

科學圖書大庫
海洋觀測學

譯者 柯 榮 鴻
校閱 沈 鵬

徐氏基金會出版

科學圖書大庫
海洋觀測學

譯者 柯 榮 鴻
校閱 沈 鵬

徐氏基金會出版

譯 序

本書之譯作動機，乃基於下列原因；(1)我國之海洋科學正起步中，需各方面配合，譯者以爲譯述先進國家之書籍引進這方面的新知識最爲重要。(2)本書可作爲海員對氣象有關觀測之參考與指導，以提高他們的興趣。(3)本書可作爲有志研究海洋科學者入門知識之簡介。(4)本書亦可作爲水產職校學生讀本或參考書籍，甚至可作爲講師出考題時的參考。

本書共分三篇；與原著章節稍有差異，乃爲符合國情，便於國人閱讀，而加以調整；第一篇爲儀器觀測，乃介紹各種儀器之操作、注意事項、保養等。第二篇爲非儀器觀測，主要是觀測各種天氣狀況。第三篇爲自然現象，指各種大氣和海洋現象。

全文中共附雲圖廿四頁，儀器校正表廿二表，雲圖可做爲雲類、雲型、雲高之觀測參考，每圖均附有說明，一目瞭然。雲圖自以彩色印刷爲佳，然因印刷費用太高，無形中增加讀者負擔，故採用黑白色；至於校正表絕對有此必要，否則儀器將爲一無用處，而如何使用這些校正表除文中已有說明外，表上也有指示。

民國六十五年元月

柯榮鴻

目 錄

譯序

第一篇 儀器觀測 1

第一章 氣壓表與自記氣壓計 1

第一節 緒 論 1

第二節 氣壓表訂正 3

第三節 英寸毫巴讀數換算法 7

第四節 水銀氣壓表之位置選擇、裝置及維護 7

第五節 水銀氣壓表讀法 22

第六節 空盒氣壓表 23

第七節 自記氣壓計 24

第八節 氣壓趨勢變化 27

第二章 各種溫度和溫局測量儀器 30

第一節 溫度表 30

第二節 乾球濕球溫度表 32

第三節 史蒂文生百葉箱 34

第四節 吸虹式及旋轉式乾濕球溫度表 36

第五節 乾濕球溫度表觀測應用 36

第六節 海水桶 37

第三章 各種儀器和方法 39

第二篇 非儀器觀測 44

第四章 風、天氣和能見度 44

第一節 風力和風向 44

第二節 天氣 47

第五章 雲族和雲高度之估計 59

第六章 海浪 86

第一節 緒 論 86

第二節 海浪觀測 89

第七章 海流觀測 89

第三篇 自然現象 95

第八章 現象觀測 95

第一節 緒 論 95

第二節 觀測方法 95

第三節 雷達觀測 96

第九章 天文現象 98

第一節 日蝕月蝕 98

IV

第二節	彗星.....	99	附表五	英寸氣壓表平均海平面訂正.....	132
第三節	黃道光及其有關現象	100	附表六	寇烏式氣壓表溫度訂正.....	132
第四節	新星.....	101	附表七	寇烏式氣壓表溫度訂正(續).....	133
第五節	太陽里子.....	102	附表八	毫巴單位氣壓表緯度訂正.....	134
第十章	高空大氣現象.....	103	附表九	毫巴單位氣壓表標準重量訂正.....	134
第一節	緒論.....	103	附表十	毫巴單位氣壓表平均海平面訂正.....	135
第二節	夜光雲.....	104	附表十一	氣壓表溫度高度訂正.....	135
第三節	極光.....	105	附表十二	水銀氣壓表之毫巴與英寸換算表.....	136
第四節	隕星與流星.....	109	附表十三	南北緯 0° - 10° 和 10° - 20° 間，氣壓日變量.....	138
第十一章	高低空大氣現象.....	111	附表十四	每小時氣壓變動之平均位.....	138
第一節	緒論.....	111	附表十五	攝氏、華氏絕對溫度換算表.....	139
第二節	日暈月暈現象.....	114	附表十六	露點溫度($^{\circ}\text{C}$) (使用史蒂之生百葉箱).....	140
第三節	彩虹.....	119	附表十七	露點溫度($^{\circ}\text{C}$) (使用虹吸或溫度計)	142
第四節	閃爍.....	122	附表十八	露點溫度($^{\circ}\text{F}$) (使用史蒂文生或濕度計).....	144
第五節	天空顏色.....	122	附表十九	露點溫度($^{\circ}\text{F}$) (使用虹吸或濕度計)	145
第六節	水龍捲.....	124			
第十二章	海洋現象.....	126			
第一節	海色.....	126			
第二節	海面特升和奇浪.....	126			
第三節	海洋生物螢光.....	127			
第四節	羅盤偏向反常.....	128			
附表	129			
附表一	寇烏式氣壓表溫度訂正.....	129			
附表二	寇烏式氣壓表之溫度訂正.....	130			
附表三	英寸氣壓表緯度訂正	131			
附表四	英寸氣壓表標準重量訂正.....	131			

- 附表二十 哩、哩、公里之換
算表..... 147
- 附表二十一 呎及公尺之換算
表..... 147
- 附表二十二 航行中，由相對
風向和風力，求
其正風向和風速
之相近位..... 148

