

同构造纤维状压力影及其应用

彭少梅

(中南工业大学地质系)

同构造纤维状压力影形成于含有强硬物体的岩石的递进“裂开—愈合”作用。每次“愈合”作用中,生长的纤维轴向代表增量应变的最大拉伸方向。本文推导了利用压力影纤维进行增量应变分析和有限应变分析的计算公式及测量方法。

关键词: 压力影; “裂开—愈合”作用; 增量应变; 有限应变



在中、低级区域变质岩、火山岩、动力变质岩中,常含有抵抗变形的强硬物体。在岩石变形时,强硬物体常引起局部的不均匀应变,使其围岩基质

拉开,从而形成低压引张区;压溶物质或含矿溶液在引张区内沉淀生长,构成岩石中局部不均匀构造痕迹区,这就是压力影(Pressure Shadows)^[2](图1)。压力影由核心矿物和影中矿物组成。核心矿物是压力

铁矿等;影中矿物是在核心矿物阴影区中生长的矿物,通常由石英、方解石、云母、绿泥石组成。

根据影中矿物的形态,可将压力影分为两类:(1)粒状压力影——影中矿物常为粒状、柱状矿物或被破坏、变质的早期残留物;(2)纤维状压力影——影中矿物呈纤维状,纤维轴与母岩片理的关系取决于纤维的生长方式,纤维生长时的轴向代表着增量应变的最大拉伸方向。

本文试图在前人*研究的基础上,进一步推导和完善同构造纤维状压力影增量应变测量和有限应变测量的方法。

压力影类型的力学机制分析

压力影的形成除具备空间和物质来源两个条件外,还与其所受的应力和流体状态有关^[4]。

设岩石块体受 σ_1 、 σ_3 主应力作用,其

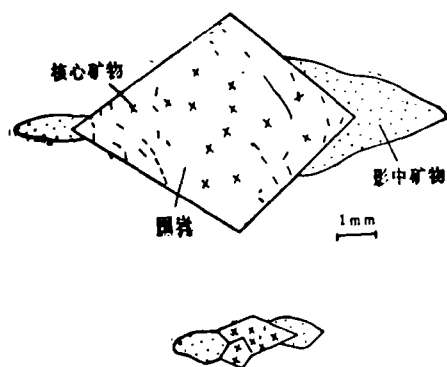


图1 压力影构造示意图

影中抵抗变形的强硬物体,常见有黄铁矿、磁

* 宋鸿林,地质构造应变分析,1983年,武汉地质学院区地教研室编。

应力状态可用总体应力摩尔圆来表示(图2)。如果应力摩尔圆与左侧的破裂包络线接触,岩石则产生破裂。破裂包络线外侧的应力状态,在岩石中是不存在的。图2中,总体应力摩尔圆与包络线不接触,但只要流体向处于这种应力状态的岩石注入,并加大流体压力,经过 t_1 、 t_2 、 t_3 时间段后,有效应力摩尔

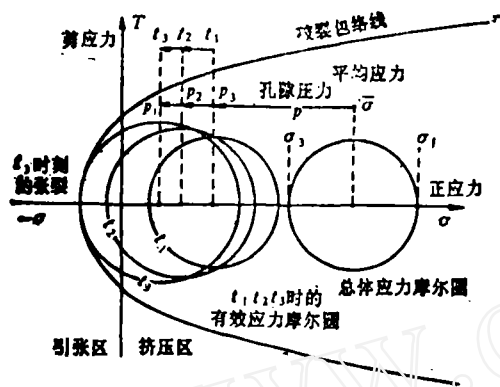


图2 有效应力摩尔圆与流体压力的关系
 p_1 、 p_2 和 p_3 分别为总体应力摩尔圆左移 t_1 、 t_2 和 t_3 时间段所需的孔隙压力

尔圆左移与包络线接触,岩石则发生破裂。依流体状态又可细分3个方面:

1. 流体注入时,流体压力 p_f 远超过 p_3 ,在流体压力作用下,岩石中的破裂总处于张开状态,应力无法传递,晶体在其中自由生长,形成粒状压力影。

2. 流体注入时,流体压力 p_f 与 p_3 相等或略小,岩石破裂后流体压力无法使其张开,这类裂隙无矿物充填。

3. 流体注入时,流体压力 p_f 与 p_3 相等或略大,此时,有效应力摩尔圆左移,岩石发生破裂。岩石破裂后流体压力下降,有效应力摩尔圆右移。由于石英、方解石的溶解度对压力极敏感而产生沉淀,沉淀物将裂隙愈合,岩石中的流体压力重新聚集,使岩石再度破裂。一系列事件重复发生即是“裂开—愈合”机制的实质。在这种成因机制下,裂隙中矿物(影中矿物)的生长完全受

