

电子计算机技术在玻璃物性测试中的应用

陈 伯 任

(沈阳市玻璃研究所)

摘要: 本文介绍了某些计算程序。计算器型号是PC—1211。在玻璃性质测试工作中很方便适用。使用的BASIC语言。

一、前 言

近几年来我国电子计算机技术正在迅速地推广和应用。我们用一台PC—1211袖珍电子计算机开展了一些工作。该机是用BASIC语言来编写程序。

(一)、玻璃软化点测定的语句

1. 适用范围: 本语言是将玻璃软化点测定所得时间、温度和伸长量的数据输入计算机后, 计算机在时间—伸长的曲线上找出 $\text{tg}\alpha = 1$ 的切点, 然后再在时间—温度直线上找出所测定的温度即玻璃软化点。计算时间二分钟。

2. 软化点测定的BASIC语言, 语句如下:

```

10: "A"FOR A=9 TO 17
20: A(A)=0:NEXTA
30: PAUSE"DATA"
40: INPUT"X,Y,Z", X,Y,Z
50: Y=INY
60: I=I+X;J=J+Y;O=O+Z
70: K=K+X*X;L=L+X*Y
80: P=P+X*Z;Q=Q+Z*Z
90: M=M+Y*Y;N=N+1
100: GO TO 40
110: "B";X=I/N; Y=J/N;O=O/N
120: K=K-N*X*X;L=L-N*X*Y
130: P=P-N*X*O;Q=Q-N*O*O
140: M=M-N*Y*Y
150: B=L/K;A=EXP(Y-B*X)
160: B=EXP B
170: C=O
180: C=C+0.5

```

```

190: D = C, F = A * B 介 D
200: E = C + 0.5, R = A * B 介 E
210: V = (R - F) / (E - D) * 5
220: U = INT V
230: IF U < 1.0 GO TO 180
240: S = P / K, T = O - S * X
250: PRINT "TF", S * D + T
260: END
    
```

3. 举例

现测得某种玻璃软化点后所数据如下

时间(min) X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
伸长(mm) Y	0.02	1.00	1.77	2.5	4.4	6.64	9.7	14.2	20.6	34.6
温度(°C) Z	560	565	571	576	583	589	594	600	605	610

4. 操作过程，见表1

表1

	输 入	显 示	备 注
1	A	X, Y, Z	X- 时间
2	1	?	Y- 伸长
3	0.02	?	Z- 温度
4	560	X, Y, Z	
5	2	?	数据输入
6	1.00	?	
7	565	X, Y, Z	
:	:	:	
31	610	X, Y, Z	
32	B	TF = 593.8	结 果

结果经电子计算机计算后玻璃软化点为593.8°C。

(二)、玻璃粘度曲线的BASIC语言

1. 用途：通过对玻璃粘度测定后确定三点（温度及该温度下的粘度值）然后求得温度—粘度曲线（粘度测定从 10^{12} ~ 10^2 P）。

2. 计算机处理过程：通过对玻璃粘度测定后，确定三点即三个温度的粘度值。然后计算机按弗兰克尔方程（Vogel-Flucker-Tamma方程）求出该方程中的三个常数，这样就得到弗兰克尔的经验公式，最后计算机给出粘度从 10^{10} — 10^{12} P 完整的粘度曲线，即温度—粘

