



光學經緯儀檢驗法

И. Ю. 維道任茨 著



中國人民解放軍測繪學院譯印

一九五五年三月



序

檢驗測量儀器的目的，在於確定這些儀器對於施行一定等級和種類的測量工作之適用性，或在於確定一般能使用這些儀器的工作之種類和等級。所有的測量儀器都必須經過檢驗。因為只有在這種情況下，才能為測量工作選擇良好的儀器，以期得到質量良好的外業觀測資料。

為了用某一給與的儀器而得到最佳的觀測結果，則須觀測員本人進行該儀器之野外檢驗和實驗室檢驗。這一點非常重要，因為只有在這種情況下，觀測員才能夠熟悉儀器全部結構的精微地方，和儀器上所有部件的操作。仔細地研究儀器之後，就能採用正確的觀測方法，以便最大限度地消去伴隨觀測而來的誤差。

檢驗儀器的重大意義，也在於藉檢驗而確定儀器誤差，知道了儀器誤差，於觀測中加入相應的改正數，就可提高觀測精度。

檢驗儀器應查明儀器的優點和缺點。將根據這種檢驗而獲得的資料加以系統化，這對於設計更現代化的儀器有很大的幫助。

所有蘇聯出版的測量工作實施細則和規範，都重視了儀器檢驗的重大意義，可是進行這些檢驗的規定總是不够詳細。

蘇聯現在的測量工作中，光學經緯儀得到了廣泛地推廣*，可以料想，這些儀器將來在二、三、四等三角測量和導綫測量工作中

* 光學經緯儀的特徵，是在於它有複雜的光具組，以使能夠用顯微鏡進行水平度盤和垂直度盤的讀數，這些顯微鏡的共同目鏡位於望遠鏡目鏡的側面，因此保持了在高精度的度盤讀數的條件下，經緯儀的體積不大。

是應用極廣的。但必須指出，我們有關光學經緯儀的書籍不多，而在已有的書籍中關於經緯儀檢驗問題的論述還很不够。本書應該部分地來彌補這一缺陷。

經緯儀的任何檢驗，應從詳細研究它的外形和構造着手。研究儀器，必須考慮它的各個結合處及部件之結構的合理性，並儘可能充分了解它的優點和缺點。觀測員只有在這樣的條件下，才能够正確地擬定進一步的檢驗綱要，正確地進行檢驗，並對其給以評價。儀器應該經過仔細的外部檢視，此時必須檢查儀器零件是否完整，儀器是否穩定，各個部分的運轉是否正確，以及應該運轉靈活的地方是否能達到要求。檢驗之前，經緯儀須妥為調整。

儀器的檢驗應儘可能作到全面。儀器的所有部分都應經受檢驗，即使這些部分的操作可能在最小的程度上影響到測角的精度。檢驗應在儀器於實際作業中可能遇到的各種情況下進行。觀測預先已知道其精確值的各角度，乃是檢驗儀器的最後手續，由此得出儀器各部分之共同操作的表現。此外，最好用已檢驗的經緯儀從高標上觀測長邊三角形的角度。

檢驗的結果，必須得出關於儀器之總的結論。

現在列舉№ 64467 Th—40 光學經緯儀的全面檢驗，作為檢驗測量儀器的示例。檢驗 Th—40 經緯儀的方法也適用於其它光學經緯儀。

目 錄

序

檢驗 Th—40 經緯儀的綱要	1
I. Th—40 經緯儀的說明	2
三角座板	8
望遠鏡	9
光學測微器	10
度盤及讀數	12
顯微鏡和光綫路徑	15
水準器	16
軸	17
視準標桿的橋狀支架	18
離合器	18
照明盒	18
管狀羅針	19
經緯儀的附件	19
II. Th—40 經緯儀的檢驗	22
1. 測定水平和垂直度盤之光學測微器的行差	22
2. 水平度盤直徑誤差之測定	25
3. 水平度盤和垂直度盤直徑偶然誤差之檢驗	35
4. 光學測微器系統誤差之檢驗	40
5. 光學測微器偶然誤差之測定	46

