

文章编号: 1001—1749(2011)01—0045—06

宁夏月亮山西麓找矿远景预测中的重磁资料应用研究

程建华, 尹秉喜
(宁夏回族自治区地质调查院, 银川 750021)

摘 要: 这里对月亮山西麓重磁资料进行了处理解释, 研究了磁异常、重力异常和地球化学组合的异常特征。通过对成矿地质背景条件的分析, 解释了研究区磁异常很可能是隐伏的中基性潜火山岩, 或是与其相关的铁~铜多金属所为, 同时还预测了车路湾南、赵家佬、泉儿湾、王民北磁异常为研究区重要的找矿远景靶区。

关键词: 重磁资料; 找矿远景预测; 月亮山西麓
中图分类号: P 631.2⁺4 **文献标识码:** A

0 前言

研究区位于北祁连加里东造山带的西吉断陷盆地地区。在早古生代及以前, 属北祁连加里东活动带走廊南山岩浆弧东段之西吉弧间(弧前?)盆地; 在晚古生代~中生代, 演化为隆起带(局部可能有晚古生代陆缘盆地沉积); 在新生代时期, 于隆起的早古生代建造层之上形成断陷性上叠盆地。因大面积新生界覆盖, 目前尚未发现任何金属矿产。但向西至同处一条构造带的甘肃白银~靖远一带, 是我国著名的铁、铜、铅、锌、银等多金属矿集区和成矿带(北祁连多金属成矿带), 已发现众多中型、大型铜、铅、锌、铁、金多金属矿床, 特别是以白银矿床为代表的火山岩型铜~铅锌多金属硫化物矿最具意义。但从分布的航磁异常和重力异常特征联系, 并结合沿此线分布的金、银、铜、铅矿点, 矿化和伴有的 Au、Cu、Pb、As 化探组合异常表明, 研发区航磁异常很可能是加里东晚期岩浆活动磁性矿物富集所致。因此, 通过研究月亮山西麓航磁异常, 对实现宁夏金属矿找矿突破具有实际应用价值。

1 地质概况

研究区大地构造位置归属昆仑~祁连~秦岭

~祁连造山系, 位于北祁连加里东褶皱带的靖远叠拗陷, 其地层区划属华北地层大区的祁连~北秦岭地层分区之海原—西吉地层小区。

北祁连加里东活动带走廊南山岩浆弧开始于中元古, 至早古生代晚期结束。以岛弧、弧间盆地建造为主。其中, 中元古界主要是以基性火山岩、火山碎屑岩、潜火山岩与碳酸盐岩~细碎屑岩建造为主, 厚度巨大, 已变质为绿片岩相变质岩系。早古生界主要为火山碎屑岩、酸~中基性火山岩、细碎岩夹少量碳酸盐岩、硅质岩等。早古生代晚期(志留纪)至晚古生代主要为碰撞造山环境, 伴有酸性~中酸性岩浆岩侵入。局部发育少量上叠盆地型的陆缘拗陷型海陆交互相碎屑沉积层。中新世以挤压推覆~走滑为主, 发育陆内拉分或断陷盆地型碎屑~泥质沉积层。西吉断陷盆地即为在岩浆弧间盆地基础上, 经过火山盆地沉积、碰撞造山隆起加局部上叠盆地沉积和走滑~断陷沉积等几个大的构造~建造阶段形成。在区内, 断裂主要为月亮山~六盘山西麓断裂和靖远~庄浪断裂二大断裂夹持, 形成了研究区较典型挤压—剪切型断陷盆地。盆地二端(北西端和南东端)收敛并尖灭, 中部扭曲膨大。此外可能还有多条北西~南东向发育断裂。

月亮山~六盘山西麓断裂位于研究区西北部并延伸至研究区北部的南西化山,呈北西~南东向展布,其性质为逆冲断层,中元古界海原群变质岩逆覆于新近系碎屑岩之上。由一系裂宽约数十至数百米的破碎带组成,总体倾向南西。其时代形成于中元古界,加里东中晚期活动加剧。沿断裂有酸性岩侵入,并发现有超基性岩转石。华力西~喜马拉雅各期均有活动,是近代重要的地震活动带之一,在1920年,著名的海原大地震与其密切相关。沿断裂破碎带矿化明显,对南西华山多金属成矿带的形成,具有一定的控制作用,是研究区域内重要的导矿构造。

