

地球大氣層的最新發現

其林譯

The New Discoveries of the Earth's Atmosphere

平流層為地球的大氣層之一，其下為第一溫度最低區（對流層頂），其上為第一溫度最高區（平流層頂）。早期的觀念認為，平流層為一等溫而靜止的區域——為大氣層中特別不受人注意的部份。但是，由於部份火箭觀測，導致各種發現的不斷增多，現已形成一種完全不同的情況。平流層顯然是地球大氣層中最活動、最饒有興趣的區域之一。

由氣象火箭網所作的觀測顯示，充份發展的帶狀環流（Zonal Circulation），為近極地與中緯度平流層環流的最重要部份，其情形如圖一資料所示。二十年前，人們對之感覺興趣的對流層噴射氣流，較之經常以兩倍於對流層噴射氣流速度流動的冬季平流層噴射氣流，實已相形見拙。冬季時，上平流層為西來風，當其環繞以北極為中心的低氣壓區流動時（偶或無顯著之對稱），在三四天內即顯然完成北半球的全部環流路徑。據觀測，冬季平流層噴射氣流之變化情形，與其相當之對流層噴射氣流相同，這一點證明每隔數日即有顯著的變化，其詳細結構顯示其有不可忽視的較小規模的變化。

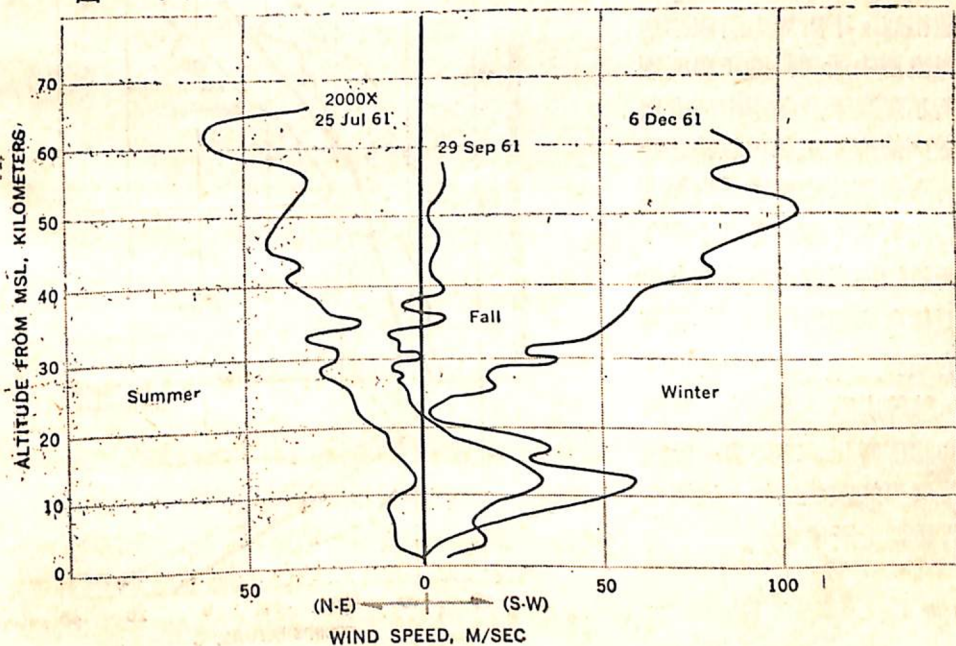
除赤道區域外，在所有其他地區，平流層中的風均顯示具有強烈的季風傾向，也就是風向隨季節而逆轉。圖中所示夏季剖面圖，係代表中緯度之夏季氣流體系。與冬季環流比較，夏季之情況比較平

靜。在整個夏季，經常見有比較穩定之東風，在大部份平流層中隨高度而漸增。中度之夏季東風，在秋季一變而為強烈之冬季西風，及至春季復變為東風。此種風向的逆變，持續期間為兩三週；據現有的少量實例資料顯示，風向逆轉有沿平流層向下發展的明顯趨勢。即春季東風通常於四月間最先出現於氣象火箭網觀測的最高高度處，以每天約二公里之速度向下發展。秋季時的風向逆轉，亦出現於最高高度處，時間通常是在九月間，然後再向下發展。

