

高空西風帶環流演變綜合圖 及其功用*

楊鑑初

(中國科學院地球物理研究所)

目次

- (一) 前言
- (二) 高空西風帶環流演變綜合圖的製作方法
- (三) 高空西風帶環流演變綜合圖的意義及其功用
- (四) 高空西風帶環流演變綜合圖的統計結果
- (五) 結論

提 要

本文先略述蘇聯與我國過去對大氣環流的研究狀況，及其重要性。

過去研究環流偏差的問題，常以月平均高空圖及地面圖對準平均圖的偏差狀況來討論，如蘇聯坡戈香 (X. П. Погосян) 也是如此**。但月平均圖對該月的詳細環流演變過程不能表示出來。本文設計用一種環流綜合圖，以求表示長時期中(月或季)高空西風帶內環流演變的具體情況。採用七種符號，來表示逐日各經綫上環流系統的性質及氣流的運動。並把西風帶分爲南北兩部分來處理，北帶從北緯 50° 到 65° ，南帶從北緯 35° 到 50° 。這樣在一個月內逐日西風帶環流的演變，就可以在同一張圖上表示出來。

環流綜合圖表示的意義爲：第一，可以顯示長時期中西風帶內波動數量的多少及波動位置的分佈。第二，可以顯示長時期中高空波動的發展與持續。第三，可以表示各個高空波動推移的方向與速度。所以比較歷年逐月的環流綜合圖，就能詳細辨認環流演變的差異性與共同性。並對劃分自然天氣週期也有相當的參考價值。本文選取實際圖例，對綜合圖的各種意義與功用加以詳細說明。

應用連續 28 個月的亞洲高空西風帶環流綜合圖，本文作了一些統計工作，說明：①亞洲各經綫上高空低壓槽出現次數的分佈；②偏南氣流與偏北氣流在各

* 中國科學院地球物理研究所論著第 250 號。

** 見坡戈香大氣環流一書第四章。

月各區盛行的狀況；③亞洲西風帶各種環流形勢出現的頻數；④各種環流形勢的承續演變情況；⑤西風帶南北兩部環流形勢的比較；⑥最後並對部分地區高空系統持續狀況的一些特點加以指出。

結論敘述研究環流演變的目的及今後應努力解決的問題。

(一) 前 言

大氣環流是氣象學中的一個基本問題，無論從理論氣象學的觀點出發或者從氣候學與天氣學的觀點出發，大氣環流的研究都是很重要的。蘇聯的氣象學家對這個問題的研究有輝煌的成績。在理論方面，如科慶院士 (Н. Е. Кочин)^[1,2]應用流體力學方程式來研究大氣環流的問題，並建立了環流的模式。布里諾娃通訊院士 (Е. Н. Блинова)^[3]研究海陸對環流的影響，進一步從理論上來計算大氣中的年平均溫度分佈。在氣候與天氣方面，如裘比尤克教授 (А. Ф. Дюбюк)^[4]研究大氣環流與歐洲環流的分類，坡戈香教授 (Х. П. Погосян)^[5]研究大氣環流的季節變化。此外蘇聯氣象學家對極地環流的研究，對北半球環流型式的研究，對環流演變應用於中長期天氣預告的研究等等方面，皆有卓越的成就。由於對大氣環流有了多方面的研究成績，氣象學已經獲得了進一步的發展，對於改進天氣預告的目標提供了更加有利的條件。雖然如此，大氣環流這個基本問題並沒有得到根本的解決，尙有待於高空觀測資料的普遍增加，與更廣泛更深入的研究工作。

我國的氣象學者對大氣環流的問題向來是注意的，並已經有過一些研究成績^[6,7,8]。尤其新中國成立以來，經過優秀的研究工作者的努力，對大氣環流，特別是東亞環流，有了新的認識^[9,10,11,12,13]。

本文根據近三年逐日 (03Z) 亞歐 500 毫巴高空天氣圖，從統計的觀點出發，對亞洲高空西風帶環流的演變做了一些工作。其目的一方面想設計用一種簡單的環流綜合圖，來表示長時期內 (月或季) 高空西風帶環流逐日演變的具體情況，以求補救一般所用高空平均圖的不足；另一方面想根據環流綜合圖來瞭解亞洲高空西風帶環流的一些性質，主要着眼在高空波動的頻數、脊槽位置的分佈、西風帶北部與南部波動頻數及位相的差別、波動傳遞和發展的狀況、以及年與年之間各個季節之間環流的異同等等，並涉及在各種環流的情況中影響我國氣候和天氣的大致狀況。

(二) 高空西風帶環流演變綜合圖的製作方法

大家知道，在日常的高空等壓面圖上（700 或 500 毫巴）等高綫的分佈表示着大範圍內環流的實際形勢，如再結合當時對流層下部平均溫度場的分佈（以 1000—500 毫巴的等厚度綫表示），根據蘇聯先進的平流動力分析方法^[14,15]，便能決定未來 12—24 小時內環流形勢可能發生的改變。比較前後兩天的高空圖，即能識別環流形勢實際上發生的改變。而環流形勢的改變聯系着各個地區天氣的變化，所以是天氣工作者經常注意的對象。連續幾天環流形勢的改變，往往面目全非，原來為高空高壓系統所在的地區可轉變為高空低壓系統，或者反是。諸如此類的環流變化是很複雜的。蘇聯天氣工作者對環流演變的過程，更創用劃分自然天氣週期的方法，把各種不同的環流過程以其經歷時間的長短一一區別出來，再作詳細的分析，找出其中承續演變的規律，因此建立了中長期預告的天氣學基礎^[16,17]。蘇聯穆爾坦諾夫斯基（Мультиановский）學派劃分自然天氣週期採用氣壓動態綜合圖，成效卓著，這已為大家所熟知。

但當我們要觀察比一個自然週期更長的時期中，例如在一個月或者一個自然天氣季節中，某一地域環流的逐日變化以及在這整個時期中環流演變的基本特點，單靠平均圖顯然是不能滿足需要的，故有必要另外設計其他的圖示方法，以利進行比較各不同時期的研究工作。現在為了明瞭亞洲高空西風帶環流在較長時期中的演變，我們試用下列方法先做出環流綜合圖，把逐月逐日的環流實況放在同一張圖上表示出來。

環流綜合圖作圖方法如下：先選擇西風帶內一定的緯度間隔，然後沿着每 5 度的各條經綫，觀察 500 毫巴高空圖上各條經綫上逐日的風向，同時注意脊和槽在各條經綫的位置以及閉合高空系統的位置，分別用符號來表示它們。以縱坐標表示連續的日期，橫坐標表示該緯度間隔內各條經綫在高空系統的部位。把一個月內逐日的高空系統位置用各種符號填在同一張圖上，即可顯出高空系統及高空風向隨時間所起的各種變化，包括系統移動的大致方向與速度、系統的發展狀況以及環流形勢在該區間內所發生的改變等等。

為了要求簡便起見，我們把西風帶分為南北兩個緯度間隔，南帶從北緯 35° 起到 50° 為止，北帶從北緯 50° 起到 65° 為止，南北兩帶的寬度因此皆定在 15 個緯度的間隔之內。經驗證明，高空西風帶的環流其南部和北部並不是經常一致

的，不僅南部與北部的波動個數可以不同，脊槽的相對位置有時也大有出入。但應該指出，南北兩帶的分界不一定常在北緯 50°，它隨時間與地域而變動，我們選擇北緯 50° 作為分界只是為了作圖方便，便利比較而已。

為了不要把環流綜合圖弄得很複雜，我們用來表示高空環流系統位置的符號也力求減少，祇用下列七種符號：

- (1) / 表示在該經綫附近是處在槽綫的前面或脊綫的後面，風向大都偏南。
- (2) \ 表示在該經綫附近是處在脊綫的前面或槽綫的後面，風向大都偏北。
- (3) | 表示槽綫正在該經綫附近或者在大低槽之內。
- (4) ∴ 表示脊綫正在該經綫附近或者在大高脊之內。

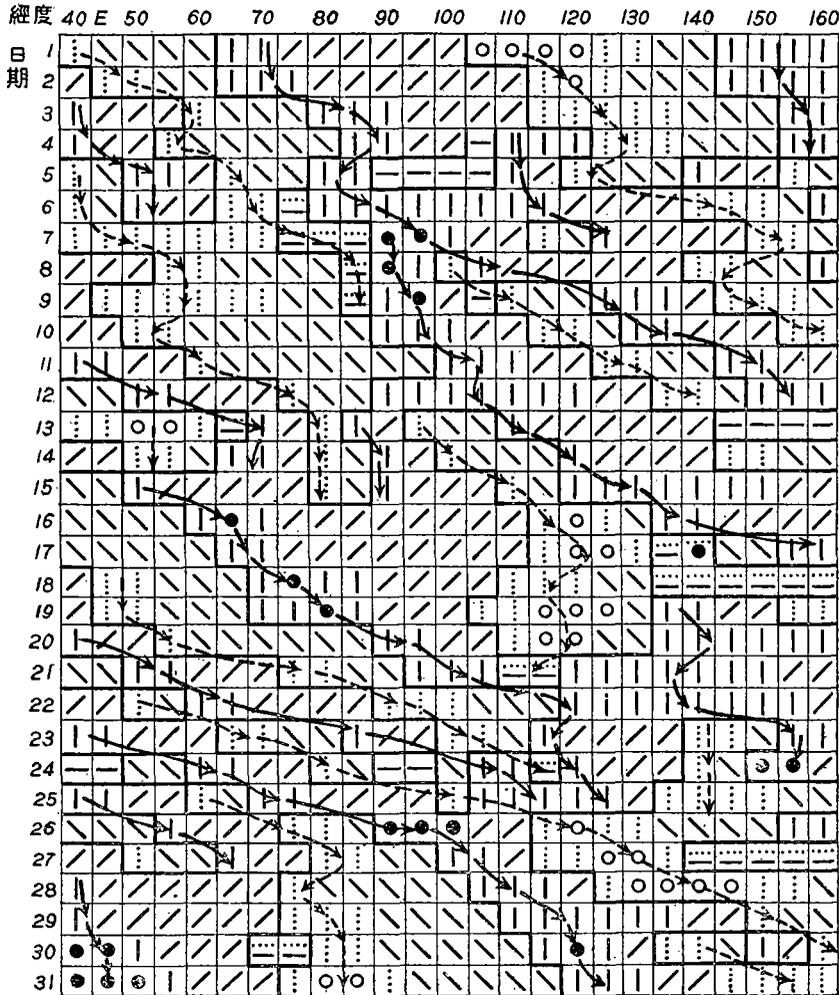


圖 1

- (5) ● 表示該經綫 $\frac{1}{2}$ 以上的部分在閉合高空低壓中。
- (6) ○ 表示該經綫 $\frac{1}{2}$ 以上的部分在閉合高空高壓中。
- (7) — 表示該經綫 $\frac{1}{2}$ 以上的部分為平直西風。

