

利用半定向的矿心磁参数估算矿体磁化强度的一种方法

山西冶金地质勘探公司 马连仲、侯德山、孙岱发

本文介绍一种近似估算方法，来确定盲矿体的磁化强度。工作步骤如下：

1. 绘制 ΔT 向量图，确定“磁化轴”。利用解析延拓将实测 ΔZ_s 曲线换算成不同高度的 ΔZ_s 曲线若干条（至少四条）。再将不同高度的 ΔZ_s 曲线转换为相应的 ΔH_s 曲线，即可制成不同高度的 ΔT 向量图。在 ΔT 向量图上找出这样一条直线，该直线上各点的 ΔT 均与直线本身重合，此直线即所谓的“磁化轴”。“磁化轴”上的 ΔT 方向即磁化强度 J 的方向，并且，“磁化轴”显然通过磁性体的中心。对均匀磁化、横截面为有限的二度体（水平圆柱体、有限延深的倾斜薄板）都可以用这种方法来确定它的“磁化轴”。

2. 利用钻孔中采集的半定向矿心所观测的数据，可以计算出以下的参数：

k —磁化率、 J_r —剩余磁化强度、 θ_r —剩余磁化强度的磁倾角。

3. 进行如下的计算：

a. 求矿体感应磁化强度 J_i 沿矿体长、短轴的分量 J_{ib} 和 J_{ia} 。

b. 求矿体剩余磁化强度的垂直分量 $J_{r\perp}$ ，及其沿矿体长短轴消磁后的分量 $J'_{r\perp b}$ 和 $J'_{r\perp a}$ 。

c. 求矿体磁化场 T_0 的水平分量 $T_{0\mp}$ 和消磁后的矢量 $J_{i\mp}$ 。

d. 求矢量 J' ， J' 是在长轴和短轴方向上的感应磁化强度（ J_{ib} 、 J_{ia} ）与余磁磁化强度垂直分量（ $J'_{r\perp b}$ 、 $J'_{r\perp a}$ ）的总合矢量。

e. 求矿体磁化强度 J 。

f. 求剩余磁化强度 J_r 的磁方位角 φ_r 。

为了说明问题，给定一些假设条件，代入相应公式进行具体的数值计算。

假设矿体为具有一定埋深而延深有限的倾斜薄板，磁测剖面的磁方位角 $D=330^\circ$ ，矿体截面长短轴之比 $b/a=9/1$ 。矿体倾角 $\delta=40^\circ$ ，矿体磁化场 $T_0=0.5$ 奥斯特（在剖面内的）， T_0 的倾角 $i=54^\circ$ ，“磁化轴”的倾角 $\beta=46^\circ$ 。测得钻孔中矿心的磁化率 $k=0.1$ （CGSM）， $J_r=0.09$ （CGSM）， $\theta_r=+30^\circ$ 。

计算方法和结果如下：

$$a. \quad i - \delta = r_1 = 54^\circ - 40^\circ = 14^\circ$$

沿长、短轴的消磁系数：

$$N_a = 4\pi \frac{b}{a+b} = 11.31,$$

$$N_b = 4\pi \frac{a}{a+b} = 1.26.$$

$$J_{ib} = \frac{k}{1 + N_b k} T_0 \cos r_1 = 0.043,$$

$$J_{ia} = \frac{k}{1 + N_a k} T_0 \sin r_1 = 0.006.$$

$$b. \quad J_{r\perp} = J_r \times \sin \theta_r = 0.09 \times 0.5 = 0.045$$

$$J'_{r\perp a} = \frac{1}{1 + N_a k} J_{r\perp} \sin (90 - \delta) = 0.0162$$

$$J'_{r\perp b} = \frac{1}{1 + N_b k} J_{r\perp} \cos (90 - \delta) = 0.026$$

$$c. \quad T_{0\mp} = T_0 \cos i = 0.294$$

$$T'_{i\pi a} = \frac{\kappa}{1+N_a\kappa} T_{0\pi} \sin(-40^\circ) \\ = -0.0089$$

