

高精度磁法测量在铁矿中的应用探析

林 军

通化钢铁集团大栗子矿业有限责任公司 吉林 临江 134602

摘要: 为了深入开发铁矿资源的实际开采价值,利用高精度磁法测量技术,能够在固体矿产勘察过程当中,实现直接找矿和间接找矿,并且技术还能够充分明晰铁矿在空间上的布置,分析铁矿的地层构造,找到控矿因素,对铁矿资源进行全面把控。且高精度磁法测量还能够节省勘探时间,省去不必要的经济支出,以更加简便的方法,产出直观性且易于解释的成果,并通过化极以及垂向二阶导数等处理解释手段,完成磁异常固定,最终在资源开采过程当中解决地质问题,提升磁法勘探的应用价值。

关键词: 高精度;磁法测量;铁矿;应用探析

引言: 本文以内蒙古某铁矿为例,在高精度磁法测量技术应用的过程当中,技术的应用参考了该铁矿 9km^2 的实际面积,以1:1000的比例进行地面高精度磁法测量,从而对磁测异常完成多种数据测量,深入突出铁矿深部的基底形态,并结合垂向一阶导数和解析信号分析处理结果,进行数据比对,最终圈出了MD1和MD2以及MD3这三个磁力异常区域,其中2号区域作为为了该铁矿的找矿靶区。

1 地质背景

1.1 地质分析

该铁矿位于内蒙古自治区,并且处在赤峰大断裂边界,北方与褶皱区相接,而西南方向也处于褶皱区的过度地带。根据该铁矿的构造来看,板块位于华北地台的北缘中段,整体走向由东向西,并且二级构造单元符合早古生代路壳增生区的判定标准,矿区内中小型的山间盆地较多,且也出现了新生代的山间盆地地形^[1]。形成这样地址特征的原因是由于地质的多次断裂和拼合,从而使整体构造产生了强烈的变形,加之该铁矿位于华北地台北缘,有研究调查显示,从中元古代伊始,地形一直在处于强烈的变化当中,直至古生代末期,受到洋壳的俯冲和地台的裂解,山间常常存在断陷入盆地,最终使整体岩层结构与地槽褶皱带紧密相接。

1.2 地层划分

该铁矿的出露地层为矿区的东部以及东南部,整体岩性呈现出灰红色和黑绿色两种气孔形式,为杏仁状橄榄玄武岩,少部分呈现出紧密块状玄武岩特征,二者产量相近,属于同等水平。并且在全区内大面积出漏处,主要由冲积和洪积产生的砂砾和砾石作为主要成分,这些砂砾大小并不均等,且区域内覆盖层数较厚,在0~50m区间内浮动。

1.3 构造分析

经过了长时间的复杂构造运动,该铁矿的大部分构造在分区上,属于华北地台内蒙台东北段,并且随着频繁的构造活动,构造活动的实际运行轨迹也呈现出断裂和褶皱趋势,具有单斜构造属性。高精度磁法测量技术中,利用该技术 ΔT 平面等直线图推断得出,该铁矿的中部地区有一条由北向东的断裂,且中东部磁异常,存在一条由北向西,且向南西倾向,倾斜角度为85度小型张性裂隙。

1.4 岩性分析

该矿区的岩性较为简单且大部分集中在矿区的中部和南部,主要由新太古带斜长角闪岩、变质花岗岩两种构成。对于新太古代变质花岗岩来说,该岩石属于大型岩基,整体呈现浅红色和肉红色,与正长花岗岩等岩石在空间上相接紧密,并且存在继续性的演化和融合,且由于该岩石成因较为相近,也存在少量的石英闪长岩和英云闪长岩。而对于新太古斜长角闪岩来说,这一类岩石则不存在集中性,更多的是以分散的形式遍布在该矿区的各个地区,且受到岩脉侵入的影响,整体岩性分为两种形式,主要为灰黑色的斜长角闪岩以及角闪片岩构成,因此整体来看变质程度可划分为角闪岩相。此外,该岩石更多的是呈现颗粒和块状结构,少部分存在变晶结构,这是由于原岩在变质时机的深熔过程当中,形成了易熔组的分硅铝制和碱性成分,从而使岩石性质重熔分异,进一步形成了空间上的紧密关系,并在成分上经过了连续的演化,逐渐与老地层相混合,发挥了以混合岩化为代表的变质作用。

