

用电算器、袖珍机程序 算绘主应力产状等构造课题

张伯南

(成都地质学院)

本文介绍用一般电算器求主应力产状构造的程序运算和用袖珍机算绘图件及面、线绕任意倾斜轴旋转等问题。

关键词：计算器；袖珍机；主应力产状；程序运算



工作方法

在构造地质研究中，常要探讨构造线和构造面之间的角距关系。本文力图简化数学公式，用可编程程序的电算器（如CASIO fx-180P或4000P），分别示算所论课题；对其容量大、算绘兼顾的内容则采用袖珍机（如SHARP PC-1500）进行算绘。文中还述及电算器和袖珍机的选择应用，其目的是为使用者在一般课题纯计算时提供选择余地，因陋就简地进行处理。

原理与公式

通过空间上两倾斜线求共面的产状和各平分线、平分面的产状。其构造含义，将在例题中介绍。

首先，对图1中的符号作一说明：

已知二直线产状： $L_1 \angle \beta_1$ 、 $L_2 \angle \beta_2$ 及 $\delta(L_2 - L_1)$ 。 L_1 、 L_2 各为直线倾向方位角， β_1 、 β_2 各为直线倾角， δ 为二直线倾向方位角间的夹角，且 $\delta = w_1 \pm w_2$ （ $w_1 = L_1 \angle D$ 的夹角， $w_2 = L_2 \angle D$ 的夹角）； δ' 为二直线间的夹角，且 $\delta' = w'_1 \pm w'_2$ ，其水平投影的方位角夹角即为 $\delta = w_1 \pm w_2$ ， $D \angle \alpha$ 为

二直线构成共面时的真倾向和真倾角； $\psi_2 \angle \Sigma_2$ 为二直线构成共面时的法线产状，其值等于 $D \pm 180^\circ \angle 90^\circ - \alpha$ （即 D 值方位角 $< 180^\circ$ 为+， $> 180^\circ$ 为-）， $\psi_1 \angle \Sigma_1$ 、 $\psi_3 \angle \Sigma_3$ 为二直线的平分角线产状， $\lambda_1 = \psi_1 \angle D$ 的夹角， $\lambda_3 = \psi_3 \angle D$ 的夹角。

以图1中二直线构成共面并与该面水平线构成任意三角形为例列出公式如下：

1. 二线构成共面的产状

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{\tan \beta_1}{\cos \tan^{-1} \left[\frac{\tan \beta_2 - \cos(L_2 - L_1)}{\tan \beta_1} \right]} \dots \omega_1 \quad (1)$$

$$D = L_1 + \omega_1 \quad (2)$$

2. 二线间的夹角

$$\begin{aligned} \delta' &= w'_1 \pm w'_2 \\ &= \cos^{-1} \left(\frac{\sin \beta_1}{\sin \alpha} \right) \pm \cos^{-1} \left(\frac{\sin \beta_2}{\sin \alpha} \right) \end{aligned} \quad (3)$$

其中， α 值如（1）式所求。

如果独立求 δ' 值，也可用下式：

$$\begin{aligned} \cos \delta' &= [\sin \beta_1 \sin \beta_2 \\ &\quad + \cos \beta_1 \cos \beta_2 \cos(L_2 - L_1)] \end{aligned} \quad (4)$$

3. 各平分线产状

在 (1)、(2)、(3) 式运算的基础上,

得:

$$\Sigma_2 = 90^\circ - \alpha \quad (5)$$

$$\psi_2 = D - 180^\circ \quad (6)$$

$$\Sigma_1 = \sin^{-1} \left[\cos \left(\frac{\omega'_1 \pm \omega'_2}{2} \right) \sin \alpha \right] \quad (7)$$

$$\psi_1 = D \pm \lambda_1, \lambda_1 = \cos^{-1} \left(\frac{\tan \Sigma_1}{\tan \alpha} \right) \quad (8)$$

$$\Sigma_3 = \sin^{-1} \left[\sin \left(\frac{\omega'_1 \pm \omega'_2}{2} \right) \sin \alpha \right] \quad (9)$$

$$\psi_3 = D \mp \lambda_3, \lambda_3 = \cos^{-1} \left(\frac{\tan \Sigma_3}{\tan \alpha} \right) \quad (10)$$

(5)、(6) 式中 $\psi_2 \angle \Sigma_2$ 其实是二直线构成共面的法线产状。

(7)、(9) 式中, 同斜时用

$$\left(\frac{\omega'_1 + \omega'_2}{2} \right),$$

反斜时用 $\left(\frac{\omega'_1 - \omega'_2}{2} \right)$ 。

(8)、(10) 式中, $\pm \lambda_1$ 与 $\mp \lambda_3$ 二者“+”“-”关系适反, 当 $\omega < \delta/2$ 时 λ_1 为+, λ_3 为-, 当 $\omega > \delta/2$ 时 (示同斜) λ_1 为-, λ_3 为+。

如果已求得 $\psi_2 \angle \Sigma_2$ 和 $\psi_1 \angle \Sigma_1$ 的二直线产状, 再求共面的法线产状即 $\psi_3 \angle \Sigma_3$ 也可。

