TPS400 机载软件介绍

目 录

——自由设站

——对边测量

——悬高测量

——面积计算

——高程传递

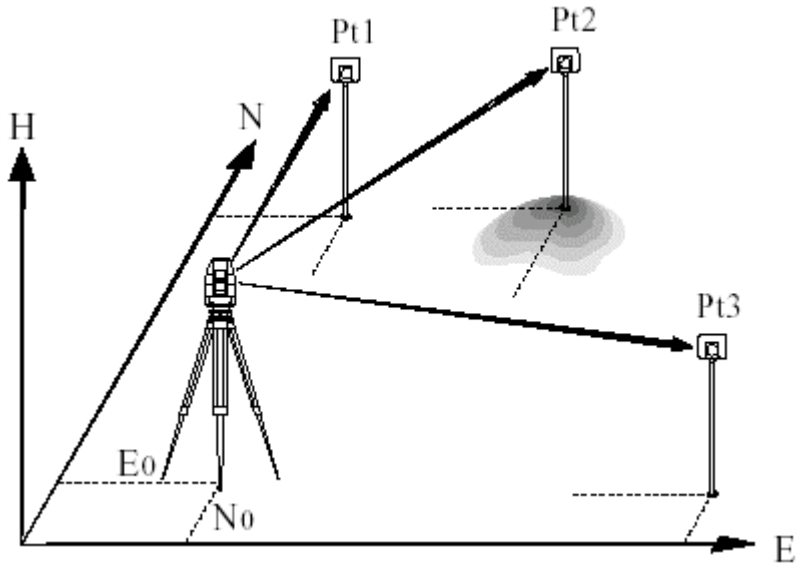
——参考线放样

自由设站（Resection-Free Station）

一、主要功能

在测量中，通常是将仪器架设在固定或已知点上。但在有些情况下（如在建筑工地），测站点无法永久设立或很容易被破坏，这时就需要设立“临时”测站。本应用程序就是为了机动地、随时地设定“临时”测站并确定其坐标。它是通过测站仪器对已知目标点的观测，了反算测站的坐标及定向方位角，并将这些解算的数据设置在仪器中，以便随即从该测站测量其他未知点。

二、基本原理



如图所示，Pt1（x1，y1，z1）、Pt2（x2，y2，z2）、Pt3（x3，y3，z3）、……为坐标已知的目标点，设测站点坐标的平差值为（E，N，H），水平度盘起始读数的平差值为 r。仪器观测各已知目标点的（水平方向度数，垂直角，斜距），其值分别为（H1，V1，S1）、（H2，V2，S2）、（H3，V3，S3）、……，需要确定的未知数就是 E、N、H 和 r。由此，可对观测值 Hi、Vi、Si 建立误差方程式：

$$\begin{cases} Si+vSi=((xi-E)^2+(yi-N)^2+(zi-H)^2)^{1/2} \\ Hi+vHi=r+\arctan((xi-E)/(yi-N)) \\ Vi+vVi=\arctan((zi-H)/((xi-E)^2+(yi-N)^2)^{1/2}) \end{cases} \quad (1\text{-}1)$$

并令 E、H、V、r 的初始值为 E0、N0、H0、r0，对上式右边按 E、H、V、r 展开进行线性化，可得

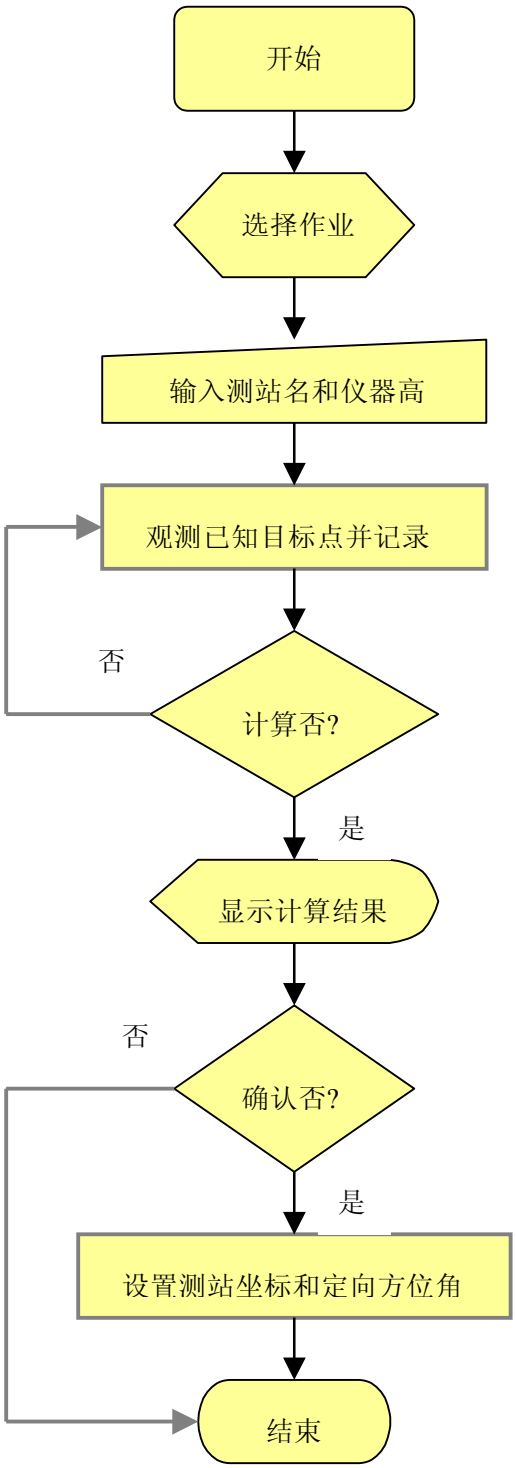
$$\begin{bmatrix} vSi \\ vHi \\ vVi \end{bmatrix} = A \begin{bmatrix} dE \\ dN \\ dH \\ dr \end{bmatrix} + L \quad (1\text{-}2)$$

由式（1-2）可知，对一个点进行观测有 3 个观测量，若要解算 4 个未知数，就至少需要观测 2 个点。只要根据观测的点数，将式（1-2）扩转成综合的误差方程式，然后用最小

