

# 北半球夏季西北太平洋热带地区西南季风强弱变化与南半球环流型的关系

何诗秀 杨祖芳

(中国科学院大气物理研究所) (中央气象台)

## 提 要

本文分析了1978年夏季西北太平洋西南季风的强弱变化与南半球500mb环流形势的关系,发现当南半球出现经向环流型时,西南季风相应增强,反之,出现纬向环流型时,西南季风则减弱。

在南半球稳定的经向环流形势控制下,冷空气可以影响到低纬地带,高空长波槽后冷高压北侧的东南大风在其相对固定的通道上形成一股强而持久的越赤道气流,在北半球环流条件有利的情况下,这股越赤道气流可以在西北太平洋上转向成西南气流,导致该地区西南季风增强。由于南半球的长波槽容易在澳洲大陆东西两岸同时停滞加深,因此越赤道气流的路径则相对集中在这两个长波槽后的 $150^{\circ}\text{E}$ 和 $105^{\circ}\text{E}$ 附近地区。

## 前 言

西北太平洋上夏季西南季风的强弱变化与ITCZ\*活动关系极为密切,当西南季风强盛时,ITCZ活跃,有利于台风的生成和发展,反之则不然。另外,西北太平洋低纬环流的中期演变问题在很大程度上也受这支气流影响。所以,西北太平洋上西南季风的来源及其强弱变化规律是热带大气环流的重要问题,这个问题非常复杂,本文只着重讨论西南季风活动情况与南半球大型环流之间的关系。

关于夏季西北太平洋上西南季风强度变化与来自南半球越赤道气流之间的关系,是目前我国热带气象工作者<sup>[1-3]</sup>讨论较多的问题之一,他们认为当澳洲有冷空气活动时,低层冷高北侧的东南风加大,这股较强的东南气流在某些相对固定的通道上越过赤道,然后在北半球转向成西南气流,使西北太平洋上西南季风加强。但他们只根据低层(地面或850mb)资料来讨论南半球的冷空气活动。我们注意到,南半球冬季澳洲地区低层冷高压活动非常频繁,而西北太平洋上西南季风的强度变化周期比澳高活动周期长得多。另外,王作述等<sup>[4]</sup>的统计指出,寒潮冷高压在澳洲东北部引起的东南大风向下游很快衰减,只有1/3能传播过赤道。这些事实表明有些澳洲冷高压活动对西南季风的加强影响很小,因此我们推测,西北太平洋上西南季风的强弱变化可能受南半球更大尺度的环流条件所限制。

最近, C. Ramaswamy 等<sup>[5]</sup>指出,印度夏季西南季风的中断时期与南半球对流层中、

1979年1月27日收到修改稿。

\* ITCZ 指热带辐合区。

上层经向环流型相对应。罗树森<sup>[5]</sup>对澳洲地区 500mb 环流型与西北太平洋台风发生的关系作了统计研究，指出当经向环流型出现后 3—6 天，台风、强台风发生次数最多。这说明南半球大型环流与夏季印度西南季风及西北太平洋热带环流之间存在着一定的联系。我们在本文中将根据 1978 年 6—9 月的资料，分析南半球 500mb 环流型与西北太平洋上西南季风强弱变化及越赤道气流通道间的关系。

