L-5002 广州8031 DS-5 计算器

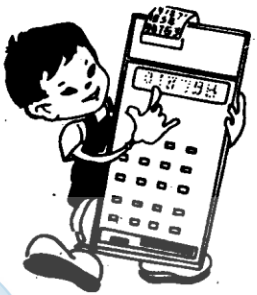
物化探问题算法汇编

增 刊 一 期

地信网论坛
BBS.3S001.COM

专家赠书/刊纪念

地质部物化探局
物化探电子计算技术编辑部编



地信网论坛
BBS:3S001.COM

物化探电子计算技术 增刊第一期

编辑出版：地质部物化探局
《物化探电子计算技术》编辑部

印　　刷：成都印刷一厂

发　　行：成都地质学院内本刊编辑部

1981年12月出版　　定价：0.50 元

编者的话

日本制造的EL—5002计算器已普及到基层单位；广州8031、大连DS—5计算器是其仿制品，使用也很广泛。

有关EL—5002计算器的文章在本刊连续刊登以来，深受野外广大技术人员的欢迎。为了更好地发挥它在物化探资料整理、解释算法中的作用，本刊编辑部汇编了这本增刊。

为了使读者掌握该计算器，特地将本刊八〇年第四期刊登的《怎样使用EL—5002计算器》一文经作者修改后编入增刊，此外，还收集了磁法、重力、电法、化探、测量在资料整理和数据处理中的算法共30多例。大多数例子运用了某些技巧，节省了存储步。由于篇幅有限，编者只能选登一些有代表性的算例，使读者能够举一反三地解决范围更广的问题。

在编辑过程中，本刊得到了全国各地许多野外队和同志们的热情支持和鼓励，并收到了大量的来信、来稿，为增刊提供了丰富的素材和资料。因此，这本增刊不是来自编者，也不是来自少数作者，而是所有热心支持它的同志们共同努力的成果。对此，我们致以衷心的感谢。

在此要说明一点，EL—5002计算器仅仅具有存储表达式的功能，它还不是可编程序的高级计算器。而很多同志已习惯于在“LRN”状态下安排存储步称为“编程序”，在相应“COMP”状态下的计算称为“程控运算”，在增刊中保留了这些习惯说法。但应指出，这些说法是不严格的。

由于我们缺乏经验，加之受人力、时间和水平所限，缺点错误在所难免，希望读者批评指正。

目　录

编者的话
怎样使用 EL—5002 计算器……（1）
磁　法
1.磁法室内计算……（25）
2.磁参数计算……（26）
3.二度重磁异常的向下延拓……（29）
4.二度重磁异常的水平向微分和微商……（29）
5.三度体重磁异常的垂向二阶导数……（31）
6.三度体重磁异常的最小二乘九点园滑……（32）
7.二度体重磁异常的五点最小二乘园滑……（35）
8.无限延深倾斜厚板的 Za ……（35）
9.有限延深倾斜薄板的 Za ……（38）
10.保角映射磁场地形改正方法中各参量的计算……（39）
11.方域位场向上延拓 ……（41）
重　力
1.重力普通点计算（仅经混合零点改正）……（43）
2.重力普通点计算（经混合零点改正和布伽改正）…（45）
3.重力正常场改正值的计算……（47）
4.普通点的纬度改正和布伽改正……（48）
5.圆域重力地形改正……（49）
电　法
1.电阻率法不同装置类型时计算装置系数 K 值……（50）
（1）四极对称测深法及对称四极剖面法计算K值…（50）

北信网论坛 BBS.3S001.COM

（2）联合剖面法计算K值……（51）
（3）偶极剖面法计算K值……（52）
（4）中间梯度法计算K值……（54）
2.中间梯度装置激发极化法计算ρ_s和η_s值……（58）
（1）短脉冲观测……（58）
（2）长脉冲观测……（58）
3.相对误差及平均相对误差的计算……（60）
化　探
1.方差分析与正态检验……（62）
（1）简单方差分析……（62）
（2）二向单入口方差分析……（63）
（3）三层套合方差分析……（64）
（4）偏度—峰度检验法……（69）
2.化探数据处理……（77）
（1）化探数据加权内插制图计算……（77）
（2）数据规格化……（79）
（3）移动平均……（80）
测　量
1.座标计算……（83）
2.边长、方位角计算……（84）
3.前方交会点座标计算……（85）
4.独立三角形（侧方交会点）座标计算……（85）
5.后方交会点座标计算……（87）
6.水平距及高差计算……（89）
7.线形锁计算（直接求边法）……（91）

地信网论坛 BBS.3S001.COM

怎样使用EL—5002计算器

一、EL—5002计算器的一般介绍

（一）计算器的组成

EL—5002计算器与一般电子计算机一样，也是由输入装置、运算器、存储器、控制器和输出装置等五部分组成。对于计算器具体为：输入装置—键盘；输出装置—数码显示器；运算器、存储器、控制器由单片的大规模集成电路构成。

地指网论坛 BBS.3S001.COM

（二）计算器的功能

EL—5002计算器属于程控型的袖珍电子计算器，它能用于：

1.手控运算：由计算者在计算器上直接操作按键进行运算，包括进行各种四则运算，初等函数以及其它各种复杂的运算。

2.程控运算：由计算者编制程序输入计算器，用程序控制进行运算。

3.统计计算：求一个变量的标准偏差，平均值和总体偏差，求二个变量的相关系数，线性回归方程 $y=a+bx$ 的系数 a，b。

（三）存储器

计算器中可供计算者使用的存储器共有七个。六个一般存储器（M_1～M_6），一个独立存储器（M）。

（四）计算精度

原则上为第十位数±1。

二、各开关、按键的使用方法

（一）开　关

1.ON—OFF为电源开关，ON为接通电源，OFF为断开电源。

2.工作方式选择开关

→LRN 学习工作方式，输入程序用。（→表示开关所置的位置，以下同）。

→COMP　计算工作方式，完成各种计算（手控及程控）。

→STAT　统计计算工作方式，作统计计算用。

3.角度单位选择开关

→DEG　输入、输出的角度单位均以十进制度数表示。

→RAD　输入、输出的角度单位均以弧度表示。

→GRAD　输入、输出的角度单位均以公制 g 表示。

400 g = 360° = 2π（弧度）

BBS.3S001.COM

（二）按　键

为便于说明，把按键分成四类（数字键，四则运算键，功能键及存储器用键）加以叙述。

1.数字键：

[0] ～ [9] [·] [+/-]，输入数据用（键盘上为白底黑字按键）。

2.四则运算键：

[+] [−] [×] [÷] [=]，作四则运算用（键盘上为白底黑字按键）。

3.功能键：

（键盘上为黑灰色按键，另加 [F] [COMP] [C] 各键及作统计计算用的各功能键）。

以下分别介绍：

[F] 第二功能指示键。要求执行按键上的第二功能（桔黄色字体）时，需先拍 [F] 键后，再拍功能键。

[COMP] [(x)] [F] [LOOK] 程控运算专用键，将在程控运算中作专门介绍。

[CE] 清除输入键，用以清除错误的输入数。

[C] 清除键，清除运算寄存器的内容，不清除程序及存储器内容，一般是在开始计算时用。

[F] [CA] 总清键。

在→LRN时，使用 [F] [CA] 键，就清除了存储器的内容并使程序回到0步。

在→COMP及→STAT时，使用 [F] [CA] 键，就清除了除程序以外的一切存储于计算器的内容。

其他部分功能键的使用方法见表一

电信网论坛 BBS.55001.COM

—— COMP —— DEG

表一

按键	键名	标例	操作	显示	结果
x^2	平方键	4^2	4 x^2	16	$4^2=16$
$\sqrt{\ }$	平方根键	$\sqrt{64}$	64 F $\sqrt{\ }$	8	$\sqrt{64}=8$
y^x	幂函数键	$4.3^{2.5}$	4.3 y^x 2.5 =	38.34168006	$4.3^{2.5}=38.34168$
		$\sqrt[6]{64}$	64 y^x 6 F $1/x$ =	2	$\sqrt[6]{64}=2$
$\sqrt[3]{\ }$	立方根键	$\sqrt[3]{27}$	27 F $\sqrt[3]{\ }$	3	$\sqrt[3]{27}=3$
$1/x$	倒数键	$\frac{1}{8}$	8 F $1/x$	0.125	$\frac{1}{8}=0.125$
sin	正弦函数键	$\sin 30°$	30 sin	0.5	$\sin 30°=0.5$
tan	正切函数键	$\tan(-45°)$	45 +/- tan	−1	$\tan(-45°)=-1$
→DEG	度/分/秒制→十进制度数转换键	化 25°30′30″ 为十进制度数	25.3030 →DEG	25.50833333	25°30′30″=25.5083
		COS 27°38′16″	27.3816 →DEG COS	0.885897914	COS 27°38′16″= 0.8858979
→D·MS	十进制度数→度/分/秒制转换键	化 46.5 度为度/分/秒制	46.5 F →D·MS	46.300000	46.5°=46°30′0″
$\tan^{-1}$	反正切键	$\tan^{-1}1.5$	1.5 F $\tan^{-1}$	56.30993247	$\tan^{-1}1.5=56.3099°$
		$\tan^{-1}1.5$ 并以度/分/秒制显示	1.5 F $\tan^{-1}$ F →D·MS	56.183576	$\tan^{-1}1.5=56°18′35″$
ln	自然对数键	$\ln 10$	10 ln	2.302585093	$\ln 10=2.302585$
log	常用对数键	$\log e$	1 e^x F log	0.434294481	$\log e=0.43429$
e^x	自然反对数键（或指数函数键）	已知 $\ln x=-3.1$ 求 x（$x=e^{-3.1}$）	3.1 +/- e^x	0.045049202	$e^{-3.1}=0.045049$
10^x	常用反对数键（或指数函数键）	已知 $\log x=0.5$ 求 x（$x=10^{0.5}$）	0.5 F 10^x	3.162277666	$10^{0.5}=3.162277666$
n!	阶乘键	$5!$ $(5!=1.2.3.4.5)$	5 F n!	120	$5!=120$
π	圆周率键	把 52° 30′ 45″ 化为弧度表示	52.3045 →DEG ÷ 180 × F π =	0.916516023	52°30′45″ =0.916516(弧度)
		把1(弧度)化为度/分/秒制表示	1 × 180 ÷ F π = F →D·MS	57.174481	1(弧度) =57°17′44″
Δ%	百分比变更率	以百分数表示 145/610	145 ÷ 610 F Δ%	23.7704918	$\frac{145}{610}=23.77\%$
		320×18%=	320 × 18 F Δ%	57.6	320×18%=57.6
→xy	极座标→直角座标转换键	点的极坐标为$(10,\frac{\pi}{3})$ 求它的直角坐标	10 ↕ 60 F →xy ↕	.5 8.660254038	(x)点的直角坐标为: (y) x=5 y=8.66025
→rθ	直角坐标→极坐标转换键	点的直角坐标为(3,4) 求它的极坐标	3 ↕ 4 F →rθ ↕	5 53.13010235	r=5 θ=53.13°
hyp	双曲线函数键	求双曲余弦 COS h2 $(\cosh x=\frac{e^x+e^{-x}}{2})$	2 hyp COS	3.762195691	COSh2=3.76219
Exp	输入阶码键	输入 1.94×10^4	1.94 Exp 4	1.94 04	
F↔E	科学表示法显示键	把 38456÷25 的商表示为科学表示法	38456 ÷ 25 = F F↔E	1.53824 03	$\frac{38456}{25}=1.538\times10^3$

地球网校 WWW.DISOOK.COM

4.存储器用键：

[STO] [RCL]（STO与RCL需与数字键0—6配合使用）以及 [X→M] [RM] [M+]（键盘上均为白底 蓝字按键）。

①存储器的用途：存放数据，供需要时调用，一个存储器存放一个数据。

②存储器的特性：新来则旧去，即存储器里的内容只有在存入新的数时旧的数才被清除，否则始终保持旧的内容不变。

③存储器的使用方法：对于每一个存储器来说都有一个存数与取数的问题，独立存储器（M）还有累加的功能，具体的使用方法为：

执行的内容	一般存储器(M_1～M_6)	独立存储器(M)
把一个数据存入存储器	数据 [STO] [存储器号]	数据 [X→M]
把存储器中的数调出	[RCL] [存储器号]	[RM]
把一个数累加到M中		数 [M+]*

* 作累加运算前，M必须充零。

存储器的用法举例见表二

总之，如在运算前（或执行程序前）把一个数x存入了存储器，例如x存入M_6（x [STO] [6]），则在这次运算（或这个程序）中，[RCL] [6] 这两步就可以在任何场合（操作过程中或程序中），取得x值。

地信网论坛 BBS.3S001.COM

表二

执行内容	操作	显示	储存器的内容						
			M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M
把5存入M2	5 STO 2	5		5					
把2存入M	2 X→M	2		5					2
把1+2的和存入M4	1+2 = STO 4	3		5		3			2
把2^2存入M6	2 X^2 STO 6	4		5		3		4	2
把3累加到M中	3 M+	3		5		3		4	5
调(读)出M中的数	RM	5		5		3		4	5
读出M4中的数	RCL 4	3		5		3		4	5
把M6中的数放到M5中	RCL 6 STO 5	4		5		3	4	4	5
2乘以M2中的数放到M1中	2 X RCL 2 = STO 1	10	10	5		3	4	4	5

地信网论坛
BBS.3S001.COM

三、手控运算

（一）什么是手控运算

计算者根据算式用手直接操作按键来完成计算称手控运算。

（二）手控运算的操作方法

1.不包含初等函数的四则运算（包括带括号的四则运算）的操作方法：

按算式的顺序拍各键，以等号完成(见表三中的实例1，2）

2.计算初等函数值的操作方法：

先按数字键后按功能键（y^x除外）。（见表一及表三中的实例3，4，5，6）

3.复合函数的运算按数学中复合函数的运算规则进行，但对其中某一个初等函数值的计算需按操作方法2进行。（见表三中的实例5）

4.包含初等函数的四则运算的操作方法并结合操作方法1，2，3进行（见表三中计算实例3，4，5，6）。

注意：

①负数的输入是先按数字键后拍 [+/-] 键。

②公式中省略的乘号在操作时不能漏掉。如 2 sin45°= ，操作应为 2 [×] 45sin= ，乘号不能省。

③对分式的运算，操作时要注意。如计算 $\frac{A+B+C}{D\times E}=$ ，操作应为：(A+B+C)÷(D×E)= 或 A+B+C= ÷D÷E= 。

④括号最多连套七层。

（三）计算实例（见表三，共8个例子）

（四）常数计算：

EL—5002型电子计算器还具有以下功能：

计算器在作加法运算时，有记忆加数及加号指令的功能。计算器在作减法运算时，有记忆减数及减号指令的功能。计算器在作乘法运算时，有记忆被乘数及乘号指令的功能。计算器在作除法时，有记忆除数及除号指令的功能。由于计算器具有上述功能，所以常数计算的操作可以简化。

1.常数加法

如需计算：例：234+21= ，240+21= ，245+21=……，

操作可简化为 234 [+] 21 [=] ，240 [=] ，245 [=] ……

2.常数减法

例：35.8−25.4= ，36.2−25.4= ，30.8−25.4=……

地信网论坛 BBS.3S001.COM

手控运算的操作实例

→COMP →DEG　　表三

	计 算 实 例	操 作	显 示
1	$321+742\times235-624\div8=$	321 [+] 742 [×] 235 [−] 624 [÷] 8 [=]	174613
2	$28+(56+862\div(36-28))=$	28 [+] [(] 56 [+] 862 [÷] [(] 36 − 28 [)] [)] [=]	191.75
3	$\frac{2.8(3.5+4.3)-7.5}{2(1.3^2+3.7^2)}=$	2·8 [×] [(] 3·5 [+] 4·3 [)] [−] 7·5 [=] [÷] 2 [÷] [(] 1·3 [x^2] [+] 3·7 [x^2] [)] [=]	0.466189857
4	$\sin 38°16'22''+\cos 27°18'16''=$	38·1622 [→DEG] [sin] [+] 27·3816 [→DEG] [cos] [=]	1.505304015
5	$e^{\frac{1}{3}\ln 37}$	5 [F] [$1/x$] [×] 37 [ln] [=] [e^x]	2.058924136
6	$\sqrt{3^2+4^2}\tan 35°18'22''+4.3^{2.5}=$	3 [x^2] [+] 4 [x^2] [=] [F] [$\sqrt{}$] [×] 35·1820 [→DEG] [tan] [+] 4·3 [y^x] 2·5 [=]	41.88260531
7	用累加存储器计算 $321+742\times235-624\div8=$	0 [X→M] 321 [M+] 742 [×] 235 [=] [M+] 624 [÷] 8 [=] [+/−] [M+] [RM]	174613
8	当 $x=2.5$ 时 求多项式 $y=4x^2+5x-7$	2·5 [STO] [1] 4 [×] [RCL] [1] [x^2] [+] 5 [×] [RCL] [1] [−] 7 [=]	30.5

操作可简化为35.8 [−] 25.4 [=]，36.2 [=]，30.8 [=] ……

3.常数乘法

例：$10.4\times9.1=$ ，$10.8\times9.1=$ ，$5.4\times9.1=$ ……

操作可简化为 9.1 [×] 10.4 [=]，10.8 [=]，5.4 [=] ……。

地信网论坛 BBS.3S001.COM

常数除法的简化同常数加（减）法是一样的。

（五）功能计算中几种操作可简化的情况

1.操作中如遇 $\boxed{\times}$ $\boxed{(}$ 两步在一起时，前面的 $\boxed{\times}$ 可省，如计算 5 ×（3 + 4）－ 7 =　，操作可简化为 5（3 + 4）－ 7 =。

2.操作中如遇 $\boxed{)}$ $\boxed{=}$ 两步在一起时，前面的 $\boxed{)}$ 可省，如果 $\boxed{=}$ 号前是相连的几个 $\boxed{)}$ 则这几个 $\boxed{)}$ 都可以省略　如计算 3 +（4 +（2 + 3））=，操作可简化为 3 +（4 +（2 + 3 =。

