

文章编号: 1004-4965 (2006) 03-0217-06

NCEP 和 ECMWF 资料表征南海夏季风的差异

郑 彬, 谷德军, 李春晖

(中国气象局广州热带海洋气象研究所, 广东 广州 510080)

摘 要: 比较美国国家环境预报中心 (NCEP) 和欧洲中期天气预报中心 (ECMWF) 的再分析资料, 分析了二者用低层风场表征南海夏季风上的差异。结果表明, NCEP 得到的南海夏季风指数有明显的减小趋势, 而 ECMWF 则没有; 二者在年际尺度上都能较好地表征南海夏季风强度, 而年代际尺度上有明显的位相差。与西沙站的探空资料比较结果表明, NCEP 在经向风上更接近观测资料, 而经向风的趋势变化正是西沙站西南风减小趋势的主要贡献项; ECMWF 资料在年代际尺度变化上更接近观测资料。与 1998 年南海夏季风试验 SCSMEX 的再分析资料比较显示, NCEP 资料在空间上与 SCSMEX 资料更相似。

关 键 词: 美国国家环境预报中心; 欧洲中期天气预报中心; 再分析资料; 南海夏季风

中图分类号: P413

文献标识码: A

1 引 言

在目前的气候研究中使用较多的再分析资料有美国国家环境预报中心 (NCEP) 和欧洲中期天气预报中心 (ECMWF) 资料, 它们具有时间序列长, 要素变量较多的优势。但是 NCEP 和 EC 资料之间本身具有差异, 它们在表征某些气候场或某些区域的气候特征各有优缺点。徐影等^[1]的研究表明, NCEP 资料在对气候变化长期趋势的研究中不确定性较大。通过对温度和气压的比较分析, 可以看出, NCEP 资料在我国东部和低纬的可信度比我国西部和高纬的高; 温度的可靠性比气压好; 1979 年以后的 NCEP 资料的可信度高于前期。Yang 等^[2]也指出 1968 年之前的 NCEP 资料在亚洲副热带以北地区存在较大的问题。还有其它一些研究也都表明^[3, 4], NCEP 资料在有些区域代表性较好 (例如海洋地区), 但是在另一些区域则较差。另外, 赵天保等^[5]通过对比分析 NCEP 再分析资料和中国站点观测资料指出, 就季节变化而言, NCEP 再分析值在夏季和年平均模拟的较好, 冬季较差。而 Trenberth 和 Stepaniak^[6]的研究则表明, 由于在平流层中, ECMWF

采用了纯等压面坐标, 它的资料在计算能量收支上要比 NCEP 资料好。Renfrew 等^[7]通过比较 NCEP、ECMWF 和观测的表面通量资料, 结果表明: ECMWF 的表面感热和潜热时间序列只比观测结果大 13% 和 10%; 相比之下, NCEP 资料比观测值大 51% 和 27%。因此, Renfrew 等认为利用 ECMWF 资料驱动海洋模式将更适合。虽然一些科学家通过对全球、半球和区域尺度多种气候变量的对比表明, 似乎 ECMWF 的再分析资料比 NCEP 好。但是有研究表明, 再分析资料和观测资料在一些区域差异很大, 特别是与湿度有关的变量^[8]。因此研究者应该根据研究的具体内容, 在比较两种资料后采用较好的资料。

用再分析资料对季风进行研究, 选取资料也是非常关键的一步。好的资料应该可以较准确地描述季风环流, 为我们更好地理解 and 把握季风的长时间尺度和空间尺度特征奠定了基础。Annamalai 等^[9]曾经对比过 NCEP 资料和 ECMWF 资料在季风区的差异, 主要有以下几点: 对于气候平均的季节变化来说, 在描述降水场和非绝热加热场方面, ECMWF 资料总体上更接近真实, 而 NCEP 资料则低估了热带海洋上的降水, 从而出

