

市政道路工程智慧工地安全管理体系的构建与应用研究

孙哲

(南京睿艺环境工程有限公司, 江苏 南京 210000)

摘要 市政道路施工工期普遍较长, 施工环境多变, 传统的安全管理方式在危险预判、预防控制、人员管理等方面出现反应滞后、工作效率低、信息共享不及时等问题。本文以市政道路为例, 在智慧工地的基础上探讨如何解决上述问题。建立涵盖组织机构、管理制度及工作流程、信息管理系统三位一体的智慧安全管理体系, 采用智能化监控、人员认证、数据整合及分析等方式实现对施工安全风险的实时感知、隐患治理闭环管理和多主体协调决策, 以期为市政道路工程安全管理提供技术参考。

关键词 市政道路工程; 智慧工地; 安全管理体系; 风险管控; 信息化管理

中图分类号:U415; TP29

文献标志码:A

D01:10.3969/j.issn.2097-3365.2026.02.010

0 引言

当前城市基础设施建设力度不断加大, 市政道路工程施工强度大、工序交叉多、安全风险源点多面广、变化频繁, 对安全管理提出更高要求。传统的依靠人工巡检和经验进行安全管理的方式无法及时了解风险情况, 隐患整改无法形成闭环, 对人员不规范行为管控措施单一, 已经不能满足当前工程安全管理的需要。近些年来, 智慧工地技术开始在工程建设中得到应用, 对安全管理工作模式提出了新要求, 可以通过信息化、数字化及智能化的方式将安全管理要素进行整合, 从而达到风险可视化、管理精细化以及决策科学化的目标。因此, 本文围绕市政道路工程实际, 研究智慧工地安全管理体系的构建方法与实施路径。

1 项目概况与安全管理难点

1.1 项目基本情况

某城市核心区市政主干道改扩建工程项目全长7.2 km, 按城市主干路双向六车道标准建设, 设计时速为60 km/h, 拓宽原有路面, 同时埋设雨、污管, 在路上设置交通红绿灯及路灯等相关设施。本项目处于市中心繁华地带, 沿线有大型居民区5处、交通枢纽3处, 施工区域与既有市政管线管网相互交错, 涉及深基坑开挖支护、大型机械占道作业、管线迁改保护等多类高危工序。现场施工高峰期作业人数达320人, 使用挖掘机、压

路机、起重机等大型机械设备85台套, 风险源呈条带状离散分布, 并受城市车流、沿线群众行为等因素影响, 对安全管理工作时效性、针对性、覆盖度提出较高要求。

1.2 传统安全管理模式下的主要难点

1.2.1 风险动态监控难

因本项目为线性施工特点, 各处风险源点多、线长、面广, 如深基坑边坡、高空作业平台、临电设备、管线保护范围等各类风险点多而散, 并处于不断变化中。传统的管理模式是采用人员定时巡检的方式进行管控, 容易造成巡检死角和频率不足等问题, 不能达到全方位全过程管控的目的。对于基坑沉降变形、围挡防护变形、临时用电超载等不易察觉的风险因素缺少有效监测方法, 风险状况信息获取不及时, 无法准确判断风险发展趋势, 经常存在风险预测不准、管控措施不能随风险动态变化等问题, 增加了安全事故发生的可能性。

1.2.2 隐患排查治理闭环效率低

传统隐患排查采用纸质记录、口头交代等方式进行, 排查信息传递路径长、容易产生失真现象, 并且隐患定级没有统一的标准, 造成隐患分级管控针对性较差。隐患整改过程中缺少对整改情况实时监控的工具, 无法明确隐患整改责任人, 隐患整改措施完成后, 还需要依靠人员到现场逐一验收确认, 操作复杂、效率低。有些一般隐患因为排查不到位、整改滞后演变

作者简介: 孙哲(1982-), 男, 专科, 工程师, 研究方向: 市政工程。

成重大隐患，并且隐患排查、整改、验收过程记录分散在不同系统中无法形成闭环管理流程，隐患治理可追溯性差，管控效率低。

1.2.3 人员行为监管手段不足

施工现场人员流动频繁、施工岗位繁多，传统的管理方式主要是依靠项目管理人员在施工现场巡查督导，无法有效实现对全员、全时段作业行为的管理控制。对于违章指挥、违章作业以及没有按照规定穿戴个人防护用品、特种作业人员无证上岗等不安全行为识别滞后，并缺少量化管控依据。缺少对岗前安全教育的有效考核方法，一些工人安全意识差、技术不到位就上岗作业，人员的不安全行为成为引发事故的主要原因。

