

营房施工测量

中国人民解放军后勤学院训练部营房教研室

一九七九年七月

214.13
15

4.13

送印单位：营房教研室

出版编号：营字第79004号

适用范围：一、二期；营

印 数：1——1000册

(资200、教200)

出版日期：1979年7月20日

全书共计： 39面

目 录

第一章 水准仪及其使用	(1)
第一节 高程测量的概念.....	(1)
第二节 水准测量原理.....	(1)
第三节 微倾水准仪的构造和使用.....	(2)
第四节 水准尺及其读法.....	(5)
第五节 水准测量的方法和记录.....	(6)
第六节 水准测量的注意事项.....	(8)
第七节 水准测量的精度要求和校核.....	(9)
第二章 经纬仪及其使用	(11)
第一节 水平角测量的原理.....	(11)
第二节 经纬仪的构造.....	(11)
第三节 水平角测量.....	(15)
第四节 竖直角测量.....	(16)
第五节 使用经纬仪的注意事项.....	(17)
第三章 直线定线和距离丈量	(18)
第一节 直线定线.....	(18)
第二节 距离丈量.....	(20)
第四章 地形图的阅读和应用	(23)
第一节 地形和地形图.....	(23)
第二节 地形图的比例尺.....	(23)
第三节 地形图上的方向.....	(24)
第四节 地形图图式.....	(25)
第五节 地形图在营房建筑工程中的应用.....	(28)
第五章 营房的定向, 定位和高程控制	(30)
第一节 定向基线.....	(30)
第二节 营房定位.....	(32)
第三节 室内地坪标高的引测.....	(35)
第四节 龙门板与放线.....	(37)

第一章 水准仪及其使用

第一节 高程测量的概念

地球的表面起伏不平，要衡量地面上点位的高低，就需要选择一个标准。我国规定以青岛验潮站所确定的黄海平均水面作为大地水准面，高程确定为零，作为全国的统一起算面。

地面上一点到大地水准面的铅垂距离，叫做该点的绝对高程，也叫标高和海拔。例如世界最高峰珠穆朗玛峰的绝对高程是8848.13米，就是说它高出大地水准面8848.13米。在实际工作中，也可选用一个假定水准面作为高程起算面。地面上一点到假定水准面的铅垂距离叫相对高程。地面上两点间高程的差数，叫高差。在营房工程中，常用相对高程来确定建筑物的标高，营房中把室内地坪的标高假定为零，记作“ ± 0.000 ”。

为确定地面上点的高程所进行的测量工作，叫高程测量。在工程建设中广泛应用水准测量确定地面点高程。

第二节 水准测量原理

水准测量是利用水准仪提供的水平视线直接测定地面上各点之间的高差。然后，根据其中一点的已知高程推算其它各点的高程。如图 1—1 所示，已知地面点A的高程是 H_A ，如果测得B点对A点的高差 h ，则B点的高程 H_B 就可求出。

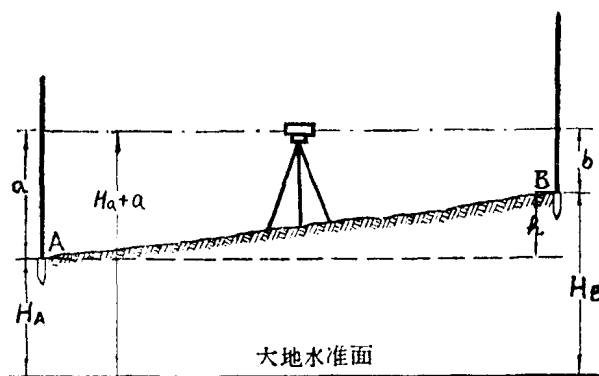


图 1—1

为了求出高差 h ，先在A、B两点间安置水准仪，在A、B两点分别立水准尺，然后利用水平视线读出A点水准尺上的读数 a 和B点水准尺上的读数 b 。则

$$\text{B点对A点的高差 } h = a - b$$

$$\text{B点的高程 } H_B = H_A + h$$

式中 a 是已知高程点（始点）上的水准尺读数，叫后视读数；
 b 是欲求高程点（终点）上的水准尺读数，叫前视读数。

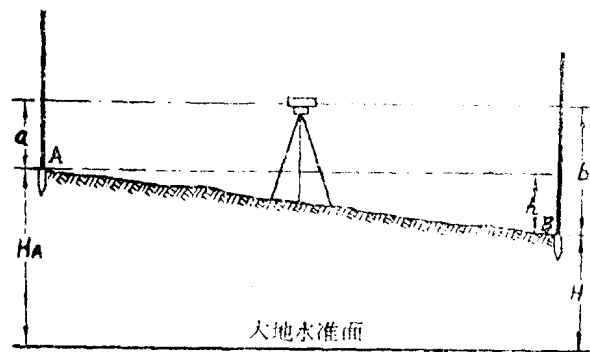


图 1—2

高差的符号有正、有负，当B点高于A点（图1—1），前视读数 b 比后视读数 a 小，高差为正；反之，如图1—2，B点低于A点，前视读数 b 比后视读数 a 大，高差为负。

