

日本数值预报产品在丹东地区 降水预报的检验和评估

高松影 孙连强

(辽宁省丹东气象台, 118000)

提 要: 选取2001年7月至2005年6月的日本数值预报传真图产品资料, 依据《中短期天气预报质量检验办法》进行检验, 并用天气学分析法对所得结果进行评估。结果表明: 晴雨(雪)预报正确率和降水技巧评分较高; 小雨预报效果好; 暴雨(雪)预报准确率较高, 但预报量值比实况量值明显偏小; 对不同天气系统降水其预报能力不同; 物理量与强降水有较好的对应关系。

关键词: 数值预报产品 降水预报 检验和评估

Verification of JMH's NWP on Rainfall Forecast in Dandong, Liaoning Province

Gao Songying Sun Lianqiang

(Dandong Meteorological Office, Liaoning Province 118000)

Abstract: Based on the fax image products from July 2001 to June 2005, JMH's NWP precipitation forecast is verified by "the verification method of short-range and mid-range weather forecast". It shows that the PC and TS of clear/rain forecast is best, the TS of light rainfall forecast is better, and the accuracy of heavy rainfall forecast is better but the forecasting rainfall is less than the observations. There is different forecast capacity under various synoptic systems. Moreover, the physical variables of JMH's NWP products has well relationship with the heavy rain.

Key Words: JMH's NWP products precipitation forecast verification and assessment

引言

目前数值预报产品已成为预报员制作天气预报的重要依据,但在实际应用过程中,如果对产品的预报性能缺乏足够认识,就会造成诊断失误,导致天气预报失败甚至重大天气过程错报。所以检验数值产品性能优劣,积累应用经验十分重要。

日本气象厅发布的传真图是 20 世纪 70 年代末开始广泛应用的数值预报产品,至今已有二十多年的历史,该产品因形象、直观、种类丰富,成为我国东部地区日常预报业务中重要依据之一。我国的预报业务人员在该预报产品的降水检验方面也曾做过不少工作^[1-5],取得了一些有实际应用价值的结果。但随着日本气象厅对该模式的不断改进,该产品的预报性能也随之变化,使得已取得的检验结果失去代表性,有些检验因样本少、项目单一而缺乏系统性,因此有必要再次对日本数值预报产品进行较系统的检验和评估,以期重新认识其预报性能,提高天气预报精度。

1 检验对象、时间、代表站及项目

选取日本气象厅发布的起报时为 00Z 的传真图,包括 FUF502/503、FSFE02/03、FXFE572/573、FXFE782/783。样本时间自 2001 年 7 月至 2005 年 6 月,共计 1416 个。确定丹东为代表站,检验和评估项目包括:

- (1) 晴雨(雪)预报
- (2) 降水预报
- (3) 降水分级预报
- (4) 不同天气系统降水预报能力
- (5) 暴雨、大暴雨、暴雪预报正确率
- (6) 物理量与强降水关系

2 资料处理及公式

用内插法读取逐日 00Z 时日本传真图

上丹东单站点降水预报值和 500hPa 涡度、700hPa 温度露点差、700hPa 垂直速度、850hPa 风矢量各物理量值。其中 FSFE02/03 预报时段与短期预报责任时段一致,将二者降水预报量之和作为降水预报值,取同时段丹东地区 4 个测站实测降水量中的最大值作为降水实况取样数据。

依据最新颁布的《中短期天气预报质量检验办法》(2005 年)的有关公式进行检验,用天气学分析方法对检验结果进行评估。

晴雨(雪)预报检验规则由表 1 所示,预报正确率公式为:

$$P_c = \frac{NA + ND}{NA + NB + NC + ND} \times 100\% \quad (1)$$

表 1 晴雨(雪)预报检验规则表

实况降水量/mm	预报有降水	预报无降水
0.0	NA	ND
≥0.1	NA	NC
无降水	NB	ND

降水预报检验统计公式为:

TS:

$$TS = \frac{NA}{NA + NB + NC} \times 100\% \quad (2)$$

漏报率:

$$Po = \frac{NC}{NA + NC} \times 100\% \quad (3)$$

空报率:

$$FAR = \frac{NB}{NA + NB} \times 100\% \quad (4)$$

预报正确率:

$$E = \frac{NA}{NA + NC} \times 100\% \quad (5)$$

式(1)~(5)中,NA 为降水预报正确次数,ND 为无降水预报正确次数,NB 为空报次数,NC 为漏报次数。

分级降水检验计算公式为:

$$P_{ki} = \frac{N_i}{N_k} \times 100\% \quad (6)$$

k、i 为 1, 2, ..., 9, 代表降水等级;

N_i 为在 k 等级降水预报下不同等级降水实况的次数； N_k 为 k 等级降水预报总次数。

将降水分为小雨—大暴雨，小雪—暴雪 9 个等级，由式 (6) 逐一计算各等级降水预报下不同等级降水实况所占的百分率。

3 晴雨检验结果和评估

晴雨(雪)预报正确率和 TS 评分比较高，空、漏报率较低，且漏报率高于空报率。漏报的降水以小雨(雪)为主；空报时预报量都在 0~10mm 之间，而预报量在 10mm 以上时基本可信。图 1 中晴雨(雪)预报正确率曲线显示出 10—4 月的正确率高于 5—9 月；TS 评分 4—7 月较高，10—12 月次之；1—3 月和 9—10 月的漏报率高于空报率；4—7 月的空报率相对较低；相比之下 8 月份的预报效果不理想。

