

文章编号：1004-4965 (2005) 02-0123-08

## 南海夏季风维持期的气候特征 II

——年代际变化

冯瑞权<sup>1, 2</sup>, 王安宇<sup>1</sup>, 唐天毅<sup>2</sup>, 李国丽<sup>1</sup>, 林建恒<sup>2</sup>,  
梁建茵<sup>3</sup>, 吴池胜<sup>1</sup>, 樊 琦<sup>1</sup>

(1. 中山大学大气科学系季风与环境研究中心, 广东 广州 510275; 2. 澳门地球物理暨气象局, 澳门;  
3. 中国气象局广州热带海洋气象研究所, 广东 广州 510080)

**摘 要**：利用 NCEP1958~1997 年逐日格点气象资料对我国南海地区 (105~120°E, 5~20°N) 夏季风维持期的年代际变化进行了仔细分析, 分析结果发现对南海地区夏季风影响最大的是 1970 年代末期大气环流的突变。突变以 1978 年为界, 分析工作主要是将前 20 年情况与后 20 年进行对比。前 20 年夏季风建立晚、结束早、降水较少、对流活动较弱、季风较弱; 后 20 年则与此相反, 季风建立早、结束晚、降水较多、对流活动较强、季风较强。分析对比前 20 年与后 20 年夏季风维持期高低空环流形势后发现, 后 20 年南海地区上空对流下层辐合较强而对流层上层辐散较强, 显然这种形势对后 20 年南海夏季风和对流降水的发展是十分有利的。需指出的是南海地区中心部分夏季风维持期的降水和 OLR 值的年代际变化趋势正好与南海其它地区相反, 也就是说后 20 年南海地区中心部分降水较少, OLR 值较高, 而前 20 年正好相反。后 20 年和前 20 年的 ENSO 指数和南海地区海温的差别也十分明显, 前 20 年 ENSO 指数和海温较低, 而后 20 年都较高。

**关 键 词**：南海地区；维持期；气候变化

中图分类号：P425.4.2

文献标识码：A

## 1 引 言

王安宇等<sup>[1]</sup>发现对南海地区夏季风影响最大的是 1970 年代末期大气环流的突变。刘家铭等<sup>[2]</sup>指出亚洲季风实际上可分为三个比较独立的部分：南亚季风、东亚季风和东南亚季风, 这里的东南亚季风主要是指中南半岛和南海的季风。在“南海季风试验”开展以前, 对南海季风的研究工作较少, 其原因主要有两条：一是南海气象资料匮乏, 二是南海季风

收稿日期：2003-12-29；修订日期：2004-02-18

基金项目：中国科学院知识创新工程项目 (ZKCX-2-SW-210) 资助

作者简介：冯瑞权 (1962-), 男, 澳门人, 博士, 研究方向：热带气候学。

建立在夏季之前。“南海季风试验”开展以后,中外气象学家利用“南海季风试验”的资料,对南海季风的建立进行了许多研究<sup>[3]</sup>。但是关于南海季风期的研究相对较少,这可能与“南海季风试验”的资料主要集中在南海季风建立时段有关。关于南海季风期的研究主要是研究低频振荡以及海气相互作用<sup>[2, 4~9]</sup>与南海季风的关系。我们对南海夏季风维持期 40 年平均的气候特征进行了分析<sup>[10]</sup>,分析结果发现:南海夏季风维持时间大致为 25 候约 4 个月。南海夏季风的维持期可分为活跃期和非活跃期<sup>[11]</sup>,其主要原因是南海夏季风在非活跃期只是减弱而不是中断,非活跃期与活跃期的天气形势差别不是很大。活跃期每年平均出现 4.3 次,每年平均总长度为 17 候。非活跃期每年出现 3.3 次,每年平均总长度约为 8 候,差不多是活跃期相应值的一半。且南海夏季风的活跃期与非活跃期都有明显的 30~60 天的低频振荡。