2 重磁数据的处理

众所周知,布格重力异常是地壳内部密度不均匀的综合反映,磁异常是地下居里深度以上磁性不均匀的综合反映,二者都包含着地下目标体和非目标体的综合信息。为了获得所探测目标地质体的信息和可靠的地质解释,对重、磁数据处理是非常重要的。通过对数据的处理,不仅能压制和消除原始资料中的随机误差、浅层密度、磁性不均匀影响,而且还能分离水平方向上相互叠加的局部异常或垂直方向上的叠加异常,并能提取与断裂有关的地质矿产信息。

重、磁数据处理的目的,是根据地质图、物性资料,对异常的起因做出定性判断。对隐伏地质体,依据地质环境、物性资料和异常特点加以判断。这是解释工作中最重要的一步,也是定量反演的基础。因此,需要进行必要的处理图件,处理图件包含 ΔT 化极平面等值线图、剩余重力异常图和重、

磁水平一阶导数平面图等。其数据处理内容主要为异常分离、解析延拓、导数转换和各种滤波计算等。

研究区采用的航磁数据,是由中国国土航空物探遥感中心提供的甘肃白银-天水地区1:50 000航磁剖面数据,重力数据是1:200 000重力数据。依据区内物性特征及所要解决的问题进行以下处理:

(1)利用向上解析延拓,以压制、消除随机误差和规模较小的(如局部的、浅而小的)异常体的特征,从而突出规模较大的(如区域性的、或深部较大规模的)异常体的异常特征。反之,则需向下解析延拓,以突出局部和深部的异常特征及其分解在水平方向上的叠加异常,定性地确定场源的深度。

(2)断裂信息的提取。利用磁异常的转换参数(如导数、水平总梯度模、解析信号等)图件所反映的线性异常特征,进行地质对比研究,提取隐伏构造信息。

(3)区域异常分离。其方法主要为滑动平均,趋势分析、解析延拓等。

(4)磁异常化极。其目的是把斜磁化的异常,转换为垂直磁化或顺层磁化异常。通过化极处理异常形态,往往变得较为简单,便于定性分析和定量解释。

3 地球物理特征

3.1 磁性特征

表1是前人在西华山、南华山及甘肃白银等地区,采集测定岩石标本的磁参数。通过以往岩石磁

表 1 区域内部份岩石磁参数表
Tab 1 Table of rock magnetic parameters in the region

岩石名称	磁化率 k ($10^{-6} 4\pi$ (SI))	剩余磁化强度 J_r ($10^{-3} A/m$)	地区	备注
蛇纹岩	2865	600	海原甘盐池	转石
角闪岩	2600~ 3000	微	西吉泉儿湾	岩芯
花岗闪长岩	63	微	西华山	加里东晚期
含磁铁矿石英片岩	9726	2300	甘肃通渭、静宁	A n
含磁铁矿角闪黑云母片岩	7810	1570	白银矿区	A n
绿泥石片岩	4710		南华山	P _t
绿泥石片岩	1741		西华山	P _t
石英云母片岩	1666		西华山	P _t

性资料分析, 本区上古生界、中生界及新生界, 一般都不具有磁性。元古代、早古生代地层中的浅变质岩系, 特别是含有磁铁矿的各类片岩, 有较强的磁性。加里东期基性、超基性岩磁性中等, 能引起地磁场的变化, 在一定的地质条件下, 可显示出局部磁异常。

