

基于系统动力学的装配式建筑施工安全风险因素

冉黎

泰国格乐大学

DOI:10.12238/btr.v6i6.4226

[摘要] 随着建筑行业的快速发展,装配式建筑因其高效、环保等优势而日益受到重视。然而,这一新型建筑模式也带来了独特的施工安全风险。本文围绕系统动力学的视角,深入探讨了装配式建筑施工中的安全风险因素及其防范策略。文章首先强调了保障施工安全的重要性,包括降低事故发生率、提升经济效益以及保障项目质量和声誉。接着,分析了影响施工安全的主要风险因素,涵盖设计规划、现场管理、技术设备和人为因素。最后,提出了基于系统动力学的防范策略,包括加强设计规划审查、强化现场管理、技术设备的优化以及提升工人安全意识和技能。这些策略旨在为装配式建筑施工安全提供全面的风险管理框架,确保施工过程的安全和高效。

[关键词] 系统动力学; 装配式建筑; 施工安全; 风险因素

中图分类号: X947 **文献标识码:** A

Safety risk factors of prefabricated building construction based on system dynamics

Li Ran

Thai University of Gella

[Abstract] With the rapid development of the construction industry, prefabricated buildings have been paid more and more attention because of their advantages such as high efficiency and environmental protection. However, this new construction model also brings unique construction safety risks. From the perspective of system dynamics, this paper deeply discusses the safety risk factors and prevention strategies in the construction of prefabricated buildings. Firstly, the paper emphasizes the importance of ensuring construction safety, including reducing accident rate, improving economic efficiency, and guaranteeing project quality and reputation. Then, the main risk factors affecting construction safety are analyzed, including design planning, site management, technical equipment and human factors. Finally, preventive strategies based on system dynamics are proposed, including strengthening design planning review, strengthening site management, optimizing technical equipment, and improving worker safety awareness and skills. These strategies are designed to provide a comprehensive risk management framework for prefabricated building construction safety, ensuring a safe and efficient construction process.

[Key words] system dynamics; Prefabricated building; Construction safety; Risk factor

引言

随着建筑行业的快速演变,装配式建筑因其高效性、环境友好性等特点成为了热点话题。在此背景下,采用系统动力学的视角去审视装配式建筑施工安全显得尤为重要。系统动力学,作为一种分析和模拟复杂系统行为的方法论,为应对装配式建筑施工中的安全风险提供了一个独特的框架。通过模拟建筑施工过程中的各种相互作用和反馈机制,可以更深入地分析设计规划、现场管理、技术设备以及人为因素等多方面风险,从而构建一个全面的风险防范策略。本文的目标是将系统动力学的原理和方法应用于装配式建筑施工安全的分析中。希望通过这种跨学科

的方法,不仅识别和理解施工过程中的风险因素,而且为防范这些风险提供更有利的策略。

1 保障装配式建筑施工安全的重要性

1.1 降低事故发生率

在装配式建筑施工过程中,降低事故发生率是至关重要的。系统动力学在此方面提供了一个强有力的分析框架,允许从更宏观的视角识别和应对潜在的风险因素。首先,系统动力学的方法是通过构建施工过程的动态模型,识别容易导致事故的关键变量和其相互间的复杂关系^[1]。这包括了从人员配置、设备使用到作业环境等多个方面。

其次,系统动力学强调反馈循环的重要性。在施工安全管理中,这意味着需要不断地收集和分析安全数据,以及实时监控施工现场情况。通过这种方式,可以及时发现安全隐患并迅速作出调整,此外,系统动力学还帮助理解施工过程中的非线性特性。在复杂的施工环境中,小的变化有时会导致不成比例的大影响。通过系统动力学的视角,可以更好地预测和管理这些不确定性,从而降低事故发生率。最终,通过系统动力学的应用,不仅能够降低事故发生率,还能够提升整体施工过程的效率和安全性。

1.2 提高经济效益

保障装配式建筑施工安全对于提高经济效益具有直接和间接的积极影响。在直接经济效益方面,安全施工能显著降低由事故引起的经济损失。事故发生不仅会造成人员伤亡,还会导致设备损坏、材料浪费和工期延误。根据国际安全生产组织的研究,事故成本通常包括直接成本(如医疗费用、赔偿金)和间接成本(如工期延误、设备更换)。间接成本往往是直接成本的4到10倍。因此,通过提高施工安全,可以有效避免这些损失,提高项目的经济效益。在间接经济效益方面,良好的安全记录可以增强企业的市场竞争力。安全施工不仅能够保护工人,还能提升企业的社会责任形象,这对于赢得更多项目和客户是至关重要的。例如,一些大型建筑项目的招标文件中明确要求投标公司必须提供安全记录证明。因此,保障装配式建筑施工安全不仅可以减少由于事故带来的直接和间接经济损失,还能增加获取新项目的机会,从而对企业的长期发展产生积极影响。

