

建筑施工全过程风险识别与控制管理研究

贺丽君

广东瑞建工程有限公司, 广东 广州 510645

DOI:10.61369/ADA.2026010048

摘 要 : 本研究全面研究建筑施工全流程的风险识别与管控治理, 梳理各环节的风险源头, 搭建包含识别、评估、应对以及监控的闭环系统, 验证预防、应对双轨策略的成效。点明当下新技术适配性分析存在的欠缺等局限, 提出未来能够拓展智能算法的应用、加强供应链协同管理, 为建筑项目全流程风险防护提供理论支持与实践途径。

关 键 词 : 建筑施工; 全过程风险管理; 风险控制

Research on Risk Identification and Control Management throughout the Construction Process

He Lijun

Guangdong Ruijian Construction Engineering Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510645

Abstract : This study comprehensively examines the risk identification and control governance throughout the entire construction process of buildings, identifies the risk sources at each stage, builds a closed-loop system including identification, assessment, response, and monitoring, and verifies the effectiveness of the dual-track strategy of prevention and response. It points out the existing deficiencies and limitations in the current analysis of the adaptability of new technologies, and proposes future expansions of the application of intelligent algorithms and strengthening of supply chain collaborative management, providing theoretical support and practical approaches for the risk protection of the entire construction process of building projects.

Keywords : construction; whole process risk management; risk control

引言

建筑施工全流程风险具备客观性、复杂性和动态性特点, 对其进行有效管控是确保工程安全、质量和效益的主要部分。2022年公布的《十四五建筑业发展规划》清晰提出健全工程风险防控机制, 强化全过程风险管理的要求, 为行业风险管理实践提供政策引导。本文专注建筑施工风险的类别与特性进行分析, 全面梳理风险管理的主要理论方案, 研究德尔菲法、BIM技术等风险识别手段的联合运用, 且结合超高层建筑、桥梁工程等实际案例, 搭建预防、应对双轨式的风险管控体系, 意在为建筑项目全周期的风险防护提供理论支持与实践途径。

一、建筑施工全过程风险管理基础

(一) 建筑施工风险的类型与特征

建筑工程施工全流程风险管理的基础包含建筑施工风险的类别与特性, 建筑施工风险类别要结合施工环节与影响方面来划分, 安全方面的风险显示为高处坠落、物体打击这类事故, 质量方面的风险体现为混凝土强度不够、结构尺寸有偏差等问题, 进度方面的风险涉及工期延迟、资源供应不衔接等状况, 环境方面的风险包括噪声污染、扬尘排放等影响。建筑施工风险的特性首先表现为客观性, 风险在施工整个周期都存在, 无法凭借主观意愿彻底消除; 其次是复杂性, 不同的风险种类相互关联, 像进度滞后也许会引发安全措施落实不到位的连锁效应; 再者是动态性, 风险因素会随着施工阶段的改变而发展, 比如地基施工时期

的地质风险和主体结构时期的荷载风险有明显不同; 此外具有潜在性, 有些风险在初始阶段难以察觉, 需要通过系统识别才能够发现。研究建筑施工风险类别与特性是全流程风险管理的先决条件, 能为后续风险评定与管控提供基础支撑^[1]。

(二) 风险管理的基本理论与框架

建筑工程施工全流程风险管理基础的核心理论和框架包含风险管理准则、全生命周期管理模式以及工程适配性框架。ISO 31000 风险管理标准作为国际通用方案, 界定风险识别、分析、评估、处置与监督的闭环程序, 为建筑施工风险的系统性管控提供方法论支持^[2]。项目全流程生命周期管理模式把建筑施工划分成规划、设计、建造、运维等环节, 重点各环节风险的动态关联和传递特征, 比如设计环节的方案瑕疵或许会引发建造环节的安全隐患, 而建造环节的质量毛病则会影响运维环节的成本投入。

