

文章编号:1673-8411 (2016) 03-0029-04

集合预报工具箱在贵州预报业务中的建设与应用

李刚, 甘文强, 韩晓令

(贵州省气象台, 贵州 贵阳 550002)

摘要:以 2015 年 5 月 15 日暴雨过程为例,利用集合预报工具箱对其进行应用与分析。结果表明,此次降水过程中无论从集合预报中的形势场还是物理量场,以及所提供的降水极端天气指数中均有着很好的表现,较好地说明集合预报在天气预报业务应用和决策服务中的重要性。

关键词:集合预报;概率预报;工具箱

中图分类号:P45

文献标识码:A

Establishment and Application of Ensemble forecast toolbox in Guizhou

Li Gang, Gan Wen-qiang, Han Xiao-ling

(Guizhou Provincial Meteorological Observatory, Guiyang 550002, China)

Abstract: Based on the heavy rain process of May 15, 2015, the ensemble forecast toolbox was applied for analyzing this process. The results indicate that the toolbox had a very good performance in situation field or physical quantity field and precipitation extreme weather indices for this heavy rain. It indicates the importance of ensemble forecast toolbox in application and decision service of weather forecast.

Key words: ensemble forecast; probability forecast; toolbox; C/S

随着经济社会的快速发展和人民生活水平的不断提高,各行业和社会各界对天气预报准确率和精细化水平的要求越来越高,对预报产品的需求越来越多样化,天气预报业务能力面临着严峻挑战。随着气象科学技术的发展,数值天气预报系统越来越为天气预报业务提供了更加有效的支撑。特别是近年来不断发展的集合预报技术,不但能给出预报结果还能一定程度上表达出预报的不确定性,为预报员提供更多的参考,正逐渐成为预报技术的一个重要发展趋势,也是国际上先进国家进一步提高天气预报水平的有效途径^[1]。

目前,世界上主要发达国家都十分重视发展集合天气预报。上世纪 90 年代欧洲中期天气预报中心(ECMWF)和美国国家环境预报中心(NCEP)分别建立中期集合预报业务系统,不久之后加拿大、英国、日本等国家也相继推出了自己相应的全球集合预报系统^[2]。可见集合预报在这些国家预报业务中已得到广泛深入的应用。如在美国,其 NCEP 是世界上最先运行集合预报系统的国家之一,在不断的推广应用之后,集合预报已成为美国预报业务中的主流参考产品,包括定量降水预报(QPF)、中期天气预报、短期预报、模式诊断等业务开展都依赖集合预报

收稿日期:2016-03-28

基金项目:2014 年小型业务建设项“集合预报应用业务系统建设(一期)”;贵州省气象局 2015 年度业务攻关项目“贵州分县日最高气温预报方法研究”(GZGC201501);国家预报员专项项目“深秋初冬时节静止锋减弱北抬对贵州气温的差异性分析”(CMAYBY2016-065)。

作者简介:李刚(1983-),男,硕士,工程师,主要从事中短期天气预报工作。

信息^[3-5]。在 2002 年左右则广泛使用集合预报产品于业务中^[6],如飓风预报业务中心(NHC),基于集合预报系统开发了形势诊断分析产品、集成预报产品以及基于模式偏差订正的多模式超级集合预报产品用于台风路径和大风预报等等^[7-8]。

由于我省地处云贵高原,地形较为复杂,预报准确率及数值预报产品资源相对较少,为此依托《全国集合预报业务系统建设(一期)》项目在贵州的建设,拟将集合预报系统引入贵州。本文对集合预报工具箱的架构、数据解码及安装进行介绍,最后利用集合预报工具箱的产品对贵州省在 2015 年 5 月 14-15 日的暴雨进行了试验性的应用,取得了不错的效果。

1 集合预报服务器架设

针对集合预报工具箱的建设,先解决的是集合预报数据的处理,即服务器的架设。首先从国家气象局数值预报中心下载集合预报原始数据,后缀为.bin 格式,并对各中心数据进行分类存放;其次将接收到的原始数据进行初步解码,转换成后缀为.grib 格式的数据;再次将.grib 格式数据经过集合后处理程序转化为直接可调用的数据格式,如 micaps、grads 及 sav 格式;最后用户经过集合预报工具箱进行调用。

由于集合预报产品数据量巨大,不但占用大量的储存空间,且在数据解码转换的过程中也占用将巨大的计算资源。所以对服务器至少需要 CPU(64 位架构),8 核心(16 线程),主频 2GHz,内存不低于 8GB,硬盘不低于 1TB,须 64 位操作系统,推荐 Windows Server 2008 Standard/Enterprise。

2 数据解码及工具箱安装

在对集合预报原始数据解码中,须进行以下处理环境安装:

(1)IDL(Interactive Data Language)的安装,安装 IDL82sp3win64_setup,默认安装即可,安装成功后将 C:\Program Files\Exelis\IDL82\bin\bin.x86 (盘符默认为 C 盘)加入环境变量(用户变量)Path 当中;