3 2 密度特征

前人对岩石密度统计如表 2 所示。可以看出, 中元古界海原群, 下古生界与上覆岩系之间为一个明显的密度分界面, 密度差为 $0.2 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \sim 0.3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。该界面的起伏, 控制了本区重力场的分布, 是导致重力场变化的主要因素。第四系与下伏第三系虽有较大的密度差异, 但它只能影响重力场的局部变化。研究区岩浆侵入具有面积小, 侵入时代早的特点。侵入时代分中条期和加里东期, 且以中条期岩浆活动强烈, 面积较大。侵入岩以中酸性岩为主, 基性、超基性侵入岩较少, 且多以岩脉形式出现。岩浆岩的岩石密度值一般与下古生界的岩石密度值接近。

综合上述特征可以判定, 本区侵入岩在重力场中, 一般以幅值弱, 面积小的特点出现。中酸性侵入岩为相对剩余重力低, 而中基性岩为相对剩余重力高, 超基岩为重力高。

表 2 岩石密度统计表
Tab 2 Table of statistics of rock density

地层时代	密度 σ (10^3 kg/m^3)	地区	备注
Q	1.33	西吉	土样
N	2.44	西吉、海原	新近世
E	2.45	西吉、海原	古近世
K _{II}	2.50	西吉月亮山	
P ₂₁	2.70	同心、静宁	寒武~奥陶
P ₂	2.76	西华山、南华山、月亮山	
OS ₃	2.60~2.64	屈吴山、南华山、月亮山	

4 重磁异常特征分析及找矿远景预测

4 1 重磁异常特征分析

由图 1 看出, 沿兴隆~赵家佬~新营一线航磁异常呈走向北西向带状分布, 共分布有十三个局部磁异常。前人将其异常性质定性为乙类和丙类异常, 其乙类磁异常有车路湾南、上堡子南、赵家佬、

泉儿湾、王民北、王民南、沙塘七个磁异常, 这些磁异常均分布在宽 5 km ~ 10 km 地带。从其异常特征来看, 本区磁异常具有较好的分带性, 其正异常多伴有一定幅度的负磁异常, 各局部异常正峰值, 分别为 100 nT ~ 430 nT。

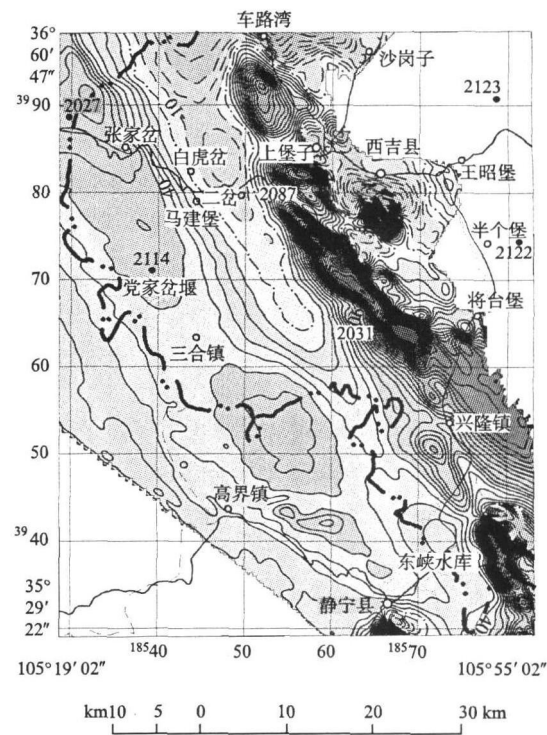


图 1 研究区航磁 ΔT 化极平面等值线图
Fig 1 The contour map of ΔT aeromagnetic anomaly of the study area

对比重力异常图 (见下页图 2) 可以看出, 磁异常带和相对重力高带, 在空间分布上基本重合。这表明场源地质体与其围岩之间, 即有明显的磁性差异, 又有较大的剩余质量 (见下页图 3)。如以区域内岩石物性资料和地史演化特征为依据, 则重磁异常重合带与隐壮于沉积盖层之下的元古代火山沉积岩系, 以及侵位于其中的岩浆岩侵入体密切相关。重力高带反映了基底岩系相对隆起。

