

高辉,朱艳峰. 2007 年南海夏季风爆发前后大气环流的非典型性突变特征 [J]. 大气科学学报, 2009, 32 (4): 467-473.

2007 年南海夏季风爆发前后大气环流的非典型性突变特征

高辉,朱艳峰

(中国气象局 国家气候中心,北京 100081)

摘要:南海夏季风爆发的一般特征是南亚高压移至中南半岛北部;西太平洋副热带高压连续向东撤出南海地区,移到 120°E 以东的热带洋面上;高(低)空东北(西南)气流占据南海大部分地区,相应的 105°E 附近的越赤道气流建立,南海季风槽形成并同时伴有对流降水的发展和温、湿等要素的突变。国家气候中心的监测表明,2007 年南海夏季风于 5 月第 5 候爆发。该年季风爆发后,虽然源自热带地区的低空西南气流迅速占据南海上空,高空盛行东北气流,且南亚高压西移至中南半岛上空,但对流、高度场以及降水场的突变特征均很不明显,表现为季风爆发后南海上空的对流依然偏弱,副高没有马上撤离南海,同时华南地区的降水量也没有迅速增强。因此,2007 年南海夏季风爆发前后大气环流的变化特征具有非典型性。

关键词:南海夏季风;大气环流;非典型性突变特征

中图分类号: P466 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-7097 (2009) 04-0467-07

Untypical Abrupt Change Features of the General Circulation during Onset Period of South China Sea Summer Monsoon in 2007

GAO Hui, ZHU Yan-feng

(National Climate Center, CMA, Beijing 100081, China)

Abstract: The South China Sea (SCS) summer monsoon (SCSSM) has great influences on the monsoon rainfall belt, both on the position and intensity. The results of the SCSSM experiments since 1998 show that the basic features of the general circulations after the monsoon onset include: 1) the South Asia high moves to the north part of the Indo-China peninsula; 2) the western Pacific subtropical high moves to the tropical ocean east of 120°E from the SCS region; 3) the southwest (northeast) monsoon flow prevails at lower (higher) troposphere over most of the SCS; 4) the cross-equatorial flow along 105°E and the SCSSM trough establish; 5) both the convective rainfall over South China and the circulations over the SCS abruptly change. According to the monitoring results of National Climate Center, the SCSSM in 2007 onsets in the 5th pentad of May; but during its onset period, the abrupt changes of the general circulations are not significant. To better understand and monitor the SCSSM, it is necessary to study the untypical abrupt change features.

Key words: South China Sea summer monsoon; general circulation; untypical abrupt change feature

0 引言

每年 5 月中旬前后南海夏季风的爆发预示着东亚夏季环流形势的正式建立,是夏季风季节进程中最重要的阶段之一。其爆发的显著特点是环流形势

的突变,即东亚地区冬季风环流形势转化为夏季风形势,并伴有温、湿等要素的突变^[1]。作为东亚夏季风的一个重要分支和联系东亚与南亚夏季风系统的纽带,南海夏季风活动不仅具有地区性意义,而且通过能量和水循环过程,影响大范围乃至全球的天

收稿日期: 2008-11-14; 改回日期: 2009-03-18

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (40805027; 40905035); 中国科学院知识创新项目 (KZCX-SW-211)

作者简介: 高辉 (1976—), 男, 江苏句容人, 博士, 副研究员, 研究方向为东亚季风与短期气候预测, gaohui@cma.gov.cn

气和气候。早期的研究认为,南海地区是亚洲夏季风爆发最早的地区。Tao 等^[2]首先指出,亚洲夏季风的爆发最早开始于南海北部,然后向西向北分阶段推进。Murakami^[3]提出,相比于海陆热力差异,南海地区夏季风受亚洲—澳大利亚大陆热力差异的影响更为显著,是亚洲冬季风形势向夏季风形势转换最早的地区。何金海等^[4]对多年 TBB 资料的分析表明,亚澳季风区的季节转换在 4 月份就已开始。南海夏季风的爆发是东亚季节转变和雨季来临的一个重要标志,将直接影响我国两广、江淮流域、台湾和日本地区的汛期降水^[5]。

