



少年测量

上海人民出版社



少年科技活动丛书

SHAONIAN CELIANG

统一书号: R15171·184

定 价: 0.15 元

少年科技活动丛书

少年测量

松江县《少年测量》编写组

上海人民出版社

内 容 提 要

《少年测量》是给广大少年在开展测量活动时作参考用的。书中除介绍测距、测面积、测高、测绘平面图和测高程的基本测量方法外,还介绍了标杆、测绳、直角器、垂直测角器、水平测角器、标尺等简易测量工具的制作方法。通过测量活动,能使广大少年把学校里已学到的数学知识,在三大革命实践中进一步得到应用,为规划大田生产、改造洼地、兴修水利等作出应有的贡献。

少年科技活动丛书

少 年 测 量

松江县《少年测量》编写组

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海中华印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 2.25 插页 1 字数 45,000

1975年7月第1版 1975年7月第1次印刷

统一书号: R 15171·184 定价: 0.15 元

毛主席语录

你要有知识，你就得参加变革现实的实践。你要知道梨子的滋味，你就得变革梨子，亲口吃一吃。你要知道原子的组织同性质，你就得实行物理学和化学的实验，变革原子的情况。你要知道革命的理论和方法，你就得参加革命。一切真知都是从直接经验发源的。

人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

前 言

无产阶级文化大革命和批林批孔运动使教育战线起了深刻的变化,社会主义的新生事物不断涌现,理论联系实际、积极开展测量活动就是其中之一。

为了进一步贯彻毛主席关于“教育必须为无产阶级政治服务,必须同生产劳动相结合”的教育方针,使学校成为无产阶级专政的工具,教学更好地与三大革命运动相结合,我们将大家开展测量活动的实践经验汇集起来,编写成这本小册子,以供广大少年们在开门办学、开展测量活动时作参考。

我组是由松江二中、天马中学等单位的同志组成的,在编写工作中得到了我县文教局、农业局、工务所、公社排灌站的大力支持和帮助。

由于我们学习不够,又缺少实践经验,书中很可能有不少缺点和错误,恳切希望广大读者批评指正。

松江县《少年测量》编写组

一九七五年四月

目 录

第一章 测量工作的意义	1
第二章 测距和测面积	3
一、用卷尺或步测两地距离	3
二、测田亩	5
三、测中间隔有障碍物的两端 距离	7
四、用“小米尺法”口测两点距 高	8
五、用水平测角器测河宽	11
第三章 测高	14
一、利用“人影”、直角三角板、 垂直测角器测底部能到达 的物体高	14
二、用垂直测角器测底部不能 到达的物体高	18
三、用简易经纬仪测高	19
第四章 测绘平面图	22
一、测绘学校平面图	22
二、测绘生产队平面图	28
三、用导线法进行比较精确的 平面图测绘	39
第五章 测高程	43
一、渠道测量	45
二、道路测量	51
第六章 简易测量工具的制作	53
一、标杆	53
二、测绳	54
三、直角器	54
四、垂直测角器	55
五、水平测角器	58
六、标尺	61
七、土规板水准仪	62
八、连通器水准仪	64
附表	65
一、长度度量单位	65
二、面积度量单位	65

第一章 测量工作的意义

测量知识是劳动人民在长期社会实践中创造和发展起来的,但在解放前却被用作为反动政府和剥削阶级服务的工具。反动政府根据测量土地、房产所得的数据,对劳动人民进行残酷的剥削。那些地主、资本家则对其土地房产丈量立界,除收租剥削外,是为了在伪法律上提供所谓证据,以保障他们的剥削特权。总之,在旧社会里,测量成了维护剥削阶级利益的一项工具,变为反动统治者压榨劳动人民的一种手段。

解放后,在党和毛主席的英明领导下,劳动人民当家作了主人,测量也就用来为社会主义革命和社会主义建设服务,为国防建设和工农业生产提供了极其宝贵的资料。

测量的运用是很广泛的。例如,新建一个工厂,要占用多少土地,设备、环境如何布置,厂基要多高才不致受潮汛影响……等等,都得经过测量、设计之后,才能进行施工安装。

在农村,兴修水利、筑拖拉机路、实行土地格子化等等,都先要在生产队平面图上进行规划设计。然而生产队平面图是通过测量绘成的。如果建造一个渠道网,就要选择机地点,并使渠底沿着水流方向由高到低,以便引水灌溉,就必须进行测量高程的工作。

在国防上,如构筑工事,调动部队,制订作战方案,都要绘制一张比较精确的地形图。如果要建造一个飞机场,那就要

通过水准测量,使机场跑道的纵横向高度差符合飞机起、落滑跑的要求。

由此可见,测量活动是一件很有意义的活动。此外,测量活动也是一项集体活动,往往需要几个人在一起进行测量,因此,要求参加测量活动的人员必须发扬革命的集体主义精神,要互相配合好,认真负责,过细地做工作,这样才不致因为一个同志的疏忽而造成错误,以求得正确的测量结果。

开展少年测量活动,是学校数学教学理论联系实际、实行开门办学,使教学与生产劳动相结合的办法之一。让我们在毛主席革命路线指引下,在教育革命实践中努力作出贡献吧!

第二章 测距和测面积

在日常工作和生活中，经常会遇到需要知道屋宽、路长、两地距离等等问题。要解决这些问题，就需要进行测距。其他一些测量工作，往往也离不开测距。如在农村测田亩，就是通过测距计算出来的。所以测距是测量中最基本的方法。

一、用卷尺或步测两地距离

测一段短距离的长短，可用卷尺量出。但当两地距离比较远，而一根卷尺拉不到时，如果用卷尺随意地一段一段丈量，量得的结果很可能不是两地的直线距离，而是一条折线的长度。那么用什么方法进行测量才能正确呢？我们可以按照图 2-1 所示，先找出与 A 、 B 两点在同一条直线上的 A_1 、 A_2 、 A_3 各点，为了计算方便，使 $AA_1 = A_1A_2 = A_2A_3 =$ 卷尺的总长（假定为 30 米）。

具体测量的方法是这样的：

第一步，定杆。 A 、 B 两点各竖一根标杆。甲在 A 处负责指挥，乙和丙分别拿着卷尺的两头，丙同时拿着标杆。乙在 A 处，丙由甲指挥，使丙手中的标杆和 A 、 B 点上的标杆在同一视线上时，便把标杆插牢。

第二步，定距。这时， A 到丙插标杆处的距离不一定等于 30 米，乙和丙拉紧卷尺紧靠两根标杆的底部，在 30 米的地方

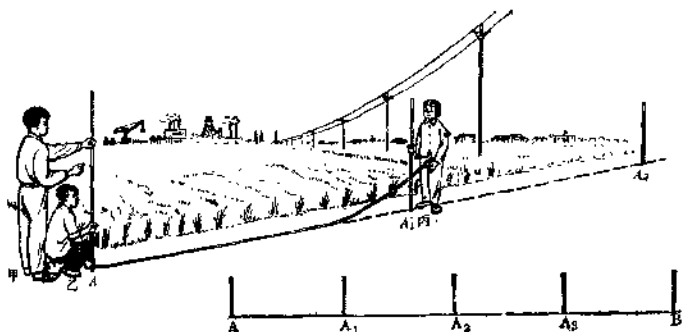


图 2-1

定为 A_1 ，插上一枚测针(测针可用粗铅丝制成 $\cap$ 的形状)，或做一个记号，这样，第一段 AA_1 的长就等于 30 米。

第三步还是定杆，只是乙走到 A_1 处，丙向 B 的方向走，依然由甲指挥，当三根标杆在同一视线上时，丙把标杆插上。接着仍是用卷尺定距，确定 A_2 点，使 $A_1A_2 = AA_1 = 30$ 米。

这样，定杆、定距一段一段地测量下去。测到最末一段，往往不到 30 米，就直接量出来，量得 A_3B 是 21 米

现在我们可以算出：

$$AB \text{ 两点总长} = 30 \text{ 米(卷尺全长)} \times 3 \text{ (段数)} \\ + 21 \text{ 米(最末一段 } A_3B \text{ 长)} = 111 \text{ 米}$$

测量过程中若遇到两点之间的地面略有高低时，则应将卷尺的两端(或一端)适当升高，使卷尺拉成水平(图 2-2)，然后就能比较精确地测出两点的距离。

有时，只要求粗略地知道一下两点间的距离，我们可采用步测的方法。

1. 测自己一步的距离 用自然步伐从 A 走到 B ，记下所走步数(假定为 145 步)，已知 AB 间距离为 100 米。那末，



图 2-2

一步的距离 $= 100 \text{ 米} \div 145 \approx 0.7 \text{ 米}$ (精确到 0.1 米)。

2. 测距 从学校门口走到生产队仓库共走了 1158 步。
那末, 学校到仓库的距离是:

$$0.7 \times 1158 \approx 810 \text{ (米)}$$

二、测 田 亩

胸中有“数”。科学种田就必须知道土地的面积。目前农村很多生产队的土地已经实现了“格子化”，田块大多是长方形，只需量出它的长和宽，就能算出它的面积。

但也有一些零星土地是不规则形状的，如图 2-3 是河流、公路交叉处的田块，形状比较复杂，可以分块加以测量计算。

“I”的形状近似直角梯形，测出它的上底为 32 米，下底为 50 米，直角梯形的高为 12 米。

那么

$$\text{“I”的面积} = \frac{1}{2} (32 + 50) \times 12 = 492 \text{ (平方米)} \approx 0.74 \text{ (亩)}$$

“II”的形状近似长方形，测出它的长为 50 米，宽为 15 米。

$$\text{“II”的面积} = 50 \times 15 = 750 \text{ (平方米)} \approx 1.13 \text{ (亩)}$$

“III”的形状近似直角三角形，测出它的两条直角边分别为 50 米和 13 米。

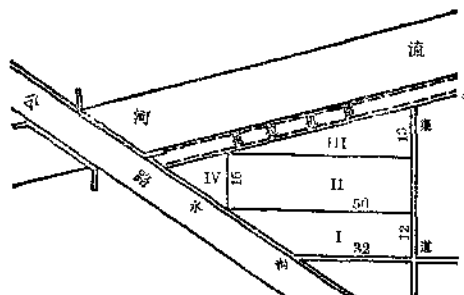


图 2-3

“III”的面积 = $\frac{1}{2} \times 50 \times 13 = 325$ (平方米) ≈ 0.49 (亩)

“IV”的形状是三角形，测出它的一条底边为 15 米，接着要测出底边上的高。测底边上的高可用直角器(图 2-4)来测。

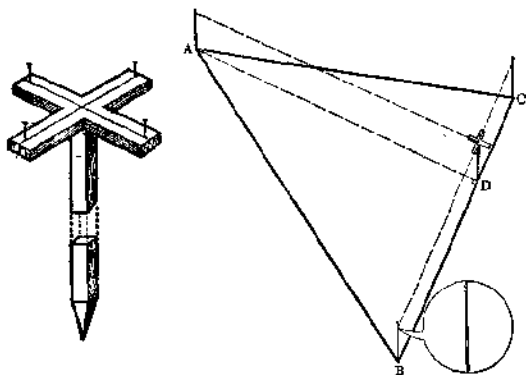


图 2-4

先使直角器上的一条垂线与底边 BC 重合，然后移动直角器，使另一条垂线的延长线过 A 点处的标杆，这时 A 到直角器底部 D 的距离 AD ，就是所要测的底边上的高，现测得为 16 米。

“IV”的面积 = $\frac{1}{2} \times 15 \times 16 = 120$ (平方米) ≈ 0.18 (亩)

这块地的总面积 = $0.74 + 1.13 + 0.49 + 0.18 = 2.54$ (亩)

如果遇到不规则形状的田块,也可以象上面那样,把它分成几块比较规则形状的小田块,再进行测量计算。

三、测中间隔有障碍物的两端距离

在筑路、修渠、挖河等测量工作中,经常会遇到在测量的线路上出现有房屋、竹园等障碍物,如图 2-5 所示,要测出竹园两旁 AB 间的距离。

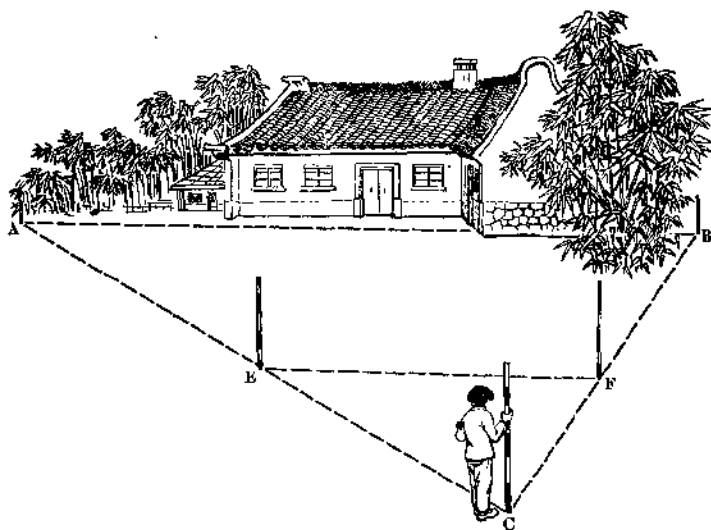


图 2-5

先选择一点 C , 从 C 点可直接量出 CA 、 CB 的距离: CA 是 35.8 米, CB 是 26.4 米。然后在 CA 上测出中点 E , 在 CB 上测出中点 F , 再量 EF 的距离, EF 是 25.6 米, 那末, 根据

