

PC—1500 机优秀测量计算程序选编

PC-1500 机

优秀测量 计算程序 选编

中国测绘学会大地测量专业委员会 主编

测绘出版社

PC-1500机
优秀测量计算程序选编

中国测绘学会大地测量专业委员会 主编

测 绘 出 版 社

410738

PC-1500 机优秀测量计算程序选编
中国测绘学会大地测量专业委员会 主编

*
测绘出版社出版

河北大厂兴源印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

*
开本787×1092 1/16·印张 36.5·字数837千字

1989年12月第一版·1990年11月第二次印刷

印数3,001—7,000册·定价: 23.00元

ISBN 7-5030-0049-X/P·18

前 言

中国测绘学会大地测量专业委员会于一九八六年四月三日至九日在重庆市组织召开了全国测量计算程序(袖珍机)评比交流会。会议共评出合格程序206个,优秀程序44个,最佳程序8个,并颁发了相应的证书。

为了便于优秀测量计算程序能在全国测绘部门普遍推广使用,满足广大测绘工作者的迫切需要,我会决定从上述优秀程序 and 最优程序中选择43个未曾公开发表过的程序连同其程序说明予以公开出版。这些程序中既有天文测量和大地测量计算程序,也有普通测量和工程测量计算程序;既有外业观测记录的程序,也有内业平差计算的程序。它们的共同特点是:通用性强、输入信息简单、输出信息全面、计算速度较快,它们无论在计算精度、采用的数学模型和程序优化方面都达到了较高的水平。

受我会的委托,国家测绘局测绘科学研究所大地室张伟兼同志担负了本选编的编辑工作,黄武英同志也参加了部分工作。在此,我会对他们的工作表示感谢。我会特别要向对本选编的出版给予了大力支持的国家测绘局生产技术处和测绘出版社及各位程序编制者表示衷心感谢。

公开编辑出版测量计算程序选编,在我会还是第一次。由于经验不足,水平有限,错误和不足之处在所难免,恳请广大读者不吝指正。

中国测绘学会大地测量专业委员会

1987年2月

目 录

| | |
|--|---------|
| 1. CAS-08 一等天文方位角测定、记录和计算 | (1) |
| 2. 高斯投影计算 | (25) |
| 3. 三等、四等、等外水准观测记录 | (30) |
| 4. 导线网条件平差 | (54) |
| 5. 平面控制网平差 | (74) |
| 6. 三角网按附有条件的间接平差 | (85) |
| 7. 测边网按附有条件的间接平差 | (94) |
| 8. 三角网、测边网、边角网平差与精度评定 | (102) |
| 9. CAS-10 60°等高天文经纬度外业计算 | (114) |
| 10. PRO-B. L经纬度 (恒星视位置直角坐标转换计算) | (140) |
| 11. 一、二等三角、导线水平角及垂直角观测记录 | (155) |
| 12. 三、四等三角及导线水平角、垂直角观测记录 | (170) |
| 13. NI002一等水准测量记录 | (179) |
| 14. 一、二、三、四等水准测量记录和计算 | (190) |
| 15. 三、四等及等外水准测量 | (213) |
| 16. 三、四等水准 (单程双测) 观测记录 | (226) |
| 17. 一、二等导线、三角测量水平角观测记录 | (240) |
| 18. 三、四等三角测量概算 | (250) |
| 19. 后方交会计算 | (263) |
| 20. 中点多边形三角网严密平差计算 | (266) |
| 21. AGA-600测距仪记录计算 | (279) |
| 22. 测距仪加、乘常数计算 | (295) |
| 23. 独立三角形锁、中点多边形、四边形、扇形图形按角度 平差计算 | (305) |
| 24. 中心多边形按条件平差计算 | (310) |
| 25. 中心多边形近似平差计算 | (317) |
| 26. 单导线严密平差计算 | (327) |
| 27. 无定向附和导线测量记录和平差计算 | (350) |
| 28. 导线平差计算 | (385) |
| 29. 线形锁精密估算及按角度严密平差 | (393) |
| 30. 线形锁严密平差 | (402) |

| | |
|-------------------------------|---------|
| 31. 图廓元素数图法表示..... | (408) |
| 32. 单三角形、前、侧、后方交会计算..... | (416) |
| 33. 后方交会计算..... | (436) |
| 34. 交会定点、线形锁计算..... | (440) |
| 35. 平板仪测图资料处理系统..... | (463) |
| 36. 图根交会点计算..... | (485) |
| 37. 多功能电磁波导线严密平差..... | (503) |
| 38. 秩亏水准网平差..... | (517) |
| 39. 水准网条件平差..... | (532) |
| 40. 水准网相关条件平差..... | (539) |
| 41. 测边秩亏自由网平差..... | (548) |
| 42. 高程控制网平差..... | (554) |
| 43. 测边、测角、导线混合网平差计算及外业验算..... | (559) |

