

# 多次插值切割法分场的一个实例

汪炳柱\* 徐世浙 刘保华

(青岛海洋大学地质地球物理研究所)

阎汉杰 张建世 刘新华

(胜利石油管理局计算中心)

## 摘 要

汪炳柱,徐世浙,刘保华,阎汉杰,张建世,刘新华. 多次插值切割法分场的一个实例. 石油地球物理勘探, 1997, 32(3): 431~438

根据地矿部航空物探遥感中心、胜利石油管理局的研究结果,胜利油田某区的磁性层可分为浅、中、深三层。本文采用了多次插值切割法对该区的航磁异常进行了划分。具体作法是:①首先采用4次插值切割法,计算出区域异常,然后用磁异常减去区域异常得到局部异常,这就是浅部异常。经过化极垂向一次导数和垂向二次导数的验证,吻合很好,说明浅部异常的可信度高。②将新的区域异常继续进行6次插值切割法,再次计算区域异常和局部异常,将此局部异常作为中部异常,区域异常作为深部异常。

在浅、中、深部异常划分的基础上,作者进行了细致的解释工作,包括:①确定了第四系地层中的9处玄武岩、凝灰岩或干扰磁性源的分布范围、顶深和磁化率;②确定了沙三段地层中的玄武岩体的合理分布范围、顶深和磁化率,并得到区内两口钻井资料的证实;③推断了一条基底断层。

**主题词** 磁法勘探 插值 切割法 磁异常 局部异常 区域异常

## ABSTRACT

Wang Bingzhu, Xu Shizhe, Liu Baohua, Yan Hanjie, Zhang Jianshi and Liu Xinhua.  
An example of aeromagnetic anomaly separation using multi-interpolation division.  
OGP, 1997, 32(3): 431~438

The researchers of the Aero Remote Sensing Center (the Ministry of Geology and Minerals) and Shengli Petroleum Administration have divided the magnetic horizon in Shengli oil field into three parts (shallow, mid and deep layers). The aeromagnetic anomaly separation in the area was achieved by using multi-interpolation division that includes the following steps:

• Four-time interpolation division is done to obtain areal anomaly, which is then subtracted from the observed aeromagnetic anomaly to get local anomaly, namely the shallow magnetic anomaly. The checks by the vertical first derivative a-

\* Wang Bingzhu, Geological & Geophysical Research Institute, Qingdao Ocean University, Qingdao City, Shandong Province, 266003

本文于1996年6月7日收到。

nd second derivative anomalies reduced to the pole show good coincidence, which proves the reliability of the shallow layer anomaly.

• Six-time interpolation division of the obtained areal anomaly is made to estimate new areal anomaly and new local anomaly. The new local anomaly is used as mid layer anomaly, and the new areal anomaly as the deep layer anomaly.

Having separated off shallow layer anomaly, mid layer anomaly and deep layer anomaly, authors finished some detailed interpretations, which include:

• The distributions, tops, bottoms and susceptibilities of 9 basalt, tuff and magnetic interference bodies in the Quaternary system

• The distribution, top, bottom and susceptibility of the basalt body in the third member of Shahejie formation (the basalt body has been proved by the drilling data of two boreholes in the area)

• A basement fault

**Subject heading:** magnetic survey, interpolation, division, magnetic anomaly, local anomaly, areal anomaly

## 引言

据地矿部航空物探遥感中心、胜利石油管理局的研究成果,胜利油田某区的磁性层可分为三层:浅部火山岩磁性体、中部火山岩磁性体和深部火山变质岩基底磁性层。依据这三类磁性层的分布和埋深,可将该区航磁异常划分为浅部异常、中部异常和深部异常,分别予以解释。

划分磁异常的方法有多种,本文采用的是多次插值切割法<sup>[1],[2]</sup>。

## 多次插值切割法

在一定范围内,可将区域异常沿  $x$ 、 $y$  方向都看作是线性变化的。因此,作者基于文献 1、2 中有关多次插值切割法的原理,进而提出针对矩形网格化的离散数据,有

$$T(i, j) = R(i, j) + L(i, j) \quad i = 0, 1, \dots, M; j = 0, 1, 2, \dots, N \quad (1)$$

