

科學圖書大庫

# 光學儀器叢書

(一~六全一冊)

譯者 王大庚 曹培熙

本叢書含下列各書：

1. 望遠鏡光學
2. 自製望遠鏡
3. 光學遊戲
4. 望遠照相鏡頭大全
5. 準直儀與準直
6. 紅外線及其應用

徐氏基金會出版

# 準直儀與準直

譯者 王太康

江苏工业学院图书馆

藏书章

# 目 錄

引 言.....	1
----------	---

## 準直儀

簡單準直儀.....	3
校直準直儀.....	5
準直儀的製作.....	9
零位手握式準直儀.....	13
摺光準直儀.....	23
準直望遠鏡.....	26
放映器準直儀.....	27
簡單準直儀.....	30
測微目鏡.....	30
顯微鏡目鏡.....	31
偏軸針孔式自準直儀.....	31
夾定器式自準直儀.....	33

## 準 直

角度之比較.....	35
直接角度測定法.....	36
間接角度測定法.....	37
正弦規.....	38
來復槍管之準直.....	39
星星試驗.....	43
附錄一、準直儀目標.....	46
附錄二、目標，自製系統，照相透鏡的試驗.....	49
附錄三、光學工作枱及準直儀.....	53
附錄四、工作枱準直儀.....	56
附錄五、雙筒鏡之準直.....	60

## 引 言

二次世界大戰之前，精密光學儀器，諸如軍事上用的軍雷儀器等，都是就戶外已知距離的目標物加以校驗。而這些軍事儀器又都是用來測量或計算距離的，故距離或範圍的正確計算就變得非常重要。此項測定正確距離和角度的工作，通常都是用工程師的經緯儀來完成。

此種測量的老式步驟是照下述方法進行的：在建築物內正對所選目標區域窗前的地板上劃出一條基線。然後將永久定位樁（Permanent insert）釘入地板。若是建築物內無法看見目標區域，而其屋頂是平坦的可釘入永久定位樁時，則可在屋頂劃出基線。

將裝在三腳架上的工程用經緯儀置於基線之一端。把繫於儀器中心之鉛錘放下並對正該定位樁之中心（見圖1）。

將經過經緯儀之望遠鏡看出之視線指向選定之目標，並就其某一直邊調整焦距至最清楚。再調整經緯儀之底座調整螺絲使二垂直氣泡水準儀恰在水平面上。

就羅盤磁針指向正北位置時，將經緯儀偏轉角定為零，調整望遠鏡上之氣泡水準儀水平，並調整望遠鏡之目鏡使標綫清楚。最後將目標物調至最清楚。

轉動方位角旋扭以作細微調整，使垂直標綫落在目標物上。並將其讀數記錄下來，然後把經緯儀搬至基線另一端，並依同樣步驟記錄角度讀數。根據上述二角度和基綫之長，便可精確計算出至目標物之距離。不同距離之一串目標物，其距離可由各種方式之觀測而測定。由於建築物之結構，大型柱子，樑以及支架都很容易阻礙視線，故壁上目標物僅在近距離有效。至於所需校驗的工作，像鑑別率，消除視差等都必須在戶外工作。

目標物是就其大小和穩定性選定的，通常像水塔，煙囪，電台，橋樑或教堂頂上之十字架都可適用，不過這些目標物之運用會受霧雨天氣的限制。

由於上述限制及一些其他因素，使我們對於目標準直儀必須發展的原因不難瞭解。爲了研究改良，以致儀器的生產常會中斷。過去使用準直儀的條件，不僅限於壞天氣，就是在晴空萬里的好天氣也同樣會遇到難題。例如午後炎熱耀眼的陽光常產生幻象，也就是可見的熱波使得目標物看起來像是在移動的景像。在這種幻象情況下是無法調整望遠鏡的。

