

气象仪器的 修理和调节

諾維可夫著



財政經濟出版社

气象仪器的 修理和调节

曹世平著

气象出版社

气象仪器的修理和調節

諾維可夫著

中央气象局編譯室譯

財政經濟出版社

1956年·北京

原出版者的話

本書是再版修訂本，書中談到气压、气温和湿度儀器的修理問題，和修理气象儀器時所必須具備之主要的最複雜的設備，並對製造用作修理儀器和檢定儀器的專門設備作了具體的說明，同時也涉及到調節儀器靈敏度的方法。另外還補充了第一版中沒有說到的測定气压儀器的修理，對其他各節也曾經修正和補充。

本書預計供給從事修理和調節气象儀器的人員作參考。但同時對蘇聯气象台站的實際工作者、台站檢查人員、水文气象技術學校的學生以及水文气象和各種訓練班的學生都有用處。

目 錄

第一章 气压測定儀器的修理	5
第一節 補正標尺式台站气压表	5
第二節 虹吸式標準水銀气压表	16
第三節 虹吸式檢查水銀气压表	24
第四節 考察水銀气压表	31
第五節 水銀压力表	33
第六節 水銀的清洗與蒸餾，气压表內管水銀的灌充	37
第七節 滑油抽氣機、真空抽氣機及压力表和對它們的 維護	45
第八節 台站空盒气压表和高度表	48
第九節 气压計	54
第十節 沸點測高表	59
第二章 溫度測定儀器的修理	61
第十一節 各種溫度表	61
第十二節 溫度計	62
第三章 濕度測定儀器的修理	67
第十三節 通風干濕表	67
第十四節 毛髮濕度表	71
第十五節 濕度計	73
第十六節 自記儀器的鐘機	78
附 錄	
一 修理氣象儀器的某些實用方法	83

二	高山气压表水銀槽中水銀量的多余或不足的測定	96
三	气压表內管与水銀槽內徑的比例表	98
四	气压表损坏时气压表金屬外壳的維護办法	98
五	台站水銀气压表托运时的包裝方法	99
六	各种气象用溫度表的規格綜合表	102
七	水銀气压表的規格綜合表	104
八	ГОИ 膏調配法	106
九	鍍零件用的導電液	106
十	苏联各气象仪器檢定处名称及其代号一覽表	110
十一	参考文献	111

第一章 气压测定仪器^①的修理

在气象台站上广泛使用两种气压表——水银气压表和金属气压表，来测定大气压力。同时记录大气压力变化的仪器——气压计，各台站也普遍采用。

水银气压表是根据流体静力学原理测定水银柱在与外界压力平衡时的高度，来表示大气的压力的。

使用最广泛的水银气压表有下列三种型式：补正标尺式（即寇乌式）台站气压表，虹吸式准标气压表和虹吸式检查气压表。但是在使用中的还有许多别种构造的气压表，其中以高山气压表和考察气压表为最多。

第一節 补正标尺式台站气压表

概述 台站气压表（圖 1 和圖 2）主要部分为：在高度真空中装满水银的玻璃内管、水银槽、刻有标尺的金属外壳、读数用的带着游尺的圆环和温度表。这些部分是经常要修理的。

补正式标尺台站气压表的构造，能保证准确地测定大气的压力，虽然水银槽内水银面是随着大气压力的变化而改变的，但只需按气压表外壳上的标尺读出玻璃管内水银柱液面的位置即可。

标尺的补正在于气压表标尺每一刻度的值不等于 1 毫米，而等于

$$\frac{Q - q_1}{Q + q - q_1} \text{ 毫米}$$

① 气压测定仪器指测定气压用的仪器，包括目测的和自记的在内——译者注。

上式中, Q 为槽的内截面积, q 为玻璃内管的内截面积, 而 q_1 为玻璃内管的外截面积。

我国工厂所出产的气压表, 其玻璃内管和水银槽的内截面积之比为 1:50, 即:

$$\frac{q}{Q} = \frac{1}{50},$$

亦即气压表标尺的每一刻度的间距: 用毫米刻度时等于 0.980 毫米, 用毫巴刻度时则等于 0.735 毫米。

因此, 气压表内管损坏后, 更换新玻璃内管时, 其内径应与水银槽的内径成一定的比例, 同时, 其外径应尽可能与原来的相近。

最近出产之气压表, 其玻璃内管应用部分的内径在 7.2—7.3 毫米范围内, 而水银槽的内径等于 51.7 ± 0.06 毫米。

然而, 在修理中也常常遇到具有其他尺寸的玻璃内管和水银槽的气压表。为了在选择与水银槽内径成一定比例的玻璃内管时不致发生错误, 最好参考附录三。

台站用气压表有兩種



圖 1 補正标尺式
台站气压表
(即寇烏式水
銀气压表)

