

实用天文測量

A. M. 吉日茨基著

測繪出版社

实用天文測量

A. M. 吉日茨基 著

張 大 剛 譯

謝 世 傑 校

測繪出版社

1958·北 京

А. М. ГИЖИЦКИЙ

ПОСОБИЕ
ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ
АСТРОНОМИЧЕСКИХ ПУНКТОВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛЕНИНГРАДСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
1955

本書共分九章，主要內容包括：編制星表，按恒星天頂距測定時間和緯度，測定地面目標的方位角，按等高法（金格爾法和別夫卓夫法）測定時間和緯度，太爾可特測定緯度法，按太陽測定時間、緯度和方位角，以及經差測定等。

通俗淺顯、闡述詳明是本書編寫的特點。本書從基本概念出發，由淺入深地介紹現行一、二、三、四等天文測量中各種方法的理論和實際，詳細敘述各種方法的觀測過程、手簿整理和資料計算。本書可供一、二、三、四等天文測量工作者參考，也可供本科實用天文學的教學參考和實習教程，以及中等專業學校實用天文學教程。

實用天文測量

著者	A. M. 吉日茨基
譯者	張大剛
出版者	測繪出版社 北京阜成門外三里河 北京市書刊出版業營業許可證出字第081號
發行者	新華書店
印刷者	沈陽市第一印刷廠 沈陽市鐵西區北三路一段十二號

印數（京）	1—1,250冊	1958年1月北京第1版
開本	31"×43" ¹ / ₂₅	1958年1月第1次印刷
字數	195,000字	印張 8 ¹⁶ / ₂₅
定價（10）	1.10元	

目 录

原 序

第一章 天文测量前的准备

§ 1 緒論	9
§ 2 水准器	10
§ 3 水准器的檢驗	14
§ 4 万能仪的調整	19
§ 5 显微测微器及其調整	21
§ 6 度盤天頂位置的測定	25
§ 7 照准誤差	28
§ 8 天文錶	29
§ 9 无綫电授时	31
§ 10 天文錶的比較	35
§ 11 观测前仪器的准备。望远镜的对光	40
§ 12 仪器度盤的定向	41
§ 13 水平絲的檢查	46
§ 14 游标盤傾斜改正	47
§ 15 絲間距的測定	49
§ 16 目鏡測微器。測微器周值的測定	51

第二章 編制星表

§ 17 北极星星表	57
§ 18 子午圈附近恒星星表的編制	59
§ 19 卯酉圈附近恒星星表的編制	66
§ 20 金格尔星对星表的編制	71
§ 21 别夫卓夫星对星表的編制	74
§ 22 太尔可特星对星表的編制	78

第三章 按恒星天頂距測定時間和緯度

§ 23 按天頂距測定時間和緯度的最有利條件	82
------------------------	----

緯度測定

§ 24 觀測的進行	84
§ 25 子午圈外的天頂距歸算到子午圈上的計算公式	86
§ 26 按“蘇聯天文年曆”所載用表觀測北極星計算緯度	90
§ 27 緯度的計算	92
§ 28 望遠鏡的彎曲差	96

錶差的測定

§ 29 觀測的進行	97
§ 30 基本公式	98
§ 31 錶差的計算	99
§ 32 東、西星的觀測	102
§ 33 周日光行差的影響	103

第四章 地面目標方位角的測定

§ 34 地面目標的方位角	105
§ 35 水平度盤讀數由於水平軸傾斜的改正	106
§ 36 水平度盤讀數由於照準誤差的改正	108
§ 37 測定天體方位角的最有利條件	110
§ 38 周日光行差對天體方位角的影響	112
§ 39 測定地面目標方位角的觀測程序	113
§ 40 計算北極星方位角公式的推導	115
§ 41 觀測的處理	116

