

短论

500毫巴月平均环流长期预报的
十年试验结果

王绍武 赵宗慈*

(北京大学地球物理系)

臧恒范

(国家海洋局海洋总台)

一、引言

月平均环流预报是目前长期预报的重要组成部分。但是长期数值预报目前投入日常业务使用尚有困难^[1-4],另一方面建立模式也需要丰富的实际经验。因此尝试用统计方法做月平均环流预报也是很有意义的。这不仅可以作为长期天气预报的重要依据,也有利于认识大气环流长期变化的过程与规律,为长期数值预报积累经验。

我们曾在1972年提出一个500毫巴月平均环流形势的统计预报方案^[5]。这个方案是先计算纬圈谐波系数,再用平稳随机过程的自回归模式做系数的预报。但是在应用过程中发现一个缺点:即预报的距平数值较小,同时由于每个纬圈单独预报,因此纬圈之间有时有某些不连续现象。为了解决这两个问题,我们采用了选相似的方法。即假定预报的距平符号分布大致是可以相信的,把预报图与历年该月距平图求符号相关,然后根据相关较大的几年平均做为最后的预报图。

开始试验了三种相似,即全北半球相似、东半球相似(0°—170°E)及东亚相似(20°—70°N, 60°—160°E)。比较发现,对于预报我国月平均天气,用北半球环流相似不如用东半球环流相似好。同时东亚相似又嫌范围稍小一些。故1976年以前采用北半球相似,1976年开始则一律用东半球相似。即计算相关系数时,只考虑选择东半球相关系数大的年做为相似年,但最后的预报图仍然是北半球图。

选相似遇到的另一个问题是相似年的个数取多少合适。为了弄清这个问题,我们自1969—1974年任意选取了41个月来做预报试验。即分别试验取1个相似年、2个相似年、……一直到取8个相似年分别做出的预报图与实况图计算 ρ^{**} ,看取相似年的个数多少对于 ρ 值的影响。41个月的预报检验表明,取5个相似年预报效果最好,其次是取4

1982年9月18日收到,11月27日收到修改稿。

* 最初参加本项工作的尚有缪锦海、黄嘉佑。

** $\rho = (N_+ - N_-)/N$, N_+ 及 N_- 分别为预报与实际距平同号及异号点数, N 为总点数。

个相似年。因而在以后的预报中,选相似时,一方面要求相关系数较大(一般大于0.4),另一方面也尽量使相似年保持3—5个,只是在没有较大的相关情况下,才只选两个相似年。

试验表明,用相似年平均图做为最后预报图使预报距平值增加,同时距平分布也更连续。所以,本文所检查的预报全部是增加了选相似以后的结果。这个新方案称为平稳加相似,简称SA方案。

二、十年预报试验结果

自1972年以来我们每年参加中央气象台召开的汛期预报汇商会及中央气象台长期组召开的每月长期预报汇商会和每年秋季国家海洋总台召开的冬季海冰预报汇商会,到1981年12月共做了120个月的预报。现在对这10年北半球500毫巴距平场预报效果进行检验,仍然采用上面谈到的方法,分别计算了北半球(20°—85°N)、东半球(20°—85°N, 0°—170°E)及东亚(20°—70°N, 60°—160°E)120个月的 ρ 值(纬度间隔5°,经度间隔10°)。 ρ 究竟到多大才是可信的,可参照决定相关系数信度的方法来求得判断。北半球共504个点,东半球252个点,东亚140个点, ρ 的5%信度界限分别为0.087、0.123及0.165。检查120个月的预报,看1—12月各有若干次预报不仅 ρ 为正值,而且达到5%的信度(表1)。结果,北半球预报最好,全年共50次,占41.7%;东半球次之36.7%;东亚又次之,仅30.0%。

表1 1—12月10年中预报达5%信度标准的次数

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年	%
北半球	5	3	4	7	4	2	6	6	1	4	3	5	50	41.7
东半球	2	2	4	7	5	4	5	2	0	3	3	7	44	36.7
东亚	5	3	4	4	3	2	1	5	0	2	1	6	36	30.0

表2给出东半球120个月的 ρ 值以及各月10年平均值。图1三条曲线分别为东半球平均1972—1981年各年预报效果的 ρ 值(a)、10年平均各月预报效果的 ρ 值(b)以及北半球从20°N到80°N(间隔10°)各纬圈120个月预报效果的平均 ρ 值(c)。