圖二所示即為此等環流變化的情形，圖中曲線為白沙飛彈場上空以五十公里高度為中心，十公里厚度大氣層中平均風分量隨時間之變化。在五十公里高度處，顯然有一每秒約十公尺之穩定北向氣流，惟偶而則有顯著的變化，特別是在冬季時。

帶狀環流資料最令人感覺興趣的一點，是圖中明顯可見有一自冬季至夏季的氣流逆轉。冬季環流的特徵，為十月之突現，於十一月間可能達於最大。西風風速達每秒五十至一百公尺，並且似乎受到具有逐漸變化的大規模影響所控制。其一般特徵的重要變化，至十二月間即已顯而易見；大規模的遠距離流動變成為常例的情形，而以強烈西風環流之趨於減弱為其一般性的傾向。據測得風速變化率

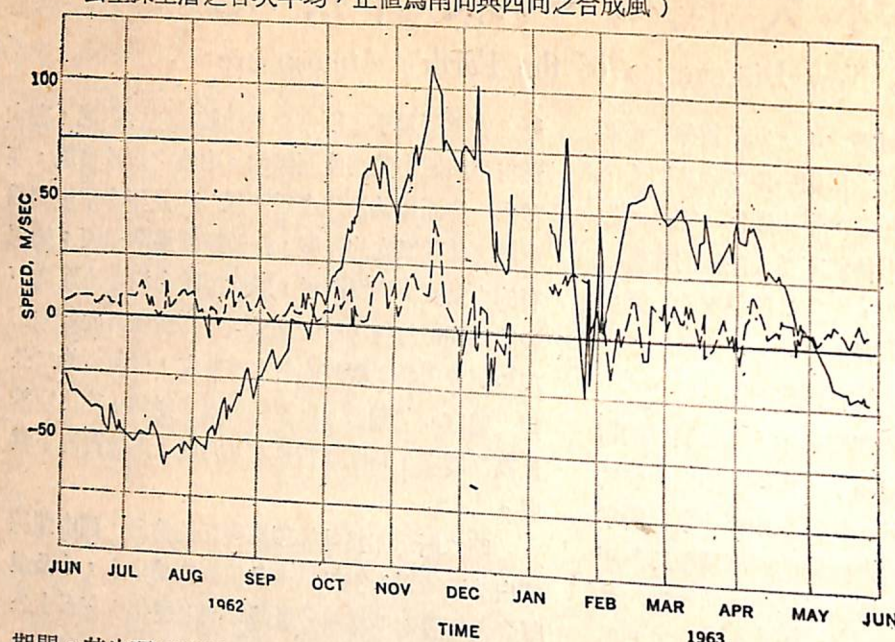
圖一 TYPICAL ZONAL WIND DISTRIBUTIONS (標準帶風速分圖配)



大於每秒二十公尺，偶爾並見有兩三天的逆轉現象，呈現出一種標準的中度夏季風的情況。在一月份的強烈變化期以後，即以比較微弱而平靜的環流為冬季的結束。此際的風速為每秒五十公尺，直至四月初春季氣流逆轉前，開始見有明確的減弱趨勢時而告中止。

在有記錄的期間，東西方向與西東方向氣流間的轉變與出現日期具有顯著一致的關係。在具有強烈冬季帶環流出現主要擾動適當記錄的三年

圖二 ZONAL AND MERIDIONAL FLOW 帶流與子午線流(白沙飛彈試驗場超過十公里探空層之各次平均,正值為南向與西向之合成風)



期間,其出現日期甚至具有驚人的規律性。

極地附近旋流對於平流層氣流的控制,伸展達於熱帶以外的兩半球其他所有區域。在熱帶地區,可見有一氣流的特殊區域,在平流層底層,顯示有一二六個月的週期。因此,氣流的方向約為每年逆轉一次。此等變化顯示向下發展至對流層頂,並自緯度三十度處向赤道延展,此等變化並可能在此處首先被觀測到。