6. 光學測微器隙動差之測定（檢驗測微器操作的正確性）·····	50
7. 檢驗光學測微器之測鼓動盪對於其讀數的影響·····	53
8. 檢驗不同的照明對於水平度盤讀數之影響·····	54
9. 檢驗讀數目鏡的整置對於水平度盤讀數之影響·····	56
10. 按水準器讀數檢驗水平度盤照準部繞垂直軸旋轉之正確性·····	56
11. 測定水平度盤照準部之偏心差·····	62
12. 測定水平度盤偏心差·····	73
13. 檢驗垂直度盤繞水平軸的旋轉·····	78
14. 測定垂直度盤照準部水準器之靈敏度·····	81
15. 用2"三角測量經緯儀觀測的方向值與用 Tn—40 經緯儀觀測的方向值之比較·····	81
16. 檢驗水平度盤照準部繞垂直軸旋轉對於經緯儀 三角座板之方位移動的影響·····	93
17. 觀測水平方向的中誤差之測定·····	101
18. 測定水平和垂直度盤分割綫影像重合一次之中誤差··	102
19. 測定水平度盤照準部上的水準器之分割值·····	102
20. 測定垂直度盤照準部上的水準器之分割值·····	105
21. 測定經緯儀水平軸之傾斜（測定支架不等之差）····	105
22. 檢驗經緯儀視軸因溫度影響之移動·····	108
23. 檢驗陽光照明強度對測角精度之影響·····	111
24. 用 Tn—40 經緯儀和1"威特小型經緯儀觀測的 垂直角之比較·····	114
25. 測定望遠鏡平分綫照準目標一次之中誤差·····	117
26. 檢驗經緯儀望遠鏡繞水平軸旋轉之正確性·····	118
27. 檢驗望遠鏡中心透鏡之運行·····	118
28. 檢驗制動螺旋的壓力對於水平度盤照準部的位 置之影響·····	119

29. 測定望遠鏡放大率.....	119
30. 測定出射瞳孔直徑.....	120
31. 測量望遠鏡視野之大小.....	120
32. 物鏡之試驗.....	120
33. 物鏡之鑑別本領.....	121
34. Th—40 經緯儀之野外檢驗綱要.....	122
檢驗 Th—40 經緯儀的結論.....	123
二等基本鎖中用 Th—40 經緯儀觀測水平角和垂直 角的規則.....	130

檢驗 Th—40 經緯儀的綱要

檢驗 Th—40 經緯儀的目的，在於查明它對於二、三和四等大地網之加密的適用性。檢驗的綱要如下：

- 1) 測定儀器常數；
 - 2) 測定照準精度和讀數精度；
 - 3) 檢驗儀器的光具組；
 - 4) 檢驗光學測微器；
 - 5) 檢驗水準器；
 - 6) 檢驗水平度盤和垂直度盤的質量；
 - 7) 檢驗儀器繞水平軸和垂直軸旋轉的正確性；
 - 8) 檢驗內部的（人工的）和外面的（自然的）照明對測角精度的影響；
 - 9) 檢驗儀器各部分之裝置的變動對照準和讀數精度的影響；
 - 10) 檢驗溫度對測角精度的影響；
 - 11) 檢驗整個儀器的操作。
-

I . Th—40 經緯儀的說明

Th—40 經緯儀是光學經緯儀，它具有由很多光學零件構成的複雜光具組，經緯儀是用新式的刻劃來觀測水平角和垂直角的，它裝有視距絲，利用此絲以及水平或垂直標尺，可按視距法測量距離。經緯儀適於用三聯腳架法進行導綫測量，並可能在日間或夜間進行操作。

