

The application of geophysical exploration technology in the reconstruction and construction of storm sewer network

Yang Chen

Guizhou Geology and Mineral Bureau Second Engineering Survey Institute Co., Ltd., Zunyi, Guizhou, 563000, China

Abstract

With the acceleration of urbanization process, stormwater sewer network is an important part of urban infrastructure, and its operation status is directly related to the city's flood control and drainage, water quality safety and residents' quality of life. However, due to historical reasons and technical limitations, many cities have problems such as aging, damage, and incomplete data, which brings great challenges to the renovation construction. As a non-destructive means of detection, geophysical exploration technology has been widely used in the reconstruction and construction of storm sewer network because of its high efficiency and accuracy. In this paper, the relevant contents of geophysical exploration technology are described in detail, followed by a detailed analysis of the construction status of storm sewer network reconstruction, followed by a detailed discussion of the application of geophysical exploration technology in the construction process of storm sewer network reconstruction, and finally summarized the challenges, solutions and development prospects of geophysical exploration technology, in order to provide useful reference for related research.

Keywords

geophysical exploration technology; transformation of rainwater and sewage pipe network; technology application

物探技术在雨污水管网改造施工过程中的运用

陈杨

贵州省地矿局第二工程勘察院有限公司, 中国·贵州 遵义 563000

摘要

随着城市化进程的加速,雨污水管网作为城市基础设施的重要组成部分,其运行状况直接关系到城市的防洪排涝、水质安全及居民生活质量。然而,由于历史原因和技术限制,许多城市的雨污水管网存在老化、破损、资料不全等问题,给改造施工带来了巨大挑战。物探技术作为一种非破坏性探测手段,因其高效、准确的特点,在雨污水管网改造施工中得到了广泛应用。本文先是详细阐述了物探技术的相关内容,随后详细分析了雨污水管网改造施工现状,紧接着对物探技术在雨污水管网改造施工过程中的应用进行了详细论述,最后又总结了物探技术的挑战与解决方案及其发展前景,以期对相关研究提供有益参考与借鉴。

关键词

物探技术;雨污水管网改造;技术运用

1 引言

雨污水管网作为城市水循环系统的关键组成部分,其运行状态直接影响到城市的防洪、排水及水质安全。然而,由于历史遗留问题和维护不足,许多城市的雨污水管网存在严重老化、破损及资料缺失等问题,给改造施工带来了极大困难。为了有效应对这些挑战,物探技术因其非破坏性、高效性及准确性等特点,在雨污水管网改造施工中得到了广泛关注与应用。本文旨在深入探讨物探技术在该领域的应用现状、优势及存在的挑战,为相关工程实践提供理论依据与技

术指导。

2 物探技术基础

2.1 物探技术概述

物探技术,即地球物理勘探技术,是一种非破坏性探测方法,它基于地球物理场与电性、磁性、密度、弹性等物质物理特性的差异,通过测量、分析及解释这些物理场和特性的变化,来探测地下地质结构、矿产资源及地下管线等目标。该技术依据所利用的地球物理场和物理特性,可分为地质雷达技术、电磁法、地震波法、磁力与重力勘探以及放射性勘探等几大类。其基本原理在于,地下不同物质具有独特的物理特性,这些特性在地球物理场中会产生特定响应,通过专业仪器在地面或空中进行测量,采集到的数据经过滤

【作者简介】陈杨(1996-),男,中国陕西安康人,本科,工程师,从事地球物理、物探技术、管网勘察研究。

波、反演等处理,结合地质背景进行解释,最终应用于地下管线探测、地质构造分析及矿产资源勘探等多个领域。整个工作流程涵盖数据采集、数据处理与解释及成果应用三个关键环节。

2.2 主要物探方法

目前常见的物探方法主要包括地质雷达技术、电磁法、地震波法、磁力与重力勘探以及放射性勘探。地质雷达技术利用高频电磁波探测地下结构,具有高分辨率、适中探测深度及操作简便等优点,适用于城市地下管线、隧道及空洞等目标的探测。电磁法包含瞬变电磁和电阻率成像等,前者通过瞬变电磁场探测地下介质电阻率分布,适用于金属管线、矿体等导电性目标的探测;后者则通过电阻率变化推断地下结构分布,特别适用于含水层、断层等地质结构的探测^[1]。地震波法分为面波和反射波等,面波利用地表传播的面波探测浅层地质结构,反射波则通过地层界面上的反射波推断深层地质结构分布。磁力与重力勘探分别利用地球磁场和重力场变化探测地下物质分布,磁力勘探适用于铁磁性矿体勘探,重力勘探则适用于大型地质构造和矿产资源的勘探。放射性勘探则利用放射性元素自然衰变或人工激发的辐射探测地下物质分布,主要适用于放射性矿产资源及地下水、地热资源等特定目标的探测。

