

南半球对北半球初夏季节转换的一种可能机理*

朱福康 陆龙骅

(国家气象局气象科学研究所)

提 要

在青藏高原气象科学实验近几年工作的基础上,对 1979 年初夏季节转换的基本天气事实有了一定的认识,在初夏季节转换过程中,南半球对北半球可能有一定的激发作用。并由此讨论了印度西南季风与中国初夏梅雨之间的异同。

一、引 言

大气环流季节转换是大气环流研究的重大课题之一。因为研究大气环流不仅要了解各季节的大气平均状态,也需要研究各种平均状态之间的转换。随着大气环流的季节转换过程的发生,全球大气环流的各种物理量发生了剧烈的变化。而且伴随着这些季节转换过程的发生,产生了一系列的重大天气现象,例如印度西南季风的爆发、中国长江中下游梅雨的开始等等。这些雨季来临的早晚、雨量的多少,都直接影响到这些国家的国民经济发展。因此,大气环流季节转换这个课题吸引了很多科学工作者的注意。1979 年季风试验就是一个例子。经过这几年的研究,发现了不少新事实,提出了不少新的问题,大大地推动了这一课题的发展。

1958 年叶笃正等^[1]在研究青藏高原及东亚上空的环流时,清楚地阐明了初夏东亚风系的突然北跳和 10 月份的急剧南撤。并指出,在这些变化之后,北美上空也有类似的南北移动。Radok 和 Grant^[2]指出,南半球季节性转换过程发生的时间一般跟北半球环流迅速变化的转换时间相接近。因此,研究南北半球季节性转换过程也应当从全球角度来考虑这个问题。1979 年全球大气研究计划第一期全球试验(FGGE)时期所获得的大量空前未有的资料,包括常规和特殊观测系统提供的资料,为这个问题的研究提供了良好的资料基础。

与此同时,1979 年 5—8 月我国在青藏高原及其邻近地区举行了青藏高原气象科学实验,提供了青藏高原及其邻近地区常规和热源资料。随后,组织大量的人力进行了分析研究工作。

本文就是在此基础上,首先摸清北半球初夏大气环流季节转变的主要事实,然后对此提出一些看法。

二、1979 年的观测事实

1979 年印度南部西南季风开始建立的日期为 6 月 12 日,孟买西南季风爆发日期为 6

* 本文于 1983 年 2 月 19 日收到,1983 年 7 月 16 日收到修改稿。

月 19 日。中国长江流域中下游入梅日期为 6 月 19 日。在此以前,北半球大气环流经历了一次由冬入夏的季节性转换过程。这个过程由一系列大型天气事件所组成。现根据青藏高原气象科学实验的工作和 1979 年夏季风大事记^[3]的材料,大致可把这些大型天气事件归纳为两个阶段:

1. 准备期(5 月初到 6 月初):首先表现在 5 月初南支西风急流北撤登上高原^[4],到 5 月第 3 候,南亚高压初上中南半岛上空^[5],东风急流在南亚地区初步建立^[6]。5 月第 4 候,30—50°N,20—130°E 范围内 100 毫巴纬向风强度急减^[7]。到 5 月底,我国上空的急流已明显向北移^[3],主要对流活跃区已出现在赤道北面^[3]。因此,这一阶段的主要特点是北半球的锋区首先往北撤。

2. 季节转换期(6 月第 2 候到第 4 候):这一阶段主要表现在 30—50°S,20—130°E 范围内 100 毫巴纬向风强度突增^[7]。6 月 13 日南半球沿 60°E 和 140°E 发生较强的冷空气活动^[8],索马里急流开始建立,15 日风速加大并稳定下来^[3]。6 月第 3 候,阿拉伯海上涡旋(Onset-Vortex)形成^[3]。6 月 16 日南亚高压初上青藏高原^[5]。6 月 17 日拉萨进入雨季^[9],6 月 19 日印度西南季风推进到孟买^[3],上海于同日入梅^[9]。因此这一阶段是北半球初夏季节转换主要事件比较集中发生的一个时段。

