

# 完全预报(PP)方法在广东冬半年海面强风 业务预报中的应用\*

林良勋<sup>1)</sup> 程正泉<sup>1)</sup> 张兵<sup>2)</sup> 胡斯团<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>(广州中心气象台,广州 510080)

<sup>2)</sup>(湛江海洋大学海滨学院,湛江 524005)

## 摘 要

在进行大量普查分析和统计的基础上,将最近10年历史天气图的地面气压和有关海面强风代表站的风场资料在日本数值预报模式输出报文的 $1.25^{\circ} \times 1.25^{\circ}$ 格点分布上进行客观分析,对比传统的以关键区域划分冷空气入侵路径与广东海面强风的关系,提出了一套与广东冬季海面强风关系更密切、作用更直接的地面关键区气压场分布特征进行客观定量的分型;根据梯度风原理,用经验加统计的因子挑选方法,形成了一套应用日本数值预报模式输出适用于广东海面强风预报的完全预报(PP)方法。检验和业务试用结果均表明:该方法对广东的海面强风具有较强的预报能力;用完全预报方法做沿海海面强风预报是可行的。

关键词:数值产品释用 海面强风 完全预报方法

## 引 言

海面强风是冬半年由于受北方冷空气影响产生的主要天气现象之一,冷空气的强度越强,其产生的海面强风的风力越大,造成的影响和损失也越大,是广东冬季主要灾害性天气。近年来,随着海上石油开发、航运、海洋捕捞、海水养殖、海岛旅游、海上救捞、海洋环境监测等海上作业活动的不断增加,对海面气象要素预报服务的需求也随之日益增长,海面强风的预报技术开发和研究工作就显得更加迫切和必要。

目前,在日常的预报业务中,预报员主要根据冷空气的强度、移动路径和移动速度,结合高空大气环流形势,对与海面强风有密切相关的指标站的气压差做出主观的推断,然后做出海面强风的预报。显然,这种技术在客观和定量上有其明显的不足:一旦对冷空气的任一变化判断失误,都将对海面强风的出现与否、维持时间、出现的海区、风级的大小等做出误差较大的预报;另外,其可靠的预报时效也不长。可见,实际预报中海面强风的预报成功与否,在一定的程度上,取决于对冷空气的判断及其后期变化的展望。

随着数值天气预报技术的发展,特别是数值预报模式输出的天气形势预报精度的提高,有理由可以利用数值预报模式的输出产品制作海面强风的业务预报。在进行大量普查和统计分析的基础上,本文提出了一套应用数值预报模式输出产品,适用于广东海面强

\* 本文由广东省科技计划攻关项目(编号:2002830906)“广东省近海强风天气预警技术研究”资助。

2003-03-18 收到,2003-07-14 收到修改稿。

风预报的完全预报(Perfect Prognosis)方法<sup>[1]</sup>,即利用历史天气图中的气压场资料进行客观分析和根据不同的地面气压分布进行客观定量分型,并以经验加统计的方法提取在不同的地面气压分布型下的预报判断因子,采用因子排序、断绝拟合的方式确定各种预报判别因子的取值范围;预报制作时用数值预报模式输出的各预报时效相应地面气压和风的格点值,进行相应的客观定量分型,然后根据分型进行相应的因子判别,最后产生与数值预报模式输出相对应的各预报时效的海面强风预报。

## 1 资料的处理和说明

根据有关规定和结合日常预报业务要求,海面强风定义为:9月至次年的6月,受北方冷空气影响,在广东的东部、中部和西部任一海面出现6级或6级以上的偏北(含东北)或偏东风,受热带气旋或冷空气和热带气旋共同影响所致的海面大风不列入本定义范围。另外,分别用59321(东山)、45045(香港)和59673(上川)观测站作为粤东海面、粤中海面和粤西海面的强风代表站。由于45045站偏北风的代表性较差,因此,粤中海面的偏北风用59673代替。

利用1990~1999年共10年历史天气图的地面气压和有关强风代表站的地面风资料,进行客观分析,把相关的气压要素内插到与日本数值预报模式一致的网格点上;预报制作时使用日本数值预报模式每日输出的未来120h内各预报时效相应地面气压场和风场( $1.25^{\circ} \times 1.25^{\circ}$ )格点资料。