## 2 準直儀與準直

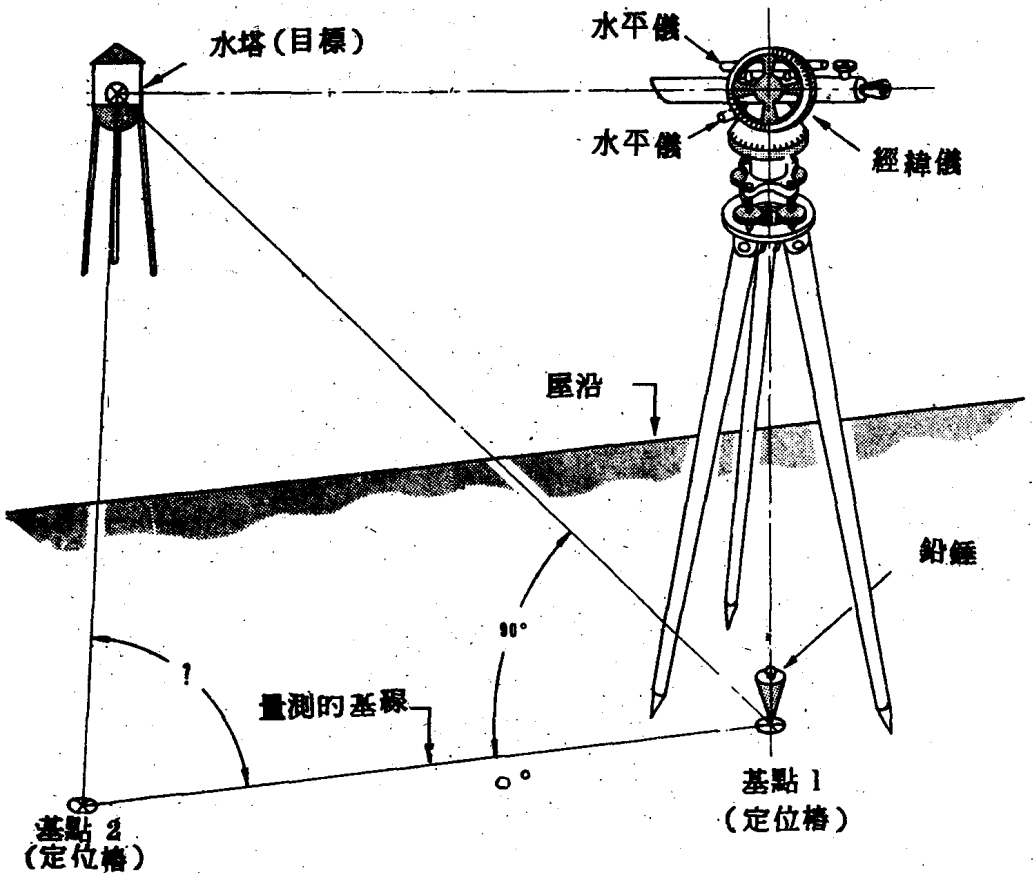


圖 1. 用工程經緯儀精密測定距離範圍。

大戰期間，精密光學儀器的製造商便面臨這些難題，而使得軍火供應商無法按期供應緊急需用的軍雷瞄準具設備。

在此所論及的壁上目標物是沒有遠距離目標物來得精確。當使用室內目標物時，必須用瞄準孔配接器 (Peep Sight a dapter) 以防止目鏡或物鏡的視差 (因為望遠鏡的放大加以到壁上目標物的距離很短會產生過量的視差)。此項誤差只有減弱光亮使影像清晰才能消除。

使用壁上目標物過去確曾有過良好的功績，不過更進一步精確的方法也是至為需要的。也就是一種目標物較為更近而仍能像遠距離一樣精確的要求。由於這種供不應求的情況，所謂目標準直儀便發展出來。

二次大戰後初期製成的準直儀並不理想。其後在重型機械和航空工業上有新的發展及運用。近期的準直儀，如對準望遠鏡和其他望遠鏡，則廣為運用於建築，瞄準和追蹤太空火箭及軍事飛彈上（見圖二）。

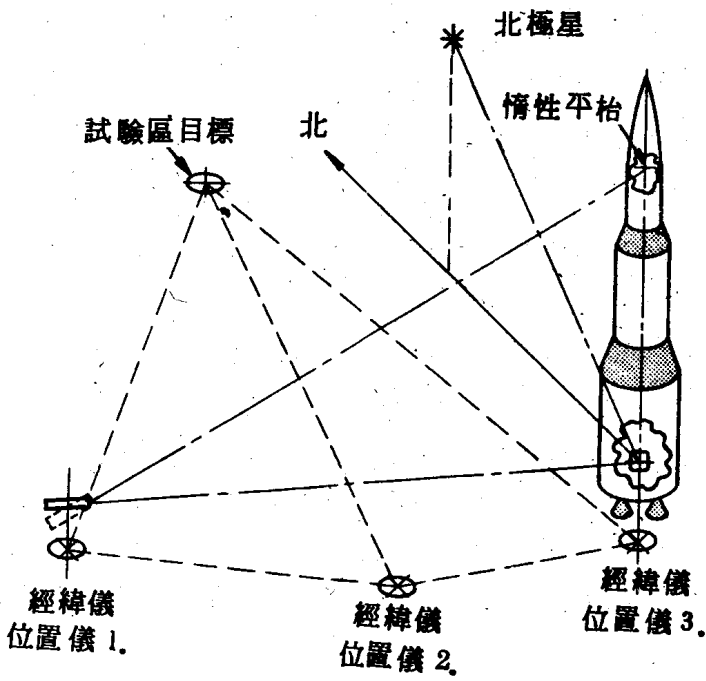


圖2. 飛彈導向系統之光學瞄準顯示經緯儀及固定目標之運用。

### 簡單準直儀

簡單準直儀是和望遠鏡相似的儀器。遠處物體所發出的光以平行光綫的方式進入望遠鏡的物鏡，這些光綫會聚於焦點上，通常在此安置標綫板或視場限制板（見圖三）。這就是物鏡的原始焦點，另一方法（見圖四）顯示一種內部發光裝置用以照亮置於物鏡原始焦點處之標綫板。經過標綫板之光綫由物鏡使其成為準直（也即使成平行），而標綫板之影像則出現在無窮遠的地方。過去曾經運用各種不同的光綫擴散方法去照明標綫板，其中的一種是

