

异常特征分析^①王宝鉴^{1,2} 黄玉霞³ 何金海²

(1. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 730020;

2. 南京气象学院大气科学系; 3. 甘肃省专业气象台)

提 要

利用西北(区)168个测站 1961~2000 年 6~9 月月平均降水与温度资料,运用 EOF、REOF、小波分析等诊断方法分析了近 40 年 6~9 月降水异常特征,同时分析了旱涝变化。结果表明:(1)西北区 6~9 月降水受大尺度天气系统影响,降水空间异常分为 7 个气候异常区;(2)各异常区代表站降水的时间演变特征、不同年代所盛行的主要周期均有所差异;(3)渭水流域区、高原区旱涝变化位相基本一致,进入 90 年代,变干是各区平均气候变化的普遍特征。

关键词: 降水 REOF 小波分析 旱涝指数

引 言

中国西北地区(甘、青、宁、陕、新),地处欧亚大陆腹地,位于青藏高原北侧和东北侧,是全球同纬度最干旱的地区之一,降水是一地水分收支的主要来源。受青藏高原动力与热力作用、西风带及东亚夏季风的影响,降水的时空分布差异很大,降水主要集中在 6~9 月,约占年降水的 60% 以上,降水的多寡将在很大程度上影响着社会经济的发展。由于 6~9 月降水对全年贡献较大,因此研究 6~9 月降水的异常特征具有实际意义。

1 资料和方法

资料:降水、气温选用中国西北五省区(陕、甘、宁、青、新)168 个测站 1961~2000 年 6~9 月月平均降水和月平均温度。

方法:首先对降水资料进行经验正交分解(EOF),再对前 10 个载荷向量及其主成分进行旋转(累积方差贡献大于 68%),得到西北区 6~9 月的降水异常分区;其次,运用小

波分析法对各异常区代表站降水周期进行分析;第三,运用国家气候中心业务化的干旱指数^[1],分析各区旱涝的演变,其中单站干旱指数:

$$I_k = Z - \alpha \times \frac{T - \bar{T}}{\sigma_T} \quad (1)$$

区域干旱指数:

$$D_k = \frac{2}{m} \sum_{j=1}^m I_k \quad (2)$$

式中, Z 为某时段标准化降水指数, T 为某时段气温, σ_T 气温标准差, α 为气温权重系数,取 0.2。

2 西北地区 6~9 月降水的异常特征

对西北区 6~9 月的降水量场进行主成分和旋转主成分分析,表 1 给出旋转前后方差贡献率。首先分析用以揭示降水量场整体空间异常结构的前 3 个特征向量场。

第一特征向量,西北大部分地区呈正值分布,特征值大值区域在高原东部的陕、甘、

① 由甘肃省科技攻关计划项目“西北干旱成因及其应用”(CGS012-A45-118)资助。

表1 旋转前后前10个特征向量
对总方差的贡献率(%)

序号	旋转前		旋转后	
	方差贡献	累积方差贡献	方差贡献	累积方差贡献
1	21.23	21.23	15.95	15.95
2	11.58	32.81	7.23	23.18
3	8.95	41.76	12.02	35.2
4	5.58	47.34	5.0	40.19
5	4.85	52.19	5.17	45.36
6	3.93	56.12	4.88	50.24
7	3.13	59.25	6.88	57.12
8	3.3	62.55	3.46	60.58
9	2.93	65.48	3.42	64.0
10	2.76	68.24	4.24	68.24

宁交界区,中心位于甘肃的静宁,这里是西北地区降水变率最大、旱涝异常的敏感地区,占总体方差的21.23%,说明6~9月降水受大尺度气候异常的影响。

第二特征向量,揭示了甘肃中部、宁夏、陕北与西北区其它地区降水相反的变化趋势,占总体方差的11.58%。正值区位于甘肃河东、宁夏和陕西,中心位于陕西佛坪,西北区其余地区为负值区,负值中心位于新疆柯坪。表明甘肃中部、宁夏、陕北与西北区其它地区6~9月降水受不同天气气候系统影响。

降水量场南北相反的变化趋势是降水异常的第三空间特征,占总体方差的8.95%。青海南部、甘肃南部、陇东及陕西大部分地区为正值区,正值中心位于青海的杂多,西北区其余地区为负值区,负值中心位于甘肃的金塔。青藏高原作为全球最大和最高的高原大地形,其南侧有来自相邻的印度洋、南海等地区的异常显著的暖湿气流及其水汽输送^[2],西北区东南部位于东亚夏季风水汽输送带的边缘,因此降水明显偏多。

为了进一步说明西北地区降水各地域的气候特点,在以上主成分分析的基础上,取前10个载荷向量及对应的主成分参加旋转,由前6个旋转载荷向量得到6~9月降水的7个空间异常气候区。

