

文章编号: 1000-5013(2012)02-0195-06

基于地应力椭球和椭圆的松动圈计算方法

戚玉亮<sup>1,2,3</sup>, 胡治中<sup>4</sup>, 虞子平<sup>5</sup>, 鲁嘉<sup>4</sup>

- (1. 同济大学 岩土及地下工程教育部重点实验室, 上海 200092;
2. 九州大学 建设系统工学系, 日本 福岡 819-0395;
3. 广东省珠海工程勘察院, 广东 珠海 519002;
4. 浙江建设投资集团有限公司, 浙江 杭州 310012;
5. 浙江省建工集团有限责任公司, 浙江 杭州 310012)

**摘要:** 采用地应力椭球和地应力椭圆分析方法,结合实测的车集矿地应力结果,以及矿区地质资料、地应力测量中揭露的地质情况,研究原岩应力与巷道松动圈的关系.结果表明:在地应力作用下,不同的巷道走向将影响到其周边围岩的受力状况,随着地应力椭圆离心率的增大,巷道周围受力的不均匀性增加.走向一定的情况下,将应力椭圆视为围岩破碎带的形状,从而进行巷道断面形状的优化和支护参数的优选是合理可行的.

**关键词:** 原始地应力; 松动圈; 地应力椭球; 地应力椭圆

**中图分类号:** TD 311; TU 452 **文献标志码:** A

地应力是引起采矿、水利水电、土木建筑、铁道、公路和各种地下或露天岩土开挖工程变形和破坏的根本作用力,是确定岩体力学属性,进行围岩稳定性分析,实现岩土工程开挖设计和决策科学化的必要前提<sup>[1-2]</sup>.就采矿工程而言,掌握地应力的正确分析方法,是进行巷道合理设计、保证安全生产的前提.过应力空间一点的不同斜面上,作用有不同的正应力、剪应力和总应力,这些应力分量一般会随着所在斜面的变化而变化.在地质力学中,总应力通常用应力椭球方程和应力椭球面来描述这种变化.应力椭球面可以非常直观地给出某一应力状态下总应力分量的可能变化范围<sup>[3-4]</sup>,而原始地应力测量只是揭示了场地原岩应力的区域分布状态.巷道设计时,往往对地应力规律性认识不足,重视不够,造成巷道布置和断面设计的不合理性,从而导致前期掘进施工困难,后期维护费用增大.因此,亟需一套正确的、可靠的理论分析方法作指导.本文在给出应力椭球和应力椭圆基本理论的同时,基于车集矿现场实测的地应力资料,从地应力椭球和地应力椭圆的角度,深入研究了原始地应力与巷道松动圈的关系.

1 应力椭球体

一点  $O$  的应力状态,可以用 3 个主应力的大小和方向表示,分别用  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  来表示最大、中间和最小主应力.设过  $O$  点任一方位的斜切微分面与 3 个坐标轴相交于  $A, B, C$ ,斜切微分面的外法线方向为  $N$ ,其方向余弦为  $l, m, n$ ;斜切微分面  $ABC$  上的总应力为  $S$ ,不同的截面有不同的  $S$ ,它在坐标轴方向上的 3 个分量分别为  $S_x, S_y, S_z$ ,如果把空间坐标系  $Oxyz$  的 3 个坐标轴选得与应力主方向相同,则有

$$\frac{S_x^2}{\sigma_1^2} + \frac{S_y^2}{\sigma_2^2} + \frac{S_z^2}{\sigma_3^2} = l^2 + m^2 + n^2 = 1.$$

(1)

式(1)中: $l=\cos(N,x);m=\cos(N,y);n=\cos(N,z)$ .

式(1)是一个椭球方程,对物体内一点作受力分析时,取 3 个主应力的大小为半径作一个椭球.该椭球代表作用于该点的总应力状态,即对于一个确定的应力状态,总应力矢量  $S$  的端点均在此椭球面

上,称为应力椭球体,其中长半轴代表最大主应力  $\sigma_1$ ,短半轴代表最小主应力  $\sigma_3$ ,中间半轴代表中间主应力  $\sigma_2$ ,如图 1 所示.

通常情况下,矢径  $\mathbf{S}$  只表示总应力大小和作用方向,而不能直接给出作用面的方向,这是因为主应力的压、拉性质(用符号 $\pm$ 表示)不确定.当  $\sigma_1=\sigma_2=\sigma_3$ 时,应力椭球面成为球面,此应力状态为球应力状态,球面上任一点的矢径  $\mathbf{S}$  指向都是主方向.仅在这种状态下,球面上任一点的矢径  $\mathbf{S}$  既表示应力大小,又表示应力作用面的法向.