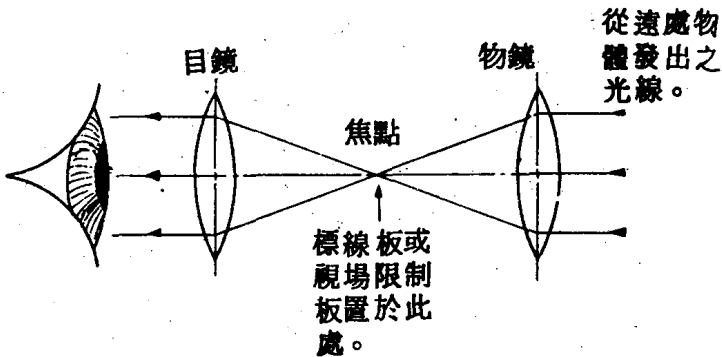


圖3。瞄準望遠鏡之視線及光線之路徑。

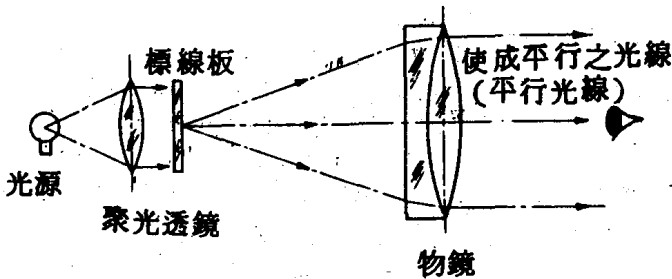


圖4。簡單準直儀系統。

將一個毛玻璃製的燈泡放在標綫板的後面。而這個方法僅證明甚為清晰；但是由於可以看見燈泡之燈絲而造成強烈的光點，使操作人員感覺刺眼。因此改用一精磨之玻璃板以代替燈泡，這種方法使光綫之擴散甚為均勻，但是它的光綫顯現銀色而非白色，最後則改用乳白色玻璃板使標綫板獲得適當的反覆度。

在前述各項問題都能加以控制之後，目標物就可移至工作枱之內部，換句話說室外目標物就不再需要。

簡單的準直儀是被用來檢查及試驗光學儀器。(見圖五及六)

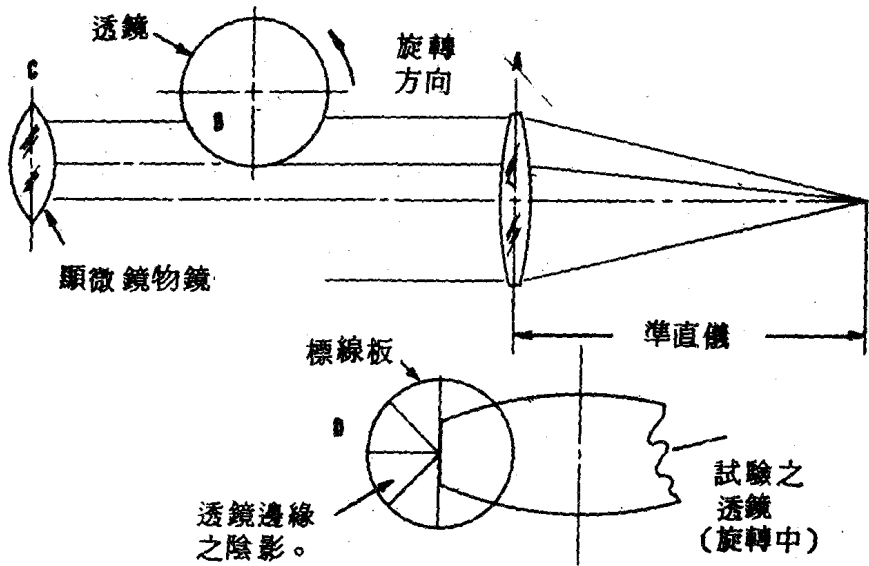


圖5。為測量透鏡偏心率而裝置之典型透鏡組合。

## 校直準直儀

像用於光學工具中的一樣，校直準直儀是一種用以裝備精密參考視綫的儀器。可是準直儀卻沒有目鏡（見圖七）。

這種類型之儀器就是大家所知道的實驗室用的準直儀，它有一根用實心的工具鋼製成的管子。經過加硬及鍍鉻，然後磨至 2.2498 吋之標準外徑。

將一個“位移標綫板”或“校直標綫板”放在靠物鏡前面之中心地方而使蝕刻之模板在後面。然後再將一“無窮遠”或“傾斜標綫板”放在物鏡的主焦點處一距離物鏡大約 10 吋的地方。（見圖八）傾斜標綫板通常從零點開始如圖九所示向四個方向作每 30 秒之分度刻綫，而這兩個標綫板之中心則放在準直儀的光軸上。標綫板是用一個 110 伏特，可拆卸的光源來將它照亮的。