度值计算时间约3~4分钟。

3. 温度粘度曲线的BASIC语句

```
10: "A": A = 2
20: GOSUB 600
30: B = A: END
40: "S": GOSUB 570
50: D = A(K): IF D < > 0 GO TO 160
60: FOR G = 1 TO B - 1
70: GOSUB 500
80: D = A(C): IF D < > 0 LET A(K) = D: GO TO 110
90: NEXT G
100: PRINT "NO" SOLUTION "END
110: FOR H = 1 TO B - 1
120: GOSUB 520
130: A(K) = A(K) + A(C): NEXT H
140: GOSUB 540
150: A(K) = A(K) + A(C): G = B: NEXT G
160: FOR G = 1 TO B - 1
170: GOSUB 500
180: E = A(C) / D: FOR H = 1 TO B - 1
190: GOSUB 520
200: A(C) = A(C) - E * A(K): NEXT H
210: GOSUB 540
220: A(C) = A(C) - E * A(K): NEXT C
230: B = B - 1: IF B > 1 GO TO 40
240: FOR B = 1 TO A - 1
250: GOSUB 570
260: A(C) = A(C) / A(K): E = A(C)
270: FOR G = B + 1 TO A
280: GOSUB 550
290: A(C) = A(C) - E * A(K)
300: NEXT G: NEXT B
310: B = A: GOSUB 570
320: A(C) = A(C) / A(K)
330: "B": FOR G = 1 TO A
340: GOSUB 550
350: I = A(C): A(Z + 5 + G) = A(C)
360: IF G = 1 GO TO 380
370: IF G = 2 GO TO 400
380: PRINT "TO = "; I
390: NEXT G
400: PRINT "A = "; I
410: A(48) = (A(41) + A(47)) * (A(40) - A(46))
420: I = A(48): PRINT "B = "; I
```

```

430: GOSUB 700
440: END
500: K = A * B + B + 11; C = A * G + B + 11
510: RETURN
520: K = A * B + H + 11; C = A * G + H + 11
530: RETURN
540: K = B + 11; C = G + 11 RETURN
550: C = G + 11; K = A * G + B + 11
560: RETURN
570: C = B + 11; K = A * B + C; RETURN
600: C = 12; K = A + 12
610: FOR G = 1 TO A
620: FOR H = 1 TO A
622: Z = 40
624: FOR G = 1 TO 6; INPUT I
626: A(Z) = I; Z = Z + I; NEXTG
627: Z = 40
628: A(14) = A(Z + 1) - A(Z + 3)
630: A(15) = A(Z + 2) - A(Z)
632: A(12) = A(Z + 1) * A(Z) - A(Z + 3) * A(Z + 2)
634: A(16) = A(Z + 1) - A(Z + 5)
636: A(17) = A(Z + 4) - A(Z)
638: A(13) = A(Z + 1) * A(Z) - A(Z + 5) * A(Z + 4)
640: RETURN
700: R = (A(48) + A(46) * (12 + A(47))) / (12 + A(47)) * 10)
710: S = 10 * INTR; PRINT "T1"; S
720: T = (A(48) + A(46) * (2 + A(47))) / (2 + A(47)) * 10)
730: U = 10 * INT T; PRINT "T2 = "; U
740: FOR H = 0 TO U - S STEP 10
750: W = -A(47) + A(48) / (H + H - A(46))
760: PAUSE USING "*****", H + S; USING "*****", ***, W
770: NEXT H
780: RETURN

```

4. 举例

通过对某种玻璃粘度的测定，得到温度和该温度下的粘度值： $T_1 = 500^\circ\text{C}$ ， $\eta_1 = 16.477$ P； $T_2 = 600^\circ\text{C}$ ， $\eta_2 = 11.057$ P； $T_3 = 700^\circ\text{C}$ ， $\eta_3 = 8.135$ P。求弗兰克尔方程的经验公式中三个常数。

根据这些数据可列出下列关系式：

$$\text{弗兰克尔方程: } \log_{10}\eta = -A + \frac{B}{T - T_0}$$

$$\text{设 } \log_{10}\eta = n_1, \log_{10}\eta_2 = n_2, \log_{10}\eta_3 = n_3$$

$$\begin{cases} n_1 = -A + \frac{B}{T_1 - T_0} \\ n_2 = -A + \frac{B}{T_2 - T_0} \\ n_3 = -A + \frac{B}{T_3 - T_0} \end{cases}$$

经变换后可得:

$$\begin{cases} (n_1 - n_2)T_0 - (T_1 - T_2)A = (n_1T_1 - n_2T_2) \\ (n_1 - n_3)T_0 - (T_1 - T_3)A = (n_1T_1 - n_3T_3) \end{cases}$$

