

* 高精度磁测在山西省繁峙吐楼铁矿区勘探中的应用

霍光辉

(山东省物化探勘查院, 山东 济南 250013)

摘要: 该文阐述了高精度磁测工作在山西省繁峙吐楼铁矿区的应用, 其高精度磁测目的是查清异常分布, 查找隐伏铁矿体, 圈定铁矿体分布范围、矿体位置、形态、大小、产状、边界等几何特征及查明矿区地质特征, 根据现有探采工程揭露控制, 初步估算了铁矿石资源量。

关键词: 高精度磁测; 铁矿; 勘探; 吐楼矿区; 山西省繁峙县

中图分类号: P631.2

文献标识码: A

吐楼矿区位于山西省繁峙县神堂堡乡, 距繁峙县城东南方向 46 km。大地构造位置位于华北克拉通的中部偏北。按传统的大地构造划分方案其属于华北地台(Ⅰ级)山西断隆(Ⅱ级)的五台台拱(Ⅲ级)构造单元。主要由早前寒武纪变质岩石和少量中生代花岗岩组成。区内前寒武纪地层出露比较齐全, 分布有中国早前寒武纪标准地层单元^[1]——五台群和滹沱群, 露头连续、界线明确, 为中国早前寒武纪地质经典地区之一^①。

1 矿区地质概况

1.1 地层

区内出露太古宇五台群石咀亚群金刚库组及新生界第四系。

(1) 五台群石咀亚群金刚库组: 该组原岩是一套遭受褶皱干扰和断裂破坏的中基性火山-碎屑岩含铁建造。底部以韧性剪切带与阜平岩群接触, 岩性主要为角闪变粒岩、斜长角闪岩、黑云变粒岩。全组总厚 1 263 ~ 2 230 m。上部为黑云斜长变粒岩、角闪斜长变粒岩夹斜长角闪岩、薄层浅粒岩, 并夹有 3 ~ 4 层磁铁石英岩、磁铁角闪石英岩。这套含铁岩石断续相连, 延续比较稳定, 可作为标志层。角闪变粒岩: 灰色—灰绿色, 粒状变晶结构, 块状构造。主要矿物成分为角闪石、斜长石、石英, 黑云母少量。

斜长角闪岩: 黑绿—灰绿色, 纤维状至粒状变晶结构, 块状、条带状构造。黑云变粒岩: 岩石为灰黑色, 粗粒结构, 片麻状构造欠清晰, 组成矿物以黑云母、长石、石英为主。区内铁矿体赋存于该地层中(图 1)。

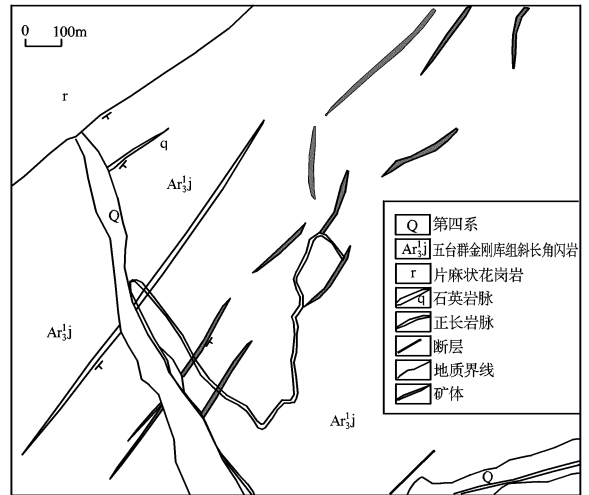


图 1 山西省繁峙吐楼铁矿区地质略图

(2) 第四系: 为矿区主要覆盖层, 覆盖面积达 80% 以上。其厚度一般为 1 ~ 5 m, 局部可达 10 ~ 20 m 以上。第四纪全新统冲洪积物: 主要分布在水系沟谷之中, 为松散的砾石、砂、亚砂土等。第四纪全新统残坡积物: 主要分布在山体阴坡、缓坡上, 为松散的岩块、砂、砂土等。

