

经验交流

青海东部春季降水量的经验正交分解特征及与海温和 500 hPa 高度场的相关^①

秦宁生 吴永森

(青海省气象科学研究所, 青海省西宁市 810001)

提 要: 本文通过对青海省东部 13 个站 4—6 月降水量进行了 EOF 分解, 给出了这一地区春季降水的时空分布特征。其主要特征向量的时间系数与同期太平洋海温存在明显的遥相关。最后用第一特征向量的时间系数作为表征青海东部春季的旱涝指数, 分析了它与前期太平洋海温和 500 hPa 高度场的相关。结果发现: 前一年春季赤道东太平洋海温和冬季太平洋地区 500 hPa 高度对我省东部春季降水有明显的指示意义。

关键词: 青海东部; 春季降水; EOF 分解; 相关分析。

1 引 言

青海省东部是我省的主要农业区, 全省耕地面积主要集中在东部地区, 所以东部春季 (4—6 月, 下同) 降水量的多少直接影响着农业生产。青海省东部属半干旱地区, 春季降水量以西宁为例只有 104.2 mm, 占全年降水量的 31%。我们选择 4—6 月降水量的主要依据是: 青海农作物基本上是一年一熟, 播种期一般从 2 月底开始持续到 4 月底, 而 1—3 月份的降水量以西宁为例平均只有 7.4 mm, 所以 3 月份以前的降水量对农作物的生长不是至关重要的, 而 4, 5 月甚至 6 月降水量的多少则是决定农业生产丰欠的关键, 因此, 我们把研究 4—6 月份降水量的多少作为本研究的重点。这也是我省干旱预测研究工作的一部份。

2 春季降水经验正交函数分解 (EOF) 的时空分布特征

根据青海省东部西宁、湟中、湟源、大通、互助、乐都、民和、化隆、循化、共和、贵德、尖扎、同仁等 13 个市县台站 1961—1991 年的春季降水量, 构成一个 31 行 13 列的矩阵, 这里使用的原始数据为 13 个站的降水距平。对该矩阵进行 EOF 展开, 展开后第一、二、三个特征向量对春季降水量的方差贡献分别为 79.2%, 5.8% 和 4.4%, 合计为 89.4%。可见 EOF 展开后的前三个特征向量表征了青海东部春季降水的主要特点。尤其是第一特征向量 (见图 1) 分布十分一致, 全区均在 +0.2—+0.4 之间, 这说明青海东部春季降水主要特征的一致性。然而第二特征向量的分布就不完全一

^① 1993 年 7 月 15 日收到, 1994 年 5 月 6 日收到第二次修改稿。
(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

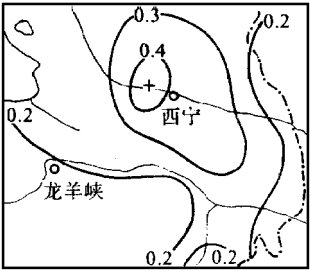


图 1 青海省东部春季降水的第一特征向量

Fig. 1 The first characteristic vectors for spring precipitation in eastern Qinghai.

致 (图略), 其中北部山区 (大通、互助两站) 为正值区, 而其它各站均为负值区, 反映了北部山区与其余地区降水的差异性。这一现象与天气实践经验十分相符, 大通、互助其地理位置均处在湟水流域的北部山区, 其春季降水的总趋势虽然是一致的, 但有时山区地形降水表现也比较突出。第三特征向量的分布比较复杂 (图略), 总的反映东西部降水的差异性。由此看出, 第二、三特征向量地形影响比较显著。

青海东部春季降水经 EOF 展开后, 其时间系数则表征了逐年降水量的变化, 也代表了相应特征向量逐年所占的权重, 把第一时间系数与实际降水量对比可看出两者的一致性。图 2 是青海东部春季第一时间系数和实际降水量演变图。由图 2 可看出用时间向量作为青海东部旱涝指数是切实可行的。

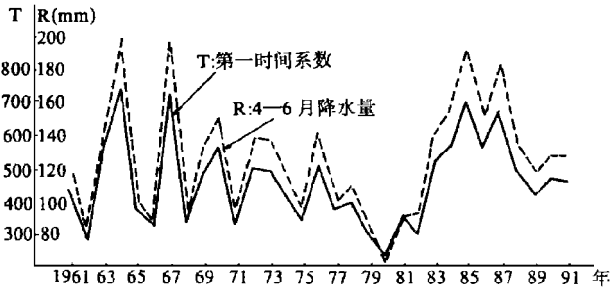


图 2 青海省东部春季降水第一特征向量的时间系数和 4—6 月降水量时间变化曲线

Fig. 2 Curves of the time coefficient of the first characteristic vector for spring precipitation (solid line) and the temporal variation of April—June precipitation (dashed line) in eastern Qinhai.

