

光学经纬仪的构造及使用方法

控制测量中，需用经纬仪进行大量的水平角和垂直角观测。使用经纬仪进行角度观测，最重要的环节是：仪器整平、照准和读数。我们围绕这三个环节，对光学经纬仪的构造和使用方法作如下介绍。

3.2.1 水准器

由前节可知，测角时必须使经纬仪的垂直轴与测站铅垂线一致。这样，在仪器结构正确的条件下，才能正确测定所需的角。要满足这一要求，必须借助于安装在仪器照准部上的水准器，即照准部水准器。照准部水准器一般采用管状水准器。管水准器是用质量较好的玻璃管制成，将玻璃管的内壁打磨成光滑的曲面，管内注入冰点低，流动性强，附着力较小的液体，并留有空隙形成气泡，将管两端封闭，就成为带有气泡的水准器，如图 3-3 所示。

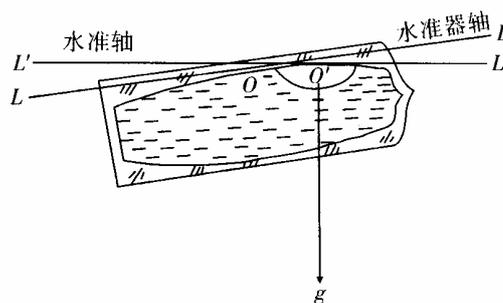


图 3-3 水准轴与水准器轴

1. 水准轴与水准器轴

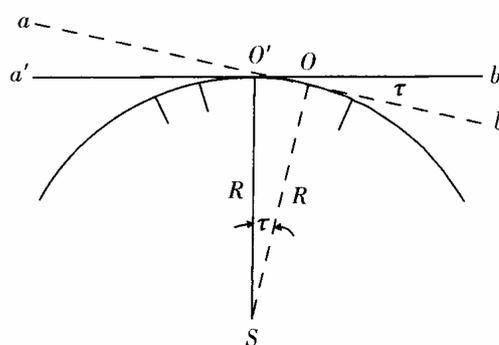
为了便于观察水准器的倾斜量，在水准管的外壁上刻有若干个分划，分划间隔一般为 2mm，其中间点称为零点。

水准器安置在一个金属框架内，并安装在经纬仪照准部支架上，所以把这种管状水准器称为照准部水准器。照准部水准器框架的一端有水准器校正螺旋，通过校正螺旋，使照准部水准器的水准器轴与仪器垂直轴正交。

所谓水准器轴，就是过水准器零点 O ，水准管内壁圆弧的切线，如图 3-3 所示。另外，由于水准管内的液体比空气重，当液体静止时，管内气泡永远居于管内最高位置，如图 3-3 中的 O' 位置。显然，过 O' 作圆弧的切线，此切线总是水平的，我们称此切线为水准轴。由此可知，使其水准轴与水准器轴相重合，即气泡最高点 O' 与水准器分划中心 O 重合，这时经纬仪的垂直轴与测站铅垂线重合，这个过程称为整置仪器水平。

2. 水准器格值

我们知道，当水准器倾斜时，水准管内的气泡便会随之移动。不同的水准器，虽然倾斜的角度完全相同，各自的气泡移动量不会完全相同。这是因为不同的水准器，它们的灵敏度不同。灵敏度以水准器格值表示。所谓水准器格值，就是当水准气泡移动一格时，水准器轴所变动的角度，也就是水准管上一格所对应的圆心角。



如前所述，水准管的内壁是一圆弧，圆弧的曲率半径愈大，水准管上一格所对应的圆

心角愈小，即水准器格值愈小，水准器的灵敏度就愈高。如图 3-4，设气泡在水准管内移动一个格 OO' ， OO' 所对应的圆心角为 τ 。若圆弧的半径为 R ，则 $\tau = \frac{OO'}{R}$ 或 $\tau'' = \frac{OO'}{R} \rho''$ (ρ 为常量 206 265)。

图 3-4 水准器格值

由于水准器轴与仪器的垂直轴正交，若气泡偏离水准器分划零点 n 个格，当水准器格值 τ'' 已知时，就可以按下式计算出仪器垂直轴倾斜的角度 V ：

$$V = n \cdot \tau'' \quad (3-2)$$

即垂直轴倾斜角度等于气泡偏离水准器零点的格数乘以水准器格值。

3.2.2 望远镜

如前所述，望远镜构成视准轴，在照准目标时形成视准线，以便精确地照准目标。也就是说，望远镜的作用有二：一是将不同距离的远方目标，通过成像，放大视角，以便更清晰地看到目标；二是用望远镜的视准轴精确照准目标，以确定目标的视准线方向。

望远镜由物镜和目镜组成，来自目标的光线经过透镜折射成像，如图 3-5 所示，目标 AB 经物镜成像 $A'B'$ ，然后再经目镜成为放大的倒像 $A''B''$ 。

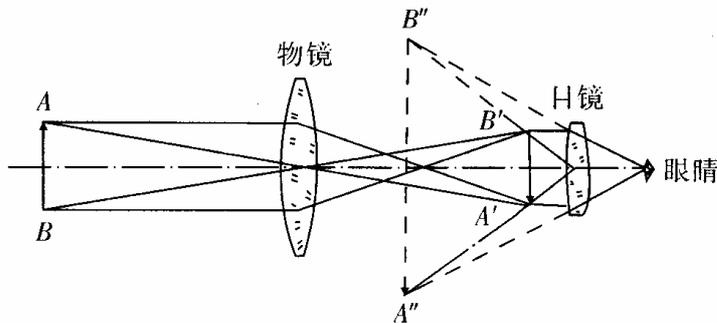


图 3-5 望远镜成像原理

另外，为了能够照准目标，在望远镜内安装十字丝网，十字丝网的形状如图 3—6 所示。十字丝的竖丝应垂直，横丝应水平。观测水平角时，当目标恰被夹在竖丝中，就算照准了目标。这是测量望远镜与一般望远镜的区别。

