

測量儀器的使用檢修与保养法

(續編)

刘 海 清 編 著

科学技術出版社

測量儀器的使用檢修与保养法

(續 編)

刘 海 清 編 著

科 学 技 術 出 版 社

內 容 提 要

本書爲補充同名原書(正編)的內容而編寫;原書計分五篇十五章,介紹測量儀器的各項知識。補編部分共分五章,進一步介紹平板儀的檢驗和校正,測量儀器的檢驗,新型水準儀的拆卸清潔與加油,光學經緯儀的拆卸清潔和加油。最後並介紹最新出品的測量儀器十一種,均爲原書(正編)所未列入者。

測量儀器的使用檢修与保养法

(續 編)

編 著 者 刘 海 清

*

科 学 技 術 出 版 社 出 版

(上海建國西路 336 弄 1 号)

上海市書刊出版業營業許可証出 079 号

中 科 藝 文 联 合 印 刷 厂 印 刷 新 華 書 店 上 海 發 行 所 總 經 售

*

統一書号: 15119·481

開本 787×1092 耗 1/27·印張 8 2/9·字數 169,000

1957年 3 月第 1 版

1957年 3 月第 1 次印刷·印數 1--8,000

定 价: (10) 1.20 元

說 明

本書出版以來，得到測量工作者的廣泛應用。茲爲進一步滿足他們的要求，特補充下列五章：

第十六章 平板儀的檢驗與校正

第十七章 測量儀器的檢驗

第十八章 新型水準儀的拆卸清潔與加油

第十九章 光學經緯儀的拆卸清潔與加油

第二十章 最新測量儀器

爲了便利讀者，此五章合併出刊單行本，名爲測量儀器的使用檢修與保養法續編。

劉海清

1956年9月於武漢測量制圖學院

目次

續編

第十六章 平板儀的檢驗和校正..... 1

16-1 測圖板及其附件的檢驗.....1	16-4 十字線縱絲應當位於望遠鏡視準面內.....4
(一)三脚架和基座.....1	16-5 視準軸應當垂直於橫軸.....5
(二)測圖板架穩定性的檢驗.....2	16-6 照準儀的橫軸應當平行於直尺的底面.....6
(三)測圖板表面的檢驗.....2	16-7 橫軸線在直尺底面上的投影應當垂直於直尺的斜邊.....7
(四)圖板的表面應當垂直於圖板的旋轉縱軸:.....2	16-8 其他部分的校正:.....7
(五)移點器的檢驗.....2	
16-2 照準儀直尺的檢驗.....3	
16-3 水準器的檢驗與校正.....3	

第十七章 測量儀器的檢驗..... 8

17-1 水準管的檢驗、水準軸傾角的計算法.....8	驗校正..... 30
17-2 水準檢驗器測定格值法..... 10	17-10 顯微測微計和它的檢驗..... 36
17-3 應用儀器的水平螺旋測定格值 τ'' 16	17-11 光學測微計和它的檢驗..... 42
17-4 應用垂直度盤測定格值 τ'' 18	17-12 經緯儀照準部偏心差和它的檢驗..... 48
17-5 標尺法測定水準管的格值 τ'' 20	17-13 水準尺的檢驗..... 57
17-6 柯爾斯篤克法測定水準格值 τ'' 21	17-14 望遠鏡對光滑筒移動規線的檢驗..... 64
17-7 稜鏡符合型水準器的格值測定法..... 25	(一)對光與對光滑筒..... 64
17-8 分微尺的檢驗..... 26	(二)望遠鏡的個別視軸與大地視軸..... 66
17-9 帶尺顯微鏡讀角設備和它的檢	(三)第一型外對光望遠鏡的大地視軸..... 72

