

# 综合物探技术在地质矿产勘查中的应用

徐雨平

江西省地质局第六地质大队

**摘要:**在地质矿产勘查探测工作中,应用综合物探技术,能够掌握矿产地的生态环境,为后期矿产资源的开采提供安全保障,以此提高矿产资源的开采效率。因此,地质矿产勘查中应用综合物探技术不仅是工业科技发展的表层需要,更是矿产资源开采效率保障的深度需求。本文通过将重点分析综合物探技术及其在地质矿产资源勘查中的应用,望能够能相关人员提供参考性意见。

**关键词:**综合物探技术;地质矿产;勘查;应用策略

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.08.117

## 引言

随着我国工业科学技术不断发展,经济实力的不断增强,对矿产资源的需求量也大幅提升,矿产资源开采效率和质量的提升成了缓解供需要求的核心,而开采矿产资源的前期勘查工作作为地质矿产资源开采的始端,是不容疏忽的,这样才能最大程度地确保地质矿产资源开采的效率和安全性。基于此,本文将从综合物探技术的分析出发,探讨其在地质矿产资源勘查中的应用策略。

### 一、综合物探技术概述

所谓综合物探技术就是融合多种物探技术,结合先进电子设备,然后通过影像呈现矿产资源周边的生态环境(地质结构、地质密度等)。综合物探技术应用到了多种物探技术,并且结合电子仪器和计算机将矿产资源周边生态信息收集汇总,从而具体得出矿产资源地质生态环境,为后续矿产资源的开采打下基础。

### 二、矿产地质矿产勘查示意图、主要勘查项目及原则

#### (一) 质矿产勘查项目

##### 1. 地质填图

地质填图指的是通过相关物探技术查明并绘制出勘查区域的生态环境示意图,主要包含勘查地的底层结构、岩石构造以及矿产资源情况,这些是矿产地质矿产勘查的基本要素,也是直观呈现矿产资源地基本特征的核心要点,以此为矿产资源的开采做好准备工作,同时要总结找矿规律,收集找矿信息,以此为后面的矿产勘查提供丰富的资源库。

##### 2. 砾石勘查

砾石一般存在于矿产资源的露地,矿产风化之后会产生砂砾,矿产资源地的岩石之中也有砾岩的存在,但是砾石一般存在范围较广,受重力、水流、冰川等因素的影响,砾石会不断扩散。综上所述,在矿产资源勘查中可以沿着山坡、河流、冰川等寻找矿砾,进而通过矿砾精准定位矿床位置。

##### 3. 重砂勘查

重砂是一种疏松沉淀物,在一般砂矿和原生矿床周边都有重砂存在,因此重砂勘查往往是应用在砂矿和原生矿床的勘查上。

#### (二) 地质矿产勘查原则

##### 1. 着眼全局, 统筹规划

在地质矿产勘查中需要有一个整体的计划或方针,全面布局,根据我国地质条件、资源基础和环境基础制定有策略、有总体方向的勘查计划,而不能半道而行,走一步看一步。

##### 2. 遵循规律, 合理布局

众所周知,在地质矿产资源的开采中,需要遵循国家资源勘查、开采政策,应该按照人口与地理面积12:1分布,注重国土分布比例,然后针对性地进行布局。简而言之在地质矿产勘查和开采重要摒弃“滥采滥用”的情况,要以“可持续”为中心。

##### 3. 突出重点, 拓宽领域

在地质矿产勘查中,应该考虑很多因素,分清楚勘查工作的重点工作和分重点工作,同时还需要对地质矿产的周边环境进行综合分析,并根据实际情况最终确定地质矿产勘查所采取、应用的技术。

##### 4. 科技创新, 提高效率

地质矿产勘查对我国整个社会发展,工业发展有着极其重要的影响,一般而言,完整的地质矿产勘查主要包含对该矿床周便环境的地质结构、水质条件及矿产资源地地貌地形等进行全方位的勘查,是一项综合性很强、考察周期长的工作。在地质矿产勘查中,同等重要的就是物探技术的选择,以此全面提升地质矿产勘查效率、最大程度地降低地质矿产勘查成本。在勘查技术的应用上,需要创新,结合科技发展的便利,提高地质矿产勘查效率。

