

建筑工程施工现场安全管理与风险防控研究

任思广

山东宸居建筑工程集团有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i7.4869

[摘要] 建筑工程施工现场环境复杂、要素多变,安全风险有隐蔽性、突发性、连锁性的特点,给从业人员的生命安全、工程的进度和社会公共利益造成严重的威胁。根据当前的建筑行业数字化转型背景,对施工现场安全风险主要类型进行梳理,分析主流风险识别方法的应用逻辑,并探究融合新技术下实现安全生产的有效手段。通过整合智慧监测、动态管控等前沿实践,创建起全周期、全流程的安全管理体系,为提高建筑工程施工现场安全管理水平、减少风险发生率提供实践经验。

[关键词] 建筑工程; 施工现场; 安全风险; 风险识别; 防控措施; 智慧管控

中图分类号: TV51 文献标识码: A

Research on Safety Management and Risk Prevention and Control of Construction Project Site

Siguang Ren

Shandong Chenju Construction Engineering Group Co., Ltd.

[Abstract] Construction sites are characterized by complex environments and dynamic factors, where safety risks often manifest as hidden, sudden, and interconnected threats. These risks pose severe dangers to workers' lives, project timelines, and public welfare. Against the backdrop of digital transformation in the construction industry, this study systematically categorizes major safety risk types, analyzes the logic behind mainstream risk identification methods, and explores effective approaches to ensure workplace safety through integrated new technologies. By incorporating cutting-edge practices like smart monitoring and dynamic control systems, a comprehensive safety management framework covering the entire lifecycle and process is established. This provides practical insights for enhancing safety management standards and reducing risk incidence in construction projects.

[Key words] construction engineering; construction site; safety risk; risk identification; prevention and control measures; intelligent management

引言

建筑行业是国民经济的支撑性产业,工程建设过程中安全问题直接关乎行业的高质量发展。施工现场是工程建设的主要场所,人员、机械设备、材料、施工工艺等各方面存在交互关系,在露天作业、交叉施工、工况复杂的情况下容易产生安全风险隐患,无法完全清除。随着建筑工业化、数字化转型的发展,传统的依靠经验判断的安全管理模式已经不能适应复杂的工程风险防控要求。因此,对施工现场的安全风险进行系统的界定,改进风险识别的方法,建设准确高效的防控体系,是现阶段建筑工程领域急需解决的问题。本文以行业发展状况为基础,结合前沿技术运用实践,从施工现场安全管理、风险防控角度出发,对行业安全水平的提高给予一定的指导。

1 建筑工程施工现场安全风险主要类型

1.1 人员操作类风险

人员操作类风险为施工现场的第一安全隐患,主要诱因是作业人员的主观意识差、操作技能低、违章作业多。建筑施工人员流动性大,一部分一线工人未能接受系统安全培训,不能掌握操作规程以及风险隐患的识别方法,所以容易出现未按规定佩戴防护用品、攀爬作业、交叉作业配合不默契等情况。同时,疲劳作业、侥幸心理等因素也会导致操作失误,比如高处作业未采取安全带保护措施,起重吊装指挥违章指挥等行为,很容易引发高空坠落等恶性事故。除了管理人员监管不够细致、技术交底未能做好外,在管理疏漏之下,也容易加大人员操作类的风险,造成“操作失误—监管失效—事故发生”的连锁反应^[1]。

1.2 设备设施类风险

设备设施类风险来自施工机械设备自身的缺陷、防护装置

失效以及临时设施搭建不规范,包括起重机械、模板支撑等主要环节。机械设备方面,有的企业在控制成本时采用老旧或者不经常检定的设备,容易造成零部件磨损、安全保护装置失效等问题,如塔吊力矩限制器失灵等,会导致起重吊装事故的发生。临时设施上存在模板支撑体系设计不合理、立杆间距过大、剪刀撑缺失等情况,脚手架搭设不到位、脚手板铺设不牢固,临时用电不符合规范、电线电缆老化破损等问题,都会降低设施的稳定性,引发坍塌、触电等事故。另外,设备设施维护保养缺失会加大风险,未能建立备品备件管理档案、不进行预测性维护,会造成隐患积累,在施工高峰期或者恶劣天气下爆发。

1.3 环境地质类风险

环境地质类风险不确定性大,是由于自然环境的变化和地质条件的复杂性,主要包含极端天气、地质灾害和周边环境干扰等方面。从自然环境上看,大风、暴雨、高温、严寒等极端天气都会影响到施工的安全性,比如大雨会导致高处作业平台失去稳定性,暴雨会造成基坑积水以及边坡塌方隐患,高温会造成人员中暑并降低材料性能。地质条件上,复杂地质区段施工时遇到涌水、涌砂、管涌等灾害,支护措施不合理或者监测不及时会导致基坑坍塌;地下管线分布不清楚会造成施工中的管线损坏,从而产生停水、停电、燃气泄漏等次生灾害。除此之外,在施工现场周边建筑物、道路、地下管线等环境因素影响下,防护措施不完善会导致周围建筑物沉降、道路开裂等问题出现,引发安全纠纷以及安全事故。

