

南海北部近岸海域风场特征分析与预报研究

王蓉¹, 肖瑜璋², 俞胜宾¹, 宋萍萍¹, 杨凡^{1、3}

(1.国家海洋局南海预报中心,广东省海洋预报台,广东 广州 510300;2.国家海洋局南海环境监测中心,广东 广州 510300;
3.国家海洋局珠海海洋环境监测中心站,广东 珠海 519015)

摘 要:南海北部近岸海域北靠东亚大陆,南面广阔的南海海域,地理位置十分独特,具有典型的季风特征。本文对南海北部近岸海域风场与大尺度大气环流特征的相关分析,阐述大气环流异常对南海北部近岸海域风场的影响。研究表明,南海北部近岸海域风场分布具有较强的区域性和季节性;因气候年际变化的强弱,如厄尔尼诺与南方涛动(ENSO)循环、南海暖池面积指数的年际变化,与南海北部近岸海域风场强度也具有相关性。除使用传统的数理统计方法外,前期大气环流的诊断分析、大气外部强迫因子的前期强信号以及数值预报产品等的综合运用、综合诊断分析,是改进、提高中长期天气过程和短期气候预测的有效方法。

关键词:南海北部;近岸海域;风场特征;大气环流异常

中图分类号:P732 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-0239(2011)02-0001-08

1 引言

南海幅员辽阔,背靠大陆,地处亚热带和热带区域,海面温度高、湿度大、水气含量丰沛,既是热带气旋形成的源地之一,又是南北半球赤道气流交换重要通道,其地理位置十分独特。

南海季风(包括夏季风和冬季风)是最典型又最重要的季风系统,其与东亚季风、南亚(印度)季风系统既相互联系又有独立性,是大尺度大气环流的重要组成部分。因地形影响、海陆热力对比及盛行气流与天气系统活动的差异,南海近岸海域风场分布具有较强的区域性和季节性;因气候年际变化的强弱,如厄尔尼诺与南方涛动(ENSO)循环、南海暖池面积指数的年际变化,南海近岸海域风场强度也具有相关性。

一般而言,大气运动的时间尺度越长,它的空间尺度也越大。对于中长期天气过程和短期气候而言,不仅大气内部动力、热力过程是重要

的,大气外部强迫因子如海洋和陆面热状况也是十分重要的。南海近岸海域风场受季风环流影响,由于东亚大气环流和季风的年际活动有较大差异,造成南海近岸海域风场特征复杂,增加了中长期天气过程和短期气候预测的难度。

2 南海夏季风与南海近岸海域风场特征

南海的夏季风属热带暖湿的西南季风,其最大风速中心位于对流层低层 850 hPa,而上空平流层低层 200 hPa 是东风带^[1]。南海夏季风建立时期,对流层高低空环流都有很明显的急剧变化,这变化不单与南海夏季风的建立有密切关系,还是东亚大气环流从冬季型向夏季型转换的重要标志。南海区域夏季风的建立具有爆发性,对流层大气环流变化十分迅速,整个南海转为西南气流控制只需 1 天时间。

亚洲夏季风最早在南海爆发,南海夏季风爆发最早在南海北部^[2]。在南海北部近岸海域夏季风

收稿日期:2009-06-04

基金项目:国家海洋局南海分局海洋科学技术局长基金重点项目(0879)