3 春季降水与太平洋海温的相关

海洋与大气间的相互作用及其对全球天气、气候的影响是近年来大气科学中一个十分热门的课题, 国内外许多学者对此进行了深入的研究, 取得了许多研究成果。朱炳璠等^[1]曾利用北太平洋和赤道东太平洋海面温度资料及厄尔尼诺事件资料同我国西北及甘肃省夏季降水进行了相关分析。分析发现西北和甘肃省的夏季降水量的多少与赤道东太平洋海温及厄尔尼诺事件密切相关, 厄尔尼诺事件出现的当年, 青海东部、甘肃中部和东部、宁夏、陕西省北部夏季降水偏少, 容易发生干旱。本节主要研究分析青海东部春季降水与太平洋海温的关系。

3.1 北太平洋海温与青海东部降水同期相关

我们用青海东部春季 13 个站降水量经 EOF 展开后的前三个时间系数与同期 (4—6

月) 太平洋海温资料 ($10^{\circ}\text{S}-65^{\circ}\text{N}$, $120^{\circ}\text{E}-80^{\circ}\text{W}$, 共 286 个网格点) 进行了相关分析, 发现青海东部春季降水与同期太平洋海温存在明显的遥相关。图 3 是第一时间系数与同期海温的相关系数图。图 3 中在北太平洋地区 ($25^{\circ}-35^{\circ}\text{N}$, $175^{\circ}\text{E}-165^{\circ}\text{W}$) 有一明显的正相关区, 相关系数通过 0.98 显著性检验 ($r_{0.02} = 0.44$)。第二时间系数与同期海温的相关系数 (图略), 有三个相关系数较高的区域: 北太平洋负相关区 ($25^{\circ}-30^{\circ}\text{N}$, $165^{\circ}-175^{\circ}\text{E}$, $r_{0.01} = -0.45$); 赤道东太平洋负相关区 ($0^{\circ}-10^{\circ}\text{N}$, $120^{\circ}-100^{\circ}\text{W}$, $r_{0.01} = -0.46$); 热带西太平洋正相关区 ($5^{\circ}-20^{\circ}\text{N}$, $165^{\circ}-150^{\circ}\text{W}$, $r_{0.05} = 0.37$)。第三时间系数与同期海温的相关系数 (图略), 在北太平洋、赤道东太平洋和热带西太平洋地区是高值区, 特别是赤道东太平洋地区相关系数达 -0.63 , 通过 0.99 的显著性检验。

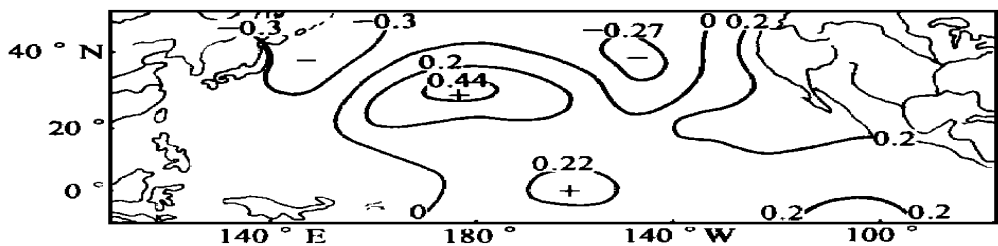


图 3 青海省东部春季降水的第一特征向量的时间系数与同期太平洋海温的相关

Fig. 3 Correlation between the time coefficient of the first characteristic vector for spring precipitation in eastern Qinghai and the sea surface temperature (SST) of Pacific in same period.

