

物探与化探技术在矿产勘查中的应用范围及对比

吴伟

安徽省地质实验研究所（国土资源部合肥矿产资源监督检测中心）

摘要：本文以某工程项目为例，对于高精度磁力勘查技术、电法物探技术、大地电磁勘查技术、电地球化学技术、酶提取勘测技术、金属活动态勘测技术等物探与化探技术的具体应用展开分析，并且从应用范围、经济性、技术特色、操作方面来对比物探与化探技术，以此来积累相应的技术应用经验，提高矿产勘查结果的准确性与合理性。

关键词：物探技术；化探技术；矿产勘查

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.13.118

在矿产资源需求量不断增加的情况下，为保证矿产资源供给的稳定性，需要做好矿产勘查工作，拟定可靠详细的矿产开采计划，保证矿产的利用效率。在此过程中，物探与化探技术具有良好的应用价值，通过对比两类技术的具体应用范围、经济性等内容，可以为技术选择提供可靠依据，确保矿产勘查活动的有序推进。

一、项目概述

安徽省无为县芦柴岭铜矿位于安徽省芜湖市无为市城区西南 225° 方向约45千米处，按照第Ⅱ勘查类型布置工程，本次详查开展了1:2000地质修测1.131km²，1:2000地形测量2km²，实测1:1000地质剖面图8条约3.32km，开展了矿区1:2000水、工、环地质修测2km²，施工40个钻孔合计21841.01m。本次深部详查累计查明无为县芦柴岭+40米以下，追索I和II号两条主矿体，同时发现了5条零星矿体，具体的勘察要点如下：

二、物探与化探技术在矿产勘查中的具体应用

（一）物探技术

1. 高精度磁力勘查技术

此项目地质起伏性较高，除铜矿外还存在伴生矿和共生矿，因此可利用高精度磁力勘查技术来获取区域地质数据。该技术的应用原理在于，不同种类金属元素在磁场环境中的反馈情况存在一定差异，对这些数据进行采集与整理，从而判断出矿层当中金属元素的丰富度和具体分布。此技术在实际应用中还需注意以下内容：

（1）利用前期踏勘得到的相关数据，在作业区域内布置合适的勘测点与信号接收点，并且在勘测开始前也需要提前进行清场，以降低外部因素带来的干扰性。（2）等待设备启动后，质子磁力设备会向地层深处释放电磁波，金属矿在磁场中产生反应磁场数据，借助地下信号接收设备对相关数据进行接收，录入到计算机中进行去噪、整合、放大等处理，以图像形式进行展示，根据磁场分布情况，判断矿脉具体的分布情况。此类技术可用于大部

分金属矿物勘测，不适用于非金属矿物勘探。

2. 电法物探技术

在对某些深层矿产进行勘探时，电法物探技术在应用中也具有良好应用价值。该技术在应用中的勘探原理在于，在区域内建立感应电场，电场当中对外释放的电性，会向岩层下方进行释放，得到不同的电阻率信息，对这些信息进行整理后，可以了解岩层矿产的各项参数，如矿产丰富度、矿产分布范围、矿产分布深度等。在技术应用中需遵循以下应用步骤：（1）在该区域当中布置若干数量的电极，接通电源后电极上会形成巨大电流，沿着岩土层开始向下渗透，岩土层受到电流刺激会反馈出电阻率数据，不同岩性的土层反馈出的电阻率数据也存在不同。（2）对这些数据进行采集与整合，从而客观评估区域矿脉深度与分布参数，便于后续开发计划的拟定。此类技术适用于金属矿产勘测，非金属不导电矿产的适用性较低。

3. 大地电磁勘查技术

从勘探原理来看，该技术的勘探原理和高精度磁力勘查技术相一致，都是基于电磁学原理来完成相应的勘探任务。而且在操作步骤上也是通过采集电磁波反射信号，来对矿产具体分布情况、矿产深度、矿产丰富性等内容进行客观评价，在此次勘查活动中也有着良好的应用价值。与高精度磁力勘查技术不同点在于，其在应用中会受到地层电阻率影响，如果地层本身电阻率较强，那么在应用中便会产生较大的干扰性，降低勘测结果的精准度。从应用情况来看，此技术在差异较大地层勘探中应用广泛，对于地层性质相近的区域，此技术的勘测误差较大，是技术应用期间需重点关注的内容。

