

浅议地球物理方法在金属矿深部找矿中应用

彭凯峰

河南省地质局矿产资源勘查中心 河南 郑州 450000

摘要:随着我国经济建设对资源需求量迅速增加,矿产资源保障能力与资源需求的矛盾日益突出,这就为地质找矿工作提出了更高的要求。物探技术作为极具深部找矿潜力的技术手段,在深部金属矿勘查中将发挥越来越重要的作用。本文首先分析了我国在深部找矿中存在的局限,然后结合具体工程实例详细阐述了地球物理方法在金属矿深部找矿中的应用,并探讨了其发展趋势。

关键词:地球物理;金属矿;深部找矿;重力;电法

引言

深部找矿是缓解我国矿产资源短缺问题的重要途径。然而,深部找矿面临着诸多挑战,如地下地质环境复杂、构造复杂程度高、传统地质方法失效等。地球物理方法作为一种间接找矿手段,通过检测地下矿体周围的地质、物理特征来揭示金属矿床的位置、规模和性质,为深部找矿提供了有力支持。

1 我国在深部找矿中存在的局限

我国在深部找矿过程中,面临着多方面的局限。首先,地质环境的复杂性是一个显著难题。深部找矿的目标体通常埋藏深度极大,且地下地质环境错综复杂,传统的地质勘查方法往往难以直接应用,难以准确揭示深部矿体的存在和分布规律。其次,勘探深度的增加带来了更多挑战。深部找矿并非简单地增加勘探深度,而是需要对地下地质环境、构造复杂程度进行全面预测和分析。这高度依赖于间接资料,如地球物理、地球化学等勘查手段获取的数据,但这些数据的解释和应用存在较大难度。此外,深部找矿问题具有很强的实践性和个案性。每个找矿项目都有其独特的地质背景和成矿特征,必须紧密结合实际找矿实践,不断修正和完善对成矿规律的认识。最后,深部找矿工作综合性强,需要地质、矿产、勘查技术等多专业知识的有机融合,对勘查人员的综合素质提出了更高要求。

2 地球物理方法在金属矿深部找矿中的应用

2.1 重力勘探法

重力勘探作为一种经典且有效的地球物理勘探方法,在金属矿深部找矿中扮演着至关重要的角色。重力勘探基于万有引力定律,当地下存在密度与周围岩石显著不同的矿体时,会在地表或地下产生可测量的重力异常。这种异常是由矿体质量与周围岩石的质量差所引起的,其大小与矿体的质量、密度差、形状以及矿体与

观测点的距离密切相关。通过精密的重力仪测量这些异常,并结合地质和其他地球物理资料,可以推断出地下矿体的位置、形状、规模和密度分布。

2.1.1 具体应用

(1) 大型矿体探测

对于密度较大、体积庞大的矿体,如大型铁矿、铬铁矿床等,其产生的重力异常显著,易于被重力勘探方法探测到。通过重力异常的空间分布特征,如异常的幅度、范围、走向等,可以大致确定矿体的走向、倾角和延伸深度,为后续的详细勘探工作提供重要线索。

(2) 地质结构分析

重力数据可以揭示地下岩层的密度分布特征,帮助地质学家构建更准确的地质模型。结合其他地质信息,如地质图、钻探资料等,可以分析矿体的成因、控矿构造以及矿体与围岩的关系,为找矿工作提供理论指导。

(3) 在大区域范围内进行重力调查,可以圈定出有潜力的成矿带或矿集区,为后续的详细勘探工作提供目标和方向。区域重力调查还可以揭示区域地质构造特征,如断裂带、隆起区等,为找矿工作提供宏观地质背景^[1]。

(4) 三维重力反演

随着计算机技术的发展,三维重力反演技术逐渐成为可能。通过三维反演处理,可以得到地下矿体的立体密度分布图像,为找矿工作提供更直观、更准确的信息。三维重力反演技术还可以与其他地球物理方法进行联合反演,如与电磁法、地震勘探等进行联合反演,以提高反演结果的准确性和可靠性。

2.2 电法勘探

2.2.1 瞬变电磁法(TEM)

瞬变电磁法(TEM)是通过研究探测目标物感生出的涡流场在其周围空间形成的二次电磁场随时间变化的特征,来推测目标物的空间形态。这一方法对低阻体较

为灵敏,能够准确地识别出地下低阻异常体,如金属矿体等。在金属矿深部找矿中,瞬变电磁法取得了显著效果。通过瞬变电磁法,勘查人员可以了解地下低阻异常体的分布情况、规模大小以及延伸方向等信息。这些信息对于确定找矿目标、制定找矿方案具有重要意义。此外,瞬变电磁法还具有探测深度大、分辨率高的优势,能够覆盖到金属矿深部赋存的区域,提高找矿的准确率和成功率。

