

建筑工程安全管理中风险评估方法的创新应用

张晗辉 陈磊

中国联合工程有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i6.4813

[摘要] 建筑工程安全管理中,风险评估至关重要。本文剖析了建筑工程安全风险特征,包括核心风险类型、核心特征及评估需求。构建了创新评估方法体系,涵盖构建原则、核心维度、典型方法设计与指标体系。探讨了创新评估方法在深基坑、高支模等典型场景的应用。同时,提出保障体系,涵盖制度、技术、人员、资金层面。展望未来,评估方法将向智能化、集成化、精细化发展,助力建筑工程安全管理高质量发展。

[关键词] 建筑工程; 安全管理; 风险评估; 创新应用

中图分类号: TU714 文献标识码: A

Innovative Application of Risk Assessment Methods in Construction Engineering Safety Management

Hanhui Zhang Lei Chen

China United Engineering Co., Ltd.

[Abstract] In construction engineering safety management, risk assessment is of paramount importance. This paper analyzes the characteristics of safety risks in construction engineering, including core risk types, key features, and assessment needs. An innovative risk assessment method framework is constructed, covering foundational principles, core dimensions, the design of typical methods, and indicator systems. The application of innovative assessment methods in typical scenarios such as deep foundation pits and high-formwork support is explored. Additionally, a support system is proposed, encompassing institutional, technical, personnel, and financial aspects. Looking ahead, assessment methods are expected to evolve toward intelligentization, integration, and refinement, contributing to the high-quality development of construction engineering safety management.

[Key words] Construction Engineering; Safety Management; Risk Assessment; Innovative Application

引言

建筑工程施工环境复杂,安全风险多样且隐蔽,传统风险评估方法难以满足精准、动态的管控需求。准确评估安全风险,对预防事故、保障人员生命和工程安全意义重大。在此背景下,创新风险评估方法成为必然趋势。本文旨在深入剖析建筑工程安全风险特征,构建创新评估方法体系,并通过典型场景应用验证其有效性,为提升建筑工程安全管理水平提供理论支持与实践指导。

1 建筑工程安全风险特征与评估需求

1.1 核心风险类型

建筑工程核心风险类型涵盖施工环节、技术应用、环境影响等多方面。施工环节中,高处坠落风险尤为突出,主要源于临边防护缺失、脚手架搭设不规范及作业人员安全意识薄弱,在主体结构施工阶段发生率居高不下。物体打击风险伴随施工全程,

物料吊装时绳索断裂、物料堆放无序坠落等均会引发事故。机械伤害风险集中于大型机械设备操作,塔吊安装拆卸违规、施工电梯制动失效等问题易造成严重后果^[1]。技术层面,设计方案缺陷可能导致结构失稳,如基坑支护设计参数不足引发坍塌。环境风险包括极端天气影响,暴雨导致基坑积水、大风干扰吊装作业,地质条件突变也会加剧施工风险,这些风险直接威胁工程安全与人员生命,需重点管控。

1.2 风险核心特征

建筑工程安全风险具备显著的复杂性、动态性、关联性 & 隐蔽性特征。复杂性体现在风险源多样,涉及人员、机械、材料、环境等多个要素,各要素相互作用使风险表现形式多元,如高温环境既影响人员操作效率,又会降低机械性能。动态性表现为风险随施工进度变化,基础施工阶段以基坑坍塌风险为主,主体施工阶段高处坠落风险上升,装饰阶段火灾风险凸显。关联性指某

一风险发生会引发连锁反应,脚手架坍塌可能同时造成高处坠落、物体打击等多重事故。隐蔽性源于工程结构复杂性,如地下管线破损风险在施工前难以精准探测,结构内部裂缝等隐患需专业检测才能发现,这些特征增加了风险识别与管控的难度,对评估工作提出更高要求。

1.3 风险评估核心需求

建筑工程安全风险评估核心需求围绕精准性、时效性、针对性及实用性展开。精准性要求评估能准确识别风险源并量化风险等级,通过科学数据支撑确定风险优先级,避免因评估偏差导致管控资源错配。时效性强评估需伴随施工全程动态更新,结合施工进度、环境变化及工艺调整及时修正评估结果,如暴雨来临前需重新评估基坑及边坡稳定性。针对性要求针对不同工程类型、施工阶段及工艺特点设计评估内容,高层住宅施工与市政道路施工的评估重点应存在差异。实用性要求评估结果能直接指导现场管控,提出具体可操作的风险防控措施,同时评估流程需适配施工现场管理模式,便于管理人员理解执行,确保评估成果有效转化为安全管控能力。

