

756785

5087
62912.0
T. 3

PC —— 1500 计算机
水利水电应用程序集

(三)

成都科学技术大学图书馆

基本藏书



5087
62912.0
T. 3

235

四川省水利电力厅科技情报中心站

目 次

非均匀流水面曲线计算程序.....	周明德 (1)
河道横断面水力要素计算.....	冯光扬 (7)
小型水电站压力水管的水锤压力计算.....	敖玉明 (18)
园形断面蜗壳的水力计算.....	李 华 (23)
压力前池最低水位计算程序.....	肖白云 (25)
地面压力钢管的结构计算.....	李 华 (30)
地下高压管道结构计算.....	邱 禾 (37)
用弹性地基梁法计算水闸底板内力.....	敖玉明 (39)
小型电站河床式厂房的总体稳定分析.....	沈寿康 (42)
短路电流计算程序.....	宋 超 (48)
拱坝应力计算程序.....	杜秀章 (53)
编后语.....	(77)

非均匀流水面曲线计算程序

周明德

(水电部成都勘测设计院)

一、概述

水利工程实际中,为了控制水流,满足输水或泄洪等要求,常需修建各种水工建筑物,如水利枢纽的溢洪道、各种用途的渠道、无压隧洞等,许多过水建筑物中的水流都是非均匀流。非均匀流的特征是水深和流速沿流程变化,水面线一般为曲线。计算水面曲线是水利水电工程规划设计中经常碰到的课题。计算水面线有分段求和法、水力指数法等,计算十分繁琐。特别是分段求和法,每计算一个断面都需多次反复试算,工作量大。应用本文介绍的源程序,在pc-1500计算机上计算水面曲线,可大大提高效率。笔者曾计算十余道不同类型的例题,证明程序可靠无误,完全可代替手工计算。现已多次应用于工程设计中。

二、程序的功能

可以计算无压水流的临界水深、正常水深(对反坡、平坡及非棱柱体渠道免此项)。可以计算全部十二种类型的非均匀流水面线。对陡坡、缓坡、平坡、反坡、临界坡明流输水道均能适用,输水道横断面为梯形或矩形,对棱柱体渠道,非棱柱体渠道都能应用。

三、计算方法和公式

采用水面线计算分段求和法。该方法系将微分计算(实际上这种微分计算是无法进行的)化为差分计算,概念明确,为设计人员所乐用。

计算公式

$$\frac{(h_2 + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g}) - (h_1 + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g})}{\Delta l} = 1 - J$$
$$J = \frac{\Delta h_f}{\Delta l} = \frac{v^2}{c^2 R}$$

式中各量含义可参见一般《水力学》教科书。

在程序中,以EZ表示已知断面单位能量,Ex表示未知断面单位能量,经过变换,并充

分利用计算机逻辑运算的功能,使得本程序能用于计算十二种不同类型的水面曲线。

程序中,计算临界水深、正常水深、各断面水深都是用试算求解,采用的是二分法试算,收敛快速。

四、使用说明

(一) 主要变量及数组标识符

N—计算断面个数; B(N)——各计算断面底宽数组; L(N-1)——断面间距数组; II——输水道纵坡; M——输水道断面边坡系数; NC——输水道表面糙率; Q——通过流量; A1、A2——动能改正系数; HC——控制水深(已知); y——公式 $c = \frac{1}{n} R^y$ 中的指数; Hx——计算断面水深(未知); EZ——已知断面单位能量; Ex——未知断面单位能量; J——水力坡度; JP——两断面间平均水力坡度; W、X、B、R、C、V、H及带脚标者,都分别表示断面积、湿周、水面宽、水力半径、谢才系数、断面平均流速及水深。

(二) 输入数据

需输入已知数据的各变量及数组有:

N; B(N); L(N-1); II; M; Q; Nc; A1; A2; HC; y。

各变量及数组的含义如上述。其中N以键盘输入,其余各量以READ- DATA语句输入(B(N), L(N-1), II, M, Q, Nc, A1, A2, Hc, Y依次置入DATA语句中)。在试算临界水深和正常水深时,二分法试算的初值、终值已编入程序。求解各断面水深时,试算用的初值A和终值D需用键盘输入,因已算得并先打印出临界水深和正常水深值,又已知控制水深,故可很容易选取适当的A、D值,当控制水深即为临界水深而又未知时(如陡槽溢洪道),控制水深可先任置一数,令机器算出临界水深,再将临界水深数值作为控制水深输入程序,重新计算整条水面线。

