

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910042442.1

[51] Int. Cl.

G01C 5/00 (2006.01)

G01C 1/00 (2006.01)

G01C 3/04 (2006.01)

[43] 公开日 2009 年 6 月 17 日

[11] 公开号 CN 101458077A

[22] 申请日 2009.1.8

[21] 申请号 200910042442.1

[71] 申请人 中南林业科技大学

地址 410004 湖南省长沙市雨花区韶山南路
498 号

[72] 发明人 曾思齐 余济云 赵 坤 鄢前飞
汤腾方

[74] 专利代理机构 长沙新裕知识产权代理有限公司

代理人 刘 熙

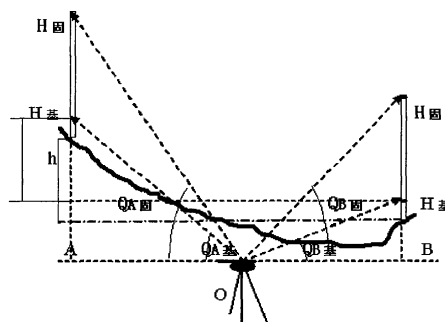
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 3 页

[54] 发明名称

一种测量高差的方法及数字化装置

[57] 摘要

本发明公开了一种测量高差的方法及数字化装置，其方法为：通过仪器测量出四个倾角值和测量出两点间的水平夹角，根据三角原理可得出两点地形间的高差数据，然后利用余弦定理及坡度数学式、可得出两点地形间的水平距离和坡度数据。其装置包括光学瞄准组件、水平转盘、显示屏、电控功能单元、外部控制部件以及三角支架组件；光学瞄准组件包括望远镜和安装在望远镜上的倾角传感器；水平转盘安装在三角支架组件上，水平转盘上设置有显示屏及外部控制部件，内部设置有安装在水平转盘旋转轴心上的角位移传感器、电控功能单元。本发明方法及装置可以快速准确地即时测量二点间高差，水平距离和坡度。



1、一种测量高差的方法,包括下列步骤:

(1)、仪器设置在第一点 A 与第二点 B 之间,再任意选定一观测点 O;

(2)、在第一点 A 与第二点 B 分别竖立相同的标尺,标尺上设有上下观察标志点,下观察标志点为基础高 $H_{基}$,上观察标志点为固定高 $H_{固}$;

(3)、在观测点首先对第一点 A 标尺上的上下标志点进行观测,分别测量基础高 $H_{基}$ 、固定高 $H_{固}$ 处的视线倾角 $\theta_{A基}$ 、 $\theta_{A固}$;

(4) 然后在观测点对第二点 B 标尺上的上下标志点进行观测,分别测量基础高 $H_{基}$ 、固定高 $H_{固}$ 处的视线倾角 $\theta_{B基}$ 、 $\theta_{B固}$;

(5)、根据视线倾角 $\theta_{A基}$ 、 $\theta_{A固}$,用数学式 $SAO = \Delta H / (\tan \theta_{A固} - \tan \theta_{A基})$ 得出第一点 A 与观测点 O 两点间的水平距离 SAO,根据视线倾角 $\theta_{B基}$ 、 $\theta_{B固}$,用数学式 $SBO = \Delta H / (\tan \theta_{B固} - \tan \theta_{B基})$ 得出第二点 B 与观测点 O 两点间的水平距离 SBO,式中 ΔH 为标尺上基础高 $H_{基}$ 与固定高 $H_{固}$ 间距, $\Delta H = H_{固} - H_{基}$;

(6)、测量以观测点 O 为顶点,第一点 A 和第二点 B 之间的水平夹角 $\angle O$;

(7)、根据水平距离 SAO、SBO 及水平夹角 $\angle O$,用数学式

$$SAB = \sqrt{SAO^2 - 2SAO \times SBO \times \cos \angle O + SBO^2}$$

得出第一点 A 点与第二点 B 点两点间的水平距离 SAB

(8)、根据视线倾角 $\theta_{A基}$ 、 $\theta_{A固}$ 、 $\theta_{B基}$ 、 $\theta_{B固}$,用数学式

$$h = \Delta H [\tan \theta_{A固} / (\tan \theta_{A固} - \tan \theta_{A基}) - \tan \theta_{B固} / (\tan \theta_{B固} - \tan \theta_{B基})] \quad \text{数模 [I]}$$

或者数学式

$$h = \Delta H [\tan \theta_{A基} / (\tan \theta_{A固} - \tan \theta_{A基}) - \tan \theta_{B基} / (\tan \theta_{B固} - \tan \theta_{B基})] \quad \text{数模 [II]}$$

计算出第一点 A 点与第二点 B 点之间的高差 h;

(9)、根据高差 h 和水平距离 SAB,用数学式 $P = \arctg (h/SAB)$ 得出两点间平均坡度 P;

所述数模 [I]、数模 [II] 中的视线倾角凡仰角为正值,俯角为负值。

2、一种采用如权利要求 1 所述测量高差的方法的数字化装置,其特征是:

