

一种新的集成预报法

陈德群 于波

(江苏省气象台, 南京 210008)

摘要 通过引入第一可信度和第二可信度两个概念, 建立了一种新的适于我国各级台站使用的集成预报方法。在 1990~1992 年, 曾被用来对 8 种独立的预报方法进行集成决策, 提交长江水利委员会水文局使用。

关键词 集成预报, 第一可信度, 第二可信度

分类号 P456

Lorenz 曾在 1969 年指出, 全球天气预报的可预报性限度约两个星期左右。随着对相互独立的各种预报方法的模型、参数和指标等的改进, 目前的预报可发布到 10 天或更长时间, 已接近大家所认可的可预报性限度。此时, 人们又想要解决这样的问题: 对于已掌握了多个预报方法, 怎样才能使其综合的效应比它们其中的任何一个更好呢? 于是, 设计一种好的集成预报方法, 便成了当务之急。

1 集成预报法

以集成预报法为途径, 寻找改善预报效果的方法, 早在 1974 年就由 Leith 提出来。随后, Hoffman 和 Kalnay 于 1983 年, Kalnay 和 Dalcher 于 1987 年, 都对集成法做了一定的工作。其中, Hoffman 和 Kalnay 提出的滞后平均预报法(LAF), 应用在不同时间、不同初始场的单个模式作出预报。他们认为集成模式的预报并不比单个模式好^[1]。进入 90 年代, Leslie 和 Holland 用了 5 个月的资料, 建立起 MFE(模式预报误差)与另外 3 个预报因子 S (统计回归方法)、 P (持续性)和 D (偏差)之间的回归方程。这 3 个因子单独与 MFE 的相关系数分别是 0.58, 0.40 和 0.18, 若用最佳线性法把其组合后, 与 MFE 的相关系数增加到 0.71。用集成后的结果对澳大利亚东南部天气系统进行分析 and 预报, 效果很好。他们认为这是“一个用简单的方法, 取得高质量的显著结果”的例子^[2]。

集成预报法由于其包含量大、兼容性好, 已逐渐受到国内气象界的重视。如江苏省气象台的俞炳启就曾利用灰色动态决策集成各种预报方法做中期降水预报, 取得了很好的效果。目前, 国内常使用的集成决策方法, 有灰色系统、模糊数学、层次分析、多元回归及逐步回归等。它们都有一定的决策能力, 但又有其缺陷。首先, 必须要有大量的历史样本资料。如灰色决策, 要有一系列(虽其信息可以不够充分)效果测度数据及目标测定指数, 若某一个因子欠缺, 这些方法的集成决策都很难进行下去^[3]。

2 新的集成预报法

针对以上提到的集成方法存在的不足,我们从另一途径设计了一个新的集成决策方法。

首先,引入第一可信度(P_1)和第二可信度(P_2)的概念:设第*i*种方法的预报结论为“有”时的可信度为 P_{1i} ;预报结论为“无”时的可信度为 P_{2i} ,其值在0.0~1.0之间浮动。每次作出预报后,视预报结果按公式(1)来分别调整 P_{1i} 或 P_{2i} 。原则是报得越准,可信度则越调越大。再具体一点,即:若预报结果为“有”,则调整 P_{1i} ,过后若实况亦为“有”,则 P_{1i} 值上调;实况为“无”,则 P_{1i} 值下调。预报结果为“无”时,根据同一原理,调整 P_{2i} 。调整公式为

$$P_i = S_0 + (S_1 - S_0) \cdot F(n, \alpha) \quad (1)$$

其中, P_i 为经过调整后的第一或第二可信度; S_0 为调整前的第一或第二可信度; S_1 为最近可信度,它按以下规则确定:当上次预报和实况相符时, $S_1 = 1.0$,否则 $S_1 = 0.0$ 。若没有历史资料,则 $S_0 = 0$,只要第一次使用,便产生了 S_1 ,这次计算出来的 P_i ,便是下次使用时的 S_0 。 $F(n, \alpha)$ 称为谨慎函数,是为谨慎地控制调整量用的,其值在0.0~1.0之间变化。显然, $F(n, \alpha)$ 的值越小,调整越谨慎。由式(1)可知,当 $F(n, \alpha) = 0.0$ 时, $P_i = S_0$,即“最谨慎”,也就是没有调整。

在计算出各种方法的第一、第二可信度后,将其进行集成计算

$$P_1 = \sum_{i=1}^{n_1} A_{1i} P_{1i}; \quad P_2 = \sum_{i=1}^{n_2} A_{2i} P_{2i} \quad (2)$$

