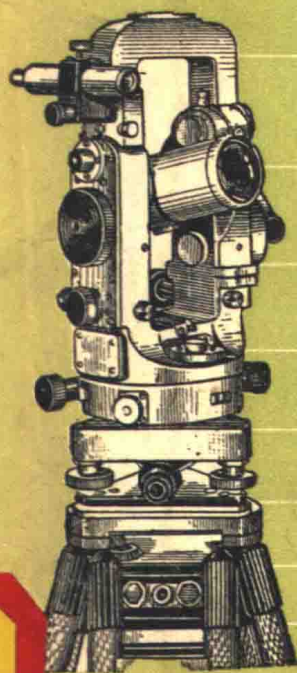


79.931
A44

中等精度光学经纬仪

И. П. 阿拉耶夫 著



測 繪 出 版 社

中等精度光学经纬仪

И. П. 阿拉耶夫 著

李树棠 夏振远 閻振海 赵根植 译

赵如璧 校

测绘出版社

1959·北京

И. П. АРАЕВ:

ОПТИЧЕСКИЕ ТЕОДОЛИТЫ СРЕДНЕЙ ТОЧНОСТИ

(типа ТБ-1, ОТМ, ОТ 10)

Издательство геодезической литературы
МОСКВА • 1955

本書闡述了ТБ-1、ОТМ和ОТ-10型中等精度光学經緯儀的構造和校正問題，并闡述了在野外的条件下維護、保管及使用經緯儀的問題。

本書可作为从事三角測量及導綫測量的大地測量人員的參考書，也可供儀器制造厂的技术員和測繪学院有关師生的參考。

中等精度光学經緯儀

著者	И. П. АРАЕВ
譯者	李樹棠 夏振远 閻振海 赵根植
出版者	測繪出版社
	北京西四羊市大街地質部內
	北京市書刊出版業營業許可証出字第001号
发行者	新华書店科技发行所
經售者	各地新华書店
印刷者	地質出版社印刷厂
	北京安定門外六鋪炕40号

印数(京)	42000册	1959年11月北京第1版
开本	33"×46 ¹ / ₃₂ "	1959年11月第1次印刷
字数	90,000	印张3 ¹³ / ₁₆ 插頁2
定价(10)	0.55元	

目 录

原序	5
----------	---

第一章 TB-1型光学经纬仪

§ 1. 经纬仪的构造	6
1. 经纬仪的各个构件	6
2. 光学系统	17
3. 经纬仪的光学系统	26
4. 附设装置和附件	30
5. 三脚架	35
6. 电光照明	37
7. 经纬仪、三脚架及附件的装箱	40
§ 2. 经纬仪在观测前和搬运前的准备工作	42
1. 经纬仪的整置	42
2. 经纬仪搬运前的准备工作	44
§ 3. 经纬仪的校正	45
1. 修配厂内的仪器校正	46
2. 野外检查	55
3. 仪器的爱护、保养和保管	57

第二章 OTM型光学经纬仪

§ 4. 经纬仪的构造	59
1. 经纬仪的各个构件	59
2. 读数系统	70
3. 附设装置和附件	76
4. 电光照明	78
5. 视距标尺	80
6. 经纬仪、三脚架、标尺和附件的装箱	83
§ 5. 经纬仪的使用	84
1. 水平角和垂直角的观测	84
2. 视距测量	86

§ 6. 經緯儀的校正	87
1. 在修配廠的校正	87
2. 經緯儀和標尺的野外檢查	91

第三章 OT-10 型光學經緯儀

§ 7. 經緯儀的構造	93
1. 經緯儀的各個構件	93
2. 讀數系統	100
3. 附設裝置和附件	106
4. 經緯儀、三腳架和附件的裝箱	108
§ 8. 經緯儀的校正	109
1. 在修配廠的校正	109
2. 野外檢查	116

