

用解析延拓法预测三江盆地 基岩埋深的尝试

张守本 侯丽君

(内蒙锡林浩特石油会战指挥部)

本文介绍一个盆地在已经进行了重磁力普查, 并有个别钻井成果的条件下, 预测其基岩埋深的一种有效而又比较精确的方法。

文中较详细地介绍了公式的理论推导、资料处理及成果的编释。

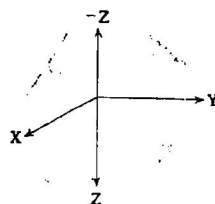
研究工作是1978年在黑龙江省三江盆地东部进行的。是采用1:20万磁测资料及部分航磁资料, 在DJS-6电子计算机上演算的。

一 理论推导

已知观测面(例如地面 $z=0$) 的重磁力位场值 $Z_0(x, y)$, 求空间任一平面或任一点的位场值(例如基岩面)。

观测面以上空间为调和域, 位场函数满足拉普拉斯方程:

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 Z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 Z}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 Z}{\partial z^2} = 0 \\ Z(x, y, z) \Big|_{z=0} = Z_0(x, y) \\ Z(x, y, z) \Big|_{-z=\infty} = 0 \end{cases}$$



由数学物理方程可知, 上述方程在观测面以上是可解的, 它的解为:

$$Z(x, y, -z) = -\frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{\infty} \frac{z Z_0(\xi, \eta) d\xi d\eta}{[(x-\xi)^2 + (y-\eta)^2 + z^2]^{3/2}} \quad (1)$$

也可以写成柱坐标形式:

$$Z(0, 0, -z) = -\frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} \frac{Z_0(r, \theta) r z d\theta dr}{(r^2 + z^2)^{3/2}} \quad (2)$$

由场的性质可知, 当 r 充分大时, Z 的值可忽略, 所以:

$$Z(0, 0, -z) \approx -\frac{1}{2\pi} \int_0^{r_n} \int_0^{2\pi} \frac{Z_0(r, \theta) r z d\theta dr}{(r^2 + z^2)^{3/2}}$$

$$= \int_0^{r_n} \frac{1}{(r^2+z^2)^{3/2}} \left[\frac{-1}{2\pi} \int_0^{2\pi} Z_0(r, \theta) d\theta \right] r z dr = \int_0^{r_n} \frac{\bar{Z}(r) z r dr}{(r^2+z^2)^{3/2}}$$

分段积分

$$= \sum_{i=1}^{n-1} \int_{r_i}^{r_{i+1}} \frac{\bar{Z}(r) z r dr}{(r^2+z^2)^{3/2}} \quad (3)$$

式中: $\bar{Z}(r) = \frac{-1}{2\pi} \int_0^{2\pi} Z_0(r, \theta) d\theta$ 为观测面上半径为 r 的圆周上磁场算术平均值。

应用积分中值定理

$$= \sum_{i=1}^{n-1} \bar{Z}[r_i + k_i(r_{i+1} - r_i)] \int_{r_i}^{r_{i+1}} \frac{z r dr}{(r^2+z^2)^{3/2}} \quad (4)$$

直接对 r 积分得:

$$\begin{aligned} &= \sum_{i=1}^{n-1} \bar{Z}[r_i + k_i(r_{i+1} - r_i)] z [(r_i^2+z^2)^{-\frac{1}{2}} - (r_{i+1}^2+z^2)^{-\frac{1}{2}}] \\ &= \sum_{i=1}^{n-1} \frac{1}{r_{i+1}-r_i} \int_{r_i}^{r_{i+1}} \bar{Z}(r) dr z [(r_i^2+z^2)^{-\frac{1}{2}} - (r_{i+1}^2+z^2)^{-\frac{1}{2}}] \end{aligned} \quad (5)$$

