

中尺度数值预报中不同初值方案的检验对比

张立祥 陈力强 周小珊 杨 森

(沈阳区域气象中心,110015)

提 要

采用 WMO 推荐的标准化检验方法对两套初值方案进行检验。一套为使用 T106L19 全球中期模式预报场作为初猜场的 cressman 逐步订正客观分析方案 (T106);一套为直接插值客观分析方案(OBS)。通过对比分析发现:①反映大尺度环流场的要素,例如,300hPa 风场、500hPa 高度,T106 初值方案略好于 OBS。②空间尺度较小的要素,例如,850hPa 温度、湿度等,OBS 略优于 T106;在比湿预报场中,低层预报优于高层,但 850hPa 比湿预报出现正的系统误差,随着预报时效的延长,正系统误差加大。③在风场的预报中,低层预报总体不如高层好,U 风分量的预报有负的系统性误差,V 风分量有正的系统性误差。同时对两种初值预报的降水进行 TS 评分。评分结果表明,T106 的总体评分高于 OBS,但 T106 初值方案的空报率高于 OBS,而 OBS 初值方案的漏报率高于 T106。

关键词: 标准化检验 数值预报 初值场 降水 TS 评分

引 言

中尺度模式对初值的敏感性早就引起了人们的关注。沈阳区域气象中心的中尺度数值模式使用国家气象中心的全球数值模式(T106L19)预报产品作为中尺度模式的侧边界和初值猜测场。模式的初值是这样生成的:①利用与模式初值时间一致的 T106 预报场作为初猜场,使用同时刻的探空资料对猜测场进行 cressman 逐步订正;②如果不能及时地收到 T106L19 资料,那么,直接利用探空资料进行客观分析形成模式初值。

多年的使用情况证明,中尺度模式如果不与全球模式嵌套,将明显影响降水预报结果。但是,在近几年的使用中也发现,使用 T106L19 预报场作为模式初值猜测场,容易出现空报降水(1996 年、1997 年基本没有空报),1999 年与 2000 年空报频率较多。因此,选择 2000 年 7~8 月 40 次预报资料,采用下述两种初值方案对模式初值和预报结果进行一些对比分析。

1 初值方案

方案 1,使用 T106L19 预报场作为初猜场,利用探空资料进行 cressman 逐步订正

(以下简称 T106);方案 2,利用 TTAA 探空资料按照距离平方成反比直接进行格点插值(以下简称 OBS)。对两种方案各种基本气象要素的初值场和预报场进行检验和对比分析,并对两种初值情况的降水预报进行 TS 评分。

2 两种初值方案预报效果比较

2.1 检验指标

采用 WMO 推荐的标准化检验方案,分别计算了两种初值方案预报的下述要素场的 12 小时、24 小时、36 小时和 48 小时的预报场的均方根误差、距平相关系数、算术平均误差、正误差和负误差,并计算了它们的平均值,为检验误差随预报时效的变化计算了各指标的 48 小时减去 12 小时值。这些要素场分别是 300hPa U、V 风场,500hPa 高度场、温度场、U、V 风场,700hPa 比湿场,850hPa 比湿场、温度场和 U、V 风场。

检验范围与东北区域中尺度数值模式计算范围一致,即以 42°N、120°E 为中心,网格格距为 50km,63 * 53 个网格点所包围的区域。

2.2 500hPa、850hPa 温度场预报对比分析

表1给出了500hPa和850hPa两种初值预报的温度场与对应客观分析场的对比结果。从表1可以看出,①随着预报时效的延长,两种初值预报的温度场的各项指标均逐渐下降,平均值基本相当,但是OBS的下降幅度小于T106,例如,OBS的均方根误差12小时预报到48小时预报增加了0.5℃,而

T106增加了0.9℃。②12小时的均方根误差T106小于OBS。③相同预报时效的各项检验指标基本相同,但OBS各项指标大多数略优于T106,例如,OBS正误差12小时至48小时预报平均低于T106,负误差与T106相当。④随着预报时效的延长,算术平均误差逐渐增大,出现为正的系误差。

