

# 深层矿产资源勘探技术及其在地质勘查中的应用

刘睿

福建海峡科化富兴建设工程有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i4.1736

**[摘要]** 文章旨在探讨深层矿产资源勘探技术及其地质应用。现行勘探技术主要包括地球物理勘探、地球化学勘探、遥感勘探和数学地质学方法。地球物理勘探技术包括重力方法、电磁方法和钻孔地震方法等,地球化学勘探技术则主要有岩石地球化学和地表水地球化学两种方法,而遥感勘探技术包括高光谱遥感和雷达遥感两种方法。数学地质学方法主要利用地质统计学方法和地质信息系统技术。深层矿产资源勘探技术的地质应用包括确定矿产资源储量、发现新的矿产资源、指导矿产资源开发和保障矿产资源可持续利用等方面。因此,深层矿产资源勘探技术在矿产资源开发中具有重要意义。

**[关键词]** 深层矿产资源; 勘探技术; 地质; 应用

中图分类号: P624 文献标识码: A

## Exploration techniques for deep mineral resources and their geological applications

Rui Liu

Fujian Strait Science and Technology Fuxing Construction Engineering Co., Ltd

**[Abstract]** The article aims to explore deep mineral resource exploration techniques and their geological applications. The current exploration technologies mainly include geophysical exploration, geochemical exploration, remote sensing exploration, and mathematical geological methods. Geophysical exploration techniques include gravity methods, electromagnetic methods, and borehole seismic methods, while geochemical exploration techniques mainly include rock geochemistry and surface water geochemistry. Remote sensing exploration techniques include hyperspectral remote sensing and radar remote sensing. The methods of mathematical geology mainly utilize geostatistical methods and geological information system technology. The geological application of deep mineral resource exploration technology includes determining mineral resource reserves, discovering new mineral resources, guiding mineral resource development, and ensuring sustainable utilization of mineral resources. Therefore, the exploration technology of deep mineral resources is of great significance in the development of mineral resources.

**[Key words]** Deep mineral resources; Exploration technology; Geological applications

### 引言

深层矿产资源是指埋藏在地壳较深处的矿藏,其勘探和开发面临着巨大的技术挑战。由于深层矿产资源在地下较深的位置,传统的勘探方法往往无法满足勘探需求。因此,为了高效、准确地勘探和开发深层矿产资源,需要不断开发和改进适应深层环境的勘探技术。随着科学技术的进步,地球物理勘探、地球化学勘探、遥感勘探和数学地质学方法等新兴技术被广泛应用于深层矿产资源勘探中。这些技术通过获取地下各种物理和化学信息,分析矿产资源的存在与分布,为矿产资源的开发提供重要参考。

## 1 深层矿产资源勘探技术

### 1.1 地球物理勘探技术

#### 1.1.1 重力方法

重力方法是一种广泛应用于深层矿产资源勘探的地球物理勘探技术,主要利用地球重力场的变化来探测地下物质的密度分布情况。在勘探过程中,通过在地表布置重力计,并对重力信号进行采集和处理,可以得到地下物质的密度信息,从而推断出地下矿产资源的存在和分布情况。重力方法的优点是不受地质构造和地表覆盖物限制,能够探测到较深的地下物质信息。同时,重力方法的数据处理简单,成本相对较低。

#### 1.1.2 电磁方法

电磁方法是一种利用地球电磁场的变化来探测地下矿产资源的勘探技术。在勘探过程中,通过在地表布置电磁探头,并对电磁信号进行采集和处理,可以得到地下物质的电导率信息,从

而推断出地下矿产资源的存在和分布情况。电磁方法的优点是能够探测到非常深的地下物质信息,同时不受地质构造和地表覆盖物影响。此外,电磁方法还具有高时效性和高准确性等优点。

### 1.1.3 钻孔地震方法

钻孔地震方法是一种利用地震波在地下传播的特性来探测地下矿产资源的勘探技术。在勘探过程中,通过在地表或井孔处布置地震仪,并对地震信号进行采集和处理,可以得到地下物质的声波速度信息,从而推断出地下矿产资源的存在和分布情况。钻孔地震方法的优点是具有高分辨率和高精度等特点,能够有效地探测到地下细微结构信息。此外,钻孔地震方法还能够对地下介质的岩性和裂隙等特征进行定量分析。

## 1.2 地球化学勘探技术

### 1.2.1 岩石地球化学方法

岩石地球化学方法是一种利用岩石样品中的化学元素和同位素组成来探测地下矿产资源的勘探技术。在勘探过程中,通过采集地表或井孔中的岩石样品,并对其进行化学分析和测试,可以得到岩石样品中各种元素和同位素的含量及其空间分布情况,从而推断出地下矿产资源的存在和分布情况。岩石地球化学方法的优点是能够提供详细的地下矿产资源信息,如矿体的成因、矿物类型和矿床的形成过程等。此外,岩石地球化学方法还能够识别矿产资源的赋存状态和富集程度,为后续的矿产资源开发提供重要依据。