“相似三角形对应边成比例”的原理得出：

$$AB = 2 \times EF = 2 \times 25.6 = 51.2 (\text{米})$$

四、用“小米尺法”目测两点距离

图 2-6 是在野营训练中，目测河岸(红卫兵站立处)到对河房屋之间的距离。我们可采用“小米尺法”来目测。

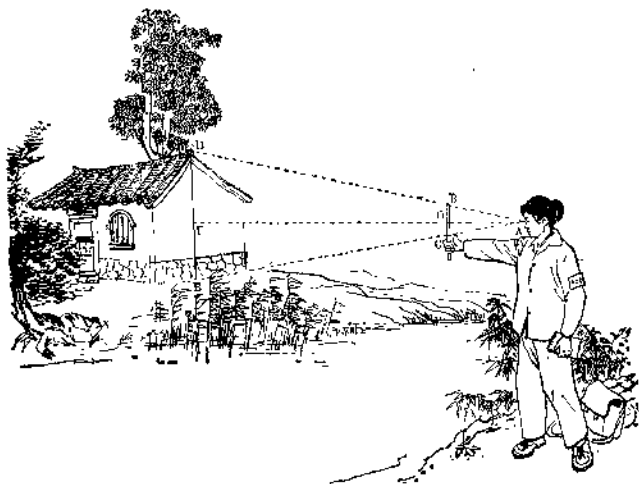


图 2-6

测量者手拿一支小米尺，伸平手臂，使小米尺与地面垂直。用眼睛瞄准，使小米尺的顶端 B 和屋顶 D 重合，并找到小米尺上一点 C 和屋基 E 重合。读得小米尺上的刻度 BC 是 2.5 厘米，估计房屋高 DE 为 5 米，红卫兵已知自己的手臂长 AO 是 50 厘米，则根据相似三角形的性质，两点的距离：

$$AF = \frac{AO \cdot DE}{BC} = \frac{0.5 \times 5}{0.025} = 100 (\text{米}) \text{ } \Phi$$

这里，我们是估计了房屋的高度来目测距离的，同样可利

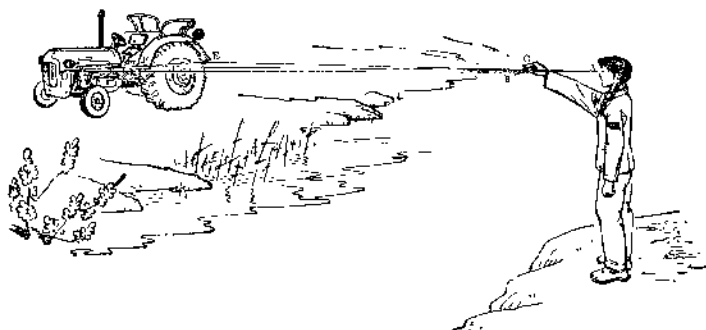


图 2-7

用其他物体的宽度、长度来目测距离。

图 2-7 是目测站立处到对河拖拉机的距离。测量者仍利用小米尺，伸平手臂，使小米尺与地面平行。瞄准时，使小米尺顶端 B 与拖拉机前端 D 重合，并找到小米尺上一点 C 和拖拉机后端 E 重合。读得小米尺上刻度 BC 为 2 厘米，估计拖拉机长度 DE 为 2 米，手臂长 AO 为 50 厘米。得到

$$AF = \frac{AO \cdot DE}{BC} = \frac{0.5 \times 2}{0.02} = 50 \text{ (米)}$$

一般农村中可利用估测距离的目标有：

目 标	长度(米)	宽度(米)	高度(米)
中等身材的人			1.65~1.7
电线杆			6~7
两根电线杆间的距离		50	
常见三开间房屋		10.5~11	
丰收 55 型拖拉机	2	1.7	2
载重量 4 吨的卡车	5.5~7	2.2	2~2.5

- ① $\because BC \parallel DE, \therefore \triangle ABC \sim \triangle ADE$, 又 $\because$ 手臂伸平, 即 $AO \perp BC$,
 $AF \perp DE$
 $\therefore \frac{AO}{AF} = \frac{BC}{DE}, AF = \frac{AO \cdot DE}{BC}$

还有很多可利用测距的目标,可以在实践中逐步充实。

有时,对被测目标大小的估计把握不大,我们仍可利用“小米尺”如图 2-8 所示的办法进行测量。

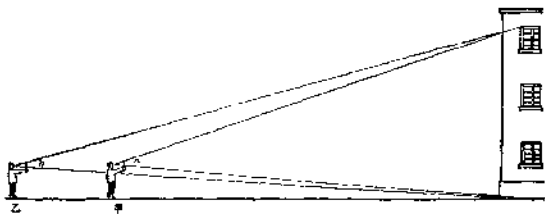


图 2-8

甲、乙两人身材大体相同,相距 d 为 20 米,且站在被测目标的同一条直线上,然后两人都用“小米尺法”进行目测:甲在小米尺上读得 a 为 10 厘米,乙读得 b 为 8 厘米,利用公式得到:

$$\text{甲到房屋的距离} = \frac{b \times d}{a - b} = \frac{0.08 \times 20}{0.1 - 0.08} = 80 \text{ (米)} \text{ ②}$$

那么,乙到房屋的距离为 100 米。

如果甲、乙两人的身材大小相差较大,可以由其中一人,在自己站立处用小米尺目测之后,再到另一人的站立处用小米尺目测,然后进行计算。

② 如右页图 $\because GH \parallel BA, \triangle EGH \sim \triangle EBA$

$$\therefore \frac{GH}{BA} = \frac{EM}{EN}, BA = \frac{GH \times EN}{EM} = \frac{a \cdot x}{EM}$$

同理,

$$\triangle FG'H' \sim \triangle FBA,$$

$$\therefore \frac{G'H'}{BA} = \frac{FM'}{FN}, BA = \frac{G'H' \times FN}{FM'} = \frac{b \cdot (d+x)}{FM'}$$

$$\therefore \frac{a \cdot x}{EM} = \frac{b \cdot (d+x)}{FM'}$$

又 $\because$ 身材大体相同, $EM \approx FM' \therefore a \cdot x = b \cdot (d+x)$

得

$$x = \frac{b \times d}{a - b}$$

五、用水平测角器测河宽

在农村架桥的工程中，要用经纬仪测量河道的宽。现在我们用水平测角器(图 2-9)来进行测量河宽。

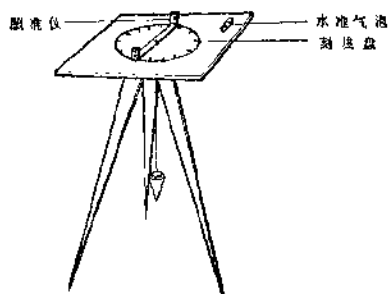
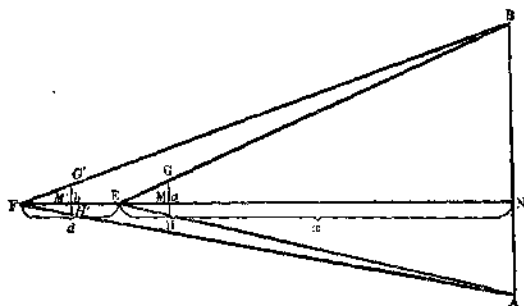


图 2-9

要测量图 2-10 所示的河宽，先在河的两岸选择 A 、 C 两点，使 AC 的连线大致与河垂直， C 处竖一标杆；另选一点 B ，打一木桩，量出距离 BC 是 48.64 米。

把水平测角器安放在 B 处，使重锤对准木桩，并利用水准气泡把刻度盘放成水平。转动照准仪，使照准仪小孔瞄准



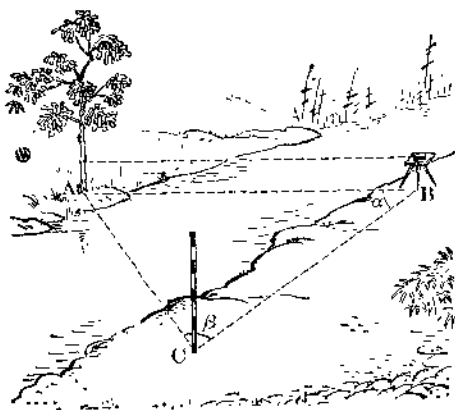


图 2-10

A 处树杆, 并与照准仪上的细丝重合, 读出照准仪在刻度盘上的度数为 271° ; 再转动照准仪, 对准 C 处的标杆, 再读出照准仪在刻度盘上的度数为 237° , 那末, 夹角

$$\alpha = 271^\circ - 237^\circ = 34^\circ$$

再把水平测角器放到 C 点, 在 B 处插一标杆, 用同样的方法测出夹角 β 为 103° 。

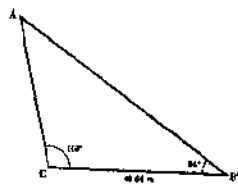


图 2-11

现在已知两个角 $\alpha = 34^\circ$, $\beta = 103^\circ$, 夹边 $BC = 48.64$ 米, 按 1:1000 的比例尺, 把 BC 缩小 1000 倍, 即 $B'C' = 0.04864$ 米 = 48.64 毫米, 画出三角形 $A'B'C'$ (图 2-11), 量出边长 $A'C' = 40$ 毫米, 则根据相似三角形性质, 得河宽 $AC = 1000 \times A'C' = 40$ (米)。

学过正弦定理之后, 可利用公式

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B}$$

来计算:

$$\angle A = 180^\circ - (103^\circ + 34^\circ) = 43^\circ$$

则

$$\frac{48.64}{\sin 43^\circ} = \frac{AC}{\sin 34^\circ}$$

$$AC = \frac{48.64 \times \sin 34^\circ}{\sin 43^\circ}$$

$$\begin{aligned}\lg AC &= \lg 48.64 + \lg \sin 34^\circ - \lg \sin 43^\circ \\ &= 1.6008\end{aligned}$$

$$AC = 39.88 \text{ (米)}$$

第三章 测 高

在三大革命实践中,测量物体的高度与测距一样,是经常需要用到的。

一、利用“人影”、直角三角板、垂直测角器 测底部能到达的物体高

利用“人影”测高是比较简便的一种方法。如图3-1所示,量出人高 $B'C'$ 是1.62米,人影的长 $A'C'$ 是1.86米,树影的长 AC 是15.5米。根据相似三角形性质,可得

$$\text{树高 } BC = \frac{AC \cdot B'C'}{A'C'} = \frac{15.5 \times 1.62}{1.86} = 13.5(\text{米})$$

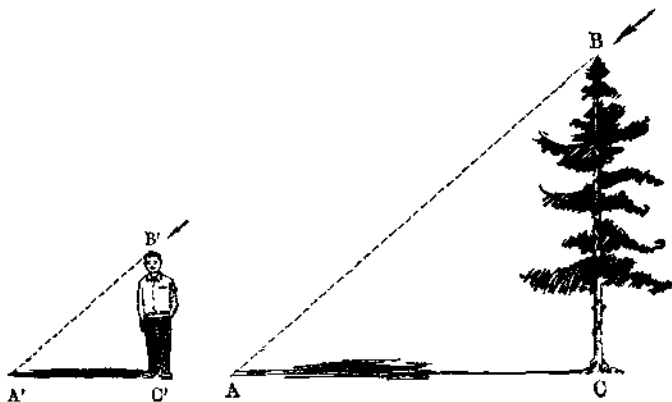


图 3-1

利用直角三角板测高也是一种比较简便的方法。如图 3-2 所示测屋高，先尽量使直角边 EF 放成水平，并把三角板的 30° 角靠近眼睛，沿着斜边 EG 向上看，同时前后移动，使 E 、 G 、 B （屋顶）正好在同一视线上。量出人站立处 C 与房屋底部 A 的距离 CA 是 13 米，人的眼睛离地面的距离 CE 是 1.5 米。因为 $BD = ED \cdot \tan 30^\circ$ ，而 $ED = CA = 13$ 米， $DA = CE = 1.5$ 米，得到

$$\begin{aligned}\text{屋高 } AB &= BD + DA = ED \cdot \tan 30^\circ + DA \\ &\approx 13 \times 0.58 + 1.5 \approx 9 \text{ (米)}\end{aligned}$$