关于南海夏季风的年代际变化,我们曾对南海夏季风建立的年代际变化进行过探讨,结果发现,由于在 1978 年前后全球气候发生突变<sup>[12~13]</sup>,使南海夏季风的建立在前 20 年与后 20 年的差别十分明显,后 20 年南海夏季风建立时间偏早。南海夏季风建立期间前后 20 年的高低空环流形势相差很大,前 20 年对流层低层印缅槽较强而副热带高压中心移上中南半岛后北移距离较大,位置偏北;后 20 年环流形势对南海夏季风的建立比较有利。

下面主要分析南海夏季风期间活跃期与非活跃期的年代际变化,使用的资料和本文第一部分<sup>[10]</sup>相同,主要是 NCEP 逐日气象格点资料,与讨论南海夏季风建立期间的年代际变化相类似,主要讨论 1978 年前后气候突变对南海夏季风维持期年代际变化的影响。

## 2 南海夏季风维持期的年代际变化

定义南海范围为  $105^{\circ}\text{E}\sim 120^{\circ}\text{E}$ ,  $5^{\circ}\text{N}\sim 20^{\circ}\text{N}$ ,我们定义某年某候南海地区的西南风大于  $2\text{m/s}$  和大于  $335\text{K}$  的区域面积占南海总面积的百分比为南海夏季风面积指数,指数大于 40% 的候称为南海夏季风候。图 1 是标准年的南海夏季风指数逐年变化,从图 1 可以看出,1978 年前后南海夏季风指数有明显的突变,1978 年前基本为负距平,而 1978 年后基本为正距平。

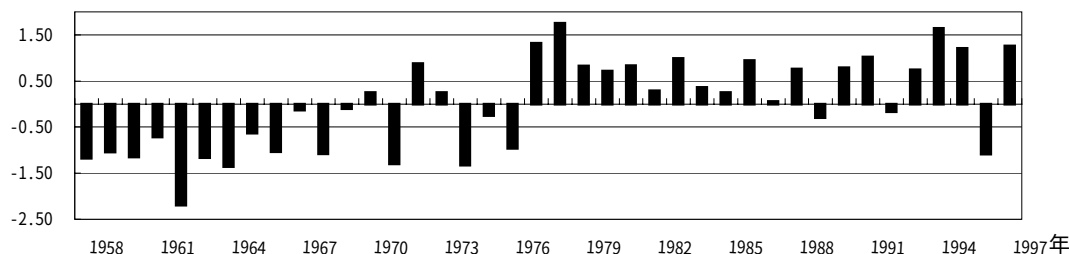


图 1 标准化的南海夏季风指数逐年变化

我们曾指出:就 40 年平均而言,南海夏季风约在第 28 候~第 29 候建立,第 53 候退出南海<sup>[10]</sup>。图 2 是 1958~1977 年和 1978~1997 年的 20 年平均南海夏季风面积指数的逐候演变。图 2 表明虽然南海夏季风的建立无论在前 20 年还是在后 20 年都具有明显的突变

性, 但后 20 年季风的建立要比前 20 年平均早 1 候, 其原因主要有两条<sup>[10]</sup>, 一是前 20 年印缅槽比较强致使西太平洋副热带高压中心偏东, 而高压偏东对南海夏季风建立十分不利; 二是前 20 年在南海夏季风建立时对流层上层副热带高压中心和其相应的辐散中心较后 20 年偏北, 结果使它对南海夏季风建立的贡献不如后 20 年明显。在后 20 年南海夏季风建立后夏季风继续发展。

