

Analysis on the Characteristics of Wenzhou Coastal Strong Wind Weather and Forecast Index

Chuanxiang Li¹, Feng Zheng², Huadi Xia¹

¹Ruian Meteorological Office, Ruian
²Wenzhou Meteorological Office, Wenzhou
Email: chuanxianglee@163.com

Received: Oct. 10th, 2013; revised: Nov. 16th, 2013; accepted: Nov. 25th, 2013

Copyright © 2014 Chuanxiang Li et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. In accordance of the Creative Commons Attribution License all Copyrights © 2014 are reserved for Hans and the owner of the intellectual property Chuanxiang Li et al. All Copyright © 2014 are guarded by law and by Hans as a guardian.

Abstract: Using wind speed data of Beiji and Dongtou stations in Wenzhou and NCEP reanalysis data, the strong-wind weather off the coast of Wenzhou was analyzed. The study found that Wenzhou coastal winter wind is mainly caused by the cold air; early summer wind is mainly caused by the trough and low pressure; and summer wind is mainly caused by typhoon. The weather system causing more than 9 strength wind was analyzed. The existence of 850 hPa frontal zone, temperature gradient of 16°C - 26°C in 35°N - 45°N, and pressure gradient of 12 - 30 hPa in the ground 40°N - 45°N were found before the day that cold-air strong wind happened. The trough bottom of 850 hPa was in 20°N - 25°N, nearby 105°E before the day that strong wind caused by low pressure and large gradient trough happened, and the jet stream was in front of trough.

Keywords: Coastal Wind; Weather Characteristics; Forecast Index

温州沿海大风天气特征分析及预报指标探讨

李传祥¹, 郑峰², 夏华弟¹

¹瑞安市气象局, 瑞安
²温州市气象局, 温州
Email: chuanxianglee@163.com

收稿日期: 2013年10月10日; 修回日期: 2013年11月16日; 录用日期: 2013年11月25日

摘要: 利用温州北麂、洞头站风速资料以及 NCEP 再分析资料, 对温州市沿海发生的大风天气进行了分析. 研究发现温州沿海冬半年的大风主要由冷空气引起, 初夏大风主要由倒槽和低压引起, 夏季大风主要由台风引起. 对引起 9 级以上大风的天气系统进行了分析, 发现冷空气大风发生前一天 850 hPa 存在锋区, 35°N~45°N 间温差为 16°C~26°C, 地面 40°N~45°N 气压梯度为 12~30 hPa; 低压大风和气压梯度大的倒槽大风发生前一天 850 hPa 低槽的底部到达 20°N~25°N、105°E 附近, 槽前有低空急流.

关键词: 沿海大风; 天气特征; 预报指标

1. 引言

海上大风是温州沿海常见的气象灾害之一, 它会给海上航运、渔业生产、近海养殖和军事活动等带来

严重影响或危害, 甚至对人民群众的生命带来威胁^[1]. 可见, 提高沿海大风的预报能力对减少经济损失和人员伤亡有着非常重要的意义. 董加斌^[2]、卢美^[3]等对

浙江沿海大风的天气气候概况及特征等进行了分析。但由于海上大风资料缺乏,对温州沿海大风的研究仍较少。我国气象学家多年来对大风预报进行了广泛的研究,主要根据历史形势场资料建立大风预报模型,然后根据日本或欧洲数值预报的形势场作为预报因子来确定是否有大风^[4-6]。目前,各气象台站及研究所采用的预报方法主要有:经验预报、统计预报、数值模式预报和统计动力(数值产品的释用)预报等^[7]。本文用温州北麂岛 30 年的大风资料(1971~1994 年及 2007~2012 年。北麂 1971 年建站,1995 年撤站,2007 年建立自动站,因此 1995~2006 年无资料)和洞头岛 42 年的大风资料(1971~2012 年)以及 NCEP 再分析资料(北麂、洞头地理位置见图 1),对温州沿海大风的天气特征进行分析,并对预报思路进行了探讨。本文定义日极大风速 ≥ 9 级为一个大风日。

2. 气候概况

统计北麂和洞头的大风情况,表 1 所示的结果表明北麂平均每年出现 9 级以上(含 9 级,下同)大风日数为 19.6 天,10 月最多,为 2.8 天,5 月最少,为 0.8 天;洞头平均每年出现 9 级以上大风日数为 5.2 天,8 月份最多,为 1.2 天,1 月、2 月、5 月和 12 月最少,为 0.1 天。北麂大风日数比洞头明显偏多,这是由于北麂(27°38', 121°12')比洞头(27°50', 121°9')偏东 3' 经度,更靠近外海,且洞头北侧有玉环半岛阻挡。

