在具有不同磁化率岩石接触帶上磁異常的分析

李治華

一、問題的提出

根据野外工作結果，看出 ΔZ 曲綫常常兩边不趋近於横軸（$\Delta Z=O$），或者 ΔZ 曲綫兩边出現不同强度的正常場。前者在作 ΔT 向量时，其交点交得会比实际深（当然有时会不出交点）；后者可能使得即使可以产生交点，也不很好交在一起。

在兩种不同磁化率岩石之接触帶上的磁異常，有时接触帶中有磁性物体存在，異常屬於綜合的。有时仅是接触帶本身的影响。这里仅談一下第二种情况，分析沒有磁性矿体存在时，接触帶上異常是什么引起的，和怎样計算接触帶所产生的異常。

二、具有不同磁化强度岩石接触帶上的磁場

根据場論可得到垂直磁化沿垂直接触帶剖面上任意点之場 Z 及 H。

$$Z=2I\left[(Q_1-Q_2)Sin^2\alpha-SinaCos\alpha ln\frac{r_2}{r_1}\right]$$

$$H=2I\left[(Q_1-Q_2)\ SinaCos\alpha+Sin^2\alpha ln\frac{r_2}{r_1}\right]$$

变換成直角座标时則得

$$Z=I\left[2Sin^2\alpha\ arctg\frac{hlctg\alpha+xl}{x^2+h^2+hl-xlctg\alpha}-\frac{1}{2}\right.$$

$$\left.Sin2\alpha ln\frac{(lctg\alpha-x)^2+(h+l)^2}{x^2+h^2}\right]$$

$$H=I\left[Sin2\alpha arctg\frac{hlctg\alpha+xl}{x^2+h^2+hl-xlctg\alpha}\right.$$

$$\left.+Sin^2\alpha ln\frac{(lctg\alpha-x)^2+(h+l)^2}{x^2+h^2}\right]$$

当 $\alpha=0$ 时，公式可大大簡化成

$$Z=2I\ arctg\frac{xl}{x^2+h^2+hl}$$

$$H=Iln\frac{x^2+(h+l)^2}{x^2+h^2}$$

在一般情况下，我們国家的領域中都是傾斜磁化，这时必須考虑到 I_x 的影响。它是决定於接触綫走向底方位角 A。下面就討論一下它的影响。在傾斜磁化时，上式中之 I 可認为是 I_z，而 I_x 对 Z 的影响 Z' 为：

