

宁波沿海 灾害性 大风特征

NINGBO YANHAI
ZAIHAIXING DAFENG TEZHENG

涂小萍 姚日升 廉亮 蒋璐璐
杨栋 顾小丽 张晶晶

编著

气象出版社



宁波沿海灾害性大风特征

涂小萍 姚日升 廉 亮 蒋璐璐 编著
杨 栋 顾小丽 张晶晶

内容简介

本书得到浙江省自然科学基金(LY15D050001)和宁波市科技计划项目(2012C50044)共同资助,是两个项目成果的总结。第1章基于自动气象站测风资料,对宁波沿海灾害性大风气候概况及分布特征进行分析。第2章至4章基于自动气象站测风、近海梯度风和卫星反演风资料,对沿海浮标站风速与海岛站测风的关系、近地边界层风速廓线特征和ASCAT反演风在宁波沿海的评估及应用等进行分析,并对宁波沿海主要灾害性大风的阵风特征进行总结。第5章对发生在宁波沿海的4个典型的天气系统的灾害性大风个例边界层风速特征进行分析。第6章对宁波舟山港核心港区的灾害性天气管控特征、港区雾气候特征进行统计分析。所用主要资料包括常规气象观测、浙江省自动气象站观测、多普勒雷达观测、ASCAT反演风场、NCEP再分析资料和宁波凉帽山高塔气象要素梯度观测等。

图书在版编目(CIP)数据

宁波沿海灾害性大风特征 / 涂小萍等编著. — 北京:
气象出版社, 2018. 3

ISBN 978-7-5029-6752-9

I. ①宁… II. ①涂… III. ①沿海-大风灾害-研究-宁波 IV. ①P425.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 060089 号

Ningbo Yanhai Zaihaixing Dafeng Tezheng

宁波沿海灾害性大风特征

涂小萍 姚日升 廉亮 蒋璐璐 杨栋 顾小丽 张晶晶 编著

出版发行: 气象出版社

地址: 北京市海淀区中关村南大街 46 号

邮政编码: 100081

电话: 010-68407112(总编室) 010-68408042(发行部)

网址: <http://www.qxcbs.com>

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

责任编辑: 王凌霄 张锐锐

终审: 吴晓鹏

责任校对: 王丽梅

责任技编: 赵相宁

封面设计: 吕有田

印刷: 北京中科印刷有限公司

开本: 710 mm×1000 mm 1/16

印张: 10

字数: 256 千字

版次: 2018 年 3 月第 1 版

印次: 2018 年 3 月第 1 次印刷

定价: 60.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换。

序

宁波是浙江省“一带一路”建设综合试验区,是重要的支点城市,地处东南沿海,位于中国大陆海岸线中段,是中国大运河南端出海口,“海上丝绸之路”东方始发港,东海海域享有“海上黄金通道”称号,也是东部沿海渔民传统的渔场。“宁波舟山港”是“一带一路”重要的枢纽港口,世界少有的深水良港,其货物吞吐量位于全球第一。“宁波舟山港”的发展、海洋资源的保护和开发利用、海上突发事件应急处置,都对海上气象服务提出了更高的要求。

海上大风是威胁海上作业的主要海洋灾害,相对陆地而言,对海上天气的监测预报预警难度更大,如何利用先进的探测设施获取更多的海上探测资料,如何提高多种探测资料分析能力,一直是海上预报服务的重点,也是难点。本书通过对多种资料的融合分析,重点探讨了宁波沿海灾害性大风气候概况及分布特征、主要灾害性大风的阵风特征、典型灾害性大风边界层风速特征、“宁波舟山港”核心港区灾害性天气特征和港区雾气候特征,这些研究对港口及沿海气象预报和服务具有参考意义,是一个很好的尝试。

宁波市气象局局长



2018年1月8日

前 言

浙江地处中国东南沿海长江三角洲南翼,东临东海,南接福建,西与安徽、江西相连,北与上海、江苏接壤,所辖陆地面积 10.55 万平方千米,海域面积 26 万平方千米,是中国岛屿最多的省份,万吨级以上泊位的深水岸线占中国的三分之一以上。渔业、滩涂、港口、航运、旅游、油气、风能等海洋资源十分丰富,宁波舟山港更是天然深水良港,港口经济优势明显。

