



场,建立典型天气类型的资料库(10~85°N,0~360°E)。

### 3.1 平均预报场的建立

利用欧洲数值预报中心 500 hPa 24~72 h 预报格点资料,选取资料范围 10~85°N,0~360°E,做出 24~72 h 共 3 个时效的平均格点资料场。

### 3.2 关键区的选取

根据需要,从 25~80°N,40~140°E 范围中选取了 9 个关键区:① 极地到西伯利亚:60~80°N,60~120°E;② 乌山到东欧(乌山):60~80°N,40~80°E;③ 咸里海:30~50°N,45~75°E;④ 贝加尔湖:45~65°N,80~120°E;⑤ 中西伯利亚:60~80°N,90~120°E;⑥ 东亚沿海:25~50°N,120~140°E;⑦ 中纬度:35~55°N,90~120°E;⑧ 高纬度:55~80°N,90~120°E;⑨ 副高:20~40°N,100~170°E

### 3.3 判断系统类型

在判断系统类型时,既要判断关键区系统的形状是否相似,还要判断系统的强度是否接近,为此,用公式

$$R_y = \left( \sum_{k=1}^n X_{ik} \times X_{jk} \right) / \left[ \sum_{k=1}^n X_{ik}^2 \times \sum_{k=1}^n X_{jk}^2 \right]^{1/2} \quad (1)$$

求取相似系数  $R$ ,  $R$  代表两样本形状相似程度。用公式

$$D_y = 1/n \left| \sum_{k=1}^n (x_{ik}^2 - x_{jk}^2) \right| \quad (2)$$

求取距离系数  $D$ ,  $D$  代表两个样本间距离的差值。

最后,确定综合指标  $F$ :

$$F_y = R_y + [1/(1 + D_y)] \quad (3)$$

将实时的关键区资料 and 关键区资料分别计算  $F$ ,  $F$  最大者对应关键区类型即为实时资料的关键区类型。

在利用关键区资料确定当前天气形势关键区类型后,然后对关键区的类型进行组合,出现符合连阴雨系统类型的天气形势,预报未来 3~5 天将出现连阴雨天气。

## 4 建立模型

### 4.1 灰色预测模型原理

令  $X_1, X_2, \dots, X_p$  为影响天气现象的  $P$  个因子,  $k$  时刻的预报量可用集合表示为:

$$Y(K) = [X_1(K), X_2(K), \dots, X_p(K)] \quad (K=1, 2, \dots, n)$$

预报量  $Y(K)$  和每一个因子  $X_i(K)$  为时间序列  $[Y(K)]$  和  $[X_i(K)]$ , 即

$$[Y(K)] = [Y(1), Y(2), \dots, Y(n)]$$

$$[X_i(K)] = [X_i(1), X_i(2), \dots, X_i(n)] \quad (i=1, 2, \dots, P)$$

为了便于比较,首先对原始因子数据进行处理,使生成后的因子序列随机性被弱化,然后,再将  $[Y(k)]$  与  $[X_i(K)]$  标准化或 0,1 化。

根据灰色系统理论,  $Y$  与  $X_i$  在  $K$  点的关联系数为:

$$\varepsilon_i(K) = \frac{\min_k |Y(K) - X_i(K)| + \alpha \min_k |Y(K) - X_i(K)|}{|X(K) - X_i(K)| + \alpha \min_k |Y(K) - X_i(K)|}$$

式中,  $\alpha$  为控制变量,  $\alpha \in [0, 1]$ 。

对序列而言,  $Y$  与  $X_i$  的灰色关联度为:

$$r_i = 1/n \sum_{k=1}^n \varepsilon_i(K)$$

在建模中,应先考虑与预报量  $Y$  具有较大关联度的因子

$X_i$ , 从中选出  $h$  ( $h < P$ ) 个因子,然后将预报量 ( $Y$ ) 和因子 ( $X_i$ ) 进行累加生成处理,建立灰色预测模型,即

$$Y(l)(K) = B_1 X_1(l)(K) + B_2 X_2(l)(K) + \dots + B_h X_h(l)(K) + B_0$$

从中得出预测值为:

$$Y(k) = Y(l)(K) - Y(k-1)(l)$$

### 4.2 数值预报产品资料的选取

根据河南省连阴雨的成因,从欧洲数值预报产品资料输出的 24~120 h 预报场中 850 hPa 温度场 ( $t$ ), 500 hPa 高度场、地面气压场 3 个层次的数据做初选资料,初选资料的范围为 90~120°E, 25~45°N。

### 4.3 初始因子场的选取

北片:取 35.0~38°N, 112.0~115.0°E 范围内的网格点上的欧洲数值预报产品资料输出的 24~120 h 预报场中 850 hPa 温度场、500 hPa 高度场、地面气压场 3 个层次的数据分别求平均值,同时取韵律、西风指数做北片的预报因子,建立初始因子场。

选用预报对象为北片的有无连阴雨的实况。

其余片初始因子场的选取按以上片选取网格点,其处理方法与北片类同。其预报对象为该片的有无连阴雨实况。

### 4.4 初始因子场及预报量的处理

为了便于比较,对原始因子数据进行处理。首先,对每片的样本资料中的 5 个初选因子做非负处理,然后再 0,1 处理。对初始场的因子处理是通过计算程序进行的,比较复杂,在这里省略。对每片预报量的处理为:满足上述所定的连阴雨标准,记为 1,否则记为 0。这样就建立了每片处理好的初始因子场和预报量场。

