

技术方法

山东苍山三合地区磁异常特征及地质意义

张春法^{1,2}, 郭宝奎^{1,2}, 梁太涛^{1,2}, 韩学林^{1,2}

(1. 山东省地质科学实验研究院, 山东 济南 250013; 2. 山东省金属矿产成矿地质过程与综合利用重点实验室, 山东 济南 250013)

摘要:通过对山东苍山三合地区高精度磁测磁异常的揭露,利用钻孔剖面对磁化强度的大小、磁性体的形态、磁性体的厚度进行反演和分析,认为研究区的磁异常是由该区辉绿岩磁性层引起的,并且辉绿岩层的上部相对较强磁性物质的富集对磁异常的影响更大;研究区辉绿岩层可能是普遍存在的;ZK02孔相对ZK01孔部位的辉绿岩层具有埋藏浅、磁性均匀、厚度变化小的特点。研究区磁异常的原因可能是成岩后局部断裂构造的活动,部分磁性块体边缘部位挠起引起的。

关键词:磁异常;磁法反演;辉绿岩;山东苍山

中图分类号:P318

文献标识码:A

山东省苍山县三合地区地处苍(山)-峰(城)铁矿成矿带东端,苍峰铁矿成矿带为一大型“鞍山式”磁铁石英岩型铁矿成矿带,规模较大,延伸较远^[1-7]。近年来,在苍峰铁矿成矿带周围开展了铁矿勘查工作,已相继发现并查明了尼河卓山、石门黄牛岭等多个铁矿区。但由于以往磁测找矿工作的目的是寻找埋藏浅、品位高、储量大的铁矿,而且磁测精度相对较低(磁测精度到15 nT),特别是对低缓磁异常的重视和研究程度不够。三合地区虽然以前进行过不同比例尺的磁测工作,但不系统,也没有对异常进行过验证,是沉积变质型铁矿找矿的有利靶区。该文在山东省苍山县三合地区铁矿普查工作的基础上^①,对其磁异常特征和分布规律进行了深入分析,解译了引起磁异常的原因,探讨了磁异常的地质意义。

1 地质概况

1.1 区域地质特征

该区大地构造位置属于华北板块(I)鲁西地块(II)鲁中隆起区(III)尼山隆起(IV)尼山-白彦凸起(V)南缘,南临枣庄-韩庄凹陷(IV)枣庄凹陷

(V)^[1,2]。区内新太古代至古生代地层发育齐全,褶皱、断裂构造发育,岩浆活动较弱。

区内地层主要为新太古界、新元古界、古生界及第四系。区内断裂构造较为发育,EW向断裂是控制该区地质发展的老构造,具有多期多次的活动特点。NW—NNW向断裂规模较大,斜贯全区。NE—NNE向断裂最为发育,成束成带多字型展布。城前-黄山断裂带、兰陵断裂带穿过研究区。区内岩浆岩不发育,侵入岩体为燕山早期的辉绿岩,新鲜面呈灰绿色,风化后呈灰褐色,细粒辉绿结构,块状构造,节理发育;显晶质,细一中粒,暗灰—灰黑色,常具辉绿结构或次辉绿结构。组成岩石的主要矿物粒度不等,大部分为0.3~1.5 mm,少量为2~3 mm。明显地切割早期的地质体,产状近直立,两侧部具细粒化边,围岩边部常见烘烤边。区内变质岩出露较少,岩性为黑云变粒岩、黑云斜长片麻岩、角闪片岩夹磁铁石英岩等,均为区域变质作用产物,赋存于泰山岩群山草峪组,形成结晶基底。局部遭受新太古代五台期南涝坡超单元和峰山超单元岩浆侵入。其原岩为一套正常沉积的泥砂质岩石组合,并夹少量基性火山岩或火山凝灰岩,变质程度为角闪岩相。

* 收稿日期:2013-03-29;修订日期:2013-05-28;编辑:王秀元

作者简介:张春法(1978—),男,江苏邳州人,工程师,主要从事岩矿测试与地质矿产勘查活动;E-mail:chunfazhang@163.com。

①山东省地质科学实验研究院,山东省苍山县三合地区铁矿普查报告,2011年。

1.2 地球物理特征

沉积岩类基本无磁性,一般不会引起磁异常。中等磁性的辉绿岩和具有中等磁性或中强磁性的变质岩,往往因规模大可引起区域性磁异常。铁矿床磁性比较高,可引起较强的局部磁异常^[8-13]。因此利用高精度磁测在该地区寻找规模较大的磁铁矿床,尚具有较好的地球物理前提。

