

# Application and Prospect of Geophysical Exploration Technology in Earth Resource Exploration

Yancheng Peng

Jiangsu Province Environmental Geological Survey Team, Nanjing, Jiangsu, 210000, China

## Abstract

With the growth of global resource demand, accurate and efficient exploration technology of earth resources has become increasingly important. This paper analyzes the application of geophysical exploration technology in the field of earth resources exploration, and discusses its future development. Through a systematic review of a variety of geophysical techniques, such as seismic, electromagnetic, gravitational, and geochemical methods, this study reveals their unique advantages in determining the location, depth, and mineral quality assessment. The results show that the integrated application of multiple geophysical exploration techniques can greatly improve the accuracy of resource prediction. The exploration of cutting-edge technologies shows that machine learning and artificial intelligence will open a new era of resource exploration in data interpretation and processing. Finally, this paper proposes optimization suggestions for the existing technology, and predicts the challenges and coping strategies to provide theoretical and practical guidance for the future development of earth resource exploration.

## Keywords

geophysical exploration technology; earth resource exploration; data processing

## 物探技术在地球资源勘探中的应用与展望

彭彦程

江苏省环境地质调查大队, 中国·江苏 南京 210000

## 摘要

随着全球资源需求的增长, 精准高效的地球资源勘探技术变得日益重要。论文深入分析了物探技术在地球资源勘探领域的应用, 并对其未来发展进行了展望。通过对多种物探技术如地震、电磁、引力及地球化学方法的系统评述, 本研究揭示了它们在确定矿体位置、深度以及矿物质量评估方面的独特优势。研究表明, 集成应用多种物探技术能大幅提高资源预测的准确性。对前沿技术的探索表明, 机器学习和人工智能在数据解释与处理上, 将为资源勘探揭开新纪元。最后, 提出了对现有技术的优化建议, 并预测了物探技术面临的挑战及应对策略, 以期为地球资源勘探的未来发展提供理论和实践指导。

## 关键词

物探技术; 地球资源勘探; 数据处理

## 1 引言

随着人类文明和科技的发展, 对地球资源的需求日益旺盛, 而地球资源领域的探索和利用也正面临着巨大的挑战。寻找和有效利用地球资源, 是人类可持续发展的重要条件之一。伴随着各种新技术、新方法的出现, 我们对地球资源勘探的技术手段越来越丰富且精细。物探技术作为地球科学领域的重要手段, 对发现和勘探地球资源起着至关重要的作用。论文从物探技术在地球资源勘探中的应用入手, 论述了地震、电磁、引力和地球化学等主要物探方法在确定矿体位置、深度以及评价矿物质量方面的独特优势, 并对其在地球资源勘探中的发展趋势进行了展望。同时, 该研究还对现

有的物探技术进行了优化并探讨了其面临的挑战和应对策略, 希望能为地球资源勘探的未来发展提供有益的参考和指导。

## 2 物探技术在地球资源勘探中的应用

### 2.1 地震勘探技术及其在资源发现中的作用

地震勘探技术是地球物理勘探中最重要的方法之一, 其应用涵盖了资源发现的各个阶段<sup>[1]</sup>。地震勘探技术通过分析地震波的传播方式及速度, 可以提供地下结构的详细图像, 广泛用于石油、天然气、矿产等资源的勘探。

该技术利用人造地震源(如炸药或震源车辆)产生的地震波, 这些波在穿过不同地下介质时会产生反射和折射。通过在地表布设检波器接收返回信号, 并使用先进的信号处理和成像技术, 科学家可以绘制出地下地质结构的三维图像。地震勘探技术在确定资源埋藏的深度、规模以及地质环

**【作者简介】**彭彦程(1990-), 男, 中国江苏盐城人, 本科, 工程师, 从事物化探与遥感、地球物理探测研究。

境方面具有无可替代的优势。

地震波的波形、传播时间和衰减特性等数据成为勘探分析的基础。这些数据能够揭示地下不同层位的物理特性,如密度、弹性模量和孔隙度等,从而有效识别和评估潜在的资源储层。地震勘探技术尤其适用于研究复杂地质构造中的资源分布,帮助确定可能的资源聚集区和储层边界。

地震勘探技术的不断进步,如高分辨率勘探、三维和四维地震成像技术的发展,使得资源勘探的准确性大幅提升。三维地震勘探自20世纪80年代末逐渐普及,提供了更详尽和精确的地下构造信息。四维地震勘探技术更是在时间维度上增加了对地下变化的监测能力,成为动态资源管理的有力工具。

