

## 任务三 光电测距仪原理及全站仪使用

### 【任务介绍】

本任务主要介绍电磁波测距原理、测距精度、全站仪的原理及操作方法。通过本任务的学习，学生可具备操作全站仪测距、测角、测坐标的能力。

### 【任务目标】

- 知识目标：◎ 掌握电磁波测距的原理；  
◎ 掌握全站仪的原理及使用方法。
- 技能目标：◎ 培养电磁波测距的理解能力；  
◎ 培养使用全站仪测角、测距的操作能力。

### 【任务实施】

#### 一、电磁波测距基本方法

电磁波测距（简称 EDM）是利用电磁波作为测距信号和载波进行长度测量的一门技术。电磁波的波谱包括：无线电波（含微波）、红外光、可见光、紫外光、x 射线和  $\gamma$  射线等。

电磁波测距是通过测定电磁波波束在待测距离上往返传播的时间来确定待测距离的。如图 4-9 所示，欲测量  $A$ 、 $B$  两点间的距离  $D$ ，在  $A$  点安置电磁波测距仪，在  $B$  点设置反射棱镜，测距仪发出的电磁波信号经反射棱镜反射又回到测距仪主机。如果测定电磁波信号在  $A$ 、 $B$  往返之间传播的时间  $t$ ，则距离  $D$  可按下式计算：

$$D = \frac{1}{2} c \cdot t \quad (4-13)$$

式中， $c$  为电磁波在大气中的传播速度（约等于  $3 \times 10^8$  m/s）。而电磁波往返传播的时间  $t$ ，可以直接测定，也可以间接测定。

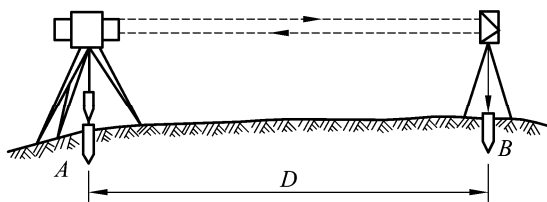


图 4-9 电测波测距基本方法

不难看出，利用电磁波测距，只要在测距仪的测程范围内中间无障碍，在任何地形条件下的距离测量都是十分快捷便利的。因此，电磁波测距被广泛用于大地测量、工程测量、地形测量、地籍测量和房地产测绘。

## 二、电磁波测距仪种类

电磁波测距仪按原理分为脉冲式测距仪、相位式测距仪、脉冲-相位式测距仪；按载波不同分为微波测距仪、激光测距仪、红外测距仪等；按结构分为分离式测距仪、组合式测距仪；按精度分为 I 级 ( $m_D \leq 5 \text{ mm}$ )、II 级 ( $5 \text{ mm} \leq m_D \leq 10 \text{ mm}$ )、III 级 ( $10 \text{ mm} \leq m_D \leq 20 \text{ mm}$ )；按测程分为短程测距仪、中程测距仪和远程测距仪等几种。微波和激光测距仪多属于长程测距，测程可达 60 km，一般用于大地测量；而红外测距仪属于中、短程测距仪（测程为 15 km 以下），一般用于小地区控制测量、地形测量、地籍测量和工程测量等。

测距仪的标称精度一般表示为

$$a + b \times 10^{-6} \times D \quad (4-14)$$

式中  $a$ ——固定误差 (mm)，与测程长短无关；

$b$ ——比例误差，与测程  $D$  成正比。

例 4.3 某测距仪的出厂标称精度为  $2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}D$ ，用此仪器测量 2 km 的测程，其边长误差为多少？（ $1 \text{ ppm} = 10^{-6}$ ）

解：由式 (4-14) 可知

$$a = 2 \text{ mm}, b = 2 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^3 = 4 \text{ (mm)}$$

