

# 城市更新背景下市政基坑施工周边环境风险防控研究

李建新

福州外语外贸学院 福建 福州市 350502

**摘要：**在城市更新纵深推进背景下，老旧城区市政改造与地下空间开发项目持续增加，市政基坑施工普遍面临场地受限、建构筑物密集、管线繁杂、人车流量集中等复杂工况。相较于新区基坑工程，老城基坑施工风险具备复杂性、突发性和连锁性特征，易诱发土体沉降、管线破损、建筑开裂及施工扰民等安全与环境问题。为精准管控城市更新场景下的基坑施工风险，本文结合老城工程建设特点，从地质扰动、构筑物损伤、管线破坏、生态及社会安全多维度识别核心风险因子，剖析当前基坑施工防控、管理及监测环节的现存短板。本文构建“风险识别—分级评价—精准防控—动态监测”全流程风险防控体系，提出针对性技术优化、现场管控与智能监测策略。研究表明，适配老城复杂工况的动态精细化防控体系，可有效降低基坑施工环境扰动，规避连锁灾害风险，保障城市更新工程安全绿色推进，可为同类市政基坑工程提供理论与实践参考。

**关键词：**城市更新；市政基坑；施工风险；周边环境；风险防控；动态监测

Research on Risk Prevention and Control of Surrounding Environment for Municipal Foundation Pit Construction under the Background of Urban Renewal

Jianxin Li

Fuzhou University of International Studies and Trade, Fuzhou, Fujian, 350502

**Abstract:** With the indepth advancement of urban renewal, municipal reconstruction and underground space development projects in old urban areas keep increasing. Municipal foundation pit construction generally faces complex working conditions including limited construction sites, dense buildings, complicated pipelines and heavy pedestrianvehicle flow. Compared with foundation pit projects in new urban districts, construction risks in old urban areas are characterized by complexity, suddenness and chain effect, which may easily induce safety and environmental problems such as soil settlement, pipeline damage, building cracking and constructionrelated public nuisance. To precisely control foundation pit construction risks in the context of urban renewal, this paper identifies core risk factors from multiple dimensions including geological disturbance, structural damage, pipeline failure, ecological and social safety, combined with the construction features of old urban projects. Existing deficiencies in preventioncontrol, management and monitoring links of current foundation pit construction are analyzed. A wholeprocess risk prevention and control system of “risk identification — grading evaluation — targeted prevention and control — dynamic monitoring” is constructed, and targeted strategies for technical optimization, site management and intelligent monitoring are put forward. The research shows that the dynamic and refined preventioncontrol system adapted to complex working conditions of old urban areas can effectively reduce environmental disturbance caused by foundation pit construction and avoid chain disaster risks. It ensures the safe and green implementation of urban renewal projects, and provides theoretical and practical references for similar municipal foundation pit projects.

**Keywords:** Urban renewal; Municipal foundation pit; Construction risk; Surrounding environment; Risk prevention and control; Dynamic monitoring

## 引言

随着我国城市发展由增量扩张转向存量提质，城市更新成为城市高质量发展的核心抓手，老旧城区道路改造、管网更新、地下管廊建设、小区提质等市政工程持续推进。市政基坑作为地下工程核心施工环节，在城市更新项目中应用广泛。相较于新区空旷场地基坑施工，老旧城区基坑工程受密集建筑、繁杂管线、狭

窄场地、密集人车流量多重约束，施工环境更为复杂。

城市更新区域老旧建（构）筑物多、管线服役年限长、地层受前期施工扰动破碎，基坑开挖引发的土体位移、地下水扰动与施工振动，极易突破周边环境承载极限，诱发路面塌陷、墙体开裂、管线破损、扬尘噪声污染等风险，不仅造成经济损失，还威胁居民安全、扰乱城区正常生活秩序。当前市政基坑多沿用传统