(2)Java 的安装,直接安装 jdk-64u43-windows-x86 即可,成功后将 C:\Program Files\Java\jdk1.6.0_43\bin (默认盘符为 C)加入到环境变量 Path 当中,请注意与上个变量之间用“;”相隔;

(3)Grad's 的安装,直接安装 Grad's 后不用手动添加环境变量;

(4)集合原始数据分解程序和后处理程序的使用。

对集合预报处理程序 Ensemble-Data-Process 进行配置,a、先将 00_data_prepare 文件夹中 ensemble_data_prepare.ini 进行路径、储存方式及模式选择等进行配置,并将其添加任务计划;b、再将 01_data_retrieval 文件夹中各预报模式中的.ini 文件进行相应配置后再次添加任务计划;c、再对 02_data_postprocess 文件夹中进行输出类型的配置后添加任务计划;最终即可以得到集合预报工具箱直接调用的数据。



图 1 集合预报工具箱界面

在完成上述四步后则可进行集合预报工具箱的安装,如图 1,为集合预报工具箱 7.0 正确安装后运行界面。

在工具箱中,可以直接通过菜单栏调用各层次的环流形势、地面要素、各站点的单点序列图及中期及延伸期预报情况(图 2,见彩页)。

通过各下拉菜单中各层次或预报要素的选取,则可进行预集合预报资料的显示,从而进一步制作天气预报,接下来以 2015 年 5 月 14-15 日暴雨过程对集合预报进行展示。

3 实例分析

3.1 实况分析

以 2015 年 5 月 14 日 20 时—15 日 20 时贵州(入汛以来的最强降水过程)降水过程为例,对集合预报产品进行了一次检验性的应用。

贵州省 2015 年 5 月 14 日 20 时—15 日 20 时降水量集中在省的中部以东,特别暴雨区主要出现在东北部及东南部,其中全省共出现了 213 个乡镇站的暴雨,27 个乡镇站的大暴雨和 2 个乡镇站的特大暴雨。

从降水资料显示,出现特大暴雨的乡镇站分别为铜仁的黑湾河镇和实验场乡,24h 降水量分别为

306.7mm 和 207.6mm, 雨强最大出现黑湾河, 1h 降水量达 109.0mm, 其次为黔东南的三江镇, 1h 降水量达 84.8mm。以最为典型的 10 个站点的平均降水量为例(图略), 此次过程主要从 14 日 20 时开始一直持续到 15 日 14 时结束, 降水主要集中在夜间, 峰值出现在 23 时左右, 再从 1h 最大降水量来看, 此次降水过程达到了短时强降水的标准。

3.2 环流形势及影响系统

从 14 日 08 时的高低层配置可看出(图略), 高层我省处于高空槽前, 主体为西南气流控制, 对流发展相当有利; 低层系统显示, 700hPa 贵州为强风切变前的西南急流影响, 水汽输送十分有利和丰富, 850hPa 切变位于我省中部偏北, 全省有着强劲的西南急流输送水汽, 为这次暴雨提供了充分的准备; 而在地面位于 850hPa 切变下面有着明显的辐合线, 迫使低层气流抬升并触发了这次暴雨过程。

3.3 集合预报工具箱特征

集合预报工具箱相对于以往的 Micaps 显示平台, 不但能给出确定性预报, 还能给出集合预报和概率预报, 并能对预报的不确定性进行刻画。为说明集合预报工具箱在预报业务中的重要作用, 应用工具箱中的部分要素和物理量场(诸如不稳定能量、降水极端天气指数、集合降水预报及其降水概率分布等)在此次暴雨过程中的表现进行了阐述和说明。

(1) 能量特征

在集合预报工具箱中, 以 NCEP 给出的对流有效位能为例, 如图 3(见彩页)在 14 日 14 时暴雨产生前, 贵州省的中部以东及东北部上空有着很强的对流有效位能出现, 为这次暴雨的产生提供了很好的能量条件。并一直持续到 20 时才逐渐东移南下, 从对流有效位能的高值区所滞留的时间很好的说明了此次过程中对流区域的所在, 并与实况降水落区相符。直至 15 日 02 时, 对流有效位能的高值区才逐步减弱并东移南压出我省, 降水强度过程渐趋于减弱结束。

为展示集合预报工具箱产品的多样性, 图 4(见彩页)给出了 NCEP 对流有效位能的集合平均频数分布。以遵义站为例(只需在工具箱中鼠标移至地图中遵义站点的位置或直接输入其站点的经纬度则可)显示在 14 日 14 时 cape 能量的频数分布图中,

此次过程能量在 $1778\text{Kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 左右所出现的集合成员较多, 为大概率事件, 从 1578–1788 占了 NCEP21 个预报成员的 75%以上, 充分展现了此次暴雨过程的可信度。

(2) 降水极端天气指数(EFI)