此經緯儀更適於在軍事戰鬥行動的條件下進行工作*。

全套儀器包括：

- 1) 經緯儀及附件，裝在金屬箱內；
- 2) 帶有套子的三腳架；
- 3) 電光照明裝置。

經緯儀的全貌見圖 1。

經緯儀由以下幾個主要部分構成：

- 1) 三角座板；
- 2) 上部；
- 3) 附有視準桿的橋形支架；
- 4) 使上部與三角座板連接的離合裝置；

* 將經緯儀對準觀測目標，水平度盤和垂直度盤的讀定以及符合水準器的整置，由觀測員在一位置進行，不必移動。經緯儀裝於三腳架上以及對正中心都很迅速，三腳架有足够的強度，操作可靠，而且整置和對點也很迅速。經緯儀連同金屬箱共重 8.8 公斤，三腳架連同基板 and 垂球共重 7.1 公斤。儀器搬運方便，裝箱和取出迅速。金屬箱與木箱比較，具有輕便、不透水以及無引火性等優點。

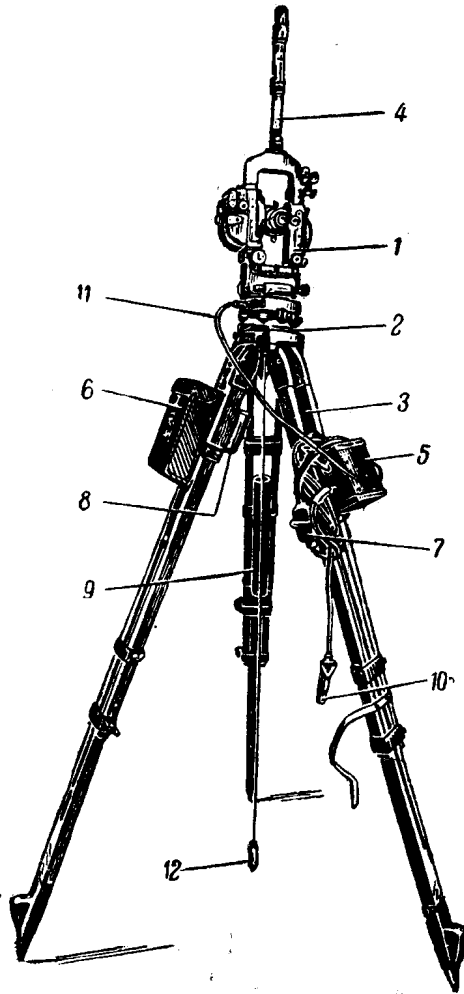


圖 1

1. 經緯儀; 2. 基板; 3. 三脚架; 4. 視
準桿; 5. 電池盒; 6. 電光照明裝置箱;
7. 配電器; 8. 垂球盒; 9. 視準桿筒; 10.
小手電筒; 11. 電綫; 12. 垂球。

- 5) 照明盒;
6) 定向羅針。

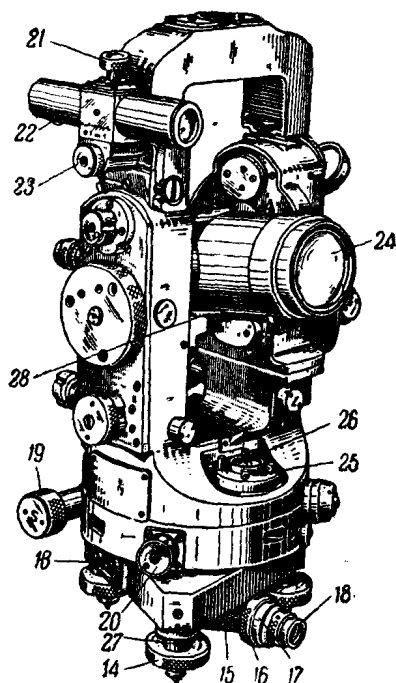


圖 2

13. 插頭座子; 14. 脚螺旋; 15. 光學對點器; 16. 光學對點器的對光環; 17. 光學對點器校正螺旋; 18. 光學對點器目鏡; 19. S—水平度盤照準部微動螺旋; 20. 水平度盤照準部固定螺旋; 21. 定向羅針之磁針制動器鈕; 22. 定向羅針; 23. 固定羅針的螺旋; 24. 望遠鏡的物鏡; 25. 圓水準器校正螺旋; 26. 圓水準器; 27. 調整脚螺旋之運轉的孔隙; 28. 視野照明調置鈕。