3.操作中如遇 $\boxed{=}$ $\boxed{M+}$ 两步在一起时，$\boxed{=}$ 可以省。

四、程控运算

（一）名词解释

1.程序：EL—5002计算器的程序，就是用计算器的按键符号编的一个计算题目的操作顺序。

2.程控运算：计算者把算题编成程序，把程序输入计算器，由计算器按程序所示步骤自动进行操作，完成计算。（注意程序步最多为39步）。

（二）介绍几个程控运算专用键的功能

$\boxed{\text{COMP}}$　计算键。开始或继续执行程序。

$\boxed{\text{F}}$ $\boxed{\text{LOOK}}$　中间结果显示键。把 $\boxed{\text{F}}$ $\boxed{\text{LOOK}}$ 编入程序中，程序执行到该步时暂停执行并显示中间结果。需在拍 $\boxed{\text{COMP}}$ 键

地信网论坛 BBS.3S001.COM

后，计算器才继续执行 F LOOK 以后的程序。

〔x〕 变量指示键。把〔x〕编入程序中，程序执行到该步时暂停执行，并显示符号〔 〕（表示等待输入一个变量值），计算者在键盘上输入规定的变量值后，再拍 COMP 键，计算器将此输入的变量值取代程序中的〔x〕，并从该步起继续执行以后的程序。

（三）编制程序的方法

1.编制程序的一般步骤与方法：

①分析题意，简化公式。

②存储器分配，编制程序时一般把公式中的常量放在存储器里，这样既可节省程序步又可使程序灵活，通用性强。所以在编程序前，计算者必须对公式中的各常量分配一定的存储器，以便在程序中调用。

BBS.3S001.COM

③变量处理，对公式中变量的处理可以有两种方法：

一是用〔x〕处理，编程序时，把计算公式中该变量所在的位置用〔x〕代之，待程序执行时，计算器在〔x〕步暂停，并显示〔 〕，此时计算者从键盘上输入这次变量应取的值，再拍 COMP，计算器用输入的变量值取代〔x〕，并从该步起继续执行程序。

另一种方法是把变量放在一个规定的存储器里，每一次执行程序前，将这次变量应取的值存入该存储器，再拍 COMP 键执行程序，也可以达到每次计算中改变变量值的目的。

④编程序时在需要显示的中间结果后面，编入 F LOOK

两步，程序执行至此即会自动显示该中间结果。（注：在程控运算中，计算器只显示程序执行的最终结果，在此最终结果之前的计算结果均称中间结果，一般不予显示）

⑤写下整个计算过程的操作顺序，这时程序就编完了。在程序中，计算过程的操作步骤是与手控运算完全一样的。举一实例：

磁法室内计算γ项的计算公式：$\Delta Z=(n-n_0)\varepsilon$

其中：n为测点读数的平均值；n_0为基点读数；ε为磁秤格值

编制程序的步骤：

i 首先进行存储器分配：(由计算者任意安排)安排n_0放在M_5中，ε放在M_6中。

ii 公式中的变量用〔x〕处理。

iii 写下整个计算的操作顺序，程序1：共十步即

RCL	6	×	(	〔X〕	−	RCL	5	)	=
	ε	×	(	n	−	n_0	)	=	

iv 上述计算程控运算的操作见表四。　　表四

2.怎样组织循环：

对于计算公式中的变量，当其变化是有规律的情况下，可以由程序实现循环计算，使程控运算的操作更进一步简化。这对于一般的表格计算及重磁解释工作中的剖面计算是很方便的。循环计算的程序编制方法一般为：把变量x放在M中，把变量之增量Δx放在一般存储器中，假如设Δx是放在M_6中，则在程序中编入：$\boxed{\text{RCL}}$ 6 $\boxed{M+}$，紧接着为计算公式的程序……，这样，当程序每执行一次，变量x就自动增加（或减少）

操作顺序	操作	注释
1	→LRN	
2	→COMP	
3	n_0 $\boxed{\text{STO}}$ $\boxed{5}$	$n_0 \to M_5$
4	ε $\boxed{\text{STO}}$ $\boxed{6}$	$\varepsilon \to M_6$
5	$\boxed{\text{COMP}}$	开始执行程序，显示〔 〕
6	n	输入n值
7	$\boxed{\text{COMP}}$	显示ΔZ值
⇑ 重复5-7步，可得全部结果		

注：表四中，当操作→LRN后，输入程序1.

地信网论坛 BBS.3S001.COM

Δx，就实现了变量有规律变化的循环计算。（注意在全部计算前，M中要存入起始值）

实例：计算退磁改正表，规定起始κ'_0为1.00×10^4（10^{-6}CGSM），κ'的增量$\Delta\kappa'$为0.01×10^4（10^{-6}CGSM），即当视磁化率κ'为1.00×10^4，1.01×10^4，1.02×10^4……时，计算相应的真磁化率κ。

退磁改正的计算公式：$\kappa=\dfrac{\kappa'}{1-\dfrac{4}{3}\pi\kappa'}$（设标本为等轴状）

存储器分配：M κ'；M_5 $\Delta\kappa'(=0.01\times10^4)$；$M_6$ $\frac{4}{3}\pi$。

程序2及说明，操作步骤及计算结果分别见表五、表六及表七。

计算退磁改正表的程控运算的操作步骤如下：

程序2及说明　　表五

程序2（十九步）	说　明
RCL 5 M+	计算κ'值，$\kappa'_i=\kappa'_{i-1}+\Delta\kappa'$
RM ÷ (1	
− RCL 6 ×	计算$\kappa=\dfrac{\kappa'}{1-\frac{4}{3}\pi\kappa'}$
RM ÷ EXP 6	
) =	
F F⇔E	用科学表示法显示κ值

注：表五中公式分母为$1-4/3\pi\kappa'$

表六

操作顺序	操　作	注　释
1	→ LRN　输入程序2	
2	→ COMP	
3	$\kappa'_0-\Delta\kappa$ = X⇔M	$\kappa'_0-\Delta\kappa'\rightarrow M$
4	$\Delta\kappa'$ STO 5	$\Delta\kappa'\rightarrow M_5$
5	4 ÷ 3 × F π = STO 6	$\frac{4}{3}\pi\rightarrow M_6$
6	COMP ⋮	显示真磁化率值κ值 注1
注1　重复拍COMP键即可得全部结果		

地质论坛 BBS.3S001.COM

程序2的计算结果表：　　表七

κ \ κ_2' / κ_1'	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.00	1.04	1.05	1.07	1.08	1.09	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14
1.10	1.15	1.16	1.18…… (略)							
⋮										

注：κ_2' 的单位为$10^2 \cdot 10^{-6}$CGSM；

κ_1' 及κ的单位为$10^4 \cdot 10^{-6}$CGSM；　　($\kappa' = \kappa_1' + \kappa_2'$)

由表七可查得：　　当$\kappa' = 1.08 \times 10^4 (10^{-6}\text{CGSM})$时，$\kappa = 1.13 \times 10^4$ (10^{-6}CGSM)；$\kappa' = 1.12 \times 10^4 (10^{-6}\text{CGSM})$时，$\kappa = 1.18 \times 10^4$ (10^{-6}CGSM) ……

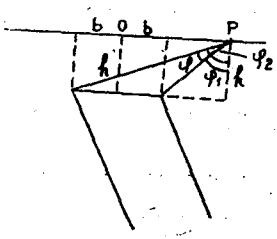
3.怎样进行带有条件判断的运算：

在一些计算中，常常遇到需要对一些中间计算结果，根据一定的条件进行判断并处理后，再继续以后的计算。对于这种情况，编制程序的方法为：

①编程序时在需要进行条件判断处理的中间结果后编入 F LOOK 两步，使程序执行至此暂停并显示中间结果。

②根据显示的中间结果，依据所给定的条件，在计算器上用手控运算直接给以处理，这时经处理以后的中间结果显示在显示器上。

③再拍 COMP 键，计算器将经处理后的中间结果代替原中间结果，继续执行以后的程序。



实例：无限延深倾斜厚板状体的

地信网论坛 BBS.55001.COM

ΔZ理论曲线计算公式：

$$\Delta Z_a = 2J\sin\beta\left(\frac{1}{2}\sin(\beta-i)\ln\frac{(x-b)^2+h^2}{(x+b)^2+h^2}+\right.$$

$$\left.+\cos(\beta-i)\tan^{-1}\frac{2bh}{x^2-b^2+h^2}\right) \qquad (1)$$

为简化计算令$\beta-i=0$ 即顺层磁化情况下的公式(1)变为

$$\Delta Z_a = 2J\sin\beta\tan^{-1}\frac{2bh}{x^2-b^2+h^2} \qquad (2)$$

我们知道，式中 $\tan^{-1}\frac{2bh}{x^2-b^2+h^2}$（弧度）一项是计算点P对厚板上界面两个角点的张角φ，

$$\varphi=\tan^{-1}\frac{2bh}{x^2-b^2+h^2}$$

$$=\tan^{-1}\frac{x+b}{h}-\tan^{-1}\frac{x-b}{h}=\varphi_2-\varphi_1,$$

φ的变化范围应为0～π，但用计算器计算$\varphi'=\tan^{-1}x$时，所显示的φ′值是$\tan^{-1}x$的主值区间，即φ′变化范围是$-\frac{\pi}{2}\sim\frac{\pi}{2}$。因此，在程序中如直接用$\tan^{-1}$键计算则需对φ′值进行一定的处理，其条件是：当$\varphi'<0$则$\varphi=\pi-|\varphi'|=\pi+\varphi'$（操作为：[+][F][π][=]），如$\varphi'>0$则$\varphi=\varphi'$（即不作任何处理），这里φ′是原中间结果，φ是经处理后的中间结果。在程序执行的过程中，对于上述φ′的处理是在显示φ′后，由计算者在计算器上直接操作进行的，详见操作实例。（注：此题中$\varphi'=\tan^{-1}\frac{2bh}{x^2-b^2+h^2}$的计算也可以借用极坐标计算键来完成，这时不需作中间判断和处理）

下面介绍一下程序及整个程控运算的操作过程。程序3及说

地信网论坛 BBS.3S001.COM

明、操作步骤、实例及计算结果分别见表八、表九、表十及表十一。

存储器分配：

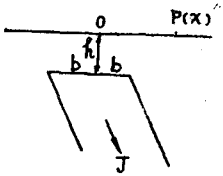
M_1：b（厚板的半宽度）

M_2：h（厚板顶板埋深）

M_4：2J×sin÷10（J的单位是10^{-6}CGSM）

M_6：Δx（计算点距）

M：x(计算点的横坐标)



程序3及说明：　　表八

程序3（共33步）	说明
RCL 6 M+	
2 × RCL 1 × RCL 2 = ÷	计算K值，$K_i=K_{i-1}+\Delta K$
(RM x^2 − RCL 1 x^2 + RCL	
2 x^2) = F $\tan^{-1}$	计算$\tan^{-1}\frac{2bh}{x^2-b^2+h^2}$（弧度）
F LooK	显示中间结果$\tan^{-1}\frac{2bh}{x^2-b^2+h^2}$
× RCL 4 =	计算$2J\sin\beta\tan^{-1}\frac{2bh}{x^2-b^2+h^2}$

地信网论坛 BBS.3S001.COM

计算ΔZ_a的程控运算的操作步骤：　　表九

操　　作	注　　释
→ COMP　→ DEG	
b [STO] [1]	b→M1
h [STO] [2]	h→M2
β [Sin] [×] J [÷] 5 [=] [STO] [4]	2J Sinβ÷10→M4
Δχ [STO] [6]	Δχ→M6
→ LRN　转入程序3	
→ COMP　→ RAD	
$\chi_0-\Delta\chi$ = [χ→M]	$(\chi_0-\Delta\chi)$→M
[COMP]	显示φ'值(以弧度表示)
如φ'<0 则操作 [+] [F] [π] [=]	
[COMP]	显示ΔZ_a值
重复9.10两步即可得全部剖面上的 ΔZ_a 值	

地信网论坛 BBS.3S001.COM

下面以b＝2，h＝1，β＝60°，J＝5000（10^{-6}CGSM），Δx＝1为例，计算ΔZ_a的操作如下：（$x_0=-3$）

表十

操作顺序	操　作	显　示	注　释
1	→ COMP　→ DEG		
2	2 STO 1		b → M_1
3	1 STO 2		h → M_2
4	60 Sin × 5000 ÷ 5 = STO 4	866.025403B	$2J\sin\beta\div10\rightarrow M_4$
5	1 STO 6		$\Delta X\rightarrow M_6$
6	→ LRN 输入程序3		
7	→ COMP　→ RAD		
8	4 +/- X→M		$(X_0-\Delta X)\rightarrow M$
9	COMP	0.588002603	X=-3时的Φ值∴Φ>0 ∴不处理
10	COMP	509.2251922	$Z_{-3}=509$个
11	COMP	1.325817664	X=-2时的Φ值∴Φ>0 ∴Φ=Φ
12	COMP	1148.191778	$Z_{-2}=1148$个
13	COMP	-1.107148718	X=-1时的Φ值Φ<0 需+π=Φ
14	+ F π =	2.034443936	Φ+π=Φ
15	COMP	1761.880131	$Z_{-1}=1762$个
16	COMP	-0.927295218	X=0时的Φ值∴Φ<0 需作处理
17	+ F π =	2.214297436	Φ+π=Φ
18	COMP	1917.637831	$Z_0=1917$
	⋮	⋮	⋮

计算结果：

表十一

X	−5	−4	−3	−2	−1	0	1	2	3
$\tan^{-1}\frac{2bh}{x^2-b^2+h^2}$	155.75	0.2984	0.5880	1.3258	−1.1071	−0.9272			
+π=					2.0344	2.2142			
ΔZa	156	259	509	1148	1762	1917			

$Z_1\sim Z_5$与$Z_{-1}\sim Z_{-5}$同

地信网论坛 BBS.3S001.COM

（四）程控运算的操作步骤

从以上的几个例子中，我们已了解了程控运算的操作过程，这里总结一下程控运算的一般操作步骤：

1. →LRN　输入程序
2. →COMP
3. 存储器存数或充零
4. [COMP]　执行程序

几点说明：

1. 输入程序的方法

将工作方式开关置LRN(→LRN)，然后按程序所示顺序拍各键，如程序为[RCL][1][×][(][〔x〕][−][RCL][5][)][=]则顺序拍

[RCL][1][×][(][〔x〕][−][RCL][5][)][=]各键，程序即输入完毕。

BBS.3S001.COM

2. 一般情况下，存储器存数也可以放在输入程序之前，但要注意如果在程序执行前变量存入了存储器，则在输入程序的过程中，程序已被执行了一次。

3. 拍[COMP]键后，在执行程序的过程中如暂停并显示〔〕时，计算者应输入一个变量值并再拍[COMP]键，令继续执行程序。输入的变量允许是数、初等函数，但不允许为表达式（例如3 +ln2），同时（、）、M_+、=各键封锁（拍了这些键就要出错）。

4. 拍[COMP]键后，在执行程序过程中暂停并显示中间结果（第一位显示符号 |-），则计算者应记录中间结果或处理中间结

果，然后再拍 COMP 键，令继续执行程序。

五、统计计算

（一）关于使用计算器作统计计算时的一些有关规定

1.进行统计计算时，需将工作方式开关置于 STAT（→STAT）。

2.将工作方式选择开关从某个位置转换到“STAT”键时，除存储的程序以外，其它内容均被清除。

3.→STAT时 X→M RM M+ STO RCL ( ) COMP 〔X〕和 F LOOK 键均不工作，其它键仍可使用。

4.除 →rθ →xy 外，输入数字和函数值可用作统计计算的数据。

5.用 = 和 Δ% 键得来的计算结果不能用作输入数据。

6.统计计算的结果不用 C 键清除，为清除统计量只需用 F CA。

7.由→STAT转为COMP或LRN时，存储器存储的 n、Σx、Σx^2、Σxy、Σy、Σy^2各值仍保持不变，可以分别由M_1～M_6调出。

（二）统计计算用法实例

利用计算器作统计计算求标准偏差、平均值、总体偏差、

地信网论坛 BBS.55001.COM

相关系数和线性回归方程系数的使用方法，在EL—5002计算器说明书中有较详细的说明；这里不再重复。下面仅举几个重磁工作中的使用实例：

1.求均方误差：

计算公式 $\varepsilon = \pm\sqrt{\dfrac{\sum_{i=1}^{n}\delta_i^2}{2n}}$

$\delta_i = \Delta Z_{检查} - \Delta Z_{原始}$；n：检查点数

例：已知 n＝12，δ_i 分别为：11，13，20，15，8，5，10，7，12，9，8，14(γ) 求均方差ε，操作方法见表十二。

表十二

操作顺序	操作	显示	注释
1	→ STAT		
	11 DATA	1	工作方式开关置STAT
2	13 DATA	2	用δ_i DATA 方法顺序输入δ_i(值纳十二个)
	⋮	⋮	
	14 DATA	12	显示帧为输入数据个数的累计
3	→ COMP		工作方式开关置COMP
	F ΣX^2 ÷ 2 ÷ F n = F $\sqrt{}$	8.261355821	ε＝8.3γ

2.求算术平均值：

算术平均值计算公式：

$$\overline{x} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{n}$$

x为变量值；n为变量数

例：已知20块标本的密度值σ分别为2.66，2.66，2.65，2.66，2.67，2.67，2.65，2.67，2.66，2.68，2.68，2.66，2.65，2·65，2.66，2.64，2.63，2.64，2.62，2.63求它们的算术平均值$\overline{\sigma}$，操作方法见表十三。

地信网论坛 BBS.3500.COM

3.求几何平均值：

例：求标本磁参数的几何平均值

计算公式：$\overline{\kappa} = \sqrt[n]{\kappa_1 \cdot \kappa_2 \cdots\cdots \kappa_n}$

（n参加计算的标本数；κ 磁化率）以上公式两边取对数可得

$$\ln \overline{\kappa} = \ln \sqrt[n]{\kappa_1 \cdots\cdots \kappa_n}$$

$$\ln \overline{\kappa} = \frac{1}{n} \ln (\kappa_1 \cdot \kappa_2 \cdots \kappa_n)$$

$$\ln \overline{\kappa} = \frac{1}{n} (\ln\kappa_1 + \ln\kappa_2 + \cdots + \ln\kappa_n)$$

$$\overline{\kappa} = e^{(\ln\kappa_1 + \ln\kappa_2 + \cdots + \ln\kappa_n)/n}$$

例：已知15块标本的磁化率分别为：

1130，2410，820，1320，450，1540，1030，1820，1420，1210，2380，1440，1100，980，1900（10^{-6}CGSM）

求它们的几何平均值，操作方法见表十四。

操作方法　　表十三

操作顺序	操作	显示	注释
1	→ STAT		
2	2.66 DATA	1	输入标本密度值
	2.66 DATA	2	共20个
	⋮ ⋮	⋮	显示值为输入标本数的累计
	2.63 DATA	20	
3	F $\bar{x}$	2.6545	σ 标本平均值
4	F n	20	标本块数

