

磁异常, 化极处理, 磁法勘探

333-338

关于磁异常化极的若干体会

王纪恒*

(湖南省地矿局物探队)

p631.2

一、概述

在频率域位场转换中,将磁异常 ΔT 或 ΔZ 作化极处理,即将磁异常转换为磁性体处于地磁极位置的磁异常(此时地磁场方向垂直向下,当磁性体不存在剩余磁化和不存在退磁效应时,磁化方向亦垂直向下)是一种常用数据处理方法。一般来说,在垂直磁化时磁性体与磁异常之间的关系会简单一些,将磁异常化至地磁极,如果处理得当,可以取得好的效果。但是由于下面一些众所周知的原因会影响化极的效果,甚至产生严重畸变。

首先,由于在频率域位场转换中富氏变换要求被积函数是连续函数,且积分限为 $(-\infty, \infty)$,而磁异常数据总是离散的,测区也总是有限的,容易产生假频而引起高频振荡,和由于吉布斯效应而引起边部畸变。

将磁异常化极需要知道地磁场方向和磁性体的磁化方向,一般来说,磁化方向是难以知道的,化极时通常是假定磁化方向与地磁场方向一致,但是由于剩余磁化强度的存在和退磁作用的结果,磁性体的磁化方向与地磁场方向不一致,以致使化极结果出现畸变。数据的离散性及有限性和磁化方向不准是影响磁异常化极效果的两个主要原因。

实际磁化方向偏离地磁场方向而以地磁场方向作为磁化方向作化极计算,异常畸变的情况如何?化极时应注意些什么问题?如果能总结出一些规律来,就可以使磁异常化极工作进行得更好一些。

在频率域位场转换中,设 ΔT 的频谱为 $S_{T1}(u, v)$,化极后的异常频谱为 $S_{T2}(u, v)$,则有:

$$S_{T2} = \frac{(2\pi \sqrt{u^2 + v^2})^2}{q_0 q_1} \cdot S_{T1}(u, v) \tag{1}$$

$$q_0 = 2\pi [i(\alpha_0 u + \beta_0 v) + \gamma_0 \sqrt{u^2 + v^2}]$$

$$q_1 = 2\pi [i(\alpha_1 u + \beta_1 v) + \gamma_1 \sqrt{u^2 + v^2}]$$

其中: u, v 分别为 x 方向和 y 方向的频率, $\alpha_0, \beta_0, \gamma_0$ 和 $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$ 分别为地磁场方向和原磁化方向的方向余弦。利用富氏反变换可求得化极后的 ΔT_{\perp} 。

$$\Delta T_{\perp} = \iint_{-\infty}^{\infty} \frac{(2\pi \sqrt{u^2 + v^2})^2}{q_0 q_1} \cdot S_{T1}(u, v) \cdot e^{2\pi i(u+x+v+y)} du dv \tag{2}$$

* 收稿日期: 1992-12-03 地址: 湖南省邵阳市火车站(邮政编码: 422002)

上述公式相当复杂,可见试图通过位场转换公式,来分析磁化方向的误差引起化极后异常的误差是非常困难的。

由于通过公式来作定量分析十分困难,因此我们只能通过模型试验来总结其规律。以地磁场倾角作为磁化倾角对磁异常作化极处理,磁化倾角的偏差有两种情形:1. 地磁场倾角大于实际的磁化倾角(即实际的磁化倾角小于化极的磁化倾角);2. 地磁场倾角小于实际的磁化倾角(即实际的磁化倾角大于化极的磁化倾角)。

二、磁化倾角不准的影响

(一)地磁场倾角大于实际磁化倾角

球体 ΔT 理论模型试验表明:当磁化倾角大于实际磁化倾角时,化极即非正常化极,此时异常发生了明显的畸变,正异常北侧出现了不应有的明显的负异常,且负等值线呈南北拉长趋势,而正异常等值线呈东西拉长趋势,正异常峰值减小,正异常向球体南侧偏移(相对正常化极而言)。

