

超级集合思想在汛期降水 预测集成中的应用^①

陈丽娟^{1,2,3} 许力^{2,4} 王永光^{2,4}

(1. 中国科学院大气物理研究所, 北京 100029;
2. 国家气候中心, 中国气象局气候研究开放实验室;
3. 中国科学院研究生院; 4. 北京大学物理学院)

提 要

借用数值预报中超级集合的思想对参加中国汛期降水预测的各大单位预报结果进行集成,以期得到较好的预测结果。利用线性反演技术进行正反拟合和预报试验,结果表明集合预报效果比较稳定,多数情况下优于单个成员预报,体现了集合的优势,在气候预测业务中有一定的应用价值。

关键词: 超级集合 汛期 线性反演技术

引 言

早期的集合预报主要基于蒙特卡罗法的概念^[1],从一组初值出发,得到一个预报值的集合。集合预报中大致有三类问题:如何设计初值扰动、如何运用数值模式、如何从预报集合中提取有用信息。随着计算机条件的改善和数值模式的发展,集合预报概念从单纯的初值问题延伸到模式的物理过程。为了避免由于调整模式参数而影响模式的最佳状态,国际上进行了“多模式集合预报”试验(或称超级集合)^[2]。初步结果表明,无论从概率意义(如概率密度分布)还是从决定论意义(如集合平均预报),多模式集合预报所提供的信息均比单个模式集合预报更准确^[3,4]。我国在尝试走多模式集合之路的同时还保持自己的特色。从1960年以来,原中央气象台长期组就开始组织全国性的会商^[5],会商会

上有不同方法的预报结果,有不同单位的预报意见,在充分讨论之后,给出最后的预测。1994年以后,会商规模和预报产品逐渐成型,国家气候中心气候诊断预测室收集存档能够提供预报的几大单位的预报,并进行客观集成方面的工作^[6-8],一般以各方法对某站或某地区的预报评估来确定集成预报中各方法的权重。这些集成方法对提高短期气候预测综合集成结果的客观化起到很大推动作用,集成结果在多数情况下高于各方法(或单位)的平均预报技巧。丑纪范^[9]曾对汛期集成方法提出了很好的建议,即在积累丰富经验的基础上进行数值试验,在会商的综合集成中充分利用数值模式的结果,从而使我国的汛期会商有新突破。文中首先借用超级集合中利用实况资料修正单模式预报结果并减少模式系统性偏差的思想,对已有的各单位

^① 本文得到国家气象中心基金课题“11~30天重大天气过程的延伸预报技术研究”、“东亚区域短期气候预测方法和业务系统的研制”和95加强项目96-908-06-01-4的共同资助。

预报结果进行客观集成,以期得到修正的综合结果。在随后的发展中将加入模式预报结果并进行更好地利用。

1 集成预报方法及试验

目前能够稳定地参加全国汛期会商并有汛期预报历史记录的单位有:国家气候中心、水利信息中心、中国气象科学研究院、中国科学院大气物理研究所、原兰州高原大气物理研究所、北京大学、总参气象中心等7家。各单位的汛期预报历史资料为1994~2003年夏季全国160个站降水距平百分率,实况资料选用全国160站同一时期的降水距平百分率,平均值为1971~2000年。本文利用理论上已非常成熟的线性反演方法^[10]求解回归方程的系数,即:

$$Am = \bar{d}$$

其中已知 A 、 \bar{d} (各单位预报与实况), 求 \bar{m} (权重)。这里利用最小二乘法使观测距平和预测距平值的误差达到最小。

本文设计两个试验方案。试验一:利用1994~2001年各单位预报与实况来确定回归系数,2002~2003年的集成结果作预报检验;试验二:利用1996~2003年各单位预报与实况来确定回归系数,1994~1995年的集成结果作预报检验。设计这两个试验的目的是检验统计关系的稳定性,提高集合预报的普适性。文中采用准确率(P_c)、距平相关系数(ACC)、TS技巧评分^[11]来评估各单位预报及集成结果。图1~图3分别为3种评分方法的评估结果,从三种评分结果看,试验一与试验二基本在同一水平线上,表明所拟合的统计关系具有较好的普适性;集成预报结果与集成拟合结果接近,表明拟合和预报效果比较稳定;从准确率角度分析,集成预报和拟合结果基本处于单个预报的平均水平;从距平相关系数比较,集成预报和拟合结果略优于单个预报;在TS评分中,多数集成拟合和预报结果优于单个预报,体现了集合的优

