

# 市政排水管网设计中非开挖检测修复技术

文 / 姜月 沈阳市规划设计研究院有限公司

**摘要:** 随着城市化进程的加速,市政排水管网作为城市基础设施的重要组成部分,其运行状态直接影响到城市的排水能力和居民的生活质量。然而,由于管网老化、施工缺陷及地质条件等多种因素,排水管网常出现破损、渗漏等问题。传统的开挖修复方法不仅施工周期长、成本高,而且会对城市交通和居民生活造成较大影响。非开挖检测修复技术以其独特的优势,在市政排水管网维护中得到了广泛应用。本文首先介绍了非开挖检测修复技术的基本原理和分类,然后详细分析了其在市政排水管网设计中的应用,最后探讨了该技术的发展前景。

**关键词:** 市政排水管网; 非开挖; 检测修复技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.04.103

## 引言

市政排水管网是现代化城市的重要基础设施,承担着城市排水、防洪排涝的重要任务。然而,由于管网长期运行,加之施工、地质等多种因素的影响,管网常出现破损、渗漏等问题,严重影响其正常运行。传统的开挖修复方法不仅施工周期长、成本高,而且会对城市交通和居民生活造成较大影响。因此,非开挖检测修复技术应运而生,成为市政排水管网维护的重要手段。

### 一、非开挖检测修复技术概述

非开挖检测修复技术是在地表不开槽的情况下,利用先进的检测设备和修复工艺,对地下管道进行探测、检查和修复的技术。该技术具有施工周期短、成本低、对交通和环境影响小等优点,在市政排水管网维护中得到了广泛应用。

#### (一) 非开挖检测修复技术的基本原理

非开挖管道检测与修复技术,是一种在不破坏地表、无须开挖土壤的前提下,对地下管道进行高效检测与修复的现代技术手段。其基本原理在于,借助一系列精密的检测设备与先进的修复工艺,实现对地下管道内部状况的精准探测、细致检查与有效修复。

在检测技术方面,非开挖管道检测主要依赖于多种高科技手段,包括但不限于管道内窥镜检测技术,该技术通过高清摄像头深入管道内部,实时捕捉并记录管道内部的详细情况;声纳检测技术,利用声波在管道中的传播特性,分析管道的结构状态与潜在缺陷;以及雷达检测技术,通过向地下发射电磁波并接收反射信号,探测管道的位置、深度及周围地质情况。这些检测技术能够准确判断管道的破损位置、破损程度及破损类型,为后续修复工作提供翔实的数据支持。

在修复技术方面,非开挖管道修复技术主要分为整体修复与局部修复两大类。整体修复技术旨在增强整个管道段的结构强度,防止腐蚀与渗漏,常见方法包括穿插法(通过向管道内插入新的衬管进行加固)、原位

固化法(在管道内部涂覆固化树脂等材料形成新的内衬层)、螺旋缠绕法(使用螺旋缠绕的塑料带或纤维带在管道内部形成新的结构层)。而局部修复技术则专注于对管道接口、管身等特定损坏部位进行针对性修复,以降低维修成本并提高修复效率,常见方法包括点状原位固化法(在局部破损处涂覆固化树脂等材料进行修复)、套环法(在破损部位安装金属或塑料套环进行加固)。

#### (二) 非开挖检测修复技术的分类

非开挖管道检测与修复技术,根据其修复范围的不同,可进一步细分为整体修复与局部修复两大类。

整体修复技术,顾名思义,是对某一段或整个管道进行全面的加固与修复处理。该技术旨在提升管道的整体结构强度,增强其防腐、防渗能力,确保管道在长期运行中保持稳定与可靠。整体修复技术通常适用于管道破损较为严重或需要全面升级的情况。

