

浙东海区春季平流雾的统计预报

燕 松, 邓 冰, 尹建平, 范 磊

(海军海洋水文气象中心, 北京 100073)

摘 要: 利用统计预报中逐个引入因子法的原理和方法, 选取了 10 年的气象资料, 对浙江东部海区春季平流雾进行了分型研究, 建立预报方程, 确定预报临界值。通过对 3 年的气象资料进行试报, 结果表明, 预报准确率达到 80% 以上, 基本上可以投入到正常的业务使用中。

关键词: 平流雾; 预报因子的筛选; 条件频率差法

中图分类号: P731 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-0239(2007)4-0049-06

1 引言

平流雾的日变化不明显, 一天之中任何时刻均可出现或消失, 而且形成后常终日维持, 海上的平流雾有时可以连续维持几天。因此, 平流雾对海上轮船的航行和飞机的飞行安全有着严重的影响, 它是一种灾害性天气, 也是天气预报的难点之一。从一些研究分析获悉, 海雾的生成机制得以逐步清楚, 海气作用对海雾的形成起到至关重要的作用。如何提高海上平流雾的预报服务能力, 更好地用于海洋气象业务保障的工作中, 是海洋天气预报业务的一项重要工作。

2 资料来源和处理

2.1 资料来源

从 1990~1999 年共 10 年 4~6 月份的气象资料。

2.2 雾日标准的确定

嵊泗、舟山、渔山三站中有两站出雾(能见度 $\leq 1\text{km}$), 或者其中一站连续 2 小时出雾, 就算雾日。

2.3 预报因子的选取

根据天气学的基本原理以及预报工作者的实际经验, 选取平流雾预报因子有以下原则: (1) 温度场(温度平流); (2) 湿度场(水汽输送); (3) 气压场(流场); (4) 下垫面(冷

却条件); (5) 风向风速(暖湿空气输送及扰动、稳定情况); (6) 上游方向指标站等等。

根据以上原则及统计标准, 本文统计了: (1) 九仙山、衡阳站的风向风速; (2) 南京、上海、冲绳、宫古、定海、武汉、长沙、南昌、台北站的气压; (3) 宫古的露点、定海的温度; (4) 850hPa 58367 站的 $\Delta(T-T_d)_{24}$ 、58666 站的 $(T-T_d)$ 、53772 站的 ΔT_{24} 、58606 站的 ΔT_{24} 。

2.4 资料处理

在进行 0、1 化处理时, 为尽量减少漏报, 落在临界线上的“0”或“1”都按有雾计算。

3 天气形势分析

平流雾的形成有其特定的天气形势背景, 为了剔除辐射雾, 提高预报准确率, 尽量减少漏报和空报, 通过分析发现, 浙江东部海区出现平流雾过程的天气形势主要有两种: 高压后部型(见图 1)、气旋东部型(含倒槽和静止锋型)(见图 2)。

在这两种天气形势下, 华东地区以及东海海区受暖湿气流控制, 地面受偏南气流影响, 风速一般在 4~6m/s, 这样就有利于水汽向北方输送, 暖湿空气经过相对较冷的浙东海面后极易在海面上形成平流雾。

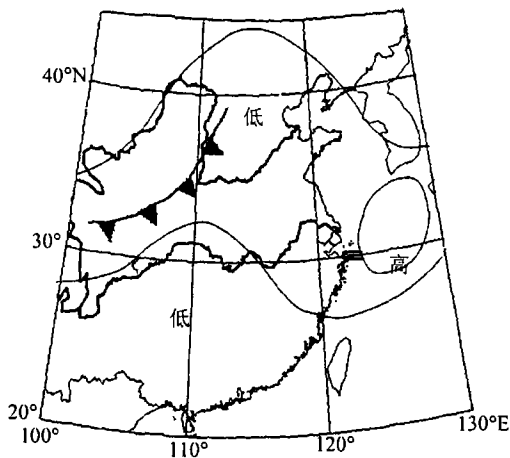


图 1 入海高压后部型

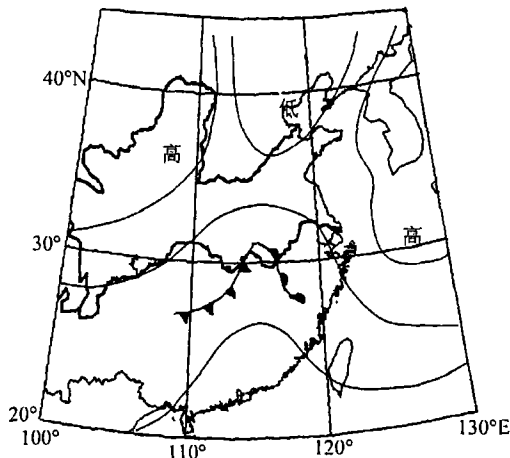


图 2 气旋东部型(含倒槽、静止锋)