作者简介:王蓉(1982-),女,工程师,从事海洋环境预报与研究及海气相互作用的研究工作。E-mail: wwwrrrr@163.com

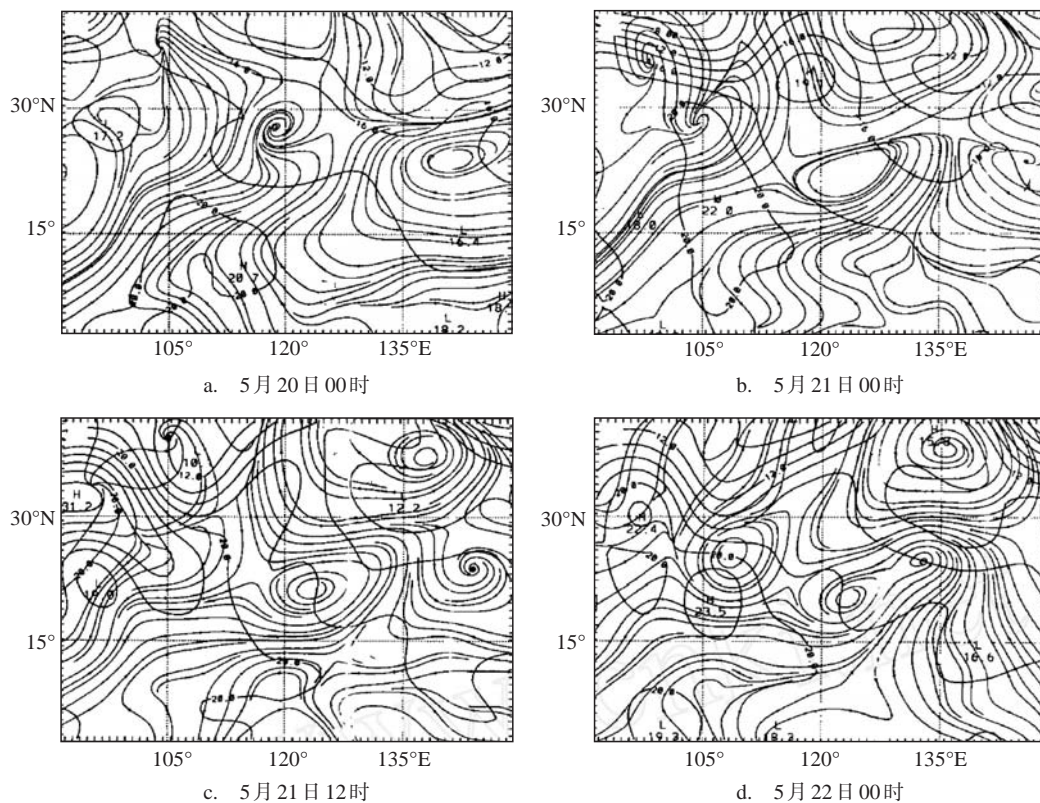


图1 1998年5月20~22日对流层低层850 hPa流场和温度场(等温线间隔为2℃)客观分析

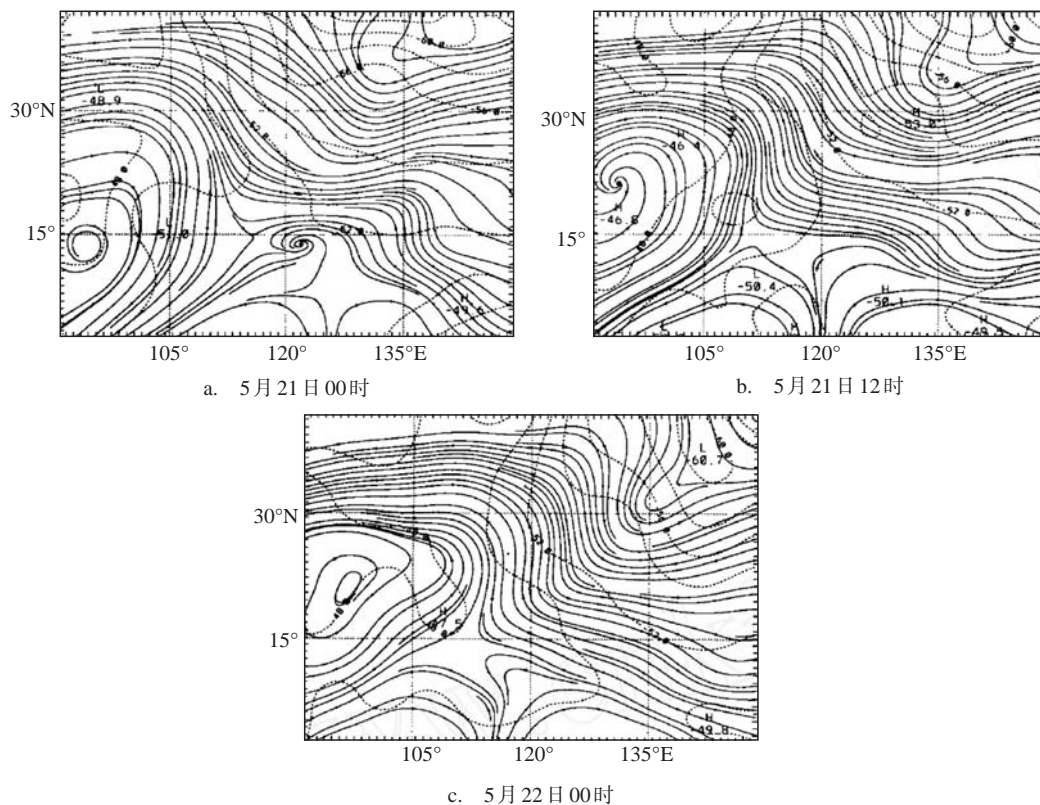


图2 1998年5月21~22日对流层高层200 hPa流场和温度场(等温线间隔为2℃)客观分析

爆发(5月中旬)之前,对流层低空 850 hPa 上(见图 1),南海基本上仍受太平洋副热带高压西侧环流控制,南海 15°N 以南低层基本盛行偏东气流,在南海北部部分区域盛行西南风,其中 115°E 以东为副高北侧的副热带西南风,这种西南风来自孟加拉湾,是印巴地区的强西北气流转向而成的,转向之后在南海北部和华南地区融入副高压北侧副热带西南风,其上空对流层高层为西风带。这标志着经向夏季风环流圈的建立和南海海域夏季风爆发,沿海、大陆雨季的开始,因而具有重要的预报意义。

图 1 和图 2 是 1998 年南海夏季风爆发时,对流层低层 850hPa 和高层 200 hPa 流场和温度场客观分析^[2]。1998 年南海夏季风爆发于 5 月第 5 候,由图可见,南海的中南部仍为副热带反气旋所控制(见图 1b);与此同时,200 hPa 南亚反气旋中心位于 16°N; 94°E 附近(见图 2a)。到 5 月 21 日 12 时,对流层高层 200 hPa 南亚反气旋中心已跳跃式地北移至 21°N; 94°E 附近(见图 2b)。此时低层 850 hPa 南海中南部副热带反气旋迅速减弱东撤,南海的中南部的东南风转为西南风(见图 1c),南海夏季风全面爆发。此后,西太平洋副热带高压脊继续减弱,南海的季风槽进一步发展(见图 1d),南亚反气旋中心继续增强(见图 2c)。

