

文章编号: 1006-4354 (2006) 01-0004-05

中尺度数值预报模式输出产品温度和湿度的检验

蔡新玲¹, 贺 皓², 高红燕², 李建科²

(1. 陕西省气象科学研究所, 陕西西安 710014; 2. 陕西省专业气象台, 陕西西安 710014)

摘 要: 对华云神箭 MM5 中尺度数值模式 2004 年 6—11 月输出的地面要素日最高气温、日最低气温、日平均气温和日最大相对湿度、日最小相对湿度、日平均相对湿度进行了检验, 检验统计量为平均误差、平均绝对误差、均方根误差和相关系数。通过检验, 气温和相对湿度 MM5 都存在系统性误差, 短时效 (24 h) 预报值比实况偏小, 随着预报时效延长, 气温预报仍然偏小, 且绝对值较大。相对湿度预报数值偏大, 但在可允许的误差范围内。从空间区域图分析, 气温和相对湿度都存在准定常的误差分布区。

关键词: 误差检验; 数值模式; 统计量

中图分类号: P456.7

文献标识码: A

华云神箭 MM5 中尺度数值模式 2003 年汛期在陕西省气象台投入业务运行, 可提供 72 h 内全省 96 个气象台站每小时一次的地面要素预报, 为预报员提供了客观的指导预报产品。但是, 这些产品能否在实际业务预报工作中使用, 由于数值预报产品不可避免的存在误差, 只有通过了解这些预报产品的性能, 才能更有效地使用它。因

此检验和评估模式的预报性能是必不可少的工 作^[1-2], 通过检验, 可以客观定量地反映数值预报产品的预报效果, 又可以通过检验结果发现预报模式中存在的问题, 为改进预报业务系统的性能提供可靠的依据。本文就模式对 2004 年 6—11 月部分地面连续性气象要素 (气温、湿度) 进行检验评价, 了解 MM5 中尺度预报业务系统对地面

收稿日期: 2005-07-09

作者简介: 蔡新玲 (1969-), 女, 陕西周至人, 硕士, 高工, 主要从事天气预报。

地层空气得不到动量或得到很少上层空气传来的动量, 再加上地面的摩擦消耗作用, 风速随之减小, 至清晨达到最小。由于年内各季节日出时间的不同, 风速开始加大的时间也不同, 春夏风速加大开始时间早于秋冬季节。

3 结论

3.1 陕西年平均风速较大的区域主要在陕北长城沿线、渭北和黄河小北干流沿岸, 以及处于峡谷地带的商州、丹凤、太白、镇坪、平利, 处于高山的华山、绥德等地。

3.2 各地盛行风向受地形地势影响, 表现不一, 分布复杂。

3.3 20 世纪 80 年代至 90 年代, 陕北、关中年平均风速呈现减小的趋势, 陕南 80 年代年平均风速减小, 90 年代年平均风速增大。

3.4 陕西平均风速具有明显的季节变化和日变化, 除华山外, 2—6 月平均风速较大, 其余月份较小, 白天风速较大, 夜间风速较小。

参考文献:

- [1] 高绍凤, 陈万隆, 朱超群, 等. 应用气候学 [M]. 北京: 气象出版社, 2001: 46-57.
- [2] 刘小宁. 我国 40 年年平均风速的均一性检验 [J]. 应用气象学报, 2000, 11 (1): 17-34.

连续性要素的预报效果。

1 连续性要素的检验时段和统计量

本次检验对华云神箭 MM5 数值模式输出产品中的地面气温（最高、最低和平均气温）和相对湿度（最大、最小及平均相对湿度）分别进行了 24、48 和 72 h 的统计检验，统计量有平均误差、绝对平均误差、均方根误差及相关系数^[1]。

令 x_f 、 x_o 分别表示某要素的预报值和实况值， x'_f 、 x'_o 分别表示它们的平均值， N 表示空间区域内总格点数， i 表示空间区域内格点序号或统计时段内的样本序号，按定义