在 (r_i, r_{i+1}) 上用二次插值多项式 $P_2(r)$ 来近似 $\bar{Z}(r)$:

$$\begin{aligned} Z(r) \approx P_2(r) &= \frac{(r-r_{i+1})(r-r_{i+2})}{(r_i-r_{i+1})(r_i-r_{i+2})} \bar{Z}(r_i) + \frac{(r-r_i)(r-r_{i+2})}{(r_{i+1}-r_i)(r_{i+1}-r_{i+2})} \times \\ &\times \bar{Z}(r_{i+1}) + \frac{(r-r_i)(r-r_{i+1})}{(r_{i+2}-r_i)(r_{i+2}-r_{i+1})} \bar{Z}(r_{i+2}) \end{aligned} \quad (6)$$

$$i=1, 2, \dots, n-2.$$

将 $P_2(r)$ 代入 $Z(0, 0, -z)$ 可积分:

$$\begin{aligned} \int_{r_i}^{r_{i+1}} \bar{Z}(r) dr &= \int_{r_i}^{r_{i+1}} \frac{(r-r_{i+1})(r-r_{i+2})}{(r_i-r_{i+1})(r_i-r_{i+2})} dr \bar{Z}(r_i) + \int_{r_i}^{r_{i+1}} \frac{(r-r_i)(r-r_{i+2})}{(r_{i+1}-r_i)(r_{i+1}-r_{i+2})} dr \bar{Z}(r_{i+1}) + \\ &+ \int_{r_i}^{r_{i+1}} \frac{(r-r_i)(r-r_{i+1})}{(r_{i+2}-r_i)(r_{i+2}-r_{i+1})} dr \bar{Z}(r_{i+2}) = a_i \bar{Z}(r_i) + b_i \bar{Z}(r_{i+1}) + c_i \bar{Z}(r_{i+2}) \end{aligned} \quad (7)$$

其中:

$$\left. \begin{aligned} a_i &= \int_{r_i}^{r_{i+1}} \frac{(r-r_{i+1})(r-r_{i+2})}{(r_i-r_{i+1})(r_i-r_{i+2})} dr = \frac{(r_i-r_{i+1})}{(r_{i+2}-r_i)} \left(\frac{r_i}{3} - \frac{r_{i+2}}{2} + \frac{r_{i+1}}{6} \right) \\ b_i &= \int_{r_i}^{r_{i+1}} \frac{(r-r_i)(r-r_{i+2})}{(r_{i+1}-r_i)(r_{i+1}-r_{i+2})} dr = \frac{(r_i-r_{i+1})}{(r_{i+2}-r_{i+1})} \left(\frac{r_{i+1}}{3} - \frac{r_{i+2}}{2} + \frac{r_i}{6} \right) \\ c_i &= \int_{r_i}^{r_{i+1}} \frac{(r-r_i)(r-r_{i+1})}{(r_{i+2}-r_i)(r_{i+2}-r_{i+1})} dr = \frac{(r_i-r_{i+1})^2}{6(r_{i+2}-r_i)(r_{i+2}-r_{i+1})} \end{aligned} \right\} i=1, 2, \dots, n-2$$

当 $i=n-1$ 时, 重新将 $P_2(r)$ 插值即可得到 a_{n-1} , b_{n-1} , c_{n-1} , 将 $\int_{r_i}^{r_{i+1}} \bar{Z}(r_i) dr$ 代入 $Z(0,$

$$\begin{aligned} 0, -z) \text{ 中得 } Z(0, 0, -z) &= \sum_{i=1}^{n-2} [a_i \bar{Z}(r_i) + b_i \bar{Z}(r_{i+1}) + c_i \bar{Z}(r_{i+2})] \frac{z}{r_{i+1}-r_i} \times \\ &\times \left[(r_i^2+z^2)^{-\frac{1}{2}} - (r_{i+1}^2+z^2)^{-\frac{1}{2}} \right] + [a_{n-1} \bar{Z}(r_{n-1}) + b_{n-1} \bar{Z}(r_n) + c_{n-1} \bar{Z}(r_{n-2})] \frac{z}{r_n-r_{n-1}} \times \\ &\times \left[(r_{n-1}^2+z^2)^{-\frac{1}{2}} - (r_n^2+z^2)^{-\frac{1}{2}} \right] = k_1 \bar{Z}(r_1) + k_2 \bar{Z}(r_2) + \sum_{i=3}^{n-3} k_i \bar{Z}(r_i) + k_{n-2} \bar{Z}(r_{n-2}) + \\ &+ k_{n-1} \bar{Z}(r_{n-1}) + k_n \bar{Z}(r_n) = \sum_{i=1}^n k_i \bar{Z}(r_i) \end{aligned} \quad (8)$$

