

1998 年南海夏季风建立前后的突变特征及爆发过程

王黎娟¹⁾ 何金海¹⁾ 徐海明¹⁾ 陈富山²⁾

(1) 南京气象学院大气科学系, 南京 210044; 2) 镇江市气象局, 镇江 212003)

摘要: 利用南海季风试验所得到的最新资料分析了 1998 年南海夏季风建立前后的突变特征及其爆发过程, 初步认定 1998 年亚洲夏季风最早(5 月 23 日) 在南海地区建立, 它是亚洲冬季风形势向夏季风形势转换的最早体现。副高从南海地区连续东撤是南海地区夏季风建立的直接过程, 它的撤出有利于不稳定能量的释放, 形成南海夏季风的爆发性。提出赤道印度洋地区的西风 and 降水向中南半岛地区扩展、华南静止锋活跃南压, 这种形式的中低纬相互作用可能是导致副高东撤、南海夏季风爆发的特征过程和触发机制。

关键词: 南海夏季风; 突变特征; 爆发过程

中图分类号: P425. 42 **文献标识码:** A

亚洲特别其南部是全球最显著的季风区。亚洲季风系统由东亚季风和南亚季风两个子系统组成, 东亚季风区又可分为南海—西太平洋热带季风区和中国大陆东部—日本副热带季风区^[1~4]。有关南海季风的研究, 近年来引起气象学界的广泛兴趣。陶诗言和陈隆勋^[1] 认为亚洲夏季风于 5 月中旬首先在南海北部建立, 然后向西、向北推进。H Y He 等^[5] 发现亚洲夏季风的建立存在两个明显的阶段, 第一个阶段出现于 5 月份, 南海低层西南风建立; 第二个阶段发生在 6 月份, 印度西海岸出现降水和阿拉伯海西南风。何金海等^[3] 则用多年 T_{BB} 资料分析指出, 亚澳季风区的季节转换在 4 月份就已开始, 主要特征表现为澳大利亚 T_{BB} 高值带的迅速北移和中南半岛地区对流的活跃以及副热带 T_{BB} 高值带在该地区的断裂, 并指出 5~6 月是季节突变时期。上述研究表明, 亚洲夏季风首先在南海地区建立, 且其爆发性特别明显。然而由于南海地区处于诸项国际科学试验范围的空白区, 直接观测资料缺乏, 致使有关南海夏季风问题的研究还不多或者其研究结果还缺少可靠资料的支持, 同时南海夏季风是否最早建立尚有争议, 其‘爆发性’特征需要解释, ‘爆发性’过程需要进一步揭示。1998 年南海季风试验的成功为我们的研究提供了有利条件。本文试图用该试验取得的资料讨论上述相关的问题。

1 资料及方法

本文所用资料主要包括: (1) 南海季风试验提供的 1998 年 5~8 月 850 hPa 和 200 hPa

风场的逐日全球网格点资料; (2) 南海季风试验提供的 1998 年 5~8 月 8 层的温度和比湿网格点资料; (3) 欧洲中期预报中心(ECMWF) 提供的 1979~1993 年 850 hPa 风场的逐日全球网格点资料; (4) 美国 NOAA 提供的 1979~1993 年外逸长波辐射(OLR) 逐日全球网格点资料, 资料的空间分辨率均为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 格距。

为了研究南海季风区域的温湿属性变化, 用迭代法通过各层的温度和比湿得到相应层次的假相当位温 θ_e , 并用它来讨论季风区域的大气温湿属性及稳定度变化。

2 关于南海夏季风建立日期的分析

图 1a 显示南海区域($5^{\circ} \sim 20^{\circ} \text{ N}$, $110^{\circ} \sim 120^{\circ} \text{ E}$) 平均日降水量和平均西风的时间演变曲线。可以看出, 5 月 23 日南海区域平均降水已达 9 mm/d , 平均西风已达 4 m/s , 其降水和西风的突变特征亦很显著。与此相对应, 在 850 hPa 风场上(图略), 5 月 21 日南海北部季风槽已开始建立, 23 日南海夏季风槽已比较典型, 季风槽雨带亦很清楚(图 1b), 其大尺度形势已和陶诗言、陈隆勋^[1] 给出的东亚季风环流系统模型图很相似。亦即, 在 120° E 经度上, 自南向北, 澳大利亚高压、越赤道气流、南海夏季西风、季风槽、西太平洋副高等系统的排列已很清楚。因此, 5 月 23 日(或第 5 候, 5 月 21~25 日) 可确定为南海夏季风的建立日期(候) 。