第一篇 儀器觀測

第一章 氣壓表與自記氣壓計

第一節 緒論

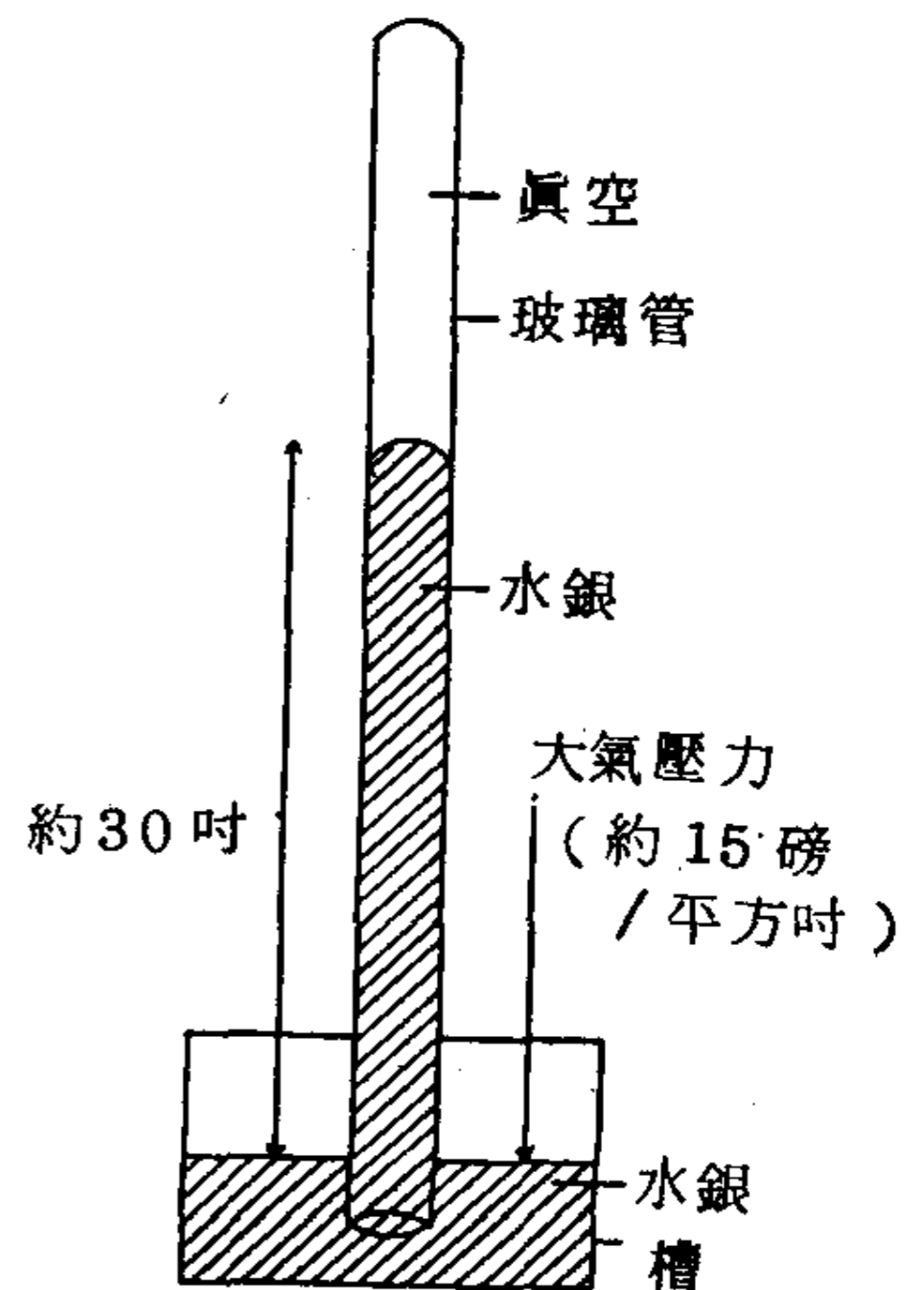
一、氣壓表原理：氣壓表用以測量大氣重量或壓力。水銀式氣壓表原理係托里察利（Torricelli）在1643年所發現。

最簡單的水銀氣壓表為一長36吋一端封閉的玻璃管中充以水銀而成。將此玻璃管垂直倒置於水銀槽中，則水銀柱下降在上端形成真空，直至水銀面上水銀柱之重量等於施於水銀面上的大氣壓力時始告終止（見圖1）。

