

陕西黄土高原地区降水日数和强度年代际变化

孙智辉 曹雪梅 刘志超 雷延鹏

(陕西省延安市气象局, 延安 716000)

1 资料和方法

本文采用陕西黄土高原地区 1961—2007 年 20 站逐日降水记录, 台站分布比较均匀, 包括府谷、神木、榆林、定边、横山、绥德、清涧、志丹、子长、延安、洛川、黄龙、千阳、凤翔、长武、永寿、铜川、富平、韩城、蒲城。各月雨日定义为各月日降水量不低于 0.1 mm 日数的总和; 降水强度定义为降水总量与降水日数之比; 日降水量为 0.1~9.9 mm, 10~24.9 mm, 25~49.9 mm 和不少于 50 mm 的降水事件分别称为小雨事件、中雨事件、大雨事件和暴雨事件。降水日数周期分析采用墨西哥帽小波函数分析方法。

2 各等级降水日数的时间变化特征

2.1 小雨、中雨、大雨、暴雨的雨日变化特征

给定显著性水平 $\alpha=0.05$, 用 M-K 法对降水日数序列进行突变点检测, 总雨日和小雨日的突变年份均出现在 1990 年, 中雨日突变出现在 1971 年。

陕西黄土高原地区年总雨日以 3.97 d/10a 的趋势在减少(相关系数为 -0.4785, 通过了 0.01 显著性检验)。突变前后进行比较, 突变后雨日减少 11 d, 对突变前后数据序列做趋势分析, 均为降低趋势。20 世纪 60 年代降水日数最多, 为 92.3 d, 70—80 年代略有减少, 与 60 年代相比雨日减少 6 d, 90 年代以来为雨日最少的时段, 与 70—80 年代比较雨日减少 10 d, 下降幅度更加明显。

陕西黄土高原地区年小雨日数总体上呈明显减少趋势, 倾向率为 -3.4 d/10a, 通过了 0.01 显著性检验(相关系数为 -0.495)。突变前后比较, 突变后雨日减少 9.4 d。从六次多项式滑动平均曲线看, 小雨日与总雨日的变化趋势基本一致, 20 世纪

60 年代小雨日数最多, 为 74.9 d, 70—80 年代小雨日数略有下降, 90 年代小雨日数下降明显, 与 80 年代比较降低了 7 d, 2001—2007 年平均小雨日数仍在减少, 为近 47 年来小雨日最少的时期。

近 47 年来中雨日数总体上呈减少趋势, 倾向率为 -0.46 d/10a, 通过了 0.05 显著性检验(相关系数为 -0.281)。中雨日数存在明显的年代际变化特征, 按年代呈现多-少-多的变化特征, 20 世纪 90 年代为中雨日数最少阶段, 2001—2007 年中雨日数基本与 20 世纪 80 年代持平。

大雨日数总体上呈减少趋势, 倾向率为负值(-0.09 d/10a), 未通过检验。年暴雨日数很少, 平均只有 0.69 d, 时间变化趋势非常不明显, 但 2001—2007 年是年代际平均中最高的, 说明 2001 年以来暴雨事件偏多。

利用 DPS(Data Processing System) 数据处理系统中的小波分析方法, 发现总雨日变化周期主要是 3 年和 9 年, 小雨日数周期为 3 年和 9~12 年, 中雨以上降水日数变化周期以 3 年和 6 年为主。

2.2 小雨、中雨、大雨、暴雨降水强度的时间演变

同样用 M-K 法对降水强度序列进行突变点检测, 小雨、中雨、暴雨降水强度突变年分别出现在 1995 年、2000 年和 2001 年, 大雨降水强度在 1999 年后有突升突降。

从小雨强度的时间变化上可知, 小雨强度在 2.2~3.2 mm/d 的范围内变化, 平均降水强度为 2.5 mm/d, 总体上呈较弱的增强趋势, 其增强速率为 0.06 mm/(10a·d), 通过 0.01 显著性检验(相关系数为 0.3771)。突变前降水强度稳定少变(趋势线斜率为 -0.0019), 平均降水强度为 2.4 mm/d, 突变后小雨平均降水强度为 2.8 mm/d, 强度在逐渐增强, 增强速率为 0.363 mm/(10a·d)。

