

建筑工程管理中的安全隐患与管控策略

钟 涛

杭州筑保科技有限公司 浙江 杭州 310015

摘要：建筑工程管理中的安全隐患复杂多样，按施工阶段与风险类型分类，成因涉及管理、技术、物料设备及环境等多环节。本文提出基于BIM+物联网的动态识别模型，结合混合评估方法进行风险评估与分级管控，并构建“云-边-端”三层架构的智慧化管控体系，涵盖四大核心功能模块。通过多维度评价指标体系评估管控效果，旨在提升建筑工程安全管理水平，有效防范安全事故发生。

关键词：建筑工程管理；安全隐患；风险评估

引言：建筑工程规模不断扩大、工艺日益复杂，安全管理面临诸多挑战，安全隐患问题愈发突出。安全隐患不仅影响工程进度与质量，更关乎施工人员的生命安全。传统安全隐患识别与管控方法存在局限性，难以满足现代化建筑工程的动态管理需求。在此背景下，深入分析建筑工程安全隐患分类与成因，探索科学有效的动态识别、风险评估及智慧化管控策略，具有重要的现实意义。

1 建筑工程安全隐患分类与成因分析

1.1 隐患分类体系

1.1.1 按施工阶段

按施工阶段划分建筑工程安全隐患，可实现分阶段精准管控，契合工程施工的阶段特征。施工准备阶段隐患集中于场地勘察不全面、施工方案编制不合理、材料设备进场检验缺失等，如未探明地下管线分布易导致施工中管线破损，方案未结合地质条件易引发坍塌风险。基础施工阶段隐患以基坑支护失稳、降水不当、土方开挖违规操作为主，深基坑施工中支护结构强度不足或边坡坡度超标，易造成基坑坍塌及周边建筑物沉降。主体结构施工阶段重点隐患包括模板支撑体系不牢固、钢筋混凝土施工质量缺陷、高空作业防护缺失等，模板支架立杆间距超标可能引发整体坍塌^[1]。装饰装修阶段则以消防安全隐患、临时用电不规范、脚手架拆除违规为主，易燃装修材料堆积且消防设施不足，易引发火灾事故。各阶段隐患相互关联，需针对性制定防控措施。

1.1.2 按风险类型

按风险类型划分建筑工程安全隐患，可明确风险属性及防控重点，为精准施策提供依据。机械伤害风险隐患主要源于施工机械未定期检修、操作人员无证上岗、机械作业半径内人员停留等，如塔吊钢丝绳老化断裂、挖掘机违规载人作业均可能造成人员伤亡。高处坠落风险隐患

集中于高空作业防护设施缺失或失效，如脚手架搭设不规范、安全网破损、临边洞口未封堵，是建筑工程高发事故类型。物体打击风险隐患多由物料堆放不当、起重吊装违规、高空抛物等引发，施工层物料未固定易因风力或碰撞坠落，伤及下方作业人员。坍塌风险隐患涵盖基坑、模板、脚手架坍塌等，多因结构承载不足、施工工艺违规所致。此外，还包括触电、火灾、中毒等风险类型，不同风险需结合其特性构建防控体系。

1.2 隐患成因链分析

建筑工程安全隐患成因链具有多环节关联性、因果传递性特征，需从源头追溯各环节成因。成因链起点为管理因素，包括安全管理制度不健全、责任分工不明确、安全教育培训不到位，部分企业重进度轻安全，未落实全员安全责任，作业人员安全意识薄弱、操作技能不足，为隐患滋生理下伏笔。中间环节为技术因素，施工方案设计不合理、技术交底不彻底、施工工艺不符合规范，如复杂工况下未优化施工流程，易导致违规操作引发隐患。关键环节为物料与设备因素，材料质量不达标、设备老化失修、配件更换不及时，如劣质脚手架管材无法承受荷载，易引发结构失稳。末端环节为环境因素，高温、暴雨、台风等恶劣天气，以及场地狭窄、地质复杂等现场条件，会加剧隐患发生概率。各环节相互传导，需打破成因链阻断隐患演化。

2 建筑工程安全隐患动态识别方法

2.1 传统识别方法局限性

建筑工程传统安全隐患识别方法以人工排查、定期检查为主，存在明显局限性，难以适配复杂工程的动态管控需求。人工排查依赖作业人员经验，主观性强，对隐蔽性隐患、细微隐患识别准确率低，如墙体内部裂缝、地下管线渗漏等隐患易被遗漏。定期检查存在时间间隔，无法实时捕捉施工过程中隐患的动态变化，当施工工况

