

# Research on the Common Technology of Urban Underground Pipeline Detection

Guang Luo

Jiuhua Dixin Space (Tianjin) Technology Co., Ltd., Tianjin, 300170, China

## Abstract

Urban underground pipeline is an important part of urban infrastructure, and its accurate detection and maintenance is crucial for the sustainable development of cities. This paper aims to deeply study and analyze the techniques commonly used in the field of urban underground pipeline detection to improve the accuracy and reliability of underground pipeline detection.

## Keywords

urban underground pipeline; detection; technology research

## 城市地下管线探测常用技术研究

罗光

九华地信空间(天津)科技有限责任公司, 中国·天津 300170

## 摘要

城市地下管线是城市基础设施的重要组成部分,其准确探测和维护对于城市的可持续发展至关重要。论文旨在对城市地下管线探测领域中常用的技术进行深入研究与分析,以期提高地下管线探测的准确性和可靠性。

## 关键词

城市地下管线; 探测; 技术研究

## 1 引言

随着现代城市的不断发展和扩张,城市地下管线作为城市基础设施的重要组成部分,为城市的正常运行和发展提供了关键支持。这些地下管线包括供水管道、排水管道、天然气管道、电力线缆、通信线缆等,它们密布于城市地下,承载着城市居民的日常生活所需和经济活动所必需。论文旨在对城市地下管线探测常用技术进行全面研究与探讨。通过深入分析这些技术的原理、优缺点以及实际应用情况,我们将为相关领域的研究者和从业人员提供有价值的参考和指导。同时,通过对这些技术的比较和评估,我们希望能够为未来城市地下管线探测技术的发展提供一定的启示,以促进其在城市建设和管线维护中的应用。

## 2 城市地下管线概述

### 2.1 地下管线的重要性与作用

城市地下管线是现代城市基础设施的重要组成部分,承担着供水、排水、供气、供电、通信等基本公共服务的功能。

【作者简介】罗光(1987-),男,中国河北保定人,本科,工程师,从事测绘工程研究。

它们隐匿于地下,默默地支撑着城市的正常运行和居民的日常生活。城市地下管线的重要性不言而喻,它们直接关系到城市的稳定运行、经济发展和居民的生活质量。供水管道,城市供水管道是确保居民饮水安全的基础。稳定的供水系统保障了居民的生活用水,也是城市工业、商业活动不可或缺的基础条件。排水管道,排水系统负责排除雨水和废水,防止城市内涝和水污染。良好的排水系统保护了城市不受自然灾害和环境污染的侵害。天然气管道,天然气管道提供城市的能源供应,支持燃气供暖、烹饪和工业用途。稳定的天然气供应对于城市的能源安全至关重要。电力线缆构成城市的电力输送网络,保障了居民的电力供应和城市各项设施的正常运行。通信线缆支持城市的信息传输,包括电话、互联网、电视等,是现代社会沟通交流的重要基础。

### 2.2 城市地下管线的类型与特点

城市地下管线可以根据功能和材料等不同特征进行分类。

根据功能分类:公共供给管线,包括供水、排水、天然气、电力等管线,是城市正常运行和居民生活的基础设施。通信管线,包括电话线、光纤线等,支持城市的通信和信息传输。

根据材料分类:金属管线,如钢铁、铸铁管道,用于

天然气、水、石油等的输送。塑料管线，如聚乙烯（PE）、聚氯乙烯（PVC）等，用于水、排水、通信等管道。混凝土管道，主要用于供水和排水。城市地下管线的特点在于其隐蔽性和复杂性。地下管线不可见，无法直接观察其位置和状况，这给管线的维护和管理带来了巨大的挑战。此外，城市地下管线的网络结构复杂，涉及不同功能和不同材料的管道相互交织，容易导致管线之间的干扰和冲突<sup>[1]</sup>。

