

# 质子旋进磁力仪在钒钛磁铁矿勘查中的应用

蓝海洋 郑柱王密  
(辽宁省冶金地质勘查局地质勘查研究院)

**摘要:**通过论述 G856F 质子旋进磁力仪在马达加斯加东北部钒钛磁铁矿勘查工作中的应用,介绍了国产物探高科技产品——G856F 质子旋进磁力仪在国外寻找磁铁矿的可应用性、快捷性、准确性。

**关键词:**质子旋进磁力仪;马达加斯加;钒钛磁铁矿;勘查

**中图分类号:** P631.3<sup>+</sup>25 **文献标识码:** B **文章编号:** 1674-6082(2009)05-0127-03

## 1 引言

AMBATONGDELAZAKA 钒钛磁铁矿体位于马达加斯加岛国(以下简称马国)东北部,行政区隶属于阿穆巴通得拉扎卡市,其地理坐标:东经:48°31′~48°33′30″;南纬:17°45′~17°47′30″,属于南半球低纬度地区。经实地考察,该矿床断续延长约 4km,宽约 1km,具备运用磁法测量找矿条件。故 2007 年 7 月在对该矿床进行地质勘查时,使用国产 G856F 质子旋进磁力仪作 T 总场相对测量,对国产磁力仪在国外寻找具有磁性矿种的可应用性试验,达到预期的地质找矿效果。

## 2 工作区地质概况

### 2.1 地层

区内地层可划分为前寒武纪变质岩系及近代沉积物两部分。

(1)前寒武纪变质岩系。由 Vohibory 变质岩系与 Graphite 变质岩系组成。Vohibory 变质岩系:以片麻岩为主体,又可进一步划分为:白云母片麻岩(MGn)、黑云母片麻岩(BGn)、矽线石片麻岩(SGn)、辉石片麻岩(PGn)、角闪辉石岩(AP)、石榴石片麻岩(GGn)和少量的云母片岩。地层呈近南北或北西走向展布,倾向以西或南西为主,东或北东次之,倾角 40°~80°,变化较大。

Graphite 变质岩系:由含透辉石、角闪石、绿帘石片麻岩、混合岩、云母大理岩(MGn)、含石榴石或角闪石混合岩(BAm)、花岗质混合岩、含石榴石长英质片麻岩(LGn)、黑云母混合岩(Bmi)和磁铁石英岩(Mq)组成。此变质岩系围绕上述 Vohibory 变

质岩系全区发育。地层呈近南北向展布,倾向以西或南西为主,倾角 20°~70°。

(2)近代沉积物。主要为第四系冲积层分布在湖泊、河流及洼地等处。

### 2.2 岩浆岩

区内岩浆岩是前寒武纪结晶基底的组成部分,主要岩性为辉长岩( )、似层状辉长岩和花岗辉长岩( )。其中辉长岩、似层状辉长岩以透镜状岩株形态分布在工作区中部的变质岩系中,岩体出露面积约 20km<sup>2</sup>,长 10km,宽 1~1.5km,总体走向北西-南东,倾向北东,倾角 45°~85°。岩体层状构造明显,结晶分异作用清晰,矿物成分相似,且有明显的变化规律,也是钛铁矿的富存层位。此外,区内还有规模不等的辉石岩、蛇纹岩橄榄岩和绿岩,分布在中北部的变质岩系中。

### 2.3 构造

该区构造主要表现为在前寒武纪变质岩系中的紧密变形构造,形成同斜紧密褶曲构造。断裂构造主要有北东向一组断裂,对矿体起破坏作用。

## 3 G856F 质子旋进磁力仪简介

20 世纪 50 年代中期,帕卡德和互里安首先发现在一线圈内装满水溶液并向线圈通以强电流,当极化电流突然中断后的大约 1s 内,在线圈上可测出音频信号,信号的频率正比于外磁场,从而发明了 V-4910 质子旋进磁力仪,而 G856F 质子旋进磁力仪是我国在引进的基础上,开发、研制的一种带有微机处理、高分辨率的、国内最先进的、智能质子磁力仪之一。主要由探头、探头连接杆、信号电缆、工作背带及相关的数据传输电缆等。

