

陕西省近 30 年降水变化特征分析

路 培, 吴发启

(西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:研究收集了陕西省分布于中温带、暖温带、北亚热带 3 个气候带 76 个观测站 30 a 的降水资料,分析了各个气候带的年、汛期、汛期各月降水量的最大值、最小值、平均值以及平均值的线性变化趋势,并以 10 a 为间隔分段分析了 1980—2009 年各个时段内的降水变化基本特征值。结果表明:(1)年、汛期、汛期月平均降水量均呈现由东南向西北递减的趋势,且中温带地区的汛期降水量与年降水量之比达 73%。(2)1980s,1990s,2000s 3 个时段,年、汛期平均降水量的变化特征表现为先减小,后增加。各时段内的线性变化趋势为:在 1980s,中温带为线性增加,暖温带和北亚热带为减少趋势;在 1990s 均表现为线性减少趋势;2000s 则为线性增加趋势。在整个时段内的变化,中温带表现为线性增加,但其趋势率值较小,为 5.9 mm/10 a,其余两个气候带均呈现出线性减少趋势,倾向率分别为 -23.7 mm/10 a 和 -60.4 mm/10 a。

关键词:降水量;变化;气候带;陕西省

中图分类号: P426.61⁺4

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2013)04-0064-05

The Analysis of Rainfall Characteristics of Shaanxi Province in Recent 30 years

LU Pei, WU Fa-qi

(College of Natural Resources and Environment, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100; China)

Abstract: 30 years' precipitation data of 76 observation stations which distributed in three climatic zones: the temperate, warm temperate, and northern subtropics were collected to analyze the maximum, minimum, mean value as well as the linear trend of the mean value for the yearly, flooding-season precipitation and precipitation of each month in the flooding season, and to analyze the precipitation characteristics in each stage by dividing 1980 to 2009 into three stages in terms of the interval of a decade. The results showed: (1) all the average precipitation of the year, and flooding season and each month in the flooding season decreased progressively from southeast to northwest, and the ratio of flooding-season precipitation and the yearly precipitation in the warm temperate zone reached up to 73%; (2) among the 1980s, 1990s, 2000s, the average precipitation of the year and flooding season decreased first and then increased. In 1980s, the average precipitation increased linearly in mid temperate zone and decreased in the warm temperate and northern subtropical zones. The average precipitation decreased linearly in 1990s, while increased in 2000s in all three zones. During the whole period, the average precipitation in mid temperate zone increased linearly at a small rate of 5.9 mm/10 a; the average precipitation in the temperate and northern subtropical zones decreased linearly at the ratio of -23.7 mm/10 a and -60.4 mm/10 a, respectively.

Key words: precipitation; variation; climate zone; Shaanxi Province

全球气候变化是当前人们研究的重要课题,国际标准气候变化的 27 个核心指标都是建立在降水、气温资料的基础上^[1]。在我国对未来气候变化的研究

中,最主要的集中在气候变化对年降水空间分布、月降雨年内分布及相应的洪涝、干旱的影响^[2],降水变化的特征及趋势分析也是研究气候变化的一个重要

方面^[3-4]。因此,分析降水的基本指标特征在反映气候变化方面具有重要意义。国内外学者建立了许多全球、区域气候变化模型,利用历史资料分析降水时空变化规律及变化趋势,如任国玉^[5-6]根据 1950—1996 年地面气象记录资料,分析了我国年均降水量和季降水量的趋势特征指数。段文明等^[7-8]采用统计学和时间序列等方法,对嘉陵江流域近 50 a 的降水量进行分析,得出该流域的降水总体呈减少趋势,且旱涝具有明显的周期。姜创业等^[9]通过对 1961—2008 年陕西省降水区域变化特征的分析得出,全省平均降水呈明显的减少趋势。我国的气候有三大特点:显著的季风特色,明显的大陆性气候和多样的气候类型。陕西省地处我国内陆腹地,位于东经 105°29′—111°15′,北纬 31°42′—39°35′,全省地域南北较长、东西窄,气候由北向南主要为大陆性气候、温带季风气候和亚热带气候,具有鲜明的代表性。因此,本文收集了陕西省 79 个气象站 1980—2009 年的降水资料,对陕西省降水的时空变化特征进行分析。依据陈咸吉^[10]的气候带划分标准,将陕西省划分为 3 个气候带,由南向北依次为北亚热带、暖温带、中温带,每个气候带内的气象站数分别为 18 个、51 个、7 个,其基本分布如图 1 所示。

