

# 金属矿产勘查中地质找矿技术的创新研究

王 剑 李钰欣 周发桥\* 陈晓日 王贵恒  
中国地质调查局烟台海岸带地质调查中心 山东烟台 264000

**摘 要:** 研究金属矿产勘查中地质找矿技术的创新, 可结合具体的案例, 分析其基本情况, 明确地质找矿技术在应用过程中的系列弊端、问题, 遵循地质找矿技术创新原则, 从实际需求出发, 进行地质找矿技术创新, 主要涉及找矿理念创新、新设备应用、物理法创新等, 关注各项技术在实际应用中的实际反馈, 综合其他因素来实现地质找矿技术的不断优化, 以此来凸显创新效果, 这对于金属矿产勘查的稳定发展来说有着较好的促进作用。

**关键词:** 金属矿产勘查; 地质找矿技术; 创新

## Research on Innovation of geological prospecting Technology in metal mineral Exploration

Jian Wang, Yuxin Li, Faqiao Zhou\*, Xiaori Chen, Guiheng Wang

Yantai Coastal Zone Geological Survey Center of the China Geological Survey, Yantai, Shandong 264000

**Abstract:** To study the innovation of geological prospecting technology in metal mineral exploration, we can combine specific cases and analyze their basic situation, clarify a series of drawbacks and problems in the application process of geological prospecting technology, follow the principles of geological prospecting technology innovation, and proceed from actual needs to carry out geological prospecting technology innovation, mainly involving innovation in prospecting concepts, application of new equipment, and innovation in physical methods, Pay attention to the actual feedback of various technologies in practical application, and integrate other factors to achieve continuous optimization of geological prospecting technology to highlight the innovative effect, which has a good promoting role for the stable development of metal mineral exploration.

**Keywords:** metal mineral exploration; Geological prospecting technology; innovation

### 引言

随着金属矿产开采的逐步深入, 有必要优化矿产勘查工作, 通过新的地质找矿技术来发现更深层次的矿源, 解决当前市场上的金属矿产危机, 获取更大的收益, 而要做好该项工作, 必须进行地质找矿技术创新, 结合对应的案例, 确定找矿区域实际情况, 进行相关技术的定向创新, 如此才能发挥出相关技术的更大价值, 提升找矿效率。

### 一、案例分析

以新疆某地金属矿产勘查为例, 研究地质找矿技术的创新应用过程, 该地于 1951 年开始投入对应的地质勘察工作, 发现了一些矿体与少量资源量, 在 2000 年, 由当地金属矿产地质调查中心组织对铅锌矿区展开全面的地质调查, 发现大型矿床规模, 而随着后续金属矿产的不断开采, 使得矿产量不断缩减, 为保证矿产开采的可持续性, 需引入更加先进的地质找矿技术, 以此来满足市场需求、获取更大经济效益。

### 二、金属矿产勘查中地质找矿技术应用弊端

在对深层矿产展开勘查时, 引入传统找矿技术, 可能会取得一定成效, 但是难免会出现新的问题, 就物理找矿技术

而言, 在对附近区域勘查时, 会因地质状况复杂性, 遇到各种阻碍, 如地震法勘查时, 可能会影响地震波正常传输, 难以确认矿产的真实位置、整体分布; 在利用化学手段勘查时, 可能会因对当地矿产资源分布情况不了解, 不能贸然地应用相关化学技术, 否则可能会对相关金属产生损害, 且与金属反应会有一定几率产生有毒气体, 损害开采人员身体、当地生态环境; 此外金属矿产特点、其中涉及的金属元素与当地环境有着密切的关联, 为获取矿产精准的分布位置, 需进行周密地计算, 保障各项数据的准确性真实性, 如在应用电磁法手段勘查时, 要求在特定环境下才可获取对应能源的反馈信息, 若是在矿产四周分布丰富异常的岩石, 可能会干扰电磁波正常反馈, 得到的测量结果与真实情况也会出现偏差<sup>[1]</sup>。

### 三、金属矿产勘查中地质找矿技术的创新原则

#### 3.1 统筹规划

金属矿产勘查主要涉及两种类型: 公益性的金属矿产勘查、商业性的地质勘查, 分析两种勘查方式, 进行勘查工作的细分, 包括地方组织金属矿产勘查、中央组织金属矿产勘查两类。故而建议在地质找矿技术创新时, 需结合其地域特征、勘查方式与其他影响因素展开, 以此来完善勘查方