平均误差：

$$x_d=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^N(x_f-x_o)_i,$$

平均绝对误差：

$$x_a=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^N|(x_f-x_o)|_i,$$

均方根误差：

$$s_d=[\frac{1}{N}\sum_{i=1}^N(x_f-x_o)_i^2]^{1/2},$$

相关系数：

$$r=\frac{\sum_{i=1}^N(x_f-x'_f)(x_o-x'_o)}{\sqrt{\sum_{i=1}^N(x_f-x'_f)^2}\sqrt{\sum_{i=1}^N(x_o-x'_o)^2}}。$$

2 检验结果

受实况资料的限制，检验所用的观测值为全省均匀分布的 25 个代表站自动观测资料。

2.1 气温检验结果

表 1 给出了全省各月平均气温、最高气温、最低气温的检验结果。从整体上看，24 h 相关系数大于 48 h 和 72 h，平均气温的相关系数高于最高和最低气温的相关系数。除 9 月份外，平均气温的相关系数 r 在 0.7 以上，最高、最低气温也在

表 1 2004 年 6—11 月全省平均气温、最高气温、最低气温的检验结果

要素		平均气温				最高气温				最低气温			
检验量		$x_d/^{\circ}\text{C}$	$x_a/^{\circ}\text{C}$	$s_d/^{\circ}\text{C}$	r	$x_d/^{\circ}\text{C}$	$x_a/^{\circ}\text{C}$	$s_d/^{\circ}\text{C}$	r	$x_d/^{\circ}\text{C}$	$x_a/^{\circ}\text{C}$	$s_d/^{\circ}\text{C}$	r
6 月	24 h	−0.52	2.13	2.79	0.87	−2.58	3.83	4.37	0.86	1.41	2.99	4.07	0.68
	48 h	−1.41	2.63	3.31	0.81	−4.10	5.15	5.80	0.73	1.49	2.92	3.99	0.71
	72 h	−2.88	3.78	4.39	0.71	−6.20	6.91	7.72	0.60	0.83	2.77	3.87	0.69
8 月	24 h	−0.49	1.68	2.04	0.82	−1.22	2.96	3.70	0.66	−0.09	1.66	2.05	0.73
	48 h	−0.41	1.89	2.32	0.75	−1.45	3.28	4.04	0.61	0.32	1.69	2.05	0.77
	72 h	−1.17	2.39	2.92	0.70	−2.28	3.92	4.84	0.60	−0.02	1.95	2.43	0.67
9 月	24 h	−0.32	1.86	2.74	0.71	−1.45	2.55	3.02	0.69	0.28	2.44	3.61	0.57
	48 h	−0.81	2.40	3.33	0.63	−2.78	3.82	4.49	0.50	0.68	2.64	3.76	0.57
	72 h	−1.10	2.88	3.77	0.40	−3.54	4.96	5.84	0.22	0.83	2.73	3.87	0.42
10 月	24 h	−0.88	1.72	2.10	0.85	−2.43	3.01	3.51	0.83	0.16	2.45	2.93	0.67
	48 h	−1.09	1.94	2.31	0.84	−3.49	3.87	4.44	0.80	0.80	2.66	3.16	0.61
	72 h	−1.14	2.01	2.40	0.82	−3.82	4.27	5.01	0.71	1.05	2.57	3.08	0.66
11 月	24 h	−1.23	1.99	2.49	0.89	−3.69	4.17	4.79	0.80	0.14	2.58	3.14	0.80
	48 h	−1.29	2.23	2.68	0.85	−4.41	5.02	5.67	0.73	0.84	2.55	3.13	0.83
	72 h	−1.37	2.25	2.73	0.87	−4.53	5.13	5.80	0.70	0.88	2.42	2.98	0.86

0.6 以上，表明模式对于温度趋势预报效果较好，具有一定的参考价值。对平均误差统计量而言，平均气温和最高气温的平均误差在各月预报时效内均为负值，说明预报值比实况偏低，而最低气温平均误差为正值，预报值比实况值偏高。说明模式存在系统性误差。平均气温的绝对误差在 1.68