二乘法即可求得未知数。

[注]后方交会是自由设站的一种特例，即所有的观测值皆为方向值。

三、基本框图

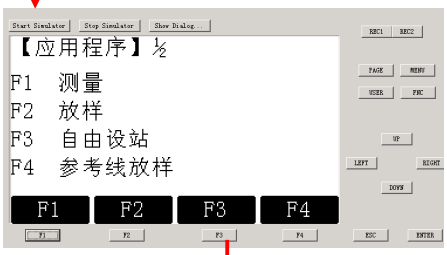


四、操作流程

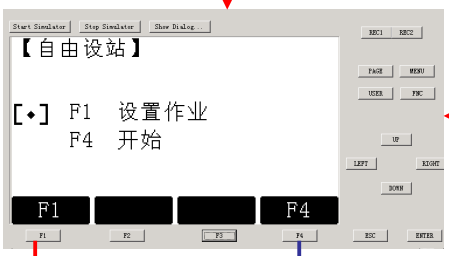
MENU（进入主菜单）



F1（进入应用程序菜单）

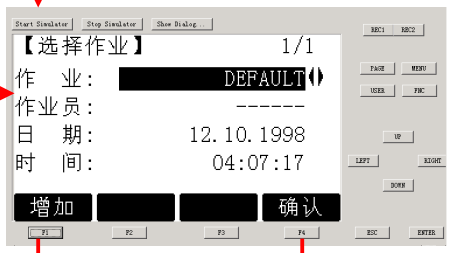


F3（选择自由设站程序）



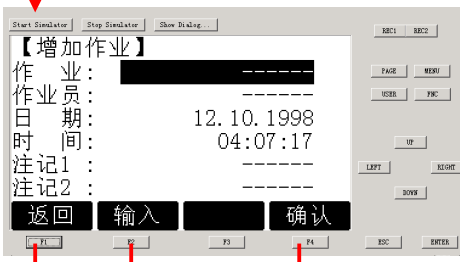
F4（开始测量）

F1（选择/设置作业）

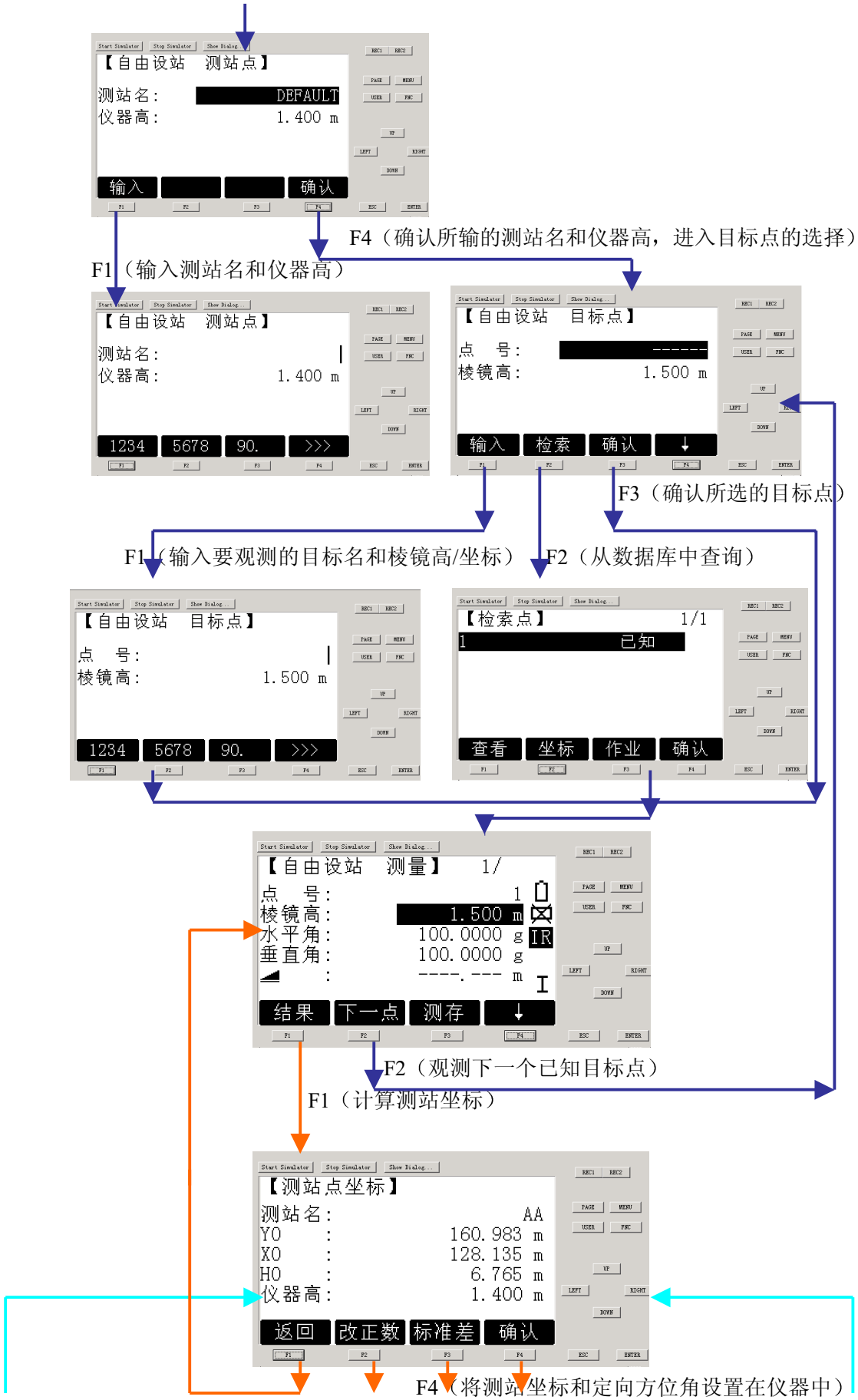


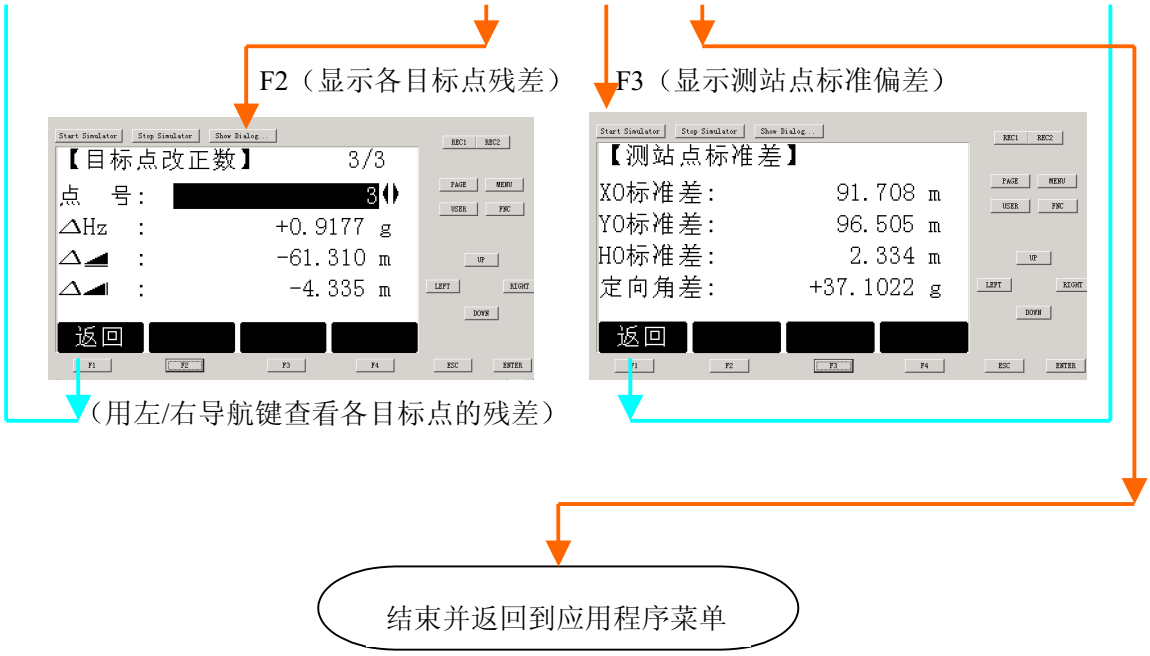
F4（确认选定的作业）

F1（建立一个新的作业）



F4（确认选定的作业）


【自由设站 测站点】
测站名: DEFAULT
仪器高: 1.400 m
输入
确认
F4（确认所输的测站名和仪器高，进入目标点的选择）
F1（输入测站名和仪器高）
【自由设站 测站点】
测站名:
仪器高: 1.400 m
1234
5678
90.
>>>
【自由设站 目标点】
点 号:
棱镜高: 1.500 m
输入
检索
确认
F3（确认所选的目标点）
F1（输入要观测的目标名和棱镜高/坐标）
F2（从数据库中查询）
【自由设站 目标点】
点 号:
棱镜高: 1.500 m
1234
5678
90.
>>>
【检索点】 1/1
1 已知
查看
坐标
作业
确认
【自由设站 测量】 1/
点 号: 1
棱镜高: 1.500 m
水平角: 100.0000 g
垂直角: 100.0000 g
: ----.--- m
IR
结果
下一点
测存
F2（观测下一个已知目标点）
F1（计算测站坐标）
【测站点坐标】
测站名: AA
YO : 160.983 m
XO : 128.135 m
HO : 6.765 m
仪器高: 1.400 m
返回
改正数
标准差
确认
F4（将测站坐标和定向方位角设置在仪器中）



五、使用特点

1、采用灵活的测角、测距组合模式：

- 可对所有的已知目标点只进行角度观测（即后方交会）；
- 可对所有的已知目标点进行边角同测；
- 可对部分的已知目标点只进行测角，对其他的已知目标点进行边角同测。

2、测角可采用各种度盘位置：

- 可只用盘左进行测量；
- 可只用盘右进行测量；
- 可用盘左、盘右进行测量。

3、其他：

- 可按任意顺序观测已知目标点；
- 对于某个点多次测量的数据只采用最后一个观测值参与计算；
- 至少需要 2 个已知目标点；
- 最多可观测 5 个已知目标点。

对边测量（Tie Distance）

一、主要功能

本程序主要用于计算现场测量的两点之间斜距、平距、高差、方位角，计算的基准有两种，即折线法（相邻两点）和射线法（以第一点为基准）。

二、基本原理

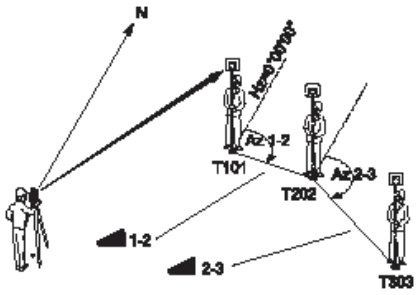


图 1　折线法

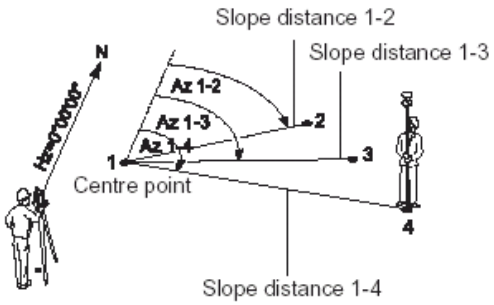


图 2　射线法

如图 1、2 所示，通过测站观测两点，即可计算两点之间的斜距、平距、高差和方位角。如图 3，设测站 A 通过定向后观测 P1、P2 点的方位角、天顶距和斜距分别为（HZ1，V1，S1）和（HZ2，V2，S2），

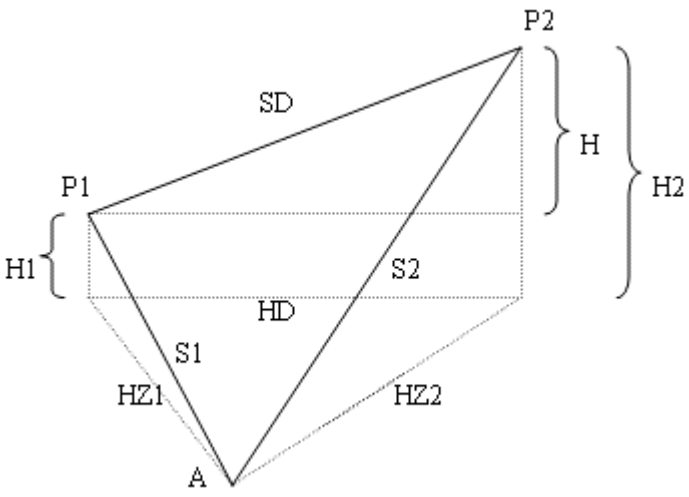


图 3

则根据余玄定律即可计算 P1、P2 间的平距 HD。

$$HD = \sqrt{(S1 \cdot \sin V1)^2+(S2 \cdot \sin V2)^2-2 \cdot S1 \cdot \sin V1 \cdot S2 \cdot \sin V2 \cdot \cos(HZ2-HZ1)} \quad (1)$$