操作方法　　表十四

操作顺序	操作	显示	注释
1	→ STAT		
2	1130 ln DATA	1	
	2410 ln DATA	2	输入 lnK
	⋮ ⋮	⋮	共15个数
	1900 ln DATA	15	
3	F $\bar{x}$ e^x	1291.122282	$\bar{X}$=1291 (10^{-6}CGSM)

4.求线性回归方程y＝a＋bx的系数a，b：

例：从理论上可证明，布伽重力异常与地壳厚度之间的关系可以近似地用线性关系来表示，即$H_M = a + b\Delta g$

地信网论坛 BBS.35001.COM

已知某地区14个测点上的布伽异常值 Δg 以及通过深部地震测深所确定的地壳厚度 H_M（表十五），试求该地区布伽重力异常与地壳厚度之间的线性关系表达式。操作方法见表十六。

表十五

编　号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Δg(毫伽)	−20	−15	−110	−40	10	5	0	−15	−25	−31	−90	5	−15	−80
H_M(公里)	35	36	40	37	36	35	34	36	37	36	39.5	33	35	40.5

表十六

顺序	操　作	显　示	注　释
1	ON STAT		
2	20 [+/−] [(x,y)] 35 [DATA]	1	
	15 [+/−] [(x,y)] 36 [DATA]	2	
	⋮	⋮	输入14组数据
	80 [+/−] [(x,y)] 40.5 [DATA]	14	
3	[F] [a]	34.815167	係数a
4	[F] [b]	−0.053652403	係数b

∴所求的关系式为：$H_M = 34.82 - 0.054\Delta g$。由以上关系式即可由该地区其他测点上的Δg求得该点相应的地壳厚度值。

六、补充说明及注意事项

（一）补充说明

1.计算器的显示系统

EL—5002 计算器中输入和输出的数均以浮点十进制或科

学表示法显示，其显示形式及输入方法如下

	x	输入x的操作	显　　示
浮点+进制表示法	−3.1416	3.1416 $\boxed{+/-}$	−3.1416
科学表示法	3.57×10^{3}	3.57 $\boxed{\text{EXP}}$ 3	3.57　03

一般计算结果均以浮点十进制显示，如需要以科学表示法显示则需操作 $\boxed{\text{F}}$ $\boxed{\text{F}\longleftrightarrow\text{E}}$，如计算结果 x 在如下范围内：$|x|>999999999$　$|x|<0.000000001$ 则计算器自动换算成科学表示法显示。

2.计算器的符号显示及溢出错误的类型说明

见EL—5002电子计算器说明书第21～22页及25页。这里不再重复。

3.可用如下方法检查计算器工作是否正常

操作：$\underbrace{111111111}_{9\text{位}}$ $\boxed{\times}$ $\boxed{=}$ 后，显示：1.234567899 16

即$\underbrace{111111111}_{9\text{位}}$的自乘$=1.234567899\times10^{16}$

（二）注意事项

1.当显示面板上第一位显示符号 $-\vdash$，$\vdash$ 时，均表示该值为负，在 $\vdash$ 和 $\vdash$ 时负号容易被忽略，需引起注意。

2.如在输入程序前已将有关数存入了存储器，而在输入程序的过程中按错键，需重新输入程序时，可不用 $\boxed{\text{F}}$ $\boxed{\text{CA}}$ 键（这样也就清除了存储器的内容），而将工作方式开关拨至COMP再回

地信网论坛 BBS.3S001.COM

到LRN（即→COMP→LRN），这样程序回到0步，而存储器的内容仍保持不变。

3.在先输入程序后作存储器存数的情况下，如程序中有 [÷] [RCL] [某一个存储器号码] 的内容时，应在输入程序前，把一个除去零以外的任意数存入该存储器，以防止在输入程序的过程中，因该存储器内容为零而出现除以零而溢出的情况，以保证程序正确输入。

4.操作中对于以下情况需引起注意：

例如运算的操作为：

0 [X→M] (4+5)×7= [M+] 3.6×4= [M+] [RM] 运算的原意是首先M充零，然后把(4+5)×7与3.6×4的结果分别累加到M中，正确的答案应是77.4。然而，如按上述顺序操作，答案却是14.4。这是由于按上法操作时，在运算寄存器中对于第一项实际上是进行了如下的运算：0(4+5)×7=M+，因计算器规定 [×] [(] 在一起时 [×] 可省，所以

0(4+5)×7= 等价于 0×(4+5)×7= ，因此第一次答案当然为0而整个计算结束后M中只剩下第二次3.6×4的结果，即14.4。类似的例子如：

9.2 [STO] [5] [(] 7−2 [)] [×] [RCL] [5] [=]

题意是先把9.2存入M_5，然后计算(7−2)×9.2= 时，正确答案应为46.0。但按上法操作时答案是423.2，因为这时算式变成

9.2 [(] [7] [−] [2] [)] [×] [RCL] [5] =即

9.2 [×] [(] [7] [−] [2] [)] [×] [RCL] [5] =答数就变成：

9.2×5×9.2=423.2。这些情况是由于 [×] [(] 在一起时 [×] 可省而引起的二义性。

消除的办法：可以在0 [x→M]，或9.2 [STO] [5] 后拍 [C] 键（清除运算寄存器的内容），再作以后的操作。或者，可以将上述两侧的操作改为：0 [x→M] 7(4+5 [M+] ……和9.2 [STO] [5] [RCL] [5] ×(7−2= ，就不会产生上述的错误答案了。

5.在有角度参加的运算中，如角度单位选择开关在DEG（→DEG），则以度/分/秒制表示的角度必须先化成十进制度数才能输入参加运算，方法见表一。

地信网论坛
BBS.35001.COM

磁　法

一、磁法室内计算

1.计算公式

$$\Delta Z = (n - n_0)\cdot\varepsilon + \varphi + \delta z_1 + \Delta z_k$$

2.符号意义

ΔZ 测点磁场计算结果

n 测点观测读数

n_0 早基点读数平均值

ε 仪器格值

φ 纬度改正值

δz_1 总改正量（包括扭鼓、日变、温度、零位移）

Δz_k 校正点的磁场值

3.计算操作步骤 表1—1

操作	显示	注释
→COMP n_0 STO 1 ε STO 2 ΔZ_K STO 3 δZ_1 STO 4 Φ STO 5 δΦ STO 6		在COMP状态下将有关常数存入 M_1～M_6。δΦ是纬度改正值的逐点变化
→LRN 0 x-M(t) − RCL 1 = × RCL 2 M+ RCL 3 M+ RCL 4 M+ RCL 5 M+ + RCL 6 = STO 5 RM		在LRN 状态下将公式存入计算器
→COMP COMP n COMP	〔·〕	等待输入变量n。 显示ΔZ

4.实例 表1—2

n	n_0	ε	ΔZ_k	δZ_1	φ	ΔZ
−5.9	31.1	10.9	−157	29	28	−220 (小数四舍五入)

地信网论坛 BBS.3S001.COM

二、磁参数计算

置标本于垂直磁秤第二位置处，规定 x 轴指东，y 轴指北，z 轴向下。

1.计算公式

$$\kappa' = \frac{5\varepsilon\gamma^3}{3vz_0}\left[6n_0 - n_1 - n_2 - n_3 - n_4 - n_5 - n_6\right]$$

$$J_r' = \frac{5\varepsilon\gamma^3}{v}\sqrt{(n_2 - n_1)^2 + (n_4 - n_3)^2 + (n_6 - n_5)^2}$$

对于$\kappa' > 10000(10^{-6}CGSM)$的等轴状标本，其退磁改正为

$$\kappa = \frac{\kappa'}{1 - \frac{4}{3}\pi\kappa'}$$

$$J_r = \frac{\kappa}{\kappa'} J_r'$$

κ'、J_r'、κ、J_r的单位均为10^{-6}CGSM

定向标本的剩余磁化强度偏角和倾角为

$$\varphi = \arctan[(n_2 - n_1)/(n_4 - n_3)]$$

$$\theta = \arctan[(n_6 - n_5)/\sqrt{(n_2 - n_1)^2 + (n_4 - n_3)^2}]$$

2.符号意义

κ'　视磁化率

J_r'　视剩余磁化强度

κ　磁化率

J_r　剩余磁化强度

ε　仪器格值（γ/格）

γ　标本盒中心到磁系中心的距离（cm）

v　标本体积（cm^3）

z_0　测定地点的地磁场垂直分量（奥斯特）

n_0　未放置标本时磁秤的读数

n_1、n_3、n_5分别为x、y、z轴正向朝下时磁秤读数

n_2、n_4、n_6分别为x、y、z轴正向朝上时磁秤读数

3.计算操作步骤：见表1—3。

4.实例：见表1—4。

地信网论坛 BBS.3S001.COM

表1—3

操　　作	显示	注　　释
→ COMP 6 × n_0 = STO 2		6 n_0存入M_2
F π × 4 ÷ 3 = STO 3		$\frac{4}{3}\pi$存入M_3
→ LRN − RCL 2) = (RCL 1) RM = x→M ÷ (1 − RM × RCL 3 = STO 5 RCL 4 F √ × RCL 1 = STO 6 × RCL 5 ÷ RM =		在 LRN 状态下存入公式
→ COMP → DEG 5 × ε × R y^x 3 ÷ U = STO 1 n_2 − n_1 = x^2 x→M n_4 − n_3 = x^2 M+ n_6 − n_5 = x^2 M+ RM STO 4		$\frac{5\varepsilon R^3}{3U}$ 存入M_1 $(n_2-n_1)^2+(n_4-n_3)^2$ $+(n_6-n_5)^2$ 存入M_4
3 × z_0 = x→M		$3z_0$存入M
n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6 =		
COMP		
RCL 6		显示 J_r 值并记下
RCL 5		显示 J_y 值并记下
RM		显示 X 值并记下
n_2 ÷ n_1 = x^2 (n_4 − n_3 =		显示 Y 值并记下
F tan		计算 Φ 并记下
n_2 − n_1 = x^2 + (n_4 − n_3 =		
) x^2 = F √ ÷ (n_6 − n_5 =		计算 θ 并记下
) ↕ = F tan		

注意：计算另一块标本时，一定要修改M_1和M_4

地信网论坛 BBS.3S001.COM

$\varepsilon = 9.0$　$z_0 = 0.5$　　表1—4

r	v	n_0	n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	n_6
30	256	40.0	40.5	23.4	31.9	30.0	27.9	35.5

Jr	Jr′	κ	κ′	φ	θ
273231.4	89269.4	491967.5	160734.3	283°39′35″	23°49′56″

($\times 10^{-6}$CGSM)

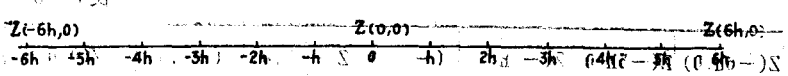
三、二度量磁异常的向下延拓

1.计算公式

$$Z(o,h) = 5.2605Z(o,o) - 2.2486[Z(h,o) + Z(-h,o)]$$
$$+ 0.2673[Z(2h,0) + Z(-2h,o)]$$
$$- 0.0604[Z((3h,o) + Z(-3h,o)]$$
$$- 0.0190[Z(4h,o) + Z(-4h,o)]$$

2.符号意义

以图示意如下



3.计算操作步骤：见表1—5。

4.实例：见表1—6。

四、二度量磁异常的水平向微分和微商

1.计算公式

$$d(\Delta Z) \approx \frac{1}{12}[8(Z_1 - Z_{-1}) - (Z_2 - Z_{-2})]$$

表1—5

操　　作	显示	注　　释
→ COMP -2.2486 STO 1 0.2673 STO 2 -0.0604 STO 3 -0.0190 STO 4 -0.0124 STO 5 -0.0087 STO 6		将延拓係数存入 M_1～M_6
→ LRN (x) × 2 · 6 3 0 3 M+ (x) × RCL 1 M+ (x) × RCL 2 M+ (x) × RCL 3 M+ (x) × RCL 4 M+ (x) × RCL 5 M+ (x) × RCL 6 M+		在 LRN 状态下存入计算公式
→ COMP 0 x→M COMP Z(0.0) COMP ····· Z(5h.0) COMP Z(6h.0) COMP		依次输入7个值，中间结果，不必记录
COMP Z(0.0) COMP ····· Z(-5h.0) COMP Z(-6h.0) COMP RM		继续输入7个值，中间结果，不必记录，显示延拓结果Z(0.h)
注意：计算结果在M中，每算一个延拓点之前M需清零。		

地信网论坛 BBS.3S001.COM

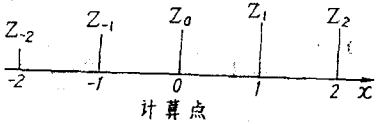
表1—6

Z(−6h,0)	Z(−5h,0)	Z(−4h,0)	Z(−3h,0)	Z(−2h,0)	Z(−h,0)	Z(0,0)
12	54	231	556	1007	378	0
Z(h,0)	Z(2h,0)	Z(3h,0)	Z(4h,0)	Z(5h,0)	Z(6h,0)	延拓值 Z(0,h)
−194	−441	−292	−98	−26	−3	−281

$$\frac{d(\Delta Z)}{dx} \approx \frac{1}{12\Delta x}[8(Z_1 - Z_{-1}) - Z_2 + Z_{-2}]$$

2.符号意义

以图示意如右



3.计算操作步骤：见表1—7。

表1—7

操作	显示	注释
→ COMP Δx STO 6		首先将点距Δx存入防止溢出。
→ LRN RCL 1 x⇄M RCL 2 STO 1 × 8 +/- M+ RCL 3 STO 2 RCL 4 STO 3 × 8 M+ RCL 5 STO 4 +/- M+ RM ÷ 1 2 = F LOOK ÷ RCL 6 =		在LRN状态下存入公式
→ COMP Z_{-2} STO 1 Z_{-1} STO 2 Z_0 STO 3 Z_1 STO 4		仅开始计算的第一个点需要
Z_2 STO 5 COMP	L	显示水平微分值
COMP		显示水平微商值
注意：计算下一点微分、微商只需从Z_2 STO 5 开始。		

4.实例

Δx＝20米

Z_{-2}	Z_{-1}	Z_0	Z_1	Z_2	微分	微商
−474	−325	31	168	2092	514.8	25.7

五、三度体重磁异常的垂向二阶导数

1.计算公式

地信网论坛 BBS.3S001.COM

以罗森巴赫公式为例

$$\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}=\frac{1}{24S^2}\left[96g(o)-18\sum_{i=1}^{4}g_i(s)-8\sum_{i=1}^{4}g_i(\sqrt{2}s)+\sum_{i=1}^{8}g_i(\sqrt{5}s)\right]$$

2.符号意义

s：　方格网状量板的网格距（cm）

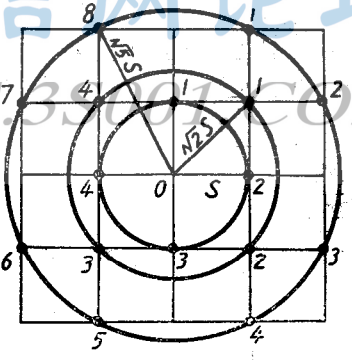
g(o)：　量板中心的异常值（mgl）

$g_i(s)$：　s为半径的圆周上的异常值（i＝1，2，3，4）

$g_i(\sqrt{2}s)$：$\sqrt{2}$ s为半径的圆周上的异常值（i＝1,2,3,4）

$g_i(\sqrt{5}s)$：$\sqrt{5}$ s为半径的圆周上的异常值（i＝1,2,…,8）

以上各点的排列如右图所示。



3.计算操作步骤：见表1-8

4.实例：见表1—9并参照右图。

六、三度体重磁异常的最小二乘九点圆滑

1.计算公式

$$\overline{Z}_{o,o}=\frac{5}{9}Z_{o,o}+\frac{2}{9}(Z_{o,-1}+Z_{o,1}+Z_{-1,o}+Z_{1,o})-\frac{1}{9}(Z_{-1,-1}+Z_{-1,1}+Z_{1,-1}+Z_{1,1})$$

地信网论坛 BBS.3360.COM

表1—8

操　　作	显示	注　　释
→ COMP S [x²] × [EXP] 3 = [x→M] ÷ 4 [↑] = STO 1 3 ÷ 4 ÷ RM = +/- STO 2 1 ÷ 3 ÷ RM = +/- STO 3 1 ÷ 2 4 ÷ RM = STO 4		$\frac{96}{24S^2}$ 存入 M_1 $\frac{-18}{24S^2}$ 存入 M_2 $\frac{-8}{24S^2}$ 存入 M_3 $\frac{1}{24S^2}$ 存入 M_4
→ LRN × RCL 4 M+ (x) + (x) + (x) + (x) = × RCL 3 M+ 1 F LOOK (x) + (x) + (x) + (x) = × RCL 2 M+ 0 F LOOK (x) × RCL 1 M+		在 LRN 状态下存贮公式
→ COMP 0 x→M $g_1(\sqrt{5}S)$ + $g_2(\sqrt{5}S)$ + $g_3(\sqrt{5}S)$ + $g_4(\sqrt{5}S)$ + $g_5(\sqrt{5}S)$ + $g_6(\sqrt{5}S)$ + $g_7(\sqrt{5}S)$ + $g_8(\sqrt{5}S)$ =		M 置成零 计算$\sqrt{5}S$圆周上的异常值之和
COMP $g_1(\sqrt{2}S)$ COMP $g_2(\sqrt{2}S)$ COMP $g_3(\sqrt{2}S)$ COMP $g_4(\sqrt{2}S)$ COMP	L 1	等待输入 S 圆周上的异常值
COMP $g_1(S)$ COMP $g_2(S)$ COMP $g_3(S)$ COMP $g_4(S)$ COMP	L 0	等待输入圆心处的异常值
COMP $g(0)$ COMP RM		显示中间结果不记录显示垂向二阶导数

