维普资讯 http://www.cqvip.com

第28卷 第4期 气 象 科 学 Vol. 28, No. 4
2008年8月 SCIENTIA METEOROLOGICA SINICA Aug., 2008

张冰,魏建苏,裴海瑛.2006年T213模式在江苏的降水和温度检验评估.气象科学,2008,28(4):468-472

2006年T213模式在江苏的降水和温度检验评估

张 冰[1] 魏建苏[1] 裴海瑛[2]
(1 江苏省气象台,南京 210008)(2 南京市气象局,南京 210009)

摘 要 为了了解T213模式在江苏区域的预报性能,对该模式在江苏区域的降水和温度预报进行了检验和评估。检验结果表明,在江苏区域,T213模式晴雨预报正确率近70%,模式对降水预报具有一定的指示作用,影响中小量级降水TS评分的主要因素是模式预报的虚假降水成分较多,中等以上量级则存在降水中心落区预报偏差较大的情况。T213模式温度预报值系统性偏低3 ℃左右,模式分析场的温度偏低且与实况误差较大,是造成这种情况的主要原因,因此进行温度订正是必要的。

关键词 检验评估 T213模式 TS评分 温度预报
分类号 P456.7 **文献标识码** B

Verification and evaluation of rainfall and temperature forecasting for T213L31 global numerical model in Jiangsu area in 2006

Zhang Bing[1] **Wei Jiansu**[1] **Pei Haiying**[2]
(1 *Jiangsu Meteorological Observatory*, *Nanjing* 210008)
(2 *Nanjing Meteorological Bureau*, *Nanjing* 210009)

Abstract In order to verify the forecast skill of T213L31 global numerical model in Jiangsu area, the precipitation and temperature prediction output from this model has been analyzed. The results show that the rate for the fine or rain weather forecasting is near 70%, and it has better capability of predicting the rain or no. The main reasons for the low TS score in light rain in Jiangsu area is that the predicted precipitation area is larger than that of the actual occurrence. On the other hand, there are biases in the rainfall center when the precipitation is more than the moderate. Also, this model is found to overestimate temperature prediction about 3 ℃ systematically, main reason is that the temperature of analysis fields is lower than the observed. So it is necessary to correct the temperature in operational use.

Key words Verification and evaluation T213 model TS score Temperature forecasting

引 言

近年来,数值预报技术已成为现代气象预报的基础和科技支撑,是提高天气预报准确率最主要的科学途径,特别是在中短期预报包括在极端天气事件的预报方面显示出了以经验为基础的预报所不具备的独特优势。目前,数值天气预报模式已成为大气科学研究和日常气象业务不可或缺的重要工具。自从2002年9月我国新一代全球中期数值预报模式T213L31在国家气象中心投入业务运行,其预报产品种类丰富、性能稳定,在为许多区域模式提供着初始场和侧边界条件的同时,也为预报员预报天气提供了重要的参考。

国家气象中心以及一些研究机构和省地气象台,对T213模式从不同角度进行过多次检验、评估,总结出了T213模式的降水和温度预报的一些优势

收稿日期:2007-02-26;**修改稿日期**:2007-05-02
基金项目:江苏省科技厅资助项目(BS2002067)
第一作者简介:张冰(1969-),男,南京,硕士,主要从事中尺度数值天气预报研究

维普资讯 http://www.cqvip.com

与不足。在降水预报方面，T213L31 的产品与同类国外数值预报产品比较各有优势[1-2]。管成功[3]对2002—2005 年 T213 降水预报分析检验表明降水预报 TS 评分和预报偏差 B 值均存在明显时空分布差异。王雨[4]对 2004 年主汛期各数值模式的降水预报检验分析比较后认为，T213 模式的降水预报和其他模式相比各有所长。在温度预报方面，胡江凯[5]等研究表明 T213 的温度预报比实况有较大的负偏差，究其原因，佟华[6-7]等认为温度误差是由于模式地形高度与实际地形高度存在较大差异以及陆面过程所需初值不科学性造成的。江苏气候有其自身的特点[8]，为了进一步反映 T213 模式在江苏区域的预报特点和性能，使得 T213 模式预报产品能更好地在江苏得到应用，我们对其降水和温度预报产品进行了检验评估。

