

南亚、东南亚地区大气环流 季节突变的多年状况

王晓春

(中国科学院大气物理研究所, 北京 100080)

提 要

在已有研究成果的基础上, 本文利用 FGGE-IIIb 资料及欧洲中期天气预报中心 (ECMWF) 1980 至 1988 年七层全球分析资料, 分析了 1979 至 1988 年南亚、东南亚地区由冬至夏大气环流季节突变的状况。

利用与这一地区主要天气系统密切相关的某些大气环流指标来描述该地区的季节突变, 并根据这些指标的逐候演变、信噪比及候平均环流形势确定了突变发生的时段。在此基础上, 本文讨论了季节突变的多年状况, 用多年资料证实了南亚、东南亚地区由冬至夏季演变过程存在着两次突变, 分析了突变方式在区域间、高低层间及年际间的差异。

关键词: 季节突变; 信噪比。

一、引 言

季节突变问题早在 50 年代便引起了气象学家的注意^[1]。叶笃正等^[2]基于分析高空风场的季节演变, 提出从大气环流的角度看, 从冬至夏只有两个基本状态, 并且其间的演变十分剧烈, 可称之为“六月突变”和“十月突变”。在“六月突变”中, 大气环流由典型的冬季型向夏季型转换。

随后的一些研究表明, 季节突变方式存在着区域和年际的差异^[3]。对多年气候资料的分析表明, 中南半岛地区西南风建立是在 5 月中^[4, 1]。我国华南进入前汛期也在 5 月中, 并伴有低层大气温度、湿度的突然增加^[5]。这比长江中下游多年平均的入梅日期 (6 月 14 日^[6]) 要早一个多月。另外根据云南气候区划^[2]及陈于湘等^[7]利用 1973 至 1976 年资料分析云南早雨季的结果, 云南进入早雨季是在 5 月中。这时南亚高压中心北跳、静力能量突然增加, 影响该地区的天气系统也发生转变。

贺海晏等^[8]利用 FGGE-IIIb 资料分析了 1979 年大气环流季节突变过程。指出 1979 年南亚、东南亚地区由冬至夏大气环流转变过程中, 存在着两次突变, 一次在 5

1991 年 11 月 26 日收到, 1992 年 4 月 27 日收到修改稿。

1) 中央气象局, 中国人民解放军总参谋部气象局, 1965, 中南半岛气象资料, 11—19。

2) 云南省气象局科研室, 1977, 云南高原季风环流与雨季的气候分析和区划, 青藏高原气象论文集 (1975—1976), 101—108。

月中,主要表现为 200hPa 上南亚高压脊线北移,东南亚地区进入雨季,华南进入前汛期;第二次突变发生在 6 月中,主要表现为 200hPa 上伊朗高压建立,东风急流向西扩张,低层印度季风爆发,长江中下游进入梅雨季节,日本进入雨季。

曾庆存等^[9]把这方面研究的天气气候学分析与数值模拟有机地结合了起来。在概述已有季节突变的天气气候学研究之后,给出了一些新的资料分析结果。

根据上述研究成果,本文用 FGGE-IIIb 资料及 1980 至 1988 年欧洲中期天气预报中心 (ECMWF) 七层全球分析资料分析了南亚、东南亚地区由冬至夏大气环流季节突变的状况。

二、分析方法

1. 表征季节突变的指标

季节突变是环流型间转变。天气分析已表明,在南亚、东南亚季风区,对流层低层流场及高层的南亚高压和伊朗高压在由春至夏季节突变期间均发生剧烈变化。要适当地描述季节突变首先必须研究这些系统的时间演变。为此在 200hPa 上,我们用南亚高压主体所在经度(一般为 85°E — 115°E ,当高压活动范围偏西时,为 75°E — 105°E)的东西风零线来描述南亚高压脊线的移动,用伊朗高压南侧(一般为 50°E — 70°E , 5°N — 15°N ,当高压活动范围偏西时,为 45°E — 65°E , 5°N — 15°N)区域平均的纬向风来表征伊朗高压的建立。在 850hPa 上,用 85°E — 95°E , 5°N — 15°N 区域平均的纬向风来表征孟加拉湾中南半岛地区西南风的建立,阿拉伯海印度半岛地区西南季风的爆发则用 60°E — 75°E , 5°N — 20°N 区域平均的纬向风来表达。