2 矿区磁场分析

2.1 磁性参数

对于新太古代变质花岗岩来说,磁化率的平均值约

在 $3.9 (10^{-6} \cdot \text{SI})$ ，剩磁的平均值在 $45 (10^{-3} \text{ A/m})$ ，而斜长角闪岩磁化率的平均值则在 $26 (10^{-6} \cdot \text{SI})$ ，剩磁平均值在 $159 (10^{-3} \text{ A/m})$ ，石英斑岩的磁化率平均值在 $14 (10^{-6} \cdot \text{SI})$ ，剩磁平均值在 $120 (10^{-3} \text{ A/m})$ ，角闪磁铁矿石岩磁化率平均值在 $266 (10^{-6} \cdot \text{SI})$ ，剩磁平均值在 $202 (10^{-3} \text{ A/m})$ 。不难看出，在上述这四种岩石中，变质花岗岩的磁化率和剩磁在平均值中数值最低，而斜长角闪岩的磁化率和生词的数值在比对中居榜首，在验证中，使用的岩石标本数量也最多。并且石英斑岩通过调查发现其在地表出路的范围最小，结合高精度磁法测量技术探查出的磁异常状况，可判定其与斜长角闪岩有着密切的联系。并且通过岩矿的整体分析，该铁矿内部的斜长角闪岩含有有磁铁矿，这时斜长角闪岩则作为围岩出现，可将其作为矿区内寻找铁矿的主要检测标志^[2]。

2.2 电性参数

在不进行面积性激电工作的前提下，利用高精度磁法测量技术，在高磁异常区域敷设综合剖面，从而实现异常的调查和取证，继而呈现出截然不同的岩石电性参数。对于新太古代变质花岗岩来说， η_s 平均值在1.27%， ρ_s 平均值在 $5400 \Omega \cdot \text{m}$ 左右。而斜长角闪岩 η_s 的平均值则在8.7%， ρ_s 的平均值则在 $1800 \Omega \cdot \text{m}$ 左右。最后石英斑岩 η_s 的平均值在2%， ρ_s 的平均值在 $3100 \Omega \cdot \text{m}$ 左右。经过数据的调查和分析，发现变质花岗岩与石英扮演相比的平均值都低于斜长角闪岩，由此可进一步区分不同延迟之间的性质，从而展现出较为明显的区别，这也进一步表明，利用激电法对高磁异常处进行查证，是合理且有效的。

3 高精度磁法测量在铁矿中的应用方式

3.1 数据采集

3.1.1 高精度磁法测量布置

对于野外数据来说，为了进一步确定该铁矿的实际位置，要在铁矿的外围进行磁法测量勘测该矿区的整体面积 9 km^2 和网度 $100 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ ，并确定测量方向和测线方向为 0° 。具体布置中要设置多个有效的共测点，使测区边界呈现为不规则的多边形，且特地工作的实际进行要采用80度直角坐标系，联合拐点坐标进行实时测点。

3.1.2 仪器测试

为了更好的收集铁矿的实际数据，基于自然地理条件来说，高精度磁法测量技术能够提高测量精度，发挥测量的稳定性和动态性，扩大测量范围，并使用质子旋进磁力仪GSM-19T进行集中测量。在测量前期，工作人员要对仪器进行性能测试，需要选择一处开阔场地，降低干扰源对于一切的影响，并加强动态一致性观测，可投入多台仪器，在测区内部选择一条剖面设置约50个

点，并挑选其中一台仪器将其作为日变观测数据，其他仪器则进行分别观测，保持仪器内的误差总均方在 0.84 nT 内，从而进一步满足设计和测量规范要求。

3.1.3 工作开展

工作人员要按照规范和设计在实地进行测量，在区域内梯度变化较小的场地内设置单一基站和日变站，并以此为基点作为日变站的观测地，提升观测数据的稳定性，且要设置好具体的日变色观测间隔，间隔采样约为十秒左右，从而观察日变曲线的连续圆滑性，进而考虑日变站磁场是否稳定，是否易受外界干扰，并且在后续观测日中要始于早校重点观测前和晚校正点观测后。

例如该煤矿在观测时可采用单一的测量参数 ΔT ，且探头高度设置为 2 m ，而野外观测仪与日边观测仪要确保其达到秒级同步，从而使观测点的数据进行收集^[3]。并且该矿区可设计三级质量检查制度，从而对各个原始资料进行自检和纠察，使项目负责人在原始资料形成后能够在查收时，对存在问题及时进行反馈和修改，进一步提升资料的规范性和准确度，并且野外质量的监测数据要遵循不同原则，加强时间和空间分布的平均性，从而使质量控制贯穿于整个铁矿开采区域和施工期间。如该矿区的实测磁测点数为8233，而检查点的个数为512，则确定为检查率为6.2%，为了进一步满足规范性要求，磁测工作的精度要用观测的均方误差 ε 进行综合衡量，公式为：

$$\varepsilon = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \delta_i^2}{2n}} = \pm 1.09 \text{ nT}$$

其中 ε 作为磁测观测均方误差， n 作为实际检查点数， $i = 1/2/3 \dots n$ ，作为 i 点在经过各项改正后的数据，数据代表了原始观测和检查观测的差值。

而测量结果精度的磁测总误差可用 μ 进行衡量，衡量的公式为：

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \delta_i^2}{2n}} = \pm 1.33 \text{ nT}$$

