

优选概率权重训练法预报西太平洋副高脊线位置

张菊芳 沈树勤 韩桂荣 严明良 刘 新

(江苏省气象台, 南京 210008)

提 要

选用概率权重训练方法,对西太平洋副高脊线位置的多种预报方法进行历史和近时段预报误差概率的分析,动态选取最优预报进行递归集成。结果表明集成后的脊线预报位置误差减小,与实况对比,预报效果较好。

关键词: 优选法 概率权重 集成预报 副高脊线

引 言

副高是影响我国天气的大型天气系统,江淮梅雨、台风、旱涝等天气过程与它有密切关系。副高脊线与 120°E 交点纬度是研究副高的一项重要指标。由于副高与全球天气环流变化相关,其变动存在着年际、季际及周际的变化,所以脊线预报是一项难点。数值预报和天气学的发展,使目前具有多种天气形势的预报手段,如利用 TOVS 资料、T106、欧洲中心预报,日本数值模式等作副高预报,因此预报员能得到多种副高脊线预报位置,如何对这些预报值作出优化集成是一个值得研究的问题。以往各种集成方法大多是平均或加权平均,而没有涉及到权重系数变化和分配这一集成的难点。由于各种预报方法的建立过程均在某一方面有所侧重,因而其预报准确性也是变动的,所以在集成中,既要考虑历史上该方法的准确度,又要顾及其近期内的准确度。早些年数学家华罗庚曾推出了以黄金分割为基础的优选法,许多气象学家将黄金率应用到了气象预报的集成研究中,用黄金率来计算误差概率最小点。然而黄金率其值固定,并不能完全反映两种预报方法误差概率的分布。本文应用优选概

率权重训练,用概率权重作为分割点来计算误差概率最小的优选点进行集成,而概率权重确定时既考虑了历史的误差概率,又考虑了在某一过程中适时预报的误差概率。使用表明,取得较好的效果。

1 预报方法及资料选取

本文选用 T106 数值产品,欧洲中心形势预报,日本数值预报模式,TOVS 卫星反演资料等方法得出的副高脊线位置,另由形势场分析读取脊线位置,由于各家预报资料获取的时间问题,各预报方法的历史样本长度不同,大致取为 1995~1996 年 7~8 月。

众所周知,副高存在着 7 天的周期变动,故在研究集成预报中将各方法的最近 7 天的脊线预报位置作为一适时时段。

2 优选概率权重训练法集成的原理

2.1 子方法动态优选

设有 m 种方法作副高脊线位置预报,我们要从中挑出 3 种方法,这 3 种方法的历史误差概率和实时误差概率较小。

2.1.1 子方法历史误差概率

$$A_k = E_k / \sum_{k=1}^m E_k \quad (1)$$

式中 E_k 为各子方法的预报平均误差值; A_k 为某子方法在各种方法平均误差和中所占的比例,即概率权重。 A_k 的计算样本长度为所有历史资料,即它是历史误差概率。

2.1.2 子方法的适时误差概率

$$B_k = e_k / \sum_{k=1}^m e_k \quad (2)$$

式中 B_k 为各子方法在近期某一时段的预报平均误差值; B_k 为某子方法在各种方法某一时段的预报平均误差总和所占比例。 B_k 计算样本长度在副高脊线集成预报中取 7。这就考虑了各方法的实时预报准确度。

2.1.3 排序挑选

由式(1)、(2)得到的 A_k 和 B_k , 历史样本是固定的,因此 A_k 是固定的。 B_k 则由于是近期取值,因而是变动的。对于既要考虑历史的又要考虑短期效果的子方法的误差概率,我们使用以下公式来计算综合误差概率:

$$P_k = CA_k + (1 - C)B_k \quad (3)$$

式中 C 为常数,其值的变动代表考虑历史和实时的程度, C 越大,历史成分为多, C 小,则实时成分为多。本研究中,取 $C = 0.5$,即均衡于历史和实时误差概率。

各子方法皆可求出 P_k , 设有 m 种子方法,则得到相应的综合误差概率:

$$P = (P_1, P_2, P_3, \dots, P_m) \quad (4)$$

式中 $P_1, P_2, P_3, \dots, P_m$ 按其值大小由小到大排序。前 3 种方法即为优选出的预报效果较好的方法。

由于 B_k 是变动的,因此 P_k 也是变动的,即在每一次应用中,得到的排序表是变动的,被选中的三种子方法也是动态的。

2.2 集成

基于误差概率权重的两种方法的集成记忆,设选中的 3 种方法的综合误差概率为 P_1, P_2, P_3 , 其脊线预报值为 S_1, S_2, S_3 , 对其任 2 种方法进行集成,如第一种和第二种,则有:

$$S_{12} = P_{12}S_1 + P_{21}S_2 \quad (5)$$

式中 S_{12} 为此 2 种方法的集成优选点;

$$P_{12} = \frac{P_2}{P_1 + P_2}, P_{21} = \frac{P_1}{P_1 + P_2} \quad (6)$$

为基于误差概率的第一种、第二种预报方法在集成中的权重系数,是归一化的。

用此方法两两集成,得到 3 个集成预报值 S_{12}, S_{13}, S_{23} , 然后再重新进行集成,记 S_{12}, S_{13}, S_{23} 为 S_1', S_2', S_3' , 其误差概率为:

$$\begin{aligned} P_1' &= (P_1 + P_2)/2 \\ P_2' &= (P_1 + P_3)/2 \\ P_3' &= (P_2 + P_3)/2 \end{aligned} \quad (7)$$