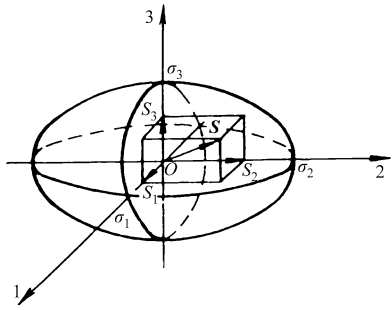


图 1 应力椭球  
Fig. 1 Stress ellipsoid

从应力椭球方程式 (1) 可以看出,各主应力都以平方出现,因此,主应力是拉应力还是压应力不能从方程体现出来.为了从几何上求出总应力  $\mathbf{S}$  所作用的那个截面的法向,也为了决定总应力是拉性的还是压性的,需建立截面方向指示曲面.这里取方向指示曲面方程为

$$\frac{S_x^2}{\sigma_1^2} + \frac{S_y^2}{\sigma_2^2} + \frac{S_z^2}{\sigma_3^2} = \pm T^2, \tag{2}$$

取其函数为

$$F(S_x, S_y, S_z) = \frac{S_x^2}{\sigma_1^2} + \frac{S_y^2}{\sigma_2^2} + \frac{S_z^2}{\sigma_3^2} \mp T^2. \tag{3}$$

由该函数的梯度可求出此曲面的法线方向余弦为

$$\left. \begin{aligned} l^* &= \frac{\frac{\partial F}{\partial S_x}}{\sqrt{(\frac{\partial F}{\partial S_x})^2 + (\frac{\partial F}{\partial S_y})^2 + (\frac{\partial F}{\partial S_z})^2}} = \frac{\frac{S_x}{\sigma_1^2}}{\sqrt{(\frac{S_x}{\sigma_1^2})^2 + (\frac{S_y}{\sigma_2^2})^2 + (\frac{S_z}{\sigma_3^2})^2}}, \\ m^* &= \frac{\frac{\partial F}{\partial S_y}}{\sqrt{(\frac{\partial F}{\partial S_x})^2 + (\frac{\partial F}{\partial S_y})^2 + (\frac{\partial F}{\partial S_z})^2}} = \frac{\frac{S_y}{\sigma_2^2}}{\sqrt{(\frac{S_x}{\sigma_1^2})^2 + (\frac{S_y}{\sigma_2^2})^2 + (\frac{S_z}{\sigma_3^2})^2}}, \\ n^* &= \frac{\frac{\partial F}{\partial S_z}}{\sqrt{(\frac{\partial F}{\partial S_x})^2 + (\frac{\partial F}{\partial S_y})^2 + (\frac{\partial F}{\partial S_z})^2}} = \frac{\frac{S_z}{\sigma_3^2}}{\sqrt{(\frac{S_x}{\sigma_1^2})^2 + (\frac{S_y}{\sigma_2^2})^2 + (\frac{S_z}{\sigma_3^2})^2}}. \end{aligned} \right\} \tag{4}$$

从应力椭球面上一点  $(S_x, S_y, S_z)$  所代表的总应力  $\mathbf{S}$  延伸出去交指示曲面于一点  $(s_x, s_y, s_z)$ ,二者之间存在正比例关系.取比例系数为  $\lambda^2$ ,则有  $s_x=\lambda^2 S_x, s_y=\lambda^2 S_y, s_z=\lambda^2 S_z$ ,代入式(4)中,则有

$$l^* = l, \quad m^* = m, \quad n^* = n. \tag{5}$$

式(5)表明:从应力椭球一矢径  $\mathbf{S}$  延伸出去交方向指示曲面于一点,在该点处指示曲面的法线方向就是  $\mathbf{S}$  所作用的那个截面的法线方向.

需强调的是,3 个主应力的正负决定着不同形状的方向指示曲面,主要有如下 4 种情况: 1)  $\sigma_1>0, \sigma_2>0, \sigma_3>0$ ,方向指示曲面为一椭球; 2)  $\sigma_1<0, \sigma_2<0, \sigma_3<0$ ,方向指示曲面为一椭球; 3)  $\sigma_1>0, \sigma_2>0, \sigma_3<0$ ,方向指示曲面为双曲面; 4)  $\sigma_1>0, \sigma_2<0, \sigma_3<0$ ,方向指示曲面为双曲面.