设边长误差为  $m_D$ ，则

$$m_D = 2 + 4 = 6 \text{ mm}$$

## 三、电磁波测距的基本原理

电磁波测距仪按测量测距信号往返传播时间  $t$  的方法不同，分为脉冲式测距仪和相位式

测距仪两种。脉冲式测距仪直接测定  $t$ ，而相位式测距仪间接测定  $t$ 。

### (一) 脉冲式测距基本原理

脉冲法测距就是直接测定仪器所发射的脉冲信号往返于被测距离的传播时间，从而得到待测距离。图 4-10 为其工作原理框图。

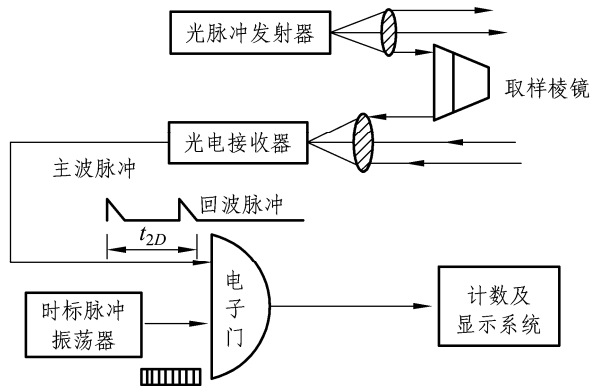


图 4-10 脉冲法测距的基本原理

由光电脉冲发射器发射出一束光脉冲，经发射光学系统投射到被测目标上。与此同时，由取样棱镜取出一小部分光脉冲送入光电接收系统，并由光电接收器转换为电脉冲（称为主脉冲波），作为计时的起点；从被测目标反射回来的光脉冲也通过光电接收系统后，由光电接收器转换为电脉冲（也称回脉冲波），作为计时的终点。可见，主脉冲波和回脉冲波之间的时间间隔是光脉冲在测线上往返传播的时间  $t_{2D}$ 。而  $t_{2D}$  是通过计数器并由标准时间脉冲振荡器不断产生的具有时间间隔（ $t$ ）的电脉冲数  $n$  来决定的。

因为

$$t_{2D} = nt \tag{4-15}$$

则  $D = cnt/2 = nd \tag{4-16}$

式中， $n$  为标准时间脉冲的个数； $d = ct/2$ ，即在时间  $t$  内，光脉冲往返所经的一个单位距离。所以，我们只要事先选定一个  $d$  值（如 10 m、5 m、1 m 等），记下送入计数系统的脉冲数目，就可以直接将所测距离（ $D = nd$ ）用数码显示器显示出来。

### (二) 相位式测距基本原理

所谓相位法测距，就是通过测量连续的调制信号在待测距离上往返传播产生的相位变化来间接测定传播时间，从而求得被测距离。图 4-11 所示为其工作原理。

由载波源产生的光波经调制器被高频电波所调制，成为连续调制信号。该信号经测量路

线达到彼端反射器，经反射后被接收器所接收，再进入混频器（I），变成低频（或中频）测距信号  $e_{测}$ 。另外，在高频电波对载波进行调制的同时，仪器发射系统还产生一个高频信号，此信号经混频器（II）混频后成为低频（或中频）基准信号  $e_{基}$ 。 $e_{测}$  和  $e_{基}$  在比相器中进行相位比较，由显示器显示出调制信号在两倍测线距离上传播所产生的相位移，或者直接显示出被测距离值。

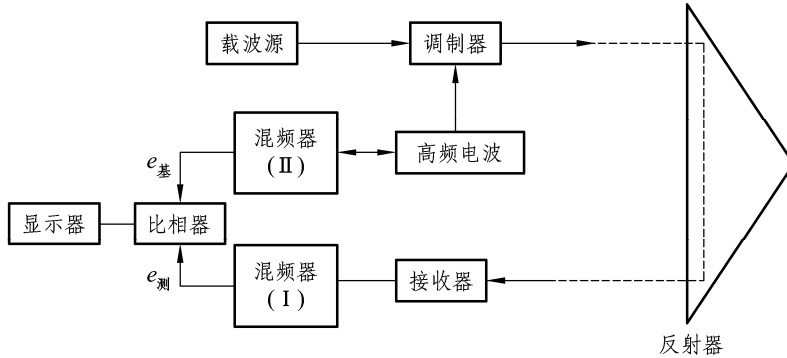


图 4-11 相位式测距的基本原理

如图 4-12 所示，若在  $A$  点的测距仪向  $B$  处反射棱镜连续发射角频率  $\omega$  振幅  $e_m$  的调制光波信号  $e_1$ ，经接收系统接收反射回来的反射波信号为  $e_2$ ，则经过  $t_{2D}$ （调制波往返于测线所经历的时间）后，发射波与反射波之间的相位差为

