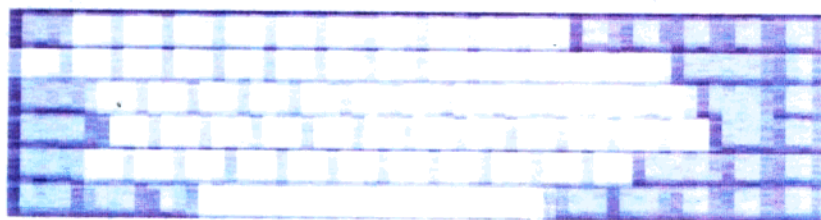


工程測量常用程序

陈兆伟 侯庆明 韩忠芳 编著

$$\begin{aligned} D &= D' \sin Z, \quad H = H_0 + D \operatorname{tg} \alpha + I - V \\ |PVA| &= P_1 V_1^2 + P_2 V_2^2 + P_3 V_3^2 + \dots \\ &\quad + P_n V_n^2 = PVA \end{aligned}$$



山东省地图出版社

编写说明

PC-1500 计算机是采用 BASIC 语言进行程序设计、整机体积小、携带方便、对工作环境要求不高的袖珍计算机。它几乎具有一般计算机的功能，而且可以像普通计算器一样适宜于外业队携带使用。所以，它受到了许多外业工作者的欢迎。

在外业工作中，有许多规模不大，但相当复杂的计算工作，有许多计算工作还需要在外业及时完成。若采用预先编制的程序在 PC-1500 机上计算，可就地快速完成这些计算，从而大大加快了工作进程、提高了工作效率。

本书主要介绍测绘生产中常用的测量记录计算程序。包括：(1) 四、五等导线测量记录计算程序；(2) 导线网条件平差程序；(3) 导线网平差计算程序；(4) 一、二、三等水准测量记录计算程序；(5) 四、五等水准测量记录计算程序；(6) 水准网条件平差程序；(7) 纵、横断面测量记录、计算程序；(8) 涵闸沉陷观测记录、计算程序；(9) 1/5 百地籍图测量记录、计算程序；(10) 高斯投影正、反算及换带计算程序；(11) 图廓元素数图法表示；(12) 测边、测角导线混合网平差计算及外业验算等。对于每个程序都详细介绍了程序的功能、数学模型、输入信息、输出成果及使用操作步骤，并给出了记录计算示例。这些程序在外业记录和内业计算工作中已经过多年验证，认为这些程序具有先进性和实用性，在提高效率、保证成果质量方面效果显著。

随着计算机技术的日益发展，目前 SHARP 公司已生产出 PC-1500 机的更新替代品，如 PC-E500 机、SHARP-200 机等。尽管这些新型机具有内存大，数据（程序）不易丢失，而且实现与微机通信及成果打印便捷等优点。但这些新型机使用的程序仍为 PC-1500 机的 BASIC 程序，或由 PC-1500 机的 BASIC 程序发展而来。因此，笔者总结和编写这本《工程测量常用计算机程序集》仍具有工作的互见性和积极的实用价值。

参加本书程序编写、程序验证调试修改和本书出版校对工作的有侯庆明、韩忠芳、吕亚洲、陈兆伟、张书和、房栓社、徐建军、郭长城等同志。本书由陈兆伟同志审核。

由于编者水平所限，书中难免存在一些缺点和不足，个别平差程序使用次数较少，且程序的优化是无止境的。恳请读者给予指正。

编 者

2001 年 3 月

目 录

四、五等导线测量记录、计算程序.....	1
导线网条件平差程序.....	16
导线网平差程序.....	28
一、二、三等水准测量记录程序.....	40
四、五等水准测量记录、计算程序.....	47
水准网条件平差程序.....	52
纵、横断面测量程序.....	59
涵闸沉陷观测记录、计算程序.....	68
1/5 百地籍图测量记录、计算程序.....	74
高斯投影正、反算及换带计算程序.....	80
图廓元素数图法表示.....	90
测边、测角导线混合网平差计算及外业验算.....	101

四、五等导线测量记录、计算程序

本程序可用于全站仪进行导线水平角、竖直角、边长野外观测记录、计算，并能打印野外作业原始观测数据及计算成果，进行单一附、闭合导线条件平差及三角高程导线平差。评定导线最弱点点位误差、坐标闭合差、相对闭合差及单位权测角中误差、三角高程闭合差等项内容。使用本程序应参考以下几点。

一、导线的等级和容量：

导线等级	水平角测回数	天顶距测回数	距离测回数	最大容量
三等	9	4	8(往4返4)	20站
四等	6	2	4(往2返2)	22站
5"级	3	2	单2	25站
10"级	2	2	单2	28站
图根	1	1	单1	30站

注：导线等级和测回数参照《水利水电工程测量规范》《地籍测量规范》定义。三测回以上观测的奇偶站分测左右角，所有观测限差均按上述规范限制。

二、启动程序及返工原则：

程序一旦启动将自动运行，启动程序方式不同其效果亦不同。

RUN2✓第一次运行，清除数据区。

RUN✓不清除数据区，若两条导线总站数在允许容量范围内，可记录两条导线观测数据，但测站号一定不能重复，若第一条导线为13站，而第二条导线的首站号应为第14站。

DEF A✓测站启动或本站重测。

DEF B✓本测回启动或重测，非本测回时应键入J="第几测回"。

DEF Z✓天顶距启动及重测。

DEF C✓水平角、天顶距限差吵限或重测。

DEF G✓打印成果表。

DEF X✓导线平差计算（使用机器内存数据）。

DEF S✓导线平差计算（由键盘输入数据）。

GOTO "P"✓打印本站观测成果（隔站启动不保留原始记录）。

GOTO "HH"✓高程平差计算（使用机器内存数据）。

GOTO "HS"✓高程平差计算（由键盘输入数据）。

三、导线观测记录、计算操作：

显 示	输 入	说 明
	R. 2 ✓	启动程序，清除数据区数据。
DENG JI?	- ✓	输导线等级：3—三等；4—四等；5—5"；10—10"；0—图根
	R. ✓	启动程序，不清除数据区数据
LH—TC1600	✓	显示程序名
FLD?	- ✓	输测区名

