

重力勘探, 重力异常, 矢量轨迹线, 空间分布特征

34-40

重力异常矢量的空间分布特征及其应用

p631.1

李九亮

(地质矿产部第二综合物探大队·西安·710014)

通过所研究地质体在剖面内产生的重力异常垂直分量 g_z 和水平分量 g_x , 求出了剖面内重力矢量强度 g 及矢量轨迹线微分方程的表达式, 进而求出了矢量轨迹线方程。较详细地论证了空间等值线和矢量轨迹线在定量解释中应用的基本方法——量板法。

关键词 矢量轨迹线 矢量强度 空间等值线

矢量交会法在重力异常解释中早已应用, 但对重力异常矢量的空间分布特征至今未作深入研究。本文想通过若干规则形体重力异常矢量空间分布特征的研究以扩大矢量交会法的应用范围。

1 几种规则形体重力异常矢量的空间分布特征

1.1 球体

若以球心为坐标原点, g 空间等值线极坐标方程^[1]和矢量轨迹线微分方程分别为:

$$g = \frac{f}{r^2} M \quad (1)$$

$$\frac{dz}{dx} = -\frac{z}{x} \quad (2)$$

将式(2)积分得矢量轨迹线方程:

$$z = cx \quad (3)$$

式中, f 为万有引力常数(下同); M 为球体的剩余质量; z, x 为轨迹线上的点在 xoz 剖面内的流动坐标; c 为积分常数(下同)。

由此可得图 1 所示的空间等值线及矢量轨迹线: g 的空间等值线为以球心为圆心的同心圆族; 矢量轨迹线为从无限远处指向球心的射线族。

1.2 无限延深质量线

若以质量线的顶点为坐标原点, 并令 r 为质量线的顶点到测点的矢径, θ 为 r 与 z

轴的夹角, λ 为单位长度上的剩余质量(下同), 则 g 的空间等值线方程^[1]为:

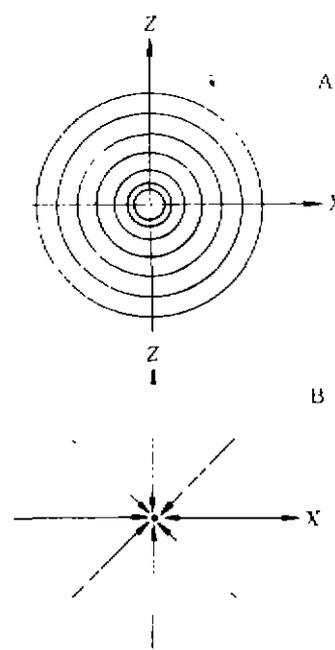


图 1 球体重力异常矢量空间分布特征曲线
A-空间等值线; B-矢量轨迹线

$$g = f \frac{\lambda}{x} \sqrt{2 - \frac{2z}{\sqrt{x^2 + z^2}}} = \frac{f\lambda}{r \cos \frac{1}{2}\theta} \quad (4)$$

矢量轨迹线的微分方程为:

$$\frac{dz}{dx} = \frac{x}{z - \sqrt{x^2 + z^2}} \quad (5)$$

解此微分方程, 得空间矢量轨迹线方程:

本文 1996 年 8 月收到, 李翠生编辑。

$$z^2 - x^2 - z\sqrt{x^2 + z^2} - x^2 \ln(z + \sqrt{x^2 + z^2}) = c \quad (6)$$

由此可得图 2 所示的空间等值线及矢量轨迹线: g 的空间等值线为以 z 轴为对称轴、顶点在上的“正割”曲线族; g 的矢量轨迹线与以 z 轴为对称轴的抛物线族相似。