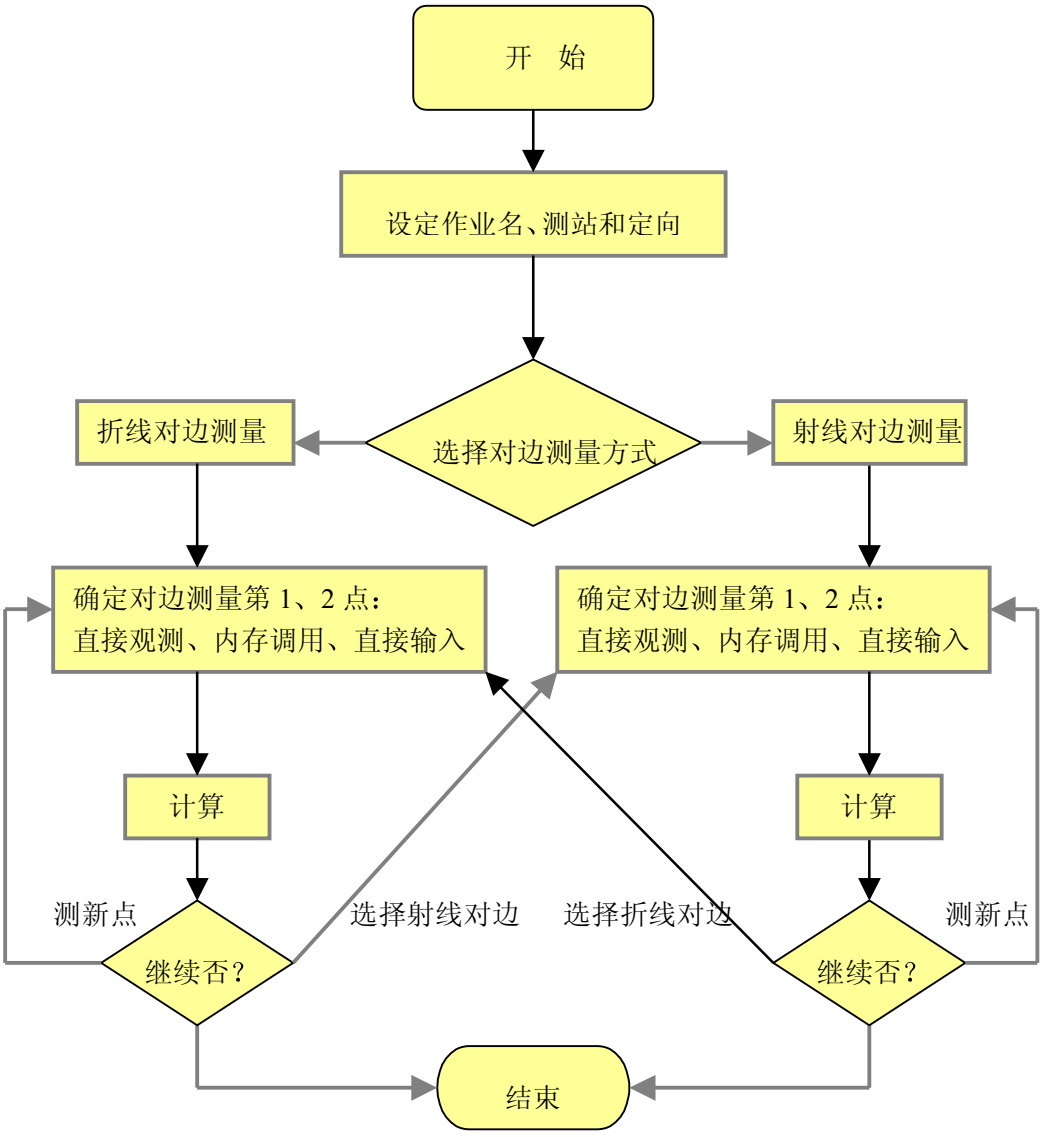
而，

$$H = S2 \cdot \sin V2 - S1 \cdot \sin V1 \quad (2)$$

$SD=\sqrt{HD^2+H^2}$ （3）

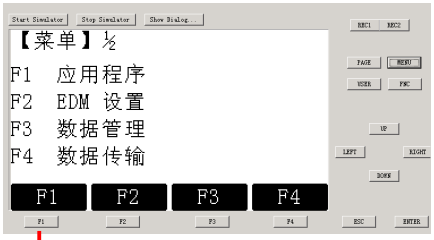
方位角 AZ=
(HZ1+HZ2)/2+(aresin(S1 • sin V1sin(HZ2-HZ1)/HD)- aresin(S2 • sin V2sin(HZ2-HZ1)/HD))/2
+270°

三、基本框图



四、操作流程

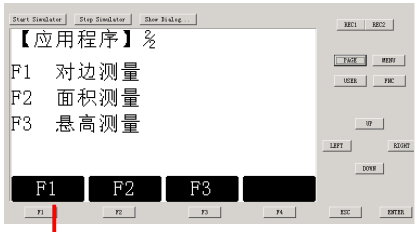
MENU（进入主菜单）



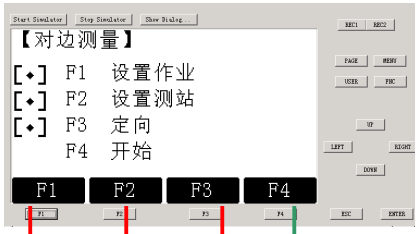
F1（进入应用程序菜单）



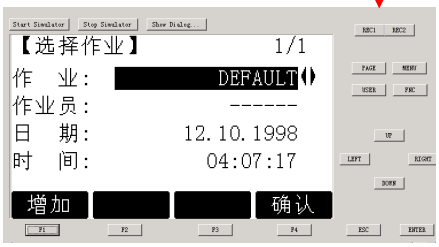
翻页



F1：对边测量



设置作业



按 F1（增加）来设置新的作业并确认

设置测站

对边测量

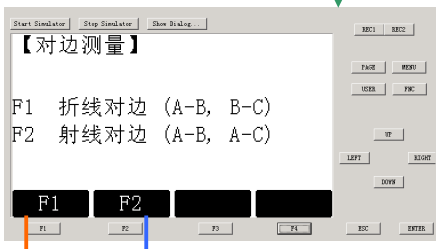


F1：输入测站点号
F2：在当前作业下查找输入测站点
F3：列出当前作业下的点并选择测站点
F4：手工输入测站坐标和仪器高并用 SAVE 存储



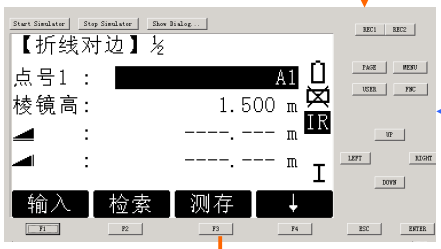
定向

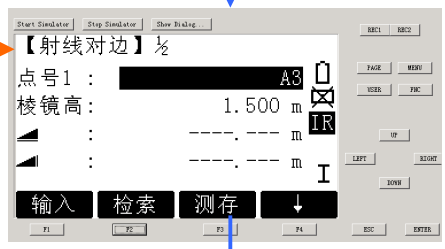
F1：手工输入后视方位角和棱镜高
F2：输入后视点坐标进行方位角反算并测量设定



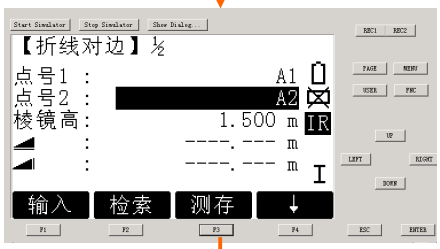
F1：选择折线对边测量方式（即相邻两点间）

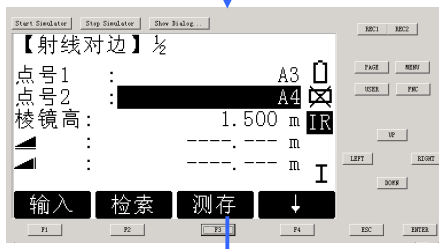
F2：选择射线对边测量方式（皆计算与第 1 点的参数）



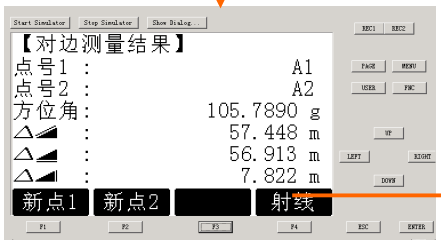


输入第 1 点号并测量或从内存调用点号或直接输入坐标

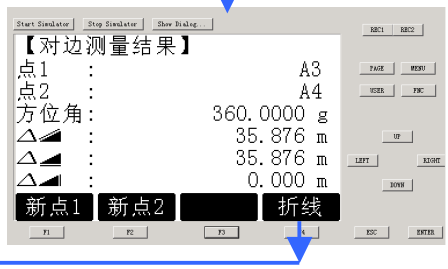




输入第 2 点号并测量或从内存调用点号或直接输入坐标

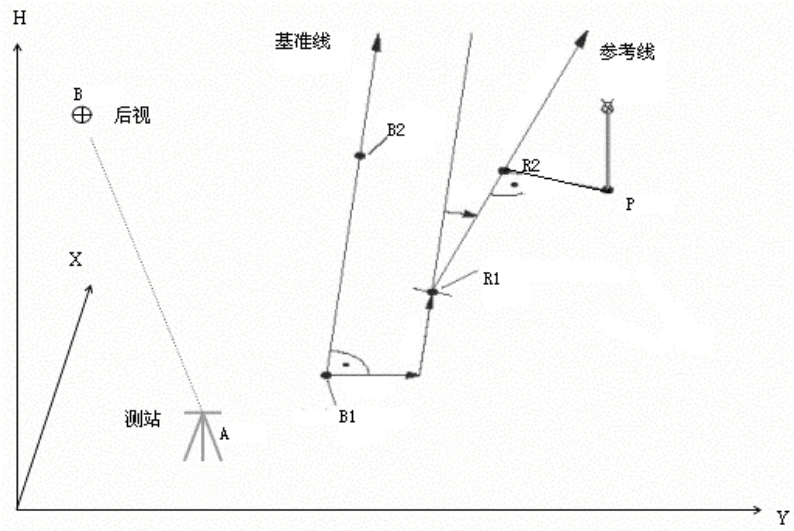


显示结果



要继续测量，按 F1（新点 1）和 F2（新点 2）；退出，按 ESC。

五、实例



设：

作业号：SS　　作业员：NH　　注记 1：LEICA　　注记 2：SH

坐标格式：（东 Y、北 X、高 H）

测站：A（100，100，10），仪器高=1 米

后视：B（0，200，9），棱镜高=1.5 米

基准线：B1（200，200，9），棱镜高=1 米

　　B2（300，200，9），棱镜高=1 米

参考线：横向偏量=100 米，纵向偏量=100 米，高差=1 米，旋转角=45°

测量点：M1（71.56158°，90°，316.214 米），棱镜高=2 米，则偏差量应为（141.4，0，-2）

放样点：P1（141.4 米，0，-2），则仪器读数为（71.56158°，90°，316.214 米）时满足要求。

这些数据可以从 TPS400 的“数据管理”中进行查询确认（F3 进入查询测量点）。



悬高测量（Remote Height）

一、主要功能

本程序主要用于确定无法直接设置棱镜的高处点的位置。

二、基本原理

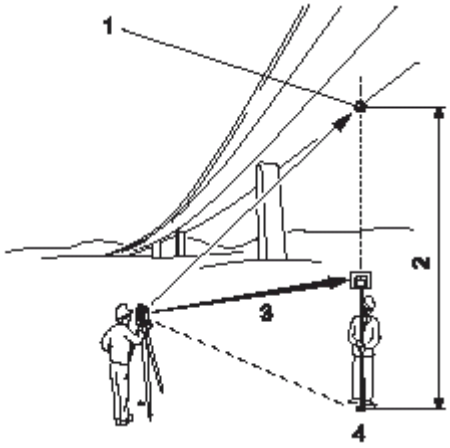


图 1

如图 1 所示，要确定悬高点 1 的位置（主要是高程，如测定高压电线的高度，以便作出必要的警示标志），则可以在悬高点的正下方的点 4 上放置一棱镜，只要测得该棱镜的位置，即可计算出悬高点的高度 2。