其中:  $M+1$  是  $x$  方向的点数;  $N+1$  是  $y$  方向的点数;  $T(i, j)$ 、 $R(i, j)$  和  $L(i, j)$  分别是点  $(i, j)$  的磁异常、区域异常和局部异常。

**用多次插值切割法计算区域异常**

点  $(i, j)$  的区域异常是其磁异常值与其周围四点的磁异常值的加权平均,具体算法是

$$R(i, j) = [1 - a(i, j)/2]\bar{B}(i, j) + [a(i, j)/2]T(i, j) \quad (2)$$

式(2)中

$$\bar{B}(i, j) = \frac{1}{4}[T(i + n_x, j) + T(i - n_x, j) + T(i, j + n_y) + T(i, j - n_y)]$$

这里设  $x$  方向切割半径为  $x$  方向点距的  $n_x$  倍,  $y$  方向切割半径为  $y$  方向点距的  $n_y$  倍。 $n_x$ 、 $n_y$  的选取方法如下。

设待划分的局部场为  $L(x, y)$ , 其中心位置为  $(x_0, y_0)$ 。选取  $n_x$ , 使  $x$  方向点距的  $n_x$  倍为  $L(x, y_0)$  的两个半极值点间水平距离的 1~2 倍。选取  $n_y$ , 使  $y$  方向点距的  $n_y$  倍为  $L(x_0, y)$  的

两个半极值点间水平距离的 1~2 倍。

在式(2)中

$$a(i, j) = b(i, j) + c(i, j)$$

此式分两点予以说明:

(1)  $b(i, j) = 1 / \{ [F_x(i, j)]^2 + 1 \}$ 。这里,  $F_x(i, j)$  是  $x$  方向的非线性度, 即

$$F_x(i, j) = \Delta \bar{B}_x(i, j) / \Delta B_x(i, j)$$

而

$$\Delta \bar{B}_x(i, j) = T(i, j) - \frac{1}{2} [T(i + n_x, j) + T(i - n_x, j)]$$

$$\Delta B_x(i, j) = T(i + n_x, j) - T(i - n_x, j)$$

当  $\Delta B_x(i, j) = 0$  时, 若  $\Delta \bar{B}_x(i, j) = 0$ , 则  $b(i, j) = 1$ ; 若  $\Delta \bar{B}_x(i, j) \neq 0$ , 则  $b(i, j) = 0$ 。

(2)  $c(i, j) = 1 / \{ [F_y(i, j)]^2 + 1 \}$ 。这里,  $F_y(i, j)$  是  $y$  方向的非线性度, 即

$$F_y(i, j) = \Delta \bar{B}_y(i, j) / \Delta B_y(i, j)$$

而

$$\Delta \bar{B}_y(i, j) = T(i, j) - \frac{1}{2} [T(i, j + n_y) + T(i, j - n_y)]$$

$$\Delta B_y(i, j) = T(i, j + n_y) - T(i, j - n_y)$$

当  $\Delta B_y(i, j) = 0$  时, 若  $\Delta \bar{B}_y(i, j) = 0$ , 则  $c(i, j) = 1$ ; 若  $\Delta \bar{B}_y(i, j) \neq 0$ , 则  $c(i, j) = 0$ 。

为了计算所有的点  $(i, j)$  的区域异常, 必须扩边, 使各点  $(i, j)$  在  $(i = -n_x, -n_x + 1, \dots, 0, 1, \dots, M, M + 1, \dots, M + n_x; j = -n_y, -n_y + 1, \dots, 0, 1, \dots, N, N + 1, \dots, N + n_y)$  处都有  $T(i, j)$ 。

实际计算区域异常时, 是重复利用式(2)进行多次插值切割的。设  $R_k(i, j), R_{k-1}(i, j)$  分别是经过  $k$  次和  $k-1$  次插值切割得到的点  $(i, j)$  的区域异常, 文献 2 证明了下式, 即

