

# 工程地质勘察中物探技术的应用

任 杰 熊浩然

河南省中工设计研究院集团股份有限公司 河南 郑州 451450

**摘 要：**本文深入探讨了物探技术在工程地质勘察中的核心应用与价值。通过分析物探技术的基本概念、特点与优势，以及电法勘探、地震勘探、探地雷达、瞬变电磁法等常用技术在工程地质勘察中的具体应用，本文旨在为工程地质勘察领域提供科学、全面的物探技术应用指南，进而提升勘察精度与效率，确保工程建设的稳定与安全。

**关键词：**工程地质勘察；物探技术；应用

## 引言

工程地质勘察作为工程建设的基础环节，其准确性与可靠性直接关系到工程的安全性与稳定性。随着科技的进步，物探技术以其高效、精准、非破坏性等特点，在工程地质勘察中发挥着越来越重要的作用。本文旨在系统梳理并分析物探技术在工程地质勘察中的应用，为相关领域的研究与实践提供有力支持。

## 1 工程地质勘察中物探技术概述

### 1.1 物探技术的基本概念

物探技术，全称为物理勘探技术，是地球物理学在工程勘察领域的重要应用分支。它基于地球物理原理，通过精密的仪器设备和科学的方法，观测和分析地壳表面及内部的物理场变化，包括电场、磁场、重力场、地震波场以及电磁波场等，进而推断地下地质结构、岩性分布、水文地质条件以及潜在的地质异常或灾害等关键信息。这项技术不仅广泛应用于矿产资源勘探、油气田勘探等能源领域，还在工程地质勘察、环境地质调查、地质灾害评估与防治等方面发挥着不可替代的作用。物探技术的核心在于利用不同地质体或地质构造在物理性质上的差异，这些差异导致地球物理场在传播过程中发生特定的变化，如电磁波的反射、折射，地震波的传播速度、振幅和频率的变化，以及电场、磁场的异常分布等。通过精确测量这些物理场的变化，结合地质学、地球物理学和数学等多学科的知识，可以实现对地下地质结构的精细解读和三维重建，为工程规划、设计、施工以及灾害预警提供科学依据<sup>[1]</sup>。

### 1.2 物探技术的特点与优势

物探技术之所以在工程地质勘察中占据重要地位，主要得益于其独特的优势和特点，具体表现在以下方面：（1）探测深度大，覆盖范围广。与传统的钻探方法相比，物探技术能够覆盖更深的地下空间，探测深度从几米到几公里不等，甚至可以达到更深的层次。这使

得物探技术能够揭示更深层次的地质结构信息，对于大型工程如隧道、坝基、高层建筑等的选址和设计尤为重要；物探技术的探测范围广泛，不仅可以对点进行精确测量，还能对区域性的地质特征进行大面积扫描，为工程勘察提供全面的数据支持。（2）高分辨率，信息丰富。物探技术通过高精度的测量仪器和先进的数据处理技术，能够捕捉到地下地质结构的微小变化，实现高分辨率的成像和数据分析。这使得物探技术能够提供更详细、更准确的地质信息，包括地层的分层情况、岩性的变化、断裂带的分布、地下水的流向和储量等；这些信息对于评估工程场地的稳定性、预测地质灾害的风险以及优化工程设计方案具有重要意义。（3）操作简便，效率高。物探技术的操作相对简便，不需要进行复杂的钻探或挖掘工作，只需在地表或空中进行物理场的测量即可。这大大减少了勘察工作的时间和人力成本，提高了勘察效率；物探技术的测量过程对环境的破坏较小，符合绿色勘察的理念，有助于保护生态环境。（4）成本相对较低，经济性好。与传统的钻探方法相比，物探技术的成本相对较低。虽然物探设备的购置和维护需要一定的资金投入，但考虑到其探测深度大、效率高、信息丰富等优势，以及避免了钻探可能带来的环境破坏和安全隐患，物探技术在长期应用中具有更好的经济性；特别是在大型工程或复杂地质条件下，物探技术的经济性更为显著。（5）非破坏性，安全性高。物探技术是一种非破坏性的勘察方法，不会对地下地质结构造成破坏或改变。这使得物探技术能够在不干扰或破坏自然环境的前提下获取地质信息，对于保护生态环境和确保工程安全具有重要意义；由于避免了钻探等可能引发的安全事故，物探技术在安全性方面也具有显著优势。（6）综合应用，信息融合。物探技术不是单一的方法或技术，而是包含多种方法和技术的综合体系。在实际应用中，可以根据工程需求和地质条件选择合适的物探方法或方法