近十年来尤其是南海季风试验开展以来,大量的研究表明^[6-13],南海夏季风爆发的典型特征是:南亚高压移至中南半岛北部;西太平洋副高连续向东撤出南海地区,移到 120°E 以东的洋面上;高(低)空东北(西南)气流占据南海大部分地区,相应的 105°E 的越赤道气流建立;南海季风槽形成,并伴随有对流降水的发展和温、湿等要素的突变以及南海地区夏季风经圈环流的建立。然而具体到某一年份,情况并不完全一致。有些年份季风爆发前后,大气环流的突变并非十分显著,某些要素也没有发生突变现象^[13]。2007 年即属于此类。研究这种非典型性季风爆发特征十分必要,这不仅可以更清楚地了解季风爆发的环流特征和活动规律,也有助于进一步理解季风爆发对汛期降水的可能影响,更好地

为汛期预测服务。

本文将基于 1979 年之后的 NCEP/NCAR 逐日再分析资料^[14]和 CMAP 逐候降水资料^[15]以及中国各台站逐日降水资料,对 2007 年南海夏季风爆发前后大气环流这一非典型突变特征开展分析。NCEP 资料中所用要素包括各层比湿、气温、位势高度、风场及对外长波辐射(OLR)。

1 2007 年南海夏季风爆发监测

中国气象局国家气候中心选取(110~120°E, 10~20°N)作为南海夏季风监测区,并定义当监测区内 850 hPa 平均纬向风由东风稳定地转为西风以及假相当位温稳定地大于 340 K 时,南海夏季风爆发。同时参考高低层位势高度场的演变。此处的稳定指从该时刻起,这一状况必须持续 3 候且其后间断不超过 2 候,或持续 2 候后间断不超过 1 候^[11]。

2007 年 4 月初,基于前期海温、积雪等下垫面的异常和大气环流的活动特征,国家气候中心预测南海夏季风爆发时间略偏晚。2007 年 5 月初全国夏季风预测会商会预测结果为“南海夏季风将于 5 月第 5 候爆发”。2007 年 6 月初,对前期季风环流的监测表明,该年南海夏季风确实于 5 月第 5 候爆发,属正常略偏晚。图 1 为监测区内 850 hPa 纬向风和假相当位温差的逐候演变。

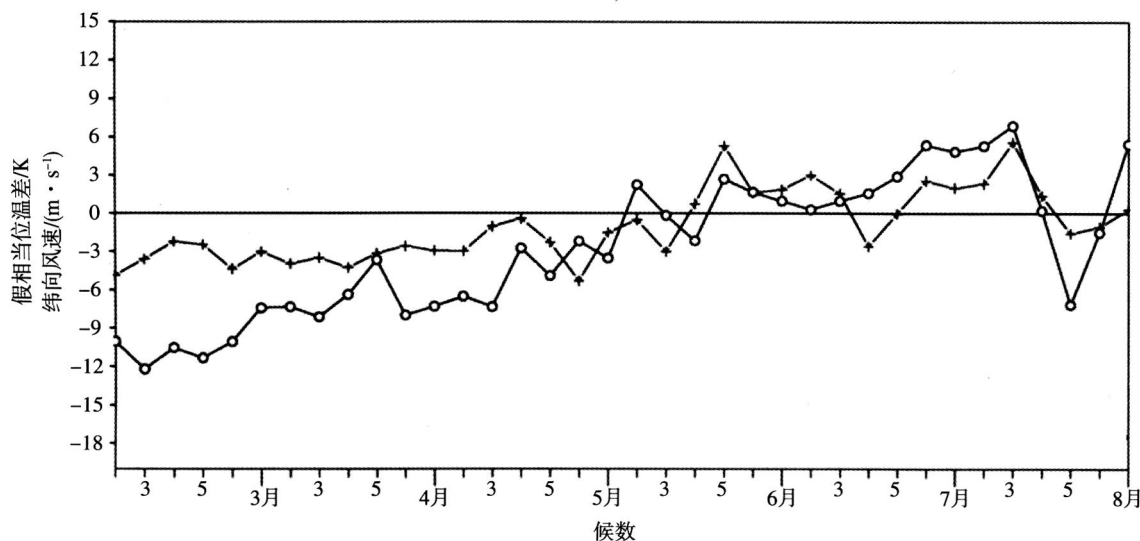


图 1 南海夏季风监测区内 850 hPa 纬向风和假相当位温差值(减 340 K)的逐候演变(圆圈曲线为假相当位温,单位:K;十字曲线为纬向风,单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

