

# T106 产品夏季降水概率预报自动化系统<sup>①</sup>

牛叔超 朱桂林 李 燕 刘月辉 朱宝来

(山东济宁市气象局, 272037)

## 提 要

利用 T106 格点场资料,构造能反映本地天气动力学特征的组合预报因子,对预报时效场进行叠加处理,对预报关键区格点资料取其均值或极值。预报因子和预报量均采用非线性 0、1 化处理。用最优子集回归建立降水预报方程,用多因子概率权重回归预测其降水概率。系统从资料采集到输出概率结果在 586 以上微机上实现全自动化,预报结果客观、定量。

**关键词:** 概率预报 T106 格点资料 降水自动化系统

## 引 言

为实施国家气象局关于在“九五”期间积极推进概率天气预报的指示,济宁市台受山东省气象局委托,承担了“概率预报方法研究”“九五”重点课题,于 1997 年初开始了此项研究,1998 年 6 月 1 日投入试运行,1999 年 5 月经山东省气象局业务处批准,于 6 月 1 日正式对外发布概率预报。

在此之前,北京、上海均采用中尺度数值预报模式作降水概率预报试验研究<sup>[1,2]</sup>。作为地市台,由于资料所限,我们选用 T63L16 作为预报资料,1997 年 6 月 1 日之后,随着模式更换,我们改用内容更加丰富,分辨率为  $1^\circ \times 1^\circ$  的 T106L16 格点资料,目前这些资料每天可从 9210 系统中获得。概率预报方法有多种多样,其中以多因子概率权重回归(Reep 法)在国外应用较多。我台在概率预报试验中,根据不同资料分别采用 Reep 法和 Markov 链等制作了不同季节的客观降水概率预报方法。它们都是以数值预报产品为基础,以人机交互为工作平台,综合应用各种气象信息。预报结果力求客观、定量,自动化程度高,下面说明以 T106 为资料,采用 Reep 法制作的夏季降水概率预报自动化系统。

## 1 资料选取

### 1.1 预报量选取

取济宁 11 个县市 1995~1997 年 6~8 月降水实况,以 11 个站点日降水量平均值  $\bar{R}_{24}$  为预报量。规定:  $\bar{R}_{24} \geq 0.02\text{mm}$  为小雨以上(即两站以上出现  $R_{24} \geq 0.1\text{mm}$ );  $\bar{R}_{24} \geq 10.0\text{mm}$  为中雨以上;  $\bar{R}_{24} \geq 25.00\text{mm}$  为大雨以上。

### 1.2 因子的选取

选取 1995~1997 年 6~8 月 T106 格点资料共 269 天,其中 169 天用作预报样本,100 天作试报样本。

## 2 因子的组合及处理

(1)根据影响济宁市降水系统天气动力学特征及日常预报经验,从造成降水三要素入手,构造非线性的动力预报因子,使这些因子较完整地反映济宁市上空天气系统的动力结构和发展机制。如因子  $v_{0700} - \text{div}_{350}$  反映中低层动力结构,  $T_{b700} * W_{p700} + T_{b850} * W_{p850}$  反映水汽垂直输送,  $K_1$  指数反映整层不稳定性等。共选取因子十多个,供筛选。

(2)鉴于目前数值预报产品存在种种缺陷和噪音,应用之前有必要对 T106 资料进行技术处理。

(a)为了克服数值预报输出的噪音<sup>[3]</sup>,选取格点场上一个长方形区域内(2\*3)6 个格

<sup>①</sup> 本系统属山东省气象局“九五”重点课题。

点覆盖本市上空,选取上述动力因子在6个格点上的平均值和极值作为预报因子的预选因子。

(b)为了克服数值预报产品对天气系统移速预报偏快或偏慢,对强度预报偏强偏弱的缺点,在临近的几个不同时效内输出产品施行叠加处理,如12、24、36小时时效叠加,24、36、48小时时效叠加。叠加原则是逐点选取3个时效内预报因子的最大贡献值(正值取大,负值取小),将三个时效场合为一个场用。这个场反映这一时段内预报因子对降水系统的最大贡献值。

