

论现代化矿产地质勘查与找矿技术的发展趋势

马堃 陶宏晔

内蒙古有色地质矿业（集团）七队有限责任公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i10.1992

[摘要] 在矿产资源日渐匮乏、环境保护压力持续上升的双重背景下,现代化矿产地质勘查与找矿技术正加速向高效、绿色、智能化方向演进。新一代矿产勘查技术结合了先进的遥感、地球物理、地球化学、人工智能和大数据分析等多学科手段,极大地提升了勘查与找矿的效率和精度。此外,矿产勘查与找矿领域迎来了绿色的勘查与找矿理念崭新篇章,促使勘查与找矿活动逐步向低碳、低污染和可持续发展的道路转型,现代矿产勘查与找矿技术的最新进展在文中被详述,其对于推动矿业行业持续发展的影响亦被深入探讨。

[关键词] 矿产勘查; 地球物理; 地球化学; 智能化; 数据分析

中图分类号: TD219 **文献标识码:** A

On the development trend of modern mineral geological exploration and prospecting technology

Kun Ma Hongye Tao

Inner Mongolia Nonferrous Geological Mining (Group) Seventh Team Co., Ltd.

[Abstract] Against the backdrop of increasingly scarce mineral resources and rising environmental protection pressures, modern mineral geological exploration and prospecting technologies are accelerating their evolution towards high efficiency, green, and intelligent directions. The new generation of mineral exploration technology combines advanced interdisciplinary methods such as remote sensing, geophysics, geochemistry, artificial intelligence, and big data analysis, greatly improving exploration efficiency and resource discovery accuracy. In addition, the field of mineral exploration has ushered in a new chapter of green exploration concept, promoting the gradual transformation of exploration activities towards low-carbon, low pollution and sustainable development. The latest progress of modern mineral exploration technology is described in detail in the article, and its impact on promoting the sustainable development of the mining industry is also deeply explored.

[Key words] mineral exploration; geophysical; Geochemistry; Intelligentization; Data analysis

引言

矿产资源是支撑社会经济发展和工业化进程的基础资源。然而,传统的矿产勘查与找矿方法在资源发掘的过程中,往往面临着勘查与找矿精度低、效率低下、资源浪费以及对环境的负面影响等问题。科技进步与环保意识觉醒的双重驱动,促使矿产地质勘查与找矿技术迈向深层次的变革。矿产勘查与找矿领域,随着遥感、无人机技术的普及以及人工智能、区块链应用等新兴理念的逐步渗透,勘查与找矿技术手段与理念持续创新,有效提升了勘查与找矿工作的效率和绿色化水平。

1 现代化矿产地质勘查与找矿技术的发展背景

在全球经济持续增长的大背景下,矿产资源持续发挥着其作为工业化与现代化进程基石的关键作用。然而,资源日渐紧缺,

环境问题日趋严重,传统矿产勘查与找矿方法已难以应对现行需求。在全球经济不断攀升的宏观趋势下,对矿产资源的渴求日益加剧,然而,沿用已久的勘查与找矿手段却普遍存在资源耗费巨大、勘查与找矿成效低下以及严重破坏环境等诸多挑战^[1]。随着全球环境保护意识的增强与可持续发展理念的普及,矿产勘查与找矿技术需在高效与环保的权衡中寻求最佳契合点。

在现代化进程中,矿产勘查与找矿技术凸显了绿色、低碳及可持续发展的核心理念。在能源结构转变与环境污染防治的大环境下,矿产勘查与找矿行业倡导并实践绿色的勘查与找矿理念,旨在保障资源需求的同时,竭力将生态环境影响降至最低。在绿色勘查与找矿的实施过程中,对环境实施保护至关重要,同时,对资源的利用与开发亦需追求高效与合理。

2 现代化矿产勘查技术与找矿技术的主要发展趋势

2.1 遥感与地球物理勘查与找矿技术的创新

近年来, 遥感技术不断向高分辨率、多维度、多波段的方向发展, 使得勘查与找矿人员能够更加精细地识别矿产资源的分布和成矿条件。在空间、时间和波段维度上, 遥感技术不断实现革新, 分辨率水平显著提高。例如, 高分辨率遥感卫星(如中国的“高分”系列卫星)能够在数十千米的距离外识别地表的微小变化, 进而帮助勘查与找矿人员发现潜在的矿产资源(如表1所示)。

