

浅谈常规数据处理在地面高精度磁测工作中的应用

孙中任^{1,2}, 赵雪娟², 黄永卫³

(1. 中国地质大学, 北京 100083; 2. 沈阳地质矿产研究所, 沈阳 110033;

3. 黑龙江省第一地质勘察院, 牡丹江 157005)

[摘要] 通过对工作实例的全面分析, 阐明了常规数据处理工作在当当地勘工作中的必要性、可行性及可探索性。

[关键词] 异常区 数据处理 磁异常

[中图分类号] P631.2 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2004)S0-0250-07

0 引言

磁法测量的数据处理几乎是随着磁法理论诞生的同时出现的。磁测数据处理是一种让人更直接、更方便识别异常的一种有效方法。数据处理不会创造异常, 可以说数据处理得出的异常特征, 在未处理的原始数据中以另一种特征形式存在着。但是许多人还存在着这样那样的误解, 他们要么认为数据处理可以产生异常(产生出你想要获得某种异常), 要么认为数据处理一无是处, 不进行数据处理只是一种数据上的锦上添花或曰添彩。更有非专业人士误解, 数据处理只是一种数字游戏。

笔者在实际工作中得出: 磁测数据处理是现代磁测勘查中必不可少的工作。应正确认识数据处理, 既不夸大, 也不低估其作用。对于一些常规的数据处理工作应给予正当的理解, 特别是应用地球物理勘探工作更是如此。

本文以黑龙江省虎林县小木河乡四平山岩金矿地面高精度磁测工作为例, 浅谈数据处理的必要性、有效性和可探索性。

1 矿区的地质概况

四平山岩金矿行政区划隶属于黑龙江省虎林县小木河乡, 地处虎林县与饶河县交界附近。是一处中小型矿床(已开采黄金 8t), 目前开采已近尾声。早在 20 世纪 40 年代日本人就曾关注过这一地区的

矿产。新中国成立后, 我国地质工作者也曾多次在这一地区开展勘查工作, 但由于勘探手段等原因, 直到 80 年代末期才又在本区开展 1:5 万水系沉积物测量、1:2 万土壤测量, 及金成矿远景调查工作。地面高精度磁测是在 1990 年金矿勘查工作的初始阶段进行的。这为矿区的地质填图, 控矿构造勘查识别, 矿体的赋存部位和产状的推断, 都起了重要的作用。

1.1 地层

区内出露地层有三叠系中统十八垸地组(T_2s)、三叠系上统大坝北山组(J_3d)和大佳河组(T_3dj)杂色硅质岩, 下部夹有粉砂质板岩, 在工区东部代王砬子一带出露; 三叠系上统一侏罗系下统大岭桥组(T_3-J_1d)含砾岩屑砂岩、粗一细粒砂岩夹硅质岩, 于工区中部四平山及以南地带出露; 侏罗系下统大架山组(T_1d)、白鹤山组(J_1b)及南大塔山组(J_1n)硅质砾岩、中粗岩屑砂岩、细砂岩、粉砂岩夹粉砂质板岩分布于工区南部边缘 417 高地一带, 为一组浅海相沉积建造; 侏罗系中统七虎林河组(J_2q)和裴德组(J_2p)、白垩系下统东山组(K_1dn)和皮克山组(K_1p)、白垩系上统大塔山林场组(K_2d)、四平山组(K_2x)砾岩、砂岩、岩屑砂岩、硅质岩、流纹斑岩主要出露于四平山周围; 第四系上更新统顾乡屯组(Q_3g)全新统温泉河组(Q_4w)及低漫滩堆积(Q_4s)则主要分布在工区北部七里沁河河谷中。

1.2 岩浆岩

矿区岩浆岩主要发育有三叠纪枕状熔岩和中侏

[收稿日期] 2004-09-10; [责任编辑] 余大良。

[第一作者简介] 孙中任(1963 年-), 男, 1986 年毕业于武汉地质学院, 获学士学位, 在读博士, 高级工程师, 现主要从事地质勘查工作中物化遥的应用研究工作。