表1 500hPa和850hPa两种初值预报的温度场与对应客观分析场对比检验

层次	时效/小时	均方根误差/℃		距平相关系数		算术平均误差/℃		正误差/℃		负误差/℃	
		T106	OBS	T106	OBS	T106	OBS	T106	OBS	T106	OBS
500hPa	12	1.15	1.47	0.91	0.91	-0.02	-0.01	1.10	1.09	-1.10	-1.06
	24	1.73	1.70	0.90	0.90	0.30	0.20	1.37	1.34	-1.17	-1.16
	36	1.89	1.84	0.89	0.90	0.57	0.50	1.56	1.50	-1.21	-1.20
	48	2.05	1.97	0.88	0.89	0.72	0.59	1.70	1.63	-1.29	-1.29
	平均	1.705	1.745	0.89	0.90	0.393	0.32	1.433	1.39	-1.193	-1.178
	48-12	0.90	0.50	-0.03	-0.02	0.74	0.60	0.60	0.54	-0.19	-0.23
850hPa	12	2.31	2.08	0.80	0.83	-0.82	-0.60	1.43	1.37	-1.75	-1.56
	24	2.37	2.28	0.80	0.81	-0.94	-0.90	1.54	1.50	-1.90	-1.85
	36	2.65	2.54	0.75	0.77	-1.03	-0.91	1.69	1.68	-2.11	-2.05
	48	2.59	2.59	0.77	0.78	-1.12	-1.18	1.65	1.66	-2.14	-2.20
	平均	2.48	2.737	0.78	0.798	-0.978	-0.898	1.578	1.553	-1.975	-1.915
	48-12	0.28	0.51	-0.03	-0.05	-0.30	-0.58	0.22	0.29	-0.39	-0.64

从表1还可以看出,①OBS在12小时预报场的各项检验指标明显好于T106,但随着预报时效的延长,各项指标的下降速度明显快于T106,到48小时各项检验指标基本与T106持平。例如,从均方根误差看,OBS的12小时预报均方根误差是2.08℃,而T106为2.31℃;48-12小时误差,OBS是0.51℃,T106是0.28℃。②算术平均误差为负值,随着预报时效的延长负值越来越大,系统误差为负。

对比可以发现,①500hPa的各项检验指标明显好于850hPa,从预报场与对应实况场的距平相关系数看,500hPa的12至48小时预报场与对应实况场平均相关系数在0.90左右,而850hPa的平均相关系数仅有0.79左右;从均方根误差看,850hPa明显大于500hPa。②在两种不同初值方案的温度预报场中,随着预报时效的延长,500hPa正的系统误差和850hPa负的系统误差越来越明显。

2.3 700hPa、850hPa比湿场检验对比

表2给出了700hPa和850hPa比湿场检验对比结果。从表2可以看出,①比湿场的检验指标不如温度场,同样是在850hPa,温

度12~48小时的预报场与实况场的距平相关系数平均,两种初值方案分别是0.78和0.798,而比湿场是0.733和0.748;②温度场的检验情况高层比低层好,例如,500hPa各预报时段的场相关系数明显好于850hPa;而比湿场的情况则相反,850hPa的场相关系数明显优于700hPa。

表2显示,700hPa比湿场在各预报时段的算术平均误差稳定少变,说明两种初值方案在700hPa比湿的预报上没有明显的系统正、负误差。同样,随着预报时效的延长,两种初值预报的各项指标均逐渐下降,下降速度基本相当,OBS略快。总体来说OBS的各项检验指标比T106要好。

表2还显示,①850hPa比湿各项指标OBS均优于T106,例如,12小时距平相关系数OBS为0.80,T106为0.78;OBS各预报时效均方根误差平均为2.233,T106为2.325。②随着预报时效的延长,两种方案的均方根误差、相关系数下降幅度基本相当。③随着预报时效的延长,T106的负误差稳定少动,算术平均误差增长速度快于OBS,说明T106在预报过程中比湿出现正的系统误差,可能与空报降水量大于OBS有关。

