

宁夏六盘山区多年降水的时空变化分析

陈海波^{1,2}, 严华生², 陈文¹, 杜鑫¹

(1. 宁夏固原市气象局, 宁夏 固原 756000; 2. 云南大学大气科学系, 云南 昆明 650091)

摘要: 选用宁夏六盘山区 4 个代表测站自建站以来至 2007 年的各月降水资料, 用回归、周期和突变分析等统计方法进行分析, 揭示了其多年时空变化规律。通过分析, 得出了其季、年线性变化趋势和年变化周期及突变点, 发现各区域降水存在着不同的变化规律, 年降水均呈减少趋势, 存在准 14 a、11 a 等变化周期, 并发生了多次突变。

关键词: 降水; 变化; 分析; 六盘山区

中图分类号: P468.0⁺24

文献标识码: A

引言

中国西北地区气候由暖干向暖湿转型是近年来气候变化研究领域的热点^[1-4]。西北东部地区是海洋暖湿气流进入西北内陆的“门户”, 是维系西北内陆地区空中水汽输送的关键区^[5]。王绍武对中国西部 100 多 a 降水量的变化进行了研究; 于淑秋等通过对我国西北地区近 50 a 降水和气温的研究发现, 我国西北地区在全球增温的大背景下, 近 10 多 a 来温度和降水都有明显的上升^[6-7]; 施雅风等提出了我国西北气候可能从 20 世纪的暖干向暖湿转型^[8]; 李栋梁等的研究指出, 在全球气候变暖的同时, 我国西北地区的气候呈西湿东干的分布型态^[9]。

王佩等利用泾河流域周边 14 个气象站点资料, 分析了近 45 a 来气温、器皿蒸发量的时空变化特征^[10]。孙永亮等利用青海湖流域内刚察气象站 1958~2001 年的逐日降水和气温资料, 分析了流域内的气候变化特征^[11]。蒲云锦等分析表明新疆石河子近 40 a 降水量呈上升趋势^[12]。范丽红等指出近 40 a 石河子地区气候具有暖湿化特征^[13]。朱拥军等指出 1990 年代甘肃天水降水持续 7 a 出现偏少甚至特少, 造成严重水资源短缺^[14]。张小明等对祁连山近 45 a 降水异常分析得出祁连山区年降水及各类雨日数分布差异显著与祁连山区独特的地形地貌有关^[15]。陈乾等分析表明 2006 年夏季祁连山

南坡的总降水量比北坡同高度约多 44%, 而气候平均状况北坡大于南坡^[16]。

地处西部地区东部的宁夏特别是宁夏六盘山地区气候更有其变化的独特性。李艳春等曾以宁夏北部地区近百年来的年降水量、贺兰山近百年树木年轮指数、气温距平资料以及各站自有仪器观测以来的温度、降水资料为基础, 分析了宁夏近百年来气候变化的阶段性和突变特点^[17-18]。郑广芬等对近 40 多 a 来宁夏气温、降水、小型蒸发皿蒸发量的变化进行了分析, 指出秋季降水量的年代际变化特征较明显, 在 1978 年发生转折^[19]。苏占胜等对宁夏南部半干旱山区山地的气温和相对湿度进行了分析^[20]。张智等的研究只是利用 2 个典型站的资料就气候变暖对六盘山区气候的影响进行了初步的探讨^[21]。

不同区域气候变化的程度除了与全球气候变化的大背景有关外, 还与区域的地形、地貌、相对地理位置以及下垫面状况等有着非常直接的关系^[22]。李艳春等的研究^[17-21], 偏重于对宁夏川区气候资料的研究, 对具有独特变化特点的宁夏南部六盘山区没有深入探讨, 前人的研究对此重点区域气候变化特别是降水的变化探究甚少。

六盘山区地处西部地区东部, 位于宁夏、甘肃、陕西交界地带, 逶迤 200 余 km, 由南到北气候从半湿润区、半干旱区过渡到干旱区, 是中国典型的农牧交错带和生态脆弱带。主峰米缸山海拔 2 942 m, 既

是关中平原的天然屏障,又是北方重要的分水岭,黄河水系的泾河、清水河、葫芦河均发源于此。六盘山是西北重要的水源涵养林基地,被誉为黄土高原上的“绿岛”和“湿岛”、生物资源的“基因库”、“天然动物植物园”。六盘山区大部是雨养农业区^[23],是国家重点贫困地区,生态环境变化和人类活动对气候变化特别是降水的变化十分敏感。研究地处中国西北地区东部的宁夏六盘山区气候变化对研究中国西北地区气候转型非常有意义。对六盘山区多年降水变化趋势进行分析,探索其变化规律,对六盘山区退耕还林草和人畜饮水安全也具有重要的指导作用。

