

9867737  
033780

# 机械工业建厂测量手册

下 册

机械工业建厂测量手册编写组编



周洁



测绘出版社

# 机械工业建厂测量手册

下 册

《机械工业建厂测量手册》编写组编

测绘出版社

1976年

本手册总结了建国以来，尤其是无产阶级文化大革命以来，机械工业建厂测量方面的实践经验，将作业中常用的方法加以选择、整理、汇编成册。

下册主要编集了地形测绘、工厂总平面图测绘和机械工业建厂时专门项目测量，如水域测量、洞室测量、线路测量、施工方格网测量、沉降观测和滑坡观测等都作了一定介绍。书末载有必要的附录，以供备查。

本手册供具有一定测绘实践经验的工人和技术人员从事建厂测量和大比例尺测绘时备查、参考，并可供工程测量专业院校师生参考。

**机械工业建厂测量手册（下册）**  
**《机械工业建厂测量手册》编写组编**  
测绘出版社出版（北京西郊百万庄）  
地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 \* 各地新华书店经售

\*

开本 $350 \times 1168 \frac{1}{32}$ ·印张 $10 \frac{1}{16}$ ·字数 270 千字  
1977年10月北京第一版·1977年10月北京第一次印刷  
印数1—20,000册·定价1.20元

\*

统一书号：15039·新33

# 目 录

## 第四篇 地形和工厂总平面图的测绘

第二十一章 地形测量	1
§ 21-1 视距测量	1
§ 21-2 几种专用仪器和工具	7
§ 21-3 等高线特性	18
第二十二章 地形绘图	21
§ 22-1 聚酯薄膜图纸	21
§ 22-2 绘制坐标方格网	23
§ 22-3 用绘图小钢笔绘图	27
§ 22-4 用直线笔绘图	29
§ 22-5 用曲线笔绘图	32
§ 22-6 用点圆规绘图	33
§ 22-7 绘图字体	34
§ 22-8 地形图注记	43
§ 22-9 地形图符号	47
§ 22-10 地形图的缩放	49
第二十三章 工厂总平面图测绘	54
§ 23-1 概述	54
§ 23-2 建筑坐标系	55
§ 23-3 建筑物的测量	56
§ 23-4 大型圆形建、构筑物的测量	58
§ 23-5 铁路专用线的测量	61
§ 23-6 上水管道网的测量	75
§ 23-7 下水管道网的测量	78
§ 23-8 热力管道网的测量	81
§ 23-9 煤气管道网的测量	83
§ 23-10 电力和照明线路网的测量	86
§ 23-11 电信线路网的测量	93

§ 23-12	管线代号与编号	95
§ 23-13	地下金属管线探测仪	99
§ 23-14	编绘工作	102
§ 23-15	技术安全工作	137

## 第五篇 专门项目测量

第二十四章	施工方格网测量	139
§ 24-1	方格网的设计和精度估算	139
§ 24-2	主轴线的测设	141
§ 24-3	方格网的加密	145
§ 24-4	方格网的平差	146
§ 24-5	方格网点位改正和固定	146
§ 24-6	方格网的检测	147
第二十五章	线路测量	148
§ 25-1	放线和中线测量	148
§ 25-2	纵断面测量	150
§ 25-3	横断面测量	152
§ 25-4	测设圆曲线	155
§ 25-5	测设缓和曲线	164
§ 25-6	测设回头曲线	170
§ 25-7	测设竖曲线	173
第二十六章	洞室断面测量	179
§ 26-1	洞室横断面测量	179
§ 26-2	洞室纵断面测量	189
第二十七章	水深、流速、流向测量	190
§ 27-1	水深测量	190
§ 27-2	流速测量	195
§ 27-3	表面流向测量	202
第二十八章	建筑物沉降、变形观测及滑坡位移观测	204
§ 28-1	沉降观测水准点	204
§ 28-2	沉降观测点	205
§ 28-3	沉降观测的水准测量	207
§ 28-4	沉降观测资料的整理	209