案,并结合系列勘查资料、实地调研结果进行勘查工作部署,保证勘察时的资源供给、分配合理性,以此来维持勘查工作的持续性。

### 3.2 协同合作

在地质勘查时,建议认真学习、引入世界各地先进的地质勘查技术,分析当地金属矿产资源分布状况,选择恰当的地质找矿技术,综合人力、物力、财力资源,如此才可有效解决在找矿进程中面临的困难、阻碍,真正凸显协同合作的优势,比如与当地交通部门合作,搜集在道路建设进程中可能遇到的地下矿产情况,搜集相关资料,提升找矿效率,这对于压缩找矿成本、减少对自然环境的破坏来说有着积极的作用<sup>[2]</sup>。

### 3.3 技术创新

我国金属矿产勘查工作起步早、成效好,取得了较大的技术突破、经济效益,而随着矿产资源开采的逐步深入,表层已发现的金属矿产已经逐渐被开采完,要通过地质找矿技术寻找到新的矿源,必须进行地质找矿技术创新,如此才能适宜不同地区对于找矿工作的具体要求,亦能结合当地实际情况进行各项地质找矿技术的灵活应用,进行金属矿产资源的深入、广泛化开采。

## 四、金属矿产勘查中地质找矿技术的创新

### 4.1 新设备应用

科学技术的进步、行业的发展,涌现了很多新的地质找矿设备,实现各项新设备在地质找矿技术中的应用,对于提升找矿效率来说有着较好的效果,比如以下找矿设备:① FD218  $\alpha$  能谱氡测量仪。通过泵吸静电收集能谱分析法设计,可测量 Rn-220 (钍),灵敏度:  $\geq 0.017$  cpm/[Bq · m<sup>-3</sup>] (0.63cpm/[pCi/L]),稳定性:相对误差  $\leq 10\%$  (8h),数据存储:10000 组测量结果及谱线数据,工作环境:温度: (-10~+50)° C,湿度:相对湿度  $\leq 90\%$  (+40° C),优势在于噪音低、准确度高、简单易携带。②单通道 MT 电磁仪(如下图 1 所示)。可进行金属矿、非金属矿的详查和普查勘探,7 寸安卓系统触摸屏实时成 2D、3D 和曲线图像,利用大地天然电磁场作为工作场源,研究地球内部的电性结构,依据不同频率的电磁波在导电媒质中具有不同趋肤深度的原理,在地表测量有高频至低频的地球电磁响应序列,研究地下不同深度地质体的电性变化差异,确定地下地质体的赋存状态。③矩阵 MT 电磁找水金箍棒。利用大地电磁场为源,由 6 根以上同型号的找水金箍棒组成,可以使用 MN 电极或 TT 探头两种测量模式,既能测 MT 电场也能测 MT 电磁场,多参数快速采集



图 1 单通道 MT 电磁仪示意图

### 4.2 物理法创新

金属矿产勘查进程中引入智能技术、信息技术,在解决以往勘察中系列问题、障碍的同时,可有效提升开采质量、效率,这也是目前地质找矿技术创新的主要思路。关注以下要点:①实现地质找矿技术、GPS 卫星的融合应用,快速完成以下工作:第一,地质工程测量。通过在矿区范围内建设不同比例尺的电子地形图,精准测定各个开采区域的位置,如钻探、井探、槽探等,利用测距仪、经纬仪实现,先规划控制网点,加密次级控制网点,确定图根控制点、加密控制点;第二,建立勘探网,设计起始基线点坐标,开始测设基线工作,确保地质找矿工作稳定展开,并节省找矿时间、成本;第三,测量勘探线剖面,在设计好基线点后,架设仪器、在基线点设站,相邻基线点设置为零方向,按照顺时针方向旋转望远镜 90°,实测剖面,在勘探方向通过 GPS 测出各个勘查位置地形,绘制剖面图,为后续地质找矿提供便利<sup>[3]</sup>。②引入遥感技术,如下表 1 所示,解决定位中可能面临的相关问题,如定位不清晰、消耗时间过长、精确度不足等,以此来确保航空技术在地质找矿中的灵活应用,稳步提升找矿效率。

表 1 遥感技术类型表

遥感平台	用途	工作高度
静止卫星	矿产勘察区域定点观测	36000km
航天飞机	矿产勘察区域不定期观测	240km—350km
无线探空仪	气象、水文等各项调查	0.1km—100km
高度喷气机	大范围调查、侦查	10km—12km
无线遥控飞机	各种摄影测量、调查	$\leq 0.5$ km

### 4.3 电磁法创新

电磁法是比较常用的一种地质找矿技术,主要通过电磁波勘查,将电磁波打入地下,遭遇矿石后,针对不同土壤、岩石形成不同反射信息,以此来辨别矿石与泥土,虽然能够深入到地下不同深度,根据电磁与金属矿产的反应来确定矿

