

综合物探方法在锰矿勘查中的应用

赵雪娟¹, 孙中任¹, 李明阳²

(1. 沈阳地质矿产研究所/中国地质调查局 沈阳地质调查中心 辽宁 沈阳 110034 ;

2. 成都理工大学 地球科学学院 四川 成都 610059)

摘 要 :锰矿的物理性质和化学性质一般与围岩没有明显差异 ,决定了锰矿的勘探难度。尤其是埋深较大、后期改造强烈的矿床 ,勘探难度更大。在陕南汉中宁强一处锰矿勘查中 ,利用传统物探手段 ,打破常规勘探思路 ,利用综合物探方法 ,最后取得较为理想结果。实例结果说明 ,地面高精度磁测不能简单地认为一定有要有传统理念意义上的磁性差异 ,关键的问题在于如何去应用和解释 ;火山沉积型锰矿也不是传统思想上的没有激电异常 ,而是有足够强的信号 ,完全可以根据激电异常指导深部地质勘查工作。同时 ,还要注意到 ,深部地质勘查工作离不开综合物探勘查技术。大胆使用综合物探勘查技术 ,才可能提出新的找矿勘查空间和新的找矿勘查方向。

关键词 :综合物探 ;锰矿 ;地面高精度磁测 ;激电异常 ;陕西省

APPLICATION OF COMPREHENSIVE GEOPHYSICAL PROSPECTING METHOD IN EXPLORATION OF MANGANESE DEPOSITS

ZHAO Xue-juan¹, SUN Zhong-ren¹, LI Ming-yang²

(1. Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, CGS, Shenyang 110034, China;

2. College of Earth Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract : There is little difference between the physical and chemical properties of manganese orebodies and those of their wallrocks. That means the exploration for manganese deposits is difficult, especially for those with deep burial and intense reformation. In the manganese prospecting in Ningqiang area of Shaanxi Province, with traditional geophysical measures but unconventional ideas, a satisfied result is obtained. The practice shows that the magnetic difference is not necessarily desired for high-precision ground magnetic survey. The key is to apply and explain properly. The volcanic sedimentary type of manganese deposits is not without IP anomaly as that described by traditional theory. Instead, the IP signal is strong enough to guide deep exploration.

Key words : comprehensive geophysical exploration; manganese deposit; high-precision ground magnetic survey; IP anomaly; Shaanxi Province

0 引言

锰作为一种黑金属,广泛应用于现代工业中,尤其是钢铁工业。由于矿床类型、矿种以及围岩的不同,锰矿的勘探方法和程序也有着很大的差别。锰矿的物理性质和化学性质一般与围岩没有明显差异,决定了锰矿的勘探难度。尤其是埋深较大、后期改造强烈的矿床,勘探难度更大。本文介绍陕南汉中宁强一处锰

矿勘探中利用传统物探手段,打破常规勘探思路,最后取得较为理想结果的综合物探方法应用的实例。

研究区自上世纪 70 年代开始就由多家单位进行过不同程度的锰矿勘查。由于锰矿体多处出露,地表走向十分清晰,加之其为海相沉积型,被认为其赋存形态容易描述和判断。因此人们根据地表人工工程揭露的产状进行深部工程验证部署,但是验证的结果均不理

收稿日期 2013-02-26 修回日期 2013-04-07 编辑 张哲

基金项目 :中国地质调查项目“区域地球物理调查成果集成与方法技术研究”(编号 1212011120916)资助。

作者简介 :赵雪娟(1965—),女,工程师,现主要从事物探、化探、遥感在地质矿产工作的应用研究,通信地址 沈阳市皇姑区黄河北大街 1 号。

想. 最后的结论都是锰矿延深不大、规模有限。

20 世纪中后期,个别技术人员也曾尝试使用地面磁法测量辅助矿产勘查工作. 但由于锰矿体与围岩磁性差异不大,磁测工作从开始就信心不足. 最后的结论是:物探方法在本区无效。

