

数字滤波方法在月尺度数值预报中的应用*

I. 初始场滤波的作用

杨 燕 纪立人

(中国科学院大气物理研究所, 北京 100080)

摘 要 本工作将数字滤波方法用于 T42L9 谱模式的月预报实验。为了去除高频扰动误差的影响, 保留对月预报有意义且可预报性较强的低频过程, 用滤波器对观测资料的序列进行处理, 得到 10 天以上的低频分量作为初始场进行预报。结果说明, 与不进行滤波的控制实验相比, 误差增长明显减慢, 预报效果在 10~20 天时段内提高最显著。进一步分析表明, 延伸预报效果随时间的变化主要是由其中低频分量的预报效果决定的。初始场滤波后预报效果的提高也主要是由于其低频分量报得更好, 而在此低频背景下新产生出来的高频扰动误差也相应较小, 因而总体的预报效果好于控制实验。而如果在控制实验预报后提取低频分量进行检验, 则对逐日预报的改进不明显。经过初始场滤波后对 1~10 天至 1~30 天平均场的预报也有较显著的提高。对旬平均预报改进最大的是在第二个 10 天。对 500 hPa 环流形势的预报也更接近实际。本工作的结果说明, 在中长期预报中如果能用适当的方法提取出低频过程的信息, 则可望提高预报水平。

关键词 数字滤波 数值预报 延伸预报

1 引言

用数值模式作月尺度的动力延伸预报已进行了一些试验研究, 如 Shukla^[1]、Miyakoda 等^[2] (GFDL)、Tracton 等^[3] (美国 NMC)、Palmer 等^[4] (ECMWF)。他们的结果都说明, 对某些对象, 超过确定性的逐日可预报性上限的延伸预报是可行的。但如何更有效地提取低频过程的信息, 去除噪音的影响, 以提高预报水平, 是各国都在致力研究的问题。

对于月尺度的预报, 我们所关心的是周期在 10 天以上的低频和大尺度的过程。许多研究表明^[5, 6], 它们较之那些较高频的较小尺度的扰动有更强的可预报性。但是由于那些较高频的扰动误差增长很快, 而且它们与低频过程之间存在非线性的相互作用, 其误差会影响后者的预报效果。本工作就是试图用时间滤波的办法去除高频噪音的影响。这可以有两种方法: 一是在初始场中就去掉高频扰动, 仅保留低频分量进行预报, 在预报过程中高频分量会在低频的背景上重新产生出来。如果低频过程报得比较准确, 那么这些高频分量也可望报得较好; 二是在预报过程中每隔一定时间进行一次滤波, 不断去掉已有较大误差的高频过程。本文将试验第一种方法, 用 T42L9 全球谱模式来作夏季

1995-02-16 收到, 1995-09-20 收到再改稿

* 本文工作得到中国科学院重大项目 KY85-10 资助

6 月份的延伸预报。

2 滤波方法

本工作所用的滤波器是基于傅里叶变换理论构造的。Lynch 等^[7]曾将类似的滤波器用于数值模式的初始化。

设 $\{f_n\}$ 为一时间序列, 它可看作是一个周期函数 $F(\theta)$ 的傅里叶系数

$$F(\theta) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} f_n e^{-in\theta},$$

其中, $\theta = \omega \Delta t$, ω 为角频率。

设一个阶梯型的频率响应函数

$$H(\theta) = \begin{cases} 1, & |\theta| \leq |\theta_c|, \\ 0, & |\theta| > |\theta_c|. \end{cases}$$

令

$$Z(\theta) = H(\theta) \cdot F(\theta),$$

则 Z 中仅包含了 $\theta < \theta_c$ (也即 $\omega < \omega_c$) 的低频分量。

$H(\theta)$ 的傅里叶变换为

$$h_n = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} H(\theta) e^{in\theta} d\theta = \frac{\sin(n\theta_c)}{n\pi}.$$

对 Z 作傅里叶展开

$$Z(\theta) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} f_n^* e^{-in\theta}.$$

由卷积定理得

$$f_n^* = (h * f)_n = \sum_{k=-\infty}^{\infty} h_k f_{n-k}.$$

$\{f_n^*\}$ 即为我们所要求的滤波后的序列。由于实际的序列长度有限, 设为 f_{-N} , f_{-N+1} , ..., f_0 , ..., f_N , 则

$$f_n^* \approx \sum_{k=-N}^N h_k f_{n-k}.$$

取中间时刻的值作为滤波后的初始场

$$f_0^* = \sum_{k=-N}^N h_{-k} f_k.$$

实际应用时为避免产生 Gibbs 现象, 还需将 h_n 乘上一个窗口函数

$$h_n = \left\{ \frac{\sin[n\pi / (N+1)]}{n\pi / (N+1)} \right\} \left[\frac{\sin(n\theta_c)}{n\pi} \right]$$

与 ω_c 对应的 $T_c = (2\pi / \omega_c) = (2\pi \Delta t / \theta_c)$ 即为截断周期, 比此周期短的那些扰动都从 $\{f_n\}$ 中滤掉了。