一、典型天气过程的分析

北半球夏季西北太平洋上西南季风强度具有准周期性变化，在某一时段中，西南季

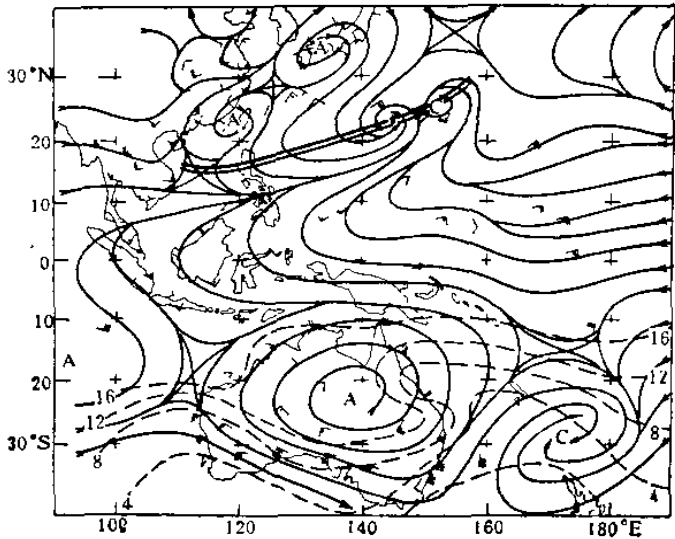


图 1 a 1978 年 7 月 18 日 00Z850mb 流线图  
实线—流线，虚线—等温线，双实线—赤道辐合带

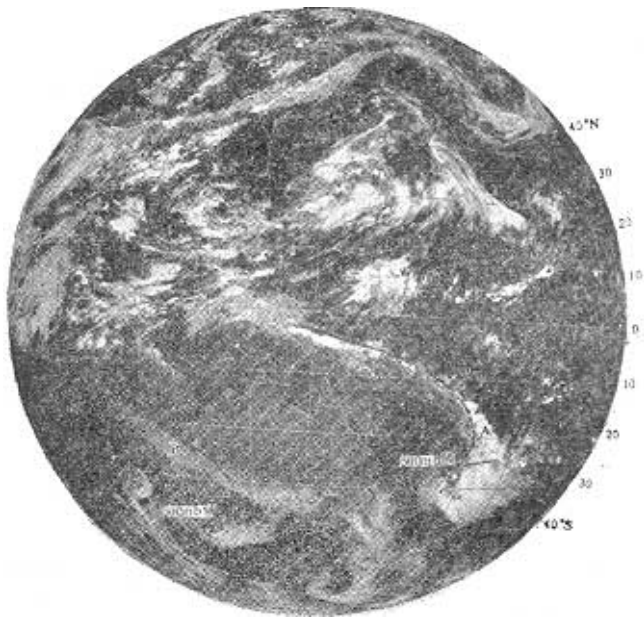


图 1 b 1978 年 7 月 17 日 12Z 地球静止卫星红外云图

风强, ITCZ 活跃, 台风活动频繁, 而在另一时段中则相反。我们通过对 1978 年 6—9 月有关资料的分析, 发现这种变化与  $90^{\circ}$ — $180^{\circ}$ E 范围内的南半球中纬度西风带环流形势有关, 当南半球出现经向环流型时, 西北太平洋上西南季风增强, 反之, 当南半球出现纬向环流型时, 西南季风减弱。下面将对比分析在这两种环流型影响下的典型例子。

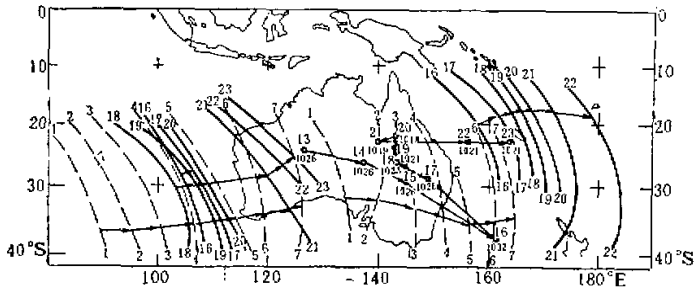


图 2 南半球 500mb 槽线及地面冷高压中心位置图。

粗实线—1978 年 7 月 16—22 日 12Z 500mb 槽线 虚线—1978 年 7 月 1—7 日 12Z 500mb 槽线

圆圈—1978 年 7 月 13—23 日 00Z 地面冷高压中心位置

### (1) 南半球经向环流型影响下西北太平洋上西南季风增强的天气过程

1978 年 7 月 13—27 日期间, 西北太平洋上西南季风强盛, ITCZ 活跃(见图 1a 及图 1b), 先后有四个台风生成。相应地在 7 月 16—22 日期间, 南半球 500mb 上为稳定的长波型式, 图 2 中粗实线为这几天的长波槽位置。图 3 中曲线 A 为 7 月 16—22 日期间沿  $30^{\circ}$ S 的 500mb 平均高度廓线, 可以看出, 这个时期长波槽稳定在  $170^{\circ}$ E 和  $110^{\circ}$ E 附近,  $140^{\circ}$ E 为脊的平均位置。图 4a 为这时的 500mb 形势, 中纬西风带经向度很大, 这种两槽一脊形势在卫星云图(图 1b)上反映也十分清楚, 南半球的 A、B 两条云带分别对应  $170^{\circ}$ E 和  $110^{\circ}$ E 附近的两个长波槽, 两条云带之间的澳洲大陆上空为无云区(脊区)。