$$\varphi = e_2 - e_1 = e_m \sin(\omega t - \omega t_{2D}) - e_m \sin \omega t = \omega t_{2D} \quad (4-17)$$

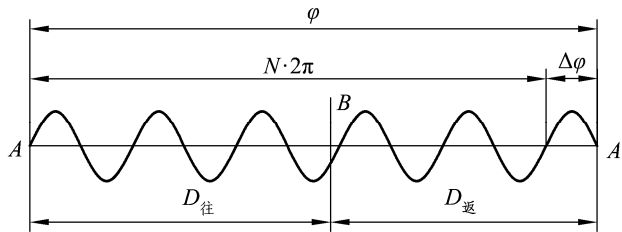


图 4-12 信号往返一次的相位差

若测出相位差，则可以由（4-17）解出调制波在测线上往返传播的时间为

$$t_{2D} = \frac{\varphi}{\omega} = \frac{\varphi}{2\pi f} \quad (4-18)$$

式中， $f$  为调制波频率。将上式代入式（4-13）中可得用相位差表示的测距公式：

$$D = \frac{1}{2} c \frac{\varphi}{\omega} = \frac{1}{2} c \frac{\varphi}{2\pi f} = \frac{c}{4\pi f} \varphi \quad (4-19)$$

由图 4-16 可以看出：

$$\varphi = 2N\pi + \Delta\varphi = 2\pi(N + \Delta N) \quad (4-20)$$

式中  $N$  —— 相位差中的整周期数；  
 $\Delta\varphi$  —— 不足一个周期的相位差的尾数；  
 $\Delta N$  ——  $\Delta\varphi$  对应的小数周期， $\Delta N = \frac{\Delta\varphi}{2\pi}$ 。

将式 (4-20) 代入式 (4-19)，得

$$D = \frac{c}{4\pi f} \cdot 2\pi(N + \Delta N) = \frac{\lambda}{2}(N + \Delta N) \quad (4-21)$$

式中， $\lambda$  为测距信号波长， $\lambda = c/f$ 。为便于说明问题，令  $U = \lambda/2$ ，则上式变为

$$D = U(N + \Delta N) \quad (4-22)$$

式 (4-22) 就是相位法测距的基本公式。显然相位法测距相当于用一把长度为  $U$  的“电尺”来丈量被测距离，被测距离等于  $N$  个整尺段再加上余长  $\Delta N \cdot U$ 。由于  $U$  是已知的，因此欲得到距离  $D$ ，必须测定两个量：一个是“整波数” $N$ ；另一个是“余长” $\Delta N$ ，亦即相位差尾数  $\Delta\varphi$  值（因  $\Delta N = \Delta\varphi/2\pi$ ）。在相位式测距仪中，一般只能测定  $\Delta\varphi$ （或  $\Delta N$ ），无法测定整波数  $N$ 。这好比钢尺量距中，记录员忘了丈量的整尺段数，只记住了最后不足一尺的余长。因此相位法测距必须设法测定整波数  $N$  才能确定被测距离。

从式 (4-22) 可以看出，如果测尺长度足够大，大到距离  $D$  不够一个测尺长度  $U$  时，则只有  $\Delta N$ ，而整尺数  $N = 0$ ，这时就能够确定被测距离  $D = \Delta N \cdot U$ ，根据  $U = \lambda/2 = c/2f$ ， $c = 3 \times 10^5$  km/s，可以选择调制频率较低的长测尺。表 4-1 列出了测尺长度与测尺频率（调制频率）及测相精度的对应关系。