4. 各平面产状

$\psi_2 \angle \Sigma_2$ 轴的法垂面即为 $\psi_1 \angle \Sigma_1$ 与 $\psi_3 \angle \Sigma_3$ 构成的共面产状: $D \angle \alpha$ (11)

$\psi_1 \angle \Sigma_1$ 轴的法垂面即为 $\psi_2 \angle \Sigma_2$ 与 $\psi_3 \angle \Sigma_3$ 构成的共面产状:

$$\psi_1 + 180^\circ \angle 90^\circ - \Sigma_1 \quad (12)$$

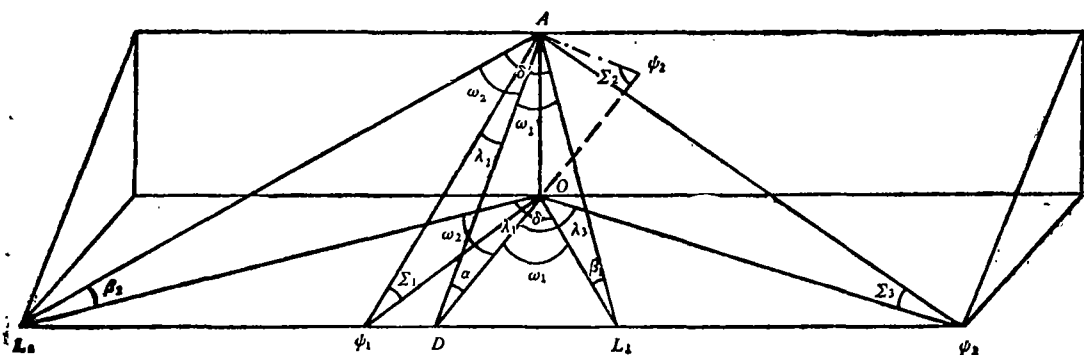


图 1 已知二直线产状求共面及法线产状和各平分线及各平分面产状示意图

表 1

例	已 知				求 得			
	β_2	β_1	L_2	L_1	D	α	L	β
1	20	40	100	20	34.8	41.0	214.8	49.0
	RUN	RUN	RUN	RUN	RUN	Kout3	Kout4	
2	40	60	330	260	268.6	60.3	448.6	29.7
	RUN	RUN	RUN	RUN	RUN	Kout3	Kout4	
3	50	30	330	290			533.7	37.5 (= σ_2)
	RUN	RUN	RUN	RUN	RUN	Kout3	Kout4	
	50	Kout4	330	Kout3			794.4	11.8 (= σ_1)
	RUN	RUN	RUN	RUN	RUN	Kout3	Kout4	

$\psi_3 \angle \Sigma_3$ 轴的法垂面即为 $\psi_2 \angle \Sigma_2$ 与 $\psi_1 \angle \Sigma_1$ 构成的共面产状:

$$\psi_3 + 180^\circ \angle 90^\circ - \Sigma_3. \quad (13)$$

因此, 知三轴产状, 其反向余角即为对应的平分面产状。顺便指出, D 、 ψ_1 、 ψ_2 、 ψ_3 等倾向方位角运算结果值若 $> 360^\circ$ 时可减 360° , 若为负值时可加 360° 。

电算器上程序及演算

首先说明, 编程序所用按键, 一般在字 据枢纽和轴迹产状求褶皱轴面产状); 据 褶

MODE $\circ$ P1 (编程序1)

```

       $\beta_2$            $\beta_1$            $L_2$            $L_1$ 
ENT1 tan Kin6 ENT1 Kin1 tan Kin÷6 ENT40- ENT10 Kin2) Kin3
                                     (ω)
cos Kin-6 90 Kin4 180 JNVX-K3 sin Kin÷6 Kout1 tan ÷ Kout6 INVtan
(D)          (α)          D      L      α      β
Kin+2 cos = INVtan INVX-K2 INVHLT Kin+3 Kout2 Kin-4
MODE. MODE 71 p1 (运算, 取小数后1位)

```

皱两翼倾斜求枢纽产状 (或据共轭剪节理及其他二面倾斜求共轭轴产状); 据断层及其派生张节理 (或牵引褶皱) 求各主应力产状。

现以表 1 中 1、2、3 三例顺次输入 β_2 、 β_1 、 L_2 、 L_1 即可得二线构成共面的产状 ($D \angle \alpha$) 及其法线产状 ($L \angle \beta$)。

例 1: 已知两视倾斜 $100^\circ \angle 20^\circ$ (相当于 $L_2 \angle \beta_2$) 和 $20^\circ \angle 40^\circ$ (相当于 $L_1 \angle \beta_1$), 求真倾斜 $D \angle \alpha$ 。

解: 据表 1 例 1 数据顺次输入及运算, 即得该真倾斜 $D \angle \alpha$ 为 $34.8^\circ \angle 41.0^\circ$, $L \angle \beta$ 对本题无意义, 不用按键显示也可。如果 $L_1 \angle \beta_1$ 指枢纽产状, $L_2 \angle \beta_2$ 指轴迹产状, 则所求共面产状 $D \angle \alpha$ 即为轴面产状。

