

月动力延伸预报产品在甘肃省的释用及评估^①

林 纾

李维京 陈丽娟

(兰州中心气象台, 730020)

(国家气候中心)

提 要

把月动力延伸预报产品的释用方法应用在甘肃省 58 个气象站点, 将其实况回报试验结果与持续性预报和近 6~10 年的业务评分进行对比, 结果表明, 动力释用方法预报准确率明显高于持续性预报, 也高于业务评分。同时分析了 1 月和 7 月预测效果好与差的环流场特征以及甘肃省分片区域的预测评估。

关键词: 动力延伸预报 解释应用 评估

引 言

国家气候中心月动力延伸预报于 1995 年投入准业务运行, 并在每月下旬初为国家气候中心短期气候预测会商提供参考^[1]。但在全国各省(市)气象台短期气候预测的主要工具仍然是统计方法, 所建立的预报对象和预报因子之间仅仅是统计关系, 动力学意义不够明确, 所以统计预测方法的历史拟合率可能比较高, 但针对实际预报其准确率并不高, 而且不稳定, 这是统计方法最大的缺点。另外, 对业务而言, 由于值班预报员不同、其预报经验不同、所用方法不尽相同, 造成预测结论差异较大, 因此短期气候预测应用动力与统计相结合的客观预报方法是大势所趋。

已有区域中心气象台将 T63 月动力延伸预报应用在某一区域的短期气候预测中^[2], 主要仍是应用 T63 动力产品与区域预测要素场之间建立一种完全预报(PP)的动力-统计关系。本文应用的是李维京^[3]等在 1999 年提出来的动力与统计相结合的方法, 是从大尺度大气动力学方程组出发, 根据月尺度大气环流的演变特征, 首先推导出月降水距平百分率和 500hPa 月平均高度距平的关系。然后利用动力延伸预报的 500hPa 月

平均高度距平资料和站点的实际降水距平百分率资料, 应用反演方法确定出预报方程中的系数, 得到所预报站点的月降水预报方程。此方法曾应用在全国 15 个区的 15 个代表站的降水预测中^[4], 取得了良好的预报效果。本文的目的是将月动力延伸预报产品的释用方法应用在站点分布相对密集的一个省的范围内, 为月动力延伸预报产品在区域中心和省气象台的释用方法推广应用进行有益的尝试。

1 资料与方法

1.1 资料

本文使用甘肃省 58 个气象站 1960~2001 年 1~12 月逐月降水距平百分率资料; 74 项环流特征量资料来自国家气候中心, 文中应用到的平均值为 1961~1990 年平均。

500hPa 资料分两部分, 范围是北半球 ($2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$) 37×144 个格点。一部分是 1960~2001 年 1~12 月 NCEP 再分析 500hPa 逐月高度距平资料; 另一部分是 1996~2001 年 1~12 月逐月第 2 旬末应用动力延伸集合预报作出的 500hPa 高度距平资料, 预报时效是当月下旬到下月第 2 旬(个别月份缺资料)。

^① 本文得到中国气象局预测减灾应用技术开发推广项目“T63 月动力延伸预报解释应用技术面向省级短期气候预测业务的推广”, 甘肃省科技厅项目 GS012-A45-118-05“干旱监测预测服务综合业务系统的升级研制”和甘肃省气象局青年科技基金的共同资助

为了与业务评分具有可比性,本文对动力延伸预报的评估也采用预测减灾司1997年启用的《短期气候预测质量考核办法的暂行规定》(下简称《规定》)中定性考核办法,评分资料为甘肃省1992~2001年3~10月业务评分。

1.2 基本方程

详细的月平均预报方程的推导见文献[3],这里仅给出最后的预报方程:

$$R'_a = A_0 + A_1 \nabla^2 \varphi'_B + A_2 \frac{\partial \varphi'_B}{\partial x} + A_3 \frac{\partial \varphi'_B}{\partial y} + A_4 \varphi'_B \quad (1)$$

其中 φ'_B 指与站点对应的500hPa上空的月高度距平, A_0 、 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 为待定系数。

