

由总场异常估计垂直梯度异常强度的一种简单方法

孙连池

(冶金部物探公司航空物探一队)

提出了一种由总场异常估计垂直梯度异常强度的简单公式,该公式对对称或半对称异常的估计误差最大不超过20%。

关键词: 垂直磁力梯度测量; 总场异常

1980年以来,地面垂直磁力梯度测量,相继在山东、湖南、湖北等省展开;1987年冶金部物探公司又在冀东地区做了大面积的航空垂直磁力梯度测量,均取得了一定效果。

目前,我国大部分成矿有利地区都做过总场测量。垂直磁力梯度测量和总场测量一样,在测区选择、设计和施工之前,一般都要先粗略了解一下探测对象信号的强弱。据此,我们在生产实践中总结出一个由总场异常估计垂直梯度异常幅值的经验公式:

$$\left(\frac{\partial Z}{\partial h}\right)_{\max} \approx n Z_{\max} / d_{1/2} \quad (1)$$

式中, $Z_{\max}$ 为总场曲线的极大值, $d_{1/2}$ 为总场曲线两半极值点之间的间距, $n = 2 \sim 3$ 为异常维数,即二度异常 $n = 2$, 三度异常 $n = 3$, $\left(\frac{\partial Z}{\partial h}\right)_{\max}$ 为相应垂直梯度曲线的极大值(图1)。

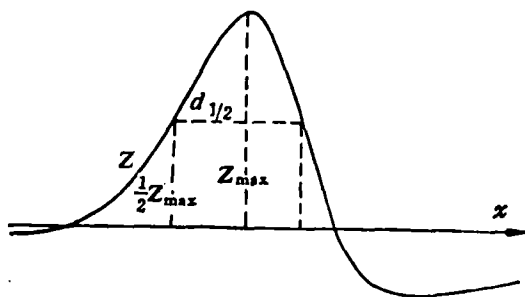


图 1

理论和实践证明, (1) 式适用于大多数近于对称或半对称的异常,只是对极个别的台阶状、平头状、反对称异常误差较大。

表 1 是垂直磁化条件下几种规则形体的 $Z_{\max}$ 曲线极大值 $Z_{\max}$ 、 $Z_{\max}$ 曲线半宽度 $d_{1/2}$, 以及 $Z_{\max}$ 的垂

直梯度曲线极大值 $\left(\frac{\partial Z}{\partial h}\right)_{\max}$ 与场源参数的关系式。

表 1

磁性体形状	总场极大值 $Z_{\max}$	总场半宽度 $d_{1/2}$	异常维数 n	垂梯极大值 $\left(\frac{\partial Z}{\partial h}\right)_{\max}$
直立板状体	$2m/h$	$2.0h$	2	$2m/h^2$
水平圆柱体	$2m/h^2$	$0.97h$	2	$4m/h^3$
单板	m/h^2	$1.54h$	2	$2m/h^3$
球体	$2m/h^3$	$1.0h$	2	$6m/h^4$

由表 1 可以列出:

直立板状体

$$n \cdot \frac{Z_{\max}}{d_{1/2}} = 2m/h^2 = \left(\frac{\partial Z}{\partial h}\right)_{\max} \quad (2)$$

水平圆柱体

$$n \cdot \frac{Z_{\max}}{d_{1/2}} = 4m/0.97h^3 = 1.03 \left(\frac{\partial Z}{\partial h}\right)_{\max} \quad (3)$$

单板

$$n \cdot \frac{Z_{\max}}{d_{1/2}} = 3m/1.54h^3 = 0.97 \left(\frac{\partial Z}{\partial h}\right)_{\max} \quad (4)$$

球体

$$n \cdot \frac{Z_{\max}}{d_{1/2}} = 6m/h^4 = \left(\frac{\partial Z}{\partial h}\right)_{\max} \quad (5)$$

由 (2)~(5) 式不难归纳为一个统一的近似公式

$$\left(\frac{\partial Z}{\partial h}\right)_{\max} \approx n \cdot \frac{Z_{\max}}{d_{1/2}}$$

上式即为由总场曲线极大值和半宽度估计垂直梯度极大值的经验公式 (1)。

将 (1) 式应用于斜磁化条件下, 几种规则磁性体垂直梯度曲线极大值的估计结果与理论结果对比, 其相对误差 (%) 如表 2。

从表 2 可以看出, 几种简单形体的总场 $Z_{\max}$ 曲线, 当有效磁化倾角 $i_0 > 45^\circ$ 时 (我国大部分地区

表 2

磁性体形状	i_0			
	90°	75°	60°	55°
直立板状体	0.0	2.5	8.8	18.2
水平圆柱体	3.1	1.9	0.9	5.6
球体	0.0	0.1	0.1	0.4

