

# 市政管道检测中智能技术应用探讨

谭 燕

杭州易通建筑材料检测有限公司 浙江 杭州 310022

**摘要：**市政管道检测需精准全面识别异常，兼顾效率、安全与成本，传统人工检测存在效率低、精度差、不安全等局限，智能技术优化升级需求迫切。市政管道检测核心智能技术包括管道机器人、超声波、激光、红外热成像检测技术等，各有优势与适用场景。应用智能技术时，要点包括：合理选型以匹配管道检测需求；全面调试校准设备；建立完善数据处理体系，注重数据复用；做好检测环境适配调整，针对管道内外部不同环境特点，采取相应预处理及参数调整措施，确保检测顺利开展与结果准确。

**关键词：**市政管道；智能检测；管道运维；检测技术

引言：市政管道作为城市基础设施的关键构成，其安全稳定运行对城市运转和居民生活影响深远。传统市政管道检测以人工为主，存在效率低、精度不足、安全性差、成本高等局限，难以满足现代化运维需求。随着科技发展，智能技术为市政管道检测带来新契机。智能技术凭借高效、精准、安全等优势，可有效弥补传统检测不足。本文将深入探讨市政管道检测的核心需求与传统检测局限，剖析核心智能技术，如管道机器人、超声波、激光、红外热成像检测技术的应用要点，旨在为智能技术在市政管道检测中的科学应用提供参考，推动市政管道检测向智能化、高效化方向发展。

## 1 市政管道检测的核心需求与传统检测的局限

市政管道作为城市基础设施的关键构成部分，其安全稳定运行对城市的正常运转与居民生活质量有着直接影响。因此，市政管道检测有着极为明确且核心的需求，即精准且全面地识别管道内部及周边的各类异常状况，涵盖管道破损、腐蚀、结垢、堵塞、变形以及接口渗漏等常见问题。与此同时，检测工作还需兼顾效率、作业安全与检测成本这三个重要方面。高效的检测能够及时察觉问题，为后续的维修和养护争取宝贵时间；安全的作业环境可切实保障检测人员的生命健康；合理的检测成本则有助于有效控制整个管道运维的开支，确保检测结果能为管道的科学运维提供坚实可靠的依据。

然而，传统市政管道检测方式主要以人工检测为主导，仅借助一些简单的工具设备辅助开展工作，这种模式存在着诸多难以克服的局限。（1）在检测效率方面，面对地下长距离且走向复杂的管道，人工巡检和排查不仅需要耗费大量的时间，而且很难做到全面覆盖检测，极易出现检测盲区，导致部分管道问题无法被及时发现。（2）检测精度上，人工观察极易受到光线条件、空间大

小以及个人经验等因素的制约，对于一些细微的管道缺陷往往难以精准识别，进而使得漏检、误检情况频繁发生，影响管道运维决策的准确性。（3）从作业安全角度来看，地下管道内部通常充斥着有毒有害气体、氧气含量低、积水严重等危险状况，人工进入其中作业极易引发安全事故，对检测人员的生命安全构成严重威胁。此外，传统的人工检测方式需要投入大量的人力，且检测周期漫长，这无疑间接增加了管道运维的整体成本，使得传统检测方式在面对大规模、高频率的管道检测任务时，显得力不从心。这些局限使得传统检测方式难以满足现代化市政管道运维对于高效、精准的要求，因此，迫切需要引入智能技术对传统检测方式进行优化升级，以提高市政管道检测的质量和效率，保障城市基础设施的安全稳定运行<sup>[1]</sup>。

## 2 市政管道检测中核心智能技术的应用

### 2.1 管道机器人检测技术

管道机器人检测技术是市政管道检测中应用最广泛的智能技术之一，其核心是通过搭载多种检测设备的智能化机器人，替代人工进入管道内部完成检测作业。管道机器人主要由移动载体、检测模块、数据传输模块和控制模块组成，移动载体可根据管道规格和工况，采用履带式、轮式、爬行式等多种移动方式，能够适应不同直径、不同走向的市政管道，包括雨水管、污水管、燃气管等。检测模块通常搭载高清摄像头、超声波传感器、红外传感器等设备，高清摄像头可实时采集管道内部的图像信息，清晰呈现管道内壁的破损、腐蚀、结垢等缺陷；超声波传感器可检测管道壁的厚度，判断管道腐蚀程度；红外传感器可检测管道内部的渗漏情况，精准定位渗漏点。数据传输模块通过无线或有线方式，将检测到的图像、数据实时传输至地面控制终端，控制模块则