### 2.3 城市地下管线探测的挑战与难点

城市地下管线探测是一项复杂而艰巨的任务，面临着许多挑战和难点。

一是数据不完整。有些地下管线的准确数据可能并不完整或已经过时，特别是对于老旧城区的管线信息，可能存在缺失和不一致。二是管线深埋。部分地下管线可能被深埋在地下，无法通过常规手段快速准确地探测到。三是管线交叉。不同类型的管线在地下交叉，可能导致信号干扰和探测结果的模糊。四是地下环境复杂。地下存在其他建筑物、地下设施和地质条件，这些复杂环境可能影响管线探测的精度。五是安全风险。在进行地下探测时，可能引发破坏管线、地面塌陷等安全风险，需要采取安全措施。

## 3 地下管线探测技术概述

在城市地下管线探测领域，各种技术不断涌现，旨在提高地下管线的准确探测和维护效率。论文将对地理雷达技术、地下导向技术、地球物理勘探技术、电磁感应技术以及激光扫描技术进行概述，探讨它们的工作原理、应用范围以及限制。

### 3.1 地理雷达技术

#### 3.1.1 工作原理

地理雷达技术是一种非侵入式的地下探测技术，其工作原理基于电磁波在地下介质中的传播与反射。地理雷达发送高频脉冲电磁波到地下，当遇到不同介质界面（如管线、土壤、岩石等）时，部分能量将被反射回到接收器。根据反射波的特征，可以确定地下管线的位置和大致形状。

#### 3.1.2 应用范围与限制

地理雷达技术适用于探测各种埋深的地下管线，能够快速获取较大区域的数据，并且具有较高的探测精度。它在水、电、通信等金属管线的探测中表现优异。然而，地理雷达对于非金属管线（如塑料管道）的探测效果较差，其探测深度也受到地下介质的影响。在高度复杂的地下环境中，地理雷达可能产生干扰和误解，因此需要结合其他技术进行综合分析。

### 3.2 地下导向技术

#### 3.2.1 工作原理

地下导向技术是一种通过电信号或电磁信号与地下管线进行交互的探测方法。通过在地面上发射特定频率的信号，地下的管线可以对这些信号做出响应，从而确定管线的

位置和方向。

#### 3.2.2 应用范围与限制

地下导向技术适用于金属管线的探测，尤其在追踪和定位地下电缆时非常有效。它具有高效、快速、实时的特点，适用于现场快速确认管线位置。然而，地下导向技术对于非金属管线的应用较有限，而且在复杂的地下环境中，可能会受到周围其他金属结构的干扰，导致探测结果不够精确。

### 3.3 地球物理勘探技术

#### 3.3.1 工作原理

地球物理勘探技术主要利用地下介质的物理特性来探测地下管线。常用的地球物理勘探方法包括电法勘探、重力勘探、地磁勘探和地震勘探。其中，电法勘探通过注入电流在地下产生电场，根据地下介质的电阻率差异来探测管线位置；重力勘探通过测量地下的重力场变化，来间接推断管线的位置；地磁勘探利用地下管线的磁场异常来确定其位置；地震勘探则通过地下产生地震波，通过测量地震波的传播速度和反射情况来确定管线的位置。

#### 3.3.2 应用范围与限制

地球物理勘探技术适用于各类地下管线的探测，尤其在复杂地质条件下表现出色。它可以提供较高的探测精度和深度，能够探测到非金属管线和深埋管线。然而，地球物理勘探技术需要专业设备和较长的数据处理时间，可能导致勘探成本较高。

### 3.4 电磁感应技术

#### 3.4.1 工作原理

电磁感应技术是一种通过感应地下管线中产生的磁场变化来探测的方法。它利用地下通电管线所产生的磁场变化，通过感应线圈接收地磁信号，并通过数据处理确定管线的位置和方向。

#### 3.4.2 应用范围与限制

电磁感应技术适用于金属管线的探测，特别在城市道路和公共区域中具有较高的应用价值。它可以实现较大范围的探测，且对管线深度要求较低。然而，电磁感应技术对于非金属管线的探测效果不理想，且在复杂地下环境中可能受到其他金属结构的干扰。