## 4 磁法测量工作

马国属于地质勘查程度与研究程度较低的国家

蓝海洋(1979-),男,四川广安人,助理工程师,114002 辽宁省鞍山市。

之一(地质、物探、化探等方面),并且第四系覆盖较厚,项目组能收集地质资料很有限,故此次物探磁法测量工作(质子旋进磁力仪的使用)均是结合国内磁法测量经验,根据马国实际情况,边试验、边摸索、边工作。

表 1 特性参数测定结果统计表

岩(矿)石名称	块数	磁化率 $k \times 10^{-6} \text{ SI}$		余磁 $J_r \times 10^{-3} \text{ A/m}$		余磁倾角 $Q/(^\circ)$	余磁偏角 $\delta/(^\circ)$
		变化范围	几何平均值	变化范围	几何平均值		
钕钽磁铁矿	34	5800~39905	21376	389~214142	28716	-30	30
辉长岩	9	475~2615	1226	496~1824	1202		
磁铁辉长岩	1	10040		1716			

由物性参数测定结果看:钕钽磁铁矿磁性最强。围岩辉长岩呈弱磁性。个别近矿围岩含磁铁辉长岩磁性稍强,磁化率达  $10040 \times 10^{-6} \text{ SI}$ 。因此在该区寻找钕钽磁铁矿具备磁性物理前提。

4.2 G856F质子旋进磁力仪的试验工作

由于测区位于南半球低纬度地区,在对测区进行正式磁测工作前,结合国内磁法找矿经验,在工作区内选择了一条穿过矿体露头的剖面,进行了多次仪器探杆最佳高度选择、探头位置摆放、仪器重复性及技术方法有效性等试验工作。

4.3 基点选择

本次磁法工作总基点选择驻地附近,磁场水平梯度和磁场垂直梯度变化小,在半径 2m、高差 0.5m 范围内,磁场变化不超过 1nT/m,附近没有磁性干扰物,磁场强度 34 190nT。坐标东经:48°22'50.8" 南纬:17°52'0.1"。校正基点选择在测区边缘磁场平稳的辉长岩中,便于仪器性能的检查,磁场强度 34 500 nT。坐标东经:48°32'03.6" 南纬:17°44'33.9"。

4.4 磁法剖面测线的布设

因工作内地形起伏较大,冲沟较多,磁法工作采用非规则网,网度 200m ×10m。剖面线方位 43.8°,用国产手持 GPS76进行导向、定位。共布设磁测剖面 23条,各剖面端点坐标见表 2。

4.5 磁法测量工作及室内工作

磁法测量使用 G856F质子磁力仪作总场( $T$ )测量。仪器精度 0.5nT。每天工作前和工作结束后在校正基点进行两次观测读数,早晚基点观测误差不能超过 10nT,否则全天工作作废。

当天野外工作结束后,利用 G856F质子磁力仪自带的数据传输线和专用软件,将每天取得的野外数据导入计算机,按  $T = T(\text{观测值}) - T(\text{总基点值})$  计算总场相对值,用计算机按正 1:5000比例尺的剖面平面图和等值线平面图。因属强磁测量,故

4.1 岩(矿)石物性特征确定

该区大面积被第四系覆盖,岩(矿)石露头很少,只在测区内的沟谷中出露辉长岩、钕钽磁铁矿,共采集了钕钽磁铁矿定向标本 34块、辉长岩标本 10块,其物性参数测定结果见表 1。