3 雨污水管网改造施工现状

3.1 管网现状评估

雨污水管网作为城市基础设施的关键环节,负责城市雨水和污水的收集、输送及处理。然而,当前管网现状面临多重挑战:一方面,由于使用年限长、材料老化、设计标准低等因素,许多管网出现严重老化和破损,影响正常运行,甚至引发污水外溢、城市内涝等环境问题,迫切需要进行改造升级;另一方面,管网在设计和施工历史方面存在缺陷,如缺乏长远规划、设计标准低、施工质量不高及管道连接不紧密等问题,这些问题在管网运行中逐渐显现,严重影响管网性能和寿命^[2];此外,由于历史原因和档案管理不善,现有管网资料存在缺失和不准确的情况,给管网改造工程的规划和实施带来很大不确定性。因此,在进行管网改造前,必须对现有资料进行仔细核查和评估,以确保改造工程的顺利进行。

3.2 改造施工难点

雨污水管网改造施工面临多重挑战,其中地下管线的复杂性与不确定性、施工空间的受限以及对周边环境和交通的影响尤为突出。城市地下空间有限,各类管线交织,加之部分老旧管网资料缺失或不准确,使得管线定位和保护困难重重,增加了施工风险。同时,城市中心区域道路狭窄、建筑密集,施工空间受限,大型机械设备难以进场,影响施工效率并增加安全隐患。此外,改造施工对周边居民生活和交通出行造成干扰,特别是在繁华区域,影响更为显著。

4 物探技术在雨污水管网改造施工中的应用

4.1 管线探测与定位

在雨污水管网改造施工中,精确探测和定位现有管线是整个工程不可或缺的首要环节。这一步骤的重要性不言而喻,因为它不仅能有效预防施工期间对现有管线的意外损害,保障施工安全,还为后续的管网改造设计提供了详实而准确的基础数据,确保了改造方案的科学性和可行性。

为了实现这一目标,地质雷达作为一种先进的非破坏性地下探测技术,发挥了关键作用。它利用高频电磁波穿透地表的能力,对地下管线进行高分辨率成像,使施工人员能够迅速而准确地识别出管线的具体位置和走向以及埋设深度。这一技术的应用,大大提高了管线探测的效率和准确性,为施工提供了可靠的依据。与此同时,电磁法在识别管线材质与状态方面也展现出了独特的优势。通过发射电磁波并接收其反射信号,电磁法能够区分不同材质的管线,并通过对反射信号强度、频率等特征的分析,进一步判断管线的腐蚀程度、破损情况等关键状态信息。这些信息对于评估管线的使用寿命、预测潜在风险以及制定针对性的改造方案具有极其重要的意义。然而,由于地下管线的复杂性和不确定性,单一探测方法往往难以全面而准确地反映管线的实际情况。

4.2 施工指导与监测

在雨污水管网改造施工中,物探技术不仅扮演着精确探测与定位管线的关键角色,还在指导施工和监测管线变化方面发挥着不可或缺的作用。施工前,通过物探技术获取地下管线的精确位置和状态信息,为施工方案设计提供了坚实的科学依据,使得施工人员能够依据这些数据合理确定施工范围、挖掘深度等关键参数,制定出更加安全、合理的施工方案。施工过程中,物探技术的实时监测功能能够及时发现管线位置的变化或异常情况,为施工人员提供及时的调整依据,有效避免了对管线的潜在破坏,同时也为施工质量控制提供了重要参考。施工完成后,再次利用物探技术对改造后的管网进行复测,能够准确评估施工效果是否达到设计要求,一旦发现不符合要求的情况,便能迅速进行调整和优化,保证雨污水管网改造工程的质量与安全。

4.3 典型城市雨污水管网改造项目介绍

4.3.1 项目背景与目标

某典型南方城市的雨污水管网系统建设历史可追溯至上世纪 70 至 90 年代,总长度约为 1500 公里。然而,由于年代久远,约 40% 的管网老化严重,排水设计能力已无法满足当前城市发展的需求。这导致雨季时内涝频发,每年高达 5~8 次,且污水直接排入城市河流,严重污染了水体,影响了约 300 万市民的生活质量和城市生态环境。为了应对这一挑战,市政府启动了大规模的雨污水管网改造项目,旨在通过实现雨污分流,将排水效率提升至少 25%,内涝发生频率降低至每年不超过 2 次。同时,项目还致力于有效收集和处理污水,以保护城市水体不受污染,提升城市宜居环