(四)內對光望遠鏡的大地視軸·· 72

(五)大地視軸在測量望遠鏡上的

作用····· 78

(六)對光滑筒移動規線的檢驗·· 81

第十八章 新型水準儀的拆卸清潔與加油····· 88

18-1 蔡司 Ni 030 型水準儀····· 88

18-3 阿斯克尼亞水準儀····· 101

18-2 威爾德二號水準儀····· 95

第十九章 光學經緯儀的拆卸清潔與加油····· 106

19-1 威爾德二號經緯儀的拆卸與清

潔····· 106

(一)水平螺旋的清潔與加油·· 106

(二)微動螺旋的清潔與加油·· 107

(三)上盤微動螺旋架的清潔與加

油····· 107

(四)縱軸部分的清潔與加油·· 108

(五)橫軸的拆卸清潔與加油·· 111

(六)望遠鏡部分的拆卸清潔與加

油····· 116

(七)光學系統和它的整理·· 116

19-2 威爾德一號經緯儀的拆卸清潔

與檢修····· 119

(一)水平螺旋的清洗與加油·· 119

(二)基座底板和彈簧板的矯正·· 120

(三)縱軸和水平度盤部分的拆卸

與清潔····· 121

(四)上下盤止動螺旋架的拆卸與

清洗····· 123

(五)配換安平水準管····· 124

(六)配換垂直度盤指標水準管·· 124

(七)光學系統····· 124

(八)光學構件的清潔和校正·· 126

(九)望遠鏡止動設備的清潔與加

油····· 129

(十)橫軸的校正····· 130

(十一)橫軸部分的拆卸與清洗·· 130

(十二)望遠鏡部分的拆卸····· 130

19-3 蔡司二號 (Th-II) 經緯儀的

拆卸、清潔與加油····· 131

(一)水平螺旋之拆卸與清洗·· 132

(二)微動螺旋的拆卸····· 132

(三)縱軸、水平度盤及其固定螺

旋、微動螺旋的拆卸與清洗 132

(四)望遠鏡的拆卸····· 135

19-4 阿斯克尼亞袖珍經緯儀之拆卸

與清潔····· 136

(一)水平螺旋的拆卸····· 136

(二)微動螺旋的拆卸····· 138

(三)拆卸縱軸部分····· 138

(四)拆卸水平固定螺旋圈····· 139

(五)垂直度盤護蓋外殼的拆卸和

橫軸的加油····· 140

(六)望遠鏡的拆卸····· 140

(七)光學系統與它的校正····· 140

19-5 蔡司 Theo.030 型光學經緯儀

的拆卸與加油····· 142

(一)各種螺旋的拆取方法····· 142

(二)縱軸及水平度盤部分的拆

卸····· 142

第二十章 最新測量儀器	145
20-1 國產五四式工程經緯儀.....	145
20-2 國產轉鏡式水準儀.....	145
20-3 蘇聯 Th-B 型精密光學經緯儀.....	147
(一)圖樣及各部說明.....	149
(二)製造規格.....	150
(三)光學系統(附光楔測微計的構造).....	151
(四)使用方法.....	154
20-4 蔡司 Theo. 010 型精密光學經緯儀.....	155
(一)圖樣及各部說明.....	155
(二)製造規格.....	155
(三)構造特點.....	157
(四)使用方法.....	158
20-5 蔡司 Ni 004 精密水準儀.....	159
20-6 蔡司對數測距鏡頭.....	161
20-7 KR 30 型大平板儀.....	165
20-8 蘇聯“HC-2”型自動安平水準儀.....	168
(一)圖樣及各部說明.....	169
(二)主要規格.....	169
(三)光學系統和自動安平原理.....	170
(四)“HC-2”型水準儀的精度.....	175
(五)使用方法.....	178
(六)校正.....	179
20-9 德國 Theo. 2 型光學經緯儀.....	179
20-10 蔡司 DAHLTA 020 型直讀視距儀.....	184
(一)圖樣及各部說明.....	184
(二)製造規格.....	185
(三)光學系統.....	186
(四)使用方法.....	187
(五)配備附件.....	191
20-11 蘇聯 H5 型精密水準儀.....	192
20-12 蔡司半自動測圖台.....	195
(一)圖樣及各部說明.....	196
(二)製造規格.....	196
(三)構造.....	197
(四)使用方法.....	199
(五)結論.....	201
20-13 沙謨拉 5190 型自動水準儀.....	201
(一)圖樣及各部說明.....	202
(二)製造規格.....	203
(三)使用方法.....	203
(四)構造原理.....	204
(五)精度.....	208
20-14 沙謨拉 5172 型自動工程水準儀.....	208
(一)圖樣.....	208
(二)製造規格.....	208
(三)使用方法.....	208
(四)構造大意與自動安平原理.....	208
(五)精度.....	210
20-15 芬奈自動水準儀.....	210
(一)圖樣.....	211
(二)製造規格.....	211
(三)構造大意與自動補償原理.....	211
(四)使用方法.....	212
(五)精度.....	213
20-16 埃爾他自動水準儀.....	213
(一)圖樣.....	213
(二)自動補償基本理論.....	213
20-17 阿斯克尼亞自動水準儀.....	214

