

高等学校教学用书

气象仪器学

下 册

B. H. 凯德罗黎万斯基 著
M. C. 斯契恩沙特

高等教育出版社

高等学校教学用书



气象仪器学

下册

B. H. 凯德罗黎万斯基
M. C. 斯契恩沙特 著

李榆 袁文德 郑德成 牛天任译

高等教育出版社



本書系根据苏联水文气象出版社 (Гидрометеопиздат) 出版的凱德罗黎万斯基 (В. И. Кедрович) 和斯契恩沙特 (М. С. Стерншат) 合著的“气象仪器学” (Метеорологические приборы) 1953 年版譯出。原書經苏联文化部高等教育总署审定为水文气象学院及国立大学的教学参考書。

本書講解各种基本气象仪器的構造, 以及运用这些仪器測定气象要素的方法的物理原理。因此, 也可供有关的专业人員及研究人員参考。

中文譯本暫分为上、下兩册出版。下册包括第七至第十一章及附录。本册譯者为李榆、袁文德、郑德成、牛天任等同志。

气 象 仪 器 学

下 册

В. И. 凱德罗黎万斯基 М. С. 斯契恩沙特著

李 榆 袁文德 郑德成 牛天任譯

高 等 教 育 出 版 社 出 版 北 京 瑞 远 路 170 号

(北京市书刊出版业营业登记证出字第 054 号)

京 华 印 书 局 印 刷 新 华 书 店 总 經 售

統一書号 13010·412 開本 787×1092¹/₁₆ 印張 17²/₁₆ 插頁 1 字數 376,000 印數 0001—1,500
1958 年 2 月第 1 版 1958 年 2 月北京第 1 次印刷 定價 (8) 1.60

下 册 目 录

第七章 大气压力的测定

概述	223
大气压力的测定方法	225
液体气压表	225
液体气压表的構造	229
台站用槽式水銀气压表(补偿标尺型) 船舶用槽式水銀气压表 野外用槽式水銀气压表 高山用水銀气压表 虹吸槽式标准水銀气压表(校准用) 虹吸槽式台站用水銀气压表 虹吸槽式檢查用水銀气压表	
使用水銀气压表测定大气压力时可能發生的誤差以及水銀气压表示度的各种訂正	239
气压表内管中水銀柱的頂部有空气存在 气压表管内的水銀蒸气的影響 气压表管内的毛細現象 水銀气压表的傾斜对于示度的影响 溫度訂正 补偿标尺型水銀气压表示度訂正到 0° 的訂正 标准重力訂正 仪器訂正值	
变形气压表(無液气压表)	250
气象用空盒气压表 葛斯米德式的空盒气压表 測高用空盒气压表	
气体气压表	264
門德雷叶尖精微气压表	
沸点測高表	266
測定大气压力变化的自記仪器	271
气象用气压計 称量式水銀气压計 浮筒式水銀气压計 微压計 压力变量表	
測定大气压力仪器的檢定	279
水文气象局用的标准水銀气压表	279
标准水銀气压表(原器)的構造 水銀气压表的檢定 空盒气压表的檢定	

第八章 風的要素的測量

風向的測量	287
方位 風向标 風袋 沙列依罗輪	
風速的測量	290
压板式感應器 轉杯式感應器(迴轉器) 風車式感應器 測定風速的压力表法 热力感應器(加热物体冷却法)	
測量与自記風速和風向用的仪器	299
測風器 特里奇雅柯夫測風表 帶球形感應器的測風表 帶計数机构的手提風車風速表 通風式差值風速表 速度自动平均的机械式風速風向表 孟罗風速風向計 帶手輪記錄机构的風速風向計 接触式風速表 接触風速表 台站接触風速風向表(風速風向計) 串接風速風向計 席黎廷凱維奇風速表 台站电力自給風速表 电感應風速表 帶張力表傳導器的風速表 帶双坐标电流表的風速風向表 果里茲曼(Гольдман) 最大風速表 达因斯旅行風速表 压力表式風速計	
风力風速表	336
冷率溫度表 电气热力風速表	
量風速的仪器的檢驗	340

第九章 大气电的各要素的測量

微小电源所产生的微小电流和电压的測量方法	342
----------------------------	-----

静电表	342
真空管静电表	
大气放射性的测量	353
大气中电场强度的测量	354
大气中电位的测量和测量电场强度的间接方法 大气中电场强度的直接测量方法 对应于电场强度的电 荷与电压的测量 振动式静电表 自由大气中电场的测量	
大气中离子密度和迁移率的测量	366
大气中离子含量测量方法的理论 离子谱仪	
大气中质点电荷的测量	371
直接测量法 感应法 电场中带电质点定偏法	
大气电导率的测量	373
体电荷的测量	376
大气中电流的测量	378
地面与大气之间电流的测量	
雷暴电的测量 天电的测量	381
电场和电荷的测量 近距离闪电次数的测量 大区域内雷暴活动分布的测量	

第十章 能见度和照度的测定

能见度的概念	385
能见度距离的目测	387
白天观测能见度距离 夜间按照灯光观测能见度	
根据景观目标物测定能见度距离	389
能见度距离的仪器测定法	391
沙隆诺夫计程器 沙隆诺夫视程器 地球物理现象总台设计的能见度距离测定器 (НВ ИТО)	
混浊度测定器	401
ГОИ 混浊度测定器 别洛夫积分混浊度测定器 测定能见度距离用的光电仪器	
照度的测定	405
韋伯-貝洛夫光度計。ГОИ 發光光度計。	