在 1:50 万的航空磁测(ΔT)异常图中,枣庄-苍山成矿带上的磁异常呈 NWW 向,形态呈近圆形,异常值一般为 100~200 nT,与苍峰铁矿的地理位置完全一致。该异常带向东延伸至研究区,有一低缓磁异常,呈不规则状,异常值一般在 100 nT 左右。对比苍峰铁矿的磁异常,虽没有其异常值高,但从地质方面可以理解为研究区为第四系覆盖,苍峰铁矿出露在地表,因此,表现出来的异常值相对较低。这说明研究区有成矿的可能性。

2 磁异常特征

2.1 高精度磁测特征

在研究区进行了 1:1 万高精度磁法测量,该区高精度磁测野外观测数据由计算机处理后,绘制了 1:1 万磁场 ΔT 等值线平面图(图 1)。由图 1 可以看出:该区大部分地段磁场比较平稳,全区以 51 000 nT 正常场作为改正值所显示的 ΔT 值一般在 -100~450 nT 之间变化;而 ΔT 值在 -100~150 nT 之间变化的磁场,主要展示在 ΔT 值在 150~450 nT 之间变化的高磁场的北侧,为斜磁化引起。总体看,该区磁场值东南高(ΔT 值在 150~450 nT 之间变化),西北低(ΔT 值在 150~250 nT 之间变化),反映了沉积地层由东南向西北增厚,而 ΔT 值在 150~450 nT 之间变化的高磁场,反映了地层隆起及辉绿岩脉、岩体的大范围侵入、分布以及基底磁性异常体的综合反映。

综合分析,研究区内圈定具有一定规模、磁场强度较高的磁异常 2 处,编号为 CY-1, CY-2(图 1)。

CY-1 磁异常分布在研究区中东部,赵家堡村东南。以 ΔT 值 300 nT, 350 nT, 400 nT, 450 nT, 500 nT 为等值线圈定的异常,长大约 500 m(向东未封闭)、宽 300 m,走向 90°,倾向 S。反映了相对高磁场, ΔT 最高值为 526 nT。

CY-2 磁异常分布在测区西南部,鲁房村东。

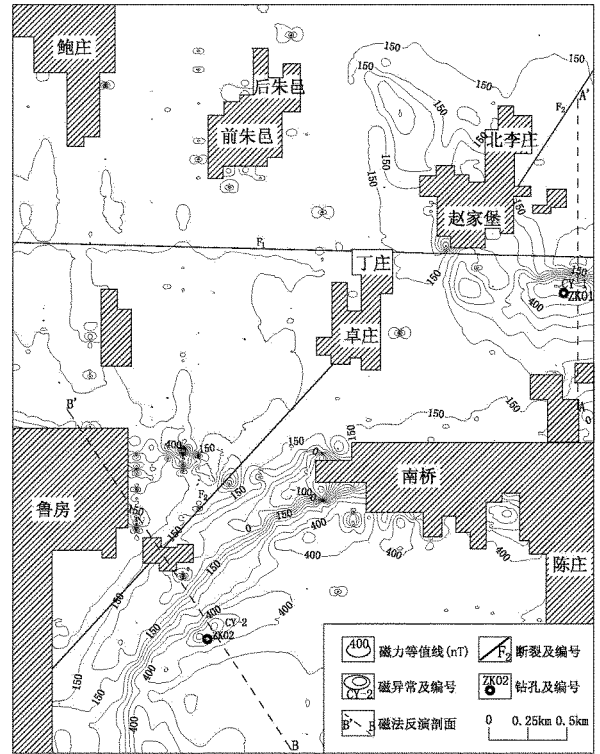


图 1 1:1 万高精度磁测 ΔT 等值线平面图

以 ΔT 值 400 nT, 450 nT, 500 nT, 550 nT 为等值线圈定的异常,长约 1 000 m、宽 150 m,走向 75°,倾向 SE。反映了相对高磁场, ΔT 最高值为 570 nT。

2.2 钻孔磁化率测定

针对 1:1 万磁场 ΔT 异常区施工了 2 个钻孔,均没有揭露到磁性铁矿体,但是均穿过了较厚的辉绿岩体。为了揭露磁异常的原因,对施工的 2 个钻孔的辉绿岩层进行了磁化率测定。