1 资料与方法

1.1 资料

选取宁夏六盘山区东麓的泾源站、西麓的隆德站、北侧的固原站和山顶的六盘山站作为六盘山区不同方位的代表站,使用这 4 个代表测站从 1960 年(六盘山站自 1971 年起)至 2007 年的逐月降水资料,并对上述 4 个代表站的降水资料序列进行算术平均,作为整个六盘山区的降水资料序列。同时,将资料处理成冬(前一年 12 月至当年 2 月)、春(3~5 月)、夏(6~8 月)、秋(9~11 月)4 个季节的降水量,以及年(1~12 月)降水量。

1.2 方法

首先利用线性回归方法,对六盘山区分不同区域按春、夏、秋、冬季进行变化趋势分析,之后分析其年变化趋势。接着对整个区域降水进行合成平均,利用线性回归方法分季节和年变化对其进行趋势分析,进一步通过功率谱方法对区域年平均降水进行周期分析,利用 Mann-Kendall 方法进行突变分析。

气候变量的线性变化趋势即线性倾向估计是用 y_i 和 x_i 之间的一元线性回归方程:

$$\hat{y}_i = a + bx_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

\hat{y}_i 表示样本量为 n 的某一气候变量, x_i 表示 y_i 所对应的时间。它是用一条合理的直线表示 y 与时间 x 之间的关系。 b 是回归系数, a 为回归常数,可用最小二乘法估计^[24]。回归系数 b 的符号表示气候变量 y 的趋势倾向,当 b 为正(负)值时,说明随时间 x 的增加 y 呈上升(下降)趋势, b 值的大小反映了上升(下降)的速率。

利用谱分析对年降水资料序列进行周期分析,谱分析是时间序列在频域上进行分析的方法^[25]。不同时间尺度下的波谱系数,可以反映系统在该时间尺度下旱、涝变化特征。用傅里叶变换对序列求功率谱,功率谱图可以显示不同频率振动的功率大小,同时也是方差贡献的大小,因而可以从谱曲线中的谱值最大点来确认主要振动及其对应的周期,具体算法见文献^[26]。

采用非参数检验法(Mann-Kendall 法)^[27]对六盘山区多年降水资料序列进行突变检验。Mann-Kendall 法是一种非参数统计检验方法,其优点是不需要样本遵从一定的分布,也不受少数异常值的干扰,计算比较方便。在气候序列平稳的前提下,对于具有 n 个样本量的时间序列 x ,构造一秩序列:

$$s_k = \sum_{i=1}^k r_i \quad (k = 2, 3, \dots, n)$$

$$r_i = \begin{cases} +1 & \text{当 } x_i > x_j \\ 0 & x_i \leq x_j \end{cases} \quad (j = 1, 2, \dots, n);$$

在时间序列随机独立的假定下,定义统计量:

$$UF_k = \frac{[s_k - E(s_k)]}{\sqrt{Var(s_k)}} \quad (k = 1, 2, \dots, n)$$

其中 $UF_1 = 0$, $E(s_k)$ 、 $Var(s_k)$ 是累计数 s_k 的均值和方差。

按时间序列 x 逆序 x_n, x_{n-1}, \dots, x_1 ,再重复上述过程,同时使 $k = n, n-1, \dots, 1$, $UB_1 = 0$ 。分析绘出 UF_k 、 UB_k 曲线。如果 UF_k 、 UB_k 2 条曲线出现交点,那么交点对应的时刻便是发生突变的时间。

2 结果与分析

2.1 各区域降水的季节变化

2.1.1 春季

从图 1 中可以看出,六盘山区东麓、西麓、北侧和山顶区域多年春季降水变化线性斜率为负,均为减少趋势,西侧斜率略小,其它地区相近。春季降水减少与整个西北的春季平均降水增加的趋势^[28]相反。降水的减少使得六盘山区春旱加剧,常导致冬春夏 3 季连旱。最大春季降水值出现在 1967 年的东麓达 258.3 mm,比常年偏多 135%,最小值出现在 1995 年的西麓,仅为 25.9 mm,比常年偏少 70%。

