

数值预报产品二次开发 在近海大风预报上的一次试验

王咏亮 孟 上

(国家海洋环境预报中心, 北京)

摘 要

本文利用欧洲中心和日本的数值预报产品, 通过 PP 法和 MOS 法对我国近海 1-6d 的大风进行一次定量预报试验, 取得令人较为满意的结果。

关键词: 数值预报产品, 定量预报试验。

一、引 言

海洋上测站稀少, 这给海洋环境预报带来不少困难。随着数值预报的发展, 自 80 年代起欧洲中期预报中心, 日本气象厅、美国以及我国气象中心相继公开发布数值预报产品。它的出现不但弥补了海上测量站稀少的缺憾, 而且也给天气预报提供了一个强有力的工具。然而数值预报不可能也不必要去考虑局地范围的小尺度天气系统, 更何况是局地的某一要素预报^[1]。通过宏观形势的天气学释用, 解决局地天气预报问题, 在数值预报产生的初期, 不失为一个良好的途径。但是仅仅停留在宏观释用而缺乏深层次的开发, 无疑是对数值预报资源的一种浪费, 要解决好局地气象要素的预报问题, 也必须在充分利用数值预报产品的基础上, 针对局地问题进行二次开发。

由气旋、冷空气以及热带风暴等天气系统引发的大风, 是造成海洋灾害的一个重要组成部分。本文的目的是通过动力统计中的 PP 法和 MOS 法, 利用每天的一周数值预报产品, 做我国近海的大风预报。

二、方 法

传统统计学方法所采用的预报因子和预报量的关系, 就时间而言往往是前后期的相关关系, 即:

* 本文于 1998 年 12 月收到。

$$Y_{t+\Delta t} = f(x_t)$$

很显然，两个量前后期的关系，通常不如它们同期关系更为密切。数值预报的发展，创造了通过预报因子和预报量的同期关系，获得预报量的条件。动力统计法中的预报因子和预报量之间的关系都是同期的^[2]，即：

$$Y_{t+\Delta t} = f(x_{t+\Delta t})$$

而PP法（完全预报法）和MOS法（模氏法）则是动力统计中应用较为广泛的方法。

PP法使用实际观测资料与所要求的预报量建立统计关系，预报时用当时的数值预报资料来代替实际观测资料。也就是说，完全预报是假定数值预报与观测实况是完全一致为前提的。MOS法则是用数值预报产品与同一时刻的预报量直接建立关系，预报时使用当时的数值预报产品直接计算出预报量。上述两种方法的统计关系均可通过逐步回归等统计学方法导出。

三、资料及因子的选取

为了预报我国近海的大风，我们选择成山头、大陈岛和上川岛三个沿岸站的风向风速作为预报量，它们分别代表我国近海的北部、东部和南部海区。考虑到风向风速两者属于不可机械分割的一个整体，而回归预报的一个方程只能预报一个要素，为了综合考虑风向风速，我们将这两个要素转化成风的 u 、 v 分量，使用时将预报出的 u 、 v 分量再合成为风向风速。风向风速的季节变化极大，此外平均风速与最大风速之间的差别也很大，所以设计时我们将各站每月建立一套方程，平均风速与最大风速自成系列。

由于采用了PP法和MOS法，因此预报因子的选择是以数值预报产品为基础。目前我们搜集到的地面数值预报的历史资料仅有客观分析和72-96h的预报值，而每天能收到的实时资料则有欧洲中心0-144h和日本0-72h的数值预报。根据这种实际情况，确定PP法做0-6d的预报，MOS法做第3-4d的预报。历史资料从1988~1993年共6年，所以每月样本数应为180个左右，由于缺测、漏收、实际每月的样本数约为150个左右。