包括光学瞄准组件、水平转盘、显示屏、电控功能单元、外部控制部件以及三角支架组件；光学瞄准组件通过铰接的支撑部件安置于水平转盘上，光学瞄准组件包括望远镜和安装在望远镜上的倾角传感器；水平转盘安装在三角支架组件上，水平转盘上设置有显示屏及外部控制部件，内部设置有安装在水平转盘旋转轴心上的角位移传感器、电控功能单元；外部控制部件设有功能按键和数据通讯接口；电控功能单元包括电源模块、还包括由电源模块供电的中央控制器、与中央控制器电连接的倾角传感器、角位移传感器、放大器、存储器及数据通讯接口；显示屏及外部控制部件中的功能按键与电控功能单元电连接。

3、如权利要求2所述的数字式高差测量仪，其特征是：所述的倾角传感器设在安装于望远镜上的倾角传感器箱体内，并且在倾角传感器箱体的安装面上与望远镜的视中轴线平行。

4、如权利要求2所述的数字式高差测量仪，其特征是：所述的水平转盘下部设有水平制动螺旋，旋转中轴和水平微调螺旋，水平转盘通过旋转中轴与三角支架组件基座相连。

5、如权利要求2所述的数字式高差测量仪，其特征是：所述的角位移传感器的转动轴固定在水平转盘内部的中心旋转轴上。

6、如权利要求2所述的数字式高差测量仪，其特征是：所述功能按键包括数据查询键、存贮键、删除键、测量模式选择键、读数制动键和电源开关。

一种测量高差的方法及数字化装置

技术领域

本发明属于测量技术领域，具体涉及林业勘测中即能测量两点间高差，同时又能测量两点间水平距离和坡度的一种测量高差的方法及其数字化装置。

背景技术

对于林业勘测而言，林区道路测量、林地地形测量和地面点高程测量等经常要先测定两点间高差。高差测量在目前林业实际应用中很少使用先进的全站仪、自动安平水准仪、电子水准仪以及精密水准仪，其原因主要是森林环境林冠茂密，山高坡陡、灌草丛生，在测量过程中只要观察目标前稍有一点树枝树叶与灌丛遮挡物，就可使全站仪等先进仪器无法测量，要对遮挡物进行清除，将很费力、费工、费时，加上这类仪器价格昂贵和携带不便等多种原因，致使先进仪器在林业工程勘测设计中难以发挥其应有的作用，得以普及与推广。目前，林业上测高差仍以普通的水准仪配合水准尺来完成，同样，如果林下杂灌丛生，利用水准仪的水平视线读取水准尺的前尺读数和后视读数则很困难，多数时间要化大量功夫去清理杂灌物，又由于水准仪的作业最重要和最基本的条件是视线水平，水准仪的检验与校正、消除视差、精确整平、精确读数等工作要求细致认真，这项工作一般需要熟练的专业测量人员才能完成，尽管如此，专业测量人员在肉眼读数、记录员记数，繁琐的内业整理等诸多过程中难免出差，另外，水准仪的测量功能单一，在实际测量中，不仅要测量两点间的高程，还要测量两点间的水平距离和坡度，而水平距离测量目前仍在使用皮尺，如果地形很陡，皮尺只能测斜距，然后测坡度再进行坡度改正，这相当麻烦。因此，由于水准仪的测量功能的单一性和测量过程中的严谨性以及测量条件的局限性等原因，目前在林业工程勘测中精度有时难以保证且整体测量工作通常效率低下。

发明内容

本发明的第一目的在于提供一种测量高差的方法，该方法能够同时测量两点间高差，水平距离和坡度。

本发明的另一目的在于提供一种结构简单，精度高、效率高、操作简便的，能够实现上述方法的数字化装置。

本发明的第一目的是这样实现的：测量高差的方法包括下列步骤：

(1)、仪器设置在第一点 A 与第二点 B 之间，再任意选定一观测点 O；

(2)、在第一点 A 与第二点 B 分别竖立相同的标尺（或者标尺在第一点测完后，后移到第二点），标尺上设有上下观察标志点，下观察标志点为基础高 $H_{基}$ ，上观察标志点为固定高 $H_{固}$ ；

(3)、在观测点首先对第一点 A 标尺上的上下标志点进行观测，分别测量基础高 $H_{基}$ 、固定高 $H_{固}$ 处的视线倾角 $\theta_{A基}$ 、 $\theta_{A固}$ ；

(4) 然后在观测点对第二点 B 标尺上的上下标志点进行观测，分别测量基础高 $H_{基}$ 、固定高 $H_{固}$ 处的视线倾角 $\theta_{B基}$ 、 $\theta_{B固}$ ；