第五章 按等高法測定時間和緯度

§ 42 雙星等高法測定時間和緯度的最有利條件	120
-------------------------	-----

按金格爾法測定錶差

§ 43 基本公式	122
-----------	-----

§ 44 周日光行差改正和傾斜变化改正	125
§ 45 金格尔星对的观测程序	127
§ 46 观测的处理	130

別夫卓夫測定緯度法

§ 47 基本公式	137
§ 48 傾斜变化改正	139
§ 49 別夫卓夫星对的观测程序	141
§ 50 观测的处理	142

第六章 太尔可特測定緯度法

§ 51 基本原理	146
§ 52 基本公式	148
§ 53 傾斜变化改正	151
§ 54 折光差改正	152
§ 55 观测程序	153
§ 56 观测的处理	155
§ 57 变相太尔可特法	158
§ 58 观测的处理	160

第七章 按太阳測定緯度、時間和方位角

§ 59 緒論	162
---------------	-----

按太阳高度測定緯度

§ 60 观测的进行	162
§ 61 观测太阳計算緯度公式的推导	164
§ 62 观测的处理	167

按太阳高度測定銀差

§ 63 观测的进行	171
§ 64 赤緯变化的时角改正	172
§ 65 观测的处理	172

地面目标方位角的測定

§ 66 計算太阳方位角的公式	177
-----------------------	-----

§ 67 观测程序	177
§ 68 观测的处理	180

第八章 經差測定

§ 69 緒論	183
§ 70 按无綫电法測定經差	185
§ 71 按时錶續运法測定經差	191

第九章 測站点归心和照准点归心

§ 72 緯度和經度的測站点归心	195
§ 73 方位角归算	196
§ 74 照准点归心	198

附 录

用 表

表 I. 发授科学时号主要电台一覽表 (1954年)	201
表 II. 弧制度、分、秒化算为时 (h)、分 (m)、秒 (s) 用表	202
表 III. 科学时号归算表	203
表 IV (1). 平时化算为恒星时附表	205
表 IV (2). 恒星时化算为平时附表	206
表 V. 1955年北极星高度和方位角附表	208
表 VI. 卯酉圈上恒星时角和天頂距	209
表 VII (1). $\sigma_5(x^s) = M \frac{(x^s)^2}{6} \sin^2 1^s \times 10^5$ 改正数表	210
表 VII (2). $\sigma_5(x'') = M \frac{(x'')^2}{6} \sin^2 1'' \times 10^5$ 改正数表	211
表 VIII. 測站归心計算輔助附表	211
表 IX. 普尔科沃折光差附表 (已化算为 $+10^\circ\text{C}$ 和 760 公厘)	212

恒星通过卯酉圈之选星图解

I. 在 23^h30^m 至 6^h30^m 时间段内恒星通过卯酉圈之选星图解	213
II. 在 5^h30^m 至 12^h30^m 时间段内恒星通过卯酉圈之选星图解	214
III. 在 11^h30^m 至 18^h30^m 时间段内恒星通过卯酉圈之选星图解	215
IV. 在 17^h30^m 至 0^h30^m 时间段内恒星通过卯酉圈之选星图解	216

原 序

本書所述資料可供初次參加按天文觀測決定地理坐標的作業人員有效地加以應用。無論是從資料的安排上，或是從內容敘述的簡要上都可以看出：本書並不是實用天文学教程。本書研討的只是一些暑期實習期間學生們所必須熟悉的測定天文點的方法。由於國立列寧格勒大學的天文測量實習是在大學生們結束了三角測量外業工作以後才進行的，而在此期間學生們對萬能儀的構造和使用都有了相當程度的了解，所以本書對萬能儀的構造不再贅述。

第一章闡述在開始天文觀測以前，對萬能儀所需進行的一些操作；此外，又簡要地提到了比較天文錶和收錄無線電時號的問題。

天文觀測者在開始觀測以前應該編制觀測計劃和準備星表，利用後者可以在望遠鏡視場內找到恆星。編制星表的問題在第二章內敘述。

其次各章闡述測定緯度、錶差和地面目標方向方位角的各種方法。各章都首先敘述觀測的程序並列出手簿記載的格式，然後再推算用以計算觀測結果的公式。書中採用的示例是大學生們在暑期實習期間所測的成果。觀測的處理在各章末尾專節敘述。