1.3 有限延深质量线

若以质量线的中点为坐标原点, g 的空间等值线极坐标方程^[1]和矢量轨迹线的微分方程分别为:

$$g = \frac{f\lambda}{r} \csc\theta \sqrt{2 - \frac{2(r^2 - l^2)}{\sqrt{(l^2 + r^2)^2 - 4l^2 r^2 \cos^2\theta}}} \quad (7)$$

$$\frac{dz}{dx} = \frac{-x[\sqrt{x^2 + (z+l)^2} - \sqrt{x^2 + (z-l)^2}]}{(z+l)\sqrt{x^2 + (z-l)^2} - (z-l)\sqrt{x^2 + (z+l)^2}} \quad (8)$$

其中: $2l$ 为质量线的长度; r 为质量线的中点到测点的矢径; θ 为 r 与 z 轴的夹角。

1.4 无限走向水平圆柱体

若以轴心为坐标原点, g 的空间等值线极坐标方程^[1]和矢量轨迹线的微分方程分别为:

$$g = \frac{2f\lambda}{r} \quad (9)$$

$$\frac{dz}{dx} = \frac{z}{x} \quad (10)$$

将式(10)积分得矢量轨迹线方程:

$$z = cx \quad (11)$$

同时,若建立复变平面(图 3),则水平圆柱体的复变重力位就可写成:

$$W(\tau) = u + jv = -2f\lambda \ln(\tau - \tau_0) = 2f\lambda \left[\ln(z^2 + x^2)^{-\frac{1}{2}} - j \operatorname{arctg} \frac{z}{x} \right] \quad (12)$$

其中, $\tau = x + jz$ 为复变平面 roz 内的流动座标; $\tau_0 = \xi + j\zeta$ 为激发体内的流动座标。

由于复变重力位实部描写了等值线的形

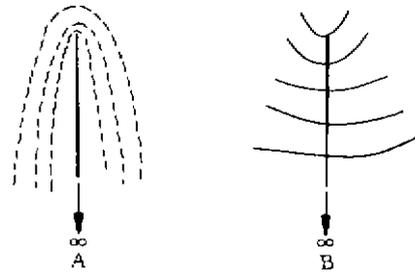


图 2 无限延深质量线重力异常矢量空间分布特征曲线
A-空间等值线; B-矢量轨迹线

态;虚部描写了与之正交的力线(即矢量轨迹

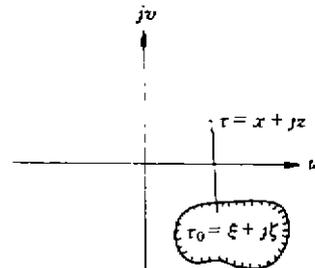


图 3 无限走向水平圆柱体复变平面(线)的形态,若取 $(z^2 + x^2)^{-1/2} = c/2f\lambda$, $z/x = c'$, 则得与式(9)、(11)相同结果。

由此可见, g 的空间等值线为以轴心为圆心的同心圆族;矢量轨迹线为从无限远处指向轴心的射线族。

1.5 无限走向的薄板状体

当薄板状体垂直时,如图 4 取定坐标系和参数, g 的空间等值线极坐标方程^[1]及矢量轨迹经的微分方程分别为:

$$g = 2f\sigma \sqrt{\left(\ln \frac{r^2 + l^2 + 2lr \cos\theta}{r^2 + l^2 - 2lr \cos\theta} \right)^2 + \left[\cos^{-1} \frac{l^2 + r^2}{\sqrt{(l^2 + r^2)^2 - 4l^2 r^2 \cos^2\theta}} \right]^2} \quad (13)$$

$$\frac{dz}{dx} = \frac{\ln[x^2 + (z+l)^2] - \ln[x^2 + (z-l)^2]}{2 \operatorname{tg}^{-1} \frac{2lx}{x^2 + z^2 - l^2}} \quad (14)$$

其中, σ 为单位面积内的剩余质量。

解此微分方程,即得矢量轨迹线方程:

$$x \ln \frac{x^2+(z+l)^2}{x^2+(z-l)^2} + 2 \left[(z+l) \operatorname{tg}^{-1} \frac{x}{z+l} - (z-l) \operatorname{tg}^{-1} \frac{x}{z-l} \right] = c \quad (15)$$

