

## 山区地质勘探工程测量快速设站方法

赵序峰<sup>1</sup>,王德保<sup>2</sup>,冯彦<sup>3</sup>

(1. 中国冶金地质总局山东正元地质勘查院, 山东 济南 250014; 2. 山东交通学院土木工程系, 山东 济南 250023; 3. 莱芜金鼎房地产开发有限公司, 山东 莱芜 271104)

**摘要:**山区地质勘探工程测量的设站方法有前方交会、后方交会、侧方交会、单三角形和极坐标法等,为了获得山区地质勘探工程测量的快速设站方法,笔者将传统侧方交会方法进行了改进,提出了“距离侧方交会”法。本文从外业观测、内业计算、精度分析等几个方面讨论了“距离侧方交会”的可行性,从而找出山区地质勘探工程测量的一种省时、省力、快速、高效的设站方法。

**关键词:**山区;地质勘探,工程测量,快速设站,全站仪,距离侧方交会

**中图分类号:**P204

**文献标识码:**A

## 0 引言

当地质勘探工作区位于平地、丘陵地时,测量控制点可布设在相对平坦之处,但由于人类活动密集,常常是人为的因素造成控制点丢失,且密集建筑物、构筑物本身极易形成障碍,使已知点之间不通视;当地质勘探工作区位于山区和高山区,须将测量控制点布设在山顶上。在山区和高山区,对于使用全站仪放样、定测钻孔及槽井勘探等地质工程点时常用极坐标法进行观测,需背负沉重的仪器和脚架登上山顶设站,给测量人员增加了劳动强度,延长了劳动时间;这样在需要测量的工程点附近进行设站便可成为理想的设站位置。传统的单点设立控制点的方法主要有前方交会、后方交会、侧方交会、单三角形和极坐标法等<sup>[1]</sup>。后方交会需要在待定点上观测3个已知点,即待定点需要与3个已知点分别通视;前方交会、侧方交会、单三角形需要2个已知点之间及2个已知点与待定点之间完全通视;极坐标法需要2个已知点之间及1个已知点与待定点之间能够通视;这样就给控制点之间的通视条件提出了极高的要求,但一般情况下很难完全满足。

传统的侧方交会法是在保证2个已知点之间及2个已知点与待定点之间完全通视的情况下,在待

定点及1个已知点上观测水平角,获得坐标计算所必需的几何数据,然后根据相应公式计算出待定点的坐标。传统的侧方交会法对控制点之间的通视条件要求高,且要观测两站才能求得待定点的坐标。为了简化观测条件、使已知点之间不必要通视,同时减少设站数,可选择能同时与2个已知点通视的点位作为待定点点位,将仪器安置在待定点点位上进行观测,观测待定点与2个已知点的夹角和待定点与1个已知点距离即可获得未知点坐标,为了进行检核计算,在不增加工作量的前提下,待定点与另1个已知点的距离也可直接观测获得;此法称为“距离侧方交会法”。

## 1 观测与计算

## 1.1 基本思路

在2个已知点不通视,或虽然通视但已知点位于较高山头时,为了在较高山头的已知点上只摆反射棱镜,而不架设全站仪,减少全站仪上山次数,降低观测的工作量,建议采用“距离侧方交会法”进行观测。下面以传统侧方交会法的数学模型来推导“距离侧方交会法”的坐标计算公式(图1)。图中,A,B为2个已知点,坐标分别为 $(X_A, Y_A)$ ,  $(X_B,$

\* 收稿日期:2008-04-23;修订日期:2008-05-06;编辑:曹丽丽

作者简介:赵序峰(1964-),男,山东滕州人,工程师,主要从事地勘测量工作。

$Y_B$ ); P 为待定点, 坐标为  $(X_P, Y_P)$ 。

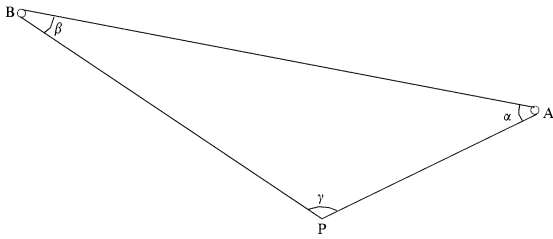


图 1 侧方交会和距离侧方交会法观测示意图

### 1.2 传统侧方交会法观测和计算的基本步骤

(1) 在已知点 A 安置仪器, 观测 AP 与 AB 的水平夹角  $\alpha$ ; 在 P 点安置仪器观测 PB 和 PA 间的水平夹角  $\gamma$ ;

(2) 反算已知边 AB 的坐标方位角  $\alpha_{AB}$ , AB 边的边长  $D_{AB}$

$$\alpha_{AB} = \arctan \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}$$

$$D_{AB} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}$$

(3) 推算 BA 和 BP 间夹角  $\beta$

$$\beta = 180 - \alpha - \gamma$$

(4) 推算未知边 AP 的坐标方位角  $\alpha_{AP}$

$$\alpha_{AP} = \alpha_{AB} - \alpha$$

若待定点位于已知边的右侧, 则上式  $\alpha$  前应取“+”号。

(5) 使用正弦定理推算未知边 AP 的边长

$$D_{AP} = D_{AB} \cdot \sin\beta / \sin\gamma$$

(6) 计算 P 点坐标

$$X_P = X_A + D_{AP} \cdot \cos\alpha_{AP}$$

$$Y_P = Y_A + D_{AP} \cdot \sin\alpha_{AP}$$

### 1.3 快速设站方法观测和计算步骤

(1) 在待定点安置仪器, 观测  $P_A, P_B$  的水平夹角  $\gamma$  和 A, P 间水平距离  $D_{AP}$  及 B, P 间水平距离  $D_{BP}$ ;