4 预报方程的建立

4.1 预报因子的筛选

根据相关性和独立性要稳定的原则, 进行筛选因子。首先将各因子及预报对象 0、1 化处理, 使其变成特征变量。然后通过点聚图来分析各因子的相关性。在上述天气形势下, 共整理出 279 天, 其中雾日 172 天, 无雾日 107 天。再对提取的资料进行 0、1 化处

理后就得到了几个好用的单因子,但大部分还是相关性不太好的因子,我们将这些因子进行组合,重新经过 0、1 化处理(见图 3),得到了 7 个与预报对象相关性较好的因子,它们是:

- $X_1: [(P_{\text{南京}} - P_{\text{长沙}}) - \text{九仙山站的风向}]$
 $X_2: [(P_{\text{台北}} - P_{\text{武汉}}) - (P_{58909} - P_{\text{上海}})]$
 $X_3: [850\text{hPa 上 } 58367 \text{ 站的 } \Delta(T - T_d)_{24} - \text{衡阳站的风向}]$
 $X_4: [(T_{\text{d 宫古}} - T_{\text{定海}}) - \text{衡阳站的风向}]$
 $X_5: [850\text{hPa 上 } 58606 \text{ 站的 } \Delta T_{24} - 58367 \text{ 站的 } \Delta(T - T_d)]$
 $X_6: [850\text{hPa 上 } 58666 \text{ 站的 } (T - T_d) - 53772 \text{ 站的 } \Delta T_{24}]$
 $X_7: [(P_{\text{长沙}} - P_{\text{定海}}) - (P_{\text{南京}} - P_{\text{台北}})]$