显 示	输 入	说 明
LINT?	- ✓	线名
GRP?	- ✓	作业组名
OBS?	- ✓	观测者
REG?	- ✓	记录者
YMD?	- ✓	年月日
N1=	1 ✓	导线观测起点序号, 也可由任意测站起测
N2=	28 ✓	导线观测终点序号, 可输估计值, 宜大不宜小, 但不 应大于最大容量
Q=	2 ✓	输水平角测回数, 不测水平角时输 0
D=	1 ✓	测距测回数, 不测距时输 0
Z=	2 ✓	天顶距测回数, 不测天顶距时输 0。打印表头信息
I=	1 ✓	测站序号
A\$=	A1 ✓	测站名
B\$1=	N2 ✓	后视点名
B\$2=	A2 ✓	前视点名
K=	1.2 ✓	仪器高 (Z=0 无此项)
L1=	1.5 ✓	后视镜高 (Z=0 或 I=1 无此项)
L2=	1.5 ✓	前视镜高 (Z=0 或 I=N2 无此项)
SET1 A (1, 1)	0.0100 ✓	后视水平方向值 (第一测回)
Z (1, 1)	- ✓	天顶距 (Z=0 不显示)
:		
A (1, 4)	- ✓	若 2C 超限返回 SET1 A (1, 1)
Z (1, 4)	- ✓	若指标差超限返回 SET1 Z (1, 1)
SET2 A (2, 1)	- ✓	后视水平方向值 (第二测回)
Z (2, 1)	- ✓	
:		
A (2, 4)	- ✓	若 2C 超限返回 SET2 A (2, 1), 水平测回差超 SET J=? 重测某一测回
Z (2, 4)	- ✓	若指标差超限返回 SET2 Z (2, 1), 测回差超 SET J=? 重测某一测回
A—OK		水平角合格 (测回差超限时打印超限测回)
B\$1 Z—OK		后视天顶距合格 (测回差超限时打印超限测回)
B\$2 Z—OK		前视天顶距合格 (测回差超限时打印超限测回)
D SET1		测距开始
T=?	24 ✓	温度 (0.1 度)

显 示	输 入	说 明
P=?	1020 ✓	气压
D1 (1, 1) -?	506.395 ✓	第一方向、第一测回、第一读数
D1 (1, 2) =506.	396 ✓	第一方向、第一测回、第二读数
:		一测回 4 次读数
D--OK		测距合格
K(0)=?	- ✓	测区球差 K 值(只输一次)
		打印测站成果
I=?	2 ✓	观测下一站

导线平差计算

显 示	输 入	说 明
	DEF X ✓	平差计算, 使用机器内存数据
DAO XIAN JI SUAN	✓	
N1=	1 ✓	起点站号
N2=	20 ✓	终点站号(假定 20 站)
A0=	70.3944 ✓	导线起始方位角(进入向)
AN=	250.3944 ✓	导线终边方位角(串出向)
XA=	3843.1 ✓	
YA=	4407.2 ✓	
XB=	(XA) ✓	假定为闭合线, 若为支线时 XB=0、YB=0
YB=	(YA) ✓	打印原始数据
fa=	✓	合限时打印平差成果, 不合限时检查输入数据
	DEF S ✓	平差计算, 由键盘输入数据
U=	2 ✓	测角先验误差
MDI=	5 ✓	测距常数误差
MDII=	3 ✓	测距比例误差
N1=	10 ✓	起点站号
N2=	20 ✓	终点站号
A0=	✓	同“DEF X”操作
:		
YB=	✓	
A\$(10) =	A10 ✓	起点点名(第一站)
B(10) =	114.5701 ✓	水平角(第一站)
D(10) =	505.402 ✓	前视平距(第一站)
:		

A\$ (20) =	A20 ✓	终点点名 (末站)
B (20) -	184.5759 ✓	闭合水平角
fa=	✓	合限时打印平差成果, 不合限时检查输入数据

高程平差计算

显 示	输 入	说 明
	GOTO "HH" ✓	三角高程平差, 使用内存往返高差数据
HH?	1 ✓	进行高程平差, 输入 0 时不平差
N1=	10 ✓	路线起点点号
N2=	20 ✓	路线终点点号
HA=	20.504 ✓	起点高程
HB=	25.456 ✓	终点高程, 而后进行平差并打印计算成果
	GOTO 885 ✓	用于单项水准平差
HH?	1 ✓	同上述操作
	GOTO "HS" ✓	直接水准。键入数据高程平差
N1=	1 ✓	路线起点点号
N2=	3 ✓	路线终点点号
HA=	24.420 ✓	起点高程
HB=	28.222 ✓	终点高程
A\$ (1) =	A1 ✓	起点点名
D (1) =	358 ✓	测段距离 (以米计)
h (1) =	4.022 ✓	测段高差 (以米计)
:		至闭合点, 印平差成果

方向、距离改正计算

显 示	输 入	说 明
	DEF L ✓	改正计算程序段启动
B2\$=	301 ✓	后视点名
X ₂ =	-18751 ✓	后视点纵坐标 (取整米)
Y ₂ =	-35571 ✓	后视点横坐标 (取自然坐标值, 中央子午线东为正)
B1\$=	300 ✓	测站点名
X ₁ =	18942 ✓	测站点纵坐标
Y ₁ =	-33955 ✓	测站点横坐标
R=	6378.0 ✓	地球半径 (以纬度为引数查表, 以千米为单位)
B3\$=	299 ✓	前视点名, 也可用 DEF V

显 示	输 入	说 明
X ₃ =	17942 ✓	前视点纵坐标
Y ₃ =	-33435 ✓	前视点横坐标
B=	123.34571 ✓	观测角
D=	457.571 ✓	距离
T=	24.5 ✓	温度
P=	1020.0 ✓	气压
H=	34 ✓	概略高程(米)。打印改正数及改正后成果 返回“B3\$=”
:		