### 1.2.2 地表水地球化学方法

地表水地球化学方法是一种利用地表水中的化学元素和同位素组成来探测地下矿产资源的勘探技术。在勘探过程中,通过采集地表水样品,并对其进行化学分析和测试,可以得到地表水中各种元素和同位素的含量及其空间分布情况,从而推断出地下矿产资源的存在和分布情况。地表水地球化学方法的优点是采样方便、成本相对较低,并且对地下矿产资源具有一定的指示作用。地表水中的化学元素和同位素含量反映了地下矿床与水体的相互作用关系,可以推断出矿体的赋存状态、运移途径和富集程度等信息。此外,地表水地球化学方法还能够提供区域尺度的矿床勘探信息,为后续的详细勘探提供指导。

## 1.3 遥感勘探技术

### 1.3.1 高光谱遥感

高光谱遥感是一种通过获取地球表面物体在连续较窄波段范围内的光谱响应,来识别和量化地表物质的遥感技术。相比于常规的遥感技术,高光谱遥感能够提供更多的光谱信息,使得对地表物质进行更准确的分类和识别成为可能。高光谱遥感技术利用光谱仪记录地球表面物体在数百个连续波段上的辐射能量,形成高光谱影像。通过对高光谱影像进行光谱分析和解译,可以获得地表物质的光谱特征,并将其与已知的地表物质光谱进行比对,从而实现对地表物质的分类和量化。在矿产资源勘探中,高光谱遥感技术可以用于识别和量化与矿床相关的岩石、矿物和矿化带等地表物质。不同的矿床类型具有特定的光

谱特征,通过分析高光谱影像,可以识别出与矿床相关的潜在矿产资源区域<sup>[1]</sup>。

### 1.3.2 雷达遥感

雷达遥感是一种利用雷达系统发射电磁波,并接收反射回来的信号来获取地球表面信息的遥感技术。相比于光学遥感技术,雷达遥感技术具有穿透云雾和大气干扰的能力,可以在不受天气条件限制的情况下进行观测。雷达遥感技术通过发射雷达波束,测量反射回来的信号的强度和时间延迟,从而实现对地表物体的定位和测量。雷达波束与地表物体的相互作用会导致信号的散射和吸收,不同地表物体具有不同的散射特性,通过分析雷达返回信号的特征,可以推断出地下矿产资源的存在和分布情况。在矿产资源勘探中,雷达遥感技术可以用于探测地下矿体的形态、构造和储集状态等信息。雷达波束可以穿透地表覆盖层,探测地下岩石和矿体的散射信号,从而实现了对地下矿产资源的探测和评估<sup>[2]</sup>。

## 1.4 数学地质学方法

### 1.4.1 地质统计学方法

地质统计学方法是一种利用数学和统计学原理分析地质数据的方法。通过对地质数据的采样、描述、分析和解释,可以揭示地质现象的规律性和变异性,为矿产资源勘探和地质工程提供科学依据。在矿产资源勘探中,地质统计学方法常用于矿床地质特征的定量化和空间分布的描述。通过采用合适的统计模型和方法,可以对矿床的成因、形态、规模等进行定量分析,揭示其空间分布规律和成矿控制因素。例如,通过对矿床样品的空间变异性进行克里金插值,可以生成矿床的空间分布模型,为矿产资源的评估和开发提供基础数据。

### 1.4.2 地质信息系统技术

地质信息系统技术是一种利用计算机技术和地学原理进行地质数据管理、分析和展示的方法。通过地质信息系统,可以实现地质数据的数字化、空间化和集成化,为地质工程和资源勘探提供数据支持和决策依据。在矿产资源勘探中,地质信息系统技术常用于地质数据的采集、存储、处理和可视化。通过建立地质数据库和地质信息系统平台,可以实现对地质样品、勘探孔位、地质图件等地质数据的统一管理和共享,提高数据的利用效率和资源的开发效益。同时,地质信息系统还可以结合地学模型和数学地质学方法,进行地质数据的空间分析和模拟,揭示地下地质体的分布和演化规律,为矿产资源的评估和勘探提供科学依据。地质信息系统技术还可用于地质环境监测和地质灾害预警<sup>[3]</sup>。通过实时监测地质数据的变化和趋势,可以及时发现地质灾害和环境风险,采取有效措施减轻灾害损失和保护生态环境。

## 2 深层矿产资源勘探技术在地质勘探中的应用价值

### 2.1 确定矿产资源储量

确定矿产资源储量是深层矿产资源勘探技术在地质勘查应用中的重要一环。通过对矿床的地质调查和勘探,可以获得关于矿床的地质特征、成因类型、规模等方面的信息,进而确定矿床