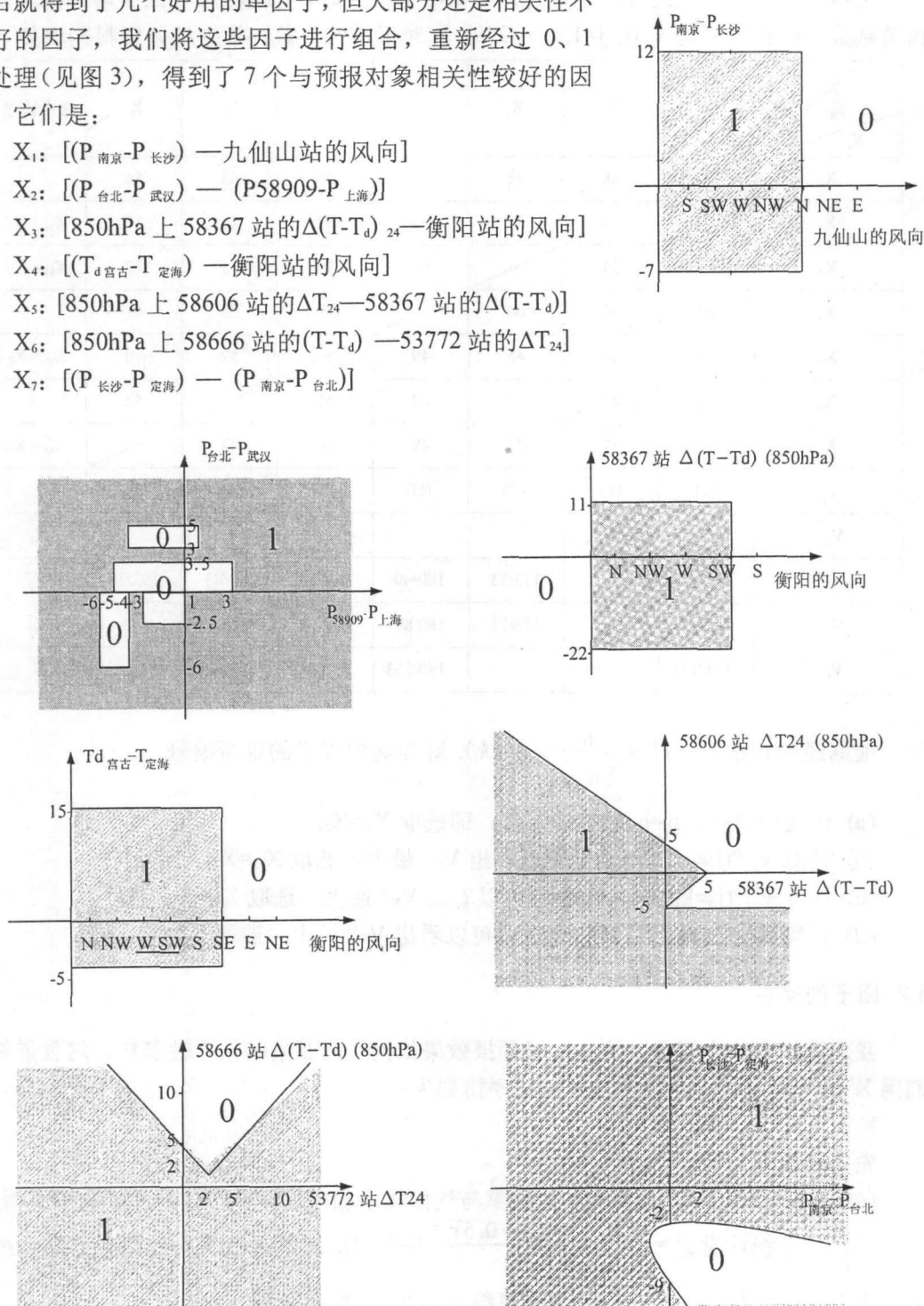


图 3 因子的组合, “0, 1”化处理

利用逐个引入法来进行因子筛选。令 n_j ($j=1, 2, \dots, 279$) 表示第 j 个因子与预报对象的相关频数, n_{ij} 表示 x_i 与 x_j ($i, j=1, 2, \dots, 279$) 同时报错的次数, 根据统计资料列表如下:

n_j $x_i \backslash x_j$	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	选中因子
x_1		38	48	67	56	63	54	
x_2	38		34	39	32	40	37	$X_{k_1} = x_1$
x_3	48	34		64	45	53	37	$X_{k_2} = x_3$
x_4	67	39	64		49	62	49	
x_5	56	32	45	49		52	40	$X_{k_3} = x_5$
x_6	63	40	53	62	52		42	
x_7	54	37	37	49	40	42		$X_{k_4} = x_7$
n_j	181	197	173	180	159	160	193	
$V_j^{(1)}$		n_2 最大						x_2
$V_j^{(2)}$	181/39		173/35	180/40	159/33	160/41	193/38	x_7
$V_j^{(3)}$	181/93		173/72	180/89	159/73	160/83		x_3
$V_j^{(4)}$	181/141			180/153	159/118	160/136		x_5

根据经验判据式, $V_j^{(0)} = \frac{n_j}{\sum_{k=1}^{j-1} n_{k_j} + 1}$, ($j \neq k_i$), k_i 为选中因子的重新编号:

- 由表中可见, $n_j = n_2$ 时有最大值, 即选取 $X_{k_1} = x_2$;
- 计算 $V_j^{(2)}$ ($j \neq k_1$), 由表中可以看出 $V_7^{(2)}$ 最大, 选取 $X_{k_2} = x_7$;
- 计算 $V_j^{(3)}$ ($j \neq k_1, k_2$), 由表中可以看出 $V_3^{(3)}$ 最大, 选取 $X_{k_3} = x_3$;
- 计算 $V_j^{(4)}$ ($j \neq k_1, k_2, k_3$), 由表中可以看出 $V_5^{(4)}$ 最大, 选取 $X_{k_4} = x_5$ 。

4.2 因子的检验

我们选中了 4 个因子, 这些因子预报效果如何, 两要素间独立性怎样, 这就需要我们用 χ^2 来检验。这 4 个因子按好坏顺序排列为:

x_2 、 x_7 、 x_3 、 x_5 ;

先检验最差的因子 x_5 。

(1) 提出原假设 H_0 , 总体的条件概率与气候概率相等, 即因子 x_5 的预报效果不明显;

(2) 构造统计量 $\chi^2 = \sum_i \frac{(\mu_i - n_i p_i - 0.5)^2}{n_i p_i}$, ($i=0, 1$), 式中 μ_i 是实际出现的次数, n_i 是