中雨强度在 12.9~16.5 mm/d 之间变化, 平均降水强度为 15.4 mm/d, 总体表现为较明显的减小

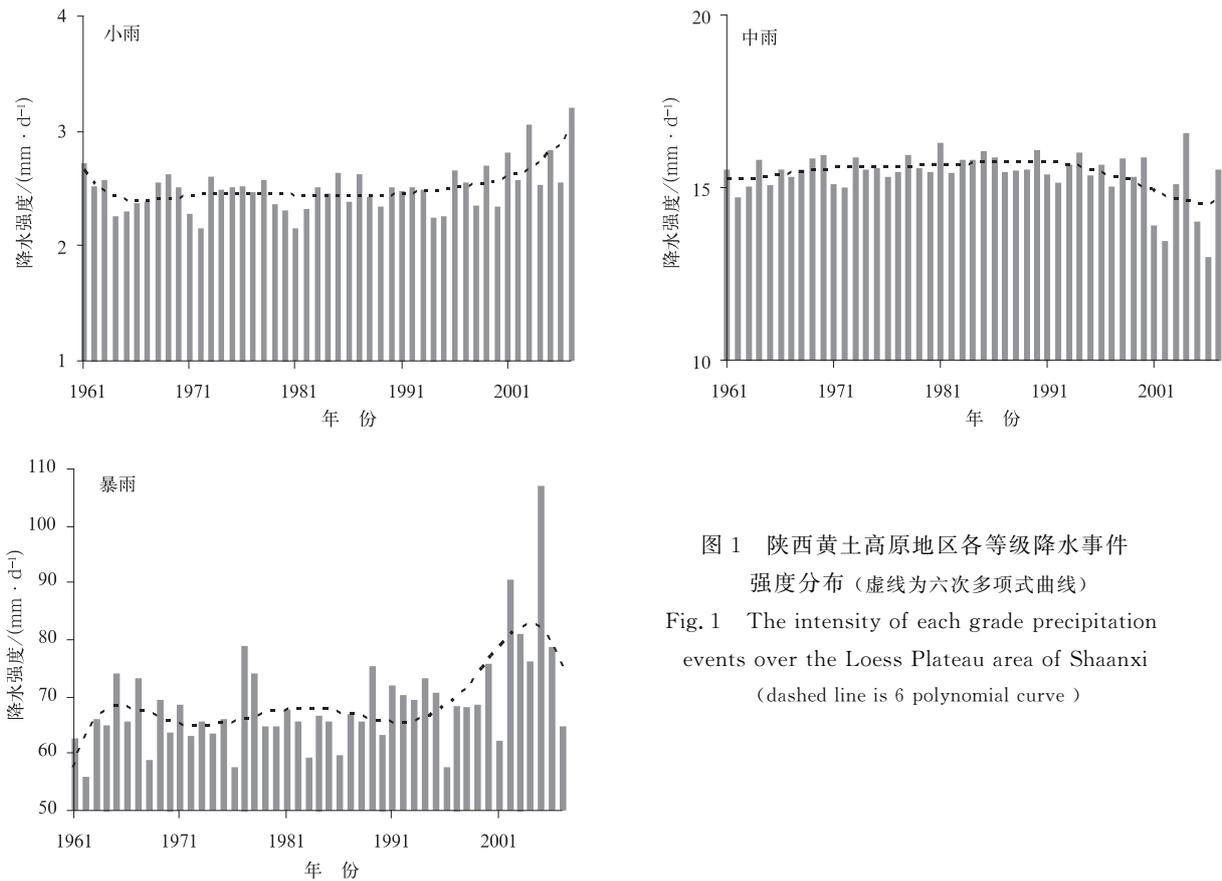


图1 陕西黄土高原地区各等级降水事件强度分布(虚线为六次多项式曲线)

Fig. 1 The intensity of each grade precipitation events over the Loess Plateau area of Shaanxi (dashed line is 6 polynomial curve)

趋势,其降低速率为 $0.12 \text{ mm}/(10\text{a} \cdot \text{d})$,通过 0.1 显著性检验(相关系数为 -0.2443)。1961—2000 年中雨强度平均为 $15.5 \text{ mm}/\text{d}$,2001 年以后中雨强度明显变小,为 $14.5 \text{ mm}/\text{d}$,突变后降水强度降低了 $1 \text{ mm}/\text{d}$ 。

大雨平均降水强度为 $33.4 \text{ mm}/\text{d}$,最小降水强度发生在 2004 年,为 $28 \text{ mm}/\text{d}$,最大降水强度达 $43.1 \text{ mm}/\text{d}$,出现在 2001 年。2001 年以来大雨强度变化剧烈,也是近 47 年降水强度最大时期。

暴雨强度以 $2.9 \text{ mm}/(10\text{a} \cdot \text{d})$ 的幅度在增大,增强趋势明显,通过了 0.05 显著性检验,在 4 种降水事件中强度变化幅度最大。暴雨强度平均为 $68.7 \text{ mm}/\text{d}$,变化范围在 $55.9 \sim 107.2 \text{ mm}/\text{d}$ 。2000 年突变前暴雨强度平均为 $66.6 \text{ mm}/\text{d}$,突变后,暴雨强度为 $83 \text{ mm}/\text{d}$,高出 47 年平均值 $11.4 \text{ mm}/\text{d}$,比突变前平均高 $16.4 \text{ mm}/\text{d}$,强度增强异常明显。

2.3 小雨、中雨、大雨、暴雨贡献率的时间特征

近 47 年陕西黄土高原地区平均年降水量呈减少趋势,减少速率为 $14.9 \text{ mm}/10\text{a}$ 。20 世纪 90 年代以后年降水量骤然减少,至今仍维持在一个较低