第十一章 气象要素綜合測定用的仪器以及各种專門測定

气象要素綜合測定用的几种仪器	410
高空气球探空仪 遙測气象站 (AMC-H-49 和 AMC-M)	
測定几种土壤特性用的仪器	420
冻土器 測定土壤的热傳导	
預告輻射霜冻侵襲可能性的仪器	423
測定气流垂直分速的仪器	425
在运动着的船边測定風向和風速	428
測風气球高度半自动化計算仪器(根据双經緯仪測風观测)	430
空气含塵量和大气中凝結核含量的測定	432
測定空气的含塵量 記錄空气帶走的微塵量用的仪器 凝結核計數器	
測定云中的含水量	436
下垫面热量平衡各部份的測定	438

测定热通量的直接法	441
参考文献	448

附 录

附录 1. 气象台站上时间的测定	454
附录 2. 时区圖	(插圖)
附录 3. 真太陽的正午的地方平时	461
附录 4. 弧的度数变换成時間	464
附录 5. 毫巴折成水銀柱毫米換算表	465
附录 6. 水銀柱毫米折成毫巴換算表	466
附录 7. 小气压值由水銀柱毫米折成毫巴換算表	467
附录 8. 將气压表讀数換算为溫度 0° 时数值的訂正值	468
附录 9. 將气压表讀数換算为在标准重力下数值的訂正值	472
附录 10. 最大水汽压力	477
附录 11. 1 立方米空間内饱和水汽的重量	480
附录 12. 相对云速計算表	481
附录 13. 計算自記仪器讀数訂正值用的輔助表	482
附录 14. 由通風干湿表讀数計算湿度用的圖	483
附录 15. 等效發电机定理	486
附录 16. 不平衡电桥分析結果綜合表	484
附录 17. 通过不平衡电桥指示器(电流表)的电流强度的圖解法測定	487
附录 18. 电測仪器系統依照全苏标准所用的符号	488
附录 19. 观测場平面布置圖	489
附录 20. 电測用真空管特性	490
附录 21. 某些电測用真空管的参数和工作状态	490
附录 22. 进行气象測定遇到的某些数值和特性	490

拉普拉斯公式如下:

$$h = 18401.2 \log \frac{p_H}{p_B} (1 + \alpha t) \left(1 + 0.378 \frac{e}{p} \right) (1 + 0.0026 \cos 2\varphi) (1 + \beta z), \quad (222)$$

式中, h 是兩观测点的高度差(以米为單位);

p_H 是低点的气压;

p_B 是高点的气压;

α 是空气的热脹系数, 等于 0.00366;

t 是高低兩点間的空气層的平均溫度;

e 是高低兩点間空气層內的水汽压力平均值;

p 是高低兩点的气压平均值;

φ 是观测点的緯度;

β 是系数, 等于 0.196×10^{-6} ;

$z = \frac{z_H + z_B}{2}$ (z_H 是低点的海拔高度, z_B 是高点的海拔高度)。

这个公式表明了大气压力随高度而变化的定律。这个公式表明: 当高度成算术級数(等差級数)变化时, 大气压力就近似地成几何級数(等比級数)变化。

如作近似計算时, 可以只用一个訂正值, 并且上式可改成如下式:

$$h = 18401.2 \log \frac{p_H}{p_B} (H \alpha t). \quad (223)$$

由于在大多数的情况下, 不可能掌握高低兩点間气層溫度分布的真实情况, 所以, 在实际計算时, 都是采用高低兩点所測气温(t_1 及 t_2) 的算术平均值 t , 即

$$t = \frac{t_1 + t_2}{2} \quad (t_2 \text{ 高点气温, } t_1 \text{ 低点气温}).$$

省略其余三个乘积所造成的誤差①, 不会超过因無溫度随高度分布的真实情况而只考虑高低兩点的溫度所造成的誤差。

当兩台站間的高度差不很大的时候, 可以应用比較簡單的巴比尔公式:

$$h = \frac{10333(p_H - p_B)2}{1.293(p_H + p_B)} (1 + \alpha t) = \frac{7991(p_H - p_B)2}{p_H + p_B} (1 + \alpha t), \quad (224)$$

或者近似地写成

$$h = 8000 \frac{2(p_H - p_B)}{p_H + p_B} (1 + \alpha t). \quad (225)$$

由巴比尔公式的結論中可以看出, 他未考虑由于台站的高度与緯度所引起的重力变化, 也未考虑水汽压力的影响, 并假設大气压力和溫度随高度而引起的变化是綫性的, 所以这个公式只是一个近似的計算式。

当 $h = 2000$ 米, $p = 800$ 毫巴时, 由巴比尔公式計算所得結果的誤差約为 1%。

① 即(222)式中…… $\left(1 + 0.378 \frac{e}{p} \right) (1 + 0.0026 \cos 2\varphi) (1 + \beta z)$ 等三項——譯者注。

利用拉普拉斯公式或巴比尔公式,都同样可以近似地解决以下的三个问题:

1) 已知某气象台站的海拔高度,和该站的大气压力值,以及温度与湿度随高度而变化的关系,就可以得出该台站的海平面气压值或任一高度上的气压值;

2) 已知高地台站与低地台站的气压、空气温度和空气湿度,就可以确定高低两台站的高度差(即气压测高法);