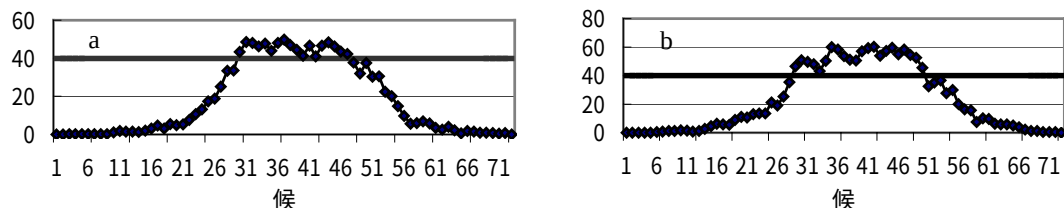


图 2 20 年平均南海夏季风面积指数逐候演变 a. 1958~1977 年; b. 1978~1997 年。

对整个夏季风期而言, 前 20 年的夏季风比后 20 年要弱, 前 20 年季风活跃期夏季风平均面积指数为 55%, 而后 20 年为 61%, 后 20 年比前 20 年高出 6%, 这个差别是很大的。后 20 年的南海夏季风比前 20 年的强, 所以其夏季风退出南海的时间也较晚, 从图 2 看出晚了 3 候。总的来说, 1978 年前后气候突变<sup>[3]</sup>是南海夏季风年代际变化的主要原因, 相对而言 1958~1977 年的前 20 年, 南海夏季风偏弱、建立较晚、撤退较早, 整个夏季风期间的夏季风指数较小。

### 3 南海夏季风维持期间天气形势的年代际变化

图 3 是后 20 年减前 20 年的 850hPa 南海夏季风活跃期风场和位势高度场的差值。从图 3 可以看出, 前 20 年 850hPa 印缅槽比较强, 西太平洋副热带高压中心比较偏东。与图 3 相应的非活跃期的差值图(略)与活跃期的差值图差相似。在对流层低层 850hPa 的前 20 年和后 20 年活跃期与非活跃期南海地区天气形势差别主要是活跃期与非活跃期季风低槽的差值。图 4a 和图 4b 分别是 1958~1977 年和 1978~1997 年的 20 年平均的南海夏季风活跃期和非活跃期 850hPa 风场和高度场的差值场。前 20 年和后 20 年差值场形势很相似, 都是一个以南海北部为中心、西南-东北走向的负值区。前 20 年的差值中心的差值比后 20 年要大。这是一个很有意思的现象, 这说明在前 20 年非活跃期的季风低槽较活跃期弱得多。而相对来说, 在后 20 年活跃期与非活跃期季风低槽的强度十分相近。

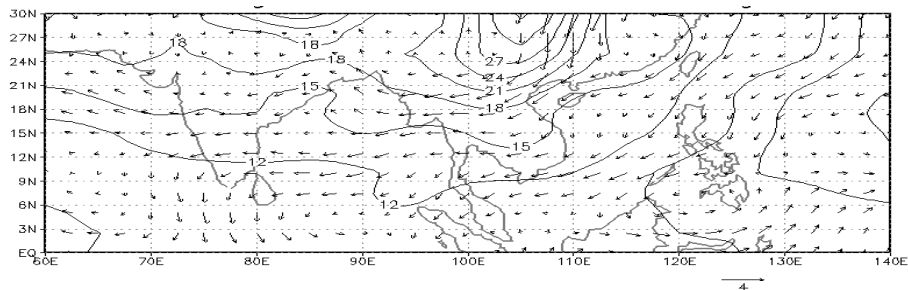


图 3 后 20 年减前 20 年的 850hPa 南海夏季风活跃期风场和位势高度场的差值

1978 年前后气候突变的一个很重要的特征就是, 后 20 年对流层上层的南亚高压比前 20 年要强得多<sup>[1]</sup>。图 5 是南海地区后 20 年减前 20 年的 200hPa 活跃期风场和位势高度场差值场。相应的非活跃期的差值场(图略)与图 5 很相似。从图 5 可以看出, 后 20 年南海地区位势高度比前 20 年高得多, 差值达到 20 位势米左右。

粗粗一看南海地区上空后 20 年减前 20 年对流层上层的差值风为偏西风(图 5), 而对流层下层为偏东风(图 3), 仿佛后 20 年的高低空环流形势对夏季风发展不利, 其实不然, 确定夏季风发展的因素主要是高低空环流的辐散辐合形势, 图 6(见 129 页)是后 20 年减前 20 年南海地区夏季风对流层上层和下层辐散场的插值形势图, 从图上可看出, 后 20 年的高空辐散场和低空辐合场比前 20 年强得多, 显然这对南海夏季风和对流降水的发展是十分有利的。

