

# 有色金属地质矿产勘查和深部地质钻探找矿技术研究

李卓林

内蒙古有色地质矿业(集团)六〇九有限责任公司 内蒙古 乌兰察布 012000

**摘要:** 有色金属矿产资源种类多、分布不均、成矿条件复杂且埋深差异大,深部找矿成趋势。地质矿产勘查常用地球物理、化学及遥感勘查技术,各有优势。深部地质钻探找矿技术是获取深部信息的关键,面临高温、高压等挑战。通过某地区有色金属矿床案例,综合运用多种勘查与钻探技术,成功发现新矿体,验证了技术有效性,为深部找矿提供借鉴。

**关键词:** 有色金属;地质矿产勘查;深部地质钻探;找矿技术

引言:有色金属在国民经济中占据关键地位,其矿产资源勘查与开发意义重大。随着浅部资源逐渐枯竭,深部找矿成为必然趋势。地质矿产勘查技术是寻找和评价矿产资源的基础,而深部地质钻探找矿技术则是获取深部地质信息与资源的关键手段。本文将深入探讨有色金属地质矿产勘查技术及其在深部找矿中的应用,分析深部地质钻探找矿技术的原理、方法与挑战,并结合实际案例评估其效果。

## 1 有色金属地质矿产勘查技术综述

### 1.1 有色金属矿产资源的基本特点

有色金属矿产资源在国民经济中地位重要,有独特特点。其一,种类繁多,常见有色金属有铜、铝等,每种金属物理和化学性质独特,广泛应用于电力、电子等众多领域,如铜用于电力传输,铝用于航空航天。其二,分布不均衡,全球不同地区储量和种类差异大,导致国际间贸易频繁,勘查开发具战略意义;国内也地域集中,如江西钨矿等是产业重要基地<sup>[1]</sup>。其三,成矿条件复杂,形成需特定地质构造等共同作用,像斑岩型铜矿与岩浆侵入有关,勘查难度大。另外,埋藏深度差异大,有浅部易采矿床,也有深部难采矿床,随着浅部资源枯竭,深部找矿成重要方向,对勘查技术要求更高。

### 1.2 地质矿产勘查技术概述

地质矿产勘查技术是寻找和评价矿产资源的重要手段,旨在查明地下资源特征,为开发利用提供依据。常用技术有地球物理、地球化学和遥感勘查等。地球物理勘查利用地球物理场原理,测量重力、磁等场变化,推断地下地质体,因地质体物理性质不同致场变化,此方法效率高、成本低、探测深,用于勘查各阶段。地球化学勘查采集分析天然介质元素含量,发现追踪地球化学异常找矿,有色金属形成会致周围元素富集或分散,此方法对找隐伏和深部矿床有优势。遥感勘查用传感器采

集处理目标物电磁波信息,识别提取地质矿产信息,其覆盖广、信息多、获取快,能获取大面积信息,解译图像可识别找矿线索。

## 2 有色金属地质矿产勘查技术的具体应用

### 2.1 地球物理勘查

在有色金属地质矿产勘查中,地球物理勘查技术发挥着重要作用。常用的地球物理勘查方法包括重力勘查、磁法勘查、电法勘查和电磁法勘查等。重力勘查是通过测量地球重力场的变化来探测地下地质构造和矿产资源的方法。不同地质体的密度存在差异,这种差异会引起重力场的局部变化。例如,有色金属矿体通常与周围岩石的密度不同,通过重力测量可以发现这种密度差异,进而推断矿体的存在和分布。重力勘查对于寻找密度差异较大的金属矿床,如铅锌矿、铜矿等具有一定的效果。磁法勘查是利用岩石和矿石的磁性差异来探测地下地质体的一种方法。许多有色金属矿石具有一定的磁性,如磁铁矿、钛铁矿等。通过测量地磁场的变化,可以发现磁性矿体或与矿体有关的地质构造。磁法勘查具有效率高、成本低、探测深度大等优点,广泛应用于区域地质调查和矿产勘查的早期阶段。电法勘查是通过研究地下地质体的电性差异来探测矿产资源的方法。不同的地质体具有不同的电阻率、极化率等电性参数,这些差异会导致电场的分布发生变化。电法勘查方法包括电阻率法、激发极化法、自然电场法等<sup>[2]</sup>。激发极化法对于寻找浸染状硫化物矿床具有较好的效果,如铜矿、铅锌矿等。电磁法勘查是利用电磁感应原理来探测地下地质体的一种方法。通过向地下发射交变电磁场,测量地下地质体产生的感应电磁场的变化,从而推断地下地质体的电性特征和分布情况。电磁法勘查具有探测深度大、分辨率较高等优点,适用于深部找矿和复杂地质条件下的矿产勘查。