例 2: 已知褶皱两翼倾斜 $150^\circ \angle 50^\circ$ 和 $80^\circ \angle 30^\circ$, 求枢纽产状。

解: 只要换算成二线法线产状求共面产状, 而共面的法线产状即为枢纽产状。两翼倾斜换算成法线产状 (反向余角):

$$150^\circ \angle 50^\circ \rightarrow 330^\circ \angle 40^\circ (L_2 \angle \beta_2),$$

符外都围有矩形框, 为排印方便起见, 这里未画框; 另外为了了解程序内的变量含义, 特在有关字符上方标明, 并规定无括号的为输入变量, 加有圆括号的为求得的中间值, 其下画有波浪线的示所求主要答案。

主要用 CASIO fx-180P 电算器编程序及演算。

1. 二线构成共面的产状

下面程序用于: 两视倾斜求真倾斜 (或

据枢纽和轴迹产状求褶皱轴面产状); 据 褶

$$80^\circ \angle 30^\circ \rightarrow 260^\circ \angle 60^\circ (L_1 \angle \beta_1).$$

把法线产状输入表 1 例 2 中, 得二线法线共面的产状为 $268.6^\circ \angle 60.3^\circ$ 。共面的法线即为枢纽产状 $88.6^\circ \angle 29.7^\circ (L \angle \beta)$ 。求共轭剪节理 (或其它二交面) 的共轭轴产状, 其方法与此相同。

例 3: 断层 F 倾斜 $110^\circ \angle 60^\circ$, 派生张节理 T 倾斜 $150^\circ \angle 40^\circ$, 求各主应力产状。

解: 一般而言, 断层的派生张节理面代表 $\sigma_1 \sigma_2$ 二主应力作用的破裂面, 其法线即为 σ_3 (最小主压应力) 的产状, 而张节理与断层的交线代表 σ_2 产状, 再据 σ_3 与 σ_2 求共面的法线产状即为 σ_1 产状。

把 T、E 换算成法线产状 (反向余角):

$$F: 110^\circ \angle 60^\circ \rightarrow P_F: 290^\circ \angle 30^\circ$$

$$T: 150^\circ \angle 40^\circ \rightarrow P_T: 330^\circ \angle 50^\circ$$

$$(=\sigma_3 \text{ 产状})$$

使 P_F 与 P_T 二产状输入表 1 例 3 中, 得二线共面的法线产状 σ_2 : $553.7^\circ \angle 37.5^\circ$, 再与已知值 σ_3 : $330^\circ \angle 50^\circ$ 求共面的法线产状即为 σ_1 : $794.4^\circ \angle 11.8^\circ$ 。对超过 360° 的

倾向方位角减 360° 及其倍数, 得:

$$\sigma_1: 74.4^\circ \angle 11.8^\circ$$

$$\sigma_2: 173.7^\circ \angle 37.5^\circ$$

$\sigma_3: 330^\circ \angle 50^\circ$ (其实等于张节理法线产状)。

上述表1中三例, 用同一程序, 分别输入相关二线产状数据, 不用判断条件, 在10至30秒钟内都可求得可靠答案; 至于 $L_1 \angle \beta_1$ 与 $L_2 \angle \beta_2$ 二者也是相对而言, 可以把 $L_1 \angle \beta_1$ 当成 $L_2 \angle \beta_2$ 和 $L_2 \angle \beta_2$ 当成 $L_1 \angle \beta_1$ 。

MODE o (编程序准备)

$$L_1 \quad \beta_1 \quad (L_2-L_1) \quad \beta_2$$

1 Kin1 Kin2 Kin3 Kin4

P1 (用程序1)

(β_1)

(δ)

$$\tan \text{Kin6} \text{Kout2} \tan \text{Kin} \div 6 \text{Kout3} \cos \text{Kin}-6 \text{Kout3} \sin \text{Kin} \div 6$$

(ω)

(D)

(α)

$$\omega \text{KKout2} \tan \div \text{Kout6} \text{INVtan} \text{INVMin} \text{Kin}+1 \cos = \text{INVtan} \text{Kin5} \sin \div \div$$

(ω'_1)

(ω'_2)

($\omega'_1 - \omega'_2$) ($\omega'_1 + \omega'_2$)

$$\text{Kout2} \sin = \text{INVcos} \text{Kin6} \text{INVX}-\text{K4} \sin = \text{INVcos} \text{Kin}-4 \text{Kin}+6$$

MODE. MODE 70 (运算, 取整数且含四舍五入)

按P₁键前先将已知二线产状输入存储器 (见表2)。

表 2

例	L_1	β_1	$L_2-L_1=\delta$	β_2	按程序键	得	D	α	$\omega'_1 - \omega'_2$	$\omega'_1 + \omega'_2$
4	280	20	200-280)	40	P ₁	215	41	47	70	
	kin1	kin2		kin3	kin4	kout1	kout5	kout4	kout6	

此程序是求二线间夹角, 若用二面法线来求共轭剪裂角或皱褶的翼间角 (顶角), 须注意二线倾伏向位于共面倾向的一侧 (大于或小于倾向), 示同斜, 取 $|\omega'_1 - \omega'_2|$ 值, 若位于倾向两侧, 则示反斜, 取 $(\omega'_1 + \omega'_2)$ 值的补角即 $180^\circ - (\omega'_1 + \omega'_2)$ 。

