

集合预报业务使用现状和趋势

毛恒青 王建捷

(国家气象中心, 北京 100081)

提 要

依据 1999 年 11 月 14~19 日在欧洲中期天气预报中心举行的第 7 届天气预报业务系统研讨会的情况,对集合预报的业务使用现状、集合预报产品以及未来趋势进行了介绍。

关键词: 集合预报系统(EPS) 集合预报产品 业务使用

1 概 述

随着数值预报的发展,集合预报系统的建设与业务使用已成为数值预报和业务天气预报的发展方向。从 1992 年起,美国国家环境预报中心^[1](NCEP)和欧洲中期天气预报中心^[2](ECMWF)的集合预报系统(EPS)率先投入业务运行。经过几年的业务使用和不断发展,集合预报系统已相当成熟。目前,日本气象厅^[3]一个月的集合预报系统和加拿大气象中心^[4]的季集合预报系统(包括 10 天的中期预报)也投入了业务使用。我国国家气象中心从 1996 年起,开展集合预报的试验性运行和应用。1999 年底基于 T106 的神威中期集合数值天气预报系统已投入准业务运行。

集合预报系统的使用和发展,大约经历了三个阶段:第一阶段的集合预报产品主要是邮票图、集合平均图,使用结果表明集合平均的技巧评分好于单个确定性预报,为集合预报的进一步发展奠定了基础。第二阶段进一步发展了面条图、分类图(2 到 3 类)、概率图等,但预报员不能判断哪一种类型更为真实。第三阶段也是集合预报的成熟期,各种预报图的信息进一步的延伸到了要素预报,对集合预报的检验方法也逐渐完善,对集合预报产品的可信度也有了一定的认识。

2 集合预报的业务应用概况

随着 EPS 发展的逐渐成熟,越来越显示出它的预报能力,对 EPS 产品的业务使用成为目前的发展趋势。

NCEP、ECMWF、英国、法国、德国、荷兰、瑞士、日本、加拿大等国家的气象业务部

门或研究机构,都已将 EPS 产品应用于业务预报或科研中。业务上可以为预报员提供各种类型的 EPS 产品,包括邮票图、集合平均、面条图、各种天气事件概率图、分类图、低值系统路径图等。

NCEP^[1,5~7]不仅对自己的产品进行研究和检验,还与 ECMWF 的 EPS 产品进行对比研究。ECMWF 本身虽然不是业务预报中心,但 ECMWF 的 EPS 产品应用的最为广泛,并不断开发新的产品^[2,8,9],改进预报效果。他们的研究表明:EPS 对极端天气事件具有较强的分辨能力,可以提高对极端天气事件的预报水平;集合预报不仅在于可以提高预报精度,还可以给出预报要素可能的变化范围和可预报性,可以事先就知道预报是否可信;EPS 产品能够识别出模式的系统性偏差,发现哪些区域的观测资料可能有问题,需要重新观测,以提高预报精度;EPS 不仅在中期预报时效的使用效果较好,并且在短期预报的时效内同样可以提高预报水平,发现在短期预报时效内,数值预报也同样存在着不稳定性,仍有一定比例的预报是不理想的。

以 EPS 产品集合和分类技术的研究,也是 EPS 产品应用的一个重要方面。英国气象局^[10]研究了多种分类技术,其中最新的一种分类技术称为管子(Tubing)分类法,不仅有各类平均图而且还有各类型的典型图供预报员使用。法国气象局^[11]用滤波等方法对预报成员进行集合。

利用 EPS 产品制作定点气象要素的预

报也相当成熟。法国气象局^[11]用 ECMWF 的 EPS 产品制作定点气象参数的概率预报,并使用 PP 法、MOS 法对产品释用。英国气象局^[10]制作 41 个站点的气温、降水、风速的预报分布范围和概率。德国部队气象部门^[12]利用 EPS 制作航线天气预报。美国亚利桑那州大学^[13]用 ECMWF 的 EPS 产品作美国的定量降水预报,并对其预报效果进行检验。

