

# 夏季亞洲大陸上空大氣環流的結構\*

陶詩言 陳隆勳

(中國科學院地球物理研究所)

## 提 要

作者分析了 1951—55 時期中 850、700 及 500 毫巴的 7 月平均氣流場的構造，以及 1956 年 7、8 兩月亞洲上空 200 毫巴平均等高綫圖。又作了 1956 年 7、8 兩月東經 75 度、90 度、105 度和 120 度經綫上平均風場和溫度場的剖面。我們發現，在夏季有三種基本氣流組成亞洲大陸上空三度空間的氣流場：即，(1) 中緯度的西風氣流，(2) 高空熱帶和副熱帶的東風氣流，(3) 位於高空熱帶和副熱帶東風氣流下面的西南季風。

此外，對於 1956 年從春季到夏季的過渡時期中，亞洲上空大氣環流的轉變，亦作了研究。我們發現，從春季到夏季的過渡時期中，亞洲上空的大氣環流有着一個跳躍的轉變。在這個時期中，喜馬拉雅山南邊的高空副熱帶西風急流向北撤退，在西藏高原的緯度上空，建立一個副熱帶高壓脊綫，並且在亞洲南部上空(北緯 12 度以南)建立一支高空東空急流。同時印度的西南季風和我國長江流域的梅雨時期開始出現。作者又發現，夏季在中國大陸上，雨帶的北移和西風帶北撤以及相應的西風帶強度的削弱有着密切的聯系。

## 引 言

最近幾年來，由於中國大陸上空高空探測的材料大大的增加，乃使我們對於亞洲大陸上空大氣環流的特性，增加了不少新的認識。但大多數的研究只限於冬季的大氣環流問題。關於夏季亞洲大陸上空，尤其是中國大陸上空大氣環流的結構問題，研究却很少。這個報告想對亞洲大陸上空夏季的大氣環流結構問題作一個初步的討論。本文所取的材料大部分取自 1956 年夏季的記錄，因為在 1956 年夏季中國大陸上空增加了幾個高空無線電定向的探空站，所以對於在季風雲層以上的高空對流層大流中氣流運行的情況，可以用無線電測風材料分析出來。此外，我們又計算了 1951—1955 年全國 80 多個站 7 月份 850、700 及 500 毫巴高度上的平均向量風，並畫出了夏季(7 月)大陸上空的流綫圖。在高層對流層大氣中由於風的材料比較少，我們作出 1956 年 7、8 月 200 毫巴的平均等高綫圖。這個研究的結果有下面三方面。

### 1. 亞洲大陸上空平均氣流場

在過去討論東亞夏季季風的結構時，一般都從季風和氣團的觀念出發[涂長望、黃

\* 1957 年 4 月 25 日收到。

仕松(1944), 陶詩言(1948), 高由禧(1948)], 認為在夏季有三種氣團在相互作用, 即 1. 潮濕而且不穩定的西南季風(亦有人稱作南季風的, 有時亦稱作赤道氣團( $E_m$ )); 2. 東南季風( $T_p$ )和 3. 來自北方的極地大陸氣團。在解放以前, 人們只能根據國內數目很少的測風氣球的記錄來研究中國上空夏季的風場構造問題, 因此有人(如最近的 Flohn, 1950) 便認為中國的夏季西南季風的厚度可以達到 3—4 千米, 而東南季風的厚度只能有 400—700 米厚。至於在西南季風上空有那一種氣流便不清楚了。這些在過去氣團學說鼎盛時期並且大陸記錄稀少時期所得出的結論, 在今天看來有許多並不是如此了。例如, 謝義炳等(1956)曾指出, 一般所稱的西南季風和東南季風在熱力學的構造上都是一樣的, 即低層潮濕中層乾燥。所以單憑氣團來劃分東南季風和西南季風是並不恰當的。高空氣流場的構造, 也並不如過去所說的那末簡單。讓我們先看一看東亞 7 月 850、700 和 500 毫巴面上平均氣流場的类型(圖 1, 2, 3) 以及 1956 年 7、8 兩月 200 毫巴平均等高綫圖。流綫圖上國內的記錄是根據 1951—1955 年的材料, 國外印度等地根據 1953—1955 的材料並參照了印度的高空氣流圖 (Ramanathan, 1939) 及 Brooks (1950) 的世界高空氣流圖。

在 700 毫巴以下的對流層大氣中(圖 1, 2) 從北非洲西岸經阿拉伯海到印度有一條季風輻合區, 這是內熱帶輻合區(ITC\*)的一部分。這個輻合區將印度的西南季風與北方的偏東風的氣流分隔開來。季風輻合區到了緬甸北部和越南北部便逐漸表現不清楚了。在中國大陸上, 在淮河以北黃河以南另外有一條氣流輻合帶。這條輻合帶的位置在 6 月還在長江上空, 但在 7 月已移到黃河附近。這個位置和大陸上極鋒的位置比較接近。但氣流圖上的輻合綫比地面極鋒的位置稍微要偏南一些。這是因為極鋒位置和氣流圖的輻合綫不一定完全符合, 極鋒的位置還需由溫度場來決定。從台灣經菲律賓到西南太平洋有一條西南季風和太平洋東南季風的分界綫。

在過去的文獻中, 因為只根據地面風的材料, 往往將印度的季風輻合區一直劃到華北(陶詩言, 1948)。最近 Sawyer (1952) 在他的內熱帶輻合區一文中仍然沿用這種畫法。Thompson (1948) 曾經提出過不同的看法, 他認為中國大陸的這一段輻合區應該畫成極鋒。這種看法是正確的, 但是他仍舊將中國大陸上的極鋒和印度的季風輻合區連接在一起。從我們的流綫圖和後面的剖面圖可以看出, 兩者是不能畫在一起的。在過去人們把大陸上低層對流層中的西南氣流稱作是赤道氣團。這種看法亦是值得討論的。因為印度洋經馬來亞半島到越南南部上空, 850 毫巴以上並不盛行西南風, 而是西風, 所以並不能肯定空氣是從赤道來的。

