

我国中期动力统计预报初步试验

郑秀雅

(吉林省气象台)

丁士晟*

(吉林省气研所)

一、前言

数值预报和计算技术的发展,为“MOS”预报方法提供了条件。目前,国外普遍采用动力统计方法进行要素预报^[1]。1979年,我省利用日本的数值模式输出,用“MOS”方法,初步建立了短期降水预报方程^[2]。经三年试用,效果尚好。本文用1980年日本的中期时效的传真图资料,首先,对其本身与实况进行比较检验,结果基本上是可信的。其次,用数值预报的平均和瞬时的环流形势及有关物理量,与本省降水、气温趋势和过程建立模式和方程,做要素预报。经1981年试用,证明方法和模式是稳定的,预报准确率比常规方法高。

二、对日本中期时效的模式输出图的估价

对中期时效的日本传真图的检验,目的有二:一是估计数值模式的偏差和它的可信程度;二是确定动力统计预报的因子及它的特定区域。CUXN₄图的检验,是用1980年4—9月的资料,和同期的AXXN图进行对比,若北半球超长波槽脊的强度和位置大致相同的为正确,否则算不正确。检验结果,共30张图,基本正确的有28张、正确率90%,CUXN₄图包含3天的500mb高度实况和未来两天

预报高度叠加而成,和实况较接近是可以理解的。

周间预告图的500mb空间平均距平图和对应该日期的AXXN图的实况相比较,资料取自1980年44回—70回共42张图例,主要比较距平场的分布和强度,基本符合的为准确,半数符合的算半正确,位相相反的算全错。验证结果是:第3天图的准确率为18/21=85.7%,第6天的空间平均距平图的准确率为13/21=61.9%,近期的高于远期。

对1980年6—9月的507(787),509(789),512,514,516,519,8张预告图和实况图对比分析的结果见表1和表2。

① 东亚低槽位置预报比实况一般偏后5—10个经度。507、509、512,3张图,平均偏后5.2—7.3经度,方差较小,为5.7—7.2,偏后数值较为集中,完全报错图在10%以内,可以信用。514,516,519图上的槽,预报也比实况落后,但方差增大在9—10个经度,分布不太集中,完全错图率增加到15%以上,所以使用时效果较差。

② 507、509图上,邻近我省的涡度预告,平均

* 参加本工作的还有:马英贤、祝贵民、崔恩政、李长立、张瑞、李长山、吕志远、骆翠英、于平书、刘玉贤、关庆华、陈桂华等

表 1 FUAS 507、509、512、514、516、519 图与实况对比分析统计表

经 度 差 值 (负值预报偏后)	预告与实况槽脊位置差值(经度)分布表														对 比 分 析 统 计 表					
	<-19	-19	-16	-13	-10	-7	-4	-1	0	4	7	10	13	>15	个例 总数	完全 报错 个数	预报后 偏后 个数	偏后 个例 占%	平均 偏后 经距	预报与实 况差值均 方
	21	21	18	15	12	9	6	3	3	6	9	12	15							
507H			1	1	3	6	7	4	2			1			26	1	22	88%	-5.6	5.7
509H		2		2	7	5	2	2	1	1	1	1			26	2	20	83%	-7.3	7.2
512H			1	1	4	5	4	2	1	3	1				23	1	17	77%	-5.2	6.8
514H		1	1	3		1	6	1	1	2	1	1	2		23	3	13	65%	-3.3	9.8
516H	1	1		1	2	1	4	2	3	1			1		20	3	12	71%	-5.8	9.3
519H		1	2		3	3		2	1			3			20	5	11	73%	-5.5	9.6
507 ζ					3	2	6	5	2	4			1		23		16	70%	-2.1	5.8
509 ζ			1		1	3	4	3	3	4	2				21		12	57%	-1.9	6.4

