

矿山地质矿产勘查与找矿技术研究

曹亚光

河北省煤田地质局第二地质队(河北省干热岩研究中心) 河北 邢台 054000

摘要: 矿山地质矿产勘查与找矿技术是实现矿产资源有效开发利用的关键。本研究综述了地质矿产勘查的基础理论、方法技术及其在矿山实践中的应用,探讨了找矿技术的分类、原则及主要方法。通过结合传统勘查与现代高新技术,提出了勘查与找矿技术有机结合的策略,以提高找矿效率。同时,分析了不同地质条件下技术的适应性,并评估了技术的成本效益及对矿产资源开发利用的影响,旨在为矿山地质矿产勘查与找矿实践提供理论指导和技术支撑。

关键词: 矿山;地质矿产勘查;找矿技术

引言: 随着全球对矿产资源需求的持续增长,矿山地质矿产勘查与找矿技术的研究变得愈发重要。本研究旨在深入探讨地质矿产勘查的基础理论、方法技术以及找矿技术的最新进展,以期提高矿产资源的勘查效率和找矿成功率。通过综合分析勘查与找矿技术的实际应用案例,本研究将为矿产资源的可持续开发和利用提供科学依据和技术支持,促进矿业经济的健康发展,同时注重环境保护和生态平衡,实现绿色发展目标。

1 地质矿产勘查基础理论

1.1 地质矿产勘查概述

(1) 地质矿产勘查的定义与任务。地质矿产勘查是运用地质科学理论与技术手段,对地球表层及内部地质体进行调查研究,探寻矿产资源的分布、规模、质量及开发利用条件的综合性工作。其核心任务包括:查明区域地质背景与矿产成矿规律,圈定找矿靶区;对已发现的矿点、矿化带开展详细勘查,确定矿产储量与品质;评估矿产资源的开发经济价值,为矿山建设设计提供可靠地质资料。(2) 勘查工作的基本原则与流程。基本原则遵循“由浅入深、由表及里、由已知到未知、由点到面”,同时兼顾经济效益与生态保护。工作流程分为四个阶段:区域地质调查阶段,开展大面积地质填图与成矿预测;预查阶段,通过初步调查圈定找矿远景区;普查阶段,对远景区进行系统勘查,发现矿体并估算推断资源量;详查与勘探阶段,对矿体进行详细解剖,提交探明资源量,满足矿山建设需求。

1.2 地质矿产勘查方法与技术

(1) 传统勘查方法。地质填图是基础方法,通过野外实测地质剖面、观察地质现象,将地层、岩石、构造等要素按比例标注于地形图,构建区域地质框架。重砂测量通过采集水系沉积物、土壤样品,分离重矿物(如金、锡石),追踪矿化源头,适用于寻找砂矿及原生矿

露头。此外,槽探、井探等山地工程,可直接揭露地下地质体,获取矿石标本与地质数据。(2) 现代勘查技术。遥感技术利用卫星或航空遥感影像,识别地表岩性、构造及矿化蚀变信息,实现大范围快速找矿预测。地球物理勘查通过测量地质体的重力、磁法、电法等物理性质差异,圈定深部矿体空间分布,如磁法勘查常用于寻找磁性铁矿。地球化学勘查通过分析土壤、岩石、水体中的元素含量,发现异常地球化学场,指示矿产存在,广泛应用于隐伏矿勘查。

2 矿山地质矿产勘查实践

2.1 勘查前的准备工作

(1) 收集区域地质资料与信息。系统收集勘查区域及周边的地质报告、地质图件、矿产普查数据等资料,重点梳理地层岩性、构造格局、成矿带分布及已知矿点信息,明确区域成矿背景与找矿潜力。同时整合以往物探、化探成果,分析地球物理、地球化学异常特征,为后续勘查方案设计提供基础依据,避免重复工作与资源浪费。(2) 勘查区域的地形地貌、人文居住条件及交通位置分析。通过地形图、卫星影像结合实地踏勘,分析勘查区地形地貌,如山地、丘陵、河谷等地形对勘查设备运输与野外作业的影响,规划合理工作路线。调查区域内居民分布、土地利用类型,评估勘查活动对周边生态与居民生活的潜在影响,制定环保与安全防护措施。此外,梳理交通干线分布,判断设备、人员及后续矿石运输的便利性,优先选择交通相对便捷区域开展重点勘查,降低勘查成本^[1]。

2.2 勘查过程中的关键技术与应用

(1) 地质测绘与遥感技术的应用。采用1:1万-1:5万比例尺开展地质填图,实地圈定地层界限、构造破碎带及矿化蚀变带,标注矿体露头位置与规模。结合高分辨率遥感影像,解译地表岩性差异、植被异常区,辅助