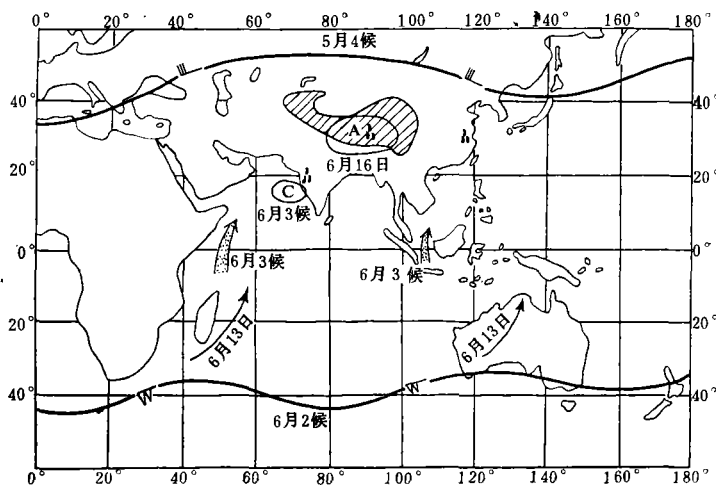


图 1 1979 年初夏季节变化示意图

(粗实线为西风带;双箭头为越赤道气流;A 为南亚高压;单箭头为冷空气;C 为涡旋;倒运号为 6 月第 4 候雨季区。)

图 1 是 1979 年初夏季节变化示意图。在此图上着重突出了下列几点:

1. 北半球西风带的北移和减弱,是春夏过渡时期北半球行星尺度流型转换的重要背景。

2. 1979 年 6 月 13 日,在非洲东海岸和澳大利亚同时有强冷空气活动。与此同时,索马里急流和 105°E 附近的越赤道气流开始稳定建立。

3. 1979 年 6 月第 4 候,孟买西南季风、上海入梅和拉萨雨季差不多同时开始。与此相联系,南亚高压初上青藏高原、涡旋在阿拉伯海上形成。

由此可见,北半球有利于季节转换的环流背景出现以后,南半球的冷空气活动及其相联系的越赤道气流的建立和加强,对印度季风爆发和中国雨季开始有激发作用。1979 年

是个特例,非洲东海岸和澳大利亚的强冷空气同时爆发,因此这一年印度西海岸的季风爆发和中国长江中下游的入梅日期差不多同时开始。

为了进一步较详细地说明在北半球初夏季节转换过程中南半球的作用,在下两节中我们将分别讨论印度西南季风爆发和中国长江中下游入梅过程中南半球的影响问题。

三、印度西南季风爆发

对印度西南季风爆发时的环流形势的探讨,近几年来有了新的进展,印度西南季风爆发时,南半球的作用问题也越来越得到更多人的注意^[10-13]。其原因是,一方面由于 Findlater^[14]的工作,发现了索马里急流,激起了人们的兴趣;另一方面由于最近全球资料的增多,有条件从事这方面的研究分析工作。但是,由于我们的重点将在下一节中较详细地讨论 105°E 附近南半球越赤道气流与中国入梅过程的关系,所以对印度西南季风爆发,我们仅简单地叙述一下 1979 年的情况以及最近有关这方面的研究成果。

1979 年 6 月,南半球 30°S 附近 500 毫巴主槽 13 日位于 45°E 。15 日移到 65°E 。主槽后面的海平面高压,14 日中心气压达到 1040 毫巴,位于 $35^{\circ}\text{S}, 30^{\circ}\text{E}$ 附近,并有一个明显的脊沿东非海岸向北伸(图 2)。当高压脊向北伸时,莫桑比克海峡的低层东南风同时加大,有强的气流冲入阿拉伯海中部。与此同时,700 毫巴上赤道切变线加强,在阿拉伯海东南部上空其切变线上形成一个气旋式涡旋,12 日以后涡旋向北移动。12—14 日移到印度喀拉拉邦沿岸,带来印度南部季风爆发。15 日以后,季风北界节节北推,6 月 19 日孟买西南季风爆发。

这种南半球对北半球的影响在低层风场上也反映得比较清楚。1979 年 6 月 10 日以前,索马里急流十分弱而且紊乱。这支急流一直到 6 月 12—17 日才更牢固地建立起来。图 3 是根据印度洋上静止卫星云图推算出的低层风(约 850 毫巴),它明显地表示出,在印度季风爆发期间索马里急流的加强和维持过程。