在工程测量中，常需要安置一次仪器就要测出很多点的高程。为了计算上的方便，可以先求出水准仪的视线高程，叫做视线高，然后再分别计算各点高程。由图1—2中可看出视

线高为 $(H_A + a)$ ，欲求点B的高程

$$H_B = (H_A + a) - b$$

用水准仪测量地面点的高程时，水准仪的视线必须水平。如果视线不是水平，计算出的高差和高程就不准确。所以在水准测量中必须牢记视线水平这一个要求。

第三节 微倾水准仪的构造和使用

水准仪由望远镜、水准器、基座和脚架四部分组成。如图1—3。

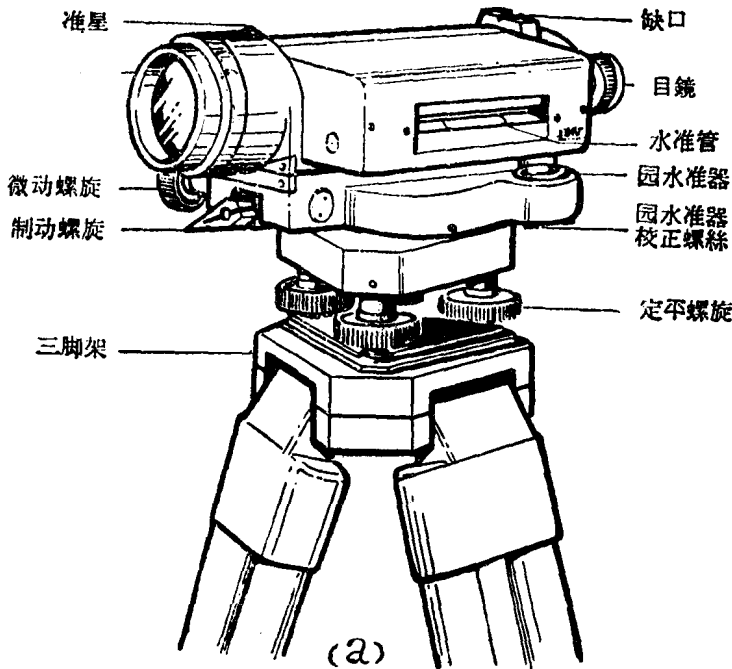


图 1—3

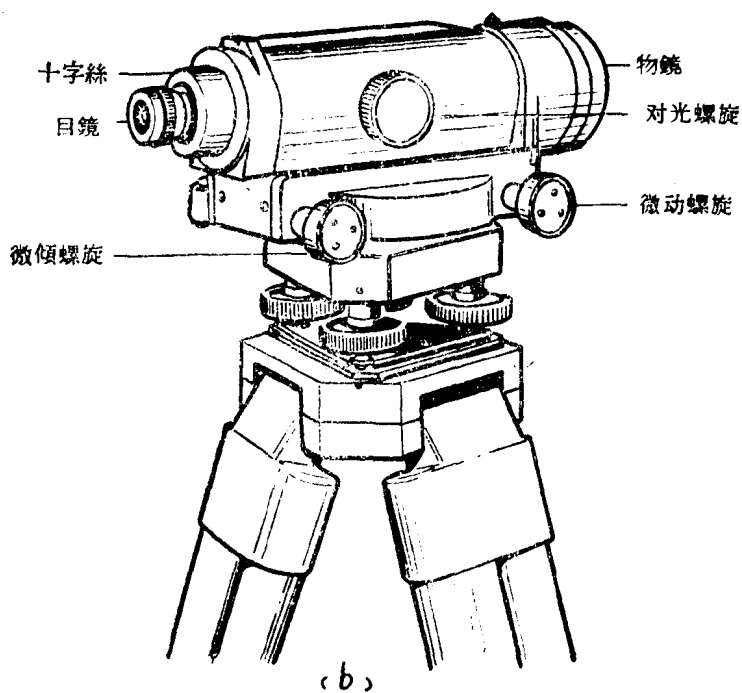


图 1—3

一、望远镜

望远镜的作用是提供一条照准读数用的视线和使我们清晰地看清远处目标。它主要由物镜、对光透镜、十字丝、目镜等部分组成。图 1—4 为内对光望远镜，转动对光螺旋对光时，对光透镜在望远镜中前后移动，使物像清晰。还有一种外对光望远镜，是改变物镜的位置来对光的。

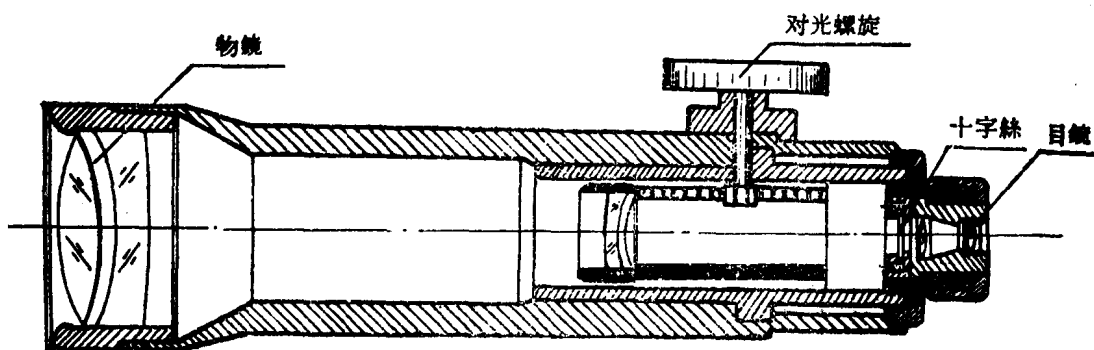


图 1—4

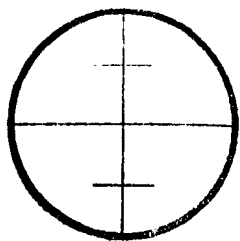


图 1—5

望远镜的使用：

1. 目镜对光 把望远镜对向明亮的背景(如白墙、天空等)，转动目镜，使十字丝(图 1—5)看得十分清晰。
2. 利用缺口和准星瞄准目标，拧紧制动螺旋。
3. 物镜对光 转动对光螺旋，使目标的像十分清晰，转动微动螺旋，使十字丝竖丝对准目标。
4. 消除视差 经过调节物镜对光螺旋使目标的像恰好落在十字线平面上，这时眼睛在目镜端上下晃动，十字线交点总是