表1 遥感与地球物理勘查与找矿技术在矿产勘查中的应用实例

技术类型	应用实例	成果与效益
遥感技术	高分卫星遥感、无人机遥感等	精准识别矿物资源分布, 减少现场勘查与找矿工作量
地波反射勘查与找矿	全波形反射地震勘探	提供更准确的矿体位置, 提高矿体深部勘查与找矿精度
航空磁力与电磁勘查与找矿	航空磁法、电磁法等	在大范围勘查与找矿中提升勘查与找矿效率, 降低勘查成本

2.2 地球化学勘查与找矿技术的精细化发展

在矿产勘查领域, 地球化学勘查技术占据着核心地位, 尤其是近期分析技术发展, 地球化学勘查的精细化程度日益提高。基于元素含量测定的地球化学勘查技术, 通过土壤、岩石、水体等样品的化学分析手段, 旨在揭示地质体内部的矿产资源分布状况^[2]。现代化的激光诱导击穿光谱(LIBS)、电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)和X射线荧光光谱(XRF)等高精度分析仪器, 能够对矿石、岩土等样品进行更为精细的元素分析, 甚至能够在微小的范围内检测出极trace(微量)元素的变化。这些高端设备能够有效提高勘查数据的准确性, 为找矿工作提供更加可靠的依据(如表2所示)。

表2 地球化学勘查技术精细化应用的实例

技术类型	应用实例	成果与效益
激光诱导击穿光谱(LIBS)	用于土壤、岩石样品中元素含量检测	提供高精度、快速的矿物元素分析, 识别潜在矿体
电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)	用于精细矿物元素分析	实现对微量元素的精确检测, 提升找矿的准确性
X射线荧光光谱(XRF)	用于岩土、矿石的元素分析	实现现场快速分析, 提高工作效率

2.3 人工智能与大数据在矿产勘查与找矿技术中的应用

在人工智能与大数据技术的深度融合下, 矿产勘查与找矿领域迎来了一场效率与准确性的飞跃。人工智能通过分析积累的地质信息, 运用机器学习与模式识别技术, 以期发现潜在矿藏位置。地球物理数据与遥感数据的融合, 为AI预测地下矿藏分布提供了坚实的数据基础; 而大数据技术则赋予这一预测过程强大的存储与支持力量。在矿产勘查与找矿领域, 人

工智能凭借其模拟与预测能力, 不仅能够优化勘查与找矿路径及深度, 显著降低勘查与找矿成本, 而且有效减轻了对生态环境的负担。

在人工智能与大数据技术迅猛进步的当下, 其应用于矿产勘查与找矿领域的广阔前景已逐渐为业界所瞩目。借助人工智能技术, 对历史数据、矿床模型以及遥感图像等多维信息进行深度分析, 旨在挖掘矿产资源潜力, 并优化勘查与找矿路径。在地质勘查与找矿中, 人工智能技术擅长从繁杂的数据中探寻深层的模式与规律, 进而为决策过程提供有力的支撑(如表3所示)。

表3 人工智能与大数据在矿产勘查与找矿中的应用数据

技术类型	应用实例	成果与效益
大数据分析	集成地质、化学、物理等数据进行分析	提高矿产资源预测的精度, 降低勘查与找矿成本
深度学习与神经网络	应用于矿产资源预测与勘查找矿数据分析	提前预测矿体位置, 提升资源发现的概率
遥感与AI结合	利用AI处理遥感影像数据	精准识别潜在矿区, 提高勘查与找矿区域的定位效率

通过将人工智能与大数据技术结合, 矿产勘查与找矿不仅能够短时间内处理大量数据, 还能对矿产资源的勘探提供更为科学、精准的支持。

3 绿色勘查理念与找矿技术的兴起与应用

绿色勘查理念的兴起, 源自全球对环境保护和可持续发展的日益关注。在矿产资源的勘查过程中, 传统的地质勘查方法往往伴随着对自然环境的破坏、生态系统的破坏以及污染的产生, 这与当今社会对可持续发展的要求产生了冲突。在资源勘探与开发过程中, 绿色勘查理念的提出与实施, 旨在最大限度地降低对生态环境的不利影响, 已成为矿产资源勘查领域的一大发展动向^[3]。绿色勘查理念, 其核心理念在于削减资源消耗, 注重生态环境的保护, 旨在实现经济效益与社会效益的协同发展。在地质勘查领域, 推崇运用环保、节能、高效的技术与手段, 旨在极大降低对自然生态系统的负面影响。