(三) 输出结果

可将输入的数据打印输出,供校对。

输出的计算结果有:临界水深HK,正常水深HO(反坡、平坡、非棱柱体渠道无此项),各断面的水深Hx,平均流速Vx等。

计算的中间结果,如各断面的各种水力要素及断面单位能量等,使用者可根据需要,在源程序92句以后设置输出语句令其打印输出。例如若需要计算前池最低水位,本程序就可输出引水渠所有水力要素。

源 程 序

```

1  CLEAR
3  INPUT "N=";N
5  DIM B(N),L(N-1
    )
7  FOR I=1TO N
9  READ B(I)
10 LPRINT "I=";I;
    LPRINT "B(I)="
        ;B(I)
11 NEXT I
12 LPRINT
13 FOR I=1TO N-1
15 READ L(I)
17 LPRINT "I=";I
18 LPRINT "L(I)="
        ;L(I)
19 NEXT I
21 READ H,M,Q,NC
23 READ A1,A2,HC,
    Y
24 LPRINT "H=";I
    I;LPRINT "M=";
        M
25 LPRINT "Q=";Q;
    LPRINT "NC=";N
        C
26 LPRINT "A1=";A
    1;LPRINT "A2="
        ;A2
27 LPRINT "HC=";H
    C;LPRINT "Y=";
        Y
29 SI=ASN H
31 A=0.01;D=10
32 HK=A
33 BK=B(1)+2*M*HK
34 WK=(B(1)+M*HK)
    *HK
35 G=WK^3/BK-A1*Q
    ^2/9.81
36 G0=G
37 HK=(A+D)/2
39 BK=B(1)+2*M*HK
41 WK=(B(1)+M*HK)
    *HK
42 G=WK^3/BK-A1*Q
    ^2/9.81
43 IF ABS G<0.01
    GOTO 47
44 IF G*G0>0GOTO
    46
45 D=HK;GOTO 37
46 A=HK;GOTO 37
47 VK=Q/WK
48 LPRINT "*****"
    "*****"
49 LPRINT USING"
    ***.***";HK="
        ;HK
50 LPRINT "VK=";V
    K
51 IF H<=0GOTO 7
    5
52 IF B(1)<>B(N)
    GOTO 74
53 A=0.01;D=10
55 H=A;B=B(1)
56 GOSUB 300

```

```

60 G0 = G
61 H = (A + D) / 2; B = B(
    1)
62 GOSUB 300
64 IF ABS G < 0.01
    GOTO 71
68 IF G * G0 > 0 GOTO
    70
69 D = H; GOTO 61
70 A = H; GOTO 61
71 V0 = V; H0 = H;
    LPRINT "H0 = "; H
    0
72 LPRINT "V0 = "; V
    0
74 IF B(1) < B(N)
    LET HC = HK * COS
    SI
75 HZ = HC
76 BZ = B(1); BX = B(2
    )
77 L = L(1); WZ = (BZ +
    M * HZ) * HZ
78 VZ = Q / WZ
79 LPRINT "I = 1"
80 LPRINT "HZ = "; H
    Z
81 LPRINT "VZ = "; V
    Z
82 GOSUB 200
83 LPRINT "I = 2"
84 LPRINT "HX = "; H
    X
85 LPRINT "VX = "; V
    X
86 FOR I = 2 TO N - 1
87 BZ = B(I); BX = B(I
    + 1)
88 L = L(I); HZ = HX
89 GOSUB 200
90 LPRINT "I = "; I +
    1
91 LPRINT "HX = "; H
    X
92 LPRINT "VX = "; V
    X
93 NEXT I
100 END
200 WZ = (BZ + M * HZ) * H
    Z
202 XZ = BZ + 2 * HZ * √(1
    + M * M)
204 RZ = WZ / XZ
206 CZ = RZ ^ Y / NC
208 VZ = Q / WZ
210 EZ = HZ * COS SI + A
    2 * VZ ^ 2 / 19.62
212 IF B(I) < B(N)
    LET EZ = -EZ;
    GOTO 230
214 IF H0 > HK AND HC
    < HK LET EZ = -EZ;
    GOTO 230
215 IF H0 < HK AND HC
    < H0 LET EZ = -EZ;
    GOTO 230
216 IF H0 < HK AND HC
    < HK AND HC > H0
    LET EZ = -EZ;
    GOTO 230
217 IF H0 = HK AND HC
    < HK LET EZ = -EZ;
    GOTO 230
218 IF H0 = 0 AND HC <
    HK LET EZ = -EZ;
    GOTO 230