分析的时段是 1979 至 1988 年每年 4 月 11 日至 7 月 19 日,共 20 候。

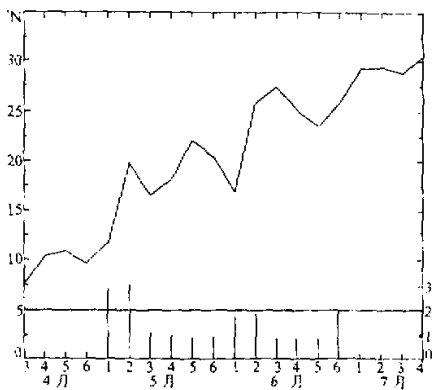


图 1 1988 年南亚高压脊线位置的移动情况及信噪比

左侧纵坐标为纬度,右侧纵坐标为信噪比

2. 确定季节突变发生的时段

以上四种指标都有明确的天气学意义,可以用其逐候演变状况来确定南亚、东南亚地区季节突变发生的时段。

图 1 大体揭示了 1988 年 200hPa 南亚高压脊线的季节演变过程。由图 1 可以注意到,南亚高压脊线在 5 月第 1 候、第 2 候间有一次猛烈的北移,从 10°N 左右北跳至 19°N 左右,在这一纬度一直维持到 6 月第 1 候,然后再次向北移至 27°N 左右。第二次北移与该年伊朗高压建立、阿拉伯海西南季风爆发同时发生。

但在某些年份,仅凭上述指标的逐候演变来确定季节突变发生的时段便有些困

难, 这时需进一步利用上述环流指标的信噪比 $[\bar{X} - \bar{Y}] / (\sigma_x + \sigma_y)^{[10]}$ 及逐候环流形势来确定突变发生的时段。在计算式 $[\bar{X} - \bar{Y}] / (\sigma_x + \sigma_y)$ 中, $\bar{X}$ 、 $\bar{Y}$ 分别为某一候的后四候及前四候某项指标的平均值, σ_x 、 σ_y 为相应的均方差。从信噪比的表达式可以注意到, $\bar{X}$ 、 $\bar{Y}$ 表达了某一候的后四候及前四候环流形势的基本状况, $|\bar{X} - \bar{Y}|$ 表达了环流形势变化的绝对幅度, σ_x 、 σ_y 显然与变化前后环流形势是否稳定持续有关。 $\sigma_x + \sigma_y$ 可以用来衡量变化的剧烈程度。当 $|\bar{X} - \bar{Y}| / (\sigma_x + \sigma_y) = 1$ 时, 变化前后的值刚好错开。根据我们的分析, 信噪比大于等于 2.0 时定为突变发生的时段是较为适宜的, 确定的季节突变时段与实际天气分析所确定的季节突变时段相当一致。

图 2 给出了 1986 年南亚高压脊线的移动情况及信噪比。与 1988 年南亚高压脊线北移的状况显著不同, 1986 年 200hPa 上南亚高压在 4 月末及 5 月初活动位置并没稳定下来, 南亚高压脊线并没呈现两次明显的北移, 而表现为一种逐渐向北移动的方式。但由 200hPa 逐候环流形势 (图略) 及图 2 可以注意到, 5 月第 2 候至第 5 候, 南亚高压脊线由 12°N 附近移至 20°N 以北, 在此期间, 信噪比一直维持在 2.0 以上, 并且从 5 月第 5 候开始环流形势稳定少变直至伊朗高压建立。因而根据逐候环流形势演变及信噪比可将南亚高压脊线北跳的时段定为 5 月第 2 候至第 5 候。

