

地质勘查铅锌矿找矿技术原则与方法研究

刘少帅

新疆火烧云铅锌矿有限责任公司 新疆 和田 848000

摘要：铅锌矿产作为关键有色金属资源，广泛应用于工业制造、冶金加工等诸多核心领域，资源供需矛盾推动找矿勘查工作持续深化。本文依托铅锌矿成矿地质特征，系统梳理铅锌矿勘查的核心技术原则，从地质成因、地层构造、物化探特征等维度剖析找矿核心依据，细化各类适配性找矿技术的应用逻辑与技术要点，为提升铅锌矿勘查精准度、优化勘查工作体系、高效挖掘隐伏矿产资源提供专业技术支撑。

关键词：铅锌矿；地质勘查；成矿特征；找矿原则；勘查技术

引言：在现代工业体系持续升级的背景下，铅锌矿产的资源保障能力直接影响有色金属产业的稳定发展。我国铅锌矿资源分布零散、浅部矿体日益枯竭，隐伏矿、深部矿已成为当前勘查的核心对象，传统粗放式找矿模式难以适配复杂的地质勘查场景。基于铅锌矿独特的成矿规律与赋存条件，科学界定勘查技术原则，优化整合多元化找矿技术体系，能够有效突破深部、复杂地质体找矿瓶颈，提升矿产资源勘探效率与资源探明率，为铅锌矿产资源可持续开发利用奠定技术基础。

1 地质勘查铅锌矿核心成矿地质特征

铅锌矿成矿作用具备显著的层控性、构造控制性与多期次叠加性，成矿过程与区域地层演化、构造运动、岩浆活动密切相关，是判别矿体赋存位置、选择找矿技术的核心基础。从地层赋存规律来看，铅锌矿体多富集于古生界、中生界碳酸盐岩、碎屑岩地层之中，这类地层岩性渗透性与储矿空间良好，可为矿液运移、沉淀富集提供载体。构造体系是控矿核心要素，褶皱构造的转折端、层间破碎带，断裂构造的次级裂隙、交汇部位，是矿质聚集的主要空间，大型断裂带常作为矿液运移的主要通道，控制着矿床的整体分布格局。同时，多数铅锌矿床存在热液叠加成矿特征，岩浆热液、盆地热流体与围岩发生蚀变反应，形成硅化、白云岩化、黄铁矿化等标志性蚀变带，蚀变强度与范围可直接反映矿化富集程度，是圈定找矿靶区的重要地质标志^[1]。

2 铅锌矿地质勘查核心技术原则

2.1 成矿规律优先原则

成矿规律是铅锌矿找矿勘查的核心指引，所有勘查技术的选用与部署均需以区域成矿理论为核心支撑。勘查前期需系统梳理区域地层、构造、岩浆活动演化

历程，精准把握铅锌矿层控、构控、热液控矿的核心规律，明确区域成矿有利层位、构造有利部位与蚀变标志。摒弃盲目布点、盲目施工的粗放勘查模式，依托成矿规律圈定一级、二级找矿靶区，针对性匹配勘查技术手段，让技术应用贴合成矿地质逻辑，从源头提升找矿命中率，规避无效勘查工作。

2.2 多技术耦合互补原则

各类铅锌矿勘查技术均存在对应的应用优势与适用短板，单一技术手段往往无法精准判别复杂地质环境下矿体的空间形态、发育规模与埋藏深度，难以满足精细化找矿的工作需求。常规地质填图手段，能够整体梳理区域基础地质格局，可服务于宏观地质背景分析；物化探相关技术，多用于捕捉地下深部的矿化异常信息，具备良好的深部探测效果；钻探与坑探工程，则可以直观核实地下矿体的实际赋存状态。实际勘查过程中，需要突破单一技术的应用短板，将宏观地质调研与微观异常检测相结合，把地表基础勘查与深部实体验证相衔接，让间接异常推断成果和直接工程探测数据互为补充；通过多类技术数据的相互印证、校对修正，有效弱化单一技术带来的探测偏差，进一步提升整体勘查成果的完整性、可靠性与精准性^[2]。

2.3 循序渐进精准递进原则

铅锌矿勘查遵循由浅入深、由面到点、由宏观到微观的递进式工作逻辑，杜绝跨越式、粗放式勘查作业。初期以区域概查为主，大范围排查区域成矿潜力，筛选有利成矿区块；中期开展重点区块详查，细化地质特征与异常特征，精准圈定矿体赋存范围；后期通过工程勘查细化矿体形态、厚度、品位变化特征，完成资源量精准估算。全程依据勘查阶段匹配对应技术精度，逐步缩