1　资料和检验评估方法的选取

1.1　资料的选取

本检验评估的温度和降水的实况资料是 13 个地级市的台站每小时一次的地面观测资料。降水实况是指当日 08 时（北京时，以下同）至次日 08 时的 24 h累计降水，温度实况取当日 20 时的瞬时温度观测值。全球谱模式 T213 降水和温度预报产品取预报初始场为 20 时、1° × 1°的地面格点预报资料，检验区域为江苏区域，降水的检验时段为 2006 年 1—10 月，温度的检验时段为 8 月 7 日—10 月 31 日。

1.2　降水检验评估方法

对各时次的24 h累计降水预报采用双线性插值的办法将格点数据插值到站点，然后对站点预报值进行各项检验。假设某站点经纬度坐标为(x,y)，其周边预报格点坐标为(x_1,y_1)、(x_2,y_1)、(x_1,y_2)和(x_2,y_2)，格点预报值分别为 F_1、F_2、F_3 和 F_4，则该站点的预报值 F 为

$$F=\frac{x_2-x}{x_2-x_1}\cdot\frac{y_2-y}{y_2-y_1}\cdot F_1+\frac{x-x_1}{x_2-x_1}\cdot\frac{y_2-y}{y_2-y_1}\cdot F_2+\frac{x_2-x}{x_2-x_1}\cdot\frac{y-y_1}{y_2-y_1}\cdot F_3+\frac{x-x_1}{x_2-x_1}\cdot\frac{y-y_1}{y_2-y_1}\cdot F_4\ 。\tag{1}$$

模式的客观预报检验参考中国气象局下发的降水检验办法，采用分级降水评分和累加降水评分。分级降水评分分为小雨、中雨、大雨、暴雨、大暴雨和特大暴雨六个等级，累加降水评分分为≥0.1 mm、≥10 mm、≥25 mm和≥50 mm四个等级。客观预报检验使用 TS 评分、空报率、漏报率、晴雨评分和预报偏差（B 值）等检验量来综合分析 T213 在江苏区域的预报性能。

预报偏差反映了预报降水面积和实际降水面积的比值，其最优值为 1。当预报偏差小于 1 时，说明预报降水范围比实况小，当预报偏差大于 1 时，说明预报降水范围比实况大。预报偏差（B 值）

$$B=\frac{N_A+N_B}{N_A+N_C},\tag{2}$$

其中，N_A 为有降水预报正确次数，N_B 为空报次数、N_C 为漏报次数。

1.3　温度检验评估方法

将初始场为20 时的 T213 模式 1° × 1°的格点预报温度值，用双线性插值的方法将其插值到站点，然后用站点值（分析值或观测值）检验温度预报，其温度预报的双线性插值公式可参照降水预报。温度检验方法有平均误差检验、平均绝对误差检验、均方根误差检验以及小于1 ℃和小于2 ℃的预报准确率检验。

2　江苏区域 T213 的降水检验评估

2.1　总体降水检验

由图 1 可知，不同预报量级在不同预报时效的 TS 评分特点。从预报时效来看，预报时效越短 TS 评分越高，时效越长 TS 评分则越低。预报时效在 36 h，降水评分最好，小雨为 35.04%，而132 h的降水预报 TS 评分小雨只有 24.27%。从各预报量级的 TS 评分来看，小雨预报的最好，中雨次之，大雨再次。而由检验数据可知，T213 模式在江苏区域对暴雨以上量级基本无预报能力，以下不再对此做检验分析。

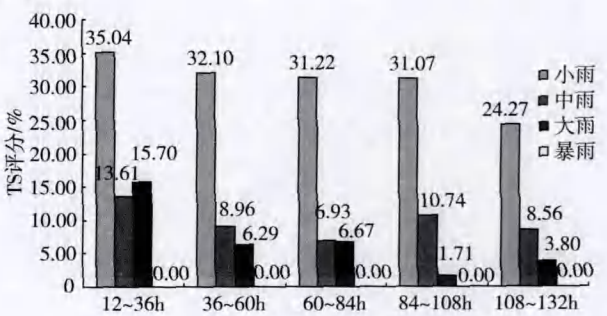


图1　1—10 月分级降水检验在不同预报时效的 TS 评分（单位：%）

Fig. 1　TS score of classified precipitation verification in different forecast time from January to October (Unit: %)

由图2 显示，累加降水评分预报时效越短 TS 评分越高，≥0.1 mm的累加降水预报36 h的 TS 评分为 46.75%，132 h 的 TS 评分则为 33.30%，两者相差