笔者认为:当今的地面高磁度磁测已非传统的磁测方法. 仪器由磁铁机械式转换成质子式,分辨率已经由原来的几 nT 提升至 0.1 nT. 因此,传统观念的磁性差异已经远远不能满足新式磁测方法的理念要求. 甚至可以从科学角度讲,任何两种不同物质都存在磁性差异,目前我们需要的仅仅是对这种差异的标定和判识。

因此,笔者大胆地在研究区设计了地面高精度磁测、地面激电中梯扫面和激电测深. 目的是利用传统的综合物探方法辅助锰矿勘查,在地质观察、地质描述、矿体产状、矿体形态等方面由综合物探方法提出一点异议,从而找到锰矿勘查的新思路,解释以往锰矿勘查过程中无法解释海相沉积型与深部检查矿体“全部尖灭”这种矛盾。

1 勘探区地质特征

勘探区位于秦岭山脉南坡,为中山区,地形切割中等. 海拔高程一般为 900~1000 m,最高 1240 m,最低 740 m,相对高差 500 m。

在大地构造位置上属秦岭褶皱带(一级单元)大巴山元古宙凹陷带(二级单元). 处于勉县略阳元古宙隆起(三级单元)内. 南部与阳平关-勉县大断裂和大巴山元古宙凹陷带之宁强凹陷(三级单元)相隔,北部以略阳-褒城大断裂与秦岭加里东褶皱带为邻. 在区域上处于勉、略、宁三角地带西南部。

1.1 地层

区内出露地层主要有前震旦系浅变质火山-沉积岩系大安岩群($Pt_{1-2}d$)和碧口岩群($Pt_{2-3}bk$)、震旦系浅变质沉积岩南沱岩组[$Z_{1n}(M)$]、陡山沱岩组[$Z_{2d}(M)$]、灯影组(Z_{2dn})。

大安岩群($Pt_{1-2}d$)主要岩石类型有灰绿色变玄武岩、变(基性)玻屑凝灰岩、灰色火山角砾-集块熔岩及浅绿色绿帘阳起片岩、辉石细碧玢岩、变安山-玄武玢岩,褶皱厚度 821.05~1345.15 m. 与上覆碧口岩群和震旦系以韧性剪切带或剪切面理相接触。

碧口岩群($Pt_{2-3}bk$)为灰绿—绿灰色变质基性凝灰岩,其原岩类型以基性凝灰岩、玄武岩为主,角砾熔岩、火山角砾岩、凝灰质砂岩较少. 可见大理岩、碧玉岩,其

层位总体位于酸性岩之下,褶皱厚度 1579.20 m。

另一亚群为浅灰—灰色变质中酸性—酸性火山岩,其原岩以酸性凝灰岩、流纹岩、角斑岩、凝灰质砂岩为主,有少量酸性集块熔岩,英安岩、安山岩少见,其层位偏上,褶皱厚度 1154.98 m。

南沱岩组[$Z_{1n}(M)$]主要为灰色块状砾岩、砂砾岩、含砾凝灰质粗砂岩等,与陡山沱岩组为剪切面理接触. 砾石成分以硅质岩为主,偶见花岗岩和灰岩砾石. 褶皱厚度为 24.25~380.5 m。

陡山沱岩组[$Z_{2d}(M)$]由下向上分为 3 个岩段. 第一岩段主要为灰色中粗粒长石石英杂砂岩夹少量凝灰质绢云粉砂质板岩. 第二岩段主要为灰—深灰色绢云粉砂质板岩、绢云千枚岩夹浅灰色薄层变质长石石英细砂岩和粉砂岩条带,褶皱厚度 578.9~939.7 m. 第三岩段主要为灰色薄层状泥质灰岩、微晶灰岩,夹有硅质条带,底部为深灰—灰黑色含炭绢云粉砂质板岩,以产锰矿为特征. 可见菱铁矿、泥灰质结核和黄铁矿条带,邻幅还采有大量藻类化石。