3. 天气特征分析

3.1. 概述

根据海平面气压场对引起 9 级以上大风的影响系统进行分析,划分为:冷空气大风、地面倒槽大风、低压大风、副高边缘大风、台风大风。将各种天气系统进行统计表明,北麂:冷空气大风占 55.9%,倒槽大风占 2.2%,低压大风占 10.2%,副高边缘大风占 1.8%,台风大风占 29.9%。洞头:冷空气大风占 14.6%,倒槽大风占 6.8%,低压大风占 19.6%,副高边缘大风占 3.7%,台风大风占 55.3%。可以看出,北麂一半以上的大风是由冷空气引起的,而洞头一半以上的大风是由台风引起的。

表 2 的统计结果表明,北麂从 11 月份到次年 5 月份的大风主要是由冷空气引起的,其中 11 月、12



Figure 1. Schematic diagram of Beiji, Dongtou location (solid circles represent meteorological station location)

图 1. 北麂、洞头位置示意图(实心圆点表示气象监测站所在位置)

Table 1. Monthly average of the number of days more than 9 of strong wind (unit: day)

表 1. 月平均 9 级以上大风日数(单位: 天)

月份 站点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
北麂	1.7	1.5	1.0	0.9	0.8	1.3	1.5	2.1	1.8	2.8	2.2	1.9
洞头	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.7	1.0	1.2	0.8	0.6	0.2	0.1

Table 2. The proportion (%) of the monthly distribution of all kinds of strong wind in Beiji

表 2. 北麂各种大风占比(%)的月分布

月份 系统	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
冷空气	100	97.4	100	77.8	68	2.6	0	1.6	9.2	47.1	100	100
倒槽	0	2.6	0	7.4	8	5.1	11.1	1.6	0	0	0	0
低压	0	0	0	14.8	20	66.7	42.2	8.1	3.1	0	0	0
副高边缘	0	0	0	0	0	7.7	2.2	4.8	6.2	0	0	0
台风	0	0	0	0	4	17.9	44.5	83.9	81.5	52.9	0	0

月、1 月和 3 月的大风全部由冷空气引起,6 月的大风主要由低压引起,7 月的大风主要由低压和台风引起,8 月到 10 月的大风主要由台风引起。

表 3 的统计结果表明,洞头从 11 月到次年 3 月和 5 月的大风主要由冷空气引起,4 月和 6 月的大风主要由低压引起,7 月到 10 月的大风主要由台风引起。

总体而言,温州沿海冬半年的大风主要由冷空气引起,初夏大风主要由倒槽和低压引起,夏季大风主要由台风引起。

Table 3. The proportion (%) of the monthly distribution of all kinds of strong wind in Dongtou
表 3. 洞头各种大风占比(%)的月分布

月份系统	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
冷空气	100	66.7	85.7	22.2	66.7	3.3	0	0	0	20	60	100
倒槽	0	33.3	14.3	33.3	0	13.3	4.9	6.1	3	0	0	0
低压	0	0	0	44.5	33.3	60	29.3	6.1	0	4	30	0
副高边缘	0	0	0	0	0	3.3	9.8	0	9.1	0	0	0
台风	0	0	0	0	0	20.1	56	87.8	87.9	76	10	0

3.2. 典型个例分析

统计在 1971~1994 年、2007~2012 年的 30 年间,北麂和洞头都出现 9 级以上大风的过程有 113 天,其中台风引起的有 78 天,其他天气系统引起的有 35 天。台风引起的相对简单,在此不分析台风大风过程。其他天气系统引起的大风中冷空气大风有 17 天,低压大风有 11 天,倒槽大风有 4 天,副高边缘大风有 3 天。