在作圖時，符號 (1)、(3)、(5) 可用紅色筆畫，符號 (2)、(4)、(6) 可用藍色筆畫，(7) 可用黑色筆畫。並用黑色筆在圖中把包含符號 (1)、(3)、(5) 的區域與包含 (2)、(4)、(6) 的區域及包含 (7) 的區域劃分出來，便能表示偏北氣流和偏南氣流以及偏西氣流隨時間而發生的變化。在必要的時候，即當某一經綫上在該緯度間隔中，南部與北部的環流仍有顯著差別的時候，則同時可用相當的兩個符號填在圖中。例如 — 表示北部有槽、南部有脊，— 表示北部有脊、南部

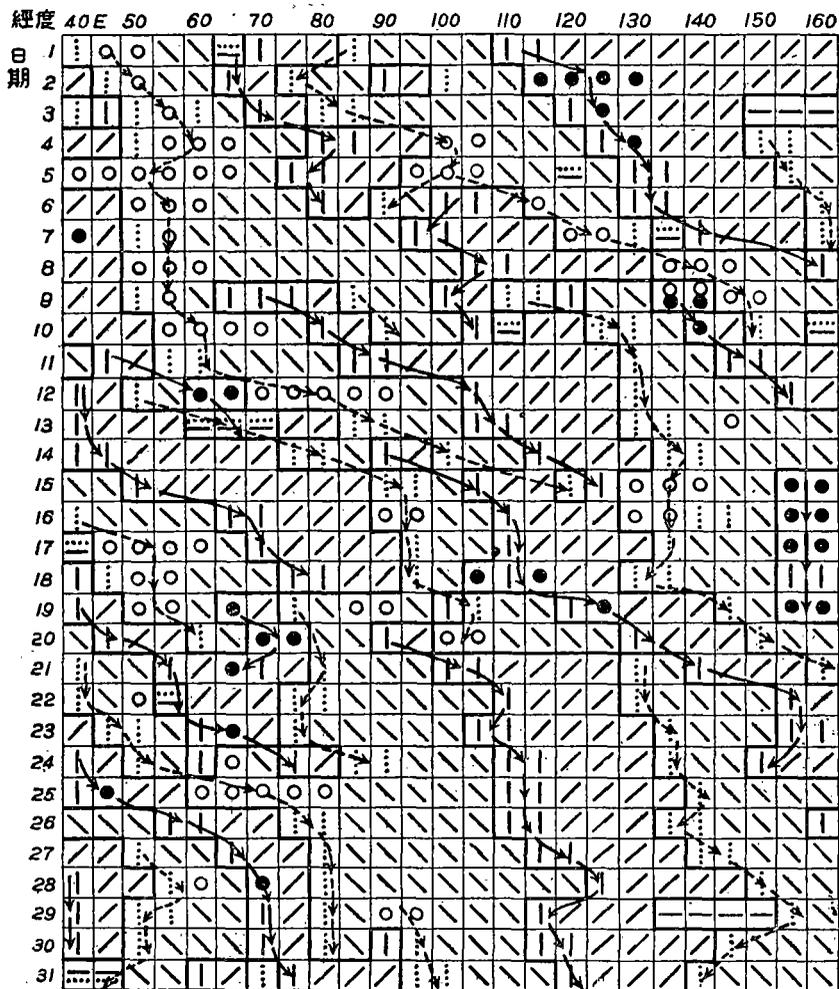


圖 2

有槽， \cdots 表示北部有脊、南部有閉合低壓中心等等。

製作亞洲高空西風帶環流綜合圖時分爲南北兩帶，其緯度間隔已如上述，經度範圍則自東經 40° 起至 160° 爲止。現在舉一個例子，圖1和圖2即爲某年8月份亞洲高空西風帶南北兩帶的環流綜合圖。圖中在逐日之間所畫的箭頭，表示同一個脊或槽在每兩天之間沿緯圈方向的位置變動。虛綫箭頭代表高壓脊的移動，實綫箭頭代表低壓槽的移動。在作圖時前者可用藍色，後者可用紅色。圖中箭頭方向自上向下（自北向南）時，表示那個脊或槽在這兩天之間大致停留在原來的位罝。箭頭自上向下而偏右（自西北向東南）時，表示那個脊或槽向東移動；自上向下而偏左（自東北向西南）時，表示向西移動。每兩天之間箭頭跨越經綫間隔的多少，則表示那個脊或槽在東西方向移動速度的大小。

（三）高空西風帶環流演變綜合圖的意義及其功用

上文說到環流綜合圖的製作方法，現在再來討論環流綜合圖表示的意義和它的功用。我們認爲，環流綜合圖能够表示這樣幾點意義：

第一，它可以顯示長時期中（月或季）西風帶內波動數量的多少以及波動位置的分佈狀況。第二，它可以顯示長時期中高空波動的發展與持續的狀況。第三，它可以表示在長時期中各個高空波動推移的方向與速度。因此應用環流綜合圖就可以辨認各個時期環流演變的一般情況，並可用它來比較各個時期中環流演變的共同性與差異性。尤其在以月或季爲單位的較長時期中，環流的具體演變過程在環流綜合圖上可以扼要地表示出來。所以當比較某一月份或某一季節的年間變化時，環流綜合圖顯然比高空平均圖反映更多的實際演變狀況。此外，環流綜合圖對劃分自然天氣週期，也有相當的參考價值。

關於環流綜合圖的意義及功用，分別舉例說明如下：

1. 波動次數與波動的位置

即從圖1來看，它一方面表示着在這8月份內，在 $50-65^{\circ}\text{N}$ 與 $40-160^{\circ}\text{E}$ 這個區間中各條經綫上所經過的波動次數；另一方面並顯出在這個月內各個時間中，每個主要高空脊和槽的位置分佈。例如，看圖1中在東經 120° 處的情況，本月內共計有10個波動經過這裏，就是說有5次高壓脊和5次低壓槽經過這裏。在8月1—5日東經 120° 附近爲一高壓系統所在的地方，這個高壓1—4日漸向東移，4—5日曾一度西退。8月6日此處經過一槽，7日當地出現一個範圍不大的

脊，8日又過一槽，9—10日又過一脊，在11—15日為西方來的一個低槽所控制，此槽經過以後16—20日又被高壓所盤據，21—25日再被低槽所盤據。可見在11—25日這半個月內東經 120° 附近槽脊交替，各佔5天之久。26—27日又過一脊，此脊東移速度較快，28—31日又被西方來的低槽所佔據。其餘各條經綫上波動經過與環流變化的情況，皆在圖1中明白表示出來，無需詳細敘述。

至於該月內主要脊和槽的位置分佈，看圖1也是很清楚的。在8月上旬主要有三個高空系統：(1)8月初在烏拉山以東(60°E 以東)出現一個大槽，所佔經度範圍很廣，此槽逐漸東移直到17日方才移到 160°E 。(2)8月初在東歐(40°E)出現的一個脊，3日移到烏拉山，以後即在該處停留一星期以上，11日以後方才東移。(3)8月初在 110°E 附近出現的脊逐漸向東移動，到8月10日方才移到 160°E ，就是說在10天之內這個脊祇移動了50個經度，在4—5日與7—8日之間此脊並有西退的現象。8月份內其他主要脊和槽的位置，圖中皆已明顯表示出來。

2. 波動的發展與持續

波動的發展及其持續狀況，要求全面的理解，必須分析逐日高空天氣圖上的變化，而在環流綜合圖上只能表示它在這個區間中的發展和持續的大致狀況。根據環流綜合圖中下述幾種特徵，可以來判斷高空波動發展和持續的性質。

(1)當脊或槽所佔的經度範圍隨時間而擴大時，亦即偏北風與偏南風的區域擴大，表示該高空波動的波長隨時間而增加；它的振幅是否增加可以配合南北兩帶的環流綜合圖來加以了解。例如圖1中8月26—31日在 70° — 90°E 之間的高壓，經度範圍逐日向東擴大，到31日並出現閉合高壓，位於 80° — 85°E 的地方。同時在圖2中的相當部分也被比較穩定的脊所佔據。因此可以判斷這個高壓系統在8月26—31日的時期中是從南方向北發展的。(至於發展中強度的變化，在綜合圖上若每天註明脊槽的強度也可以表示出來的，但為了使綜合圖簡明起見，必要時可把脊槽的強度另外作一張同等範圍的輔助圖)。反過來，當脊或槽所佔的經度範圍隨時間而縮小時，亦即偏北風與偏南風的區域縮小，表示該高空波動的波長是隨時間而減小，或者逐漸移出我們所討論的區間。例如在圖1和圖2中8月15—20日烏拉山附近(60° — 100°E)的槽，在其東移過程中波長即在逐漸減小。