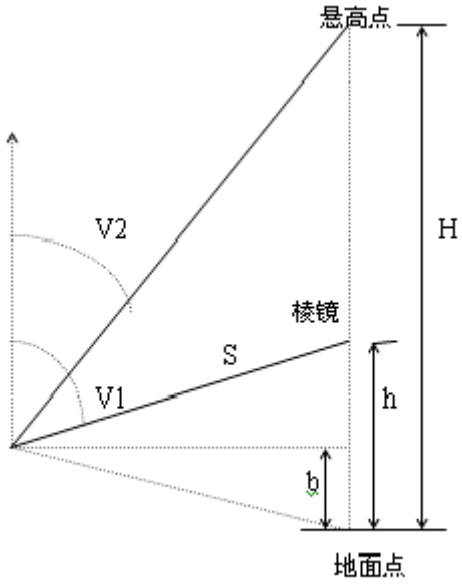


图 2

如图 2 所示，观测值为棱镜的斜距 S 和天顶距 V1，观测悬高点的天顶距为 V2，已知棱镜高 h，则有

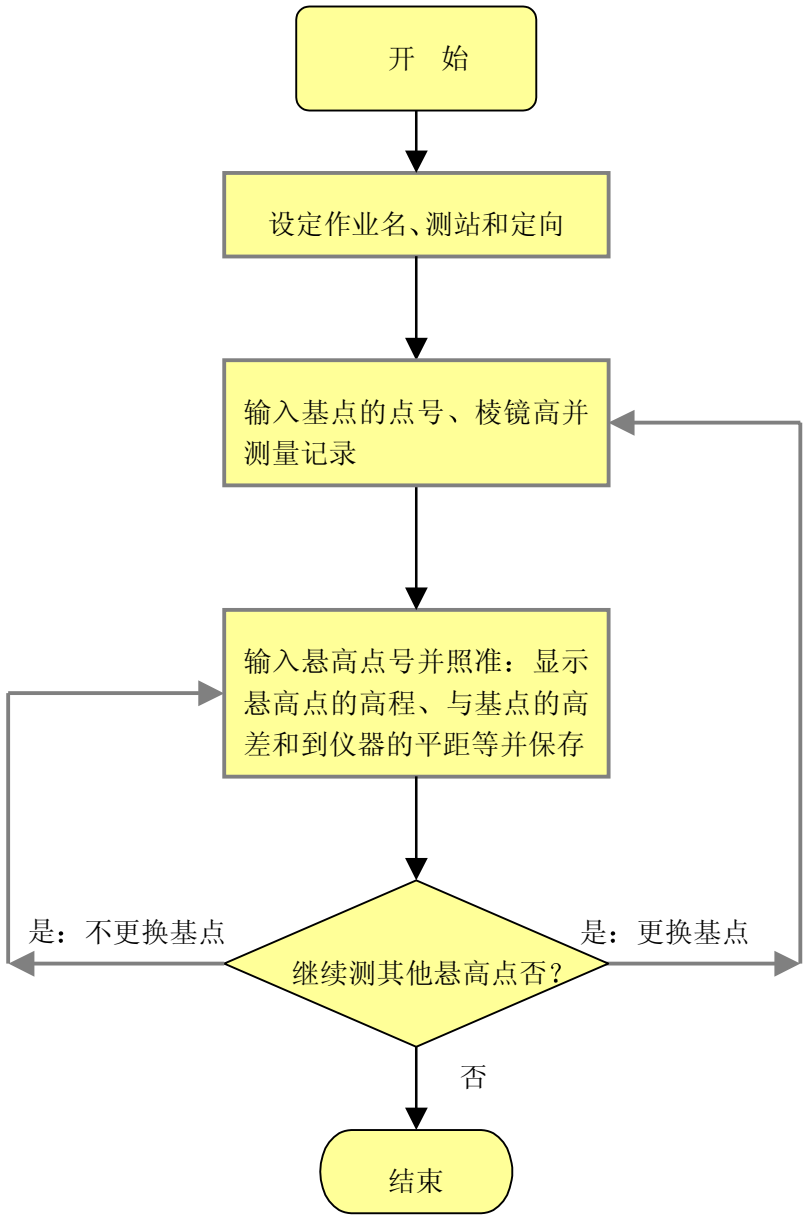
$$(H-b)\cdot tgV2=S\cdot \sin V1 \quad (1)$$

$$h-b=S\cdot \cos V1 \quad (2)$$

在式（1）和（2）中消去 b 得：

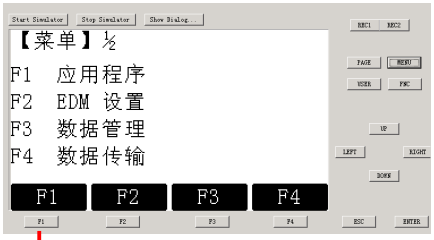
$$H=h+S\cdot(\sin V1\cdot ctgV2-\cos V1) \quad (3)$$

三、基本框图


开 始
设定作业名、测站和定向
输入基点的点号、棱镜高并测量记录
输入悬高点号并照准：显示悬高点的高程、与基点的高差和到仪器的平距等并保存
是：不更换基点
继续测其他悬高点否？
是：更换基点
否
结束

四、操作流程

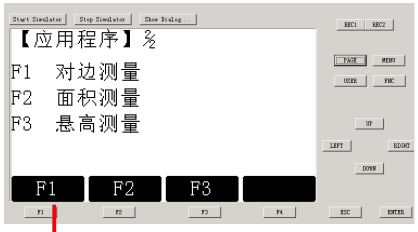
MENU（进入主菜单）



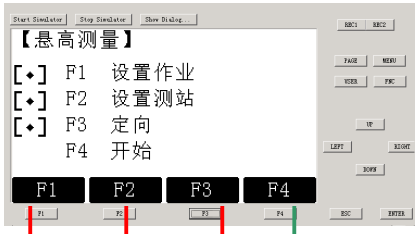
F1（进入应用程序菜单）



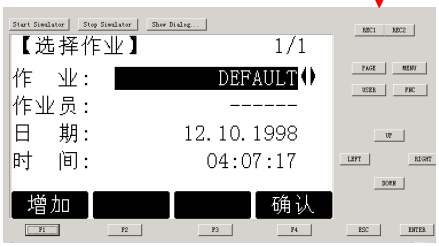
翻页



F1：对边测量



设置作业



按 F1（增加）来设置新的作业并确认

设置测站

悬高测量

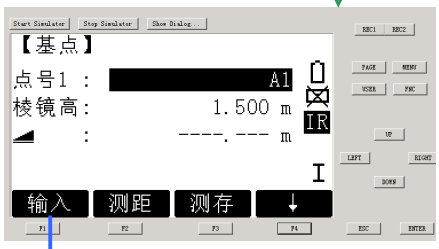


F1：输入测站点号
F2：在当前作业下查找输入测站点
F3：列出当前作业下的点并选择测站点
F4：手工输入测站坐标和仪器高并用 SAVE 存储

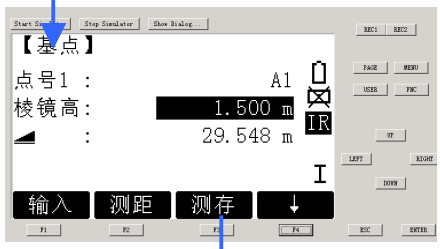


定向

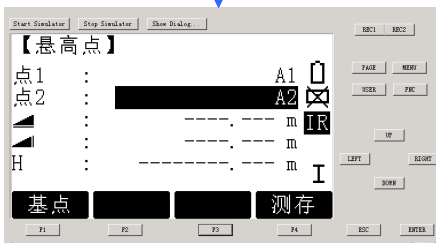
F1：手工输入后视方位角和棱镜高
F2：输入后视点坐标进行方位角反算并测量设定



F1：输入地面点（基点）点号



F3：测量基点并存储



照准悬高点，即可显示悬高点（点 2）与基点（点 1）的高差，悬高点的高程和平距。
要重新确定基点，请按 F1（基点）；要退出，按 ESC。

五、实例

设：

作业号：SS　　作业员：NH　　注记 1：LEICA　　注记 2：SH

坐标格式：（东 Y、北 X、高 H）

测站：A（10，10，10），仪器高=1.4 米

后视：B（20，10，10），棱镜高=1.5 米

输入基点点号和棱镜高：

照准悬高点并连续显示高差等：

面积计算（Area）

一、主要功能

本程序用于计算平面上直线边构成的面积。主要特点:

1、 点数无限制；

2、 点的坐标可以实时测量得到，也可以从内存调用或手工输入；

3、 点间只用直线连接；

4、 所有的点都投影在一个平面上；

5、 实际的面积最终闭合到起始点；

6、 只要测量或选取三个点即开始计算面积。

二、基本原理

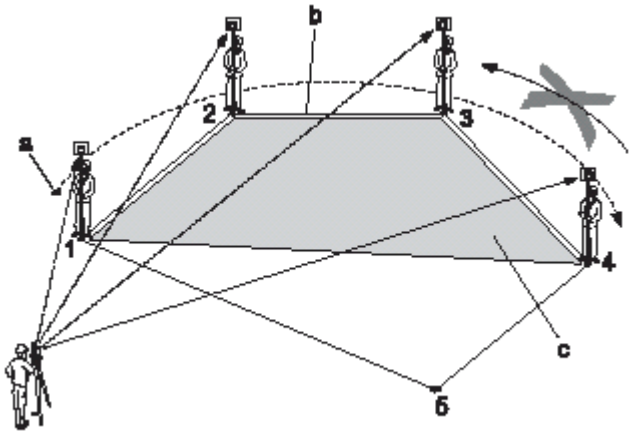
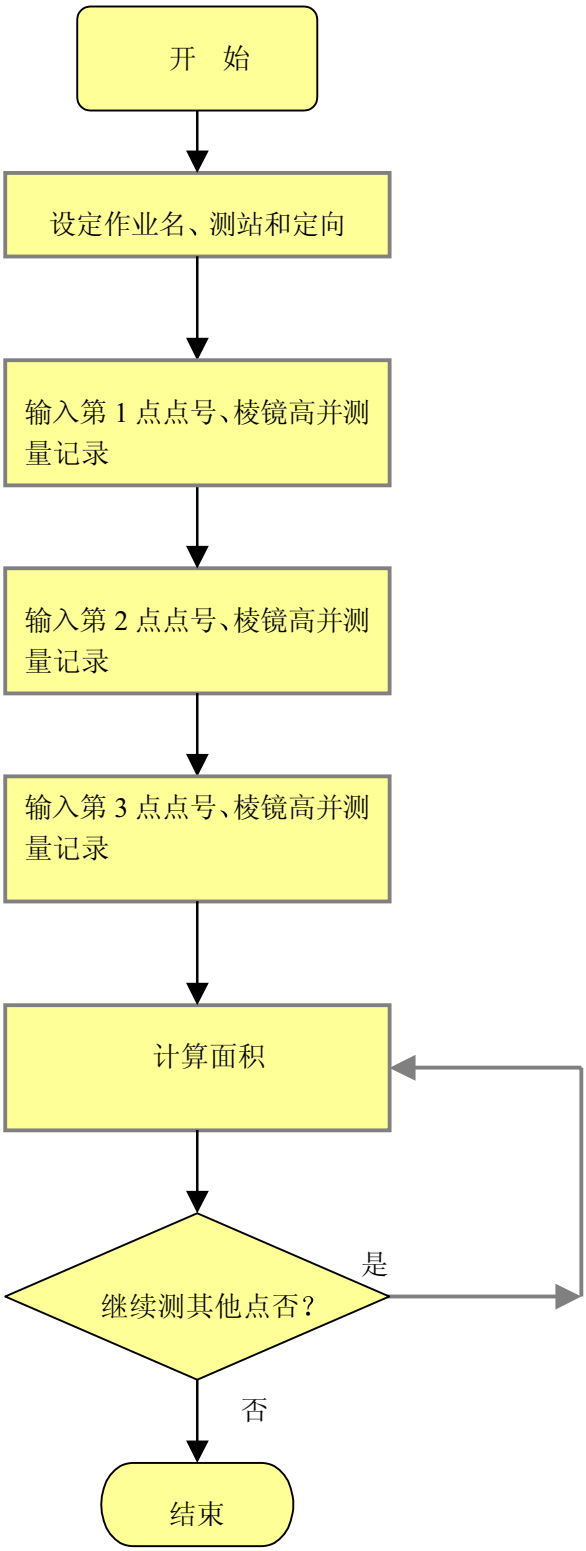


