

1979年季风试验期间东亚地区 夏季风爆发时期的观测研究

陶诗言 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1979年季风试验期间5—7月从春到夏的季节转变过程。在亚洲南部和西北太平洋地区大范围夏季风爆发前1—2候,南半球 40° — 160° E之间中纬度地区高空西风急流有一次增强过程。南半球对流层中部的经向环流发展,对流层低层的越赤道偏南气流加强,这时亚洲南部和西北太平洋热带地区低空西南风风速增大,并且范围向北扩展,南亚地区对流层上部热带东风加大,季风环流圈加强,我国东部雨带出现季节性北移。看来南半球大气环流的变化对东亚地区夏季风的建立及其向北推进起着触发作用。

前 言

东亚地区是世界著名的季风区,天气和气候的季节变化十分明显。早在50年代,我国气象工作者^[1]就指出,东亚环流的季节变化具有“突变”性质。从春季到夏季南亚对流层上部东风急流的建立和高原南侧高空西风的撤退,以及印度夏季风的爆发和长江中下游梅雨的开始几乎是同时发生的。以后的研究^[2]进一步表明,这种“突变”带有全球性。

过去由于缺乏南半球资料,人们对于亚洲夏季风爆发期间南北半球之间的相互作用了解不够。60年代Findlater^[3]发现夏季印度西南季风活动与东非越赤道低空急流有密切联系。近年来我国气象工作者^[4,5]指出,夏季来自南半球的低空气流也可以在其他通道上越过赤道,影响南海和西北太平洋地区的天气。本文用1979年季风试验期间5—7月的资料,讨论从春到夏的季节转变过程中,南半球大气环流变化对东亚地区夏季风建立的影响,以及东亚季风环流圈的变化与我国东部雨带活动的关系。

一、1979年东亚地区从春到夏季节转变时期的大气环流特征

1. 北半球环流特征

1979年印度孟买夏季风爆发日期是6月19日,我国江淮流域也在同一天“入梅”,西北太平洋上ITCZ自6月23日开始在 10° N以北建立。这三个代表向夏季转变的特征日

期相差不多。

1979年5—7月我国东部的雨带在5月中旬至6月中旬位于 25°N 以南,这是华南的前汛期。6月下旬至7月中旬雨带北移到 30° — 35°N ,这是江淮流域的梅雨期。7月下旬雨带移至 40°N ,这时江淮流域梅雨结束(7月23日“出梅”),华北雨季开始。在上述时段内200mb南亚高压脊线及500mb副热带高压脊线位置随时间变化的趋势与雨带基本相同。在“入梅”(6月中一下旬)及“出梅”(7月中一下旬)时,200毫巴南亚高压脊线和500毫巴高压脊线都有明显北移。在华南前汛期期间,南亚高压脊线位于 20° — 22°N ,副高脊线在 20°N 以南。“梅雨”期间,南亚高压脊线位于 24° — 27°N ,副高脊线在 23° — 26°N 。“出梅”后,南亚高压及副高脊线都北移到 30°N (图略)。上述情况表明,同其他年份一样,1979年我国夏季季风雨带的北移与东亚和西北太平洋地区大气环流的季节变化密切相关。

图1a、1b是沿 115°E 200mb和850mb候平均风时间剖面图。在5月的1—3候、6月的3—5候及7月的5—6候期间,200mb南亚高压脊线(东风北界)有三次明显的北移(见图1a)。伴随每次北移,南海至加里曼丹及苏门答腊一带(59792站至96295站)的高空东北风候平均风速都有一次加大到 20m/s 以上的过程,同时强东北风的北界逐次向北扩展。当高空东北风增大时,相应地区的850mb西南风也有三次增大,并且同时向北扩展(见图1b)。这三次高空东北风及低层西南风的增大过程,正好分别出现在华南前汛期开始及江淮流域“入梅”和“出梅”之际。这说明我国东部雨带每次季节性北移时,东亚季风不但向北扩展,而且显著加强。不过上述三次季风环流的加强过程在时空变化上并不完全一样,第一次过程高空脊线变化在前,东北风加大在后,并且低层副高北侧的西南风比