操作時，照明光綫經由標綫板及物鏡成平行方式射出，如果把一個焦距在無窮遠處的校直望遠鏡放在此光束中，那麼傾斜標綫板就可以顯現在望遠鏡裏面。傾斜標綫板上面的分度可以直接讀出準直儀光軸與望遠鏡兩者所構成的角度。轉動儀器而使此二標綫板之像重疊在一起，便算完成



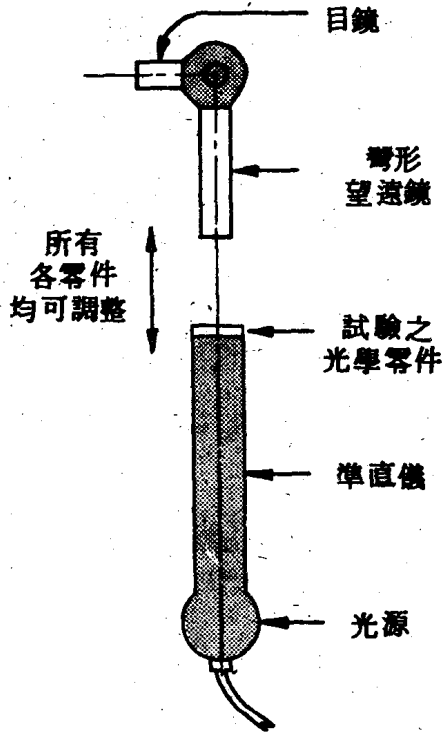


圖6. 用以檢查濾鏡標線板、及其他玻璃平滑零件的平行性的準直儀。

了準直的工作；亦即是這兩種儀器的光軸一定平行。不過這時二軸間可能有未定量之位移。(見圖十)

再將望遠鏡的焦點調至準直儀的位移標綫板上，則在兩儀器之間的位移大小可以直接讀出並予調整到一直綫上(即兩者具有共同之光軸)。因而兩儀器之間產生一直綫的參考視綫，而其他的視綫或測量綫都可用它作為參考。(見圖十一)

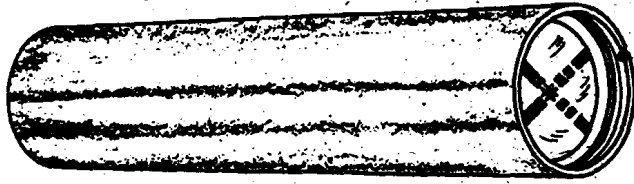


圖7. 實驗室用的校直準直儀。

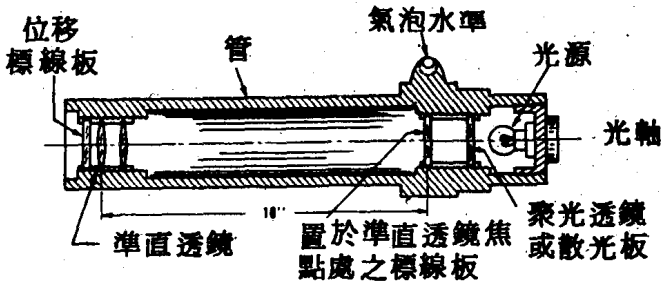


圖8. 典型準直儀之剖面圖。

達成此項操作及用途之校直準直儀，是一個非常昂貴，而且需要定做的實驗室光學工具，如果你也需要一個同樣要求的準直儀，那麼你可用黃銅來車製，其價格與標準實驗室所用者相較，則便宜甚多，但可獲得與價格高昂的儀器相同的準確度。