例4: 两共轭剪节理产状: $100^\circ \angle 70^\circ$ 和 $20^\circ \angle 50^\circ$, 求共轭剪裂角。

解: 两节理产状换算成法线产状:

$$100^\circ \angle 70^\circ \rightarrow 280^\circ \angle 20^\circ (L_1 \angle \beta_1);$$

$$20^\circ \angle 50^\circ \rightarrow 200^\circ \angle 40^\circ (L_2 \angle \beta_2)。$$

把法线产状输入表2例4中, 得二线共面的倾向为 215° (D), 大于 200° (L_2), 小

来交换运算, 其结果等同。

2. 二线间的夹角

孤立的求此夹角可用公式 (4) 编程序, 较为简便, 在此从略。这里介绍公式 (3) 编的程序, 它在本文程序系列中具有承上启下的作用。为了减少程序步, 解题前先输入二线 (包括法线) 产状和 $\delta = L_2 - L_1$, 并考虑用同斜或反斜来判断 $\omega'_1 \pm \omega'_2$ 中的 + 和 -。

于 280° (L_1), 示二线位于共面倾向的两侧, 示反斜, 其共轭剪裂角为

$$180^\circ - (\omega'_1 + \omega'_2) = 110^\circ。$$

3. 求各平分线产状

基本上按上一程序, 其中计算 Σ_1 、 Σ_2 时涉及 $(\omega'_1 \pm \omega'_2)/2$, 此时与求二线夹角所用 “+” “-” 适反即同斜时取 $(\omega'_1 + \omega'_2)/2$ 值, 反斜时则用 $(\omega'_1 - \omega'_2)/2$ 值; 另外还涉及到 $\pm \lambda_1$ 问题, 它偏向离共面倾向较大的一线的方位角差, 大于倾向一侧的用 $+\lambda_1$, 小于倾向一侧的用 $-\lambda_1$ 。由于用38步程序的电算器, 需要人为判断 $(\omega'_1 \pm \omega'_2)/2$ 及 $\pm \lambda_1$, 然后据公式 (5) 至 (10) 再进行程序外的

简单按键操作,从而求得各主应力产状(详见CASIO fx-4000P的演算)。

4. 求各平分面产状

实际上是各平分线法垂面的产状:
 $\widehat{\sigma_2\sigma_3}$ 面产状是 σ_1 的反向余角;
 $\widehat{\sigma_2\sigma_1}$ 面产状是 σ_3 的反向余角;
 $\widehat{\sigma_1\sigma_3}$ 面产状是 σ_2 的反向余角。

上述据二线或二面产状求各平分线产状和各平分面产状,常用来求褶皱枢纽产状和轴面产状以及翼间角(顶角),或求共轭剪节理的各主应力产状、应变面产状及共轭剪裂角、剪切角;当然也可据二视倾斜求真倾斜、空间一线理与一构造面间的夹角。所以

这是一个用途广泛的系列程序,并能替代例1、2、3中所用的程序和用公式(4)求二线间夹角所编的程序。

应当指出,用38步程序的电算器,对系统计算二线(或二面)的平分线及平分面的产状,最后几步需进行程序外的按键操作,未免显得被动,如果能用近期在市场上问世的CASIO fx-4000P电算器,则上列全部内容可在一个程序上求得,并减少了人为判断的麻烦。该电算器在外形体积上虽略小于fx-180P(与fx-3600P相当),但功能上却大有扩展,可并列编写550步以内的10个程序。

现附CASIO fx-4000P电算器的程序:

```

MODE 2⇒ EXE (编程序1)
      L1      β1      L2      β2      δ
"I="?:?→I:"B="?:?→B: "J="?:?→J:"C="?:?→C:J-I→L:
L>180⇒L-360→L:L<-180⇒L+360→L:
      ω      D      α
tan-1((tanC÷tanB-cosL)÷sinL)→W:I+W→D:tan-1(tanB÷cosW)→A:
      ω1      ω2
cos-1(sinB÷cosA)→M:cos(sinC÷sinA)→N:
W * L<0⇒Goto1:AbsL⇒-N→N:
      ω1'-ω2'      ω1'+ω2'
Lb11:M-N→O:M+N→T:
      Σ2      Σ1      Σ3
90-A→Q:sin-1(cos(O÷2)sinA)→P: sin-1(sinAbs(O÷2)sinA)→R:
      λ1      λ3
cos-1(tanP÷tanA)→U:cos-1(tanR÷tanA)→V:
W<L÷2⇒Goto2:-U→U:-V→V:
      ψ2      ψ1      ψ3
Lb12:D+180→Y:D+U→X:D-U→Z
MODE 1 MODE 71 Pr9 1 EXE (运算,取小数后1位,用程序1)

```

表 3

变量代号	D	A	O	T	X	P	Y	Q	Z	R
变量含义	D	α	ω ₁ '-ω ₂ '	ω ₁ '+ω ₂ '	ψ ₁	Σ ₁	ψ ₁	Σ ₂	ψ ₁	Σ ₁
算得数值	214.8	41.0	47.3	69.8	244.9	36.9	394.8	49.0	143.1	15.2