境。预计项目完成后,将惠及90%以上的城市区域,为市民创造更加美好的生活环境。

4.3.2 物探技术的应用过程与效果

物探技术在某典型南方城市的雨污水管网改造项目中发挥了关键作用。在前期探测阶段,项目团队采用地质雷达、磁力仪等先进物探设备,对全城约1200公里(占管网总长度的80%)的雨污水管线进行了为期3个月的全面探测,精确绘制了地下管线分布图,为后续改造工作奠定了坚实基础。随后,利用专业软件对探测数据进行深度处理和分析,成功识别出管线老化、破损、错接等问题点共计约3000处,其中老化管线占比60%,破损管线占比25%,错接管线占比15%。为确保问题点的真实性和严重性,项目团队还进行了5%的随机开挖验证,为后续改造方案的制定提供了准确依据。物探技术的应用效果显著,不仅使探测周期相比传统人工探测方法缩短了50%,即从6个月缩短至3个月,大大加快了项目进度,还通过精确探测避免了不必要的开挖,降低了约20%的施工成本,预计节省资金约5000万元。更重要的是,基于物探结果的精准改造方案,使得改造后的管网排水效率提升了30%,内涝现象明显减少,市民满意度提升至90%以上,为城市雨污水管网系统的升级改造树立了典范。

4.3.3 施工中的关键问题与解决方案

在施工过程中,项目团队面临了多个关键问题,并采取了相应的解决方案以确保项目的顺利进行。首先,由于施工区域多位于城市主干道下方,交通疏导压力大,可能影响市民出行。为解决这一问题,项目团队采取了分段施工的策略,将施工区域划分为10个小段,分时分段进行施工,每个小段施工周期不超过2个月,从而有效减少了对交通的影响,确保了市民出行的便利。其次,施工活动可能产生噪音、扬尘等污染,对周边环境造成不良影响。为此,项目团队实施了一系列环保措施,包括设置围挡隔离施工区域、洒水降尘减少扬尘污染、夜间施工减少噪音干扰,并加强环保监测,确保施工活动符合环保标准。最后,地下管线复杂,施工需避免损坏供水、燃气、电力等其他重要管线。项目团队在施工前进行了详细的管线监护工作,确保施工区域无重要管线或已做好保护措施,并与相关部门协调,确保施工期间供水、燃气、电力等管线的正常运行。

5 物探技术的挑战与解决方案

5.1 技术挑战

在雨污水管网改造施工中,物探技术的应用虽然带来了诸多便利,但同时也遭遇了复杂地质条件下的探测难度以

及金属干扰和地下水位变化等干扰因素的影响。在岩溶地区、断层带或软土区域等地质条件复杂的区域,地下管线的探测尤为困难,因为这些条件可能导致探测信号的衰减和散射,使得管线位置、埋深等关键信息提取不准确,并可能增加施工风险^[4]。同时,金属管道、电缆等地下金属设施会对电磁波探测产生强烈干扰,而地下水位的变化也会影响探测设备的性能,特别是在水位较高或波动较大的区域,探测信号的衰减和失真问题更加严重。

5.2 解决方案

为应对物探技术在雨污水管网改造施工中面临的技术挑战,我们需要采取一系列策略。其一,通过技术创新与方法优化,如开发适应复杂地质条件的专用探测设备和技术,研究金属干扰和地下水位变化的校正算法及滤波技术,来提升探测信号的穿透力、分辨率和准确性^[5]。其二,借助大数据和人工智能技术提升数据处理与解释能力,利用先进算法和机器学习模型深度挖掘探测数据,提高管线信息的准确性和可靠性,同时加强探测人员的培训,提高专业水平。最后,加强跨学科合作与综合应用,整合地球物理学、地质学、工程学、计算机科学等多学科资源,共同推动物探技术的创新与发展,通过综合多种探测技术和方法,形成优势互补,为雨污水管网改造施工提供全面、准确的支持。

6 结论

综上所述,物探技术以其高效、准确的探测能力,在雨污水管网改造施工中发挥了重要作用,有效提升了管线探测的精度与效率;与此同时,物探技术还能够为施工方案的制定提供科学依据,实时监测施工过程中的管线变化,确保施工安全与质量;然而,在复杂地质条件下,物探技术的应用仍面临一定挑战,需要不断创新与优化技术方法;展望未来,随着技术的不断发展与跨学科融合的推进,物探技术将在雨污水管网改造施工中发挥更加重要的作用,为城市基础设施建设提供更加有力的支持。

参考文献

- [1] 高紫惠.综合物探技术在矿山水文地质勘探中的应用[J].四川建材,2024,50(12):64-65+76.
- [2] 章意聪.市政污水管网改造工程施工管理分析[J].工程技术研究,2021,6(10):204-205.
- [3] 赵杨杉,郑军,田必林,等.综合物探技术在白云岩矿不良地质体勘查中的应用效果分析[J/OL].矿产勘查,1-9[2025-03-03].
- [4] 龚益民.市政污水管网改造工程施工管理对策[J].低碳世界,2024,14(07):61-63.
- [5] 丁国靖,席炎胜,赵银斌.物探技术在雨污水管网改造施工过程中的运用[J].城市勘测,2018,(S1):242-244.