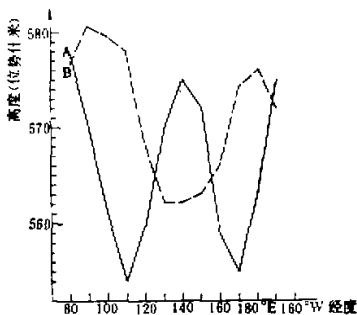


图 3 沿  $30^{\circ}$ S、 $80^{\circ}$ E— $170^{\circ}$ W 500mb

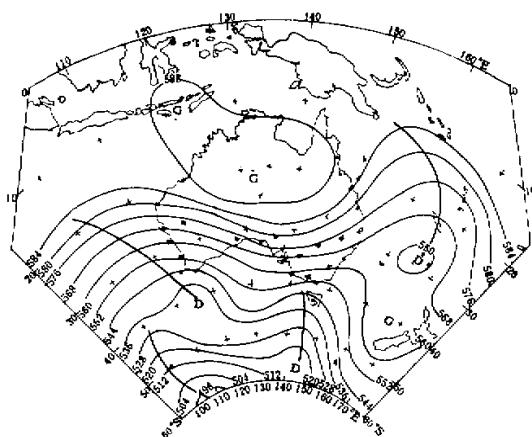
平均高度廓线图

实线 (A)—1978 年 7 月 16—22 日 12Z

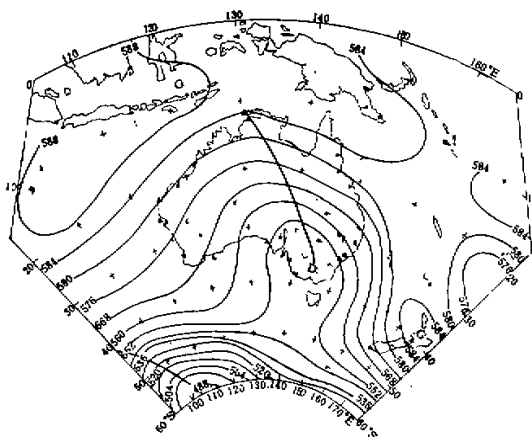
虚线 (B)—1978 年 8 月 8—13 日 12Z

这次澳洲冷高压活动深入低纬地区 ( $30^{\circ}$ S 以北), 移动缓慢, 强度较强。与  $110^{\circ}$ E 长波槽相对应的低层冷高压位于印度洋东部, 由于海上记录稀少, 中心位置很难确定, 但高压东部的反气旋性环流自 16 日后就可分析出来。从高低层环流形势及系统的配置情况看出, 在 7 月 16 日至 22 日期间, 澳洲及印度洋东部地区同时有强寒潮爆发。

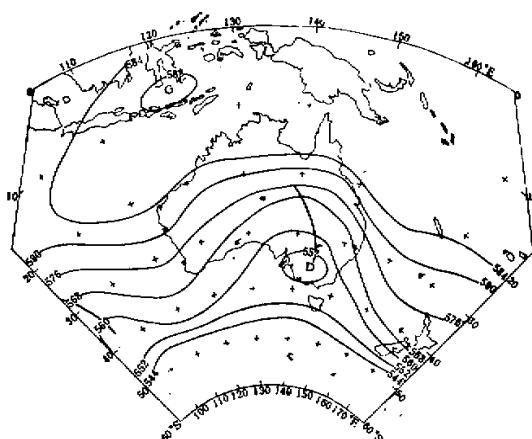
这次西南季风增强过程初期 (16 日以前) 主要受 7805 号台风发展的影响, 7 月 16 日