```

```

219 IF II < 0 AND HC <
    HKLET EZ = -EZ:
    GOTO 230
230 INPUT "A="; A.
    D = " ; D
232 HX = A:GOSUB 250
234 G0 = G
236 HX = (A + D) / 2:
    GOSUB 250
238 IF ABS G < 0.01
    GOTO 245
240 IF G * G0 > 0 GOTO
    244
242 D = HX:GOTO 236
244 A = HX:GOTO 236
245 RETURN
250 WX = (BX + M * HX) * H
    X
252 XX = BX + 2 * HX *  $\sqrt{(1$ 
    + M * M)
254 RX = WX / XX
256 CX = RX  $\wedge$  Y / NC
257 VX = Q / WX
258 EX = HX * COS SI + A
    2 * VX  $\wedge$  2 / 19.62
260 IF B(1) < > B(N)
    GOTO 270
261 IF H0 > HKAND HC
    , H0LET EX = -EX:
    GOTO 270
262 IF H0 > HKAND HC
    > = HKAND HC < H0
    LET EX = -EX:
    GOTO 270
263 IF H0 < HKAND HC
    , HKLET EX = -EX:

```

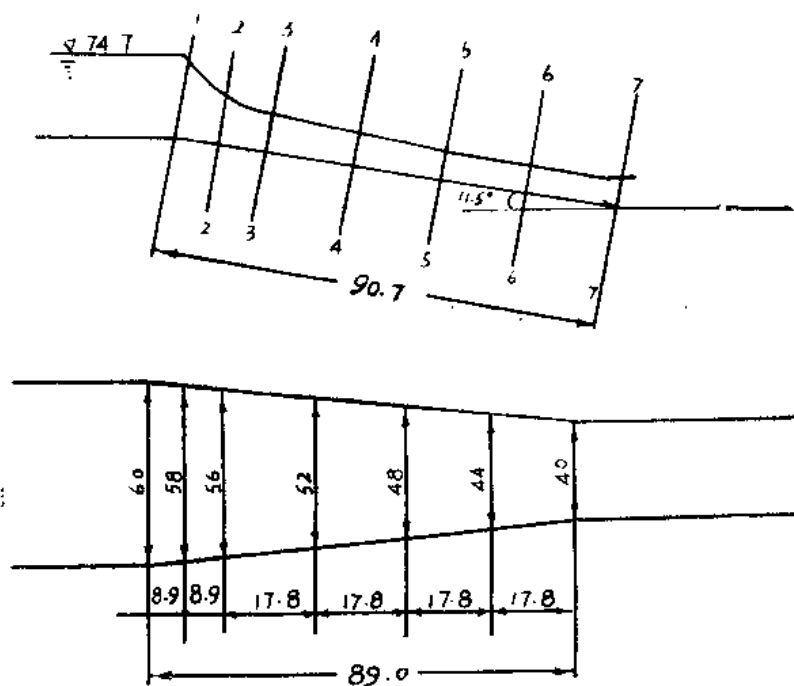
```

    GOTO 270
264 IF H0 = HKAND HC
    , HKLET EX = -EX:
    GOTO 270
265 IF II = 0 AND HC >
    = HKLET EX = -EX:
    GOTO 270
266 IF II < 0 AND HC >
    HKLET EX = -EX:
    GOTO 270
270 RP = (RZ + RX) / 2
272 VP = (VZ + VX) / 2
274 CP = (CZ + CX) / 2
276 JP = VP  $\wedge$  2 / RP / CP /
    CP
278 G = EZ + EX + (JP - II
    ) * L
280 RETURN
300 W = (B + M * H) * H
301 X = B + 2 * H *  $\sqrt{(1 + M *
    M)}$ 
302 R = W / X: C = R  $\wedge$  Y / NC
303 V = Q / W
304 G = W * C *  $\sqrt{(R * II)}$ 
    Q
305 RETURN
360 DATA 60, 58, 5
    6, 52, 48, 44,
    , 40
362 DATA 8.90, 3.90
    , 17.8, 17.8, 17.
    8, 17.8
365 DATA 0.2, 0
    , 392, 0.014
366 DATA 1.0, 1.1, 1
    , 632, 0.1666667