(5)、根据视线倾角 $\theta_{A基}$ 、 $\theta_{A固}$ ，用公式 $SAO = \Delta H / (\tan \theta_{A固} - \tan \theta_{A基})$ 得出第一点 A 与观测点 O 两点间的水平距离 SAO，根据视线倾角 $\theta_{B基}$ 、 $\theta_{B固}$ ，用数学式 $SB0 = \Delta H / (\tan \theta_{B固} - \tan \theta_{B基})$ 得出第二点 B 与观测点 O 两点间的水平距离 SBO，式中 ΔH 为标尺上基础高 $H_{基}$ 与固定高 $H_{固}$ 间距， $\Delta H = H_{固} - H_{基}$ ；

(6)、测量以观测点 O 为顶点，第一点 A 和第二点 B 之间的水平夹角 $\angle O$ ；

(7)、根据水平距离 SAO、SBO 及水平夹角 $\angle O$ ，用数学式

$$SAB = \sqrt{SAO^2 - 2SAO \times SBO \times \cos \angle O + SBO^2}$$

得出第一点 A 点与第二点 B 点两点间的水平距离 SAB

(8)、根据视线倾角 $\theta_{A基}$ 、 $\theta_{A固}$ 、 $\theta_{B基}$ 、 $\theta_{B固}$ ，用数学式

$$h = \Delta H [\tan \theta_{A固} / (\tan \theta_{A固} - \tan \theta_{A基}) - \tan \theta_{B固} / (\tan \theta_{B固} - \tan \theta_{B基})] \text{ 数模 } [I]$$

或者数学式

$$h = \Delta H [\operatorname{tg} \theta_{A \text{基}} / (\operatorname{tg} \theta_{A \text{固}} - \operatorname{tg} \theta_{A \text{基}}) - \operatorname{tg} \theta_{B \text{基}} / (\operatorname{tg} \theta_{B \text{固}} - \operatorname{tg} \theta_{B \text{基}})] \quad \text{数模 [II]}$$

计算出第一点 A 点与第二点 B 点之间的高差 h;

(9)、根据高差 h 和水平距离 S_{AB} , 用数学式 $P = \arctg (h/S_{AB})$ 得出第二点 A 与第二点 B 两点间平均坡度 P;

数模 [I]、数模 [II] 中的视线倾角凡仰角为正值, 俯角为负值, 数模 [I]、数模 [II] 具有通用性。

本发明方法只要通过仪器测量出四个倾角值和测量出两点间的水平夹角, 根据三角原理可得出两点地形间的高差数据, 然后利用余弦定理及坡度数学式、可得出两点地形间的水平距离和坡度数据。

本发明的另一目的是这样实现的, 数字化装置包括光学瞄准组件、水平转盘、显示屏、电控功能单元、外部控制部件以及三角支架组件; 光学瞄准组件通过铰接的支撑部件安置于水平转盘上, 光学瞄准组件包括望远镜和安装在望远镜上的倾角传感器; 水平转盘安装在三角支架组件上, 水平转盘上设置有显示屏及外部控制部件, 内部设置有安装在水平转盘旋转轴心上的角位移传感器、电控功能单元; 外部控制部件设有功能按键和数据通讯接口; 电控功能单元包括电源模块、还包括由电源模块供电的中央控制器、与中央控制器电连接的倾角传感器、角位移传感器、放大器、存储器及数据通讯接口; 显示屏及外部控制部件中的功能按键与电控功能单元电连接。

本发明的数字化装置是在水平转盘旋转轴心上安装角位移传感器, 采用了水平转盘旋转角度与角位移传感器旋转角度同步一致的联动方式以及望远镜旋转角度与倾角传感器旋转角度同步一致的联动方式, 可以快速准确地即时测量二点间高差, 水平距离和坡度。高差, 水平距离和坡度的高精度数字化读量, 为林业勘测调查测量现代化提供了高技术测量装备。

本发明的数字化装置特点:

1、与水准仪方法不同, 无需前视后视在标尺读数, 也无需视线水平与仪器精

平。

2、只要通过仪器安装的倾角传感器测量出前后标尺上各测二个标志线的四个倾角值和仪器安装的角位移传感器测量出两点间的水平夹角，即可得出两点地形间的高差数据、水平距离和高差数据。

3、仪器可置于前后两测点站的连线上，也可不在其连线上，十分灵活。

4、四点测高差。在同一方向上测量标尺上二个标志点无先后次序。

5、本发明采用是角位移传感器与倾角传感器相结合，开发成本低，结构小巧，携带方便，经大量测试检验结果表明，仪器粗平时测量数据与仪器精平时的测量数据差异十分微小，因此，仪器无需采用双轴传感器或水准器气泡精准较平方式，仪器只需肉眼粗平即可，无疑，在测量精度要求不是很高的情况下，仪器极大地提高了测量工效和在复杂森林环境中的适应性。