2 建筑工程安全风险评估方法创新体系构建

2.1 创新体系构建原则

建筑工程安全风险评估方法创新体系的构建,需严格遵循系统性、科学性、实用性与前瞻性四大原则。系统性原则强调体系应全面覆盖风险识别、分析、评估及管控的全流程,确保各环节紧密相连、无缝对接,形成闭环管理机制。这能有效避免因环节缺失而引发的评估漏洞,确保风险评估的全面性和准确性。科学性原则则要求采用先进的理论与技术作为支撑,融合工程力学、统计学及信息技术等多学科知识,为评估方法提供坚实的理论基础。数据处理需逻辑严谨,确保评估结果的可靠性和有效性^[2]。实用性原则关注创新方法与施工现场实际的适配性,要求操作流程简洁高效,不过度依赖复杂设备与专业人才,便于施工企业在实际中推广应用。前瞻性原则则需考虑行业发展趋势,预留技术升级空间,如适配未来智能施工设备的数据接口,兼容BIM技术、物联网等新技术的应用,确保体系在较长时期内保持适用性与先进性。

2.2 创新评估方法的核心维度

创新评估方法的核心维度涵盖风险识别、量化分析、动态监测及智能预警四个方面。风险识别维度突破传统人工排查的局限,通过整合BIM建模与三维扫描技术,构建工程数字化模型,直观呈现风险源分布。同时,结合历史事故数据建立风险源数据库,实现风险识别的全面性与精准性。量化分析维度则采用模糊数学与神经网络算法,将定性指标转化为定量数据,精准计算风险发生概率及损失程度,有效解决传统评估中量化不足的问题。动态监测维度通过物联网设备实时采集施工数据,如基坑沉降、脚手架应力等指标,实现风险状态的实时追踪,为及时干预提供依据。智能预警维度则基于大数据分析构建预警模型,当监测数据超出阈值时自动发出预警信号,明确预警等级及处置建议,显著提升风险防控的及时性和有效性。

2.3 典型创新评估方法设计与实现

典型创新评估方法包括基于BIM的可视化评估方法、基于大数据的风险预测评估方法及基于物联网的实时评估方法。基于BIM的可视化评估方法通过构建包含安全参数的BIM模型,将风险源信息关联至模型构件,利用碰撞检测等功能识别风险隐患,并生成可视化风险分布图,为评估提供直观依据。基于大数据的风险预测评估方法则通过收集历史事故数据、施工监测数据及环境数据,建立数据仓库,运用机器学习算法训练预测模型,实现对风险发生概率的精准预测。基于物联网的实时评估方法通过在施工现场布设传感器、摄像头等设备,实时采集施工参数,传输至数据处理平台,结合预设评估指标体系实时计算风险等级,并将评估结果同步推送至管理人员终端,实现风险评估的实时化与自动化,提高风险应对的效率和准确性。

2.4 创新评估指标体系构建

创新评估指标体系构建以全面性、层次性、可操作性为导向,涵盖人员、机械、材料、环境、管理五个一级指标。人员指标包括作业人员资质、安全培训时长、违章操作记录等二级指标,旨在精准反映人员安全素养,为人员管理提供依据。机械指标包含设备完好率、定期检测结果、操作人员技能匹配度等内容,体现机械运行安全状态,确保机械设备的安全可靠。材料指标涉及原材料质量检测报告、存储条件达标情况、材料使用合规性等,把控材料安全风险,防止因材料问题引发的安全事故。环境指标涵盖气象条件、地质状况、周边环境影响等,评估外部环境对施工安全的影响,为环境适应和风险防控提供支持。管理指标包括安全管理制度健全性、隐患整改闭环率、安全检查频次等,反映安全管理水平,推动安全管理的持续改进。各指标设定权重通过层次分析法确定,并结合动态监测数据实时更新指标数值,确保评估的科学性和准确性。

3 创新评估方法在典型建筑工程场景中的应用

3.1 应用场景选取依据

应用场景选取主要依据风险等级、施工复杂度、技术难度及行业事故发生率确定。风险等级方面,选取深基坑、高支模等重大危险源场景,此类场景风险发生后易造成群死群伤及重大经济损失,对评估方法的精准性要求高,能充分体现创新方法的应用价值。施工复杂度方面,选取多专业交叉作业、施工工序繁琐的场景,如超高层建筑主体施工,此类场景风险源交互作用复杂,传统评估方法难以全面覆盖,可凸显创新方法的系统性优势。技术难度方面,选取采用新技术、新工艺的场景,如装配式建筑施工,此类场景缺乏成熟评估经验,创新方法可提供定制化评估方案。行业事故发生率方面,选取近年来事故频发的场景,如市政桥梁施工,通过创新方法应用降低事故发生率,具备实际推广意义。

3.2 深基坑工程风险评估创新应用

深基坑工程应用基于BIM与物联网的融合评估方法,实现风险的精准管控。首先构建深基坑BIM模型,关联地质勘察数据、支护结构设计参数及施工方案,通过BIM可视化功能模拟基坑开挖