§ 28-5 建筑物变形观测 .....	212
§ 28-6 滑坡位移观测 .....	216

## 附 录

1. 本书采用符号 .....	220
2. 汉语拼音字母、拉丁字母及希腊字母的汉字注音 .....	224
3. 正弦对数秒差表 .....	225
4. $R = \delta_A^2 + \delta_B^2 + \delta_A \cdot \delta_B$ 表 .....	226
5. $Q$ 值表 .....	230
6. $\lg \frac{1}{1-a}$ 表 .....	231
7. 子午线收敛角系数表 .....	249
8. 倾斜改正数表 (24米基线尺用) .....	250
9. 曲率半径计算用表 .....	263
10. 重力变化改正数计算用表 .....	268
11. 计算球面角超、方向和距离改化式中的系数 $f$ 、 $f'$ 表 .....	270
12. $(a)$ 、 $(b)$ 系数表 .....	273
13. 地球曲率和折光差改正数表 .....	286
14. 计算正常高改正数的系数 $(A)$ 表 .....	288
15. 图幅的比例尺系统及分幅法 .....	292
16. 数学符号 .....	295
17. 常用数学公式 .....	298
18. 测量常用常数表 .....	303
19. 度、量、衡单位换算表 .....	304
20. 风级表 .....	313
本书主要参考文献 .....	314

