

装配式建筑施工安全风险研究

冯春明 鲜贇麟

四川航天职业技术学院 四川 广汉 618300

摘要：随着装配式建筑的快速发展，其施工安全风险备受关注。本文聚焦装配式建筑施工安全风险，阐述其涵盖风险识别、评估、应对及动态管控的核心内容，分析现有评估方法。指出管理中存在体系不完善、人员能力不匹配、技术应用有短板、监管执行不到位等问题。提出健全专项管理体系、强化人员培育、深化技术应用、完善全链条监管、加强行业协同联动等策略，为提升装配式建筑施工安全风险管理水平提供系统性参考。

关键词：装配式建筑施工；安全风险；策略

引言：与传统建筑相比，装配式建筑施工流程复杂、环节多，安全风险难度更大。当前该领域存在诸多问题，制约着风险防控效能。因此深入研究装配式建筑施工安全风险，明确内容、分析问题、探索策略，对保障施工安全、推动行业健康发展具有重要意义，本文就此展开探讨。

1 装配式建筑施工安全风险内容

装配式建筑施工安全风险是保障项目顺利推进的核心环节，其核心内容涵盖以下风险识别、评估、应对及动态管控四个维度。（1）在风险识别阶段，聚焦施工全流程的关键节点。构件生产环节要关注模具安装精度、混凝土强度达标情况；运输过程中需防范构件固定不稳导致的倾覆风险；吊装作业中起重机选型不当、吊具磨损等问题可能引发坠落事故；现场装配阶段的节点连接质量、临时支撑稳定性则直接影响结构安全。同时还要考虑人员操作规范性（如无证上岗）、环境因素（如大风天气影响吊装）及管理漏洞（如安全交底缺失）等潜在风险。（2）风险评估要结合定性与定量方法。定性层面可通过故障树分析法梳理风险传导路径，例如将“吊装坠落”作为顶事件，追溯至吊具老化、指挥失误等底层原因；定量评估则运用层次分析法确定风险权重，结合模糊综合评价法测算风险等级，如对“高空坠落”“物体打击”等典型风险赋予量化分值，明确管控优先级。（3）风险应对策略要分层施策。技术层面可推广BIM技术模拟吊装路径、采用智能监测设备实时预警构件位移；管理层面应建立“作业人员-班组-项目部”三级监管体系，强化特种作业人员持证上岗核查；应急层面需制定针对性预案，如配备应急吊装设备、定期开展高空救援演练。（4）动态管控。通过建立风险数据库，实时录入施工各阶段的风险数据，结合物联网技术对起重机械运行参数、临时支撑应力等指标进行在线监

测，一旦超出阈值立即触发预警机制^[1]。

2 装配式建筑施工安全风险评估方法

风险评估方法可分为定性、定量及综合评估三类。

（1）定性评估方法中，头脑风暴法通过组织评估团队自由发表对风险的判断，汇总形成初步风险清单，再经讨论筛选确定关键风险；德尔菲法通过多轮匿名征询专家意见，对风险发生的可能性和影响程度进行主观评分，逐步达成共识；故障树分析法通过构建逻辑关系图，将顶事件分解为中间事件和基本事件，以逻辑门符号表示事件间的因果关系，明确各风险因素的层级结构。（2）定量评估方法注重数据化分析。层次分析法将风险因素按目标层、准则层、指标层划分层级，通过两两比较确定各因素的相对重要性，构建判断矩阵，计算特征向量得出各因素权重；模糊综合评价法引入模糊集合理论，对难以精确量化的风险因素确定隶属度函数，通过模糊运算得到综合评价结果；概率风险评估法基于历史数据统计，确定各风险事件的发生概率及后果严重度的量化值，计算风险值并划分等级。（3）综合评估方法融合定性与定量优势。先通过故障树分析法梳理风险的逻辑关联，再运用层次分析法确定各因素权重，接着采用模糊综合评价法进行量化评分，最终形成风险等级矩阵。可结合BIM技术构建三维模型，模拟施工过程中各风险因素的动态作用，通过模型碰撞检测、时间模拟等功能识别潜在风险，并接入物联网实时监测数据，如起重机械的荷载、角度、环境风速等，动态更新风险评估结果，实现评估的动态化与精准化^[2]。

3 装配式建筑施工安全风险存在管理问题

装配式建筑施工安全风险在实践中存在以下多维度问题，制约着风险防控效能的发挥。（1）管理体系不完善。多数项目未建立针对装配式施工的专项风险管理机制，仍沿用传统建筑的安全管理模式，导致风险