(2)主要波動波長的增減也可從逐日之間所畫的方向箭頭觀其相互間的距離來判斷。兩個相鄰的脊和槽其移動方向的箭頭隨時間而隔離愈遠時，顯然表示波

長增加；反之，隨時間而逐漸接近時，即表示波長減小。例如上述圖 1 中 25—31 日烏拉山以東的脊綫移動箭頭，與在其東方隣接的槽綫移動箭頭之間的距離是逐日遠離的，同時與在其西方隣接的槽綫移動箭頭之間的距離逐日變化很小，因此就說明這個波動的波長是在增加。又如在圖 2 中，12—15 日在 105—125°E 之間向東移動的槽綫箭頭，與在其東西兩方隣接的脊綫箭頭之間的距離逐日減小，即表示這個槽在本區間中 (35—50°N) 範圍縮小。

(3) 在環流綜合圖上各個波動在各別地區持續的狀況也是很明白的，這在劃分出來的偏南氣流與偏北氣流的區域分佈上，以及代表脊和槽移動的箭頭上可以清楚地辨認出來。我們再看圖 3，這是某年 2 月份亞洲高空西風帶北帶的環流綜

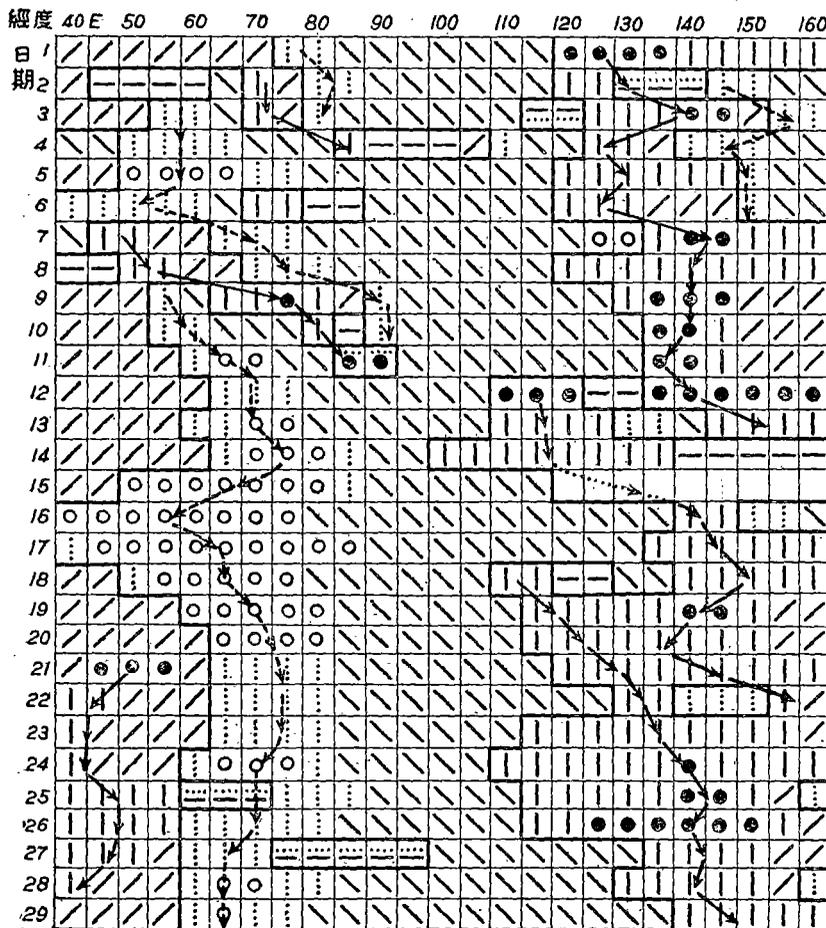


圖 3

合圖。注意這張綜合圖的特點，可見在 $60-120^{\circ}\text{E}$ 之間全月盛行着偏北氣流，而在這個區域的東方與西方則盛行着偏南氣流。尤其值得注意的，在 2 月 9 日烏拉山附近出現的一個高壓脊，在那裏停留發展一直持續到這個月的月底，以在 15—20 日之間發展最為強盛，直到下月（3 月）5 日以後方才消退（3 月份圖未刊出）。此外如圖 3 中月初在烏拉山出現的另一個高壓脊，在那裏只停留 3、4 天之久，6 日以後即迅速東移，11 日過東經 90° 以後繼續東去而消弱。由此可見，在環流綜合圖上各個波動在各別地區持續與運動的狀況是很容易看出來的。

(4) 注意環流綜合圖上逐日之間各別地區是否有新的波動出現，或者是否原來的波動在消失，也可以幫助認識該區間中環流形勢的變化與發展。例如拿圖 3 中開始幾天的情況來說，在 2 月 1 日烏拉山以東有一個明顯的脊，在這個脊的東邊有一個大槽，槽內並出現閉合低壓，對這個區間來說（ $60-160^{\circ}\text{E}$ ）我們通常就稱它為一脊一槽的形勢。下一天即 2 月 2 日，原來的兩個系統東移了，同時在烏拉山以東另出現一槽，另外又在鄂霍次克海（即圖中東邊 160°E 附近）出現一脊，因此在這個區間中環流形勢顯然發生了變化，成為二槽二脊的形勢（關於環流形勢的定名下文另有說明），這就表示昨天的波動其波長已經減小了。2 月 3 日烏拉山又出現一脊，而 2 日的四個系統仍維持在本區間中，因此又成為三脊二槽的形勢。2 月 4 日烏拉山的脊發展起來，但仍維持三脊二槽的形勢。到了 2 月 5 日，烏拉山的脊繼續發展範圍大為擴大，脊的東部小波動消失成為一個大槽，所以又轉變為二脊一槽的形勢。由此可見，環流綜合圖不僅可以表示長時期中波動位置與波動發展的一般情況，而且還可以表示這個時期中逐日之間環流形勢的改變與有關各個波動消長方面的詳細情況。

3. 波動推移的方向與速度

環流綜合圖上表示各個波動推移方向與速度的箭頭，在作圖時參考逐日高空等壓面圖上脊綫與槽綫的位置來決定。因此每條脊綫或槽綫隨時間而發生的在東西方向上的位置變動，看箭頭指示的方向即能辨別，這點上文已經提到。脊綫與槽綫逐日在空間中位置變動的距離，即波動推移的速度，則在箭頭的長短上表示出來。所以一個高空系統在長時期中各階段的推移速度，及其在西風帶內前進與後退的過程，我們祇要看環流綜合圖上聯系着這個系統的一連串箭頭的向量變化就可以明白。

現在舉例說明之。仍看圖 3，2 月初在烏拉山附近發展的高壓系統到 2 月 6 日

以後即迅速東移，6—7日24小時內東移約20個經度，到了11日以後方失去它在本區間中的重要性。這在表示該脊綫逐日移動的箭頭上指示得很清楚。另外自2月9日起直到2月底，在烏拉山附近駐留的高壓系統觀其一連串箭頭的走向，便可分為四個階段：第一個階段，即9—14日，這個高壓系統逐漸東移，速度甚慢；第二個階段，14—16日，高壓比以前一階段稍大的速度向西退（此時高壓大為發展，閉合中心所佔範圍頗廣）；第三個階段，16—23日，又慢慢東移以至於停滯不前；到第四個階段，23—29日，又向西慢慢退去以至於停滯。因此在這整個時期中，高壓有二次向東前進，又有二次向西後退，而其中心位置（或脊綫所在）變動的範圍祇在20個經度以內（55—75°E），這些特點祇要看箭頭的方向及逐日箭頭長度的變化便很明白。如果我們祇看這個月的平均高空圖，在烏拉山附近固然也有一個高壓出現，但除此以外月平均高空圖上即不能再說明任何其他細節方面的變化。而在環流綜合圖上則詳細表示着各個波動推移的情況。至於西風帶內各個季節中，那些地區是脊或槽經常停留發展的，那些地區是脊或槽推移較快的，都可以根據環流綜合圖來計算。而且在多年高空平均圖上（月或季），平均脊出現的地方那裏究竟有多少次槽通過呢？槽經過平均脊的地方時是否有發展的機會呢？其移動速度發生什麼變化呢？同樣，在平均槽出現的地方究竟有多少次脊通過，脊經過時發生何種變化，速度有何改變？這些問題，皆可以從環流綜合圖上獲得相當解決。因此環流綜合圖可以補救平均高空圖的不足。但在比較年際變化時，平均高空圖仍有便利之處，不可完全抹煞平均圖的作用。

4. 環流形勢與週期劃分

根據以上所述各點，環流綜合圖既能表示西風帶內波動變化的各種狀況，故要了解長時期中各個階段環流形勢在該區間中的連續演變，就可以直接從環流綜合圖獲得認識，在劃分該區域自然天氣週期^[16,17]的時候也可用環流綜合圖來作參考。當然，劃分自然天氣週期的時候必須考慮整個自然天氣區域內組成高空變形場各個成員的變化，不能單靠西風帶環流綜合圖來解決問題。但由於後者能夠表示長時期中西風帶內主要高空系統的位置及其變化，所以在劃分週期時它具有參考的價值。要劃分亞洲天氣區域內的自然週期，天氣工作者皆有一種深刻印象，就是烏拉山附近的高空系統是一個佔着重要地位的基本因子。甚至夏秋之間我國東南洋面上颱風的轉向問題，敏慧的研究工作者亦發現它與烏拉山的氣壓系統有着相當程度的聯系^[18]。所以我們注意環流綜合圖上烏拉山附近高空系統的狀況，

