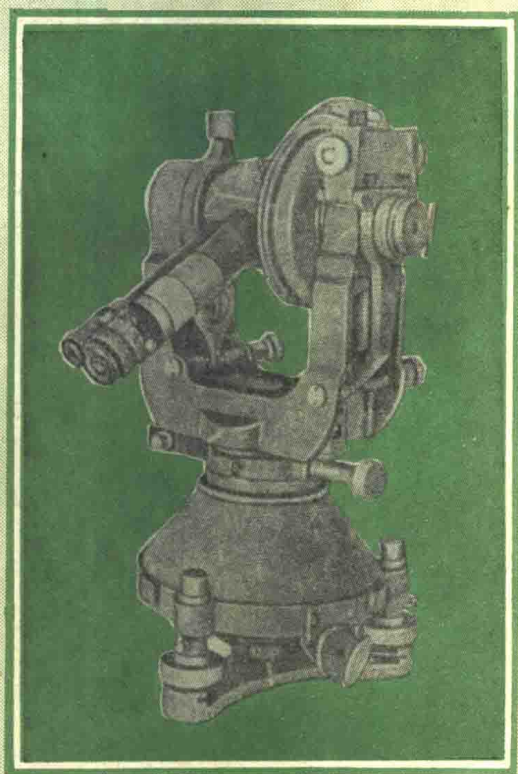


精密光学经纬仪

Б. С. 格里申 著



測繪出版社

精密光学经纬仪

Б. С. 格里申 著

李樹棠 刘学义 译

测绘出版社

1957·北京

Б. С. ГРИШИН

ВЫСОКОТОЧНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ ТЕОДОЛИТЫ

Издательство геодезической литературы

МОСКВА * 1954

本書講述 OT-02 型和 ThB 型精密光学經緯儀各部分和整个儀器的結構，以及檢驗、校正和修理等問題。

本書的第一篇描述 OT-02 型經緯儀；第二篇描述 ThB 型經緯儀；第九章闡述在野外条件下 OT-02 型和 ThB 型精密光学經緯儀的保養問題。

本書可作为高等三角測量和導線測量專業人員以及机械人員的实用參考書，此外也可作为測繪學院學生的教材。

精密光学經緯儀

著 者 Б. С. 格 里 申

譯 者 李 樹 棠 刘 学 义

出 版 者 測 繪 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3号

北京市書刊出版業營業許可証出字第081号

發 行 者 新 華 書 店

印 刷 者 地 質 印 刷 厂

北京廣安門內教子胡同甲32号

編輯：夏文豹 4.656 技術編輯：李璧如 校對：白叔鈞

印數(京)1—5,050册 1957年4月北京第1版

開本31"×43¹¹/₂₅ 1957年4月第1次印刷

字數95,000字 印張 4²/₅

定價(10)0.60元

目 錄

緒論	7
----------	---

第一篇 OT-02 型光学經緯儀

第一章 概論	8
§ 1. 經緯儀的描述	9
§ 2. 光学系統	12
§ 3. 軸系	17
§ 4. 光学測微器	18
第二章 經緯儀裝配的簡單技術操作	19
§ 5. 軸系的制造	19
§ 6. 經緯儀下部的裝配	21
§ 7. 經緯儀中部的裝配	22
§ 8. 經緯儀上部的裝配	22
§ 9. 光学測微器的裝配	23
第三章 工作前对 OT-02 型經緯儀的檢驗	24
§ 10. 脚螺絲和微動螺絲旋進的檢驗	24
§ 11. 儀器上各軸的檢驗	24
§ 12. 基座上水准器的檢驗	24
§ 13. 三腳架的檢查	25
§ 14. 望遠鏡物鏡所呈現的影象質量的檢驗	25
§ 15. 水平度盤和垂直度盤顯微鏡的檢驗	25
§ 16. 望遠鏡十字絲的檢驗	25
§ 17. 水平軸对儀器垂直旋轉軸傾斜度的檢驗	25
§ 18. 垂直度盤水准器的檢驗	26
§ 19. 照准差的檢查	26
§ 20. 对光透鏡轉動的檢查	26
§ 21. 度盤和上盤偏心差的檢查	27

