

主客观降水预报对比检验

王 雨

(国家气象中心,北京 100081)

提 要

主要就 2002 年主汛期(6~8 月)对国家气象中心预报员和数值预报(HLAFS、HLAFS 0.25、T106 和 T213)产品进行全国和分区统计学检验和对比分析评价。对于全国降水平均检验结果而言,主客观降水预报 TS 评分均随降水量级的增大和预报时效的增加而下降。对于各级降水,预报员评分最高,其次是 T213,HLAFS 0.25 列第三位(大暴雨除外),T213 较 T106、HLAFS 0.25 较 HLAFS 0.5 的降水预报都有明显的提高,说明改进的数值预报系统的降水预报水平有了较大的提高。与 2001 年汛期比较,预报员的小雨预报进步明显,暴雨、大暴雨的 24 小时预报也有一定的提高;T213 则在中雨预报上有所改进,大雨及暴雨的 24 小时预报也有提高,其余预报的 TS 评分不及 2001 年。从分区的检验结果来看,南方各区的预报评分远高于北方各区的评分,预报员在长江中下游和华南地区的各级降水预报中具有明显的预报优势;北方各区的降水评分以 T213 预报略好,HLAFS 及 HLAFS 0.25 在西北地区东部暴雨预报中表现出色。

关键词: 预报员和数值预报 降水预报产品 检验评价 统计学方法

引 言

2002 年汛期(6~8 月)降水与常年同期相比,江南大部、华南大部以及西南、西北、东北的部分地区一般偏多 3 成至 1 倍,江西南部、湖南南部及广西、广东、福建、新疆等省区的部分地区偏多达 1 倍以上;华北大部、黄淮大部、西北东南部、大兴安岭北部以及四川北部等地一般偏少 3~5 成,山东大部、河北东南部、河南东北部等地偏少 5 成以上。主汛期内暴雨天气比较频繁,小范围的洪涝和局地的山洪、滑坡、泥石流灾害较为严重;有 4 个台风(热带风暴)登陆。部分地区遭受冰雹或龙卷风袭击,局地受灾较重。持续时间较长、影响范围较大、强度较强的降水过程有 7 次。本文对国家气象中心汛期的主客观降水预报做了检验,以便广大用户了解本年度的

主客观降水预报水平。

1 检验内容和方案

1.1 检验内容

本文所用预报员的预报是指每天上午 08 时中央气象台发布的对地方台站的 24、48 小时全国范围区域降水指导预报,HLAFS 和 HLAFS 0.25 预报是指每天发布的 08 时 24、48 小时降水预报。T213 和 T106 预报是指每天 20 时发布的 36、60 小时降水预报。所有预报资料为 6~8 月。检验内容分全国、分区两部分。检验分 5 个降雨等级(≥ 0.1 、 ≥ 10 、 ≥ 25 、 ≥ 50 和 ≥ 100 mm,亦即小、中、大、暴和大暴雨以上五个等级)。全国降雨检验选取 400 个雨量站,分为以下 8 个区^[1]:东北地区、新疆、西北地区东部、华北、青藏高原中南部、西南地区东部、长江中下游地区、华南。

1.2 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^[2], 检验降水预报以检验落点预报为主。对于预报员的预报数据是利用 MICAPS 系统将其由分级等值线资料转换成降水检验站点上的降水等级数据。对模式降水预报的格点场资料则采用双线性插值方法插到站点上进行检验。本文采用的降水检验统计量有 TS 评分(TS)、空报率(NH)、漏报率(PO)、预报偏差(B)和技巧评分(SS)。