绘制图件时未对野外数据进行其他改正。

表 2 磁法剖面端点坐标

起点	东经	南纬	终点	东经	南纬
0/0	48°31'9.3"	17°45'35.8"	120/0	48°31'38.9"	17°45'08.6"
0/1	48°31'13.9"	17°45'40.6"	120/1	48°31'43.5"	17°45'13.4"
0/2	48°31'18.5"	17°45'45.4"	120/2	48°31'48.1"	17°45'18.2"
0/3	48°31'23.1"	17°45'50.2"	120/3	48°31'52.7"	17°45'23.2"
0/4	48°31'27.7"	17°45'55"	120/4	48°31'57.3"	17°45'28"
0/5	48°31'32.3"	17°45'59.8"	120/5	48°32'1.9"	17°45'32.8"
0/6	48°31'44.4"	17°45'56.2"	135/6	48°32'20.1"	17°45'22.1"
0/7	48°31'41.5"	17°46'09.5"	120/7	48°32'11"	17°45'42.5"
0/8	48°31'46.1"	17°46'14.3"	120/8	48°32'15.6"	17°45'47.9"
0/9	48°31'50.2"	17°46'19.2"	120/9	48°32'20"	17°45'52.1"
0/10	48°31'55.2"	17°46'24.2"	120/10	48°32'24.7"	17°45'57"
0/11	48°31'59.7"	17°46'28.9"	120/11	48°32'29.4"	17°46'1.5"
-2011	48°31'54.6"	17°46'33.4"			
0/12	48°32'4.3"	17°46'33.6"	120/12	48°32'33.9"	17°46'6.7"
-20/12	48°32'59.3"	17°46'38.3"			
-20/13	48°32'3.9"	17°46'43.2"	120/13	48°32'38.4"	17°46'11.4"
-20/14	48°32'8.5"	17°46'48"	120/14	48°32'43"	17°46'16.3"
-20/15	48°32'13.1"	17°46'52.8"	120/15	48°32'47.5"	17°46'21.1"
-20/16	48°32'17.7"	17°46'57.6"	120/16	48°32'52.1"	17°46'26"
-20/17	48°32'22.3"	17°47'2.4"	120/17	48°32'56.4"	17°46'30.7"
-20/18	48°32'26.9"	17°47'7.2"	120/18	48°33'01.2"	17°46'35.8"
-20/20	48°32'35.9"	17°47'16.8"	120/20	48°33'10.4"	17°46'45.3"
-20/21	48°32'40.4"	17°47'21.8"	120/21	48°33'14.9"	17°46'50.2"
-20/19	48°32'31.5"	17°47'12"	120/19	48°33'5.8"	17°46'40.5"
-20/22	48°32'44.9"	17°47'26.5"	120/22	48°33'19.6"	17°46'54.9"

4.6 完成工作量及质量评述

地面磁法测量工作历时两个月,共完成磁测剖面 23条,总长 30.55km,控制面积约 5.76km<sup>2</sup>,磁测物理点 3 255个。采集物性标本 44块。

本次磁测工作按“地面磁法勘查技术规程”《DZ/T0144-1994》要求执行。野外观测检查工作量 200个物理点,占总工作量的 6.5%。其均方误差 =9.2nT,物性参数测定检查 4块标本,占总标本的 11%。磁化率  $K$  相对误差 13.0%。剩余磁化强度  $J_r$  相对误差 12.1%。磁偏角绝对误差 3.6°。磁倾角绝对误差 0.8°。本次磁法工作各项指标均符合规范要求,取得的物探基础资料是可信的。

#### 4.7 取得的物探成果及解译

经过两个月的地面磁法测量工作,在测区内圈定 5 个有一定规模的钒钛磁铁矿异常带: $M_1$ 、 $M_2$ 、 $M_3$ 、 $M_4$ 、 $M_5$ 。现分述如下:

$M_1$  异常带位于测区北西 0~10 剖面线,异常带呈现西南狭长中间向北东凸出,宽缓的条带状异常特征。异常带走向北西,长约 1.9 km,宽约 20~500 m,  $T$ 极大值 5204 nT。

$M_2$  异常带位于测区中部,7~14 剖面线,1 000 nT 等值线自行封闭。异常带总体走向北西,长约 1.4 km,宽约 20~500 m,  $T$ 极大值 3604 nT。

