

地质矿产勘查中的新技术应用探索

姜子阳

黑龙江鑫三源地质勘查有限责任公司 黑龙江 哈尔滨 150000

摘要：随着全球经济发展对矿产资源需求的持续攀升，地质矿产勘查技术不断革新。遥感技术、地球物理勘探技术、地球化学勘探技术及钻探技术等新技术的应用，显著提升了勘查效率与精度，突破传统勘查局限。在实践中，技术设备成本高昂、专业人才匮乏、数据处理复杂等问题凸显。通过优化设备管理、强化人才培养及提升数据处理能力等策略，可有效推动新技术在地质矿产勘查中的应用，为资源可持续发展提供有力支撑。

关键词：地质矿产勘查；新技术应用；对策

引言

在社会经济快速发展的背景下，矿产资源作为工业发展的关键基础，其需求量日益增长。传统地质矿产勘查技术在效率、精度及覆盖范围上存在一定局限性，难以满足当前资源勘探需求。为此，遥感、地球物理、地球化学及钻探等新技术应运而生并逐步应用于地质矿产勘查领域。本文深入探讨这些新技术的应用特点，分析其在实践中面临的挑战，并提出针对性解决对策，旨在为推动地质矿产勘查技术发展及资源高效勘探提供参考。

1 地质矿产勘查概述

地质矿产勘查作为探寻地下矿产资源的核心手段，通过综合运用地质学、地球物理学、地球化学等多学科理论与技术方法，对目标区域地质构造、岩石特征、矿产分布规律进行系统研究与分析，旨在发现具有经济价值的矿产资源赋存位置、规模及开发潜力。在勘查实践中，地质填图是基础工作。地质人员通过实地观测，运用地质锤、罗盘等工具，对岩石类型、地层序列、构造形态等进行详细记录，将地质信息直观呈现在图件上，构建起目标区域的基础地质框架，为后续勘查工作提供关键的空间参考与地质背景资料。地球物理勘查则是利用岩石与矿石之间的物理性质差异，如密度、磁性、电性等，通过重力勘探、磁法勘探、电法勘探等技术，探测地下地质体分布与结构特征。例如，重力勘探可通过测量不同区域重力场的微弱变化，识别密度异常区域，进而推测可能存在的矿体或地质构造。地球化学勘查通过系统采集土壤、水系沉积物、岩石等样品，分析其中化学元素的含量与分布特征，圈定地球化学异常区，揭示元素迁移富集规律，为找矿提供重要线索。遥感技术凭借卫星或航空影像，从宏观角度获取大范围地表地质信息，通过解译影像中色调、纹理、几何形态等特征，快速识别区域地质构造、岩性分布，辅助确定重点勘查

区域，提高勘查效率。随着勘查工作的深入，钻探与坑探等工程技术发挥关键作用。钻探通过向地下钻进获取岩芯样品，直观了解深部地层、岩石及矿体特征；坑探则通过挖掘探井、探槽等工程，揭露地下地质现象，验证前期勘查成果，为矿产储量计算与开采设计提供准确可靠的地质资料。地质矿产勘查人员结合多源数据资料，运用专业知识与分析手段，对目标区域矿产资源进行综合评价，明确资源开发利用前景与经济价值。

2 地质矿产勘查中的新技术应用分析

2.1 遥感技术

(1) 遥感技术借助卫星或航空平台搭载的传感器，以电磁波为信息载体，获取地球表面地物的光谱、空间和时间特征信息。不同岩石、矿物具有独特的光谱反射和辐射特性，如含铁矿物在短波红外波段呈现特殊吸收峰，遥感传感器通过捕捉这些差异，可绘制矿物分布图。多光谱和高光谱遥感数据结合图像处理算法，能够实现大范围、快速的地质信息提取，有效识别岩性、构造和蚀变带等地质要素。(2) 高分辨率遥感影像可清晰呈现地表微地貌特征，为构造解译提供直观依据。断裂构造在影像上常表现为线性特征，通过对其走向、延伸长度及相互关系的分析，能推断地下深部构造格局，进而预测成矿有利区域。热红外遥感则可捕捉地表温度异常，一些隐伏矿体由于其特殊的热传导性质，会导致地表温度场发生变化，这种异常可作为找矿线索。(3) 在实际勘查中，遥感技术已广泛应用于成矿远景区圈定。例如在新疆东天山地区，通过对遥感影像的综合分析，识别出多条区域断裂构造和大面积的蚀变带，结合已知矿床的地质特征，成功圈定出多个找矿靶区，经后续勘查验证，发现了多处具有工业价值的铜、金矿床，显著提高了勘查效率和准确性^[1]。