3.2.1. 冷空气

17 天冷空气大风中有 13 天发生在 10 月到 5 月初,分析这 13 天冷空气大风过程当日的天气形势表明:地面有较强或强冷高压,冷高压中心在河套或以北地区,浙江沿海等压线密集,25°N~30°N、115°E~125°E 的气压梯度差在 10~18 hPa; 850 hPa 锋区密集,25°~35°N 温差在 16°C~28°C,与地面冷高压相对应的位置有一冷高压,东北有一低压伸至日本海南部,我国沿海有明显的偏北风加大过程。分析大风出现前一天 08 时(北京时,下同)的天气形势,可以发现地面有一冷高压东移南下,40°N~45°N、110°E~120°E(如果冷空气位置偏东,则在 115°E~125°E)气压梯度在 12~30 hPa; 850 hPa 与地面冷高压相对应的位置有一冷高压,同时冷高压东侧存在一东北低压,35°N~45°N 温差为 16°C~26°C。如图 2、图 3 所示的 1987 年 12 月 11 日冷空气大风实例,受冷空气影响,洞头和北麂都出现 9 级大风(22 m/s 和 25 m/s)。12 月 10 日 08 时冷高压中心为 1050 hPa,12 月 11 日 08 时冷高压中心为 1046 hPa,随着冷空气的东移南下,温州沿海气压梯度显著增大;从 850 hPa 分析,在东北的引导低压在东移

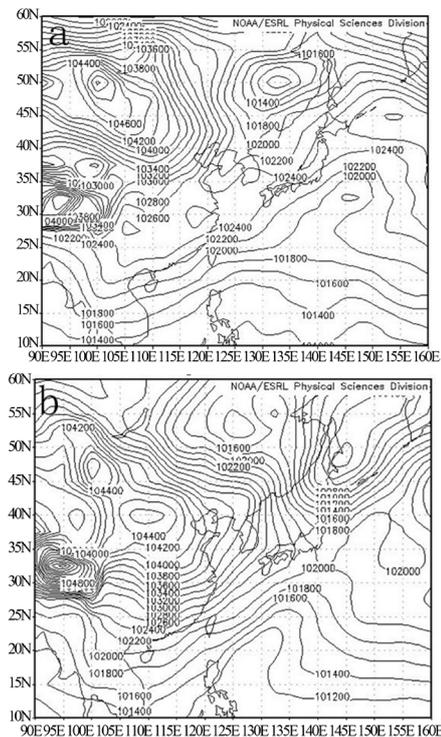


Figure 2. Sea level pressure, unit: Pascals ((a) At 8:00 on December 10, 1987; (b) At 8:00 on December 11th, 1987)
图 2. 海平面气压, 单位: Pascals ((a) 1987 年 12 月 10 日 08 时; (b) 1987 年 12 月 11 日 08 时)

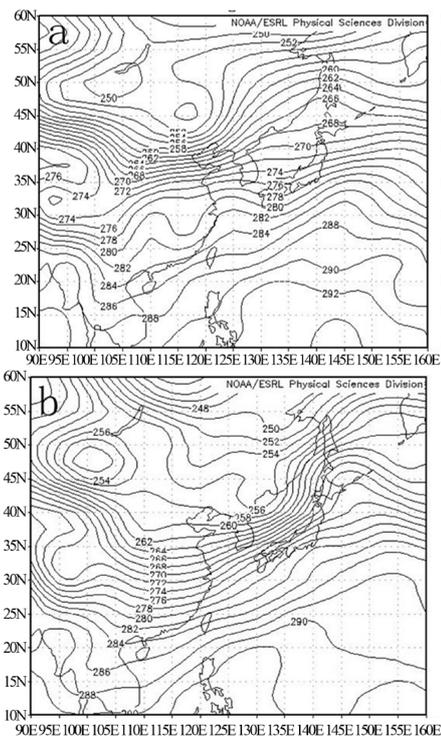


Figure 3. 850 hPa temperature field, unit: degK ((a) At 8:00 on December 10, 1987; (b) At 8:00 on December 11th, 1987)
图 3. 850 hPa 温度场, 单位: degK ((a) 1987 年 12 月 10 日 08 时; (b) 1987 年 12 月 11 日 08 时)

过程其南伸的低压槽和冷高压之间形成很大的气压梯度, 12月10日08时锋区在 $35^{\circ}\text{N}\sim 45^{\circ}\text{N}$, 其间温差为 24°C , 12月11日08时锋区随着冷空气东移南下, $25^{\circ}\text{N}\sim 35^{\circ}\text{N}$ 的温差为 20°C 。