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \max_{\substack{i=0,1,\dots,M \\ j=0,1,\dots,N}} |R_k(i, j) - R_{k-1}(i, j)| = 0$$

所以, 令

$$V = \max_{\substack{i=0,1,\dots,M \\ j=0,1,\dots,N}} |R_k(i, j) - R_{k-1}(i, j)| \quad (3)$$

取  $e$  为一个很小的正数。若  $V > e$ , 则令

$$T(i, j) = R_k(i, j) \quad i = 0, 1, \dots, M; j = 0, 1, \dots, N \quad (4)$$

重复上述计算过程, 计算出经过  $k+1$  次插值切割得到的  $R_{k+1}(i, j) (i = 0, 1, \dots, M; j = 0, 1, \dots, N)$ ; 若  $V \leq e$ , 则将  $R_k(i, j) (i = 0, 1, \dots, M; j = 0, 1, \dots, N)$  作为点  $(i, j)$  的区域异常。

#### 计算局部异常

将式(1)改写为

$$L(i, j) = T(i, j) - R(i, j) \quad i = 0, 1, \dots, M; j = 0, 1, \dots, N \quad (5)$$

此式即为计算局部异常的依据。

## 实 例

图 1 为胜利油田某区的化极航磁异常图。作者采用的是方形网格数据,  $x, y$  方向的点距都

是 0.25km。

### 浅部异常划分

取  $n_x=n_y=2$ , 用多次插值切割法对图 1 异常经过 4 次插值切割得到区域异常。然后, 利用式(5)算得的局部异常看作浅部异常, 如图 2 所示。图中纵横坐标的单位均为 km。