原始的水銀氣壓表幾經改良，即成為今日常用的手提式氣壓表，但它之被海員們廣泛應用乃是最近一百年來的事。

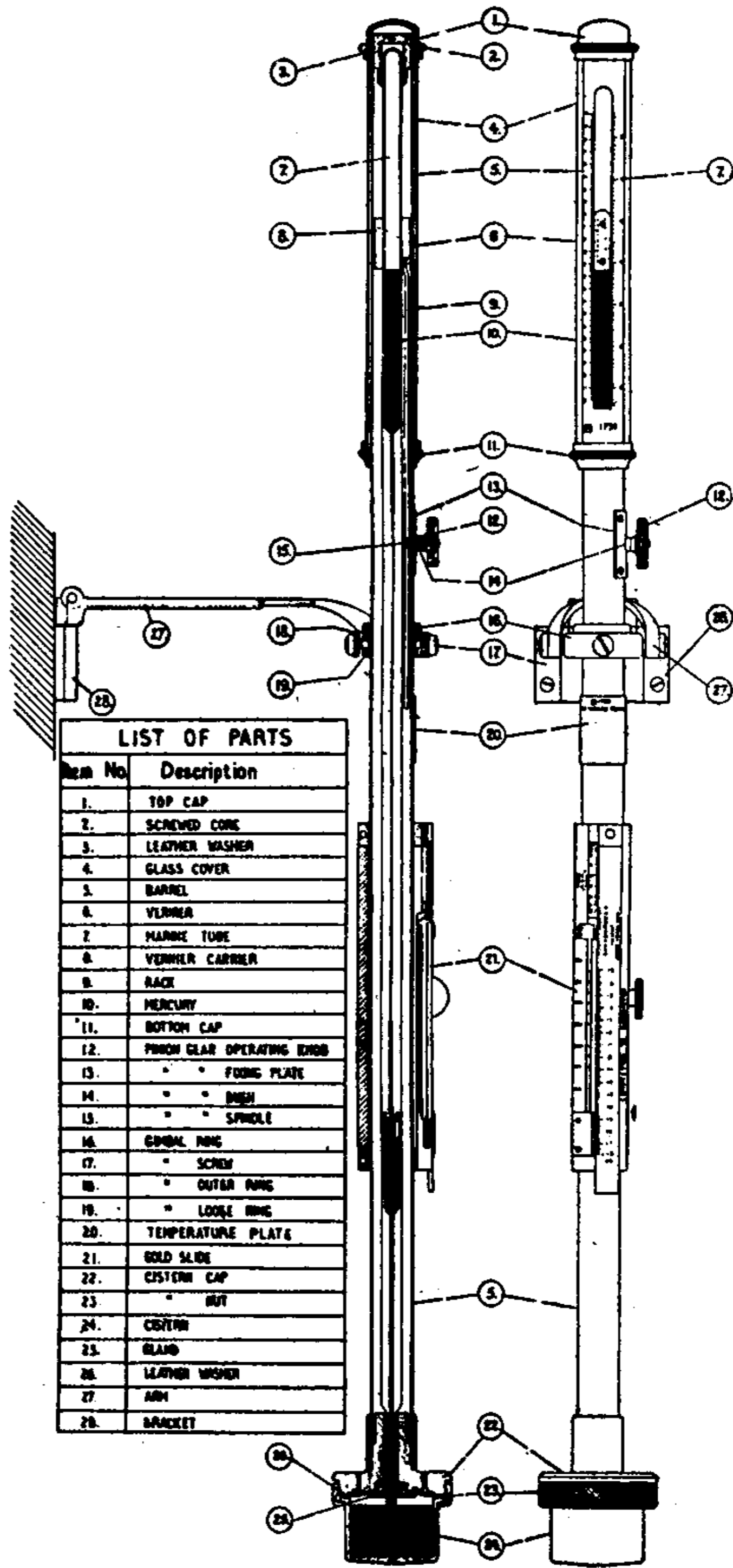
二、寇烏式海洋氣壓表（The Kew-pattern marine barometer）：由一只玻璃管與水銀槽組成，外有金屬殼保護（見圖2）。在槽的上端有一個或多個供空氣進出的小孔，一個可供空氣滲入而可防止水銀逸出或灰塵進入的皮圈。

玻璃管之內部細長而相當微小，其目的在求減小毛細管作用，盡量緊縮不使「跳動」，以減小航行或陣風所引起的水銀柱頂端振盪，水銀柱頂端其內部稍大，以盡



圖一 簡單水銀氣壓表

- 1 頂蓋
- 2 螺紋環
- 3 皮圈
- 4 玻璃套
- 5 管子
- 6 游標尺
- 7 海上用管
- 8 游標架
- 9 游標棒
- 10 水銀
- 11 底蓋
- 12 齒輪旋鈕
- 13 齒輪固定板
- 14 齒旋鈕軸
- 15 齒輪針
- 16 平衡環
- 17 平衡螺旋
- 18 平衡外環
- 10 平衡釋放環
- 20 溫度板
- 21 戈德計算尺
- 22 槽蓋
- 23 槽螺釘帽
- 24 槽
- 25 壓蓋
- 26 皮圈
- 27 支臂
- 28 托架



LIST OF PARTS	
Part No.	Description
1.	TOP CAP
2.	SCREWED CORE
3.	LEATHER WASHER
4.	GLASS COVER
5.	BARREL
6.	VERNER
7.	MARINE TUBE
8.	VERNER CARRIER
9.	RACK
10.	MERCURY
11.	BOTTOM CAP
12.	FINISH GEAR OPERATING END
13.	" " FINISH PLATE
14.	" " PINN
15.	" " SPINDLE
16.	ESCAL RING
17.	" SCREW
18.	" OUTER RING
19.	" LOOSE RING
20.	TEMPERATURE PLATE
21.	GOLD SLIDE
22.	CISTERN CAP
23.	" BUT
24.	CISTERN
25.	GLAND
26.	LEATHER WASHER
27.	ARM
28.	BRACKET

圖二 寇烏式海洋氣壓表

量減小水銀柱中心高度之毛細管作用，而使水銀柱頂端表面有充分地呈突出狀，以利精確讀數，并遺留部分空氣在管內，以防止水銀升至上部之空間處，照例應該是全部真空。金屬護殼上刻有刻度，並有游標，用以讀出水銀柱的高度。

為準確測知氣壓表本身的溫度，其外附有一只溫度表，氣壓表刻度單位為毫巴 (millibars)，舊式溫度表所常用的為絕對溫度 (但在 1955 年 1 月 1 日以後製造的則採用攝氏溫度)。氣壓表刻度以“吋”為單位時，溫度通常採用華氏溫度。

