

诊断分析在数值预报产品释用中的探讨

刘景涛 李喜仓 李运绵 孙永刚

(内蒙古自治区气象台,呼和浩特 010051)

提 要

针对地方性天气预报特点,根据现有数值预报产品及实时探空资料的接收情况,作者利用中尺度数值预报模式MM4引入中尺度信息,提出一个实际可行的夏季降水预报方案,以求提高区域范围内具有明显突发性对流降水的预报能力。作法是用MM4模式计算逐日物理量诊断场,加入同期的欧洲中心数值预报产品,共计41个场作为预报因子场;应用典型相关分析法,并结合逐步判别和逐步回归法,计算得出9个分区和8个单站中雨以上降水预报方程。降水预报方程的因子变量多数为中尺度诊断分析场构成的典型因子,可以认为,MM4模式计算得出的中尺度信息对预报中雨以上降水是有贡献的。

关键词: 中尺度诊断分析 数值预报产品 预报方程

引 言

近年来我国中短期数值预报业务已经取得长足发展,中央气象台T63 L16谱模式为各级台站预报业务提供了可靠程度较高的指导预报。如何将实时场所提供的预报信息与大尺度数值预报产品有机结合起来,以提高地方性天气的预报能力,是各级台站预报员及研究人员非常关心的问题。考虑到实际预报过程中,预报员目前既着眼于实时场所提供的预报信息,又分析预报场未来的可能变化,还要考虑暴雨作为一种中尺度现象尽可能多地获取中尺度信息。我们从内蒙古气象台的现有条件及实际业务需要出发,将大尺度数值预报产品与区域数值模式的诊断分析结合起来,建立含有较多中尺度信息的统计预报方程,制作区域降水预报。

1 资料及处理方案

在建立基本资料库时,我们使用了美国国家大气中心/宾夕法尼亚州立大学的区域数值模式MM4,由原始探空资料经MM4计算处理得到的基本要素场及诊断分析场(共7个诊断量)是基本资料库的主要部分。这部分资料包括1984—1987年7—8月逐日08点海平面、850hPa、700hPa和500hPa高空格点资料,网格距为100km,范围为:23—50°N、93—137°E。这部分资料是预报员零时刻场预报经验的定量表示。资料处理的主要过程是:(1)原始报文翻译及选择测站;(2)资料的客观分析;(3)资料初始化;(4)物理量计算。客观分析方案中采用Cressman权重方案对格点资料进行订正分析,其最大影响半径为325km^[1]。对客观分析资料进行初始化,一

方面是为了将来 MM4 模式积分的需要,另一方面是保证基本资料库资料的可替换性及整体一致性。物理量计算是按照常规方法进行的^[2]。另外,基本资料库还包括欧洲中心 24 小时和 48 小时 500hPa 高度形势预报场,地面气压形势预报场,其范围为:20—55°N, 90—135°E, 5°×5°经纬网格资料。

2 建立统计预报方程

降水预报方程的建立采用典型相关分析法^[3]对取自基本资料库中的 41 个场、226 个样本与相对应的降水资料作典型相关分析,每一单站及气候分区均得到对应的 41 个典型变量 U_i ,

$$U_i = L'_i x_i \quad (i = 1, \dots, 41)$$

L'_i 为权重系数, x_i 为格点场的值。典型变量与实际降水的关系用典型相关系数表示,其值多数在 0.7—0.8 之间。统计预报方程中的对应关系为:MM4 输出的 08 时诊断场对应未来 12—36 小时预报场,欧洲中心 24 小时预报场对应 24—48 小时降水。

2.1 用逐步判别法建立气候分区降水预报方程

由于内蒙古自治区东西跨度长达 4000 多公里,气候多样。因此,我们将全区划分为 9 个气候分区,使降水预报具有一定的区域

特性,使其更具准确性。我们用逐步判别法对 9 个气候分区分别做中雨以上降水判别预报方程,每个分区预报方程入选的典型相关因子在 6—9 个之间,样本数为 226 个。得到的 9 个分区中雨以上降水预报方程的拟合率非常好。如第 4 气候分区的中雨以上降水判别预报方程:

$$\begin{aligned} y = & 32.758 - 7.617x_1 \\ & - 9.949x_2 - 7.936x_{25} \\ & - 7.460x_{26} - 9.148x_{27} \\ & - 7.557x_{29} - 10.618x_{31} \\ & - 8.953x_{39} - 9.993x_{40} \end{aligned}$$

