

大气低层风场对南海海温的影响及其与季风的关系

林爱兰¹，张人禾²

(1.广州热带海洋气象研究所 热带季风重点开放实验室, 广东 广州 510081; 2.中国气象科学研究院 灾害天气国家重点实验室, 北京 100081)

摘要: 利用 1960~1999 年月平均海表温度资料和大气低层风场资料, 分析了南海海表温度与局地风场之间的关系及其季节变化特征, 讨论了局地风场对南海海温的影响与季风的联系。结果表明, 南海海表温度异常与局地风场异常之间的关系具有明显的季节变化特征, 南海海表温度异常在夏季与纬向风异常呈明显的负相关, 在冬季与经向风异常呈明显的正相关, 这种季节变化与东亚季风特性(即盛行风存在明显的季节变化)密切相关。为南海海表温度监测预测提供气候背景, 从而也解释了过去在大气低层风速与南海海表温度异常相关性方面不同研究结果存在差异的原因。

关键词: 南海海温; 风场; 季风

中图分类号: P732.6

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096 (2009) 01-0095-06

南海位于亚欧大陆的东南角, 是西太平洋最大的深水边缘海, 处于印度洋与太平洋的接合部, 既是亚洲季风和澳洲季风的过渡地带, 也是南亚季风与西太平洋季风的边界, 是亚洲夏季风爆发最早的地区。由于南海特殊的地理位置, 南海的热状况不仅与南海季风活动密切相关^[1], 而且与亚洲季风和天气气候相互联系^[2~4]。Ose^[5]指出, 夏季南海海温异常(SSTA)与对流层低层的三支气流(即南亚、西太平洋、东亚)异常紧密联系, 可以认为南海海温异常是亚洲夏季风的指标。因此, 南海海温异常的研究近年来受到重视。

已有资料统计显示, 南海SST与南海经向风有明显正相关, 且SST滞后1个月, 表明南海SSTA主要取决于经向风异常^[6, 7], 也有分析认为同期相关最好^[8]。Chao等^[9]通过数值模拟分析诊断了82/83 ENSO事件的南海环流得出: 1982年末至1983年表层热含量的持续正距平, 是表层风的减弱(即1982~1983年冬弱的东北季风, 1983年弱的西南季风)起主导作用。Ose^[5]从1965~1994年资料对比夏季南海风速与SSTA表明, 当夏季南海风速较大(小)时, SSTA为负(正)。

关于风速与SST异常的相关性, 以上不同研究结果有一定差异甚至相反, 那么造成这种研究结果相反的原因是什么? 是资料的差异造成, 还是南海局地风场南海SSTA的主要因素, 或者是南海海表

温度与局地风场的相关与大气环流季节背景有关? 为了回答这些问题, 本工作进一步分析南海海表温度与局地风场之间的关系。

1 资料

所用资料时段为1960~1999年, 其中月平均海表温度资料来源于英国联邦气象局气候预报与研究中心(Hadley中心), 资料分辨率为 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 经纬度(Rayner, 1996年)。大气资料为NCEP/NCAR再分析月平均风场资料, 分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 经纬度(Kalnay等, 1996)。用原始资料值减去气候平均年循环获得各月距平值。南海区域范围为: $105^{\circ} \sim 120^{\circ} \text{E}$, $5^{\circ} \sim 20^{\circ} \text{N}$ 。

2 南海海温异常与局地大气低层风场之间的关系

考虑到南海月海温异常与1000 hPa风场之间的相关同850 hPa的情况类似, 作者仅针对出850 hPa风场作分析。图1是1960~1999年40 a南海月

收稿日期: 2005-06-30; 修回日期: 2008-05-07

基金项目: 国家自然科学基金项目(40675055); 广东省科技计划项目(2005B32601007); 广东省自然科学基金项目(04003915)

作者简介: 林爱兰(1963-), 女, 广东汕头人, 硕士, 主要从事季风气候研究, E-mail: allin@grmc.gov.cn

海温异常与 850 hPa 南海区域月平均气温和经向风速异常的演变曲线(经 3 个月滑动平均处理)。从图 1 可以看出,南海海温暖(冷)异常基本伴随着南海南风(北风)异常。相关分析表明,无论是月时间尺度还是季时间尺度,两者之间都以同时相关