# 第四篇 地形和工厂总平面图的测绘

## 第二十一章 地形测量

### § 21-1 视距测量

#### 一、计算视距的公式

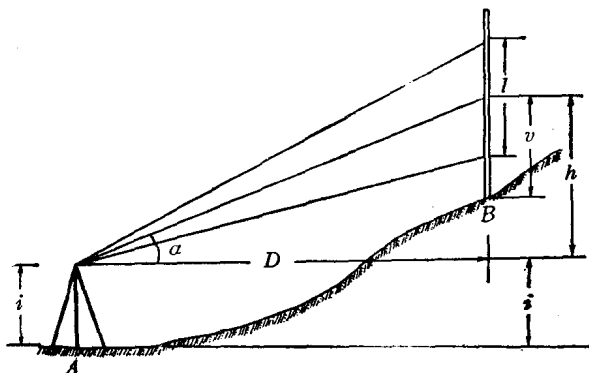


图 21-1

如图21-1

$$D = (Kl + c) \cos^2 \alpha \quad (21-1)$$

$$h = (Kl + c) \frac{1}{2} \sin 2\alpha \quad (21-2)$$

以上二式中：

$D$ —— $AB$ 间的水平距离；

$h$ ——仪器横轴与中丝切尺处的高差；欲求测站 $A$ 与立尺点 $B$ 间的高差，还需加仪器高 $i$ 并减切尺高 $v$ ；

$K$ ——视距乘常数；

$c$ ——视距加常数；

$l$ ——视距间隔，即下丝读数与上丝读数的差，

$\alpha$ ——竖直角。

## 二、计算视距的工具

### 1. 视距计算盘

#### (1) 构造 (图21-2)

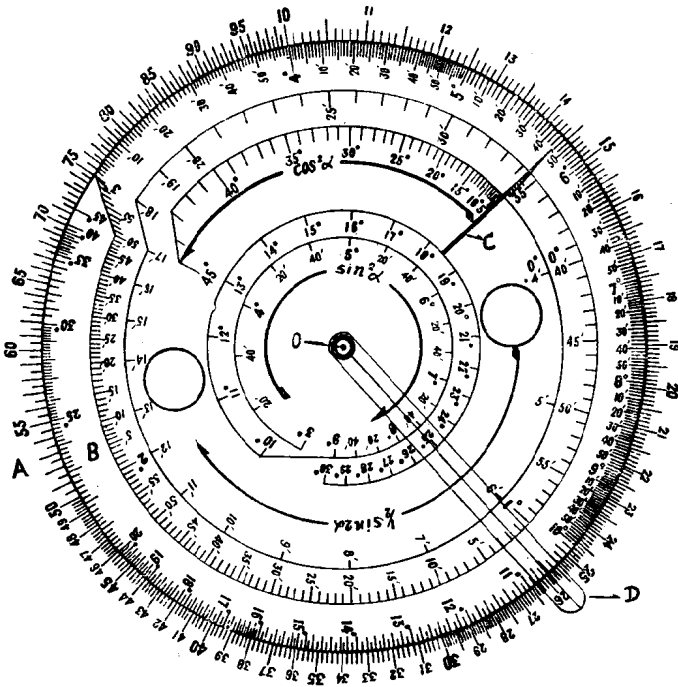


图 21-2

A—下盘(定盘); B—上盘(动盘); O—上、下盘  
圆心; C—上盘固定指标线; D—活动指标线

#### (2) 用法

设视距读数为144米，竖直角读数为 $10^{\circ}31'$ ，求 $D$ 和 $h$ 各为多少？

a. 简单计算水平距离 $D$ 。

转动上盘(B)，令固定指标线(C)对准下盘(A)的14.4分划



处(视14.4分划为视距读数144米),再转动活动指标线(D)对准上盘(B) $\cos^2\alpha$ 分划的 $10^\circ.5$ (将竖直角读数的分化为度)处,由下盘(A)上读得分划数为13.92,即水平距离 $D=139.2$ 米。

### b. 精确计算水平距离D

转动上盘(B),令固定指标线(C)对准下盘(A)的14.4分划处,再转动活动指标线(D),对准上盘(B) $\sin^2\alpha$ 分划的 $10^\circ.5$ 处,由下盘(A)上读得分划数为47.6,即视距的改正数为4.76,故水平距离 $D=144-4.76=139.24$ 米。

### c. 计算高差h

转动上盘(B),令固定指标线(C)对准下盘(A)的14.4分划处,再转动活动指标线(D)对准上盘(B) $\frac{1}{2}\sin 2\alpha$ 分划(连续三周刻划于外圆上)的 $10^\circ 31'$ 处,由下盘读得分划数为25.8,即 $h=25.8$ 米(仰角为正,俯角为负)。

由视距计算盘算得的高差需定小数点位,为此,有必要记住一个特殊情况,即竖直角为 $0^\circ 34'$ (实际是 $0^\circ 34' 22''.6$ )时,视距间隔(上、下丝读数之差)即高差 $h$ 。故当竖直角为 $0^\circ 34'$ 的 $n$ 倍时,高差亦为视距间隔的 $n$ 倍。比如上例中,竖直角 $10^\circ 31'$ 约为 $0^\circ 34'$ 的18倍,故高差应约为视距间隔1.44的18倍,即 $h$ 应为25.8米,而不是2.58米或0.258米。应用上法定小数点位时,只需粗略计算即可。

## 2. 视距计算表

### (1) 制表根据的公式

$$D = Kl \cos^2 \alpha \quad (21-3)$$

$$h = Kl \frac{1}{2} \sin 2\alpha \quad (21-4)$$

也有根据下式编制高差计算表的,即

$$h = D \operatorname{tg} \alpha \quad (21-5)$$

以上三式中,

$D$ ——测站至立尺点的水平距离;

$h$ ——仪器横轴与中丝切尺处的高差;

$K$ ——视距乘常数;

$l$ ——视距间距（上下丝读数的差）；

$\alpha$ ——竖直角。

## （2）用法

在陕西省地质局测绘队，北京一六五勘测队合编的“视距计算表”上，视距 $Kl$ 由10—300米，每米列载一页。竖直角由 $0^\circ$ — $45^\circ$ ，每 $5'$ 载一高差主值。在高差主值左侧载有 $1'$ — $4'$ 的高差修正值，其右侧每 $20'$ 载一水平距离。高差主值和水平距离均以米为单位，修正值以厘米为单位。查高差和水平距离时，均以视距和竖直角的读数为引数。

计算高差时，先根据测得视距找出相应该视距页数，查取 $5'$ 倍数的高差主值，后查不足 $5'$ 的修正值，两者相加（当 $5'$ 倍数的主值小于竖直角读数时）或减（当 $5'$ 倍数的主值大于竖直角读数时），即得仪器横轴至切尺高处的高差。欲求测站至立尺点的高差时，还需加仪器高 $i$ ，并减切尺高 $v$ 。