$$Z'=2I_xSinASin\alpha Cos\alpha\ (Q_1-Q_2)$$

$$+2I_xSinA\alpha Sin\alpha\ ln\frac{r_2}{r_1}$$

$$=I_xSinASin2\alpha\ (Q_1-Q_2)$$

$$+2I_xSinASin^2\alpha ln\frac{r_2}{r_1}$$

換成直角座标則可写成

$$Z'=\left[I_xSin2\alpha arctgP+I_xSin^2\alpha lnR\right)\ SinA$$

$$=\frac{I_x}{I_z}HSinA$$

$$P=\frac{hlctg\alpha+xl}{x^2+h^2+hl-xlctg\alpha};$$

$$R=\frac{(lctg\alpha-x)^2+(h+l)^2}{x^2+h^2}$$

同样 $H'=\frac{I_x}{I_z}ZSinA$

那么傾斜磁化在接触帶上的 Z 及 H 为：

$$Z=Z_{(z)}+\frac{I_x}{I_z}HSinA$$

$$H=H_{(x)}+\frac{I_x}{I_z}ZSinA$$

註：（z）——表示由垂直磁化所引起的

A——表示以接触綫南北方向为零，而离磁化率物質在接触綫东方逆时針轉

I——磁化强度。

三、接触帶磁異常的討論

通过理論計算得一系列曲綫族，我們可以对磁化率較大的和磁化率較小的岩石接触帶上的異常有一个清晰的概念。由於我們国家的領域是处在中緯度，不

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

能老是按垂直磁化的理論往上套，因此計算是按傾角30°（海南島、广州）45°（南京、武汉）60°（沈陽一帶）进行的。剖面方向与接触帶走向垂直，从其結果中看出：

（1）磁化强度 I 一定，異常随 α 角之增加而增長(向正值)，当 α 經过 90° 以后漸漸減小(如圖 1)。

（2）Z 曲線（指接触帶附近之斜線）的斜率，随 α 接近 90° 而增大，过 90° 后变緩（如圖 1）。

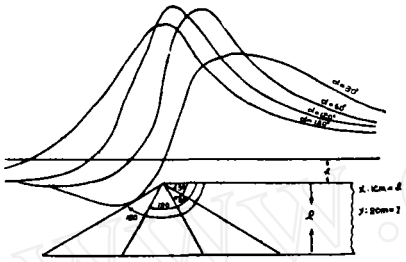

圖 1

（3）当 Z 曲線由負值变向正值时，α 小於 90°（見圖 2），拐点約在斜線段中間；而大於 90° 时，斜線段上沒有拐点，而拐点在峯值上。

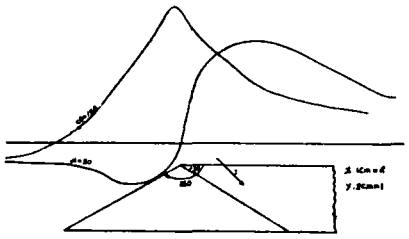

圖 2

（4）I 一定（a）z 異常正值随方位角靠近90°而成最大，負值減小。A 經过 90° 后正值开始減小。如以 $A=90°$ 时为准，A 在 90°—180° 間則剛剛与 0—90° 間时相反，如为 150° 时則与 30° 时相同（見圖 3）。

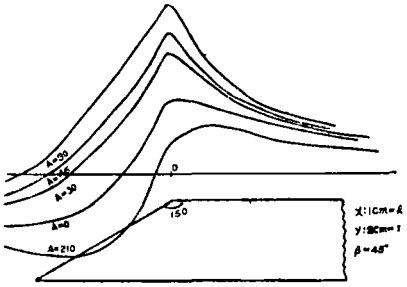

圖 3

（6）Z 異常負值随着 A 靠近 270° 而加負，可推想以后情况与第一，二象限时同（見圖 3）。

（5）随 α 之增大及 β（地磁傾角）之減小，$Z=0$ 点漸向左移动，当 $l=3h$，$\beta=45°$，$A=0$ 时，α 小於 90° 者 $Z=0$，点在零点右方，而 α 大於 90° 則在左方。随着 $A=30°$ 或 45° 而只留下 $\alpha=30°$ 者，$Z=0$，点在左方。如圖 4 之（1）、之（2）、之（3）、之（4）、之（5），而其余的皆移至左方（指 $\alpha=60°$、120、150 等）。当 $A=90$ 时則完全移在左方。当 $A>180$ 时，則向反方向移动（圖 4 之（2））。