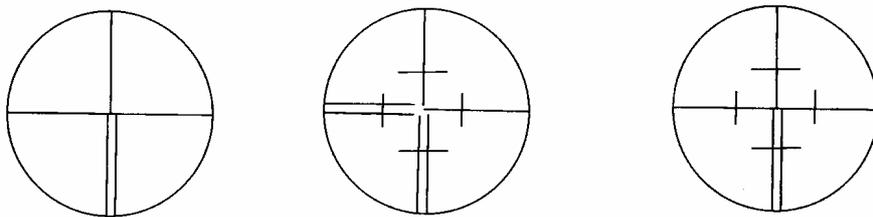


图 3-6 望远镜十字丝网

十字丝的中心与物镜光心的连线称为视准轴。所谓照准，就是使视准轴指向目标，即视准轴与目标在一条直线上。为了能够正确照准目标，要求目标成像恰好落在十字丝网面上。这样在照准时，观测者的眼睛稍微左右移动时，目标与十字丝网的相对位置才不会改变。否则，就会因观测者眼睛位置不同而产生照准误差，称为视差。

为了使目标恰好落在十字丝面上，消除视差，在望远镜的物镜与目镜之间，安装一个调焦透镜。调焦透镜可以前后移动，从而改变目标像 $A'B'$ 的位置。这样，不同的视力，先调整目镜，使十字丝清晰，再调整调焦透镜，使目标像清晰(即目标像落在十字丝网面上)，则

视差被消除。

综上所述，望远镜由物镜、目镜、十字丝网和调焦透镜四部分组成。物镜和目镜起放大目标像的作用，十字丝与物镜光心构成视准轴供照准目标用；调焦透镜用来调整目标像的位置，起消除视差的作用。其结构如图 3-7。



图 3-7 望远镜结构示意图

3.2.3 水平度盘和测微器

经纬仪的水平度盘和测微器是用以量度水平角的重要部件，它们二者之间以一定的关系结合起来，就能读出照准目标后的水平角或水平方向值。

1. 水平度盘

光学经纬仪的水平度盘都是用玻璃制成的，安置在仪器基座的垂直轴套上，当仪器照准部转动时，要求水平度盘不得转动和移动。

在水平度盘圆周边上精细地刻有等间隔分划线，全周刻 360 度，每度一标记，按顺时针方向增值，每度间隔内再等间隔刻有若干个小分划，相邻小分划的间隔值就是该水平度盘的最小分格值。如威特 T₃ 经纬仪，在每度间隔内刻有十五个分格，显然，每个分格值为 4'。由于水平度盘的周长有限，所以度盘的分格很小，只有借助显微镜才能看清分划线。即使这样，也只能估读到 1/10 格，这远不能满足精确测角的要求。因此，需要安置显微测微器，以精确量取不足一格之值。

2. 光学测微器及测微原理

为了便于理解光学测微器的测微原理，下面首先介绍显微镜的成像光路。

(1) 度盘成像光路

目前光学经纬仪的度盘成像光路可分为两类：第一类，光线能透过度盘，称为透射式度盘，以蔡司 010 经纬仪为代表；另一类在度盘分划面上镀一层银，光线射到度盘分划面上，照亮分划面后又被反射回来，称为反射式度盘，此类经纬仪以威特经纬仪为代表。

1) 反射式度盘成像光路

图 3-8 为反射式度盘成像光路。它与普通显微镜的共同之处在于：都有物镜和目镜。但是，它的作用是精确测定不足一个分格的微小量，因此其结构有如下特性：

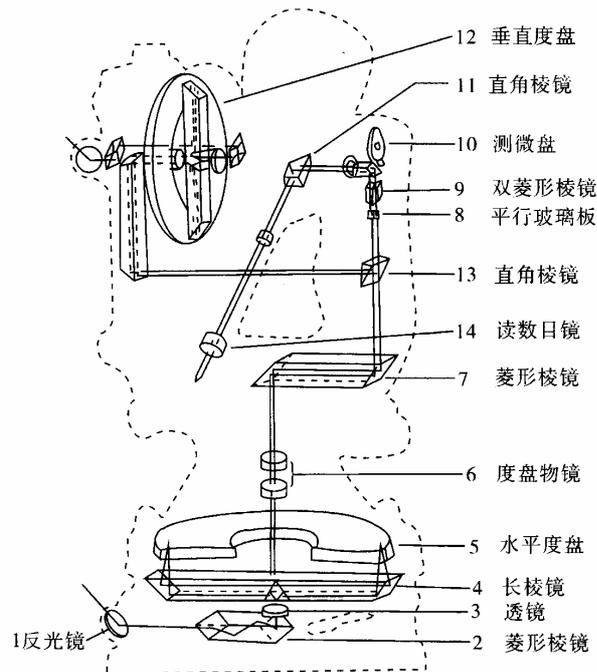


图 3-8 反射式度盘成像光路

第一，为了使度盘对径两端的分划同时成像，来自反光镜的一束光线，在度盘下面的长棱镜的下部被分为二束射入度盘的对径 180° 的两端，照明度盘分划线。然后，带有度盘两端分划的光线又由长棱镜的上部各经两次反射，同时进入物镜，因而，它们能同时成像于一个平面上，又能上下分开。

第二，双菱形棱镜的两个上斜面，就是显微镜的成像面，在此上面有指标线和度盘读数窗的框子，两个棱镜上斜面的交线就是目镜中见到的度盘上、下影像之间的水平线。

第三，测微器由光路中的两块平行玻璃板及测微盘组成。

垂直度盘的光路如图 3-8 所示，不再赘述。

2) 透射式度盘成像光路

图 3-9 为透射式度盘成像光路，它的成像过程与反射式度盘成像过程大体相同。其不同点之一，度盘的照明方式不同于反射式度盘。如图 3-9，光线自反光镜射入后，经棱镜折射透过度盘的左端，再由透镜组将度盘左端的分划成像于度盘右端分划面上，且保持原有的分划宽度，只是将像旋转 180° 。不同点之二，度盘分划成像于直角棱镜的垂直面上，在其上刻有度盘窗口。不同点之三，在物镜与成像面之间放置了两对光楔来构成测微器。