§ 22. 顯微鏡行差的檢查	27
第四章 OT-02 型經緯儀在制造和修理時的檢驗	27
§ 23. 水平度盤的裝置	28
§ 24. 垂直度盤的裝置	29
§ 25. 望遠鏡物鏡的裝配和調整	30
§ 26. 光學測微器的調整	33
§ 27. 讀數顯微鏡稜鏡的裝置	36
§ 28. 水平度盤顯微鏡光學系統的調整	38
§ 29. 水平軸對於儀器垂直軸的垂直性的檢查	43
§ 30. 垂直度盤顯微鏡光學系統的調整	43
§ 31. 照準環的裝置	45
§ 32. 十字絲的裝置	45
§ 33. 望遠鏡光學系統光行差的檢驗	46
第五章 各部分的洗刷、擦油、小修和更換的方法	56
§ 34. 透鏡、稜鏡、砂盤的洗刷	56
§ 35. 零件和部件的擦油	57
§ 36. 改正軸系中的故障	58
§ 37. 光學測微器的修理	62
§ 38. 水平度盤的更換	62
§ 39. 垂直度盤的更換	63

第二篇 ThB型光學經緯儀

第六章 概論	64
§ 40. 經緯儀的描述	65
§ 41. 光學系統	71
§ 42. 軸系	76
§ 43. 光學測微器	79
第七章 ThB型經緯儀各部分的檢驗和裝置	81
§ 44. 水平度盤的裝置	82
§ 45. 垂直度盤的裝置	82
§ 46. 望遠鏡物鏡的裝配和檢定	82
§ 47. 光學測微器的檢定	84

§ 48. 讀數顯微鏡稜鏡的裝置	85
§ 49. 水平度盤顯微鏡光學系統的檢定	85
§ 50. 望遠鏡的水平旋轉軸對儀器垂直軸傾斜度的檢驗	88
§ 51. 垂直度盤顯微鏡光學系統的校正	89
§ 52. 垂直度盤 M_2 的改變	89
§ 53. 視准差的檢驗	90
§ 54. 光學對點器的檢驗	90
第八章 各零件的擦油、小修和換置的程序	91
§ 55. 軸系和其他部件的擦油	91
§ 56. 軸系中故障的消除	92
§ 57. 光學測微器的修理	94
§ 58. 水平度盤和垂直度盤的換置	94
第九章 OT-02 型和 ThB 型精密光學經緯儀在外業工作中的保養	95
§ 59. 儀器裝箱時的檢查	95
§ 60. 光學經緯儀的運送	97
§ 61. 光學經緯儀往高標上的提升	98
§ 62. 作業中光學經緯儀的使用	98
§ 63. 光學零件之保護	99
§ 64. 光學經緯儀軸系之保護	99
附錄 1 焦距的測定	100
附錄 2 透鏡折射率的測定	101
參考文獻	109

緒 論

在近代的文献中，关于测量仪器之檢驗、使用前之准备及其养护方法的資料是有的，但关于修理和校正的問題却没有反映出來，尤其是在光学經緯仪的应用方面，这些問題談得就更少了。

本書闡述 OT-02 型、ThB 型精密光学經緯仪的裝配、拆卸和校正的問題。这两种經緯仪应用于高等三角点、導綫点的水平角和垂直角測量中。

与大三角測量經緯仪和万能仪 (TT2"/6" 和 AY2"/10") 相比較，OT-02 型和 ThB 型經緯仪具有下列主要优点：尺寸小、封閉嚴密、重量小、观测便利，从而能加快工作速度和促進在不易到达地区、山区以及偏僻地区的应用。

“航测仪”厂所出品的 OT-02 型光学經緯仪 应用于高等三角測量中。实验証明，这种經緯仪也可以应用于三等天文測定中。

最近以來，OT-02 型精密光学經緯仪，在車床制造厂 也已被用来測量精密齒輪的齒距誤差，此外还应用于其他的角度測量中。

为了操縱精密光学經緯仪 (OT-02 型和 ThB 型)，尤其需要了解其結構、各个机件的用途和構造，其光学路綫和光程以及仪器的各部分和整个仪器的檢驗、校正方法。

精密光学經緯仪約有七十个光学零件，約占仪器全部零件的 10%，所以仪器的質量不僅取决于光学原理，而且也取决于机械零件的制造和裝配。

在象精密光学經緯仪这样的仪器中，仪器的校正是一个复雜的技術操作过程，其中包括：光学零件和机械零件的整置，各部件和整个仪器根据圖样和技術条件的檢定。

本書可以作为大地測量人員、測量仪器修配厂工作人員和測繪学院学生的参考書。

第一篇 OT-02 型光学經緯仪

第一章 概 論

所謂光学經緯仪，就是用光学玻璃來制成水平度盤与垂直度盤的經緯仪；其水平度盤和垂直度盤的顯微鏡光学系統能夠把兩個度盤的相对分划折射至讀数顯微鏡的視場中，并用一个光学測微器代替数个顯微測微器。

