

建筑工程施工现场安全风险动态预警机制构建

叶 健

中铁十一局集团建筑安装有限公司 湖北襄阳

【摘要】建筑工程施工现场环境复杂，安全风险具有动态性和不确定性，易引发安全事故。构建有效的动态预警机制是防范风险的关键。本文聚焦建筑工程施工现场安全风险动态预警机制，探讨其构建的基础、技术应用、运行保障及效能提升路径，旨在为实时监测、精准预警和及时处置施工现场安全风险提供系统性方案，以减少事故发生，保障施工安全，推动建筑行业安全管理水平提升。

【关键词】建筑工程；施工现场；安全风险；动态预警；机制构建

【收稿日期】2025 年 3 月 12 日 **【出刊日期】**2025 年 4 月 8 日

【DOI】10.12208/j.ace.2025000145

Development of dynamic early warning mechanism for construction site safety risks

Jian Ye

China Railway 11th Bureau Group Construction and Installation Engineering Co., Ltd., Xiangyang, Hubei

【Abstract】Construction sites present complex environments where safety risks are inherently dynamic and unpredictable, posing significant risks of accidents. Establishing an effective dynamic early warning system is crucial for risk prevention. This paper focuses on developing a dynamic early warning mechanism for construction site safety risks, exploring its foundational principles, technical applications, operational safeguards, and performance enhancement strategies. The aim is to provide a systematic solution for real-time monitoring, precise risk alerts, and timely response to construction site safety hazards, thereby reducing accidents, ensuring construction safety, and advancing safety management standards in the construction industry.

【Keywords】Construction projects; Construction sites; Safety risks; Dynamic early warning; Mechanism development

引言

建筑行业作为高危行业，施工现场安全事故频发，不仅造成人员伤亡和经济损失，还影响行业可持续发展。随着建筑工程规模扩大和工艺复杂化，安全风险因素日益增多，传统静态管理模式难以应对动态变化的风险。在此背景下，建立能够实时感知、动态分析和及时预警风险的机制尤为重要。研究如何构建科学高效的动态预警机制，成为解决施工现场安全管理难题、提升风险防控能力的迫切需求。

1 明晰安全风险动态预警机制构建基础

建筑工程施工现场安全风险动态预警机制的构建，需以全面掌握风险因素为基础。施工现场是一个复杂的动态系统，风险因素涉及人员、机械、材料、环境和管理等多个维度，且这些因素相互交织、相互影响。在人员维度，施工人员的行为和状态具有高度动态性。不

同施工阶段对人员技能和注意力的要求不同，如基础施工阶段需大量体力劳动，人员易因疲劳出现违规操作；而装饰装修阶段则对精细操作要求高，安全意识稍有松懈就可能引发事故。随着施工周期推进，新员工加入或老员工岗位变动，人员的安全操作熟练程度和安全意识水平都会发生变化。

材料因素同样不容忽视。材料从进场堆放、运输流转至安装使用，每个环节都存在风险。堆放环节若不符合规范，如高度超标、未分类存放，易引发坍塌或滑落事故；运输过程中材料的固定和保护不当，可能造成材料损坏或掉落伤人；材料自身性能也会因环境变化而改变，如水泥受潮结块、钢材锈蚀，不仅影响工程质量，还可能在施工中引发意外^[1]。环境因素的不确定性更为突出，天气变化如暴雨、大风、高温等直接影响施工安全，地质条件的复杂性也可能在施工过程中逐渐暴露，

如开挖作业时遇到未探明的溶洞、流沙层,给施工带来突发风险。管理体系的有效性直接关系到其他风险因素的管控效果,管理制度不完善、责任划分不明确、执行监督不到位等问题,都会导致风险管控漏洞,使各类风险不断累积。

风险识别作为构建基础的核心环节,需要系统且深入的工作方法。首先,要建立全面覆盖施工现场各方面的风险清单。通过对施工全流程的详细梳理,结合同类工程的历史经验和行业规范标准,对不同施工阶段、不同作业类型可能存在的风险进行细致排查。例如在土方开挖阶段,不仅要考虑土方坍塌风险,还要关注周边建筑物沉降、地下管线破坏等衍生风险;在模板支撑体系施工时,除了模板倒塌风险,还要分析脚手架与模板连接部位的稳定性风险^[2]。明确各类风险的具体特征,包括风险发生的常见场景、触发条件以及可能造成的人员伤亡、财产损失和工期延误等后果,为后续风险评估和预警提供清晰依据。

