

淺談認識氣象(上)

· 葉文欽 ·

引言

「國泰民安」和「風調雨順」，最常出現在臺灣廟宇的門牆上。這兩句話，也是政府官員和人民百姓，對國家安全、社會需求，最基本的願景和祈望。其中「風調」和「雨順」，就是有關「氣象變化」最具體的內容。

地球上的生物（包括人類、動物、植物等），深深受制於「陽光、空氣、水」這三樣物質的變化，顯現在人類的感受（目視、耳聞、膚感）上，就是氣象（大氣的現象），它的出現會對「大地和海洋」產生影響，人類的活動也受到它的制約，所以「認識氣象」，有助於瞭解我們所生活下的「地球環境」。

有關「天氣」的一些說明

「天氣」隨時出現在人們身邊，可以影響各行各業的行動或決策，這就會形成各種不同需求的「應用氣象學」。對某一時間某一地區，以各種氣象要素，所確定的大氣狀況，稱之為「天氣(Weather)」，這是實際觀測到的事實顯現，如果這（氣象要素）是對人類具有潛在「破壞和危險」的大氣狀況，就稱之為「災害性天氣(Severe weather)」，故監控和預報就成為氣象人員最主要任務。

有關「天氣」，在電視播報以「口語化」來直接敘述。在專業氣象是以各種電碼用數字（填天氣圖用）或明碼天氣符號方式（航空氣象用）來呈現。這樣氣象人員就可一天繪四次（00Z、06Z、12Z、18Z）地面天氣圖，兩次

（00Z、12Z）的高空天氣圖。這些基本天氣圖有以：區域（臺灣附近）、亞洲及西太平洋、北半球、全球為範圍以及探空分析圖；從天氣圖上分析，再配合「氣象衛星及氣象雷達」的實際觀測回波資料加以佐證，可明顯的分析出各種不同的「天氣系統」，瞭解其性質並推測這天氣系統移動的變化過程（目前均以電腦運算取代人工手繪及經驗），氣象人員就可以做出各種「天氣預報」來。平常一般提供給大眾百姓，以「天空狀況（雲量）、溫度、降雨機率」為主，颱風來襲時，會特別強調降雨量及最大風速（陣風），供有關單位決策或個人參考應用；對於特殊需求的任務，則應以用戶參與之全部過程，主動提供所需的預報和資料為考量。

大氣的組成變化與垂直結構

「陽光、空氣、水」加上地球二十三點五度的傾角，每天二十四小時地球自轉一圈，對太陽平均三百六十五天公轉一周，使「地球表面（含：陸地、海洋、空氣層）」受熱的變化產生差異，造成地球活動「千變萬化」的天氣和氣候現象。陽光來自恆星太陽的輻射，地球接收來自太陽的陽光，而此能量來源至目前為止被認為是「穩定常數」，故現在由聯合國所屬世界氣象組織及環境規劃署所組成的「政府間氣候變化專門委員會：IPCC」報告中所特別強調，「地球變暖」是「人類行為」所造成的說法，成為當前全人類所面臨的特大問題。

接近大地表層空氣的組成與變化（百分比）

固 定 成 分		變 動 成 分	
氣 體 名 稱	所佔百分比	氣 體 名 稱	所佔百分比
氮	78.084	水 汽	0~4
氧	20.946	二氧化碳	0.033
氫	0.934	臭 氧	20-30公里 高大於地面
氖	0.0018	二氧化硫	均極微量
氬	0.0005	二氧化氮	均極微量
氫	0.00006	一氧化碳	均極微量
氙	0.000009	微粒（烟、 塵、鹽）	均極微量
		氟氯碳化物	均極微量

「水(water)」是非常奇妙的物質，它可以有三相變化，以：「氣態（水汽）、液態（水）、固態（冰）」的方式，同時存在於地球的表面；其中「水汽變化」是天氣變化的要角之一，最具體是人的眼睛看的見，天空中「各種變化的雲（含雲量、雲狀、雲高）」，當天氣惡劣時，這又涉及到：「下雨、下雪、凍雨、下冰雹」。在臺灣有嚴重的降水，（就是發生雨量特大、雨時特長），最容易導致氣象的災變，它就是：「土（泥）石流、洪水災害」，這元兇就是佔變動氣體百分比在零至四的「水汽」，但必須有配合得宜的「天氣系統」才會因而發生。另只佔百分之零點零三三的另一變動氣體「二氧化碳」，則被認為是「地球暖化、氣候變遷」最大的罪魁禍首。