海上大风是威胁海上作业的主要海洋灾害,每年宁波海域 8 级以上大风日数超过 120 天,大风天气系统主要为台风和冷空气,夏季强对流大风也可能造成突发性风灾。海上大风的预报服务一直是沿海各省(区、市)的重要气象业务工作。随着自动测风、多普勒雷达、风廓线仪、沿海高塔梯度观测等建设及卫星反演资料的应用,为宁波沿海大风的精细化分析积累了资料。加强多源探测资料的融合分析技术研究,已成为提高海上大风精细化预报服务的重要手段。

本书基于海岛自动站测风、ASCAT 卫星反演风场、近海高塔梯度观测等多种资料的融合分析,对沿海灾害性大风特征和典型灾害性大风边界层特征进行分析,对于沿海大风的预报和服务有参考意义,可以为宁波沿海灾害性大风的精细化预报和服务提供参考,衷心希望读者能在本书中获得有用的知识和信息。由于编者水平有限,书中不当之处敬请读者批评指正。

作 者

2017 年 10 月

目 录

序

前言

第 1 章 宁波沿海灾害性大风气候概况 (1)

1.1 宁波气象服务海区 (3)

1.2 冷空气大风气候概况 (4)

1.3 热带气旋大风气候概况 (7)

1.4 强对流大风气候概况 (9)

1.5 小结 (10)

参考文献 (10)

第 2 章 自动气象站测风资料在精细化分析中的应用 (13)

2.1 自动气象站测风资料代表性 (15)

2.2 宁波沿海近地边界层风廓线 (17)

2.3 基于浮标站的冷空气大风风速推算 (29)

2.4 兰金涡旋模型在热带气旋风场中的应用与检验 (31)

2.5 小结 (42)

参考文献 (43)

第 3 章 ASCAT 反演风场在宁波沿海的评估和应用 (47)

3.1 ASCAT 反演风场评估 (49)

3.2 ASCAT 反演风速订正 (51)

3.3 冷空气大风的 ASCAT 风场参考性 (56)

3.4 小结 (58)

参考文献 (59)

第 4 章 灾害性大风近地面阵风特征 (61)

4.1 灾害性大风的阵风特征研究进展 (63)

4.2 灾害性大风阵风系数特征 (65)

4.3 基于阵风系数的站点分类 (68)

4.4 阵风系数预报模型建立及检验 (71)

4.5	小结	(72)
	参考文献	(72)
第 5 章	宁波沿海典型灾害性大风个例边界层特征	(75)
5.1	入海温带气旋	(77)
5.2	阵风锋	(89)
5.3	热带气旋	(104)
5.4	冰雹	(116)
	参考文献	(133)
第 6 章	宁波舟山港区灾害性天气特征	(139)
6.1	大风管控特征	(142)
6.2	宁波沿海雾气候特征和港区大雾管控特征	(145)
6.3	小结	(150)
	参考文献	(151)

第1章

宁波沿海灾害性 大风气候概况

1.1 宁波气象服务海区

浙江省海洋资源十分丰富,海岸线总长近 6500 km,约占中国海岸线总长的五分之一,居中国首位。其中大陆海岸线 2200 km,居中国第 5 位。海域面积 26 万 km^2 ,面积大于 500 m^2 的海岛有 3061 个,是中国岛屿最多的省份。浙江海洋岸长水深,可建万吨级以上泊位的深水岸线约 290 km,占中国的三分之一以上,10 万吨级以上泊位的深水岸线 106 km。

宁波市位于浙江省东北部,北靠杭州湾,南接三门湾,东临东海,行政区内港湾曲折,岛屿星罗棋布,拥有漫长的海岸线。全市海域总面积 8233 km^2 ,海岸线总长 1594 km,其中大陆岸线 836 km,岛屿岸线为 759 km,占浙江省海岸线的三分之一。境内不仅有著名的天然深水良港—宁波舟山港,而且还有“两湾一港”,即杭州湾、三门湾、象山港。宁波市海洋气象服务责任海区包括宁波北部沿海、南部沿海和宁波外部海域以及杭州湾、象山港、三门湾(图 1.1.1)。根据地理位置不同,从海洋渔业服务角度又划分为 13 个渔场海区(图 1.1.2)。