如屬需要，兩種標綫板可隨意使用，但是位移標綫板在使用上受某種限制，所以除非是用於某種特定之目的或計劃，否則均不建議使用這種標綫板。由於在物鏡主焦點處之傾斜或

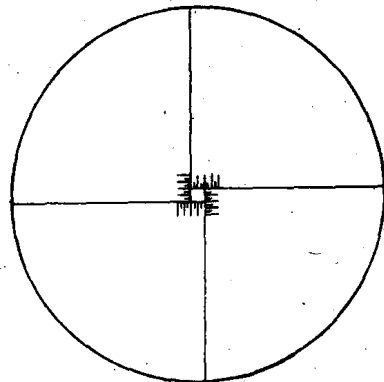


圖9. 標線板 30" 刻度

準直儀的傾斜標線板  
重在望遠鏡標線板之上

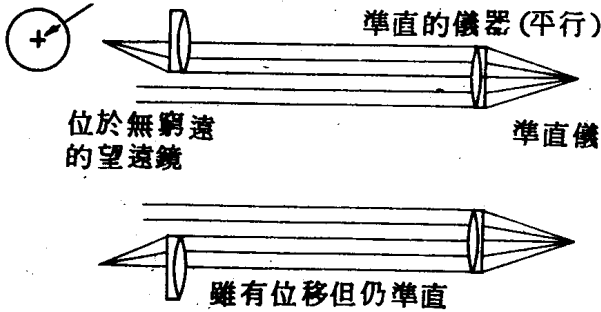


圖10. 校直望遠鏡的準直。

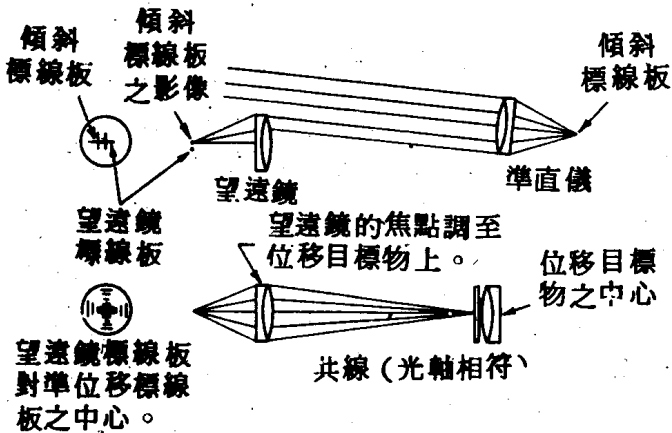


圖11. 共線(光軸準直)

目標標線板價錢非常便宜，故最為適用。

這種類型的標線板的準確度是依據管子外徑(由物鏡的大小來決定)及對光軸間的安裝關係而達成。此外因為這種管子不需要加硬，回火，訓練，及精磨故可額外減低其價格。如欲使價格更形降低，則可用鋁來代替鋼。

對所使用的材料類別或種類並無限制，但必須是某種金屬。硬紙板或塑

膠物質因其不穩定故不能使用。如果用以加工及裝配各零件的裝備都已齊全，則可按照下面的程序製作一個準直儀：

外面的管子可以按照你自己的規範來設計；可是管子的外徑必須與內徑同心。它的直徑並不一定要按照上面所述之實驗室準直儀的大小來做。就你手邊現有的材料，選用圓桿料或最薄之管子，並且一定要備有足夠的材料來製作外管，燈匣，二個固定環，及一個標綫板室。

如果構成準直儀的光學組合件需要配合特定的需求，例如較第五頁中所說之外徑更小或更大，那麼就需要查看 Edmund 說明書以便對物鏡及標綫板作最佳之選用。最好是先選定光學用品，而後再製作準直儀以符合它的規範（焦距等）。

### 準直儀的製作

製作準直儀的第一步是根據標綫板及物鏡的直徑以繪出管子各內徑的草圖。在管子裝置物鏡的一端應該有一個夠深的內孔以容納物鏡及一固定環。物鏡的前面在管端應稍形凹入。（見圖十二）

同時，在物鏡的焦距處應該有供裝置標綫板用的定位肩部。（見圖十三）這一內孔的尺寸應該有若干容許之誤差以供標綫板調整之用。其內孔之孔徑較標綫板之直徑（不含護圈直徑）最少應小  $1/4$  吋之直徑。護圈與標綫板應為微壓配合，如果稍有鬆動可以用強力膠予以膠緊。護圈的用途是防止於調整標綫板使其準直時擠碎標綫板。護圈之壁厚應為  $1/16$  吋。而用來裝置標綫板組合件之內孔，其直徑較標綫板之直徑最少要大  $1/4$  吋（不包括護圈）。