由于现今地应力测量所得值中绝大多数都为压应力情形<sup>[5-8]</sup>,即  $\sigma_1>0, \sigma_2>0, \sigma_3>0$ ,因此,式(2)的右端只能取正号,即改写为

$$\frac{s_x^2}{T^2 \sigma_1^2} + \frac{s_y^2}{T^2 \sigma_2^2} + \frac{s_z^2}{T^2 \sigma_3^2} = 1. \tag{6}$$

由此可见式(6)为一椭球,其 3 个半轴分别为  $T \sqrt{\sigma_1}, T \sqrt{\sigma_2}, T \sqrt{\sigma_3}$ .  $T$  值取任意大于 1 的正数,一般要取得大一些,以便使曲面远离应力椭球面,避免交错重叠不易看清楚.对于选定的  $T$  值,当  $s_x, s_y, s_z$  增大时,函数

$$F(s_x, s_y, s_z) = \frac{s_x^2}{\sigma_1^2} + \frac{s_y^2}{\sigma_2^2} + \frac{s_z^2}{\sigma_3^2} - T^2 \tag{7}$$

的值大于零,因此,方向指示曲面的法线方向是指向曲面外侧的.将指示曲面法线平移到球心,则与其对应的截面就是  $S$  所作用的那个截面.

2 应力椭圆

应力椭圆为过应力椭球中心点的平面与椭球面的截线,包括主应力椭圆和斜应力椭圆.主应力椭圆是截面内包含任意两个主应力的应力椭圆,它的长、短半轴分别等于两个主应力的大小;而截面内不包含或仅包含一个主应力的应力椭圆统称为斜应力椭圆.

主应力椭圆是 3 个主应力平面切割应力椭球体得到的,一个应力椭球只有 3 个主应力椭圆.每个主应力椭圆中包含两个主应力,代表二维应力状态,分别称为  $\sigma_1$  与  $\sigma_2$  主应力椭圆, $\sigma_1$  与  $\sigma_3$  主应力椭圆, $\sigma_2$  与  $\sigma_3$  主应力椭圆.在所有过应力椭球体球心截得的应力椭圆中, $\sigma_1$  与  $\sigma_3$  主应力椭圆离心率最大,离心率为椭圆两焦点间的距离和长轴长度的比值,是椭圆扁平程度的一种量度; $\sigma_2$  与  $\sigma_3$  主应力椭圆的面积最小; $\sigma_1$  与  $\sigma_2$  主应力椭圆截面上作用的法向总应力最小( $\sigma_3$ ).对于一般的斜应力椭圆(图 2),在随椭圆旋转的  $OXY$  直角坐标系下,其方程为

$$\frac{S_X^2}{S_a^2} + \frac{S_Y^2}{S_b^2} = 1. \tag{8}$$

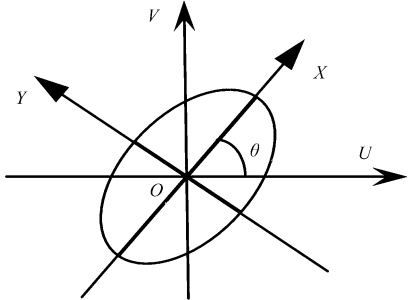


图 2 斜应力椭圆

Fig. 2 Oblique stress ellipse

式(8)中: $S_a$  代表椭圆长半轴长; $S_b$  代表椭圆短半轴长.在固定的直角坐标系  $OUV$  中,其方程为

$$\frac{(S_U \cos \theta + S_V \sin \theta)^2}{S_a^2} + \frac{(S_V \cos \theta - S_U \sin \theta)^2}{S_b^2} = 1. \tag{9}$$

式(9)中: $\theta$  是两个坐标系的夹角.应力椭圆指示曲面的求法与应力椭球类似,在此不再赘述.

3 工程实例分析

场地三维地应力实测将有助于采用应力椭球和应力椭圆的方法来分析满足生产需求的最佳巷道轴线方向、支护方案和断面设计.通常只有三维地应力测量结果可以绘制出地应力椭球,而平面地应力测量结果只能绘制出平面地应力椭圆.工程实践与理论研究表明:空心包体应变计可以同时测得三维应力,且安装简便迅速、传感器精度高、测试方法精细及成功率和可靠性高.以空心包体应变计为传感器的钻孔孔壁应力解除地应力测试,是目前最佳的地应力测试方法<sup>[9]</sup>.因此,地应力测量采用了空心包体应力解除法.