## 2.2 地球化学勘查

地球化学勘查在有色金属地质矿产勘查中也有着广泛的应用。常用的地球化学勘查方法包括岩石地球化学测量、土壤地球化学测量、水系沉积物地球化学测量和生物地球化学测量等。岩石地球化学测量是直接采集岩石样品,分析其中元素的含量,来研究岩石中元素的分布和富集规律,进而寻找矿产资源。这种方法适用于区域地质调查和已知矿床的深部及外围找矿。通过对岩石中成矿元素和伴生元素的分析,可以了解矿床的形成环境和演化过程,为找矿提供重要依据。土壤地球化学测量是通过采集土壤样品,分析其中元素的含量,来发现与矿产有关的地球化学异常。土壤是岩石风化的产物,矿体周围的岩石在风化过程中,其中的成矿元素会迁移到土壤中,形成地球化学异常。土壤地球化学测量具有采样方便、成本低等优点,广泛应用于区域矿产勘查和普查阶段。水系沉积物地球化学测量是采集河流、溪流等水系中的沉积物样品,分析其中元素的含量,来追溯上游地区的矿产资源。水系沉积物是流域内岩石风化产物的搬运和沉积结果,其中的地球化学异常可以反映上游地区的地质构造和矿产分布情况。水系沉积物地球化学测量具有覆盖范围广、工作效率高等特点,适用于大比例尺的区域矿产勘查。生物地球化学测量是利用植物或动物体内的元素含量来寻找矿产资源的一种方法。某些植物对特定的金属元素具有富集作用,通过分析植物体内的元素含量,可以发现地下的金属矿床。生物地球化学测量具有独特的环境友好性和经济性,在寻找隐伏矿床和深部矿床方面具有一定的潜力。

## 2.3 遥感勘查等技术

遥感勘查技术在有色金属地质矿产勘查中发挥着越来越重要的作用。随着遥感技术的不断发展,其分辨率和光谱信息越来越丰富,为地质矿产勘查提供了更多的信息。在遥感图像解译方面,通过对不同波段遥感图像的融合和分析,可以识别出与矿产有关的地质构造、岩性、蚀变等信息。例如,利用多光谱遥感图像可以识别出含矿热液蚀变带,因为蚀变岩石的光谱特征与正常岩石存在差异。通过遥感图像解译,可以快速圈定找矿靶区,指导后续的地面勘查工作。高光谱遥感技术是近年来发展起来的一种新型遥感技术,它可以获取地物连续的光谱信息,能够更准确地识别地物的成分和特征。在有色金属地质矿产勘查中,高光谱遥感技术可以用于识别矿物种类、检测矿物含量和分布情况,为矿产资源的评价和开发提供重要依据。合成孔径雷达(SAR)遥感技术具有全天候、全天时成像的特点,不受云雾等天气

条件的限制。在有色金属地质矿产勘查中,SAR遥感技术可以用于探测地下地质构造和隐伏矿床,特别是在山区和复杂地形地区具有独特的优势。

## 3 深部地质钻探找矿技术原理与方法

### 3.1 深部地质钻探技术概述

深部地质钻探找矿技术是获取深部地质信息和矿产资源的重要手段。随着浅部矿产资源的逐渐枯竭,深部找矿成为了当前地质矿产勘查的重要方向。深部地质钻探技术可以穿透较厚的覆盖层,获取深部岩石样品和地质信息,为深部矿产资源的评价和开发提供直接依据<sup>[3]</sup>。深部地质钻探技术面临着诸多挑战,如高温、高压、高地应力等复杂的地质条件,以及钻探设备和技术的高要求。因此,深部地质钻探技术需要不断创新和发展,以提高钻探效率和质量,降低钻探成本。

### 3.2 深部地质钻探找矿技术的具体方法

深部地质钻探找矿技术主要包括金刚石钻进、牙轮钻进、冲击回转钻进等方法。金刚石钻进是利用金刚石钻头的高硬度和高耐磨性,在高压下破碎岩石的一种钻进方法。金刚石钻头具有钻进效率高、钻孔质量好、使用寿命长等优点,适用于钻进各种硬度的岩石,特别是深部硬岩钻进。在有色金属地质矿产勘查中,金刚石钻进常用于获取深部岩芯样品,进行岩石矿物分析和地球化学测试。牙轮钻进是利用牙轮钻头的滚动破碎岩石的一种钻进方法。牙轮钻头由三个锥形牙轮组成,牙轮上装有牙齿,在钻压和回转力的作用下,牙齿对岩石产生冲击和碾压作用,使岩石破碎。牙轮钻进具有钻进速度快、适应性强等优点,适用于钻进中硬及以下硬度的岩石,在深部地质钻探中也得到广泛应用。冲击回转钻进是结合了冲击和回转两种破碎岩石方式的一种钻进方法。在钻进过程中,钻头既受到回转力的作用,又受到冲击力的作用,使岩石在冲击和回转的共同作用下破碎。冲击回转钻进具有钻进效率高、钻孔质量好等优点,特别适用于钻进坚硬岩石和复杂地层。

