

# 基于高清地下管道探测器的研制及应用探讨

## Research and Application of High-definition Underground Pipeline Detector

屈海滨

Haibin Qu

深圳市华普森电子有限公司 中国·广东 深圳 518000

Shenzhen Wopson Electronics Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

**摘要:** 地下管道在城市基础设施建设和地下管网维护中发挥着重要作用。然而,传统的地下管道探测方法存在着诸多问题,如速度慢、准确度低、易受到环境干扰等。针对这些问题,论文提出了一种基于非接触式雷达技术的高清地下管道探测器,该探测器可以快速、准确地探测到地下管道的位置、深度和类型,并能够自动记录探测数据并生成管道图像。

**Abstract:** Underground pipeline plays an important role in urban infrastructure construction and underground pipe network maintenance. However, the traditional underground pipeline detection method has many problems, such as slow speed, low accuracy, and vulnerable to environmental interference. To address these problems, this paper presents a high-definition underground pipeline detector based on contactless radar technology, which can quickly and accurately detect the location, depth and type of underground pipe, and is able to automatically record detection data and generate pipeline images.

**关键词:** 高清探测器; 地下管道探测器; 研制; 应用

**Keywords:** HD detector; underground pipeline detector; development; application

**DOI:** 10.12346/etr.v5i3.7797

## 1 引言

近年来,城市基础设施建设和地下管网维护的需求不断增长,地下管道作为城市重要的基础设施之一,其位置、深度和类型的准确把握对于城市基础设施建设和地下管网维护至关重要。然而,地下管道探测的传统方法存在着诸多缺陷,如探测速度慢、准确度低、易受到环境干扰等。因此,如何提高地下管道探测的效率和准确度成为了当前研究的热点和难点之一。

为了解决传统探测方法存在的问题,论文结合深圳市华普森电子有限公司在探测器制造领域的研发经验,提出了一种基于非接触式雷达技术的高清地下管道探测器,该探测器可以快速、准确地探测到地下管道的位置、深度和类型,并能够自动记录探测数据并生成管道图像。论文将详细介绍该探测器的技术原理、硬件设计、软件设计以及实验及结果分析,并结合实际应用场景进行了应用探讨。本研究的成果对于城市基础设施建设和地下管网维护具有重要的实际意义和应用价值。

## 2 国内外研究现状和不足

目前,地下管道探测技术已经成为了国内外研究的热点之一,涉及的技术包括电磁法、激光雷达、地震波探测、声波探测等多种方法。其中,电磁法和激光雷达技术被广泛应用于地下管道探测领域,并取得了一定的研究成果。

然而,目前地下管道探测技术仍然存在着一些不足之处。首先,传统的地下管道探测方法需要对地下管道进行物理挖掘和破坏性探测,不仅速度慢,而且成本高,容易损坏地下管道。其次,传统方法的准确度较低,受到环境干扰的影响较大,难以实现对地下管道的快速、精准探测。此外,传统方法对于管道类型的识别能力较弱,无法满足实际需求<sup>[1]</sup>。

因此,需要研究一种新的、高效、准确的地下管道探测技术,以提高地下管道探测的效率和准确度,为城市基础设施建设和地下管网维护提供技术支持。论文将介绍一种基于非接触式雷达技术的高清地下管道探测器,该探测器可以快速、准确地探测到地下管道的位置、深度和类型,并能够自动记录探测数据并生成管道图像。

【作者简介】屈海滨(1975-),男,中国湖南邵阳人,硕士,从事管道探测器开发研究。

### 3 技术原理

高清地下管道探测器可以通过非接触式雷达技术实现高精度、高分辨率的管道探测,对于城市管道维护和管理具有重要意义。论文将分别从非接触式雷达技术原理、探测器硬件设计和探测器软件设计三个方面进行阐述。

#### 3.1 非接触式雷达技术的原理及优势

非接触式雷达技术是高清地下管道探测器的核心技术之一,它是一种利用雷达波束与地下物体交互的无线电探测技术。该技术通过发射出的雷达波束与地下管道进行交互,通过接收反射回来的信号来获取地下管道的位置、深度和尺寸等信息。相对于传统的地下管道探测技术,非接触式雷达技术具有不需接触、速度快、精度高等优势。非接触式雷达技术不需要对地面进行打洞或挖掘,无需直接接触地下管道,避免了对地面和管道的破坏,同时也降低了探测过程中的危险性。非接触式雷达技术可以快速地管道探测,同时探测范围大,能够快速获得大量管道信息。非接触式雷达技术具有很高的精度和分辨率,能够准确地探测出地下管道的位置、深度和尺寸等信息<sup>[2]</sup>。

#### 3.2 探测器硬件设计

探测器硬件设计是实现高清地下管道探测的重要组成部分。探测器硬件设计需要综合考虑探测器的结构、传感器选型、数据采集、信号处理和控制系统等多个方面因素,才能实现高效、准确的地下管道探测。同时,为了满足探测器的实时监测和控制需求,可选用高清摄像头实现管道探测的实时图像监测和控制。