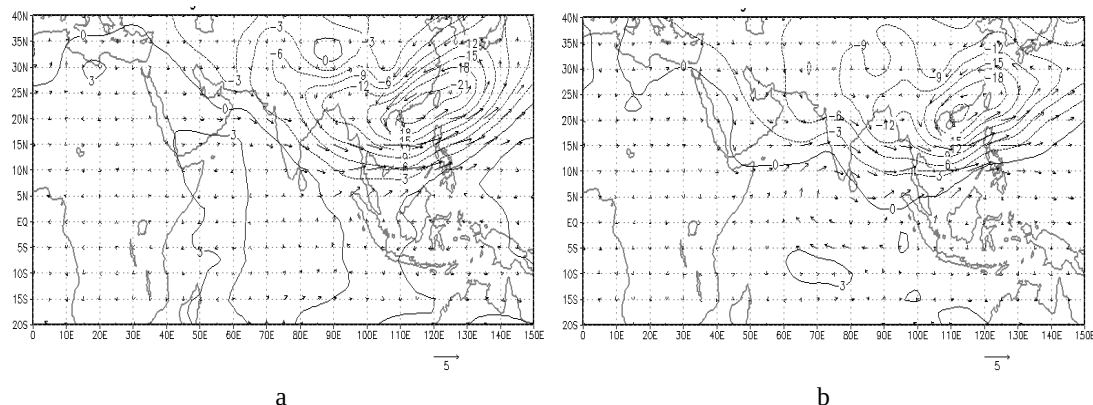


图 4 20 年平均南海夏季风活跃期和非活跃期 850hPa 风场和高度场的差值场  
a. 1958~1977 年; b. 1978~1997 年。

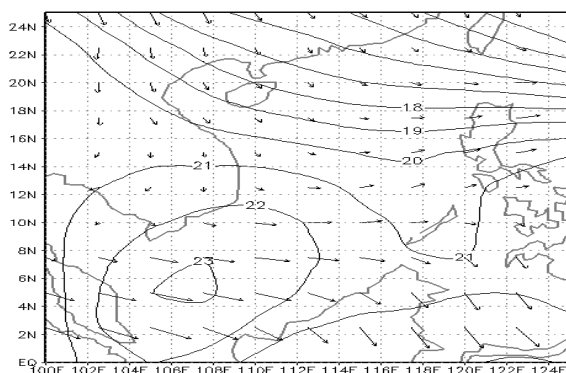


图 5 南海地区后 20 年减前 20 年 200hPa 活跃期的风场和位势高度场的差值场

## 4 讨 论

### (1) 南海地区夏季风的年代际变化与降水的关系。

南海地区夏季风和降水的年代际变化总的来说比较一致。图 7 是南海地区降水的标准化指数的逐年演变, 从图 7 看 1978 年前后的突变也是很清楚的, 1978 年以前基本上是负距平, 而 1978 年以后基本上是正距平。与图 1 较为相似。需要指出的是南海地区的降水

并不等同季风降水, 即不等同文献[10]的图 3、4 的南海季风槽带来的降水, 在南海地区夏季风撤退后, ITCZ 的北抬同样会给南海地区带来降水。图 8 是 1958~1977 年和 1978~1997 年的南海地区候平均降水指数的演变。这里的候降水指数是南海地区日平均降水大于 6mm 的面积占南海地区总面积百分比的候平均值。从图 7 可以看出: ① 在夏季风期间后 20 年降水比前 20 年多, 约多 5%。② 夏季风撤退后, 由于 ITCZ 的影响, 南海地区的降水仍很活跃, 后 20 年与前 20 年夏季风撤出南海的时间相差很大(图 2), 差了 3 候。可是, 如以 40% 作为南海地区降水区的标准, 那么后 20 年与前 20 年的降水区退出南海的时间则很相近, 仅差 1 候。③ 无论是前 20 年还是后 20 年在南海夏季风建立期间的降水都不活跃, 真正降水活跃期都在夏季风建立后的 1 个月之后, 从降水活跃期至降水区撤出南海也要经过 1 个月以上的过渡期。