指在物像的一个固定位置，这就表示没有视差。如图 1—6 (a)。如果有错动现象，就是有视差，如图 1—6 (b)。视差对读数影响很大，必须加以消除。消除的方法是继续转动对光螺旋，直至象与十字丝没有相对错动为止。

二、水准器

水准器有两种形式，一种叫水准管，一种叫水准盒。水准器用以调整视线水平和仪器竖轴竖直。

(一) 水准管 水准管用一个内表面磨成圆弧的玻璃管制成。管上刻有间隔为 2 毫米的刻线，管内装有酒精和乙醚混合液，仅

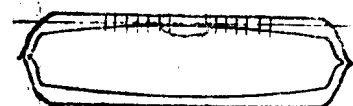


图 1—7

水准管轴线

留一个气泡，如图 1—7。圆弧刻划中点的切线称为水准管轴线。当气泡两端与刻划中点对称，即气泡居中时，水准管轴线处于水平位置。

在水准仪上，用校正螺丝将水准管轴线安装成与望远镜的视准轴相平行。这样，当水准管气泡居中时，水准管轴线与视准轴就都处于水平位置了。

为了提高目估气泡居中的精度，在水准管上方装一组棱镜，使气泡的像反射到望远镜旁的符合水准泡观测镜中，如图 1—8。调节微倾螺旋，使气泡两端点的像吻合，气泡就居中了。气泡不居中，两端点的像就错开。

(二) 水准盒 水准盒顶面的内壁是一个球面，球面中心有一圆圈，圆圈的中点叫水准盒零点。水准盒轴线是通过零点的球面法线方向，如图 1—9。在水准仪上，用校正螺

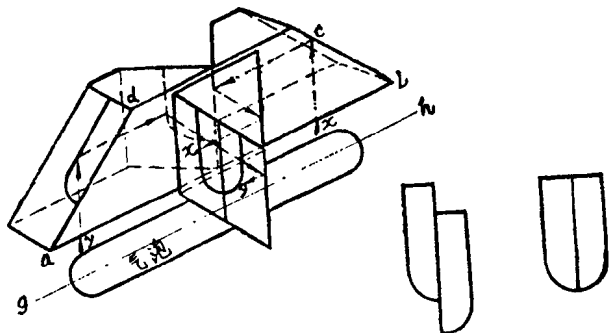


图 1—8

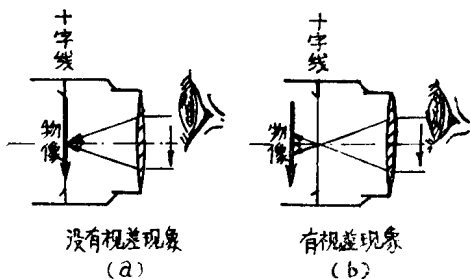


图 1—6

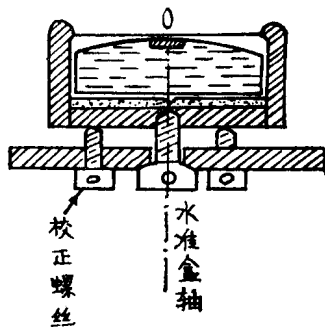


图 1—9

丝将水准盒轴线安装成与仪器的竖轴相平行，当水准盒气泡居中时，该两轴线就都处于铅垂方向了，也可以说水准仪概略定平了。

三、基座

基座主要由轴座、定平螺旋和连接板组成，起支承仪器上部与三脚架连接作用。利用定平螺旋使水准盒气泡居中的操作如图 1—10，气泡需要向哪个方向移动，左手拇指就向哪个方向转动定平螺旋，然后再转动第三个定平螺旋使气泡居中，这时仪器就概略水平了。