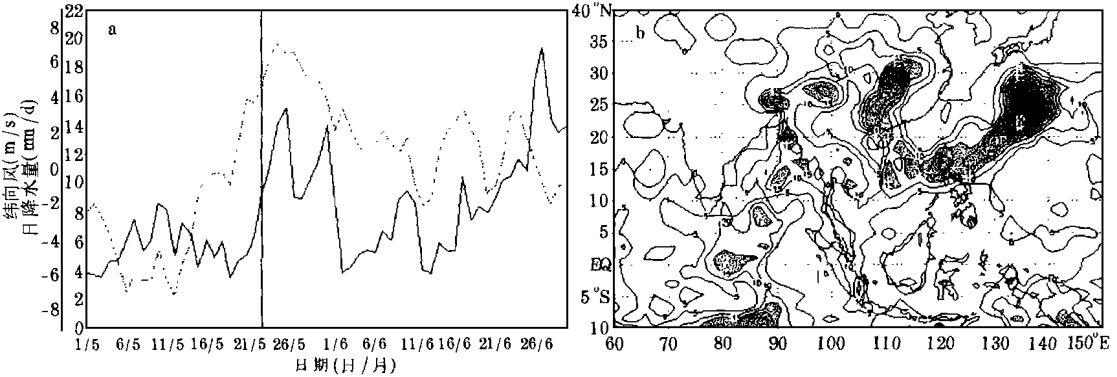


图 1 a. 1998 年南海区域平均日降水量(实线, 单位: mm/d) 和纬向风(虚线, 单位: m/s) 随时间(d) 演变图(图中垂直实线为 5 月 23 日);
b. 1998 年 5 月 23 日日降水量分布图(单位: mm/d)

Fig. 1 Daily regional mean rainfall (solid line, mm/d) and zonal wind (dotted, m/s) with the vertical solid line denoting May 23 (a) and the precipitation on the same day (b) (units: mm/d)

3 关于各种要素的突变

3.1 850 hPa 纬向风、 θ_e 的突变

由于南海地区属于热带洋面, 北方南下的冷空气很薄很弱, 因而低层温湿场的变化是影响大气稳定度变化的主要因素, 所以 850 hPa 上 θ_e 的情况不仅能反映低层大气的温湿属性也能反映大气的层结稳定度, 即高 θ_e 值代表大气呈强位势不稳定, θ_e 值减小, 反映大气的位势不稳定减小。图 2 是南海经度上纬向风和 θ_e 的时间演变。可以发现, 5 月 20 日之前, 南海大部分地区受热带东风控制, $> 340 \text{ K}$ 的高温高湿不稳定中心主要位于南海以南地区, 而几乎整个南海地区都处于相对稳定状态。5 月 11 日起, 从中纬($25^{\circ} \sim 30^{\circ} \text{ N}$) 有异常的纬向西风向南传播, 23

日抵达南海地区, 西风强度达 4 m/s; 5 月 20 日起, θ_{e^*} 的高值区从华南(与华南静止锋活跃有关)迅速南扩, 23 日南海中部出现 > 345 K 的高温高湿中心, 南海夏季风建立。此后, 西风 and θ_{e^*} 大值中心逐渐北移, 6 月中旬已达江淮流域, 正值印度季风建立之时。

