

文章编号:1673-8411 (2017) 02-0006-04

欧洲集合预报产品降水预报检验分析

陈伟斌, 韩慎友, 刘国忠

(广西气象台 南宁 530022)

摘要:对2012–2015年欧洲集合预报产品广西降水预报性能进行了TS检验得出24–96预报时效不同百分位以及各月份在一般降水、晴雨和暴雨及以上等降水项目的表现情况;进一步对区域暴雨过程进行总体情况和分类检验,获得不同产品在不同降水量级预报性能特点。此项工作可为预报员更好的使用集合预报产品提供参考依据。

关键词:集合预报;降水;检验

中图分类号:P456

文献标识码:A

Analysis on ensemble prediction products of the rainfall forecast verification

Chen Weibin Han Shenyong Liu Guozhong

(Guangxi Meteorological Observatory, Nanning 530022)

Abstract: Based on the TS verification of the forecasting abilities of the ECMWF ensemble prediction products from 2012 to 2015, the performance of different quantile products and different levels of rainfall in each month like: heavy rainfall, general rainfall and cloud-free rainfall at 24–96h forecasts time were found out. According to the results of further verification on the general situation and classification of regional rainstorm process, the characteristics of different products in different precipitation levels were obtained. This work can provide a reference for the forecaster to better use of ensemble forecast products.

Keywords: ensemble prediction products, rainfall, verification

目前,数值预报已成为天气预报业务的主要依赖手段。自从数值天气预报的概念首先由Richardson于1922年提出后,经过气象学家的努力和借助计算机技术的发展,近一个世纪以来数值天气预报取得了飞速的发展,而且随着模式分辨率的提高和物理参数化方案的不断完善,数值预报的水平也在不断提高。虽然数值预报在一般情况下已基本可信,然而,近年人们发现靠传统单一的确定性预报来提高数值预报的水平变得越来越困难,即使模式有能力预报,它的数值解仍然有难点,即这一事件是否可信以及其是否稳定可靠^[1],其原因在于一方

面数值预报的初始场存在不确定性,而大气是一个非线性的对初值敏感的动力系统,这意味着从两个差别很小的初始场出发作预报在积分一定的时间后两者的结果可能会变得面目全非,另一方面数值模式仅是实际大气运动过程的近似反映,也就是说模式本身具有不确定性,这两种不确定性限制了用传统的决定论制作单一确定性预报的预报技巧^[1]。

集合预报成为解决单一的确定性预报存在不确定性的问题提供了一条新的途径。随着计算机技术的突飞猛进,集合预报发展越来越快,多个先进模式包括欧洲中期数值预报系统(ECMWF)、美国国家环

收稿日期:2017-01-23

基金项目:广西自然科学基金“基于集合预报的广西暴雨预报预警技术研究”(2015GXNSFBA139193)和广西气象局重点项目“基于集合预报的广西降水精细化预报方法研究”共同资助。

作者简介:陈伟斌,主要从事灾害性天气预报技术研究,E-mail:wbchen321@163.com

境预报中心(NCEP)已经业务化^[2],集合预报已然成为未来数值预报的方向,可能取代目前决定论式的单一预报。

集合预报是指在确定性预报的初始场上施加一些能反映初值不确定性的扰动,然后用带有这种扰动的初值制作一系列预报。这样,从这一初值的集合出发,就可相应得到一个预报值的集合,同传统的“单一”的确定性的数值预报不同,集合预报是从“一群”相关不多的初值出发而得到“一群”预报值的方法,这样在这“一群”预报值中相较于单一的确定性预报更有可能包含真值^[2]。

近年来集合预报技术及产品在国内天气预报业务中得到较多应用,给业务开展提供了有效的支持。我区从 2012 年开始对欧洲集合预报产品进行接收应用,目前还处于起步阶段,对其产品进行预报检验,从而了解其效果和性能,让预报员更好的使用该产品具有重要意义,本文即对 2012–2015 年欧洲集合预报对广西降水预报性能进行检验,以期预报员在业务工作提供参考依据。