本文的 $\{f_n\}$ 选取 1992 年 5 月 27 日至 6 月 6 日的位势高度场、 u 、 v 场及相对湿度场

的 11 天分析场序列, 用以上的 $\{h_n\}$ 序列进行处理, 取截断周期 $T_c = 10$ d, 得到 6 月 1 日的低频分量场。由于这几个场是分别进行滤波, 不能保证它们之间的协调, 故在用它们作为初值进行预报时, 初始阶段会激发出大振幅的重力波。所以我们又用这个滤波器作了 18 小时的非绝热初始化, 滤掉 T_c 小于 12 小时的重力波, 再继续预报 30 天。此实验记为 R_f 。为进行对比, 又作了一个控制实验 R_c , 即直接从 6 月 1 日的分析场报 30 天。

3 实验结果

3.1 初始场的比较

图 1a、b 分别是 1992 年 6 月 1 日滤波前和滤波后的 500 hPa 位势高度场。显然滤波后的场光滑得多, 其中较小尺度的扰动大大减弱。但两图中的大的槽、脊系统对应得比较好。如欧亚大陆北部的极涡、北欧上空的脊以及北太平洋上的低槽等在图 1b 中都保留下来了。这是因为那些短周期的扰动往往是移动性的尺度较小的槽、脊, 经过时间滤波后被去除了, 而保留下来的是低频的较稳定的行星尺度系统。这两个场之间的距平相关系数 (R) 仅有 0.75 左右, 而均方根误差 (σ) 达 100 位势以上。天气尺度波 (4~9 波) 比行星波 (1~3 波) 的相关更低, 另外还计算了全场的涡度和散度的均方根, 滤波后大约都减小了 1/2。这说明经滤波后许多较小尺度的较强的系统被滤去了, 对原来的分析场有较大改变, 而且较短的波改变更大些。

3.2 逐日预报的检验

图 2 是北半球 500 hPa 预报与实况的 R 的逐日演变, 图 2a 为对所有 42 波的检验, 图 2b 为对 1~3 波的检验。A、B 线分别为 R_c 和 R_f 的结果, C 线给出持续性预报的结果作为参照。从图中看出, 由于 R_f 的初始场与实况有较大差别, 因而最初几天它

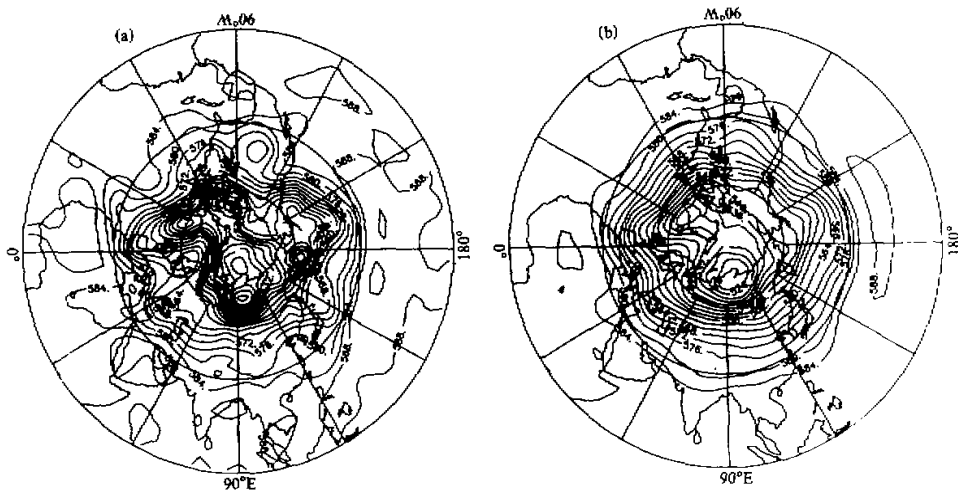


图 1 1992 年 6 月 1 日的 500 hPa 位势高度场。(a) 滤波前; (b) 滤波后

预报的 R 低于 R_c ，甚至低于持续性预报，但它的 R 随时间下降的速度比 R_c 慢。到第 8 天前后 R_f 的 R 甚至随时间上升，超过了持续性预报，以后虽然有一定振荡，但基本上保持高于持续性预报。而 R_c 的结果直到第 12 天 R 一直在下降，然后在很低的值附近振荡。这段时间 R 值为负，而且明显低于持续性预报，说明已没有什么预报技巧了。约 20 天后 R_c 的 R 又迅速上升，不仅高于持续性预报，而且高于 R_f 。对 1~3 波（图 2b）也是 R_f 的结果明显好于 R_c 。比如第 12 天 R_c 的 R 下降到 -0.3，而 R_f 则为 0.5 左右，以后一直保持正值，而且基本上都高于持续性预报。天气尺度波（4~9 波）的振荡较大些，总的来看还是 R_f 较好。