### 三、主要物探技术分类及其应用

#### (一) 瞬变电磁物探技术原理及其应用

##### 1. 瞬变电磁物探技术原理

瞬变电磁法的技术原理就是将导线以及没有和底线进行链接的通电回路作为探测的场地根源,然后对矿产资源的进行有效的探测及勘查,形成二次回流(通电回路的二次电流),并从二次电流的数据变化作为勘查数据或探测依据,进而分析矿产资源地的地质情况。由于二次电流回路并不是一直存在的,而是相对短暂的,因此对技术人员注意力要求很高,需要时刻注意通电回路的电流变化。

##### 2. 瞬变电磁物探技术在地质矿产勘查中的应用

就瞬变电磁物探技术而言,从根本上分析,其就是电磁感应原理在生活中的应用,但是要将其有效地应用

到地质矿产勘查当中，就需要相关技术人员掌握电磁感应的理论依据和基础，然后从二次电流回路产生分析通电回路内电磁场发生的变化，然后对矿产资源地的地质环境进行有效的分析。

也正是因为此种物探技术原理相对简单，操作相对便利，它不仅可以通过通电回路内电磁场变化情况全面、准确地获取矿产资源地地质环境情况，而且此类技术的勘查成本和技术研发经费较低，所以在如今的地质矿产勘查中此类技术应用是最为广泛的。并且电磁波的穿透力很强，所以更能确保矿产资源地地质矿产勘查的精确度。

瞬变电磁物探技术不仅可以用于勘察地形简单的矿产资源地，同样可以勘察地形复杂的矿产资源地，众所周知，我国地大物博，矿产资源丰富，一些高山、深湖中也蕴藏着大量的矿产资源，对于这些棘手的地方，瞬变电磁物探技术更能发挥出它的优势，正是因为电磁波的穿透性，从而可以轻松完成矿产资源地地质矿产勘查工作。

当然，在地质矿产勘查中应用好瞬变电磁物探技术也是有注意事项的：

其一，相关技术人员的素养必须得以保障，简而言之就是技术人员要完全掌握瞬变电磁物探的技术原理和使用原理。

其二，在矿产资源地的位置选择上要合理，要选择相对稳定的矿地，因为电磁波会受到震动、地壳运动（细微）、积水等因素的影响，所以在勘查过程中要确保稳定的环境。

最后，放射线圈和接收线圈两者位置在同一垂直线，并控制好两者之间的连接距离，一般5-10米，同时工作人员要根据勘查工作开展实际情况调整电磁波的频率，通常情况下控制在25Hz，并且要确保控制仪发电电流不能过大，也不能过小，保持在17A左右，以此确保所有仪器的正常工作。

### （二）EH-4电导率成像系统原理及应用

#### 1. EH-4电导率成像系统原理

EH-4电导率成像是根据磁偶源天然场与部分可控源相结合的频率域测深系统，它不仅可以在天然的地质矿产，同样可以对人工场法进行测量，此方法的核心便是勘查测量矿产周边环境的波段频率。此方法的优势在于设备少，操作简便，单个EH-4电导率成像系统能够接受的频段点就多达60个，同时该系统的纵向分辨率很高。

EH-4电导率成像系统在地质矿产勘查中主要是通过观测不同地面层的频段参数，来分析纵向横移上方地质结构的变化情况，最终确定地质矿产资源地的岩性结构。此类技术主要是根据波的频率变化将地质矿产资源地的生态环境成像。

#### 2. EH-4电导率成像系统在地质矿产勘查中的应用

EH-4电导率成像系统在地质矿产勘查中的应用主要是用于岩层分布勘测上，从一般地理条件出发，岩层都

是按照一定次序排列的，以下马观白家滩地质勘查为例，其岩层主要分为三层，第一层0-50m，第二层50-80m，第三层80-160m，当然不同岩层的电导率也是不同的，0-50m的电导率为100Ω/m左右；50-80m的电导率为50Ω/m左右；80-160m的电导率分布区间为100-1000Ω/m。通过不同电导率可以分析出岩层的具体物质含量，如下马观白家滩，电导率100Ω/m的地质推测为干燥黄土；电导率50Ω/m的地质推测为潮湿黄土；100-1000Ω/m的地质推测为基岩。