3.2 前期各月太平洋海温与春季降水的关系

我们用青海东部春季 13 个站降水量经 EOF 展开后的第一时间系数和前期各月 (前一年 3 月至当年 3 月, 共 13 个月) 的太平洋海温场进行了相关分析。结果表明, 前一年春、秋、冬季北太平洋地区 ($10^{\circ}-40^{\circ}\text{N}$, $120^{\circ}-160^{\circ}\text{W}$) 和赤道东部太平洋地区 ($10^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$, $180^{\circ}-90^{\circ}\text{W}$) 的海温与我省东部的降水有很好的相关。尤其是前一

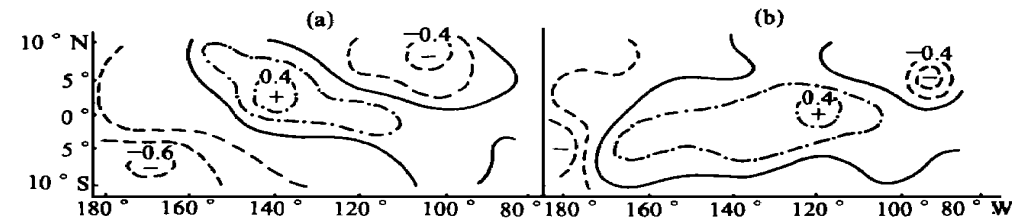


图 4 青海省东部春季降水第一时间系数与前一年 4 月 (a)、5 月 (b) 赤道东太平洋海温的相关

Fig. 4 Correlation between the time coefficient of the first characteristic vector for spring precipitation in eastern Qinghai and the SST of eastern equatorial Pacific in April (a) and May (b) of last year.

年春季赤道东太平洋海温与青海东部春季降水关系密切，而上述海域正是发生厄尔尼诺事件的主要海域，说明厄尔尼诺事件对青海东部春季的降水量是有影响的。图 4 为前一年 4 月、5 月赤道东太平洋地区海温与青海东部春季降水第一时间系数的相关图。除了赤道东太平洋以外，北太平洋地区与青海东部春季降水关系密切的是前一年 11 月（图略）。因此，前一年春季的赤道东太平洋海温和秋季的北太平洋海温对青海东部的春季降水有指示意义。

4 春季降水与北半球 500 hPa 高度场的相关

青海东部降水与北半球 500 hPa 高度场的相关分析有过不少研究^{①②}，但由于受到计算条件和资料的限制未能进一步深入普查。这次我们利用青海东部 13 个站春季降水经 EOF 展开后的第一时间系数与前期 500 hPa 北半球高度场的 576 个网格点求取相关。从 4—6 月的前一个月即 3 月份开始向前计算到前一年的夏季，结果显示青海东部春季降水与前一年 11 月、12 月和当年 3 月 500 hPa 高度场某些特定地区的相关最好。现分别叙述如下：前一年 11 月份，亚洲大陆东北部经白令海到阿拉斯加以北是一个大范围的正相关区，西太平洋到北美大陆东海岸是一个强的负相关区，相关系数均达到 ± 0.5 以上，显著性水平为 0.01；乌拉尔山以西的欧洲大陆和北美大陆西海岸为正相关区，英伦三岛到地中海西部为负相关区（见图 5）。春季降水与前一年 12 月北半球 500 hPa 高度场相关系数的地理分布和 11 月份有很大的相似性（图略），但在西太平洋的负相关区却扩展到西北太平洋地区，由此可见太平洋冬季 500hPa 高度场特征对我省春

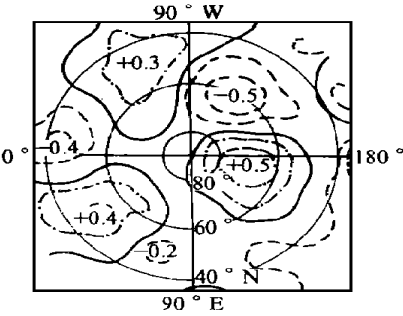


图 5 青海省东部春季降水第一时间系数与前一年 11 月 500 hPa 高度的相关

Fig. 5 Correlation between the time coefficient of the first characteristic vector for spring precipitation in eastern Qinghai and the 500 hPa height in November of last year.

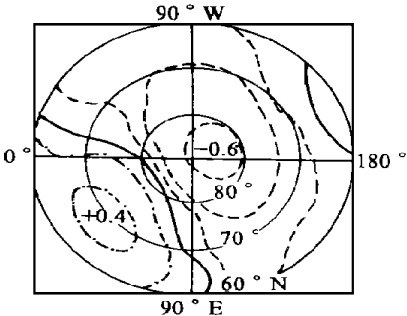


图 6 青海省东部春季降水第一时间系数与当年 3 月 500 hPa 高度的相关

Fig. 6 Correlation between the time coefficient of the first characteristic vector for spring precipitation in eastern Qinghai and the 500 hPa height in March.