图 1

如图 1 所示，若先观测四个点（1、2、3、4），则自动构成闭合图形（即点 4 与点 1 自动连接），面积为 C。若再观测点 5，则点 5 与点 1 自动连接，构成新的闭合图形。在计算面积时，所有的点都投影到一个平面上，设每个点的平面坐标为（Xi,Yi）(i=1,2….n)，即可根据坐标来直接计算面积 C。其中三点构成的面积为：

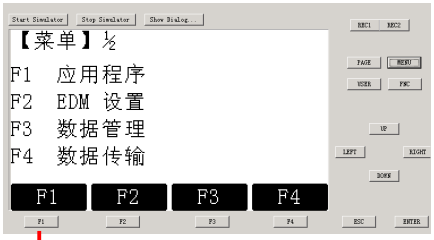
C=（（X2-X1）（Y2-Y1）-（X3-X2）（Y3-Y2））/2 （1）

三、基本框图


开 始
设定作业名、测站和定向
输入第 1 点点号、棱镜高并测量记录
输入第 2 点点号、棱镜高并测量记录
输入第 3 点点号、棱镜高并测量记录
计算面积
继续测其他点否？
是
否
结束

四、操作流程

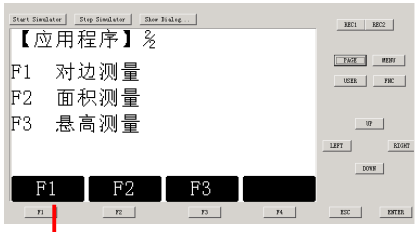
MENU（进入主菜单）



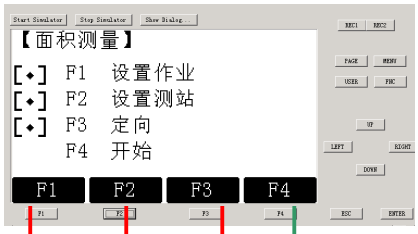
F1（进入应用程序菜单）



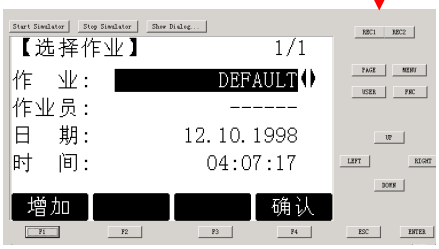
翻页



F1：对边测量



设置作业



按 F1（增加）来设置新的作业并确认

设置测站

悬高测量

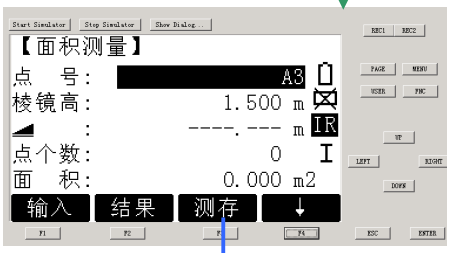


F1：输入测站点号
F2：在当前作业下查找输入测站点
F3：列出当前作业下的点并选择测站点
F4：手工输入测站坐标和仪器高并用 SAVE 存储

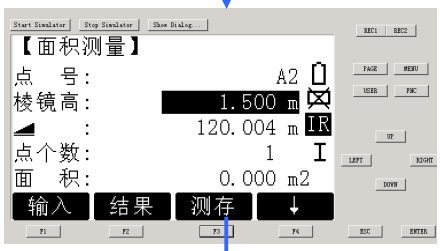


定向

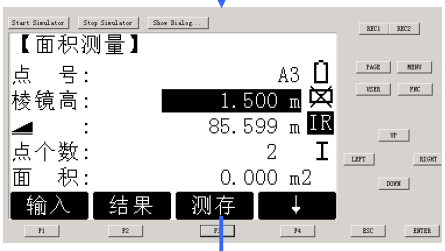
F1：手工输入后视方位角和棱镜高
F2：输入后视点坐标进行方位角反算并测量设定



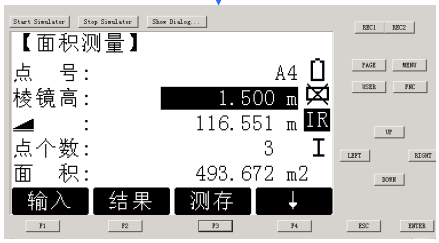
输入第 1 点点号、棱镜高并测量存储



输入第 2 点点号、棱镜高并测量存储



输入第 3 点点号、棱镜高并测量存储



测完并存储三个点后，即可计算面积。要增加点数，则继续测量。

五、实例

设：

作业号：SS　　作业员：NH　　注记 1：LEICA　　注记 2：SH

观测值格式：（水平角、垂直角、斜距）

观测三个点：A1（0，90，0）

A2（45，90，141 米）

A3（90，90，200 米）

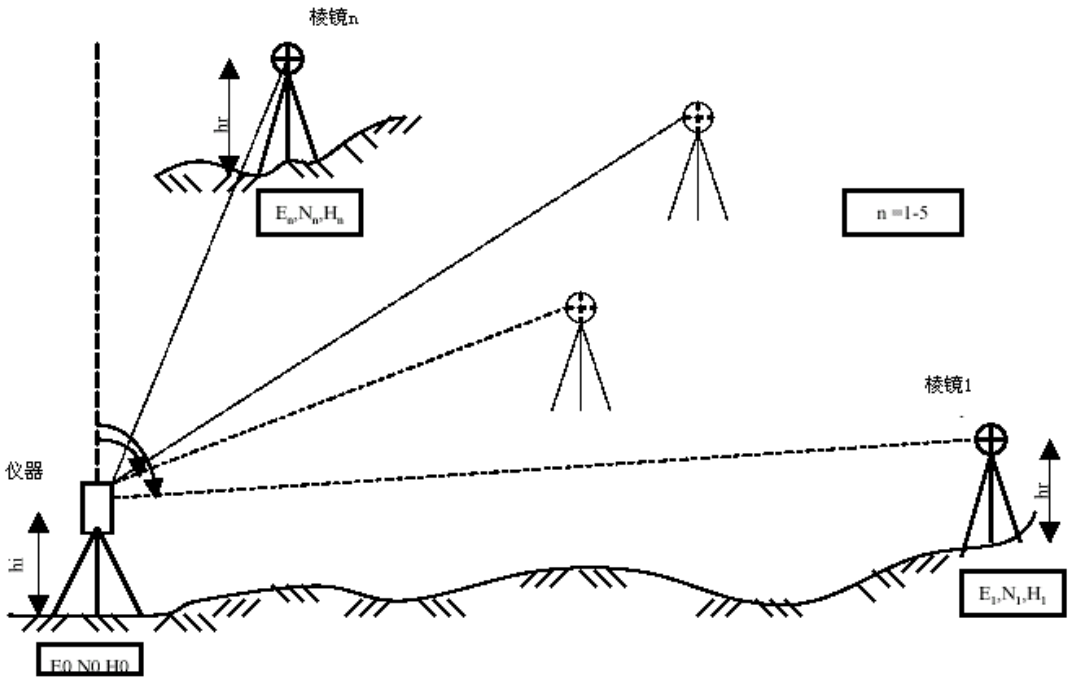
则面积为 10000 米 ^{2}

高程传递（Height-transfer）

一、主要功能

作为确定当前测站点高程的方法之一，通过观测已知高程目标点来反算测站高程。

二、基本原理



如图所示，已知高程参考点的坐标为（Ei，Ni，Hi）（i 最多可取 5），仪器站的坐标为（E0，N0，H0）。由于某种原因，H0 并非很可靠，这样可以通过在测站观测已知高程参考点来反算测站点的高程并进行设置。

设测站观测已知高程参考点的（Ei，Ni，Hi）的观测值为（Hi，Vi，Si），棱镜高为 hr 仪器高为 h。本软件只考虑已知目标参考点高程及斜距和垂直角观测值对测站高程的影响，则有条件方程：

$$H0+hi+(Si+vSi)\cdot\cos(Vi+vVi)=Hi+hr \quad (1)$$

线性化后有，

$$H0+\cos Vi\cdot vSi - Si\cdot\sin Vi\cdot vVi+Si\cdot\cos Vi - Hi-hr+h=0 \quad (2)$$

对于观测 n 个已知高程参考点并构成条件方程组，则（2）为附有参数的条件平差模型：

$$AX+BV+W=0 \quad (3)$$

其中：

$$
\left.
\begin{aligned}
&A = \underbrace{(1\ \ 1\ \cdots\cdots\ 1)^{T}}_{n} \\
&X = H0 \\
&B = \begin{bmatrix} \cos V1 & -S1\cdot\sin V1 & & \\ & \cos V2 & -S2\cdot\sin V2 & \\ & & \cdots\cdots & \\ & & & \cos Vn\ \ -Sn\cdot\sin Vn \end{bmatrix} \\
&V = (vS1\ \ vV1\ \ vS2\ \ vV2\ \ldots\ldots\ vSn\ \ vVn)^{T} \\
&W = \begin{bmatrix} S1\cdot\cos V1 - H1 - hr + h \\ S2\cdot\cos V2 - H2 - hr + h \\ \cdots\cdots \\ Sn\cdot\cos Vn - Hn - hr + h \end{bmatrix}
\end{aligned}
\right\} \quad (4)
$$