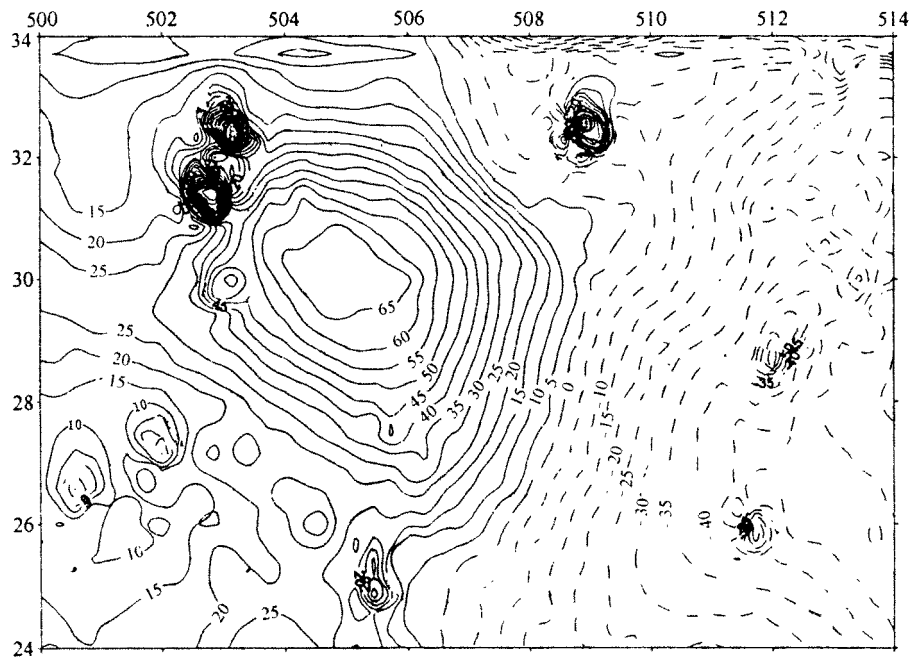


图 1 胜利油田某区化极航磁异常图

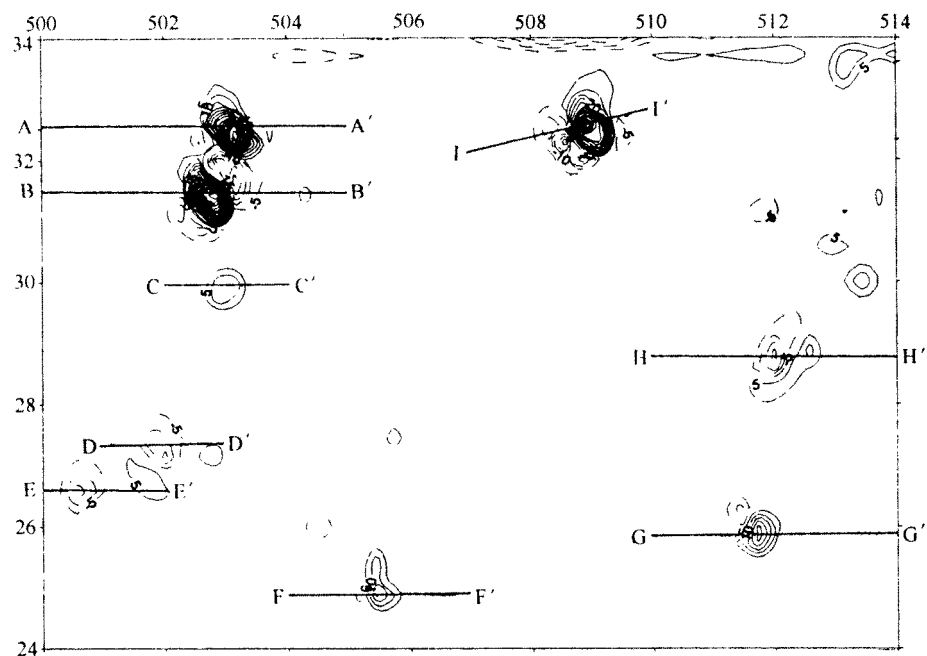


图 2 浅部异常图

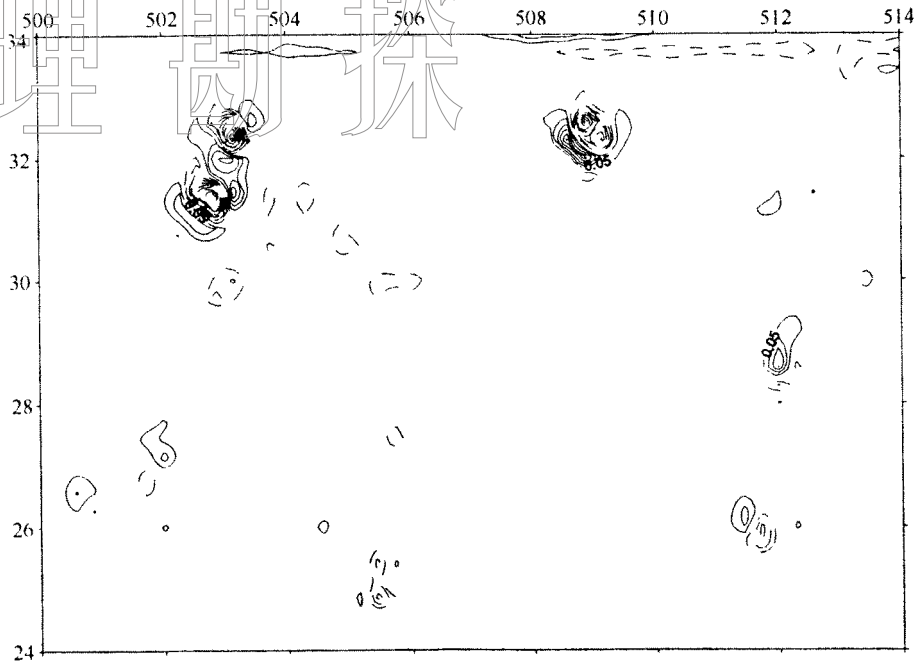