2.2.1 ZK01 钻孔辉绿岩层的磁化率

ZK01 钻孔具有磁性的辉绿岩位于 175.45~486.70 m 区段,测得 13 个深度段的标本,磁化率变化范围 $68 \times 10^{-5} \sim 7\,728 \times 10^{-5}$ SI(表 1),算术平均值 $2\,904 \times 10^{-5}$ SI。

2.2.2 ZK02 钻孔辉绿岩层的磁化率

ZK02 钻孔中,辉绿岩位于 83.4~246.35 m 区段,测得 6 个深度段的标本,磁化率变化范围 $433 \times 10^{-5} \sim 4\,806 \times 10^{-5}$ SI(表 2),算术平均值 $2\,960 \times 10^{-5}$ SI。

ZK01 孔与 ZK02 孔磁化率值基本一致,反映两孔辉绿岩中含磁铁质成分的相近性。

表 1 ZK01 钻孔辉绿岩层的磁化率

标本 编号	深度 (m)	ZK01 孔磁化率(10^{-5} SI)				备注
		1	2	3	4	
	175.45					上界面
B1	186.00	8320	8748	5531	8311	7728
B2	195.50	4798	7981	6781	5839	6350
B3	222.10	2484	2235	2018	2021	2190
B4	238.60	1324	1551	744	1237	1214
B5	270.20	1040	1316	251	911	880
B6	320.30	5765	6778	3077	4274	4974
B7	361.30	2966	2377	2322	1533	2300
B8	399.40	2866	3015	2217	1440	2385
B9	414.80	51	54	112	53	68
B10	431.50	1011	784	546	1576	979
B11	440.10	2304	2704	2303	1316	2157
B12	464.20	2483	7691	2498	2133	3701
B13	485.80	3043	3185	3608	1495	2833
	486.70					
	平均值					2904
						下界面

表 2 ZK02 钻孔辉绿岩层的磁化率

标本 编号	深度 (m)	ZK02 孔磁化率(10^{-5} SI)				备注
		1	2	3	4	
	83.4					上界面
J2-1	102.6	5662	4044	5122.00	4397	4806
J2-2	124.5	3073	3041	3041.00	2854	3002
J2-3	150.4	5194	5052	4523.00	4267	4759
J2-4	179.57	2418	2393	1577.00	939	1832
J2-5	208.2	416	371	328.00	617	433
J2-6	239.95	2916	2922	2922.00	2963	2931
	246.35					
	平均值					2960
						下界面

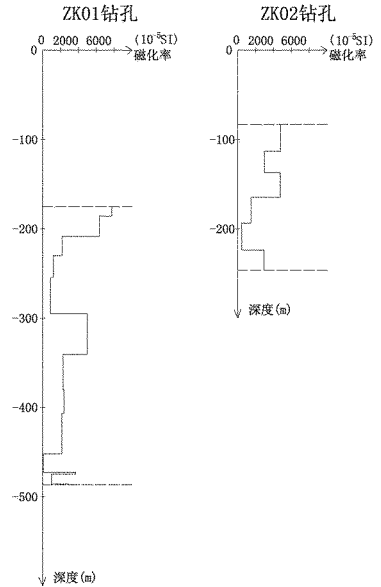


图 2 钻孔深度-磁化率关系柱状图

没有测量剩余磁化强度。为了利用该磁参数对钻孔区磁异常进行定量反演计算,需要对该岩石的剩余磁化强度有一个估计,对以往岩性相类似的岩石标本进行统计,相类似的岩石剩余磁化强度与磁化率的比为 0.7~0.9,取辉绿岩该比值 0.8。因而辉绿岩的磁性 ZK01 钻孔磁化率 2904×10^{-5} SI,剩余磁化强度 2323×10^{-3} A/m;ZK02 钻孔磁化率 2960×10^{-5} SI,剩余磁化强度 2321×10^{-3} A/m。

磁化强度原则上等于感应磁化强度与剩余磁化强度的矢量和。剩余磁化强度均是估算,故设成顺层磁化,则磁化强度为感应磁化强度与剩余磁化强度的标量和。该区地磁总场强度取 51 500 nT,那么,该区辉绿岩的磁化强度为 3817×10^{-3} A/m。实际上,由于矢量的叠加作用,其数值小于标量和所计算的值。

