

# 综合物探技术在铁路隧道工程勘察中的实践研究

叶建超

成都华丰工程勘察设计有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i4.1723

**[摘要]** 本文通过对综合物探技术在铁路隧道工程勘察中的实践研究进行了分析。综合物探技术是一种集电磁、重力等多种物理探测方法于一体的综合性技术,具有高效、快速、准确等优点。通过对某铁路隧道工程的勘察实践,发现综合物探技术能有效地获取地下隧道工程所需的地质信息,为工程设计提供可靠的依据。在实践中,采用电磁法、重力测量等多种综合物探技术,取得良好的勘察效果。通过解释勘察结果,能准确判断隧道工程中存在的地质问题,如岩层断裂、地下水位、地下构造等,为工程施工提供科学依据。

**[关键词]** 综合物探技术; 铁路隧道工程; 勘察; 实践研究

中图分类号: U459.1 文献标识码: A

## Practical study of comprehensive geophysical exploration technology in railway tunnel engineering survey

Jianchao Ye

Chengdu Huafeng Engineering Survey and Design Co., LTD

**[Abstract]** This paper analyzes the practical research of comprehensive geophysical exploration technology in the investigation of railway tunnel engineering. Comprehensive geophysical exploration technology is a comprehensive technology integrating various physical detection methods such as electromagnetic and gravity, which has the advantages of high efficiency, speed and accuracy. Through the investigation and practice of a railway tunnel engineering, it is found that the comprehensive geophysical exploration technology can effectively obtain the geological information needed by the underground tunnel engineering, and provide a reliable basis for the engineering design. In practice, various comprehensive geophysical exploration techniques such as electromagnetic method and gravity measurement are adopted to achieve good survey results. By explaining the survey results, it can accurately judge the geological problems existing in the tunnel engineering, such as rock layer fracture, groundwater level, underground structure, etc., and provide a scientific basis for the engineering construction.

**[Key words]** comprehensive geophysical exploration technology; railway tunnel engineering; survey and practical research

### 前言

随着交通运输快速发展,铁路建设在我国的基础设施建设中起着重要的作用,铁路隧道作为铁路线路的重要组成部分,在铁路建设中具有不可替代的地位。而隧道工程的勘察是隧道建设中至关重要的一环,对于确保隧道工程的安全具有重要意义。传统隧道勘察方法主要依靠地质勘探、钻孔、试验和测量等手段,虽然能获取各种信息,但存在着勘察速度慢、效率低、数据不全面等问题。而综合物探技术的出现,为隧道工程的勘察提供新的思路。

### 1 综合物探技术在铁路隧道工程勘察中的应用意义

隧道工程勘察是隧道工程建设的第一步,而综合物探技术的应用则能够确保隧道工程勘察的精准性,满足技术发展的现实需求,具有重要的应用意义。首先,确保隧道工程勘察的精准性。隧道工程勘察需要了解地下岩层的结构、地下水位分布、地下孔洞等情况,以便进行合理的施工。传统勘察方法往往需要大量的人力和物力投入,且难以获取准确的数据,而综合物探技术通过使用多种物探设备,如电磁波、地热波等,对地下进行全面的探测,从而获得准确的地质信息。这样一来,有效避免由于勘察不准确而导致的隧道工程问题,保证隧道工程的建设质量;其次,加强隧道工程勘察的效率。传统勘察方法需要大量人力和

时间,而且受到地理条件和环境限制较大,综合物探技术通过设备的自动化和数字化,大幅度提高勘察的效率。物探设备会迅速获取数据,并通过计算机进行数据处理和分析,从而快速得出准确的地质信息;综合物探技术进行实时监测,及时发现地下岩层的变化和异常情况,为隧道工程施工提供及时参考,进一步提高勘察工作效率;最后,符合技术发展的现实需求。随着科技不断进步,人们对于勘察技术的要求也越来越高,综合物探技术作为一种现代化的勘察手段,能够满足人们对于高精度、高效率的勘察需求。