1 研究方法

本文主要采用数理统计的方法分析 1980—2009 年陕西省 76 个测站的年平均降水量、汛期降水量和汛期各月降水量,先将 76 个测站划分为 3 个气候带,分析年、汛期、汛期各月降水的最大、最小和平均值,对比得出降水特征值在各气候带间的变化规律,以及年、汛期、汛期各月降水量间的相关关系。将 1980—2009 年以 10 a 为间隔分段,分析各个时段内和时段间的特征值的变化,并对其做线性趋势分析。

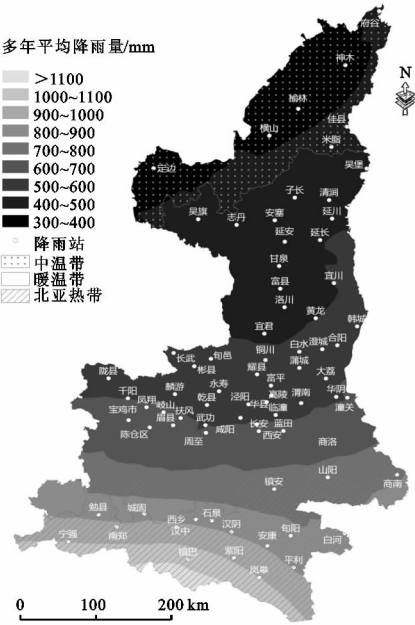


图 1 陕西省气象站分布

2 结果与分析

2.1 年、汛期、汛期各月降雨量的空间变化格局

陕西省的多年平均降水量为 636.1 mm,汛期(6—9 月)平均降雨量为 412.8 mm,后者占前者的 65%。对各个气候带内的降水量进行分析(表 1—2),得出季降水量的最大、最小、平均值均呈随纬度的增加而减小的趋势,同一经度地区,随纬度的增大,其降水量各特征值均减少,即降水由南向北递减。同一纬度地区,经度值越大,其降水量越少,说明降水由西向东递减。将这一结果与图 1 相结合,可以得出,降水量最大值在 3 个气候带内均出现于东南地区,最小值发生在西北地区,反映出陕西省各个气候带内的降水由东南向西北递减。汛期月降雨量的最大值与平均值也符合这一规律,但最小值的变化出现反常(表 3)。

表 1 陕西省年降水量最大值、最小值、平均值

气候带	最小值			最大值			平均值/ mm
	发生年份	发生站	降雨量/mm	发生年份	发生站	降雨量/mm	
中温带	1982	定边	179.9	1995	府谷	678.4	382.5
暖温带	1999	子长	237.0	1983	蓝田	1131.7	555.8
北亚热带	1997	旬阳	463.7	1981	宁强	2022.9	888.3

表 2 陕西省汛期降水量最大值、最小值、平均值

气候带	最小值			最大值			平均值/ mm
	发生年份	发生站	降水量/mm	发生年份	发生站	降水量/mm	
中温带	1982	定边	109.1	1995	府谷	634.3	281.3
暖温带	1997	大荔	114.8	1981	宝鸡市	792.1	364.7
北亚热带	1997	白河	178.8	1981	宁强	1768.9	564.3