在中層和高層對流層大氣中(圖 3, 4), 在大陸上空沿着緯度 27—30 度, 有一條副

\* ITC 是簡寫, 全名是 intertropical convergence zone. 這裏譯成內熱帶輻合區。

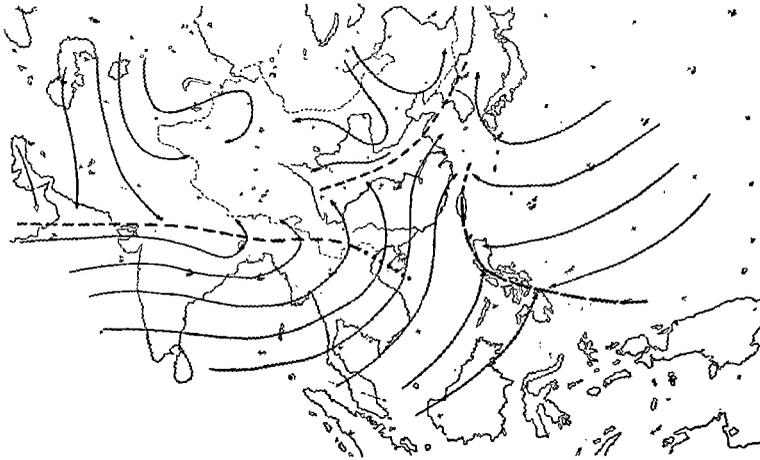


圖 1. 7 月 850 毫巴平均氣流圖(根據 1951—55 的平均)

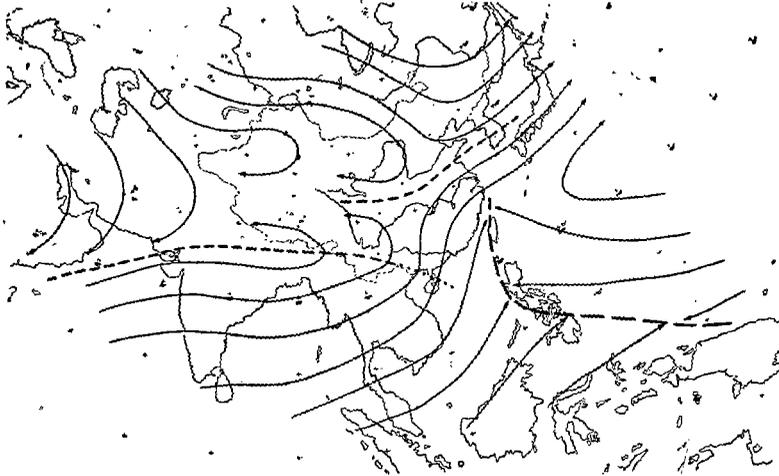


圖 2. 7 月 700 毫巴平均氣流圖(根據 1951—55 的平均)

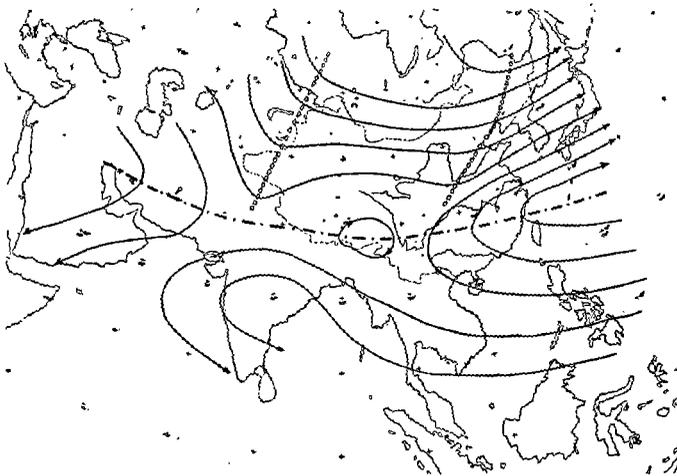


圖 3. 7 月 500 毫巴平均氣流圖(根據 1951—55 的平均)

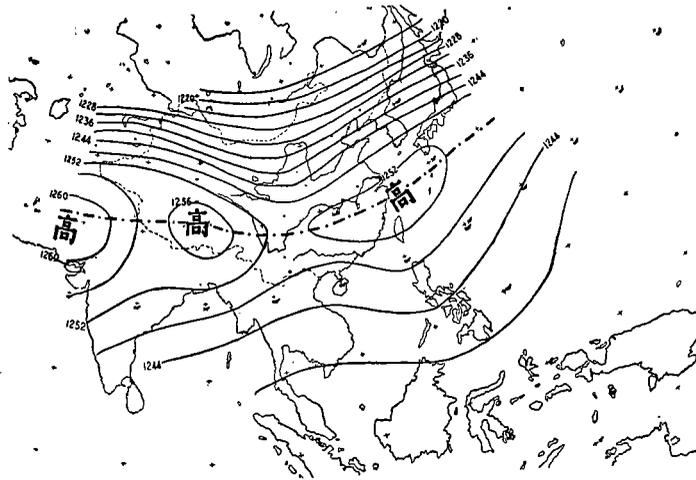


圖 4. 1956 年 7, 8 月 200 毫巴平均等高綫圖(單位十位勢米)

熱帶高氣壓的擴散軸。這條擴散軸將北邊的中緯度西風氣流跟南邊熱帶和副熱帶的高空東風氣流分隔開來。沿這個軸綫出現有幾個分裂的反氣旋中心。其中有一個是西藏高原上空的暖高壓。從圖上可以看出，從印度到中國大陸，在西南季風的上空出現着熱帶和副熱帶的東風氣流。