图 3 为对应的南半球的情况。虽然初始时刻 R_f 的 R 较低，但它随时间的下降慢得

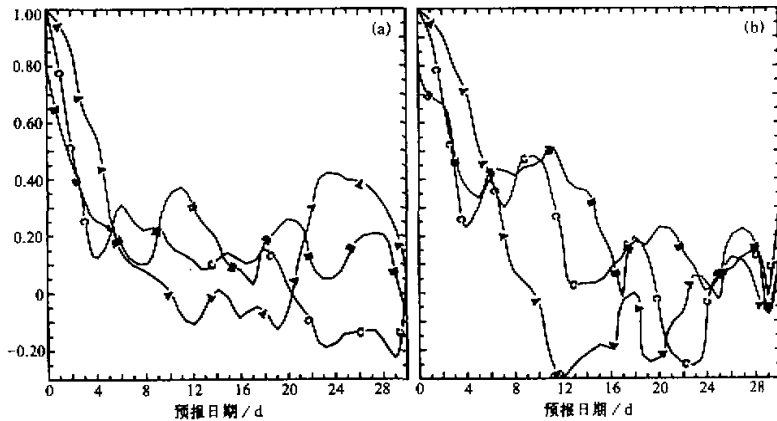


图 2 北半球 500 hPa 距平相关系数逐日演变。(a) 所有波；(b) 1~3 波
A 线： R_c 的结果，B 线： R_f 的结果，C 线：持续性预报

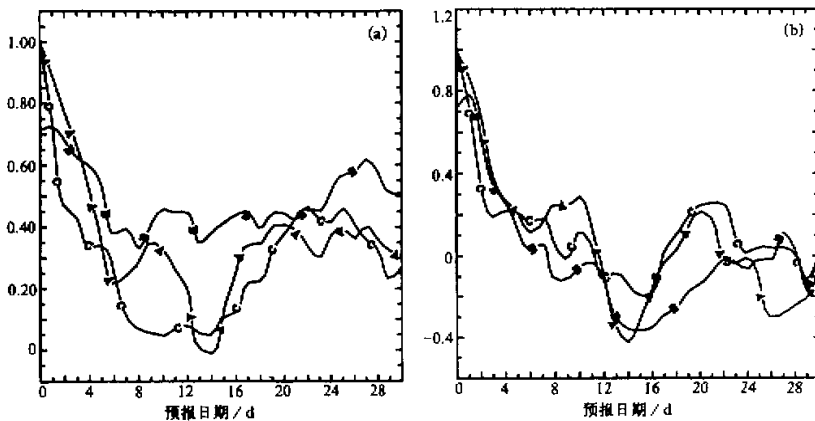


图 3 南半球 500 hPa 距平相关系数逐日演变。(a) 所有波；(b) 1~3 波
A 线： R_c 的结果，B 线： R_f 的结果，C 线：持续性预报

多, 所以很快就超过了 R_c , 甚至 10 天以后 R 还随时间有所提高。相反 R_c 的 R 在第 14 天前急剧下降, 以后又很快回升, 在第 14 天时二者的差别最大, 达 0.4 以上。行星波部分 (图 3b) 差别较小些。我们看到, 不论是南、北半球, R_f 比 R_c 提高最显著的都是 10~20 天时段内。

图 4 是北半球 R_c (A 线) 和 R_f (B 线) 的逐日 σ 的变化, 并与持续性预报 (C 线) 的比较。由图可以看到, 虽然初始时刻 R_f 的 σ 较大, 但它的增长比 R_c 慢得多, 因而在 4、5 天以后它就小于 R_c 的误差, 二者相差最多达 40 位势米以上。预报误差超过持续性预报误差的时间, R_c 大约在第 5 天, 而 R_f 大约在第 13 天。同样在南半球和热带, 也都是 R_f 的误差较小, 以上结果说明, 由于去除了初始场中高频扰动的影响, 的确使得误差增长减慢, 对行星尺度波和天气尺度波的预报效果都有较明显的提高。

虽然在初始场中仅保留了低频分量, 但在预报过程中高频分量会在低频背景上重新产生出来。以上分析的是模式所能分辨的所有频率的总体的预报效果 (以下简称全频)。我们更关心的是低频部分是否能预报得更好。为此把预报的 30 天时间序列再作一次滤波, 保留 10 天以上的过程, 再用经过同样处理的资料进行检验 (以下简称低频部分)。图 5a、b 分别是北、南半球低频部分的 R 随时间的演变。因为在 1~5 天和 26~30 天无法进行这样的滤波, 故仅给出 6~26 天的结果。这两张图上更清楚地反映出了两个预报效果的差别。 R_c 的结果是南、北半球的 R 都先迅速下降, 然后回升, 形成一低谷, 在第二个 10 天中不仅明显低于持续性预报, 而且成为负值。而 R_f 的 R 变化比较平稳, 在北半球一直保持明显高于持续性预报, 在南半球则始终在 0.5 以上, 而 R_c 最低时仅 0.15 左右。 R_f 比 R_c 提高最显著的仍是在 10~20 天时段内。

下面将 R_c 的全频和低频的结果作一比较。图 6a、b 分别是 R_c 实验北、南半球的全频 (A 线) 和低频 (B 线) 的 R 随时间的变化。我们看到, 低频部分 R 的变化比全频平稳得多, 小的振荡较少, 但两者的大的变化趋势很一致。这说明延伸预报的效果随时间的变化主要是由其中的低频分量的预报效果决定的。另外, 北半球低频部分的 R 与全频相比并无显著提高, 南半球虽有一定提高, 但第 13 天左右的急剧下降趋势并未改变。而图 5 中, 经过初始场滤波的 R_f 的低频部分的 R 却比 R_c 有显著提高。从 σ 来看也是这样, R_c 的低频部分的 σ 与其全频的 σ 的变化趋势是相同的, 只是低频部分的 σ 有所减小, 但不如 R_f 比 R_c 的减小那么明显。这正说明了高频扰动对低频过程的影响是非线性的作用, 使得本来可预报性较强的低频过程的误差增长也变快, 降低了预报时效。而在初始场中去除高频扰动后可以显著提高低频过程的预报效果。