两点间的水平距离，可在同页上的水平距离表中按比例内插求得。

当竖直角的读数大于 $45^\circ$ 时，可按下法查取高差和水平距离：先根据竖直角 $\alpha$ 计算余角 $\beta = 90^\circ - \alpha$ ，然后以视距和余角 $\beta$ 为引数查取高差和水平距离。由余角 $\beta$ 查得的高差即为所求的高差；由视距减去按余角 $\beta$ 查得的水平距离即为所求的水平距离。

例如，已知视距 $Kl = 292$ 米，竖直角 $\alpha = 52^\circ 18'$ 求高差及水平距离。

先计算竖直角 $52^\circ 18'$ 的余角 $\beta = 90^\circ - 52^\circ 18' = 37^\circ 42'$ ，然后在“视距计算表”的283页上：

由高差主值表：取 $\beta_0 = 37^\circ 40'$  查得  $h_0 = 141.24^m$

由修正值表：  $\Delta\beta = +2'$   $\Delta h = +0.04^m$

---

相加得：  $\beta = 37^\circ 42'$   $h = 141.28^m$

由同页右侧表中查得余角 $\beta$ 的水平距离182.8米。按上述方法，所求高差 $h = 141.28$ 米，所求水平距离 $D = 292 - 182.8 = 109.2$ 米。

当视距长度超过300米时，“视距计算表”仍能应用，即以 $\frac{1}{2}Kl$ 和 $\alpha$ 为引数查表，将查得的高差和水平距离再乘以2即可。

例如： $Kl = 342$ 米， $\alpha = 9^\circ 30'$ ，求高差  $h$  和水平距离  $D$ 。

先计算  $\frac{1}{2} Kl = \frac{342}{2} = 171$  米，然后在“视距计算表”的171米的页上查

得： $(h) = 27.84m$

$(D) = 166.3m$

分别将  $(h)$  和  $(D)$  乘以 2，即得

$h = 55.68m$

$D = 332.6m$

### 三、便利高

参见图 21—1，设测站高程为  $H_A$ ，立尺点高程为  $H_B$ ，则

$$H_B = H_A + h + i - v \quad (21-6)$$

上式中  $H_A + i$ （即视线高）往往不是整米数，用以计算  $H_B$  很不方便。但因式中要减去  $v$ ，故可利用此点来抵消  $H_A + i$  的尾数，使  $H_A + i - v$  变成整米数后，再和  $h$  相加，可方便地求得  $H_B$ 。此时的  $H_A + i - v$ （整米数）便叫做便利高。

例如， $H_A = 79.43$ 米， $i = 1.42$ 米，则  $H_A + i = 80.85$ 米。欲使  $H_A + i - v$  变成整米数，可令  $v = 1.85$ 米或  $0.85$ 米，即每次切  $B$  尺上  $1.85$ 米或  $0.85$ 米分划处读取竖直角，便得便利高  $H_A + i - v$  为整  $79$ 米或  $80$ 米。

### 四、非中丝测高法一

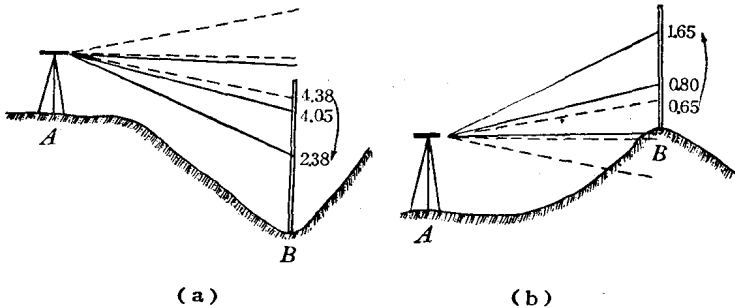


图 21—3

图 21—3所示两种情况，中丝均不能切尺读数，仅上下丝中有一根能切尺读数。遇见图(a)情况时，设下丝读数为4.38米，转动竖盘微动螺旋，将下丝下降一个整数米（以使中丝能切尺读