3.1 车集矿地应力测量结果

车集煤矿是河南龙宇能源股份有限公司的主力矿井之一,该矿位于永城煤田中部,永城复式背斜的东翼,属于永城矿区(永夏煤田).该井田基本为全隐伏的单斜构造,地层产状平缓且比较稳定,属构造中等型.地层总体走向北北东(NNE),全井田地层走向大致呈反“S”型展布,地层倾向南东,倾角一般  $7^\circ \sim 20^\circ$ ,总的规律是浅部倾角较陡( $20^\circ \sim 30^\circ$ ),中深部变缓( $5^\circ \sim 10^\circ$ ),而深部又变陡( $15^\circ \sim 20^\circ$ ),但局部地段在走向和倾向上有一定的变化.

表 1 为车集矿现场实测地应力结果.表 1 中: $h$  为深度; $\sigma_i$  为主应力; $\varphi$  为方位角; $\theta$  为倾角; $\sigma_n$  为垂向应力.从表 1 中 4 个测孔的地应力数据可以发现,车集矿区深部地应力场分布存在如下 4 个规律.

1) 有 2 个主应力接近于水平方向,最大主应力的倾角小于  $6^\circ$ ,第 2 主应力的倾角不大于  $14^\circ$ ,最小主应力接近于垂直方向,与垂直方向夹角大于  $75^\circ$ ,其区域构造应力场为近水平南北方向,方位角位于东南  $10^\circ \sim$  西南  $11^\circ$  之间.

2) 测孔的各个主应力均为压应力,没有出现拉应力的现象,最大主应力和中间主应力位于近水平方向,说明该矿的地应力场是以水平构造应力为主,而不是以自重应力为主.

3) 最大主应力随着深度变化的梯度大于其他两个主应力,其随深度的增加而变得更占主导性.

4) 不同部位测出的应力值大小、方向和倾角都有所变化,表明地应力分布与地质构造有密切关系.

车集矿属于永夏煤田位于秦岭-昆仑纬向构造体系,区域地应力场受全球意义的南北向挤压力影响,因此以南北向构造应力为主,这与文中 4 个测孔实测的最大主应力方向相吻合.

表 1 地应力测量结果

Tab. 1 Survey result of geo-stress

测孔	$h/\text{m}$	$i$	$\sigma_i/\text{MPa}$	$\varphi/(^{\circ})$	$\theta/(^{\circ})$	$\sigma_n/\text{MPa}$
1# 孔(北材料库)	-578	1	24.64	190.71	4.13	15.52
		2	17.45	-80.27	-13.40	
		3	15.36	117.48	-75.96	
2# 孔(26 轨道)	-782	1	33.11	171.34	6.00	20.47
		2	21.85	82.62	-11.82	
		3	20.26	34.86	-76.70	
3# 孔(南大巷)	-570	1	24.29	188.70	4.51	15.18
		2	17.13	-80.64	8.35	
		3	15.08	250.61	-80.49	
4# 孔(27 泵房)	-800	1	34.14	185.72	5.63	21.03
		2	21.97	-84.56	-2.88	
		3	20.90	158.46	-83.67	

3.2 基于地应力椭球和椭圆的巷道稳定性分析

巷道松动圈的大小与其围岩中的应力状态密切相关. 由于地质条件复杂,又要满足通风、生产、运输的需求,往往很难选择最佳巷道走向、断面形状及支护方法. 因此,有必要根据实际情况进行地应力实测分析,来完善巷道布置、断面设计和支护参数优选,合理设计巷道.

1# 测孔(北材料库)的测孔巷道走向方位角为  $\text{NWW}89^{\circ}$ ,巷道轴向与  $\sigma_1$  方向的夹角( $\eta$ )为  $80.29^{\circ}$ ,是 4 个测孔中最大主应力方向与巷道轴线夹角最大的 1 个,且其受地应力作用显现最明显(曾多次翻修),具有代表性. 2# 测孔(26 轨道)巷道走向的方位角为  $\text{SWW}69^{\circ}$ , $\eta$  为  $77.66^{\circ}$ ; 3# 测孔(南大巷)巷道走向的方位角为  $\text{SSW}20^{\circ}$ , $\eta$  为  $11.3^{\circ}$ ; 4# 测孔(27 泵房)巷道走向的方位角为  $\text{NNW}23^{\circ}$ , $\eta$  为  $28.72^{\circ}$ . 因此,以 1# 测孔(北材料库)的实测地应力结果为例进行分析.