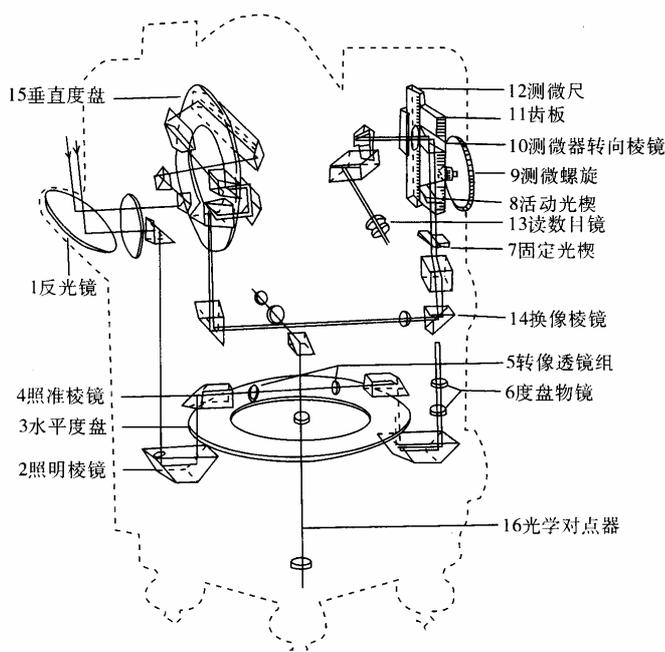


图 3-9 透射式度盘成像光路

(2) 测微器的基本结构和测微原理

由图 3-8 和图 3-9 可以看出，图 3-8 中所示的测微器属于双平行玻璃板式测微器，图 3-9 中所示的测微器为双光楔式测微器。

1) 双平行玻璃板式测微器测微原理

双平板测微器主要由两块平行玻璃板、测微盘及其他部件构成，见图 3-10。

由几何光学知：当光线通过两个折射面互相平行的玻璃板时，方向不会产生变化，仅产生平行位移，其位移量与入射角有关。如图 3-11 所示，当光线垂直于平行玻璃板的折射面(即入射角为零)入射时，并不产生折射、平移。当光线的入射角 i (即不垂直于折射面)时，出射光线方向虽然不变，但其位置却平移了 Δh 。入射角 i 改变时，平移量 Δh 也随之改变。对于一定厚度的平行玻璃板，当入射角 i 很小时，光线的平移量 Δh 与其入射角成正比，这就是平行玻璃板的特性。

对于双平行玻璃板测微器，当将两块平行玻璃板相对转动时(即一顺时针转动，另一逆时针转动)，度盘对径两端分划也就作相对移动。如果将刻有分划的测微盘与转动平行玻璃板的机构连在一起，而且，当转动平行玻璃板使度盘分划线像相对移动一格时(即各移动半格)，测微盘正好从零分划转动到最末一个分划，根据这种关系，测微器就起到量度度盘上不足一格的值的作用。

2) 光楔式测微器测微原理

光楔式测微器主要由光楔和测微尺组成。由几何光学知道，光楔能使光线向光楔的底

面偏折，偏折角的大小与光楔的楔角成正比。

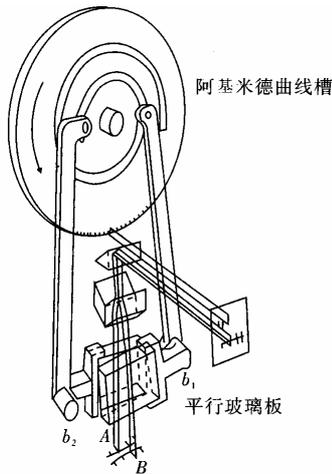


图 3-10 双平行玻璃板测微器

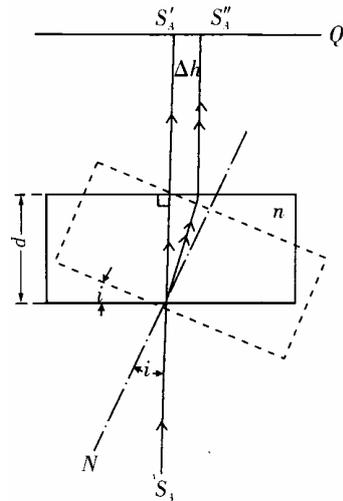


图 3-11 平行玻璃板行倾斜使光线平移

在测微器中，把楔角相等的两个光楔安置成图 3-12 的形式，使 ac 平面平行于 $a'c'$ 平面，且互相倒置，与光线正交。因为它们的楔角相等且又互相倒置， A 光楔使光线偏折向下， B 光楔又使光线向上偏折同一量。这样，光线就被平移。如果 A 光楔固定不动，而把 B 光楔沿光轴前后移动，则光线的平移量 Δh 随两光楔之间的距离增大而增大。当两光楔贴合在一起时，它就成了一块平行玻璃板，对垂直于入射面入射的光线不产生移动。这就说明在一定条件下双光楔可以起到平行玻璃板的作用。但是，两种光学零件的运动方式却不同。平行玻璃板是由于其倾斜使光线产生平移，双光楔则是由于其中一个光楔的直线运动产生平移。