Sikka^[10]认为季风爆发的突然性是与南印度洋南非地区的温带系统的活动相联系的。Kuetter 和 Unninayar^[11]研究了南北半球联系在季风爆发中的重要性。发现当低空急流中心为 20 米/秒,第亚哥苏勒(Diego Suarez, $12^{\circ}\text{S}, 50^{\circ}\text{E}$)和孟买(Bombay, $19^{\circ}\text{N}, 13^{\circ}\text{E}$)之间的气压差为 9 毫巴时,有利于印度特里凡得琅(Trivandrum)季风爆发;气压差为 12 毫巴时,有利于孟买季风爆发。最近他们^[12]利用 6 年资料进一步指出,印度季风爆发由临界的跨赤道气压差所支配的,这个临界气压差可演变为印度季风爆发的一个预报指标。

由此可见,印度西南季风爆发期间,印度洋上空的南半球对北半球的影响是比较明显的。莫桑比克海峡上空强冷锋过境超前于印度季风气流的加强。由于莫桑比克海峡强有

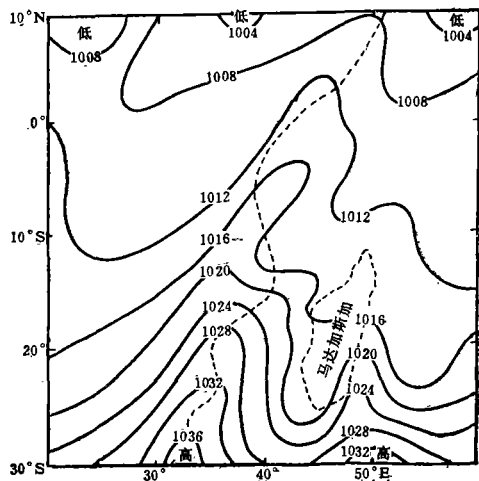


图 2 1979 年 6 月 14 日 00 世界时西印度洋海平面气压图^[10]

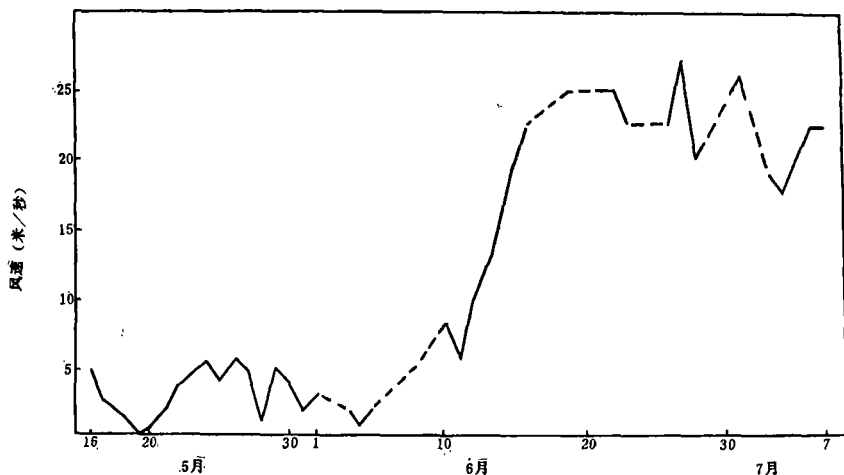


图 3 10°N, 60°E 上空低层风速的变化^[16]

力的非地转的喷射作用,激发了越赤道气流的加强,有利于印度上空形成季风低压,带来季风爆发。Sikka 和 Gray^[13]并指出,没有南半球强冷锋过境时,上述这些加强过程是不典型的。

四、中国长江中下游梅雨期的开始

上一节我们简单地叙述了南半球冷空气活动和越赤道气流加强与印度西南季风爆发的关系,强调了莫桑比克海峡强冷空气活动的激发作用。那末,对于横亘热带和副热带地区的中国来说,究竟受那些地区的越赤道气流的影响较大?是如何影响中国的?南半球的冷空气活动对中国长江中下游地区入梅过程中有没有影响?在第二节中实际上已涉及到这些问题。在这一节中,我们将详细地描述其过程。