3) 已知低地台站的气压、空气温度、空气湿度,以及温度和湿度随高度而变化的规律,就可以计算出在任一高度上的大气压力值。

在气象台站上测定气压时,必须算出本站的大气压力值和订正到海平面的气压。海平面订正的方法是用一个已经计算好的查算表来查算的,这个查算表是用巴比尔公式根据不同的台站高度算出来的。

计算这种查算表时,将巴比尔公式(即 224 式)写成:

$$p_H = p_B \frac{15982(1 + \alpha t) + h}{15982(1 + \alpha t) - h} \quad (226)$$

利用(226)式,按台站上测得的气压值 p_B 和空气温度的平均值 $t = \frac{t_1 + t_2}{2}$ (t_1 是该台站的空气温度, t_2 是海平面的空气温度),算出来各种一定高度 h 的海平面气压值 p_H 。

计算时, t_2 是取站上测得的换算到海平面的空气温度,即根据温度平均梯度每 100 米为 0.6° 的数值来计算。

将计算的结果列成一个订正表,使用时从表内查出订正值,把订正值加到(对高出海平面的台站来说是加的)该台站所测得的气压值上,就可以得到海平面气压值。

利用这种查算表,只须根据外界的空气温度(百叶箱内干球温度表的示度),以及经过订正的水银气压表读数,就可以查到所需要的订正值。

大气压力的测定方法

气象上用来测量大气压力的仪器有四种类型:(1)液体的气压表,是根据液体静力学的原理设计的;(2)无液气压表(空盒气压表)或金属气压表,这是以固体的弹性作用为依据的;(3)气体的气压表,是根据气体的张力作用设计的;(4)沸点测高表或沸点气压表,这是一种根据液体沸点随外界压力而变化的原理制成的仪器。

液体气压表

气压表的创造者是托里拆利(1643 年),在 1665 年由波义耳命名的;在波义耳命名以前,这个仪器被称之为“托里拆利管”。

当年托里拆利用来证明大气压力存在的仪器,直到现代,在气压表中,它仍旧是一个主要的部件。正如大家都很熟悉的,托氏的实验,是用一根长约 90 厘米的玻璃管来进行的,这根玻璃管一端封住,并将玻璃管灌满水银,然后将管口倒过来插入水银槽中,于是管中的水

銀就下降,但是,管内总是留下一段長約 76 厘米的水銀柱。

显然,留在管内的水銀柱一定与大气压力相互平衡。如图 181, 大气压力作用在槽内水銀面 ab 上,而在与 ab 相等的被玻璃管罩住的面积 a_1b_1 上,却只受到水銀柱的压力(因为水銀柱的頂部是真空的)。因此,当管内水銀柱处于静止的状态时,也就是表明大气压力与管内水銀柱的压力相互平衡。



圖 181. 槽式水銀气压表圖解。

液体气压表可以用任何一种液体来制造,但水銀气压表却具有以下的一些优点。因为在气压表管内的液体柱的高度是与該液体的密度有关的。由于水銀的密度很大(13.5957),所以水銀柱的高度就比較小些,也就便于测量。其次,当温度不超过 60° 时,水銀的蒸汽压也很小,因此在气压表管内的水銀蒸汽压,对于水銀气压表的示度,在观测的精确范围以内不会有影响。除此以外,还有一項很主要的性質,那就是水銀的密度很稳定,水銀在經過洗滌蒸餾等方法的处理,就可以得到十分純淨的合乎水銀气压表观测精确定度的要求的水銀。

所有上述的优点,都表明了气象观测用的气压表用水銀来灌制是最好的。

在完成某些特殊任务的时候,有时也利用密度比水銀小得多的其他液体,例如,同样也可以用油或甘油等来制造气压表,而且这些液体在温度不大于 40°C 时同样也具有較低的蒸汽压。这种气压表的优点就是比較灵敏,即当大气压力变化一个單位时,这种气压表液体柱長度的变化,要比水銀柱的变化大上好几倍,这是因为水銀密度要比这些液体的密度也大上好几倍的緣故,所以,即使使用这种气压表所测得的大气压力值能够比較接近于标准值。但这种气压表却必然要做得很長。因此,用輕質液体制成的气压表只能用来测量很微小的气压,这样,气压表液体柱的長度就可以不至于太大。因此,这种气压表一般只是在测量稀薄

的气体时才应用。例如,油液气压表就是在探测平流时用来测量大气压力的,因为在平流層的大气压力只有几十个毫米。

水銀气压表的型式 水銀气压表可制成三种型式:即台站式(槽式),虹吸式和虹吸槽式。圖 182 就是这三种型式气压表的圖解。

任何一种型式的水銀气压表,都是用測定液体柱的高度 H 来測定大气压力的;測定液体柱高度的精确度需要达到十分之一毫米,也有另一些气压表需要精确到百分之一毫米。由于測定时要求达到这样的精确度,这就要求在进行测量时,必須遵守一

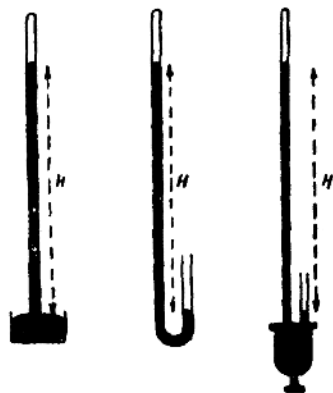


圖 182. 水銀气压表的各种型式。

定的規程,以及采用一定的方法。游标和固定指标就是属于这些方法中的一种。

游标——这是一种能够动的辅助标尺，利用它可以读出毫米的十分位小数，在某些气压表中还可以读到毫米的百分位小数。游标的构造如下：游标是一块很小的直尺，它可以沿着气压表的主尺槽移动，在它的正面刻出 n 格。游标上 n 格的总长等于主尺上 $(n-1)$ 格的长度。不过，也有另一种游标，它上面所刻的格数的总长是等于主尺上 $(n+1)$ 格的表度。