a. 经向型 两槽一脊 ( $R_1$ ) 1978 年 7 月 17 日 12Z



b. 经向型 两脊一槽 ( $R_2$ ) 1978 年 8 月 8 日 12Z



c. 纬向型 移动性槽脊 (M) 1978 年 7 月 2 日 12Z

图 4 南半球 500mb 环流型

以后,在南半球经向环流型(两槽一脊)控制下,澳洲东北部及印度洋东部 850mb 冷高压前的东北风加大(见图 1a),有较强的东南气流越过赤道,然后在北半球转向成西南气流,使南海南部及西北太平洋热带地区的西南风加大,这时 ITCZ 云带也发展得非常旺盛(见图 1b)。

我们从图 1a 及 1b 还可看出,这次南半球冷空气活动曾到达很低的纬度,如图 1a 所示,这时 850mb 上澳洲东岸温度槽明显,锋区已向北移到珊瑚海上  $20^{\circ}$ — $10^{\circ}$ S 之间,锋后冷平流较强,冷平流区扩展到  $10^{\circ}$ S 以北。另外,从图 1b 上看出,在云带 A 的北端,有组织的深对流云线伸展到新几内亚中部,这表明与冷锋有关的强对流活动已发展到很低的纬度,锋后细胞状云系已蔓延到  $10^{\circ}$ S,可见东边 ( $170^{\circ}$ E 附近) 槽后冷空气活动几乎到达赤道。从图 1a 上可岛屿 (96996 站) 850mb 东南风的加大、图 1b 上云带 B 北端伸至  $10^{\circ}$ S 以北、以及云带 B 后面海上细胞状云系发展到  $12^{\circ}$ S 等事实推断,西边 ( $110^{\circ}$ E 附近) 槽后冷空气活动也曾到达  $10^{\circ}$ S 以北的低纬地带。在这东西两股强冷空气活动过程中,南半球低纬地区冷锋后东南风加大,这两支强东南气流越过赤道后转向成西南气流,将南半球动能输入北半球,导致西北太平洋热带地区西南季风的增强。

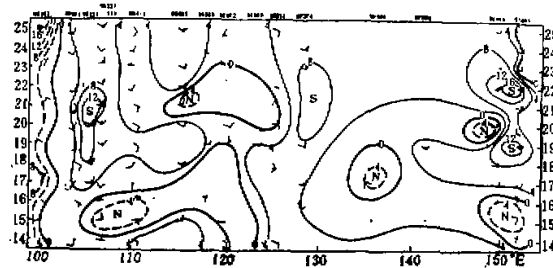


图 5 1978 年 7 月 14—25 日 00Z  $100^{\circ}$ — $155^{\circ}$ E、 $5^{\circ}$ S— $5^{\circ}$ N 范围内 850mb 实测风时间剖面图。

图 5 是 7 月 14—25 日期间  $100^{\circ}$ — $155^{\circ}$ E、 $5^{\circ}$ S— $5^{\circ}$ N 范围内 850mb 实测风时间剖面图,可以看出,在  $150^{\circ}$ E 和  $105^{\circ}$ E 附近各有一个强偏南风 ( $\geq 12$  m/s) 中心,而在  $120^{\circ}$ E 附近偏南风较小,甚至长时间出现偏北风。可见在南半球两槽一脊形势影响下,越赤道气流主要集中在东西两个长波槽后。这个分析结论与王作述等<sup>[3]</sup>的统计结果较一致,他们对 7、8 两月赤道带内 850mb 上偏南大风 ( $\geq 9$  m/s) 的出现频率进行了统计,结果表明最大中心在  $150^{\circ}$ E 附近,次大中心在  $105^{\circ}$ E 附近。这两个地区正好位于南半球两槽一脊形势下两个稳定的长波槽后,这里是冷空气斜压位能释放区,有利于南半球低纬地带冷锋后东南大风的维持,因此成为越赤道气流相对集中的地方。