拉伸应力控制,表现出某种拉长的特征,形成纤维状压力影。每次“裂开—愈合”作用中生长的纤维,其轴向代表着增量应变的最大拉伸方向。

同构造纤维状压力影的生长类型及生长方向的判定

在核心矿物引张区递进“裂开—愈合”过程中,由于纤维晶体生长方式不同,则形成几种生长类型,这可反映不同引张区形成

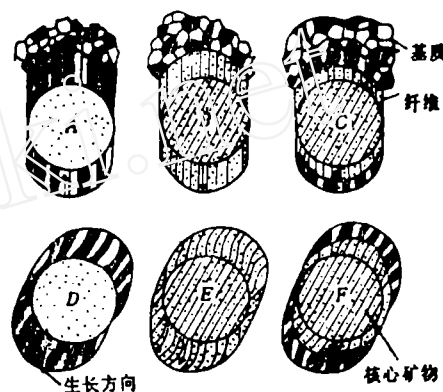


图3 纤维状压力影生长类型示意图

A、D—反向生长型; B、E—同向生长型; C、F—综合型; 其中A、B、C为共轴递进变形, D、E、F为非共轴递进变形

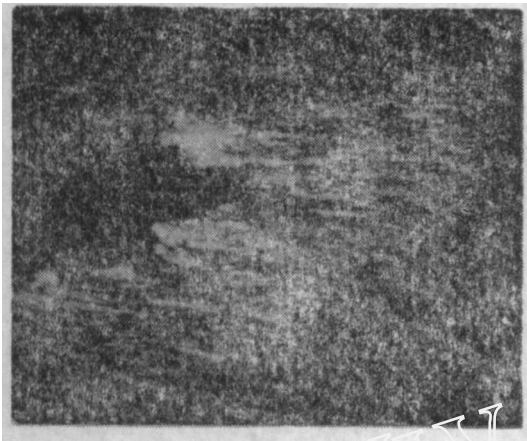
的应变历史。同构造压力影纤维的生长类型有3种:

1. 反向生长型压力影(图3A、D)

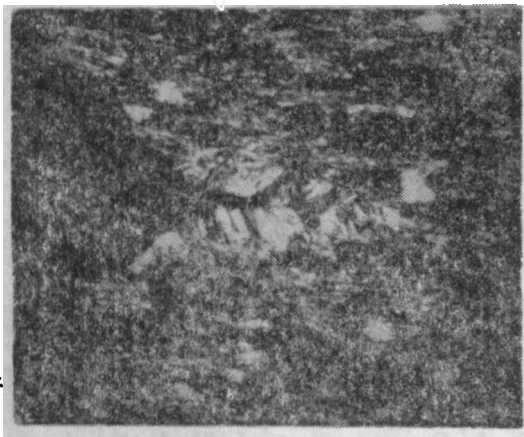
这是一种常见的压力影生长类型。当核心矿物与基质之间存在较显著的韧性差,且纤维晶体是基质的主要组份(如砂岩中的石英纤维)或者纤维晶体与基质晶体之间存在某些化学亲缘性(如层状硅酸盐中的石英纤维)时,纤维晶体常在引张区继承基质晶体的光性方位生长。每次“裂开—愈合”都发生在核心矿物与纤维晶体的接触面上。纤维晶体和基质晶体光性是连续的,纤维晶体少或不含基质包裹体,靠近核心矿物的纤维晶

体记录着最新应变。

反向生长型压力影纤维又可细分为位移控制型纤维和晶面控制型纤维。前者晶体纤维狭小,纤维轴向受引张区形成时位移控制,而与核心矿物晶面方位无关(照片1),这种纤维可直接用于增量应变的测量。后者



照片 1 位移控制型压力影
纤维轴向与核心矿物晶面方位无关



照片 2 晶面控制型压力影
石英纤维垂直核心矿物(黄铁矿)晶面生长,两组石英纤维之间有一结合线

纤维晶体为同一矿物相,且纤维较宽,纤维轴垂直核心矿物晶面生长,位移方向不起控制作用(照片2),这种纤维方向不能用作增量应变测量,但可用其不同方向纤维组之间的结合线或切过晶体纤维的赤铁矿、褐铁矿等包裹体踪迹测定应变历史。

