

亚洲南部夏季风区在夏季风 暴发前后风场的季节变化特征*

黄真 陶诗言

(中国科学院大气物理研究所)

提 要

根据1973—1979年5—8月美国国家气象中心的网格点资料,分析了亚洲南部在夏季风暴发前后对流层风场的变化。我们发现在亚洲南部的夏季风系统中有两个子系统,即东亚季风和印度季风。各个季风子系统各自有它的成员,这些成员在夏季风暴发前后都经历显著的变化。在东亚季风系统中受中纬度影响比在印度季风系统更强烈,其成员也比印度季风系统复杂。而在季风暴发前后各个成员的变化,印度季风系统比东亚季风系统更显著。

一、引 言

本文根据1973—1979年夏季(5—8月)美国国家气象中心(NMC)的热带网格资料,作了850和200百帕两层各月平均的七年平均风场($45^{\circ}\text{S}—45^{\circ}\text{N}$ 、 $0^{\circ}—180^{\circ}$),分析了对流层高低层亚洲夏季风区($40—140^{\circ}\text{E}$)的风场在夏季风暴发前后的变化特征。以5月代表季风暴发前,7月代表季风暴发后。

五十年代,叶笃正、陶诗言等人指出^[1],亚洲夏季风的暴发是与亚洲上空大气环流的“六月突变”相联系的。因此,季风的暴发从某种意义上来说,是大气环流季节变化的表现,而构成季风系统的“成员”也随着这种突变有显著变化。本文主要对亚洲夏季风系统的主要成员在季风暴发前后的季节变化特征进行分析。此外,不少研究指出^[2-4],在亚洲夏季风系统中存在两个互相密切联系的季风子系统。本文还对亚洲夏季风区东部和西部风场的季节变化特征作了对比。

二、季风区基本风场的季节变化特征

亚洲夏季风区低层850百帕西风气流在夏季风暴发前后变化十分显著。图1给出了850百帕季风区($0^{\circ}—40^{\circ}\text{N}$ 、 $40—140^{\circ}\text{E}$)纬向气流强度随纬度分布图。季风暴发前后的显著变化发生在北半球季风区内,热带季风西风气流大幅度增强,最强位置约在 10°N 左右,而副热带西风则大大减弱。

* 本文于1985年11月28日收到,1986年3月3日收到修改稿。

图 2 给出了850百帕季风区越赤道气流强度的分布, 来自南半球的低层越赤道气流在亚洲季风区有三个主要通道, 分别位于 50°E 、 105°E 和 150°E , 这与以前的结果^[5-7]基本一致, 季风暴发后这三个通道的强度都有显著的加强。

在对流层高层(200百帕), 亚洲季风区上空的热带东风带及自北向南的越赤道气流也具有显著的季节变化特征: 热带东风带强度大大增强, 急流轴中心由 5°N 北推至 15°N (图3)。与低层相对应, 高层也存在三个主要的北半球越赤道气流通道, 分别位于 70°E 、 100°E 、 150°E 。季风暴发后, 这三个通道的强度都有显著加强(图4)。