6、本发明测点快、读数快、信息数字化显示与存贮。本发明经试用，测量高差的效率是水准仪的16倍，测量误差在 $\pm 0.3\%$ ，取得了良好的效果。

附图说明

下面结合附图与实例作进一步的说明，但本发明不限于本图所示。

附图说明

图1、图2分别是本发明之方法测量过程示意图。

图3是本发明的数字化装置整体结构示意图；

图4是本发明的数字化装置中水平转盘外部结构示意图

图5是本发明的数字化装置中水平转盘内部结构示意图；

图6是本发明的数字化装置的电控单元功能框图。

具体实施方式

如图1—图2所示，本发明其依次包括下列步骤：

(1)、仪器设置在A与B之间，任意选定一观测点O。

(2)、在 A 地形与 B 地形分别竖立相同的标尺（或者标尺在 A 点测完后，后移到 B 点），标尺上有二个观察标志点，标尺下部某高度的标志点为基础高 $H_{基}$ ，标尺上部某高度标志点为固定高 $H_{固}$

(3)、在 O 点首先对 A 地形标尺两标志点进行观测，测量基础高点 $H_{基}$ ，固定高点 $H_{固}$ 的视线倾角 $\theta_{A基}$ 、 $\theta_{A固}$ 。

(4) 然后在 O 点对 B 地形标尺两标志点进行观测，测量基础高点 $H_{基}$ ，固定高点 $H_{固}$ 的视线倾角 $\theta_{B基}$ 、 $\theta_{B固}$ 。

(5)、设 A 与 O 两点间的水平距离为 SAO ，B 与 O 两点间的水平距离为 $SB0$ ，根据三角函数原理：标尺上基础高与固定高间距 $\Delta H = H_{固} - H_{基} = SAO (\tan \theta_{A固} - \tan \theta_{A基}) = SB0 (\tan \theta_{B固} - \tan \theta_{B基})$ ，

所以，水平距离 $SAO = \Delta H / (\tan \theta_{A固} - \tan \theta_{A基})$ ；

水平距离 $SB0 = \Delta H / (\tan \theta_{B固} - \tan \theta_{B基})$ ，

设 A 点与 B 点两点的高差为 h ，高差 h 实际上为相同两标尺的固定高或基础高在水平线上的高度值之差，在 A 点固定高 $H_{固}$ 的标志在水平线上垂直高等于

$SAO \times \tan \theta_{A固}$ ，同样，在 B 点固定高 $H_{固}$ 的标志在水平线上垂直高等于 $SB0 \times \tan \theta_{B固}$ ，

因此，高差 $h = SAO \times \tan \theta_{A固} - SB0 \times \tan \theta_{B固} = \Delta H [\tan \theta_{A固} / (\tan \theta_{A固} - \tan \theta_{A基}) - \tan \theta_{B固} / (\tan \theta_{B固} - \tan \theta_{B基})]$ ，数模 [1]

同理：高差 $h = SAO \times \tan \theta_{A基} - SB0 \times \tan \theta_{B基} = \Delta H [\tan \theta_{A基} / (\tan \theta_{A固} - \tan \theta_{A基}) - \tan \theta_{B基} / (\tan \theta_{B固} - \tan \theta_{B基})]$ 。数模 [2]

数模 [1] 与数模 [2] 计算结果是相等的。

又设 A 点与 B 点两点的间水平距离为 SAB ，ABO 三点水平投影构成平面三角形的顶角为 $\angle O$ ，按照余弦定理：则有 $SAB = \sqrt{SAO^2 - 2SAO \times SB0 \times \cos \angle O + SB0^2}$

只需测量出角度 $\angle O$ ，就可测量出两点间水平距离为 SAB ，也就可得出两点间平均坡度即平均坡度 $P = \arctg (h/SAB)$ 。

数模 [1]、数模 [2] 中的视线倾角凡仰角为正值，俯角为负值，数模 [1]、

数模 [2] 具有通用性。

由于在林地中受杂灌木遮挡的影响, $H_{基}$ 以 0.4 至 0.7 米比较适宜, 同时考虑到 2 米花杆和 3 米塔尺的实际应用, $H_{固}$ 以 2 至 3 米比较适宜。

实施例 1: 依次包括下列步骤:

(1)、仪器设置在 A 与 B 之间, 任意选定一观测点 O。

(2)、在 A 地形与 B 地形分别竖立相同的 3 米标尺 (或者标尺在 A 点测完后, 后移到 B 点), 标尺上有二个观察标志点, 标尺下部 0.7 米处的标志点为基础高 $H_{0.7}$, 标尺上部 3 米处的标志点为固定高 H_3

(3)、在 O 点首先对 A 地形标尺两标志点进行观测, 测量基础高点 $H_{0.7}$, 固定高点 H_3 的视线倾角 $\theta_{A0.7}$ 、 θ_{A3} 。

(4) 然后在 O 点对 B 地形标尺两标志点进行观测, 测量基础高点 $H_{0.7}$, 固定高点 H_3 的视线倾角 $\theta_{B0.7}$ 、 θ_{B3} 。

(5)、设 A 与 O 两点间的水平距离为 SAO , B 与 O 两点间的水平距离为 $SB0$,

根据三角函数原理: 标尺上基础高与固定高间距 $\Delta H = H_3 - H_{0.7} = 3 - 0.7 = 2.3 = SAO$

$$(\operatorname{tg} \theta_{A3} - \operatorname{tg} \theta_{A0.7}) = SB0 (\operatorname{tg} \theta_{B3} - \operatorname{tg} \theta_{B0.7}),$$