表 2 700hPa 和 850hPa 两种初值预报的比湿场与对应客观分析场对比检验

层次	时效/小时	均方根误差		距平相关系数		算术平均误差		正误差		负误差	
		T106	OBS	T106	OBS	T106	OBS	T106	OBS	T106	OBS
700hPa	12	1.53	1.41	0.75	0.77	0.12	0.12	1.23	1.12	-1.15	-1.04
	24	1.86	1.74	0.63	0.67	0.09	0.07	1.47	1.36	-1.43	-1.34
	36	2.14	2.05	0.51	0.54	-0.07	-0.10	1.62	1.52	-1.72	-1.65
	48	2.35	2.28	0.42	0.43	-0.12	-0.15	1.74	1.68	-1.89	-1.86
	平均	1.97	1.87	0.578	0.603	0.005	0.015	1.515	1.40	-1.548	-1.473
	48-12	0.82	0.87	-0.33	-0.34	-0.24	-0.27	0.51	0.56	-0.74	-0.72
850hPa	12	2.06	1.96	0.78	0.80	1.02	1.03	1.80	1.71	-1.01	-0.88
	24	2.27	2.19	0.76	0.77	1.27	1.23	1.99	1.91	-1.00	-0.96
	36	2.42	2.33	0.71	0.73	1.34	1.29	2.11	2.03	-1.08	-1.06
	48	2.55	2.45	0.68	0.69	1.41	1.31	2.19	2.11	-1.08	-1.07
	平均	2.325	2.233	0.733	0.748	1.26	1.215	2.02	1.94	-1.04	-0.99
	48-12	0.49	0.49	-0.10	-0.11	0.39	0.28	0.39	0.40	-0.07	-0.19

2.4 300hPa、500hPa、850hPa 风场对比检验

表 3 为 300hPa 两种初值预报的 U 、 V 分量对比检验结果。对比表 3 中 U 、 V 分量可以发现：①两种初值方案的 300hPa U 风分量预报明显好于 V 风分量预报，这一点从距平相关系数可以清楚地看到。②我们注意到的另一点是，从算术平均误差看， U 风分量基本为负，呈现负的系统误差，而 V 风分量为正，呈现正的系统误差。③在 U 风分量的各项检验指标中，T106 略好于 OBS；在 V 风分量中，两种方案的检验指标互有优劣。④随着预报时效的延长， U 风分量的负系统误差逐渐增大，而 V 风分量的正系统误差逐渐减小。⑤

随着预报时效的延长，两种初值预报的大部分检验指标均逐渐下降，下降趋势基本相当。

850hPa 两种初值预报的的 U 、 V 风分量与对应客观分析场对比检验结果(表略)是这样的：①850hPa 的风场预报的距平相关系数远不如 300hPa 好。②T106 的距平相关系数和均方根误差优于 OBS，且随着预报时效的延长，这两项指标逐渐下降。③ V 风分量中 T106 正的系统误差大于 OBS， U 风分量中 OBS 负的系统误差略大于 T106，但随着预报时效的延长，两者均没有大的变化。④随着预报时效的延长， U 、 V 风分量的正、负误差均逐渐加大。

表 3 300hPa 两种初值预报的的 U 风分量与对应客观分析场

	时效/小时	均方根误差		距平相关系数		算术平均误差		正误差		负误差	
		/m·s ⁻¹				/m·s ⁻¹		/m·s ⁻¹		/m·s ⁻¹	
		T106	OBS	T106	OBS	T106	OBS	T106	OBS	T106	OBS
U 分量	12	5.93	5.82	0.81	0.81	0.08	-0.08	4.15	3.90	-4.43	-4.50
	24	6.35	6.30	0.79	0.78	-0.41	-0.74	4.54	4.33	-4.96	-5.13
	36	7.20	7.12	0.74	0.73	-0.30	-0.48	5.46	5.17	-5.57	-5.70
	48	8.10	7.87	0.68	0.68	-0.26	-0.58	6.39	5.96	-6.20	-6.20
	平均	6.895	6.777	0.755	0.75	-0.22	-0.47	5.135	4.84	-5.29	-5.38
	48-12	2.17	2.05	-0.13	-0.38	-0.34	-0.50	2.24	2.06	-1.77	-1.70
V 分量	12	6.39	6.26	0.77	0.77	1.61	1.89	5.17	5.13	-3.91	-3.61
	24	6.97	6.78	0.71	0.72	1.14	1.04	5.66	5.43	-4.56	-4.49
	36	7.83	7.72	0.64	0.64	1.27	1.06	6.41	6.23	-5.31	-5.38
	48	8.36	8.26	0.58	0.60	0.86	0.89	6.59	6.54	-6.20	-6.11
	平均	7.388	7.255	0.675	0.683	1.22	1.22	5.96	5.833	-4.995	-4.898
	48-12	1.97	2.00	-0.19	-0.17	-0.75	-1.00	1.42	1.41	-2.29	-2.50