表 2 FXAS 787、789 预告 850 mbT 与长春 T 相关统计表

长-T ₈₅₀	FXAS 787、789 预告 850 mbT 与长春平均 T 差值分布																Σ	差值平均 数 ΔX	差值均方 差 σ ² X
	>9°	8°	7°	6°	5°	4°	3°	2°	1°	0°	-1°	-2°	-3°	-4°	-5°	-6°			
787	1			6	6	5	1	7	4	6	1						37	4.2	2.4
789	1	1	2	2	2	9	3	3	1	4	1	1			1		31	30	2.9
Σ	2	1	8	8	7	10	10	7	7	5	1	1			1		68		

偏后 2 个经度,分布较为集中(表略)。

③ 787、789 图上, 850 mb 的温度预告与长春站实况相差 0—7 度的占 91%, 计算它们的相关系数为 0.80 以上。

④ 副高、阻高和低涡的预报能力较差,特别是预告副高西界,和实况经常相差很大,低涡常常漏报,507 图上 25 个个例中,漏报 5 次,其他图更多(表略)

还有一些其他项目,如 700 mb 上的垂直速度等,因相应的实况资料不全,未作详细讨论,以上结论,由于个例少,有一定的局限性。

三、平均环流分型及对降水、气温趋势的预报

5 天平均环流分型是建立在它的模式输出正确性和对本省降水气温有代表性的基础上。既然 CUXN₄ 和 5 天空间平均距平预告图可以信用,现结合本省降水、气温进行分型。

① 利用吉林省 1980 年 6—9 月 43 个站逐日平均降水和长春站逐日平均气温资料,如果降水持续 3 天或以上正距平,气温负距平作为一次低温多雨的中期过程,还可分为高温少雨,高温多雨、低温少

雨共 4 类。

② 把符合上述天气类型的前 3 天为中日的 18 张 CUXN₄ 图分成相应的 4 大类 5 个环流型。(A) 低温多雨型,如图 A。图 A 上,环流分支很明显,贝湖以北为阻高,东北区为切断低压,副高偏北,日本上空为高脊,东高较强。冷空气沿着贝湖从西北东南下,和副高后部的西南气流在东北区汇合,由于日本上空东高的阻挡,冷暖空气的交错持续在 40°N 急流附近进行,我省低温多雨。(B) 高温少雨型,如图 B。图 B 上,贝加尔湖到东北区为高压脊,副高偏南偏西,东北区未来 3—5 天,受贝湖暖脊缓慢东移影响高温少雨。还有一种高温少雨的形势(图略),东北区到华北区上空为暖脊,朝鲜半岛到日本上空偏南涡停留,副高偏南,东北区处在稳定的大陆暖脊控制下。(C) 高温多雨型,如图 C。图 C 上,东北区的东北部高脊较明显,低槽偏西在 120°E 附近,南涡在渤海一带停留,地面图上,常有气旋北上,有时甚至有台风和西风槽结合,因此高温多雨。(D) 低温少雨型,如图 D。图 D 上的低温少雨是由于极涡南移,直接影响东北区所造成的。副高被压到偏南纬度,无暖湿气流和它交锋,因此持续低温少雨。

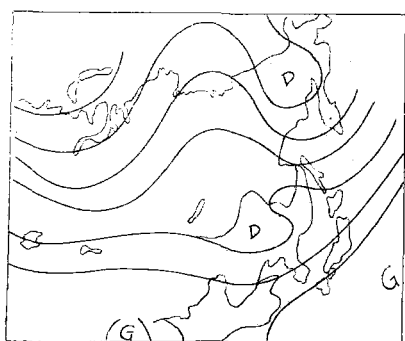


图 A (低温多雨)

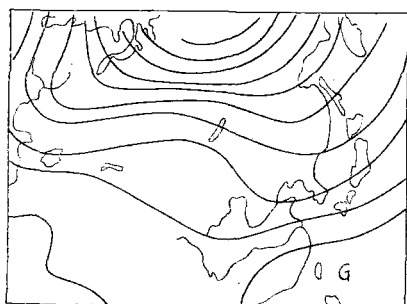


图 B (高温少雨)