* 收稿日期: 2010-03-20; 修订日期: 2010-07-01; 编辑: 陶卫卫

作者简介: 霍光辉(1960—), 男, 安徽合肥人, 高级工程师, 主要从事地球物理勘探工作; E-mail: hghsdjn@163.com。

①山东省物化探勘查院, 山西省繁峙县神堂堡乡吐楼铁矿区高精度磁测成果报告, 2007 年。

1.2 构造

矿区褶皱构造为台怀-沟里村向斜的北翼,矿区内呈单斜构造,地层总体走向呈 NE—SW,倾向 SE,倾角 $60^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。断裂构造不发育。

1.3 岩浆岩

岩浆岩仅分布在矿区西北部一小部分而且离矿体较远,呈岩基状产出,岩性主要为燕山期片麻状花岗岩、花岗闪长岩,岩石呈浅肉红色、灰色,花岗质变质晶结构,块状、片麻状构造。

1.4 矿体围岩

含矿地层太古宇五台群石咀亚群金刚库组,为一套角闪岩相变质岩组合。矿体围岩主要是角闪变粒岩、斜长角闪岩、黑云石英变粒岩、含磁铁角闪岩等,其中含磁铁角闪岩、角闪变粒岩为矿体直接围岩。围岩与矿层的界限较清楚,渐变过渡的现象不常见。凭肉眼和磁性铁可以比较准确地将矿层与围岩区分开。

2 地球物理特征

2.1 岩石磁性特征

山西省繁峙县神堂堡乡吐楼矿区一带为高山峻岭,除河流两侧为第四系覆盖外,区内地层岩石裸露,以太古宇五台群石咀亚群金刚库组为主,侵入岩多为片麻状花岗岩、花岗闪长岩。测区内矿石磁性参数及邻区与铁矿有关的岩石标本磁性参数见表 1。

表 1 繁峙县神堂堡地区岩石磁性参数

岩性	岩石名称	块数	$K \times 10^{-6} 4\pi SI$ Jr $\times 10^{-3} A/m$	
			变化范围	变化范围
铁矿石	磁铁矿	19	13600 ~ 28000	1000 ~ 15000
	赤铁矿	8	8600 ~ 19000	600 ~ 7260
五台群变质岩	含磁铁斜长角闪岩	9	1887	4000
	斜长角闪岩	6	666	889 ~ 2120
	角闪变粒岩	7	323 ~ 870	770 ~ 1980
侵入岩	花岗闪长岩	5	168 ~ 1330	1123 ~ 2298

根据已知的磁性参数,该区的岩石磁性大致可分为 2 类,即强磁性铁矿石类和弱到中等磁性的变质岩类、侵入岩^[2,3]。

强磁性铁矿石类:磁铁矿、磁铁岩类均具有较强

的感磁和剩磁。磁化率 K 值均大于 $10\ 000 \times 10^{-6} 4\pi SI$,磁铁矿磁化率 K 值可达 $20\ 000 \times 10^{-6} 4\pi SI$ 之多;赤铁矿类,其 K 值在 $(8\ 000 \sim 19\ 000) \times 10^{-6} 4\pi SI$ 。因此,只要铁矿体相对埋深具有一定规模,均能引起较强的 ΔT 异常。

变质岩类为中等及弱磁性,含磁铁斜长角闪岩、花岗闪长岩等,其 K 值为 $n \times 10^{-6} 4\pi SI$,为中—弱磁性岩石。

由表 1 可以看出,该地区只有磁铁矿的磁性较强,在地表能引起较高的磁异常,花岗闪长岩、斜长角闪岩,为中等磁性岩石,其他岩石均微弱磁性。应用高精度磁测寻找铁矿具备了地球物理前提。