17天冷空气大风中有4天发生在5月到6月初, 分析这4天冷空气大风过程的天气形势表明, 主要为冷空气扩散南下引发雷暴, 产生了雷暴大风, 海平面气压梯度与850 hpa温度锋区相比前一类冷空气要明显偏弱。如图4、图5所示的1987年5月27日冷空气雷暴大风实例, 受冷空气扩散南下影响, 洞头和北鹿都出现9级雷暴大风(21 m/s和25 m/s)。5月26日08时冷高压中心为1034 hPa, 5月27日08时冷高压中心为1022 hPa, 随着冷空气的东移扩散南下, 温州沿海气压梯度略微有所变化, 但气压梯度仍偏小, 仅为4 hPa, 不足以引起9级大风; 从850 hPa分析, 5月26日08时在 $30^{\circ}\text{N}\sim 35^{\circ}\text{N}$ 有一弱锋区, 其温差为 8°C , 5月27日08时该弱锋区随着冷空气东移扩散南下而东移南下, $25^{\circ}\text{N}\sim 30^{\circ}\text{N}$ 的温差为 8°C , 该弱锋区引发了温州沿海地区的雷暴天气, 产生了9级雷暴大风。

3.2.2. 低压大风

引起温州沿海低压大风的天气系统有东北低压、江淮低压(黄渤海低压)、东海低压。这类大风过程低空西南急流明显, 低空急流是低空大气的热量、水汽和动量的传送带, 因此容易发生雷暴等强对流天气, 并引发雷暴大风。11个低压大风个例当天都发生了雷暴天气。当天850 hpa在 $25^{\circ}\text{N}\sim 30^{\circ}\text{N}$ 、 $115^{\circ}\text{E}\sim 125^{\circ}\text{E}$ 范

围内气压差一般为 $8\sim 10$ hpa, 同时海上副高较强, 西南或华南一带有一低槽或低压。从大风出现前一天的天气形势分析, 可以发现地面有一低压东移, 850 hpa低槽或低压的底部到达 $20^{\circ}\text{N}\sim 25^{\circ}\text{N}$ 、 105°E 附近, 低槽或低压前有低空急流。如图6、图7所示的2008年6月14日的低压大风实例, 华南地区有一低压东移并发展, 受其影响, 温州沿海出现了9级大风。

3.2.3. 倒槽大风

4个倒槽大风个例分为两类, 一类是华西有倒槽东伸, 但倒槽内无低压发展, 该倒槽往往和海上副热带高压之间形成较大梯度; 在低空与之配合的为东西向切变线, 切变线上无低涡发展, 它和副热带高压之间有明显的低空西南急流; 这种倒槽的天气形势和低压大风相似, 可以通过大风出现前一天的850 hpa低槽的位置和移向来进行判断。此类个例有2个。如图8、图9所示的1988年3月14日温州沿海出现的9级以上大风, 该过程高空500 hPa(图略)的588 dagpm线伸到温州沿海, 副热带高压环流明显, 大陆上西伸的倒槽与海上副高之间形成的气压梯度引发了温州沿海的9级以上大风。另外一类是江西倒槽东移或东海沿海发展起来的倒槽, 这类倒槽沿海气压梯度不大, 大风主要为该天气系统所产生的雷暴大风。此类个例有2个。

3.2.4. 副高边缘大风

此类大风发生在7~9月, 均是雷暴大风。当天天

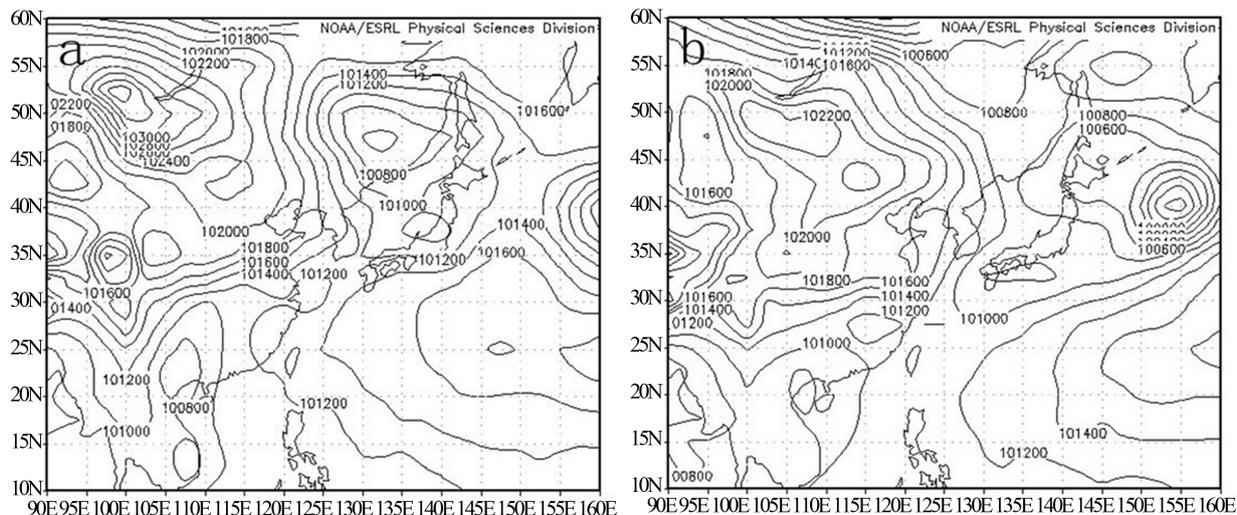


Figure 4. Sea level pressure, unit: Pascals ((a) At 8:00 on May 26, 1987; (b) At 8:00 on May 27, 1987)