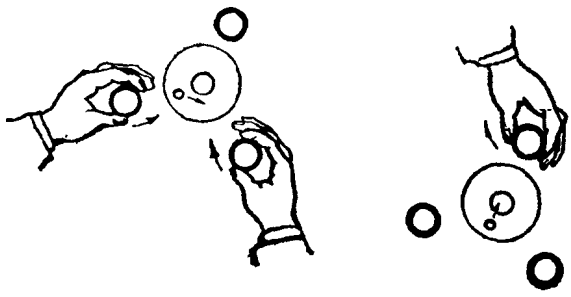


图 1—10

第四节 水准尺及其读法

常用的水准尺有板尺和塔尺两种。如图 1—11。

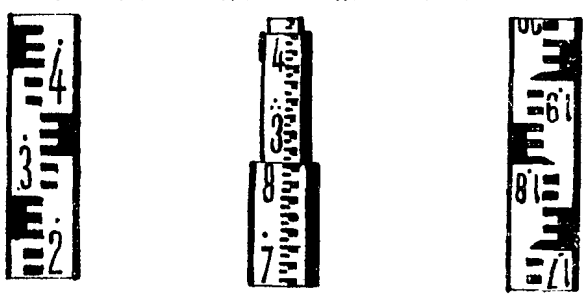
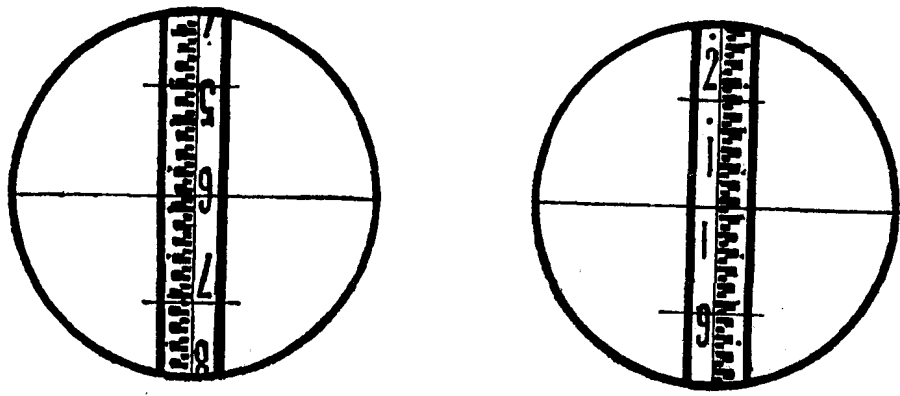


图 1—11

水准尺的零点一般都是尺的底部，尺的刻划是黑白格相间，每一个黑格或白格都是 1 厘米或 0.5 厘米，尺上每一分米处注有数字，分米的准确位置以字顶或字底为准，使用前要仔细认清注字和刻划的特点。注字有正、倒字两种。超过一米的注记加红点表示，每个红点代表一米，如 $\overset{\cdot}{2}$ 表示 1.2 米，也有用 1.2 表示的。

通过望远镜在水准尺上读数，是读十字丝中间横丝指示的数值。读数时要注意尺上注字的顺序，依次读出米、分米、厘米、估读到毫米。图 1—12 是读尺实例。



正确读数：0.582
错误读数：0.982

正确读数：1.012
错误读数：1.120

图 1—12

第五节 水准测量的方法和记录

一、水准测量的基本工作

(一) 安置仪器 在两点间的中间处(可用步测)安置仪器, 踩牢脚架腿, 用定平螺旋使水准盒气泡居中。

(二) 读后视读数 用望远镜照准后视尺, 定平视准轴读后视读数。

(三) 读前视读数 转动望远镜照准前视尺, 重复“(二)”的动作, 读前视读数。

(四) 记录和计算 按顺序将读数记入记录本, 检查无误后, 计算两点高差, 推算前视点高程。

二、水准测量的方法和记录

在实际工作中, 经常遇到的是两点间距相差很远(超过100—200米)或高差很大(超过水准尺长), 安置一次仪器解决不了问题。从图1—13可以看出, 把两点间分成若干段, 每段都用基本方法测定高差, 根据起点A的高程就可推算出1、2……和终点B的高程。A点到B点的高差是各段高差之和, 即:

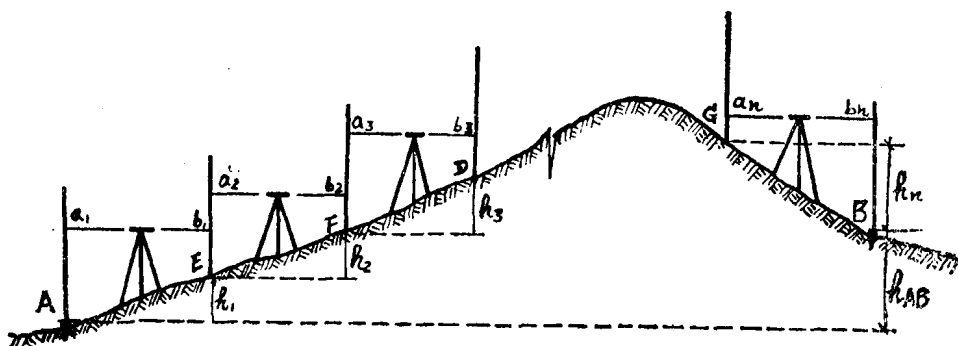


图 1—13

$$\begin{aligned}
 h_{AB} &= \sum h = h_1 + h_2 + \dots + h_n \\
 &= (a_1 - b_1) + (a_2 - b_2) + \dots + (a_n - b_n) \\
 &= (a_1 + a_2 + \dots + a_n) - (b_1 + b_2 + \dots + b_n) \\
 &= \sum a - \sum b
 \end{aligned}$$

也就是 总高差 $(\sum h) =$ 后视读数总和 $(\sum a) -$ 前视读数总和 $(\sum b)$

B点高程 $H_B =$ A点高程 $H_A +$ 总高差 $\sum h$

从上述可知, 长距离水准测量是水准测量基本工作方法的重复连续运用。图1—13中, 1、2……各点, 在水准测量中起连续作用, 终点B高程是通过这些点逐步测算过来的, 这些起连接作用的点, 叫转点。它的特征是, 既有前视线读数, 又有后视线读数。转点高程的施测、计算是否准确, 对最后一点高程的准确性有直接的影响, 所以, 转点位置应选在比较坚实有突起的地方。在一般地上应放尺垫, 以减少转点下沉。尺垫如图1—14。

