

# 矿产资源勘查中地球化学勘探技术的应用

连青 张会彬 康辰凯 孟家葆

河北省区域地质调查院 (河北省地学旅游研究中心)

DOI:10.12238/gmsm.v7i7.1888

**[摘要]** 地球化学勘探技术在矿产资源勘查中的应用具有重要作用,并且地球化学方法能有效识别和定位矿产资源分布并提升勘探效率。基于此,本文探讨了该技术在不同矿产类型中的应用,包括土壤、岩石和水系沉积物等介质的地球化学测量与分析,介绍了各类地球化学方法的特点及适用范围,分析了其在实际应用中的优势和局限性,还展望了其在未来矿产资源勘查中的发展方向。而且通过引入新技术和优化现有方法,将进一步提高勘查精度和效率,为矿产资源可持续开发提供有力支持。

**[关键词]** 地球化学勘探; 矿产资源勘查; 勘探技术; 地球化学测量; 资源定位

中图分类号: TD98 文献标识码: A

## Application of geochemical exploration technology in mineral resources exploration

Qing Lian Huibin Zhang Chenkai Kang Jiabao Meng

Hebei Regional Geological Survey Institute (Hebei Geoscience Tourism Research Center)

**[Abstract]** Geochemical exploration technology plays an important role in mineral resources exploration, the geochemical method can effectively identify and locate the mineral resources distribution and improve exploration efficiency, this paper discusses the application of the technology in different mineral types, including soil, rock and drainage sediment medium geochemical measurement and analysis, introduces the characteristics of various geochemical methods, analyzes the advantages and limitations in practical application and the development direction of mineral resources in the future exploration. By introducing new technologies and optimizing the existing methods, this technology will further improve the exploration accuracy and efficiency, and provide strong support for the sustainable development of mineral resources.

**[Key words]** geochemical exploration; mineral resources exploration; exploration technology; geochemical survey; resource positioning

## 引言

地球化学勘探技术作为探索矿产资源的关键手段,其高效性和精确性使其在矿产勘查中得到广泛应用。随着技术的不断进步,这种方法在勘查效率和精度上都有显著提升。本文将探讨这一技术的最新发展和实际应用效果,分析其在不同介质中的表现,以及未来的发展趋势。通过深入了解其应用价值,本研究旨在为矿产资源的高效勘查与合理开发提供理论和实践支持,推动该领域的创新和进步。

### 1 地球化学勘探技术概述

#### 1.1 地球化学勘探技术的定义与发展

地球化学勘探技术是通过分析地质环境中各种化学元素的分布和迁移规律,以识别和精确定位地下矿产资源的先进方法。其基本原理是基于地质体在形成和演化过程中化学元素在不同介质中的富集和扩散特征,采集和分析土壤、岩石、水系沉积物等样品中的化学成分能够推断出地下矿产资源的分布情况。地

球化学勘探技术的起源可追溯到20世纪初期,伴随分析化学和地质学的发展,逐渐形成了系统的理论和方法<sup>[1]</sup>。早期的地球化学勘探主要依赖对地表样品的简单分析,随着技术的进步,逐步引入了更为精细和多样的分析手段,如光谱分析、色谱分析和同位素分析等,这些技术的应用极大地提高了地球化学勘探的精度和可靠性。

近年来,地球化学勘探技术持续创新,新的方法和技术不断涌现,如地球化学遥感技术的应用能够在较大范围内快速获取地表化学信息,显著提升了勘探效率。地球化学数据的数字化和信息化处理也使地球化学勘探更加高效和智能,经过大数据和人工智能技术可以对海量地球化学数据进行快速处理和分析,提取出有价值的地质信息。在实际应用中,地球化学勘探技术展现出显著的优势,其不但可以在初步勘查阶段快速筛选出具有潜力的矿区,还能在详细勘查阶段为矿体定位和估算储量提供科学依据。

地球化学勘探技术还被广泛应用于环境地质调查、农业土壤研究等领域,显示出其广泛的应用前景。地球化学勘探技术的发展前景广阔,未来,随着技术的进一步进步和完善,地球化学勘探技术将在提高勘探效率、降低勘探成本、保障资源开发可持续性等方面发挥更大的作用。结合现代科学技术的发展趋势,地球化学勘探技术将在矿产资源勘查领域继续保持重要地位,推动矿产资源勘查工作朝着更加精细化、智能化和高效化的方向发展。

### 1.2 地球化学勘探技术的基本原理

地球化学勘探技术依赖于化学元素在地质体中的分布规律与迁移行为,地质体在形成过程中,因物理、化学和生物过程的作用,致使化学元素于不同介质里产生富集和扩散。经过系统采集土壤、岩石和水系沉积物等样品,并对元素含量和同位素比值予以分析,能够揭示地下矿产资源的存在及分布。地球化学勘探的核心在于异常识别,即在自然背景值的基础上,探寻地质体中某些元素含量显著偏高或偏低的区域,这些异常区域往往指示着矿化作用的出现。