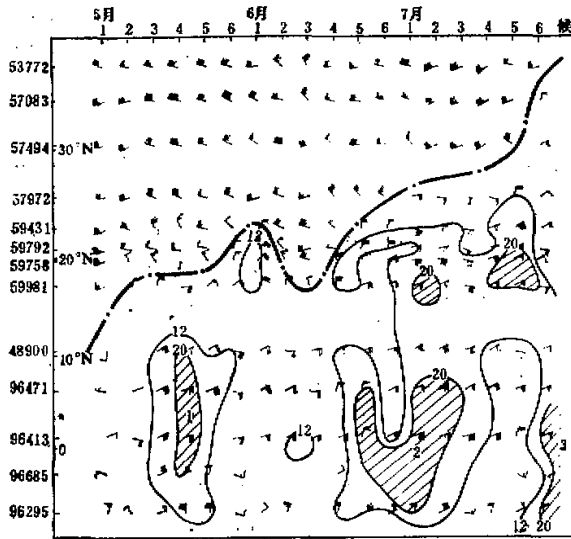


图1a 1979年5—7月沿 115°E 200mb候平均风时间剖面图。
细实线为200mb热带东风等风速线,点断线为200mb南亚高压脊线。

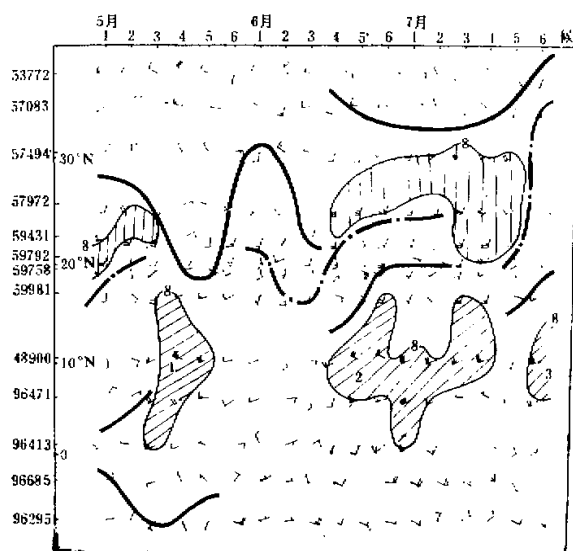


图 1b 1979 年 5—7 月沿 115°E850mb 候平均风时间剖面图

点断线为 850mb 副高脊线, 粗实线为 850mb 切变线,
双实线为 850mb ITCZ, 细实线为等风速线。

高空东北风加大要早, 第二次差不多同时发生。第二、三两次过程是连在一起的。这些现象说明三次演变过程在机制上可能存在某些差异, 这个问题有待今后进一步分析研究。

在华南前汛期期间, 与华南雨带直接有关的 850mb 切变线位于海口—赣州之间 (见图 1b), 这时西北太平洋副高位置偏东偏南, 切变线南侧的西南气流主要是来自南半球的越赤道气流。梅雨期间 850mb 切变线北移至汉口—郑州一带, 切变线南侧的西南气流主要是副高北边的夏季风。在梅雨期间, 处于副高南边的南海北部有 ITCZ (热带辐合带, 下同) 发展, ITCZ 南侧的西南气流为来自南半球的越赤道气流。“出梅”时 850mb 切变线北移至郑州以北, 江淮流域为副高控制, 副高南边又有 ITCZ 在南海北部建立。上述情况表明, 1979 年 5—7 月间我国雨带的季节性北移与低层夏季风的北推是一致的, 季风雨带的活动同东亚季风环流的强弱变化及其向北伸展的范围相联系。

我们曾分析 1979 年 5—7 月各候的 200mb 及 850mb 候平均流线图, 发现上述三个时段的环流变化不仅限于东亚范围, 而是在北非—东南亚—西北太平洋广大地区内同时发生的。不仅是南亚高压, 而是上述地区的整个高空副热带高压带都向北移动。另外, 1979 年西北太平洋热带地区低层西南风也有三次增强过程^[6], 这三次过程分别对应于华南前汛期的开始, 江淮流域的“入梅”和“出梅”。西北太平洋上热带环流变化与我国东部雨带位置的这种关系, 是通过副高的三次北跳相互联系起来的。