小找矿范围、细化勘查参数,实现勘查工作的有序推进与精准落地。

3 地质勘查铅锌矿核心找矿技术方法

3.1 基础地质填图找矿技术

基础地质填图是铅锌矿勘查的前置核心技术,是所有后续勘查工作的基础,核心目标是精准厘清勘查区地质构造格局、地层分布、岩性特征与蚀变发育规律,锁定成矿有利地质单元。该技术以野外实地勘测为核心,依托比例尺规范化填图标准,系统划分地层岩性单元,精准标注褶皱、断裂、裂隙等构造形迹的空间分布、发育规模与产出特征,重点排查碳酸盐岩、破碎带、蚀变带等有利成矿部位。在填图过程中,重点聚焦铅锌矿标志性围岩蚀变现象,对硅化、褐铁矿化、白云岩化、方解石化等蚀变区域进行重点测绘,记录蚀变范围、强度、分带特征,建立蚀变与矿化的对应关系。同时,系统采集岩矿标本,开展室内岩矿鉴定工作,明确岩石成因、矿化组分与生成顺序,结合区域成矿规律,初步圈定成矿有利区块与找矿靶区。该技术主要应用于勘查初期区域概查与详查阶段,能够宏观把控勘查区成矿地质背景,为后续物化探工作部署、工程施工布局提供核心地质依据,是保障后续勘查工作精准推进的基础前提^[3]。

3.2 地球物理勘查技术

地球物理勘查技术,是地质工作中用于探测地下深部隐伏铅锌矿体的重要手段,该类技术可以利用矿体和周边围岩之间的物理性质区别,捕捉地下各类地球物理异常信息,据此推断出地下地质体的构造形态,以及铅锌矿体的实际赋存情况,能够很好弥补浅部矿体资源耗尽后,深部矿体难以识别的勘查短板;现阶段适配铅锌矿勘查工作的主流物探方式,主要有激电法、磁法勘探和重力勘探这三种。激电法在铅锌矿勘查工作里的适用范围最广,也是实用性最高的核心物探手段,铅锌硫化物矿体本身可以产生较为明显的激电响应特征,矿体自带的极化率、电阻率数值,会和周边围岩形成十分明显的参数差值,矿化相对集中的区域,一般都会表现出高极化、低电阻的异常特点。实际勘查作业开展时,可通过在勘查区域布设对应的测线与测点,系统收集全域的激电参数,绘制对应的异常平面图纸与剖面图纸,结合区域整体地质背景筛选真实有效的矿化异常,排除地层岩性变化、构造裂隙发育等非矿因素带来

的异常干扰,精准锁定深部隐伏矿体以及盲矿体的赋存位置与空间延伸范围,该探测方式不易受到地表覆盖层的干扰,深部探测的稳定性与适用性都较强。磁法勘探可以辅助筛查岩浆热液成因的铅锌矿床,铅锌矿化体大多会伴生黄铁矿、磁黄铁矿等磁性矿物,矿化发育区域能够形成局部地磁异常,高精度磁测获取的异常范围,可用于间接判断热液运移通道和矿化富集带的分布规律;重力勘探能够依托矿体与围岩的密度差异,识别地下断裂、岩体接触带等关键控矿构造,为矿体赋存规律分析提供扎实的构造依据,三类物探技术相互配合、互为补充,可以完成从构造定位到矿体圈定的完整探测流程,有效提升复杂地层条件下的深部找矿实效。

3.3 地球化学勘查技术

地球化学勘查技术,是铅锌矿精细化找矿工作中较为常用的技术方法,该技术依托各类地质介质内部元素迁移、聚集与分散的基础规律,捕捉地表及浅层地下介质当中铅锌主元素以及各类伴生元素的异常变化,以此判断区域内矿化富集的具体位置,能够为精准找矿提供细化的数据支撑;现阶段用于铅锌矿勘查的化探手段,主要包含水系沉积物测量、土壤测量以及岩石测量三种基础类型,各类方法的适用场景与勘查精度存在一定区别。水系沉积物测量,比较适合大范围区域的初步勘查工作,地表水体的流动与搬运作用,会把上游矿化带析出的各类元素组分持续携带至下游水系沉积物中,对沉积物样品进行系统性采集,检测样品内部铅、锌、铜、银等标志性元素的含量指标,能够归纳出区域元素的分布与聚集特点,可用于圈定区域化探异常范围,快速筛选具备良好成矿潜力的区块,完成初期找矿靶区的初步划定工作。土壤测量,多用于重点勘查区块的细化排查环节,对于地表覆盖层偏厚、基岩露头发育较差、难以开展地表地质观测的区域,可通过网格化布设采样点位,采集浅层土壤样品完成元素检测,根据元素含量的异常分布特征,逐步收缩整体找矿范围,锁定矿化异常集中发育的核心区域。岩石测量属于精度更高的精细化勘查方式,该方法针对野外裸露地质露头、构造破碎带、围岩蚀变带开展定点采样作业,通过检测岩石样品内部元素含量与空间分带特征,梳理元素迁移聚集过程和成矿作用的内在联系,可有效判断矿化中心的分布位置,以及矿体的整体延展趋势。各类化探技术可依据勘查区地形条件、地表覆盖情况、区域地质背景灵活