新区防控模式,未适配老城复杂工况,存在风险识别片面、防控粗放、动态监测滞后等问题,难以应对复合型环境风险。

基于此,本文结合城市更新特殊工况,系统剖析市政基坑施工环境风险机理与类型,梳理防控短板,构建全周期精细化风险防控体系,提出适配老城场景的防控技术与管理对策,对提升市政工程施工安全、降低环境扰动、实现工程与城市协调发展具有重要现实意义。

## 1 城市更新场景下市政基坑施工特征与风险机理

### 1.1 市政基坑施工核心特征

城市更新区域的市政基坑工程区别于常规新建基坑工程,具备鲜明的场景特殊性。一是施工场地受限,老城区道路狭窄、建筑密集,基坑多紧邻既有住宅楼、商铺、市政道路,无充足施工操作空间,大型机械作业受限,施工难度大幅提升;二是周边保护对象密集,基坑周边分布老旧砖混建筑、老旧给排水、燃气、电力管线及城市交通干道,保护等级高、容错率极低;三是地层条件复杂,老城经过多年工程建设,土体多次受扰动,地层不均匀、软弱夹层多,地下水分布紊乱,土体稳定性差;四是施工干扰性强,城区人流、车流量大,施工与市民生活高度重叠,环境扰民风险与施工安全风险相互叠加<sup>[1]</sup>。

### 1.2 周边环境风险形成机理

市政基坑施工环境风险的核心诱因是基坑开挖卸荷引发的土体应力重分布与地下水场扰动。基坑开挖过程中,原有土体平衡状态被打破,坑侧土体产生侧向位移,坑底土体出现回弹隆起,进而引发周边地表不均匀沉降。位移与沉降变形会通过土体介质持续传递,作用于周边建(构)筑物与地下管线,当变形量超出结构允许阈值时,即产生结构损伤、开裂、倾斜等病害。同时,基坑降水、止水帷幕渗漏会引发地下水位波动,加剧土体固结沉降,进一步放大环境风险。此外,施工机械振动、土方开挖扬尘、施工废水噪声等,会直接造成生态环境与人居环境破坏,形成复合型环境风险<sup>[2]</sup>。

## 2 市政基坑施工周边环境风险类型识别

结合城市更新老城复杂工况,通过梳理工程实践与文献研究,将市政基坑施工周边环境风险划分为构筑物风险、地下管线风险、地质环境风险、生态人居风险四大核心类型,各类风险相互关联、极易产生连锁反应。

### 2.1 周边建(构)筑物破损风险

城市更新区域临近基坑的老旧建筑多建设年限久、基础埋深浅、结构整体性差、抗变形能力弱。基坑开挖引发的地表不均匀沉降与侧向土体位移,会导致建筑基础出现倾斜、脱空,进而引发墙体开裂、屋面破损、结构变形,严重时会造成建筑局部坍塌。同时,施工机械振动会与老旧建筑产生共振,加剧结构损伤,尤其对于砖混结构、砖木结构老旧建筑,破损风险极高,直接威胁

居民居住安全<sup>[3]</sup>。

### 2.2 地下管线破损泄漏风险

老旧城区地下管线布局杂乱、资料缺失严重,给排水、燃气、电力、通信管线纵横交错,部分管线超期服役、材质老化、接口松散。基坑施工引发的土体沉降与位移,会对地下管线产生拉伸、挤压、剪切作用,极易造成管线开裂、接口脱落、管线断裂,引发漏水、漏气、断电、通信中断等事故。其中燃气管线破损易引发爆炸、火灾等重大安全事故,给排水管线泄漏会冲刷土体、加剧基坑坍塌风险,形成连锁安全隐患。

### 2.3 地质与道路安全风险

老城扰动地层稳定性差,基坑分层开挖、降水作业易引发坑壁滑移、边坡失稳、坑底隆起等基坑本体病害,进而导致周边市政道路沉降、开裂、塌陷。城市更新工程多位于城市核心通行路段,道路塌陷、沉降会直接阻断城市交通,引发交通拥堵、交通事故,同时土体失稳会破坏区域地层结构,对周边后续更新工程施工造成长期地质隐患<sup>[4]</sup>。