第Ⅰ区,渭水流域区。旋转载荷量大值区位于甘肃东部~陕西中部的渭水流域,这

里是西北地区雨季较长,雨量较大的地方,中心值达0.89,代表站为甘肃的西峰。

第Ⅱ区,河西走廊区。旋转载荷量大值区位于河西走廊,中心值达-0.84,代表站为甘肃的高台。

第Ⅲ区,高原东侧区。旋转载荷量大值区位于甘肃中部、宁夏、陕北,中心值达-0.84,代表站为甘肃的兰州。

第Ⅳ区,北疆区。旋转载荷量大值区位于北疆,中心值达-0.83,代表站为新疆的青河。北疆由于青藏高原和天山的阻挡,主要受西风带环流系统影响,水汽来源及降水的影响系统明显不同于西北地区东部。

第Ⅴ区,高原区。旋转载荷量大值区位于青藏高原的黄河、长江源头地区,中心最大值达0.84,代表站为青海的恰卜恰。

第Ⅵ区,陕南区。旋转载荷量大值区位于陕西南部,中心值达-0.77,代表站为陕西的石泉。陕南异常区是西北雨季最长、降水量最大的地方,降水异常受东亚副热带季风强度和位置的影响。

第Ⅶ区,南疆区。这里是西北地区降水量最少的地方,由于该区降水特少,讨论降水异常意义不大,因此在下文中不再分析。

综上,西北降水的异常区可分为渭水流域区、河西走廊区、高原东侧区、北疆区、高原区、陕南区 and 南疆区等7个区(图1)。与文献[3]比较,前6个旋转载荷量所占方差贡献有所增加,达到50.24%,前7个降水异常区出现的前后次序也有明显的变化。

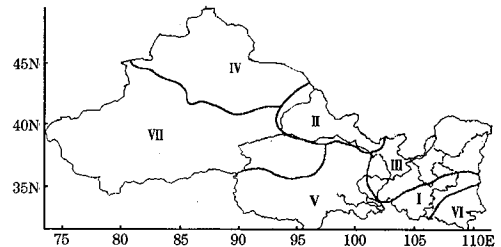


图1 西北区近40年6~9月降水分区

3 各异常区代表站6~9月降水的时间演变特征

3.1 降水的年代际变化趋势

以各异常区代表站降水量的距平百分率序列及其线性、6阶演变趋势分析各区降水的时间演变特征。

从线性变化上看,受西风带影响的河西走廊区的高台及北疆区的青河自建站至今总体呈上升趋势,其中青河近40年6~9月降水增多近3成;高原东侧区的兰州及高原区的恰卜恰则基本无增减;东南夏季风边缘地带的渭水流域区的西峰与陕南区的石泉总体呈下降趋势,其中西峰下降趋势较明显,至2000年6~9月降水量偏少了近1成。

从6阶演变趋势看,河西走廊区的高台1953~1960年降水量处于下降阶段,1961~1974年降水有明显的增加,此后的20年降水基本维持在平均水平,1997年后又明显减少。北疆区的青河(图2a)1963~1970年降水处于上升阶段,1971~1980年为下降阶段,1981~1990年则又呈上升趋势,至1990年降水增加近5成,此后又处于下降阶段。高原东侧区的兰州,50~60年代初处于下降阶段,此后至90年代初无明显的增减趋势,90年代以后则呈明显的增加趋势。高原区的恰卜恰6阶演变不明显。渭水流域区西峰(图2b)的降水50~60年代初呈上升趋势,

此后至90年代初无明显的增减趋势,90年代以后则呈明显的下降趋势。陕南区的石泉基本上也呈谐波变化,其中1965年、1983年达峰值,1983年偏多2成多,而谷底分别为1972年和1995年,其中1995年偏少2成多,目前正处于显著的上升阶段中。

3.2 各异常区代表站6~9月降水的周期分析

用小波分析法对以上各异常区代表站近40年的主要降水周期进行了分析,小波指数为正表示处于多雨周期,反之处于少雨周期。

分析发现,50、60年代西峰降水周期振荡不明显(图3a),70年代有4~5年的短周期振荡,1980~1995年为2~4年,1995年以后这种短周期不很明显了,同时西峰降水在1975年后还存在16~18年的长周期振荡。河西走廊区的高台降水的长周期变化在50~70年代及90年代后比较显著,分别为12~14年和14~16年;短周期变化在70~80年代中期以4~6年最为明显,其他年份这种高频变化不明显,目前正处于少雨期。高原东侧区的兰州1965~1990年存在14~16年