1 资料和方法

本文所用集合预报产品为欧洲集合预报模式产品成员数为 51 个,及本地释用产品,水平分辨率为 $0.5^\circ \times 0.5^\circ$;降水实况为广西 90 个县站观测资料。将数值预报降水资料内插至广西县站点获得站点降水预报值。检验时段为 2012 年 1 月–2015 年 12 月,采用预报业务考核中使用的检验方法及项目,即 TS 方法:

$$TS_k = \frac{NA_k}{NA_k + NB_k + NC_k} \times 100\%$$

式中 NA_k 为预报正确站(次)数、 NB_k 为空报站(次)数、 NC_k 为漏报站(次)数。检验项目为暴雨及以上、一般性降水、晴雨和降水严格分级。

2 产品说明

2.1 确定性预报产品

确定性预报产品为目前应用广泛的确定模式的预报结果,其为单一值。

2.2 集合平均产品

集合平均产品是指各个集合预报成员的算术平均值,其优势是过滤掉了集合成员的不确定因素,其不足是几乎很少能捕捉到极端天气。

$$\bar{f}(t) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (t)$$

2.3 最优百分位融合产品

最优百分位产品指的是将各量级各集合预报成员中预报评分最高的成员组合成一个产品,其计算方法如下:

步骤 1、将集合预报的所有成员降水预报产品进行排序并插值到我区 90 个县站。

步骤 2、对各站所有百分位产品进行降水分级、分月 TS 检验。

步骤 3、在检验的基础上,对不同站点的不同级别降水选取 TS 最高百分位产品形成我区降水最优百分位融合产品。

2.4 概率匹配平均产品

概率匹配平均产品综合了区域降水分布趋势和成员预报优势,其计算方法如下:

步骤 1、将区域内 n 个成员所有预报从大到小排列,然后保留每 $n/2$ 个间隔的预报值。

步骤 2、将集合平均场按从大到小排列。

步骤 3、将步骤 1 保留下来序列与集合平均序列匹配,即得到概率匹配集合平均产品。

3 总体预报性能检验结果分析

3.1 不同百分位对不同降水项目不同时效 TS 评分情况

计算了 2012–2015 年集合预报产品所有百分位(按数值从大到小排列,下同)对不同降水项目 24–96 小时总时段 TS 评分情况(图 1,见彩页)。从中可以看出,一般降水和晴雨所有时效随百分位升高 TS 评分增加,增幅平缓,最小值评分最高。TS 最大值一般降水为 54% 左右,晴雨在 60% 左右;暴雨及以上 TS 在各时效中均在约 5% 分位达到最高值,之后随着顺位增长 TS 评分下降,24 小时预报下降速度最缓,96 小时下降速度最快,其中 24 小时 TS 最大可达 19%,96 时最大达 11%。24–96 小时预报 TS 分别在 20%、30%、40%、65% 百分位 TS 降至 10%。

3.2 不同降水项目不同月份 TS 评分情况

由于不同月份数值预报性能可能存在较大差异,因此计算 2012–2015 年各月不同集合预报成员对一般性降水、晴雨、暴雨及以上三类降水项目不同时效的 TS 评分情况,各月份一般性降水各时效 TS 在 45–60% 之间,6 月份预报效果最优,11 月份次

之,24-96小时TS差别不大,体现了预报的稳定性;暴雨以上TS集中在10-20%之间,24小时最大能达到50%,10、11月预报性能最优,随着时效的增长,性能下降明显;晴雨TS集中在55-60%之间,各时效评分差异不明显,在冬季(10,11,12,1月)有随时效增长TS增大的现象,体现了集合预报产品在晴雨长时效预报上的优势。

3.3 不同降水量级TS评分分布情况

数值预报对不同区域的预报性能同样存在着较大的差异。计算了所有成员对我区各站不同降水量级不同时效的严格分级TS评分。图2(见彩页)给出了24小时TS评分最大值分布情况,从中可以看出,在暴雨量级上(图2a,见彩页),全区在10%-40%之间,总体评分桂西明显较桂东高。大雨量级(图2b,见彩页)则相反,总体桂东明显较桂西高,桂西基本在20%以下,桂东在20-45%之间,高值中心位于桂东北。中雨量级(图2c,见彩页)TS表现较为平均,总体在20-35%之间,沿海为相对低值区,TS在15%以下。小雨量级(图2d,见彩页)左右江河谷地区评分最低,TS为36-42%之间,其它地区为50-60%之间。