### 2.4 生态与人居环境风险

市政基坑露天施工会产生大量扬尘、施工噪声、机械尾气与施工废水,对周边人居环境造成严重影响。城区施工场地狭小,扬尘无法快速扩散,易造成区域空气质量下降;施工机械、土方作业产生的噪声会干扰周边居民日常作息;施工废水无序排放易污染城区地表径流与地下水体,同时施工废渣、建筑垃圾堆放不当会造成市容环境破坏,引发民生投诉与环保处罚,影响工程施工进度<sup>[7]</sup>。

## 3 现阶段风险防控存在的主要问题

### 3.1 风险识别片面,分级管控缺失

当前多数市政基坑施工前期勘查工作粗放,对老旧城区复杂管线、老旧建筑基础参数、扰动地层情况勘查不彻底,存在风险识别盲区。施工单位多采用统一防控标准,未根据周边保护对象等级、基坑开挖深度、地质条件开展风险分级评价,对高风险建筑、重要管线未落实专项防控措施,低风险区域过度防控、高风险区域防控不足的问题突出,风险防控精准度极低<sup>[5]</sup>。

### 3.2 防控技术适配性不足,措施较为粗放

部分施工单位照搬新区基坑施工防控技术,未适配城市更新狭窄场地、复杂周边环境工况。支护结构选型不合理,狭小场地未采用微型支护、组合支护体系,常规支护结构施工易扰动周边土体;止水、降水工艺粗放,地下水管控不到位,引发土体固结沉降;对老旧管线、建筑未设置隔离防护、加固缓冲措施,仅依靠被动防护,无法有效阻断风险传递路径。

### 3.3 动态监测体系不完善,预警滞后

现阶段基坑监测多以人工定期监测为主,监测点位布设稀疏、监测频率偏低,无法实时捕捉土体沉降、结构变形的动态变化。

监测数据整理分析滞后,缺乏智能化预警机制,当变形数据接近预警阈值时,无法及时发出预警信号,往往在出现明显破损、沉降病害后才发现风险,错失最佳防控时机。同时,监测多聚焦基坑本体,对周边建筑、管线、道路的联动监测不足,无法实现全过程风险预判。

### 3.4 现场管理不规范,协同管控薄弱

城市更新市政工程多为小型零散改造项目,施工队伍专业化水平参差不齐,现场精细化管理缺失。施工过程中存在超挖、快挖、无序降水等违规作业行为,加剧土体扰动;现场管线保护、扬尘降噪、边坡防护等管控措施落实不到位。同时,施工、监理、建设及管线产权单位协同机制不完善,信息互通不及时,管线迁改、建筑防护、交通疏导等工作衔接不畅,易引发管控漏洞与安全事故。

## 4 精细化环境风险防控体系构建与实施对策

### 4.1 开展全方位勘察,落实风险分级管控

施工前期开展全方位精细化勘察,结合管线探测仪、地质雷达、三维扫描等设备,全面排查基坑周边地下管线分布、材质、服役年限、老旧建筑基础结构及地层扰动情况,建立周边环境保护台账。基于勘察结果,依据保护对象重要程度、基坑开挖深度、地质条件开展风险分级评价,将风险划分为高、中、低三个等级。对紧邻老旧建筑、燃气主干管的高风险区域,制定专项施工方案与应急处置预案;对中低风险区域优化常规防控措施,实现“一区域一策略”的精准防控,杜绝粗放式管控。