图 3 化极垂向一次导数图

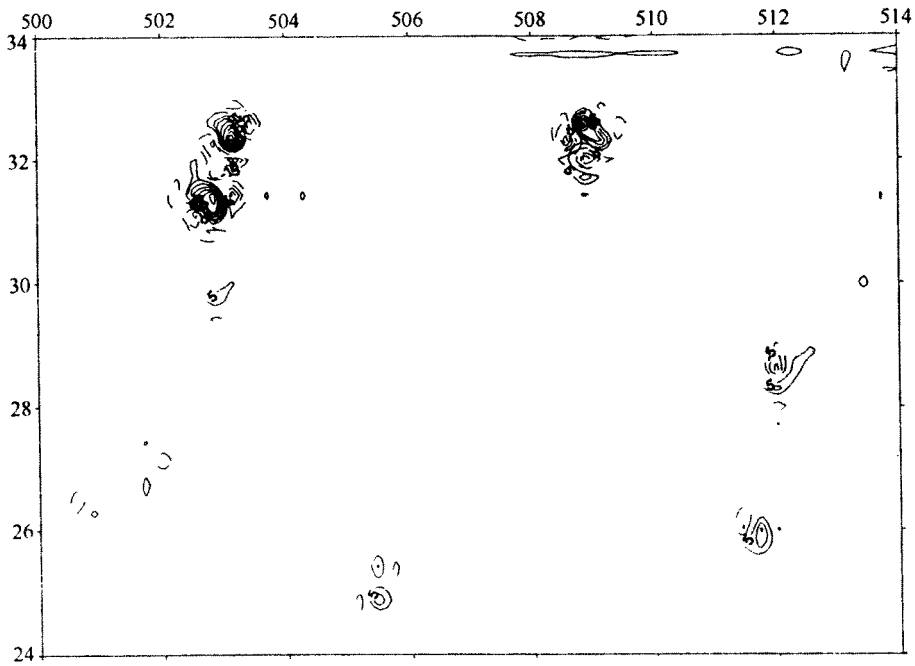


图 4 化极垂向二次导数图

图 3、图 4 分别用调和分析法计算图 1 异常的垂向一次导数图和垂向二次导数图。从中可见,图 2 与图 3、图 4 符合得很好。这说明用上述方法划分浅部异常的效果是令人满意的。