以及在其東部各高空系統的狀況，對自然週期的劃分是有幫助的。

舉個例子來說，仍看圖 1 和圖 2，在圖 1 中 8 月 3—10 日烏拉山附近為一脊區，此脊東面有一主要的低壓系統，向東運動極慢，在低壓的東面另有範圍較小的系統，其東移速度則較快，而在圖中極東部主要也是一個脊區。11 日起烏拉山的脊東移，東部各系統的速度也都加大，11—18 日烏拉山地區轉為低槽盤踞的區域，上一時期在此的脊已經東移且縮小範圍，因此在東部增加了較小的波動。19—25 日的時期中烏拉山區經過了 5 個高空系統，東移速度皆大，故沒有一個系統能在該區駐留而發展，同時圖中東部則出現相當穩定的槽區。26 日以後形勢顯然發生改變，在 80°E 附近有一個脊停留發展起來，而在其東面的系統則繼續向東移去。圖 2 中與上述各時期相當的階段內也有相應的變化。例如在 3—10 日烏拉山以南地區為一準靜止高壓系統所據，11—18 日西部的系統一個個東移而速度逐漸減慢，在 135°E 附近（即日本海及其北部）則出現一個準靜止高壓系統；19—25 日東部的脊開始東移，21 日即已移出本區間，另在 80°E 附近出現一個準靜止高壓系統，26 日這個系統與西來的脊合併，駐留在 80°E 附近，其餘各系統的移動速度一般都比北帶同時期內相當系統的速度為小。上述四個時期的分界，在環流綜合圖上皆顯出一定的徵象，在劃分自然天氣週期時，顯然具有參考的價值。

至於逐日環流形勢及環流形勢的承續演變，也可在環流綜合圖上大致地區別出來。當然，要全面地確定某一自然天氣區域的環流形勢，必須詳細分析高空變形場各個成員的相對位置與高空系統發展時經向度^[16]的增減，以及大範圍內氣流方向與速度改變等等條件，此外還要結合高空溫壓場的關係來考慮，方能掌握環流形勢改變中各個細節方面的問題。

現在按照近年來我國天氣工作者所習用的術語，以亞洲高空西風帶波動的數目及其分佈位置來稱呼亞洲的環流形勢，即所謂“一脊一槽”、“二槽一脊”、“平直西風”等等^[13]。應該指出，單看波動數目及其位置來定環流形勢的名稱並不是很恰當的，因為沒有把高空波動的經向度當作重點考慮進去。例如當在“一脊一槽”形勢，由於脊和槽的形狀、強弱、範圍、南北方向與東西方向伸展的程度可有種種差別，因此一脊一槽形勢中可能包含好幾種不相同的天氣過程。圖 4 表示一脊一槽至少有三種不同情況，在這三種情況中天氣過程的發展方向顯然是互不相同的。但一般而論，在同一自然天氣區域中波動數目及其位置可以說明地面氣壓場的分佈以及高空波動波長的長短，間接也可以粗略地表示經向度的限度，因為波

數很多時，其振幅一般不至於過大，亦即經向度不致過大；反之波數少時經向度也不至於小於某一限度。因此根據波動數目及其位置命名環流形勢，仍可代表一定程度的天氣意義。

在環流綜合圖上逐日高空波動的數目和位置既然已經表示出來，所以逐日環流形勢便可根據環流綜合圖來定名，環流形勢的承續與改變也可從圖中認識。亞洲的環流形勢我們從烏拉山(60°E)地區起算到160°E爲止，觀其逐日存在的脊槽數目來定名。定名時把在烏拉山的系統先說，這樣可以從名稱上表示脊槽位置的大致分佈。例如：一脊一槽便指烏拉山及其以東爲脊區，脊的東方直到160°E皆爲槽區；相反，一槽一脊便指烏拉山

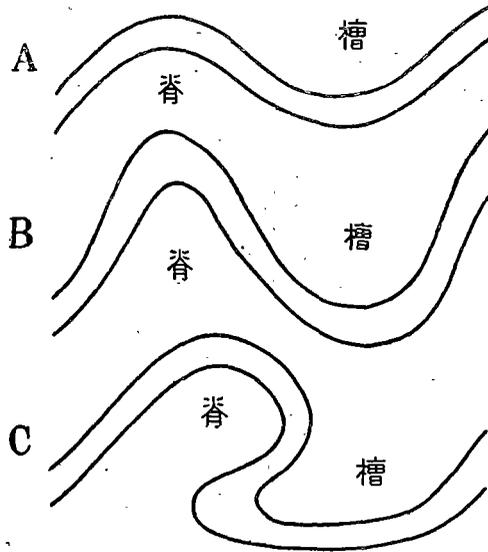


圖 4

及其以東爲槽區，槽的東方直到160°E爲脊區。再如二槽二脊，便知烏拉山以東有一槽，160°E附近有一脊，二脊二槽則與此相反。二槽一脊便指東西兩頭爲槽中間有一脊，二脊一槽便指兩頭爲脊中間有槽。其餘仿此。因此在這樣的命名規定之下，就不會有一槽二脊，一脊二槽，二槽三脊，二脊三槽等名稱出現。

根據兩年逐日500毫巴高空圖所作亞洲西風帶環流綜合圖來看，在50—65°N、60—160°E的區間中，很少同時出現6個以上的波動。所以按照脊槽數目及其位置定名的環流形勢，共計祇有10種。事實上該區間中同時出現5個或6個波動的日期也是少有的，故主要的環流形勢（即出現頻率大的環流形勢）實際上祇有四種：即二脊二槽、一脊一槽、二槽一脊和二脊一槽。關於環流形勢在各月出現狀況，下文另有說明。

5. 環流的季節變化與年際變化

各月各季高空西風帶的環流特點，包括環流形勢的改變，既然皆在環流綜合圖上表示出來，因此某一月份或某一季節與其他月份或其他季節的環流特點，有那些相似那些相異，只要比較彼此的環流綜合圖即可明白。把多年逐月的環流綜合圖都製作出來，加以比較分析，即可確定高空西風帶環流的季節變化與年際變

化；然後再聯系到各地區的天氣與氣候方面去，這樣在長期預告工作上可起一定的改進作用。我們製作環流綜合圖的最後目的即在於此。

現在舉一個例子，說明環流的季節變化與年際變化。試比較圖 1 和圖 3，這是同一區間內同年 8 月與 2 月的環流綜合圖，在這兩張圖上無論在偏南氣流和偏北氣流的區域分佈方面、波動發展的性質方面以及環流形勢的演變方面，皆有顯著差別。再比較圖 3 和圖 5，這是同一區間前後兩年 2 月份的環流綜合圖。這兩個月的環流情況顯然有很大的差別。例如在圖 3 中烏拉山以東經常為高壓系統所佔，在圖 5 中該地則變為低壓系統發展所在。又如圖 3 中 110°E 以東主要皆為低壓區，而在圖 5 中該區則常為一脊一槽所駐。即此兩點便足以說明這兩個 2 月份的環流情況大不相同了。此外如波動次數、波動移動方向及速度、波動發展趨勢