上式可改写成：

$$\overline{Z}_{o,o}=\frac{1}{9}[5Z_{o,o}+2(Z_{o,-1}+Z_{o,1})+2(Z_{-1,o}+Z_{1,o})]$$

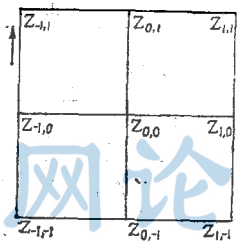
$$-(Z_{-1,-1}+Z_{1,-1})-(Z_{-1,1}+Z_{1,1})$$

$s=2km$ 表1—9

$\frac{\partial^2 g}{\partial Z^2}=6.67\times10^{-15}CGS$		−76.2		−74.1	
	−76.8	−75.7	−74.6	−73.6	−72.8
		−75.5	−74.3	−73.4	
	−76.4	−75.2	−74.0	−73.0	−71.9
		−74.9		−72.7	

2.符号意义

右图所示，以取值窗口表示上式中各异常值的排列，箭头表示窗口移动的方向。



3.计算操作步骤：见表1—10。

4.实例：见表1—11。

地信网论坛 BBS.3S001.COM

表1—10

操作	注释
→ LRN RCL 1 +/− x→M RCL 2 M+ M+ RCL 3 STO 1 M+ M+ RCL 4 STO 2 × 5 M+ (x) + (x) = STO 3 +/− M+ (x) STO 4 M+ M+ RM ÷ 9 =	在LRN状态下存入公式
→ COMP $Z_{-1,-1}$ + $Z_{1,-1}$ = STO 1 $Z_{0,-1}$ STO 2 $Z_{-1,0}$ + $Z_{1,0}$ = STO 3 $Z_{0,0}$ STO 4	此框操作仅第一点需要 $Z_{-1,-1}+Z_{1,-1}$存入M_1,$Z_{0,-1}$存入M_2 $Z_{-1,0}+Z_{1,0}$存入M_3,$Z_{0,0}$存入M_4
COMP $Z_{-1,1}$ COMP $Z_{0,1}$ COMP $Z_{1,1}$ COMP	第二点以后操作从此框开始显示圆滑结果$Z_{0,0}$

表1—11

$\overline{Z}_{0,0}=142.49$	62·9	101.5	123.6
	98.4	134.1	172.9
	77.3	109.0	154.2

七、二度体重磁异常的五点最小二乘圆滑

1.计算公式

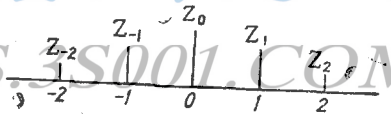
$$\overline{Z}_0=\frac{17}{35}Z_0+\frac{12}{35}(Z_{-1}+Z_1)-\frac{3}{35}(Z_{-2}+Z_2)$$

上式可改写成为

$$\overline{Z}_0=\frac{3}{35}\left(\frac{17}{3}Z_0+4Z_{-1}+4Z_1-Z_{-2}-Z_2\right)$$

2.符号意义

如右图所示。



3.计算操作步骤：

见表1—12。

4.实例：见表1—13。

八、无限延深倾斜厚板的Za

1.计算公式

$$Za=2J\sin\beta\left[\frac{1}{2}\sin(\beta-i)\,Ln\frac{(x-b)^2+h^2}{(x+b)^2+h^2}+\right.$$

$$\left.+\cos(\beta-i)\tan^{-1}\frac{2bh}{x^2-b^2+h^2}\right]$$

地信网论坛 BBS.3S001.COM

表1—12

操　　作	显示	注　　释
→ COMP 3 ÷ 35 = STO 5 17 ÷ 3 = STO 6		准备工作，常数存入M5、M6
→ LRN RCL 1 +/- x→M RCL 2 STO 1 × 4 M+ RCL 3 STO 2 × RCL 6 M+ RCL 4 STO 3 × 4 M+ (x) STO 4 +/- M+ RM × RCL 5 =		在LRN状态下存入公式
→ COMP Z_{-2} STO 1 Z_{-1} STO 2 Z_0 STO 3 Z_1 STO 4		这几步操作仅在计算开始时需要
COMP Z_2 COMP	[ ]	* 显示圆滑结果 Z_0
* 注意：以后每滑动一个点，仅需从 COMP 操作开始。		

注：显示圆滑结果 Z_0

表1—13

Zi	6.9	8.2	9.3	13.4	17.8	11.3	9.1	15.8
$\overline{Z}_0$			9.81	14.13	15.49	13.27		

上式可改写成：（Za以γ为单位）

$$Za=\frac{2}{10}J\sin\beta\cos(\beta-i)\left[\frac{1}{2}tg(\beta-i)Ln\left(1-\frac{4bx}{(x+b)^2+h^2}\right)\right.$$

$$\left.+tg^{-1}\frac{2bh}{x^2-b^2+h^2}\right.$$

2.符号意义

如下图所示。

J：垂直厚板走向磁化强度分量（10^{-6}CGSM）

i：视磁倾角（度）

β：厚板视倾角（度）

h：厚板顶面深度（米）

b：厚板半宽度（米）

3.计算操作步骤：

见表1—14。

4.实例：见表1—15。

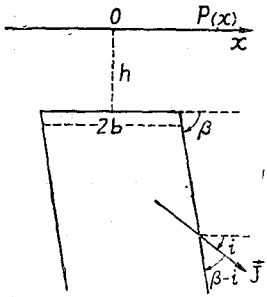


表1—14

操作	注释
→ COMP → DEG 0.2 × J × β sin × (β − i) cos = STO 1	$\frac{2}{10}$ J sinβ cos(β-i) 存M1
β − i = tan ÷ 2 = STO 2	$\frac{1}{2}$ tan(β-i) 存M2
b STO 3 h x^2 STO 4	b存M3，h^2存M4
2 × b × h = STO 5	2bh存M5
RCL 4 − RCL 3 x^2 = STO 6	h^2-b^2存M6
→ LRN 1 − 4 × RCL 3 × [x] ÷ (([x] + RCL 3) x^2 + RCL 4 = ln × RCL 2 M+ RCL 5 ÷ ([x] x^2 + RCL 6 = F $\tan^{-1}$ M+	注意：由于存储公式当中未输入变量x，可能产生零或负数求对数而出错停机。此时，只要假定b为一个很小的值存入M3即可。在LRN状态下存入公式
→ COMP → RAD 0 x→M COMP x COMP x COMP COMP	注意显示数值符号
RM × RCL 1 =	若上述显示为正则执行此项操作并记下Za值
F π M+ RM × RCL 1 =	若显示为负则执行此项操作并记下Za值

地信网论坛 BBS.3S001.COM

表 1—15

J	i	β	b	h	x	Za
4900	45°	65°	3米	0.5米	10米	-160.07

九、有限延深倾斜薄板的Za

1.计算公式

$$\gamma a = 4bJ\sin\beta\left\{\frac{h\cos(\beta-i)-x\sin(\beta-i)}{x^2+h^2}\right.$$

$$\left.-\frac{H\cos(\beta-i)-[x-(H-h)\operatorname{ctg}\beta]\sin(\beta-i)}{[x-(H-h)\operatorname{ctg}\beta]^2+H^2}\right\}$$

上式可改写成（Za以γ为单位）

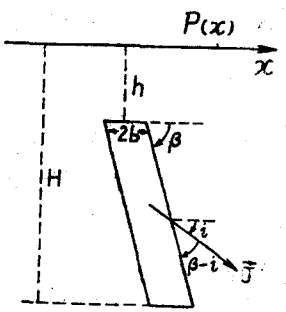
$$Za=\frac{4}{10}bJ\sin\beta\cos(\beta-i)\left\{\frac{h-x\operatorname{tg}(\beta-i)}{x^2+h^2}\right.$$

$$\left.-\frac{H-[x-(H-h)\operatorname{ctg}\beta]\operatorname{tg}(\beta-i)}{[x-(H-h)\operatorname{ctg}\beta]^2+H^2}\right\}$$

地信网论坛 BBS.58601.COM

2.符号意义

如右图所示。



J：垂直薄板走向磁化强度分量（10^{-6}CGSM）

i：视磁倾角（度）

β：薄板视倾角（度）

h：薄板顶面深度（米）

H：薄板底面深度（米）

b：薄板半宽度（米）

3.计算操作步骤：见表1—16。

表1—16

操　　作	注　　释
→ COMP　→ DEG 0.4 × b × J × (β − i) COS × β Sin = STO 1 β − i = tan STO 2 H − h = × β tan F 1/x = STO 3 h STO 4 h − H = STO 5	$\frac{4}{10}$ bJ sinβ cos(β−i)存M1 tg(β−i)存M2 (H−h)ctgβ 存M3 h存M4，h−H存M5
→ LRN RCL 5 +/− STO 5 + RCL 4 = STO 4 − RCL 6 × RCL 2 = ÷ (RCL 6 x^2 + RCL 4 x^2 = M+ RCL 6 − RCL 3 = STO 6 RM +/−	在LRN状态下存入公式。 注意：操作完后M4内容为H，M5内容为H−h
→ COMP 0 x⇄M x STO 6 COMP x⇄M COMP × RCL 1 =	M充零 P点坐标存M6 用存入的公式算两次，显示P点的之α计算值
注意：中途出错时将M4恢复为H，M5恢复为H−h即可继续计算下去	

BBS.3SMOT.COM

4.实例：见表1—17。

J = 4900(10^{-6}CGSM)　i = 45°　β = 60°

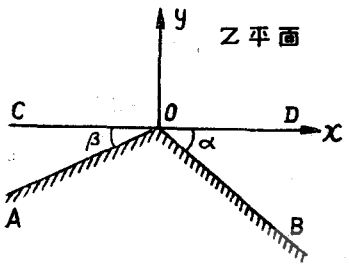
b = 0.1米　　h = 1米　　H = 10米

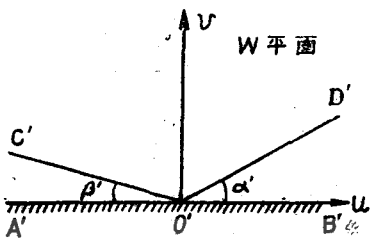
表 1 —17

X	−30	−20	−10	−5	−2	0	1	5	10
Za	−0.73	−1.14	−1.00	4.52	37.48	149.25	44.50	−18.62	−14.33

十、保角映射磁场地形改正方法中各参量的计算

1.计算公式（山脊地形）





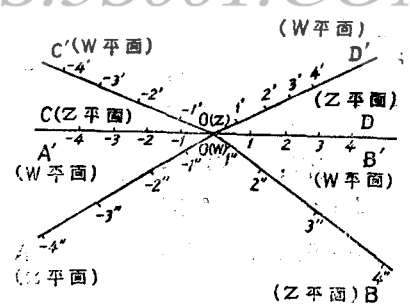
以下转换函数将Z平面上的山脊AOB对应为W平面上的水平线A′O′B′，将Z平面上的水平线COD对应为W平面上的C′O′D′。

$$W=\left(\frac{\pi+\alpha+\beta}{\pi}e^{i\alpha}\cdot Z\right)^{\frac{\pi}{\pi+\alpha+\beta}}$$

并且由此式可导出W平面中O′D′、O′C′与水平线的夹角α′、β′分别为

$$\alpha'=\frac{\alpha\pi}{\pi+\alpha+\beta}$$

$$\beta'=\frac{\beta\pi}{\pi+\alpha+\beta}$$



还可导出W平面中的矢量模|W|与Z平面中的矢量模|Z|之间的关系为

$$|W|=\left[\frac{\pi+\alpha+\beta}{\pi}|Z|\right]^{\frac{\pi}{\pi+\alpha+\beta}}$$

反之，将W平面上的映射地形映回到Z平面（反像），转换函数为：

地信网论坛 BBS.3S001.COM

$$Z = \frac{\pi}{\pi+\alpha+\beta} e^{-i\alpha} W^{\frac{\pi+\alpha+\beta}{\pi}}$$

反像的矢量模关系为

$$|Z| = \frac{\pi}{\pi+\alpha+\beta} |W|^{\frac{\pi+\alpha+\beta}{\pi}}$$

计算α′、β′、|W|、|Z|各量就能建立右图中Z平面与W平面之间各点的一一对应，并标以同样的点号。

2.符号意义

如以上各图中所示。

3.计算操作步骤：见表1—18。

4.实例：见表1—19。

$\alpha = 18°32'$　　$\alpha' = 14°54'50.19''$

$\beta = 25°09'$　　$\beta' = 20°14'13.36''$

$x_0 = -100$米

$\Delta x = 20$米

表1—19

COD上的点	20	40	60	80	100	120	140	160
C′O′D′上的点	13.3	23.2	32.1	40.5	48.4	56.1	63.5	70.3
AOB上的点	33.3	78.79	130.4	186.4	246.0	308.6	373.8	441.2

地信网论坛 BBS.3S001.COM

十一、方域位场向上延拓

1.计算公式

$$Za(K,L) = \frac{WU}{2\pi} \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} C_{ij} A_{ij} Z[i,j] \qquad (1)^*$$

*参阅《物化探电子计算技术》1980年第三、四期

表1—18

操　　作	注　　释
→ COMP　→ DEG α　[×][F][π][÷][1][8][0][=][STO] [1]	α化为弧度存入M1
β　[×][F][π][÷][1][8][0][=][STO] [2]	β化为弧度存入M2
[F][π][÷][(][F][π][+][RCL][1][+] [RCL][2][=][STO][3]	$\frac{\pi}{\pi+\alpha+\beta}$存入M3
Δχ [STO][4]	Z平面水平线χ的增量存入M4
[RCL][1][×][RCL][3][×][1][8][0][÷] [F][π][=][F][→D.MS]	$\alpha'=\frac{\alpha\pi}{\pi+\alpha+\beta}$ 以度·分·秒形式显示
[RCL][2][×][RCL][3][×][1][8][0][÷] [F][π][=][F][→D.MS]	$\beta'=\frac{\beta\pi}{\pi+\alpha+\beta}$ 以度·分·秒形式显示
→ LRN [RCL][4][M+][RM][F][LOOK][RCL][3][F][1/χ] [STO][6][×][RM][=][y^x][RCL][3][=][F] [LOOK][RM][y^x][RCL][6][=][×][RCL][3][=]	在LRN状态下存入公式
→ COMP χ_0 [−] Δχ [=][χ→M]	χ_0为Z平面水平线起始点的坐标
[COMP] [COMP] [COMP]	显示Z平面水平线上各点1，2，3……的坐标 显示W平面C′O′B′上各点1′2′3′……的位置 显示Z平面AOB上各点1″2″3″……的位置
注意：算出第一点后，其余各点只需从[COMP]开始	

2.符号意义

i：为测线序号，由1至m；j：为测点序号，由1至n

K：为延拓点平面座标所在的测线序号；

L：为延拓点平面座标所在的测点序号；

$$W=\frac{\text{延拓高度}}{\text{测 点 距}};\qquad U=\frac{\text{测线距}}{\text{测点距}};$$

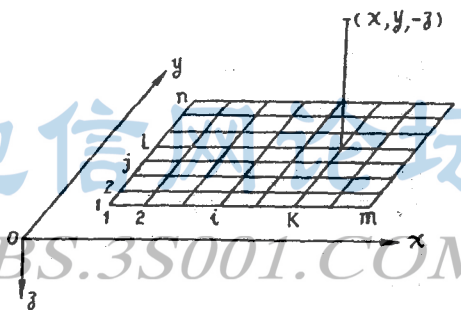
$$A_{ij}=\frac{1}{[U^2(K-i)^2+(L-J)^2+W^2)^3/2};$$

Z〔i，j〕 为观测平面上第i线第j点的原始观测值；

Za〔i，j〕 为第K线第L点延拓高度为z的延拓值。

令$C_{ij}=1$（此时，计算的误差很小，可忽略不计）

设：计算第9线第11点的延拓值，即K＝9、L＝11，并设延拓高度为200米，点距为20米，线距为100米，则W＝100，U＝5。



3.计算步骤：见表1—20。

地信网论坛 BBS.3S001.COM

重　力

一、重力普通点计算（仅经混合零点改正）

1.计算公式

$$\Delta g_i=\Delta g_{\text{I}}+\varepsilon(s_i-s_{\text{I}})\frac{\varepsilon(s_{\text{II}}-s_{\text{I}})-(\Delta g_{\text{II}}-\Delta g_{\text{I}})}{t_{\text{II}}-t_{\text{I}}}(t_i-t_{\text{I}})$$

2.符号意义

Δg_i 普通点上的重力值

表1—20

操作步骤	注释
→ LRN RCL 4 + 1 = STO 4 25 × (RCL 1 − RCL 3) x^2 + (RCL 2 − RCL 4) x^2 + 100 = y^x 1 • 5 = F $\frac{1}{x}$	
→ COMP K STO 1 L STO 2	K值存入M1，L值存入M2。
i STO 3	i=1，计算第一条测线。
j STO 4	给初值 j=0。
COMP × Z[1,1] M+	计算a_{11}×Z[1.1]并存入累加器。
COMP × Z[1,2] M+	计算a_{12}×Z[1.2]并作累加
⋮ ⋮ ⋮ ⋮	⋮ ⋮
COMP × Z[1,n] M+	计算a_{1n}×Z[1.n]并作累加
2 STO 3 0 STO 4	i=2，开始计算第2条测线并给j初值
COMP × Z[2,1] M+	计算a_{21}×Z[2.1]并作累加
COMP × Z[2,2] M+	计算a_{22}×Z[2.2]并作累加
⋮ ⋮ ⋮ ⋮	⋮ ⋮
COMP × Z[2,n] M+	计算a_{2n}×Z[2.n]并作累加
⋮ ⋮ ⋮ ⋮	⋮ ⋮
m STO 3 0 STO 4	i=m，开始计算第m条测线并给j初值
COMP × Z[m,1] M+	计算a_{m1}×Z[m.1]并作累加
COMP × Z[m,2] M+	计算a_{m2}×Z[m.2]并作累加
⋮ ⋮ ⋮ ⋮	⋮ ⋮
COMP × Z[m,n] M+	计算a_{mn}×Z[m.n]并作累加
RM × 5 × 1 0 ÷ 2 ÷ F π =	取出累加结果并乘以$\frac{WU}{2\pi}$ 最后显示结果为第K线第L点的延拓值 Za[K.L]