识别与应对缺乏针对性。如构件吊装、节点连接等关键工序的风险评估标准缺失,难以量化风险等级;风险责任划分模糊,“谁施工谁负责”的原则未细化到具体岗位,出现问题时易推诿扯皮。(2)人员能力与风险匹配度不足。一线作业人员多来自传统建筑施工领域,对装配式建筑的施工工艺、安全规范掌握不充分,在构件吊装指挥、临时支撑搭设等专业性较强的环节,易因操作不规范引发风险。管理人员也存在知识断层,对BIM技术、物联网等新型风险管理工具的应用能力不足,难以通过技术手段提升风险预判与处置效率。(3)技术应用存在短板。风险识别仍以人工排查为主,对构件运输轨迹、吊装应力变化等关键数据的采集缺乏系统性,难以及时发现潜在风险。部分项目虽引入BIM技术,但多停留在模型搭建阶段,未与施工进度、安全监测数据有效融合,无法实现风险的可视化预警。此外,风险评估方法适用性不足,定量评估所需的历史数据积累匮乏,导致评估结果准确性偏低,难以支撑科学决策。(4)监管机制执行不到位。政府监管存在“重审批、轻监管”倾向,对装配式建筑施工过程的安全检查频次与深度不足,难以形成常态化压力。第三方监理机构专业性欠缺,部分监理人员对装配式施工的安全标准理解不透彻,无法有效识别施工中的违规行为^[3]。

4 提升装配式建筑施工安全风险管理水平的策略

4.1 健全专项风险管理体系

针对装配式建筑施工流程复杂、环节衔接紧密的特点,需构建独立且完善的风险管理框架,具体策略如下:(1)在责任划分上,明确从项目立项到竣工验收全流程中各参与方的具体职责,建设单位需牵头组织风险评估工作,施工单位负责具体风险防控措施的实施,监理单位承担风险监督责任,将风险管控成效纳入各主体的绩效考核体系,与工程款支付、资质评级等挂钩。(2)制定专项风险管理制度。覆盖构件生产、运输、吊装、装配等所有关键环节,明确各环节的风险识别标准,包括风险因素的分类依据、特征描述及判断方法;规范风险评估的流程,确定评估周期、参与人员及评估报告的内容要求;细化风险应对措施的实施步骤,明确不同风险等级对应的处置权限和操作规范。(3)建立风险动态更新机制,每周组织建设、施工、监理等各方召开风险评审会,根据施工进度推进情况、现场环境变化及前一阶段风险处置结果,补充新出现的风险点,调整原有管控措施的强度和方式,确保管理体系能够与施工实际保持同步适配。此外,还需设立专门的风险管理部门或岗位,配备具备装配式建筑施工经验的专业人员,

负责统筹协调风险管理各项工作,确保制度落地执行。

4.2 强化人员能力培育机制

实施以下分层分类的培训计划:(1)针对一线作业人员,开展装配式施工工艺专项培训,培训内容应包括构件吊装指挥的标准信号、不同类型构件的临时支撑搭设规范、节点连接的操作步骤及质量要求等,培训结束后需进行理论考核和实操考核,考核合格者方可上岗作业,不合格者需进行补考或重新培训。(2)对于管理人员,应强化风险管理工具应用能力培训,重点提升其对BIM模型安全分析功能的运用能力,包括如何在模型中设置安全预警参数、查看风险模拟结果;掌握风险评估软件的操作方法,能够录入基础数据、运行评估程序并解读评估结果,从而提高运用技术手段识别和处置风险的效率。(3)建立完善的人员资质认证体系,将装配式施工安全知识纳入特种作业人员的考核范围,对于起重机司机、吊装指挥、信号工等关键岗位,实行持证上岗复核制度,定期核查证书的有效性,同时通过现场实操考核检验其实际操作能力,对于考核不通过的人员暂停上岗资格。

