

## 浙江沿海大风气候特征及影响系统分析

曹宗元<sup>1</sup>, 王坚侃<sup>1</sup>, 何晴<sup>1</sup>, 张骁<sup>1</sup>, 傅娜<sup>1</sup>, 陈冬冬<sup>2</sup>

(1.舟山市气象局,浙江 舟山 316021;2.中国人民解放军 92012 部队,浙江 舟山 316000)

**摘要:**选取浙北、浙中、浙南3个沿海代表站,对浙江沿海大风日数、大风频率、风向、影响系统的年际和月变化进行统计分析。结果表明:浙南沿海大风日数最多,平均每年有1/3的天数为大风日,浙北沿海次之,浙中沿海最少,大风日数呈现逐年下降的趋势,且近10 a的下降趋势减缓。浙江沿海大风日数具有一定的地域性特征。浙北沿海8级及以上、9级及以上、10级及以上的大风最多分别出现在4月、3—4月、4月和8月,最少均出现在6月;浙中沿海8级及以上大风日数冬多夏少,9级及以上大风日数呈现秋季—翌年初春多、春末—夏季少的特点,10级及以上大风集中爆发于9月台风季;浙南沿海8级及以上大风在12月最多,9级及以上和10级及以上大风最多出现在10月,最少在5月。浙江沿海季风特征显著,秋冬两季以偏北大风为主,且大风主导风向自北向南顺转(NNW、N、NE),浙中南沿海夏季风弱于冬季风。造成浙江沿海大风的主要天气系统有冷空气、台风、低压、高压后部和强对流等,冷空气偏北大风在11月—翌年3月最为常见,其次为夏季(7—10月)的台风大风,再次为春末夏初的低压大风。

**关键词:**浙江沿海大风;大风日数;风向;气候特征;影响系统

**中图分类号:**P425.4<sup>+</sup>3 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-0239(2023)02-0089-09

### 0 引言

大风作为浙江沿海主要气象灾害之一<sup>[1]</sup>,会给海上捕捞、航运、海水养殖等方面带来灾难,并对人们的生产生活和生命安全构成威胁。准确掌握沿海大风的气候特征,对保障沿海地区海上航运及安全生产尤为重要。国内外学者对沿海大风的时空特征进行了广泛研究<sup>[2-4]</sup>。郑崇伟<sup>[5]</sup>利用QuikSCAT/NCEP(美国国家环境预报中心快速散射计探测)混合风场,对全球海域6级以上的大风频率进行统计分析,结果表明大风频率具有很大的区域性和季节性差异。吕爱民等<sup>[6]</sup>采用天气学分型和统计分析方法,对2010—2014年中国近海6级及以上大风天气个例进行了分析,将大风天气过程归纳为冷空气型、温带气旋型和热带气旋型3种类型。DING等<sup>[7]</sup>、王遵娅等<sup>[8]</sup>研究表明近几十年来中国大部分地

区的平均风速具有明显的减弱趋势,且大风日数逐渐减少<sup>[9]</sup>。另外,还有一些研究对中国沿海部分海域大风的典型气候特征进行了统计分析<sup>[10-13]</sup>。

另一些学者针对浙江沿海大风进行了气候特征的分析 and 探讨。董加斌等<sup>[14]</sup>、卢美等<sup>[15]</sup>分析发现,浙北沿海大风日数多于浙中南沿海,冬半年多为冷空气大风,春季和初夏大风多由倒槽、低压引起,夏季大风主要受热带气旋影响产生。刘敏等<sup>[16]</sup>对嵊泗站大风进行了统计,大风在春季最为频繁,且南北向大风的出现次数远大于东西向。目前,浙江沿海大风的研究多偏向于统计学气候特征分析,且资料多建立于2010年以前。随着《浙江省海洋经济发展“十四五”规划》下浙江实施海洋强国战略、21世纪海上丝绸之路等国家战略的推进,需要新的气候背景来支撑研究。本文基于2004—2020年浙江沿海大风资料,分析大风气候特征,并对影响大风的天