以例4数据顺序输入 "I="280 EXE,
 β_1
 L_2
 "B=" 20 EXE,"J="200 EXE,"C="

β_2
 40 EXE, 仅约20秒钟即可按有关字母得出
 一系列答案(如按: ALPHA Y EXE得

34.8), 表3示变量代号、变量含义及算得数值(参见图1说明)。

注意: 表3中 $\psi_1 \angle \Sigma_1$ 、 $\psi_2 \angle \Sigma_2$ 、 $\psi_3 \angle \Sigma_3$ 相当于 σ_1 、 σ_2 、 σ_3 的产状, 但 σ_1 、 σ_2 的产状并不等于 $\psi_1 \angle \Sigma_1$ 、 $\psi_3 \angle \Sigma_3$ 。 $\psi_1 \angle \Sigma_1$ 是指 $(\omega'_1 \pm \omega'_2)$ 的平分角线产状, 涉及到其所指共轭剪裂角是锐角还是钝角, 是同斜还是反斜。用法线算二面夹角时, 同斜的二线夹角与二面夹角相同, 但平分线产状不同; 反斜的二线夹角与二面夹角互成补角, 但平分线产状相同。除了共轭剪裂角经递进变形或叠加变形后可能成钝角外, 一般以锐角所指示 σ_1 产状。为此, 例4反斜时的共轭剪裂角是 $180^\circ - T = 110^\circ$, 为钝角, 所以 $\psi_1 \angle \Sigma_1$ 实际上是指 σ_3 的产状, 而 $\psi_3 \angle \Sigma_3$ 恰是 σ_1 的产状。

袖珍机上程序

根据上述公式, 用 BASIC 语言编写程

序, 并在 SHARP PC-1500 袖珍机上运算和作图, 效果显著。本程序主要包括三部分内容: 一是据断层及其派生张节理产状求各主应力产状并作赤平图; 二是据共轭剪节理产状求各主应力产状并作赤平图; 三是处理构造面(如岩层面)复平后早期共轭剪节理等及其各主应力产状并作赤平图。显然本程序还可推广应用于求褶皱枢纽、轴面及其所代表的各主应力产状、求褶皱一翼上先成线理在另一翼上的产状、求岩层复平后其中砾石扁平面长轴的原始产状和各种面理、线理绕倾斜轴旋转指定角度后的新产状, 等等。

这里着重对程序的应用作一简要说明。

1. 据断层及派生张节理产状求各主应

力产状(见例3, 图2A)

2. 据共轭剪节理产状求各主应力产状

(附复平旋转问题, 见例5, 图2C、D)

表 4

步 骤	键 操 作	显 示	说 明
1	<u>DEF</u> S	$D_f =$	调用断层及派生张节理求主应力产状; 待输入断层倾向 D_f (相当于 D_1)
2	110 <u>ENTER</u>	$A_f =$	设 $D_f = 110$, 待输入断层倾角 A_f (相当于 A_1)
3	60 <u>ENTER</u>	$D_t =$	设 $A_f = 60$, 待输入节理倾向 D_t (相当于 D_2)
4	150 <u>ENTER</u>	$A_t =$	设 $D_t = 150$, 待输入节理倾角 A_t (相当于 A_2)
	40 <u>ENTER</u>		设 $A_t = 40$, 随即就作二大圆弧等赤平图

例5: 枢纽水平背斜东翼产状 $120^\circ \angle 31^\circ$ 有垂直层理的早期共轭剪节理产状为 $3^\circ \angle 75^\circ$ 和 $237^\circ \angle 74^\circ$, 试比较褶皱翼时与岩层复平时主应力产状的变化。

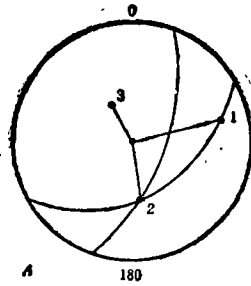
解 操作上按 DEF A, 1至4步类似于表4, 后显示 ROTATION? (输入N时运行结束), 若输入Y, 则先后显示 OCCUR OF F D/A (岩层倾向倾角)、BRG OF AXIS (旋转轴倾伏向)、PLUNGE OF AXIS (旋转轴倾伏角)、ROT ANGLE (旋转

角), 相应的输入120、31、120-30、0、-31, 随即打印和绘制岩层复平后的共轭剪节理和主应力产状及其赤平图。

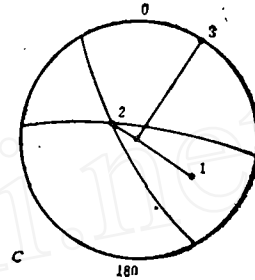
3. 构造面、线绕任意倾斜轴的旋转问题

例6: 已知枢纽断层产状 $50^\circ \angle 30^\circ$, 下盘岩层产状 $290^\circ \angle 40^\circ$, 当上盘沿断层法线倾伏为轴作逆时针旋转 50° (即 -50°)时的岩层产状。