罗世及白垩世火山岩。侵入岩不发育,仅有燕山早期花岗斑岩($\gamma\delta_{\pi k_1}$)。

1.3 构造

宏观上,矿区位于那丹哈达早中生代优地槽褶皱带的中段东部,近东西向七里沁河(五林洞河)断裂之南侧。南为七虎林河新生代断陷盆地。

本区先后经历了再生地槽、滨太平洋型大陆边缘活动阶段,其构造特点具明显的旋回性和继承性。褶皱断裂发育,地质构造复杂。

1) 线状褶皱

线状褶皱发育于上三叠统大坝北山组(T_3d)、大佳河组(T_3dj)、上三叠统一侏罗统大岭桥组(T_3-J_1d)的晚印支亚构造层内。在四平山北和西部由大坝北山组构成4个背斜、3个向斜构造。其间见有多条同期及晚期断裂构造,地层总体走向南北。在四平山西南及东部以大佳河组及大岭桥组构成褶皱构造,地层总体走向北北西,局部为北西向,受同期及后期断裂破坏呈支离破碎状,背斜核部为大佳河组硅质岩,地貌上呈山脊,两翼基本对称,轴部发育劈理,翼部发育层间揉皱或受牵引形成的平卧褶曲,向斜核部为大岭桥组(T_3-J_1d),多构成洼地或被现代河谷占据。褶皱一般呈线状延伸,一般长1~3km,最长4km,宽500~1000m不等。由于晚期断裂切割,保存多不完整。

2) 短轴向斜

短轴向斜发育于下侏罗统大架山组(J_1d)、白鹤山组(J_1b)、中侏罗统南大塔山组(J_2n)、独木河组(J_2d)构成的早燕山亚构造层内。该向斜轴向总体为北西向,两翼基本对称,倾角较缓,其边界多被断裂围限或被晚期火山岩掩盖,为典型的断陷盆地构造。

本区断裂构造十分发育,主要有北北西—近南北向、北东东和北东向断裂。其中北东东向平移正断层横贯全区,具有继承性和多期活动特点。印支期的断裂作用奠定了本区断裂构造的基本格架,早燕山期和晚燕山期断裂构造多在早期的基础上发展起来,继承了早期的破裂结构并改造了早期断裂性质,使之规模加大,性质更趋复杂。近东西向的断裂—七里沁河断裂,具拉张性质,它对早白垩世深源陆相火山活动起着诱发和控制作用,而北东向以及其与北西向断裂的复合部位则构成晚白垩世火山喷发和含矿热液运移通道。

1.4 矿床地质特征

四平山金矿赋存于白垩系上统四平山组地层

中,是由热泉作用形成的硅化带。根据产出的标高,矿床分为上、中、下三个含矿层:上部含矿层产于硅化带的上部,即硅质泉华中,下部含矿层产于硅化带下部似层状硅质脉—下硅质岩及硅化流纹斑岩中,中部含矿层产于泉胶砾岩中。

2 地面高精度磁测

地面高精度磁测原设计网度为200m×40m,为了取得较丰富的磁场信息,特别是对于一般矿体宽度只有一米至几米,赋矿构造也仅有几米、或十几米的金矿来说,40m点距无疑是过于稀疏。为此,在实际施工时网度更改为200m×10m(个别地段加密到100m×10m)。野外观测精度达到 ± 0.8 nT。

由表一可知,本区岩石磁性特征如下:

- 1) 本区岩性均属弱磁;
- 2) 各种岩性的磁性差异不大;
- 3) 各种岩性中砂砾岩感磁的变化范围最大;
- 4) 板岩无磁性;
- 5) 各种岩性剩余磁场强度相差不大。但砂砾岩剩余磁场强度变化范围较大。

表1 岩石磁参数统计一览表

岩性	统计块数	$K \times 4\pi \cdot 10^{-6} (SI)$		$J_r \times 10^{-3} A/m$		弱磁标本块数	标本总块数
		几何平均值	变化范围	几何平均值	变化范围		
流纹斑岩	2	439	327~590	37	28~50	16	18
斜长流纹斑岩	5	340	153~920	25	13~53	23	28
硅质岩	8	203	150~276	28	15~52	36	44
砂砾岩	8	406	98~1117	56	17~288	26	34
花岗斑岩						5	5
板岩						1	1
合计	23					107	130

图1为144线典型剖面的测量结果,其异常特征如下:

- 1) 区内磁异常很弱,一般不高于10nT,单从异常幅值看,应是高精度磁测非常理想的测区;
- 2) 磁异常具有规律性,特别是经过一阶趋势分析和插值滤波后的区域异常和局部异常。在“一阶趋势分析、插值切割以后低频场(区域异常)剖面图”上,砂砾岩总体呈现相对高幅值磁场特征,有别于其右侧的流纹斑岩。而“一阶趋势分析、插值切割以后高频场(局部异常)剖面图”上砂砾岩的磁场特征又是跳跃状的,又有别于其右侧的流纹斑岩;
- 3) 垂直梯度测量在本区与局部磁场(滤波后剩余磁场)的特征相似。在砂砾岩上方磁场皆表现为

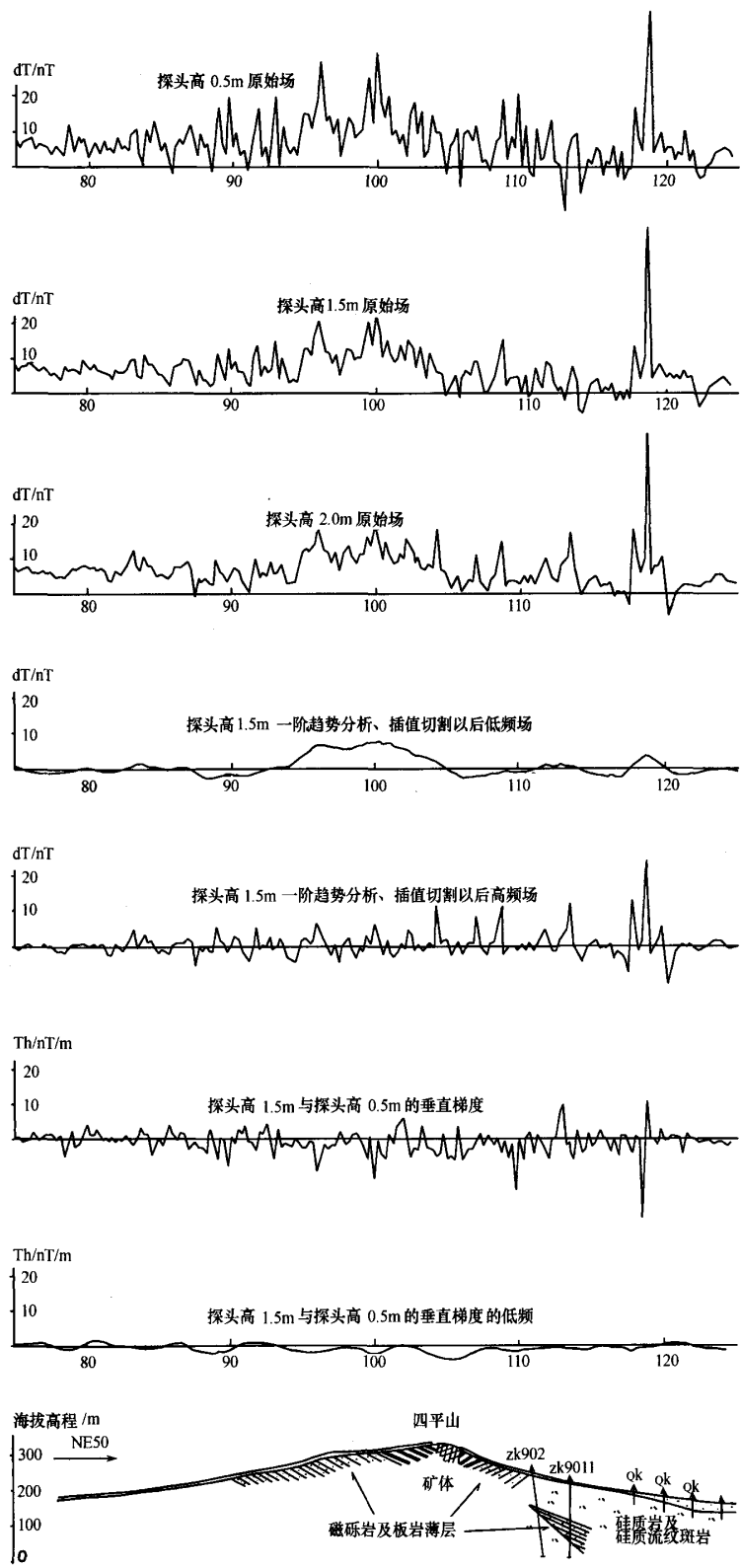


图 1 四平山金矿 144 线典型剖面图

跳跃状。但与地质剖面图比较,垂直梯度的跳跃状磁场的范围要比局部场所描述的和实际砂砾岩范围要大一些,不如滤波后局部场表现的那么好。说明了垂直梯度反映的是更浅的信息,而山坡下这种浅部的岩性无疑含有上坡砂砾岩的坡积物,从而造成了描述浅部岩性磁性特征的垂直梯度砂砾岩特征范围比深的原岩范围大。这是最终未采用梯度测量的原因之一;