收稿日期:2022-01-19;修回日期:2022-05-17。

基金项目:浙江省气象局重点项目(2019ZD18)。

作者简介:曹宗元(1987-),女,高级工程师,硕士,主要从事短期天气预报、海-气相互作用研究。E-mail: weather\_czy@126.com

气系统进行分类统计。

## 1 资料和方法

### 1.1 站点和资料选取

本研究参考了浙江沿海地市多个大风指标站和百座渔港指标站的资料,最终选取2004—2020年嵊泗站、大陈岛站和2010—2020年南麂站(分别代表浙江北部、浙江中部和浙江南部沿海,站点位置见图1)的逐小时极大风观测资料开展分析,由于南麂站于2004年建站,2004—2009年存在不同程度的缺测,资料质量较差,因此本文不予采用。资料序列通过了信息化格式检查和质量检查,资料完整度和质量均较高,其中嵊泗站和大陈岛站无数据中断情况,南麂站仅在2011年9月8—12日因设备故障中断观测,但通过与周围测站的风力记录进行比较,确定这几日无大风,风向、风速作缺省处理,对大风统计结果影响甚微。

大风天气系统分型参考气象信息综合分析处理系统(Meteorology Information Comprehensive Analysis Process System, MICAPS)资料、日本传真图及美国国家环境预报中心(National Centers for Environmental Prediction, NCEP)空间分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 的再分析资料。

### 1.2 处理方法

根据实际业务和服务需要,本文定义瞬时风速

达到或超过8级(风速 $\geq 17.2$  m/s)的风为大风,同时对风速达到或超过9级(风速 $\geq 20.8$  m/s)和10级(风速 $\geq 24.5$  m/s)的大风也进行了统计分析,并以20时(北京时,下同)为日界<sup>[17]</sup>。若逐小时极大风速资料中某一日有大风出现,即记一个大风日,大风频率为大风观测次数/有效观测次数 $\times 100\%$ ,风速以风力等级统计,风向分16方位。本文主要采用统计方法对大风气候特征进行分析,运用线性倾向估计大风年际变化特征,并与前人研究成果开展对比。

## 2 浙江沿海大风气候特征

### 2.1 浙江沿海大风年际变化特征

经统计(见表1),浙江沿海大风频发,年平均大风日数呈南部多、中北部少的特点,即浙南沿海(以下简称浙南)最多,浙北沿海(以下简称浙北)次之,浙中沿海(以下简称浙中)最少。浙北8级及以上大风日数年平均为101.4 d,9级及以上为33.2 d,10级及以上为8.8 d;浙中8级及以上大风日数年平均为94.5 d,9级及以上为28.9 d,10级及以上为6.6 d。与1971—2000年相比<sup>[14]</sup>,2004—2020年嵊泗站、大陈岛站年平均大风日数明显下降,嵊泗8级及以上大风日数减少18 d,9级及以上减少18 d,10级及以上减少5 d,大陈岛站则分别减少9 d、3 d和2 d,其中嵊泗9级及以上大风日数降幅最为明显,达35.7%。浙南平均每年1/3为大风日,即几乎每3 d出现一次大风,8级及以上大风日数年平均为121.8 d,9级及以上为46 d,10级及以上为12 d。通过与逐小时极大风资料的对比分析可知,年平均大风频率与大风日数特征基本一致,浙南大风发生概率最高,8级及以上大风出现频率为11.4%,9级及以上为

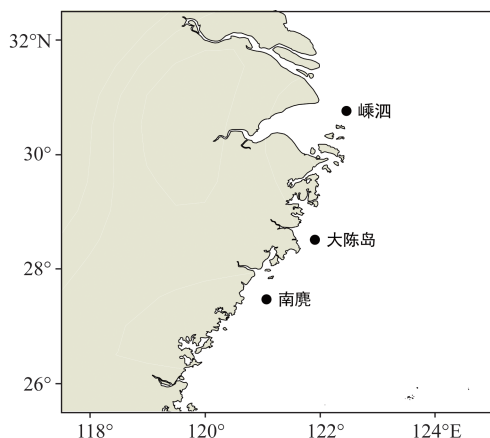


图1 站点位置

Fig.1 Locations of representative stations

表1 各站不同等级大风年平均日数(单位:d)

Tab.1 Annual average numbers of strong wind days at different levels and above at representative stations (unit: d)

站点	风力		
	8级及以上	9级及以上	10级及以上
嵊泗	101.4	33.2	8.8
大陈岛	94.5	28.9	6.6
南麂	121.8	46	12

3.1%, 10级及以上为0.65%, 浙中和浙北各级大风出现频率差异较小, 分别为7.33%、1.70%、0.37%和7.65%、1.88%、0.41%。浙南大风频率比浙中北部高50%左右。