(二)地磁场倾角小于实际磁化倾角

同样用球体理论模型试验,参数同前,对磁化倾角 $i=65^\circ$,地磁场倾角 $I_0=45^\circ$ 时的球体理论异常以 45° 作为磁化倾角(小于实际磁化倾角)化极即非正常化极结果,与正常化极比较畸变是明显的,正异常向磁性体北侧偏移,南侧和东西两侧出现明显负异常,且负异常呈半包围正异常状,正异常等值线呈南北方向拉长趋势,且正异常峰值增加。

从球体模型试验的结果来看,化极时磁化倾角不准确引起异常畸变的规律是明显的,当化极的倾角大于实际的磁化倾角时,没有完全化到地磁极位置,仍存在有斜磁化的影响,化极不足。故与正常化极比较而言,在正异常北侧仍存在有明显负异常,正异常向磁性体南侧偏移,正异常峰值减小,负异常峰值增大。当化极的倾角小于实际磁化倾角时,化极结果表现了向南磁化的特点,故与正常化极比较而言,正异常向磁性体北侧偏移。异常畸变的程度和倾角偏差的大小有关,磁化倾角偏差越大畸变也越大,当偏差仅有几度时畸变是不大的。同时畸变的大小也和磁性体的磁性强弱有关,随着磁性的增强畸变也越大。

化极时磁化倾角不准确,异常并未真正化到地磁极,异常仍有斜磁化的特点。如果用磁荷的观点来解释异常,此时磁性体表面的磁荷又不能真正按照斜磁化的规律来分布,对于球体而言表面磁荷的分布又失去对称性,所以异常既具有斜磁化的特点又出现畸变。

三、地磁场倾角不准的影响

对于面积不大的磁异常,化极时可以从地磁图上查得比较准确的地磁倾角,但是对于大面积的航磁异常作化极处理时,由于全区常采用一个地磁倾角,则会有一定的误差。例如就湖南全省来说,在南端最小的地磁倾角为 37° ,北端最大的地磁倾角为 43° ,如果全省采用平均地磁倾角 40° 作化极处理,则地磁倾角误差最大为 3° 。图 1 是对实际地磁倾角为 45° 的球体 ΔT 异常以 48° 作为地磁倾角化极所获得的异常图,图 2 是对实际地磁倾角为 45° 的 ΔT 异常以 42° 作为地磁倾角化极所得的异常。从图可见,除负异常部分外正异常畸变很小,而负异常很微弱,畸变规律与磁化强度倾角不准的畸变规律类似。地磁场倾角的误差在一二度时影响是不大的。

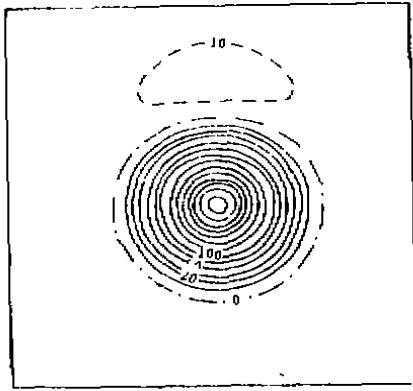


图1 地磁场倾角不准确球体
化极 ΔT 平面图
(实际地磁场倾角为 45° , 以 48° 化极)

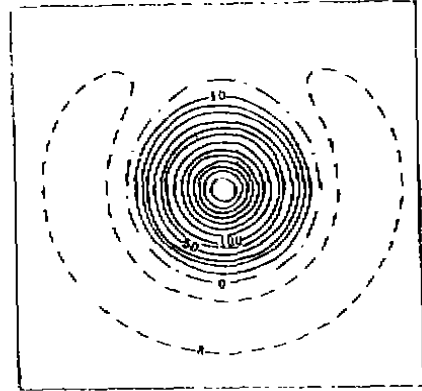


图2 地磁场倾角不准确球体
化极 ΔT 平面图
(实际地磁场倾角为 45° , 以 42° 化极)