由式(1)可见,某站的降水距平百分率与该站上空环流的辐合辐散、经纬向切变以及月高度距平有关,与月降水具有较明确的动力学关系。

1.3 确定方程系数

首先利用1960~1991年共32年的1~12月NCEP再分析500hPa逐月高度距平资料和同时间甘肃省58站降水距平百分率资料,用式(1)确定各站点预报方程中的待定系数。

2 预测回报试验及结果分析

预测回报试验分气候预报、持续性预报和动力延伸预报三种。气候预报是指以500hPa多年平均场作为预报场,一般认为它的预测准确率在50%左右;持续性预报是应用上一个月的500hPa高度距平场作为预报场,作下个月的降水预测;动力延伸预报是应用动力延伸预报的产品——T63预报的500hPa高度距平场作为预报场,作降水预测。这三种预报的思路方法完全相同,根本的差异是作为预报场的500hPa高度距平场的不同。

2.1 1992~2001年持续性回报试验

应用预报方程以及1992~2001年共10年、比降水时间超前1个月的NCEP再分析

500hPa逐月高度距平资料,对各站点的降水距平百分率进行持续性回报试验,并与降水实况进行比较,得出每年逐月的平均同号率。结果表明平均降水距平预测同号率一般在55%~77%,年平均为62%,可以看到持续性预报好于气候预报,对甘肃省而言持续性最好的是11月和9月,同号率在75%左右。

2.2 1992~2001年月降水距平百分率回报试验

实况回报试验是指应用上述解释应用方法,用已有的1992~2001年的500hPa月高度距平场作降水预测,再与同时时间的降水实况资料进行比较。

业务预报是指平时实时业务中逐年、逐月产生的预报。

业务评分是指业务管理部门对平时实时业务预报的考核评分,该考核办法由预测减灾司颁布,全国统一实施。

实况回报试验:利用1960~1991年的1~12月NCEP再分析500hPa月高度距平资料和同期降水距平场建立预报方程,计算出月降水距平百分率,与同时段实况降水百分率进行比较,得出每年逐月的同号率。1~12月逐月平均同号率在64%~82%间,平均为74%,每月的月平均都高于持续性预报,表明这种对500hPa环流场的解释方法明显优于气候预报和持续性预报。

根据持续性回报试验和实况回报试验的对比,1992~2001年的120月中,甘肃省有31个月的持续性预报同号率高于业务预报,占25.8%。

为了给这种对500hPa环流场的解释方法回报试验的结果有一个正确的评估,并与业务评分具有可比性,使用《规定》中定性考核办法评定 P_s , 并与近10年的业务评分作了比较(表1),发现这种对500hPa环流场的解释方法预报准确率除1992、1999和2001年略低于业务评分外,其余年份均明显高于业务评分。 P_s 最多可高出18%,最大 P_s 都在89%以上,最小 P_s 大多高于或接近业务评分。

甘肃省 11 月进入冬季,到次年 2 月全省大部月降水量小于 10mm,所以仅对 3~10 月的降水进行评估。表 2 是分月对实况回报试验的评分与近 10 年的业务评分作了比较,除 3 月、10 月实况回报试验准确率略低于业务评分外,其它月份都明显高于业务评分,平均 P_s 最多可高出 16%,最大 P_s 均在 87% 以上。

表 1 1992~2001 年年平均降水距平百分率预测评分 P_s 对比(%)

年	业务评分 P_s /%			回报实验 P_s /%			评分差 /%
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	
1992	67	81	33	63	89	44	-4
1993	63	94	33	72	100	26	9
1994	71	87	47	79	95	48	8
1995	57	67	40	75	99	55	18
1996	67	100	47	80	89	59	13
1997	69	100	33	79	99	28	10
1998	66	93	40	77	93	48	11
1999	72	100	33	65	91	19	-7
2000	59	81	19	67	99	37	8
2001	72	93	43	69	100	55	-3
平均	66	90	37	72	95	42	7

表 2 1992~2001 年 3~10 月各月平均降水距平百分率预测评分 P_s 对比(%)