OT-02 型光学經緯仪是一种最精密的測量仪器。这种仪器的特点是：通过水平度盤和垂直度盤顯微物鏡的光学系統可以將水平度盤和垂直度盤的分划折射在同一个讀数顯微鏡的視場中，而且讀数顯微鏡的目鏡与望远鏡的目鏡并排在一起。讀数是从秒盤分划值为 $0''.2$ 的一个光学測微器上讀取的。望远鏡是天文望远鏡、直式望远鏡、中心式望远鏡和內对光望远鏡。該仪器在 -25°C — $+50^{\circ}\text{C}$ 的溫度下能夠保証正常的操作。此外，它尚备有电光照明裝置。

仪器箱的直徑为 233 公厘，高 420 公厘，除对中盤外的仪器重量为 10.8 公斤，加上仪器箱的仪器的重量为 14.8 公斤，三脚架的重量为 8 公斤，对中盤的重量为 4.18 公斤。

經緯仪备有下列附件：

照明反光鏡·····	2
电光照明器·····	2
附有 TC-3 濾色鏡的目鏡折光稜鏡·····	1
望远鏡的可換目鏡，其放大率为 $40\times$ 和 $24\times$ ·····	2
叉形插头·····	1
望远鏡物鏡的鏡蓋·····	1
附有对中裝置的对中盤·····	1

三脚架.....	1
金屬仪器盒.....	1
仪器的背架設備.....	1
鏈.....	1
附有懸綫和滑条的垂球.....	1
三脚架螺絲帽的扳手.....	1
中心螺絲的改針.....	1
木柄螺絲刀.....	1
鐘錶螺絲刀.....	1
直式改針和彎式改針.....	2
活动扳手.....	1
拂拭光学零件用的小刷子.....	1
200×200公厘的法蘭絨.....	1
鐘錶油瓶.....	1
电珠.....	10
用細密布料做成的仪器套.....	1
裝对中盤和附件用的帆布包.....	1
三脚架架头的帆布套.....	1

§ 1. 經緯儀的描述

OT-02 型光学經緯儀由上（望遠鏡帶水平軸）、中、下三个彼此連接的主要部分組合而成。經緯儀的中部与上部用螺絲連接着，而中部与下部則用底座上的螺紋与度盤照准稜鏡的边框連接着。