## 2 预报方法的技术设计

### 2.1 影响广东海面强风的因素

冬半年产生和影响广东海面强风的主要因素是北方冷空气的入侵。按传统方式划分入侵广东的冷空气路径可分为西路、中路和东路<sup>①</sup>,即西路冷空气是其主体从 $105^{\circ}\text{E}$ 以西,沿青藏高原东侧南下,经湘、桂边境,自西北向东南偏南方向进入广东;中路冷空气是其主体在 $105^{\circ} \sim 115^{\circ}\text{E}$ 我国河套附近南下,经湖南由正北方向入侵广东;东路冷空气是其主体到达我国华北北部后,从 $115^{\circ}\text{E}$ 以东向南经江西、福建侵入广东,主要影响粤东沿海地区。根据多年的预报业务实践,经普查统计分析发现:这三种不同路径的冷空气均有可能产生和影响广东海面强风,而且不同的路径造成广东海面强风特点也明显不同。一般地,西路冷空气会造成粤西海面首先出现强风,随着冷空气的东移,粤东海面最后出现,但这一路径的冷空气不会首先产生广东海面的偏东强风。中路冷空气大多会造成广东海面全线同时出现强风,有时中路冷空气也会产生粤中海面的偏东强风。东路冷空气主要造成粤东和粤中海面的强风,少数情况也会产生粤西海面的强风,但粤中海面和粤西海面的偏东强风大多由东路冷空气或冷空气主体东移后产生。众所周知,海面强风能否最终产生与冷空气的强度有密切的关系,需要说明的是:这时表征冷空气强度的不是温度,而是

① 广东省气象局. 广东省短期天气预报指导手册. 1987.

气压(差)。

影响海面强风的因素除了冷空气以外,地形也对海面强风产生影响。普查分析发现,地形对海面强风的影响如下:①南岭山脉对弱冷空气有阻挡作用,可使冷锋弯曲,小股冷空气以偏东路径南下,粤东海面出现强风;②台湾海峡的狭管效应,使粤东海面风力明显加强,并以东北风向为主;③海面强风代表站的局部地形对风向的影响。鉴于上述原因,有必要把地形造成的影响体现在本预报方法的设计中,如找出冷空气可能到达海面的指示信息;不同海面有固有的强风风向特征等。

## 2.2 预报方法的技术思路

显然,预报方法的设计技术思路是希望把影响广东海面强风的因素作为因子充分合理地体现出来。应该指出:北方冷空气从地面自北向南的移动过程是整层大气运动的结果,高空大气环流形势对冷空气活动的影响主要体现在它对地面系统的高空引导作用,以及高空冷暖平流作用和高空动力加压作用,从而改变地面天气形势,特别是改变地面气压的分布。根据梯度风原理,地表面的风向和风速取决于地表面的气压梯度<sup>[2]</sup>。因此,有理由用地面气压场所提供的信息制作海面强风预报。北方冷空气以不同的路径入侵,在较大程度上决定了它对广东海面强风影响更加直接的预报海面北部区域的气压分布,包括南北向的气压差和东西向气压场的分布,但这种分布在一定程度上也与冷空气前方的气压场的分布和暖空气强度有关。因此,传统划分的冷空气入侵路径与广东海面强风的关系,是一种前一事件先出现后一事件可能伴随,而且在时间上非同步的相关关系。而完全预报(PP)法是利用数值预报未来时刻的模式输出产品制作同时刻的具体要素预报,直接把上述这种关系利用到方法中是不完全合适的。因此有必要提出一套既包含冷空气路径信息,又反映与海面强风关系更加密切的地面区域气压场分布特征的客观定量分型方法。

为了能够客观、定量地描述不同的地面气压型,并考虑这种分型与上述三种传统的冷空气入侵路径下,广东沿海海面强风的分布特点尽可能相一致。通过大量历史个例的对比和检验分析,构造出影响广东海面强风的关键区域如图1。图中分别标出了若干关键