1. CAS-08 一等天文方位角测定记录和计算

樊建新

本程序适用于按第二纲要观测一等天文方位角，如果将程序作适当的改动，也可按第一纲要观测或进行二等天文方位角测量。

为便于野外使用，本程序设计时以功能齐全、使用方便为原则，用显示汉字的方法，提示输入各个观测量。当观测发生错误时，能自动显示相应的汉字，如显示“测回超”，“气泡dL超”等。

本程序使用T₄或DKM3-A仪器，在测定垂直角时也可以使用010仪器。

一、程序编制依据

本程序根据国家测绘局一九七七年制定的《一等天文测量规范》中的第二纲要编制，适用于一等天文方位角的观测记录和计算。

程序中使用的各项限差如下：

- | | |
|------------------------------|------------|
| 1. 目镜测微器三次读数差（地面目标） | $\leq 3g$ |
| 2. 水平度盘光学微器二次读数差 | |
| T ₄ 或DKM3-A仪器 | $\leq 1''$ |
| 010仪器 | $\leq 3''$ |
| 3. 一测回内地面目标2c变动 | $\leq 6''$ |
| 4. 一测回内盘左（右）两次观测北极星的正北位置差 | $\leq 6''$ |
| 5. 上下半测回北极星C _星 之差 | $\leq 3''$ |
| 6. 一测回内水准器零点变动 | |

| 仪器类型 | 高标 (>4m) | 低标 |
|----------------|-----------|----------|
| T ₄ | $\leq y$ | ≤ 6 |
| DKM3-A | ≤ 12 | ≤ 8 |

二、计算公式

(一) 观测手簿计算

1. 主望远镜目镜测微器读数的改正数“ $\Delta_{主}$ ”按公式 $\pm (M-10) \mu_{主} \csc Z_{地}$ 计算，

T₀盘左取“-”，盘右取“+”号，DKM3-A符号相反。

当使用偏扭观测镜时，其目镜测微器的改正数“ $\Delta_{偏}$ ”按 $\pm(M-10)\mu_{偏} \csc Z$ 标志计算，当测微鼓位于“目镜至物镜连线方向”的右方时，公式前取“+”号，反之取“-”号。

2. 当照准点垂直角大于 $\pm 1^\circ$ 时，按下列公式计算水平轴倾斜改正：

$$\Delta_{倾} = b \cdot \frac{\tau}{4} \operatorname{ctg} Z_{地}$$

3. 半测回北极星天顶距按下列式计算

$$Z = 90^\circ - \varphi + I$$

$$I = -(90^\circ - \delta_0) \cdot \cos(s - \alpha_0)$$

式中： s 为恒时，每半测回取一个中数； α_0 、 δ_0 为北极星的近似值，取至整分，一年内视为常数； I 为从北极星高度求纬度中的第一项，观测时间的改正。

(二) 北极星和地面目标方位角的计算

$$\operatorname{tg} A_N = -\operatorname{tg} \delta / (\operatorname{tg} \delta \cdot \cos \varphi - \sin \varphi \cdot \operatorname{ctg} \delta)$$

$$t = s - \alpha$$

$$s = T_0 \cdot (1 + \mu) + s_0 + \lambda_0$$

式中： A_N 为北极星的方位角。

$$M_L = (L) - A_N \cdot L \quad M_R = (R) - A_N \cdot R$$

$$M_N = \frac{1}{2}(M_L + M_R) \pm 180^\circ \quad N = \frac{1}{2}(L + R \pm 180^\circ)$$

$$a = N - M_N + \delta_A$$

$$\text{北极星: } c = (M_L - M_R \pm 180^\circ) / P$$

$$P = \csc Z_R + \csc Z_L$$

$$\text{地面目标: } c = (L - R) \pm 180^\circ / 2$$

其中： (L) ， (R) ：观测北极星时水平度盘读数

L_1 ， R_1 ：观测地面目标时水平度盘读数

M_N ：计算得到的北极星正北位置

N ：计算得到的地面目标正北位置

α ：地面目标方位角

光行差改正：

$$\delta_A = 0.32 \csc Z \cdot \cos \varphi$$

(三) 结果总表计算

$$\bar{a} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i / 18 \quad m = \pm \frac{\sum V^2}{n-1} \quad M = \pm \frac{m}{\sqrt{n}}$$