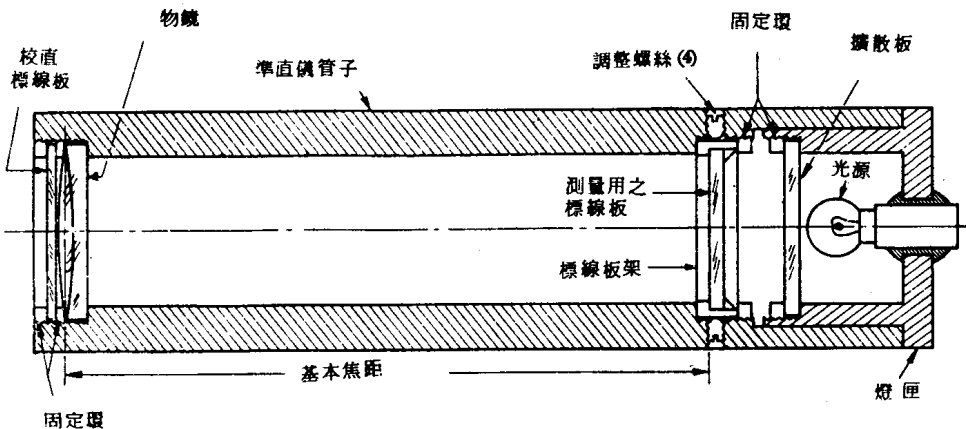


圖 12. 校直準直儀之剖面圖。

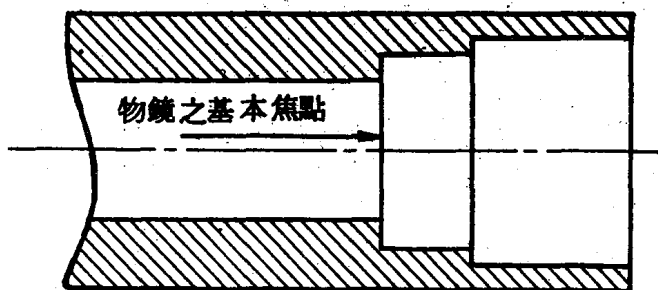


圖13. 物鏡焦距之處應有供標線板安裝之定位肩部。

固定環並不需要做出螺紋；因有固定螺絲當裝配完成時將固定環與標線板予以固定，故僅需滑動配合即可。（見圖十四）

在外管上等距離鑽四個孔，這些孔的位置應在標線板邊緣的中心上而其大小則以能攻 10—32 螺紋者為度，使用這種螺紋尺寸是因為它可以將標線板在管子內輕易而緩慢的移動。其次所選用的固定螺絲其長度應較短而且它的端點應成圓形以防損壞金屬。最後；將標線板固定螺絲換用一種易於調整的沉頭固定螺絲以取代普通起子螺絲。標線板對每一個方向都應該而且必須可以隨意調整，同時祇要稍微調整一下就應該使它確實對準。（見圖十五）

如果想為你的準直儀做一個燈匣，你可以使它隨便配合準直儀管子的內孔或外徑。但是其配合必須是滑動配合使它甚至在燈亮時亦能自由的移開。通常，經過長時間的使用後，燈泡產生的熱可使金屬膨脹，如果燈匣是配合在內孔中，那麼就會使它的配合變緊；如果是配合在外徑上就會使它的配合變鬆。

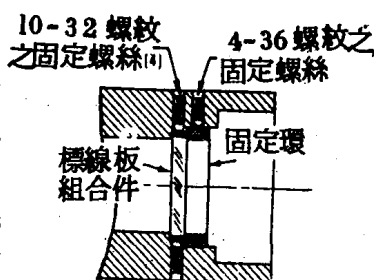


圖14. 用固定螺絲將標線板固定環予以固定。

燈匣的構成應該有一個肩部以便放置磨光的玻璃並應該用一根鋼絲當做固定環以便將玻璃壓在裏面，這根鋼絲可以放在槽內以便固定，或者也可以推入管子的一端。（見圖十六）

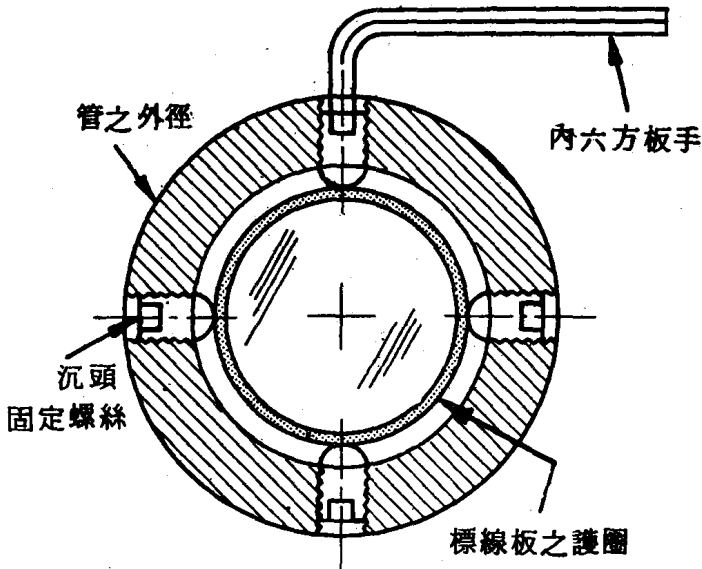


圖 15. 用固定螺絲裝置標線板架以便作橢圓之調整。

用白色發亮的磁漆來油漆燈匣的內部以增進光線的反射。最好是在電線上裝一個可變的自動變壓器或電位計以便增加或降低光線的強度。

有很多種的燈泡可用來照亮標線板。隨便使用透明式的或者閃光式的標準 7 瓦特，110 伏特的燈泡，可是如果你用透明燈泡，那就需要有一塊磨光玻璃或乳白色玻璃來使光線擴散。