灯影组(Z_{2dn})以厚层块状白云岩、白云质砂屑灰岩为主. 厚度 58.5~1262.50 m. 受加里东期顺层拆离滑脱构造影响,灯影组底部多被拆离断层破坏。

1.2 构造

研究区内褶皱主要为由雪花太坪向斜、东皇沟背斜、汉王山向斜组成的复式褶皱. 它们同是印支期的产物. 复式向斜的枢纽向 40~50°倾伏,倾伏角近水平,轴面高角度倾向北西。

断裂主要为脆性断裂,主要是燕山—喜马拉雅期地壳浅层—表层的碎裂构造,切割了印支—燕山期及以前的所有构造线和地层. 有的是继承早期韧性剪切带发育而成的,长度 1~5 km 不等,宽数米,以发育碎裂岩为特征. 按断层展布方向,主要有近东西向、北东东向、北西向。

2 岩石地球物理性质

本次工作采集了测区内主要的 8 种 71 块岩性标本(见表 1)。

测量结果清晰表明:锰矿与围岩相比有明显的幅频率异常,异常值是背景值的 2 倍以上. 不过,电阻率却没有明显的差异. 说明利用幅频率有可能区分出锰矿与围岩. 利用电阻率可能无法测量出岩性的差别。

同时,采用高斯第二位置测定了岩性标本的磁性参数,并统计了各岩性的磁化率和剩余磁化强度(见表 2)。

表 1 研究区岩石电性参数测定统计表

Table 1 Parameters of electrical measurement for the rocks in studied area

岩矿石名称	样品数	幅频率 $f/\%$		电阻率 $\rho/\Omega\text{m}$	
		变化范围	均值	变化范围	均值
绿泥变质安山岩	4	1.74~2.69	2.31	42.76~63.12	54.73
凝灰质砂岩	14	1.64~3.07	2.31	13.03~76.02	53.09
绿泥变质闪长岩	9	1.32~3.14	2.01	43.34~86.09	62.63
绿帘绢云母蚀变岩	11	1.05~4.79	2.69	11.99~84.50	42.69
泥质灰岩	5	2.68~3.66	3.11	22.63~80.59	58.66
玄武岩	7	2.17~2.41	2.29	48.08~64.37	56.62
锰矿石	10	6.28~8.25	7.42	44.29~72.58	55.45
绢云母石英千枚岩	11	1.97~3.64	2.82	54.41~83.67	65.77

表 2 研究区岩石磁性参数测定统计表

Table 2 Parameters of magnetic measurement for the rocks in studied area

岩矿石名称	样 品 数	$K/10^{-6}\cdot 4\pi\text{SI}$		$J_r/(10^{-3}\text{A/m})$	
		变化范围	均值	变化范围	均值
绿泥变质安山岩	4	437.35~1964.80	1221.80	7.14~52.20	27.45
凝灰质砂岩	14	489.11~8751.77	1839.41	6.24~134.67	34.65
绿泥变质闪长岩	9	582.50~9459.90	2864.59	6.87~311.65	71.54
绿帘绢云母蚀变岩	11	113.47~6851.33	1696.61	9.31~59.16	27.86
泥质灰岩	5	242.08~1576.04	888.17	10.54~61.97	29.60
玄武岩	7	191.05~132781.29	42640.71	92.37~40168.71	9413.75
锰矿石	10	65.01~1550.82	535.59	5.24~65.10	22.79
绢云母石英千枚岩	11	77.36~11741.52	4069.21	11.64~536.15	176.11

结果表明 锰矿石与围岩比较 具有弱磁特征 而且这种差别较大. 以半无穷空间的公式计算 以 15 nT 为可识别的异常 以 52000 nT 为基本地磁场 那么 锰矿与砂岩的异常值可达 424.7 nT. 可见 磁测的结果完全可能把锰矿从砂岩中分离出来.