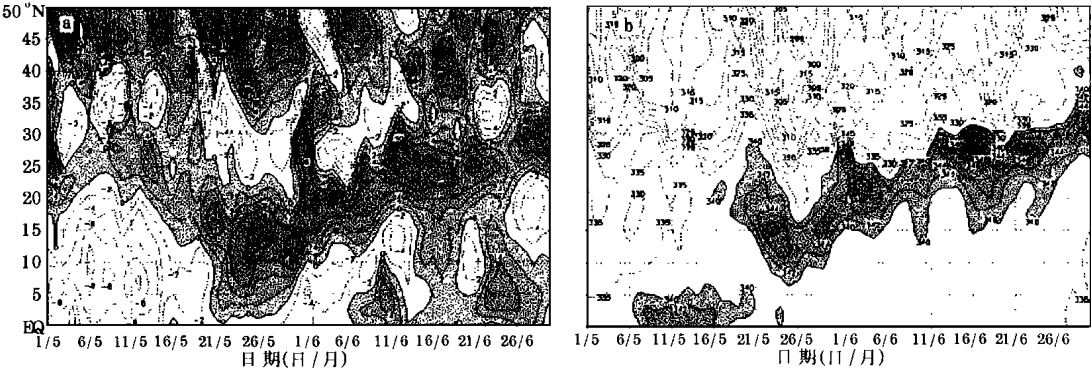


图 2 a. 850 hPa 纬向风沿 110~120 °E 的纬度-时间剖面图(单位: m/s);
b. 850 hPa θ_{e^*} 沿 110~120 °E 的纬度-时间剖面图(单位: K)
Fig. 2 Latitude- time cross section of zonal wind (a) (units: m/s) and θ_{e^*} (b) (units: K) along 110~120 °E at 850 hPa

3.2 西风急流的突变

图 3 给出了四个经度剖面上西风急流位置的变动。可以看出, 在 60 °E、90 °E、120 °E 上的西风急流(阴影区为 ≥ 30 m/s 的西风区)均有北跳现象, 且西早东迟。150 °E 经度上急流位置较稳定, 但 5 月 23 日以后急流强度增强很明显。120 °E 经度上, 急流于 5 月 22~23 日北跳增强, 与南海夏季风建立日期比较一致。与此相对应(图略), 南海夏季风爆发前, 纬向风切变的负值区位于 10 °N 以南、110 °E 以西地区, 爆发后负值区急速向北移动约 10 个纬距, 向东扩展至菲律宾以东, 南海地区由西风切变转为东风切变。仔细分析还可看出, 南海夏季风建立日期与这一地区西风急流的第一次北跳相关, 而第二次北跳则与印度季风和长江梅雨的建立相关。因此南海夏季风建立是亚洲冬季风形势向夏季风转换的最早体现。

3.3 关于气柱稳定度的突变

图 4 给出了各个区域各个时段(夏季风建立前、建立后、建立期) θ_{e^*} 的垂直廓线。可以看出, 5 月 20 日前, 不管南海北部还是南部地区, 600 hPa 以下 θ_{e^*} 随高度增加而减小, 呈湿不稳定, 600 hPa 以上呈稳定状态。而 5 月 20 日以后, 最显著的变化是整个气柱升温(北部比南部更显著), 且 850~500 hPa 之间的气柱呈等 θ_{e^*} 的中性状态, 这是对流增强的反映。值得指出的是, 5 月 20 日之前, 中南半岛地区的气柱 600 hPa 以下(以上)呈不稳定(稳定)状态, 孟加拉湾地区 700 hPa 以下(以上)呈不稳定(稳定)状态, 5 月 20 日以后二者都是 600 hPa 以下(以上)呈不稳定(稳定)状态, 没有出现中性层气柱。这表明, 5 月 20 日以后夏季风最早在南海地区建立。

4 与南海夏季风爆发相关的特征过程

气候规律指出(图略), 南海夏季风建立前半个月, 总有一次低层(850 hPa)纬向西风和 OLR 低值区从赤道印度洋(80 °E, EQ)地区向东扩展的过程, 与此同时, 从中纬度也有低层纬向西风和 OLR 低值区南扩, 它们的汇合时间基本上就是南海夏季风建立的日期。1998 年南海夏季风建立前也有相似特征。孟加拉湾地区的降水剖面图(图 5)指出, 赤道印度洋地区自 5 月

