

非开挖技术在市政给排水管道检测中的应用与评估

文 / 张 慧 沈阳市建设工程项目管理中心有限责任公司

摘要：本文深入探讨了非开挖技术在市政给排水管道检测与评估中的应用与价值。随着城市化进程加快，传统开挖检测方法已难以满足高效、便捷的检测需求。非开挖技术以其施工方便、对交通影响小、检测效率高等优点，逐渐成为管道检测的主流选择。文章详细介绍了电磁检测、声纳检测、管道内窥检测等多种非开挖技术原理，并分析了非开挖检测技术在管道评估中的重要作用。同时，文章也指出了非开挖技术面临的设备精度、数据处理及标准化等挑战，并提出了相应的对策与建议。非开挖检测技术的不断发展，将为城市给排水系统的安全、高效运行提供有力保障。

关键词：非开挖技术；市政给排水管道；管道检测；管道评估；应用与研究

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.07.023

引言

随着城市化进程的不断加快，市政给排水管道作为城市生命线的重要组成部分，承担着输送城市用水和排放污水的重任。这些管道深埋于地下，长期受到各种复杂环境因素的影响，如土壤腐蚀、水流冲刷、交通荷载等，容易出现老化、破损、渗漏等问题。一旦管道发生故障，不仅会影响城市的正常供水排水，还可能引发环境污染、交通拥堵等一系列连锁反应，对城市居民的生活和工作造成严重影响。

传统的管道检测方法往往需要开挖地面，不仅施工难度大、成本高，而且会对城市交通和居民生活造成不便。随着科技的进步和工程技术的发展，非开挖技术逐渐兴起，为管道检测提供了新的解决方案。非开挖技术具有施工方便、对交通影响小、检测效率高等优点，能够在不破坏地面设施的情况下，对管道进行全面的检测和评估。

一、非开挖技术

（一）非开挖技术的分类

非开挖技术根据其应用目的和手段的不同，可以分为多种类型。其中，管道内窥检测技术是非开挖技术中较为常见的一种，它利用内窥镜等高科技设备，对管道内部进行直观的观察和检测，可以准确地发现管道内的裂纹、腐蚀、堵塞等问题。声纳检测技术则是通过声波在液体中的传播和反射原理，对管道进行定位和缺陷检测，特别适用于水下管道的检测。电磁检测技术则是利用电磁波在地下管线中的传播特性，对管线进行定位和埋深测量，同时还可以通过电磁信号的异常变化，判断管线的破损情况。此外，还有一些非开挖修复技术，如管道内衬修复、拉管修复等，它们可以在不开挖地面的情况下，对破损的管道进行修复或更换，大大提高了管道维修的效率和便捷性。

（二）非开挖技术的应用领域

非开挖技术因其独特的优势，被广泛应用于城市基础设施的各个领域。在市政给排水管道方面，非开挖技

术可以用于管道的检测、维修和更换，提高了管道的运行效率和安全性。在交通领域，非开挖技术可以用于穿越道路的管线铺设和维修，避免了开挖路面对交通的影响。在环保领域，非开挖技术可以用于污水处理管道的检测和修复，减少了污水泄漏对环境的污染。此外，非开挖技术还可以应用于电力、通信、燃气等管线的铺设和维修，为城市基础设施的现代化建设提供了有力的技术支持。

二、市政给排水管道检测需求分析

（一）市政给排水管道的现状与问题

市政给排水管道作为城市基础设施的“血脉”，承载着城市用水的输送和污水的排放重任。随着城市化进程的加速，这些管道网络日益庞大且复杂，其运行状态直接关系到城市的正常运作和居民的生活质量。然而，当前市政给排水管道的现状却不容乐观。许多老旧管道由于年代久远，加之材质落后、施工质量参差不齐，存在着严重的老化、腐蚀、渗漏等问题。这些问题不仅影响了管道的正常输水排水功能，还可能引发水质污染、地面塌陷等安全隐患。同时，新建设的管道也可能因施工质量、设计缺陷或外部环境因素等导致问题频发。因此，对市政给排水管道进行全面的检测和维护显得尤为重要。

