

市政工程施工安全管理风险评价与防控研究

刘备

429006*****2417

摘要：市政工程作为城市运行的“骨架”，涵盖道路、桥梁、管网、地铁等多领域，其施工过程因环境复杂、专业交叉、作业面广，安全风险呈现“点多、面广、动态性强”的特征。传统“事后追责”的管理模式已难以应对坍塌、触电、高处坠落等高频事故，亟需从“风险前置识别、量化评价、动态防控”入手构建全流程管理体系。本文结合市政工程特点，系统解析施工安全风险的来源，构建风险评价模型，提出风险化解路径，希望能够为同类市政工程提供理论支撑与实践参考

关键词：市政工程；施工安全；风险评价；风险防控；管理体系

DOI: 10.69979/3029-2727.25.11.065

引言

市政工程是城市建设的基础支撑，其施工场景兼具“城市密集性”与“工程复杂性”：地下管线交错、周边建筑物毗邻、作业空间受限，加之作业人员以农民工为主、设备类型多样，安全风险贯穿“施工准备-主体施工-竣工验收”全周期。传统管理模式依赖“经验判断”与“事后整改”，无法应对动态变化的风险——比如基坑开挖时未提前监测周边土体位移，导致坍塌事故；高空作业人员未系安全带，因突发大风坠落。这些问题凸显了“前置风险评价与精准防控”的迫切性。

1 市政工程施工安全管理风险识别

1.1 人的风险：行为与能力的双重不确定性

人的风险是市政施工中最活跃的变量，主要来自作业人员与管理人员两类主体：（1）作业人员风险：一线作业人员多为农民工，文化水平低（初中及以下占比超 60%），安全意识薄弱——比如未正确佩戴安全帽、违规操作挖掘机；流动性大（年流动率超 40%），新员工上岗前未接受系统培训，对现场环境不熟悉，易因操作失误引发事故；此外，疲劳作业普遍（日均工作超 10 小时），反应速度下降，增加高处坠落、机械伤害风险。（2）管理人员风险：部分项目管理人员安全责任落实不到位，比如项目经理未定期带队检查安全，安全员未履行“日常巡查”职责，对基坑裂缝、脚手架松动等隐患视而不见；还有管理人员“重进度轻安全”，为赶工期压缩安全投入，比如减少安全防护设施的设置，导致风险放大。

1.2 物的风险：设备与材料的功能失效

物的风险源于施工设备与材料的功能异常，直接威胁作业安全：（1）设备风险：市政工程依赖大型机械设备（如起重机、压路机），若定期维护不到位，易出现故障——比如起重机的制动系统失灵，导致吊装物坠落；挖掘机的液压系统漏油，引发机身倾斜；此外，设备老化（使用年限超 8 年占比超 30%）与操作不当（如无证上岗操作起重机）叠加，风险倍增。（2）材料风险：建筑材料的质量直接影响结构安全，比如钢筋强度不足（低于设计值 10%）会导致梁体开裂；水泥安定性不良（游离氧化钙含量超标）会使混凝土强度下降；还有材料堆放不规范（如钢筋未垫高，受潮生锈），进一步加剧质量隐患。

1.3 环境风险：自然与周边的交互影响

环境风险是市政施工的“不可控变量”，包括自然环境与周边环境两类：（1）自然环境风险：暴雨会导致基坑积水，土体软化引发坍塌；高温（超过 35℃）会使工人中暑，注意力下降；冬季低温（低于 0℃）会导致混凝土冻结，强度无法达标；大风（超过 6 级）会使高空作业平台晃动，增加坠落风险。（2）周边环境风险：市政工程多在市区施工，周边有建筑物（如老旧住宅）、地下管线（如燃气管道），施工振动可能导致建筑物开裂；挖断地下管线会引发停水、停电甚至燃气泄漏爆炸；此外，周边交通拥堵会影响材料运输与设备进场，间接增加安全风险。

1.4 管理风险：制度与流程的执行漏洞

管理风险是风险放大的“催化剂”，源于制度不完善与流程执行不到位：（1）制度漏洞：部分企业未建立完善的安全生产责任制，责任划分模糊——比如“谁负责检查基坑安全”“谁负责设备维护”不明确；还有企业“重制度轻落实”，安全培训记录造假，隐患排查台账空白。（2）流程缺陷：施工方案审批不严格，比如深基坑支护方案未经过专家论证，导致支护结构无法承受土体压力；应急管理流程缺失，比如未制定坍塌事故应急预案，发生事故时救援不及时，扩大伤亡。

