

装配式建筑施工安全管理体系构建与应用探讨

周惠意

浙江禾城工程管理有限公司湖州分公司 浙江湖州 313000

摘要：装配式建筑作为建筑产业现代化的核心载体，其施工过程具有构件体量大、吊装精度要求高、交叉作业复杂等显著特征，给传统施工安全管理带来了全新挑战。本文旨在系统分析装配式建筑施工中的特有风险源，基于全生命周期理论构建一套涵盖设计源头、生产运输、现场装配及运维监管的综合安全管理体系。文章深入探讨了标准化作业流程、信息化技术赋能（如BIM、物联网）以及多方协同机制在体系中的具体应用路径。研究表明，通过构建“技术预防+管理闭环+文化浸润”三位一体的管控模式，能够有效识别并遏制潜在风险，显著提升装配式建筑的本质安全水平，为行业的高质量可持续发展提供理论依据与实践参考。

关键词：装配式建筑；施工安全；风险管控；全生命周期；信息化管理；体系构建

引言

当前，我国建筑业正处于从粗放型向集约型转变的关键时期，装配式建筑凭借其绿色、高效、节能等优势，已成为推动行业转型升级的重要引擎。然而，生产方式的变革也深刻改变了施工现场的风险分布格局。与传统现浇施工相比，装配式建筑将大量现场作业转移至工厂，但同时也引入了构件运输、大型机械吊装、高空精准就位及节点连接等高风险环节。近年来，多地发生的预制构件吊装倾覆、支撑体系失稳及高处坠落事故，暴露出当前安全管理体系在应对新工艺、新流程时的滞后性与不适应性。传统的安全管理往往侧重于现场事后纠偏，缺乏对设计源头风险的预控以及对供应链全过程的协同管控。因此，亟需结合装配式建筑的工艺特性，重新审视并构建一套科学、系统、动态的施工安全管理体系。本文将从风险特征分析、体系架构设计、关键技术赋能及实施保障策略四个维度展开综述，以期为提升我国装配式建筑施工安全管理水平提供系统性解决方案。

一、装配式建筑施工安全风险特征与致因机理深度剖析

装配式建筑施工安全风险的本质源于其“工厂预制+现场装配”的生产方式变革，其风险特征呈现出隐蔽性强、突发性高、连锁反应快等新特点，主要贯穿于设计、生产、运输及吊装的全链条。首先，设计阶段的风险具有先天性与传导性，若设计师未充分考虑构件吊点设置的合理性、临时支撑体系的稳定性以及拆分方案的施工可行性，将直接埋下结构性安全隐患，这种“设计

缺陷”往往是后续事故的根源。其次，生产与运输环节引入了动态不确定性，预制构件体积大、重量重，对模具精度、混凝土养护质量以及运输车辆的性能、道路条件提出了极高要求，一旦固定措施不当或运输路线规划失误，极易发生构件开裂、倾覆或交通事故。再次，现场吊装阶段是风险最为集中的“风暴眼”，涉及大型起重机械的群塔作业、高精度的构件就位以及临边高空作业，任何微小的操作失误、信号沟通不畅、风速突变或索具失效，都可能导致构件坠落、起重机倾覆等灾难性后果。此外，套筒灌浆、浆锚搭接等关键连接工序属于隐蔽工程，若灌浆不饱满或连接失效，将引发结构坍塌的系统性风险。从致因机理来看，装配式建筑事故往往是“人-机-料-法-环”多因素耦合的结果：作业人员技能不足、特种设备的超负荷运转、构件质量的波动、施工工艺标准的执行偏差以及复杂多变的现场环境，共同构成了复杂的风险网络，特别是各参建方之间信息传递的断层与责任界面的模糊，更加剧了风险失控的可能性。

（一）设计源头隐患与构件流通过程中的风险传导

设计源头的安全风险往往被忽视，却具有极强的隐蔽性和传导性。在传统模式下，设计与施工分离，设计师可能缺乏对现场吊装工况的深入理解，导致设计的预制构件重心偏移、吊点强度不足或预留孔位不合理，这些缺陷在构件出厂前难以被发现，却在吊装瞬间转化为致命威胁。此外，构件拆分方案若未考虑运输限高、限宽及道路转弯半径，将导致运输过程中频繁发生剐蹭或侧翻。进入生产环节后，模具精度控制不严、钢筋骨架定位偏差等质量问题，会降低构件的自身强度，使其在

吊装应力作用下易产生裂缝。运输环节则面临动态路况的考验，超长、超宽构件的运输需要专门的交通管制与护送方案，若缺乏周密的物流策划，极易引发交通事故并波及施工现场安全。这一系列风险表明，安全管理必须向前延伸，将管控触角延伸至设计院和预制工厂，建立设计与施工的深度协同机制，实施构件全生命周期的质量追溯，确保每一个环节的输出都满足安全输入的严格要求。

