

技术方法

重磁方法在程家村隐伏磁铁矿勘查中的应用

邱光辉¹,王海焦²,张海亮¹,赵青涛¹,张超¹

(1.中化地质矿山总局山东地质勘查院,山东 济南 250013;2.山东省地矿工程勘察院,山东 济南 250014)

摘要:为了验证程家村航磁异常圈闭,对该异常圈闭进行了查证工作,针对该区域铁矿体均呈深部隐伏的赋存状态,以“物探先行,钻探验证”的工作方法开展工作,利用地面高精度磁测剖面确定磁异常圈闭平面形态及位置;对高精度磁测剖面数据进行切线法剖面反演,确定强磁性地质体位置和埋深,再结合重磁剖面联合反演方法,推断强磁性地质体的赋存状态,从而给钻探验证提供依据。通过上述工作,取得了良好的找矿效果,表明重磁方法是深部隐伏磁铁矿勘查中的重要工作手段。

关键词: ΔT 磁异常;切线法剖面反演;重磁剖面联合反演;程家村铁矿

中图分类号: P618.13

文献标识码: B

引文格式: 邱光辉,王海焦,张海亮,等.重磁方法在程家村隐伏磁铁矿勘查中的应用[J].山东国土资源,2016,32(9):44-47. QIU Guanghui, WANG Haijiao, ZHANG Hailiang, etc. Application of Gravity and Magnetic Methods in Prospecting Buried Magnetite Deposit in Chengjiacun[J]. Shandong Land and Resources, 2016,32(9):44-47.

0 引言

程家村铁矿勘查区位于山东省临沂市苍山县以南约25 km,属南桥镇管辖。1:5万航磁显示在勘查区内程家村周边存在一个椭圆形磁异常(图1),该航磁异常东西长约4 km,南北宽约2 km,磁异常强度为100 nT,相较于附近的兰陵航磁异常强度小400 nT,所以在很长一段时程家村航磁异常未被重视。2011年山东省苍山县程家村地区铁矿普查项目立项成功,由此拉开了对程家村地区铁矿勘查的序幕。

在总结该矿区周边王埝沟、沟西和兰陵隐伏磁铁矿成功找矿经验的基础上^[1-3],该次工作以“物探先行,钻探验证”的勘查方法^[4],运用地面高精度磁测、高精度磁测剖面切线法反演和重磁剖面联合反演等物探方法^[5-7],发现了程家村隐伏磁铁矿床,取得了良好的找矿效果。

1 矿区地质概况

程家村铁矿勘查区大地构造位置位于临沂凸起

的南端,枣庄凹陷的东南缘。该区大面积被第四系覆盖,地表仅见到土门群的零星露头;矿区地层主要为新元古代青白口纪、南华纪、震旦纪土门群黑山官组、二青山组、佟家庄组、浮来山组、石旺庄组;新生代古近纪官庄群固城组、卞桥组;第四纪山前组、黑土湖组、临沂组、沂河组。基底为新太古代泰山岩群山草峪组,为铁矿赋矿层,岩性主要为黑云变粒岩、斜长角闪岩、磁铁角闪岩和磁铁石英岩,角度不整合于新元古代青白口纪、南华纪、震旦纪土门群之下。通过已有钻探资料证实,矿区内沉积地层覆盖厚度较大。

该区构造以断裂为主,断裂以近EW向和NNW向为主,其中峰城断裂呈NW—SE走向穿过程家村(图2),倾向SW,倾角约60°,为一张性、压性正断层,断距较大,南盘下降沉积古近纪官庄群,该次施工钻孔对该断裂均有揭露。