可实现对机器人的远程操控,调整机器人的移动速度、检测角度和检测范围。该技术的核心优势在于无需人工进入管道,有效规避了复杂环境下的作业风险,同时检测效率大幅提升,能够实现管道全程自动化检测,检测数据的客观性和精准度也远高于人工检测,可精准识别细微的管道缺陷,为管道修复提供精准的数据支撑。

## 2.2 超声波检测技术

超声波检测技术是一种基于超声波传播特性的无损检测技术,在市政管道检测中主要用于检测管道壁的腐蚀、磨损、裂纹等缺陷,尤其适用于金属材质市政管道的检测。其工作原理是通过超声波探头向管道壁发射超声波,超声波在管道壁中传播时,若遇到管道缺陷(如腐蚀、裂纹),会发生反射、折射和散射,探头接收反射信号后,将其转化为电信号,经数据处理后,即可判断管道缺陷的位置、大小和严重程度。超声波检测技术可分为接触式检测和非接触式检测,接触式检测需将探头与管道壁直接接触,适用于管道外部检测或管道内部可接触区域的检测;非接触式检测则通过耦合剂或空气传播超声波,适用于管道内部无法直接接触的区域检测。该技术的优势在于检测精度高,能够精准检测出管道壁的细微缺陷,且检测过程不会对管道造成损伤,属于无损检测,同时检测速度快,可实现管道的快速排查,适用于大批量、大范围的市政管道检测工作,尤其适合对老旧金属管道的腐蚀情况进行全面检测<sup>[2]</sup>。

## 2.3 激光检测技术

激光检测技术在市政管道检测中主要用于检测管道的变形、椭圆度、内径尺寸等几何参数,以及管道内壁的结垢、破损等缺陷,其核心原理是通过激光发射器向管道内壁发射激光,激光遇到管道内壁后发生反射,接收器接收反射激光信号,结合激光传播速度和时间,计算出管道内壁各点的距离,进而构建管道内部的三维模型,通过三维模型可直观呈现管道的几何形态和缺陷情况。激光检测技术具有检测精度高、速度快、抗干扰能力强等优势,能够精准测量管道的内径、椭圆度等参数,误差可控制在较小范围内,同时可快速识别管道内壁的结垢、破损、变形等缺陷,尤其适用于大直径市政管道的检测。此外,激光检测技术可实现自动化检测,结合移动载体(如管道机器人),可完成长距离管道的连续检测,检测数据可直接用于管道三维建模,为管道运维和修复提供直观、精准的依据,有效解决了传统几何参数检测效率低、精度不足的问题。

## 2.4 红外热成像检测技术

红外热成像检测技术是基于物体热辐射特性的智能

检测技术,在市政管道检测中主要用于识别管道渗漏、堵塞及保温层破损等问题,适用于多种材质、不同埋深的市政管道检测。其核心原理是通过红外热像仪捕捉管道及周边区域的热辐射信号,将热辐射差异转化为可视化的热成像图,利用管道正常区域与异常区域的温度差,实现缺陷的精准识别。管道出现渗漏时,渗漏介质会改变周边土壤或环境的温度,在热成像图上呈现出与正常区域不同的热斑;管道内部堵塞时,介质流动受阻会导致局部温度升高或降低,形成明显的温度异常;管道保温层破损时,热量散失会造成局部温度偏低,通过热成像图可快速定位破损位置。该技术的优势在于无需接触管道、无需破坏地面,可实现非接触式远距离检测,尤其适用于埋地管道的快速排查,能够大幅提升检测效率,同时可检测出肉眼难以发现的隐蔽性缺陷,弥补了传统检测技术在隐蔽缺陷识别上的不足,与其他智能检测技术配合使用,可实现管道缺陷的全面覆盖检测<sup>[3]</sup>。

## 3 智能技术在市政管道检测中的应用要点

### 3.1 技术选型的合理性

市政管道体系复杂,涵盖给排水管道、燃气管、电力通信管道等多种类型,且不同类型、规格的管道在检测需求和实际工况上差异显著。因此,在应用智能技术开展市政管道检测时,必须依据管道的具体状况精准选择适宜的检测技术。例如,地下污水管道通常密闭且狭窄,内部环境复杂,此时管道机器人检测技术是优先之选。通过为其配备高清摄像头和红外传感器,可对管道内部的缺陷和渗漏情况进行全面且细致的检测。对于金属材质的燃气管,鉴于其易受腐蚀和产生裂纹的特性,超声波检测技术更为适用,能够精准检测管道壁的腐蚀程度和裂纹状况。而对于大直径的给排水管道,激光检测技术可发挥其优势,精准测量管道的几何参数,同时清晰呈现内壁缺陷。此外,还需综合考虑检测需求的优先级。若将缺陷识别精度置于首位,超声波、激光检测技术是理想选择;若更注重检测效率和作业安全,管道机器人检测技术则更为合适,以此确保智能技术的应用与管道检测需求高度契合,切实提升检测效果<sup>[4]</sup>。