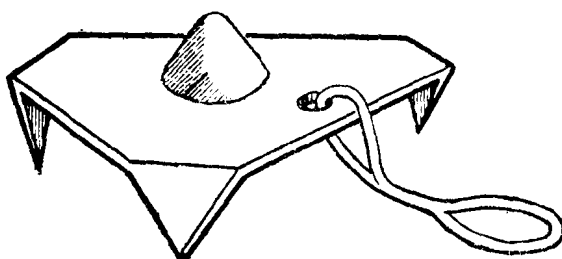


图 1—14

水准测量一般都在规定的记录表格上如实地反映测、算过程和结果。图 1—15是一段实测示意图，表 1—1 是用高差计算的记录格式。

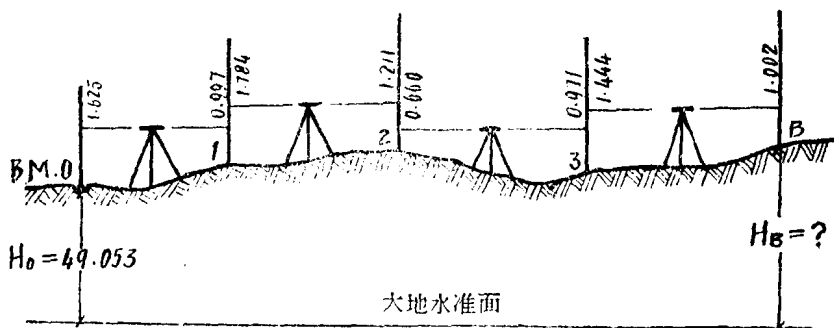


图 1—15

表 1—1

水准测量手簿						
工程名称: _____ 日期: _____ 观测: _____						
仪器型号: _____ 天气: _____ 记录: _____						
测 点	后视读数	前视读数	高 差		高 程	备 注
			正	负		
BM ₀	1.625				49.053	×楼前
ZD ₁	1.784	0.997	0.628		49.681	
ZD ₂	0.660	1.211	0.573		50.254	
ZD ₃	1.444	0.971		0.311	49.943	
B		1.002	0.442		50.385	×路里程碑
Σ	5.513 -4.181	4.181	1.643	-0.311	50.385 -49.053	
Σ _a - Σ _b	+1.332		Σh = +1.332		+1.332	

上面三项相等，说明计算没有错误，否则应查找原因重新计算，直至三项完全相等为止。

第六节 水准测量的注意事项

测量工作都是人使用仪器，在自然条件下进行的。由于种种因素的影响，在两点间多次进行水准测量，所得的高差往往是不一致的，这种现象说明测量成果有“错误”（也叫粗差）或“误差”。

粗差是由于工作中粗枝大叶所造成的，例如把0.600读成0.900，应该读中线读数而误读了上（下）线读数，气泡未定平，转点被碰动以及记录记错、算错等。误差是在测量过程中由于不可避免的因素造成的。例如由于人眼的鉴别能力有限，估读毫米数不可能绝对准确，仪器构造本身的精度，自然条件的影响等都使测量结果有误差。为了减少误差，提高精度，必须注意下述事项。

一、观 测

（一）前后视线要等长 如图1—16所示，水准管轴和视准轴互不平行所产生的误差与仪器到水准尺的距离成正比。如果把仪器安置在两转点的正中央，即使仪器有误差，它在前视和后视读数中都会包含有同样大小的误差 x ，此时用后视读数减前视读数计算高差，误差 x 即被抵消。

即：
$$h = (a - x) - (b - x) = a - b$$

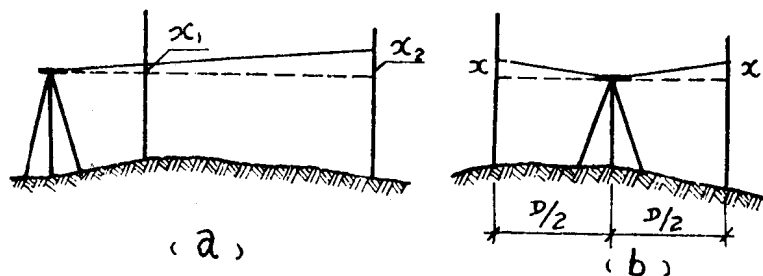


图 1—16

（二）仪器要稳定 要选择在地面坚实平坦的地方安置仪器，三角架要踩牢，尽量减少在仪器附近走动。

（三）气泡要居中 读数前要定平水准管，读数后要检查水准管气泡是否仍居中，以保证视线在读数过程中水平。在强太阳光下工作时，要打伞遮住仪器，避免气泡不稳定。

（四）读数要准确 读数时要仔细对光消除视差，避免视线晃动读不准数。

（五）迁站要慎重 未读转点前视读数，仪器不得移动，防止因中间脱节造成全部返工。

二、扶 尺

（一）检查水准尺 使用前要检查水准尺刻划是否准确，塔尺衔接处是否严密。在使用过程中要经常检查和清除尺底泥土，塔尺二、三节容易下滑造成读数错误，也要注意检查。

(二) 转点要牢靠 转点要选在坚实的地方, 尺垫要踩牢。中间停测时, 应留下稳固易找的固定点做转点。

(三) 扶尺要正直 水准尺横向倾斜时, 观测员容易发现, 如果前后倾斜就不易发现, 造成读数偏大。因此, 扶尺人员要身体站正, 双手扶尺, 保证铅直。

(四) 在使用两根水准尺施测时, 起、终点要用同一根尺, 以消除两尺“零点”不一致造成错误。

三、记 录

(一) 记录要当场及时填写清楚, 不要先起草后誊清, 以免转抄错误。记错或算错的数字, 不得擦去重写或在错数上涂改描写, 应在错字上画一斜线, 将正确数字写在错数的