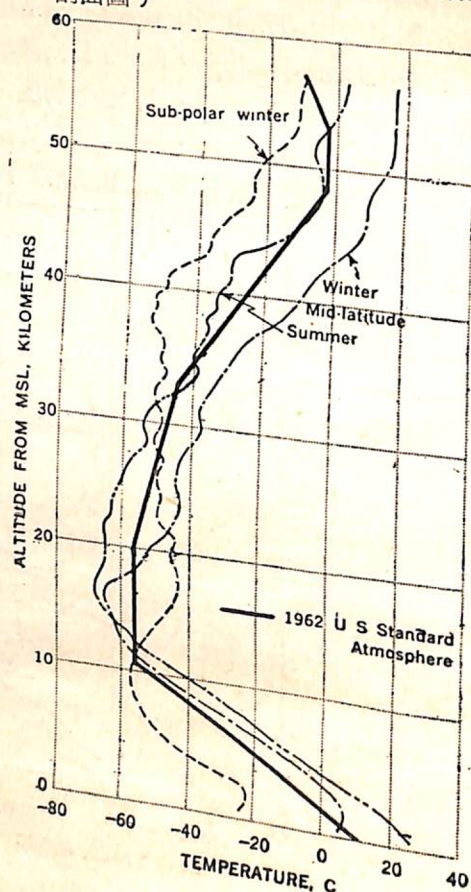
由於大氣中臭氧對太陽紫外光能的吸收,平流層為一溫度普遍隨高度而升高的區域。中緯度平流層頂的溫度與地球表面溫度,在觀測到的平均值以及變化範圍方面,均大致相似。平流層中所觀測到的負溫度遞減率,約為對流層中所測得的正溫度遞減率大小的一半。圖三所示為夏季及冬季中緯度與近極地溫度結構的標準觀測情形。正如可以猜想到的情形一樣,近極地的情形與其他地區者具有顯著的差異。近極地的溫暖對流層頂(攝氏負五十度)為氣象學上的一項為人所熟知的事實。寒冷的冬季上平流層與平流層頂,則為自國際地球物理年有關研究所獲得的饒有趣味的觀測之一。在極地的曙光區域,因紫外光能減少,熱輸出隨之而減少,結果乃導致平流層溫度結構的此種變化。不過有一點應該注意,子午平流熱傳遞可能顯著地使上述情形趨於複雜,但一般趨勢大致如上所述。

下熱層的內重力波

科學家們曾經以多種方法對七十公里至一百二十公里以及更高高度的風分佈情形加以觀測,其中包括火箭的化學尾跡、長時間可見的流星尾跡、得自流星尾跡的雷達反射以及遙傳儀器的火箭等。極端風速、風變(與風切)以及溫度隨緯度與季節的不規則變化,為此一區域的兩項最獨特的特色。觀測的結果發現,兩者可能互有關連。

此一區域內的風結構,最好以三種不同的分力加以敘述:(一)由於大規模氣壓梯度所產生的平均或盛行運動,類似於吾人在平流層高空天氣圖上所見者;(二)具有半日週期且波幅隨高度而增大的波狀運動;(三)波幅也隨高度而增大的內重力波。

圖三 TYPICAL TEMPERATURE PROFILES (白沙[中緯度]冬夏及次極區冬之平均標準剖面圖)



