

影响陕西汛期降水空间分布的强信号

肖科丽¹ 赵国令² 方建刚¹ 范建勋¹ 刘瑞芳³

(1 陕西省气候中心, 2 陕西省气象局, 3 陕西省气象台, 西安 710014)

摘要 为了寻找影响陕西省汛期降水空间分布的前期强信号,应用陕西省 1959~2003 年 36 个气象代表站汛期(6~9 月)降水量标准化资料,进行经验正交 EOF 分解。根据特征向量分布,确定陕西汛期降水典型分布场为“全省一致”型、“南北振荡”型和由北向南的“两头多(少)、中间少(多)”型。通过分析关键区的海温异常和大气环流变化等因子与 EOF 分解前 3 个时间系数的相关性,得到了汛期降水预测的一些重要前期强信号,如西风漂流区海温, Nion 3 区海温、北太平洋涛动、东亚冬季风等,对陕西汛期降水分布预测具有明显的预示作用。

关键词 汛期 降水 典型分布场 海温异常

引言

海洋温度变化是最重要的大气外部强迫因素之一,而且海洋中存在很多影响的关键区,这些关键区内海温的变化最终要通过大气和海洋循环影响全球的气候变化^[1~3]。叶笃正等在研究长江流域、黄河流域和华北旱涝规律时指出,ENSO 对中国旱涝有明显的影响^[4~7],厄尔尼诺是气候系统中最强的年际气候信号,对中国汛期旱涝的影响不可忽视。陕西省地处中国西北内陆中纬度地区,位于青藏高原东北侧边缘,降水年际变化复杂,汛期降水旱涝分布不均。本文分析关键区海温异常和大气环流场等因子与陕西汛期降水空间分布的关系,寻找预测汛期降水的强信号,为分析汛期降水分布提供依据。

1 陕西省汛期降水量 EOF 分解

首先对陕西省 1959~2003 年 36 个气象代表站汛期(6~9 月)降水量资料作标准化处理,然后进行经验正交 EOF 分解。前 3 个特征向量的方差贡献分别为 46.5%、15.5%、8.3%,累计占总方差贡献的 70.3%。

1.1 汛期降水量的空间分布特征

前 3 个特征向量的分布特点基本概括了陕西汛期降水空间分布的典型分布场。第 1 特征向量为全

省一致的正值(图 1a),它反映了陕西省汛期降水量多年平均基本气候状况,说明陕西汛期降水有较好的全省一致性,即“全省一致”分布型。第 2 特征向量表现为明显的南北反位相特征(图 1b),即“南北振荡”分布型。第 3 特征向量表现为陕北、陕南为正值,关中为负值,即“两头多(少)、中间少(多)”分布型(图 1c)。

1.2 汛期降水量的时间变化特征

EOF 分解的时间系数反映了降水量分布随时间的变化特征。第 1 时间系数基本上对应全省大范围的旱涝,正值时间系数对应涝年,负值时间系数对应旱年。由第 1 时间系数年代际变化(图 2a)可以看出,陕西省 20 世纪 50 年代末汛期降水呈下降的趋势,整个 60 年代为少雨干旱期,70~80 年代中期为多雨期;80 年代后期至 20 世纪末为干旱少雨期,21 世纪初呈现上升的趋势。第 2 时间系数呈明显的下降趋势(图 2b)。汛期降水的这种空间分布,说明汛期降水的变化有向北少南多的趋势发展(通过了信度为 0.10 的蒙特卡洛显著性检验)。第 3 时间系数(图略),无显著的变化趋势。