注: (1)方向、距离改正包括①角度曲率 δ ; ②距离气象改正 d_1 , 投影水准面改正 d_2 , 投影高斯平面改正 d_3 。

(2) L 使用后若出现差错按 V, 因有坐标转换功能。打印成果后若出现差错, 需使用 L。

其他操作

显 示	输 入	说 明
	DEF G ✓	复制打印成果表
X0=	4 0E5 ✓	输入 X 的百公里整数, 若无此项输 0
Y0=	39 4E5 ✓	输入 Y 的百公里整数, 若无此项输 0
		打印成果表。仅打印坐标时事先 K=0
	DEF M ✓	数据存带(录音机 RECORD+PLAY)
	DEF N ✓	数据读带(录音机 PLAY)

四、源程序

```

1:GOTO 10
2:CLEAR:INPUT"DENG JI ?":J:IFJ=3LET N=20:Q=9:D=8:Z=4:GOTO7
3:IF J=4LETN=22:Q=6:D=4:Z=2GOTO 7
4:IF J=5LET N=25:Q=3:Z=2:D=2GOTO 7
5:IF J=10LET N=28:Q=2:Z=2:D=2GOTO 7
6:N=30:Q=1:Z=1:D=1GOTO7
7:DIM A$(N+1), B(N), K(N), F1(N), F2(N), BB(N), BD(N), H(N), H1(N), H2(N)
8:DIMX(N), Y(N), C(N), HH(N), HS(N), G(16), L1(N), L2(N), D(N, 2):IF MSRETURN
9:DIM A(Q, 4), Z(Z, 4), Z1(Z), Z2(Z), Z3(Z), Z4(Z), D1(D, 4), D2(D, 4)
10:WAIT99:PRINT"XH-TC1600":WAIT0:INPUT"FLD?":FL$, "LINT?": LI$, "GRP?":
  G$, "OBS? ":O$, "REG?":R$
12:INPUT "YMD?":Y$, "N1=":N1, "N2=":N2, "Q=":Q, "D=":D, "Z=":Z
16:IF Q>3LET W1=DEGO.0013:W2=DEGO.0009:W5=0.005:W6=0.007:GOTO20
18:W1=DEGO.0018:W2=DEGO.0012:W5=0.01:W6=0.015
20:W3=DEGO.0015:W7=0.04:W4=DEGO.0015
22:CSIZE2:USING
23:LPRINT TAB 0:"DAO XIAN CE LIANG":GOSUB 590:LPRINT"UNIT:LH AN GR":G$
24:LPRINT "INST:WILD TC-1600":LPRINT"YMD:":Y$

```

```

25:LPRINT"FLD:";FL$:LPRINT"LINT:";LI$
26:LPRINT"OBS:";O$:LPRINT"REG:";R$:LPRINT"HA=";Q;"VA=";Z;"D=";D:GOSUB595
28:CSIZE 1:LPRINT USING;"TIME=";TIME:LF 1
30:"A"INPUT"I=";I:IFI<=N2INPUT"A$=";A$(I),"B$1=";A$(I-1),"B$2=";A$(I+1)
    :GOTO 33
32:PRINT"I>N2":GOTO"X"
33:IF Z<>0INPUT"K=";K(I):GOTO36
35:J=1:GOTO40
36:IF I=N1GOTO 38
37:INPUT "L1=";L1(I):J=1:IF I=N2GOTO 40
38:INPUT "L2=";L2(I):J=1
40:"B":IFJ<=QGOSUB1500:J=J+1:GOTO 40
41:"C":FOR J=1TOQ:G(J)=A(J,0):NEXT J
42:IFQ>3LET G1=A(1,0):J1=1:J2=1:G2=G1:K=Q:GOSUB800:GOTO 55
45:G1=A(1,0):G2=G1:J1=1:J2=1:K=Q:FOR J=1TOK:G(J)=A(J,0):NEXT J:GOSUB 130
55:IF ABS (G1-G2)>W2GOSUB 150:GOTO 40
56:IF Q>3LET G1=A(2,0):J1=2:J2=2:G2=G1:K=Q:GOSUB 802:GOTO 58
57:GOTO 61
58:IF ABS (G1-G2)>W2GOSUB 150:GOTO 40
59:G1=0:FORJ=1TOQSETP2:G1=A(J,0)/Q+G1:NEXTJ:G3=G1*Q/INT(Q/2+.5):G2=0:FOR
    RJ=2TOQ STEP 2
60:G2=(360-A(J,0))/Q+G2:NEXT J:G4=G2*Q/INT(Q/2):B(I)=DMS(G1+G2):BB(I)=
    DMS(G3-G4):GOTO 62
61:B(I)=0:FOR J=1TO Q:B(I)=A(J,0)/Q+B(I):NEXT J:B(I)=DMSB(I)
62:WAIT 100:PRINT" A---OK":IFZ=0GOTO"D"
63:GOTO68
65:"Z":IFI=N1GOSUB 188:GOTO 68
66:IF I=N2GOSUB168:GOTO68
67:INPUT"RM! SET?";J:GOSUB 1550
68:IF I=N1GOTO 98
72:G1=Z1(1):G2=G1:J1=1:J2=1:K=Z:FOR J=1TOK:G(J)=Z1(J):NEXT J:GOSUB 130
75:IF ABS (G1-G2)>W3GOSUB 160:GOTO72
80:G1=Z3(1):G2=G1:J1=1:J2=1:K=Z:FOR J=1TOK:G(J)=Z3(J):NEXTJ:GOSUB 130
85:IF ABS (G1-G2)>W3GOSUB 174:GOTO80
90:WAIT 200:PRINTA$(I-1);"Z---OK"
95:F1(I)=0:FOR J=1TOZ:F1(I)=Z3(J)/Z+F1(I):NEXT J:F1(I)=DMS F1(I)
98:IF I=N2GOTO 127
100:G1=Z2(1):J1=1:J2=1:G2=G1:K=Z:FOR J=1TOK:G(J)=Z2(J):NEXTJ:GOSUB 130
105:IF ABS (G1-G2)>W3GOSUB 180:GOTO 100
110:G1=Z4(1):G2=G1:J1=1:J2=1:K=Z:FORJ=1TOK:G(J)=Z4(J):NEXTJ:GOSUB 130
115:IF ABS (G1-G2)>W3GOSUB 194:GOTO 110
120:WAIT 200:PRINT A$(I+1);"Z---OK"
125:F2(I)=0:FOR J=1TO Z:F2(I)=Z4(J)/Z+F2(J):NEXT J:F2(I)=DMS F2(I)