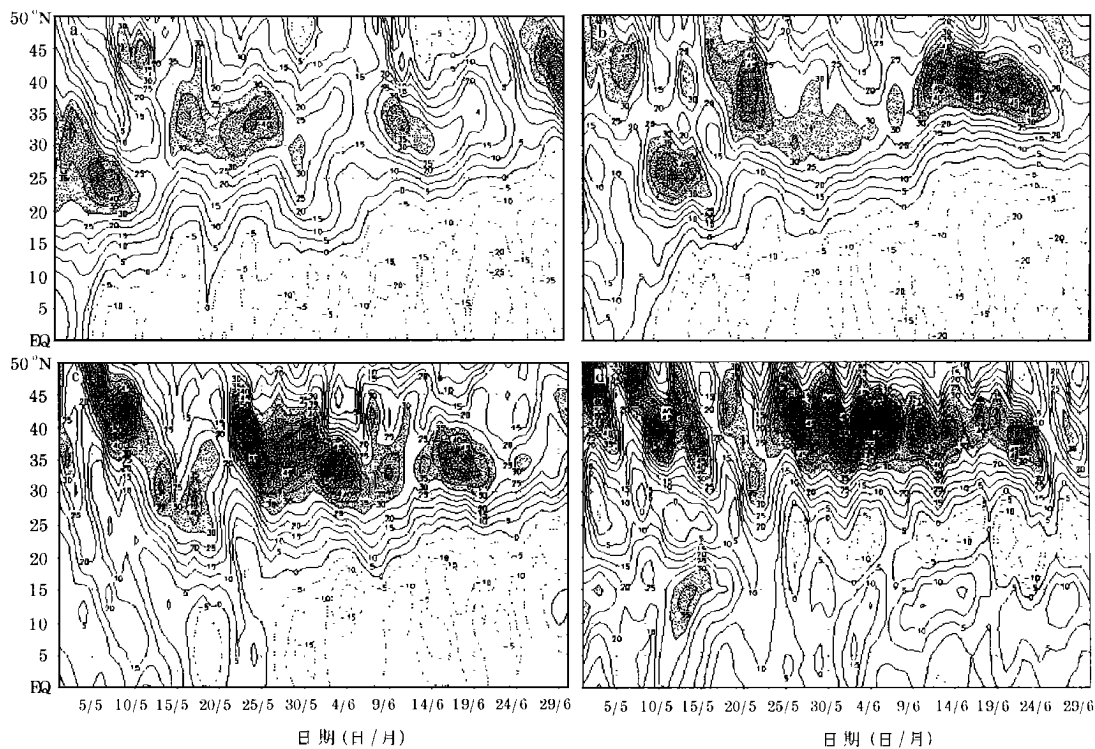


图3 200 hPa 纬向风的纬度-时间剖面图(单位:m/s)

a. 50~70 E; b. 80~100 E; c. 110~130 E; d. 140~160 E

Fig. 3 Latitude - time cross section of 200 hPa zonal wind (m/s) along

50~70 E (a), 80~100 E (b), 110~130 E (c) and 140~160 E (d)

14 日起有一强降水向孟加拉湾东部移动,当其到达中南半岛西部边缘时,南海夏季风建立,5月26~27 日到达中南半岛地区。在这一过程中,从中纬度有两次降水过程(与华南静止锋活跃有关)与之汇合,加强这一移动的降水区。与此相关,副热带高压急速从南海地区东撤(图略),南海季风槽和相应的雨带于5月23 日完全建立。因此,上述过程是与南海夏季风建立密切相关的特征过程。

5 结论

通过上述分析,可以初步认定1998 年亚洲夏季风最早(5月23 日)在南海地区建立,它是亚洲冬季风形势向夏季风形势转换的最早体现。副高从南海地区连续东撤是南海地区夏季风建立的直接过程,它的撤出有利于不稳定能量的释放,形成南海夏季风的爆发性。然而副高为什么会东撤? 本文的初步分析表明赤道印度洋地区的西风 and 降水向中南半岛地区扩展、华南静止锋活跃南压,这种形式的中低纬相互作用可能是导致副高东撤、南海夏季风爆发的特征过程。