2 影响陕西汛期降水分布的强信号

EOF 分解 $S=VT$ 中,特征向量 V 为一个固定不变的量,影响某一要素场的分布取决于时间系数 T 的变化。

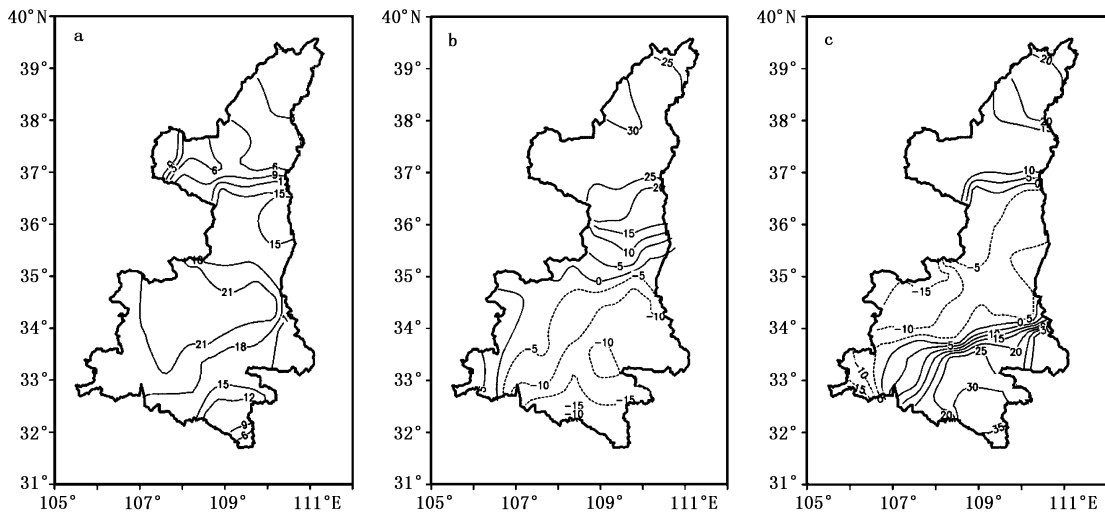


图 1 陕西省汛期降水量 EOF 分解第 1(a)、第 2(b)、第 3(c)特征向量分布(图中数值为原值×100)

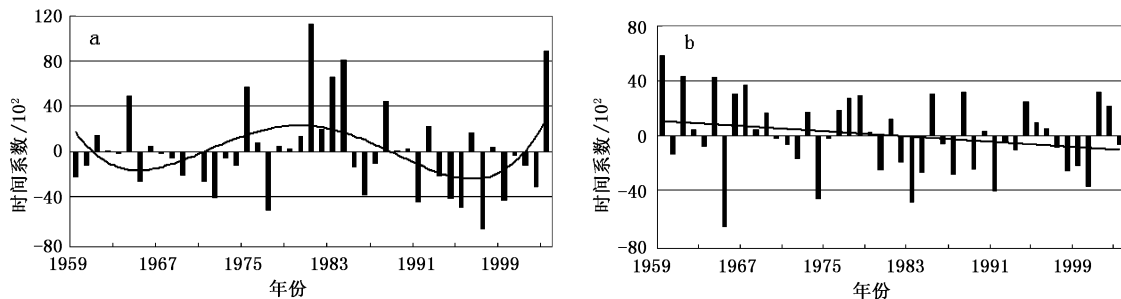


图 2 降水量第 1(a)、第 2(b)时间系数时间演变(a 中曲线为多项式拟合, b 中直线为线性趋势)

2.1 影响第 1 时间系数的前期强信号

2.1.1 西风漂流区海温与 Nino 3 区海温

计算第 1 时间系数与逐月太平洋海温的相关系数,得到相关系数区域分布(图 3)。图 3 表明,前一年秋季至当年 3 月,西风漂流区(35°~45°N, 160°E 至 160°W)海温与第 1 时间系数为明显的负相关区;赤道东太平洋 Nino 3 区(5°N 至 5°S, 150°~90°W)海温与第 1 时间系数为明显的正相关区。与前一年 12 月西风漂流区海温相关系数达到最强,为

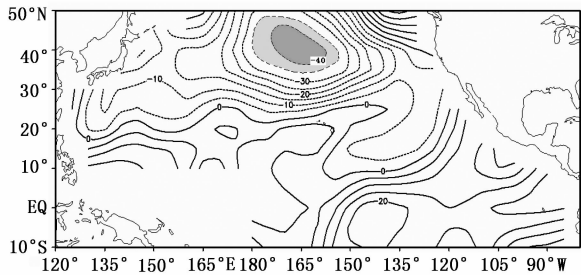


图 3 降水量第 1 时间系数与前一年 12 月太平洋海温相关系数分布(图中数值为原值×100)

-0.49,当年 2 月 Nino 3 区海温相关系数为 0.35。4~5 月相关系数的分布发生了显著变化,5 月西风漂流区海温相关系数已由 -0.49 转为 -0.22, Nino 3 区海温相关系数由 0.35 转变为 -0.4。这一“跷跷板式”的变化特点,也侧面地反映了赤道东太平洋海温与西风漂流区海温之间遥相关存在的事实^[8]。

上述因子相关是显著的,相关系数 $r=0.35$,已通过了信度 $\alpha=0.05$ 的 t 检验。文中以下所使用的因子也都通过了信度 $\alpha=0.05$ 的 t 检验。

由此可见,前一年 12 月西风漂流区海温偏低(高)时,次年汛期降水为全省一致多(少)雨;当年 5 月 Nino 3 区海温低(偏高)时,汛期为全省一致多(少)雨的分布型。

2.1.2 北太平洋涛动

北太平洋涛动指数定义:冬季北太平洋高压区 500 hPa 高度距平和减去阿留申低压区 500 hPa 高度距平和的差值^[9]。第 1 时间系数与当年 1 月(代表冬季)北太平洋涛动指数为正相关,相关系数为

