

# 热带季风区域与季风不盛行区域 环流的特征

段 月 薇  
(中国科学院地理研究所)

## 一、引 言

C. П. 赫洛莫夫 (Хромов) 早已指出, 低緯度地区季风现象很明显, 尤其在东南亚热带和副热带地区。过去有关热带和副热带的季风研究, 大多数是从季风指数、温度带和雨带的季节位移等等来描述, 有些研究则属于对不同地区季风现象的比較。研究季风指数能确定各地区受季风影响的程度, 注意到地面盛行风系 的季节变换情况, 温度带或雨带的季节位移, 可說明季风进退的阶段和过程。至于对不同地区季风现象的比較, 可以闡明各个季风气候区域气候的特点。但过去的这些研究, 或者单从地面考虑, 或者只考虑对流层某一高度上的情况, 对于对流层上下部之間有什么特征, 研究还不多。本文拟从对流层环流的结构方面来研究热带季风区域的环流特征。作者选取几个經綫上及个别緯圈上的垂直剖面, 作出风的分布图, 由此比較不同地区季风的差异。

本文所取材料, 大部分是采用 1958 年地球物理年的紀錄, 一部分是利用美国出版的北半球資料, 我們根据这一年資料 00Z 時間的实测风紀錄, 进行东西风分量的計算, 构成了东經 45°、120° 及 170° 各經綫上 1958 年 1、4、7、10 月平均风場剖面图。图上选取的范围是从赤道到北緯 40°, 高度达到 25 毫巴, 同时亦进行了緯圈北緯 15° 21 个測站 1、7 月风場的剖面, 此外并借用 A. B. 柯欽斯克 (Kochanski)<sup>[1]</sup> 1948—1951 年沿西經 80° 1、7 月平均风場剖面图与东經 120° 剖面图进行比較。

## 二、季风盛行区域冬夏环流的差異

我們选取东經 45° 及 120° 1、7 月剖面 (即通过中东及东亚地区) 代表北半球热带季风盛行区域的环流情况, 从这几张剖面图的比較, 我們看到以下特点:

1) 在对流层风 的季节变化很明显

图 1 和图 2 是 1 月东經 45° 及 120° 剖面图, 它們代表了这两地区冬季季风盛行时期的环流结构, 从图 1 和图 2 的比較, 可以看出 1 月风場的結構是十分相似的, 在这两个地区的低緯度地区 (約北緯 25° 以南), 在高空強西风下面, 有一薄层的东风气流 (即冬季的东北季风), 由于冬季欧亚大陆地面上是在西伯利亚冷高压的控制之下, 亚洲的南部正处在它的南緣, 东北季风因而盛行。Г. Н. 維特維斯基 (Витвицкий)<sup>[2]</sup> 曾強調在南亚冬季盛行的东北风是东北信风。我們认为从空气的属性上或从垂直結構上, 这类东北风同海洋上副热带高压南緣的东北信风有所区别, 不能混为一談。地面薄层东风上空是盛行