收稿日期: 2005-05-19; 修订日期: 2005-07-18

基金项目: 国家自然科学基金(40505019); 广东省自然科学基金(5300001); 中国气象局广州热带海洋气象研究所开放基金子课题共同资助

作者简介: 郑 彬(1976-), 男, 福建省人, 博士, 主要从事季风和海气相互作用、中层大气研究。E-mail: zbin@grmc.gov.cn

<http://dss.ucar.edu/datasets/ds090.0/docs/rean1999/rean1999.html>

现较大的干异常偏差；两种资料在年际尺度变率上的主要差别也在降水，如果由两种资料的降水分别定义季风指数（例如全印度降水指数AIR），这将会导致由此得到强弱季风年出现矛盾；两种资料风场的年际变率虽然也存在差异，但是比降水有更好的一致性，这表现在由大尺度风场切变定义的动力季风指数（DMI，定义为 $5 \sim 20^\circ \text{N}$ ， $40 \sim 110^\circ \text{E}$ 的850 hPa纬向风与200 hPa的差值^[10]）在年际尺度上更好地符合。

南海地区由于观测站少，因此在许多情况下都需要使用再分析资料。虽然 Annamalai 等^[9]对比过季风区的 NCEP 和 ECMWF 再分析资料，但是它们侧重于南亚季风区。而且他们研究的时段为 1979 ~ 1995 年，因此在季风的年代际和变化趋势上则没有进行比较。NCEP 和 ECMWF 资料在表征南海夏季风强度时有何差异？它们是否可以体现出南海夏季风的年际和年代际变化特征？这些问题目前还没有得到很好的回答。本文将通过分析比较 NCEP 和 ECMWF 表征的南海夏季风在年际、年代际和长期变化趋势上的差异，找出二者在表征南海夏季风上的差异。之后，分别将二者与西沙站的探空资料进行对比，并利用 1998 年南海季风试验（SCSMEX）的再分析资料分别分析二者在空间上与 SCSMEX 资料的相似程度。目的是为研究南海夏季风时资料的选取（特别是低层风场）提供一定的

依据。

2 资料简介

文中使用到 1958 ~ 2001 年 NCEP 和 ECMWF 月平均的纬向风 u 、经向风 v 资料，西沙站 1958 ~ 1998 年的 u 、 v 探空资料和 1998 年 SCSMEX 有限区同化资料，高度都为 850 hPa 等压面。由此分别计算出 u 和 v 在南海（ $105 \sim 120^\circ \text{E}$ ， $5 \sim 20^\circ \text{N}$ ）区域 6 ~ 8 月的平均值，得到 NCEP 和 ECMWF 在南海区域夏季平均的年序列。西沙站的 u 、 v 探空资料也转换成夏季平均的年序列。SCSMEX 有限区同化资料的水平范围是 $70 \sim 150^\circ \text{E}$ ， $10^\circ \text{S} \sim 40^\circ \text{N}$ 。本文采用 6 ~ 8 月平均南海区域 850 hPa 西南风分量^[11-13]作为南海夏季风强度指数

