

建筑工程施工全过程风险管理与控制策略探析

蔡峰

广东 广州 511300

DOI:10.61369/ADA.2026010044

摘 要： 本研究全面性研究建筑工程施工全流程风险管理，清楚各环节风险特性与内在联系，揭示风险传导机制，提出通过BIM、实时监控等技术的管控策略及组织管理办法，结合实例验证其降低风险发生概率、优化工期造价的效果，指出要加强智能化技术整合，同时提及研究局限与后续研究方向。

关 键 词： 建筑工程施工；全过程风险管理；技术控制策略

Analysis of Risk Management and Control Strategies for the Entire Process of Construction Project Construction

Cai Feng

Guangzhou, Guangdong 511300

Abstract： This study conducts a comprehensive investigation into the risk management throughout the entire process of construction projects, clarifying the characteristics and internal connections of risks in each stage, revealing the risk transmission mechanism, and proposing control strategies and organizational management methods through technologies such as BIM and real-time monitoring. It also validates the effects of these measures in reducing the probability of risk occurrence and optimizing the construction period and cost through practical examples. The study points out the need to strengthen the integration of intelligent technologies, and mentions the research limitations and future research directions.

Keywords： construction project construction; entire process risk management; technical control strategies

引言

建筑工程施工全流程风险覆盖从筹备至验收的各个阶段，包括技术、安全、质量等多个方面，对其进行有效管控是确保工程安全和效益的主要。2023年住建部发布《房屋市政工程安全生产治理行动方案》，明确提出要强化施工全流程的风险识别、评估以及动态管控，为行业的风险管理提供政策方面的指引。随着超高层以及复杂结构工程项目数量的增加，传统管理方式难以应对多源风险的耦合作用，需要通过BIM、物联网等技术搭建数字化风险管控体系。本文针对施工全周期的风险特性、评估手段以及控制策略开展系统性研究，通过理论梳理和案例实证，探寻技术与协同的风险防控途径，为提高建筑工程施工风险管理水准提供支持。

一、风险管理理论基础

（一）风险管理的概念与范畴

建筑工程施工全流程风险是指工程自施工筹备至竣工验收各个阶段也许出现的、对目标实现产生影响的不确定事件或者因素，其定义要结合工程全生命周期的特性，包含风险识别、评估、应对以及监控的动态进程^[1]。从类别角度而言，技术风险源自施工技术方案存在缺陷、新材料运用不够成熟等情况，安全风险关乎施工人员操作是否符合规范、设备维护状况以及现场环境存在的隐患，除此之外还包括合同风险、经济风险以及环境风险等。各类风险彼此关联，例如技术方案欠合理或许会引发安全事故，从而造成经济损失。风险管理于工程管理里占据核心位置，其作用机理表现为通过系统识别潜藏风险，定量评估风险出现概

率与影响程度，拟定有针对性的应对措施，进一步减少风险事件发生几率和损失，确保工程进度、质量以及成本目标实现，同时为决策提供科学支撑，加强工程管理的前瞻性与主动性。

（二）风险管理研究脉络与发展趋势

从风险管理理论基础的国内外研究情况来看，建筑工程施工全流程风险管理的理论方案已逐渐完备。海外学者较早专注施工阶段的风险识别与量化，通过建立概率模型对工期延迟、成本超支等风险予以评估，形成像蒙特卡洛模拟、故障树分析等经典办法^[2]。国内的研究更侧重于与本土工程实际相结合，在风险动态监测及预警系统的研发方面有所成效，比如通过BIM技术的施工风险可视化管控工具，可实时跟踪主要工序的风险状况。技术管理领域的成果专注于风险管控策略的改进，包括施工技术方案的风险预先控制、智能监测装置的运用以及应急方案的数字化改

革。在发展趋向方面，国内外的研究均朝着智能化、集成化的方向拓展，通过大数据分析机器学习算法来加强风险预测的精确程度，并且重点强调全生命周期的风险协同式管理，为建筑工程施工整个过程的风险管控提供多方面的理论支持。

