

地质矿产勘查新方法与新技术的探索与实践

李鑫元

河北省地质矿产勘查开发局第三地质大队 (河北省张承地区生态环境保护与修复技术创新中心), 河北 张家口
075000

[摘要]地质矿产勘查在矿业发展中占据着极为关键的地位,其对于确保资源的稳定供应、促进经济向前发展以及达成生态环境的保护等均有着不容小觑的作用。本文着重针对地质矿产勘查方面的新方法以及新技术展开相应的探索活动与实践操作,目的就在于提高勘查工作的效率以及精度,强化可持续发展的实力,进而为我国矿产资源能够得到科学合理的开发与利用给予技术层面的有力支撑以及理论方面的有益参考。

[关键词]地质矿产勘查;新方法与新技术;探索与实践

DOI: 10.33142/ect.v3i8.17497

中图分类号: P624

文献标识码: A

Exploration and Practice of New Methods and Technologies in Geological and Mineral Exploration

LI Xinyuan

The Third Geological Brigade of Hebei Bureau of Geology and Mineral Resources Exploration (Hebei Zhangcheng Ecological Environment Protection and Restoration Technology Innovation Center), Zhangjiakou, Hebei, 075000, China

Abstract: Geological and mineral exploration plays an extremely crucial role in the development of the mining industry, as it significantly contributes to ensuring stable resource supply, promoting economic growth, and achieving ecological conservation. This paper focuses on exploring new methods and technologies in geological and mineral exploration, aiming to enhance the efficiency and accuracy of exploration work, strengthen the capacity for sustainable development, and provide robust technical support and valuable theoretical references for the scientific and rational exploitation and utilization of mineral resources in China.

Keywords: geological and mineral exploration; new methods and technologies; exploration and practice

引言

全球资源需求一直处在不断增长的态势之中,与此能源结构也在不断地进行调整,在这样的情况之下,矿产资源在国家经济发展进程当中、在产业升级整个过程当中以及在战略安全相关方面所占据的地位变得日益凸显出来。可是,浅部那些比较容易被识别出来的矿体正在逐步地走向枯竭,这就导致勘查工作所面临的地质条件变得更加复杂起来,而且所存在的不确定性也更高了,传统的地质矿产勘查方法在效率方面、在精度方面以及在环境适应性方面都明显地呈现出了一定程度的局限性。在这种大背景之下开展相关工作,去探寻并应用新方法与新技术就成为了地质勘查领域极为重要的一个发展方向。近些年来,像遥感探测技术、高精度地球物理技术、人工智能与大数据相关技术、三维成像技术、先进的光谱分析技术以及激光扫描测量技术等等这些技术都在不停地快速发展着,它们给矿产资源勘查带来了全新的手段以及全新的思路。这些技术不但能够在宏观的层面上迅速地识别出成矿远景区,而且还在微观的层面上能够达成对矿体空间形态以及成矿要素的一种精细化的解析,进而切实有效地提升找矿工作的效率以及找矿的成功率。与此把多源信息加以集成并且进行智能化的解译,这更是进一步推动了矿产勘查从依靠经验来驱动的状态朝着依靠数据来驱动的方向去转

变,让勘查所取得的成果变得更加科学化、更加精准化以及更加可视化了。可以毫不夸张地说,地质矿产勘查当前正处在一个由传统模式快速朝着现代智能化模式去转型的关键阶段,对于新方法与新技术展开探索并且付诸实践,这既关系到资源保障能力的提升与否,同时也为实现绿色勘查以及可持续发展给予了强有力的支撑。

1 矿产资源的重要性

矿产资源在国家经济社会发展中扮演着极为重要的角色,其重要性在能源供给、工业原材料保障以及战略安全等方面均有体现。矿产资源是能源生产的根本载体,像煤炭、石油、天然气这类资源为电力、交通、工业等诸多领域给予了源源不断的动力,是现代社会得以正常运转所不可或缺的关键支撑。矿产资源在工业化以及城镇化进程里是必不可少的基础原料,钢铁、建材、有色金属、稀土等在机械制造、基础设施建设以及新兴产业发展当中有着无可取代的作用。矿产资源的储量以及开发水平和国家战略安全、国际竞争力存在着直接关联,在新能源、新材料、国防工业等战略性行业里面,高纯度稀土、锂、钴、镍等关键矿产已然成为世界各国争相争夺的焦点所在。可以讲,矿产资源既关乎国民经济的可持续发展,又对国家的产业升级以及地缘政治格局产生影响,所以强化矿产资源勘查并加以科学利用有着十分重要的作用。