图 1.1.1 宁波气象服务行政海区



图 1.1.2 宁波气象服务渔场

浙江沿海特别是北部近海岛屿众多,海岸地形复杂,基于国家站的常规观测资料远远不能满足精细化海洋气象业务的需要,而遥感反演的风资料并不适用于大陆近海(Isoguchi et al., 2007; 许向春等, 2011)。2005 年起浙江省气象部门陆续在浙江近海建设了 120 多个海岛自动气象站,2010 年又投放了 2 个浮标站。这些海岛自动站和浮标站均分布在 123°E 以西,2 个浮标站分别位于 $29.75^{\circ}\text{N}, 122.75^{\circ}\text{E}$ (舟山浮标站) 和 $27.55^{\circ}\text{N}, 121.4^{\circ}\text{E}$ (温州浮标站),离岸距离分别约为 47 km 和 70 km。海岛测风资料在一定程度上填补了浙江沿海风力资料的空白,为近海风力精细化分析提供了资料支撑。

1.2 冷空气大风气候概况

灾害性大风是海区风力预报服务的重点。气象业务中,当站点最大风速达到或超过 6 级($10.8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$),或者极大风速达到或超过 8 级($17.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)时被定义为大风。造成浙江沿海海面大风的天气系统中,冬半年多为冷空气,夏季主要为热带气旋(董加斌等, 2007; 卢美等, 2011),而春、夏季中小尺度强对流也可能造成局地风灾。分析发现,风灾事故占渔船全损事故的 52%,而冬半年突发性的冷空气大风是导致木质渔船出现风灾事故的主要原因(尹尽勇等, 2009)。

浙江沿海冷空气大风特征分析仅针对冷空气大风事件进行,距离浙江省大陆海岸

线 50 km 以内的沿海自动气象站点和所有海岛自动站(包括浮标站)均参与近海风力精细化分析。资料时段为 2010—2014 年冬季(12—次年 2 月),来源于浙江省气象信息中心。由于自动气象站资料入库保存时都进行了人工审核,应用时没有进行资料质量控制,资料量达到总量 95% 以上的 979 个站点参与分析。测风资料选择逐日 08—20 时和 20—次日 08 时 12 h 最大风速。当一次冷空气过程最大风速 ≥ 6 级的站点数达到总数的 30% 以上则记为一次大风事件,同一次冷空气过程如果 08—20 时,20—次日 08 时均达到大风事件标准,按就大原则统计过程风速。大风事件次数以包含关系计数,如某站某日 08—20 时出现 8 级最大风力,则该站 6 级、7 级、8 级大风事件各计 1 次。2010—2014 年冬季(12—次年 2 月)共计 12 个月 361 天中,浙江近海共发生冷空气大风事件 116 次。

分析结果表明,浙江沿海冷空气大风以西北、偏北和东北大风为主。图 1.2.1 a~c 分别为西北(a)、偏北(b)和东北(c)冷空气大风时浙江省陆地及近海海面等风速