式中, P_1 和 P_2 分别为集成后的第一和第二可信度; n_1 和 n_2 为本次预报中预报结果分别为“有”和“无”的方法累计数; A_{1i} 和 A_{2i} 为各方法第一、第二可信度的权重。因此,最后的预报结论可信度为

$$P = \frac{C_1 P_1 + C_2 (1.0 - P_2)}{2} \quad (3)$$

式中, P_1 和 P_2 意义同上; C_1 和 C_2 为比例系数(它们需要在有大量历史资料后调整,开始使用时可令其为1); $(1.0 - P_2)$ 是考虑预报为“无”时仍有可能出现“有”的信度。根据我们的经验,当 P 大于0.75时,预报“有”的成功率较高。

通过以上设置,这一新的集成预报法的好处是显而易见的。(1)可处理没有历史样本资料验证这种情况,为使用者在开始使用时提供了方便;(2)若某种方法的结果欠缺,据(2)式可知,集成过程仍可继续进行,计算出最后的结果;(3)由于设计了 P_1 和 P_2 ,能分别对待报对和报错两种不同情况,有利继续使用时提高决策水平。

3 应用实例

在1990~1992年中,我们用设计的这种新的集成预报法对8种不同的方法(上海中心气象台的物理参数法、北京气象科学研究所的波谱合成法、四川省气象科学研究所的量级判别法、安徽省气象科学研究所的时空分布法、湖南省气象台的相似离度法、北京卫星中心的 OLR 法、长江水利委员会水文局的回归法和南京气象学院的动能分析法)进行集成决策,作长江中上游致洪暴雨的中期预报,其时效有半个月左右,已达到了 $Lorenz$ 指出的“可预报限度”。长江水利委员会水文局利用我们提供的软件对集成预报结果进行使用,效果较好(见表1)。表1给出1990年,集成预报对7、8两个月各发生的4次强降水过程(它们是7月:4~6日,11~12日,16~17日,25~26日及8月:3~5日,10~12日,16~18日,30~31日)的预报情况。

表 1 集成预报 1990 年预报效果

Table 1 Ensemble forecastings in 1990

强降水过程	预报过程	报对	报错	漏报
8	9	7	2	1

当时,我们是这样处理的

谨慎函数 $F(n, \alpha) = \frac{\alpha}{n}$ 。其中 n 为该可信度调整的次数。为了解决无历史样本这一困难,令

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= 1 & n < 20 \\ \alpha &= \frac{1}{5} & n \geq 20 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

可以证明,当 $\alpha=1$ 时,其可信度等于预报准确率。

对于(2)式中的 A_{1i} 和 A_{2i} , 在开始使用或历史样本较少时,可以令 $A_{1i} = \frac{1}{n_1}$, $A_{2i} = \frac{1}{n_2}$ 。当积累足够多的资料后,可通过简单的数学处理,使可信度较高的预报因子占有较大的比重。

另需说明的是:许多预报方法都要设立门限值,然后用计算结果与门限值比较得出预报结果。随着使用次数的增加,门限值也需调整,其调整亦可用类似上述方法进行。

目前国内各级气象台站都在使用天气图,参照数值预告图、云图等作预报。除了这些方法,尚有单纯统计法、专家系统、MOS 法等。而在县级台站,单站高空风、上游指标站等方法仍在使用。这些都涉及到一个综合利用各种预报结果的问题,也就是使用集成预报的问题。如果把每一个预报员的每次预报结果看成是一种预报方法的结果,那么也可以利用这种集成预报法来综合多个预报员的劳动成果。总之,集成预报的使用前景是非常广阔的。

参 考 文 献

- 1 Murphy J M. Assessment of the practical utility of extended range ensemble forecasts. Quart J R M et Soc, 1990, 116 (491): 89 ~ 125
- 2 Leslie L M, Holland G J. Predicting regional forecast skill using single and ensemble forecast techniques. Mon Wea Rev, 1991, 119(2): 425 ~ 435
- 3 丁士晟. 多元分析方法及其应用. 长春:吉林人民出版社, 1981. 197 ~ 223, 362 ~ 444

A NEW METHOD OF ENSEMBLE FORECASTING

Chen Dequn Yu Bo

(Jiangsu Weather Center, Nanjing 210008)

Abstract By introducing two concepts——first and second believable levels is proposed a new technique of ensemble forecasting that is applicable to all-level stations in the country. It was used in 1990 ~ 1992 for decision-making of 8 separate prediction methods that was submitted to the Hydrological Office, Yangtze Water Resources Committee.

Keywords ensemble forecast, first believable level, second believable level