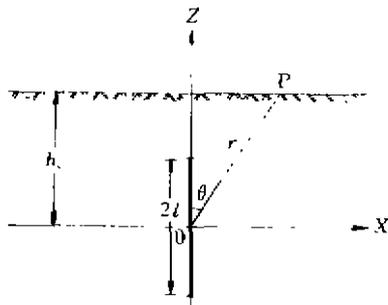


图4 垂直薄板状体坐标系及参数设定

式(15)同样可由复变重力位得出。实际上,若如图5那样建立复变平面,并将(12)式中的 z 用 $(z-\zeta)$ 代替,再对 ζ 从 $-l$ 到 l 积分,即得垂直薄板状体的矢量轨迹线方程:

$$-\int_{-l}^l \operatorname{tg}^{-1} \frac{z-\zeta}{x} d\zeta = x \ln \frac{x^2+(z+l)^2}{x^2+(z-l)^2} + 2 \left[(z+l) \operatorname{tg}^{-1} \frac{z+l}{x} - (z-l) \operatorname{tg}^{-1} \frac{z-l}{x} \right]$$

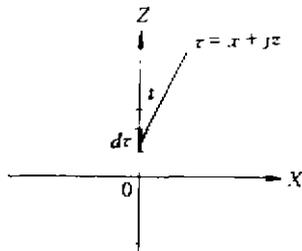


图5 垂直薄板状体复变平面

由此可得图6所示的空产等值线和矢量轨迹线:空间等值线的形态较复杂,从里到外,由眼镜形,逐渐变为双纽形、豆形、椭圆形,最后变为圆形;矢量轨迹线较简单,与实轴为Z轴的双曲线族相似。

当薄板状体水平产出时, g 的空间等值线与垂直产出时的空间等值线相同^[1];矢量轨迹线的微分方程为垂直产出时的微分方程

$$g = f\sigma \left\{ \left[(x+b) \ln \frac{(x+b)^2+h_2^2}{(x+b)^2+h_1^2} - (x-b) \ln \frac{(x-b)^2+h_2^2}{(x-b)^2+h_1^2} + 2h_2 \left(\operatorname{tg}^{-1} \frac{x+b}{h_2} - \operatorname{tg}^{-1} \frac{x-b}{h_2} \right) - 2h_1 \left(\operatorname{tg}^{-1} \frac{x+b}{h_1} - \operatorname{tg}^{-1} \frac{x-b}{h_1} \right) \right]^2 + \right.$$

的倒数,因此只要将垂直产出时的矢量轨迹线逆时针旋转 $\pi/2$ 角即可。

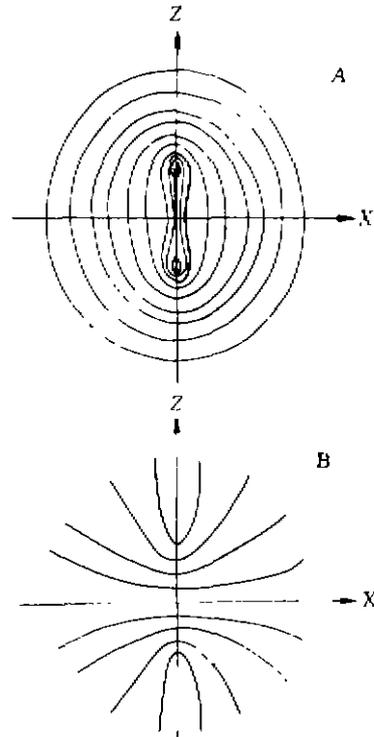


图6 垂直薄板状体重力异常矢量空间分布特征曲线

A-空间等值线;B-矢量轨迹线

当板状体倾斜时,同样可得空间等值线的形态与水平产出时的空间等值线的形态相同^[1];矢量轨迹线只是相对于水平产出的矢量轨迹线逆时针转动了一个倾角 β 而,而其形态仍然未变化。