2.2.2 大地电磁测深(MT)

大地电磁测深(MT)是以天然交变电磁场为场源,通过被动场源引起在地表观测到的电、磁场强度的变化来研究地下岩(矿)石电性及分布特征的一种方法。这一方法具有探测深度大、不受高阻层屏蔽、分辨能力强等特点。在金属矿深部找矿中,大地电磁测深技术能够准确地揭示地下岩层的电性分布特征、断裂带的发育程度以及矿体可能存在的位置等信息^[2]。通过大地电磁测深,勘查人员可以更加全面地了解地下地质结构,为后续的找矿工作提供有力的依据。此外,大地电磁测深还具有操作简便、成本低廉的优势,使得其在金属矿深部找矿中得到了广泛应用。

2.2.3 激发极化法(IP)

激发极化法(IP)是观测人工激发极化电场的变化规律,推断地下岩矿石的激电效应差异的一种方法。这一方法常与瞬变电磁法结合使用,以提高找矿效果。在金属矿深部找矿中,激发极化法能够准确地识别出地下具有激电效应的异常体,如金属硫化物矿体等。通过激发极化法,勘查人员可以了解异常体的分布情况、规模大小以及延伸方向等信息。这些信息对于确定找矿目标、制定找矿方案具有重要意义。此外,激发极化法还与瞬变电磁法具有良好的互补性,两者结合使用可以更加准确地揭示地下矿体的赋存状态,提高找矿的准确率和成功率。

2.3 磁法勘探

2.3.1 航空及地面甚低频电磁法

航空及地面甚低频电磁法是利用频率为15~30kHz的甚低频军事或广播电台发射的电磁波作为场源,测量地表、空中或地下的电磁场空间分布的一种方法。这一方法能够圈定良导断裂破碎带、蚀变带等地质异常体,为深部找矿提供线索。在金属矿深部找矿中,航空及地面甚低频电磁法能够快速扫描大片区域,圈定出可能存在矿体的异常区域。通过进一步的地面勘查工作,勘查人员可以更加准确地确定矿体的位置和规模。此外,航空及地面甚低频电磁法还具有探测深度大、分辨率高的

优势,能够覆盖到金属矿深部赋存的区域,提高找矿的准确率和成功率。

2.3.2 高精度磁测

高精度磁测是通过测量地表磁场强度,解析异常磁场分布特征,推断深部矿体的赋存状态的一种方法。这一方法具有精度高、分辨率强等特点,在金属矿深部找矿中得到了广泛应用。通过高精度磁测,勘查人员可以准确地测量地表磁场强度,并解析出异常磁场的分布特征。这些特征能够反映地下矿体的赋存状态、规模大小以及延伸方向等信息。通过进一步的分析和处理,勘查人员可以更加准确地确定矿体的位置和规模,为后续的开采工作提供有力的依据^[3]。此外,高精度磁测还具有操作简便、成本低廉的优势,使得其在金属矿深部找矿中得到了广泛应用。

3 地球物理方法在金属矿深部找矿中的具体应用案例

3.1 贵州银厂坡银铅锌矿床深部找矿

贵州银厂坡银铅锌矿床浅部为一中型独立银矿床,经过多年的开采,其浅表氧化矿体资源已近枯竭。为了维持矿山的持续生产,必须对中深部原生矿体进行精确的定位和定量综合找矿预测。该区域地质条件复杂,传统找矿方法效果有限,因此急需引入先进的地球物理勘探技术。

鉴于区内铅锌矿石与其他岩石在电性上存在显著差异,特别是铅锌矿石的电阻率相对较低,项目团队选择了瞬变电磁法(TEM)进行深部勘查。瞬变电磁法是一种时间域电磁测量方法,能够有效探测地下导电体的分布,特别适用于寻找低阻矿体。在实际操作中,通过布置一系列测线,采集地下电磁响应数据,并利用专业软件进行数据处理和解释,以揭示深部矿体的空间分布。

通过瞬变电磁法的勘查,项目团队成功圈定了深部矿体的分布范围,为后续的钻探验证提供了准确的靶区。钻探结果证实了物探预测的准确性,不仅发现了多个新的矿体,还显著提高了矿山的资源储量。这一找矿成果为矿山的持续开采和经济效益的提升奠定了坚实基础。

3.2 云南勐兴铅锌矿深部找矿

云南勐兴铅锌矿是一个历经多年开采的老矿山,随着资源的逐渐枯竭,矿山面临严峻的挑战。该矿区的矿石品位较低,埋深大,且上覆有低阻层,给找矿工作带来了极大困难。传统的地质勘查方法在该区域效果不佳,因此急需探索新的找矿途径。