Fig. 1 Pentadly evolution of the 850 hPa zonal wind (solid line with crosses; units: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) and potential pseudo-equivalent temperature deviation (solid line with open circles; units: K) from 340 K within the SCSSM monitoring region in 2007

2 南海夏季风爆发前后大气环流的变化特征

2.1 水平风场的变化特征

在 850 hPa 水平风场上,5 月第 3 候(图略),索马里越赤道气流已经建立,但强度偏弱,赤道印度洋西风不明显,孟加拉湾地区的西风气流主要来自北半球中纬度地区。此时,南海地区(105°E 附近)南风非常微弱,南海越赤道气流尚未建立。南海南部盛行东风,北部为东南风。5 月第 4 候(图略),南海越赤道气流仍未建立,南海北部的局部地区出现了西南气流,但其源自中纬度环流系统。索马里越赤道气流转向后的印度洋西风与孟加拉湾西风尚未连通。

5 月第 5 候(图 2),索马里越赤道气流进一步加强,赤道印度洋西风也有了明显的加大并一直延伸至南海北部的监测区内。此时,在 105°E 附近的南海越赤道南风气流也已建立并在赤道以北转向汇入来自赤道印度洋的西南气流中。这意味着南海监测区的西南风源自热带地区,这是南海夏季风爆发的一个重要标志。5 月第 6 候及之后的风场形势与 5 月第 5 候类似,南海地区夏季风形势稳定维持。这种形势在 500 hPa 风场上也可以部分体现(图略)。

在 5 月第 5 候 200 hPa 水平风场上可以清楚地看出(图略),南亚高压此时已经西移至中南半岛北

部上空;南海地区高层盛行东北气流。

因此,就 850 hPa 和 200 hPa 水平风场而言,其在南海夏季风爆发前后具有典型的突变特征,这和气候态特征一致。

2.2 副热带高压的变化特征

在 5 月第 4 候至 6 月第 1 候的逐候 500 hPa 位势高度场上(图 3)可以看出,自 5 月第 4 候气候态副高就已经撤离南海并东移至热带西太平洋上空,这是因为就多年平均而言,南海夏季风在该候已经爆发。但 2007 年的情况有较大的不同,在季风爆发前一候(5 月第 4 候),副高 588 dagpm 特征等值线位于南海上空,其西伸脊点可以达到 95°E 位置附近;5 月第 5 候(南海夏季风爆发候),副高略有东撤(约 2 个经度),但西伸脊点仍位于 97°E,南海上空仍然为副高所控制。5 月第 6 候副高的位置和 5 月第 5 候近似。在 6 月第 1 候,副高虽然略有东撤,但西伸脊点仍然在 100°E 以西,南海的大部分地区仍为副高所控制。

因此,2007 年南海夏季风爆发前后副高的突变特征不明显。这种不典型的突变特征也影响到南海地区热力参数的突变。

2.3 降水量的变化特征

从多年平均的 110°~120°E 逐候降水量演变(图 4a)可以看出,在南海夏季风爆发前后,24°N 以南的热带地区降水量有一个非常明显的突变。在第 25、26 候(南海夏季风爆发之前),上述大部分地区

