

測風氣球觀測須知

編者序

第一章 緒言

第二章 儀器設備

第一節 經緯儀

經緯儀之結構

奇零尺計算法

經緯儀之配合與裝運

經緯儀之防護

經緯儀之訂正

第二節 氣球

氣球之製造與顏色

氣球顏色之選擇

測風氣球觀測須知

目錄

測風氣球觀測須知 目錄

氣球之修補與染色

氣球腐壞

氣球上升速度

氣球裝氣及注意事項

第三節 製造輕氣之材料與工具

製氫材料

製氫手續

第四節 其他器材

裝氣秤

信號鐘

橡皮管

輕便電話

第三章 觀測站與觀測場地

第一節 觀測場之選擇

第二節 雙經緯儀觀測站

第三節 觀測點與觀測臺

二四

第四節 測定方向

二五

測定正北方法

二五

第一法

二六

第二法

二七

第三法

二八

第四章 觀測

二八—五〇

第一節 測放氣球

二八

觀測時刻

二八

觀測人員

二九

觀測氣象要素

二九

氣球之準備

二九

測放時間

二九

氣球釋放

三〇

氣球觀測

三〇

測風氣球觀測須知 目錄

測風氣球觀測須知 目錄

四

設記角度	三一
電話利用	三一
氣球失視	三一
經緯儀方位校正	三四
觀測休止問題	三四
第二節 雙經緯儀觀測	三五
時間信號	三五
記錄方式	三六
第三節 夜間觀測	三六
燃明燈籠	三七
經緯儀照明方法	三七
第四節 計算方法	三七
單經緯儀計算法	三八
仰角小於四十五度	三八
仰角大於四十五度	三九

雙經緯儀計算法.....	四〇
氣球通過基綫垂面時計算法.....	四一
雙經緯儀用計算尺.....	四二
計算尺用角度.....	四三
第五節 投影圖繪製法與風向風速之計量.....	四三
繪圖板.....	四三
單經緯儀平面圖製繪法.....	四五
雙經緯儀平面圖製繪法.....	四六
平面投影圖之意義.....	四六
風速比例尺與計量風速.....	四六
計量風向.....	四七
莫氏圖解盤.....	四八
雙經緯儀觀測風之計量方法.....	四九
立體圖.....	五〇

測風氣球觀測須知

編者序

技術方面的操作，單靠一冊說明書就想馬上做得好，實在不是一件容易的事，說明書無論怎樣詳細，臨時還得發生問題。敏慧的工作者，固然能夠隨機應變，觸類旁通；可是稍有誤解，就要影響全部工作。所以技術方面的工作，最好要限有經驗的人實習，往往幾句話可以說明白的的事情，看了說明書反而冥明其妙。本書，是供給沒有放氣球經驗的初學者，希望他們有了全部器材，按照書上的說明，能夠自動學會氣球觀測，所以對於各種說明，須要詳細的地方，力求詳細，但是翻來覆去說多了，又怕弄不清楚，因此可以簡單的地方，極力避免冗繁。然而，編者不敢相信本書已經算是完善，一定還有疏忽的地方，請閱者先生不吝賜教！

初稿蒙 涂長望宋楚白二位先生詳為校閱，指正多處。編者願意在這裏表示他的謝忱！

二十七年十一月二十九日楊鑑初識於重慶

第一章 緒言

氣象學發達以來，高空探測成爲日常必須之工作。探測高空方法，日趨精微，所用儀器日益改良，非有專書，不能詳其底蘊，航空事業發達之後，高空氣象常識，在實用上更有莫大意義。近年來，吾國氣象與航空二方面皆有相當進步，高空探測之需要，日見增加。中央研究院氣象研究所鑒於國內氣象事業之必須發展，爰於民國十九年編印測候須知一書，詳細說明各種氣象儀器及觀測方法，廣爲傳播於全國各測候所中。目前復鑒於國內之需要，因有編纂本書之動機。顧高空探測，方法繁多：有用氣球攜帶氣象自記儀器，升高測量各氣層之氣壓氣溫與濕度者；亦有用飛機或風箏攜帶氣象儀上升探測。至如乘人氣球，乃由觀測員挾帶儀器附氣球而上，非專爲測量高空氣象之用，兼可作宇宙線等物理方面工作。更有所謂無線電傳探空儀者，係將一無線電氣象儀，藉氣球繫帶上升。無線電氣象儀，係以一定周率或周率不定之小型發電機，傳播代表氣象儀上讀數之電信記號，在地面即用收報機聽取記錄，無線電氣象儀現經各國專家改良與推廣，對於測量高空氣壓氣溫濕度方面，將來可收極大效果也。以上所述探測高空方法，其主要目的在獲得高空溫度氣壓與濕度，本書所述者，乃測探高空風向與風速之方法，即測風氣球觀測法也。

