相似-动力模式的由夏季报冬季的季节预报试验*

黄建平 衣育红 王绍武

(北京大学地球物理系,100871)

近些年来，世界上接连不断地发生大范围持续性的气候异常，给许多国家带来严重的灾害和经济损失。长期（月以上）天气预报愈来愈受到重视，但预报所使用的都是统计及经验的方法，预报准确率低，且无明显的改进趋势，人们寄希望于动力学方法的长期数值天气预报。目前一般用大气环流模式（GCM）和距平模式作月预报，已取得一定进展，但季节预报比月预报困难更多[1]。由于长期预报的对象是统计平均值，将动力和统计方法结合起来是进行季节预报的一条有希望的途径[2,3]。多年来的统计长期预报已积累了不少经验，但人们还没有能够在动力学方法的预报中考虑这些经验[4]。黄建平等[5-7]在这方面进行了一些探索，建立了一个动力与统计相结合的相似-动力季节长期数值预报模式，并进行了月预报[6]和由冬季预报夏季的隔季预报试验[7]。本文利用该模式进行了8年由夏季预报冬季的隔季预报试验，结果表明模式具有一定的季节预报能力。

1 模式简介

相似-动力模式包括大气和地表两部分。大气部分的基本方程采用准地转模式，地表部分的基本方程是包含洋流平流的热传导方程。

由于在相似的初始场和边界条件下，海洋和大气状态的演变往往也相似，因此我们可将要预报的场视为叠加在历史相似上的一个小扰动，将海洋和大气的状态分解为基本态和扰动态，即设月平均变量X为

$$X=\tilde{X}+\hat{X}$$

其中基本态$\tilde{X}$是根据与初值相似的原则从历史资料中选取的某一历史相似年的月平均值，它有逐月的观测资料，$\hat{X}$是两个相似年之差，是模式的预报量。这样处理不但避免了对气候平均值季节变化的模拟，而且还扣除了与基本态相同的一部分距平值的预报，它不仅具有距平模式的优点，而且还考虑了隔季的韵律关系，使统计相似预报与动力预报有机的结合起来。有关模式的详细情况可见文献〔6,7〕。

2 试验结果

我们用相似-动力模式进行了1981—1988年共8年的由夏报冬的隔季预报试验。预报均以夏季7

* 1990年8月29日收到原稿，1991年5月10日收到修改稿。本文是在国家自然科学基金重大项目《长江黄河旱涝预测》课题资助下完成的。

月为初始场，预报至次年2月。预报的距平场均是由模式预报的离差场叠加上相应基本态的距平场得到。模式每积分30天输出一次，并重新起步。月预报结果为30天的平均值。

为了考察模式的预报性能，将500 hPa高度和地表温度距平的预报与实况对比进行评分，评分采用中央气象台长期科规定的评分方法，即采用考虑纬度订正的距平符号一致率作为评分标准。具体的计算方法为：

对第j纬圈，预报与实况距平符号一致率取为：

$$P_j=\frac{1}{n_j}\sum_{i=1}^{n_j}n_i$$

其中n_i为第j纬圈的格点数，当预报与实况距平符号相同时，n_i取值为1，符号相反时取值为0，均为零时n_i也取值为1，预报与实况仅有一项为零时取值为0.5。若取φ_j为纬度，则总的预报与实况距平符号一致率为：

$$P=\frac{1}{K}\sum_{j=1}^{n}P_j\cos\varphi_j \quad , \quad K=\sum_{j=1}^{n}\cos\varphi_j$$

其中n为总纬圈数（本文取为15，15—85°N）。

2.1 模式的预报效果

表1给出了1981—1988年7月至次年2月北半球500 hPa高度距平（ϕ'），地表温度距平（T_s'）模式预报准确率。由表1可以看出，对北半球而言90%以上的月份模式预报效果高于随机预报水平（50%），500 hPa的预报超过60%的月份占51.6%，地表温度预报超过60%的月份占42.2%，500 hPa的预报最高达73.4%，地表温度预报达70.9%，秋季8年平均500 hPa达59%，冬季达57%，秋季地表温度平均达58.7%，冬季达55.7%，两者都是秋季的预报效果略好于冬季，比较各年的预报情况还可以看出冬季的预报效果没有秋季稳定，年际之间的变化幅度较大，如500 hPa的预报