针对该区硫化铅锌矿与围岩在电性上的显著差异,项目团队采用了瞬变电磁法(TEM)和激发极化法(IP)相结合的勘查方式。首先,布置了一系列TEM剖

面,通过测量地下电磁响应来初步确定异常区域。然后,在TEM异常地段开展IP方法测量,进一步验证和细化异常信息。通过反复印证和对比分析,逐渐揭示了深部矿体的真实面貌。

经过多种物探方法的组合应用,项目团队成功获得了多个物探组合异常。在此基础上,设计并实施了验证钻孔,其中十三个钻孔见矿,新发现的储量相当于原保有储量的三倍。这一找矿成果不仅缓解了矿山的资源危机,还为矿山的可持续发展提供了有力支撑。

3.3 安徽铜山铜矿深部找矿

安徽铜山铜矿始建于1959年,是一个历史悠久的铜精矿生产基地。然而,随着多年的开采,矿山资源逐渐枯竭,面临严峻的生存挑战。为了延长矿山寿命,必须寻找深部矿体以补充资源储量。

在高精度磁测的基础上,项目团队引入了频谱激电(SIP)技术对前山南矿区已知矿体和预测矿体深部进行探测和定位。频谱激电是一种频率域电磁测量方法,能够通过测量地下岩石和矿体的复电阻率来区分不同地质体。在获得初步异常信息后,再利用井中物探技术进行深部追踪和确认。井中物探技术能够在钻孔中进行测量,直接获取深部地质体的物理性质信息。

通过综合应用高精度磁测、频谱激电和井中物探等多种物探方法,项目团队成功发现了新的矿体。这些新发现的矿体不仅为矿山后续开采提供了有力的资源保障,还为矿山的可持续发展注入了新的活力。这一找矿成果充分展示了地球物理方法在深部找矿中的巨大潜力和广阔前景。

4 地球物理方法在金属矿深部找矿中的发展趋势

地球物理方法在金属矿深部找矿中扮演着至关重要的角色,而随着科技的进步,这一领域也正经历着前所未有的变革与发展。

4.1 技术创新引领发展

随着微电子技术的飞速发展,地球物理勘探仪器正朝着更加精密化、自动化的方向迈进。新一代的勘探仪器将具备更高的探测精度和效率,能够更准确地捕捉地下微弱的地球物理信号,为深部找矿提供更为可靠的数据支持。同时,仪器的小型化和便携化也将使得野外勘

查工作更加便捷高效,降低勘查成本,提高勘查效率。

4.2 多方法综合应用提升效果

在金属矿深部找矿中,单一地球物理方法往往难以全面揭示地下地质结构和矿体信息。因此,综合应用多种地球物理方法已成为提高解释精度和找矿效果的重要途径。通过重磁、电震、重震等方法的联合反演与交互反演,可以充分利用各种方法的优势,相互补充,相互验证,从而更准确地确定矿体的位置、形态和规模^[4]。这种多方法综合应用的方式将大大提高找矿的准确率和成功率。

4.3 智能化与信息化助力勘查

随着计算机技术和信息技术的不断进步,地球物理勘查正逐步实现智能化和信息化。通过应用计算机技术、信息数字化、成像(包括三维)和模拟等技术,可以实现数据处理、资料解释以及视图方式的图形可视化及自动化。这将大大提高数据处理的速度和准确性,使得勘查人员能够更快速地获取地下地质信息和矿体特征,为找矿工作提供有力的技术支持。

结语

地球物理方法在金属矿深部找矿中具有重要作用,随着技术的不断进步和方法的创新,其在深部找矿中的应用前景将更加广阔。然而,深部找矿仍面临诸多挑战,需要地质、矿产、勘查技术等多学科的有机结合和共同努力。

参考文献

- [1]田鹏飞.地球物理勘查技术在矿山深部找矿中的应用[J].世界有色金属,2024,(21):79-81.
- [2]胡创业,赵晓博,张保涛,等.综合地球物理方法在莱芜地区富铁矿深部找矿中的应用[J].华北地震科学,2024,42(04):51-57.
- [3]李登榜,党静丽.金属矿深部找矿中地球物理方法的有效运用[J].世界有色金属,2024,(04):127-129.
- [4]余国飞,魏克涛,蔡恒安,等.多方法综合地球物理探测技术在铜绿山矿田深部找矿实践中的应用[C]//中国地球物理学会金属矿勘查专业委员会.第二届全国矿产勘查大会论文集.湖北地质局第一地质大队,2023:5.