

# 地质矿产勘查和深部地质钻探找矿技术研究

姚良川

重庆市地质矿产勘查开发局 607 地质队 重庆 400054

**摘要:** 地质矿产勘查与深部地质钻探找矿技术对资源开发意义重大。地质矿产勘查主要方法包括地质测量法,通过实地测绘了解地质情况;地球物理勘探法,利用物理特性探测地下结构;地球化学勘探法,分析元素分布找矿;遥感技术勘查法,借助遥感影像识别地质特征。常见深部地质钻探找矿技术有金刚石绳索取心钻探技术,高效获取岩心;反循环连续取样(心)钻探技术,快速取样;定向钻探技术,精准控制钻孔轨迹;地球物理测井技术,测量钻孔物理参数。这些方法和技术为矿产勘查与开发提供有力支撑。

**关键词:** 地质矿产勘查; 深部地质钻探; 找矿技术

引言: 在当今社会,经济持续高速发展,工业、制造业等众多领域对矿产资源的依赖度居高不下。但随着浅部矿产资源的不断消耗,其开采潜力愈发受限,深部地质找矿工作的重要性愈发突显。地质矿产勘查和深部地质钻探找矿技术作为探寻地下潜在资源的核心途径,其发展水平直接影响着资源开发的成效。因此对这两项技术展开深入研究,有助于突破现有找矿瓶颈,提升资源勘探的精准性与效率,为国家资源战略储备提供坚实保障,推动经济社会的可持续发展。

## 1 地质矿产勘查的概念

地质矿产勘查是一项系统且复杂的科学活动,旨在寻找、评估和确定地球表层及深部的矿产资源。它是保障国家资源安全、推动经济发展的重要基础工作,在人类社会的发展进程中扮演着至关重要的角色。从目的上看,地质矿产勘查的核心目标是发现具有经济价值的矿产资源。随着全球经济的快速发展,对各类矿产资源的需求持续增长,地质矿产勘查工作能够为工业生产、基础设施建设等提供必要的资源保障。在工作过程方面,地质矿产勘查涵盖了多个阶段和环节。首先是预查阶段,这一阶段主要是通过收集区域地质资料、进行初步的野外调查等方式,圈定可能存在矿产的区域。接着进入普查阶段,进一步对预查圈定的区域进行详细调查,大致了解矿产的规模、质量等情况<sup>[1]</sup>。详查阶段则是对普查发现的矿体进行更深入的研究,基本确定矿体的形态、产状、品位等参数,为可行性研究提供依据。最后是勘探阶段,通过加密工程、详细测试等手段,精确查明矿产资源的储量和质量,为矿山建设和开发提供准确的资料。地质矿产勘查涉及多种学科和技术手段,地质学是其基础学科,通过对岩石、地层、构造等的研究,了解地质演化过程和矿产形成的地质条件。地球物理学利用物理方法,如重力、

磁力、电法等,探测地下地质结构和矿产分布。地球化学则通过分析岩石、土壤、水等中的化学成分,寻找与矿产有关的异常信息。此外,现代信息技术、遥感技术等也在地质矿产勘查中发挥着重要作用,提高了勘查的效率和准确性。

## 2 地质矿产勘查的主要方法

### 2.1 地质测量法

地质测量法是地质矿产勘查中基础且重要的方法,它通过对地表地质现象的观察、测量和分析,来了解区域地质特征,为后续找矿工作提供基础资料。(1)地质填图:这是地质测量的核心工作,通过详细观察和记录地表岩石的类型、分布、构造特征等,绘制出地质图,直观呈现区域地质结构。(2)路线调查:沿着选定的路线进行系统观察,记录地质现象,确定地层顺序、岩石特征和构造变化,为地质填图提供依据。(3)剖面测量:在典型地段测量地质剖面,精确确定地层厚度、岩性变化和接触关系,深入了解地质结构。(4)标本采集:采集岩石、矿物标本进行室内分析,确定岩石的成分、结构和构造,为地质研究提供样本。(5)数据记录与整理:对观察和测量的数据进行详细记录和整理,建立地质数据库,为后续分析和研究提供数据支持。通过这些步骤,地质测量法能全面了解区域地质情况,为矿产勘查指明方向。

### 2.2 地球物理勘探法

地球物理勘探法是地质矿产勘查中借助物理原理探测地下地质结构和矿产分布的重要手段,它能有效获取地下信息,为找矿工作提供关键依据。(1)重力勘探:基于岩石密度差异引起的重力变化,通过测量重力异常来推断地下地质构造和可能存在的矿产,可发现隐伏的地质体。(2)磁力勘探:利用岩石磁性差异产生的磁场变化,检测磁场异常来寻找磁性矿物和含矿构造,对寻