较强,相关系数分别为 0.386 0 和 0.398 7,均超过 $\alpha=0.001$ 的显著性检验。南海海温异常与纬向风速异常之间为负相关,但显著性较低(α 仅达 0.05)。由以上结果可见南海海温异常与局地大气低层风之间的密切关系。

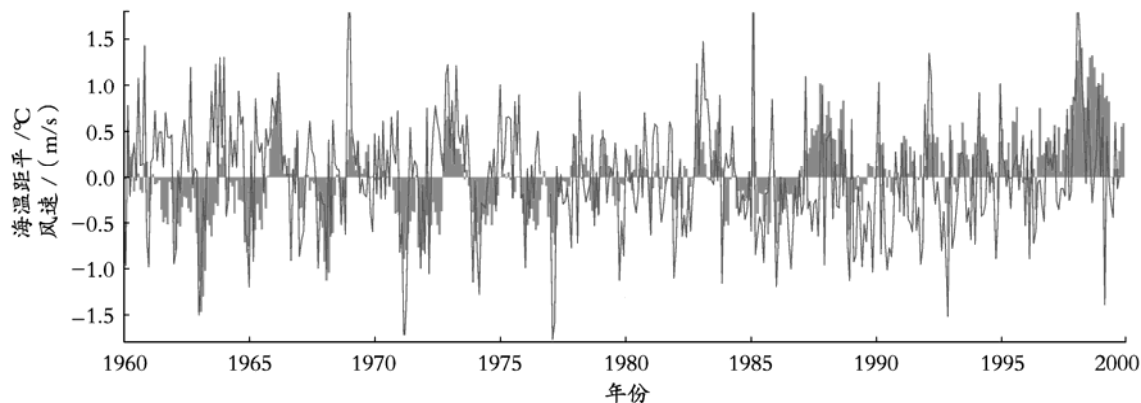


图 1 1960~1999 年南海月海温异常(阴影)与 850 hPa 经向风速异常(实线)的 3 个月滑动平均曲线

Fig.1 3-month moving mean curve of SSTA (shading) over the South China Sea and atmospheric meridian wind (solid line) at 850 hPa during 1960~1999

3 南海海表温度与局地风场相关的季节变化特征

从图 1 还可以发现,1987/1988 年南海海温暖事件过程有其独特性:该过程南风异常出现时间很短,暖事件过程前期甚至为北风异常。值得注意的是,该次暖事件海温极端位相出现季节与其它暖事件不同,异常峰值发生在夏秋季,而其它过程峰值一般出现在冬春季。由此我们推测,南海海温异常与局地大气低层风场之间的相关存在季节变化。

图 2 是春(3~5 月)、夏(6~8 月)、秋(9~11 月)、冬(12~2 月)各季节平均南海海温异常与 850 hPa 经向风速异常 1960~1999 年的演变曲线。由图 2 可见,冬季(图 2d)平均南海海温异常的年际变化与 850 hPa 经向风速异常年际变化有较好的对应关系,当 850 hPa 经向风速为正(负)异常时,则南海海温也为正(负)异常。相关分析表明,冬季南海海温异常与 850 hPa 经向风速异常相关系数为 0.697 0,超过 $\alpha=0.001$ 的显著性检验,春季相关系数较小(0.460 4),而其它季节相关很小。

图 3 是各季节 1960~1999 年 40 a 南海季节平均海温异常与 850 hPa 纬向风速异常的演变曲线。从曲线变化图和相关分析表明,夏季(图 3b)海温异常与纬向风速异常有较好的对应关系,当 850 hPa