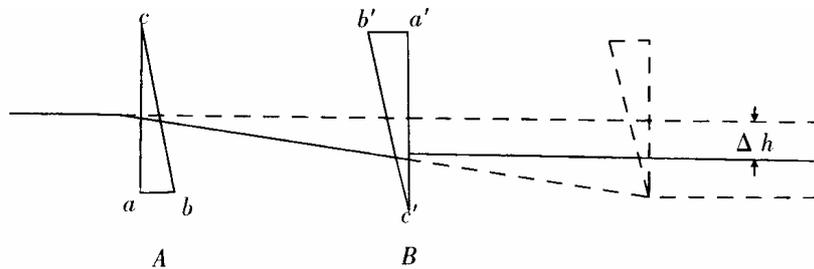


图 3-12 双光楔对光线的平移

如图 3-13 所示，将两组光楔分别安置在度盘对径分划的光路中，下面一块 K_1 为固定光楔，上面一块 K_2 为活动光楔。这样，沿直线移动活动光楔，便可使度盘对径两端的分划光线作相向或相背移动。把活动光楔与测微尺 L 固定在一起，装在—齿条上，用测微螺旋上的齿轮带动它，转动测微螺旋时，活动光楔。与测微尺便一起运动，度盘对径两端分划光线相对移动一格，测微尺相应从零分划移至末端的最后一个分划。这样，测微尺就可量度出度盘上不足一格的值来。

3. 读数方法

如前所述，使用经纬仪进行角度测量，读数

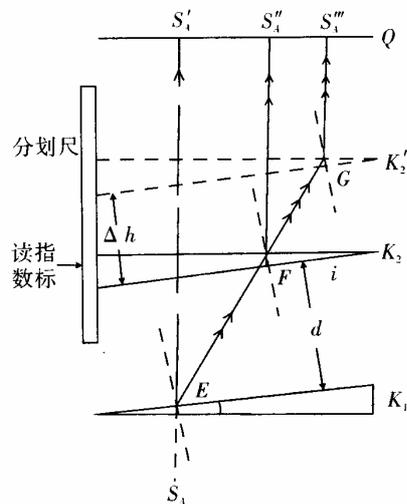


图 3-13 光楔式测微器测微原理

是三个环节之一，又由测微器和度盘的作用可知，经纬仪照准目标之后，其读数就是度盘读数和测微器读数之和。那么，只要会读取度盘读数和测微器读数，经纬仪的读数方法即被掌握。

由光学经纬仪光路和测微器结构原理可知，现代精密光学经纬仪一般都采用对径分划同时成像，通过测微器使度盘对径分划线作相向移动并作精确重合，用测微盘量取对径分划像的相对移动量，这种读数方法叫做重合读数法。

重合读数法的基本方法步骤是：

- (1) 先从读数窗中了解度盘和测微盘的刻度与注记，确定度盘的最小格值。

$$\text{度盘对径最小分格值 } G = \frac{1^\circ}{2 \times \text{度盘上 } 1^\circ \text{ 的总格数}}$$

$$\text{测微盘的格值 } T = \frac{\text{度盘对径最小分格值 } G}{\text{测微盘总格数}}$$

- (2) 转动测微螺旋，使度盘正倒像分划线精确重合。读取靠近度盘指标线左侧正像分划线的度数 N° 。

- (3) 读取正像分划线 N° 到其右侧对径 180° 的倒像分划线(即 $N^\circ \pm 180^\circ$)之间的分格数 n 。

- (4) 读取测微盘上的读数 c ， c 等于测微盘零分划线到测微盘指标线的总格数乘测微盘格值 T 。

综上所述，可得如下的读数公式：

$$M = N^\circ + n \times G + c$$

综合读数公式，举例进一步说明读数方法：

第一，威特 T₃ 经纬仪水平度盘读数方法，见图 3-14。

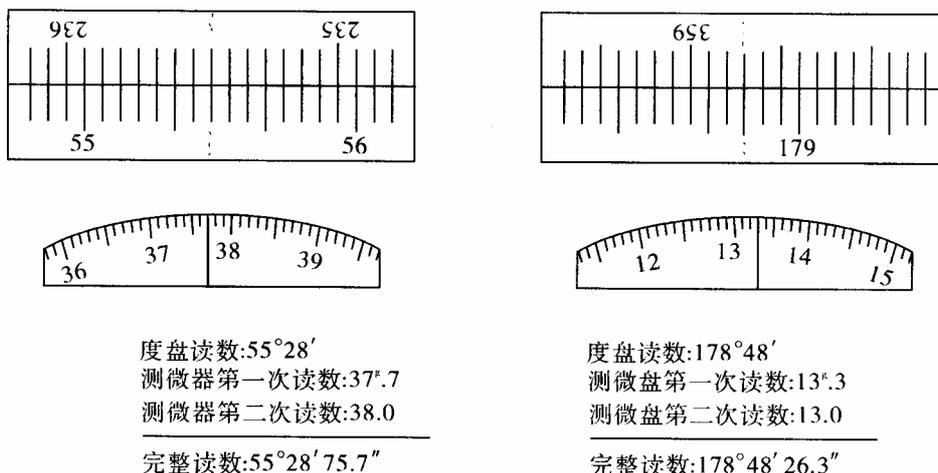


图 3-14 威特 T₃ 经纬仪水平度盘读数

第二，威特 T₂ 读数、蔡司 010 经纬仪水平度盘读数方法，见图 3-15。

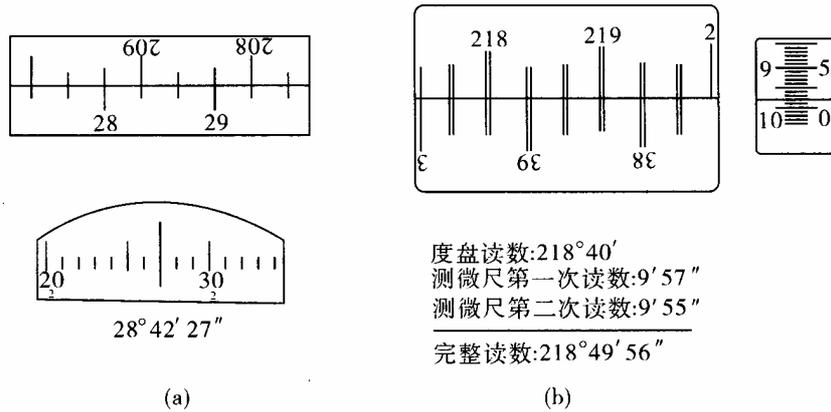
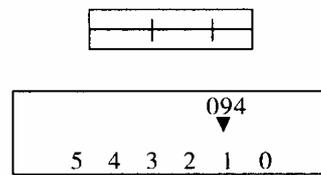