① 吴永森、季鼎祥，西风环流指数距平和高度距平分布动态图在长期预报中的应用，青藏高原气象论文选编，1974 年。
② 青海省气科所天气室，青海省东部春季干旱和汛期降水，青海省气象科学技术报告，1988 年。

季降水具有指示性。联系到前面对太平洋海温与我省东部春季降水的相关分析所得到的结果,可以得到这样的结论:赤道太平洋的海温和整个太平洋的 500 hPa 高度场特征与我省东部春季降水有着明显的某种内在联系。

与我省东部春季降水更为显著的是 3 月份 500 hPa 高度场特征,但和前一年 11 月、12 月的相关又有着明显的差异,相关系数最大的地区集中在欧亚大陆和北美大陆到北极地区。我们从图 6 中可以看出:从亚洲大陆东北部一直伸展到北美大陆北部和格陵兰地区均为显著的负相关区,且跨越北极呈南北向分布,相关系数达 -0.6 以上,显著性水平为 0.001 ;而西欧的北部为明显的正相关区,相关系数最大中心为 0.5 ,说明 3 月份极涡强度及其伸展位置对我省春季降水有比较好的指示意义。

下面以 1964 年春季我省多雨和 1966 年春季少雨为例,进一步说明春季前期 11、12 和 3 月环流特征与后期降水的关系。1963 年 12 月和 1965 年 12 月太平洋地区 500 hPa 距平图(图略)在西太平洋是截然相反的,而后一年的 1964 年春季我省东部降水显著偏多,1966 年春季我省东部发生严重干旱。从 1964 年和 1966 年 3 月北极附近地区的 500 hPa 环流形势图(图略)中可以明显地看出 1964 年极涡呈双涡型,并分别位于亚洲大陆东部和北美大陆西部,而 1966 年 3 月份的极涡位置和 1964 年有很大差异。这说明前面所作的相关分析得出的结论与大气环流形势是一致的。

5 结 论

(1) 青海东部春季降水经 EOF 展开后,其主要特征向量反映了青海东部春季降水的主要特点。其时间系数则表征了逐年降水量的变化情况,第一特征向量的时间系数可以作为表征青海东部春季的旱涝指数。

(2) 青海东部春季降水与同期北太平洋地区、赤道东太平洋地区和热带西太平洋地区海温存在明显的遥相关。前一年春季的赤道东太平洋海温和秋季的北太平洋海温对青海东部的春季降水有指示意义。

(3) 通过对青海东部春季降水与北半球 500 hPa 高度场的相关分析,发现冬季太平洋地区 500 hPa 高度场以及 3 月份 500 hPa 极涡强度和伸展位置对青海东部春季降水有较好的指示意义。

参 考 文 献

- [1] 朱炳瑗、李栋梁,热带太平洋海温与中国西北夏季降水的关系,气象学报,1991 年,第 49 卷,第 1 期,21—28 页。
- [2] ENSO 监测小组,厄尔尼诺事件的划分标准和指数,气象,1989 年,第 15 卷,第 3 期,37—38 页。
- [3] 魏风英、郝跟成,多元模糊回归分析在长江流域旱涝趋势预测中的应用,气象,1991 年,第 17 卷,第 12 期,8—12 页。
- [4] 曹鸿兴、陈国范,模糊集方法及其在气象中的应用,北京:气象出版社,1988 年,307—313 页。

THE CORRELATION ANALYSES BETWEEN THE EMPIRICAL ORTHOGONAL FUNCTION CHARACTERISTICS OF THE SPRING PRECIPITATION IN EASTERN QINGHAI WITH SST AND 500 hPa HEIGHT

Qin Ningsheng Wu Yongsen

(*Qinghai Institute of Meteorological Sciences Xining, Qinghai 810001*)

Abstract: Based on the analyses of EOF characteristics by using precipitation from April to June at 13 weather stations in eastern Qinghai, temporal and spatial features of spring precipitation in this region are given. The time coefficient of the main characteristic vector has remotely correlation with Pacific SST during the same period. Meanwhile, using the time coefficient of the first characteristic vector as the drought flood index in spring in eastern Qinghai, we investigated the correlation between it with the previous Pacific SST and 500 hPa height. The results show that the equatorial eastern Pacific SST in spring of last year and the 500 hPa height over Pacific ocean in winter have instructive significance for the spring precipitation forecasting in eastern Qinghai.

Key words: Eastern Qinghai; Spring precipitation; EOF; Correlation Analyses.