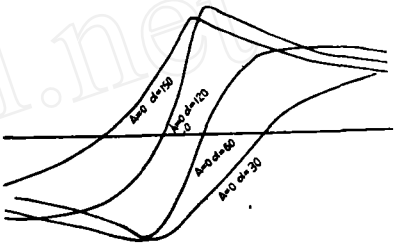

圖 4之（1）

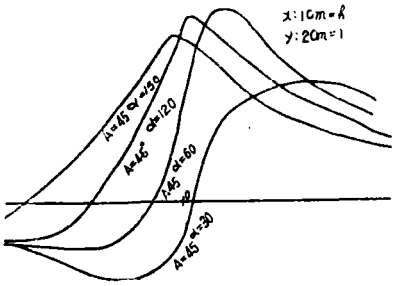

圖 4之（2）

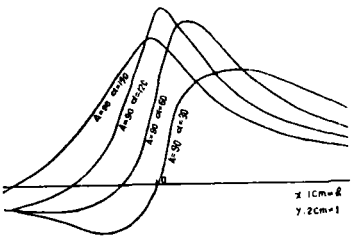

圖 4之（3）

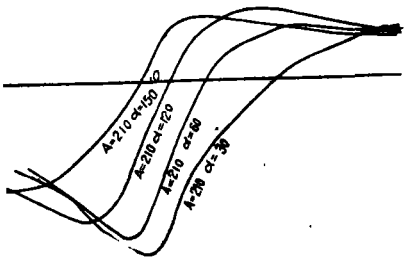

圖 4之（4）

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

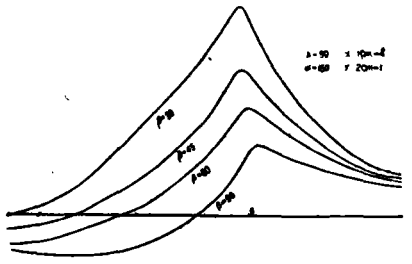

圖 4 之（5）

（7）I 一定，異常随 $\frac{l}{h}$ 之增大而增加（如圖 5）。

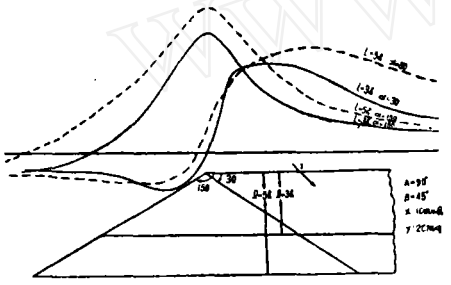

圖 5

（7）$Z=H$ 点（即 Z、H 曲線相交之点）在零点之右，並随着 α 之增加而漸向左移，並与 $\frac{l}{h}$ 亦有关。

当 $\alpha=30°$ 时，$Z=H$ 点在
0 点右 $5.5h(l=3h)$
$8.0h(h=5h)$
当 $\alpha=60°$ 时 $Z=H$ 点在
0 点右 $3.2h(l=3h)$
$4.7h(l=5h)$
当 $\alpha=120°$ 时 $Z=H$ 点在
0 点右 $1.5h$ $\begin{pmatrix} l=3h \\ l=5h \end{pmatrix}$
当 $\alpha=150°$ 时 $Z=H$ 点在
0 点右 $0.6h$ $\begin{pmatrix} l=3h \\ l=5h \end{pmatrix}$

A、β 为任意

（見圖 6 之（1）之（2））

由上面数字看到当 $\alpha>90°$ 时，交点位置不随方位角、磁傾角、岩層傾角等改变。而当 $\alpha<90°$ 时，只是与的 $\frac{l}{h}$ 的变化有关。假如我們把正常場选擇得合适，則可大致估計出埋藏深度及接触帶位置。

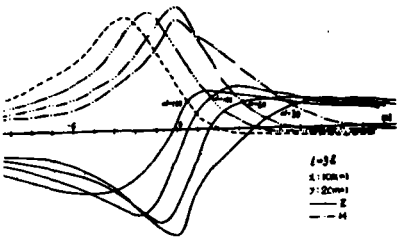

圖 6 之（1）

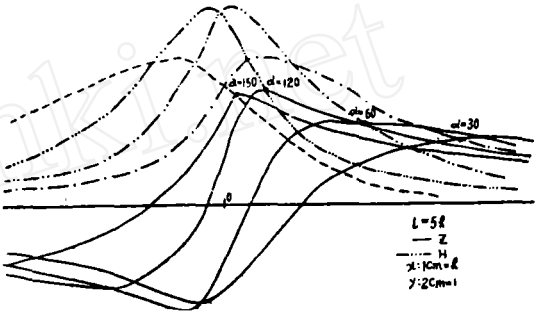

圖 6 之（2）

四、实际異常的討論及实測曲綫的处理

为了对異常作出正确解釋，可以把接触帶的影响近似去掉，就是本节要談的曲綫底处理。关於接触帶上的磁異常是由高磁化率的地質体所引起的呢，还是由接触帶本身所产生的，是本节要談的第二个問題。在談这些問題以前要从等磁力平面上研究是否有接触帶影响存在。由圖 7 上可看出異常兩边背景值不同，認为是有这种影响存在，另外从剖面圖上可更明显的看出这点。下面先談第一个問題。

（一）在获得曲綫 ΔZ ΔH 曲綫底处理

1. 測定磁化强度。在处理这些曲綫时，所要求的磁化强度不仅要求較准确的总磁化向量数值，而且要知道总磁化向量的方向。这是在定量計算时所必須的条件。

圖 7

2. 找接触綫。

① 用山地工作来确定。可就附近或異常上的鑽孔和槽探的資料来定。

② 用电測剖面来确定。这是指在电性条件好的地方最好用横的梯度，或偶極剖面，联合剖面等分

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

辨能力大的方法。

③ 从已知参数的正演找出接触綫。

④ $\Delta Z=0$或对标准曲綫得出0来确定接触綫。

这是指接触面是直立的（即$\alpha=\frac{n}{2}$）和垂直磁化时。

3. 埋藏深度h之确定。

① 可根据电测深来确定。

② 可根据井槽探或附近已知材料来确定。

4. 定倾角α及延深l

定角α及l的方法，我們先將所获得的曲綫变成一个不含磁性关系I的函数，使它只与角α、l、h、x等参数有关，就是把所获得曲綫除以I即可，然后可借已知参数之α、l、h、x等之理論曲綫决定其α及l。另外要从山地工作中获得資料。关於确定α为銳角或为鈍角可从曲綫上得知。

