

复杂地质条件下有色金属矿产勘查与找矿技术难点与对策

袁继昌

内蒙古有色地质矿业(集团)六〇九有限责任公司 内蒙古 乌兰察布 012000

摘要:复杂地质条件给有色金属矿产勘查与找矿带来诸多挑战。常见复杂地质类型如褶皱、断层、岩浆岩侵入体等,对勘查的数据采集、工程布置和安全等方面产生具体影响。传统勘查技术存在技术、地质理论认识及外部环境与管理层面的难点。针对这些难点,可从技术创新与改进、地质理论研究与运用、外部环境应对与管理等方面采取策略,以提高勘查与找矿效果。

关键词:复杂地质;有色金属矿产勘查;找矿技术难点;应对策略

引言:有色金属在工业发展中占据关键地位,其矿产勘查与找矿工作意义重大。然而,复杂地质条件广泛存在,褶皱构造使地层变形、断层破坏矿体连续性、岩浆岩侵入体遮挡矿体信息等,这些复杂地质因素相互交织,极大增加了勘查与找矿的难度。传统勘查与找矿技术在复杂地质条件下应用受限,面临诸多技术难题和理论认识困境,因此,探寻有效的应对策略迫在眉睫。

1 复杂地质条件对有色金属矿产勘查的影响

1.1 常见复杂地质类型分析

在有色金属矿产勘查工作中,复杂地质条件是常见的阻碍因素。其中,褶皱构造地质类型较为普遍,褶皱会使地层发生弯曲变形,改变岩层的原始产状和空间位置。在褶皱核部,岩石破碎严重,裂隙发育,这虽然可能为矿液的运移和沉淀提供通道与空间,但也给勘查工作带来极大困难。由于褶皱的形态多样,有紧闭褶皱、开阔褶皱等,不同形态褶皱对矿体的控制作用不同,准确判断矿体在褶皱中的赋存位置难度较大。断层构造同样对有色金属矿产勘查影响深远,断层会破坏矿体的连续性和完整性,使矿体发生错动、位移甚至被切割。正断层可能使矿体下盘缺失,逆断层则可能使矿体重复出现。而且,断层带内岩石破碎,常被后期物质充填,掩盖了矿体的原生特征,增加了勘查人员识别矿体的难度。另外,一些大型断层还可能成为地下水的通道,导致矿区涌水量增大,给勘查和后续的开采工作带来安全隐患^[1]。岩浆岩侵入体也是复杂地质条件的重要组成部分。岩浆在侵入过程中会与围岩发生热液交代作用和同化混染作用,形成各种蚀变带和矿化带。然而,岩浆岩的成分和结构复杂多样,不同类型岩浆岩对成矿的作用差异显著。同时,岩浆岩的分布范围广泛,常常覆盖在矿体之上,遮挡了矿体的信息,使得勘查人员难以直接观察到矿体的露头。

1.2 复杂地质对勘查工作的具体挑战

复杂地质条件给有色金属矿产勘查工作带来了多方面的挑战。在数据采集方面,由于地质构造复杂,地球物理场和地球化学场分布不均匀,导致采集到的数据准确性受到影响。例如,在褶皱和断层发育地区,重力、磁法和电法等地球物理勘查方法所测得的数据往往会出现异常干扰,难以准确反映地下矿体的真实情况。地球化学勘查中,元素的分散和富集规律受到地质构造的破坏,使得化探异常的识别和解释变得困难。在勘查工程布置上,复杂地质条件要求勘查人员具备更高的专业水平和经验。传统的规则网格状勘查工程布置方法在复杂地质地区往往不适用,因为矿体的形态和产状变化较大,需要根据具体地质情况进行灵活调整。然而,如何合理布置勘查工程,既能保证对矿体的有效控制,又能提高勘查效率、降低勘查成本,是勘查工作中面临的实际问题。复杂地质条件还增加了勘查工作的安全风险。在断层破碎带、岩溶发育地区等进行勘查作业时,容易发生塌方、涌水等地质灾害,威胁勘查人员的生命安全。而且,复杂地质地区的交通不便、通讯不畅等问题,也给勘查工作的组织和实施带来了一定的困难。

2 有色金属矿产勘查与找矿技术概述

2.1 传统勘查与找矿技术

传统有色金属矿产勘查与找矿技术是长期实践经验的总结,具有一定的可靠性和有效性。地质测量法是传统勘查的基础方法之一,通过对勘查区域的地层、岩石、构造等地质特征进行详细观测和记录,编制地质图件,分析地质规律,为找矿提供基础资料。地质测量法能够全面了解勘查区的地质背景,发现与成矿有关的地质标志,如特定的地层岩性组合、构造破碎带等。槽探和钻探工程是直接获取地下岩石和矿体信息的重要手段^[2]。槽探通过挖掘浅沟,揭露地表或近地表的岩石和矿体,直观观察