3 综合物探的结果

对地面磁测数据做了化极处理. 从化极磁异常图(图 1)上看 工作区有南北成块、东西成带的分布特征 最明显的是从南到北波浪形的条带状负磁异常. 这一条带状负磁异常成为全区最明显的特征. 综合分析化极图 在研究区的南端负异常带与河流相吻合 说明河流侵蚀了容易破碎的岩石. 但研究区的中部负异常

带恰恰与河流不吻合 而与锰矿体吻合得很好. 该段也是本区锰矿的主体.

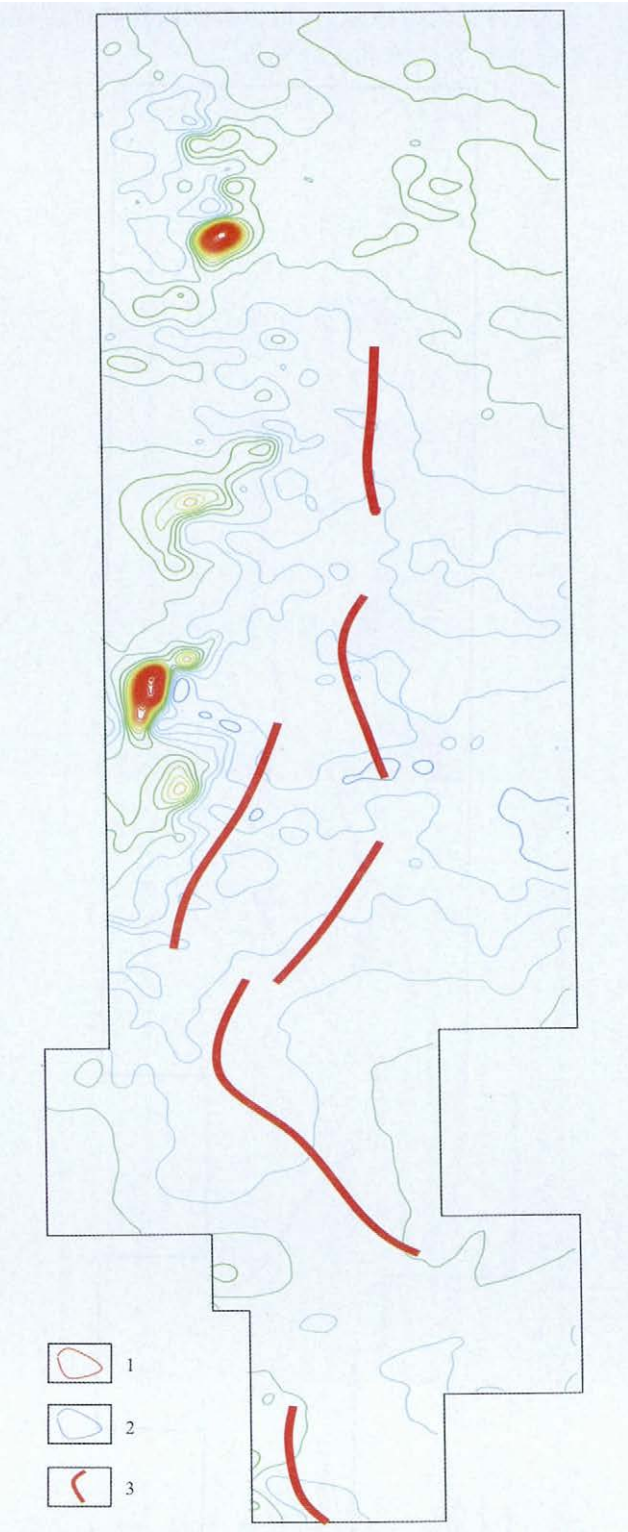


图 1 研究区高精度磁测 ΔT 化极等值线图

Fig. 1 The reduction-to-pole contours of ΔT by high-precision magnetic survey in the studied area

1—正磁异常(positive magnetic anomaly) 2—磁异常负(negative magnetic anomaly) 3—Mn 矿体(Mn orebody)

为了观察近地表岩石的磁性特征,对磁测数据做了高通滤波(图2).由于该图表征的更多的是近表的岩石磁性,将其与矿体套合,可以看到磁性特征直接指示了锰矿的存在位置和走向趋势.