3 两种方案的初值、预报之间的对比(OBS-T106)

3.1 300hPa 风场、500、850hPa 温度场对比

表 4 给出 300hPa 两种方案 U 风分量初值和预报之间的对比。从表 4 可以看出(300hPa 的 V 风分量场和 500hPa 温度场、

850hPa 温度场表略):①初值场之间的差别大于预报场之间的差别,300hPa 的 U 风分量检验中,初始时刻两种方案之间的相关系数是 0.91,而各预报时次的相关系数均为 0.94。这种情况的造成,可能是由于初始场包含了更多的中小尺度信息。②预报场之间的差别很小,且随着预报时效的延长差别不变。③)OBS 初值场值平均偏高,例如,500hPa 温度场平均高 0.13℃。④OBS 的 U 、 V 风分量在各层的预报值均低于 T106。

表 4 300hPa 两种方案 U 风场的对比检验

时效 / 小时	均方根误差 / $m \cdot s^{-1}$	距平相关系数	算术平均误差 / $m \cdot s^{-1}$	正误差 / $m \cdot s^{-1}$	负误差 / $m \cdot s^{-1}$
00	4.03	0.91	0.24	2.76	-2.42
12	3.10	0.94	-0.16	2.09	-2.22
24	3.22	0.94	-0.33	1.95	-2.41
36	3.25	0.94	-0.17	2.04	-2.40
48	3.25	0.94	-0.32	1.92	-2.48

3.2 700hPa、850hPa 比湿场对比

表 5 给出了 700hPa 两种方案比湿场的对比检验。从表 5 可以看出(850hPa 比湿场对比表略):①在 700hPa,初始场之间的差别小于预报场之间的差别,例如,其距平相关系数为 0.91,预报场相关系数等于、低于 0.90;而 850hPa 初始场之间的差别大于预报场之间的差别,例如,初值场之间的相关系数为 0.90,预报场相关系数为 0.92 和 0.93。②随着预报时效的延长,700hPa 预报场的差距加大,850 hPa 预报场的差距减小。③无论是

700hPa 或 850hPa, OBS 的预报值均低于 T106。

表 5 700hPa 两种方案比湿场的对比检验

时效 / 小时	均方根误差	距平相关系数	算术平均误差	正误差	负误差
00	0.90	0.91	0.00	0.66	-0.63
12	0.97	0.90	-0.01	0.64	-0.63
24	1.13	0.87	-0.02	0.73	-0.73
36	1.24	0.84	-0.03	0.78	-0.81
48	1.31	0.83	-0.03	0.82	-0.85

4 两种初值方案预报的降水评分对比

对 2000 年 7、8 月份预报的降水情况进行 TS 评分。表 6 是 7 月份 08 时 T106 方案和 OBS 方案的 00~24 和 24~48 小时的降水月评分表。从表 6 可以看出,T106 初值方案的 TS 评分总体好于 OBS,在 00~24 小时的评分中,从 1mm 到 50mm 每个级别的 TS 评分都优于 OBS,漏报率 PO 在各个级别上都低于 OBS,但空报率 NH 在各个级别上都高于 OBS。在 24~48 小时的评分中,除 1mm 降水等级,其余级别的 TS 评分,T106 已不占优势;在 10~50mm 三个级别中,OBS 不仅是 TS 评分高于 T106,而且漏报率也略低于 T106,空报率明显低于 T106。这与在第一段中分析的随着预报时效的延长,T106 预报场中比湿呈正的系统误差一致。