(c)为了便于在微机实现自动化处理资料,分晴雨、中雨、大雨三级将预报因子和预报量0、1化处理。划分0、1化资料的分割值使用线性判别公式<sup>[4]</sup>计算:  $Cv_1 = (\bar{x}_1 \times \delta_2 + \bar{x}_2 \times \delta_1) / (\delta_1 + \delta_2)$ , 式中  $\bar{x}_1$  和  $\delta_1$  是预报量为1时所对应那一组资料的平均值和标准差;  $\bar{x}_2$  和  $\delta_2$  是预报量为0时所对应那一组资料的平均值和标准差。

### 3 优选预报因子,建立回归方程

(1)当预报量和预报因子经0、1化处理,用下式计算相关系数:

$$R = \frac{\sum (Y_i - y)(X_i - x)}{\sqrt{\sum (Y_i - y)^2 \sum (X_i - x)^2}}$$

凡  $R$  通过0.05显著性检验的予以保留,否则剔除,最后得到8个预报因子。

(2)最优子集回归计算速度快,误差小,采用内存容量相对要求较小的 Furnial-Wilson 算法<sup>[5]</sup>。它采用合理途径,穷尽所有预报因子的搭配,若有  $p$  个因子,会得到  $2^p - 1$  个可能回归。它比60年代设计的双向筛选逐步回归法优越得多。

选用169天经过上述技术处理的0、1化优选预报因子和预报量,建立各个时次、各个量级的预报因子库和预报量库,用最优子集回归得出24小时、48小时各量级的6个方程。如24小时晴雨方程:

$$\begin{aligned} \hat{Y} = & 0.431 + 0.315x_1 - 0.246x_3 \\ & + 0.119x_4 + 0.253x_5 \\ & - 0.511x_6 + 0.265x_8 \end{aligned}$$

6个因子169年个样本的复相关系数为0.58,已具有0.01的显著性水平,说明回归方程效果显著,用上述线性判别公式求得各个回归方程  $\hat{Y}_i$  的分割值(vcl)作为临界值

$\hat{Y}_c$ ,并用拟合率最大原则对其调整。若  $\hat{Y}_i \geq \hat{Y}_c$ ,则未来预报时段有雨,否则无雨。

## 4 降水概率的预测

### 4.1 多因子概率权重叠加预报公式

使用最优子集回归方程作预报的同时也计算方程中每个因子落在0(或1)档时,预报量  $Y$  为0和为1的频数,再把各个因子0、1两档频数分别叠加。公式如下:  $P(J)_i = \sum R_n P_{ni}$

$$\begin{aligned} \text{即 } P(J)_0 = & R_1 P_{10} + R_2 P_{20} + \dots \\ & \dots + R_n R_{n0} \end{aligned}$$

$$P(J)_1 = R_1 P_{11} + R_2 P_{21} + \dots + R_n R_{n1}$$

式中  $i = 0, 1, P_{n0}$  是因子  $n$  所在档次预报量  $Y$  为0的频率;  $P_{n1}$  是因子  $n$  所在档次预报量  $Y$  为1的频率,  $j = 1, 2, 3$  是预报量的级别,分别代表小、中、大雨,  $n = 1, 2, \dots, 8$  是预报因子个数,  $R_n$  为因子与预报量的相关系数。

通过上面的计算得出降水量  $Y$  各级别的权重概率值  $P_0, P_1$ ,然后再用如下公式计算:  $P_0 = P_0 / (P_0 + P_1); P_1 = P_1 / (P_0 + P_1);$

$$P_0 + P_1 = 1.$$

### 4.2 计算降水概率

由4.1计算出权重概率值  $P_0, P_1$ ,则降水预测概率  $P'_1, P'_0$ 。由下式计算得到:

$$P'_1 = P_1 + P_1(\hat{Y}_i - \hat{Y}_c) / \hat{Y}_c; P'_0 = 1 - P'_1$$

考虑回归方程的拟合率,则最后输出的降水概率(即预报可能有降水的把握性)  $P_0P$  为:

$$\text{若 } \hat{Y}_i \geq \hat{Y}_c, \text{ 定性预报有降水, } P_0P = (P'_1 + \text{方程拟合率}) / 2$$

$$\text{若 } \hat{Y}_i < \hat{Y}_c, \text{ 定性预报无降水, } P_0P = (P'_1 + 1 - \text{方程拟合率}) / 2$$