经向风速为正(负)异常时,则南海海温也为负(正)异常,相关系数(-0.691 6)超过 $\alpha=0.001$ 的显著性检验。

4 局地风场异常对南海海温异常的影响与季风的关系

以上分析表明,南海海表温度异常与局地风场异常之间相关具有很强的季节变化特征。作者认为,这种季节变化与东亚季风密切相关,季风特性使该区域环流背景存在明显的季节变化。图 4 是各季节代表月份 850 hPa 风场气候平均图(1960~1999 年平均)。由图 4 可见,夏季和冬季南海地区盛行风很明显,夏季风为西南风(图 4b),冬季风为东北风(图 4d),而春季(图 4a)和秋季(图 4c)为过渡季节,南海南部与北部风向不一致,盛行风不明显。结果分析表明,春季和秋季,南海海表温度异常与局地风场(包括 u 分量和 v 分量)异常无明显相关,正是由于过渡季节盛行风不明显的缘故。夏季,气候背景盛行风是西南偏西风,当有西风异常(即 u 分量正异常)时,则叠加上气候背景盛行风,使风速加大,由于风速加大,海面蒸发以及混合层海水混合加强,从而导致 SST 下降;当有东风异常(即 u 分量负异常)时,则减弱气候背景盛行风,使风速减弱,由于风速减小,海面蒸发以

及混合层海水混合减弱,从而导致 SST 上升。另一方面,西风异常基本上伴随对流加强,云量增多,从而减少太阳辐射,这是海温下降的另一原因。图 5a、图 5c 分别是弱夏季风(1998 年 6~8 月)、强夏季风(1972 年 6~8 月)年份的风距平场及海温距平分布,由图进一步验证了上述关系。冬季,气候背景盛行风是东北风,当有南风异常(即 v 分量正异常)时,东北风减弱,东北风减弱导致以下几种效应:由于总风速的减小使海面蒸发冷却减弱,风应力减弱使南海北部海水上翻减弱,偏北风减弱使海面冷平流减弱,这几种效应共同使南海海温产生正异常;当有北异常(即 v 分量正异常)时,则情况相反。从强冬季风(1964 年 12 月~1965 年 2 月)、弱冬季风(1997 年 12 月~1998 年 2 月)特殊年份距平分布场进一步说明了两者之间的这种关系(图 5b、图 5d)。

5 结论与讨论

分析表明,南海海温异常与局地大气低层风异常密切相关,南海海表温度异常与局地风场异常之间相关具有明显的季节变化特征,这种季节变化与东亚季风密切相关,也就是说,南海区域环流气候背景的季节变化是两者相关发生季节变化的主要原因。因此,当作者讨论局地风场异常对南海海温异常的影响时,必需考虑东亚季风特性即盛行风的季节变化。夏季,气候背景盛行风是西南偏西风,当有西风(东风)异常时,则使风速加大(减小),海面蒸发以及混合层海水混合加强(减弱),从而导致 SSTa 下降(上升);冬季,气候背景盛行风是东北风,当有南风(北风)异常,由于总风速的减小(加大)使海面蒸发冷却减弱(加强),南海北