2 检验结果

2.1 全国平均降水预报检验

表 1 2002 年夏季预报员和各数值预报模式全国降水累加检验结果

量级	预报种类	TS		PO		NH		B		SS	
		24	48	24	48	24	48	24	48	24	48
≥0.1mm	FO	0.632	0.595	0.175	0.229	0.267	0.279	1.142	1.083	0.474	0.422
	HL	0.568	0.512	0.230	0.318	0.317	0.334	1.152	1.045	0.384	0.304
	H2	0.597	0.556	0.120	0.233	0.353	0.336	1.385	1.163	0.426	0.366
	T1	0.567	0.545	0.148	0.173	0.372	0.386	1.402	1.394	0.382	0.351
	T2	0.607	0.582	0.156	0.185	0.315	0.326	1.262	1.238	0.440	0.405
≥10mm	FO	0.300	0.265	0.336	0.432	0.648	0.667	2.037	1.878	0.267	0.232
	HL	0.246	0.174	0.579	0.745	0.644	0.641	1.241	0.712	0.210	0.136
	H2	0.283	0.202	0.447	0.672	0.646	0.630	1.627	0.995	0.250	0.165
	T1	0.209	0.170	0.617	0.665	0.692	0.739	1.281	1.451	0.172	0.132
	T2	0.292	0.224	0.426	0.541	0.628	0.697	1.645	1.662	0.259	0.187
≥25mm	FO	0.191	0.144	0.528	0.674	0.732	0.774	2.235	1.788	0.156	0.107
	HL	0.097	0.068	0.848	0.908	0.786	0.520	0.810	0.335	0.057	0.027
	H2	0.141	0.076	0.718	0.879	0.793	0.730	1.480	0.698	0.103	0.035
	T1	0.097	0.063	0.836	0.883	0.729	0.834	0.913	1.010	0.057	0.022
	T2	0.166	0.093	0.698	0.817	0.736	0.852	1.357	1.503	0.130	0.053
≥50mm	FO	0.125	0.070	0.651	0.795	0.724	0.645	2.800	2.098	0.097	0.042
	HL	0.030	0.009	0.958	0.975	0.680	0.174	0.686	0.245	0.001	-0.021
	H2	0.073	0.028	0.854	0.952	0.812	0.443	1.406	0.463	0.045	-0.001
	T1	0.036	0.017	0.916	0.943	0.569	0.528	0.963	0.762	0.007	-0.012
	T2	0.091	0.040	0.842	0.886	0.706	0.815	1.084	1.698	0.064	0.011
≥100mm	FO	0.084	0.015	0.634	0.925	0.560	0.259	3.131	0.901	0.084	0.015
	HL	0.007	0.000	0.951	1.000	0.083	0.000	0.455	0.000	0.007	0.000
	H2	0.000	0.000	0.927	0.974	0.171	0.077	0.813	0.308	0.000	0.000
	T1	0.000	0.000	0.958	0.978	0.042	0.130	0.417	0.288	0.000	0.000
	T2	0.031	0.000	0.847	0.870	0.543	0.609	1.513	1.905	0.031	0.000

注:表中 FO 表示预报员预报,HL 表示 HLAFS 0.5 的预报,H2 表示 HLAFS 0.25 的预报,T1 表示 T106 的预报,T2 表示 T213 的预报。

从漏报率和空报率来看,小、中雨预报,预报员和大部分模式预报(HLAFS 中雨预报)的空报大于漏报;暴雨和大暴雨预报则是漏报大于空报;大雨预报的情况比较复杂,

表 1 是 2002 年夏季预报员和各数值预报模式全国降水累加检验结果。由表 1 可知,TS 评分随降水等级和时效的增加而减小,预报员的预报在各级降水预报中评分最高,其次是 T213,再次是 HLAFS 0.25(大暴雨除外)。HLAFS 在 2002 年的大暴雨 24 小时预报中有评分,列大暴雨预报的第三位,主要是对一次华南台风降水预报较成功。预报员在大暴雨 48 小时预报中评分优于各数值预报模式。由此可见 2002 年预报员对数值预报产品的应用技术有了一定的提高,尤其是对有无雨预报和大暴雨预报较好。

HLAFS、T106 漏报大于空报,而预报员和 T213 则是空报大于漏报,HLAFS 0.25 24 小时预报空报大于漏报,48 小时则是漏报大于空报。

从系统误差 B 值来看,小雨预报以偏大为主,但偏大幅度基本不超过 40%;中雨预报也以偏大为主(HLAFS 和 HLAFS 0.25 48 小时预报偏小),其中预报员偏大幅度最大,24 小时预报超过实况的 1 倍;大雨预报的情况较复杂,预报员和 T213 仍偏大,HLAFS 偏小,T106 接近实况,HLAFS 0.25 24 小时预报较实况偏大,48 小时预报较实况偏小;暴雨预报,预报员明显偏大,HLAFS 和 T106 偏小,HLAFS 0.25 24 小时预报明显偏大,48 小时预报则明显偏小;T213 24 小时预报接近实况,48 小时预报明显偏大;大暴雨预报 T213 明显偏大,HLAFS、HLAFS 0.25、T106 明显偏小,预报员 24 小时预报偏大 2 倍以上,48 小时预报与实况接近略小。由此可见,HLAFS 随预报时效增大降水范围迅速减小,HLAFS 0.25 对此虽有改善,但并没有彻底解决。而预报员随降水等级增大预报范围有增大的趋势。

