

市政管道渗漏的预防技术措施研究

解晓辉

西安高新矩一建设管理股份有限公司 陕西 西安 710000

摘要：市政管道渗漏问题直接影响城市基础设施安全与运行效率，需系统研究预防技术措施。本文针对市政管道渗漏，从地质条件、管材质量、施工工艺、运行维护等多维度分析渗漏主因，包括基础处理不当、接口施工缺陷、回填压实不足等。基于此，提出覆盖设计、施工、材料选择及运行维护的全流程预防技术体系，涉及地质勘察优化、管材接口设计、非开挖修复技术应用等措施。研究旨在为市政管道工程的渗漏防控提供系统性技术参考，提升管网运行可靠性与耐久性。

关键词：市政管道渗漏；预防技术；措施研究

引言：市政管道作为城市给排水、燃气等公共服务的关键载体，其渗漏问题易引发道路塌陷、水资源浪费及环境污染等连锁风险。当前，我国城市管网建设规模持续扩大，但因地质条件复杂、施工质量参差不齐及运维管理滞后等因素，管道渗漏事故频发，不仅增加运维成本，更威胁城市安全运行。为此，深入剖析渗漏成因并构建科学预防体系具有重要工程价值。从市政管道渗漏的影响因素出发，结合工程实践，系统探讨设计、施工及运维阶段的技术防控措施，为提升市政管道抗渗漏能力提供理论与实践支撑。

1 市政管道渗漏预防技术的概述

市政管道渗漏预防技术是保障城市基础设施稳定运行的关键。市政管道承担着城市供水、排水、燃气输送等重要功能，一旦发生渗漏，不仅会造成资源浪费，还可能引发道路塌陷、环境污染等严重问题，甚至威胁公共安全。因此，预防技术的研究与应用意义重大。市政管道渗漏预防技术涵盖设计、施工、材料和运维等多个环节，具有系统性和综合性的特点。在设计阶段，需通过详细的地质勘察，合理设计管道基础和结构；施工过程中，要严格把控管材安装、接口处理、回填土压实等关键工序；材料选择上，采用符合质量标准的管材、接口填料及防水材料；运行维护阶段，则需建立定期巡检和信息化管理机制，及时发现并处理潜在隐患。随着技术发展，非开挖修复、高压注浆等新技术不断涌现，为渗漏预防与治理提供了更高效的手段^[1]。

2 市政管道渗漏的主要原因分析

2.1 地质条件与基础处理不当

地质条件是影响市政管道稳定性的重要因素。部分区域存在软土地基、湿陷性黄土、膨胀土等特殊地质，若前期勘察不充分，未针对不同地质特性采取合理处

理措施，易导致管道基础沉降不均。施工时，基础处理未严格按照设计要求进行，如未对软弱地基进行加固，或处理深度、范围不足，都会使管道在运行过程中因基础变形产生裂缝，进而引发渗漏。此外，地下水水位变化、季节性冻融等自然因素，若未在设计和施工中充分考量，也会加剧基础破坏，威胁管道完整性。

2.2 管材质量与接口施工缺陷

管材质量直接关系到市政管道的使用寿命和防渗性能。一些施工单位为降低成本，选用劣质管材，这些管材存在壁厚不均、抗压强度不足、抗腐蚀性差等问题，易在使用过程中出现破损。接口施工是管道连接的关键环节，若接口处理不当，将成为渗漏的主要通道。例如，刚性接口未充分振捣密实，柔性接口密封材料填充不饱满、粘接不牢固，或接口处未按规定清理干净，都可能导致接口处密封性下降，外界水或其他介质渗入管道，造成渗漏。

2.3 检查井与附属设施施工质量问题

检查井与附属设施是市政管道系统的重要组成部分，其施工质量影响整体防渗效果。检查井砌筑过程中，砖砌体灰缝不饱满、砂浆强度不足，井壁与管道连接处未做防水处理或处理不到位，容易形成渗漏通道。此外，井盖、井座安装不规范，与井体连接不紧密，雨水或地表水会顺着缝隙流入井内，长期侵蚀井壁和管道接口。

2.4 回填土压实不足与外部荷载影响

回填土施工质量对管道的稳定性和密封性至关重要。实际施工中，常出现回填土土质不符合要求，混入建筑垃圾、冻土等杂质的情况，导致回填土密实度难以达标。同时，回填过程中未按规范分层回填、分层压实，或压实机械选择不当、压实遍数不足，使得回填土

空隙率过大,无法对管道形成有效支撑和保护。

2.5 运行维护管理不到位

市政管道运行维护管理是保障其正常运行的重要环节,但实际工作中存在诸多不足。部分城市缺乏完善的管道巡检制度,巡检周期过长、巡检范围不全面,难以发现早期渗漏隐患。对于已发现的渗漏问题,维修不及时,小问题逐渐发展成大故障。此外,管道日常清洁和疏通工作不到位,淤泥、杂物堆积导致管道内部压力增大,加速管道破损和渗漏^[2]。

