

市政工程建设中的安全隐患及管理防控机制构建

罗凤

凤庆县住房和城乡建设局 云南临沧 675900

DOI: 10.12238/ems.v8i1.17644

[摘要] 市政工程作为城市基础设施的核心组成,其建设过程的安全性直接关系公共利益与城市运行稳定。本文基于当前行业发展现状,系统梳理市政工程建设中危大工程结构安全、智能监测盲区、临时设施适配三类核心隐患类型,从技术衔接、管理体系、资源配置三个维度剖析隐患成因,结合双重预防机制、智慧建造等行业热门技术,提出智慧化风险预判、标准化机制落地、全周期责任追溯、精准化人员赋能、跨部门协同应急五条实施路径。研究旨在通过技术赋能与管理创新的深度融合,构建全链条、多层次的安全防控体系,为市政工程安全生产提供实践指引。

[关键词] 市政工程; 安全隐患; 双重预防机制; 智慧监管; 防控体系

引言

在城市建设与发展中,良好的运作往往建立在健全的基础设施建设之上,市政工程如同城市的名片,彰显着城市的形象与实力,影响着地区的经济发展^[1]。市政工程包括道路、桥梁、轨道交通、地下管网等项目,有施工环境复杂、交叉作业多、技术要求多样、社会影响大等特征。随着新型城镇化发展,超深基坑、大跨度桥梁、综合管廊等复杂工程数量不断增多,传统安全管理模式遇到很大挑战。近年来,住建部陆续发布《房屋市政工程生产安全重大事故隐患判定标准》等政策,推动双重预防机制和智慧工地建设,为安全防控提供政策支持。但实际上,结构坍塌、高空坠落、机械伤害等事故仍经常出现,反映出隐患识别不准确、管控措施不落实、责任落实不全面等突出问题。所以,准确识别安全隐患类型、深入分析成因、建立科学有效的防控机制,是保障市政工程建设安全、推动行业高质量发展的关键问题。

一、市政工程建设中的常见安全隐患类型

1.1 危大工程结构安全隐患

危大工程是市政工程安全管控核心,结构安全隐患具高风险性与连锁反应特征。深基坑工程中,支护结构选型与地质不匹配、土方超挖、监测数据滞后等易引发坍塌,软土地区基坑预兆若不及时处置,威胁周边安全。高支模与脚手架工程隐患表现为地基承载力不足等,交叉作业时易因荷载叠加等失稳。起重机械及吊装工程中,塔式起重机附着间距超标等构成重大安全风险,可能导致设备倾覆或构件坠落。

1.2 智能监测盲区安全隐患

智慧工地建设中,监测系统缺陷与场景适配不足形成新型隐患。监测覆盖上,封闭空间和复杂地形边坡因无人机续航等问题形成监测死角,难以及时发现隐蔽隐患。数据应用方面,部分项目存在传感器选型不当等问题,如深基坑监测数据未与 BIM 模型联动,无法自动预警,导致风险响应滞后。此外,监测设备接口不统一、数据标准各异,形成“信息孤岛”,降低隐患识别全面性与精准性。

1.3 临时设施与动态环境适配隐患

市政工程在城市建成区施工,临时设施与周边环境动态适配性不足隐患突出。临时用电方面,特殊作业环境未按规定使用安全电压等易引发触电,雨季或潮湿环境风险提升。临时作业平台隐患表现为搁置点未固定等,高空作业易因荷载波动倾覆。此外,施工中周边环境变化与临时设施适配滞后矛盾突出,如基坑施工引发土体沉降未调整围挡,地下管线探测不全致临时支撑与管线冲突,引发次生灾害^[2]。

二、市政工程建设中的安全隐患成因分析

2.1 技术衔接与标准执行脱节

技术方案与施工实际的衔接失衡是隐患产生的核心技术成因。勘察设计阶段,部分项目未充分考虑施工区域地质水文条件的复杂性,专项施工方案编制流于形式,尤其对超过一定规模的危大工程,未按规定组织专家论证,或论证意见未有效落实到施工环节。施工技术执行层面,存在方案与现场工况脱节问题,如深基坑支护结构施工未严格遵循设计参数,钢筋绑扎、混凝土浇筑等工序质量不符合规范要求,导致结构承载能力下降。技术标准更新与实践应用不同步同样

加剧隐患风险,部分企业仍沿用老旧施工工艺,对新型材料、设备的技术要求掌握不足,如智能监测设备的安装调试未遵循操作规程,导致监测数据失真,无法为风险研判提供可靠依据。