第十六章

平板儀的檢驗和校正

我國現時已廣泛採用大平板儀做測圖工作。依照蘇聯的規範，在地形測圖中大平板儀必須具備能够應用於下列各工種的性能：

在控制方面，它可以用來測量圖根點、測站點，為此所採用的施測方法，有圖解幾何網、平板儀導線以及各種圖解交會。必須指出，在上述控制測量中大平板儀既要用來測定平面位置，同時還要進行高程控制測量。例如，常用的平板儀多角高程路線測量就是其中的一種。在細部測量方面，要能够用於大比例尺精密測圖。此外，還要測定圖根點的磁偏角。

在新的測圖工作中大平板儀擔負着這樣精密的測量任務，尤其是它要用來做圖根高程測量，因此對於大平板儀的規格性能就有了新的要求：對於它的檢驗校正工作不容忽視而必須定期認真地進行。一般說來它的照準儀主要規格是：望遠鏡的放大力不小於25倍，垂直度盤可讀至 $1'$ 或 $30''$ ，其游標最好是可動式的，即游標上附有水準器的，這一條件對大平板高程測量非常重要。圖板下面的基座要裝有水平螺旋，普通姜遜式的皆不適合。另外望遠鏡的支柱要具有適當的高度，以便於觀測。至於其他各部分的要求，將在各部檢驗校正項內附帶說明。

16-1 測圖板及其附件的檢驗

(一)三腳架和基座

三腳架要穩固，不得有扭轉或晃動現象。架腿應該用固定式的，不要用伸縮式的。檢查基座水平螺旋和止動螺旋是否滑順而無晃動。圖板內外不可裝有鐵的或其他有磁性的物件。

(二)測圖板架穩定性的檢驗

圖板安在三腳架上之後，必須具有足夠的穩定性，以免圖板在固定後仍會扭動或傾斜。我們可以這樣來檢查，裝上圖板，將照準儀放在圖板上。通過望遠鏡瞄準一個目標。在圖板上的一角用手沿水平方向和垂直方向輕輕施以壓力。由壓力的影響，圖板必然有所走動，而視線的方向也隨着移動。如果把手放鬆，圖板應該立刻能恢復原來的位置沒有殘餘的變位。也就是說十字線交點應該回到原來所指的目標。否則證明板架的穩定性不合要求。

(三)測圖板表面的檢驗

測圖板的表面應該是十分平的平面。檢查時用直尺的斜邊貼在圖板面上。然後觀察斜邊與板面之間有沒有空隙。當然，所用的直尺它的斜邊必須經過檢查證明是直的。

(四)圖板的表面應當垂直於圖板的旋轉縱軸

利用已經校正好了的水準器把圖板表面安平。然後鬆開固定螺旋，並繞縱軸旋轉之。不論圖板轉到任何位置，假若氣泡始終保持居中或者雖有偏差也不大，則可以認為這個條件是滿足的。此處用來安平圖板的水準器，它的格值應該是比較大的，過於靈敏的水準器不可應用。

(五)移點器的檢驗

安平圖板，在圖板架下的地面上設置一個木樁。用移點器的垂球對準木樁上一定點，並藉移點器的橫臂尖標定此點於圖板上。再把移點器的橫臂調轉 180° ，重新用垂球對準木樁。又在圖板上

標定一點。若此二點重合或者不重合而相距在 3 公厘以內，則移點器的構造認為是合格的。倘若偏差甚大，可以糾正它的彎臂，即懸掛垂球的鈎臂。

16-2 照準儀直尺的檢驗

照準儀上的直尺，一方面作為一塊底板把照準儀安穩地放置在圖板上；另一方面它的具有傾斜邊棱的一邊是用來標定方向的，所以把它稱為直尺。這個斜邊應當是嚴格地成一條直線。至於它的底表面應當嚴格地成一平面。

檢查斜邊時可以緊貼着此邊用鉛筆從一端到另一端畫一條線，然後把直尺放在此線的另一邊，並把斜邊貼在此線的兩端上，再沿斜邊畫一條線。若二線重合，則說明此條件是滿足的，否則就要修理。

檢查直尺底面，可將直尺放在一個極為平滑的平面上來檢查，看直尺底面與此平面之間有沒有空隙存在。倘若直尺的四周都與平面相密合，就算合格。直尺底面的中央部分從外面看不見，雖有空隙也無妨礙。