表 3 陕西省汛期各月降水量最大值、最小值、平均值mm

气候带	最大值				最小值				平均值			
	6 月	7 月	8 月	9 月	6 月	7 月	8 月	9 月	6 月	7 月	8 月	9 月
中温带	166.6	313.3	276.4	189.3	1.4	12.0	2.6	2.2	52.0	83.3	92.3	53.0
暖温带	223.5	382.9	410.6	280.2	0.4	2.9	1.2	2.7	67.1	102.7	106.8	87.9
北亚热带	387.1	647.3	672.3	704.1	11.3	7.3	5.6	11.0	116.7	171.5	146.8	135.7

在站点数据分析的基础上,对多年平均降水量进行普通克里金法空间插值,得出全省降水量的等值线图^[11](图 1)。从图 1 中可以看出:陕西省降水从东南向西北递减,在各带内也表现出相同的变化规律,这与各站点点状数据的分析结果是一致的。

中温带地区的汛期降水量占年降水总量的 73%,暖温带为 65%,北亚热带为 63%。可见,在各个气候带内,降雨主要集中于 6—9 月份,且自南向北,汛期占全年的百分数在递增,中温带地区的降水较其他地区更为集中。

2.2 年、汛期、汛期各月降水量的时间变化格局

通过年平均降水量的分析得出,中温带降水量最大值出现的年份在各个气象站是不同的,7 个水文站中有两个出现于 1995 年,2001 年两个,2007 年两个,一个出现在 1985 年,而最小值的分布在年份上也相对比较分散,1999—2000 年和 2005—2006 年各存在 3 个最小值,有一个出现在 1982 年,这说明,这一气候带内的不同地区的降水时间变化特征存在差异。

表 4 各时段内年降水量最大值、最小值、平均值mm

气候带	1980—1989 年			1990—1999 年			2000—2009 年		
	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值
中温带	377.4	593.50	179.9	371.9	678.4	200.1	401.1	634.9	204.2
暖温带	598.3	1131.7	270.0	516.8	849.5	237.0	552.4	1000	281.3
北亚热带	988.9	2022.9	570.9	813.1	1524	463.7	868.5	1795	495.7

汛期降水中温带地区最大值为先增后减的变化,最小值的变化则为增—增,其他与年降水变化相一致

表 5 各时段内汛期降水量最大值、最小值、平均值mm

气候带	1980—1989 年			1990—1999 年			2000—2009 年		
	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值
中温带	282.8	483.5	109.1	277.6	634.3	142.5	294.2	491.6	160.6
暖温带	401	792.1	159.9	316.4	590.0	114.8	376.6	748.3	168.5
北亚热带	656.5	1768.9	315.9	474.0	941.0	178.8	562.3	1316.2	213.7

通过对汛期各个月份的降水平均、最大值和最小值的分析(表 6)可知,月降水量在年际间变化上没有明显的规律可循,但在同一个时期内,从中温带—暖温带—北亚热带的变化具有一定的规律性,在整个时段内,月平均值的变化随着纬度的减小而增大,月降水量的最大值也具有相似的变化规律,但最小值的变化却没有遵循此规律。通常情况下,汛期年际间的月平均降水的变化规律在一定程度上可以反映年平均、季平均降水量随纬度的变化规律。

在暖温带地区,最大值集中出现在 1983 年和 2003 年,最小值集中于 1995 年和 1997 年两年。在北亚热带地区,最大值集中出现于 1983 年,最小值在 1997 年和 1999 年出现的频率较高。在暖温带和北亚热带,在同一气候带内,各个气象站的降雨的极值出现于同一时期的几率较大。