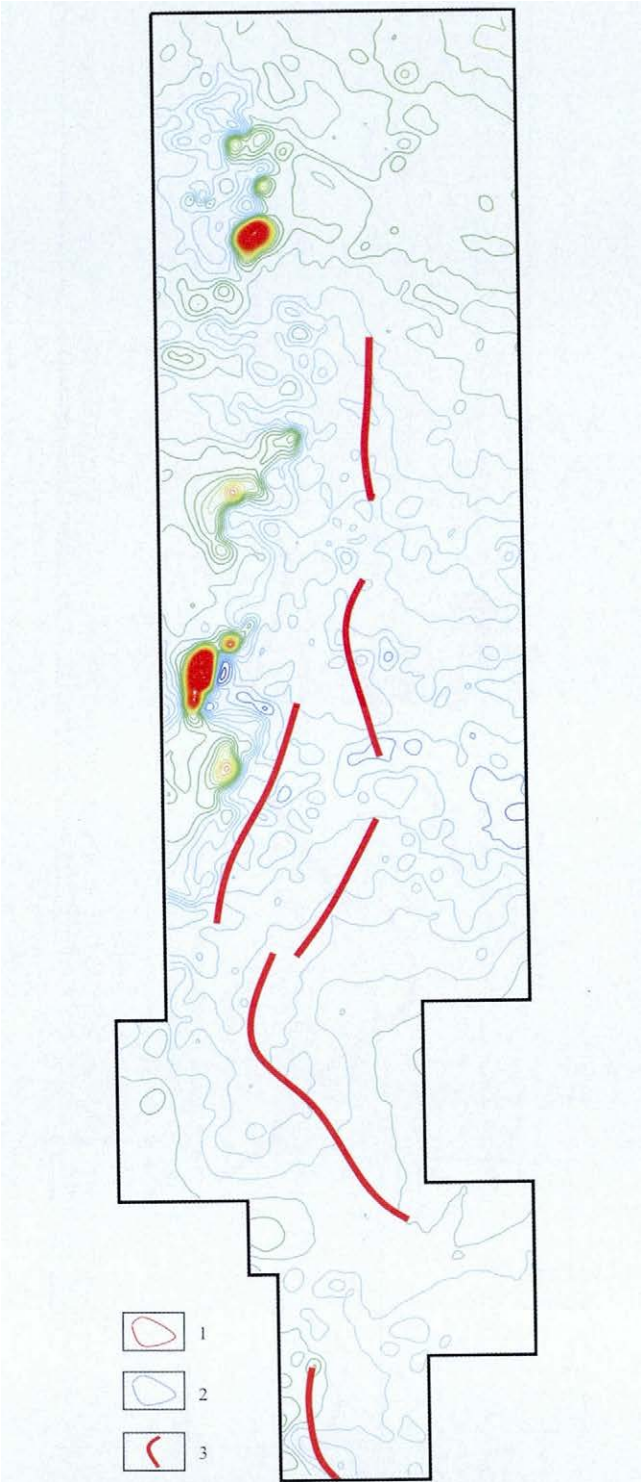


图2 研究区高精度磁测 ΔT 高频异常等值线图

Fig. 2 The high frequency signal contours of ΔT by high-precision magnetic survey in the studied area
1—正磁异常(positive magnetic anomaly) 2—磁异常负(negative magnetic anomaly) 3—Mn 矿体(Mn orebody)

在已完成的激电面积工作中,测区视幅频率异常大多为平缓异常区,幅频率一般不超过 5%. 但大于 5.5% 的异常有非常明显的串珠状展布规律,且与已知锰矿体非常吻合,说明锰矿体可以引起激电异常(图3).