4.3 深化技术工具集成应用

深化技术工具集成应用,主要策略如下:(1)推广“BIM+物联网”的风险监测模式。在BIM模型构建过程中,嵌入详细的构件信息,包括材质、尺寸、重量等;标注施工工序的先后顺序、作业时间及衔接要求;设定各环节的安全参数,如吊装角度范围、支撑承重限值等。通过在施工现场部署物联网设备,如传感器、摄像头等,实时采集起重机械的荷载数据、临时支撑的应力变化、现场环境的温湿度及风速等信息,将这些数据与BIM模型进行关联,实现模型与现场数据的实时联动更新,当监测数据超出预设的安全参数范围时,系统自动发出预警信号,提醒相关人员及时处置。(2)建立风险数据库,收集不同类型、不同规模装配式建筑项目的风险案例,包括风险发生的时间、地点、具体表现;整理各项目采取的风险处置措施,包括措施的具体内容、实施过程及投入成本;记录风险处置后的效果数据,如风险消除情况、未解决的问题等。运用大数据分析技术对这些数据进行处理,识别风险发生的频率、分布规律及影响因素,形成风险分析报告,为同类项目的风险管理提供数据支持。(3)引入无人机巡检技术,定期对高空作业面、构件堆放区、脚手架搭设区域等人工难以全面覆盖的区域进行扫描,通过高清摄像头获取现场图像,运用图像识别技术对图像进行分析,检测构件是否存在裂缝、变形,临时支撑是否出现松动、位移等隐患,及

时将检测结果反馈给管理人员。(4)开发轻量化的风险评估小程序,简化信息录入流程,设置标准化的风险信息录入项,方便现场管理人员快速填写,系统根据录入信息自动按照预设的评估模型生成风险评估报告,明确风险等级、影响范围及建议措施,提升风险处置的效率。

4.4 完善全链条监管机制

完善全链条监管机制,具体措施如下:(1)强化政府部门的专项监管职责。住建部门应成立专门的装配式建筑安全监督小组,小组成员需具备装配式建筑施工安全管理的专业知识和经验。根据不同类型装配式建筑项目的特点,制定差异化的检查标准,对于高层建筑装配式项目和多层建筑装配式项目,在检查重点、检查频次上有所区分。增加对吊装作业、节点施工、构件堆放等关键环节的抽查频次,采用不定期突击检查的方式,确保检查结果的真实性。对检查中发现的违规行为,实行“一票否决”制度,暂停相关工序的施工,责令限期整改,整改不合格的不予复工。(2)推动监理单位专业化转型。要求监理人员必须取得装配式施工安全管理相关资质证书,定期参加继续教育,更新知识储备。在监理规划中单独列出风险管控章节,明确每日巡查的风险点,包括构件的存放状态、起重机械的运行情况、作业人员的操作规范等;规定巡查记录的内容要求,需详细记录巡查时间、地点、发现的问题及处理情况,并由巡查人员签字确认。(3)建立施工现场“可视化”监管体系。在构件堆放区、吊装作业区、出入口等重点区域安装高清监控设备,确保监控范围无死角,监控设备需具备夜视功能和远程传输能力,将实时画面传输至监管平台,监管人员可通过平台随时查看现场情况,实现对作业行为的远程监督。此外,引入第三方评估机构,在项目关键节点开展独立的风险评估,评估机构需具备相应的资质和经验,不受建设、施工单位的干预,独立出具

评估报告,评估结果作为工程验收的必备条件,未经评估或评估不合格的项目不得进行竣工验收。

4.5 加强行业协同联动

加强行业协同联动,需由行业协会牵头搭建风险信息共享平台,制定运行规则与信息上传标准,组织企业上传风险案例、管理经验及技术成果,平台具备按项目类型、风险类型等关键词检索的功能,形成开放式知识库以促进交流共享。制定统一风险评估标准,明确按人员、设备、环境、管理等维度划分风险因素,确定风险发生概率、影响程度等量化指标及高、中、低风险等级划分规则,解决评估结果不可比问题。推动上下游企业协同管控风险,构件生产企业出厂时提供详细质量检测报告与吊装建议;运输企业建立运输轨迹追踪系统;施工企业及时反馈构件质量、运输问题并协同改进,形成全产业链防控闭环。定期举办安全管理论坛,交流经验与成果,促进管理模式优化^[4]。

结束语:装配式建筑施工安全风险是系统工程,需多维度发力。通过健全体系、强化人员能力、深化技术应用、完善监管、加强行业协同,可有效提升风险管理水平。未来,需持续优化策略,适应行业发展新需求,不断增强风险防控能力,为装配式建筑施工安全提供坚实保障,促进行业可持续发展。

参考文献

- [1]刘洋阳,胡国杰.装配式建筑施工安全风险研究[J].辽宁工业大学学报(社会科学版),2024,26(5):34-37.
- [2]宋佳晋.装配式建筑施工安全风险研究[J].陶瓷,2023(8):173-175.
- [3]郑学士.装配式建筑施工安全风险研究[J].四川水泥,2020(2):165,316.
- [4]陈胤.装配式建筑施工安全风险研究[J].建筑·建材·装饰,2020(1):20-21.