图 4 是 1979 年 5—7 月赤道低空气流通道图。由图可见,1979 年索马里气流于 5 月上旬末越过赤道,一直维持了整个夏季。另一支引人注目的通道是 105°E 附近的越赤道气流。这支气流于 6 月中旬建立,恰好在中国长江中下游入梅之前。在印度季风爆发和中国长江中下游入梅过程之前,这两支越赤道气流的加强过程是非常明显的。图 5 给出了 1979 年 6 月上旬和下旬东半球赤道上空 1000 毫巴 v 分量廓线的比较。由图可见,在东半球这两支越赤道气流加强得最明显。

索马里急流的建立和维持与中国的入梅过程到底有没有关系,目前还没有证实。我们考察 1979 年 6 月逐日 1000 毫巴天气图发现,105°E 附近的越赤道气流的建立和维持可能对东亚天气有影响。图 6 表示出 1979 年 6 月 8—16 日 20 时的热带辐合带的演变。为了明确表示赤道上风的情况,我们沿赤道填绘了风资料。6 月 8 日(图 6a),105°E 赤道附近偏南气流不强,热带辐合带基本上位于赤道附近。到 12 日(图 6b),105°E 附近的偏南气流加大,热带辐合带开始往北抬。16 日(图 6c)100—130°E 之间赤道上空全都转变为吹偏南风,南海上空的热带辐合带北移到 10°N 附近。所以,从 8 日到 16 日 105°E 附近越赤道气流建立过程中,热带辐合带北移了 10 个纬度。同时,110—120°E 范围内的西太平

洋副热带高压脊线也往北跳(图略)。6月8日副热带高压脊线位于 15°N , 16日位于 18°N , 18日以后北跳到 20°N 以北, 中国长江中下游地区进入梅雨期。

通过上述的讨论, 初步构成了一个图象, 即当 105°E 附近南半球越赤道气流建立和维持后, 热带辐合带首先北移, 过了几天以后, 西太平洋副热带高压脊也北抬。当副热带高压脊线一旦北跳到 20°N 之间时, 中国长江中下游地区进入梅雨期。那末, 这种现象有没有普遍性呢? 1979年是这样, 其他年份又如何?

为此, 我们普查了1971—1980年新加坡(1°N , 104°E)6月份的850毫巴高空风的逐日变化情况(图7)。由图可见, 除了1972年新加坡6月份850毫巴高空风以东南风为主外, 其他年份中国入梅日期均出现在新加坡850毫巴盛行较强的西南风时段内。其中, 在1974年1979年和1980年, 入梅日期还出现在新加坡850毫巴西南风加强的过程中。而1978年中国长江中下游属于空梅年份, 没有明显的梅雨期, 这一年新加坡850毫巴盛行西风。值得注意的是, 1978年长江中下游进入伏旱酷热时期以前, 6月23—24日曾下过一场雨, 因雨期较短, 不作梅雨论, 可是这几天恰好也是出现在新加坡850毫巴吹西南风期间。

通过新加坡高空风的普查, 初步说明长江中下游入梅与 105°E 附近南半球越赤道气流的建立和维持有一定的关系。Subbaramayya和Ramanadham^[16]1966年给出的季风