0.4, 即冬季北太平洋涛动偏强(弱)时, 陕西当年汛期降水为全省一致偏多(少)雨。

为进一步验证第1时间系数与北太平洋涛动指数的相关性, 计算了第1时间系数与北太平洋高压区和阿留申低压区500 hPa月平均高度场各区域内格点的相关系数, 前一年秋季到当年春季北太平洋高压区为正相关, 阿留申低压区为负相关; 第1时间系数与前一年11月相关系数最大, 依次为0.5和-0.5。

2.1.3 太平洋区极涡面积

第1时间系数与前一年11月太平洋极涡面积指数的相关系数达0.54, 说明前一年11月太平洋极涡面积偏大(小)时, 次年汛期降水为全省一致偏多(少)雨。根据以上的强信号分析, 建立了汛期降水“全省一致型”分布物理概念模型, 如图4所示。

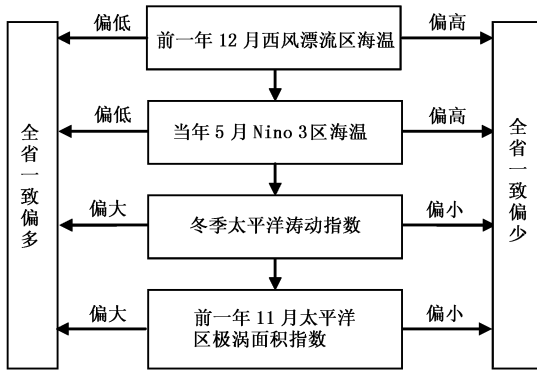


图4 陕西省汛期降水“全省一致型”分布物理概念模型

2.2 影响第2时间系数的前期强信号

2.2.1 赤道中东太平洋海温

第2时间系数与前期赤道中东太平洋(10°N至10°S, 180°~130°W)海温有着较好的相关性, 其中前一年11、12月及当年1月依次达到0.43、0.48和0.49。当年7月副高面积指数与前一年11、12月赤道中东太平洋(10°N至10°S, 180°~130°W)海温呈显著正相关, 存在大片高相关区。在12月相关系数分布图上, 相关系数大于等于0.5的格点达27个(格距为5°×5°), 中心最大值达0.7(图5)。

西太平洋副热带高压是影响我国天气气候的重要天气系统, 副高强度和南北位置的变化, 直接影响我国夏季风雨带的进退, 也决定陕西省的雨带分布。一般来说, 在副高加强位置显著偏北的年份, 汛期陕西省的关中、陕南往往受副高控制, 降水主要出现在陕北, 即北多南少。在副高位置略偏南的年份, 副高西北侧的雨带未影响到陕北, 仅造成陕南和关中的

多雨, 即北少南多的分布型。可见, 前一年11、12月赤道中东太平洋海温对陕西汛期降水空间分布的影响与副高强度和位置有关。

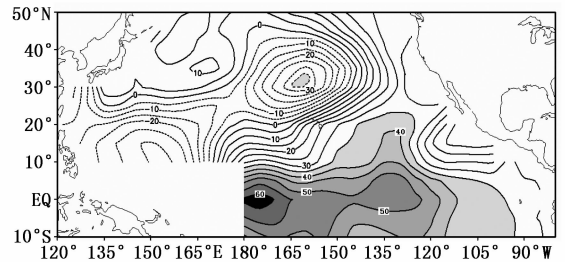


图5 当年7月副高面积指数与前一年12月太平洋海温相关系数分布(图中数值为原值×100)

2.2.2 东亚冬季风强度

陕西省位于青藏高原东北侧边缘, 属东亚季风气候区, 其冬季风和夏季风都很明显。冬季东亚大槽的强度在一定程度上反映了东亚冬季风活动的强弱。计算表明, 第2时间系数与当年1月东亚大槽的强度反相关, 相关系数为-0.57, 即冬季东亚大槽强度偏强时, 当年汛期降水易呈现北少南多的分布, 反之则易呈现北多南少的分布, 这也反映了东亚冬季风活动与汛期降水分布的时间遥相关关系。

2.2.3 太平洋区极涡强度

当年2月, 太平洋区(2区 150°~120°W)范围内的500 hPa高度场反映了太平洋区极涡强度, 该区高度场与第2时间系数的相关系数达-0.45; 太平洋区极涡强度指数与第2时间系数的相关系数为-0.4, 两个计算结果基本一致。说明当年2月, 该区域极涡强度偏强(弱)时, 当年汛期降水呈现北少(多)南多(少)的分布趋势。根据以上的分析, 建立了陕西汛期降水“南北振荡型”分布的物理概念模型, 如图6所示。