(式中的角度值是指矿体长轴与水平线的夹角, 由长轴顺时针起算, 因此, 在所设的条件中, 该角为负值)

$$T'_{i\pi b} = \frac{\kappa}{1+N_b\kappa} T_{0\pi} \cos(-40^\circ) \\ = 0.0200$$

$$\operatorname{tg}\beta'_{\pi} = J'_{i\pi a} / T'_{i\pi b} = -0.44,$$

$$\beta'_{\pi} = -24^\circ \quad (\text{见图1})$$

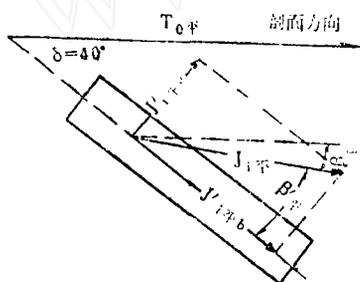


图1

$$\therefore \beta_{\pi} = \delta + \beta'_{\pi} = 40^\circ + (-24^\circ) \\ = 16^\circ$$

$$J'_{i\pi} = \left(J'^2_{i\pi a} + J'^2_{i\pi b} \right)^{1/2} = 0.022$$

$$d. \quad J'_a = J_{ia} + J'_{r1a} = 0.022$$

$$J'_b = J_{ib} + J'_{r1b} = 0.069$$

$$J' = \left(J'^2_a + J'^2_b \right)^{1/2} = 0.072$$

$$\operatorname{tg}\beta' = \frac{J'_a}{J'_b} = 0.318, \quad \beta = 17.5^\circ$$

$$\therefore \beta = \beta' + \delta = 17.5^\circ + 40^\circ = 57.5^\circ$$

过O点作一水平线, 并作OO'线与水平线成46°倾角, 代表“磁化轴”方向(见图2)。按一定比例尺作矢量J'(即OA)。过O点作OC线, 与水平线的夹角等于\beta_{\pi} (=16°)。过A点作平行OC的直线, 交

OO'线于B点, AB即等于J'_{r\pi}。

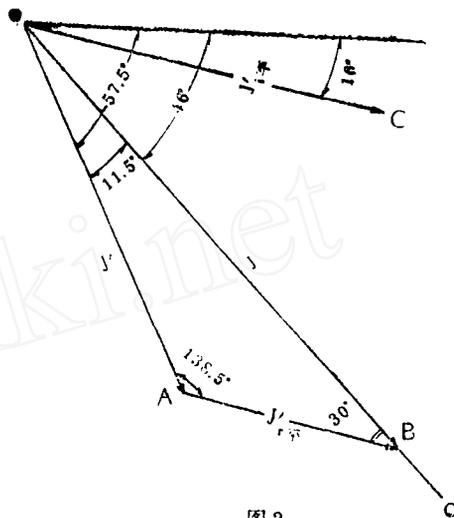


图2

在\triangle AOB中, 各内角均可计算求出;
e. 由正弦定律可知

$$J' / \sin 30^\circ = J / \sin 138.5^\circ \\ = J'_{r\pi} / \sin 11.5^\circ,$$

$$\text{解之: } J'_{r\pi} = 0.029, \quad J = 0.096$$

f. 由感磁和余磁的消磁公式可知,

$$J'_{r\pi} / J_{r\pi} = J'_{i\pi} / \kappa T_{0\pi},$$

代入上面求得的J'_{r\pi}、J_{i\pi}、\kappa_1 T_{0\pi}的值可求出J_{r\pi},

$$\therefore J_{r\pi} = 0.0387$$

又因 $J_{r\pi} = \cos\theta_r \times \cos(D - \varphi_r)$,

由于J_{r\pi}、J_r已求得, \theta_r和D为已知, 代入式中求得

$$\cos(D - \varphi_r) = 0.496,$$

$$D - \varphi_r = \pm 60^\circ 16',$$

$$\therefore \varphi_r = 330^\circ \pm 60^\circ 16'$$

所得的两个值, 需加以判断进行取舍。考虑到我们的目的是求得矿体总磁化强度在剖面内的分量的大小和方向, 因此, 如何判断\varphi_r的问题不再讨论。