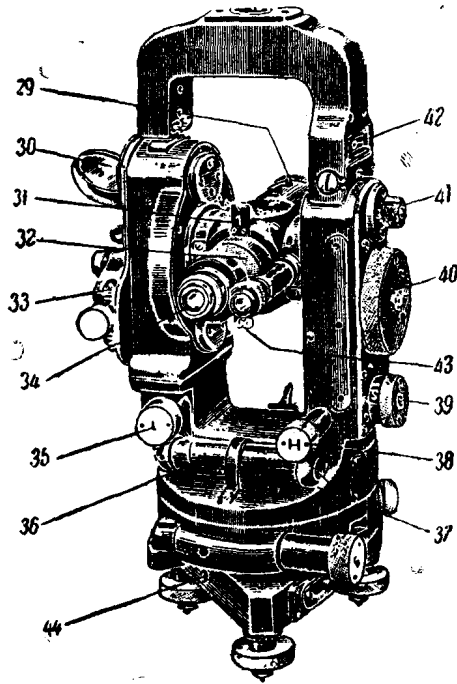


圖 3

29.準星；30.反光鏡；31.照門；32.望遠鏡調焦環；33.符合水準器校正螺旋；34.望遠鏡目鏡；35.L—調整符合水準器的微動螺旋；36.水平度盤照準部管狀水準器；37.水平度盤照準部管狀水準器的校正螺旋；38.H—望遠鏡的垂直微動螺旋；39.度盤變像鼓；40.光學測微器轉鼓；41.望遠鏡的垂直固定螺旋；42.裝置定向羅針的小孔；43.帶有發光標誌的照門；44.離合裝置的固定螺旋。

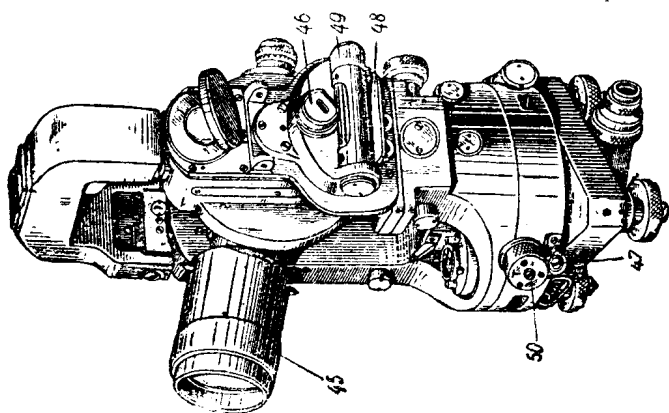


圖 4

45. 可抽出的太陽罩；46. 符合水準器的稜鏡；47. 保護螺帽；48. 符合水準器的反光鏡；49. 符合水準器；50. 水平度盤換置鼓。

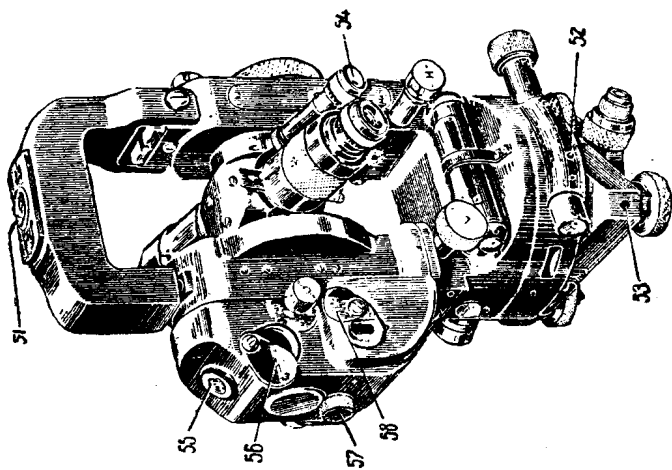


圖 5

51. 帶有視準桿小孔的橋形支架；52和 53. 紅點（儀器裝箱時應在一直綫上）；54. 讀數顯微鏡目鏡；55. 照明盒；56. 關閉小窗的蓋；57. 轉動符合水準器之稜鏡的鈕；58. 關閉小窗的蓋。

