

矿山外围地质勘查找矿思路与工程实践

谢 磊

内蒙古矿业开发有限责任公司 内蒙古 呼和浩特 010010

摘要: 矿山外围区域构造复杂、矿体赋存规律隐蔽,找矿工作面临多重技术挑战。本文系统解析了外围地质构造特征、矿体空间展布规律及围岩蚀变与化探异常的耦合关系,构建了以多元信息融合为支撑的找矿思路与技术方法体系,并从勘探工程部署、钻探施工、槽坑探实施及取样编录等环节给出了具体的工程实践方案。全流程质量管控与阶段性成果汇总机制的引入,为提升外围勘查找矿的精准性与系统性提供了可落地的技术路径。

关键词: 矿山外围;地质勘探;找矿思路;工程实践;质量管控

引言:矿山外围找矿是延续矿山资源生命周期、挖掘深部及边部资源潜力的重要手段,但外围地质条件较已知矿区更为复杂,成矿信息的隐蔽性与多源性给勘查找矿带来较大难度。传统单一技术手段难以有效识别深部隐伏矿体与弱矿化线索,急须从构造控矿、蚀变分带、地球化学异常等多维度构建系统性找矿思路。将地质分析与勘探工程深度衔接,形成从前期靶区优选到后期质量保障的完整作业链条,已成为当前矿山外围找矿工作推进的现实需要。

1 矿山外围找矿地质特征与控矿规律分析

1.1 矿山外围地质构造特征解析

矿山外围区域构造体系发育程度直接影响地质体的空间排布形态,整体构造格局具备多层次、多期次发育特点。区域内断裂构造穿插分布,不同序次构造形迹相互交织切割,塑造出复杂的构造空间形态。构造活动产生的力学作用持续改造地层结构,让岩层产生错位、滑移与形变,改变原有地层的完整连续性^[1]。褶皱构造的起伏变化调控地层产状的空间转变,不同区段的褶皱曲率与舒展状态存在明显差异。构造活动的强弱差异会改变局部地质环境的封闭与开放状态,为含矿流体的运移储存创造基础地质条件。构造薄弱带的广泛发育,为矿质聚集提供稳定的空间载体,成为矿化发育的有利地质场所。

1.2 矿体延伸趋势与空间分布规律

矿区外围矿体的空间展布遵循固定的地质演化规律,矿体走向与区域主体构造延伸方向保持高度关联。矿体在纵向与横向上呈现连续性延展特征,深部与边部空间仍存在持续延展的矿化体。矿体赋存位置贴合特定地层层位与构造带范围,空间排布具备明显的定向性与分异性。不同深度的矿体发育规模与赋存状态存在差异化表现,浅部矿体展布相对零散,矿化体厚度一般在

0.5~2.0m之间,深部矿体的聚集程度更为集中,厚度可增至3.0~8.0m。地质构造的转折、交汇、复合部位会提升矿质富集概率,让矿体空间分布呈现局部集中、整体带状延展的格局。

1.3 围岩蚀变分带与地球化学异常特征

矿山外围围岩蚀变现象普遍发育,不同类型蚀变作用呈现有序的空间分带特征。各类蚀变类型依托矿化中心向外围逐步过渡更替,蚀变强度随与矿化体的空间距离变化产生梯度改变,蚀变分带宽度通常在50~200m之间。蚀变发育范围与矿化富集区间高度匹配,蚀变强度的强弱变化对应矿质富集程度的高低差异。区域地球化学元素分布存在明显的富集与贫化区间,元素组合的空间分布呈现规律性分区。元素异常的富集区间贴合构造破碎带与蚀变发育区域,异常形态与展布范围对应地质体的空间形态。元素含量的梯度变化能够反映含矿流体的运移路径,为矿化空间位置的精准判定提供有效地质依据。

1.4 外围成矿地质条件与矿化潜力判断

矿山外围区域具备充足的成矿物质基础,地层岩性组合可以为矿质沉淀提供稳定的介质环境。多期次构造活动营造良好的流体运移通道与矿质储存空间,完善成矿过程的动力条件。热液活动的持续作用推动元素活化迁移,促使分散矿物质逐步聚集形成矿化体。外围区域地层保存状态完整,后期地质改造破坏程度较低,有利于成矿成果的留存与保存。多重有利地质条件的叠加匹配,让矿山外围区域具备持续的矿化发育潜力。地质条件的空间差异化组合,让不同区段的成矿禀赋呈现层级区分,为精细化勘查找矿工作提供可靠的地质支撑。

2 外围找矿思路与技术方法体系构建

2.1 找矿信息综合提取与靶区优选思路

外围勘查找矿工作依托多元地质信息开展深度挖

掘,全面捕捉区域内隐蔽性矿化线索。系统整合区域地质演化、构造发育、蚀变发育及元素富集等各类地质信息,梳理不同类型信息之间的内在关联。聚焦成矿有利的地质区段,筛选具备矿化发育潜质的空间范围,剔除地质条件薄弱的无效区域^[2]。结合外围地质条件的空间差异,划分不同层级的找矿有利区段,完成勘查靶区的逐级筛选与精准圈定。依托地质条件的匹配程度划分靶区层级,保障勘查工作可以聚焦优质成矿区段开展精准作业,提升外围找矿工作的针对性与科学性。

