维普资讯 http://www.cqvip.com

●天气和气候

2003年汛期3种中尺度数值预报模式降水预报检验

孔海江

（河南省气象台，河南　郑州　450003）

摘　要：利用2003年汛期降水实况及河南省气象台引进的3种中尺度数值预报模式（REM、MM5、MAPS）的降水预报资料，对模式预报性能作了检验对比分析。结果发现：REM模式对于大雨以上降水的预报效果较好；MAPS模式的12 h预报有明显优势；MM5模式对小雨和中雨的预报效果较好，并且预报结果具有稳定性。

关键词：REM；MM5；MAPS；降水预报；效果检验

中图分类号：P459.9　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1004－6372(2005)01－0009－03

引　言

随着计算机技术的发展，数值模式的分辨率和初值精度正在不断提高，模式物理过程也越加精细与完善[1]。虽然数值模式的预报准确率也在大幅提高，但真正解决“定时、定点、定量”的天气预报问题，根本途径还在于发展完善中尺度天气业务数值预报模式[2]。

河南省气象台2000年起先后引进REM、MM5和MAPS 98模式。这些模式在2000～2003年的汛期天气预报服务中发挥了重要作用。本文对河南省气象台引进的3种中尺度数值预报模式2003年6～8月的降水预报进行效果检验。

1　模式简介

1.1　MM5[3]

河南省气象台2001年引进的MM5V3.2模式，具有以下优势：历史长，技术成熟；物理过程选项多，可根据不同区域来选用；采用兰勃托投影，嵌套网格；输出产品的种类比较多；是非静力平衡模式，可较好地模拟出一些中（α,β）尺度天气系统及相联系的强降水时、空分布特征，并在一定程度上揭示其发生、发展的物理机制[1]。河南省气象台的MM5模式中取粗网格格距60 km，细网格格距20 km，积分步长170s。系统以T106/T213的分析/预报场作为背景场和边界条件。目前系统可以输出时间间隔为1、3、6、12、24 h的地面降水、温度、风速风向、流场等多种物理量场。每天两次计算（11时和23时），市气象台可通过访问省台服务器获取模式预报结果。

1.2　MAPS模式

2003年河南省气象局引进武汉区域中心的业务数值预报模式MAPS98，该模式是“八五”期间武汉暴雨研究所在LAFS模式的基础上研究开发的中尺度数值预报模式，它为静力模式。模式范围为15.0～49.5°N、85.0～134.5°E，水平分辨率为0.5°×0.5°，垂直分层σ坐标16层。MAPS 98每天5:00（GMT）和17:00（GMT）各运行一次。预报时效为12～48 h，每12 h为一时段；提供12、24、36、48 h四个时次的850、700、500、200 hPa的基本要素H、T、RH、U、V的格点分布场和物理量诊断场。

1.3　REM模式[4]

2000年河南省气象台从中科院大气所地球物理流体国家重点实验室（LASG）引进了宇如聪博士设计的η坐标有限区域数值预报模式REM。该模式采用η垂直坐标，保留了σ坐标具有的简单下边界条件，避免了在陡峭地形情况下σ等值面过于倾斜的缺点。模式水平分辨率为75km×75km，垂直方向采用下密上疏的10层不等距分层。模式的计算区域为95～135°E、20～55°N，并采用国家气象中心的T213全球谱模式格点场资料作初值。

2　检验内容与方案

2.1　检验内容

所用资料为2003年6～8月每天08时与20时（北京时）3种数值模式的降水量预报。对河南省119个站点进行检验。检验分无雨、小雨、中雨、大雨、暴雨5个降雨等级（12 h以0.1、5、15、30 mm为界，24 h以0.1、10、25、50 mm为界）。

2.2　检验方案

本文所采用的是国家气象中心气象预报产品评分系统使用的累加降水检验方案。

3　检验结果

3.1　MM5和MAPS模式

从2003年7～8月MM5和MAPS两种数值预报模式降水预报检验结果（表1）可看出：MAPS对小雨和中雨的预报（0～12、12～24 h）比较有优势；MM5对0～12、12～24、24～36、36～48、48～60 h时效内的预报技巧得分比较稳定，有一