4) 探头高度的差异,直接导致磁异常幅值的高低,特别是局部磁场(滤波后剩余磁场)的幅值影响更大。鉴于0.5m探头高度受浅部影响过大和操作难度增大的原因,致使全区采用1.5m探头高度测

量;

5) 由于金矿周围发育较强的硅化,从而出现低磁特征,与周围的砂砾岩有明显的差异,显示出金矿体难得的磁异常。

3 数据处理

为了更具体地说明,以下对本区宏观磁测结果及其数据处理结果分别示之。图2为原始数据经过了日变、高度、正常场和基本地磁场校正后的数据图件。除了看出磁场总体左高右低,中间磁场跳跃但界线又不十分明显这一特征以外。很难再总结出其他规律。

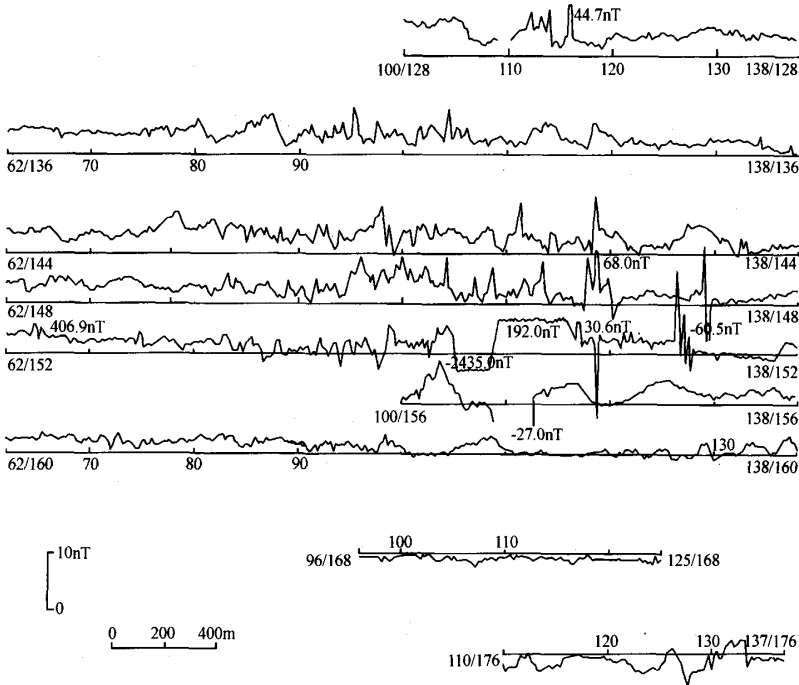


图2 四平山岩金矿地面高精度磁测 dT 剖面平面图

由于目前规范规定的基本场改正办法是,采用国际地磁参考场 IGRF 模型提供的系数,计算基本地磁场。所用的方法一般是高斯球谐分析方法。国际球谐系数是利用分布全球的 2000 余个基本地磁台观测的地磁数据拟合得出的,误差比较大,一般为 100~200nT。单就我国而言 29 个基本地磁台观测,误差为 ±146nT(王宣文,2001)。它很难改掉我们一般只有几千米跨度的工区范围的背景场。笔者决定对其进行低阶趋势分析,目的是在不影响宏观特征的前提下,剔除背景场。

图3即为采用一阶趋势分析后得到的背景场函数 $T(x,y) = 48.542 - 7.54685 \times 10^{-3}x - 0.249485y$

(nT) [$x \in (62 \times 8, 138 \times 8), y \in (128, 176)$] (为了数据处理方便,由于原测网点距为 40m,未留点号间隔,故实际工作时将原点号乘 8),从而得到的异常曲线。这张图就比较清晰地反映了区内的相对磁场特征。