区内岩浆岩为分布在矿区东部边缘的南桥岩簇辉绿岩,辉绿岩以岩脉状产出,侵入于寒武纪地层。

2 岩(矿)石物性特征

由表1可见,该区域及周边地区内磁铁矿石具

收稿日期:2016-05-06;修订日期:2016-07-17;编辑:陶卫卫

作者简介:邱光辉(1979—),男,山东济南人,工程师,主要从事地球物理找矿工作;E-mail:wnqgh@163.com

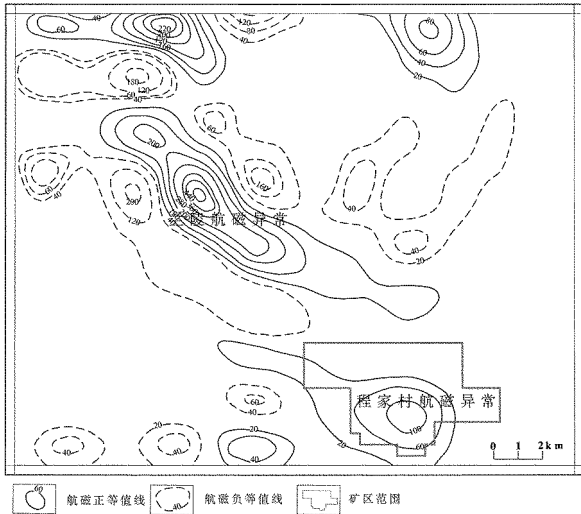


图 1 航磁异常图

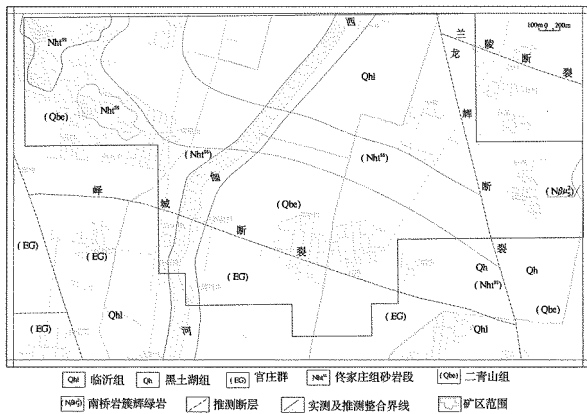


图 2 程家村矿区地质图

有强磁化率和强剩磁特征,且随着铁质、磁铁质成分的增加磁性增强;该区域变质岩类主要指新太古代泰山岩群,总体上具有一定磁性,但磁性差异较大,其中斜长角闪岩磁性相对较高,黑云变粒岩等变质岩类磁性相对较弱;该区域沉积岩类磁性很弱或无磁性。

表 1 岩(矿)石重磁参数统计

| 岩石类型 | 岩矿石名称 | 块数 | 磁感强度 K ($10^{-6} 4\pi SI$) | 剩磁强度 J_r ($10^{-3} A/m$) | 密度 (g/cm^3) |
|------|-------|----|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| 铁矿石 | 磁铁矿 | 30 | 3000~20000 | 0~15000 | 3.28~3.49 |
| 变质岩 | 斜长角闪岩 | 10 | 1000~2800 | 3000~5500 | 2.5~2.7 |
| | 黑云变粒岩 | 10 | 500~1700 | 800~1900 | 2.6~2.8 |
| 沉积岩 | 泥质灰岩 | 10 | 0~650 | 0 | 2.2~2.4 |
| | 灰岩 | 20 | 0~50 | 0~40 | 2.5~2.6 |

该区域及周边地区铁矿体的围岩及盖层密度值一般在 $2.50 \sim 2.80 g/cm^3$, 磁铁矿石平均密度值为 $3.45 g/cm^3$, 两者之间存在 $0.65 \sim 0.95 g/cm^3$ 的密度

差,因此当铁矿体具有一定规模时,可引起磁力高值异常和重力高值异常。由上述可知,在该区内利用重磁方法寻找磁铁矿具备物性前提条件。

3 重磁成果资料的解释推断和钻探验证

3.1 矿区 ΔT 磁异常特征

由程家村矿区 ΔT 磁异常等值线平面图(图 3)可以看出,该矿区磁场总体上由南北 2 个近于平行的磁异常带组成,磁异常强度总体表现为南北两边高、中间低的磁场特征。根据趋势分析值可知,该区域磁场背景场值在 180 nT 以内,所以该区磁异常以 180 nT 圈定磁异常区。

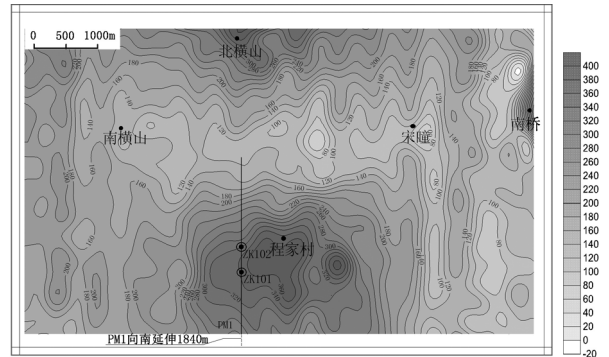


图 3 程家村 ΔT 磁异常等值线平面图

矿区南部程家村高值磁异常区整体呈椭圆形,椭圆长轴近 EW 走向,该异常区形态完整,长轴约 4 km,短轴约 2 km,规模较大,磁场值在 180~360 nT 之间,呈低缓异常形态。结合地层岩性磁场特征,初步推断为深部隐伏强磁性地质体所致。为了避开村庄的干扰,根据磁异常特征,在程家村西侧布设了高精度重磁剖面 PM1,利用剖面反演进一步来确定隐伏强磁性地质体的赋存状态。