上式中 $\bar{Z}(r_i)$ 为观测面上离计算点距离为 r_i 的圆上各点平均值。

K_i 为只依赖于半径为 $r_1, r_2, \dots, r_n$ 及延拓深度 z 的常数, 称为向上延拓系数。

$$\begin{aligned} K_i &= \frac{a_i z}{r_{i+1}-r_i} \left[(r_i^2+z^2)^{-\frac{1}{2}} - (r_{i+1}^2+z^2)^{-\frac{1}{2}} \right] + \frac{b_{i-1} z}{r_i-r_{i-1}} \left[(r_{i-1}^2+z^2)^{-\frac{1}{2}} - \right. \\ &\quad \left. - (r_i^2+z^2)^{-\frac{1}{2}} \right] + \frac{c_{i-2} z}{r_{i-1}-r_{i-2}} \left[(r_{i-2}^2+z^2)^{-\frac{1}{2}} - (r_{i-1}^2+z^2)^{-\frac{1}{2}} \right] \\ &\quad i=3, 4, \dots, n-3 \end{aligned} \quad (9)$$

同样可以写出 $K_1, K_2, \dots, K_{n-2}, K_{n-1}, K_n$ 的表达式。

上面的推导说明观测面上空间的任一点位场值都可以求出来, 这仅仅是解析延拓法中解析部分的含义, 道理是向上延拓有解析解。

那么, 解析延拓法中延拓的含义是什么呢? 所谓位场的解析延拓, 是根据观测面上的位场值去确定场源以外空间位置上的位场值。

对于向下延拓,当地下有矿体或要确定盆地的基岩埋藏深度时,位场函数满足的不再是拉普拉斯

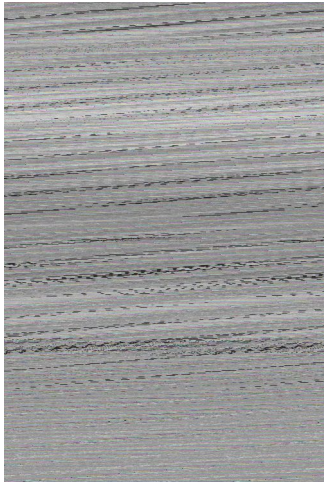
方程: $\frac{\partial^2 Z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 Z}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 Z}{\partial z^2} = 0$, 而是满足泊松方程: $\frac{\partial^2 Z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 Z}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 Z}{\partial z^2} = f(x, y, z)$

也即是人们通常所提到的位场“奇点”。

确定盆地基底的工作不能直接求解,故采用向上延拓的四个值(深度分别为: $z = -a'$, $-2a'$, $-3a'$, $-4a'$)进行内插外推,先求出向下延拓系数,继而求出向下延拓值。

过 $(0, 0, 0)$ 、 $(0, 0, -a')$ 、 $(0, 0, -2a')$ 、 $(0, 0, -3a')$ 、 $(0, 0, -4a')$ 五个点作拉格朗日五次插值多项式:

$$\begin{aligned} Z(0, 0, z) &= \sum_{m=0}^4 \frac{\prod_{j=0}^4 (z + ja') Z(0, 0, -ma')}{(-1)^m m! (4-m)! a'^4 (z + ma')} \\ &= \sum_{m=0}^4 \frac{\prod_{j=0}^4 (z + ja')}{(-1)^m m! (4-m)! a'^4 (z + ma')} \left\{ \sum_{i=1}^n k(r_1, r_2, \dots, r_n, ma') \bar{Z}(r_i) \right\} \\ &= \sum_{i=1}^n \sum_{m=1}^4 \frac{\prod_{j=0}^4 (z + ja') k_i(r_1, r_2, \dots, r_n, ma')}{(-1)^m m! (4-m)! a'^4 (z + ma')} \bar{Z}(r_i) \\ &= \sum_{i=1}^n D(r_1, r_2, \dots, r_n, z) Z(r_i) \end{aligned} \quad (10)$$