測風氣球觀測，除測量高空風向風速外，有時尚可測定雲底之高度，雲底之雲向與雲速。所謂測風氣球觀測法者，即以經緯儀類測一滿貯輕氣之橡皮氣球；氣球以某種速度上升，氣球升空之後，隨時受各層氣流之控制，變更其在空中之位置，每分鐘自經緯儀上讀記氣球仰角與方位角，參照各分鐘氣球高度，即可計出氣球平面投影之軌跡。而高層風向

風速，即不難從之求得也。

此法由來已久，一八〇九年 Thomas Forster 最先行之，至一八七四年法人 Le Veiller 復爲之提倡，漸引起世人注意。二十世紀以來，各國普遍應用，盛極一時。近年應航空之需要，世界各國每日放出之測風氣球，爲數在千百以上，一九三一年英國本部大不列顛，即釋放一萬五千個測風氣球之多，吾國中央氣象研究所民國十九年開始於南京每日施放，其後全國各地測候所增設氣球觀測者，時有所聞。迄今如西安北平青島漢口廈門香港上海杭州重慶昆明蘭州等處，幾每日皆有測風氣球記錄。抗戰以來，倫陷區域觀測勢必暫行終止，將來抗戰勝利，恢復失地，前途之發展，更未可限量也。

氣球觀測站通常分爲二種，即單經緯儀觀測站與雙經緯儀觀測站。因是氣球觀測之方法，亦有單經緯儀與雙經緯儀之分，單經緯儀法較爲便利，通常多用之，單經緯儀觀測法，即將經緯儀之零點方位，正對北極，令氣球以一定之速率上升。計算時包括氣球上升速率，仰角與方位角，至稱簡單，雙經緯儀法之觀測結果，較爲精確，雖觀測與計算繁複而費時，然在精密研究時仍值得應用也。雙經緯儀觀測須用二架經緯儀，架於一基線之兩端，同時觀測一球。基線有一定長度，預先測定。兩經緯儀互以零點方位正對，計算時包括基線之方向與長度，氣球之仰角與方位角等。雙經緯儀觀測法中，氣球之上升速率不必預先確定，可以計算求得，即此法之特點。兩種觀測法中，相同之處甚多，一般情形以採用單經緯儀法爲切於實用，故本書敘述，偏重於單經緯儀法，雙經緯儀法中有異於單經緯儀法處，則隨時說明之。