根据前述应力椭球的基本理论,对地应力椭球进行分析,将北材料库测孔的主应力值代入等式(1),可得到地应力椭球方程式为

$$\frac{S_x^2}{24.64^2} + \frac{S_y^2}{17.45^2} + \frac{S_z^2}{15.36^2} = 1.$$

(10)

取方向指示曲面的  $T$  值为 6,将其代入式(7)中,可得到地应力椭球体的方向指示曲面方程式为

$$\frac{s_x^2}{6^2 \times 24.64} + \frac{s_y^2}{6^2 \times 17.45} + \frac{s_z^2}{6^2 \times 15.36} = 1.$$

(11)

由前面分析可知,方向指示曲面的法向是指向曲面外侧的. 将指示曲面法线平移到球心,则与其对应的截面就是  $\mathbf{S}$  所作用的那个截面.

煤巷的主巷道大多选择在水平面布置,因而主要对  $0^{\circ}$  倾角,不同方位角为法线方向截得的地应力椭圆进行分析如图 3 所示. 文中的倾角和方位角均是基于大地坐标系. 从图 3 中可以看出: $11^{\circ}$  和  $191^{\circ}$  方位角对应的地应力椭圆最小,后者最接近  $4^{\circ}$  倾角, $191^{\circ}$  方位角平面所截得的  $\sigma_2$  与  $\sigma_3$  主应力椭圆的形状(图 3(j)),而其长、短半轴分别为 17.45 和 15.36,与横轴夹角为  $-13.45^{\circ}$ ;  $11^{\circ}$  方位角截得的地应力椭圆与横轴的夹角为  $13.78^{\circ}$ ,  $191^{\circ}$  方位角截得的地应力椭圆与横轴的夹角为  $-13.78^{\circ}$ ,比较接近地应力椭球主轴  $\sigma_2$  的倾角. 显然二者关于横轴对称. 这一点从图 4 绘制的  $0^{\circ}$  倾角,不同方位角截得的地应力椭圆内最大总应力  $S_h$  变化曲线也可以看出,即  $S_h$  随方位角成周期性变化,周期为  $180^{\circ}$ ,在  $11^{\circ}$  时,其值最小为 17.45 MPa,而在  $101^{\circ}$  时,其值最大为 24.64 MPa,且成对称分布.

从图 3 还可知:当方位角从  $11^{\circ}$  到  $101^{\circ}$  逐渐增大时,应力椭圆的长半轴也在变大,而短半轴基本无变化,因而地应力椭圆的离心率在逐渐变大,椭圆的不均匀性逐渐显现. 在所有  $0^{\circ}$  倾角截得的地应力椭圆中, $101^{\circ}$  方位角对应的地应力椭圆与横轴的夹角为  $4.11^{\circ}$ ,与地应力椭球主轴  $\sigma_1$  的倾角最接近,其离心率最大为 0.778,接近该地应力椭球的最大离心率 0.782.