$M_3$  异常带位于测区南东,13~19 剖面线,1 500 nT 等值线形成北西走向,不规则带状异常,异常带长约 1.2 km,宽约 150~360 m。  $T$ 极大值 4 444 nT。

$M_4$  异常位于测区南东,17~20 剖面线,1 000 nT 等值线自行封闭。等值线疏缓,异常走向北西,长约 420 m,宽约 100~160 m,  $T$ 极大值 2 124 nT。

$M_5$  异常位于测区南东,20~22 剖面线,走向北西,长约 250 m,宽约 20~100 m,  $T$ 极大值 2 383 nT。异常等值线密集,两侧中间均有负磁场。

通过地表填图及槽探验证,并结合水系沉积物测量结果,上述 5 个异常带均是由钒钛磁铁矿矿体引起,其中在  $M_1$  狭长异常带上断续出露多处钒钛磁铁矿露头,矿体最宽处宽 40~60 m,推断该异常带为多层钒钛磁铁矿引起; $M_3$  异常带北部幅值较强,

形成两个扁豆状高值异常,在该异常区见有钒钛磁铁矿露头,异常带南部异常比较低缓,根据本区地质情况,在该区 15~16 剖面的磁异常之间见有钒钛磁铁矿露头,结合磁异常特征,推断、解释认为  $M_3$  异常为钛磁铁矿引起,矿体在北部分为两层向上翘起,向南侧伏,厚度有逐渐增大的趋势;而  $M_2$ 、 $M_4$ 、 $M_5$  3 个异常带中也存在多条 3~10 m 的矿体,经取样分析品位较高,根据本区地质情况,推断、解释认为 3 个异常是由规模相对较小的钒钛磁铁矿引起,初步估算工作区内钒钛磁铁矿资源量 0.7 亿~1 亿 t,成功地为马国寻找了一个大中型钒钛磁铁矿基地。

#### 5 结 语

G856F 质子旋进磁力仪是我国在引进的基础上开发、研制的一种带有微机处理的、高分辨率的、国内最先进的智能质子磁力仪之一,仪器性能稳定、轻便,操作简单、灵活、快捷,测量读数稳定、精度高,通过在马国 AMBATON DELAZAKA 钒钛磁铁矿体磁法测量中的应用,充分证明了国产磁力仪在国外寻找具有磁性矿种的可应用性,其性能完全可以与国外同类的、高价位的产品相媲美。但也存在不足,建议提高 G856F 质子磁力仪的梯度容限,拓展磁力仪的应用范围,拓展仪器对测线、点号的输入功能,使仪器更人性化。

(收稿日期 2009-01-16)

## ·信息平台·

### 钢铁“限产令”预计下半年见效

产能过剩的钢铁行业正面临整肃。近日工信部发布了钢铁业整肃措施——《关于遏制钢铁行业产量过快增长的紧急通报》,首次提出对不顾市场需求盲目扩大生产的钢铁企业,要商业银行减少或停止贷款。对此,中国钢铁工业协会秘书长单尚华表示,中钢协正在会同有关主管部门商讨落实“限产令”的具体措施,通过差别电价、控制流动资金贷款等措施限制中小型钢厂盲目扩大产能,预计“限产令”有望 2009 年下半年初显成效。

据介绍,我国每月对于进口铁矿石的实际需要仅为 3 000 万 t 左右,而根据海关总署最新公布的 4

月份统计数字,我国铁矿石当月进口量达到了 5 700 万 t,几乎是实际需求的一倍之多。这主要是由于铁矿石进口中间商为了追求即时利益,大量进口、囤积铁矿石,导致了国内码头出现铁矿石严重积压的局面。可见,对于国内铁矿石中间贸易商进行监管已成为刻不容缓之事。对此,单尚华表示,现在中钢协正在与商务部、五矿商会研究对中间商的具体监管办法。“原则上的监管措施是提高门槛、规范运作。对于小倒、二倒、三倒类型的中间商要坚决杜绝,不给他们销售铁矿石的资质。国内中间商的数量绝对不能像现在这么多、这么滥。”