数为准),比如降2米,则此时下丝照准B尺上2.38米处,如中丝读数为4.05米,则仪器横轴与立尺点B间的高差为:

$$h = -2.00 - 4.05 = -6.05^m$$

遇见图(b)情况时,设上丝读数为0.65米,同样将上丝上升一个整数米,比如升1米,则此时照准B尺上的1.65米处,如中丝读数为0.80米,则仪器横轴与立尺点B间的高差为:

$$h = +1.00 - 0.80 = +0.20^m$$

### 五、非中丝测高法二

操作方法基本上和方法一同,不同之处仅是视线上升或下降不为整数米,而是使中丝升至尺底(零标志处)或降至尺顶为止。

仍以图21-3所示为例,图(a)中,设中丝下降至尺顶时,下丝读数为3.33米,则可按下式计算视线水平时的中丝读数:

$$l_x = L + l_{x_1} - l_{x_2} \quad (21-7)$$

式中:  $L$ ——视距尺全长(米);

$l_{x_1}$ ——下丝第一次读数(米);

$l_{x_2}$ ——下丝第二次读数(米)。

本例为:

$$l_x = 5 + 4.38 - 3.33 = 6.05^m。$$

而仪器横轴与立尺点B的高差:

$$h = -l_x = -6.05^m。$$

图(b)中,设中丝上升至尺底时,上丝读数为0.85米,则可按下式计算视线水平时的中丝读数:

$$l_x = l_{s_1} - l_{s_2} \quad (21-8)$$

式中:  $l_{s_1}$ ——上丝第一次读数(米);

$l_{s_2}$ ——上丝第二次读数(米)。

本例为:

$$l_x = 0.65 - 0.85 = -0.20^m。$$

而仪器横轴至立尺点B的高差为:

$$h = -l_x = +0.20^m。$$

## § 21-2 几种专用仪器和工具

### 一、无标尺测距装置

#### 1. 构造

如图21—4,  $B_1$ 、 $B_2$  为两个五角棱镜装在一根长度为  $b$  ( $=60$ 厘米) 的空心金属管两端, 通过两个棱镜可以将地物点影像折射入望远镜内。  $D$  为镜罩, 用时罩在望远镜物镜上, 不用时卸下。  $C$  为平衡锤,  $A$  为望远镜中心,  $G$  为装置的重心。  $C$ 、 $A$ 、 $G$  三点应位于一条直线上, 且  $C$ 、 $G$  对于  $A$  点的力矩相等。

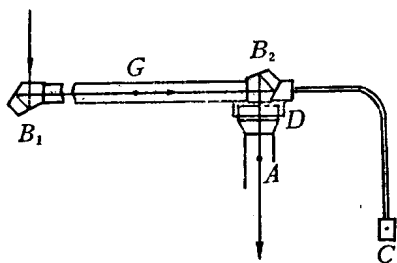


图 21—4

#### 2. 测距方法

如图21—5, 先用望远镜照准地上某个目标  $A$  (镜中影像称做实像), 读取水平度盘读数; 再把望远镜转动一个  $\varphi$  角后, 以

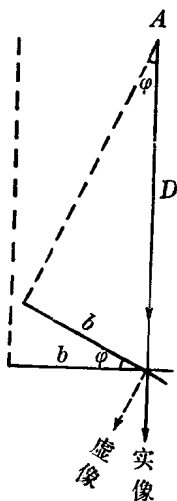


图 21—5

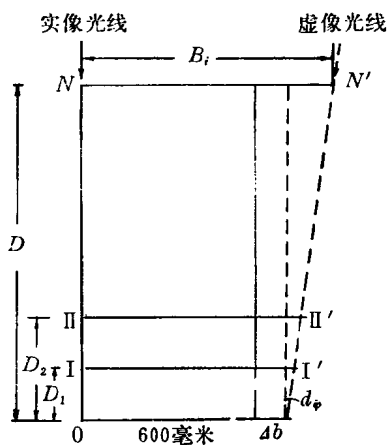


图 21—6

五角棱镜 $B_1$ 照准目标 $A$ （镜中影像称做虚像），再次读取水平度盘读数；两次水平度盘读数的差即 $\varphi$ 角，则可按下式计算距离

$$D = b \cdot \csc \varphi \quad (21-9)$$

式中： $b$ ——定长基尺。

### 3. 角改正值 $\delta_\varphi$ 和基尺改正值 $\Delta b$ 的测定

使用前必须测定角改正值 $\delta_\varphi$ 和基尺改正值 $\Delta b$ ，用以改正 $\varphi$ 角，并调整基尺长度，这样方可根据式（21-9）编制计算表，以改正后的 $\varphi$ 角为引数，查得水平距离。