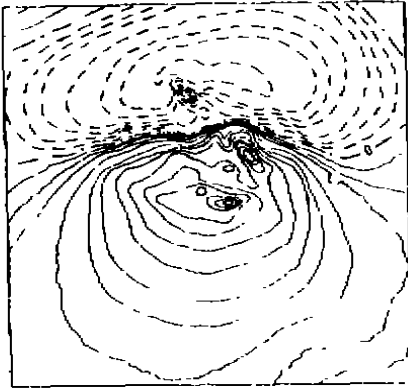
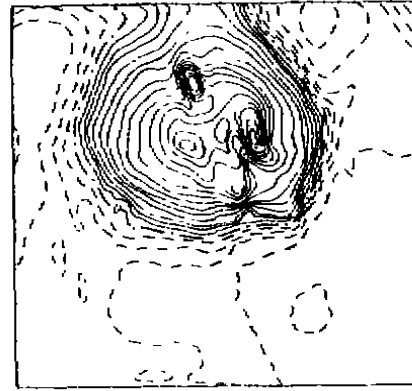
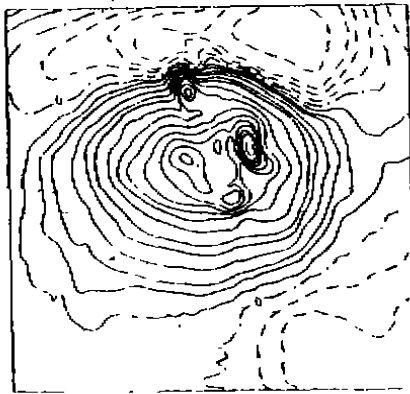
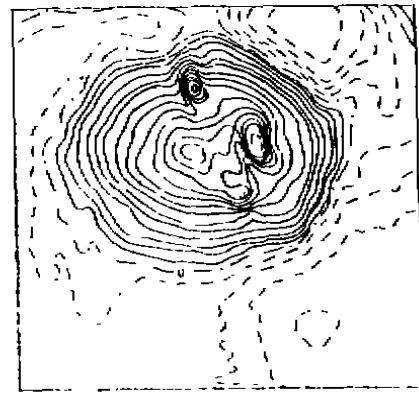
四、磁异常化极应注意的几个问题

1. 由于富氏变换要求函数是连续函数,而磁异常数据总是分布在观测面上的离散数据.当取数间距过大则容易因假频现象而造成高频振荡.在进行小比较尺大面积航磁异常化极时,因异常很多,取数间距很难照顾到所有的异常,对于小的局部异常,可能因取数点少而形成等值线呈同心圆状分布,这种近似于同心圆状的异常已经具有垂直磁化的特点,再用某一角度化极时,则因产生高频振荡而出现一系列串珠状的等值线.对于这种孤立的小的同心圆状异常应予舍弃掉,以免因高频振荡而影响整个化极图面的质量.

取数的间距以适当密一点为好.取数的线距与点距相差也不能大,以 $1:1$ 或 $2:1$ 或 $2.5:1$ 为宜,当为 $4:1$ 或更大的比例时,也会产生某些畸变而影响化极效果.对于大比例尺的地面磁测数据,线距与点距之比往往为 $4:1$ 或 $5:1$ 甚至更大比例,此时应采取合适的手段插值,以缩小取数的线距与点距之比.

2. 运用畸变规律,用不同的磁化倾角化极,比较其化极异常图,既注意等值线形态的变化,也注意正负异常强度的变化,选择合理的化极结果.图3为湖南上堡 $1:5$ 万航磁 ΔT 异常,已经查明该异常为花岗岩所引起,根据异常特征结合地质情况分析,磁性体应为三度体且近于等轴状.磁化强度方向尚未查明,假设磁化方向与地磁场方向一致,该地区地磁场倾角为 38° ,用 38° 作为磁化方向化极后,化极异常如图4所示,正等值线表现出向北拉长之状,北边正等值线未封闭,有向外延伸之势.反映了化极时采用的磁化倾角小于实际磁化倾角的畸变特征,说明实际磁化倾角大于 38° .改用倾角为 75° 化极后,异常如图5所示,正等值线呈东西方向拉长之趋势,正异常右侧未完全封闭,有一条等值线向外延伸,表现出化极时采用的磁化倾角大于实际磁化倾角的畸变特征,说明 75° 大于实际磁化倾角.用磁化倾角 55° 化极后,异常如图6所示.正异常等值线完全封闭且近于等轴状,四周分布微弱负值,表现出垂直磁化球体的异常特征,获得了合理的结果.