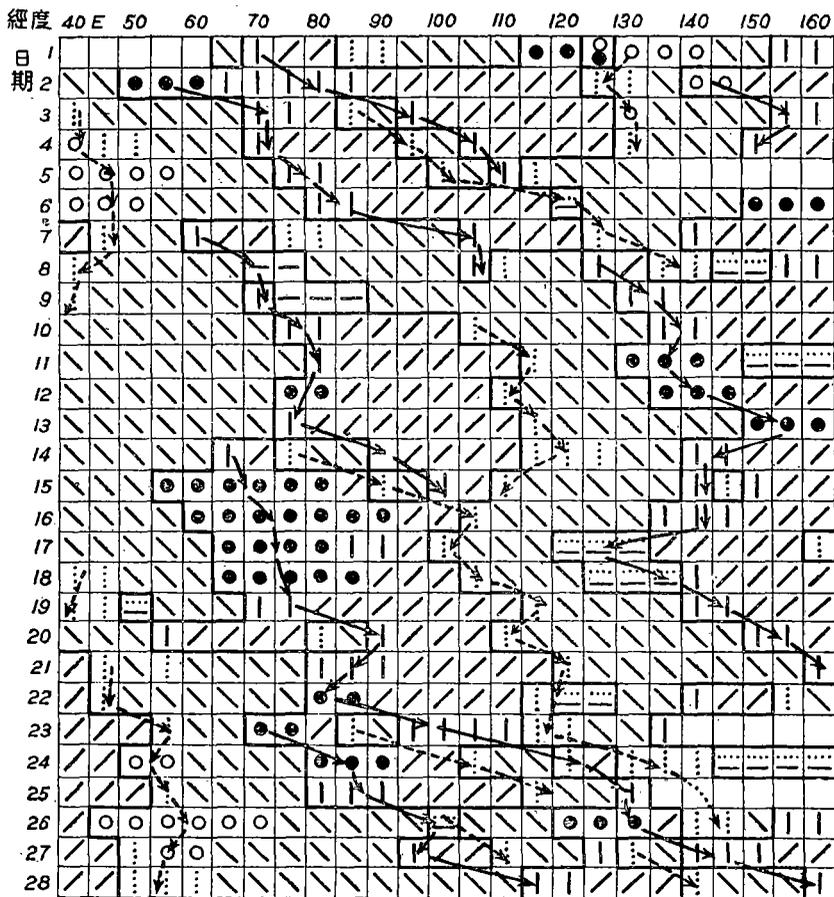


圖 5

以及環流形勢的改變等等方面，兩圖中皆有顯著差異。至於該兩月中在西風帶南帶內的環流性質也發生相應的差異，不再細述。由於這兩個2月份環流特點的不同，反應在我國天氣變化上以及在月平均氣壓、溫度、降水量的分佈上也大有不同。例如與圖3相當的2月份中，因為西風帶一脊一槽形勢佔優勢，我國經常處在高空槽綫的後部，故偏北風盛行，溫度較低。且在我國 35°N 以北地區月平均溫度一致比準平均為低。如山東半島和遼東半島溫度負偏差達到 $5-6^{\circ}\text{C}$ ，是一個很冷的2月。在月平均地面氣壓圖上（未印出）貝加爾湖以西的大陸高壓強度很大，高壓軸的方向為西北→東南，與高空的環流形勢是很一致的。與圖5相當的2月份，環流性質既然不同，在我國全月溫度分佈上就不如前者那樣冷，我國西北地區雖出現溫度負偏差但在東北的東部則出現正偏差。在月平均氣壓圖上的大陸高壓位置比前者偏南強度較弱，高壓的軸向則為西南→東北，顯然與前者大有出入。關於這兩個月降水量的分佈自然也就不會相同了，前者在長江以南一致多雨，後者在長江以北廣大地區降水量較多，長江以南反而缺雨。

各月環流的特點與我國天氣及氣候的關係，今後需要深入研究。

（四）高空西風帶環流演變綜合圖的統計結果*

上文我們談到環流綜合圖的製作方法，它的意義和功用，現在根據兩年餘共28個月的環流綜合圖做了一些統計工作，從氣候的觀點來理解亞洲高空西風帶環流的一些性質。

1. 低槽次數的分佈

西風帶北帶中每五度經綫上所經過的波動次數，可以從環流綜合圖上統計得出結果，根據這些結果即可明瞭歷年逐月在那些地方是波動經過多的，或是容易產生波動的地方；那些地方是波動經過少的，或是波動容易消弱以及常駐少動的地方。看表1，這是兩年中逐月北帶各經綫上經過低槽的次數，由此可見各條經綫上低槽次數的變動是相當大的。即以全年次數來說，第1年在 70°E 與 90°E 經過的低槽及在 $115-125^{\circ}\text{E}$ 經過的低槽，其比數約為2:3，即後者要比前者多出三分之一。因此可以推想，在這一年中 120°E 附近的低槽除了西方移過來的以及少數北方或南方伸入的以外，有一部分是在該處產生出來的，即一般所謂貝加爾湖低槽。這類低槽形成後大都向東南方向發展，進入我國東北地區，在我國北部

* 本節各項統計主要以西風帶北帶為根據，南帶從略。

表 1. 亞洲高空西風帶北帶 (50—65°N, 40—160°E) 低槽次數分佈表

經度	1月		2月		3月		4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月		冬半年 (10-3月)		夏半年 (4-9月)		全年	
	第一	第二	第一	第二	第一	第二	第一	第二	第一	第二	第一	第二	第一	第二																
	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年
40°E	4	5	4	2	3	4	3	5	4	5	4	6	6	7	6	6	7	3	4	3	3	2	7	4	29	20	27	32	52	52
45	5	4	4	2	3	4	4	7	4	5	6	4	4	7	7	7	2	6	5	5	3	3	7	4	30	24	29	34	56	56
50	5	4	3	4	4	4	3	6	5	8	5	3	8	6	6	8	4	4	4	4	3	5	4	31	23	32	31	57	54	
55	5	4	4	3	4	6	4	6	4	6	5	8	8	4	6	4	6	3	5	3	3	5	7	29	28	30	31	58	59	
60	6	3	6	4	5	5	4	5	6	4	6	7	6	4	6	4	5	3	6	2	2	4	6	28	33	31	30	59	58	
65	7	4	3	4	5	4	5	6	4	3	4	5	3	6	5	6	4	4	5	8	2	5	4	29	33	27	29	53	59	
70	3	4	4	5	4	3	5	7	3	5	4	3	4	6	4	5	5	4	5	8	3	5	3	27	29	25	30	47	60	
75	5	6	4	5	6	3	7	4	2	8	3	5	4	6	7	6	5	6	7	10	5	4	3	32	34	29	34	59	67	
80	5	6	2	4	5	4	6	4	3	7	6	6	8	7	5	6	4	5	7	7	5	2	7	29	31	32	35	58	68	
85	3	6	3	6	4	3	6	4	2	6	6	7	8	6	5	8	6	4	4	7	4	5	3	29	29	33	35	54	69	
90	4	5	2	5	5	5	3	6	3	6	6	5	8	3	7	6	4	4	5	5	4	7	3	31	28	26	37	49	69	
95	5	6	1	5	5	7	3	5	3	7	5	6	5	6	4	7	5	5	7	4	5	6	3	32	24	26	36	52	67	
100	3	4	1	4	7	7	4	4	5	8	4	5	5	7	4	5	7	5	7	7	6	5	4	2	33	25	29	34	57	63
105	2	4	2	6	7	5	4	3	4	9	4	3	8	5	5	5	6	7	6	7	3	5	6	31	29	31	32	57	65	
110	2	3	3	6	5	6	6	7	4	7	6	4	7	3	5	7	7	7	6	6	5	7	8	5	35	28	35	35	64	68
115	5	3	4	4	4	5	5	5	7	6	7	4	9	5	6	7	6	6	7	5	5	7	5	4	35	29	40	33	70	61
120	4	5	6	7	7	5	5	5	6	5	6	7	7	4	6	5	7	5	7	7	6	7	6	36	37	37	31	74	68	
125	7	4	5	7	7	5	6	6	4	6	4	4	6	4	4	6	8	5	8	7	4	6	7	5	35	37	32	30	70	64
130	6	6	6	5	5	8	6	6	4	7	5	5	4	4	4	4	4	5	6	6	5	5	6	29	34	28	33	61	69	
135	5	6	4	5	4	6	5	7	6	5	6	7	7	4	4	5	4	4	6	6	7	7	5	5	31	31	32	32	63	67
140	3	8	4	6	3	9	5	7	5	5	4	7	4	7	7	5	4	4	3	3	6	6	4	26	27	33	28	56	68	
145	3	7	5	6	5	7	6	6	5	6	6	4	6	5	8	6	3	5	4	7	5	5	2	6	23	31	34	32	58	70
150	3	4	6	3	4	6	7	6	3	6	4	4	7	4	7	6	3	5	6	6	3	5	2	5	20	29	31	31	55	60
155	2	4	4	2	5	5	6	6	3	7	5	4	7	7	6	6	3	6	5	7	2	5	2	6	19	29	30	36	50	65
160	3	5	6	2	6	3	6	7	5	7	6	4	7	7	7	7	4	6	5	7	4	5	4	6	25	33	35	38	63	66

及東北部因此產生顯著的天氣變化^[19,20]。表 1 中第 1 年在 125°E 以東的經綫上經過低槽的次數反而有所減少，也足以說明這一點。至於該年 70° 與 90°E 附近低槽經過最少的原因，則由於高空高壓系統易於在該處停留發展所致，這從北半球海陸分佈及大氣中熱力與動力的交互作用可以說明^[5,10]。但是，北半球環流系統區域分佈的特性，在年與年之間可以發生很大差別，即以表 1 中第 2 年低槽次數在各經綫上的分佈來看，顯然與第 1 年不同，在 70—90°E 經過的低槽比第 1 年大為增加，並與 120°E 附近經過的低槽次數大略相等，而且第 2 年 120°E 附近經過的低槽次數比第 1 年該處經過的次數也顯得減少了。這種環流性質的年際變化，成爲長期預告方面要求逐步解決的問題。

逐月各經綫上低槽次數的變化有些並不很一致，自西向東次數的增加或減少有些跳動，這一方面是由於各地區波動消弱與新生的作用，另外也受到南北方向波動伸入的影響，以及有的時候記錄不足，高空圖製作時使得前後不很連續所致。冬半年與夏半年的變化以及兩年中間的差別等等，皆在表 1 中所列數字上詳細說明，不再詳細敘述。但有一點值得提出，即一個月內低槽經過最多的次數是 10 次（第 2 年 10 月份 75°E），絕大多數皆在 8 次以下，因爲表中所指低槽是高空西風帶內比較深厚的槽，某些祇在大氣低層（500 毫巴以下）出現的淺槽並沒有統計進去的緣故。任何一條經綫上全月沒有低槽經過的在表 2 中不見，一個月內最少有 1 次低槽經過（第 1 年 2 月份 95—100°E）。

2. 槽及槽前日數的分佈

低槽經過次數的多少可以表示各地環流變化頻繁的程度，而各地高空氣流盛行的方向，則統計環流綜合圖中各經綫上在槽及槽前的日數或者在脊及脊前的日數便可表示出來。因爲在槽及槽前的時期中盛行偏南風，在脊及脊前的時期中盛行偏北風。在同一月份前者佔的日數愈多則後者佔的日數愈少，所以只要計算兩者之一，即足以代表兩方面*。表 2 即爲兩年中西風帶北帶逐月各經綫在槽及槽前所佔日數的統計。以全年而論，第 1 年在各經綫上的日數變化非常顯著，自 40°E 向東迅速減少，到了 60—110°E 之間爲最少，約在 120—150 天之間祇佔全年日數三分之一而已。110°E 以東則又迅速增加直到本區間極東部，即在 160°E 附近已達 250 天以上，佔全年日數三分之二。這一事實也說明在烏拉山以東高空的高壓系統是比較容易停留發展的，而在鄂霍次克海區域則爲低壓系統比較容易

