

# 地质矿产资源探查技术研究进展

马 勇

宁夏宝丰集团红四煤业有限公司 宁夏 银川 750001

**摘 要：**地质矿产资源探查技术对于资源开发和利用至关重要。本文旨在探讨地质矿产资源探查技术的研究现状、技术分类、最新进展以及未来发展方向。通过对现有文献的梳理和分析，本文总结了当前地质矿产资源探查技术的主要类型、技术特点及其在实际应用中的表现，并对未来技术的发展趋势进行了展望。

**关键词：**地质矿产资源；探查技术；地球物理勘探；遥感技术；地球化学勘查

## 引言

地质矿产资源是国家经济发展的重要支撑。随着科技的进步，地质矿产资源探查技术也在不断创新和发展。本文将从地球物理勘探、遥感技术、地球化学勘查等方面，对地质矿产资源探查技术的研究现状、技术分类、最新进展以及未来发展方向进行综述。

### 1 地质矿产资源探查技术分类

#### 1.1 地球物理勘探技术

地质矿产资源作为国民经济和社会发展的重要物质基础，其探查与开发技术一直备受关注。在众多的探查技术中，地球物理勘探技术以其独特的优势和应用范围广泛而备受青睐。地球物理勘探技术通过测量和分析地球物理场（如地震波场、电磁场、重力场、磁场等）的异常变化，来推断地下地质体的结构、构造和矿产资源的分布。

**地震勘探：**地震勘探是地球物理勘探技术中最为常用的一种方法。它利用人工激发的地震波在地下传播时遇到的介质性质变化（如速度、密度、弹性模量等）而产生的反射、折射和散射等现象，来探测地下地质体的结构和构造。特别是三维地震勘探技术，通过布置多个测点和接收点，形成密集的地震波观测网络，可以全方位、立体地获取地下地质体的信息<sup>[1]</sup>。这种技术不仅提高了对地质构造的成像精度，还能够准确地识别出断层、褶皱、岩性变化等地质特征，为矿产资源的勘查和开发提供了重要的地质依据。

**电磁勘探：**电磁勘探则是利用地下地质体在电磁性质上的差异，通过发射和接收电磁波来探测地下地质体的结构和分布。电磁波在地下传播时，会遇到不同电性参数的介质（如导电性、导磁性、介电常数等），从而产生反射、散射和吸收等现象。这些现象被接收设备捕捉并记录下来，经过处理和分析后，就可以推断出地下地质体的形态、位置和性质。电磁勘探技术具有探测深

度大、分辨率高、对地形适应性强等优点，因此在矿产资源勘查、地下水探测、地质灾害预测等领域得到了广泛应用。

**重力勘探：**重力勘探技术则是通过测量地下地质体引起的重力异常来推断其分布和性质。地球表面的重力场受到地下地质体（如矿体、岩体、断层等）的影响，会产生微小的重力变化。这种变化可以通过高精度的重力测量仪器进行测量，并经过数据处理和分析来揭示地下地质体的信息。重力勘探技术在油气勘探、矿产勘查、地壳结构研究等方面具有独特的优势，尤其是在寻找深部隐伏矿体和油气藏方面发挥了重要作用。

**磁法勘探：**磁法勘探技术则是利用地下地质体的磁性差异来探测其分布和性质。许多矿产（如铁矿、磁性矿物等）具有显著的磁性特征，这些磁性特征会在地表产生微弱的磁场变化。通过测量这些磁场变化，可以推断出地下磁性矿体的位置、形态和规模。磁法勘探技术具有操作简单、成本低、效率高等优点，在矿产资源勘查、地质填图、地质灾害预测等方面得到了广泛应用。特别是在寻找磁性矿产方面，磁法勘探技术具有其他技术无法替代的优势。

#### 1.2 地球化学勘查技术

地球化学勘查技术，作为地质矿产资源探查领域的重要分支，以其独特的探测原理和广泛的应用范围，在矿产资源勘查中发挥着举足轻重的作用。该技术主要通过分析地表及近地表物质（如土壤、水系沉积物、植物等）中的化学元素含量及其分布特征，来间接推断地下矿体的存在、性质及分布规律。

**土壤地球化学勘探：**土壤地球化学勘探，作为地球化学勘查技术的核心方法之一，其基本原理在于：土壤作为地表覆盖层，其化学元素含量和分布特征深受地下矿体的影响。矿体在形成过程中，会通过各种地质作用（如风化、剥蚀、搬运等）将其中的化学元素释放到周

围的土壤中,形成特定的地球化学异常。因此,通过采集和分析土壤样品中的化学元素含量,特别是那些与成矿作用密切相关的元素(如金属元素、稀有元素等),可以推断出地下矿体的可能位置、规模和性质<sup>[2]</sup>。这种方法特别适用于寻找那些被地表覆盖层掩盖的隐伏矿体,为矿产资源的进一步勘查和开发提供重要线索。