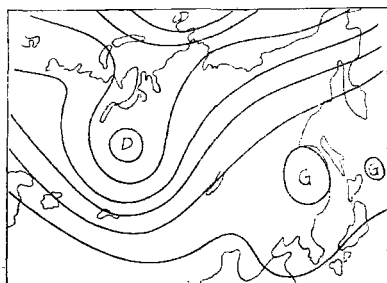


图 C (高温多雨)

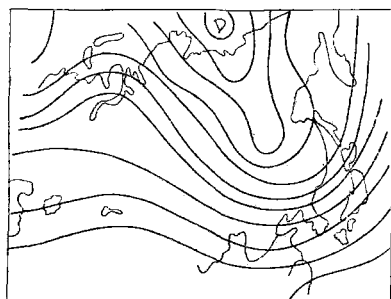


图 D (低温少雨)

③ 用 1980 年 6—9 月的空间平均距平预告图共 60 张,结合本身降水和 长春站 气温资料,从空间

平均距平预告图的当天为中日的前后 5 天,如降水正距平,气温负距平为低温多雨型(高少、高多、低少类同)。对同类天气的相似距平场求平均形势,得到 4 大类天气的 6 个距平场形式。(A)低温多雨型,如图 A'。图 A'和图 A 较接近。日本上空,雅库茨克及贝加尔湖附近的上空均为正距平,东北西部到华北为负距平。如负距平中心东移到 130°E 附近,贝加尔湖脊加强,仍为低温多雨的东北冷涡的另一种形势(图略)。(B)高温少雨型。如图 B'为鄂海高压和东北暖脊重叠。还有一种副高西伸和东北暖脊合併的形势(图略)。(C)高温多雨型。如图 C'上东高西低均很强,急流呈南北向,冷暖空气在东北区上空交绥很激烈,但盛行的还是暖湿的西南气流,副高后部降

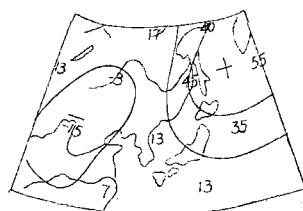


图 A' (低多)

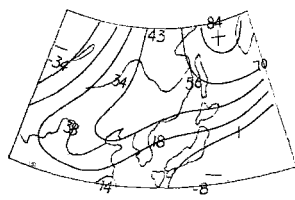


图 B'

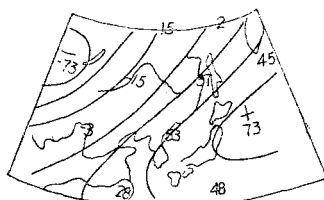


图 C'

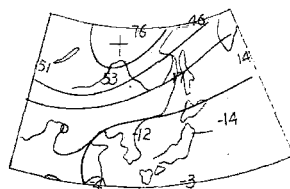


图 D'

水属此例。(D) 低温少雨型。如图 D', 北高南低, 强冷空气偏东偏南, 锋区副高也偏南, 鄂海高压南下, 强冷空气以超极地路径入侵我省。

④ 分型后, 按型别找相似, 对降水、气温趋势进行拟合预报, 由于 CUXN₄ 图例少, 拟合准确率为 100%。空间平均图的降水、气温拟合准确率各为 46/60=77%。但 6、7 月高于 8、9 月(表略)。

在 1981 年 6—8 月降水、气温趋势预报的试用中, CUXN₄ 的准确率为 90%, 空间平均距平图的准确率为 82%。

四、中期降水、气温过程预报

降水、气温过程预报可提供的因子较多, 经过筛选, 取了 4 个因子, 建立回归方程, 作未来 72 小时降水预报。

X₁: 507、509 图上的槽线(或低压)位置。通过 40°N, 115—125°E 的高空槽线或在 40~50°N, 115~125°E 范围的低压取“1”, 否则为“0”, 拟合率 83%。

X₂: 507、509 或 787、789 图上的急流(或锋区)。在 115~125°E, 38~42°N 范围内出现 2~3 条等高线(或等温线)取“1”, 否则为“0”, 拟合率 76%。