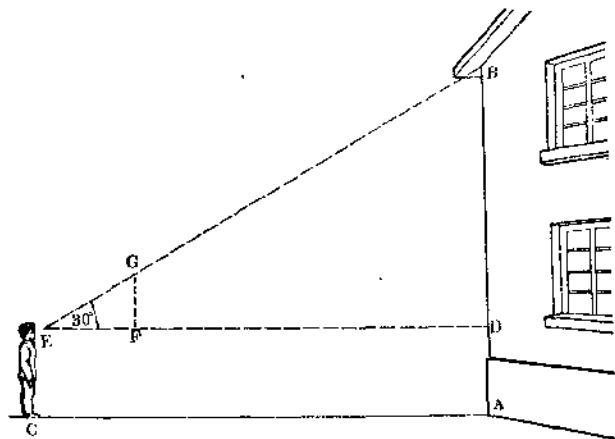


图 3-2

如果我们用 45° 角的直角三角板，按上述方法进行测量，则计算比较简便。如图 3-3 所示，量出 CA 是 7.5 米， CE 是 1.5 米。因为 $\angle BED = 45^\circ$ ，所以 $BD = ED = CA = 7.5$ 米，得到

$$\text{屋高 } BA = BD + DA \approx 7.5 \text{ 米} + 1.5 \text{ 米} = 9 \text{ 米}$$

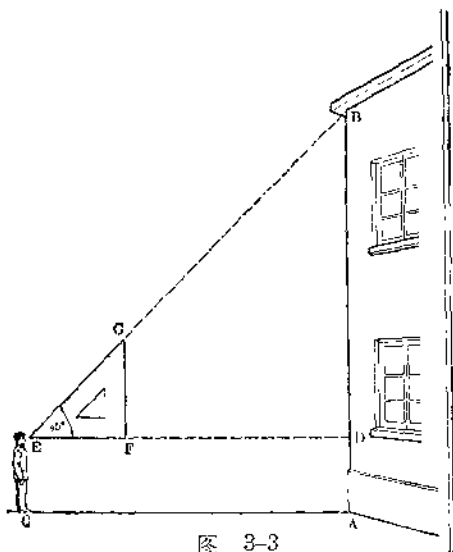


图 3-3

上面两种测量方法虽较简便,但都要求有一定条件:利用“人影”测高,则要求有阳光,且整个“物影”能丈量;用三角板测高,则需要被测物前有一段较长又较平坦的地面。如果我们制作一个垂直测角器(图 3-4),那么,随时随地都可以测出物体的高。

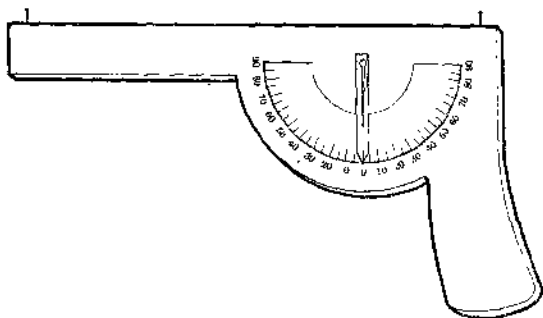


图 3 4

图 3-5 是测水塔的高。测量者站在水塔附近，揪垂直测角器上的按钮，使指针放松，同时用眼睛瞄准，使测角器上面两个大头针与水塔顶 B 点在同一视线上，然后轻轻放开按钮，卡紧指针。这时，测角器上的角 β 是 18° ，就是仰角 $\alpha = 18^\circ$ ③ (图 3-6)。

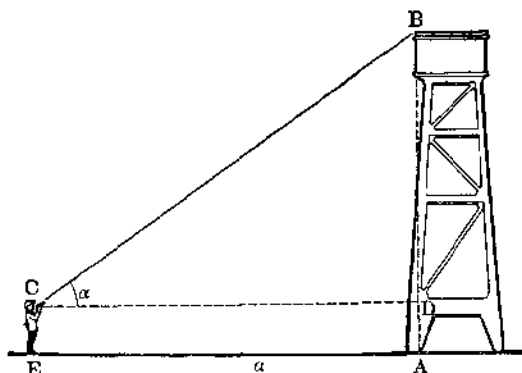


图 3-5

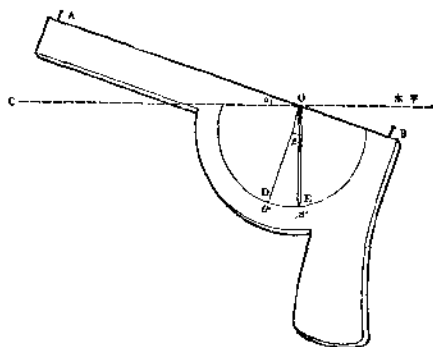


图 3-6

③ $\because \angle AOD = 90^\circ = \angle COE$, 又 $\because \angle AOD = \angle \alpha + \angle COD$, $\angle COE = \angle \beta + \angle COD$, $\therefore \angle \alpha = \angle \beta$

量出水塔与人之间的距离 $AE=35.4$ 米(图 3-5), 人眼离地的高度 $CE=1.62$ 米。

$$\begin{aligned}\text{水塔高 } AB &= BD + DA = CD \cdot \operatorname{tg} \alpha + DA \\ &= 35.4 \times \operatorname{tg} 18^\circ + 1.62 \approx 13 \text{ (米)}\end{aligned}$$

二、用垂直测角器测底部不能到达的物体高

测高时, 有时可直接量出从测量者站立处到被测物之间的距离, 有时却不能直接量出, 如图 3-7, 烟囱周围是房屋, 就不能直接量出这段距离。对底部不能到达的物体, 我们同样可以用垂直测角器测出它的高度。

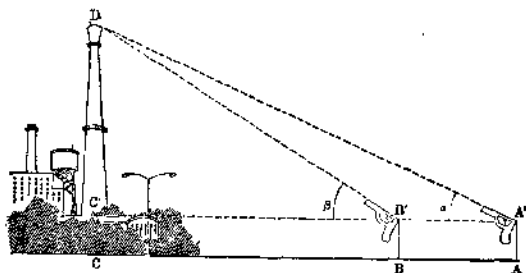


图 3-7

图 3-7 是测烟囱的高。先通过“插标杆”选择与烟囱同一直线上的 A 、 B 两点, 若在 A 点用垂直测角器瞄准烟囱顶 D 测出的仰角 α 是 22° , 在 B 点瞄准烟囱顶 D 测出的仰角 β 是 31° , 量出距离 AB 是 41.3 米, 人眼离地高 AA' 是 1.48 米。利用公式

$$\begin{aligned}\text{烟囱高 } DC &= DC' + C'C \\ DC' &= \frac{AB \cdot \sin \alpha \cdot \sin \beta}{\sin(\beta - \alpha)} = \frac{41.3 \times \sin 22^\circ \times \sin 31^\circ}{\sin(31^\circ - 22^\circ)} \text{ ④}\end{aligned}$$

利用对数计算^⑤得到:

$$DC' = 50.94(\text{米})$$

$$\text{烟囱高 } DC = DC' + C'C = 50.94 + 1.48 = 52.42(\text{米})$$

三、用简易经纬仪测高

经纬仪是一种精密测量仪器，可用来测高。现在一般中学都有一种简易经纬仪(图 3-8)，它的原理和经纬仪是基本

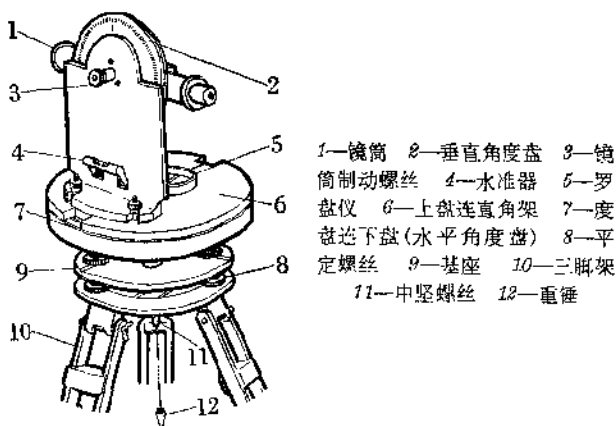


图 3-8

④ $\because$ 在 $\triangle DC'B'$ 中, $DC' = DB' \cdot \sin \beta$; 在 $DB'A'$ 中,

$$\frac{A'B'}{\sin D} = \frac{DB'}{\sin \alpha} \quad DB' = \frac{A'B' \cdot \sin \alpha}{\sin D}$$

又 $\because \angle B'DA' (\text{即 } \angle D) = \angle \beta - \angle \alpha, A'B' \perp AB$

$$\therefore DC' = DB' \cdot \sin \beta = \frac{A'B' \cdot \sin \alpha}{\sin D} \cdot \sin \beta = \frac{AB \cdot \sin \alpha \cdot \sin \beta}{\sin(\beta - \alpha)}$$

$$\textcircled{6} \lg DC' = \lg 41.3 + \lg \sin 22^\circ + \lg \sin 51^\circ - \lg \sin 9^\circ$$

$$= 1.6160 + 1.5736 + 1.7118 - 1.1943$$

$$= 1.7071$$

$$\therefore DC' = 50.94$$

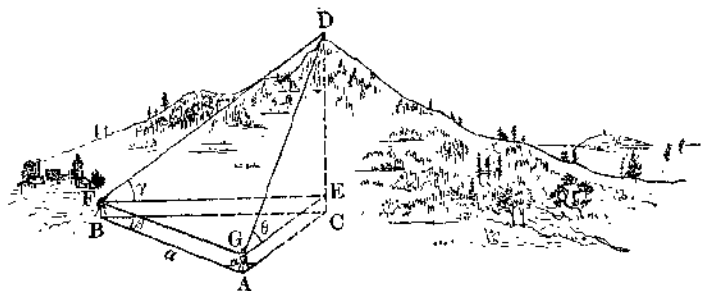


图 3-9

上相同的: 在测出垂直角度的同时, 也测出了水平角。

图 3-9 是用简易经纬仪测山高。

先在 A 点测:

1. 在 A 处放置简易经纬仪 使重锤对准木桩, 利用水准气泡, 旋动微动螺丝把简易经纬仪校正成水平。

2. 测 B 点 把简易经纬仪的镜筒调整到“0°”, 即读数指示线指在垂直刻度盘的 0° 上; 转动上盘由镜筒瞄准 B 点标杆, 这时, 水平刻度盘上的读数是 245° 。

3. 测目标 D 再转动镜筒和上盘, 瞄准山顶目标 D , 这时, 在水平刻度盘上的读数是 143° , 垂直刻度盘上的读数是 47° 。

通过测量得到:

$$\text{水平角 } \alpha = 245^\circ - 143^\circ = 102^\circ$$

$$\text{仰角 } \theta = 47^\circ$$

AB 是 76.9 米, 仪高 AG 是 1.5 米

然后在 B 点测。把 A 点木桩改插标杆, B 点标杆改打木桩, 简易经纬仪移到 B 点, 使经纬仪高 $FB = AG = 1.5$ 米。用上述相同的方法, 测出水平角 β 为 49° , 仰角 γ 为 40° 。

A 点、 B 点测好后, 可计算山高:

在 $\triangle ABC$ 中,

$$\angle ACB = 180^\circ - (\alpha + \beta) = 29^\circ$$

$$\frac{AC}{\sin 49^\circ} = \frac{AB}{\sin 29^\circ}$$

$$AC = \frac{76.9 \times \sin 49^\circ}{\sin 29^\circ}$$

在 $\triangle DEG$ 中

$$DE = GE \cdot \operatorname{tg} \theta = AC \cdot \operatorname{tg} 47^\circ$$

$$= \frac{76.9 \times \sin 49^\circ \times \operatorname{tg} 47^\circ}{\sin 29^\circ}$$

应用对数计算得:

$$DE = 128.3 \text{ 米}$$

$$\begin{aligned} DC(\text{山高}) &= DE + EC = 128.3 + 1.5 \\ &= 129.8(\text{米}) \textcircled{⑥} \end{aligned}$$

⑥ 这里, 仰角 γ 在计算中没有用到。我们也可利用仰角 $\gamma = 40^\circ$, 用同样方法计算一下, 看看计算结果是否接近。

第四章 测绘平面图

学校进行全面布置、规划,生产队制定生产计划,安排挂口搭配和劳力,进行农田基本建设,都需要一张平面图。

一、测绘学校平面图

图 4-1 是一所普通中学。

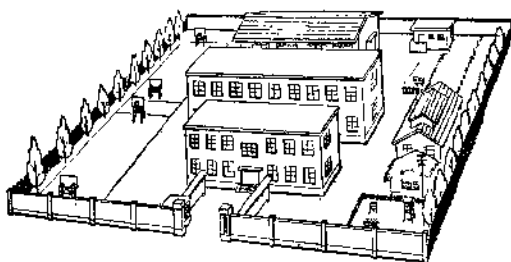


图 4-1

学校平面图可按如下步骤测绘:

(一)画草图

图 4-2 是图 4-1 这所中学的草图。草图是通过步测和目测边走边画的。如果从校门处出发,沿围墙向东走,一边走一边把“围墙”(即直线)画下来;当走到小气象站的地方,就把“小气象站”的符号画下来;转弯之后,走到小工场的地方,就把“小工场”画下来;……这样一圈兜下来,边走边画,再根

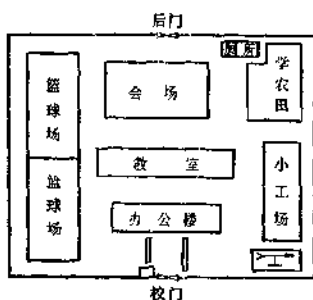


图 4-2

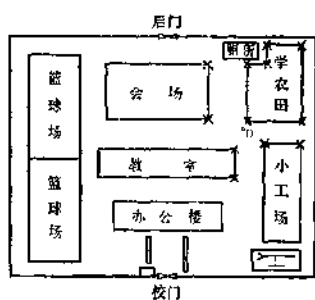


图 4-3

据教室、办公楼的大体位置在图上标明，这样，草图就算画好了。

(二) 议定测绘方案

如图 4-3 所示，O 点到教室、会场、小工场、学农田等打有“×”处的距离都能直接量出，可采用射线法测绘；对于办公楼、篮球场、小气象站、围墙等可采用交线法测绘。

(三) 应用射线法测绘教室、会场、小工场、学农田的平面图(图 4-4)