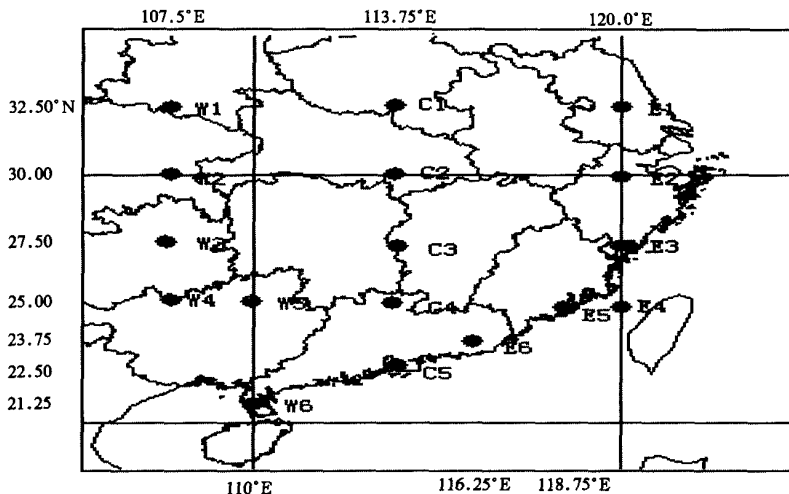


图1 广东海面强风关键区及关键点分布图

点,用于气压场定量分型和预报判别因子的取值。其中,关键点  $W_i$ 、 $C_i$  和  $E_i$  ( $i=1,2,3,4$ ) 用于地面气压场的客观定量分型;其余关键点用于各气压分型下各海面强风的因子判别及预报。这些点的选取基于以下几点:既要反映出不同地面气压型下不同海区的强风特点,又能反映出该海区气压梯度大小分布的代表性;另外,所有关键点的地理位置要求与制作预报时所用的数值预报输出的格点位置相一致。

$W_i$ 、 $C_i$  和  $E_i$  ( $i=1,2,3,4$ ) 的地面气压值  $p$  分别代表了海面强风的关键区域的西部、中部和东部的的气压分布特征。定义:

$$p_w = (\sum p_{wi})/4 \quad (i=1,2,3,4)$$

$$p_c = (\sum p_{ci})/4 \quad (i=1,2,3,4)$$

$$p_e = (\sum p_{ei})/4 \quad (i=1,2,3,4)$$

式中  $p_w$ 、 $p_c$  和  $p_e$  分别为关键区西部、中部和东部的平均气压。计算  $p_w$ 、 $p_c$  和  $p_e$  的最大值  $p_{MAX}$ ,即:

$$p_{MAX} = \text{MAX}(p_w, p_c, p_e)$$

如果  $p_w = p_{MAX}$ ,则定义气压场分型为西高型;如果  $p_c = p_{MAX}$ ,则定义气压场分型为中高型;如果  $p_e = p_{MAX}$ ,则定义气压场分型为东高型。如果  $p_w$ 、 $p_c$  和  $p_e$  有其中任意二个值同时为最大值或三个值相等时(这种情况极少出现),则定义气压场分型为中高型。统计分析发现这种极少出现的气压分布情况(大约占样本的 1.5%)其相应的海面强风特点也与中高型的强风特点相似。

按照上述标准进行分型,统计发现造成广东海面强风东高型冷空气占 33.4%,中高型冷空气占 42.5%,西高型冷空气占 24.1%。与传统的冷空气入侵路径分型相比,可造成广东海面强风的冷空气,东路型冷空气中约有 93%可划分为东高型,有 7%可划分为中高型;中路型冷空气中约有 84%可划分为中高型,有 7%可划分为西高型,有 9%可划分为东高型;西路型冷空气中约有 88%可划分为西高型,有 12%可划分为中高型。另外,按这种客观的气压场分型进行分析,广东海面强风具有如下明显的特征和规律:①西高型时,广东海面强风主要出现在粤西和粤中海面,并盛行偏北风而无偏东风;除非华东沿海的气压梯度足够大,否则粤东海面一般无强风,且极少出现 8 级或以上大风。②中高型时,广东海面可全线同时出现偏北强风,也可在粤中海面及与其相邻的任一海面同时出现强风;也是粤中和粤西海面出现偏东强风的气压分布型。③东高型时,主要以粤东海面出现东北风和粤中海面出现偏东风为主;其气压分布有利时粤中海面和粤西海面也可能出现偏北风,极少数情况下粤西海面会出现偏东风。显然,这些特征和规律是制作广东海面强风预报很强的信号之一,它揭示了不同海面、不同强风风向甚至可能出现的强风风级的大小与关键区域气压分布的关系。