图 3-15 威特 T2、蔡司 010 经纬仪水平度盘读数

另外，有些类型的经纬仪，虽然仍采用重合法读数，但读数窗中视场有所更新。图 3-16 就是新威特 T2 经纬仪度盘读数窗的视场。一看便知，读数应为 $94^{\circ} 12' 4''$ 。



3.2.4 垂直度盘与垂直角

由 § 3.1 可知，垂直角是照准目标的视准线与相应的水平视线的夹角。为此，要测定垂直角，需要解决两个问题：一要求出视准线在垂直度盘上的读数；二要求出相应的水平视线在垂直度盘上的读数。垂直角 α 的计算式可写成：

$$\alpha = \text{视准线在垂直度盘上的读数} - \text{水平视线在垂直度盘上的读数}$$

为了得到视准线在垂直度盘上的读数，在设计经纬仪时，将望远镜、垂直度盘均固定在水平轴上，并使水平轴与垂直度盘正交且通过其中心。这样，视准线在垂直度盘上的读数为—已知的定数；为了得到水平视线在垂直度盘上的读数，在垂直度盘上安置一个读数指标。用读数指标把水平视线在垂直度盘上的位置标示出来。这时，读数指标在垂直度盘上的读数就是水平视线在垂直度盘上的读数。由此可见，当俯仰望望远镜照准目标后，其视准线在垂直度盘上的读数与其水平视线在垂直度盘上的读数之差，就是要测定的垂直角。这就是利用垂直度盘测定垂直角的基本原理。

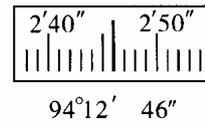


图 3-16 新威特 T₂ 读数窗

由于垂直度盘、望远镜均固定在水平轴上，当垂直度盘的刻度确定之后，不论望远镜如何俯仰，照准目标后视准线在垂直度盘上的读数都是固定不变的。也就是说，视准线在垂直度盘上的读数取决于垂直度盘的刻划方法。

1. 垂直度盘刻划

垂直度盘的刻划方法随经纬仪类型不同而不同，刻划方法大致可分为两类：第一类，是在度盘的全周上沿逆时针方向由 0° 到 360° ，且使 90° 到 270° 分划线的连线与望远镜视准轴平行，如图 3-17。盘左时，视准线在垂直度盘上的读数永为 90° ；盘右时，永为 270° 。威特 T₂、蔡司 010 型经纬仪都属于这一类。第二类，不是从 0° 到 360° ，而是从 55° 到 125° ，对径刻划(即相差 180° 的刻划)标记相同。望远镜视准轴与对径读数均为 90° 的刻划线平行。即不论盘左或盘右，视准线在垂直度盘上的读数永为 90° ，如图 3-18。

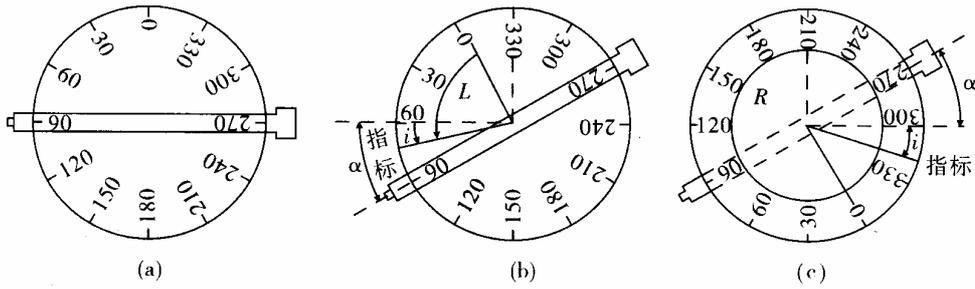


图 3-17 J₂ 级经纬仪垂直度盘测角示意图

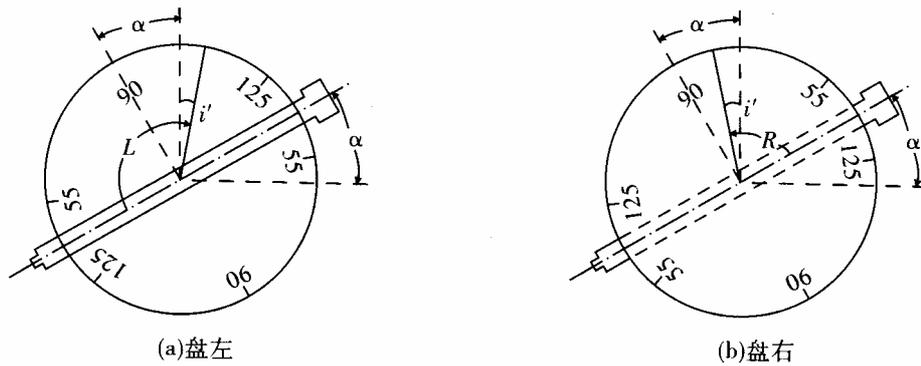


图 3-18 T₃ 级经纬仪垂直度盘测角示意图

2. 垂直度盘的指标水准器、自动归零装置

如前所述，水平视线在垂直度盘上的读数，是用读数指标把水平视线在垂直度盘上的正确位置确定下来。把读数指标在垂直度盘上的正确位置确定下来的方法目前有两种：符合水准器或自动归零装置。

(1) 垂直度盘指标水准器

光学经纬仪的垂直度盘指标水准器，一般都采用符合水准器，这样，既可提高气泡的安平精度，又便于观察，对于格值为 10'' 以上的水准器，其安平精度可提高 2~3 倍。符合水准器的原理见图 3-19，它是利用两块棱镜 1、2，使气泡的 a、b 两端经过二次反射后，符合在一个视场内。两块棱镜 1、2 的接触线 cc' 成为气泡的界线，再经过棱镜 3 放大为人眼看到。这种水准器叫做符合水准器。这样，在安置垂直度盘读数指标时，使读数指标与符合水准器的水准器轴重合，若两者不重合，校正符合水准器的改正螺旋，使它们重合，以此来达到垂直度盘读数指标保持水平。

