

恢复沉积构造原始产状的优化程序

赵玉琛

(安徽省地矿局322地质队)

优化程序是根据原生节理研究的空间转换部分设计的。用该程序与以往发表的程序计算结果相同,但前者在内存和计算速度均较后者优越,尤其该程序可同时给出绘图程序,使该法更为完善和便于普及。文中还举例分析了龙王山古火山机构的喷发沉积环境。

关键词: 环境分析; 参考面; 调正面; 优化程序



编程原理

应用本程序分析沉积环境,主要是代替通常比较繁琐的吴氏网法去实现斜层理、砾石最大扁平面等构造要素产状的复原。它首先要确定 1 个参考面,在沉积环境分析时,一般定为层理面。这个问题更一般的提法是:待换算构造面(或称调整面,如斜层理等)在参考面(岩层面或水平层理面)置平时,求相应调整后待换算构造面的新产状。产状表达方式均为倾向方位角/倾角。输出打印精度为 0.5° 。

设野外实测参考面产状为 R/Q ; 调整面产状为 P/T , 则其调整后产状(复原产状) u/Z 可由以下公式^[1]计算出:

1. 令 $M = P - R$ 。当参考面置平时,调整面倾向方位角中间值 u' 为:

$$u' = 90^\circ + \arctg \left(\frac{\sin Q}{\sin M \cdot \tg T} - \frac{\cos Q}{\tg M} \right) + R$$

调整面与参考面的两面角,即调整后调

整面的倾角,故

$$Z = \arccos |\cos Q \cos T + \sin Q \sin T \cos M|$$

2. 调整面倾向方位角真值,由图 1 判断,其方法是首先算出调整面在参考面倾向

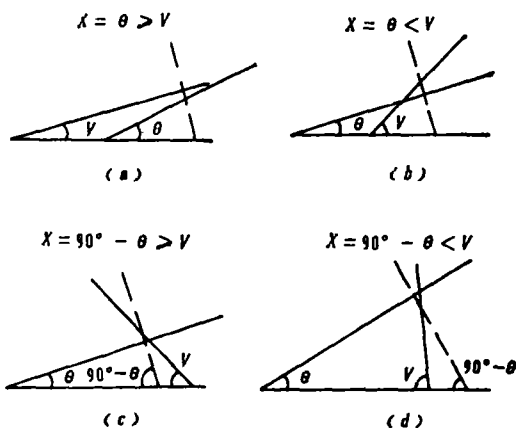


图 1 调整前调整面与参考面的关系

(a、b 为同斜; c、d 为反斜)

方位线上的视倾角,设为 V ($V = \arctg |\cos M \cdot \tg T|$)。

当参考面与调整面向同一侧倾斜时称同斜,令 $X = Q$; 反之称反斜,即满足 $90^\circ \leq |M| \leq 270^\circ$,令 $X = 90^\circ - Q$ 。由图 1 可见,当参考面置平时,图 1 中各断线(参考面法线)

则竖直, 据此不难判断: 无论同斜或反斜情况下, 当 $X \geq V$ 时, 调整后的调整面倾向方位角真值应与参考面倾向方位角反斜; 当 $X < V$ 时则为同斜。

3. 计算调整后 R 与 u' 的实际同、反斜情况, 并按调整前的判断再予调整, 即得调整面倾向方位角真值 u , 其关系见表 1。

表 1

调整后	调整前	X 与 V 关系	u
同斜	同斜	$X \geq V$	$u' + 180^\circ$
		$X < V$	u'
	反斜	$X \geq V$	u'
		$X < V$	$u' + 180^\circ$
反斜	同斜	$X \geq V$	u'
		$X < V$	$u' + 180^\circ$
	反斜	$X \geq V$	$u' + 180^\circ$
		$X < V$	u'

4. 由于各倾向方位角所在象限不同及转换时旋转等原因, u 值表达可能不合适, 即可能出现 $u < 0^\circ$ 或 $u > 360^\circ$ 等情况, 此时只需加或减 360° 迭代几次即可(源程序 110~120 行)。

源程序及注释

包括换算、打印和绘图在内的源程序共 821 个字节。程序运行后, 由键盘人机对话方式输入各项数据, 当 1 组数据输完后, 机器发出蜂鸣声, 依次再现输入数据, 每次显示约 2 秒钟, 供校对和改错。经测定, 完成 1 组 100 个砾石或其它产状的换算、打印和绘图, 约需时 1 分 30 秒。