2 运用技术手段实现动态监测预警

动态监测是风险预警的前提,需依托先进技术构建全方位监测体系。物联网技术在施工现场监测中发挥着核心作用。通过在施工现场关键部位和环节部署各类传感器和智能设备,实现对物理环境和施工活动的实时数据采集。在人员管理方面,采用定位传感器和身份识别设备,实时掌握施工人员的位置、行动轨迹以及进入危险区域的情况,便于管理人员及时进行安全提醒和调度。对于机械设施,安装振动、温度、压力等传感器,实时监测设备运行参数,如塔吊的起重量、回转角度、风速等数据,一旦超出正常范围,立即发出异常信号。在材料管理上,利用重量传感器、温湿度传感器等,监测材料堆放数量、环境条件,防止材料损坏和异常流失。

大数据分析技术是处理海量监测数据的关键。施工现场各类传感器和设备产生的数据具有体量大、速度快、类型多的特点,传统的数据处理方法难以满足需求。大数据分析技术通过分布式存储和计算框架,能够高效处理和存储这些数据。利用数据挖掘算法,对采集到的人员行为数据、设备运行数据、环境监测数据等进行关联分析,挖掘数据之间潜在的关系和规律^[3]。分析人员操作行为与设备故障之间的关联,发现某些操作习惯可能增加设备故障概率;研究环境温度、湿度变化与材料性能变化的关系,预测材料因环境因素引发的风险。通过建立数据模型,对施工现场的整体安全状况进行动态评估,及时发现潜在的风险趋势,为风险预警

提供数据支持。

人工智能算法凭借精准预测能力,成为风险预警的核心技术。通过构建风险预测模型,利用机器学习算法对多源数据进行训练,可挖掘风险发生规律。如神经网络算法整合设备参数、人员操作及环境数据,能预测设备故障概率与时间;行为识别算法通过分析人员姿态和轨迹,可提前预警违规操作^[4]。BIM 技术与监测数据的融合实现了风险的三维可视化呈现,管理人员可便捷查看风险类型、严重程度等信息,显著提升了风险预警的效率与准确性。

3 完善机制运行的保障体系

组织架构是安全风险动态预警机制有效运行的重要保障,需建立层级清晰、职责明确的管理团队。在项目层面,成立专门的安全风险预警管理领导小组,由项目经理担任组长,统筹协调整个预警机制的运行。领导小组下设数据采集部门、数据分析部门、风险处置部门等多个职能部门,明确各部门在风险预警工作中的具体职责。数据采集部门负责各类监测设备的日常维护和数据采集工作,确保数据的实时性和准确性,按照规定的频率和标准将数据上传至数据中心。数据分析部门运用专业的技术和方法,对采集到的数据进行深度分析和处理,通过建立风险评估模型,识别潜在风险,确定风险等级,并及时将分析结果反馈给相关部门。

为了实现各部门之间的协同联动,还需建立跨部门的协调机制。通过定期召开协调会议,加强部门间的沟通与交流,及时解决工作中出现的问题和矛盾。建立信息共享平台,实现各部门之间数据和信息的实时共享,确保信息传递的及时性和准确性^[5]。明确各部门在风险预警流程中的工作衔接点和时间节点,制定详细的工作流程图和操作手册,使各部门能够按照统一的标准和流程开展工作。当数据分析部门发出高风险预警后,风险处置部门需在规定时间内启动应急响应程序,组织人员进行现场处置,同时将处置进展情况及时反馈给数据分析部门,形成闭环管理,提高风险预警机制的运行效率。

制度建设在确保预警机制能够顺利运行的过程中起到了至关重要的支撑作用。为了实现这一目标,我们必须构建一个系统化的制度体系,以确保各个环节都能够高效、有序地进行。在风险监测方面,我们需要规范传感器的安装流程、数据采集的标准以及数据传输的规范,从而确保所获取的信息准确无误。此外,建立实时校验与定期抽查机制,可以进一步提高数据的可靠性和预警系统的有效性^[6]。在预警发布环节,我们必

