

物探与化探技术在矿产勘查中的应用

于吉林

山东宏原投资发展有限公司 山东 临沂 276400

摘要: 矿产资源作为人类社会赖以生存和发展的重要物质基础,在国家安全与经济发展中占据着举足轻重的地位。在当前全球资源竞争日益激烈的背景下,深入研究和广泛应用物探与化探技术,对于提高我国矿产资源勘查水平,保障国家能源资源安全,推动经济社会可持续发展具有重要的现实意义。基于此,论文深入探究了物探与化探技术在矿产勘查中的应用现状以及具体应用措施,以期对相关领域的研究和实践提供有益的参考。

关键词: 物探与化探技术;矿产勘查;应用

引言:众所周知,传统的矿产勘查方法如地质填图、浅部挖掘探测等发挥了重要作用。但随着矿产资源开发的不断深入,这些传统方法的局限性日益凸显,已逐渐无法适应现代矿产勘查工作的要求。而物探与化探技术作为现代矿产勘查的重要手段,以其独特的优势应运而生。这些技术具有高效、准确、绿色环保等显著优势,能够在不破坏环境的前提下,快速、全面地获取地下矿产资源信息,有效提高矿产勘查的效率和准确性。

1 物探与化探技术在矿产勘查中的应用价值

矿产资源的勘查与开发对于现代社会的经济发展至关重要。在矿产勘查的过程中,物探(地球物理勘探)与化探(地球化学勘探)技术发挥了不可替代的作用。这两种技术各有特色,互为补充,共同提升了矿产勘查的准确性和效率。

第一,物探技术主要利用岩石和矿石的物理性质差异来探测矿产。这些物理性质包括密度、磁性、电性、弹性和放射性等。物探技术种类繁多,如地震层析成像、甚低频电磁法、大地电磁探测法等。地震层析成像技术,类似于医学中的CT扫描,利用地震波数据来反演地下结构,分辨率高,特别适用于能源矿产的勘探。甚低频电磁法则利用空中、地表或地下的电磁场分布来探测浅层地质体的电性局部异常,适用于圈定蚀变带、矿化范围等。大地电磁探测法则利用天然交变电磁场作为场源,能够穿透高阻覆盖层,准确探测出基底的深度和起伏,特别适合在高阻覆盖区应用。

第二,化探技术则侧重于测量和研究天然物质中与自然资源有关的地球化学指标。与物探技术相比,化探技术具有直接性、灵敏度高的特点,尤其在寻找和扩大贵金属矿物方面效果显著。化探技术的常用方法包括土壤汞测量、电地球化学技术、热释汞找矿、构造叠加晕技术以及深穿透化探等^[1]。土壤汞测量利用汞和金在地球

化学上的相似性,采用提取土壤中的汞元素来预测金矿的存在。电地球化学技术通过电化学溶解矿产资源,形成离子晕,便于检测和分析。热释汞找矿和构造叠加晕技术则通过特定的化学处理手段,对土壤或岩石样品进行检测,以预测盲矿的存在。深穿透化探技术,如地气测量和活动金属离子法,能够勘测到隐藏非常深的矿体金属活动离子,透视深度可达数百米甚至数千米。

第三,实际应用中,物探与化探技术往往结合使用,以达到最佳的勘查效果。如,在复杂地质条件下,可以先利用物探技术确定大致的矿产分布范围,再结合化探技术进行详细分析,以提高找矿的准确性和效率。除此之外,随着技术的不断进步和创新,物探与化探技术也在不断地融合和发展,形成了许多新的勘查方法和手段。

2 物探与化探技术在矿产勘查中的应用现状

2.1 复杂地质条件

复杂地质条件是物探与化探技术面临的一大难题。在一些山区、褶皱带等地形复杂的区域,地质构造错综复杂,岩石类型多样且变化频繁,这给物探与化探工作带来了极大的困难。如,在山区进行物探时,地形起伏会导致重力、磁力等地球物理场的异常变化,这些变化可能会掩盖矿体所产生的真实异常,从而增加了数据解释的难度,降低了勘查的准确性。在褶皱带地区,地层的强烈褶皱和变形使得地质体的空间分布变得极为复杂,物探与化探数据的采集和分析面临着巨大的挑战。另一方面,地质体的不均匀性和各向异性也会对物探与化探结果产生影响,使得数据的解释和反演更加困难。