$$I_m = (\overline{u_{850}} + \overline{v_{850}}) / \sqrt{2}$$

其中 $\overline{u_{850}}$ 、 $\overline{v_{850}}$ 分别是 850 hPa 南海区域平均纬向风和经向风。

3 分析结果

3.1 NCEP 和 ECMWF 夏季风场在南海区域的比较
首先来看一看由 NCEP 和 ECMWF 计算的南海夏季风强度指数的长期变化趋势（图 1）。

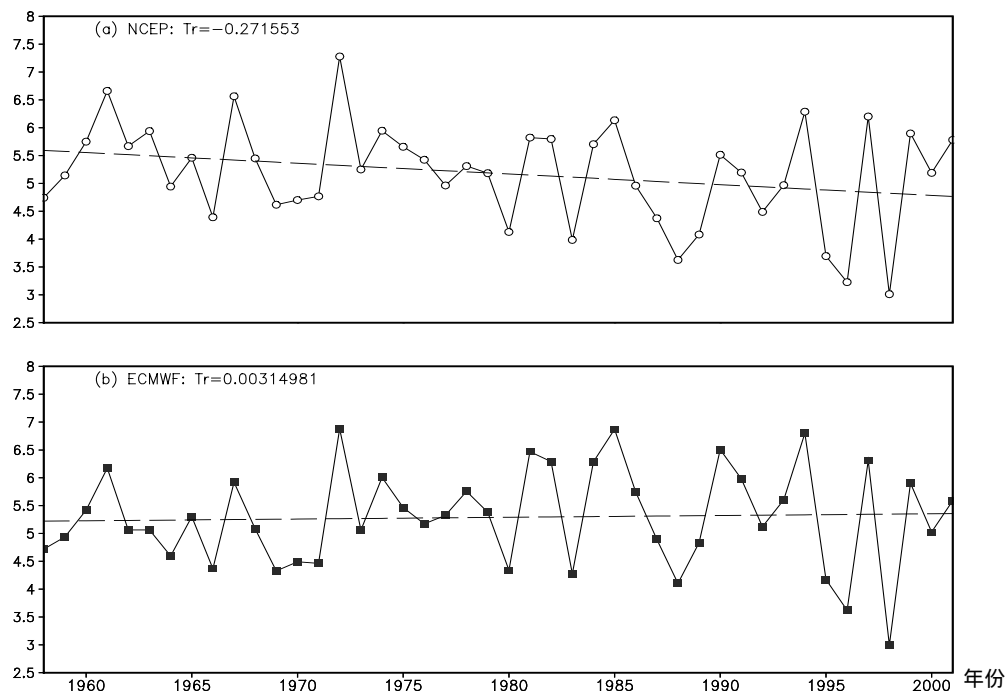


图 1 NCEP(a)、ECMWF(b)表征的南海夏季风指数及其长期变化趋势 单位：m/s。

图 1a 中显示 NCEP 计算的南海夏季风指数在 1958 ~ 2001 年的时段里有一个明显的减小趋势，而 ECMWF 计算结果的趋势不明显。用趋势系数可以定量地表示出二者的长期变化趋势。趋势系数由以下公式计算

$$Tr = b \frac{\sigma_t}{\sigma_x}$$

其中 b 为回归系数， t 和 x 分别是线性时间序列和变量的标准差，得到的趋势系数 Tr 是一个无单位量。计算二者的趋势系数，分别为 -0.272 和 0.003。可见，ECMWF 计算的南海夏季风指数基本没有长期变化趋势，它的趋势系数接近零。而 NCEP 表征的南海夏季风指数下降趋势明显，有相当大的负系数。

在去除南海夏季风指数的长期变化趋势后，我们可以比较 NCEP 和 ECMWF 资料在年际和年代际尺度上表征南海夏季风的差异，如图 2。图 2a 显示出南海

夏季风指数强烈的年际变率。而这种年际变率不论由 NCEP 还是 ECMWF 再分析资料表示，结果都差不多。图 2a 显示的二者表征的南海夏季风指数在年际变化上具有相当的一致性，只是在数值（即扰动幅度）上有一些差异。而这种差异正体现了二者在年代际上的区别，如图 2b。从图 2b 中可以看出二者差值有一个明显的 36 年左右的周期。在 1960 ~ 1976 年，NCEP 表征的南海夏季风指数普遍比 ECMWF 偏大，而在 1977 ~ 1995 年则相反。从图 3 显示的小波分析结果可以看到，它们在年际尺度上有很好的同位相关系，而 15 年以上的周期则有明显的位相差异。虽然资料序列只有 44 年，小波分析得边界效应会影响其年代际分析（特别是 25 年以上周期）的可信度，但是它分析得到的 30 年左右的周期仍然可以作为参考。这种差异可能是两种资料的主要区别之一。