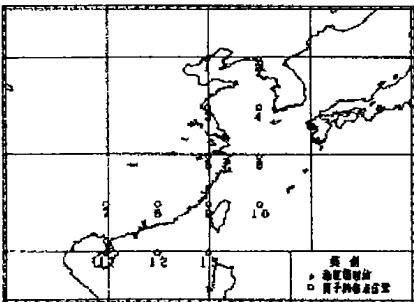


图1 海区指标站及因子格点位置示意图

预报因子的选择，首先要考虑它的物理意义，要在天气学理论和经验的基础上进行有目的地选择，这样的因子才能具有较强的稳定性，可望达到较好的效果。

我们从数值预报的格点资料中选择了指标站附

近的 13 个格点（见图 1）的气压值，按表 1 的组合，形成 14 个因子。这 14 个因子描写了不同位置上的纬向梯度或是经向梯度两个方面。从表 1 中可看到，在 PP 法的 1~ 12 月份共 144 个回归方程中，被引入次数最多的是 25°N、115~ 125°E 的纬向气压梯度，共有 55 次。其次是 120°E、30~ 35°N 的经向气压梯度，只有 7 次，但该因子在引入它的方程中起的作用甚大，如在 1 月份大陈岛最大风速的 u 分量方程中，该因子的方差贡献达 0.06，因子的 F 值高达 30.68。

表 1 各因子的构成及意义

因子号	格点代号	物理意义	PP 法 1~ 12 月引入次数
1	1- 2	40°N, 120- 125°E 的纬向气压梯度	25
2	3- 4	35°N, 120- 125°E 的纬向气压梯度	34
3	5- 6	30°N, 120- 125°E 的纬向气压梯度	31
4	(8- 10) / 2	25°N, 115- 125°E 的纬向气压梯度	55
5	1- 3	120°E, 40- 35°N 的经向气压梯度	18
6	2- 4	125°E, 40- 35°N 的经向气压梯度	37
7	3- 5	120°E, 35- 30°N 的经向气压梯度	7
8	4- 6	125°E, 35- 30°N 的经向气压梯度	21
9	(5- 12) / 2	30- 20°N, 120- 115°E 的经向气压梯度	21
10	9- 13	120°E, 25- 20°N 的经向气压梯度	26
11	8- 12	115°E, 35- 20°N 的经向气压梯度	44
12	7- 11	110°E, 35- 20°N 的经向气压梯度	23
13	5- 9	120°E, 30- 25°N 的经向气压梯度	53
14	6- 10	125°E, 30- 25°N 的经向气压梯度	45

在方程的建立过程中，临界值 F_c 一般控制在 10.0，只有极少数取 5.0，同时在引入因子的个数上，一般控制在 2~ 4 个，最多不超过 6 个。对于每个月平均为 150 个左右样本的回归方程而言，信度控制在 0.05 左右是完全可能的。以 PP 法 1 月份的方程为例（见表 2），12 个回归方程中有 11 个方程的 F_c 达到 10.0，只有一个方程使用了 5.0。就以这个最差的，即上川岛 1 月份最大风速 u 分量方程为例，它引入了 5 个因子，方程的复相关系数 $R = 0.33$ ，满足 0.05 的信度。方程的 F 值达到 12.1，满足了 0.01 的信度。该方程的标准差 $S_y = 2.5$ ，历史拟合的绝对平均误差 $M = 4.0$ 。综观 1 月份 12 个方程的 S_y 值， u 分量一般在 2.5 左右， v 分量一般在 3.5 左右， v 分量的 S_y 明显比 u 分量大，这也说明我们在因子的选择上仍有许多工作要做。

表 2 PP 法 1 月份各回归方程的质量参数

参 数	成 山 头				大 陈 岛				上 川 岛			
	平 均		最 大		平 均		最 大		平 均		最 大	
	<i>u</i>	<i>v</i>	<i>u</i>	<i>v</i>	<i>u</i>	<i>v</i>	<i>u</i>	<i>v</i>	<i>u</i>	<i>v</i>	<i>u</i>	<i>v</i>
FC	10 0	10 0	10. 0	10. 0	10. 0	10 0	10 0	10. 0	10. 0	10. 0	5. 0	10. 0
N	2	3	1	4	2	4	3	3	3	3	5	4
R	0. 46	0. 73	0 42	0 72	0. 35	0. 85	0. 37	0 83	0 41	0. 72	0. 33	0. 74
F	64 1	179. 5	106. 0	129. 3	34. 4	305 4	25 1	356. 6	32. 3	177 3	12 1	147. 1
SY	2. 3	4 5	3 1	5. 3	2. 5	2. 7	2 8	3 0	2. 1	3. 1	2. 5	3 4
M	2. 1	4 9	2 4	6. 9	2. 3	6. 2	2 4	8 0	2. 8	3. 1	4. 0	5 1