对 EPS 产品性能的检验及检验方法的研究,也是有效使用 EPS 产品的重要方面之一。应用 EPS 产品的各国气象部门及研究机构,都对所使用的 EPS 产品进行检验。如荷兰^[14]对 ECMWF 的 EPS 产品应用中,计算了各种不同评分方法的技巧得分,研究各种评分方法对 EPS 产品的适用性。瑞士气象局^[15]在对 ECMWF 的 EPS 产品应用过程中,研究提出了识别 EPS 产品效果性能的信度指标,指标的大小可以直接反映预报可信度的高低,指导业务预报使用。

我国国家气象中心,从 1996 年起进行集合预报的试验性运行和应用,产品虽然没有正式投入业务使用,但在试用中也积累了一些经验。

3 集合预报产品简介

集合预报输出很多预报场资料,包括有丰富的信息量,预报员要在短时间内从中获取有用的信息十分困难。因此,为了使预报员更有效的利用这些资料,从预报场中提取各种信息供预报员参考至关重要。目前的 EPS 产品已经相当丰富,大概有以下种类。

(1) 邮票图(图略)。这是展示 EPS 产品最直接、最基本的一种方法。把所有集合预报成员和业务预报的结果缩放在同一张大图上,把多种可能的天气形势变化趋势提供给预报员,预报员结合自己的经验进行综合判断。但由于预报图太多,主观分析的效率较低。

(2) 平均图(图略)。就是所有预报成员的平均。一般而言,平均的作用可以把不可预报的随机信息过滤掉,集合平均通常比单个预报更准确。但是平均往往会使得形势过于平滑,且平均图只是未来大气变化的一种可能。

(3) 分类图(如图 1)。就是采用一定的分类方法,将所有预报成员分成几种类型,给出每一种类型的分类平均、以及每一种类型的典型形势图。这种类型的图比较受欢迎,它为

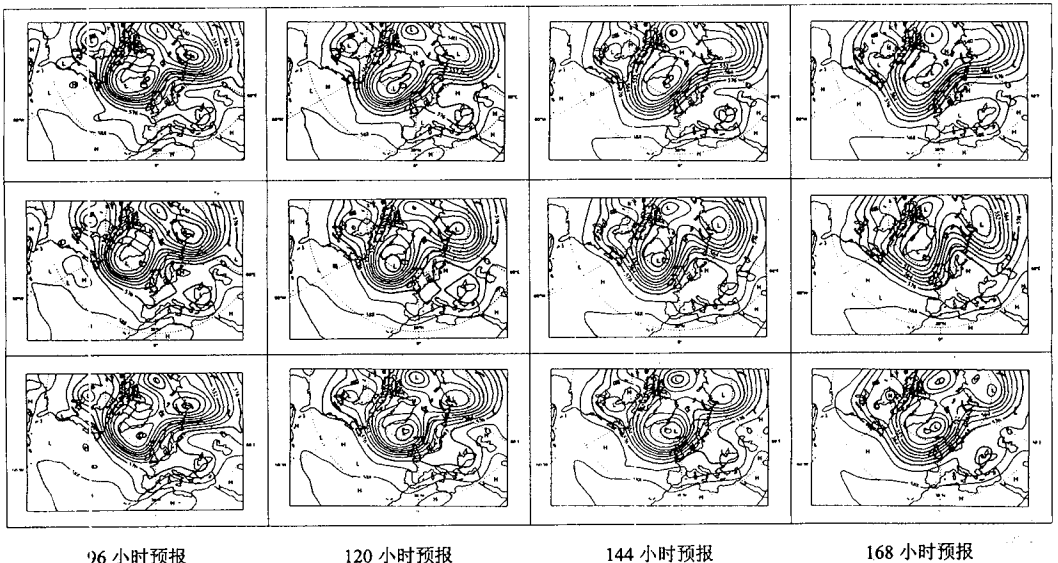


图 1 ECMWF 的集合预报 500hPa 高度场第一类(上,17 个成员) 第二类(中,11 个成员) 第三类(下,10 个成员)的分类平均图

初始场为 1999 年 9 月 2 日

预报员提供了几种类型的形势演变趋势,并给出每种类型出现的相对频率和典型形势图,不象平均图那样过于平滑。

(4) 面条图(图略)。选取一条等值线(如500hPa图上588位势什米等值线),把所有成员中预报的该等值线绘制在同一张图上。一般来说等值线的发散程度大致反映出预报的可信度,越是集中时可信度较大。