16-3 水準器的檢驗與校正

大平板儀往往附帶有一個獨立的水準器，用來安平圖板。水準器安裝在座板上，兩端也是用校正螺旋支托着。水準軸線必須與它的座板底面平行。檢驗的原理與經緯儀上的安平水準器的檢驗方法是相同的。把水準器放在圖板中央，使水準軸約與一對水平螺旋平行，用基座上水平螺旋安平使氣泡居中，沿水準器座板的一邊畫一直線，然後把水準器調頭貼着此線放置，此時若氣泡

依然居中，則說明水準軸平行於它的座板底面，否則須加校正。校正時用水準管的校正螺旋改正氣泡偏差的一半，其餘的一半係圖板傾斜所致，應該用水平螺旋來改正。須反覆二三次方得完善的結果。

有的在照準儀直尺上設有水準器。它的水準軸應當與直尺底面平行。檢驗與校正方法與上述相同。如果在檢驗時我們掌握了一個已經校正好了的水準器，那末用這個水準器可以把圖板表面安平為水平位置。沿這個水準器的座板邊畫一直線在圖板上，則此直線必定是水平的。這時，我們把要檢驗的水準器貼放在這條直線上。在這種條件下，氣泡的偏差很明顯的全是因為水準軸與它的座板底面不相平行之故。所以要用它的校正螺旋一次把氣泡校正居中。方法簡單而準確。

16-4 十字線縱絲應當位於望遠鏡視準面內

做這個檢驗時先安平測圖板，將照準儀放在圖板的中央，瞄準某一定點，止動望遠鏡。然後用望遠鏡的微動螺旋慢慢地使望遠鏡上、下轉動。觀察目標的位置。假如該點始終沿着縱絲移動，則條件是滿足的，不然的話就需要校正。

校正是這樣開始的，略微鬆開十字線校正螺旋中的下面和右邊的二個，然後按照縱絲偏斜的相反的方向，扭轉十字絲環。十字絲環是裝在鏡筒裏面的，在外面扭轉它的兩個相對的校正螺旋就可以帶動它旋轉了。若縱絲偏斜很少，這時只要用手指輕輕地敲一敲螺旋頭就可以了。例如，要想使十字線環順時針方向扭轉，我們在右邊的校正螺旋頭上輕輕向下敲一敲，震動一下就好了。然後再把所鬆開過的螺旋重新旋緊。

16-5 視準軸應當垂直於橫軸

(一)目的 保證視準軸垂直於橫軸，以消除有害的照準差。而且不論正鏡或倒鏡視準軸都與直尺的斜邊保持平行（橫軸必須垂直於斜邊時方有可能）。這樣方能使沿斜邊所畫的方向線與望遠鏡瞄準的方向一致。

(二)檢驗 檢驗方法的理論與檢查經緯儀照準差相類似。先安平測圖板，把照準儀放在圖板中央，瞄準一個大致與儀器相同高度的遠方明顯的點子。這時沿着直尺斜邊畫一細線，在線的後端插一根針，然後倒轉望遠鏡並把照準儀調轉 180° ，把照準儀放在細線的右側並且使直尺的斜邊靠着小針。再來瞄原來那個目標，沿直尺斜邊又畫一條直線。若這二條線重合，則說明視準軸與橫軸相垂直。如不重合，二線的交角就是二倍照準差。

(三)校正 先來平分二線的交角，在二直線的另一端離小針等距離的地方截二點，此二點的中點和小針的聯線就是交角的平分線。畫出這條平分線之後，把直尺貼放在平分線上，這時十字線的交點必然偏離了目標。我們校正十字線圈，直到交點重新對準原來的目標時為止。此項校正往往需要反覆進行。

(四)建議 在作檢驗時所選定的目標越遠而且明顯越好。特別是對於有些照準儀，它的望遠鏡安裝在橫軸的中央，這樣視準軸就不會與直尺邊在一個垂直面內。也就是說沿着直尺邊所畫的方向線與視準軸線不在一個垂直平面內。若選擇的目標太近，經過正倒鏡瞄準時先後所畫的二條方向線由於這種原因而不平行。所以一般目標總要在 200 公尺以外。

