

北部湾偏北强风分析及经验预报

黄燕波

(广西北海市气象局, 广西北海 536000)

摘要: 本文首先对北部湾海面强风的气候概况进行统计和比较, 然后对偏北强风的天气学成因进行分析, 初步归纳偏北强风的主要预报指标; 利用欧洲中心数值预报模式近 20 年的分析场资料选取有物理意义的预报因子, 利用专业统计软件 SPSS, 用完全预报方法分秋、冬、春三个季节建立强风定量预报模式, 模式经过试报检验效果较好, 已投入业务使用。

关键词: 北部湾强风; 气候概况; 成因; 完全预报方程

中图分类号: P731 文献标识码: A 文章编号: 1003 - 0239 (2008)3 - 0060 - 06

1 引言

北部湾是我国著名的渔场和石油勘探开发基地之一, 也是广西航海交通要道。每年冬半年常受北方冷空气侵袭, 造成海面偏北强风, 对海上作业, 交通影响极大。

过去的 10 年间, 中期数值预报技术得到长足的发展, 3 ~ 5d 的形势场预报已经具备较高的准确性和可用性, 这为我们制作未来 5d 的北部湾偏北强风预报提供了主要的预报依据。

20 世纪下半叶, 广西的气象前辈在北部湾偏北强风的预报过程中总结了大量的预报经验和预报指标, 本文的主导思想就是将数值预报形势场和预报经验指标相结合, 建立北部湾偏北强风的定量预报模式。

2 气候概况

北部湾偏北强风以涠洲岛气象站的测风记录为代表。资料取自涠洲岛气象站 1966 ~ 2005 年共 40a 的地面观测风力资料, 并分为前 20 年和后 20 年进行统计, 以便对北部湾海面强风的气候变化进行初步对比。

对海上作业和交通航行造成影响的偏北强风一般要在 5 级以上, 为使用方便, 风力等级划分见表 1。

表 1 风力等级划分表

风力等级	风速 (m/s)
5	8
6	11
7	14

收稿日期: 2007-05-25

作者简介: 黄燕波 (1971-), 男, 工程师, 从事短期天气预报工作。

表2 1966年~1985年涠洲岛气象站风力观测资料统计^[1]

月份		1	2	3	4	10	11	12
5级 以上	平均强风天数	10.2	9.2	6.6	3.4	7.6	8.9	9.3
	最多强风天数	17	16	12	8	15	14	18
	最大风速	21	18	20	18	24	20	20
	极大风速	34	28	34	28	35	28	28
6级 以上	平均强风天数	5.0	5.0	3.2	1.8	4.2	4.5	4.9
	最多强风天数	10	9	8	4	11	9	12
7级 以上	平均强风天数	1.9	2.0	1.2	0.7	2.0	1.7	1.9
	最多强风天数	7	6	3	2	6	7	6

表3 1986年~2005年涠洲岛气象站风力观测资料统计

月份		1	2	3	4	10	11	12
5级 以上	平均强风天数	11.1	8.8	7.6	4.7	6.9	7.8	9
	最多强风天数	18	16	16	10	13	14	16
	最大风速	17	18	19	19	16	17	18
	极大风速	23	22	23	26	22	21	23
6级 以上	平均强风天数	6.7	3.9	4.7	2.8	3.6	4.6	4.8
	最多强风天数	11	8	11	7	10	12	10
7级 以上	平均强风天数	2.3	2	2.3	1.4	2.1	2.1	2
	最多强风天数	4	3	5	3	6	5	5

由表2~3对比可以看出:(1)近20年的春季(3~4月)强风天数明显增多;(2)近20年最大风速和极大风速的绝对值明显减小。

3 强风成因和预报经验指标

3.1 地面气压梯度指标

根据自然坐标的水平运动方程^[2]:

$$\frac{V^2}{R^2} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial n} \quad fV$$

风力大小与气压梯度成正比。预报员在实际工作中发现,北部湾海面偏北风的大小,与南北气压梯度、冷空气强度、冷高压移动方向、高原地区正变压等成比例。其中成都站到北海站气压差达到10hPa,是北部湾海面出现6级偏北强风的最主要参考指标。

3.2 低空锋区指标

锋区反映了冷空气的强弱,表明了大气的斜压程度。海面偏北风与华南锋的关系可以用下式表示^[3]:

$$\frac{d\vec{V}}{dt} = \frac{R \ln(P_0/P_1)}{2(H+L)} (\bar{T}_2 - \bar{T}_1)$$

由此可见,锋区越强($\bar{T}_2 - \bar{T}_1$ 之差越大),地面上偏北气流的加强度越大,海面越容易出现强风。在 850 hPa 天气图上最重要的指标是南北温度梯度,其次是风场和高度场。一般日常预报使用海口到西安温度差 16 ,或海口到贵阳温度差 8 作为偏北强风预报指标。