三、氣壓表的刻度單位：

A. 英寸與毫米 自氣壓表發明以來，其讀數一直以大氣壓力與水銀柱相平衡時之水銀柱高度表示之。在英國大氣壓力以“吋”表示，而其他以米為長度單位的國家則採用“毫米”制。有游標的氣壓表，可精確地讀至一英寸小數點後三位 (見圖 16)。

B. 毫巴 在衡量大氣壓力時一般所沿用的方法：以吋或毫米為單位衡量水銀柱的高度，再加以適當的訂正而成。但近年來，以壓力來表示大氣壓為一般學者所樂於採用。科學界所廣泛採用的乃是 C.G.S. 制，力的單位是達因 (使質量一克物體，產生每秒每秒厘米的加速度所需要之力之謂)。即每平方公分面積上所受到一百萬達因的壓力等於海平面上平均的大氣壓力。故壓力單位為巴 (bar)，係由皮氏 V. Bjerknes 所提出，在氣象學術界，是一直被沿用着的大氣壓力單位。但因巴的單位過大，所以在實用上均採用毫巴 (即千分之一巴)，每平方公分 1000 達因的壓力即為一毫巴，作為工作單位。自 1914 年以來，氣象記錄均以毫巴來代替吋，這是國際氣象組織所訂，而為一般所公認採用者。

氣壓表上之刻度，每隔 10 個毫巴，就有一較長之刻度顯示。為使用游標，可將氣壓讀至十分之一毫巴數 (見圖 17)。一千個毫巴 (即一個巴) 等於重力為 $980,665 \text{ cm/sec}^2$ 時，水銀柱高度為 29.53 吋或 750.1 毫米時之壓力。亦即約等於海平面上之大氣壓力。大氣壓力每增加千分之一，其讀數即增加一毫巴或 0.0295 吋水銀柱的高度。

第二節 氣壓表訂正

一、總論：在固定氣壓下，氣壓表上水銀柱的高度，並非定值，乃決定於水銀密度 (受溫度影響)。并隨各地觀測點重力加速度及海拔高度的不同而異

4 海洋觀測學

，再則在氣壓表上水銀柱標示高度的測量，將受本身溫度影響。致使氣壓表讀數與世界各地比較亦有差異，故必須加以訂正使其「標準化」——水銀表之附屬溫度及重力加速度可由有關表中讀得每一情況下的訂正值；此外，讀取刻度時，各地海拔高度亦需調整至標準高度——以不超過平均海平面幾百呎為限。高度訂正表之用途即在此。

上面所提到的「標準化」係 1953 年世界氣象組織在日內瓦開會時所訂定。自 1955 年 1 月 1 日起實施。將重力標準值 980.62 cm/sec^2 ，改為 980.665 cm/sec^2 (即為緯度 45° 平均海平面的重力值)。氣壓讀數以吋為單位時，水銀表的標準附屬溫度自 32°F 改為 0°C ，溫度表溫度自 62°F 改為 0°C 。在氣象工作方面，氣壓表讀數以毫巴為單位，標準溫度在整個儀器中均自 285°A (絕對溫度) 改為 0°C 。

由於這些改變，且舊式儀器之淘汰尚須假以時日。所以不管所用儀器是採吋制或毫米制，其訂正表均分為不同二組，一組用於將儀器調整至舊式標準狀況，另一組則須調整至重力為 980.665 cm/sec^2 及溫度為 0°C 的狀況。

毛細現象有降低水銀柱的傾向，所以水銀氣壓表須加以訂正。槽中水銀數量的變動決定於水銀柱長度與真空的程度而定。但只要儀器在製造上，能將所有誤差與構造缺陷上的誤差均包含在儀器誤差中，則誤差必可減至最低限度。這些儀器誤差係國家物理實驗所對各種海洋觀測用水銀氣壓表試驗後所決定的。而且由該機構發給證書以資證明。

水銀氣壓表的儀器訂正，必須每三個月訂正一次，因誤差有逐漸改變的傾向。在所有的氣象測站或航務商代理，均有標準氣壓表，可作訂正比較。或就近向機場詢問有關資料。船舶氣壓表在作此比較之前，必須將溫度、高度、重力加以訂正。

二、英寸式氣壓表訂正：

A. 溫度訂正 當溫度增加時，水銀膨脹，每單位體積內的重量減少，因此，溫度高時用來平衡氣壓表的水銀柱高度，顯示較溫度低時為高。所以當溫度比標準溫度高時，水銀柱高度訂正值為負數；當溫度低時，為正數。如將英寸式氣壓表調整至舊式規範，在氣壓表中之水銀標準溫度恰好是 32°F ，而在儀器上金屬刻度表上剛好是 62°F ，其理由是標準英寸是合法的長度，刻在金屬尺上是 62°F 。此種氣壓表的溫度訂正值如附表 I 所示。由於金屬尺刻度表上之 62°F 與水銀的 32°F 標準溫度不同，使得在 32°F 以下之溫度訂正值趨近於 0 度。但在其他溫度下，溫度訂正值係與水銀柱高度成正比，

即與大氣壓力成正比。附表 I 為在各個溫度與水銀柱讀數下的訂正值，該表上所用的溫度係指附屬於氣壓表上之溫度表溫度而言。若此氣壓表放置暴露在正確的位置，可測得水銀與附屬刻度表的溫度。

英吋式氣壓表若按新方法調整，則水銀與金屬刻度的標準溫度即為 32°F，其訂正值如附表 II 所示，如此，溫度可由附屬溫度表測得。

B. 重力訂正 凡重力值與標準值有差異時，氣壓表之讀數均須加以訂正。因地球呈橢圓形，所以在兩極距離重力中心較近，而在赤道則較遠。另外，地球因自轉產生離心力，其垂直方向的分力在赤道為最大，隨着緯度的增加而減小，至兩極為 0，因此，重力由低緯至高緯逐漸減小。重力愈大水銀的質量愈大，因此，所需與大氣平衡的水銀柱高度即愈小，按照舊式標準狀況，標準重力為 980.62 cm/sec^2 ，此一數值接近於緯度 45° 平均海平面的重力值。水銀柱高度須按照所在的緯度作訂正。在低緯地區，此一訂正為負值，在高緯地區則為正值。