2.2 地球物理勘探方法组合与应用部署

地球物理勘探技术适配矿山外围复杂地质勘查场景,多种勘探手段的搭配使用可以弥补单一技术的应用短板。结合外围地层结构、构造特征与矿体赋存属性,选取适配性较强的物探技术手段。针对浅部松散覆盖层与深部构造破碎带,差异化布设物探作业方案,覆盖不同深度的地质探测需求,浅部探测深度一般控制在30~80m,深部可达200~500m。依据地质体物理属性的差异特征,识别隐伏构造、含矿破碎带及异常地质体的空间位置。规范各类物探作业的布设密度与探测深度,测线间距通常设定为50~100m,完善野外作业的整体部署模式,保障探测数据可以完整反映地下地质体的真实赋存状态。

2.3 地球化学勘查技术路线与采样策略

地球化学勘查工作遵循循序渐进的作业逻辑,搭建由面及点的精细化勘查技术路线。依托区域化探基础覆盖全域地质范围,锁定元素异常集中发育的重点区段。细化重点区段的勘查精度,调整野外采样的布设密度与采集范围,强化弱异常、隐蔽异常信息的捕捉能力。规范野外采样的层位选取、物质筛选与点位布设标准,规避外界环境对样品质量的干扰。依托标准化样品采集与处理流程,精准捕捉地层元素的分布规律,为矿化线索研判提供精准的地球化学数据支撑。

2.4 多源信息耦合的找矿预测方法

多源地质信息耦合模式可以打破单一勘查技术的识别局限,深度挖掘外围区域的成矿潜质。整合地质填图、物探探测、化探监测的各类地质数据,打通不同维度地质信息的衔接壁垒。依托各类信息的互补特性,弥补单一技术在隐蔽矿体、深部矿体识别中的短板。梳理多源信息叠加后的异常匹配规律,建立适配外围地质特征的找矿预测模式。依托多维度信息的综合研判,精准识别常规勘查手段难以捕捉的矿化线索,提升外围找矿预测的精准度与全面性,完善矿山外围找矿技术体系。

3 外围地质勘探工程部署与实施方案

3.1 勘探工程总体布置原则与方案设计

外围地质勘探工程布设贴合区域地质发育规律,严格遵循适配地质条件、贴合成矿格局、统筹全域作业的核心准则。工程布局贴合矿体带状展布与构造延伸趋势,贴合各类成矿有利区段的空间分布特征。依据不同地段的勘查价值区分作业层级,对矿化线索集中的重点区域加密工程布设密度,地质条件单一的区域采用均匀布设模式^[3]。方案设计兼顾浅部线索排查与深部资源探查,统筹协调各类勘探工程的空间配比与作业深度。结合外围地形与地层覆盖条件优化整体布局,规避复杂地质环境对勘探作业造成的干扰,构建层次清晰、重点突出的全域勘探工程格局。

3.2 钻探工程施工工艺与质量控制要点

钻探工程作为深部矿体探查的核心手段,整套施工工艺适配矿山外围复杂地层结构。钻进作业根据地层软硬程度、破碎发育状态动态调整钻进速率与压力参数,维持孔壁结构的稳定完整。针对性处理破碎地层、松散覆盖层等特殊孔段,采用适配护壁工艺规避孔壁坍塌、岩芯漏失等施工问题。质量管控贯穿钻探作业全部流程,严控钻孔轨迹偏移问题,保持钻孔设计方位与倾角的稳定状态。细化岩芯采取质量管控标准,保障地下地层、构造及矿化信息可以完整留存,夯实深部地质研判的实物基础。

3.3 槽探与坑探工程部署与实施要求

槽探与坑探工程多用于浅部地质揭露与矿化线索追踪,工程点位选取贴合地表蚀变发育带与构造破碎带。工程延伸方向垂直于区域主体构造与矿体延伸方位,最大化揭露地层接触关系与矿化发育范围。野外施工遵循由浅至深、由宽至窄的作业节奏,及时清理作业坡面的松散岩土,维持作业断面的规整状态。严格把控工程开挖深度与宽度规格,槽探深度一般控制在3~8m,宽度1.0~1.5m,保障新鲜地质界面可以充分裸露,满足地质观测与线索排查的作业标准。全程规范作业流程,维持工程整体规整性与地质信息完整性,适配浅部精细化勘查工作需求。