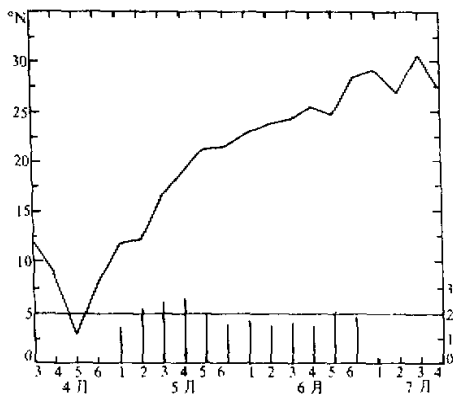


图 2 1986 年南亚高压脊线的移动情况及信噪比
左侧纵坐标为纬度, 右侧纵坐标为信噪比

三、南亚、东南亚地区大气环流季节突变的多年状况

根据以上方法, 我们确定了 1979 至 1988 年南亚、东南亚地区季节突变的时段 (图 3)。

从图 3 中可看出, 南亚、东南亚地区由冬至夏大气环流的转变过程中存在两次突变, 一次大体发生在 5 月上、中旬, 主要表现有南亚高压脊线北跳, 其北侧西风急流北撤, 孟加拉湾及其东部东南亚地区被西南风控制, 并进入雨季。另一次在 6 月上、中旬, 高空伊朗高压建立, 南亚高压脊线再次北移, 低纬度东风带加强; 低层印度季风爆发, 孟加拉湾的西南风进一步增强。

从 10 年的平均情况看, 在第一次突变中, 南亚高压脊线北移开始于 5 月第 2 候、第 3 候, 结束于 5 月第 4 候、第 5 候, 平均所需时间为 3.3 候。孟加拉湾西南风建立开始于 5 月第 3 候、第 4 候, 结束于 5 月第 4 候、第 5 候, 平均所需时间为 2.4 候。

第二次突变中, 伊朗高压建立开始于 5 月第 6 候、6 月第 1 候, 结束于 6 月第 3 候、第 4 候, 平均所需时间为 3.6 候。阿拉伯海西南季风爆发开始于 5 月第 6 候、6 月第 1 候, 结束于 6 月第 2 候、第 3 候, 平均所需时间为 3.3 候。

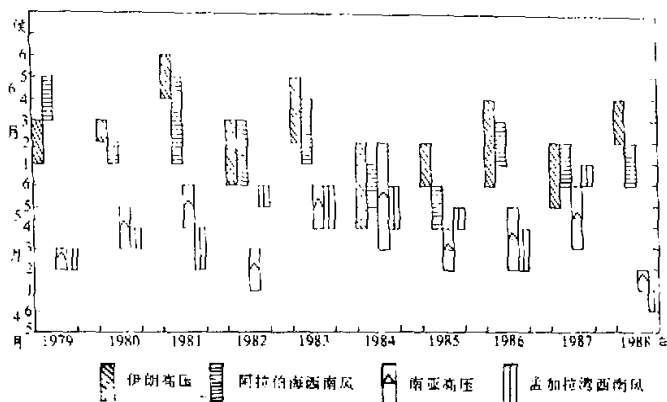


图 3 1979 至 1988 年逐年季节突变发生的时段

从所需的时间讲,第一次突变需要的时间略短一些,低层比高层需要的时间要短些。从候的时间分辨率来看,南亚高压北跳比之孟加拉湾西南风建立要略早一些,而伊朗高压开始建立与印度季风爆发是同时的。

从图 3 看出,季节突变存在着很大的年际差异。南亚高压脊线北跳可以早在 5 月第 1 候开始,也可以迟至 5 月第 4 候开始。孟加拉湾西南风建立可以早在 4 月第 6 候开始,也可以晚至 5 月第 6 候开始。与此相类似,伊朗高压建立可以早在 5 月第 4 候开始,也可以晚至 6 月第 4 候开始。阿拉伯海西南季风爆发可以早在 5 月第 4 候开始,也可以晚至 6 月第 3 候开始。