## (2) 南半球纬向环流型影响下的天气过程

1978 年 6 月 29 日—7 月 10 日期间,西北太平洋上西南季风很弱,ITCZ 不活跃(见图 6a 及 6b),也没有台风活动。相应南半球这段时间以纬向环流型为主,中纬地区气流经向度较小(见图 4c),槽脊移动较快(见图 2 中虚线)。澳洲地区没有强冷空气活动,850mb 上越赤道气流不明显(见图 6a)。

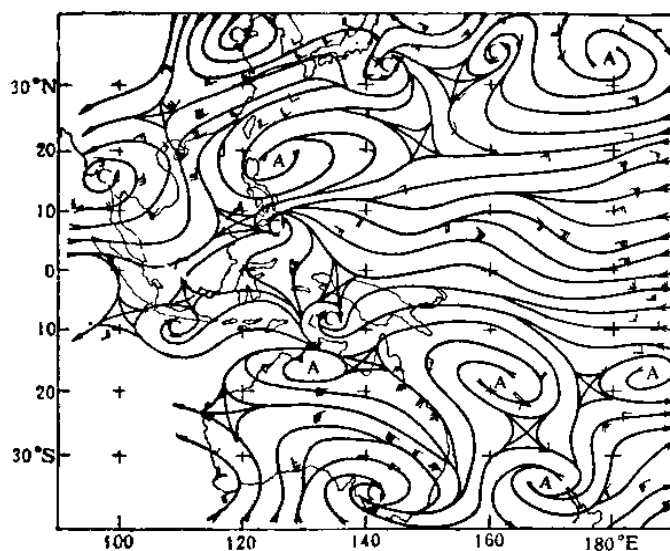


图 6a 1978 年 7 月 2 日 00Z 850mb 流线图。

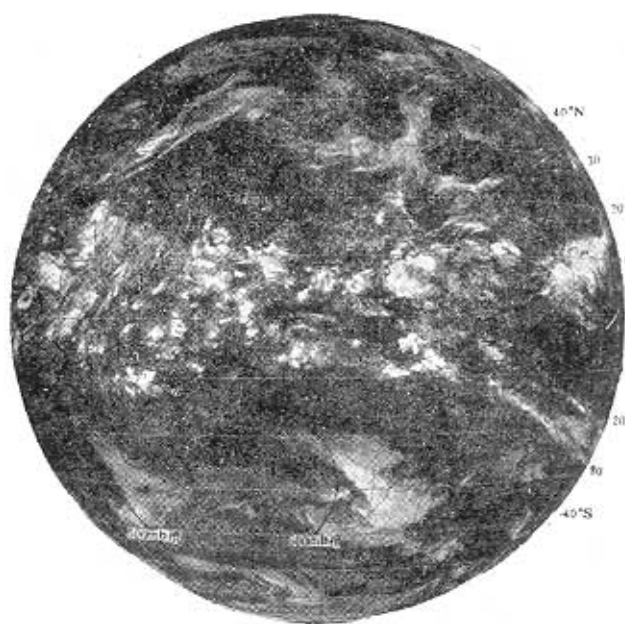


图 6b 1978 年 7 月 2 日 03Z 地球静止卫星红外云图。

由上述二例看出,西北太平洋上西南季风的强弱变化与南半球环流型有密切的联系,下面我们两半球的有关资料来进一步讨论这个问题。

## 二、1978 年南半球冬季环流型的划分

我们分析了 1978 年 6 月 15 日—9 月 25 日期间南半球  $90^{\circ}$ — $180^{\circ}$ E 范围内的 500mb 形势图,根据中纬度西风带流场特征,将其分为以下几种环流型:

(1) 经向型——气流经向度较大,槽脊移动缓慢,系统稳定,是南半球强寒潮爆发的

有利形势,根据槽脊位置的不同,分两种情况,

(a) 两槽一脊(以  $R_1$  表示),如图 4a,长波槽分别稳定在  $170^\circ\text{E}$  和  $110^\circ\text{E}$  附近,  $140^\circ\text{E}$  附近为脊区。

(b) 两脊一槽(以  $R_2$  表示),如图 4b,长波槽位于  $140^\circ\text{E}$  附近,脊分别位于  $170^\circ\text{E}$  和  $110^\circ\text{E}$  以西。