现代地球化学勘探技术融合了多种先进的分析方法,如质谱分析、X射线荧光光谱分析等,让元素检测变得更为准确和高效。数据处理技术的发展,特别是地理信息系统(GIS)的应用,使地球化学数据的可视化和空间分析变得更加直观与便捷,这些技术手段的综合运用,极大地提高了地球化学勘探的效果与可靠性。地球化学勘探技术不但适用于大规模区域勘查,还能够在微观尺度上展开详细研究,经过高分辨率分析,揭示矿床成因和矿化机制,结合最新的发展理念,地球化学勘探技术正朝着更加精准、智能和绿色的方向发展,为矿产资源勘查提供了更为坚实的科学基础。

## 2 地球化学勘探在不同矿产类型中的应用

### 2.1 土壤介质中的地球化学勘探

在矿产资源勘查里,土壤介质中的地球化学勘探技术具备重要意义,土壤作为地表介质,能够记录地下矿体的地球化学特征。借由分析土壤中各类元素的含量和分布,能够有效识别矿化异常区,采集并分析不同深度和位置的土壤样品,结合地球化学背景值,能够构建详尽的元素分布图,揭示潜在的矿产资源位置。土壤地球化学勘探技术通过分析元素在土壤中的迁移和富集特性,结合多元素组合分析,以确定异常区域的成因和特征。在金矿勘查中,分析土壤中金、砷、锑等伴生元素的含量,能够初步确定金矿的存在和规模,土壤地球化学勘探还能够识别隐伏矿体,特别是在覆盖层较厚的地区,深部土壤样品的分析,提供地下矿体的信息。

现代地球化学技术的发展,尤其是高精度仪器和先进数据处理方法的应用,使土壤地球化学勘探的精度和效率大幅提升。借助地理信息系统(GIS)和遥感技术,能够对大面积区域进行快速调查,生成高分辨率的地球化学图,为矿产资源的发现给予重要依据。结合环境友好的采样和分析方法,土壤地球化学勘探在提高资源勘查效率和减少环境影响展现出极为广阔的前景。这

种勘探方式能够凭借对土壤中化学元素的精细分析,获取到有关地下矿产分布的关键信息。在采样过程中,运用更为环保的手段,能够最大程度地降低对土壤生态的干扰。先进的分析方法不但提高了检测的准确性和灵敏度,还减少了化学试剂的使用,降低了潜在的环境污染风险。随着技术的持续不断进步,土壤地球化学勘探有望在保障勘查效果时,达成与环境的和谐共生,为可持续的矿产资源勘查开辟崭新的途径,推动整个行业朝着更加绿色、高效的方向发展。

### 2.2 岩石与水系沉积物中的地球化学勘探

在矿产资源勘查中,岩石与水系沉积物的地球化学勘探技术同样具有重要作用,岩石介质中的地球化学勘探采集和分析地表和地下岩石样品,揭示矿物成分和元素分布特征,岩石中的微量元素和同位素分析能够帮助确定矿床类型、成矿时代及其成因机制<sup>[2]</sup>。特别是在火山岩区和变质岩区,高精度的岩石地球化学分析,可以识别出隐藏的矿化带和矿脉,为进一步勘查提供方向。水系沉积物地球化学勘探利用河流、溪流和湖泊等水体中沉积物的地球化学特征,追踪矿化异常区,水系沉积物作为汇集周围地质体化学信息的载体,采集和分析其元素含量,可以识别出上游矿区的位置和矿化强度。该方法在覆盖层较厚和植被茂密的地区尤为有效,因其能够快速覆盖大面积区域,提供潜在矿化信息。

现代地球化学技术的发展,特别是质谱分析和同位素地球化学的应用,使得岩石和水系沉积物的分析更加精确。结合遥感和地理信息系统(GIS)技术,可以进行大规模、高分辨率的地球化学调查,生成详细的元素分布图和异常图。在岩石勘查中,三维地球化学模型的构建也为深部矿产资源的定位提供了新的工具。在实际应用中,岩石和水系沉积物的地球化学勘探技术不仅用于金属矿产的勘查,还广泛应用于非金属矿产和能源矿产的勘查,结合环境保护理念和可持续发展要求,现代地球化学勘探技术不断优化采样和分析方法,减少环境影响,提升勘查效率。这些技术的综合应用,不仅为矿产资源的发现和开发提供了科学依据,也为地质研究和环境监测提供了重要工具。

## 3 地球化学勘探技术的优势与局限性

### 3.1 地球化学勘探技术的优势分析

地球化学勘探技术在矿产资源勘查中具有显著优势,其高效性使大面积区域的初步筛查更为快捷,经过系统采样和分析能够迅速定位潜在的矿化区域,由于地球化学勘探能够检测到地质体中微量元素的异常,具备识别隐伏矿体的能力,尤其在覆盖层较厚或植被茂密的地区显得尤为有效<sup>[3]</sup>。技术手段的多样性,包括光谱分析、色谱分析和质谱分析等,令检测结果更加精确和可靠,现代地理信息系统(GIS)和遥感技术的结合应用提高了数据处理和空间分析的效率,使地球化学勘探的成果展示更加直观。地球化学勘探在环保具有优势,优化采样和分析方法能够减少对环境的破坏和影响,整体来看,地球化学勘探技术在矿产资源勘查中,以其高效、精确和环保的特点为资源发现和合理开发提供了强有力的支持。