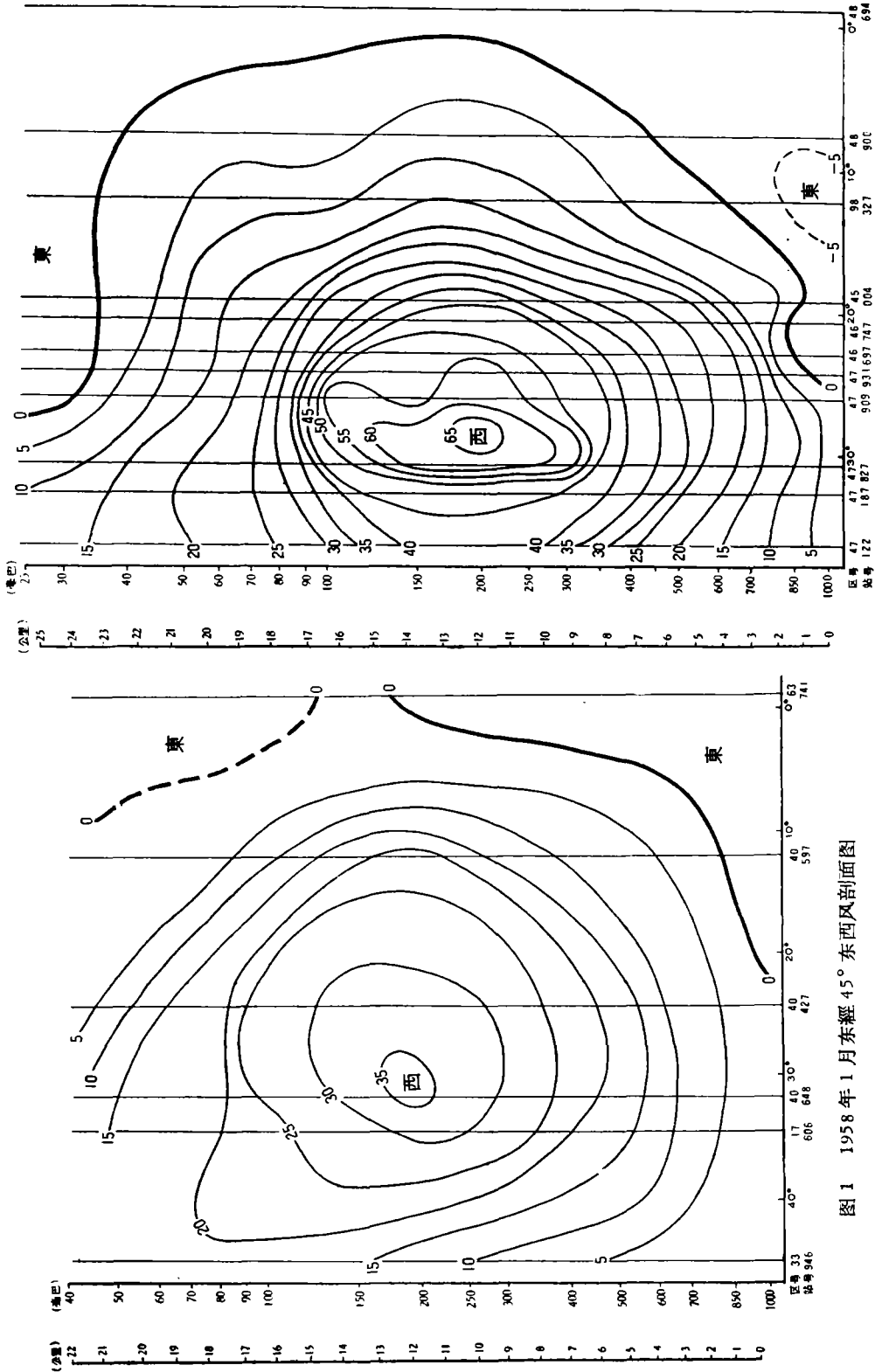


图 1 1958 年 1 月东经 45° 东西风剖面图

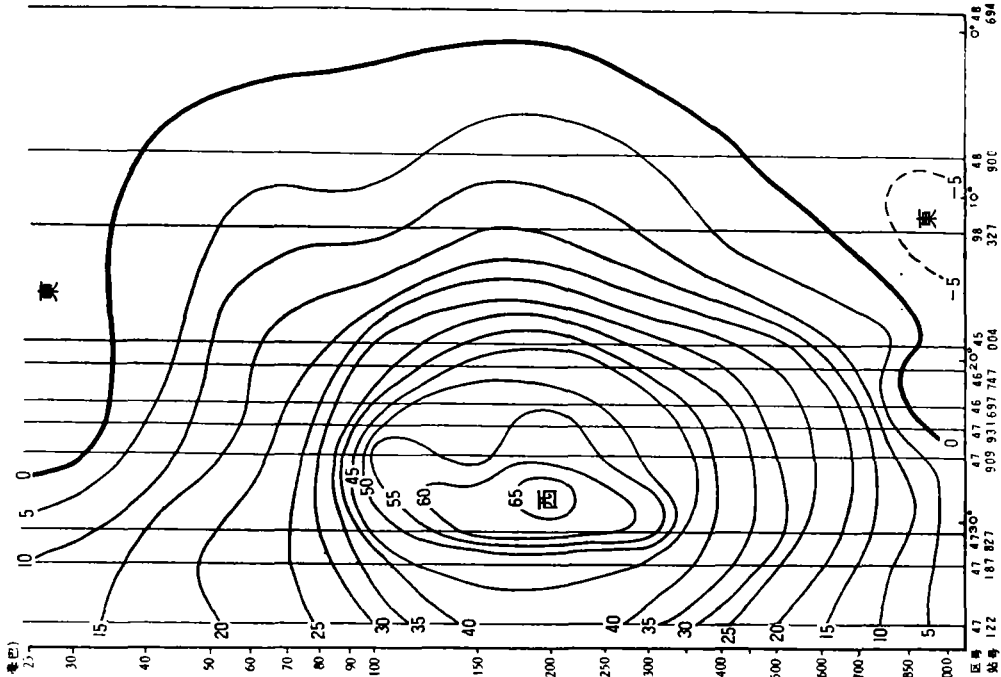


图 2 1958 年 1 月东经 120° 东西风剖面图  
(实线为西风, 虚线为东风, 单位: 米/秒)



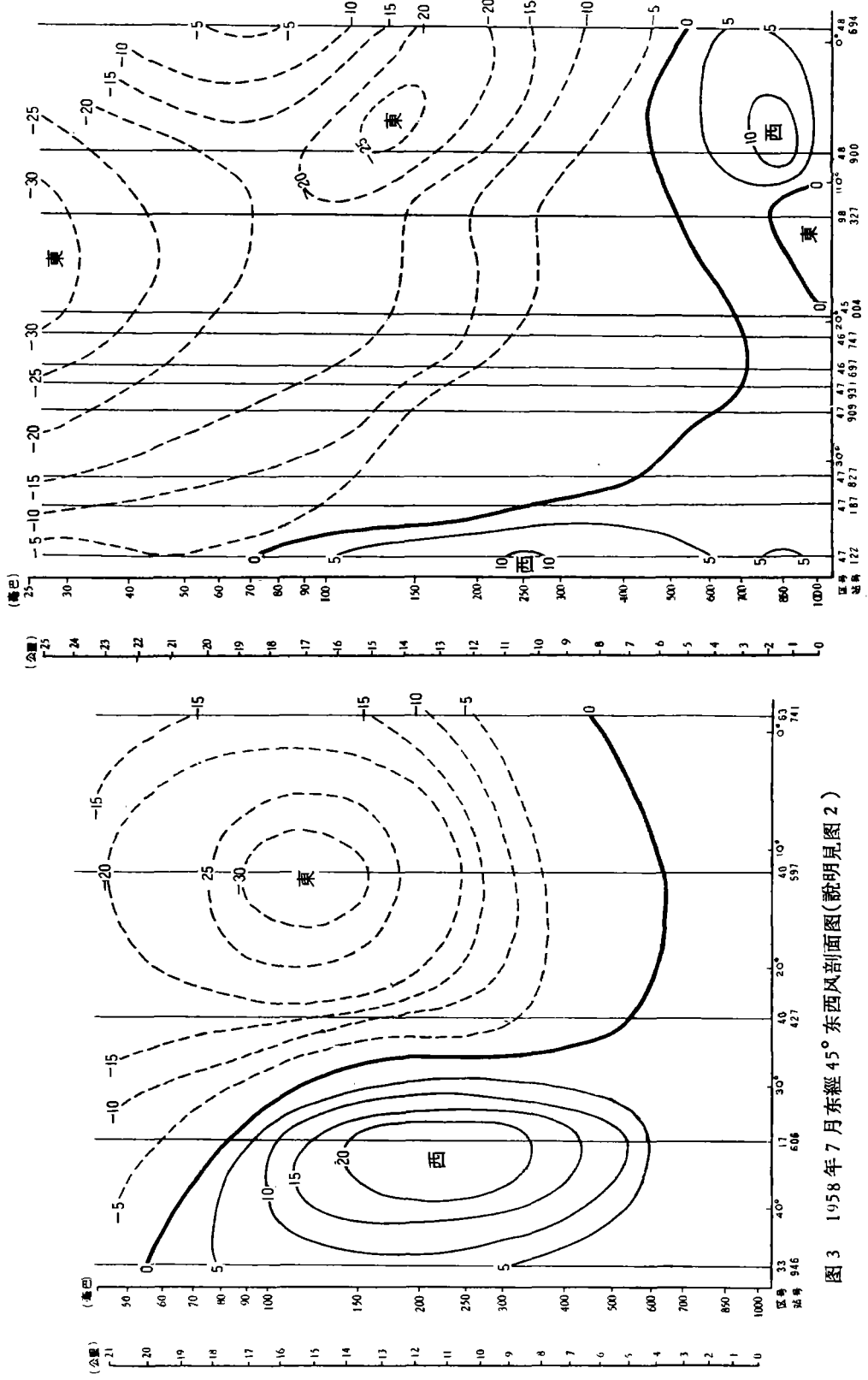


图 3 1958 年 7 月东经 45° 东西风剖面图(说明见图 2)