所以, 水平距离 $SAO = 2.3 / (\operatorname{tg} \theta_{A3} - \operatorname{tg} \theta_{A0.7})$;

$$\text{水平距离 } SB0 = 2.3 / (\operatorname{tg} \theta_{B3} - \operatorname{tg} \theta_{B0.7}),$$

设 A 点与 B 点两点的高差为 h , 高差 h 实际上为相同两标尺的固定高或基础高在水平线上的高度值之差, 在 A 点固定高 $H_{固}$ 的标志在水平线上垂直高等于

$SAO \times \operatorname{tg} \theta_{A3}$, 同样, 在 B 点固定高 H_3 的标志在水平线上垂直高等于 $SB0 \times \operatorname{tg} \theta_{B3}$,

因此, 数模 [1] 高差 $h = SAO \times \operatorname{tg} \theta_{A3} - SB0 \times \operatorname{tg} \theta_{B3} = 2.3 [\operatorname{tg} \theta_{A3} / (\operatorname{tg} \theta_{A3} - \operatorname{tg} \theta_{A0.7}) - \operatorname{tg} \theta_{B3} / (\operatorname{tg} \theta_{B3} - \operatorname{tg} \theta_{B0.7})]$,

同理: 数模 [2] 高差 $h = SAO \times \operatorname{tg} \theta_{A0.7} - SB0 \times \operatorname{tg} \theta_{B0.7} = 2.3 [\operatorname{tg} \theta_{A0.7} / (\operatorname{tg} \theta_{A3} - \operatorname{tg} \theta_{A0.7}) - \operatorname{tg} \theta_{B0.7} / (\operatorname{tg} \theta_{B3} - \operatorname{tg} \theta_{B0.7})]$ 。

又设 A 点与 B 点两点的间水平距离为 SAB , 平均坡度为 P , 由于 ABO 三点在

水平投影面上构成平面三角形，顶角为 $\angle O$ ，

按照余弦定理：则有 $S_{AB} = \sqrt{SAO^2 - 2SAO \times SBO \times \cos \angle O + SBO^2}$

平均坡度 $P = \arctg(h/S_{AB})$ 。

实施例 2：依次包括下列步骤：

(1)、仪器设置在 A 与 B 之间，任意选定一观测点 O。

(2)、在 A 地形与 B 地形分别竖立相同的 2 米标尺（或者标尺在 A 点测完后，后移到 B 点），标尺上有二个观察标志点，标尺下部 0.4 米处高度的标志点为基础高 $H_{0.4}$ ，标尺上部 2 米标志点为固定高 H_2

(3)、在 O 点首先对 A 地形标尺两标志点进行观测，测量基础高点 $H_{0.4}$ ，固定高点 H_2 的视线倾角 $\theta_{A0.4}$ 、 θ_{A2} 。

(4) 然后在 O 点对 B 地形标尺两标志点进行观测，测量基础高点 $H_{0.4}$ ，固定高点 H_2 的视线倾角 $\theta_{B0.4}$ 、 θ_{B2} 。

(5)、设 A 与 O 两点间的水平距离为 SAO ，B 与 O 两点间的水平距离为 SBO ，根据三角函数原理：标尺上基础高与固定高间距 $\Delta H = H_{固} - H_{0.4} = 2 - 0.4 = 1.6 = SAO(\tan \theta_{A2} - \tan \theta_{A0.4}) = SBO(\tan \theta_{B2} - \tan \theta_{B0.4})$ ，

所以，水平距离 $SAO = 1.6 / (\tan \theta_{A2} - \tan \theta_{A0.4})$ ；

水平距离 $SBO = 1.6 / (\tan \theta_{B2} - \tan \theta_{B0.4})$ ，

设 A 点与 B 点两点的高差为 h ，高差 h 实际上为相同两标尺的固定高或基础高在水平线上的高度值之差，在 A 点固定高 H_2 的标志在水平线上垂直高等于

$SAO \times \tan \theta_{A2}$ ，同样，在 B 点固定高 H_2 的标志在水平线上垂直高等于 $SBO \times \tan \theta_{B2}$ ，

因此，数模[1]高差 $h = SAO \times \tan \theta_{A2} - SBO \times \tan \theta_{B2} = 1.6 [\tan \theta_{A2} / (\tan \theta_{A2} - \tan \theta_{A0.4}) - \tan \theta_{B2} / (\tan \theta_{B2} - \tan \theta_{B0.4})]$ ，

同理：数模 [2] 高差 $h = SAO \times \tan \theta_{A0.4} - SBO \times \tan \theta_{B0.4} = 1.6 [\tan \theta_{A0.4} / (\tan \theta_{A2} - \tan \theta_{A0.4}) - \tan \theta_{B0.4} / (\tan \theta_{B2} - \tan \theta_{B0.4})]$ 。