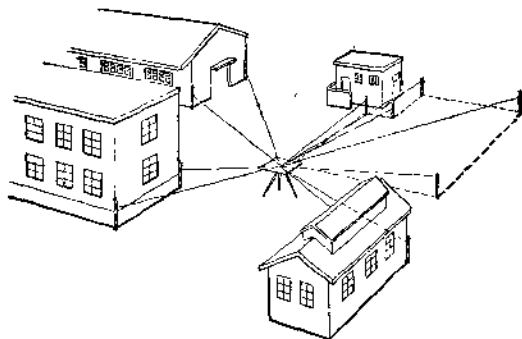


图 4-4

测绘平面图使用的主要器具是“小平板仪”。小平板仪由三脚架、图板、照准仪、移点器、指北针等组成(图4-5)。

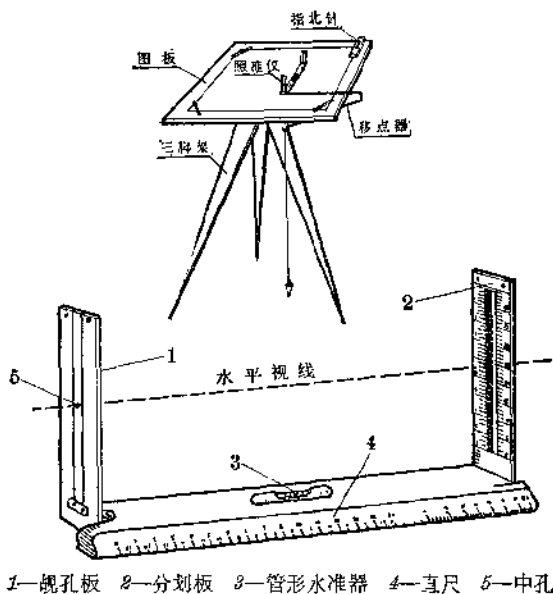


图 4-5

在测绘前,先将小平板仪安置妥当。

1. 整平 将图板放成水平。把照准仪依次放在图板上的两个互相垂直的方向上(图4-6),反复挪动三脚架的脚,使照准仪上水准器的水泡在两个方向上都居中,图板就算放成水平了。在测绘过程中要注意图板始终保持水平。

2. 对中 确定测站在图纸上的对应点——测绘的出发点。先在测站上打一木桩,然后使移点器的重锤对准木桩,这时移点器指针指在图纸上的一点,就是测站在图纸上的对应点。

3. 定向 标出平面图上的方向。利用指北针在图纸上

用符号标出方向。如果在测绘过程中要移动小平板仪的位置,注意方向必须保持不变。

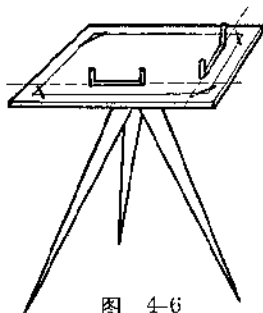


图 4-6

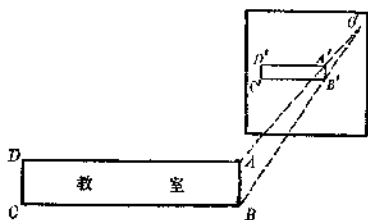


图 4-7

小平板安放妥当后,开始测绘工作。

先测绘教室平面图(图 4-7):

——在教室 A 、 B 处各放置一根标杆。

——在图纸 O' 点上插一大头针,把照准仪紧靠大头针,同时瞄准 A 处标杆,随即在图纸上沿照准仪的直尺画线,这线就是 O' 到 A 点的射线。

——量出测站 O 到 A 点的实际距离,按比例缩小,在射线上截取 $O'A'$ 。

——用同样的方法画出 O' 到 B 的射线,并截取 $O'B'$,连接 $A'B'$,表示教室的一边。

——量出教室的长 AD ,按比例在图纸上画长方形 $A'B'C'D'$,即为教室的平面图。

会场、小工场、厕所的平面图也可以用上述方法进行测绘。

测绘学农田平面图(图 4-8):

——在学农田的转弯角 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 各点上依次插标杆,用照准仪瞄准后,画出各条射线。

——量出 O 点到 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 各点的距离，按比例在图纸上截取 $O'A'$ 、 $O'B'$ 、 $O'C'$ 、 $O'D'$ 、 $O'E'$ 、 $O'F'$ 。

——连接 $A'B'$ 、 $B'C'$ 、 $C'D'$ 、 $D'E'$ 、 $E'F'$ 、 $F'A'$ ，就得到学农田的平面图。

上述教室、会场、小工场、学农田、厕所等平面图是在一个测站上测绘的，小平板仪不必移动，图纸不必调换。

(四)应用交线法测绘办公楼、篮球场、传达室、小气象站、围墙等平面图

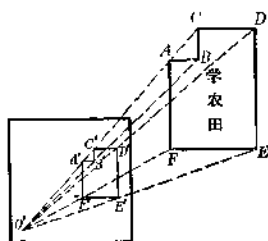


图 4-8

如图 4-9 所示，教室、会场等平面图已测绘好，那末教室

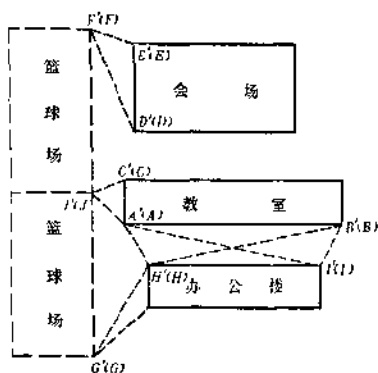


图 4-9

的两角 A 、 B 到办公楼的一角 H 点的距离 AH 、 BH 可以直接量出。根据已知三边作三角形的方法，在图纸上按比例画两条相交弧线，得到交点 H' 。用同样方法确定 I' 点。接着量出办公楼的宽，按比例画出办公楼的平面图。

测绘篮球场平面图，也是根据已测绘好的会场、教室、办公楼平面图的两个角，用交线法来确定篮球场平面图的 F' 、 J' 、 G' 点，然后量出篮球场宽，按比例画出篮球场平面图。

其余象小气象站、传达室、校门、围墙等平面图，都可用交线法测绘。

(五)加上图式, 绘成学校平面图

为了能清楚、简单地在平面图上反映出学校的布局和环境, 可以用一些图式来表示。一般常用的图式有:

测绘平面图的常用图式

 砖平房	 河流及浜	 渠道	 电线杆
 楼房(两层)	 池塘	 斗闸门	 土墩
 草房	 铁路桥	 水沟	 沼泽
 棚	 公路桥	 土堤	 荒地
 室外扶梯	 拖拉机路桥	 田及田岸	 竹林
 竹篱	 拱桥	 水泥场地	 树林
 树篱	 行人石桥(或水泥桥)	 土圆仓	 果园
 铁丝网	 小桥	 积肥潭	 水井
 墙(有墩) 门(无墩)	 渡口	 粪池	 塔
 公路	 码头(有建筑物) 头(无建筑物)	 氨水池	 水塔
 简易公路(可行汽车的土路)	 水(单闸) 闸(双闸)	 水池(泥) 池(石砌)	 气象设置
 小路	 拦水坝	 电灌站	 涵洞(过路)
 铁路	 倒虹吸(过河)	 变压器	 沙滩

图 4-10

在加画图式之前,先要将平面图中不再需要的线条,如射线法测绘时画的射线,用交线法测绘时画的弧线擦去。

在画行道树等图式时,只要求表示它们的位置,而不必考虑它们的占地面积。

另外,房屋等有明显周界的,平面图上用直线表示,而篮球场、学农田等无明显周界的,则平面图上用虚线表示。平面图上可适当加注文字说明,如教室等。

最后,在平面图上要标上“图式”、比例尺、指北方向等。这样,学校平面图就算画好了(图4-11)。

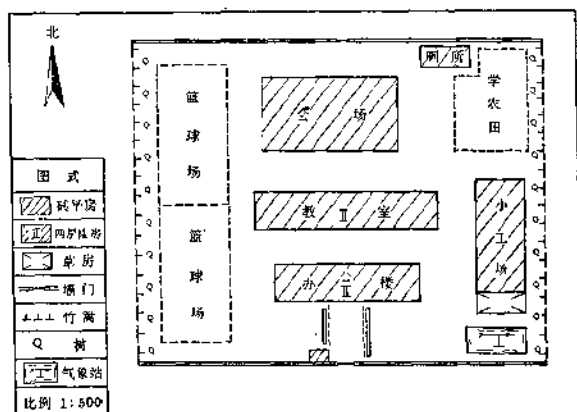


图 4-11

二、测绘生产队平面图

图4-12是一张要测绘的光明生产队平面图。

从图4-12中我们可以清楚地看到生产队的每一块田地,每一条河流、渠道和道路,每一座桥梁,每一幢房屋等等的设置情况。这对于合理安排农作物的各种品种、茬口搭配、落实

国家种植计划以及农活和劳动力的调配都提供了有利的条件。在规划农田水利建设和新农村的时候，也同样需要这样的平面图。

那么，怎样用小平板仪来测绘生产队平面图呢？其测绘的方法一般可分准备工作、测绘工作、绘图工作三个阶段进行：

(一) 准备工作

1. 了解地貌，画出草图 图 4-13 是光明生产队的草图。画的时候，可在比较熟悉生产队地貌的社员带领下，沿生产队周界走一圈（先在人民河以北，然后在人民河以南），边走边画。同时，根据渠道、宅基、蘑菇房、桥梁等位置，把草图大体勾画出来。交界的大队、生产队以及河流等也要标清楚。

对于分界线不明显或分布比较复杂的地区还要画出局部草图。如大田 V 和新余生产队在交界两边种的作物相同，不

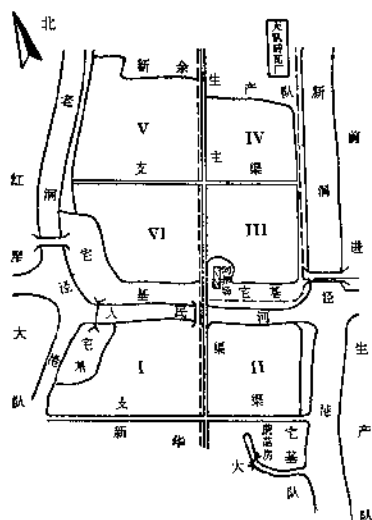


图 4-13

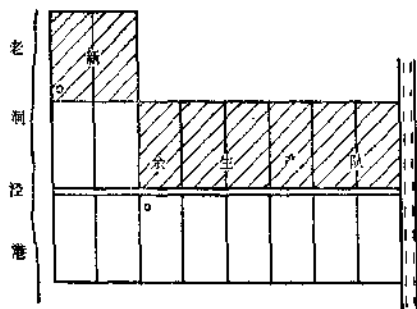


图 4-14

易分清,就需要画出局部草图(图 4-14),在图上作出一些标记,如电线杆。

如遇到有“插花田”的情况(和其他生产队交叉种的田块),也要画局部草图。

饲养场附近宅基、竹园、田块分布较复杂,也需要画局部草图,并用文字标明(见图 4-15)。

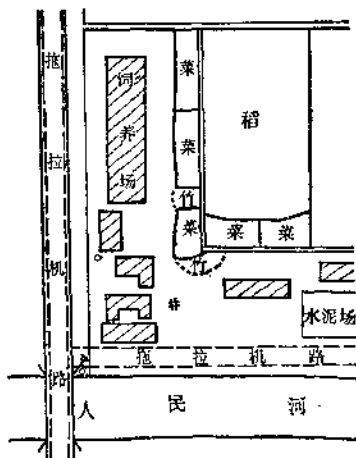


图 4-15

2. 划分测绘区域 生产队面积较大, 可以分成一小块、一小块来进行测绘。先按照生产队的各种界线, 如河流、渠道、拖拉机路等把全队分成几大区域, 在图 4-13 中分成 I、II、III、IV、V、VI 六个区域。再把每一个大区域分成若干小区域, 如图 4-16 所示, 就是把“I”区域分成甲、乙、丙以及宅基等小区域。

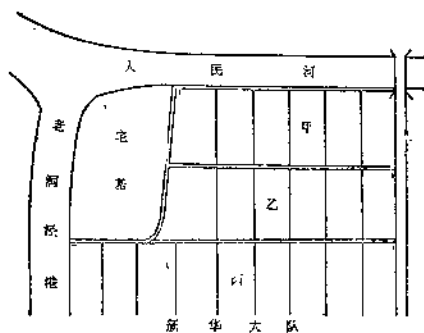


图 4-16

3. 组织测绘人员 测绘小组五人左右, 大致分工为: 照准测绘 1 人, 扶标杆 1 人, 拉皮尺 2 人, 做记录 1 人。

(二) 测绘工作

1. 测绘大田平面图 通常可用射线法来测绘大田平面图。如图 4-17 所示, 在测站 O 上, 用照准仪依次瞄准 A 、 B 、 C 、 D 各点, 画出各条射线, 然后分别量出测站 O 到 A 、 B 、 C 、 D 各点的距离, 按比例缩小之后在各射线上截得 A' 、 B' 、 C' 、 D' 点, $A'B'C'D'$ 即为大田的平面图。