找铁矿等磁性矿产效果显著。(3) 电法勘探: 通过研究岩石的电学性质, 如电阻率、极化率等, 了解地下地质体的分布和性质, 可用于寻找金属矿和地下水等。(4) 地震勘探: 向地下发射地震波, 根据地震波在不同地质层中的传播特性, 分析地下地质结构, 常用于石油、天然气等矿产的勘查。(5) 放射性勘探: 检测岩石和土壤中的放射性元素含量, 寻找放射性矿产或与放射性元素相关的矿产, 在铀矿等勘查中应用广泛。地球物理勘探法为地质矿产勘查提供了高效、准确的技术支持。

### 2.3 地球化学勘探法

地球化学勘探法是地质矿产勘查中极具特色与成效的方法, 它借助分析地球化学元素的分布规律来探寻潜在的矿产资源。样品采集是地球化学勘探的首要环节, 涵盖了土壤、岩石、水系沉积物、植物等多种介质。在不同的地质环境与找矿目标下, 会针对性地选择合适的样品介质。例如, 在山区找矿时, 岩石样品能直接反映矿体的成分; 而在水系发育地区, 水系沉积物样品则有助于发现区域的元素异常。元素分析是关键步骤, 运用先进的分析技术, 如光谱分析、质谱分析等, 精确测定样品中各种元素的含量<sup>[2]</sup>。通过分析元素的含量变化和组合特征, 可以识别出与矿产相关的地球化学异常。异常识别与评价是核心工作, 依据元素含量的统计分析和背景值的确定, 找出异常区域。对这些异常进行详细评价, 判断其是否与潜在的矿产有关, 需要综合考虑地质背景、元素组合等多方面因素。异常查证是验证异常可靠性的重要手段, 通过实地调查、钻探等方法, 对异常区域进行进一步的勘查, 以确定是否存在真正的矿体。地球化学勘探法凭借其科学的流程和精准的分析, 为地质矿产勘查提供了有力的支持。

### 2.4 遥感技术勘查法

遥感技术勘查法在地质矿产勘查领域扮演着极为关键的角色, 是一种高效且具前瞻性的重要手段。它主要借助卫星、飞机等搭载的传感器, 在远距离的情况下获取地表及近地表的地质信息。传感器接收不同波段的电磁波反射与辐射信号, 能够快速且大范围地识别地质构造特征。例如, 断裂带、褶皱等地质构造在遥感图像上清晰可辨, 而这些构造与矿产的形成和分布紧密相连, 为找矿提供了重要线索。在岩性识别方面, 不同岩石由于成分和结构的差异, 在遥感图像上会呈现出独特的色调、纹理和形态特征<sup>[3]</sup>。通过对这些特征的分析, 能够圈定潜在的成矿区域, 缩小勘查范围。遥感技术还具备探测植被覆盖下地质信息的能力, 植被与地下地质体存在相互关系, 通过分析植被的生长状况等信息, 可以间接推

断矿产的存在。结合多时相遥感数据, 能够动态监测地质环境的变化, 捕捉成矿过程中的地质活动迹象。同时, 遥感技术可与地质测量、地球物理勘查等其他勘查方法有机融合, 相互印证。这种综合运用多种方法的方式, 大大提高了找矿的准确性和可靠性, 为地质矿产勘查提供了全面、宏观且精准的信息支持, 显著提升了勘查的效率与效益。

## 3 常见深部地质钻探找矿技术

### 3.1 金刚石绳索取心钻探技术

金刚石绳索取心钻探技术凭借高效、精准等优势, 在深部地质钻探找矿领域占据重要地位。(1) 技术原理: 以金刚石为切削材料, 利用绳索提升内管取芯, 无需频繁提钻, 钻进效率大幅提高。在钻进过程中, 岩心进入内管, 待内管装满岩心后, 通过绳索将内管从钻杆中提出获取岩心。(2) 设备配套: 需配备高强度复合钻杆、先进的全液压力头钻机等。这些设备为深孔钻探提供坚实基础, 确保钻探工作顺利进行。(3) 钻进参数: 合理控制钻压、转速、泵量等参数至关重要。不同地质条件下, 需动态调整参数, 以适应地层变化, 保证钻进质量。(4) 岩心采取: 能有效保证岩心的完整性和采取率, 为地质分析提供可靠样本。通过特殊的内管设计和取芯工艺, 减少岩心扰动, 提高岩心质量。(5) 应用优势: 相比传统钻探技术, 减少了提钻次数, 降低了劳动强度, 缩短了钻探周期, 在深部地质找矿中应用前景广阔。