表1　北半球模式预报准确率（%）

项目		7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	秋季平均	冬季平均	总平均
1981	ϕ'	52.6	56.4	73.4	58.3	56.6	72.3	52.9	39.0	62.8	54.7	57.7
	T_s'	59.5	58.9	60.6	56.5	51.6	60.9	55.9	45.8	56.2	54.2	56.2
1982	ϕ'	48.9	55.1	69.3	52.4	56.8	60.5	64.1	61.3	59.5	61.9	58.6
	T_s'	67.2	62.3	62.6	63.6	56.2	49.7	61.5	66.2	60.8	59.1	61.2
1983	ϕ'	65.4	67.8	70.6	61.6	66.8	62.0	61.2	66.7	66.6	63.3	65.3
	T_s'	64.8	66.6	65.4	61.7	63.9	55.4	53.1	66.3	63.7	58.3	62.2
1984	ϕ'	66.0	52.9	58.4	53.3	48.2	65.3	71.8	53.5	53.3	63.5	58.2
	T_s'	54.2	59.7	54.6	55.3	56.5	66.7	64.1	54.4	55.5	61.7	58.2
1985	ϕ'	65.8	53.6	55.0	70.9	57.1	58.7	70.4	54.1	61.0	61.1	61.3
	T_s'	61.5	64.9	53.5	70.9	57.7	59.8	54.9	50.4	60.7	55.0	59.2
1986	ϕ'	59.2	65.2	50.5	53.6	49.6	52.1	45.7	36.1	51.2	44.6	51.5
	T_s'	62.5	61.3	55.2	54.1	53.0	49.2	48.9	47.2	54.1	48.4	53.9
1987	ϕ'	66.9	63.9	63.5	52.7	62.2	67.9	66.9	48.4	59.6	61.1	61.6
	T_s'	61.1	53.4	62.5	45.5	52.6	55.7	48.2	52.9	53.5	52.3	54.0
1988	ϕ'	67.4	46.6	57.8	52.0	64.5	57.4	54.8	47.2	58.1	53.1	56.0
	T_s'	67.7	59.3	59.7	65.6	69.8	58.1	55.9	56.1	65.0	56.7	61.5

最高可达63.5%，最低的只有44.6%。欧亚地区的预报效果（表略）与北半球的预报效果基本一致，也是秋季略高于冬季，大气的预报略好于地表温度的预报。

图1和图2分别给出了1985年10月和1986年1月500 hPa位势距平的预报与实况场。比较二个月的预报与实况可以看出，主要的距平分布形式和主要距平中心的位置都报出来了。对跨季节的预报来说预报效果是比较好的。预报有一定的参考价值。

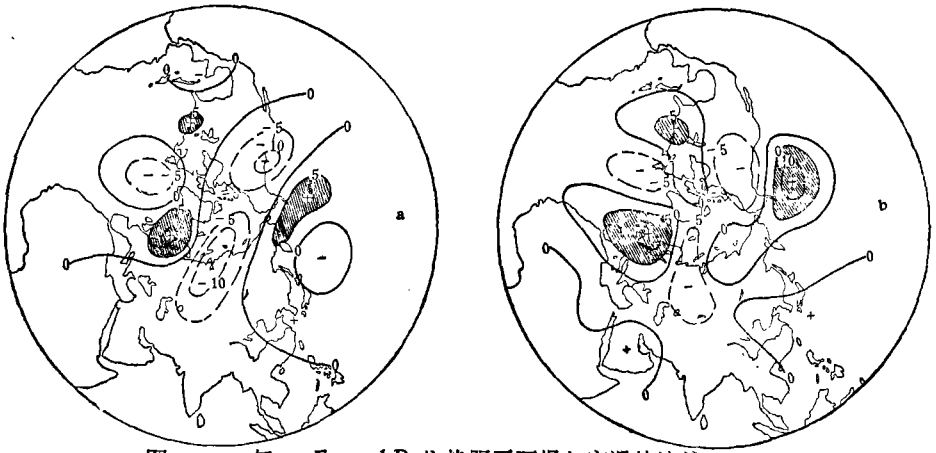

图1 1985年10月500 hPa位势距平预报与实况的比较
(a预报，b实况)

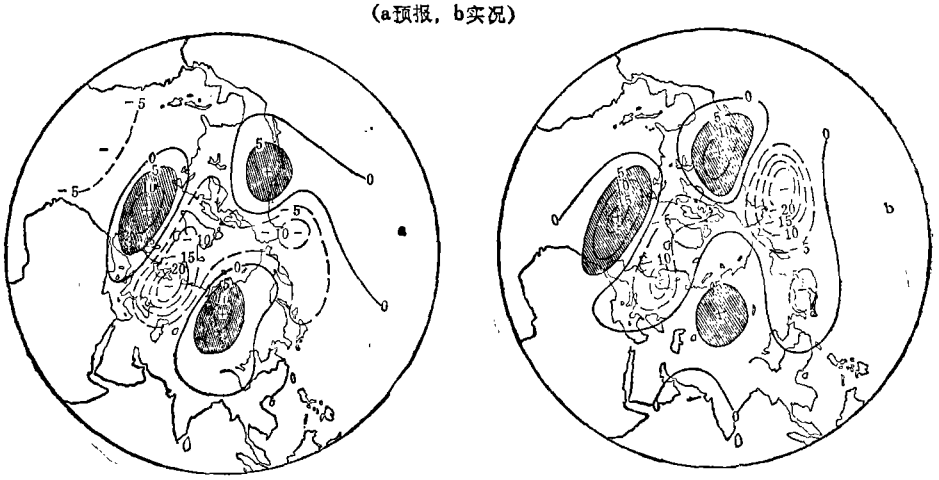

图2 1986年1月500 hPa位势距平预报与实况的比较
(a预报，b实况)

