

地球物理勘探在工程地质勘察中的应用

刘晨辉

内蒙古地质矿产勘查有限责任公司 内蒙古 呼和浩特 010010

摘要: 地球物理勘探技术利用地球内部的物理特性与现象,来探测地下层位、物化构造、地质构造和存矿迹象等,可提高对资源的认识和探明储量,为工程地质勘察、地震预测等领域提供了有力支持。因此,地球物理勘探技术的广泛应用使工程建设更加安全、高效、经济,为各类工程项目的规划和实施提供了强有力的技术支持。

关键词: 地球物理勘探; 工程地质勘察; 应用

引言: 地球物理勘探技术以其快捷、准确并且非破坏性的特点,在地质勘测、工程地质勘察、地震预测、矿产勘探以及环境监测等领域都得到了广泛的应用。本文阐述地球物理勘探在地质勘测中的应用。地球物理勘探可以通过对地下的物理场参数进行测量、分析和解释,达到对矿产资源地质环境的评价。为矿产资源勘探提供了一种快速、准确、低成本、非破坏性的方法,显著提高了矿产资源勘探的效率和精度。

1 地球物理勘探技术概述

1.1 地球物理勘探技术的定义

地球物理勘探技术是通过采用物理探测方法,利用地球内部的物理特性与现象,来探测地下层位、物化构造、地质构造和存矿迹象等。其目的是获取地下的形态、性质、位置以及规模等信息,以提高对矿产、石油、地下水等资源的认识和探明储量,同时也为工程地质勘察、地质环境监测和地震预测等领域提供技术支撑。

1.2 地球物理勘探技术的实施原理

地球物理勘探技术的实施原理是利用地球内部的物理性质与现象进行探测,主要通过研究地球物理场变化来捕捉地下结构特征和物质性质。(1)地球电磁场:地球环绕的自然电场、磁场是地球物理勘探的基础。通过测量地下介质的不同电导率分布和电磁场的变化来推测地下结构。(2)地震波传播:地震波在地下传播速度和路径都与地下结构特征有密切关系。通过分析地震波传播规律和反射特征,来探测地下岩石的性质、构造和厚度等信息。(3)重力场变化:重力场因地下岩石体积积累、密度分布和距离影响等原因会发生变化,利用重力仪测量重力场的变化,来推测地下岩石分布和结构特征。(4)地震电磁场:地震时会产生电磁波,通过测量地下介质的电磁波反射特征,来推测地下结构和物质分布情况。因此,地球物理勘探技术是采用物理探测方法,应用不同的物理现象与场变化来探测地下结构和物

质,具有可靠性、便捷性和高效性等优点^[1]。

2 地球物理勘探技术对工程地质勘察的重要意义

地球物理勘探技术在工程地质勘察中具有非常重要的意义。工程地质勘察是指通过地质调查、勘探、试验等手段,对工程建设地区的地质条件进行了解和评价,为工程建设提供基础资料和指导。地球物理勘探技术是工程地质勘察的重要手段之一,可以提供快速、准确、非破坏性的地质勘探服务。(1)地球物理勘探技术可以探测工程地区的地质构造和岩土性质。通过重力勘探、磁法勘探、电法勘探、地震勘探等手段,可以探测工程地区的地质构造、岩土性质、地下水位等情况,为工程设计和施工提供重要的基础资料和指导。(2)地球物理勘探技术可以探测工程地区的地下水文情况。通过水文地质调查和物探手段,可以了解工程地区的地下水分布、水位变化、水流速度等情况,为工程设计和施工提供重要的参考和指导^[2]。(3)地球物理勘探技术还可以探测工程地区的土壤性质和地基质量。通过土工试验和物探手段,可以了解工程地区的土壤性质、地基质量、桩基深度等情况,为工程设计和施工提供重要的基础资料和指导。

3 地球物理勘探技术对工程地质勘察的应用

3.1 电磁法在地下水勘探中的应用

电磁法作为非破坏性的测量手段,其在地下水勘探中的应用显得尤为重要。电磁法是一种探测地下水的方法,在探察地下水的研究中已经得到较为广泛的应用。(1)探测浅层地下水。浅层地下水是指距地表60米左右的地下水。电磁法可以通过测定不同深度上的地下电阻率差异,来推断岩层中隐藏的水体所在深度及空间分布。比较常用的方法是应用小面积测量,通过多个测量点对比、组合分析,获取一定深度的复杂要素,再结合地质和水文学解释,获得准确的地下水分布信息。(2)探测深部地下水。深部地下水往往分布在深层岩石裂隙