(四) 归心计算

当仪器中心与标石中心不一致时，应加归心改正，计算公式如下：

$$\lambda = \lambda_0 + d\lambda \quad \varphi = \varphi_0 + d\varphi \quad d\lambda'' = \frac{P''}{N} e \cdot \sin A \cdot \sec \varphi$$

$$d\varphi'' = \frac{P''}{M} \cdot e \cdot \cos A$$

$$M = \frac{a(1-e^2)}{\sqrt{(1-e^2) \cdot \sin^2 B}}$$

$$N = \frac{a}{\sqrt{1-e^2 \cdot \sin^2 B}}$$

其中：M：测站处子午圈曲率半径

N：测站处卯酉圈曲率半径

A：仪器中心至标石中心方向方位角

e：仪器中心至标石中心方向水平距离

a=6378245m

e²=0.00669342162297

三、情况处理

观测地面目标时，目镜测微器读数要求在3~15g以内，且三次读数差不得超过3g，当不合乎要求时，计算机鸣叫报警，并提示重读。

在各测回第一次读完度盘以后，程序自动把它与基本度盘表比较，如果差值超过1分，提示重读一次，如仍超过1分，说明对错度盘要重新对度盘读数。

水平度盘光学测微器两次读数差不得超过1"，超过时，提示重读。在使用010仪器测定垂直角时，限差为3"。

水准气泡读数，应该先读左端，后读右端，在半测回中，如果有时先读右端，后读左端，计算机会告诉你气泡左右不对，提示重输。

在一次观测北极星的过程中，如果气泡长度变化超过0.4g，计算机会提示“气泡dL超”，重新观测北极星。

在观测过程中，气泡中心位置偏离整置中心最好不大于5g，当大于5g时，计算机显示“x>5”约5秒钟，提示观测员整置仪器。

2c绝对值一般不得超过20"，超过时，需要整置仪器。因此，当2c超过20"时，显示“上(或下)2c=2c值>20”。例：显示“上2c=25.22>20”表示上半测回2c为25.22超过20"。

当上、下半测回2c差大于6"时，计算机显示2c-2c=2c差>6"，并自动划去超限成果。

当下半测回第二次测完北极星以后，如果发现水准器零点变化超限，显示“x-x>限差”，并划去成果，返回重测。

计算时，如果两次观测北极星方向值之差超限，计算机报警，并显示“L*-L*>6”或“R*-R*>6”，并划去成果，如果在上、下半测回中观测北极星c之差超过3"，显示：“c*1-c*2>3”，并划去成果。

对于粗差，程序中也作了检核，检核时以上半测回第一次测定地面目标和北极星为标准，发现有粗差时，提示重测。如果在观测时，数据不能输入，那可能是本测回开始时观测数据有错，启动标号“B”，重新观测。

四、程序使用

在使用前，先把计算机内的TIME函数调准确，即把时钟调准确。

在每期外业前，需要更改第20、30行的DATA语句。现将其中含义说明如下：

20 DATA 年, α_0 , δ_0

30 DATA R, R', τ , r

其中：年：观测年份，如“1984”

α_0 ：北极星赤径近似值

δ_0 ：北极星赤纬近似值

(α_0 , δ_0 在一年内视为常数)

R：目镜测微器周值

R'：偏扭观测镜周值

τ ：水准器格值

Y：行差

每点在开始观测方位角时，用RUN启动程序，按提示输入数据，当一天工作完后，可以关机，第二天开始工作时，启动标号B。标号B、C在任何时候都可以启动。

如果一点还未观测完，计算机又要进行别的计算，或者观测成果需要录音时，可以用标号“N”。在继续观测方位角时，用标号“V”从磁带输入数据。

各标号功能如下：

A：不测垂直角，从输入照准点垂直角开始

B：一测回观测开始

C：半测回观测开始

D：打印度盘位置表

F：输入各测回方向值计算方位角

L：调用内存数据计算方位角

G：重测

N：录数据

V：从磁带输入数据

X：结果总表

五、操作步骤

| 显示 | 操作 | 打印 | 说明 |
|--------------------------------|------------------|----|------|
| | RUN ✓ | | |
| 仪 器 (T ₄ DKM3-A) | T ₄ ✓ | | 仪器型号 |