（二）现场吊装作业与关键节点施工的风险集聚效应

现场吊装是装配式建筑施工的核心环节，也是安全事故的高发区。该阶段的风险主要集中在起重机械的选择与布置、吊具索具的可靠性、吊装路径的规划以及指挥信号的准确性上。由于装配式建筑常采用多台塔吊同时作业，群塔防碰撞系统的失效或操作手的误判极易引发机械碰撞事故。构件在空中姿态调整过程中，若风力超过限定值或缆风绳设置不当，构件可能发生剧烈摆动撞击已安装结构或作业人员。更为关键的是，构件就位后的临时支撑体系安装是否规范，直接决定了结构在施工荷载下的稳定性，支撑间距过大、连接不牢固或过早拆除支撑，均可能导致结构失稳坍塌。连接节点施工，特别是套筒灌浆作业，其质量直接关系到结构的整体安全性，若灌浆料配比错误、灌注压力不足或操作流程不规范，会导致节点连接强度达不到设计要求，形成严重的结构安全隐患。针对这些关键风险，必须制定专项施工方案并进行专家论证，严格执行“首件验收”制度，利用可视化技术模拟吊装全过程，确保关键环节万无一失。

二、装配式建筑施工安全管理体的总体架构与运行逻辑

构建科学的装配式建筑施工安全管理体系，必须突破传统单一现场管理的局限，确立以“全生命周期管控”为核心，以“多方协同联动”为基础，以“标准化与信息化”为两翼的总体架构。该体系应涵盖从项目策划、深化设计、构件生产、物流运输、现场装配到竣工验收的全过程，形成一个闭环的管理生态系统。在组织架构上，应建立由建设单位牵头，设计、生产、施工、监理及物流单位共同参与的安全生产委员会，明确各方在各阶段的安全责任界面，打破部门壁垒，实现信息共享与风险共担。运行逻辑上，体系遵循“风险预控、过程监管、持续改进”的原则，通过前期的风险辨识与评估，制定针对性的防控措施；在施工过程中，利用标准化作业指导书规范每一道工序，并通过信息化手段实时监测关键参数；在事后阶段，通过数据分析总结经验教

训，优化管理流程。体系的核心在于将安全管理从“被动应对”转变为“主动预防”，从“碎片化管理”升级为“系统化治理”。具体而言，体系应包括目标责任子系统、风险分级管控子系统、隐患排查治理子系统、教育培训子系统、应急救援子系统及绩效考核子系统，各子系统之间相互关联、相互支撑，共同构成一个有机整体。

（一）基于全生命周期的多方协同责任机制构建

全生命周期视角的多方协同责任机制是装配式建筑安全管理体系的基石。在传统模式下，设计、生产、施工各环节往往各自为政，安全责任边界不清，导致出现安全问题时互相推诿。构建协同机制，首先要确立“设计施工一体化”的理念，推行EPC（工程总承包）模式，使总承包单位对设计、采购、施工全过程的安全负总责，从而在内部打通各环节的壁垒。在设计阶段，应强制引入施工安全专项审查，邀请施工专家参与设计方案评审，重点评估构件拆分、吊点设计及临时支撑方案的可行性。在生产阶段，建立驻厂监造制度，监理单位或第三方检测机构需对构件原材料、生产工艺及出厂检验进行全程监督。在物流运输阶段，施工单位应提前介入物流方案编制，与物流公司共同勘察路线，制定详细的运输与进场计划。在现场施工阶段，建立每日多方联席会议制度，及时协调解决吊装顺序、场地布置、交叉作业等矛盾。通过合同约定、制度规范及信息平台支撑，将各参建方的安全责任紧密捆绑，形成“利益共享、风险共担”的命运共同体。

（二）标准化作业流程与安全行为规范体系建设

标准化是提升装配式建筑施工安全水平的必由之路。由于装配式施工对精度和配合度要求极高，任何非标准化的操作都可能引发连锁反应。因此，必须建立一套覆盖全流程的标准化作业流程与安全行为规范体系。首先，要编制标准化的施工工艺手册，对构件进场验收、堆放存储、吊装就位、临时固定、节点连接、支撑拆除等每一道工序的操作步骤、技术参数、质量标准及安全注意事项进行详细规定，实现“按图施工、按册操作”。其次，推行现场安全防护设施的标准化，如统一规格的定型化防护栏杆、标准化操作平台、专用吊具及索具等，提高防护设施的可靠性和周转效率。