* 在西風帶北帶中一致出現平直西風的日期很少，故皆併入槽前或脊前計算。

表2. 亞洲高空西風帶北帶 (50—65°N, 40—160°E) 槽及槽前日數分佈表

緯度	1月		2月		3月		4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月		冬半年		夏半年		全年		
	第一 年	第二 年																													
40°E	17	23	9	20	19	14	22	17	24	16	19	12	22	12	16	9	16	8	14	8	88	87	113	91	221	161					
45	22	18	23	5	22	19	7	19	14	20	15	25	18	15	12	11	12	18	11	12	10	14	9	14	9	84	95	104	89	211	159
50	20	17	21	4	21	16	9	20	19	12	11	26	20	16	9	16	18	9	13	8	9	11	16	75	100	99	97	189	172		
55	17	14	18	3	22	14	12	15	20	20	11	8	22	19	14	6	16	20	6	12	7	11	14	18	76	98	95	88	179	160	
60	13	16	10	5	18	11	16	14	15	17	9	7	13	18	14	6	16	19	8	16	3	12	13	14	70	83	82	81	147	155	
65	10	13	4	8	13	7	14	15	10	17	9	9	10	13	19	8	17	8	19	3	11	10	11	76	88	74	79	122	148		
70	11	11	6	14	11	7	14	8	10	18	13	14	9	8	20	7	13	16	10	19	7	11	9	11	82	69	79	71	133	144	
75	10	13	5	15	13	6	15	4	9	18	17	13	9	13	16	12	13	14	13	19	9	8	13	77	68	79	74	137	148		
80	9	15	3	20	15	8	14	8	10	14	16	14	11	14	12	15	11	13	9	17	10	9	6	14	63	67	74	78	126	161	
85	6	13	4	17	11	11	12	9	9	10	16	13	16	14	17	21	13	13	8	17	9	8	7	12	59	58	83	80	128	158	
90	6	13	2	18	10	12	11	11	8	10	19	14	19	13	21	22	14	13	13	16	11	13	7	6	65	53	92	83	141	161	
95	6	11	1	20	12	15	9	8	10	12	18	15	22	11	21	25	18	15	12	13	13	9	4	67	45	98	86	151	158		
100	3	7	1	20	9	18	9	7	10	11	15	13	22	14	19	23	15	13	12	12	10	8	10	2	64	35	90	81	135	148	
105	2	9	2	18	11	14	7	11	7	15	12	11	16	16	20	24	17	10	11	9	5	9	9	6	54	39	79	87	119	152	
110	3	10	5	14	12	10	14	15	9	11	12	11	18	22	20	22	16	15	9	10	6	12	12	6	54	48	89	96	136	158	
115	7	10	11	8	11	5	17	19	13	13	19	14	15	24	14	21	16	16	10	12	11	11	17	6	66	58	94	107	161	159	
120	10	12	16	11	15	9	21	15	11	19	18	16	24	17	22	13	13	13	11	11	14	9	20	7	73	68	101	103	187	162	
125	19	13	17	11	19	11	17	14	13	13	15	18	11	22	16	22	15	18	16	15	14	11	22	10	88	91	87	107	194	178	
130	24	16	19	8	20	13	14	14	12	13	9	15	10	23	17	20	19	19	20	13	13	14	23	14	102	104	81	104	200	182	
135	26	18	24	11	20	11	13	18	10	16	12	17	17	17	19	19	21	20	19	14	15	16	24	16	115	116	92	107	220	193	
140	29	17	24	15	21	17	11	16	12	15	14	17	22	13	17	14	23	16	19	10	18	17	23	15	121	116	99	91	233	182	
145	26	18	24	16	25	22	11	16	16	22	13	15	25	14	15	10	23	17	16	15	20	17	25	15	121	122	103	94	239	197	
150	26	17	22	22	25	21	13	12	17	22	14	16	23	15	16	10	23	19	17	13	25	19	26	19	131	124	106	94	247	205	
155	28	19	22	25	24	25	15	14	20	22	15	17	24	17	18	12	22	17	18	16	26	19	27	17	137	126	114	99	259	220	
160	27	19	20	26	22	27	18	12	20	21	19	16	18	16	19	10	18	15	22	16	24	17	26	12	139	124	112	90	253	207	

停留發展的所在。但這祇是全年的一般情況，在個別月份中可以發生差別，這在表 2 的數字中可以看出。比較表 2 內第 1 年與第 2 年各經綫上槽及槽前的日數，可見年際差別很大。例如 2 月份在 $90-105^{\circ}\text{E}$ 之間，第 1 年祇有 1 天或 2 天，第 2 年則有 18—20 天，差別很是可觀。再如 12 月份在 $115-120^{\circ}\text{E}$ ，第 1 年與第 2 年的日數差別也達到 3:1 的程度。夏半年與冬半年的差別主要有兩點：第一，夏半年日數最少在 $60-90^{\circ}\text{E}$ 的地區，冬半年最少則在 $90-110^{\circ}\text{E}$ ；第二，夏半年 90°E 以東到 160°E 一般的趨勢是逐漸增加的，但變動較大，冬半年自 110°E 以東則一致陡增。這兩點差別，說明夏半年西風帶內高空系統範圍較小而變化較多，冬半年的高空系統範圍較大而且比較持久；同時也說明夏半年在 $60-90^{\circ}\text{E}$ 是高空高壓系統滯留發展的所在，而冬半年則東移到 $90-110^{\circ}\text{E}$ 。這與坡戈香所作逐月 600 毫巴平均圖上的形勢是符合的^[5]。

3. 環流形勢出現的頻率

關於亞洲高空西風帶環流形勢的命名上文已經提到，現在把各種環流形勢出現頻率的統計結果列出。表 3 即為連續兩年中逐月各種環流形勢出現的次數。總的說來，則以二脊二槽次數為最多 (177 次)，佔全部日數 24%；一脊一槽與二槽一脊次多，各佔 17%；二脊一槽又次之，佔 11%。這四種形勢合計即佔 69%，其餘六種形勢合計只佔 31%；而以三槽三脊與一槽一脊為最少，各佔 2% 而已。環流形勢在冬半年與夏半年出現的情況有顯著差別，有些形勢在冬半年是主要的，但到了夏半年便很少出現。相反，有些形勢在冬半年出現的機會較少，但到了夏半年就有顯著增加。例如表 3 中一脊一槽形勢，在冬半年為出現機會最多的一種形勢，按照兩個冬半年的平均，其出現日數佔總日數 28%。但在夏半年一脊一槽就很少出現機會，祇佔總日數 6% 而已。在夏半年出現最多的形勢乃為二脊二槽，佔 26%，它在冬半年出現的日數雖比夏半年要少些，但仍佔 20%。因此全年而論，二脊二槽便為最多的一種形勢。此外在冬半年出現機會少的幾種形勢 (三脊三槽、三槽三脊、三脊二槽、一槽一脊等) 到夏半年出現機會顯有增加。至於二槽二脊、三槽二脊冬夏出現日數幾乎相等；二脊一槽夏半年比冬半年要多一倍；二槽一脊則冬半年比夏半年多三分之一。由此可見，冬半年高空西風帶的環流形勢比較簡單，而且三種出現最多的形勢 (一脊一槽、二槽一脊、二脊二槽) 幾乎佔了 70%，波數較多的形勢在冬半年出現機會是很少的。夏半年環流形勢就要顯得複雜一些，除二脊二槽最多外，其餘九種形勢出現機會彼此之間的差別不

表 3. 亞洲高空西風帶北帶 (50—65°N, 60—160°E) 各種環流形勢
出現日數分佈表

	三脊三槽		三槽三脊		三脊二槽		三槽二脊		二脊二槽		二槽二脊		二脊一槽		一脊一槽		一槽一脊			
	第一年	第二年																		
1月	0	0	0	0	3	0	1	2	9	6	5	2	2	1	5	5	5	15	1	0
2月	0	0	0	0	3	3	7	0	6	4	0	1	2	1	9	1	1	19	0	0
3月	1	0	0	0	2	2	1	3	14	5	0	2	3	2	5	7	5	9	0	1
4月	1	2	0	0	5	2	0	2	7	3	4	2	6	7	3	8	3	2	0	2
5月	2	0	1	0	2	2	9	2	7	7	3	0	1	6	5	7	0	7	1	0
6月	2	1	2	1	3	5	2	2	7	9	4	3	5	4	3	2	0	0	0	3
7月	1	4	3	2	3	4	5	1	7	15	2	0	5	1	1	3	3	0	1	0
8月	1	1	3	1	6	5	1	2	7	8	5	2	4	5	1	5	1	0	2	1
9月	1	1	0	1	1	2	1	0	9	10	4	3	5	2	5	8	2	3	2	0
10月	0	0	1	0	2	0	5	1	7	8	4	7	5	2	6	5	0	8	1	0
11月	1	1	0	1	1	0	2	1	4	5	1	0	5	2	9	5	4	15	3	0
12月	1	1	0	0	0	0	2	4	7	6	3	2	2	1	9	3	7	14	0	0
冬半年*	2	3	1	1	8	2	14	15	33	41	13	21	16	8	37	39	54	48	5	1
夏半年	8	9	9	5	20	20	18	9	44	52	22	10	26	25	18	33	9	12	6	6
全年	11	11	10	6	31	25	36	20	91	86	35	24	45	34	61	59	31	92	11	7