在磁异常带北东侧, 重力异常值急剧下降, $\Delta g_{(剩)}$ 等值线密集, 重力梯度带明显, 显示出西吉新生代断陷盆地的平面形态和控制盆地边缘的区域性断裂构造的分布位置。在南西侧, 重磁异常值同步平缓下降, 形成北西向延伸的磁力低和重力低重合带, 这可能是以上古生界为基底的拗陷构造的反映。另外从重、磁场特征线来看, 重磁异常极大值 (极小值) 轴线及异常梯度带均呈北西~南东向分布。而最明显、突出的是相对重力高带与重力低带近于等间距平行排列, 这些特征凸现出陇西系主旋

迴褶带在该区的分布格局和构造形态。

对比地球化学组合异常来看,车路湾南、赵家佬、泉儿湾、王民北磁异常均处于地球化学组合异

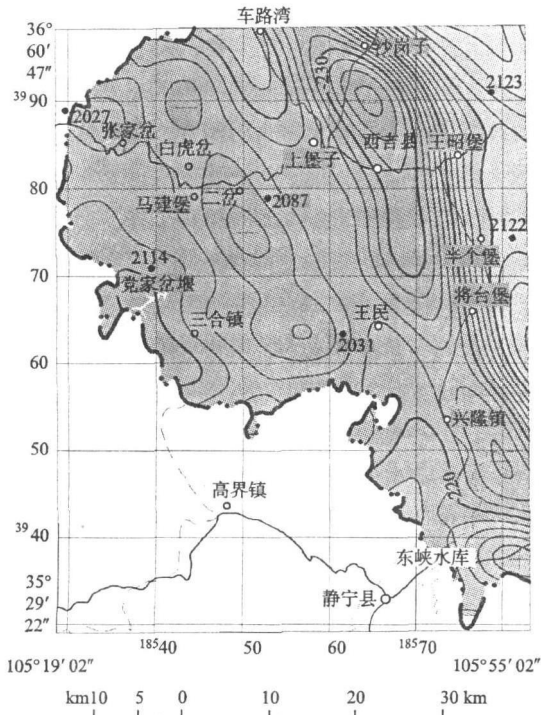


图 2 研究区布格重力异常图

Fig 2 The Bouguer gravity anomalous map of the study area

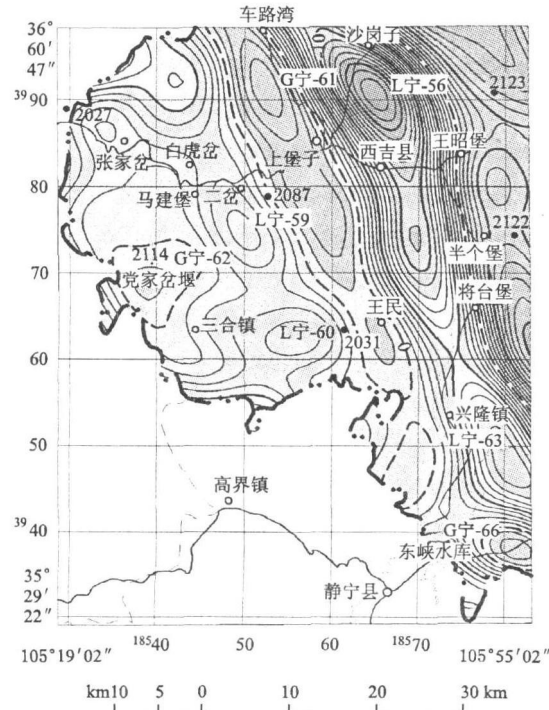


图 3 研究区剩余重力异常图

Fig 3 The residual gravity anomalous map of the study area

常 Cu、Pb、Zn 的外、中、内带,异常对应较好,这些地球化学异常特征,为航磁异常解释提供了佐证。

4 2 找矿远景预测

1961年,前人曾在泉儿湾一带进行了针对航磁异常的二处钻孔验证。其中一个钻孔的孔深度为 501.53 m,在孔深 490 m~499.3 m 处,钻遇到花岗岩闪长岩、黑云母闪长岩,以及穿插其间的伟晶岩和石英脉。黑云母闪长岩的矿物成份有斜长石、角闪石、黑云母和绿帘石、磁铁矿等,其中角闪石含量占 43%,孔深 499.93 m~501.53 m 未取岩芯,岩性不明。另一验证孔的孔深度为 784 m,其中第四系厚 15 m,第三系甘肃群厚 470 m,485 m~299 m 为加里东期基性~超其性(未见底)。