1.6 无限走向的厚板状体

当板状体垂直时,若以板状体顶面中心在地面的投影为坐标原点,其空间等值线方程为^{[1],[5]}:

$$\left[h_2 \ln \frac{h_2^2 + (b-x)^2}{h_2^2 + (b+x)^2} - h_1 \ln \frac{h_1^2 + (b-x)^2}{h_1^2 + (b+x)^2} + 2(b-x) \left(\operatorname{tg}^{-1} \frac{h_2}{b-x} - \operatorname{tg}^{-1} \frac{h_1}{b-x} \right) - \right. \\ \left. 2(b+x) \left(\operatorname{tg}^{-1} \frac{h_2}{b+x} - \operatorname{tg}^{-1} \frac{h_1}{b+x} \right) \right]^2 \Big|^{1/2} \quad (16)$$

其中, h_1 为板状体的顶面埋深; $h_2 = h_1 + 2l$ 为板状体的底面埋深; $2b$ 为板状体的宽度。

矢量轨迹线的微分方程为:

$$\frac{dx}{dz} = \frac{(x+b) \ln \frac{(x+b)^2 + (h_c+l)^2}{(x+b)^2 + (h_c-l)^2} - (x-b) \ln \frac{(x-b)^2 + (h_c+l)^2}{(x-b)^2 + (h_c-l)^2} +}{(h_c+l) \ln \frac{(h_c+l)^2 + (b-x)^2}{(h_c+l)^2 + (b+x)^2} - (h_c-l) \ln \frac{(h_c-l)^2 + (b-x)^2}{(h_c-l)^2 + (b+x)^2} +} \rightarrow \\ \rightarrow \frac{2(h_c+l) \operatorname{tg}^{-1} \frac{2b(h_c+l)}{(h_c+l)^2 + x^2 - b^2} - 2(h_c-l) \operatorname{tg}^{-1} \frac{2b(h_c-l)}{(h_c-l)^2 + x^2 - b^2}}{2(b-x) \operatorname{tg}^{-1} \frac{2l(b-x)}{(b-x)^2 + h_c^2 - l^2} - 2(b+x) \operatorname{tg}^{-1} \frac{2l(b+x)}{(b+x)^2 + h_c^2 - l^2}} \quad (17)$$

解此微分方程, 则得矢量轨迹线方程:

$$\left[(x+b)^2 + (z+l)^2 \right] \ln \left[(x+b)^2 + (z+l)^2 \right] - \left[(x+b)^2 + (z-l)^2 \right] \ln \left[(x+b)^2 + (z-l)^2 \right] - \\ \left[(x-b)^2 + (z+l)^2 \right] \ln \left[(x-b)^2 + (z+l)^2 \right] + \left[(x-b)^2 + (z-l)^2 \right] \ln \left[(x-b)^2 + (z-l)^2 \right] + \\ \ln \frac{[(z+l)^2 + (x-b)^2][(z-l)^2 + (x+b)^2]}{[(z+l)^2 + (x+b)^2][(z-l)^2 + (x-b)^2]} + 4(z+l) \left[(x+b) \operatorname{tg}^{-1} \frac{x+b}{z+l} - \right. \\ \left. (x-b) \operatorname{tg}^{-1} \frac{x-b}{z+l} \right] - 4(z-l) \left[(x+b) \operatorname{tg}^{-1} \frac{x+b}{z-l} - (x-b) \operatorname{tg}^{-1} \frac{x-b}{z-l} \right] = c \quad (18)$$

式中, $h_c = h_1 + l$ 为板状体中心的埋深。

异常体的埋深等参数有关, 可用这种关系求其产状。

2 重力异常矢量在定量解释中的应用

2.1 矢量轨迹线法

其基本方法为矢量轨迹线量板法, 即先根据不同形体的重力异常矢量轨迹线方程, 绘出铅垂断面内的矢量轨迹线分布图, 作为量板, 然后用实剖面上各点的矢量与之对比, 求出地质体的空间位置及参数^[2]。