(2) 纬向型——气流经向度较小,槽脊移动较快,系统不稳定。根据气流的平直程度分为两种情况。

(a) 平直西风(以  $W$  表示),气流平直,多小波动(图略)。

(b) 移动性槽脊(以  $M$  表示),如图 4c,经向度较平直西风时大,在移动性槽后可能有较强冷空气活动。

(3) 阻塞型——中高纬出现切断高、低压及横槽,根据切断系统位置不同,分两种情况。

(a) 阻塞高压(以  $B$  表示),切断高压中心多出现在新西兰或以南地区,澳洲上空环流较平直(图略)。

(b) 延伸槽(以  $T$  表示),切断高压位置偏北,高压北边延伸槽后的冷空气可能影响到较低纬度(图略)。

按照上述分型原则,我们对 1978 年 6 月 15 日—9 月 25 日每天的 500mb 形势图划分了环流型,图 7 中直线段表示分型结果。各型持续三天以上者算一次过程,这期间共出现六次经向型、六次纬向型及四次阻塞型过程。

在六次经向型过程中,有五次是两槽一脊形势,只有一次是两脊一槽,这说明长波槽在澳洲大陆上空稳定下来的机会甚少,而在大陆东西两岸同时停滞加深的机会却较多,正如北半球冬季的东亚大槽一样,南半球冬季也容易在澳洲大陆东岸发展成稳定的长波槽,这个长波槽在 7 月份南半球 500mb 平均形势图<sup>[6]</sup>上反映很清楚。但可能因为澳洲大陆无论在地形影响或热力动力条件上都远不如亚欧大陆强,因此我们所见到的澳东长波槽在深度及稳定性方面也远不如东亚大槽。

### 三、西北太平洋热带地区西南季风强弱变化 与南半球环流型的关系

我们用西北太平洋上四个测站\*850mb 东西风分量的五天滑动平均值(简称平均东西风)作为西南季风强度指标(见图 7 中曲线)。在 1978 年 6 月 15 日—9 月 25 日期间,平均东西风曲线共有五次较明显的变动,分别用标号 1—5 表示,同时用双线段标出西南季风活跃的时段。这几次变动的平均周期是 22 天,第 2 次变幅最大,强西南季风持续时间最长,在这期间相继有四个台风发展,变幅次大的是第 3 次,其中有三个台风生成,第 4、5 两次变幅差不多,其中各有两个台风活动,第 1 次较弱,只有一个台风出现。由于第二次强西南季风所到达的纬度偏北,我们所选用的四个测站处于赤道缓冲带南边的偏东气

\* 四个测站为雅浦岛(91413),关岛(91217),特鲁克岛(91334)及波纳佩岛(91348)。

流中, 它们的平均东西风已不能代表西南季风强度, 因此我们又用沿  $15^{\circ}\text{N}$  ( $125^{\circ}\text{E}$ — $160^{\circ}\text{E}$  之间) 格点风\*\*的平均东西风作补充(见图 7 中虚线), 可以看出, 直到 7 月底平均东西风都是正值, 这次强西南季风活动期长达半月之久。

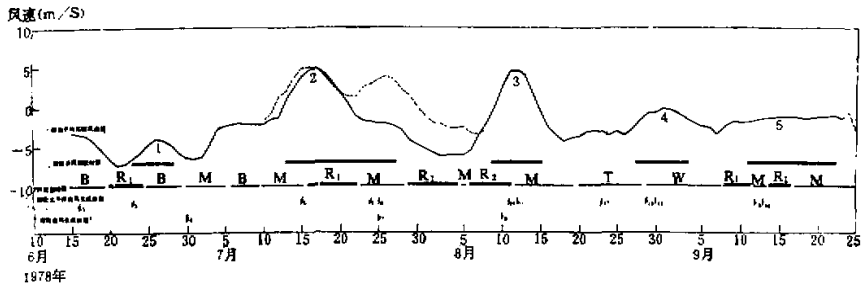


图 7 1978 年 6 月 15 日—9 月 25 日 850mb 平均东西风曲线及南半球 500mb 环流分型时段图。

在图 7 中同时还标出各个时期的环流型, 不难看出, 第 1、3、5 三次平均西风的增大都出现在南半球经向环流型时段中, 第 2 次增大过程的初期虽不是经向型, 然而 16 日后强西南季风的维持与 7 月 16—22 日的经向型有密切的联系。