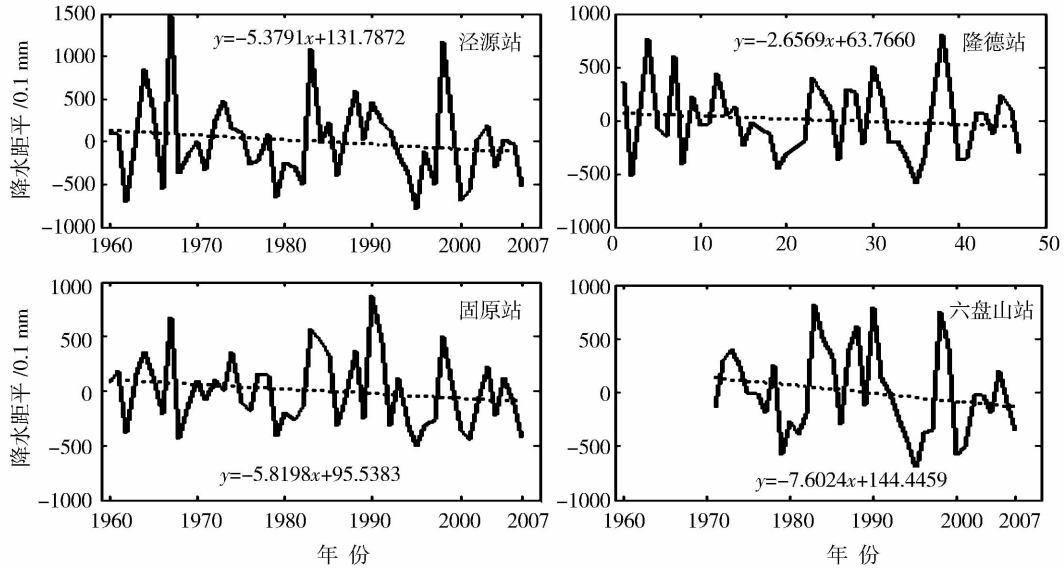


图1 六盘山区东、西麓、北侧和山顶春季降水距平变化(单位:0.1 mm)

Fig.1 The spatial (eastward, westward, norward and peak) variation of precipitation departure in spring in the period of 1960 – 2007 over the Liupan mountain area (Units:0.1 mm)

2.1.2 夏季

从图2中可以看出,六盘山区各区域夏季多年降水趋势变化不一致,东麓有缓慢增加的趋势,而西麓、北侧和山顶区域多年夏季降水有减少趋势。西麓和山顶负斜率较大,山顶减少趋势最为显著。东麓降水增加与迎风坡在全球气候变暖背景下局地暴雨发生次数增多等有直接的关系,这与近几年观测到的东麓夏季中小尺度降水天气过程频发的实际相

符。最大夏季降水值出现在1992年的东麓达573.9 mm,比常年值偏多65%,最小值出现在1982年的北侧,仅为108.0 mm,比常年偏少57%。

2.1.3 秋季

从图3中可以看出,六盘山区东麓、西麓、北侧和山顶区域多年秋季降水均有减少趋势,且递减变化较为剧烈,特别是北侧的固原站,负斜率最大。但也发现进入2000年以后,秋季降水有逐渐增加的趋势。

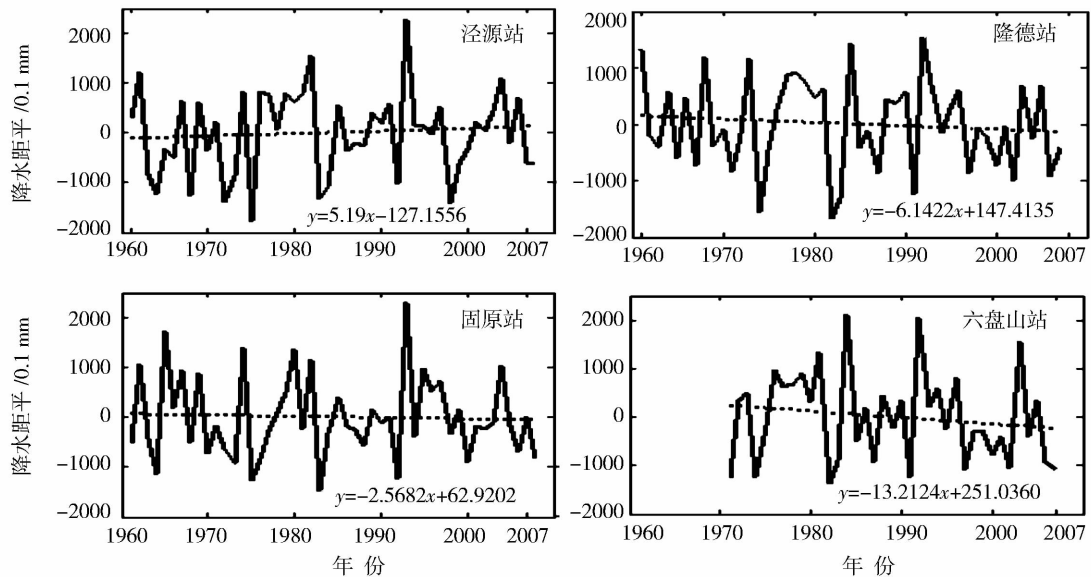


图2 六盘山区东、西麓、北侧和山顶夏季降水距平变化(单位:0.1 mm)

Fig.2 The spatial (eastward, westward, norward and peak) variation of precipitation departure in summer in the period of 1960 – 2007 over the Liupan mountain area (Units:0.1 mm)