（二）传统检测方法的局限性

传统的市政给排水管道检测方法多采用开挖地面的方式进行，这种方法虽然直观有效，但存在着诸多局限性。首先，开挖地面会破坏城市道路和景观，对城市交通和居民生活造成不便。其次，开挖检测过程耗时费力，效率低下，难以满足现代城市对管道检测的高效要求。再者，开挖检测往往只能对管道局部进行检测，难以全面反映管道的整体状况。此外，传统检测方法还可能对管道本身造成二次损伤，加剧管道的破损程度。因此，迫切需要一种更加高效、便捷、全面的管道检测方法，以替代传统的开挖检测方式。

（三）非开挖技术在管道检测中的优势

非开挖技术的出现为市政给排水管道检测提供了新

的解决方案。相较于传统检测方法，非开挖技术具有显著的优势。首先，非开挖技术无需开挖地面，避免了对城市交通和居民生活的干扰，提高了检测的效率和便捷性。其次，非开挖技术能够实现对管道的全面检测，包括管道内部、外部及周边环境的详细情况，为管道的维护和管理提供了更加准确、全面的数据支持。再者，非开挖技术采用高科技设备进行检测，提高了检测的准确性和可靠性，减少了人为因素对检测结果的影响。此外，非开挖技术还具有施工周期短、成本低、对管道损伤小等优点，使得其在市政给排水管道检测中得到了越来越广泛的应用。

三、非开挖技术在市政给排水管道检测中的应用

(一) 管道内窥检测技术

管道内窥检测技术作为非开挖技术领域中的一项重要手段，凭借其高分辨率的内窥镜设备，为管道内部检测带来了革命性的变革。这项技术能够深入到管道内部，对管道壁面进行全方位、细致入微的观察。无论是腐蚀、裂纹、结垢还是变形等各种缺陷，都逃不过内窥镜的“火眼金睛”。同时，它还能有效发现管道内的异物堵塞情况，为管道畅通无阻提供有力保障。

内窥镜设备不仅配备了先进的照明系统，确保在黑暗、狭窄的管道环境中也能提供清晰明亮的视觉图像，还搭载了高性能的摄像系统，将管道内部的实际情况实时传输至外部显示屏，方便检测人员直观了解管道状况（见图一）。此外，一些先进的内窥镜还具备测量、定位等多功能，能够准确记录缺陷的位置、大小和形状，为后续的管道维修、改造方案制定提供详实、准确的数据支持。

因其操作简便、检测效果好、对管道无损伤等诸多优点，管道内窥检测技术已在市政给排水管道检测中得到了广泛应用，成为保障城市管道安全、畅通的重要技术支撑。



图1 机器人手杆潜望检测

(二) 声纳检测技术

声纳检测技术，作为一种高效且非破坏性的非开挖技术，充分利用了声波在液体中传播和反射的特性，为

市政给排水管道的检测带来了全新的解决方案。这项技术特别适用于水下或充满液体的管道环境，其独特的工作原理使得它能够在不干扰管道正常运行的情况下，对管道进行全面的定位和缺陷检测（见图二）。

在检测过程中，声纳设备会发射声波，并精确接收这些声波在遇到管道内部异物、沉积物或管道壁面时反射回来的信号。通过对这些反射信号的处理和分析，声纳设备能够绘制出详尽的管道内部剖面图，清晰展示出管道的形状、尺寸以及内部的各种情况。

声纳检测技术还具备根据声波传播时间和速度计算管道深度和位置的能力，为管道的维护和管理提供了准确的空间信息支持。这项技术的检测范围广、准确度高，且对管道本身无任何破坏，因此被广泛应用于水下管道的检测中，成为了水下管道检测的首选方法。声纳检测技术的出现，不仅提高了管道检测的效率和准确性，也为城市的给排水系统安全、稳定运行提供了有力保障。