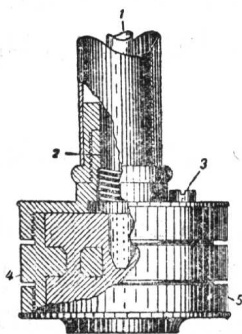


圖 2 台站气压表下部断面圖
1. 內管, 2. 护筒,
3. 螺絲, 4. 槽,
5. 槽底。

种标尺, 其测定范围为 810—1110 毫巴, 或为 680—1110 毫米。

出品較早的气压表是用毫米刻度, 其范围为 650—820 毫米或 400—820 毫米。

气压表的仪器訂正是由于發生下列誤差: 玻璃内管应用部分

的直徑与水銀槽的直徑不成一定的比例、玻璃管应用部分的直徑不規則、水銀槽直徑不規則，以及由于标尺刻得不准确而產生誤差。后两种誤差使得仪器訂正沿整个标尺变化不定（跟标尺的划綫）。此外仪器訂正还与气压表水銀槽中的水銀量有关。

气压表的容許誤差限度定为：与水銀槽中水銀量有关的仪器訂正不得超过 ± 0.3 毫巴，或 ± 0.2 毫米，在标尺各个不同部位的刻度，訂正值的变化，每 100 毫巴不得超过 ± 0.3 毫巴，或每 80 毫米不超过 ± 0.2 毫米，整个标尺（从 800 到 1060 毫巴），不能大于 0.7 毫巴，而米制标尺（从 600 到 790 毫米），不能超过 ± 0.5 毫米。气压表标尺上訂正值的变化应当是均匀的。

气压表制造或修理完畢后，必須按照 1948 年出版的“气象及高空仪器檢定手册”進行檢定，以便确定仪器訂正的数值。此次檢定是对制造或修理气压表質量的最后檢查。

气压表可能由于許多原因而發生故障，有时常常由于沒有正确地执行运输准备的指示，和破坏运输規則，而使气压表剛运到指定地点，就已發生故障。

气压表在运输时要装在一个特制的盒子里面，盒子兩端套上軟墊，而且在放水銀槽的盒子的一端，套上大一些的軟墊，使搬运时气压表能保持傾斜，这样水銀槽就能比內管密封的一头高些。

套上軟墊可以使气压表在搬运时防止發生猛烈震动，可是要注意，即使有軟墊（即是很軟的襯墊物），盒子被碰撞时也不能避免內管斷折。

气压表在运输时应防止猛烈晃动及震动，尤其要避免碰撞。

气压表在运输时损坏，可能有各种各样的情形，但最主要和最常見的是：空气進入气压表的管中，此种故障可在檢定处所屬有必要設備的修理厂中由水文气象分局有經驗的檢查員消除，或由熟悉修理規則的其他技術人員消除它。

空气進入气压表后，很多人即認為只要將气泡从气压表內管中排出即可，故采取許多不同的方法，例如：引入較大的空气泡，用金屬綫將气泡吸出，或用其他方法。但所有这些方法都不能認為是根本的办法，因为在使用很短的时期后，該气压表的仪器訂正就会改变，同时玻璃內管中水銀球面的形狀也隨着改变，玻璃內管的內壁呈現一些小圈。

發生上述現象的原因，是由于空气進入气压表內管中时，灰塵和湿气也隨空气進去，但要把它們同空气一起完全排出却是不可能的。灰塵和湿气促成管內水銀起氧化作用，結果气压表就变成不准确了。

排出气压表內管中的空气唯一正确可靠的方法，是將气压表內管重新灌充清潔的水銀。施行这一方法之前必須仔細地用化学方法清洗气压表內管。

气压表內管中重新灌充水銀时拆卸气压表的方法 拆卸气压表的步驟如下：

一、旋緊水銀槽盖上的螺釘；

二、將气压表从懸挂处取下，小心地倒轉气压表，使水銀槽向上；

三、旋开水銀槽底，將盛在水銀槽中部的水銀倒出；

四、擰开水銀槽的中部，从槽中倒出剩余的水銀；

五、兩膝夾住气压表，用起子从水銀槽盖上取出气压表內管，然后謹慎地將它从金屬套管中抽出；

六、倒轉气压表內管，用兩手將其放于傾斜位置，輕輕的抖几下，从管中倒出少量的水銀，随后使气压管斜着，并使其末端向上，讓空气泡進入其中，再輕輕地抖动气压表內管，使其中的水銀全部倒出；