### 3.2 设备调试与校准

智能检测设备的性能表现对于检测结果精度起着决定性作用,所以在正式开展市政管道检测工作之前,对智能检测设备进行全面且细致的调试与校准是不可或缺的环节。在硬件检查方面,要逐一排查传感器、摄像头、发射器、接收器等关键部件的运行状况。仔细查看这些部件是否存在故障、损坏等问题,保证设备硬件处于完好无损且正常运行的状态,为后续精准检测奠定基础。

参数调试环节,需依据管道的具体规格、材质等实际情况,对检测设备的检测频率、分辨率、灵敏度等关键参数进行科学调整。使检测设备能够与管道的实际工况完美适配,从而发挥出最佳的检测性能。校准工作则要借助标准试件或已知缺陷的管道来完成,通过实际检测验证设备的检测精度。一旦发现存在误差,要迅速且精准地调整设备参数,确保检测数据具备高度的准确性和可靠性。另外,在检测过程中,还应定期对设备进行检查和校准,防止设备运行期间出现参数偏移,进而影响最终的检测结果。

### 3.3 检测数据的处理与应用

智能检测技术在市政管道检测中会产生大量的检测数据,包括图像数据、参数数据、信号数据等,若不能对这些数据进行有效处理和分析,将难以充分发挥智能技术的优势。因此,在检测工作完成后,需建立完善的数据处理体系,对检测数据进行筛选、整理、分析和解读。首先,对采集到的原始数据进行筛选,剔除无效数据和干扰数据,确保数据的有效性;其次,通过数据处理软件,对图像数据进行清晰化处理,对参数数据进行计算和分析,提取管道缺陷的关键信息,包括缺陷位置、大小、严重程度等;最后,将处理后的检测数据进行整理归档,形成检测报告,为管道运维和修复提供可靠依据。同时,需注重检测数据的复用性,将不同时期的检测数据进行对比分析,掌握管道缺陷的变化规律,为管道的日常运维提供参考,提升管道运维的科学性和针对性。

### 3.4 检测环境的适配与调整

市政管道检测环境复杂多样,地下管道内部可能存在积水、淤泥、有毒有害气体、光线昏暗等问题,地面检测则可能受到天气、地形、周边障碍物等因素影响,这些环境因素会直接影响智能检测设备的运行和检测结果的精度。因此,在应用智能技术进行市政管道检测时,需做好检测环境的适配与调整工作。对于管道内部环境,检测前需对管道进行预处理,清除管道内的积水、淤泥

等杂物,确保智能检测设备能够正常移动和检测;若管道内存在有毒有害气体,需先进行通风换气,降低气体浓度,避免影响设备运行和检测人员安全。对于地面检测环境,需避开恶劣天气,选择合适的检测时间,清理检测区域周边的障碍物,确保检测设备能够正常采集数据。同时,需根据环境变化及时调整检测设备的参数,例如在光线昏暗的管道内,调整摄像头的曝光度和分辨率;在干扰较强的环境中,调整数据传输模块的频率,减少信号干扰,确保检测工作顺利开展和检测结果的准确性<sup>[5]</sup>。

### 结束语

智能技术在市政管道检测中的应用是行业发展的必然趋势。通过合理选型、精心调试校准设备、科学处理应用检测数据以及适配调整检测环境,智能技术能充分发挥其高效、精准、安全等优势,有效解决传统检测方式的诸多问题。未来,随着科技的不断进步,智能检测技术将更加成熟和完善,为市政管道的运维管理提供更强大的支持。我们应积极推动智能技术在市政管道检测领域的广泛应用,不断提升检测水平,保障城市基础设施的安全稳定运行,为城市的可持续发展奠定坚实基础。

### 参考文献

- [1]周鹏.市政排水管道非开挖修复技术研究及智能化应用[J].智能建筑与智慧城市,2025(4):186-188.
- [2]马志洁.给排水管道技术在市政工程中的应用及质量管理[J].科技风,2023(31):83-85.
- [3]刘贤兵.顶管施工技术在城市给排水管道工程中的应用探讨[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2023(3):93-96.
- [4]郭昊翔.防渗漏技术在市政排水管道工程中的具体应用[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2023(4):98-100.
- [5]高鹏飞.防腐施工技术在市政给排水管道中的应用策略[J].中国厨卫,2023,22(5):10-12.