地信网论坛 BBS.35001.COM

Δg_{I}，Δg_{II}：基点Ⅰ和基点Ⅱ上的重力值

ε：重力仪格值

s_i，s_{I}，s_{II}：普通点、基点Ⅰ、基点Ⅱ上的读数

t_i，t_{I}，t_{II}：普通点、基点Ⅰ、基点Ⅱ上的观测时间(时、分、秒)

3.计算操作步骤　　表2—1

操　　作	注　　释
→ COMP t_{I} [→DEG] [STO] [1]　s_{I} [STO] [2]　Δg_{I} [STO] [3] $t_{\mathrm{II}}-t_{\mathrm{I}}$ [→DEG] [STO] [4]　$s_{\mathrm{II}}-s_{\mathrm{I}}$ [STO] [5] ε [X→M] $\Delta g_{\mathrm{II}}-\Delta g_{\mathrm{I}}$ [STO] [6]	将有关数据存入M，M_1～M_6
→ LRN [RCL] [3] [+] [RM] [(] [(X)] [−] [RCL] [2] [)] [−] [(] [RCL] [5] [×] [RM] [−] [RCL] [6] [)] [÷] [RCL] [4] [(] [(X)] [→DEG] [−] [RCL] [1] [=]	在 LRN 状态下，将公式存入计算器
→ COMP [COMP] S_i [COMP] t_i [COMP]	输入 S_i、t_i，显示所求重力值

地信网论坛
BBS.3S001.COM

4.实例　　仪器号：№273　格值0.0956mgl/格　　表2—2

点　号	观测时间	读　数	重　力　值
基Ⅰ	8:48	541.50	980272.244
001	9:26	521.20	980270.321
002	9:46	518.70	980270.091
⋮		⋮	⋮
基Ⅰ	14:47	550.09	980273.233

二、重力普通点计算（经混合零点改正和布格改正）

1.计算公式

混合零点改正同前述。

布伽改正 $\delta g_i = (0.3086 - 0.0419\sigma)h_i$

2.符号意义

σ 中间层密度

h_i 测点的海拔高程(或相对总基点高差)

δg_i 布伽改正值

3.计算操作步骤 表2—3

操作	注释
→ COMP t_I →DEG STO 1 S_I STO 2 Δg_I STO 3 (0.3086−.0419σ) STO 4 $t_{II}-t_I$ →DEG STO 5 $\varepsilon(S_{II}-S_I)-(\Delta g_{II}-\Delta g_I)$ STO 6 ε X→M	将有关数据存入M, M_1～M_6
→ LRN RCL 3 + RM ((X) − RCL 2) − RCL 6 ÷ RCL 5 ((X) →DEG − RCL 1) + RCL 4 × (X) =	在 LRN 状态下存入公式
→ COMP COMP S_i t_i COMP h_i COMP COMP	等待输入变量,普通点的读数 普通点上的观测时间 测点高程 显示所求重力值

4.实例 仪器号№273，格值0.0956mgl/格 表2—4

点号	观测时间	读数	高程	重力值
基Ⅰ	8:48	541.50	0	980272.244
001	9:26	521.20	278.3	980329.385
002	9:46	518.70	293.4	980332.359
基Ⅱ	14:47	550.09	171.6	980309.652

(中间层密度σ=2.3 g/cm³)

地信网论坛 BBS.3S001.COM

三、重力正常场改正值的计算

1.计算公式

1930年国际正常重力公式

$$\gamma = 978.049(1 + 0.0052884\sin^2\varphi - 0.0000059\sin^2 2\varphi)$$

1909年赫尔默特公式

$$\gamma = 978.030(1 + 0.005302\sin^2\varphi - 0.000007\sin^2 2\varphi)$$

1967年国际大地测量会议推荐公式

$$\gamma = 978.0318(1 + 0.0053024\sin^2\varphi - 0.0000059\sin^2 2\varphi)$$

1971年国际地球物理会议推荐公式

$$\gamma = 978.031846(1+0.005278895\sin^2\varphi+0.000023462\sin^4\varphi)$$

上述各式可写为通式：

$$\gamma = g_e(1 + \beta_1\sin^2\varphi + \beta_2\sin^4\varphi)$$

2.符号意义

γ：正常重力值

φ：重力点所在纬度（度·分秒）

g_e：赤道上的正常重力值

β_1，β_2：正常重力公式展开式的系数

3.计算操作步骤（以赫尔默特公式为例）见表2—5。

4.实例：

点　　号	纬　　度	显示正常重力值
基　I	45°	980615.9113(mgl)
基　II	20°	978952.1476
基　III	10°	978185.5815

地信网论坛 BBS.3S001.COM

表2—5

操　　作	显示	注　　释
→LRN (x) →DEG Sin x^2 x→M x · 0 2 8 + 5 · 2 7 4 = x RM + 1 0 0 0 = x 9 7 8 · 0 3 =		在 LRN 状态下存贮公式
→COMP →DEG COMP φ COMP	〔 〕	等待输入变量 显示正常重力值

四、普通点的纬度改正和布格改正

1.计算公式：

$$\Delta g_i = \Delta g_i' + 0.812\sin 2\varphi \times (\Delta x) + (0.3086 - 0.0419\sigma)h_i$$

2.符号意义

Δg_i：　普通点布伽重力异常；

$\Delta g'(i)$：经零位移改正后的重力值；

ψ：　总基点所在纬度；

Δx：　普通点相对总基点的纬向差（公里为单位），在总基点之北Δx为负，之南为正。

h_i　普通点相对总基点的高差，

3.计算操作步骤：见表2—6。

4.实例：　　总基点纬度 27°42′08″

点　号	零改后重力值	纬 向 差	高　差	重　力　值
001	10.525	-21.50	304.311	60.738
002	11.384	-21.46	289.453	58.470

地信网论坛 BBS.3S001.COM

表2—6

操　　作	注　　释
→ COMP 0.812 Sin 2φ STO 1 (0.3086−0.04190σ) STO 2	纬度改正係数存 M_1 布伽改正係数存 M_2
→ LRN (X) + RCL 1 X (X) + RCL 2 X (X) =	在 LRN 状态下存入公式
→ COMP COMP Δg COMP ΔX COMP h_i COMP	显示改正后重力值

五、圆域重力地形改正

1.计算公式

$$\delta g=\frac{2\pi f\sigma}{n}\left(R_{m+1}-R_m+\sqrt{R_m^2+h^2}-\sqrt{R_{m+1}^2+h^2}\right)$$

2.符号意义

f：万有引力常数；　σ：中间层密度；　n：一个环带划分的扇形个数；　R_m：环带内半径；　R_{m+1}：环带外半径；　h：扇形柱体的高度（$h=H_i-H_0$，其中 H_i 为扇形柱体的海拔高程，H_0 为测点的海拔高程）。

3.计算操作步骤：见表 2 — 7 。

4.实例：　　中间层密度 $\sigma=2.15$

Rm	Rm+1	n	$\frac{2\pi f\sigma}{n}$	H_0	Hi	δg
100米	200米	8	11.26300236	1234.5	1321.0	161.2438197

* 此例可作为检查上述操作是否正确之用。

地信网论坛 BBS.35001.COM

表2—7

操　　作	注　　释
→ COMP H_0 STO 1 R_m STO 2 R_{m+1} STO 3 $\frac{2\pi f\sigma}{n}$ STO 4	H_0存入M_1，R_m存入M_2 R_{m+1}存入M_3 $\frac{2\pi f\sigma}{n}$存入M_4
→ LRN − RCL 1 = x^2 STO 5 + RCL 2 x^2 = F $\sqrt{}$ − (RCL 3 x^2 + RCL 5) F $\sqrt{}$ + RCL 3 − RCL 2 = × RCL 4 M+ STO 6 RM	在 LRN 状态下存入公式
→ COMP H_1 COMP H_2 COMP H_3 COMP ····· H_n COMP	依次输入H_1，H_2……H_n 注1
注1：M_6内存放每个柱体的地改值，若中途出错，可用它修正。 换环带时修改M_2、M_3、M_4。	

地信网论坛
BBS.3S001.COM

电　法

一、电阻率法不同装置类型时计算装置系数K值

（一）四极对称测深法及对称四极剖面法计算K值

1.公式

$$K=\pi\frac{AM\cdot AN}{MN}\qquad 即K=\pi\ (AB^2-MN^2)\ /4MN$$

2.符号意义

AB：供电电极距；

MN：测量电极距；

3.操作步骤　　表3—1

操　　作	显　示	注　释
→ LRN [x] 4 x^2 − [x] 2 STO 1 x^2 = × F π ÷ 4 ÷ RCL 1 =	4.71238898	
→ COMP COMP 4 COMP 2 COMP	〔 〕 4 〔 〕 2 4.71238898	输入AB值为4 输入MN值为2 K值为4.71238898

注：重复→COMP以下各步骤，输入变化后的AB和MN的值即得四极对称测深法不同电极距的K值；

重复→COMP以下各步骤，输入剖面法的AB、MN，得其K值。

地信网论坛
BBS.3S001.COM

4.实例：

AB	MN	K
40	20	47.1238898
20	10	23.5619449

（二）联合剖面法计算K值

1.公式

$$K=2\pi\frac{AM\cdot AN}{MN}\qquad 即K=\pi\ (AB^2-MN^2)\ /2MN$$

其中　AB：为两倍的AO；

2.操作步骤：见表3—2。

表3—2

操　　作	显　示	注　释
→ LRN (x) 4 x^2 − (x) 2 STO 1 x^2 = × F π ÷ 2 ÷ RCL 1 =	9.424777961	
→ COMP		
COMP 4	〔 〕4	输入AB值为4
COMP 2	〔 〕2	输入MN值为2
COMP	9.424777961	K值计算结果

注：重复→COMP以下各步骤，输入不同之AB、MN可计算不同之K值。

3.实例：见表3—3。

表3—3

AB	MN	K
40	20	94.24777961
20	10	47.1238898

地信网论坛 BBS.3S001.COM

（三）偶极剖面法计算K值

1.一般情况

1）公式

$$K=\frac{2\pi}{MN}\cdot\frac{1}{\frac{1}{BM\cdot BN}-\frac{1}{AM\cdot AN}}$$

2）符号意义：

BM：供电电极B至测量电极M点之距离；

BN：供电电极B至测量电极N点之距离；

AM：供电电极A至测量电极M点之距离；

AN：供电电极A到测量电极N点之距离。

3）操作步骤：见表3—4。

表3—4

操作	显示	注释
→ LRN 2 × F π ÷ [X] 2 = X→M 1 ÷ (1 ÷ [X] 3 ÷ [X] 5 − 1 ÷ [X] 6 ÷ [X] 8) × RM =	68.54383971	
→ COMP COMP 2 COMP 3 COMP 5 COMP 6 COMP 8 COMP	[ ] 2 [ ] 3 [ ] 5 [ ] 6 [ ] 8 68.54383971	输入MN值为2 输入BM值为3 输入BN值为5 输入AM值为6 输入AN值为8 K值计算结果

注：重复→COMP以下各步，并输入不同的MN、BM、BN、AM、AN之值，即可计算新的K值。

地信网论坛 BBS.3S001.COM

4）实例

MN	BM	BN	AM	AN	K
10	15	25	30	40	342.7191986
5	20	25	30	35	1199.517195

2.当AA′＝MN时

1）公式

$$K=\pi\cdot AM\left[\left(\frac{AM}{MN}\right)^2-1\right]$$

其中AM为供电电极A到测量电极M点之距离

2）操作步骤：见表3—5。

表3—5

操　　作	显　示	注　释
→ LRN (([X] 2 X→M ÷ [X] 1) X^2 − 1) × RM × F. π =	18.84955592	
→ COMP		
COMP 2	[ ] 2	输入AM距离
COMP 1	[ ] 1	输入MN值
COMP	18.84955592	K值计算结果

注：重复→COMP以下各步，可计算新K值。

3）实例：见表3—6。

表3—6

AM	MN	K
4	2	37.69911184
20	10	188.4955592
30	20	117.8097245

地信网论坛 BBS.3S001.COM

（四）中间梯度法计算K值

1.主剖面的K值

1）公式

$$K=\frac{2\pi}{MN}\cdot\frac{1}{\frac{1}{BM\cdot BN}+\frac{1}{AM\cdot AN}}$$

2）符号意义

BM和BN：供电电极B至M点之距离和至N点之距离；

AM和AN：供电电极A至M点和至N点之距离；

3）操作步骤：见表3—7。

表3—7

操　　作	显　示	注　释
— LRN 2 X F π ÷ [X] 2 = X→M 1 ÷ (1 ÷ [X] 2 0 ÷ [X] 1 8 + 1 ÷ [X] 1 0 ÷ [X] 1 2) X RM =	282.7433388	
— COMP		
COMP 2	[ ] 2	输入MN值
COMP 20	[ ] 20	输入BM值
COMP 18	[ ] 18	输入BN值
COMP 10	[ ] 10	输入AM值
COMP 12	[ ] 12	输入AN值
COMP	282.7433388	K值计算结果

注：重复→COMP以下各步骤，可得新的测点K值。

地信网论坛 BBS.35001.COM

4）实例见表3—8。

表3—8

MN	BM	BN	AM	AN	K
5	40	35	20	25	462.9715489
10	60	50	30	40	538.5587406

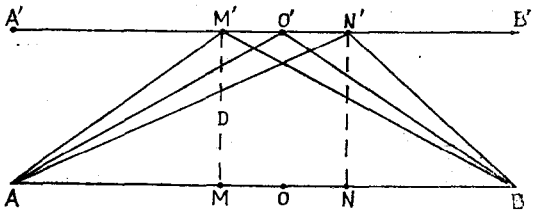
2.旁侧剖面的K值

1）公式

$$K=\frac{2\pi}{\frac{1}{AM'}-\frac{1}{AN'}-\frac{1}{BM'}+\frac{1}{BN'}}$$

$$=\frac{1}{\frac{1}{AM'}\times\frac{1}{2\pi}-\frac{1}{AN'}\times\frac{1}{2\pi}-\frac{1}{BM'}\times\frac{1}{2\pi}+\frac{1}{BN'}\times\frac{1}{2\pi}}$$

如下图可知公式中相应各量的关系，



其中 $AM' = \left(AO - \frac{1}{2}MN\right) \div \cos \operatorname{arctg} \frac{D}{\left(AO - \frac{1}{2}MN\right)}$

$AN' = \left(AO + \frac{1}{2}MN\right) \div \cos \operatorname{arctg} \frac{D}{\left(AO + \frac{1}{2}MN\right)}$

$BM' = \left(BO + \frac{1}{2}MN\right) \div \cos \operatorname{arctg} \frac{D}{\left(BO + \frac{1}{2}MN\right)}$

$BN' = \left(BO - \frac{1}{2}MN\right) \div \cos \operatorname{arctg} \frac{D}{\left(BO - \frac{1}{2}MN\right)}$

地信网论坛
BBS.3S001.COM

2）符号意义

AO：供电电极A至MN中点O的距离；

BO：供电电极B至MN中点O的距离；

D：旁侧剖面到主剖面的垂直距离。

3）操作步骤：见表 3 — 9 。

4）实例：见表 3—10。

表3—9

操　　作	显　示	注　释
→ LRN (x) 1 − RCL 2 = F 1/x STO 5 x RCL 3 = F tan COS × RCL 5 x RCL 1 = M+		
→ COMP 1 ÷ 2 ÷ F π	3.141592654	注1：输入参数 计算 $\frac{1}{2\pi}$
= STO 1 600 STO 3	600	输入D＝600
40 ÷ 2 = STO 2	20	输入MN为40
C x→M	0	注2
RCL 2 +/− STO 2	−20	
COMP 1120	〔 〕1120	输入A0值
COMP	0.000123543	
COMP 1880	〔 〕1880	输入B0值
COMP	0.000079877	
RM +/− x→M	−0.00020342	
RCL 2 +/− STO 2	20	
COMP 1120	〔 〕1120	输入A0值
COMP	0.000127019	
COMP 1880	〔 〕1880	输入B0值
COMP	0.000081435	
RM F 1/x	198655.7076	一个点的K值

注1：当D、MN改变时，重复→COMP以下各步，即可得另一测线的K值。D=0时即可计算主剖面的K值。

注2：重复虚线以下各步，输入两次AO、BO即可计算下一个点的K值。

地信网论坛 BBS.3S001.COM

表3—10

D	MN	AO	BO	K
600	40	1120	1880	198655.7076
300	80	500	1000	23060.60978

二、中间梯度装置激发极化法计算ρ_s和η_s值

（一）短脉冲观测：

1.计算公式

$$\rho_s = K\frac{\Delta V^+ + \Delta V^-}{2I}$$

$$\eta_s = 2 \cdot \frac{\Delta V_2{}^+ + \Delta V^-{}_2}{\Delta V^+ + \Delta V^-} \times 100\%$$

2.符号意义

ΔV^+和ΔV^-：为两个方向供电一次电位读数；

$\Delta V_2{}^+$和$\Delta_2{}^-$：为两个方向供电二次电位读数；

K：装置系数

I：供电电流

ρ_s：视电阻率

η_s：视极化率

3.操作步骤：见表3—11。

4.实例：见表3—12。

（二）长脉冲观测

1.计算公式

$$\rho_s = K \cdot \frac{\Delta V}{I} \qquad \eta_s = \frac{\Delta V_2 + \Delta V_0}{\Delta V} \cdot 100\%$$

地信网论坛 BBS.3S00.COM

表3—11

操　　作	显　示	注　释
—• LRN 2 X (X) = STO 1 (X) x→M (X) M+ RM X (X) ÷ RCL 1 = F LOOK ((X) + (X)) X 2 ÷ RM F Δ% F LOOK		
—• COMP C COMP 1.5	〔 〕1.5	输入I值
COMP 20.0	〔 〕20.0	输入ΔV^+值
COMP 5.0	〔 〕5.0	输入ΔV^-值
COMP 282.74	〔 〕282.74	输入K值
COMP	2356.166667	ρ_s计算结果
COMP 5.0	〔 〕5.0	输入ΔV_2^+值
COMP 2.0	〔 〕2.0	输入ΔV_2^-值
COMP	56.0	η_s计算结果
COMP		程序返回

注：重复→COMP以下各步可计算新的ρ_s及η_s之值。

表3—12

I	ΔV^+	ΔV^-	K	ρ_s	ΔV_2^+	ΔV_2^-	η_s (%)
0.8	10.0	2.0	462.972	3472.29	2.0	1.0	50.0
0.8	12.0	3.0	538.56	5049.0	2.5	1.2	49.3