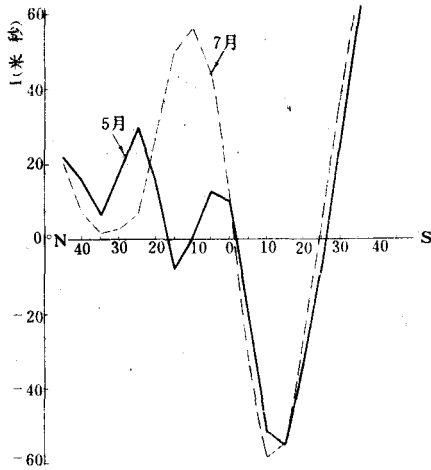


图 1 850百帕亚洲季风区 (0° — 40°N 、 40° — 140°E) 纬向风速强度分布图

虚线为季风暴发前(5月), 实线为季风暴发后(7月), 下同

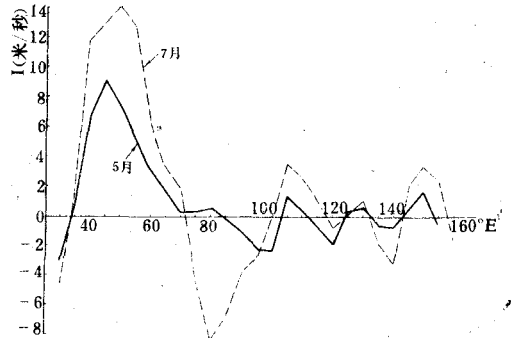


图 2 850百帕季风区越赤道气流强度分布图

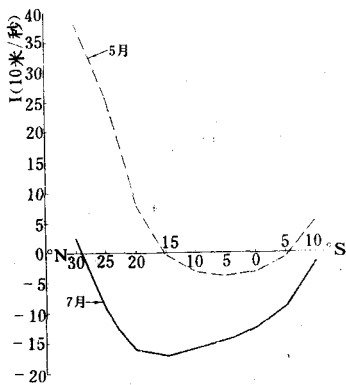


图 3 200百帕亚洲季风区 (30° — 150°E) 热带东风强度分布图

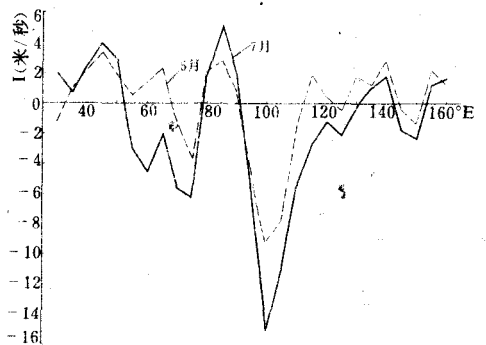


图 4 200百帕季风区越赤道气流强度分布图

三、季风区速度势场和流函数场的季节变化特征

季风暴发前后850和200百帕速度势场也有显著的季节变化特征。在季风暴发前，850百帕上，亚洲季风区为一巨大的辐合风区所控制，主要中心位于菲律宾以东附近的西太平洋上，在中南半岛北部也有一中心。流入季风区的南半球辐散气流，在西部，主要源自马斯克林地区，在东部，主要源自澳大利亚地区，马斯克林群岛已存在辐散风中心，而澳大利亚地区的中心则在45°S以南。200百帕的速度势场分布与850百帕的对应关系很好，即在低层辐合（辐散）中心上空附近存在辐散（辐合）中心。

图5a和图5b分别给出了850和200百帕速度势 χ 的7月与5月之差 $\Delta\chi_{7-5}$ 。在季风暴发后，对流层高、低层辐散、辐合风的强度都有较大加强。在850百帕上，澳大利亚地区的辐散风区向西北方向推进，中心移到了澳大利亚上空。相应地，西太平洋上的辐合风中心移至南海。马斯克林地区的辐散风强度大大加强，中心位置基本没变，流入印度半岛的辐散气流大大加强。在200百帕上，澳大利亚和非洲东部存在负的速度势季节变化中心，而南海—西太平洋、

