

黄河三角洲冬半年大风预报系统^①

刘敦训 张经珍 郝家学 蔡冬梅

(山东东营市气象局, 257091)

提 要

利用 1990~1997 年高空实况场资料作历史样本库, 进行相关分析, 提取典型因子场, 在运用历史样本进行分型、分级的基础上, 再利用与 T106L19 数值预报产品典型因子场的平均域块距离最优相似方法, 制作黄河三角洲冬半年沿海、内陆大风客观预报, 经试用效果较好。

关键词: 大风预报系统 典型因子场 域块距离最优相似

1 大风气候规律

大风标准: 以日最大风速 V (10 分钟平均风速) 大于 $10.7\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 为大风。 V 大于等于 $17.0\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 为强风。

黄河三角洲地区濒临渤海, 地势平坦, 大风是该地区沿海、内陆四季最常见的一种灾害性天气, 特别是冬半年 (11~4 月) 大风日数约占全年大风日数的 85%。大风往往给生产建设尤其是航运、海上捕捞、水产养殖、石油开发及人民的生命财产安全造成巨大的威胁和损失。研究开发黄河三角洲地区冬半年沿海、内陆大风客观规定的预报方法对指导海上气象服务, 减少大风给该地区造成的损失, 为建设海上山东和黄河三角洲开发两大跨世纪工程的实施具有重要意义。

2 方法介绍

2.1 资料选取及处理

本文选用 1990~1996 年全国高空 500、700、850、1000hPa 的 08 时实况资料; 沿海自动站 (38°00'N、118°59'E) 1996~1997 年实况资料; 黄河三角洲内陆代表站河口站 54732 (37°53'N、118°32'E) 1990~1997 年实况资料; T106L19 数值预报产品 1995~1997 年 $1^\circ \times 1^\circ$ 格点 24、36、48 小时预报场资料。

1990~1996 年高空资料是离散点上的数据, 为便于和 T106 格点资料统一应用, 我们选取 (30~45°N、105~125°E) 范围内及周围的 47 个站点的资料, 采用高斯最优插值法, 对其进行客观分析, 插值成 $2^\circ \times 2^\circ$ 格点距的 9×11 因子场, 且由基本要素场导出各层 u 、 v 风分量、温度平流场等, 从而最终得出 500、700、850、1000hPa 各层的高度、温度、温度露点差、 u 、 v 风分量、温度平流场, 共有 24 个因子场, 样本长度为 1031。

对于各种历史资料场及 T106L19 数值预报产品资料, 由于量纲不尽相同, 使用前必须进行标准化处理, 本系统在标准化处理中, 样本标准差为 S :

$$S = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2} \quad (1)$$

$$X'_i = (X_i - \bar{X})/S \quad (2)$$

其中 N 为样本长度, $\bar{X}$ 为样本均值, X_i 为样本值, X'_i 为样本标准化后的值。

2.2 分型、分级

本系统采用实况资料分型分级的方法将历史样本分成三型、三级。根据河口站的日最大风向 θ 进行分型: 当 $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ 时, 为

^① 山东省气象局青年基金项目支持。

东北风型;当 $270^\circ \leq \theta < 360^\circ$ 时,为西北风型;当 $90^\circ < \theta < 270^\circ$ 时,为南风型。根据河口站的日最大风速 V 资料分别将三型历史样本分三级:当 $V < 5.4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 时,为 I 级;当 $5.4 \leq V < 10.8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 时,为 II 级,当 $V \geq 10.8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 时,为 III 级。分型、分级后因子情况如表 1 所示。

表 1 历史样本分型、分级结果(样本数)

	I 级	II 级	III 级
东北风型	78	150	51
西北风型	111	201	61
南风型	192	173	14

2.3 因子普查、提取典型因子场

在历史样本分型的基础上,分别对三型样本跟河口站日最大风速资料进行相关分析和因子普查,求出相关系数大且连片分布的因子场作为典型因子场。所选典型因子场既要相关性好,成规则块分布,又要物理意义明确,能够充分保留原始场信息和反映天气系统的动力、热力特征。表 2 给出各型典型