识别隐伏构造与矿化线索,如通过遥感影像中羟基、铁染异常,快速定位热液型矿床的矿化蚀变带,提升勘查效率。(2)地球物理勘查(如重力、磁法、电法、地震等)的实施与分析。根据矿产类型选择适配方法:对铁矿床采用磁法勘查,通过测量磁场强度异常圈定磁性矿体范围;对有色金属矿床(如铜矿),用电法勘查(激电法)识别矿体与围岩的电性差异,确定矿体埋深与走向;在沉积岩分布区,通过地震勘查探测地层结构与断裂构造,寻找沉积型矿产(如煤矿)。数据处理中结合地质背景,剔除干扰因素,提高矿体定位精度。(3)地球化学勘查(如水系沉积物测量、土壤测量等)的方法与效果。在山区开展1:20万水系沉积物测量,沿流域系统采集样品,分析成矿元素(如Au、Cu、Pb)含量,圈定区域化探异常带;在矿体可能出露的平缓区域,实施1:5万土壤测量,加密采样密度,精准定位矿体地表投影范围。通过化探异常与地质、物探成果叠加分析,有效缩小找矿靶区,如某铅锌矿勘查中,土壤测量发现Pb、Zn元素异常,结合地质填图,成功找到隐伏矿体^[2]。

2.3 勘查实例分析

(1)典型矿山地质矿产勘查案例分析。以某大型斑岩型铜矿为例,勘查初期通过区域地质资料分析,确定其位于环太平洋成矿带;勘查前评估交通便利,地形以低山为主,适合设备进场。勘查中,遥感技术识别出环形构造与羟基异常,磁法勘查圈定磁性岩体范围,激电法发现低阻高极化异常区,土壤测量显示Cu、Mo元素强异常。通过钻探验证,在异常区揭露厚大铜矿矿体,估算资源量达数百万吨,为矿山建设提供可靠依据。(2)勘查过程中遇到的问题及解决策略。该铜矿勘查中曾面临两大问题:一是地表植被茂密,掩盖部分矿化露头,影响地质填图准确性;二是深部矿体受断裂构造影响,形态复杂,物探异常多解性强。针对植被遮挡问题,采用无人机航拍结合人工清理植被,暴露基岩露头;对物探异常多解性,通过加密钻探控制,结合岩芯化学分析数据,建立矿体与物探异常的对对应关系,同时引入三维地质建模技术,清晰呈现矿体空间形态,最终准确圈定矿体边界。

3 找矿技术研究

3.1 找矿技术概述

(1)找矿技术的定义与分类。找矿技术是运用地质、地球物理、地球化学等多学科理论与技术手段,识别矿产资源赋存线索、圈定找矿靶区并验证矿体存在的综合性技术体系。按技术原理可分为三类:地质找矿技术,以地质理论为核心,如地质填图、成矿规律分析;

物探化探技术,依托物理化学性质差异,如重力、磁法测量及元素异常分析;现代高新技术,融合信息技术与工程技术,如遥感、无人机勘查等。按勘查阶段又可分为区域找矿技术与靶区验证技术,分别适配矿产预查与详查阶段需求。(2)找矿技术的基本原则与流程。基本原则包括“因地制宜”,根据矿产类型、区域地质背景选择适配技术;“多方法协同”,整合多技术手段相互验证,降低多解性;“循序渐进”,从区域普查到靶区详查逐步聚焦。工作流程为:先通过区域地质调查与资料分析,确定成矿远景区;再运用物探、化探技术圈定异常区,结合地质填图缩小找矿范围;最后通过钻探、坑探等工程技术验证异常,确认矿体是否存在及规模。

3.2 主要找矿技术及其应用

(1)同位成矿理论及其应用。同位成矿理论认为,特定矿产与特定地质体(如岩体、地层)在时空分布上具有协同性,且成矿物质来源、成矿作用过程具有一致性。应用中,通过研究已知矿床与地质体的关联,建立“矿床-地质体”对应模型,如在斑岩铜矿勘查中,依据该理论锁定与成矿岩体同期、同构造环境的岩体分布区,再结合化探异常,显著提升找矿精准度,某矿区据此理论发现3处隐伏铜矿矿体。(2)“物化探测”技术在找矿中的应用。“物化探测”技术是物探与化探技术的协同应用。物探通过测量重力、磁法、电法等物理参数,识别深部矿体引起的异常,如磁法快速圈定磁性铁矿体;化探通过分析土壤、水体中元素含量,捕捉成矿元素异常,如水系沉积物测量圈定金矿化带。两者结合可互补短板,如某铅锌矿勘查中,电法圈定低阻异常区,土壤测量显示Pb、Zn元素富集,共同验证矿体位置,提高找矿成功率^[3]。(3)大比例尺地质填图与成矿模型建立。采用1:1万-1:2千大比例尺地质填图,精细刻画勘查区地层、岩石、构造及矿化蚀变特征,捕捉微小矿化线索。基于填图数据,结合物探、化探及矿石分析结果,建立成矿模型,明确成矿要素(如控矿构造、矿化标志)与矿体分布的关系。某金矿勘查中,通过大比例尺填图识别出断裂破碎带与金矿化的紧密关联,构建“断裂控矿”成矿模型,据此圈定的靶区经钻探验证,发现厚度达5米的金矿体。