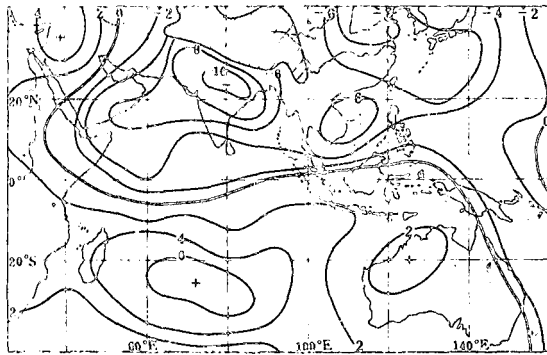


图 5a

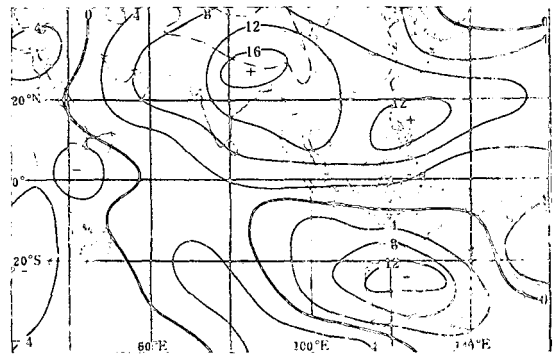


图 5b

印度半岛北部存在正的速度势季节变化中心，表明流入或流出这些地区的散度风气流强度加强，这与850百帕的速度势场季节变化是相对应的。将高、低层的辐散、辐合风场的季节变化联系起来，根据质量连续性原理可推知：存在两个南半球下沉、北半球季风区上升的散度风季节变化径向环流，下沉中心分别位于马斯克林地区和澳大利亚地区，上升中心分别位于南海和印度半岛，它们叠加在季风暴发前的速度势场上，对于形成东亚季风区和印度季风区的季风径向环流起了重要作用。由此可知，在构成季风环流的重要分量辐散风场上，马斯克林地区及澳大利亚地区的季节变化与亚洲季风区的季节变化有很大联系，其联系机制是散度风径向环流，前者与印度季风区相联系，后者与东亚季风区相联系。

在对流层低层（850百帕）和高层（200百帕）的流函数场上，存在若干个大尺度环流系统，其中与亚洲季风关系较为密切的系统，即“季风成员”有：亚洲季风区低压环流（槽）、西太平洋副热带高压、澳大利亚冷高压、南非大陆—马斯克林高压、高空伊朗—青藏高原高压、热带东风急流，这与文献[8]所归结的季风成员一致。季风暴发前这些成员强度都较弱。

图6a和图6b分别给出了850和200百帕流函数 ψ 的7月与5月之差 $\Delta\psi_{7-5}$ 。季风暴发后, 在850百帕上, 沿 20°N 左右, 亚洲季风区在阿拉伯海和南海—西太平洋的低压环流(低压槽)大大加强。此外, 澳大利亚北部和南非—马斯克林的高压环流也有所加强。值得注意的是, 亚洲季风区内东亚季风区和印度季风区的无辐散水平流场的季节变化具有相互独立的特征, 并且以印度季风区变化较大。在对流层高层200百帕的流函数场上, 季风暴发前, 中南半岛上空有一高压环流, 而其南方印度尼西亚群岛上空有一赤道高压, 这两个系统的存在使得沿 5°N 中南半岛南端出现了较强的东风。季风暴发后, 中南半岛上空的高压中心向西北移至高原南麓, 而在阿拉伯半岛出现了另一高压环流; 其南侧沿 15°N 出现较强的东风。对流层高层无辐散水平流场上季风暴发前后的主要变化, 是季风区上空的热带东风急流的大大加强。

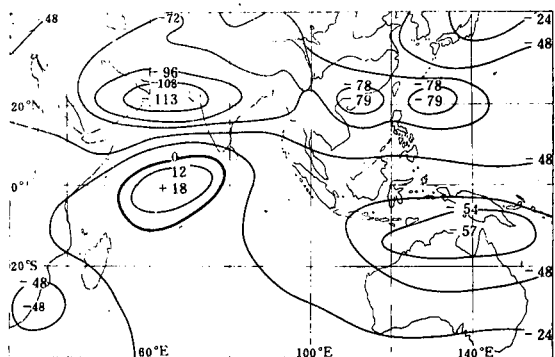


图 6a

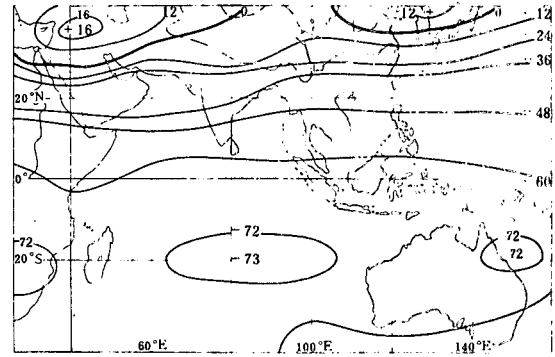


图 6b

四、季风区东部和西部季节变化的差异

上面分析表明, 在亚洲季风区这个大的季风系统中, 其东部——东亚季风区和西部——印度季风区, 从季节变化特征来说, 有一定的独立性, 并且以西部变化较大。

图7a和图7b分别给出了850百帕印度季风区($40-90^\circ\text{E}$)和东亚季风区($90-140^\circ\text{E}$)纬向风速强度分布图。印度季风区的季风西风气流强度较东亚季风区强得多, 并且季节变化也强烈得多。