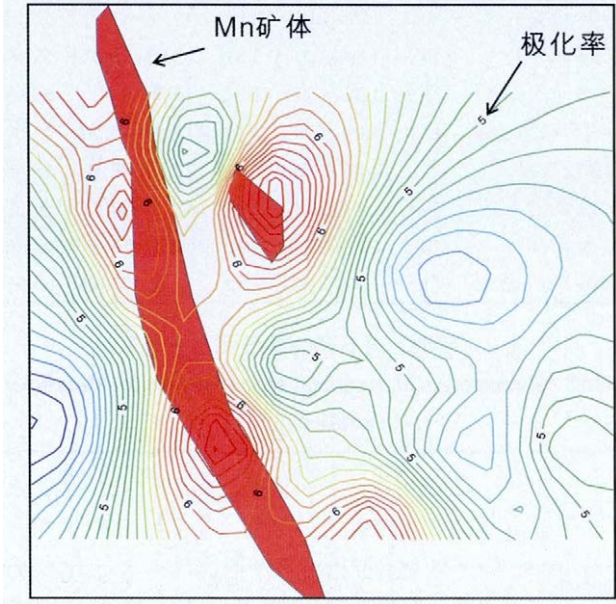


图3 研究区双频激电与锰矿的关系图

Fig. 3 The relation between dual-frequency IP and manganese deposit in the studied area

在上述成果基础上,在主矿体的中心地段布置了激电测深断面. 激电测深点 7 个,分别对应 254~266 点,点距 20 m. 采用三级装置,无穷远为 3000 m,供电电极距最大取 450 m,测量电极最大为 10 m. 采用单对数坐标完成电测深断面图(图4).

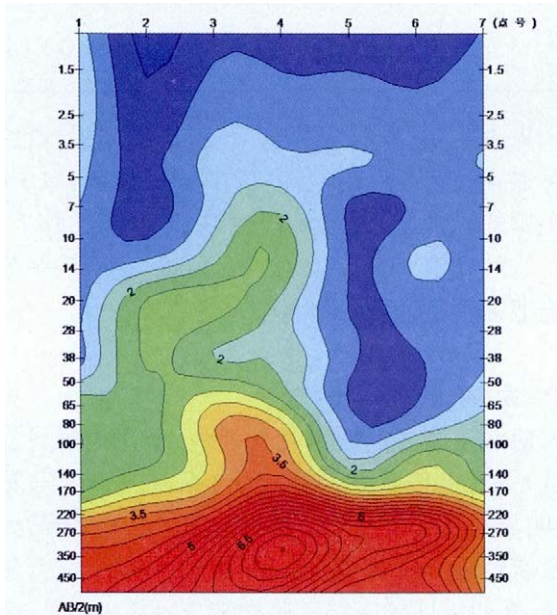


图4 激电测深极化率断面图

Fig. 4 The polarizability profile of IP sounding

在第3~4点之间, AB/2为70 m处出现一高值幅频率异常, 形态陡立; 在第4点, AB/2约300 m处形成一高极化率异常圈闭中心, 异常形态规则, 为平躺的似椭圆形, 中心幅值7.3%。

利用激电测深结果, 推断矿体深部并不是过去一直认为的似板状以较陡的倾角赋存, 而是在200 m左右形成向斜的核, 而转向另一方向, 从而形成了向斜的另一个翼(图5)。这样也就可以合理地解释一直以来在地表见矿的左侧深钻不能截到矿体的原因。