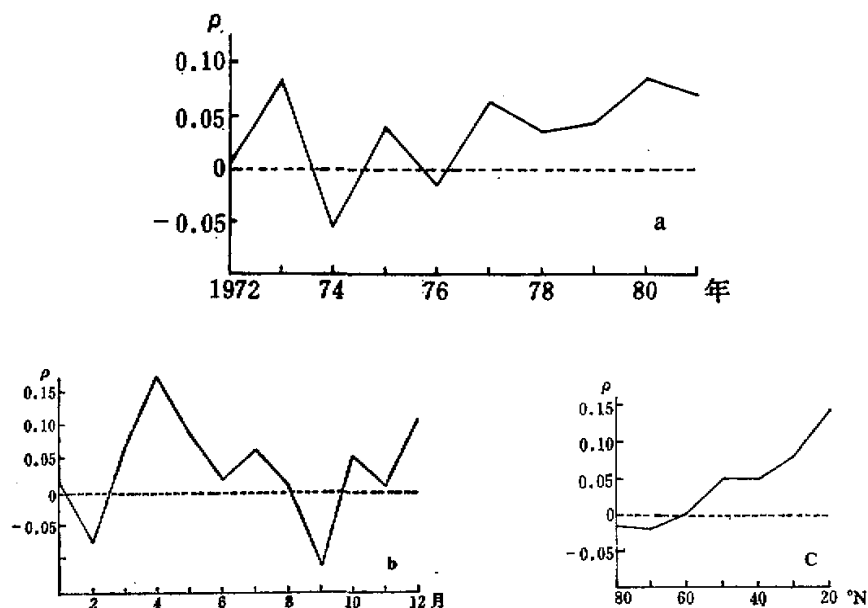
从表2与图1可以得到以下几点结论:

1. 采用SA模式预报500毫巴月平均环流有一定预报效果。东半球120个月的预报,其 ρ 值大于+0.12的共有44个月。0.12是5%信度界限,这表明达到5%信度的肯定有预报效果的占总数36.7%,而 $\rho < -0.12$ 的只有30次占25%,所以可以说该预报方案有一定参考价值。

2. 近10年预报检查表明(图1a),预报效果(ρ 值)是逐年上升的。例如1972年平均 $\rho = 0.003$,以后几年波动较大,而1977—1981年连续5年平均 ρ 稳定于0.05左右。说明随序列之逐渐加长,SA方案预报效果也逐渐趋于稳定,这说明样本逐渐满足稳定的

表 2 东半球 1972—1981 年 120 个月的 ρ 值

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1972	-0.04	0.10	-0.17	0.19	-0.12	0.17	-0.15	-0.13	-0.18	0.06	0.03	0.28
73	0.03	0.39	0.19	0.44	0.04	-0.11	-0.16	0.37	-0.30	0.37	0.10	-0.33
74	-0.06	0.03	-0.01	-0.15	0.16	-0.15	-0.02	-0.34	-0.22	0.15	0.00	-0.06
75	0.36	-0.34	-0.16	0.14	0.03	0.02	0.23	0.04	-0.01	-0.10	0.12	0.13
76	-0.08	-0.50	0.25	-0.06	-0.35	-0.05	0.19	0.44	-0.21	-0.13	-0.18	0.48
77	0.38	0.21	-0.50	0.38	0.19	0.12	0.14	-0.27	0.01	-0.13	-0.09	0.34
78	-0.24	0.08	-0.01	0.31	0.15	0.13	-0.15	0.04	0.10	-0.07	-0.15	0.25
79	0.00	-0.30	0.54	-0.27	0.25	-0.06	0.09	0.08	0.05	-0.20	0.15	0.20
80	-0.19	-0.38	0.46	0.49	0.53	0.18	0.31	-0.10	-0.08	0.03	0.19	-0.41
81	0.01	-0.03	0.10	0.29	0.04	-0.04	0.15	-0.03	-0.29	0.58	-0.11	0.18
平 均	0.017	-0.074	0.069	0.176	0.092	0.021	0.063	0.010	-0.113	0.056	0.010	0.110