(5) 概率烟羽图(图略)。对某一地点,统计计算预报成员对各预报值范围出现的概率,绘制成不同时效内集合成员对预报对象的预报概率分布。

(6) 各种天气要素预报概率图(如图2)。对于降水、气温、风等天气要素,算出不同量级或大小范围出现的预报概率。或给出某些站点的天气要素的预报概率。

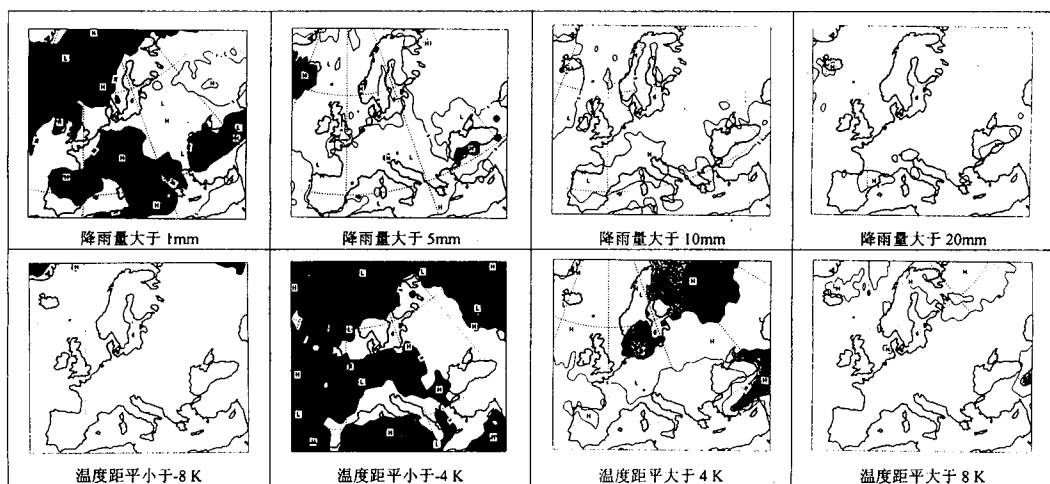


图2 ECMWF 24小时降水总量(上)和850hPa温度距平(下)的192小时概率预报

初始场为1999年8月30日,概率分布等值线分别为5%、35%、65%、95%

(7) 天气系统路径图(图略)。把所有预报成员所关心的天气系统中心(如低压中心)的移动路径(演变趋势)绘在一起,预报员可以根据图形判断天气系统的变化快慢及其影响区域。

另外,我们在1999年夏季对集合预报产品应用试验中,也进行了一些有益的尝试。计

算了中期业务预报中使用的中高纬度西风环流指数的逐日集合预报值(如图3)。由于我国夏季降水与西北太平洋副热带高压的关系密切,因此,还计算了副高的强度指数和面积指数(如图4)的逐日集合预报值。在中期预报中使用效果较好。

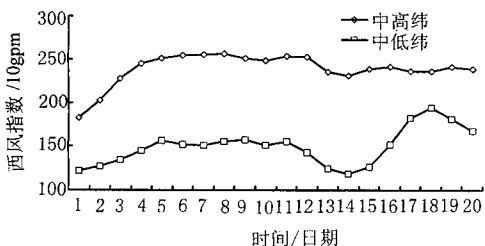


图3 1999年8月西风指数的集合预报

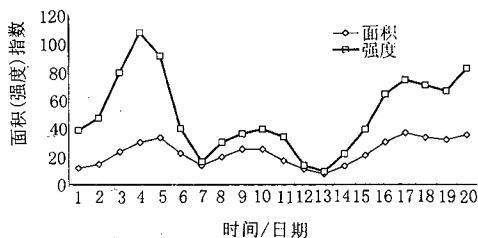


图4 1999年8月副高面积与强度的集合预报

4 发展趋势

EPS产品在业务预报中的广泛应用和概率预报的发布,是天气预报业务中的一大进步,反映出了气象界对天气系统的演变和天气预报认识的发展和确定预报观念的转变。它的意义不仅仅在于提供用户各种天气现象的出现概率和天气要素的可能范围,更重要的是在提供预报的同时,向用户传达了另一种信息,即天气系统演变及天气预报的不确定性。