圖 1 是 OT-02 型光学經緯儀在对中盤 A 上的一般形狀。

整置板 1 是脚螺絲的墊板。整置板与三脚架之間用中心螺絲連接着，而与对中盤則用特制的螺絲連接着。

經緯儀的下部 基座 4 (圖 1) 是下部的主要部分。用脚螺絲 2 可以整置儀器的垂直軸于垂直的位置。用螺絲 3 可以調整脚螺絲的松緊。

基座护蓋的底部为边框 7，边框內部有聚光鏡和水平度盤的照明稜鏡，以及插头座子。替換照明器（反光照明器和电光照明器）的鏡框安在基座上，与照明鏡相对。

在基座內部裝着附有水平度盤的襯筒、照准稜鏡及其護蓋、水平度

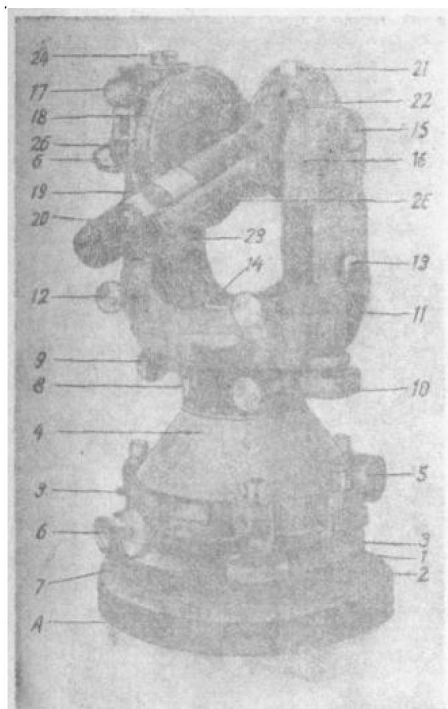


圖 1. OT-02 型光学經緯儀

1-整置板; 2-脚螺絲; 3-調整螺絲; 4-基座; 5-水平度盤換置扭的護蓋; 6-照明反光鏡; 7-水平度盤的照明稜鏡; 8-滑动接觸點; 9-水平度盤上盤的固定螺絲; 10-水平度盤上盤的微動螺絲; 11-望遠鏡的微動螺絲; 12-垂直度盤水准器的整置螺絲; 13-度盤影象的變換扭; 14-水平度盤上盤的水准器; 15-光学測微輪; 16-測微器的支架; 17-垂直度盤上盤的水准器; 18-垂直度盤的護蓋; 19-望遠鏡的对光环; 20-目鏡的对光环; 21-望遠鏡的制動螺絲; 22-十字絲照明反光鏡的調節扭; 23-垂直度盤顯微鏡的透鏡; 24-水准器的換向稜鏡; 25-讀數顯微鏡; 26-垂直度盤水准器的校正螺絲; (A)对中盤

盤顯微鏡物鏡系統及其護蓋。水平度盤被四个特制的夾持器固定在度盤的襯筒上，而度盤的襯筒可以旋轉。

在護蓋的下面有一个裝在齒輪軸上的扭，該齒輪与度盤襯筒上的齒輪相合。因此，旋轉該扭，即可旋轉度盤（換置度盤）。

儀器的垂直軸緊緊地固定在底座上。在基座的上部安置有接觸環和襯筒。在襯筒上裝置着水平度盤上盤的微動螺絲10和制動螺絲9的套環。

經緯儀的中部 支架是經緯儀中部的的主要部分。其下部有水平度盤上盤的水准器14和水平度盤顯微鏡物鏡系統的換置稜鏡（在護蓋內）；在左边（盤左時）有垂直度盤顯微鏡物鏡系統的換置稜鏡（在護蓋內），垂直度盤顯微鏡物鏡的透鏡（在護蓋內）23，垂直度盤水准器的整置螺絲12；在右边（盤右時）有望遠的微動螺絲11，度盤影象變換扭13和復蓋玻璃。轉動度盤影象變換扭13可以變換水平度盤和垂直度盤的分划。

經緯儀的上部（望遠鏡帶水平軸）这一部分無論在制造方面或裝

配方面都是非常複雜的。

儀器的水平軸是複合的，柱形的和空心的。望遠鏡可在柱形軸承內旋轉。望遠鏡的立方體是經緯儀上部的主要部分和連接裝置。

望遠鏡和讀數顯微鏡²⁵安裝在望遠鏡立方體的中間，而套環和交合系的照明反光鏡²²則安裝在望遠鏡立方體的上面。

支架用螺絲固定在儀器座上。在右邊支架¹⁶內部裝有光學測微輪¹⁵；在左邊支架內部裝有垂直度盤照准稜鏡，而垂直度盤上盤水准器的套環則與稜鏡相連接。用整置螺絲¹²可以旋轉垂直度盤的上盤。

水准气泡的居中是以水准气泡相對兩端的影象相重合的原理為根據的。因此，在水准器的轉向稜鏡²⁴中，可以觀察水准气泡的兩端是否重合。

用望遠鏡的微動螺絲¹¹、垂直度盤上盤水准器的整置螺絲¹²和調整螺絲²⁶可以改變天頂的位置。

垂直度盤是安置在垂直度盤的護蓋¹⁸上，并用螺絲將垂直度盤固定在望遠鏡的立方體上。在讀數顯微鏡²⁵中，可以觀察度盤的分划。

旋轉目鏡的對光环²⁰，可以得到望遠鏡交合系的清晰影象，而旋轉望遠鏡對光环¹⁹，可以得到地物的清晰影象。用三個螺絲轉動交合系，可以改正視准差。旋轉照明反光鏡的調節扭²²，可以調整望遠鏡交合系的照明度。