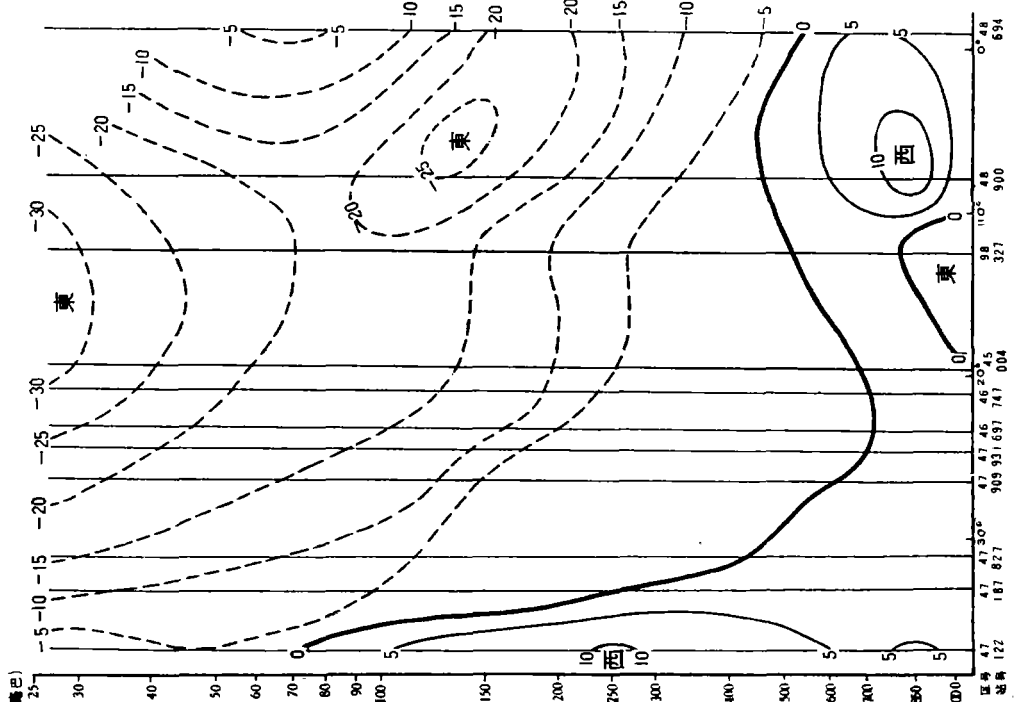


图 4 1958 年 7 月东经 120° 东西风剖面图(说明见图 2)



西风气流,但在西风层上空,则是平流层的东风气流。

图 3 和图 4 是 7 月东经 45° 及 120° 剖面图,它们代表了这两地区夏季季风盛行时期的环流结构。在夏季对流层低层不复出现冬季的东北风,而是被西南风所代替。在西南风的上空是为热带及副热带东风气流所控制,这支东风气流一直伸展到平流层。显然,冬夏整个对流层大气的风场完全相反。但在平流层冬夏风向并无转换现象,即始终是东风。根据以上分析,在热带季风盛行区域(即亚洲南部),冬季在近地面盛行东北风,在对流层中高层盛行西风,在平流层则出现东风。夏季在近地面层盛行西南风,而在对流层中层和上层以及平流层大气中盛行东风气流。自冬至夏或自夏至冬(4 月及 10 月图略),这些基本气流的交替,表现了亚洲南部季风区域季风的特征。

2) 行星风带位移明显

根据上面两个经线上冬夏剖面图的分析,看出在亚洲南部风场的季节变化很明显。风场的这种变化也明显地反映在行星风带的季节位移上,例如在东经 45° 1 月份(图 1)对流层中部西风带的位置偏南,东西风的分界线约在北纬 5°,而在 7 月份(图 3)东西风的分界线处北纬 30° 附近。冬夏行星风带的南北位移有 25 个纬度。这种现象在东经 120° 更为明显。东西风分界线由冬季的北纬 5° 跳到夏季的北纬 35° 附近。

三、热带季风盛行区域与季风不盛行区域环流的差异

我们取东经 170° 及西经 80° (即通过太平洋中部及北美大陆的南部)的垂直剖面,代表北半球热带季风不明显的地区。把这两个垂直剖面图与东经 45° 和 120° 两个剖面进行比较,从而了解它们之间环流结构的差异。

1) 冬季环流的差异

图 5 和图 6 代表 1 月西经 80° 及东经 170° 的剖面图,把这两张图与图 1 和图 2 相比较,我们看出风场的结构在北纬 25° 到 10° 范围内是相似的。在高空西风下面,均为东风气流。但在季风区域(图 1 和图 2)的冬季风现象比太平洋中部及北美大陆的南部要明显,在东亚上空对流层中部西风风速比北美上空强,位置要偏南。此外,在东经 170° 剖面上北纬 10° 以南,赤道南北地区环流的结构与季风盛行区域(图 1 和图 2)十分不同,从图 6 上可以看到赤道东风带北移,在赤道地区对流层中下层以及平流层上空均为西风,并在 25 公里以上又出现了东风。这些事实与 C. E. 帕曼 (Palmer)<sup>[3]</sup> 的结果是一致的,可是在季风盛行区域是不存在的。

上面这几个剖面图仅能代表个别地区的情况,这种表示是否有全面性呢? 我们又选取北纬 15° 全球 21 个测站的测风资料,作出 1958 年 1 月纬向垂直剖面图(图 7),从这张图上我们发现冬季东西半球的风场结构是相似的,在近地面层为东风,在高层为西风。但在东半球亚非大陆的南部对流层低层的东北季风要比西半球北美大陆南部所及层次要厚,例如在西贡(48,900)的上空,冬季风就达到 5 公里以上,北美大陆就很浅薄。

2) 夏季环流的差异

图 8 和图 9 代表 7 月西经 80° 和东经 170° 夏季风的剖面图。与图 3 和图 4 相比较,其间差异甚明显。例如,在北美大陆南部和太平洋中部的低空并无西风出现。而在亚洲南部低空盛行西风,并在对流层上部 150—100 毫巴之间,在北纬 10—15° 出现一支强东