对某些异常体还可根据矢量轨迹线的特征得出一些特殊的解释方法。

对于球体、无限走向的水平圆柱体, 由于其矢量轨迹线为从无限远处指向球心或轴心的射线族。因而可直接用矢量交会法确定球心或轴心的位置。

对于垂直无限延深和有限延深的质量线、无限走向的水平和倾斜薄板状体, 其异常矢量不交于一点, 不能直接用矢量交会法求其产状。但矢量和重力轴 z 交点的深度 h' 与

对无限延深的垂直质量线而言, 由于其矢量倾角: $\alpha = \operatorname{tg}^{-1} \frac{x}{h} = \operatorname{tg}^{-1} \frac{h'}{x}$ (19)

所以 $h'/h = x^2/h^2$ (20)

因此可按下列步骤求出质量线端点的位置。

1) 画出实测剖面上的矢量 g , 并过 g_z 曲线的极大值点作铅垂线为 z 轴;

2) 取一数值较大、干扰较小的矢量作解释矢量, 并过该点 P 作 z 轴的垂线 PO , 垂足 O 即为原点, OP 即为 x , 该矢量与 x 轴的夹角即为 α ;

3) 根据 α 值由式(19) 计算出 $x/h = k$, 将 k 乘以已求得的 α 值, 即得其顶端埋深 h ;

4) 也可将被解释的矢量延长, 使之与 z 轴相交, 并从图上量取交点到原点的距离 h_c 。由此即可求得 $\alpha = \operatorname{tg}^{-1}(h'/x)$ 和 $k = h/h'$, 将 h' 乘以 k 即得 h_c 。

5)若令式(19)中的 $\alpha = \pm \pi/4$, 则 $x/h = 1$, 即 $\alpha = \pm \pi/4$ 的两矢量的交点为无限延深质量线的顶点。

对有限延深的质量线而言, 由于其异常矢量 \vec{g} 的倾角

$$\alpha = \text{tg}^{-1} \frac{x[\sqrt{x^2 + (h+2l)^2} - \sqrt{x^2 + h^2}]}{(h+2l)\sqrt{x^2 + h^2} - h\sqrt{x^2 + (h+2l)^2}} \quad (21)$$

若令 α 分别等于 $\pi/4$ 和 $\pi/3$, 则由式(21) 得:

$$x_{\pi/4} = \pm \sqrt{h(h+2l)}$$

$$x_{\pi/3} = [\sqrt{4h^2 + l^2 + 8hl} - (h+l)] / \sqrt{3}$$

所以

$$\frac{x_{\pi/4}}{x_{\pi/3}} = \frac{\sqrt{3(1+2l/h)}}{\sqrt{4+(l/h)^2 + \delta l/h - (1+l/h)}} \quad (22)$$

由此可按下列步骤求其产状。

1)过 g_z 异常的极大值点作铅垂线为 z 轴, 并在 z 轴的两侧分别找出 α 角等于 45° 和 60° 的两点 P_1 和 P_2 ;

2)量取 P_1 和 P_2 到 z 轴的距离

$$P_1O = x_{\pi/4}, P_2O = x_{\pi/3};$$

3)求比值 $k = \frac{x_{\pi/4}}{x_{\pi/3}}$, 并由 k 值和式(22)

求得 $l/h = m$ 。再将 m 代入式 $x_{\pi/4}/h = (1+2m)^{1/2}$, 即得 $x_{\pi/4}/h = q$;

4)将 $x_{\pi/4}$ 值除以 q 即得 h , 再将 h 乘以 $2m$ 即得 $2l$ 。

对无限走向有限延深的垂直薄板状体而言, 由于其矢量倾角

$$\alpha = \text{tg}^{-1} \frac{h'}{x} = \text{tg}^{-1} \frac{\ln[x^2 + (h+2l)^2] - \ln(x^2 + h^2)}{2\text{tg}^{-1} \frac{2lx}{x^2 + h(h+2l)}}$$