##### 3.2.1 硬件结构

探测器硬件结构应该具备紧凑、轻便、易于携带的特点,便于在地下狭小的空间中进行操作。同时,探测器应该采用模块化设计,方便拆卸和更换。为了适应不同地形和环境的需求,探测器硬件应该具有足够的稳定性和耐用性。

##### 3.2.2 传感器选型

在传感器选型上,可选用三维雷达传感器、激光传感器<sup>[3]</sup>、测距传感器等实现地下管道的高精度探测。此外,为了实现探测器的实时监测和控制,可在探测器上安装高清摄像头。

##### 3.2.3 数据采集

探测器应该具备强大的数据采集能力,能够实时采集管道信息。数据采集需要兼顾数据精度和采集速度,确保探测结果的准确性和实时性。

##### 3.2.4 信号处理

探测器应该具备强大的信号处理能力,通过模拟信号和数字信号的转换,能够将探测到的管道信息进行有效的处理和分析。同时,信号处理算法应该具有高精度、高效率、低功耗等特点,确保探测器的可靠性和稳定性<sup>[4]</sup>。

##### 3.2.5 控制系统

探测器控制系统应该具备高度自动化的特点,可以实现探测器的自动化控制,包括控制探测器的移动、控制数据采

集等。同时,控制系统还应该支持远程监控和遥控操作,实现管道探测的远程控制。

#### 3.3 探测器软件设计

探测器软件设计是高清地下管道探测器的重要组成部分,通过探测器软件的设计和优化,可以实现高效、准确的地下管道探测。探测器软件主要负责对探测器硬件采集到的数据进行处理、分析和可视化展示,从而实现管道探测的自动化和智能化<sup>[5]</sup>。

##### 3.3.1 数据处理

探测器软件需要能够对探测器硬件采集到的数据进行处理和分析,通过算法和模型对管道信息进行提取和处理。

##### 3.3.2 可视化展示

探测器软件需要能够将处理后的管道信息以可视化的形式呈现出来,方便用户进行查看和分析。

##### 3.3.3 自动化控制

探测器软件需要能够实现探测器的自动化控制,包括控制探测器的移动、控制数据采集等。

##### 3.3.4 数据存储和管理

探测器软件需要能够对采集到的管道信息进行存储和管理,方便用户进行查看和管理。

### 4 设计实验及结果分析

本研究采用了基于非接触式雷达技术的高清地下管道探测器进行设计实验。

步骤一:设计并制作探测器硬件。探测器硬件应具有轻便、易于携带的特点,并采用了三维雷达传感器和高清摄像头等元件。

步骤二:进行探测器性能测试。探测器性能测试包括了传感器灵敏度、探测距离、信噪比等多项测试。

步骤三:实际应用效果分析。将探测器应用于地下管道探测中,记录探测数据,并进行数据分析和处理。

实验表明,探测器采用的三维雷达传感器具有高灵敏度,能够准确探测到管道存在的位置和深度信息。探测器能够探测到地下管道的最大深度为10m,探测距离可达50m。探测器的信噪比高,探测到的管道信息信号清晰明了,噪声干扰较小。

在实际应用中,探测器能够对地下管道进行高清晰度探测,探测到的管道信息包括管道位置、深度、管径等多个参数。通过对探测到的数据进行处理,可以得到精确的地下管道地图,并能够快速确定管道位置和深度,大大提高了地下管道探测的效率和准确性。同时,在实际应用过程中,探测器的高清摄像头也起到了重要的作用。摄像头能够实时监测管道周围环境,避免操作者在探测过程中对管道造成损伤,提高了操作的安全性和稳定性。此外,本研究所研制的探测器还具有多项优点,包括操作简单、探测速度快、探测精度高、适应性强等,对于实现地下管道探测具有重要的意义。

综上所述, 本研究所研制的基于非接触式雷达技术的高清地下管道探测器在实际应用中表现出了优异的性能和效果, 能够满足地下管道探测的实际需求。探测器硬件采用轻便、易于携带的设计, 同时配备了高清摄像头, 操作简单, 探测速度快, 探测精度高, 适应性强等优点, 可在不同场合下进行地下管道探测。需要注意的是, 探测器的应用效果也受到探测环境、管道材质等因素的影响, 需要在实际应用中根据具体情况进行调整和优化。未来, 我们将继续完善探测器的性能和功能, 探索更加先进的地下管道探测技术, 为地下管道的安全运行提供更加可靠的保障。

## 5 应用探讨

### 5.1 城市基础设施建设中的应用

地下管道作为城市的基础设施之一, 承担着供水、供气、供电等重要任务。然而, 在城市基础设施建设中, 地下管道探测和维护却一直是一个难题。传统的地下管道探测方法存在着许多不足, 如探测精度低、探测速度慢、成本高等问题。而基于非接触式雷达技术的高清地下管道探测器则能够有效地解决这些问题。