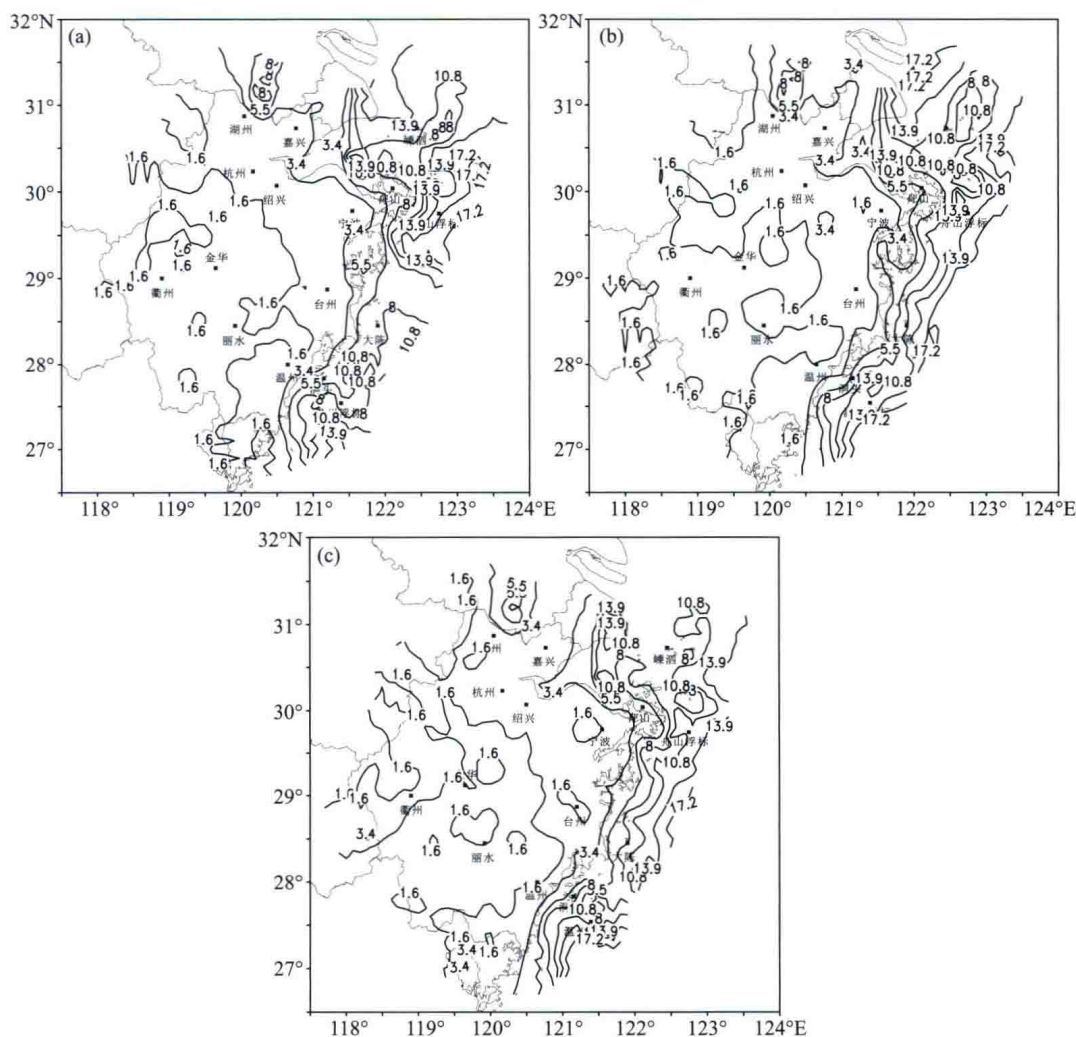


图 1.2.1 浙江省冬季冷空气西北(a)、偏北(b)和东北(c)大风时等风速线空间分布(单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

线空间分布。可见海面风速明显大于内陆,等风速线平行于海岸线自西向东逐渐增大。除宁波到温州一带沿海地区平均风速达到 4 级($5.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)外,陆地风力均在 3 级或以下,沿海地区及舟山群岛风力可达 5~6 级,7 级以上大风一般出现在距离海岸线 40 km 以上的海区,可见冷空气大风事件仅可能发生在沿海地区和近海海面。

冬季浙江近海不同等级风力出现概率空间分布与平均风速相似,图 1.2.2a~d 为浙江省冬季 5 级、6 级、7 级和 8 级及以上风力出现概率:浙江省内陆地区出现 5 级以上风力的概率一般小于 5%,仅局部山区和杭州湾口出现 5 级风力的概率达到 5%~10%,太湖湖面一般不会出现 7 级以上大风,出现 6 级风力的概率不到 20%。浙江省中部和南部沿海等值线均平行于海岸线自西向东快速增大。浙北沿海大风概率分布则相对复杂,在长江口南部的杭州湾开阔水域、嵊泗列岛以南与东极岛—