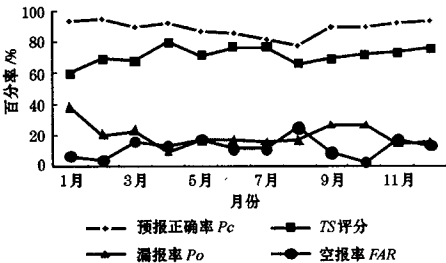


图 1 各月晴雨(雪)和降水预报检验结果

4 降水分级检验和评估

4.1 降雨

图 2 中颜色柱表示预报不同等级降雨(小雨、中雨、大雨、暴雨)出现的不同等级实况所占百分率。当预报是小雨时，实况正确的百分率达到 80% 以上；预报中雨、大雨时，出现相应等级实况的百分率 20% 多；预报暴雨时，实况是暴雨的百分率达 40% 多，不过实况是大暴雨的百分率明显增加(见表 2)。

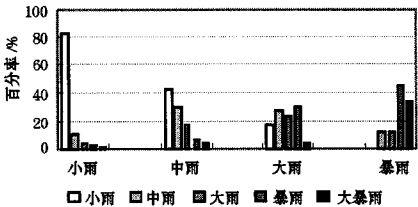


图 2 不同等级降水实况所占百分率

表 2 晴雨(雪)和降水预报检验结果

样本总次数 1416	有降水预报 正确次数	无降水预报 正确次数	漏报次数	空报次数
	436	812	101	67
统计项目	预报正确率	TS 评分	漏报率	空报率
	88.1%	72.2%	18.8%	13.3%
漏报不同等级降水百分率				
漏报次数 101	小雨(雪)	中雨(雪)	大雨(雪)	暴雨(雪)以上
	91.1%	4.9%	2.0%	2.0%
空报不同量级降水 (传真图预报降水量/mm)百分率				
空报次数 67	0	0~10	≥10	
	46.3%	53.7%	0	

4.2 降雪

丹东地区冬季降雪样本少，又以雨夹雪过程占多数，在统计时将预报量与实况均在 0~5mm 的雪或雨夹雪计入小雨，只对预报量在 0~5mm 但实况 ≥5mm 及预报量 ≥5mm 的降雪样本进行统计。统计结果：

(1) 预报大雪且实况出现大雪即正确的占 50%，而实况出现暴雪的占 20.0%，实况是中雪或小雪的占 30%。

(2) 预报暴雪时，实况均比预报量偏小，其中 66.7% 是大雪，33.3% 是中雪以下降水。

5 不同天气系统影响下降水预报能力检验和评估

丹东地处 40°N、124°E 附近，中、高纬的西风带和低纬的副热带、热带系统均可影响丹东地区，因而降水天气形势复杂，天

气系统多样。归纳起来可分为 9 个类型（表 3）。检验结果如表 3 所示。下面只讨论日本

数值预报对其中 4 种主要影响系统的降水预报能力。

表 3 不同天气系统影响下降水预报能力检验

检验项目	冷锋	高空槽	西北气流	冷涡	南方气旋	倒槽	台风	副高西部	海上高压后部	其它
样本次数	120	84	61	101	30	43	3	75	47	40
NA/次	97	65	30	75	27	35	2	58	24	
NB/次	7	6	7	11	2	2		8	10	
NC/次	16	13	24	15	1	6	1	9	13	
TS/%	80.8	77.4	49.2	74.3	90.0	81.4	66.7	77.3	51.1	
FAR/%	6.7	8.5	20.6	12.8	6.9	5.4	0.0	12.1	29.4	
Po/%	14.2	16.7	44.4	16.7	3.6	14.6	33.3	13.4	35.1	
降水等级预报正确/%	70.6	82.1	100.0	50.0	33.4	70.0	0.0	51.7	70.0	
偏大/%	2.1	5.4	0.0	11.1	18.5	14.3	50.0	13.8	0.0	
偏小/%	27.3	12.5	0.0	38.9	48.1	15.7	50.0	34.5	30.0	

5.1 冷锋降水

主要指蒙古气旋、贝蒙低压和东北低压冷锋的降水。产品对这类降水的预报效果理想，TS 评分和降水等级预报正确率都比较高且空报率低；尤其对伴随强冷空气和强锋区的冷锋引起的降水预报效果更佳，但对弱冷锋降水漏报较多。

5.2 高空槽降水

高空槽降水产生时地面无明显影响系统。产品对高空槽降水的预报效果不错，特别是降水等级预报正确率高达 82.1%。

5.3 冷涡降水

主要指东北冷涡降水，具有阵性不稳定、雨量分布不均匀、梯度大且影响具有持续性的特点。产品对冷涡降水的预报能力差，虽然 TS 评分较高，但预报量级明显偏小，尤其对暴雨的预报更突出。5 个冷涡暴雨无一正确报出，其中有 3 次预报量仅为 0~5mm。检验时发现，预报效果与丹东所处冷涡的位置有关，处于冷涡底部或前部时，预报效果较好但易出现漏报；处于冷涡