矿产勘查领域正向着以绿色勘查理念为引领, 以绿色找矿技术为核心的崭新发展方向迈进, 该类技术旨在降低勘查作业对自然环境的扰动, 并同步增强矿产搜寻的效能与准确度。遥感技术通过卫星或航空平台获取地表及地下的信息, 能够高效、精准地探测矿产资源的分布, 而无需进行传统的地面勘探作业。这不仅能够大大减少对自然环境的干扰, 还能覆盖广泛的地理区域, 提高找矿的效率。例如, 卫星遥感影像可以帮助勘查人员从宏观层面分析矿区的地质特征, 发现潜在的矿藏。地质雷达与地震反射勘探等无损勘查技术, 于不损害地层结构的前提下, 成功获取地下岩层相关资讯, 运用反射波、磁场等物理原理的这些技术, 有效探测了地下矿产的分布情况, 从而避免了传统钻探技术对生态环境的干扰和土地的破坏^[4]。在矿物质的勘探过程中, 传统的化学勘查技术惯用含有毒性的化学试剂, 此类行为对环

境质量产生了一定的负面影响,实施绿色化学勘查方法,选用环保试剂及先进技术,以水溶性无毒化学品替换有害试剂,降低化学品使用与废弃物排放,显著减少环境污染。

4 矿产勘查技术与找矿技术的跨学科融合趋势

技术进步与勘查需求攀升,使得沿用已久的矿产勘查与找矿技术遭遇环境制约、成本压力与效能瓶颈等多重挑战。在当前形势下,实现矿产勘查技术与找矿技术的跨学科整合,对于增强勘查成效与提升找矿效率至关重要,矿产勘查与找矿领域得益于跨学科融合,引入了新颖思路与多元方法,同时促进了尖端技术的综合运用,这一过程优化了勘探与找矿流程,显著提升了勘探与找矿精确度,减少了环境负担,并显著增强了经济收益。在矿产勘查与找矿领域,跨学科融合展现出卓越的效用,在多学科技术融合的背景下,勘查与找矿工作得以显著提升其精确性和作业效率,从而大幅降低传统方法所固有的主观评估误差。采用前沿的技术工具,勘查与找矿工作者得以执行更为深入的数据评估与矿产资源预判,显著减少了勘查与找矿所需时间。

人工智能与大数据的应用,在矿产勘查与找矿中具有巨大的潜力。在浩瀚的勘查与找矿数据海洋中,人工智能技术精妙地挖掘出潜在规律与知识,实现对矿产资源分布趋势的自动化分析与预测。地质专家借助大数据技术,对历史勘探数据与环境监测信息以及地质背景等多源数据实施整合分析,从而助力于更精确的勘查与找矿决策制定^[5]。

5 总结

总而言之,现代化矿产地质勘查与找矿技术的发展趋势,不仅体现了技术创新的突破,也体现了绿色、智能、跨学科融合等新兴方向。在科技进步与全球资源勘查与找矿需求提升的双重驱动下,矿产勘查与找矿技术正朝着高效、精准、可持续的方向持续演进,进而为全球矿产资源的勘探、开发及利用领域提供更坚实的技术支撑。

[参考文献]

- [1]白华.论现代化矿产地质勘查及找矿技术的发展趋势[J].世界有色金属,2017(10):2.
- [2]刘雪银.论现代化矿产地质勘查及找矿技术的发展趋势[J].世界有色金属,2018,(08):128+130.
- [3]张靖.论现代化矿产地质勘查及找矿技术的发展趋势[J].区域治理,2019(13):1.
- [4]苏豪亮,龚秀容.地质找矿勘查的现状与发展趋势[J].江西建材,2013(4):2.
- [5]陈璐妍.矿产地质勘查及找矿主要技术与发展趋势[J].世界有色金属,2024(10):118-120.

作者简介:

马堃(1990—),男,汉族,河北省承德市人,本科,中级工程师,主要从事地质矿产勘查找矿工作、研究复杂地质环境下找矿技术和方法的合理运用。