从浙江沿海各站不同等级大风日数年际变化曲线来看(见图2), 大风日数总体均呈现下降趋势(已通过0.05及以上信度检验), 年际间波动差异较大。浙北3个等级大风日数最多分别为129 d(2005年)、54 d(2004年)和17 d(2006年), 最少分别为65 d(2019年)、18 d(2015年、2017年)和4 d(2011年、2018年、2020年); 大风日数平均递减率(即气候倾向率)分别为-3.1 d/a、-1.8 d/a、-0.6 d/a(见图2a)。浙中3个等级年大风日数最多分别为114 d(2005年)、41 d(2004年)和17 d(2004年), 最少分别为79 d(2018年)、14 d(2020年)和2 d(2011年、2016年); 气候倾向率分别为-1.3 d/a、-1.2 d/a、-0.3 d/a(见图2b)。浙南3个等级年大风日数最多分别为157 d、91 d和37 d, 均出现在2010年, 最少分别为104 d(2017年)和33 d(2017年)、5 d(2014年); 气候倾向率分别为-2.9 d/a、-3.1 d/a、-1.6 d/a(见图2c)。根据大风发生频率, 同样可以得出大风日数

存在减少的趋势, 结合相关研究<sup>[18]</sup>可以推断, 大风日数随着年份增加呈现显著减少的趋势, 与2001—2010年统计数据相比, 2010—2020年浙江沿海大风日数下降趋势趋缓。

大风日数减少的原因是多样的。有研究指出<sup>[19]</sup>, 冬、夏季亚洲经向环流指数减弱且纬向环流指数增强、下垫面粗糙程度增加、人类排放导致的全球变暖、冷空气活动频次减少且强度减弱都是大风日数减少的可能原因。

## 2.2 浙江沿海大风日数和频率月变化特征

图3为各站不同等级大风日数的月变化。在浙北地区(见图3a), 各级大风日数的季节变化呈三峰型, 大风主要出现在春季(3—5月), 其次为夏季(7—8月)和冬季(12月—次年1月); 8级及以上大风日数最多出现在4月(12.5 d), 其次为7月(11.6 d), 9月(7.0 d)和6月(7.1 d)最少, 此结论与嵊泗站1971—2000年大风月变化趋势<sup>[14]</sup>相似, 但近期数据显示6月也是大风日数极少月; 9级及以上、10级及以上大风日数与8级及以上大风日数的变化较为一致但趋缓, 9级及以上大风日数最多出现在3—4月

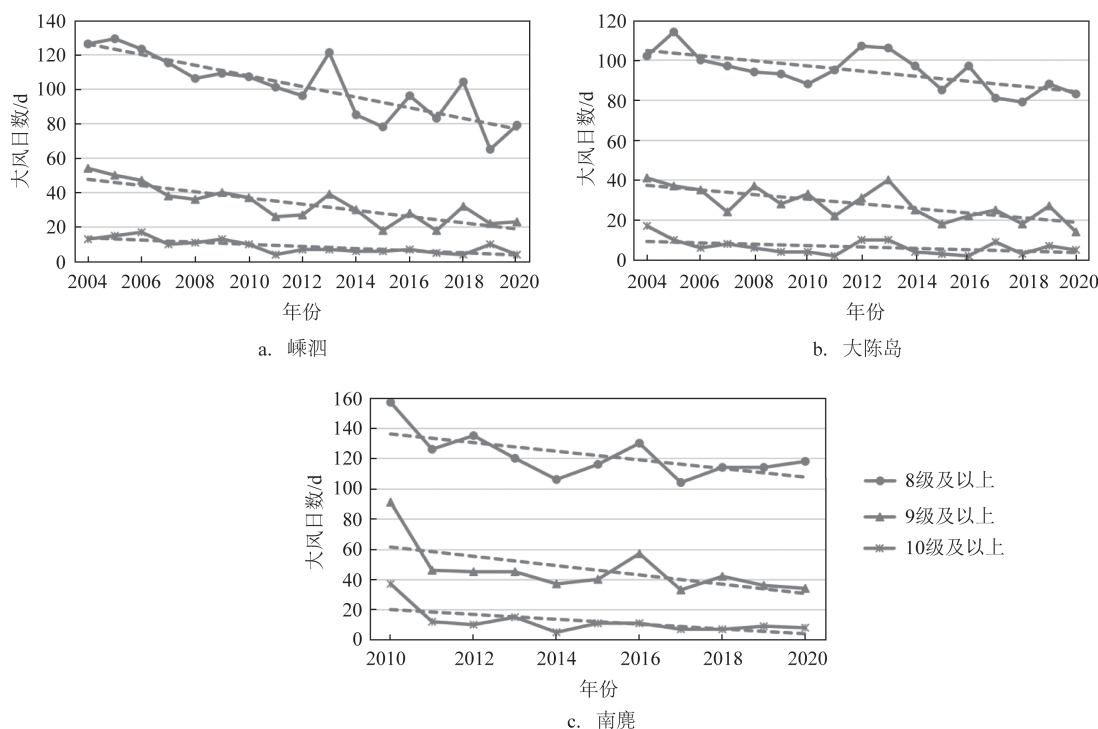


图2 各站不同等级大风日数年际演变(虚线为趋势线)