2. 南半球环流特征

当东亚及西北太平洋地区大气环流发生季节性转变时, 南半球高低层流场也有显著

变化。首先是南半球中纬度高层西风急流强度增强。我们绘制了 40° 、 60° 、 80° 、 100° 、 120° 、 140° 、 160° E 各经度上每个候的纬向风速垂直剖面图,图 2 是根据上述各个经度剖面图制作的南半球中纬度高层西风候平均最大风速值曲线图。其中 40° — 80° E 急流强度随时间变化趋势基本相同,而 140° — 160° E 的变化趋势也很一致。我们可以将其划分成东 (140° — 160° E),西 (40° — 80° E) 两个急流区,两个区之间的 100° — 120° E 地区为过渡带。上述东西两个急流区的经度范围分别对应于澳洲东岸和西南印度洋。 40° — 80° E 范围内的高层西风急流中心风速 6 月 1 候最弱,2—3 候自西向东迅速增强,并出现峰值。6 月 3 候波峰至 100° E。第 2 个峰值出现在 6 月 6 候—7 月 1 候,7 月 2 候影响到 100° — 120° E。在东部地区急流 (140° — 160° E) 有三个峰值,分别出现在 6 月 3 候、7 月 1 候及 7 月 5 候。

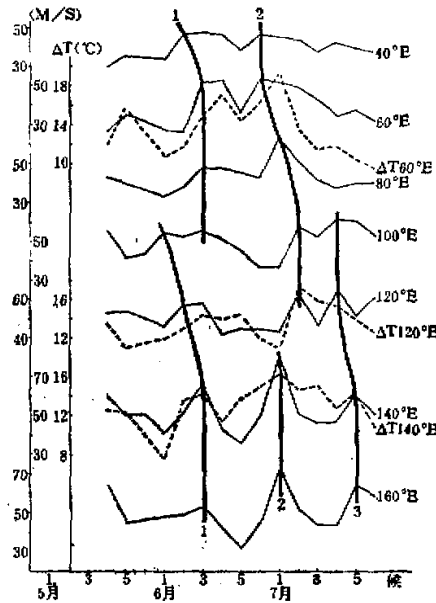


图 2 1979 年 5—7 月南半球中纬度高层西风候平均最大风速值曲线图

实线: 各经度上高层西风候平均最大风速值曲线(用外坐标,单位: 米/秒)。

虚线: 相应经度上对流层 (850mb—250mb) 中纬度 (23° — 45° S) 经向水平温度差值曲线
(用内坐标,单位: $^{\circ}$ C)。

我们还分析了这段时间南半球对流层 (850mb—250mb) 中纬度 (23° — 45° S) 经向水平温度差值的时间变化曲线(见图 2 中虚线),发现温差曲线的变化与相应经度上的西风急流强度变化趋势一致,这说明南半球西风急流中心风速的增大主要是由南半球中纬度地区对流层斜压性增强所致。从各经度的候平均温度场经向剖面图(图略)看出,这段时间南半球低纬地区温度变化不大,中纬地区斜压性增强主要是由于强寒潮爆发的结果。从图 2 还看出,6 月 2—3 候南半球 40° — 160° E 范围内有一次大规模强冷空气活动过程。Sikka^[7,8] 及 Kuettner^[9] 曾从不同的角度提到 6 月上旬南非一系列斜压活动对 Mascarenes

高压, 东非急流增强及印度西南季风建立的影响。图 2 表明, 6 月 2—3 候南半球中纬度地区的斜压发展过程不仅限于南非, 而是在南非-南印度洋-西南太平洋广大地区内几乎同时出现。