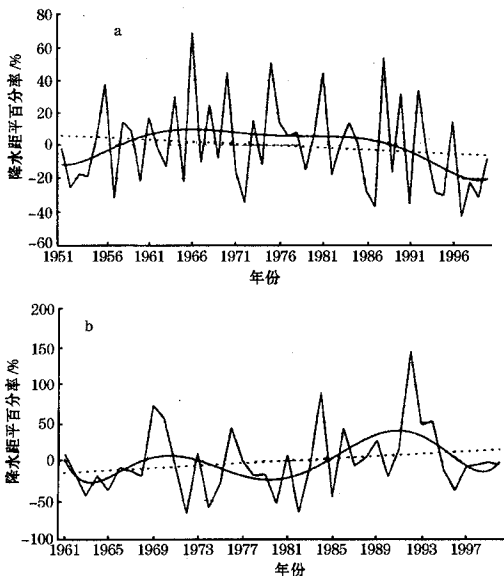


图2 西峰(a)、青河站(b)降水距平百分率及线性(虚线)、六阶(实线)主值函数趋势

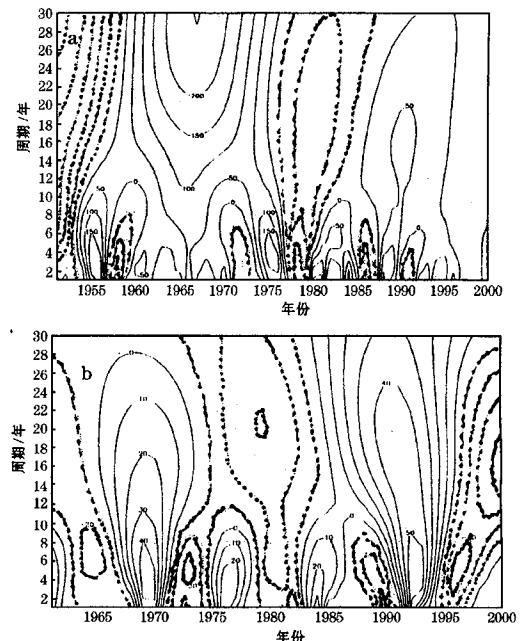


图3 西峰(a)、青河站(b)6~9月降水的小波指数分布

的长周期;60年代以前有6年的短周期,1960~1985年还存在显著的3年周期,这一点与许多研究结果一致,而80年代以后这种3年短周期就不很显著了。北疆区的青河(图3b)存在较显著的20年左右长周期和6年左右的短周期。高原区的恰卜恰1965年前14~16年的较长周期振荡比较明显,1968~1990年之间则存在8~10年振荡。石泉60年代周期振荡不显著,70年代的振荡以4~6年的短周期为主,长周期变化不明显;1980年后振荡以14~16年的长周期为主,短周期变化不明显。

4 各异常区6~9月干旱指数的年代际变化趋势

通过分析各异常区的干旱指数发现(表略),60年代渭水流域区、高原东侧区降水偏多,其中渭水流域区10年中有6(年)涝3(年)旱1(年)正常,高原东侧区10年中有5(年)涝4(年)旱1(年)正常,这说明就平均气候态而言,渭水流域区、高原东侧区以湿润为主,其它各区降水正常到偏少,平均气候呈干旱状态。70年代,渭水流域区、高原东侧区、陕南区降水偏多,10年中有5(年)涝4(年)旱1(年)正常,这说明这三区平均气候以湿润为主要特征,其它各区以干旱状态为主要特征。80年代的10年中渭水流域区、陕南区降水偏多,其中渭水流域区、陕南区10年

中有7(年)涝3(年)旱,这说明就平均气候态而言,这二区的湿润气候最为显著,其它各区以干旱气候最为显著。进入90年代,变干是各区平均气候变化的普遍特征,这与文献[3,4]的研究结果一致。

可以看出,渭水流域区、高原区东侧旱涝变化位相基本一致,其它5区不一致。

5 小结与讨论

(1)西北地区6~9月降水受大尺度气候异常的影响,当第一特征向量为正时,表现为全区一致的多雨,反之少雨;其降水空间异常可分为7个气候区(异常型)。

(2)各异常区代表站降水的时间演变特征、不同年代所盛行的主要周期均有所差异。

(3)渭水流域区、高原区东侧旱涝变化位相基本一致,其它5区不一致,进入90年代后各区干旱化趋势明显。

参考文献

- 1 国家气候中心. 全国气候影响评价. 北京:气象出版社, 2002:12~13.
- 2 徐祥德,陶诗言,王继志. 青藏高原~季风水汽输送“大三角扇型”影响域特征与中国区域旱涝异常的关系. 气象学报. 2002,60(3):257.
- 3 李栋梁,谢金南,王文. 中国西北夏季降水特征及其异常研究. 大气科学. 1997,21(3):331~340.
- 4 谢金南,周嘉陵. 西北地区中、东部降水趋势的初步研究. 中国西北干旱气候变化与预测研究. 北京:气象出版社,2000:9~15.

Analysis of Precipitation Characteristics from June to September in Northwest China for Last 40 years

Wang Baojian^{1,2} Huang Yuxia³ He Jinhai²

(1. Institute of Arid Meteorology, CMA, Lanzhou 730020;

2. Department of Atmospheric Science, NIM; 3. Gansu Professional Meteorology Observatory)

Abstract

With EOF and ROEF and wavelet analysis, the abnormal characteristics and the evolution rule in Northwest China are studied on the basis of the precipitation and temperature data of June - September for the period 1961 - 2000 collected from 168 stations. The results show: (1) The abnormal characteristics of precipitation in Northwest China is affected by the same large-scale synoptic system, the precipitation abnormal area can be divided into seven regions. (2) The changes with time and periods of precipitation at each station are not the same. (3) The trend changes of drought is same at the first and the third region, the others are not the same.

Key Words: precipitation rotated principal component analysis numerical experiment wavelet analysis drought/flood index