图4. 海平面气压, 单位: Pascals ((a) 1987年5月26日08时; (b) 1987年5月27日08时)

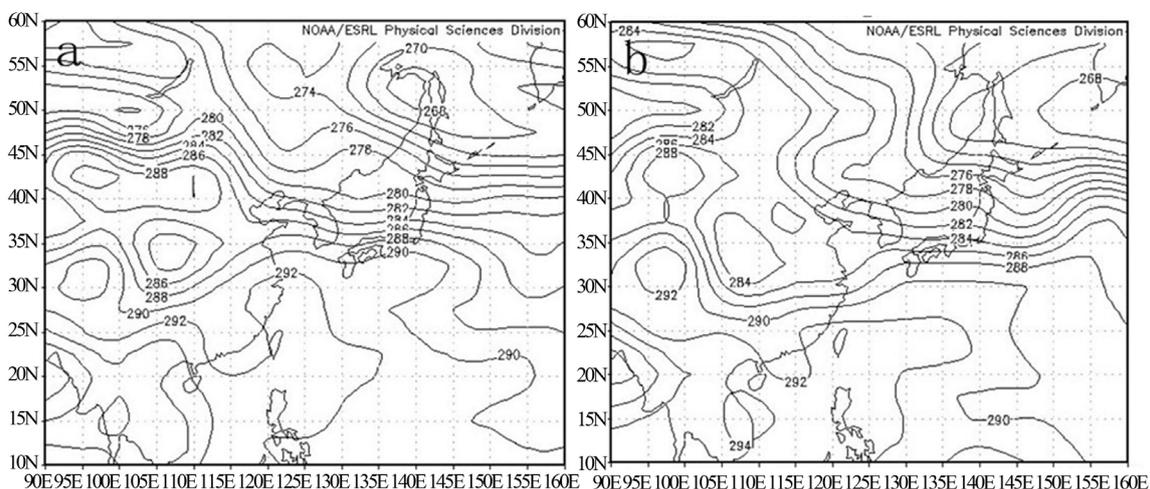


Figure 5. 850 hPa temperature field, unit: degK (a) At 8:00 on May 26, 1987; (b) At 8:00 on May 27, 1987)
 图 5. 850 hPa 温度场, 单位: degK (a) 1987 年 5 月 26 日 08 时; (b) 1987 年 5 月 27 日 08 时)

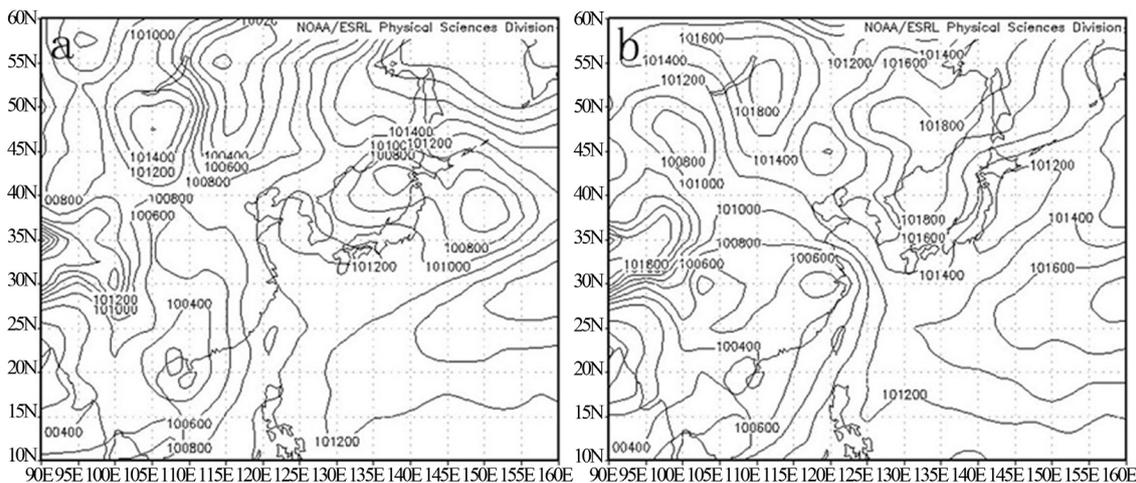


Figure 6. Sea level pressure, unit: Pascals (a) At 8:00 on June 13, 2008; (b) At 8:00 on June 14, 2008)
 图 6. 海平面气压, 单位: Pascals (a) 2008 年 6 月 13 日 08 时; (b) 2008 年 6 月 14 日 08 时)