与 6 月 2—3 候南半球大范围斜压活动过程相对应的 500mb 长波槽在 6 月 3 候位于 50°E 及 110°E 附近(图略), 6 月 4 候东移到 70°E 及 130°E 附近。另外, 170°E 附近的槽也在 6 月 4 候强烈发展起来。在同一候的 850mb 流线图(图略)上, 有三个强大的反气旋中心, 它们分别位于三个长波槽后, 组成南半球的寒潮冷高压带。我们认为 6 月 2—3 候南半球的大规模冷空气活动过程, 与 6 月中旬末至下旬初北半球几乎是同时开始的印度夏季风建立、我国江淮流域的“入梅”以及西北太平洋上的 ITCZ 发展有密切联系。可以说南半球的斜压活动过程对北半球夏季风的建立起着触发作用。

二、1979 年中国东部夏季降水期同季风环流的关系

1. 华南前汛期暴雨与 80° — 90°E 附近越赤道气流的关系

1979 年华南前汛期暴雨主要出现在 5 月中旬至 6 月中旬, 5 月 11—15 日华南地区有一次暴雨过程。从 5 月 3 候的 200mb 平均流线图(图略)看出, 5 月 1 候至 3 候, 200mb 南亚高压北移 5° — 10° 纬距, 5 月 3 候南亚高压脊北侧的气流散开区位于华南上空, 是有利于雨带在这一地区维持的高空环流条件。在 95° — 130°E 的赤道区域内, 5 月 3 候已建立自北向南的高空越赤道气流。在 850mb 流场上(图 3), 赣州至南宁之间 850mb 切变线是直接产生华南暴雨的系统, 它是变性冷高压南侧的东北风与来自南半球的越赤道气流转向而成的西南气流之间的准静止辐合线, 这时西北太平洋副高位置偏东偏南, 对东亚大陆影响不大。为了考察这支低空西南气流的来源, 我们分析了印度洋上 0° — 20°S 地区 850mb 风的时间剖面图(图略), 看出 5 月 1 候在 10° — 20°S 、 80° — 100°E 地区 850mb 上出现 $>10\text{m/s}$ 的东南大风区。5 月 2 候 80° — 90°E 赤道地区的西南气流增强至 12—

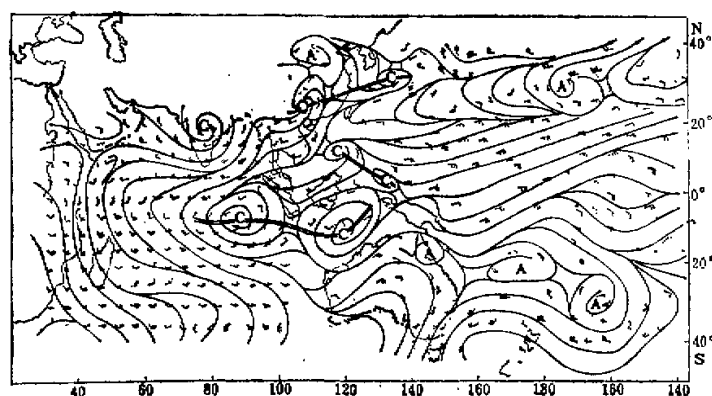


图 3 1979 年 5 月 3 候 850mb 候平均流线图

细实线: 流线; 粗实线: 切变线, 双实线: ITCZ.

14m/s. 这股越赤道气流与印度低压南侧的偏西风在孟加拉湾汇合, 形成一支较强的西南气流, 经中印半岛影响我国华南地区(见图 3). 因此, 80° — 90° E 附近强的越赤道气流可以影响华南准静止辐合线的形成和维持, 这支越赤道气流与华南前汛期暴雨有密切联系.