2.2 磁测资料的解释与推断

2.2.1 全区磁场特征

该次高精度磁测工作的布置是以圈定磁异常、寻找磁铁矿为目的,所以,首先在全区进行 1:10 000 比例尺的高精度磁测扫面测量,然后在发现的磁异常区再进行 1:5 000 比例尺的磁测详查工作。

总观全区磁场(图 2),将该区的磁场可划分中部高磁场区和西北部、东南部低缓磁异常区。在区内的中部磁场值普遍较高,场值在 2 000 nT 以上,局部伴随低负异常。东北部、西南部背景值在 $-150 \sim 200$ nT,磁场异常的走向主要为近 NNE 向,磁场的走向反映了该区构造的展布方向及铁矿体的走向。区内发现的 8 处磁异常位于工作区的中部,这 8 处磁异常编号分别为 M1 ~ M8。每个磁异常区又是由几个大小不等的局部异常组成。总的磁场特征是,异常沿走向复杂,磁场值分布大小不均匀,有条带状、串珠状和麻花状,正磁场值高、强度大,局部伴生负异常。

在工作区的西北及东南部磁场值低,西北地段出现低缓的负值,且没有明显的走向分布,这些磁场特征反映了区内西北部为低磁性侵入岩分布并与岩石磁性参数特征相吻合。

2.2.2 局部异常的定性及半定量解释

根据该区磁异常的特征,结合地质踏勘情况,全区共圈出 8 处磁异常分布区(每个磁异常区可包含多个局部磁异常)。为进一步研究分析这些磁异常的特征,在 8 处磁异常区又进行了加密 1:5 000 高精度磁测详查。根据详查,对磁异常的平面分布特征, ΔT 化极等值线平面图、 ΔT 化极上延等值线平面图及用垂向一次导数零值划分磁性体边界,磁异常精

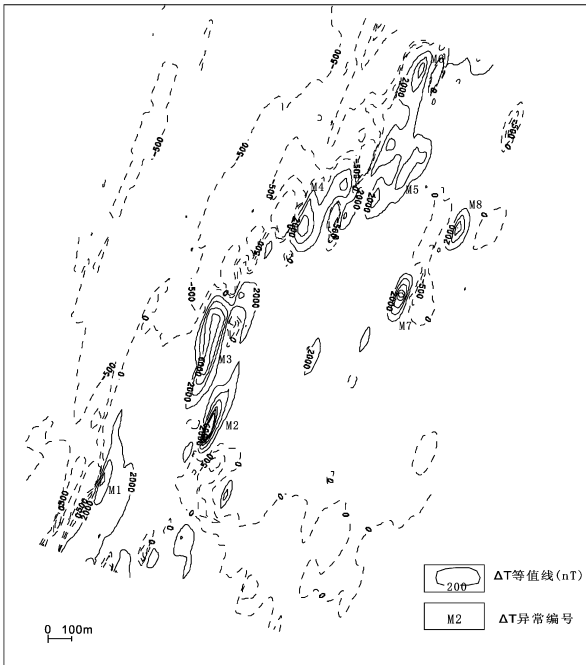


图2 高精度磁测详测 ΔT 等值线平面图

状,长轴 NNE 向,形态规则,正磁异常周围伴生负异常,异常梯度大,异常形态较完整。根据 ΔT 等值线平面图、 ΔT 化极等值线平面图、 ΔT 化极上延 100 m 等值线平面图特征分析和剖面特征计算,推测磁性体规模较小,埋深较浅;经半定量计算(图3),磁性体 N 倾 $70^\circ \sim 80^\circ$,磁性体顶部埋深在 1~2 m 左右,延伸 40 m 左右,厚度仅 1~2 m 左右且很不均匀。