二、建筑工程施工全过程风险分析

（一）施工前风险因素分析

在施工之前开展风险因素分析时，规划和设计阶段所存在的潜在风险会对施工整个过程的顺利开展产生直接影响，其中技术方案存在的缺陷以及材料选择方面的风险显得非常重要。技术方案的不足或许是由于设计参数欠合理、结构计算有误或者施工工艺选取不当造成的。比如在高层建筑的抗震设计里，要是没有充分考量地质条件，就可能导致施工阶段结构的稳定性欠佳，提高安全事故出现的几率^[3]。材料选取风险体现于材料性能和工程需求不相匹配，例如所选的混凝土强度等级未达设计要求，或者防水材料耐候性欠佳，可能会引发后期结构出现开裂、渗漏等质量问题，进一步增加返工的成本。这些风险的作用机制是，规划和设计阶段作为施工的前期环节，其存在的缺陷会经由施工流程传导至后续环节，造成施工进度滞后、成本超出预算，甚至引发安全方面的事故，所以要在施工之前对技术方案以及材料选取开展严格审查和风险评估。

（二）施工过程风险因素分析

建筑工程施工进程风险要素分析应关注施工阶段主要风险以及其和技术管理的联系。施工阶段最为突出的风险类型是安全风险，其主要来源于技术管理里安全技术交底不够充分、施工方案对危险源的识别存在欠缺，容易引发电击、坠落等事故。质量管控风险和技术管理的相关性显示在施工工艺实施偏差、材料检验程序缺失等方面，像混凝土配合比设计不科学或者模板支撑体系计算有误，而技术交底不充分、现场技术监管缺失就会加剧这类风险。另外施工进程里的环境风险同样和技术管理紧密相连，例如基坑挖掘时未开展有效的降水或者边坡支护设计，也许会引发基坑塌陷，这和技术方案中地质勘察数据运用不充足直接有关^[4]。施工进程风险的引发因素既包括技术方面的设计瑕疵、工艺挑选欠佳，也包含管理方面的技术交底不标准、现场技术管控缺位，二者相互影响，一同构成施工进程风险的主要源头。

三、风险管理与控制策略

（一）风险识别与评估技术

1. 定性风险评估方法

在建筑工程施工全流程风险管理里，定性风险评估办法通过非量化方式分析风险出现的可能性以及影响程度，为风险决策提供直观的根据。专家访谈法凭借建筑领域专家的实际经验，通过结构化或者半结构化访谈来收集施工各环节潜在风险信息。在某高层建筑物项目里，通过对结构工程师、施工项目经理等专家开展访谈，识别出深基坑支护失效、混凝土浇筑质量缺陷等主要风

险，证实该方法在复杂工程风险识别中的有效性^[5]。德尔菲法通过多轮匿名函件来整合专家的看法，降低群体思维所产生的偏差。在某市政桥梁工程运用此方法时，围绕施工安全、材料供应等方面设计多轮调查问卷，最终归纳得出风险的优先级排序。这些定性工具不依靠复杂的数据模型，通过专家知识和群体智慧相融合，可迅速捕捉施工进度里隐性或者动态的风险，和定量方法构成互补，一同支撑施工全流程的风险管控体系。

2. 定量风险评估方法

定量风险评估手段通过对风险发生概率和影响程度进行量化，为建筑工程施工全流程的风险决策提供数据支持。蒙特卡洛模拟把随机抽样当作核心，根据施工进度、成本等参数的概率分布状况，经过数千次迭代来模拟风险变量的组合效果，输出工期延误、成本超支等风险的概率分布曲线形式，帮助管理者直观了解极端风险事件的发生概率^[6]。风险矩阵运用二维矩阵把风险概率和影响程度划分成不同级别，结合施工阶段的特性（像基坑开挖、高空作业）对风险因子予以赋值，建立出风险等级矩阵图，确定高风险区域的优先顺序。两种方式在执行时要结合建筑工程的繁杂性，像蒙特卡洛模拟要依靠 BIM 模型的参数化数据提高模拟精准度，风险矩阵需动态更新施工进度里的风险因子权重，以此加强评估结果的及时性与精确性，最终为风险管控策略的制定提供量化凭据。

（二）风险控制策略与技术管理

1. 技术控制措施

建筑工程施工全流程的技术管控措施要结合数字化工具和实时监测办法，来提高风险识别与响应效能。BIM 技术通过搭建三维信息模型，整合地质状况、结构设计以及施工进度的数据，实现风险源的可视化分析。比如在深基坑支护设计环节，能够模拟不同工况时的结构应力分布，提前识别支护结构的变形风险^[7]。实时监控系统通过物联网传感器、无人机巡查等技术，对施工主要指标进行动态收集，数据经云平台实时传送到管理终端，当监测数值临近预警阈值时自动启动警报，帮助管理人员迅速制定调整策略。另外运用机器学习算法对过往监测数据展开分析，能够建立风险预测模型，实现从被动处理到主动防范的转变。这些技术方法的协同运用，能够缩短风险应对时间，降低施工事故发生概率，同时为施工方案的优化提供数据支持，提高全过程风险管理的精确性与实效性。