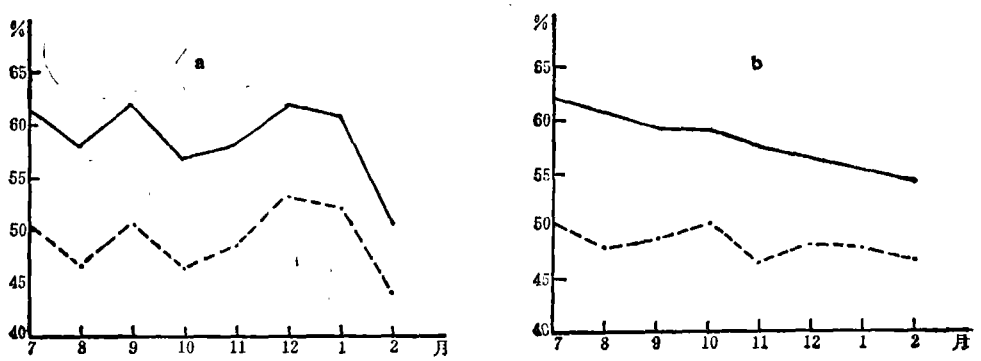

图3 模式预报准确率与相似预报准确率的比较
(图中实线为模式预报，虚线为相似预报；a 500hPa位势距平，b 地表温度距平)

2.2 模式预报与相似预报的比较

为了进一步检验模式的预报性能，我们把模式的预报评分结果与相同范围、相同时间的相似预报结果作了比较。相似预报实际上就是模式中基本态的距平场，它是根据与初值（夏季7月）相似的原则从同期历史资料中选相似年，并把相似年的演变作为预报。图3是1981—1988年北半球各月平均模式预报准确率与相似预报准确率的分布曲线。由图3不难看出，无论是500 hPa还是地表温度距平模式平均预报准确率都明显高于相似预报。各月的情况也是如此，有95%以上的月份模式预报的准确率都高于相似预报。这说明模式由于考虑了环流异常相似性演变的动力过程，使预报准确率在统计预报的基础上确有进一步的提高。

3 结　语

我们所作的预报试验表明，模式具有一定由夏报冬的季节预报能力，模式预报准确率高于统计相似预报。模式利用历史资料提供的信息不仅部分弥补了纯动力模式的缺陷，而且使动力与统计方法有机地结合起来。

诚然，以上预报试验还是初步的，模式的预报效果还不够稳定，另外模式在许多方面还有待改进，特别是非绝热加热过程的参数化和下垫面过程的描述还可以改善。此外，基本态的选取对预报效果的影响也较大，还需要进一步把预报员的经验考虑进来。我们相信模式通过进一步改进和完善，预报水平还可以提高。

参 考 文 献

[1] 王绍武.月平均环流的长期数值预报.大气科学，1990，14:243—248。

[2] 丑纪范.为什么要动力-统计相结合.高原气象.1986,5:367-372.

[3] Gilchrist A. Long-range forecasfing. Quart J Roy Meteor Soc, 1986,112:567—592。

[4] 王绍武.长期数值预报研究的进展，长期天气预报论文集，气象出版社，1990.21—29.

[5] 黄建平等.海气耦合系统相似韵律现象的研究，中国科学B辑，1989，(9):1001—1008。

[6] Huang Jianping, et at. Analogy-dynamical model monthly prediction experiments. Acta Meteorologica Sinica, 1991,5(1):8—15。

[7] 黄建平等.相似-动力模式的季节预报试验.中国科学，1991,(2):216—224.

THE SEASONAL PREDICTION EXPERIMENTS USING THE ANALOGY-DYNAMICAL MODEL——PREDICTICN OF WINTER MONTHS

Huang Jianping　Yi Yuhong　Wang Shaowu

(Department of Geophysics, Peking University, Beijing 100871)

Abstract

Eight extraseasonal predictions are carried out by using of the analogy-dynamical model. It is shown that the model has certain skill in winter half year prediction. The skill scores of predictions are greater than that of simple analogy forecast.