求得 T_0 ; A 然后再求 B

$$B = (n_1 + A) \cdot (T_1 - T_0)$$

最后将求得的 T_0 , A, B 代入弗兰克尔方程即可获得某玻璃温度粘度曲线。

5. 电子计算机操作过程, 见表 2。

表 2

	输 入	显 示	备 注
1	A	?	
2	500	?	T_1
3	16.477	?	$n_1 = \log_{10} \eta_1$
4	600	?	T_2
5	11.057	?	$n_2 = \log_{10} \eta_2$
6	700	?	T_3
7	8.135	>	$n_3 = \log_{10} \eta_3$
8		$T_0 = 266.028423$	
9		$A = 1.622935948$	} 结 果
10		$B = 4234.42859$	
11		$T_1 = 570$	} 温度-粘度值
12		$T_2 = 1430$	
13		570 12.308	
14		∴	
15		1430 2.015	

注: 不论测定某种玻璃, 粘度范围均在 10^2-10^{12} P, 因语句编写中已作安排。

本例中温度的间隔为 10°C , 若要获得每隔 1°C 的温度间隔, 则只要将语句740句中的步长作如下更改, STEP1即可。

(三)、玻璃配合料计算的语言

1. 用途：在理化室工作中可作为玻璃标样成份的计算。在玻璃工业生产中可作为玻璃配合料的计算。

2. 原理：按照设计的玻璃成份的要求，列出联立方程组，以叠代法来求解，便可得到所需配合料的组成。联立方程组（以矩阵来表示）

$$Ax = b \quad \text{其中: } A = \{a_{ij}\}$$

$$x = \{x_i\}$$

$$b = \{b_i\}$$

3. 解联立方程组的BASIC语句

```

10: "A"INPUT"ORDER2", A
20: GOSUB 600
30: B = A: END
40: "S": GOSUB 570
50: D = A(K): IF D < > GO TO 160
60: FOR G = 1 TO B-1
70: GOSUB 500
80: D = A(C): IF D < > 0 LET A(K) = D: GO TO 110
90: NEXT G
100: PRINT"NO SOLUTION": END
110: FOR H = 1 TO B-1
120: GOSUB 520
130: A(K) = A(K) + A(C): NEXT H
140: GOSUB 540
150: A(K) = A(K) + A(C): G = B: NEXT G
160: FOR G = 1 TO B-1
170: GOSUB 500
180: E = A(C)/D: FOR H = 1 TO B-1
190: GOSUB 520
200: A(C) = A(C) - E * A(K): NEXT H
210: GOSUB 540
220: A(C) = A(C) - E * A(K): NEXT G
230: B = B-1: IF B > 1 GO TO 40
240: FOR B = 1 TO A-1
250: GOSUB 570
260: A(C) = A(C)/A(K): E = A(C)
270: FOR G = B+1 TO A
280: GOSUB 550
290: A(C) = A(C) - E * A(K)
300: NEXT G: NEXT B
310: B = A: GOSUB 570
320: A(C) = A(C)/A(K)
330: "B": FOR G = 1 TO A

```

```

340: GOSUB 550
350: I = A(C)
360: PRINT USING"*****",G," ",USING 1
370: NEXT G
380: END
500: K = A * B + B + 11; C = A * G + B + 11
510: RETRN
520: K = A * B + H + 11; C = A * G + H + 11
530: RETURN
540: K = B + 11; C = G + 11; RETURN
550: C = G + 11; K = A * G + B + 11
560: RETURN
570: C = B + 11; K = A * B + C; RETURN
600: C = 12; K = A + 12
610: FOR G = 1 TO A
620: FOR H = 1 TO A
630: PAUSE USING"*****",G,H; INPUT I
640: A(K) = 1; K + NEXT H
650: BEEP 1; INPUT I
660: A(C) = I; C = C + 1; NEXT G
670: RETURN
    
```

4. 举例：现需要计算下列组成的玻璃。SiO₂ 71.0%，Na₂O 15.5%，CaO 8.5%，MgO 3.5%，Al₂O₃ 1.5%用于引入这些氧化物的配合料组成中各原料化学组成如表3