3.3 500 hPa 引导气流指标

由于早期的强风预报中常发现地面和 850hPa 指标达到了,强风没有出现,或指标没达到,强风却出现了的预报失误,经总结和分析,预报员发现,在500 hPa 引导气流与强风的出现有着密切关系。500 hPa 有低槽引导冷空气南下,海面风力将偏大;副热带高压加强,海面风力将偏小。

4 模式建立

4.1 资料选取

利用 1980 ~ 2001 年 10 月 ~ 4 月欧洲中心欧亚范围 $10^\circ \sim 70^\circ\text{N}$, $70^\circ \sim 130^\circ\text{E}$ 的格点资料分析时次 GRADS 格式资料。结合日常预报常用的资料,重点研究地面气压场,850hPa 温度场、风场,500hPa 高度场、风场与海面强风的关系,海面强风以涠洲岛日最大风速作为代表。

4.2 分季节统计因子

实际预报中,预报员发现在不同季节,各预报因子作用有差异,比如春季多补充型冷空气,气压梯度不需要太大,在锋区较强,高原正变压明显的情况下,很容易出现海面强风。所以,季节不同,各预报因子对大风的贡献权重是有区别的,模式将按季节划分:10月、11月、12月资料建立秋季预报模式;12月、1月、2月资料建立冬季预报模式;2月、3月、4月资料建立春季预报模式。

4.3 计算相关系数和筛选因子

根据海面强风的影响因素,结合各种预报经验指标,挑选出地面 850 hPa 和 500 hPa 各种预报因子共 27 个,并对该因子利用统计软件进行组合分析,分别计算各因子与北部湾偏北强风的相关系数。

表 4 秋季海面强风主要因子相关系数 (样本数: 839)

层次	地面因子				850hPa 因子			
因子	成都与海口 ΔP_1	桂林与海口 ΔP_2	高原 24h 正变压 DP_{24}	冷高压中心强度 P_{max}	恩施与海口 ΔT_1	桂林与海口 ΔT_2	桂林 24h 变温 DT_{G1}	芷江 24h 变温 DT_{Zj}
相关系数	0.6742	0.7486	0.5907	0.3862	0.5117	0.6659	0.5382	0.2694

表 5 冬季海面强风主要因子相关系数 (样本数: 918)

层次	地面因子				850hPa 因子					
因子	成都与 海口 ΔP_1	桂林与 海口 ΔP_2	高原 24h 正 变压 DP_{24}	冷高压中心 强度 P_{max}	恩施与海 口 ΔT_1	桂林与海 口温差 ΔT_2	恩斯与北 海温差 ΔT_3	贵阳与海 口温差 ΔT_4	桂林 24h 变温 DT_{g1}	芷江 24h 变温 DT_{zj}
相关 系数	0.613	0.709	0.586	0.369	0.471	0.634	0.409	0.540	0.578	0.298

表 6 春季海面强风主要因子相关系数 (样本数: 745)

层次	地面因子				850hPa 因子				
因子	成都与 海口 ΔP_1	桂林与 海口 ΔP_2	高原 24h 正 变压 DP_{24}	冷高压中心 强度 P_{max}	恩施与海 口 ΔT_1	桂林与海 口温差 ΔT_2	桂林与北 海温差 ΔT_3	桂林 24h 变温 DT_{g1}	芷江 24h 变温 DT_{zj}
相关 系数	0.629	0.709	0.583	0.365	0.429	0.603	0.559	0.579	0.307

由表 4~6 可见:(1) 桂林与海口气压差 ΔP_2 与北部湾海面强风有着很好的正相关,相关性在秋季表现最好,达 0.7486,冬季和春季的相关系数分别为 0.7089 和 0.7086,表明南北气压差越大,对应海面风力越大;(2) 桂林与海口温度差 ΔT_2 与北部湾海面强风相关性也很好,也是在秋季最高,达 0.6659,表明南北温差越大,锋区越强,海面风力越大;(3) DP_{24} 表示高原区域($27.5^\circ \sim 30.0^\circ N$, $97.5^\circ \sim 105^\circ E$)的 24h 变压平均值,高原 24h 正变压越大,冷空气补充越明显,海面风力越大;(4) DT_{g1} 表示 850hPa 桂林 24h 变温, DT_{zj} 表示 850hPa 芷江 24h 变温,温度下降,冷空气加强,海面风力加大,反之,海面风力减弱。

4.4 完全预报方法 (P. P. 法)^[4]

先在预报量与预报因子之间建立同时相关关系,然后把数值模式的输出作为预报因子代入已经建立的相关关系式,从而得出预报。这种方法假定模式的输出是完全正确的,所以称为完全预报模式^[4]。在样本数目足够多的时候,完全预报方法效果比较理想,加上数值预报输出结果的准确性随着观测站点的完善和计算机技术发展将逐步提高,因此,本模式在统计足够多样本的基础上采用了完全预报方法。