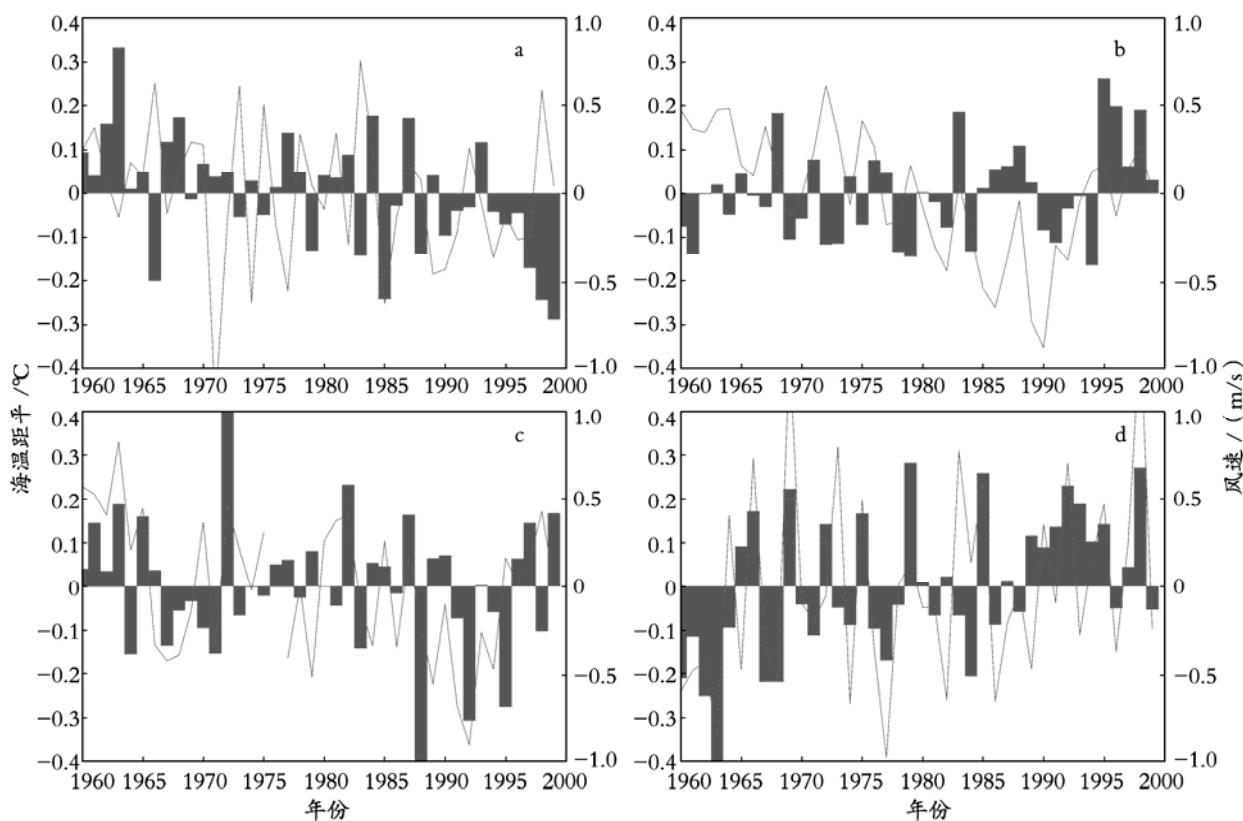


图2 春(a)、夏(b)、秋(c)、冬(d)季平均南海区域海温异常(阴影)与850 hPa 经向风速异常(实线)的演变曲线
Fig.2 Evolution of seasonal mean SSTA (shading) and atmospheric meridional wind (solid line) at 850 hPa on the South China Sea in spring (a), summer (b), autumn(c) and winter (d)