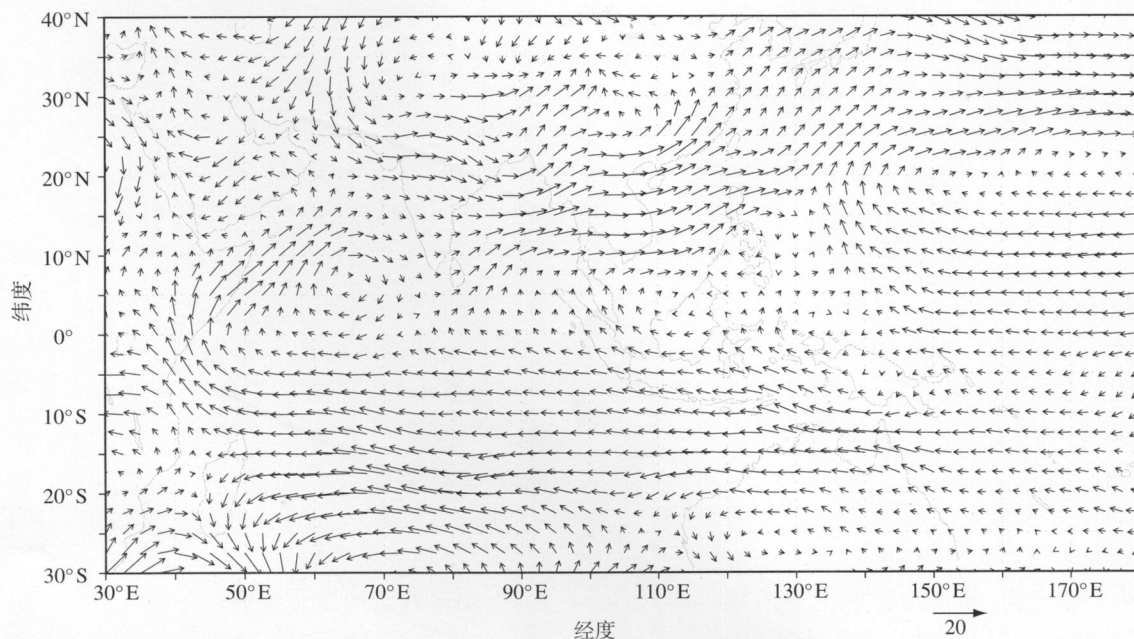


图 2 2007 年 5 月第 5 候(南海夏季风爆发候)850 hPa 水平风场(单位:m/s)

Fig 2 The 850 hPa wind field (m/s) averaged over the 5th pentad (the onset of the SCSSM) of May 2007