续表

| 显示 | 操作 | 打印 | 说明 |
|---|---------------|--|--------------------|
| NO: | 149219 ✓ | | 仪器号码 |
| φ_0 | 26.2242 ✓ | | 概略纬度 |
| λ_0 | 7.5106 ✓ | | 概略经度 |
| | | <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">AZMUTH BOOK</div> 测站点——照准点 06V: 观测者 Rec: 记簿者 YQ: T, NO: 149219 B=26 22 42.00 L=7 51 06.00 R=142.695 R'=100 $\tau=1.18 \quad \gamma=0$ | |
| | | | 如不测垂直角, 启动标号 "A" |
| 测 α 仪器 (T ₄ 010DKM3-A) | 010 ✓ | | 测定垂直角 按提示输入仪器种类 |
| 1测回1-1 | 861441.1 ✓ | YQ: 010 | |
| 1-2 | 41.0 ✓ | TIME: 11 07 10.48 86 14 41.1 41.0 | |
| 2-1 | 273 45 02.1 ✓ | | |
| 2-2 | 2.0 ✓ | 273 45 02.1 02.0 | |
| 2测回1-1 | 273 45 03.0 ✓ | | |
| 1-2 | 3.5 ✓ | 273 45 03.0 3.5 | |
| 2-1 | 86 14 43.0 ✓ | | |
| 2-2 | 43.2 ✓ | 86 14 43.0 43.2 | |
| | DEF A | $\alpha=3 45 10.3$ | |

410738

续表

| 显示 | 操作 | 打印 | 说明 |
|------------------|--------------|---|--|
| H | 3 45 103↵ | | |
| 打印? | Y↵ | | 打印原始数据时，按ENTER或输入Y，否则输入其他字符 |
| PO? | ↵ | | 当偏扭观测时输入Y，否则输入其他字符或反按ENTER，偏扭观测时，接着显示“PUE=”，提示输入偏扭标志的垂直角 |
| h | 2↵ | | 视标高 |
| S ₀ = | 23.0258 487↵ | | 如果与上次输入一致，按ENTER即可 |
| 时号T1 | 11.56↵ | | 同上 |
| X1 | 11.5602 611↵ | | |
| | | S ₀ =23.02 58 487 T1=11.56 X1=11.5602611 | |
| 上10 0.00目M1 | 6.3↵ | | 上半测回第1次观测地面目标0，度盘位置：0°00′ 输入目镜测微器第一次读数 |
| M2 | 6.5↵ | | 第二次读数 |
| M3 | 6.7↵ | | 第三次读数 |
| 气泡1 | 69.2↵ | | 气泡左端读数 |
| 气泡2 | 37.7↵ | | 气泡右端读数 |

续表

| 显示 | 操作 | 打印 | 说明 |
|--------|---------------|---|------------------------|
| L1 | 0 00 32.02↙ | | 度盘第一次读数 格式：度分秒，秒小数 |
| L2 | 31.86↙ | | 度盘第二次读数 格式：秒，秒小数 |
| | | NO: 1 LR TIME: 1984 11 7/8 6.3 69.2 37.7 000 32.02 6.5 31.86 6.7 | 不打印原始数据时无此项 |
| 上1*气泡1 | 68.2↙ | | 上半测回第一次观测北 极星气泡左端读数 |
| 气泡2 | 36.5↙ | | 气泡右端读数 |
| T1 | 48 ↙ | | 第一次时间秒读数 |
| M1 | 7.3↙ | | 测微鼓第一次读数 |
| T2 | 57 ↙ | | 第二次时间秒读数 |
| M2 | 7.2↙ | | 测微鼓第二次读数 |
| T3 | 6↙ | | 第三次时间秒读数 |
| M3 | 7.1↙ | | 测微鼓第三次读数 |
| T | 12.48↙ | | 时间小时和分读数 |
| 气泡1 | 68.2↙ | | 第二次气泡左端读数 |
| 气泡2 | 36.5↙ | | 第二次气泡右端读数 |
| L1 | 260 44 25.62↙ | | 度盘位置第一次度分秒读数 |
| L2 | 25.70↙ | | 第二次秒读数 |
| | | 7.3 48 68.2 36.5 26044 25.62 7.2 57 68.2 36.5 25.70 7.1 12 48 06 | 不打印原始数据时无此项 |