我们对 2001 年夏季预报员和各数值预报模式全国降水预报做了累加检验,其中 HLAFS 0.25 当时尚无预报,这里不做比较。与表 1 对比可知,预报员的小雨预报 TS 评分 2002 年夏季高于 2001 年,模式预报则普遍低于 2001 年;中雨除 T213 TS 评分较 2001 年高而外,其余预报亦不及 2001 年;大雨预报只有 T213 的 24 小时预报较 2001 年评分高,其余各种预报则不及 2001 年;暴雨预报略好,T213 和预报员 24 小时预报和 T106 48 小时预报较 2001 年评分高;大暴雨预报只有预报员的 24 小时预报较 2001 年的评分高。由系统误差 B 来看,预报员的各级降水的 B 值(除暴雨 24 小时预报和大暴雨预报外)较 2001 年均有所增加,空报相应偏大,漏报减少;而 T213(除大雨的 24 小时预报外)的系统误差则均减小,但仍以预报面积偏大为主。总体而言,2002 年的客观降水预报水平基本与 2001 年持平或略有不及,预报员对小雨、暴雨和大暴雨的 24 小时预报水平略有进步。预报员中大雨降水评分进步不明显的原因为可能与 2002 年汛期降水原因较复杂、多突发性降水、强降水落区难以把握、预报区域过大有关系。而 T213 小雨预报评分不及预报员及 2001 年汛期评分,则与对长江中下游地区的空报较预报员和 2001 年汛期多以及

SP 机器出现硬件故障影响了预报输出文件精度有关。

2.2 分区降水预报检验结果

(1) 东北区检验结果

分析东北区 2002 年夏季降水预报检验结果发现,预报员在东北区小、中雨预报 TS 评分较高,而 HLAFS 0.25 则对大雨和暴雨预报较好,各家预报都没有报出 2002 年夏季的大暴雨,TS 评分为 0。T213 对大雨、暴雨及大暴雨的预报偏差明显偏大,预报员则对中雨预报的预报偏差较大。大量级降水预报评分不高的主要原因是漏报较多,预报员和 T213 也有一定的空报,说明预报落区不准。

(2) 新疆区降水检验结果

2002 年夏季新疆没有出现暴雨和大暴雨。大雨预报只有 T213 有 TS 评分,但空报较多,其它各种预报的 TS 评分为 0,HLAFS 的预报误差主要来自漏报,而 T213 和 T106 则以空报为主。小雨预报是预报员较好,中雨预报则是 T213 较好。从系统偏差来看,各种预报的值得明显偏大,说明对中雨的空报较高,尤其是 24 小时预报的空报率较高。总的说来,各家预报对新疆的降水预报把握能力尚有待提高,尤其是对中雨以上降水的预报准确率有待提高。

(3) 西北地区东部降水检验结果

西北地区东部的降水检验结果与其它区的评分特点有很大差别,没有一家预报占完全的优势。T213 对西北地区东部的小雨预报评分较好,其次是 T106,预报员的评分仅占第三位,HLAFS 的预报评分最低。中雨预报仍是 T213 24 小时预报的评分最好,但 48 小时预报员的预报最好;大雨的 24 小时预报是 HLAFS 0.25 评分最高,48 小时则是 HLAFS 的评分最好;暴雨的 24 小时预报是 HLAFS 评分最高,48 小时预报则是 HLAFS 0.25 最好,且二者暴雨的 TS 评分甚至高于其自身中雨和大雨预报的评分。此外,HLAFS 对暴雨的空报率较低,多数预报失误源于漏报。因此其对暴雨预报的参考性较好,值得仔细利用。预报员、T213 及 T106 对中雨以上的预报偏差明显偏大,说明常对降水量预报偏大,存在完全空报现象。