2 建筑工程施工现场风险识别主要方法

2.1 BIM技术融合风险识别法

BIM技术融合风险识别法借助建筑信息模型的可操作性以及参数化特点,将施工现场的风险前置到系统化发现阶段,是建筑行业数字转型时期非常热门的方法之一。该方法创建出包含工程地质、建筑结构等各方面的三维BIM模型,结合施工流程和风险因素,实现施工全过程的可视化模拟。识别风险时,利用碰撞检查功能提前发现潜在风险,在地质、气象数据模拟下对不同场景进行施工风险识别,并准确找出风险点。与传统方法不同,它打破“平面图纸加经验判断”的局限,实现风险识别数字化、可视化、前置化,提高准确度和效率,为提前制定防控措施提供数据支持^[2]。

2.2 AI驱动的智能监测识别法

AI驱动的智能监测识别法依靠人工智能算法、物联网传感器以及视频监控技术,建立起实时感知、自主检测的安全风险识别体系,能有效地捕捉施工现场各类安全因素。此法在施工现场设置智能摄像头、位移传感器等感知设备,实时采集作业人员行为、设备运转情况及环境变化等各类信息,再通过AI算法对其进行实时分析。利用AI视频行为分析识别危险行为,通过预判设备运行参数判断大型机械故障风险,对环境数据进行预警,监测环境风险。

2.3 风险矩阵-德尔菲联合分析法

风险矩阵——德尔菲联合分析法通过多种途径对风险进行

辨识和评价,经过多次专家讨论以及量化评分,准确判定出各类风险等级。其核心流程可分为三个部分:其一,组建由施工技术专家、安全管理专家、监理工程师等组成的专家团队,在德尔菲法多轮匿名咨询基础上,梳理现场潜在风险因素及其后果;其二,构建风险矩阵评价模型,将风险发生可能性与危害程度划分为高、中、低三类;其三,根据该模型计算所有风险分数后,通过矩阵方式判定各风险要素的重要性等级以及处理先后顺序。

2.4 工作安全分析与预先危险性分析整合方法

工作安全分析与预先危险性分析整合方法是聚焦具体作业环节的精细化识别方式,对作业流程进行拆解、对潜在危险区域做预判。此法将工作安全分析(JSA)流程拆解为具体作业步骤,并通过预先危险性分析(PHA)提前预判高风险步骤,对高风险环节采用预先危险性分析方法进行分析,给出相应防控措施。例如,深基坑开挖作业可分为测量放线等步骤,并识别出边坡坍塌等危险点^[3]。

3 建筑工程施工现场安全管理风险防控有效措施

3.1 构建智慧化安全监管体系

智慧化安全监管体系以数字化技术为支撑,结合BIM、AI、物联网、大数据等先进技术和手段打造而成,构建起“感知—分析—预警—处置”的全过程监控体系,可有效控制施工现场的安全风险。其主要逻辑是打破传统安全管理信息壁垒,实现人员、设备、环境等各方面数据的实时共享和智能分析,将原来的事后处理转为事前预警和事中控制。技术架构上,前端接入智能感知设备全面采集数据,中间件对接系统处理层,再接入本地手机APP、现场LED看板,后端连接云服务器集群和大数据中心平台,利用算法进行分析,并根据分析结果将控制措施下发至相应地面报警设施,确保控制行动可即时到达一线实际操作点。该体系化管控模式可提高安全管理的效率和精确度,适用于复杂工程风险防控^[4]。

智慧化安全监管体系在深基坑施工过程中可应用,实现从源头到过程、由远及近的风险全周期控制。在该环节,在基坑周围布设位移传感器、沉降传感器、水位传感器等感知设备,定时测量基坑周边建筑物沉降、基坑内水位等关键数据,并建立BIM模型创建基坑施工的数字孪生体,将实时检测数据与模型参数相连接,通过AI算法分析数据变化趋势,提前预判边坡滑动、突涌等危险;当监测数据超出预定阈值时,系统自动通过移动终端App向项目负责人、现场工作人员发送预警信息,联动现场声光报警装置发出警示信号,引导工人迅速撤出。管理者接到预警后,可通过远程视频会商系统邀请相关专家研判,根据需要采取相应措施,再通过系统跟踪处理情况,形成管控闭环。实践证明,该体系可明显缩短深基坑施工的预警反应时间,大幅降低基坑失稳发生概率。

3.2 实施动态分级管控机制

动态分级管控机制的主要思路是根据风险等级变化进行动态调整,以实现控制效果最大化,防患于未然。它打破传统静态管理方式,创建起“风险识别—等级划分—动态调整—精准控制”