5 月初,受副热带高压西南侧偏东气流转向的影响,南海大部分区域以南风和东南风为主。从 5 月下旬开始,随着南海高压的东撤,南海北部近岸海域 115°E 以西,完全受西南气流控制,而 115°E 以东受西南气流影响有 2 个较强的阶段:分别在 6 月下旬至 7 月上旬和 8 月上旬至 9 月中上旬。

伴随南海夏季风的爆发,南海地区的湿度场加强、大气环流垂直运动加剧,湿度场的明显加强要比夏季风爆发时间提早 2~3 d。夏季风爆发后,使得南海北部近岸海域的夏季风在 6 月下旬至 7 月上旬和整个 8 月间都达到最强。西南风的增强主要来源于索马里急流的西南气流和 105°E 附近的越赤道气流以及副热带高压南侧偏东南气流相互作用的结果^[3]。

南海夏季风建立之后十分稳定,一直维持到 9 月份。到 10 月上旬,东亚地区对流层低空西风转东风,这对应着夏季风逐渐从南海北部近岸海域

向南撤出,大气环流由夏季型向冬季型转换。在 22.5°N 以北,西南风减弱南撤迅速,以南则减弱南撤缓慢。

3 南海冬季风与南海近岸海域风场特征

南海不仅是一个强夏季风区域,也是一个强冬季风区域。

南海冬季风有一个复杂的气候系统,从大气流场分析,亚洲大陆中高纬度对流层高空为强盛的西北气流,低纬度低空为东北气流。从环流形势上分析,亚洲大陆中高纬度地面为蒙古冷高压、阿留申低压;高空 500 hPa 是发展强盛的东亚大槽,其槽后西北干冷气流一次次加强的冷空气爆发,使南海北部沿海海域海平面气压升高,温度降低。在中国大陆强大稳定的冷高压,使得东北季风控制着南海北部近岸海域。