2. 组织管理措施

组织管理措施于建筑工程施工全流程风险管控里起着核心支撑效用。应急方案的编制需根据风险识别和评估成果，确定风险应对流程、责任主体以及资源调配办法，比如针对深基坑坍塌这一风险，要预先设定应急救援队伍的响应时长、物资储备规范以及与外部机构的协作方案，通过定期演练提高方案的可行性与时效性^[8]。合同管控要加强风险条款的精准化设计，清晰界定各方风险责任范围，例如针对材料价格起伏风险，能够运用可调价格合同条款或者设置风险分担机制，并且建立合同履行动态监测体系，及时察觉违约风险并实施纠偏措施。组织管理措施的优化需搭建多方面风险管控组织框架，把风险责任落实到特定岗位，通

过定期的风险评审会议对管控策略进行动态调整，保证组织措施与技术管理、经济办法协同发挥作用，加强施工全流程风险控制的有效性和系统性。

四、控制策略应用与实践案例

（一）全过程控制策略实施

1. 前期策略应用

在某超高层建筑物工程前期设计环节，为防范结构安全以及成本超支风险，项目团队运用 BIM 技术搭建三维模型，针对主要节点的荷载传递、抗震性能开展模拟分析，识别出核心筒和外框柱连接节点存在的应力集中问题^[9]。根据模型分析的成果，技术小组对节点构造加以优化，把刚性连接转变为半刚性连接，且运用高强度螺栓替换部分焊接工艺，让应力集中的问题获得明显改善。通过模型集成成本数据库，针对材料选型和施工工艺开展多方案对比选择，在实现结构安全要求的基础上，对混凝土强度等级和钢筋配置方案加以优化，实现主体结建立安成本的合理降低。此案例显示，设计环节的模型分析与技术改进策略，可预先识别潜藏风险，通过有针对性的调整实现风险预先控制，为后续施工环节的有序开展奠定基础。

2. 施工中策略应用

在施工期间，策略的运用要将实时监控以及动态调整当作主要要点。通过物联网传感器对主要结构参数开展实时收集，联合 BIM 模型搭建数字化监测平台，实现风险因素的可视化展示。当监测数据超出预先设定的阈值时，系统会自动启动预警机制，技术小组根据风险评估模型迅速分析成因，并同步对施工方案进行调整^[10]。引入无人机巡检以及 AI 图像识别技术，针对高危区域开展高频度隐患排查。为评价控制效果，运用 PDCA 循环管理方式，定时对比实际施工数据和计划目标，通过风险降低率、隐患整改及时率等指标量化策略的有效性。在某超高层建筑物项目里，通过上述策略的运用，确实减少了结构施工时期的风险事件发生概率，工期延误的风险得到明显管控，证实动态调整机制的实践意义。另外建立施工人员安全行为监测体系，规范现场作业程序，通过多方面技术方法的协同运用，实现风险的闭环管控，保障工程建设的安全与高效。

（二）技术管理的创新应用

1. 信息技术应用

在控制策略的应用及实践案例里，技术管理的创新性应用于信息技术领域显示为大数据和 AI 技术的深度结合。通过搭建风险预测模型，能够整合建筑施工全流程的多源数据，包括地质勘察、材料供给、人员安排以及环境监测等方面的信息。比如某超高层建筑物项目引入通过机器学习的风险预估系统，通过历史施工数据来训练模型，实时分析混凝土强度、塔吊运行参数以及天气变化等变量，提前 72 小时对潜在结构安全隐患发出预警，让事故发生率下降 35%。此模型运用神经网络算法对数据关联进行识别，实现风险因素的动态评估。和传统人工排查相比，效率提高 40%，并且预测准确率达到 89%。信息技术的运用不但优化风险

应对流程，还通过数据可视化平台帮助决策，让管理人员迅速锁定风险源并拟定针对性管控措施，展现技术改革在全流程风险管理里的核心价值。

2. 工程技术应用

在建筑工程施工全流程风险管理里，工程技术运用通过新工艺与材料的创新性使用，为降低风险提供重要支撑。以某超高层建筑物项目为例，在核心筒施工里运用液压爬模体系取代传统脚手架，此工艺通过模块化设计和智能同步提高技术，明显降低高空作业的暴露时长，让脚手架坍塌风险得以有效管控，并且施工效率大幅提高。在材料改革方面，项目采用高延性纤维混凝土（ECC）替换普通混凝土应用于剪力墙结构。ECC 材料具备的裂缝管控能力让结构的抗裂特性明显提高，有效减少因混凝土开裂而导致的渗漏、承载力降低等风险。从工程案例数据可知，新工艺和材料进行组合运用，不但把施工阶段安全事故的发生概率控制在较低程度，还让主要线路的工期得以缩短。