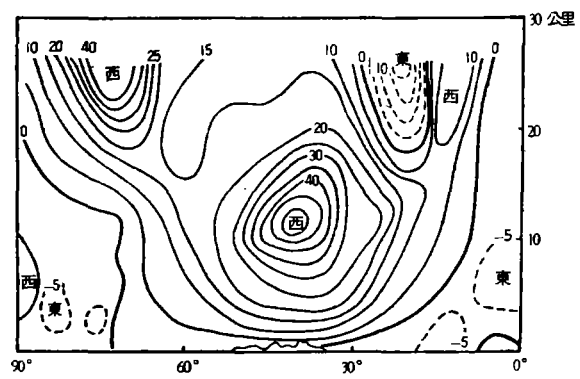


图 5 1 月西經 80° 的平均剖面图(說明見图 2 )  
(取自 Kochanski A. B. 1948—1951 平均剖面图)

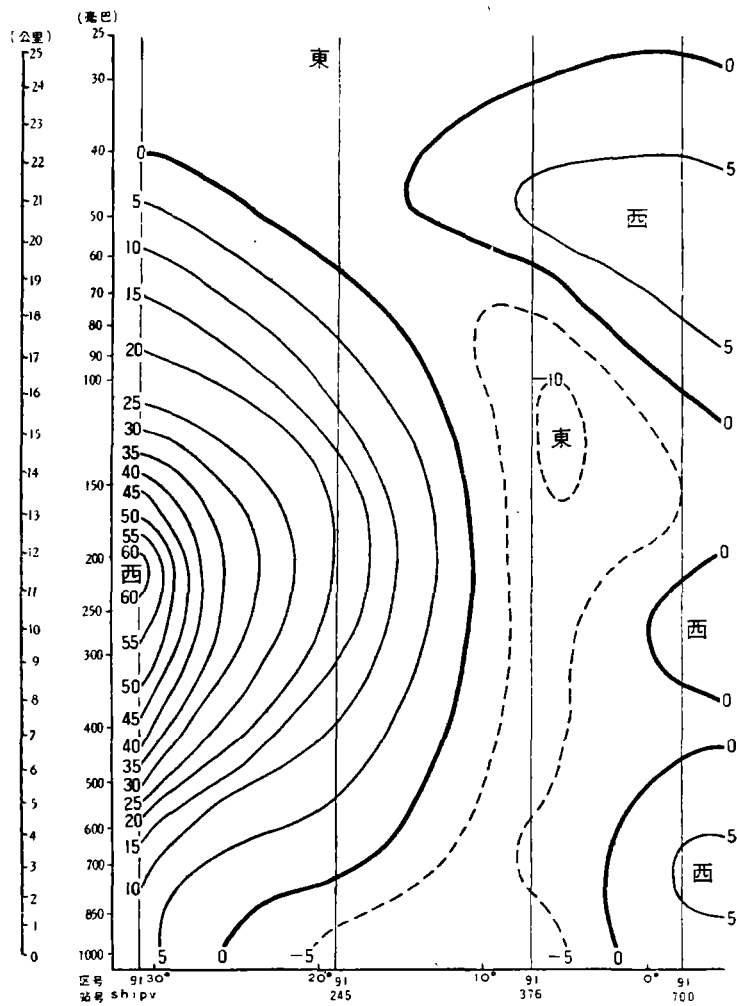


图 6 1958 年 1 月东經 170° 东西风剖面图(說明見图 2 )



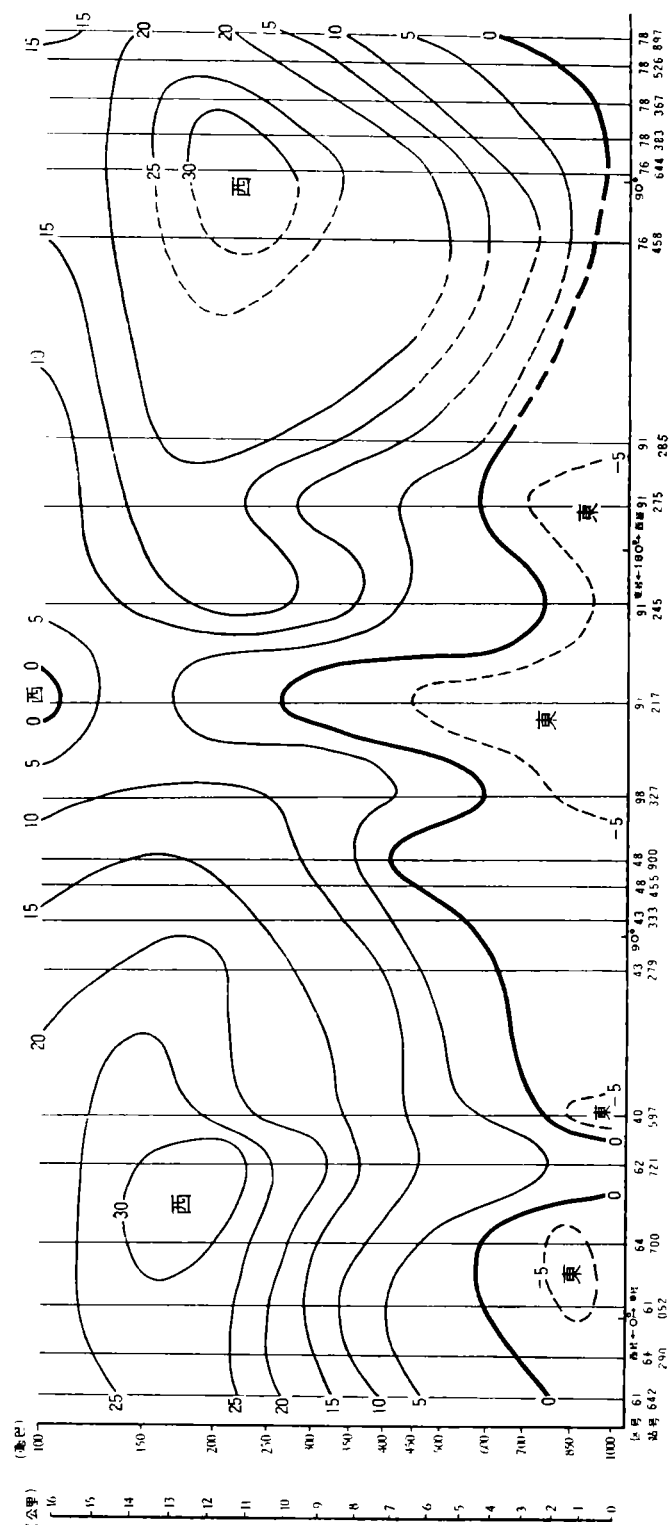


图 7 1958 年 1 月沿北纬 15° 东西风剖面图(说明见图 2)