令

$$V0 = -BV \tag{5}$$

则式（3）可化为间接平差模型，即

$$V0 = AX + W \tag{6}$$

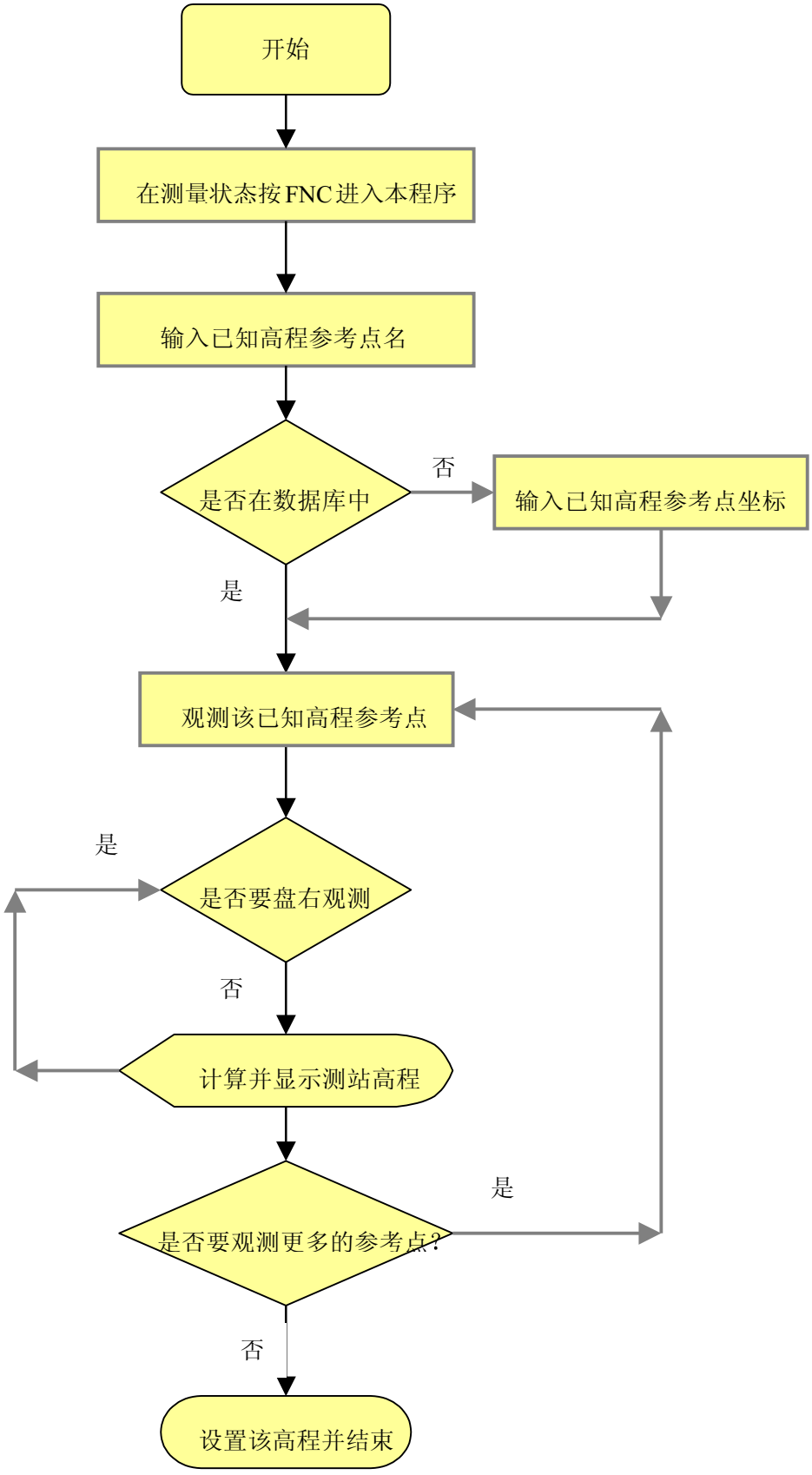
$$Q_{V0V0} = BB^{T} = N \tag{7}$$

因此，参数 X 的最小二乘解可由如下法方程求出

$$A^{T}N^{-1}AX + A^{T}N^{-1}W = 0 \tag{8}$$

可求出 X，即测站的高程。

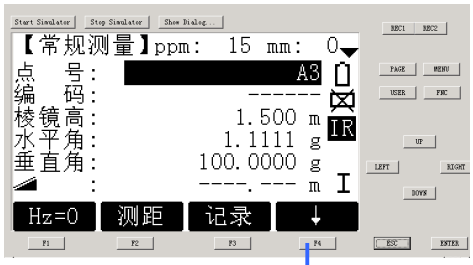
三、基本框图


开始
在测量状态按FNC进入本程序
输入已知高程参考点名
是否在数据库中
否
输入已知高程参考点坐标
是
观测该已知高程参考点
是
是否要盘右观测
否
计算并显示测站高程
是否要观测更多的参考点?
是
否
设置该高程并结束