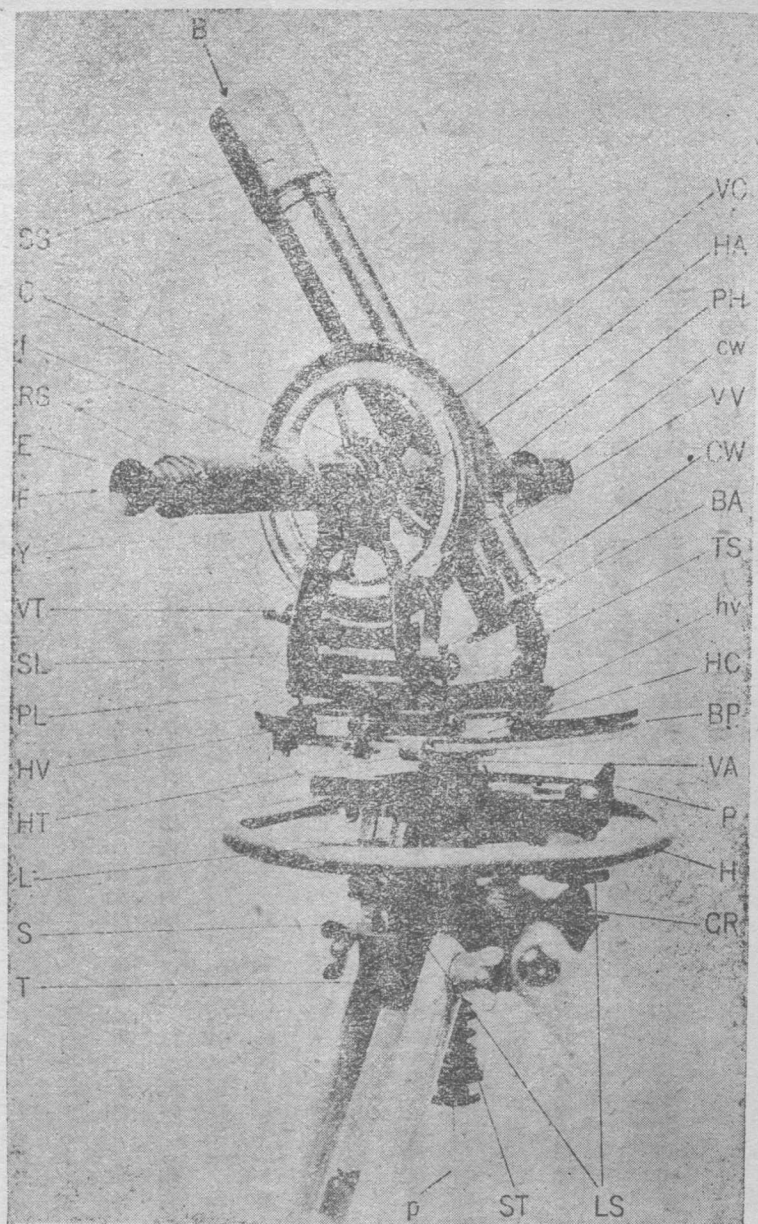
第二章 儀器設備

觀測用儀器及材料，主要者爲經緯儀與氣球。每次觀測，需用輕氣若干，故必備貯藏輕氣之鋼鐵筒。最好有製造輕氣之工具與材料，否則每當壓縮輕氣用完，須將笨重之鋼鐵筒運往廠家，重裝輕氣，轉運時非常麻煩也。輕氣裝入氣球時，應用裝氣秤，以權衡氣球重量，決定裝氣多寡。而每逢觀測，信號鐘，秒錶，輕便電話，繪圖板，計算尺，三角板等等，亦皆爲不可或缺之物。故儀器設備乃觀測工作之先決問題。對於儀器之結構，運用，保藏等問題，必須先有明確之認識，然後實地工作時方得應付裕如。本章用意，即在於此。

第一節 經緯儀

經緯儀乃一測量平面及縱面角之儀器也。普通測量上用者稱工程經緯儀 Engineer's Transit，天文觀測方面應用者曰天文經緯儀 Astronomical Transit，在吾人氣球觀測中所施用者，則稱曰氣球經緯儀 Balloon Theodolite，或簡稱經緯儀，氣球經緯儀之結構，大部與工程經緯儀相仿，但因望遠鏡之裝置，須適合觀測在天空時刻移動之氣球，故結構上稍有不同，各國製造之氣球經緯儀，外形雖有差別，其各部份之功用實完全相同。工作者若能明白一種經緯儀主要機件之配置，其他外形不同之經緯儀，到手亦能運用自如。