普查和统计分析均发现:广东海面强风与地面气压场的关系完全符合梯度风原理,即:预报海面附近及其北侧地区的南北向气压梯度越大,该海面可能出现的偏北强风的风级越大;预报海面附近及其东(北)侧地区的(准)东西向气压梯度越大,该海面可能出现的偏东强风的风级越大。因此,有理由可直接利用预报海面附近的气压梯度来判断有无强风和强风风级的大小,而气压梯度可以用二点之间的气压差代替。

根据经验加统计的因子挑选并经过信度检验<sup>[3]</sup>:用点  $W_5$  和点  $W_6$ (见图 1)的气压差  $\Delta p_{w_5 w_6}$  作为粤中、粤西部海面偏北强风的预报判别因子之一;用点  $E_3$  和点  $E_6$  的气压差  $\Delta p_{e_3 e_6}$  作为粤东海面东北强风的预报判别因子;用点  $E_5$  和点  $C_5$  的气压差  $\Delta p_{e_5 c_5}$  作为粤中海面偏东强风的预报判别因子之一;用点  $C_5$  和点  $W_6$  的气压差  $\Delta p_{c_5 w_6}$  作为粤西海面偏东强风的预报判别因子之一等。

### 2.3 预报判别因子的阈值分析

基于上述技术设计原理、思路,以及广东沿海海面强风的强弱与预报判别因子(气压差)明显成正比的关系,预报判别因子的判断临界值的确定,采用因子排序、断绝拟合的方式<sup>[2,3]</sup>。经统计和试验,西高型、中高型和东高型三种气压分型广东各预报海面 6 级(含 6 到 7 级)、7 级(含 7 到 8 级)和 8 级(或 8 级以上)强风预报判别因子的具体取值见表 1。

表 1 三种气压分型广东各海面各预报风级的预报判别因子阈值表( $\Delta p$  的单位:hPa)

类型	海面及风向	6 级(6 到 7 级)风判别因子	7 级(7 到 8 级)风判别因子	8 级及以上风判别因子
中高型	中西部海面偏北风因子	(1) $4 < \Delta p_{w_5 w_6} \leq 7$ (2) 点 $W_6$ 风向偏北( $315^\circ \sim 45^\circ$ )	(1) $7 < \Delta p_{w_5 w_6} < 9.5$ (2) 点 $W_6$ 风向偏北( $315^\circ \sim 45^\circ$ )	$\Delta p_{w_5 w_6} \geq 9.5$
	东部海面偏北风因子	如果 $\Delta p_{w_5 w_6} \geq 7$ 则 $4.8 \leq \Delta p_{e_3 e_6} \leq 7$ 否则 $3 \leq \Delta p_{e_3 e_6} \leq 7$	$7 < \Delta p_{e_3 e_6} < 8.5$	$\Delta p_{e_3 e_6} \geq 8.5$
	中部海面偏东风因子	(1) $\Delta p_{w_5 w_6} < 3.7$ (2) $2.2 \leq \Delta p_{e_5 c_5} < 4.5$	(1) $\Delta p_{w_5 w_6} < 3.7$ (2) $\Delta p_{e_5 c_5} \geq 4.5$ (含 7 级以上)	
	西部海面偏东风因子	(1) $\Delta p_{w_5 w_6} < 3.7$ (2) $\Delta p_{c_5 w_5} \geq 3$ (含 6 级以上)		
	中西部海面偏北风因子	$5 < \Delta p_{w_5 w_6} \leq 7$	$\Delta p_{w_5 w_6} > 7$ (含 7 级以上)	
	东部海面偏北风因子	$3 \leq \Delta p_{e_3 e_6} \leq 7$	$7 < \Delta p_{e_3 e_6} < 8.5$	$\Delta p_{e_3 e_6} \geq 8.5$
东高型	中部海面偏东风因子	(1) $\Delta p_{w_5 w_6} < 3.7$ (2) $2.2 \leq \Delta p_{e_5 c_5} < 4.5$	(1) $\Delta p_{w_5 w_6} < 3.7$ (2) $\Delta p_{e_5 c_5} \geq 4.5$ (含 7 级以上)	
	西部海面偏东风因子	(1) $\Delta p_{w_5 w_6} < 3.7$ (2) $\Delta p_{c_5 w_5} \geq 3$ (含 6 级以上)		
	中西部海面偏北风因子	(1) $4 < \Delta p_{w_5 w_6} \leq 7$ (2) 点 $W_6$ 风向偏北( $315^\circ \sim 45^\circ$ )	(1) $7 < \Delta p_{w_5 w_6} < 9.5$ (2) 点 $W_6$ 风向偏北( $315^\circ \sim 45^\circ$ )	$\Delta p_{w_5 w_6} \geq 9.5$
	东部海面偏北风因子	$4 \leq \Delta p_{e_3 e_6} \leq 7$	$\Delta p_{e_3 e_6} > 7$ (含 7 级以上)	
西高型	中西部海面偏东风因子	(无偏东风)		