月份	业务评分 P_s /%			回报实验 P_s /%			评分差 /%
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	
3	65	88	40	64	100	19	-1
4	60	87	33	73	100	48	13
5	73	100	33	85	99	62	12
6	57	81	33	72	87	59	15
7	63	81	40	65	90	26	2
8	67	81	56	72	91	47	5
9	68	100	43	84	100	37	16
10	78	94	54	74	98	44	-4
平均	66	89	42	74	96	43	8

2.3 1996~2001 年逐月第 2 旬末月动力延伸预报结果

在日常业务应用中,要在每月的下旬后期发出下月的气候趋势预测,所以从时间上来说只能应用逐月第 2 旬末月动力延伸预报的结果作下月预测。应用预报方程以及 1996~2001 年共 6 年的 1~12 月逐月月动力延伸预报出的高度距平资料,计算出各站点的降水距平百分率,并与同时降水实况进行比较,得出每年逐月的同号率,年平均为

66%。

将三种预测试验的分月同号率放在图 1 中比较,可以看到,持续性预报同号率最低,实况回报试验同号率最高,而月动力延伸预报的解释应用结果介于两者之间。与同期业务评分相比,月动力延伸预报的解释应用 6 年中仅 1999 年年平均评分 P_s 接近业务评分(表 3),其它年份均比业务评分高,平均高 6%;分月比较,3~10 月中仅 5 月略低于业务评分(表 4),其它月份均明显高于业务评分,平均高 8%。由此可见月动力延伸预报的解释应用具有较高的业务应用价值。

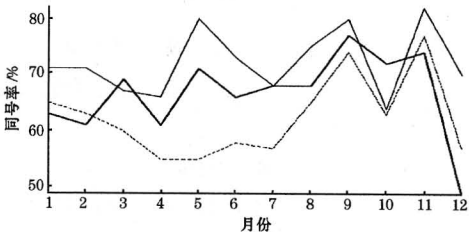


图 1 1~12 月平均同号率比较

粗实线为动力延伸预报结果,细实线为实况回报试验结果,虚线为持续性回报试验结果

表 3 1996~2001 年各年平均降水距平百分率预测评分 P_s 对比

年	业务评分 P_s /%			延伸预报评分 P_s /%			评分差 /%
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	
1996	67	100	47	77	94	54	10
1997	69	100	33	78	90	40	9
1998	66	93	40	69	92	26	3
1999	72	100	33	71	88	47	-1
2000	59	81	19	75	94	45	16
2001	72	93	43	75	88	59	3
平均	68	95	36	74	91	44	6

表 4 1996~2001 年 3~10 月各月平均降水距平百分率预测评分 P_s 对比

月	业务评分 P_s /%			延伸预报评分 P_s /%			评分差 /%
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	
3	68	88	50	80	90	71	12
4	65	83	47	68	94	26	3
5	75	100	33	71	88	40	-4
6	55	68	33	76	88	56	21
7	62	80	19	68	85	49	6
8	89	81	56	77	85	73	8
9	68	100	43	69	80	45	1
10	79	94	54	82	92	54	3
平均	66	82	42	74	88	52	8

3 预测效果分析

3.1 环流场的预测效果分析

由以上分析可以看出,在不同的年份和不同的预报个例预报效果的差异很大,对不同的环流型预报的效果也是不一样的。那么,什么样的环流场其预报效果好,哪一种环流型预报效果差呢,下面就这一问题作一简单的分析。

用同号率、独立样本相关系数和技巧评分来作为判断预测效果的标准。

当同号率 $\geq 90\%$ 且独立样本相关系数 ≥ 0.45 ,或同号率 $\geq 80\%$ 且技巧评分 ≥ 0.20 时称之为预测效果很好,分别有49个个例,占个例总数的41%;当同号率 $\leq 50\%$ 且独立样本相关系数 ≤ 0.15 或同号率 $\leq 59\%$ 且技巧评分 ≤ 0.15 时称之为预测效果较差,分别有30个个例,占个例总数的25%;其余同号

率在60%~80%之间的有41个个例,占个例总数的34%。

为了说明对动力延伸预报方法预测的500hPa环流场的解释效果,本文仅对12个月中最具季节特征的1月和7月进行分析,并以上述判断预测效果好与差的标准对1992~2001年10年间1月和7月的环流进行分类。