其中 μ 代表了磁测的总误差， n 作为各项误差在此次工作中出现，不仅涵盖了观测的误差，还包含了人工操作的误差以及点位的误差等等，甚至是仪器一致性的误差以及噪声的均方差，并针对基点以及高层等各项改正误差进行集中计算， δ_i 则代表了第 i 个磁测项目的误差。

3.1.4 资料分析

在对收集到的数据进行整理计算后，需要对计算结果进行集中复算，确保资料准确后以电子输出形式进行集中储存，并要按照规范要求对磁测资料的日变资料进行预处理，舍去不符合测量质量的数据内容，并对核心数据进行集中编辑，从而改正原始数据，改正的内容包

括但不限于基点改正、正常场改正、总基点正常梯度改正、普通测网观测值日变改正等等^[4]。例如基点改正和正常改正的最小改正值应确定为0.1nT,并且要参考国际地磁参考场的IGRF模型。利用高斯系数进行计算,将系数项和年变系数,中国地球物理协会规定的各项系数进行正常梯度改正。而总基点的正常梯度改正,改正的数值则为,从而使正系数与各个测量项目的点能够在坐标值计算上实现梯度改正 $T_{正}$,但也要注意总基点要以南取正、以北取负。

3.2 物性工作內容

3.2.1 注意事项

对于磁性和电性标本来讲,采集时要在原生露头上进行采集,并且标本体积大于150cm³时要采集成等轴状,并做好编号记录,采集地点和坐标,指明标本的实际名称和周围的地址情况。

3.2.2 数据计算

并且在条件允许情况下,要针对钻孔岩芯进行磁参数测定,从而计算同类岩石磁化率,并取其平均值作为该标本的磁化率值,若是磁性参数的质量检测率达到30%左右,要检查仪器的安装位置,确定标本体积的测定方式和装盒,适当重新进行测量,最后要根据磁化率和剩余磁化强度进行质量测定,取其平均值相对误差作为评价标准,实际的计算公式为:

$$\bar{\eta} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{|T_{i2} - T_{i1}|}{T_{i2} + T_{i1}} \times 100\% \right)$$

其中 T_{i1} 与 T_{i2} 代表了第*i*块标本中原始观测值与实际检查观测数值。

3.3 数据解释

3.3.1 延拓

为了更好的了解该矿区的具体情况,削弱局部干扰因素需要对极化后的磁力异常进行向上的延拓处理,至某一高度时,从而反映出地下某一深度以下,实现密度不均匀体响应。工作人员要根据观测平台上的异常情况,进行场员换算,使其延伸到其他空间位置,进行解

析延拓,一般来说分为向上延拓与向下延拓,集中分析高频异常情况,探查场源深部的低频异常,并且在下拓时要突出叠加区域背景的局部异常,发挥出高通滤波器的作用,并在换算平面位置时,要根据不同的延拓方法进行波数域计算,发挥技术的简便和高效优点,但二者在计算中数学表达不同,且延拓渗透因子不同,以实测平面的埋深为 h ,异常波数谱为 $\tilde{T}_{测}$,设定岩拖后的平面距异常体埋身为 H ,对应的异常波数谱为 $\tilde{T}_{延}$,因此对于两个平面上的异常波数谱比值各自的深度因子比的计算公式为:

$$\frac{\tilde{T}_{测}}{\tilde{T}_{延}} = \frac{e^{-hr}}{e^{-hr}}, \text{ 这也就表明 } \tilde{T}_{延} = \tilde{T}_{测} e^{-a hr}$$

其中作为延拓高度 >0 时为向上延拓,而 <0 时则为向下延拓。

总结:总而言之,高精度磁法测量技术能够总结铁矿的成矿规律,明晰找矿特征,以斜长角闪岩作为间接的找矿标志,并将磁异常数据与斜长角闪岩的磁性参数进行集中对比,从而找寻铁矿中的隐伏岩体。并且该铁矿作为沉积变质铁矿床,受到地质作用的影响,局部地区形成富集,也对间接找矿形成了集中标志,最终实现找矿突破。

参考文献

- [1]杨卫国;许强平. 激电法和磁法测量在天长市道士庄铁矿勘查中的应用 [J]. 西部探矿工程, 2023, 35 (07): 168-170+174.
- [2]张双富. 高精度磁法测量在陈家庙铁铜矿床及外围铁及多金属矿普查应用 [J]. 中国金属通报, 2023, (05): 55-57.
- [3]樊彦超;赵晓青;李红峰. 高精度磁法测量在棒槌崖砂卡岩型磁铁矿勘查中的应用 [J]. 矿产勘查, 2021, 12 (10): 2097-2105.
- [4]周冠一. 高精度磁法测量在山西原平某铁矿区找矿中的应用 [J]. 资源信息与工程, 2021, 36 (04): 42-45.