地震勘探技术因其卓越的成像能力和解析地下结构的能力,在资源发现中发挥着至关重要的作用,并随着技术进步不断拓展其应用前景。

## 2.2 电磁勘探技术在矿藏定位中的应用

电磁勘探技术在矿藏定位中的应用具有极高的现实意义。这种技术基于电磁场在不同地质结构中的传播差异,通过观测和分析地下电磁波场分布,能够有效揭示矿藏的空间分布特征。在实际应用中,主要有瞬变电磁法、音频大地电磁法和激发极化法等多种方法。

瞬变电磁法主要利用瞬变电磁波在地层中的衰减特性,探测地下电性的不均匀性。这种方法对金属矿体尤其是硫化矿体具有高灵敏度,适用于中深部矿床的勘探。音频大地电磁法则通过发送频率范围较广的电磁波信号,解析地下不同深度的电导率结构,适用于区域地质调查和中深层矿藏的定位。激发极化法通过测量地下岩体在电流作用下的极化效应,能够有效识别硫化矿和其他导电矿物,是寻找金属矿物的利器<sup>[2]</sup>。

电磁勘探技术不仅在矿藏定位中具有显著优势,还由于其高精度、低成本和无损检测的特点,被广泛应用于环境地质调查、地下水勘探和城市地下空间开发等领域。通过不断优化探测方法和数据处理技术,电磁勘探技术在提高数据精度和分辨率方面取得了显著进展。未来,随着科技的发展,电磁勘探技术将在资源勘探中发挥更加重要的作用,为矿藏定位提供更加精准和可靠的科学依据。

## 3 多技术集成与数据处理的进步

### 3.1 多物探技术集成对提高勘探准确性的贡献

多物探技术的集成在地球资源勘探中起到了至关重要的作用。通过集成不同类型的物探技术,可以最大程度地利用它们各自的优势,从而显著提高勘探的准确性和效率。

地震勘探技术在获取地层结构和地质特征方面具有独特优势,而电磁勘探技术则在探测地下电导率变化和介电常数方面表现优异。将地震和电磁技术集成使用,可以更全面地了解地下矿藏的分布和特性。例如,地震数据能够提供精

细的地下结构信息,电磁数据则可以揭示矿物的物理和化学性质。这种互补性使得对矿藏位置、深度及其物质组成的预测更加可靠。

引力勘探技术通过测量地球引力场的微小变化,能够确定地下矿体的质密分布,而地球化学方法则通过分析地表及其附近的化学组分,提供关于矿物类型及其浓度的有价值信息。将引力和地球化学方法集成应用,可以弥补单一技术在数据全面性上的不足,提高对地下矿体的识别精度。

多物探技术的集成不仅限于技术上的组合,还包括数据处理和解释方法的优化。多个物探技术获取的数据往往具有不同的特征和噪声,通过先进的数据融合算法,可以消除单个技术带来的不确定性,综合提取真实地质信息。这对于复杂地质环境下的资源勘探尤为重要。

通过多物探技术集成,不仅实现了多源数据的互补性,还为后续的资源开发和利用提供了更科学的依据。在此基础上,通过不断优化和创新,物探技术将在未来地球资源勘探中扮演更加关键的角色。

### 3.2 数据处理技术的发展及其在地球资源勘探中的应用

数据处理技术在地球资源勘探中扮演着至关重要的角色,随着科学技术的进步,数据处理方法日新月异,其应用亦愈加广泛。现代物探技术产生的大量数据需要经过准确、快速的处理才能为资源勘探提供有效的参考。高效的数据处理方法对于提高资源预测的准确性和效率具有重要意义。

近年来,随着计算机技术的发展,数据处理能力显著提升。高性能计算(HPC)和云计算的运用使得大规模数据处理变得可能。这些技术能在短时间内处理庞大的物探数据,提高了数据分析的速度和精度。多维数据成像技术的发展,使得对地下结构的三维乃至四维成像成为现实,从而为资源勘探提供了更为直观和详尽的地下信息。

在具体应用中,地球资源勘探过程中产生的地震、电磁、引力等数据通过先进的处理算法可以更准确地反映地下结构<sup>[3]</sup>。不断完善的反演技术和滤波技术,能够有效地去除噪声,提高信号的清晰度和准确性。地球化学的大数据分析方法也在矿体成分分析中起到关键作用,通过大数据统计和模式识别,可以更准确地预测矿体的分布和含量。

不断发展的数据处理技术提升了资源勘探的精准度和效率,为矿产资源的开发提供了科学依据和技术支持。新兴技术的应用,如机器学习和人工智能,也为未来的数据处理带来了更多的可能性,将进一步推动地球资源勘探技术的进步。

## 4 物探技术的未来展望与挑战

### 4.1 对现有物探技术的优化与创新方向

物探技术在地球资源勘探中的优化与创新方向主要集中在几个方面。技术设备的灵敏度和分辨率亟需提升。通过

引入更高精度的传感器和仪器,可以显著提高地震、电磁、引力及地球化学方法的探测能力,从而更准确地定位矿体,评估其深度和矿物质量。提升分辨率不仅能够使物探数据更加精细,还能捕捉到传统技术所遗漏的细微地质异常,增强资源预测的准确性。