根据前人的钻孔资料及地质构造环境分析,西吉盆地位于新生界覆盖层之下,应该是以中元古界海原群、寒武系黑炭沟组、奥陶系阴沟群等,以火山岩、火山碎屑岩和细碎岩为主的地层,与侵入其中的加里东期中酸性和基性~超其性侵入岩(脉)等组成,不排除局部存在有石炭~二叠系。

4 3 找矿远景预测

鉴于上述和磁异常特征分析认为,尽管西吉盆地因大面积新生界覆盖,目前尚未发现任何金属矿产。但向西至同处一条构造带的甘肃白银~靖远一带,则是我国著名的铁、铜、铅、锌、银等多金属矿集区和成矿带(北祁连多金属成矿带),已发现众多中型、大型铜、铅、锌、铁、金多金属矿床。特别是以白银矿床为代表的火山岩型铜~铅、锌多金属硫化物矿最具意义。因此可以认为,研究区磁异常具有形成磁性矿产的地质条件,其车路湾南、赵家佬、泉儿湾、王民北的磁异常,很可能为形成于西吉弧间盆地中的中基性火山岩型铁矿或铁~铜多金属矿引起的矿致异常,是研究区找矿远景区。当然,也不排除是由含铁质高的中基性潜火山岩或侵入岩等非矿岩体引起的可能。

5 磁异常定量计算

磁异常解释主要是以地检查证、成矿地质环境分析、磁性分析、异常特征分析、航磁异常地形分析、综合物探方法分析,来进一步确定是否为磁性矿产引起。在对区内磁异常进行筛选后,可进一步推断出其地质成因,并指出其找矿前景。定性研究包含了磁异常图与地质矿产图的对比研究,成矿环

境分析, 岩石和矿石的物性特征等。本次定量计算, 是以二级查证的赵家佬异常为例。

对于该磁异常, 前人已进行了地面 1: 10 000 高精度面积性查证, 图 4 是磁测结果。在平面图上, ΔT 正等直线呈规则的带状, 沿 N 44°W 方向延伸。磁异常带形态、轮廓与航磁相近, 只是在北侧分解了一个次级异常。异常带主要特点表现在:

- (1) 以正 ΔT 异常为主体。在平面图上, 如以 150 nT 等直线圈定异常范围, 其延伸长度约 5.5 km, 宽 1.2 km ~ 1.8 km, 长 宽 $\approx$ 3.7。
- (2) 负 ΔT 异常相对不明显。在远离 $\Delta T_{\max}$ 的北东翼, 负异常值和水平梯度值均很小 $\Delta T_{\min} / \Delta T_{\max} \approx 0.1$; 另一翼 ΔT 逐渐递减到零值左右。
- (3) 正 ΔT 曲线近于呈轴对称。在 ΔT 曲线近于呈轴对称, 在 ΔT 剖面平面图上, $\Delta T_{\max}$ 两侧的正 ΔT 值和梯度相近。
- (4) 正 ΔT 曲线特征点 (拐点) 不明显, 这表明异常低缓。

利用垂直于异常长轴剖面进行磁异常 2.5D 计算 (见下页图 5)。计算显示该磁性体为“V 字形”形体, 得到磁性体磁化强度为 $54\,277.76 \times 10^{-3} \text{ A/m}$,