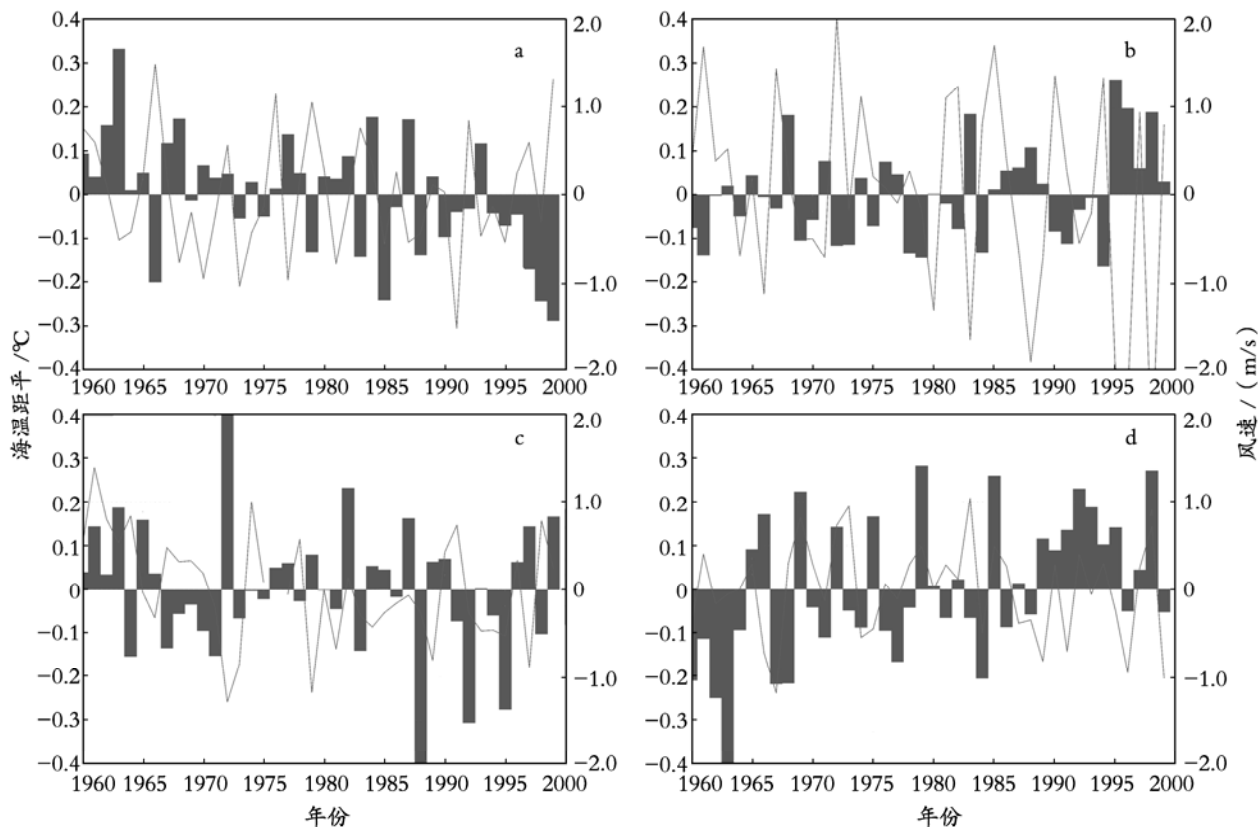


图3 春(a)、夏(b)、秋(c)、冬(d)季平均南海区域海温异常(阴影)与850 hPa 纬向风速异常(实线)的演变曲线
Fig.3 Evolution of seasonal mean SSTA (shading) and atmospheric zonal wind (solid line) at 850 hPa over the South China Sea in spring (a), summer (b), autumn(c) and winter (d)