$$\text{即 } f(x, y) = \frac{d}{4\pi^2 I_z 10^5} \sum_{n'=0}^n Cn' Hz(n')$$

上式中: $f(x, y)$ ——相对于基底平均深度界面的起伏

d ——与 $f(x, y)$ 相同单位的网格距 (边长)

I_z ——垂直磁化强度

Cn' ——对应 r_0-r_n' 分环半径的系数

$\overline{Hz}(n')$ ——第 r_n' 个圆环上磁力延拓值平均值

首先对三江盆地东部约20000平方公里范围内的磁力资料进行 2×2 公里的正方形网格处理, 共计网格点7045个, 分布在南北120行, 东西106列的网格上, 为了消除局部干扰, 在不同环上进行了9点、25点、49点圆滑处理。

(一) 分环半径的选取

由场性质可知, 近计算点影响大, 远计算点则影响小, 认为选取十个半径为宜, 分别为:

$$r_i = 0, 0.5, 1, \sqrt{2}, \sqrt{5}, \sqrt{8}, \sqrt{13}, 5, \sqrt{50}, \sqrt{136}$$

为最佳方案, 因本次计算工作采取正方形网格, 边长为2公里, 故十个半径为:

$$r_i = 0, 1, 2, 2\sqrt{2}, 2\sqrt{5}, 2\sqrt{8}, 2\sqrt{13}, 10, 2\sqrt{50}, 2\sqrt{136}$$

而十环上所选点数见表1

表1

值 序 别	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
延拓半径 r_i	0	1	2	$2\sqrt{2}$	$2\sqrt{5}$	$2\sqrt{8}$	$2\sqrt{13}$	10	$2\sqrt{50}$	$2\sqrt{136}$
环上点数 n_i	1	4	4	8	12	8	12	12	12	8

而各环上的场值可据一元高次拉格朗日插值近似计算。

(二) 延拓系数的求法

由于网格距为2公里, 故用 $d' = \frac{1}{2}$ 求出向上延拓及向下延拓0.5, 1.0, 1.5, 2.0公里的延拓系数, 用 $d' = \frac{1}{4}$ 求出向上延拓及向下延拓1, 2, 3, 4公里的延拓系数 (表2、3)。

(三) 基岩埋深计算

$$\text{据公式 } f(x, y) = \frac{d}{4\pi^2 I_z 10^5} \sum_{n'=0}^n Cn' \overline{Hz}(n')$$

上式中, d ——网格边长 (2公里) I_z ——磁化强度 (0.001奥斯特)

式中选用了六环半径, 参数见表4。

据上述公式求出的值为 Δh 值 (相对深度值), 表示基岩面的相对起伏, 而基岩深度则是延拓深度与 Δh 值之差。

综上所述, 求基岩深度的程序为:

$$1. \text{据公式 } Z(0, 0, z) = \sum_{i=1}^n Di(r_1, r_2, \dots, r_n, z) \overline{Z}(r_i) \text{ 求出各点延拓值;}$$

$$2. \text{据公式 } f(x, y) = \frac{d}{4\pi^2 I_z 10^5} \sum_{n'=0}^n Cn' \overline{Hz}(n') \text{ 求出各点的 } \Delta h \text{ 值;}$$

$$3. \text{据公式 基岩深度} = \text{延拓深度} - \Delta h \text{ 值, 求出各点的基岩深度值。}$$

表2 向上延拓系数表 (K表)