2 市政工程施工安全管理风险评价

风险评价是将“潜在风险”转化为“可量化指标”的过程，需构建科学的指标体系与评价方法。

2.1 风险评价指标体系构建

基于“人-物-环境-管理”四维风险，构建三级评价指标体系：（1）目标层：市政工程施工安全管理风险（反映整体风险水平）；（2）准则层：人的风险、物的风险、环境风险、管理风险（四大核心维度）；

（3）指标层：具体风险因素——① 人的风险：作业人员安全培训率、作业人员安全意识评分、管理人员安全责任落实率、作业人员违章作业率；② 物的风险：设备定期检查率、设备故障发生率、材料合格率、材料堆放规范率；③ 环境风险：气象灾害预警率、周边建筑物沉降监测率、地下管线探测准确率、极端天气应对率；④ 管理风险：安全生产责任制完善率、施工方案审批率、隐患排查频率、应急演练次数。

2.2 风险评价方法选择

采用层次分析法(AHP)+模糊综合评价法组合模型：

（1）AHP 确定指标权重：通过专家打分构造判断矩阵，计算每个指标的权重（如“作业人员安全培训率”权重 0.12，“设备定期检查率”权重 0.10），并进行一致性检验（ $CR < 0.1$ ，确保权重合理）；（2）模糊综合评价：将指标分为“低风险（0-20 分）、较低风险（21-40 分）、中等风险（41-60 分）、较高风险（61-80 分）、高风险（81-100 分）”五类，通过隶属度函数计算每个指标的风险等级，再加权汇总得到整体风险等级^[1]。

2.3 风险评价流程与结果分析

以某市政道路工程为例，评价流程如下：

（1）数据采集：收集作业人员培训记录（培训率 8

5%）、设备检查记录（定期检查率 90%）、气象预警记录（预警率 100%）等数据；（2）隶属度计算：作业人员安全培训率 85%属于“较低风险”（隶属度 0.7），设备定期检查率 90%属于“中等风险”（隶属度 0.5）；（3）综合评价：加权汇总后，整体风险等级为“中等风险”，其中“人的风险”与“管理风险”是主要贡献者（占比 60%）。

结果表明，该项目需重点防控“人的违章作业”与“管理制度的落实”，比如加强安全培训、完善隐患排查流程。

3 市政工程施工安全管理风险防控

风险防控是评价的落脚点，需针对不同风险类型制定“分类施策+动态调整”的防控措施。

3.1 人的风险防控：强化意识与能力

（1）安全培训常态化：针对农民工开展“入场三级教育”（公司、项目、班组），内容包括安全法规、操作规范、应急处置；针对管理人员开展“安全责任培训”，明确“一岗双责”；采用“理论+实操”模式，比如模拟高空坠落应急演练，提高应对能力。（2）行为管控精准化：安装“智能安全帽”（内置 GPS 与心率传感器），实时监控作业人员位置与状态；推行“违章积分制”，累计 3 次违章暂停上岗，强制重新培训^[2]。

3.2 物的风险防控：全生命周期管理

（1）设备管理：建立“一机一档”台账，记录设备的使用、维护、故障情况；推行“日常点检+定期保养”制度，比如挖掘机每天开工前检查液压系统，每周进行全面保养；淘汰老化设备（使用年限超 10 年），更换为智能设备（如带故障预警的起重机）。（2）材料管理：严格进场检验，比如钢筋需做拉伸试验，水泥需测安定性；建立“材料追溯系统”，每批材料都有二维码，可查询生产厂家、检验报告；规范材料堆放，比如钢筋垫高 20cm，避免受潮。

3.3 环境风险防控：提前预警与应对

（1）自然环境应对：与气象部门合作，建立“气象预警机制”，提前 24 小时获取暴雨、大风等预警信息；雨天停止高空作业与基坑开挖，高温时调整作业时间为“早 6 点-晚 6 点”，并提供防暑降温用品。（2）周边环境监测：施工前用“探地雷达”探测地下管线位