Th—40 經緯儀在各種不同位置的詳細形狀和它各部分的名稱
見圖 1—7。

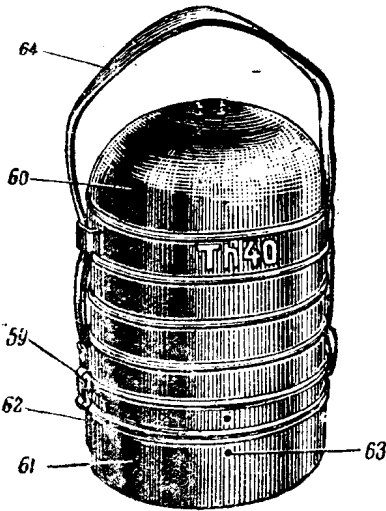


圖 6

59.槓桿門；60.儀器箱圓頂；61.儀器箱底部；62.掛槓桿門的小鉤；63.儀器箱上的紅點，用以正確地裝收儀器；64.攜帶儀器箱的皮帶。

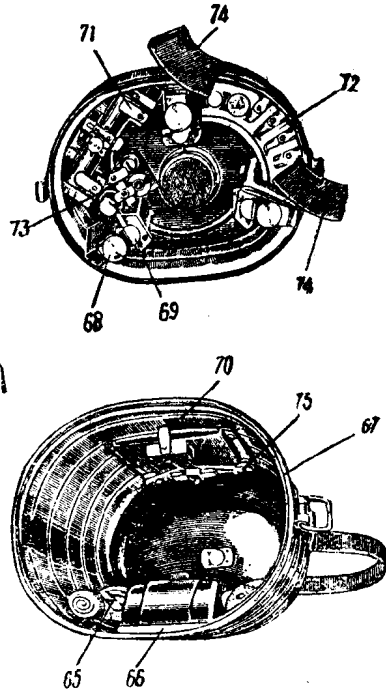


圖 7

65.小刷和擦布的放置處；66.照明盒安置處；67.橡皮墊圈；68.固定儀器的螺旋；69.可抽出的門；70.儀器履歷表放置處；71.放置定向羅針的槽；72.放置小零件的槽；73.放置稜鏡和濾光鏡的槽；74.保護蓋；75.對準中心的基板。

三角座板

三角座板上裝有三個腳螺旋，它支承着儀器的上部，用腳螺旋將上部垂直軸整置成垂直。照明儀器的電流導至三角座板的插頭座上。爲了使經緯儀正對準中心標石或其它已知點，在三角座板上裝有光學對點器，光學對點器有十字絲，其形狀如圖 8 所示。對準中心前，旋轉光學對點器的目鏡環，力求得到十字絲清晰的影像。然後轉動光學對點器之調焦環，力求得到位於儀器之下的三角點中心標石或其他點的標誌之清晰影像。光學對點器十字絲有校正螺旋，其頭部嵌入對點器內，並用油灰塞閉。調整光學對點器，在於使其照準軸垂直，用下法進行：將經緯儀置於三腳架上，並使其垂直軸垂直，在地面上標出光學對點器十字絲中心的投影點。將儀器在基板上轉動 120° ，重新調整水平後，再將十字絲中心投影至地面上。再一次將經緯儀換置 120° 後，進行完全相同的操作。然後將求得的誤差三角形之中心標於地上，並用十字絲校正螺旋使十字絲中心與誤差三角形的中心重合。