3.3 找矿技术的创新与发展趋势

(1)现代科技在找矿技术中的应用。无人机搭载高分辨率相机与磁测设备,可快速完成复杂地形区的地质遥感与磁法测量,克服人工勘查效率低、风险高的问题;三维激光扫描技术能精准获取矿体露头、地质剖面的三维数据,构建高精度地质模型,辅助分析矿体形态

与构造关系。此外,大数据分析技术可整合多源勘查数据,挖掘隐藏的成矿规律,某矿区通过该技术从历史数据中发现新的金矿化异常区。(2)找矿技术的未来发展方向与趋势预测。未来找矿技术将向“智能化、精细化、深部化”发展。智能化方面,AI算法将深度应用于数据处理,自动识别物探化探异常与成矿线索;精细化方面,微区分析技术(如激光剥蚀电感耦合等离子体质谱)可实现矿石微量元素的精准测定,助力揭示成矿机制;深部化方面,深部钻探技术与高精度物探设备将突破现有勘查深度,探索地下千米以深的隐伏矿产资源,同时绿色勘查技术(如环保型采样方法)将成为主流,实现找矿与生态保护协同发展^[4]。

4 矿山地质矿产勘查与找矿技术的综合应用

4.1 勘查与找矿技术的结合应用

4.1.1 如何将勘查技术与找矿技术有机结合,提高找矿效率

以“先宏观后微观、先间接后直接”为思路实现技术融合:前期用勘查技术中的区域地质资料收集与遥感勘查,结合找矿技术的成矿规律分析,圈定成矿远景区;中期通过勘查技术的物探、化探测量,叠加找矿技术的“物化探测”异常解析,缩小找矿靶区;后期用勘查技术的钻探工程,验证找矿技术建立的成矿模型预测结果。例如某金矿勘查中,先通过勘查技术明确区域控矿构造,再用找矿技术的同位成矿理论锁定靶区,最后钻探验证,找矿周期缩短30%,效率显著提升。

4.1.2 勘查与找矿技术在不同地质条件下的适应性分析

在裸露基岩区,优先结合勘查技术的地质填图与找矿技术的大比例尺填图,直接识别矿化露头;在覆盖区,采用勘查技术的电法、地震勘查,搭配找矿技术的土壤化探测量,突破覆盖层限制;在深部地质复杂区,依托勘查技术的深部钻探与找矿技术的三维地质建模,精准定位隐伏矿体。如在黄土覆盖区,通过勘查技术的激电法圈定异常,结合找矿技术的元素异常分析,成功发现埋深超200米的铜矿。

4.2 矿山地质矿产勘查与找矿技术的经济评价

4.2.1 勘查与找矿技术的成本效益分析

短期看,先进技术(如无人机勘查、三维建模)会增加设备投入成本,比传统方法高15%-20%;但长期效益显著,通过技术融合减少无效钻探,降低30%以上的勘查浪费,且能提前1-2年发现矿体,加速资源开发变现。以某铁矿为例,采用“遥感+物探+成矿模型”技术组合,虽前期成本增加80万元,但避免了3处无效钻孔(节省成本240万元),且提前1年投产,新增收益超千万元。

4.2.2 勘查与找矿技术对矿产资源开发利用的影响

技术优化能提升资源探明精度,减少开发中的资源浪费,如通过高精度勘查与找矿技术,某煤矿资源回收率从75%提升至85%,年增资源利用量12万吨;同时,技术可提前识别矿体伴生元素(如铜矿石中的金、银),实现综合开发,提升矿产附加值。此外,绿色勘查技术(如环保采样、生态修复技术)能降低开发对环境的破坏,减少后期治理成本,实现资源开发与生态保护的协同发展。

结束语

综上所述,矿山地质矿产勘查与找矿技术的不断进步对于矿产资源的有效开发和利用具有重要意义。通过综合运用地质、地球物理、地球化学等多学科理论与技术手段,我们能够更精准地圈定找矿靶区,提高找矿成功率。未来,随着智能化、精细化、深部化勘查技术的发展,我们将迎来矿产资源勘查的新篇章。同时,应持续关注环境保护,推动绿色勘查技术的应用,实现矿产资源开发与生态保护的和谐共生。

参考文献

- [1]武捷.新形势下当前地质矿产绿色勘查及找矿技术的分析[J].能源与节能,2023,(02):31-33.
- [2]崔孺牛.新形势下浅析当前地质矿产勘查及找矿技术探究[J].中国金属通报,2022,(07):55-57.
- [3]郁恩平,陈依婷.新形势下当前地质矿产勘查及找矿技术的分析[J].世界有色金属,2022,(11):104-105.
- [4]齐永亮,邱恺毅,刘杰.新形势下地质矿产勘查及找矿技术分析[J].中国金属通报,2023,(07):73-75.