在緯度 45° 以外的地區，訂正值與水銀柱內的水銀質量成正比，亦即與該水銀柱高度成正比，附表 IV 為水銀柱高度 29 吋至 31 吋在各緯度的訂正值。

按照新式調整法，氣壓表須調至標準重力 980.665 cm/sec^2 ，附表 VI 為水銀柱高 29 吋至 31 吋在各溫度情況下的訂正值。

C. 標準水平調整：當氣壓表的溫度訂正後，還要作海平面高度訂正，各高度的大氣壓力等於單位面積上空氣柱的重量，若將高度增加，則空氣柱重量減小，而氣壓下降，例如，在海平面，氣壓表為 30 吋，當升高至 1000 呎時，則水銀柱減為 28.9 吋，10,000 呎時約 21 吋。因此，在讀取氣壓時，應以標準高度為準，在接近海平面的數百呎以內為限，標準高度通常採取平均海平面，因為當溫度上升時，同體積的空氣重量減小，所以不僅高度要訂正，溫度也應加以訂正。（見附表 V），表中，所用溫度為乾球溫度，亦即百葉箱內測量當時的大氣溫度。

除了以上的訂正外，還要考慮儀器差。

例題：在緯度 51°N 海拔 36 呎，水銀柱 30.240 吋，附屬溫度表 60°F ，乾球溫度 58°F ，儀器差 + 0.005，國家物理實驗所 (N. P. L.) 證書於 1953 年 6 月 1 日頒發。

未修正讀數.....	30.240
儀器差.....	+ 0.005
	30.245
60°F 溫度訂正值 (附表 I)	- 0.805

6 海洋觀測學

	30.160
緯度 51°N 重力訂正值 (附表 II)	+ 0.016
	30.176
氣溫 58°F, 高度 30 呎訂正值	+ 0.039
訂正後氣壓表讀數	30.215

有時可不必利用附表而直接由公式計算溫度高度訂正值的近似值 (見附表 XI)。

三、毫巴式氣壓表訂正：

A. 溫度重力訂正：前面曾提過，毫巴式氣壓表的標準狀況自 1955 年 1 月 1 日起生效，由原來的重力 980.62 cm/sec^2 與溫度 285°A 改為 980.665 cm/sec^2 與 0°C (273°A)。氣壓表證書在 1954 年 12 月 31 日以前頒發者，溫度訂正值可查照附表 VI，在 1955 年 1 月 1 日以後頒發者，則可由附表 VII 查得。舊式氣壓表的重力訂正值可由附表 VIII 查出，新式氣壓表則由附表 IX 查出。此等附表在結構上均與英寸式氣壓表者相同，不另加贅述。

B. 標準水平調整：讀取毫巴氣壓時，將高度調整至標準水平所需之訂正值，如附表 X 所示，其高度在 100 呎以內，溫度在 0°F 至 90°F 內。

國家物理實驗室 (N.P.C) 證書上的儀器差亦應計入。

例題：在緯度 27°N 氣壓 1013.3 mb ，海拔高度 53 呎，附屬溫度表溫度 298°A ，百葉箱乾球溫度讀數 78°F ，儀器差 $+0.3 \text{ mb}$ ，N.P.C 證書頒發日期 1957 年 2 月 20 日。

	mb
未訂正前讀數	1017.3
儀器差	+ 0.3
	1017.6
溫度 298°A 訂正值	- 4.3
	1013.3
緯度 27°N 重力訂正值	- 1.6
	1011.7
氣溫 78°F 海拔高度 53 呎訂正值	+ 1.8
平均海平面氣壓訂正	1013.5

四、高得游標尺 (The Gold Slide)：氣象局指定海洋氣壓表須與高得游標尺配合，如此就不必使用毫巴氣壓表讀數訂正表。

裝在附屬溫度表旁之游標，可運用游標棒和齒輪移動之，游標上有兩種刻度，在溫度表之水銀柱旁的較低刻度為氣壓表訂正值，而較高的刻度為海拔高度，上部刻度旁有一金屬片，上面刻有緯度訂正值，而在緯度訂正值之另一面刻有屬附溫度表訂正值及儀器差訂正值。緯度訂正值和儀器差訂正值之相關位置乃固定的不准除去，而整個游標尺則鑲在氣壓表上，有些老式的尺度無儀器差訂正值，而在頒發之前，儀器誤差早已訂正。

在讀氣壓表之先，需調整高得游標尺，使氣壓表水銀之高度符合各船隻在緯度上之海拔數，並調整緯度刻度，然後，作儀器訂正，使溫度表之水銀柱頂平行所示刻度即為氣壓表之讀數。