附錄 TB-1、OTM、OT-10 型光學經緯儀的主要性能

原 序

目前，在我国的大地測量工作中，采用着各种构造和各种精度的光学經緯仪。光学經緯仪的特点，就是备有玻璃度盘和复杂的 optics 系統，这样度盘的分划便可以反映在望远鏡旁的目鏡的視場中，从而便利了度盘的讀数并提高讀数的質量。光学經緯仪的优点在于：角度观测精度高、讀定度盘讀数快和仪器小而輕，这样便使得工作十分方便。

本書的主要目的是向广大的測量人員介紹几种应用最广的、具有全能性質的光学經緯仪的构造，这些仪器的精度則介于高精度仪器和“工程”經緯仪之間。这类光学經緯仪包括ТБ-1、OTM、OT-10 型光学經緯仪，以及广泛应用的威尔特 T2 經緯仪，构造上它与 OT-02^① 經緯仪相似。

在野外队或边远地区工作的測量人員，往往需要亲自消除仪器的个别故障，这时，如果他們具有足够的經驗和光学經緯构造知識就能够解决这一問題。研究光学經緯仪的构造，一定有助于仪器的正确操縱以及外业工作人員劳动效率的提高。

介紹某些类型的測量仪器以及各基本构件的构造特点，对于高等測量学校的学生和設計師也是有益的。

在編写本書时，作者曾經采用了技术科学碩士、副教授С.В. 耶利謝也夫編輯的建議，为此，作者深表感謝。技术科学碩士Б.А. 李特維諾夫、А.Ф. 巴尔卡諾夫对手稿提出了寶貴的意見，作者謹表示衷心的感謝。

在敘述材料时，由于缺少关于測量仪器的某些部分和个别零件的确切名称，曾經产生一些困难。

作者十分欢迎指出本書的一切缺点，請讀者將您的希望和意見，函知下列地址：Москва, проезд Владимирова, 6, Геодезиздат。

①在С.С. 格里申著的“精密光学經緯仪”一書中，已詳尽的敘述了构造与 T2 型相似的 OT-02 型經緯仪，因此，本書沒有介紹 T2 型仪器。（本書我社已于 1957 年翻譯出版——編者注）。

第一章 TB-1型光学經緯仪

§1. 經緯仪的构造

TB-1型經緯仪（图1—2）由基座和上部組成。这种經緯仪不是复測式的，其水平度盘可单独轉动，而与照准部无关。

1. 經緯仪的各个构件

基座 基座有三个脚螺絲19（图1）。脚螺絲的下部作成突出的圓錐形，弹簧座板57（图4）的三个叉形口或者結合底座的鎖环6（图19）分別扣在突出的圓錐形上，使基座固定在三脚架上或者結合底座上。

在TB-1型經緯仪上，脚螺絲是严密封閉的，这样可以防止潮气和灰尘侵入螺紋部分。利用改正套压紧有槽口的螺母即可調整脚螺絲轉动的松紧。当用三联脚架法进行工作时，是借助于經緯仪的置中是借助于成套脚架中的結合底座，或者是將經緯仪和測标輪流地裝置在同一个基座上来實現的。为了使經緯仪与基座分开，必須用螺絲刀擰开外螺絲22（图21），然后再擰开隱蔽在外螺絲下面的、使基座与仪器軸的外套筒直接結合的小螺絲，并从基座上取下經緯仪。当用三联脚架法进行工作时，在上述两螺絲处則擰上一个制动螺絲18（图1）；这时，制动螺絲的末端是抵在一个环状簧片上，而后者則裝在仪器軸或測标軸外套筒的圓柱槽內，并将該套筒压紧在对面的基座套筒壁上。

在基座上有电光照明插銷21（图2）。光学对点器則用螺絲固定在基座的下部。为了使人們能够正确地把經緯仪放到仪器箱內，在基座上的一个脚螺絲的对面涂有紅色的圓标记。有些經緯仪的基座上，还另外裝有圓形水准器，以便单独地整平基座，而无須移动經緯仪本身。