~3.78℃之间，24 h 绝对误差较小，48 h 次之，72 h 最大。最高气温的绝对误差在 2.55~6.91℃之间，随着预报时效的延长误差越来越大，且误差较平均气温大。最低气温的绝对误差在 1.66~2.99℃之间，较最高气温小，与平均气温的绝对误差大小相当，在 8—10 月，误差随着预报时效

的延长而增大。各月中,8月24和48 h平均气温的绝对误差最小,6月最大。72 h绝对误差10月最小,6月最大。从均方根误差来看,平均气温数值最小,其次是最低气温,数值最大为最高气温。平均气温和最高气温均方根误差随着预报时效的延长越来越大,而最低气温均方根误差的变化没有一致的倾向性(增大或减小)。

将全省25个站点6—11月平均气温、最高气温和最低气温的平均误差、均方根误差分别进行平均,可得出误差的地域分布情况。图1是平均

气温24和48 h预报的平均误差分布。由图可见,24 h平均误差存在定常的误差分布区,陕北南部、关中西部 and 陕南中南部为正,数值在0~1℃,省内其它地方为负,数值在0~-1.4℃之间。最高气温(图2)的平均误差均为负,存在定常的误差分布区,陕南西部和安康地区误差较大,最大中心在汉江河谷地带。另外,在黄河沿线误差也较大。最低气温(图3)的平均误差全省大部分地方为正,值较小。

整体上看,陕北和关中平均气温均方根误差

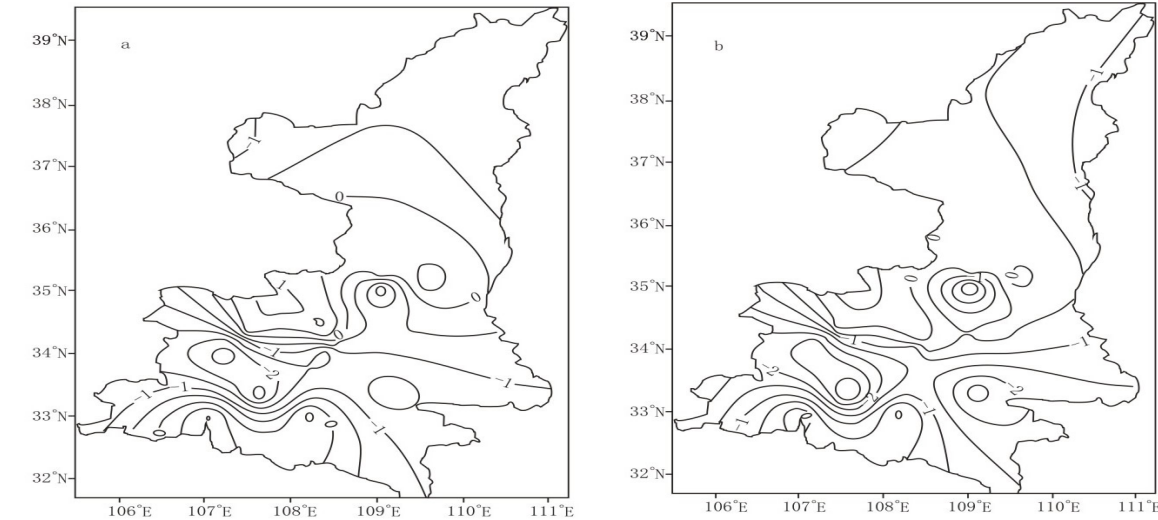


图1 平均气温的平均误差分布 (a. 24 h, b. 48 h; 单位: °C)