2.2 数据解译的多解性

数据解译的多解性是另一个亟待解决的问题。由于地球物理场和地球化学场的复杂性,同一物理或化学异常可能由多种地质因素引起。以磁法勘探为例,磁异常

可能是由磁铁矿等磁性矿体引起,也可能是由富含磁性矿物的基性岩、火山岩等地质体导致。这种多解性使得物探与化探数据的解释存在一定的不确定性,容易导致误判,从而严重影响矿产勘查的效果。实际工作中,需要综合考虑多种因素,深度结合地质背景、其他勘查手段的结果等,进行深入分析和判断,以减少多解性带来的影响。

2.3 仪器精度和分辨率的限制

仪器精度和分辨率的限制也在一定程度上制约了物探与化探技术的应用效果。随着矿产勘查向深部和复杂地区的推进,对仪器的精度和分辨率提出了更高的要求。但,目前的物探与化探仪器在探测深部矿体时,其精度和分辨率还难以满足实际需求^[2]。如,在深部矿产勘查中,由于信号的衰减和干扰,一些微弱的地球物理和地球化学异常难以被准确检测和识别,从而影响了对于深部矿体的探测能力。另一方面,仪器的稳定性和可靠性也有待进一步提高,以确保在复杂环境下能够获取准确、可靠的数据。

2.4 环境干扰和人文干扰

在物探与化探工作中,自然环境因素如地形、气候、植被等会对测量结果产生干扰。例如,在山区进行电法勘探时,地形的起伏会导致电极与地面的接触电阻发生变化,从而影响测量数据的准确性。尤其在植被茂密的地区,植物根系会对土壤地球化学测量结果产生影响,使得测量数据不能真实反映地下地质体的情况。而且,人文干扰因素如工业设施、建筑物、通信线路等也会对物探与化探数据产生干扰。

3 物探与化探技术在矿产勘查中的应用措施

3.1 提升技术适应性与创新能力

3.1.1 开发针对性勘查技术

针对复杂多变的地质条件,单一的勘查技术往往难以满足实际需求。因而,应加大科研投入,开发适用于特定地质环境的勘查技术。如,在山区和褶皱带等复杂地形区域,传统的勘查方法可能受到地形起伏、植被覆盖等因素的干扰,导致数据采集精度和效率降低。为此,可采用三维地震勘探、高密度电法勘探等先进技术,结合无人机航测、遥感影像等手段,切实提高数据采集的精度和效率。其中,三维地震勘探通过模拟地震波在地下传播的过程,可准确以反映出地下地质结构的详细信息,对于确定矿体的位置、形态和规模具有重要意义。高密度电法勘探则通过测量地下电阻率的变化,来推断地下岩性的分布和矿化的可能区域。无人机航测和遥感影像技术可以快速获取大范围的地表信息,为后

续的勘查工作提供基础数据支持。而且,为了进一步提高异常识别的准确性,可以利用先进的数据处理算法,如小波分析、神经网络等。这些算法能够自动提取数据中的异常特征,减少地形起伏对地球物理场的影响,提高勘查结果的可靠性。

3.1.2 多方法联合应用

物探与化探技术各自具有独特的优势,但也存在一定的局限性。为了解决数据解译的多解性问题,应实施多方法联合勘查策略。利用重力、磁力、电磁、放射性等多种物探方法的综合应用,结合地球化学勘查,可以形成互补效应,提高异常解释的确定性。

一是重力勘探可以测量地下岩体的密度差异,准确推断出岩体的分布和形态;磁力勘探则可以测量地下岩体的磁性差异,反映出磁性矿体的存在和分布;电磁勘探通过测量地下岩体的导电性差异,可以探测到导电性良好的矿体;放射性勘探则可以测量地下岩体的放射性元素含量,为寻找放射性矿床提供线索。二是地球化学勘查则通过分析地表和地下的化学元素含量,来寻找矿化异常区域。将物探与化探技术相结合,可以相互验证勘查结果,提高找矿的准确性。三是,还可以利用地质统计学、GIS(地理信息系统)等技术,整合多源数据,构建三维地质模型,辅助异常源的判断。三维地质模型可以直观地展示地下地质结构的分布特征,为矿产勘查提供立体化的视角。

3.2 强化仪器研发与升级

3.2.1 提升仪器精度与分辨率

深部矿产勘查对于仪器的精度和分辨率提出了更高的要求。为了满足这一需求,应加快高精度、高分辨率仪器的研发。如,在磁力勘探方面,可以采用超导量子干涉仪(SQUID)、高精度质子磁力仪等尖端设备,提升磁力勘探的灵敏度;在电磁勘探方面,可发展深部电磁探测技术,如瞬变电磁法(TEM)、大地电磁测深(MT)的高级版本,增强对深部微弱信号的检测能力。此过程中,需提醒的是,还应特别注重仪器的便携性和智能化设计。便携性使得仪器能够在复杂环境中快速部署和操作;智能化则可利用内置的智能算法,自动处理和分析数据,提高勘查效率。