设各个配合料用量分别为砂—x₁，纯碱—x₂，白垩—x₃，白云石—x₄，钽土—x₅(kg)。便得到如下方程。

$$\begin{aligned}
 \text{SiO}_2 \text{量, } & 0.9895x_1 + 0.0147x_3 + 0.032x_4 + 0.004x_5 = 71.00 \\
 \text{Na}_2\text{O, } & 0.572x_2 = 15.5 \\
 \text{CaO, } & 0.0058x_1 + 0.539x_3 + 0.2706x_4 + 0.0035x_5 = 8.50 \\
 \text{MgO, } & 0.1962x_4 = 3.50 \\
 \text{Al}_2\text{O}_3, & 0.0064 + 0.0257x_4 + 0.979x_5 = 115
 \end{aligned}$$

表3

原料	含量	SiO ₂	Na ₂ O	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	灼 减
砂		98.95	—	0.58	—	0.64	0.13	0.11
纯 碱		—	57.20	—	—	—	—	42.80
白 垩		1.47	—	53.90	—	—	0.60	43.90
白 云 石		3.2	—	27.06	19.62	25.7	0.53	47.77
钽 土		0.40	—	0.35	—	97.90	0.05	4.29

将以上数据输入电子计算机后，约5—6分钟可计算出如下配合料的用量，砂—71.08kg，

纯碱-27.10kg, 白垩-6.05kg, 白云石-17.84kg, 钒土-0.60kg (100kg玻璃)。

5. 电子计算机操作过程, 见表4。

表4

	输 入	显 示	备 注
1	A	ORDER?	
2	5	?	5一元联列方程
3	(a ₁₁) 0.9895	?	
4	(a ₁₂) 0 ENTER	?	
5	(a ₁₃) 0.0147 ENTER	?	
6	(a ₁₄) 0.032	?	
:	: :	:	
9	(a ₂₁) 0 ENTER	?	
10	(a ₂₂) 0.572 ENTER	?	
32	(b ₅) 1.5 ENTER	>	
33	S	1 71.08	
	ENTER	2 2710	
	ENTER	3 6.05	} 结 果
	ENTER	4 17.84	
	ENTER	5 0.60	

注: 本法可求9个未知数, 即9种原料的配合料。

(四)、直线回归方程的BASIC语句

1. 用途: 用来求得回归系统, 从而确定 $y = f(x)$ 的线性关系。可用于光谱分析增量法, 光度计测浓度-光吸收系数等方面。本法可求出两个有关变量的方差, 相关系数, 线性四归系数及有关的解。

回归方程: $y = ax + b$

$$s_{xx} = \sum x_1^2 - nx^2$$

$$s_{xy} = \sum x_1 y_1 - n \bar{x} \bar{y}$$

$$s_{yy} = \sum y_1^2 - ny^2$$

协方差: $c = s_{xy}/n$

相关系数: $r = s_{xy} / \sqrt{s_{xx}s_{yy}}$

回归系数: $a = s_{xy}/s_{xx}$

$$b = \bar{y} - a \bar{x}$$

2. 线性回归方程的BASIC语句

```

10: "A": PAUSE "DATA"
20: FOR A = 9 TO 14
30: A(A) = 0
40: NEXT A
50: INPUT "X, Y". X, Y
60: I = I + X
70: J = J + Y
80: K = K + X * X
90: L = L + X * Y
100: M = M + Y * Y
110: N = N + 1
120: CO TO 50
130: "B": I = I / N; J = J / N
140: K = K - N * I * I; L = L - N * I * J
150: M = M - N * J * J
160: PRINT "MEAN"
165: PRINT I, J
170: PRINT "VARIANCE"
175: PRINT K / (N - 1), M / (N - 1)
180: PRINT "SKY, L"
190: PRINT "C", L / (N - 1)
200: A = L / K; B = J - A * I
210: PRINT "A", A; PR/NT "B", B
220: PRINT "R", L / SQR(K * M)
230: PRINT "ESTIMATION"
240: INPUT "X = ", X
250: PRINT X, A * X + B
260: GO TO 240: END
    
```

3. 举例: 测定变色玻璃中CuO的含量, 测定结果。见表5。

表5

标样氧化铜含量 (%)	0.100	0.030	0.010	0.003
透 光 率 (%)	11.3	20.5	30.5	51.0

被测试样透过率为13.5%, 求试样中CuO含量?