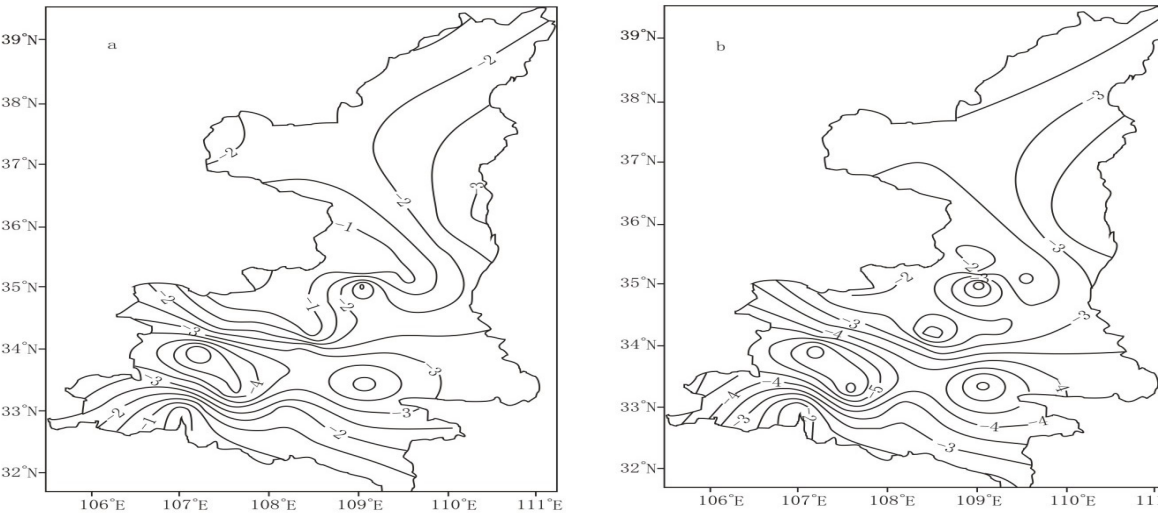


图2 最高气温的平均误差分布 (a. 24 h, b. 48 h; 单位: °C)

较小，陕南较大（图 4），特别在陕南中南部是全省误差最大的地方。另外，24 h 误差较大（小）的地方 48 h 亦较大（小）。最高气温的均方根误差（图略）陕北关中较小，而汉中中西部较大，特别是在勉县一带。48 h 均方根误差较 24 h 稍大。最