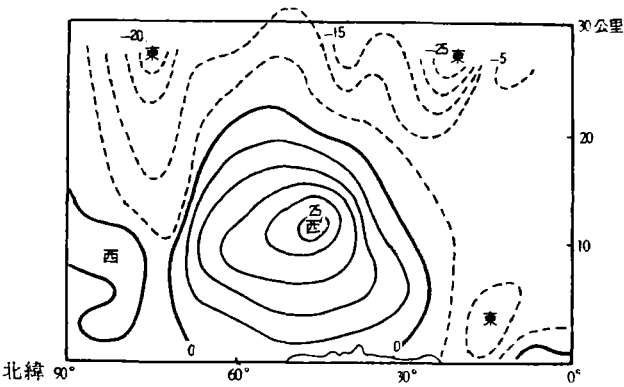


图 8 7 月西經 80° 的平均剖面图 (說明見图 2)  
(取自 Kochanski A. B. 1948—1951 平均剖面图)

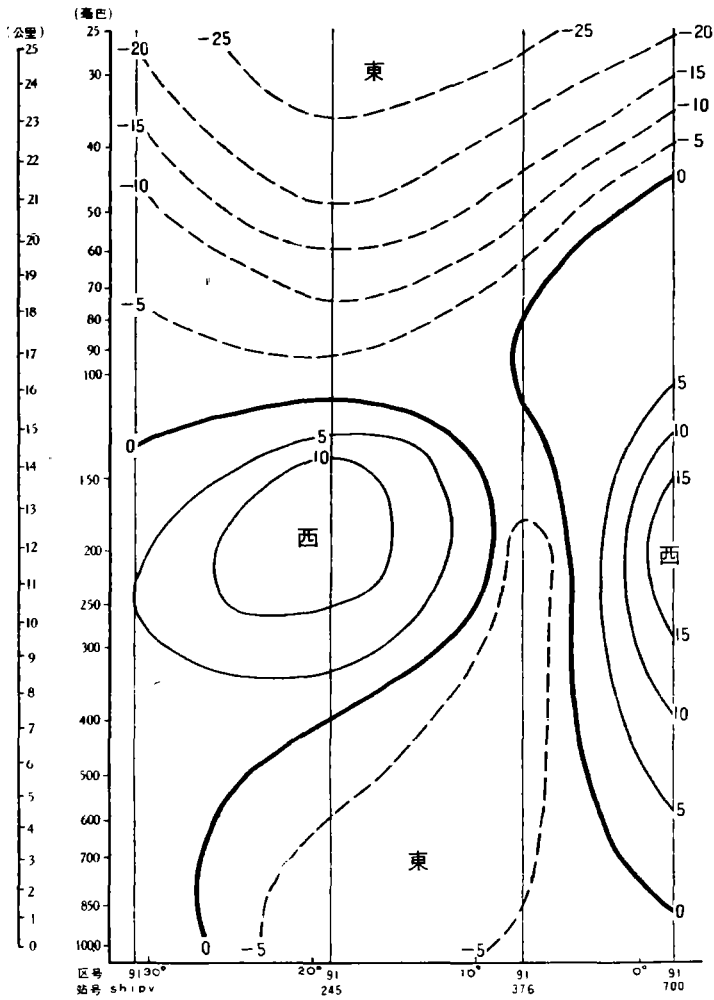


图 9 1958 年 7 月东經 170° 东西风剖面图 (說明見图 2)



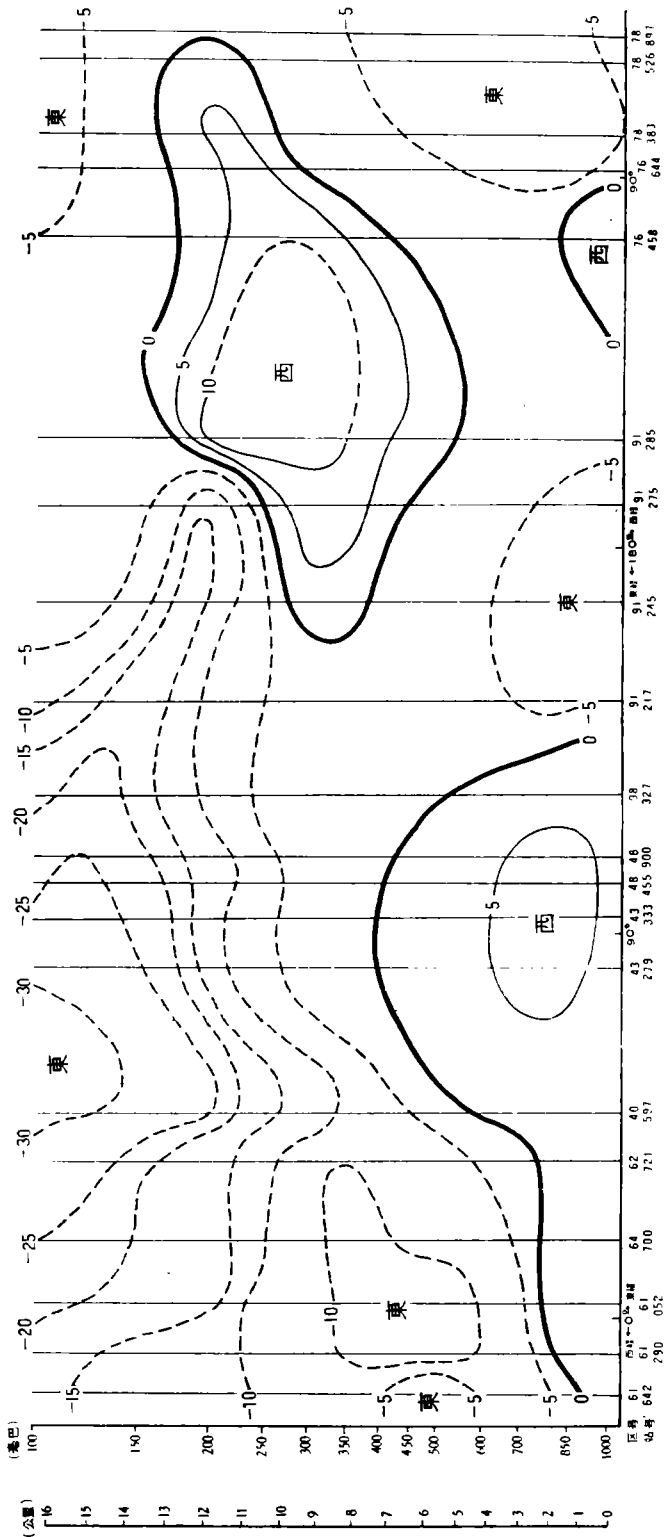


图 10 1958 年 7 月沿北纬 15° 东西风剖面图(说明见图 2)