Fig.2 Interannual evolution of strong wind days at different levels and above at representative stations (dotted line is the trend line)

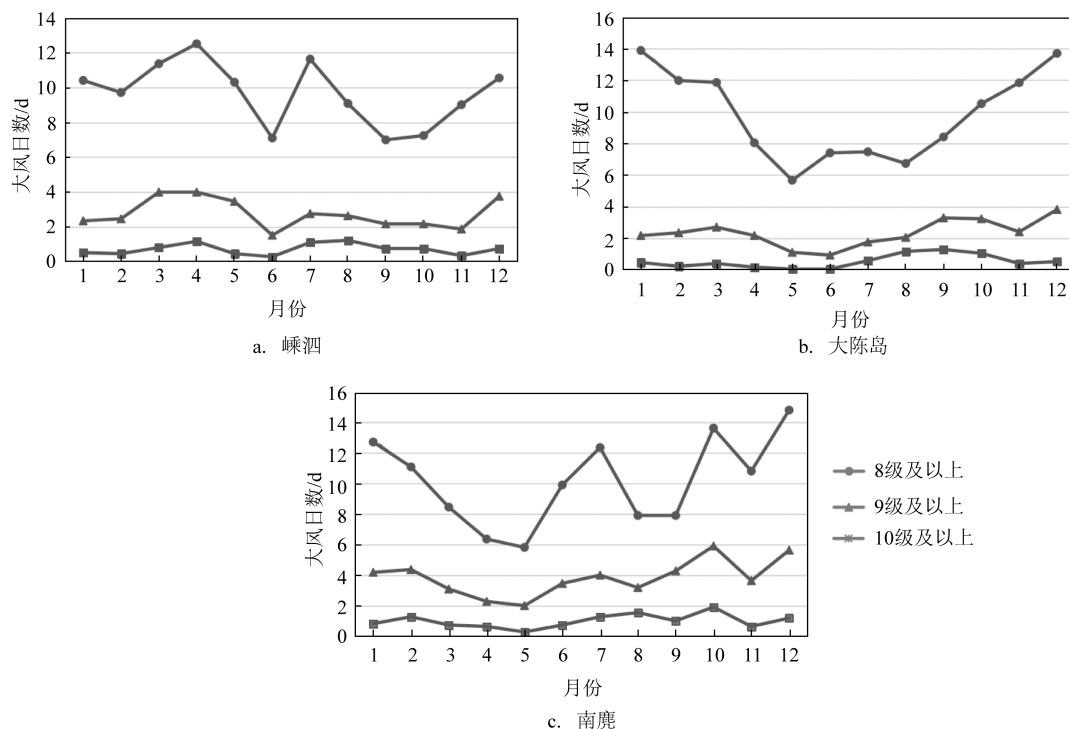


图3 各站不同等级大风日数的月变化

Fig.3 Monthly variation of strong wind days at different levels and above at representative stations

(4 d),最少为6月(1.5 d),10级及以上大风日数最多为4月和8月(1.2 d),最少为6月(0.3 d)。在浙中地区(见图3b),8级及以上大风多发生于冬半年,呈现冬多夏少的特点,12月和翌年1月的大风日数均接近14 d,5月达到谷值(5.7 d),此研究结果也与前期统计相似<sup>[14]</sup>;9级及以上大风呈现秋季—翌年初春多、春末—夏季少的特点;10级及以上大风则在夏末秋初达到峰值。在浙南地区(见图3c),各级大风日数月变化趋势基本相同,均呈三峰特点,8级及以上大风日数分别在夏季(7月,12.4 d)、秋季(10月,13.6 d)和冬季(12月,14.8 d)出现3个峰值,5月最少(5.8 d),9级及以上、10级及以上大风最多均出现在10月(分别为5.9 d、1.9 d),最少均在5月(分别为2 d、0.3 d)。

统计各月8级及以上大风频率(图略)可知,浙北大风频率同样呈现春季、夏季、冬季三峰结构,分别对应低压、台风、冷空气天气系统的高发季,6月大风频率最低,与12月相比,降幅达64.5%。浙中和浙南大风频率变化趋势较为一致,秋冬季(即9—11月和12月—翌年2月)大风频率最高,春末夏初