4. 电子计算机操作过程, 见表6

表6

	输 入	显 示	备 注
1	SHFT A	X, Y	
2	11.3 ENTER	?	
3	0.1 ENTER	X, Y	

表6

	输 入		显 示		备 注
:	:	:	:		
8	0.003	ENTER	X,Y		
9	SHET	B	MEAN		
10		ENTER	28.325	0.03575	
		:	VARIANCE		
		:	289.989	0.001966	
		:	SXY	-1.8474	
		:	C	-0.6158	
		:	A	-0.002124	
		:	B	0.0959	

计算结果: CuO% = 0.067%

(五)、光谱定量分析内标法数据处理的BASIC语句

1. 用途: 本语句用来作光谱定量分析数据处理。以往在作石英微量元素分析时, 尤其当试样多, 每个被测试样中要测10多个元素的含量。这样在作结果处理中几乎要占整个试验的三分之一时间。若用本法来处理数据仅半小时左右就能全部计算完毕。

2. 原理: 光谱定量分析方法是基于元素谱线强度与元素浓度之间存在着一个函数的关系即 $I = f(c)$ 。目前在光谱分析中普遍使用内标法, 即用被测元素的分析线与内标线的强度比进行测定。

$$\log R = \log I_1/I_2 = b \log C_1 + \log a$$

$$\Delta S = rb \log C_1 + r \log a$$

以 $\log R$ 或 ΔS 为纵坐标, $\log C$ 为横坐标制得工作曲线。

3. 光谱定量分析内标法数据处理的BASIC语句

```

10: "A"INPUT "A,B,C?",D,E,C
20: FOR A=30 TO E+29
30: A(A)=0
40: A(A+E)=0
50: NEXT A
60: "B" G=1
70: FOR A=30 TO 29+E
80: INPUT "S=",S
90: A(A)=A(A)+S
100: NEXT A
110: BEEP 1
120: IF G < > D LET G=G+1: GO TO 70
130: "C" FOR A=30 TO 29+E

```

```

135: A(A1+E) = 0; NEXT A
137: H = 1
140: FOR A = 30 TO 29 + C
150: INPUT "T =", T
160: A(A + E) = A(A + E) + T
170: NEXT A
180: BEEP 2
190: "N"IF H < > D LET H = H + 1, GO TO 140
200: I = 0, J = 0, K = 0, Z = 0, M = 0, N = 0
210: FOR A = 30 TO 29 + C
220: INPUT "Z =", Z
230: R = A(A)/D, W = A(A + E)/D
240: Y = LOG Z, X = LOG(W/R)
250: I = I + X
260: J = T + Y
270: K = K + X * X
280: L = L + X * Y
290: M = M + Y * Y
300: N = N + 1
310: MEXTA
320: I = I/N; J = J/N
330: K = K - N * I * I, L = L - N * I * J
340: M = M - N * J * J
350: F = L/K; B = J - F * I
360: PRINT "ESTIMATION"
370: "D"U = 0; FOR A = C + 30 TO 29 + E
380: R = A(A)/D
390: W = A(A + E)/D
400: V = LOG(W/R)
410: IFA < > C + 30 THEN 425
420: U = 10 * (F * V + B); GO TO 430
425: PR/NTW, 10 * (F * V + B) - U
430: NEXT A
440: END
    
```

4. 举例: 测定石英中杂质的含量, 以A1为例记录结果见表6。

表7

编 号	100		30		10		3		1		空白		试样1		试样2		试样3	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
内标元素	8.2	8.0	9.0	10.3	9.3	9.7	9.8	10	8.0	8.0	11.0	10.8	8.5	9.5	8.8	7.7	9.1	9.7
A1 元素	7.2	7.6	12	15	22.5	24.0	54	55	73	75	96	94	19	20	19	20	22	22.5