局部修复技术,则是针对管道中特定位置的损坏进行精准修复。它专注于针对管道系统中出现的局部性损害进行精准且快速的修复作业。能够迅速锁定破损部位,随后依据破损的具体情况,采用诸如安装专用套环、涂覆高强度固化材料等针对性的修复措施,以实现破损区域的即时加固与恢复。局部修复技术的优势在于其较低的维护成本、较快的施工速度以及对周边环境较小的干扰,这些特点使得它在应对管道系统中的小范围损坏时,展现出了极高的性价比与实用性。无论是在城市繁忙的交通干线附近,还是在环境敏感区域,局部修复技术都能以最小的社会与环境影响,实现对管道的有效维护。

### 二、非开挖检测修复技术在市政排水管网设计中的应用

#### (一) 管道破损检测

在市政排水管网的设计与维护过程中,对管道破损的精准识别与评估是至关重要的第一步。这直接关系到

后续修复措施的有效性、成本控制以及整个排水系统的运行效率。传统的管道破损检测方法，诸如人工开挖检查与潜水员水下探查等，尽管在一定程度上能够揭示管道状况，但其固有的局限性不容忽视。这些方法不仅效率低下，耗时费力，而且成本高昂，对周边环境的干扰也较大。更重要的是，它们往往难以精确判断破损的具体位置、规模以及破损类型，从而给后续的修复工作带来诸多不便与不确定性。

鉴于此，现代市政排水管网设计与维护领域广泛采用了更为高效、精准的非开挖检测技术。这些技术主要包括管道内窥摄像检测、声纳检测以及雷达检测等。管道内窥摄像检测通过高清摄像头深入管道内部，实时捕捉并记录管道内壁的详细状况，使检测人员能够直观、清晰地观察到任何破损、腐蚀或沉积物的存在。声纳检测则利用声波在管道内的传播特性，通过分析反射回来的声波信号，来评估管道的结构完整性与破损情况。雷达检测则是通过向地下发射电磁波并接收其反射信号，来探测管道的位置、深度以及潜在的破损区域。

### （二）整体修复技术应用

针对破损程度较为严重、已无法仅通过局部修复手段恢复其正常功能的管道，整体修复技术的应用显得尤为重要。整体修复技术旨在通过一系列高效、可靠的工艺手段，对破损管道进行全面加固与更新，确保其结构完整性与功能恢复。在众多整体修复技术中，穿插法以其独特的修复机理与显著的优势而备受青睐。该方法通过在已破损的旧管道内部拖入一根新管，随后在新、旧管体之间的空隙中注入高强度的浆体材料。该浆体材料不仅具有良好的流动性和黏结性，而且能够迅速固化，从而将旧管体与新管体紧密地连接为一个不可分割的整体。这一过程中，新管的引入不仅增强了管道的整体结构强度，而且有效隔离了旧管体的破损部分，确保了修复后的管道具有良好的密封性和耐久性。

原位固化法则是另一种值得关注的整体修复技术。该技术通过将浸渍了热固性树脂的玻纤布紧贴于管道内部，随后利用加热或紫外线照射等手段促使树脂迅速固化。固化后的树脂形成了一层全新的内衬层，该内衬层不仅具有优异的耐腐蚀性和耐磨性，而且能够与旧管道内壁紧密贴合，有效修复破损部位并提升管道的整体性能。螺旋缠绕法作为一种创新的整体修复技术，也在近年来得到了广泛应用。该方法利用螺旋缠绕工艺，将带有锁扣的PE（聚乙烯）条带或PVC（聚氯乙烯）条带紧密贴合在原管道内壁。随后，通过注浆等工艺手段，使这些条带与旧管道内壁之间形成牢固的结合。这一过程中，螺旋缠绕的条带不仅增强了管道的结构强度，而且能够灵活适应各种复杂的管道形状与破损情况，确保了

修复后的管道具有良好的适应性和稳定性。

### （三）局部修复技术应用

在管道维护与修复工作中，针对那些破损程度较轻或仅限于局部区域的管道，局部修复技术以其高效、经济、对周边环境干扰小的特点，成了首选的修复方案。局部修复技术不仅能够快速响应并解决管道局部破损问题，而且能够有效控制修复成本，提升整体修复效率。