维普资讯 http://www.cqvip.com

13.45%。从小雨和中雨以上的累加降水预报,看出T213仍然具有一定的降水预报能力,其36 h预报的TS评分分别达到了30.43%和19.21%,对降水预报有一定的指导作用。

分析模式降水的预报能力,还可从晴雨预报正确率的角度来评估。36 h的晴雨检验预报正确率为69.21%,60、84、108、132 h的晴雨预报正确率分别为67.65%、66.42%、65.14%、58.84%,说明T213模式的晴雨预报的可靠性还是比较高的,能为实际预报提供参考。

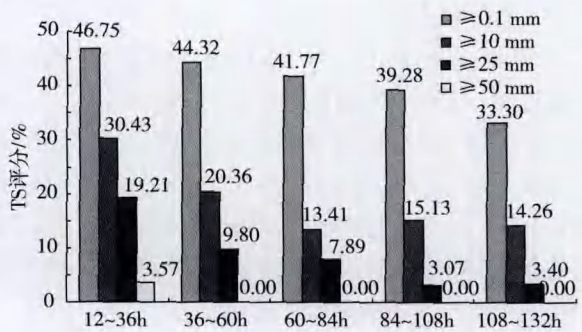


图2 1—10月累加降水检验在不同预报时效的TS评分(单位:%)
Fig. 2 TS score of accumulated precipitation verification in different forecast time from January to October (Unit: %)

分析了T213模式的1—10月在江苏区域的总体降水预报能力,我们再探讨一下T213模式预报降水的特点。举36 h降水预报的例子(其他预报时次情况类似)来看(图略),明显特点是空报率要大于漏报率,分级检验小雨量级空报率是漏报率的2倍多,而累加降水检验≥10 mm量级空报率是漏报率的近2.5倍。另外,该时段的预报偏差(*B*值)都大于1,小雨、中雨和大雨的*B*值分别为1.85、1.77和2.02,而≥0.1 mm、≥10 mm和≥25 mm累加降水检验的*B*值分别为1.59、1.56和1.70。因此,可以认为影响T213的小雨及以上量级降水TS评分的因素之一是该模式预报的虚假降水成分较多。从中雨及以上量级的降水空报率和漏报率都很高来看,影响大降水TS评分的因素的一个方面是降水中心落区预报偏差较大。

2.2 T213降水的时间序列分析

从1—10月江苏区域小雨、中雨和大雨的月际TS评分曲线图(图3)可知,小雨TS评分总体大于中雨TS评分,而大雨出现的概率较少,因此TS评分的偶然性较大,代表性比较差。1月份小雨的月际TS评分最高,为54.46%,中雨TS评分则较差,为7.69%;5月份的小雨TS评分低至22.55%,中雨TS评分却达到35.71%。类似有这样的趋势,当小雨TS评分较大时,中雨及以上量级TS评分则较小;当小雨TS评分较小时,中雨及以上量级的TS评分则较大。图中显示3—8月的小雨和中雨TS评分比较稳定,评分居中。

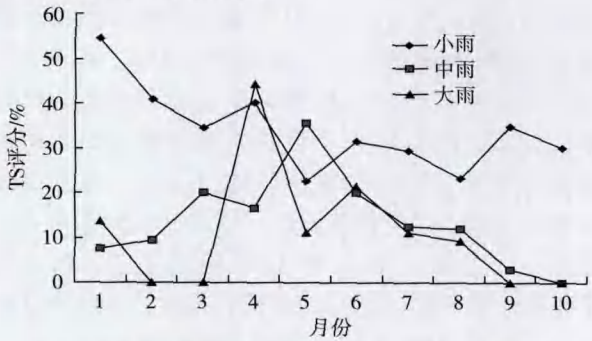


图3 1—10月份江苏区域分级降水TS评分曲线图(单位:%)
Fig. 3 TS score of classified precipitation verification in Jiangsu area from January to October (Unit: %)

图4为1—10月份江苏区域降水量≥0.1 mm TS评分、晴雨检验和雨日率(即测站降水日数与总样本数的比值)曲线图。统计表明3月份晴雨检验正确率最高,为82.89%;雨日率很小,为16.58%,降水量≥0.1 mm TS评分为42.86%,7月份晴雨检验正确率最低,为50.00%,雨日率仅次于1月份,为44.44%,降水量≥0.1 mm TS评分为46.89%。降水量≥0.1 mm TS评分4、5、6和7月比较平稳在50%左右,1月份最高,为62.74%,10月份最低,为29.66%。一般情况下,雨日少,晴雨评分比较高,而雨日多,晴雨评分就比较低,即月晴雨预报正确率与雨日率成负相关。这说明雨日少,天气过程就少,预报难度就小;而雨日多,天气过程相对就多,预报难度就大。