1

上方, 如 0.625。

(二) 观测的数据填入表格后, 要及时按所记数字向观测员回读作为校核, 避免听错或记错。

(三) 记录过程中的简单计算(如加、减、取平均值等), 应在现场及时做好, 并做校核。

四、水准仪的保养

为延长仪器工作时间, 保证测量成果的质量, 必须注意仪器的保养。

(一) 仪器应存放在干燥通风的地方;

(二) 搬运时应防止碰撞、倒立;

(三) 取用时应拿着仪器的基座, 不应拿望远镜;

(四) 使用时, 要先松开制动螺旋, 不可强行转动望远镜;

(五) 用完装箱前要擦拭干净, 点清附件。

第七节 水准测量的精度要求和校核

一、水准测量的精度要求

根据工程要求的精度, 在研究误差产生的规律和总结实践经验的基础上, 规定了误差的允许范围, 叫允许误差, 用 $f_{h允}$ 表示。测量成果小于允许误差的, 认为精度合格, 成果可用, 大于允许误差的, 成果就不能用, 应查明原因进行重测。

一般工程测量中对水准测量的允许误差规定如下:

混凝土路和无压管道工程

$$f_{h允} = \pm 10 \text{ 毫米} \sqrt{K} \text{ 或 } \pm 2.5 \text{ 毫米} \sqrt{\eta}$$

营房建筑工程、一般道路和河道

$$f_{h允} = \pm 20 \text{ 毫米} \sqrt{K} \text{ 或 } \pm 5 \text{ 毫米} \sqrt{\eta}$$

山区道路和小型农田水利工程

$$f_{h允} = \pm 40 \text{ 毫米} \sqrt{K} \text{ 或 } \pm 10 \text{ 毫米} \sqrt{\eta}$$

式中 K 是水准路线长度的公里数; η 是测站数。当每公里多于15站时用后面的公式, 当

每公里少于15站时用前面的公式。

二、水准测量的校核方法

(一) 往返测法 从已知水准点起测到欲求高程点后，再按相反的方向测回到原来的已知水准点，两次测得的高差数值应相等，符号(+、-)相反。如不相等，其差值叫闭合差，用 $f_{\text{测}}$ 表示 ($f_{\text{测}} = h_{\text{往}} + h_{\text{返}}$)。如闭合差小于允许误差，叫精度合格。取两次高差的平均值作为观测成果。

(二) 附和测法 从一个已知水准点开始，测到欲求点之后，继续向前施测到另一个已知水准点上闭合，把测得的终点对始点的高差和已知终点对始点的高差比较，其差值也叫闭合差。闭合差小于允许误差的，叫精度合格。对合格的闭合差进行调整的方法是：将闭合差按相反的符号，按与测站数(或路线长度)成正比例的办法调整到各段高差上，求出改正后的高差，再推算出欲求点的高程，作为最后成果。

(三) 闭合测法 从已知高程点开始，在测定水准路线上若干个欲求点高程后，又闭合到起点上。由于起点与终点一致，全线高差代数和应等于零。如不等于零，其值也叫闭合差。闭合差小于允许误差，叫精度合格，按附和测法调整。

第二章 经纬仪及其使用

第一节 水平角测量的原理

地面上两相交直线在水平面上的投影所夹的角叫水平角。如图 2—1，地面上两相交直线OA和OB在水平面P上的投影 oa 和 ob 的夹角 $\angle aob$ 就是要测的水平角 β 。

在角顶O的铅垂线上任一点安置一个刻有角度的水平度盘，OA和OB在此盘上的投影所夹的角就是水平角。其角值为水平度盘上两相应读数之差： $\beta = b_1 - a_1$ 。