3.2 磁性地质体的属性

为了解磁性地质体属性,通过 ZK01 孔、ZK02 孔做了 2 条磁法反演剖面,分别为 AA' 和 BB' 剖面。
3.2.1 AA' 磁法反演剖面

图 3 中 AA' 剖面磁化强度变化示意图是磁性层厚度在与钻孔控制厚度一致的情况下,磁化强度随磁测剖面曲线变化的图示。由图 3 可以看出,磁化强度的强弱与磁场曲线的高低成正比。磁异常曲线高峰值区对应的磁化强度为 5000×10^{-3} A/m;低峰值区对应的磁化强度为 400×10^{-3} A/m;高峰值的左

3 磁异常解译

3.1 钻孔深度与磁化率

图 2 为钻孔磁化率随深度变化关系柱状图。由图 2 可以看出,ZK01 钻孔在辉绿岩段磁性层中,磁化率随深度增加而降低,而且 2~3 个次级脉动叠加在该总体变化趋势上,每个次级脉动也具有随深度增加磁性减弱的变化。反映了该辉绿岩的侵位可能具有 2 次以上。ZK02 钻孔总体上磁化率随深度变化与 ZK01 孔相似,只是该区段磁性相对均匀,脉动幅值较小而缓,反映了 ZK02 可能更靠近辉绿岩层的侵位中心,具有相对稳定的热源。

从图 2 可知:相对强的磁性岩石位于磁性层的浅部或者每个脉动次的上部,反映了岩浆侵位时,外层岩浆冷却速度高于岩浆内部。

此次仅对 19 块辉绿岩标本进行了磁化率测定,

由两剖面的反演结果可知,磁异常区都是磁性体的富集、加厚部位,总体向南(或东南)缓倾,异常的两侧接近正常场区,磁性体的厚度由南向北(或向西北)磁性层渐厚。可能岩浆侵位时,边缘与中心部位冷却速度不一致造成的局总磁性差异。从两剖面磁性层厚度对比可知,BB'剖面厚度变化小,厚薄相对均匀。磁异常区磁性层处于相对浅而厚的部位,可能是由于辉绿岩磁性层遭受后期局部断裂构造破坏,磁性层北降南升造成的。从磁化率反演的角度看,ZK02 钻孔附近的辉绿岩磁性层比 ZK01 钻孔附近的辉绿岩磁性层磁性均匀且磁化强度较高。

4 磁异常地质意义

根据磁异常值(高出背景值 300 nT),矿区圈出 2 个辉绿岩体。辉绿岩呈岩床侵入,侵入于震旦纪灰岩中,侵入时代为中生代燕山早期。辉绿岩为辉长辉绿结构,块状构造;岩石主要由斜长石、辉石及蚀变暗色矿物组成,少量黑云母,副矿物有磁铁矿、磷灰石等。

由图 1 可以看出,在 CY-1 异常处,辉绿岩体长约 580 m,宽约 350 m,呈 EW 走向。从 ZK01 钻孔的岩心来看,175.45~486.70 m 为辉绿岩,铅直厚度为 311.25 m,推断 CY-1 异常中心处辉绿岩厚度为 220.05 m。CY-2 异常处,辉绿岩体呈 NE—SW 向分布,长约 3 000 m,宽约 1 700 m,从 ZK02 钻孔的岩心来看,83.40~246.35 m 为辉绿岩,铅直厚度为 163.95 m,推断 CY-2 异常中心处辉绿岩厚度为 115.91 m。

从 ZK01 钻孔辉绿岩体部位采集了部分样品,进行了 TFe 和 mFe 分析,化验结果见表 3。

表 3 样品分析结果

样品原编号	$\omega(\text{TFe})/\%$	$\omega(\text{mFe})/\%$
H01	8.86	0.69
H02	12.66	3.75
H03	12.21	3.57
H04	9.20	0.63
H05	9.16	1.12
H06	9.75	0.78
H07	8.41	0.58

由表 3 可以看出,辉绿岩中含有少量磁铁矿,TFe 最高 12.66%,最低 8.41%,平均 10.04%;mFe 最高 3.75%,最低 0.58%,平均 1.74%。

通过对辉绿岩磁性层的厚度、磁化强度的大小、

磁性体的形态反演结果分析认为 ZK01 孔、ZK02 孔所处的磁异常是由该区辉绿岩磁性层引起的,引起磁异常的原因可能是成岩后局部断裂构造的活动,部分磁性块体边端部位挠起引起的。研究区未见深部强磁性体引起的磁异常显示,结合钻探验证结果,认为研究区内目前寻找鞍山式铁矿的意义不大。

