

市政工程深基坑施工安全风险识别与防控措施研究

沙 鹏 殷雪刚

青岛崂山湾投资有限公司 山东 青岛 266000

摘 要：市政工程深基坑施工环境复杂、风险点密集，易引发坍塌、涌水等安全事故，严重威胁人员与财产安全。本文基于深基坑施工相关理论及规范，遵循全面、科学、动态原则，采用多种识别方法，系统排查施工前期、过程中及后期各类安全风险，明确风险成因与影响范围。结合施工实际，从前期准备、过程管控、后期防护及监测预警四方面，制定针对性防控措施，构建全过程管控体系，为深基坑施工安全提供理论支撑与实践指导。

关键词：市政工程；深基坑施工；安全风险识别；防控措施

引言：随着城市化进程加快，市政工程建设规模持续扩大，深基坑施工应用愈发广泛。市政深基坑多位于城市繁华地段，周边建筑物密集、地下管线繁杂，且地质条件复杂，施工安全风险突出，事故发生率较高。当前部分工程存在风险识别不全面、防控措施不到位等问题，影响工程安全与周边环境。因此，开展深基坑施工安全风险识别与防控研究，对降低事故发生率、保障工程推进具有重要现实意义与应用价值。

1 市政工程深基坑施工相关理论基础

1.1 市政工程深基坑界定与特点

（1）深基坑界定标准：依据国家相关规范，市政工程中深基坑界定需满足两类条件之一，一是基坑开挖深度 $\geq 5\text{m}$ ，二是开挖深度虽 $< 5\text{m}$ ，但地质条件复杂、周边有重要建筑物、地下管线或地下设施，需进行专项支护和监测的基坑。市政工程因地处城市核心区域，界定标准更注重周边环境的影响，需结合现场实际勘察结果综合判定。（2）市政工程深基坑施工特点：施工环境复杂，多位于城市繁华地段，周边建筑物密集、地下管线繁多，施工空间受限；施工难度大，地质条件多变，易出现坍塌、涌水等隐患；工期紧、交叉作业多，需协调交通、管线管理等多方单位；安全风险高，一旦发生事故，易造成人员伤亡和重大财产损失。（3）市政工程深基坑施工核心流程：核心流程分为前期准备、开挖支护、监测管控、基坑回填四个阶段，前期准备含地质勘察、方案编制与审批；开挖支护遵循“分层开挖、分段支护”原则，同步落实降水措施；监测管控贯穿施工全程，重点监测基坑位移、沉降等指标；回填阶段需分层夯实，确保基坑稳定性^[1]。

1.2 深基坑施工安全风险相关理论

（1）风险识别理论：核心是全面排查施工各环节潜在风险，采用现场勘察、经验判断、专家论证等方法，

识别基坑坍塌、涌水涌砂、管线破坏等风险类型，明确风险来源、影响范围及触发条件，为后续风险管控奠定基础。（2）风险评估理论：通过定性定量相结合的方式，对识别出的风险进行分级，评估风险发生概率及造成的损失程度，划分风险等级，优先管控高等级风险，制定针对性的应对策略，降低风险发生概率。（3）风险防控理论：遵循“预防为主、防治结合”原则，针对不同等级风险制定防控措施，包括技术防控、管理防控和应急防控，通过完善施工方案、加强现场管控、配备应急物资，实现风险全过程管控。

1.3 市政工程深基坑施工安全管理相关规范

（1）国家及行业相关规范要求：核心规范包括《建筑基坑工程监测技术标准》《建筑深基坑工程施工安全技术规范》等，明确了基坑设计、施工、监测、验收的基本要求，规范施工行为，保障施工安全。（2）地方市政工程专项规范补充：各地结合本地地质条件、市政工程特点，制定专项补充规范，细化基坑施工管控要求，重点针对城市地下管线保护、交通疏导等场景补充具体规定，增强规范的针对性和可操作性。（3）规范在实际施工中的应用要点：施工前需严格按照规范编制专项施工方案并审批；施工中严格落实规范要求，控制开挖速度、支护质量；监测数据需符合规范阈值，异常情况及时启动应急处置，确保规范落地执行。

2 市政工程深基坑施工安全风险识别

2.1 风险识别原则与方法

（1）风险识别基本原则：遵循全面性原则，全面覆盖施工全流程、各环节，不遗漏任何潜在风险；遵循科学性原则，结合地质条件、施工工艺等实际情况，采用科学方法开展识别；遵循动态性原则，根据施工进度、环境变化实时更新风险清单；遵循针对性原则，聚焦市政工程周边环境复杂、作业难度大的特点，重点识别高