所以

$$\frac{h'}{h} = \frac{(x/h) \ln \frac{(x/h)^2 + (1+2l/h)^2}{(x/l)^2 + 1}}{2\text{tg}^{-1} \frac{(2l/h)(x/h)}{(x/h)^2 + (1+2l/h)^2}}$$

当 $x/h = x_0 = \pm \sqrt{1+2l/h}$ 时, h'/h 在 z

$$\frac{h'}{h} = h'_0 = \frac{2 \left[1 + \left(\frac{b}{h} \right)^2 \right] \text{tg}^{-1} \left(\frac{b}{h} \right)}{\ln 2 \left[1 + \left(\frac{b}{h} \right)^2 + \frac{b}{h} \sqrt{1 + \left(\frac{b}{h} \right)^2} \right] - \ln 2 \left[1 + \left(\frac{b}{h} \right)^2 - \frac{b}{h} \sqrt{1 + \left(\frac{b}{h} \right)^2} \right]}$$

轴附近取得极小值:

$$(h'/h)_{\min} = h'_0 = \frac{(1+2l/h)^{1/2} \ln(1+2l/h)}{2\text{tg}^{-1} \frac{l/h}{(1+l/h)(1+2l/h)^{1/2}}}$$

故

$$\frac{h'_0}{x_0} = \frac{\ln(1+2l/h)}{2\text{tg}^{-1} \frac{\ln(1+2l/h)}{(1+l/h)(1+2l/h)^{1/2}}} \quad (23)$$

由式(23)可得 $h'_0/x_0 = h'_0/x_0(l/h)$ 曲线, 并可按下列步骤求其产状。

1)过 g_z 曲线极大值点作铅垂线为 z 轴;

2)在 z 轴附近寻找 $\alpha = \alpha_{\min}$ 的矢量点 P , 令 P 点到 z 轴的距离为 PO , 再将该矢量延长, 使之与 z 轴交于 A , 则 $PO = x$, $AO = h'_0$ 。

3)将 h'_0 除以 x_0 得 h'_0/x_0 , 再由 h'/x_0 从 $h'/x_0(l/h)$ 曲线上查得 $l/h = k$;

4)将 k 值代入式 $x/h = \sqrt{1+2l/h}$, 即得 $x_0/h = m$, 再将 x_0 除以 m 即得 h , 将 h 乘以 $2k$ 即得 $2l$ 。

必须注意的是, 由于 h'_0/x 值确定不准所造成的 l/h 误差是很大的, 因此在实际工作中必须尽可能准地确定 h'_0/x 。

对无限走向的水平薄板状体, 由其矢量倾角

$$\alpha = \text{tg}^{-1} \frac{h'}{x} = \text{tg}^{-1} \frac{2bh}{\ln[(x+b)^2 + h^2] - \ln[(x-b)^2 + h^2]}$$

得 $x/h = x_0 = \sqrt{1+(b/h)^2}$ 时, h'/h 取得极

因此

$$\frac{h_0}{x_0} = 2 \operatorname{tg}^{-1}(b/h) \ln \frac{1+(b/h)^2+(b/h)\sqrt{1+(b/h)^2}}{1+(b/h)^2-(b/h)\sqrt{1+(b/h)^2}} \quad (24)$$

由此可得 $\frac{h_0}{x_0} \left(\frac{b}{h} \right)$ 曲线,并可按求垂直薄板状体产状参数的方法求其产状。

2.2 空间等值线法

其中应用较多,适应性较广的是等值线量板法:即根据一些规则形体 g 的解析表达式绘出铅垂断面内以相对强度表示的空间等值线,即量板,然后将其与实测部面上各点 g 的相对值比较,求出地质体的空间位置和产状参数。具体方法见参考文献^[2]。