## 2. 1956 年亞洲大陸各經度上的 7、8 月平均剖面圖

圖 5, 6, 7, 8 表示沿東經 75 度、90 度、105 度和 120 度上東西風分速度的剖面圖。這些剖面圖除了東經 90 度的剖面度和東經 120 度剖面圖的台南站以及其以南的各站是用實測風來計算的外，其餘都是根據地轉風作出的。爲了估計地轉風的精確度，我們還計算了幾個站的實際風記錄作比較，其結果列在表 1 中。可以看到，最大誤差只約 5 米/秒左右，在畫剖面圖上的等風速綫時一般都用實測風的材料作校正。

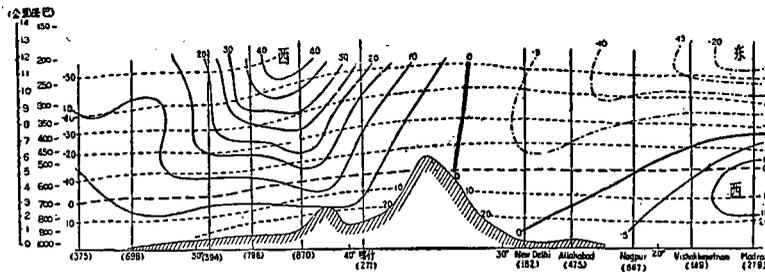


圖 5. 1956 年 7—8 月東經 75 度經綫上緯向風速(米/秒)和溫度( $^{\circ}\text{C}$  虛綫)剖面圖(括號裏的數字表示站號)

東經 75 度的剖面，最能代表印度在夏季風盛行時期的典型結構。在印度西南季風的上空出現有熱帶的東風氣流。這個高空的東風氣流愈往南去，速度愈大，我們推測大約在北緯 10 度附近出現有一支高空東風的急流。西南季風在北緯 28 度處到達它的最北界。在喜馬拉雅山的南麓，不論在高空和地面都是東風，這支東風在印度稱作“印度

表 1

站名	東西風速 (米/秒)	高度					
		850	700	500	300	200	100
阿拉木圖 880	地轉風	0.7	5.6	16.8	26.2	41.0	
	實測風	0.2	2.9	11.7	21.7	36.1	
新德里 182	地轉風	0	-3.9	-7.8	-7.1	-8.1	
	實測風	6.1	-2.1	-3.4	-5.1	-5.5	
那格浦爾 867	地轉風	7.4	4.9	0.4	-5.2	-12.9	
	實測風	6.1	3.0	-1.4	-9.1	-16.5	
馬德拉斯 279	地轉風	-9.3	14.0	10.3	-6.3	-23.4	
	實測風	7.8	10.8	6.1	-8.4	-21.3	
昆 明 627	地轉風		-1.0	-1.0	-4.0		
	實測風		-1.3	-1.7	-3.3		
成 都 554	地轉風		-1.0	2.0			
	實測風		-0.8	2.1			
蘭 州 345	地轉風		0.3	7.0	15.0		
	實測風		-0.2	6.0	19.0		
北 京 472	地轉風	3.0	5.8	11.0	19.7	26.0	13.0
	實測風	2.3	3.6	9.4	18.0	28.8	13.3
上 海 937	地轉風	6.0	6.9	8.6	8.4	6.0	0.3
	實測風	2.0	3.3	5.0	4.4	1.4	-0.1

夏季風的孟加拉灣氣流”，它和南邊的西南季風組成了內熱帶輻合區 (ITC)。在西藏高原南部上空，有一條近乎垂直的東西風分界綫，這條分界綫相當於 200 毫巴面上擴散軸的位置。在西藏高原北邊，在北緯 45 度處存在一支強大的西風急流。在溫度場上對應於這個西風急流，有一個明顯的對流層斜壓性區域。我們由蘇聯阿拉木圖 1956 年 7、8 兩個月的西風分速度 (表 1) 來看，300 毫巴為 22 米/秒，200 毫巴為 36 米/秒，可以預計急流中心還要比這個數值來得大。此外在 7—8 月阿拉木圖西風的穩定度亦甚大，這間接亦可以說明西藏高原北邊的高空西風急流是很穩定的。

東經 90 度經綫上的風場，是利用印度的馬德拉斯、加爾各答、高赫底 (Gauhati: 26°11' N, 91° 45' E)，西藏高原上的拉薩、察汗烏蘇及新疆的諾羌和烏魯木齊等六個測站的高空風記錄作出的。在作這個經綫上的風場時，我們同時還用東經 75 度和 105 度的風場作參考。東經 90 度的剖面 and 75 度的剖面大體上是相像的。在塔里木盆地

中，在高空西風的下面有一薄層的東風氣流，在冬季，這裏也是有一層東風氣流。這種現象可能是因為西風氣流沿天山流動時的倒灌現象。西藏高原南邊，在西南季風上空同樣有熱帶東風氣流出現。

沿着西藏高原東部邊緣上（即東經 105 度經度）風場的構造仍保持着前面二個剖面上的特點。在北緯 27 度以南，在西南季風上空依然出現東風氣流。大約在北緯 15 度以南可能有一支高空的東風急流。在北緯 40 度則有一支西風急流，中心強度約 27 米/秒，比其上游東經 75 度的急流中心強度要小。這種現象和冬季相反（鄔鴻勳和陳隆勳，1956）。在冬季，自東經 75 度以東西藏高原以北的西風急流是向下游加速的。但在夏季，西風急流是向下游減弱的。另外在 105°E 的剖面上，在高空西風氣流的下面，仍出現一薄層的東風氣流。