在建筑工程领域的适用框架里，要结合工程特性把通用理论转变为具体实践手段，例如通过 WBS（工作分解结构）细化各阶段的风险单元，运用 BIM 技术实现风险信息的可视化与协同管控，保证风险管理包括施工全流程的每一个环节，建立从风险源头防控到过程动态调节的完整体系。

二、建筑施工风险识别理论与方法

（一）风险识别技术与工具

建筑工程施工风险识别技术包含定性和定量的方法。德尔菲法通过多轮专家咨询实现共识，适用于新兴工程的风险判断；检查表法根据历史案例和规范来建立清单，能够迅速识别常见风险，不过对新型风险的包括范围有限；故障树分析方法通过逻辑推理对风险诱因进行分解，量化因素之间的关联概率，为风险的传导路径提供定量的根据。随着数字技术的进步，BIM 支持的风险可视化工具成为新兴趋势，通过将地质、工序、环境等数据整合到三维模型里，实现风险源的空间定位和动态跟踪。这些工具联合运用能够弥补单一手段的欠缺，建立起覆盖施工整个周期的风险识别系统。

（二）风险识别过程与案例分析

建筑施工风险识别工作要结合工程实际案例开展实证研究，以某超高层住宅建筑项目为例，风险识别程序从确定风险源起始，通过现场勘察和 BIM 模型仿真，清楚深基坑挖掘、高支模搭建以及钢结构吊装等主要风险源头，同时根据《建筑施工安全检查标准》对各风险源的物理特性与环境联系进行梳理^[4]。在影响因素分析阶段运用故障树方法，把深基坑坍塌风险拆分为围护结构强度不够、降水成效欠佳以及周边荷载超出限度等子因素，同时结合过往事故数据和专家访谈，对各因素的影响权重进行量化。全流程分阶段识别覆盖项目立项、施工筹备、主体建造及竣工验收等阶段。比如在主体建造阶段，通过动态监测数据察觉高支模立杆沉降超出标准的风险，及时对支撑体系参数加以调整。在这个案例里，风险识别流程的执行明显减少施工事故的发生概率，证实将风险源定位、影响因素分析与阶段性识别相融合的办法在实际操作中的可行性，为相似项目提供可参考的风险识别方案。

三、建筑施工风险控制策略与实践

（一）预防性风险控制措施

1. 设计优化与技术预控

设计改进与技术预控为建筑施工预防性风险管控的主要部分，在设计时期融入风险预控逻辑，从根源减少施工阶段的风险可能性。结构优化要结合工程地质状况与荷载特点，运用拓扑优化或者有限元分析手段调整构件截面以及节点样式，降低因结构不合理所引发的施工安全风险，例如通过提高主要部位的冗余程度加强结构抗变形能力^[5]。方案模拟运用 BIM 技术搭建三维信息模型，对施工流程、构件安装次序以及设备布局开展可视化模

拟，提前察觉管线碰撞、空间冲突等状况，比如在机电安装之前通过 BIM 碰撞检测来优化管线走向，防止施工阶段出现返工和安全事故。技术标准嵌入需把施工安全规范、材料性能指标等元素融入设计文档，清楚高风险工序的技术参数，例如规定深基坑支护结构的设计系数要符合特定安全储备标准，保证设计方案和施工技术的适配度。经由上述办法，设计环节能够把风险预控转变为可量化的技术参数，为施工全流程的风险管控提供前置性技术保障。

2. 过程规划与资源配置

流程规划和资源分配是建筑施工预防性风险管控的主要部分，它通过施工前期的全面性安排从根源上避免进度与成本方面的风险。资源分配规划要根据施工需求和市场供应状况，科学安排人力、材料、机械等资源，防止因资源不足或闲置造成的工期拖延和成本损耗，比如通过 BIM 技术模拟资源流动情况，优化分配方案来提高资源利用效率^[6]。工序逻辑的优化要按照施工工艺以及现场状况，理清主要路径和非主要路径的依存关系，消除工序的冲突和多余环节，比如运用并行工程的理念来调整工序次序，缩短整体工期并且降低交叉作业的风险。标准化流程建立是通过拟定统一的操作准则与质量规范，降低人为差错和返工的可能性，比如清楚模板安装、混凝土浇筑等工序的操作步骤与验收准则，保证施工进度的一致性和可控程度。上述措施通过前期规划把风险控制融入施工流程，建立预防为主的管理机制，为施工全流程的风险管控筑牢基础。