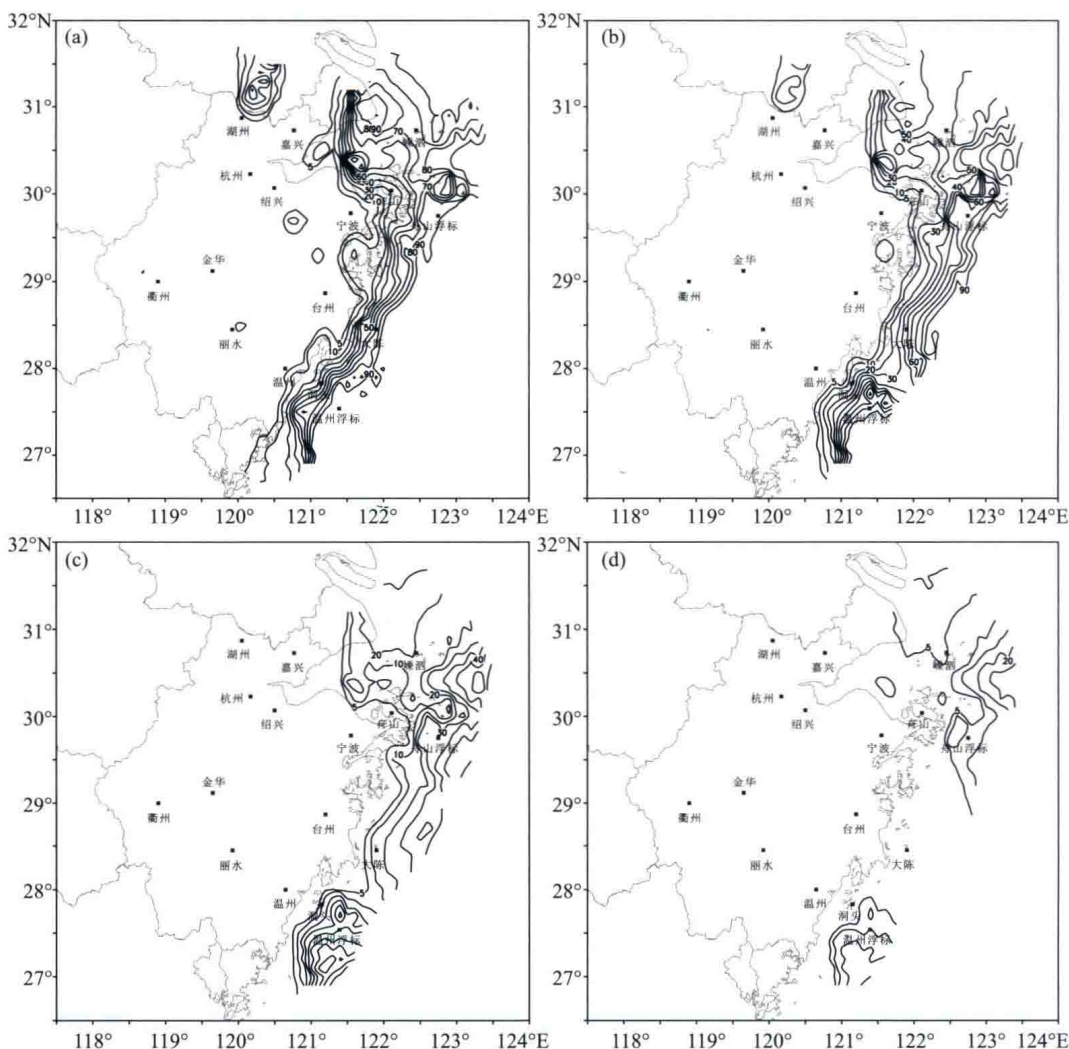