4.5 统计软件 SPSS 的应用^[5]

首次采用专业数据统计软件 SPSS 对各预报因子进行逐步回归,使数据统计、筛选因子和方程输出等工作大大提高了效率,与传统高级语言进行数据运算建立方程的方法相比,有明显优势。

4.6 完全预报方程建立

秋季强风预报方程: $FF=3.253+0.608\Delta P_2+0.110DP_{24}+0.516\Delta T_2-0.230\Delta T_1+0.121\Delta P_1$ 方程复相关系数为 0.824,回归标准估计误差为 1.68m/s,通过了 $\alpha = 0.01$ 的显著性检验。

冬季强风预报方程：

$$FF = -26.298 + 0.467\Delta P_2 + 0.216\Delta T_2 + 0.142DP_{24} - 0.15\Delta T_3 + 0.117DT_{zj} \\ - 0.159DT_{g_1} + 0.177\Delta T_4 + 0.0292P_{max}$$

方程复相关系数为 0.793，回归标准估计误差为 1.68，通过了 $\alpha = 0.01$ 的显著性检验。

春季强风预报方程：

$$FF = 5.011 + 0.461\Delta P_2 + 0.199 DP_{24} + 0.294\Delta T_2 + 0.175DT_{zj} - 0.236DT_{g_1} - 0.191\Delta T_5$$

方程复相关系数为 0.779，回归标准估计误差为 1.81，通过了 $\alpha = 0.01$ 的显著性检验。

5 试报结果

2005 年 10 月 ~ 2006 年 4 月间的强风天气进行了试报，各时效的预报平均误差如下：

表 7 秋季海面强风预报方程试报平均误差

预报实效	24h	48h	72h	96h	120h
样本数目	18	18	18	18	18
平均误差	0.859721	1.302338	1.325481	1.386682	1.394884

表 8 冬季海面强风预报方程试报平均误差

预报实效	24h	48h	72h	96h	120h
样本数目	22	22	22	22	22
平均误差	0.865294	1.327647	1.331538	1.410714	1.408571

表 9 春季海面强风预报方程试报平均误差

预报实效	24h	48h	72h	96h	120h
样本数目	17	17	17	17	17
平均误差	0.892341	1.312143	1.653333	1.679231	1.714545

由表 7 ~ 9 可见：(1) 三个方程相比较，秋季预报效果最好，冬季其次，春季再次；(2) 其中 48 ~ 120h 的预报误差比较接近，说明欧洲中心数值预报中期效果较好；(3) 由于春季冷空气周期短，变化快，预报难度较大，72 ~ 120h 的预报效果较差；(4) 通过把不同季节方程试报其他季节的强风，效果不如对应季节好，说明了分季节建立预报方程是必要的。

6 小结

(1) 对北部湾强风的气候特征进行统计，并利用前 20 年与后 20 年的统计结果进行比较分析。

(2) 由于样本数目充足，采用完全预报方法建立预报方程是一个较好选择，预报准

确率可以随着数值预报准确率的提高而不断提高，而且，可以利用其他数值预报模式做预报，不会因数值预报模式改变而失效。

(3) 利用专业统计软件 SPSS 去筛选因子和建立预报方程，简单易行，工作效率大大提高。

(4) 新挖掘了一些预报因子，如：高原 24h 正变压、冷空气中心强度、850hPa 桂林和芷江 24h 时变温被证实是比较好用的因子而被方程引入。

(5) 500hPa 层的因子始终没能引入预报方程，是方程的一个缺陷，但引导气流的作用其实在低层或地面都最终可以反映出来，对最终预报影响不大。

(6) 分季节建立预报方程是必要的，因为不同季节，各种预报因子对强风发生的贡献有所不同。

参考文献：

- [1] 蒙远文,等. 广西天气及其预报[M]. 气象出版社, 1989.
- [2] 朱乾根,等. 天气学原理和方法[M]. 气象出版社, 1992.
- [3] 黄香杏,等. 北部湾北部海面强风成因分析及其预报[J]. 广西气象, 1993,14(3):39 ~ 43.
- [4] 黄嘉佑. 气象统计预报与预报方法[M]. 气象出版社, 2004.
- [5] 余建英,何旭宏. 数据统计分析与 SPSS 应用[M]. 人民邮电出版社, 2003.

Analysis and empirical forecast of Northern gale in Beibu Gulf

HUANG Yan-bo

(Beihai Meteorological Bureau, Guangxi Beihai 536000 China)

Abstract : By carrying on the statistics of climatic general situation and the analysis of origin on Northern gale in Beibu Gulf, We selected forecast factors from ECMWF data for twenty years and built three quantitative forecast equations of Northern gale by SPSS and perfect predict method in Autumn, in Winter, in Spring. The quantitative forecast equations are used in work with good effect.

Key words : Beibu Gulf gale ; Climatic general situation ; Cause of formation ; Perfect predict equation