5. 从ΔZ及ΔH曲綫求Za及Ha曲綫。

上面所提到的只是在不含有矿体影响而在其附近选擇剖面进行的。如果我們要处理由接触帶及矿体綜合引起的異常时，在一所談的第一种情况下，只要选擇出适当的正常場，把曲綫上下平移一下就可以了。碰到第二种情况时，我們可以像上面所述的方法去推断出接触綫（从含有異常的兩边的情况推知的），及傾角厚度等計算出理論曲綫，然后把在实际工作中所获得之曲綫如一談到的ΔZ及ΔH曲綫，我們从这个曲綫上減去理論計算出的不同岩層磁化率的理論曲綫，即得到Za及Ha曲綫。

順便提一下，我們假如沒有观测ΔH曲綫和嫌用計算方法去除ΔH曲綫之影响而感到麻煩时，建議用高空磁测指南上§3用垂直磁力曲綫求水平磁力曲綫。原著为普道夫基，后Логачев用圖算法（НОМ-ографический）求之甚为方便。用隣近曲綫来获得Za及Ha，就是找異常附近所获得的非異常曲綫作为改正曲綫是較粗略的。

（二）討論实际異常

將实测的兩条剖面与理論計算曲綫对比一下，由於实测曲綫从整个異常来看走向东西，且高磁性物体位於接触帶北方，所以採取$A=90°$，根据異常情况α用80°、$l=10h$、磁傾角β採用了45°，計算曲綫如圖8之（1）、之（2）上的虛綫所示。可以看出实测曲綫与理論曲綫有部分不相合，曲綫8之（1）后部之不重合，可能是l或h發生变化，曲綫8之（2）后部不重合是因为磁性物体已消失的原故。从这兩个曲綫的重合可以得出接触綫位置，也可找到α及推求出I（垂直磁化强度），曲綫8A推算出磁性物体的磁化强度（以圍岩为0）为4080×10^{-6} $C.G.S.M$，而曲綫8之（2）(以圍岩为0)为6530×10^{-6} $C.G.S.M$.

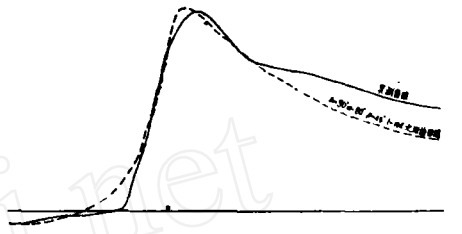

圖8之（1）

圖8之（2）

最后，决定它是否眞正由接触帶所引起，应該仔細的研究一下岩石磁性是否符合計算出来的結果。前面分析中已提到異常大小和厚度有很大关系，就是說磁化强度較小厚度較大和厚度較小而磁化强度較大，可能会造成同样結果，因此得出結論：在磁化强度較小而厚度很大时，也可以产生較大的異常，下面举几个实际数字作为参考。

当$l=3h$时 $Iz=1000\cdot10^{-6}$ $CGSM$时

最大可达 350r 一般为 50r（各种角度）

若$Iz=10000\cdot10^{-6}$ $CGSM$时

最大可达 3500r 一般为 500r

当$l=5h$时 $Iz=1000\cdot10^{-6}$ $CGSM$时

最大可达 420r 一般为 70r

$Iz=10000\cdot10^{-6}$ $CGSM$时

最大可达 4200r 一般 700r

当$l=10h$时 $Iz=1000\cdot10^{-6}$ $CGSM$时

最大可达 530r 一般 1500r

$Iz=10000\cdot10^{-6}$ $CGSM$时

最大可达 5300r 一般 1500r

由上面数据可見Z最大值随l之增大大致遵循下面公式：

（下轉14頁）

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

份皆应取样；切忌在採空区內取样。

（3）塊段平均品位与平均厚度之計算：由於民窿中取样点不可能完全均勻分佈，而在塊段中央也有样槽分佈。如取样点分佈距离較正規，要求相差不大时，平均品位可採用样品長度加权平均方法計算。如取样点分佈極不規則，可先將同一取样点的几个样槽，採用样槽長度加权求得平均品位，然后依矿体品位变化最大方向（沿走向或沿傾斜），按每个样品所控制的綫段距离进行加权平均。