大风频率最小(浙中出现在5—6月,浙南为4—5月)。我们同时发现浙南较浙中大风频率谷值提前1个多月,这可能是由于正值春季转夏季,冷空气的影响由南到北逐渐减弱。

### 2.3 浙江沿海大风风向变化特征

分别统计各站所有的风向频率及8级及以上日极大风的风向频率分布(见图4、图5)。由图4可以看出,浙江沿海主要盛行偏北风和偏南风,这与浙江沿海季风气候特征相一致。较浙中和浙南而言,浙北偏南风较多,SSW、S和SSE风向共占25.6%(浙中、浙南分别为21.4%和17.8%),偏北风比重相对较少,NNW、N、NNE、NE风向共占41.2%(浙中、浙南分别为56.2%和63.5%)。占比最多的偏北风自北向南分别为N、NNE、NE,风向顺转。由图5可以看出,浙江沿海大风主导风向与当地盛行风向基本一致。浙北以偏南风 and 偏北风为主,主导风向为S,该风向大风日数占全部大风日数的25.6%,NNW次之,占16.1%(见图5a);S风向主要出现在春、夏两季,这两季S风向大风分别占S风向大风日数的



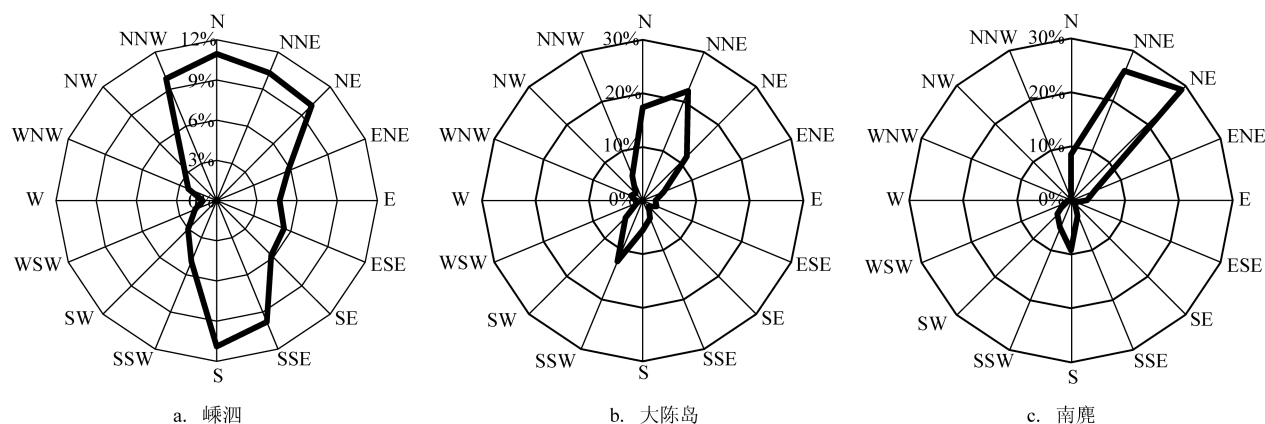


图4 各站风向频率

Fig.4 The wind direction frequency at representative stations

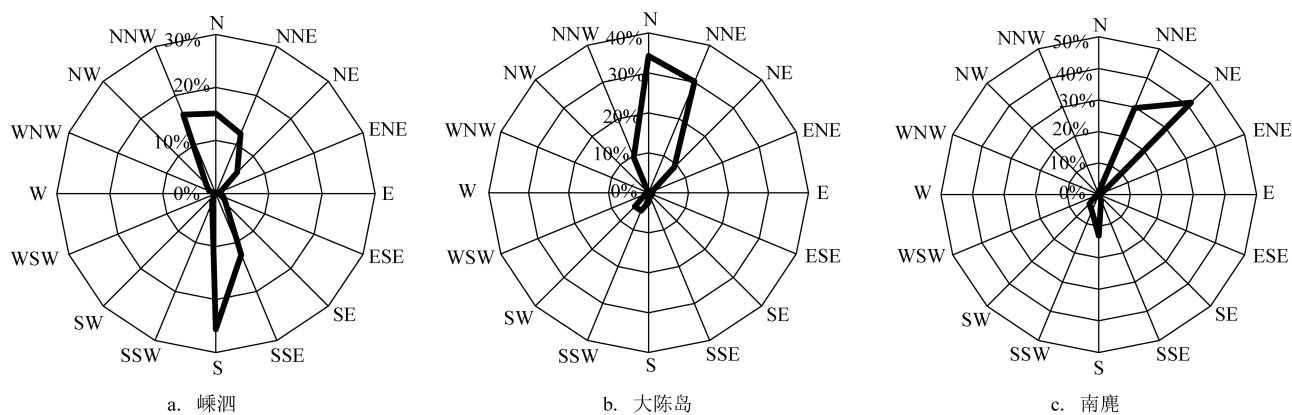


图5 各站日极大风为8级及以上风向频率

Fig.5 The wind direction frequency of daily extreme wind above level 8 at representative stations

