

氣象觀測法寶大公開

氣象報告上充滿著各種資訊，像是溫度、濕度、風力、雨量，甚至還有衛星雲圖、雷達回波圖等等。這些好用方便的資訊，是怎麼來的呢？

每次有颱風來臨，電視上的氣象報告總會秀出「衛星雲圖」，讓我們清楚看見目前颱風的外觀、大小及位置。我們可以在氣象局的網站，或是用許多方便的氣象 app，即時知道溫度、濕度，甚至可以透過雷達回波圖，知道哪裡正在下雨。但是，你知道這些方便又實用的資訊，是怎麼來的嗎？地球偵探收集氣象資料的方法很多，會讓你大開眼界喔！

從地面觀測氣象

在許多氣象站都會有一個被柵欄圍住的草地範圍，稱為觀測坪，這就是氣象人員主要從事地面觀測之處，通常會在角落通風良好且不受附近建築或樹木遮蔽的地方，擺上一個大家常見的白色百葉箱，距地面約 1.25~2 公尺，裡面有溫濕度計及空盒氣壓計。百葉箱的開口在北半球要朝北，南半球要朝南，南北回歸線之間的地區則南北兩側都要有開口，根據季節使用不同方向的開口，目的是希望觀測員打開百葉箱做紀錄時，陽光不會影響到觀測數值。觀測坪的其他地方則分布著雨量計、蒸發皿、風速風向計等等測量儀器，這些儀器彼此之間要保持一定的距離，才不會互相影響觀測數值。

觀測坪通常會選在平坦開闊，排水良好的地方，四周的木柵欄或鐵絲網，是為了避免野生動物進去偷喝蒸發皿裡的水。觀測坪的地點不會在建築物或大樹邊，也是為了確保觀測數值誤差愈小愈好，這樣將來跟其他地點的資料綜合在一起時才能提供給大家完整又正確的資訊。

儘管隨著科技進步，許多測站已經加裝自動測報系統，各地主要的氣象站還是會保留傳統的觀測坪及百葉箱，因為這些資料可以用來比對自動測報系統是不是有正常運作。

氣象觀測還包括了許多只能依賴觀測員肉眼觀測的項目，例如雲量、雲狀、能見度等等。每個項目的觀測都有固定的流程及標準，步驟相當繁雜而且三個小時就要記錄一次，所以早期的氣象觀測員是相當忙碌的，進行完例行觀測後，還要忙著騰抄報表、校對資料、編輯電碼、在規定的時間內將紀錄傳回氣象局，有時還要維修氣象站的設備。

在空中觀測氣象

剛剛介紹的都是在地面做觀測，但是天氣變化不會只局限在地面附近，還有高空中的變化，這就真正讓科學家傷透腦筋了。就算爬上臺北 101 大樓也才大

本文出自《科學少年》2017 年 4 月號，僅供「新北市 106 年度科普閱讀創作競賽國小組」使用。版權所有，未經同意不得轉載。

《科學少年》官網：<http://ys.ylib.com/>

約 508 公尺高，能觀測到的範圍及高度相當有限。所以科學家們就想出各種奇招來把觀測儀器送上天去，像是把觀測儀器盡量縮小，減輕重量，再用大氣球把這些氣象儀器及無線電發射器帶上去。讓氣球慢慢上升，沿路測量各高度的氣壓、溫度和濕度，再搭配 GPS 記錄氣球的位置，就能算出各高度的風向及風速。以這種方式觀測可以涵蓋到大約離地面 30 公里左右的高度。

氣球上升時會逐漸膨脹，到達平流層約 30 公里的高度時會爆破，儀器就會掉下來，為了避免落下的速度太快造成危險，儀器上還有配戴降落傘，不過絕大多數的儀器都會降落在海上，無法回收。

這就是目前標準的高空觀測項目，全世界的氣象單位都會在格林威治標準時間半夜及中午 12 點時施放氣球，也就是臺灣的上午及下午 8 點，每天到了這兩個時間，板橋及花蓮測站都會施放一次探空氣球。這樣才能夠把大家的觀測資料集合在一起，所以氣象觀測是個需要國際合作的項目喔！

用雷達觀測氣象

但是這樣的觀測依然還不夠完整，因為天氣現象隨時都有可能發生，一天放二次氣球怎麼夠呢？所以科學家又想出了用雷達來觀測天氣的方法。

雷達觀測的原理是利用波的反射，氣象雷達會發出電磁脈波，脈波的意思是發射電磁波的方式是一個波一個波的依序發出去，像是脈搏一樣，電磁波碰到空氣中的物體會反射，雷達會同時接收這些反射回來的波（回波）。不同性質、大小的物體反射電磁波的特性都不同，例如一朵雲中的雨滴總共的體積愈大，回波強度就愈強，所以回波很強時，可能代表有很多顆小雨滴，也可能代表雨滴不多但是每一顆都很大。在體積一樣大的情況下，雨滴（液體）的回波強度也比小冰珠（固體）強。所以，科學家就可以利用回波強弱來分析物體的大小及性質，還可以利用發射與接收到回波之間的時間差距，來推估物體的距離。