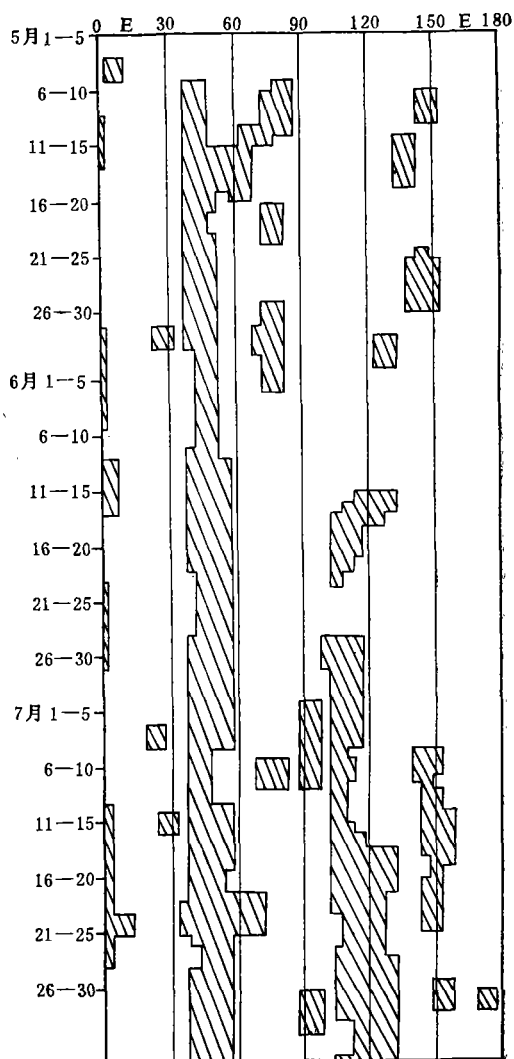


图4 1979年5—7月赤道1000毫巴气流通道图

阴影区表示 $v \geq +4$ 米/秒。

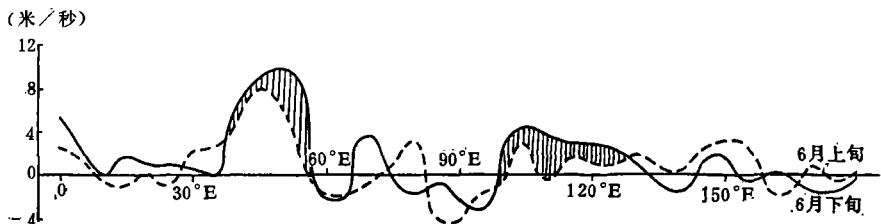


图5 1979年6月沿赤道的1000毫巴 v 分量廓线

(阴影区为偏南风主要加强区)

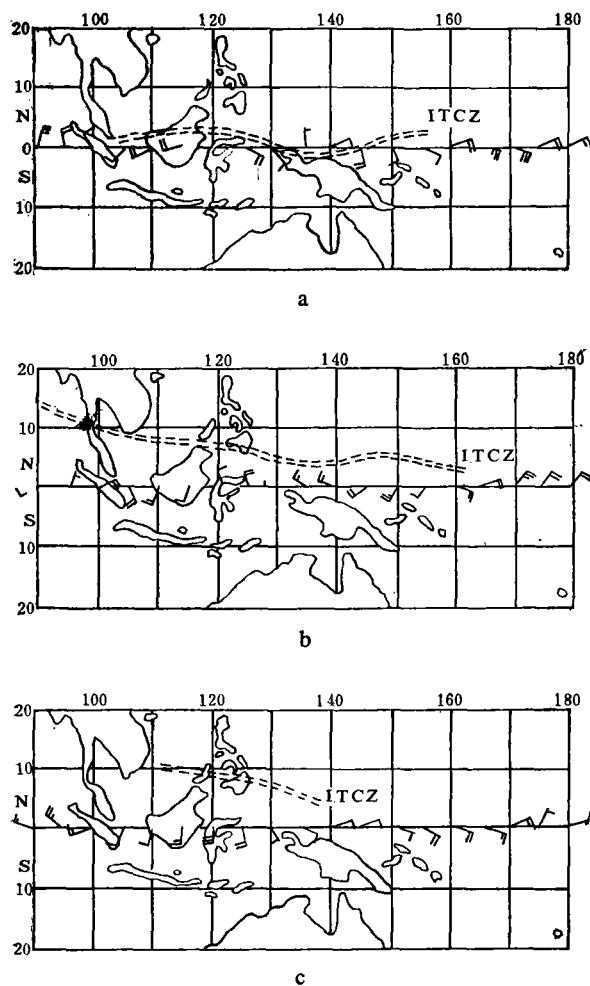


图 6 赤道格点风与热带辐合带的演变

区上空三维环流示意图中,除了已经注意到印度洋上的越赤道气流外,也绘出了新加坡附近的越赤道气流。

但是,要注意到新加坡 5—6 月份 850 毫巴高空风盛吹西南风的频数还是比较多的,并不是一吹西南风,长江中下游就入梅。因此,我们只能说 105°E 附近南半球越赤道气流的建立和维持可能导致长江中下游入梅,但并不能说,每次越赤道气流的建立都与长江中下游梅雨过程相联系。