深度(z) 半径(r_i)	0.5 公里	1.0 公里	1.5 公里	2.0 公里
0	0.2303276684	0.1220388410	0.0699790440	0.0439886704
0.5	0.4522062382	0.3015186882	0.2068395308	0.1469672550
1	0.1278570198	0.2084051038	0.2071103960	0.1801798560
$\sqrt{2}$	0.0428429831	0.0843176738	0.1119326520	0.1233390094
$\sqrt{5}$	0.0539866702	0.0998591837	0.1327649566	0.1520580742
$\sqrt{8}$	0.0143129468	0.0283769840	0.0416426654	0.0533458769
$\sqrt{13}$	0.0182494099	0.0357330406	0.0517746329	0.0658577545
5	0.0141543857	0.0278877855	0.0408119690	0.0525993644
$\sqrt{50}$	0.0196177753	0.0390362615	0.0580621072	0.0765135785
$\sqrt{136}$	0.0050125032	0.0099911440	0.0149026632	0.0197149942

d=2公里

表2 向下延拓系数表 (D表)

深度(z) 半径(r_i)	0.5 公里	1.0 公里	1.5 公里	2.0 公里
0	3.6112051740	9.8190874060	21.9537857600	42.9204341800
0.5	-2.3941059000	-8.7492210300	-21.7645586200	-44.8194357000
1	-0.0498914835	0.1941976574	1.0390231260	2.6820612440
$\sqrt{2}$	-0.0215773436	0.0108873957	0.1403131730	0.4197614552
$\sqrt{5}$	-0.0530415746	-0.0918721326	-0.0990190842	-0.0528031710
$\sqrt{8}$	-0.0142270783	-0.0282481781	-0.0421578574	-0.0582653422
$\sqrt{13}$	-0.0181791027	-0.0352919846	-0.0501829050	-0.0615362962
5	-0.0141264824	-0.0277155137	-0.0401968875	-0.0509397389
$\sqrt{50}$	-0.0196120963	-0.0390019284	-0.0579412939	-0.0761903737
$\sqrt{136}$	-0.0050119145	-0.0099875988	-0.0148902111	-0.0196817294

d=2公里

三 计算成果解释

研究区范围属三江盆地东部拗陷区, 下属六个Ⅱ级构造, 即浓江凹陷、挠力河凹陷、青山凸起、建三江凸起、抚远凸起和石砬山坳地, 乃据前年的重磁力工作结果划定的, 在挠力河凹陷内的第一口探井——东基一井的钻探说明, 原划定的Ⅱ级构造及采用人工方法估算的盆地基底误差较大, 因而在这种情况下, 采用了解析延拓法来更确切地估算基岩埋藏深度。

(一) 延拓值图

本次延拓共进行了六个下延深度 (500米, 1000米, 1500米, 2000米, 3000米, 4000米) 的计算,

表3 向上延拓系数表 (K表)

深度(z) 半径(r_i)	1 公里	2 公里	3 公里	4 公里
0	0.1220388410	0.0439886704	0.0213819591	0.0124406249
0.5	0.3015186882	0.1469672550	0.0818961852	0.0508609749
1	0.2084051038	0.1801796560	0.1238933016	0.0852150784
$\sqrt{2}$	0.0843176738	0.1233390094	0.1169060186	0.0975833555
$\sqrt{5}$	0.0998591837	0.1520580742	0.1596490198	0.1455869682
$\sqrt{8}$	0.0283769840	0.0533458769	0.0697896682	0.0765053563
$\sqrt{13}$	0.0357330406	0.0658577545	0.0870711372	0.0990192071
5	0.0278877855	0.0525993644	0.0718621153	0.0847442332
$\sqrt{50}$	0.0390362615	0.0765135785	0.1110545316	0.1416086990
$\sqrt{136}$	0.0099911440	0.0197149942	0.0289230892	0.0374026513

d=2公里

表3 向下延拓系数表 (D表)