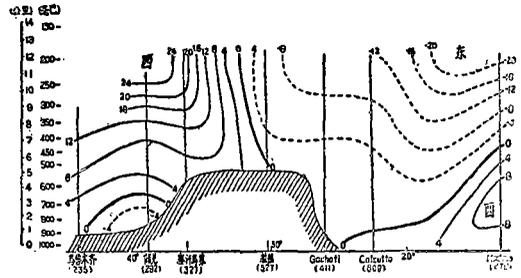


圖 6. 1956 年 7—8 月東經 90 度經線上緯向風緯向風速(米/秒)剖面圖

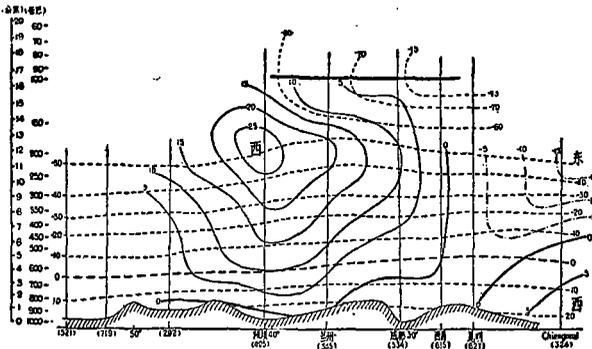


圖 7. 1956 年 7—8 月東經 105 度經線上緯向風速(米/秒)和溫度(°C 虛綫)剖面圖

東風氣流。

圖 8 表示東經 120 度風場的剖面。在這個經度上西南季風的痕跡已經非常不顯著了。在北緯 28 度處有一條幾乎垂直的東西風分界綫。在分界綫之北，大約在北緯 40 度附近有一個西風急流，而在東西風的分界綫以南，東風急流約在馬尼刺以南附近上空。這個剖面與

Hess (1948) 的夏季西經 80 度剖面相比較，可看到東西風分界綫所在的緯度、東風和西

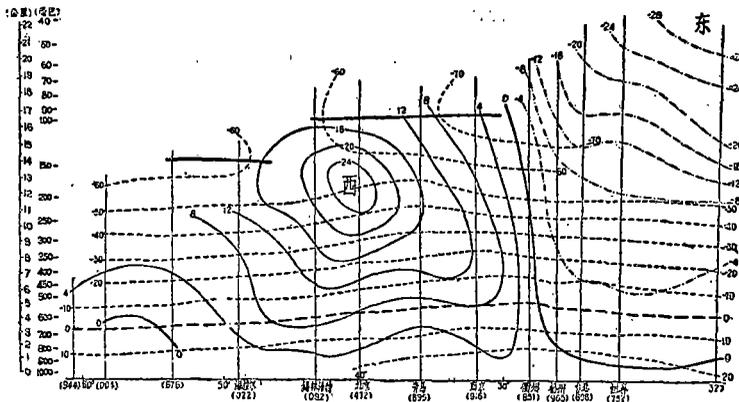


圖 8. 1956 年 7—8 月東經 120 度經綫緯向風速(米/秒)與溫度(°C 虛綫)剖面圖

風急流的強度是相近的,然而東經 120 度的東、西風急流位置比西經 80 度的要偏南些。

從這四個剖面,我們看出,夏季亞洲上空,在西藏高原北面在北緯 45—40 度間高空有一支西風急流,而在亞洲南部北緯 15—10 度的上空則出現有一支熱帶的高空東風急流。

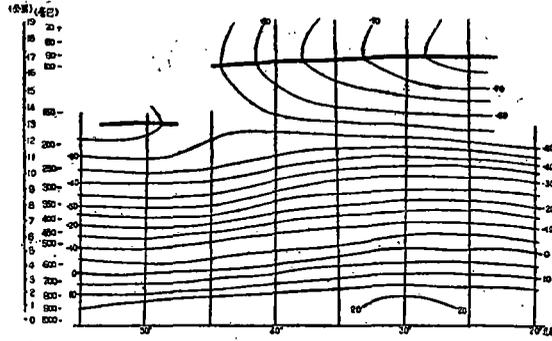


圖 9. 1956 年夏季中國大陸上空平均溫度的經向分佈剖面圖

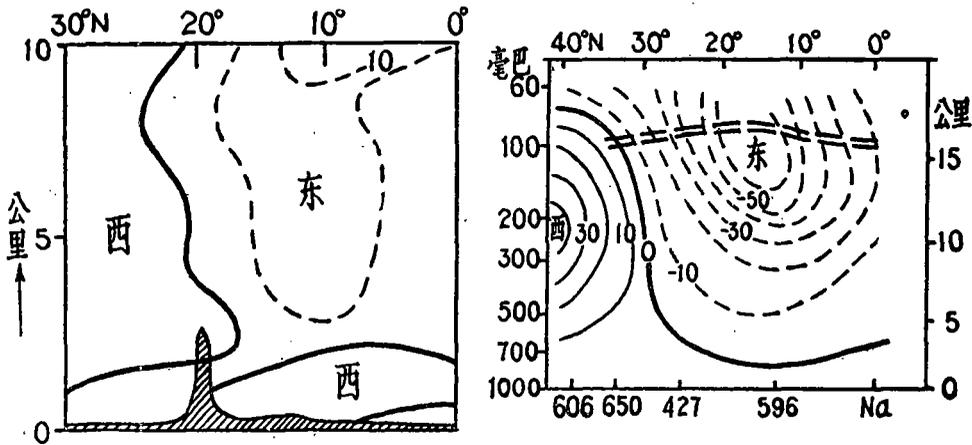


圖 10. 東經 20 度經綫上夏季平均緯向風速剖面圖(根據 E. Ekhart)與東經 45 度經綫上夏季平均緯向風速剖面圖(根據 R. C. Sutcliffe 與 J. K. Bannon)

溫度場的構造和風場的構造有着密切的對應。圖 9 表示中國大陸上空(東經 120—105 度) 1956 年夏季 7、8 兩月平均溫度場。我們發現,在北緯 28—30 度附近,有一個最高溫度的脊綫。在高溫脊綫的北邊,北緯 35—45 度之間有一個顯著的斜壓帶,這是對應於北方的高空西風急流的位置。溫度脊綫南邊,溫度自北向南減低,這對應於東風急流的速度隨高度增加。