从表 1 不难发现:预报风级的大小与相应的气压梯度成正比,即预报可能出现的强风风级越大,它要求对应的气压梯度也越大;预报海面和预报风级相同,而气压分型不同,它要求对应的气压梯度却不相同,如同样是预报中西部海面的 6 级偏北风,中、西高型时要求对应的气压梯度条件为  $4 < \Delta p_{w_5 w_6} \leq 7$ ,而东高型的条件为  $5 < \Delta p_{w_5 w_6} \leq 7$ ,说明中、西高型比东高型更有利于中西部海面的偏北强风的出现;又如粤东海面 6 级东北强风在三种气压分型中有三种不同的气压梯度。

需要指出的是:由于南岭山脉的阻挡作用,冷空气移过南岭或在南岭附近时,常常会

出现南移减慢或停滞的现象,这时即使南北气压差足够大,也会因为冷空气尚未到达海面而造成粤中和粤西海面没有强风出现。为避免出现空报,对中、西高型除了必要的南北气压梯度达到预报判别条件外,还要求点  $W_6$  的风向偏北( $315^\circ \sim 45^\circ$ ),以确认冷空气的前锋已影响广东沿海。另外,由于粤西海面的 7 级或以上的偏东强风极为少见,尚未能对其风力预报作因子分级处理;同理,对粤中海面的偏东风、东高型下的粤中和粤西海面的偏北风、西高型下的粤东海面东北风预报因子也存在类似情况。

#### 2.4 本方法的历史拟合率

为了进一步分析在所统计的历史资料中,同期环流形势与强风关系的分布情况,用过去 10 年的历史资料对本方法进行了历史拟合,拟合的统计标准见式(1),拟合结果见表 2。从表 2 不难发现:10 年平均历史拟合率达 92.1,可见,在本方法的技术设计中所提出的同期环流形势与强风发生的对应关系是非常密切的。另外,在三种气压型中,东高型的拟合率最高,中高型次之;在整个冬半年,以 12 月和 1 月两个月份的拟合率最高,其前后的过渡季节略低。这一拟合率的分布特点说明,东高型气压分布与强风发生的对应关系比中高型和西高型略好;隆冬季节冷空气的活动特征要比过渡季节明显。

表 2 过去 10 年三种气压分型广东各海面历史强风拟合率(拟合率 = 100 为完全拟合)

月份	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	平均
中高型	91.6	92.3	92.8	93.2	93.4	92.5	92.2	92.0	91.8	90.8	92.3
东高型	91.8	92.6	93.0	93.3	93.7	92.8	92.5	92.3	92.0	91.0	92.5
西高型	90.2	91.9	92.1	92.8	93.2	92.0	91.6	91.2	90.0	89.3	91.4
平均	91.2	92.3	92.6	93.1	93.4	92.4	92.1	91.8	91.3	90.4	92.1

#### 2.5 本方法的应用检验

本方法已在计算机系统上成功地进行可视化开发,并实现自动运行和预报结果输出。在 2001 ~ 2002 年广东海面强风发生季节,利用日本数值预报模式每日 20:00(北京时,下同)输出的未来 120 h 内各预报时效相应地面气压和风( $1.25^\circ \times 1.25^\circ$ )格点值,进行了预报业务试用,并根据如下现行的海面强风预报业务评分标准<sup>②</sup>对逐日的预报进行了准确率评定:

$$P = \frac{100}{3} \times \sqrt{9 - \frac{1000 |\Delta f|}{(210 + F^2)}} \quad (1)$$