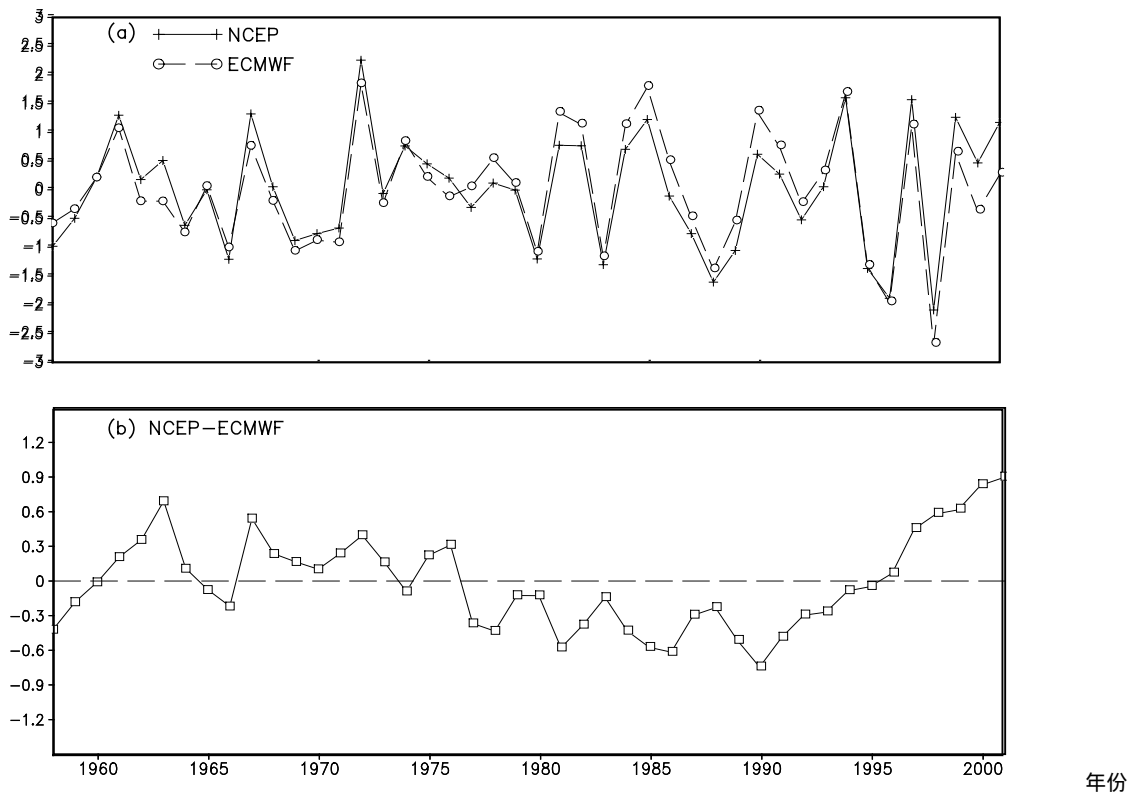


图 2 去除趋势项后，NCEP、ECMWF 表征的南海夏季风指数(a)，及它们的差值(b) 单位：m/s。

3.2 NCEP 和 ECMWF 与西沙站探空资料的比较

我国在南海上只有西沙站有较长的探空资料，它位于 112°20' E, 16°50' N。为了与西沙站的资料进行比较，NCEP 和 ECMWF 资料取西沙站周围四个格

点 (110 ~ 112.5 °E, 15 ~ 17.5 °N) 的平均值。从图 4 中可以看到，西沙站的 850 hPa 西南风有明显的减小趋势，其趋势系数为 -0.31。但是 NCEP 和 ECMWF 得到的西沙周围平均西南风则没有明显的变化趋势，趋势

系数都接近于零。进一步的分析表明，西沙站西南风的减小趋势主要来自于经向风的减小。将 NCEP、ECMWF 经向风和西沙站进行比较，结果表明 NCEP 资料更接近西沙站的观测资料，它们的相关系数分别为 0.726 和 0.653。

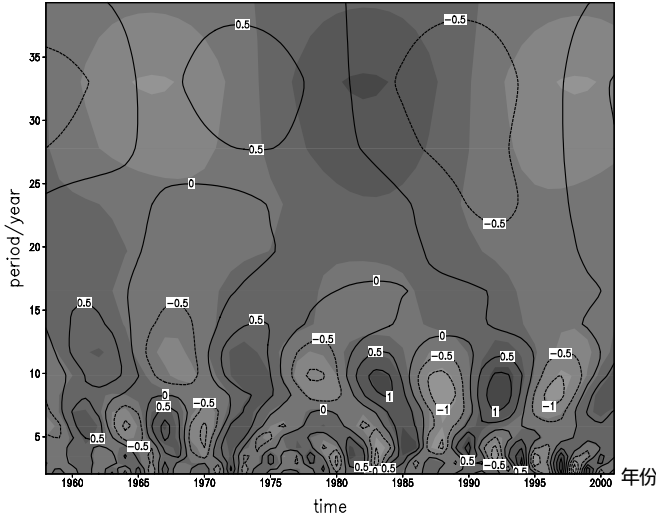


图3 ECMWF 和 NCEP 资料的南海季风指数的小波分析
年代际尺度周期虽然受到边界的影响，但是结合图2，依然有参考价值。

去除趋势项后，NCEP 和 ECMWF 在年际变化上与西沙站资料都非常接近，如图 5a。去除趋势项后，南海夏季风强度可以写成如下形式

$$I = I_{IN} + I_{ID}$$

其中 i 可以代表 NCEP、ECMWF 和西沙站，IN 和 ID 分别表示年际变化和年代际变化。考虑到在年际尺度上的高度一致性，NCEP 和 ECMWF 与西沙站资料的差值主要体现了再分析资料与观测资料在年代际上的差异（图 5b）。我们利用欧氏距离定量地给出二者与