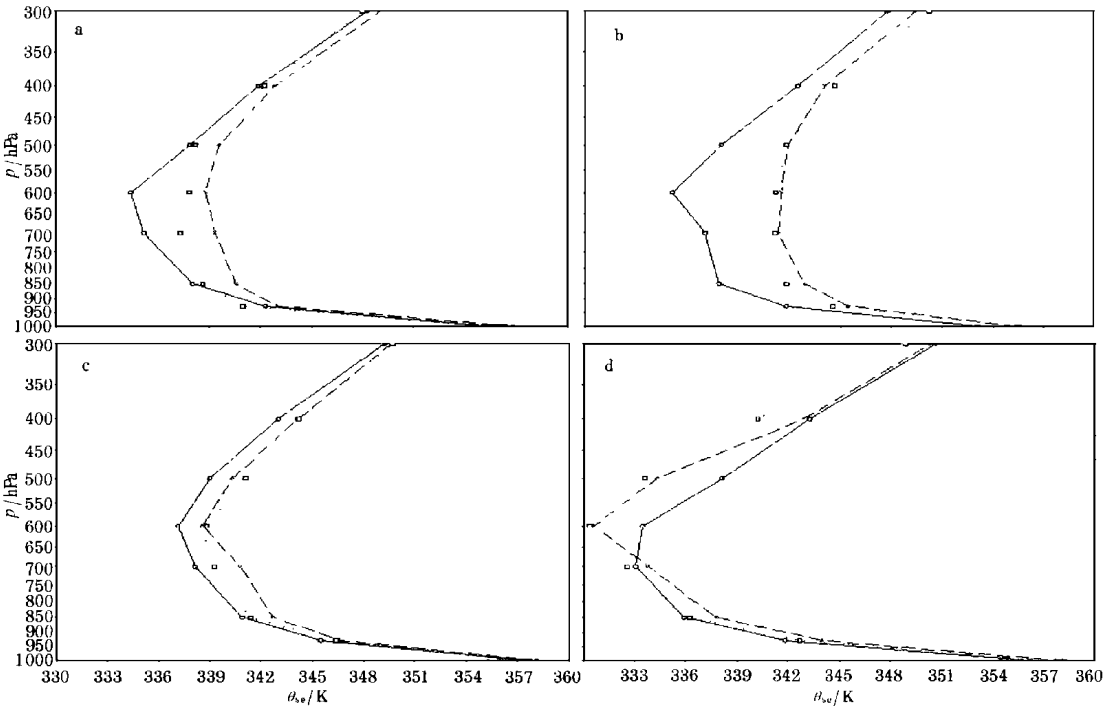


图4 南海夏季风建立前后 θ_{se} 垂直廓线图(单位: K)

——: 1998-05-11~1998-05-20; ---: 1998-05-21~1998-05-25; —·—: 1998-05-26~1998-06-04

- a. 南海南部(110~120 E, 5~12.5 N); b. 南海北部(110~120 E, 15~22.5 N);
c. 中南半岛(100~110 E, 5~20 N); d. 孟加拉湾(80~90 E, 5~20 N)

Fig. 4 θ_{se} profile before, during and after the monsoon establishment over the south of SCS (110~120 E, 5~12.5 N) (a), the north of SCS (110~120 E, 15~22.5 N) (b), the Indo-China peninsula (100~110 E, 5~20 N) (c) and the Bay of Bengal (80~90 E, 5~20 N) (d) (units: K)