将 1980—2009 年以 10 a 为间隔划分时间段,得出不同气候带各时段内降水量的变化特征(表 4)。由表 4 可知,在中温带地区,年降水平均值在时段间的变化趋势为先减少后增加,最小、最大值的变化为先增后减,这与暖温带和北亚热带的各个特征值先减后增的变化趋势不一致,这一现象出现的原因是,中温带地区的降水年际分布极不均匀,常集中于一场或几场暴雨。因此,最小值和最大值会出现这样的偏差。总体的变化趋势为:1980s—1989s 均值变化呈现减小,1990s—1999s 有一定的增加,但均未恢复到减少前的数值,说明 3 个气候带内降水量的总体变化趋势是减少的。

(表 5)。这充分说明,汛期降水的增减变化特征也能反映年降雨的变化特征和趋势。

2.3 线性趋势分析

降水的变化趋势可用一次线性回归方程表示^[12],即

$$y=at+b \tag{1}$$

式中: a, b ——经验常数,可用最小二乘法求得; y ——降雨预测值; t ——观测时间。将 $a \times 10$ 称为降水倾向率,单位为 mm/10 a, a 值的符号反映气候要素随时间上升或下降的变化趋势,绝对值的大小度量其变化趋势的上升、下降程度。

表 6 各时段汛期各月降水量平均值、最大值、最小值 mm

项目	气候带	1980—1989 年				1990—1999 年				2000—2009 年			
		6 月	7 月	8 月	9 月	6 月	7 月	8 月	9 月	6 月	7 月	8 月	9 月
平均值	中温带	69.9	82.9	80.8	49.2	39.5	94.1	90.7	41.7	47.5	70.6	107.3	70.8
	暖温带气候带	67.4	15.2	116.3	122.8	63.9	97.8	95	60.8	69.9	96.6	109.7	100.7
	北亚热带	116.3	197.6	164.9	164.9	112.8	150.1	119	90.1	112.8	159.8	152.8	135.3
最大值	中温带	162.4	262.3	208.9	189.3	166.6	313.3	238.1	160.4	164.8	217.4	276.4	140.7
	暖温带气候带	223.5	382.9	410.6	280.2	215.7	268.4	316.3	195.7	194.7	354.2	343.9	238.5
	北亚热带	288	544.6	672.3	704.1	287.1	407	436.2	282.9	387.1	647.3	436.9	391.2
最小值	中温带	6.4	24.3	17	10.4	5.3	25.2	2.6	2.2	1.4	12	20.1	14.3
	暖温带气候带	4.6	20.0	15.0	2.7	0.4	11.4	1.2	4.2	5.4	4.4	20.0	23.6
	北亚热带	11.3	46	35	51.3	14.6	38	5.6	11.0	18.0	7.3	6.9	15.5

对陕西省的年均降水量进行线性分析(图 2)可以看出,陕西省的降水量在 1980—2009 年呈下降趋势,这与李丽娜^[13]的 1980—2006 年陕西省降水呈现下降趋势的结论是一致的。1980—2009 年,中温带呈现上升趋势,倾向率为 5.9 mm/10 a;暖温带为下降趋势,倾向率为-23.6 mm/10 a;北亚热带为下降趋势,倾向率为-60.4 mm/10 a。

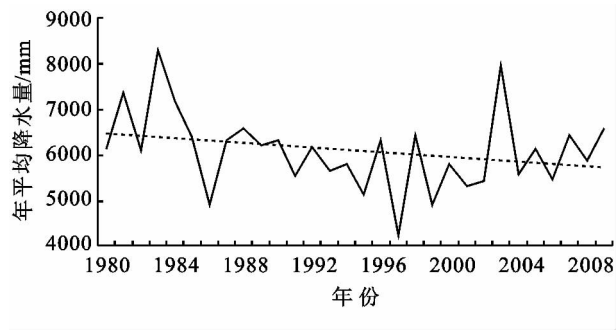


图 2 陕西省平均降水量

对年、汛期、汛期各月平均值以及不同年代内的降水特征值进行线性趋势分析(图 3)可知,在 1980—1989 年,从中温带—暖温带—北亚热带,年均降水量均呈现逐年增大的变化特征。由各带的趋势线可以看出,中温带地区,降水量呈上升趋势,降水倾向率为 65.9 mm/10 a;暖温带地区,降水量减少,倾向率为-87.8 mm/10 a;北亚热带地区,降水倾向率为-247.2 mm/10 a,为减少趋势。各个气候带内的降水变化是不一致的。