1.2.4 多方协同与数据共享不畅

本工程参与方众多，包括建设单位、施工单位、监理单位、管线权属单位、交通部门等，在传统管理中，各参与方的安全管理数据分散在各单位各自的管理系统中，并未实现互联互通，信息传递主要依靠开会、发文、发函等形式进行，导致信息传递不及时，容易出现信息偏差现象。安全管控指令发布到执行反馈较为复杂、耗时较长，在发生突发事件后不能及时协同多方进行处理，无法利用各方力量形成安全管理合力，大大降低了整体的安全管理能力和事件应对能力。

2 智慧工地安全管理体系的构建与实施

2.1 体系总体架构设计

2.1.1 管理目标与核心原则

智慧安全管理体系建设以“风险提前防控、隐患及时治理、人员有效掌控、各方联动顺畅”为目标导向，利用管理手段和技术措施实现安全管理由“事后处理”

到“事前预防”的转变，“感性决策”到“理性分析”的转变，“人海战术”到“科技治本”的转变，从而减少事故的发生，提高隐患整改的速度，确保工程建设的安全可控。机制设计坚持以下原则：（1）匹配性，根据市政道路线性、交叉作业多的特点采用适宜的技术及智能化设备，并满足实际操作需求；（2）责任制，明确各部门职能，保证责任到人；（3）过程完整性，明确整个过程中各环节的任务安排，便于控制跟踪；（4）开放性，打破数据孤岛，建立数据共享、联动响应机制，提高统一管控能力^[1]。

2.1.2 组织架构与职责重构

基于智慧管理需求，重构“决策层—管理层—执行层—监督层”四级联动组织架构，明确各层级权责与协同关系，如图 1 所示。

决策层包含建设单位项目负责人、施工单位项目经理、总监理工程师，主要负责体系方案审批、资源配置、重大风险措施审查以及各方协调。管理层包含施工单位安全与技术部门、监理单位安全监理组，负责体系的日常运营管理、对智能监控的数据进行分析判断、对风险等级划分、隐患等级评定以及相应措施确定。执行层包括施工班组负责人、专职安全员、特种作业人员以及智能设备运维人员，负责现场巡查、上报隐患、执行措施。监督层由建设单位安全专员、第三方评估机构组成，负责体系运行考核、风险隐患治理质量复核、提出优化建议^[2]。同时设立跨主体协同小组，吸纳管线权属、交通管理部门专员，处理交叉作业协调与外部环境防控，形成“纵向分级管控、横向协同联动”格局。

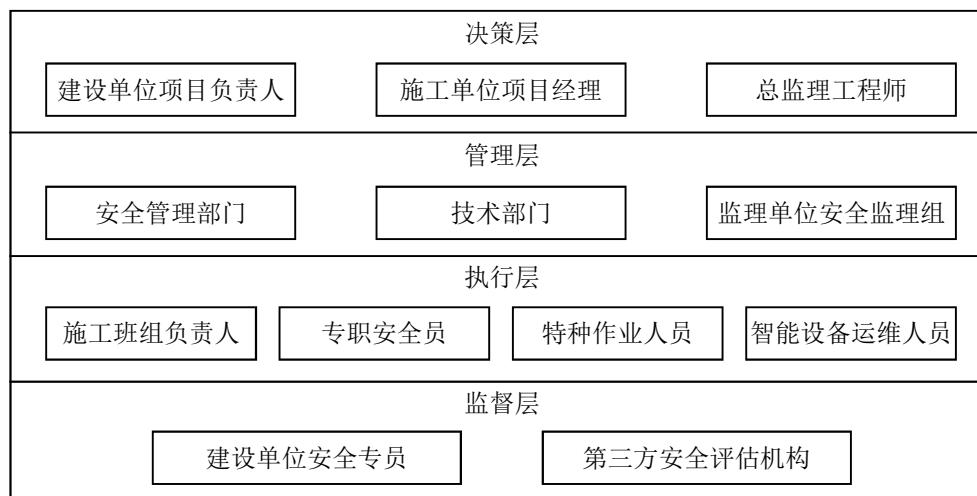


图 1 四级联动组织架构

2.2 体系构建的实施路径

2.2.1 管理体系基础建设与人员组织

管理体系的实施，需先做好基础条件建设工作，对项目安全管理工作现状进行调查摸底，并补充完善管理体系人员队伍，明确各级人员的工作内容及分工协作方式；同时针对相关人员组织开展智能化管理专题教育活动，就智能化管理相关知识、智能化终端应用方法以及规范程序等内容予以学习并考核，成绩合格者准予从事本职工作；建立基本的数据台账，如风险源清单、人员资质档案、设备配置台账等，夯实体系运行的基础管理及人员基础^[3]。