```

```

127: IF D<>0GOTO "D"
128: GOTO "A"
130: FOR L=1TOK: IF G1>G2(L) LET G1=G(L): J1=L
135: IF G2<G(L) LET G2=G(L): J2=L
137: NEXT L: RETURN
150: WAIT 250: PRINT J1;" "; J2;" A>"; W2*3600: P1=1: P2=1: CLS
152: CSIZE 1: LPRINT "SET:"; J1;" A="; USING; DMSA(J1, 0): USING
155: LPRINT "SET:"; J2;" A="; DMSA(J2, 0): LPRINT "RM! SET:"; J1;" OR SET:"; J2;" A"
157: WAIT 0: INPUT "RM A SET?"; J: RETURN
160: WAIT 200: PRINT A$(I-1); " "; J1;" "; J2;" i>"; W3*3600
162: CSIZE 1: LPRINT "SET:"; J1;" "; A$(I-1); " i="; DMS Z1(J1)*3600: USING
164: LPRINT "SET:"; J2;" "; A$(I-1); " i="; USING G$; DMS Z1(J2)*10000: USING
166: LPRINT "RM! SET:"; J1;" OR SET:"; J2;" "; A$(I-1); " Z": CLS
168: WAIT 0: INPUT "RM Z1 SET?"; J: CLS
170: WAIT 100: PRINT "SET:"; J: WAIT 0: FOR K=1T04STEP 3: PRINT "Z("; J; K; ")="; :
    INPUT Z(J, K): CLS
172: NEXT K: Z1(J)=(DEG Z(J, 1)+DEG Z(J, 4)-360)/2: Z3(J)=DEG Z(J, 1)-Z1(J):
    RETURN
174: PRINT A$(I-1); " "; J1;" "; J2;" Z"; W3*3600
176: CSIZE 1: LPRINT "SET:"; J1;" "; A$(I-1); " Z="; DMS Z3(J): USING
178: LPRINT "SET:"; J2;" "; A$(I-1); " Z="; USING M$; DMS Z3(J2): USING: GOTO 166
180: WAIT 200: PRINT A$(I+1); " "; J1;" "; J2;" i>"; W3*3600
182: CSIZE 1: LPRINT "SET:"; J1;" "; A$(I+1); " i="; Z2(J1)*3600 : USING
184: LPRINT "SET:"; J2;" "; A$(I+1); " i="; Z2(J2)*3600: USING
186: LPRINT "RM! SET:"; J1;" OR SET:"; J2;" "; A$(I+1); " Z": CLS
188: WAIT 0: INPUT "RM Z1 SET?"; J: CLS
190: WAIT 100: PRINT "SET:"; J: WAIT 0: FOR K=2T03: PRINT "Z("; J; K; ")="; : INPUT Z(J,
    K): CLS
192: NEXT K: Z2(J)=(DEG Z(J, 2)+DEG Z(J, 3)-360)/2: Z4(J)=DEG Z(J, 2)-Z2(J):
    RETURN
194: PRINT A$(I+1); " "; J1;" "; J2;" Z"; W4*3600
196: CSIZE 1: LPRINT "SET:"; J1;" "; A$(I+1); " Z="; DMS Z4(J1)
198: LPRINT "SET:"; J2;" "; A$(I+1); " Z="; DMS Z4(J2): USING: GOTO 186
200: "D": IF I=N2 GOTO "P"
205: J=1
210: IF J<=D GOSUB 3000: J=J+1: GOTO 210
213: IF Q<=3 OR I=N1 GOTO 240
220: G1=D1(1, 0): J1=1: G2=D1(1, 0): J2=1: K=D: FOR J=1T0 D: G(J)=D1(J, 0): NEXT J:
    GOSUB 130
225: IF G1-G2>W6 PRINT
    J1;" "; J2;" >"; W6: PRINT "RM!"; A$(I-1); "SET"; J1;" OR"; J2;" D": GOTO 260
230: D(I, 1)=0: FOR J=1T0 D: D(I, 1)=D1(J, 0)/D+D(I, 1): NEXT J: WAIT
240: IF I=N2 GOTO 252