在高层热带东风带的季节变化方面(图8a、b), 印度季风区的热带东风急流中心轴较东亚季风区偏北10个纬度左右。季风暴发后, 东亚季风区急流轴由赤道移至 5°N , 印度季风区急流轴则由 10°N 移至 15°N 。与低层季风西风气流的强度季节变化一致, 印度季风区高层热带东风的强度季节变化也较东亚季风区强得多。

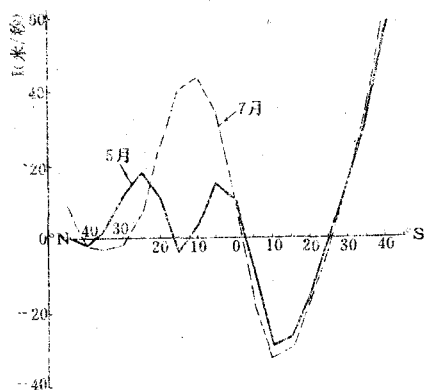


图 7a 印度季风区
(40—90°E) 纬向风速强度分布图

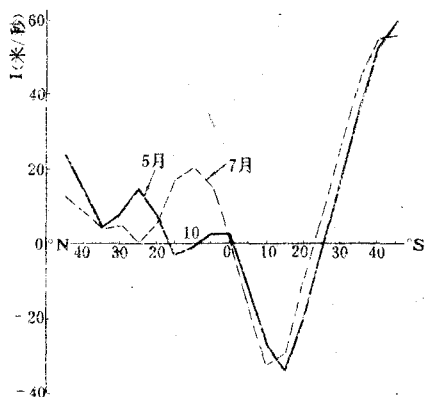


图 7b 东亚季风区
(90—140°E) 纬向风速强度分布图

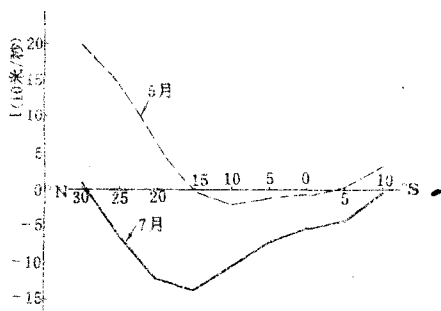


图 8a 200百帕印度季风区
(30—90°E) 热带东风强度分布图

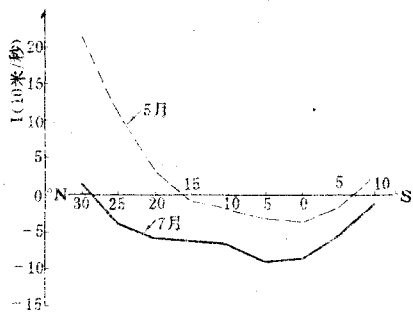


图 8b 200百帕东亚季风区
(90—150°E) 热带东风强度分布图

五、结 论

从本文就1973—1979年气候风场特征的讨论中可以看到，在亚洲夏季风暴发前后，亚洲季风区的风场经历了一次显著的季节变化。季风区上空成员的季节转变具有一显著特征：西部转变强于东部。印度季风区的季节变化较东亚季风区显著，这是东亚季风和印度季风的一个区别。在与东亚季风环流相联系的主要成员中，澳大利亚地区环流的季节变化较为显著，而马斯克林高压则与印度季风环流的季节变化密切相关。

在夏季风期间, 季风区上空的环流结构表明, 在亚洲夏季风这个大系统中, 存在两个子系统: 印度季风系统和东亚季风系统, 它们有相对独立的主要成员。东亚季风系统的主要成员是: 亚洲季风区低压环流中的孟加拉湾低压及由此延伸出来的南海—西太平洋季风槽 (ITCZ); 亚洲季风区高空反气旋环流中的青藏高原高压及其南侧以中南半岛为中心的热带东风急流; 低层 105°E 南半球越赤道气流通道和相应的高层 100°E 北半球越赤道气流通道; 澳大利亚冷高压; 以及西太平洋副热带高压、北半球中纬度的影响等。近来有些研究^[8-9]指出, 北半球中纬度的作用与亚洲夏季风的活动密切相关。