可以看到,中间跳跃状磁场十分抢眼,而且界线明显。显然这一处有别于其他。从这个意义上讲,图2虽然是规范要求的图件,但对于异常解释来说,无疑在图3上可以做一些定性的解释工作了。

为了更好地展现这种磁场特征的差异。又对上面数据做了插值切割滤波处理,采用的切割半径为 30m,切割次数为 5 次。这种方法可以将不同波长

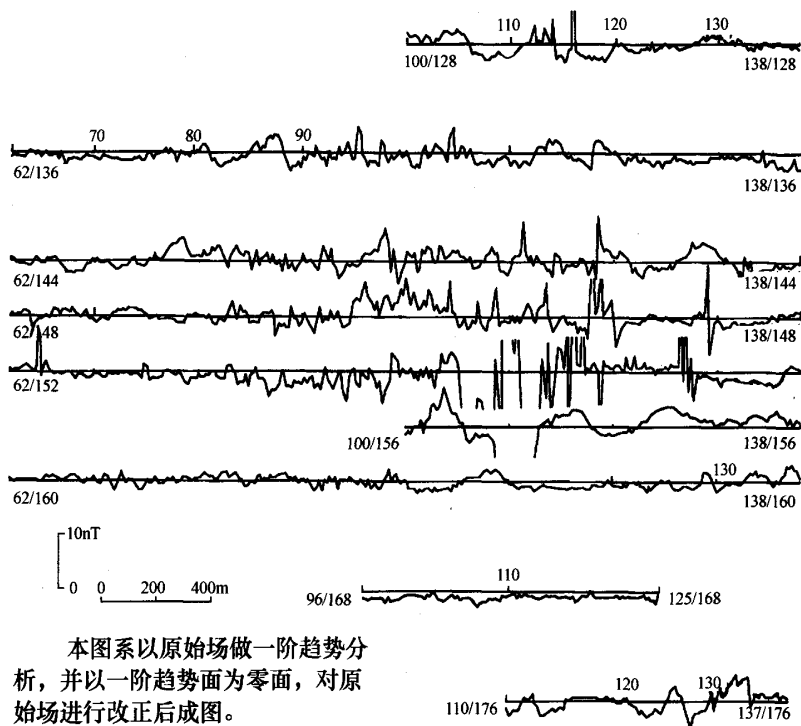


图3 四平山岩金矿地面高精度磁测 dT 一阶趋势分析后剖面平面图

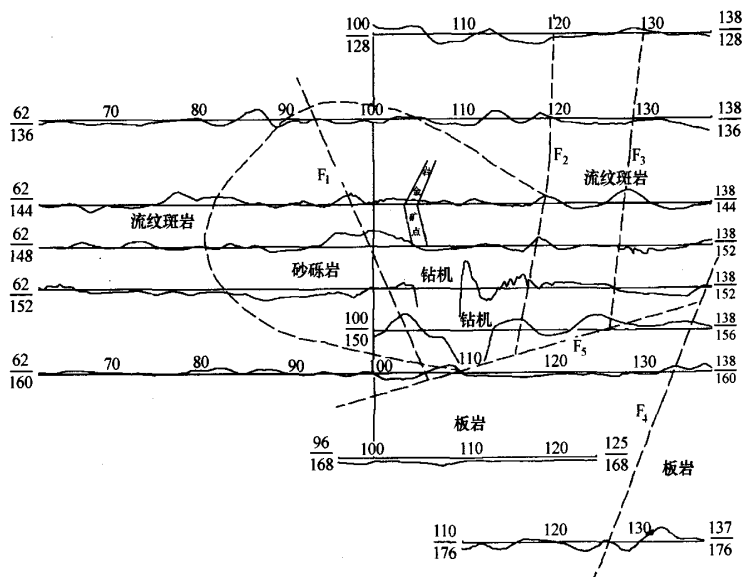


图4 四平山岩金矿地面高精度磁测 dT 滤波之低频磁场及推断成果图

的异常进行分离。图4、图5即是切割后分离出的区域磁异常和局部磁异常剖面平面图(内附推断构造图以及工作至今由地质人员填绘的地质图)。这两张图表现出板岩、砂砾岩和流纹斑岩的分布范围及界线十分明显。