当大田里种有较茂盛的农作物, 不能直接丈量测站到标杆距离的时候, 用射线法测绘是有困难的, 这时就采用射线圆

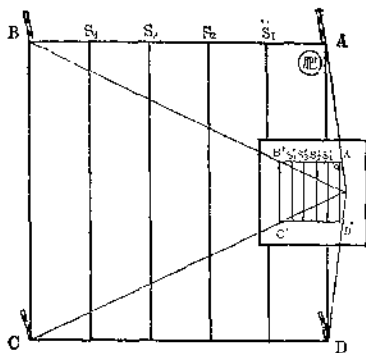


图 4-17

弧交会法进行测绘。如图 4-17 所示,先用射线法测绘出 A 的对应点 A' , D 的对应点 D' ,以及射线 $O'B'$ 和 $O'C'$ 。如果 OB 、 OC 间的距离不能直接丈量,则可量出 AB 的距离,以点 A' 为圆心, AB 按比例缩小的长度 $A'B'$ 为半径画圆弧,与射线 $O'B'$ 相交于 B' 点,用同样方法测绘出 C' 点,就得到大田的平面图。

在量 AB 距离的同时,可以把 AS_1 、 S_1S_2 、 S_2S_3 、 S_3S_4 、 S_4B 的距离量出来,这样,在平面图上就可按比例测绘出 S'_1 、 S'_2 、 S'_3 、 S'_4 点,从而得到每一块田的平面图。

在大田测绘中要注意以下几点:

(1) 用射线圆弧交会法测绘,经常会得到圆弧与射线相交的两个交点,要根据实际情况决定取舍。

(2) 小田埂的占地面积,一般是计算在大田面积内的。因此放标杆、量距离、打木桩的时候,都要以小田埂的中心线为准。

(3) 对于大田里的积肥潭,不必另行测绘,只需在平面图

上注明一下。

(4) 对于大田旁边的拖拉机路、渠道等平面图的测绘方法,可以先量出路宽、渠道宽,然后按比例画两条平行线。

(5) 对于田埂弯曲的大田,如图4-18所示,要在田埂上加放标杆,用射线法或射线圆弧交会法测绘出A、B、C、D、E、F、G、H各点,然后根据实际弯曲情况,把这些点连接起来。

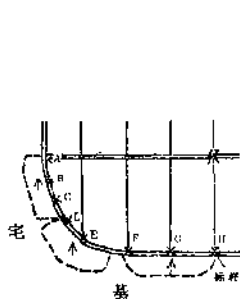


图 4-18

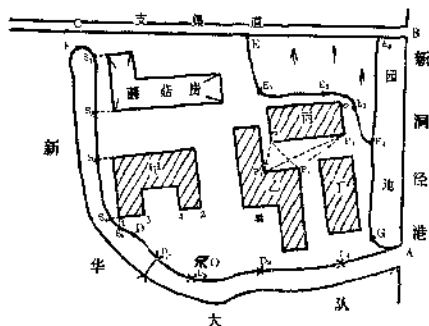


图 4-19

2. 测绘宅基地平面图 图4-19是蘑菇房所在的宅基地,测绘时,先选择一测站O,使它既能看到支渠道边E点,又能看到新洞泾港岸边A点。

(1) 用射线法测绘房甲平面图。测绘时,只需测出房甲的点1、点2,连接这两点,量出点1至点3、点2至点4的距离,截得点3和点4,然后在1、2、3、4各点上作垂线,量出屋宽截取之,即得房甲平面图。用同样方法测绘出房乙的平面图。

(2) 用射线法测绘出浜岸上D、D₁、D₂、D₃、D₄、A各点,根据浜岸的实际情况连接这些点,画出浜岸DA的平面图

(包括测绘出小木桥的位置)。用射线法测绘出 E 点。

(3) 利用已测绘出的房乙平面图，用交线法测绘房丙。测绘时，量出 P_1 到 P_2 、 P_2 到 P_3 的实际距离，在平面图上按比例缩小画两圆弧相交于 P_3 ，同理得到 P_4 ，然后测绘出房丙平面图。同样，再用交线法测绘房丁和竹园边 E_1 、 E_2 、 E_3 、 E_4 各点以及园地边 G 点。

(4) 利用已测绘出的 E 点、 A 点，用交线法测绘支渠道和新洞泾港交点 B ，同时截得 E_5 点，连接 E 、 E_1 、 E_2 、 E_3 、 E_4 、 E_5 各点，得到竹园的平面图；连接 E_4 、 G 、 A 、 B 、 E_5 各点，得到园地的平面图。 C 点是光明生产队和新华大队的交界点，

可在 BE 的延长线上截得。

(5) 用支距法测绘蘑菇房平面图。用交线法测绘蘑菇房平面图，由于“交线”太长，测绘不大方便，可采用支距法测绘(图 4-20)。

在蘑菇房 K_1 点固定卷尺的一头，另一头在直线 CE 上摆动，量出 K_1 到直线 CE 的最短距离 K_1H_1 (即垂线距离)。再量出垂足 H_1 到 E 的实际距离，在 EC 上截取 H_1 点，过 H_1 点作 CE 的垂线。在垂线上截得 K_1 点。用同样方法测绘出 K_2 、 K_3 点，然后画出蘑菇房平面图。

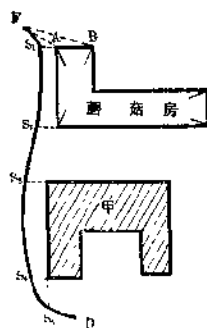


图 4-21

(6) 利用已测绘好的蘑菇房、房甲测绘浜岸 FD (图

4-21)。一人站在蘑菇房 B 点后面，指挥另一人在浜岸找一点 S_1 ，使 B 、 A 、 S_1 点在一直线上，量出 AS_1 的实际距离，在平面图 AB 的延长线上截得 S_1 点。用同样方法测出 S_2 、 S_3 、 S_4 、 S_5 各点。另外用交线法测出 F 点，按实际情况把这些点连接起来，就得到浜岸的平面图。然后，估计一下浜宽，描绘出来，并把小木桥标上(见图 4-19)。

有的宅基区还设有水泥场地、仓库、土圆仓等，可用射线法测绘水泥场地、仓库的平面图(见图 4-22，4-23)。

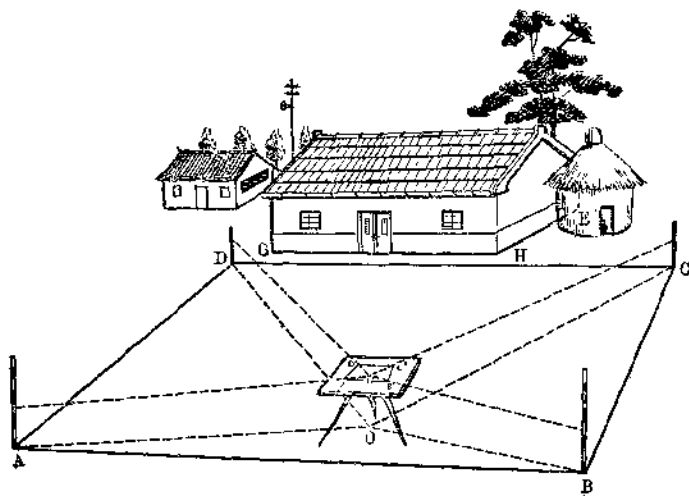


图 4-22

土圆仓的平面图是个圆。测绘时，只要先量出土圆仓的周长，算出半径 r (半径 $r = \text{圆周长} \div 2\pi$)，再量出仓库两只屋角 H' 点和 E' 点到土圆仓的最短距离 a 、 b ，然后分别以 H' 、 E' 点为圆心， $a+r$ 和 $b+r$ 按比例缩小的长度为半径，在平面图上画圆弧相交于 K' 点， K' 点就是土圆仓平面图的圆心。

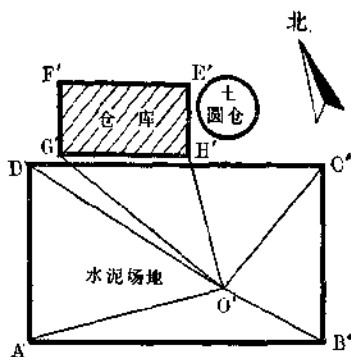


图 4-23

以 E' 点为圆心, r 按比例缩小的长度为半径画圆, 即为土圆仓的平面图(图 4-24)。

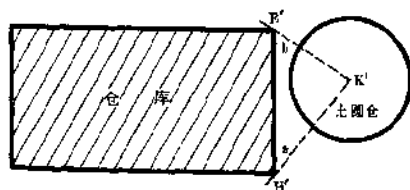


图 4-24

3. 测绘河对岸的拼接点 每一个区域的测绘工作完成之后, 可利用自然界限如渠道、田埂、拖拉机路等把它们拼接起来。对于隔河的两区域, 则要在河的一侧用交会法测绘出对河的拼接点(图 4-25), 再行拼接。

在测绘“T”区的同时, 要测绘在对河宅基地里的两个拼接点 C 、 D 。

(1) 如图 4-26 所示, 在“T”区河岸选择 A 、 B 两点, 先在 A 点用射线法测绘出射线 $A'C$ 、 $A'D$ 、 $A'B$ 。

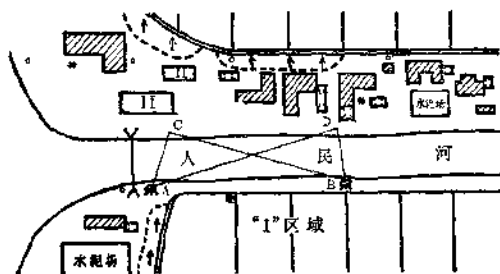


图 4-25

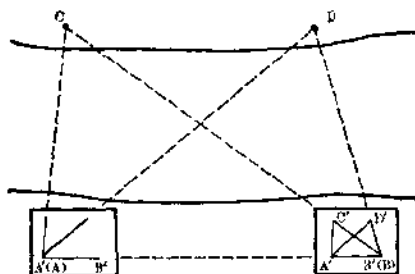


图 4-26

(2) 量出 AB 的实际距离，按比例缩小在射线 $A'B$ 上截得 B' 点。

(3) 把小平板仪移至 B 点，使 B' 点和 B 点在同一条铅垂线上，用照准仪瞄准 A 点，且使照准仪的直尺边缘与 $A'B'$ 重合。

(4) 用射线法测绘出射线 $B'C$ 、 $B'D$ 。两组射线相交于 C' 点、 D' 点，这 C' 、 D' 点就是对河两拼接点的平面图。

(三) 绘图工作

测绘好生产队各区域的平面图之后，就要把它们拼接起来(图 4-27)。

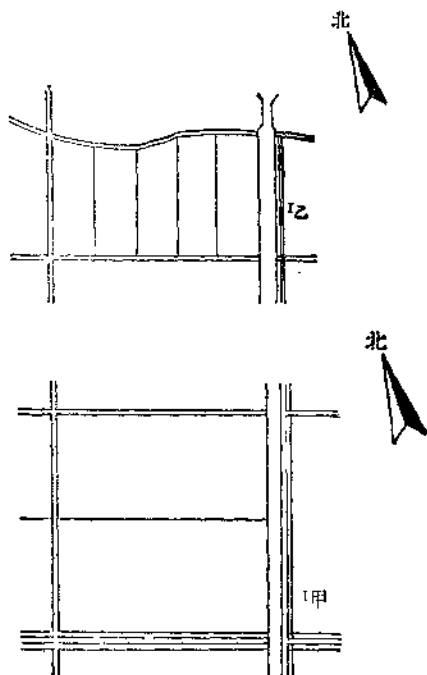


图 4-27

拼图时,先将一个区域的平面图用透明纸描绘下来(包括对河的拼接点),然后利用自然界限(或对河的拼接点)与另一区域的平面图拼接。如果两图的自然界限(或拼接点)重合,便把另一区域的平面图也描绘在这张透明纸上,这就拼接好了(图4-28)。如果不能完全重合而微有偏差,或拼接后的平面图与实际情况稍有出入,例如渠道原是直的,拼接后渠道平面图略有弯折,则要作适当调整。如果误差过大不能拼接,要实地分析,找出原因,必要时重新进行测绘。拼图的顺序是先