磁化倾角为 54.35° , 磁化偏角为 -2.8° , 磁性体最小顶面埋深为 947 m。从磁异常计算结果来看, 赵家佬磁异常定量反演其磁性体磁化强度在 $45\,500 \times 10^{-3} \text{ A/m} \sim 54\,300 \times 10^{-3} \text{ A/m}$, 而本研究区外南西华山出露的岩性其磁化强度均小于所计算得到的磁性体磁化强度。从同处一个成矿带已发现的基性火山岩型铁 ~ 铜多金属磁性矿床来看, 其磁化强度多在 $40\,000 \times 10^{-3} \text{ A/m} \sim 60\,000 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ 。鉴于上述可推测, 赵家佬磁异常很可能为基性火山岩铁 ~ 铜多金属矿所为, 当然也不排除为基性火山岩本身所为。

6 结论

通过对研究区重、磁异常, 以及地球化学组合异常特征分析, 并结合区域成矿地质背景条件认为, 研究区磁异常具有形成磁性矿产的地质条件, 并得出车路湾南、赵家佬、泉儿湾、王民北磁异常, 很可能是形成于西吉弧间盆地中的中基性火山岩型铁矿, 或铁 ~ 铜多金属矿引起的矿致异常, 是研究区重要的找矿远景区靶区。