2.2 管理体系与责任落实虚化

安全管理体系不完善与责任传导不畅是隐患滋生的关键管理因素。双重预防机制建设中,部分项目存在风险辨识不全面、分级管控不精准问题,未按风险矩阵法将隐患划分为红、橙、黄、蓝四级管控,导致重大风险未得到重点关注。隐患排查治理环节,闭环管理机制不健全,存在排查记录不规范、整改措施不到位、销号流程不严格等问题,尤其对重大事故隐患,未制定专项治理方案并在规定时限内完成整改。责任落实层面,建设单位首要责任、施工单位主体责任、监理单位监督责任未有效压实,存在“层层递减”现象,部分管理人员未取得安全生产考核合格证书,特种作业人员无证上岗,导致安全管理要求无法有效落地。此外,差异化监管机制执行不力,未根据风险等级调整巡查频次,对重大风险项目未实现每月至少一次巡查的要求。

2.3 资源配置与环境适配不足

资源投入不足与环境动态变化的适配滞后是隐患扩大的重要外部因素。在人力资源配置上,一线作业人员多为劳务分包队伍,安全意识薄弱、专业技能不足,对风险辨识方法、应急处置措施掌握不熟练,尤其在有限空间作业等特殊场景,未严格执行“先通风、再检测、后作业”原则,易引发中毒窒息事故。在设备资源投入上,部分企业为控制成本,未按

规定配备合格的安全防护用品与智能监测设备,老旧机械未及时更新换代,安全装置缺失或失效问题突出。环境因素方面,市政工程施工受天气、地质、周边构筑物等多重影响,极端天气下未及时停止高空作业、地质条件突变未调整施工方案、周边管线迁改滞后未采取防护措施等,均易诱发安全隐患。同时,“智慧化工地”建设投入不均衡,小型项目缺乏必要的数字化监管手段,难以适应复杂环境下的安全管控需求。

三、市政工程建设中的安全隐患及管理防控机制构建实施路径

3.1 构建智慧化风险预判体系

依托数字孪生与智能感知技术,打造“空天地”一体化风险预判平台,实现隐患早识别、早预警、早处置。采用无人机+激光雷达+AI 算法的协同模式,对深基坑、高支模等危大工程进行每周 2-3 次全覆盖扫描,通过三维点云数据与 BIM 模型比对,自动识别边坡变形、构件位移等异常情况,识别精度控制在毫米级。在封闭空间作业中,部署搭载双光识别单元的机器狗,精准检测混凝土缺陷与违规作业行为,实现室内外监测无死角。建立标准化数据接口,整合传感器、监控设备、人员定位等多源数据,基于 IFC 数据标准实现跨平台数据共享,通过改进的 YOLOv8 目标检测算法,对未佩戴安全帽、违规动火等行为进行实时识别,识别准确率达 98% 以上。构建风险预测模型,采用 LEC 评价法对作业条件危险性进行量化评估,结合历史数据与实时监测结果,实现风险等级动态调整与自动预警^[3]。

表 1 市政工程安全风险分级管控标准

风险等级	判定依据	管控主体	监管频次
重大风险 (红)	4 项及以上危大工程同时施工, 极易引发群死群伤事故	企业层+项目层	每月不少于 1 次
较大风险 (橙)	存在危大工程施工作业, 可能引发人员重伤事故	项目层+监理单位	每 2 个月不少于 1 次
一般风险 (黄)	常规作业存在安全风险, 可能引发少量人员重伤	项目部	每季度不少于 1 次
低风险 (蓝)	作业环境稳定, 风险后果较轻	作业班组	每半年不少于 1 次

3.2 推进双重预防机制标准化落地

以“五有”标准为核心,推动双重预防机制从制度建设向实践落地转化,实现风险分级管控与隐患排查治理闭环管理。建立全覆盖的风险辨识机制,由建设单位牵头,组织参建各方在开工前对全施工周期风险进行系统识别,参照《房屋市政工程生产安全重大事故隐患判定标准》,形成风险清

单并明确等级。制定差异化管控措施,对重大风险项目实施提级管理,配备专职安全员,每月至少开展一次专项研判;对较大风险项目强化过程管控,每 2 个月开展一次巡查评估;对一般及低风险项目实施常态化监管,确保管控措施与风险等级匹配(见表 1)。健全隐患排查治理体系,通过智慧监管平台实现隐患登记、评估、报告、整改、销号全流程数字