总的说来, 在 1978 年北半球夏季, 西北太平洋上共出现过五次西南季风增强过程, 其中有四次(第 1、2、3、5 次)对应南半球的经向环流型, 这四次中又有三次(第 1、2、5 次)与两槽一脊形势有关, 可见西南季风的增强与两槽一脊形势关系最密切。只有一次(第 3 次)是受两脊一槽形势影响, 由于这时长波槽位于  $140^{\circ}\text{E}$  附近(见图 4b 及图 3 中曲线 B), 槽后较强的越赤道气流则集中  $100^{\circ}\text{E}$ — $130^{\circ}\text{E}$  之间。

从 1978 年 6—9 月的资料分析看出, 南半球经向环流型的出现的确有利于西北太平洋上西南季风的加强, 而西南季风的减弱期则多与南半球纬向环流型相对应。

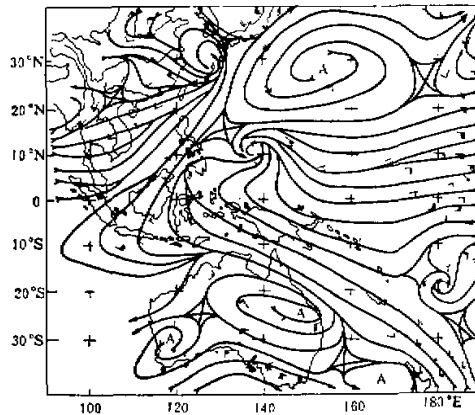


图 8 1978 年 8 月 2 日 00Z 850mb 流线图

\*\* 格点风为美国华盛顿气象中心 (KWBC) 编发。

虽然南半球的经向环流型多数与西北太平洋上西南季风增强时期相对应,但也有一次(7月29日—8月4日)是对应西南季风减弱期,这种差异主要由于北半球的环流条件不同所致。8月初850mb(图8)上台风群位于 $30^{\circ}\text{N}$ 以北,副高脊偏南偏西,在 $28^{\circ}\text{N}$ 、 $152^{\circ}\text{E}$ 附近有反气旋中心出现,在 $140^{\circ}\text{E}$ 以东,北半球副高南侧的东北信风与南半球的东南信风连成一片,不利于西北太平洋上西南季风的建立。另外,在200mb图上(图略),在前述两槽一脊形势(7月16—22日)下西南季风加强的过程中,近赤道脊呈东西走向,脊线位于 $15^{\circ}\text{N}$ 附近,同时大洋中部高空槽也呈纬向型,位于 $20^{\circ}\text{N}$ 以北,王友恒和许健民<sup>[7]</sup>的研究指出,这种高空形势有利于在ITCZ位置上低层出现辐合、高层出现辐散,ITCZ容易在西北太平洋上 $10^{\circ}\text{N}$ 以北地区得到加强,而8月初200mb上的环流条件却很不一样,这时大洋中部高空槽西端伸至关岛附近,近赤道脊脊线在 $10^{\circ}\text{N}$ 以南,这种情况不利于ITCZ在 $10^{\circ}\text{N}$ 以北发展。所以8月初虽然在南半球两槽一脊形势影响下, $150^{\circ}\text{E}$ 和 $105^{\circ}\text{E}$ 附近都有较强的越赤道气流存在,但西北太平洋上西南季风并没有加强。

#### 四、总 结

根据上述分析,我们提出以下几点看法:

(1) 当 $90^{\circ}$ — $180^{\circ}\text{E}$ 之间的南半球500mb环流出现经向型时,往往在澳洲至印度洋东部地区有较强的冷空气活动,强冷空气可以影响到南半球低纬地带。高空长波槽后冷空气斜压位能释放,是维持南半球低纬地区冷锋后东南大风的能源。在北半球环流条件有利的情况下,此东南大风越过赤道后可以在北半球转向成西南气流,导致西北太平洋热带地区西南季风增强。