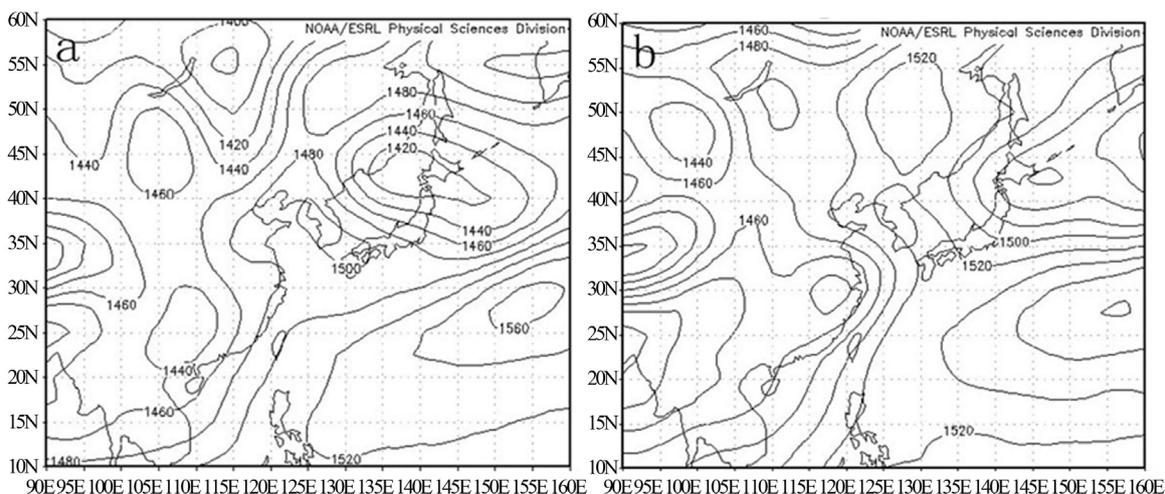


Figure 7. 850 hPa height field, unit: m (a) At 8:00 on June 13, 2008; (b) At 8:00 on June 14, 2008)
 图 7. 850 hPa 高度场, 单位: m (a) 2008 年 6 月 13 日 08 时; (b) 2008 年 6 月 14 日 08 时)