草圖完成後，就可準備開始施工。先將管子或桿料兩面車光使其兩端平行。將管子的整個內徑粗車而後精磨。此一直徑將控制完工後儀器的準確度。內徑的精密施工及儘可能保持容差的準確可使儀器的準直工作易於進行。

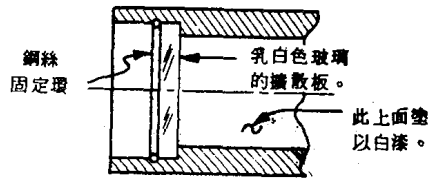


圖 16. 裝設燈匣擴散玻璃的方法。

施工程序完成之後就可以準備裝配準直儀。用一種中性的青銅溶液擦光管子的內部及外表以及所有用黃銅製成的零件，不要使用油漆，因為它的塗層不均勻將會產生“失圓”的情形。

當裝配時應該特別注意謹慎這一句話。如果它們的調整螺絲上得太緊，光學零件就會產生應變（變形）。要想避免這種情況最好的辦法是僅將螺絲適當的上緊，而後將它退回至足夠使應變復原。如果應變已經產生在準直儀之中並且已經顯示變形，那麼在用它所檢查的任何光學系統中均會顯示這種變形。

準直儀的光軸及機械軸的平行校準可用下列設備來實施：

- (1) 一塊平板或者是支持準直儀的工具；
- (2) 一付相同的V形鐵或兩套  $1/2 \times 1 \times 6$  吋的平行桿。

如圖所示將V形鐵或平行桿置於平板上。（見圖十七）如果是使用平行桿，那就需要用二條直邊尺以保持該兩桿平行對準直到將它們永久夾定為止，為了防止V形鐵或平行桿滑動，可用一小塊的Edmund TAK 將其固定，直至它們被夾穩為止。實施準直的最後調整，所需要的重要裝備 是一具Edmund料號70,674 的校準望遠鏡。

將校準望遠鏡（調整至無窮遠）放在其中的一塊V形鐵上，使物鏡面向裝置的中心，用一塊Edmund TAK 將望遠鏡固定。然後將校準的準直儀放在另一塊V形鐵上使它的物鏡面向望遠鏡的物鏡。（見圖十八）。

開始準直之前，如果準直儀裝有燈光可先將其接通，並調整其光度。稍待一短時間使燈泡溫度升高。這一部份工作程序在每次使用準直儀的時候都應該實施。而後再調整望遠鏡之目鏡及焦距以獲得清晰的標線板映像。如果