表中100, 30, 10, 3, 1r为标样中A1的含量。

5. 操作过程, 见表 8,

表 8

	输 入		显 示		备 注
1	SHFT	A	ABC		A: 平行试验次数2次
2	2	ENTER	?		B: 每组共测9点
3	9	ENTER	?		C: 每组标样浓度5点
5	5	ENTER	S =		
4	8.2	ENTER	S =		
6	9.0	ENTER	S =		
:	:	:	:		
13	9.1	ENTER	S =		内标数据 BEEP1 鸣声1次 表示内标一组9个数据
14	8.0	ENTER	S =		
:	9.7	:	:		输入完毕
22	7.2	ENTER	T =		BEEP1
23	:	ENTER	T =		
:	22	:	:		试样数据
31	7.6	ENTER	T =		
32	:	ENTER	T =		BEEP2 鸣声2次
:	22.5	:	:		表示试样一组9个数据
40	100	ENTER	Z =		输入完毕
41	:	:	:		标样浓度 BEEP 2
:	1	:	:		
45		ENTER	ESTIMATION		结果: 已扣除空白
46		ENTER	19.5	14.4	试样1透过均值 含量
47		:	19.5	12.0	试样2透过均值 含量
48		:	22.3	12.0	试样3透过均值 含量

注: SHFT C演算从22步重新开始, 这样内标元素的数据不必输入, 只要输入被测另一组试样的数据就可得另一个元素的含量。SHFTD测试结果重演。

6. 光谱测定数据处理, 见表下表。

编 号		试样 I%	内标 I ₀ %	备 注
	1	7.2	8.2	A = 3平行试验
100	2	7.6	8.0	B = 14测试点/每组
	3	7.4	8.0	C = 5个标准试样

编 号		试样 I%	内标I ₀ %	备 注
30	1	12	9.3	
	2	15	8.7	
	3	13	9.0	
10	1	22.5	9.8	
	2	24.0	10.0	
	3	23	10.0	
3	1	54.0	9.8	
	2	55.0	10.0	
	3	54.5	10.0	
1	1	73	8.0	
	2	75	8.0	
	3	74	8.3	
空白	1	96	11.0	I 含量
	2	94	10.8	
	3	95	11.0	
试样 1*	1	19	8.5	19.3 14.7含量平均值:11.7
	2	20	9.5	
	3	19	9.0	
2*	1	26	9.2	22.5 9.5
	2	25	10.0	
	3	25	9.5	
3*	1	19	8.8	19.7 11.8 标准偏差 $\sigma_{n-1} = 1.58$
	2	20	7.7	
	3	20	8.2	
4*	1	22	9.1	22.2 12.2
	2	22.5	9.7	
	3	22	9.5	
5*	1	21	9.2	21.3 12.0
	2	22	8.8	
	3	21	9.0	
6*	1	20	8.2	19.0 12.0
	2	18	7.8	
	3	19	8.0	
7*	1	21.5	8.0	20.8 10.0
	2	21.0	8.0	
	3	20	8.2	
8*	1	19.5	7.8	19.2 11.1
	2	19	7.5	
	3	19	8.0	

试样: 石英 被测元素Al

(六)、玻璃折射率 N_D 的BASIC语句

1. 用途：本法主要用来计算玻璃折射率 N_D 。
2. 原理：V-棱镜的折射率公式。

$$N = \sqrt{N_D^2 + \sin^2\theta} / \sqrt{N_D^2 - \sin^2\theta}$$
 由此公式直接得出，不必查表了。

3. 玻璃折射率 N_D 的BASIC语句

```
10: "A" INPUT "NO. H?", N, H
20: B = SIN H
30: PRINT "ND = ", SQR(N * N + B * B) / SQR(N * N - B * B)
40: END
```

4. 操作，见表9。

表9

	输 入	显 示	备 注
1	SHFT A	NO, H?	NO—V块折射率
2	1.510488	?	H- 角度
2	5.204	ND = 1.5550986	结 果