把各个大区域分别拼好,再把人民河以北几个大区域拼好,人民河以南几个大区域也拼好,最后拼成全图(图 4-12)。

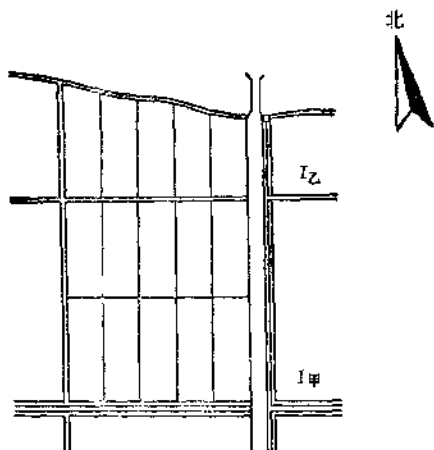


图 4-28

总图拼成后,把图上不需要的文字、线条擦去,注上图式,加上边框、图式说明,比例尺,生产队名称,测绘单位,测绘日期以及根据测绘时测出的指北方向在总图上统一标明。这样,一张完整的生产队平面图就绘成了。

三、用导线法进行比较精确的平面图测绘

需要一张比较精确的平面图,这就要用导线法来进行测绘。

用导线法测绘某一地区的平面图分四步进行,下面以图 4-29 为例。

1. 选定测站 测站是根据草图和实际地形决定的。每两个相邻的测站要互相看得见;相邻两个测站的距离能直接

量出。图 4-29 中的 A 、 B 、 C 、 D 、 E 为选定的测站，测站选定后，要在各测站上打上木桩。

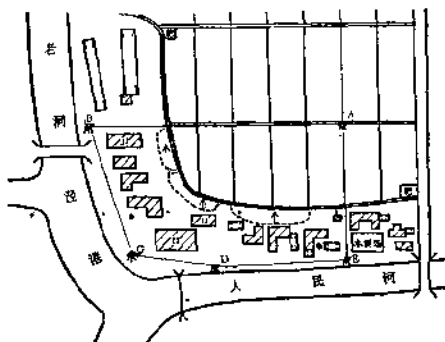


图 4-29

2. 建立“导线网” 有几个测站就要移动安放几次小平板仪。为了减少移动小平板仪时产生的误差，首先要把这些测站的位置在图纸上确定下来。连接相邻两测站，就成为一一个闭合图形，这就叫“导线网”，图 4-29 中闭合五边形 $ABCDE$ 就是导线网，测绘的方法(图 4-30)是：

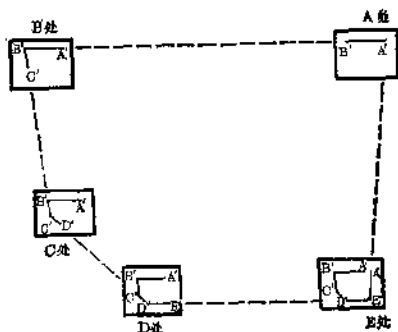


图 4-30

(1) 在测站 A 处安置小平板仪, 测站 B 处放标杆, 测绘出测站 B 的对应站 B' , 连接 $A'B'$ 。

(2) 将小平板仪移到测站 B 处, 在测站 A 、 C 处放标杆。安置小平板仪时, 用移点器使图纸上的 B' 点对准 B 点木桩, 用照准仪瞄准 A 点标杆, 使照准仪的直尺边缘和 $A'B'$ 重合, 接着测绘出 $B'C'$ 。

(3) 再将小平板仪移到测站 C 处, 在测站 B 、 D 处放标杆, 用上面同样的方法, 测绘出 $C'D'$ 。再用同样方法在测站 D 处测绘出 $D'E'$, 在测站 E 处测绘出 $E'A''$ 。

如果 A' 和 A'' 点重合, 导线网就算测绘好了。但在通常情况下, A' 和 A'' 点是不重合的。

3. 调整闭合差 如图 4-30 所示, 当 A' 和 A'' 点不重合时, 连接 $A'A''$, $A'A''$ 的长度称为闭合差。

调整闭合差的方法是:

(1) 画一个直角三角形, 使三角形的一直角边 a 等于总导线长: $A'B' + B'C' + C'D' + D'E' + E'A'$; 另一直角边 b 等于闭合差 $A'A''$ 。分别在 B' 、 C' 、 D' 、 E' 各点上作直角边 a 的垂直线, 与斜边交于 B'' 、 C'' 、 D'' 、 E'' 点, 线段 $B'B''$ 、 $C'C''$ 、 $D'D''$ 、 $E'E''$ 分别为各点的调整值(图 4-31)。

(2) 过 B' 、 C' 、 D' 、 E' 点分别作 $A''A'$ 的同向平行线, 截

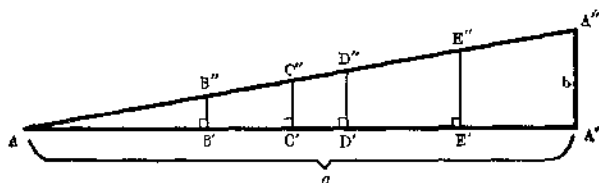


图 4-31

取调整值 $B'B''$ 、 $C'C''$ 、 $D'D''$ 、 $E'E''$ ，连接 $A'B''C''D''E''A'$ ，这个闭合的五边形就是调整后的导线网(图 4-32)。

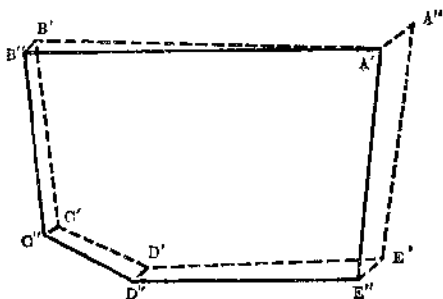


图 4-32

4. 进行碎部测量，画出平面图 在测站 A 上安置小平板仪，使导线 $A'B''$ 和 $A'E''$ ，与 A 点到 B 点、 A 点到 E 点的视线重合，然后用射线法或射线圆弧交会法或交会法等方法，对大田、房屋……进行测绘。在其他测站上，用同样步骤进行测绘。

各个测站的碎部测量完成后，加上图式，整个平面图也就画好了。

用导线法测绘平面图，由于利用“导线网”控制，碎部测量后又不必进行拼图，因此积累误差较小，图形比较精确。在日常的测量工作中，普遍采用这种方法。

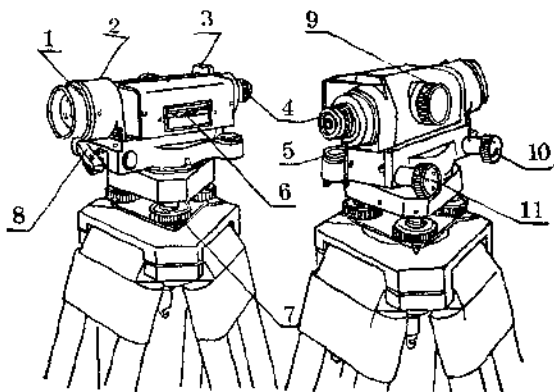
第五章 测 高 程

在修筑渠道和道路,改造农田等工程中,都要进行水准测量,测量地面上有关各点的高程。

测高程的主要工具是水准仪(图 5-1a)和水准标尺(图 5-1b)。

水准仪是一种比较精密的测量仪器。在没有水准仪的情况下,可以自制简易水准仪。

简易水准仪是根据“当水不流动时,水面视线是水平的”



1—望远镜物镜 2—准星 3—缺口 4—望远镜目镜 5—圆水准器 6—管形符合水泡 7—脚螺旋 8—方向固定扳子 9—调焦轮
10—方向微动螺旋 11—微倾螺旋

图 5-1(a)

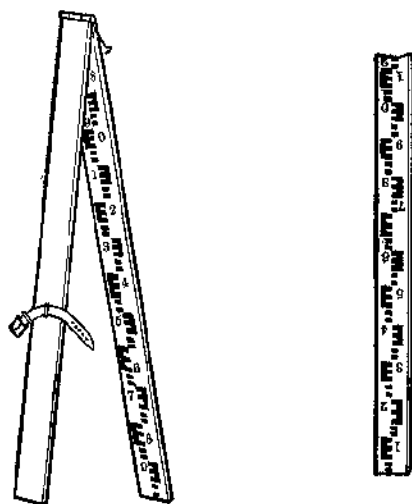


图 5-1(b)

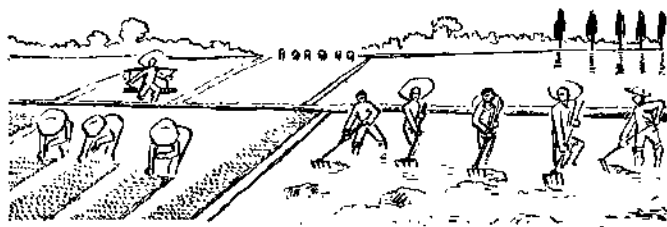


图 5-2

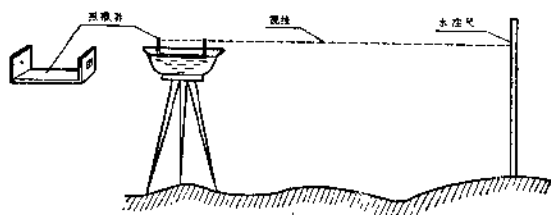


图 5-3

这个原理制作的。劳动人民在生产实践中早就积累了这方面的知识，“放水法”平整水稻田就是其中一例。

图 5-2 是一块水稻田，平整前先灌水，然后放水，放到一定的时候，高的地方露了出来，低的地方积水较深，于是就把露出来的土壤到低的地方，使水稻田地面大体上与水面一样平，就算平整好了。

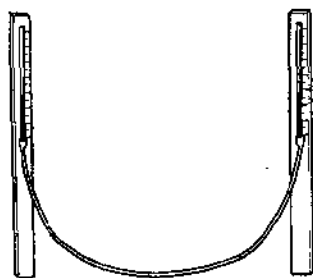


图 5-4

土觐板水准仪(图 5-3)和连通管水平仪(图 5-4)就是根据这个原理制作的简易水准仪。下面我们就利用这些简易的水准仪进行渠道和道路的高程测量。

一、渠道测量

“水利是农业的命脉”。渠道是农田水利设施的重要组成部分。建筑渠道之前，为了确定渠道的合理走向，保证灌溉效能，以及估算工程土方，必需进行定线和高程测量。

(一) 渠道定线

渠道定线就是定渠道的中心线。要选择能够运用自流，便于灌溉，而且尽可能少占农田，少遇障碍，用工土方少的路线。

渠道路线定好后，沿渠道中心线每隔 20 米打一木桩，并且进行编号，依次为 0+000、0+020、0+040……这里“+”号前而的数表示该桩与起点相距的公里数，后面的数表示米数，如离起点 1 公里 60 米的木桩桩号为 1+060。

在地形变化较大或转弯的地方，应加添木桩。如图 5-5 所示，0+060 桩向前 10 米的地方，地势特别低，就在该处加一木桩，记为 0+070。

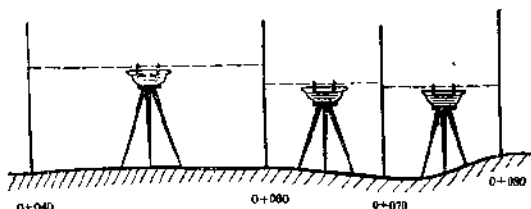


图 5-5

打桩定线的时候，遇到中间有障碍物，如图 5-6，在 B 点 0+600 桩前面有一片竹林，可以用平行移出法来确定障碍物背后的渠线。方法是在 B 点用直角器引出 AB 的垂直线 BC ，并在 C 点上打桩。同样，用直角器引出 BC 的垂直线 $CE=40$ 米，在 E 点上打桩。如果该线上的 D 点 ($CD=20$ 米) 也已经越过竹林，那么在 D 点上也打桩。在 D 、 E 点再用直角器引出 CE 的两条垂直线： $DF=BC$ ， $EG=BC$ 。然后在 F 点、 G 点都打上桩，分别编号为 0+620、0+640，这时 G 、 F 、 B 、 A 就在一条直线上。

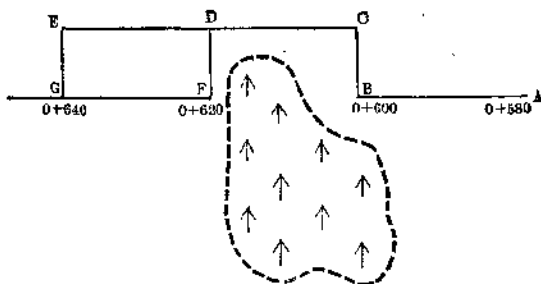


图 5-6

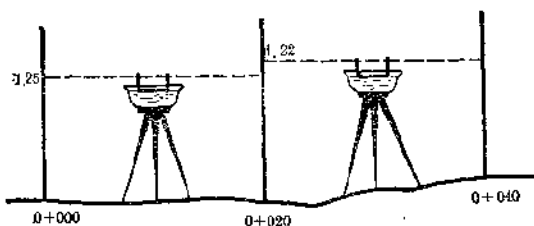


图 5-7

(二) 渠道路线水准测量

渠道定线后，就要进一步了解渠道路线的高度变化情况。

渠道的起点桩 0+000 的高程是 4.52 米^②。为了测量和设计的方便，可以假定起点桩的高程是 0 米或 10 米(这里假定为 10 米)。接着是测 0+020 桩的高程，方法是在 0+000 桩和 0+020 桩的中间放置水准仪(图 5-7)，并在两桩处各竖立一根水准尺。用水准仪测得 0+000 桩处水准尺的读数是 1.25 米(这个读数叫后视读数，简称后视)，测得 0+020 桩处水准尺的读数是 1.22 米(这个读数叫前视读数，简称前视)，那末

$$h(\text{高差}) = 1.25 \text{ 米(后视)} - 1.22 \text{ 米(前视)} = 0.03 \text{ 米}$$

这里高差是正数，表示前视点高于后视点；如果高差是负数，那末就表示前视点低于后视点。得到

$$\begin{aligned} 0+020 \text{ 桩的高程} &= 0+000 \text{ 桩的高程} + \text{高差} \\ &= 10.00 \text{ 米} + 0.03 \text{ 米} \\ &= 10.03 \text{ 米} \end{aligned}$$