表 4-1 测尺频率（调制频率）与测尺长度对应表

测尺频率	15 MHz	1.5 MHz	150 kHz	15 kHz	1.5 kHz
测尺长度	10 m	100 m	1 km	10 km	100 km
精度	1 cm	10 cm	1 m	10 m	100 m

由上表可以看出，测尺越长，测距精度越低。为了实现测程远且精度又高的要求，在测距仪上采用合理搭配的一组测尺共同测距，以长测尺（又称粗测尺）解决  $N$  的问题，保证测程；短测尺（又称精测尺）保证精度。这就与钟表上用时、分、秒三针互相配合来确定 12 小时内的准确时刻一样，根据测距仪的最大测程与精度要求，设置调制频率的个数，即选择测尺数目和测尺精度。对于短程测距仪，一般采用两个测尺频率。

## 四、全站仪测量

### (一) 全站仪概述

全站型电子速测仪简称全站仪，它是一种可以同时进行角度（水平角、竖直角）测量、距离（斜距、平距、高差）测量和数据处理，由机械、光学、电子元件组合而成的测量仪器。由于只需一次安置，仪器便可以完成测站上所有的测量工作，故被称为“全站仪”。

全站仪的结构原理如图 4-13 所示。图中上半部分包含了测量的四大光电系统，即水平角测量系统、竖直角测量系统、水平补偿系统和测距系统。通过键盘可以输入操作指令、数据和设置参数。以上各系统通过 I/O 接口接入总线与微处理机联系起来。

微处理机（CPU）是全站仪的核心部件，主要由寄存器系列（缓冲寄存器、数据寄存器、指令寄存器）、运算器和控制器组成。微处理机的主要功能是根据键盘指令启动仪器进行测量工作，执行测量过程中的检核和数据传输、处理、显示、储存等工作，保证整个光电测量工作有条不紊地进行。输入输出设备是与外部设备连接的装置（接口），输入输出设备使全站仪能与磁卡和微机等设备交互通讯、传输数据。

目前，世界上许多著名的测绘仪器生产厂商均生产有各种型号的全站仪。例如，日本索佳（SOKKIA）、尼康（NIKON）、拓普康（TOPCON）、宾得（PENTAX）、瑞士徕卡（Leica）、德国蔡司（Zeiss）、美国天宝（Trimble）、我国南方 NTS 系列、苏光 OTS 系列、RTS 系列，等等。

### (二) 全站仪的基本操作与使用方法

全站仪的基本测量功能有：角度（水平角、竖直角）测量、距离测量、坐标测量。下面以拓普康（TOPCON）GTS—3000N 系列全站仪为例详细介绍其操作过程与使用方法：

#### 1. 基本技术参数说明

##### (1) 技术规格。

##### ① 距离测量。

距离测量的测程与精度见表 4-2。

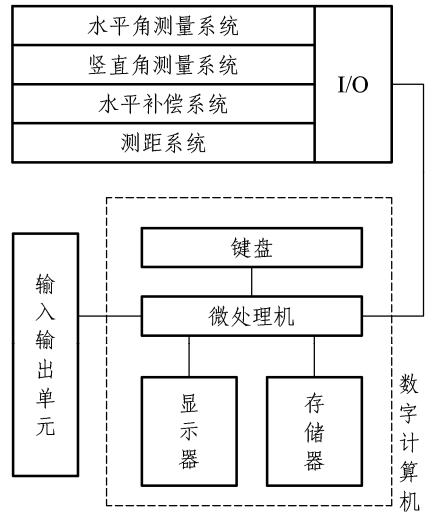


图 4-13 全站仪结构原理图

表 4-2 测程与精度

无棱镜模式			棱镜模式	
目标	天气状况		目标	天气状况
	低强度阳光、没有热闪烁			薄雾、能见度约 20 km、中等阳光、稍有闪烁
白色表面		1.5 ~ 250 m	1 块棱镜	3 000 m
测量精度	1.5 ~ 25 m	$\pm (10 \text{ mm}) \text{ m.s.e}$	测量精度	$\pm (3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm} \times D) \text{ m.s.e}$ ( $D$ —距离)
	25 m 到更远	$\pm (5 \text{ mm}) \text{ m.s.e}$		

