

## 金属矿地球物理勘查技术的应用范围与发展方向

### 1 金属矿地球物理勘查技术的研究现状

在我国贵重、有色金属矿产资源探测方面，地球物理勘探是最重要的技术手段之一，在该领域的技术水平直接关系到我国有色金属新世纪资源探测的水平。因此，研究开发有色金属地球物理勘查新技术是我国资源调查的重要技术保证之一。我国有色金属矿产资源勘探的找矿重点地区多集中在中高山区，而铜、镍、铅、锌等金属硫化物矿床及与硫化物有关的金银矿床是这些重点找矿区的重点矿种，重力、地面磁法、电法、大功率充电、电磁法等是寻找这类矿产资源的最常用的勘探方法。根据有关统计资料，金属矿地质找矿的成功率呈逐年下降的趋势，二十世纪五十年代找矿的成功率为1%，到二十世纪末下降到0.2%左右，找矿成功率的下降意味着勘探成本的提高。造成找矿成功率下降的原因主要表现在：忽视对以往资料的收集研究，综合研究不够深入；地表出露矿已基本找完，找矿对象主要为隐伏和深埋藏矿；低品位矿（如斑岩型矿）和一些贵金属矿其矿石与岩石的差别小；方法技术选择不当，交通困难地区的找矿难度加大；矿石与围岩的物理性质差别缩小，矿体引起的异常不明显，各种干扰相对增强；矿体埋深增大，矿体在地表引起的异常严重衰减，干扰有时超过有用异常，因而不易识别异常的存在。因此，在目前的地质勘探工作中，急需建立大型—超大型矿床的定位预测和定量评价模型，总结出一套适用不同地质环境、不同矿种、不同成矿类型的勘查技术方法体系，实现矿体三维定位预测和定量评价，以提高我国的地球物理勘查技术水平。

### 2 金属矿地球物理勘查技术的应用范围

2.1 在区域构造研究中的应用 航磁为现代大地构造学说—板块学说的建立提供了充足的地球物理依据：因为海底是由地幔物质上升通过海岭涌出并向两边扩张而形成的，它边扩张，边冷却，当这些地幔物质在冷却过程中温度下降到自身居里点以下时，便获得了磁性，其方向与当时地磁场方向一致。由于地幔物质在扩张过程中，地磁场多次转向，而海底在凝固后其磁性是稳定的，因此，不断扩张的海底在不同时期具有不同的磁化方向。航磁异常发现的海底平移断层和条带状构造，圆满地解答了魏格纳提出的大陆漂移学说在力学方面的难题。在区域构造研究中用得最多的是航磁、航电、航放(航空综合站)及小比例尺的重力测量。目前，在新疆地区，1:20 航磁、重力资料除边境和局部高山区外，基本已全域覆盖，可以满足全疆区域深部构造研究的需要。

2.2 在成矿带、矿田预测研究中的应用 在成矿带、矿田预测研究中，地球物理勘查技术常用的区域资料有中-大比例尺(1/10 万-1/5 万)航磁(航空综合站)、重力，地面方法常用小比例尺(1/5 万-1/2 万)磁测。“八五”期间，利用综合物探技术在康古尔塔格成矿带找矿取得了重大突破，先后发现了石英脉型金矿、浅成低温热液型金矿、以铜为主的多金属矿及铜硫化物矿等类型矿床。另外，大功率充电也具有很好的应用效果，在前苏联，该方法用得较多。具体做法是：对区域构造研究认为有利的成矿区带，打1~2个深孔，然后在钻孔中供电，在几百~几千 km<sup>2</sup> 范围内进行测量，可以用来研究构造和发现有利的成矿区带。

2.3 在矿产普查与勘探中的应用 在矿床普查、勘探中，应用较多的地球物理勘查技术主要有：各种地面磁法、布格重力、电阻率法、自电(SP)、激发极化法(IP)、电磁法(TEM、

CSAMT)、地震法和各种地下物探方法(包括井中物探和坑道物探)等。例如,天湖铁矿的发现和勘查过程中,地面磁法发挥了重要的作用;可可塔勒铅锌矿的找矿勘探史可归纳为:1/20 万化探扫面发现异常—1/5 万化探异常检查—1/2 万地质、磁法和激电扫面圈定异常范围—1/2 万 TEM 圈定矿体—TEM 测深隐伏矿定位。该矿床的储量由小型变成大型,物探方法起了关键性的作用。