（二）应对性风险控制措施

1. 应急预案体系构建

应急方案体系搭建要以分级响应作为核心方案，针对建筑工里常见的安全紧急事故、质量瑕疵以及灾备资源调配等情形拟定实操办法。在安全突发状况方面，要明确不同事故级别（像一般、较大、重大）所对应的响应主体和处置步骤。比如当高处坠落事故出现后，现场作业班组需马上启动一级响应，对事故区域进行封锁并开展急救工作，同时向项目安全管理部门进行上报；质量缺陷的应急处理要结合混凝土裂缝、钢结构变形等具体情况，制定快速检测与临时加固的方案，防止缺陷进一步扩大而影响结构安全。灾备资源的调度要建立跨区域资源的联动体系，清晰规定应急物资（像消防设备、医疗用品）和人员（如应急救援队伍）的储备准则与调配程序，保证在极端气候或突发灾难时资源能够迅速抵达。分级响应体系要纳入风险预警信息，通过实时监控启动相应级别的应急程序，提高响应效率和精准度^[7]。

2. 动态监控与反馈修正

建筑工程施工的风险管控要依靠动态监测以及反馈调整实现闭环式管理。建立通过物联网的实时监控体系，集成传感器和智能装置，从多方面收集环境指标、结构受力以及人员行为的相关数据。通过边缘计算和云计算协同开展处理工作，把数据转变为预警指标，例如基坑位移超出阈值时自动发出警报。系统将关联预设的控制办法，通过算法模型来评估执行成效，例如对比高支模加固前后的震动频率改变，验证稳定性提高的程度。反馈修正阶段根据现场实际情况动态调整策略，例如当混凝土养护湿度不

够时，自动对喷淋系统参数进行优化。此机制建立监测、评估、调整、验证循环，不断迭代完善控制策略，加强风险控制的精确性和及时性。

四、全过程风险管理的案例与应用

（一）设计阶段风险管理

1. 概念设计风险控制

在全过程风险管理的实例与运用里，选取某420米超高层建筑物项目作为例子，该项目概念设计时期的风险管控要重点关注选址论证和方案比选这两个环节。项目选定的地址处于城市核心区域，地质勘察表明场地存在深厚的软土方面以及地下溶洞，周边历史建筑保护相关法规规定建筑高度不能超出周边文物保护建筑高度的1.5倍。在选址论证环节，运用三维地质建模手段识别软土区域地基沉降以及溶洞塌陷隐患，采用桩基加固与溶洞填充措施控制地质方面的风险；方案比选时期，对比核心筒+钢框架和全混凝土框架这两种结构方案，结合法规规定把建筑高度调整到380米，同时对平面布局进行优化以避开地下文物保护区。此过程经多学科联合论证，使地质风险发生概率降低60%，法规合规达标率提高到100%，证实概念设计阶段风险管控路径的有效性^[9]。