由上所述，测量水平角的仪器，必须具有能够安置成水平位置的度盘和能够做铅垂投影的照准设备。经纬仪就是根据这些要求制成的测角仪器。

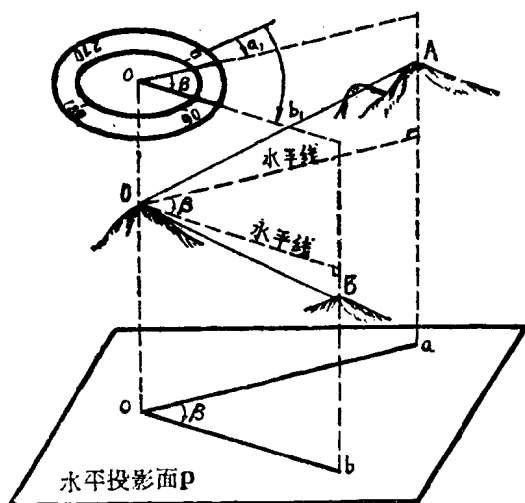


图 2—1

第二节 经纬仪的构造

一、游标经纬仪的构造

游标经纬仪由游标盘（上盘）、水平度盘（下盘）和基座三部分组成，如图 2—2 所示。

（一）游标盘

主要有望远镜、游标盘和竖轴。望远镜用以精确瞄准目标，装有制动和微动螺旋。游标盘一直径的两端装有两个游标，利用游标可精确地在水平度盘上读数。

（二）水平度盘

主要有一个金属的精密刻度盘，水平度盘可水平旋转或固定在基座上。

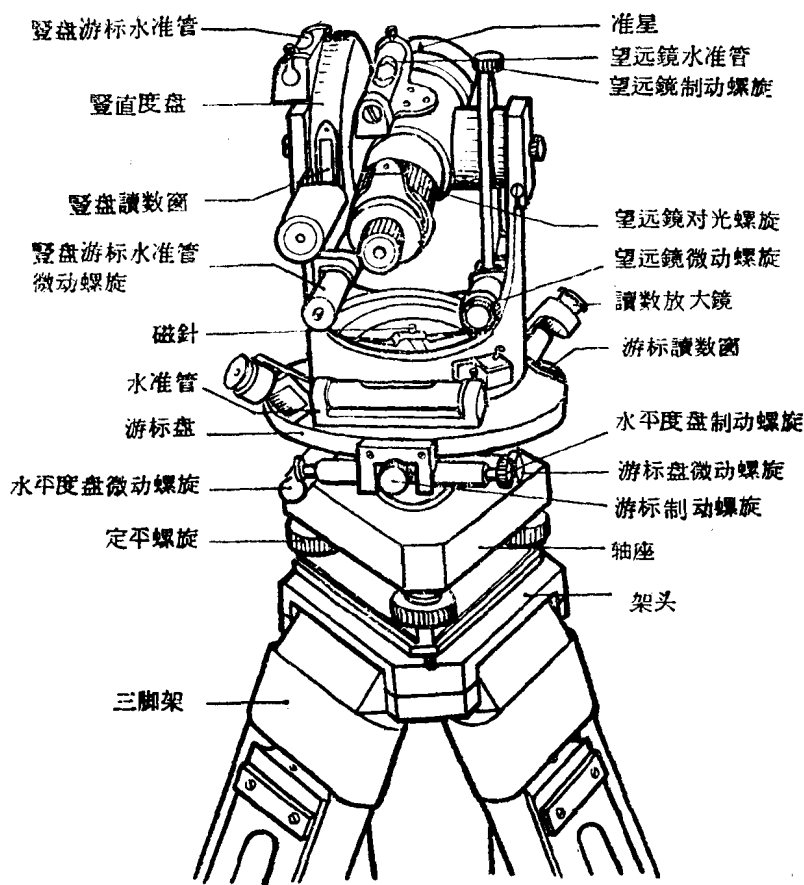


图 2-2

(三) 基 座

主要有轴座、定平螺旋和连接板。轴座是支承仪器的底座，调整定平螺旋可使仪器的水平度盘水平、竖轴竖直。

二、度盘和游标盘

(一) 度 盘

游标经纬仪上的度盘每 10° 注有数字。度盘分划值通常为 1° 、 $30'$ 、 $20'$ 。

(二) 游标盘 (简称游标)

游标是与度盘同一圆心的圆弧尺，游标上的0分划线叫做指标，用以读取度盘读数。如图 2-3 所示读数为 40° 。如果指标在度盘上某两条分划线之间，则用游标读出不

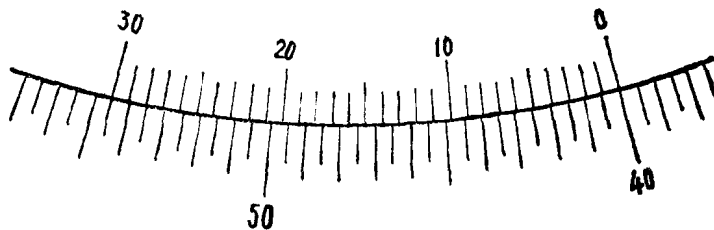


图 2-3

分划值的读数。

图 2—4 中的度盘分划值是 $30'$ ，游标最大注记也是 $30'$ ，游标共有30格，每一个格的注记就是 $1'$ ，这是游标的最小读数。

读数的方法是：

1. 先读出游标指标线在度盘上能直接读出的读数，如图 2—4 中为 $342^{\circ}30'$ 。
2. 仔细在游标上找出与度盘分划线相重合的线（图 2—4 中的虚线），读出此游标分划线上的注记，如图中为 $5'$ ，就是说指标线与 $342^{\circ}30'$ 之间那段数值是 $5'$ 。

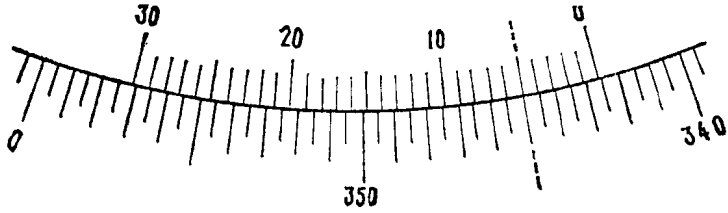


图 2—4

3. 将上面两个数值相加得： $342^{\circ}30' + 5' = 342^{\circ}35'$ ，就是应有的整个读数。

读数时应注意以下几点：

1. 度盘的注字单位为“度”，游标的注字单位为“分”。
2. 寻找游标与度盘的重合线时，应先估计不足一分划的数值，以提高找重合线的速度。

3. 如为双向游标，读数时要用与度盘注字一致的游标。

三、光学经纬仪的读数装置

光学经纬仪较游标经纬仪体积小，重量轻，密封好，精度高，读数方便。其构造区别于游标经纬仪主要是读数设备不同。它的水平度盘和竖直度盘是用玻璃制成，度盘上的分划线通过一系列棱镜和透镜反映到望远镜旁的读数显微镜里（图 2—5）。