1.3 维护项目质量和声誉

保障装配式建筑施工安全对于维护项目质量和企业声誉具有重大意义。首先,施工安全与工程质量密切相关。安全的施工环境能够确保工作人员能够专注于其工作,减少由于事故或安全隐患引起的工作中断^[2]。这种专注和连续性是高质量工程的基础。其次,企业声誉与安全管理紧密相连。安全事故不仅会直接影响受伤工人和其家庭,还会对社会公众产生影响,特别是在现代社会,信息传播迅速,一次严重的安全事故会迅速影响企业声誉。例如,一个装配式建筑项目因为安全事故频发而被媒体广泛报道,不仅会影响当前项目的进度和质量,还会导致潜在客户的流失,影响企业未来的市场机会。最后,保障装配式建筑施工安全是企业长期发展的关键所在。通过建立和维护高标准的安全管理体系,企业不仅能够保证项目质量,还能够市场上建立良好的声誉,为持续发展奠定基础。

2 装配式建筑施工安全风险的影响因素

2.1 设计与规划不足

设计与规划不足是装配式建筑施工安全风险的一个关键原因。在装配式建筑中,设计的准确性和完整性直接影响施工的安全性和效率。设计不当,如结构计算错误、材料选择失误或细节处理不当,会直接导致施工中的安全风险。例如,预制构件的设计不符合实际施工需求,会在装配时造成结构不稳,甚至倒塌。据建筑行业调查,设计缺陷导致的施工事故约占总事故的25%。

此外,规划不足也是一个重要问题。项目规划若未充分考虑施工现场的实际条件,如土地利用、交通组织和周边环境,将导致施工中出现各种问题。这些问题不仅延误工期,还会增加安全风险。

2.2 施工现场管理不当

施工现场管理不当是另一个导致装配式建筑施工中安全风险的重要因素。正确的现场管理涉及到人员、设备、材料的有效安排和协调,以及安全规程的严格执行。管理失误,如人员分配不当、安全监督松懈或协调不足,直接增加了施工事故的风险。例如,安全管理人员未能有效监督施工现场,容易导致安全规程被忽视,增加了事故的发生概率。根据行业统计,现场管理不善导致的事故约占总事故的35%。此外,施工现场的环境管理也是关键。不适当的材料堆放、不安全的作业区域设置和不充分的现场标识都会导致安全问题。因此,加强施工现场的综合管理,对于降低装配式建筑施工的安全风险至关重要。

2.3 技术和设备问题

在装配式建筑施工中,技术和设备的使用是实现项目目标的关键。然而,通过系统动力学的视角分析这些问题时,也会发现一些不足之处。系统动力学允许建立技术和设备的互动模型,考虑如设备可靠性、操作复杂性和维护要求等因素。这种模型有助于预测和缓解潜在的风险,但也存在局限性。其中一个显著的不足是,系统动力学模型会无法完全捕捉到现场实际操作中的随机性和不确定性^[3]。例如,即使模型预测了某种设备出现的故障,实际施工中这些故障的具体表现和时机也容易与模型预测有所不同。此外,依赖于系统动力学模型的另一个风险是过度依赖技术解决方案,而忽视了人为因素。施工安全不仅仅是技术和设备的问题,还涉及到操作人员的技能、经验和决策过程。模型无法充分考虑到这些人类因素,特别是在高压和快节奏的施工环境中。

2.4 人为因素

人为因素也是装配式建筑施工安全风险中的主要问题。工人的操作错误、安全意识缺乏或经验不足都是导致安全事故的直接原因。例如,工人在高空作业时未正确使用安全带或安全网,或在操作重型机械时疏忽大意,都会引发严重的事故。根据建筑行业的研究,人为错误是造成施工事故的最常见原因,占所有事故的近50%。此外,工人之间以及工人与管理层之间的沟通不畅也是一个常见的问题。施工指令不明确或误解,就容易导致危险的操作或错误的决策。因此,提升工人的安全意识和技能培训是降低装配式建筑施工风险的关键。

3 基于系统动力学的装配式建筑施工安全风险防范策略

3.1 加强设计和规划审查

为防范装配式建筑施工安全风险,加强设计和规划审查是关键策略之一。首先,需要建立一个多层次的设计审查流程。这包括初步设计的评估、详细设计的审查,以及施工前的最终审批。在每个阶段,设计应由不同的专业团队进行审查,以确保从

