

固体矿产资源勘查中地质找矿技术要点及其优化策略

朱宏波

湖南省核地质调查所 湖南 长沙 410000

摘要: 本文围绕固体矿产资源勘查中的地质找矿技术展开研究。首先概述了固体矿产资源勘查的基本情况,包括其重要性、流程等。接着详细阐述了地质找矿技术的要点,涵盖传统地质、地球物理、地球化学及遥感找矿技术。随后分析了当前找矿技术存在的诸如技术局限性、集成应用水平低、创新不足和人才队伍问题等。最后针对性地提出了加强技术研发、推进技术集成、强化人才培养和政策支持等优化策略,旨在提高固体矿产资源勘查中地质找矿的效率和成功率,保障矿产资源的稳定供应。

关键词: 固体矿产资源; 地质找矿技术; 技术要点; 存在问题; 优化策略

引言: 固体矿产资源作为国家经济发展的重要物质基础,在工业生产、国防建设等众多领域发挥着不可替代的作用。随着经济社会的快速发展,对固体矿产资源的需求日益增长,而浅部易发现矿床的逐渐枯竭,使得深部及复杂地质条件下的找矿工作成为当前勘查领域的重点和难点。地质找矿技术作为发现和评价固体矿产资源的关键手段,其技术水平和应用效果直接影响着勘查工作的成败。因此,深入研究固体矿产资源勘查中地质找矿技术的要点,分析存在的问题,并提出有效的优化策略,具有重要的现实意义。

1 固体矿产资源勘查概述

1.1 固体矿产资源的重要性

固体矿产资源在国民经济、社会发展及国家战略安全方面意义重大。钢铁、有色金属等矿产是工业生产基石,为制造业、建筑业等众多行业提供关键原材料。钢铁支撑着国家工业化,在建筑、机械、汽车等领域广泛应用;有色金属如铜、铝,在电子、航空、新能源等高科技产业不可或缺。随着全球经济快速发展和人口增长,对固体矿产资源需求不断攀升,浅部易发现矿床渐少,供需矛盾凸显。我国作为制造业大国,对固体矿产资源需求巨大,部分关键矿产对外依存度高,威胁国家战略安全,加强勘查、提升保障能力迫在眉睫。

1.2 固体矿产资源勘查的基本概念与流程

固体矿产资源勘查是指通过地质调查、地球物理勘探、地球化学勘探、遥感地质等多种技术手段,对一定区域内的固体矿产资源进行系统研究,查明其分布、规模、品位和开采技术条件等工作^[1]。其流程一般包括区域地质调查、矿产普查、详查和勘探等阶段。区域地质调查旨在了解区域地质背景,为后续找矿提供基础;普查阶段圈定找矿靶区;详查阶段对靶区进行详细研究;

勘探阶段则为矿山开发提供准确的地质资料。各阶段之间逻辑紧密、循序渐进,共同构成完整的勘查流程。

1.3 地质找矿技术在固体矿产资源勘查中的地位

地质找矿技术是发现和评价固体矿产资源的关键手段,直接决定了勘查工作的效率和成果。例如,在某大型金矿的发现过程中,地球化学找矿技术通过土壤地球化学测量,圈定了异常区域,为后续的勘探工作指明了方向;地球物理勘探技术中的磁法勘探,在寻找磁性铁矿方面发挥了重要作用,成功发现了多个大型铁矿床。

2 固体矿产资源勘查中地质找矿技术要点

2.1 传统地质找矿技术

(1) 地质填图法: 地质填图法基于实地地质观测,将区域内的地层、岩石、构造等地质现象系统地填绘在地图上。其基本原理是通过研究地质体的空间分布和相互关系,揭示区域地质背景和成矿规律。比例尺选择需根据勘查阶段确定,普查阶段常用小比例尺(如1:25万~1:50万)快速圈定找矿远景区;详查和勘探阶段则采用大比例尺(如1:1万~1:5万)详细研究矿区地质情况。地质填图对区域地质背景和成矿规律研究至关重要,能为后续找矿工作提供基础资料 and 方向指引。(2) 重砂测量法: 重砂测量法以矿物密度差异为基础,通过采集和分析水系中的重砂矿物来寻找矿床。采样方法包括水系沉积物采样和残坡积物采样,采样点应均匀分布且具有代表性。样品处理需经过淘洗、筛选等步骤,分析流程则采用化学分析或光谱分析等方法。该方法在寻找砂矿方面效果显著,同时重砂矿物可作为原生矿床的指示矿物,为寻找原生矿床提供线索。(3) 地球化学找矿技术: 第一,岩石地球化学测量: 通过系统采集岩石样品,分析元素含量和分布特征,适用于基岩出露区。优点是能直接反映地质体的地球化学特征,缺点是采样工作量大、