② 角度测量。

精度 (标准差)

GPT—3002N                      2"

GPT—3005N                      5"

GPT—3007N                      7"

测量时间                              < 0.3 s

倾斜改正补偿范围                   $\pm 3'$

(2) 各部件名称。

(3) 键盘介绍。

键盘各按键的功能见表 4-3 和表 4-4。

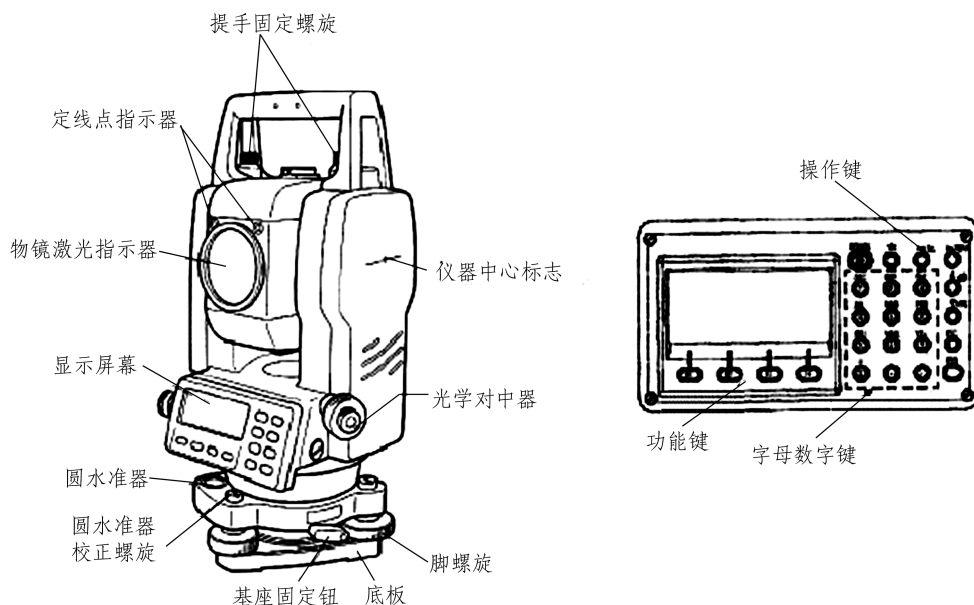


图 4-14 GPT—3000N 系列全站仪各部件名称

表 4-3 键盘功能介绍




键	名称	功能
	星键	星键模式用于如下项目的设置或显示： ① 显示屏幕对比度；② 十字丝照明；③ 背景光；④ 倾斜改正； ⑤ 定线点指示器；⑥ 设置音响效果
	坐标测量键	坐标测量模式
	距离测量键	距离测量模式
ANG	角度测量键	角度测量模式
POWER	电源键	电源开关
MENU	菜单键	在菜单模式和正常测量模式之间切换,在菜单模式下可设置应用测量与照明调节,仪器系统误差纠正
ESC	退出键	① 返回测量模式或上一层模式； ② 从正常测量模式直接进入数据采集模式或放样模式； ③ 也可用作正常测量模式下的记录键。 设置退出键功能需要按住[F2]键开机,在模式设置中更改
ENT	确认键	在输入值之后按此键
F1---F4	软键(功能键)	对应于显示的软键功能信息

表 4-4 ★键功能介绍

键	显示符号	功能
F1	照明	显示屏背景光开/关
F2	NP/P	无棱镜/棱镜模式切换
F3	激光	激光指示器打开/闪烁/关闭
F4	对中	激光对中器开/关(仅适用于有激光对中器的类型)
再按一次(★)键		
F1	—	—
F2	倾斜	设置倾斜改正,若设置为开,则显示倾斜改正值
F3	定线	定线点指示器开/关
F4	S/A	显示 EDM 回光信号强度(信号)、大气改正值(PPM)
	黑白	调节显示屏对比度(0~9级)
	亮度	调节十字丝照明亮度(1~9级) 十字丝照明开关和显示屏背景光开关是联通的