中部异常、深部异常的划分

取  $n_x=n_y=6$ ,用多次切割法对前面得到的区域异常进行 6 次插值切割,得到新的区域异

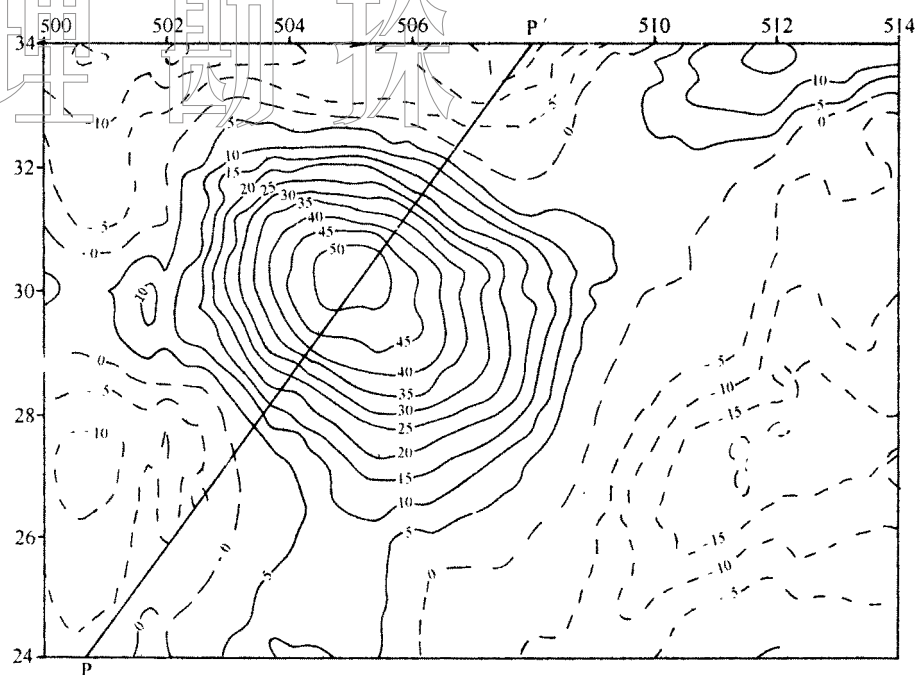


图 5 中部异常图

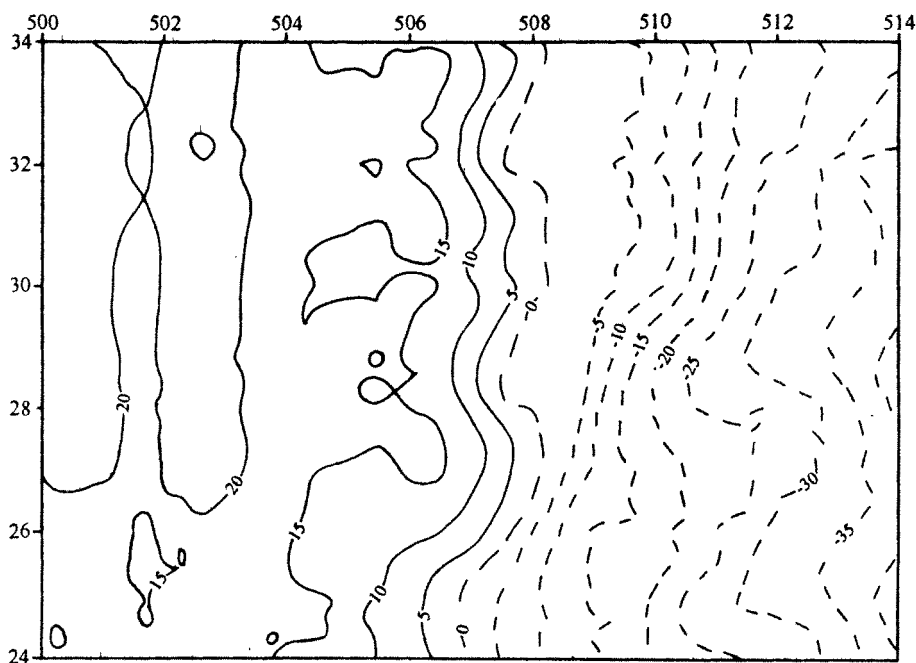


图 6 深部异常图

常和局部异常。把新的局部异常看作中部异常(图 5),把新的区域异常看作深部异常(图 6)。

### 磁性层的解释推断

作者认为上面得到的浅部异常、中部异常和深部异常分别是由浅部火山岩磁性体、中部火山岩磁性体和深部变质岩基底磁性层单一因素引起的,因而可对浅部异常、中部异常和深部异

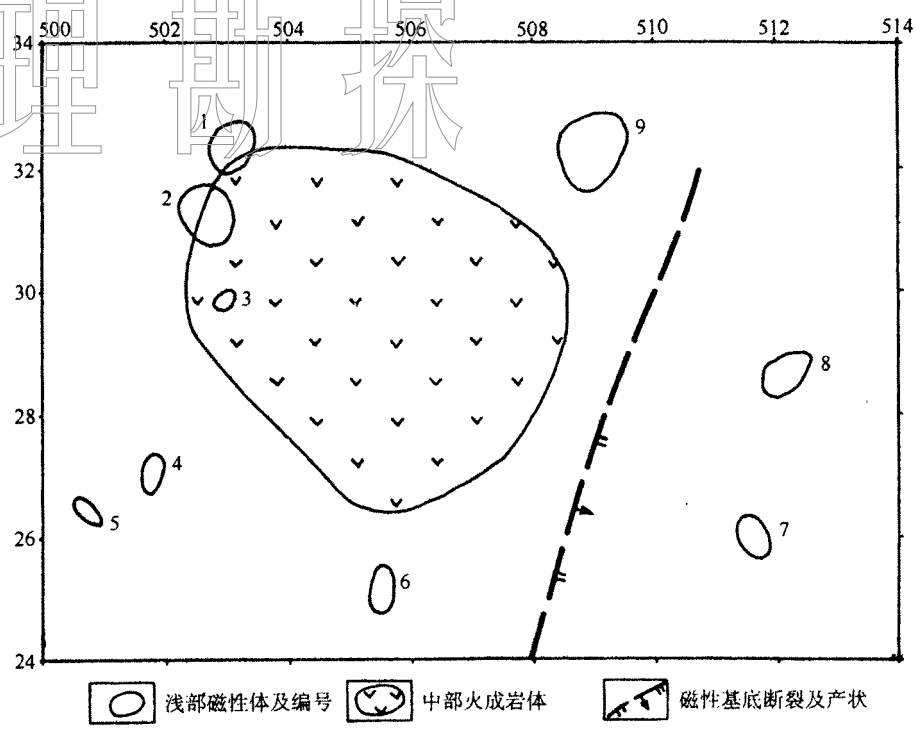


图 7 航磁资料解释成果示意图

常分别进行解释推断。图 7 为该区航磁资料解释成果示意图。

根据图 2 可以确定出 9 处浅部异常,它们是由第四系地层中的玄武岩、凝灰岩或干扰源引起的。这些浅部磁性体的编号和位置见图 7。穿过这 9 处浅部异常部位各取出一条剖面,剖面位置标在图 2 上,对这些剖面中的异常用 T 切线法<sup>[3]</sup>计算出各浅部磁性体的顶深、磁化率及推断岩性列于表 1 中。

表 1 浅部磁性体顶深、磁化率及推断岩性表

磁性体	剖面位置	顶深/m	磁化率/ $10^{-5}$ SI	推断岩性
1	A-A'	80	829	第四系玄武岩
2	B-B'	25	1133	第四系玄武岩
3	C-C'	24	183	第四系凝灰岩
4	D-D'	11	18	浅部干扰源
5	E-E'	11	14	浅部干扰源
6	F-F'	22	195	第四系凝灰岩
7	G-G'	57	257	第四系凝灰岩
8	H-H'	32	211	第四系凝灰岩
9	I-I'	46	857	第四系玄武岩