用同样的方法，测出 0+040、0+060、0+070、0+080……

^② 在上海地区，地物的底程是以吴淞零点为基准的，这里 0+000 的高程就是指比吴淞水准零点高 4.52 米。

各桩的高程,直至渠线的终点,并且把它们填入表中:

渠道路线水准测量记录表

(单位:米)

观测者:

记录者:

日期:

桩号	标尺读数		高差	高程	备注
	后视	前视			
0+000	1.25			10.00	
0+020	1.32	1.22	0.03	10.03	
0+040	1.05	1.15	0.17	10.20	
0+060	1.18	1.55	-0.50	9.70	
0+070	1.64	1.43	-0.25	9.45	凹地
0+080	1.27	1.17	0.47	9.92	
0+100	1.24	1.04	0.23	10.15	
0+120	1.09	1.19	0.05	10.20	
0+140	1.97	1.40	-0.31	9.89	
0+148		0.56	1.41	11.30	土堆

渠道路线水准测量是否正确,影响到全部渠道工程的质量。为了及时纠正错误,可用下面的方法对某一段水准测量进行检查。以检查 0+000 桩到 0+148 桩为例:

$$\begin{aligned} \text{先计算: (后视总和) - (前视总和)} &= 12.01 \text{ 米} - 10.71 \text{ 米} \\ &= 1.30 \text{ 米} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{后计算: (最后一个桩 0+148 的高程) - (第一个桩 0+000} \\ \text{的高程)} &= 11.30 \text{ 米} - 10.00 \text{ 米} = 1.30 \text{ 米} \end{aligned}$$

这两个计算结果相等,说明 0+000 桩到 0+148 桩之间的水准测量是正确的;“不相等”就表示有错误存在,需要重新进行测量,加以修正。

(三) 渠道纵断面的绘制

为了清楚地表示出地面高低起伏的情况 和 进行 渠道设计, 必须绘制渠道的纵断面图。

渠道的纵断面图是根据渠道路线水准测量表绘制的。通常, 纵断面图上采用的水平距离比例尺和垂直方向比例尺是不同的, 图 5-8 水平比例尺用 1:1000, 垂直比例尺用 1:100。

为了保证渠道水流由高到低, 必须根据设计的渠底高程和选定比降^⑧, 画出渠底设计线(图 5-8)。

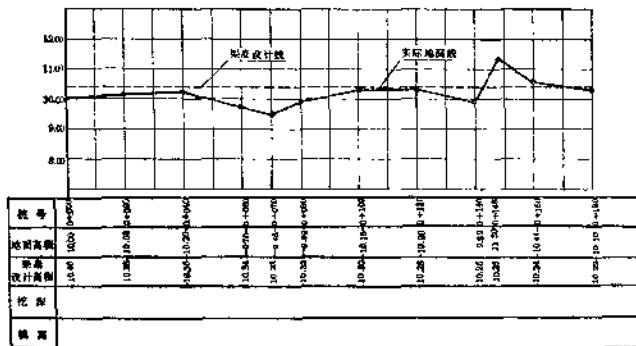


图 5-8

(四) 渠道横断面的绘制

渠道横断面是按每个测桩来测绘的, 测绘的方法与测绘纵断面的方法相同。

如图 5-9, 测 0+060 桩的横断面, 在 0+060 桩的左右两边, 根据地形各选择几个测点, 用连通管水准仪以 0+060 桩为起点向右测量, 把结果填入表中。

^⑧ 渠道的比降就是渠道首尾两端的高差与渠线水平距离的比值, 即渠道底面的坡度。图 5-8 中渠道选定的比降是 1/1000。

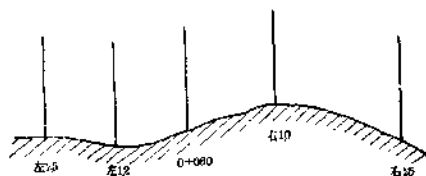


图 5-9

水准测量记录表

(单位: 米)

观测者:

记录者:

日期:

桩 号	标 尺 读 数		高 差	高 程	备 注
	后 视	前 视			
0+060	1.20			9.70	
右 1.0	1.08	1.14	0.06	9.76	
右 2.5		1.26	-0.18	9.58	

同样, 以 0+060 桩为起点向左测量, 把结果填入表中:

水准测量记录表

(单位: 米)

观测者:

记录者:

日期:

桩 号	标 尺 读 数		高 差	高 程	备 注
	后 视	前 视			
0+060	1.12			9.70	
左 1.2	1.19	1.23	-0.10	9.60	
左 2.5		1.15	0.04	9.64	

根据各点高程, 画出 0+060 桩的横断面图(图 5-10)。

测量横断面, 也可以采用如图 5-11 所示的方法。

把标杆或皮尺紧靠较高的地面拉成水平, 量出 $a_1=0.10$ 米, $a_2=0.06$ 米, $b_1=0.06$ 米, $b_2=0.18$ 米, 根据 0+060 桩的高程是 9.70 米, 算出“右 1.0”高程是 9.76 米, “右 2.5”高程

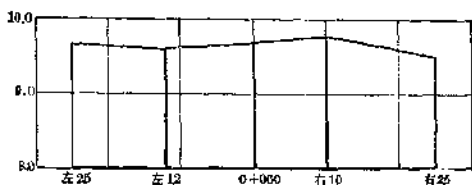


图 5-10

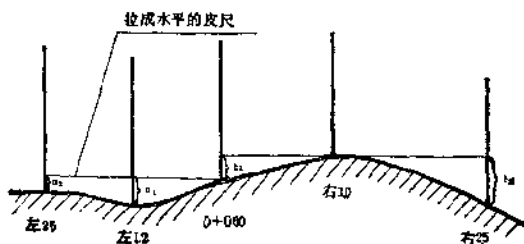


图 5-11

是9.58米，“左1.2”高程是9.60米，“左2.5”高程是9.64米。

纵横断面图绘制后，便可进行渠道设计，计算出工程土方总量，安排施工了。

二、道路测量

道路测量和渠道测量相似，也包括有定线、路线水准测量、绘制纵横断面图、计算工程土方等。每一步的具体做法也和渠道测量的做法大致相同。

如有一段公路，由于地势较低，需要在原有的路面上加高30厘米左右。

从起点开始沿道路中心线每隔20米做一标记，然后按前面讲的渠道路线水准测量的方法，用水准仪进行旧路面高程测量，并把测量结果填入表中：

道路路线水准测量记录表

(单位: 米)

观测者:

记录者:

日期:

桩号	标尺读数		高差	高程	备注
	后视	前视			
0+000	1.31			10.00	
0+020	1.15	1.31	0	10.00	
0+040	1.28	1.33	-0.18	9.82	
0+060	1.25	1.25	0.03	9.85	
0+080	1.35	1.19	0.06	9.91	
0+100	1.19	1.39	-0.04	9.87	
0+120	1.51	1.30	-0.11	9.76	
0+140	1.43	1.12	0.39	10.15	
0+160	1.45	1.08	0.35	10.50	
0+177		1.15	0.30	10.80	

用绘制渠道纵断面图相同的方法, 画出原有公路路面线, 并按照修路要求, 画出填高后新路面设计线(图 5-12)。

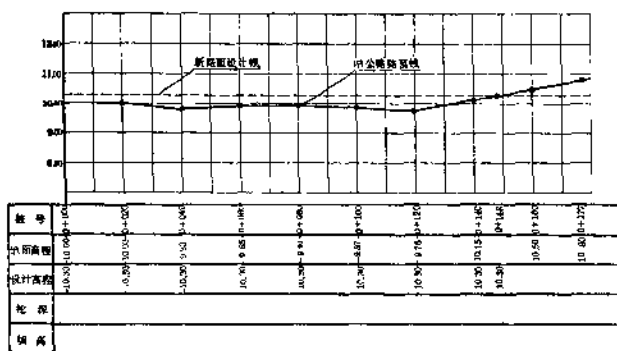


图 5-12

第六章 简易测量工具的制作

开展测量活动,遇到工具缺少情况,可以因地制宜,就地取材自己动手制作一些简易的测量工具。

一、标杆(图 6-1)



图 6-1

制作过程:

(1) 取直径为 3 厘米左右、长 1.8 米左右的挺直竹竿一根,把竹竿上的节子削平,然后用木砂纸把竹竿表面一层竹青砂去,漆上白漆。

(2) 白漆干后,每隔 20 厘米漆上一段 20 厘米长的红漆。这样,一根标杆就做好了。

二、测 绳(图 6-2)



图 6-2

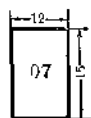


图 6-3

制作过程:

(1) 取直径为 5 毫米左右、长 30 米的麻绳一根, 两头用细铅丝扎紧。

(2) 剪 30 块阔 12 毫米、长 15 毫米的白铁皮, 在每块白铁皮上用钢质号码字敲上 1 到 30 的数字, 再用红漆涂在这些数字上(图 6-3)。在找不到钢质号码字时, 可先在白铁皮上写好 1 到 30 的数字, 然后用铁钉凿出痕迹, 用红漆涂上。

(3) 按 1 到 30 的顺序, 在麻绳上每隔一米依次包上一块铁皮, 作为长度标记。

另备 1 米长的细竹竿一根, 每隔 10 厘米做上一个标记, 以供测量时与测绳一起使用。

三、直 角 器(图 6-4)

制作过程:

(1) 取 3 厘米见方、长 120 厘米的木条一根和宽 3 厘米、厚 1.4 厘米、长 28 厘米的木条两根。

(2) 如图 6-5 所示, 将两根 28 厘米长的木条中间开槽。然后用胶水(树胶或鱼胶)把这两根木条对梢交叉粘合成十字架型。

(3) 在已经粘合成十字形的两根木条上, 分别画出它们

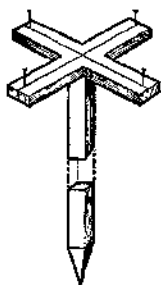


图 6-4

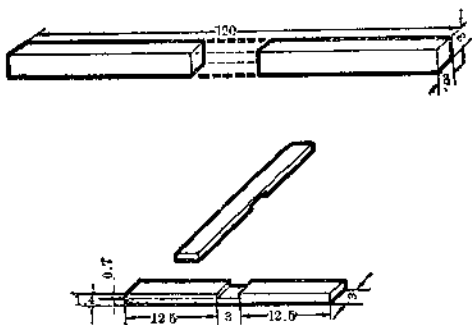


图 6-5

的中心线。若两中心线不垂直，则应进行调整使其垂直。

(4) 在十字形木条的中心线上，距木条各端 1.5 厘米的地方，钻一个直径为 2 毫米的小孔，然后从木条的背面钉入 2 寸长的铁钉。

(5) 把 120 厘米长的木条下端削成锥形，然后把十字形的木条用两只铁钉子钉在长木条上端，并使十字架的底面与长木条垂直。

总之，要使十字架两端铁钉的连线互相垂直。

四、垂直测角器(图 6-6)

制作过程:

(1) 取厚 1.2 厘米的木板一块，锯成如图 6-7 手枪型。

(2) 在手枪型木板上先确定 O 点、 P 点、 Q 点，然后取直径为 8.75 厘米的透明量角器一块，使量角器的圆心对准 O 点，量角器的直边与手枪型木板 AB 边平行，然后把量角器四周的外形画在木板上，沿画好的线用小刀在木板上挖去量角器那样厚度，把量角器嵌入木板，并用胶水粘住。在 O 点钻

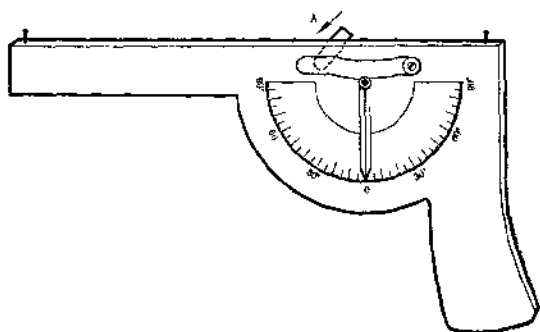


图 6-6

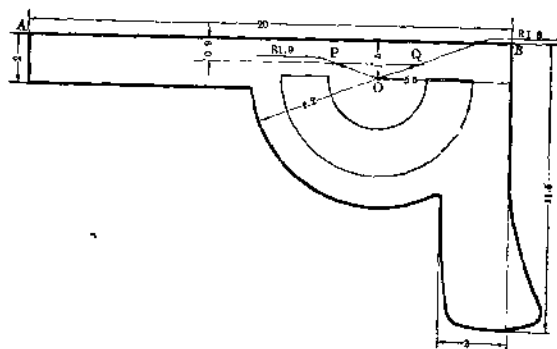


图 6-7

一只直径为 1.5 毫米、深 8 毫米的小孔，在 P 点钻一只直径为 8 毫米的孔，在 Q 点钻一只直径为 3 毫米的孔（打穿）。

(3) 取宽 13 毫米、长 50 毫米的磷铜片或黄铜片一块作弹簧片，剪成如图 6-8 的形状。按图上尺寸在弹簧片上钻三只孔，并在中间一只孔里焊上一段直径为 1 毫米左右、长 6 毫米的铜丝。用刀削成直径为 6 毫米、长 16 毫米的圆木柱一只，用小钉固定在弹簧片左端的小孔处。然后把弹簧片适当