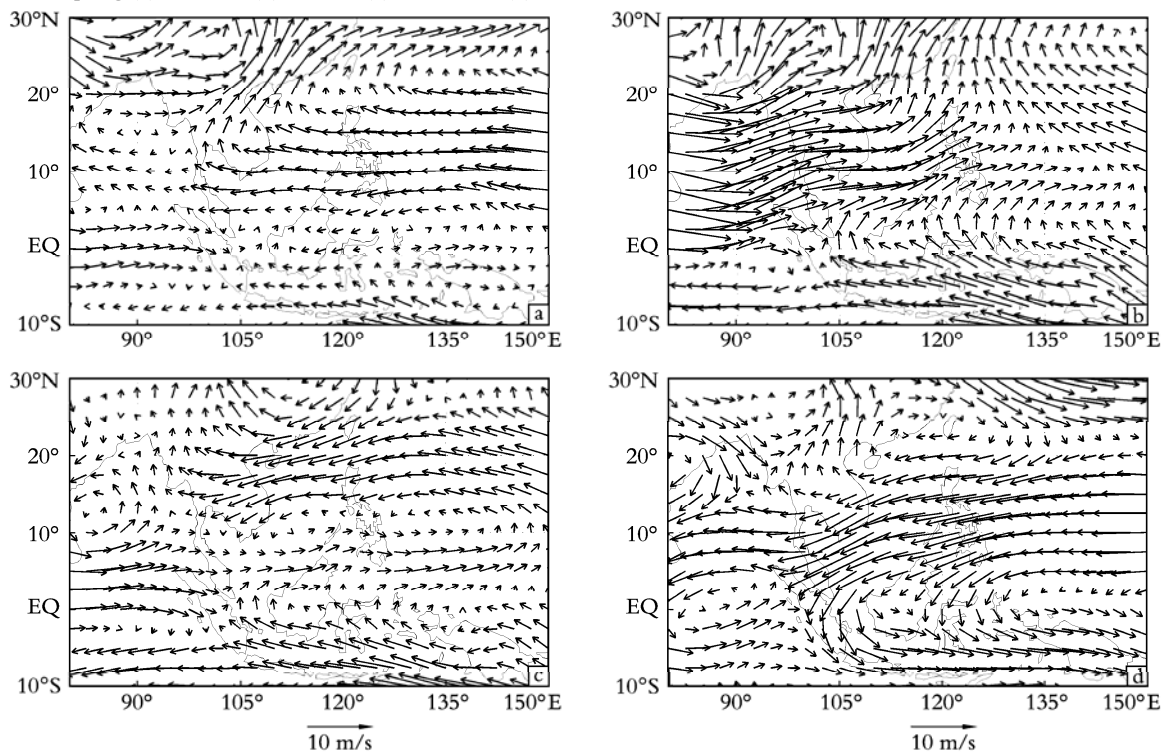


图4 各季节代表月份气候平均850 hPa 风场
Fig.4 Climatic wind fields at 850 hPa in different deputy months
a.4月; b.7月; c.10月; d.1月
a. Apr.; (b) Jul.; (c) Oct.; (d) Jan.

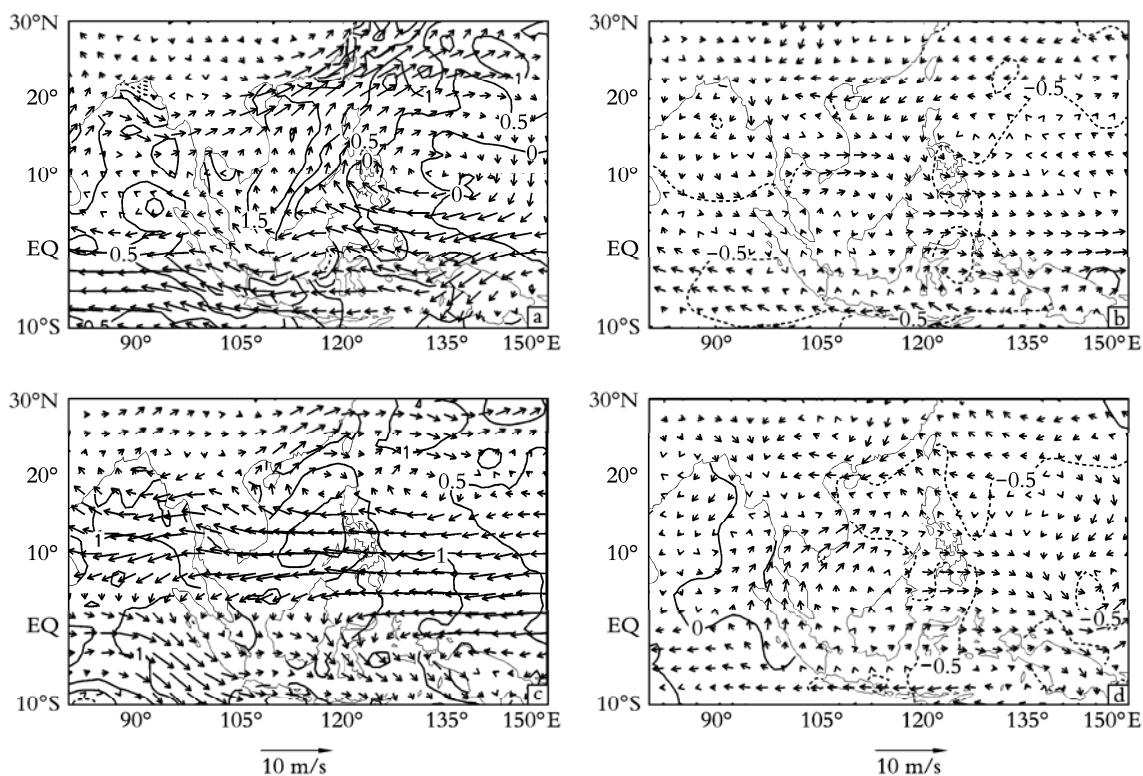


图5 强、弱冬季风和强、弱夏季风的季节平均 850 hPa 风距平场和 SSTA 分布

Fig.5 The distribution of anomalous wind fields at 850 hPa and SSTA in strong and weak monsoon seasons

a. 弱冬季风; b. 强冬季风; c. 弱夏季风; d. 强夏季风; 等值线, 单位: $^{\circ}\text{C}$

a. weak winter monsoon; b. strong winter monsoon; c. weak summer monsoon; d. strong summer monsoon; contour, unit: $^{\circ}\text{C}$