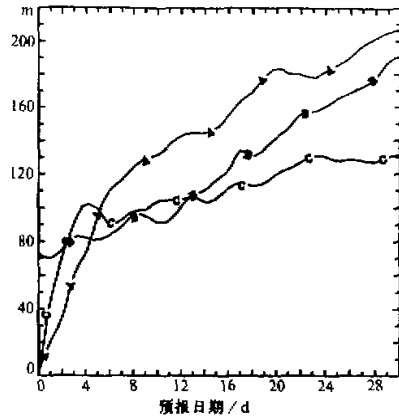


图 4 北半球预报的均方根误差随时间的变化

A 线: R_c 的结果, B 线: R_f 的结果

C 线: 持续性预报

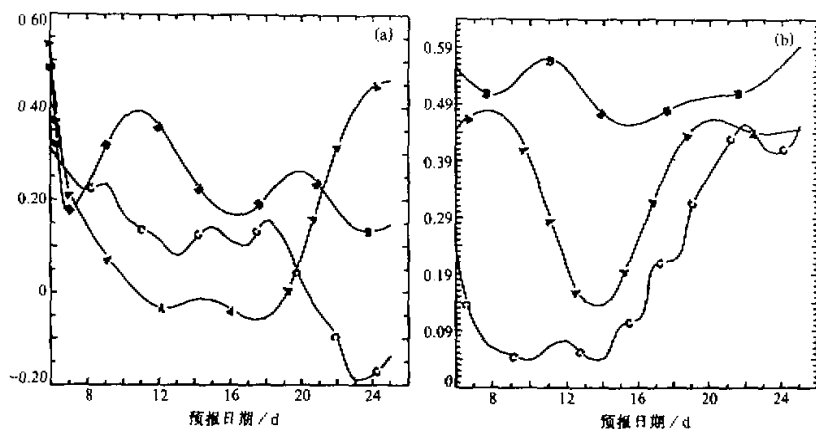


图 5 低频部分 R 随时间的演变。(a) 北半球; (b) 南半球
A 线: R_c 的结果, B 线: R_f 的结果, C 线: 持续性预报

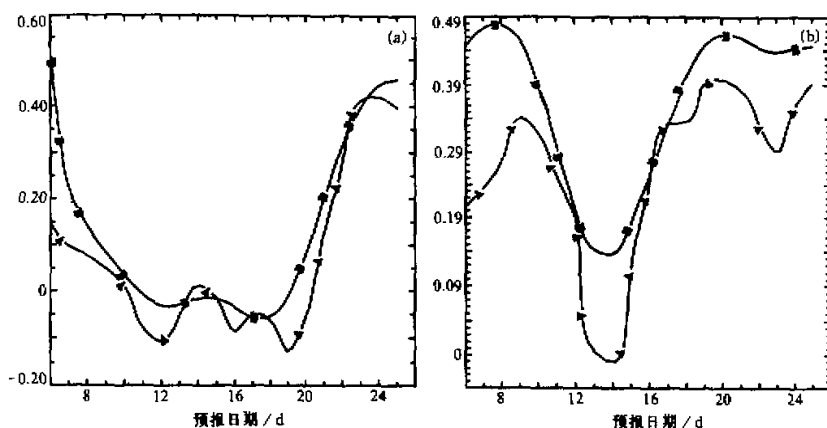


图 6 R_c 实验中所有频率 (A 线) 和低频部分 (B 线) R 的比较
(a) 北半球; (b) 南半球

下面看一下高频分量的预报情况。将全频的时间序列减去低频的序列, 便得到高频分量的序列。图 7 是北半球 R_c (A 线) 和 R_f (B 线) 的高频部分与观测资料的高频分量的相关系数随时间的变化。图 a、b 分别为所有波和 1~3 波的情况, 可以看到, 高频分量的预报效果随时间振荡较大, 但总的来看仍是 R_f 高于 R_c 。这说明由于 R_f 的低频分量报得较好, 在它的背景上新产生的高频分量的误差也较小, 因而提高了总体的预报水平。

3.3 平均场预报的检验

对于月尺度的预报, 可能预报时间平均环流更有意义。表 1 给出了北、南半球 R_f 和 R_c 的 1~5 天, 1~10 天直到 1~30 天平均的 500 hPa 位势高度场的 R 及它们的差