收稿日期：2004－06－03

基金项目：河南省气象局实验室项目（Z200401）资助

维普资讯 http://www.cqvip.com

定的可信度。两种模式对于大雨特别是暴雨以上降水的预报得分相对较低,MM5 在 7、8 月的得分比较稳定,MAPS 在 7、8 月间的变化较大,7 月的得分比 8 月高 6 ~ 8 分。另外,MAPS 对小雨及中雨的预报,7 月预报比 8 月的好;对大雨以上降水的预报,8 月的预报比 7 月的好。

从 2003 年 7 月 MM5 和 MAPS 两种数值预报模式降水预报检验结果(表 2)可看出:MAPS 模式对 0 ~ 12 h 的预报,空报率比 MM5 模式的大,MM5 模式的漏报率比 MAPS 模式的大,即 MAPS 模式的 0 ~ 12 h 预报空报多,MM5 模式的 0 ~ 12 h 预报的漏报多;并且随着降水量级的增加,MAPS 模式与 MM5 模式的空报率(或漏报率)之间差值减小。MAPS 模式对 12 ~ 24 h 的预报,空报率比 MM5 模式的大;MM5 模式对于小雨的预报,漏报率比 MAPS 模式的小,其他量级 MM5 模式的漏报率比 MAPS 模式的大。

MAPS 模式对暴雨以上降水(0 ~ 12 和 12 ~ 24 h)的预报偏差比 MM5 模式的略大,对其他降水量级预报偏差比 MM5 模式的要小得多。

3.2 MM5 和 REM 模式

从 2003 年 6、7、8 月 MM5 和 REM 两种数值预报模式降水预报检验结果(表 3)可看出:0 ~ 24 h 的预报,REM 模式降水预报效果比 MM5 好;24 ~ 48、36 ~ 60 h 预报,MM5 模式的降水预报效果比 REM 好。从 6、7、8 月的预报来看,REM 模式对大雨和暴雨以上降水的预报效果明显比 MM5 模式好。

从 2003 年 7 月 MM5 和 REM 两种数值预报模式降水预报检验结果(表 4)可看出:0 ~ 24 h 预报为小雨时,REM 模式的空报率大于 MM5 的空报率,其他量级 REM 的空报率均小于 MM5 的空报率,即 0 ~ 24 h 的预报 MM5 模式空报多。24 ~ 48 h 的预报,REM 模式的空报率均大于 MM5 模式的空报率,即 24 ~ 48 h 预报 REM 模式空报较多。

0 ~ 24 h 的预报,除暴雨以上量级 MM5 模式的漏报率比 REM 模式的漏报率略小以外,其他量级 MM5 模式的漏报率均比 REM 模式的漏报率大,即 0 ~ 24 h 的预报 MM5 模式漏报较多。24 ~ 48 h 的预报,对于小雨和中雨量级,MM5 模式的漏报率比 REM 模式的漏报率大;其他量级,REM 模式比 MM5 模式的漏报率略小。

0 ~ 24 h 的预报,对于小雨和中雨量级,MM5 模式的预报偏差比 REM 模式的预报偏差大;其他量级,REM 模式比 MM5 模式的漏报率略小。24 ~ 48 h 的预报,MM5 模式的预报偏差比 REM 模式的预报偏差大得多。

参考文献:

[1] 崔波,王建捷,郭肖蓉. MM5 在国家气象中心 CRAY - C92 的实时预报试验尝试[J]. 应用气象学报,1999,10(2):129 - 140.

[2] 王鹏云,李泽椿. 灾害天气和中尺度气象学研究[J]. 气象科技,2001,29(1):10 - 14.

[3] 胡鹏,冶林茂,符长锋. 我国有限区中尺度述职天气预报进展和释用概况[J]. 河南气象,2000,(1):4 - 7.

[4] 李平,张克家,孙景兰,等. 用 LASG - REM 降水预报制作黄河三花间面雨量预报[J]. 河南气象,2000,(4)5 - 6.

表 1 2003 年 7 ~ 8 月 MM5 和 MAPS 降水预报检验结果(12h 预报)

等级/mm	MM5					MAPS				
	0 ~ 12h	12 ~ 24h	24 ~ 36h	36 ~ 48h	48 ~ 60h	0 ~ 12h	12 ~ 24h	24 ~ 36h	36 ~ 48h	48 ~ 60h
≥0.1	0.335/0.333	0.298/0.298	0.305/0.360	0.187/0.322	0.266/0.286	0.315/0.231	0.194/0.167	0.228/0.181	0.114/0.190	-/-
≥5	0.112/0.134	0.151/0.156	0.138/0.130	0.137/0.126	0.159/0.137	0.208/0.210	0.178/0.214	0.072/0.112	0.091/0.037	-/-
≥15	0.073/0.108	0.126/0.114	0.123/0.087	0.099/0.086	0.098/0.088	0.038/0.177	0.063/0.231	0.042/0.073	0.123/0.053	-/-
≥30	0.030/0.088	0.094/0.084	0.014/0.019	0.023/0.053	0.017/0.019	0.029/0.052	0.048/0.099	0.012/0.072	0.066/0.048	-/-