(4) 华北地区降水检验结果

从华北地区的检验结果分析,各种预报

在不同的降水级别表现不一致。HLAFS 小雨的 24 小时预报评分较高, T213 则在小雨的 48 小时预报评分较高; 中雨是 T213 24 小时预报评分最高, 预报员 48 小时预报评分较高; 大雨依然是 T213 24 小时预报评分最好; 48 小时预报则是 HLAFS 0.25 的评分最高; 暴雨 24 小时预报评分最高的仍是 T213, 而 48 小时预报则是 T106, 大暴雨各家预报均无评分。综合分析可知, T213 对华北地区的 24 小时预报占有一定的优势。预报员和 T213 的预报系统误差均以偏大为主, 且幅度较大。

(5) 青藏高原中南部降水检验结果

由青藏高原中南部的降水检验结果可知, T106 对该区小雨预报评分最高, 预报员则对中、大雨预报评分最好, 暴雨的 24 小时预报只有 HLAFS 0.25 有评分, 48 小时则是 T213 评分略高于预报员。对大暴雨预报, HLAFS、HLAFS 0.25 及 T213 存在完全空

报现象, 说明对青藏高原的降水预报量级偏大。空报率高是该区降水预报失误的主要原因。

(6) 西南地区东部降水预报检验结果

从西南地区东部的降水检验结果可知: T213 对该区小雨预报和中雨的 24 小时预报较好, 预报员则对中雨的 48 小时预报和大雨预报较好; 暴雨的 24 小时预报是 HLAFS 0.25 TS 评分最高, 48 小时则是预报员最高。大暴雨预报各家均无评分。从天气学检验看, 各家预报对西南地区的暴雨落区预报不理想。说明西南地区复杂的降水机制仍有待研究。

(7) 长江中下游地区降水检验结果

表 2 列出了长江中下游地区的降水预报检验结果。除 HLAFS 0.25 在中雨的 24 小时预报评分略占优势外, 预报员在其它各级降水预报的检验中评分最高, 说明其对长江中下游地区的降水把握能力明显高于模式。

表 2 2002 年夏季预报员和各数值预报模式长江中下游地区降水预报检验结果

量级	预报种类	TS		PO		NH		B		SS	
		24	48	24	48	24	48	24	48	24	48
≥0.1mm	FO	0.602	0.571	0.200	0.212	0.306	0.345	1.197	1.311	0.435	0.390
	HL	0.558	0.527	0.160	0.215	0.386	0.412	1.731	1.702	0.371	0.328
	H2	0.552	0.547	0.033	0.088	0.442	0.436	2.306	2.024	0.363	0.355
	T1	0.515	0.505	0.081	0.080	0.465	0.471	2.594	2.670	0.311	0.297
	T2	0.554	0.543	0.105	0.142	0.414	0.405	2.046	1.920	0.365	0.350
≥10mm	FO	0.312	0.268	0.320	0.443	0.562	0.570	2.417	2.143	0.263	0.215
	HL	0.264	0.211	0.581	0.631	0.454	0.541	1.136	1.216	0.212	0.154
	H2	0.341	0.233	0.373	0.513	0.568	0.552	1.983	1.742	0.295	0.180
	T1	0.258	0.231	0.490	0.505	0.558	0.614	1.876	2.162	0.206	0.176
	T2	0.334	0.237	0.343	0.492	0.592	0.633	2.253	2.242	0.286	0.183
≥25mm	FO	0.240	0.152	0.463	0.670	0.565	0.614	2.362	1.616	0.189	0.094
	HL	0.116	0.089	0.831	0.825	0.301	0.403	0.473	0.850	0.055	0.025
	H2	0.167	0.105	0.678	0.801	0.536	0.500	1.530	0.994	0.112	0.045
	T1	0.138	0.105	0.694	0.774	0.537	0.563	1.470	1.260	0.079	0.044
	T2	0.174	0.101	0.650	0.760	0.519	0.743	1.561	1.649	0.118	0.040
≥50mm	FO	0.148	0.070	0.500	0.737	0.667	0.508	3.278	2.073	0.110	0.028
	HL	0.033	0.013	0.936	0.946	0.132	0.145	0.328	0.581	-0.011	-0.033
	H2	0.058	0.020	0.848	0.931	0.443	0.433	1.082	0.910	0.016	-0.025
	T1	0.057	0.024	0.818	0.848	0.392	0.390	1.436	1.476	0.014	-0.021
	T2	0.090	0.037	0.765	0.825	0.593	0.710	1.881	1.804	0.048	-0.009
≥100mm	FO	0.162	0.037	0.682	0.889	0.262	0.222	1.289	0.877	0.162	0.037
	HL	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	H2	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	T1	0.000	0.000	0.966	0.966	0.034	0.172	0.345	0.477	0.000	0.000
	T2	0.041	0.000	0.744	0.862	0.517	0.483	2.152	1.741	0.041	0.000