3 江苏区域T213的温度检验评估

由表1可知,温度预报对分析场的检验效果,平均误差24 h预报只有-0.48 ℃,以后误差增加,至96 h为-0.82 ℃,120 h误差略有降低;平均绝对误差24 h预报为0.83 ℃,以后同样误差有所增加,96 h和120 h误差相同,为1.60 ℃;均方根误差24 h预报为1.15 ℃,120 h为2.27 ℃。而预报对实况的检验则误差较大,平均误差24 h为-3.17 ℃,以后误差增大,至96 h后误差开始减小;平均绝对误差24 h为3.44 ℃,并随着预报时效的增加而增大;均方根误差也有同样的趋势。可见,T213温度预报存在系统性偏差,约3 ℃左右。

预报对分析场小于1 ℃和2 ℃的预报准确率检

维普资讯 http://www.cqvip.com

表 1　8 月 7 日—10 月 31 日 T213 模式在的江苏区域的平均误差、平均绝对误差和均方根误差检验(单位:℃)

Table 1　Verification of average error, average abstract error and root mean square error of T213 model in Jiangsu area from August 7 to October 31 (Unit:℃)

预报时效	平均误差		平均绝对误差		均方根误差	
	预报对分析	预报对实况	预报对分析	预报对实况	预报对分析	预报对实况
24	-0.48	-3.17	0.83	3.44	1.15	4.00
48	-0.60	-3.32	1.15	3.56	1.54	4.10
72	-0.77	-3.43	1.37	3.69	1.77	4.25
96	-0.82	-3.49	1.60	3.71	2.09	4.30
120	-0.63	-3.30	1.60	3.64	2.27	4.24

验24 h 分别为 71.18% 和 90.17%,至120 h 降为 35.38% 和 64.41%;预报对实况的检验则比较低,24 h小于1 ℃和2 ℃的预报准确率分别为 12.66% 和 26.55%,以后随预报时效的增加预报准确率稳中有升,但变化不大(见图 5)。就其预报对分析场的检验效果明显好于预报对实况的检验效果,我们将温度的分析场对实况也进行了检验,它的平均误差为 -2.69 ℃,平均绝对误差为2.97 ℃,均方根误差为3.46 ℃,小于 1 ℃ 和2 ℃ 的准确率分别为 14.46% 和 32.72%,结果表明分析场误差比较大,是造成温度预报对实况检验较低的主要原因。

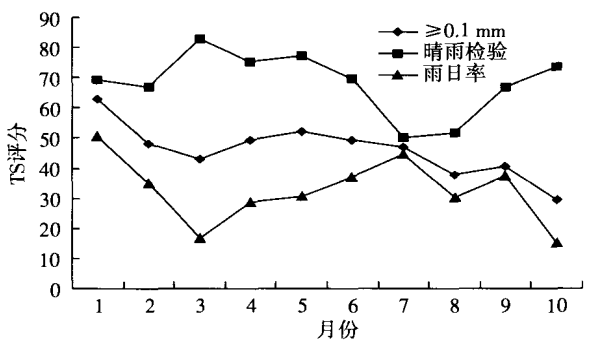


图 4　1—10 月份江苏区域≥0.1 mm TS 评分、晴雨检验和雨日率曲线图(单位:%)

Fig. 4　TS score (≥0.1 mm), fine or rain accuracy rate and rainfall day rate in Jiangsu area from January to October (Unit:%)

由于模式地形高度普遍比实际地形高度要高,江苏区域也不例外。模式预报温度不是实际地面之上的两米温度,而是在其高处的某点,根据边界层温度随高度增加而降低的一般规律可知,模式地形高度较实际偏大对温度预报负偏差有贡献[7]。我们把江苏分成淮北地区、江淮之间和苏南地区三个区域比较,48 h温度预报对实况检验在2 ℃之内准确率分别为 23.46%、33.33% 和 16.05%,发现三地区温度预报对实况误差值相差不大。这与江苏区域地