第三節 英寸毫巴讀數換算法

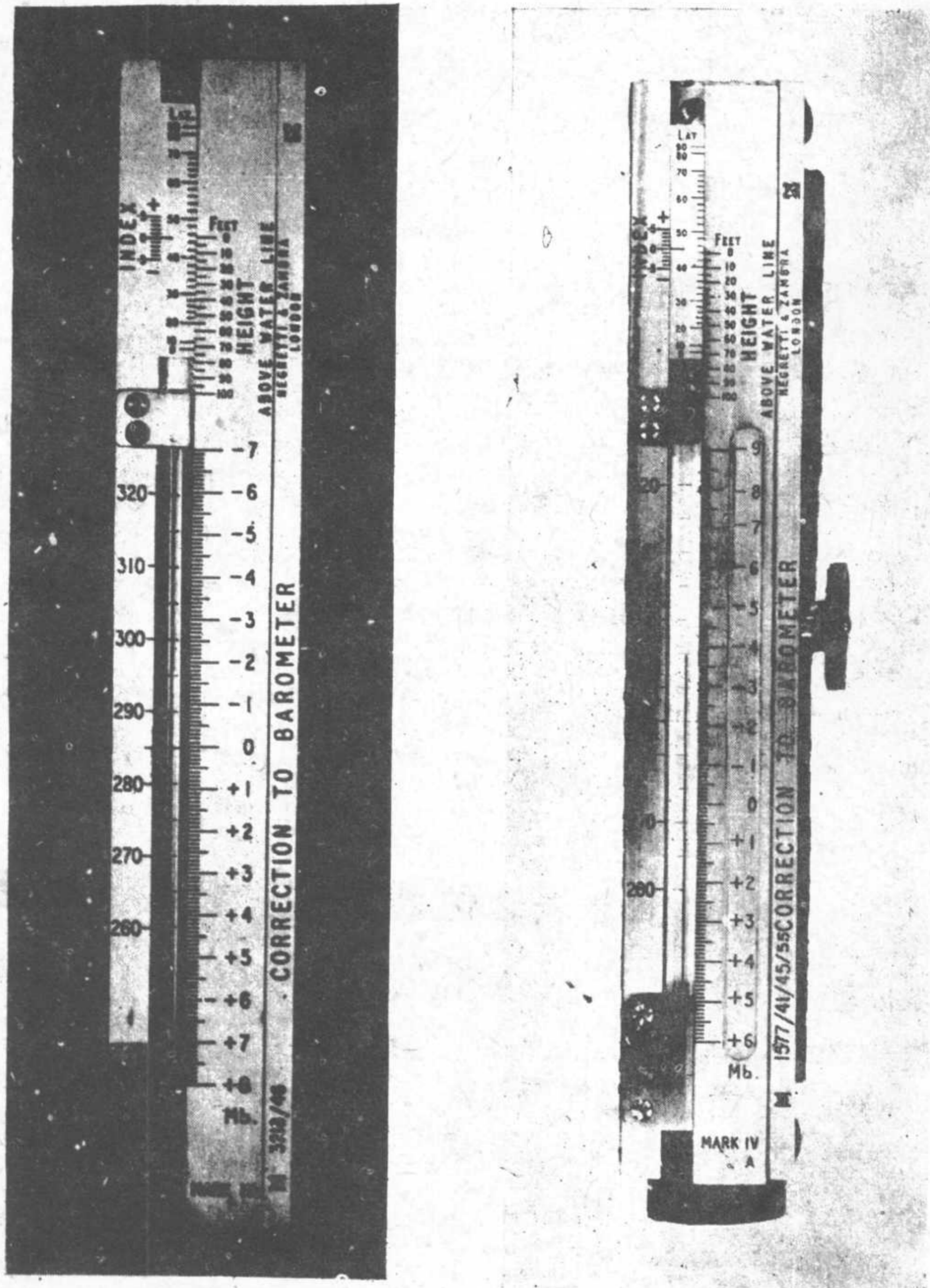
換算表列於第十二表內，彼此可以相互換算，若無表可資利用時，則可將毫米數加上三分之一值，則為毫巴數，如750毫米則近乎1000毫巴。

1955年元旦前所製之氣壓表具有毫巴及英寸二種衡量尺度，其讀數并不完全與事實相符，毫巴數量在標準溫度約 285°A (54°F)，緯度 45° 海平面上所定之氣壓數；而英寸數則在 32°F ，緯度 45° 海平面上所定之氣壓數，此二種衡量尺度之溫度訂正值不同，除非這二種尺度值加以訂正後才能互換換算。根據事實，此兩種尺度在直接公式 $1000\text{mb}=29.530\text{in}$ 之衡等情形下才能成立，因為標準儀器之溫度及重力的假定是相同的。