```

算 例

某水库河岸式陡槽溢洪道，泄洪流量392秒立米，糙率0.014，几何尺寸见图，横断面为矩形。所有已知数据已在程序360、362、365、369句。要求计算水面线以确定边墙高度。



打印输出结果，

HK = 1.632

VK = 4.001

I = 1

HZ = 1.599

VZ = 4.084

I = 2

HX = 0.869

VX = 7.772

I = 3.000

HX = 0.732

VX = 9.552

I = 4.000

HX = 0.627

VX = 12.005

I = 5.000

HX = 0.596

VX = 13.698

I = 6.000

HX = 0.594

VX = 14.992

I = 7.000

HX = 0.610

VX = 16.040

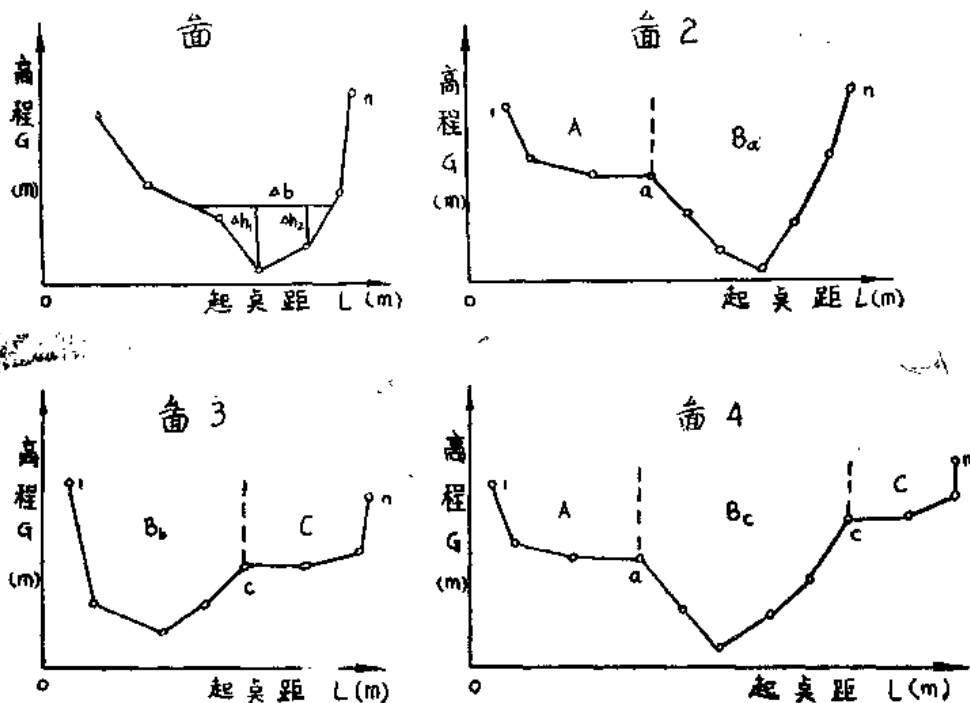
河道横断面水力要素计算

冯 光 扬

(中国科学院成都地理研究所)

本程序只需一次输入 n 、 GK 、 G_1 、 n_1 、 G_2 、 n_2 、 a 、 c 及断面测量的 $L \sim G$ 二维数组,即可计印单一断面图1逐计水位的水力要素 F 、 R 、 $F \cdot R^{2/3}$ 及绘图,并可一次计印复式断面(图2或图3、图4)滩地与主槽各部分逐级水位的水力要素 F 、 R 、 $F \cdot R^{2/3}$ 并绘图,还可计印单一断面(或复式断面滩地与主槽)任何水位(如历史洪水水位)的水力要素 F 、 R 、 $F \cdot R^{2/3}$ 。其中,单一断面(或复式断面主槽及滩地各部分)逐级水位的级差可以等距,也可不等距。