**水系沉积物地球化学勘探:**水系沉积物地球化学勘探,则是利用水系沉积物中的化学元素含量和分布特征来探测矿产资源。水系沉积物,如河流沉积物、湖泊沉积物等,是地表岩石和土壤风化剥蚀作用的产物。这些沉积物在搬运和沉积过程中,会携带并富集来自周围岩石和土壤中的化学元素。因此,通过分析水系沉积物中的化学元素含量,可以反映出其上游或周边地区岩石和土壤中的元素分布特征,进而推断出地下矿体的存在和性质。这种方法具有探测深度大、覆盖范围广、成本低等优点,特别适用于那些地形复杂、植被覆盖茂密、难以直接进行地质勘查的地区。

**植物地球化学勘探:**植物地球化学勘探,则是一种相对新颖且极具潜力的地球化学勘查技术。植物在生长过程中,会通过根系吸收土壤中的水分和养分,其中包括各种化学元素。某些植物对特定元素具有特殊的吸收和富集能力,使得其体内元素含量远高于周围环境中的平均水平。因此,通过采集和分析这些植物样品中的化学元素含量,可以间接反映出地下矿体的存在和性质。这种方法具有操作简便、成本低廉、效率高等优点,特别适用于大面积、快速勘查矿产资源的需求。同时,植物地球化学勘探还具有一定的环保性,不会对生态环境造成破坏或污染。

### 1.3 遥感技术

遥感技术,作为现代地质矿产资源探查的重要手段之一,以其独特的探测方式、广泛的数据来源和高效的数据处理能力,在矿产资源勘查、地质环境监测、自然灾害预警等领域发挥着越来越重要的作用。遥感技术主要基于电磁波与地表及地下物质的相互作用原理,通过卫星、飞机、无人机等平台搭载各类传感器,远距离地获取地表及地下的信息。其中,光学遥感和微波遥感是遥感技术中的两大重要分支。

**光学遥感:**光学遥感技术,主要利用可见光、红外光等电磁波波段,通过卫星、飞机等平台上的高分辨率相机或光谱仪等设备,获取地表的高清影像和光谱信息。这些影像和光谱信息能够清晰地反映出地表的地貌形态、植被分布、水系网络、土壤类型等自然地理特征。在地质矿产资源探查中,光学遥感技术可以通过分

析地表的地貌特征(如山脉走向、沟谷分布、地形起伏等),推断出地下地质体的可能分布和构造特征;同时,通过监测植被的生长状况和分布规律,可以间接反映出地下矿产资源的存在和富集程度。此外,光学遥感技术还可以结合多光谱数据,进行地表覆盖类型的分类和识别,为矿产资源的勘查和开发提供精准的地表信息支持。

**微波遥感:**微波遥感技术,则利用微波的穿透性和散射性特点,通过雷达、散射计等平台获取地表及地下的信息。与光学遥感相比,微波遥感具有更强的穿透能力,能够穿透云层、植被等覆盖物,直接获取地表以下的地质信息。在地质矿产资源探查中,微波遥感技术可以探测到地下一定深度内的地质体(如岩层、矿体等)的分布和构造特征,特别是对于那些被植被覆盖或地表条件复杂的地区,微波遥感技术具有独特的优势<sup>[3]</sup>。同时,微波遥感还可以通过测量地表的微波散射特性,反演出地表粗糙度、土壤湿度等参数,为矿产资源的勘查和地质环境的评估提供重要的辅助信息。

值得注意的是,光学遥感和微波遥感并不是孤立存在的,它们在实际应用中往往需要结合使用,以充分发挥各自的优势。例如,在矿产资源勘查中,可以先利用光学遥感技术获取地表的高清影像和光谱信息,初步确定矿产资源的可能分布区域;然后,再利用微波遥感技术穿透植被覆盖,进一步探测地下地质体的分布和构造特征。这种综合应用的方式,可以大大提高矿产资源勘查的准确性和效率。

## 2 地质矿产资源探查技术最新进展

### 2.1 高精度地球物理勘探技术

地球物理勘探技术作为地质矿产资源探查的重要手段,其精度和分辨率的提升直接关系到勘查结果的准确性和可靠性。近年来,随着地震勘探技术的不断发展,三维地震勘探技术已经成为地下复杂地质构造高精度成像的重要工具。这种技术通过布置密集的地震测点和接收点,利用先进的数据采集和处理技术,能够全方位、立体地获取地下地质体的信息,实现对地质构造的精细刻画。与传统的二维地震勘探相比,三维地震勘探技术不仅提高了成像的精度和分辨率,还能够更准确地识别出断层、褶皱、岩性变化等地质特征,为矿产资源的勘查和开发提供了更加详实的地质依据。在高精度地面量子磁测技术与装备的研发方面,也取得了重要突破。量子磁测技术是一种基于量子力学原理的磁测方法,具有极高的测量精度和灵敏度。通过研发高精度量子磁测装备,可以实现对地磁场微弱变化的精确测量,进而推断