2. 江淮流域梅雨期的环境特征

1979 年 6 月 19 日—7 月 22 日为江淮流域梅雨期(其中 7 月 5—13 日为梅雨中断期). 从 6 月 5 候的 200mb 候平均流线图(图略)看出, 这时南亚高压中心已移至西藏高原南侧, 脊线在 25° — 30° N, 脊北侧的气流散开区已北移至江淮流域上空, 它是有利于雨带在这一地区维持的高空条件. 南亚高压脊南侧的东偏北风加强, 并一直越过赤道. 西北太平洋上的 TUTT 位于 20° N 以北、 145° E 以西, 呈东西走向, 近赤道高空反气旋位于 10° N 附近, 这种形势有利于西北太平洋上的 ITCZ 在 10° N 以北发展^[10]. 在 850mb 流场上(图 4), 西北太平洋副高已西伸北上影响我国大陆, 脊线在 23° — 25° N. 副高北侧的梅雨锋切变线位于南亚高压脊北侧的气流散开区下方. 在副高南侧, 南海至西北太平洋地区有 ITCZ 发展, 在 6 月 2—3 候的南半球强冷空气活动影响下, 20° — 40° S 地区为变性冷高压带, 反气旋中心分别位于南非、南印度洋中部及澳洲东南部. 在 160° E 以西, 南半球有三支较强的东南气流分别在阿拉伯海西部、斯里兰卡东南方和新几内亚东北边越过赤道, 导致印度、中印半岛至南海以及西北太平洋地区的夏季风爆发.

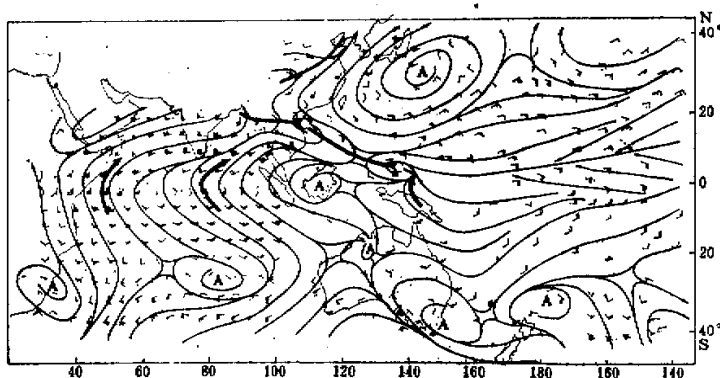


图 4 1979 年 6 月 5 候 850mb 候平均流线图

粗箭头表示越赤道气流, 其余说明同图 3.

从图 1b 还看出, 在梅雨期间, 南海北部出现 ITCZ, 850mb 副高脊线位于华南, 说明副高及南海的 ITCZ 是梅雨期间两个重要天气系统. 这次南海 ITCZ 的建立与 80° — 90° E 附近越赤道气流影响南海中部西南气流加强有关. 从印度洋上 0° — 20° S 地区的 850mb 风的时间剖面图(图略)看出, 6 月 3 候在 15° S、 90° E 附近 850mb 有一个 12m/s 的大东南风中心, 这股强东南风出现的时间比 100° E 处南半球高空西风急流增强落后一候. 6 月 4—5 候 80° — 95° E 地区 850mb 赤道上的偏南风增强, 这时在图 1b 上西贡的西南风也显