對於上述偏心望遠鏡的照準儀，如果要精確地檢驗，可以用下述方法進行：粗略量出望遠鏡中心軸線（即望遠鏡的幾何軸）偏離直

尺邊的距離，設此距離為 d 公分。則在約 100 公尺處垂直於視線的方向併排插二測針，使它們相距 d 公分。仍按上述方法進行檢驗，不過在正鏡時瞄準左方的測針，在倒鏡時瞄準右方的測針。這樣所畫的二直線就可以消除望遠鏡偏心的影響。

容許的殘留二倍照準差 ($2C$) 可達 $10'$ 。設在所畫二直線上所截的線段為 30 公分，則二截點相距不超過 1 公厘，即不需校正。

此項校正最好在 16-4 節校正完畢之後進行，否則很可能在校正縱絲時，又破壞了這個條件。

16-6 照準儀的橫軸應當平行於直尺的底面

(一)目的 校正橫軸線使它平行於直尺的底面，也就是使望遠鏡的照準面垂直於直尺的底面。唯有滿足這個條件時，當照準儀放在安平了的圖板上，照準面才能保持着垂直平面。實際上，這個條件相當於經緯儀橫軸垂直於縱軸的關係。這個條件對於在山區測量尤為重要。因為在山區往往要觀測較大的垂直角，由此所產生的誤差也愈大。

(二)檢驗 普通的檢驗方法與經緯儀橫軸檢驗方法完全一樣，可參閱本書(正本) 4-2 節第(六)項。茲補充介紹一種簡捷的方法：先將圖板確準安平，把照準儀放在圖板中央。在二、三十公尺以外設法懸掛一條大約十公尺長的垂線，然後用望遠鏡瞄對此線的上端，再徐徐使望遠鏡下俯。看看十字線的交點是否始終沿着垂線移動，若有顯著的偏離就需要校正。

(三)校正 校正方法參閱本書(正本) 4-2 節。此項檢驗要在 16-5 節之後進行。

16-7 橫軸線在直尺底面上的投影應當垂直於直尺的斜邊

(一)目的 當我們完成以上各項校正之後，照準面基本上應該是一個平面，而且垂直於直尺的底面。如果再滿足這一條件，則照準面必然與直尺的斜邊重合或者平行。這時，我們如果沿着斜邊畫直線，它的方向也就與視準軸方向一致了。

(二)檢驗 安平測圖板。在圖板上垂直地插二根小針，彼此的距離要較直尺的長度稍短一些。小心地把照準儀貼着兩根小針放下，然後放鬆並旋轉圖板。用望遠鏡瞄準事先選擇好的地面上一點。固定圖板，移開照準儀。用肉眼通過這兩根小針構成的方向來瞄視該點。如果目標在小針方向線內，則說明條件是滿足的，否則必須送工廠修理。在偏差不大的情況下，對於平板儀測繪角度沒有妨礙，只是影響直線的定向而已。

16-8 其他部分的校正

除上述各項校正之外，垂直度盤零位差和視距常數的測定也要進行。其方法和經緯儀相同，可參閱經緯儀校正部分。

惟在各種檢驗中，要注意照準儀在圖板上的位置的移動。總要設法使照準儀的中心（橫軸與望遠鏡交點）對準在圖板上某一點。否則所觀測的垂直角的角頂點，將隨着照準儀中心的移動而變更，以致影響垂直角的讀數。

第十七章

測量儀器的檢驗

在第四章裏我們已經介紹了普通儀器的檢驗與校正，那是屬於一般性質的。自從我們學習蘇聯的先進經驗進行測量作業以來，我們已經認識到對於儀器還必須進行一些基本的檢驗和研究，才能保證測量成果的精度。因此本章按照蘇聯的規定，並為本書正本第四章中所缺少的檢驗法作一補充。對於各種檢驗方法中除了闡述必要的理論外，更着重於具體實用的方法與計算。當然本書所述乃是一般方法，至於觀測次數與精度要求，仍應依照各機構規範的規定。

17-1 水準管的檢驗、水準軸傾角的計算法

利用水準器可以構成水平的或垂直的軸線。藉着這些軸線我們把測量儀器的某些部分安置在一定位置。例如，把度盤放在水平或垂直的位置；把視準軸放在水平位置。所以水準器便成為許多測量儀器上重要的組成部分，它密切地關係着測量成果的精度。因此，水準器的實際精度必須加以檢驗與證實。