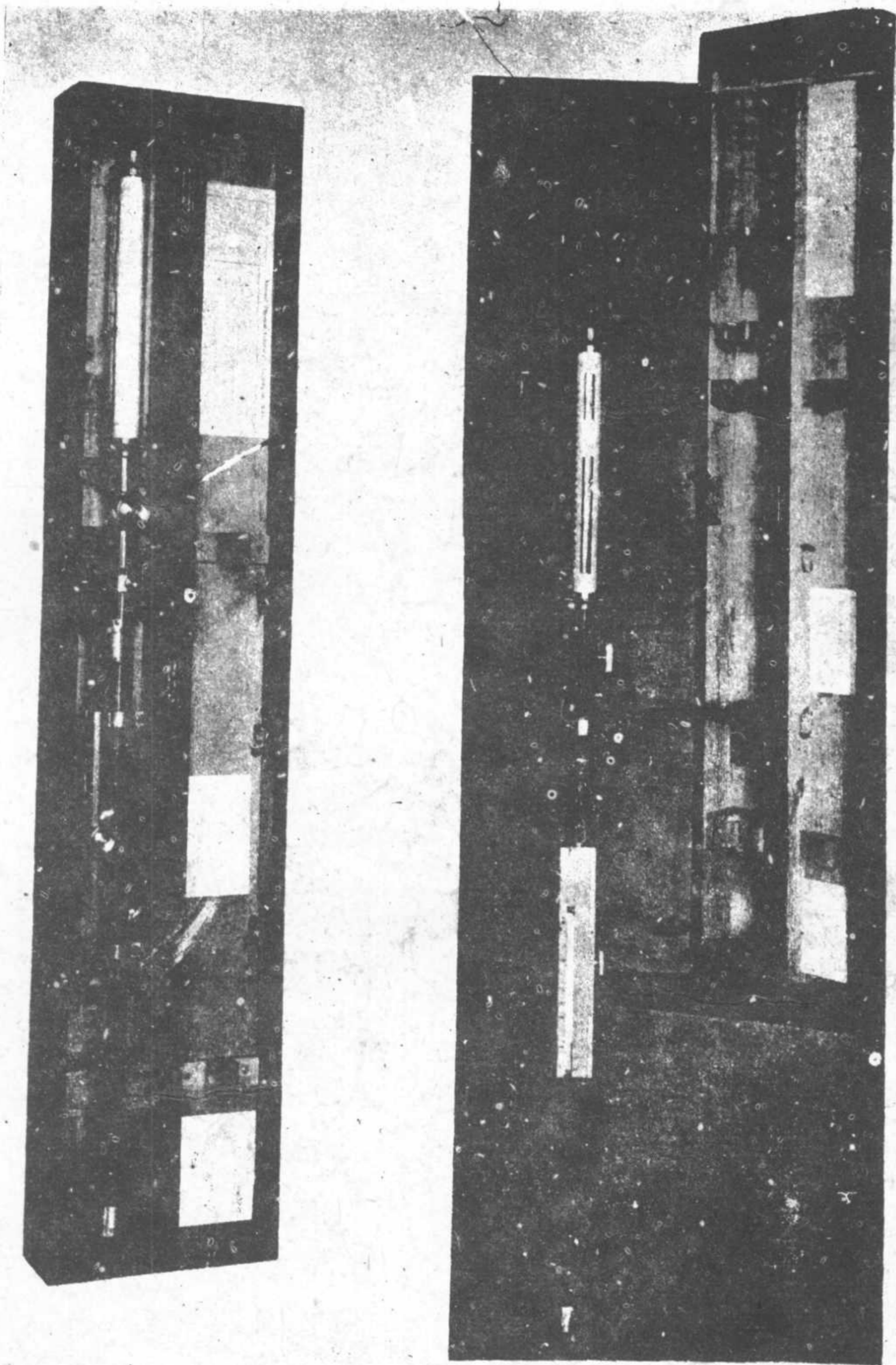
第四節 水銀氣壓表之位置選擇、裝置及維護

一、氣壓表位置：一般而言，水銀氣壓表通常設置在船上之航海圖表室內較為方便，但事實并不盡然，該位置并不是最好位置。因過於暴露，最好是設置在船之重心附近才能減少海洋氣壓表上下之跳動，除小船外，這如何也不切實際。由於不同的船隻其環境亦相異，要訂立設置氣壓表精確位置的規定是不可能的，注意下列四點以供參攷：

1. 避免閒雜人等進入的地方。
2. 避免暴露在日光直接照射的地方。
3. 避免暴露在氣溫有突變之地方，如鍋爐、引擎室、或通風之處等。
4. 避免光綫對氣壓表管玻璃表面上引起反光之地方，務必使光綫來自觀測者之後面或側面。