* 冬半年自第 1 年 10 月至第 2 年 3 月記入第 1 年，自第 2 年 10 月至第 3 年 3 月記入第 2 年。

像冬半年那樣懸殊。所以，亞洲高空西風帶的波動數目在夏半年比冬半年為多，形勢的變化因此也要複雜一些。天氣工作者如果把在冬季獲得的對環流形勢演變的經驗應用到夏季來，就往往會出毛病，環流形勢的季節性因此是值得特別注意的。

同一月份環流形勢的年間差別，以及同一種環流形勢在前後月中的差別，有時也是很大的，這在表 3 中可以看出，不再一一敘述。

4. 環流形勢的承續演變

在冬半年和夏半年前後兩天環流形勢的承續演變情況，按照兩年統計的結果如表 4 所示。表中每一種環流形勢在其出現之後的第 2 天，究竟演變為那一種環流形勢，乃按縱項來看。例如兩個夏半年中出現三脊三槽形勢的日數共計 17 天，

表 4. 亞洲高空西風帶北帶前後兩天環流形勢承續統計表

兩個夏半年	三脊 三槽	三槽 三脊	三脊 二槽	三槽 二脊	二脊 二槽	二槽 二脊	二脊 一槽	二槽 一脊	一脊 一槽	一槽 一脊	合計
三脊三槽	3	2	2	0	7	1	0	3	0	1	19
三槽三脊	0	1	1	1	4	2	3	2	0	0	14
三脊二槽	3	3	5	2	7	5	9	3	1	2	40
三槽二脊	4	2	3	5	6	0	3	0	3	1	27
二脊二槽	3	4	14	8	41	4	10	6	4	2	96
二槽二脊	1	1	4	4	3	10	5	2	1	1	32
二脊一槽	1	0	7	2	11	7	16	3	2	2	51
二槽一脊	1	0	2	5	8	2	3	26	2	0	49
一脊一槽	1	0	1	0	8	0	1	2	8	1	22
一槽一脊	0	1	1	0	1	1	1	4	0	2	11
合 計	17	14	40	27	96	32	51	51	21	12	361
兩個冬半年	三脊 三槽	三槽 三脊	三脊 二槽	三槽 二脊	二脊 二槽	二槽 二脊	二脊 一槽	二槽 一脊	一脊 一槽	一槽 一脊	合計
三脊三槽	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	4
三槽三脊	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2
三脊二槽	1	0	1	1	3	2	0	0	1	1	10
三槽二脊	0	0	1	3	8	5	1	9	1	1	29
二脊二槽	3	1	2	3	13	2	4	26	18	1	73
二槽二脊	0	0	1	6	7	10	4	4	2	1	35
二脊一槽	0	0	0	3	4	2	8	0	8	0	25
二槽一脊	1	1	1	10	11	10	1	29	11	1	76
一脊一槽	0	0	3	1	26	3	6	4	59	0	102
一槽一脊	0	0	0	0	0	0	0	4	1	1	6
合 計	5	2	10	29	74	34	24	76	102	6	362

註：由於兩年中有幾天的高空圖因紀錄不足形勢未定，故表中縱項合計日數與橫項合計日數不完全一致。

在這 17 次三脊三槽形勢之後的第 2 天，仍出現三脊三槽的計有 3 次，出現三脊二槽的亦為 3 次，三槽二脊的 4 次，二脊二槽的 3 次，二槽二脊、二脊一槽、二槽一脊、一脊一槽的各 1 次，而沒有出現三槽三脊與一槽一脊的。觀察表 4，我們可以得到這樣幾個結果：

以夏半年而論，第一，波數較少的形勢（包括二脊二槽、二槽二脊、二脊一槽、二槽一脊、一脊一槽）在其出現之後的第 2 天，常以維持原來形勢的可能性為最大。例如二槽一脊之後第 2 天仍為二槽一脊的可能性超過 50%。第二，波動較多的形勢（包括三脊三槽、三槽三脊、三脊二槽、三槽二脊）在其出現之後的第 2 天，繼續維持原來形勢的可能性不顯著，一般以出現波數比原來稍為減少的形

勢。例如波數最多的兩種形勢三脊三槽與三槽三脊之後，出現三脊二槽、三槽二脊及二脊二槽的可能性較大；而三脊二槽與三槽二脊之後則以出現二脊二槽的可能性較大。第三，夏半年出現最多的二脊二槽形勢之後，第 2 天出現二槽二脊及一槽一脊的機會極少；而三脊三槽與三槽三脊出現前 1 天也以二脊二槽的可能性為最大。

以冬半年而論，第一，一脊一槽與二槽一脊這兩種最佔優勢的環流形勢，在其出現後的第 2 天以維持原來形勢的可能性為最大；其次則皆以出現二脊二槽的可能居多。且在一脊一槽之後，第 2 天烏拉山以東絕大多數仍維持高空高壓系統（佔 84%），轉變為低壓系統的可能極小（16%）。第二，二脊二槽之後出現一脊一槽的可能大於維持其原來形勢的可能恰為一倍，而在二脊二槽之後，第 2 天烏拉山以東仍維持高壓系統的可能性祇佔 65%，而轉變為低壓系統的可能性已有 35%。第三，一脊一槽雖為冬半年出現最多的環流形勢，但在次多形勢二槽一脊之後它出現的機會則極少，祇佔 4% 而已。

5. 北帶與南帶環流形勢的比較

在實際工作中我們有這樣的經驗，即亞洲高空西風帶的環流形勢在北帶與南帶有時可有差別。例如，當烏拉山地區形成阻塞高壓時，在其東方則有一寬廣大槽，即成一脊一槽形勢，此時在亞洲高空西風帶南部即在我國北方則形成平直西風環流，在其下部小波動常很多，使得我國北部天氣變化也多。故留意高空西風帶南部與北部環流形勢的異同，對分析我國天氣的變化上有一定意義。現在試比較兩年夏季（6—8 月）南北兩帶各種環流形勢出現的次數，如表 5 所示。其中有幾點頗堪注意：

表 5. 西風帶北帶與南帶夏季環流形勢的出現次數（每天作 1 次計）

	三脊 三槽	三槽 三脊	三脊 二槽	三槽 二脊	二脊 二槽	二槽 二脊	二脊 一槽	二槽 一脊	一脊 一槽	一槽 一脊	不明	合 計
北 帶	10	12	26	13	53	16	25	14	4	7	4	184
南 帶	21	20	24	38	24	31	5	13	1	2	5	184

(1) 夏季三個月內波數較多的幾種形勢在北帶出現的機會比南帶少。(2) 北帶二脊二槽形勢為數最多，比次多形勢（三脊二槽、二脊一槽）要增加一倍；南帶以三槽二脊為最多，次多則為二槽二脊，兩者次數相差不多。而且北帶最多的三種

形勢在烏拉山區皆為脊，而南帶最多的兩種形勢在烏拉山以南皆為槽。(3) 從表 5 可知，兩年夏季北帶中烏拉山區出現脊的日數為 118 天，出現槽的日數祇佔 62 天；相反，在同一期間南帶中烏拉山以南出現脊的日數祇有 75 天，而出現槽的日數反佔 104 天。因此對中亞及鄂畢河流域這一地區來說，夏季的環流形勢當以北脊南槽佔優勢。由此可見，以脊槽數目來命名環流形勢要廣泛地包括整個西風帶顯然是不大恰當的，此時即應採用蘇聯學者對環流形勢的命名方法^[21]。

6. 高空系統的持續狀況

根據環流綜合圖我們還可以統計脊與槽在各地持續時間的長短。現在將烏拉山與貝加爾湖兩地脊槽持續的狀況舉例如下：

表 6. 烏拉山貝加爾湖兩地高空系統持續日期分佈表 (兩年合計)

地	日																										合計	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
烏拉山	脊	次	36	24	15	7	7	4	1	6	4	2	2	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	114
	槽	56	20	16	6	7	5	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115
貝加爾湖	脊	50	28	14	15	7	5	4	1	2	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129
	槽	50	27	18	10	9	4	2	3	1	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128

觀表 6 可知：(1) 在這兩個地區脊的最長持續時間皆比槽的最長持續時間為長。尤其在烏拉山地區特別顯著，脊持續最久的一次達 25 天，持續 10 天以上的兩年中也有 8 次之多。槽在該地持續最久的祇達 10 天，而且槽持續 6 天以上的共計祇有 5 次而已。(2) 烏拉山地區脊持續 3 天以內的佔脊的總次數 66%，而貝加爾湖脊持續 3 天以內的則佔總數 71%。烏拉山槽持續 3 天以內的佔槽的總次數 80%，貝加爾湖槽持續 3 天以內的則祇佔 74%。由此可見，66%→80% 的高空系統皆持續 3 天以內，持續 3 天以上的祇佔 20%→34%。(3) 烏拉山地區的脊比槽容易持久，而貝加爾湖的脊槽持續狀況則大致相仿。以上三點事實亦皆說明烏拉山地區是高空高壓系統易於生長發展的所在。該地每次高壓系統發展與持續的實際狀況，影響着整個亞歐環流形勢的變化，對我國天氣演變所起的作用也是很重要的。我國的天氣工作者在日常分析工作中重視烏拉山地區高空變形場的情況，這也是完全必要的。