1月预测效果较好或很好的年份有1992、1993、1995、1996、1997、2000年共6年,500hPa距平合成图见图2(a)。东亚距平分布为“- +”,即极涡和副热带高压均偏强。亚欧范围内西欧为较强的正距平区,里海、咸海及其北部为负距平区,东亚除我国青藏高原外的地区均由正距平控制,东亚槽偏弱,亚洲环流指数百分率差 $I_Z\% - I_M\%$ 为4,纬向环流占优势。

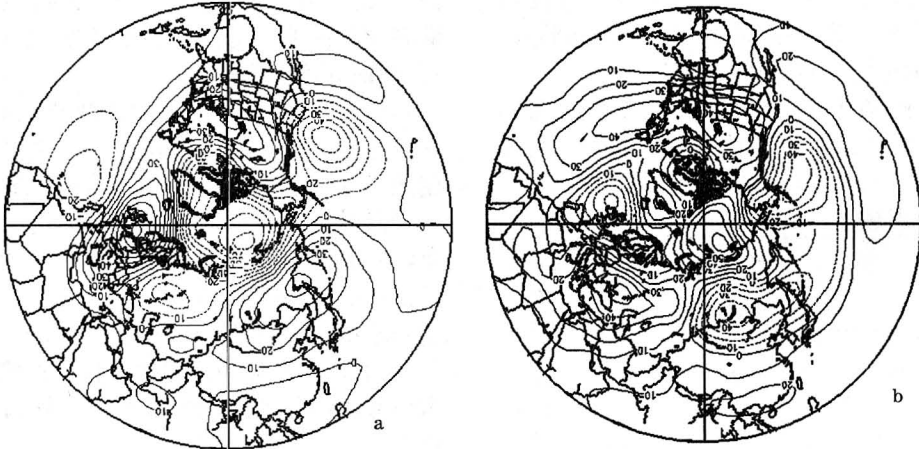


图2 1月预测效果好(a)和预测效果差(b)的北半球500hPa距平合成图

预测效果较差4年的500hPa距平合成图见图2(b),与左图相反,东亚距平分布为“+ - +”,即极涡偏弱,中纬度沿贝加尔湖低压偏强,副热带高压偏强偏北,欧亚范围中高纬度为东低西高的形势,东亚槽偏强,低纬度基本由正距平控制, $I_Z\% - I_M\%$ 为-17,经向环流分布占优势。也可以从表5中看到它们的差别。表明对于1月份亚洲纬向环流型的预报效果优于经向环流型。

7月分两种情况:即分别对降水偏少和

降水偏多预测效果来分析。

表5 1月环流特征量平均距平

	副高 强度	副高 北界	东亚槽 强度	高原A 区高度	高原B 区高度	$I_Z\% - I_M\%$
效果好场	4	-1	14	-2	-1	4
效果差场	14	2	-13	10	6	-17

对降水偏少预测效果较好或很好的年份有1994、1997、2000年3年,500hPa距平合成图见图3a。东亚距平分布为“- + -”,即极涡偏强、副热带高压偏弱、略偏南,高原高度场为正距平,环流呈平直纬向分布;预测

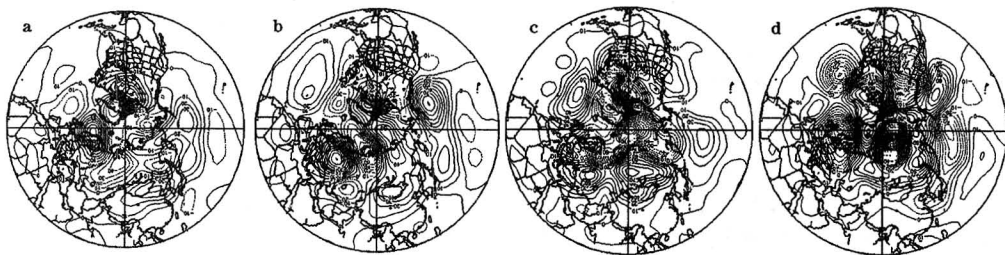


图3 7月预测效果好与差北半球500hPa距平合成图

效果较差的年份有1999和2001年2年,500hPa距平合成图见图3b,东亚距平分布为“+ -”,即东亚基本为北正南负,副高偏弱偏北,月环流的纬向分布略占优势。