调整、物料更换后,新增隐患难以及时发现,易形成管控盲区。传统方法数据记录以纸质文档为主,信息传递滞后、共享性差,各部门之间数据割裂,无法实现隐患信息的集中分析与协同处置^[2]。另外,传统方法难以量化隐患风险,仅能通过定性判断评估隐患等级,导致管控措施缺乏针对性,无法有效防范重大安全事故发生,难以满足现代化建筑工程的安全管理要求。

2.2 基于BIM+物联网的动态识别模型

2.2.1 BIM模型集成

BIM模型集成是基于BIM+物联网动态识别模型的核心基础,可实现工程信息的数字化、可视化管理。通过构建全专业BIM模型,整合建筑、结构、机电等各专业设计数据,将施工进度、材料信息、设备参数等纳入模型体系,形成完整的工程数字孪生体。模型集成过程中,需对设计图纸进行深化优化,排查设计阶段隐藏的碰撞隐患,如管线交叉冲突、结构构件干涉等,提前规避施工中的隐患源头。同时,将施工方案、安全规范等内容与BIM模型关联,实现施工流程的可视化模拟,精准定位各施工环节的风险点。集成后的BIM模型可作为隐患识别的数据载体,实时对接物联网监测数据,通过模型可视化界面直观呈现隐患位置、类型及发展态势,为动态识别提供数据支撑与操作平台。

2.2.2 AI算法分析

AI算法分析为BIM+物联网动态识别模型提供智能决策支撑,可实现隐患数据的深度挖掘与精准研判。基于机器学习算法构建隐患识别模型,对物联网传感器上传的结构变形、设备运行、环境参数等海量数据进行训练分析,识别数据异常特征,精准定位隐患类型及严重程度。采用深度学习算法对BIM模型中的工程信息与监测数据进行融合分析,预测隐患发展趋势,如通过结构变形数据预测基坑坍塌风险,为提前处置提供依据。借助计算机视觉算法,结合施工现场监控视频,实时识别违规操作行为,如未佩戴安全防护用品、高空抛物等动态隐患。AI算法可实现隐患识别的自动化、智能化,减少人工干预,提升识别效率与准确率,通过数据迭代优化算法模型,增强模型对复杂工况的适配能力。

2.3 识别模型验证

识别模型验证需通过实际工程案例测试,检验模型在隐患识别准确率、实时性及稳定性方面的性能,确保模型可投入实际应用。选取不同类型、不同规模的建筑工程作为验证对象,涵盖住宅建筑、公共建筑及市政工程,全面适配模型的应用场景。验证过程中,将基于BIM+物联网的动态识别模型与传统识别方法并行使用,

对比两者的隐患识别结果,统计模型的识别准确率、漏判率及误判率。针对模型识别的隐患,结合现场实际排查结果,验证模型对隐患位置、类型及风险等级判断的准确性。同时,测试模型在海量数据传输、复杂工况下的运行稳定性,检验警报触发的及时性与可靠性。根据验证结果优化模型参数,调整传感器部署方案与AI算法逻辑,确保模型满足实际工程安全隐患动态管控的需求。

3 建筑工程安全隐患风险评估与分级管控

3.1 混合评估方法设计

为实现建筑工程安全隐患风险的精准评估,设计定性定量相结合的混合评估方法,兼顾评估的科学性与实用性。定性评估采用专家打分法,邀请建筑安全管理、施工技术、结构工程等领域专家,结合工程实际情况,对隐患发生的可能性、影响范围及危害程度进行打分,形成初步评估结果^[3]。定量评估采用层次分析法与模糊综合评价法相结合的方式,构建风险评估指标体系,涵盖隐患特性、施工环境、管理水平、应急能力等维度,确定各指标权重,通过模糊矩阵计算风险值。混合评估方法先通过定性评估筛选关键隐患,再对关键隐患进行定量评估,避免单一评估方法的局限性。结合BIM模型与物联网监测数据,实现评估数据的实时更新,动态调整风险评估结果,为分级管控提供精准的风险依据。

3.2 分级管控策略

基于混合评估结果,将建筑工程安全隐患风险划分为重大风险、较大风险、一般风险、低风险四个等级,实施差异化分级管控策略。重大风险隐患需立即停工整改,成立专项管控小组,制定专项整改方案,明确整改责任人、整改措施及整改时限,整改完成后经第三方检测验收合格方可复工,同时加强现场巡查值守,严防隐患引发安全事故。较大风险隐患需限期整改,每日监测隐患变化情况,优化施工方案,采取针对性防控措施,整改期间暂停相关区域高危作业。一般风险隐患需制定整改计划,由现场管理人员监督整改,定期检查整改进度,确保隐患及时消除。低风险隐患需纳入常态化管控,加强日常巡查与安全教育,建立隐患台账,跟踪隐患变化情况,防止隐患升级演化,实现风险的闭环管控。