该程序采用横式积分计算,因此,计算速度比立式积分快4倍以上。



一、数学公式

由图1可知,某水位 GK 以下可将河道横断面分为若干个三角形、梯形、矩形。其中,

每一部分的水面宽 Δb 、部分面积 ΔF 、部分湿周 Δx 可分别用(1)、(2)、(3)式计算；而水位 G_N 以下横断面的总面积 F 、总湿周 x ，总水面宽 B 及水力半径 R 可分别用(4)、(5)、(6)、(7)式计算。

$$\Delta b = L_2 - L_1 \quad \text{或} \quad \Delta b = \frac{L_2 - L_1}{G_2 - G_1} \times \Delta h_2 \quad (1)$$

$$\Delta F = (\Delta h_1 + \Delta h_2) \Delta b / 2 \quad (2)$$

$$\Delta x = [(\Delta h_1 + \Delta h_2)^2 + \Delta b^2]^{1/2} \quad (3)$$

$$F = \sum_{i=D-1}^{M+1} \Delta F_i \quad (4)$$

$$x = \sum_{i=D-1}^{M+1} \Delta x_i \quad (5)$$

$$B = \sum_{i=D-1}^{M+1} \Delta b_i \quad (6)$$

$$R = \frac{F}{x} \quad (7)$$

(1) - (7) 式中各参变量的物理意义和单位见表1中“内存”一栏。当左三角形、右三角形时，其 Δb_1 与 Δb_2 分别为零。若为复式断面，则湿地与主槽相接部分的湿周为零。

1140语句开始的子程序为单一断面与复式断面主槽 B_1 、 B_0 、 B_2 计印和绘制逐级水力要素的子程序。

1390与1490语句开始的子程序分别为左、右滩地计印和绘制逐级水力要素的子程序。

2240语句开始的子程序为只计印一级水力要素的子程序。

二、内存分配表

变量名	物 理 意 义 及 单 位
L(N)	起点距L (米) 数组
G(N)	高程G (米) 数组
N	L~G二维数组个数n
GK	单一断面或复式断面主槽的第一级计印水位 (米)
G1、N2	分别为单一断面或复式断面主槽低水部分 水位级差 (米) 与级数 n_1
G2、N2	分别为单一断面或复式断面主槽高中水部分的水位级差 G_2 (米) 与级数 n_2
A	左滩地与主槽相接的L~G二维数组序号a
C	右滩与主槽相接的L~G二维数组序号c

续表

G	水位 (米)
F	过水面积 (米 ²)
R	水力半径 (米)
x	湿周 (米)
B	水面宽 (米)
GK(L)	水位级GK数组
F(L)	过水面积数组
R(L)	水力半径数组
L	$L = N_1 + N_2 + 4$
I, J	循环变量

三、操作说明

输入与输出参变量的物理意义及单位见内存表。L~G二维数组排列顺序是：L由小到大，G对应L。最小L为左岸，最大L为右岸；左右滩地与左右岸一致。

本程序采用自定义标号启动及问答式输入参变量。单一断面与复式断面主槽等距计印水力要素时，输入中 G_2 与 n_2 均为零，不等距计印时， G_2 与 n_2 均大于零。