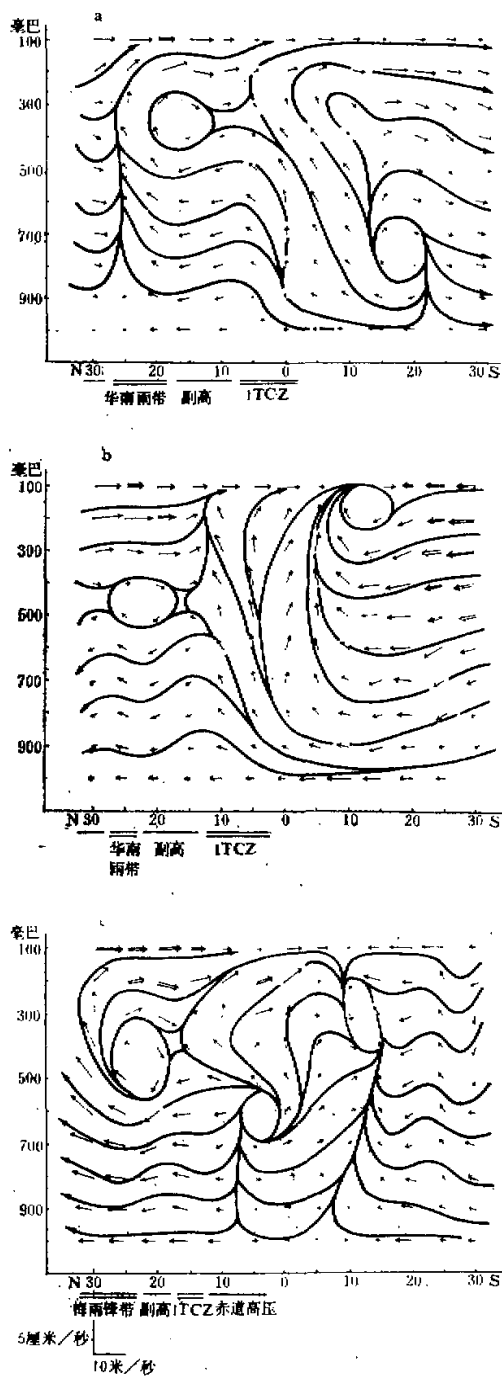


图5 1979年6月2、4、5候沿115°E经圈环流剖面图

a; 6月2候, b; 6月4候, c; 6月5候。

单位: 水平风速为米/秒, 垂直速度为厘米/秒, 图下方附有比例尺, 图中双箭头的比例缩小一倍。

著加大,紧接着出现南海地区的第二次西南气流增大过程。增大后的西南气流与副高南侧的偏东气流之间形成 ITCZ。因此,在南半球强冷空气活动影响下,80°—90°E 附近较强的越赤道气流对南海地区夏季风增强及 ITCZ 发展有重要作用。

图 5 是“入梅”前后沿 115°E 的垂直环流剖面图。6 月 2 候代表“入梅”前的情况(见图 5a),这时北半球季风环流圈的中心位置在 15°—20°N,环流圈南边的下沉支位于 10°—15°N,北边的上升支位于 20°—25°N,北半球天气系统的纬度位置如图下方所示。南半球的 Hadley 环流中心位置在 15°—20°S。梅雨开始时(见图 5b),南半球 10°S 以南对流层南风风速明显加大,10°S—10°N 间的上升运动迅速增强。北半球 ITCZ 上升区北界由 5°N 向北扩展到 10°N,季风环流圈中心位置也向北移 5 个纬距,下沉支由 10°—15°N 北移至 15°—20°N。华南辐合带的上升运动减弱。“入梅”后(见图 5c)北半球的季风环流圈显著加强,从 6 月 2 候至 5 候,10°—30°N 间 200mb 上的高层北风分量由 -6.1m/s 增加到 -7.7m/s,850mb 上的低层南风分量由 1.8m/s 增加到 5.9m/s。6 月 5 候季风环流圈的下沉支收缩至 20°N,上升支已北移至 25°—30°N 及其以北的江淮流域地区。从图 5 可以看出,“入梅”前后经圈环流的变化首先反映在 6 月 4 候南半球对流层南风加大(它与 6 月 2—3 候的南半球寒潮过程有关),以及 10°N—10°S 间上升运动的增强,然后才是北半球季风环流圈的明显北移及增强,并且北边的上升支向北发展至江淮流域。由此看出,南半球的寒潮过程对东亚季风环流的加强可能有触发作用。

3. “出梅”时的环流变化

1979 年 7 月 23 日江淮流域“出梅”,雨带北移到华北地区。分析 7 月 4 候和 6 候的 200mb 及 850mb 候平均流线图(图略),可以看出,“出梅”前后北半球环流的主要变化是副高脊线再次向北移动,热带季风环流加强。另外,从图 2 上看出,100°—120°E 的南半球高空西风急流强度在 7 月 2 候至 4 候又有一次连续增大的过程,这次过程与江淮流域地区的“出梅”有联系。

结 论

1. 1979 年东亚地区大范围夏季风爆发的前 1—2 候,南半球中纬地区高空西风急流有一次增强过程,这时对流层中部的经向环流发展,对流层低层的越赤道偏南气流加强。南半球这种大规模斜压发展过程对东亚地区夏季风的建立及其向北推进起触发作用。