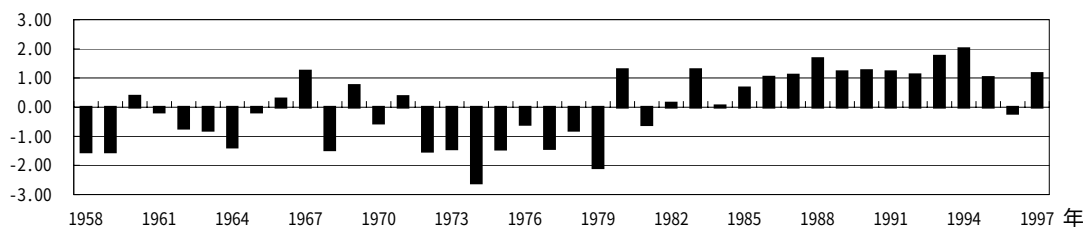


图 7 南海地区夏季风维持期降水的标准化指数的逐年演变

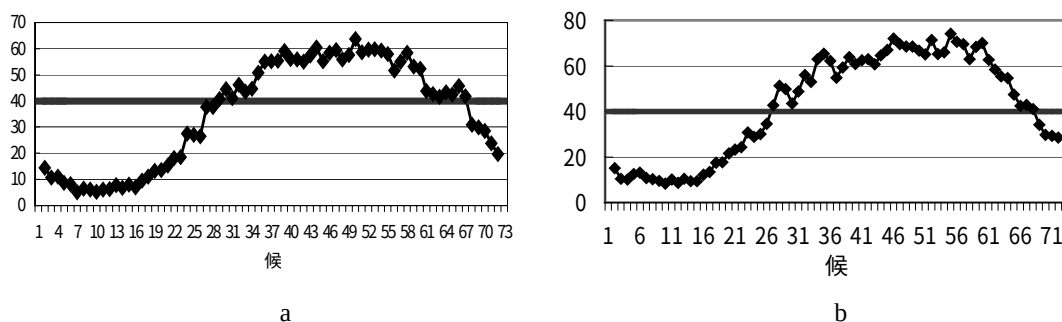


图 8 20 年南海地区候平均降水指数逐候演变

a. 1958~1977 年; b. 1978~1997 年。

就整个南海地区而言, 夏季风期间后 20 年比前 20 年降水要多, 但并非处处如此。图 9 是后 20 年减前 20 年南海地区夏季风期间活跃期和非活跃期候降水指数的差值。从图 9 可以看出, 无论是活跃期还是非活跃期, 南海中心地区的变化趋势正好与南海其它地区相反。值得指出的是图 9a 中的南海中心的负值区和中南半岛的正值区很像一对偶极子。

(2) 南海地区夏季风期间的 OLR 值能不能代表南海地区的夏季风。

总的来说, 在大多数年份中, 南海地区 OLR 值的变化和夏季风的变化比较一致, 陈仲良<sup>[8]</sup>以 OLR 值来讨论 1998 年南海地区夏季风活跃期与非活跃期的季节内变化, OLR 值在 1978 年前后的突变也是很明显的。图 10 是南海地区标准化的 OLR 指数的逐年变化, 这里的 OLR 指数的定义是南海区域 OLR 值小于 235 的面积占南海地区总面积的百分比, 我们以文献[10]的标准也是以 40% 划界, 大于 40% 为正值, 小于 40% 为负值。将图 1、7、10 进行比较, 可以看出它们是比较一致的, 这说明后 20 年南海地区夏季风较强、对流活

动旺盛和降水较多,而前 20 年则与此相反。从这 3 张图的比较还可以看出,对南海地区而言夏季风、降水和 OLR 虽然密切相关,但毕竟有其不可替代的一面,例如 1992 年季风指数很小,OLR 值也很高,但降水不少。这里需要特别指出一点,和降水相似,南海中心地区的变化趋势常常和南海其它地区相反(图略)。