4. 甚低频 VLF 勘查法

结合该工程项目的特征，进行地质勘查时，甚低频 VLF 勘查法也具有较好的应用价值。此类技术在应用中的技术原理在于，利用低频率电磁波来对矿产中金属元素的电性与磁性进行勘测，根据获取到的反馈数据，来了解地层当中包含元素的种类与丰富度。此类勘查技术在应用中，应遵循以下应用步骤：（1）基于前期得到的反馈数据，在恰当位置布置勘测点与信号接收点，等待设备启动后会向地层中释放低频电磁波，金属矿层接触到电磁波之后，会产生电性和磁性，利用信息接收装置对这些反馈信号进行接收，录入到计算机中进行处理。（2）在计算机软件辅助下，会对数据进行去噪、整合、放大等处理，从而直观了解矿脉的具体参数。此类技术的应用范围主要集中在金属矿物勘探，不

导电、导磁的矿产，不适用此勘测方法。

5. 地震勘探技术

在该工程勘探活动中，也可以使用地震勘探技术，该技术在应用中的工作原理在于，借助地震波的强渗透性，来采集不同岩层所产生的反馈波，根据反馈数据来评估岩层中金属元素种类、分布情况、具体深度等参数，便于后续开采活动的进行。在技术具体应用中，需要按要求在恰当位置布置监测点，利用仪器向岩层内释放地震波，不同类型的岩土层由于其岩性的差异，在受到地震波时的反馈波长也会不同。对于得到地反馈信号进行整理，在计算机软件中进行预处理（包括去噪、放大等），根据得到的谱图来了解该区域矿产储备和分布范围。需要注意的是，在技术应用中还需要做好纵波与横波的选择工作，以提高所得分析数据的精准度。

6. 电剖面物探技术

在该工程项目的勘测活动中，电剖面物探技术也具备良好的应用价值，此类技术在应用中的勘测原理在于，利用电极向地层中释放巨大电流，在穿过不同地层时，由于岩层性质差异，其产生的电阻率数据也存在不同。对电阻率数据进行采集，在综合分析后准确评估目前矿层的分布情况。在技术具体应用中，需要按要求在恰当位置布置监测点，在监测点处设置电极，接通电源后的电极会向地层中释放大量电流，产生不同的电阻率数据。借助接收装置对这些信息进行处理，录入到计算机软件中进行细致化分析，根据得到的分析结果了解区域矿脉的具体深度、分布情况等。需要注意的是，在该勘测方法应用期间，需要重点关注该地区地下水位波动带来的影响，并且在勘探时也需要采取降水措施来提高获取数据可靠性，为后续开采计划拟定活动的推进提供数据支撑^[1]。

（二）化探技术

1. 电地球化学技术

从目前的应用情况来看，电地球化学技术在该工程项目中也具有良好应用价值。此类勘测技术在应用中的勘测原理在于，按要求采集深层样本，样本粉碎后在溶剂中进行富集，并通过电场环境让溶剂中金属离子进行电解，生成相应的电解物质，对产生电解物进行定量检定，综合多项数据分析结果，推断出该区域矿产储备量。该技术在实际应用中也需遵循以下应用步骤：

（1）借助钻探技术在区域内采集地质样品，粉碎后将其溶解在溶剂当中，使样品中的矿物离子逐渐富集到溶剂中。（2）使用相应的电极设备，建立相应的电离环境，而溶解液也会作为电解质进行使用，在电场作用下，金属离子的平衡电场也会受到破坏，此时金属离子也会向电场阴极进行移动，从而在阴极出现电解物^[2]。