源程序 40 行, 系为避免 M 值为特殊角(如 0° 、 90° 、 180° 和 270°) 时, 出现的第 37、38 号错误导致程序运行中断而设。方法是在 M 值上增加 0.0003° (约相当 1 秒), 但对结果打印精度无影响。

源程序 140~170 行为绘图程序, 系按赤

平投影设计。由于成图方式与计算机之间差 90° 的相角, 故在 170 行中采用 90° 减待投倾向方位角后为实际投影角。

源程序清单:

```

5: TEXT :C IZE 1:
   LPRINT " No.
     R / Q P
   / T U / Z
   ": LPRINT
10: INPUT "N?";N, "
   R?"; R, "Q?"; Q:
   DIM A(N), B(N),
   U(N), Z(N)
20: FOR Y=1TO N:
   INPUT "P?"; A(Y),
   "T?"; B(Y):
   NEXT Y
30: BEEP 30: FOR Y=
   1TO N: WAIT 150
   :PRINT Y; R; Q; A
   (Y); B(Y): NEXT
   Y: STOP
40: FOR Y=1TO N: M=
   A(Y)-R, A=ABS M
   :IF A=0OR A=90
   OR A=180OR A=2
   70LET M=M+.000
   3
50: U(Y)=90+ATN (
   SIN Q/(SIN M *
   TAN B(Y))-COS
   Q/TAN M)+R
60: Z(Y)=ACS ABS (
   COS Q * COS B(Y)
   +SIN Q * SIN B(Y)
   ) * COS M): V=ATN
   ABS (COS M * TAN
   B(Y))
70: X=Q:IF 90<=AIF
   270>=ALET X=90
   -Q
80: A=ABS (U(Y)-R)
   : IF A>=90IF A<=270 IF
   X>VTHEN 110
90: IF X<VIF A<90
   OR A>270THEN
   110
100: U(Y)=U(Y)+180
110: IF U(Y) < 0LET U
   (Y)=U(Y)+360:
   GOTO 110
120: IF U(Y) > 360LET
   U(Y)=U(Y)-360:
   GOTO 120
130: USING "####":
   LPRINT Y:"

```

```

"; R; "/" Q; A(Y)
; "/" B(Y); INT
(U(Y)+.5); "/"
INT (Z(Y)+.5);
NEXT Y
140: LPRINT :R=90:
GRAPH :
GLCURSOR (100,
-100):SORGN:
GLCURSOR (R, 0)
150: FOR H=0TO 360
STEP 10: X=R *
COS H, Y=R * SIN
H:LINE -(X,Y):
NEXT H
160: C$IZE 2:
GLCURSOR (0, R)
:LPRINT "N":
LINE (0,R)-(0,
-R), 0: LINE (R,
0)-(-R,0)