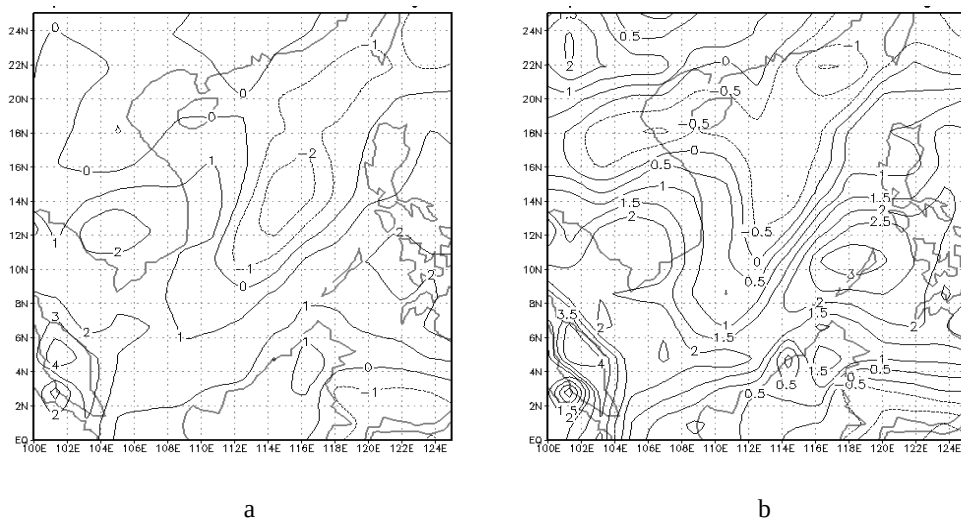


图 9 后 20 年减前 20 年南海地区夏季风期间活跃期(a)和非活跃期(b)候降水指数的差值

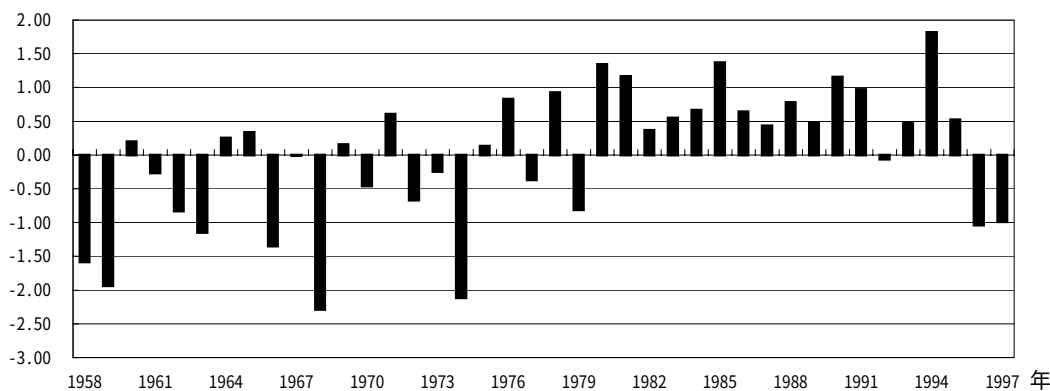


图 10 南海地区标准化的 OLR 指数的逐年变化

(3) 南海地区活跃期和非活跃期的年代际变化究竟与 ENSO 有没有关系。

这个问题很难回答,应该说这是我们要进一步研究的课题。图 11 是美国大气海洋局和科罗拉多大学联合制作的 1950~2003 年 ENSO 指数逐月演变<sup>[13]</sup>,从图 11 看 1978 年前 ENSO 指数基本上是负的,而此后基本上是正的,这和 1970 年代末前后的气候突变比较一致,与 ENSO 关系比较密切的是海温。图 12 是用 NCEP 资料计算的 20°S~30°N, 30~150°E 的后 20 年与前 20 年海温的差值(后 20 年减前 20 年)不难看出,在这个海域内差值基本为正,也就是说后 20 年海温比前 20 年要高。差值大值中心有两个地方,一是南印度洋,另一个是南海南部,也就是南海地区海温和季风的年代际变化趋势是一致的。