這種樣子的高空風場及溫度場的構造,在夏季中東地區和北非上空同樣可以找到。圖 10 是北非上空沿東經 20 度風場的剖面(根據 Ekhart)和中東上空沿經度 45 度風場的剖面(根據 Sutcliffe 和 Bannon, 1954)。在東經 45 度剖面上,在亞丁(Aden: 12° 47' N, 44° 59' E) 上空, 100—150 毫巴之間有東風急流出現,而在緯度 40 度以北

有西風急流出現。東西風的分界綫大約在北緯 25—30 度之間。在東經 10 度的剖面上，同樣可以看見在北緯 10 度上空，夏季風場和溫度場的構造有極顯著的一致性。

從上面簡短的分析，我們得出，在夏季亞洲大陸上空，有三種基本氣流組成了三度空間的氣流場，即：(1)中緯度的西風氣流；(2)高空熱帶和副熱帶的東風氣流；(3)位於高空熱帶和副熱帶東風氣流下面的西南季風。在冬季亞洲大陸上空氣流場的構造是比較簡單的，除開在亞洲南部大陸上近地面有東北季風出現外，在整個對流層大氣中都是西風氣流。所以夏季亞洲大陸上大氣環流的構造要比冬季來得複雜。

### 3. 1956 年夏季開始時期亞洲大陸上空大氣環流的轉變

我們對 1956 年夏季開始時期亞洲南部大氣環流的轉變作了一些分析。沿着東經 45 度、90 度和 125 度我們分別作了 5 月和 6 月的每 5 天平均東西風分速度（實測風）的剖面圖，發現了一個很有趣味的事實，即 1956 年夏季開始時期亞洲大陸的各個經度上大氣環流轉變是很一致的。

在東經 45 度的 5 天平均剖面上（圖 11），在 5 月底以前東西風的分界綫維持在巴林島（Bahrein:  $26^{\circ} 16' N$ ,  $50^{\circ} 37' E$ ）和亞丁之間。但在最後的 5 天東西風分界綫便突然移到巴林島。到了 6 月初，亞丁上空已經出現了東風急流。在同一時期中，高空的西風急流亦隨之北移。可以看出，在 5 月底和 6 月初，主要的行星風帶發生了極顯著的往北移動。

在東經 90 度的剖面上（圖 12），在 5 月底以前在西藏高原以南維持着中緯度的西風急流。但在 5 月的最後 5 天中，東西風的分界綫突然推移到喜馬拉雅山的南麓。在 6 月的第一個 5 天內東西風的分界綫便出現在高原上空了。在這個時期和以後的幾張 5 天平均剖面圖上的構造便和前面圖 6 的構造相一致了。同樣從圖 12 可以看出，印度西南季風的爆發是跟亞洲南部高空副熱帶西風急流的北撤以及在西藏高原副熱帶高壓脊綫的建立是同時發生的\*。

在東經 125 度的 5 天平均剖面（圖 13）上，高空西南急流亦在 5 月底到 6 月初表現突然往北移，並且強度減弱。同時在亞洲南部上空建立了高空東風急流。查閱天氣圖，1956 年東亞的梅雨也是在 5 月底 6 月初開始的。

圖 14—15 是馬尼拉、香港、恆春、沖繩島、加爾各答、高赫底（Gauhati）和巴林島等地 200 毫巴（或 150 毫巴）等壓面上每天測風記錄的時間分佈圖。從圖上可以看出在 5 月底到 6 月初各個測站上風的轉變表現非常顯著。在巴林島、加爾各答和高赫底，200 毫巴高度上的風，從完全是偏西風突然變成偏東風，並且在轉變日期之後，偏西風出現的機會極少。在巴林島和加爾各答轉變日期很近一致，都在 5 月底。高赫底位於喜馬