西沙站在年代际尺度上的接近程度

$$D_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^{41} (I_{iID}^k - I_{jID}^k)^2}$$

计算结果分别为 $D_{NCEP-Xisha}=3.35 \text{ m/s}$ ， $D_{ECMWF-Xisha}=2.52 \text{ m/s}$ 。由此可见，在年代际尺度上，ECMWF 资料表征南海夏季风与观测资料更接近一些。

3.3 NCEP 和 ECMWF 与 1998 年南海季风试验资料的比较

1998 年南海季风试验 SCSMEX 是一个多国家和多地区协作的大型大气-海洋联合观测计划，也是这个地区第一次大规模的气象和海洋学家的联合研究。它是由东亚及其邻近国家的气象部门和其他科研机构紧密合作共同完成的项目。参与 SCSMEX 外场加强和加密观测的有中国大陆南方 10 省市和台湾、香港、澳门等地区，以及美国、日本、澳大利亚和东南亚 7 国^[14]。广州区域气象中心对 SCSMEX 观测资料进行再分析，形成 SCSMEX 有限区同化资料。

前面两小节主要在各时间尺度上比较 NCEP 和 ECMWF 及其与观测资料的差异，本节将分析它们与 1998 年 SCSMEX 再分析资料在空间上的差别。

表 1 是 NCEP 和 ECMWF 与 1998 年 SCSMEX 资料在不同区域上的相似系数。可以看到，NCEP 资料不论是在南海区域，还是在 SCSMEX 资料区域都比 ECMWF 资料更接近 SCSMEX 资料。同时还可以看到，NCEP 资料和 SCSMEX 资料在经向风上的相似性远大于 ECMWF 和 SCSMEX 资料的相似性，而纬向风的差异则相对不太显著，特别是在 SCSMEX 的整个资料区域。

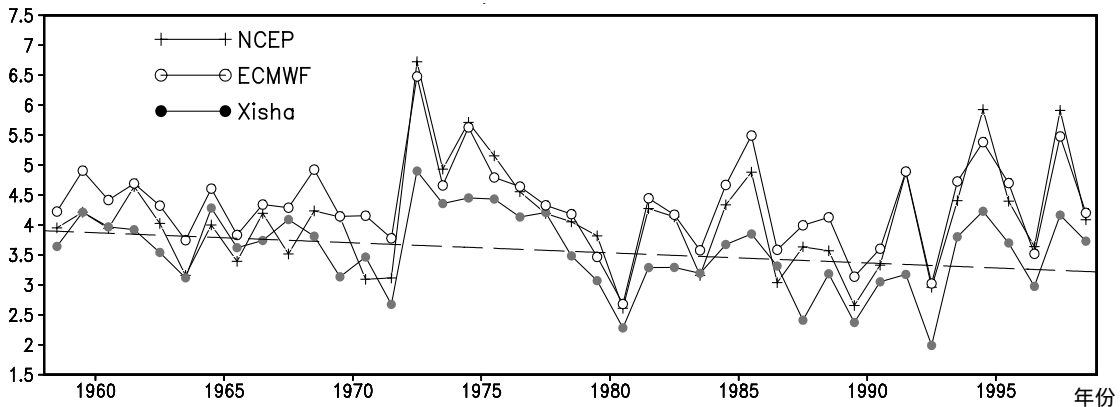


图4 850 hPa NCEP 和 ECMWF 资料与西沙站探空资料西南风的比较 其中 NCEP 和 ECMWF 用西沙站周围四个格点的平均值 (110~112.5°E, 15~17.5°N)，单位：m/s。虚线为西沙站 850 hPa 西南风的线性趋势。