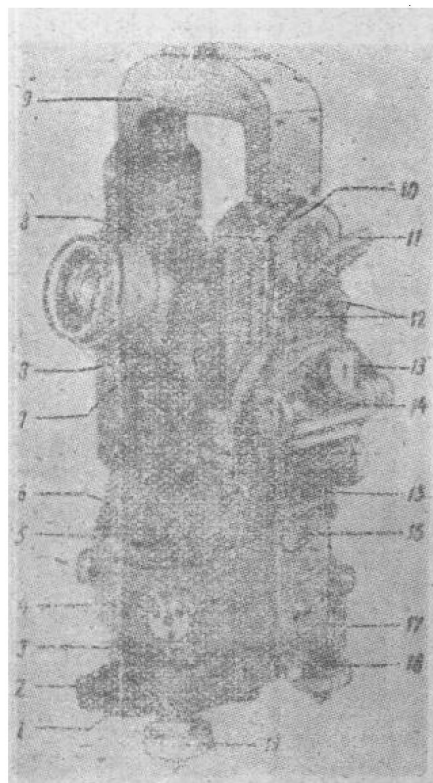


图 1. 经纬仪侧视图 (面对垂直盘)

- 1—光学对点器调焦环；2—光学对点器目镜筒；3—安全螺絲；4—水平度盘
 換置鼓；5—校正螺絲；6—圓形水准器；7—遮光罩；8—准星；9—托架；
 10、15和16—护盖；11—反光鏡；12—照明盒固定器；13—垂直度盘水准器
 螺絲；14—垂直度盘水准器；17—基座；18—制動螺絲；19—脚螺絲

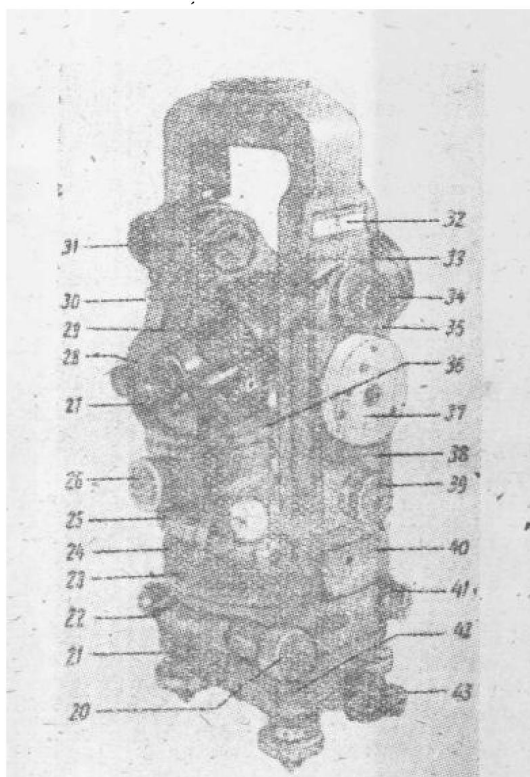


图 2. 經緯儀側視圖(面对側微器)

20—照准部微动螺絲；21—照明插銷；22和42—装箱标记；23—水准器校正螺絲；24—管状水准器；25—望远镜微动螺絲；26—水准器微动螺絲；27—讀数显微镜目鏡；28—望远镜目鏡；29—調焦环；30—照門；31—稜鏡托架；32—定向罗盘安裝槽；33—托架銷；34—望远镜制動螺絲；35和40—护盖；36—螺基；37—測微鼓；38—測微器护盖；39—換象鼓；41—照准部制動螺絲；43—光学对点器校正螺絲

垂直軸 經緯儀軸的外套筒2 (圖3—5) 里面有一鏤孔, 柱形鋼軸管55即插在鏤孔中, 并用螺絲緊緊地固定着。套筒的內表面即為照准部的柱形鋼軸56的導向面, 該軸的下部為一錐形頂端圓球狀, 套筒2的底部有一鋼質承壓板1, 該板通過球狀頂而承受儀器上部的全部壓力。套筒55上部的外表面即為水平度盤獨立旋轉的軸。