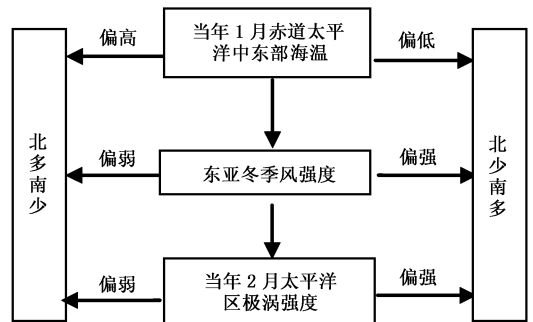


图6 汛期降水“南北振荡型”分布物理概念模型

2.3 影响第3时间系数的前期强信号

第3时间系数与各影响因子的相关性,与前两个时间系数相比有所下降,这里只给出南海高压强度和北美区极涡强度两个影响因子,不再建立概念模型。第3时间系数与当年3月南海高压强度的相关系数为0.45。说明当年3月南海高压偏强(弱)时,汛期降水表现为“陕北、陕南多(少),关中少(多)”的分布型。第3时间系数与前一年11月北美区极涡强度指数(3区 $120^{\circ}\sim 30^{\circ}\text{W}$)反相关,相关系数为-0.43。

3 结论

(1)对于陕西汛期降水,无论是海温场还是环流场冬季的预测信号明显强于其它季节。

(2)西风漂流区海温、Nion 3区海温、北太平洋涛动、东亚冬季风、太平洋区极涡强度及南海高压强度等,对陕西汛期降水预测有较好的指示意义。

(3)前一年12月西风漂流区海温偏低,当年5月Nino 3区海温偏低,当年1月北太平洋涛动指数偏强,则当年汛期降水出现全省一致偏多的分布型,反之则出现全省一性偏少的分布型。

(4)东亚冬季风强度偏弱,当年1月赤道中东太

平洋海温偏高,当年2月太平洋区极涡强度偏弱,则当年汛期降水出现北多南少的分布型,反之则当年汛期降水出现北少南多的分布型。

参考文献

- [1] 卫捷,张庆云,陶诗言. 1999及2000年夏季华北严重干旱的物理成因分析[J]. 大气科学, 2004, 28(1): 125-131.
- [2] 高辉. 淮河夏季降水与赤道东太平洋海温对应的年代际变化[J]. 应用气象学报, 2006, 17(1): 1-8.
- [3] 李春晖,管兆勇,何金海,等. 西太平洋海温和南方涛动与中国冬季气候异常关系年代际变化的对比分析[J]. 应用气象学报, 2005, 16(1): 105-113.
- [4] 叶笃正,黄荣辉. 长江黄河流域旱涝规律和成因研究[M]. 济南:山东科学技术出版社, 1996: 222.
- [5] 孙淑清. 近50年来华北地区旱涝特征与全球变化的研究及对未来趋势的探讨[J]. 高原气象, 1999, 18(4): 541-551.
- [6] 刘青春,秦宁生,靳力亚,等. 三江源地区春夏季降水与太平洋海温的关系[J]. 气象科技, 2007, 35(3): 335-339.
- [7] 毛燕军. ENSO与浙江省1998和1999年汛期天气的关系[J]. 气象科技, 2001, 29(1): 31-34.
- [8] 赵振国. 中国夏季旱涝及环境场[M]. 北京:气象出版社, 1999: 101-102.
- [9] 陈兴芳,赵振国. 中国汛期降水预测研究及应用[M]. 北京:气象出版社, 2000: 89-91.

Characteristic Analysis of Strong Signals Influencing Spatial Distribution of Rainfall during Flood Season in Shaanxi

Xiao Keli¹ Zhao Guoling² Fang Jiangang¹ Fan Jianxun¹ Liu Ruifang³

(1 Shaanxi Climatic Center, 2 Shaanxi Provincial Meteorological Bureau,

3 Shaanxi Meteorological Office, Xi'an 710014)

Abstract: The spatial distribution characteristics of flood season precipitation are analyzed with EOF by means of the data of flood season precipitation measured by 36 meteorological stations in Shaanxi Province from 1959 to 2003. According to the distribution of eigenvectors, the precipitation distribution patterns during flood season in Shaanxi Province can be divided into three types: consistent distribution, south-north oscillation, and more/less - less/more - more/less from north to south. Several good indicators for forecasting flood season precipitation are obtained through correlation analysis of the first three time coefficients of EOF and the factors such as SSTA of key areas and variation of atmosphere general circulation. These factors proved useful in predicting the spatial distribution of precipitation in flood season in Shaanxi Province.

Key words: flood season, precipitation distribution, sea surface temperature anomalies (SSTA)