突变方式的年际差异还表现在突变需要的时间上。南亚高压北跳的时间为 2—6 候(众数为 3 候, 5/10),孟加拉湾西南风建立的时间为 2 至 3 候(众数为 2 候, 6/10),伊朗高压建立的时间为 2 至 5 候(众数为 3 候, 4/10),阿拉伯海西南季风爆发所需的时间为 2 至 5 候(众数为 3 候, 6/16)。由上述分析可知,无论高层或低层,环流形势的突变多数年份可在 2 至 3 候内完成,但在某些年份需要的时间要长一些,其中的原因作者将在另一文中进行分析。

由图 3 还可以注意到,在某些年份两次突变发生的时间间隔很近,在某些年份甚至重合,这一方面与季节突变方式存在着很大的年际差异有关,另一方面可能是由于本文用候平均资料分析这一问题,确定季节突变的时段时还不够准确。

四、季节突变开始及结束时的环流形势

图 4a、b 分别给出 1979 至 1988 年南亚高压脊线北跳开始及结束时 200hPa 环流形势合成图,即南亚高压脊线北跳开始及结束时 200hPa 候平均环流形势的 10 年平均。从图中可以看出,在北跳开始时,南亚高压脊线位于 14°N 附近 ($14.0^{\circ} \pm 1.0^{\circ}\text{N}$),脊线北侧 20m/s 西风等风速线位于 22°N 左右;在北跳结束时,南亚高压脊线位于 22°N ($21.9^{\circ} \pm 1.8^{\circ}\text{N}$), 20m/s 西风等风速线撤至 27°N 附近,并且脊线南侧的东

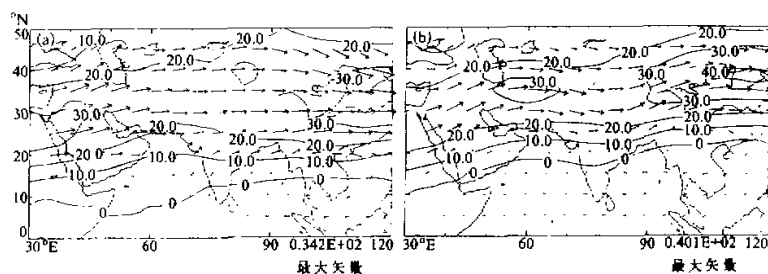


图4 南亚高压脊线北跳开始及结束时 200hPa 候平均环流形势合成图

实线为纬向西风等值线。(a) 脊线北跳开始时, (b) 脊线北跳结束时

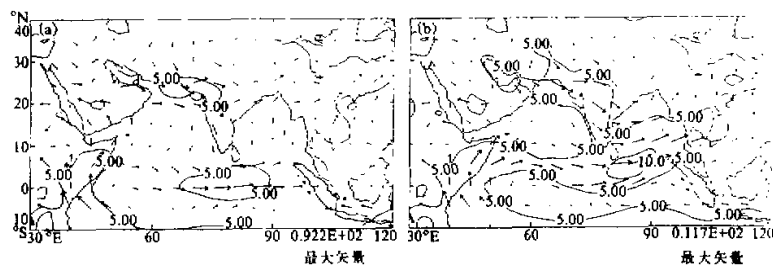


图5 孟加拉湾西南风建立开始及结束时 850hPa 候平均环流形势合成图

实线为全风速等值线。(a) 西南风建立开始时, (b) 西南风建立结束时

风带向西扩张。这时阿拉伯海北部及伊朗地区为西风控制。

图 5a、b 分别给出孟加拉湾西南风建立开始及结束时 850hPa 环流形势合成图。在西南风建立开始时 (图 5a), 孟加拉湾—中南半岛地区没有系统的西南风, 系统西风仅控制 5°N 以南地区。在西南风建立结束时, 孟加拉湾—中南半岛地区已为西南风控制 (西风达 $7.4 \pm 18\text{m/s}$)。这时索马里越赤道气流强度为 5m/s 左右, 只控制 10°N 以南的低纬度地区, 印度半岛尚为西北风所控制。