解: 用指令 DEF K, 先后输入岩层法线 $110^\circ \angle 50^\circ$ ($A \angle B$), 断层法线产状

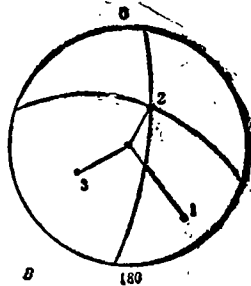


$D_1=110$ $A_1=60$ $D_2=150$ $A_2=40$ $L_1=74$
 $B_1=11$ $L_2=173$ $B_2=37$ $L_3=330$ $B_3=50$
 $M=0$

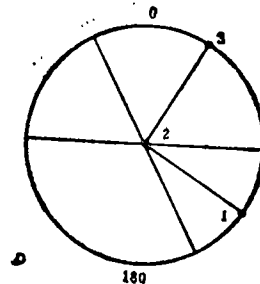


$D_1=3$ $A_1=75$ $D_2=237$ $A_2=74$ $L_1=120$
 $B_1=31$ $L_2=299$ $B_2=58$ $L_3=29$ $B_3=0$
 $M=61$

OCCURRENCE OF F, D/A 120/31
 TURNING AXIS PLUNGE, 30/0
 ROT.ANGLE, -31
 AFTER F RETURNED TO HORIZON



$D_1=100$ $A_1=70$ $D_2=20$ $A_2=50$ $L_1=143$
 $B_1=15$ $L_2=34$ $B_2=49$ $L_3=244$ $B_3=36$
 $M=68$



$D_1=179$ $A_1=89$ $D_2=241$ $A_2=89$ $L_1=120$
 $B_1=0$ $L_2=249$ $B_2=89$ $L_3=30$ $B_3=1$
 $M=61$

图 2 用袖珍机算绘主应力产状赤平图

A—据断层派生张节理求主应力产状 (例3), B—据共轭剪节理求主应力产状 (例4), C—岩层未复平前早期共轭剪节理及主应力产状 (例5), D—岩层复平后早期共轭剪节理及主应力产状, (例5)。图中, $D_1 \angle A_1$ 、 $D_2 \angle A_2$ 为两共轭剪节理产状, $L_1 \angle \beta_1$ 、 $L_2 \angle \beta_2$ 、 $L_3 \angle \beta_3$ 为各主应力产状

230°∠60°(E∠F), 旋转角-50°(O), 结果得 $D \angle A$ 为 213°∠31°。显示屏上显示 $D=213$, $A=31$, $P=393$ (即 33), $Q=59$ 。 $D \angle A$ 示以法线产状输入求得的面理产状, 若直接以线状构造产状输入, 则按 $P \angle Q$ 的数值