无论是第一种或是第二种游标，在它上面所刻每格的长度值都是与主尺上每格的长度值相差 $1/n$ 。

利用游标进行量度时，应先移动游标，使游标的零线与气压表水银柱液面的凸顶相切。假定对准以后，使游标的零线恰在主尺某两根刻线之间（如图 183）。这样，在游标上可以找到某一根刻线正好与主尺上的刻线相合，这根相合的刻线就是表示：位于主尺两根刻线之间这一部分的水银柱长，就等于主尺上一格的 $1/n$ 的若干倍。举例来说，假定游标上共刻成十格，气压表主尺的每格的间距等于 1 毫米。那末，游标上所刻的十格的总长就等于 9 毫米，这也就是说，游标上每一格要比主尺上的每一格小 0.1 毫米。再设，如测量水银柱长度时，游标的零线恰位于气压表主尺上的 752 与 753 毫米刻线之间，而游标的第四根刻线恰与主尺上的刻线相合（如图 183）。那末，超出主尺上 752 毫米刻线的那部分水银柱长，就应当等于 0.4 毫米，于是，整个读数就应当等于 752.4 毫米。事实上，非常明显地，在主尺上从 752 毫米起往上到与游标相合的四格中，这一部分就包含了游标上四格的总长以及超出主尺上 752 毫米刻线的那一部分长度 x 。

即

$$4 \text{ 毫米} = 4 \times (\text{游标每格的长度}) + x,$$

x 就是超出 752 毫米刻线的部分长度。因为游标上每一格的长度比 1 毫米要小 0.1 毫米，因此，游标上四格的总长就要比 4 毫米小 0.4 毫米，于是

$$x = 0.4 \text{ 毫米}。$$

假如游标上共刻有 n 格，而这 n 格的总长等于主尺上 $(n+1)$ 格的长度，那末，游标上每一格的长度就要比主尺上每一格的长度大 $1/n$ 。这种型式的游标，它的刻线的次序是与主尺上的刻线顺序相反的，这是为了便于使用的缘故。举例来说，假定游标上一共刻出 10 格，其总长就等于 11 毫米，这样，游标上每一格的长度就要比 1 毫米大 0.1 毫米。

假定测定水银柱长度时，游标的零线恰位于 760 与 761 毫米刻线之间（如图 184），并且游标的第五根刻线与气压表主尺刻线相合。在这种情况下，游标上从零线起向上的 5 格之中，就包含了 5 毫米的长度以及超出主尺 760 毫米刻线的那一部分水银柱长。因为游标上每一格的长度比 1 毫米大 0.1 毫米，所以，5 格的总长就要比 5 毫米大 0.5 毫米，因此，超出 760 毫米刻线的部分水银柱长就等于 0.5 毫米，整个读数就是 760.5 毫米。

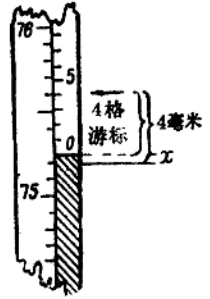


图 183. 游标。

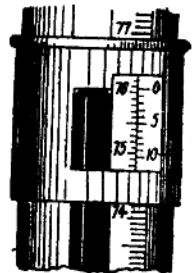


图 184. 虹吸槽式气压表的游标。

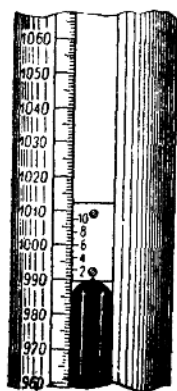


圖 185. 台站槽式
气压表的游标。

还有另一些气压表的游标是做成其他型式的。例如，取主尺上 19 格的总长分成 20 等分，然后将所得的分度值乘以 2 后作为游标的分度值，并在游标上刻出 10 格。于是这种游标的每格的长度就比 2 毫米小 0.1 毫米。这种游标具有一定的优点，因为游标的分度值已经增大而仍保持着必需的精确度。使用这种游标时，其读数方法和上述的几种是相同的，即游标与主尺相合的刻线就可表示出水银柱超出主尺刻线整数部分的毫米十分数。例如，圖 185 中，从游标就可读得读数是 753.4 毫米。此外，还有些气压表的游标可以读出水银柱长度的毫米百分位小数。如将主尺 19 格的总长分成 20 等分并刻在游标上，于是游标上每一格的长度就与 1 毫米相差 $1/20$ 毫米（即 0.05 毫米），在观测技术十分熟练时，这种游标还可以读到 0.01—0.02 毫米的精确值。

气压表的标尺——为了要测出与大气压力相平衡的水银柱的长度，在气压表中，通常是用两个瞄准指标，瞄准气压表上下部分的水银面。然后根据标尺确定两个指标之间的距离。

气压表的标尺，根据构造型式可以分成以下几类：

活动的标尺 这种标尺在使用时，可以移动整个标尺，使标尺的零点对准气压表的上部水银面或下部水银面，对准以后将标尺固定住，然后调动另一个活动的指标，使之对准气压表的另一个水银面。根据这两个指标位置所在的标尺进行读数，就可以测得气压表水银柱的长度。

固定的标尺 使用这类标尺时，就必须用两个活动的指标来测量气压表水银柱的长度。如果标尺的零点固定在气压表上下水银面之间，并从零点起分向上下两个方向刻度，那末，与大气压力相平衡的水银柱的长度，就等于两个指标位置的读数之和；如果标尺的零点固定在两个水银面之下，那末，气压表水银柱的长度就等于两个指标位置的读数之差。

有些气压表，它的标尺与其中一个活动指标结合在一起，即将标尺的零点与指标合成一个部分，并将这个部分固定住变成不动的。当测量气压表水银柱的长度时，先将气压表的



圖 186.