## 2. 角度测量

水平角(右角)和垂直角测量在角度测量模式下进行,键盘功能和角度测量操作见表 4-5 和表 4-6。

表 4-5 角度测量功能介绍

屏幕显示页数	软键	显示符号	功 能
1	F1	置零	水平角置为 0°00'00"
	F2	锁定	水平角读数锁定
	F3	置盘	通过键盘输入数字设置水平角
	F4	P1↓	显示第 2 页软键功能
2	F1	倾斜	设置倾斜改正开或关,若选开,即显示倾斜改正值
	F2	复测	角度重复测量模式
	F3	V%	垂直角百分比坡度(%)显示
	F4	P2↓	显示第 3 页软键功能
3	F1	H-蜂鸣	仪器每转动水平角 90° 是否要发出蜂鸣声的设置
	F2	R/L	水平角右/左计数方向的转换
	F3	竖盘	垂直角显示格式(高度角/天顶距)的切换
	F4	P3↓	显示下一页(第 1 页)软键功能

表 4-6 角度测量操作

操作过程	操 作	显 示
(1) 照准第一个目标 A	照准 A	49.9
(2) 设置目标 A 的水平角为 0°00'00", 按[F1] (置零) 键和 (是) 键	[F1]	1 透明方纸法 8-11 透明方格纸法
	[F3]	图 8-12 平行线法
(3) 照准第二个目标 B, 显示目标 B 的 V/H	照准目标 B	8-13 坐标算法
		V: 90°10'20" HR: 122°09'30" 置零 锁定 置盘 P1

--	--	--

### 3. 距离测量

#### (1) 按键功能。

距离测量模式下各按键功能见表 4-7。

表 4-7 距离测量功能介绍

屏幕显示页数	软键	显示符号	功 能
1	F1	测量	启动测量
	F2	模式	设置测距模式精测/粗测/跟踪
	F3	NP/P	无/有棱镜模式切换
	F4	P1↓	显示第 2 页软键功能
2	F1	偏心	偏心测量模式
	F2	放样	放样测量模式
	F3	S/A	设置音响模式
	F4	P2↓	显示第 3 页软键功能
3	F2	m/f/i	米、英尺或则英尺、英寸单位的变换
	F4	P3↓	显示第 1 页软键功能

#### (2) 大气改正的设置。

本仪器标准状态为：温度 15 °C，气压 101.325 kPa，此时大气改正为 0 PPM。可以通过直接设置温度和气压值的方法进行设置。

在距离测量模式第二页，按[F3] ( S/A ) 键，选择 ( T-P )，按[F1] ( 输入 ) 键，输入温度和大气压。

#### (3) 棱镜常数的设置。

拓普康的棱镜常数为 0，设置棱镜改正为 0。在无棱镜模式下测量时，需确认无棱镜常数改正设置为 0。在无棱镜测量时，小于 1 m 或大于 400 m 的距离将不会显示。

在距离测量模式第二页，按[F3] ( S/A ) 键，选择[F1] ( 棱镜 ) 键，按上下键选择有无棱镜常数，按[F1] ( 输入 ) 键，输入棱镜常数。

#### (4) 距离测量。

确认处于测角模式。按距离测量键 ( ▲ )，即可进行距离测量，屏幕上显示 HR、HD、V，再按一次距离测量键，屏幕上则显示 HR、V、SD。

提示 1：当光电测距（EDM）在工作时，“\*”标志会出现于显示窗。

提示 2：要从距离测量模式返回到正常的角度测量模式下，可按[ANG]键。

#### (5) 精测模式/跟踪模式/粗测模式。

在距离测量模式下，选择[F2]（模式）键，进行精测、跟踪、粗测模式的选择。

精测模式（F）为正常模式。跟踪模式（T）观测时间比精测模式短，在跟踪移动的目标或放样时用。粗测模式（C）观测时间比精测模式短。

#### (6) N次距离测量。

在测量模式下可设置 N 次测量模式或者连续测量模式。同时按[F2] + [POWER]开机进入选择模式下的模式设置状态第二页，选择[F2]（N次/重复）键进行 N 次设置重复测量。通过[F3]（测量次数）键设置测量次数。

