

# 装配式建筑施工环节安全管理难点及优化策略

郭威

上海建工一建集团有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i8.4931

**[摘要]** 本文聚焦装配式建筑施工环节安全管理,阐述其理论基础,涵盖施工流程、相关理论及特殊性。深入分析构件生产运输、吊装安装、多工种交叉作业以及人员与组织管理等阶段的安全管理难点。针对性提出技术、管理、人员、环境、标准化与信息化提升等优化策略,旨在通过多维度举措,提升装配式建筑施工安全管理水平,降低安全风险,保障施工顺利进行,为装配式建筑行业安全管理提供理论支持与实践参考。

**[关键词]** 装配式建筑; 施工安全; 安全管理难点; 优化策略

中图分类号: TU714 文献标识码: A

## Safety Management Difficulties and Optimization Strategies in Prefabricated Building Construction Links

Wei Guo

Shanghai Construction No. 1 Construction Group Co., Ltd.

**[Abstract]** This paper focuses on safety management in prefabricated building construction links, expounding its theoretical foundation, including construction processes, related theories, and particularities. It deeply analyzes safety management difficulties in stages such as component production and transportation, hoisting and installation, multi-type cross-operations, and personnel and organizational management. Targeted optimization strategies are proposed from aspects including technology, management, personnel, environment, standardization, and information technology improvement. The aim is to enhance the safety management level of prefabricated building construction through multi-dimensional measures, reduce safety risks, ensure smooth construction progress, and provide theoretical support and practical reference for safety management in the prefabricated building industry.

**[Key words]** prefabricated building; construction safety; safety management difficulties; optimization strategies

### 引言

随着建筑行业转型升级,装配式建筑凭借高效、环保等优势迅速发展。然而,其独特的施工模式带来诸多安全管理挑战。与传统施工不同,装配式建筑涉及工厂预制、运输衔接、现场装配等多环节,各环节紧密相连且风险跨环节传导性强,高危作业集中,多参与方协同复杂,对人员技能要求高。在此背景下,深入剖析其安全管理难点并探索优化策略,对保障施工安全、推动装配式建筑健康发展具有重要意义。

#### 1 装配式建筑施工安全管理的理论基础

##### 1.1 装配式建筑施工流程

装配式建筑施工流程呈现“工厂预制—运输衔接—现场装配”的闭环特征,各环节衔接紧密且环环相扣。工厂预制阶段涵盖构件设计深化、钢筋加工、混凝土浇筑、养护脱模等工序,需严格控制构件尺寸精度与强度指标,此阶段质量缺陷将直接

转化为现场安全隐患。运输阶段需根据构件类型(如预制墙板、叠合楼板)定制专用运输架,控制运输车速与转弯幅度,避免构件碰撞、倾覆。现场施工以吊装为核心,依次完成构件进场验收、吊装定位、节点连接、灌浆加固等作业,后续衔接机电安装、装饰装修等工序。与传统施工相比,装配式施工过程中构件吊装占比达35%以上,各环节时间节点精度要求高,任一工序延误或操作不当都可能引发安全风险,需建立全流程协同管控机制。

##### 1.2 安全管理相关理论

装配式建筑施工安全管理需依托成熟理论支撑,核心涵盖事故致因理论、风险管理理论与协同管理理论。事故致因理论中,海因里希因果连锁理论指出,人的不安全行为与物的不安全状态是事故发生的直接原因,这一理论为识别施工中人员操作与构件质量风险提供依据<sup>[1]</sup>。风险管理理论强调风险识别、评估、控制的闭环管理,通过定性与定量结合的评估方法(如LEC

评价法),可精准定位吊装作业、节点施工等高危环节风险等级。协同管理理论则针对装配式建筑多参与方(建设、施工、监理、构件厂)特点,构建信息共享与责任共担机制,解决传统管理中“信息孤岛”问题。这些理论相互补充,形成“风险预判—过程管控—多方协同”的安全管理理论体系,为实践提供科学指导。

### 1.3 装配式建筑安全管理的特殊性

装配式建筑安全管理的特殊性源于其施工模式的独特性,主要体现在三个方面。其一,风险跨环节传导性强,工厂预制的构件裂缝、尺寸偏差等问题,在运输中可能加剧,现场吊装时易引发坠落事故,形成“缺陷传导—风险叠加”效应。其二,高危作业集中化,构件吊装需大型起重设备(塔式起重机、汽车吊)协同,作业高度多在20米以上,起重伤害风险远高于传统施工,占比达安全事故总数的45%。其三,多参与方协同复杂度高,施工单位需与构件厂同步衔接生产运输计划,与监理单位实时沟通吊装质量,与机电单位协调交叉作业时序,任一参与方配合失误都可能引发安全问题。此外,装配式施工对人员技能要求更高,需同时掌握构件特性与吊装规范,进一步增加管理难度。