3. 磁异常数据区边界值应尽量接近于零,尤其是起始线.由于富氏变换的积分区域为 $(-\infty, \infty)$,而实际的数据区域总是有限的,为了减少因数据区域有限性而引起的畸变(即吉伯斯

图 3 湖南上堡地区 ΔT 异常平面图图 4 湖南上堡地区 ΔT 异常以磁化倾角为 38° 化极异常图图 5 湖南上堡地区 ΔT 异常以磁化倾角 75° 化极异常平面图图 6 湖南上堡地区 ΔT 异常以磁化倾角 55° 化极异常平面图

效应),应尽量使数据边界值接近于零。但由于实际条件的限制,边界值有时不接近于零。频率域位场转换程序一般都采用了加权处理的方法,也就是使数据从边界向外延伸,用余弦函数使延伸部分的数据逐步下降为零。快速富氏变换要求数据的线数和点数都是 2 的整数幂,当实际的线数、点数不满足这一要求时,则把线数、点数扩充为 2 的整数幂,从数据区域边界向外扩充的部分作为向外延伸并逐步下降为零的部分。此时,如何根据数据的实际变化特点选择恰当的扩充数,使数据能够合乎位场变化特点顺其自然地下降为零,对于化极结果的正确性将是十分重要的。如图 3 的上堡地区航磁异常 ΔT 数据为 55 条线,每线 109 个点,按快速富氏变换的要求测线扩充为 64 条线($2^6=64$),每线测点扩充为 128 个点($2^7=128$)即可,但是由于边界值没有接近于零,仍有几十 nT,当测线扩充为 64 时,64-55=9,此时一边扩充 5 个点,另一边扩充 4 个点,不能使扩充部分数据顺其自然地下降为零。以测区中部垂直测线方向一系列数据曲线示于图 7,曲线南端正值仍有 50nT,扩充为 64 后曲线为图 8 所示,边界数值剧烈地下降为零,曲线形成了明显的转折点。此时即使以 55° 作为磁化倾角化极的异常为图 9,异常的边界畸变是显见的,左下角等值线没有封闭,右上角等值线亦有明显畸变。当将测线数扩充为 128 后,曲线顺其自然地下降为零,更符合位场变化的特点。使测线数扩充为 128,每线的测点数亦扩充为

128,以磁化倾角为 55° ,地磁场倾角为 38° 化极获得的异常如图6,克服了畸变。可见,化极时应根据具体情况合理地选择测线、测点的扩充数,使扩充后的数值顺其自然地下降为零具有十分重要的意义。

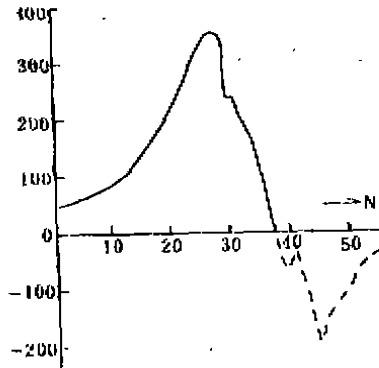


图7 55个点原始 ΔT 数据曲线

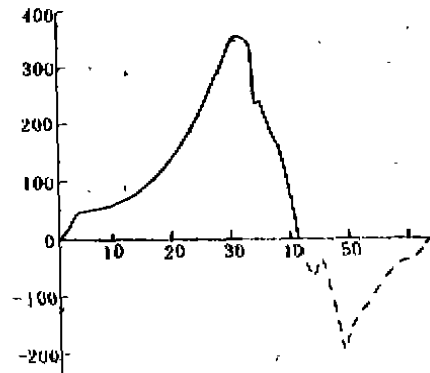


图8 扩充为64个点后 ΔT 数据曲线

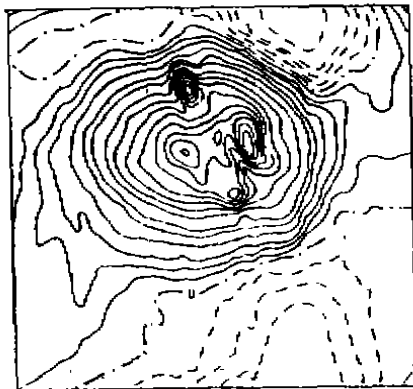


图9 湖南上堡地区 ΔT 异常,测线数扩充为64化极异常图

此外,在对区域性布格重力异常作频率域位场转换时,如作上下延拓、求导等计算时,测线和测点的扩充更应尽量多一些,因为区域性布格重力异常很难在一个小范围内下降为零,这是不难理解的。在频率域处理区域性布格重力异常,测线测点数尽量扩充多一些,处理的效果往往更好。