```

```

243:G1=D2(1,0):J1=1:G2=D2(1,0):J2=1:K=D:FORJ=1TOD:G(J)=D2(J,0):NEXT J:
    GOSUB130
245:IFG1-G2>W6PRINTJ1:"":J2:">":W6:PRINT"RM!":A$(I+1):"SET":J1:"OR":J2
    ;"D": GOTO 280
246:D(I,2)=0:FORJ=1TO D:D(I,2)=D2(J,0)/D+D(I,2):NEXT J
247:IF Q<=3GOTO 252
248:IF ABS (D(I,1)-D(I-1,2))>W6 WAIT 100:PRINT A$(I-1):"GO BK D >":W6:
    GOSUB 255
250:IF RD=1 GOTO 260
251:IF RM=1 GOTO 280
252:TF=TIME :WAIT100 :PRINT "D OK":IF I=N1 GOSUB 505:D(I,0)=D(I,2):GOTO "P"
253:IF Q<=3 LET D(I,0)=D(I,2):GOSUB 500:GOTO "P"
254:D(I-1,0)=D(I-1,2)/2+D(I,1)/2: GOSUB 500: GOTO "P"
255:WAIT 0:INPUT"I=":M:IF M=ILET RD=1:RETURN
257:IF M=I-1LET RM=1:RETURN
260:CLS:INPUT "SET?":J:A=1:GOSUB390:GOSUB370
270:IF RDWAIT 100:PRINT"RM! 1 NEW SET":RD=0:GOTO 260
275:GOTO 230
280:WAIT 0:INPUT" SET?":J:A=2:GOSUB 390:GOSUB 375
290:IF RMWAIT 100:PRINT"RM! 1 NEW SET":RM=0:GOTO 280
295:IF I-M=ILET D(M,2)=0:FOR J=1TO D:D(M,2)=D2(J,0)+D(M,2):NEXT J:GOTO 235
297:GOTO 243
300:WAIT 100:PRINT"D SET":J:IFJ<>1GOTO 315
310:WAIT100:PRINT"SET":J:IF Q>3 WAIT 0:INPUT"AT=":AT,"P=":P:IF J=1 LET
    TN$=RIGHT$(STR$TIME,7):TN=VAL TN$
315:WAIT 0:FOR A=1TO2:IF I=N1 OR Q<=3 IF A=1 GOTO 335
320:IF I=N2 IF A=2 GOTO 335
330:GOSUB 390:ON AGOSUB 370,375
335:NEXT A:RETURN
370:D1(J,0)=0:FOR K=1TO4:D1(J,K)=G(K):D1(J,0)=G(K)/4+D1(J,0):NEXT K:
    RETURN
375:D2(J,0)=0:FOR K=1TO4:D2(J,K)=G(K):D2(J,0)=G(K)/4+D2(J,0):NEXT K:
    RETURN
390:WAIT 0:FOR K=1TO4:IF K=1 PRINT"D":A:"(":J:A:")":INPUT G(1):CLS:
    G1=INTG(1): GOTO 393
392:PRINT"D":A:"(":J:K:")":G1:". ":INPUT G(K):CLS :G(K)=G1+G(K)/1000
393:NEXT K
395:G1=G(1):J1=1:G2=G1:J2=1:K=4:GOSUB130:IFABS(G1-G2)>W5 WAIT:PRINT J1:
    ":"J2: "> ":W5:GOTO 390
397:RETURN
400:"P":M$="####.####":U$="#####.###":G1=1
401:LF 1:CSIZE 1:LPRINT TAB 3;"I=":I:TAB 13;"( "A$(I):" )":TAB 26:
    "K=":K(I):LF 1:FOR J=1TO Q

```

```

403:IF J=1LPRINT USING;A$(I-1)
404:LPRINT TAB 6;USING M$;A(J,1);TAB 16;A(J,4)
405:IF Q>3IF G1LF1:CSIZE 2:LPRINT" L":G1=0:CSIZE 1:LF-2:GOTO 408
406:IF Q>3IF G1=0LF 1:CSIZE 2:LPRINT" R":G1=1:CSIZE 1:LF-2:GOTO 410
407:IF J=1 LPRINT TAB 26 ;0.0000
408:IF J=1 LPRINT USING ;A$(I+1);:GOTO 410
409:IF Q<=3 LPRINT
410:LPRINT TAB 6;USING M$;A(J,2);TAB 16;A(J,3);:IF Q>3 GOTO 415
412:IF J=1 LPRINT TAB 26;USING M$;B(I)+0.00005:LF 1:GOTO 417
415:LPRINT :LF 1
417:NEXT J:GOSUB 595
420:CSIZE1:U$="####.###":IF Z=0GOTO 456
425:IF I=N1 GOTO 445
430:FOR J=1TO Z:IFJ=1 LPRINT USING;A$(I-1)
432:LPRINT TAB 8;USING M$;Z(J,1);TAB 22;Z(J,4):NEXT J:LF 1
435:USING:LPRINTTAB5;"L1=";L1(I);TAB 21;"Z=";TAB 22;USING M$;
    F1(I)+0.00005:LF 1
437:LPRINT TAB 10;"h1=";TAB 15;USING U$;H1(I):USING :LF 1
440:IF I=N2IF Q<=3GOTO 456
442:IF I=N2LF 1:USING:GOSUB 595:GOTO 456
445:FOR J=1TO Z:IFJ=1LPRINT USING;A$(I+1)
447:CSIZE 1:LPRINT TAB 8;USING M$;Z(J,2);TAB 22;Z(J,3):NEXT J:LF 1
450:USING:LPRINTTAB5;"L2=";L2(I);TAB 21;"Z=";TAB 22;USING M$;
    F2(I)+0.00005:LF 1
455:LPRINT TAB 10;"h2=";TAB 15;USING U$;H2(I):USING:LF 1:GOSUB 595
456:IF D=0GOTO 498
460:IF Q<=3OR I=N1 GOTO 480
466:CSIZE 1:USING:LPRINT A$(I);"-":A$(I-1);TAB 10;"AT=";TAB 12;USING;AT;
    TAB 19;"P=";TAB 20;USING;P
468:LPRINT TAB 28;"TN=";TAB 30;USING"####.##";TN:LF 1
470:FOR J=1TO D:USING:LPRINT TAB 0;J;" ";TAB 5;USING U$;D1(J,1)
472:G1=INTD1(J,1):FORK=2TO4:G2=(D1(J,K)-G1)*1000:LPRINTTAB(K*7+3);USING
    "#### ";G2
476:NEXT K:LPRINT
477:LF 1:NEXT J
478:LF 1:LPRINT"BK D=";TAB 4;USING U$;D(I,1);TAB 15;"(GOD+BK D)/2";TAB
    27;D(I-1,0)
480:IF I=N2IF Q<=3LF -2:GOTO 496
481:IF I=N2LF 1:LPRINT TAB 18;"TIOF=";TAB 23;USING;TF;LF1:GOTO 496
482:IF Q<=3GOTO 485
483:LF1:CSIZE 1:USING:LPRINTA$(I);"-":A$(I+1);TAB 10;"AT=";TAB 12;AT;TAB
    19;"P=";TAB 20;P
484:LPRINT TAB 28;"TN=";TAB 30;USING"####.##";TN:LF 1