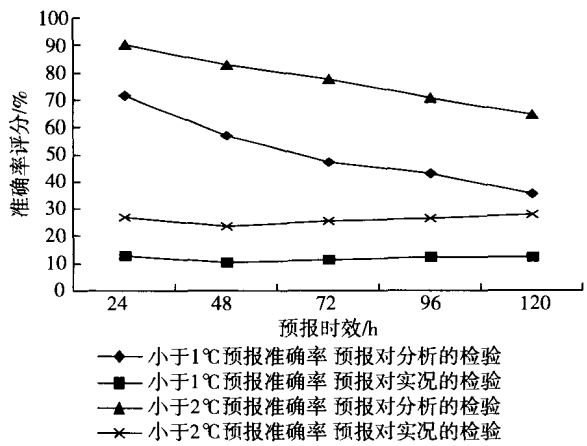


图 5　8 月 7 日—10 月 31 日 T213 模式在江苏区域的预报准确率曲线图(单位:%)

Fig. 5　Accuracy rate of temperature prediction of T213 model in Jiangsu area from August 7 to October 31 (Uint:%)

势平坦,模式地形高度与实际高度偏差值相差不大有一定关系。

为了改进 T213 温度预报,我们试着调整模式的系统误差,对预报温度值都加上2.5 ℃。修正后的结果经检验有了较大的改观,24 h平均相对误差为 -0.67 ℃,小于2 ℃的预报准确率为 56.85%,比原来提高了 30.3%,48 h平均相对误差为 -0.82 ℃,小于2 ℃的预报准确率为 57.08%,比原来提高了 33.43%,其他各时次也均有提高,72 h、96 h和120 h 小于 2 ℃ 的预报准确率分别提高了 25.86%、24.64% 和 20.71%。但48 h以后提高的幅度是逐渐减小的,说明简单修正一下系统误差,还存在不完善的地方,还应该根据不同天气过程和从模式本身特点来改进温度预报。

4　总　结

通过对全球中期数值预报模式 T213L31 在江

维普资讯 http://www.cqvip.com

苏区域的2006年1—10月降水和8月7日—10月31日温度预报的检验分析评估，得到结论如下：

(1)在江苏区域，T213模式晴雨预报正确率近70%，可信度较高。在分级降水预报中，小雨预报最好，具有一定的指示作用，中雨次之；在累加降水预报中，≥0.1 mm和≥10 mm降水也具有一定的预报能力。

(2)从预报偏差(*B*值)分析，影响T213降水评分的因素有预报虚假降水成分较多，从降水预报空报率和漏报率分析，影响中雨以上降水评分的因素有降水中心落区预报偏差较大。

(3)一般情况下，雨日少，晴雨评分比较高，而雨日多，晴雨评分就比较低，即月晴雨预报正确率与雨日率成负相关。

(4)T213模式温度预报对分析场的检验，预报准确率比较高，但随着预报时效的增加，预报误差有增大的趋势；温度预报对实况的检验则存在系统性偏低3 ℃左右，并随预报时效的增加预报准确率稳中有升，但变化不大。

(5)将T213模式温度的分析场对实况进行检验，结果表明分析场的误差比较大，是造成温度预报对实况检验较低的主要原因之一。

参 考 文 献

[1] 王雨. 2003年主汛期及淮河强降水过程中外数值模式降水预报检验. 天气与气候, 2004,3(1):78-87,323.

[2] 梁红,王元,钱昊,等. 欧州ECWMF模式与我国T213模式夏季预报能力的对比分析检验. 气象科学,2007,27(3):253-258.

[3] 管成功,王克敏,陈晓红. 2002—2005年T213数值降水预报产品分析检验. 气象, 2006,32(8):70-76.

[4] 王雨. 2004年主汛期各数值预报模式定量降水预报评估. 应用气象学报,2006,17(3):316-324.

[5] 胡江凯,王雨,王毅涛. 国家气象中心T213L31数值预报运行监控方案及预报效果评估. 应用气象学报,2005,16(2):249-259.

[6] 王雨. 2002年主汛期国家气象中心主客观降水预报对比检验. 气象,2003, 29(5):21-25.

[7] 佟华,姚明明,王雨,等. T213L31全球中期数值天气预报系统2m温度预报误差源分析. 气象,2006,32(2):52-57.

[8] 姜爱军,项瑛,彭海燕,等. 近40a江苏省各区域气候变化分析. 气象科学,2006,26(5):525-529.