中部异常主要是由新生界下第三系沙三段地层中的玄武岩体引起的。根据中深部异常的梯度确定出玄武岩体的大致分布范围(图 7)。穿过中部异常区,取出一条剖面 P-P'(图 5),再将其上的异常用 T 切线法计算出沙三段地层中玄武岩体的磁化率为  $526 \times 10^{-5}$ SI, 顶深为 1791m。31 号钻井的位置为  $x=504.3\text{km}$ ,  $y=28.6\text{km}$ 。由该钻井资料可见,沙三段地层中玄武



岩体埋深为 2115m。40 号钻井的位置为  $x=506.2\text{km}$ ,  $y=29.1\text{km}$ , 由该钻井资料可见沙三段地层中的玄武岩体埋深为 2062m。两口井的深度基本与推断结果相当。

在深部异常图(图 6)上存在一条梯度带。笔者推断此处有可能发育一条基底断层,如图 7 所示。

## 结 论

根据胜利油田某区磁性层的特点,作者利用多次插值切割法将该区化极航磁异常划分为浅部异常、中部异常和深部异常,并把浅部异常与垂向一次导数异常和二次导数异常作了对比,发现前者与后者符合得很好。然后分别予以解释,得到了如下成果:

- (1) 确定了第四系地层中的 9 处玄武岩、凝灰岩或干扰磁性源的分布范围、顶深和磁化率;
- (2) 确定了沙三段地层中玄武岩体的分布范围、顶深和磁化率,通过与区内两口井资料对比,证实了插值切割法算得的深度是合理的;
- (3) 确定了一条基底断层。

应该指出:本研究区面积积极小,只有  $10\text{km}\times 14\text{km}$  的范围,这给中深部磁性层的解释带来很大的不便。如果扩大研究区,可望取得更好的结果。

## 参 考 文 献

- 1 程方道,刘东甲,姚汝信. 划分重力区域场和局部场的研究. 物探化探计算技术,1987,9(1):1~9
- 2 管志宁,张昌达,程方道,申宁华. 磁法勘探重要问题理论分析与应用,地质出版社,1993,41~56
- 3 长春地质学院磁法教研室. 磁法勘探,地质出版社,1979