2.符号意义

ΔV：　一次电位差

ΔV_2：　二次电位差

ΔV_0：　零点改正值

地信网论坛 BBS.3S001.COM

3.操作步骤　　表3—13

操　作	显　示	注　释
→ LRN [X] 1 STO 1 [X] X→M X [X] ÷ RCL 1 = F LOG([X] + [X]) ÷ RM F Δ% F LOG		
→ COMP		
COMP 1.5	〔 〕1.5	输入 I 值
COMP 20.0	〔 〕20.0	输入ΔV 值
COMP 282.74	〔 〕282.74	输入 K 值
COMP	3769.866667	ρ_s计算结果
COMP 5.0	〔 〕5.0	输入ΔV_2值
COMP 2.0	〔 〕2.0	输入ΔV_0值
COMP	35.0	计算η_s之值
COMP		程序返回*

注：*重复→COMP以下各步，可计算新的ρ_s、η_s值。

4.实例

I	ΔV	K	ρ_s	ΔV_2	ΔV_0	η_s (%)
0.8	10.0	462.972	5787.15	2.0	1.0	30.0
0.8	12.0	538.56	8078.4	2.5	0	20.83

三、相对误差及平均相对误差的计算

1.公式

$$\eta = \frac{|A-B|}{\frac{A+B}{2}} \times 100\%$$

地信网论坛 BBS.3S001.COM

$$\overline{\eta} = \sum_{i=1}^{N} \eta_i / N$$

2.符号意义

A：二次观测值的大者

B：二次观测值的小者

N：样品数

η：相对误差

$\overline{\eta}$：平均相对误差

注：由于EL—5002计算器没有逻辑判断功能键，所以要实现|A－B|的计算，只好约定A为二次观测中的大者，B为小者，以保证|A－B|值永为正。

3.操作步骤

操作	显示	注释
→ LRN (x) 2 STO 1 − (x) = STO 2] + RCL 1 = ÷ RCL 2] F A'%		
x 2 = F LOOK M+ 1 + RCL 3 = STO 3		
→ COMP F CA		
COMP 2	〔 〕2	输入A值
COMP 1	〔 〕1	输入B值
COMP	66.66666667	η计算结果
COMP	1	N值
注：重复虚线以下各步输入新的AB值，即计算下一个η值和N值		
RM ÷ RCL 3 =	66.66666667	$\overline{\eta}$值计算结果

地信网论坛 BBS.3001.COM

4.实例

A	B	η	$\bar{\eta}$
25.5	25.0	1.98019802	
38.0	37.0	2.666666667	
50.0	48.0	4.081632653	
52.0	50.0	3.921568627	3.162516492

化　探

一、方差分析与正态检验

（一）简单方差分析：

1.数学公式：

$$\delta_{SA}^2 = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\frac{(x_{i1}-x_{i2})^2}{2}$$

$$= \frac{1}{2N}\left(\sum_{i=1}^{N}x_{i1}^2 - 2\sum_{i=1}^{N}x_{i1}x_{i2} + \sum_{i=1}^{N}x_{i2}^2\right)$$

$$\delta_D^2 = \frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}\left(x_{i1}-\bar{x}_{\cdot 1}\right)^2 = \frac{1}{N-1}\left[\sum_{i=1}^{N}x_{i1}^2 - \frac{1}{N}\left(\sum_{i=1}^{N}x_{i1}\right)^2\right]$$

$$F = \delta_D^2/\delta_{SA}^2$$

其中：

δ_{SA}^2：采样与分析联合方差。

地信网论坛 BBS.3S001.COM

δ_D^2：数据总方差。

x_{i1}：第i个采样点上第一个样品分析数据（常用取对数值）。

x_{i2}：第i个采样点上第二个样品（重复采样样品）分析数据（常用取对数值）。

N：采样点数。

$$\bar{x}_{\cdot 1} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_{i1}。$$

F：方差比值。

2.使用说明：见表4—1。

表4—1

操作	注释
→ STAT F CA x_{11} (x,y) x_{12} DATA x_{21} (x,y) x_{22} DATA · · · · · · · · · x_{N1} (x,y) x_{N2} DATA	输入数据
→ COMP RCL 3 − RCL 4 × 2 + RCL 6 = ÷ N ÷ 2 = STO 1	显示联合方差 δ_{SA}^2 并存入 M_1
RCL 3 − RCL 2 x^2 ÷ N = ÷ (N − 1) =	显示数据总方差 δ_D^2 并存入 M_2
STO 2 ÷ RCL 1 = STO 3	显示方差比值F，并存入 M_3

地信网论坛 BBS.3S001.COM

（二）二向单入口方差分析：

1.数学公式：见表4—2。

2.使用说明：见表4—3。

3.检验方法：

（1）若$F_1 > F\alpha^{(N-1,N)}$，则表明数据中地球化学变差比其

表4—2

变　差	自由度	平　　方　　和	方　　差
总 变 差	2N—1	$SS=\Sigma x_1^2+\Sigma x_2^2-C$	$S=\frac{SS}{2N-1}$
行间变差	N—1	$SS_\alpha=\frac{1}{2}\Sigma(x_1+x_2)^2-C$	$S_\alpha=\frac{SS_\alpha}{N-1}$
列间变差	1	$SS_\beta=\frac{1}{N}((\Sigma x_1)^2+(\Sigma x_2)^2)-C$	$S_\beta=\frac{SS_\beta}{1}$
剩余变差	N—1	$SS_\gamma=SS-SS_\alpha-SS_\beta$	$S_\gamma=\frac{SS_\gamma}{N-1}$
检验 F_1		$F_1=\frac{SS_\alpha}{N-1}/\frac{SS_\beta+SS_\gamma}{N}=S_\alpha\cdot N/(SS-SS_\alpha)$	
F_2		$F_2=S_\beta/S_\gamma$	
公　　项		$C=\frac{(\Sigma(x_1+x_2))^2}{2N}=\frac{(\Sigma x_1+\Sigma x_2)^2}{2N}$	

地信网论坛 BBS.3S001.COM

余的变差为显著，这是我们所希望的；若$F_1<F\alpha^{(N-1,N)}$，则表明其余的变差已严重歪曲和掩盖了地球化学变差。

（2）若$F_2<F\alpha^{(1,N-1)}$，则说明系统误差不显著；否则系统误差显著。

（三）三层套合方差分析：

1.数学公式：

（1）方差分析表：见表4—4。

$$Q=\frac{\Sigma_i(\Sigma_{jk}x_{ijk})^2}{bc},\quad P=\frac{(\Sigma_{ijk}x_{ijk})^2}{abc}。$$

$$R=\frac{\Sigma_{ij}(\Sigma_k x_{ijk})^2}{c},\quad T=\Sigma_{ijk}x^2{}_{ijk}。$$

表4-3

操作	显示	注释
→ STAT F CA	0	
x_{11} (x,y) x_{21} DADT	1	
x_{12} (x,y) x_{22} DADT	2	
⋮ ⋮	⋮	
x_{1N} x,y x_{2N} DADT	N	
→ COMP RCL 2 + RCL 5 = x^2 ÷ (2) X N) = STO 1		显示公项C值并存入M_1
RCL 2 x^2 + RCL 5 x^2 = ÷ N − RCL 1 = STO 5		显示SS_β值并存入M_5
RCL 3 + RCL 6 − RCL 1 = STO 2		显示SS值并存入M_2
RCL 3 + RCL 6 + RCL 4 X 2 = ÷ 2 − RCL 1 = STO 3		显示SS_α并存入M_3
÷ (N − 1) X N = STO 4		显示$S_{e'}\cdot N$并存入M_4
RCL 2 − RCL 3 − RCL 5 = ÷ (N − 1) = STO 6		显示S_r值并存入M_6
RCL 4 ÷ (RCL 2 − RCL 3) = STO 1		检验值F_1存M_1
RCL 5 ÷ RCL 6 = STO 2		检验值F_2存M_2

地信网论坛 BBS.3S001.COM

x_{ijk}：表示第i个采样点上第j个样品第k次分析的元素含量（对数值）。

a：全区采样点数（要求a≥30）。

b：每个采样点采集的样品数（实际上b＝2）。

c：每个样品进行的分析次数（实际上c＝2）。

表4—4

变差源	方和	自由度	均方
采样地点间	$SS_1=Q-P$	a−1	$V_1=\frac{SS_1}{a-1}$
样品间（采样地点内）	$SS_2=R-Q$	a(b−1)	$V_2=\frac{SS_2}{a(b-1)}$
分析间（样品内）	$SS_3=T-R$	ab(c−1)	$V_3=\frac{SS_3}{ab(c-1)}$
总变差	$SS_{总}=T-P$	abc−1	

地信网论坛 BBS.3S001.COM

（2）方差分量表：见表4—5。

表4—5

层次	差值	样本大小	方差分量
采样地点	V_1-V_2	bc	$S_\alpha^2=\frac{V_1-V_2}{bc}$
样品	V_2-V_3	c	$S_\beta^2=\frac{V_2-V_3}{c}$
分析	V_3	1	$S_\gamma^2=V_3$

表4—6

值 \ 项	$F_1^{(a-1),a(b-1)}$	$F_2^{a(b-1),ab(c-1)}$	方差分量		
			S_α^2	S_β^2	S_γ^2
计算值	(V_1/V_2)	(V_2/V_3)			
临界值	$(F_\alpha^{(a-1),a(b-1)})$	$(F_\alpha^{a(b-1),ab(c-1)})$			

（3）检验方法：见表4—6。

若F_1大于其临界值，说明采样点间元素含量的变化所反映的地球化学变差没有被采样与分样误差所掩盖。若F_2大于临界值，说明采样与分析误差有显著差异，以采样误差为主。并且可参看各层次方差分量的大小。

列出数据表：

表4—7

样点号	1		2
	x_{ijk}		$(\Sigma_{jk}\ x_{ijk})^2$（待记录）
1	x_{111}	x_{112}	$(\Sigma_{jk}\ x_{ijk})^2$
	x_{121}	x_{122}	
⋮	⋮	⋮	$(\Sigma_{jk}\ x_{ijk})^2$
a	x_{a11}	x_{a12}	$(\Sigma_{jk}\ x_{ajk})^2$
	x_{a21}	x_{a22}	

$i=1\sim a,\ j=1\sim 2,\ k=1\sim 2$

2.使用说明：见表4—8。

地信网论坛 BBS.3S001.COM

表4—8

步骤	操作	注释
1 数据准备	→ LRN F CA (X) + (X) + (X) + (X) = X^2 M+	$\sum_{t=1}^{a}(\sum_{jk} x_{ijk})^2$存入M+
	→ COMP COMP x_{111} COMP x_{112} COMP x_{121} COMP x_{122}	输入 x_{111}、x_{112}、x_{121}、x_{122}、
	COMP	显示$(\sum_{jk} x_{ijk})^2$并记录
	……COMP x_{a21} COMP x_{a22}	显示$(\sum_{jk} x_{ajk})^2$并记录
	COMP RM	显示 $\sum_{t=1}^{a}(\sum_{jk} x_{ijk})^2$ 并记录
2 输入数据	→ STAT F CA x_{111} (X,Y) x_{112} DATA x_{121} (X,Y) x_{122} DATA ⋮ ⋮ ⋮ ⋮ x_{a11} (X,Y) x_{a12} DATA x_{a21} (X,Y) x_{a22} DATA	
3 执行计算	→ COMP $\Sigma_i(\Sigma_{jk} x_{ijk})^2$ X→M	$\Sigma_i(\Sigma_{jk} x_{ijk})^2$值存入M
	RCL 2 + RCL 5 = x^2 ÷ (4	
	X a) = STO 1	P存入M_1
	RCL 6 + RCL 3 = STO 2	T存入M_2
	+ RCL 4 X 2 = ÷ 2 = STO	
	3	R存入M_3
	RM ÷ 4 = STO 4	Q存入M4
	(RCL 4 − RCL 1) ÷ (a	
	− 1) = STO 5	V_1存入M5
	(RCL 3 − RCL 4) ÷ a =	
	STO 6	V_2存入M6
	(RCL 2 − RCL 3) ÷ (2	
	X a) = STO 3	V_3存入M_3
	RCL 5 ÷ RCL 6 =	显示F_1并记下
	RCL 6 ÷ RCL 3 =	显示F_2并记下
	(RCL 5 − RCL 6) ÷ 4 =	显示 S_α^2 并记下
	(RCL 6 − RCL 3) ÷ 2 =	显示 S_β^2 并记下
	RCL 3	显示 S_γ^2 并记下

地信网论坛 BBS.5S001.COM

3.计算实例：见表4—9，4—10。

某地铅元素采样分析数据表：　　表4—9

样点号	1		样点号	1		样点号	1		样点号	1	
	xijk			xijk			xijk			xijk	
1	3	3	10	3	3	19	1.5	3	28	4	6
	3	3		3	3		3	2.5		10	5
2	2.5	3	11	3	3	20	3	3	29	3	3
	3	3		2	3		1.5	1.5		3	3
3	3	3	12	3	2	21	10	5	30	3.5	2.5
	3	3		2.5	1.5		10	6		6	5
4	1.5	2	13	2.5	3	22	5	4	31	5	5
	3	2		3	3		7	5		5	5
5	3	3.5	14	2	3	23	6	4	32	4	7
	4	3		2.5	2		7	4		5	4
6	3	3	15	2	3	24	5	5			
	3	3		3	3		5	5			
7	3	3	16	3	3	25	5	6			
	3	3		3	2		3	5			
8	3	3	17	2.5	3	26	4	5			
	3	3		4	3		6	5			
9	3	3	18	2.5	2	27	6	7			
	3	3		3	3		6	6			

地信网论坛 BBS.3S001.COM

（四）偏度——峰度检验法

1.偏度——峰度检验法（未分组计算）

表4—10

步骤	操作	显示	注释
1	→ LRN 输入前面程序*1		
2 数据准备	→ COMP COMP 3 COMP 3 COMP 3 COMP 3		输入$x_{111}=3, x_{112}=3, x_{121}=3$ $x_{122}=5$
	COMP	144 ⋮ 100 ⋮ 81 ⋮ 961 ⋮ 400	显示 $(\Sigma_{jk}x_{1jk})^2$ ⋮ 显示$(\Sigma_{jk}x_{19jk})^2$值 显示$(\Sigma_{jk}x_{20jk})^2$值 显示$(\Sigma_{jk}x_{21jk})^2$值 ⋮ $(\Sigma_{jk}x_{32jk})^2$
	RM	7995.75	$\sum_{i=1}^{9}(\Sigma_{jk}x_{ijk})^2$并记录
3 输入数据	→ STAT F CA 3 (x,y) 3 DATA ⋮ 5 (x,y) 4 DATA	1 ⋮ 64	
4 执行计算	→ CMP 7995.75 x→M	7995.75	$\sum_{i=1}^{9}(\Sigma_{jk}x_{ijk})^2$ 值存入M并记下
	RCL 2 + RCL 5 =	473.5	$\Sigma_{ijk}x_{ijk}$
	x^2 ÷ (32 × 4) = STO 1	1751.58	P存M_1
	RCL 6 + RCL 3 = STO 2	2384.75	显示$\Sigma_{ijk}x_{ijk}^2$T存M_2
	+ RCL 4 . × 2 =	4048.25	$\Sigma_{ij}(\Sigma_k x_{ijk})^2$
	÷ 2 = STO 3	2024.13	R 存M_3
	RM	7995.75	$\Sigma_i(\Sigma_{jk}x_{ijk})^2$
	÷ 4 = STO 4	1998.94	Q . 存M_4
	(RCL 4 − RCL 1) ÷ 31 = STO 5	7.98	V_1 . 存M_5
	(RCL 3 − RCL 4) ÷ 32 = STO 6	0.79	V_2 . 存M_6
	(RCL 2 − RCL 3) ÷ (2 × 32) = STO 3	0.95	V_3 . 存M_3
	RCL 5 ÷ RCL 6 =	10.14	显示F并记下
	RCL 6 ÷ RCL 3 =	0.83	显示F_2并记下
	(RCL 5 − RCL 6) ÷ 4 =	1.60	显示S_{e1}^2并记下
	(RCL 6 − RCL 3) ÷ 2 =	0.08	显示S_β^2并记下
	RCL 3	0.95	显示S_{e2}^2并记下

地信网论坛 BBS.3S001.COM

（1）数学公式

偏度 $\gamma_1=\frac{\mu_3}{\sigma_4}$；峰度 $\gamma_2=\frac{\mu_4}{\sigma^4}-3$

其中：

$\bar{x}$：平均值 $\left(\bar{x}=\frac{\sum_{i=1}^{n}x_i}{n}\right)$

σ：标准离差 $\left(\sigma=\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}\right.$

$$=\sqrt{\frac{1}{n-1}\left(\sum_{i=1}^{n}x_i^2-\frac{(\sum x_i)^2}{n}\right)}$$

μ_3：三级动差 $\left(\mu_3=\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^3}{n}\right)$

μ_4：四级动差 $\left(\mu_4=\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^4}{n}\right)$

n：样品数（要求大子样≥100－200）。

检验：

正态分布函数理论上$\mu_3=0$，$\mu_4=3\sigma^4$。所以从理论上讲，γ_1与γ_2均应等于0；但据统计理论的计算，当样品数很大时，γ_1与γ_2均为正态变量，$\gamma_1=N\left(0,\sqrt{\frac{6}{n}}\right)$，$\gamma_2=N\left(0,\sqrt{\frac{24}{n}}\right)$。因此，数据若为正态分布，在5％信度上，绝对值$|\gamma_1|\leqslant 2\sqrt{\frac{6}{n}}$，$|\gamma_2|\leqslant 2\sqrt{\frac{24}{n}}$，若其中有一个计算结果超过了临界值，则原正态假设否定。