南海近岸海域的冬季东北季风从 10 月上旬开始由北向南逐渐推进加强,直到翌年的 3 月份由南向北逐渐撤出,其中 11、12、1 月份的东北季风强度最大。东北季风的年际变化也有明显的强弱,用东海(25°~40°N; 120°~140°E)和南海(10°~25°N; 110°~130°E)近岸的风场,选取 11 月至翌年 3 月的平均标准化经向风距平来定义东亚冬季风(EAWM)指数,这个指数可以很好地表述东亚冬季风的强弱变化^[6]。从图 3 中的指数分析可以清楚地看到东亚冬季风(EAWM)的年际变化是非常明显的。

图 3 中的指数若是负值,则表示东亚冬季风(EAWM)强,这反应了该年冬季大陆对流层低层冷高压强盛,高层 500 hPa 的东亚大槽强盛,沿海海域盛行强北风、东北风;相反,若指数是正值,则大陆对流层低层高压偏暖,高层 500 hPa 的东亚大槽偏弱,沿海海域北风、东北风均较弱。此外,图 3 也表明东亚冬季风存在明显的年代际变化,从 20 世纪 70 年代后期到 80 年代后期东亚冬季风似乎趋于减弱。

利用这个指数表述东亚冬季风的变化,也具有预报意义。东亚冬季风强,南海近岸海域的北风、东北风就强,冬季大风天数就多。以粤西闸坡海洋站 10 年大风天数统计,与图 3 东亚冬季风强弱指数有较好的对应。

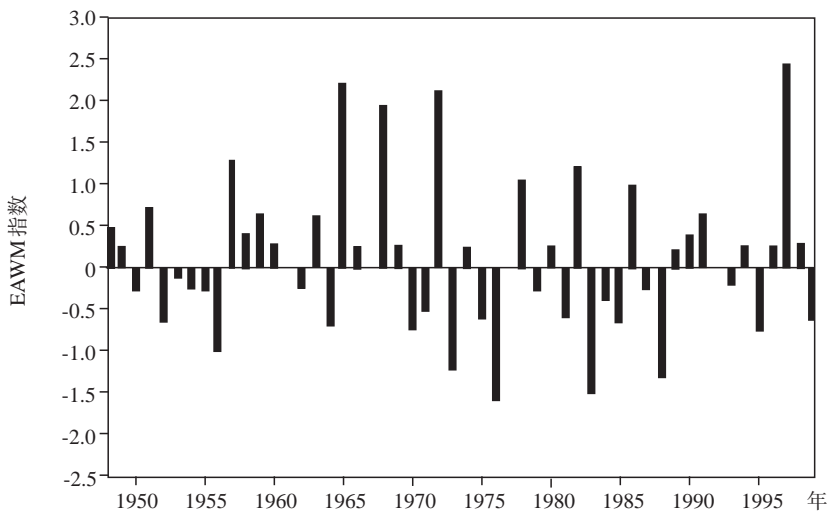


图3 1951~2000年东亚冬季风指数的年际变化

图3与表1较明显的对比是,1998年闸坡海洋站小于6级风天数统计最多,为324 d,对应东亚冬季风强度指数为正值,恰好说明影响这个区域冬季冷空气大风偏弱;另一组是1995年,闸坡海洋站小于6级风天数统计较少,为295 d,比较1998年少了近30 d,对应东亚冬季风强度指数为负值,也恰好说明影响这个区域冬季冷空气大风偏强。(说明:根据资料统计分析,引起闸坡海洋站6级以上大风的主要天气系统是冬季冷空气大风,其次是夏季热带强对流天气系统)。

近几年来,诸多学者研究发现,持续强东亚冬季风可以激发出ElNino事件;而持续弱东亚冬季风可以激发出LaNina事件^[6]。从观测事实和数值模拟的结果也都说明了,异常的东亚冬季风是一个激发产生ENSO循环的重要机制,而ENSO的发生也左右着东亚冬季风的强弱。ElNino事件的爆发将使得东亚冬季风由强转弱;LaNina事件的爆发将使得东亚冬季风由弱转强。基于这个发现,可通过对东亚冬季风的强弱变化规律的观测和分析,提高对ElNino与LaNina事件发生的监测和预

表1 1993~2002年闸坡海洋站小于6级风天数统计

年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	平均
天	300	298	295	301	308	324	310	314	291	299	304