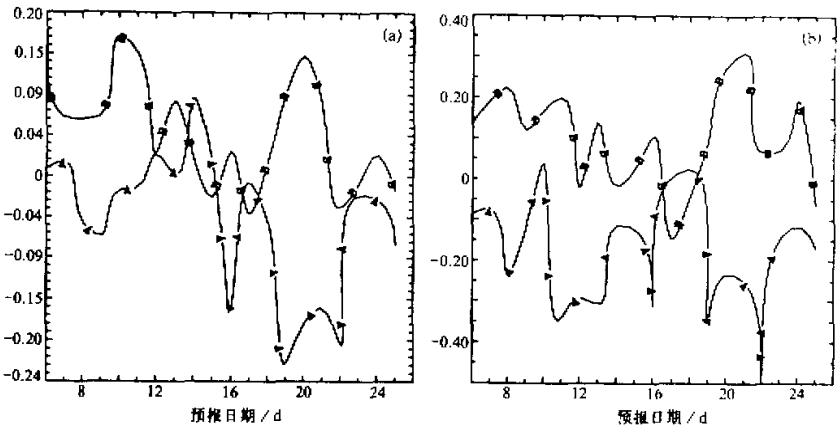


图 7 两个实验预报的北半球高频分量与实况的相关系数
(a) 所有波; (b) 1~3 波。A 线: R_c 实验, B 线: R_f 实验

表 1a 北半球 500 hPa 平均位势高度场距平相关系数

平均时段	控制实验			滤波实验			$R_f \sim R_c$		
	所有波	1~3 波	4~9 波	所有波	1~3 波	4~9 波	所有波	1~3 波	4~9 波
1~5	0.7333	0.8572	0.6874	0.4510	0.5859	0.2812	-0.2822	-0.2713	-0.4061
1~10	0.3961	0.5963	0.2628	0.3266	0.6154	0.1846	-0.0696	0.0191	-0.0781
1~15	0.1619	0.3184	-0.0298	0.3820	0.6390	0.4149	0.2201	0.3206	0.4446
1~20	0.0755	0.2849	-0.1831	0.2753	0.4776	0.2900	0.1998	0.1926	0.4731
1~25	0.1050	0.2680	-0.2016	0.2679	0.2667	0.4189	0.1628	-0.0013	0.6204
1~30	0.1860	0.2079	-0.0548	0.2213	0.1520	0.3474	0.0353	-0.0559	0.4023

表 1b 南半球 500 hPa 平均位势高度场距平相关系数

平均时段	控制实验			滤波实验			$R_f \sim R_c$		
	所有波	1~3 波	4~9 波	所有波	1~3 波	4~9 波	所有波	1~3 波	4~9 波
1~5	0.7525	0.4301	0.8535	0.7571	0.5144	0.8661	0.0046	0.0843	0.0126
1~10	0.6266	0.3255	0.6925	0.6866	0.2038	0.5694	0.0600	-0.1217	-0.1232
1~15	0.4623	0.0890	0.0204	0.7054	0.0996	0.5088	0.2431	0.0106	0.4884
1~20	0.4601	0.0375	-0.2476	0.7065	-0.0011	0.3806	0.2464	-0.0386	0.6282
1~25	0.5128	0.0188	0.1499	0.7126	-0.0006	0.4872	0.1998	-0.0194	0.3373
1~30	0.5423	-0.0528	0.3003	0.7270	-0.0551	0.3733	0.1847	-0.0023	0.0730

值。北半球 1~5 天平均的预报 R_f 明显比 R_c 差, 这是因为它的初始场与实况差别较大, 而且短期的环流演变主要是由那些在初始场中被滤去的天气尺度波决定的。但 1~15 天以上的平均都是 R_f 较好。1~15 天平均提高了 22%, 月平均也提高了 3.5%, 南半球提高得更明显, 所有时段平均都是 R_f 较好。 R_c 的 1~15 天以上平均的 R 均在 0.55 以下, 而 R_f 均在 0.7 以上。值得注意的是, 南、北半球的 4~9 波都提高得非常大, 最

多提高了 0.62 以上。而 1~3 波的提高不明显,甚至有的还下降。一些研究结果表明,低频遥相关型的水平尺度主要集中在 5 波附近。因此这个结果可能说明 R_f 比 R_c 的提高主要反映在低频部分。从 σ 来看(表略),1~10 天以上平均场的 σ 几乎都是 R_f 较小,尤其是北半球的全波, R_f 比 R_c 下降了近 40 位势米,是 R_c 本身 σ 的 $1/3$ 还多。南半球下降较大的是在 4~9 波。

表 2 是每旬平均场的检验结果。可以看出,无论南、北半球, R_f 比 R_c 提高最显著的都是在第 2 旬,而北半球第 3 旬 R_f 的 R 却比 R_c 下降了很多。这与逐日预报中所反映的情况一致,即由于第三旬 R_c 的预报技巧“恢复”,而 R_f 中由于新产生的高频扰动的误差增长的影响,使得预报评分下降,于是在 20 天以后 R_c 的 R 逐渐接近甚至超过 R_f 。

表 2a 北半球 10 天平均 500 hPa 位势高度场距平相关系数

旬	控制实验			滤波实验			$R_f \sim R_c$		
	所有波	1~3 波	4~9 波	所有波	1~3 波	4~9 波	所有波	1~3 波	4~9 波
1st	0.3961	0.5963	0.2628	0.3266	0.6154	0.1846	-0.0696	0.0191	-0.0781
2nd	-0.0225	-0.0894	-0.0767	0.2396	0.3743	0.0080	0.2622	0.4637	0.0848
3rd	0.4340	0.0717	0.3620	0.1585	0.0753	-0.0121	-0.2755	0.0036	-0.3741