\* 根據 Indian J. M. and Geophys. 1957, No. 1, 1956 年印度西南季風的爆發，確實是在 5 月底。

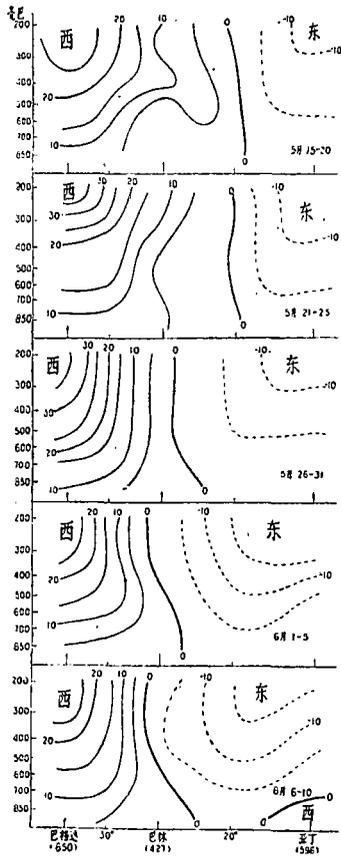


圖 11. 1956 年 5 月 15—6 月 10 日  
東經 45 度每 5 天緯向平均  
風速(米/秒)的垂直剖面圖

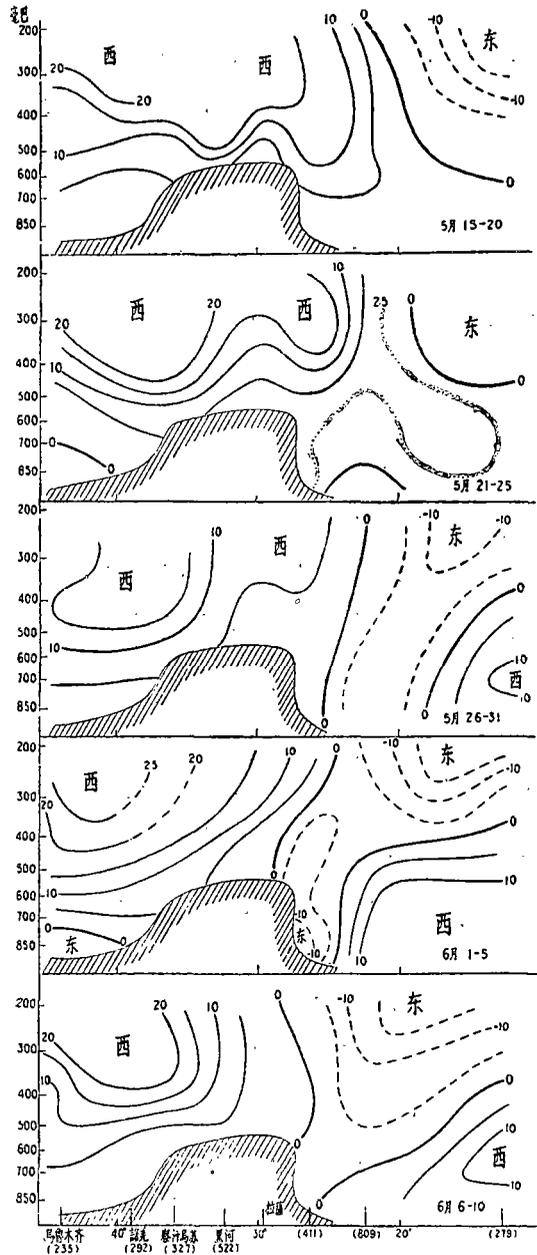


圖 12. 1956 年 5 月 15—6 月 10 日東經 90 度每 5 天緯向  
平均風速(米/秒)的垂直剖面圖

拉雅山的南麓，轉變的日期落後到 6 月的最初 5 天。這個日期和印度阿薩姆 (Assam) 區域西南季風平均開始日期 (6 月 1—7 日) 很一致。在馬尼拉的高空風時間分佈圖上，在 4 月和 5 月風向多變，風速比較小，這時候大約正是高空副熱帶脊綫的位置盤踞時期。但在 5 月底 6 月初，風向便突然轉成一致的偏東風，風速逐漸加強，這表示在馬尼拉附近有東風急流建立。在香港和恆春，在 5 月底 6 月初風亦有突然的轉變。在沖繩島，5 月底 6 月初風從穩定的西風突然變成風向多變，速度甚弱的氣流。經過一個月之後 (在 7 月初) 便建立了穩定的東風氣流。在沖繩島風的第一次轉變時期，相當於我國長江流域的梅雨季節開始。

上面的分析雖然只是一年的情況，但我們相信，這種轉變的特性是有代表性的\*。Yin (1949) 指出，冬季在北緯 30 度附近出現着的西藏高原南邊的高空副熱帶西風急流，在 5 月的最後一個星期突然移到西藏高原以北，這時候印度西南季風便開始爆發。葉篤正、劉匡南、高由禧 (1951) 亦曾指出，在 1945—46 年亞洲上空的南支西風急流是在 6 月初消失的。Floh (1954) 則說過，印度西南季風的爆發與西藏高原上空高空暖高壓的建立是同時的。Sutcliffe 和 Bannon (1954) 曾經研究中東上空從春季到夏季的過渡時期中高層對流層大氣環流的變化。他們同樣指出，在夏季開始時期，中東上空的副熱帶西風急流突然向北撤退，而在亞丁的上空同時出現一個東風急流。轉變日期各年雖然稍有出入，但前後不超出三個星期。他們還發現中東上空環流的轉變日期跟印度西南季風爆發的日期只差 1 天到 2 天。Suda 與 Asakura (1955) 研究 1954 年的日本梅雨天氣