水平。

小雨对年降水量的平均贡献率为 33.9% ,近 47 年来小雨贡献率变化很小。中雨事件对年降水量贡献率的平均值为 36.1% ,对降水量影响很大。总体上表现为略减少的趋势,通过 0.1 显著性检验。年代际特征不是很明显,20 世纪 60 年代,贡献率略偏高,70 年代中期至 90 年代处于平均值附近,2001 年后中雨事件对年降水量的贡献较小,低于多年平均值。

大雨对陕西黄土高原地区年降水量贡献率的平均值为 20.8% 。暴雨事件对年降水量的贡献率为 9.2% ,为弱的增强趋势,未通过检验。2001 年之后,暴雨事件对年降水量贡献率高于平均值。

3 陕西黄土高原地区年降水和不同等级降水事件的空间分布特征

3.1 年降水日数和不同等级降水事件日数平均特征和变化趋势

陕西黄土高原地区年降水日数由南向北呈减少分布形势,西南的宝鸡市雨日最多,在 100 d 以上;北部的长城沿线风沙区雨日最少,在 65 d 以下;东南的

韩城雨日要少于周边县,处于一个次小值中心,雨日少于 80 d。陕西黄土高原地区年降水日数几乎呈一致的减少趋势,总体分布特征为降水日数多的区域减少趋势明显,南部减少最多,达 5 d/10a,而降水日数少的区域减少趋势也小,北部最低,为 2.5 d/10a。

小雨事件分布规律与总雨日一致,区域内小雨日数以速率 1.6~5 d/10a 在减少。中雨日数最大中心出现在宜君县,达到 15.4 d,最小值出现在风沙区的定边县,中雨日数只有 7.4 d,不到中雨日数最多县的一半。中雨日数趋势场为一致的减少趋势,速率在 0.15~1.14 d/10a。

大雨、暴雨事件亦呈南多北少的分布特征,大雨日数最多中心出现在宜君县,为 5.7 d。暴雨日数最多的地方则出现在雨日较少的韩城县,达 1.3 d,两类降水事件最小值均出现在北部风沙区的北部定边县,平均暴雨日数只有 0.2 d。大雨、暴雨日数趋势场有正有负,分布比较零乱,表明大雨、暴雨事件随机性大。

3.2 年降水强度分布特征

陕西黄土高原各地年平均降水强度为 5.08~7.03 mm/d,区域内平均降水强度差异较小,东南部的渭南、韩城最大,在 7.0 mm/d 以上,北部风沙地区最小,在 5.5 mm/d 以下。降水强度只有个别县呈现弱的降低趋势,大部分地区为增加趋势,分布特征不明显。

小雨强度一般为 2.38~2.62 mm/d,由南向北强度逐步减小。全区小雨强度均为增加的趋势,增幅最大区域出现在北部而不是雨日偏多的南部。

中雨强度为 14.9~16 mm/d,在 15 mm 左右变化,强度差异小。中雨强度变化趋势特征为南部减小,北部增大。大雨强度为 30.4~39.2 mm/d,暴雨强度一般为 58~74 mm/d。由于大雨和暴雨频次少,随机性显著,因此强度场和强度趋势场分布规律不明显。大雨和暴雨强度趋势有增有减,但强度增强的站占多数。

4 降水和降水事件时间演变对区域旱涝的影响

年总降水量与极端天气气候事件频率和强度的

变化可以对人类环境和社会经济造成重要影响。根据降水量和降水事件变化特征的分析,近 47 年来陕西黄土高原地区的降水量和降水事件的变化存在极端化倾向。

年总降水量减少趋势会加剧干旱化。20 世纪 60 年代以来,陕西黄土高原地区年总降水量呈现减少趋势,90 年代中期以后尤其明显。年降水量的减少趋势致使陕西黄土高原地区的干旱灾情有加重倾向,90 年代,陕北以重旱为主,是近 47 年来干旱最严重时段。降水变率增大可能促进旱涝灾害的发生。陕西黄土高原年代际降水气候变率变化与降水量变化相一致,20 世纪 60 年代降水量最多,降水变率值最大,达 98.3 mm;随着降水减少,平均降水变率值也在变小,90 年代降水量最少,降水变率值为 65 mm;2001—2007 年的平均降水量接近多年平均值,但降水变率为 92.5 mm,明显高于平均降水变率,降水波动增大,旱涝较多。

5 小结

1) 1961—2007 年陕西黄土高原地区总降水日数、小雨日数、中雨日数均有减少的趋势,大雨和暴雨日数变化趋势不明显。各级降水事件均呈现南多北少的分布特征。利用小波分析方法,总雨日和小雨日有 3 年和 9 年的变化周期,而中雨以上等级降水日数以 3 年和 6 年周期为主。总雨日、小雨日序列均有突变现象存在,突变前后差异明显。

2) 小雨、大雨和暴雨强度呈增大趋势,而中雨强度呈减小趋势。2001 年以来,中雨强度减小明显,暴雨强度明显增强,大雨强度变化剧烈。在地区分布上,小雨强度呈一致增强趋势;中雨强度呈南部减小、北部增大的趋势。小雨强度、中雨强度、暴雨强度序列在 20 世纪 90 年代后期也出现突变现象。