矿体的形态、产状和矿石质量特征。钻探则利用钻机向地下钻进,获取不同深度的岩芯样品,了解地下地质结构和矿体埋藏情况。槽探和钻探工程相结合,可以逐步控制矿体的规模和形态,为矿产资源的评价和开发提供依据。

2.2 传统勘查与找矿技术细分

2.2.1 地球物理勘查技术

地球物理勘查技术是利用岩石和矿石的物理性质差异来寻找矿体的一种方法。常见的地球物理勘查方法包括重力勘查、磁法勘查、电法勘查和地震勘查等。重力勘查通过测量地球重力场的变化,研究地下地质体的密度差异,推断可能存在的矿体。磁法勘查则是利用岩石和矿石的磁性差异,探测地下磁性体的分布和形态,对于寻找与磁性矿物相关的有色金属矿具有一定的效果。电法勘查方法多样,包括电阻率法、激发极化法等。电阻率法通过测量地下介质的电阻率分布,了解地下地质结构和矿体的电性特征。激发极化法则利用岩石和矿石的激发极化效应,寻找具有明显激发极化异常的矿体,在寻找硫化物矿床等方面具有独特优势。地震勘查主要用于研究地下深部地质结构,通过分析地震波在地下介质中的传播规律,了解地层的岩性和构造特征,为深部找矿提供信息。

2.2.2 地球化学勘查技术

地球化学勘查技术是基于岩石、土壤、水系沉积物等介质中元素含量和分布规律来寻找矿体的方法。通过采集各类样品,分析其中与成矿有关的元素含量,圈定地球化学异常区,进而指导找矿工作。土壤地球化学测量是常用的方法之一,它通过系统采集土壤样品,分析其中微量元素的含量,发现与矿体有关的化探异常。水系沉积物地球化学测量则是采集河流、溪流等水系中的沉积物样品,分析元素含量,追溯矿源,圈定找矿远景区。岩石地球化学测量直接对岩石样品进行分析,了解岩石中元素的含量和分布特征,对于研究成矿地质条件和指导深部找矿具有重要意义,还有一些特殊的地球化学勘查方法,如气体地球化学测量,通过分析土壤中逸出气体的成分和含量,寻找隐伏矿体。

2.2.3 遥感勘查技术

遥感勘查技术是利用卫星、飞机等遥感平台获取地面的电磁波信息,通过对这些信息的处理和分析,提取与地质和成矿有关的信息。遥感图像具有覆盖范围广、信息丰富、实时性强等特点,能够快速了解勘查区域的地质构造、地貌特征和植被覆盖等情况。通过遥感图像解译,可以发现与成矿有关的线性构造、环形构造等地

质标志,圈定找矿远景区。同时,遥感技术还可以与其他勘查方法相结合,如将遥感解译结果与地球物理、地球化学异常进行对比分析,提高找矿的准确性和效率。高光谱遥感技术能够获取地面物体更详细的光谱信息,对于识别矿物种类和分布具有重要作用,为有色金属矿产勘查提供了新的技术手段。

3 复杂地质条件下有色金属矿产勘查与找矿技术难点

3.1 技术层面难点

在复杂地质条件下,传统勘查与找矿技术在应用中面临诸多技术难题。地球物理勘查技术方面,由于地质构造复杂,地下介质不均匀,导致物理场分布复杂多变,异常解释难度大。地球化学勘查技术也受到复杂地质条件的制约,地质构造活动会使元素发生迁移和分散,破坏元素的原生分布规律,使得化探异常的形态和范围变得复杂^[3]。在断层破碎带和岩浆岩侵入地区,元素的分散晕可能被后期地质作用改造,导致异常与矿体的对应关系不明确,增加了异常解释和找矿的难度。遥感勘查技术虽然能够提供大范围的地质信息,但在复杂地质地区,地表覆盖层较厚,植被发育,会掩盖地下的地质信息,影响遥感图像的解译精度。而且,复杂地质构造产生的阴影、地形起伏等因素也会对遥感图像的质量产生干扰,给地质标志的识别和提取带来困难。

3.2 地质理论与认识难点

目前,现有的地质理论在解释复杂地质条件下的成矿规律时存在一定的局限性。传统的成矿理论往往基于简单的地质模型,对于复杂地质构造与成矿的关系认识不够深入。例如,在褶皱-断层复合构造地区,矿体的形成和分布受到多种地质因素的综合影响,现有的成矿理论难以准确预测矿体的位置和规模。对复杂地质条件下岩石-流体-矿体之间的相互作用机制认识不足也是一大难点。在热液成矿过程中,流体的运移、演化以及与围岩的反应控制着矿质的沉淀和富集。然而,在复杂地质环境中,流体的流动路径和物理化学条件变化复杂,难以准确模拟和研究,导致对成矿过程的理解不够透彻,影响了找矿预测的准确性。