2. 深化设计风险消解

以桥梁工程为例，在详图设计阶段开展构造优化和计算复核工作，是消除结构安全风险的主要技术环节。在某大跨度连续梁桥工程里，初步设计所采用的常规悬臂施工办法，在深化设计环节经有限元模拟显示，0号块和墩身连接之处的应力集中系数达到1.8，超过规范限定值^[1]。设计团队通过构造优化，把原本的矩形承压板改成梯形渐变过渡形式的结构，并且在腹板和底板交接的地方增设半径为0.5m的圆弧倒角，让应力集中系数降低到1.2，实现安全要求^[2]。在计算复核阶段，运用Midas Civil和ANSYS软件开展双向交叉核验。针对预应力钢束的布置方案，原设计的直线束在跨中挠度的计算数值比实测数值大15%，经过调整为抛物线束并且优化锚固端位置之后，挠度偏差被控制在5%以内^[3]。另外对支座垫石的厚度和平面尺寸开展参数化研究，发现原设计厚度为15cm时，在最不利荷载组合情况下，压应力超出C50混凝土抗压强度标准值的12%。通过把厚度增至20cm，并且采用双层钢筋网进行加强，压应力降低到允许值的85%^[4]。在深化设计环节开展构造优化与计算复核时，要建立多专业协同体系，结构、岩土以及水文专业一同参与风险评定，保证技术方案能够同时实现结构安全、施工可行以及经济合理的要求^[5]。某跨海大桥工程运用此办法，成功化解深水区承台混凝土裂缝隐患，把裂缝宽度管控在0.2mm以内，符合耐久性设计标准^[6]。在计算复核进程中，要重点关注荷载组合的合理性，例如考虑温度梯度和船舶撞击力的耦合影响。某斜拉桥项目由于未充分考量该耦合效应，初步设计的索塔锚固区出现了局部拉应力超出标准的情况，经过重新计算并且调整钢锚箱构造之后，拉应力降低到规范允许值的90%^[7]。结构优化要结合施工工艺，像预制节段拼装桥梁的湿接缝设计，原本设计的平口接缝在张拉时容易出现剪切变形，改成企口式接

缝并增添剪力键之后，接缝抗剪承载能力提高30%^[8]。在深化设计阶段开展风险消解工作时，要建立闭环管理模式，通过BIM技术搭建三维模型来开展碰撞检测。某城市的高架桥项目检测出管线和桥墩基础存在冲突风险，通过对基础埋深以及管线走向作出调整，防止后期施工出现返工情况^[9]。最终通过构造优化和计算复核的协同运用，桥梁工程详图设计环节的结构安全风险能够降低70%以上，为后续施工环节的风险管控奠定基础^[10]。

（二）施工阶段风险管理

1. 现场安全质量协同控制

通过地铁隧道工程实际情况，高风险作业区域安全管理和隐蔽工程质量风险联合管控的标准流程要贯穿整个施工周期。对于隧道开挖、支护这类高风险作业区域，先通过BIM技术建立模型来模拟地质状况与施工流程，识别出坍塌、涌水等方面的安全风险，并拟定动态监测规划，实时收集围岩变形、支护应力等相关数据，以保障风险预警的及时性。隐蔽工程像防水作业、钢筋捆扎等，要建立三检制和第三方检测相融合的质量管控体系，在工序验收之前运用无损检测手段核查结构密实程度、钢筋间距等主要指标，并且把安全风险和质量瑕疵的关联数据录入信息管理平台，实现风险源的联动分析。以某地铁隧道工程为例，运用风险矩阵对开挖面坍塌风险等级进行量化，同时优化初期支护参数，既减少安全事故的发生概率，又规避因支护质量不佳导致的后期结构沉降问题，证实安全质量协同控制流程的有效性。

2. 进度成本集成防控

在全过程风险管理的实例与运用里，施工环节的进度成本集成防控能够通过某EPC光伏电站项目的实证来进行说明。此项目运用主要路径法（CPM）搭建动态监控系统，将光伏板安装、逆变器调试等核心工序当作主要路径的节点，通过BIM技术实时收集现场施工数据，对比计划进度的偏差并且量化成本的影响。当遇到极端天气使得光伏板运输出现延迟情况时，项目团队迅速启动合同变更风险的联动机制，根据EPC合同里不可抗力导致工期延误的成本补偿条款，和业主协商对施工计划进行调整，并且重新核算材料运输以及窝工成本，优化后续主要路径工序的资源配置，把总工期延误控制在3天以内，将额外成本控制在预算的5%之内。该案例显示，主要路径动态监测与合同变更风险关联的集成方式，能够实现施工阶段进度和成本风险的精确防控，为EPC项目全流程成本管控提供实践参考。