总之,通过上述讨论,我们初步认为我国长江中下游入梅日期可能与 105°E 附近南半球越赤道气流的建立有关。新加坡 850 毫巴盛吹西南风可能是长江中下游入梅的必要条件,但不是充分条件。

遗憾的是,由于我们掌握的资料有限,在这里无法详尽地讨论澳大利亚地区的冷空气活动如何加强 105°E 附近的越赤道气流。根据我们初步分析,所得到的印象是, 105°E 附近南半球越赤道气流是受澳大利亚北侧南太平洋辐合带的强度所支配的^[17]。

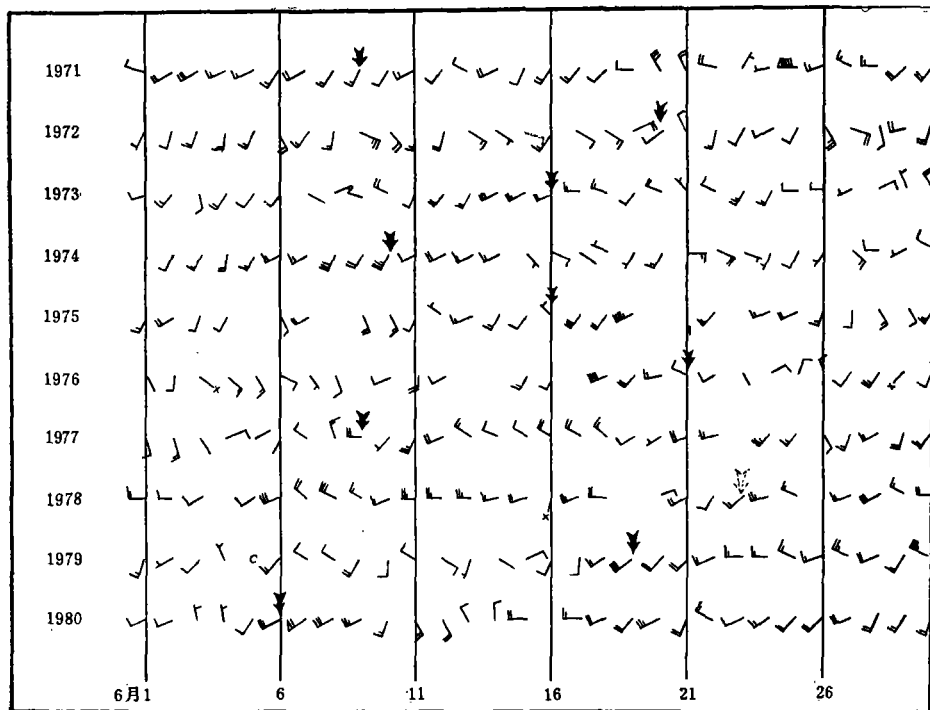


图 7 逐年 6 月份新加坡 850 毫巴上的风 (箭头表示入梅日期)

五、讨 论

通过上述的讨论,初步说明南半球冷空气活动和越赤道气流的加强对北半球初夏季节转换过程可能起一定的作用。在此我们暂且用“南浪北涌”来描述这种作用。之所以称它为“南浪北涌”,主要是因为用这四个字可概括下述这些事实。

1. 因为在北半球初夏季节转换过程中,南半球环流型没有明显地表现出实质性的剧变,仅仅是一次经向度加大、冷空气爆发的过程。在西风分量的演变图上呈现出是一次波动过程(图 8)。因此我们用“浪”来描述它。而北半球可不一样,这是一次季节性的突变,西风分量从冬季型的高指数一下转变为夏季型的低指数(图 8),在整个夏季不再恢复到原来的状态了。所以,我们用“涌”、向前推进来描述它。于是,用“南浪北涌”来描述北半球的夏季节转换过程,不但说明了南半球的激发作用,而且表明了这类过程在南北半球有本质上的不同。