集合预报工具箱除了能提供常用形势场和物理量场外, 还能提供相关的天气指数供预报员进行参考。如降水极端天气指数(EFI), EFI 是测量某一预报要素累积概率分布函数的气候值与集合预报成员产生的预报值之间连续差异的预报指数。当 EFI 为正值且愈大, 预示强天气异常程度愈严重且发生的可能性也愈高; 反之, 当 EFI 为负值且其负值愈大, 预示无天气异常程度愈严重且发生的可能性也愈大。EFI 的优点在于能自动消除模式偏差的潜在影响, 其绝对值大小不但反映了事件的异常度, 也包含了预报的可信度信息。

图 5(见彩页)中看出, 在 14 日 08 时至 15 日 08 时的降水极端天气指数的预报中, 所给出的降水 EFI 指数在省的中部以东都是大值区, 很好地预报了中部以东的区域所发生强降水天气的可能性越大, 预报与实况降水的分布较好吻合。

(3) 降水预报

同样, 集合预报工具箱所给出的降水预报产品相对以往的预报产品也极为丰富。如累积降水、整层可降水量、某降水阈值的概率预报和降水量的箱线图, 极大地为预报员提供了广泛的参考和应用。

从 14 日 20 时—15 日 20 时的逐 12h 的整层可降水量的 NCEP 集合统计最大量预报可看出, 在整个预报过程中降水的大值区均出现在我省的中部以东区域, 与暴雨落区基本对应。集合预报工具箱有着多样化的预报产品, 除能给出 NCEP 预报中心产品外, 还可以给出 ECMWF(欧洲中期天气预报中心)、CMC(加拿大预报中心)和 CMA(中国气象局)所提供的集合预报产品。

为更精细和准确地了解某一区域或城市的预报情况, 工具箱还可以给某一站点(经纬度)上的预报箱线图。以遵义站为例, 14 日 20 时—15 日 20 时不但对该站进行了降水量 40–45mm 的预报, 且在预报中还表达了所出现的概率和可信度, 同时在图中还可以看到模式的集合平均预报与控制预报几近重

合。

此外,集合预报工具箱还可以给出任意量级降水或气温的发生概率。从 14 日 20 时—15 日 20 时降水量级在 25.0mm 降水所发生的概率,可以看出降 CMA 总体给出的概率较小外,各个预报中心对贵州中部以东的区域出现 25.0mm 的降水均给出了较高的概率,同样可以作为这次降水量级和落区预报的重要参考。

4 小结

依托《全国集合预报业务系统(一期)》项目,在贵州建立了集合预报工具箱。不但为预报员提供更多的预报参考和指导,而且相对于 Micaps 显示平台,集合预报工具箱不但能给出确定性预报,同时还能给出集合预报、概率预报以及对预报的不确定性进行描述。本文主要从集合预报工具箱的整个架构和数据处理进行了介绍,并对 2015 年 5 月 14–15 日的暴雨过程进行了试验性的应用,取得了很好的预报效果。其具体结论如下:

(1)集合预报工具箱主要采用 C/S 结构,通过后台服务器对集合预报数据进行解码处理,在客户端则能够快速地进行预报产品的调用和显示,极大的方便了预报用户。

(2)相对于 Micaps,集合预报工具箱提高了图表的美化程度和随意性,在预报和决策服务中更为美观。

(3)集合预报工具箱不但能给出确定性预报,同时还能给出集合预报、概率预报以及对预报的不确定性进行描述,为预报员提供更大的参考和决策空间。

(4)在对 2015 年 5 月 14–15 日暴雨过程的试验性应用中,取得了很好的预报效果。同时也初步了解到集合预报的优越性,不但产品出图多样化,除了本文中展示的部分图表外,还能给出概率统计、邮票图、面条图及烟羽图等,而且较为美观。

目前,集合预报工具箱已在贵州省台运行,不但为预报员提供了新的参考,同时也方便了服务,希望在今后的二次开发中进一步得到完善并能够推广到各地州市局,发挥更大的作用。

参考文献:

- [1] 智协飞,彭婷,李刚,等.多模式集成的概率天气预报和气候预测研究进展 [J].大气科学学报, 2014, 37 (2): 248–256.
- [2] 杨学胜.业务集合预报系统的现状与展望 [J].气象, 2001, 27 (6): 3–9.
- [3] 杜钧.集合预报的现状与前景 [J].应用气象学报, 2002, 13 (1): 16–28.
- [4] 段明铿,王盘兴.集合预报方法研究及应用进展综述 [J].南京气象学院学报, 2004, 27 (2): 279–288.
- [5] 王晨稀,姚建群,梁旭东.上海区域降水集合预报系统的建立与运行结果的检验 [J].应用气象学报, 2007, 18 (2): 173–180.
- [6] 李泽椿,陈德辉.国家气象中心集合数值预报业务系统的发展及应用 [J].应用气象学报, 2002, 13 (1): 1–15.
- [7] 张庆红,张春喜,张中锋等.热带气旋集合预报中的不确定性研究 [J].地球物理学报, 2007, 50 (3): 701–706.
- [8] 王晨稀,梁旭东.热带气旋路径集合预报试验 [J].应用气象学报, 2007, 18 (5): 586–593.