```

```

485:CSIZE 1:FOR J=1TO D:USING:LPRINT TAB0;J;"":TAB 5:USING U$;D2(J,1)
488:G1=INT D2(J,1):FOR K=2TO 4:G2=(D2(J,K)-G1)*1000:LPRINT TAB (K*7+3);
    USING"####";G2::NEXT K:LPRINT
494:LF1:NEXT J:IFQ<=3GOTO 568
495:LF1:LPRINT TAB 0;"GO D=";TAB 4:USING U$;D(I,2):TAB 18;"TMOF=";TAB 23:
    USING:TF
496:M$=M$+"#":U$=U$+"#":GOSUB595
497:CSIZE 2:LPRINT"HA=";USING M$;B(I):IF Z=0GOTO 555
498:IF I=N1GOTO544
499:LPRINT A$(I-1);" Z":F1(I):GOTO545
500:IF Z=0GOTO "P"
502:G2=0.153+QH((I-1)-0.7)*(K(I-1)-0.236))
507:G1=0.153+QH((K(I)-0.07)*(K(I)-0.236))
510:IF I=N1GOTO 527
515:G4=D(I-1,0):G3=0.87*G4^2/12742000
520:H1(I)=G4*TAN(90-DEGF1(I))+G1-L1(I)+G3
522:H2(I-1)=G4*TAN(90-DEGF2(I-1))+G2-L2(I-1)+G3:WAIT
525:IF ABS (H1(I)+H2(I-1))>W7*G4 PRINT "GO BK H>";W7:STOP
526:IF I=N2GOTO 535
527:G4=D(I,2):G3=0.87*G4^2/1272000
530:H2(I)=G4*TAN(90-DEG F2(I))+G1-L2(I)+G3
535:RETURN
545:IF I=N2GOTO 555
550:LPRINT A$(I+1);" Z":F2(I)
555:IF D=0GOSUB 590:GOTO"A"
558:IF Q<=3IF I=N2GOSUB 590:GOTO"A"
560:IF Q<=3LET D(I,0)=D(I,2):LPRINT A$(I);"-":A$(I+1):USING U$;D(I,0):
    USING:GOSUB 590:GOTO"A"
565:LPRINT A$(I-1);"-":A$(I):USING U$;D(I-1,0):LPRINT"L-R":USING M$;
    DMS BB(I):USING:GOSUB 590:GOTO "A"
568:D(I,2)=0:FOR L=1TO D:D(I,2)=D2(L,0)/D+D(I,2):NEXT L
570:LF1:CSIZE 1:LPRINTTAB2;A$(I);"-":A$(I+1);" GO D=";USING U$;
    D(I,2)+0.0005:GOTO 496
580:FOR I=N1TO N2:BB(I)=B(I):BD(I)=D(I,0):NEXTI:RETURN
585:FOR I=N1 TO N2:B(I)=BB(I):D(I,0)=BD(I):NEXT I:RETURN
590:CSIZE 2:LPRINT TAB 0;"=====":RETURN
595:CSIZE 2:LPRINT TAB 0;"-----":RETURN
605:INPUT "N1=";N1,"N2=";N2,"AO=";AO,"AN=";AN,"XA=";XA,"YA=";YA,"XB=";
    XB,"YB=";YB
610:CSIZE 2:GOSUB595:LF 1:LPRINT "DAO XIAN JI SHUAN":GOSUB 590:USING
615:CSIZE 1:LPRINT"N=";N2-N1+1:TAB 6;"AO=";AO:TAB 22;"AN=";AN:N=N2-N1+1
620:LPRINT "XA=";XA:TAB 20;"YA=";YA:LPRINT "XB=";XB:TAB 20;"YB=";YB:
    RETURN

```

```

625:ED=0:FOR I=N1TON2:CSIZE 1:COLOR 0:LPRINT A$(I);TAB 6;USING
      "####.####";B(I)::USING:LF 1
630:IF I=N2GOTO 642
635:LPRINT TAB 18;"D(";TAB 19;I;"")="";TAB 24;USING"####.###";D(I, 0)
      +0.0005:USING
640:ED=ED+D(I, 0):NEXT I
642:LF 1:GOSUB 595
645:C(N1-1)=DEG A0:X(N1)=XA:Y(N1)=YA:FOR I=N1TO N2:C(I)=C(I-1)+DEG B(I)
      -180
647:IF C(I)>360LETC(I)=C(I)-360
650:IF C(I)<0LETC(I)=C(I)+360
652:IF I=N2GOTO 656
655:X(I+1)=X(I)+D(I, 0)*COS C(I):Y(I+1)=Y(I)+D(I, 0)*SIN C(I)
656:NEXT I:RETURN
658:FA=(C(N2)-DEGAN)*3600:FX=(X(N2)-XB)*1000:FY=(Y(N2)-YB)*1000:S$="###
      ###.##"
659:WAIT:PRINT"fa="";FA:IF FA>999STOP
660:S1$="####.##":CSIZE1:LPRINT"fa="";TAB2;USING S1$:FA;"S";TAB 20;"ED="";
      TAB 22;USING S$:ED;" ( m)"
662:LPRINT USING S1$;"fx="";FX;"(mm)";TAB 20;"fy="";FY;"(mm)"
665:FS=QH(FX*FX+FY*FY):LPRINT"fs="";FS;"(mm)";TAB 20;USING;"fs/s=1/";
      INT(ED*1000/FS):LF1:RETURN
670:E=0:MI=3:MD=2:FOR I=N1TO N2-1:H(I)=1/(MI^2+(MD*D(I, 0)/1000)^2)
675:H(I)=H(I)*((D(I, 1)-D(I, 2))*1000)^2:E=E+H(I):NEXT I:E=QH(E/2/N):
      U=FA/N
680:WAIT 100:PRINT"MD=E*MD;E="";E
685:S3$="####.##":CSIZE 1:LPRINT"U="";TAB 1;USING S3$:U;"(s)";TAB 11;"MDa="";
      TAB 13;MI;"(mm)"
687:LPRINT TAB 23;"MDb="";MD;"(mm)"
690:FOR I=N1TO N2-1:H(I)=(MI^2+(MD*D(I, 0)/1000)^2)*E:NEXT I
700:XM=0:YM=0:FOR I=N1TO N2:XM=XM+X(I)/N:YM=YM+Y(I)/N:NEXT I
710:FOR I=N1TO N2:H1(I)=(X(N2)-X(I))/206.265:H2(I)=-(Y(N2)-Y(I))/206.265
715:HH(I)=COS C(I):HS(I)=SIN C(I)
717:NEXT I
720:G2=0:G3=0:G4=0:G5=0:G6=0:V=U*U:FOR I=N1TON2:G2=H2(I)*V+G2:
      G3=H1(I)*V+G3
722:IF I=N2GOTO 732
725:G4=H2(I)^2*V+HH(I)^2*H(I)+G4:G5=H1(I)*H2(I)*V+HH(I)*HS(I)*H(I)+G5
730:G6=H1(I)^2*V+HS(I)^2*H(I)+G6
732:NEXT I:G1=N*V:F1=FA:F2=FX:F3=FY:GOSUB 790
733:KY=D0:KX=C3+C0*KY:KA=B5+B0*KX+B4*KY:MO=√ABS(QQ/3)
735:N3=INT ((N1+N2)/2+0.5):F1=(N3-N1)*V:F4=F1
737:F2=0:F3=0:FOR I=N1TO N3-1:F2=H2(I)*V+F2:F3=H1(I)*V+F2:NEXT I:GOSUB