（3）等待溶液完全电离后，使用定量分析的方法展开检测，根据分析结果来确定溶液中电解物种类与浓度，

从而推断出该区域矿产储备情况，为进一步细致勘探活动的开展奠定基础。此类方法多用于可溶解于溶剂的矿物检测，对于无法溶解和电离的矿物无法进行勘测。

2. 酶提取勘测技术

在该工程勘测活动中，也可以使用酶提取勘测技术进行勘测，此类技术在应用中的勘测原理在于，利用化学物质本身的吸附性，对于矿层当中的阴阳离子进行吸收，针对这些吸收物质参数展开客观分析，从而了解矿层中的元素种类和具体浓度。参考该工程的初探结果，在应用中常用的吸附剂是非晶质二氧化锰，此类吸附剂在应用中所能提供的表面积相对较大，而且结构表面上所产生的正负电荷会处于无规律分布状态，有效提升了吸附剂本身性能。将其放入到深层矿探区域当中，对于矿层中的阴阳离子进行采集，对于采集数据进行处理后，可了解岩层中矿物元素种类与含量。此类技术在应用中，多用于存在冰积物覆盖的区域，其他区域的适应性相对较低^[3]。

3. 热释汞量检测技术

基于工程项目踏勘获取数据，热释汞量检测技术在此勘测活动中也具有良好的应用价值。该检测技术在应用中的检测原理在于，不同类型物质在于汞元素进行接触后，所形成的化合物存在一定不同，根据得到的汞化物特性，来评估该区域矿产的基础储备情况。此类勘测技术在实际应用中，应遵循以下步骤：（1）在采集到矿物样本后，会使用高压汞气来对其进行熏蒸，此时矿石样本中的金属或非金属元素也会和汞元素进行反应，从而形成相应的汞化物。（2）在气态状态下对各类物质含量展开定量测定，从而确定岩层中矿物种类与含量，得到准确的评定结果。在具体应用中，由于分析物状态为气态，在具体的分析活动中非常容易受到主观因素（如温度、压力、湿度等）干扰，增加了分析结果的容错率。此类分析方法多用于可以与汞元素发生反应物质的检测，无法进行化学反应的物质则无法进行勘测。

4. 地气测量技术

从现阶段的发展情况来看，进行区域化探工作时，经常会使用到地气测量技术。此类技术在实际应用中的工作原理在于，利用地气采集设备来采集富集在地表表层的金属粒子，在综合分析后可以判断出土层中矿产类型和大致分布。金属粒子的形成和复杂地壳活动有关，在长期演化过程中，部分富集在矿脉当中的金属粒子，也会开始向着地表迁移，最终会在地表浅层进行富集。此时利用仪器对这些数据进行处理与分析，结合气体断裂情况来综合分析该区域矿脉分裂状态，为后续开采计划的拟定提供良好参考。需要注意的是，此类技术在使用中，需要采集基数总量较大的数据，而且还需要在前期做好基础数据整理，从而客观评估该地区矿化状态，得到可靠的分析数据^[4]。

5. 深穿透化探技术

根据该工程的探勘数据,也可以使用深穿透化探技术来参与施工。此类技术在具体实践中,其前提应用条件便是待测元素已经在地壳活动的作用下,迁移到了沉积层表层,从而便于勘测活动的进行。在矿产元素迁移中,由于金属元素自身具有导电性,因此在导体作用下,金属元素会逐渐富集在地表浅层,此时可利用化探设备来对这些数据信息进行处理,综合分析后,可根据分析结果来了解矿产分类、种类,便于后续分析活动的顺利进行^[5]。

6. 金属活动态勘测技术

除上述提到的相关技术外,在项目勘探活动中,金属活动态勘测技术也具有较好的应用价值。此类勘测技术在应用中的勘探原理在于,矿产形成期间会对外产生数量众多金属离子化合物,这些化合物会在地壳活动作用下逐渐在地表表层富集,此时借助提取剂对这些离子化合物进行提取,完成后再进行定性与定量分析,得到准确的数据分析结果。从实际应用情况来看,多使用超微细形态法进行参数整理,从而采集无法直观探测的离子信息,保证数据分析结果的精准度。需要注意的是,在此类勘测技术应用中,需要在前期做好相应的准备工作,加强各类基础数据的汇总整理,同时做好勘测区域的合理划分,以提升最终所得勘测结果的精准度^[6]。目前此类勘测技术在应用中,主要用于金属矿产勘测,对于非金属矿产无法进行勘测。