2. 1979 年 5—7 月我国东部雨带的季节性北移不仅与副高脊线的移动趋势相同,而且与低层夏季风向北推进一致。它们每次北移时,东亚季风环流相应加强,并逐次向北扩展。“入梅”前后经圈环流的变化首先反映在南半球 Hadley 环流的增强,以及南海 ITCZ 上升支的北移发展。在 ITCZ 发展过程中,通过垂直环流圈的调整,影响北半球副高北侧雨带北移。我国东部季风雨带的活动受东亚季风环流的制约。

3. 在华南前汛期,影响华南降水的切变线南侧的西南气流,部分来源于 80°—90°E 附近的越赤道偏南气流。“入梅”时首先是这支越赤道气流影响南海 ITCZ 建立。梅雨期间这支气流对南海 ITCZ 的发展和维持有重要作用。至于梅雨锋南侧的西南气流则主要来

自副高西边的偏南风,或者是它与上游印度季风汇合后的偏西气流。这一点是东亚季风区与印度季风区不同之处。

本文的计算工作由赵深铭同志帮助完成,特此致谢。

参 考 文 献

- [1] 陶诗言、陈隆勋,夏季亚洲上空环流的结构,气象学报,28卷,P. 234—246, 1957.
- [2] 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,28卷,P. 249—263, 1958.
- [3] Pindlater J., Cross-equatorial Jet Stream at Low Levels over Kenya, *Meteor. Mag.* Vol 95, P. 353—364, 1966.
- [4] 王作述、何诗秀,南海至西太平洋一带夏季低空越赤道气流和季风的初步研究,气象学报,37卷,P. 67—68, 1979.
- [5] 陈于湘,夏季西太平洋越赤道气流的谱分析,大气科学,4卷,P. 363—368, 1980.
- [6] 陶诗言等,1979年夏季西北太平洋地区西南季风建立过程的初步分析(待发表).
- [7] Sikka, D. R. Southern Hemispheric Influences and the Onset of the SW Monsoon of 1979, Results of Summer MONEX Field Phase Research, Pt. B, 1980.
- [8] Sikka D. R., S. G. Nagar and D. K. Paul, Some Aspects of the Inter-Hemispheric Interaction on the On-set of Monsoon over India as Revealed by the MONEX Data, Paper presented at Jan. 1981 Interactional Meeting on Early Results of FGGE and Its Monsoon Experiment. Tallahassee, Jan. 1981.
- [9] Kuettnner J. P. and M. S. Unninayar, The Nearequatorial Jet South of Southern India and Its Role in the Onset of the Monsoon, FGGE Operations Report series, Vol. 9, Results of Summer MONEX Field Phase Research, Part B, P. 96—114, Geneva, WMO, 1980.
- [10] 王友恒、许建民,热带对流层上层切变线与低空赤道西风的关系,气象,1979年第6期.

AN OBSERVATIONAL STUDY ON THE ONSET OF THE SUMMER MONSOON OVER EASTERN ASIA IN 1979

Tao Shiyan He Shixiu

(Institute of Atmospheric Physics, Academia Sinica)

Yang Zhufang

(Central Meteorological Observatory)

Abstract

By using the MONEX data the onset of the summer monsoon over Eastern Asia in 1979 is analyzed. Prior to the onset of the southwest monsoon in Southern Asia and the Northwest Pacific for ten days there was an intensification of the jet stream of the upper westerlies in the region 40° — 160° E in the Southern Hemisphere. During the onset period strong cold air outbreaks occurred in the Australian region and strong cross-equatorial current in the lower troposphere occurred in the region 80° — 100° E, and the easterlies in the upper troposphere in Southern Asia and the south-westerlies in the lower troposphere in the South China Sea and the Northwest Pacific were intensified. At the same time, the rainfall belt moves northward from South China to the Yangtze River Valley. It seems to us that the strong cold air outbreaks in S. H. act as a trigger for the onset of the summer monsoon in Eastern Asia.