### 3.2 反循环连续取样(心)钻探技术

反循环连续取样(心)钻探技术是深部地质找矿的重要手段, 其核心在于利用冲洗介质在钻杆内外的反向循环, 实现岩心或岩屑的连续采集。该技术分为空气反循环和水力反循环两种类型, 空气反循环以压缩空气为介质, 通过双壁钻杆将岩屑高速带至地表, 适用于干旱缺水地区及复杂地层, 具有钻进效率高、成本低的优势; 水力反循环则以清水或泥浆为介质, 通过双壁钻具实现岩心的连续上返, 更适用于中硬以下岩层及水文地质勘查<sup>[4]</sup>。反循环技术通过缩小上返通道断面提升岩屑携带能力, 减少孔底重复破碎, 有效保护岩心完整性, 提高取样质量。在深部找矿中, 该技术可实时获取地层信息, 结合定向钻探技术, 能精准控制钻进轨迹, 提升找矿效率。近年来, 我国在反循环钻探装备研发上取得突破, 如铝合金双壁钻杆、自动化加减钻杆系统的应用, 进一步推动了该技术的普及与发展。

### 3.3 定向钻探技术

定向钻探技术在深部地质钻探找矿中凭借其独特的灵活性和精准性, 成为解决复杂地质条件下找矿难题的

有效手段。(1) 轨迹设计: 依据地质构造、矿体分布等因素, 运用专业软件进行科学规划。要充分考虑地层变化、障碍物等情况, 确保钻孔能精准抵达目标区域, 提高找矿成功率。(2) 导向控制: 借助先进的导向仪器和工具, 实时调整钻孔方向。在钻进过程中, 根据测量数据及时纠正偏差, 保证钻孔严格按照设计轨迹延伸。(3) 测量监测: 采用高精度的随钻测量系统, 实时获取钻孔的方位、倾角等参数。通过数据分析, 及时掌握钻孔状态, 为导向控制提供准确依据。(4) 数据处理: 对测量得到的大量数据进行整理和分析, 建立地质模型。通过模型模拟和预测钻孔轨迹, 为后续钻进提供参考, 优化钻探方案。(5) 风险应对: 针对可能出现的塌孔、卡钻等风险, 制定相应的应急预案。在钻进过程中密切关注异常情况, 及时采取措施, 确保钻探工作安全、顺利进行。

### 3.4 地球物理测井技术

地球物理测井技术是深部地质钻探找矿的关键手段, 它借助岩层物理特性差异获取地下信息。该技术涵盖多种方法, 电法测井利用岩层导电性差异, 通过测量电阻率、电导率等参数, 划分岩性、识别油层, 像深侧向测井能探测较深地层, 准确判断岩层边界。声波测井基于岩石声学特性, 测量声波在岩层中的传播速度、幅度等。声速测井可确定岩性、孔隙度, 声幅测井能检查固井质量, 例如在煤田勘探中, 声波测井可评价岩体质量, 分析岩石强度与声波速度的关系。放射性测井通过测量岩石天然放射性或人工激发的次生放射性, 发现放射性矿藏、确定岩石成分<sup>[5]</sup>。自然伽马测井可识别泥岩, 判断地层沉积环境。还有地层倾角测井, 能确定地层倾角与方位角, 研究构造变化, 探测井壁附近裂缝带。成像测

井可提供井壁高分辨率图像, 直观显示地层结构和构造特征。地球物理测井技术综合应用多种方法, 为深部地质钻探找矿提供全面、准确的信息, 提高找矿效率和成功率。

### 结语:

未来, 随着科技进步, 人工智能、大数据等前沿技术有望深度融入, 实现数据高效分析与智能决策, 为地质矿产勘查和深部地质钻探找矿技术提供更精准、更快速的解决方案。同时, 跨学科合作将加强, 综合多领域知识创新找矿方法, 推动技术的不断革新与进步。此外, 绿色勘查理念将贯穿始终, 通过采用环保材料、优化钻探工艺等措施, 最大限度地降低对环境的影响, 实现资源开发与生态保护的双赢。我们应持续加大研发投入, 培养专业人才, 不断提升技术水平, 以应对日益复杂的地质条件和深部找矿难题。通过这些努力, 我们将为国家矿产资源的可持续开发和经济社会的稳定发展贡献力量, 确保资源的合理利用和环境的可持续性。

### 参考文献:

- [1] 王海涛. 地质矿产勘查和深部地质钻探找矿技术研究[J]. 世界有色金属, 2024(2): 109-111.
- [2] 吴锋. 地质矿产勘查及找矿技术研究[J]. 中国金属通报, 2026(2): 123-125.
- [3] 聂明. 深部矿产资源勘查及地质钻探找矿技术研究[J]. 科技资讯, 2025, 23(16): 194-196.
- [4] 蒋力. 新形势下当前地质矿产绿色勘查及找矿技术研究[J]. 西部探矿工程, 2025, 37(3): 177-179+183.
- [5] 黄春翠, 罗晨. 深部矿产地质勘查技术与找矿方法的创新研究[J]. 中国科技期刊数据库工业A, 2025(7): 058-060.