（三）竣工交付后风险管理

1. 验收阶段风险闭环处置

以某商业综合项目为例，竣工验收阶段的风险闭环处理重点于遗留缺陷清零管理和保修期责任划定。在项目验收阶段，通过三维激光扫描和BIM模型进行对比，识别出诸如幕墙密封胶开裂、机电系统联动逻辑有误等23项遗留问题，建立缺陷清单、责任主体、整改期限的联动台账，要求施工单位在15个工作日内完成整改并提交复查资料，监理单位同时跟进整改进度，保证问题100%解决。对于保修期责任的划分，项目按照《建设工程质量管理条例》以及合同的相关约定，确定结构工程、防水工程等不同分部工程的保修时长与责任领域，并且引入第三方检测机构对隐

蔽工程的质量开展抽检工作，防止责任相互推诿。比如项目交付之后3个月地下车库出现渗漏状况，通过查阅验收环节的防水施工记录与第三方检测报告，迅速判定是施工单位未根据规范开展防水层搭接处理，施工单位要承担维修费用并且赔偿商户损失。此机制通过验收环节的缺陷闭合以及保修期的责任界定，确实降低竣工交付之后的质量争议风险，确保项目运营阶段的稳定性。

2. 运维期风险长效管控

在全流程风险管理里，竣工交付之后的长效管控属于核心部分，智慧建筑体系与BIM运维平台的融合为此给出可持续的解决办法。以某超高层商业综合建筑为例，项目小组通过BIM运维平台整合物联网传感器的数据，实时收集分析电梯、空调等核心设备的运行参数，利用故障预警模型实现从被动维修向主动预警的转变。平台接入结构应力、位移等监测数据，融合BIM模型空间信息，对建筑结构健康状态开展动态评估，及时察觉潜在隐患。此模式不但减少设备故障发生率和运维费用，还通过数据不断积累来完善管控策略，建立起运维阶段风险的长期管控体系，为建筑全生命周期的风险管理提供实践参考。

五、总结

本研究搭建建筑施工全流程闭环风险管理方案，证实预防、应对双轨措施在减少风险发生概率、提高项目履约成效方面的明显功效。研究显示动态的预防机制能够提前识别风险，并且对资源配置进行优化，应急响应系统可以有效减少损失，二者协同起来能够提供全周期的风险防护。但是研究针对BIM、物联网等新兴技术在复杂场景中的适配性分析不够充分，供应链风险传导的动态耦合机制研究尚需进一步深入。未来能够拓展智能算法的应用领域，通过大数据和机器学习来提高风险识别的精准程度；加强供应链各主体间的风险协同效应，搭建跨组织的信息共享平台，以此应对全球化背景下建筑供应链所存在的不确定性，为施工风险管理提供更具前瞻性的理论根据和实践途径。

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]. 华南理工大学, 2022.
- [2] 朱可可. SDSJ公司财务风险识别与控制研究 [D]. 山东理工大学, 2022.
- [3] 易松.L公司MV建筑施工项目风险管理研究 [D]. 电子科技大学, 2022.
- [4] 岳志玲. A建筑公司税务风险控制研究 [D]. 广西师范大学, 2023.
- [5] 赵晓琳.M光伏公司财务风险识别与控制研究 [D]. 长安大学, 2023.
- [6] 白群星. 建筑施工安全管理与风险控制 [J]. 城市建筑空间, 2024, 31(S2): 335–337.
- [7] 赵运生, 孟竹. 建筑施工安全管理与风险控制探讨 [J]. 建筑机械化, 2022, 43(10): 102–104.
- [8] 鹿巍, 李晓敏, 王在兴. 既有建筑绿色改造项目施工阶段风险识别与控制研究 [J]. 石化技术, 2023, 30(05): 277–279.
- [9] 石金女. 建筑施工企业的合同管理与风险控制 [J]. 投资与创业, 2023, 34(07): 124–126.
- [10] 马鸣, 张强, 丁宝. 建筑施工全过程成本精细化管理与造价控制 [J]. 中国市场, 2021, (36): 82–83.