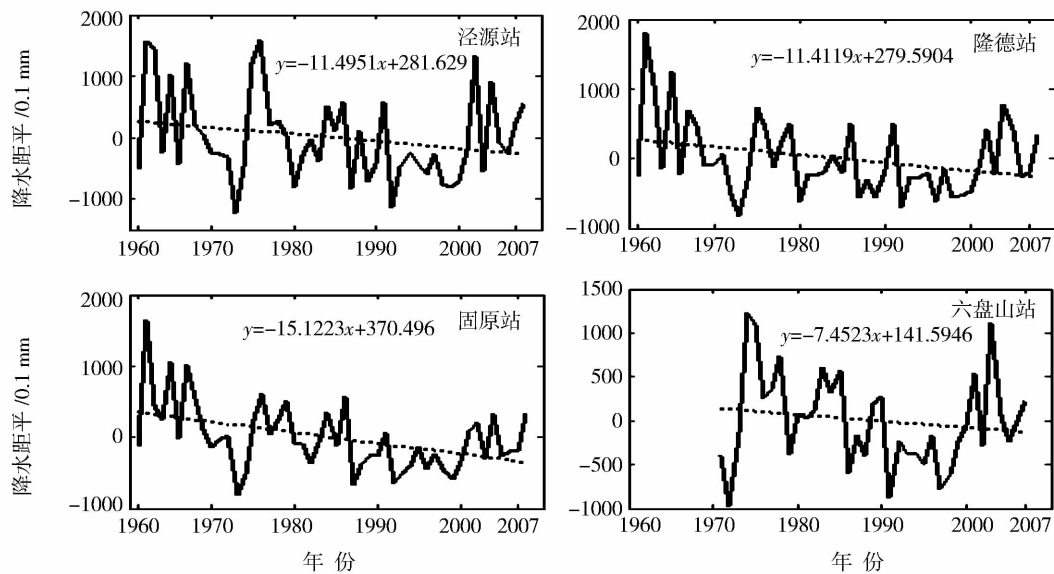


图3 六盘山区东、西麓、北侧和山顶秋季降水距平变化(单位:0.1 mm)

Fig. 3 The spatial (eastward, westward, norward and peak) variation of precipitation departure in autumn in the period of 1960 – 2007 over the Liupan mountain area (Units:0.1 mm)

势。最大秋季降水值出现在 1975 年的东麓达 323.3 mm,比常年值偏多 96%,最小值出现在 1972 年的北侧,仅为 26.7 mm,比常年偏少 75%。

2.1.4 冬季

由图 4 可以看出,六盘山区东麓、西麓和北侧区域多年冬季降水均有增加的趋势,只有山顶为弱的

减少趋势。最大冬季降水值出现在 1989 年的山顶达 56.7 mm,比常年值偏多 127%,最小值出现在 1998 年的北侧,仅为 0.5 mm,比常年偏少 94%。

总的说来,六盘山区东麓、西麓和北侧 4 季降水变化较为剧烈,变化幅度较大,但山顶降水序列变化较为平稳,幅度较小。

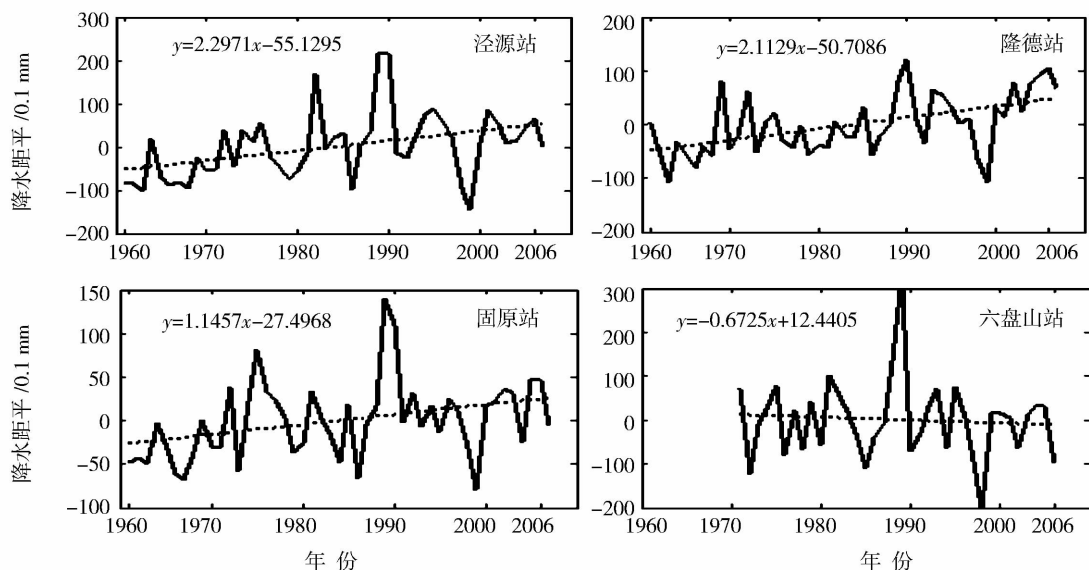


图4 六盘山区东、西麓、北侧和山顶冬季降水距平变化(单位:0.1 mm)