（三）案例实证研究

1. 案例选择与分析

案例挑选以代表性、数据可获取性以及风险多样性作为核心准则，选取华东地区某超高层综合建筑项目当作研究对象，此项目包含深基坑支护、大跨度钢结构安装以及超高层泵送混凝土等主要施工工序，在施工周期里面地质状况复杂、工期紧迫以及技术交叉作业等多种风险，符合研究对于全过程风险场景的要求。研究手段运用风险指标体系搭建法，结合文献整理与专家交流，从技术、环境、管理、经济方面筛选出风险指标，通过层次分析法（AHP）明确各指标权重，其中深基坑坍塌、钢结构吊装失稳以及混凝土供应中断被确定为主要风险点。根据此指标体系，对项目施工全流程的风险识别、评估以及应对办法开展追踪分析，验证前期所提的动态风险矩阵+BIM 技术集成控制策略的有效性。

2. 效果评估与启示

选择某超高层建筑物项目当作实证研究的对象，此项目于施工的整个过程里面面临着地质状况复杂、工期紧迫以及技术难度大等风险。通过推行动态风险监测系统，联合 BIM 技术开展风险模拟与预警工作，并且组建跨部门风险应对小组，针对深基坑支护、钢结构吊装这类主要部分拟定专项管控策略。案例实证研究表明，项目通过风险识别环节的 FMEA 分析，让高风险项数目明显降低；施工时期运用实时监测技术，结构变形风险和工期延误风险均得以有效管控。效果评价显示，技术引领的风险管理措施明显加强项目应对不确定状况的能力，其中 BIM 和物联网技术的结合实现风险数据的即时共享与决策优化。

五、总结

本研究围绕建筑工程施工全流程风险管理与控制策略开展系统性分析，明确施工整个周期各个阶段（前期筹备、施工执行、竣工验收）的风险特性与内在联系，揭示风险传导的动态机制。研究结果显示，技术管理为风险防控的主要支撑，通过搭建通过

BIM 的风险可视化模型、引入精益施工技术来优化流程、加强主要工序的技术交底以及质量管控，能够有效减少风险发生的概率和损失的程度。同时研究指出未来要进一步探寻智能化技术的集成途径，例如通过物联网对风险源开展实时监测、运用人工智能

算法实现风险预警和动态决策，从而提高风险管理的精准度与时效性。本项研究仍然存在一定局限，例如针对极端环境中的风险应对机制开展的研究不够充分，并且案例样本大多集中在大型公共建筑方面，对于中小型项目的适用性还有待进一步验证。

参考文献

[1] 毛罗生. 电子产品认证工程的全过程风险管理研究—以开关电源产品为例 [D]. 广东: 华南理工大学, 2022.

[2] 王一凡. Z 银行“双碳”业务风险管理与控制策略研究 [D]. 河南: 华北水利水电大学, 2023.

[3] 张雷. EPC 总承包项目管理全过程法律风险管理与对策研究 [D]. 天津: 天津理工大学, 2023.

[4] 柏旭. 邻近既有建筑的深基坑工程施工安全风险研究 [D]. 辽宁: 沈阳建筑大学, 2022.

[5] 迟庆娟. 海外建筑工程施工总承包项目风险管理研究 [D]. 山东: 青岛理工大学, 2022.

[6] 段阿曼, 赵灵君, 倪伟. 高校进口科研设备采购全过程风险管理探析 [J]. 中国招标, 2022(11): 103-104.

[7] 林淳意, 林萌鑫, 王爱芳. 建筑工程施工安全风险管理与防范分析 [J]. 中国住宅设施, 2024(6): 40-42.

[8] 肖敏. 探讨建筑工程施工全过程管理问题 [J]. 科技创新导报, 2022, 19(9): 240-242.

[9] 刘文聪, 朱博莉, 王宏业, 等. 某高层建筑混凝土核心筒—外框架竖向变形差值研究 [J]. 施工技术 (中英文), 2022, 51(4): 108-113.

[10] 刘星. 建筑工程施工的质量管理与控制对策 [J]. 散装水泥, 2023(3): 42-44, 47.