点状原位固化法，作为局部修复技术中的佼佼者，以其独特的修复机理和显著的修复效果，受到了广泛关注。该方法的核心在于，将浸渍了热固性树脂的玻纤布精确贴合于管道内部存在缺陷的具体位置。树脂在固化过程中，会形成一层坚韧、耐腐蚀的短管内衬，紧紧包围并修复破损区域。这种修复方式不仅能够有效隔绝外界环境对管道内部的侵蚀，而且能够显著提升管道破损部位的结构强度和耐久性，确保修复后的管道能够长期稳定运行。

另一项值得关注的局部修复技术是套环法。该方法主要针对管道接口部位或局部损坏较为严重的区域进行修复。套环法通过在破损部位安装止水套环，实现局部区域的快速修复与加固。止水套环通常由耐腐蚀、高强度的材料制成，能够紧密贴合管道表面，有效阻止水分、气体等介质的渗漏。同时，套环的安装过程简便快捷，对周边环境的干扰小，能够显著降低修复工作的复杂度和成本。

### （四）管道功能恢复与提升

非开挖检测修复技术作为现代城市管道维护与更新的重要手段，不仅能够有效解决管道破损问题，更在提升管道整体功能与性能方面展现出独特优势。该技术通过一系列高效、环保的修复手段，不仅实现了破损管道的精准修复，更在恢复管道原有功能的基础上，进一步提升了其水力性能、防腐能力和使用寿命，为城市基础设施的可持续发展注入了新的活力。

以原位固化法为例，该技术在修复破损管道的同时，通过在管道内壁形成一层光滑、坚韧的内衬层，显著提升了管道的水力性能。这一改变不仅降低了水流在管道内的阻力，提高了水流的流畅度和效率，而且减少了管道内部沉积物的积聚，有效预防了管道堵塞和污染问题的发生。此外，原位固化法所形成的内衬层还具有良好的耐腐蚀性和耐磨性，能够长期抵御各种化学物质的侵蚀和物理磨损，从而大大延长了管道的使用寿命。

除了原位固化法外，非开挖修复技术还包括多种对管道进行防腐、防渗处理的手段。这些技术通过采用高性能的防腐材料和先进的施工工艺，能够在管道内外表面形成一层致密的保护层，有效隔绝水分、氧气等腐蚀介质的侵入，防止管道因腐蚀而破损。同时，这些防

腐、防渗处理手段还能够增强管道的密封性能，防止管道内部介质的外泄和外界污染物的侵入，从而确保了管道系统的安全稳定运行。

### 三、非开挖检测修复技术的发展前景

#### （一）技术创新与应用拓展

非开挖检测修复技术，作为现代城市地下管道维护与更新的重要手段，正经历着前所未有的技术创新与应用拓展。随着机器人技术的飞速进步，将其应用于管道内窥摄像检测已成为现实。通过机器人搭载的高清摄像头与传感器，可以实现对管道内部状况的精准捕捉与实时监测。这种智能化检测方式不仅大大提高了检测的准确性与效率，而且降低了人工检测的风险与成本。机器人技术还能够适应各种复杂管道环境，完成人工难以完成的检测任务，为管道维护与修复提供了更加全面、可靠的数据支持。新材料、新工艺的不断涌现，也为非开挖修复技术带来了更多的可能性。这些新材料、新工艺不仅提高了修复效率与质量，而且拓宽了非开挖修复技术的应用范围。例如，采用高性能的复合材料进行管道内衬修复，可以显著提升管道的耐腐蚀性与耐久性；利用先进的固化工艺，可以在短时间内形成坚固、光滑的内衬层，提高管道的水力性能。此外，随着3D打印、纳米技术等前沿科技的不断发展，非开挖修复技术将更加多样化、高效化，为城市管道维护与更新提供更多创新解决方案。