## 2 装配式建筑施工环节安全管理难点分析

### 2.1 构件生产与运输阶段

构件生产与运输阶段的安全管理难点体现在质量管控与过程协调双重层面。生产环节中,部分工厂为赶工期简化养护流程,导致构件强度未达标就出厂,统计显示此类问题引发的吊装断裂事故占比达28%;同时,预埋件定位偏差、预留孔洞尺寸不符等质量缺陷,易造成现场安装困难,被迫违规操作引发风险。运输阶段难点集中在三个方面:一是超宽、超重构件运输需办理特种运输许可,路线规划受桥梁承重、限高限制,突发路况易导致构件晃动;二是运输固定措施不当,墙板、柱类构件易因颠簸碰撞出现裂缝;三是与现场衔接脱节,构件进场时间与吊装计划不匹配,堆放在临时场地时因支撑不稳易发生倾倒,尤其在雨季地面湿滑时风险更高,给现场安全管理带来被动<sup>[2]</sup>。

### 2.2 构件吊装与安装阶段

构件吊装与安装是安全风险最高的阶段,难点突出且管控难度大。吊装环节中,起重设备选型不当易引发超载风险,如用塔式起重机吊装超重预制梁,可能导致塔身失稳;吊装信号工与起重机司机配合失误,易造成构件碰撞脚手架或墙体。安装阶段的核心难点是节点连接质量控制,灌浆套筒连接时若灌浆不密实,易形成“虚接”隐患,影响结构稳定性;外墙板吊装就位后临时固定措施不足,在风力作用下易发生倾覆。吊装作业受天气影响大,高温、大风(风速超6级)天气下需停止作业,但部分项目为赶工期违规施工,加剧安全风险。同时,现场吊装区域警示隔离不到位,非作业人员误入风险区域的情况时有发生。

### 2.3 多工种交叉作业阶段

多工种交叉作业阶段的安全管理难点源于工序叠加与空间冲突。装配式建筑施工中,吊装作业、机电安装、脚手架搭设、装饰装修等工种需在同一区域同步或衔接作业,空间上存在垂直交叉,如吊装构件下方同时进行管线铺设,易发生高空坠物伤

人事故。时间衔接上,各工种作业计划缺乏统筹,如机电管线预埋未完成就进行墙板吊装,需拆除已安装构件返工,既增加安全风险又延误工期。此外,各工种安全管理标准不统一,吊装班组侧重起重安全,机电班组侧重用电安全,缺乏统一的协同管控机制,易出现管理盲区。同时,交叉作业人员复杂,流动性大,安全技术交底不全面,部分人员对其他工种风险认知不足,违规操作频发。

### 2.4 人员与组织管理难点

人员与组织管理是装配式建筑施工安全管理的核心难点,主要表现为三个维度的问题。人员层面,专业技能缺口大,现有施工人员多为传统现浇施工转型而来,对装配式构件特性、吊装规范掌握不足,如误判构件重心导致吊装失衡;部分人员安全意识薄弱,存在不系安全带、违规进入吊装区域等行为。组织管理层面,施工单位安全管理体系针对性不足,仍沿用传统现浇施工的管理制度,未针对装配式施工特点制定专项方案;安全责任划分不清晰,构件厂与施工单位对构件质量缺陷引发的安全事故相互推诿<sup>[3]</sup>。另外,安全培训流于形式,多以理论宣讲为主,缺乏吊装模拟、应急演练等实操培训,导致人员应对突发情况能力不足。

## 3 装配式建筑施工安全管理优化策略

### 3.1 技术优化策略

技术优化是提升装配式施工安全管理的核心支撑,需贯穿全流程。构件生产阶段,引入BIM技术进行构件深化设计,通过三维建模校验预埋件位置与预留孔洞尺寸,精度提升至毫米级;采用蒸汽养护智能控制系统,实时监测温度与湿度,确保构件强度达标。吊装阶段,应用起重机械安全监控系统,实时监测起重量、幅度、倾角等参数,超限时自动报警并切断操作电源;推广BIM+GIS技术进行吊装模拟,提前规划吊装路径,规避空间冲突。节点连接阶段,采用可视化灌浆监测技术,通过光纤传感器实时反馈灌浆密实度,避免“虚接”隐患。另外,研发专用构件运输固定装置,根据构件类型设计可调节支撑,降低运输颠簸造成的损伤风险。

### 3.2 管理优化策略

管理优化对于提升装配式建筑施工安全水平至关重要,需构建全流程闭环管控体系,全方位强化各环节的协同配合。首先,建立“构件厂—施工单位—监理单位”三方紧密联动机制,三方签订详细且明确的安全责任协议,清晰界定构件质量把控、运输衔接流程以及现场验收标准等各个环节的责任边界,避免出现责任推诿现象;施工前,精心编制专项安全方案,针对吊装、交叉作业等高危环节,制定细致入微的操作流程,组织行业专家进行充分论证,确保方案科学合理、切实可行后方可实施;构件进场验收环节,严格实行“双检制度”,施工单位与监理单位共同对构件质量证明文件进行仔细核对,同时采用先进的超声波检测技术,精准检测构件内部是否存在缺陷,坚决杜绝不合格构件进入施工现场;现场管理推行“分区管控”模式,合理划分吊装区、加工区、办公区等功能区域,设置刚性隔离设施与醒目的警