按下距离测量键开始连续测量，当不需要连续测量时，按[F1]测量键，屏幕上显示平均值。

### 4. 参数设置模式

同时按 F2 和 POWER 键开机，可进入参数设置模式，工作参数设置见表 4-8。

表 4-8 参数设置

菜单	项 目	选择项	内 容
1 : 单 位 设 置	温度和气压	C/F hPa/mmHg/inHg	选择大气改正用的温度和气压单位
	角度	DEG ( 360° ) /GON ( 400 G ) / MIL ( 640 M )	选择测角单位，deg/gon/mil ( 度/哥恩/密位 )
	距离	METER/FEET/FEET 和 inch	选择测距单位，m/ft/ft.in ( 米/英尺/英尺.英寸 )
	英尺	美国英尺/国际英尺	选择 m/ft 转换系数 美国英尺 Lm = 3.2808333333333ft 国际英尺 Lm = 3.280839895013123ft

续表

菜单	项 目	选择项	内 容
2 : 模 式 设 置	开机模式	测角/测距	选择开机后进入测角模式或测距模式
	精测/粗测/跟踪	精测/粗测/跟踪	选择开机后的测距模式，精测/粗测/跟踪
	平距/斜距	平距和高差/斜距	说明开机后优先显示的数据项，平距和高差或斜距
	竖角 Z0/H0	天顶 0/水平 0	选择竖直角读数从天顶方向为零基准或水平方向为零基准
	N-次重复	N 次/重复	选择开机后的测距模式，N 次/重复测量

	测量次数	0-99	设置测距次数，若设置 1 次，即为单次测量
	NEZ/ENZ	NEZ/ENZ	选择坐标显示顺序，NEZ/ENZ
	HA 存储	开/关	设置水平角在仪器关机后可被保存在仪器中
	ESC 键模式	数据采集/放样/记录/关	<p>可选择[ESC]键的功能</p> <p>数据采集/放样：在正常测量模式下按[ESC]键，可以直接进入数据采集模式下的数据输入状态或放样菜单</p> <p>记录：在进行正常或偏心测量时，可以输出观测数据</p> <p>关：回到正常功能</p>
	坐标检查	开/关	选择在设置放样点时是否要显示坐标（开/关）
	EDM 关闭时间	0-99	<p>设置电测测距（EDM）完成后到测距功能中断的时间可以选择此功能，它有助于缩短从完成测距状态到启动测距的第一测量时间（缺省值为 3 分钟）</p> <p>0：完成测距后立即中断测距模式</p> <p>1-98：在 1~98 分钟后中断</p> <p>99：测距功能一直有效</p>
	精读数	0.2/1MM	设置测距模式（精测模式）最小读数单位 1 mm 或 0.2 mm
	偏心竖角	自由/锁定	<p>在角度偏心测量模式中选择垂直角设置方式。</p> <p>FREE：垂直角随望远镜上下转动而变化。</p> <p>HOLDA：垂直角锁定，不因望远镜转动而变化</p>
	无棱镜/棱镜	无棱镜/棱镜	选择开机时距离测量的模式
	激光对中器关闭时间(仅适用于激光对中类型)	1-99	<p>激光对中功能可自动关闭</p> <p>1-98：在激光对中器工作 1~98 分钟后自动关闭</p> <p>99：人工控制关闭</p>
3 : 其他设置	水平角蜂鸣声	开/关	说明每当水平角为 90° 时是否发出蜂鸣声
	信号蜂鸣声	开/关	说明在设置音响模式下是否发出蜂鸣声
	两差改正	关/K = 0.14/K = 0.20	设置大气折光和地球曲率改正，折光系数有： $K = 0.14$ 和 $K = 0.20$ 或不进行两差改正
	坐标记忆	开/关	选择关机后测站点坐标、仪器高和棱镜高是否可以恢复