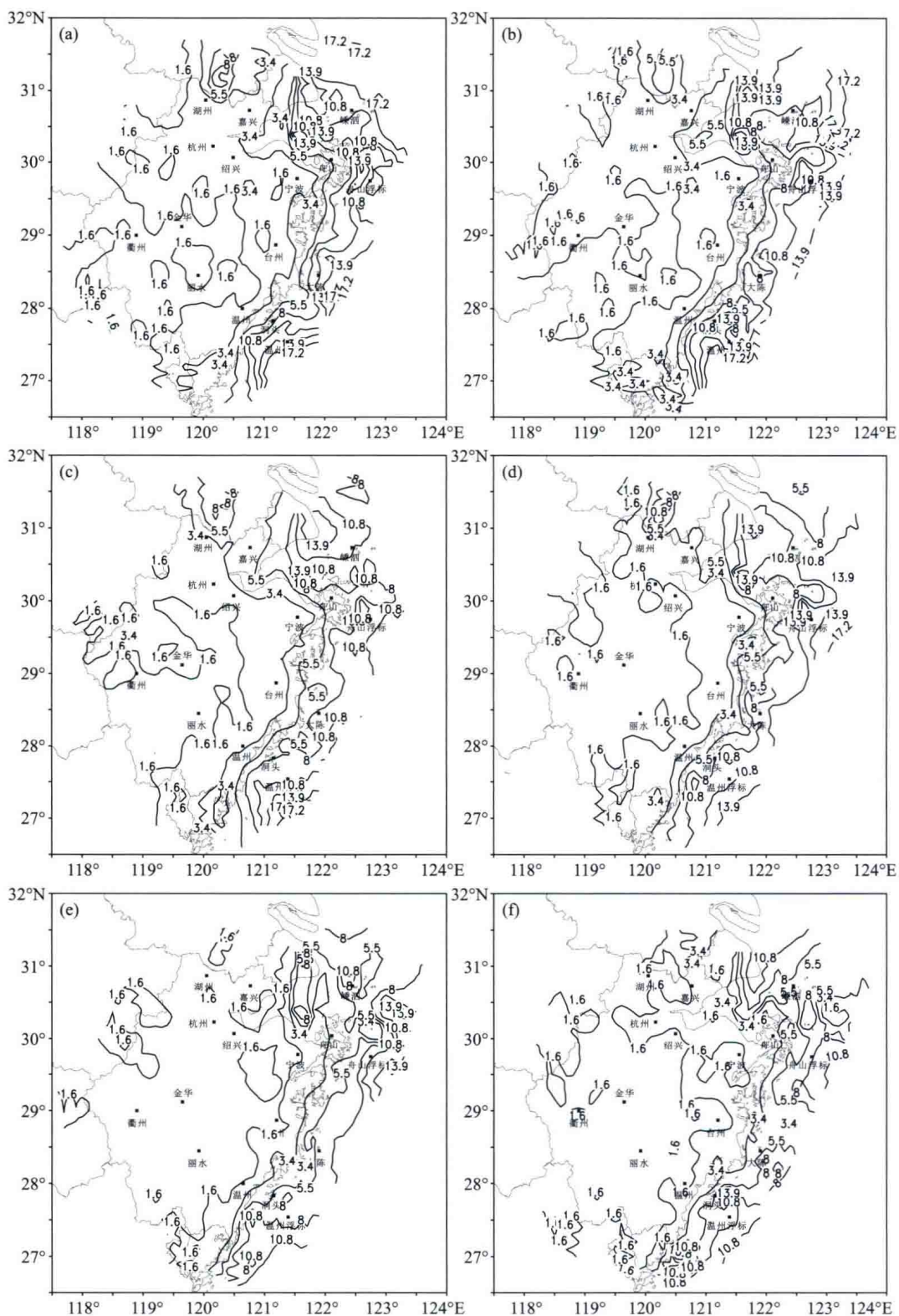