又设 A 点与 B 点两点的间水平距离为 S_{AB} ，平均坡度为 P ，由于 ABO 三点在

水平投影面上构成平面三角形，顶角为 $\angle O$ ，

按照余弦定理：则有 $S_{AB} = \sqrt{SAO^2 - 2SAO \times SBO \times \cos \angle O + SBO^2}$

平均坡度 $P = \arctg (h/SAB)$ 。

实施例 3：依次包括下列步骤：

(1)、仪器设置在 A 与 B 之间，任意选定一观测点 O。

(2)、在 A 地形与 B 地形分别竖立相同的 3 米标尺（或者标尺在 A 点测完后，后移到 B 点），标尺上有二个观察标志点，标尺下部 0.4 米处高度的标志点为基础高 $H_{0.4}$ ，标尺上部 3 米标志点为固定高 H_3

(3)、在 O 点首先对 A 地形标尺两标志点进行观测，测量基础高点 $H_{0.4}$ ，固定高点 H_3 的视线倾角 $\theta_{A0.4}$ 、 θ_{A3} 。

(4) 然后在 O 点对 B 地形标尺两标志点进行观测，测量基础高点 $H_{0.4}$ ，固定高点 H_3 的视线倾角 $\theta_{B0.4}$ 、 θ_{B3} 。

(5)、设 A 与 O 两点间的水平距离为 SAO ，B 与 O 两点间的水平距离为 SBO ，
根据三角函数原理：标尺上基础高与固定高间距 $\Delta H = H_{固} - H_{0.4} = 3 - 0.4 = 2.6 = SAO$
 $(\tg \theta_{A3} - \tg \theta_{A0.4}) = SBO (\tg \theta_{B3} - \tg \theta_{B0.4})$ ，

所以，水平距离 $SAO = 2.6 / (\tg \theta_{A3} - \tg \theta_{A0.4})$ ；

水平距离 $SBO = 2.6 / (\tg \theta_{B3} - \tg \theta_{B0.4})$ ，

设 A 点与 B 点两点的高差为 h ，高差 h 实际上为相同两标尺的固定高或基础高在水平线上的高度值之差，在 A 点固定高 H_2 的标志在水平线上垂直高等于

$SAO \times \tg \theta_{A3}$ ，同样，在 B 点固定高 H_2 的标志在水平线上垂直高等于 $SBO \times \tg \theta_{B3}$ ，

因此，数模[1]高差 $h = SAO \times \tg \theta_{A3} - SBO \times \tg \theta_{B3} = 2.6 [\tg \theta_{A3} / (\tg \theta_{A3} - \tg \theta_{A0.4}) - \tg \theta_{B3} / (\tg \theta_{B3} - \tg \theta_{B0.4})]$ ，

同理：数模 [2] 高差 $h = SAO \times \tg \theta_{A0.4} - SBO \times \tg \theta_{B0.4} = 2.6 [\tg \theta_{A0.4} / (\tg \theta_{A3} - \tg \theta_{A0.4}) - \tg \theta_{B0.4} / (\tg \theta_{B3} - \tg \theta_{B0.4})]$ 。

又设 A 点与 B 点两点的间水平距离为 SAB ，平均坡度为 P ，由于 ABO 三点在

水平投影面上构成平面三角形，

顶角为 $\angle O$ ，

按照余弦定理：则有 $S_{AB} = \sqrt{S_{AO}^2 - 2S_{AO} \times S_{BO} \times \cos \angle O + S_{BO}^2}$

平均坡度 $P = \arctg(h/S_{AB})$ 。

如图3—图6所示，本发明的数字化装置包括光学瞄准组件、水平转盘1、显示屏4、电控功能单元2、外部控制部件以及三角支架组件；光学瞄准组件通过铰接的支撑架9安装于水平转盘1上面，光学瞄准组件包括望远镜3和安装在望远镜3上的倾角传感器5；水平转盘1安装在三角支架组件上，水平转盘1上面安装有显示屏4与外部控制部件，内部设置有角位移传感器24、电控功能单元2，角位移传感器24的转动轴固定在水平转盘1内部的中心旋转轴22上；外部控制部件设有数据查询键16、存贮键20、删除键21、测量一模式选择键18、测量二模式选择键19、读数制动键17和电源开关10等功能按键，并设有数据通讯接口11；电控功能单元2包括电源模块23、还包括由电源模块23供电的中央控制器25、与中央控制器25电连接的倾角传感器5、角位移传感器24、放大器26、存储器27及数据通讯接口11；显示屏4及外部控制部件中的功能按键与电控功能单元2电连接。

所述的光学瞄准组件设有望远镜3、支撑架9、制动螺旋7、微动螺旋31，倾角传感器箱体6，望远镜3包括有对光螺旋29、目镜28和物镜30，倾角传感器箱体6内设有倾角传感器5，倾角传感器箱体6安装在望远镜3上，倾角传感器5在倾角传感器箱体6的安装面上与望远镜3的视中轴线8平行，倾角传感器5并与水平转盘1内部的电控功能单元2电性连接。光学瞄准组件整体上可随水平转盘作左右水平同步旋转，并且也可绕支撑架9上与其铰接的固定轴33在垂直面作上下转动。