矿区北部北横山高值磁异常区受矿区范围限制,磁异常未封闭,高值磁异常区形态不清晰,矿区内异常范围较小,磁场值在 180~380 nT 之间。结合区域航磁异常特征(图 1),初步推断北横山高值磁异常应为兰陵磁异常向东南方向的延伸。

矿区东部南桥高值磁异常区因地处矿区边缘,磁异常未封闭,在矿区内磁异常走向近 SN,磁场值在 180~320 nT 之间。该磁异常区位置与地质上确定的南桥岩簇辉绿岩位置吻合,结合梯度大、尖峰状磁异常特征,推断该磁异常应为浅部辉绿岩脉所致^[8-12]。

3.2 高精度磁测剖面切线法反演

为了确定磁性地质体的位置和埋深情况,对 PM1 进行剖面切线法反演。切线法是利用异常曲线上一些特征点(如极大值点、极小值点、拐点、半拐点等)的切线之间交点的坐标关系来计算磁性体产状要素的方法。

该次工作运用金维物探处理软件进行切线法反演,由反演图(图 4)可以看出,该次反演磁性体顶板埋深约 1 251.67 m,磁性体宽度约 37.55 m,磁性地质体顶面中心位置位于剖面 3 258 m 处。上述参数的取得为下一步重磁剖面反演提供了已知条件。

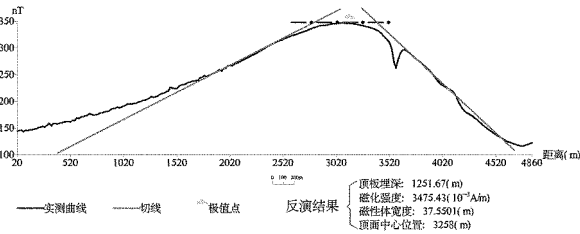


图 4 高精度磁测 PM1 切线法反演图

3.3 PM1 重磁剖面联合反演成果与勘探线地质剖面的对比分析

该剖面位于程家村以西约 500 m 处,剖面走向 SN,剖面长度 5 km。

为了更直观地反映磁性地质体在深部的展布和变化情况,利用二度半人机交互反演。在参照剖面切线法反演确定的磁性体位置和埋深的基础上,参考矿区已知地质、物探资料,对地质模型进行调整,使反演数据和实测数据的差值尽量小,进而得到磁性地质体的赋存状态。该次重磁反演所用参数选择如下:

第四纪: $K = \text{微弱}, J_r = \text{微弱}; \delta = 1.69 \text{ g/cm}^3$ 。

官庄: $K = \text{微弱}, J_r = \text{微弱}; \delta = 2.2 \text{ g/cm}^3$ 。

寒武纪: $K = \text{微弱}, J_r = \text{微弱}; \delta = 2.68 \text{ g/cm}^3$ 。

震旦纪: $K = \text{微弱}, J_r = \text{微弱}; \delta = 2.58 \text{ g/cm}^3$ 。

南华纪: $K = \text{微弱}, J_r = \text{微弱}; \delta = 2.58 \text{ g/cm}^3$ 。

青白口纪: $K = \text{微弱}, J_r = \text{微弱}; \delta = 2.58 \text{ g/cm}^3$ 。

泰山岩群山草峪组: $K = 1\ 110 \times 4\pi \times 10^{-6}, J_r = 1\ 755 \times 10^{-3} \text{ A/m}; \delta = 2.78 \text{ g/cm}^3$ 。

磁铁矿: $K = 142\ 000 \times 4\pi \times 10^{-6}; J_r = 85\ 000 \times 10^{-3} \text{ A/m}; \delta = 3.45 \text{ g/cm}^3$ 。