1、操作步骤：“A”，输入n、GK、 G_1 、 n_1 、 G_2 、 n_2 、a、c及L~G二维数组。

2、“S”，计印图1的逐级水力要素并绘图。

3、“D”，输入 G_m ，计印图1中 G_m 的水力要素。

4、“F”，计印复式断面中滩地与主槽各部分的逐级水力要素，并绘图。

5、“G”，输入 G_m ，计印复式断面中滩地与主槽各部分 G_m 水位的水力要素。

单一断面图1，操作第1至第3步，输入中a和c均可大于或等于零。

复式断面图2、图3及图4，操作第1步及第4步至第5步。其中，图2的输入中 $c = 0$ ；图3的输入中 $a = 0$

操作第1步后，第2步至第5步的顺序可自便并可重复多次使用。

本程序还可只计印复式断面主槽或滩地中一部分的逐级水位（或一级水位）水力要素。而滩地的逐级计印中可等距，也可不等距。

源 程 序

```

10 "A"CLS : CLEAR ; " n1=" ; N1 ; "
    : WAIT 0 : COLOR G2=" ; G2 ; " n2
    2 : PRINT "n=" ; =" ; N2 ;
20 INPUT N : CLS : 170 LPRINT " a=" ;
    PRINT "GK " ; A1 ; " c=" ; C1
30 INPUT GK : CLS : 180 LPRINT : LPRINT
    PRINT "G1=" ; TAB 2 ; "I" ; TAB
40 INPUT G1 : CLS : 10 ; "L" ; TAB 20 ;
    PRINT "n1=" ; "G"
50 INPUT N1 : CLS : 190 FOR I=1 TO N
    PRINT "G2=" ; 200 LPRINT USING ;
60 INPUT G2 : CLS : I ; TAB 7 ; L(I) ;
    PRINT "n2=" ; TAB 17 ; G(I)
70 INPUT N2 : CLS : 210 NEXT I
    PRINT "a=" ; 220 LPRINT : GI=G(1
80 INPUT A1 : CLS : ), QA=GI, GJ=G(N
    PRINT "c=" ; ), S=N1, E=G1, Y=
90 INPUT C1 : CLS N2, U=G2
100 L=N1+N2+4 : DIM 230 D=1, M=N : GOSUB
    L(N), G(N), P(N) 1800
    , Q(N), GK(L), F(
    L), R(L), B(L)
110 WAIT 0 : FOR I=1
    TO N
120 PRINT "L(" ; I ; "
    )=" ;
130 INPUT L(I) : CLS
    : PRINT "G(" ; I ;
    ")=" ;
140 INPUT G(I) : CLS
150 NEXT I
160 CSIZE 1 : LPRINT
    "n=" ; N ; " GK="
    , GK ; " G1=" ; G1

```

320	GOSUB 2210 ;		C) = L(N - 1) THEN
	GOSUB 2240 ;		600
	GOTO 800	590	GOSUB 1490
370	"F" COLOR 2 ; GK =	600	GOTO 800
	GE ; GOSUB 2200	640	"G" GOSUB 2170 ;
380	IF A = 0 AND C = 0		GOSUB 2200
	THEN 300	650	IF A = 0 AND C = 0
390	B(1) = GK ; FOR I =		THEN 320
	2 TO S + 1	660	IF A > 0 AND C > 0
400	B(I) = B(I - 1) + E		THEN 750
410	NEXT I	670	IF C > 0 THEN 710
420	IF Y = 0 THEN 460	680	IF A = 2 AND L(1)
430	FOR I = S + 1 TO S +		= L(2) THEN 700
	Y + 2	690	GOSUB 1380
440	B(I) = B(I - 1) + U	700	GOSUB 1450 ;
450	NEXT I		GOSUB 2240 ;
460	IF A > 0 AND C > 0		GOTO 800
	THEN 550	710	GOSUB 1460 ;
470	IF C > 0 THEN 510		GOSUB 2240
480	IF A = 2 AND L(1)	720	IF C = N - 1 AND L(
	= L(2) THEN 500		C) = L(N - 1) THEN
490	GOSUB 1390		740
500	GOSUB 1450 ;	730	GOSUB 1480
	GOSUB 1410 ;	740	GOTO 800
	GOTO 800	750	IF A = 2 AND L(1)
510	GOSUB 1460 ;		= L(2) THEN 770
	GOSUB 1410	760	GOSUB 1380
520	IF C = N - 1 AND L(	770	GOSUB 1470 ;
	C) = L(N - 1) THEN		GOSUB 2240
	540	780	IF C = N - 1 AND L(
530	GOSUB 1490		C) = L(N - 1) THEN
540	GOTO 800		800
550	IF A = 2 AND L(1)	790	GOSUB 1480
	= L(2) THEN 570	800	BEEP 5, 100, 500
560	GOSUB 1390		: END
570	GOSUB 1470 ;	1000	F = 0, B = 0, X = 0,
	GOSUB 1410		H = 0, K = 0, Q = 1,
580	IF C = N - 1 AND L(		G = E ; GOSUB 18

```

40
1010 IF M=D THEN 1
    050
1020 FOR J=D+1 TO
    M
1030 GOSUB 1860
1040 NEXT I
1050 GOSUB 1850
1060 IF GD=0 OR GD
    >=GK THEN 108
    0
1070 IF GK>GD LET
    X=X+GD-GK
1080 IF GC=0 OR GC
    >=GK THEN 110
    0
1090 IF GK>GC LET
    X=X+GC-GK
1100 GOSUB 1880:
    RETURN
1120 IF GK>GK OR G
    K>GJ THEN 137
    0
1130 T=D, W=M, G3=G
    :GOSUB 1700
1140 IF T=D THEN 1
    210
1150 COSUB 1840
1160 IF T-D=1 THEN
    1200
1170 FOR I=D+1 TO:
    T-1
1180 GOSUB 1860
1190 NEXT I
1200 K G, Z=(L(T)-
    L(T-1))/(G(T
    -1)-G(T))*(G
    -H):GOSUB 18