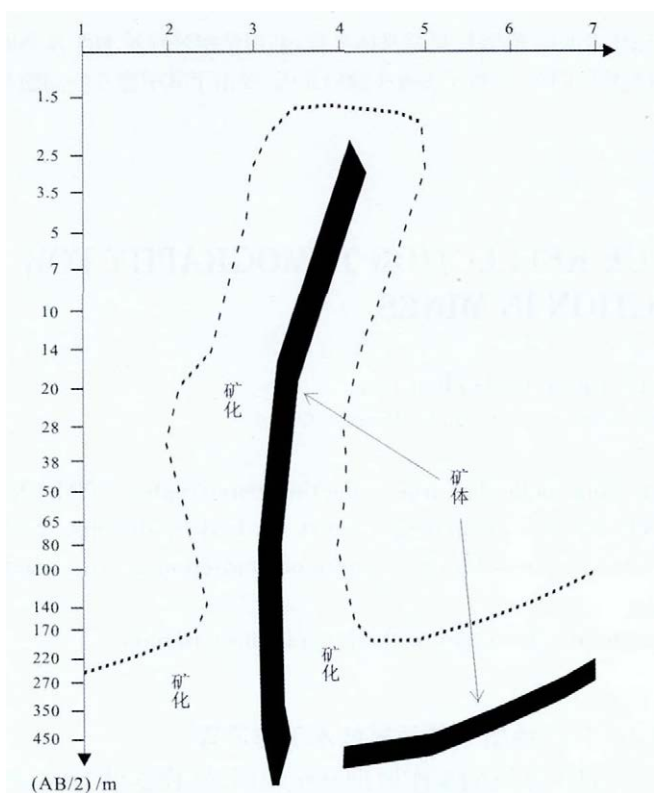


图5 激电测深推断矿体断面图

Fig. 5 Profile of orebodies inferred by IP sounding

利用此次综合物探解释的结果, 在70 m中段的平硐布孔, 于孔深75 m处见锰矿体, 倾角近直立, 初见反转的迹象。地质人员最终也接受了矿体属向斜。

这样的结果不仅对以前深孔不见矿有了合理的解释, 同时也被新孔所验证, 更重要的是开辟了该区锰矿

勘查新的空间和方向。该向斜的另一翼正是已有几十年开采史的黎家营锰矿, 这也为该区的锰矿勘查带来了新的成矿理念。

4 结论

该区综合物探的应用再一次证明, 地面高精度磁测不能简单地认为一定有要有传统理念意义上的磁性差异, 关键的问题在于如何去应用和解释。火山沉积型锰矿也不是传统思想上的没有激电异常, 而是有足够强的信号, 完全可以根据激电异常指导深部地质勘查工作。同时还要注意到, 深部地质勘查工作离不开综合物探勘查技术。正是因为大胆地使用综合物探勘查技术, 才可能提出新的找矿勘查空间和新的找矿勘查方向。

参考文献:

- [1] 孙中任, 赵雪娟, 黄永卫. 浅谈常规数据处理在地面高精度磁测工作中的应用[J]. 地质与勘探, 2004, 40(Supp): 250—256.
- [2] 长春地质学院磁法教研室. 磁法勘探[M]. 北京: 地质出版社, 1979.
- [3] 国家地质总局. 地面磁测工作规范[M]. 北京: 地质出版社, 1978.
- [4] 孙文珂. 我国金属与非金属矿物探的回顾与展望[J]. 地球物理学报, 1997, 40(Supp): 351—361.
- [5] 罗鹏, 曹新志. 金属矿产浅部矿与深部矿产出特征及勘查技术方法的对比研究[J]. 地质与资源, 2009, 18(4): 304—308.
- [6] 管志宁. 我国磁法勘探的研究与进展[J]. 地球物理学报, 1997, 40(Supp): 299—307.
- [7] 杨文采. 应用地球物理数据处理与分析[J]. 地学前缘, 1998, 5(1/2): 231—236.
- [8] 孙中任, 赵雪娟, 甄凡玉. 地面高精度磁测成图工作中异常分离重要性[J]. 物探与化探, 2007, 31(Supp): 43—46.
- [9] 杨可法. 中国的一种新锰矿类型——陕西省宁强县黎家营锰矿[J]. 地质与勘探, 1982(7): 24—26.
- [10] 杨可法. 陕西省勉略阳三角地带的锰、磷矿[J]. 冶金地质动态, 1994(5): 5—6.
- [11] 王宝金, 刘忠, 邢树文, 等. 吉林省铁矿找矿潜力及找矿方向[J]. 地质与资源, 2009, 18(1): 18—22.
- [12] 赵维俊, 闫国磊, 徐英奎, 等. 激发极化法在内蒙古阿荣旗矿产远景调查中的应用[J]. 地质与资源, 2012, 21(5): 474—477.