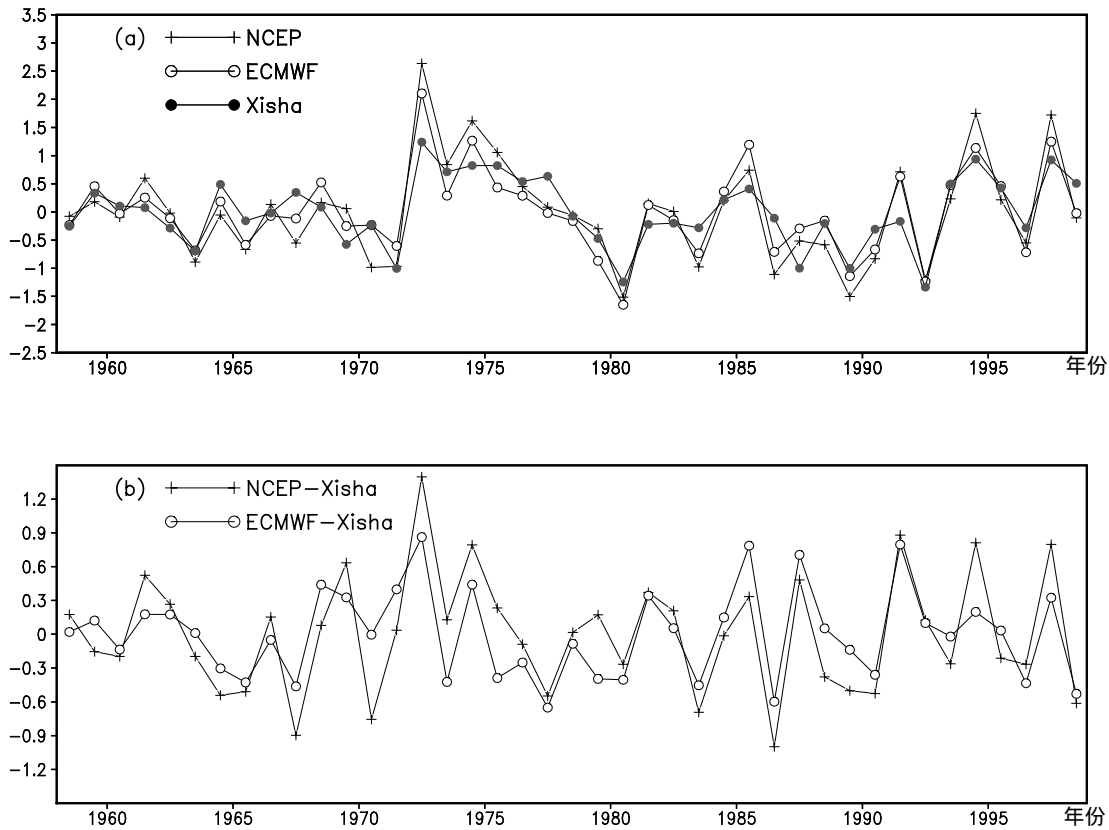


图 5 去除趋势项后 NCEP 和 ECMWF 的西南风与西沙站资料的比较(a)及它们的差值(b) 单位：m/s。

表 1 NCEP 和 ECMWF 与 1998 年 SCSMEX 资料的空间相似性

与 SCSMEX 资料的相似系数	南海 (105 ~ 120 °E, 5 ~ 20 °N)	SCSMEX 资料区域 (70 ~ 150 °E, 10 °S ~ 40 °N)
NCEP		
<i>u</i>	0.924	0.963
<i>v</i>	0.838	0.861
ECMWF		
<i>u</i>	0.869	0.947
<i>v</i>	0.731	0.686

4 小 结

比较了不同时间尺度上 NCEP 和 ECMWF 低层风场资料表征的南海夏季风强度指数 (105 ~ 120 °E, 5 ~ 20 °N 的 6 ~ 8 月平均 850 hPa 西南风), 及其与西沙站观测资料的差异, 并在空间上分析 NCEP 和 ECMWF 低层风场与南海季风试验再分析资料的相似性, 得到如下一些结果。

(1) NCEP 资料得到的南海夏季风强度指数有明显的减弱趋势, 而 ECMWF 资料则没有; NCEP 资料和 ECMWF 资料有相当一致的年际变化, 而年代际变化

则有一定的位相差。

(2) 西沙站 850 hPa 西南风有明显的减弱趋势, 主要由经向风的减弱引起的。NCEP 的经向风与西沙站的经向风的相关系数远大于 ECMWF 和西沙站的相关系数; 在年代际尺度上, ECMWF 与西沙站的观测资料更接近。

(3) 在空间上, NCEP 资料与 1998 年 SCSMEX 资料更相似。而且 ECMWF 和 SCSMEX 在经向风上的相似程度较差。

通过以上一些结果, 我们推论: 用低层风场表征南海夏季风强度, 在趋势变化上, NCEP 资料优于 ECMWF 资料; 而在年代际尺度上, ECMWF 资料更接近观测事实; 如果进行年际变率的研究, NCEP 和 ECMWF 资料都可以使用。如果从水平空间上看南海夏季风, NCEP 资料要比 ECMWF 资料好。