目前,NCEP^[16]正致力于将集合预报应用于短期时效的预报。ECMWF^[9]也在进行利用EPS产品预报4~5天极端天气事件的试验,试验一旦成熟将投入业务使用。在未来的EPS发展中^[7,17],将主要集中在几个方面:进一步增加集合预报成员数;增加模式的分辨率;进行多模式的集合试验和多分析场的集合试验;发展新的预报产品集合方法;延长预报时效;以及每天两次输出EPS产品等。同时,由于计算机的快速发展,也促进了EPS的发展。

由于集合预报的业务应用效果和检验结果表明,集合预报优于确定性预报,因此集合预报的应用越来越受到各国气象业务部门的重视。集合预报已成为未来数值天气预报发展的方向之一,最终可能会取代目前单一的确定性预报,成为业务天气预报的主要使用产品。

参考文献

- 1 M. Steven Tracton, Eugenia Kalnay, Operational Ensemble prediction at the National Meteorological Center; practical Aspects, *Weather and Forecasting*, 1993, 8(3).
- 2 F. Molteni, R. Buizza, T. N. Palmer and T. Petroligias, The ECMWF ensemble prediction system; methodology and validation, *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 1996, (122): 73~119.
- 3 K. Takano, JMA. Verification of dynamical one-month forecast at JMA. Seventh ECWFM Workshop on Meteorological Operational Systems, 1999.
- 4 A. Plante, Canadian Meteorological Centre. CMC dynamical seasonal forecast system; method and results. Seventh ECWFM Workshop on Meteorological Operational Systems, 1999.
- 5 Joel K. Sivillo and Jon E. Ahlquist, An Ensemble forecasting primer, *Weather and Forecasting*, 1997, 12, 809~817.
- 6 Zoltan Toth, Eugenia Kalnay, Steven M. Tracton, Richard Wobus, and Joseph Irwin, A Synoptic evaluation of the NCEP ensemble, *Weather and Forecasting*, 1997, Vol. 12, 140~153.
- 7 P. C. Manousos, NCEP. Medium-range forecasting at NCEP-Overview. Seventh ECWFM Workshop on Meteorological Operational Systems, 1999.
- 8 F. Lalauette, ECMWF. Use of ECMWF products and performance of the forecasting system. Seventh ECWFM Workshop on Meteorological Operational Systems, 1999.
- 9 H. Bottger, ECMWF. Extreme weather event forecasting. Seventh ECWFM Workshop on Meteorological Operational Systems, 1999.
- 10 Martin V Yong, Uk Met Office. Use of ensemble products in medium-range forecasting at the UK Met Office. Seventh ECWFM Workshop on Meteorological Operational Systems, 1999.
- 11 F. Atger, Meteo-France. Probabilistic forecasts at Meteo-France. Seventh ECWFM Workshop on Meteorological Operational Systems, 1999.
- 12 Karl-Heinz Sawatzky, German Military Geophysical Office. Daily use of the ECMWF model, its ensemble forecasts and the DWD GM model. Seventh ECWFM Workshop on Meteorological Operational Systems, 1999.
- 13 S. Mullen, Univ. Of Arizona. Quantitative Precipitation Forecasts over the United States by the ECMWF Ensemble Prediction System. Seventh ECWFM Workshop on Meteorological Operational Systems, 1999.
- 14 S. Kruizinga, KNMI. Verification of EPS forecast-Characteristics of some verification scores. Seventh ECWFM Workshop on Meteorological Operational Systems, 1999.
- 15 D. Cattani, Schweizerische Meteorological Anstalt. Forecast confidence index derived from the Ensemble Prediction System. Seventh ECWFM Workshop on Meteorological Operational Systems, 1999.
- 16 Z. Toth, GSC-NCEP. On the use of NCEP global ensemble forecasts. Seventh ECWFM Workshop on Meteorological Operational Systems, 1999.
- 17 T. Palmer, ECMWF. Plans for the development of the EPS system. Seventh ECWFM Workshop on Meteorological Operational Systems, 1999.