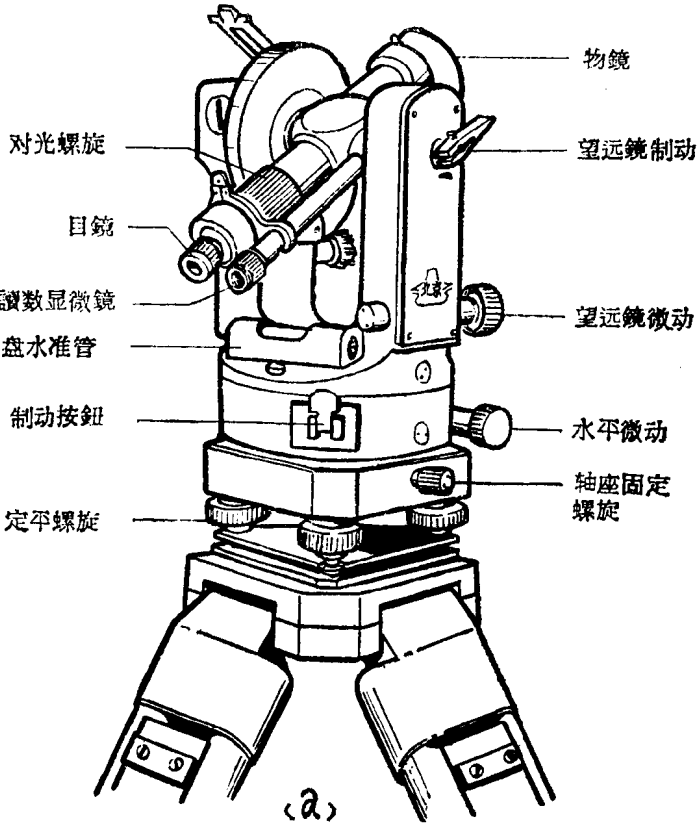


图 2—5

由于读数装置不同，读数方法也不相同，下面介绍两种读数方法：

（一）测微尺读数方法

如图 2—6，水平度盘、竖直度盘的分划和测微尺都反映到读数显微镜内。度盘分划从 0° — 360° ，每格 1° 。度盘上 1° 的间隔和测微尺上60个分划的间隔相等，所以测微尺一个分划是 $1'$ （不足 $1'$ 的小数可估读）。度数在度盘上读出，不到一度的读数根据测微尺上的

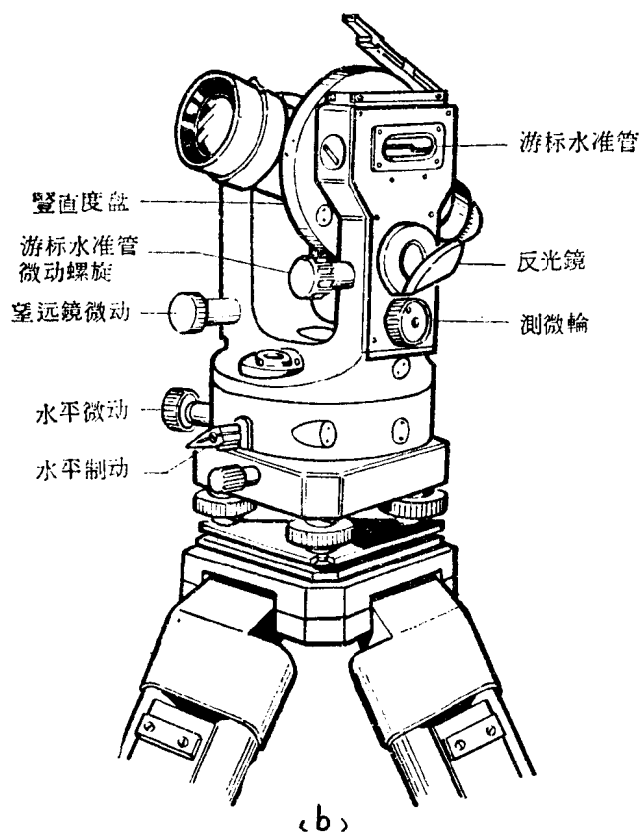


图 2—5

零分划读出。图 2—6 中，水平度盘的读数为 $130^{\circ}06.5'$ ，竖直度盘的读数为 $87^{\circ}21.5'$ 。

(二) 测微轮读数方法

图 2—7 中，下部是水平度盘，中间是竖直度盘，度盘分划从 0° — 360° ，每格 1° 。上部是测微轮分划尺，从 $0'$ — $30'$ ，每分又分三格，每格 $20''$ ，小数可估读到 $2''$ 。

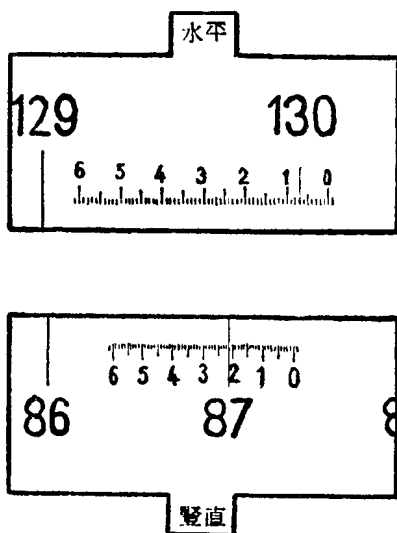


图 2—6

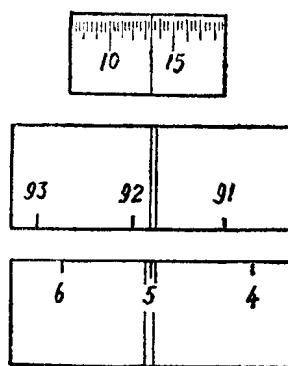


图 2—7