磁化倾角: 51.96° 。

其中“微弱”的参数在反演中让其接近于零。

该反演剖面中布格重力异常呈典型的倾斜台阶异常特征,初步推断为断层所致。以 4 000 m 测点附近为界,向北为高密度地质体抬升,向南为高密度地质体下降,从其布格重力异常曲线的变化梯度较缓的特征分析,高密度体与低密度体的倾斜界面角度较缓,即倾斜界面向南缓倾。初步推断应该是切割基底的大断裂构造造成高密度地质体如此分布。重力场特征反映了该剖面泰山岩群高密度基底北高南低的倾覆特征,即上覆于基底之上的古近纪管庄组和元古代低密度沉积盖层自北向南厚度逐步增大。

该反演剖面中,高精度磁测剖面曲线显示在 2 000~4 000 m 测点之间,有一明显的局部强磁异常,磁异常曲线呈北陡南缓状,反映了磁性地质体南倾的地质特征。结合区域岩石物性参数分析,位于 2 000~4 000 m 测点之间的磁异常,应为赋存于泰山岩群中的磁性地质体所致。

利用上述参数和分析建立地质模型,进行正反演模拟计算,计算结果表明(图 5),重力理论曲线与实测曲线拟合较好,在计算过程中,岩性界面的改变对重力曲线拟合精度影响较灵敏。由于磁铁矿与围岩具有明显的磁性差异,因此在计算过程中,磁性地质体位置的改变对磁力曲线拟合精度影响较灵敏。重力剖面对泰山岩群变质岩基底的起伏反映明显,由于磁性地质体规模相对较小,引起的重力异常不太明显。

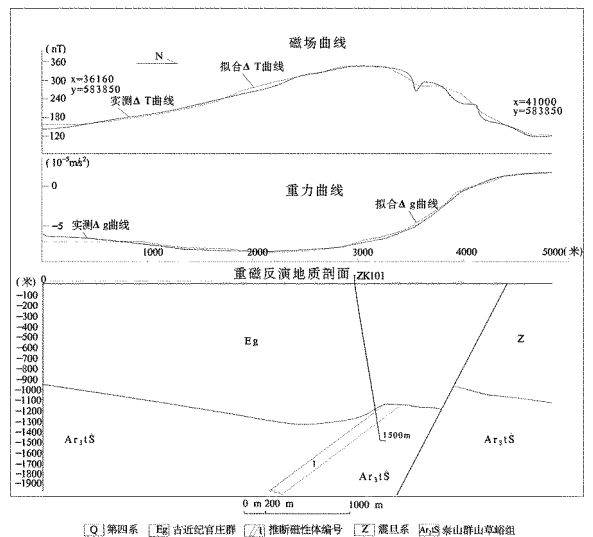


图 5 PM1 重磁联合反演剖面图

经过金维软件的正反演计算,得到了 PM1 重磁联合反演结果(图 5)。根据反演得到的磁性地质体

赋存特征, 布设了 ZK101 孔, 该孔在 1 286.88 m 处见到近 20 m 的磁铁矿体(图 6)。据此布设的 zk102 孔也见到了厚大磁铁矿体。程家村矿区找矿获得突破。

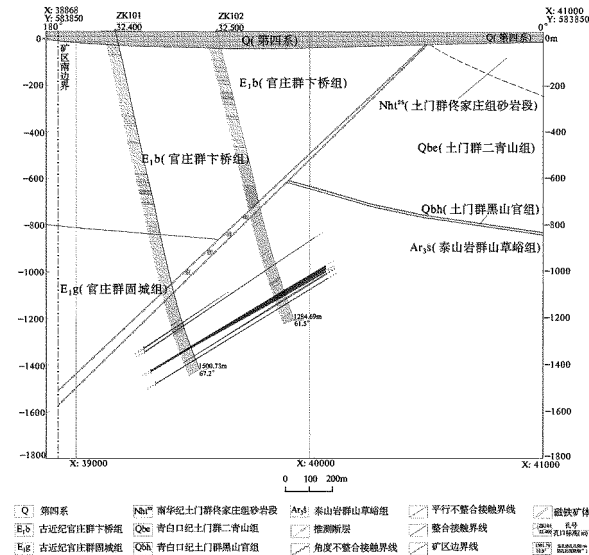


图 6 第 10 勘探线地质剖面图

由图 5 和图 6 对比分析可知, 重磁联合反演所得到的磁性地质体的位置、埋深、倾向等结果与实际所见矿体情况基本一致, 只是推断的断层位置与实际断层位置有一定的误差。不过从整体上看, 该次重磁联合反演还是取得了很好的找矿效果。