因子为 1 级的次数, 由历史统计资料算得 $p_1=0.617$, $p_0=0.383$;

(3) 给定信度 $\alpha=0.05$, 查 χ^2 分布表得临界值 $\chi^2_{0.05}=3.841$ (此时自由度 $\nu=1$);

(4) 实测样本

	X ₃ 为一级的次数: 190	
	Y=1	Y=0
实际出现次数	133	57
根据历史概括率	$n_1 p_1 = 190 \times 0.617 = 117.23$	$n_1 p_0 = 190 \times 0.383 = 72.77$

由上面实测的样本值算出:

$$\chi^2 = \frac{(|133 - 117.23| - 0.5)^2}{117.23} + \frac{(|57 - 72.77| - 0.5)^2}{72.77} = 5.203$$

则 $\chi^2 > \chi^2_{0.05}$, 假设不成立, X_3 的预报效果显著, 此种判断有 95% 的可靠程度。

从以上分析看出, 最差的因子 X_3 通过了, 其它的因子就不用检验了。

4.3 建立预报方程

为了计算方便, 取 3 个相关性较好的因子建立预报方程, 将预报量和预报因子分为二档, 制成列联表:

频数 X \ Y		Y		Σ
		0	1	
X_2	0	65	43	108
	1	39	132	171
X_7	0	49	29	78
	1	57	144	201
X_3	0	63	63	126
	1	43	110	153
$X_2 X_7$	0	78	59	137
	1	28	114	142
$X_2 X_3$	0	88	84	172
	1	18	89	107
$X_7 X_3$	0	80	76	156
	1	26	97	123

从表中求得系数:

$$b_2 = \frac{132}{171} - \frac{43}{108} = 0.3738$$

$$b_7 = \frac{144}{201} - \frac{29}{78} = 0.3446$$

$$b_3 = \frac{110}{153} - \frac{63}{126} = 0.290$$

$$b_{27} = \frac{114}{142} - \frac{59}{137} = 0.7220$$

$$b_{23} = \frac{89}{107} - \frac{84}{172} = 0.3434$$

$$b_{73} = \frac{97}{123} - \frac{76}{156} = 0.3014$$

由此得到预报方程:

$$Y_j = 0.3738X_2 + 0.3446X_7 + 0.2190X_3 + 0.7220X_2X_7 + 0.3434X_2X_3 + 0.3014X_7X_3$$

4.4 求临界值

将各因子代入预报方程, 找出 $Y=1$ 时 Y_j 的最低值为 1.4418, 而 $Y=0$ 时 Y_j 的最高值

为 0.2190, 故不定区为 0.2190~1.4418。其临界值为:

$$Y_c = \frac{1}{2}(0.2190 + 1.4418) = 0.8304$$

即当 $Y_j > 0.8304$ 时报雾, $Y_j < 0.8304$ 时报无雾。

5 试报结果

利用 2000~2002 年 3 年 4~6 月份的资料进行试报, 试报前对天气形势分型。试报结果如下:

雾日	无雾日	漏报	空报	准确率
44	25	7	6	81.2%

经统计, 在两种形势下共出现雾日 44 天, 无雾日 25 天。从试报情况看, 漏报 7 次, 空报 6 次, 一共报错 13 次, 预报的准确率达 81.2%。本文对海雾的预报实效为 24h, 从试报结果看, 预报准确率在 80% 以上, 说明可以投入正常的业务预报。

6 讨论

(1) 浙东海区平流雾多发生在春夏季节, 尤以 4~6 月居多。主要在入海高压后部、气旋东部发生居多。平流雾形成的天气背景形势: 高空华东地区为西南气流, 有利于水汽向北输送; 低层为偏南风, 有适中的风速; 暖湿空气与下垫面之间的温差较大。

(2) 由于所建立的方程不是最优方程, 方程中的因子也不是最佳因子, 因此, 今后还有待于选取最佳单因子或最佳组合因子, 进一步提高试报准确率。

(3) 海雾的形成和维持与海温有很大关系, 由于海温资料无法及时获得, 因此海温没有被做为预报因子, 导致预报准确率不是很高, 有待于今后进一步完善。

参考文献:

- [1] 陈谋国. 统计预报原理和方法[M], 空军气象学院, 1987.
- [2] 尹德昌, 等. 大气物理[M], 空军气象学院, 1984.