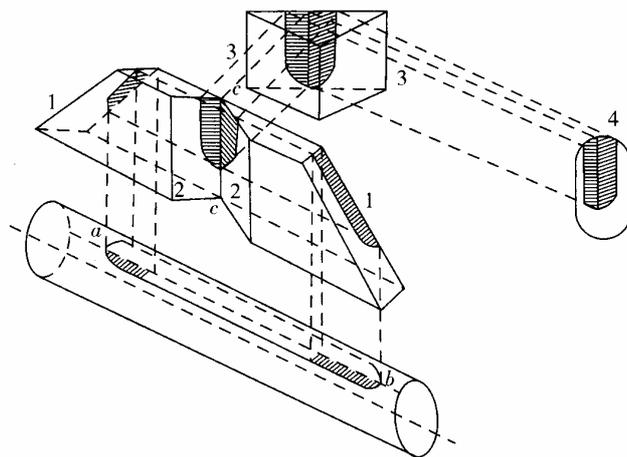


图 3-19 符合水准器原理

(2) 垂直度盘指标自动归零装置

近代一些先进的经纬仪，为了既保证垂直角观测的精度，又提高效率，采用指标自动归

零(或称自动补偿)装置代替指标水准器。其目的仍然是：在进行垂直度盘读数时，使垂直度盘的读数指标保持水平状态。

各种垂直度盘读数指标自动归零装置都是利用重力使悬吊物体自然下垂，或使液面保持水平的原理，通过光学折射补偿的方法，达到垂直度盘读数指标自动归零的目的。目前采用的自动归零装置有三类：吊丝式自动归零装置、簧片式自动归零装置和液体式自动归零装置。带有垂直度盘读数指标自动归零装置的仪器，在测量垂直角时，因无须调整指标水准器符合，显得方便快捷多了。

3. 垂直角、指标差计算公式

我们知道，垂直角是视准线在垂直度盘上的读数与水平视线（即垂直度盘读数指标）读数之差。由于望远镜与垂直度盘固定在一起。这样，视准线在垂直度盘上的读数，将随着垂直度盘刻划方式的不同而不同，所以，其垂直角的计算公式也将不同。

(1) 蔡司 010 和威特 T₂ 经纬仪垂直角、指标差计算公式

此类仪器的垂直度盘刻划方式如图 3-17 (a) 所示。其视准线在垂直度盘上的读数，盘左时为 90°（如图 3-17 (b)），盘右时为 270°（如图 3-17 (c)）。

俯仰望远镜照准目标，水平视线（即读数指标）在垂直度盘上的读数，盘左时为 L （如图 3-17 (b)），盘右时为 R （如图 3-17 (c)）。

依照测定垂直角的原理，由图 3-17 可以看出，盘左时，垂直角 $\alpha_{左}$ 为

$$\alpha_{左} = 90^\circ - L$$

盘右时，垂直角 $\alpha_{右}$ 为：

$$\alpha_{右} = R - 270^\circ$$

取盘左、盘右（ $\alpha_{左}$ 、 $\alpha_{右}$ ）的中数，即得垂直角计算公式：

$$\alpha = \frac{R - 180^\circ - L}{2} \quad (3-3)$$

实际上，读数指标的位置不可能完全正确，当指标水准器气泡居中时，读数指标与水平视线总有一夹角 i ，我们称之为指标差。存在指标差 i 时，盘左和盘右位置，望远镜视准线在垂直度盘的读数不受其影响，而水平读数指标的读数分别为 L 、 R 。由图 3-17 的 B、C 可知， L 、 R 与没有指标差时的正确读数 L_0 、 R_0 的关系为

$$\begin{cases} L_0 = L - i \\ R_0 = R - i \end{cases}$$

垂直角为

$$\begin{cases} \alpha_{左} = 90^\circ - L + i \\ \alpha_{右} = R - 270^\circ - i \end{cases} \quad (3-4)$$

取其中数，垂直角计算公式为

$$\alpha = \frac{R - 180^\circ - L}{2} \quad (3-5)$$

(3-3) 式与 (3-5) 式完全相同。这表明，通过盘左、盘右观测垂直角，可以消除指标差的影响。

将 (3-4) 式的两式相减，可得

$$(90^\circ - L + i) - (R - 270^\circ - i) = 0$$

即
$$i = \frac{L + R - 360^\circ}{2} \quad (3-6)$$

这就是威特 T₂ 和蔡司 010 经纬仪的指标差计算公式。

(2) 威特 T₃ 经纬仪的垂直角、指标差计算公式

如前所述，威特 T₃ 经纬仪垂直度盘的刻划特点是：非全圆周刻划及分划注记仅为实际所对角度的一半。另外，读数指标不是与水平视线一致，而是与水平视线正交。因此，其垂直角、指标差的计算公式与威特 T₂、蔡司 010 经纬仪的不同。由图 3—18 可以看出，盘左、盘右时，望远镜照准目标后其视准轴(即视准线)的读数均为 90°，读数指标的读数分别为 L、R。没有指标差时的正确读数为 L₀、R₀，则

$$\begin{cases} L_0 = L - i_1 \\ R_0 = R - i_1 \end{cases}$$

盘左、盘右时，垂直角应为

$$\begin{cases} \alpha_{左} = 2(L - i_1 - 90^\circ) = 2(L - 90^\circ) - 2i \\ \alpha_{右} = 2(90^\circ - R + i_1) = 2(90^\circ - R) + 2i \end{cases} \quad (3-7)$$