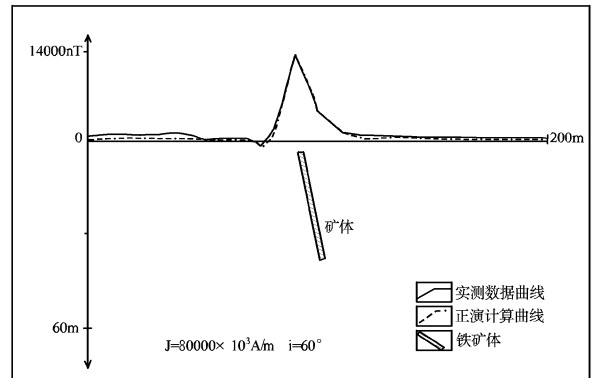


图3 M_2 异常磁异常反演计算图

测剖面半定量解译^[4-6]。对各处磁异常进行如下综合解释推断。

(1) M_1 磁铁矿异常的解释推断

M_1 异常位于西沟 1 号洞的上方(图 2)。该异常是工作区内规模、强度较大的磁异常。异常极大值为 7 260 nT,以 3 000 nT 等值线圈定异常范围,异常形态为长条形状,长轴方向为 NNE 向,形态规则,正磁异常西侧伴生负异常。从异常特征分析,该异常具有明显的磁铁矿异常的特征,即异常强度高、梯度大,异常形态较完整,正异常西北侧有负异常伴生。经对异常区实地检查,该异常中心下方对应已开采的一处小型磁铁矿脉,磁铁矿脉厚度 2~3 m,矿石具有较强的磁性。因此,推测 M_1 异常为该磁铁矿脉引起。

根据磁异常的平面特征分析和剖面特征计算,垂向一次导数零线与 4 600 nT 等值线范围大致对应,推断磁性体的长约 80 m,厚度 1~3 m,延伸约 60 m;该磁性体埋深较浅,局部地段含矿量较高,异常中心西侧梯度带对应下部含矿有利部位,矿脉 E 倾约 80° ,与地层倾向一致。

(2) M_2 磁异常解释与推断

M_2 磁异常位于油柏沟 3 号洞以北 40 m(图 2)。异常强度为该区最强的磁异常,其异常峰值可达 14 000 nT。以 3 000 nT 等值线圈定异常形态为枣核

(3) M_3 磁异常的解释推断

M_3 磁异常中心位于油柏沟 3 号洞北 190 m(图 2),磁测 15,16,17,18 线都横穿过该磁异常区,以 3 000 nT 等值线圈定异常长度大约 180 m 条带状,异常长轴 NNE 向,异常峰值可达 9 000 nT。在 7 000 nT 以上分布范围较大,为该测区分布面积最大区块异常,且形态规则,正磁异常两侧伴生负异常。从异常特征分析,该异常具有磁铁矿异常的明显特征,即异常强度高、梯度大,异常形态较完整,正磁异常周围伴生负异常。根据 ΔT 等值线平面图、 ΔT 化极等值线平面图、 ΔT 化极上延 100 m 等值线平面图特征分析和剖面特征计算, M_3 异常在 ΔT 化极上延 100 m 等值线平面图上异常强度衰减较慢,且异常中心位置向北移动,初步推断该区赋存有铁矿。西侧梯级带一线为矿头有利部位。经半定量计算(图 4),垂向一次导数零线与 5 100 nT 等值线大致对应磁性体 N 倾 $70^\circ \sim 80^\circ$,推测磁性体顶部埋深在 2~3 m 左右,延伸 100 m 左右,厚度在 2 m 以上。

(4) M_4 磁异常的解释推断

M_4 磁异常介于小沟 2 号洞与 3 号洞之间,异常形态为正负相伴约 70 m 近似等轴椭圆状,异常峰值 -3 100~7 100 nT,从异常特征分析,该异常具有磁铁矿异常的特征,即异常强度高、梯度大,异常形态