结构安全、材料选择到施工方法的每一个细节都符合安全标准^[4]。例如,可以引入第三方审查团队,他们拥有不同的专业背景和经验,能够从不同角度识别潜在的安全问题。进一步地,项目规划的审查也至关重要。这涉及对项目地点的周详考察,包括土壤条件、气候因素和周边环境。通过这些数据的深入分析,可以确保规划的合理性,避免因地理或环境因素导致的安全隐患。例如,项目地点在地震多发区,那么在设计和规划中就必须考虑到抗震因素,以确保施工和未来使用的安全。同时,利用先进的技术工具,如建筑信息模型(BIM)技术,进行设计和规划的模拟和分析,也是一个有效的策略。BIM技术能够提供详细的三维可视化,帮助审查团队更准确地识别容易发生的设计问题,如结构冲突或材料不匹配。据统计,使用BIM技术进行项目管理可以减少高达40%的时间延误和成本超支,同时显著提高安全水平。

3.2 强化施工现场管理

强化施工现场管理是减少装配式建筑施工安全风险的另一关键策略。首先,应实施严格的现场安全规程,并确保所有工作人员都能够理解和遵守这些规程。这包括正确的个人防护装备使用、安全警示标志的明确设置以及紧急应对计划的制定和演练。例如,定期举行安全演习和培训可以确保工人在紧急情况下能够迅速且正确地响应。接下来,对现场的日常监管至关重要。这涉及到对施工现场的定期巡查,以及对安全隐患的及时发现和处理。通过使用先进的监控设备,如闭路电视(CCTV)和远程监控系统,可以实时监控现场情况,及时发现并解决问题。据研究,这种实时监控可以减少高达30%的现场事故。

此外,施工现场的物资管理也是一个关键点。合理安排材料和设备的存放位置,确保施工区域的通畅和安全,可以显著减少由于物资堆放不当导致的事故。例如,明确划定重型设备和材料的存放区域,并设置明显的安全警示标识,可以有效预防意外事故的发生。

3.3 技术和设备的优化升级

在装配式建筑施工中,技术和设备的优化升级是提高安全性和效率的关键。应用系统动力学的原理,可以更深入地理解技术和设备在整个施工系统中的作用,并据此制定更有效的优化策略。首先,系统动力学能够帮助识别技术和设备优化的关键影响因素。通过分析施工过程中各个要素的相互作用,可以预测哪些

技术改进或设备升级将对整体安全和效率产生最大的正面影响。其次,系统动力学的模型能够预测技术变革对施工流程的长期影响。这不仅包括直接效果,如效率提升和成本节约,也包括间接效果,如改善工人安全和减少环境影响。最后,系统动力学的视角强调了技术和设备优化过程中的适应性和灵活性。在不断变化的施工环境和市场需求下,技术和设备的选择需要能够适应这些变化。这意味着在进行技术升级和设备选型时,需要考虑到未来的需求变化和技术进步。

3.4 提升工人安全培训和意识

提升工人的安全培训和意识是降低装配式建筑施工风险的关键策略之一。首先,应实施全面的安全教育和培训计划。这包括对所有工人进行定期的安全培训,确保他们了解最新的安全规程和最佳施工实践。培训内容应涵盖从基本的个人防护设备使用到特定施工技能的安全操作。据统计,定期进行安全培训可以减少高达40%的施工事故。其次,建立安全文化至关重要。这意味着安全不仅是管理层的责任,每个工人都应该意识到自身在保障施工安全中的角色和重要性。

4 结束语

在本文中,深入探讨了装配式建筑施工中的安全风险因素,并提出了基于系统动力学的多层面防范策略。通过对设计规划、现场管理、技术设备以及人为因素的细致分析,本文旨在提供一个全面的视角,以识别和缓解施工过程中容易出现的风险。实施这些策略不仅有助于保护工人的生命安全,也对提升施工效率、保障工程质量和维护企业声誉具有重要意义。随着技术的不断进步和安全意识的提高,装配式建筑施工的安全管理将不断完善,为建筑行业的可持续发展做出贡献。通过这些努力,可以期待一个更加安全、高效的建筑施工环境。

[参考文献]

- [1]李雅丽.装配式建筑施工安全风险评价及防控措施研究[D].安徽建筑大学,2022.
- [2]许然.装配式建筑施工安全风险因素综合评价研究[D].长江大学,2022.
- [3]陶梦婷.基于系统动力学的装配式建筑施工安全风险评价与控制研究[D].西安理工大学,2021.
- [4]颜蕊蕊.海门公寓装配式建筑施工安全风险研究[D].沈阳建筑大学,2019.