从 7 月份每日 20 时使用 T106 和 OBS

表 6 2000 年 7 月 08 时两种初值方案的 00~24、24~48 小时降水预报月评分

时效 / 小时	级别	TS 评分		漏报率		空报率		预报效率		偏差	
		T106	OBS	T106	OBS	T106	OBS	T106	OBS	T106	OBS
0~24	1	0.326	0.294	0.494	0.514	0.237	0.193	0.733	0.717	0.562	0.530
	10	0.149	0.124	0.475	0.489	0.208	0.193	0.814	0.804	0.560	0.527
	25	0.125	0.094	0.326	0.339	0.154	0.066	0.900	0.896	0.693	0.651
	50	0.129	0.052	0.117	0.132	0.110	0.067	0.956	0.947	0.887	0.866
	100	0.000	0.000	0.048	0.048	0.048	0.000	0.991	0.993	0.950	0.952
24~48	1	0.217	0.206	0.555	0.579	0.369	0.433	0.640	0.648	0.587	0.514
	10	0.128	0.133	0.463	0.486	0.215	0.155	0.782	0.803	0.815	0.697
	25	0.056	0.093	0.313	0.306	0.266	0.198	0.859	0.889	0.751	0.733
	50	0.024	0.034	0.094	0.092	0.200	0.126	0.932	0.949	0.903	0.908
	100	0.000	0.000	0.050	0.0050	0.150	0.000	0.991	0.993	0.941	0.947

初值方案的12~36小时降水预报的月评分表(表略)可以看出,1~25mm的TS评分,T106略占优势。总体上看,T106的漏报率均低于OBS,但空报率高于OBS。

5 结论

①反映大尺度环流场的要素,例如,300hPa风场、500hPa高度(举例略),T106初值方案略好于OBS;空间尺度较小的要素,例如,850hPa温度、湿度等,OBS略优于T106。或许,这是由于OBS初值中保留了更多的中小尺度系统特征。

②在比湿预报场中,低层预报优于高层,但850hPa比湿预报出现正的系统误差,随

着预报时效的延长,正系统误差加大,T106的误差大于OBS,平均达到1.26。在风场的预报中,低层预报总体不如高层好;值得注意的是,U风分量的预报有负的系统性误差,V风分量有正的系统性误差。

③从24小时降水预报的评分看,T106初值方案优于OBS初值方案,但T106初值方案的空报率较大。

④在48小时的降水预报评分中,OBS初值方案优于T106初值方案。

⑤从20时为初始时刻的36小时降水预报评分中,可以看到T106初值方案的漏报率低,而OBS初值方案的空报率较少。

Check-comparison of the Initial Schemes for the Mesoscale Numerical Prediction

Zhang Lixiang Chen Liqiang Zhou Xiaoshan Yang Sen

(Shenyang Region Meteorological Center, 110015)

Abstract

The initial fields and output of Mesoscale Numerical Prediction System in Northeast China were verified by means of WMO's standard verification method because there were some failures in the operational prediction. There are two kinds of initial fields and output, one is that the initial fields were created by output of medium-range forecast model (T106L19) used as initial first guess fields and were corrected by sounding data set, called T106. The other is of the objectively analyzing fields of sounding data set, called OBS. The results of verification as the follows: (1) T106 is better than OBS in the elements that represents synoptic scale, such as 300hPa's wind and 500hPa's height. (2) OBS is better in the elements that represents mesoscale, such as 850hPa's temperature and humidity. The output at the low level are more precious than that at the high level. (3) The predicted winds at the high level are better, but there are some prediction errors in U and V component field. At one time, TS skill scores of precipitation were calculated for two kinds of output. These results indicate that TS score of T106 is higher than OBS's in general, but there are more rain of prediction with T106 initial fields with OBS's initial fields than observation rains.

Key Words: standardization compare of different initial field TS skill score of rain