3 市政管道渗漏的预防技术措施

3.1 设计阶段的技术措施

3.1.1 地质勘察与基础设计优化

在市政管道设计前,需开展全面且深入的地质勘察,采用钻探、物探等技术,精准掌握地层结构、土质特性、地下水位及变化趋势等参数。依据勘察结果,对特殊地质区域制定针对性基础设计方案,如针对软土地基采用换填、桩基础或深层搅拌加固,在湿陷性黄土地区优化排水系统防止地基浸水湿陷,通过科学设计提升基础承载能力与稳定性,避免因地质因素引发管道沉降渗漏。

3.1.2 管材选择与接口设计

管材选择应综合考虑使用功能、环境条件及经济性,优先选用高强度、耐腐蚀、柔韧性好的管材,如HDPE双壁波纹管、球墨铸铁管等。接口设计需匹配管材特性,刚性接口采用高强度混凝土并加强振捣密实度,柔性接口选用性能优良的橡胶圈、密封胶等材料,同时优化接口结构形式,增加止水构造,确保接口连接紧密,从源头提升管道整体抗渗漏能力。

3.1.3 检查井与附属设施设计

检查井设计时,合理规划尺寸、形状及布局,井壁采用防水性能良好的材料,如防水混凝土或在砌筑后涂抹防水涂料,井壁与管道连接处增设止水环等构造措施。附属设施如阀门、伸缩节等,需根据管道运行压力、温度等参数选择适配型号,设计时预留足够的安装、检修空间,确保安装精度与密封性,避免因检查井及附属设施缺陷导致渗漏。

3.2 施工阶段的技术措施

3.2.1 基础处理与沟槽开挖

基础处理需严格遵循设计要求,对软弱地基进行换填、强夯等加固处理,确保基础承载力达标。沟槽开挖时,控制槽底平整度与坡度,避免超挖扰动原土,若发生超挖需用砂石等材料回填压实。同时,做好沟槽排水措施,防止地下水或雨水浸泡地基,开挖完成后及时对

槽底进行检测验收,为管道安装奠定坚实基础,减少因基础沉降引发的渗漏风险。

3.2.2 管材安装与接口施工

管材安装前需逐根检查质量,剔除裂缝、破损等不合格管材。安装过程中,严格控制管道轴线与高程,确保管道顺直、接口对齐。接口施工是关键环节,刚性接口需保证混凝土浇筑振捣密实,柔性接口要清理干净承插口,精确安装橡胶圈,确保密封材料填充饱满、连接紧密。施工后及时对接口进行养护,避免外力扰动,保证接口的密封性和稳定性。

3.2.3 检查井砌筑与防水处理

检查井砌筑采用强度合格的砖块和砂浆,保证灰缝饱满、错缝砌筑,墙体垂直度与平整度符合规范要求。井壁与管道连接处预留凹槽,填充密封材料并设置止水带。砌筑完成后,对井壁内外表面进行防水处理,涂抹防水涂料或铺贴防水卷材,重点加强阴阳角、管道穿墙等易渗漏部位的处理,确保检查井整体防水性能,防止外部水渗入。

3.2.4 回填土压实与分层夯实

回填土应选用符合要求的土质,严禁使用建筑垃圾、冻土等杂质土。回填过程中严格执行分层回填、分层夯实原则,每层回填厚度控制在规范范围内,采用合适的压实机械与方法,确保压实度达到设计标准。加强边角、井周等部位的夯实,必要时采用人工夯实或小型机具补夯,使回填土均匀密实,为管道提供稳固支撑,减少因回填不实导致管道受力不均而产生渗漏的情况。

3.3 材料选择与质量控制

3.3.1 管材质量标准与检测

管材质量是保障市政管道防渗的核心。需严格遵循国家标准,如塑料管材的环刚度、拉伸强度,金属管材的壁厚均匀度、防腐层质量等必须达标。进场时,核查质量证明文件,并抽样检测,包括抗压、抗渗、耐久性试验,严禁不合格管材入场。施工过程中,妥善存储管材,避免暴晒、挤压变形,安装前再次检查外观与尺寸,确保管材性能稳定,为管道防渗漏筑牢基础。

3.3.2 接口填料与防水材料选择

接口填料与防水材料直接影响管道连接密封性。刚性接口宜用高强度微膨胀水泥砂浆,添加防水剂提升抗渗性;柔性接口选用耐老化、弹性好的橡胶圈或粘结力强的密封胶。防水材料优先选用聚氨酯防水涂料、自粘防水卷材等,要求具备优异耐水性、耐候性。材料选择时,结合工程环境对比性能参数,通过小样试验验证密封与适配效果,保障接口防水质量。