风,在西半球这支东风急流并不存在。

图 10 是根据夏季北緯 15° 全球 21 个測站的測风資料,作出的 1958 年 7 月緯向垂直剖面图,在这张图上东西半球环流的差异比冬季更为明显。在东半球对流层低层盛行西南季风,这支西南季风約自东南亚一直伸展至北非。在这支西风的上空出現了寬广的东风带,在近对流层頂附近出現东风急流。可是在西半球,在太平洋及北美大陆的南部,在对流层中低层出現东风,高层出現西风。气流的方向与东半球正好相反。

为了进一步說明这种現象,我們挑选了在北緯 15° 附近四个測站,繪制了 1958 年 7

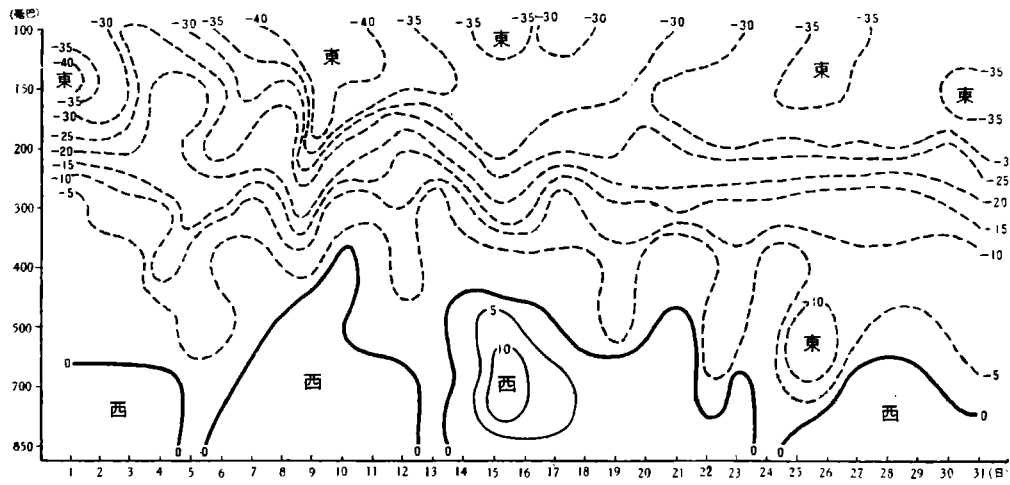


图 11a 1958 年 7 月亚丁 (Aden) 东西风時間剖面图 (說明見图 2)

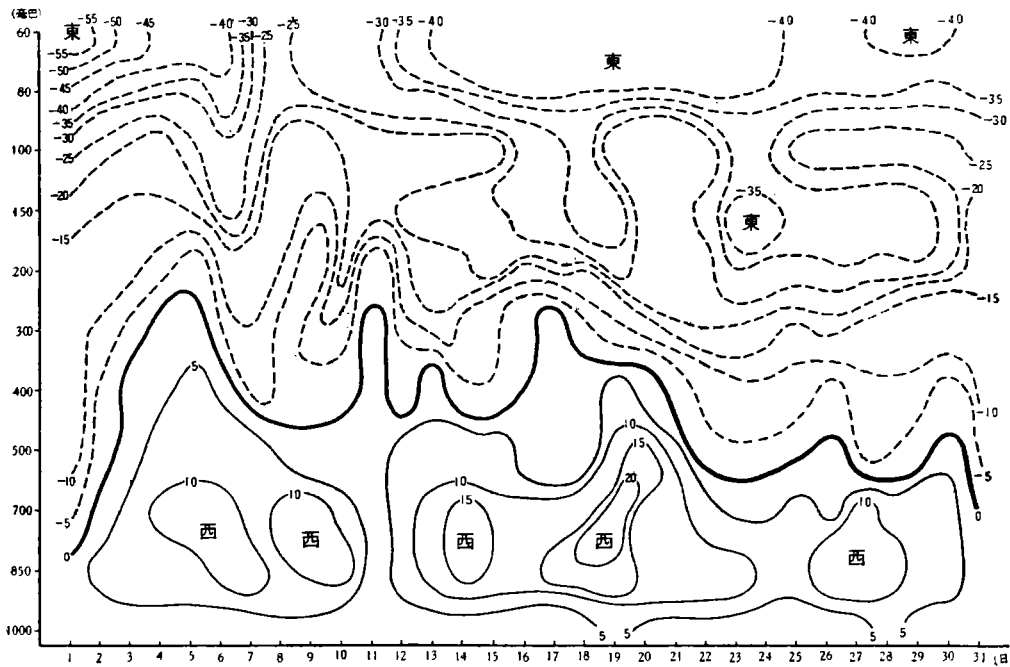


图 11b 1958 年 7 月西貢 (Saigon) 东西风時間剖面图 (說明見图 2)