2.3 递归训练

由式(5)、(6)、(7)得到新的预报值 S_1', S_2', S_3' 及 P_1', P_2', P_3' , 采用递归演算,反复式(5)、(6)、(7),不断得到更新的 S_1', S_2', S_3' , 这 3 个值随着递归运算是逐步收敛的,因为两两集成记忆点永远落在两者之间。

2.4 三角重心法定位

设两次运算得 S_1, S_2, S_3 和 S_1', S_2', S_3' , 即得两个三角形,对 S_1, S_2, S_3 和 S_1', S_2', S_3' 进行排序,即设 $S_1 < S_2 < S_3, S_1' < S_2' < S_3'$, 则可分别求出两个三角形的重心 Z 和 Z' :

$$Z = \frac{1}{2}(S_1 + S_3)$$

$$Z' = \frac{1}{2}(S_1' + S_3')$$

Z 和 Z' 反映了前后两次运算结果的重心,计算 $Z - Z'$, 如 $Z - Z' < 1^\circ$, 即停止递归运算, Z' 即为最终集成预报值。

3 预报实例检验分析

本方法于 1997 年 7~8 月投入试用,仅二个月个例,以后将继续应用。从这二个月试用情况看,效果较好。

3.1 误差检验

下面给出本集成预报方法的误差及其与另外 3 种预报的误差状况对照表:

表1 24小时副高脊线位置预报误差(单位:度)

方法	样本数	最小误差	最大误差	绝对平均误差
A	62	0	10	2.04
B	62	0	9	2.08
C	62	0	13	2.90
集成	62	0	5	1.98

注:A为T106数值产品,B为日本数值预报模式,C为HLAFS产品。

表2 48小时副高脊线位置预报误差(单位:度)

方法	样本数	最小误差	最大误差	绝对平均误差
A	62	0	15	2.34
B	62	0	13	2.48
C	62	0	13	2.38
集成	62	0	7	1.91

从表1、2可以看出:

① 集成法的预报误差明显小于其它几家预报的误差,尤其是48小时预报,得到了明显的改善,其平均绝对误差仅为1.91度。

② 48小时各家预报的平均误差大多数都大于24小时的预报误差,而本方法的48小时预报误差却小于24小时的,即:随着时效的增长,各家预报误差增长,而本集成法则无此现象。另外,集成预报的最大误差小于其它预报,可见,本集成法预报具有一定的稳定性。

表中所列A、B、C3种预报是实际应用中预报效果较好的,本集成法的预报误差能小于这3种,说明我们的集成是有效的,它为副高脊线的预报提供了较好的依据。

3.2 预报效果分析

图1为1997年7月份24小时和48小时副高脊线集成预报与实况的对比图,由图中24小时情况可以看出:7月初及末,120°E西太平洋副热带高压脊线位置分别有两次南落过程,集成方法预报出了这两次南落(注:7月上旬中期实况为沿海槽),同样下旬初的一次北跳,集成预报也与实况相吻合。

48小时预报和实况对比,其情形与24小时预报的基本一致。可见集成预报效果并没有因为时效的增长而减低。

8月份24、48小时副高脊线集成预报与实况与7月份一样同样有着较好的吻合(图略)。

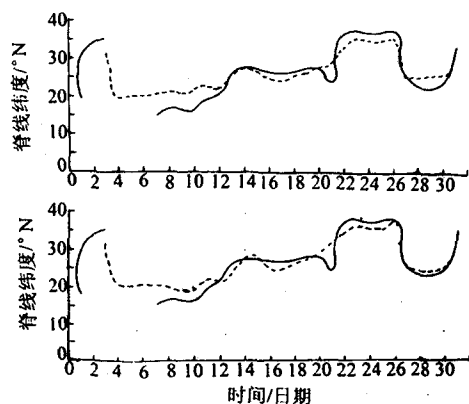


图1 1997年7月份24小时(上)和48小时(下)副高脊线预报(虚线)与实况(实线)对比图

4 结束语

① 本集成方法不仅考虑了历史预报的误差概率,又考虑了近期某一时段的预报误差概率,采用动态优选法,以误差概率权重计算误差概率最小优选点,最终以三角重心确定终值,用于预报副高脊线位置,于1997年7~8月份试用表明,误差较其它较好3种预报减小,预报实际情况良好。

② 存在的问题是历史与实时误差概率的综合分配问题,如何进行改进,有待于进一步探索,另外,我们还将继续试验增加个例,更好地检验本方法的好坏。

参考文献

- 1 丁士晟等. 多元分析方法及其应用. 长春:吉林人民出版社,1981.
- 2 N·H·Tbepcjozo, Rycp Meteoropoznn. 1951.
- 3 沈树勤等. 东海区域热带气旋路径集成预报研究. 全国第十届台风会议文集,1996.
- 4 江苏重要天气分析和预报. 北京:气象出版社,1988.

The Position prediction of Subtropical High Ridge over the Western Pacific Ocean Using Optimum Error Probability Weight Training Method

Zhang Juefang Shen Shuqing Han Guirong Yan Mingliang Liu Xin

(Jiangsu Meteorological Observatory, Nanjing 210008)

Abstract

A probability weight training method was used to analyze the prediction error ratio of some forecasting methods for the position of subtropical high ridge over the western Pacific Ocean both in history and real time. A best prediction method was set up with integrated method step by step. It showed that the error of the prediction of subtropical high ridge was reduced after integration compared with another forecasting method.

Key Words: optimum method probability right integrated prediction subtropical high ridge