48.9%和35.9%,NNW风向主要出现在冬季,这两季S风向大风占NNW风向大风日数的54.8%(表略)。浙中大风主导风向为N,该风向大风日数占全部大风日数的34.3%,NNE次之,占30.1%(见图5b);N和NNE风向大风主要出现在秋冬季,这两季N和NNE风向大风日数分别占各自大风日数的78.3%和71.9%。浙南NE风向大风最多,该风向大风日数占全部大风日数的41.3%,NNE次之,占29.7%(见图5c);NE和NNE风向大风主要出现在秋冬季,其中冬季NE和NNE风向大风日数分别占各自大风日数的42.9%和45%。统计所有观测到的3个风力等级的大风风向频率(图略),结论与上述基本一致,即风向呈偏南和偏北两极分布,浙北冬季以NNW—NNE风向大风为主,夏季以SSE和S风向大风为主,浙中和浙南变化较为一致,冬季以N—NE风向

大风为主,夏季则以S—SSW风向大风居多,且夏季风弱于冬季风。另外可以发现自北向南风向顺转现象明显,这可能与浙江沿海的地形及海陆分布有较大关系。综上分析可知,浙江沿海季风特征显著,大风风向的季节性转变是其主要特征,浙中和浙南沿海冬季风特征较夏季风强;秋冬两季浙江沿海以偏北向大风为主,且大风主导风向(分别为NNW、N、NE)自北向南风向顺转;夏季浙北沿海偏南风较浙中和浙南显著。

### 3 大风影响系统分析

当大风风力达9级及以上时,会对沿海交通造成严重影响,因此相较8级大风而言,在实际工作中更关注9级及以上大风。在2016—2020年近5a的



c. 南麂站

影响系统	月份												占比/%
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
冷空气大风	14	16	12	2	2	—	—	—	1	10	24	29	54.5
低压大风	—	—	—	7	6	8	4	—	—	1	—	—	12.9
台风大风	—	—	—	—	—	—	3	10	20	12	—	—	24.3
雷雨大风	—	—	—	—	—	1	1	—	2	—	—	—	2.0
高压后部偏南大风	—	—	—	—	1	4	4	1	—	—	—	—	5.0
其他	—	—	1	—	1	—	—	1	—	—	—	—	1.5

冷空气在浙江沿海冬季频发,台风多发生在夏季和初秋,尤其是9月,其中浙江中南部受台风影响更大,而低压大风多集中爆发于春夏季,浙北出现最早,浙中集中于春末,而浙南贯穿春末—夏初。

## 4 结论

本文对浙江沿海3个代表站(2004—2020年嵎泗站、大陈岛站和2010—2020年南麂站)的大风资料进行了统计和分析。结果表明:

①浙江沿海大风多发。浙南沿海大风日数最多,平均每年有1/3为大风日,浙北沿海次之,浙中沿海最少;从大风日数年变化趋势来看,浙江沿海8级及以上、9级及以上、10级及以上大风日数总体均呈现下降趋势,且近10 a的降幅趋缓。

②从大风日数的月变化来看,浙江沿海大风具有一定的地域差异性。浙北沿海3个风力等级大风日数最多分别出现在4月、3—4月、4月和8月,最少均出现在6月。浙中沿海8级及以上大风日数呈现冬季多夏季少的特点,即12月和1月大风日数达到峰值,5月达到谷值,9级及以上大风日数则呈现秋季—翌年初春多、春末—夏季少的特点;10级及以上大风主要发生于9月台风季。浙南各级大风日数均在7月、10月和12月呈现三峰特点,其中8级及以上大风日数在12月最多,9级及以上和10级及以上大风日数最多出现在10月,最少出现在5月。

③浙江沿海季风特征显著。秋、冬两季浙江沿海以偏北大风为主,主导风向自北向南顺转,分别为NNW、N、NE。浙北沿海偏南风占全部大风日数的25.6%,浙中、浙南沿海夏季风明显弱于冬季风。