(2) 由于经向环流型中稳定的长波槽位置不同,低层越赤道气流的主要路径所在经度也不相同,两槽一脊时主要集中在 $150^{\circ}\text{E}$ 和 $105^{\circ}\text{E}$ 附近,两脊一槽时主要在 $100^{\circ}$ — $130^{\circ}\text{E}$ 之间。由于经向环流型比较稳定,冷空气活动可到达南半球低纬地带,冷高压北侧较强的东南气流在其主要路径上形成一股强而持久的越赤道气流,这种越赤道气流对西南季风的增强作用要比南半球出现其他环流型时有效得多。

就1978年6—9月情况而论,南半球500mb出现两槽一脊形势的机会甚多,因此, $150^{\circ}\text{E}$ 附近的越赤道气流对西北太平洋热带地区西南季风增强的作用不可低估。

(3) 西北太平洋上西南季风的增强过程,有时可以由该地区的台风发展开始,即台风发展时可引起基本流场的改变,导致局地西南气流增强,但要使已经增强的西南气流得以在较长时期内维持,并在大范围内发展,一般必须有大量来自南半球的越赤道气流相伴随。

(4) 南半球的经向环流型多数(六次中有五次)与西北太平洋上西南季风增强期相对应,但也有极少数(一次)例外,这主要由于当时北半球高低层环流条件不利。因此,当南半球出现经向环流型时,西南季风是否增大,还需要结合当时北半球的环流背景加以综合分析判断。

以上只是根据1978年一年资料作出的初步分析,其中有些问题尚待今后进一步深入研究。

本文曾得到陶诗言先生的多方指导, 特此致谢.

### 参 考 文 献

- [1] 大气物理研究所热带气象组、海洋局海洋预报组, 1974 年 8 月份西太平洋及南海地区热带辐合带环流及其结构的初步分析, 1974 年热带天气会议论文集.
- [2] 大气物理研究所热带气象组, 南半球气流对南海和北太平洋西部热带环流的影响. 大气科学, 1976 年第 2 期.
- [3] 王作述、何诗秀, 南海至西北太平洋一带低空越赤道气流和季风的初步探讨. 气象学报, 第 37 卷, 第 4 期.
- [4] Ramaswamy, C. Parcer, R. S., The Southwest monsoon over India and its teleconnection with the middle and upper Tropospheric flow patterns over the Southern Hemisphere, *Tellus*, Vol. 30, No. 2, 1978.
- [5] 中央气象局研究所一室, 澳洲 500mb 环流形势与台风的一些统计关系. 1976 年热带天气会议文集.
- [6] Taljaard, J. J., Air masses of the southern Hemisphere, *Notos*, 18, 1969.
- [7] 王友恒、许健民, 热带对流层上部切变线与低空赤道西风的关系, 气象, 1979 年第 6 期.

## THE RELATIONSHIP BETWEEN THE INTENSITY OF SUMMER SOUTHWEST MONSOON OVER NORTHWEST PACIFIC AND THE CIRCULATION PATTERNS OF THE SOUTHERN HEMISPHERE

He Shi-xiu

(*Institute of Atmospheric  
Physics, Academia Sinica*)

Yang Zhu-fang

(*Central Meteorological Observatory*)

### Abstract

The relationship between the intensity of summer southwest monsoon over Northwest Pacific and the 500mb circulation patterns of the Southern Hemisphere in 1978 is investigated. It is found that Southwest monsoon is intensified when a meridional circulation pattern of Southern Hemisphere appears and the Southwest monsoon is weakened when a zonal circulation pattern appears.

The cold air could reach low latitude area when the stable meridional circulation pattern controls the Southern Hemisphere. The strong southeast wind to the north of lower layer cold high located behind the long wave trough could form a strong and persistent cross-equator flow in a relatively fixed narrow channel. In some favorable conditions of Northern Hemisphere circulation, this cross-equator flow could turn into southwest flow over the Northwest Pacific and lead to intensification of southwest monsoon. Because the Southern Hemisphere long wave troughs can easily be intensified and stay over the east and west coasts of Australian continent, the paths of cross-equator flow relatively concentrate at the back of the two long wave troughs, near 150°E and 105°E.