### 4.5 选出建立方程的因子

将每片处理好的因子与预报量进行关联度分析,从中选出关联度大的因子,建立方程。

从每片的关联度计算结果可以看出,每片关联度大的因子基本相同。所以从中选出 4 个关联度大的因子做为每片建立灰色预测模型的因子。

每片中 4 个关联度大的因子为:  $p_{地}$ ,  $t_{850}$ , 韵律, 西风指数。

### 4.6 建立灰色预测模型

选用灰色系统预测模型来建立方程,它不需要较长的历史资料,具有一定的稳定性和精度。为了消除季节性影响,在资料处理上,采用了有限元记忆法,使样本长度  $n$  保持一定值,这里  $n = 150$  天,即 1991 年到 1995 年麦收期日期做历史样本,经处理后剩余的样本长度。以后每作一天的预报,就需要读进一天的新资料,来更新原资料库中的资料,使样本长度保持不变,每读进一次新资料,就有一个新方程出现,也就是说方程系数每天都在改变。这样就建立起每片的预测模型,从而得出每片每天的预测方程,经过累减还原逆过程得到各片连阴雨天气预测值。

## 5 试报情况

该系统 2002 年麦收期投入业务试用,2002 年麦收期没有出现连阴雨天气,该系统也没有起报。

# 河南省近 40 年气温突变分析

刘 晓, 刘 莎

(河南省气象局, 河南 郑州 450003)

**摘 要:** 利用 1958~2000 年气温资料, 对河南省四季和全年的平均气温进行滑动  $t$  检验, 研究近 40 年来全省气温的突变情况。结果表明, 夏季气温有下降的趋势, 而冬、春、秋季和全年气温则稳定上升。

**关键词:** 气温; 突变; 均值

**中图分类号:** P423.3<sup>\*5</sup>

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1004-6372(2003)02-0008-02

## 1 技术方案

气候突变是普遍存在于气候系统中的一个重要现象<sup>[1]</sup>。通常意义下的气候突变定义为气候从一个平均值到另一个平均值的急剧变化, 它表现为气候变化的不连续性, 这个定义能够较好的反映一个气候基本状况(特征平均值)的变化, 称为均值突变。

利用滑动  $t$  检验法(Moving  $t$ -test technique), 检验两随机样本平均值的显著差异。将一连续随机变量  $X$  分成两个子样本集  $X_1$  和  $X_2$ , 用  $\mu_i$ 、 $S_i^2$  和  $n_i$  分别代表  $X_i$  的平均值、方差和样本长度( $i=1, 2$ )。其中,  $n_i$  根据需要人为定义长度。

原假设  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ , 定义一统计量为:

$$t_0 = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) / S_p [(1/n_1) + (1/n_2)]^{1/2}$$

这里  $S_p^2$  是联合样本方差,

$$S_p^2 = [(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2] / (n_1 + n_2 - 2)$$

为  $\sigma^2$  的无偏估计( $E[S_p^2] = \sigma^2$ ), 显然  $t_0 \sim t(n_1 + n_2 - 2)$  分布。给出信度  $\alpha$ , 得到临界值  $t_\alpha$ , 计算  $t_0$  后在  $H_0$  下比较  $t_0$  与  $t_\alpha$ 。当  $|t_0| \geq t_\alpha$  时, 否定原假设  $H_0$ , 即说明其存在明显差

异; 当  $|t_0| < t_\alpha$  时, 则接受原假设  $H_0$ 。 $n_i$  的选择具有随意性, 具体应用时, 循环变动  $n_i$ , 以增进检查结果的可靠性。

## 2 突变分析

分析资料使用河南省 1958~2000 年 27 个台站的气温资料(其中冬季平均气温采用上年的 12 月气温和当年 1、2 月份气温的平均)。利用上述方法, 将 43 年的季平均气温序列进行分析。这里仅简单做二分法的讨论。附表为滑动  $t$  检验的二分法结果。

全省季平均和年平均气温突变的阶段划分均至少通过了信度为 0.05 的显著性检验, 其中 90% 以上的台站通过了 0.025 的信度检验, 表明气温逐年变化趋势非常显著, 且全省变化趋势一致性都超过了 88% (见附表)。

从附表可看出: 气温变化总体趋势与全球气温变化比较一致, 相差的只是分割年代的异同; 夏季气温有下降的趋势, 而冬、春、秋和全年的气温稳定上升。具体到各季则分别为: 冬季所有台站的分段都通过了 0.025 的信度检验, 表明气候均值发生了显著的突变, 除襄城、许昌两站外, 季平均气温均明显上升, 年代断点大部分为 20 世纪 80 年代末、90 年代初; 春季除孟津、许昌和永城 3 站外, 气温具有上升的趋势, 年代断点基本为 20 世纪 80 年代初或 90 年代下半期; 夏季除安阳

收稿日期: 2002-12-21

作者简介: 刘 晓(1964-), 河南内乡人, 工程师, 从事管理工作。

## The Forecast System of Cloudy - rainy Weather for Several Days during the Reap Period of Wheat in Henan Province

SONG Qing - zhi<sup>1</sup>, KUANG Xiao - yan<sup>1</sup>, LI Su - ping<sup>2</sup>

(1. The Meteorological Observatory of Henan Province, Zhengzhou 450003, China;

2. The Specialty Meteorological Observatory of Henan Province, Zhengzhou 450003, China)

**Abstract:** With weather chart during the reap period of wheat from 1961 to 1995, the synoptic situation of cloudy - rainy days has been classified. After similar analyses on synoptic situation with similar forecast, the synoptic type of cloudy - rainy weather for several days has been gotten, also we can judge the whether or not the appearance of according to the calculative result of grey forecast model.

**Key Words:** Cloudy - rainy Weather for several days; Similar forecast method; Grey forecast model