Fig. 4 The spatial (eastward, westward, norward and peak) variation of precipitation departure in winter in the period of 1960 – 2007 over the Liupan mountain area (Units:0.1 mm)

2.2 各区域降水的年际变化

从图5中可以看出,六盘山东、西麓和山顶、北侧区域多年降水距平线性斜率均为负值,均为减少趋势,但减少幅度不同。东麓的线性斜率小于西麓和北

侧及山顶。最大年降水值出现在1984年的山顶达945.6 mm,比常年偏多47%,次大值出现在1961年的东麓达918.8 mm,比常年偏多44%,最小值出现在1972年的北侧,仅为282.1 mm,比常年偏少37%。

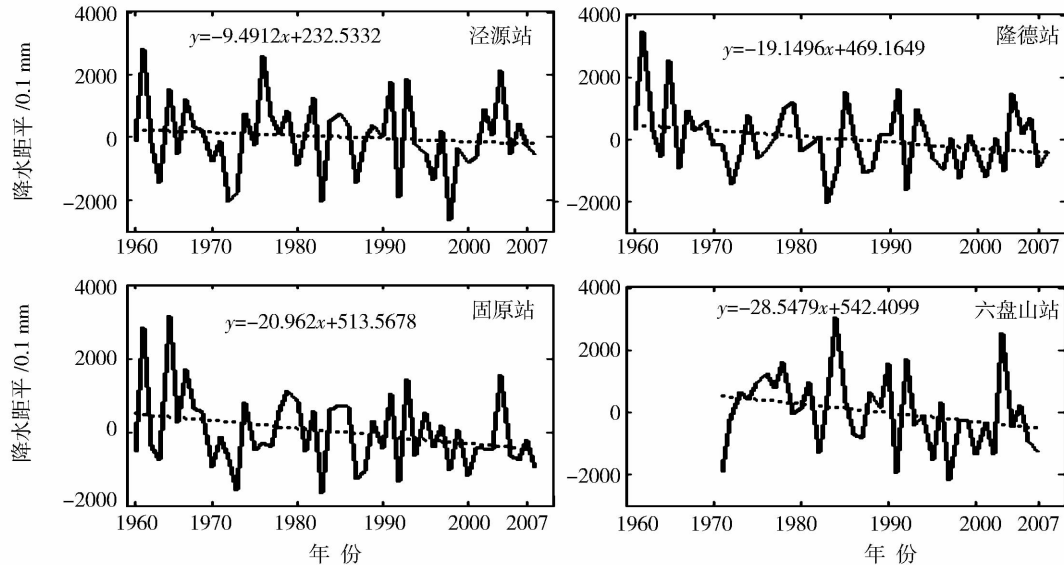


图5 六盘山区东、西麓、北侧和山顶多年降水距平变化(单位:0.1 mm)

Fig.5 The annual spatial (eastward, westward, norward and peak) and temporal variation of precipitation departure in the period of 1960 - 2007 over the Liupan mountain area (Units:0.1 mm)

2.3 全区域平均降水变化

2.3.1 趋势

为了探求整个六盘山区的平均降水变化规律,对六盘山区东麓、西麓、北侧和山顶4个代表站的降水资料合成平均,得到六盘山区多年平均降水资料序列。正如魏锋等^[29]研究指出的西北东部区的多雨期在4月中旬至10月中旬,宁夏六盘山区降水月分布极不平衡,降水主要集中在6~9月。六盘山区夏季降水量占到全年降水量的一半以上,达56%,秋季降水量占到25%,春季降水量占到17%,冬季降水量只占2%。而且各季降水量占年降水量的百分比在不同年代也有较大不同。

20世纪60年代春季到冬季降水量占全年降水的百分比分别为17.1%、51.4%、30.2%和1.3%,70年代分别为16.6%、55.8%、25.0%、2.5%,80年代分别为18.2%、55.5%、23.0%、3.3%,90年代分别为18.2%、60.6%、18.4%、2.8%,2000年代分别为14.3%、54.7%、27.8%、3.2%。春季降水量占年降水量的百分比在20世纪80年代和90年代达到最大值,进入2000年代迅速减少到14.3%,比多年平均少近3个百分点。夏季降水量占年降水

量的百分比先呈递增趋势,在20世纪90年代达到最大值60.6%,进入2000年代后又减少为54.7%,略低于多年平均值。秋季降水量占年降水量的百分比先呈递减趋势,由20世纪60年代的30.2%减少到90年代的18.4%,进入2000年代后又迅速增加到27.8%,高于多年平均值近3个百分点。冬季降水量占年降水量的百分比基本上是递增趋势,由20世纪60年代的1.3%增加到80年代的3.3%,在90年代略有下降,进入2000年代后又回升到3.2%。