等值线量板法解释的关键在制作 g 的

等值线量板。为运用方便,量板上各等值线的间距必须适当,各等值线的相对值必须能很快求出。

对球体而言,若令相邻等值线的半径比为 $r_{n+1}/r_n = 1.1$,则与之相应的 $g_n/g_{n+1} = (1.1)^2 = 1.21$ 。因此,若以基本一圈为“起始线”,并令其 g 为 1,则其内外各圈等值线的相对值 g' 如表 1 所示。

对无限延深的质量线而言,若仍取 $x_{n+1}/x_n = 1.1$,则 $g_n/g_{n+1} = 1.1$ 。因此,若以某一等值线为“起始线”,并令其 $g = 1$,则其内外圈等值线的相对值 g' 如表 2 所示。

表 1 球 体

外圈数 n	0	1	2	3	4	5	6	7
g_n/g_0	1	0.826	0.683	0.564	0.467	0.386	0.319	0.263
外圈数 n	8	9	10	11	12	13	14	15
g_n/g_0	0.218	0.180	0.149	0.123	0.102	0.084	0.069	0.057
里圈数 n	0	1	2	3	4	5	6	7
g_n/g_0	1	1.21	1.464	1.77	2.14	2.59	3.14	3.80
里圈数 n	8	9	10	11	12	13	14	15
g_n/g_0	4.59	5.56	6.73	8.14	9.85	11.9	14.4	17.4

表 2 无限延深质量线

外圈数 n	0	1	2	3	4	5	6	7
g_n/g_0	1	0.909	0.826	0.751	0.683	0.621	0.564	0.513
外圈数 n	8	9	10	11	12	13	14	15
g_n/g_0	0.467	0.424	0.386	0.350	0.319	0.290	0.263	0.239
里圈数 n	0	1	2	3	4	5	6	7
g_n/g_0	1	1.1	1.21	1.33	1.46	1.61	1.77	1.95
里圈数 n	8	9	10	11	12	13	14	15
g_n/g_0	2.14	2.36	2.59	2.85	3.14	3.45	3.80	4.18

对有限延深的质量线而言,由于 g 的等值线极坐标显式表达式不易求得,因而可直接用 g 的直角坐标表达式求出铅垂断面内,以 $f\lambda$ 为单位的 g 值,然后勾绘出 $g = g_0$ 的等值线,再勾绘出 $g = (1.1)^2 g_0, (1.1)^4 g_0, \dots, (1.1)^{2n} g_0$ 及 $g = (1.1)^{-2} g_0, (1.1)^{-4} g_0, \dots, (1.1)^{-2n} g_0$ 的等值线,即得所需的量板,其内外圈等值线的相对值 g' 如表 1 所示。

当质量线的延深长度变化时,只需用缩放仪或幻灯机缩放即可。

对无限走向的水平圆柱体而言,若取相邻等值线半径之比为 $r_{n+1}/r_n = 1.1$,则 $g_n/g_{n+1} = 1.1$ 。因此若以基本一圈为等值线的“起始线”,并令其 $g = 1$,则其内外各圈等值线所表示的相对值 g' 就如表 2 所示。

对无限走向的薄板状体而言,由于等值

线的极坐标显式表达式不易求得,因此系采用有限延深质量线量板的构制方法制作量板。并且,由于其 g 等值线量板的形态只取决于薄板状体的延深,与倾角无关。所以只需作水平或垂直薄板状体的等值线即可。在资料解释过程中,也可根据需要进行缩放,使量板的参数与预想的一致。

参考文献

- 1 B.B. 考留巴金, M.M. 拉宾娜. 磁法勘探正演与反演问题解法汇集. 北京: 中国工业出版社, 1963
- 2 《地面磁测资料解释推断手册》编写组. 地面磁测资料解释推断手册. 北京: 地质出版社, 1977
- 3 李九亮. 重力异常 g_x, g_y 的参量曲线特征及其应用. 地质与勘探, 1983(3)

SPATIAL DISTRIBUTION FEATURE OF GRAVITATIONAL ANOMALOUS VECTOR AND ITS APPLICATION

Li Jiuliang

The strength g of the vector and the representative of the differential equation for vector track were obtained, with the vertical component g_z and the horizontal component g_x of gravitational anomalous vector generated by studied objects in the profiles. As a result, the equation for vector track was also achieved. Then the application of the spatial contour and the vector track in quantitative interpretation was discussed in detail.