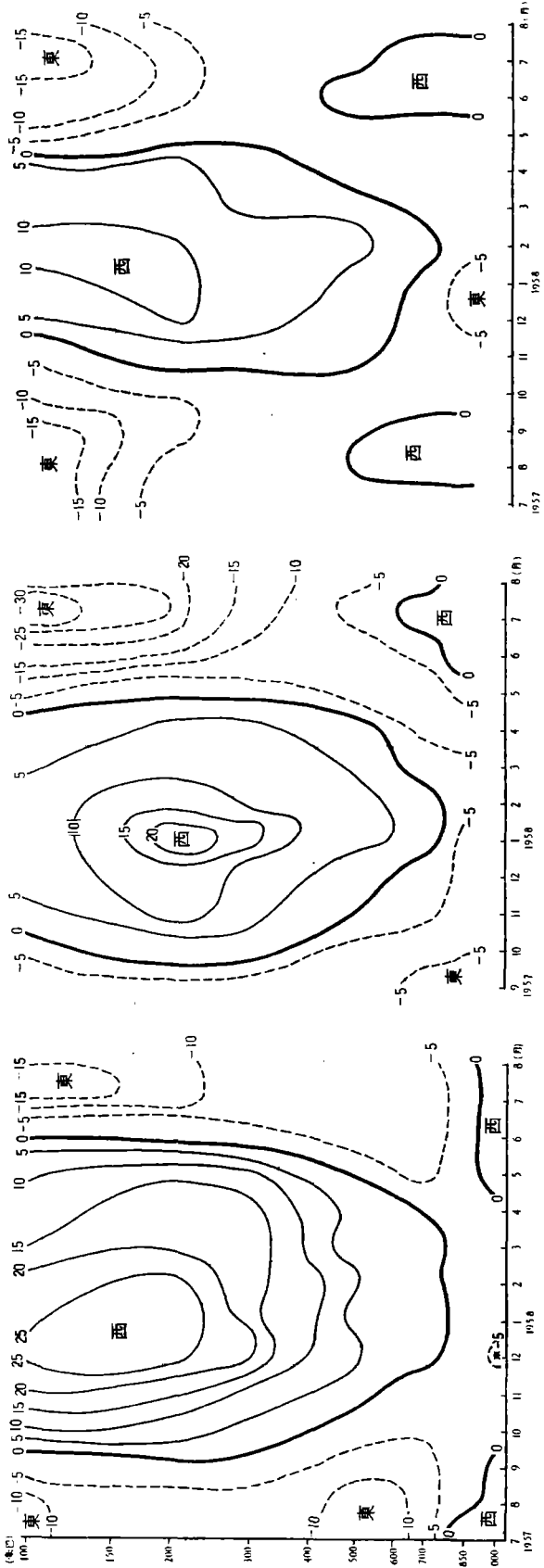


图 12a 达喀尔 (Dakar-Quakan)  
东西风的年变程 (說明見图 2)

图 12b 亚丁东西风的年变程  
(說明見图 2)

图 12c 馬尼拉东西风的年变程  
(說明見图 2)

#### 四、季风盛行区域 与季风不盛行区 域环流的年变程

上面对季风盛行区域和季风不盛行区域冬夏环流的差异作了对比，現在再对环流年演变过程进行分析。我們曾选取达喀尔、亚丁、馬尼拉、关島、大克曼島五測站繪制了1957年7月—1958年8月各高度上东西风年变程图(图12a-e)，图12a代表北非西部上空的情况，在夏半年(5—9月)在近地面层有浅薄的西风，而850毫巴以上东风盛行，強东风出现在7月的100毫巴高度上，中心強度达到16.2米/秒。这种現象同样在亚丁上空表現(图12b)，在亚丁上空夏半年西南季风很明显，而且在盛夏季风的高度达到1.5公里以上，愈往东去，在馬尼拉(图12c)，夏季风的高度能达到5公里以上。而在冬半年(10—4月)亚非大陆低緯度的三測站(图12a-c)，近地面均在东风控制下，其上空为西风气流。在太平洋和美洲南部(图12d-e)，环流的年变程在对流层的高层变化十分明显，可是在对流层中下层，終年均在东风气流的控制下，风的季节变化是不清楚的。



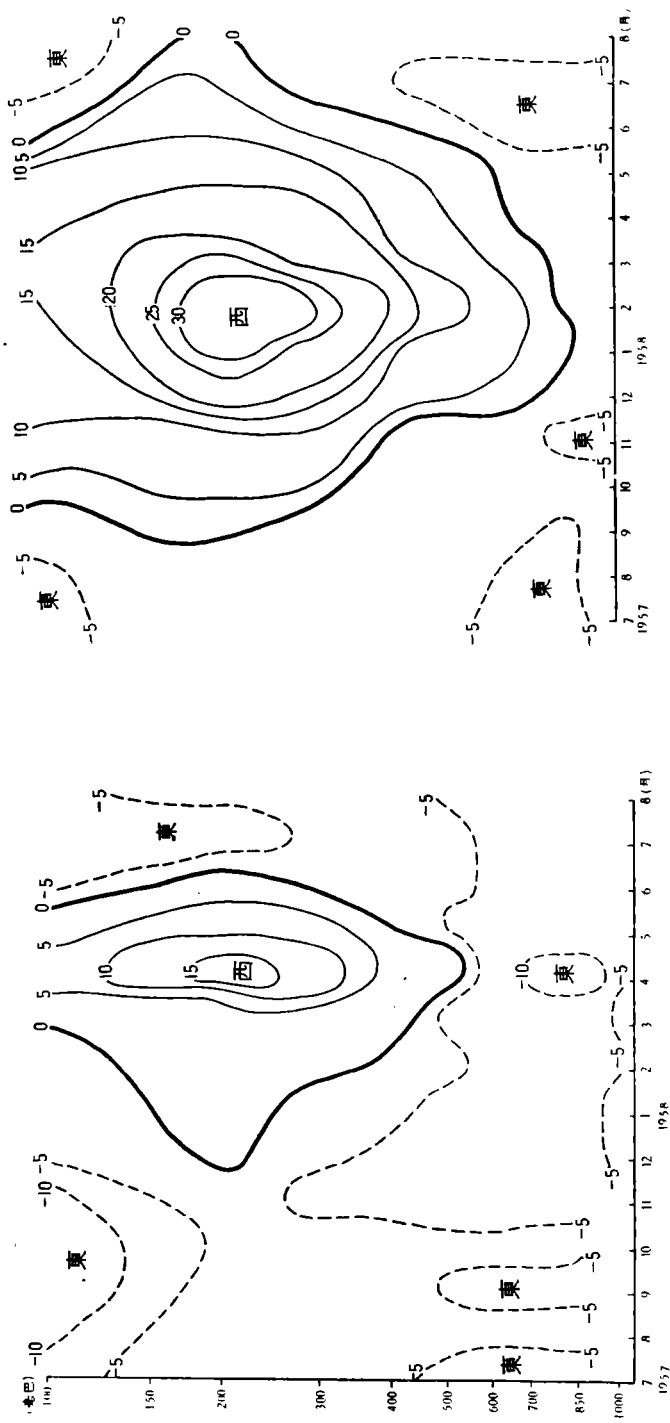


图 12c 大克曼島东西风的年变程 (說明見图 2)

图 12d 关島东西风的年变程 (說明見图 2)

根据图 12a-c, 对各地各层风的季节变化进行分析, 得出表 1 所示的结果。由冬到夏或由夏到冬, 在季风盛行区域, 风的季节转换现象是十分明显的, 但在高空和低空风的季节转换的时间是不一致的。例如在北非西部的达喀尔的上空, 由冬入夏, 风的季节转变在 5 公里以下先变, 5 公里以上有落后现象。而由夏入冬, 高低空转变的情况就相反。在亚丁上空, 由冬由夏, 风的转变低空落后于高空, 而由夏入冬情况与非洲是一致的。在馬尼拉上空, 由冬入夏环流演变与亚丁相似。可是由夏入冬, 在 3 公里 (700 毫巴) 以下, 9、10 月間低空环流有一次明显的变化, 而在高空风的变化, 出现在 10、11 月間。这说明由夏到冬低空比高空变得早。高由禧等<sup>[4]</sup>在讨论我們秋高气爽气候形成的原因时, 亦着重提出在中国大陆上由夏入冬高低空环流转换的落后是秋高气爽形成原因之一。从本文的分析看, 这个结论是正确的。在关島上空风的季节转换并不明显, 在对流层中下层全年均在东风控制下。在大克曼島上空, 低空全年均为东风, 风的季节变化不显