```

```

790:QA=QQ+F4
738:FOR I=N1TO N3-1:G(I-N1)=- (Y(N3)-Y(I))/206.265:NEXT I:F1=0:F2=0
740:F3=0:F4=0:FOR I=N1TO
    N3-1:F1=G(I-N1)*V+F1:F2=H2(I)*G(I-N1)*V+HH(I)^2*H(I)+F2
742:F3=H1(I)*G(I-N1)*V+HH(I)*HS(I)*H(I)+F3:F4=G(I-N1)^2*V+HH(I)^2*H(I)+
    F4:NEXT I
745:GOSUB 790:QX=QQ+F4:FOR I=N1TO N3-1:G(I-N1)=(X(N3)-X(I))/206.265:NEXT
    I:F1=0:F2=0:F3=0
747:F4=0:FOR I=N1TO N3-1:F1=G(I-N1)*V+F1:F2=H2(I)*G(I-N1)*V+HS(I)*HH(I)
    *H(I)+F2
750:F3=H1(I)*G(I-N1)*V+HS(I)^2*H(I)+F3:F4=G(I-N1)^2*V+HS(I)^2*H(I)+F4:
    NEXT I:GOSUB 790
752:QY=QQ+F4:FOR I=N1TO N2-1:G7=(HH(I)*KX+HS(I)*KY)*H(I):D(I,0)=BD(I)
    +G7/1000
755:G8=(KX*H2(I)+KY*H1(I)+KA)*V:B(I)=DEG BB(I)+G8/3600:B(I)=DMS B(I):
    NEXT I
758:B(N2)=DEG BB(N2)+KA*V/3600:B(N2)=DMS B(N2):RETURN
760:CSIZE 1:LPRINT"(NO)";TAB 7;"(a)";TAB 17;"(X)";TAB 26;"(Y)":LF 1
762:FOR I=N1TO N2
765:LPRINT
A$(I);TAB
12;USING"#####.###";X(I)+0.0005;TAB23;Y(I)+0.0005:
    USING
768:LPRINT TAB 3;USING "####.####";DMS C(I)+0.00005:NEXT I:LF 1:GOSUB
595:IF XB=0:RETURN
770:CSIZE 1:S2$="####.#":MA=MO*√ABS QA:MX=MO*√ABS QX:MY=MO*√ABS QY:MS=
    √(MX*MX+MY*MY)
772:LPRINT "Mo=";USING S2$;INT(MO*10+0.5)/10;
773:LPRINT TAB 18;"MX(";A$(N3);")=";USING S2$;INT(MX*10+0.5)/10;"(mm)"
775:LPRINT "MY(";A$(N3);")=";USING S2$;INT(MY*10+0.5)/10;"(mm)"
777:LPRINT TAB 18;"MS(";A$(N3);")=";USING S2$;INT(MS*10+0.5)/10;"(mm)"
780:LPRINT "Ma(";A$(N3-1);"-";A$(N3);")=";INT(MA*10+0.5)/10;"s"
785:USING:LF 1:GOSUB 595:CSIZE 1:LPRINT TAB 12;"TIME=19";LEFT$(Y$,2);". ";
    TIME:RETURN
790:B0=-G2/G1:B1=G4+B0*G2:B2=G5+B0*G3:B3=F2+F1*B0:B4=-G3/G1:B5=-F1/G1
792:C0=-B2/B1:C1=G6+G3*B4+B2*C0:C2=F3+B4*F1+C0*B3:C3=-B3/B1:D0=-C2/C1
795:QQ=F1*B5+B3*C3+C2*D0:RETURN
800:FOR L=1TO K STEP 2:GOTO 803
802:FOR L=2TO K STEP 2
803:IF G1>G(L)LET G1=G(L):J1=L
805:IF G2<G(L)LET G2=G(L):J2=L
810:NEXT L:RETURN
835:"X":WAIT 150:PRINT "DAO XIAN JI SUAN"
840:WAIT 0:GOSUB 605:LF 1:GOSUB 595:GOSUB 580:GOSUB 625:IF XB<>0:GOSUB