图 6a、b 分别是 200hPa 伊朗高压建立开始及结束时的环流形势合成图。从图中可以注意到, 在第二次突变中, 南亚高压脊线及其北侧的西风急流稍有北移, 但变化不大。主要变化发生在伊朗至波斯湾地区, 那里有新高压中心生成, 其南侧东风猛烈加速, 10°N 附近的东风达 20m/s 。 10m/s 以上的东风带东起中南半岛东侧, 西至东非。

850hPa 上这期间最引人注目的变化是索马里越赤道气流猛烈加速, 由 5m/s 左右加速至 15m/s 以上, 西南季风在阿拉伯海—印度半岛地区爆发, 该地区的西风由 $3.4 \pm 1.9\text{m/s}$ 加速至 $10.3 \pm 1.4\text{m/s}$ (图 7a、b)。

五、结 论

(1) 本文通过对 1979 至 1988 年南亚、东南亚地区由冬至夏季节突变过程的分

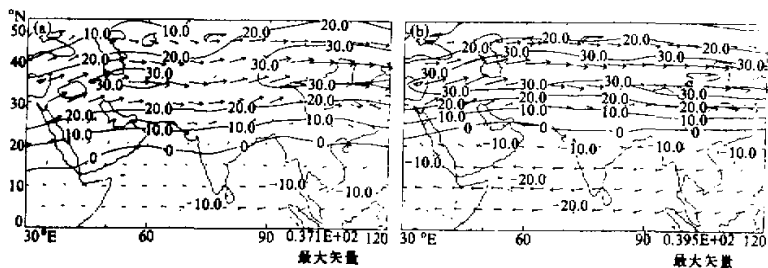


图 6 伊朗高压建立开始及结束时 200hPa 候平均环流形势合成图
等值线为纬向风，实线为西风，虚线为东风。(a) 高压建立开始时，(b) 高压建立结束时

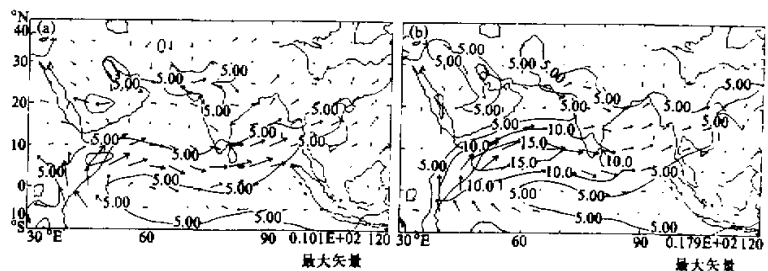


图 7 阿拉伯海西南季风爆发开始及结束时 200hPa 候平均环流形势合成图
实线为全风速等值线。(a) 西南季风爆发开始时，(b) 西南季风爆发结束时

析，证实了该地区由冬至夏大气环流转变过程存在两次突变。第一次大体发生在 5 月上、中旬，主要表现为南亚高压脊线北跳，北侧西风急流北撤，低层孟加拉湾地区西南风建立，并进入雨季。第二次大体发生在 6 月上、中旬，主要表现为高层伊朗高压建立，低层印度季风爆发。孟加拉湾地区西南风再次加速。高层南亚高压脊线及北侧西风急流北移，低纬度东风急流加强。

(2) 就 1979 至 1988 年 10 年平均状况而言，南亚高压脊线北跳发生在 5 月上、中旬，平均需要时间为 3.3 候。孟加拉湾西南风建立发生在 5 月中、下旬，平均所需时间为 2.4 候。第二次突变中，伊朗高压建立发生在 5 月底至 6 月中，平均所需时间为 3.6 候，阿拉伯海西南季风爆发在 5 月底至 6 月中，平均需要时间为 3.3 候。