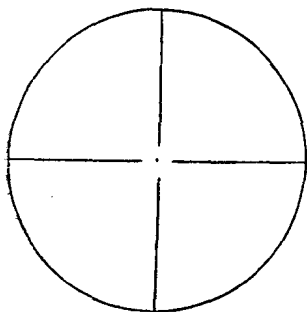


圖 8

封閉式經緯儀之腳螺旋可避免髒物和灰塵。每個螺旋的運轉可以調整。爲此，腳螺旋應向相應的方向轉動，直到經過螺旋上的孔看見調整螺帽上的孔爲止，然後用改針將該螺帽向需要的方向轉動。腳螺旋的運轉應稍緊。用離合裝置將經緯儀上部與三角座板連結之後，須轉動制動螺旋將離合裝置緊固在三角座板上。

當利用三腳架佈設導綫時，作爲一個獨立部分的三角座板起着很大的作用。因爲經緯儀的上部和視板可先後插在座上。爲了將三角座板的垂直軸導至垂直位置，可用帶有校正螺旋的圓水準器。

必須指出，用這種儀器進行觀測的精度，在頗大的程度上取決於三角座板的構造。同時應注意，Th—40 經緯儀的三角座板有時由於腳螺旋在其中搖動和由於腳螺旋在經緯儀基板薄片上不穩固，以致方位有移動。腳螺旋間的小距離會增大腳螺旋搖動對於經緯儀方位移動的影響。腳螺旋缺少固定螺旋是極大的缺點，因這種螺旋在減小腳螺旋搖動方面起着顯著的作用。

望 遠 鏡

經緯儀具有內對光天文望遠鏡。望遠鏡物鏡中心至交合系的距離等於 140mm。望遠鏡由以下數據說明其特徵：放大倍數—27 $\times$ ，物鏡的自由孔徑—40mm，視場以角度計為 1 $^{\circ}$ 8'，以長度計在 1000m 之距離為 29m，出射光瞳直徑為 1,5mm，望遠鏡能看到的目標之最近距離為 1,2m。

望遠鏡中刻有交合系，其形狀如圖 9 所示。這樣的交合系能精確地照準任何形狀的目標。平分絲間的距離為 121 $^{\circ}$ 。絲的寬度約 13 $^{\circ}$ 。交合系上有兩對輔助的分劃綫，用於視距測量，這些絲稱為視距絲。其視距係數為 100。交合系能轉動，能在水平和垂直方向上移動。校正螺旋用擰緊的護蓋保護，並塗以特製的油灰。改正視準差 (2c) 用一般的方法進行。

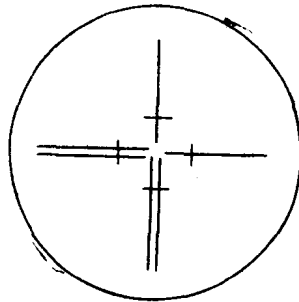


圖 9

水平度盤和垂直度盤、光學顯微器的刻劃尺、垂直度盤水準器以及望遠鏡視野的照明，用一個燈泡進行，該燈泡置於可取下的照明盒內。我們來探索由燈泡射向望遠鏡視野的光綫之路徑。燈泡沿經緯儀水平軸的方向安置。它的光綫沿此方向射到置於望遠鏡光軸中的反射鏡上，然後反射到交合系上。反射鏡與一鉗子固結，此鉗子裝於望遠鏡上。轉動鉗子可啓開

和遮斷望遠鏡視野的光亮。鈕子上的紅綫是表明反光鏡在望遠鏡內所佔之位置。

轉動目鏡調焦環，可得到望遠鏡交合系清晰的影像。在環上刻有分割，按此分割可以記下所需要的目鏡整置數。爲了獲得目標之清晰的影像，則須轉動望遠鏡調焦環。在望遠鏡目鏡的旁邊是顯微鏡目鏡，藉以讀定水平和垂直度盤。望遠鏡盤左（КЛ）的位置，在照門上標有數字 1。照門和準星是用於望遠鏡之概略照準。黑色的照門和準星相應於望遠鏡之第一位置，附有夜間發光標誌的透明照準設備相應於望遠鏡之第二位置。在物鏡筒上有可抽出的太陽罩，在望遠鏡內物鏡附近刻有環狀紋，以消除望遠鏡視野中的閃光。