進行天文觀測時，在儀器上應增加一個附有暗色濾色鏡的目鏡折光鏡，而且應將該目鏡折光鏡套在望遠鏡的目鏡環上。

水准器 OT-02 型經緯儀裝有二個水准器。水平度盤上盤的水准器裝在經緯儀的基架上，可借以整置儀器的垂直軸于垂直位置。水准器可用垂直度盤上的調整螺絲加以校正。水准器分划值每 2 公厘為 6—7"。垂直度盤上盤的水准器與上盤相連。水准器分划值每 2 公厘為 10—12"。

从度盤讀數 圖 2 是讀數顯微鏡的視場。水平度盤的讀數以下列方法讀取：旋轉測微器，使度盤的分划準確重合；在分划重合以後，根據上部的分划讀取度和分（ $14^{\circ}20''$ ）；根據秒分划（在下部的）讀取讀數 20.07，並將該讀數加倍，即得 $40''.14$ 。所以，完整的讀數應為

$14^{\circ}20'40''.14$ 。

为达到更大的精度起见，度盘分划线应重合二次。根据秒分划两次读数之和来求出最后的结果。

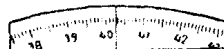
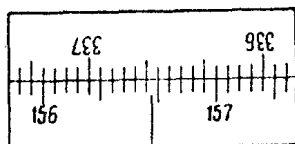
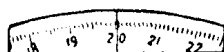
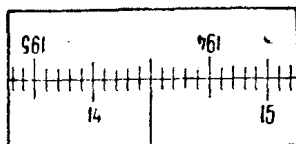


圖 2. OT-02型經緯儀讀數顯微鏡的視場

例：上部分划讀數…………… $156^{\circ}38'$
第一次秒分划讀數…………… $40''.27$
第二次秒分划讀數…………… $40''.21$
完整讀數…………… $156^{\circ}39'20''.48$

垂直度盤讀數的讀取方法与水平度盤讀數的讀取方法相同（但必須注意，使垂直度盤的相对分划具有相同的数字注記）。

傾斜角的角值是盤左和盤右讀數之差，而不是差數之半，这一点是与一般仪器不同的，即：

$$\alpha = \text{盤左} - \text{盤右},$$

而天頂距的数值則可根据下式求出：

$$M_z = \text{盤右} + \alpha - 180^{\circ}$$

其理由如下：

垂直度盤和水平度盤每度的間隔都分为15等份。介于垂直度盤相鄰分划綫的間隔数值为 $8'$ ，也就是說，为水平度盤的間隔数值的兩倍。因此，垂直度盤讀數的整数部分便减少了二分之一，

即將0, 2, 4注成0, 1, 2。

所以，当望遠鏡照准軸对准上下兩個点时，讀數的差数为真正角值的二分之一。而傾斜角則被当作讀數的差数求出。这一点是OT-02型經緯儀在操作上的特点。

§ 2. 光 学 系 統

經緯儀的光学系統（圖3）包括：①望遠鏡的光学系統；②水平度盤顯微物鏡的光学系統；③垂直度盤顯微物鏡的光学系統；④測微器的光学系統；⑤讀數顯微鏡的光学系統；⑥水平度盤和垂直度

盤。

①望遠鏡的光學系統包括物鏡、交合系和一個可換目鏡。

望遠鏡的主要性能：

望遠鏡的長度.....	265公厘
望遠鏡的放大率.....	24 $\times$, 30 $\times$ 和40 $\times$
視場角.....	1°40', 1°20'和1°
光闌口徑.....	2.5, 2.0和1.5公厘
物鏡總焦距.....	$\approx$ 350公厘
物鏡有效孔徑的直徑.....	60公厘
物鏡的鑑別力.....	2".4
十字絲雙絲的角距.....	35"
對光的範圍.....	5公尺—— ∞

望遠鏡的物鏡包括物鏡本身（三個透鏡，圖3的35, 36, 37）和雙凹對光透鏡38。交合系乃是兩塊膠合在一起的平行玻璃板39、40，其中一塊板上刻有交合系，而在另一塊板上則刻有光闌。

可換目鏡41由相對稱的四個透鏡組合而成。可換目鏡的焦距各為14.6、11.7和8.6公厘。

②水平度盤顯微物鏡的光學系統包括水平度盤的照明系統、照准稜鏡19、21、四倍放大率的物鏡22、23和換置稜鏡24。

水平度盤照明系統包括：稜鏡17、聚光鏡18、度盤各邊的照准稜鏡19、21，其構造可以同時照明度盤的分劃綫並使其影象通過水平度盤顯微物鏡22、23。可旋轉的傾斜的照明反光鏡6（圖1）或電光照明器可以照明水平度盤和垂直度盤。在照明兩個度盤的同時，還可以照明光學測微器的秒盤。