注:表中斜线上、下数据分别为 7、8 月份检验结果。

表 2 2003 年 7 月 MM5 和 MAPS 降水预报检验结果

等级/mm	*NH*		*PO*		*B*		T_s	
	0 ~ 12h	0 ~ 24h	0 ~ 12h	0 ~ 24h	0 ~ 12h	0 ~ 24h	0 ~ 12h	0 ~ 24h
≥0.1	0.364/0.571	0.372/0.762	0.588/0.476	0.633/0.817	1.658/0.530	1.918/0.359	0.335/0.315	0.298/0.294
≥5	0.703/0.708	0.616/0.769	0.852/0.582	0.801/0.743	2.636/0.827	2.329/0.576	0.112/0.208	0.151/0.178
≥15	0.866/0.957	0.789/0.896	0.878/0.840	0.761/0.284	1.497/0.560	1.141/0.652	0.073/0.038	0.126/0.063
≥30	0.957/0.964	0.776/0.903	0.880/0.857	0.797/0.138	0.248/0.295	0.802/0.884	0.030/0.029	0.094/0.048

注:*NH* 为空报率,*PO* 为漏报率,*B* 为预报偏差,T_s 为 T_s 评分;表中斜线上、下数据分别为 MM5 和 MAPS 预报检验结果。

表 3 2003 年 6、7、8 月 MM5 和 REM 降水预报检验结果

等级/mm	6 月				7 月				8 月			
	0 ~ 24h	12 ~ 36h	24 ~ 48h	36 ~ 60h	0 ~ 24h	12 ~ 36h	24 ~ 48h	36 ~ 60h	0 ~ 24h	12 ~ 36h	24 ~ 48h	36 ~ 60h
≥0.1	0.181/0.267	0.279/0.171	0.211/0.064	0.230/0.014	0.325/0.414	0.332/0.362	0.236/0.275	0.302/0.215	0.317/0.448	0.360/0.325	0.322/0.184	0.316/0.171
≥10	0.189/0.153	0.165/0.078	0.174/0.015	0.154/0.001	0.127/0.303	0.136/0.222	0.125/0.090	0.133/0.057	0.143/0.254	0.092/0.114	0.112/0.046	0.094/0.035
≥25	0.093/0.209	0.062/0.065	0.158/0.080	0.089/0.000	0.100/0.136	0.028/0.191	0.030/0.016	0.029/0.008	0.061/0.158	0.042/0.059	0.089/0.033	0.033/0.010
≥50	0.000/0.236	0.000/0.078	0.000/0.000	0.013/0.000	0.023/0.056	0.000/0.011	0.001/0.000	0.001/0.003	0.009/0.103	0.000/0.087	0.000/0.087	0.000/0.013

注:表中斜线上、下数据分别为 MM5 和 REM 预报检验结果。

表 4 2003 年 7 月 MM5 和 REM 降水预报检验结果

等级/mm	*NH*		*PO*		*B*		T_s	
	0 ~ 24h	24 ~ 48h	0 ~ 24h	24 ~ 48h	0 ~ 24h	24 ~ 48h	0 ~ 24h	24 ~ 48h
≥0.1	0.288/0.348	0.317/0.675	0.624/0.434	0.733/0.299	2.044/1.325	2.943/0.494	0.325/0.414	0.236/0.275
≥10	0.742/0.561	0.639/0.888	0.786/0.431	0.834/0.628	1.657/1.036	2.526/0.337	0.127/0.303	0.125/0.090
≥25	0.830/0.773	0.924/0.975	0.771/0.743	0.936/0.945	0.941/1.014	0.962/0.479	0.100/0.136	0.030/0.016
≥50	0.958/0.847	0.979/1.000	0.912/0.916	0.998/1.000	0.349/1.382	0.565/0.383	0.023/0.056	0.001/0.000