```

```

658:GOTO 870
845:GOSUB 760:GOSUB 585:IF Z=0LET K=0:GOTO 886
847:GOTO "HH"
850:"S":MS=1:INPUT"U=";U,"MDI=";MI,"MDII=";MD:GOSUB 605:IF Q=0GOSUB
5:Q=1
855:FORI=N1TON2:WAIT0:PRINT"A$(";I;")=";:INPUTA$(I):CLS:PRINT"B$(";I;")=
";:INPUTB(I):IFI=N2GOTO 862
860:CLS:PRINT"D$(";I;")=";:INPUT D(I,0):CLS
862:NEXT I:GOSUB 595:GOSUB 580
863:GOSUB 625:GOSUB 658
870:IF MSLET E=1:GOSUB 685:GOTO880
872:IF Q>3GOSUB 670:GOTO 880
875:E=1:MI=3:MD=2:U=FA/N:GOSUB 685
880:GOSUB 645:LF 1:GOSUB 595:GOSUB 760:IF MSLET MS=0
885:GOSUB 585:K=0:INPUT "HH?";K:IF KGOTO"HH"
886:"G":LF 2:CSIZE2:LPRINT"CHENG GUO BIAO":GOSUB 590:INPUT"X0=";X0,"Y0=";
Y0:G1$="####.###"
887:G2$="####":G1=INT (X0/1E6):G2=X0-G1*1E6:G3=INT (Y0/1E6):G4=Y0-G3*1E6
888:FOR I=N1TO N2:LF 1:LPRINT TAB 7;A$(I):B1=G2+X(I):B2=G1:LPRINT"X=";:
GOSUB 891
889:B1=G4+Y(I):B2=G3:LPRINT "Y=";:GOSUB 891:IFKLPRINT TAB 3;"H=";
H(I)+5E-4
890:NEXT I:GOSUB 595:STOP
891:IF B1<0LPRINT TAB3;"-";B1=-B1
892:B3=INT(B1/1E3):B4=B1-B3*1E3+5E-4
893:IF B2LPRINT TAB 1;USING G2$;B2::IFB3<100LPRINT TAB 6;"0":IF B3<10
LPRINT TAB 7;"0";
894:IF B3LPRINT TAB 5;USING G2$;B3::IF B4<100LPRINT TAB 10;"0":IF B4<10
LPRINT TAB 11;"0"
895:LPRINT TAB 9;USING G1$;B4:RETURN
900:"HS":HS=1:GOTO1000
905:FOR I=N1TO N2:WAIT 0:PRINT "A$(";I;")=";:INPUT A$(I):CLS :IF I=N2
GOTO 915
910:PRINT "D$(";I;")=";:INPUT D(I,0):CLS:PRINT "h$(";I;")=";:input H(I):CLS
915:NEXT I:GOTO 1015
1000:"HH":INPUT"N1=";N1,"N2=";N2,"HA=";HA,"HB=";HB:N=N2-N1:IF HSGOTO 905
1002:FOR I=N1+1TO N2:GOSUB 502
1007:H(I-1)=(H2(I-1)-H1(I))/2:NEXT I
1015:LF 1:GOSUB 595:CSIZE 2:LPRINT TAB 0:"GAO CHENG JI SUAN":GOSUB 590
1017:CSIZE 1:LF 1:LPRINT "N=";N+1:TAB 10;"HA=";HA:TAB 24;"HB=";HB:LF 1:
GOSUB 595
1020:S=0:H=0:FORI=N1TO N2-1:HS(I)=INT (D(I,0)/10+0.5)/100:S=S+HS(I):
H=H+H(I):NEXT I

```

```

1025:FH=(HA+H-HB):EH=INT (W7*√S*1000+0.5)/1000
1030:IF ABS FH>EHPRINT "FH>W7":STOP
1040:HH(N1)=HA:W=FH/S:FOR I=N1+1TO N2
1045:HH(I)=HH(I-1)+H(I-1)-HS(I-1)*W:NEXT I
1050:CSIZE1:LPRINT"NO":TAB 6;"D(km)":TAB 14;"h(m)":TAB 22;"hh(m)":TAB 31;
    "H(m)":LF 1
1055:FOR I=N1TO N2
1060:LPRINT USING:A$(I):TAB29;USING"###.###":INT(HH(I)*1000+0.5)/1000
1061:IF I=N2 GOTO1075
1065:LPRINT TAB4;USING"###.##":HS(I)::USING"###.###":IF HSLPRINT TAB21;
    H(I):GOTO1072
1068:LPRINT TAB12;H2(I):TAB21;H(I)
1070:LPRINT TAB12;H1(I+1)
1072:USING:NEXT I
1075:LF 1:GOSUB 595:S5$="###.###"
1080:CSIZE 1:LPRINT USING S5$;"hab=":HB-HA:TAB 15;"W=":FH:TAB 26;"ED=":S:
    LPRINT "hab=":H:TAB 14;"WW=":EH
1081:LF 1:GOSUB 595:CSIZE 1:LPRINT TAB 15;"TIME=":USING:TIME
1085:PRINT "E N D":END
1500:IF P1GOTO 1505
1502:IF P2LET P2=0:J=Q+1:RETURN
1503:WAIT 100:PRINT "SET":J:WAIT 0:IF J>ZGOSUB 1505:GOTO 1508
1504:GOSUB 1520:GOTO 1508
1505:WAIT0:FOR K=1TO 4:PRINT"A( ";J;K;")="::INPUT A(J,K):G(K)=DEGA(J,K):
    CLS:NEXT K
1508:G(0)=G(2)-G(3)-G(1)+G(4):IF G(0)>359LET G(0)=G(0)-360
1510:IF G(0)>360LET G(0)=G(0)-360
1512:IF ABS G(0)>W1 WAIT 200:PRINT ">";W1*3600 :CLS:GOTO 1505
1514:IF G(2)<G(1)LETG(2)=G(2)+360
1516:A(J,0)=G(2)-G(1)-G(0)/2
1517:IF P1LET P1=0
1518:RETURN
1520:WAIT 0:FOR K=1TO 4:PRINT "A( ";J;K;")="::INPUT A(J,K):G(K)=DEG A(J,K):
    CLS
1521:IF Q<3IF I=N1IF K=1OR K=4GOTO 1524
1522:IF Q<3IF I=N2IF K=2OR K=3GOTO 1524
1523:PRINT "Z( ";J;K;")="::INPUT Z(J,K):G(K+4)=DEGZ(J,K):CLS
1524:NEXT K
1525:IFG(5)=0GOTO 1530
1527:Z1(J)=(G(5)+G(8)-360)/2
1528:Z3(J)=DEG Z(J,1)-Z1(J)
1530:IF G(6)=0GOTO 1536
1532:Z2(J)=(G(6)+G(7)-360)/2:IF Z2(J)=-180LET Z4(J)=0:Z2(J)=0:GOTO 1536

```