觀測太陽以測定緯度、時間和方位角的方法在第七章內敘述；其中又指出了在觀測太陽及處理其觀測結果時所需注意的一些特點。應該指出，根據太陽測出的結果，其精度稍差，這主要是由於對太陽光綫不均勻曬熱儀器從而產生的傾斜計算不夠精確所造成的；此外，太陽邊緣通過蛛絲的時刻不如恆星通過的時刻精確，因為恆星在望遠鏡內的影像始終成點狀。觀測太陽結果的處理也較為複雜。由上述可知，觀測太陽只是在不能按恆星測定時才宜進行。

最後兩章就測定經差、標定位位以及將地理坐標和方位角推算到

鄰近目标等問題作了簡要的指導。

附录內列有一些在处理观测結果或准备进行計算时，常用的用表，以及恒星通过卯酉圈选星图解。

作者認為必須向国立列宁格勒大学地理系制图教研室副教授 Ф. А. 希巴諾夫致以真摯的謝意，感謝他在审閱全部手稿和校閱时所給予的巨大帮助。

作 者

第一章 天文測量前的准备

§ 1. 緒 論

地理工作人員在勘測任一地区时，應該善于測定該地区最重要地点的地面位置，并且將它們标在地图上。只要具备量角仪器、天文錶和无綫电收报机，就能在几小时內測定出天文点。由觀測結果中所求得的地理坐标——緯度 φ 和經度 λ ——的精度取决于仪器的精度、觀測者的技术素养和所采用的方法。

在船艦上測量角度使用六分仪，而在陆地上則使用万能仪或經緯仪。勘測时通常应用台式天文錶，在山区則常使用袖珍天文錶（十分之四秒摆）。后者構造輕便，所佔位置很小，但工作中使用不便。觀測太阳使用平时錶，觀測恒星則使用恒时錶。无綫电收报机用来收录授时台一晝夜間所发出的时号。按天文錶記下所收时号的时刻后，我們就能求出对于格林尼治时刻的天文錶的錶差，这是因为发布的每一格林尼治时刻的时号都是經過精确測定的。勘測时至少必須备有兩只天文錶：一为平时錶，另一为恒时錶。当然，也可以只用一只天文錶，但是，这只是在万不得已的情况下才能这样，因为采用不合适的天文錶所得出的觀測結果，在將來計算时会增加不少麻煩。此外，天文錶还可能发生損坏，于是觀測者就不得不使用袖珍天文錶工作，而此时就必须要有可靠能干的助手并根据无綫电时号經常校正时刻。必須指出，在这种情况下所測天文点的精度是不高的。

必須隨身携帶兩個空盒气压計和几只吊索溫度計。在計算折光差对天体高度的影响时，这些仪器是很需要的。此外，还可使用它們进行气压計高程測量。

出发勘测以前，必須檢視所有仪器，調整万能仪，檢查空盒气压計和溫度計。不允許將天文錶和空盒气压計当作行李运送，必須將它們裝置在特制的箱子內，并竭力設法避免受到劇烈的震动。空盒气压計極易變更本身的固定改正数，所以必須尽可能經常与气象台的水銀气压計比較，以資檢查。在沒有气象台的地区，須用沸点气压計檢查空盒气压計。

观测天体时，必須檢查仪器的調整裝置，將仪器很好地整置水平，調整好望遠鏡的焦距和按照如下要求整置望遠鏡的目鏡：焦面上所張的蛛絲能够清晰地看到，且当观测者的眼睛移动时，望遠鏡所照准的目标不致有显著的位移。照准誤差應該減至最小（參看 § 7）。然后測定度盤的天頂位置；如其大于 $1'$ ，則須加以改正（參看 § 6）。最后进行仪器度盤定向（參看 § 12）和檢查交合絲的水平情况（參看 § 13）。