借助於帶有萬向接頭裝置的照准部制動螺絲, 可以制止照准部繞外套筒2 (固定在基座上) 旋轉。制動螺絲頭91 (圖5) 安置在經緯儀照准部的下部, 制動螺絲93旋在垂直軸微動固定環61中, 而該環則自由地位於套筒2的上部凹槽內。微動固定環被圓環81的邊壓住, 這樣可以防止垂直移動。制動螺絲帽91的轉動, 通過傳動杆傳給制動螺絲93, 而此螺絲的末端則抵在微動固定環內的固定片上, 並借助於摩擦力使微動固定環與套筒2固定在一起。

微動固定環的支出部分位於彈簧擋板88的頂杆和照准部微動螺絲98的頂杆之間。這兩個頂杆能保證經緯儀上部平穩而靈活地轉動, 並能消除微動螺絲轉動時所引起的應力變形。萬向接頭杆92不但可在旋轉微動螺絲時使照准部的移動不致破壞制動螺絲帽與螺絲本身的聯系, 同時, 還可在制動螺絲轉動時, 使經緯儀各個部分不致發生大的變形。

水平度盤和垂直度盤 經緯儀的兩度盤按 360° 制或 400° 制刻划; 刻成 360° 制時, 間隔為 $1/3^\circ$; 刻成 400° 時, 間隔為 $1/5^\circ$ 。 360° 制或 400° 制的每度分划綫的注記數字都刻在分划圈的外側。

水平度盤為一平玻璃圈, 其外徑為91.2毫米, 內徑為60毫米, 厚度為3.7毫米。分划刻在度盤底面, 其綫粗約為0.01毫米。當從上面觀察時, 分划的注記數字是正的, 並且按順時針方向增加。

為了提高讀數的精度, 和消除刻划度盤時所產生的幾種誤差, 有些TB-1型經緯儀 (例如Th.C和Th.40型經緯儀) 的度盤刻有雙分划綫, 但這樣刻划度盤時究竟把精度提高了多少, 還沒有精密地確定出來。

水平度盘上的分划通常都用一片外径89公厘、内径75公厘、厚1毫米的复盖玻璃圈遮护着；水平度盘与复盖玻璃圈是用加拿大胶粘在一起。某些TB-1型的经纬仪没有复盖玻璃圈。某些资料说明，当粘贴时，玻璃圈可能引起水平度盘的变形。

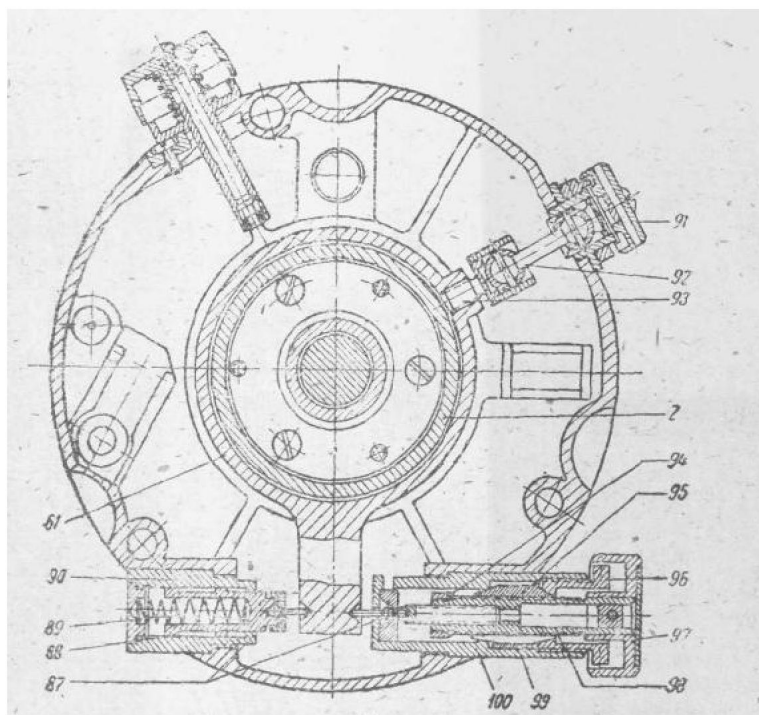


图 5. 经纬仪下部横断面图

2—经纬仪垂直轴的外套筒；61 水平度盘照准部微动固定环；87—顶杆；88—挡板；89—弹簧；90—挡板筒；91—制动螺絲头；92—万向接头杆；93—照准部制动螺絲；94—限制螺母；95—枣形螺母；96—制动螺母；97—微动螺絲头；98—微动螺絲；99—枣形螺母夹筒；100—微动螺絲套