④浙江沿海大风分型主要为冷空气大风、台风

大风、低压大风、海上高压后部偏南大风和雷雨大风等。在9级及以上的大风中,冬半年冷空气大风最为常见,主要出现在11月—翌年3月;其次为夏季—初秋的台风大风,主要出现在7—10月;再次为春末夏初的低压大风;雷雨大风和高压后部偏南大风相对较少。

## 参考文献:

- [1] 陈秀宝, 温树伟, 张淑云. 浙江主要气象灾害概述[J]. 东海海洋, 1991, 9(1): 65-71.  
CHEN X B, WEN S W, ZHANG S Y. The meteorological calamity over Zhejiang[J]. Donghai Marine Science, 1991, 9(1): 65-71.
- [2] BÄRRING L, VON STORCH H. Scandinavian storminess since about 1800[J]. Geophysical Research Letters, 2004, 31(20): L20202.
- [3] 邱博, 张录军, 谭慧慧. 中国大风集中程度及气候趋势研究[J]. 气象科学, 2013, 33(5): 543-548.  
QIU B, ZHANG L J, TAN H H. Study on the gale concentration degree and climatic tendency in China[J]. Journal of the Meteorological Sciences, 2013, 33(5): 543-548.
- [4] 曲巧娜, 盛春岩, 杨晓霞, 等. 黄、渤海沿海大风变化特征及影响系统[J]. 气象科学, 2018, 38(2): 212-220.  
QU Q N, SHENG C Y, YANG X X, et al. Variation characteristics of gale in the coastal Yellow Sea and the Bohai Sea and its weather system[J]. Journal of the Meteorological Sciences, 2018, 38(2): 212-220.
- [5] 郑崇伟. 全球海域大风频率精细化统计分析[J]. 广东海洋大学学报, 2013, 33(6): 77-81.  
ZHENG C W. Statistics of gale frequency in global oceans[J]. Journal of Guangdong Ocean University, 2013, 33(6): 77-81.
- [6] 吕爱尼, 杨柳妮, 黄彬, 等. 中国近海大风的天气学分型[J]. 海洋气象学报, 2018, 38(1): 43-50.  
LYU A M, YANG L N, HUANG B, et al. Classification of synoptic patterns for China offshore gales[J]. Journal of Marine Meteorology, 2018, 38(1): 43-50.

- [7] DING Y H, REN G Y, ZHAO Z C, et al. Detection, causes and projection of climate change over China: an overview of recent progress[J]. *Advances in Atmospheric Sciences*, 2007, 24(6): 954-971.
- [8] 王遵娅, 丁一汇, 何金海, 等. 近 50 年来中国气候变化特征的再分析[J]. *气象学报*, 2004, 62(2): 228-236.  
WANG Z Y, DING Y H, HE J H, et al. An updating analysis of the climate change in China in recent 50 years[J]. *Acta Meteorologica Sinica*, 2004, 62(2): 228-236.
- [9] 王小玲, 宋文玲. 近 30a 我国 5 级以上风日数的时空变化特征[J]. *气候变化研究进展*, 2008, 4(6): 347-351.  
WANG X L, SONG W L. Spatial and temporal variations in windy days over category 5 in China during 1975-2005[J]. *Advances in Climate Change Research*, 2008, 4(6): 347-351.
- [10] 王畅, 刘倩, 龙强, 等. 唐山湾精细化海区大风特征初步分析[J]. *海洋预报*, 2016, 33(1): 11-18.  
WANG C, LIU Q, LONG Q, et al. Preliminary analysis of strong wind over the fine sea area of Tangshan Bay[J]. *Marine Forecasts*, 2016, 33(1): 11-18.
- [11] 郭俊建, 孙莎莎. 山东沿海精细化海区大风特征分析[J]. *海洋预报*, 2014, 31(4): 41-46.  
GUO J J, SUN S S. Analysis of gale wind along Shandong coast [J]. *Marine Forecasts*, 2014, 31(4): 41-46.
- [12] 李超, 魏建苏, 严文莲, 等. 江苏沿海大风特征及其变化分析[J]. *气象科学*, 2013, 33(5): 584-589.  
LI C, WEI J S, YAN W L, et al. Synoptic and climatic survey of the gale in the coast of Jiangsu province[J]. *Journal of the Meteorological Sciences*, 2013, 33(5): 584-589.
- [13] 夏丽花, 吴幸毓, 陈敏艳. 台湾海峡致灾大风气候特征分析[J]. *海峡科学*, 2017(6): 3-8.  
XIA L H, WU X Y, CHEN M Y. Analysis on climate characteristics of disaster-causing Gale in the Taiwan Strait[J]. *Straits Science*, 2017(6): 3-8.
- [14] 董加斌, 胡波. 浙江沿海大风的天气气候概况[J]. *台湾海峡*, 2007, 26(4): 476-483.  
DONG J B, HU B. Synoptic and climatic survey of the gale in the coast of Zhejiang Province[J]. *Journal of Oceanography in Taiwan Strait*, 2007, 26(4): 476-483.
- [15] 卢美, 朱业. 浙江沿海大风的天气气候特征[J]. *杭州师范大学学报(自然科学版)*, 2011, 10(5): 474-480.  
LU M, ZHU Y. Weather and climate characteristics of the coastal gale in Zhejiang[J]. *Journal of Hangzhou Normal University (Natural Science Edition)*, 2011, 10(5): 474-480.
- [16] 刘敏, 漆梁波. 嵊泗站大风的统计特征及其与平均风的关系[J]. *大气科学研究与应用*, 2010(2): 83-92.  
LIU M, QI L B. Statistic characteristics of gale in Shengsi station and the relationship between gale and average wind force[J]. *Atmospheric Science Research and Application*, 2010(2): 83-92.
- [17] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京: 气象出版社, 2003: 21-27.  
China Meteorological Administration. Specification for surface meteorological observation[M]. Beijing: China Meteorological Press, 2003: 21-27.
- [18] 曹兴, 万瑜, 陆辉, 等. 近 30a 新疆达坂城风区大风特征及其变化规律[J]. *干旱区研究*, 2015, 32(1): 116-122.  
CAO X, WAN Y, LU H, et al. Gale and its change in Dabancheng, Xinjiang in recent 30 years[J]. *Arid Zone Research*, 2015, 32(1): 116-122.
- [19] 赵宗慈, 罗勇, 江滢. 全球大风在减少吗?[J]. *气候变化研究进展*, 2011, 7(2): 149-151.  
ZHAO Z C, LUO Y, JIANG Y. Is global strong wind declining? [J]. *Advances in Climate Change Research*, 2011, 7(2): 149-151.