#### （二）政策支持与市场推广

随着城市化进程的加速与人们对城市生活品质要求的不断提升，市政基础设施建设的重要性日益凸显。政府对市政基础设施建设的重视程度持续增强，尤其是针对排水管网等关键设施的维护与更新。为了推动非开挖检测修复技术的广泛应用，政府将出台一系列扶持政策，包括资金补贴、税收优惠、技术研发支持等，以鼓励企业加大技术创新与研发投入，提升非开挖检测修复技术的整体水平。随着社会对环保、节能要求的不断提高，非开挖检测修复技术以其独特的优势，如减少施工噪音、降低扬尘污染、节约水资源等，逐渐受到市场的广泛关注与青睐。这种技术优势不仅符合当前绿色、低碳的发展理念，而且能够满足城市基础设施维护与更新的迫切需求。因此，非开挖检测修复技术将在未来市场中占据更加重要的位置，成为市政排水管网维护领域的主流技术手段。随着政府支持力度的加大与市场推广路径的不断拓宽，非开挖检测修复技术将在市政排水管网维护中发挥更加重要的作用。它不仅能够快速、准确地识别与修复管道破损，提升管道的整体性能与使用寿命，而且能够显著降低施工对周边环境的影响，为城市生活的便捷与安全提供更加坚实的保障。同时，非

开挖检测修复技术的广泛应用，还将推动相关产业链的协同发展，为城市基础设施建设与更新注入新的活力与动力。

#### （三）人才培养与团队建设

非开挖检测修复技术作为现代城市地下管道维护的关键手段，其持续、健康的发展离不开高素质人才队伍的支撑与高效团队的协作。未来，这一领域的发展将更加依赖于具备深厚专业知识、精湛技能及创新思维的人才的加入与贡献。因此，加强人才培养，构建一支既懂技术又懂管理的复合型人才队伍，是非开挖检测修复技术不断取得新突破、实现新发展的关键所在。在人才培养方面，我们需要注重理论与实践的紧密结合，通过校企合作、产学研融合等多种途径，为有志于投身非开挖检测修复技术领域的青年学子提供丰富的学习与实践机会。同时，鼓励并支持在职人员参加各类专业培训、学术交流与技能竞赛，不断提升其专业素养与技术水平，为非开挖检测修复技术的研发与应用注入源源不断的活力。加强团队建设，提高团队的整体素质与技术水平，同样是推动非开挖检测修复技术发展的重要保障。一个优秀的团队，不仅需要具备扎实的专业技能，更需要拥有良好的团队协作精神、创新思维与问题解决能力。因此，我们应注重团队文化的建设，营造积极向上、勇于探索的工作氛围，激发团队成员的潜能与创造力，共同为非开挖检测修复技术的发展贡献力量。

#### 结束语

非开挖检测修复技术在市政排水管网设计中具有广泛的应用前景。该技术不仅可以准确判断管道的破损情况，还可以进行高效、低成本的修复工作。随着技术的不断进步和应用的深入，非开挖检测修复技术将在市政排水管网维护中发挥更加重要的作用。未来，应继续加强技术创新、政策支持、人才培养等方面的工作，推动非开挖检测修复技术的持续发展。

#### 参考文献

- [1]王勇,崔平晋,张旭.浅谈非开挖修复技术在市政排水管网修复中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2023(10):131-133.
- [2]黄俊.城市供水管网漏损检测及非开挖修复技术研究[J].建筑科技,2022,6(06):48-50.
- [3]李志伟,陈秀娉.非开挖修复技术质量检测技术及应用[J].广东建材,2022,38(10):62-64+57.
- [4]陈邦杰.市政给排水管网非开挖检测修复技术分析[J].四川水泥,2022(09):84-86.
- [5]巨拓,李森.西安市某路段污水管道非开挖修复技术应用[J].工程建设与设计,2022(11):123-126.