玻璃水平度盘鑲在金屬框內，金屬框則由被螺絲連結着的两个部分組成。金屬框固定在度盘套筒82（图3—4）上。玻璃圈的内径能使它在金屬框內有相当大的移动范围，这是使度盘分划圈中心調整到旋轉軸的軸心綫上所必需的。

首先将帶有凸边的压紧环83从下面套在度盘套筒上，然后再

套上被分离垫圈84压缩着的波形弹簧；分离垫圈84由两部分组成，彼此用圆形弹簧组合起来。压紧环紧紧地固定在套筒2上，此环的凸边借助于波形弹簧把度盘套筒紧紧地压在套筒55支撑部分的顶板上。

换置度盘的伞形齿轮80紧紧地固定在度盘套筒的上部，度盘换置装置的螺鼓62以俄文字母“K_p”或“T”表示，螺鼓连同末端有伞形小齿轮的轴杆被弹簧向外压出，而水平度盘则借助于波形弹簧所造成的摩擦力固定在一个位置上。为了换置度盘，必须把安全螺丝60向左转至极限处，对螺鼓62施加压力，以便伞形小齿轮与水平度盘的齿轮80啮合，同时一面观察读数显微镜的目镜，一面转动螺鼓，直到视场中出现所需的读数时为止，随即放松压力，以使螺鼓和安全螺丝在弹簧的作用下恢复原来的位置，这时伞形小齿轮与水平度盘的齿轮也脱啮。

垂直度盘的构造与水平度盘相似。垂直度盘玻璃圈的外径与内径各为80和55毫米。凡是TB-1型经纬仪的垂直度盘，其分划刻法都一样，都是刻在向着望远镜筒的一面，同时在大多数情况下都用保护玻璃遮盖着。从外侧观察时，分划注记数字的影象是正的，并且按顺时针方向增加。

垂直度盘和水平度盘一样，也是借助于垫圈紧紧地镶嵌在金属框内，利用该框可以使垂直度盘与望远镜旋转轴同心。度盘框以螺丝紧紧地固定在经纬仪水平旋转轴上。垂直度盘以其直径0—180°（0—200°）平行于望远镜轴而安置在框内，且零分划线在目镜这一方。

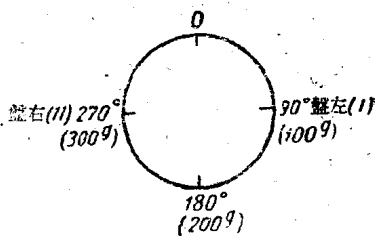


图 6. 垂直度盘分划的配置

在TB-1型经纬仪上垂直度盘读数是根据垂直直径读得的，

因此，在换成普通按水平直径读数的方式时，可以将垂直度盘的数字注记设想成为图6所示的样子。按照图6，在盘左时（位置1），望远镜严格水平时的相应读数是90°（100°）；而在盘右时

(位置 I)，相应讀数則为 270° (300°)。

望远镜 鏡筒 17 是三梯阶形的管子 (图 3)，較粗的一端鑲有物鏡框，鏡筒的中間部分固定在水平旋轉軸套环的螺紋上；直径較小的圓筒部分是用来在其內部安置調整焦透鏡和固定目鏡部分于其上面的。