示标识。吊装作业时,安排专人全程监护,保障作业安全。另外,建立安全隐患排查台账,对发现的安全隐患实行“发现—整改—销号”的闭环管理,确保每一个隐患都能得到及时、有效的消除<sup>[4]</sup>。

### 3.3 人员优化策略

人员优化策略聚焦技能提升与意识强化,构建专业化队伍。建立“分层分类”培训体系,对管理人员开展装配式安全管理理论培训,对吊装工人、信号工开展实操培训,采用VR模拟吊装事故场景,提升应急处置能力;实行“持证上岗”制度,对特种作业人员进行专项考核,考核合格后方可上岗。加强现场安全文化建设,每日召开班前安全晨会,通报昨日隐患与今日风险点;设置安全积分制度,对规范操作的人员给予奖励,对违规行为加大处罚力度,强化责任意识。此外,引进装配式施工专业人才,与职业院校合作开展定向培养,优化人员队伍结构;建立人员信息管理系统,实时记录培训、考核与作业情况,实现精准管理。

### 3.4 环境优化策略

环境优化需紧密结合施工环境特点,有效降低外部因素对施工安全的影响。在场地规划方面,要进行科学合理的布局,明确划分构件堆放区与吊装区,确保各区域功能明确、互不干扰。堆放区采用混凝土硬化处理,增强地面的承载能力与稳定性,同时设置排水坡度,避免积水对构件造成侵蚀与损坏。根据构件的重量设计对应强度的支撑基座,确保构件堆放安全稳固;对于墙板等构件,采用直立式支架进行堆放,且间距控制在1.5米以上,防止构件倾倒。针对恶劣天气,制定专项应对措施。在高温天气,合理安排作业时间,避开中午高温时段,为作业人员提供防暑降温用品,防止中暑事故发生;大风、暴雨天气提前停止吊装作业,对已吊装未固定的构件采取临时加固措施,如用钢丝绳拉结固定,防止构件坠落伤人。施工现场设置智能环境监测系统,实时监测风速、温度、湿度等参数,一旦超标自动发出预警,提醒作业人员及时采取应对措施。此外,优化现场照明与通风条件,夜间作业采用防爆照明灯,确保照明充足且安全;地下室等封闭空间作业时,加强通风设备的使用,降低有害气体浓度,为作业人员创造一个安全、舒适的施工环境,降低安全风险。

### 3.5 标准化与信息化提升策略

标准化与信息化是提升装配式建筑施工安全管理效率的关键路径。在标准化建设方面,制定《装配式建筑施工安全操作规范》,明确构件生产、运输、吊装等各个环节的安全标准。例如,规定吊装作业时起重机与建筑物的安全距离不小于2米,确保吊装过程的安全;统一安全验收标准,将构件连接质量、吊装精度等关键指标纳入强制验收项目,只有符合标准要求的项目方可通过验收,从制度层面保障施工质量与安全。信息化提升则需构建全流程管理平台,整合BIM、物联网、大数据等先进技术,实现三大核心功能。一是构件全过程溯源功能,通过为每个构件赋予唯一的二维码,记录其生产、运输、安装等全过程信息,管理人员扫码即可查询质量数据,实现对构件质量的全程监控。二是现场安全实时监控功能,通过视频监控与传感器数据联动,实时掌握现场作业情况,及时发现违规操作与设备异常,做到早发现、早处理。三是风险智能预警功能,平台根据历史数据与实时参数,运用大数据分析算法模型,预测吊装、交叉作业等环节的风险,提前推送预警信息,助力管理人员精准管控,将安全隐患消灭在萌芽状态。

## 4 结束语

装配式建筑施工安全管理是一项复杂且系统的工作,涉及多环节、多参与方与多要素。本文全面分析了其安全管理难点,并从技术、管理、人员、环境以及标准化与信息化等多方面提出优化策略。通过这些策略的实施,可有效提升装配式建筑施工安全管理的科学性与有效性,降低事故发生率。未来,随着技术不断进步与管理理念更新,装配式建筑施工安全管理将不断完善,为建筑行业可持续发展提供坚实保障。

### [参考文献]

- [1] 闫江. 装配式建筑施工安全管理模式分析[J]. 河南建材, 2024(7): 142-144.
- [2] 蔡文浩, 朱天乐. 装配式建筑施工安全管理对策分析[J]. 安装, 2024(11): 8-10.
- [3] 袁继奎. 关于装配式建筑工程施工安全管理分析[J]. 砖瓦世界, 2023(15): 130-132.
- [4] 谢炜. 装配式建筑施工安全管理中的风险识别与应对措施[J]. 工程建设与发展, 2025, 4(4): 77-79.