对降水偏多预测效果较好的年份为1996年,较差的年份有1993年,500hPa距平见图3c、3d。东亚距平分布基本相反,前者在贝加尔湖有阻塞高压,沿我国长江一线的纬度上有一条不宽的负距平带,副高略偏强,纬向环流略占优势;而后者在东亚中纬度地区为一负距平带控制,副热带高压偏强偏南,月环流的经向分布占优势(表6)。由于动力延伸预报的个例少,一个或几个个例的500hPa距平分布状况显然不足以概括此类问题,本文在此仅起个抛砖引玉的作用。

表6 7月环流特征量平均距平

	降水少		降水多	
	效果 好场	效果 差场	效果 好场	效果 差场
副高强度	2	-19	7	31
副高北界	-2	3	0	-2
高原A区高度	7	4	2	5
高原B区高度	11	4	21	-7
$I_Z\% - I_M\%$	23	4	3	-12

另外,由于甘肃降水变率大,这种方法对在短时间内出现的、超过多年月平均降水量的大降水解释得不好。

3.2 对甘肃省预测效果评估

通过对甘肃省58个站(其中河西、中部、甘岷、陇东、陇南各有17、14、6、12、9个站)的动力延伸预报解释试验,各片的平均同号率分别为62%、68%、78%、73%、73%,结果表明动力延伸预报方法对甘肃省偏南、偏东地区的预测效果比河西和中部好,甘岷片最好。

4 小结

(1)月动力延伸预报解释应用方法的预报准确率明显高于持续性预报,与甘肃省近6年的业务评分比较,明显高于业务评分。该方法为区域中心和省气象台短期气候预测业务提供了一种新的思路和方法。

(2)1月预测效果较好的年份东亚距平分布为“- +”,即极涡和副热带高压均偏强。亚欧范围内西欧为较强的正距平区,里海、咸海及其北部为负距平区,东亚除我国青藏高原外的地区均由正距平控制,东亚槽偏弱,纬向环流占优势。

(3)7月对降水偏少预测效果较好的年份东亚距平分布为“- + -”,即极涡偏强、副热带高压偏弱、略偏南,高原高度场为正距平,环流呈平直纬向分布;对降水偏多预测效果较好的年份贝加尔湖有阻塞高压,沿我国长江一线的纬度上有一条不宽的负距平带,副高略偏强,纬向环流占优势。

(4)动力延伸预报方法对甘肃省偏南、偏东地区的预测效果比河西和中部好,甘岷片最好。

参考文献

- 1 陈丽娟,李维京. 月动力延伸预报产品的评估和解释应用. 应用气象学报,1999,10(4):486~490.
- 2 马振峰,陈洪. T63月延伸预报在西南区域短期气候预测中的应用研究. 应用气象学报,1999,10(3):368~373.
- 3 李维京,陈丽娟. 动力延伸预报产品释用方法研究. 气象学报,1999,57(3):338~345.
- 4 李维京,纪立人. 月动力延伸预报研究. 北京:气象出版社,2000:97~120.

(下转第37页)

Explanation and Reanalysis and Appraise of Dynamical Extended Range Forecast Products in Gansu Province

Lin Shu¹ Li Weijing² Chen Lijuan²

(1. Lanzhou Central Meteorological Observatory, Lanzhou 730020; 2. National Climate Center)

Abstract

The explanation and reanalysis and appraise method of dynamical extended range forecast products are used at 58 stations in Gansu Province. Comparison makes clear that the rate of accuracy of explanation and reanalysis method of dynamical extended range forecast products is fairly higher for continued forecast and vocational work mark. Analysis of good/fault forecast of the circulation features in Jan. and Jul. , and forecast appraise in different areas of Gansu Province are made.

Key Words: dynamical extended range forecast explanation and reanalysis appraise