产类型、分布,但是却会引发严重异常的噪声污染,为进一步提升电磁法应用效果,对其进行技术创新,引入广域电磁法勘查方法,其属于典型的人工湖频率域探测法,在对其进行创新应用时,关注以下要点:①引入飞行平台(比如小型无人机),实现航空电磁法的灵活应用,在无人机上装置数据采集设备,可在复杂地形地貌(高原、沼泽、沙漠等)下开展探测工作,有着覆盖范围广、采样密集、探测效率高的优势。②噪声去除技术。若要有效压制硬件噪声,可加强磁通门、等值反磁通传感器、低噪声磁场传感器研究,提升信噪比,实现空心线圈传感器优化应用;还可着力于以算法为基础的噪声压制技术,比如航空电磁运动噪声去除技术、时频域噪声去除技术、噪声周期噪声压制技术等,还有基于神经网络、深度学习的系列技术,融入瞬变电磁数据噪声压制技术中,可取得较好的效果,但是这些创新研究仍停留在理论研究方面,若是实现其在实际地质勘查中的灵活应用,需关注噪声源定位、研究分析,记录纯噪声信息,为相关数据处理提供便利。③反演成像技术。该项技术主要是以正反演方法、数据预处理、数值模拟等为核心展开研究,以2D/3D反演、贝叶斯反演、横向约束反演、视电阻率成像等技术为主要发展对象,根据航空电磁探测体系应用原理,对地面电磁法应用过程中涉及的系列技术展开改造、拓展,逐渐发展出合成孔径成像、小波去噪技术等新的数据处理、成像技术;在进行反演时,主要应用到横向约束反演方法,在高维反演时,可引入非线性共轭梯度法、L-BFGS、拟牛顿法、高斯-牛顿法等技术,能够起到比较好的反演效果。④综合解释技术。通过反演,在电磁数据中得到电路率信息,为进一步判断地质目标体、地下地质结构,参考地球物理结果、地质信息,引入模式识别技术、数据融合技术,实现电磁数据自动化分析,以此来完成对探测目标体的定量、快速预测;此外,可尝试性的通过统计分析方法融合电测井分类数据、电阻率成像剖面来进行相关勘察数据的可靠性解释。

#### 4.4 三场异常约束技术创新

地质勘察进程中,“三场”包括地理、物理、化学三种场,在进行实际勘查时,因所勘查区域浅层矿已经完成了大面积开发,故而需进行深层金属矿开发,引入三场异常约束

技术,结合不同地质层的实际矿产分布情况,灵活应用各项勘查技术,优化整个勘查、开采流程,实现各项资源的灵活应用,还需关注以下要点:①综合通过其他途径获取的矿区金属矿产分布情况,了解矿资源分布与基本组成,通过三场约束技术对矿区范围内矿产的物理、化学特征展开系统化分析,以此来为后续地质勘查创造良好环境<sup>[4]</sup>。②结合勘查结果,确定三场异常约束技术应用方案,比如在结合以上案例在进行实际勘查时发现,地表圈层有大规模的分散流异常情况,涉及一些处于分散状态的小矿体,结合前期钻探结果,显示该矿区在干旱气候时会出现激电异常,很难真实反映深层矿化整体特征,基于此,引入大地电磁测深、地震勘探、伽马能谱测量、偏提取化探相结合的综合技术,圈定矿区内矿化热液基本活动区间,明确有利成矿构造部位,再进行两个钻孔验证,确定三场异常重合的位置是矿化位置,反之,三场不重合的位置则与矿化无关,基于此确定后续的找矿方案,能够最大限度地程度地减少无用功,在短期间内取得找矿成果。

## 五、结语

综上,文章就金属矿产勘查中地质找矿技术的创新进行了综合论述与分析,建议给予其足够的重视,结合金属矿产勘查了解,实现各项地质找矿技术的灵活应用,制定合理的矿产勘查目标,并在此规范下展开找矿技术创新,创造巨大社会效益、经济效益的同时,对行业健康发展也有着一定的促进作用。

## 参考文献:

- [1]陈瑶.金属矿产勘查中地质找矿技术创新研究[J].世界有色金属,2019,(11):23-24.
- [2]周锋文.新形势下矿区地质资源勘查工作中应注意问题研究[J].世界有色金属,2018,(15):29-30.
- [3]王建良,刘勃,严琼,等.金属矿产勘查中地质找矿技术创新探讨[J].世界有色金属,2021,(15):38-44.
- [4]李韬,孙杨.金属矿产勘查中地质找矿技术的应用创新[J].中国金属通报,2021,(10):27.