图 1.2.2 浙江省冬季冷空气 5 级(a)、6 级(b)、7 级(c)和 8 级及以上(d)大风概率分布(%)

东福山以北、以及舟山本岛以东与东极岛—东福山以西都是大风发生概率相对高的海区,这些海区无面积较大的岛屿,风力受地形影响较小。大风出现概率随风力等级的增大而减小,在舟山浮标站以南海区,距离大陆海岸线 30 km 以上的沿海海面冬季 5 级风以上概率高达 80% 以上,6 级以上大风概率为 60%~80%,而 7 级以上风力的概率仅 20%~40%,8 级以上则不到 10%,且范围很小。可见冬季浙江省大部近海海区出现 5~6 级风力很常见,但 7 级以上风力概率明显降低,而 8 级以上风力概率和出现海区都较小。相同等级的风力在浙北沿海岛屿较少的开阔海区出现概率相对高。浙江中南部沿海大风发生概率的等值线基本平行于海岸线,且自西向东快速增大,相同等级的风力在距离海岸线 30 km 以上的海区发生概率明显增大。海区风力预报和服务需要考虑这种精细化分布和变化。

1.3 热带气旋大风气候概况

影响浙江的热带气旋(tropical cyclone, TC)主要出现在夏半年,其灾害直接表现为强降水、强风和风暴潮等(薛根元等,2006;梁军,2007;赵领娣等,2011;肖玉凤等,2011)。对浙江沿海有直接影响的 TC 中 40% 登陆,这一类 TC 一般稳定西北行,强度强,在厦门以北到浙江沿海登陆,往往给浙江陆地和沿海带来狂风暴雨,18.9% 在 125°E 以西紧靠浙江沿海北上,主要灾害是海上大风(刘爱民等,2009)。TC 影响时,不同风向均可能在浙江近海产生大风,且不同风向等风速线分布有所不同。图 1.3.1a~h 分别为 TC 影响浙江省时偏北(N,a)、东北(NE,b)、偏东(E,c)、东南(SE,d)、偏南(S,e)、西南(SW,f)、偏西(W,g)、西北(NW,h)等风速线空间分布,可见不同风向时沿海等风速线分布有所不同,偏北和东北大风时(图 1.3.1a~b)与冷空气大风相似,沿海等风速线平行于海岸线并自西向东逐渐增大,7 级以上大风一般出现在距离海岸线 40 km 以上的海区;偏东和东南风时(图 1.3.1c~d)7 级以上大风主要出现在浙江南部近海和杭州湾附近海面;偏南和西南大风(图 1.3.1e~f)范围最小,主要出现在舟山群岛东部海区;而偏西和西北风(图 1.3.1g~h)时浙江北部海区可能出现 7 级以上大风。上述风速分布特征与 TC 位置有关。浙江近海盛行偏北风或东北风时,TC 中心一般位于海洋上,强度高,影响范围大,整个浙江近海均受影响,表现出 7 级等风速线范围最大;偏东或东南风时热带气旋中心多位于福建沿海,因此浙南近海风力相对较大,而杭州湾沿岸因喇叭口的地形效应对偏东气流有增强作用,表现出图 1.3.1c~d 中的风速大值中心;偏南风或西南风时 TC 多已登陆,强度减弱,海区灾害性风力范围偏小;当浙江近海出现偏西或西北大风时,TC 中心多位于长江口及其以北的海面,因此北部近海风速明显大于南部近海。



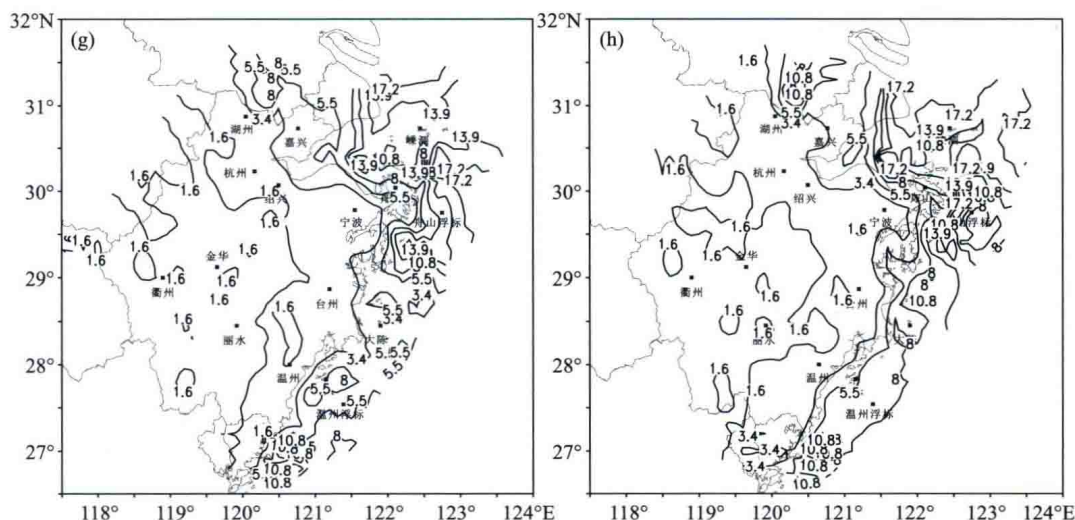


图 1.3.1 热带气旋影响期间浙江省不同风向风速分布($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