成本高。第二，土壤地球化学测量：利用土壤中元素的地球化学分散晕指示矿体，适用于覆盖区。优点是采样方便、成本较低，缺点是易受表生作用影响。第三，水系沉积物地球化学测量：能快速、大面积获取区域地球化学信息，圈定找矿靶区。数据处理方法包括统计分析、异常圈定等，通过分析元素组合和异常特征，判断成矿可能性。

2.2 地球物理找矿技术

(1) 重力勘探：重力勘探基于物体间的万有引力，利用密度差异引起的重力变化来寻找矿床。仪器设备有石英弹簧重力仪等，野外工作需进行地形测量和重力观测。资料解释要点包括重力异常的识别、正演与反演计算等，在寻找铁矿、铬铁矿等密度差异较大的矿床中应用广泛。(2) 磁法勘探：磁法勘探依据岩石和矿石的磁性差异，通过磁力仪观测磁场变化来寻找磁性矿体和研究地质构造。磁力仪类型有质子磁力仪、光泵磁力仪等，磁异常观测需考虑地形、日变等因素影响，处理后可推断矿体位置和规模。(3) 电法勘探：第一，电阻率法：通过测量地下介质的电阻率差异来推断地质体分布，适用于寻找导电性差异大的矿床。第二，充电法：用于寻找良导体，通过向矿体充电观测电场变化。第三，自然电场法：可研究地下水运动和寻找某些硫化物矿床^[2]。第四，激发极化法：对寻找浸染状、细脉状金属矿床效果较好，资料解释需结合地质条件。(4) 地震勘探：地震勘探利用人工激发地震波，研究其在地层中的传播规律。野外数据采集需布置检波器和震源，资料处理包括滤波、叠加等步骤，在研究深部地质结构和寻找沉积型矿床方面具有一定潜力。

2.3 遥感地质找矿技术

(1) 遥感图像的获取与处理：不同遥感平台和传感器获取的图像特点各异，卫星遥感图像覆盖范围广、分辨率适中，飞机遥感图像分辨率高但成本高。预处理包括辐射校正、几何校正，增强处理有色彩增强、边缘增强等，可突出地质信息。(2) 遥感地质解译标志：建立岩性、构造和矿化蚀变解译标志需结合野外实地验证。岩性解译标志通过颜色、纹理等识别岩石类型；构造解译标志包括褶皱、断裂等；矿化蚀变解译标志通过光谱特征识别蚀变矿物。(3) 遥感技术在找矿中的应用模式：在区域地质填图中可快速获取地质信息；矿产远景预测通过综合分析信息圈定靶区；矿区环境监测可实时监测生态环境变化，具有快速、大面积获取信息的优势。

3 固体矿产资源勘查中地质找矿技术存在的问题

3.1 技术方法本身的局限性

传统地质找矿技术在应对深部隐伏矿床与复杂地质条件时，短板明显。地质填图、重砂测量等因无法直接观测深部矿体，找矿精度欠佳，还耗费大量人力物力，效率不高。地球物理和地球化学找矿技术存在多解性难题，地球物理勘探中同一异常对应多种地质体，解释困难；地球化学找矿里元素异常成因复杂，与矿体关系难判。遥感技术受分辨率和云雾影响，高分辨率图像成本高，云雾天气还干扰地质信息提取。

3.2 技术集成与应用水平有待提高

当前地质找矿工作中，各种技术方法缺乏有效集成与协同。不同技术往往独立开展，未形成综合找矿体系，难以充分发挥各自优势。在实际勘查项目中，对多种找矿信息综合分析和处理能力不足，导致找矿效果不理想^[3]。例如，地球物理、地球化学和遥感信息未能有效融合，无法全面、准确地判断成矿有利区域。

3.3 技术创新与研发能力不足

我国在地质找矿高端仪器设备研发方面与国外先进水平存在差距，高精度地球物理仪器、高分辨率遥感传感器等依赖进口，增加了勘查成本且受制于人。在找矿新理论、新方法研究方面投入不足，缺乏具有自主知识产权的核心技术和创新成果，制约了找矿技术的发展。

3.4 人才队伍素质与结构问题

地质找矿行业人才短缺，尤其是既懂地质理论又掌握先进找矿技术的复合型人才匮乏。基层勘查单位技术人员年龄老化、知识更新缓慢，难以适应现代找矿工作的需求，影响了找矿工作的质量和效率。