风险环节。(2)常用风险识别方法:主要包括文献研究法,梳理国内外同类工程风险案例,借鉴成熟识别经验;现场勘查法,深入施工场地,排查地质条件、周边建筑物及管线分布等潜在风险;专家访谈法,邀请行业专家结合施工实际,分析可能存在的风险点;德尔菲法,通过多轮专家咨询,汇总风险识别意见,确保识别结果准确^[2]。(3)市政工程深基坑风险识别流程:首先明确识别范围和目标,涵盖施工前期、施工过程及后期全阶段;其次收集相关资料,包括地质勘察报告、设计方案、周边环境资料等;然后采用多种识别方法排查风险点,梳理风险类型及成因;最后整理风险清单,明确风险等级,形成风险识别报告,为后续风险管控提供依据。

2.2 施工前期安全风险识别

(1)地质勘察不足引发的风险:地质勘察范围不全面、数据不准确,未能及时发现软土、流沙、地下水富集等不良地质条件,易导致基坑开挖过程中出现坍塌、涌水等安全事故,影响施工安全。(2)设计方案不合理风险:支护结构设计不符合现场地质条件,支护强度不足、选型不当;基坑开挖坡度、分层开挖厚度设计不合理,易引发支护结构变形、基坑坍塌,增加施工风险。

(3)地下管线探测不全面风险:市政场地地下管线种类繁多,若探测不全面、定位不准确,施工过程中易挖断燃气、供水、供电等管线,引发泄漏、停电等安全事故,影响周边居民生活及施工安全。

2.3 施工过程中安全风险识别

(1)基坑开挖作业风险:开挖速度过快、分层开挖厚度超标,破坏基坑土体稳定性;开挖顺序不合理,导致土体应力集中,引发基坑边坡坍塌;未及时清理开挖弃土,增加基坑荷载,诱发安全隐患。(2)支护结构施工风险:支护桩、锚杆等施工质量不达标,出现断桩、锚杆锚固力不足等问题;支护结构施工与开挖作业衔接不当,暴露时间过长,导致支护结构变形、失稳。(3)降水排水作业风险:降水方案不合理,降水深度不足或过度降水,导致基坑周边土体沉降,影响周边建筑物安全;排水系统堵塞,基坑内积水无法及时排出,软化土体,降低基坑稳定性。(4)现场作业人员操作风险:作业人员未严格遵守安全操作规程,违规开挖、违规作业;未佩戴安全防护用品,高空作业未采取防护措施;特种作业人员无证上岗,操作不规范,易引发安全事故^[3]。

2.4 施工后期及周边环境安全风险识别

(1)基坑回填作业风险:回填土质量不达标,含有杂物、淤泥等,分层夯实不到位,导致回填后基坑沉降,影响周边建筑物及道路稳定性;回填顺序不合理,

易造成支护结构损坏。(2)周边建筑物、道路沉降风险:基坑施工过程中土体扰动、降水影响,导致周边建筑物墙体开裂、基础沉降;周边道路出现沉降、开裂,影响交通通行安全,甚至引发二次事故。(3)恶劣天气引发的次生风险:暴雨、台风等恶劣天气,易导致基坑边坡冲刷、坍塌;暴雨引发积水,加剧土体软化;大风天气影响高空作业安全,诱发次生安全风险。

3 市政工程深基坑施工安全风险防控措施

3.1 施工前期防控措施

(1)完善地质勘察与设计方案审核:施工前委托具备资质的勘察单位,扩大勘察范围、细化勘察深度,全面排查不良地质条件,确保勘察数据真实准确,为设计提供可靠依据。组织专家对设计方案进行严格审核,重点核查支护结构选型、开挖坡度、降水方案等是否符合现场实际,对不合理之处及时优化调整,确保设计方案科学可行,从源头降低施工风险。(2)强化地下管线排查与保护:联合市政、燃气、供水、供电等相关单位,采用专业探测设备对施工区域地下管线进行全面排查,明确管线位置、走向、埋深及规格,绘制详细的管线分布图。针对重要管线,制定专项保护方案,采用隔离防护、悬吊保护等措施,施工前设置明显警示标识,严禁违规开挖,安排专人现场监护,防止管线损坏引发安全事故。(3)做好施工前安全技术交底与培训:施工前组织全体作业人员开展安全技术交底,详细讲解施工方案、风险点及防控措施、安全操作规程等,确保每位作业人员明确岗位职责和安全要求。开展针对性安全培训,重点培训支护施工、降水作业、应急处置等技能,对特种作业人员进行专项考核,无证人员严禁上岗,提升作业人员安全意识和操作水平。