出地下地质体的磁性特征。这种技术在矿产勘查中具有独特优势,特别是对于磁性矿产的探查,能够大大提高勘查的准确性和效率。此外,高精度量子磁测技术还可以应用于地质灾害预测、地壳结构研究等领域,为地质科学研究提供有力支持。

## 2.2 遥感技术与人工智能的融合

随着人工智能技术的快速发展,遥感技术与人工智能的融合成为地质矿产资源探查的新趋势。遥感技术具有覆盖范围广、信息量大、更新速度快等优点,而人工智能技术则擅长处理大规模数据、提取有用信息和进行智能决策。将两者相结合,可以实现对遥感影像的智能解译和分析,大大提高地质矿产资源探查的效率和准确性。在遥感技术与人工智能的融合中,机器学习算法扮演着重要角色。通过训练机器学习模型,可以使其具备对遥感影像进行自动分类、目标检测和异常识别等能力。例如,利用支持向量机、随机森林等算法,可以对遥感影像中的植被、水体、岩石等不同地物进行精确分类;利用卷积神经网络等深度学习算法,则可以对遥感影像中的地质构造、矿化带等特征进行自动识别。这些技术的应用,不仅提高了遥感影像的解译效率,还能够发现传统方法难以察觉的地质异常,为矿产资源的勘查提供新的线索<sup>[4]</sup>。此外,遥感技术与人工智能的融合还可以实现地质矿产资源的动态监测和预测。通过连续获取不同时间点的遥感影像数据,结合人工智能算法进行时间序列分析,可以揭示出地质矿产资源的时空分布规律和变化趋势。这种动态监测和预测能力,对于及时发现新的矿产资源、评估资源潜力、制定合理的开发策略具有重要意义。

## 2.3 地球化学勘查技术的创新

地球化学勘查技术作为地质矿产资源探查的另一种重要手段,也在不断创新和发展。其中,多元素地球化学异常组合模式识别技术的应用尤为突出。这种技术通过采集和分析地表及近地表物质(如土壤、水系沉积物、植物等)中的多种化学元素含量,建立元素间的相关关系和异常模式,进而实现对矿产资源的快速、准确预测。与传统的单元素异常识别相比,多元素地球化学

异常组合模式识别技术能够更全面地反映地下矿体的化学特征,提高勘查的准确性和效率。除了多元素地球化学异常组合模式识别技术外,同位素地球化学方法也是地球化学勘查技术的重要创新之一。同位素地球化学方法是通过研究地质体中稳定同位素和放射性同位素的分布和变化规律,来推断地下地质体的成因、演化历史和矿产资源潜力。这种方法具有独特的优势,能够揭示出地质体中的微观过程和机制,为矿产资源的勘查和开发提供科学依据。例如,通过测量岩石中的锆石U-Pb同位素年龄,可以确定岩石的形成时代和演化历史;通过测量矿物中的稳定同位素(如C、H、O、S等)的含量和比值,可以推断出矿物的成因和来源。此外,地球化学勘查技术还在不断向高精度、高灵敏度方向发展。随着仪器设备的不断进步和分析技术的不断创新,地球化学勘查技术已经能够实现对微量元素的精确测量和快速分析。这种高精度、高灵敏度的地球化学勘查技术,为发现新的矿产资源、评估资源潜力、制定开发策略提供了更加可靠的技术支持。

## 结语

地质矿产资源探查技术是地质矿产资源开发和利用的重要支撑。随着科技的进步和创新,地质矿产资源探查技术也在不断发展和完善。本文综述了当前地质矿产资源探查技术的主要类型、技术特点及其在实际应用中的表现,并对未来技术的发展趋势进行了展望。未来,地质矿产资源探查技术将更加注重技术融合与创新、智能化发展以及国际合作与交流,共同推动地质矿产资源的可持续利用和发展。

## 参考文献

- [1]孟明.地质矿产资源勘察方法探究与思考[J].新疆有色金属,2021,44(05):95-96.
- [2]王梦龙.关于地质矿产资源勘察方法及工作的研究[J].世界有色金属,2022,(21):106-108.
- [3]王晓波.地质矿产资源勘察的常见方法及相关工作的建议[J].中国金属通报,2024,(09):145-147.
- [4]陈杰.地质矿产资源勘察的方法及工作建议探微[J].世界有色金属,2019,(11):94+96.