当然, 由于资料的缺乏, 这里的比较只是初步的。但是, 对于南海季风研究中资料 (特别是低层风场) 的选取, 可以作为参考。

参 考 文 献:

- [1] 徐 影, 丁一汇, 赵宗慈. 美国 NCEP--NCAR 近 50 年全球再分析资料在我国气候变化研究中可信度的初步分析[J]. 应用气象学报, 2001, 12(3): 337-347.
- [2] YANG S, LAU K M, KIM K M. Variations of the East Asian jet stream and Asian-Pacific-American winter climate anomalies [J]. J Climate, 2002, 15: 306-325.
- [3] RUSTICUCCI M M, KOUSKY V E. A comparative study of maximum and minimum temperatures over argentina: NCEP-NCAR reanalysis versus station data [J]. J Climate, 2002, 15(15): 2089-2101.
- [4] 魏 丽, 李栋梁. 青藏高原地区NCEP新再分析地面通量资料的检验[J]. 高原气象, 2003, 22(5): 478-487.
- [5] 赵天保, 艾丽坤, 冯锦明. NCEP 再分析资料和中国站点观测资料的分析与比较[J]. 气候与环境研究, 2004, 9(2): 278-294.
- [6] TRENBERTH K E, STEPANIAK D P. A Pathological Problem with NCEP Reanalyses in the Stratosphere [J]. J Climate, 2002, 16(6): 690-695.
- [7] RENFREW I A, MOORE G W K, GUEST P S, et al. A Comparison of Surface Layer and Surface Turbulent Flux Observations over the Labrador Sea with ECMWF Analyses and NCEP Reanalyses[J]. J Phys Oceanography, 2002, 32(2): 383-400.
- [8] 赵宗慈. 当前气候变化研究的热点问题—IUGG2003 会议介绍[J]. 气候变化通讯, 2003, 2(4): 14-15.
- [9] ANNAMALAI H, SLINGO J M, SPERBER K R, et al. The Mean Evolution and Variability of the Asian Summer Monsoon: Comparison of ECMWF and NCEP-NCAR Reanalyses[J]. Mon Wea Rev, 1999, 127(6): 1157-1186.
- [10] WEBSTER P J, YANG S. Monsoon and ENSO: Selectively interactive systems [J]. Quart J Roy Meteor Soc, 1992, 118(507): 877-926.
- [11] 梁建茵, 吴尚森, 游积平. 南海夏季风的建立及强度变化[J]. 热带气象学报, 1999, 15(2): 97-105.
- [12] 吴尚森, 梁建茵. 南海夏季风强度指数及其变化特征[J]. 热带气象学报, 2001, 17(4): 337-344.
- [13] 吴尚森, 梁建茵, 李春晖. 南海夏季风强度与我国汛期降水的关系[J]. 热带气象学报, 2003, 19(增): 25-36.
- [14] 丁一汇, 李崇银, 柳艳菊, 等. 南海季风试验研究[J]. 气候与环境研究, 2002, 7(2): 202-208.

DIFFERENCES OF SOUTH CHINA SEA SUMMER MONSOON DERIVED BY NCEP AND ECMWF REANALYSIS DATA

ZHENG Bin, GU De-jun, LI Chun-hui

(Guangzhou Institute of Tropical and Marine Meteorology, CMA, Guangzhou 510080, China)

Abstract: Analyzing the differences of South China Sea Summer Monsoon (SCSSM) denoted by lower tropospheric winds from the NCEP and ECMWF reanalysis data, and the results indicate that SCSSM indices by NCEP data trend to decrease and that by ECMWF data have very slight trend. On interannual timescale, they are consistent with each other, while there are phase differences on interdecadal timescale. The results by comparing them with the sounding data from Xisha station show that NCEP meridional winds, which play a main role in the trend of southwesterly over Xisha station, are in better agreement with the observations. On the other hand, ECMWF data are probably nearer reality on the interdecadal timescale. To more degrees, the NCEP data show a better spatial similar to 1998 SCSMEX data than the ECMWF data.

Key words: NCEP; ECMWF; reanalysis data; South China Sea Summer Monsoon.