场相关系数、取值范围(以格点序号表示)及物理意义。

2.4 入型条件

为了寻求大风预报的客观入型条件,对 T106L19 数值预报产品 1995~1997 年三年的 24、36、48 小时海平面 u 、 v 分量场进行处理,反算出河口站点上预报场的海平面风向、风速,取三时次风速最大值的同时次风向与同时次河口站日最大风速的风向作离差分析,结果表明,风向差在 90° 以内的占 99%,风向差在 45° 以内的占 88.5%,预报场三时次的风向对大风具有很高的概括率,并且这三时次恰好是预报时段的开始、中间和结束时刻,能较客观地反映一天中风的演变情况。于是,我们将预报日前一 20 时的 T106L19 产品的 24、36、48 小时海平面风场预报风速最大时的对应风向作为入型判据,实现了入型的客观化。

表 2 各风型典型场相关性取值范围及物理意义

因子	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	
南风型	名称	T_{70}	T_{85}	T_{10}	R_{85}	H_{85}	H_{10}	
	相关系数	0.55	0.84	0.89	0.58	-0.43	-0.58	
	取值范围	1~11	1~11	1~11	1~11	1~11	1~11	
	(序号)	1~8	1~8	1~8	1~8	1~8	1~8	
	物理意义	中层温度		低层温度	低层湿度	中低层形势		
西北型	名称	V_{50}	V_{70}	T_{10}	R_{85}	H_{70}	H_{85}	C_{85}
	相关系数	-0.45	-0.64	0.71	0.48	-0.64	-0.47	0.46
	取值范围	4~9	4~9	1~9	1~8	1~11	6~11	5~9
	(序号)	1~7	1~9	1~9	1~9	1~9	1~7	1~9
	物理意义	中高层偏北风		低层温度	低层湿度	中层形势	温度平流	
东北型	名称	U_{85}	T_{10}	T_{85}	H_{85}	H_{10}		
	相关系数	-0.33	0.42	0.45	-0.43	-0.83		
	取值范围	5~10	1~9	1~9	3~9	3~9		
	(序号)	1~5	3~9	3~9	1~9	1~9		
	物理意义	中层西风	中低层温度		中低层形势			

2.5 相似距离计算

本系统利用海明距离法,对 T106L19 数值预报产品预报对应时次的预报因子和相应的历史样本的典型因子场求相似距离。设某因子 k 和对应某天历史样本的距离为 d_k ,则

$$d_k = \sum_{i=m_1}^{m_2} \sum_{j=n_1}^{n_2} |X'_{i,j} - X_{i,j}| \quad (3)$$

其中 n_1, n_2, m_1, m_2 分别是典型因子场取值的起止格点的序号。则某一风型对历史样本某一天的总距离为:

$$E_p = \sum_{k=1}^l d_k \quad (4)$$

其中 l 为该风型的典型因子场数,而对于某风级有 t 个历史样本,其总距离为:

$$F = \sum_{p=1}^t E_p \quad (5)$$

某型三级的所有典型因子场格点上的平均距离为 Z_1, Z_2, Z_3 :

$$Z_i = F / ((m_2 - m_1) \times (n_2 - n_1) \times l \times t) \quad (6)$$

其中 $i = 1, 2, 3$, 当 Z_1 为最小时, 则输出预报风速为 I 级; 当 Z_2 为最小时, 则输出预报风速为 II 级; 当 Z_3 为最小时, 则输出预报风速为 III 级。

2.6 海、陆风的订正

以上各步是用河口站数据计算所得的预报结果, 代表内陆风的预报值, 系统用沿海自动站 1996~1997 年两年冬半年资料与河口站日最大风向、风速资料进行比较, 结果发现, 当内陆风速小时, 沿海风速亦小, 它们的差值也小; 而当内陆风速增大时, 沿海风速亦大, 它们的差值也增大。本文按 2.2 节分级标准, 分三级进行离差 $V_{\text{差}}$ 运算, I 级为 $2.45 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, II 级为 $2.56 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, III 级为 $3.24 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

设 $\theta_{\text{海}}, V_{\text{海}}$ 为沿海风向、风速, $\theta_{\text{陆}}, V_{\text{陆}}$ 为内陆风向、风速, 则:

$$\theta_{\text{海}} \approx \theta_{\text{陆}} \quad (7)$$

$$V_{\text{海}} = V_{\text{陆}} + V_{\text{差}} \quad (8)$$

则对于沿海最大风速的预报结果取 2.5 节求得的风速相应加 1 级发布, 风向取相同值发布。

2.7 大风预报系统

在以上分析的基础上组建了黄河三角洲大风自动化客观预报系统, 系统由历史样本库、预报因子库、预报产品库、前处理程序和主程序等几部分组成, 用 FORTRAN5.0 设计编译而成, 便于移植, 方便调用, 利用 9210 卫星通讯网, 每天上午即可得到全部系统所需 T106L19 资料, 通过解码、格式转换、标准化处理后输入系统, 计算出沿海、内陆日最大风速、风向的预报结果, 并附带输出该地区 T106 预报格点上的风向、风速预报, 以供预报员参考。大风预报业务流程如图 1 所示, 预报结果文件一方面进入预报业务流程, 另一方面下发各县区指导各站大风预报服务。