X₃: 787、789 图上的 700 mb 垂直速度。长春站上空的 W, 6、9 月 ≤ 0, 7、8 月 < -5 取“1”, 否则为“0”, 拟合率 79%。

X₄: 降水趋势。在上节用环流分型找相似做预报, 降水趋势报多取“1”, 否则为“0”, 拟合率 86%。

$\hat{y}$: 被预报 72 小时日降水量。全省 43 个站日降水量和, 6 月 ≥ 120 mm, 7 月 ≥ 200 mm, 8 月 ≥ 170 mm, 9 月 ≥ 50 mm 取“1”, 否则为“0”。

经计算后, 得预报方程为:

$$\hat{y}_{72R} = -0.098 + 0.225X_1 + 0.176X_2 + 0.254X_3 + 0.466X_4$$
$$y_0 = 0.50$$

1980 年的拟合准确率为 27/29=93%, 1981 年的试报准确率为 77%。

96 小时的降水预报, 用 509、789 图上的 X₁、X₂、X₃(X 的含意同上) 三因子多数投票法作出。1980 年的拟合准确率为 74%, 1981 年的试报准确率为 72%。

由于 9 月份具有槽脊移动迅速的季节特征和 507、509 图预报槽脊等落后状况, 在实际应用中, 9 月降水预报往往要提前 24 小时。

787、789 图上的 850 mb 气温与本省气温相关较好, 相关系数达 0.80 以上, 因此预报气温的方程只依赖于上述单因子。以长春为例(代表全省气温), 72、96 小时的预报方程为:

$$\hat{y}_{72T} = 0.80X + 7(^{\circ}\text{C})$$

$$\hat{y}_{96T} = 0.80X + 6(^{\circ}\text{C})$$

其中 X 为 787(789)图上的 850 mb 的长春上空的 T 值。

在中期的实际预报服务中, 不做 48 小时的降水和逐日的气温预报, 因此, 本文未作详细讨论。

五、结束语

(1) 经过 1981 年 6—8 月实际预报的检验, 用动力统计方法制作降水、气温的趋势和过程预报, 均比用常规方法制作的 1979 年、1980 年中期预报准确率高。中期动力统计预报的降水、气温趋势比前两年同期预报高 16%, 逐日降水过程预报在不考虑外延情况时高 11%, 详见表 3。

表 3 效果比较

	常规 预 报		MOS 预 报	比 较
	1979年	1980年	1981 年	
降水气温趋势	61.4	68.0	空间平均距平82% CUXN ₄ 90% 周内趋势 71%	} 提高16%
降水过程	61.1	61.8	72小时投票法72% 96小时投票法72% 预报方程 77% 周内逐日预报71%	

当然, 一年的试报, 由于样本少会有一些的偶然性, 但我们认为中期动力统计预报的准确率比常规经验方法高 5—10% 是可能的。

(2) 搞“MOS”预报, 需要多年数值预报资料, 我们仅有一年日本数值预报资料, 但采取了一些措施, 如按季、周、日重复进行统计分析, 保证了一定样本, 这样做出的“MOS”方程, 动力统计方法仍较稳定, 当然资料年代越长越好。

(3) 空间平均图可过滤掉一些短波, 时间平均图也可过滤掉一些短波, 我们制作降水气温 5 天趋势时采用了空间平均距平图当 5 天时间平均距平图用, 得到了比较满意的结果。这样做省去了我们自己计算 5 天平均距平图, 同时相当于延伸了两天数值预报, 所以在中期数值预报中给出空间平均图是

很有用的。

(4) 我们这项工作仅是中期“MOS”预报的一个尝试, 由于资料短和缺乏经验, 有许多地方还可改进, 目前正在进行这方面的工作, 相信在 1982 年试用新的“MOS”时会有些进展。

参 考 文 献

- [1] W. H. Klein, 用“模式”输出统计法做局地天气客观预报,《气象科技》1980 年附刊(二)。
- [2] 丁士晟, 试用传真图作短期动力统计预报,《北方天气文集》1981.(1)。