的全过程治理机制,根据风险等级确定管控责任人、管控资源配置,在高风险环节重点防控,在中低风险环节高效管控,避免过度管制和管制缺位。该机制的实现依靠完善的风险评价指标体系和实时数据,保证风险等级变更的速度和准确度。其推行流程可分为三个主要步骤:一是初期风险等级判定,根据工程类型等因素,采用风险矩阵—德尔菲联合分析法对施工现场风险分为三类,确定判定标准和管控要求;二是风险等级动态调整,安排智能监测设备收集数据,建立动态调整模型,数据超过阈值时触发等级变更并更新控制措施;三是差异化管控落实,针对不同风险等级配置不同管控资源,一级风险停止作业、邀请专家评审,二级风险加强监督、加大抽查频次,三级风险按照岗位责任制落实责任。该方法主要采用“四不两直”方式开展检查,即对上级机关调研、下级单位自查等各类事项进行暗访,发现存在“四风”问题,突出解决形式主义、官僚主义方面的问题,增强被检单位对安全管理原则落实情况的认识和重视程度。

例如,吊装作业前根据吊装构件的重量、吊装高度、作业环境等因素评价初始风险等级,在吊装过程中通过风速传感器、载荷传感器对环境及设备数据进行实时监测,当风速突然升高或者吊装重量达到额定载重时,系统会自动将风险等级从低调高一,同时强化现场监护、规范信号指挥;若风险等级升至一级,则立即停止作业,等待风险消除后再继续施工。这种动态调整式的控制方式,可使起重吊装作业的风险管控效能提高50%以上,从而降低机械设备伤害、物体打击事故发生频率。

3.3 搭建数字化安全培训体系

数字化安全培训体系以增强作业人员的安全意识和技能为核心,融合VR/AR、线上课程、智能考核等多种方式建立培训闭环,解决传统培训形式单一、效果差的问题。其主要优势是突破时空限制,通过沉浸式体验提高培训的趣味性、实效性,以个性化课程满足不同岗位需求,用智能考核保证培训效果落实。培训流程上,构建各岗位、各工序的课程体系,打造VR/AR事故情景模拟学习软件平台,在线上平台开展自主学习课程,并通过智能考核系统检测培训成果,形成“学习—体验—考核—反馈”的闭环结构^[5]。这能有效提高人员对操作类风险的识别能力和应急处理能力,进而降低此类风险。

以高处作业安全培训为例,利用数字化安全培训体系可以显著增强培训效果。培训开始时,学员先完成线上课程学习,掌握高处作业操作规程、个人防护用品使用方法、风险隐患识别要点等理论知识;再通过VR设备进行沉浸式体验,直观展现高处坠落、物体打击等典型事故场景,进一步加深安全认知;在虚拟场景中进行实操练习,掌握正确佩戴安全带、搭建作业平台等关键操作技能;考试合格后方可上岗作业。与传统课堂讲授式培训相比,沉浸式培训可使人对安全知识的掌握程度从50%提升至70%,违规事件发生率由40%降至16%,有效提升了高处作业环节

的安全生产管理水平。

3.4 建立全要素协同防控模式

全要素协同防控模式的核心是打破施工现场各参与主体“各自为战”的管控障碍,创建起“全员参与、全过程控制、全方位协作”的安全管理模式。施工现场的安全风险涉及建设、施工、监理、分包等众多主体,传统管理模式各主体责任边界模糊,信息流通不畅,导致风险识别不全面、处置不及时,产生管控盲区。全要素协同防控模式以明确各主体责任、搭建协同平台、建立联动机制为手段,将各主体、各环节、各要素有机结合,提高风险防控的系统性和整体性。

以施工现场临时用电风险防控为研究对象,建设单位向施工工地提供地下管线分布资料,施工单位编制临时用电专项方案并组织实施,监理单位对方案执行情况进行监督,分包单位负责本班组作业人员的用电安全培训;当发生电线老化、违规用电等问题时,现场作业人员可通过协同平台向现场指挥中心报警,监理单位及时到现场核实整改情况,并将问题上报建设单位,再由施工单位安排维修队伍解决问题,直至验收合格。通过这种协同防控方式,可防止临时用电安全隐患漏查、错处,缩短事故处置时间,提高防患于未然的效果。

4 结语

建筑工程施工现场安全管理与风险防控关乎行业发展的基础和社会公共利益。随着建筑行业数字化转型的不断深入,利用智慧监测、智能算法等前沿技术创建智慧化安全监管系统,实行动态分级管理,建立数字化安全培训体系,打造全要素协同防控机制,可实现风险的准确识别和有效预防。这些针对传统安全管理问题提出的改进措施,是破解传统安全管理难题的新途径,能推动施工现场安全管理逐步走向科学化、智能化、系统化,为建筑行业高质量发展注入强劲的安全底色。

[参考文献]

- [1]李彦青.建筑工程施工现场安全管理标准化策略研究[J].房地产世界,2023,(13):64-66.
- [2]赵凯霞.建筑工程施工现场安全管理研究[J].住宅与房地产,2023,(17):75-76.
- [3]周旭东.建筑工程施工过程管理和现场安全管理分析[J].房地产世界,2023,(01):118-120.
- [4]张辉鹏.建筑施工现场安全管理存在的问题及对策[J].中国建筑装饰装修,2022,(24):107-109.
- [5]陈兆升,樊怀亮,吴婧.BIM技术在建筑工程现场管理中的应用[J].工程技术研究,2022,7(23):134-136.

作者简介:

任思广(1985--),男,汉族,山东枣庄人,大学本科,工程师,研究方向:建筑工程。