③垂直度盤顯微物鏡的光學系統包括：垂直度盤照明系統、照准稜鏡8、10、三倍放大率的物鏡11、13，換置稜鏡12、復蓋玻璃14和度盤影象變換稜鏡15。

垂直度盤照明系統包括：稜鏡5、6、聚光鏡7和照准稜鏡8、10，其構造和水平度盤光學系統相似，可以同時照明度盤的分劃綫，並使其影象通過垂直度盤顯微物鏡的第一部分11。稜鏡1和2與垂直度盤的照

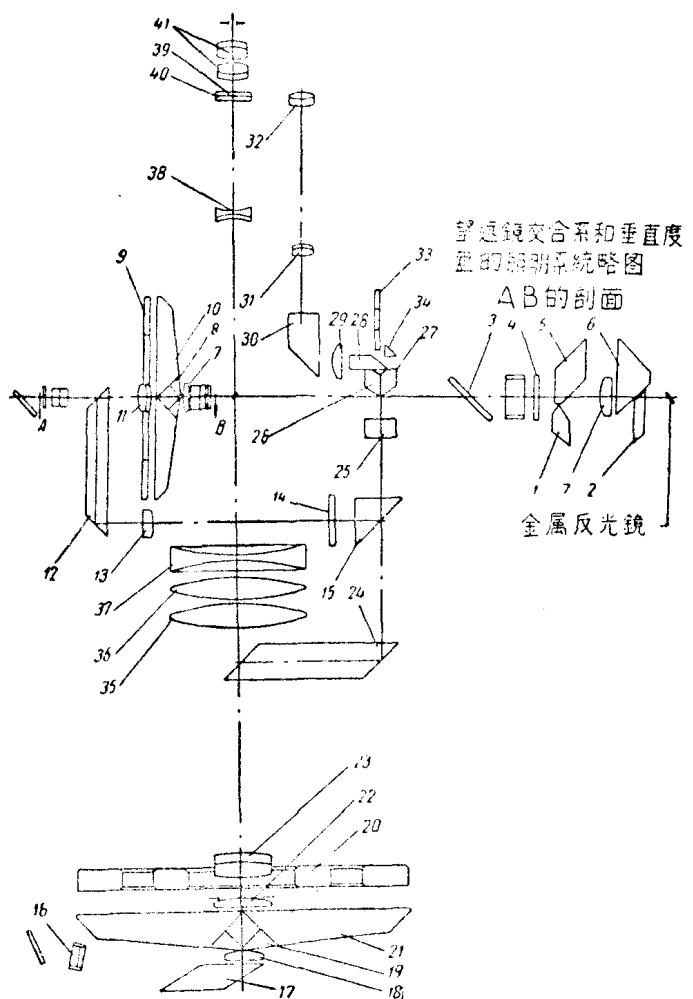


圖 3. OT-02型經緯儀的光學系統略圖

明系統鑲在一起，此種稜鏡可以將光亮射到金屬反光鏡上，以照明交合系。

④在測微器光學系統的構造中，水平度盤和垂直度盤的分劃綫以及秒盤和測微器指標的分劃綫都集中在同一個平面上，通過續數顯微鏡（圖3的30、31、32）可以觀測到該平面上的影象。

測微器光學系統包括：平行玻璃板25、分離稜鏡26、27、傳遞分划綫影象的稜鏡28、秒盤33和照明稜鏡34。

⑤讀數顯微鏡由聚光鏡29、讀數顯微鏡的稜鏡30、物鏡31和目鏡32組成。讀數顯微鏡是水平度盤和垂直度盤顯微物鏡的光學系統所共用的，因為兩個物鏡都是在分離稜鏡26、27的平面上產生影象。讀數顯微鏡的放大率為9.3倍，而水平度盤顯微鏡的一般放大率為37倍，垂直度盤顯微鏡的一般放大率為28倍。讀數顯微鏡的視場為8公厘 $\times$ 3.8公厘，這在水平盤上相當於 $1^{\circ}40'$ ，而在垂直度盤上則相當於 $3^{\circ}20'$ 。