所述的水平转盘1下部设有水平制动螺旋12，旋转中轴13和水平微调螺旋32，水平转盘1通过旋转中轴13与三角支架组件基座14相连，三角支架组件

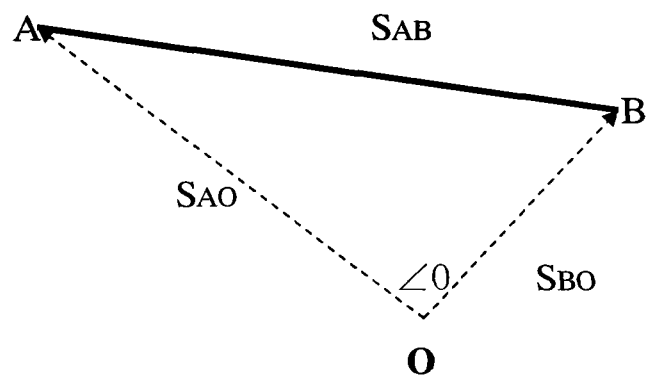
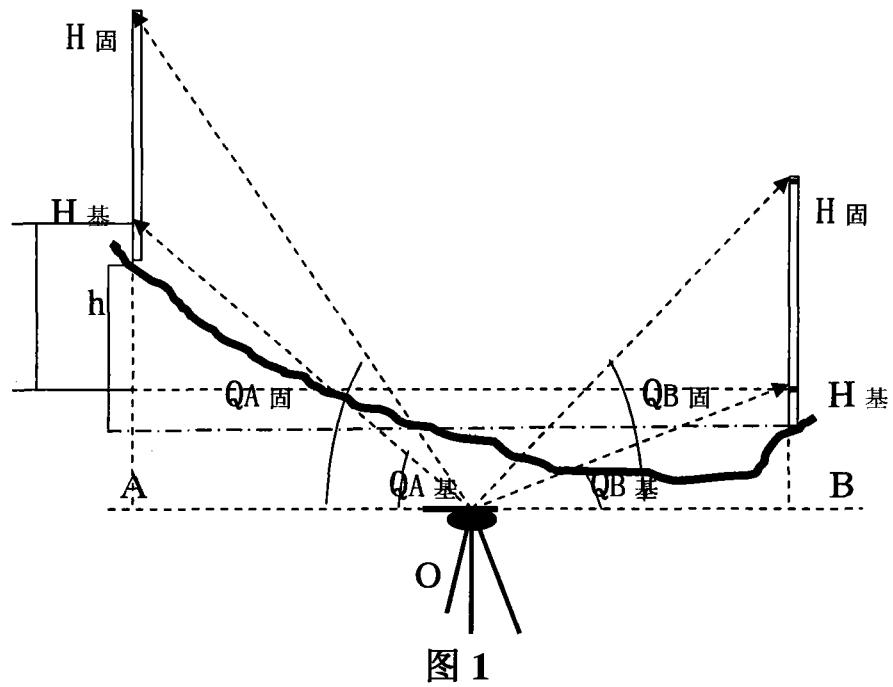
包括基座 14 和三角架 15。

所述的外部控制部件中数据查询键 16、测量一模式选择键 18、测量二模式选择键 19、存贮键 20、删除键 21、电源开关 10、数据通讯接口 11 以及读数制动键 17 相互关联，互相切换。

所述的电控功能单元 2 中电源模块 23 为电控功能单元各功能部件提供工作电源；倾角传感器 5 与角位移传感器 24 通过读数制动键 17 向中央控制器 25 输入角度信号，中央控制器 25 调用专用计算程序运算后，将计算结果送到存储器 27 单元及放大器 26 并驱动显示屏 4，中央控制器 25 通过并设有数据通讯接口 11 控制数据的输出。

本发明的数字化装置工作过程：

测量时，在两目标点之间安置与调平好仪器，将电源开关 10 打开，本实用新型进入工作状态。电控功能单元 2 向倾角传感器 5 和角位移传感器 24 发送读数命令并且在显示屏 4 上提示出信号，接下来第一步选择不同的测量模式即选择测量一模式选择键 18 或者测量二模式选择键 19，然后对前视标尺两标识点依次瞄准，依次打开读数制动键 17，电控功能单元 2 依次读取倾角传感器 5 和角位移传感器 24 的角度信号，按着对后视标尺两标识点作同样的操作，四个标识点测量完毕后，电控功能单元 2 调用相应数模模式的程序模块进行计算，求出当前高差数据、水平距离和高差数据，输出到显示屏 4 进行显示。并同时可以多数据的存储，以及可以方便地将测量数据输出到外部计算机中进行数据处理和利用。