四、预报正确率

作为一种预报方法，最关心的无疑是它的预报正确率。对上述方法，我们用 1996 年 11 月至 1998 年 10 月的资料进行逐日试报。这两年内应有 730 个样本，由于资料传输与接收上的问题，事实上各时次资料均有缺漏，其中欧洲中心 120h 预报资料最齐，有 710d；而 24h 预报资料较差，仅有 584d。对于海上而言，最关心是会不会出现 6 级以上大风，因此我们的评定也以 6 级大风为标准。当预报风速和实况均为 6 级以上或均为 6 级以下时，判为正确，当预报无 6 级以上大风，而实况有大风时，判为漏报；相反当预报有大风而实况无大风时，判为空报。根据这样的标准计算正确率（见表 3）。

表 3 沿海各指标站 PP 法和 MOS 法 1— 6d 预报正确率

时 效 (h)	PP 法 (E) 风速预报准确率 (%)							MOS 法风速预报准确率 (%)						
	天 数 (d)	成山头		大 陈		上 川		天 数 (d)	成山头		大 陈		上 川	
		平均	最大	平均	最大	平均	最大		平均	最大	平均	最大	平均	最大
24	584	82	80	76	70	88	86							
48	638	82	77	73	65	87	82							
72	627	81	77	72	66	86	83	627	80	77	73	65	87	85
96	631	79	76	72	64	86	81	631	80	78	73	67	87	84
120	710	78	72	69	62	85	79							
144	692	76	72	68	62	85	78							

从表中看出，PP 法 (E) 1~ 6d 预报正确率和预报时效呈相反的趋势，预报时效越长，正确率越低，其下降的速度约每延长 1d 正确率下降 1%。以成山头的平均风速预报为例，24h 预报的正确率为 82%，到第 6d 的预报正确率降到 76%。这与随预报时效的增

长, 数值预报本身的精度逐渐降低有关。

对比 PP 法 (E) 的三个站平均风速预报, 发现上川岛的效果最好。它从第 1d 直至第 6d, 正确率保持在 88~ 85% 之间, 而大陈岛的效果较差, 仅有 76~ 68% 之间。作为第 5~ 6d 的预报, 虽然正确率在 68~ 69% 左右, 还是有一定的参考价值, 但大陈岛效果明显降低, 显然还是与因子的质量有关。

对比 PP 法 (E) 的平均风速预报和最大风速预报, 从统计的效果来看显然平均风速预报比最大风速预报效果好。以成山头站为例, 两者一般相关 3~ 5 个百分点。事实上在统计正确率时, 各站的实况均取自天气图, 而天气图上的资料主要是平均风速, 一般情况下没有最大风速。因此在评定最大风速预报时, 仍然使用平均风速资料, 这样必然出现更多的空报, 所以作为最大风速预报的评定并不准确, 仅作一个参考。

MOS 法的第 3~ 4d 的预报十分稳定。2d 之间的差别仅在 1~ 2% 之间, 而且它并不一定是预报时效越长, 效果就一定降低。如成山头最大风速的预报, 第 4d 天的效果反比第 3d 的高 1%, 而三个站的平均风速预报第 4d 的正确率和第 3d 的持平。从这里可以看到 MOS 预报的效果有不随预报时效的延长而降低的优越性, 但 MOS 预报在建方程时, 每套方程需要各自的原始资料, 需建立一一对应的关系, 比 PP 法的工作量大。

五、讨 论

(1) 随着数值预报的发展, 运用数值预报产品, 针对特定的局地问题进行二次开发, 是充分利用数值预报来提高局地预报正确率的重要途径。

(2) PP 法和 MOS 法简单易行, 效果较好。

(3) 因子的选择是方法成败的关键, 作为一次试验, 本文使用的预报因子比较粗糙, 因此进行多层次、多方位因子的预选, 是提高预报正确率的重要手段。

参 考 文 献

- [1] 黄嘉佑, 1996: 短期天气的动力统计预报进展, 海洋预报, Vol. 13, No. 4, 1~ 8。
- [2] 廖洞贤, 1988: 数值天气预报原理及其应用, 气象出版社, 380。