进行组合使用,实现信息的融合和互补;这种综合应用的方式能够提供更全面、更准确的地质信息,提高工程勘察的可靠性和准确性<sup>[2]</sup>。

## 2 常用物探技术在工程地质勘察中的具体应用

### 2.1 电法勘探的应用

电法勘探,作为工程地质勘察中一种重要的物探技术,其核心在于利用地下介质电性参数的差异来揭示地质结构特征。这种方法基于地质体导电性和介电性的不同,通过在地表或空中布置电极,施加电场或测量自然电场,观测和分析电场分布或电位变化,进而推断地下地质情况。(1)电法勘探可以用于探测地下水位。由于地下水的存在会影响地层的导电性,因此通过测量地表的电位分布或电阻率变化,可以间接判断地下水的埋深、流向和储量,这对于评估工程场地的水文地质条件至关重要。(2)电法勘探在划分地层岩性方面也具有独特优势。不同岩性的导电性和介电性存在差异,这些差异在电场作用下会表现为电位或电阻率的异常。通过高密度电阻率法等技术,可以获取地下电阻率的三维分布图像,从而清晰地区分不同岩性的地层,为工程选址和设计提供准确的地质依据。(3)电法勘探还能有效识别断层等地质构造。断层是地下岩层中的破裂面,由于断层两侧岩性的差异或断层填充物的存在,会导致电场分布的不连续或异常。通过精细的电法勘探测量,可以捕捉到这些异常信号,进而确定断层的位置、走向和规模,为评估工程场地的稳定性提供关键信息。(4)特别值得一提的是高密度电阻率法,它是电法勘探中的一种先进技术。该方法通过在地表布置大量电极,形成密集测量网格,然后利用先进的仪器设备和数据处理软件,快速、准确地获取地下电阻率的高分辨率图像。这种图像能够直观地展示地下地质结构的细节,包括地层的分层情况、岩溶发育程度、断层分布等,为工程地质勘察提供了极为宝贵的信息<sup>[3]</sup>。

### 2.2 地震勘探的应用

地震勘探,作为工程地质勘察中的一项关键物探技术,其本质在于利用地震波在地下介质中传播时产生的反射、折射、散射等物理现象,来揭示地下地质结构的特征和性质。这项技术通过人工激发地震波,并接收其在地下传播过程中遇到不同地质界面时产生的反射波或折射波,进而分析这些波的传播时间、振幅、频率等参数,以推断地下岩层的分布、厚度、倾角以及断裂带的存在与走向。(1)地震勘探能够精确探测地层厚度和岩层倾角。地震波在不同介质中的传播速度不同,当遇到地层界面时,会发生反射或折射。通过测量反射波或折

射波的传播时间,并结合地震波在已知介质中的传播速度,可以计算出地层的厚度和岩层的倾角,这对于评估工程场地的地层稳定性和选择合适的地基处理方式至关重要。(2)地震勘探在识别断裂带方面具有独特优势。断裂带是地下岩层中的破裂区域,其存在会显著影响地震波的传播路径和特征。通过地震勘探,可以捕捉到断裂带对地震波的反射、散射等异常现象,进而确定断裂带的位置、走向和规模。这对于评估工程场地的地震风险和制定相应的防灾减灾措施具有重要意义。(3)地震勘探还能够提供关于地下岩性、岩层结构、水文地质条件等方面的丰富信息。不同岩性的地震波传播特性存在差异,通过地震勘探可以推断出地下岩性的分布和变化情况。同时,地震波在传播过程中还会受到地下水、岩溶等地质因素的影响,通过分析地震波的传播特征,可以间接了解工程场地的水文地质条件。(4)在实际应用中,地震勘探通常与其他物探技术相结合,形成综合勘察方法。例如,可以将地震勘探与电法勘探、探地雷达等技术相结合,实现对地下地质结构的全方位、多角度探测。这种综合勘察方法能够提供更全面、更准确的地质信息,为工程选址、设计、施工以及灾害预警提供有力支撑。