2.2.2 技术工具与管理流程融合

根据施工现场特点布设智能终端，在深基坑、高边坡、高空等危险部位设置视频监控、沉降监测等设施，配置人员实名制闸机、移动端巡检APP等装置。构建智慧安全管控系统，完成智能终端连接及业务数字对应，将风险识别、隐患排查等业务纳入系统，贯通业务信息流，保证信息系统和业务紧密结合，达到业务数据及时收集、准确传递及快速响应。

2.2.3 体系试运行与持续优化

选取典型施工段落进行1~2个月试点运行，成立工作组对实施情况进行监控，并听取各级单位的意见、建议，分析程序的便捷性、适用性和管理的有效性，总结存在问题，改进工序环节、调整机械配置及操作方案，细化相关管理制度措施，在确认有效后再加以推广应用。加强动态完善，分析评估运行情况，不断强化体系适应性和有效性。

2.3 关键管理机制建设

2.3.1 基于智能监控的风险分级管控机制

依托智慧安全管理平台构建风险分级管控核心，结合视频、传感等设备的数据信息，建立风险动态监管模型。对深基坑沉降量、临时用电载荷等数据进行实时采集，并与设定的安全临界值进行比对，确定风险等级后自动发出报警信号，将重大风险直接推送给决策层管理人员，较大及以下风险分别推送给相应的管理层次人员^[4]。建立分级分类管控措施清单，明确各等级风险巡检频率、管控人及处置时间，形成风险“监测—预警—管控—销警”管理闭环。

2.3.2 全员参与的隐患排查与闭环治理机制

隐患排查与治理构建“全员上报、分级审核、限期整改、复核销号”的闭环机制，依托移动端APP实现隐患排查数字化。明确各岗位隐患排查责任与范围，作业人员可实时上传隐患信息及佐证材料，系统自动

分类流转^[5]。管理层线上审核定级，明确整改责任主体与时限，整改过程实时反馈，监督层线上线下复核，合格后归档销号，形成隐患治理全流程可追溯链路，激发全员安全管控积极性。

2.3.3 人员实名制与安全行为积分管理制度

以实名制为基础，整合闸机、视频AI分析技术，建立人员安全行为积分体系。人员入场完成信息备案与资质审核，培训考核合格赋予初始积分，作业中通过AI监控捕捉违章行为，自动扣除对应积分，积分低于阈值暂停上岗并强制复训。积分情况与绩效挂钩，高积分人员给予激励，形成“准入—监测—考核—激励”全链条人员管控机制，规范作业人员安全行为。

2.3.4 多方协同与数据驱动的决策机制

决策机制构建多方共享的数据平台，将建设单位、施工单位、监理单位等相关方的管理数据汇总到平台上，在安全管理上做到实时共享。同时形成定期召开数据研判会议的习惯，根据数据平台进行风险趋势、隐患治理效果等方面的研究并出具相应的报告，辅助决策者做出决策，当发生安全事故或者紧急情况的时候，会自动向相关的各方发出预警提醒。启动联合处置机制，落实各参与方应对职责和程序，提高应急决策能力和联防联控能力。

3 结束语

本研究基于市政道路项目的特点，通过优化组织架构、管理制度及工作流程，提出智慧工地安全管理体系的构建与实施。在此基础上，利用视频监控技术和大数据分析等信息化手段，可对施工现场的安全管理工作进行科学化、智能化管理，从而达到风险实时监控、隐患整改跟踪管理和人员操作全过程监管的目的。未来，需完善人工智能及大数据应用，提高系统的匹配度，在保障城市道路工程项目安全管理水平有效提升方面发挥更好的作用。

参考文献：

- [1] 李汉林.基于智慧工地平台的市政工程施工安全管理体系构建与应用[J].住宅与房地产,2025(32):74-76.
- [2] 黄春辉.市政道路智慧工地的安全监督与管理研究[J].产品可靠性报告,2025(09):185-187.
- [3] 李辉.建设工程中的智慧工地安全管理体系建设[J].城市建设理论研究(电子版),2025(05):46-48.
- [4] 程冠霖,刘辉,王丹.智慧工地安全管理等级体系研究与应用[J].石材,2024(01):31-33.
- [5] 徐修全,肖鸿博,杨晓海.基于智慧工地的信息管理系统应用研究[J].中国战略新兴产业,2025(33):23-25.