低气温的均方根误差（图略）也是陕北关中较小，陕南中南部较大。

2.2 相对湿度检验结果

从检验结果（表 2）来看，平均相对湿度 24 h 和 48 h 相关系数在 0.35 以上，除 10 月外，最

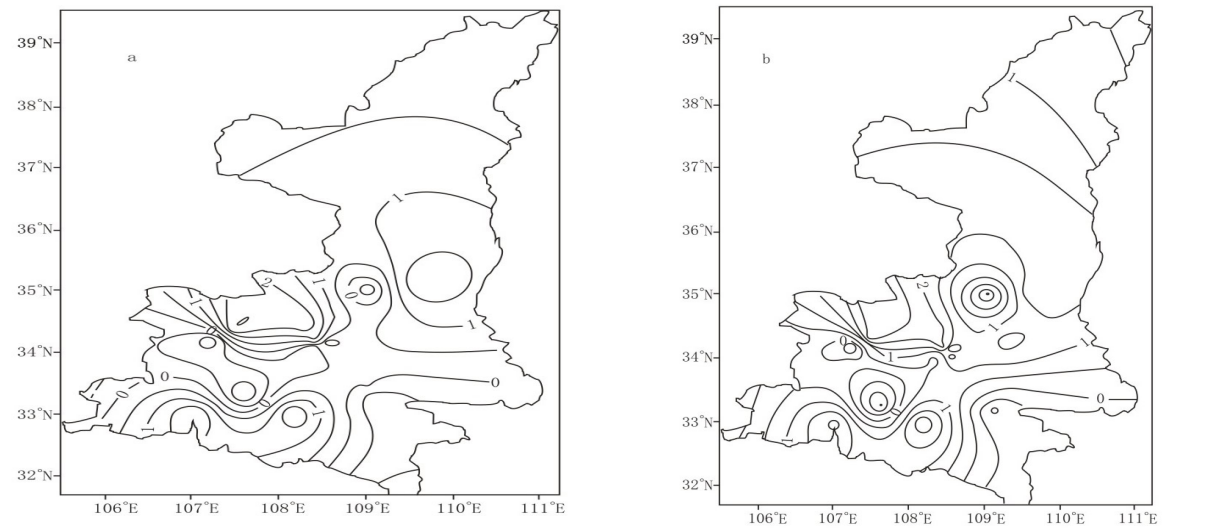


图 3 最低气温的平均误差分布（a. 24 h，b. 48 h；单位：°C）

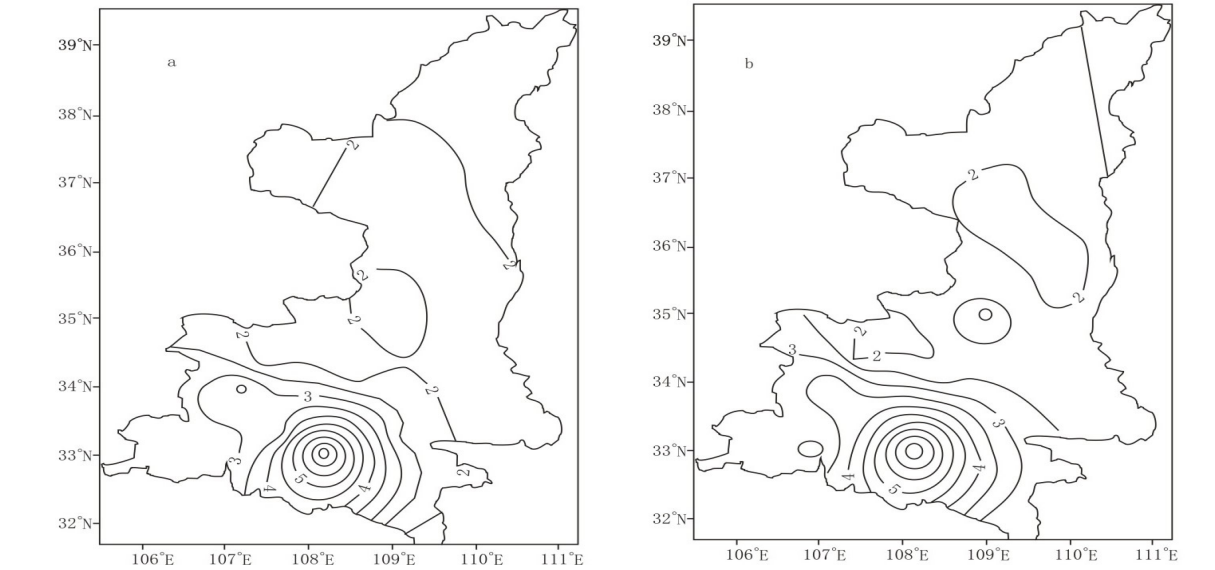


图 4 平均气温的均方根误差分布（a. 24 h，b. 48 h；单位：°C）

小相对湿度 24 h 和 48 h 均在 0.38 以上，而最大相对湿度相关系数较小。对平均误差统计量而言，平均相对湿度和最大相对湿度 24 h 平均误差为负，预报值比实况偏小，48 h 和 72 h 基本为正值，

说明预报值比实况大。平均相对湿度的绝对误差在 8.5~20.6% 之间，24 h 误差较小，48 h 次之，72 h 较大。最小相对湿度的绝对误差在 11.6%~31.3% 之间，随着预报时效的延长，误差越来越