2. 同向生长型压力影(图3B、E)

同向生长型压力影与反向生长型压力影的生长方式相反。纤维晶体物质在基质中缺乏或不存,类似或相同于核心矿物,核心矿物与基质之间的韧性差较小。纤维晶体从核心矿物中继承生长,每次“裂开—愈合”作用都发生在基质与纤维晶体之间。纤维晶体内有平行基质脉壁的基质包裹体带,靠近基质脉壁的纤维记录着最新应变。

3. 综合型压力影(图3C、F)

该类型压力影的生长方式是反向和同向生长的综合。多相晶体纤维中,既有基质的成分,又有核心矿物的成分,纤维晶体在引张区从基质脉壁和核心矿物表面相向生长,每次“裂开—愈合”作用发生在不同相纤维之间的接触面上。最后在相向生长的纤维之间形成一个锯齿形的缝合线,靠近缝合线的纤维记录最新的应变。

压力影生长方向系指纤维晶体生长时期渐新的方向,生长方向的判定是利用压力影纤维进行增量应变测量的基础。

判定压力影生长方向的一般规则:

① 与引张壁(指基质壁或核心矿物表面)晶体光性方位有继承关系的纤维晶体,是从引张壁向外生长的。

② 晶体粒径增加的方位为生长方向。

③ 晶体光性优选方位逐渐增加的方向为生长方向。

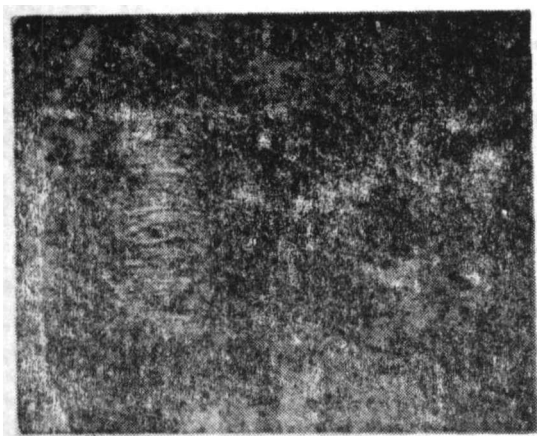
④ 位错密度逐渐减小的方位为纤维晶体的生长方向。

⑤ 可用核心矿物所在小区域内已知纤维方向指出未知纤维的生长方向。

判定压力影生长方向的个别规则:

① 纤维晶体少或不含基质包裹体、压力影纤维束末端,近似于核心矿物形态(照片3),核心矿物常为黄铁矿、磁铁矿等自形晶体时,压力影为反向生长型。

② 纤维晶体多含基质包裹体,核心矿物与纤维晶体成分近似的矿物集合体时,压



照片 3 反向生长型压力影
(北京周口店)

力影为同向生长型。

③ 纤维晶体中央有一锯齿形的缝合线，缝合线两侧的纤维晶体的“干净性”差别较大，纤维晶体为多种矿物相对，压力影为综合生长型。

同构造纤维状压力影的应用研究

以往，有人^[1、2、3]提出的同构造压力影纤维增量应变测量的方法都排除了核心矿物发生旋转的可能性。但Rosenfeld 实验研究^[4]却指出：当一球形物体与基质有一定粘聚力时，剪应力可通过基质—球形物体（如石榴石）接触面传递，球形物体在变形过程中将发生旋转。而对于非球形物体（尤其象黄铁矿强硬的自形晶体）与基质的接触面上剪应力将会消失，因而在变形过程中是不会发生旋转的^[4]。笔者在压力影成因机制的弹塑性有限元模拟时，已证实了Rosenfeld观点的正确性。因此，可认为压力影纤维生长时，其核心矿物可能旋转，也可不旋转，这取决于核心矿物的形态及其与基质的韧性差。