七、用酒精灯烤热气压表內管的金屬护筒，將其火漆軟化后，

將金屬護筒从气压表內管上拆下；

八、用銅刀刮除內管上殘留的火漆，然后着手進行用化学方法清洗气压表內管。

清洗气压表內管和灌注水銀的方法 清洗气压表內管时，通过一玻璃漏斗，往气压表內管注滿純淨的硝酸，在溫度不低于 20° 的情况下擱置 2—3 小时。也有用純硫酸加重鉻酸鉀的飽和溶液，清洗气压表內管，其擱置時間相同。到时候仔細將酸类或重鉻酸鉀溶液从管中倒出，再用蒸餾水清洗管子四、五次。

为了避免手和衣服被燒伤，处理酸类及重鉻酸鉀溶液时，要戴上医生用的橡皮手套及橡皮圍裙。進行上述工作的房屋应有通風設備。如果硝酸或溶液滴落到手上或衣服上，应立刻用氫氧化銨（氨水）潤湿灼伤的地方，再用清水洗淨。

气压表內管經過酸类处理后，用水洗淨，再用無水酒精至少清洗兩次，然后將內管开口的一端包上濾紙，口端向下，放在十分溫暖的地方（最好放在烘箱中，逐漸加热到 50° — 60° ，經過 24 小时）。

晾气压表內管的室溫为 20° — 25° ，干燥時間至少为 3—4 天。

以前廣泛采用煮沸管內水銀的方法來灌注水銀，这是一个原始的方法，并对工作人員的健康極端有害，所以虽然下面引有这种方法的說明，但最好还是尽量避免用它，只在無灌注設備而又急于要用气压表的情形下，才用此法灌注。

气压表內管抽气的方法 制造和修理气压表时采用下述方法抽气。

在气压表內管开口的一端(1)接上一根三通管(2)(圖 3)，將三通管的一端(3)接在真空裝置的接头上，在工厂的条件下，这个接头一次可以接上几支內管。將气压表內管放入一个直徑为 300 毫米、高为 1.2 米、圓筒形的电爐中。气压表內管在抽气与在切断的时候，电爐溫度要保持在 350° — 400° 範圍內。

切断内管的工作应在管子加热的时候进行，在抽气后切断下的内管，仍保留于电炉中，以便慢慢地冷却。

将经过化学方法处理的纯净而且干燥的水银，注满已抽气和取去接头的内管，为此目的，要将三通管的支管沉入盛满水银的槽中(图4)。使支管的尖端轻轻与槽底相碰，其尖端立即触断，这样就打开了进入内管的通路。由于大气的压力，槽中的水银，便通过支管注入内管中。内管盛满水银后，从槽中取出三通管用锉刀将它在(2)的地方轻轻地刻着一条细纹而把它锉断。

内管重新灌注水银后，装配气压表的方法 装配气压表之前必须准备好工作地方及所有的工具和材料。



圖 3 帶有为抽气与灌水銀用的三通管的內管
1. 內管，
2. 三通管，
3. 与真空裝置焊接的地方。

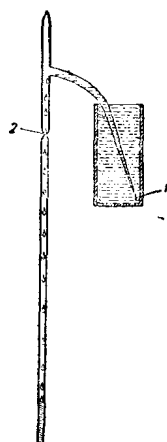


圖 4 將已抽气的內管灌注水銀的情形
1. 折断尖端的支管，
2. 锉断三通管的地方。

必须准备好下列工具和器材：装满 200 立方厘米化学成分纯净的水银的量杯①，纸漏斗(由面积为 20×14 厘米的打字纸制成)，

① 应用上述洗内管的方法清洗装水银的量杯。

穿紙漏斗用的鋼針(圖5),辦公用紙,剪刀,銅刀,火漆,酒精灯及气压表的全部零件。

裝配前必須再次檢查气压表的金屬外殼和齒條的良好情況,取下金屬外殼的帽蓋,取出玻璃護筒,再除去頂部的固定木塞;擦洗水銀槽的零件,檢查是否有密封墊,再从金屬護筒上取下皮墊。然后剪裁一條長250毫米、寬20毫米的紙條作為紙套用。坐着,用兩膝夾住气压表內管,使其成傾斜狀態,封住的一端向下,把靠近開口的一端(即固定金屬護筒的部位)放在酒精灯上加熱,直到溫度升高到能溶化火漆時為止,在內管上塗上很薄的一層火漆,并將已經準備好的紙條卷好,在距開口一端26毫米處做成一紙套,紙套的直徑與金屬護筒內徑相同。