和孔隙中,其探测需要较高的技术精度。电磁法通过利用电磁波经过介质时因介电常数和磁导率差异而产生的反射特性来探测岩层的电磁物理参数差异,以确定深部岩体的物理变化^[3]。(3)检测地下流体变化。地下水存在分层性和时空性等复杂性,其多次渗漏、交叉流动产生一系列的地下水随数字。通过电磁法的多次采集,可以得到不同时间、不同测量点地下水电性的动态变化,反映地下水流量、流速、流向的规律,并对流体变化进行实空间的可视化。(4)检测地下溶洞。岩溶区的地下水储量丰富,地下水流动非常活跃,溶蚀作用在地下洞穴的形成中起到了至关重要的作用。岩溶地区中的洞穴是由于不同岩石之间的溶蚀作用形成的,是一种特殊的地下水储藏。而电磁法在地下洞穴的检测方面具有独特的优势,可以快速、全面地测定地下洞穴的形态、规模、分布等要素,为地下施工和安全评估提供完善的参考数据^[4]。

3.2 重力法和磁法在找寻地下掩体和洞穴的应用

重力法和磁法是地球物理勘探中常用的手段,它们不仅可用于矿产勘探、地质灾害预测和评价,还广泛应用于勘探地下掩体和洞穴。由于在地下发现掩体和洞穴对于军事、安全和文化保护而言都具有重要意义,因此这两种方法在这些领域中得到广泛应用。(1)重力法。重力法是在测量地球重力场时,通过观测地面重力数据的变化,探测地下物质变化的一种方法。掩体和洞穴的存在通常会导致地下物质质量的变化,从而对地下重力场产生扰动,因此通过重力法可以发现地下掩体和洞穴的位置。重力勘探可应用于寻找长条状建筑物(如地下通道)和小尺度地形(如洞窟)。在这些情况下,研究区域的重力场比较光滑,而掩体和洞穴的存在导致了局部的异常重力场扰动。基于掩体和洞穴导致的重力异常特征参数,如重力异常梯度、重力异常曲率等,可以提升掩体和洞穴搜寻效率和准确度。(2)磁法。磁法是基于测量地球磁场的空间分布和变化来推测地下构造和成分的一种探测方法。由于掩体和洞穴往往有自己独特的磁性差异,使其在地磁场中产生扰动,因此可以利用磁法来查找隐藏在地下掩体和洞穴。磁勘探可应用于探测具有磁性储层的掩体和洞穴。由于掩体和洞穴本身是非磁性的,在磁场中无法感受,但地下的磁性储层会为其带来独特的磁性特征,通过测量地面磁性数据,可以发现掩体和洞穴的位置。基于磁异常特征参数,如磁梯度、曲率等,可以较准确地推断掩体和洞穴的位置和具体形态。

3.3 地震勘探在寻找构造和岩层断裂的应用

地震勘探是通过地震震源激发、地震波传播、地震波接收和数据处理等手段,研究地球内部物理性质及结构的一种方法。地震勘探在勘探石油、天然气等矿产资源、预测地震、控制环境污染、解决城市地质灾害等领域都得到了广泛的应用。在找寻构造和岩层断裂方面,地震勘探具有相应的优势,可以提供更准确的地质、构造及岩性信息。(1)寻找变形和断裂。地震波在穿过地球各种不同密度和速度的岩石时会发生折射、反射或破裂等现象,因此可以通过分析地震波在反射、折射或破裂过程中的变化,推断出地下岩层的情况。在构造和岩层断裂方面,地震勘探可对不同深度、不同介质的地质构造进行精确探测,发现断层的位置、性质和规模,进而为地质灾害的预测和预防以及矿产勘探提供有力的技术支持。(2)确定岩层性质。根据地震波在地下岩石中的传播速度和衰减情况,可以推断不同地层的岩性、密度和应力状态等信息。这些信息对地下水的勘探和岩石工程的设计都有重要的指导意义。另外,地震勘探还可发现埋藏深度较大的含水层,进一步指导地下水勘探。(3)确定地下物体的深度。地震勘探可以测量出地下物体的深度及其内部构造,如地下管线、建筑结构等。通过测量出地下物体的深度,可以为施工和维修工作提供更准确的指导。(4)地震反演技术。地震反演技术是一种利用计算机对地震波的传播、反射、折射等规律进行数值模拟计算的方法。它采用遗传算法、模拟退火等优化方法,对地震波数据进行迭代反演,以获取目标体的几何形态、物理参数等信息。反演结果具有空间分辨率高、精度高、稳定性好等特点,可以获得较好的勘探效果^[5]。