D.W.Durney和J.G.Ramsay还提出了同构造压力影纤维生长的“刚性纤维”模

型 (rigid fibre model) 和“变形纤维”模型 (deformable fibre model)，并认为前者的纤维是不变形的，其判别标志是核心矿物表面形态与纤维束末端形态相一致^[2、3]。从北京西山北岭向斜平面应变反向生长型压力影来看，大部分压力影纤维束末端的形态与其核心矿物的表面形态一致（平行XY面，照片3），但逆其生长方向纤维晶体的波状消光逐渐增强，表明这种纤维也发生了同构造变形，从而否认“刚性纤维”模型的正确性。Eellis 也认为，从纤维状物质与基质比较而言，即便在低级变形变质作用条件下，都是十分韧性的物质^[4]。因此，在岩石发生变形和压力影引张区扩展过程中，先形成纤维不变形是不可能的。

压力影纤维同构造变形有二种形式：

(1) 平面应变状态：平行应变椭球体XY面上的纤维束末端形态与核心矿物表面一致（图

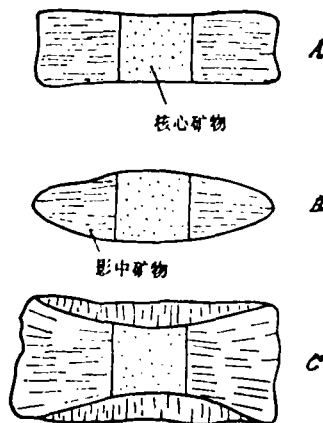


图 4 平行有限应变椭球体XY面上纤维状压力影的发育特征

A—平面应变状态；B—主应变 $e_2 < 0$ 时；C—应变 $e_2 > 0$ 时

4A、照片3)，平行XZ面的纤维束末端变窄（图4B）；（2）非平面应变状态：平行应变椭球体XY面的纤维束，当 $e_2 > 0$ 时，末端增大，当 $e_2 < 0$ 时，末端变窄（图4B、C）；（3）非平面应变状态，旋转应变，纤维受

e_1 、 e_2 、 e_3 和 r 的影响,更为复杂。

相应的同构造压力影纤维增量应变和有限应变计算公式推导如下:

直角坐标系的建立及原始数据的获得:
X轴平行于最新纤维段, Y轴与 X 轴垂直 (图5); L 为核心核物半径, ϕ_i , ΔL_i 为所测量的第 i 段纤维 (沿纤维生长方向顺序测量) 与 X 轴的夹角及其长度, ϕ_i 、 ΔL_i 为第 i 段纤维生长时 (即同构造变形前) 与 X 轴之夹角及其长度。 $e_{1i} > e_{2i} > e_{3i}$ 为第 i 段纤维所对应的增量主应变。所有角度均以逆时针为正。

1. 平行有限应变椭球体 XZ 面, 核心矿物不旋转, 平面应变状态, 保积变形。

第 n 段 (最新) 纤维生长时, 第 $n-1$ 段纤维发生同构造变形, 其长度和角度变化为:

$$\begin{cases} \left(\frac{\Delta L'_{n-1}}{\Delta L_{n-1}} \right)^2 = \left(1 + \frac{\Delta L_n}{L} \right)^2 \cos^2 \phi_{n-1} + \left(1 + \frac{\Delta L_n}{L} \right)^{-2} \sin^2 \phi_{n-1} \\ \tan \phi'_{n-1} = \tan \phi_{n-1} \left(1 + \frac{\Delta L_n}{L} \right)^{-2} \end{cases}$$

从上式可得下列方程组:

$$\begin{cases} \Delta L'_i = \Delta L_i \left[\left(1 + \frac{\Delta L_{i+1}}{L} \right)^2 \cos^2 \phi_i + \left(1 + \frac{\Delta L_{i+1}}{L} \right)^{-2} \sin^2 \phi_i \right]^{1/2} \\ \quad \dots \left[\left(1 + \frac{\Delta L_n}{L} \right)^2 \cos^2 \phi_{n-1} + \left(1 + \frac{\Delta L_n}{L} \right)^{-2} \sin^2 \phi_{n-1} \right]^{1/2} \\ \tan \phi'_i = \tan \phi_i \left[\left(1 + \frac{\Delta L_{i+1}}{L} \right) \left(1 + \frac{\Delta L_{i+2}}{L} \right) \dots \left(1 + \frac{\Delta L_n}{L} \right) \right]^{-2} \\ \Delta L'_n = \Delta L_n \\ \phi'_n = \phi_n \end{cases}$$

解上述方程组可得各纤维段生长时的原始长度 ΔL_{n-1} , $\dots$, ΔL_1 , 以及其原始方位 ϕ_n , ϕ_{n-1} , $\dots$, ϕ_2 , ϕ_1 。