表 1 各地区风的季节轉換出現的月份

季节 站名 (毫巴)	冬→夏					夏→冬				
	达喀尔	亚丁	馬尼拉	关島	大克曼島	达喀尔	亚丁	馬尼拉	关島	大克曼島
100	5.6	4.5	4.5	5.6	5.6	9.10	10.11	11.12	不显	9.10
200	5.6	4.5	4.5	6.7	全年西风	9.10	9.10	10.11	11.12	8.9
300	5.6	4.5	4.5	5.6	6.7	9.10	9.10	10.11	全年东风	9.10
500	4.5	4.5	5.6	全年东风	5.6	10.11	10.11	10.11	”	11.12
700	3.4	6.7	5.6	”	3.4	11.12	12.1	9.10	”	11.12
850	全年东风	5.6	5.6	”	不显	全年东风	不显	9.10	”	全年东风
1000	4.5	—		”	全年东风	9.10	—		”	”

著,而中高层风的季节轉換是較清楚的。

五、結 論

根据以上的分析,我們得出下面几点結論:

1. 在季风盛行区域冬夏环流的差异, 在对流层大气中: (1) 风的季节变化明显, 冬季是由近地面层冬季风 (东北风), 对流层中高层的西风以及平流层的东风构成冬季风的三个基本气流; 夏季是由近地面层夏季风 (西南风) 以及盛行在西南季风上空的热带及副热带东风构成夏季风場的主要角色。自冬至夏或自夏至冬, 这些基本气流的交替变换, 形成了季风区域的各种季风現象。(2) 行星风带的位移明显, 即对流层中高层赤道东风带及中緯度西风带之間的边界, 最大的南北位移是发生在季风盛行区域——在亚洲南部的大陆上。
2. 在季风盛行区域与季风不盛行区域环流的差异是十分明显, 夏季比冬季尤其明显。在季风区域对流层低层夏季盛行西南季风, 这支西南季风約自东南亚一直伸展至北非, 在这支西南季风的上空出現了寬广的东风带, 在近对流层頂附近出現东风急流。可是在季风不盛行区域, 这支东风急流并未发现, 在对流层中低层出現东风, 高层出現西风。环流的年变程, 在对流层的高层变化十分明显, 可是在对流层中下层, 終年均在东风气流的控制下, 风的季节性变化是不清楚的。

最后, 本文承陶詩言先生热忱指导, 并在工作过程中提供宝貴意見, 謹此致謝。



参 考 文 献

[1] Kochanski, A. B.: Cross sections of the mean zonal flow and temperature along 80°W. *Journal of Meteorology*. 1955, 4, vol. 12, No. 2, p. 95.

[2] Витвицкий Г. Н.: Причины развития муссона южной Азии. *Изв. АН СССР, серия географ.* №. 4. 1958.

[3] Palmer, C. E.: The General Circulation between 200mb and 10mb over the equatorial Pacific. *Weather London*. 9, 1954, p. 341.

[4] 高由禧: 东亚的秋高气爽。气象学报, 1958 年 5 月, 第 29 卷第 2 期。

[5] Koteswaram, R.: The easterly jet stream over the tropics. *Tells*. vol. 10, 1958, No. 1.

[6] 陶詩言、陈隆勳: 夏季亚洲大陆上空大气环流的结构。气象学报, 1957 年 8 月, 第 28 卷第 3 期。

[7] 陈隆勳等: 1956 年 1 月到 3 月上旬亚洲上空大气环流的结构。气象学报, 1956 年 12 月, 第 27 卷第 4 期。

[8] Gilchrist, M. A.: Wind between 300 and 100mb in the tropics and subtropics. *Meteorological Office Professional Note*, 1953.

[9] Koteswaram, P.: The asian summer monsoon and the general circulation over the tropics. *Monsoon of the World*. 1960.

[10] Flöhn, H.: Recent investigation on the mechanism of the summer monsoon of southern and eastern Asia. *Monsoon of the World*. 1960.

[11] R. C. 殷得克列夫等: 論地中海和亚洲中东地区高空情况的季节变化 (翟章譯)。气象学譯报, 第 4 卷第 4 期, 1957 年。



## ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ ТРОПИЧЕСКИХ МУССОННЫХ РАЙОНОВ И РАЙОНОВ БЕЗ ГОСПОДСТВА МУССОНА

Тань Юй-ви

(Институт географии АН КНР)

(Резюме)

В данной статье муссоны рассматриваются с точки зрения структуры атмосферной циркуляции. Автор подобрала профили средних полей ветров за январь, апрель, июль и октябрь 1958 г. на  $45^{\circ}$ ,  $120^{\circ}$ ,  $170^{\circ}$  восточной долготы, и составила профили полей ветров за январь и июль для 21 станции около  $15^{\circ}$  северной широты. Кроме этого, привела профили средних полей ветров за январь и июль на  $80^{\circ}$  западной долготы, составленные А. В. Kochanski (1948—1951). Из сопоставления особенностей атмосферной циркуляции материков Азии и Африки (районов, где господствует муссон) и Тихого Океана и Северной Америки (районов, где не господствует муссон) было получено следующие два результата:

(1) Различия в зимней и летней атмосферной циркуляции в муссонных районах: 1) сезонная смена ветров четкая. Зимой в приземном слое дует зимний муссон (северо-восточный ветер), в верхнем слое тропосферы — западный ветер, а в стратосфере — восточный ветер; они составляют три основных воздушных потока зимнего муссона. Летом главную роль играет летний муссон (юго-западный ветер) в приземном слое а также тропический и субтропический восточные ветры, которые господствуют над юго-западным муссоном. 2) перемещение зон планетарных ветров четкое. Наибольшее перемещение с юга на север рубежа между зоной восточного ветра тропиков и зоной западного переноса средних широт в верхнем слое тропосферы происходит в муссонных районах — в южной части материка Азии.

(2) Различия в атмосферной циркуляции муссонных районов и районов без господства муссона выражаются очень ярко. Летом их различия ярче, чем зимой. Кроме этого, в районах, где господствует муссон, муссон — это не только явление в приземном слое, его мощность может достичь 5 и более км. Наконец, Центральное местоположение струйного течения восточного румба на большой высоте, связанного с юго-западным муссоном, появляется над Сайгоном в Восточной Азии и над Адевом в Аравии, а это струйное течение восточного румба не обнаружено над Тихим Океаном и материком Северной Америки.