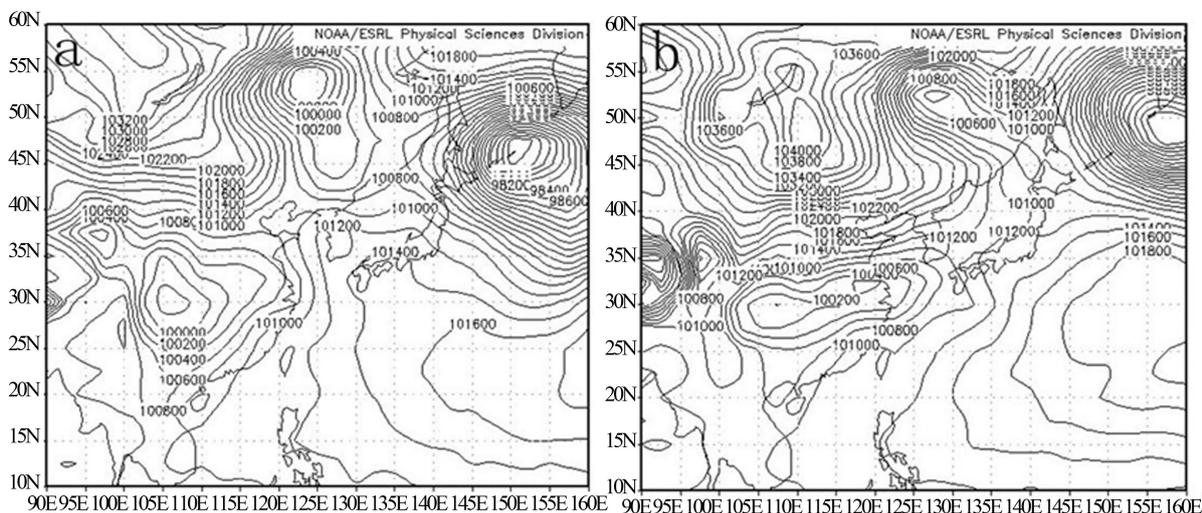


Figure 8. Sea level pressure, unit: Pascals ((a) At 8:00 on March 13, 1988; (b) At 8:00 on March 14, 1988)
 图 8. 海平面气压, 单位: Pascals ((a) 1988 年 3 月 13 日 08 时; (b) 1988 年 3 月 14 日 08 时)

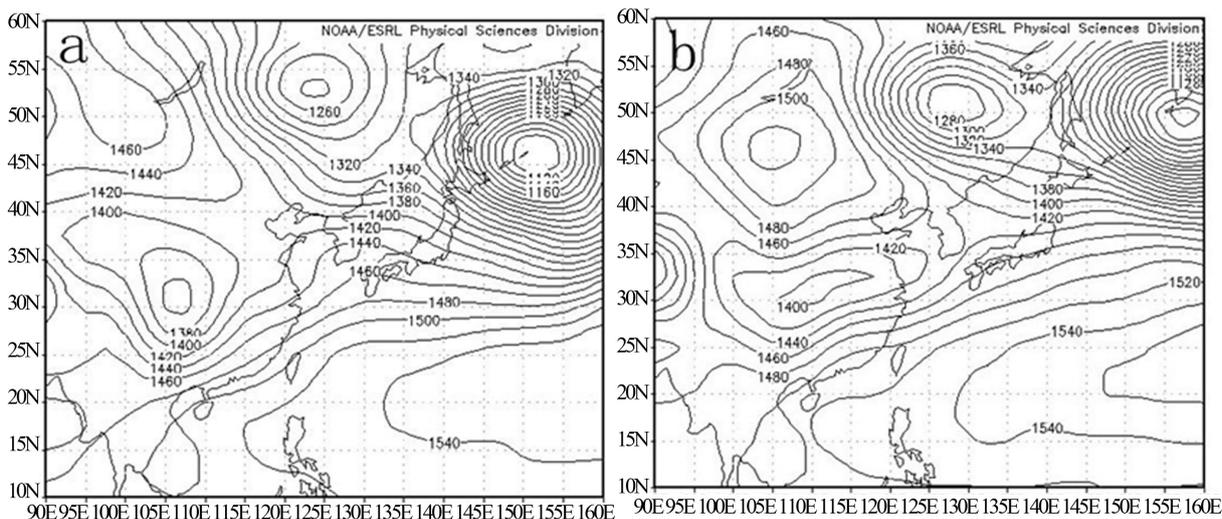


Figure 9. 850 hPa height field, unit: m ((a) At 8:00 on March 13, 1988; (b) At 8:00 on March 14, 1988)
 图 9. 850 hPa 高度场, 单位: m ((a) 1988 年 3 月 13 日 08 时; (b) 1988 年 3 月 14 日 08 时)

气形势 500 hPa 温州沿海处于 588 dagpm 线的西侧或北侧边缘, 东北有一低压槽东移, 槽后有弱冷空气侵入温州沿海, 引发雷暴天气, 产生了雷暴大风。如图 10 所示的 1986 年 9 月 11 日所示的温州沿海出现 9 级以上大风, 该过程温州沿海处于副高边缘(图略), 35°N 附近有一温差为 6°C 的锋区随着弱冷空气的南侵而南移, 引发了温州沿海的雷暴天气, 产生了 9 级大风。

上述 4 种影响系统若有引发雷暴天气的, 则当天极大风速的风向与雷暴的方位一致。

4. 主要结论

1) 温州沿海冬半年的大风主要由冷空气引起, 初

夏大风主要由倒槽和低压引起, 夏季大风主要由台风引起。

2) 冷空气大风分为强冷空气引起的大风和弱冷空气引起的大风 2 类。强冷空气在温州沿海引起大风前一天地面有一冷高压东移南下, 40°N~45°N 气压梯度为 12~30 hPa, 850 hPa 相对应存在一冷高压, 同时冷高压东侧存在东北低压, 35°N~45°N 间温差为 16°C~26°C; 弱冷空气引起的大风是由于弱锋区伴随着冷空气东移南下, 引发了温州沿海地区的雷暴天气, 产生了雷暴大风。