上部水银面或下部水银面对准这个固定的零点指标，然后调动另一个活动指标来对准另一个水银面。于是从活动指标的位置读数就可以直接获得气压表水银柱的长度。

指标 指标通常都是用小金属片来做的，指标的整个切口应当和气压表水银柱的弯月面的凸顶重合在同一个水平面上。活动的指标上都装有游标。当瞄准时，指标的切口应使之恰好与水银柱的弯月面相切，而不能遮住。观测员在观测时，应当按照圖 186 所示的样子进行瞄准。

因为气压表的标尺是刻在金属护管上的。因此，指标的切口就不能和水银柱弯月面的凸顶位于同一个垂直平面内，相互之间离开有较大的距离。因此，当眼睛的位置不正确时，就会由于视差而产生误差。甚至有时明明瞄准得很不正确，但由于观测员眼睛的位置的关

系,他却会认为自己的瞄准是正确的(如图 187a)。

为了避免这种误差,在使指标瞄准时能让眼睛完全保持在一定的位置上,有一种比较简单而又能精确地确定眼睛的正确位置的方法,就是把游标安装在一个金属环上,这个金属环可以沿着气压表的护管移动。游标的零线必须恰好和金属环的切口相合。

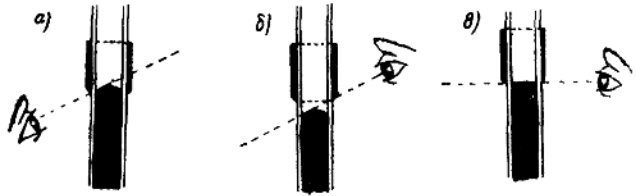


圖 187.

因此,如果把金属环的前后切口与眼睛正对在同一直线上,那末就可以正确地确定眼睛的位置。如果这三点(即与游标的零线吻合的金属环的前切口,水银弯月面的凸顶以及金属环的后切口)与眼睛在同一直线上时,那末眼睛就是恰好位于完全没有视差的位置上(如图 187 c)。

在某些类型的气压表中,为了能够正确地瞄准,有用骨类或玻璃制成的尖细的指标以代替平坦的片状指标。当瞄准时,使水银面与标尖恰好接触,这时,真正的标尖就与它映在水银面上的影子正好两尖相对。这种瞄准方法,当水银面很是洁净的时候,效果是很好的,因为在这种情况下可以非常清楚地看到标尖与水银面接触的情形(图 188)。但当水银面变脏以后,瞄准就要比较困难而且不易准确,因为在这种情况下很难辨出指标的影子,要判断标尖与它的影像相接触的情况也就显得很困难。



圖 188.

上述的三种类型水银气压表,在现代的气象观测工作上,只采用台式(槽式)及虹吸槽式的两种,而虹吸式的水银气压表就不采用了。

液体气压表的构造

台式用槽式水银气压表(补偿标尺型) 这种型式的气压表的外形如图 189 所示。

玻璃管(1)的顶端是封闭的,管子的内径为 7.2 毫米,长度约为 80 厘米,靠近管口部分装有一个带螺旋扣的接管(2),利用这个接管(2),就可以使整个玻璃管固定在铸铁制(或塑料制成的)的槽盖上。玻璃管(1)就是气压表的内管。气压表槽部(3)的外径为 51.7 毫米,整个槽体是由三个螺旋接合部分组成的,槽体的中层带有一块带孔的隔板(4),因为这块隔板在槽内要占有一定的体积,所以它的作用就是可以使槽内的水银量减少一些,并且还可以减少槽内水银的晃动,从而避免空气逸入内管中。装配水银气压表时,无论是在槽内或是在内管中都应该灌充蒸馏过的纯净的水银。