2.2 地球物理勘探技术

(1) 地球物理勘探技术基于地下地质体的物理性质差异开展工作。重力勘探依据不同地质体的密度差异,测量地表重力场的变化,从而推断地下密度不均匀体的分布。例如,当存在高密度的金属矿体时,会引起局部重力异常,通过高精度重力测量仪器获取异常数据,结合地质模型进行反演计算,可确定矿体的大致位置、规模和产状。(2) 磁法勘探利用岩石和矿物的磁性差异,探测地磁场的异常变化。磁性矿物在岩石中富集形成磁性地质体,会使地磁场发生畸变。航空磁测能够快速获取大面积的磁异常数据,绘制磁异常平面图,对于寻找与磁性矿物相关的矿床,如铁矿、铜镍硫化物矿床等具有重要作用。磁法勘探还可用于研究地质构造,断裂带、侵入体等地质构造往往会引起磁异常的变化。(3) 电法勘探通过研究地下介质的电性差异来探查地质体。电阻率法利用不同岩石和矿物的电阻率差异,向地下供电并测量电场分布,从而推断地下地质结构和矿体分布。激发极化法可识别能产生激发极化效应的金属硫化物矿体,当对地下供电时,金属硫化物矿体会储存和释放电能,产生特殊的电位变化,通过测量该变化可确定矿体的存在和位置。在有色金属和贵金属勘查中,电法勘探发挥了重要作用。

2.3 地球化学勘探技术

(1) 地球化学勘探技术以地球化学理论为基础,通过系统采集地表或地下的岩石、土壤、水系沉积物、地下水等样品,分析其中化学元素的含量和分布特征。不同的成矿作用会导致成矿元素及其伴生元素在周围介质中发生迁移和富集,形成地球化学异常。例如,在热液型矿床周围,往往会出现以成矿元素为中心,伴生元素呈环状分布的地球化学异常模式。(2) 土壤地球化学测量是最常用的地球化学勘探方法之一。在土壤形成过程中,矿体及其围岩中的元素会通过风化、淋滤、吸附等作用进入土壤,在矿体上方或周边形成土壤地球化学异常。通过合理布置采样点,采集不同深度的土壤样品进行分析,可圈定异常范围,结合地质条件和其他勘查手段,判断异常与矿体的关系,进而确定找矿靶区。(3) 水系沉积物测量在大面积区域勘查中具有独特优势。水系沉积物由流域内岩石、土壤等物质经流水搬运沉积形成,蕴含流域内各种地质体的元素信息。采集水系沉积物样品分析,能快速掌握大面积区域元素分布特征,识别地球化学省和异常带,为后续勘查提供宏观指引。在寻找隐伏矿体时,气体地球化学测量也发挥着重要作用,一些金属矿体在地下会释放出特殊气体,如汞蒸气等,通过检测这些气体的异常浓度,可作为找矿的线索^[2]。

2.4 钻探技术

(1) 钻探技术是地质矿产勘查中获取地下实物样品的关键手段。随着技术的发展,钻探设备和工艺不断革新。金刚石绳索索取芯钻探技术以其高效、优质的特点被广泛应用。该技术采用金刚石钻头破碎岩石,通过绳索索取芯钻具在不提钻的情况下获取岩芯,大大提高了钻探效率,减少了起下钻时间,同时能保证岩芯的完整性和采取率,为准确分析地下地质结构和矿石质量提供可靠的实物资料。(2) 定向钻探技术突破了传统垂直钻探的局限,能够按照设计要求,在地下沿预定轨迹钻进。在复杂地形或受地面条件限制的区域,定向钻探可从有利位置开孔,准确钻达目标矿体,避免了大量的地表工程,降低了勘查成本。对于多层矿体或倾斜矿体,定向钻探可获得不同角度的岩芯样品,更全面地了解矿体的空间分布和产状变化。(3) 随钻测量技术将地质、工程参数的测量仪器安装在钻探设备中,在钻进过程中实时测量钻孔的深度、倾角、方位角、温度、压力等参数,并将数据传输到地面控制系统。通过对这些数据的分析和处理,可及时调整钻探工艺和钻孔轨迹,确保钻孔准确命中目标矿体,同时也能对钻孔的安全状况进行监测,预防孔内事故的发生。在深部矿产勘查中,随钻测量技术对于保障钻探工作的顺利进行和提高勘查精度具有重要意义。

3 地质矿产勘查中的新技术应用面临的挑战及对策

3.1 面临的挑战

3.1.1 技术设备成本高

地质矿产勘查新技术设备多涉及精密仪器与前沿科技,研发制造难度大,致使其采购价格高昂。以高精度航空地球物理勘探设备为例,该设备集成了先进的传感器、数据采集与传输系统,能够在复杂地形和高空环境下高效获取地质信息,但其单台设备成本可达数百万甚至上千万元。设备在使用过程中需定期维护、校准和更新零部件,后续运营成本持续攀升。部分新型设备依赖进口,受国际市场波动影响,价格不稳定且采购周期长,极大增加了勘查项目的资金压力,限制了新技术设备在地质矿产勘查领域的广泛应用。