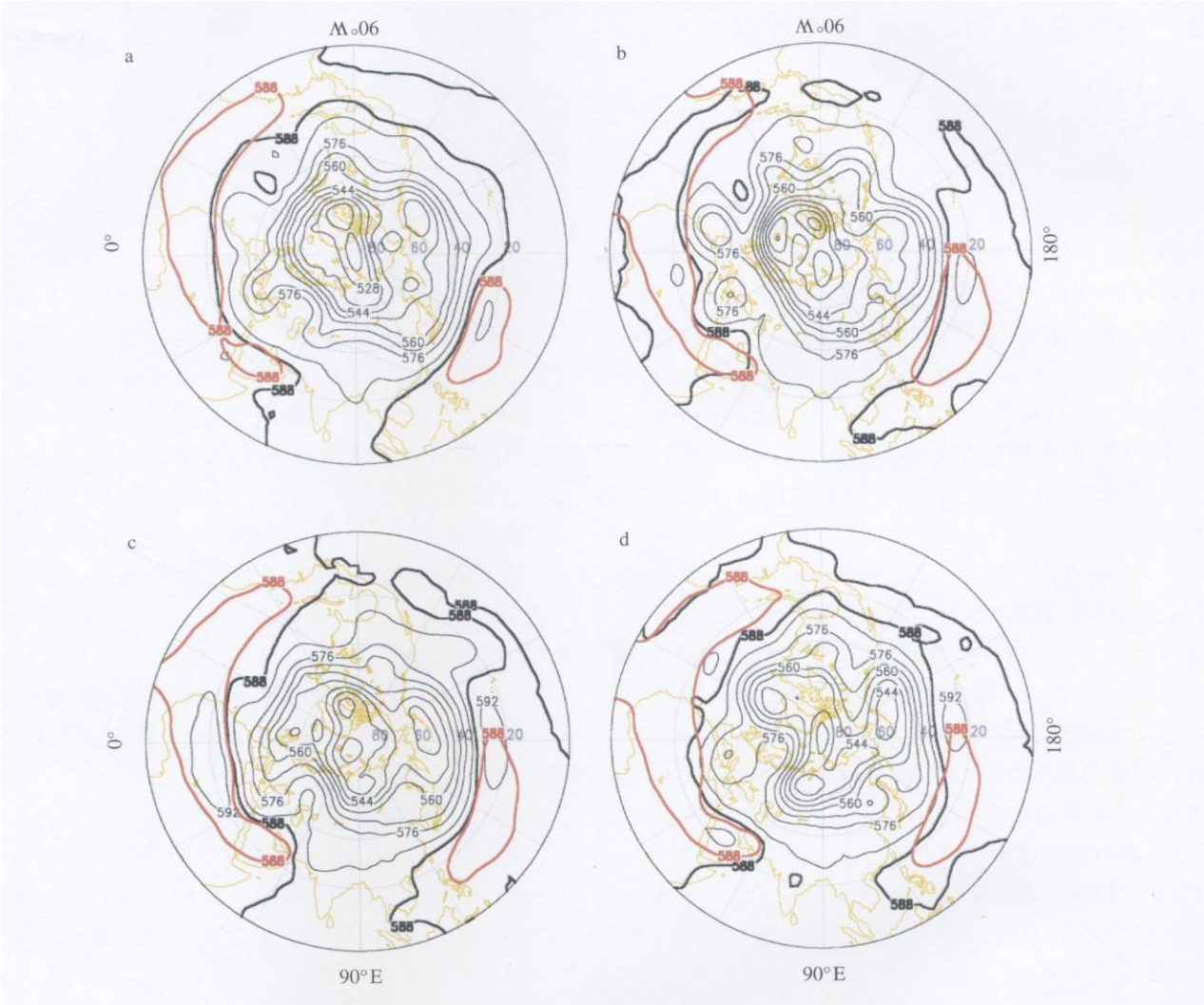


图 3 2007 年南海夏季风爆发前后逐候北半球 500 hPa 位势高度场 (单位: dagpm; 图中红色等值线为气候态副高的 588 dagpm 特征等值线) a. 5 月第 4 候; b. 5 月第 5 候; c. 5 月第 6 候; d. 6 月第 1 候

Fig 3 Pentadly Northern Hemispheric 500 hPa geopotential height fields (dagpm) around the onset of the SCSSM in 2007 (red contour: climatic position of the 588 dagpm characteristic contour of the subtropical highs) for (a) 4th pentad of May, (b) 5th pentad of May, (c) 6th pentad of May, and (d) 1st pentad of June

候降水量在 30 mm 以下。季风爆发后 (第 28 候左右), 候降水量迅速增加至 40 mm 且稳定维持直到 6 月底华南前汛期降水结束。因此, 就气候平均而言, 南海夏季风爆发之后华南地区的降水有一个突发性的增强。

但 2007 年南海夏季风爆发后, 华南地区的降水并没有显著增强。这从图 4b 上可以很清楚地看出。在 5 月第 1 候之前, 华南地区前汛期前期的候降水量就达到 20 mm 以上, 部分地区达到 40 mm, 但属于中纬度锋面性质降水。5 月第 1 候至第 2 候, 华南处于一个少雨期。5 月第 3 候开始一直到季风爆

发后, 雨量变化均不明显, 一直维持在 20 mm 左右, 也即和前期相比并没有显著增多。直到 6 月第 1 候季风爆发 2 候后, 雨量才出现明显的季节性增强。从 2007 年逐日台站观测降水资料的分析中得到一致的结论 (图略)。

因此, 就降水而言, 2007 年南海夏季风爆发前后的突变特征不明显。

2.4 热带对流的变化特征

自 5 月第 3 候开始, 南海地区的对流偏弱, 基本维持在 $250 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 及以上 (图 5a); 5 月第 6 候, 南海的中部出现了 $230 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 的强对流, 但持续时间