## 2 综合物探技术在铁路隧道工程勘察中的应用

### 2.1 工程概述

某城际铁路工程是位于东岸城区东部的一条南北向轨道交通快线,全长4,580米,属山岭长隧道,旨在满足城市发展需求,缓解交通压力,提高交通效率而建设的重要工程。隧道计划采用单洞双线的设计方案,即在山岭中开挖一条洞,同时布置两条铁轨,以便实现双向行驶。根据工程规划,隧道断面宽约12米,高约9米,能够容纳两列标准轨道车辆同时通过。在施工方法上,工程拟采用钻爆法进行施工。首先,施工人员会利用钻孔机在隧道内部开挖一系列直径适当的小孔。然后,将炸药装入这些小孔中,并进行合理的装药,以确保爆破能够顺利进行。最后,点燃炸药,引爆炸药,产生爆炸作用,达到开挖隧道的目的。钻爆法施工具有高效、灵活的特点。相比其他施工方法,钻爆法在山岭地形复杂、地质条件较差的情况下更为适用。通过合理的钻孔设计和装药方式选择,可以最大限度地减少对周围环境的影响。

### 2.2 遥感技术

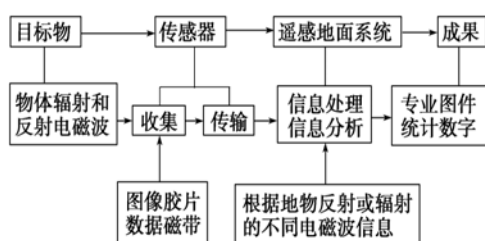


图1 遥感技术原理

在本铁路隧道工程中,采用青岛市勘察测绘研究院不同时期的卫星影像和航空影像图进行了分析。通过对这些影像的处理和解译,我们能够获得地下构造、岩层分布、地质断裂等关键信息,为隧道设计提供了有力的支持。使用卫星影像和航空影像图观察了整个工程区域的地貌特征,通过对山脉、河流、植被覆盖等进行分析,初步判断地下的地质状况,如山脉形态反映出地质断层的分布情况,而河流走向则提示我们可能存在的地下水问题<sup>[1]</sup>。同时,利用遥感技术分析影像中的光谱信息,不同地质构造在不同波段的光反射率有所差异,通过对光谱数据的处理,获得地下岩层的类型和厚度等信息,这些信息对于隧道的施工方法选择以及支护结构的设计都具有重要意义(如图1所示)。通过对多期影像进行比对,我们能够观察到地表的微小变化,如地

表沉降、地裂缝等,这些变形现象往往与地下构造的稳定性密切相关,通过及时监测这些变化,预测潜在的地质灾害风险,为隧道的施工和运营提供重要依据。

### 2.3 大面积地质调绘

在铁路隧道工程中,利用遥感影像解译成果进行1:1000工程地质调绘,调绘范围为线路两侧100m,即在铁路线路两侧各向外延伸100m的区域内进行地质调查和绘制。通过对遥感影像进行解译,获取大面积的地质信息,包括地貌特征、地层分布、地质构造等。这些信息对于隧道工程施工具有重要的指导作用。同时,通过1:1000比例尺调绘,详细了解地质情况,为隧道选址提供准确的地质数据。在进出洞口部100m~200m范围内进行1:500工程地质调绘,进出洞口部位是隧道工程中的关键区域,对隧道的稳定性和安全性有着重要影响。通过在该区域内进行1:500比例尺的地质调绘,可以更加详细地了解地质情况,包括岩层的分布、构造的变化等。这些信息对于隧道的设计和施工具有重要的指导作用,可以帮助工程师更好地选择施工方案,并采取相应的支护措施,确保隧道的安全施工和使用。

综合物探技术在铁路隧道工程勘察中的应用,尤其是大面积地质调绘,具有多样化优点:大面积地质调绘可以获取更加全面和准确的地质信息。传统地质勘察方法存在时间长、成本高等问题,而综合物探技术能通过遥感影像解译成果快速获取大面积的地质信息,提高勘察效率。大面积地质调绘可以为隧道工程的选址和设计提供准确可靠的依据,通过对地质特征的详细调查和绘制,全面了解地下地质情况,为隧道选址和设计提供科学依据,减少工程风险。大面积地质调绘帮助工程师制定合理的施工方案和支护措施,全面了解地质情况,更好地选择施工方案和采取相应的支护措施,确保隧道的安全施工<sup>[2]</sup>。