在直径較小的那一端的靠垂直度盘的一側有一縱槽，槽內有一块可以移动的小垫片，它用螺絲与調焦鏡筒 26 連接着，而調焦鏡筒的螺紋上則固定着調焦透鏡圈。用多回螺紋和調焦外筒 25 連接的調焦环，可沿鏡筒的外表面移动。調焦环上有一圓孔，其中插着帶有垫片的螺絲头，以使調焦环不致轉动。望远鏡目鏡端裝置着限制环，以便轉动調焦外筒 25 时不致有縱向移动。为便于用手轉动調焦外筒，其上用螺絲固定着帶有滾花的圓环。当該圓环轉动时，調焦透鏡的鏡筒 26 就在鏡筒內沿軸向移动調焦外筒 25 連同帶有滾花的圓环常常統称为調焦环。望远鏡的目鏡用四个螺絲以两两相对的形式固定在鏡筒的末端。交合絲鑲在框內通过目鏡筒側壁的四個校正螺絲 28 的末端直接抵在交合絲框上。各螺絲头上都有小孔以供插入改針之用。校正螺絲头盖在护罩內。在与鏡筒連接的目鏡座 29 的多回螺紋上，有一可移动的目鏡套环 30，而其上則借着制定螺絲固定着屈光度环。

望远鏡的內表面可能部分地反射光綫，所以刻以細槽紋，并涂成黑色。这就可以减少不必要的反射光綫，从而避免减低影象的清晰度，望远鏡中部的光闌也是为此目的而設的。

望远鏡中各光学零件的相对位置如經緯仪光学系統总图 (图 14) 所示。物鏡由相互隔开的三个透鏡組成，前两块是正透鏡一双凸透鏡，最后一块是負透鏡一双凹透鏡。物鏡之所以这样复杂，是因为要有大的相对孔径 (約 1:3)。为了改善影象質量，調焦透鏡 20 由正負透鏡各一块合成。交合絲 21 复盖有一块厚玻璃，以防污損。在望远鏡視場中所看見的交合絲 (图 7)，供精确照准任何外形的目标之用。平分絲的距离近于 $40''$ (0.05 毫米)。由物鏡看平分絲，其綫粗之角度值約为 $4''$ 。对称于交合絲中心的

两对短綫划供以水平标尺和垂直标尺作視距測定之用，視距系数的名义值采用100。

望遠鏡內裝有对称型目鏡22 (图14)。为了很快地将目鏡置于所需要的位置上，每个观测員最好記住自己的屈光度讀数。在开始工作前必須确信交合絲与目标影象之間沒有視差。观测員只要将眼睛对于目鏡作相对的移动，就很容易发现是否有視差。

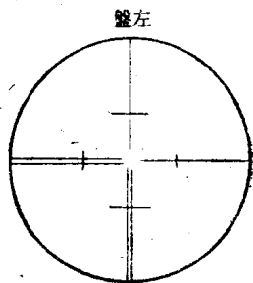


图 7. 望遠鏡的交合絲
(盤左)

为了大概地照准所选定的点，在望遠鏡的上下都裝有准星和照門。盤左时，望遠鏡上面的照准装置由金屬的准星和照門組成。照門上标有数字 I (1)。盤右时，所利用的照准装置由塑膠的准星和透明的照門組成，照門上标有数字 I (2)。为了在夜間能够照准，在准星和照門上有发光标志。照明望遠鏡交合絲用的反光鏡，其位置借鈕盤4 (图23) 調整之。反光鏡的位置以紅綫示于鈕盤的外表上。光綫通过望遠鏡側壁的孔投射到反光鏡上。在望遠鏡外壳上，鈕盤4的对面有一个带有三个螺絲的小平面，用来固定各种附加装置。

遮光罩10 (图3) 由两部分組成。在两极限位置上，遮光罩都借准星制定着，遮光罩以其本身上的直槽沿准星滑动。

望遠鏡水平旋轉軸是空心的，这是为了使电灯光能够射到反光鏡上，以及为了在其中安置度盤讀数装置的零件。

水平軸的右軸頸位于偏心套筒45 (图3) 內。当偏心套筒在其窩巢 (窩巢內沒有固定螺絲的活动孔) 內作不大的轉动时，套筒便会把軸頸提高或放低，以此改变望遠鏡水平旋轉軸对仪器垂直軸的傾斜度。

照准部的自由水平轉动和望遠鏡自由垂直轉动，借助于制动螺絲91 (图5) 和38 (图3) 适当地制止，然后望遠鏡才可能借微动螺絲25和20 (图2) 精确地照准。