续表

菜单	项目	选择项	内容
3 : 其	记录类型	REC-A/REC-B	<p>数据输出的两种模式：REC-A 或 REC-B。</p> <p>REC-A：重新进行测量并输出新的数据；</p>

他 设 置			REC-B：输出正在显示的数据
	ACK 模式	标准方式/省略方式	设置与外部设备进行通讯的过程。 STANDARD：正常通信； OMITED：即使外部设备略去 [ACK] 联络信息数据也不再被发送
	格网因子	使用/不使用	确定在测量数据计算中是否使用坐标格网因子
	挖与填	标准方式/挖和填	在放样模式下，可显示挖和填的高度，而不显示 dZ
	回显	开/关	可输出回显数据
	对比度	开/关	在仪器开机时，可显示用于调节对比度的屏幕并确认棱镜常数 (PSM) 和大气改正值 (PPM)

## 5. 全站仪三维坐标测量

### (1) 基本原理。

全站仪可直接测算测点的三维坐标  $(X, Y, H)$ 。如图 4-15 所示， $A$  为测站点， $B$  为后视点，两点坐标分别为  $(X_A, Y_A, H_A)$  和  $(X_B, Y_B, H_B)$ ，求测点  $P$  的坐标。

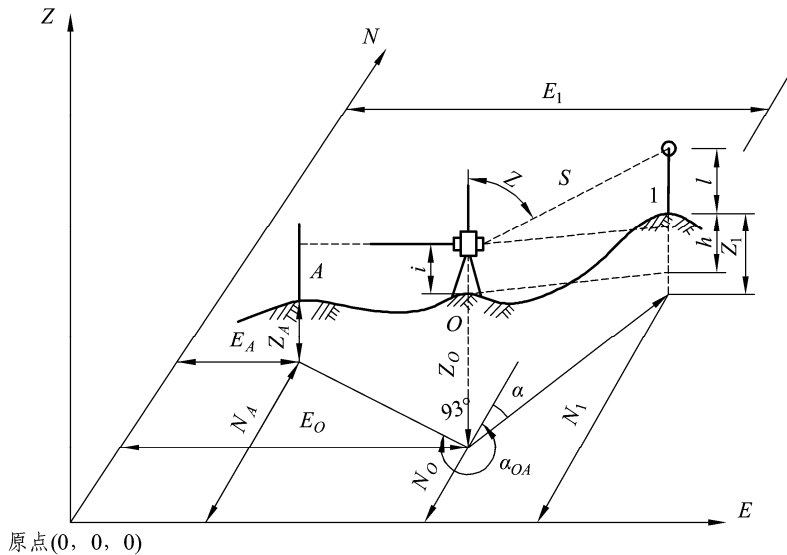


图 4-15 全站仪坐标测量示意图

在测站  $A$  安置全站仪后，设定测站点的三维坐标，并设置已知方向  $AB$  的水平度盘读数为其坐标方位角  $\alpha_{AB}$ ，当照准目标  $P$  时，便可自动计算  $P$  点的坐标。全站仪内部计算未知点坐标原理如下：

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

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

$$H_P = H_A + h_{AB} = H_A + D \cdot \tan \alpha + h_i - h_r$$

需要说明的是，全站仪上多用  $(N, E, Z)$  表示点的三维坐标，其中  $N$  对应  $X$ 、 $E$  对应  $Y$ 、

Z 对应  $H$ 。

(2) 全站仪三维坐标测量的实施。

全站仪坐标测量的一般操作程序如下：

- ① 设定测站点的三维坐标。
- ② 输入后视点的坐标或后视方位角。当给定后视点的坐标时，全站仪会自动计算后视方向的方位角，并设定后视方向的水平度盘读数为其方位角。
- ③ 设置棱镜常数。
- ④ 设置大气改正值或气温、气压值。
- ⑤ 量仪器高、棱镜高并输入全站仪。
- ⑥ 照准目标棱镜，按坐标测量键，全站仪开始测距并显示测点的三维坐标。