```

```

70:GOTO 1220
1210 K G,H=0,Z=(L
    (D)-L(D-1))*
    K/(G(D-1)-G(
    D)):GOSUB 18
    70
1220 IF GD=0 OR GD
    >=GK THEN 125
    0
1230 IF GK>=GD AND
    GD>GK:GLET
    X=X+GD-GK:
    GOTO 1250
1240 X=X-G
1250 F=F+B1*G,H=G
1260 IF M=W LET K=
    0:GOSUB 1580
    :GOTO 1330
1270 K=GK-G(W+1):
    GOSUB 1580
1280 IF M-W=1 THEN
    1320
1290 FOR I=W+2 TO
    M
1300 GOSUB 1860
1310 NEXT I
1320 GOSUB 1850
1330 IF GC=0 OR GC
    >=GK THEN 136
    0
1340 IF GK>=GC AND
    GC>GK:GLET
    X=X+GC-GK:
    GOTO 1360
1350 X=X-G
1360 G=G3:GOSUB 1
    880
1370 RETURN

```

1380	GOSUB 1400 ;	; "Bb" ; V = C+1,
	GOSUB 2240 ;	L(V) = P(C), G(
	RETURN	V) = C+1, GD = 0, G
1390	GK = Q(A1) ;	C = GP, G = G1 ;
	GOSUB 1400 ;	RETURN
	GOSUB 2100 ;	1470 CSIZE 3 ;
	RETURN	LPRINT TAB 5
1400	CSIZE 3 ;	; "Bc" ; V = C = A+
	LPRINT TAB 5	2, GD = GA, GC = G
	; "A" ; V = A+1, G	B, L(1) = P(A),
	C = GA, GD = 0, L(	L = 2, P = V, O = A ;
	V) = P(A), G(V)	GOSUB 2070
	= G1 ; RETURN	1475 V = V+1, L(V) = P
1410	GK = GE ; GOSUB	(C), G(V) = G1 ;
	1770 ; GOSUB 1	RETURN
	000 ; N1 = S, G1 =	1480 GOSUB 1500 ;
	E, N2 = Y, G2 = U,	GOSUB 2240 ;
	G = E ; GOSUB 16	RETURN
	10	1490 GA = Q(C1) ;
1415	IF N2 = 0 THEN	GOSUB 1500 ;
	1440	GOSUB 2120 ;
1420	G = G2 ; FOR J = 1	RETURN
	TO N2	1500 CSIZE 3 ;
1425	GK = GK + G ;	LPRINT TAB 5
	GOSUB 1120	; "C" ; V = N = C+2
1430	NEXT J	, GD = GB, G2 = 0,
1440	GOSUB 1900 ;	GA = GB, L = 2, P =
	RETURN	V, O = C ; GOSUB
1450	CSIZE 3 ;	2070 ; L(1) = P(
	LPRINT TAB 5	C) ; RETURN
	; "Ba" ; V = N = A+	1510 FOR I = V TO 1
	2, L(1) = P(A),	STEP - 1
	G = G1, GD = GA, G	1520 IF G(I) > = GK
	C = 0, L = 2, P = V,	AND G(I-1) < =
	O = A ; GOSUB 20	GK THEN 1540
	70 ; RETURN	1530 NEXT I
1460	CSIZE 3 ;	1540 M = I - 1 ; FOR I
	LPRINT TAB 5	1 TO V

```

1550 IF G(J) >= GK
      AND GK > -G(I+
1) THEN 1570
1560 NEXT I
1570 D=I+1:RETURN
1580 Z=(L(W+1)-L(
W))/(G(W+1)-
G(W))* (G-K):
GOSUB 1870:
RETURN
1610 G=G1:FOR J=1
      TO N1
1620 GK=GK+G:
GOSUB 1120
1630 NEXT J:
RETURN
1700 GOSUB 1510
1710 FOR I=D TO M
1720 IF G(I) > GK
      THEN 1750
1730 NEXT I
1740 GOTO 1760
1750 GK=GK+G3,G=G
      +G3:GOTO 170
      0
1760 GN=GK:RETURN
1770 GOSUB 1700:Q
      A=GI:GOSUB 1
      800:GOSUB 20
      60
1780 F=0,R=0,GA=Q
      (A1),GB=Q(C1
      ),GK=QA
1790 GOSUB 1890:G
      K=GN:RETURN
1800 FOR I=D TO M
1810 IF G(I) > QA
      THEN 1830