处理。若须打印结果, 可再按 **ENTER** 键即可; 若须作赤平图反映有关数据, 则对程序略作改动即能实现。

求主应力产状等BASIC源程序

```

5: REM FIND OCCUR
  RENCE OF PRIN,
  STRESS
10: "A" CLEAR:
  RESTORE
20: INPUT "D1="; D1,
  "A1="; A1, "D2=";
  D2, "A2="; A2
30: REM READ D1, A1,
  D2, A2
40: IF A1=-1END
50: B1=90-A1, B2=90-
  A2, L1=180+D1, L2
  =180+D2
52: U=360: L1=L1-INT
  (L1/U)*U
55: L2=L2-INT (L2/U)
  *U
56: IF B1=0OR B2=0
  LET B1=B1+.01; B2=
  B2+.01
58: J1=L1, K1=B1, J2=
  L2, K2=B2
60: GOSUB "8."
64: MM=(M1+M2): IF
  SGN W1=SGN W2
  LET MM=ABS (M1
  -M2)
66: IF SGN W1>SGN
  W2OR SGN W1<
  SGN W2LET M=180
  -ABS (M1+M2)
67: IF SGN W1=SGN
  W2LET M=ABS (M1
  -M2)
68: IF M>90LET M=
  180-M
69: USING ',###'
70: E2=90-A, Y2=L1+
  W1+180
80: B2=E2, B1=E1, L2
  =Y2, L1=Y1
90: GOSUB "8"
100: L3=L1+W1+180, B3
  =90-A
102: IF MM<90LET S1
  =L3:G1=B3:S3=L 1:
  G3=B1:L1=S1:
  B1=G1:L3=S3:B3=G3
110: GOSUB "H":Y$=
  "N": GOSUB "G"
120: INPUT "ROTATIO
  N?"; Y$: IF Y$=
  "N"GOTO 145
122: INPUT "OCCUR.
  OF F:D/A"; DF, AF
124: CSIZE 1:LPRINT
  " OCCURRENCE
  OF F:D/A"; DF;
  "/"; AF
125: INPUT "BEARING
  OF AXIS"; EE,
  "PLUNGE OF AXI
  S"; FF, "ROT. A
  NGLE"; OO
126: LPRINT" TURN
  ING AXIS PLUNG
  E"; EE;"/";FF;
  " ROT.AN
  GLE";OO
127: LPRINT"AFTE R
  F RETURNED TO
  HORIZON:"
129: A=J1, B=K1:
  GOSUB 1300:D1=
  DD, A1=AA
130: A=J2, B=K2:
  GOSUB 1300:D2=DD,
  A2=AA
132: A=L1, B=B1:
  GOSUB 1300:L1=P,
  B1=Q
134: A=L2, B=B2:
  GOSUB 1300:L2=P:
  B2=Q
136: A=L3, B=B3:
  GOSUB 1300: L3
  P: B3=Q
138: GOSUB "H"
140: GOSUB "G"
145: TEXT :LPRINT :
  BEEP 2:END
150: "S" CLEAR :
  INPUT "Df=": D1,
  "Af=";A1, "Dt=";
  D2, "At="; A2
155: B1=90-A1, B2=90
  -A2, L1=180+D1,
  L2=180+D2
160: GOSUB 650:P2=D
  -180: Q2=A:L1=
  P2: B1=Q2
170: GOSUB 650:P1=D
  -180:Q1=A
180: P3=L2:Q3=B2
190: L1=P1:B1=Q1:L2
  =P2:B2=Q2:L3=
  P3:B3=Q3
195: GOSUB "H":
  GOSUB "G": GOTO
  150
200: "8" REM SUB PRI
  N. STRESS...."
202: DT=ABS (L2-L1)
205: IF DT=0OR DT=1
  80LET DT=DT-.
  0.01
210: W1=ATN ((TAN B2
  /TAN B1-COS
  (L2-L1))/SIN (L2
  -L1))
212: W2=ATN ((TAN B1
  /TAN B2-COS (L1-
  L2))/SIN (L1-L2))
220: A=ATN (TAN B1/
  COS W1)
230: M1=ACS (SIN B1/
  SIN A)
240: M2=ACS (SIN B2/
  SIN A)
245: IF SGN (W1)=
  SGN (W2) GOTO
  252
250: E1=ASN (COS ((
  M1-M2)/2)*SIN
  A): GOTO 260
252: E1=ASN (COS((M1+
  M2)/2)*SIN A)
260: V=ACS (TAN E1/
  TAN A)
270: Z=L2-L1:IF Z<-180
  LET Z=Z+360
272: IF Z>180LET Z=Z-
  360
280: IF W1>Z/2LET V=
  -V
290: Y1=L1+W1+V:Y3=
  L1+W1+180
300: BEEP 3:RETURN
310: "G" GRAPH:R=10 0
320: GLCURSOR (110,
  -100): SORGN:
  CSIZE 1
330: GLCURSOR (0, R):
  FOR E=0TO 360
  STEP 10

```

```

340: X=R * SIN E,Y=R *
    COS E
350: LINE-(X, Y):
    NEXT E
360: GLCURSOR (-3, R
    +2):LPRINT "0":
    GLCURSOR (-9, -R
    -9):LPRINT "180"
370: P=L1, Q=B1:
    GOSUB "T":
    LPRINT "1"
380: P=L2, Q=B2:
    GOSUB "T":
    LPRINT "2"
390: P=L3, Q=B3:
    GOSUB "T":
    LPRINT "3"
400: GLCURSOR (0,-R
    -20): GOSUB "D":
    TEXT: RETURN
410: "T" REM SUB POL
    E(1, 2, 3) POSIT
    ION
430: Q=90-Q, T=R * TAN
    (Q/2), X=T * SIN
    P, Y=T * COS P
440: LINE (0,0)-(X-1,
    Y-1):LINE-(X+1,
    Y+1),,,B
450: RETURN
460: "H"WAIT 0:TEXT:
    CSIZE 1
465: LPRINT TAB 12;
    "....."
470: U=360: L1=L1-INT
    (L1/U) * U
480: L2=L2-INT (L2/U)
    * U
490: L3=L3-INT (L3/U)
    * U
495: USING "#####"
510: LPRINT "D1=";
    D1;" A1=";A1;" D2
    =" ; D2;" A2="; A2
520: LPRINT" L1=";L1;"
    B1=";B1;
530: LPRINT" L2=";L2;
    "B2="; B2;
540: LPRINT" L3=";L3;
    "B3="; B3; "M=";M
550: RETURN
560: DATA 60, 64,...
600: DATA -1, 0,0,0
650: W1=ATN ((TAN B2
    /TAN B1-COS (L2-
    L1))/SIN (L2-L1))
660: A=ATN (COS W1/
    TAN B1)
670: D=L1+W1
680: RETURN
1015: "D" P=D1, P=A1
1030: GOSUB "2"
1032: P=D2, Q=A2:
    GOSUB "2"
1040: GLCURSOR (0,-R,-
    20): RETURN
1050; "2" REM SUB B
    IG ARC
1070: P=-P-90
1080: IF Q=90LET Q
    =89.9
1090: Q=Q * 2, AO=90-Q/2
1100: L=R/COS (Q/2)
1110: H=R * TAN (Q/2)
1120: C=6:O=9:FOR
    I=-CTO C
1130: E=180-I * AO/C
1140: X=L * COS E+H,
    Y=L * SIN E
1150: GOSUB "O"
1160: LINE-(X,Y), O:O=0
1170: NEXT I
1180: BEEP 5: RETURN
1190: "O"X0=X * COS P-
    Y * SIN P
1200: Y0=X * SIN P+Y
    * COS P
1210: X=X0, Y=Y0
1220: RETURN
1250: "K"INPUT "A=";A,
    "B=";B
1255: INPUT "E=";E E,
    "F="; FF, "O=";OO
1260: GOSUB 1305
1262: LPRINT "A="; A;
    "B=";B;"E=";E;"F=";
    F;"O=";OO
1265: LPRINT "D="; D;
    "A="; A:
    LPRINT "P="; P;
    "Q=";Q
1270: BEEP 1:END
1300; E=EE, F=FF, O=OO
1302: IF Y$="N"LET
    P=A:Q=B: RETURN
1305: E=EE: W=A-E:C=
    OO/2:SB=SIN B:CB=
    COS B:S F=SIN FF:
    CF=COS FF
1310: SW=SIN W:CW=
    COS W:SC=SIN C:
    CC=COS C
1315: D=2 * (CB * CW * S
    F * SC+CB * SW * C
    C-SB * CF * SC)
1320;X0=CB * CW-D * S
    F * SC
1325: Y0=D * CC=CB * S W
1330: Z0=SB+D * CF * SC:
    Q=ASN Z0
1335: IF X0>0LET P=ATN
    (Y0/X0):GOTO 1355
1340: SG=(Y0=0)+SGN Y0
1345: IF X0=0LET P=SG
    * 90:GOTO 1355
1350: P=ATN (Y0/X0)+
    SG * 180
1355: P=P+E
1360: IF Q<0LET P=P+
    180, Q=-Q
1364: DD=P+180: AA=90=
    Q: IF DD>3 60LET
    DD=DD-360
1365: D=INT (DD+.5):A =
    INT (AA+.5): P=INT
    (P+.5): Q=INT(Q+.5(
1366:PRINT "D="; D;"A=";
    A;"P=";P;"Q=";Q
1370: RETURN