3) 低压大风发生前一天地面有一低压或倒槽东移发展, 850 hPa 低槽或低压的底部到达 20°N~25°N、

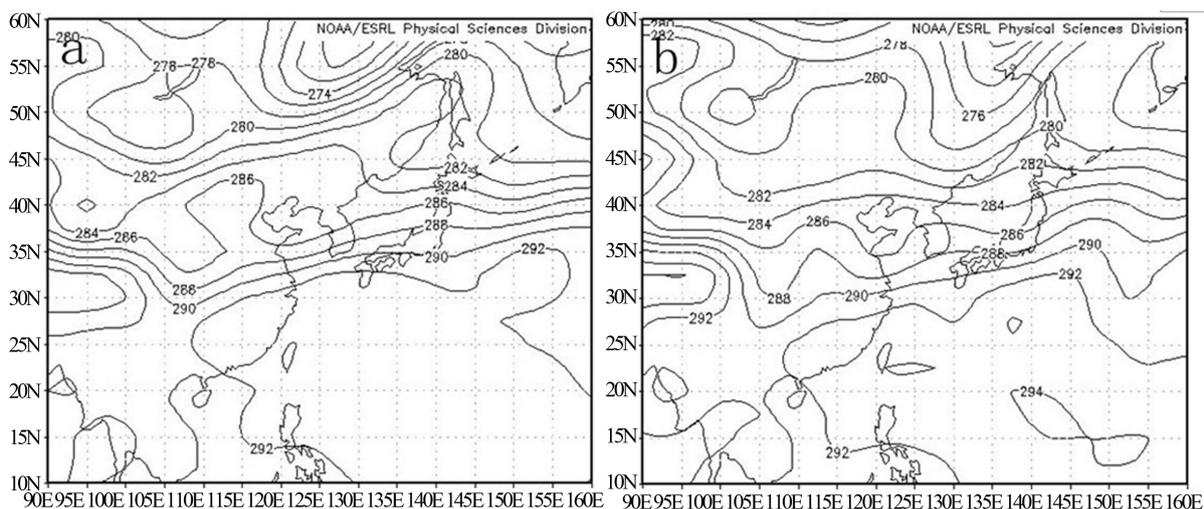


Figure 10. 850 hPa temperature field, unit: degK ((a) At 8:00 on September 10, 1986; (b) At 8:00 on September 11, 1986)

图 10. 850 hPa 温度场, 单位: degK ((a) 1986 年 9 月 10 日 08 时; (b) 1986 年 9 月 11 日 08 时)

105°E 附近, 低槽或低压前有低空急流。

4) 倒槽大风分为在温州沿海有较大气压梯度的华西东伸倒槽和弱气压梯度的江西或东海倒槽 2 类。较大气压梯度的倒槽在温州沿海引起大风时天气形势与低压大风相似; 弱气压梯度的倒槽大风是由于在温州沿海引发了雷暴天气, 产生了雷暴大风。

5) 副高边缘大风发生时, 当日 500 hPa 形势图上温州沿海处于 588 dagpm 线的西侧或北侧边缘, 东北有一低压槽东移, 槽后有弱冷空气侵入温州沿海, 引发雷暴天气, 产生了雷暴大风。

6) 冷空气、低压、倒槽和副高边缘 4 种影响系统若有在温州沿海引发雷暴天气, 则当天极大风速的风向与雷暴方位一致。

参考文献 (References)

- [1] 孙燕, 吴海英, 沈树勤, 等 (2007) 冬春季江苏沿海大风的特征. *南京气象学院学报*, **5**, 699-704.
- [2] 董加斌, 胡波 (2007) 浙江沿海大风的天气气候概况. *台湾海峡*, **4**, 476-483.
- [3] 卢美, 朱业 (2011) 浙江沿海大风的天气气候特征. *杭州师范大学学报(自然科学版)*, **10**, 474-480.
- [4] 张立祥, 陈力强, 等 (1998) 用 T106L19 产品制作春季西南大风预报. *气象*, **7**, 45-49.
- [5] 杜京朝, 方乾, 等 (1998) 与 T63 数值预报产品相结合的江苏西南大风的预报方法. *气象科学*, **3**, 271-277.
- [6] 王咏亮, 孟上, 等 (1999) 数值预报产品二次开发在近海大风预报上的一次试验. *海洋预报*, **2**, 69-73.
- [7] 李敏, 王辉, 金敬华 (2009) 中国近海海面风场预报方法综述. *海洋预报*, **3**, 114-120.