3.2 施工过程中防控措施

(1)基坑开挖作业规范化管控:严格遵循“分层开挖、分段支护、限时封闭”的原则,控制开挖速度和分层开挖厚度,严禁超挖、乱挖。合理规划开挖顺序,避免土体应力集中,开挖过程中及时清理弃土,严禁将弃土堆放在基坑周边,防止增加基坑荷载。开挖到位后,及时进行支护施工,缩短土体暴露时间,保障基坑稳定性。(2)支护结构施工质量与安全管控:加强支护结构施工全过程质量管控,严格检验支护材料质量,确保符合设计要求。施工过程中重点监控支护桩、锚杆等施工工序,规范施工操作,防止出现断桩、锚杆锚固力不足等问题。定期检查支护结构变形情况,发现异常及时采取加固措施,确保支护结构安全可靠。(3)降水排水系统优化与管控:根据地质条件和地下水情况,优化降

水方案,合理设置降水井位置和深度,控制降水速度和降水量,避免过度降水导致周边土体沉降。完善排水系统,定期检查排水管道和水泵运行情况,及时清理堵塞物,确保基坑内积水能够及时排出,防止土体软化引发基坑坍塌^[4]。(4)现场作业人员安全管理:建立健全现场安全管理制度,安排专人负责现场安全巡查,严厉查处违规作业、违章指挥行为。要求作业人员全程佩戴安全防护用品,高空作业必须搭设安全防护设施,设置安全警示标识。定期开展安全巡查,及时消除现场安全隐患,保障作业人员人身安全。

3.3 施工后期及周边环境防控措施

(1)基坑回填作业安全管控:严格把控回填土质量,严禁使用含有杂物、淤泥、冻土的回填土,分层进行回填,控制回填厚度,采用专业设备分层夯实,确保回填密实度符合规范要求。合理规划回填顺序,避免回填过程中损坏支护结构,回填完成后及时清理现场,做好后续防护工作。(2)周边环境动态监测与防控:建立周边环境动态监测体系,重点监测周边建筑物、道路的沉降、倾斜及裂缝情况,设置监测点位,定期采集监测数据,对比分析变化趋势。若监测数据超出预警阈值,立即停止施工,采取加固、卸载等防控措施,防止周边环境损坏引发二次事故。(3)恶劣天气应急防控预案:结合施工区域气象特点,制定暴雨、台风等恶劣天气应急防控预案,明确应急组织机构、职责分工和应急处置流程。提前储备应急物资,如沙袋、水泵、应急照明等,恶劣天气来临前,停止室外作业,加固基坑边坡和临时设施,及时清理排水通道,暴雨后全面排查基坑安全,确认无隐患后再恢复施工。

3.4 安全风险监测与预警体系建设

(1)监测指标与监测方案制定:结合基坑规模、地质条件和周边环境,确定监测指标,主要包括基坑边坡位移、沉降、倾斜,支护结构内力,地下水水位、水压等。制定科学的监测方案,明确监测点位、监测频率、监测方法和数据阈值,监测频率根据施工进度和基坑稳

定性动态调整,确保监测数据全面、准确。(2)监测设备选型与安装:选用精度高、稳定性强的监测设备,如位移计、沉降计、测斜仪等,确保监测数据可靠。按照监测方案精准安装监测设备,对设备进行调试和校准,定期检查设备运行状态,及时维修或更换故障设备,确保监测工作持续正常开展;监测设备安装位置做好防护措施,防止被施工损坏^[5]。(3)预警机制与应急响应流程:建立分级预警机制,根据监测数据与阈值的差值,划分红色、橙色、黄色三个预警等级,明确各等级预警触发条件和处置措施。安排专人负责监测数据整理、分析,及时发布预警信息,确保相关人员第一时间收到预警。制定应急响应流程,预警发布后,立即启动对应等级应急处置,组织人员疏散、隐患排查和加固处理,最大限度降低安全事故损失。

结束语

本文围绕市政工程深基坑施工安全风险识别与防控展开系统研究,明确了深基坑施工各阶段的核心风险点,提出了涵盖前期、过程、后期及监测预警的全方位防控措施,形成了科学完善的风险管控思路。研究表明,只有全面识别风险、精准落实防控措施、健全监测预警体系,才能有效规避安全事故。后续可结合具体工程案例优化防控方案,进一步提升措施的针对性与可操作性,为市政深基坑施工安全管理提供更有力的支撑。

参考文献

- [1]廖维刚.水下开挖法在市政工程深基坑施工中的应用[J].中小企业管理与科技,2022,18(07):187-191.
- [2]凡志平.市政工程深基坑施工工艺及质量安全控制分析[J].低碳世界,2021,7(20):126-129.
- [3]张敏,高洪亮.市政工程深基坑施工技术探讨[J].科技创新与应用,2023,17(03):254-257.
- [4]甘亦伟.试析市政工程深基坑施工工艺及质量安全控制策略[J].科技与企业,2025,25(09):121-124.
- [5]张萍.浅谈市政工程深基坑施工工艺及质量安全控制[J].工程与建设,2024,28(04):223-225.