4 不同产品预报性能对比分析

4.1 区域性暴雨过程不同产品预报性能对比分析

每年广西区域性暴雨过程多,对其预报是预报服务工作的重点内容,挑选出2012年-2015年广西县站中日暴雨站数 ≥ 10 站的暴雨过程,对不同产品进行不同降水量级不同时效严格分级TS评分。在暴雨过程中大暴雨量级和暴雨量级各时效中均是最优百分位评分最高,概率匹配平均次之,最低为集合平均,均随时效增加而TS降低。其中大暴雨量级降水24小时各产品有一定的预报性能,最高为最优百分位的4.1%,最低为集合平均的1.48%,其余各是时效除最优百分位外(其48-96小时TS为2.8-3.59%)几乎无预报性能。暴雨量级上24小时最优百分位明显优于其它产品,其24小时TS达到了10.63%。大雨量级上24-72h时效各产品均超过10%,其中概率匹配平均评分最高24h达到了13.51%。

4.1 不同类型暴雨过程评分情况

造成广西暴雨过程的天气系统各有特点,预报难度差异大,为获得集合预报不同产品对不同性质暴雨过程的预报性能,将2012年-2015年日暴雨站

数达到或超过5站的暴雨过程分为锋面暴雨、暖区暴雨和台风暴雨三类,对各类暴雨过程的进行不同降水量级不同时效严格分级TS评分。在各类暴雨过程中,大多产品对大暴雨量级大部分时效无预报能力,TS为1%以下,仅最优百分位融合产品有所表现,且对台风暴雨过程表现最好,最高Ts为24小时的3.74%。暴雨量级上,各类产品总体为台风暴雨过程最高,锋面暴雨次之,暖区暴雨最低,其中最优百分位产品评分最高,集合平均最低,均随预报时效增加而TS降低。最大为台风暴雨的24小时预报,TS达6.43%。大雨量级上,各产品各时效总体在锋面暴雨过程中评分最高,TS在7.39-9.77%之间,其中24小时为8.58-9.77%,其次为暖区暴雨,台风暴雨最低,均随预报时效增加而TS降低。各产品中依然是最优百分位产品评分最高,其在锋面暴雨过程中96-24小时TS为7.89-9.77%之间。

以上分析表明,无论在区域暴雨过程总体情况还是分类情况,暴雨和大暴雨量级上,最优百分位融合产品预报性能最优,体现出融合的优势。分类暴雨过程中,暴雨和大暴雨量级上各产品在台风暴雨过程预报表现最好,其次为锋面暴雨,暖区暴雨最差,体现了预报稳定性与降水强度和系统性密切相关的特点。大雨量级上则锋面暴雨最好,其次为暖区暴雨,台风暴雨最低。

5 小 结

本文利用TS检验方法对欧洲集合预报产品对我区降水预报性能进行了评估,得到以下主要结论:

(1)总体情况,一般降水和晴雨所有时效中随百分位升高TS评分增加,最小值的TS评分最高。暴雨以上TS在各时效中均在5%百分达到最高值,随着时效增长TS评分下降。

(2)月际分布情况,一般性降水、晴雨降水项目不同时效的TS评分中6月份预报效果最优,11月份次之。暴雨以上TS集中在10-20%之间,10、11月预报性能最优,随着时效的增长,性能下降明显。

(3)区域分布情况,TS评分暴雨量级桂西高于桂东高,大雨量级则桂东较桂西高,中雨量级较为平均,小雨量级左右江河谷地区评分最低。

(4)区域暴雨过程总体和分类情况,暴雨和大暴雨量级预报中均是最优百分位融合产品在预报性能最优。不同量级不同产品在分类暴雨过程表现情况看,暴雨和大暴雨量级上各产品在台风暴雨过程预