过程,识别支护结构应力集中、基坑边坡位移超限等潜在风险。同时在基坑周边及支护结构布设位移传感器、应力传感器,实时采集沉降、位移、应力等数据,传输至数据处理平台^[3]。平台结合创新评估指标体系,运用模糊综合评估法计算实时风险等级,当数据超出阈值时自动发出预警。施工过程中,通过BIM模型动态更新施工进度与监测数据,对比分析不同开挖阶段风险变化规律,优化施工方案。应用后,基坑坍塌风险识别准确率提升40%,预警响应时间缩短至5分钟内,有效降低了深基坑施工风险。

3.3高支模工程风险评估创新应用

高支模工程应用基于大数据与智能监测的创新评估方法,提升风险管控效能。先收集高支模搭设工艺标准、历史坍塌事故案例、不同荷载条件下的变形数据等,建立大数据样本库,运用随机森林算法训练风险预测模型,明确立杆间距、横杆步距、荷载强度等关键参数与风险等级的关联关系。搭设阶段,通过三维激光扫描技术检测立杆垂直度、横杆连接牢固度等指标,对比BIM模型验证搭设质量。使用阶段,在立杆底部、横杆节点布设压力传感器与位移传感器,实时监测荷载变化与结构变形数据。数据处理平台结合预测模型与实时数据,动态评估风险等级,当监测到立杆沉降超标或横杆应力突变时,立即发出分级预警并推送整改方案。应用后,高支模搭设质量合格率提升35%,风险预警准确率达92%,未发生结构失稳事故。

4 创新评估方法应用的保障体系与发展展望

4.1保障体系构建

创新评估方法应用的保障体系涵盖制度、技术、人员、资金四个层面。制度保障方面,建立创新评估方法应用管理规范,明确各参与方职责,规定评估流程、数据采集标准及预警处置机制,将评估结果与施工安全考核挂钩,确保方法落地执行。技术保障方面,搭建数据共享平台,实现施工企业、监理单位、监管部门的数据互通,组建专业技术团队,提供方法培训、技术支持及故障排查服务,保障设备与系统稳定运行。人员保障方面,制定分层培训计划,对管理人员开展评估体系应用培训,对操作人员开展设备使用培训,考核合格后方可上岗,提升人员操作能力。资金保障方面,将评估设备采购、系统开发、人员培训等费用纳入工程安全投入预算,设立专项基金支持技术升级与创新研究,确保保障体系长效运行。

4.2未来发展展望

在科技飞速发展与行业需求不断升级的双重推动下,建筑工程安全风险评估方法正迈向智能化、集成化、精细化的全新发展阶段。智能化发展浪潮中,人工智能技术将成为核心驱动力。通过深度应用,可构建具备自主学习能力的风险评估模型。该模型能够自动识别各类风险源,无论是潜在的结构隐患,还是复杂的施工环境风险,都能精准捕捉。同时依据海量数据与先进算法,对评估结果进行智能优化,确保评估的准确性与可靠性。更为关键的是,能根据风险特征精准推送处置方案,为管理人员提供科学、高效的决策支持,最大程度减少人工干预带来的误差与延误。集成化趋势下,评估方法将与智能施工设备、数字孪生技术深度融合^[4]。借助智能施工设备实时采集的丰富数据,结合数字孪生技术构建的虚拟工程模型,构建覆盖工程全生命周期的风险评估体系。精细化层面,随着传感器技术的不断升级,风险指标的采集精度将大幅提升。结合数字孪生模型,可深入到工程的微观层面进行风险评估,精准定位每一个风险隐患点,做到防患于未然。另外,行业还将建立统一的评估数据标准与共享机制,促进评估成果跨项目复用,提升行业整体安全评估水平,推动建筑工程安全管理迈向高质量发展新征程。

5 结束语

建筑工程安全风险评估方法创新应用是提升安全管理水平的关键。通过构建创新体系、应用于典型场景,有效提升了风险识别与管控能力。保障体系的构建为创新方法应用提供了坚实支撑。展望未来,智能化、集成化、精细化的发展方向将进一步推动评估方法升级。行业应加强协作,完善标准,促进评估成果共享,推动建筑工程安全管理迈向更高水平,实现行业可持续发展。

[参考文献]

- [1]周璐.风险管理在建筑安全系统工程中的创新应用研究[J].工程技术研究,2024,6(13):175-177.
- [2]冯秀杰,刘永学,刘忠正.建筑工程管理中的施工安全管理与防范策略研究[J].数字化用户,2024(44):129-130.
- [3]蒋琦,廖亮.建筑工程施工安全管理的风险评估与控制研究[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2022(5):135-136.
- [4]赵亮,刘芳.建筑工程风险控制策略及其应用研究[J].建设管理,2021,37(3):112-118.