(2) 反算已知边 AB 的坐标方位角  $\alpha_{AB}$  和边长  $D_{AB}$ ;

(3) 推算  $\alpha$ 。根据三角形正弦定理可得

$$\sin\beta = D_{AP} \cdot \sin\gamma / D_{AB}$$

$$\beta = \arcsin(D_{AP} \cdot \sin\gamma / D_{AB})$$

$$\alpha = 180 - \beta - \gamma$$

(4) 推算未知边 AP 的坐标方位角  $\alpha_{AP}$

$$\alpha_{AP} = \alpha_{AB} - \alpha$$

若待定点位于已知边的右侧, 则上式  $\alpha$  前应取

“+”号。

(5) 计算 P 点的坐标

$$X_P = X_A + D_{AP} \cdot \cos\alpha_{AP}$$

$$Y_P = Y_A + D_{AP} \cdot \sin\alpha_{AP}$$

由此可见从外业观测来讲, “距离侧方交会法”只需在待测点一次安置仪器, 观测一个角一条边即可完成待定点的测量, 节省了背负仪器上山的体力、转站时间, 也解决了两已知点不通视等困难; 通过观测另一条边可对观测数据和计算结果进行检核。

## 2 精度评定与检核计算

(1) 距离侧方交会法测定 P 点坐标, 其点位中误差公式:

$$m = \sqrt{\frac{m_d^2 d}{1 - k^2 \sin^2 \gamma} + D_{AP}^2 \left(1 + \frac{k \cos \gamma}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \gamma}}\right)^2 \frac{m_\gamma^2}{\rho^2}}$$

式中:  $k = \frac{D_{AP}}{D_{AB}}$ ;  $\rho = 206265$ ;  $m_\gamma$  为水平夹角  $\gamma$  的测角中误差, 以“”为单位;  $m_d$  为未知边 AP 的测距中误差, 以 mm 为单位;  $D_{AP}, D_{AB}, m$  均以 mm 为单位。

当  $\gamma = 0^\circ$  时,  $\sin\gamma = 0, \cos\gamma = 1$ ,

$$m = \sqrt{m_d^2 d + D_{AP}^2 (1 + k)^2 \frac{m_\gamma^2}{\rho^2}}$$

当  $\gamma = 90^\circ$  时,  $\sin\gamma = 1, \cos\gamma = 0$ ,

$$m = \sqrt{\frac{m_d^2 d}{1 - k^2} + D_{AP}^2 \frac{m_\gamma^2}{\rho^2}}$$

当  $\gamma = 180^\circ$  时,  $\sin\gamma = 0, \cos\gamma = -1$ ,

$$m = \sqrt{m_d^2 d + D_{AP}^2 (1 - k)^2 \frac{m_\gamma^2}{\rho^2}}$$

从以上分析可以看出距离侧方交会法定位精度取向: 当量边精度及测角精度一定时, 待定点 P 的平面位置点位中误差与边长成正比、与交会角  $\gamma$  成反比。当  $\gamma = 0^\circ$  时, P 点点位中误差最大; 当  $\gamma = 90^\circ$  时, P 点点位中误差居中; 当  $\gamma = 180^\circ$  时, P 点点位中误差最小;  $\gamma$  的选择范围为  $0^\circ < \gamma < 180^\circ$ 。

(2) 检核计算。用 P, B 两点坐标反算的 B, P 间边长与 B, P 间实测的水平距离  $D_{BP}$  的差值应满足下式:

$$|\sqrt{(X_P - X_B)^2 + (Y_P - Y_B)^2} - D_{BP}| \leq 2 \sqrt{m^2 + m_d^2}$$

$m$  为 P 点平面位置点位中误差, 以 mm 为单位;  $m_d$  为 BP 边的测距中误差, 以 mm 为单位。

### 3 结语

“距离侧方交会”法是一种快速、简便、实用的交会定点方法。在实际测量工作中应结合现场情况并根据上述结论做出待定点最佳位置选择,当交会角 $\gamma$ 接近 $180^\circ$ 且量测的边长 $D_{AP}$ 较小时,可使P点点位中误差接近最小。待定点观测完毕后,还应计算出P点平面位置点位中误差,看点位中误差是否

满足施工的精度要求,同时通过检核计算来防止粗差的产生,从而确保“距离侧方交会”待定点点位坐标的可靠性。

### 参考文献:

- [1] 武汉测绘科技大学测量学编写组. 测量学[M]. 北京:测绘出版社,1991.

## Rapid Station Method in Geo – engineering Exploration Measurement in Mountain Areas

ZHAO Xu – feng<sup>1</sup>, WANG De – bao<sup>2</sup>, FENG Yan<sup>3</sup>

(1. Zhengyuan Geological Exploration Institute of China Metallurgical Geological Bureau, Shandong Jinan 250014, China; 2. Shandong Traffic College, Shandong Jinan 250023, China; 3. Laiwu Jinding Real Estate Development Limited Corporation, Shandong Laiwu 271104, China)

**Abstract:** Rapid station methods in geo – engineering exploration measurement in mountain areas includes forward Intersection, resection, lateral intersection, single – triangle and polar law. In order to gain rapid station method in geo – engineering exploration measurement in mountain area, traditional intersection methods has been Improved and lateral intersection method is put forward in this paper. Through study on field survey, measurement with the industry and precision analysis, feasibility of lateral intersection method is discussed in this paper. An effort, rapid and efficient rapid station method in geo – engineering exploration in mountain area is put forward in this paper.

**Key words:** Mountain areas; geo – engineering exploration; engineering measurement; rapid station; total station; literal intersection