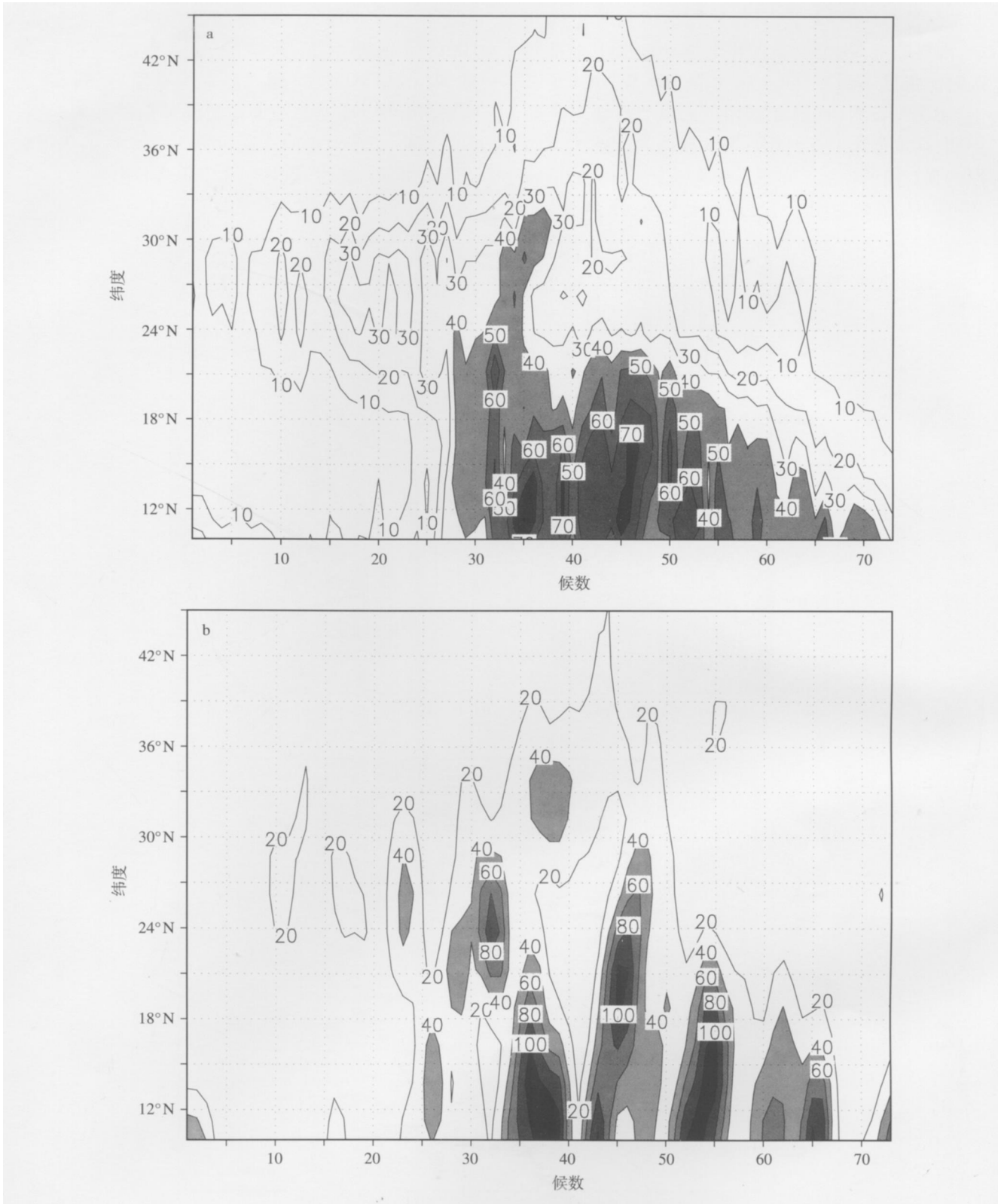


图 4 CMAP资料揭示的 110~120 °E 平均的逐候降水量演变 (单位: mm; 阴影区降水量大于 40 mm) a. 1981—2007 年平均; b. 2007 年

Fig 4 Pentadly evolution of precipitation (mm) averaged over 110—120 °E in the CMAP data (rainfall greater than 40 mm is shaded; the abscissa is the time in pentad)
a average rainfall over 1981—2007; b rainfall in 2007

非常短暂,只维持 1 候,且区域较小;6 月第 1 候开始,南海的南部地区才陆续出现强对流,但其北部地区对流依然不强盛,OLR 值多在 $240 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 及以上。6 月第 5 候,南海北部才进入季节性强对流集中期,这也意味着直到 6 月第 5 候南海上空才为深厚的强对流所控制。南海夏季风爆发后对流的偏弱还可以从 OLR 时间—经度剖面上看出 (图 5b)。而

在距平图上,南海地区的正 OLR 距平一直维持到 6 月中旬 (图略),部分候的正距平值可以超过 $20 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 。很显然,副高在季风爆发后仍长时间控制在南海上空是造成对流持续偏弱的主要原因。另一方面,由于对流的持续偏弱,华南地区的热带对流降水也异常偏少,这从图 4 中不难看出。