为了进行观测結果的概略計算，必須备有当年的“苏联天文年历”、天文測量用表（中央測繪科学研究所專刊，第30期）和五位对数表。

如果經緯仪的望遠鏡視場內裝有水平絲網，那么利用这一仪器根据双星等高法就能很容易地測定地理坐标。在这种情况下，为了編制星表就必須备有“金格尔法观测星表”和“等高法（別夫卓夫法）測定緯度星表”。如果仪器配有目鏡測微器，則須备有天文研究所（現为苏联科学院理論天文研究所）出版的“太尔可特法观测星表”。

§ 2. 水准器

为了使經緯仪位于适当的位置和为了量測微小角度，可以利用一种叫做水准器的器具。

水准器是一个柱狀玻璃小管。管的內表面磨成半徑很大的圓弧。管內灌注煮沸的醚，然后严密加以封閉。醚在冷却以后即行凝縮，管內即出現一个被醚的蒸气充填的空間，構成气泡。水准管的外表面刻有許多相等間隔的分划綫，其間的距离通常是 1.5 至 2 公厘（图 1）。气泡在水准器內的位置永远應該是这样的：气泡的中心位于弧的最高

点，而在此点所引出的法綫須与鉛垂綫方向重合。水准器裝在一个金屬框內，兩端各有不大的柱軸。水准器玻璃管在框內不应晃动。水准器連同框子一起裝在一个金屬圓柱套筒內，套筒上方气泡位置处开有一个切口。旋动校正螺絲可以变更金屬套筒內金屬框子的位置。位于水准器一端

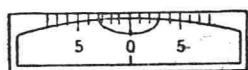


图 1

的两个螺絲用来調整水准管的傾斜；而位于另一端的两个螺絲可使水准管左右移动（图 2）。如果水准器是用来整平平面的，那末圓柱套筒連同裝置在金屬框內的水准器一起紧紧地固定在金屬板上；如果水准器是用来整平仪器的，那么应该將它固定在仪器上。当需要利用水准器將經緯仪水平軸整平时，須將水准器裝在附有切口的支脚上，支脚用来將水准器放在仪器的水平軸上。

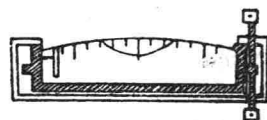


图 2

溫度升高时，灌注在水准管內的醚就会膨脹，因而气泡也就会縮小，水准器的灵敏度就会降低。在低溫时，由于醚的冷縮，气泡会变得較長，有时气泡兩端可能頂至金屬框，这样，水准器就不能再使用。为了消除这些缺点，通常在水准器上裝有一个气室，即在水准器的一端裝一块玻璃隔板，底部鑽一个小孔，以使一部分醚由气室流向主要气室，因而縮短气泡的長度（图 2）。若气泡佔水准器管的 $\frac{1}{4}$ 至 $\frac{1}{6}$ ，則其長度可以認為是标准的。为了变更气泡的長度，必須翻轉水准器，使小孔朝上；然后，將水准器朝上与气室相反的方向傾斜，这样就能使一部分醚的气体挤向气室，因而縮短了气泡長度。

当气泡的兩端与水准器表面所刻的零分划对称时，就可以認為气泡的位置是正常的；此时，气泡的中心應該与零分划重合。如果水准器傾向一側，离开原先的位置而構成 α 角，那末水准气泡的中心就会偏离若干分划，偏离的分划数 n 与 α 角互成比例。如果我們已知以弧秒表示的、与气泡中心移动一个分划相应的某个角度 τ ，那么我們就能按公式： $\alpha'' = \tau n$ 求出以角秒表示的 α 角。 τ 的数值叫做水准器分划