(a:偏北风;b:东北风;c:偏东风;d:东南风;e:偏南风;f:西南风;g:偏西风;h:西北风)

1.4 强对流大风气候概况

为了分析浙江省强对流大风发生地点及发生概率分布的气候概况,对 2011—2013 年 6—8 月浙江省自动气象站逐日逐 10 min 资料进行统计。挑选发生过强对流大风事件的站点,当强对流导致站点出现最大风力 ≥ 6 级或极大风力 ≥ 8 级时被认为站点发生过强对流大风,不考虑站点降水等其他要素,强对流发生到结束计为 1 次强对流大风事件,2011—2013 年浙江省共计 57 次、847 站(共计 4185 站次)出现过强对流大风事件,站点空间分布见图 1.4.1,图中小、中和大黑色圆点分别表示站点强对流大风发生概率 $\leq 10\%$ 、 $10\% \sim 20\%$ 、 $> 20\%$ 。可见强对流大风发生站点遍布浙江全省各地,但 93.2%(789/847)的站点强对流大风发生概率都在 10% 以下,5.8%(49/847)的站点大风概率为 10%~20%,这些站点多位于近海海区 and 靠近海岸线的陆地,仅有 1%(9/847)的强对流大风站点发生概率超过 20%,这些站点均分布在浙江近海海区。虽然强对流大风发生地遍及浙江全省,但发生概率超过 10% 的站点多位于沿海地区和近海海区,预报服务应当予以关注。

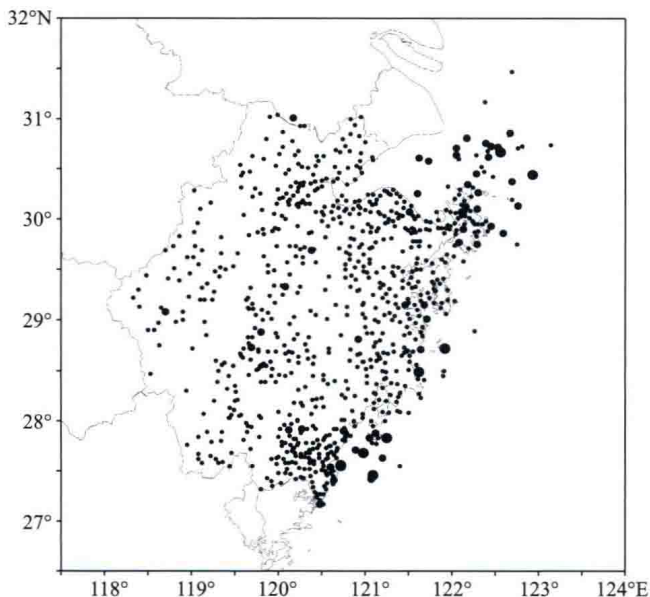


图 1.4.1 2011—2013 年 6—8 月浙江省强对流大风事件站点分布(黑色圆点表示站点位置,圆点大小表示发生概率,小 $\leq 10\%$, $10\% < \text{中} \leq 20\%$,大 $> 20\%$)

1.5 小结

导致浙江沿海海面大风的天气系统冬半年多为冷空气,夏季主要为热带气旋,春夏季中小尺度强对流也可能造成局地风灾。统计分析表明:

1)浙江沿海冷空气大风以西北、偏北和东北大风为主。浙江沿海海区等风速线平行于海岸线自西向东逐渐增大,7 级以上大风一般出现在距离大陆海岸线 40 km 以上的海区。冷空气影响时浙江近海海区 5~6 级风力很常见,7 级以上风力概率明显降低。

2)热带气旋影响时,不同风向均可能在浙江近海产生大风,不同风向等风速线分布特征与热带气旋相对位置有很大关系。

3)虽然强对流大风发生地遍及浙江全省,但发生概率超过 10%的站点多位于沿海地区和近海海区。

参考文献

董加斌,胡波,2007. 浙江沿海大风的天气气候概况[J]. 台湾海峡,26(4):476-483.
梁军,陈联寿,吴士杰,等,2007. 影响黄渤海域热带气旋的灾害分析[J]. 自然灾害学报,16(2): 27-33.
刘爱民,涂小萍,胡春蕾,等,2009. 宁波气候和气候变化[M]. 北京:气象出版社:135-175.