与其它經緯仪不同，TB-1型經緯仪望遠鏡的制动螺絲38 (图

3) 产生的应力, 不是作用在望远镜水平旋轉軸軸頸的圓柱面上, 而是作用在軸頸的末端。帶有錐形外邊緣的套圈37, 以四个螺絲固定在与光学測微器同側的水平軸末端, 上述套圈制住平面圓环, 圓环內有凹口, 微动裝置的黃銅压片35插入其內。圓环本身以螺絲固定在微动架47上(參閱图12的12和15)。当制动螺絲擰松时, 望远镜和套圈37(图3)可以同对与微动架固定一起的圓环自由的轉动。制动螺絲头38的轉动通过齒輪传递給接头軸, 此后再傳給螺絲36本身。螺絲36將黃銅压片35压紧在微动架的圓环上, 也压在套圈37的錐形凸边上, 以此制动望远镜的垂直轉动。当微动螺絲轉动时, 由制动螺絲头38到制动螺絲本身的接头傳动, 可引起望远镜在垂直面內的微微轉动。各种裝置可大大减少普通制动螺絲轉动时所产生的, 使水平軸变形的应力。

水准器 圓形水准器6(图1)是供初步定平經緯仪用的。圓形水准器以四个螺絲5固定在支架的外壳上。上述四个螺絲同时又是改正螺絲。圓形水准器框的下部以及裝置圓形水准器的窩巢之上部均为球形。松动一部分螺絲, 再将其余的螺絲擰紧时, 圓形水准器框就能向任何方向傾斜。螺絲头上有改錐口和校正針孔。

管状水准器24(图2)是供准确定平經緯仪用的。借助于相互制約的上下改正螺絲23, 水准器框能在球形支架內作不大傾斜, 以便調整水准器。水准器玻璃管外用防碎玻璃制成的透明管維護, 以防受机械損伤和溫度突变的影响(如观测員用手触动和呼吸等等)。当望远镜由一位置轉到另一位置上而推移遮光罩或目鏡附屬裝置的位置时, 为了維護水准器玻璃管免受意外撞击, 在保护管上裝置半圓形的金屬套筒。为了观测水准器气泡的讀数, 在玻璃管上刻有間隔为2毫米的刻划綫, 每隔十条刻划綫有一数字注記。水准器气泡的长度一般在玻璃管上約占10—12条刻划綫。

垂直度盘水准器14(图1)的玻璃管上沒有分划。玻璃管的中部以指标标志。水准器与垂直度盘紧紧地固定在一起, 它是由

裝置在金屬底座上的一組光學零件組成的。在每次測讀物體的天頂距以前，都需將水準器置于水平位置。

光學經緯儀水準器氣泡的觀測，借助於特種系統的稜鏡進行，這種系統有如圖 8 所簡示的各種構造。TB-1 型經緯儀的兩個稜鏡 1 和 2（圖 8，A）對稱地位於穿過玻璃管 3 中部的公用垂直稜邊的兩側。稜鏡 1 和稜鏡 2 各有兩個反射面，它們的位置與入射面 a 和 c 和出射面 b 和 d 成 45° 角。

當水準器的傾斜度變動時，氣泡的兩個部分的影象將相互迎向移動；但當水準器氣泡對稱於稜鏡 1 和 2 的公共稜鏡時，氣泡兩端點的影象便重合在一起。如果稜鏡 1 和 2 與水準器零點對稱