(3) 季节突变方式存在着区域、高低层间及年际间的差异。从候的时间分辨率看，南亚高压脊线北跳比孟加拉湾西南风建立要略早一些，而伊朗高压建立与阿拉伯海西南季风爆发则同时发生。季节突变的开始时间也有早有晚，极差达一个月以上。尽管季节突变在多数年份可在 2 至 3 候内完成，但在某些年份需要的时间要长一些，极差达 20 天左右。

季节突变年际差异的原因较复杂，我们将另文进行讨论。另外由本文的分析还可以注意到，用候平均资料仅能粗略地确定季节突变发生的时段，甚至在某些年份不可避免地带来一些问题，并且利用某些指标来刻画大气环流的季节突变也很很粗略；而且本文仅用了 10 年的资料，得到的结论只是初步的；同时季节突变状况的长期变化显然是一

个很有意义的研究课题; 这些问题的解决都有待今后更进一步的工作。

致 谢: 本文在叶笃正先生和吴国雄先生指导下完成, 并承蒙多次审阅初稿, 特此表示衷心感谢。

参 考 文 献

- [1] Yin, M. T., 1949, A synoptical-aerological study of the onset of the summer monsoon over India and Burma, *J. Meteor.*, **6**, 393-400.
- [2] 叶笃正、陶诗言、李麦村, 1958, 在六月和十月大气环流的突变现象, *气象学报*, **29**, 249-263.
- [3] 南京气象学院实习台, 1978, 东亚副热带高空西风急流的位移同长江中下游出入梅关系的初步探讨, *南京气象学院学报*, **1**, 24-31.
- [4] 中国科学院地球物理所, 1966, 东南亚和南亚的大气环流和天气, 科学出版社, 124-129.
- [5] 华南前汛期暴雨编写组, 1986, 华南前汛期暴雨, 广东科技出版社, 41-46.
- [6] 徐 群, 1965, 近八十年长江中下游的梅雨, *气象学报*, **35**, 507-518.
- [7] 陈于湘、朱抱真, 1985, 热带季风爆发前云南雨季的天气学特征, *大气科学*, **9**, 101-106.
- [8] He Hai-Yan, John W. Mcginnis, Song Zheng-Shen, Michio Yanai, 1987, Onset of the Asian summer monsoon in 1979 and the effect of the Tibetan Plateau, *Mon. Wea. Rev.*, **115**, 1966-1995.
- [9] 曾庆存、梁信忠、张明华, 1988, 季风和大气环流季节突变的数值模拟, *大气科学特刊*, 22-43, 科学出版社.
- [10] 严中伟、季劲钧、叶笃正, 1990, 60年代北半球夏季气候跃变, I: 降水和温度变化, *中国科学 B 辑*, **33**, 97-103.

On the Abrupt Seasonal Change in the General Circulation over South and Southeast Asia Area

Wang Xiaochun

(Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

Abstract

The FGGE-IIIb dataset and 1980-1988 ECMWF global analysis dataset have been used to analyse the abrupt seasonal change (ASC) in the general circulation of the year 1979 to 1988 over the area of South and Southeast Asia.

Some indices appropriately representing the characteristics of the main synoptic systems in the areas such as the South Asian high, Iran high, and southwesterly wind on 850 hPa have been used to describe the ASC of the area. According to these indices, their information-noise rate $\| \bar{X} - \bar{Y} \| / (\sigma_x + \sigma_y)$ and pentad-mean circulation pattern, the periods of each year's ASC were determined. On the basis of above analyses, the inter-annual variation of ASC over the area was investigated, and the variation of the starting pentad of ASC and its period for different regions and different levels were studied.

Our results confirm the existence of the two stages of ASC over the area during the seasonal transition of the general circulation from winter to summer. Furthermore, the wind field composites at 200 hPa and 850 hPa at the beginning and ending pentad of each ASC have shown remarkable changes in general circulation over the area during the ASC.

Key words: abrupt seasonal change; information-noise rate.