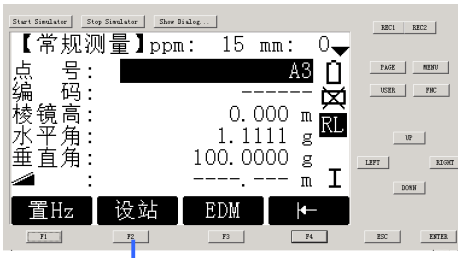
四、操作流程

本程序所要确定的当前测站点的点名和坐标可按下列菜单查询：

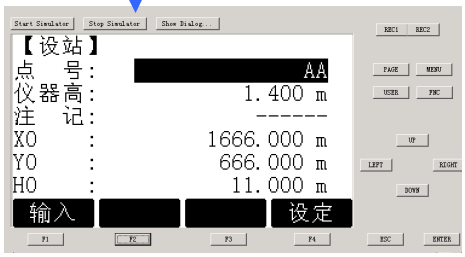
开机进入测量主界面：



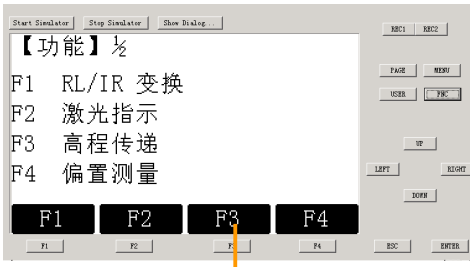
按 F4（↓）



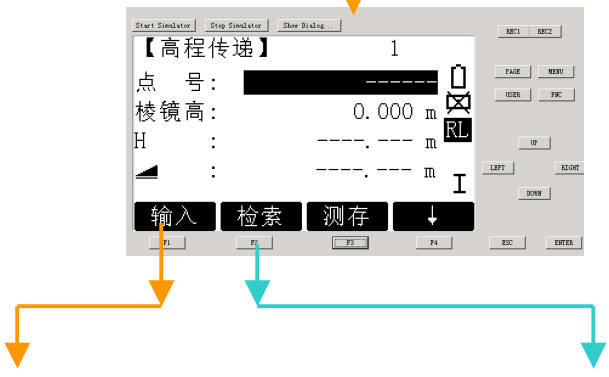
按 F2（设站）即可显示当前测站的坐标



在测量主界面，按 FNC（进入功能菜单），可实现对测站高程进行重新设置：

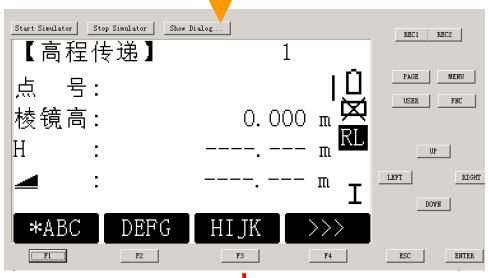


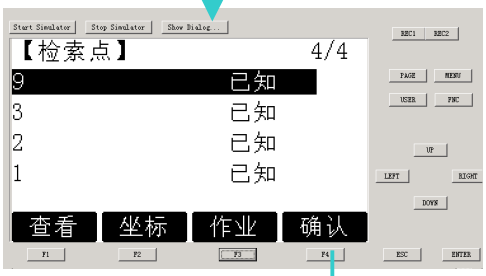
F3（进入高程传递菜单）



F1（输入已知参考目标点号）

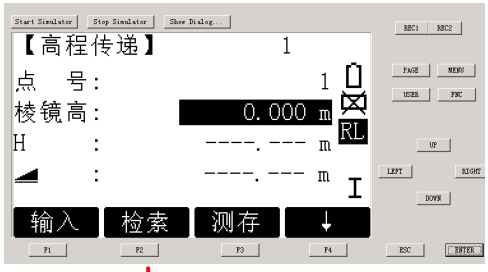
F2（可直接在数据库中查找要观测的已知高程参考点）

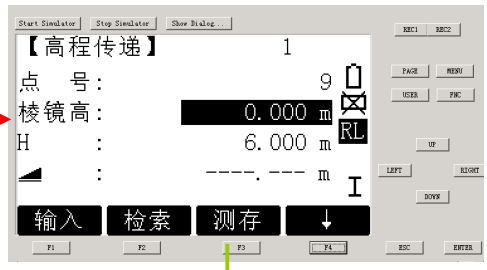




按 UP/DOWN 键，选择已知高程参考点（如点 99），再按 F4 确认。

输入完毕，进入：



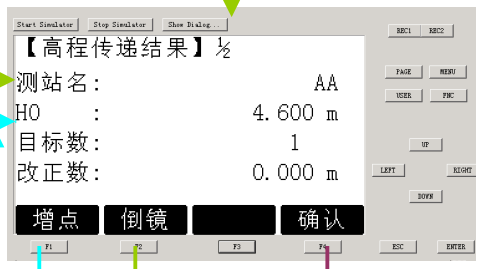


F3：测量、记录并反算测站高程，也可按 F4 转入先测量再记录的方式

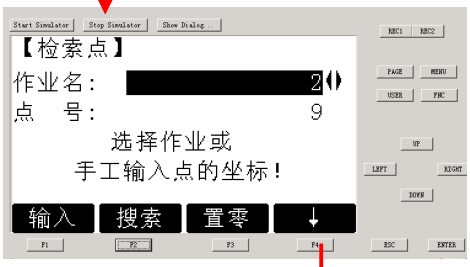
F2（查找数据库中是否有此点）

若有

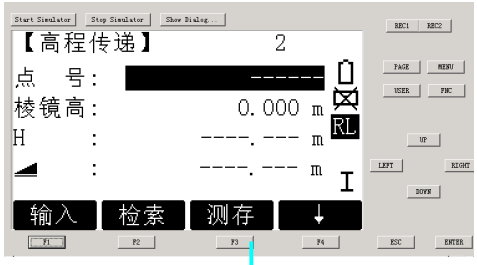




若无：

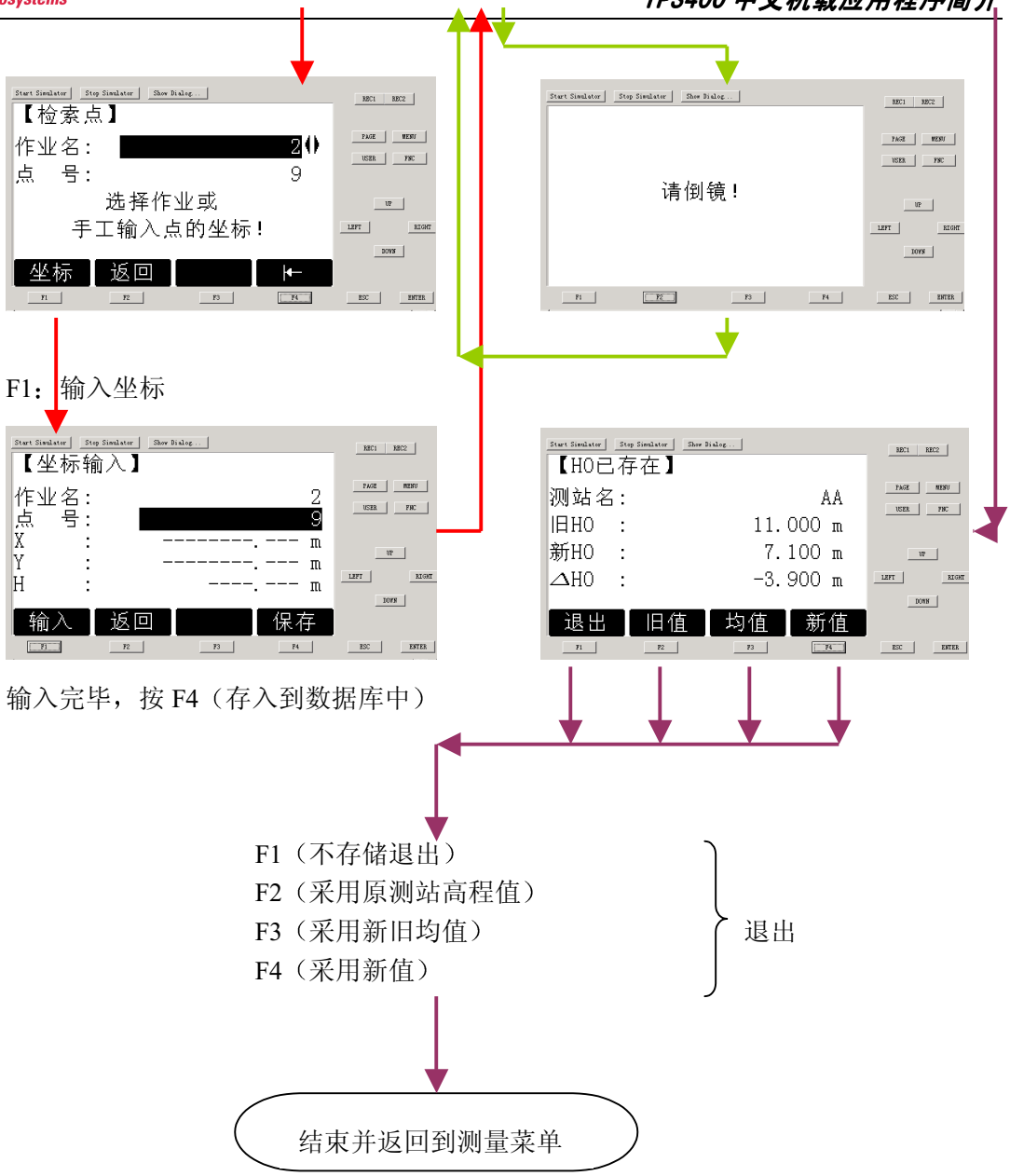


F1：增加观测已知高程参考点



F4：进入输入该点坐标

F2：加入盘右观测



五、使用特点

1、 从功能键启动该程序；

2、 只用已知目标点的高程、仪器高、棱镜高、斜距和垂直角观测值参与测站高程的计算；

3、 对于多点观测可进行平查差处理；

4、 可采用盘左/盘右观测；

5、 计算的测站高程可直接替代原有的测站高程，也可与原有的测站高程取平均值设定。

6、 至少观测 1 个已知高程参考点，最多可观测 5 个已知高程参考点。

参考线放样（Reference Line）

一、主要功能

本程序主要用于方便放样和易于实地检查放样的结果，即通过将放样元素的计算以定义的参考线为基准，使放样元素直观明了。

二、基本原理

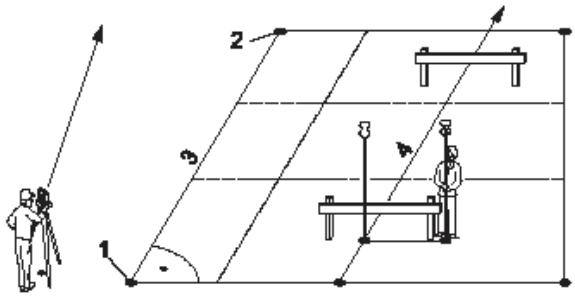


图 1

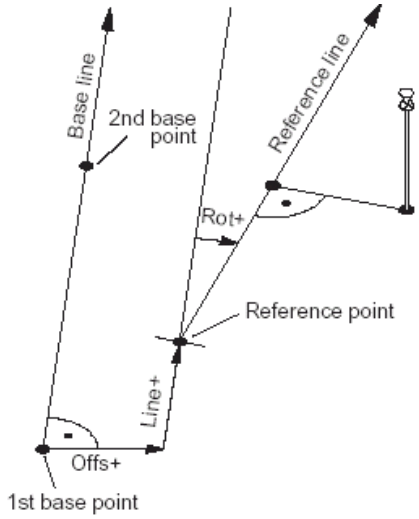


图 2

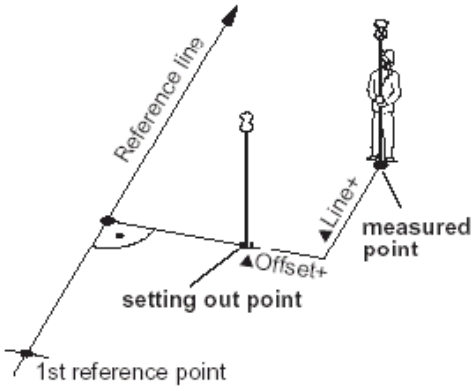


图 3

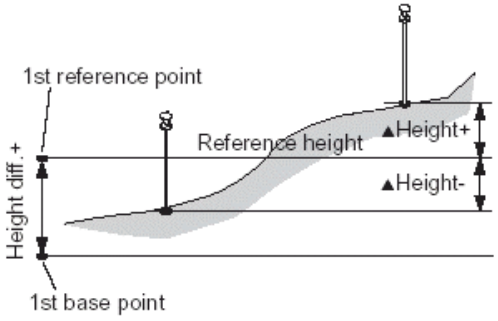


图 4

如图 1 所示，在实际施工放样工作中，放样点通常相对于某一参考线 4，这样对于放样也比较直观，并心中有数。而参考线的确定是相对于某一由已知点（点 1 和 2）确定的基准线 3，这样放样用的参考线就可以根据相对于基准线的偏量和旋转角来确定。这些参数如图 2 所示：

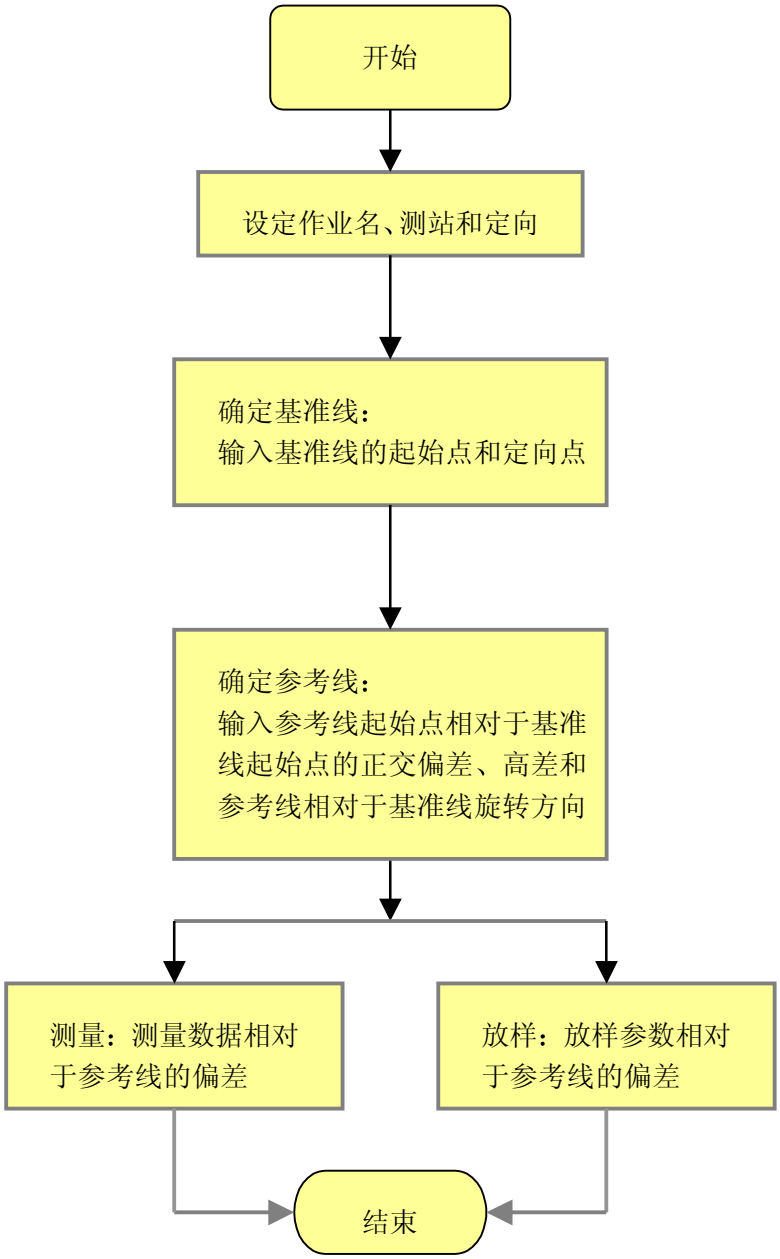
Offs：参考线的起始点相对于基准线的垂距，其中+表示在基准线的右边，-表示在基准线的左边；