系统从入型计算到结果输出传送皆自动完成, 只需 2~3 分钟, 简便快捷, 不需人工

干预, 便于投入业务应用。

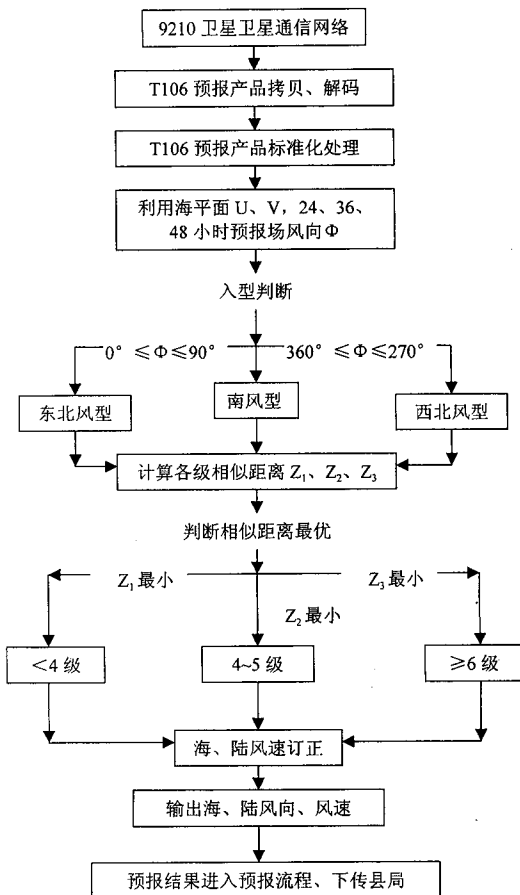


图 1 大风预报系统业务流程

3 效果检验

该系统设计完成后, 用 1999 年 11 月 11 日~2000 年 1 月 6 日, 卫星下传的 T106L19 数值预报产品进行 58 天的业务运行, 统计结果如表 3 所示。

表 3 1999 年 11 月~2000 年 1 月大风预报结果

风型	东北	南风	西北
预报次数	12	21	25
风向准确率	11/12	20/21	25/25
风速 1 级以上误差	1/12	0/21	21/25
大风预报次数	8	0	1
预报准确率	5/8	0/0	1/1
空报率	3/8	0/0	0/1
漏报率	0/8	0/0	0/1

表 3 中大风预报准确率是指风速大于

10.7 m · s⁻¹ 的预报或实况统计。由表 3 可知该预报系统无论风向、风速预报准确率都较高。对大风无漏报,只是东北大风空报率较高,需进一步改进。

4 总结

①该系统采用实况资料分型,减少了由于分型带来的系统误差,运行中用数值预报产品值作为入型判据,实现了完全自动化。

②用典型因子场域块平均距离作预报,

是充分利用了形势场和要素场的信息,并较好地反映了天气系统的动力、热力特征,物理意义明确,可以避免单格点引起的奇异结果。

③利用 7 年的实况场作为样本因子库组成系统,保证了系统的稳定性,且便于移植和推广。

④若能引进地面场因子,会有效地改善系统预报性能,提高准确率。

The Objective and Automatic System of the Winter Gale Forecast in the Yellow River Delta

Liu Dunxun Zhang Jingzhen Hao Jiaxue Cai Dongmei

(Dongying Meteorological Office, Shandong Province 257091)

Abstract

A correlation analysis was conducted by using of the historical samples of the routine synoptic maps in winter from 1990 to 1997. The canonical factor fields were selected. The historical samples were used to make model and classification, then the NWP of T106L19 and the average field block distance optimum analogue method were combined to forecast the winter gale in the Yellow River Delta. The objective and automatic system of gale forecast was presented.

Key Words: gale forecast system canonical factor field field block distance optimum analogue method