为了要使得水银气压表能够感应到周围的大气压力,在槽盖上开有一个通气孔,并用一个带有皮垫的螺钉(5)盖住。

台式用槽式水银气压表的测量范围,可以分别制成如下的两种:一种是从 810 到 1110

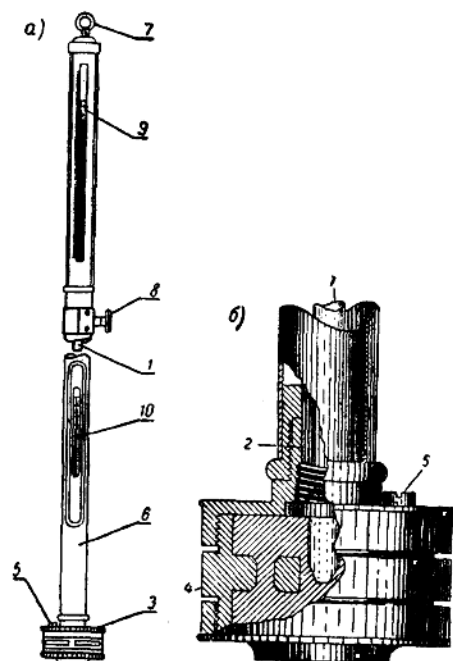


圖 189. 台站用槽式水銀气压表。

毫巴,另一种是从 680 到 1 110 毫巴。

过去出品的水銀气压表是毫米刻度的,它的测量范围也分成两种:一是从 650 到 820 毫米水銀柱;另一种是从 520 到 820 毫米水銀柱。

玻璃管内水銀柱的高度是用标尺来测量的,标尺则刻在黄銅質外部套管(6)的左侧,黄銅外部套管(6)是套在玻璃管(1)的外面用以保护玻璃管的(如图 189)。在整个气压表的外部套管上,并不是全部都刻上刻度的,而只是在外套管的顶部才有刻度,刻在气压表上的标尺是以槽内的水銀液面作为零点的。

气压表的标尺就刻在外部套管上部的直槽孔的边沿。外部套管上的直槽孔,是用以观测玻璃管内水銀柱的弯月面。固定在游标环上的游标(9),可以随着齿轮(8)的带动而沿着外部套管上的直槽孔作上下移动。游标的底沿就是用来瞄准水銀柱弯月面的标线,瞄准时,按照前面叙述过的方法进行,就可以使眼睛正确地瞄准。

台站用槽式水銀气压表的游标上刻有 10 条刻线,这 10 条刻线的总长等于主尺上 19 条刻线的总长(可参看前节中关于游标的说明)。

在气压表的外部套管上还装有一个附属温度表(10),它是用来测定水銀柱的温度的。附属温度表的刻度是按整度刻的,但在读数时却必需读出准确到 0.1° 的读数。

气压表外部套管的顶端装有一个挂环(7),并且每个气压表也都附有一个特制的挂钉,气压表就是用挂环(7)悬挂在挂钉上加以固定的。整个水銀气压表的总重约为 2.55 千克,体积(轮廓大小)为 $920 \times 70 \times 70$ 毫米。

在测量这种气压表的水銀柱高度时,仅需读取玻璃管内水銀柱液面位置的读数就可以直接测得,无需再去读取槽内水銀液面位置的读数(其实槽内水銀液面的位置虽然变化很小,但也是随着大气压力的变化而变化的)。

按照上节的方法,只读取水銀柱液面的位置也能得到精确的数值,其原因是把槽内水銀液面位置的变化量,已经计算到气压表的标尺上了。这样得出的标尺就是补偿型的标尺,它是根据下述的原理制成的。

当大气压力变化时,槽内水銀液面高度的变化值,是与槽部的内切面积和内管的内切面积比值有关的。

如果槽体的切面积十分大,那末槽内水銀液面高度的变化就很小。在苏联气象台站上

所用的补偿标尺型水银气压表, 其内管切面积与槽体切面积的比值通常是等于 1:50。

关于这种气压表的水银柱高度的变化与槽内水银液面高度的变化的相互关系如下:

设 R 为槽体的内半径, r 为气压表内管的内半径, r_1 为气压表内管的外半径。现在假定在某一个大气压力下, 由这个大气压力所平衡的水银柱的高度 (即内管中的水银柱液面与槽中的水银液面的高度差) 为 H 。并设以现在槽中的水银液面的高度 I 为零点 (见图 190)。

其次, 假定大气压力升高了 1 毫巴, 于是管中的水银柱液面就随之升高到高度 II 处, 也就是假设水银柱的液面高度的变化量为 y , 而槽内的水银液面在这时随之而下降的高度变化量为 x , 则总变化量 $x+y=1$ 毫巴。

很显然, 当大气压力升高时, 由于槽内水银液面的降低而减少掉的槽内水银量 V_1 应等于气压表内管内水银柱向上升高时所需增加的水银量 V_2 。因此, 根据这一点就可以计算这些水银量。

槽内减少掉的水银量等于 $V_1 = \pi R^2 x - \pi r_1^2 x$ 。

气压表内管内升高的水银量等于

$$V_2 = \pi r^2 y,$$

因为 $V_1 = V_2$, 所以

$$\pi R^2 x - \pi r_1^2 x = \pi r^2 y,$$

$$\therefore x = \frac{yr^2}{R^2 - r_1^2}. \quad (227)$$

因此, 当大气压力增高 1 毫巴时, 气压表内管内水银柱向上升高的高度应等于

$$y = 1 - x = 1 - \frac{yr^2}{R^2 + r^2 - r_1^2}, \quad (228)$$

由以上所述, 可以看出, y 值总是要比 1 毫巴为小, 其差等于槽内水银液面所下降的数值。因为实际上 R 总是要大于 r_1 的。

因此, 最后得出 y 值应等于 $y = \frac{R^2 - r_1^2}{R^2 + r^2 - r_1^2}$ 。 (229)

所以如果把气压表的标尺上每一格的长度不刻成 1 毫巴, 而是刻成 y 毫巴, 那末, 在使用这种带有补偿标尺的气压表时, 只需读取气压表内管中的水银柱液面的位置, 就可以直接获得精确的大气压力值。

在整个标尺上, 标尺的分度仍然是等分的, 但每一分度值则都小于 1 整毫米。在苏联气象站上所用的这种类型的气压表, 其每格的长度在毫米制的标尺上是等于 0.980 毫米, 而在以毫巴为单位的标尺上则等于 0.735 毫米。

由于刻有补偿标尺的气压表, 在读数时只读一个读数 (即水银柱顶的液面高度), 因此,

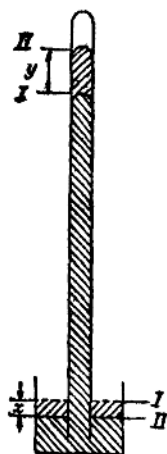


图 190.