2. 区分了印度西南季风和中国梅雨的异同。虽然印度西南季风和中国梅雨都是北半球大气环流系统季节转换过程的具体表现形式,它们之间有内在的联系,发生的时间也有一定的相关。例如,1879—1975 年 97 年中印度孟买季风来临日期与上海入梅日期之间的相关系数为 0.30,显著性水准达到 0.01。但是,它们出现的日期只有很少年份是基本上一致的,两者出现日期相距不大于 3 天的只占 97 年中的 24%,大多数年份是时早时晚。这反映出,即使在北半球有利于季节转换的相同的环流背景出现以后,印度西南季风和中国梅雨出现的时间可以不一致。也意味着它们两者的激发作用来自不同的地区。如果其

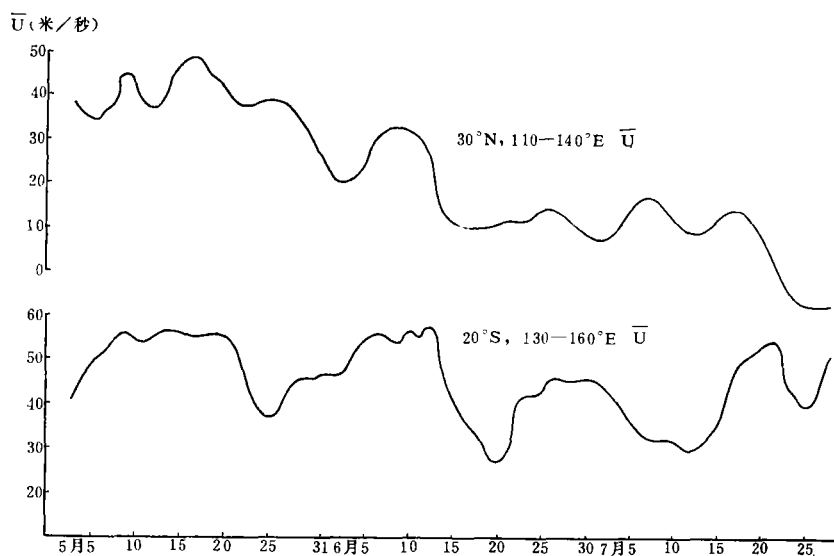


图 8 1979 年 5—7 月 200 毫巴 u 分量五天滑动平均¹⁾

激发作用来自南半球的话,则印度西南季风的激发作用可能来源于莫桑比克海峡地区的强冷空气活动。中国梅雨的激发作用则可能来源于澳大利亚的冷空气活动。而 1979 年这两地的冷空气同时爆发,因此孟买的西南季风和中国长江中下游的梅雨期基本上同时出现。

众所周知,印度季风槽是太平洋热带辐合带向西北方向的延伸部分,在其南面没有副热带高压存在,强劲的索马里急流可长驱直入印度次大陆。而中国长江中下游的梅雨却不同,它是副热带高压北部副热带西风急流下的产物。 105°E 附近的越赤道气流比索马里急流弱得多(见图 5),往北推进得离赤道不远,所以它只能影响到副热带高压的纬度位置,从而间接地推动副热带西风急流往北迁移。李国庆等^[18]最近从数值计算和模拟实验也说明了,越赤道气流风速的强弱及其对北半球影响范围的关系。因此,印度西南季风的爆发和中国的入梅虽然同是南北半球大气环流季节振荡的产物和具体的表现形式,但它们的性质及其影响系统是不同的。这一点可以从这两地南面的越赤道气流风速的强弱来得到部份解释。

3. 强调了南半球水汽输送的重要性。当然目前这仅仅是个看法,今后希望获得更详细的资料,计算北半球初夏季节转换前后逐日的水汽输送量,以便探讨南半球水汽输送的实际贡献。Cadet 和 Reverdin^[19]研究了 1975 年(国际印度洋考察年, IIOE)印度夏季风期间印度洋上的水汽输送情况,其结果指出,进入印度西海岸的水汽,70%来自南半球,而只有 30%得自于印度洋上的蒸发。至于东亚情况如何?仍是我们值得探讨的问题。