部海水上翻减弱(加强),海面冷平流减弱(加强),这几种效应共同使南海海温产生正(负)异常。

与文献[6,7]类似,在不考虑季节变化的情况下,本文第3部分给出整年月时间尺度序列南海海温异常与局地大气低层经向风之间的关系,总体相关系数也能达到显著性检验,这是为什么呢?从40 a各月海温异常的演变曲线可以发现,除1987/1988年南海海温暖事件外,南海海温异常冷暖事件强距平一般出现在冬春季节,即南海SSTA年际变化与年循环有明显的锁相关系^[8],冬季经向风距平也比其它季节强(图2实线)。由于两个序列分别在冬季的方差占了总体方差的较大比例,因此冬季的强相关性在总体相关系数体现出来,使总体相关系数也达到显著性检验。至此,就能理解为什么文献[5~8]报道的结果不完全一致。

当然,南海海温异常受多种因素影响,作者仅从低层大气风场的角度进行讨论。另外,海气之间是相互耦合的,本工作主要从月、季时间尺度分析

同期相关,为了进一步了解其因果关系,有必要利用时间尺度较短的资料进行季节性内变化分析。

参考文献:

- [1] 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,1999.1-417.
- [2] 罗绍华,金祖辉.南海海温变化与初夏西太平洋副高活动及长江中下游汛期降水关系的分析[J].大气科学,1986,10:409-418.
- [3] 孙照渤,章基嘉,Palmer T N.南海表层温度距平对我国夏季风和降水影响的数值试验[J].气象学报,1990,48(1):113-116.
- [4] Shen S, Lau K M. Biennial oscillation associated with the East Asian summer monsoon and tropical sea surface temperature[J]. J Meteor Soc Japan, 1995, 73: 105-124.
- [5] Tomoaki O, Song Y k, Akio K. Sea surface temperature in the South China Sea-and index for the Asian monsoon and ENSO system[J]. J of the Meteo Soc of Japan,

- 1997, 75(6):1 091-1 107.
- [6] 于慎余, 周发琇, 傅刚, 等. 南海表层水温低频振荡的基本特征[J]. 海洋与湖沼, 1994, 25(5):546-559.
- [7] 谭军, 周发琇, 胡敦欣, 等. 南海海温异常与 ENSO 的相关性[J]. 海洋与湖沼, 1995, 25(4):377-381.
- [8] 王卫强, 王东晓, 齐义全. 南海表层水温年际变化的大尺度特征[J]. 海洋学报, 2000, 22 (4), 8-16.
- [9] Chao S, Shaw P, Wu S Y. El Niño modulation of the South China Sea Circulation[J]. *Progress in Oceanography*, 1996, 38(1):51-93.

The impact of atmospheric wind at low level on sea surface temperature over the South China Sea and its relationship to monsoon

LIN Ai-lan¹, ZHANG Ren-he²

(1. Key Open Laboratory for Tropical Monsoon, Institute of Tropical and Marine Meteorology of Guangzhou, China Meteorological Administration, Guangzhou 510081, China; 2. State Key Laboratory of Severe Weather, Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081, China)

Received: Jun., 30, 2005

Key words: sea surface temperature over the South China Sea; atmospheric wind; monsoon

Abstract: Relationship between sea surface temperature over the South China Sea, local wind field and its seasonal variation characteristics was analysed by using the monthly data of sea surface temperature and atmospheric wind at 850 hPa during 1960~1999. And the impact of local wind field on sea surface temperature and its relationship to monsoon are discussed. It was shown that the correlation between sea surface temperature over the South China Sea and local wind changes with different seasons. Sea surface temperature over the South China Sea is correlated negatively with zonal wind in summer, while it is correlated positively with meridional wind in winter. The seasonal variation of correlation is related closely to the characteristics of East Asia monsoon (e.g. wind changes with season). The conclusion above provides a climatic background for monitor and forecast of sea surface temperature over the South China Sea, and also gives a explanation to why the conclusions between different works are contrary concerning the relativity of sea surface temperature over the South China Sea and local wind.

(本文编辑: 刘珊珊)