上述方程中 x_i 为用典型相关分析法得到的典型变量。其中: x_1 为地表温度, x_2 为 850hPa 高度, x_{25} 为 700hPa 湿球位温 θ_{se} , x_{26} 为 500hPa 高度, x_{27} 为 500hPa U 分量, x_{29} 为 500hPa 温度, x_{31} 为 500hPa 涡度, x_{39} 为欧洲中期预报中心 48 小时 500hPa 高度预报; x_{40} 为欧洲中期预报中心 24 小时地面气压预报。当 $y > 0$ 时,报无区域性中雨以上降水;当 $y < 0$ 时,报有区域性中雨以上降水。方程的拟合率很高。

附表为用 30 天资料方程试报的 PC 准确率和降水 CSI 指数(其中 3、6、7 三个区在 30 天试报中无中雨以上降水,且无空报)。

附表 预报方程试报结果/%

气候分区	东 1 区	西 1 区	2 区	3 区	北 4 区	南 4 区	5 区	6 区	7 区
PC 准确率	85	85	80	/	85	73	77	/	/
降水 CSI 指数	43	33	50	/	43	33	36	/	/

附表表明,对于中雨以上降水,降水预报方程的准确率在 0.70 以上,各区 CSI 指数大多在 0.30—0.50,试报结果表现出一定的预

报能力。

2.2 用逐步回归法做单站降水预报

我们在全区测站中自西向东选择了 8 个

单站。这8个单站分别代表沙漠城镇、盐碱地、中心城市、高原山口城市、草原城市、平原城市、山区及森林城市,上述8站具有典型气候代表性。用逐步回归方法建立各站降水预报方程。单站降水预报方程对中雨以上降水预报能力较强,对小雨的预报准确性相对低一些。

3 结语

由于9个分区及8个单站降水预报方程分别代表不同的地理气候区,方程反映出诊断因子场与特定地理气候区某种相关性。几个出现频率较高的因子场按照从大到小的顺序排列依次为:500hPa 涡度场,500hPa 湿球位温场,500hPa 温度场,700hPa 湿球位温场,500hPa 48小时位势高度预报场,海平面温度场,700hPa 涡度场,700hPa 位势高度

场,500hPa 位势高度场,850hPa 温度场,850hPa 水平风速 U 分量场,850hPa 位势高度场。而垂直速度场和散度场比起涡度场对降水预报方程的贡献相对小很多。这也许和降水发生前零时刻场的某些动力学结构有关。我们认为该项试验研究工作最具意义的一点是它证明了:(1)零时刻某些物理量场在降水预报中可以提供重要信息;(2)用MM4得到的诊断物理量所提供的中尺度信息在统计预报方程中占有重要地位。

参考文献

- 1 Cressman, G. P. An operational objective analysis system. *Mon. Wea. Rev.* 1959, 87: 367—374.
- 2 丁一汇. 天气动力学中的诊断分析方法. 北京: 科学出版社, 1989: 44—52.
- 3 罗积玉等. 经济统计分析方法及预测. 北京: 清华大学出版社, 1987: 290—313.

The Preliminary Study on the Application of Diagnostic Analysis to the Numerical Prediction Products

Liu Jingtao Li Xicang Li Yunjin Sun Yonggang

(The Meteorological Observatory of Inner Mongolia)

Abstract

In view of the characteristics of local weather prediction, the available numerical prediction products as well as the real-time radiosonde data, a practical scheme for predicting the summer precipitation is presented by introducing mesoscale data to the mesoscale numerical prediction model MM4 in order to increase the accuracy of prediction to the unexpected convective precipitation. The diagnostic field of the daily physical factors were calculated by using MM4 model. These calculation results are added into the numerical prediction production of the ECMWF and obtained 41 prediction fields, then the precipitation prediction equation is developed by using the canonical correlation analysis, successive regression as well as discriminatory analysis methods.

Key Words: mesoscale diagnostic analysis numerical prediction product prediction equation