```

综上所述, 本文从内容上包含了常见的 器或袖珍机的特点, 只要按照程序运算就能 构造研究课题, 在方法上具有灵活选用电算 精确地取得预想结果。

Calculating and Drawing the Principal Stress and Related Elements of Attitude by Using a Calculator or a Pocket Computer

Zhang Bonan

This paper deals with the method for calculating and drawing the principal stress and related elements of attitude in geological structure study. Essentially a program calculator is used for calculation and a pocket computer for drawing. The latter is also able to solve the problems on the rotation of a structural line or surface about an arbitrary inclined axis.

冶金地质学会召开一届四次理事会

中国金属学会冶金地质学会于1988年4月底在安徽合肥市冶金部华东地质勘探公司召开了第一届第四次理事会议。出席会议的理事、名誉理事共36人。安徽省金属学会副理事长兼秘书长钱传松及华东地质勘探公司副经理刘从政到会讲话。

为了改革理事会的开法，会议分室内和野外考察两个阶段，均由关广岳理事长主持进行。

室内会议阶段又分两段进行。先用两天时间总结和研究学会一年来的工作，部署1988年活动，包括传达中国金属学会第四届第三次常务理事会议和中国金属学会工作会议精神；听取和原则通过冶金地质学会1987年度工作总结和1988年活动计划；下属8个学术委员会主任分别汇报了本学术委员会1987年的工作和1988年计划，并对过去一年本学科的国内外进展情况、发展趋势作简要介绍；“国际金矿地质与勘探学术讨论会”（定于1989年在沈阳召开）组委会主席汇报了会议的筹备情况；讨论审定了冶金地质学会优秀论文评选办法、青年地质科技工作委员会的成立及活动安排等问题。

然后安排了一天的学术活动。姚培慧和王继伦副理事长分别作了题为“冶金地质工作现状和今后找矿工作的设想”和“物化探及新技术方法在找矿中的应用”的报告；朱奉三、侯宗林、周世泰、刘

益康理事分别作了题为“（美、加）金矿地质科研及教育概况”、“美国西部地区金矿考察”、“玻利维亚资源考察概况”、“澳大利亚地质勘探管理工作考察简介”的国外考察报告。

野外考察重点考察了铜陵地区的“铁帽”型金矿。这一活动受到各方面的关注，考察期间，安徽省张润霞副省长及铜陵市有关领导专程到住地812队看望了参加考察的全体理事，并进行了亲切交谈。考察结束时，全体理事与铜陵市有关部门领导、华东地质勘探公司及812队的领导和科技人员座谈，大家各抒己见，就如何开展铜陵地区金矿地质科研和找矿工作，如何深化对“铁帽”型金矿的认识等问题提出了不少好的建议，受到欢迎和好评。

这次理事会到会人数之多，学术空气之浓，民主和自由交谈气氛之热烈，都是冶金地质学会前所未有的。这表明了我们学会的成熟，也表明了全体理事有把学会办好的愿望。

冶金部华东地质勘探公司领导 and 同志们大力支持会议的召开，为会议付出了艰辛的劳动，从而创造了良好的会议条件。对此，与会同志表示衷心的感谢。

（冶金地质学会办公室供稿）