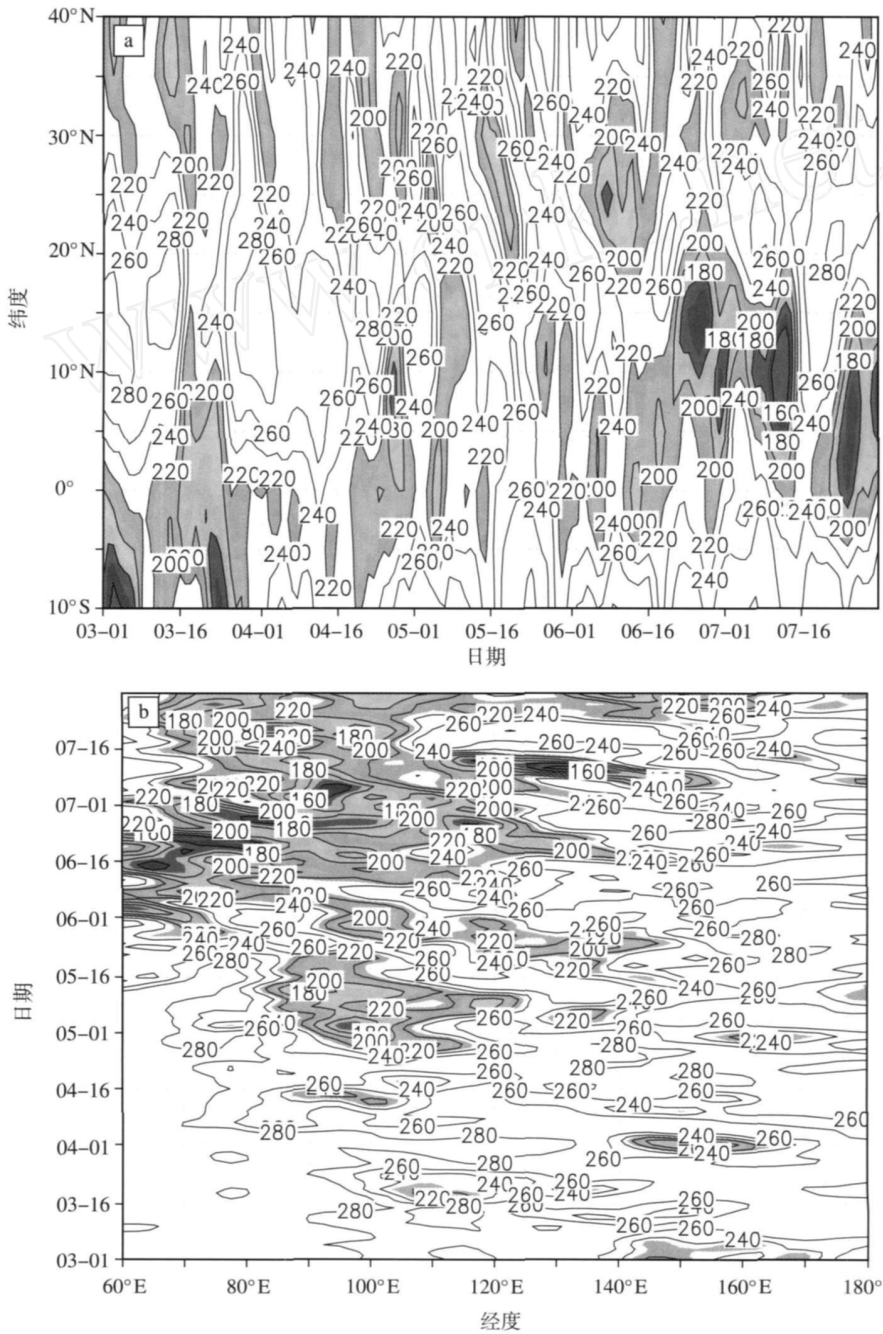


图 5 2007 年逐候 OLR 演变 (阴影区 OLR 小于 $230 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$) a 沿 $110 \sim 120^\circ \text{E}$ 平均; b 沿 $10 \sim 20^\circ \text{N}$ 平均

Fig 5 Pentadly outgoing long-wave radiation (OLR; the OLR less than $230 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ is shaded) in 2007 a average over $110 \sim 120^\circ \text{E}$; b average over $10 \sim 20^\circ \text{N}$

从图 5b 还可以发现,季风爆发前后南海地区的强对流并非过去认为的主要来自孟加拉湾。由于季风爆发后西太平洋副高一直稳定维持在南海上空,因而来自西太平洋的热带对流西传亦不甚明显。直到 6 月中旬之后,伴随着副高的东撤,来自孟加拉湾东传的对流和来自西太平洋西传的对流才汇合至南海。