所以，从上述描述上来看，EH-4电导率成像系统往往是根据电阻率大小分辨岩层情况的，然后结合所有的探测信息将地质矿产岩层分布情况成像划分出来。

即为EH-4电导率成像系统的工作原理，通过测量不同岩层的电导率分析岩层的主要组成成分，然后根据岩层物质含量制作成图。

同样EH-4电导率成像系统在地质矿产勘查中的应用需要注意以下事项：

第一，此类方法多用于海洋考古、铁路采取上，在地质矿产勘查上主要适用于海洋石油勘查，虽然此勘查技术操作简便，精准度高，但对相关技术人员的技术要求是相当高的，不仅要清晰透彻地掌握不同物质的电导率，而且能够根据勘查的电导率准确绘制并修改图纸，以此将地质矿产地的岩层分布情况成像。

第二，此类方法相较于瞬变电磁物探技术需要收集的资料更多，而且前期准备工作需要更充分，因此在此应用此类方法勘查地质矿产资源上投入的人力资源更多。

第三，此类方法主要适用于垂直型地质矿产资源的勘查，在水平型地质矿产资源的勘查上存在一定的短板。

### （三）探地雷达物探技术（GPR）原理及应用

#### 1. GPR技术原理

GPR是通过雷达勘查地质矿产资源的，雷达作为一种电磁波，对地质矿产资源的没有危害，能够最大程度地确保地质矿产资源的完整性，其需要用到的核心算法是——麦克斯韦方程，这样能够精准地计算出地质矿产资源的电磁场变化情况，并通过相关的结果分析地质矿产资源的水文情况，从而为后续矿产资源的开采提供充分的依据。

#### 2. GPR技术在地质矿产勘查中的应用

在应用GPR技术勘查地质矿产资源的实际工作中，使用到的一般仪器是STR-3000，此仪器的所涉及的光学原理是反射。在使用仪器进行地质矿产勘查中，需要提前设置好仪器的频率范围，然后在对应的区域探测相关的数据信息，但是此方法在实际应用中，深度达到1.5m就有明显的反射现象产生，在6m处仪器收集的反射数据就开始变得复杂了，因此物探技术往往是勘查水文地质矿产方面。

### 四、综合物探技术在地质矿产勘查中的应用

#### （一）深埋型地质矿产勘查技术

我国幅员辽阔，地势地貌在不同地区也是不相同

的，由此深埋型地质矿产在我国也是广泛存在的，尤其是在我国西北地区。

在深埋型地质矿产勘查上主要用的综合物探技术有EH-4电导率成像系统和瞬变电磁技术。由于深埋型地质矿产受地理岩层结构的影响，一般的电阻法勘查技术并不能直接确定矿产资源埋深，简而言之就是不能对深埋型地质矿产进行精准勘查和定位，EH-4电导率成像系统的垂直勘察功能结合瞬变电磁技术的磁场分析可以轻松解决以上问题。

在深埋型地质矿产勘查中需要重点做好三项工作：

第一，勘查计划的整体布局，相较于其他地形地貌不同，深埋型地质矿产由于深度、结构都相对较为固定，但矿产的具体深度并不固定，需要不断地勘查，然后才能知晓矿产资源的具体位置。

第二，勘查需要步步为营，深埋型地质矿产勘查相较于地形地貌简单的地质矿产勘查复杂且琐碎，不是一时半会就可以轻松得出结论或者结果的，所以需要不断地坚持，一步一步积累勘查数据，最终才能确定看勘查结果。

最后，勘查需要技术人员细心耐心，同上述第二点，深埋型地质矿产勘查相较于地形地貌简单的地质矿产勘查复杂且琐碎，所以对勘查技术人员的要求也是很高的，要有足够的耐心，同时还要细心地统计勘查数据。

## （二）白垩系屑岩孔隙、裂隙地质矿产勘查技术

白垩系屑岩主要存在于鄂尔多斯、准噶尔盆地，该地区地质岩层主要有砂岩组成，胶结性不强，再加上水分含量较高，由此白垩系屑岩地质矿产勘查对纵深有很高的要求，在此类地质矿产勘查中主要应用的技术有EH-4电导率成像系统和探地雷达物探技术（GPR）。