选用,多重元素异常的叠加分析,能够有效剔除岩性差异、外界环境干扰带来的无效异常信号,筛选出可信度更高的矿致异常区域,能够为后续的地质工程验证工作提供精准、可靠的勘查靶区^[4]。

3.4 深部工程验证勘查技术

深部工程验证勘查,是地质工作中用来核实物化探异常信号、精准探查矿体资源规模的直接方式,也是衔接前期间接异常推断与地下真实矿体探明的重要环节;该类工程体系主要包含槽探、坑探与钻探三类技术手段,可对应适配不同的勘查阶段,也能适配各类复杂的地质作业条件。槽探技术一般应用在浅部覆盖层厚度较小的勘查区域,作业过程可以剥离地表松散覆盖物质,能够直接揭露地下基岩、构造破碎带以及蚀变矿化带的真实样貌,便于观测矿体露头的形态、产状与矿化发育特征,系统化采集的样品,可用于检测矿体品位参数,常被用来验证地表化探与物探的异常信息,以此初步确定浅部矿体的实际赋存状态。坑探技术更加适配地形起伏偏大、地质构造相对复杂的山区场地,通过地下探巷、探硐的掘进施工,能够深入地层内部揭露矿体的横向延展特征,可精准获取矿体厚度、产状、连续性等关键参数,能够有效弥补地表勘查手段存在的观测局限。钻探技术是深部铅锌矿勘查的核心工程方法,多用于探查中深部隐伏矿体,钻机钻进形成的钻孔,能够逐层揭露地下地层、构造与矿化体的分布情况,岩芯编录与样品检测工作,可精准判定矿体埋深、厚度、品位变化规律以及空间延伸规模,也可以明确矿体顶底板的围岩特征与构造破碎发育情况,能够为矿体资源量估算提供详实的实测数据。三种工程技术遵循由浅至深、由简至繁的作业逻辑,层层核验前期各类勘查成果,可完整实现铅锌矿体从异常推测到精准探明的整套勘查流程。

3.5 综合成矿预测与靶区圈定技术

综合成矿预测属于集成化勘查技术,该技术可以汇总各类勘查数据,用来改善单一技术找矿精度不足的问题,能够有效提升铅锌矿找矿工作的整体精准度,整套技术体系会打破单一数据、单一探测手段的应用局限,可融合地质调查、地球物理探测、地球化学检测、工程勘查等多维度信息,搭建较为完善的成矿预测体系,让

找矿工作更加精细、规范。该技术的整体作业流程,主要包含数据汇总整理、信息解译分析、成矿因子研判、靶区划定四个基础环节,作业逻辑相对清晰。各类地层资料、构造数据、围岩蚀变信息、物化探异常参数与工程实测结果,都会统一整合为标准化的地质信息资料库,资料库的数据可以用于后续的耦合分析工作,从中筛选出控矿构造、有利地层、蚀变标识、异常信号等核心成矿因子,能够明确各类因子对成矿作用的影响程度。多因子叠加比对的分析方式,可筛选出成矿条件优越、异常信息叠加显著的核心区块,结合区域铅锌矿的成矿规律,能够划分出不同等级的找矿靶区,也可以初步预判矿体的空间分布形态、发育规模与矿化富集特点。该技术可以弥补单一勘查手段带来的探测误差,能够将传统定性地质分析和定量数据统计相互结合,有效提升成矿预测的精准程度,可为后续精细化勘查作业与资源评价工作提供可靠的数据支撑,也是现阶段铅锌矿精准找矿的重要技术依托^[5]。

结束语:文章梳理了铅锌矿的各项成矿地质特征,界定了勘查工作对应的核心技术原则,也整理了多种适配性较强的找矿技术要点,搭建起一套完整的铅锌矿勘查技术体系;各类技术可以相互配合、互为补充,能够适配复杂的勘查场景,对提升深部隐伏铅锌矿体的勘探效果、完善铅锌矿矿产资源勘查技术体系,有着一定的参考作用。

参考文献

- [1] 张樑. 陕西旬阳焦山寨一带铅锌金矿地质勘查与成矿机制研究 [J]. 世界有色金属, 2026(7): 79-81.
- [2] 杨田. 锌铅多金属矿床地质特征及勘查方法研究 [J]. 世界有色金属, 2025(13): 64-66.
- [3] 陈强. 铅锌矿地质勘查中找矿方法的综述 [J]. 世界有色金属, 2025(3): 79-81.
- [4] 赖柏生. 浅钻地球化学方法在浅覆盖区矿产勘查中的应用研究——以凤阳县大王府—江山铅锌金矿区为例 [J]. 资源信息与工程, 2025, 40(6): 21-26.
- [5] 李坡. 铅锌隐伏矿找矿突破及勘查技术分析 [J]. 世界有色金属, 2025(13): 67-69.