(五) 結 論

以上我們討論了環流綜合圖的製作方法及其意義，並根據兩年餘的逐月環流綜合圖對亞洲高空西風帶某些環流特徵，加以數量上的說明。我們認為，長時期中高空西風帶環流演變的特點，不僅決定着氣候上的問題，同時也對各個時間階段內的天氣變化起着重要的作用。今後我們研究偉大祖國氣候上的各種問題，以及長期、中期和短期天氣預告方面的種種問題時，故有必要結合高空西風帶環流演變的特點來作全面的考慮，方能獲得進一步的認識。而且，我們也感覺到，單從西風帶環流的角度來研討我國氣候與天氣上的問題仍舊是不足的，更需要詳細分析副熱帶高空環流的性質，以及副熱帶環流與西風帶環流相互之間的作用，方能得到更加全面的理解。至於本文提出的環流綜合圖表示方法能否適用於副熱帶是一個問題，還需要在今後工作的實踐中加以不斷的改進與提高。

致謝 環流綜合圖製作時曾得林學舜、胡玉如、劉鍾玲等同志的幫助，特此致謝！

1953年12月26日寫完

北京西郊中央氣象台

參 考 文 獻

- [1] Кочин Н. Е. Об упрощении уравнений Гидромеханики для случая общей циркуляции атмосферы. Труды ГГО, вып. 4, 1935.
- [2] Кочин Н. Е. Построение модели зональной циркуляции атмосферы. Труды ГГО. Вып. 10 (2), 1936.
- [3] Блинова Е. Н. К вопросу о среднем Годовом распределении температуры в земной атмосфере с учетом материков и океанов. Изв. АН СССР, сер. Географ. и геофиз., Т. 11, No. 1, 1947.
- [4] Дюбек А. Ф. О циркуляции атмосферы и типах циркуляции атмосферы над Европой и Западной Сибирью. Труды НИУ ГИГМС, сер. 2, Вып. 19, Свердловск-м., Гидрометеоздат, 1947.
- [5] Погосян Х. П. Сезонные колебания общей циркуляции атмосферы. Труды Цип. Вып. 1 (28), Л., Гидрометеоздат, 1947.
- [6] 竺可楨 中國大氣之運行，氣象研究所集刊第4期，1934年。
- [7] 涂長望 中國氣流與面之初步探討，氣象雜誌13卷6期，1937年。
- [8] 高由禧 東亞自由大氣之運行，竺可楨先生六旬壽辰紀念專刊，1949年。
- [9] 顧震潮 西藏高原對東亞環流的動力影響和它的重要性，中國科學第二卷第三期，中國科學院編印，1951年。
- [10] 顧震潮 論環流年變與環流基本性質，氣象學報第24卷第2期，中國科學院出版，1953年。

- [11] 謝 義 炳、陳玉樵 西太平洋及東亞大陸在冬季上空的流場及溫度場，中國地球物理學報 2 卷 3 期，1951 年。
- [12] 葉 篤 正 海陸分佈對於大氣環流的地形與熱力的影響，中國地球物理學報 2 卷 3 期，1951 年。
葉 篤 正 西藏高原對於大氣環流影響的季節變化，氣象學報 23 卷 1、2 期，中國科學院出版，1952 年。
- [13] 章 淹 冬季東亞天氣型式，天氣月刊，軍委氣象局出版，1951 年。
- [14] 陶詩言譯 鋒生與高空變形場的改變，中國科學圖書儀器公司出版，1953 年。
- [15] 顧 震 潮 學習蘇聯先進天氣發展理論的體會，科學通報，1953 年 10 月號。
- [16] 陶 詩 言 蘇聯的中期預告法，氣象學報 24 卷 4 期，1953 年。
- [17] 楊 鑑 初 蘇聯模爾塔諾夫斯基學派長期天氣預告，氣象學報 24 卷 4 期，1953 年。
- [18] 顧 震 潮、高由禧 颱風研究，中國科學院地球物理研究所專刊甲種第 1 號，1953 年。
- [19] 朱 抱 眞 從平流動力分析論春季東北低壓的發展，氣象學報 24 卷 3 期，1953 年。
- [20] 施 友 功、湯永斌 貝加爾湖低氣壓在我國北方的活動及其對天氣的影響，天氣月刊 15 期，1952 年。
- [21] 楊鑑初譯 大氣環流之基本型式，自然科學 7 期，1951 年。

1954 年 3 月 19 日報告後討論意見摘要 (朱抱眞整理)

- 謝義炳：**工作的成績是楊同志創造了七種符號，能在一張圖上將大致的環流情況表示出來。我的意見是，這方法與其說是了解環流偏差，不如說是描述環流情況。另外脊和槽的範圍是怎樣決定的？會否有主觀的見解加入，這個方法和過去葉篤正所提出的槽脊變化分佈圖各有優劣，楊同志的圖表示不出環流的強度，是否可將二圖並用。
- 葉篤正：**楊同志所用的方法基本上和我過去所用的相同，但楊同志綜合地提出了這種圖的各項功用。本文中對許多統計的數字討論比較少，有些統計數字很難解釋。
- 劉匡南：**用簡潔的方法表示大致的環流情況，但葉同志所用的方法也是很好的。這圖的表示方法有些情況不能很清楚，平均槽有時東西擺動，會否多算出了槽的數目。在中期預告劃分週期的工作中主要的不是槽和脊的數目，而是高空變形場的分佈，所以這種圖對於中期預告劃分週期上的幫助比較小；但它對於在同一週期內有若干小槽通過，何處有槽新生的問題，是有幫助的。
- 朱抱眞：**我的意見是製做和分析這種圖的時候，一定要參攷每天的高空圖，把主要的和次要的分開。葉同志所提出的有些統計數字很難解釋，是否由於未把主要的和次要的分開。第二，我覺得單把西南風的寬度就代表槽，北風的寬度就代表脊，來看強度變化是否有問題，一個槽或脊都同時包含了這兩種氣流。
- 章震越：**這種綜合圖所存在的問題，是當製做時如果在同一經綫上，南邊是槽，北邊是脊，如何去取平均值？過去陶詩言同志對本文提出的意見，是將西風帶南北兩段的環流變化用這種圖來比較，我認為這種意見是很好的。
- 高由禧：**本文用簡單的符號明顯地表示環流情況，又說明了很多現象。缺點是只能說明系統的經度位置，不能說明緯度的位置和系統的南北移動以及系統的形狀和加深等，因此要能更好地綜合西風帶環流演變，這些方面應予以適當的注意。建議把這工作和氣候方面聯系起來。
- 支德先：**這種圖統計方便簡單明瞭，還可以看出環流的穩定度。但環流的經向度表示不出來。
- 趙九章：**可以考慮多加幾個符號，將來用在打孔卡片機上。統計數字上有比較奇怪難以解釋的原因，可能是在製做圖的時候沒有把小系統去掉，這個方法將環流的年際變化表示出來，在氣候工作上是有起作用的。

盧 鑫：圖的優點是簡單化，缺點也在於簡單化，我們應該了解圖的目的。爲了了解環流的月際變化和年際變化，這圖是很好的。希望以後能將它改進，對長期預告和氣候工作上更多地應用。

范東光：符號還可以改進，是否可以把主要的等高綫變化加上去，來代表強度的變化。

李憲之：關於北面有槽南面有脊如何表示？環流綜合圖是否可稱爲平均氣壓圖？

楊鑑初：同志們的有些意見對我的啓發很多。另增加一些符號是值得考慮的。將大小系統一律統計沒有分別統計，引起統計數字不够明確的地方值得以後改進。關於強度的問題我也考慮過，因爲強度可用葉同志的沿一根緯綫的高度變化方法來表示，如果要求平均強度變化圖，則也可採用 E. Hovmöller (Tellus, 1949 年 5 月號) 的方法。由於作圖的目的和要求不同，所以圖的表示方法也就不同了。同志們的另一部分意見，由於我對本文內容沒有講清楚所引起，現在再解釋一下（解釋了北槽南脊的表示方法，如何根據每天高空圖作圖的方法等）。

COMPOSITE CHART FOR THE VARIATION OF UPPER WESTERLIES AND IT'S USAGE

BY C. C. YANG

(*Academia Sinica*)

Contents:

1. Introduction
2. Method of making the composite chart
3. Meanings and usage of the composite chart
4. The statistical results from the composite chart
5. Conclusion

Abstract:

In the study of the circulation anomalies the mean monthly charts are ordinarily the main working tools. But, it is obvious that on these mean charts the process of evolution can not be revealed in detail. In this paper a kind of composite chart is suggested to represent the actual variations of the upper westerlies for certain long period of time (month or season). On the composite chart the ordinate is the time and the abscissa, the longitude along certain latitude belt. Seven symbols to denote the different states of the upper circulation in the chosen latitude belt are plotted in the chart and analyzed. The day to day variation of the upper circulation may then be studied in one chart.

The following characteristics of the circulation may be obtained on the composite chart: (1) the trough and the ridge position and their variations during the period studied, (2) the development and persistence of upper waves, and (3) the direction and velocity of the moving upper waves. By comparing the composite charts of the same month of different years, we can find their similarities and anomalies of the upper westerlies with respect to the normal situation. At the

same time, it may also be of some help in determining the time interval of the "natural synoptic period".

Some statistical results are drawn from a series of these charts of about 28 months. They are as follows: (1) the monthly frequency of upper trough numbers along different longitudes, (2) the area distribution of dominant southerly and northerly currents, (3) the frequency of occurrence of different circulation patterns in the Asiatic sector, (4) the persistence and transition of different circulation patterns, and (5) the persistent phenomena of upper systems at certain places.