三、装配式建筑施工安全管理体系的实施保障与优化策略

构建完善的装配式建筑施工安全管理体系，不仅需要先进的技术科学的架构，更需要强有力的实施保障与持续的优化策略。首先，必须强化法律法规与标准规

范的引领作用, 加快制定和完善适应装配式建筑特点的安全生产法规、技术标准及操作规程, 填补制度空白, 为安全管理提供法制保障。其次, 要加大人才培养力度, 建立多层次的教育培训体系, 针对管理人员、技术人员及一线作业人员开展差异化的专业培训, 特别是加强对新工艺、新设备、新技术的实操训练, 提升全员的安全素养与专业技能。再次, 要完善安全投入保障机制, 确保安全生产费用专款专用, 用于购置先进的安全防护设施、信息化设备及开展安全教育活动。此外, 应建立严格的安全绩效考核与奖惩机制, 将安全管理成效与项目评优、个人晋升及经济利益挂钩, 激发各方主体抓安全的内生动力。最后, 要建立持续改进机制, 定期开展体系运行评估, 总结实践经验, 吸取事故教训, 及时修订管理制度与技术标准, 推动安全管理体系不断迭代升级。

(一) 专业化人才队伍建设与安全文化培育路径

人才是装配式建筑安全管理的核心要素, 专业化的人才队伍与深厚的安全文化是体系有效运行的软支撑。针对装配式建筑技术含量高、工艺复杂的特点, 必须构建分层分类的专业化人才培养体系。对于项目管理人员, 重点培养其统筹协调能力、风险辨识能力及信息化应用能力; 对于技术人员, 着重提升其深化设计能力、方案编制能力及解决现场技术难题的能力; 对于一线作业人员, 特别是吊装工、灌浆工等特种作业人员, 必须实行严格的准入制度, 开展岗前强制性实操培训与考核, 持证上岗, 并定期组织复训。同时, 要积极培育具有装配式特色的安全文化, 通过设立安全体验馆、开展安全月活动、评选安全标兵等形式, 营造“人人讲安全、事事为安全”的浓厚氛围。倡导“工匠精神”, 引导作业人员树立精益求精、规范操作的理念, 将安全意识内化于心、外化于行, 为安全管理体系的落地生根提供源源不断的智力支持与精神动力。

(二) 政策法规完善与安全投入长效保障机制

健全的政策法规与稳定的安全投入是装配式建筑施工安全管理体系可持续发展的硬保障。政府主管部门应加快修订现行建筑工程安全生产管理条例, 增补针对装配式建筑设计、生产、运输、吊装等环节的专项安全条款, 明确各方主体责任与处罚标准, 提高违法成本。同时, 尽快出台装配式建筑施工安全技术规程、验收标准及评价导则, 形成完整配套的标准体系, 为工程实践提供统一的技术依据。在企业层面, 必须建立安全生产

投入的长效机制, 严格按照国家规定提取和使用安全生产费用, 并适当提高提取比例, 重点投向信息化平台建设、先进防护设备购置、安全隐患治理及安全教育培训等领域。

结语

装配式建筑作为建筑业转型升级的必然选择, 其施工安全管理是一项系统性、复杂性极强的工程。面对新工艺带来的新风险, 传统的粗放式管理模式已难以为继。本文通过深入分析装配式建筑施工的风险特征, 构建了基于全生命周期、多方协同、标准化与信息化的安全管理体系, 并探讨了其在实际中的应用路径。研究表明, 只有坚持“安全第一、预防为主、综合治理”的方针, 充分发挥技术创新的驱动作用, 强化人才队伍与文化建设的支撑作用, 完善政策法规与投入保障的托底作用, 才能构建起适应装配式建筑发展需求的高效安全管理体系。未来, 随着智能建造技术的进一步成熟与应用, 装配式建筑安全管理将向着更加智能化、精细化、本质化的方向发展。行业各方应持续探索、勇于创新, 共同推动我国装配式建筑安全管理水平迈上新台阶, 为建设建筑强国奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 谢佳兴. 基于BIM技术的装配式建筑施工安全风险研究[J]. 城市建筑, 2026, 23(05): 213-216. DOI: 10.19892/j.cnki.csjz.2026.05.49.
- [2] 隋德荣. 基于BIM技术的建筑施工技术交底智能化方法研究[J]. 陶瓷, 2026, (02): 207-209. DOI: 10.19397/j.cnki.ceramics.2026.02.074.
- [3] 文文. 数字化技术在建筑施工中的应用探究[J]. 石材, 2026, (02): 80-82. DOI: 10.14030/j.cnki.scaa.2026.0100.
- [4] 刘吉. 住宅建筑施工的安全管理与优化措施[J]. 建材发展导向, 2026, 24(02): 85-87. DOI: 10.16673/j.cnki.jcfzdx.2026.0084.
- [5] 陈沛军. 建筑工程施工过程质量控制与安全管理体系策略[J]. 建材发展导向, 2026, 24(01): 43-45. DOI: 10.16673/j.cnki.jcfzdx.2026.0008.
- [6] 许小路, 马锋, 刘雨婷, 等. 重大工程施工安全风险研究进展[J]. 居业, 2025, (12): 205-207.