第 i 段纤维所对应的增量主应变及其方位为:

再求同构造压力影纤维所对应的总有限主应变 e_1 和 e_3 及 e_1 与 X 轴夹角 θ 。第 i 段纤维

$$D_i = \begin{bmatrix} \cos \phi_i & -\sin \phi_i \\ \sin \phi_i & \cos \phi_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 + e_{1i} & 0 \\ 0 & 1 + e_{3i} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \phi_i & \sin \phi_i \\ -\sin \phi_i & \cos \phi_i \end{bmatrix}$$

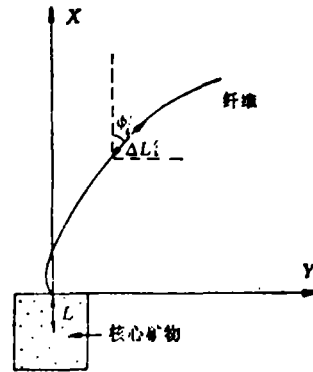


图 5 同构造反向生长型压力影纤维的增量应变测量方法示意图

x轴平行最新纤维段; ϕ_i 、 ΔL_i 为沿生长方向第 i 段纤维与 x 轴的夹角及其长度

$$\begin{cases} e_{1i} = \frac{\Delta L_i}{L} \\ e_{3i} = -\frac{e_{1i}}{1 + e_{1i}} \\ \theta_i = \phi_i \end{cases}$$

所对应的增量应变矩阵 D_i 为:

$$= \begin{bmatrix} a_i & b_i \\ d_i & d_i \end{bmatrix}$$

式中 $a_i = (1 + e_{1i}) \cos^2 \phi_i + (1 + e_{3i}) \sin^2 \phi_i$;
 $b_i = c_i = (1 + e_{1i}) \cos \phi_i \sin \phi_i - (1 + e_{3i}) \cos \phi_i \sin \phi_i$;
 $c'_i = (1 + e_{1i}) \sin^2 \phi_i + (1 + e_{3i}) \cos^2 \phi_i$;

因核心矿物不旋转, 故为 $b_i = c_i$ 。

有限应变矩阵为:

$$D = \begin{bmatrix} a_n & b_n \\ b_n & d_n \end{bmatrix} \cdots \begin{bmatrix} a_i & b_i \\ d_i & d_i \end{bmatrix} \cdots \begin{bmatrix} a_1 & b_1 \\ b_1 & d_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$$

有限应变椭圆主轴的长度及方位为:

$$\begin{cases} \tan 2\theta = \frac{2(ab + cd)}{a^2 - b^2 + c^2 - d^2} \\ (1 + e_1) \text{ 或 } (1 + e_3) = \frac{1}{2} (a^2 - b^2 + c^2 - d^2) \cos 2\theta \\ \quad + (ab + cd) \sin 2\theta + \frac{1}{2} (a^2 + b^2 + c^2 + d^2) \end{cases}$$

2. 平行有限应变椭球体 XZ 面, 核心矿物旋转, 平面应变状态, 保积变形。这时, 其增量应变矩阵迭加于核心矿物旋转 ψ_i 角度后产生的变形, 即:

$$D_1 = \begin{bmatrix} \cos \psi_i & -\sin \psi_i \\ \sin \psi_i & \cos \psi_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \psi_i & -\sin \psi_i \\ \sin \psi_i & \cos \psi_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 + e_{1i} & 0 \\ 0 & 1 + e_{3i} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \cos \varphi_i & \sin \varphi_i \\ -\sin \varphi_i & \cos \varphi_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \varphi_i & \sin \varphi_i \\ -\sin \varphi_i & \cos \varphi_i \end{bmatrix}$$

有限应变和增量应变计算公式的推导过程同前。

(1) 共轴递进变形 (压力影纤维平直)

3. 平行有限应变椭球体 XY 面, 核心矿物不旋转, 平面应变状态, 保积变形。

第 i 段纤维经 $\Delta L_{i+1}, \Delta L_{i+2}, \dots, \Delta L_n$ 段纤维生长后, 最终长度 $\Delta L'_i$ 为:

$$\Delta L'_i = \Delta L_i \left(1 + \frac{\Delta L_{i+1}}{L} \right) \left(1 + \frac{\Delta L_{i+2}}{L} \right) \cdots \left(1 + \frac{\Delta L_n}{L} \right)$$