表 2b 南半球 10 天平均 500 hPa 位势高度场距平相关系数

旬	控制实验			滤波实验			$R_f \sim R_c$		
	所有波	1~3 波	4~9 波	所有波	1~3 波	4~9 波	所有波	1~3 波	4~9 波
1st	0.6266	0.3255	0.6925	0.6866	0.2038	0.5694	0.0600	-0.1217	-0.1232
2nd	0.3040	-0.1075	-0.3857	0.5318	-0.2571	0.4667	0.2278	-0.1496	0.8523
3rd	0.4835	-0.0762	0.4697	0.5993	-0.0870	0.1857	0.1158	-0.0108	-0.2840

下面分析 500 hPa 平均环流形势的预报情况。第 1 旬观测场上的主要特征是:欧洲北部有一阻高,其东部乌拉尔附近为一低槽,而北太平洋上有一低涡正在发展。 R_c 和 R_f 对这一旬的平均环流都报得较好,都与观测比较一致,只是 R_f 比 R_c 更光滑些,故不再给出图。

图 8 为第 2 旬的 500 hPa 平均位势高度场。图 8a 是观测实况, b、c 分别是 R_c 和 R_f 的结果。从图 8a 中看到,欧洲上空的阻高已崩溃,其下游的槽加深东移,欧亚大陆北部为经向型环流控制。另外北太平洋上的低涡也明显加深。图 8b 中报得很不好,欧亚大陆上空的低槽报得很弱,北太平洋上的低涡也分裂成了东西两个,因而此阶段 R_c 与实况的 R 很低。图 8c 中的 R_f 的结果明显好于 R_c , 比如北美东部的槽及北太平洋阿留伸附近的低涡等都报得较好,只是欧亚大陆北部的槽线过于向西南倾斜。另外 R_c 和 R_f 的副高都报得过强,且过于偏北,但 R_f 相对好些。

在第 3 旬,欧亚大陆北部的槽继续东移并减弱,环流由经向型向纬向型转换,而北太平洋的低涡稳定维持。这一旬的平均场 R_c 报得较好些,比如它重新报出了北太平洋上较强的低涡,北美大陆上的低槽也报得较好。相反 R_f 却报得较差,比如北太平洋上的低涡报得过弱。所以 R_f 的第 3 旬平均的 R 反而低于 R_c 。这里对平均环流形势的比较

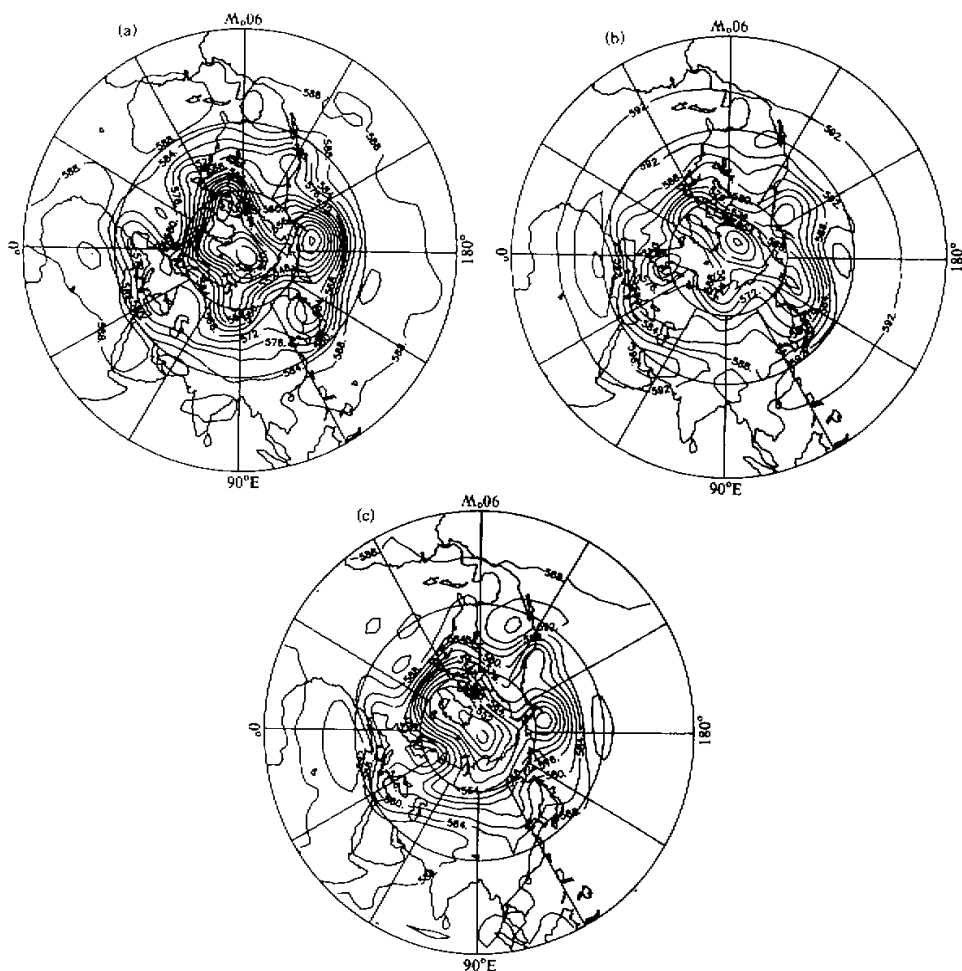


图 8 第二旬平均的北半球 500 hPa 位势高度场

(a) 观测实况; (b) R_c 的结果; (c) R_f 的结果

所得的结论与前面从 R 及 σ 检验得到的结论是一致的。

图 9 是月平均的 500 hPa 位势高度场。我们看到图 9b 的 R_c 的结果与图 9a 的观测有较大差别, 特别是北太平洋区域和欧亚大陆区域报得不够好, 系统偏弱, 而且低纬副高报得过强, 成为几乎连续的一个高压带, 图 9c 的 R_f 实验则与观测的基本环流特征吻合得相当好。

值得注意的是, R_c 的整个位势高度场在预报过程中有逐渐升高的趋势, 而且高纬度比低纬度升高更甚, 因此中纬度的经向位势梯度逐渐变弱, 会影响对纬向环流的预报, 而 R_f 的结果中这种升高的趋势有所减缓, 使得中纬度的经向位势梯度和系统强度

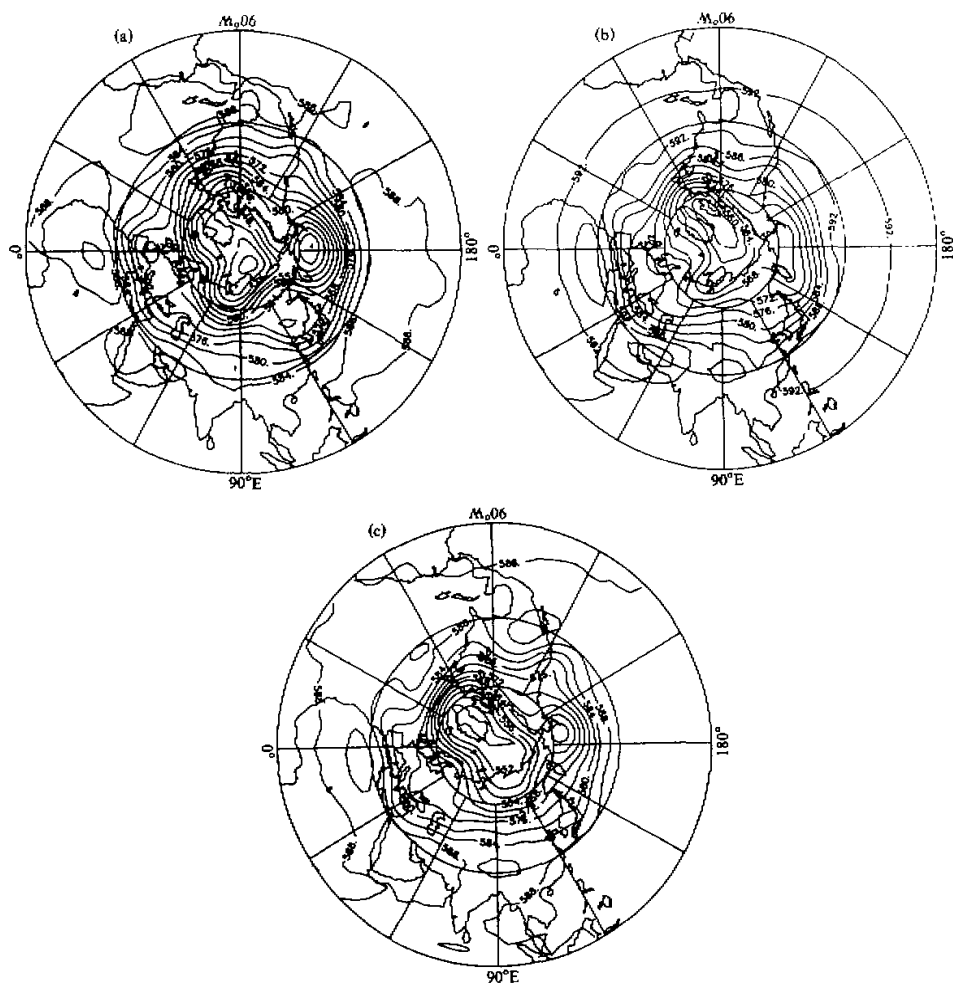


图 9 同图 8, 但为月平均位势高度场

等都较为符合实际。

4 小结

本工作是将数字滤波方法用于 T42L9 谱模式的月数值预报的初步实验。目的是利用多个时次的观测资料提取对于月尺度预报有意义且可预报性较强的低频过程的信息, 同时去除误差增长较快的高频扰动的影响。为此用一个数字滤波器对观测资料的序列进行处理, 得到 10 天以上的低频分量作为初始场预报 30 天 (R_f 实验)。对夏季个例的实验结果说明, 虽然初始阶段 R_f 与不经滤波的控制实验 (R_c) 相比 R 较低, σ 也较大,

但其误差增长明显慢于 R_c , 因此几天后它的预报效果就超过了 R_c 。在 10~20 天时段内, R_f 比 R_c 的提高最显著。在这个个例中, 它消除了南半球的预报在第 14 天左右 R 急剧下降的现象。