后部时，对横槽下摆造成的降水预报效果不好，易出现空报。

5.4 副热带高压西部降水

夏季，副热带高压是丹东地区降水的主导系统，当其西侧存在大范围深厚的偏南暖湿气流时，如有西风槽、地面冷锋东移或副高西侧有切变线、气旋波东移北上时，均能使丹东地区产生降水甚至暴雨以上强降水。经统计，副高西部暴雨（或以上）占本区暴雨影响系统总数的 46.9%，产品对这类降水的预报不理想，尤其是暴雨以上降水。在 4 年中的 16 个样本中，只对其中 2 个做出了正确预报，其余的预报量比实况均偏小 1~3 个等级；不过，当预报量≥50mm 时，出现暴雨、大暴雨的百分率高达 75%。

6 暴雨、大暴雨、暴雪预报准确性检验和评估

4 年中共有 25 个暴雨、9 个大暴雨、2 个暴雪样本。该产品对暴雨预报的正确率达 30.4%；大暴雨和暴雪的预报正确率均是 0，基本无预报能力。在预报不正确的 29 个

样本中, 预报无降水的只有两次, 其余 27 个样本的预报量均比实况偏小 1 个甚至 3 个等级, 原因可能是:

(1) 暴雨是在大尺度环境条件下中小尺度天气系统直接作用的结果, 而日本数值预报模式对中小尺度天气系统(飑线、雷暴及地方性中小尺度系统如黄海北部切变线)产生的暴雨基本无预报能力。

(2) 暴雨过程是各种尺度天气系统相互作用的产物, 而日本数值预报模式对这种系统间相互作用的物理过程处理不好。

(3) 丹东处于辽东半岛与朝鲜半岛形成的倒“V”字型喇叭口顶端, 地势从东北向西南倾斜, 对偏南气流特别是夏季副高西侧西南气流有明显的辐合抬升作用, 这是丹东地区成为北方暴雨中心的重要原因, 日本数值预报模式对这种由地形造成的降水增幅考虑不够。

7 物理量与强降水关系的检验和评估

强降水指暴雨、大暴雨和冬季的大雪和暴雪, 共有 41 个样本。表 4 给出物理量与强降水的关系, 由表 4 可见, 当垂直速度 ω 在 $-20 \sim -30 \text{ hPa} \cdot \text{h}^{-1}$ 之间强降水出现的次数最多; 在 18 个有低空急流的样本中, 有 10 个伴随西南偏南急流, 说明西南偏南急流的建立对强降水出现十分有利; 由于单站点读数无法确定涡度平流的正负, 所以用 FUF503 与 FUF502 两图的 500hPa 涡度差即 $\zeta_{03} - \zeta_{02}$ 来判断局地涡度随时间的变化。当其值为正时, 说明本地高空气旋性涡度增加, 高层气流辐散加强, 有利于低层气流辐合上升。这样的样本有 26 个, 占总数 63.4%; 强降水发生在 $T - T_d \leq 3^\circ\text{C}$ 的饱和与准饱和区域的次数最多。但是, 在统计时发现, 各天气系统中, 冷涡强降水与各物理

量对应关系不明显。

由前面的检验可知, 对于强降水, 日本数值预报的预报量比实况量要偏小, 因此, 当根据物理量的预报和强降水的经验关系预报未来有强降水时, 应加大降水预报等级。

8 小 结

(1) 晴雨(雪)预报正确率和 TS 评分较高, 漏报的降水以小雨(雪)为主; 预报量在 10mm 以上时基本可信; 不同的月份其晴雨预报正确率和 TS 评分存在差异; 不同等级降水预报中, 小雨预报效果最好, 暴雨稍好, 中雨和大雨预报效果差; 冬季降雪尤其是大雪预报理想。

(2) 对不同天气系统降水的预报能力不同。

(3) 对强降水特别是夏季强降水的预报较好, 但预报量比实况偏小。

(4) 物理量预报与强降水有较好的对应关系, 可为强降水预报提供有参考价值的预报信息。

(5) 在实际应用过程中, 应根据日本数值预报产品的预报性能扬长避短, 做有针对性的误差订正。

参考文献

- 1 谢亮. 使用日本降水预报图的效果统计 [J]. 气象, 1982, (2): 15.
- 2 张文达. 日本数值预报产品降水预报准确性检验 [J]. 气象, 1997, 23 (4): 封二-封三.
- 3 王家芬, 王志利, 林曲凤. 数值预报产品效果检验及在降水预报中的应用 [J]. 气象, 2000, 26 (10): 49-52.
- 4 吴洁晶, 李瑞光. 1997 年日本短期降水数值预报效果的检验 [J]. 海岸工程, 1998, 17 (2): 70-73.
- 5 刘素洁, 项英芬等. 关于日本传真图强降水预报的统计解释 [J]. 辽宁气象, 1995, 4: 10-11.