經緯儀之結構：觀第一圖，有一小型望遠鏡(圖中B、P、E各部合成之)裝置於水平圈之上。此望遠鏡可以順水平軸



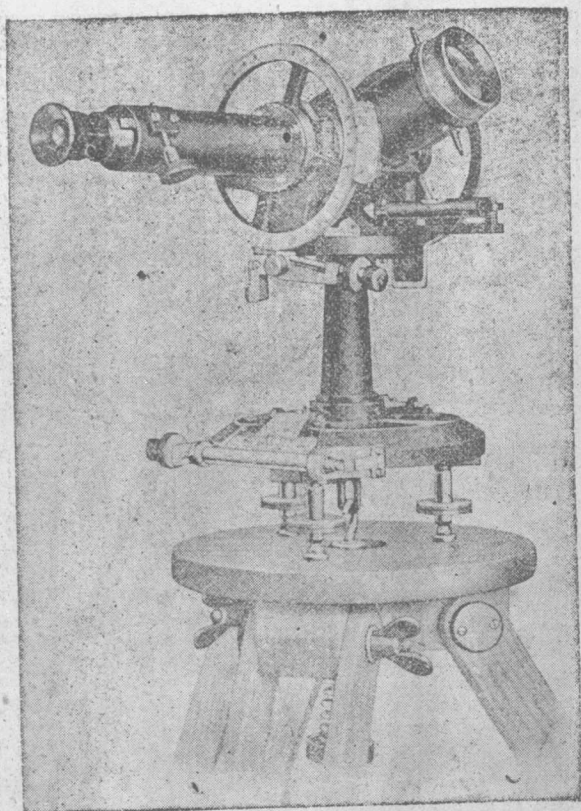
第壹圖 氣球經緯儀

B	物鏡，儀器上部	BP	底板	P	底板釘斜螺絲
PH	稜鏡座	1 C	水平圈	H	座環
F	儀器前部	VC	垂直圈	LS	整準螺絲
E	目鏡	hv	水平盤及右方奇零尺	T	三腳座架頭
HA	水平軸	HV	水平盤及前端奇零尺	C	帽蓋
VA	垂直軸	VV	垂直盤及奇零尺	CR	釘斜環
RS	線網螺絲	PL	平板水準器	BA	氣泡校準螺絲
f	焦點螺絲	SL	輓架水準器	T	平切螺絲
SS	日光罩	S	移動中心	L	釘斜螺絲
CW	上部平衡重錘	ST	移動中心引伸軸	VT	垂直螺絲
cw	前部平衡重錘	D	垂鉤	TS	遠鏡制子
Y	前架				

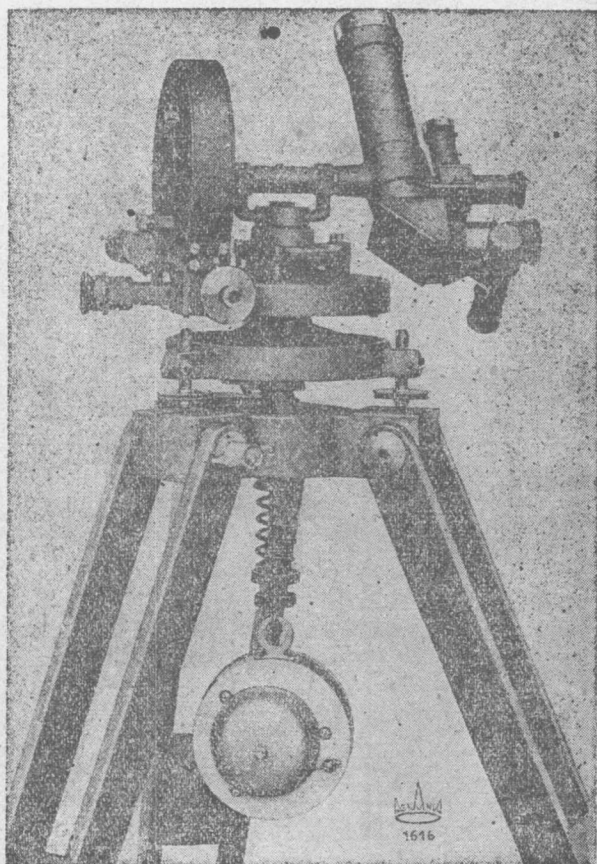
在垂直面中旋轉，同時又可繞垂直軸在水平面中迴轉，望遠鏡曲折成一九十度之交角，目鏡即從交角處引伸而出，作為望遠鏡之水平軸。九十度交角處之稜鏡座內，置一四十五度之三稜鏡，其功用使自物鏡投射來之光線，經過此稜鏡後，即可在目鏡現出顯明之像。目鏡內置有線網片，用以顯物之像，線網片上所綴線紋，有作十字形者，亦有作二個以上之同心圓形者，其目的在使物影居正中位置以求觀測準確。目鏡內刻有螺旋紋，可以任意旋轉，進出自如，藉以校對望遠鏡之焦點，在物鏡之頂端，外包一圓形罩筒，使接物透鏡不致受日光直接照射，故名之曰日光罩，物鏡與目鏡之末端，皆配有平衡重錘，故其轉動穩定而自如，整個望遠鏡利用軛架 y （第一圖）支持於底板中心之上，而望遠鏡之移動，可從水平圈之刻度上定其方位角，在垂直圈之刻度上定其仰角（即高度角）。垂直圈與水平圈上之刻度，皆為度數之整數，度數之小數，則必須利用奇零尺計算。奇零尺附於刻度圈中，其計算法將於下文另述之。

