

## 成果与方法

## 应用全站仪进行三角高程测量的新方法

刘传贵

(山东省第一地质矿产勘查院, 山东 济南 250014)

**摘要:** 一般在工程施工常用的传统测量方法比较局限, 而应用全站仪进行三角高程测量, 提高了每个点的高程测量精度, 并且计算土方量时精确度增加, 施测速度更快, 符合测量精度要求。

**关键词:** 全站仪; 三角高程测量; 方法比较

**中图分类号:** P224.2

**文献标识码:** A

## 0 引言

在工程施工过程中, 常常涉及到高程测量。传统的测量方法是水准测量和三角高程测量。这 2 种方法虽然各有特色, 但都存在着不足。水准测量是一种直接测高法, 测定高差的精度较高, 但受地形起伏的限制, 外业工作量大, 施测速度慢。三角高程测量是一种间接测高法, 它不受地形起伏的限制, 且施测速度较快。在大比例尺地形图测绘、线型工程、管网工程等测量中广泛应用, 但精度较低, 且每次测量都要量取仪器高和棱镜高, 操作麻烦而且增加了误差来源。

随着全站仪的广泛使用, 使用跟踪杆配合全站仪测量高程的方法越来越普及, 传统的三角高程测量法已经显示出了局限性。经过长期摸索总结出应用全站仪进行三角高程测量的新方法, 既有水准测量任意置站的特点, 又减少了三角高程的误差来源, 每次测量时还不必量取仪器高和棱镜高, 进一步提高了测量精度和施测速度。

## 1 传统的三角高程测量方法

传统的三角高程测量方法如图 1 所示。设 A, B 为地面上高度不同的 2 点。已知 A 点高程  $H_A$ , 只要知道 A 点对 B 点的高差  $H_{AB}$ , 即可由  $H_B = H_A + H_{AB}$  得到 B 点的高程  $H_B$ 。

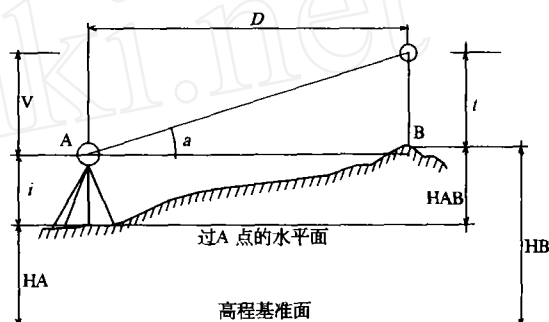


图 1 三角高程测量方法示意图

$D$ —A、B 两点间的水平距离;  $i$ —在 A 点观测 B 点时的垂直角;  $t$ —棱镜高;  $H_A$ —A 点高程,  $H_B$ —B 点高程;  $V$ —全站仪望远镜和棱镜之间的高差 ( $V = D \tan \alpha$ )

首先假设 A, B 2 点相距不远, 可以将水平面看成基准面, 也不考虑大气折光的影响。为了确定高差  $H_{AB}$ , 可在 A 点架设全站仪, B 点竖立跟踪杆, 观测垂直角, 并直接量取仪器高  $i$  和棱镜高  $t$ , 若 A, B 两点间的水平距离为  $D$ , 则  $H_{AB} = V + i - t$  ( $V$  为全站仪望远镜和棱镜之间的高差)。三角高程测量的基本公式为:

$$H_B = H_A + D \tan \alpha + i - t \quad (1)$$

式中:  $D \tan \alpha = V$ 。此种测量方法是以水平面为基准面和视线成直线为前提的, 因此, 只有当 A, B 2 点间的距离很短时才比较准确, 当 A, B 2 点距离较远时, 就必须考虑地球弯曲和大气折光的影响了。

收稿日期: 2006-06-20; 修订日期: 2006-07-20; 编辑: 曹丽丽

作者简介: 刘传贵 (1970-) 男, 工程师, 山东济南人, 主要从事工程测量等工作。

可以看出,传统的三角高程测量方法具备以下 2 个特点: 全站仪必须架设在已知高程点上; 要测量待测点的高程,必须量取仪器高和棱镜高。

## 2 新的高程测量方法

如果要将全站仪像水准仪一样任意置点,而不是将它置在已知高程点上,同时又不用量取仪器高和棱镜高,则可采用新的三角高程测量法。假设 B 点的高程已知, A 点的高程为未知,这里要通过全站仪测定其他待测点的高程,首先由 (1) 式可知:

$$HA = HB - (D \tan i + t) \quad (2)$$

上式除了  $D \tan i$ , 即  $v$  的值可以用仪器直接测出外,  $i, t$  都是未知的。但有一点可以确定,即仪器一旦置好,  $i$  值也将随之不变,同时选取跟踪杆作为反射棱镜,假定  $t$  值也固定不变,从 (2) 可知:

$$HA + i - t = HB - D \tan i = W \quad (3)$$

由 (3) 可知,基于上面的假设,  $HA + i - t$  在任一测站上也是固定不变的,而且可以计算出它的值  $W$ 。

操作过程如下: 仪器任意置点,但所选点位要求能和已知高程点通视; 用仪器照准已知高程点,测出  $v$  的值,并算出  $W$  的值(此时与仪器高程测定有关的常数,如测站点高程、仪器高、棱镜高均为任一值,施测前不必设定); 将仪器测站点高程重新设定为  $W$ ,仪器高和棱镜高设为 0; 照准待测点测出其高程。

理论上对这种方法进行的分析如下:

结合 (1), (3) 得出:

$$HB = W + D \tan i \quad (4)$$

式中:  $HB$  — 待测点的高程;  $W$  — 测站中设定的测站

点高程;  $D$  — 测站点到待测点的水平距离;  $i$  — 测站点到待测点的观测垂直角。

从 (4) 可知,不同待测点的高程随着测站点到其的水平距离或观测垂直角的变化而改变。

将 (3) 代入 (4) 可知:

$$HB = HA + i - t + D \tan i \quad (5)$$

按三角高程测量原理可知

$$HB = W + D \tan i + i - t \quad (6)$$

将 (3) 代入 (6) 可知:

$$HB = HA + i - t + D \tan i + i - t \quad (7)$$

这里  $i, t$  为 0, 所以:

$$HB = HA + i - t + D \tan i \quad (8)$$

由 (5), (8) 可知, 2 种方法测出的待测点高程在理论上是一致的。

综上所述,采用新的高程测量方法,将全站仪任意置点,不必用钢尺量取仪器高和棱镜高,仍然可以测出待测点的高程,减少了这方面造成的误差,测出的结果从理论上分析比传统的三角高程测量精度更高。在实际测量中,棱镜高还可以根据实际情况改变,只要记录下相对于初值  $t$  增大或减小的数值,就可在测量的基础上计算出待测点的实际高程。

实践证明,采用新的三角高程测量方法,提高了每个点的高程精度,计算土方量时精确度增加,施测速度更快,为施工单位和甲方提交了放心资料,得到高度的评价。

## 参考文献:

- [1] GB/T 15314—1994, 工程测量规范[S].
- [2] GB/T 17942—2000, 国家三角测量规范[S].

# New Method on Carrying out Trigonometric Leveling by Using Range Finder

LIU Chuan - gui

(No. 1 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Jinan 250014, China)

**Abstract:** Traditional mapping method used in engineering construction is very limited. By using range finder, measurement of altitude precision in each spot has been promoted. Precision of calculating earth quantity has been promoted and engineering speed become more quickly, which meet the demand of measuring precision.

**Key words:** range finder; trigonometric leveling; method contrast