3.3 外部环境与管理难点

复杂地质地区往往自然环境恶劣,交通不便,给勘查工作的实施带来很大困难。勘查设备和物资的运输成本高,且容易受到天气等因素的影响,导致勘查工期延长。同时这些地区可能涉及生态保护、土地占用等问题,需要与当地政府、社区等进行沟通协调,办理相关手续,增加了勘查工作的管理难度。在勘查项目管理方面,复杂地质条件下的勘查工作需要多学科、多专业的

协同合作,对项目管理的水平和协调能力要求较高。如何合理安排勘查工程进度、优化资源配置、确保勘查质量,是项目管理中面临的挑战。勘查资金投入大、风险高,如何在有限的资金条件下提高勘查效益,也是需要解决的问题。

4 复杂地质条件下有色金属矿产勘查与找矿技术难点的应对策略

4.1 技术创新与改进策略

针对技术层面的难点,应加强技术创新和改进。在地球物理勘查方面,研发高精度、多参数的地球物理勘查仪器,提高数据采集的精度和分辨率。同时,结合计算机技术和人工智能算法,开发先进的异常处理和解释软件,减少异常解释的多解性,提高找矿的准确性。在地球化学勘查技术上,探索新的采样介质和分析方法。除了传统的土壤、水系沉积物和岩石样品外,研究利用植物、微生物等生物介质进行地球化学勘查,提高对隐伏矿体的探测能力。同时,采用高灵敏度、多元素同时分析的分析技术,提高元素检测的精度和效率,更准确地圈定地球化学异常区。遥感勘查技术应向高分辨率、多光谱和高光谱方向发展。高分辨率遥感图像能够提供更详细的地表信息,有助于准确识别地质标志。多光谱和高光谱遥感技术可以获取更丰富的光谱信息,提高矿物识别和分类的准确性。

4.2 地质理论研究与应用策略

加强复杂地质条件下成矿理论的研究是提高找矿成功率的关键。通过开展区域地质调查和成矿规律研究,深入分析复杂地质构造与成矿的关系,建立适合复杂地质地区的成矿模式。例如,针对褶皱-断层复合构造地区,研究矿体在构造变形过程中的形成机制和分布规律,为找矿预测提供理论依据。注重岩石-流体-矿体相互作用机制的研究,采用实验模拟和数值模拟等方法,深入了解热液成矿过程中流体的运移、演化和矿质沉淀的物理化学条件。通过研究不同地质环境下成矿流体的特征和演

化规律,为找矿提供更精确的标志和指标。同时,将地质理论与实际勘查工作紧密结合,及时将研究成果应用到找矿预测中,指导勘查工程的布置和实施。

4.3 外部环境应对与管理策略

为应对外部环境和管理难点,勘查单位应加强与当地政府、社区的沟通与合作,提前了解相关政策和法规要求,积极办理勘查所需的各种手续。在勘查项目实施过程中,注重生态环境保护,采取有效的措施减少对环境的破坏,争取当地居民的支持和理解^[4]。在勘查项目管理方面,建立科学合理的项目管理体系,加强项目进度、质量和成本的控制。采用现代化的项目管理软件,实现项目信息的实时共享和动态管理。加强团队建设,提高勘查人员的专业素质和协同合作能力,确保勘查工作的高效实施。合理安排勘查资金,优化勘查方案,降低勘查风险,提高勘查效益。

结束语

复杂地质条件下的有色金属矿产勘查与找矿虽面临技术、理论及外部环境等多方面难题,但通过技术创新与改进、深化地质理论研究并紧密结合实际勘查、积极应对外部环境并加强项目管理等策略,能够逐步克服困难。未来,随着科技的不断进步和地质理论的持续完善,有色金属矿产勘查与找矿工作有望取得更大突破,为工业发展提供更坚实的资源保障。

参考文献

- [1]余鑫.有色金属矿产资源勘查方法的综合探讨[J].世界有色金属,2023,(07):223-225.
- [2]严帅,宣嫒.有色金属矿成矿地质特征和找矿趋势[J].世界有色金属,2022,(08):83-85.
- [3]郭建云.金属矿产勘查中地质找矿技术创新研究[J].冶金与材料,2025,45(03):124-126.
- [4]马强.地球物理测井在金属矿勘查中的应用探究[J].世界有色金属,2025,(01):145-147.