光 學 測 微 器

光學測微器之構造的理想如下：在經緯儀度盤射向讀數顯微鏡的光綫路徑上，安置兩個光楔，一個置於使度盤分割綫成正像的光束之路徑上，另一個置於使位於度盤對徑處（相差 200° ）的分割綫成反像的光束之路徑上。兩光楔應平行地安置，但折射角向相反的方向（見圖 10）。當在光綫路徑的方向上移動光楔時，則光綫也移動，一個光束循一方向，另一光束則循相反方向，這樣，移動光楔可使互相處於對徑位置的度盤分割綫之影像重合或分開。

在讀數顯微鏡的目鏡中，同時可看見度盤分割綫的影像以及與光楔緊密連接的分、秒刻劃尺。刻劃尺以長度計爲 35mm，以角度計爲 10° ；在刻劃尺上刻有 500 個分割。刻劃尺須這樣考慮，當分割綫的影像由於光楔之移動而移動 10° 時，相應於讀數顯微鏡視野中刻劃尺移動 10° 。

光學測微器的這一理想實際上用下法實現。

在直尺 1 的方向槽中插有滑塊 2（見圖 11），此滑塊與齒尺 3 固結。齒尺和光學測微鼓的小齒輪 4 相嚙，當轉動測微鼓時，滑板將正確地向前移動。在儀器中，直尺方向槽在垂直位置。爲了使滑塊不致因本身重量的影響而沿垂綫移動，於它的尾部 5 用彈簧 6 向上

引張。光學測微器的分、秒刻劃尺 8 和光楔 7 與滑塊緊連。在光楔之上安置有特別稜鏡（塞依德稜鏡），用以將經過光楔的光束折射到膜片 9 上，經過膜片上的小窗 10 可以看到水平度盤和垂直度盤分割綫的影像。在膜片上第二個小窗 10 的前面有光學測微器刻劃尺。刻劃尺上的分割和度盤分割的影像在顯微鏡目鏡中可以看見。

膜片 9 固結在平行的玻璃板上，刻劃尺分割綫和度盤分割的影像是用讀數顯微鏡目鏡環進行調焦。目鏡放大倍數等於 $14.7\times$ 。

光學測微鼓有長的直徑，因此，測微器精度能與它的刻劃尺之從容移動取得適應。還應指出測微器構造上的一個優點，那就是光楔和刻劃尺的緊密連接，這樣可以消除光學測微器的隙動差。像這

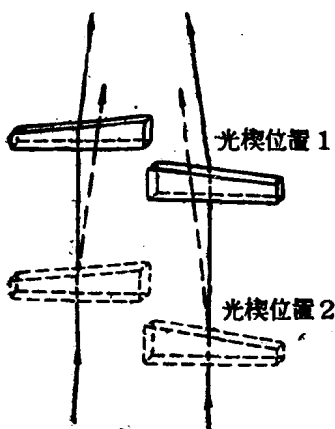


圖 10

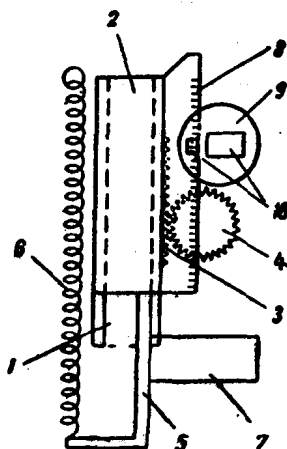


圖 11

樣的構造，無論是循正方向或反方向轉動測鼓，都應得到同一的讀數。但是，為了使分割綫的重合一律起見，測鼓僅向右轉動。

上面所討論的光學測微器之構造，較舊式光學測微器的構造更為完善。舊式構造是以與平行玻璃板固結的槓桿之端點沿着已算好的曲綫移動為基礎。舊式光學測微器的構造中，對其操作精度有影