图 1 东半球 1972—1981 年平均各年预报效果 ρ 值 (a)、10 年平均各月预报效果 ρ 值 (b) 及北半球各纬圈 120 个月平均 ρ 值 (c) 曲线

要求,这是令人鼓舞的。

3. 从各月 ρ 值来看 (见表 2), 其中 12 月与 4 月在 10 年预报中, 有 7 年为明显的正 ρ 值, 其次是 7 月。从各年平均 ρ 值曲线 (图 1b) 也可以看出, 除 2 月与 9 月平均 ρ 为负值外, 其余各月平均 ρ 值均为正, 其中夏半年 (3—8 月) 预报效果优于冬半年。

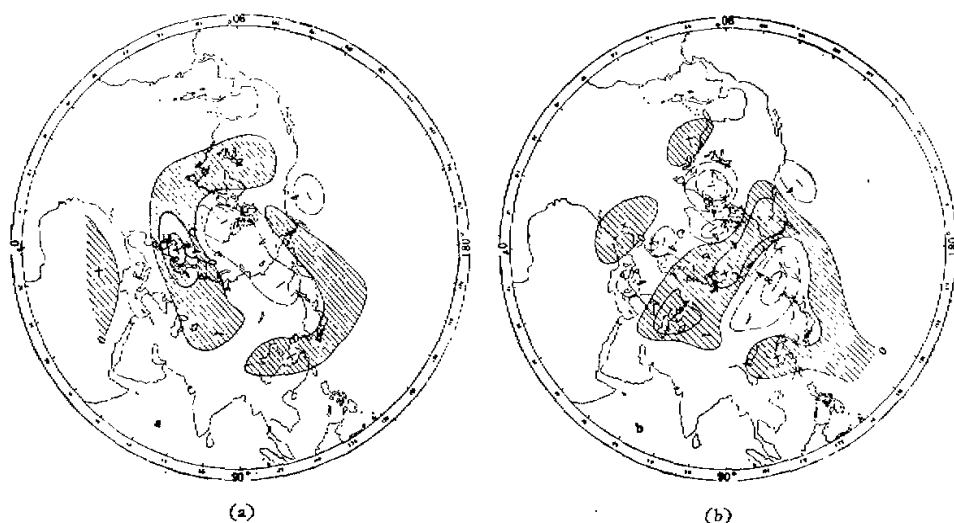


图2 1979年8月月平均500毫巴距平预报(a)、实况(b)图

4. 各纬圈预报效果检查表明(图1c), 低纬预报效果好, ρ 值为明显正值. 如 20°N , 平均 $\rho \approx 0.15$, 而高纬 $70^{\circ}-80^{\circ}\text{N}$ ρ 为负值.

后面这两个特点很值得注意, 过渡季节报得不好, 秋季尤甚. 中高纬报得不好, 而纬度愈低报得愈好, 这很可能说明 SA 方案的能力. 研究证明^[6], 低纬大气环流异常持续性大, 而且纬度愈低, 持续性愈高. 同时, 秋季环流变异大也正是低纬环流的特点. 因此可以认为, SA 方案可能反映大气环流的长期趋势比较好, 因而更适于做低纬度的预报. 由于中纬度大气环流半年左右的韵律性强, SA 方案是年度预报方案, 报1月时仅考虑历年1月的变化趋势, 没有考虑半年前的7月或其它月的环流异常, 所以中高纬预报效果较差.

为了说明预报的情况, 下面给出一个预报实例. 图2a为1979年8月的500毫巴距平预报. 采用SA方案预报得到1979年8月相似于1972、1976、1970、1975年, 其相关系数分别为0.65、0.58、0.47、0.44. 用这4个相似年得到平均500毫巴距平图(图2a), 与实况(图2b)比较可以看出, 远东中高纬的负距平报得较好, 西太平洋到我国长江下游有一个正距平带也报出来了. 乌拉尔一带为正距平, 也预报正确. 但极区与西欧报得不好, 加拿大北部西高东低的预报是对的, 大湖区以南也有一个正距平区, 但预报的强度稍弱. 这个月的预报 $\rho = 0.08$, 并不是预报最好的月, 甚至还未达到5%的信度($\rho = 0.12$), 但是也能反映出一定的环流异常分布. 我们给这个例子就是想说明中等的预报也有一定参考价值.