### 3.3 深部地质钻探技术的挑战

深部地质钻探技术面临着诸多挑战。首先,高温是深部钻探面临的主要问题之一。随着钻探深度的增加,地下温度不断升高,高温会对钻探设备和钻井液的性能产生严重影响。例如,高温会使钻井液的粘度降低、失水增加,导致井壁不稳定;高温还会加速钻探设备的磨损和老化,降低设备的使用寿命。其次,高压也是深部钻探需要克服的难题,深部地层承受着巨大的上覆岩层压力,钻井过程中需要承受高压环境。高压会导致钻井液的性能发生变化,增加钻井液处理难度;同时,高压

还可能引发井喷、井漏等事故，威胁钻探安全。另外，高地应力、复杂的地质构造和岩性变化等因素也会给深部地质钻探带来困难。高地应力可能导致井壁失稳、钻具断裂等问题；复杂的地质构造和岩性变化会增加钻探的难度和风险，影响钻探效率和质量。

#### 4 有色金属地质矿产勘查与深部地质钻探找矿技术的案例分析

##### 4.1 案例选取与背景介绍

选取某地区的一个有色金属矿床作为案例，该地区是我国重要的有色金属成矿带之一，具有良好的成矿地质条件和找矿前景。近年来，随着浅部矿产资源的逐渐减少，深部找矿成为该地区矿产勘查的重点。该矿床以往经过多次地质勘查工作，发现一些浅部的矿体，但随着勘查工作的深入，发现浅部矿体规模有限，难以满足日益增长的矿产资源需求。因此，决定开展深部地质矿产勘查工作，采用综合勘查技术方法，包括地球物理勘查、地球化学勘查和深部地质钻探等，以寻找深部潜在的矿产资源。

##### 4.2 勘查过程与钻探实施

在勘查过程中，首先进行了地球物理勘查工作。采用了重力勘查、磁法勘查和电法勘查等多种方法，对研究区进行全面的地球物理测量。通过对地球物理数据的处理和解释，圈定一些与矿产有关的异常区域，为后续的勘查工作提供重要线索。接着进行地球化学勘查工作。采集土壤样品和水系沉积物样品，进行元素含量分析。通过地球化学异常的圈定和评价，进一步缩小找矿靶区，确定深部钻探的位置。在完成地球物理和地球化学勘查工作后，开展了深部地质钻探工作。根据前期勘查结果，设计合理的钻探孔位和钻孔深度。采用了金刚石钻进和冲击回转钻进相结合的方法，克服深部复杂地质条件带来的困难。在钻探过程中，严格遵守钻探操作规程，加强对钻井液性能的监测和调整，确保钻探工作的顺利进行。

##### 4.3 结果分析与效果评价

通过深部地质钻探工作，在该矿床深部发现了新的矿体。经采样分析，新发现的矿体规模较大，品位较高，具有较好的开发利用价值。这一成果表明，综合运用地球物理勘查、地球化学勘查和深部地质钻探等技术方法，在深部找矿中取得了显著效果。从勘查效果来看，地球物理勘查和地球化学勘查为深部钻探提供了准确的靶区定位，提高钻探的成功率，降低勘查成本<sup>[4]</sup>。深部地质钻探技术则直接获取深部地质信息和矿产资源，为矿产资源的评价和开发提供可靠依据。同时，该案例也为其他地区的有色金属深部找矿提供了有益的借鉴。在今后的地质矿产勘查工作中，应进一步加强综合勘查技术方法的应用，充分发挥各种勘查技术的优势，提高深部找矿的效率和质量，为保障我国有色金属矿产资源的供应做出更大贡献。

##### 结束语

有色金属地质矿产勘查与深部地质钻探找矿技术对于保障资源供应至关重要。通过综合运用地球物理、地球化学和遥感勘查等技术，结合深部地质钻探，能有效提高深部找矿效率与质量。实际案例表明，这些技术方法在深部找矿中成效显著。未来，应持续创新勘查与钻探技术，加强综合应用，以更好地应对深部找矿挑战，推动有色金属产业可持续发展。

##### 参考文献

- [1]白鸿祖.矿产地质勘查与深部钻探找矿技术研究[J].西部探矿工程,2023,35(6):171-173,176.
- [2]乔永超.地质勘查与深部地质钻探找矿技术工作研讨[J].世界有色金属,2024(5):49-51.
- [3]赵相生,杨德贤,许世静,等.有色金属地质矿产勘查和深部地质钻探找矿技术研究[J].世界有色金属,2025(5):184-186.
- [4]王磊.有色金属地质矿产勘查和深部地质钻探找矿技术研究[J].有色金属设计,2023,50(4):84-87.