3 结论和讨论

国家气候中心的季风监测表明,2007 年南海夏季风于 5 月第 5 候爆发。在季风爆发后,源自热带地区的低空西南气流占据南海,高空盛行东北气流,同时南亚高压西移至中南半岛上空,这和传统的观点一致。但对流、高度场以及降水场的突变特征却不显著。由于西太平洋副高在季风爆发后没有马上撤离南海,导致该地区上空对流偏弱,直到 6 月第 5 候,南海北部才进入强对流集中期。这也导致华南地区的热带降水没有迅速增强。另外,就对流传播方向而言,也与常年有一定的差异。季风爆发前后的几候时间内,南海地区的强对流并非源自孟加拉湾东传或西太平洋暖池西传。直到 6 月中旬之后,伴随着副高的稳定东撤,来自孟加拉湾东传的对流和来自西太平洋西传的对流才汇合至南海。

研究这种非典型性季风爆发特征有助于更清楚地了解季风爆发的活动规律。但过去的大部分研究均未涉及,这其中有许多有待进一步分析的问题,如其他年份南海夏季风是否也会具有这种非典型性爆发特征?这需要对历年的季风爆发作逐一分析。作者对 1979—2004 年逐日季风爆发前后 OLR 传播方向的统计表明,无论在经向或是纬向,深对流的传播均具有多向性^[16]。另外,导致季风非典型性爆发的主要外界因子是什么?就该年而言,前期的弱 El Niño 事件(2006 年 8 月至 2007 年 1 月)发挥着怎样的作用?再有,这种非典型性爆发对选择或制定季风爆发的指标有怎样的参考性?这些问题都有待于今后的进一步分析思考。

参考文献:

- [1] 高辉,何金海,谭言科,等. 40a 南海夏季风建立日期的确定[J]. 南京气象学院学报, 2001, 24(3): 379-383.
- [2] Tao Shiyun, Chen Longxun. A review of recent research on the East Asian summer monsoon in China[C]//Chang C P, Krishnamurti T N. Monsoon Meteorology. Oxford: Oxford University Press, 1987: 60-92.
- [3] Murakami M. Analysis on the large scale convective activity and precipitation systems[C]//JEXAM annual report 1996: 15-25.
- [4] 何金海,朱乾根, Murakami M. TBB 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[J]. 热带气象学报, 1996, 12(1): 34-42.
- [5] 郑彬,施能. 南海夏季风对华南夏季降水年代际变化的影响[J]. 南京气象学院学报, 2006, 29(4): 477-483.
- [6] 陈隆勋,李薇,赵平,等. 东亚地区夏季风爆发过程[J]. 气候与环境研究, 2002, 5(3): 345-355.
- [7] 江静,钱永甫. 南海地区降水的时空特征[J]. 气象学报, 2000, 58(1): 60-69.
- [8] 乔云亭,简茂球,罗会邦. 南海夏季风降水的区域差异及其突变特征[J]. 热带气象学报, 2002, 18(1): 38-44.
- [9] 阎俊岳. 南海西南季风爆发的气候特征[J]. 气象学报, 1997, 55(2): 174-186.
- [10] 刘霞. 南海夏季风爆发的气候特征[J]. 热带气象学报, 1998, 14(1): 28-37.
- [11] 朱敏,张铭. 南海夏季风爆发的 EOF 分析[J]. 气象科学, 2004, 24(3): 261-268.
- [12] 王黎娟,何金海,徐海明,等. 1998 年南海夏季风建立前后的突变特征及爆发过程[J]. 南京气象学院学报, 1999, 22(2): 135-140.
- [13] 何金海,丁一汇,高辉,等. 南海夏季风建立日期的确定与季风指数[C]. 北京:气象出版社, 2001.
- [14] Kalnay E, Coauthors. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project[J]. Bull Amer Meteor Soc, 1996, 77(3): 437-471.
- [15] Xie P P, Arkin P A. Global precipitation: A 17-year monthly analysis based on gauge observations, satellite estimates, and numerical model outputs[J]. Bull Amer Meteor Soc, 1997, 78(11): 2539-2558.
- [16] 高辉. 南海夏季风爆发前后深对流传播的多向性[J]. 大气科学, 2009, 33(1): 29-37.

(责任编辑:倪东鸿)