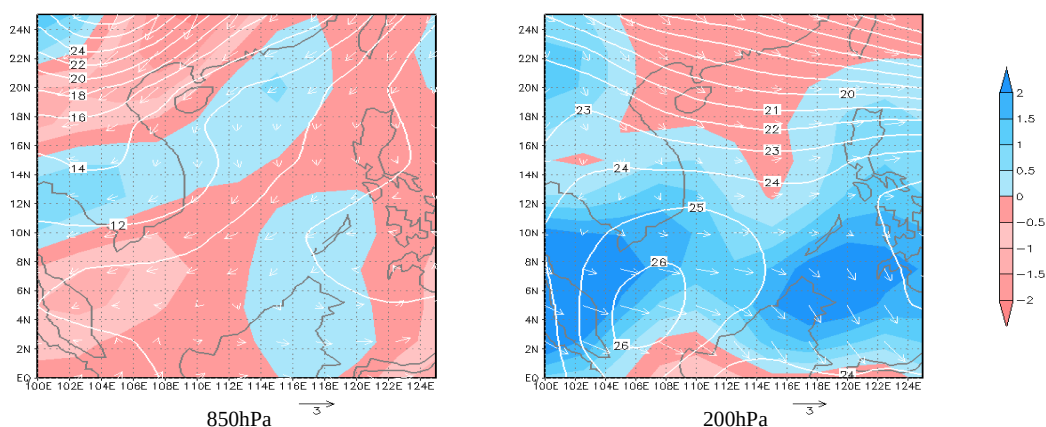


图 6 后 20 年减前 20 年南海地区夏季风期间对流层上层和下层辐散场的差值形势图

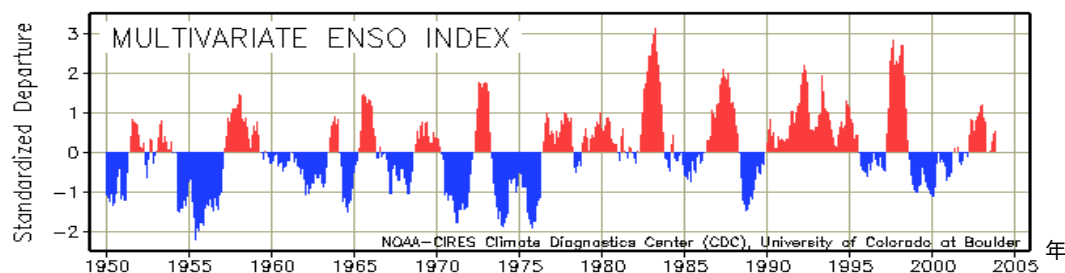


图 11 美国大气海洋局和科罗拉多大学联合制作的 1950~2003 年 ENSO 指数逐月演变

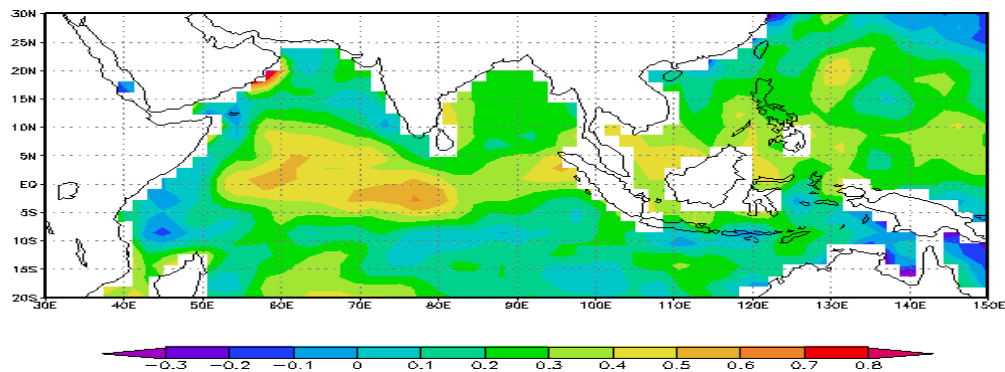


图 12 后 20 年与前 20 年海温差值 (后 20 年减前 20 年)