### 2.3 探地雷达的应用

探地雷达,作为一种高效、非破坏性的浅层地质勘察技术,其核心在于利用高频电磁波在地下介质中传播时遇到不同电性界面产生的反射特性,来探测和识别地下目标。这项技术以其高分辨率、实时成像以及操作灵活等显著特点,在工程地质勘察中发挥着不可替代的作用,尤其是在浅层地质结构的探测方面。(1)探地雷达被广泛用于地下管线的探测。随着城市化进程的加快,地下管线网络日益复杂,准确掌握管线的位置、走向和埋深对于城市规划、工程施工以及管线维护至关重要。探地雷达能够穿透地表覆盖层,清晰地显示出地下管线的分布情况,为工程设计和施工提供准确的管线信息,有效避免施工中对管线的破坏。(2)探地雷达在探测地下空洞方面也具有独特优势。地下空洞可能是由于地质作用、人为挖掘或地下水位变化等原因形成的,它们的存在对地面建筑物的稳定性构成潜在威胁。探地雷达能够迅速识别出地下空洞的位置和规模,为工程勘察和地质灾害评估提供重要依据。通过及时发现并处理这些空洞,可以有效降低地质灾害的风险,确保工程安全。(3)探地雷达还被广泛应用于滑坡体的探测和监测。滑坡是常见的地质灾害之一,其发生往往与地下地质结构的变化密切相关。探地雷达能够穿透滑坡体表面的覆盖

层,揭示出滑坡体内部的分层结构、滑动面位置以及潜在的不稳定区域。这些信息对于滑坡体的稳定性评估、治理方案的设计以及滑坡监测预警系统的建立具有重要意义。(4)值得一提的是,探地雷达的高分辨率和实时成像特点使其在工程地质勘察中具有极高的应用价值。通过探地雷达获取的地下图像,可以直观地展示地下地质结构的细节特征,如地层的分层情况、岩性的变化、断裂带的分布等。这种直观的图像信息有助于工程师更准确地理解地下地质情况,为工程选址、设计、施工以及灾害防治提供科学依据<sup>[4]</sup>。

#### 2.4 瞬变电磁法的应用

瞬变电磁法,作为工程地质勘察中一种重要的地球物理勘探技术,其基本原理在于利用电磁感应现象来探测地下导体的分布和特征。这种方法通过在地表或空中设置发射线圈,向地下发射脉冲式的电磁场,当电磁场遇到地下导体时,会在其内部产生感应电流。随着发射电流的突然关断,地下导体中感应的电流会随时间逐渐衰减,并产生二次电磁场。通过接收并分析这个二次电磁场的时空分布特征,可以推断出地下导体的位置、形态、规模以及电性参数等信息。(1)瞬变电磁法被广泛用于探测地下金属管线。随着城市化进程的加速,地下金属管线网络日益复杂,准确掌握这些管线的位置、走向和埋深对于城市规划、工程施工以及管线维护至关重要。瞬变电磁法能够穿透地表覆盖层,有效探测到金属管线的存在,并精确测定其空间位置,为工程设计和施工提供可靠的管线信息。(2)瞬变电磁法在探测地下矿体方面也展现出独特的优势。矿体通常具有良好的导电性,因此成为瞬变电磁法的理想探测目标。通过瞬变电磁法的测量,可以获得矿体的埋深、规模、形

态以及电性特征等信息,为矿产资源勘探和开发提供科学依据。特别是在复杂的地质环境中,瞬变电磁法能够穿透地表覆盖层,揭示出深层的矿体信息,为矿产资源的深部勘探开辟新的途径。(3)瞬变电磁法还对低阻体具有高度的敏感性。在工程地质勘察中,低阻体往往与地下水、岩溶、断层等地质现象密切相关。通过瞬变电磁法的测量,可以准确识别出这些低阻体的位置和分布,为评估工程场地的水文地质条件和地质稳定性提供重要依据。(4)值得一提的是,瞬变电磁法具有探测深度大的特点。相比其他物探方法,瞬变电磁法能够探测到更深层的地质结构,为揭示地下深处的地质信息提供有力支持。这对于深基础工程、隧道工程等需要深入了解地下深层地质情况的工程项目具有重要意义。

#### 结语

综上所述,物探技术在工程地质勘察中具有广泛的应用前景和巨大的潜力。通过合理运用电法勘探、地震勘探、探地雷达、瞬变电磁法等常用技术,可以显著提高工程地质勘察的精度与效率,为工程建设的稳定与安全提供有力保障。未来,随着科技的不断发展,物探技术将在工程地质勘察领域发挥更加重要的作用。

#### 参考文献

- [1]邹德健,曹振.物探技术在工程地质勘察中的应用[J].辽宁自然资源,2020(8):59-60.
- [2]陈鸿亮.探讨物探技术在工程地质勘察中的实际应用[J].中国科技纵横,2020(4):91-92.
- [3]林桂林.岩土工程勘察设计及施工中水文地质问题研究[J].江西建材,2020(5):86-87.
- [4]廖想明.岩土工程勘察设计与施工一体化的实现途径探究[J].科技经济导刊,2020,28(17):57-58.