其区域平均的年、季降水量的年变化分布见图6。在1971年、1982年、1986年、1997年前后均有一个降水的显著低值期,在1961年、1964年、1978年、1984年、1990年、2003年前后均有一个降水的显著高值期。降水距平具有年代际的振荡变化。六盘山区年平均降水线性斜率为负,降水量呈递减趋势,递减率(表1)为10.8 mm/10 a,与同期西北大部降水增加的趋势^[30]相反,可见六盘山区的降水有其特殊变化规律。春季、秋季平均降水量均呈递减趋势,递减率分别为5.7 mm/10 a、6.5 mm/10 a。夏季降水在1990年代呈现增加趋势,但进入2000年以来,又转为减少,总的趋势是减少的,与西北大部变化趋势^[31]相

同。只有冬季平均降水呈递增趋势,递增率为 2.7 mm/10 a。总的看来,1960 年代多雨,秋季降水偏多,随后年降水逐步递减,1990 年代末降水最少,干旱增多,旱情严重,特别是秋季降水减少较多。夏季降水

呈现 2 峰 3 谷型,在 1970 年代末、1990 年代初有 2 个降水的高值期,2 个高值期前后为 3 个低值期。只有冬季降水呈递增趋势,对缓解北方沙尘天气有一定作用,但降水总量少,效果有限。

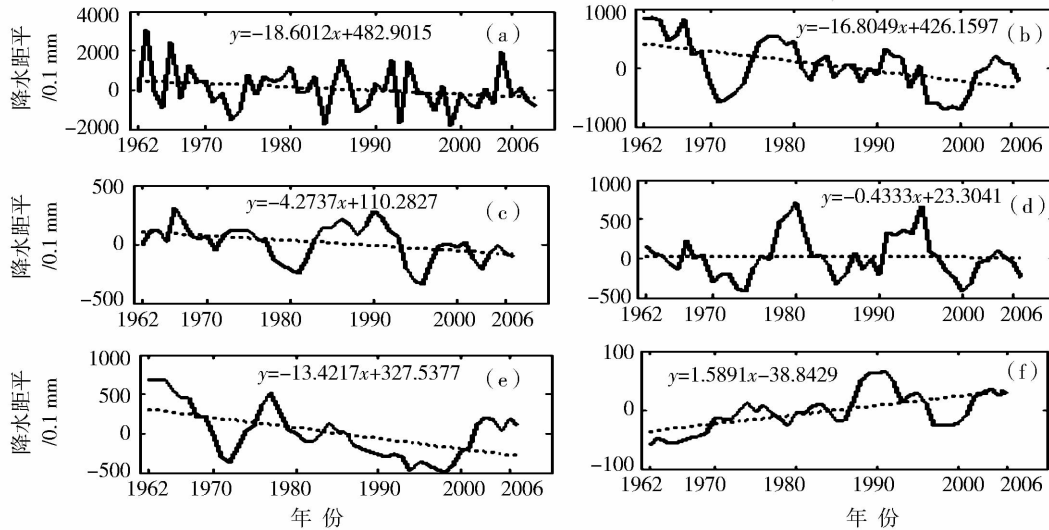


图 6 六盘山区年降水距平(a)、年降水距平 5 a 滑动平均(b)和春(c)、夏(d)、秋(e)、冬(f)季降水距平 5 a 滑动平均变化(单位:0.1 mm)

Fig. 6 The annual mean (a) and 5 - year running mean (b) of precipitation departure, and five - year running mean of precipitation departure in spring (c), summer (d), autumn (e), winter (f) in the whole area (Units:0.1 mm)

表 1 六盘山区年代际降水距平值(单位:0.1 mm)

Tab. 1 The decadal change of precipitation departure in the whole area(Units:0.1 mm)

	年降水距平	春季降水距平	夏季降水距平	秋季降水距平	冬季降水距平
1960 年代	536	91	27	445	-47
1970 年代	56	-9	37	42	-8
1980 年代	-67	60	-43	-97	30
1990 年代	-267	21	104	-393	-7
2000 年代	-160	-173	-152	139	29

2.3.2 周期

从前面的分析也可以看出,六盘山区降水具有年代际的振荡变化。对原序列去线性趋势后,利用傅氏变换求其不同周期的功率谱。最大落后步长取 $m = n/3, n$ 为降水序列样本容量,画出功率谱图 7。

从图 7 中可以看出,六盘山区多年降水具有准 14 a、11 a 的周期变化,还有弱的 1.8 ~ 2.8 a, 7 ~ 8 a 的周期。最显著的周期是准 14 a 的变化,11 a 的周期变化也较为明显(均通过 0.1 信度的红噪音检验),1.8 ~ 2.8 a 的周期变化较微弱,7 ~ 8 a 的周期变化不明显。