取其中数，得垂直角计算公式

$$\alpha = L - R \quad (3-8)$$

将式 (3-7) 的两式相减，得

$$[2(L - 90^\circ) - 2i_1] - [2(90^\circ - R) + 2i_1] = 0$$

由于垂直度盘刻划是实际所对角度值的 2 倍，所以，上式可写成：

$$i = (L + R) - 180^\circ \quad (3-9)$$

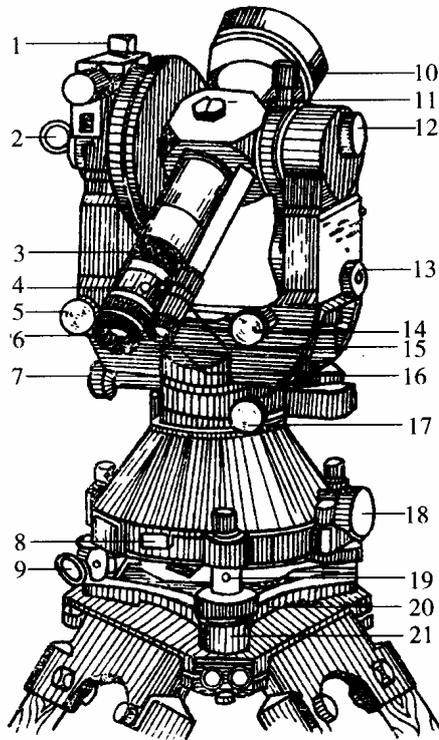
3.2.5 常用精密光学经纬仪简介

经纬仪是按照所能达到的测角精度来分类的，凡适用于国家各等级三角、导线测量的光学经纬仪，通称为精密光学经纬仪。用于地形及工程测量的光学经纬仪称为普通光学经纬仪或工程光学经纬仪。

《国家三角测量和精密导线测量规范》指出，用于国家各级角度观测的精密光学经纬仪

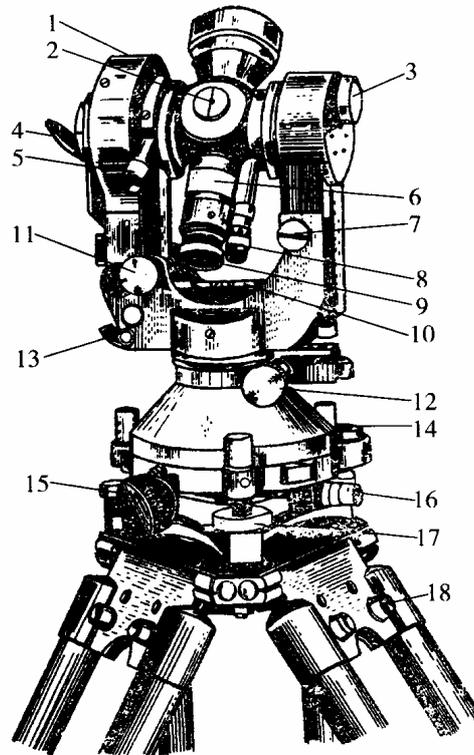
系列分为：J₀₇，J₁，J₂；普通光学经纬仪分为：J₆和J₃₀。“J”为“经纬仪”汉语拼音的第一个字母；数标为该级仪器能达到的测角精度指标。

常用精密光学经纬仪系列中的威特 T₃、威特 T₂、蔡司 010、苏光 J₂ 经纬仪的外形和主要部件名称分别见图 3-20、图 3-21、图 3-22、图 3-23，主要技术参数见表 3-1。



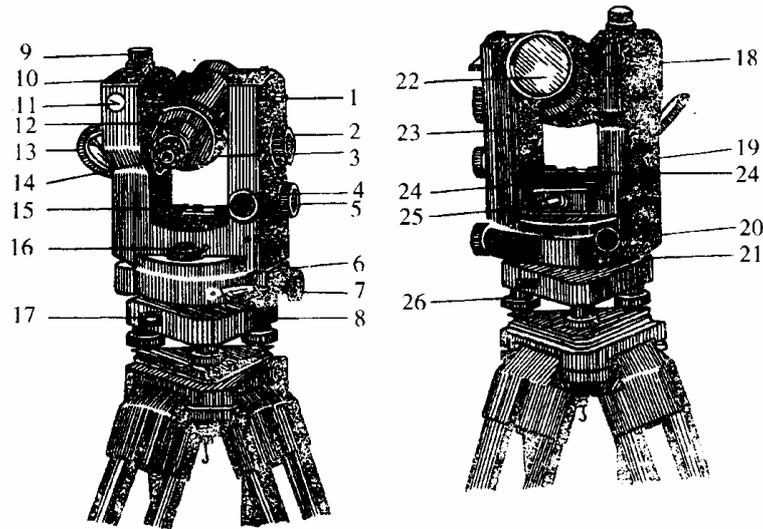
1 - 垂直水准器观测棱镜；2 - 垂直度盘照明反光镜；3 - 望远镜调焦螺旋；4 - 十字丝校正螺丝；5 - 垂直度盘水准器微动旋；6 - 望远镜目镜；7 - 照准部制动螺旋；8 - 仪器装箱扣垛；9 - 水平度盘照明反光镜；10 - 望远镜制动螺旋；11 - 十丝照明转轮；12 - 测微螺旋；13 - 换像螺旋；14 - 望远镜微螺旋；15 - 照准部水准器；16 - 测微器读数目镜；17 - 照准微动螺旋；18 - 水平度盘变位螺旋的护盖；19 - 脚螺旋调节丝；20 - 脚螺旋；21 - 基座底板