## 5 夏季降水概率预报流程

济宁市夏季降水概率预报流程见图1

## 6 试报和应用情况

使用1997年夏季T106资料进行试报,按山东省气象局短期预报评分标准,统计质量如下:24小时预报:晴雨  $TS = 78\%$ ,中雨  $76\%$ ,大雨  $60\%$ ;

48小时预报:晴雨  $TS = 70\%$ ,中雨  $TS = 72\%$ ,大雨  $TS = 74\%$ 。

1999年应用情况如下:

24小时预报:晴雨  $TS = 82.8\%$ ,中雨  $TS = 68.3\%$ ,大雨  $TS = 58.0\%$ ;

48小时预报:晴雨  $TS = 71.1\%$ ,中雨  $TS = 63.4\%$ ,大雨  $TS = 53.8\%$ 。

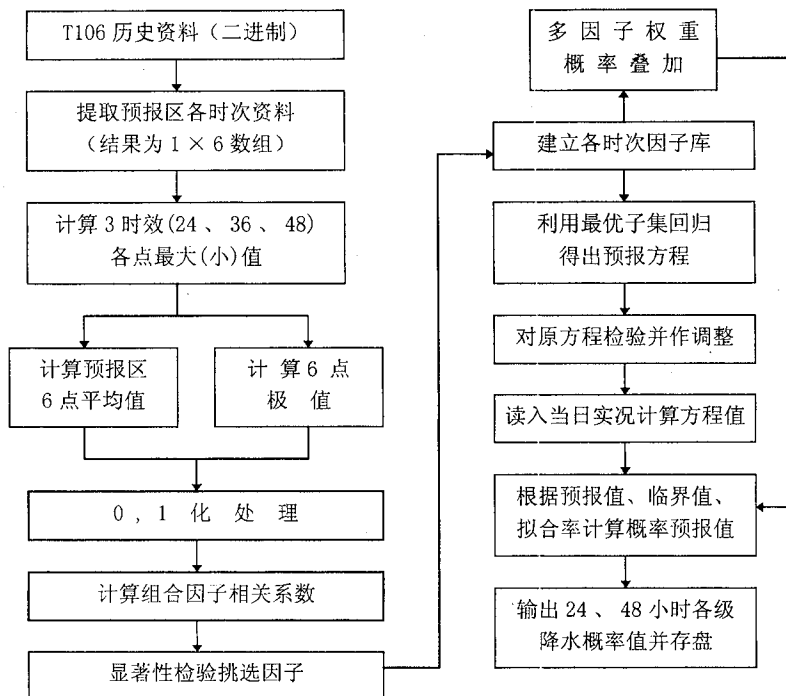


图 1 降水概率预报流程框图

参考文献

1 周 兵等. 北京降水概率预报业务试验. 大气科学, 1998, 22(3): 336~341.  
 2 丁金才等. 天气概率预报和业务试验. 大气科学研究与应用, 1996(1): 87~91.  
 3 立平良三等. 降水概率预报. 山东省气象科技研究所编印. 降水概率预报油印本: 1~11.

4 大滝俊夫. 关于求降水概率多元回归方程的比较. 气象科技情报研究所编著. 国外数值预报应用论文文摘, 1983: 68.  
 5 Furnival I-Wilson. Optimal Subset Regression. 北京气象科研所编印, 1997: 1~7.  
 6 谢定升等. 广州降水概率预报. 气象, 1998, 24(1): 44~46.

## The Automatic System of Precipitation Probability Forecast with T106 Products

Niu Shuchao Zhu Guilin Li Yan Liu Yuehui  
 (Jining Meteorological Office, Shandong Province 272137)

Abstract

The nonlinear predictors which reflect the features of local weather dynamics could be developed by the system of T106 products, and it can manipulate time internal with superposing method. The correlation could also be built with the mean values and extremes of grid date within the forecast area together with the amount of precipitation.

The predictors and predicatands were all manipulated with 0, 1 nonlinearization. The prognostic equation of precipitation with optimal subset regression was built, and the precipitation probability with multipal factorial probability weighing regression was forecasted.

The system was all automated in 586 computer from data collection to output of probobility results. Its forecast conclusion was objective and quantitative, and it became a major tool of objective precipitation probability forecast.

**Key Words:** T106 product precipitation probability forecast automatic system