3.4 地球物理勘探在地质灾害预测和评价中的应用

地球物理勘探是一种非破坏性的地下探测方法,其应用于地质灾害预测和评价方面具有重要作用。(1)地震灾害预测和评价。地震灾害是可能导致人员伤亡、财产损失的重大自然灾害,因而其准确、及时的预测和评价显得非常重要。地球物理勘探可以对地震灾害的危险性进行预测和评价。电阻率反演技术以及电磁波速度分析等技术在对地下地层的水分、岩性、裂隙等方面进行精细分析,并对地震活动、残余应力进行监测,具有很高的准确性和敏锐性。同时,地震波传播也是地震灾害的重要依据,研究地震波的传播、反射、衍射等规律可以为地震灾害的评价提供重要帮助。(2)地质灾害勘察评价。地质灾害如滑坡、泥石流、地面塌陷、地下水突出等都是经济和人类生命财产的严重威胁。地球物理勘探可以应用于地质灾害的发生机理和成因分析,评估地质灾害的危险程度。例如,地下电磁法在孔隙度和饱

和度测量上的精度很高,可以对滑坡、泥石流等地质灾害的危险程度进行评估;波阻抗法、电法等方法则能够对地下裂隙、地下水、空洞等进行评估和探测,为地下水突出、地面塌陷等灾害的发生及危险程度提供科学参考。(3)环境污染评价。地球物理勘探可以应用于环境污染评价,如测定地下水中是否含有有毒有害物质、测定土壤或建筑物的污染状况等。磁法、电法、电磁法等方法在环境污染管理上已有广泛的应用。地球物理勘探在地质灾害预测和评价中发挥着重要作用。勘探方法的选择需要根据不同地形、地貌、地质、目标深度等因素进行综合判断,结合数据处理、反演分析等手段,为预测和评价地质灾害提供可靠依据,对于预防和减轻地质灾害具有重要的现实意义^[6]。

3.5 地球物理勘探在矿产勘查中的应用

地球物理勘探是利用物理学的原理和方法,通过测量和分析地球的物理场和物理现象,推断和识别地下地质结构和矿藏的一种技术。在矿产勘查中,地球物理勘探被广泛应用,并为找矿工作提供了大量有价值的信息。(1)重力勘探。重力勘探是利用地下不同地质体和矿体之间的密度差异,通过测量地面或空中重力场的变化来推断地下地质结构和矿藏的方法。由于不同矿物的密度不同,因此它们在重力场中的表现也会有所不同。通过测量和分析重力异常,可以推断出地下矿体的位置和形态。(2)磁法勘探。磁法勘探是利用地下不同地质体和矿体之间的磁性差异,通过测量地面或空中磁场的变化来推断地下地质结构和矿藏的方法。一些矿物,如铁矿,具有很强的磁性,因此可以通过测量磁场异常来找到它们。另外,磁法勘探还可以用来确定地质年代,分辨出不同地质体之间的边界。(3)电法勘探。电法勘探是利用地下不同地质体和矿体之间的电性差异,通过测量地面或空中电场的变化来推断地下地质结构和矿藏的方法。电法勘探包括音频电磁法、可控源音频电磁

法、大地电磁法等。这些方法可以用来确定矿体的位置、形状和大小,还可以用来分辨出不同的地质体。

(4)地震勘探。地震勘探是利用地下不同地质体和矿体之间的弹性波速差异,通过测量地面或空中地震波的变化来推断地下地质结构和矿藏的方法。地震勘探可以用来确定地下岩层的结构和构造,分辨出不同的地质体,还可以用来确定矿体的位置和形态。

结语:总之,地球物理勘探技术是一种高精度、低成本、非破坏性的勘探技术,它在地质和矿产资源勘探、工程地质勘察、地震预测与环境监测等方面,发挥着重要的作用。通过仪器设备的检测与信号处理,可以确定地球内部的物理特性和地质构造,进而揭示地下的自然资源和环境特征,达到了通过非直接手段解决现实问题的目的。随着勘探技术和计算机软件的不断更新和升级,地球物理勘探的数据分析和处理能力日益增强,成果质量和精度也在不断提高。在未来,地球物理勘探技术将不断创新、应用,为科技发展和社会进步带来更多的机遇与挑战。

参考文献

- [1]杜现福.探矿工程中地球物理勘探技术的应用研究[J].世界有色金属,2022(01):68-70.
- [2]王超.浅谈地球物理勘探在工程地质勘察中的应用[J].中国金属通报,2021(11):110-111.
- [3]宋国强.地球物理勘探在工程地质勘察中的应用[J].石化技术,2020,27(08):185+201.
- [4]陶柳.地球物理勘探在工程地质勘察中的应用研究[J].中国金属通报,2020(9):160-161.
- [5]周冠一.地球物理勘探技术现状与发展[J].世界有色金属,2019(13):183.
- [6]谢金伟.地球物理勘探在工程地质勘察中的应用[J].工程技术研究,2019(7):74-75.