水準器皆置於底板之上，一與水平軸相平行，曰平板水準器，一與平板水準器垂直，曰軛架水準器，即第一圖中之 PL 與 SL ，經緯儀僅有一具水準器者，亦甚普通。儀器全部，亦可繞中間垂直軸而迴轉；此垂直軸向下伸展，經過移動中心，下端即為彈簧條與調節螺絲套所組成，即圖中所謂移動中心引伸軸 Q 是也。移動中心引伸軸末端，配一垂鉤，以便觀測時掛信號鐘之用，經緯儀之底板，原可繞其中心迴轉，但常利用底板釘紮螺絲 P 以固定其位置。移動中心 S 之外圍，配有座環 U ，利用儀上三隻整準螺絲使其平正支持於三腳座架頭上。

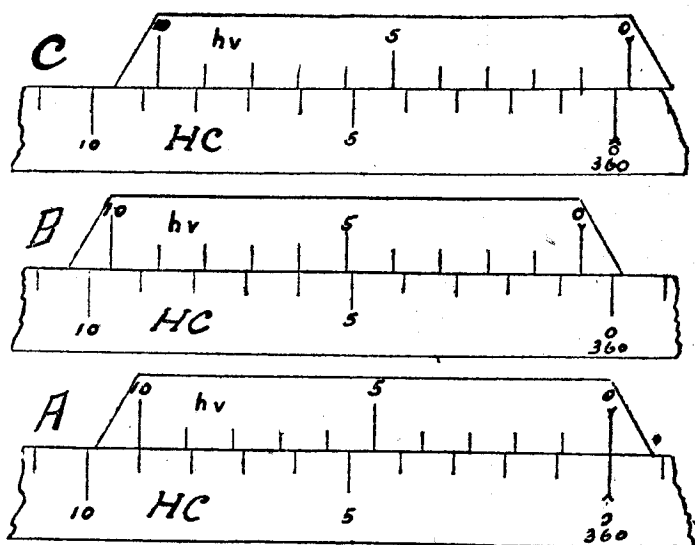
結構如上述之經緯儀，通行於美國各氣球觀測所，德國浮司公司及阿斯加尼亞公司之最新出品，雖外形與美國用品略顯不同（見圖2及圖3），其各部機件之功用初無二致，茲不贅述。



第二圖： 氣球經緯儀（德國浮司公司製造）



第三圖： 氣球經緯儀（德國阿司加尼亞廠製造）



第四圖：經緯儀之奇零尺

倘有所謂自計氣球經緯儀者，其中裝配自計機件，可以自計氣球之移動軌跡，唯其結果不能十分精密。

奇零尺： 水平圈與垂直圈上之刻度，皆為度數之整數。吾人欲作精密觀測時，必須記載度數之小數第一位甚至第二位。

即讀出一度之十分之一或百分之一，其方法即利用奇零尺，奇零尺製作原理十分簡單，讀記亦甚便利，請參照第四圖說明之：先觀圖四A，其中 $\square\square$ 刻度尺代表水平圈之一部份，刻度乃為度數之整數，即每一格為一度， $\square\square$ 之上為另一刻度尺 $\Delta\Delta$ ，即所謂奇零尺。 $\Delta\Delta$ 上之刻度小於 $\square\square$ 上之刻度，如令 $\Delta\Delta$ 上十格之長恰等於 $\square\square$ 上九格之長，則 $\Delta\Delta$ 上每一格皆小於 $\square\square$ 上一度之十分之一，當二刻度尺在任何情形配合時， $\Delta\Delta$ 上之分格線，必有一條與 $\square\square$ 上之某一分格線在一直線上，或極相接近，在此種情形之下 $\Delta\Delta$ 上之分格線讀數，即指示度數之第一位小數。例如當奇零尺上之第三分格線或第四分格線與水平圈上某一分格線相合時，其小數