化记录，对重大事故隐患实行挂牌督办，要求 1 个月内完成整改并动态清零。建立奖惩激励机制，将双重预防机制运行效果与企业安全诚信挂钩，对表现优秀的单位减少执法检查频次，对落实不力的依法严肃处罚。

3.3 建立全周期责任追溯机制

依托区块链与信息化技术，构建“责任可追溯、行为可监控、数据可核查”的全周期管理体系，压实参建各方主体责任。明确责任划分标准，建设单位履行首要责任，牵头组织风险识别与等级研判，每季度向主管部门报送风险管控表；施工单位承担主体责任，制定专项施工方案并严格执行，落实隐患排查治理“五到位”；监理单位履行监督责任，对危大工程实施旁站监理，审核整改方案并跟踪落实。建立数字化责任台账，将参建各方负责人、安全管理人员、特种作业人员的履职行为纳入智慧监管平台，通过 UWB 定位技术记录人员到岗情况，实现责任与具体岗位、具体环节精准绑定。引入区块链技术对隐患排查治理、方案审批、验收记录等关键数据进行存证，确保数据不可篡改，为事故调查与责任认定提供可靠依据。完善“安责险+双重预防体系”运作模式，推动保险费率与企业安全绩效挂钩，激励企业主动落实安全责任。

3.4 实施精准化人员赋能体系

围绕“懂风险、会操作、能应急”的目标，构建分层分类的人员安全赋能体系，提升全员安全管控能力。基于此，建立三级培训机制，企业层重点培训管理人员的风险研判与应急指挥能力，项目层聚焦施工技术与安全规范培训，班组层强化岗位风险告知与操作技能训练，将双重预防机制知识纳入必修内容。创新培训方式，采用 VR 沉浸式体验、BIM 交互式动画等数字化手段，模拟深基坑坍塌、高空坠落等事故场景，提升培训针对性与实效性；对特种作业人员实行“线上考核+现场实操”双认证模式，确保持证人员具备相应技能。建立“安全明白人”培育制度，每个重点项目培养 2-3 名双重预防机制骨干，负责现场风险辨识、隐患排查与技术指导。完善全员参与机制，设立隐患举报奖励制度，鼓励一线作业人员主动发现并上报隐患，形成“人人讲安全、事事为安全、时时想安全”的良好氛围^[4]。

3.5 构建跨部门协同应急机制

整合住建、应急、市政、消防等多方资源，建立“预防-预警-响应-处置”全链条协同应急体系，提升风险处置能力。制定专项应急预案，针对危大工程坍塌、有限空间中毒、火灾爆炸等典型事故场景，明确应急响应流程、救援队伍分工、物资调配方案，定期组织跨部门联合演练。建立动态预警联动机制，智慧监管平台与地方应急管理系统实时对接，当监测数据超出阈值或发生突发事件时，自动触发分级预警，同步推送信息至相关责任单位与监管部门。优化应急资源配置，在重点区域预设应急物资储备点，配备抢险救援机器人、便携式监测设备、应急照明等专业装备，确保快速响应。建立事故复盘与改进机制，对发生的安全事故或未遂事件，深入分析原因，查找防控漏洞，及时调整管控措施与应急预案，实现“处置-复盘-改进”的持续优化。

四、结语

市政工程建设安全防控是一个系统工作，要统筹技术改进、管理提升与责任执行，建立“技术助力、管理增效、责任完整”的防控系统。本文分析危大工程结构安全、智能监测空白、临时设施匹配这三类主要隐患，从技术、管理、资源三个角度说明原因，给出智慧化风险预判、标准化机制实施等五条实施办法，既符合双重预防机制、智慧建造等行业政策要求，又加入 AI、BIM、区块链等新技术，有较强实践意义。之后，随着数字化转型不断推进，市政工程安全防控要进一步加强数据引导、深化跨领域合作、优化全周期管理，持续提高隐患识别的准确度、管控措施的效果与应急反应的速度。只有这样做，才能从根源上防止重大事故发生，保障市政工程建设安全进行，为城市高质量发展提供安全保障。

【参考文献】

- [1] 魏强. 市政工程施工中的安全管理与质量控制研究 [J]. 城市建设理论研究（电子版），2024，（24）：187-189.
- [2] 王士民. 关于市政工程建设管理的问题探析 [J]. 城市建设理论研究（电子版），2023，（15）：157-159.
- [3] 陈春庆. 浅谈市政工程建设管理中存在的问题及对策 [J]. 建筑与预算，2021，（08）：20-22.
- [4] 荆强. 市政工程建设管理要点及管理体系的完善 [J]. 中国住宅设施，2021，（07）：43-44.