2 地质矿产勘查新方法与新技术的优势

地质矿产勘查的新方法以及新技术呈现出诸多方面的明显优势。其一,在数据精度以及分辨率方面达成了飞跃式的提升。其中,遥感以及高精度地球物理手段能够在大规模尺度上迅速识别出异常体,而三维成像以及高分辨率成像技术则可更为精准地刻画出地下构造以及矿体几何形态,进而大幅度削减了勘查所存在的不确定性以及盲钻率。其二,勘查效率有了明显的提高。无人机遥感、激光扫描还有自动化地面测量可覆盖更加广阔的区域,并且能够缩短现场作业的时间周期,降低了人工操作的密集程度。其三,成本与风险均得到了优化。采用非侵入式并且少钻探的调查策略,减少了勘查方面的支出费用以及对环境造成的扰动,与此还提升了作业的安全性。其四,多源数据融合加上人工智能、大数据分析,使得海量且具有不同结构的信息(如遥感、地球物理、地球化学、钻探资料等)能够被高效地整合起来并进行智能解析,增强了对异常的识别能力、预测建模的准确性以及资源量估算的可靠性^[1]。其五,新技术能够在复杂地质条件以及偏远、极端环境下开展勘探工作,拓展了传统方法难以触及的目标区域。这些方法推动了从依靠经验驱动的勘查模式逐步转变为由数据驱动、模型驱动的模式,能够为相关决策给予更具量化依据的支持,促使勘查周期得以缩短、发现率得以提升以及矿产资源开发具备可持续性。

3 地质矿产勘查现状分析

当前地质矿产勘查的状况呈现出复杂且多样的特点。其一,伴随矿产资源消耗的速度不断加快,浅部那些容易被发现的矿体大多已被开发利用,于是勘查目标慢慢转向深部以及隐伏矿体,如此一来地质条件变得更加复杂了,对于技术以及设备的要求也有了明显的提升。其二,传统勘查手段在精度、效率以及数据处理能力等方面都存在着一定的局限性,通常很难跟上现代矿产资源需求增长的速度。除此之外,受到全球经济形势、市场价格波动以及能源转型趋势等诸多因素的影响,矿产勘查出现了投资波动比较大的情况,勘查资金相对来说也比较紧张,在部分地区的勘查投入不够充足,进而致使找矿的进展较为缓慢。从技术层面来讲,虽然遥感、地球物理、地球化学等方法已经得到了较为广泛的运用,但是整体的水平和发达国家相比仍然存在一定的差距,尤其是在多源数据集成、三维建模以及智能化分析等方面急需进一步强化。与此勘查活动愈发受到生态保护以及土地利用限制等因素的影响,绿色勘查的理念不断地被提出来并且逐渐应用到实际工作当中,这也让勘查必须在资源开发和环境保护这两个方面去寻找平衡点。