### 3.5 激光扫描技术

#### 3.5.1 工作原理

激光扫描技术利用激光束扫描地面，通过测量激光束返回的时间和强度来绘制地面的三维模型。通过对地面模型进行分析，可以检测出地下管线的位置和几何特征。

#### 3.5.2 应用范围与限制

激光扫描技术适用于城市地区的大范围快速探测，可以有效获取地下管线的位置信息。它具有非侵入性、高效快速的特点，适用于金属和非金属管线的探测。然而，激光扫描技术的探测深度较浅，不适用于较深埋的管线探测，且在地下存在遮挡物时可能影响其探测精度<sup>[2]</sup>。

## 4 各类技术比较与评估

### 4.1 技术准确性对比

#### 4.1.1 地理雷达技术

地理雷达技术在金属管线的探测方面表现较好,准确性较高,能够提供较为精确的管线位置和形状信息。但对于非金属管线的探测准确性较差,容易受到地下介质的影响,导致探测结果不够精确。

#### 4.1.2 地下导向技术

地下导向技术在金属管线的追踪和定位方面准确性较高,对于较深埋的金属管线也有较好的探测效果。但是对于非金属管线的应用有限,其准确性在复杂地下环境中可能受到干扰而下降。

#### 4.1.3 地球物理勘探技术

地球物理勘探技术能够提供较高的准确性,可以探测到金属和非金属管线,并对于复杂地质环境下的探测具有优势。然而,由于需要专业设备和数据处理时间较长,其准确性也受到操作技术和数据解释的影响。

#### 4.1.4 电磁感应技术

电磁感应技术在金属管线的探测方面表现较好,对于金属管线的定位准确度较高。但对于非金属管线的探测效果不如地球物理勘探技术,同时在复杂地下环境中也可能受到干扰。

#### 4.1.5 激光扫描技术

激光扫描技术具有较高的准确性,能够提供较为精确的地下管线位置信息。然而,其探测深度较浅,适用范围受限,对于较深埋的管线探测不适用。

### 4.2 技术成本对比

在选择合适的地下管线探测技术时,技术成本是一个重要的考虑因素。不同技术的设备和人力成本差异较大,以下是各类技术的成本对比。

#### 4.2.1 地理雷达技术

地理雷达设备相对成本较高,同时其应用对人员的培

训和专业知识要求也较高,可能需要投入较大的人力和物力成本<sup>[1]</sup>。

#### 4.2.2 地下导向技术

地下导向技术相对成本较低,设备简单易用,只需要少量培训即可上手操作,因此在经济上较为实惠。

#### 4.2.3 地球物理勘探技术

地球物理勘探设备较为复杂,需要专业设备和高级技术支持,因此其成本相对较高。

#### 4.2.4 电磁感应技术

电磁感应技术设备较为普及,成本相对较低,同时其操作相对简单,培训成本较低。

#### 4.2.5 激光扫描技术

激光扫描设备较为昂贵,同时激光扫描技术对于复杂地下环境可能需要使用多台设备,因此成本较高。

## 5 结语

综上所述,地下管线作为城市基础设施的重要组成部分,关系到城市的正常运行、经济发展和居民的生活质量。因此,对于地下管线的准确探测和维护显得尤为重要。需要加强管线信息的共享和更新,推广先进的管线探测技术,并将其与现代信息技术相结合,以提高管线探测的效率和准确性。在未来的研究中,还可以进一步探索和改进地下管线探测技术,以克服目前技术存在的局限性和挑战。同时,加强管线的预防性维护,定期对地下管线进行检查和维修,以保障城市基础设施的稳定运行。

### 参考文献

- [1] 李洪云,何顺林.复杂条件下城市地下管线探测技术的应用研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022(1):3.
- [2] 陈建华.城市地下管线探测与管理技术的发展及应用[J].居业,2017(7):2.
- [3] 高聪.复杂条件下的城市地下管线探测技术研究[J].冶金丛刊,2020,5(18):110-111.