须明确不同级别的预警标准,包括蓝色预警、黄色预警、橙色预警和红色预警,并制定相应的发布流程和传播渠道。这样可以确保在不同紧急情况下,信息能够迅速、准确地传达给相关人员和部门,从而采取及时的应对措施。

4 提升动态预警机制的实际效能

持续优化风险预警模型是提升动态预警机制实际效能的关键所在。建筑工程施工现场的情况复杂多变,风险因素也会随着施工进度、技术工艺、人员设备等因素的变化而不断演变。必须根据施工现场的实际情况和风险变化,定期对预警模型进行校准和更新。在施工过程中,及时收集新出现的风险因素信息,如采用新的施工技术带来的潜在风险、新型设备的故障模式等,并将这些信息纳入预警模型。分析施工过程中产生的新数据特征,如不同季节、不同时间段的施工安全数据变化规律,调整模型的参数和算法,使模型能够更准确地反映施工现场的实际风险状况。通过不断引入新的风险因素和数据特征,提高模型的预测精度,确保预警机制能够及时、准确地发现潜在风险。

建立有效的反馈机制对于优化预警模型至关重要。在预警信号发出后,及时收集预警信号的处置结果和实际风险发生情况。分析预警信息与实际情况之间的偏差,找出预警不准确的原因,如数据采集误差、模型算法缺陷、风险因素考虑不全面等。针对不同的偏差原因,采取相应的改进措施。如果是数据采集问题,调整传感器的安装位置或优化数据采集方法;若模型算法存在缺陷,则改进算法或引入新的算法;对于未考虑到的风险因素,及时将其补充到风险清单和预警模型中^[7]。通过不断分析和调整模型参数,增强模型的适应性和可靠性,使预警机制在实践中不断得到完善和提升。

加强与现场管理融合是发挥动态预警机制作用的关键。将其嵌入施工全过程,使预警信息成为决策依据:施工计划阶段,参考预警安排进度与资源,如依天气预警调整室外作业,据设备故障预警规划检修;施工过程中,以预警优化安全措施,优先整改隐患,强化巡查监管^[8]。同时建立预警与安全管理流程对接机制,如人员违规、设备故障预警后,相关人员能立即响应处置。通

过“监测—预警—处置—反馈”闭环管理,有效控制安全风险,保障施工安全。

5 结语

构建建筑工程施工现场安全风险动态预警机制,需以风险识别与评估为基础,依托技术手段实现动态监测与预警,完善保障体系确保机制有效运行,并通过持续优化提升其效能。这一机制的建立与完善,能够显著提高施工现场安全风险的防控能力,减少安全事故发生。未来,随着技术的不断进步,动态预警机制将朝着智能化、集成化方向发展,进一步实现风险的精准预测和主动防控,为建筑工程施工安全提供更坚实的保障。

参考文献

- [1] 顾涵.基于 BIM 技术改进建筑工程施工现场安全评价方法[J].徐州工程学院学报(自然科学版),2025,40(02):13-19.
- [2] 金祖耕.市政建筑项目施工现场管理策略研究[J].新疆有色金属,2025,48(03):92-93.
- [3] 田茂均.房屋建筑工程施工现场安全监督管理方法研究[J].低碳世界,2025,15(05):67-69.
- [4] 费刘蓉.稷山县建筑工程施工现场安全防护设施标准化[J].陶瓷,2024,(05):219-221.
- [5] 张国兴,杨雅茹,许彬,等.建筑工程施工安全风险影响因素研究[J].河南科技,2024,51(01):154-158.
- [6] 张敏.建筑工程施工现场安全文化建设与管理策略研究[J].居舍,2023,(31):141-144.
- [7] 张红霞.谈建筑工程施工现场的安全风险及管控措施[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(15):26-28.
- [8] 曹利军.新时期建筑工程施工中的安全管理策略研究[J].工程建设与设计,2022,(09):220-222.

版权声明:©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS