

延伸期预报的多变量时滞回归模型

杨秋明 江苏省气象科学研究所, 延伸期预报课题组

在延伸期尺度内, 大气季节内振荡 (ISO) 既是大气活动的强信号 (时间尺度是 20—70 d), 也是诱发大气环流演变的重要因子。通过对观测资料的合理处理和分解, 客观分离资料中的不同时间尺度的天气变化和气候变化分量, 可直接从观测资料中提取与高影响天气事件密切相关的主要大气 ISO 型。在分别研究制约这些不同的 ISO 型演变的因子和时间变化规律的基础上, 利用大气低频振荡动力机制分析可传播信号的放大和对预报区域的影响, 建立简化统计动力学模型, 能作出远高于随机判断和单纯依靠统计计算的有效延伸期天气预报。

1. 多变量时滞回归模型 (Multivariable lagged regressive model, MLR)

设某区域 D 中的 M 个观测样本和格点为 N 的滤波资料阵 ${}_M S_N = (s_{ij}), i = 1, 2, \dots, M; j = 1, 2, \dots, N$, 主成分分析 (PCA) 后 $({}_M S_N = {}_M T_L L V_N^T, T = (t_j(i))$ 是时间系数矩阵) 的前 L 个主要分量是 $t_j(i), i = 1, 2, \dots, M; j = 1, 2, \dots, L$; 长江下游地区低频降水 (r_{icj}) 与时间滞后为 τ 的主要分量 t_j 满足线性方程:

$$r_{icj}(i) = a_0(\tau) + \sum_{j=1}^L a_j(\tau) t_j(i - \tau) \quad (1)$$

系数 $a_j, j = 0, 1, 2, \dots, L$ 由线性最小二乘估计, 当 $\tau = 1, 2, \dots, 30$ d 时, 长江下游地区低频降水 (r_{icj}) 的 1, 2, \dots , 30d 变化由上式预测。(1) 称为主成分低频多变量滞后线性回归模式 (Multivariable lagged regression model, MLR), 反映了各个时间滞后 τ 主要分量 t_j 和低频降水之间相互独立的回归关系; (1) 可变为

$$r_{icj}(i + \tau) = a_0(\tau) + \sum_{j=1}^L a_j(\tau) t_j(i), \quad (2)$$

由初始时间的 $i = i_0$ 的 $t_j(i_0)$, 用 (2) 可得到未来 30 天低频降水预测值 $r_{icj}(i_0 + \tau), \tau = 1, 2, \dots, 30$ d, 时滞相关结构 (回归系数 $a_j(\tau)$ 随 τ 变化) 体现了低频降水与主要环流低频分量之间的相互作用; 这种相互作用增强, 低频降水也增强, 其正位相或正负位相转换时产生强降水的概率明

显增大(杨秋明, 2014)。

2. 2013 年初夏长江下游地区低频降水延伸期预报

图 1 是用 2013 年 3 月 20 日-6 月 5 日观测的长江下游地区 20-30d 低频降水量, 以南半球中纬度地区 ($0^{\circ} - 360^{\circ}$, $10^{\circ} - 65^{\circ} S$) 的 850hPa 20-30d 低频经向风场的主成分 PC1-PC4 为因子(反映 SCGT 的影响), 构建的 MLR 预报的 2013 年 6 月 6 日-7 月 5 日(初始时间: 2013 年 6 月 5 日)长江下游地区 20-30d 低频分量(虚线)和观测的低频分量(实线), 相关预报技巧(预报和观测低频分量之间的相关系数 r) 达 0.92。预报 6 月 25 日左右, 低频降水量由负位相转位相, 产生一次强降水过程。

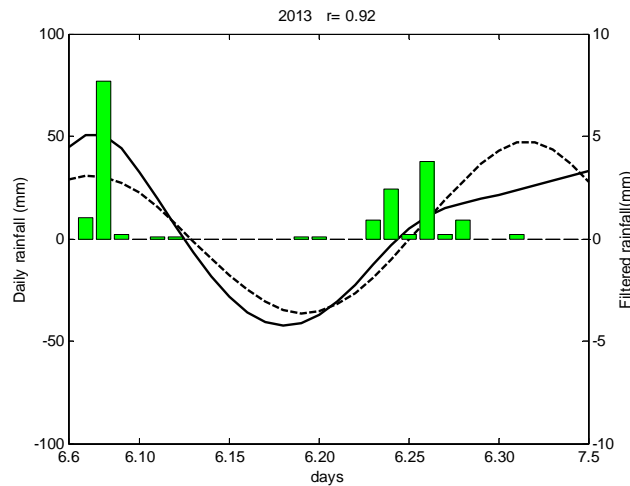


图 1 2013 年初夏长江下游地区 20-30d 低频降水 1-30d 预报(虚线)和实况(实线), 初始时间: 2013 年 6 月 5 日, 直方图表示长江下游地区逐日降水变化(基于区域 $0^{\circ} - 360^{\circ}$, $10^{\circ} - 65^{\circ} S$ 的 850hPa 低频经向风场的主成分的预测模型), 单位: 毫米

参考文献:

杨秋明. 2014. 基于 20-30d 振荡的长江下游地区夏季低频降水延伸期预报方法研究. 气象学报, 72, DOI: 10.11676/qxxb2014.028 (出版中).

http://www.cmsjournal.net/qxxb_cn/ch/reader/view_abstract.aspx?flag=1&file_no=20200274&journal_id=qxxn_cn

(2014.1.18)