数据处理与解释技术的发展是优化物探技术的另一个重要方向。海量物探数据的获得需要高效的处理和分析手段。现代计算机技术的进步,特别是并行计算和分布式计算的应用,可大幅减少数据处理时间。建立基于云计算的综合数据处理平台,可以实现数据的实时分析和可视化展示,提升地质勘探效率。

跨学科技术的融合与创新也是未来发展的重要趋势。将地球物理学与地球化学、地质学、信息科学等学科结合,能够形成多维度的数据交叉验证体系,增强勘探结果的可靠性与准确性。一些新兴技术如纳米技术和高频光谱技术也可与现有物探技术结合,为地质勘探提供全新的视角与手段。

人工智能和机器学习在物探技术中的应用前景广阔。通过构建复杂的模式识别算法和自适应学习系统,可以在海量数据中快速提取有效信息,预测未知区域的地质特征。这不仅能提高勘探效率,还能降低勘探成本。优化和创新现有物探技术,有望助力地球资源勘探迈入更高效、更智能的新阶段。

#### 4.2 物探技术面临的主要挑战及应对策略

物探技术在地球资源勘探中的发展已经取得了显著进展,但在应用过程中仍面临若干挑战。地质环境的复杂多变性使得物探信号在传播过程中的衰减与干扰问题极为突出。这不仅影响了数据采集的准确性,也增加了信号解释的难度。现有的数据处理技术在应对海量复杂数据和多源数据融合时,仍存在算法效率和计算资源消耗的瓶颈。不同物探技术彼此之间的协调与集成应用,在技术兼容性和实时性方面也亟待提升。

为应对这些挑战,需从多个层面实施优化策略。在信号衰减与干扰问题上,可通过引入先进的信号处理算法如递归滤波技术、去噪算法等,提高数据的精度和可靠性。针对海量复杂数据的处理,需开发高效的并行计算算法,并结合大数据技术,提高计算速度与处理能力。在多技术集成方面,可构建统一的数据标准和接口协议,并利用物联网技术实现设备的实时互联互通。可探索使用自动化和智能化技术,如机器学习和深度学习,提升数据解释的准确性与速率。这些

策略不仅能有效应对当前物探技术面临的主要挑战,也将为未来技术创新奠定坚实基础。

#### 4.3 人工智能与物探技术融合的发展趋势

人工智能(AI)在物探技术中的应用呈现出广阔前景。AI技术,尤其是机器学习和深度学习,能够显著提升数据处理和解释的效率与准确性。通过对大规模、多维度物探数据的快速分析,AI算法可以提取出潜在的资源信息,从而更精确地定位矿藏。AI在实时数据处理中的应用使得现场决策更加高效灵活。结合高性能计算,AI技术正在推动物探装备的智能化升级,实现自动化数据采集和实时反馈。而在复杂地质环境下,AI能够帮助识别复杂的地质结构和异常信号,提升勘探技术的适应性和探索深度。未来,随着机器学习算法的不断进化,物探技术将更加智能化、高效化,为地球资源的可持续勘探提供强有力的技术支持。

### 5 结语

综上所述,物探技术在地球资源勘探中发挥着不可替代的重要作用。从地震勘探技术对地下结构的精细成像,到电磁勘探技术在矿藏定位中的独特优势,再到多物探技术集成带来的准确性提升以及数据处理技术和机器学习、人工智能的广泛应用,物探技术不断为地球资源勘探开辟新的途径。然而,我们也应清醒地认识到,物探技术在发展过程中仍面临诸多挑战。但正是这些挑战,为我们提供了持续创新和优化的动力。通过不断提升技术设备的灵敏度和分辨率、发展高效的数据处理与解释技术、促进跨学科技术融合以及深化人工智能在物探技术中的应用,我们有信心克服这些挑战,推动物探技术迈向更高的台阶。在未来的地球资源勘探中,物探技术将继续发挥关键作用。随着科技的不断进步,我们可以期待更加精准、高效、智能的物探技术不断涌现,为满足人类对地球资源的需求提供坚实的技术保障。让我们携手共进,不断探索和创新物探技术,为地球资源勘探事业的蓬勃发展贡献力量,为人类的可持续发展创造更加美好的未来。

#### 参考文献

- [1] 王凤彬,李进,任伟.物探技术在矿山地质资源勘探中的应用[J].中国科技期刊数据库 工业A,2019(6).
- [2] 余平,魏磊.地球物探测井技术在煤田勘探中的应用[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2020(6).
- [3] 贾荣.探究物探技术在地质找矿与资源勘探中的应用[J].中国金属通报,2021(22):63-64.