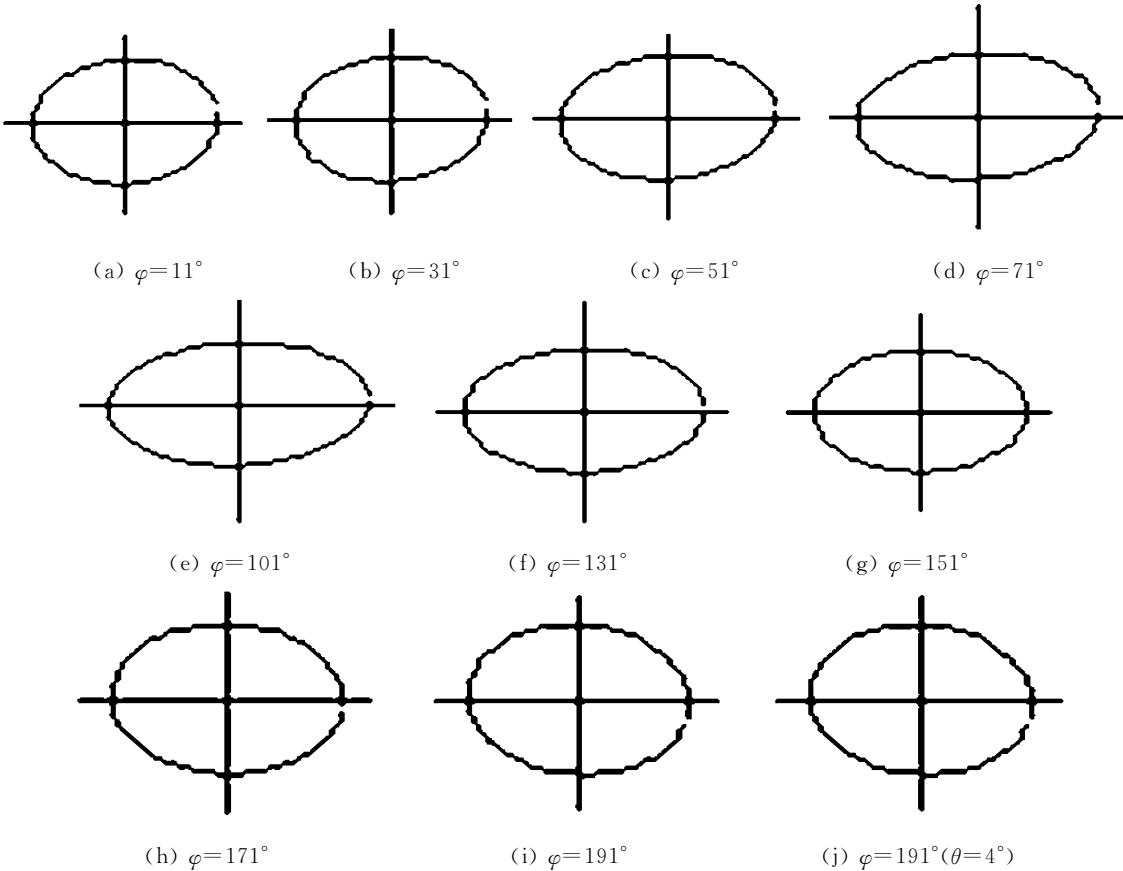


图 3 0°倾角不同方位横截面上的地应力椭圆

Fig. 3 Geo-stress ellipse cut by the planes at 0° inclination and different geodetic azimuths

地应力椭球和椭圆在巷道合理设计中的实际应用价值可归结如下 3 个方面。

1) 从图 3,4 可知,当巷道轴线设计在最大主应力方向或接近最大主应力的方向上(方位角 11°或 191°)时,巷道周围受力既小又比较均匀;反之,随着与最大主应力方向夹角的增大,巷道周围受力将增大,且地应力椭圆的离心率也变大,巷道周围受力的不均匀性逐渐增大。

2) 在选择巷道断面形状时,不但要考虑地应力椭圆的大小,还要考虑到地应力椭圆离心率的大小,以及主轴与水平面的夹角  $\eta$ ;过地应力椭球中心截得的地应力椭圆中, $\sigma_1$  方向上的  $\sigma_2$  与  $\sigma_3$  主应力椭圆最小,然而其离心率和  $\eta$  却不一定最小。

3) 当巷道的轴向与  $\sigma_1$  方向为大角度相交时,对地下洞室的稳定性不利,易出现顶、底板和两帮受力不对称的情况。如北材料库测孔,由于巷道的轴向与  $\sigma_1$  方向的夹角为 80.29°,巷道受压变形严重,从左右两帮同水平的两个钻孔取出的岩芯看,右帮的松动范围达到 8.6 m,左帮的松动范围大约 6.9 m,其形状与应力椭圆相近,具有明显的不对称性,大大增加了巷道支护和维护的难度。因此,可以将应力椭圆视为围岩破碎带的形状,从而进行巷道支护参数的优选。当巷道走向与  $\sigma_1$  方向为小角度相交时对地下洞室的稳定性有利,一般与  $\sigma_1$  方向平行的巷道变形较小,通过普通支护巷道基本稳定,变形能够得到较好的控制,其围岩稳定性最好;反之,当它们为大角度相交时对地下洞室的稳定性不利,在巷道走向选择时,应尽量避免,否则在围岩支护设计时要进行特殊的加固设计。