注：H-折射角，必须以度为单位的小数。

如：折射角为 $5^{\circ}12.25'$ ，必须将分化为度， $5 + 12.25/60 = 5.204^{\circ}$ 即 5.204° 将此度数输入计算机。

(七)、正交设计 $L_8(2^7)$ 的BASIC语句

1. 用途：试制一种产品，改革一项工艺，寻找优良的生产条件，一般都要做试验。本例是一个常用的 Z_3 正交表的计算。可对理化测试作数据处理，作 F 检验，优选最佳试验方案。

2. L_8 正交表的BASIC语句

```
10: "A"; T = 0; X = 0
20: PRINT "DATA"
30: FOR A = 2 TO 9
40: INPUT "X = "; A(A)
50: X = X + A(A)
60: NEXT A
70: S = C + D + E; Z$ = "S1 = "; GOSUB 500
80: S = C + F + G; Z$ = "S2 = "; GOSUB 500
90: S = C + H + I; Z$ = "S3 = "; GOSUB 500
100: S = D + F + H; Z$ = "S4 = "; GOSUB 500
110: S = G + D + I; Z$ = "S5 = "; GOSUB 500
120: S = E + F + I; Z$ = "S6 = "; GOSUB 500
130: S = E + F + H; Z$ = "S7 = "; GOSUB 500
```

```

140: PRINT "ST = "; T; END
500: S = 2 *(S + B) - X; S = S * S / 8
510: T = T + S; PRINT Z $, S
520: RETURN
    
```

3. 举例: 本例利用 L_8 正交表, 首先将试验方案排好, 将试验后测得的理化数据结果列入正交表内, 然后由计算机算出每一列的离差平方和总离差平方和。见表10。

表10

	1	2	2	4	5	6	7	DATA	实验结果
1	1	1	1	1	1	1	1	X_1	9
2	1	1	1	2	2	2	3	X_2	12
3	1	2	2	1	1	2	2	X_3	8
4	1	2	2	2	2	1	1	X_4	15
5	2	1	2	1	2	1	2	X_5	16
6	2	1	2	2	1	2	1	X_6	20
7	2	2	1	1	2	2	1	X_7	13
8	2	2	1	2	1	1	2	X_8	13
S离差平方和	40.5	8	18	24.5	4.5	0	8	ST = 103.5	

4. 操作过程, 见表11。

表11

	输 入	显 示	备 注
1	SHFT A	DATA	数据输入
2	ENTER	X =	
3	9 ENTER	X =	
4	∴ ∴		
10	13 ENTER	$S_1 = 40.5$	结 果
11	ENTER	$S_2 = 8$	
12	ENTER	$S_3 = 18$	
13	ENTER	$S_4 = 24.5$	
14	ENTER	$S_5 = 4.5$	
15	ENTER	$S_6 = 0$	
16	ENTER	$S_7 = 8$	
17	ENTER	ST = 103.5	

Computer Technique Used in the Measurement of Glass Properties

Chen Bairen

Abstract

This paper introduces some programs used in the measurement of glass properties. The the type of computer is PC-1211. It is very useful and convenient. Language used here is BASIC.

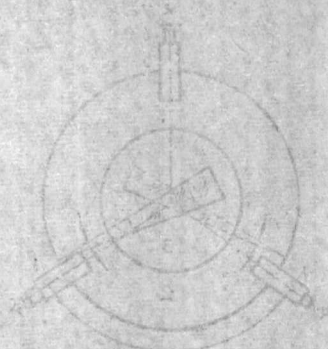


Figure 1: Schematic diagram of the measurement apparatus.

Figure 1 shows the schematic diagram of the measurement apparatus. The diagram consists of a central vertical rod (a) passing through a circular base. Two horizontal arms (b) extend from the center of the base. The distance between the centers of the two arms is labeled as 'c'. The diagram is used to illustrate the geometry of the measurement setup.

The diagram is used to illustrate the geometry of the measurement setup. The central vertical rod (a) is used to measure the height of the glass sample. The horizontal arms (b) are used to measure the diameter of the glass sample. The distance between the centers of the two arms (c) is used to measure the thickness of the glass sample.