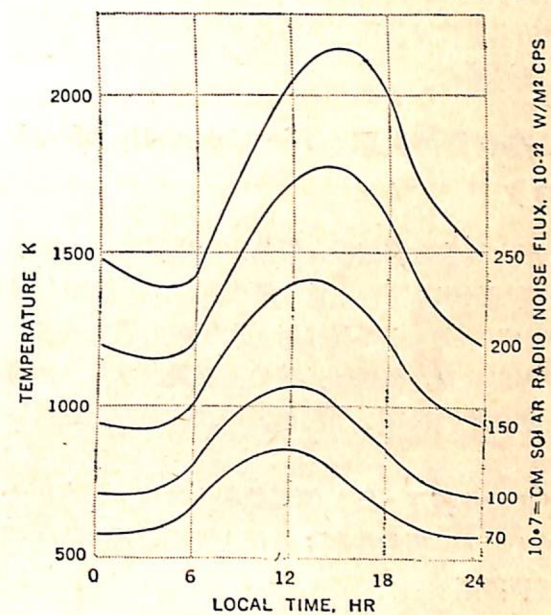
在無夜光雲時所收集的質點很少,其原因何在,現在尚無解釋。

外大氣層

由於繼續研究人造衛星阻力資料的結果,對於上大氣層的密度與溫度變化型態,科學家們已較前更為瞭解。溫度變化的一般型態示如圖四。在接近太陽黑子週期最大時,溫度變化係自日出前的最低絕對溫度約一千四百度至午後不久時的最高絕對溫度約二千二百度。接近太陽黑子週期最小時,預期溫度變化係自夜間的絕對溫度約六百度至正午左右的絕對溫度約八百五十度。

在氧游離現象顯著的區域,上層大氣的組成不容易測定。對於高度自一百公里至一百五十公里以及可能時對於更高高度的原子氧、分子氧與分子氮濃度的測定,特別為科學家們所需要。

圖四 DIURNAL TEMPERATURE CURVES (上大氣與外大氣層之溫度日變化曲線圖)



根據最近所完成的若干有效測量顯示,氧游離的程度,實較之一般所預期者為高。特別是一九六二年美國標準大氣所採用的分子量分佈,如與新資料比較,似乎是不切合實際的。

譯自: "Astronautics and Aerospace Engineering" November 1964 PP. 81-85

內重力波在一九六二年曾受到人們的特別注意,其原因部份由於大量鈉蒸氣尾跡的觀測,部份由於海恩氏(Hines)對於此等重力波的理論處理。在七十公里左右的高度以上,此等內重力波似乎始終存在;至一百一十或一百二十公里以上,即漸趨減強。其垂直波長為十公里或不到十公里,水平波長則延長達於數百公里。其週期自十分鐘至一小時不等。上述數字所指為其主要的形態,惟在一百一十公里高度以下的風記錄中,亦顯示有較小規模的內重力波存在。

重力波對於因騷動能量消散為熱所致的能量平衡、隔絕的E層結構以及D與E區正常電子密度的其他變化、以及維持騷動混合作用至高達一百零五或一百一十公里等方面,可能均具有重要的影響。

重力波對於上層大氣的熱量平衡可能具有若干影響,但它們無法完全解釋冬季極地六十至九十公里區域的季節性熱量過多。在該處必有另一有效熱量來源存在,有人認為,此種熱量來源可能為原子氧重新結合的化學加熱。此項程序需要由太陽紫外輻射在中緯度九十公里高度以上所產生的原子氧向極地與向下流動;由於壓力增加,原子氧即在該處重新結合。此種熱量的釋放,主要發生於接近八十公里高度處,並可能由於向下運動的增加加強。詳細情形目前雖然尚未明瞭,但冬季極地區域存在有此種高層大氣環流型態,似乎是相當確定的。

夜光雲

夏季時在高緯度,有時在日落前後觀測到八十公里高度附近的高空夜光雲。最近數年,科學家們曾攝得很多此等夜光雲的美麗照片,並曾對其有趣的波狀結構詳加研究。科學家們對於夜光雲特別感興趣,係由於其出現於極高的高度。對於構成此種雲的質點成分,科學家們存有不少疑問。曾經有人認為,此種夜光雲可能為水晶或來自流星的塵粒有關。

科學家們曾經在瑞典成功地完成對夜光雲的火箭測量,火箭取樣裝置上曾收集得很多質點。在收集片上,所有大質點四周均見有據推測係由一種揮發性物質所造成的暈輪。科學家們認為,取樣裝置所收集得的質點,係由直徑0.1至0.5微米的固體核所構成,其外所包之冰在收集面上形成暈輪。對於此等固體質點的分析,目前正在進行中。科學家們在有夜光雲與無夜光雲時均曾從事此種火箭飛行,