值，它可以用一种叫做水准器檢驗仪的仪器予以測定，其測定的精度很高（參看 § 3）。

因为水准气泡的中心不能用什么东西来标记，所以我们只能根据气泡兩端的讀数来判定气泡的位置。通常零分划刻在諸分划綫的中央，而由零分划以相等距离刻出的分划綫都刻有相同的数字注記。为了确定零点一端的讀数，通常規定左端的讀数（左）为負；右端的讀数（右）为正（图 3）。当水准器傾斜为 α 角时，与气泡中心相应的分划数为： $\frac{\text{左} + \text{右}}{2}$ 。因为在最初位置时气泡的中心位于零分划，

所以角 $\alpha'' = \frac{\text{左} + \text{右}}{2} \tau = (\text{左} + \text{右}) \frac{\tau}{2}$ 。水准器讀数的精度必須取

到十分之一分划。某些机械員是將零分划刻在水准器的一端的。如果另一端为 m 分划，那么在水准器处于标准位置时，气泡的中

心將与 $\frac{m}{2}$ 分划相重合。当水

准器傾斜成 α 角时，为了求得此时气泡中心的分划数，必須由气泡兩端的讀数 a 和 b 取算

术中数。如果由 $\frac{a+b}{2}$ 中減去

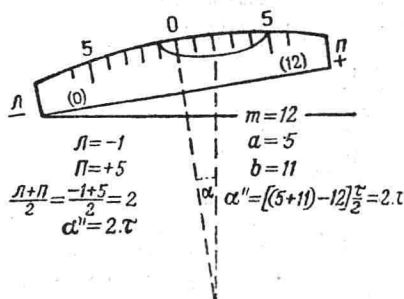


图 3

$\frac{m}{2}$ ，再將差数乘以水准器分划值，我們就能求得傾斜角 α ：

$$\alpha'' = \left(\frac{a+b}{2} - \frac{m}{2} \right) \tau = [(a+b) - m] \frac{\tau}{2}.$$

轉动垂直校正螺絲以調整水准器，使之处于这样的状态：將水准器置放在水平面上后，在任何位置时，水准气泡的兩端都要处于与零分划对称的位置。为了作到这一点，須將水准器裝在仪器上，旋轉平行于水准器的脚螺絲，將水准气泡向中央移置，使水准器处于近似水

平的位置。如在換置 180° 以後，水准气泡离开了框边，那么再旋轉同一脚螺絲，同时記下旋轉的周数，重新使水准气泡居中。然后，根据所記下的旋轉周数，按相反方向轉动脚螺絲，使其为所記周数的一半，这就改变了气泡的位置；再轉动垂直校正螺絲，使气泡回至中央。再將水准器旋轉 180° ，使之位于原来的那个方向。如果气泡重新藏入玻璃管的一端，那么，再按上述的方法进行調整。如果气泡可以看到并且能够讀数，那么用仪器脚螺絲改正一半，另一半則用水准器垂直校正螺絲改正。这一改正反复进行几次以後，我們就能作到：調置水准器以後，气泡的兩端就能比較对称地位于水准器零分划的位置。

水准器严格位于水平位置时所讀得的讀数，称为水准器的零点。

必須指出，水准器的零点与零分划綫完全重合是不可能作到的。

此外，水准器零点也会逐漸变更其本身位置。

測定任一方向的傾斜时，永远必須在兩個互差 180° 的水准器位置讀取水准器讀数，同时附帶測定水准器零点。我們假設水平方向 AC （图 4）与水平面 AB 構成一个 α 角，而水准器的零分划位于零点

K 的左端 d 分划处，我們用 $i = \frac{\text{左} + \text{右}}{2}$ 来表示位于这一位置时的水准器讀数，式中的左和右是水准气泡兩端的讀数（在第一位置）。由图 4 可知： $OD = OK + KD$ 。 OD 是水准器的讀数 i ； $OK = d$ ， $KD = \alpha$ ，以水准器分划值表示。由所写出的算式可知： $i = d + \alpha$ 。当將水准