这种气压表的示度也就必然与气压表内的水银量有关。并且,在这种气压表中,如果气压表的內管不成正圓形,那末气压表的示度同样也会不够准确。

由于上述情况,就要求对这种类型的气压表作整个标尺的檢定,也就是必須檢查在刻度部分这一段的內管是否成正圓柱形。除此而外,在标尺檢定完了以后,还要必須使气压表与标准的水銀气压表进行比较^①。根据比較的结果就可以确定該气压表的仪器訂正值。順便提一下,这种仪器訂正值是和气压表的水銀量有关的,当水銀量有所改变时(溢出或注入),仪器訂正值就会由于槽內水銀液面高度的改变而变化。

补偿标尺型水銀气压表观测时的使用規則。

1. 讀取附屬溫度表的示度,讀数时要用眼睛准确地观测到一度的十分小数。
2. 用手指輕輕地敲打气压表的外部套管,以便使得气压表內管中水銀柱的液面能够具有正常的曲面形狀(見圖 186)。
3. 按照前述方法,將游标对准水銀柱弯月面的頂部。
4. 讀取气压表的示度^②。

台站用槽式水銀气压表的移运規定 攜帶或移运水銀气压表时,如果不严格遵守水銀气压表的移运規程。那就很容易將仪器打碎。或使空气進入气压表的內管中使仪器损坏。

为了防止仪器受损,对于这种台站用气压表,必須按照下列規則进行移运:

1. 拧紧通气孔的螺钉(5)(圖 189)。
2. 先将挂鈎上的螺母擰出,然后小心地把气压表从挂鈎上取下来。
3. 慢慢地傾斜气压表,使水銀充滿到整个內管管頂。

在做这一步驟时,必須注意傾听水銀到达內管管頂时的冲击管頂的声音,如果發出的声音很清脆,并且是鏗鏘的金屬的声音,那就証明气压表內沒有空气存在,反之,如果声音低沉混濁,那就是說明气压表管內有空气,由于这些空气的存在,当水銀冲击管頂时,空气就起了一种緩冲作用,因而發出的声音就成为低沉的。进行这一項檢驗时,必須十分小心謹慎,因为如果水銀冲击管頂时过于猛烈,就会很容易使气压表的內管折斷。

4. 把气压表翻过来使其槽部向上,此时要注意切勿將气压表放成水平状态。

5. 將气压表裝入木匣中,盛裝气压表的木匣必須按照下述的要求来做,即当气压表放入木匣里面以后,盛放气压表槽部的一头要比另一头(即內管頂部所在的部分)約高 5—10 厘米。

6. 攜帶水銀气压表时,必須保持槽部經常高于內管的頂部。

当一个装配完整的水銀气压表需要运送到較遙远的地方时,应当先預备好一些軟垫,把这个軟垫套在盛放气压表的木匣的两头(如圖 191)。套在气压表槽部的軟垫应当比套在另一头(即气压表的頂部)的軟垫要大一些。

如果按照上述的方法把水銀气压表妥善地包裝好,那末,即使把气压表平放,气压表仍然能够經常保持着傾斜状态,槽部也能保持着高于頂部的状态。

近几年来,已經研究出將台站式水銀气压表裝配好和拆卸后包裝运送的方法,不过这种方法只是在制造气压表的工厂中才采用。



圖 191. 水銀气压表在移运时的包裝样式。

① 标准水銀气压表的說明可參看 279 頁。

② 在經常观测时,最好能遵守一項規定,即讀数以后不要錯开游标的位置,这样遇到算錯了的时候,还能够再次檢查游标的位置。

船舶用槽式水银气压表 这种型式的水银气压表，它的槽部的直径要比台站用水银气压表的槽部直径小得多，但是槽部的深度则比较大得多，因此，这种气压表的槽部截面积与内管截面积的比值也就要比台站用水银气压表的比值来得小，由于这个缘故，在这种气压表的标尺上，它的刻度的每格长度虽然也同样不等于1整毫米，但是它的分度值与毫米的差却要比台站水银气压表的标尺来得大些。

一般的水银气压表，在船舶上使用，如果遇到船舶上强烈的颠簸，那就会使得气压表内的水银震荡不定，因而也就不能进行气压表的观测工作。可是，在船舶用的水银气压表中，它在构造上有某些部分较为特殊，如它的内管的中部是很窄小的，这样就可以防止水银的振荡，此外，这种气压表的内管上还具有另一种装置，这种装置不仅可以减少水银的震荡，而且还可以防止空气逸入内管的真空部分。

这种装置是用一个玻璃漏斗形的小管(1)(如图192)焊接在气压表的内管中，漏斗形小管(1)的管口很窄小，并且是向下的。因此，当侵入气压表内管的空气沿着内管上升时，在中途上就会被这个漏斗形的小管截住，并被滞留在小管的周围，此外，由于小管的管口十分狭窄，也就使得气压表管内的水银不易动荡不定。船舶用水银气压表应当固定在一个装有定向水平环的支架上。