对于白垩系屑岩地区地质矿产勘查工作开展，技术选择与应用是其中之一，同时技术人员的自身技术素质要求过硬。

## （三）沙漠、盐湖地区松散孔隙地质矿产勘查技术

对于沙漠、盐湖地质矿产勘查而言，我国早在20世纪90年代就已经提出了相应的策略，当然如今的勘查成果也是众多的，比如塔里木盆地石油矿产的发掘，柴达木盆地石油矿产资源的发掘，诚然，在这些地区的地质矿产资源勘查上我国已然有了丰富的经验。

此类地区地表干燥，往往会出现供电不足的情况，因此对于大功率勘察仪器的使用需要慎重（虽然我国目前电力供给问题已完善优化，但是电量消耗过大还是会影响到居民生活质量）。所以在此类地质矿产资源勘查上往往需要运用耗电量小的技术，这样不仅节约了地质矿产资源勘查的成本，而且还可以防止出现用电量超标的状况。

当前，在沙漠、盐湖地质矿产勘查上主要运用的技术是EH-4电导率成像系统和瞬变电磁法，就技术本身而言，探地雷达物探技术（GPR）也是可行的，但是由于勘查仪器的影响，在实际勘查中很少会选择此类技术。

## （四）基岩裂隙地质矿产勘查技术

基岩裂隙地质主要存在于我国西北地区的部分山区，基岩裂隙地质又包含侏罗系地质、三叠系地质、二叠系地质和奥陶系地质。

此类地质由于山体复杂，矿产分布不均，因此勘查工作量巨大，但我国目前对此等地质矿产的勘查已经形成了特有的体系，常用到的技术有电场法（及根据地质电场变化情况确定矿床位置）和激发极化法（即根据岩石离子导电的极化介质变化情况确定矿床位置），运用其两种技术的核心目的是查明山体的整体构造，矿产资源分布情况，矿产资源周便环境的岩层情况，然后确定矿产资源的确切位置，即矿床所在地点。当然随着我国勘查技术的不断发展和完善，现在在此类地质矿产勘查上已然融入了新的技术，即瞬变电磁技术和EH-4电导率成像系统的结合应用，可以更清晰、轻松地得出勘查数据，绘制矿产资源地的图像，其优势主要在于瞬变电磁技术，山地电磁场相对稳定，所以瞬变电磁技术勘查中出现的误差会很小，再结合EH-4电导率成像系统可以更加精准地定位矿床位置。

## （五）黄土裂隙孔隙地质矿产勘查技术

我国陇东和陕北属于黄土地区，黄土的浅层黄土裂隙孔隙地质矿产资源丰富，但是受限于地质因素和人口因素的影响，此类地质矿产资源开发率并不是很高。该类地质矿产一般埋深较小（小于100m），但是受地理原因和人文因素的影响，地质矿产资源的开发率并不是很高。

但是在此类地质矿产勘查中常用的技术是直流电测深和激发极化法。此外，核磁共振法配合使用将会取得更好效果。

## 五、结语

综上所述，我国地质矿产资源丰富，同时因为我国政策倾向，在矿产资源的开采利用上追求“稳”，是从长远目光出发的。但不可否认的是随着我国经济实力的不断发展，对外贸易量的不断增长，地质矿产资源的合理开发利用已然成为国家发展、民众需求的基础，因此，在此大背景下，更要重视综合物探技术的合理选择和使用，以此提高地质矿产勘查精度、提升矿产资源的开采使用效率。

## 参考文献

- [1]高士银.综合物探技术在矿产勘查中的应用[N].首届全国矿产勘查大会,2021-10-12.
- [2]包国志,鲁有朋,刘龙,马涛.基于综合物探的物理勘查技术在矿产资源勘测中的应用[J].中国金属通报,2020,(06):34-35.
- [3]黄祥凯.巨野煤田主要煤层水害源综合物探技术应用[D].中国矿业大学学报,2021-02-16—2021-03-15.
- [4]吴传兴.综合物探技术在矿山地质勘察中的应用[J].世界有色金属,2021,(23):95-97.