进一步的分析表明, 延伸预报的效果随预报时间的变化主要是由其中低频分量的预报效果决定的。 R_f 比 R_c 的预报技巧的提高主要也是由于其低频分量报得较好, 在此低频背景上新产生的高频扰动误差也较小, 因而总的预报效果也好于 R_c 。

R_f 对 1~10 天直到 1~30 天平均场以及各旬平均的预报技巧基本都高于 R_c , 对 500 hPa 环流形势的预报也与实况更为接近, 其中第 2 旬的提高最显著。而且 R_f 的经向位势梯度和系统强度也较符合实际。

虽然一些研究已证实大气的确定性的逐日预报的上限为 2 周左右, 但并不排除大气运动的某些分量具有更长的可预报性时效。长期预报的出路可能就在于报好这些分量, 并弄清它们与其他分量之间的相互作用机制, 本工作就提出了一种提取低频分量的方法。结果显示, 用滤波方法从多时刻的观测资料中提取出低频分量的信息, 去除高频噪音的影响, 对改进预报有一定作用。本工作仅试验了一个夏季的个例, 我们还将对其他个例进行试验, 并试验取不同的截断周期对预报效果的影响。本工作的结果对于研究高频和低频过程的相互作用等问题也有一定启发意义。

参 考 文 献

- 1 Shukla, J., 1981, Dynamical predictability of monthly means, *J. Atmos. Sci.*, **38**, 2547~2575.
- 2 Miyakoda, K., T. Gordon, R. Caverly et al., 1983, Simulation of blocking event in January 1977, *Mon. Wea. Rev.*, **111**, 2363~2401.
- 3 Tracton, M. S., K. Mo, W. Chen, et al., 1989, Dynamical extended range forecasting (DERF) at the National Meteorological Centre, *Mon. Wea. Rev.*, **117**, 1604~1635.
- 4 Palmer, T. N., C. Brankovic, F. Molteni, et al., 1990, Extended-range predictions with ECMWF models: Interannual variability in operational model integrations, *Q. J. R. Meteor. Soc.*, **116**, 799~834.
- 5 Lorenz, E. N., 1969, The predictability of a flow which possesses many scales of motion, *Tellus*, **21**, 289~307.
- 6 Palmer, T. and S. Tibaldi, 1987, Predictability studies in the medium and extended range, ECMWF Technical Memorandum, No. 139.
- 7 Lynch, P. and X. Y. Huang, 1992, Initialization of the HIRLAM model using a digital filter, *Mon. Wea. Rev.*, **120**, 1019~1034.

The Application of the Digital Filtering Method in Monthly Numerical Weather Prediction Part I: The Impact of Filtering the Initial Field

Yang Yan and Ji Liren

(Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

Abstract This work is an experiment on the application of the digital filtering method in monthly extended-range forecast with T42L9 global spectral model. In order to eliminate the effect of fast growing errors of high-frequency (HF) perturbations and reserve the low-frequency (LF) processes, which are

of significance in long-range forecast and which have relatively higher predictabilities, the observational data series is subject to a time filter to get the LF components with periods longer than 10 days. They are used as the initial conditions for the 30-day forecast (filtered run). The result shows that compared with the control run with no filtering, the error growth of the filtered run is obviously slower. The most significant improvement of forecast skill is in the period of 10 to 20 days. Further analyses show that the variation with time of the forecast skill in extended range is mainly determined by that of the LF modes. The improvement of forecast skill by the filtered run is due to its better skill in predicting LF modes than in the control run, and on its better LF background. The error of the newly-generated HF modes tends to be smaller. Thus the filtered run forecast is more accurate than the control run. On the other hand, if the LF components are extracted from the control run, the improvement on day-to-day forecast is not significant. The forecast skill for 1-5 day, 1-10 day to 1-30 day mean field is also significantly higher in the filtered run than in the control run. The most significant improvement is for the second 10 day mean. Also, the mean 500 hPa circulation pattern in the filtered run resembles the observation better than that in the control run. These results suggest that in extended NWP, if information can be extracted by LF processes properly, significant improvements in forecast skill can be expected.

Key words digital filtering numerical weather prediction extended-range forecast

《涂长望传》出版并举行首发式

由邹竞蒙作序,温克刚主编的《涂长望传》,近日由当代中国出版社出版。1997年4月30日在中国气象局举行了《涂长望传》首发式。

涂长望是新中国首任中国气象局局长,是中华人民共和国气象事业的主要创建人,是中国近代气象科学的奠基人之一,是一位卓越的社会活动家。《涂长望传》的出版发行,不仅对中国气象科学事业的改革开放和现代化建设有着重要意义,同时对于我国科学文化界两个文明建设也很有价值。

中国气象局名誉局长邹竞蒙在首发式做了题为“涂长望的业绩鼓舞我们走向新的辉煌”的讲话。涂长望的夫人王回珠也在首发式上讲了话。

《涂长望传》是当代中国出版社的《当代中国人物传记》丛书中最先出版的一本科学家传记,全书共25章,约40万字,以丰富、翔实的史料,生动地记述了涂长望一生的经历和奉献。《涂长望传》每本定价28元,有需要者,可向当地新华书店购买,也可与当代中国出版社(地址:北京地安门西大街旌勇里8号,邮政编码:100009)联系邮购。

(装 中)