1990—1999 年间,3 个气候带内均为减少趋势,中温带的降水倾向率为-92.3 mm/10 a,暖温带的倾向率为-47.5 mm/10 a,北亚热带的倾向率为-133.3 mm/10 a。2000—2009 年间,3 个气候带都表现为上升趋势,倾向率分别为:中温带 75 mm/10 a,暖温带 45.5 mm/10 a,北亚热带为 46.1 mm/10 a。这之前本文用最值分析的年代际间的变化特征相一致。

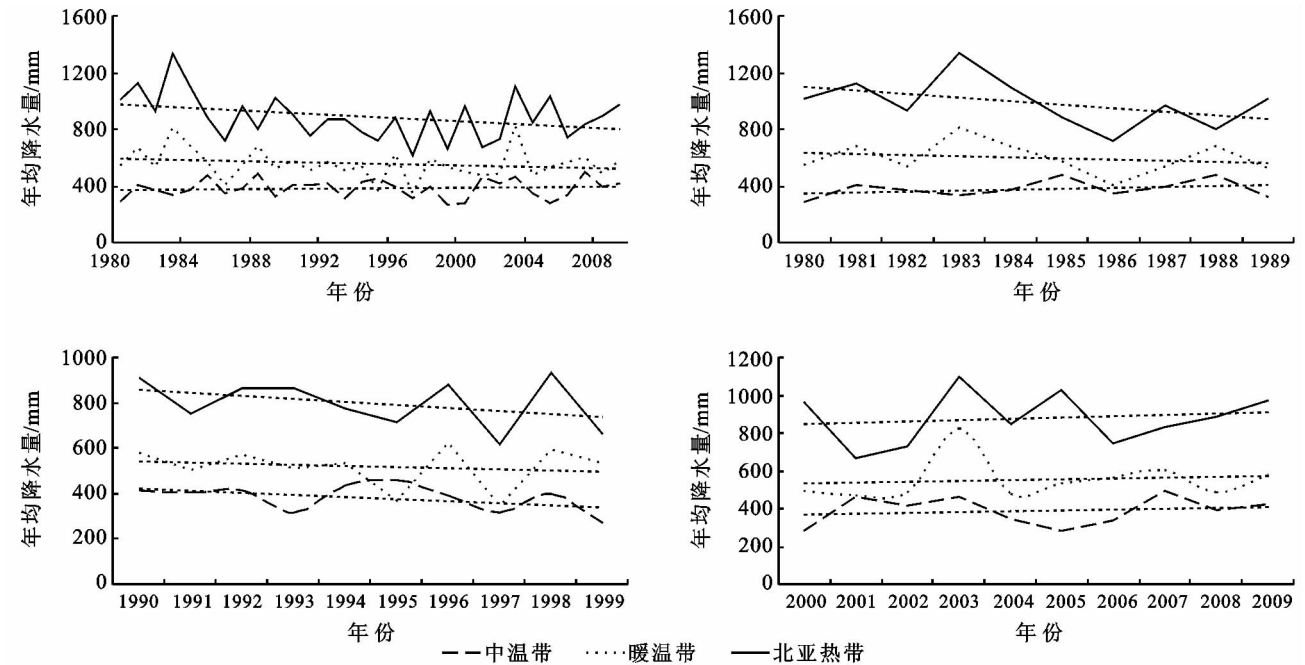


图 3 3 个气候带内年均降水量在整个时段和各时段内的变化曲线

累计距平值能很好地反映要素值与平均值的偏差,1980s,1990s和2000s,中温带的累计距平分别为-5.11,-14.4和6.52,降水量在2000s时增加。暖温带的累积距平分别为42.5,-49和-33.8,降水量在1980—1989年间有所增加,在1990—2009年这一时段内减少。北亚热带的累积距平分别为100.5,-90.7和-9.8,变化特征与暖温带相一致,暖温带和北亚热带的年降水量均为减少的趋势。3个气候带在1990s的降水量的减少量都比较大,其中以北亚热带最为突出。