测能力;同时,对ENSO循环的监测也可对东亚冬季风的强弱作出年展望。

4 东亚季风与 ENSO 循环的相互作用对南海近岸海域风场及热带气旋的影响

东亚季风和ENSO循环是影响南海近岸海域风场变化及热带气旋活动的两大系统。东亚夏季风盛行时,给南海北部、华南沿海以及中国大陆带来暖湿气流,引起丰沛的降水;而东亚冬季风盛行时,给华南沿海、南海北部以及整个南海带

来干冷气流,引起降温、大风天气。每年,由于季风的异常所引起的不同时空尺度和不同程度的旱、涝、寒灾、风灾等灾害,对工农业生产、国民经济以及人们日常生活影响很大。

ElNino和LaNina不仅仅是一种事件,也是一种周而复始的循环,一般简称为ENSO循环,这种循环对东亚季风有严重的影响,而东亚季风也对这一循环有很大的作用。基于观测资料的分析 and 海-气耦合模式的数值模拟结果显示^[6],持续的强(弱)东亚冬季风将导致赤道西太平洋地区西(东)风的异常;而异常的赤道西太平洋地区西(东)风可使得已在暖池区存在相当长一段时间的

正(负)次表层海温距平(SOTA)向东传播;沿温跃层东传的正(负)次表层海温距平将造成赤道东太平洋正(负)海表温度距平(SSTA)的出现和ElNino(LaNina)事件的发生。当ENSO发生后,ElNino(LaNina)事件的影响又将削弱(加强)东亚冬季风的活动。

对于地面经向风统计分析,大多数ElNino事件爆发前的冬季,南海北部、南海近岸海区地面北风、东北风偏强(另外:地面气压偏高,气压梯度大,气温偏低);ElNino事件爆发后的夏季南风偏大。大多数LaNina事件爆发前,地面南风偏

大;爆发后北风偏大。风场上的这种变化与海平面气压的变化是一致的,南海近岸海区的海平面气压升高,沿岸地区的地面北向风加大;反之,沿岸海区海平面气压负距平,则南向风加强。

图4分析了ElNino和LaNina地面风矢量,得到海上流场^[7]。图4表明,ElNino冬半年(11月~翌年4月)东亚及北太平洋海面南风加大,这种异常的环流形势不利于冷空气向南扩张,南海北部、近岸海域冬季风偏弱;相反,LaNina冬半年(11月~翌年4月)东亚及北太平洋海面北风加大,其异常的环流形势有利于冷空气向南扩张,南海北

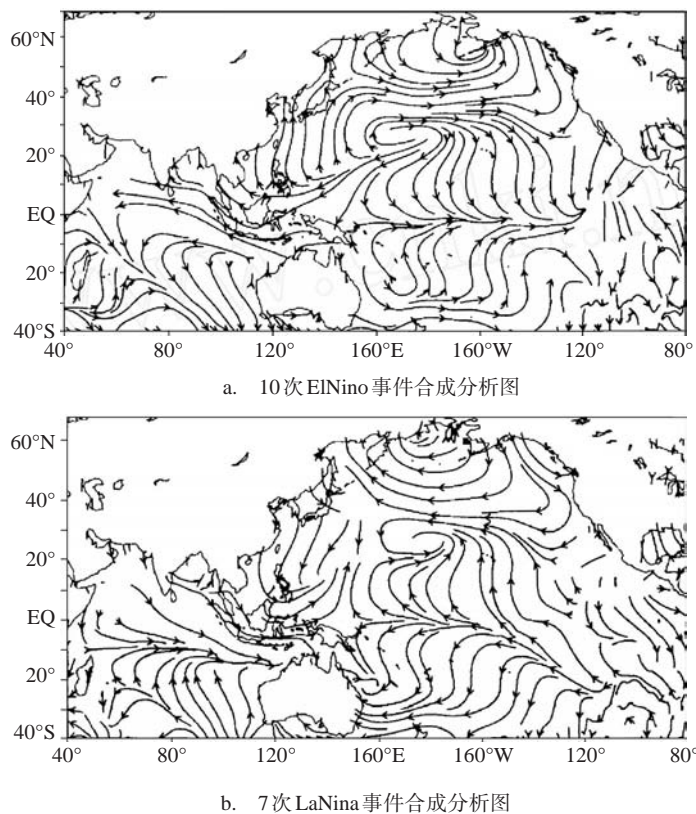


图4 北半球地面流场水平分布

部、近岸海域冬季风偏强^[7]。

东亚夏季风的进退,对南海北部、近岸海域气候的季节内变化有一定的影响。表2给出了1980~1991年12 a南海夏季风建立的日期:

从表2可以明显看到,南海夏季风的建立日期有明显的年际差异,最早可开始于4月末,最晚可开始于6月初,平均在5月16日左右。表2中南海夏季风建立较早的年份1984年和1985年,正好对应LaNina事件年,南海北部近岸海域的热带气旋影

响个数偏多,而季节结束时间却相应较早,1984年最后一个影响南海北部近岸海域的热带气旋8411号,结束日期是8月31日。表2中南海夏季风建立较晚的年份1983年和1987年,正好对应ElNino事件年,南海北部近岸海域的热带气旋影响个数偏少,而季节结束时间却相应较晚,1983年10月13日8314号台风登陆广东台山;1987年最后一个影响南海北部近岸海域的热带气旋8721号,结束日期是11月29日。

表2 1980~1991年南海夏季风建立日期

年	1980	1981	1982	1983	1984	1985
建立日期	5月15日	5月13日	5月20日	6月3日	4月29日	4月28日
年	1986	1987	1988	1989	1990	1991
建立日期	5月10日	6月8日	5月21日	5月15日	5月7日	5月28日

5 南海近岸单站附近海域风场及热带气旋年预测试验

南海近岸单站选择珠江口以西的闸坡海洋站。资料选取闸坡海洋站1993~2002年海洋气象观测资料；国家气象出版社出版的1984~2001年《台风年鉴》(《热带气旋年鉴》)；国家海洋局南海预报中心2002年、2003年热带气旋资料。

闸坡海洋站及附近海域属亚热带湿润季风气候，秋、冬季受大陆气团控制，干燥少雨，盛行东北季风；春季为季风转换期，夏季高温多雨，常出现强对流天气，暴雨频繁，受西太平洋和南海热带气旋侵袭较多，出现极端大风。

闸坡海洋站及附近海域各月风场特征见风玫瑰图(见图5)。

从风玫瑰图可以清楚地看到，闸坡海洋站及附近海域从每年的10月至翌年的4月，N-NE冬季风稳定；5月西南风开始建立；6级以上大风出现在深冬和盛夏；8级以上大风主要出现在夏季。冬季冷空气强，则该海域出现6级以上大风的频率就高；夏季热带气旋影响次数多，则该海域出现8级以上大风的频率就高。图中可见，8、9月份8级以上大风风向频率多变，其原因就是由热带气旋影响强度和影响时的中心位置不同而所致。

统计分析闸坡海洋站风场资料显示：

冬季主要受北方冷空气影响。强冷空气过程影响可引起该区域2~3 d的6~7级大风；中等强度冷空气过程影响可引起该区域1~2 d 6级左右的大风；仅因冷空气过程影响，使该区域出现8级以上大风天数极少。

夏季主要受热带天气系统影响。热带气旋或强对流云团等天气系统影响该区域时，可引起1~2 d 6级以上大风；特别是台风影响时，可出现极端大风；仅因西南季风潮过程影响，使该区域出现6级以上大风天数极少。

秋季和冬初受南北天气系统共同影响。北方

冷空气逐渐南侵，南海低值系统与南下冷空气系统共同作用，可引起该区域2~3d 6~8级大风。

统计闸坡海洋站1993~2002年小于6级风天数，年平均为304 d。

统计1984~2003年登陆或影响闸坡海洋站及附近海域的热带气旋，分析表明：20年中，登陆和影响闸坡海洋站及附近海域的热带气旋(不含热带低压)共有49个，平均每年有2.5个。若加上热带低压的影响，每年有2~3个热带气旋对闸坡海洋站及附近海域有较大影响。登陆和影响闸坡海洋站及附近海域的热带气旋多为台风，其次是强热带风暴。

近20年来，闸坡海洋站及附近海域受全球气候趋暖、ElNino与LaNina现象的交错影响，热带气旋侵袭次数和强度随之变化。通常在ElNino年，本海域降雨比正常年偏多，年平均气温比正常年偏高；热带气旋影响季节较迟开始。LaNina年对该海域的天气和气候的影响尚不明显，需要进一步探讨。