4 固体矿产资源勘查中地质找矿技术的优化策略

4.1 加强技术研发与创新

(1) 加大科研投入：政府和企业应充分认识到地质找矿技术研发的重要性，增加资金支持力度。建立多元化的科研投入机制，除政府财政拨款外，鼓励企业设立专项科研基金，吸引社会资本参与。同时，积极推动高校、科研院所和企业开展产学研合作，充分发挥各方优势，实现资源共享、风险共担、利益共享，加速科研成果向实际应用转化。(2) 突破关键技术：针对现有找矿技术的不足，集中力量研发高精度、高分辨率的地球物理和地球化学探测仪器设备。例如，研发具有更高灵敏度和稳定性的重力仪、磁力仪等，提高对深部隐伏矿体的探测能力。同时，开发先进的遥感图像处理与分析软件，提升对复杂地质信息的提取和解析能力，为找矿工作提供更精准的技术支持。(3) 探索新理论、新方法：鼓励开展成矿理论创新研究，结合大数据、人工智能等新兴技术，探索新的找矿思路和方法。利用大数据技术

对海量地质数据进行挖掘和分析,发现潜在的成矿规律和异常信息;借助人工智能算法,构建找矿预测模型,提高找矿预测的准确性和效率。

4.2 推进技术集成与综合应用

(1) 建立综合找矿模型:以成矿理论为指导,综合运用地质、地球物理、地球化学、遥感等多种找矿信息,建立适合不同地区、不同矿种的综合找矿模型。通过对各类信息的整合和分析,更全面、准确地判断成矿有利区域,提高找矿的成功率。(2) 加强多方法协同勘查:在实际勘查项目中,根据勘查目标和地质条件,合理选择和搭配各种找矿技术方法。实现信息共享和优势互补,例如,将地球物理勘探的快速大面积普查优势与地球化学勘探的精细异常定位优势相结合,提高找矿工作的效率和成功率^[4]。(3) 开发综合信息处理平台:利用计算机技术和地理信息系统(GIS)平台,开发集数据采集、存储、处理、分析和可视化于一体的综合信息处理平台。该平台可对各类找矿信息进行统一管理和分析,为找矿决策提供科学依据。

4.3 加强人才培养与团队建设

(1) 完善人才培养体系:高校和职业院校应优化地质找矿相关专业设置和课程体系,加强实践教学环节,增加野外实习和项目实训课程,培养适应现代找矿工作需求的高素质专业人才。(2) 开展在职培训与继续教育:针对在职技术人员,定期组织开展新技术、新方法的培训和学习活动,鼓励其参加国内外学术交流与合作,不断更新知识和技能,保持与行业前沿技术的同步。(3) 组建高水平找矿团队:鼓励勘查单位、科研院所和高校之间的人才流动与合作,组建跨学科、跨领域的找矿团队,发挥团队的整体优势,攻克找矿难题。

4.4 强化政策支持与行业管理

(1) 制定优惠政策:政府出台相关税收、财政补贴等优惠政策,鼓励企业加大对地质找矿工作的投入,支持找矿技术研发和人才培养,激发企业的找矿积极性。

(2) 加强行业规范与标准建设:完善地质找矿行业的技术规范、标准和质量管理体系,加强对勘查项目的监管,确保勘查工作质量和成果的可靠性,维护行业的健康发展。(3) 促进国际合作与交流:积极参与国际地质找矿合作项目,引进国外先进的找矿技术和管理经验,提升我国固体矿产资源勘查的整体水平,推动我国地质找矿行业走向国际化。

结语

固体矿产资源勘查中的地质找矿技术是一个不断发展和完善的领域。虽然目前已经取得了一定的成果,但仍面临着诸多问题和挑战。通过加强技术研发与创新、推进技术集成与综合应用、强化人才培养与团队建设以及强化政策支持与行业管理等优化策略的实施,有望提高地质找矿技术的水平和效率,更好地满足国家对固体矿产资源的需求。在未来的发展中,应持续关注找矿技术的前沿动态,不断探索和应用新的技术和方法,为固体矿产资源的可持续开发利用提供有力保障。

参考文献

- [1]赵鹏.金属矿产勘查中地质找矿技术与创新研究[J].世界有色金属,2022(7):67-69.
- [2]徐冬东.固体矿产资源勘查中地质找矿技术要点及其优化策略[J].中国金属通报,2021(24):55-57.
- [3]鲍春辉.金属矿产勘查中地质找矿技术的应用创新[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2023(3):0092-0094.
- [4]赵树玲.固体矿产资源勘查工作方法的研究[J].中国金属通报,2020,(04):126-127.