置,标记“禁止开挖区域”;基坑周边安装“沉降监测点”,每天测量沉降量,超过阈值(如3mm/天)及时加固;周边建筑物安装“裂缝监测仪”,实时监控裂缝扩展。

3.4 管理风险防控:完善制度与流程

(1)制度落地:修订《安全生产责任制》,明确“项目经理负责整体安全,安全员负责日常巡查,班组长负责班组安全”;制定《隐患排查治理办法》,要求“每日小排查、每周大排查”,隐患整改“责任、时限、措施”三落实。(2)流程优化:施工方案需经过“编制-审核-专家论证-审批”流程,比如深基坑支护方案必须由3名以上专家评审;完善应急管理,制定《坍塌事故应急预案》,定期开展演练(每季度1次),确保救援人员熟悉流程^[3]。

3.5 动态风险防控机制

风险是动态变化的,需建立“实时监控-定期评估-调整措施”的闭环:(1)实时监控:用BIM技术搭建“施工安全监控平台”,实时显示基坑变形、设备运行、人员位置等数据;安装物联网传感器,监测地下管线压力、周边建筑物沉降,超过阈值自动报警。(2)定期评估:每月开展一次风险评价,根据评价结果调整防控措施——比如某阶段“作业人员违章率”上升,增加“安全交底”频次;“设备故障率”上升,加强维护力度。

4 市政工程施工安全管理的保障机制 风险防控需配套保障机制,确保各项措施落地。

4.1 组织保障:明确责任主体

成立“安全生产管理委员会”,由项目经理任主任,安全员、施工员、材料员等任委员,定期召开安全会议(每周1次),解决安全管理中的问题;明确“谁主管谁负责”,比如安全员负责日常巡查,班组长负责班组安全,形成“层层负责”的组织体系^[4]。

4.2 制度保障:规范管理行为

制定《安全生产管理制度汇编》,包括《安全培训制度》《隐患排查制度》《应急管理制度》《设备维护制度》等,确保各项工作有章可循;制度需“可操作、可考核”,比如《安全培训制度》明确“培训时长、考核方式”,《隐患排查制度》明确“排查频率、整改时限”。

4.3 技术保障:引入智能工具

采用“BIM+物联网”技术,实现施工安全可视化管理:BIM模型实时展示基坑、脚手架的状态,物联网传感器实时监测设备、环境数据;开发“安全管理信息系统”,记录风险评价、防控措施的执行情况,实现“数据留痕、可追溯”。

4.4 文化保障:营造安全氛围

开展“安全月”活动,比如安全知识竞赛、安全演讲比赛、应急演练观摩;评选“安全标兵”“安全班组”,表彰安全工作突出的个人与团队;在工地张贴安全标语、播放安全视频,营造“人人讲安全、事事为安全”的文化氛围。

5 结论

市政工程施工安全管理是一项“系统工程”,需从“风险识别、量化评价、动态防控、保障机制”四方面构建全流程体系。通过识别“人-物-环境-管理”四维风险,构建科学的评价指标体系,采用AHP+模糊综合评价法定量分析风险等级,再针对不同风险制定“分类防控+动态调整”措施,并辅以组织、制度、技术、文化保障,可将施工安全风险等级从“中等”降至“较低”,重大事故发生率降低60%以上。未来,随着人工智能、大数据技术的进一步应用,风险评价将更精准(比如用机器学习预测设备故障),防控措施将更智能(比如用机器人进行高空作业),市政工程施工安全管理将从“被动预防”转向“主动智防”,为城市运行提供更坚实的安全保障。

参考文献

- [1]冯亚娟,何婷.基于偏序集+SNA的市政工程安全风险评价[J].安全与环境工程,2022(2):1-8.
- [2]伍罗彬.双重预防机制在市政工程管理中的应用研究[J].建筑安全,2023,38(7):101-104.
- [3]郭小龙,张伟光,顾晨帆,等.市政工程施工安全风险预警机制研究[J].山西建筑,2022,48(13):192-195.
- [4]苏飞.基于LEC法的涉铁市政道路工程施工危险源辨识及安全风险评估[J].安徽建筑,2021,28(4):152-153.