Line：参考线的起始点相对于基准线起点的纵向偏距，其中+表示沿基准线方向，-表示与基准线方向相反；

Rot： 参考线相对于基准线的旋转量，其中+表示右角，-表示左角。

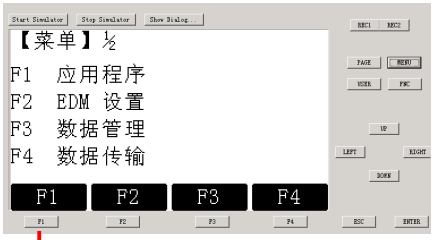
如图 3 所示，实际放样点的放样元素就是相对于所定义的参考线的偏差，放样时只要满足测量点与放样点的偏差▲Offset 和▲Line 为 0，即放样完毕。而高程的偏差也是以参考线的起点为基准的（如图 4 所示），放样点高程与参考线起始点的偏差为在参考线起始点的上方 Height，其中+表示在参考线起始点的上方，-表示在参考线起始点的下方。

三、基本框图

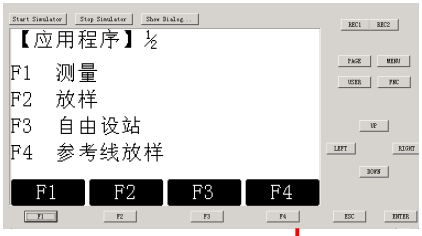


四、操作流程

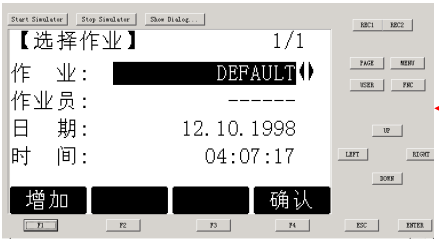
MENU（进入主菜单）



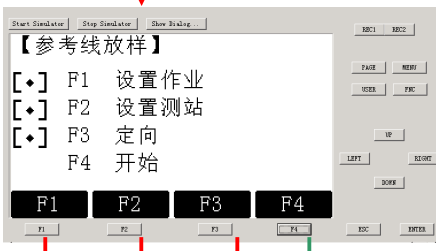
F1（进入应用程序菜单）



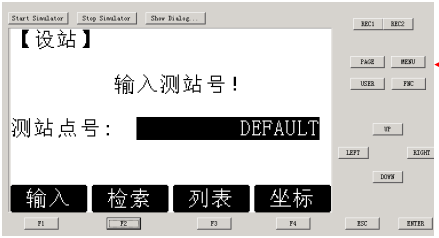
F4（选择基于参考线的放样程序）



按 F1（增加）来设置新的作业并确认



参考线测设



设置测站

F1：输入测站点号

F2：在当前作业下查找输入测站点

F3：列出当前作业下的点并选择测站点

F4：手工输入测站坐标和仪器高并用 SAVE 存储

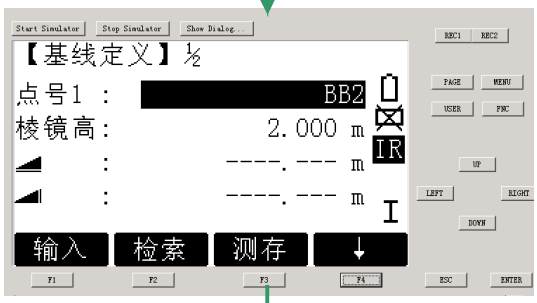


定向

F1：手工输入后视方位角和棱镜高

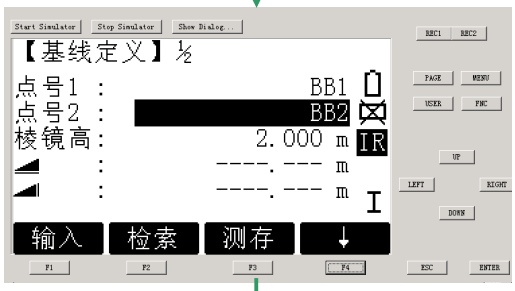
F2：输入后视点坐标进行方位角反算并测量设定

确定基准线

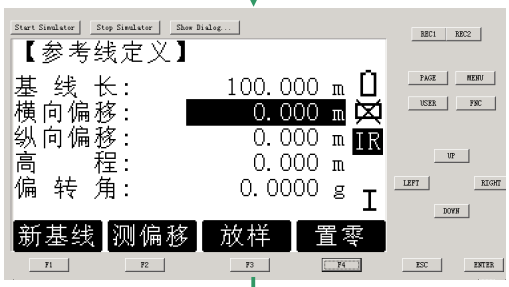


确定基准线起始点：

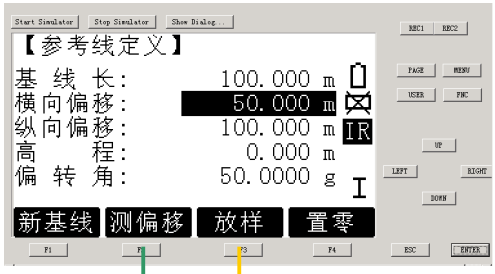
可按 F1 输入点号，在选定的作业中用 F2 检索相应的坐标或进行手工输入。也可通过测量来确定（F3）

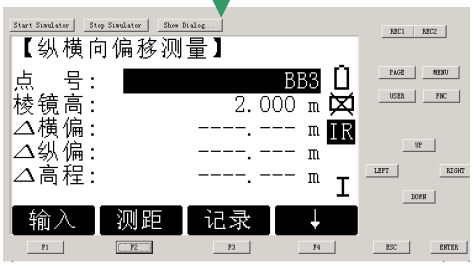


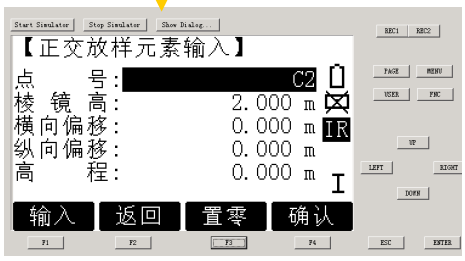
确定基准线第二点（方法同上）

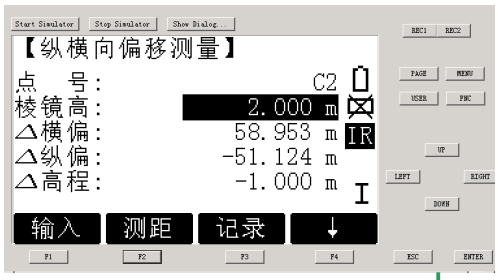


确定参考线：输入相对于基准线的偏差（用左右导航键）





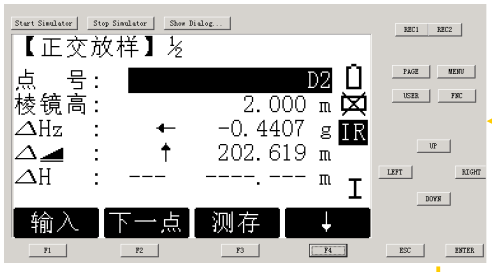




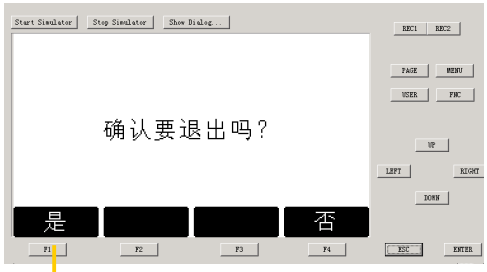
测距、记录、返回

（测量显示的观测值是相对于参考线起始点的正交偏差）

放样

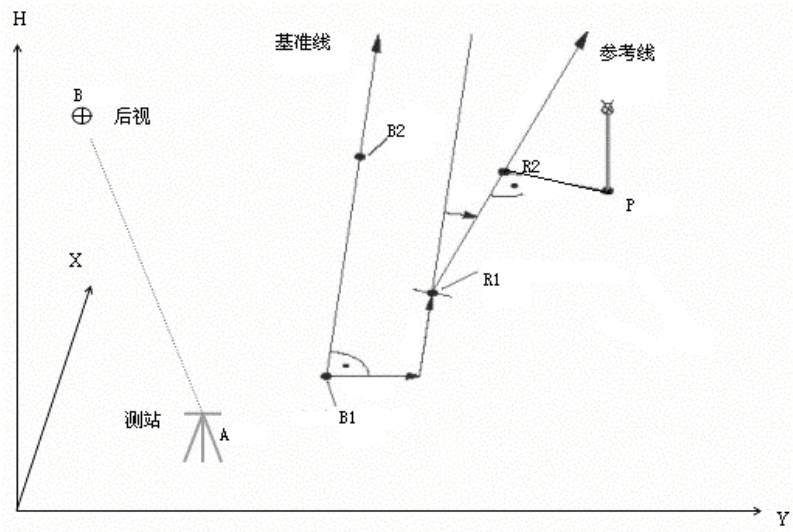


输入正交放样元素，测量直至△Hz、△◢、△H 为 0。然后，存储再放样下一点。所有放样完毕退出。



结束

五、实例



设：

作业号：SS　　作业员：NH　　注记 1：LEICA　　注记 2：SH

坐标格式：（东 Y、北 X、高 H）

测站：A（100，100，10），仪器高=1 米

后视：B（0，200，9），棱镜高=1.5 米

基准线：B1（200，200，9），棱镜高=1 米

　　B2（300，200，9），棱镜高=1 米

参考线：横向偏量=100 米，纵向偏量=100 米，高差=1 米，旋转角=45°

测量点：M1（71.56158°，90°，316.214 米），棱镜高=2 米，则偏差量应为（141.4，0，-2）

放样点：P1（141.4 米，0，-2），则仪器读数为（71.56158°，90°，316.214 米）时满足要求。

这些数据可以从 TPS400 的“数据管理”中进行查询确认（F3 进入查询测量点）。