图 3-20 威特 T₃ 经纬仪



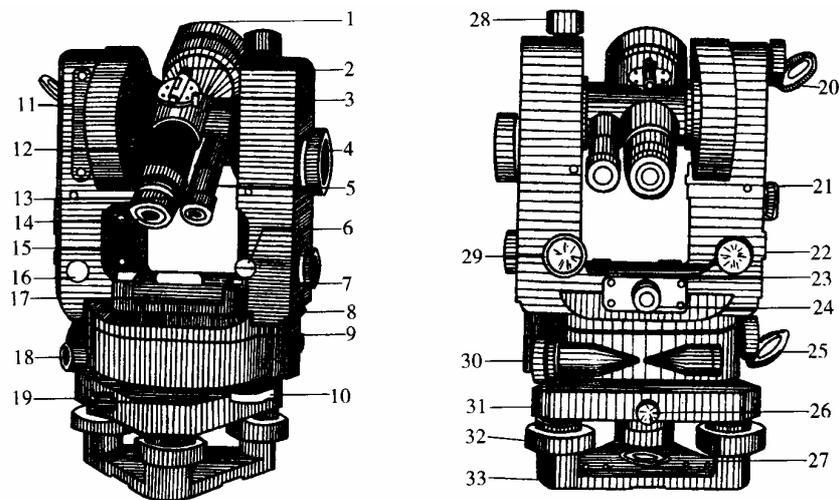
1 - 垂直度盘外盒；2 - 视场照明钮及准星；3 - 测微轮；4 - 垂直度盘照明反光镜；5 - 垂直制动螺旋；6 - 望远镜调焦环；7 - 度盘影像变换钮；8 - 读数显微镜；9 - 望远镜目镜；10 - 照准部水准器；11 - 垂直微动螺旋；12 - 水平微动螺旋；13 - 垂直度盘水准器反光板；14 - 圆盒水准器；15 - 水平度盘照明反光镜；16 - 光学对点器；17 - 脚螺旋；18 - 脚架腿活动调节螺钉

图 3-21 威特 T₂ 经纬仪



1—垂直制动螺旋；2—测微轮；3—读数显微镜的目镜管；4—垂直微动螺旋；5—度盘影像变换钮；6—水平微动螺旋；7—水平制动螺旋；8—三角基座；9—垂直度盘符合水准器反射棱镜；10—瞄准器；11—垂直度盘水准器改正螺旋；12—望远镜调焦环；13—度盘照明反光镜；14—望远镜的目镜管；15—照准部的水准器；16—圆盒水准器；17—照准部与基座的连接螺旋；18—垂直度盘水准器；19—垂直度盘水准器微动螺旋；20—水平度盘变换螺旋；21—水平度盘变换螺旋保险钮；22—物镜内镀银面；23—十字丝照明反光镜；24—照准部水准器改正螺旋；25—光学对点器；26—脚螺旋

图 3-22 蔡司 010 经纬仪



1—望远镜物镜；2—光学瞄准器；3—十字丝照明反光板螺旋；4—测微轮；5—读数显微镜管；6—垂直微动螺旋弹簧套；7—度盘影像变换螺旋；8—照准部水准器校正螺丝；9—水平度盘物镜组盖板；10—水平度盘变换螺旋护盖；11—垂直度盘转像透镜组盖板；12—望远镜调焦环；13—读数显微镜目镜；14—望远镜目镜；15—垂直度盘物镜组盖板；16—垂直度盘指标水准器护盖；17—照准部水准器；18—水平制动螺旋；19—水平度盘变换螺旋；20—垂直度盘照明反光镜；21—垂直度盘指标水准器观察棱镜；22—垂直度盘指标水准器微动螺旋；23—水平度盘转像透镜组盖板；24—光学对点器；25—水平度盘照明反光镜；26—照准部与基座的连接螺旋；27—固紧螺母；28—垂直制动螺旋；29—垂直微动螺旋；30—水平微动螺旋；31—三角基座；32—脚螺旋；33—三角底板

图 3-23

表 3-1 常用经纬仪常数表

仪器名称	厂名	望远镜							水平度盘			垂直度盘			水准器		仪器重量	
		放大倍率 (X)	孔径 (mm)	焦距 (mm)	长度 (mm)	最短视距 (m)	测微器格值 (")	视距常数 乘常数	直径 (mm)	格值 (')	测微器格值 (")	直径 (mm)	格值 (')	测微器格值	照准部水准器 (72mm)	指标水准器 (72mm)	仪器 (kg)	仪器箱 (kg)
J ₀₇ 经纬仪	北京光学仪器厂	56.45、30 (30) (3)	65 (35)	429.6 (429.6)		3.5	1 (1)		158	4	0.2	88	(1) 8	0.2	4	15	(2) 18	
TT2/6 经纬仪	苏联	65.52 (30)	65 (36)	520 (360)	623 (380)	5	1 (1.4)	-	220	5	2	160	10	10	2~3	6~7	44	
T ₃ 经纬仪	瑞士 威特厂	40.30.24	60		265	3.6	-	-	135	4	0.2	90	(1) 8	0.2	6~7	12	11.2	3.75
DKM3 及 DKM-3A 经纬仪	瑞士 克恩厂	45.27 (11.6)	72 (12)	510	140	19 (1.8)	-		100	10	0.5	100	10	0.5	10	10	12.2	3.1
DT-02 经纬仪	苏联	40.30.24	60	350	265	5	-		135	4	0.2	90	(1) 8	0.2	6~7	12	11	4.2
J ₂ 经纬仪	苏州第一光学仪器厂	30	45		172	2	-	100 0	90	20	1	70	20	1	20	20	5.5	3
010 经纬仪	东德 蔡司厂 (耶拿)	31	53		135	2	-	100 0	84	20	1	60	20	1	20	20	5.3	5
T ₂ 经纬仪	瑞士 威特厂	28	40		150	1.5	-	100 0	90	20	1	70	20	1	20	30	5.6	2
DKM2 经纬仪	瑞士 克恩厂	30	45		170	1.7	-	100 0	75	10	1	70	10	1	20	20	3.6	1.8
T _e -B ₂ 经纬仪	匈牙利 蒙厂	30	40		175	2.5	-	100 0	78	20	1	66	20	1	20	指标自平	5.5	2.8
T _{h2} 经纬仪	德国 蔡司厂 (奥伯)	30	40		155	1.6	-	100 0	100	10	1	85	10	1	20	指标自平	5.2	4.8

注：(1)分格实际宽度 8'注为 4'；(2)不包括偏扭观察镜在内的重量为 17 kg；(3)表内带括号的数字为偏扭观察镜的数据。