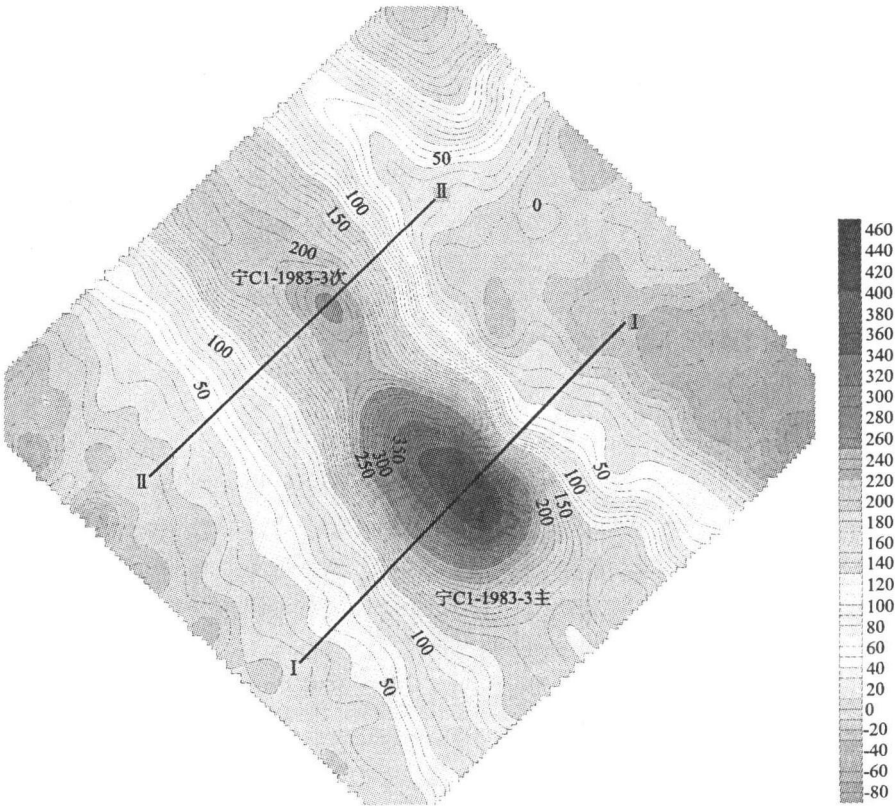


图 4 赵家佬地区地磁异常图

Fig 4 The magnetic anomalous map in Zhaojialao area

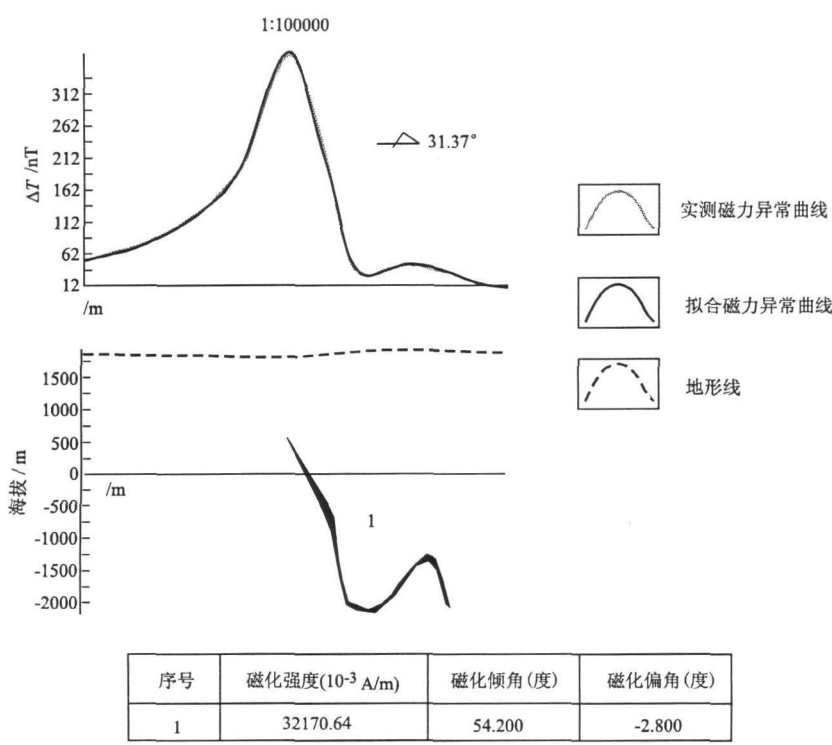


图 5 赵家佬主磁异常 2D 反演剖面

Fig 5 The 2D inversion profile of main magnetic anomalies in Zhaojialao area

参考文献:

[1] 徐学义,何世平,王洪亮,等.中国西北部地质概论[M].北京:科学出版社,2008

[2] 徐志刚,陈毓川,王登红,等.中国成矿区带划分方案[M].北京:地质出版社,2008

[3] 李宏录,卫岗,曾宪刚,等.应用航磁资料在野马泉地区寻找以铁为主多金属矿产[J].物探与化探,2009,33(2): 117.