$\delta_\varphi$ 和 $\Delta b$ 可以综合测定，如图 21-6，安平仪器于 $O$ 点，标定 $N$ 点方向。在 $ON$ 方向线上按不同距离整置平板，每次整置均标定并画出 $ON$ 方向，同时在各个点上用大三角板作出 $ON$ 的垂线 $I-I'$ ， $II-II'$ ，…… $N-N'$ 。在垂线上整置一支具有毫米刻划的钢板尺（最好用坐标方格网尺），以刻划面向仪器。当望远镜照准钢板尺后，先直接读出钢板尺上接近零分划处的读数，然后不动望远镜，再读出从右边棱镜折射到十字丝上的读数，两次读数的差即观测值 $B_i$ 。每一站应在钢板尺上读数三次，最后取其平均值。当距离较远，读数困难时，可根据观测者指挥，由另一人利用活动指标线在尺上读数。按不同距离测得多组观测值，便可列出误差方程式，按间接观测平差求得改正数 $\delta_\varphi$ 和 $\Delta b$ 。

误差方程式为：

$$\left. \begin{aligned} v_1 &= -\Delta b - \frac{\delta_\varphi}{\rho} S_1 + L_1 \\ v_2 &= -\Delta b - \frac{\delta_\varphi}{\rho} S_2 + L_2 \\ &\dots\dots\dots \\ v_n &= -\Delta b - \frac{\delta_\varphi}{\rho} S_n + L_n \end{aligned} \right\} \quad (21-10)$$

式中： $\Delta b$ ——基尺改正数；  
 $\delta_\varphi$ ——角改正数；  
 $S_i$ ——经纬仪至钢板尺的距离；

$L_i = 600 - B_i$  (观测值), 以毫米为单位。

例: 有一组观测值如表21-1,

表 21-1

$S_i$ (m)	4	8	16	20	30	40	50
$B_i$ (mm)	601.5	601.7	602.8	603.2	603.7	604.8	605.5
$L_i$ (mm)	-1.5	-1.7	-2.8	-3.2	-3.7	-4.8	-5.5

按式 (21-10) 组成误差方程式为

$$v_1 = -\Delta b - 0.0194 \delta_\varphi - 1.5$$

$$v_2 = -\Delta b - 0.0388 \delta_\varphi - 1.7$$

$$v_3 = -\Delta b - 0.0776 \delta_\varphi - 2.8$$

$$v_4 = -\Delta b - 0.0970 \delta_\varphi - 3.2$$

$$v_5 = -\Delta b - 0.1454 \delta_\varphi - 3.7$$

$$v_6 = -\Delta b - 0.1939 \delta_\varphi - 4.8$$

$$v_7 = -\Delta b - 0.2424 \delta_\varphi - 5.5$$

组成法方程式为:

$$[aa] = +7 \quad [ab] = +0.8145 \quad [aL] = +23.2$$

$$[bb] = +0.1348 \quad [bL] = +3.4246$$

$$7 \Delta b + 0.8145 \delta_\varphi + 23.2 = 0$$

$$0.8145 \Delta b + 0.1348 \delta_\varphi + 3.4246 = 0$$

解得  $\Delta b = -1.2$  mm,  $d_\varphi = -18'' .1$ 。

## 二、71-WB型无标尺测距仪

### 1. 构造 (见图21-7)

仪器的外貌如图21-8及图21-9所示。

### 2. 仪器的使用

(1) 安平仪器于测站上。

(2) 照准后视点, 转动水平度盘变换手轮(7), 使水平角读数为零。

(3) 照准目标, 旋转测距手轮(3), 使目标的像点合一后, 测读距离, 并同时测读水平角和竖直角。

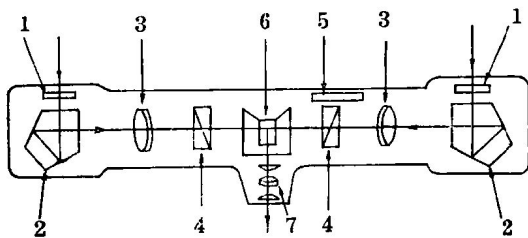


图 1-7

1—补偿光楔，2—五角棱镜，3—物镜，4—光楔，  
5—测距尺，6—中央棱镜，7—目镜

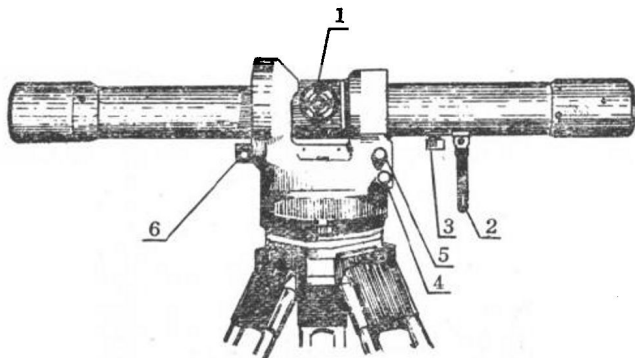


图 21-8

1—目镜，2—把手，3—测距手轮，4—水平微调旋钮，  
5—垂直微调旋钮，6—读数目镜

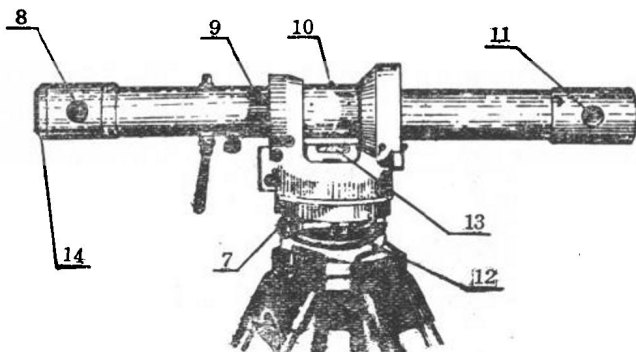


图 21-9

7—水平度盘变换手轮，8—右进光孔，9—测距尺进光窗，10—粗瞄器，  
11—左进光孔，12—脚螺旋，13—水准器，14—端盖



(4) 观测10米到60米距离内的目标可用望远镜内的分划板。观测时，先旋转测距手轮(3)，使测距尺读数为60米，转动仪器使下视场像点对准60米照准线，根据上视场像点在分划板上的位置读数；即得所测距离。如图21—10所示，距离为20米。

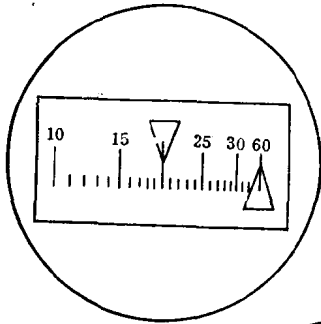


图 21—10

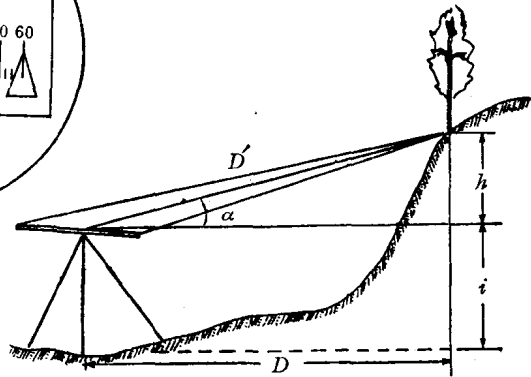


图 21—11

### 3. 计算距离及高差的公式

如图21—11

$$D = D' \cos \alpha \quad (21-11)$$

$$h = D' \sin \alpha \quad (21-12)$$

式中： $D$ ——测站至目标的水平距离；

$h$ ——仪器横轴至目标的高差；

$D'$ ——视距读数；

$\alpha$ ——竖直角。

### 4. 仪器的校正

#### (1) 高低差的校正

仪器存在高低差时，分象线上下两象不能合象（图21—12），影响测距精度。校正时旋去镜筒两端盖（14），扭动五角棱镜调整螺钉，至分象线上下两象密合为止。