（2）使用说明：见表4—11。

地信网论坛 BBS.3S001.COM

表4—11

步骤	操作	注释
1. 数据输入	→ STAT	
	F CA x_1 (x,y) ln DATA x_2 (x,y) ln DATA	
	. . . . . x_n (x,y) ln DATA	
	F S_x	显示σ值并记下
	F $\bar{x}$	显示$\bar{x}$并记下
	F Σy	显示Σy并记下对数和
	F Σy^2	显示Σy^2并记下对数平方和
2. 输入程序	→ LRN	
	(x) − RM = STO 5 x^2 x^2 + RCL	$\mu_3=\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^3$
	4 = STO 4 F LOOK RCL 5 x^2 x	
	RCL 5 = + RCL 3 = STO 3	$\mu_4=\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^4$
3 数据准备	→ COMP	
	F CA σ x→M	σ存入M
	RM x^2 x^2 STO 1	显示σ^4值并存入M_1
	÷ RM = STO 2	显示σ^3值并存入M_2
	$\bar{x}$ x→M	$\bar{x}$存入M
4. 计算	→ COMP	
	COMP x_1	输入x_1
	COMP	显示$\sum(x_1-\bar{x})^4$值
	COMP	显示$\sum(x_1-\bar{x})^3$值
	⋮	
	COMP x_i	输入x_i
	COMP	显示$\sum(x_i-\bar{x})^4$值
	COMP	显示$\sum(x_i-\bar{x})^3$值
	⋮	
	COMP x_n	输入x_n
	COMP	显示$\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^4$值并记下
	COMP	显示$\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^3$值并记下
	RCL 3 ÷ n = STO 3	显示μ_3值并记下
	RCL 4 ÷ n = STO 4	显示μ_4值并记下
5. 计算r_1及临界值	→ COMP	
	RCL 3 ÷ RCL 2 =	显示r_1值并记下
	RCL 4 ÷ RCL 1 − 3 =	显示r_2值并记下
	6 ÷ n = F $\sqrt{}$ x 2 =	显示$2\sqrt{\frac{6}{n}}$临界值并记下
	24 ÷ n = F $\sqrt{}$ x 2 =	显示$2\sqrt{\frac{24}{n}}$临界值并记下

地信论坛 BBS.3S001.COM

注：作第二变量y=lnx的偏度——峰度检验时，

首先应按公式

$$\bar{y}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}y_i$$

$$\sigma=\sqrt{\frac{1}{n-1}\left(\sum_{i=1}^{n}y_i^2-\frac{\left(\sum_{i=1}^{n}y\right)^2}{n}\right)}$$

计算出y的均值$\bar{y}$和标准差σ，再重复3—5的步骤，但x_i应为$\ln x_i$。

（3）实例：见表4—12，4—13，4—14。

原　始　数　据　　表4—12

序号 (i)	含量 ppm (x)	序号 (i)	含量 ppm (x)	序号 (i)	含量 ppm (x)	序号 (i)	含量 ppm (x)	序号 (i)	含量 ppm (x)	序号 (i)	含量 ppm (x)
1	28	11	8	21	14	31	32	41	22	51	13
2	20	12	10	22	10	32	10	42	45	52	14
3	4	13	12	23	48	33	20	43	13	53	8
4	20	14	10	24	40	34	11	44	13	54	13
5	16	15	16	25	8	35	28	45	5	55	24
6	32	16	6	26	96	36	8	46	15	56	25
7	10	17	16	27	10	37	13	47	18	57	8
8	20	18	12	28	20	38	13	48	11	58	18
9	16	19	16	29	6	39	10	49	17	59	6
10	20	20	16	30	20	40	20	50	20	60	8

注：样品数n=60略嫌少些。

北京网论坛 BBS.38001.COM

计　算　结　果　　表4—13

步　骤	算　术　结　果	步　骤	对　数　结　果
1	记录 σ=13.74771681 $\bar{x}$=17.68333333 Σy=161.3332442 Σy^2=453.5792878	计算见备注。下接3步	记录 $\bar{x}$=2.688897403 σ=0.578899595
		4	显示 μ_3=0.08750312 μ_4=0.423112122
4	显示 μ_3=8814.672326 μ_4=659742.9721	5	记录 γ_1=0.451554148 γ_2=0.767403519 γ_1临界值和γ_2临界值同算术计算结果
5	记录 γ_1=3.392457691 γ_2=15.4693882 γ_1临界值=0.6325 γ_2临界值=1.2649		

检　验　结　果　　表4—14

算术正态检验：

∵γ_1=3.39

γ_1临界值$\left(2\sqrt{\frac{6}{n}}\right)$=0.6325

$|\gamma_1| > 2\sqrt{\frac{6}{n}}$，即绝对值已超界

∴偏度超界；

又γ_2=15.47

γ_2临界值$\left(2\sqrt{\frac{24}{n}}\right)$=1.2649

$|\gamma_2| > 2\sqrt{\frac{24}{n}}$

∴峰度也超界。

其中之一超界即应否定原假设，故该批数据不服从正态分布。

对数正态检验：

∵γ_1=0.4516

$2\sqrt{\frac{6}{n}}$=0.6325

$|\gamma_1| < 2\sqrt{\frac{6}{n}}$

∴偏度未超界；

又γ_2=0.7674

$2\sqrt{\frac{24}{n}}$=1.2349

$|\gamma_2| < 2\sqrt{\frac{24}{n}}$

∴峰度也未超界

故判定该批数据服从对数正态分布。

地信网论坛 BBS.3S001.COM

2.偏度——峰度检验法（分组计算）：

（1）数学公式：

偏度 $\gamma_1=\frac{\mu_3}{\sigma^3}$； 峰度 $\gamma_2=\frac{\mu_4}{\sigma^4}-3$。

其中：

μ_3—三级动差，$\mu_3=\frac{\sum_{i=1}^{n} f_i^*(x_i-\bar{x})^3}{N}$；

μ_4—四级动差，$\mu_4=\frac{\sum_{i=1}^{n} f_i^*(x_i-\bar{x})^4}{N}$；

N—样品总数（总频数 $\sum_{i=1}^{n} f_i^*$）；

n—分数组；

f_i^*—第i组的频数；

x_i—第i组组中值；

$\bar{x}$—总平均值，$\bar{x}=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{n} f_i^* x_i$，

σ—标准离差，$\sigma=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} f_i^*(x_i-\bar{x})^2}{N-1}}$

检验：方法同未分组计算的检验。

地信网论坛 BBS.3S001.COM

（2）使用说明：见表 4 —15。　　表4—15

步骤	操　　作	注　　释
1 计算$\bar{x}$与σ	→ STAT F CA x_1 X f_1^* DATA x_2 X f_2^* DATA ⋮ ⋮ ⋮ x_n X f_n^* DATA F $\bar{x}$ F Sx	显示f_i^*　若进行对数正态检验，则x_i用$\log x_i$取代。 显示$\sum_{1}^{i} f_i^*$ 显示N 显示$\bar{x}$值及σ值并记录
2 输入程序	→ LRN (x) − RCL 6 = X→M x^2 x^2 X (x) STO 2 = ÷ RCL 1 + RCL 4 = STO 4 RM x^2 X RM X RCL 2 = ÷ RCL 1 + RCL 3 = STO 3	
3 计算μ_3与μ_4	→ COMP F CA $\bar{x}$ STO 6 N STO 1 COMP x_1 COMP f_1^* COMP COMP x_2 COMP f_2^* COMP ⋮ COMP x_n COMP f_n^* COMP	显示$\bar{x}$、N值并存入M6及M1 输入x_1、f_1^* 显示$f_1^*(x_1-\bar{x})^3/N$ 中间结果 输入x_2、f_2^* 显示$\sum_{1}^{i} f_i^*(x_i-\bar{x})^3/N$ ⋮ 输入x_n、f_n^* 显示$\sum_{1}^{n} f_i^*(x_i-\bar{x})^3/N$　为最终结果μ_3，M4已存μ_4。
4 计算r_1、r_2及临界值	→ COMP ÷ σ X→M x^2 X RM = STO 1 RCL 4 ÷ RM x^2 x^2 = − 3 = STO 2 6 ÷ N = F √ X 2 = STO 5 24 ÷ N = F √ X 2 = STO 6	显示μ_3/σ^3　r_1存M1 显示$\frac{\mu_4}{\sigma^4}-3$　r_2存M2 显示$2\sqrt{\frac{6}{N}}$　r_1临界值存M5 显示$2\sqrt{\frac{24}{N}}$　r_2临界值存M8

地信网论坛 BBS.3S001.COM

（3）实例：见表4—16、4—17。

原始数据同4—1实例，按对数分组如下表：　　表4—16

组序号 (i)	对数间隔	组中值 (x)	频数(f*)
1	0.48—0.68	0.58	1
2	0.68—0.88	0.78	4
3	0.88—1.08	0.98	17
4	1.08—1.28	1.18	18
5	1.28—1.48	1.38	14
6	1.48—1.68	1.58	4
7	1.68—1.88	1.78	1
8	1.88—2.08	1.98	1

注：为常用对数值。

（4）使用说明：见表4—17。

检验：分组统计检验结果，同样认为服从对数正态分布。

地信网论坛 BBS.3S001.COM

二、化探数据处理

（一）化探数据加权内插制图计算

1.数学公式：

$$f(x,y)=\frac{\sum_{i=1}^{N} W_i \cdot Z_i}{\sum_{i=1}^{N} W_i}$$

式中：　$W_i=1/r_i^2$；r_i：与内插点连线距离。

表4—17

步骤	操作	显示	注释
1 计算$\bar{x}$与σ	→ STAT F CA		
	0.58 × 1 DATA	1	
	0.78 × 4 DATA	5	
	0.98 × 17 DATA	22	
	1.18 × 18 DATA	40	
	1.38 × 14 DATA	54	
	1.58 × 4 DATA	58	
	1.78 × 1 DATA	59	
	1.98 × 1 DATA	60	N=60
	F $\bar{x}$	1.183333333	记条$\bar{x}$
	F S_x	0.256420382	记条σ
2 输入程序	→ LRN (X) − RCL 6 = X→M x^2 x^2		若输入有错欲重输时不能按F CA清除键，应用换工作方式的办法使程序回到0步，即置：→COMP→LRN。
	× (X) STO 2 = ÷ RCL 1		
	+ RCL 4 = STO 4 RM x^2		
	× RM × RCL 2 = ÷ RCL		
	1 + RCL 3 = STO 3	87.896	
3 计算μ_3与μ_4	→ COMP F CA 1.183333333 STO 6	1.183333333	$\bar{x}$存M_6
	60 STO 1	60	N存M_1
	COMP 0.58 COMP 1 COMP	−0.005660333	
	COMP 0.78 COMP 4 COMP	−0.008034558	
	COMP	[ ]	
	⋮		
	COMP 1.98 COMP 1 COMP	0.007486174	
4 计算r_1 r_2及临界值	→ COMP ÷ 0.256420382 X→M x^2 × RM	0.444053369	$r_1=\frac{\mu_3}{\sigma^3}$存$M_1$
	= STO 1		
	RCL 4 ÷ RM x^2 x^2 = −	0.534965422	$r_2=\frac{\mu_4}{\sigma^4}-3$存$M_2$
	3 = STO 2		
	6 ÷ N = F $\sqrt{}$ × 2	0.632455532	r_1临界值存M_5
	= STO 5		
	24 ÷ N = F $\sqrt{}$ × 2	1.264911064	r_2临界值存M_6
	= STO 6		

BBS.55001.COM

Z_i：与内插点距离为r_i点的观测值；

N：参加加权平均的点数；

2.使用说明：见表4—18。

表 4 —18

步骤	操作	注释
	→ LRN F CA (X) X^2 F↔ $1/x$ M+ X (X) = + RCL 1 = STO 1 RCL 1 ÷ RM =	$\sum_{1}^{i} W_i \cdot Z_i$存$M_1$ 显示$\frac{\sum_{1}^{i} W_i \cdot Z_i}{\sum_{1}^{i} W_i}$为当前$f(X,Y)$
	→ COMP F CA COMP Y_i COMP Z_i COMP ⋮ ⋮ COMP Y_n COMP Z_n COMP	当前$f(X,Y)$值 重复上述输入$Y_i \cdot Z_i$ 显示最终结果

地信网论坛 BBS.3S001.COM

（二）数据规格化：

1.数学公式：

①数据规格化公式：

$$Z_i^* = Z_i / Z_{max}。$$

②数据正规化（成数化）公式：

$$Z_i^* = (Z_i - Z_{min}) / (Z_{max} - Z_{min})。$$

③数据标准化公式：

$$Z_i^* = (Z_i - \bar{Z}) / \sigma。$$

式中：Z_i：原始观测值。

Z_{max}：原始值最大值。

Z_{min}：原始值最小值。

$\bar{Z}$：原始观测平均值。

σ：标准差。

2.使用说明：见表4—19。

表4—19

步骤	操作	注释
1.计算准备	→ COMP 0 STO 1 STO 3 Z_{max} STO 2 Z_{min} STO 1 STO 3 Z_{max} STO 2 $\bar{Z}$ STO 1 0 STO 3 σ STO 2	Z_{max}存入M_2 ① 规格化 ② 正规化 ③ 标准化
2.输入程序	→ LRN F CA (x) − RCL 1 = ÷ (RCL 2 − RCL 3) =	
3.计算	→ COMP COMP Z_i COMP	计算结果

注：计算结果为Zi^*。

地信网论坛 BBS.3S001.COM

（三）移动平均

1.数学公式：

$$\bar{Z}_j = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} Z_i \qquad n = N - n'$$

式中：$\bar{Z}_j$—第j点所代表的窗口内数据的平均值。

Z_i—窗口内原始数据（一般用网格化数据）。

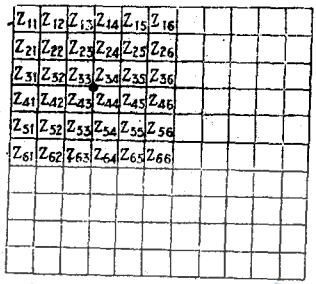
n—窗口内原始数据个数（数据已网格化时，指窗内的有效网格数）。

N—窗口内应包括的点数（网格个数）。

n′—窗口内空缺点数（空白网格数）。

2.使用说明：见表4—20。

该程序（见表4—20步骤2）可计算各种不同大小窗口的移动平均，以网格化数据最相宜，最大可进行6×6的大窗口移动平均，现以此为例叙述用法。



如图，已网格化，现欲进行6×6的移动平均，移动步长为1(网格)，假设从图中·点开始逐步往右移动，则可执行如下操作：(见表4—20)

几点说明：

1）该程序可计算2×2～6×6的窗口的移动平均。以2×2为例：

第1步：

N＝2×2＝4 |STO| 6|

第2步：输入程序

须变一步程序，即将原26步程序 |5| 改为 |1| （若窗口大小为3×3时改为 |2|，4×4时改为 |3|，5×5时改为 |4|。）

第3步：输入第一批数据

将第1列数据（设$Z_{\cdot 1}=Z_{11}+Z_{21}$）送M；（|=|STO|1|），最后1列—第2列（$Z_{\cdot 2}=Z_{12}+Z_{22}$）送M（|=|x→M|），其它存储器($M_3$、$M_4$、$M_5$)均送0(|0|STO|3|STO|4|STO|5|)。

第4步：执行程序完全同前述。

2）图边的窗口平均值计算用同样方法进行，只要注意将已出图的列（看成空白列）均给0值即可。

3）比照按行移动平均的方法，自然也可按列移动平均。

地信网论坛 BBS.3S001.COM

步骤	操作	注释
1 准备	→ COMP F CA N STO 6	N存入M_6，N为窗口中应有的网格数，在此为6×6=36
2 输入程序	→ LRN RCL 1 + RCL 2 STO 1 + RCL 3 STO 2 + RCL 4 STO 3 + RCL 5 STO 4 + RM STO 5 = ÷ (RCL 6 − (x) 0) = F LOOK (x) x→M	第一个[x]后的0不算步数，目的是使输入程序时不致溢出。可用任何数取代。
3 输入第一批数据	→ COMP Z_{11} + Z_{21} + Z_{31} + Z_{41} + Z_{51} + Z_{61} = STO 1 Z_{12} + Z_{22} + Z_{32} + Z_{42} + Z_{52} + Z_{62} = STO 2 Z_{13} + Z_{23} + Z_{33} + Z_{43} + Z_{53} + Z_{63} = STO 3 Z_{14} ÷ Z_{24} ÷ Z_{34} + Z_{44} + Z_{54} + Z_{64} = STO 4 Z_{15} ÷ Z_{25} ÷ Z_{35} + Z_{45} + Z_{55} + Z_{65} = STO 5 Z_{16} ÷ Z_{26} + Z_{36} + Z_{46} + Z_{56} + Z_{66} = x→M	将每列数据（之和）分别存入$M_1, M_2 \cdots\cdots M_5$，最后一列数据存于M中。
4 执行程序进行计算平均值	→ COMP COMP n′ COMP COMP Z_{17} ÷ Z_{27} ÷ Z_{37} + Z_{47} + Z_{57} + Z_{67} = COMP COMP n′ COMP ⋮	输入空白数n′ 显示Z_j记录该窗口平均值 输入窗口右侧一列数（称下一列数） 显示$Z_{\cdot 7}$ 显示n′ 输入下一窗口空白数 显示Z_{j+1}记录下个窗口平均值……直至该行移动平均结束，欲作下一行的移动平均时，按照上述方法，反复3.4步即可。

地信网论坛 BBS.3S001.COM

测　量

一、坐标计算

1.计算公式

$X_P = X_A + S_{AP} \cdot \cos\alpha_{AP}$

$Y_P = Y_A + S_{AP} \cdot \sin\alpha_{AP}$

2.符号意义见图1

3.操作步骤：见表5—1。

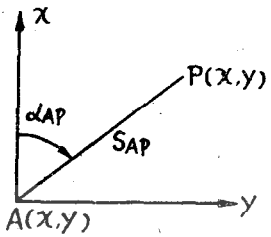


图1

表5—1

操　作	显　示	注　释
→LRN　→DEG F CA RCL I ↓ RCL 2 F →XY	0	
→M ↓ + (X) = F LOOK	L 0	
RM ÷ (X) =	0	
→COMP　→DEG SAP STO 1 ∠AP →DEG STO 2		
COMP	( )	
Y_A COMP	L	
COMP		显示Y_P值
X_A COMP		显示X_P值