的储量。首先,地质调查是确定矿产资源储量的基础。地质调查可以了解矿床的地质构造、岩性、矿化蚀变带等地质特征,为后续的储量估计提供必要的数据库。其次,地质勘探是确定矿产资源储量的主要手段。通过钻探获取的岩心样品和地下水样品可以通过化验分析得到它们的物化性质和矿产组分,从而判断矿床的品位和储量潜力。此外,还可以利用地球物理勘探技术(如电法、重力、磁法等)获取矿床的物理性质和空间分布信息,进一步确定矿床的储量。在确定矿产资源储量时,需要注意考虑以下几个因素。首先是采样的代表性,即采集的样品要具有代表性,能够反映矿床的整体性质。其次是数据的准确性和可靠性,包括采样过程中的操作规范、化验方法的准确性等。此外,还需要考虑矿床的三维分布特征和非均质性,采用合适的数学地质学方法进行储量估算。

## 2.2 发现新的矿产资源

发现新的矿产资源是深层矿产资源勘探技术在地质勘查应用中的重要任务之一。随着人类对于资源的需求不断增加,传统矿种的开采已经不能满足需求,需要通过勘探和发现新的矿产资源来满足人类的需求。首先,地质调查是发现新的矿产资源的基础。地质调查是通过对地球表层或井下岩石、矿物、地球化学及其空间分布规律的系统观察、测量和分析,对矿产资源潜力进行定量评价,为矿产资源的勘探和开采提供基础资料<sup>[4]</sup>。其次,地质勘探是发现新的矿产资源的主要手段。地质勘探是通过钻探、地球物理勘探等手段对勘探区域进行详细的调查,以确定地下资源的存在和储量。地质勘探的工作包括选址、钻孔、取样、测量、化验分析等,通过这些工作可以获取到更多的地质、物化信息,为发现新的矿产资源提供更为丰富、更为准确的数据。

## 2.3 指导矿产资源开发

指导矿产资源开发是深层矿产资源勘探技术在地质勘查应用中至关重要的一环。首先,矿产资源开发需要进行综合评价。这包括对矿产资源的品位、储量、分布、开采条件等方面进行综合评价,以确定开发的可行性和优先顺序。综合评价需要综合考虑地质、工程、经济、环境等因素,进行多方面的权衡和分析,以确保开发的科学性和可持续性。其次,矿产资源开发需要制定合理的开发方案和技术路线。开发方案应包括勘探、开采、选矿、冶炼等各个环节的具体措施和步骤,技术路线应选择合适的开采方法、选矿工艺和冶炼工艺,以确保资源的高效开发和利用。再次,矿产资源开发需要进行环境保护和治理。在开发过程中,需要采取有效的环境保护措施,减少对环境的破坏和污染。这包括采取防治措施,合理规划开采区域,减少土地破坏和水源污染,

以及建立环境监测和治理体系,及时发现和解决环境问题。

## 2.4 保障矿产资源可持续利用

保障矿产资源的可持续利用是深层矿产资源地质勘探技术应用中的关键问题。矿产资源的开采和利用对环境造成了一定的影响,如果不加以有效管理,可能导致资源的过度开采和浪费,最终导致资源的枯竭和环境的破坏。首先,需要建立健全的法律和政策体系。政府应制定相关法律法规和政策措施,明确资源的保护、开发和利用的原则和要求。其次,需要加强资源勘查和评估工作。深层矿产资源的勘查和评估是发现新资源、确定资源储量和品位的基础<sup>[5]</sup>。通过加强地质勘查和评估工作,可以更准确地了解资源的数量、质量和分布情况,为资源的合理开发和利用提供科学依据。再次,需要开展技术创新和推广应用。技术创新是实现矿产资源可持续利用的重要手段。通过研发新的开采技术、选矿工艺和冶炼技术,可以提高资源的利用率,减少对对环境的影响。同时,还需要加强技术的推广应用,促进技术的普及和应用,提升整个行业的技术水平。

## 3 结论

综上所述,文章系统性地探讨了深层矿产资源勘探技术及其在地质勘查中的应用价值。通过介绍地球物理、地球化学、遥感和数学地质学等常见勘探技术,详细分析了它们在确定储量、发现新资源、指导开发和保障可持续利用等方面的重要性。这些技术的综合运用不仅为矿产资源开发提供了科学依据,也为资源的有效管理和可持续利用提供了技术支持。在未来,进一步深入研究和应用这些技术将有助于推动矿产资源勘探与开发的发展,促进资源利用的效率与可持续性。

## 【参考文献】

- [1]李闯,韩令贺,杨哲,等.深层—超深层海相碳酸盐岩地震勘探技术发展及攻关方向[J].石油地球物理勘探,2024,59(02):368-379.
- [2]万应明,吴长江,吴树奎,等.WS凸起深层风化壳型碳酸盐岩地震勘探关键技术[C]//中国石油学会石油物探专业委员会.第二届中国石油物探学术年会论文集(上册).[出版者不详],2024:4.
- [3]郑浩,崔月,许璐,等.华南火成岩区深层地热勘探地震处理关键技术[J].物探与化探,2024,48(01):88-97.
- [4]卢雪梅.地震成像技术进步助力深层油气勘探[J].石油与天然气地质,2023,44(06):1330.
- [5]张鑫,夏建军,姚茂敏.准噶尔盆地深层油气勘探地震采集关键技术及效果[J].物探化探计算技术,2024,46(01):35-44.