4 结论

通过在山东省苍山县程家村矿区开展重力、磁法勘探工作, 运用磁测扫描成果布设高精度重磁剖面, 利用磁测剖面切线法和重磁剖面联合反演等方法, 得到磁性地质体的赋存状态, 据此布设的钻孔成功在预定部位见矿。特别是通过磁测剖面切线法较精确地反演出磁性体顶板埋深和磁性体宽度, 为重

磁联合反演提供了依据; 进而利用已知的地质条件、磁参数和重力参数进行的重磁联合反演也较准确地反演出磁性地质体的产状和位置。上述成果为科学、合理的布置钻孔提供了依据, 减少了布置钻孔的盲目性, 从而节省了勘查成本。以上成果的取得也为在该矿区及周边区域磁铁矿勘查积累了找矿经验, 对在该区域寻找深部隐伏磁铁矿具有指导意义。

参考文献:

- [1] 张旭, 安仰生. 物探方法在寻找苍山县王埭沟隐伏铁矿床中的应用[J]. 山东国土资源, 2009, 25(7): 27-30.
- [2] 张旭, 甘延景, 梁栋彬, 等. 高精度重力磁法在苍山县沟西铁矿勘查中的应用[J]. 山东国土资源, 2009, 25(11): 31-34.
- [3] 焦森. 山东省苍山县兰陵深覆盖鞍山式铁矿找矿潜力评价[D]. 中国地质大学(北京), 2013: 25-44.
- [4] 张旭, 石凤凤, 冯超臣, 等. 深部隐伏沉积变质型铁矿床找矿模式初探——以苍山县沟西铁矿床为例[J]. 山东国土资源, 2013, 29(12): 18-21.
- [5] 李土雄, 马兆同, 赵法强. 浅谈 2.5D 磁法反演估算铁矿资源量的多解性[J]. 山东国土资源, 2011, 27(7): 36-40.
- [6] 李军, 王彦明, 王志亮, 等. 高精度磁测在格尔木市扎日玛日那西铁矿勘查中的应用[J]. 山东国土资源, 2015, 31(6): 60-63.
- [7] 张明君, 严加永. 重磁 3D 反演在新疆伊吾县宝山铁矿找矿增储中的应用[J]. 地质与勘探, 2014, 50(1): 156-161.
- [8] 陈炳锦. 地面高精度磁法在陕西南乡地区磁铁矿勘查中的应用[J]. 物探与化探, 2014, 38(6): 1129-1133.
- [9] 智云宝, 张贵丽, 王英鹏, 等. 高精度磁测在第四系浅覆盖区的应用——以山东省昌邑市德胜庄地区铁矿勘查为例[J]. 山东国土资源, 2014, 30(6): 73-76.
- [10] 郝兴中, 李英平, 杨毅恒, 等. 山东单县覆盖区铁矿特征及找矿方向研究[J]. 山东国土资源, 2014, 30(3): 57-62.
- [11] 时志永, 李凯成. 综合物化探方法在地质找矿及攻深找盲中的应用[J]. 物探与化探, 2014, 38(5): 910-915.
- [12] 张维, 张福斌, 张天龙, 等. 在第四系覆盖区如何辨别基性岩体与铁矿引起的重磁异常[J]. 物探与化探, 2014, 38(5): 895-900.

Application of Gravity and Magnetic Methods in Prospecting Buried Magnetite Deposit in Chengjiacun

QIU Guanghui¹, WANG Haijiao², ZHANG Hailiang¹, ZHAO Qingtao¹, ZHANG Chao¹

(1. Shandong Geological Prospecting Institute of China Chemical Geology and Mine Bureau, Shandong Jinan 250013, China; 2. Shandong Geo-engineering Exploration Institute, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: In order to verify aeromagnetic anomaly traps in Chengjiacun, the abnormal traps has been verified. Iron ore bodies show deep concealed occurrence, so the working method of "first carrying out geophysical exploration and then drilling" has been used in this area. By using ground high-precision magnetic measurement scanning,

plane shape and position of magnetic anomaly trap has been determined. High precision magnetic profile data has been inverted by using tangential section, and position and depth of strong magnetic geological bodies have been determined. Combining with the method of joint inversion of gravity and magnetic section, the occurrence of strong magnetic geologic bodies has been inferred. It will provide a basis for drilling verification. The above work has achieved good results. It is showed that the gravity and magnetic method is an important method in the exploration of deep concealed magnetite deposit.

Key words: ΔT magnetic anomaly; tangential inversion; gravity magnetic and seismic inversion; Chenjiacun iron deposit