图 192. 船舶用水银气压表的内管。

野外用槽式水银气压表 这种气压表在构造上的特点，主要是它的水银柱高度在观测读数时总是从一个固定不变的零点位置起算的，每次读数时都得调整槽中的水银液面使之对准零点位置。

野外用水银气压表的构造如下(如图193a)：内管(1)的管口插入水银槽(2)内。槽体(2)本身是一个玻璃筒，因此可以透过玻璃壁清楚地看到槽内的水银液面。槽体(2)上刻有螺旋扣纹(3)，转动槽体(2)可以使整个槽部沿着螺旋扣纹作上升或下降的移动，同时槽内的水银液面位置也就随着改变。在槽体的顶盖上，装有一个骨制的指标(4)，指标的尖端就是该气压表的标尺刻度的零点。气压表的标尺同样也是刻在黄铜套管(5)上。黄铜套管的上部，对开着两条直长的槽孔，游标(6)就装在槽孔内，并且可以沿着槽孔上下移动。此外，通过槽孔就可以看到水银柱的顶端位置。

这种气压表的观测方法如下：首先读取附属温度表的示度，然后，旋动槽体，使槽内水银液面向上升高，直到指标(4)的尖端与它的影像恰好两尖相触时为止。当水银液面很洁净的时候，这种接触的情形是非常清晰易见的，因为水银液面很洁净时，如果指标尖端过于贴住水银液面，那末在指标尖端周围的水银液面就会弯凹下去，而水银液面所呈现的物像也就会变弯的。

通常，在调整水银液面使之对准指标尖端时，必须非常小心，并且动作要和缓，调整时，

① 应当指出：当空气进入内管后被滞留在拘气室时(拘气室即文中所谓漏斗形小管——译者)，气压表的仪器订正值会因之而改变。因此，台站用水银气压表就不适宜采用拘气室。

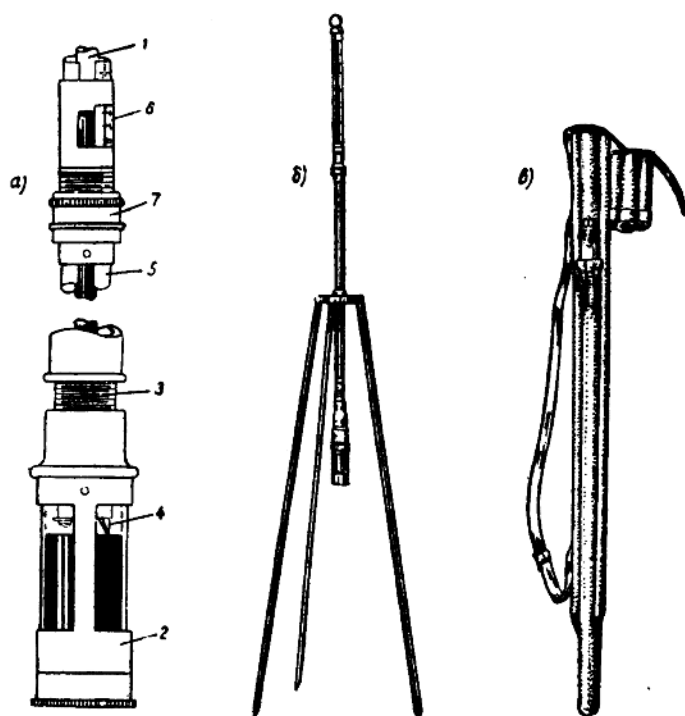


圖 193. 野外用水銀气压表。

要注意指标尖端，只能稍稍接触水銀，不要使它浸入水銀里面；同样，在指标尖端和水銀液面之間也不要留有絲毫空隙。

調整槽內水銀液面并對准零点以后，接着就調整游标(6)，使游标對准水銀柱的頂端，瞄准时可利用微動环(7)把游标位置對好，然后进行讀数。

野外用气压表要移运时，必須先將槽部(2)向上轉动使之升高，直到水銀充滿整个气压表內管为止，然后把气压

表慢慢地翻过来使其槽部向上，这样就可以把气压表移运到目的地了。

野外用水銀气压表主要是用于野外工作，所以，这种气压表通常都附有一个三脚架，并在三脚上装有常平环，这样，就可以把气压表安放在任何地方(如图 193b)。此外，这种气压表还附有一个皮套，以便于携帶(如图 193c)。

野外用水銀气压表使用起来十分方便，不过，在使用較長的时间以后，观测起来就会愈来愈困难，因为这种气压表槽內的水銀液面氧化得較快，因而就会使得瞄准时很难做到准确地瞄准。

高山用水銀气压表 一般的台站用的水銀气压表是不适用于高山台站的，因为在高山台站上出现的大气压力很可能比普通气压表标尺的下限还要低些。因此，在高山台站上，就应当用高山用水銀气压表来测定大气压力。

高山用水銀气压表同样也属于补偿标尺型的槽式水銀气压表的一种，它与普通的台站用槽式水銀气压表相异的地方，就在于高山用气压表的內管較短，外部套管同样也相应地縮短。通常，高山用气压表的刻度范围是从 500 到 870 毫巴。不过，也可以根据使用上的需要，制造其他刻度范围的高山用气压表。至于这种气压表的尺寸和重量并無一定的规格，主要是决定于气压表本身的测量压力的范围。

虹吸槽式标准水銀气压表(校准用) 这种气压表的構造如图 194 所示。

玻璃管(1)(图 194a)的頂部是封閉的，其使用部分的內徑約 14 毫米，長度約占整个玻