5 结论

(1)通过 ZK01 孔、ZK02 孔的 AA',BB'剖面对辉绿岩磁性层的厚度、磁化强度的大小、磁性体的形态反演结果分析认为:ZK01 孔、ZK02 孔所处的磁异常是由该区辉绿岩磁性层引起的,并且辉绿岩层的上部相对较强磁性物质的富集对磁异常的影响更大。

(2)研究区辉绿岩层可能是普遍存在的。ZK02 孔相对 ZK01 孔部位的辉绿岩层具有埋藏浅、磁性均匀、厚度变化小的特点。

(3)研究区未见深部强磁性体引起的磁异常显示,引起磁异常的原因可能是成岩后局部断裂构造的活动,部分磁性块体边端部位挠起引起的。

参考文献:

- [1] 曾广湘,吕昶,徐金芳. 山东铁矿地质[M]. 济南:山东科学技术出版社,1998,49-89.
- [2] 孔庆友,张天祯,于学峰,等. 山东矿床[M]. 济南:山东科学技术出版社,2006,291-350.
- [3] 安仰生,韩廷宝,刘邦君,等. 山东苍山王垵沟铁矿床地质特征及找矿方法探讨[J]. 山东国土资源,2008,24(8):40-43.
- [4] 徐兴军,王娥. 山东省苍山县沟西—西官庄铁矿成矿规律探讨[J]. 东华理工大学学报(自然科学版),2012,35(4):62-67.
- [5] 郭宝奎,熊玉新,孙斌,等. 山东苍山县凤凰山铁矿铁品位统计分析[J]. 山东国土资源,2012,28(11):13-16.
- [6] 张旭,安仰生. 物探方法在寻找苍山县王垵沟隐伏铁矿床中的应用[J]. 山东国土资源,2009,25(7):25-28.
- [7] 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):28-30,33.
- [8] 王亚清. 磁异常数据处理在冀东铁矿中的应用[J]. 地质与资源,2010,19(1):71-73.
- [9] 赵法强,曹秀华,庞绪贵,等. 高精度磁测在单县龙王庙地区铁矿调查中的应用[J]. 山东国土资源,2011,27(8):23-27.
- [10] 李庆阳,王艳梅,邓霜岭. 新疆若羌县阿尔金山脉里维齐明隐伏铁矿床地面磁异常特征[J]. 物探与化探,2010,34(3):286-288,293.
- [11] 李洪普. 青海东昆仑那陵郭勒河东铁矿床磁异常特征分析[J]. 地质与勘探,2009,45(3):304-311.

- [12] 霍光辉. 高精度磁测在山西省繁峙吐楼铁矿区勘探中的应用[J]. 山东国土资源, 2010, 26(9): 24 - 27. 探测中的应用研究——以泥河铁矿为例[J]. 地质学报, 2012, 86(6): 948 - 960.
- [13] 匡海阳, 吕庆田, 张昆, 等. 多种电磁测深技术在深部控矿构造

Magnetic Anomaly Characteristics and Its Geological Significance in Sanhe Area of Cangshan County in Shangdong Province

ZHANG Chunfa^{1,2}, GUO Baokui^{1,2}, LIANG Taitao^{1,2}, HAN Xuelin^{1,2}

(1. Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences, Shandong Jinan 250013, China; 2. Shandong Provincial Key Laboratory of Geological Processes of Metallic Resources and Resource Utilization, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: In this paper, based on high precision magnetic survey in Sanhe area of Cangshan county in Shangdong province, by using drilling profile, magnetization intensity, size and thickness of the magnetic anomaly have been inversed and analyzed. It is regarded that magnetic anomaly of the study area is caused by magnetic layers of diabase in this area, and the upper part of the diabase has stronger effect to magnetic anomalies than relatively strong magnetic materials. Diabase layers may be widely developed in study area. Diabase layers in ZK02 drilling pole has the characteristics of shallow buried depth, uniform magnetic and small variation in thickness than in ZK01 drilling pole. Magnetic anomalies caused by deep strong magnetic have not been seen in study area. The origin of magnetic anomaly may be the activity of regional fractured structure, part of the magnetic block edge end part scratched up after rock forming.

Key words: Magnetic anomaly; magnetic inversion; diabase; Cangshan county of Shangdong province