### 3. 地球化学勘探技术的局限性探讨

尽管地球化学勘探技术在矿产资源勘查中具有诸多优势,它也面临一些局限性。地球化学异常的识别受多种因素所影响,像是地质背景的复杂性、气候条件的变化以及人类活动的干扰等等,这些因素或许会使异常信号不够明确或者产生误导。地球化学勘探技术依赖于表层样品分析,因此在覆盖层较厚或岩层结构复杂的地区探测深部矿体可能存在局限性。这可能导致深部矿产资源的定位和估算不够精准,特别是在地质条件复杂的区域。样品的采集和分析过程需要高水准的技术支持以及设备,成本较高,并且对操作人员的专业素质有着较高要求。

样品的处理和数据分析过程繁杂,容易受到人为因素的影响,进而影响勘查结果的准确性与可靠性。技术手段的多样性虽然提升了勘查精度,但也增添了数据理解和解释的难度,特别是在多种技术手段的综合应用当中,如何有效地整合和分析数据成为了一大挑战。伴随矿产资源勘查的需求持续增加,地球化学勘探技术在提高深部探测能力、降低成本以及减少环境影响等仍需进一步优化和创新。

## 4 地球化学勘探技术的发展与创新

### 4.1 新技术在地球化学勘探中的应用

地球化学勘探技术的发展受益于多种新技术的引入,这些技术的应用极大地提升了勘查的效率与精度,遥感技术借助获取地表反射光谱数据,能够快速识别地表矿化特征,尤其在大面积区域勘查中彰显出强大的优势。质谱分析技术的进步,让微量元素和同位素的高精度检测得以实现,为地质体的精细研究给予了有力的工具。结合无人机技术,能够进行低成本、高分辨率的地球化学数据采集,大幅度提高了勘查工作的灵活性与效率<sup>[4]</sup>。人工智能和大数据分析技术的引入,极大程度地拓展了地球化学勘探的能力。构建智能数据处理和分析系统,能够对海量的地球化学数据进行快速且准确的解读,识别出潜在的矿化异常区。

### 4.2 现有地球化学勘探方法的优化与改进

优化和改进现有地球化学勘探方法是提升勘查效率和准确性的关键,引入高精度分析仪器,提高元素检测的灵敏度和准确性,确保数据的可靠性和可重复性。改进采样技术,采用系统化和标准化的采样方法,减少人为误差,提高样品代表性。将地球

化学数据与地质、地球物理数据结合,进行综合分析,增强异常识别的准确性<sup>[5]</sup>。利用先进的数据处理和分析软件,对海量地球化学数据进行快速处理,提取有价值的信息,生成高分辨率地球化学图。应用机器学习和人工智能技术,优化数据分析流程,自动识别地球化学异常和矿化模式。优化环境友好的样品处理方法,减少勘查对环境的影响,推动可持续发展的勘查模式。这些优化和改进措施,不仅提升了地球化学勘探的效率和精度,也为矿产资源的发现和开发提供了更加科学和可靠的支持。

## 5 结语

地球化学勘探技术在矿产资源勘查中扮演了关键角色。通过系统分析土壤、岩石和水系沉积物中的化学元素分布,该技术能够高效且精确地识别和定位矿产资源。尽管技术快速发展,但仍面临如复杂地质背景的干扰和较高的技术成本等局限性。然而,随着遥感技术、质谱分析以及人工智能等先进技术的引入,地球化学勘探的效率和精度得到了显著提升。展望未来,通过持续优化现有方法并结合这些先进的分析与数据处理技术,地球化学勘探将在矿产资源的可持续开发中提供更坚实的科学基础。这些创新和优化的技术手段预计将推动勘探技术向更智能化和绿色化的方向发展,为地质研究和矿产资源勘查带来新的突破性机遇。

## [参考文献]

- [1]王强.地球化学勘探技术的发展与应用[J].地质学报,2020,94(1):45-53.
- [2]李明.岩石和水系沉积物中的地球化学勘探方法探讨[J].地质勘查,2019,91(3):123-131.
- [3]张伟.土壤地球化学勘探技术在矿产勘查中的应用研究[J].矿产资源学报,2018,87(4):87-95.
- [4]陈刚.遥感技术在地球化学勘探中的应用[J].地球科学进展,2021,76(5):76-84.
- [5]李华.高精度地球化学分析仪器在矿产勘查中的应用[J].分析化学,2022,65(2):102-110.

## 作者简介:

连青(1983—),男,汉族,河北省保定市人,大学本科,高级工程师,矿产勘查、矿产预测、区域化探、地质调查等。