計算方法，如品位沿矿体走向变化較大，則以一取样点举前一取样点距离之半加上該点举后一点距离之半，作为加权平均数据，如圖5。

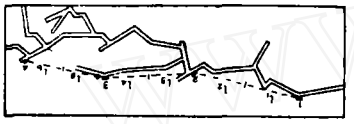

圖5 加权平均品位綫段划分圖

$$C=\frac{X_1\%+L_1+Y_2\%(L_2+L_3)+Z_3\%}{L_1+L_2+L_3+}$$
$$\frac{(L_4+L_5)+F_4\%(L_6)}{L_4+L_5+L_6}$$

平均厚度之計算方法同上，如完全揭露矿体厚度之穿眖稀少，則应用面积加权平均方法計算。

（4）民窿儲量計算方法之选擇，应按地質情况划分塊段，分別計算。在坑道密度达到要求，矿体产狀已充分揭露，取样又合乎規格之塊段，应圈为C_1級儲量范圍。由於民窿分佈不規則，計算儲量应一律採用地質塊段法。如为厚度不大之層狀矿体，可採用垂直断面法（平行或不平行）；如呈柱狀或矿体較大时，用水平平行断面法計算。

（5）採空区之矿量計算：採空区边緣为矿体，則在塊段矿量中減去採空区之矿石量（採空区面积×平均厚度×品位×矿石体重）。

採空区边緣为乱石所堆积，应进行一些清理工作，以了解以前开採情况。倘若在清理时有困难，則可从堆积形狀上看，採空区是否超过实見范圍很大，再确定儲量級別。如果採空区边緣有堆砌整齐之廢石充填，說明原有採矿場面积远远超过現实見范圍。如数个採空区相接近，則应以附近坑道为界，圈出密集採空区之范圍，儲量級別較正式級別降低一級計算。在矿体范圍圈定后，在矿体范圍內的採空区应不計算儲量。

（四）其他应具备条件

（1）1/2000地形圖。

（2）取体重样。

（3）說明地下水活动概况：

① 水文观测，填繪坑道水文地質圖。主要湧水点应每五日观测一次，最后提出水量变化曲綫圖。

② 节理統計圖及裂隙統計圖（每20M观测一次）。

③ 提出地下水类型的意見，並对矿床疏干及矿区供水作出評价。

④ 对附近地貌作簡略說明。如为民窿密集之区，应填制地貌圖。

⑤ 如地面有砂矿床存在，則应填制第四紀地貌圖。

（上接21頁）

$\Delta Z\Delta_l=\frac{1}{2}\left(\frac{\Delta l}{l}\cdot Z_{l-1}\right)$ 例如 $l=3h$ 变到 $l=5h$ 时，Z之增加为$\Delta Z_5=\frac{1}{2}\left(\frac{2}{5}\cdot 350\right)=70r$

由 $l=5h$ 变到 $l=10h$ 时，Z 之增加为

$$\Delta Z_5=\frac{1}{2}\left(\frac{5}{10}\cdot 420\right)=105r$$

一般的增加約略为 $Z=\frac{l}{l-1}Z_{l-1}$ 这些問題須在以后工作中逐步取得数据去証实，这里仅供参考。

五、結論

通过理論計算清楚了在我們国家的广濶領域中（磁傾角30—60°），各种接触綫走向及岩層傾角厚薄不同的磁性岩石的接触帶上的異常特性，更进一步了解到在我們国家的領域中，很多情况不同的接触帶上的磁異常的不同是磁鉄矿所引起，或是磁化率較大的岩石及較小的岩石相接触而引起的。通过計算也可以分辨出接触帶上矿体所产生的異常的特性，給定量計算帶来更高的精确度，这些異常可能是正值也可能是負值，但是要指出，垂直層狀延深很大，延長較大的磁体同样会产生与上相类似的異常。这点是地球物理工作者所熟知的，所以說物理場的地質解釋是緊密地与当地地区地質情况相联系的。

最后因为力量关系及水平关系可能有錯誤請諸位指正。本文中的圖表全部由譚仲珊同志計算整理的。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net