## 参 考 文 献：

- [1] 王安宇, 冯瑞权, 唐天毅, 等. 70 年代末期亚洲大气环流的突变[A]. 973 文集(1)[M]. 北京: 气象出版社, 2003. 401-406
- [2] LAU K M, YANG S. Climatology and interannual variability of the Southeast Asian summer monsoon[J]. Adv Atmos Sci, 1997, **14**: 141-162.
- [3] 丁一汇, 李崇银. 南海季风爆发和演变及其与海洋的相互作用[M]. 北京: 气象出版社, 1999. 1-423.
- [4] 江 静, 钱永甫. 南海地区降水的时空特征[J]. 气象学报, 2000, **58**(1): 61-69.
- [5] 林爱兰. 南海夏季风的低频特征[J]. 热带气象学报, 1998, **14**(2): 113-118.
- [6] LAU K M, LI Xiaofan. Evolution of the large scale circulation, cloud structure and regional water cycle associated with the South China Sea Monsoon during May-June 1998[J]. Journal of the Meteorological Society of Japan, 2002, **80**: 1129-1147.

- [7] DING Yi-hui, LIU Yan-ju. Onset and the evolution of the summer monsoon over the South China Sea during SCSMEX Field Experiment in 1998[J]. Journal of Meteorological Society of Japan, 2001, **79** : 255-276.
- [8] LI Lin, ZHANG Yong-sheng. Processes that determine the quasi-biennial and lower-frequency variability of the South Asian Monsoon[J]. Journal of Meteorological Society of Japan, 2002, **80** : 1149-1163.
- [9] JOHNSON R H, CIESIELAKI P E. Characteristics of the 1998 summer monsoon onset over the northern South China Sea[J]. Journal of Meteorological Society of Japan, 2002, **80** : 561-578.
- [10] 林建恒, 王安宇, 冯瑞权, 等. 南海夏季风维持期的气候特征 I ——40 年平均[J]. 热带气象学报, 2005, **21** (2) : 113-122.
- [11] CHEN J C, AI W, XU J. Mechanism Responsible for the Maintenance of the 1998 South China Sea Summer Monsoon[J]. Journal of Meteorological Society of Japan, 2002, **80** : 1103-1113.
- [12] 王安宇, 冯瑞权, 吴池胜, 等. 南海夏季风建立的气候特征 II ——年代际变化[J]. 热带气象学报, 2002, **18**(1) : 1-9.
- [13] <http://www.cdc.noaa.gov/~kew/MEI>.

## CLIMATOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE MAINTAINING PERIOD OF SOUTH CHINA SEA SUMMER MONSOON II

——Interdecadal Variation

FONG Soi-kun<sup>1,2</sup>, WANG An-yu<sup>1</sup>, TONG Tin-ngai<sup>2</sup>, LI Guo-li<sup>1</sup>, LAM Kin-hang<sup>2</sup>,  
LIANG Jian-yin<sup>3</sup>, WU Chi-sheng<sup>1</sup>, FAN Qi<sup>1</sup>

(1. Monsoon and Environment Research Center, Department of Atmospheric Sciences of Zhongshan University, Guangzhou 510080, China; 2. Macao Geophysical and Meteorological Bureau, Macao, China; 3. Guangzhou Institute of Tropical and Marine Meteorology, CMA, Guangzhou 510080, China)

**Abstract** : Using daily gridpoint meteorological data of NCEP from 1958 to 1997, interdecadal variations of the summer monsoon in the South China Sea region (105~120°E, 5~20°N) are comprehensively analyzed for both active and inactive periods. The results show that the abrupt change in the general circulation in the late-1970's is the strongest factor affecting the summer monsoon in the region. As the abrupt change occurred in 1978, comparisons are made between the 20-year period before it and that after it. For the first 20-year period, the summer monsoon had later onset and earlier ending, less precipitation and weaker convection than the late one. In the upper troposphere the divergence of wind field is more strong in the second 20-year periods than that in the first period above SCS, and on the contrary in the lower troposphere the convergence of wind field is more strong in the second 20-year period than that in the first period above SCS. Obviously this situation is favorable to the development of summer monsoon and convective precipitation above SCS for the second 20-year period. The interdecadal variation trends of precipitation and OLR in both periods over the central South China Sea and just the opposite from the whole region. In other words, precipitation is less but OLR is higher in the central part in the second 20-year period than in the first one and the whole region. The differences in the ENSO index and the South China Sea SST are also large between the two periods. They are higher in the first period.

**Key words**: the South China Sea region ; maintaining period ; climate change