满足这个条件), 由(1)式估计的垂直梯度曲线极大值误差最大不超过20%。实际上对于较复杂形体的磁异常, 不论是 Z_a 还是 H_a 、 ΔT , 只要总场曲线近于对称或半对称, 利用(1)式的估计结果会具有同样的精度。

图2是湖南黄沙坪地区实测的地磁 Z_a 及垂直梯度 $\frac{\partial Z_a}{\partial h}$ 综合剖面图。 Z_a 曲线极大值为15100nT, 半宽度 $d_{1/2}$ 为65m, 取 $n=2$, 算得相应垂直梯度曲线极大值为465nT/m, 与实测梯度极大值490nT/m相差5.1%。

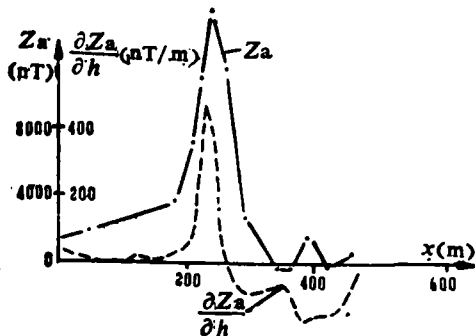


图 2

图3是冀东地区半壁山航磁异常的 ΔT 及垂直梯度 $\frac{\partial T}{\partial h}$ 综合剖面图。 ΔT 曲线极大值为1440nT, 半宽度 $d_{1/2}$ 为500m, 取 $n=3$, 估计的垂直梯度极大值为8.64nT/m, 而实测的垂直梯度极大值为9.15nT/m, 相对误差为5.6%。

图4是冀东地区后沟航磁总场异常 ΔT 及垂直梯度 $\frac{\partial T}{\partial h}$ 的综合剖面图。 ΔT 异常在平面上呈等轴

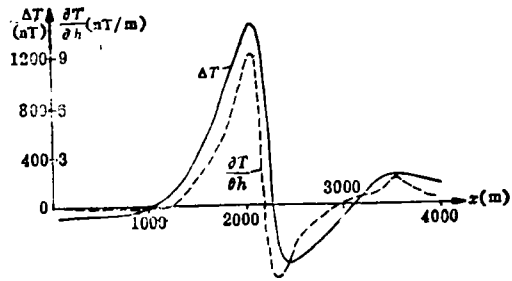


图 3

状, 且叠加有400nT的区域变化磁场。总场极大值为1920nT, 半宽度 $d_{1/2}$ 为900m, 估计的垂直梯度强度为6.8nT/m, 而实测的为6.4nT/m, 相对误差为6.3%。由此可见, 区域场的叠加, 对(1)式的计算精度影响不大。

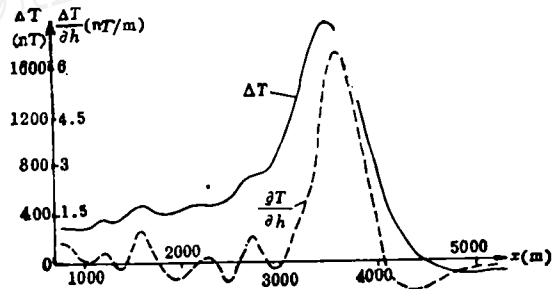


图 4

需要指出的是, 垂直梯度异常还可以由严格的理论公式在空间域或频率域用总场异常转换求得。但对较大的测区来讲, 必须动用较多的人力和计算机才能进行, 这在要求不严格的情况下是没有多大必要的。而公式(1)具有简单、直观、快速、适用范围广等优点, 在只需要由总场异常粗略了解垂直梯度异常强度时, 并不失它的实用意义。

本文承王隽人同志审阅并给予了很大帮助, 在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] 申宁华等, 《磁法勘探问题》, 地质出版社, 1985年。
- [2] 秦葆瑚, 物探与化探, 1980, 2~3期。

A Simple Method for Estimating Vertical Magnetic Gradients from Total Intensity Anomalies

Sun Lianchi

A simple formula is given in this paper for estimating the vertical magnetic gradients from total intensity anomalies. For anomalies, symmetric or semi-symmetric in shape, the error estimated by this formula, generally, would not exceed 20%.