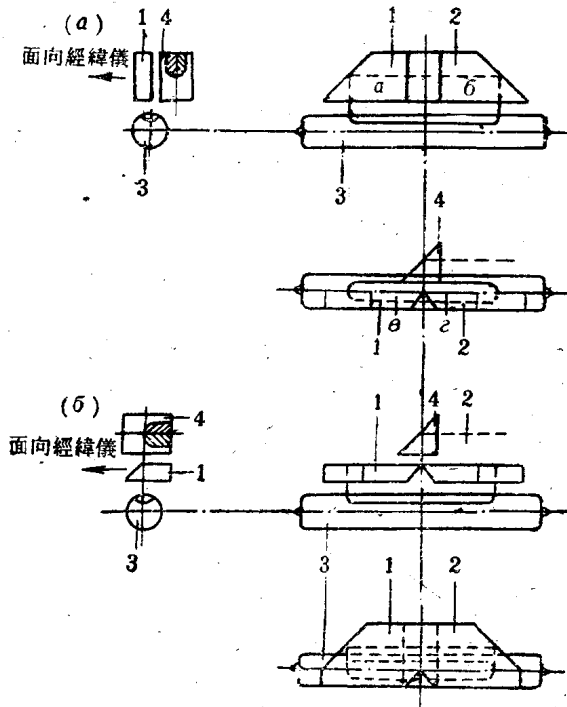


圖 8. TB-1 型 (a) 和 OTM 型 (b). 光學經緯儀垂直度盤水準器稜鏡系統圖

的話這就表明水準器位於水平位置。

附有稜鏡系統的水準器的安置精度比一般的大約要高一倍，

因此它的假定分划值也比后者大一倍。

为了便于观测望远镜处于两种位置时的水准器气泡，稜鏡4可围绕一水平轴旋转。垂直度盘水准器14（图1）的玻璃管和水平度盘上盘的管状水准器一样，包有透明的外管。垂直度盘水准器68（图4）具有改正螺絲73，用来调整天顶位置。用白赛璐珞制成的反光器从下面照亮水准器气泡。

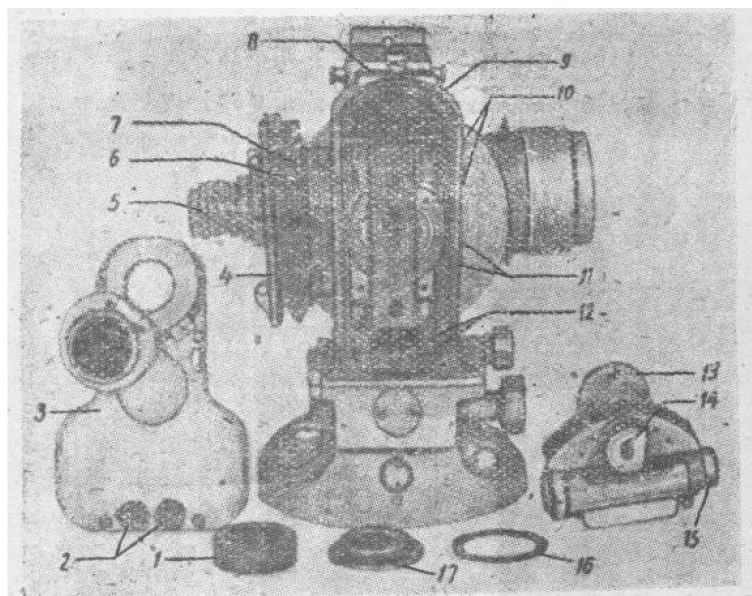


图 9. 經緯儀的部分拆卸（面向垂直度盘水准器）

1—交合絲螺絲的护圈；2—接触套筒；3—护盖；4—屋頂形（上部的）稜鏡框；5—垂直度盘鏡架；6—垂直度盘外輪；7—直角（下部的）稜鏡框；8—接点；9—水平度盘照明稜鏡框；10—稜鏡框固定螺絲；11—集光鏡框固定螺絲；12—彈簧接点；13—水准器支架；14—水准器稜鏡；15—垂直度盘水准器；16—垫圈；17—水准器支架的垫圈

垂直度盘的水准器支架13（图9）以三个螺絲固定在与垂直度盘外輪6的黃銅盒联結的垫圈17上。鏡架5固定在黃銅盒的垂直槽內。黃銅盒塞置于彈簧套和傾斜螺絲75頂杆（图4）之間，黃銅上旋有垂直度盘显微鏡的物鏡。当轉动微动螺絲时，水准器气泡便移动，同时垂直度盘上的讀数也就改变，但此时在讀数显