[4] 张胜业,潘玉玲.应用地球物理学[M].北京:中国地质大学出版社,2004

[5] 李舟波,孟令顺,梅忠武.资源综合地球物理勘查[M].北京:地质出版社,2004

[6] 赵一鸣,吴良士.中国主要金属矿床成矿规律[M].北京:地质出版社,2004

[7] 翟裕生,彭润民,向远川,等.区域成矿研究法[M].北京:中国大地出版社,2004

[8] 程建华,尹秉喜,杨勇.双石垒子航磁异常查证中的重磁电综合解释[J].西北地质,2010 43(2): 163

[9] 刘士毅,颜廷杰.在工作程度高的地区如何筛选矿致磁异常[J].物探与化探,2008 33(1): 1

[10] 孟晓娟,孟令顺,张明仁.利用重力场研究东北地区断裂分布及构造分区[J].地球科学与环境学报,2009,31(2): 200

[11] 宋新华,尹秉喜,闫红,等.航磁资料在卫宁北山寻找多金属矿中的应用[J].物探与化探,2010 34(3): 289

[12] 李仁海,崔若飞,毛欣荣.利用岩性反演和谱分解技术确定岩浆岩侵入煤层范围[J].物探化探计算技术,2008 30(2): 105

[13] 申维,房丛卉,常兴国.小波分析在Mandanah地区的物探数据及其铜矿预测中的应用[J].物探化探计算技术,2009 31(6): 525

[14] 张永军,张开均.根据航磁数据探讨阿尔金断裂带的结构及构造演化[J].物探与化探,2007 31(6): 489

[15] 熊盛青,周伏洪,姚正煦,等.青藏高原中西部航磁调查[M].北京:地质出版社,2001

[16] 熊盛青,周伏洪,姚正煦,等.青藏高原中西部航磁调查[J].物探与化探,2007 31(5): 404

作者简介:程建华(1958-),男,高级工程师,宁夏回族自治区地质矿产勘查开发局总工程师兼宁夏回族自治区地质调查院院长,现从事地质调查管理工作。

In this paper, we take the combination of the true amplitude one-way wave equation with split-step Fourier operator (SSF) operator, which includes the advantages of the amplitude preservation method and sub-step Fourier method. Therefore it has the advantages of calculation, accounting for less memory, the significant amplitude deviation after the Fourier finite difference migration method. It has the advantage of high precision imaging with dynamic characteristics of seismic waves compared with the widely used split-step finite difference pre-stack depth migration we successfully carried out the true amplitude split-step Fourier pre-stack depth migration based on the Mannousi model and achieve a good imaging result.

Key words one-way wave equation; true amplitude; split-step Fourier operator; pre-stack depth migration

APPLICATION OF TIME-WINDOW AND MULTIWAVELET METHOD IN PRODUCING THE HIGH PRECISION SYNTHETIC SEISMOGRAM

LI Jin-lei; QU Da-peng; CHEN Zu-qing (Research Institute of Exploration Southern Division Company SINOPEC, Chengdu Sichuan 610041, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(1): 40

Synthetic seismogram plays an important role in the seismic interpretation and reservoir prediction. Through analyzing the characteristics of the seismic wavelet which is time-varying and spatially variable, the paper explains the need for dividing the time window, then by combining the synthetic seismogram Principles with the methods, it is proposed that a general method using the divided time window to produce a high-precision synthetic seismogram, which utilizes the ricker wavelet and the extracted wavelet from the closest well seismic. Finally, this method is used on the actual well, the synthetic seismogram which is coincided not only with the seismic but also the higher resolution.

Key words seismic wavelet; time window; synthetic seismogram; high precision; resolution

A STUDY OF APPLICATION OF GRAVITY AND MAGNETIC INFORMATION FOR THE WEST FOOT OF MOON MOUNTAIN TO ORE EXPLORATION PROSPECT FORECAST IN NINGXIA PROVINCE

CHENG Jian-hua; YIN Bin-xi (Ningxia Hui Autonomous Region Geological Survey, Yinchuan 750021, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(1): 45

The gravity and magnetic information of the west foot of Moon mountain had been processed and interpreted. The magnetic anomaly, gravity anomaly and geochemical composite abnormal characteristics have been researched comprehensively. By analyzing mineralization geological background, it could be indicated that the magnetic anomaly in researching area might probably result from the insidious medium-basic cryptovolcanic rock or the polymetal Iron-Copper ore associated to the rocks. Then the south of Chelwan, Zhaojialao, Quanewan and the north of Wamm in magnetic anomaly areas were forecasted to be the important exploration target areas of deposit.

Key words gravity and magnetic information; ore exploration prospect forecast; west foot of Moon mountain

GEODETIC COORDINATE SYSTEM AND PROJECTIVE COORDINATE SYSTEM

GAO De-zhang (Institute of Shanghai Offshore Petroleum Branch, SINOPEC, Shanghai 200120, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(1): 51

Geophysical and geochemical exploration work, all measuring points has its only location on land, in sea and air space. According to the design requirements of work, the measuring points were marked by different ways in different stages. In the field observations, the measured points positioning by GPS (global positioning system) or DGPS (difference global positioning system) were marked by geodetic coordinate in geodetic coordinate system. In showing work, the measuring points were marked by plane rectangular coordinate in projective coordinate system. In this article, establishment and characteristics of geodetic coordinate system and common projective coordinate system, selection and application of projective coordinate system were described, but specific formulas were not involved.

Key words geodetic coordinate; projective coordinate; plane rectangular coordinate; isometric projection

THE ANALYSIS OF AEROMAGNETIC ANOMALIES ABOUT MULTIMETAL ORE-FORMING IN THE MIDDLE-SOUTH SECTION OF DAXING'ANLING MOUNTAIN

CUI Zhi-qiang; MENG Qi-min; XU Zhi-li et al (Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, CAGS, Langfang 065000, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(1): 56

As the northern orogenic belt based on Paleo-A-