据 $\Delta L'_n = \Delta L_n$ 采用反向迭代法可求得 $\Delta L_n, \Delta L_{n-1}, \dots, \Delta L_i$; 则第 i 段纤维所对应的增量主应变 e_{1i} 及总有限主应变 e_1 为:

$$\begin{cases} e_{1i} = \frac{\Delta L_i}{L} \\ e_1 = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta L_i}{L} \end{cases}$$

(2) 非共轴递进变形 (压力影纤维弯曲)

第 n 段纤维生长时, 第 $n-1$ 段纤维发生了长度和角度变化。

$$\begin{cases} \left(\frac{\Delta L'_{n-1}}{\Delta L_{n-1}} \right)^2 = \left(1 + \frac{\Delta L_n}{L} \right)^2 \cos^2 \phi_{n-1} + \sin^2 \phi_{n-1} \\ \tan \phi'_{n-1} = \tan \phi_{n-1} \left(1 + \frac{\Delta L_{n-1}}{L} \right)^{-1} \end{cases}$$

从而可得下列方程组：

$$\begin{cases} \Delta L_i' = \Delta L_i \left[\left(\frac{\Delta L_{i+1}}{L} \right)^2 \cos^2 \phi_i + \sin^2 \phi_i \right]^{1/2} \dots \\ \left[\left(1 + \frac{\Delta L_n}{L} \right)^2 \cos^2 \phi_{n-1} + \sin^2 \phi_{n-1} \right]^{1/2} \\ \tan \phi_i' = \tan \phi_i \left[\left(1 + \frac{\Delta L_{i+1}}{L} \right) \left(1 + \frac{\Delta L_{i+2}}{L} \right) \dots \left(1 + \frac{\Delta L_n}{L} \right) \right]^{-1} \\ \Delta L_n' = \Delta L_n \\ \phi_n' = \phi_n \end{cases}$$

解上述方程组可求得各纤维段生长时的原始长度 $\Delta L_n, \Delta L_{n-1}, \dots, \Delta L_1$, 及其原始方位 $\phi_n, \phi_{n-1}, \dots, \phi_1$ 。

各纤维段所对应的增量主应变为：

$$\begin{cases} e_{1i} = \frac{\Delta L_i}{L} \\ e_{2i} = 0 \\ \theta_i = \phi_i \end{cases}$$

第 i 段纤维所对应的增量应变矩阵 D_i 为：

$$\begin{aligned} D_i &= \begin{bmatrix} \cos \phi_i & -\sin \phi_i \\ \sin \phi_i & \cos \phi_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1+e_{1i} & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \phi_i & \sin \phi_i \\ -\sin \phi_i & \cos \phi_i \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} a_i & b_i \\ c_i & d_i \end{bmatrix} \end{aligned}$$

式中 $a_i = (1+e_{1i}) \cos^2 \phi_i + \sin^2 \phi_i$;

$b_i = c_i = e_{1i} \cos \phi_i \sin \phi_i$;

$d_i = (1+e_{1i}) \sin^2 \phi_i + \cos^2 \phi_i$;

第 i 段纤维的增量主应变 e_{1i} 的方位 θ_i 为：

$$\tan 2\theta_i = \frac{2b_i}{a_i - d_i} = \frac{2e_{1i} \cos \phi_i \sin \phi_i}{(1+e_{1i})(\cos^2 \phi_i - \sin^2 \phi_i) + (\sin^2 \phi_i - \cos^2 \phi_i)} = \tan 2\phi_i$$

故 $\theta_i = \phi_i$ 。

有限应变矩阵为：

$$D = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_n & b_n \\ b_n & d_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{n-1} & b_{n-1} \\ b_{n-1} & d_{n-1} \end{bmatrix} \dots \begin{bmatrix} a_1 & b_1 \\ b_1 & d_1 \end{bmatrix}$$

有限应变椭圆主轴的方位及长度为：

$$\begin{cases} \tan 2\theta = \frac{2(ab+cd)}{a^2 - b^2 + c^2 - d^2} \\ (1+e_1) = \frac{1}{2} (a^2 - b^2 + c^2 - d^2) \cos 2\theta + (ab+cd) \sin 2\theta \\ \quad + \frac{1}{2} (a^2 + b^2 + c^2 + d^2) \end{cases}$$