即爲一度之0.3或0.4。次觀第四圖B，奇零尺之第六分格線與水平圈上之某一分格線相合，故知其小數爲0.6度。又第四圖C中，奇零尺上分格線皆不與水平圈上分格線相合，惟奇零尺上第七分格線與第八分格線，同在水平圈上二分格線之內，故知其小數大於0.7，但不到0.8，約爲0.75。小數第二位之決定，即視乎A上分格線與C上分格線，最相接近時之距離長短而估計之。在吾人氣球觀測中，只讀一位小數，故0.75即作爲0.8可也。第四圖方位角之記錄卽爲：

A..... 0.0° 或 360.0°

B..... 0.6° 或 360.6°

C..... 359.8°

垂直圈內所附奇零尺，與水平圈奇零尺之作用相同，無庸贅述。

經緯儀之配合其裝運

觀測站新到一隻經緯儀，其各部機件常拆散分裝，故必須經過裝配，方能應用。但最新德國製造之經緯儀，其儀器部份裝入一立方形木箱內，機件之各部已經配合，應用時張開三腳架，置經緯儀於三腳座架頭上，立即可用，故無須重新配合。然對於機件各部，用若干螺絲，工作者仍宜詳爲觀察，以備擦拭時，不至發生意外。工作者對於儀器之結構，如不甚明瞭，則不可任意拆開經緯儀，以免損害儀器，或造成儀器誤差。

美國製造之經緯儀，常將望遠鏡與其他機件分別裝於箱中適當部位，以利運輸，經緯儀運至一觀測所時，必須經過一番裝配手續，方能應用。裝配方法，先將三腳座架張開，使平整支架於地上；鬆下移動中心引伸軸之螺旋套，並使三

隻整準螺絲各居於三腳座架頭上之適當位置，然後將釘絆環絞緊，使移動中心保持穩固。另自箱內取出望遠鏡，置於輓架之上，先除去帽蓋C（第一圖），俟望遠鏡安定於輓架，再將帽蓋按上，此時必須注意者，各個螺絲帽不可任意易位，以免錯亂。若在輓架上及各帽蓋中標明記號，則可避免此弊。望遠鏡物鏡頭上，裝上日光罩，若不加上日光罩，儀器萬勿應用，因接物透鏡若受猛烈日光照射，其間之膠泥滲注一邊，能影響透鏡之清晰度也。儀器各部配合後，捧經緯儀置於三腳座架頭上，使垂鉤納入移動中心中間之孔筒，旋上螺旋套及彈簧條，使儀器穩固於座架之上。再經一次校訂與檢察之手續，即可應用矣。

經緯儀有時須自一地運送他地。事先將各部機件拆開，裝入特製木箱。拆卸手續與上述配合相反。其餘如底板釘絆螺絲，垂切螺絲宜鬆開，平準螺絲與遠鏡制子用一線連結。各部機件在箱中皆有一定位置，妥為安置，不稍錯亂，木箱及三腳架外另包厚皮套，以利輸送。

經緯儀之防護：經緯儀乃一昂貴而精細之儀器，必須小心防護，使能長久應用。對於下列幾點，尤宜特加注意也：（一）暨經緯儀於三腳架上時，勿忘將經緯儀垂直軸與座架移動中心引伸軸相套合。（二）三腳架支撐時，宜適合觀測者之身高，勿使三腳架過於擠緊或距離太開。（三）三腳架三腳之尖端，應牢固支著地面，地面若為疏鬆之泥土，或過於平滑，皆不相宜。故須有特製平台，專為支架經緯儀之用。平台如何建造，將於第三章述之。（四）風大之日，萬勿使經緯儀孤立場地，除非事前有適當之準備，使其堅固支撐於地面。（五）經緯儀支立室外，務使不受塵灰及其他障礙之侵擾，用過之後，即裝入箱中，藏之室內。必須獨立室外之時，應有布罩保護，並常拂拭其外表，使之潔淨。（六）接物與接目