3.2.2 增强仪器稳定性与可靠性

在恶劣的自然条件下,仪器的稳定性和可靠性对于保障勘查工作的顺利进行至关重要。所以,应加强仪器的环境适应性设计,如防水、防尘、耐高温等特性,确保仪器在恶劣条件下仍能稳定工作。另一方面,还可引入自动校准系统,定期检测仪器性能,减少人为误差。

开发远程监控与故障诊断功能,实现仪器的实时状态监测,及时发现并解决问题,提高数据采集的连续性和可靠性。这些措施能够有效地降低仪器故障率,提高勘查工作的效率和质量。

3.3 数据处理与解释方法的创新

3.3.1 高级数据处理技术应用

现代大数据和云计算技术的快速发展,促使构建大型数据处理平台已成为可能。应用该平台,可实现海量数据的快速处理与分析,提高数据处理效率。并且,采用机器学习、深度学习等先进算法,可以自动识别异常特征,提高数据解释的自动化水平。而反演成像技术也是数据处理与解释方法创新的重要方向之一。三维反演、全波形反演等技术的应用,可直观地展示地下地质结构,辅助异常源的精确定位。以上技术能够提供更准确、更全面的地质信息,为矿产勘查提供有力支持。

3.3.2 综合地质解释模型构建

为了更全面地理解勘查区域的地质特征,应构建综合地质解释模型。该模型应整合地质、地球物理、地球化学等多学科信息,形成对勘查区域的全面、系统认识。应用地质年代学、同位素地球化学等手段,可以深化对成矿作用的理解,提高找矿模型的准确性。

3.4 应对环境干扰的策略

3.4.1 环境校正方法

在矿产勘查过程中,自然和人文干扰是不可避免的问题。为了降低这些干扰对勘查结果的影响,应开发针对性的环境校正方法^[3]。如,在电法勘探中,可以采用四极测深、偶极-偶极阵列等方法来减少地形影响;在地球化学勘查中,可以实施多点采样、背景值扣除等技术来剔除植被覆盖、土壤污染等因素的干扰。对于人文干扰,如电磁干扰等,可以采取屏蔽措施来降低其影响。

3.4.2 实地调查与监测

为了更准确地了解干扰源的情况,应加强实地调查工作。具体可采取以下手段:第一,详细记录干扰源的位置、类型、强度等信息,可以建立干扰源数据库,为后续的数据校正提供基础数据支持。第二,还应实施长期监测计划,跟踪干扰源的变化趋势。采用定期监测和

数据分析,可以及时发现并解决问题,确保勘查工作的顺利进行。第三,还应加强与城市规划、环境保护等部门的沟通协作,合理规划勘查区域,尽量避免或减少人为干扰对勘查工作的影响。

3.5 加强人才培养与团队建设

3.5.1 专业人才培养

地球物理、地球化学等专业人才是矿产勘查工作的核心力量。为提高勘查效率和准确性,应加大对这类专业人才的培养力度。特别是在新技术、新方法领域,应注重培养具有创新精神和实践能力的高素质人才。利用校企合作、国际交流等方式,可以拓宽人才视野,提升专业技能。并且,还应鼓励跨学科学习,培养既懂地质又精通物探、化探的复合型人才,为矿产勘查工作提供有力的人才保障。

3.5.2 团队建设与协作

矿产勘查工作是一项系统工程,需要多学科、多领域的协同合作。因此,应构建跨学科、跨领域的科研团队,促进地球物理、地球化学、地质学、信息技术等多学科之间的深度融合。建立定期交流机制,可以分享研究成果,共同解决勘查中的技术难题。

结语

综上所述,物探与化探技术在矿产勘查中具有极高的应用价值。它们不仅提高了矿产勘查的准确性和效率,还为矿产资源的合理开发和利用提供了有力的技术保障。展望未来,随着科技的持续进步,物探与化探技术有望进一步突破瓶颈,为我全国的矿产资源勘查事业注入新的活力,助力保障国家能源资源安全,推动经济社会可持续发展。

参考文献

- [1] 职志攀,吴艳锋. 综合物探技术在地质矿产勘查中的应用研究[J]. 冶金与材料,2023,43(7):47-49.
- [2] 张寿博. 综合物化探方法在内蒙古某金多金属矿勘查中的应用[J]. 内蒙古科技与经济,2024(11):91-95.
- [3] 苏永锋,杨庆华,李志勋. 不同物探方法在锡林郭勒盟多金属矿勘查中的应用[J]. 中国资源综合利用,2023,41(12):58-61.