雷達在觀測時，會先以很低的仰角，360 度水平旋轉掃射四周，掃完一圈後仰角提高一些些，再掃射一圈，就這樣一層一層的做觀測，整個觀測大約 7~10 分鐘就可以完成，相當有效率。地面氣象雷達站最遠可以觀測到 450 公里外，涵蓋的範圍很廣，但是臺灣因為地形崎嶇，還是有很多地區被山脈地形擋住，提高了觀測上的難度。雷達本身也有一些死角，像是仰角很低的地方，及雷達正上方的空間都無法觀測到。

目前氣象局有四座雷達站，軍方則有二座，已經把臺灣及附近島嶼都涵蓋了。如果你去氣象局的網頁上點選雷達回波的觀測，就可以看到即時的回波資料，大約每 10~15 分鐘就會更新一次，相當密集喔！近年來臺灣積極與周邊國家合作，像是日本的與那國島、菲律賓、中國等，將鄰近國家的雷達資料整合在一起，就可以提早知道遠方的天氣變化，警告民眾做準備了。

到外太空去觀測氣象

本文出自《科學少年》2017 年 4 月號，僅供「新北市 106 年度科普閱讀創作競賽國小組」使用。版權所有，未經同意不得轉載。

《科學少年》官網：<http://ys.ylib.com/>

既然講到遠方的天氣變化，那就一定要提一下，我們東方廣大的太平洋，這麼大一片，就算在每個海島上都設置雷達站，也沒辦法完整的覆蓋呀！該怎麼辦呢？如果能有一架飛機，載著雷達每天繞太平洋飛上幾圈，應該就可以收集到非常多資料吧？的確，這是個好辦法，科學家也常常用這招，不過更好的方法是，乾脆用火箭將觀測儀器載到外太空，從更高的地方做觀測，這就是氣象衛星了。

根據不同的觀測需求，我們現在有同步衛星及極軌衛星。同步衛星會位在固定的經緯度上跟著地球轉，負責定點觀測，由於高度非常高，約在離地面 3 萬 6000 公里處，只要用四顆衛星就能涵蓋全球的範圍。我們看到氣象局網頁上的衛星雲圖，就是用同步衛星拍攝的，利用不同波段的電磁波，就可以分析出雲的高度、厚度、水氣的多寡等資料。但是同步衛星分布在赤道區域，南北極不容易看清楚，所以還要有極軌衛星來補強兩極的觀測。極軌衛星飛比較低，大約 800 公里高度，往下觀測時會看得更清楚，繞行速度也比較快，還可以像小火車一樣排起來，進行合作觀測，是目前最夯的觀測方式了。

「午後列車」(The A train) 就是這樣的衛星小火車，由 7 顆極軌衛星組成，這些衛星沿著同一條軌道繞行地球。極軌衛星又稱太陽同步衛星，會在每個時區當地時間下午約 1:30 通過赤道附近，所以稱為午後列車 (A 代表 Afternoon 的意思)，從第一顆衛星通過到最後一顆衛星通過，之間只會差幾分鐘而已。衛星上會搭載許多遙測儀器，利用不同的電磁波波段做觀測，每顆衛星負責的觀測項目不同，除了傳統的溫度、濕度、風速、風向，還包含了空氣中的水氣含量、水或冰的含量、溫室氣體的濃度、氣懸膠的成分及質量、地表的反照率、沙塵暴、植被、冰帽、河流湖泊的分布等等。

高難度的挑戰

王之渙說：「欲窮千里目，更上一層樓。」想要看得遠就要爬得高，所以，科學家經過多年的努力，終於把氣象儀器送到夠高的太空中，能夠隨時觀測到全球的天氣變化。不過，說起來簡單，做起來可不容易。事實上，還有很多時候或區域很難觀測到，像是颱風這種劇烈的天氣現象，深厚的對流雲讓氣象衛星很難看清楚颱風內部，只能用飛機載著「投落送」把儀器丟進去觀測 (見 2015 年 8·9 月號〈炎炎夏日「颱」客到〉)。還有神出鬼沒的龍捲風，出現的時間很短，範圍也小，連地面雷達站都不一定能抓到它，通常只能由事後的災情去推測當時的情況。

有些觀測項目，則是氣象衛星目前仍無法代勞的，像是濕度的測量誤差還是很大，各高度層的風速、風向則受限於要靠雲的移動來計算，所以也不是每個高度或地理位置都有。

即使是做地面觀測，我們也常常感到力有未逮，因為氣象站分布的密度還是不夠高，尤其是在偏遠的山區，常常山的兩側天氣完全不同，可是氣象站卻只在某一側，就只能觀測到一部分的天氣。隨著科技的進步，氣象儀器愈來愈精密，

成本也降低了，許多人在自家的庭院或窗台設置小型的自動測站，還有一些人在研究怎麼用手機做氣象觀測。目前這些都不算正規的氣象觀測資料，但是說不定將來可以協助我們更即時、更精確的知道局部地區的天氣變化，讓我們一起期待吧！