上式中  $P$  是强风风级预报准确率,满分为 100,  $\Delta f$  是预报(蒲氏)风级和实况风级差,  $F$  预报风级。当  $\Delta f \geq 3$  时,上式无意义,定义  $P$  为 0。对预报员发布的时效为 24 h 强风风级预报,要求  $P \geq 80$ 。

图 2 分别给出了未来 120 h 内各预报时效粤东、粤中、粤西海面强风风级预报准确率 ( $P$ ) 及其平均值的分布。图中 6 ~ 72 h 的预报时效间隔为 6 h, 72 ~ 120 h 预报时效间隔为 24 h。从图 2 不难发现:短预报时效的预报准确率比长预报时效的预报准确率略高,但差别不明显;与时效为 24 h 强风风级业务预报准确率要求( $P \geq 80$ )相比,本方法的 24 h

② 广东省气象台,广东省海面强风预报评定办法,1996。

段和 48 h 段的平均预报准确分别为 80.7 和 79.7,预报时效在 60 h 内的平均预报准确率达 80.1,完全达到日常的预报业务预报质量要求;预报时效在 120 h 内的平均预报准确率达 78.3,这说明本方法在较长的预报时效内仍能保持较高的预报准确率,这是主观预报不容易达到的。

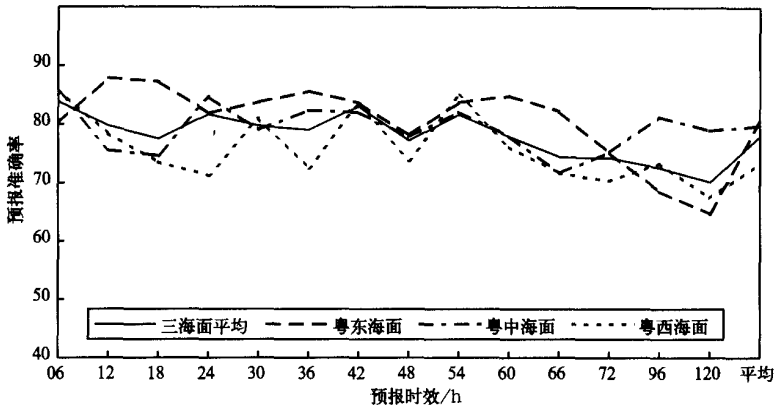


图 2 120 h 内各预报时效各海面强风风级预报准确率分布图

预报业务试用还发现(图略):冷空气的强度越强,本方法的预报准确率越高;试用期内不同月份其预报准确率的差异不明显,说明本方法的预报能力在不同的季节下相对稳定。东高型冷空气造成的强风其预报准确率是三种气压分型中最高的,粤中海面和粤东海面的强风预报准确率比粤西海面的预报准确率略高,预报员的综合预报准确率也有相似的情况,这主要与粤西海面强风持续时间短、变化频有一定的关系,这一特点与历史的拟合结果较为一致。

众所周知,数值预报输出的环流形势预报不可能完全准确,为了分析形势预报的准确性对强风预报准确率的影响程度,针对上述两年业务试用期,利用每日 20:00 实时地面气压场资料,同样用式(1)的检验标准进行了逐日强风试报,并对试报准确率进行了分析,结果(见表 3)发现:用两年实时地面气压场资料试报的强风准确率平均值为 87.7,比用数值预报输出的形势预报制造的预报时效在 120 h 内的强风平均预报准确率(78.3)高 9.4(对比差)。由此可见,形势预报的准确性对强风预报准确性的影响程度。用数值预报输出的形势预报制作的各预报时效强风预报准确率与用实时地面资料试报检验平均准确率(87.7)的对比差值见表 4。从表 4 可以看出,随着预报时效的延长,对比差也随之加大,即强风预报准确性也随之下降。

尽管本方法在业务预报试用中表现出较强的预报能力,但仍有个别预报失败的个例。为了深入分析预报失败的原因,进一步探讨数值预报的形势预报误差对强风预报准确率

表 3 两年业务试用期用实时地面资料进行强风试报的准确率

月份	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	平均
准确率	86.6	87.6	88.7	91.3	91.1	88.4	87.0	86.1	85.2	84.5	87.7