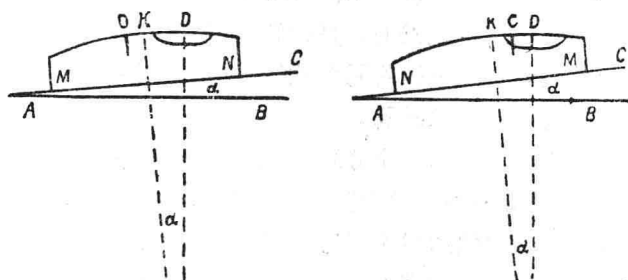


图 4

器轉動 180° 以後，水准器的零分劃就位於零点 K 的右端 α 分劃處；而

水准气泡中心的新位置便是 D' ，與之相應的讀數 $i = \frac{\text{左}' + \text{右}'}{2}$ ，

式中的 $\text{左}'$ 和 $\text{右}'$ 是水准器第二位置時气泡兩端的讀數。從圖上可以看出： $OD' = KD' - KO$ ，即 $i' = \alpha - d$ 。解算所列出的方程式，而得：

$$\alpha = \frac{i + i'}{2}; \quad d = \frac{i - i'}{2},$$

或

$$\alpha = \frac{1}{2} \left(\frac{\text{左} + \text{右}}{2} + \frac{\text{左}' + \text{右}'}{2} \right); \quad d = \frac{1}{2} \left(\frac{\text{左} + \text{右}}{2} - \frac{\text{左}' + \text{右}'}{2} \right).$$

用 τ'' 表示水准器的分劃值，我們即能求得以角秒表示的傾斜公式：

$$\alpha'' = \frac{1}{2} [(\text{左} + \text{右}) + (\text{左}' + \text{右}')] \frac{\tau''}{2}.$$

§ 3. 水准器的檢驗

出發勘測前，必須檢驗所有的水准器，並且測定每一個水准器的分劃值。如果發現某個水准器的分劃值 τ'' 在水准器各部分相差甚大（超過 $20\% \tau''$ ），就須用另一個水准器替換。為了檢驗水准器，通常採用一種叫做水准器檢驗儀的儀器（圖5）。水准器檢驗儀的形狀像個‘T’字，固定在三個腳螺絲之上。其中位於長軸末端的一個螺絲是測微螺絲。測微螺絲的測鼓根據測微螺絲的螺距刻成120或180個分劃。檢驗儀通常是這樣整置的：長軸傾斜整分數的變化要相應於測微螺絲的一個整周。長軸上裝着兩個相等的活動支架，支架上有凹槽，凹槽上可放置被檢驗的水准器。

為了精確測定測鼓的一個分劃值，必須測出測微螺絲的螺距 S 以及由測微螺絲到另一端兩個腳螺絲中心點的距離 d （圖6）。

為了測量測微螺絲的螺距，應先將它旋出，用軟鉛筆輕輕在螺紋綫上塗抹，然後，在螺紋綫上放一小塊紙，緊緊包住螺絲，再微微回轉螺絲，在紙上即留下螺紋綫的鉛筆印跡。為了求得兩個相鄰分劃綫

之間的距離（螺距），就須測量螺紋綫之間許多間隔的長度 k 。將 k 除

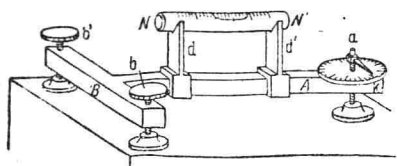


圖 5

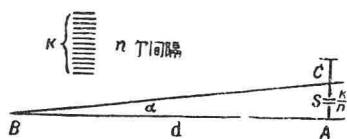


圖 6

以 n 個間隔以後，即可求得螺距 $S = \frac{k}{n}$ 。為了求得 d ，可將檢驗儀放在一張紙上，輕輕在上面按壓，以便在紙上得出檢驗儀的三個螺絲的刺點；然後，將此三點連結成一個三角形，再測量等於 d 的三角形之高。