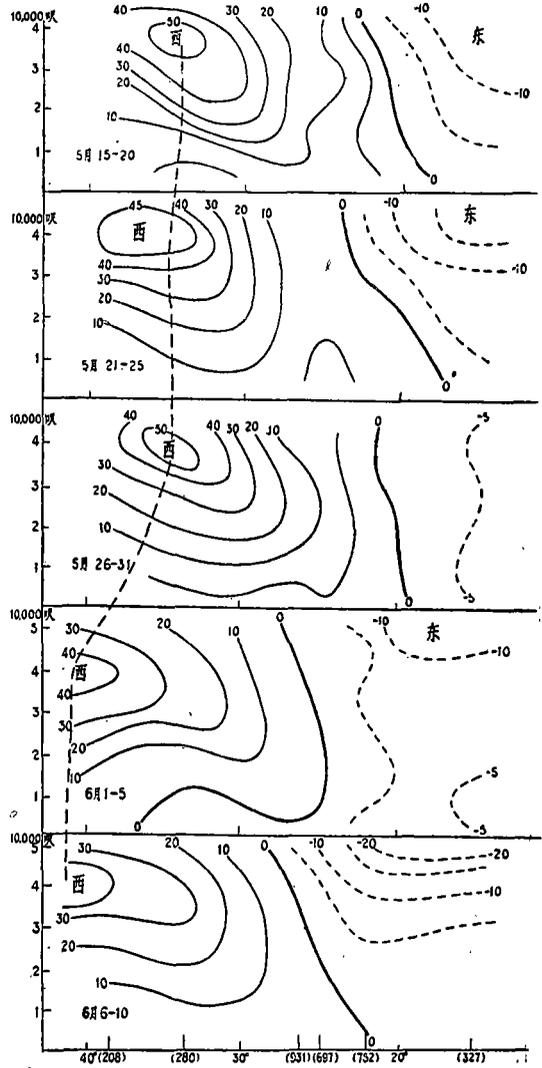


圖 13. 1956 年 5 月 15—6 月 10 日東經 125 度每 5 天緯向平均風速 (米/秒) 的垂直剖面圖

\* 最近我們同樣分析了 1955, 1953 兩年的情況，同樣亦發現這個現象，但各年的轉變日期有些不同。

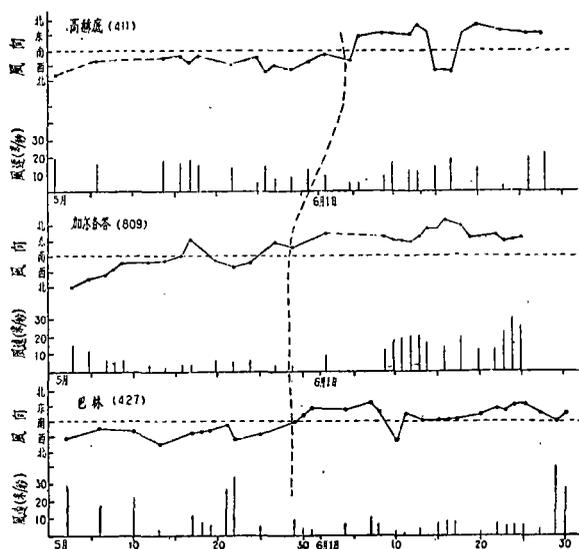


圖 14. 巴林島 (北緯  $26^{\circ} 16'$ ; 東經  $50^{\circ} 37'$ ), 加爾各答 (印度), 高赫底 (印度) 1956 年 5—6 月 200 毫巴的高空風

形勢時曾指出，東亞的梅雨開始時期是在南支西風急流從喜馬拉雅山南麓移向北方的時候，他們還指出東亞梅雨的開始時期與印度西南季風的爆發時期是相聯系的。上面所引的這些研究都是從各個不同的觀點討論着同一個問題，即亞洲上空在夏季開始時期的大氣環流變化問題。從 1956 年的分析看來，上述這些作者的不同觀點是可以結合起來的。這就是說：從春季到夏季的過渡時期中，亞洲上空的大氣環流有着一個跳躍性的轉變。在這個時期中，喜馬拉雅山南邊的高空副熱帶西風急流向北撤退，在西藏高原緯度上空建立一個副熱帶的高壓脊綫，並且在亞洲南部（北緯  $20^{\circ}$  以南附近）上空建立一支高空東風急流。同時印度西南季風爆發和我國長江流域梅雨時期開始。

在亞洲大陸上空，這種大氣環流的季節變化的奇異性 (Singularity) 對於我國和日本雨季 (梅雨季節) 的開始日期的長期預報研究應該是有幫助的。所以這個問題還應該再繼續深入研究。最近我們正在研究在這轉變期中北半球大型天氣的變化情況。

#### 4. 夏季中國大陸上空西風急流的位移和強度 變化與主要降雨帶移動的關係

從春季到夏季，中國大陸上主要雨帶的位置，有着顯著的季節性位移。在 5 月主要的降雨帶是長江以南，6 月主要的降雨帶在長江與淮河之間，到了 7 月主要雨帶便移至黃河流域。這一個中國氣候學上的特征，人們都是熟知的。雨帶的位移和高空西風帶的北移是一致的。圖 16 是 1956 年東經  $120^{\circ}$  度每 10 天 200 毫巴地轉東西分速的分佈曲綫及東經  $110^{\circ}$ — $120^{\circ}$  度每 5 個緯度的 10 天平均降水總量分佈圖 (長方塊上數字表示

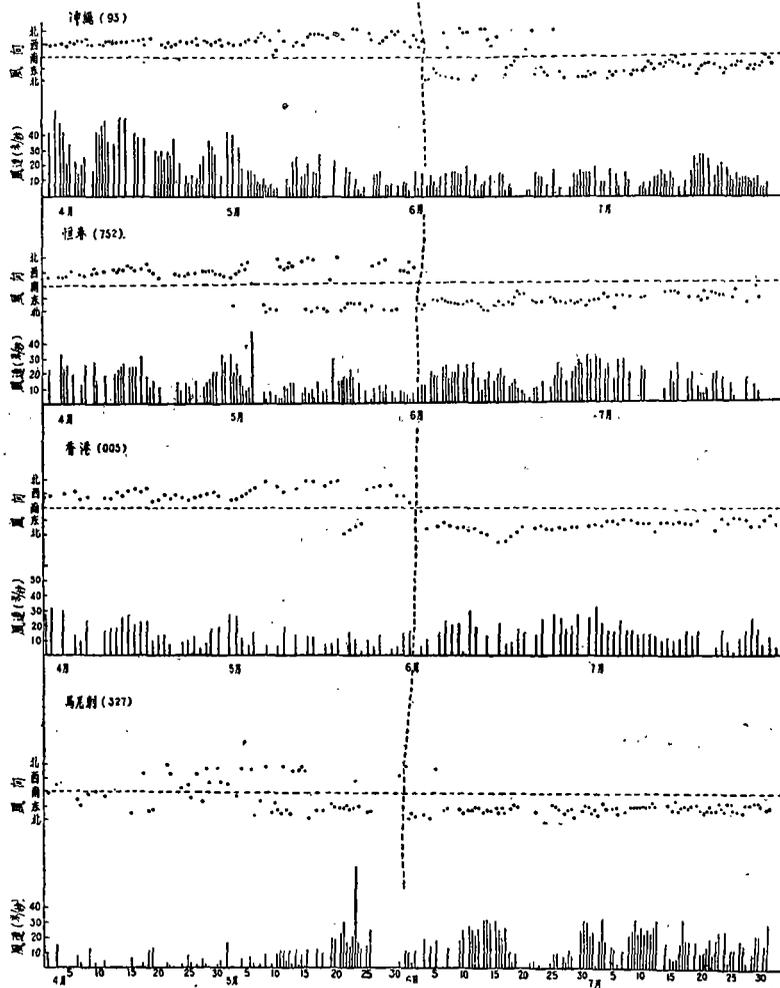


圖 15. 1956 年東亞四個測站(馬尼刺, 香港, 恆春, 沖繩島) 4—7 月 150 毫巴的高空風

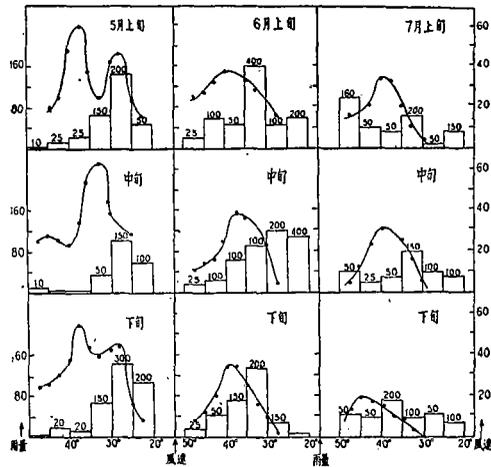


圖 16. 1956 年 5—7 月東經 120 度經綫上每 10 天 200 毫巴地轉風東西分速度分佈及東經 110—120 度每 5 個緯度地區內每 10 天總降水量分佈圖

