within Malaysian Construction Supply Chain. *Construction Innovation*, **18**, 412-432. <https://doi.org/10.1108/ci-09-2017-0079>
- [14] Wang, X., Peng, H., Wu, H. and He, Z. (2023) Vulnerability Assessment of Prefabricated Component Suppliers in Prefabricated Buildings Based on the Controlled Interval and Memory Method Extended under the Probability Language Terminology Set. *Buildings*, **13**, Article 3070. <https://doi.org/10.3390/buildings13123070>