4. 不要轻易否定化极结果。只要数据取数的间距合适(不妨适当地密一点),边界值尽量地小一些,合理地扩充数据,先以地磁场方向作为磁化方向化极,在没有发现明显的畸变时不宜轻易地怀疑化极结果,磁性体的磁化方向与地磁场方向一致,还是有一定的适应性的。如果没有把握

可用不同的磁化倾角化极,根据磁化倾角不准时的畸变规律分析不同的化极结果。当以某一角度化极获得好的结果时,又可反过来判断磁性体的剩余磁化情况。笔者在处理湖南南部众多的航磁异常时,发现实际磁化倾角往往大于当地地磁倾角,一般在 $50^\circ-70^\circ$ 左右,而当地地磁场倾角在 37° 左右,这也就为研究该地区地质问题提供了某种线索。

对于小比例尺大面积的磁异常资料,当存在多个异常时,可能各个磁性体磁化倾角不相同,此时用不同的磁化倾角化极,可发现某一倾角接近于主要研究对象或多数磁性体的磁化倾角,而忽略某些次要的异常。

笔者认为只要注意到了上述问题(当然计算程序应是正确的),磁异常化极一般可取得满意的结果,此时不应轻易否定化极结果。特别是当磁性体的形态和产状不清楚时,不应以某种主观愿望希望于化极的异常。而应根据斜磁化异常的特点和垂直磁化异常的特点来分析化极后的异常,判断磁性体的形态、产状。众所周知,磁异常的特点不仅取决于磁化强度的方向,还取决于磁性体的倾向、倾角和形状,取决于磁化方向与磁性体倾向的相对位置。例如,化极磁异常的对称与不对称,只有当磁性体垂直向下且对称于 Z 轴时,垂直磁化情况下异常才会对称。

如果磁性体是倾斜的,化极后异常甚至可能更加不对称。

化极后的异常一般会向北偏移,有时偏移的距离小,有时偏移的距离大,也要具体分析。例如当有一定延伸的板状体向北倾斜且倾角大于磁化强度的倾角,则在磁性体北侧会出现明显的负异常,化到垂直磁化后,北侧负异常会减弱或消失而出现一片正异常,此时正异常向北偏移的距离就会较大。只要正异常不是呈现向北拉伸的趋势,而是自然地向北扩展,就不要轻易地认为是不合理。

参 考 文 献

- [1]曾华霖,1985年,重磁资料数据处理程序,地质出版社。

SOME UNDERSTANDING FOR REDUCTION TO THE POLE OF MAGNETIC ANOMALY

Wang Jiheng

(Geophysical Exploration Team, BGMR of Hunan Province)

【作者简介】王纪恒,男,56岁,高级工程师,1962年毕业于北京地质学院物探系,主要从事野外第一级物探工作、中专教学工作及物探资料数据电算处理。现在湖南物探队电算站从事物探资料数据处理工作。

(上接第341页)

由于PC-1500机内存很小,而这种方法又极占内存,故在研究异常区域或矿区时,表现出很大的优越性,特别为因子分析及其它方法的应用保证了总体的正态分布。

参 考 文 献

- [1] 吴锡生,1989,多元统计在地球化学异常评价中的应用,地球化学异常评价文集,吴昌荣编。
[2] PC-1500机物探化探程序汇编。
[3] 李莲,1986,3,因子分析在化探异常评价中的应用,物化探计算技术,第8卷1期。

A METHOD OF SPEEDING UP LOCALIZATION OF GEOCHEMICAL ANOMOLIES —— MAHULA—NABIS DISTANCE

Li Xinhua Li Changlu

(Geophysical Exploration Party of Ning Xia Province)

【作者简介】李新虎,男,1965年生于宁夏,1988年毕业于长春地质学院岩化系,地球化学找矿专业,工程师,现任副分队长兼副技术负责。目前正从事银川平原土壤农业地球化学调查研究工作。