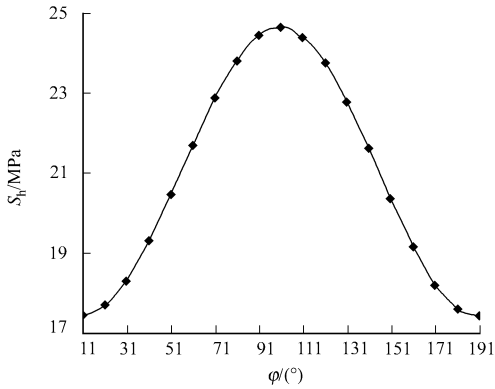


图 4 0°倾角时最大总应力随方位角的变化曲线

Fig. 4 Curve of the maximum-horizontal stress with different azimuths at 0° inclination

3 结 论

从地应力椭球和椭圆的角度,结合实测的地应力结果,以及矿区地质资料、地应力测量中揭露的地质情况,深入研究了原岩应力对巷道松动圈的影响. 结果表明:当巷道设计与地应力作用方式相协调,即巷道轴线布置在地应力椭球长轴方向上,断面几何形状与地应力椭圆形状相似时,可以避免出现应力集中区,易于形成压力拱,从而提高巷道的稳定性.

根据地应力椭球的大小和方向兼顾现场施工地质条件,综合考虑选择最佳巷道走向和断面形状,是减少巷道支护和维护费用的有效措施之一. 围岩破碎带受很多因素影响,如围岩是否进入塑性状态、发生流变现象和二次扰动的影响等. 虽然文中方法是较理想状态下的分析方法,但是将围岩破碎带近似视为应力椭圆的形状对巷道走向和断面优化设计具有一定的参考价值.

参考文献:

[1] 孙钧. 地下工程设计与实践[M]. 上海:上海科学技术出版社,1996.  
[2] 蔡美峰. 地应力测量原理和技术[M]. 北京:科学出版社,2000.  
[3] 朱志澄. 构造地质学[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1999.  
[4] 李化敏,周英,苏承东,等. 硯北煤矿地应力测量及其特征分析[J]. 岩石力学与工程学报,2004,23(23):3938-3942.  
[5] 乔兰,欧阳振华,来兴平,等. 三山岛金矿采空区地应力测量及其结果分析[J]. 北京科技大学学报,2004,26(6):569-571.  
[6] CAI M,QIAO L,LI C,et al. Results of in situ stress measurement and their application to mining design at five Chinese metal mines[J]. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences,2000,37(3):509-515.  
[7] OUYANG Zhen-hua,LI Chang-hong,XU Wan-cai,et al. Measurements of in situ stress and mining-induced stress in Beiminghe iron mine of china[J]. Journal of Central South University of Technology,2009,16(1):85-90.  
[8] 康红普,颜立新,张剑. 汾西矿区地应力测试与分析[J]. 采矿与安全工程学报,2009,26(3):263-268.  
[9] 王连捷,潘立宇,廖椿庭. 地应力测量及其在工程中的应用[M]. 北京:地质出版社,1991.

Loose Circle Calculation Method Based on  
Geo-Stress Ellipsoid and Ellipse

QI Yu-liang<sup>1,2,3</sup>, HU Zhi-zhong<sup>4</sup>, YU Zi-ping<sup>5</sup>, LU Jia<sup>4</sup>

- (1. Key Laboratory of Geotechnical and Underground Engineering, Ministry of Education, Tongji University, Shanghai 200092, China;
- 2. Earthquake Engineering Laboratory of Kyushu University, Fukuoka 819-0395, Japan;
- 3. Guangdong Zhuhai Engineering Investigation Institute, Zhuhai 519002, China;
- 4. Zhejiang Construction Investment Group Co. Ltd., Hangzhou 310012, China;
- 5. Zhejiang Civil Engineering Group Co. Ltd., Hangzhou 310012, China)

**Abstract:** Based on the in-situ geo-stress data of Juji mine, and combined with the mine geological data and the geological conditions obtained in the geo-stress measuring process, the method of the stress ellipsoid and ellipse is used to study the relationship between in-situ rock stress and the roadway loose circle. The results indicate that: under the action of geo-stress, different roadway strike will affect the force condition of the surrounding rock; the non-uniformity of roadway force increases with the increment of stress ellipse eccentricity. To certain roadway strike, it is reasonable and feasible that the roadway cross-section shape and support parameters are optimized by regarding the geo-stress ellipse as the shape of rock fracture zone.

**Keywords:** geo-stress; loose circle; geo-stress ellipsoid; geo-stress ellipse