當將測微螺絲轉動一整周以後，亦即當將樞軸抬高至一個螺紋後，我們用 α 表示檢驗儀樞軸傾斜變化的角度。由三角形 ABC 可知：

$$\frac{k}{n} = d \operatorname{tg} \alpha; \text{ 因為角度很微小，所以可用 } \alpha'' \sin 1'' \text{ 來代替 } \operatorname{tg} \alpha, \text{ 于}$$

$$\text{是得：} \frac{k}{n} = d \alpha'' \sin 1'', \text{ 由此，} \alpha'' = \frac{\frac{k}{n}}{d \sin 1''}。 \text{ 這裡必須指出，}$$

k 和 d 都應該用同一個單位表示。然後再將 α'' 除以測鼓所刻的分划數，即能求得檢驗儀一個分划值。

現在用檢驗儀檢驗水准器。先將樞軸的兩部分 B 和 A （圖 5）整平；然後將需檢驗的水准器 NN' 放置在檢驗儀的支架 d, d' 上；旋轉檢驗儀的測微螺絲，使水准氣泡移向水准管的一端，此時，測微螺絲的測鼓的指標即與測鼓的一個分划重合。待水准氣泡靜止不動，即約等待 3—5 分鐘以後，記下水准器的讀數和測鼓的讀數。然後，將測鼓移動 10, 15 或 20 個分划（視所檢驗的水准器的精度而定），再等氣泡靜止不動後，讀取水准器和測鼓的讀數。按照此種方式反復進行，直到氣泡通過整個水准管，然後再使氣泡移至水准管的另一端。水准器和測鼓的每兩個連續的讀數便得出水准器的分划值。這樣一來，我們不僅能夠求得水准器分划的平均值，而且還能鑑定水准器的

質量。

例 在一台測鼓分划值为 $1''.02$ 的檢驗儀上，檢驗跨水准器。測鼓移置 10 个分划，由此而得的讀数，列于表 1。

表 1

測 鼓 分 划	气 泡 向 右 移 动				气 泡 向 左 移 动				$\frac{r_1+r_2}{2}$
	水 准 器 讀 数			差 数	水 准 器 讀 数			差 数	
	左	右	左+右		左	右	左+右		
20	-18.5	+ 0.8	-17.7	4.5	-18.8	+ 0.2	-18.6	4.6	(4.6)
30	-16.3	+ 3.1	-13.2	4.1	-16.5	+ 2.5	-14.0	4.0	4.0
40	-14.2	+ 5.1	- 9.1	3.7	-14.5	+ 4.5	-10.0	4.1	3.9
50	-12.4	+ 7.0	- 5.4	3.8	-12.5	+ 6.6	- 5.9	4.0	3.9
60	-10.4	+ 8.8	- 1.6	3.9	-10.6	+ 8.7	- 1.9	4.3	4.1
70	- 8.5	+10.8	+ 2.3	4.0	- 8.4	+10.8	+ 2.4	4.0	4.0
80	- 6.5	+12.8	+ 6.3	4.1	- 6.4	+12.8	+ 6.4	3.8	4.0
90	- 4.4	+14.8	+10.4		- 4.5	+14.7	+10.2		

$$\text{中数 } 10''.2 = 4.0 \frac{\tau}{2}.$$

$$\text{水准器半个分划值 } \frac{\tau}{2} = 2''.55.$$

水准管的曲率半径在各部分并不是完全相同的，但可认为水准器是能够使用的；只是必须避免 $\frac{r_1+r_2}{2}$ 等于 4.6 的这种情况。

注：左+右， r_1 ， r_2 和 $\frac{r_1+r_2}{2}$ 各栏是在处理观测结果时填写。

水准器的檢驗应在出发勘测前进行，以便明确其質量。此外，之所以需要进行檢驗，是因为考虑到水准器可能偶然打破，这样，我們既不知道水准器的分划值，也就无从进行观测結果的計算。

如果在勘测期間必須更換水准器，可利用經緯儀本身的脚螺絲測定其分划值。被檢驗的水准器應該平行于仪器的一个脚螺絲与另两个脚螺絲距离中心的連線。代替檢驗儀測微螺絲的脚螺絲之螺帽应分成