在低频磁场剖面平面图上,砂砾岩既有高磁异常,但又有低磁异常,总体表现高低相间,幅值较大,这与砂砾岩磁参数测量结果相吻合,即砂砾岩总的看磁化率与流纹斑岩相差无几,但其变化范围大。流纹斑岩与砂砾岩的磁异常区别正是其虽然也是正

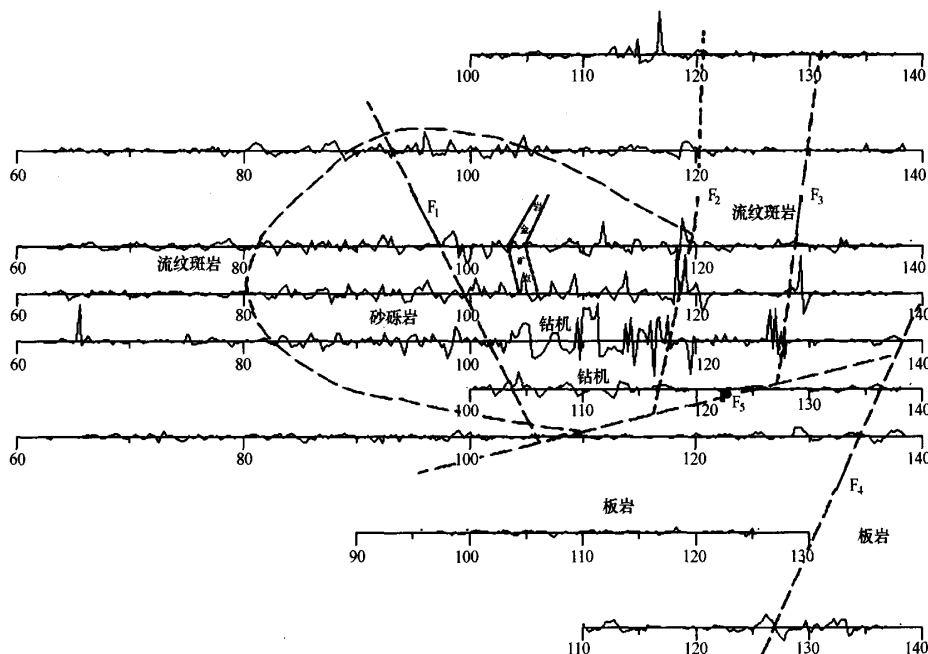


图5 四平山岩金矿地面高精度磁测 dT 滤波之高频磁场及推断成果图

负相间,但幅值不大。

168 线的板岩呈现出无磁岩性的平稳磁场特征。

176 线的地质填图板岩区,从磁测结果看更多地表现了流纹斑岩的磁性特征。笔者以为这也应是流纹斑岩区,是因为其于工区边部,与矿体较远,系地质工作程度较低所致。

在高频磁场剖面平面图上,砂砾岩区磁场总体亦表现高低相间,幅值大,磁场跳跃。这也与砂砾岩磁参数测量结果相吻合,除砂砾岩磁化率变化范围大外,这种跳跃状磁场也表现出了砂砾岩母岩剩余磁场强度大,砂砾岩沉积时剩磁方向无序的特征。流纹斑岩与板岩特征却十分相似,很难区分。它们与砂砾岩的区别明显,磁场跳跃不大,幅值小。

由此可见,不做滤波处理不易区分各种岩性、不易看出各种岩性的界线。数据处理后的高频磁场剖面平面图上可以容易区分砂砾岩与流纹斑岩、板岩。但流纹斑岩和板岩之间不好区分。低频磁场剖面平面图上可以容易区分板岩与流纹斑岩、砂砾岩。但流纹斑岩和砂砾岩之间却也不大好区分。就是说,高频、低频综合利用才最理想。

从图 4 中还能看出矿体正发育在砂砾岩区中较低的磁场区带,说明矿体受硅化及岩石破碎退磁所影响。这种低磁带或许暗示着隐伏的构造——所谓的容矿构造(笔者慎重起见未做推断)。更为难能万方数据

可贵是,当时完全是在地质工作程度很低的情况下,由磁场特征勾绘的地质图,与现在看到的地质图十分吻合,这无疑为后来的地质工作及矿体开采提供了极具价值的地质资料。

4 结 论

1) 常规数据处理在地勘工作中是必需的,切不可低估其作用;

2) 正是这些常规数据处理,使原本不十分清晰的特征清晰了,我们更容易区别异常;