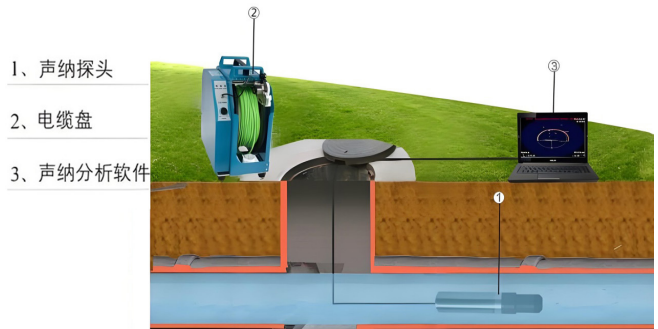


图2 给排水管道声纳检测

(三) 电磁检测技术

电磁检测技术，作为一种先进的非开挖技术，凭借其独特的电磁波传播特性，在市政给排水管道检测中发挥着重要作用。这项技术通过发射电磁波，并精确接收其在地下管线中反射或散射回来的信号，实现对管线位置、埋深以及壁厚变化的准确检测。

在检测过程中，电磁波会沿着管道传播，当遇到裂纹、腐蚀等缺陷时，其传播特性会发生明显变化。这些变化会被电磁检测设备敏锐地捕捉到，并通过专业的分析软件进行处理，从而准确判断管道的破损情况。

电磁检测技术不仅检测速度快、准确度高，而且对管道无接触，避免了传统检测方法可能对管道造成的损伤。这一特点使得电磁检测技术特别适用于大规模、长距离的管道检测项目，能够大大提高检测效率，降低检测成本。

(四) 其他非开挖检测技术

除了电磁检测技术、声纳检测技术和管道内窥检测技术这三种主要的非开挖检测技术外，市政给排水管道检测领域还涌现出了多种其他高效的技术手段。其中，红外热成像技术便是一种颇具特色的检测方法。这项技术利用红外线对管道表面的温度进行精准测量和分析，通过温度差异来发现管道的渗漏、堵塞等异常情况。由

于渗漏或堵塞往往会导致管道局部温度变化，因此红外热成像技术能够迅速定位问题所在，为及时维修提供有力支持。

另外，地面穿透雷达技术也是非开挖检测领域的一项重要技术。它通过发射电磁波并接收其在地下反射回来的信号，来探测地下管道的位置、埋深以及结构状况。地面穿透雷达技术具有检测速度快、准确度高、对地面无破坏等优点，特别适用于复杂环境下的管道检测。

这些非开挖检测技术各有其独特的优点和适用范围，可以根据具体的检测需求和管道状况进行灵活选择和应用。可以预见，随着技术的不断进步和创新，非开挖技术在市政给排水管道检测中的应用前景将更加广阔，发展潜力也将更加巨大。

四、非开挖检测技术在市政给排水管道评估中的应用

（一）管道状况评估指标体系

在市政给排水管道的评估过程中，建立一个科学、全面的管道状况评估指标体系是至关重要的。这个体系应该涵盖管道的物理状况、功能性能、安全可靠等多个方面，以全面反映管道的整体运行状态。具体来说，管道状况评估指标体系可以包括管道材质、管径、埋深等基本信息，以及管道腐蚀、裂纹、渗漏、结垢等缺陷情况，还有管道的流量、水压、水质等功能性能指标，以及管道的安全系数、使用寿命等安全可靠指标。这些指标相互关联，共同构成了管道状况评估的完整框架，为后续的管道维修、改造和管理提供了有力的依据。

（二）非开挖检测数据与评估指标的结合

非开挖检测技术为市政给排水管道评估提供了丰富、准确的数据支持。通过管道内窥检测、声纳检测、电磁检测等非开挖手段，可以获取管道内部的详细图像、声音和电磁波信号，这些数据经过处理和分析，可以转化为具体的评估指标，如管道腐蚀程度、裂纹长度、渗漏量等。这些评估指标与管道状况评估指标体系中的相应指标相对应，可以直观地反映管道的实际状况。