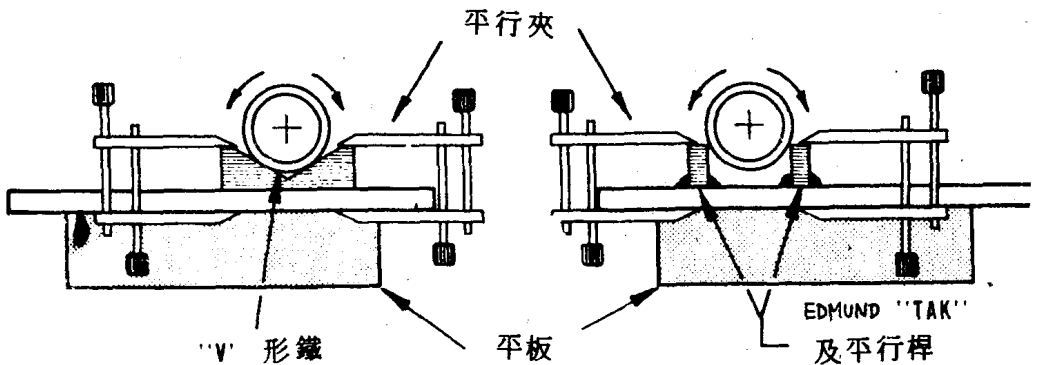


圖17. 準直儀的光軸及機械軸的準直。

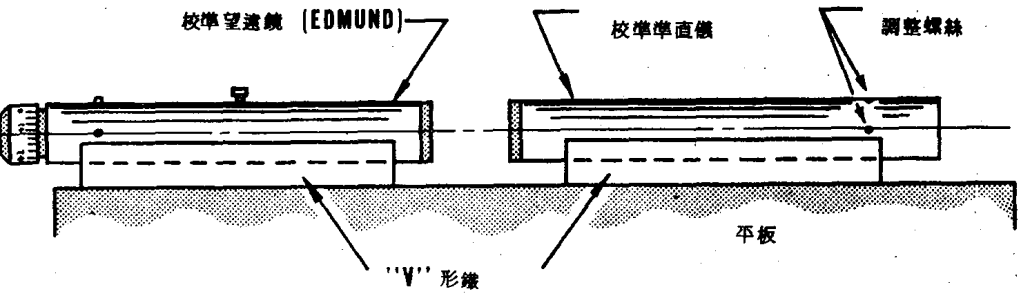


圖 18. 用校準望遠鏡作準直儀的準直。

準直儀內的標線板無法看見，則可旋鬆用來固定準直儀滑管的螺絲。再調整連同物鏡的滑管一直到目標標線板如同望遠鏡內的標線板一樣清晰的顯現時為止。重新再調妥固定螺絲。觀察準直儀及望遠鏡兩者的標線板；它們可能並不一致。如果望遠鏡與準直離開太遠；那麼就需要將該兩儀器以墊補法作人工的調整。

欲求知其未對準之情況究竟到什麼程度，可將準直儀在 V 形鐵內慢慢轉動並觀察目標標線板的轉動與望遠鏡的固定標線板的關係。注意轉動的標線板的交點。它的移動路線應為一圓形。（見圖十九）當完成一整圈的轉動時其交點應該回復至起點。將準直儀旋轉 180 度然後停止；讀出其誤差之大小並作方向之調整。視情況調整標線板周圍的四個螺絲以減少誤差的一半。或者鬆開固定 V 形鐵的平行夾而以人工將其墊平。這兩種都是正確而可行的方法。如果為了對準標線板而將準直儀 V 形鐵側向移動，則在再行轉動準直儀之前應將 V 形鐵重新夾妥。重新調定起點；旋轉 180 度及調整誤差。按照這種相同的方式繼續不斷的修正，直至所有可見的誤差清除為止。

如果想製作一個臨時的校直望遠鏡，可在一張紙板上劃一十字線的目標物而將準直儀標線板的映像投影在目標物之上。（見圖二十）而後按前述之方法實施調整。當準直完成時經物鏡投影之光線將平行於外側管子其誤差將不超過標線板線條粗細之容差。

## 零位手握式準直儀

當使用零位準直儀時，其光軸與機械軸準直正確度在標線板上十字線交點寬度範圍之內。最初這一型的準直儀（見圖二十一）是被用來協助製造及檢驗光學與機械儀器的，它被用以試驗單獨的光學儀器，目鏡調整，鑑別限



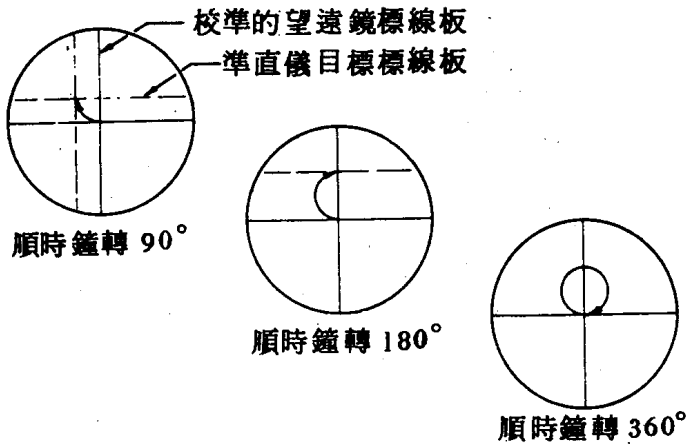


圖 19. 轉動準直儀時標線板相對移動的路徑。

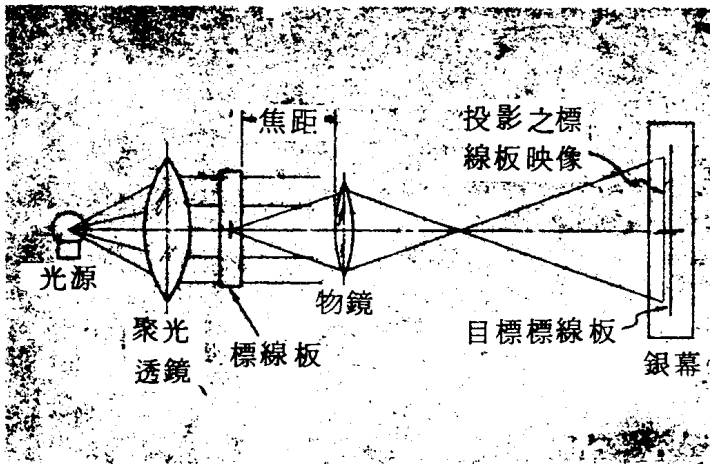


圖 20. 標線板投影準直法。