3.3.3 检查井材料与配件质量

检查井材料与配件质量关乎井体防水性能。井壁采用防水混凝土或高强度砖材,搭配抗渗砂浆砌筑,确保结构密实。井盖、井座需具备足够承载能力,连接处设橡胶密封圈防渗漏;阀门、伸缩节等配件要求耐腐蚀、耐高压,密封性能达标。材料进场严格核验合格证与检测报告,对关键配件抽样测试,安装前复检外观与功能,避免因材料缺陷引发渗漏问题。

3.4 运行维护管理措施

3.4.1 定期巡检与清洁

定期巡检是及时发现市政管道渗漏隐患的重要手段。建立科学的巡检制度,对重点区域、关键节点加密巡检频次,采用人工巡查结合 CCTV 检测、声呐探测等技术,及时发现管道裂缝、接口渗漏等问题。同时,定期开展管道清洁工作,利用高压水枪、清管器等设备清除管道内淤泥、杂物,防止因堵塞导致内部压力升高引发渗漏,保持管网畅通,降低运行风险。

3.4.2 预防性维护与应急响应

预防性维护可有效降低管道渗漏概率。根据管道使用年限、运行状况制定维护计划,对老旧管道、易损部位提前加固或更换。建立完善的应急响应机制,储备充足的抢修材料与设备,组建专业抢修队伍,一旦发生渗漏事故,迅速启动应急预案,缩短处理时间,减少因渗漏造成的资源浪费和环境影响,保障城市基础设施稳定运行。

3.4.3 管网数据管理与信息化应用

借助信息化技术实现管网数据的高效管理。建立市政管网地理信息系统(GIS),整合管道位置、材质、使用年限等数据,实时监控管网运行状态。利用大数据分析技术预测管道渗漏风险,为维护决策提供依据。通过信息化平台,实现各部门数据共享与协同作业,提升管理效率,推动市政管道运维从被动抢修向主动防控转变,增强管网运行安全性与可靠性。

3.5 新技术与新材料的应用

3.5.1 非开挖修复技术

非开挖修复技术凭借对环境影响小、施工效率高的优势,成为市政管道渗漏治理的重要手段。其中,紫外光固化内衬修复技术通过将浸有树脂的软管翻转送入管道,利用紫外光照射使树脂固化,形成新的内衬层,有效修复管道裂缝与渗漏点;局部点状原位固化技术则针

对局部破损,采用气囊将树脂材料压紧在缺陷处固化,精准解决渗漏问题。此类技术无需大面积开挖路面,可减少交通与周边环境的干扰,缩短修复周期,尤其适用于城市核心区域的管道修复。

3.5.2 高压注浆技术

高压注浆技术利用高压设备将水泥浆、化学浆液等注入管道周边土体或渗漏部位,通过填充、挤压和固化作用实现防渗堵漏。对于因基础沉降导致的管道渗漏,可向管道基础下方注入水泥-水玻璃双液浆,提升地基承载力并封堵渗水通道;针对管道接口渗漏,采用聚氨酯等化学浆液进行高压灌注,浆液遇水膨胀后填充缝隙,形成密实的防水屏障。该技术操作灵活,能精准控制注浆范围与压力,对复杂渗漏问题具有显著治理效果。

3.5.3 新型防渗漏材料

新型防渗漏材料的研发与应用为管道防渗漏提供了创新解决方案。纳米复合防水涂料具有优异的抗渗性与耐候性,通过纳米级颗粒填充缝隙,形成致密防水膜;自愈合橡胶密封材料在受到外力破坏后,可依靠内部化学物质的反应自动修复微小裂缝,持续保持密封性能;生态型膨润土防水毯则利用天然膨润土遇水膨胀的特性,实现物理封堵渗漏。这些材料绿色环保、性能卓越,在管道接口处理、检查井防水等环节应用广泛,有效提升市政管道的防渗漏能力^[3]。

结束语

市政管道渗漏预防是一项系统工程,需贯穿设计、施工、运维全生命周期。通过优化地质勘察与基础设计、严格把控管材质量与施工工艺、强化运行维护管理,并积极引入新技术与新材料,可构建全方位、多层次的渗漏防控体系。随着城市建设的持续推进,市政管道面临的挑战日益复杂,未来需进一步深化技术创新,推动智能化监测与预防性维护技术的应用,提升管网韧性与抗风险能力,为城市安全稳定运行筑牢根基,实现市政基础设施建设与城市可持续发展的有机统一。

参考文献

- [1]白涛,王万刚.市政排水管道渗漏预防施工技术的应用[J].环球市场,2022,18(9):98-98.
- [2]罗建康.试析市政排水管道渗漏预防施工技术措施[J].建材发展导向(上),2022,14(4):239-240.
- [3]彭再强.市政排水管道渗漏预防施工技术措施分析[J].四川水泥,2022,14(7):193.