在结合非开挖检测数据与评估指标的过程中，需要采用科学的数据处理和分析方法，确保数据的准确性和可靠性。同时，还需要根据管道的具体情况和评估需求，合理地选择评估指标和权重，以构建符合实际的管道状况评估模型。通过这个模型，可以对管道的整体状况进行量化评估，为管道的维修、改造和管理提供科学的决策依据。

五、非开挖检测技术的挑战与对策

（一）技术挑战

非开挖检测技术虽然在市政给排水管道检测与评估中展现出了巨大的优势，但仍面临着一些技术上的挑战。首先，非开挖检测设备的精度和可靠性需要不断提高。由于管道环境复杂多变，检测设备需要能够在各种恶劣条件下稳定工作，并准确获取管道内部的信息。然而，

目前一些设备的精度和可靠性尚不能满足所有检测需求，存在误判、漏检等问题。其次，非开挖检测数据的处理和分析方法需要进一步完善。海量的检测数据需要高效、准确的处理和分析，以提取出有用的信息，为管道评估提供支撑。但目前的数据处理方法还存在一定的局限性，难以满足复杂多变的管道检测需求。最后，非开挖检测技术的标准化和规范化程度有待提高。由于缺乏统一的标准和规范，不同设备、不同方法之间的检测结果可能存在差异，影响了检测结果的可比性和准确性。

（二）对策与建议

针对非开挖检测技术面临的挑战，我们可以采取以下对策与建议。首先，加大研发投入，提高检测设备的精度和可靠性。通过引进先进技术、优化设备设计、加强质量控制等措施，提升设备的性能，确保其在各种恶劣条件下都能稳定工作。其次，加强数据处理和分析方法的研究。利用人工智能、大数据等技术，开发高效、准确的数据处理和分析算法，提高检测数据的利用率和准确性。同时，建立完善的数据管理体系，确保数据的安全性和可追溯性。最后，推动非开挖检测技术的标准化和规范化发展。制定统一的标准和规范，明确检测设备的性能要求、检测方法的操作流程、检测结果的判定标准等，提高检测结果的可比性和准确性。同时，加强行业监管和培训，提高从业人员的素质和技能水平，推动非开挖检测技术的健康发展。

结语

非开挖检测技术作为市政给排水管道检测与评估的创新手段，具有高效、准确获取信息的优势，对管道维修、改造和管理至关重要。然而，该技术在实际应用中面临设备精度、数据处理及技术标准化等挑战。为克服这些难题，需加大研发投入，提升设备性能；加强数据处理研究，提高数据利用率；同时，推动技术标准化发展，确保检测结果准确性。随着技术不断进步，非开挖检测技术将在未来得到更广泛应用，为城市给排水系统安全、高效运行提供有力保障。

参考文献

- [1] 赵士雄，杨元元，宋清泉. 非开挖修复技术在截污管道修复中的应用 [J]. 城市道桥与防洪, 2024, (06): 212-214+218+26.
- [2] 章国鹏. 非开挖修复技术在城市给排水管道中的应用 [J]. 中国建筑金属结构, 2024, 23(05): 72-74.
- [3] 曹井国，张伟，陆学兴. 城镇给排水管道非开挖修复工艺与设备 [M]. 化学工业出版社: 2024, 03. 363.
- [4] 樊明明. 市政给排水管道现状问题研究和检测修复 [J]. 科技资讯, 2022, 20(14): 94-96.
- [5] 刘卫国. 既有市政给排水管道现状及检测修复综合分析 [J]. 低碳世界, 2017, (17): 124.

作者简介：张慧，1987年6月，女，满族，辽宁沈阳人，本科，助理职称，研究方向：给水排水。