式中, θ 为有限应变主轴 e_1 与 X 轴的夹角。

当有限应变很大时, 压力影纤维较长,

增量应变测量的计算烦琐, 这在一定程度上限制了纤维状压力影的应用。为此, 笔者将同构造压力影纤维增量应变测量的全部计算

冶金部地质勘查总局召 开探矿、安全工作会议

1990年5月16日~21日,冶金部地质勘查总局在山东蓬莱召开了冶金地质探矿、安全工作会议。会议采取工作会与现场会相结合的方式进行。会上总结了1989年冶金地质系统的探矿与安全工作,表彰了先进,部署了1990年的工作。代表们通过现场参观,全面了解和学习了冶金部山东地质勘探公司探矿工作和安全工作方面的经验。冶金部地质勘查总局副局长成辅民同志主持了会议。

吴棣华同志代表地质勘查总局作了题为“加强管理,促进探矿生产与安全工作的持续、稳定、协调发展”的工作报告。报告全面总结了1989年冶金地质系统探矿与安全工作的成绩。1989年,冶金地质系统岩心钻探平均台月效率达到643m,其中首钢地质勘探公司为874m,山东公司735m,中南公司667m,西南公司643m,一公司634m,山西公司618m,并涌现出了一批先进单位和先进机台。

报告提出1990年的奋斗目标是:探矿生产保持全国一流水平,平均台月效率超过650m,一级孔率保持在90%以上,杜绝工亡事故。

与会代表听取了山东公司的经验介绍,并参观

了10个钻机现场。各机台井井有条的管理,紧张而熟练的操作,完整的原始记录和统计资料,给代表们留下了深刻的印象。

会议期间,代表们还认真讨论了《冶金地质单位探矿工程管理工作达标考核标准》、《钻探工程施工技术设计评定办法》、《冶金地质单位安全环保管理工作达标考核标准》和《冶金地质安全规程》等规章制度的草案,并提出了具体修改意见。

成辅民副局长在大会总结发言中,概括山东公司创优的基本经验是:领导重视,强化管理,提高队伍素质,完善经济承包责任制。该公司1985年共开动20台金刚石钻机,无一台绳索取心机台。公司领导采取经济鼓励措施,促进技术进步,并派人向先进单位学习,至1989年,全公司的27台金刚石钻机全部实现绳索取心化,台月效率由1985年的422m,提高到去年的765m。该公司通过扎实的工作,制定了合理的承包定额指标,进一步完善了经济承包制,队与队、机台与机台间的劳动竞赛已蔚然成风。山东公司的经济承包制,既突出了青年骨干的利益,又照顾到老弱病残的利益,具有透明度高,兑现快的特点,因而具有较强的凝聚力和推动力。

成辅民同志要求大家正确看待冶金地质面临的形势,重视安全工作,注意人才培养,促进技术进步。

〔本刊通讯员〕

过程编译成Fortran(77)源程序,从而提高了计算效率。

同构造压力影及其应用研究,对反演岩石的变形历史和分析区域构造均有重要意义,这将会促进裂隙充填物(尤其是纤维状裂隙充填物)的定量研究。

此文完成过程中,得到中国地质大学宋鸿林教授、中南工业大学何绍勋教授的启发性指导以及杨坤光、庞葵花等同志的密切协

作,在此深表谢意。

参 考 文 献

- [1] E. C. Butner and F. A. Diegel, 1985, N. J. Am. J. Sci., 285, p.16~50.
- [2] D. W. Durney and J. G. Ramsay, 1973, Gravity and Tectonics, New York, Wiley, p.67~96.
- [3] J. G. Ramsay and Huber, 1983, The techniques of modern struct. geol., Vol.1, Strain Analysis, Oxford Press, London.
- [4] M.A. Ellis, 1986, J. Struct. Geol., Vol.8, 1986, p.701~709.

Syntectonic Fibrous Pressure Shadows and Their Application

Peng Shaomei

Syntectonic fibrous pressure shadows are casted during the deformation of rocks containing hard rock-masses by a progressive 'rock cracking-sealing' process. During each rock sealing process, the axial direction of the growth fibers represent the maximal elongation direction of incremental strain of rocks, and the growth pattern of the fibrous pressure shadows give a historical record of the incremental strain of rocks. In this paper, three main types of pressure shadows are recognized, formulas for calculating total strains and in incremental strains of rocks on XY and XZ planes of the finite strain ellipsoid are derived.