水平度盤顯微鏡出光孔的長度為25.5公厘，而垂直度盤顯微鏡出光孔的長度則為25.0公厘。水平度盤顯微鏡出光孔的直徑為1.7公厘，而垂直度盤顯微鏡出光孔的直徑則為1.6公厘。

⑥OT-02型經緯儀的水平度盤和垂直度盤是由BK-10光學玻璃制成的。對製造度盤的要求是相當高的。因為由度盤分划綫反射出來的光束要通過度盤，所以度盤的平面必須是平行的。水平度盤“楔形”的限差是 $2''$ ，而其平面則具有數值 $\Delta N=0.3$ ， $N=10$ 。分划和數字直徑上的平面的光潔度必須達到頭等。

度盤的分划綫要用精密的圓形分度機刻划。在刻划以前，先把玻璃塗上一層蠟，然後再用刻度機的切削刀具刻透這層蠟，一直到玻璃為止，以便在這些地方把玻璃浸蝕。刻着水平度盤分划綫內端的那一圓周的直徑為135公厘，刻着垂直度盤分划綫內端的那一圓周的直徑為90公厘；水平度盤的最小分划為 $4'$ ，而垂直度盤的最小分划為 $8'$ ；水平度盤分划綫的深度為 $6 \div 7 \mu$ ，而垂直度盤分划綫的深度為 $7 \div 8 \mu$ 。

为了更好地反射起見，刻着分划綫的度盤的表面應當鍍銀而且用護蓋蓋好。水平度盤直徑的極限誤差不得超過 $\pm 1''.5$ 。垂直度盤直徑的極限誤差不得超過 $\pm 2''.5$ 。

① ΔN 是表面與球面或平面的容許偏差（局部誤差）。

N 是零件表面半徑與玻璃样板半徑的容許偏差，或者以干涉環的數目表示的平面的容許曲率。

秒盤 秒盤通常由直徑22公厘、厚2公厘的光學玻璃制成。刻着秒盤分劃綫內端的那一圓周的直徑為20公厘。

在秒盤內有一個直徑為8公厘的凸輪軸孔。在 350° 的秒盤弧上刻有分劃綫。該弧等分為600份，每隔10個分劃有一注記數字，從1、2、3到60。此外，在秒盤有效部分的兩旁加刻了四個分劃綫。秒盤分劃綫的寬度為 0.01 ± 0.002 公厘。

顯微鏡和光路

首先，我們研究一下水平度盤顯微鏡中的光路（圖3）。

照明器電珠的光亮或者從反光鏡中反射出來的光亮能射到稜鏡17上。光亮通過聚光鏡18即射到稜鏡19上，其次，通過稜鏡21又射到度盤的各相對部分上，從而照亮水平度盤的分劃綫20。

照准稜鏡的光路示於圖4中。從度盤相對部分被照亮的影象中反射出來的光束，通過照准稜鏡21（圖3），即射到物鏡的第一部分22上，然後射到物鏡的第二部分23上，其次再射到換置稜鏡24和光學測微器中（在這種情況下，度盤影象交換稜鏡15是關閉着的）。

在光學測微器中，光綫通過平行玻璃板25進入分離稜鏡26、27中，而該分離稜鏡又把度盤分劃綫相對的象場分離成一條清晰的直綫，同時部分光亮也射到秒盤的照明稜鏡34上。

從度盤相對分劃綫反射出來的光束（通過稜鏡28）和從秒盤分劃綫影象反射出來的光束都射到讀數顯微鏡的集光鏡29上。光束通過集光鏡29的同時，也通過讀數顯微鏡的稜鏡30、物鏡31和讀數顯微鏡目鏡32。

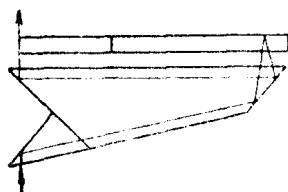


圖4. 照准稜鏡中的光路

垂直度盤顯微鏡中的光束是以下列方式通過的（圖3）。照明器電珠的光亮或者從反光鏡中反射出來的光亮射到稜鏡5上。此後，光亮通過稜鏡6和聚光鏡7射到稜鏡8上及通過照准稜鏡10射到垂直度盤9上。

這樣，就照亮了垂直度盤的相對分劃綫。

其次，從垂直度盤相對部分被照亮的影象中反射出來的光束通過照准稜鏡10射到顯微鏡物鏡中的第一部分11上，然後通過換置稜鏡