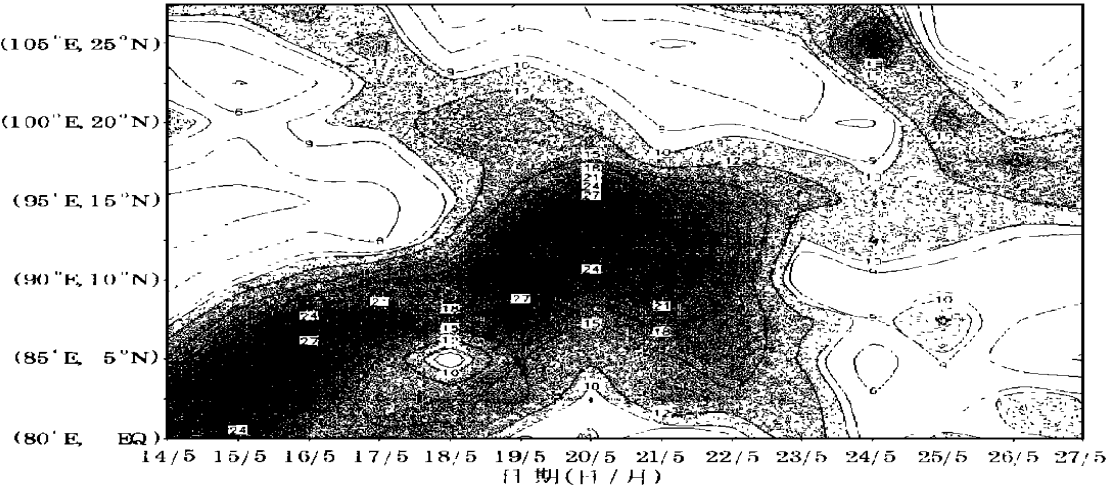


图5 1998 年南海夏季风建立前后(5月14日~5月27日)孟加拉湾地区降水剖面图(单位: mm/d)

Fig. 5 Rainfall cross section (mm/d) over the Bay of Bengal during May 14~27, 1998(units: mm/d)

参 考 文 献

- [1] TAO SHIYAN, CHEN LONGXUN. A review of recent research on the east Asian summer monsoon in China[A]. In: CHANG C P, KRISHNAMURTHI T N, eds. Monsoon Meteorology[C]. Oxford: Oxford University Press, 1987. 60–92
- [2] 陈隆勋, 朱乾根, 何金海, 等. 东亚季风[M]. 北京: 气象出版社, 1991
- [3] 何金海, 朱乾根, MURAKAMI M. T_{BB}资料揭示的亚澳季风区季节转换及亚洲夏季风建立的特征[A]. 热带气象学报, 1996, 12(1): 34–42
- [4] 朱乾根, 何金海, MURAKAMI M. T_{BB}资料所揭示的亚澳季风之季节循环特征和年际异常[A]. 应用气象学报, 1996, 7(2): 129–137
- [5] HE HAIYAN, JOHN W MCGINNIS, SONG ZHENGSHAN, et al. Onset of the Asian summer monsoon in 1979 and the effect of the Tibetan plateau[A]. Mon Wea Rev, 1987, 115(9): 1966–1995

ABRUPT CHANGES IN ELEMENTS AROUND THE 1998 SCS SUMMER MONSOON ESTABLISHMENT WITH ANALYSIS OF ITS CHARACTERISTIC PROCESS

WANG Li-juan HE Jin-hai XU Hai-ming

(Department of Atmospheric Sciences, NIM, Nanjing 210044)

Chen Fushan

(Zhenjiang Meteorological Bureau, Zhenjiang 212003)

Abstract: The latest dataset from the SCS (South China Sea) Monsoon Experiment is used in this paper to study the features of abrupt change in some meteorological elements before, during and after the monsoon's establishment in 1998 and to investigate its onset, arriving at preliminary conclusions that the 1998 Asian summer monsoon was established first in the SCS (as early as May 23), and the establishment represented the earliest indicator of conversion from the winter to summer monsoon situation in Asia; the continued eastward retreat of the western Pacific subtropical high from the SCS area had a direct effect on the SCS summer monsoon's establishment because the withdrawal favored the release of unstable energy, responsible for the sudden onset of the monsoon. However, why did the subtropical high retreat eastward? This tentative investigation indicates that the interactions between middle and lower latitudes, such as the eastward extension of westerly and rainfall bands from the equatorial Indian ocean to the Indo-China and the southward spreading of the active South-China stationary front, were likely the characteristic events which contribute to the eastward retreat of the subtropical high and the onset of summer monsoon over the SCS

Keywords: SCS summer monsoon; abrupt change; monsoon onset