三、讨 论

上面谈到SA方案是年度预报方案. 在长期预报中, 还需要在做月预报时对年度预报进行订正. 在做这种月预报时, 经常会遇到一种意见, 即认为如果本月的环流异常与过

去某年同月的环流异常相似时, 则下一个月的环流异常亦与某年下一个月相似。我们现在就来检查一下这种设想是否有效。作者^[7]过去曾研究了某二个月环流相似时, 下一个月的相似性。即从过去的环流距平图中选出达到 5% 信度的相似年, 看其下一个月相关程度如何, 也用 ρ 来检验, 简称该方法为相似方案。按 1951—1980 年资料计算, 相似方案预报平均 ρ 为 0.059, 仅略高于 SA 方案(见表 3)。

表 3 三种方案(北半球)预报的 ρ 值

ρ 方案	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
SA		0.016	-0.024	0.057	0.083	0.067	0.015	0.068	0.046	-0.092	0.040	0.017	0.053	0.029
相 似		0.071	0.074	0.010	0.045	0.086	-0.026	0.203	0.142	0.070	0.005	0.017	0.014	0.059
持 续 性		0.177	0.181	0.149	0.097	0.138	0.189	0.144	0.212	0.159	0.137	0.142	0.143	0.156

同样, 我们还可以和持续性方案的预报^[6]比较。即假定每个月的距平可持续到下个月, 按 1951—1980 年资料计算得到平均 ρ 为 0.156, 远高于前两种方案(见表 3)。可见, 如果做月预报订正, 根据上月环流找相似, 还不如更多地直接考虑上个月的异常。但是, 遇到季节转变, 例如大气环流特征变化激烈的 6 月、10 月, 持续性预报就没有什么效果了。

不过相似方案与持续性方案预报都是月预报, 而 SA 方案为年度预报。因此, 不能认为那两种预报效果高于 SA 方案, 即可代替它, 因为预报时效完全不同。况且有时 SA 方案也能报出环流的转折, 这是持续性预报做不到的。

自然, SA 方案总的预报效果还不高, 但是经过 10 年的预报试验也发现了一些有趣的现象。如不同纬度、月份预报效果有明显差异以及某些环流转折预报的成功, 这些都是在改进长期天气预报中值得注意的问题。不过无论如何, 这个试验说明, 仅仅依靠月平均环流本身要想做好长期预报是困难的, 重要的方向应该是如何考虑下边界条件的变化。

参 考 文 献

- [1] Chao, J. P. and R. Caverly, An anomaly model and its application to long-range forecasts, Proceedings of the Sixth Annual Climatic Diagnostics Workshop, New York, 14—16 October, 316—319, 1981.
- [2] Caverly, R., K. Miyakoda and L. Umscheid, Three cases of one-month GCM forecasts, 同上, 292—299.
- [3] Shukla, J., Predictability of monthly means, Part 1: Dynamical predictability, ECMWF Seminar 1981, Problems and prospects in long and medium range weather forecasting, 14—18 September, 185—259, 1981.
- [4] Shukla, J., Predictability of monthly means, Part 11: Influence of the boundary forcings, 同上, 261—312.
- [5] 北京大学地球物理系统统计预报组, 北半球 500 毫巴月平均环流形势统计预报的试验, 数值预报和数理统计预报会议论文集, 142—150, 科学出版社, 1974.
- [6] 赵宗慈、王绍武、陈振华, 大气环流与海温异常的维持与破坏, 中长期水文气象预报文集, 第二集, 318—329,

1981.

- [7] 王绍武、赵宗慈、陈振华,月平均环流异常的持续性与韵律性和海气相互作用,气象学报,第41卷第1期,33-42, 1983.

A VERIFICATION OF THE MONTHLY MEAN CIRCULATION FORECASTS FROM 1972 TO 1981

Wang Shaowu Zhao Zongci

(Department of Geophysics, Beijing University)

Zang Hengfan

(National Ocean Service of China)

Abstract

A verification of the monthly mean circulation forecasts at 500 mb level from 1972 to 1981 has been carried out. The auto-regression method is used to predict the harmonic coefficients of 500 mb level heights along latitudes. The test of forecasts shows some skill in predicting the 500 mb anomaly fields, especially in summer and lower latitudes.