地球經過四十六億年的演化之後，生物大致在五億年前才出現，人類則相當的晚，現在已知最古老的「人類化石」約在四百萬年前，而被稱為四大文明古國的歷史才四千至六千年左右。氣象學雖很古老，但其理論發展大致與物理學之進展相伴，更大的進步來自近年「電腦及科技」的發展。地表的「陸地」佔三成、「海洋」佔七成，其上空是覆蓋圍繞整個「大氣層」，這垂直大氣層的厚（高）度與地球的直徑相比，其實是很薄的一層。經過人類用：探空氣球、氣象火箭及衛星遙感探測，以溫度為標準，隨高度之變化其結構由地表向上分為：「對流層(Troposphere)、平流層(Stratosphere)、中氣層(Mesosphere)、熱氣層(Thermosphere)」。大氣中的天氣現象主要發生在對流層內，這也是航空器活動的主要空間。對流層的厚度因時、因地而異，在赤道上空約十八公里、兩極地區上空約八公里，夏季較冬季為高。在對流層內有：「溫度向上遞減、風速向上增大、水汽含量豐富，有明顯的垂直運動」之特性。除以上常用的氣象分層，尚有「均質層、非均質層」；「氣壓層、外逸層」；「非電離層、電離層、磁層」；「臭氣層」等稱謂。

大氣環流（水平與垂直運動）

大氣的運動中，我們能感覺到的即所謂的「風」。風（風向、風速）的形成與地表受熱不同所形成之各種「天氣系統」的運動有關。由於地球一天二十四小時自轉一圈，白天、黑夜受熱不同，加上陸地、海洋吸熱反應不同，在沒有明顯天氣系統影響下，局部地區會有明顯的日夜變化，如：「山風、谷風、海風、陸風」，及白天有雲發展、夜晚雲散碧空、清晨有時有產生輻射霧，這就是所謂的「局部

環流」。

地球本身自轉軸（軌道面）對黃道面有二十三點五度的傾角，又繞太陽公轉一周要三百六十五天，是謂一年，形成「春、夏、秋、冬」一年四季的變化，這季節的變化，最明顯是大規模冬季東北季風（乾季；寒潮）、夏季西南季風（雨季；颱風及熱雷陣雨）的形成，這就是所謂的「季風環流」。

因為大氣運動其實很複雜，經過一段長時間、大範圍（全球）的平均之後，大氣流動中一些地區性、時間較短的變化均可被濾除掉，而凸顯出主要的特徵，這樣可以察覺出地球大規模的運動，一般以三環（胞）式大氣環流最具代表性。加上些想像的示意運動（要考慮地球自轉的偏向力）：赤道地區因受熱，空氣上升後在其上空向南、北上空兩極運行，走到在南、北緯三十度附近上空，空氣下沉形成副熱帶的高壓帶；以北半球為例，近地面的空氣一部分吹回赤道，形成信風（帶），一部分向北推進在北緯六十度附近，和極區南下的冷空氣相遇，形成極鋒系統，這就形成以南、北半球為主體的三環（胞）式「大氣環流」。其在南、北半球就形成相對應的氣壓帶、風場帶及雨帶，在環流帶上空之上升、下降的位置，就反應在南、北半球緯度上的降水分布。所以大氣環流必須由水平還有向上垂直的運動，才能構成完整的環流。以上是理想狀態，且主要發生在對流層內，實際上大氣環流又深受地球上大地陸塊、巨大山脈地形及廣大海洋面的影響。對北半球而言，每年三月二十一日太陽光直射到地球的赤道是謂春分；六月二十二日太陽光直射到地球的北半球北緯二十三點五度是謂夏至；九月二十二日太陽光又南移直射到地球的赤道是謂秋分；十二月二十一日太陽光再

往南，直射到地球的南半球南緯二十三點五度是謂冬至。季節變化是地球轉動（自轉同時進行公轉）逐日變化的累積。我國先民為農耕的需要，早就有「節氣」的概念，秦「呂氏春秋」就有立春等八個節氣，到今天還在使用的二十四「節氣」，早在漢時「淮南子」已有完全的記載。而我國先民的二十四的節氣概念，主要反應以黃河中下游地區為代表，實際是配合著大氣環流「年度的推移」而成的，以每年春節前發行量很大的「農民曆」，在臺灣二十四節氣雖不是很精準，但大家還是常使用。

大氣現象與天空的雲

所謂「大氣現象」就是氣象(Meteor)，本身是很複雜的，基本上分成四大類，包括：「水象(Lithometeors)、塵象(Hydrometeors)、光象(Photometeors)、電象(Electrometeors)」。

一、水象(Lithometeors)主要可見者有：雨（凍雨）、毛毛雨（凍毛毛雨）、雪、霰（軟雹）、雪粒、冰珠、雹、霧（冰霧）、霽、吹雪（低）及風雪（高）、浪花（水霧）、露（白露）、白霜、霧淞、雨淞（透明冰）、水龍捲。

二、塵象(Hydrometeors)主要可見者有：霾、塵霾、煙、吹塵或吹沙、風塵或風沙、塵暴或沙陣、塵旋或沙旋（塵捲）。

三、光象(Photometeors)主要可見者有：暈環、日華、月華、虹采、寶光、虹、畢旭甫光環、蜃氣、搖光、閃爍、綠光、微光色譜（日出或日落時天空及山峰所顯現的各種色譜）。