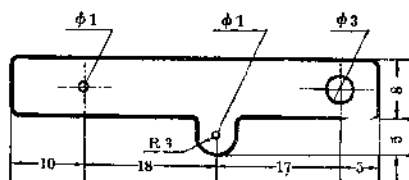


图 6-8

弯一下,使中间部分略为凸出。

(4) 取一块透明的有机玻璃(如坏的三角尺、牙刷柄等),用钢锯和锉刀加工成图 6-9 的形状作指针。

(5) 把指针挂在弹簧片的短钢丝上(图 6-10),将小木柱和短钢丝分别插入手枪型木板的 P 处和 O 处的孔里,然后用螺丝将弹簧片固定在手枪型木板的 Q 处(见图 6-7)。

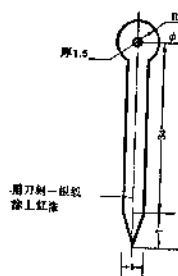


图 6-9

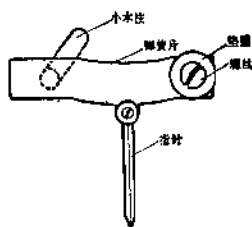


图 6-10

(6) 在手枪型木板的枪背上画中心线,两端各垂直敲上一只小钉子,并使两小钉露出部分的长度相同。

当用垂直测角器瞄准目标时,把小木柱朝 A 方向掀,使指针自然垂直于地面,然后放开小木柱,由于弹簧片的作用将指针压住,指针在量角器上所指的角度,就是被测物与地面的倾角。

五、水平测角器(图 6-11)

制作过程:

(1) 取木板若干制作照准器(图 6-12)。

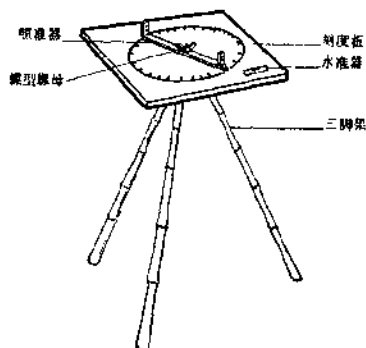


图 6-11



图 6-12

先按图 6-13 所注尺寸(单位: 毫米)制作照准器零件。

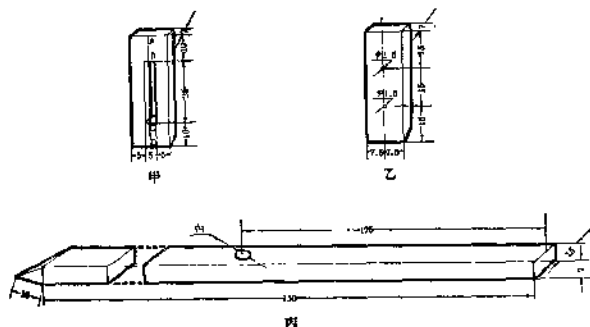


图 6-13

在零件(甲)的中心线 AB 、 CD 处,用刀划一深痕,把一根细线(细铜丝)拉紧后嵌入,且涂上胶水。

然后,如图 6-14 所示,将零件(甲)(乙)的中心线对准零

形, 装上┐形铁片(图 6-17)和蝶形螺栓, 制成三脚架的底盘(图 6-16)。

用直径 30 毫米、长约 1200 毫米竹竿三根, 在距离顶端 10~15 毫米处, 钻一个直径为 6 毫米的孔, 将┐形铁片和竹竿用蝶形螺栓拴住, 中间垫上小块的橡胶皮或皮革, 制成三脚架(图 6-18)。

(4) 加工固定螺丝。根据图 6-19 所示的尺寸, 用 6 毫米螺纹铰板把一根直径为 6 毫米、长 90 毫米的元钢柱加工成固定螺丝。

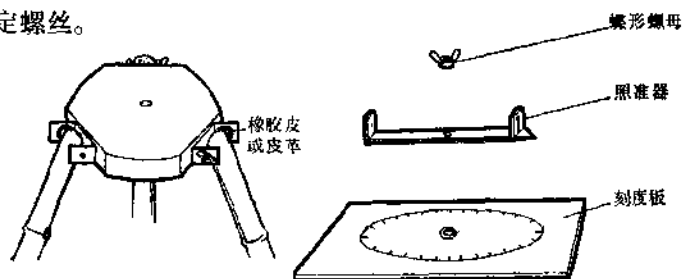


图 6-18

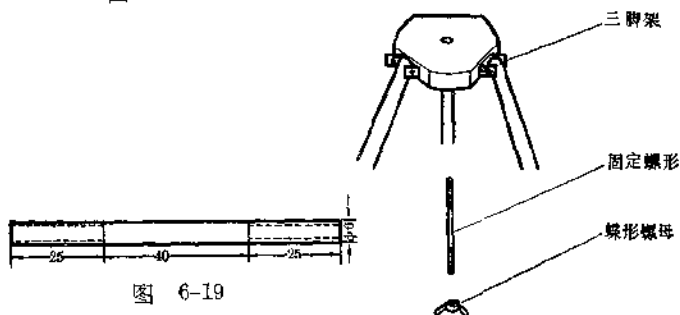


图 6-20

(5) 用固定螺丝把三脚架、刻度板、照准器等按图 6-20 装配起来。

(6) 制作移点器(图 6-21)。取约长 490 毫米的扁铁一根, 弯成图 6-21 的形状。重锤也可用称锤、螺钉等重物代替。要求使移点器上面的尖端, 与下面挂重锤的凹槽在同一垂直线上。

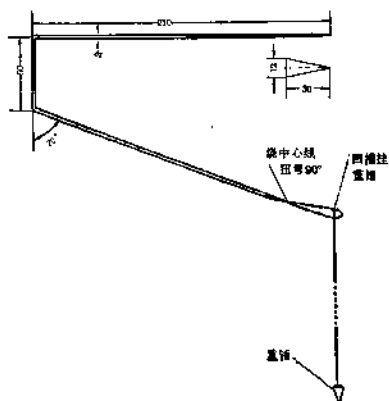


图 6-21

六、标 尺(图 6-22)

制作过程:

(1) 取厚 18 毫米、宽 75 毫米、长 2000 毫米的木板一块, 用木砂纸把表面砂光, 涂上白漆。

(2) 白漆干后, 从底部起每隔 10 厘米, 按下图形状用黑漆涂上标记, 用红漆标上数字(图 6-23)。

当找不到 2 米长的木板时, 也可以用两块厚 18 毫米、宽 75 毫米、长 1000 毫米的木板, 同样漆上标记和数字, 中间用铰链连接, 且在两块木板的背后各钉上一根厚 20 毫米、宽 30 毫米、长 100 毫米的木撑柱和装上两副搭勾(图 6-24)。

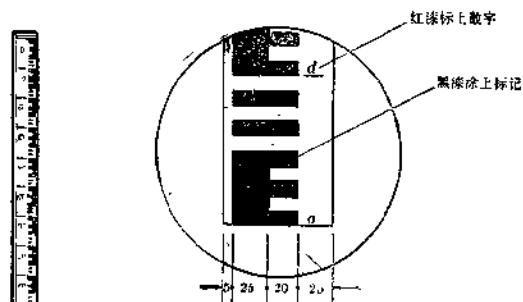


图 6-23

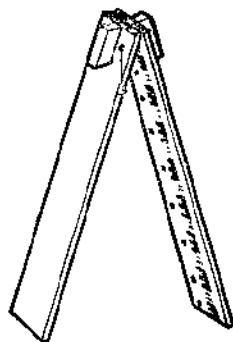


图 6-24

图 6-22

七、土砚板水准仪(图 6-25)

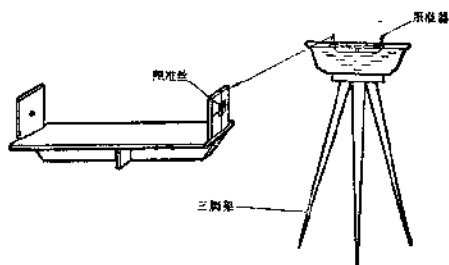


图 6-25

照准器制作过程:

(1) 取木板若干, 按图 6-26 制作照准器零件。

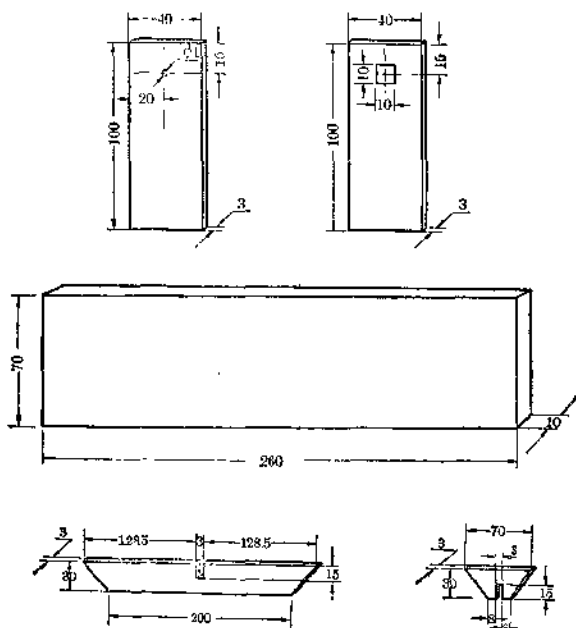


图 6-26

(2) 照准丝的安装。先在木板上用刀划深痕, 再将丝线绷紧嵌进去, 使照准丝的交点正好是正方形孔的中心。

(3) 在底板的两面和两块侧板上都画出对称轴, 利用这些对称轴用小钉和胶水把照准器装配起来。

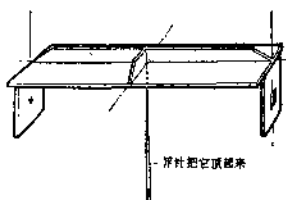


图 6-27

(4) 校正。为了保证在使用时照准丝的交点与视孔在同

一水平线上,可以把照准器倒过来,用大头针顶在底板对称轴的交点上,看其是否平衡(图 6-27),不平衡时,或在重的一面削去一些,或在轻的一面加重一点,使其平衡。最后把照准器涂上清漆。

(5) 土规板水准仪的三脚架可用水平测角器的三脚架。

八、连通器水准仪(图 6-28)

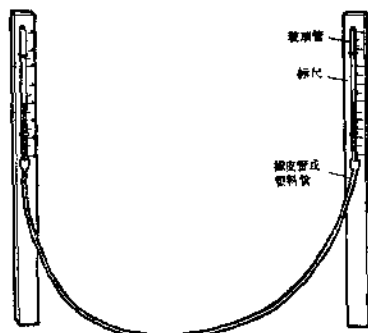


图 6-28

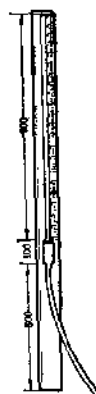


图 6-29

制作过程:

(1) 取宽 40 毫米、厚 17 毫米、长 1500 毫米的木板两块,按图 6-29 在木板中间挖直径为 10 毫米、长 1 米的半圆状槽,且从离顶端 900 毫米处开始,直至顶端标上刻度尺。注意两根木条的刻度尺要对齐。

(2) 取两根直径为 10 毫米、长为 1 米的玻璃管,把一根长为 10 米左右的塑料管或橡皮管紧套在两根玻璃管上。

(3) 剪六块长 40 毫米、宽 6 毫米的薄铝片,用铝片和小钉把玻璃管固定在木板的半圆槽内即可。

附 表

一、长度度量单位

公制

单 位	千米(公里)	米	分 米	厘 米	毫 米
代 号	km	m	dm	cm	mm
进 率	1 km=1000 m	1 m=10 dm	1 dm=10 cm	1 cm=10 mm	

市制

单 位	里	丈	尺	寸	分
进 率	1 里=150 丈	1 丈=10 尺	1 尺=10 寸	1 寸=10 分	

换算: 1 公里=2 里 1 米=3 尺

二、面积度量单位

公制

单 位	平方公里	公 顷	公 亩	平 方 米	平方分米	平方厘米
代 号	km ²			m ²	dm ²	cm ²
进 率	1 km ² =100 公顷	1 公顷 =100 公亩	1 公亩 =100 m ²	1 m ² =100 dm ²	1 dm ² =100 cm ²	

市制

单 位	平 方 里	亩	分	厘	毫
进 率	1 平方里=375 亩	1 亩=10 分	1 分=10 厘	1 厘=10 毫	