```

```

1820 QA=G(I)
1830 NEXT I:
RETURN
1840 H=0,K=GK-G(D
      ):Z=(L(D)-L(
      D-1))*K/(G(D
      -1)-G(D)):
GOSUB 1870:
RETURN
1850 K=0,Z=(L(M+1
      )-L(M))*H/(G
      (M+1)-G(M)):
GOSUB 1870:
RETURN
1860 K=GK-G(I):Z=
      L(I)-L(I-1):
GOSUB 1870:
RETURN
1870 F=F+(H+K)*Z/
      2,B=B+Z,X=X+
      √(Z^2+(H-K)^
      2),H=K:
RETURN
1880 R=F/X:GK(Q)=
      GK,F(Q)=F,R(
      Q)=R,Q=Q+1,B
      1=B
1890 CSIZE 1:
      LPRINT GK,
      TAB 8;INT (F
      *10)/10;TAB
      18;INT (R*10
      0)/100;TAB 2
      5;INT (F*R*(
      2/3)):RETURN
1900 GRAPH :CSIZE
      1:GLCURSOR (
      4,-230):

```



```

SORGN:
ROTATE 0:
LINE - (0, -20
),9:LPRINT "
0":Q=Q-1:
ROTATE 3
1905 LINE (0,0) - (
200,0):LINE
(100,4) - (100
,-4):LINE - (
100,-40),9
1910 LPRINT INT (
F(Q)/2):LINE
(200,4) - (200
,-4):LINE - (
200,-40),9:
LPRINT INT F
(Q)
1915 ROTATE 0:
LINE - (208,-
20),9:LPRINT
"F":LINE - (2
08,15),9:
LPRINT "R":R
A=0
1920 FOR I=1TO Q
1925 IF R(I) < RA
THEN 1935
1930 RA = R(I)
1935 NEXT I
1940 ROTA 3:
LINE - (100,5
),9:LPRINT
INT (RA * 5)/1
0:LINE - (200
,5),9:LPRINT
INT (RA * 10)/
10

```

```

1945 LINE (0,0) - (
0,200):
ROTATE 0
1950 GLCURSOR (0,
5):LPRINT QA
:LINE (0,100
) - (5,100):
LPRINT INT (
GK(Q) + QA)/2
1960 LINE (0,200)
- (5,200):
LPRINT GK(Q)
:LINE - (0,21
0),9:LPRINT
"G"
1970 GOSUB 2050:A
Q=1
1980 GOSUB 2250
1990 LINE - (D-10,
M),9:LPRINT
"G-F"
2200 FOR I=1TO Q:
F(I) = R(I)
2010 NEXT I
2020 ROTATE 0:
GOSUB 2050:K
X=200/RA
2030 Q = Q - 1,AQ = 3:
GOSUB 2250
2040 LINE - (D-10,
M),9:LPRINT
"G-R":TEXT:
COLOR 2:LF 1
4:RETURN
2050 KX = 200/F(Q):
KY = 200/(GK(Q
) - QA):D = 0,M =
0:RETURN

```