续表

| 显示 | 操作 | 打印 | 说明 |
|--------|---------------|-----------------------------------|-----------------|
| 上2*气泡1 | 36.5↵ | | |
| 气泡2 | 68.0↵ | | |
| T1 | 27 ↵ | | |
| M1 | 6.6↵ | | |
| T2 | 33↵ | | |
| M2 | 6.8↵ | | |
| T3 | 40 ↵ | | |
| M3 | 6.9↵ | | |
| T | 12.1↵ | | |
| 气泡1 | 36.5↵ | | |
| | | | |
| 气泡2 | 68.0↵ | | |
| L1 | 80 44 03.20↵ | | |
| | | 6.6 27 36.5 68.0 80 44 03.20 | 不打印原始数据时无此 项 |
| L2 | 3.10↵ | 6.8 33 36.5 68.0 3.10 | |
| | | 6.9 12 51 40 | |
| 上20目M1 | 7.2↵ | | |
| M2 | 7.1↵ | | |
| M3 | 7.0↵ | | |
| 气泡1 | 34.8↵ | | |
| 气泡2 | 66.5↵ | | |
| L1 | 180 00 04.80↵ | | |

续表

| 显示 | 操作 | 打印 | 说明 |
|--------|---------------|--|--------------------|
| L2 | 4.52↵ | | |
| | | 7.2 34.8 66.5 180 00 04.80 7.1 4.52 7.0 | 不打印原始数据时，打印半测目的方向值 |
| 下10目M1 | 6.9↵ | | |
| M2 | 6.8↵ | | |
| M3 | 6.8↵ | | |
| 气泡1 | 34.5↵ | | |
| 气泡2 | 66.2↵ | | |
| L1 | 180 00 04.40↵ | | |
| L2 | 4.30↵ | | |
| | | NO: 1 RL TIME 1984 11 7/8 6.9 34.5 66.2 180 00 04.40 6.8 4.30 6.8 | |
| 下1*气泡1 | 36.0↵ | | |
| 气泡2 | 67.8↵ | | |
| T1 | 57 ↵ | | |
| M1 | 6.5↵ | | |
| T2 | 7 ↵ | | |
| M2 | 6.2↵ | | |
| T3 | 15 ↵ | | |
| M3 | 6.3↵ | | |

续表

| 显示 | 操作 | 打印 | 说明 |
|----------|----------------|--|--------------|
| T | 12.59 ↵ | | |
| 气泡1 | 36 ↵ | | |
| 气泡2 | 67.8 ↵ | | |
| L1 | 80 44 15.42 ↵ | | |
| L2 | 15.50 ↵ | 6.5 57 36.0 67.8 8044 15.42 6.2 7 36.0 67.8 15.50 6.3 12 59 15 | |
| 下2 * 气泡1 | 67.9 ↵ | | |
| 气泡2 | 36 ↵ | | |
| T1 | 10 ↵ | | |
| M1 | 5.2 ↵ | | |
| T2 | 18 ↵ | | |
| M2 | 5.3 ↵ | | |
| T3 | 25 ↵ | | |
| M3 | 5.2 ↵ | | |
| T | 13.01 ↵ | | |
| 气泡1 | 67.9 ↵ | | |
| 气泡2 | 36.0 ↵ | | |
| L1 | 260 44 44.92 ↵ | | |
| L2 | 44.52 ↵ | | |
| | | 5.2 10 67.9 36.0 260 4444.92 5.3 18 67.9 36.0 44.52 5.2 13 01 25 | 不打印原始数据时，无此项 |

续表

| 显示 | 操作 | 打印 | 说明 |
|------------|-------------|---|-------------------------|
| F 20目M1 | 4.3↵ | | |
| M2 | 4.5↵ | | |
| M3 | 4.8↵ | | |
| 气泡1 | 68.9↵ | | |
| 气泡1 | 37.0↵ | | |
| L1 | 30.20↵ | | |
| L2 | 30.22↵ | | |
| | | 4.3 68.9 37.0 000 30.20 4.5 30.22 4.8 | 不打印原始数据时，无此项 |
| | | NO: 1 LR NO: 1 RL 0 00 22.75 180 00 14.22 260 44 14.23 80 44 25.55 12 47 57.00 12 59 06.33 80 44 13.95 260 44 36.41 12 51 33.33 13 01 17.67 180 00 14.92 0 00 23.83 2C: 7.83 2C: 9.62 ZC: 0 | ZC: 重测数 |
| | DEF F | | 当调用内存数据计算地面目标方位角时，启动标号L |
| ? 测回……测回 | 1 ↵ | | 起算测回数 |
| 1 测回……? 测回 | 1 ↵ | | 相同时号的最后测回测回数 |
| 时号T1 | 11.56↵ | | |
| X1 | 11.5602611↵ | | |
| T2 | 14.56↵ | | |