如何把长江中下游地区降水的物理机制合理地应用到数值模式中,是今后数值模式降水预报改进值得研究的方向。

(8) 华南地区降水检验结果

华南地区降水预报检验结果(表略),除 T213 小雨和大暴雨的 24 小时预报略优于预报员外,预报员在其它时效和级别的降水检验中居领先地位。但预报员中雨以上的预报偏差明显偏大,空报率较高。

综合各区的检验结果分析,南方各区的预报评分远高于北方各区的评分,预报员在长江中下游和华南地区的各级降水预报中具有明显的预报优势,这与多年来我国重视研究这二区的降水预报方法、积累了较多的预报经验有关,模式有待于把总结出的这些降水研究成果参数化后引入。这两区的气候和天气特点与欧美差别较大,引进的模式物理参数化降水方案可能有与我国降水系统不相适应的地方。北方各区的降水评分以 T213 预报略好,但并没有明显的优势,HLAFS 及 HLAFS 0.25 在西北地区东部暴雨预报中表现出色。

3 小结

(1) 从全国平均降水检验结果来分析,预报员在各级降水预报中占有明显优势, T213 仅随其后, HLAFS 0.25 列第三位。预报员和 T213 的系统误差值明显偏大, 预报落区较实况降水明显偏大。

(2) 与 2001 年汛期降水比较, 预报员的小雨预报评分、T213 的中雨预报评分以及预报员暴雨和大暴雨的 24 小时评分、T213 大雨和暴雨的 24 小时评分有明显的提高, 其它预报接近 2001 年或略低于 2001 年的评分。

(3) 从分区的检验结果来看, 南方各区的预报评分远高于北方各区的评分, 预报员在长江中下游和华南地区的各级降水预报中具有明显的预报优势; 北方各区的降水评分以 T213 预报略好, 但并没有明显的优势, HLAFS 及 HLAFS 0.25 在西北地区东部暴雨预报中表现出色。

参考文献

- 1 李延香等. 1996 年主汛期 HLAFS 降水数值预报产品检验评价. 大气科学研究与应用, 1999, 10: 68.
- 2 黄卓. 气象预报产品质量评分系统. 北京: 中国气象局预测减灾司, 2001: 9~11.

Verification of NMC Subjective and Objective Precipitation Prediction during the Main Flood Season in 2002

Wang Yu

(National Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract

The rainfall prediction products of forecaster and NWP (HLAFS, HLAFS 0.25, T106 and T213) of NMC are verified and assessed by statistical method for the main flood season of 2002, which include the prediction of whole country and eight areas. The results show that the TS score of forecaster prediction is the best from light rain to severe rain for the whole country. The second is T213. The third is HLAFS 0.25 (except for severe storm). The rainfall forecast skill of T213 and HLAFS 0.25 is higher than one of T106 and HLAFS 0.5. It turns out that the forecast skill of advanced models have improved. The TS score of forecaster prediction of light rain in 2002 is higher than that in 2001. The TS score of forecaster torrential rain and heavy rain forecast also increases for 24 hours. The result of T213 is higher from moderate rain to heavy rain than that in 2001. The other results is same or less than that in 2001. The verification for the eight areas shows both the subjective and objective prediction in the south of China are better than those in the north of China for the moderate rain and light rain. The prediction of forecaster is much better than NWP in the south of China for heavy rain and torrential rain. Nevertheless, T213 is better than the others for the North. The torrential rain prediction of HLAFS and HLAFS 0.25 is super than others in Northwest.

Key Words: forecaster NWP products verification precipitation statistical method