注:表中斜线上、下数据分别为 MM5 和 REM 预报检验结果。

维普资讯 http://www.cqvip.com

2004 年夏季中国气候预测结果及思路

蔡尔诚
（黑龙江八一农垦大学，黑龙江　大庆　163000）

摘　要：介绍从一个新视角——冬季西风急流与夏季副热带高压能量互补关系，预测中国夏季降水的效果。

关键词：冬季西风急流；夏季副热带高压；能量互补与平衡；气候预测
中图分类号：P456.3　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1004－6372(2005)01－0011－02

2003 及 2004 年 3 月，天气在线网站（中文版）向全球华语用户免费提供了当年 5～8 月中国东部降水距平预测，引起了一些同行的兴趣。本文以 2004 年为例，介绍预报思路。

1　2004 年夏季降水距平预测结果

2004 年 2 月末预测 5～8 月降水、3 月末预则 6 月降水（季、月预测），预报效果显示：对主要多雨带（正距平区）的分布大趋势，季和月预报都能正确反映出来，但其中的细节分布则不尽令人满意。以 5～8 月预报为例，漏报了山东西部至河南东部的多雨区，而江苏至浙北的多雨区则空报了。这些原因将在下面讨论。

2　大气环流运动中的一对能量互补系统

气候预测的理想途径是用动力学方程计算出逐日天气要素，但在目前情况下，业务预报只能建立在对影响气候变化的物理因子与环流因子的统计学基础之上[1,2]。为了尽可能全面地弄清影响气候变化的环境场，就要多方面地发现物理因子与环流因子，因子愈多，正确处理各因子间的相互作用与重要性就愈困难。当我们最后只能靠统计概率决定因子的相对重要性时，预报的不稳定性也就产生了。

能否找到一个因子，把各种环境场的作用都集中于一身？

从理论上说，这是可能的。各种物理场（太阳辐射、海洋、冰雪盖、沙漠等）及人类活动都是对大气加热，各种环流场都是大气从外界获得能量后的反馈和再分配并支配着未来的运动。所以各种因子综合作用的“终点”是落实到大气能量收支和平衡上。

上世纪初，气候学家已认识到，维持全球大气能量平衡是靠两类能量互补机制实现的：一是同时期内不同地区间的互补，如夏季北半球与南半球、同半球高纬地区与低纬的互补；二是同地区在不同时间、季节的互补，例如某一地区白昼与黑夜、冬与夏互补等。显然，能量的时间互补应该有可能为气候预测提供重要依据。遗憾的是，由于一直未能发现环流系统之间的互补机制，能量互补只是一个普通气候常识。

笔者在工作中，从波状低云在北半球的季节分布和冷却大气作用出发，观测到一个中国冬夏气候的季节变化“链”[3,4,5]。

链的第一环：夏季北半球增暖期对极涡（冷气团）的保护。其作用过程是：5～9 月北半球在太阳辐射下增温——极区回暖增湿、波状低云区形成——低云冷却大气（负反馈）维持极涡以最小面积度过北半球增暖的夏季。

链的第二环：秋冬季北半球降温期对极涡的两次加强。过程是：10～3 月北半球降温——极区干冷、波状低云区消失。与此同步，中纬江淮以南由于降温致使大面积波状低云覆盖（对流云减少）并冷却大气——极涡向中纬扩大——南下冷空气在中纬长江流域附近被波状低云第二次冷却——中低纬间温差加大——形成全年最强的副热带西风急流。

链的第三环：冬季副热带西风急流与次年夏季副热带高压构成能量互补关系，直接影响次年副高的活动，二者成为制约中国冬夏气候变化的一对互补天气系统。

对气候预测而言，第三环最重要。下面，用图 1、2 说明夏

收稿日期：2004－10－21

Evaluation Precipitation Forecasts from Three Kinds of Mesoscale NWP Model in the Main Flood Season of 2003

KONG Hai－jiang
(Henan Meteorological Observatory, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: By using statistical method, the Precipitation Forecasts of three kinds of real－time Meso－scale NWP (Numerical Weather Prediction) model (REM、MM5、MAPS) which were introduced into Meteorological Observatory of Henan Province are verified and assessed for the main flood season of 2003. The results show that REM model is the best for heavy rain and rainstorm, while 0－12h forecasts of MAPS model is best in the three models; MM5 model have the highest skill－scores of forecast for forecasting lighter rain and moderate rain forecast, and the forecasts have steady scores in persistence forecast.

Key Words: REM; MM5; MAPS; Precipitation forecasts; Evaluation