4 地质矿产勘查新方法与新技术

4.1 遥感技术在地质勘查中的应用

遥感技术已然变成现代地质矿产勘查里极为重要且不可或缺的一种基础手段。借助多种不同来源、多个不同时期相的卫星影像以及航空影像(这里面也包含了无人机影

像),再加上主动或者被动传感器所获取的数据,便可以在宏观的尺度之上,迅速地在地表以及近地表的地质信息予以识别并且加以描绘。多光谱以及高光谱遥感能够凭借矿物还有风化产物所具有的光谱特征,达成对含矿物相以及蚀变带的识别目的,并且还能制作出其定量化分布的图表。热红外影像对于识别岩性方面的差异以及热异常区域有着一定的帮助作用。合成孔径雷达(SAR)在穿透云雾以及获取高精度的地形与构造信息这些方面,有着独特的优势,所以常常会被用来提取断裂、褶皱这类线性构造,同时也可用于变形监测相关工作。高分辨率影像再加上数字高程模型(DEM),能够支撑起地貌形态学方面的分析、径流汇的划分以及剖面的建模操作,进而为构造解译以及露头定位给出极为重要的依据。无人机遥感把近距高分辨成像以及光谱仪器结合起来,便能够在局地的尺度范围内,实现快速的采样以及对精细目标的确认,如此一来,便能让现场识别的效率得到大幅度的提升^[2]。随着影像处理算法、光谱解混、时序分析以及基于机器学习/深度学习的自动化识别方法等方面不断发展,遥感数据与地球物理资料、地球化学资料以及钻探资料相互融合的应用方式也日渐趋于成熟,进而能够用于划分目标的优先级,降低盲钻的发生率,最终提高找矿的成功概率。

4.2 高精度地球物理勘查技术的发展及应用

高精度地球物理勘查技术通过测量地下各种物理场的变化,如电磁场、重力场、地形变等,来推断地下岩石的性质、结构、构造和矿产资源的分布。这种技术在地质矿产勘查中发挥着至关重要的作用,为地质工作者提供了深入了解地下构造、预测隐伏矿体和划分勘查区域的有力工具。磁法勘查是地球物理勘查技术中的重要组成部分。它利用岩石和矿石的磁性差异,通过测量地磁场的微弱变化来探测地下矿体或地质构造。这种方法在寻找铁矿、磁性岩体以及研究地质构造等方面具有显著优势。电法勘查则利用岩石和矿石的电性差异,通过测量地下电场或电磁场的变化来揭示地下地质结构。电法勘查技术包括电阻率法、激发极化法等多种方法,它们在寻找金属矿、非金属矿以及研究水文地质条件等方面具有广泛应用。重力法勘查则是通过测量地球重力场的变化来推断地下岩石的密度分布。这种方法在探测盐类矿床、石油天然气储层以及研究区域地质构造等方面具有独特优势。高精度地球物理勘查技术的应用不仅提高了勘查的精度和效率,而且为地质矿产勘查提供了更多的信息来源和解析手段。

4.3 人工智能与大数据在矿产勘查中的应用

人工智能以及大数据技术在矿产勘查方面的应用,正对传统找矿模式产生着极为深刻的影响。其最为关键的优势,就在于能够针对数量庞大且情况复杂的多源数据展开高效的处理工作,并且能够进行颇为智能的分析。矿产勘查会涉及到像遥感、地球物理、地球化学、钻探、地质测绘等诸多类型的各类数据。这些数据不但体量颇为可观,

而且格式呈现出多种多样之态势,更重要的是,它们之间的信息关联性极其复杂。传统的那些方法,在面对如此复杂的情况时,很难充分地去挖掘出其中所存在的潜在规律。然而人工智能算法,尤其是机器学习以及深度学习模型,却能够在多维数据当中精准地识别出与成矿有关的异常特征,还有其相应的空间分布模式,进而促使预测的精度以及可靠性得以提升。与此大数据平台能够对数据予以集成、存储以及可视化呈现,这便使得跨尺度、跨学科的信息融合以及综合解释变得更为便捷,进而为矿产远景区的优选以及成矿预测提供了较为科学的依据^[3]。人工智能还能够达成勘查流程的智能化,比如说像自动化开展的遥感影像解译工作、对地球物理异常体的识别操作以及三维成矿预测建模这类事情,其不仅让工作效率得到了显著的提高,而且还降低了因人为主观因素而产生的偏差情况。

4.4 地下资源三维成像技术在矿产勘查中的应用

地下资源三维成像技术在矿产勘查方面的应用,重点在于对复杂地质体以及隐伏矿体的空间结构展开精细解析,并且予以可视化呈现。其核心思路是借助先进的地球物理探测方式、钻孔相关资料以及地球化学方面的数据,凭借高性能计算以及建模软件,把多源数据融合起来,构建出真实且直观的三维地下模型。这项技术可突破传统二维剖面勘查所存在的局限,达成对矿体形态、规模、延伸方向以及赋存状态的立体化描绘,进而大幅提升找矿的精度以及预测的可靠性。比如,地震波三维成像可揭示深部构造与断裂体系的情况,高密度电法以及电磁成像能够用于探测地下导电异常体,而重磁数据三维反演对于识别深部岩体与矿化体分布特征是有帮助的。当这些不同类型的数据在统一的坐标系之下完成集成之后,便能够形成针对矿区地下空间的全景化认知。三维成像不但有助于确定钻探的具体位置、优化钻孔的布局、降低盲探的风险,而且还能为资源量的估算以及矿山开发方案的设计给予科学的依据。