4.实例：已知 $S_{AP} = 1697.83$　　$\alpha_{AP} = 48°35'12''.4$

$X_A = 4003348.13$　　$Y_A = 480256.56$

计算得：　$X_P = 4004471.22$　　$Y_P = 481529.86$

地信网论坛 LBS3S001.COM

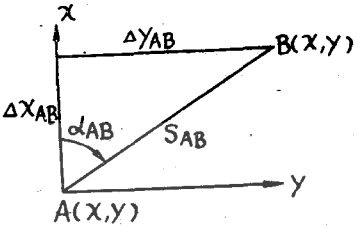
二、边长、方位角计算

1.计算公式

$$S_{AB}=\sqrt{(X_B-X_A)^2+(Y_B-Y_A)^2}$$

$$=\frac{\Delta X_{AB}}{\cos\alpha_{AB}}=\frac{\Delta Y_{AB}}{\sin\alpha_{AB}}$$

$$\alpha_{AB}=tg^{-1}\frac{Y_B-Y_A}{X_B-X_A}$$



2.符号意义见图 2

3.操作步骤：见表5—2。

图 2

表 5—2

操作	显示	注释
→ LRN → DEG F | CA | (x) | 2 | − | (x) | 1 | = | x→M	1	
(x) | 1 | − | (x) | 1 | = | ↓	1	
RM | F | →Yθ | F | LOOK | ↓ | F | →DMS	1 90.000000	
→ COMP → DEG		
COMP	( )	
YA | COMP	( )	
YB | COMP	( )	
XA | COMP	( )	
XB | COMP	L	显示 S_{AB}
COMP		显示 α_{AB}

注意：（当方位角显示负值时 按下 键 →DEG \| + \| 360 \| = \| F \| →D·MS）

地信网论坛 BBS.35001.COM

4.实例：已知 $Y_B = 460332.6$ $X_B = 4465993.9$

$Y_A = 461900.9$ $X_A = 4465501.5$

计算得： $S_{AB} = 1643.78$ $\alpha_{AB} = 287°25'51''$

三、前方交会点座标计算

1.计算公式

$$X_P = \frac{(X_B - X_A)\ ctg\alpha + (Y_B - Y_A)}{ctg\alpha + ctg\beta} + X_A$$

$$Y_P = \frac{(Y_B - Y_A)\ ctg\alpha - (X_B - X_A)}{ctg\alpha + ctg\beta} + Y_A$$

2.符号意义见图3

3.操作步骤：见表5—3。

4.实例：已知 $X_A = 4001857.92$

$Y_A = 36460361.66$

$X_B = 4002321.64$

$Y_B = 36461790.35$

$X_C = 4003707.99$

$Y_C = 36460710.21$

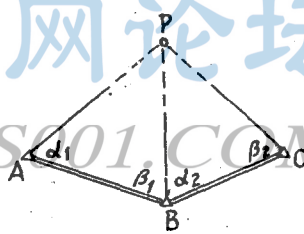


图3

$\alpha_1 = 48°17'20''$ $\beta_1 = 30°48'36''$

$\alpha_2 = 39°15'21''$ $\beta_2 = 39°36'07''$

计算得： $X_P' = 4002575.17$ $Y_P' = 36460676.94$

$X_P'' = 4002575.02$ $Y_P'' = 36460677.00$

中数 $X_P = 4002575.10$ $Y_P = 36460676.97$

四、独立三角形（侧方交会点）座标计算

1.计算公式

地信网论坛 BBS.3S001.COM

表5—3

操作	显示	注释
→ LRN → DEG		
(x) | 1 | ←DEG | tan | F | 1/x | M+ | STO | 3 | ×		
(x) | 1 | STO | 1 | ÷ | (x) | 1 | STO | 2 | =		
÷ | RM | + | (x) | 1 | = | F | LOOK	L 2.017455 065	
RCL | 2 | × | RCL | 3 | − | RCL | 1 | = | ÷		
RM | + | (x) | 1 | =	1. 982 544 935	
→ COMP → DEG		
β_1 | ←DEG | tan | F | 1/x | X→M		
COMF	[ ]	
α_1 | COMP	[ ]	
$x_3 - x_A$ | COMP	[ ]	
$y_B - y_A$ | COMP	[ ]	
x_A | COMP		显示 x'_P
COMP	[ ]	
y_A | COMP		显示 y'_P
G_2 | ←DEG | tan | F | 1/x | X→M		
COMP	[ ]	
α_2 | COMP	[ ]	
$x_c - x_B$ | COMP	[ ]	
$y_c - y_B$ | COMP	[ ]	
x_B | COMP		显示 x''_P
COMP	[ ]	
y_B | COMP		显示 y''_P

地信网论坛 BBS.3S001.COM

$$S_{AB}=\sqrt{\Delta X_{AB}^2+\Delta Y_{AB}^2},\quad \alpha_{AB}=\mathrm{tg}^{-1}\frac{\Delta Y_{AB}}{\Delta X_{AB}}$$

$$S_{AB}=\frac{S_{AB}}{\sin p}\cdot\sin B,\quad S_{BP}=\frac{S_{AB}}{\sin p}\cdot\sin A$$

$$X_P'=X_A+S_{AP}\cdot\cos\alpha_{AP}=X_A+\Delta X_{AP}$$

$$Y_P'=Y_A+S_{AP}\cdot\sin\alpha_{AP}=Y_A+\Delta Y_{AP}$$

$$X_P''=X_B+S_{BP}\cdot\cos\alpha_{BP}=X_B+\Delta X_{BP}$$

$$Y_P''=Y_B+S_{BP}\cdot\sin\alpha_{BP}=Y_B+\Delta Y_{BP}$$

2.符号意义见图4

3.操作步骤：见表5—4。

4.实例（侧方交会）：

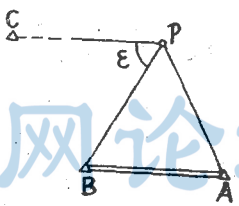


图4

已知：$X_A=3736718.6$

$Y_A=39462586.2$

$X_B=3727544.8$

$Y_B=39454499.6$

$X_C=3738402.9$　$Y_C=39449958.2$

$\angle P=90°35'44''$　$\angle A=43°34'18''$

$\varepsilon_{测}=126°40'26''$

计算得：$X_P=3735949.1$　$Y_P=39453847.5$

$\Delta\varepsilon=41''$　$e=1.0$（米）

五、后方交会点座标计算

1.计算公式

$$a=(X_A-X_B)+(Y_A-Y_B)\mathrm{ctg}\alpha$$

$$b=-(Y_A-Y_B)+(X_A-X_B)\mathrm{ctg}\alpha$$

$$c=-(X_C-X_B)+(Y_C-Y_B)\mathrm{ctg}\beta$$

$$d=(Y_C-Y_B)+(X_C-X_B)\mathrm{ctg}\beta$$

地信网论坛 BBS.3S001.COM

表5—4

操　作	显　示	注　释
— LRN — DEG (x) I ↓ (x) I F →Y θ F LOOK ↓ F →DMS	L1.414213562 45.000000	边长、方位角計标
— COMP — DEG COMP $X_A - X_B$ COMP $Y_A - Y_B$ COMP COMP		显示 S_{AB} 值 显示 α_{AB} 值
— LRN — DEG F CA I STO I STO 2 C (x) I →DEG Sin × RCL 1 ÷ RCL 2 →DEG Sin = F LOOK ↓ (x) I →DEG F →XY STO 3 ↓ X→M (x) I = F LOOK RM + (x) I =	0 L 1.999 847 695 1.017 452 406	至待定点边长及交林計标 註：存入公式前 M_1、M_2 皆 1，防止溢出。
— COMP — DEG S_{AB} STO I ∠P STO 2 COMP ∠B COMP COMP α_{AP} COMP X_A COMP COMP Y_A COMP COMP ∠A COMP COMP α_{BP} COMP X_B COMP COMP Y_B COMP $X_C - X_P$ STO I $Y_C - Y_P$ STO 2 RCL I ↓ RCL 2 F →Y θ ↑ F →DMS α_{PC} →DEG − α_{PB} →DEG = F →DMS →DEG − ε_{DMS} →DEG = F →DMS $\Delta\varepsilon$ × S_{PC} ÷ ρ =	S_{AB} 存入 M_1，P 存入 M_2。 L 显示 S_{AP} L 显示 X'_P 显示 Y'_P L 显示 S_{BP} L 显示 X''_P 显示 Y''_P $\Delta\varepsilon$ 和 e 之計标用手搜建标 显示 S_{PC} 显示 α_{PC} 显示 $\Delta\varepsilon$ 显示 e	

地信网论坛 BBS.3S001.COM

$$K=\frac{a+c}{b+d}$$

$$\Delta X_{BP}=\frac{a-Kb}{1-K^2},\quad X_P=X_B+\Delta X_{BP}$$

$$\Delta Y_{BP}=K\cdot\Delta X_{BP},\quad Y_P=Y_B+\Delta Y_{BP}$$

$$S_{PD}=\sqrt{\Delta X_{PD}^2+\Delta Y_{PD}^2}\qquad \alpha_{PD}=tg^{-1}\frac{\Delta Y_{PD}}{\Delta X_{PD}}$$

2.符号意义见图5

3.操作步骤：见表5—5。

4.实例：已知$X_A=6114790.7$

$Y_A=576209.5$

$X_\beta=6112992.0$

$Y_B=574446.9$

$X_C=6112682.1$

$Y_C=572366.1$

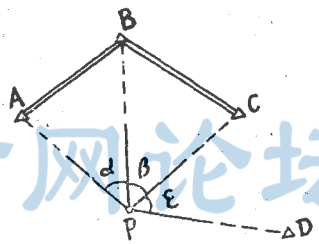


图5

$X_D=6116382.4$　$Y_D=570293.8$

$\alpha=60°33'22''$　$\beta=61°38'48''$

$\varepsilon_{测}=91°52'44''$

计算得：$X_P=6114591.9$　$Y_P=573388.9$

$\varepsilon_{计}=91°52'40''$　$\Delta\varepsilon=-04''$

六、水平距及高差计算

1.计算公式

$D=S\cdot\cos^2\alpha$

$h=D\cdot tg\alpha$

2.符号意义：D—水平距，S—视距，α—垂直角。

地信网论坛 BBS.3S001.COM

表5—5

操作	显示	注释
—LRN —DEG F CA 1 STO 1 STO 2 X←M C (x)		注意： 存贮公式前 M_1、M_2、M 给 1，防止溢零。
1 →DEG tan F 1/x STO 3 × RCL 2		
+ RCL 1 + RCL 4 = STO 4 F		
LOOK	L 58.289961 63	
RCL 3 × RCL 1 − RCL 2 = F		
LOOK	L 56.289961 63	
RCL 4 ÷ RM = X←M	58.289961 63	
—COMP —DEG F CA ΔX_{AB} STO 1 ΔY_{AB} STO 2 COMP	( )	
α COMP		显示 a
STO 5 COMP		显示 b
STO 6 M+ C		
ΔX_{BC} +/− STO 1 ΔY_{BC} STO 2 COMP	( )	
β COMP		显示 a+c
COMP		显示 d
+/− M+ COMP		显示 K
RCL 5 − RM × RCL 6 = ÷ (		
1 + RM X^2 =		显示 ΔX_{BP}
STO 6 + X_B =		显示 X_P
RCL 6 × RM =		显示 ΔY_{BP}
+ Y_B =		显示 Y_P
ΔX ↓ ΔY F →YB		显示 S
↓ F →DMS		显示 α

注意：（从 ΔX_{PC} ΔY_{PC} 和 ΔX_{PD} ΔY_{PD} 输入即可计算得 S_{PC} α_{PC} 和 S_{PD} α_{PD}。 $\varepsilon_{计}=\alpha_{PD}-\alpha_{PC}$，$\Delta\varepsilon=\varepsilon_{计}-\varepsilon_{测}$）

地信网论坛 BBS.35001.COM

3.操作步骤：见表5—6。

表5—6

操　　作	显　示	注　释
→ LRN　→ DEG F | CA | RM→DEG | X←M | COS | x^2 | X | (x) | 2 = | F | LOOK | X | RM | tan | =	0	
→ COMP　→ DEG d X←M COMP	( )	
S COMP		显示D
COMP		显示h
注意：高差正负号按垂直角所在象限确定。		

4.实例：已知　$S=150.5$　$\alpha=262°35'$

计算得：　$D=147.99$　$h=19.26$

北信网论坛 BBS.3S001.COM

七、线形锁计算（直接求边法）

1.计算公式

（1）角度平差按常规方法计算，从略。

（2）$Xi=X_{起}+S_0'K_i\cdot\cos\alpha_i$

$Yi=Y_{起}+S_0''K_i\cdot\sin\alpha_i$

（α为坐标推算路线方位角见图6）

（3）$K_0=1$

$$K_1=K_0\cdot\frac{\sin a_1}{\sin b_1};\quad K_2=K_1\cdot\frac{\sin a_2}{\sin b_2}$$

$$K_3=K_2\cdot\frac{\sin a_3}{\sin b_3};\ \cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$K_i=K_{i-1}\cdot\frac{\sin a_i}{\sin b_i}$$

(4) $S_0' = \dfrac{\Delta X_{AB}}{\sum_{0}^{i} K_i \cdot \cos\alpha_i}$；$S_0'' = \dfrac{\Delta Y_{AB}}{\sum_{0}^{i} K_i \cdot \sin\alpha_i}$

$$S_0 = \frac{S_0' + S_0''}{2} \qquad S_i = S_0 \cdot K_i$$

2.符号意义见图 6

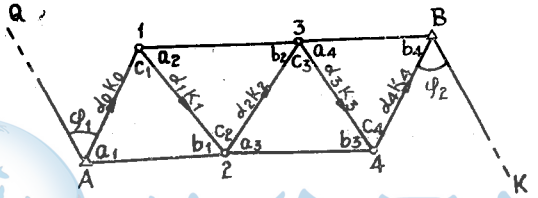


图 6

3.操作步骤：见表 5—7 。

4.实例：已知 $X_A = 102406.50$ $Y_A = 570525.72$

$X_B = 104342.99$ $Y_B = 573814.29$

$\alpha_{QA} = 74°05'50''$ $\alpha_{Bk} = 84°39'22''$

经平差后的角度如下：

$a_1 = 30°42'01''$ $b_1 = 91°52'39''$ $c_1 = 57°25'20''$

$a_2 = 53°21'47''$ $b_2 = 64°59'24''$ $c_2 = 61°38'49''$

$a_3 = 60°33'20''$ $b_3 = 41°33'08''$ $c_3 = 77°53'32''$

$a_4 = 43°29'44''$ $b_4 = 62°20'10''$ $c_4 = 74°10'06''$

$\varphi_1 = 130°11'57''$ $\varphi_2 = 120°08'28''$

计算得：$X_1 = 104339.00$ $Y_1 = 571398.23$

$X_2 = 103431.94$ $Y_2 = 571990.19$

$X_3 = 104274.59$ $Y_3 = 572448.17$

$X_4 = 103454.72$ $Y_4 = 573403.86$

地信网论坛 BBS.3S001.COM

表 5 — 7

	操作	显示	注释
按坐标推移路线计算方位角	→ LRN → DEG F CA →DEG + RCL 1 = STO 1 F →D.MS	0. 000 000	在计算中当-C时，在输入C值后再按 [=] 键，当-180°时，在按 RM 键后，再按 [=] 键。
	→ COMP → DEG ∂₀A →DEG STO 1 180 X⇌M C_0 COMP RM COMP C_1 COMP RM COMP ⋮ ⋮ ⋮ C_i COMP RM COMP		显示 α_0 值 显示 α_1 值 ⋮ 显示 α_i 值
计算 K_i	→ LRN → DEG 2 X⇌M C (x) 3 0 →DEG Sin ÷ (x) 9 0 →DEG Sin × RM = X⇌M	1.	
	→ COMP → DEG COMP a_1 COMP b_1 COMP COMP a_2 COMP b_2 COMP ⋮ ⋮ ⋮ COMP a_i COMP b_i COMP		显示 K_1 值 显示 K_2 值 ⋮ 显示 K_i 值
计算标	→ LRN → DEG 1 X⇌M STO 1 C (x) 1 + (x) 2 →DEG F →x/y M+ RM F LOOK RCL 1 = STO 1	L 1. 939 390 827 , 1. 034 899 497	
S_i' S_i'' S_i	→ COMP → DEG F CA COMP K_0 COMP α_0 COMP COMP COMP K_1 COMP α_1 COMP COMP ⋮ ⋮ ⋮ COMP K_i COMP α_i COMP		显示: $K_0 \cos\alpha_0$ 值 $K_0 \sin\alpha_0$ 值 $\Sigma_0' K_i \cos\alpha_i$ 值 $\Sigma_0'' K_i \sin\alpha_i$ 值 $\Sigma_0^i K_i \cos\alpha_i$ 值

地信网论坛 BBS.3S001.COM

	[COMP]		Σ_0^i $K_i \sin \alpha_i$ 值
	ΔX_{AB} [÷] [RM] [=] [STO] [2]		显示 S_0'
	ΔY_{AB} [÷] [RCL] [1] [=]		显示 S_0''
	[+] [RCL] [2] [=] [÷] [2] [=]		显示 S_0
推标路线边长及座标之計标	→LRN → DEG		
	1 [STO] [1] 2 [STO] [2] 3 [STO]		
	[3] 4 [STO] [4] 5 [STO] [5] [C]		
	[(X)] [1] [X→M] [×] [RCL] [5] [=] [F]		
	[LOOK]	L 5.	
	[RM] [↕] [(X)] [1] [→DEG] [F] [→XY] [↕]		
	[X→M] [↕] [×] [RCL] [3] [+] [RCL] [1]		
	[=] [STO] [1] [F] [LOOK]	L 3.999543086	
	[RM] [×] [RCL] [4] [+] [RCL] [2] [=]		
	[STO] [2]	2.069809626	
	→ COMP → DEG		
	[F] [CA] X_A [STO] [1] Y_A [STO] [2]		
	S_0' [STO] [3] S_0'' [STO] [4] S_0 [STO]		
	[5]		
	[COMP] K_0 [COMP]		显示 S_0
	[COMP] α_0 [COMP]		显示 x_1
	[COMP]		显示 y_1
	[COMP] K_1 [COMP]		显示 S_1
	[COMP] α_1 [COMP]		显示 x_2
	[COMP]		显示 y_2
	⋮ ⋮ ⋮		⋮
	[COMP] K_i [COMP]		
	[COMP] α_i [COMP]		显示 x_i
	[COMP]		显示 y_i

地信网论坛 BBS.3S001.COM