对各气候带内的每一个气象站进行分析,中温带内的降水除横山、神木为线性减少外,其余站点与整个气候带内的整体趋势相一致。中温带内仅长安站的降水呈减少,但其倾向率仅为-3.06 mm/10 a。在中温带,降水量的增加幅度由南向北递减,即南部地区降水量的减少比较明显,暖温带与中温带的变化规律相一致,且二者的总体变化程度相近。北亚热带的变化与之相反,南部降水量减少表现的较为明显。

3 结论

(1) 陕西省各气候带内降水量的年、汛期、汛期各月平均值的总体趋势均按照:北亚热带—暖温带—中温带的顺序依次减少,且呈现出由东南向西北递减的趋势,且汛期月降水平均值的变化特征可以在一定程度上反映年、汛期平均降水量的变化特征。

(2) 陕西省年、汛期平均降水量在1980s,1990s,2000s各时段间表现为:先减小,后增加,但均未恢复到之前的降水量。降水量在1980—2009年间的线性变化的总体趋势是下降的,但中温带地区有小幅度的增加,暖温带和北亚热带呈现减少趋势。在1990—1999年,中温带—暖温带—北亚热带的累计距平的绝对值是依次增加的,表明在这一时期内,低纬度地

区的降水变化比较明显。

(3) 中温带地区,最大、最小降雨在各年的分布上比较分散,没有一定的规律遵循,但在暖温带和北亚热带地区,降水量极值集中分布于一定时期内。

参考文献:

- [1] IPCC. Climate Change 2001: the Scientific Basis[M]. Cambridge UK: Cambridge Press,2001.
- [2] 田广生. 中国气候变化影响研究概况[J]. 环境科学研究,2000,13(1):36-39.
- [3] 周晓红,赵景波. 黄土高原气候变化与植被恢复[J]. 干旱区研究,2005,22(1):116-119.
- [4] 余卫东,闵庆文,李湘阁. 黄土高原地区降水资源特征及其对植被分布的可能影响[J]. 资源科学,2002,24(6):55-60.
- [5] 任国玉,吴虹,陈正洪. 我国降水变化趋势的空间特征[J]. 应用气象学报,2000,11(3):322-330.
- [6] 任国玉,封国林,严中伟. 中国极端气候变化观测研究回顾与展望[J]. 气候与环境研究,2010,15(4):337-353.
- [7] 段文明,穆兴民,高鹏,等. 嘉陵江流域近50年降水量演变规律分析[J]. 水土保持研究,2012,19(1):97-101.
- [8] 高鹏,穆兴民,王炜. 长江支流嘉陵江水沙变化趋势及其驱动因素分析[J]. 水土保持研究,2010,17(4):57-61.
- [9] 姜创业,魏娜,程肖侠,等. 1961—2008年陕西省年际气温和降水区域性变化特征分析[J]. 水土保持研究,2011,18(1):197-200.
- [10] 陈咸吉. 中国气候区划新探[J]. 气象学报,1982,40(1):35-48.
- [11] 孟庆香,刘国斌,杨勤科. 基于GIS的黄土高原气象要素空间插值方法[J]. 水土保持研究,2010,17(1):10-14.
- [12] 项静恬,史久恩. 非线性系统中数据处理的统计方法[M]. 北京:科学出版社,1997.
- [13] 李丽娜,杨联安. 陕西省近年来的降水变化特征[J]. 陕西师范大学学报:自然科学版,2008,36(增刊):120-122.