随后在酒精灯上將火漆溶化塗在內管上,同時紙套的上下兩端都塗上火漆(內管的全部外圍應稍多塗一點火漆)。紙套能使護筒對正內管中心的程序簡單些容易進行些,同時也便于裝置金屬護筒。

固定金屬護筒的步驟如下:加熱金屬護筒到能使火漆溶化的溫度,然后將護筒套在紙套上,并注意使火漆很好地填滿內管和護筒之間的縫隙。利用燒熱的黃銅刀刮去多餘的火漆,并將護筒安裝在距離內管開口一端的18.5毫米之處。

將內管沿中心旋轉來檢查所定的護筒對正中心是否準確,然后再停一些時間,以待火漆冷固。火漆凝固后,先用銅刀刮磨,然后用浸透酒精的擦布洗清其痕迹。

無論如何不能用油灰來固定內管上的護筒,因為油灰的溶解溫度為 60° — 65° ,而其可塑性在低溫時仍很大,用門德雷耶夫油

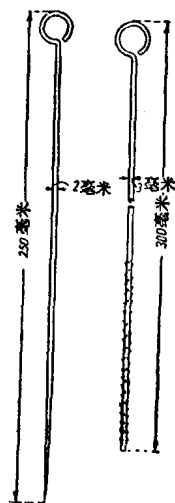


圖5 鋼針與通條

灰固定的护筒，在自然条件下观测到的温度时，就能改变管内的位置。

护筒在内管上固定好之后，就着手进行下一步的装配，将以前取下的皮垫子，套在金属护筒上，用浸透酒精的擦布擦净整个内管，再仔细地把内管插入气压表外壳中，用它的一端摸索地插入中间的保险木塞，将管插入塞孔中。

用搬手扭紧金属护筒，然后将整个外壳直立，以检查内管是否在正中心，若内管在外壳中侧偏很多，则必须将其从外壳中抽出，再把护筒在酒精灯上加热，重新定内管的中心位置。

只有亲眼看到护筒在内管上正确固定而内管中心也已装定得很准确后，才安装顶部的定中心的木塞，并进行水银槽的装配。在水银槽盖上放上密封垫，再扭紧带有隔板的水银槽身。应注意隔板在槽身中的配置不是对称的，要以槽身较深的一端接在金属外壳上。

内管的正常位置是使其开口的一端较隔板低2—3毫米，否则，必须移动内管上的护筒，因此需重新将内管从外壳中抽出，再把护筒加热并作适当移动。确信内管安装正确后，用纸漏斗将水银注入水银槽中，该漏斗的尖端预先插有一钢针，以作为活塞用，使水银不能从针孔中倾出，用左手将盛满水银的漏斗拿到水银槽上，右手抽出钢针，水银即从针孔流出而注入水银槽中。当槽中的水银盖住了隔板之后，使气压表直立，再将钢针插在针孔上，并将剩余的水银注入预先准备好的杯子中，然后在水银槽身的边缘垫上密封垫，再将槽底擰到水银槽上。

水银槽各部分被擰紧时要注意他们彼此间的严密情况，因为如果任何一部分固定得不够严密，都能大大地改变气压表的仪器订正。

气压表装配好后，再固定玻璃护筒和带有挂环的帽盖，然后将

气压表挂起来与标准气压表或检查气压表比较，以决定注入槽中的水银量是否适当。气压表示度的比较，至少要在气压表装配和安装好四小时以后才能进行。

以调节槽内的正确水银量的方法来使其示度与标准气压表的示度一致 将气压表示度和标准气压表示度进行比较来确定必须注入水银槽中的水银量。

比较时，将水银槽盖上的螺钉(3)(图2)完全取出，然后记下两个并排安置的气压表——修理好的和标准气压表——的读数。

如两个气压表的示度(读数)相差得很多，可以从修理过的气压表槽盖上的小孔中吸出或注入水银以求得差额减少。若气压表的示度大于标准气压表的示度，则从槽中吸出多余的水银，反之，则添加水银入槽中。减少和增加小量(若干滴)水银时，可以用一个特制的带有橡皮球的移液管来进行(图6)。