参 考 文 献

- [1] 叶笃正、陶诗言、李麦村,在六月和十月大气环流的突变现象,气象学报, 29, 249—263, 1958。
- [2] Radok, U. and A. M. Grant, Variations in the high tropospheric mean flow over Australia and

1) 郭其蕴,关于大气环流的季节转变与亚洲夏季风突进的几个问题。

- New Zealand, *J. Meteorol.*, **14**, 141—149, 1957.
- [3] The International MONEX Management Centre (Summer), Summer MONEX field phase report, FGGE Operations Report, Vol. 8, 2—1~A2—49, 1981.
- [4] 赵卫等, 1979 年东亚地区初夏季节变化的若干特征, 青藏高原气象科学实验文集(一), 科学出版社, 142—153, 1984.
- [5] 孙国武, 南亚高压的结构及其东西振荡, 同上, 167—174.
- [6] 朱福康、陆龙骅, 1979 年 5—7 月热带东风急流的观测事实, 同上, 175—181.
- [7] 郭其蕴, 从 1979 年 6 月南北半球大气环流的变化探讨青藏高原的作用, 同上, 117—128.
- [8] 徐淑英等, 1979 年夏季风发展及其影响因子的探讨, 同上, 104—116.
- [9] Zhu Fukang et al., The “interlocking” phenomenon between the Northern and Southern Hemisphere circulations and China’s Mei-yu period in 1979, International conference on early results of FGGE and large-scale aspects of its monsoon experiments, 10—17~10—20, 1981.
- [10] Sikka, D. R., Southern Hemispheric influence and the onset of the southwest monsoon of 1979, FGGE Operations Report, Vol. 9, Results of summer MONEX field phase research (part B), 23—26, 1980.
- [11] Kuetter, J. P. and M. S. Unninayar, The near-equatorial jet south of India and its role in the onset of the monsoon, International conference on early results of FGGE and large-scale aspects of its monsoon experiments, 13—20~13—24, 1981.
- [12] Kuetter, J. P. and M. S. Unninayar, The onset mechanism of the Indian monsoon, International conference on the scientific results of the monsoon experiment, Information Note No.4, 60.
- [13] Sikka, D. R. and W. M. Gray, On the linkage of the genesis of monsoon disturbances and cyclones in the north Indian Ocean with the passage of baroclinic waves across the southwest Indian Ocean, *Ibid.*, 111.
- [14] Findlater, J., A major low-level air current near the Indian Ocean during the northern summer, *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **95**, 362—380, 1969.
- [15] Desbois, M. and D. Cadet, Air flow over the Indian Ocean as seen from GOES Indian Ocean, FGGE Operations Report, Vol. 9, Results of summer MONEX field phase research (part A), 3—6, 1980.
- [16] Subbaramayya, I. and R. Ramanadham, the Asian summer-monsoon circulation, *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **44**, 167—172, 1966.
- [17] Zhu Fukang et al., The South Pacific convergence zone in relation to the summer precipitation in the Chanjiang River-Huaihe River region of China, MSJ/JMA/WMO/AMS regional scientific conference on tropical meteorology, Tsukuba, Japan, 18—22 October 1982, Session 7, 99—100.
- [18] 李国庆、陈瑞荣, 亚洲夏季风西南气流形成机制的探讨, 中国科学, 1981 年第 9 期, 1137—1144.
- [19] Cadet, D. and G. Reverdin, Water vapour transport over the Indian Ocean during summer 1975, *Tellus*, **33**, 476—487, 1981.

A POSSIBLE MECHANISM FOR THE EFFECTS OF THE SOUTHERN HEMISPHERE ON THE SEASONAL TRANSITION OVER THE NORTHERN HEMISPHERE IN EARLY SUMMER

Zhu Fukang Lu Longhua

(Academy of Meteorological Science, State Meteorological Administration)

Abstract

The sequence of essential Northern Hemisphere weather events concerning the seasonal transition in early summer 1979 is summarized, based on the recent works of the Qinghai-Xizang Plateau Meteorological Experiment. The trigger role of the Southern Hemisphere is stressed. In the light of this, the similarities and differences between the Mei-yu in China and the southwest monsoon in India are discussed.