报表现最好,其次为锋面暴雨,暖区暴雨最差。大雨量级上则锋面暴雨最好,其次为暖区暴雨,台风暴雨最低。

参考文献:

- [1] 关吉平, 张立凤, 张铭.集合预报的现状和前景 [J].气象科学, 2006, 26 (2): 228-235.
- [2] 杜钧, Richard H. GRUMM, 邓国.预报异常极端高影响天气的“集合异常预报法”: 以北京 2012 年 7 月 21 日特大暴雨为例 [J].大气科学, 2014, 34 (4): 685-699.
- [3] 姚浪, 吴姗, 王璇, 等.T639 模式降水预报产品在毕节市的检验和分析 [J].气象研究与应用, 2006, 37 (1): 30-33.
- [4] 刘泽军, 黄嘉宏, 林振敏.广西中尺度数值模式格点产品检验系统 [J].气象研究与应用, 2007, 28 (4): 34-36.
- [5] 欧徽宁, 邹哲馨, 孙小龙.中央台精细化温度指导预报产品在贺州市的检验 [J].气象研究与应用, 2012, 33 (S): 150-154.
- [6] 杨昌贤, 郑艳, 林建兴, 等.数值预报产品检验和评估 [J].气象研究与应用, 2008, 29 (2): 32-37.
- [7] 刘凑华, 牛若芸.基于目标的降水检验方法及应用 [J].气象, 2013, 39 (6): 681-690.
- [8] 王雨, 公颖, 陈法敬, 等.区域业务模式降水预报检验方案比较 [J].应用气象学报, 2013, 24 (2): 171-178.
-
- (上接第 5 页)
- 南宁城区内涝原因及防治对策 [J].中国水土保持, 2012, (3): 45-46.
- [3] 任雨, 李明财, 郭军, 等.天津地区设计暴雨强度的推算与适用 [J].应用气象学报, 2012, 23 (03): 364-368.
- [4] GB50014—2006 (2014 版) 中华人民共和国国家标准一室外排水设计规范 [s].北京: 中国计划出版社, 2014: 2-10, 1-25.
- [5] 杨宇红, 马艺, 陆春菊.南宁市强对流暴雨降水特征及成因初探 [J].广西气象, 2003, 24 (3): 12-14.
- [6] 周惠文, 黄归兰, 王庆国, 等.南宁市热带气旋暴雨的统计特征分析 [J].广西气象, 2006, 27 (A01): 49-50.
- [7] 杨宇红, 王庆国, 黄归兰, 等.引发南宁市内涝的暴雨及风场特征 [J].气象研究与应用, 2007, 28(3): 20-22.
- [8] 阳擎, 陈翠敏, 林开平.南宁市暴雨时空分布特征 [J].气象研究与应用, 2008, 29 (1): 34-36.
- [9] 黄归兰, 王庆国, 陆曼曼, 等.南宁市台风暴雨特征分析 [J].气象研究与应用, 2009, 30 (3): 33-36.
- [10] 张洁婷, 张薇.2010 年 5 月 6-7 日南宁市局地暴雨过程天气分析 [J].气象研究与应用, 2011, 32 (A02): 3-4.
- [11] 梁玉莲, 黄丹萍, 黎美宏, 等.基于 GIS 的南宁市暴雨洪涝灾害风险评估与区划 [J].气象科技, 2013, 41 (5): 934-939.
- [12] 黄莉雁, 刘鹏.南宁市一次前汛期暖区暴雨的研究分析 [J].南方农业, 2014, 8 (01X): 91-92.
- [13] 苏兆达, 白龙, 李广海.南宁市一次暴雨过程分析 [J].气象研究与应用, 2015, 36 (A01): 83-85.
- [14] 周绍毅, 卢小凤, 罗红磊.南宁市短历时暴雨演变特征分析 [J].气象研究与应用, 2016, 37 (1), 64-67.
- [15] 王伯民, 吕勇平, 张强.降水自记纸彩色扫描数字化处理系统 [J].应用气象学报, 2004, 15 (6): 737-744.
- [16] 住房和城乡建设部.中国气象局.城市暴雨强度公式编制和设计暴雨雨型确定技术导则 [S].2014.