### 4.2 优化适配性防控技术,阻断风险传递路径

结合城市更新狭窄施工场景,优化基坑支护与防护技术体系。狭小场地优先采用微型桩、钢板桩、地下连续墙等小型化、低扰动支护结构,搭配被动区注浆加固,提升围护体系刚度,限制土体侧向位移与坑底回弹。针对周边老旧建筑,采用高压旋喷桩、树根桩设置隔离防护帷幕,阻断土体变形传递路径,同时对建筑基础进行注浆加固,提升结构稳定性。针对老旧管线,采用人工探挖替代机械开挖,对重要管线实施悬吊加固、包裹防护,根据工况合理开展管线迁改,杜绝管线挤压、拉伸损伤。优化降水止水工艺,合理设置止水帷幕深度,采用按需降水、回灌补水技术,稳定区域地下水位,避免土体固结沉降。

### 4.3 搭建智能动态监测预警体系

构建基坑本体+周边环境一体化智能监测体系,在基坑边坡、周边道路、老旧建筑、关键管线布设自动化监测点位,实时采集土体沉降、侧向位移、结构倾斜、地下水位、振动频率等核心数据。依托大数据平台实现监测数据实时传输、自动分析、动态更新,设置分级预警阈值,当数据超标时自动发出声光预警与信息推送,实现风险早发现、早预警、早处置。同时加密关键区域监测频率,高风险区域实行全天候实时监测,定期对比分析数据变

化规律,预判风险发展趋势,为施工调整提供数据支撑。

### 4.4 规范现场管理,完善多方协同机制

强化施工现场精细化管控,严格执行分层、分段、对称、均衡开挖原则,严禁超挖、快速开挖,严控单次开挖深度与开挖范围,减少土体应力扰动。规范施工操作流程,落实扬尘喷淋、噪声管控、废水收集等绿色施工措施,降低生态人居环境影响。建立施工、监理、建设、管线产权及社区多方协同管控机制,施工前完成管线交底、安全交底,施工过程定期开展联合巡查,及时协调解决管线保护、交通疏导、居民沟通等问题。同时完善应急处置预案,配备应急物资与抢险队伍,针对坍塌、管线泄漏、建筑破损等突发风险,快速启动应急处置,降低事故损失。

### 结论:

城市更新背景下的市政基坑施工受复杂场地、老旧构筑物、密集管线、城区人居环境多重约束,环境风险具备复合型、连锁性、突发性的显著特征,传统粗放式施工防控模式已无法适配老城更新工程的安全建设需求。本文通过系统研究,明确了市政基坑施工周边建筑破损、管线泄漏、道路地质隐患、生态人居环境四大核心风险类型,剖析了当前工程存在的风险识别不全面、防控技术适配性差、智能监测滞后、现场协同管控薄弱等突出问题。

研究构建了“前期精细化勘察、风险分级管控、适配性技术防控、智能动态监测、多方协同管理”的全流程环境风险防控体系,通过精准识别风险、优化防控技术、完善监测预警、规范现场管理,可有效降低基坑施工对周边土体、构筑物、管线及人居环境的扰动,规避连锁安全与环境风险。该防控体系贴合城市更新老旧城区复杂施工工况,针对性强、实操性高,能够有效提升市政基坑工程施工安全性与绿色化水平。

未来可结合不同老城地质条件、更新工程类型,进一步优化风险评价指标体系,引入BIM、物联网、人工智能技术,实现基坑施工风险的智能化预判、自动化管控,持续完善城市更新市政工程风险防控技术体系,助力城市更新工程高质量、安全化、绿色化推进。

### 参考文献:

- [1] 梁保真. 邻近既有建(构)筑物基坑工程研究现状综述[J]. 岩土工程技术, 2024(5):321-326.
- [2] 王卫东. 软土深基坑变形及环境影响分析方法与控制技术[J]. 岩土工程学报, 2024(3):412-419.
- [3] 杨军伟. 临近既有地铁隧道深基坑施工变形控制技术研究[J]. 工程技术研究, 2025(6):89-91.
- [4] 熊鹏辉. 城市更新工程深基坑施工技术研究[J]. 市政技术, 2025(8):102-105.
- [5] 梁森. 城市复杂环境下基坑支护施工安全管理研究[J]. 工程建设与设计, 2026(2):156-158.