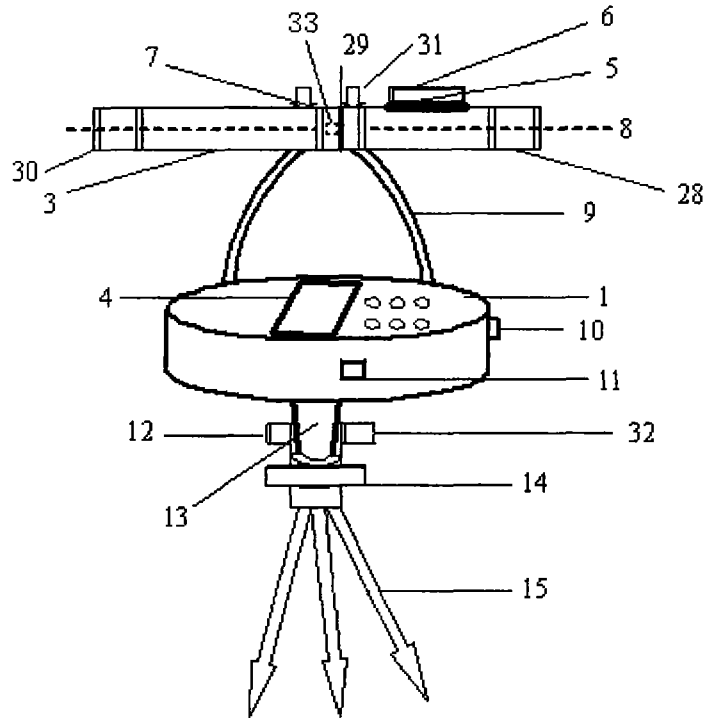


图 3

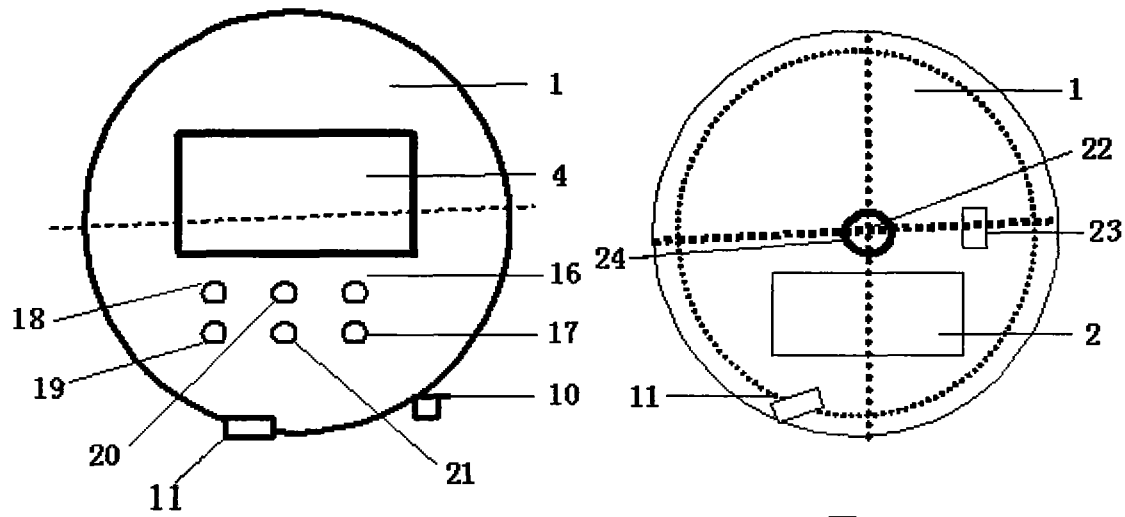


图 4

图 5

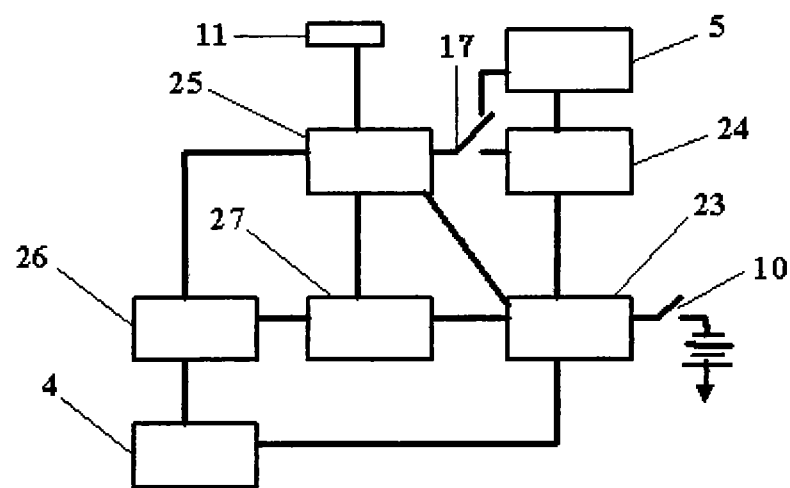


图 6