3.3 管控流程优化

优化建筑工程安全隐患管控流程,构建“识别-评估-整改-复查-销号”的闭环管理流程,提升管控效率与执行力。流程起点为隐患识别,通过动态识别模型与人工排查相结合的方式,全面收集隐患信息,录入管控平台并关联BIM模型。随后进行风险评估,采用混合评估方法确定风险等级,生成评估报告并推送至对应责任部门。

针对不同等级隐患制定整改措施,明确责任分工与时间节点,管控平台实时跟踪整改进度,对整改滞后情况发出预警。整改完成后,由专人进行现场复查,结合物联网监测数据与现场检测结果,确认隐患是否消除。复查合格的隐患予以销号,录入档案备查;复查不合格的需重新制定整改方案,直至隐患彻底消除。同时,优化流程衔接,实现各部门协同配合,确保管控流程高效运转。

4 建筑工程安全隐患智慧化管控体系构建

4.1 体系架构设计

建筑工程安全隐患智慧化管控体系采用“云-边-端”三层架构设计,实现数据采集、传输、分析、应用的全流程智能化。终端层为数据采集终端,包括物联网传感器、BIM模型终端、现场监控设备、移动巡检终端等,负责实时采集隐患相关数据,实现现场数据的全面捕捉。边缘层负责数据预处理与本地决策,对终端层采集的数据进行过滤、清洗与初步分析,及时触发本地警报,减少数据传输压力,保障复杂工况下的实时管控。云端层为核心管控平台,集成数据存储、智能分析、协同管理、决策支持等功能,对边缘层上传的数据进行深度挖掘,结合AI算法生成管控建议,实现隐患信息的集中管理与共享。三层架构相互协同,形成“现场监测-本地预警-云端决策”的管控闭环,提升体系的稳定性与智能化水平。

4.2 核心功能模块

智慧化管控体系包含四大核心功能模块,满足安全隐患管控的全流程需求。数据集成模块实现BIM模型数据、物联网监测数据、人工排查数据、整改数据等多源数据的融合集成,建立统一的数据标准与数据库,确保数据共享与互联互通。智能识别与评估模块依托AI算法与混合评估方法,实现隐患的动态识别、风险评估及等级划分,自动生成评估报告与管控建议。协同管控模块支持建设单位、施工单位、监理单位等多方主体协同作业,实现隐患信息实时推送、责任分工明确、整改进度同步,提升协同处置效率^[4]。应急处置模块针对重大风险隐患,提供应急方案库、应急资源调度、应急演练模拟等功能,在隐患引发突发事件时,快速启动应急响应,降低

事故损失。各模块相互联动,形成完整的智慧化管控功能体系。

4.3 管控效果评价

构建多维度管控效果评价指标体系,全面评估建筑工程安全隐患智慧化管控体系的应用效果,为体系优化提供依据。评价指标涵盖管控效率、隐患治理效果、安全绩效、成本控制四个维度,管控效率指标包括隐患识别时长、整改完成率、信息传递效率等;隐患治理效果指标包括隐患复发率、重大隐患消除率、隐患升级率等;安全绩效指标包括安全事故发生率、伤亡人数、经济损失等;成本控制指标包括管控体系建设成本、运维成本、隐患处置成本等。采用定量与定性相结合的评价方法,通过管控平台采集相关数据,结合专家评估与现场核查,计算评价得分,划分优秀、良好、合格、不合格四个评价等级。根据评价结果分析体系存在的不足,优化架构设计、功能模块与管控策略,持续提升智慧化管控体系的应用效能。

结束语

建筑工程安全隐患管控是保障工程顺利推进与人员生命安全的关键。通过构建基于BIM+物联网的动态识别模型、设计混合评估方法、实施分级管控策略以及搭建智慧化管控体系,实现了安全隐患的精准识别、科学评估与高效管控。多维度管控效果评价为体系优化提供了依据。未来,需持续完善管控体系,提升技术水平,以更好地应对建筑工程中的各类安全隐患,推动行业安全发展。

参考文献

- [1]马晓.建筑工程管理中的安全隐患及应对措施[J].居业,2024,(12):185-187.
- [2]栗景柱.住宅建筑工程管理中的安全隐患及防范策略探讨[J].居舍,2024,(13):151-153.
- [3]常磊.建筑工程施工质量安全隐患排查及治理措施[J].城市建筑空间,2025,32(S1):432-433.
- [4]郭卫平.建筑施工现场安全隐患排查与治理[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(09):28-30.