四、電象(Electrometeors)主要可見者有：雷暴（含閃電（對地、雲中、空中放電）和雷聲）、桅頭電光、極光。

而我們一般對「水象」的感受較深，它與

空氣中所含的水汽最有關。水汽在空氣所有的氣體中，有高達百分之零至四的變化量，是大氣中天氣變化的要角，溫度越高可容納的水汽越多，它還有特殊「三相變化」的特性：「氣體（水汽）經凝結（Condensation）變成液體（水）、液體（水）經凝固（Freezing）變成固體（冰）；固體（冰）經溶解（Melting）變成液體（水）、液體（水）經蒸發（Evaporation）變成氣體（水汽）。」而氣體和固體之間，可直接產生變化，均稱之為昇華（Sublimation）。冰變水及水汽是透過吸熱（Heat-requiring），而水汽、水變冰則是透過放熱（Heat-releasing）過程所完成的。

「水汽」能顯現出來的就是在天空中，人的眼睛所看到的「雲（Cloud）」。大氣中水汽主要來源是海洋（佔地球表面百分之七十一的面積），當空（大）氣中的水汽太多了，也就是過飽和，則多餘的水汽，就會凝結（固）成為極為微小的「小水滴或冰晶」，而集聚在一起就成為人眼中所見到的雲，產生在地面及登山所遇到的「霧」，其實就是「雲」，所以常有「身處雲霧中」的說法。雲和霧形成最基本條件是「空氣要達到飽和狀態」，它不但有水滴還有冰晶，能凝結（固）聚集成「雲體或霧體」，這導致飽和的物理過程，主要條件包括：「絕熱冷卻、輻射冷卻、混合冷卻、及水汽或水滴輸送進入某空氣層」而達到過飽和。

比較好的理解「雲」是由空氣上升膨脹冷卻，導致水汽飽和凝聚在一起而生成的。空氣上升有四種外在因素：「對流（Convection）、山脈地形（Topography）、低壓匯流（Low pressure convergence of air）、鋒面抬升（Lifting along weather front system）」的作用。有關「雲」，

國際間有一套標準的分類，是大氣觀測的要素之一，而且規定全世界的氣象測站，每三小時以英國倫敦格林威治（東、西經零度交界線）時間：〇〇、〇三、〇六、〇九、一二、一五、一八、二一Z時為準，要觀測一次並編成電碼向全世界廣播，運用於天氣預報及航空氣象上。（經度每隔十五度差一小時，臺灣位於東經一百二十度，〇〇Z是臺灣上午〇八L地方時。）

氣象觀測與大氣探測

氣象觀測（meteorological observation）指借助儀器和目視對氣象要素和氣象現象進行的測量和判定。隨著觀測技術的發展和觀測對象項目的擴充，近年來氣象觀測已逐步發展為大氣探測。

大氣探測（atmospheric sounding and observing）是借助各種儀器與裝備對大氣物理和化學特性，進行直接或間接的探測。

所謂「氣象要素（meteorological element）」是指一定地點（氣象站、機場）和特定時刻「天氣狀況」的大氣變量或現象的表徵。最常以數值表達或描述的項目有：氣壓（測站、海平面）、溫度、露點、相對濕度、風（風向和風速）、天氣現象如降水（雨量）、水平能見度、雲（雲量、雲狀、雲高）、日照等。除固定點外，移動中的飛機、船舶、實驗飛機車輛，也可觀測相關的氣象要素。

要瞭解當地的天氣（現在或未來預報），必須進行「大氣觀測」，也就是一般我們熟知的氣象觀測。傳統的大氣觀測分「地面觀測和高空觀測」。「地面觀測」主要是地面測站附近大氣（氣象）要素的觀測，項目如上述。基本的地面氣象觀測站，主要採用人工監控方式進行，並定時編成電碼供全國或全世界使用。

另有自動氣象（或雨量）站及海面上浮標站，也有重要的補充功能。

「高空觀測」則是由氣球攜帶的探空儀完成的，常規相隔十二小時每天兩次（〇〇Z、一二Z），測量探空氣象站上空的：溫度、濕度、氣壓，隨氣球的漂移並導出各高度層的風向風速。全世界的探空站約一千個，因花費不貲，能正常運作不足六百個。這又以陸地為主，廣大的海洋面就因建站困難而一片空白，偏偏探空資料對航空及從事「數值預報」的天氣預報部門特別重要，所以透過商用飛機、極軌氣象衛星上的垂直探測器、靜止同步氣象衛星對雲層移動推導出的某高度的風場資料，透過「資料同化」可加以使用；另外特別對飛航安全，利用都普勒氣象雷達、剖面儀等特殊的觀測儀器，也是很重要的大氣觀測方式。我國所發射的「福衛三號」六顆衛星的主要功能，就是探測全球上空以溫度為主的氣象參數。（未完待續）

參考資料

- 一、二〇〇六：「天氣的奧秘」，貓頭鷹出版社。
- 二、二〇〇一：「氣象：遨遊天空的彩筆之旅」，萬里書店出版（香港）。
- 三、一九九〇：「大氣現象與飛行」，空軍氣象聯隊編印。
- 四、二〇〇九：「大氣科學名詞」，科學出版社（大陸）。
- 五、二〇〇五：「電視氣象基礎」，氣象出版社（大陸）。
- 六、二〇〇〇：「現代氣象觀測」，北京大學出版社（大陸）。
- 七、二〇〇九：「氣象預報：怎麼做如何用」，清華大學出版社（大陸）。