4.5 先进光谱分析技术在矿藏勘查中的实践经验

先进光谱分析技术在矿藏勘查领域积累的实践经验清晰地说明,它于矿物识别、蚀变带划分以及成矿预测等方面有着独特的优点。此技术借助分析矿物针对不同波长电磁波所呈现的吸收与反射特性,能够迅速且不会对矿物造成破坏地获取到矿物的组成以及含量方面的信息。尤其是高光谱与近红外光谱,在识别像黏土矿物、碳酸盐矿物还有铁氧化物这类与成矿紧密关联的矿物组合的时候,表现得极为出色^[4]。在实际开展勘查工作的过程中,光谱技术能够应用于野外便携式的设备,以此来对岩石、矿物以及土壤样品展开原位检测,进而达成快速判定蚀变强度以及分带特征的目的。与此大规模的机载以及卫星高光谱数据则可以用于提取区域矿化异常并优选潜在在矿区,如此一来便能有效地缩小勘查的范围,提升找矿的效率。结合实

验室的精密光谱分析手段,可以针对样品实施定量检测,以此来对现场快速测量所得结果加以补充以及验证,进而形成一个涵盖多尺度、多层次的光谱数据体系。

4.6 激光扫描测量技术在地质构造解译中的应用

激光扫描测量技术于地质构造解译的应用,重点在于其能精准、快速且三维化地获取地形地貌以及构造特征相关数据。借助地面激光扫描、机载激光雷达以及无人机所搭载的激光系统,短时间内便能获取到范围广、密度高的点云数据,进而构建出分辨率高的数字高程模型以及三维地形模型,这为构造线性特征、断裂带分布情况、岩层产状以及褶皱形态的识别与分析给予了可靠依据。激光点云数据的精度可达到厘米级乃至毫米级,能够揭示出传统测绘手段难以捕捉到的微地貌变化,像断层擦痕、节理裂隙发育状况以及边坡微形变等情况,使得构造解译的精细化程度得以大幅提升。并且,该技术可针对复杂地形以及难以抵达的区域开展无接触式测量,降低了野外工作的风险,提高了数据获取的效率以及完整性。在实际应用过程中,激光扫描常常会与影像、遥感以及地球物理资料联合使用,以此达成对构造特征的多源综合解译;借助点云数据的时间序列分析,还能实现对构造活动以及地质灾害的动态监测。

5 结语

随着矿产资源勘查的需求不断增加,而且地质条件变得越来越复杂,传统的方法已经很难满足现代勘查的要求了。本文针对遥感技术、高精度地球物理、人工智能与大数据、三维成像、光谱分析以及激光扫描等新的方法和技术展开了探讨。实际应用的情况说明,这些技术可以提升勘查的效率和精度,让资源预测变得更加优化,促使勘查朝着数字化和智能化的方向发展,从而为矿产资源的合理开发利用以及可持续利用给予了重要的支撑。

[参考文献]

- [1]刘晓龙.地质矿产勘查新方法与新技术的探索与实践[J].内蒙古科技与经济,2025(12):149-151.
- [2]王明,胡学敏,刘佩林.地质矿产勘查存在的困难分析与建议[J].四川水泥,2017(12):292.
- [3]康维海.国土资源部地质勘查司中国地质矿产经济学会助力青海地质勘查举办新理论新技术新方法培训班[J].青海国土经略,2017(2):52.
- [4]李同选.金属矿产勘查中的新技术与新方法[J].中外企业家,2016(21):215.

作者简介:李鑫元(1992.7—),毕业院校:中国矿业大学银川学院,所学专业:资源勘查,当前就职单位:河北省地质矿产勘查开发局第三地质大队(河北省张承地区生态环境保护与修复技术创新中心),职务:无,职称级别:矿产地质工程师。