Key word: vector track, vector strength, spatial contour

《国外铀金地质》1998年证订启事

《国外铀金地质》系国家科委批准的综合性刊物,由核工业北京地质研究院主办,《国外铀金地质》编辑部编辑,原子能出版社出版,全国公开发行。

本刊自创办以来,对传播国内外信息、介绍先进经验、交流科技成果起到了重要的作用并对沟通国内外科技信息,推动我国铀矿地质科研生产的发展作出了较大的贡献,颇受读者欢迎。

本刊主要刊登国外铀矿和金矿的找矿理论、成矿规律、矿床类型;国外找矿模式、找矿实例、找矿方法和铀矿、金矿研究中的新理论、新成果;找金的放射性物化探和普通物化探方法;各种类型的放射性仪器和找金仪器、设备;铀、金及其他元素的分析测试;探矿技术以及核技术在其他领域中的应用和开发等。为了配合当前的中心工作,及时提供有参考价值的信息,本刊将不定期新设部分栏目。近年就新辟了两个栏目,即“溶浸地浸”和“遥感前沿信息”。

本刊为季刊,每期96页,15万字,定价5.50元,全年22.00元(包括邮资)。欢迎各单位和个人踊跃订阅。

联系地址:北京市1401信箱发行组,邮政编码100013



新一代给水离心泵 ISG型单级单吸立式离心泵

●设计新概念、设计新突破 ●采用ISO2858国际标准及 JB/T53058-93国家标准设计制造 ●无振动、低噪音、节少泵房投资

●主要适用于工业、城市给排水、高层建筑增压供水、园林喷灌、消防水泵、暖通、制冷设备循环用水、锅炉给排设备配套、冶金、化工、纺织、木材加工、造纸、油田、煤矿、医药、卫生、食品等工业行业工艺流程中使用、饭店、宾馆、车站、码头、浴室等公共场所适运增压供水及高温热水循环系统。

符合行家对国际标准的需求



型号及口径	口径	流量范围	扬程范围	电机功率	泵和电机	材料	介质温度
ISG型立式单级单吸离心泵	15~500mm	1.5~1200m³/h	8~125m	0.18~220kW	铸钢	不锈钢	不超过140℃
ISG型立式单级单吸离心泵	15~500mm	1.5~1200m³/h	8~125m	0.18~220kW	铸钢	铸钢	不超过120℃
ISG型立式单级单吸离心泵	15~300mm	1.5~1080m³/h	8~125m	0.18~160kW	铸钢	不锈钢	不超过100℃
ISG型立式单级单吸离心泵	15~300mm	1.5~1080m³/h	8~125m	0.18~160kW	铸钢	铸钢	不超过120℃
ISG型立式单级单吸离心泵	15~300mm	1.5~1080m³/h	8~125m	0.18~160kW	铸钢、不锈钢	铸钢	不超过185℃
ISG型立式单级单吸离心泵	40~300mm	6.3~1080m³/h	12.5~125m	0.37~160kW	铸钢、不锈钢	铸钢	不超过100℃

并生产 ISG型离心泵、ISG型立式多级泵、ISG型潜水排污泵、ISG型渣下污水泵、ISG型自吸无堵塞排污泵、ISG型立式泵、ISG型卧式泵、ISG型磁力驱动泵、ISG型气动隔膜泵、ISG型电动隔膜泵。

上海博华泵业制造有限公司

地址: 上海市中山西路313号 电话: (021) 62294668 62294668 62292688 传真: 62294668 电挂1093 邮编: 200031

广告编号: 9706-2