3.4 取样与编录规范化操作流程

地质取样工作依托标准化作业流程开展,选取新鲜无风化、无外力扰动的地质载体作为取样对象。严格把控取样间距与取样规格,样品间距通常设定为1~5m,保持样品布设的均匀性与代表性,完整覆盖勘查揭露的全部地质层段。样品采集后做好封存防护处理,杜绝外界环境造成的物质污染与成分改变。地质编录工作同步跟进工程施工进度,细致记录地层岩性、结构构造、蚀变

类型及矿化特征等地质内容。规范地质编录的记录标准与信息统计口径,保障各类地质信息记录详实准确,实现野外勘查资料的规范化积累与系统化整理。

4 找矿工程实践中的关键技术环节与质量保障

4.1 勘探数据采集与原始资料整理规范

野外勘探数据采集是矿山外围找矿工作的基础核心环节,数据采集精度直接影响地质研判的可靠程度。各类勘探作业开展期间持续采集地质实测数据,涵盖钻孔轨迹参数、岩性分层界限、蚀变发育范围及矿化产出特征等基础内容。数据采集过程保持全程精细化把控,杜绝人为疏漏造成的信息缺失,保障野外获取的各类数据贴合地下地质体的真实状态^[4]。原始资料整理工作遵循统一的行业技术标准,对野外纸质记录、电子数据、实物标本信息开展系统性梳理校对。筛查资料中存在的录入偏差与信息错位问题,规整各类资料的归档格式与编排逻辑,搭建条理清晰、内容完备的原始地质资料体系,为后续地质分析与矿体研究夯实数据根基。

4.2 矿体连接与地质构造对比分析方法

矿体连接工作依托野外实测地质数据开展,结合地层对应关系与矿化发育特征完成空间矿体的连贯衔接。遵循地质演化的客观规律匹配不同工程间的矿化层位,区分原生矿化与次生矿化的发育差异,规避层位错乱引发的矿体形态失真问题。地质构造对比分析整合全域工程揭露的构造形迹,梳理断裂、褶皱等地质构造的空间延展规律。对照不同勘查断面的构造发育特征,厘清构造切割、叠加、改造的相互关系,界定构造活动对矿体形态、规模及空间产出状态的改造作用。依托贴合区域成矿规律的分析逻辑,实现矿体空间形态的精准还原与构造格局的系统复盘。

4.3 勘探工程质量检验与偏差纠正措施

勘探工程质量检验覆盖施工全过程,针对钻探、槽探、坑探各类作业环节设定对应的质量核查标准。重点核查工程布设方位、作业深度、断面规格及地质信息揭露完整度等核心内容,排查施工过程中产生的各类质量偏差。针对核查发现的孔位偏移、岩芯残缺、工程规格不符等问题制定针对性的整改方案,依据地质勘查技术要求完成现场修正与二次作业。结合外围复杂地层的施

工特点优化偏差防控模式,提前预判破碎地层、松散覆盖层施工中容易出现的质量问题,通过前置管控与动态整改结合的方式,持续提升各类勘探工程的施工质量稳定性。

4.4 阶段性找矿成果汇总与后续工作部署

阶段性找矿成果汇总围绕当期勘查工程获取的地质信息开展,系统梳理外围区域新发现的矿化线索、蚀变发育区段与有利成矿构造位置。归纳当前勘查工作积累的地质认知,梳理区域矿体赋存的全新规律,更新区域成矿地质条件的整体认知。结合阶段性勘查积累的地质数据,甄别具备深度探查价值的重点靶区,筛除成矿潜力偏弱的勘查区域^[5]。依托阶段性勘查获取的地质信息调整后续工作方向,优化下一阶段勘探工程的空间布局与作业深度,细化深部矿体探查与隐伏矿线索追踪的工作内容,逐步推进矿山外围勘查找矿工作的深入开展,持续挖掘区域资源潜力。

结束语

矿山外围地质勘查找矿是一项融合地质分析、物探化探与工程实施的综合性工作,各环节之间的有机衔接直接决定了找矿工作的实际成效。从构造解析、靶区优选到钻探槽探的规范施工,再到数据整理与矿体连接,每一步都需要严格的质量把控与动态调整。阶段性成果的系统汇总能够及时修正找矿方向,将有限的勘查资源集中投入最具潜力的区段。唯有坚持多技术协同、全流程管控,才能持续拓展矿山外围的资源空间,为矿山可持续生产提供坚实的地质保障。

参考文献

- [1]王进兵.有色金属矿山地质勘查及找矿技术[J].世界有色金属,2026(1):163-165.
- [2]齐世卿.地质矿产勘查及找矿技术探究[J].世界有色金属,2022(24):45-47.
- [3]吴远静,党顺安.矿山地质探矿工程中的问题及解决措施研究[J].中国金属通报,2022(07):101-103.
- [4]卢长建.矿山深部及外围找矿新发现及意义[J].内蒙古煤炭经济,2021(06):138-139.
- [5]叶永春.刍议成矿地质体找矿预测理论与方法在矿产勘查中的应用[J].中国金属通报,2023(21):55-57.