3) 本例有的推断成果源自高频磁场剖面平面图,有的推断成果源自低频磁场剖面平面图。在其他工作中也许需要更多的数据处理,包括位场变换,这需要工作者按实际工作取舍数据处理方法;

4) 本例中磁异常幅值极低、所出露的几种岩性的磁性特征又各具千秋,从而出现了不可多得的磁场特征。这种磁性特征又是很典型的;

5) 200m 的线距网度在 152 线和 160 线间及其他几条测线间显得过稀,不利于磁场特征分区界线的厘定。

篇幅所限,对断裂推断以及插值滤波选用切割半径为 30m,切割次数为 5 次的理论依据本文未列。

[参考文献]

- [1] 黑龙江省地质矿产局. 黑龙江省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1993.

- [2] 李 铭,程美亭,孙中任. 黑龙江省虎林县小木河乡四平山岩金矿点地面高精度磁测报告[R],1990.
- [3] 李 铭,程美亭,孙中任. 黑龙江省虎林县小木河乡四平山岩金矿点地面高精度磁测报告[R],1990.
- [4] 王喜文. 地磁场模型研究[J]. 国际地震动态,2001, 4.
- [5] 孙中任. 介绍一个计算国际地磁参考场的 BASIC 语言程序[J]. 黑龙江地质,1993,4(2).
- [6] 刘天佑. 利用高斯球谐分析方法计算国际参考场 IGRF[J]. 物化探计算技术,1986,8(3).

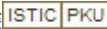
A BRIEF DISCUSSION ON THE APPLICATION OF CONVENTIONAL DATA PROCESSING TECHNIQUE TO GROUND HIGH - PRECISION MAGNETIC SURVEYS

SUN Zong - ren^{1,2}, ZHAO Xu - juan², HUANG Yong - wei³

(1. *China University of Geosciences, Beijing* 100083; 2. *Shenyang Institute of geoplgy and Mineral Resources, Shenyang* 110033; 3. *Heilongjiang No. 1 Institute of Geological Exploration, Mudanjiang* 157005)

Abstract: With some case histories thoroughly analyzed, the necessity, practicability and potential for further development are discussed in the paper.

Key words: anomalous area, data processing, magnetic anomaly

作者: [孙中任](#), [赵雪娟](#), [黄永卫](#), [SUN Zong-ren](#), [ZHAO Xu-juan](#), [HUANG Yong-wei](#)
作者单位: [孙中任, SUN Zong-ren \(中国地质大学, 北京, 100083; 沈阳地质矿产研究所, 沈阳, 110033\)](#),
[赵雪娟, ZHAO Xu-juan \(沈阳地质矿产研究所, 沈阳, 110033\)](#), [黄永卫, HUANG Yong-wei \(黑龙江省第一地质勘察院, 牡丹江, 157005\)](#)
刊名: [地质与勘探](#) 
英文刊名: [GEOLOGY AND PROSPECTING](#)
年, 卷(期): 2004, 40 (z1)
被引用次数: 3次

参考文献(6条)

1. [刘天佑](#) [利用高斯球谐分析方法计算国际参考场IGRF](#) 1986 (03)
2. [孙中任](#) [介绍一个计算国际地磁参考场的BASIC语言程序](#) 1993 (02)
3. [王宣文](#) [地磁场模型研究](#) [期刊论文]-[国际地震动态](#) 2001 (4)
4. [李铭](#); [程美亭](#); [孙中任](#) [黑龙江省虎林县小木河乡四平山岩金矿点地面高精度磁测报告](#) 1990
5. [李铭](#); [程美亭](#); [孙中任](#) [黑龙江省虎林县小木河乡四平山岩金矿点地面高精度磁测报告](#) 1990
6. [黑龙江省地质矿产局](#) [黑龙江省区域地质志](#) 1993

引证文献(3条)

1. [王亚清](#) [磁异常数据处理在冀东铁矿中的应用](#) [期刊论文]-[地质与资源](#) 2010 (1)
2. [刘金涛](#), [顾汉明](#), [王柱](#), [姜杰](#), [杨威](#) [综合物探在找黄铁矿中的应用](#) [期刊论文]-[地质与勘探](#) 2008 (4)
3. [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的重要性](#) [期刊论文]-[物探与化探](#) 2007 (z1)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_dzykt2004z1065.aspx