势,该结果提示我们在异常级的预报中可参考集成结果。

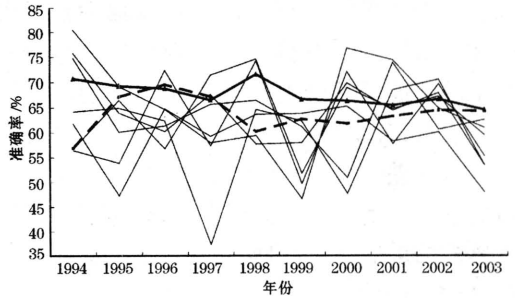


图1 利用准确率对各单位预报和集成结果的评估

细实线为各单位预报评分,粗实线为试验一结果,粗断线为试验二结果

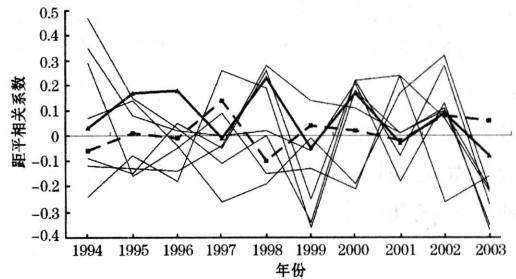


图2 利用距平相关系数对各单位预报和集成结果的评估

说明同图1

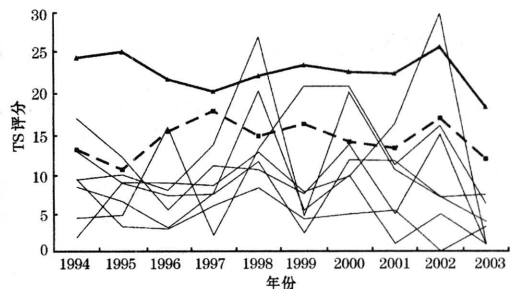


图3 利用TS评分对各单位预报和集成结果的评估

说明同图1

2003年夏季是一个比较异常的年份,多家预报及原来集成方法的结果均未反映出淮河降水偏多的特点,本文采用如上的集合技术,得出淮河流域部分地区降水偏多的预报,准确率得分为65分,TS评分为18,均高于

国家气候中心气候预测业务系统原有集成结果。其原因可能为气候预测业务系统原有集成方案中各单位预报所占的权重均为正值。而文中所用的反演技术会出现负权重现象。由于淮河地区特殊的地理位置,其气候可预报性较低,各单位对淮河地区的历史预报效果可能较差,因而2003年的集成根据各单位历史预报表现被订正为偏多。这一点同对动力模式结果的订正原理是一致的。

2 小结与讨论

借用超级集合思想对参与汛期预测的几家单位的预报进行了集成试验,试验结果表明集成结果与单个预报相比具有一定的优势,拟合和预报结果均比较稳定。由于各单位的预报不同于数值预报,具有较大的随机性,从而使集成结果也存在较大的不确定性。今后的气候预测业务中将加大数值预报等动力产品的使用,继续发展集合预报技术,更好地做好汛期服务。

参考文献

1 Leith, C. E., Theoretical skill of Monte Carlo forecasts, *Mon. Wea. Rev.*, 1974, 102:409—418.

- 2 杜钧. 集合预报的现状和前景. *应用气象学报*, 2002, 13(1):16~28.
- 3 Krishnamurti T. N., C. M. Krishtawal, Timothy E. Larow, David R. Bachiochi, et al. Improved Weather and Seasonal Climate Forecasts from Multimodel Superensemble. *Science*. 1999, 285:1548—1550.
- 4 Tracton, M. S., and J. Du. Short-range ensemble forecasting (SREF) at the National Centers for Environmental Prediction. 12th Conference on Numerical Weather Prediction (1998), Phoenix, Arizona, Amer. Meteor. Soc., 1998, 269—272.
- 5 陈兴芳,赵振国编著. 中国汛期降水短期气候预测业务回顾. 中国汛期降水预测研究及应用. 北京:气象出版社, 2000:191~194.
- 6 刘海波,苏炳凯,项静恬. 最优加权组合预测方法在气候预测中的应用研究. *气象*, 1999, 25(11):20~24.
- 7 陈桂英,艾祝秀. 权重分布集成预测方法. *应用气象学报*, 2000, 11(增刊):51~57.
- 8 周家斌,张海福,杨桂英等. 制作汛期降水集成预报的分区权重法. *应用气象学报*, 1999, 10(4):428~435.
- 9 丑纪范. 关于短期气候预测会商综合集成的探讨. *新疆气象*, 1995, 18(5):1~7.
- 10 丑纪范. 用反演方法客观决定物理参数. 长期数值天气预报. 北京:气象出版社, 1995:201~216.
- 11 陈桂英,赵振国. 短期气候预测评估方法和业务初估. *应用气象学报*, 1998, 9(2):178~185.

Application of Superensemble to Precipitation Prediction in China during Flood Season

Chen Lijuan^{1,2,3} Xu Li^{1,4} Wang Yongguang^{1,4}

(1. Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029;

2. National Climate Center, Laboratory of Climate Research/CMA;

3. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences; 4. School of Physics, Peking University)

Abstract

The method of superensemble is used to give the precipitation prediction during the flood season in order to get a better combined result. Weights are calculated with a linear reflected technique and least-squares minimization of the difference between forecasts and observations. The tests show that the ensemble precipitation prediction has a higher skill than single prediction.

Key Words: superensemble flood season linear reflect technique