深度(z) 半径(r_i)	1 公里	2 公里	3 公里	4 公里
0	4.1250291200	11.6469726200	26.4183663600	51.9944357000
0.5	-1.9041342800	-7.1584246100	-18.1114064200	-37.7126101800
1	-0.8165059082	-2.7754834800	-6.5742041860	-13.0728401000
$\sqrt{2}$	-0.0967333808	-0.1402791948	-0.0323115258	0.3582181852
$\sqrt{5}$	-0.1306692090	-0.2553955634	-0.3175235710	-0.2404951274
$\sqrt{8}$	-0.0227530551	-0.0269351519	0.0043157481	0.0917766929
$\sqrt{13}$	-0.0350893399	-0.0603339287	-0.0635836930	-0.0297395366
5	-0.0274505548	-0.0495096254	-0.0598821424	-0.0509322203
$\sqrt{50}$	-0.0388897890	-0.0755996910	-0.1077682940	-0.1327061892
$\sqrt{136}$	-0.0099742925	-0.0196119045	-0.0285573253	-0.0364193531

d=2公里

表4

值 序 别	1	2	3	4	5	6
半 径 r_i	0	1	$\sqrt{2}$	$\sqrt{5}$	$\sqrt{10}$	$\sqrt{17}$
环上点数 n_i	1	4	4	8	8	8
系 数 C_n	3.67	0.985	0.910	0.427	0.382	0.267

延拓值即在该延拓深度上所计算的磁力值,通俗地讲可以理解为在该深度上所测磁场值,将地面上7045个网格点的磁场值下延到上面的六个深度,分别做出该深度上的延拓值图,该图之物理意义与磁力异常图近似,且量纲相同,是求 Δh 值图必不可少的中间结果。

(二) Δh 值图

Δh 值本身即相对深度之概念,用它来表示未加上延拓深度以前的深度图而言,这种图不能表示真正磁性体的埋深,却能把该处的凹陷形态表现的确切无误,因而可以形象地称之为正负号图,即凹陷形态图。和延拓值图一样,同样计算了六个深度的 Δh 值,这张图的妙用在于不同延拓深度的 Δh 值没有本质的差别,即在不同下延深度上所表现的凹陷形态是一致的。研究中所算六个深度图除下延4000米者外,其余五个深度图的形态是互相吻合的;而下延4000米见到的图面紊乱,正负相间,凹陷频繁,结合延拓值图和下面谈到的深度图来看,可能该下延深度已超过了基岩深度的反映。

(三) 深度图

即将延拓值、 Δh 值,加上延拓深度后而得基岩埋藏深度图,因而也包括500米到4000米六个深度的深度图,这种图即具备了基岩埋藏深度图的概念了。但下延到某一深度才与盆地基岩深度的实际情况相吻合,尚须具体分析。若选择某一下延深度的深度图(如下延1000米)做为盆地的基岩深度图,则会出现有的地区反映了基岩深度,有的地区不太能反映基岩深度的情况。因此,我们采取了根据尽可能多的钻井资料(2口井),在不同地区采用不同深度图进行拼接和编释,而得出三江盆地东部基岩埋藏深度图。该图以下延1000米的深度图为蓝本,在部分地区进行了下延2000米、下延1500米和下延500米深度图的编释。图中明显地呈现了凹陷相同的格局,其中较大的有海棠果、板庙亮子、永世边、里小山西南等四个凹陷,及平原、雁窝岛、青山、岔河、前进、下三岔口、前哨东等七个隆起。1979年在板庙亮子钻了一口探井,初步证实了成果的可靠性。

四 计算公式的几点讨论

以上计算和编释工作是1978年完成的,经过1979年的部分钻井和地震工作证实,方法是可行的,其精度在人工切线法之上。特别在一个盆地已进行了大面积的重磁力普查,未进行或仅进行了极少钻井和地震工作的情况下,来估算该盆地基岩埋藏深度和部署下一步勘探,是起指导作用的。但也并不等于这项工作已经很成熟了,根据工作的体会,感到以下几方面是采用这种方法要加以注意的:

(一) 网格距

这种方法对原始数据的特殊要求是数据必须满足正方形或长方形网格点,但一般的重磁力资料只满足大致相同的点距和排距,因而必须对所有数据进行人工(或计算机)网格处理。这里着重指出,公式中半径 r 和延拓距离 z 都是与网格距有关的参数,一般情况下,延拓深度与网格距有倍数关系;而各环半径亦由于网格距不同而不同,随网格距的增加,半径亦增。

(二) 延拓值 Δh 值和基岩深度

延拓值是估算基岩深度的重要和必须的中间结果,虽然可以通俗地理解为在该延拓深度上进行的测量,但又不是它全部确切的含义,它与地面磁力值有相同的量纲,下延的深度为了克服和消除中间层的影响而接近于磁性体顶面,以更突出磁性体的深度。延拓正值与磁力高相一致,在构造上显示了隆起;而延拓负值则与磁力低一致,在构造上显示了凹陷形态。

当把延拓值求出后即可据经验公式,

$$f(x, y) = \frac{d}{4\pi^2 \cdot 10^5} \sum_{n'=0}^n Cn' \cdot \overline{Hz}(n') \text{ 求出各点的 } \Delta h \text{ 值, } \Delta h \text{ 值完全代表各点的基岩}$$

相对起伏，是求各点基岩绝对深度的基础数据，亦可正可负，正值反映隆起，负值反映凹陷。

这里的基岩深度是指磁性体顶面最小深度，它由延拓值、 Δh 值换算而来。从物探意义上讲，越接近磁性体面的位置磁力越强，随着距离的增加磁力减弱或延拓值越小，这里把延拓深度面视为基岩平均深度面。

（三）延拓深度的深度问题

这是一个理论问题，也是一个实际问题。虽然我们选用了500米至4000米的六个深度来代表基岩平均深度，但与实际吻合程度如何呢？当你设计的这个平均深度若超过实际的平均深度，即延拓到基岩面以下（如4000米）会出现什么样的结果呢？这个问题我们仅据图面的情况进行判断，国外有的资料介绍说会出现级数发散、不收敛的现象，但却未介绍如何使用，因而这个问题是需要继续探索的。

五 精度分析

如前所述，用这种方法估算一个较大盆地的基岩埋深还是初步尝试，因而对于它的精度只能与手工切线法估算的最小磁性体埋深进行对比，再把它们的成果与已进行部分地震概查工作所勾绘的 T_0 构