**2.4 地球物理应用及成果解释中应注意的几个问题** 能引起物探异常的地质体  $n$  一般情况下,矿石中含有磁性矿物(常见的是磁黄铁矿,有时是磁铁矿),能引起磁异常;矿石的比重比围岩的大,能引起重力异常;整个矿体为一个低电阻的良导体,能引起各种电法异常。矿体的围岩(特别是其上覆地层)不均匀所引起的异常,应能与矿体所引起的异常区分开来,而且矿体引起的异常应大于 3 倍观测误差均方值,才能被可靠地观测出来。对寻找隐伏矿床有利的地段  $n$  在矿山附近及其深部、尚未开采的已知矿附近及其深部、地表有矿化现象而地质条件对形成大型—超大型矿床有利的地段以及有意义的或特殊的物化探综合异常分布地区是寻找隐伏矿床的最佳地段。物探方法的选择与应用  $n$  首先,应对工作地区的研究程度进行系统地了解,充分认识工作地区待找矿床的地质、地球物理及地球化学特点,对收集的资料进行分析、归纳、整理及成矿背景研究。其次,应根据现有物探技术水平及地质找矿过程中要解决的实际问题,选择经济有效的地球物理探查方法。应根据工作区的具体地质条件确定物探目标物—与欲寻找矿产有某种关系,从而确定物探调查的目标物(地质体)。要保证现有地球物理方法技术能找到该目标物,且工作方法在经济上是合理的,同时还要注意获取系统、完整的地球物理调查资料,这对全面认识矿区地质体地球物理场特征和后续找矿工作十分重要。物探方法技术选择的基本原则是:方法技术的选择不仅要重视其先进性,更要重视其针对性、适用性和经济性;不仅要重视各种方法技术的组合,更要重视其有效配置;不仅要重视方法技术实施的时序,更要重视其时效。物探资料数据处理与异常解释的基本原则  $n$  数据处理与异常解释不仅要注重原始数据采集的可靠性,更要注重反演结果的多解性;不仅要注重单个方法的异常特征、异常强度,更要注重多种方法的组合异常规律。从而实现对目标区进行快速、准确评价的目标。物探资料地质解释的内容及程序  $n$  主要是进行地球物理调查资料的数学物理解释,即地球物理场的平面、剖面空间分布特点,推断引起这些场的地质体的空间形态,并估算其物性参数,从而确定引起地球物理异常地质体的性质,结合已有的地质、地球化学等资料,对工作区地质构造作出推断和评价。对地球物理调查结果所作的解释,只能认为是在当时阶段的认识基础上,对客观情况的一种最佳近似。随着认识的深化、技术的提高、经验的积累,特别是工作区新的地质情况的发现,需要对地球物理调查资料重新进行解释。物探资料地质解释的一般程序为:异常判定(包括异常提取和划分)—异常分类及逐类(逐个)解释—提出验证工程位置及技术要求—物探测井,补充收集资料,做进一步解释。

**3 金属矿地球物理勘查技术的最新进展** 地质找矿是一项周期长、难度大、风险大和回报大的复杂系统工程。这些特点在寻找隐伏金属矿床时表现尤为明显。随着地质工作的研究程度的提高,大多数出露和近地表矿床已被发现,寻找隐伏的和埋藏较深的矿床就成为急待解决

的问题。 高技术的发展,带动了地质理论和勘查方法技术的迅速发展。减少矿产勘查风险与不确定性越来越依赖于新的思维和技术。加强广域的综合勘查技术方法研究,发挥地质、地球物理、地球化学、遥感等多种方法技术集成的作用,关键是解决好技术方法实施、信息综合处理与查证工程有机衔接问题,探索出一套实施快速评价的新路子,以实现复杂条件下矿产资源快速评价,使之成为现代矿产勘查技术的最佳途径。 金属矿地球物理具有许多特征,主要表现为:勘探深度浅,一般在 1000 米以内;应用范围广(构造、地质填图、各种类型的矿床等);大比例尺、工作范围小;物性极不均匀、目标体体积小;勘探深度小、横向与垂向分辨率高;工作环境往往有多种强干扰存在;受工程进度的制约,要求方法快速准确。近二十年来,在金属矿地球物理勘探中,由于找矿难度日益加大,目标体主要是深部的隐伏或隐埋矿,加上该方法本身的固有特点,一方面要求仪器设备的分辨率与灵敏度高且轻便,数字化程度高,抗干扰能力强,应具有多分量、多通道、多参数、多功能等特点;另一方面要求勘查技术有创新,主要是强调基于 GIS 的成矿预测技术以及矿床定位技术优化组合评价体系的研究。

**3.1 基于 GIS 的成矿预测技术** 如何从各种不同来源的信息中提取有用信息进行综合处理和综合分析,达到矿产预测目的,一直是地学界探讨的问题。地理信息系统(简称 GIS)的空间多源信息处理技术为信息找矿提供了有力的工具,它是用多源信息复合技术对不同来源的地学数据进行综合处理与综合分析,能够极大提高找矿预测的工作效率,这主要体现在高质量高效率的成图、高水平的数据管理及强大的空间分析能力。 GIS 在地质找矿领域中的初步应用始于 80 年代中期,一些数学地质专家、遥感地质专家如 Agterberg A P、Bonham-Canter 等人应用 GIS 技术从多源信息数据中提取找矿信息,通过综合分析研究,进行矿产预测。随后,利用 GIS 进行成矿预测的研究和应用也相继展开。因此,如何把多源地学信息(区域地质、航天遥感、布格重力、航空磁力、地球化学等)的复合和 GIS 相结合,建立重要矿床类型的综合预测评价标志体系,形成基于 GIS 下的矿产资源决策系统,是成矿预测研究的主要内容。

**3.2 矿床定位技术优化组合评价体系** 在成矿预测的基础上,通过研究基于 GIS 的隐伏矿床多元多维成矿信息提取、筛析过滤、综合判译、定位定量预测技术,在不同类型矿床上进行方法技术组合的试验研究,总结出一套适用不同地质环境、不同矿种、不同成矿类型的勘查技术方法体系,掌握大型—超大型矿床定位预测和定量评价的关键技术,从而实现矿体三维定位预测和定量评价。 矿床定位技术优化组合评价体系主要包括三个方面的内容:其一是利用区域地质、航天遥感、布格重力、航空磁力、地球化学等综合资料进行大型矿集区靶区优选技术组合;其二是利用矿产地质、IP、TEM、CSAMT、地面磁测、布格重力、土壤地球化学等进行找矿靶区快速评价技术组合;其三是利用矿床地质、IP 偶极测深、TEM、电导率电磁成像、电磁波 CT 成像、地球物理测井、地电化学等进行勘查基地矿床定位技术组合研究。