

长江下游地区 50-80 天降水低频分量 次季节预测模型实验数据集

杨秋明

江苏省气象科学研究所, 南京 210009

摘要: 运用 1979-2014 年长江下游逐日降水量数据 (25 个站点的平均值) 和 NCEP/NCAR 全球 850 hPa 纬向风格点再分析数据 ($2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$), 经过经验正交函数 (EOF) 和奇异谱分析 (SSA), 得到用于构建扩展复数自回归模型 (ECAR) 的次季节预测实验数据集。对 2001-2014 年长江下游降水低频分量进行次季节逐日变化回报试验的结果表明, 50-80 d 时间尺度的长江下游低频降水分量的预测时效可达 52 d 左右, 预报能力明显优于自回归模型 (AR), 而且 6-8 月的预报技巧最高。该数据集包括 1979 年 1 月 1 日-2014 年 12 月 31 日全球 850 hPa 50-80 d 低频纬向风场的 7 个低频主成分 $pc1, pc2, \dots, pc7$ 和长江下游地区逐日低频降水 (the daily low frequency rainfall in the lower reaches of the Yangtze River Valley, $lcjr$) 的时间序列 (序列长度是 13,149 d)。数据集存储在 Excel 文件, 数据量 1.19 MB。

关键词: 长江下游; 降水; 50-80 天低频分量; 次季节预测

DOI: 10.3974/geodp.2018.02.07

1 前言

近 10 年来, 气候观测获得的全球数据迅速增加, 这些具有高度数据相关性和多重数据属性的科学大数据反映和表征着复杂的自然现象与关系^[1-2]。从大量数据中提取出部分有效数据, 可以获得较全面的大气季节内振荡 (ISO) 变化信息, 为极端天气事件 15-60 d 次季节预报^[3-5]提供了较好的发展基础。杨秋明 (2016) 基于全球低频环流和长江下游低频降水数据, 建立了简化的时变扩展复数自回归预测模型 (ECAR)^[6], 明显延长了预测时效, 可以较好地预测未来 50-60 d 内与长江下游地区强降水显著相关的 50-80 d 降水低频分量的变化^[7]。这些次季节预测数据来源于 NCEP/NCAR 全球 850 hPa 纬向风格点再分析数据 ($2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$) 和 1979-2014 年长江下游逐日降水量数据 ($30^{\circ}30'N-32^{\circ}0'N, 118^{\circ}0'E-122^{\circ}30'E$; 25 个站点的平均值), 通过带通滤波、EOF 和 SSA 等分析, 得到 1979 年 1 月 1 日-2014 年 12 月 31 日全球 850 hPa 50-80 d 低频纬向风场的 7 个低频主成分 $pc1, pc2, \dots, pc7$ 和长江下游地区逐日低频降水 $lcjr$ 的时间序列, 构成长江下游地区 50-80 d 降水低频分量次季节

收稿日期: 2018-04-06; 修订日期: 2018-06-21; 出版日期: 2018-06-25

基金项目: 国家自然科学基金 (41175082)

作者信息: 杨秋明 G-9579-2018, 江苏省气象科学研究所, yqm0305@263.net

数据引用方式: [1] 杨秋明. 长江下游地区 50-80 天降水低频分量次季节预测模型实验数据集[J]. 全球变化数据学报, 2018, 2(2): 168-172. DOI: 10.3974/geodp.2018.02.07.

[2] 杨秋明. 长江下游地区 50-80 d 降水低频分量次季节预测数据集[DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.03.11.V1.

预测数据集。

2 数据集元数据简介

长江下游地区 50–80 d 降水低频分量次季节预测数据集^[8]的名称、作者、地理区域、数据年代、数据集组成、数据出版与共享服务平台、数据共享政策等信息见表 1。

表 1 长江下游地区 50–80 d 降水低频分量次季节预测数据集元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	长江下游地区 50–80 d 降水低频分量次季节预测数据集
数据集短名	ForecastLowFreqRainfallYRV
作者信息	杨秋明 G-9579-2018, 江苏省气象科学研究所, yqm0305@263.net
地理区域	中国长江下游地区, 30°30'N–32°0'N, 118°0'E–122°30'E
数据年代	1979–2014 年
数据格式	.xls
数据量	1.19 MB
数据集组成	1979–2014 年逐日全球 850 hPa 纬向风低频主成分和长江下游 50–80 天低频降水
基金项目	国家自然科学基金项目 (41175082)
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 http://www.geodoi.ac.cn
地址	北京市朝阳区大屯路甲 11 号 100101, 中国科学院地理科学与资源研究所
数据共享政策	全球变化科学研究数据出版系统的“数据”包括元数据(中英文)、实体数据(中英文)和通过《全球变化数据学报》(中英文)发表的数据论文。其共享政策如下: (1)“数据”以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放, 用户免费浏览、免费下载; (2) 最终用户使用“数据”需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源; (3) 增值服务用户或以任何形式散发和传播(包括通过计算机服务器)“数据”的用户需要与《全球变化数据学报》(中英文)编辑部签署书面协议, 获得许可; (4) 摘取“数据”中的部分记录创作新数据的作者需要遵循 10% 引用原则, 即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的 10%, 同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 ^[9]

3 数据研发方法

850 hPa 纬向风场选用 NCEP/NCAR 逐日再分析全球风场资料 (2.5°×2.5°格点)^[10], 逐日降水量采用长江下游地区 (30°30'N–32°0'N, 118°0'E–122°30'E) 25 个站的平均值, 以上资料时间是 1979 年 1 月 1 日–2014 年 12 月 31 日。

3.1 算法原理

对全球低频纬向风进行主成分分析 (PCA), 得到前 7 个主要空间模态 (时间尺度是 50–80 d, 资料时间是 1979–2000 年, 序列长度是 8,036 d, 由 Butterworth 滤波得到全球 850 hPa 低频纬向风场), 解释方差分别是 23.5%、4.3%、4.1%、3.5%、3.0%、2.9% 和 2.5%^[7]。用奇异谱分析 (Singular Spectrum Analysis, SSA)^[11], 对长江下游逐日降水原始序列和全球纬向风主要模态的时间系数进行低通滤波, 重建对应于主要的月以上时间尺度次季节振荡信号的分量序列, 得到观测的长江下游降水低频分量序列和全球 850 hPa 逐日纬向低频风场空间模态对应的低频主成分。

3.2 技术路线

将 2001–2014 年逐日观测的全球纬向风投影到这 7 个低频空间模态（由 1979–2000 年资料计算，序列长度是 8,036 d），得到前 7 个主成分 pc1–pc7 的观测值（包含逐日高频扰动）；然后将这 7 个观测的 pc 和同期的长江下游逐日降水投影到各自经 SSA 后的对应于 50–80 d 振荡的 T-EOF 上得到低频主成分 pc1, pc2, ..., pc7 和长江下游逐日降水的 50–80 d 重构分量 lcjr（序列长度是 5,113 d）。

4 数据结果与验证

4.1 数据集组成

该数据集包括 1979 年 1 月 1 日–2014 年 12 月 31 日全球 850 hPa 50–80 d 低频纬向风场的 7 个低频主成分 pc1, pc2, ..., pc7 和长江下游地区逐日低频降水 lcjr 的时间序列（序列长度是 13,149 d）。数据集存储在 Excel 文件，数据量 1.19 MB。

4.2 数据结果

数据结果包括：

（1）1979 年 1 月 1 日–2014 年 12 月 31 日全球 850 hPa 50–80 d 低频纬向风场的 7 个低频主成分 pc1, pc2, ..., pc7；

（2）1979 年 1 月 1 日–2014 年 12 月 31 日长江下游地区逐日 50–80 d 低频降水 lcjr 的时间序列。

4.3 数据结果验证

采用滑动建模的方法，使得长江下游低频降水 lcjr 与 pc1, pc2, ..., pc7 的各个时段的相关中尽可能保持在较显著状态，逐步适应观测数据中的主要时滞相关变化，从而提高 ECAR^[6]的预测能力。文中的实时预测用限定记忆法，保持子序列 N_0 不变，由扩展数据阵 $F = (\text{pc1 pc2 ... pc7 lcjr})$ ，构建含时变系数的 ECAR 对扩展数据阵中的各个数据分量滑动进行独立样本预测试验。图 1 给出了 2013 年 4 月–2014 年 8 月期间长江下游 50–80 d 降水低频分量与全球低频纬向风主要模态对应的时间系数 pc1, ..., pc7 之间 200 d 滑动相关的时间演变。结果分析表明，滑动相关系数均具有显著的季节和年际变化，强正负相关时段具有季节性和不规则的时间变化。仅与 pc3（pc7）的滑动相关表现为较稳定的正（负）相关（图 1c, 1g），其余的均呈现相关符号改变的不稳定，尤其是与 pc4、pc5、pc6 的滑动相关（图 1d, 1e, 1f）分别在 2014 年 4 月、2013 年 7 月和 2013 年 10 月附近发生显著正负（或负正）相关的突变，与全球环流 50–80 d 低频分量与东亚季风降水之间的非线性相互作用及其时间变化有关。因此，这种建模方案可以适应低维空间中各个低频分量之间的联系随时间的改变，反映气候系统分量之间相关的季节和年际变化。

5 讨论和总结

气象历史和实时大数据可以代表全局，揭示出全局特有的宏观信息，这些综合信息是过去较小规模数据难以挖掘的。通过数据分解、变换，直接从多变量、超高维、超长序列、高度耦合相关和高度时空属性的观测资料中提取一定时间尺度的、与一定区域（如长江流

域等) 的极端天气气候事件关系密切的各种主要低频振荡型, 研究其不同的传播特征和强

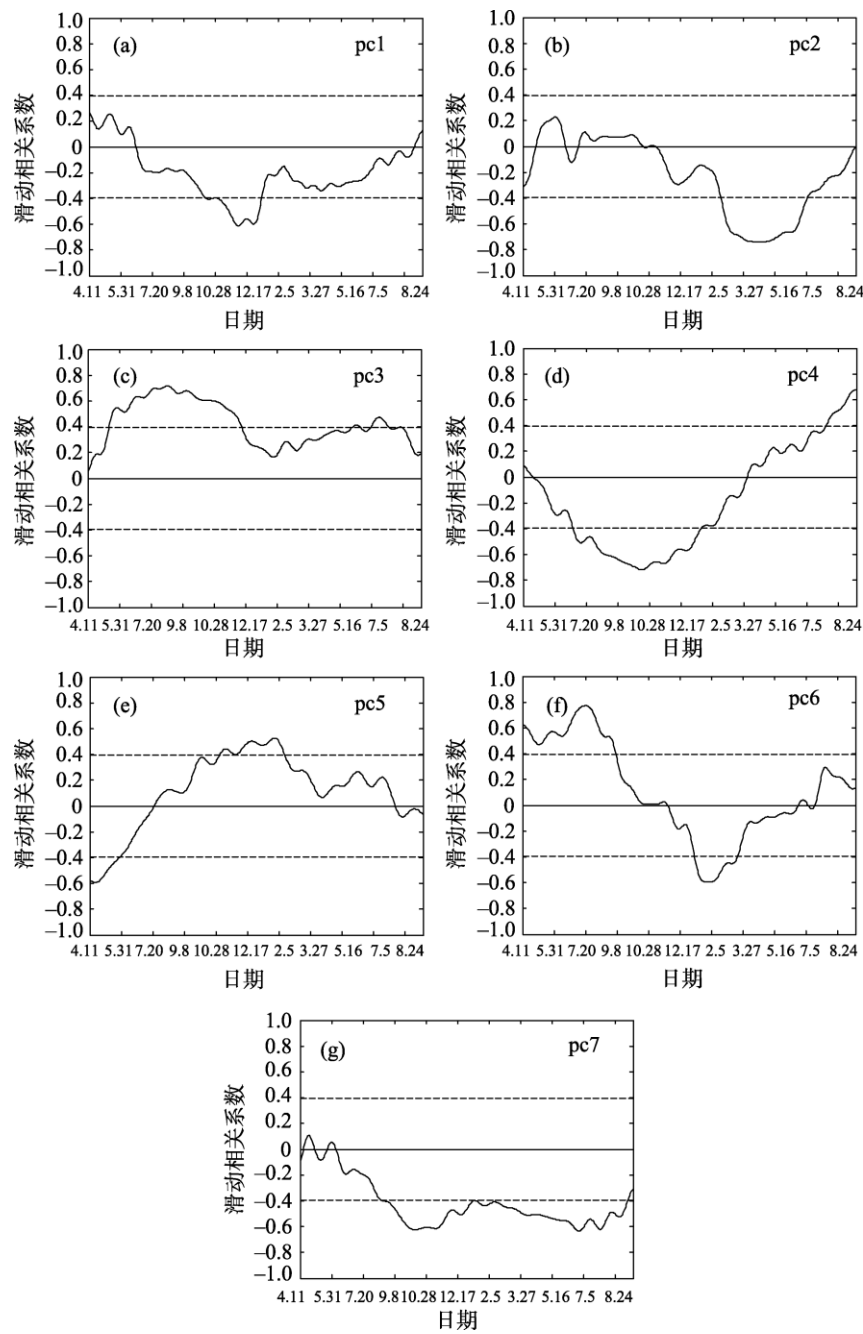


图 1 2013–2014 年长江下游 50–80 d 低频降水 lc_{jr} 与全球 850 hPa 低频纬向风主成分 $pc1$ – $pc7$ (a–g) 的 200 d 滑动相关

度的季节和年际变化规律, 由动态数据来驱动复杂低频变化过程与系统的构建, 建立简化的次季节预测模型, 可以显著延长尺度低频分量和特定区域中对应的极端天气气候事件预报时效。所以, 我们研制了全球 850 hPa 50–80 d 低频纬向风场的 7 个低频主成分 $pc1$,

pc2, ..., pc7 和长江下游地区逐日低频降水 lcjr 数据集, 用于建立含时变系数的 ECAR 预测模型。需要注意的是 50–80 d 低频振荡强度显示出不规则的时间变化, 因此后续工作需要将时间序列延长, 及时更新。

参考文献

- [1] Sue, N. Big data: the Harvard computers [J]. *Nature*, 2008, 455: 36–37.
- [2] Overpeck, J. T., Meehl, G. A., Bony, S., *et al.* Dealing with data: climate data challenges in the 21st century [J]. *Science*, 2011, 331: 700–702.
- [3] Brunet, G., Shapiro, M., Hoskins, B., *et al.* Collaboration of the weather and climate communities to advance subseasonal-to-seasonal prediction [J]. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 2010, 91: 1397–1406.
- [4] Kondrashov, D., Chekroun, M. D., Robertson, A. W., *et al.* Low-order stochastic model and “past-noise forecasting” of the Madden—Julian Oscillation [J]. *Geophysical Research Letters*, 2013, 40: 5305–5310.
- [5] Chen, N., Majda, A. J. Predicting the real-time multivariate madden—Julian Oscillation Index through a low-order nonlinear Stochastic Model [J]. *Monthly Weather Review*, 2015, 143: 2148–2169.
- [6] 杨秋明. 2013 年长江下游降水低频分量延伸期预报的扩展复数自回归模型[J]. 物理学报, 2014, 63: 455–465. DOI: 10.7498/aps.63.199202.
- [7] 杨秋明. 长江下游地区降水 50–80 d 低频分量的次季节预测研究[J]. 气象学报, 2016, 74(4): 491–509.
- [8] 杨秋明. 长江下游地区 50–80 d 降水低频分量次季节预测数据集[DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.03.11.V1.
- [9] 全球变化科学研究数据出版系统. 全球变化科学研究数据共享政策[OL]. DOI: 10.3974/dp.policy.2014.05 (2017 年更新).
- [10] Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., *et al.* The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project [J]. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 1996, 77: 437–471.
- [11] Mo, K. C. Adaptive filtering and prediction of intraseasonal oscillations [J]. *Monthly Weather Review*, 2001, 129: 802–817.