根据大气环流年代背景、东亚冬季风强度指数分析、ENSO循环等，分析沿岸单站风场的气候特征，试预测闸坡海洋站及附近海域年6级以上大风天数月分布和热带气旋影响年展望：

(1) 6级以上大风天数月分布

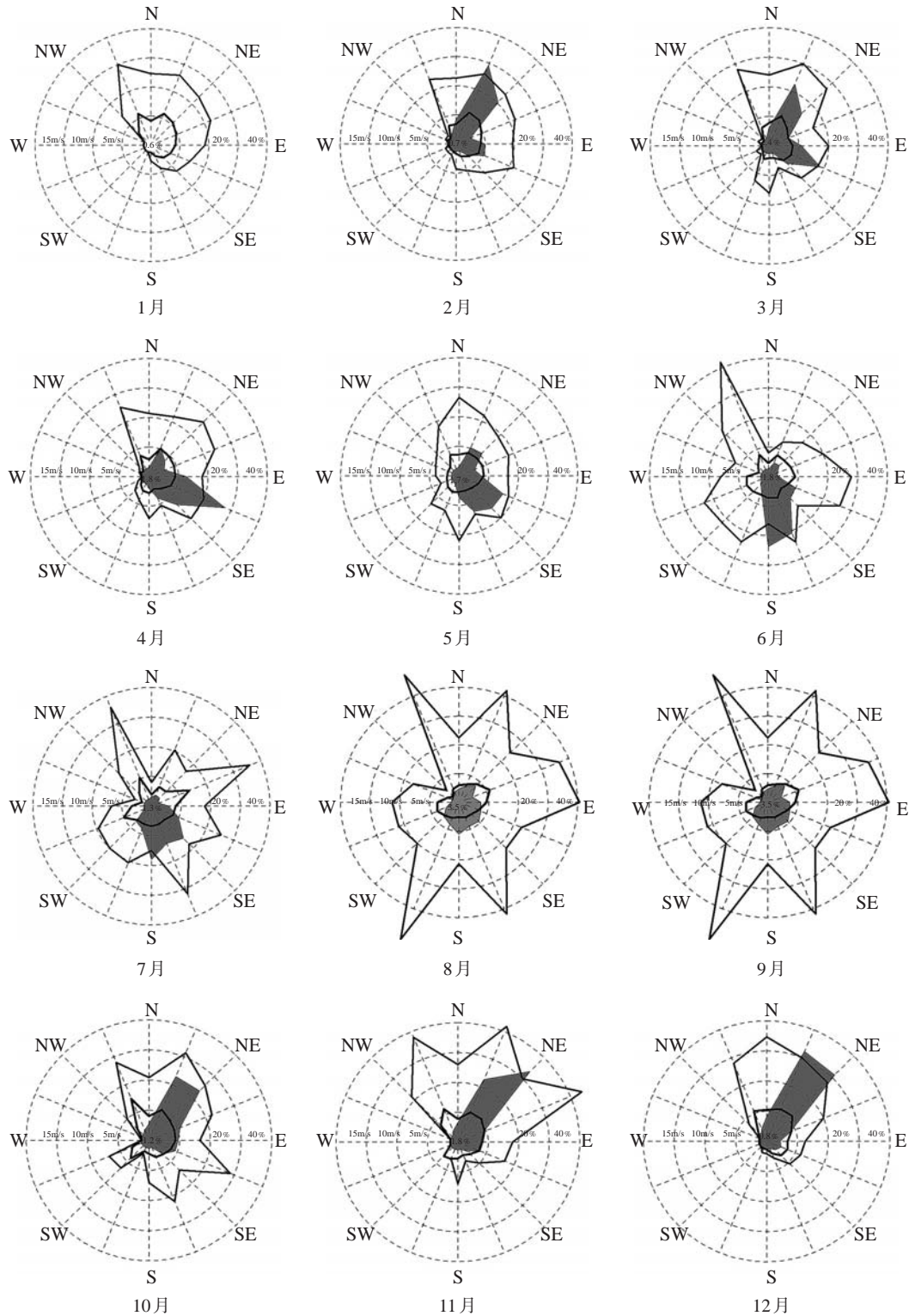
预测2004年闸坡海洋站及附近海域6级以上大风天数接近常年平均值，较去年偏多。

(2) 热带气旋

预计2004年影响南海的热带气旋数量比常年略偏少，较2003年略偏多；南海生成的热带气旋的时间属正常年；热带气旋登陆的时间偏晚。

6 结论与讨论

(1) 亚洲夏季风最早在南海爆发，南海夏季风爆发最早在南海北部，南海夏季风的建立具有爆发性，对流层大气环流变化十分迅速。这一风



外圈为最大风速，内圈为平均风速，阴影为风速分布频率

图5 闸坡海洋站及附近海域1~12月风场特征

场特征具有预报指示意义;