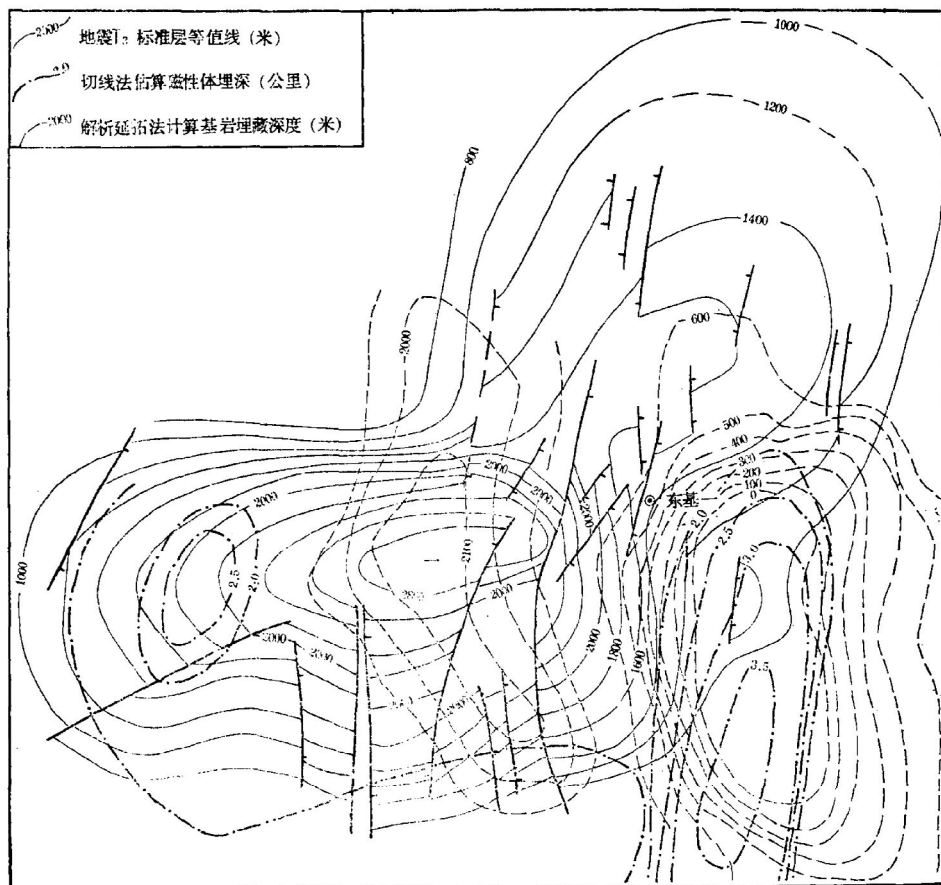


图1 三种方法测算的基岩埋深对比图

造图比较则一目了然。图1选择了延拓、切线、地震、钻井资料都有的东基一井附近地区,据1978年以前利用切线法作图资料,是一个以东基一井南东18公里处为中心的凹陷,最深在3500米以下,在东基一井以西25公里处亦出现一个局部小凹;而延拓计算的结果却出现了以东基一井以西13公里处为中心的凹陷和以东基一井南东10公里处为中心的隆起带,凹陷埋藏在2100米以下,而南北走向的隆起却埋藏极浅甚至暴露地表,两种计算方法呈现了相反的结果和不同的构造形态,1979年在该区做了六条地震剖面,勾绘了 T_2 标准层(相当于基岩顶面)构造图,该图呈现了以东基一井以西13公里处为中心的凹陷,最深在2800米以下,而东基一井以东处于凹陷的抬起部位,因此,与延拓法预测的基岩形态是近似的,而否定了切线法的格局。东基一井于1394米钻遇基岩,地震反射为1410米,而延拓即据该井的已知资料,在东基一井附近采用了下延2000米的拼接,由此看来,它的精度要高于手工切线法,概率信度可达0.9,但下列诸方面的因素显然在影响着它:①在1:20万图上大面积的估算基岩显然会给精度带来误差,因解析延拓是据预测小面积磁性体而提出的;②采用十圈半径虽然精度高,但边界地区舍弃大而使该地区精度降低;③解析延拓的基础是对拉普拉斯方程进行多次假设以满足计算的要求,而逐次假设使精度逐次降低;④原始资料不满足网格的要求,重新对原始资料网格化势必亦降低了资料的精度;⑤DJS-6机上宽行打印机的误差。

因此,并不认为该方法已经完善了,仅通过计算和精度的分析,认为这是一种比切线法优越的用磁力资料估算基岩埋深的方法,当然,如果在程序上再改进,如先上延再下延,肯定会好得多,最后,还应指出,本法只适用于垂直磁化的高纬度地区,对于低纬度地区,则还存在斜磁化问题,所以有它的局限性。

(收稿日期 1980年5月16日)

参 考 文 献

- [1] 重磁数据处理小组编, 1977, 重磁资料的数据处理问题, 地质出版社。
[2] Геология СССР Том IX.

AN ATTEMPT AT ESTIMATE OF THE DEPTH OF BASEMENT IN THE THREE-RIVER BASIN BY METHOD OF ANALYTIC CONTINUATION

Zhang Shouben Hou Lijun

(Headquarters of Petroleum Exploration, Xilin Hot, Nei Monggol)

Abstract

The depth of the basement beneath the eastern part of the Three-river (Heilong Jiang, Songhua Jiang, Wusuli Jiang) basin is studied using the method of analytic continuaton on the basis of 1:200,000 magnetic and partially aeromagnetic data. Seismic measement and drilling data demonstrated that the method used is effective and relatively accurate.

The theoretical deduction of formulae, data processing and result compiling are described in a more detaited way. Finally, the accuracy of this method is also discussed.