表4 各预报时效强风预报准确率与实时地面资料试报强风的平均准确率(87.7)对比差

预报时效(h)	06	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	96	120	平均
准确率	83.8	79.7	77.5	81.6	79.7	79	83	77.2	81.6	77.9	74.5	74.3	72.6	70.2	78.3
对比差	3.9	8.0	10.2	6.1	8.0	8.7	4.7	10.5	6.1	9.8	13.2	13.4	15.1	17.5	9.4

的影响及本方法提出的同期环流与强风关系的误差对强风预报准确率的影响。统计分析式(1)中  $\Delta f \geq 3$  时,共 27 个预报误差较大个例(时次)。发现在 27 个个例中,有 22 个个例是由数值预报的形势预报误差较大引起的,而且主要表现在预报冷空气(同期环流形势)开始影响和结束时间的偏早或偏晚,在冷空气正在影响期间极少出现强风预报误差较大的情况;在另外 5 个由于同期环流与强风关系的误差引起强风预报误差较大的个例中,有 3 例是由于  $p_w$ 、 $p_c$ 、 $p_e$  的值非常接近,气压分型特征不明显引起的;有 2 例是由于预报判别因子的值出现在表 1 的阈值的下边界区。由此可见,个别强风预报误差较大主要是由于数值预报的形势预报误差所致。

### 3 小结

根据上述预报方法的技术设计方案和 2001 ~ 2002 年两年的业务试用和统计检验表明:用完全预报方法做沿海海面预报是可行的;用经验加统计的方式挑选预报因子与用完全统计的方式挑选预报因子相比,前者的物理意义更清楚,预报效果更好;采用合理的气压分型对提高海面强风预报方法的预报能力是有效的途径之一;广东沿海海面强风较好的满足梯度风原理,即强风的强弱与预报判别因子(气压差)明显成正比的关系,采用因子排序、断绝拟合的方法确定预报判别因子的判断临界值是可行的。

本方法具有较高的预报准确率,完全达到日常预报业务的预报质量要求;特别是预报时效长达 120 h 的预报准确率仍能保持较高的水平,是非常令人鼓舞的。

对资料格式作适当的修改,本方法即可进行其它数值预报模式输出的产品在海面强风预报的释用。

但本方法较依赖于数值预报模式的预报准确率,在极少数情况下,当数值预报模式输出的预报误差较大时,本方法的预报误差也相应较大,这也是 PP 方法今后有待进一步完善之处。

随着数值天气预报模式的进一步改善及模式的形势和要素预报能力的进一步提高,数值天气预报输出产品的统计解释应用方法将成为提高海面强风预报能力的更有效的途径之一。

致谢:陈德辉博士对本工作提出了宝贵的意见和建议,谨此致谢。

### 参考文献

- 1 中国气象局科教司.省地气象台短期预报岗位培训教材.北京:气象出版社,1998.98~102.
- 2 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等.天气学原理和方法.北京:气象出版社,1992.51~54.
- 3 么枕生.气候统计学基础.北京:科学出版社,1984.440~495.



## THE APPLICATION OF PERFECT PROGNOSIS METHOD TO GALE WIND ALONG THE GUANGDONG COAST IN WINTER

Lin Liangxun<sup>1)</sup> Cheng Zhengquan<sup>1)</sup> Zhang Bing<sup>2)</sup> Hu Situan<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> ( *Guangzhou Central Meteorological Observatory, Guangzhou 510080* )

<sup>2)</sup> ( *Haibin College, Zhanjiang Ocean University, 524005* )

### Abstract

Based on the gradient wind theory and the statistical data of pressure field and the representative stations' winds along the Guangdong coast from 1990 to 1999, a new objective method, the perfect prognosis method, which reveals more obvious relations between the ground pressure field patterns and the winter gale wind than used to be, is proposed to distinguish the ground pressure field patterns, choose empirical factors and forecast winter gale wind along the Guangdong coast in the application of the JMA's NWP products. The method was used in real-time operation forecast of gale wind from 2001 to 2002, the result shows that the method is capable to forecast gale wind in winter along the coast.

**Key words:** Application of NWP products    Coast gale wind    Perfect prognosis method  
( PPM )