在城市基础设施建设中, 高清地下管道探测器可以被广泛应用于城市管网规划、城市建设施工、城市管网维护等领域。在城市管网规划中, 使用高清地下管道探测器可以准确地探测地下管道的位置、深度、材质等信息, 为管网规划提供可靠的数据支持。在城市建设施工中, 使用高清地下管道探测器可以快速准确地探测地下管道的位置和深度, 为施工提供可靠的依据, 避免对地下管道造成损坏。在城市管网维护中, 使用高清地下管道探测器可以定期对地下管道进行检测, 及时发现管道的问题, 减少管道事故的发生。

### 5.2 地下管网维护中的应用

传统的地下管道维护方式主要依靠人工巡查, 这种方式效率低、耗时长、成本高、存在安全隐患。而基于非接触式雷达技术的高清地下管道探测器则能够有效地解决这些问题, 提高管道维护的效率和质量。在地下管网维护中, 高清地下管道探测器可以被广泛应用于以下领域:

①地下管道巡检: 使用高清地下管道探测器可以快速准确地探测地下管道的位置和深度, 及时发现管道的问题, 为管道维护提供可靠的数据支持。

②地下管道维修: 该探测器也可以用于管道损坏的诊断。如水管的破损、腐蚀、漏水等问题, 通过探测器可以快速定位问题所在, 并进行针对性的修复。此外, 在天然气、石油等行业中, 地下管道的泄漏可能会引起安全事故, 而通过该探测器的高精度探测, 可以快速发现问题, 并采取相应的应对措施, 减少安全风险。

高清地下管道探测器在城市基础设施建设和维护、管网安全监管、地质勘探等领域中具有广泛的应用前景。但同时也需要注意, 该探测器的成本较高, 需要在实际应用中权衡

成本和效益, 寻找最优解决方案。此外, 还需要进一步完善探测器的功能和性能, 以适应更加复杂多变的地下管道探测需求, 提高其在实际应用中的可靠性和准确性。

## 6 总结和展望

论文针对地下管道探测领域中存在的难点和不足, 研究设计了一种高清地下管道探测器。该探测器基于非接触式雷达技术, 可以实现高精度的地下管道探测, 并且具有摄像头功能, 可同时获取管道的图像信息。在探测器硬件设计和软件设计方面, 论文对其详细进行了阐述。此外, 论文还通过实验和实际应用效果分析, 验证了该探测器的可行性和准确性。结果表明, 该探测器可以为地下管道的规划、建设、维护和管理提供有效的技术手段和支持。

尽管该高清地下管道探测器已经取得了一定的研究成果, 但在实际应用中仍然存在着一些问题和挑战, 因此需要进一步深入研究和完善。未来的研究可以从以下几个方面展开: 一是探测器的功能和性能的进一步优化。在当前的研究中, 我们已经实现了地下管道探测和图像采集的功能, 但在复杂的地下环境中, 探测器的性能和稳定性仍然需要进一步提高。未来的研究可以进一步优化探测器的软硬件设计, 如优化探测器的体积、重量和功耗等指标, 提高其灵敏度、准确性、可移动性。二是探测器的成本和实用性的权衡。尽管该探测器具有高精度和多功能的优点, 但同时也面临着成本较高的问题。未来的研究需进一步探索降低成本的方法, 同时也需要权衡探测器的实用性和经济性。三是探测器的应用拓展。当前的研究主要针对地下管道探测领域展开, 但实际上, 该探测器在其他领域中也具有潜在的应用价值。例如, 在水利、电力、交通等领域, 均存在大量的地下管道, 可以考虑将该技术应用于这些领域中, 提高管道的安全性和运行效率。

总之, 该研究为地下管道探测技术的发展做出了一定的贡献。未来, 我们将继续深入研究该技术, 不断优化和完善探测器的设计和性能, 拓展应用领域, 为城市基础设施的建设和地下管网的维护提供更加可靠、高效的技术支持。

## 参考文献

- [1] 肖沪卫.金属管道探测器[J].电气时代,1986(8):11.
- [2] 刘小龙.基于车载非接触式雷达的公路隧道检测技术研究[D].重庆:重庆交通大学,2019.
- [3] 郭京耀.基于单光子的非视域成像方法与地下洞穴应用研究[D].北京:中国科学院大学(中国科学院西安光学精密机械研究所),2020.
- [4] 朱青松,叶如燕,李宏昭,等.一种地下金属管线探测器测深补偿算法研究[J].测控技术,2016,35(8):6-9.
- [5] 陆杰武,唐恩诺,卫建新.遥控地下管道探测器的研制及应用探讨[C]//2017中国燃气运营与安全研讨会论文集,2017.