3.1.2 专业人才短缺

地质矿产勘查新技术融合了地质、地球物理、地球化学、计算机等多学科知识,对专业人才综合素质要求极高。新型勘查技术如三维地质建模、无人机航磁测量等,不仅需要从业者具备扎实的地质专业基础,还需熟练掌握相关软件操作和数据分析技能。当前行业内兼具多学科知识储备与新技术实践经验的复合型人才极为稀

缺。院校培养体系与行业技术发展存在一定滞后性，毕业生难以快速适应新技术应用场景。企业内部缺乏完善的人才培养机制，难以对现有员工进行系统的新技术培训，导致专业人才供需矛盾突出，阻碍了新技术在地质矿产勘查中的推广与应用^[3]。

3.1.3 数据处理与分析难度大

地质矿产勘查新技术产生的数据呈现多源性、海量性和复杂性特点。例如，遥感技术、地球物理勘探技术在勘查过程中会获取大量包含地形地貌、地质构造、矿物成分等多方面信息的影像和数据。这些数据格式多样，既有图像数据，又有数值数据，且数据量庞大，传统的数据处理方法和软件难以满足需求。数据间关联复杂，需要运用深度学习、大数据分析等先进算法挖掘数据背后的地质信息，对数据处理人员的技术水平和专业知识要求极高。数据质量参差不齐，存在噪声干扰、数据缺失等问题，进一步增加了数据处理与分析的难度，影响勘查结果的准确性和可靠性。

3.2 对策

3.2.1 优化设备使用与管理

通过科学规划设备采购与调配，可有效提升设备使用效率，降低成本。在采购环节，深入调研勘查项目需求，结合不同地区地质条件和勘查目标，精准选择适配的新技术设备，避免盲目采购造成资源浪费。建立设备共享平台，实现企业内部或行业间设备的合理调配，提高设备利用率。在设备使用过程中，制定标准化操作规程，加强设备操作人员培训，减少因操作不当导致的设备损坏和故障。运用物联网、大数据等技术对设备运行状态进行实时监测，提前预判设备故障，优化维护计划，延长设备使用寿命，降低设备全生命周期成本，提高勘查项目经济效益。

3.2.2 加强人才培养与引进

为解决专业人才短缺问题，企业应注重内部人才培养与外部人才引进相结合。在内部培养方面，建立完善的培训体系，针对新技术应用设置系统课程，邀请行业专家和技术骨干开展讲座与实操培训，鼓励员工参加技术交流与进修学习，提升员工的新技术应用能力和多学科融合素养。在人才引进方面，制定具有吸引力的人才

举措，通过优厚的薪酬待遇、良好的工作环境和广阔的发展空间，吸引高校相关专业优秀毕业生以及行业内经验丰富的复合型人才。建立合理的人才激励机制，对在新技术应用中表现突出的人才给予奖励，激发人才创新活力，为地质矿产勘查新技术应用提供坚实的人才保障。

3.2.3 提升数据处理与分析能力

面对复杂的数据处理与分析难题，需从技术和人员两方面着手提升能力。在技术层面，引入先进的数据处理软件和算法，如人工智能数据处理平台，利用机器学习算法自动识别和处理数据中的噪声和异常值，提高数据预处理效率。采用分布式计算技术，实现海量数据的快速存储与并行处理，缩短数据处理时间。在人员层面，加强数据处理人员的技术培训，使其熟练掌握数据挖掘、数据分析等专业技能。建立跨学科协作团队，汇聚地质、计算机等专业人才，共同攻克数据处理与分析中的难题，从多维度解读数据信息，提高勘查数据的分析精度和可靠性，为地质矿产勘查决策提供有力的数据支持^[4]。

结语

综上所述，遥感技术、地球物理勘探技术、地球化学勘探技术及钻探技术等新技术在地质矿产勘查中展现出显著优势，极大提升了勘查的科学性与精准度。然而，技术设备成本、人才及数据处理等问题制约着新技术的进一步推广。未来，需持续优化设备使用管理模式，加强专业人才队伍建设，探索智能化数据处理技术，推动地质矿产勘查新技术的创新与完善，助力矿产资源勘查行业高质量发展。

参考文献

- [1]李堂积.矿产资源勘查中钻探新技术的应用[J].世界有色金属,2024(5):196-198.
- [2]林浩.地质钻探技术及在深部矿产勘查中的应用研究[J].中国金属通报,2024(7):149-151.
- [3]雷永胜.矿产资源勘查中钻探新技术的应用研究[J].世界有色金属,2021(19):107-108.
- [4]邢瑞龙.地质矿产勘查的技术方法探究[J].中国金属通报,2024(16):153-155.