在以下各節討論水準管格值的測定方法時，都要計算當水準軸發生傾斜時氣泡的移動量，以及水準軸線傾角與格值的關係。故本節先說明它們的計算法。

首先我們討論當水準管發生傾斜時，氣泡位置變動，氣泡中心移動量的計算法。假如氣泡長度能保持不變，氣泡一端的移動

量也就是它中心的移動量。但是我們知道氣泡長度會隨溫度而變化的。因此，要計算中心的移動量，就必須根據氣泡兩端的位置來推算。

設水準管上面的格子的註號是從一端開始的，即 0 點在它的一頭。 I 表示氣泡左端所在的格數， II 為右端所在的格數， n 為氣泡中心距 0 點的格數， l 為觀測時氣泡長度（以格為單位），則

$$l = I - II \quad (1)$$

$$n = II + \frac{l}{2} = II + \frac{I - II}{2} = \frac{1}{2}(I + II) \quad (2)$$

若氣泡中心位置從 n_1 移到 n_2 ，兩端相應的位置為 I_1, II_1, I_2, II_2 ，則氣泡的移動量 N 為

$$N = n_2 - n_1 = \frac{1}{2} [(I_2 + II_2) - (I_1 + II_1)] \quad (3)$$

如果水準管格子註字的 0 點在中央，或者具有兩個 0 點而中央一段沒有格子時，我們可以規定 0 點右邊的讀數為正，左邊的讀數為負，則以上各式仍適用。

倘若格子上沒有註字，我們可以自行假設註字。

設 ε'' 為水準軸的傾角， τ'' 為水準管每格所對的中心角，也就是它的格值。

自圖 17-1 可知水準軸傾角的變化等於氣泡中心相應的兩個位置的夾角，即

$$\varepsilon'' = \tau'' \cdot N \quad (4)$$

(3)式代入(4)式

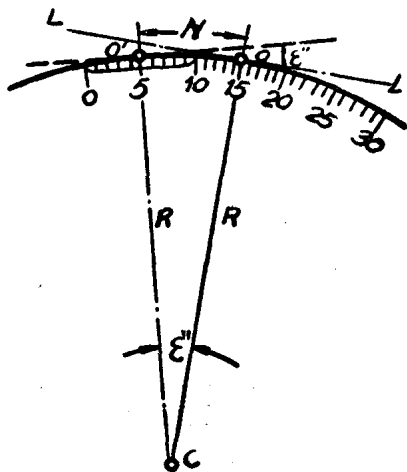


圖 17-1

$$\varepsilon'' = \frac{1}{2} \tau'' [(I_2 + II_2) - (I_1 + II_1)] \quad (5)$$

(5)式是傾角與格值的關係式，是測定格值的基本公式。

17-2 水準檢驗器測定格值法

水準檢驗器是研究水準器或測定水準格值的一種器械。它的種類很多，精度各有不同。我們介紹一個簡單的水準檢驗器以說明它的一般構造和使用方法。圖 17-2 就是它的構造大意， AB 是一塊底板，板上裝有三個定平螺旋，正像水準儀的腳螺旋一樣，用來安平底板。在底板上固定着兩個支架 P ，它支托着橫軸 O 。托桿 CD 可繞此軸左右仰俯。托桿的一頭 E 附在一個螺旋 V 上。螺旋 V 的頭 G 帶着一個測微鼓 H ， J 是 H 的指標。托桿另一端 K 有一個平衡錘 F ，移動 F 的位置可以調節測微螺旋 V 在墊板 L 上的壓力。在托桿上套着兩個環套 M_1 、 M_2 ，每個環套上有一個支叉 m_1 、 m_2 。要檢驗的水準管 U 就是放在支叉上， M_1 、 M_2 可以移動以適應水準管的長短。測微鼓 H 上刻 180 格。螺旋 V 每轉一格，托桿的傾角變化 $1''$ 。水準檢驗器主要作用就是精密測定托桿的傾角。水準管既放在托桿上隨托桿而傾斜，那末托桿的傾角也就是水準管的傾角了。

水準檢驗器是一種精密儀器。測微螺旋 V 要十分精密，而且各部零件要具有很小的溫度膨脹係數。大型檢驗器不用托桿而改用

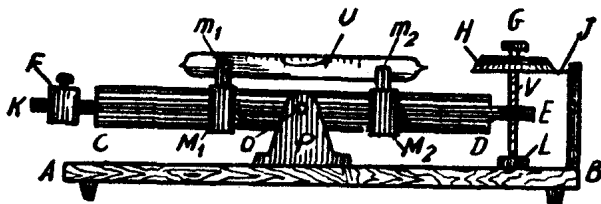


圖 17-2