該緯度帶內 10 天最大降水總量)。在 5 月份東經 120 度經綫上空西風急流的構造還屬於冬季環流的型式。西風急流有時候出現二支有時合併成單獨的一支。在這個時期，中國東部的主要降雨地帶集中在長江以南。從 6 月起隨着西風帶的北移，東經 120 度上空的急流只出現了一支，其位置在北緯 35—40 度之間，並且強度削弱。這個時期正是長江流域的梅雨季節。在 7 月中旬以後西風急流更往北移強度亦再次削弱，主要降水地帶隨之亦往北移至淮河以北，長江流域梅雨亦隨之結束。

通過 1956 年夏季亞洲上空大氣環流結構和轉變的分析，我們發現許多新的事實。但這個分析只限於 1956 年一年，因此或許有一些結論在以後研究的年份增加時需要修正的。亞洲大陸上空夏季的大氣環流問題還需要進一步研究的。

### 參 考 文 獻

- [1] 涂長望，黃仕松：中國夏季風之進退。氣象學報第 18 卷 (1944) 81—92 頁。
- [2] 陶詩言：中國近地面大氣之運行。氣象研究所集刊第 15 卷 4 號 (1948)。
- [3] 高由藏：中國自由大氣之運行。氣象研究所集刊第 15 卷 4 號 (1948)。
- [4] 謝義炳：中國夏半年幾種降水系統的分析研究。中央氣象局氣象論文集第 1 期 (1956)。
- [5] Flohn, H.: Tropische und aussertropische Monsunzirkulation. Ber. Dt. Wetterd., U. S.—Zone. Nr. 18 (1950), 34—50.
- [6] Sawyer, J. S.: Memorandum on the intertropical front. Meteor. Report Vol. 2, № 10. (1952).
- [7] Thompson, B. W.: An essay on the general circulation of the atmosphere over South-East Asia and the west pacific. Quart. J. Roy. Meteor. Soc. 77 (1951), 569—597.
- [8] Ramanathan, K. R. and Romakrishnan, K. P.: The general circulation of the atmosphere over India and its neighbourhood, Mem. India Meteor. Dep. 26 (1939), 10.
- [9] Brooks, C. E. P. and others: Upper winds over the world. Geophys. Mem. London № 85 (1950).
- [10] Hess, S. L.: Some new mean meridional cross section through the atmosphere. J. Meteor. 5, (1948).
- [11] Ekhardt, E.: Die Strömung der Luft über Afrika und den angrenzenden Gebieten. Forsch. Erfahr. Ber. RWD. AIO (1941).
- [12] Sulcliffe, R. C. and Bannon, K.: Seasonal changes in upper-air conditions in the Mediterranean-Middle East Asia. Scientific proceedings of U. G. G. I. Rome. Sept. (1954).
- [13] Das, J. C.: On certain aspects of rainfall at Cherrapunji. Indian, J. Meteor, Geophys. 2, 197 (1951).
- [14] Yin, M. T.: Asynoptic-aerological study of the onset of the summer monsoon over India and Burma, J. Meteor. 6 (1949), 393—400.
- [15] 葉篤正，高由藏，劉玉南：1945—1946 年亞洲南部和美洲西南部急流進退之探討。氣象學報 23, 1—2. (1952).
- [16] Flohn, H.: Der indische Sommermonsun als Glied der planetarischen Zirkulation der Atmosphäre. Ber. Dt. Wetterd. Nr. 22 (1956), 134—139.
- [17] 須田建，朝倉正：北半球平均天氣圖による 1954 年梅雨期の解析。氣象集誌 (1955), 233.
- [18] 鄒宏勳，陳登勳：1956 年 1 月到 3 月上旬亞洲上空大氣環流的結構。氣象學報 27 卷 4 期 (1956)。

## THE STRUCTURE OF GENERAL CIRCULATION OVER CONTINENT OF ASIA IN SUMMER

DAO SHIH-YEN AND CHEN LUNG-SHUN

*(Institute of Geophysics and Meteorology, Academia Sinica)*

### ABSTRACT

In this paper, an analysis is made on the structure of the July mean flow field at 850 mb, 700 mb, 500 mb over the continent of Asia during the year 1951—1955 and the mean contours at 200 mb over Asia for July and August, 1956. The vertical cross-sections of the mean flow and temperature fields along 75°E, 90°E, 105°E and 120°E for July and August, 1956 have been constructed. The three-dimensional flow structure over continent of Asia is constituted of the following three basic currents: (1) the westerlies of middle latitudes, (2) the upper level tropical and subtropical easterlies, and (3) the south-westerly monsoon under the upper level tropical and subtropical easterlies.

Moreover, the changes of the general circulation over Asia in the transitional period between spring and summer, 1956 is also investigated. It is found that a leaping change of the general circulation over Asia occurs during this period. The upper level subtropical ridge was established over the latitude of Tibet, and over south Asia (to the south of 12°N) an high level easterly jet-stream was established. At the same time, the south-westerly monsoon of India and the "Meiyu" (plum rain) season of the Yangtze valley set in. The authors also found that the northward displacement of the rain belt is closely related to the northward retreat and the accompanying weakening in intensity of the westerlies over China main land.