在下面附表中给出亚洲夏季风系统主要成员在季风暴发前后的变化特征。

附表 亚洲夏季风系统主要成员在季风暴发前后的变化特征

主要成员	变化特征
亚洲季风低压及季风槽	强度增强, 范围扩展, 印度季风槽在 25°N 左右建立, 东亚季风槽从缅甸扩展至南海、西太平洋。辐合风中心由菲律宾以东西移至南海, 印度半岛的辐合风大大加强。
低层越赤道气流	50°E 、 105°E 和 150°E 三个主要的越赤道气流通道强度一致加强。
澳大利亚冷高压	强度大大增强, 中心向西北移了约 $5\sim 10$ 个经纬度。相应的辐散风也加强, 并向北半球扩展。
马斯克林高压	强度大大增强, 中心位置变化不大, 北侧环流倾向度加大。相应的辐散风也加强并向北半球扩展。
热带高空东风急流	强度大大加强, 亚洲季风区急流轴由 5°N 推至 15°N 。其中东亚急流轴由 0° 至 5°N , 印度急流轴由 10°N 至 15°N 。
高层越赤道气流	70°E 和 100°E 越赤道气流通道强度均增强了一倍左右。
伊朗—青藏高原高压	中南半岛上空的高压环流移上高原南麓, 在伊朗高原南麓出现另一高压环流中心。
低层季风西风气流	强度大大加强, 向北扩展。孟加拉湾西南部的西风气流中心移至阿拉伯海。印度季风区的变化较东亚季风区强烈。

参 考 文 献

- [1] 叶笃正、陶诗言等, 在六月和十月大气环流的突变现象, 气象学报, 29卷, 4期, 1958年。
- [2] 金祖辉、陈隆勋, 夏季东亚季风环流系统的中期变化及其与印度季风环流的相互关系, 全国热带夏季风学术会议论文集, 云南人民出版社, 204—215, 1983年。
- [3] 陈隆勋、金祖辉, 夏季东亚季风环流系统中中期变动的南北半球相互作用, 全国热带夏季风学术会议论文集, 云南人民出版社, 218—229, 1983年。
- [4] 李维亮、陈隆勋、金祖辉, 印度地区强和弱季风时期亚洲和太平洋西部地区平均环流的结构和热源分布, 全国热带夏季风学术会议论文集, 云南人民出版社, 74—84, 1983年。
- [5] 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, 4期, 1979年。
- [6] 王兴东、陶诗言, 西太平洋越赤道气流的初步研究, 海洋学报, 6卷, 2期, 1984年。
- [7] 陈于湘, 夏季西太平洋越赤道气流的谱分析, 大气科学, 4卷, 4期, 1980年。
- [8] S. T. Tao, L. X. Chen, Summer Monsoon in East Asia, (to be published), 1984.
- [9] Murakami, T., Y. H. Ding, Wind and temperature changes over Eurasia during the early summer of 1979, J. Meteor. Soc. Japan, 60, 1, 1982.
- [10] Bedi H. S., et al, Interaction between northern middle latitudes and summer monsoon circulation, International Conference on early results of FGGE and large-scale aspects of the Monsoon Experiment 1981 Florida.

THE SEASONAL CHANGE OF THE WIND FIELD IN SOUTHERN ASIA DURING THE ONSET OF SUMMER MONSOON

Huang Zhen Tao Shiyun

(*Institute of Atmospheric Physics, Academia Sinica*)

Abstract

By using the wind data in summer months for 1973—1979, the seasonal change of the wind field in Southern Asia during the onset of summer monsoon is studied. It is found that during the onset the main components of Asian summer monsoon system show a marked change. The changes in the Indian monsoon region are more marked than that in the Eastern Asian monsoon region. We also found that in the huge Southern Asian monsoon system there are two sub-system: one is the Indian monsoon system, and the other is the Eastern Asian monsoon system. The components in the Eastern Asian monsoon system are: Austrian anticyclone, low-level cross-equatorial flow at 105°E , monsoon trough in the South China Sea, subtropical high pressure ridge in the West Pacific and the Mei-Yu front in the Yantze River Valley.