```

```

170: FOR A=1TO N:R=
Z(A), B=90-U(A)
:X=R * COS B, Y=R
* SIN B: LINE -(X-5, Y), 9:
LPRINT " ":
NEXT A

```

应用实例

佟再三曾成功地分析了兰州阿干镇中侏罗世河床相砾石群原始沉积排列方位和特征^[2]。本文再分析1个古火山机构的喷发沉积特征，以拓宽该法的使用领域。

龙王山火山洼地，位于宁芜中段东南部，分布范围约16km²。从航、卫片目视解译看，是一套半环形镶嵌的山群。该火山机构不整合叠置于下侏罗统象山群砂岩之上，

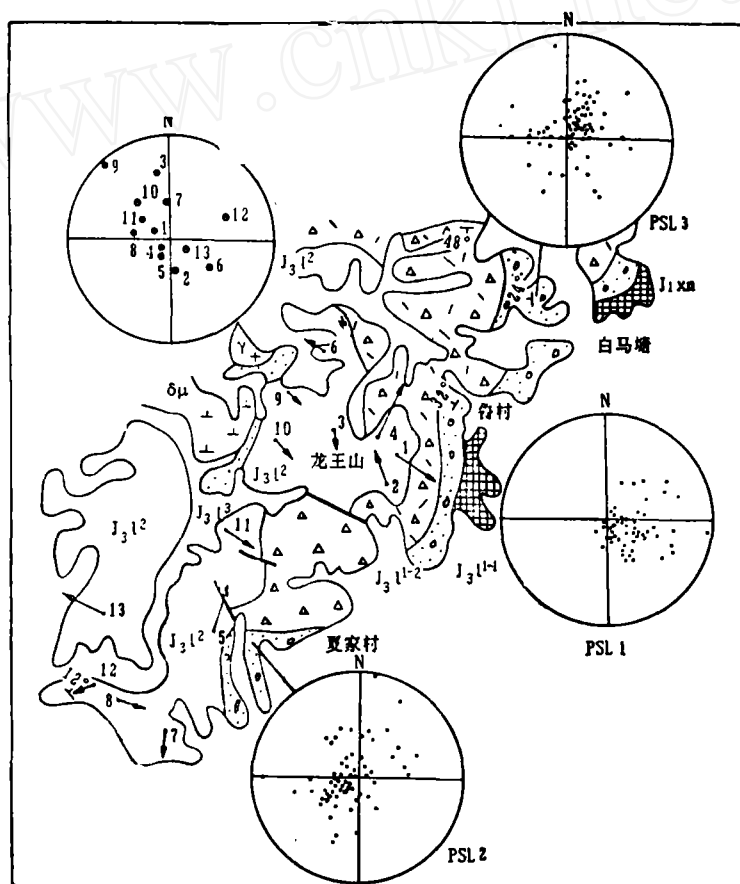


图2 龙王山火山洼地地质及砾石、流动构造测量示意图

J₃xn—象山群；J₃l¹⁻¹—龙王山组下段凝灰质砾岩；J₃l¹⁻²—下段凝灰角砾岩类；J₃l²—中段角闪粗安岩；J₃l³—上段沉积凝灰岩类；δμ—角闪闪长玢岩；γ—二长花岗岩。（箭头示恢复后熔岩流动方向，其长短对应流面倾斜的缓陡）

形成于晚侏罗世,其喷发产物属龙王山组,自下而上有3段岩性。下段为沉积爆发相,其底部断续出现沉积特征明显的凝灰质砾岩,是砾石测量的对象,以研究其沉积环境;中段为溢流相,主要为块状角闪粗安岩,具明显的流面一流线复合型流动构造面,可借助程序转换出其原始流动特点,以确定其喷溢中心(火山口);上段分布比较局限,为火山湖相,多具硅铁质沉积夹层,并为中央火山岩体等穿插和吞噬。

凝灰质砾岩出露于火山盆缘,呈半环向盆内围斜。砾石(集块)主要为早期火山喷发的凝灰岩、粗安岩碎块,少数为象山群砂岩,其砾径约为20cm,个别达2m,多呈椭球体,经测定砾石球度较高(0.8~0.95)而圆度低(平均0.4±),故应属原地喷发产物且搬运距离不大;胶结物为凝灰质、长石晶

屑和石英砂,具粒序、水平和波状微层理,局部见龟裂纹和虫管,均显示出滨湖与河流交汇的混合堆积相特征。

砾石测定均在采石场进行。一般测量范围为2~4m²,选择球度较低,即最大扁平面明显的砾石为测量对象。结果发现砾石排列面与层理多属同斜且倾角较缓。

图2示出3处,即PSL₁(鲁村西部,层理产状297°/32°,砾石测量数63个,实测及换算结果见表2);PSL₂(夏家村西,层理产状55°/12°,砾石测量数76个)和PSL₃(白马塘西北,层理产状245°/24°,砾石测量数87个)。