## Analysis of the climatic characteristics and influence system of strong wind along the coast of Zhejiang

CAO Zongyuan<sup>1</sup>, WANG Jiankan<sup>1</sup>, HE Qing<sup>1</sup>, ZHANG Xiao<sup>1</sup>, FU Na<sup>1</sup>, CHEN Dongdong<sup>2</sup>

(1. Zhoushan Meteorological Bureau, Zhoushan 316021, China; 2.No.92012 Army of PLA, Zhoushan 316000, China)

**Abstract:** This paper selects three representative stations along the coasts of the northern, the central, and the southern Zhejiang to statistically analyze the interannual and monthly changes of strong windy days, strong windy frequency, wind direction, and impact systems in the Zhejiang coastal area. The results are as follows: The number of strong windy days is the largest along the southern coast of Zhejiang, with 1/3 of the year are strong windy days on average, followed by the coastal area of northern Zhejiang, and the number of strong windy days is the least in the coastal area of central Zhejiang, meanwhile, the number of gale days shows a downward trend,



which has slowed down in recent 10 years. The number of gale days along the coast of Zhejiang shows certain regional characteristics. The numbers of strong windy days of level 8, 9, 10 and above in the coastal area of northern Zhejiang peak in April, March-April, April and August, respectively, while the minimum numbers of which all occur in June. The number of strong windy days of level 8 and above along the coast of central Zhejiang is greater in winter and less in summer, while the number of strong windy days of level 9 and above is higher from autumn to early spring of the next year and lower from late spring to summer, and the number of strong windy days of level 10 and above is concentrated during the typhoon season in September. The number of strong wind days of level 8 and above along the coast of southern Zhejiang peaks in December, while the number of strong wind days of level 9, 10 and above are both reach to the highest in October, and to the lowest in May. The monsoon characteristics are significant in the coast of Zhejiang. In autumn and winter, the coast of Zhejiang is dominated by northerly winds, and the dominant wind directions turn clockwise from the north to the south, which are NNW, N, and NE, respectively, and the summer monsoon in the central and southern Zhejiang is weaker than the winter monsoon. The causes of strong winds along the coast of Zhejiang from atmospheric systems are cold air, typhoon, low pressure, high pressure at sea, and thunderstorm strong winds. Cold air northerly strong winds are most common from November to March of the following year, followed by typhoon strong winds in summer, mainly from July to October, and low-pressure strong winds in late spring and early summer.

**Key words:** Zhejiang coastal strong wind; windy days; wind direction; climate characteristics; influence system