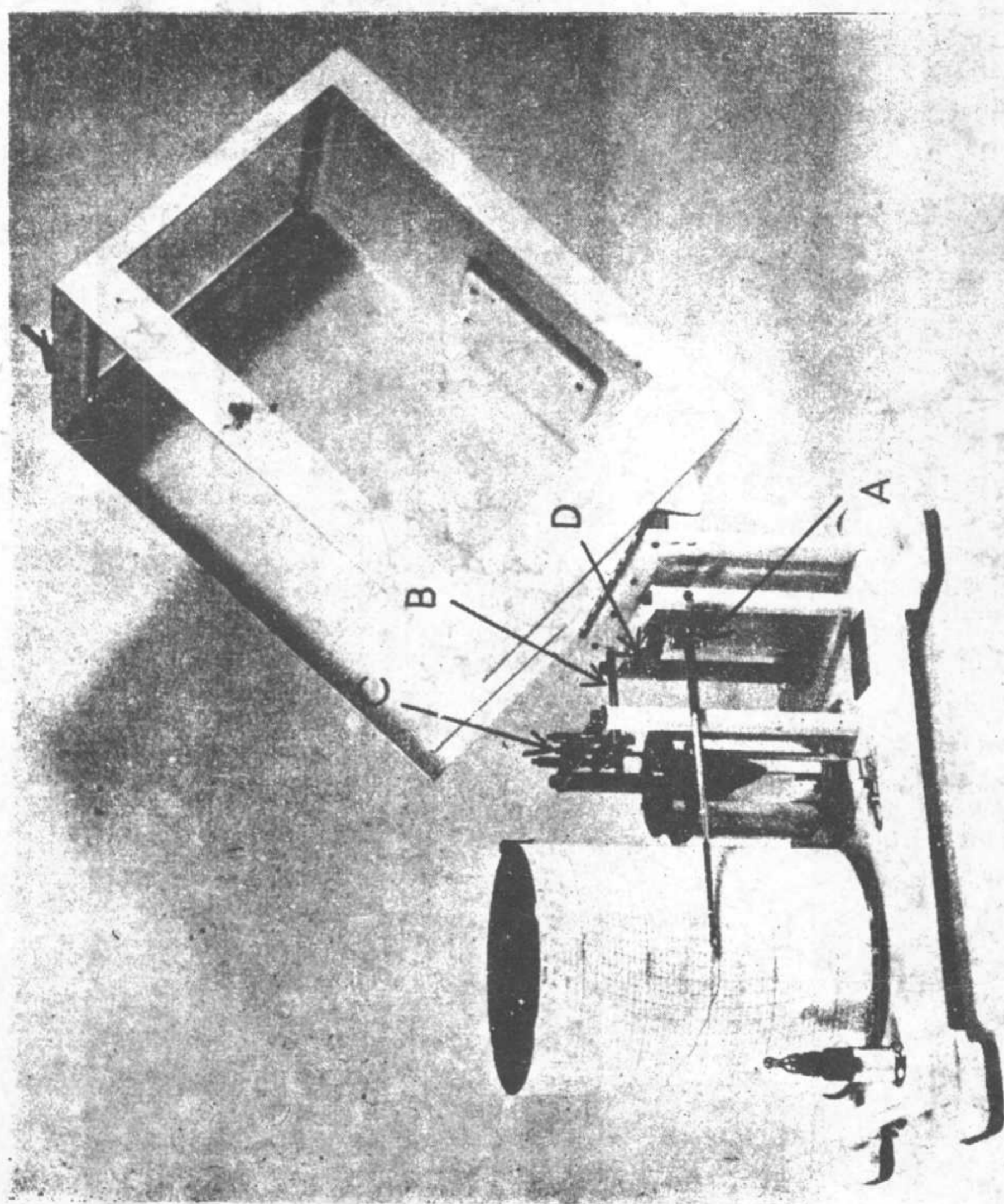
圖三 兩種目前常用的游標尺



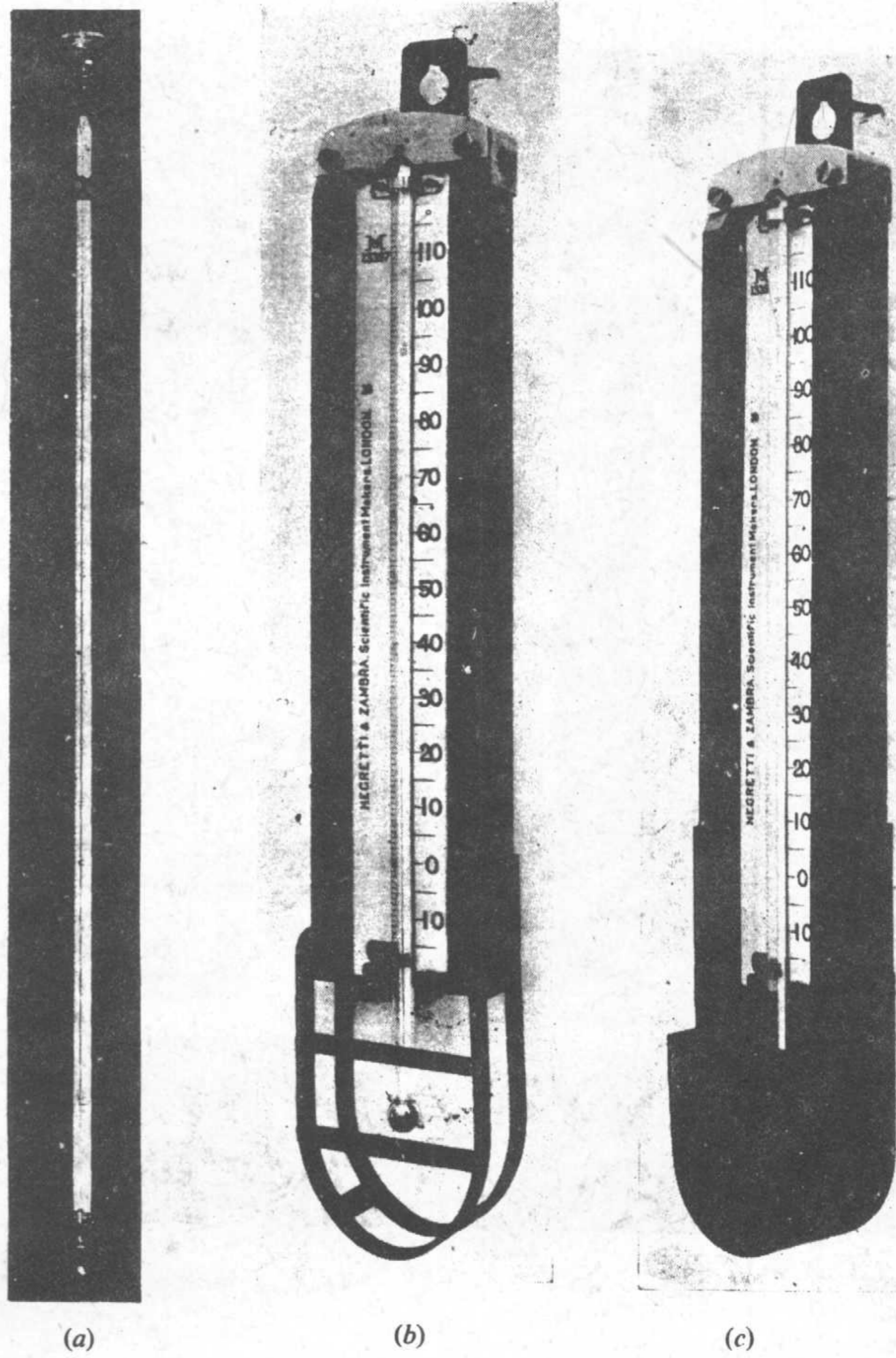
(a)

(b)

圖四 寇烏式海洋氣壓表之裝載



圖五 海洋自記氣壓計



圖六 a 溫度表
b 氣溫表保護裝置
c 水溫表保護裝置