根据砾石逆水倾斜规律判断:北部水流应为自北东向南西流;东部为自南东或东向北西或西流;南部为自南西向北东流。故该火山萌发初期应在1个相对封闭的汇水盆地

PSL₁测量点砾石测量及原始产状恢复数据

表 2

序 号	实测产状	原始产状	序 号	实测产状	原始产状	序 号	实测产状	原始产状
	倾向/倾角 (度)			倾向/倾角 (度)			倾向/倾角 (度)	
1	290/38	260/7	22	264/18	148/19	43	3/18	82/29
2	184/24	148/46	23	255/22	161/21	44	358/19	79/28
3	90/32	101/62	24	260/25	170/19	45	100/5	115/37
4	22/18	84/35	25	80/10	108/40	46	114/7	116/39
5	310/16	105/17	26	250/15	145/24	47	100/18	110/49
6	350/47	26/36	27	280/29	181/9	48	56/47	73/67
7	15/47	45/49	28	290/20	128/12	49	143/2	119/34
8	20/30	66/40	29	215/18	150/34	50	130/32	125/64
9	302/18	111/14	30	310/17	103/16	51	220/14	144/32
10	315/30	47/9	31	192/20	147/41	52	310/26	76/9
11	320/30	46/12	32	200/24	154/42	53	322/15	98/19
12	280/22	147/13	33	311/12	109/21	54	329/6	110/27
13	273/20	148/16	34	311/12	109/21	55	346/10	100/26
14	278/9	124/24	35	119/38	118/70	56	112/34	114/66
15	20/32	64/41	36	96/59	99/89	57	397/16	107/16
16	255/21	159/21	37	209/21	153/37	58	290/30	175/4
17	200/23	153/41	38	72/15	102/44	59	204/6	128/33
18	195/15	141/38	39	2/44	39/40	60	317/19	92/15
19	245/31	182/26	40	39/52	58/64	61	246/15	145/25
20	220/14	144/32	41	42/43	66/58	62	322/7	110/26
21	250/20	157/32	42	51/2	114/33	63	326/6	111/27

角闪粗安岩实测及换算后流动构造数据

表 3

序 号	观测点号	层理产状 (度)	流面 (线) 产状 (度)	
			实 测	复 原
1	H1432	230 $\angle$ 12	270 $\angle$ 21	302 $\angle$ 14
2	H1441	254 $\angle$ 34	210 $\angle$ 42	162 $\angle$ 28
3	H1463	212 $\angle$ 19	339 $\angle$ 44	351 $\angle$ 57
4	H1463	212 $\angle$ 19	210 $\angle$ 30	207 $\angle$ 11
5	H1467	322 $\angle$ 5	215 $\angle$ 15	199 $\angle$ 17
6	H1376	235 $\angle$ 20	145 $\angle$ 41	124 $\angle$ 45
7	H1384	280 $\angle$ 12	345 $\angle$ 35	3 $\angle$ 32
8	H1388	250 $\angle$ 20	270 $\angle$ 48	281 $\angle$ 30
9	H1389	275 $\angle$ 30	140 $\angle$ 76	319 $\angle$ 82
10	H1392	295 $\angle$ 6	317 $\angle$ 45	320 $\angle$ 39
11	H1993	198 $\angle$ 12	280 $\angle$ 27	303 $\angle$ 28
12	H1681	16 $\angle$ 24	60 $\angle$ 70	70 $\angle$ 54
13	H1694	330 $\angle$ 26	12 $\angle$ 14	118 $\angle$ 18

注：层理产状测自沉积夹层，产状表达同表 2。

中。

角闪粗安岩位于盆地中部，从13处流动构造的测定及换算结果（表 3）看，熔岩流主要从北西向南东流动，序号3、6、9、10等测点，恢复后的流面倾角仍较陡，且靠近第三岩性段分布区，可能为原火山口位置。从整体看，熔岩自火山口溢出后向四周漫流，但东南部地形偏低，溢流范围广；而东北部地势高，岩流短且很快尖灭。故龙王山火山机构应属一盾状火山。

值得指出，笔者用原始构造节理研究方

法，恢复的宁芜地区另一些古火山（如雷公尖、横山、朱庄等）产状，无论原测流动构造产状如何，经恢复后多呈倒锥状向火山口围斜^[1]，这与本文所举龙王山盾状火山机构一致。另外，火山岩的柱状节理、气孔构造等信息，均可用本程序给予开发，以提高火山岩区的研究程度。

参 考 文 献

- [1] 赵玉琛，地质科学，1988，第2期。
- [2] 佟再三，地质与勘探，1988，第7期。

An Optimal Program for Reconstructing the Original Attitude of a Primary Sedimentary Structure

Zhao Yuchen

An optimal program for sedimentary environment analysis is designed on the basis of the spacial transformation of primary joint study. The results computed by this program are just the same as those obtained by using other programs previously published. This program is much better than others in storage and computation speed. In addition, a plotting program is attached. That makes the program to be more perfected and easy to popularize. An example is also cited to illustrate the analysis on eruptive and sedimentary environment of the Lonewangshan palaeovolcanic apparatus.