(2) 异常的东亚冬季风是一个激发产生 ENSO 循环的重要机制, 而 ENSO 的发生也左右着东亚冬季风的强弱。东亚冬季风强, 南海近岸海域的北风、东北风就强, 冬季大风天数就多;

(3) 东亚冬季风的强弱也能影响南海夏季风的强弱。东亚冬季风强, 南海夏季风也偏强, 南海夏季风强盛直接导致西太平洋副热带高压位置偏北, 西太平洋副热带高压位置的变化会影响南海近岸海域受热带气旋影响的个数、强度和路径;

(4) 南海夏季风的建立日期的年际差异受 ENSO 循环的影响, 在 El Niño 年, 南海夏季风的建立日期偏晚, 南海近岸海域受到热带气旋影响个数少, 热带气旋影响结束时间晚; 在 La Niña 年, 南海夏季风的建立日期偏早, 南海近岸海域受到热带气旋影响个数多, 热带气旋影响结束时间早。

参考文献:

- [1] 温之平, 贺海晏, 黄荣辉. 东亚和南亚夏季风气候特征分析[J]. 中山大学学报(自然科学版). 1999, 38(3): 76-80.
- [2] 吴池胜, 冯瑞权, 王安宇等. 南海夏季风爆发的数值预报模拟实验[J]. 气候与环境研究, 2000, 5(4): 476-493.
- [3] 冯瑞权, 王安宇, 吴池胜等. 南海夏季风建立的气候特征[J]. 热带气象学报, 2001, 17(4): 346-354.
- [4] 李崇银, 屈昕. 伴随南海夏季风爆发的大尺度大气环流演变[J]. 大气科学, 2000, 24(1): 1-14.
- [5] 李崇银, 张利平. 南海夏季风活动及其影响[J]. 大气科学, 1999, 23(3): 257-266.
- [6] 徐建军, 朱乾根, 施能. 近百年东亚冬季风与 ENSO 循环的相互关系及其年代际异常[J]. 大气科学, 1997, 21(6): 641-648.
- [7] 穆明权, 李崇银. 东亚冬季风年际变化的 ENSO 信息[J]. 大气科学, 1999, 23(3): 276-285.

Analysis and forecasting of wind field character on the north of South China Sea borders near-ocean area

WANG Rong¹, XIAO Yuzhang², YU Shengbin¹, SONG Pingping¹, YANG Fan^{1, 3}

(1. South China Sea Marine Prediction Center, SOA, State Oceanic Administrative Guangdong Marine Observatory, Guangzhou 510300 China;
2. South China Sea Environmental Monitoring Center, SOA, Guangzhou 510300 China; 3. Zhuhai Marine Environmental Monitoring Central Station
of State Oceanic Administration, SOA, Zhuhai 519015 China)

Abstract: The north of South China Sea borders on the north of East Asia in the north and faces the wide sea area (or: maritime space), which has a special geographic location. It has a typical character of monsoon. This paper makes a correlation analysis of near-ocean area's wind field and macroscale atmospheric circulation character, presenting an impact of abnormal atmospheric circulation to the wind field of the north South China Sea area. It confirms that the distributing of wind field has a strongly zonal and seasonal character. Because of the change of climate yearly, for example of El Niño and ENSO circulation, South China Sea's warm-pool area index change yearly, also have a correlation to the near-ocean area's wind field intensity. Except the traditional statistics, the prophase diagnosis analysis, prophase strong signal of atmospheric outer force factor, the compositive using of numerical forecast, and compositive diagnosis analysis and so on, are the effective measures of enhancing and improving on the medium-range and short-range forecasting result.

Key words: the north of South China Sea; near ocean area; wind filed character; abnormal atmospheric circulation