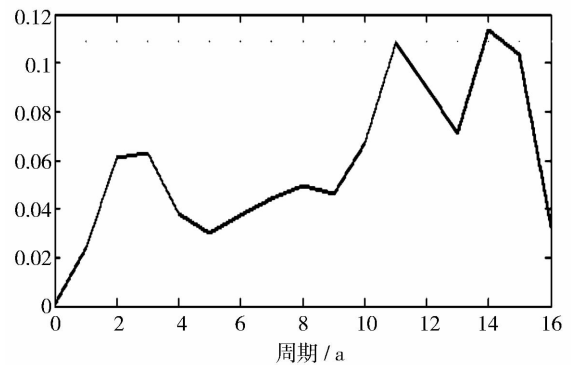


图 7 六盘山区年降水周期功率谱图

Fig. 7 The periodic power spectrum of annual precipitation in the whole area

2.3.3 突变

经过 Mann - Kendall 法检验,年降水时间序列变化较为剧烈,尤其是在 1974 年、1977 年、1980 年、1983 年、1986 年、1993 年、1997 年前后发生了明显的趋势改变,如图 8 所示。1980 年代降水趋势变化频繁,其中 1986 年的突变最为明显,与西北大部分地区降水突变点发生时间^[32]一致。

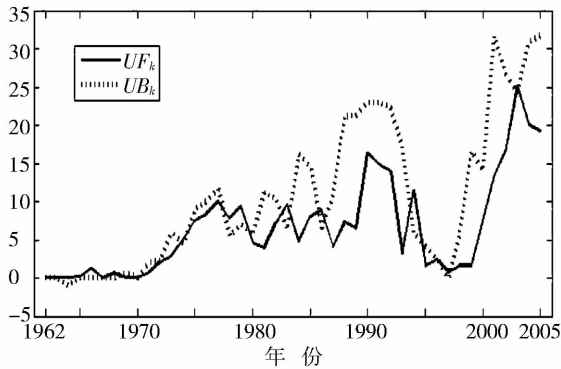


图8 六盘山区多年降水(5 a滑动平均)突变分析

Fig. 8 Mann - Kendall test for annual precipitation variation (5 years smooth average) in the whole area

3 结 论

(1)宁夏六盘山区夏季降水量占到全年降水量的一半以上,达56%,秋季降水量占到25%,春季降水量占到17%,冬季降水量只占2%,而且各季降水量占年降水量的百分比在不同年代也有较大的不同。在气候变暖的背景下,宁夏六盘山区年降水量呈减少的趋势。春、秋季各区域降水均呈减小趋势,夏季除东麓外其它区域降水呈减小趋势,冬季各区域降水除山顶外呈增加趋势。但年降水在2000年后有一定增加的趋势。

(2)宁夏六盘山区4季降水量的波动变化趋势略有不同,四季降水变化幅度均较大,但山顶降水变化幅度较小,序列较为平稳。从有仪器观测记录以来各季降水量的变化情况看:在1971年、1982年、1986年、1997年前后均有一个降水的显著的低值期,在1961年、1964年、1978年、1984年、1990年、2003年前后均有一个降水的显著的高值期。降水距平具有年代际的振荡变化。多年降水具有准14 a、11 a和1.8~2.8,7~8 a周期变化,其中准14 a、11 a周期变化较为显著。年降水量在1974年、1977年、1980年、1983年、1986年、1997年前后趋势发生了改变,尤其是在1986年前后发生了明显的突变。

(3)宁夏六盘山区多年降水呈减少趋势,春季减少明显,冬季略有增加,当地农业生产应充分考虑此变化,充分利用秋墒和冬季降水的增加,在作物布局上进一步扩大冬麦种植面积;针对春季降水减少,播种和出苗困难的实际,应进一步“压夏增秋”,减少夏粮种植面积,增加秋粮种植面积,同时采取抗旱新技术和有效措施,选用优质抗旱品种,积极适应和

应对气候变化。

本文对六盘山区各区域降水时间序列进行了统计分析,探求了其多年变化规律,但对其变化原因没有进行探讨。如前期大气环流异常、海温异常等影响西北地区降水的因子以及水汽输送通道等,这些影响因子具体与六盘山区降水的影响关系和物理机制还有待于进一步研究,这将是我们的下一步工作的重点。

参考文献:

- [1] 施雅风,沈永平,李栋梁,等. 中国西北气候由暖干向暖湿转型的特征和趋势探讨[J]. 第四纪研究,2003,23(2):151-163.
- [2] 陈隆勋,周秀骥,李维亮,等. 中国近80年来气候变化特征及其形成机制[J]. 气象学报,2004,62(5):635-646.
- [3] 魏文寿,高卫东,史玉光,等. 新疆地区气候与环境变化对沙尘暴的影响研究[J]. 干旱区地理,2004,27(2):137-141.
- [4] 杨绚,李栋梁. 中国干旱气候分区及其降水量变化特征[J]. 干旱气象,2008,26(2):17-24.
- [5] 任宏利,张培群,李维京,等. 中国西北东部地区春季降水及其水汽输送特征[J]. 气象学报,2004,62(3):365-374.
- [6] 王绍武,蔡静宁,慕巧珍,等. 中国西部年降水量的气候变化[J]. 自然资源学报,2002,17(4):414-422.
- [7] 于淑秋,林学椿,徐祥德. 我国西北地区近50 a降水和温度的变化[J]. 气候与环境研究,2003,8(1):9-18.
- [8] 施雅风,沈永平,胡汝骥,等. 西北气候由暖干向暖湿转型的信号、影响和前景初步探讨[J]. 冰川冻土,2002,24(2):219-226.
- [9] 李栋梁,魏丽,蔡英,等. 中国西北现代气候变化事实与未来趋势展望[J]. 冰川冻土,2003,25(2):135-142.
- [10] 王佩,邱国玉,尹婧,等. 泾河流域温度与器皿蒸发量时空特征及变化趋势[J]. 干旱气象,2008,26(1):17-22.
- [11] 孙永亮,李小雁,许何也. 近40 a青海湖流域逐日降水和气温变化特征[J]. 干旱气象,2007,25(1):7-13.
- [12] 蒲云锦,赵桢柳,韩春光. 新疆石河子近40a气候变化特征[J]. 干旱气象,2008,26(4):56-60.
- [13] 范丽红,何清,崔彦军. 近40 a石河子地区气候暖湿化特征分析[J]. 干旱气象,2006,24(1):14-27.
- [14] 朱拥军,王秀花. 渭河上游干旱特征与降水对天水市水资源的影响[J]. 干旱气象,2003,21(4):50-54.
- [15] 张小明,魏锋,陆燕. 祁连山近45a年降水异常的气候特征[J]. 干旱气象,2006,24(3):35-41.
- [16] 陈乾,张久林,陈添宇. 祁连山区2006年夏季降水过程的天气分析[J]. 干旱气象,2008,26(4):22-28.
- [17] 李艳春,李艳芳. 宁夏近百年来气候变化及突变分析[J]. 高原气象,2001,20(1):100-104.
- [18] 李艳春,赵光平,胡文东,等. 宁夏河东沙地气候变化对全球变暖的响应[J]. 自然灾害学报,2008,1(2):36-42.
- [19] 郑广芬,陈晓光,孙银川,等. 宁夏气温、降水、蒸发的变化及其对气候变暖的响应[J]. 气象科学,2006,26(4):412-421.
- [20] 张智,林莉,孙银川,等. 全球变暖对宁夏六盘山区气候的影响,

- 干旱区资源与环境,2007,21(8):64-67.
- [21] 苏占胜,王连喜. 宁夏南部半干旱山区山地气候的观测分析[J]. 干旱气象,2005,23(1):17-20.
- [22] 王式功,王金艳,周自江,等. 中国沙尘天气的区域特征[J]. 地理学报,2003,58(2):193-200.
- [23] 王连喜,赵光平,戴小笠. 宁夏南部山区打窖蓄水的适宜区域及用水对策分析[J]. 干旱地区农业研究,2003,21(3):91-96.
- [24] 魏风英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京:气象出版社,2007. 36-41.
- [25] 孙然好,潘保田,牛最荣,等. 河西走廊近 50 年来地表水资源时间序列的小波分析[J]. 干旱区地理,2005,28(4):456-459.
- [26] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法[M]. 北京:气象出版社,2003. 222-245.
- [27] 黄嘉佑. 气候状态变化趋势与突变分析[J]. 气象,1995,21(7):54-57.
- [28] 靳立亚,李静,王新,等. 近 50 年来中国西北地区干湿状况时空分布[J]. 地理学报,2004,59(6):847-854.
- [29] 魏锋,丁裕国,杨金虎,等. 中国西北地区雨季降水与 500 hPa 高度场的 SVD 分析[J]. 干旱气象,2005,23(04):16-23.
- [30] 杨绚,李栋梁. 中国干旱气候分区及其降水量变化特征[J]. 干旱气象,2008,26(2):17-24.
- [31] 郭江勇,李耀辉. 中国西北地区夏季降水的气候特征[J]. 干旱区研究,2006,23(3):489-494.
- [32] 于淑秋,林学椿,徐祥德. 我国西北地区近 50 年降水和温度的变化[J]. 气候与环境研究,2003,8(1):9-18.

Analysis on Precipitation Variation over the Liupan Mountain Area, Ningxia

CHEN Haibo^{1,2}, YAN Huasheng², CHEN Wen¹, DU Xin¹

(1. Guyuan Meteorological Bureau of Ningxia, Guyuan 756000, China;
2. Department of Atmospheric Sciences, Yunnan University, Kunming 650091, China)

Abstract: Based on the monthly precipitation data measured by 4 representative meteorological stations in Liupan mountain area during the period of 1960-2007, the spatial and temporal distribution of precipitation was analyzed by using some statistical methods such as regression, periods and abrupt change analysis. The seasonal, annual trend of precipitation there and the primary cycles of annual precipitation were revealed. Results show that annual precipitation was decreasing and the primary cycles were fourteen and eleven years, and abrupt change occurred many times in annual precipitation in this period.

Key words: precipitation; variation; analysis; Liupan mountain area