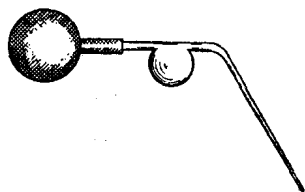


图6 从槽中吸出与注入水银用的移液管

减少和增加槽中的水银必须重复数次，直到两个气压表的读数差不超过 ± 0.1 毫巴时为止。槽内水银量适合后经过两小时即可以进行对仪器的检定。

气压表标尺和游尺的清洗及镀银 有时气压表不需其他修理，而只需把标尺和游尺清洗和镀银。在这种情形下部分地拆卸仪器后就能进行。为此目的，把水银槽盖上的螺钉扭紧，并将气压表从挂钩上取下。然后谨慎地倒转气压表，使水银槽向上，把水银槽连同内管一起松开，使金属外壳与水银槽和气压表内管分离，然后将水银槽和内管垂直地挂在墙上特制的支架上(图7)，并清洗金属外壳。其步骤如下：

(1) 擦去金属外壳顶部的吊环，将玻璃护筒卸下；

(2) 拔出金屬外壳頂部的固定木塞；

(3) 用齒條將游尺引到外壳頂部的開口，用手指從里面拿住游尺環，然後旋開固定游尺的螺釘；

(4) 將游尺環連同齒條一起抽出，然後卸下承住玻璃護筒用的下部圓環；

(5) 除去可能進入金屬外壳中的水銀滴，把金屬外壳的里里外外擦淨，特別是標尺部分，更要擦得仔細。用 2 號砂紙沿着標尺部分摩擦，使標尺發黑的表面潔淨。然後用 1 號或 0 號砂紙作最後擦拭（同樣地沿着標尺長度方向摩擦）；

(6) 用兩枚小釘將游尺固定在木板上，再用 0 號砂紙擦拭，砂紙貼在特制的棒上（圖 8），擦拭系順着游尺進行（順着細縱黑綫）；

(7) 用肥皂和熱水洗手後，然後用碳酸鈉擦洗經水浸濕過的游尺的刻度；

(8) 用一種特制的鍍銀液^①，將標尺和游尺鍍一層銀，為此，就必須先濕潤刻度，然後用上述溶液順整個的面擦拭。

當標尺表面出現了銀層之後，應將其濕潤，并用蘇打粉仔細擦

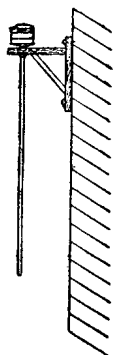


圖 7 修理時將部分卸開的氣壓表掛在支架上的情形



圖 8 用砂紙擦淨標尺與游尺時用的軸棒。1. 砂紙。

① 製造鍍銀液的方法見附錄。

拭,随后用流动水清洗和用清潔的擦布擦淨,再塗上一層洋干漆(透明漆)或硝酸纖維塗料。在塗透明漆之前最好將刻度和游尺在酒精灯上稍微加热。

鍍銀时,水銀不能掉在鍍有銀的零件上,鍍銀的手續最好在一個与处理水銀工作無关的房子內進行。

标尺和游尺鍍銀后儀器的裝配步驟如下:

(1)用亞麻軟布將玻璃护筒擦淨;

(2)裝好齒条、齒輪的調節裝置,固定游尺;

(3)用軟薄紙仔細地擦淨气压表內管然後放入金屬外壳中,扭緊水銀槽;

(4)安好頂部定中心的木塞,放入游尺环和玻璃护筒的下部墊圈,再套上玻璃护筒,并在放好上部墊圈之后,再扭緊金屬外壳的吊环。

气压表裝配好并懸挂 3—4 小时以后,即可着手做示度比較。

高山水銀气压表的修理 山区的台站,現在比較廣泛采用一种高山水銀气压表,这种气压表的內管及外壳都比較短些。

此种設計上的改变,使觀測气压的範圍能从 870 到 500 毫巴。

气压表的标尺也和普通台站气压表一样是补正式的。內管应用部分与水銀槽的直徑之間的相互关系,也和台站水銀气压表相同。

修理这种气压表的特点,是由于在普通情形下,气压为 1000—1020 毫巴时——即气压超过 870 毫巴时,整个內管都会被水銀灌滿,此时如果把它和标准气压表示度比較,便不能确定槽中需要的水銀量。

所以修理高山气压表时,为了要測定儀器訂正,必須有气压表檢定器(Бароколонка),在檢定器中把气压表的示度同标准气压表進行比較。