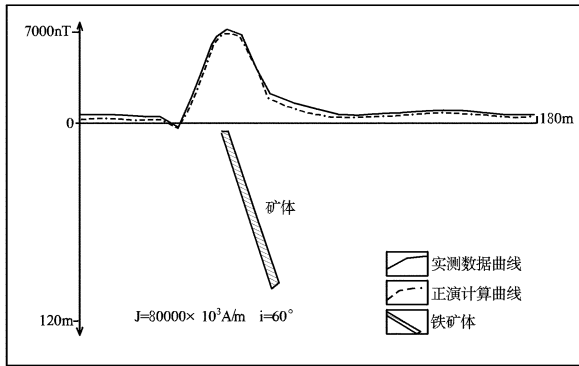


图4 M₃异常磁异常反演计算图

较完整。根据实际调查梯级带 900 nT 正对于开采的小沟 2 号洞与 3 号洞矿上。根据 ΔT 等值线平面图、 ΔT 化极等值线平面图、 ΔT 化极上延 100 m 等值线平面图特征分析,得出矿体长度在 60 m 左右。推测磁性体顶部埋深在 4 m 左右,延伸 50 m 左右,厚度在 3 m 以内。

3 异常验证及结论

(1)通过对该区的高精度磁测工作,区内圈出了 8 处磁异常,编号为 M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8,其中 M1, M6 异常为已开采矿体上方剩余铁矿体引起。

(2)M2, M3, M4 异常推断为隐伏铁矿体引起。M3 矿体走向最长,约 120 m,厚度在 2 m 以上,并推测在该区段矿石品位相对均匀。M2 矿体长度约 40 m 左右,厚度仅 1~2 m 左右且很不均匀,推断在局部地段铁矿品位较高。M4 矿体长约 60 m,

矿体厚度略厚,在 2~3 m 左右。

(3)M5, M7, M8 异常推断为低品位铁矿引起,推断 M7, M8 矿体长度不超过 40 m。

(4)地质工程共圈定铁矿体 5 个,区内铁矿体主要赋存于斜长角闪岩及斜长片岩中。磁测工作同地质揭示基本一致。磁异常指示出 5 个矿体核心部位共沿走向向外扩展控制长度 1 000 多米,沿倾向控制斜深 0~100 m;厚度 1.02~4.18 m,平均厚度为 2.48 m,厚度变化系数为 37.64%。TFe 含量 21.07%~39.58%,平均含量为 32.53%,品位变化系数为 9.21%;mFe 含量 16.28%~37.65%,平均含量为 27.61%,品位变化系数为 18.99%。矿体埋深为 0~110 m。在普查区内估算铁矿资源储量 (332)+(333)矿石量达几百万吨。

致谢:该文编写过程得到山东省鲁地矿业公司赵生录高级工程师的帮助,在此表示感谢!

参考文献:

- [1] 山西省地质矿产局. 山西省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1989.
- [2] 管志宁. 地磁场与磁力勘探[M]. 北京:地质出版社,2005.
- [3] 管志宁,安玉林. 区域磁异常定量解释[M]. 北京:地质出版社,1991.
- [4] 熊光楚. 金属矿区磁异常的解解释推断[M]. 北京:地质出版社,1981.
- [5] 地面磁测资料解释推断手册编写组. 地面磁测资料解释推断手册[M]. 北京:地质出版社,1979.
- [6] 李志华,张玲玲,张长白,等. 二维离散小波变换在磁测资料处理中的应用[J]. 物探与化探,2009,33(1):91-98.

Application of High-precision Magnetic Survey in Tulou Iron Deposit in Fanshi County of Shanxi Province

HUO Guanghui

(Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: Application of high-precision magnetic survey in Tulou iron deposit area in Fanshi county of Shanxi province is introduced in this paper. The purpose of this high-precision magnetic survey is to identify anomaly distribution, find the hidden ore bodies, circle distribution scope, ore body position, shape, size, orientation, boundaries, and geological characteristics. Accordign to the existing disclosure information, the amount of iron ore resources is preliminary estimated.

Key words: High-precision magnetic measurement; iron deposit; exploration; Tulou mine area; Fanshi county; Shanxi province