### 2.4 物探技术

#### 2.4.1 CSAMT法

本次勘察涉及到深埋段(K31+940~K35+630)的隧道工程,在该段落中我们选择了CSAMT(控制源音频大地电磁法)作为物探技术的应用方法。CSAMT法是一种基于电磁感应原理的地球物理勘测方法,通过测量不同频率的电磁信号在地下的传播特性,可以获得较高分辨率的地下地质信息。在本次勘察中,布置了两条CSAMT法测线,目的是获取更详细的地下地质信息。通过分析测量数据,推断出地下的岩层分布、构造特征以及可能存在的隐患,这些信息对于铁路隧道工程的设计和施工具有重要意义。CSAMT法的测量原理是通过在地面上布置大量发射和接收线圈,通过测量电磁信号的传播时间和幅度变化来推断地下结构,由于电磁波在不同频率下的传播特性与地下介质的电性有关,因此通过测量不同频率下的电磁信息可获得更丰富的地质信息。在CSAMT法的测线布置中,注重测线密度和覆盖范围,通过合理的测线布置,获得全面的地下地质信息,从而为隧道工程勘察提供可靠的依据<sup>[3]</sup>。此外,在数据采集过程中,注意仪器校准和测量环境控制,确保数据的准确性(如图2所示)。

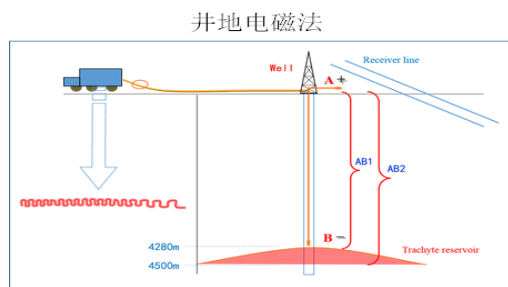


图2 井地电磁法原理

#### 2.4.2 浅层折射波法

浅层折射波法是综合物探技术中常用的一种方法,该方法通过测量地下介质中的折射波信息,可以获取地下结构的深度、厚度和岩性等信息。在铁路隧道工程中,浅层折射波法可用于确定基岩面的深度、覆盖层厚度、较深处的情况,为隧道设计和施工提供重要参考。在本工程某个测线区段中,基岩面很浅,区段覆盖层厚度均小于1.0米,而测线尾端的60米范围内较深,达到1.5米。通过浅层折射波法的测量,得到相关数据。综合物探技术中的浅层折射波法在铁路隧道工程勘察中的应用,为工程师提供了重要的地下结构信息。通过测量基岩面的深度、覆盖层的厚度以及较深处的情况,为隧道的设计和施工提供准确可靠的数据支持<sup>[4]</sup>。

#### 2.4.3 高密度电法

高密度电法通过在地下埋设电极,施加恒定的电流,测量地下介质的电阻率分布情况,从而获取地下结构的信息。在铁路隧道工程中,高密度电法主要用于探测地下岩层的分布、土质性质、水文条件等。通过分析铁路隧道工程勘察中的高密度电法成果图,看出地表以下22m处存在较大的低阻异常区,该低阻异

常区可能是由于地下水体、含水层存在所导致的,需要在隧道工程设计和施工过程中予以重点关注。除了低阻异常区外,其他地下的低阻异常区规模较小,这些较小的低阻异常区可能是由于地下岩层中存在含水层、裂隙或者土壤中含水量较高等因素引起的。在铁路隧道工程设计和施工中,需要针对这些低阻异常区进行合理处理,以确保隧道工程的安全性<sup>[5]</sup>。

### 3 总结

综上所述,综合物探技术在铁路隧道工程勘察中的应用研究取得显著成果,该技术能提供准确的地质信息,为工程设计、施工、运营管理提供重要参考依据。而在实际应用中,仍然存在一些问题和挑战,如数据处理和解释的复杂性、勘探深度的限制等。

#### [参考文献]

- [1]张营旭,张广泽,蒋帅,等.复杂艰险山区铁路隧道精细化工程地质勘察研究[J].高速铁路技术,2023,14(6):78-83.
- [2]王亚飞.金塘海底隧道工程地质综合勘察技术研究[J].铁道标准设计,2023,67(12):30-37.
- [3]聂信辉.高速铁路岩溶隧道大型溶洞综合勘察及处理技术研究[J].铁道标准设计,2022,66(1):121-124.
- [4]陈超.七步法超前地质预报在高铁岩溶隧道中的应用[J].铁道勘察,2023,49(4):122-129.
- [5]孙斌.综合超前地质预报技术在隧道断层破碎带中的应用[J].江西建材,2023,(1):139-140,147.

#### 作者简介:

叶建超(1992--),男,汉族,四川成都人,大学本科,中级工程师,从事工作;铁路地球物理工程勘探。