表 2 2004 年 6—11 月全省平均相对湿度、最大相对湿度、最小相对湿度的检验结果

要素		平均气温				最高气温				最低气温			
检验量		$x_d/^{\circ}\text{C}$	$x_a/^{\circ}\text{C}$	$s_d/^{\circ}\text{C}$	r	$x_d/^{\circ}\text{C}$	$x_a/^{\circ}\text{C}$	$s_d/^{\circ}\text{C}$	r	$x_d/^{\circ}\text{C}$	$x_a/^{\circ}\text{C}$	$s_d/^{\circ}\text{C}$	r
6 月	24 h	-1.3	10.1	12.9	0.72	-2.4	12.2	15.7	0.40	1.0	12.1	15.4	0.68
	48 h	7.7	13.6	16.8	0.54	4.5	12.7	16.5	0.27	11.0	16.9	20.4	0.53
	72 h	18.3	20.6	24.0	0.42	10.9	13.8	17.3	0.26	23.5	26.4	31.3	0.39
8 月	24 h	-4.8	8.5	10.4	0.54	1.3	7.3	9.3	0.37	-8.4	13.3	17.1	0.42
	48 h	-7.1	11.5	13.9	0.35	-3.8	10.3	13.1	0.17	-5.5	13.6	17.0	0.38
	72 h	-0.8	11.3	13.6	0.26	0.1	8.8	11.0	0.18	1.5	15.3	18.7	0.30
9 月	24 h	-5.8	8.8	10.7	0.73	-1.6	7.8	10.6	0.40	-6.8	11.6	15.3	0.69
	48 h	-3.1	11.2	14.4	0.58	-3.4	10.7	14.7	0.13	1.1	13.5	18.1	0.52
	72 h	3.0	13.9	17.0	0.29	-0.3	9.2	12.1	0.27	9.7	21.4	26.8	0.18
10 月	24 h	-1.5	9.1	11.4	0.68	-1.1	10.1	13.5	0.30	2.2	11.3	13.8	0.75
	48 h	4.0	13.2	16.2	0.44	1.3	12.0	16.5	0.03	11.7	17.3	20.6	0.57
	72 h	9.4	14.7	18.1	0.37	5.1	11.2	14.5	0.07	17.9	21.4	26.3	0.49
11 月	24 h	-2.8	9.7	12.2	0.39	-3.6	10.3	13.1	0.22	5.8	14.2	16.8	0.28
	48 h	6.6	13.9	16.7	0.35	3.2	12.2	15.4	0.13	16.7	20.9	24.5	0.29
	72 h	7.9	17.9	21.8	0.15	3.9	13.8	17.6	0.02	17.3	23.2	27.9	0.27

大。最大相对湿度的绝对误差在 7.3~13.8%之间,整体上较平均和最小相对湿度小。各月中,8 和 9 月误差较小,6 月、10 月和 11 月误差较大。从均方根误差来看,24 h 均方根误差较 48 h 和 72 h 小,最小相对湿度的均方根误差较平均相对湿度和最大相对湿度大。

由相对湿度的平均误差分布(图略)可见,24 h 平均误差也存在定常的误差分布区,平均、最大、最小相对湿度在陕北北部和陕南西部小区域误差为正,其它地方为负。48 h 负误差范围缩小。

由相对湿度的均方根误差(图略)可见,平均相对湿度 24 h 关中西北部和陕南中南部误差较大,在 13%以上,其它地区误差在 10%~12%之间。48 h 误差整体较大,在 12%~18%之间,各地差异不大。最大相对湿度均方根误差在 10%~30%之间,陕北东北部稍大,其他地方相对较小,24 h 误差明显小于 48 h。最小相对湿度均方根误差 24 h 关中西北部和陕南中南部较大,48 h 在该区域误差亦较大,在 20%左右。

3 结论

3.1 气温预报和实况相关性较好,在业务预报中具有参考作用,也说明模式对气温有一定的预报能力,但存在系统性误差,即预报数值比实况偏小,且随着预报时效延长,三个统计量(平均误差、平均绝对误差、均方误差)数值都在增大。

3.2 平均气温误差小于最高气温和最低气温的误差,最高气温的误差较大,在实际预报工作中一定要作订正。最低气温预报相对较好。

3.3 相对湿度 24 h 预报和实况呈一般性相关,随着预报时效延长,相关较差,参考价值较低。

3.4 相对湿度在 24 h 预报时效内,预报误差较小,略加订正就可使用,随着预报时效延长,预报值比实况偏大。

参考文献:

[1] 朱盛明,曲学实.数值预报产品统计解释技术的发展 [M].北京:气象出版社,1988:45-90.
[2] 许美玲,孙绩华.MM5 中尺度非静力模式对云南省建降水预报检验 [J].气象,2003,28 (12):24-27.