三、物探与化探技术的应用范围及对比

(一) 应用范围

根据上述分析技术应用情况可以得知,物探技术在具体应用中,主要借助电磁波、地震波、电流等物理方式,来勘探矿层中的矿物,主要以金属矿产为主,在非金属矿产勘探中的应用价值较低。化探技术在具体应用中,主要根据待测矿物的基本类型,来选择相应的“引物”,如果化学试剂无法和矿物发生反应,那么则无法判断是否存在此类物质。尤其是一些惰性较强的稀土元素,此类技术不具备适用性,这也是后续发展时需重点关注的内容。

(二) 经济性

根据目前市场中流通的物探与化探技术可以得知,物探技术在具体应用中,会使用各类高精度勘测设备进行勘测,这些设备前期采购成本较高,但是在勘测时可以实现大范围区域勘测,如地震波勘测技术可在较短时间内完成全域地质勘查,综合效益较高。而化探技术在具体应用中,则会使用到各类试剂、仪器来进行实验。这也对前期采样率提出了较高要求。通常情况下,为得到准确的采样数据,采样率不能低于90%,如该工程的采样率均值超过94%,所采集的样本总量较高,耗损的试剂总量较大,所投入的经济成本较高。从综合效益来看,物探

技术的经济成本相对较低,具有良好的推广价值^[7]。

(三) 技术特色

物探技术在具体应用中,需要根据前期踏勘数据,在现场布置若干数量的勘测点,在勘测点上放置勘探设备,利用接收仪器来采集相关信号,最后再利用计算机软件对信号进行整理,以图像形式进行展示,直观反映地层中各类元素的分布情况和富集度。而化探技术在具体应用中,则会使用到各类试剂、仪器来进行实验,前期需要借助钻探技术来获取地层样本,随后利用目标物特定反映试剂来采集相关数据,从而推断出该地层中各类元素的分布情况和富集度。

(四) 操作方面

物探技术在具体应用中,主要依赖各类勘测设备来释放勘测信号,同时利用接收仪器来采集相关信号,信号会在计算机软件中进行处理,整个操作过程具有较强的自动化水平,能够有效降低人为因素带来的容错率^[8]。而化探技术在具体应用中,主要依靠各类试剂、仪器来进行实验,在整个操作过程中,对于人员的专业能力要求较高,而且其中也会使用到许多有毒试剂,若操作不当也将增加安全隐患发生概率。对比后发现,物探技术在应用中的操作便捷性较强、安全性较高,具有良好的推广价值。

结束语

综上所述,在矿产勘查活动中,物探技术与化探技术具有良好的应用价值,通过整理两类技术在应用中需要注意的相关内容,不仅可以得到准确的矿山勘查数据,而且能够加快矿山勘查活动的开展进度,为开采计划的拟定提供可靠依据。

参考文献

- [1] 刘永祥, 刘福胜, 王欣. 物探技术在布敦乌拉隐伏矿产勘查中的应用效果[J]. 中国煤炭地质, 2021, 33(03): 60-63.
- [2] 张涛亮. 化探技术在矿产资源勘查中的应用分析[J]. 新疆有色金属, 2021, 44(01): 44-45.
- [3] 阿尔拉沙. 物探与化探技术在矿产勘查中的应用[J]. 世界有色金属, 2020(21): 99-100.
- [4] 郭君红. 地球化学勘查新方法在矿产勘查中的应用初探[J]. 世界有色金属, 2019(19): 128-129.
- [5] 曹凯, 关继凯, 孙京京. 物探技术在深部金属矿产勘查中的应用研究[J]. 世界有色金属, 2018(19): 126+128.
- [6] 张洋, 张松, 王生文. 化探技术在矿产勘查中的应用探讨[J]. 世界有色金属, 2017(16): 119-120.
- [7] 黄秉雄, 韩思琪. 在矿产勘查中化探技术的应用分析[J]. 世界有色金属, 2017(14): 130-131.
- [8] 郑巍巍. 化探技术在矿产勘查中的应用[J]. 科学技术创新, 2017(24): 48-49.