

聊城地区降水变化及旱涝特征分析

刘 頔,李 楠,席晓彤,孔宁宁,李亚萍

(聊城市气象局,山东 聊城 25200)

摘要:依据 1962-2015 年的气象观测数据,采用线性分析、突变检验、标准化降水指数(SPI)等方法,探讨了聊城地区降水量的时空变化和旱涝灾害特征。结果表明:聊城地区年平均降水呈现不明显下降趋势,季节降水中,春季降水呈现增加趋势,其余各季呈现不明显的下降趋势。聊城市旱涝交替发生,变化具有阶段性特征,1962-1970 年、1981-1990 年、2011-2015 年以干旱为主,1971-1981 年、2001-2010 年以雨涝为主,经历了旱-涝-旱-涝-旱的变化过程。3 个区域旱涝变化与全区总体上较为一致。

关键词:SPI;旱涝灾害;时空变化;聊城地区

中图分类号:P426.616 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2017)08-0021-05 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2017.08.0021

21 世纪以来极端气候事件频发,中国的生态环境具有复杂多变、敏感脆弱及对人类活动影响显著的特点^[1-3]。人类活动对旱涝灾害的影响十分显著,而旱涝灾害对人类影响也最为明显^[4]。我国洪涝灾害分布特点:东部多,西部少,平原湖区多,高原山地少^[5]。全球气候变暖,大气中能量分布发生变化,从而造成极端事件偏多,导致降雨时空分布不均匀,旱涝交替、旱涝无常的自然灾害频繁发生^[6]。旱涝灾害是由大气圈物质变化或异常活动引起的自然灾害,旱涝灾害在所有自然灾害中发生的频率最大,严重威胁着人民的生命财产^[7]。据聊城县志记载,近 2 000 年来,出现较大旱灾 370 余次,涝灾 330 次,长期以来,聊城市都处于旱涝交患之中^[8]。国内专家学者针对不同区域的旱涝事件进行了探索性的研究,与以往的研究相比,针对聊城地区的旱涝研究相对较少,且多数集中在降水变化特征、气候特征的分析。标准化降水指数是采用 Γ 函数的累积概率分布来描述降水量变化,表征某时段的降水概率多少的指标,该指数对于多时间尺度的旱涝分析稳定性较好^[9-10]。本文以月、季、年为评价指标,利用标准化降水指数分别从气象旱涝角度分析发生干旱及雨涝的频率和强度的时空演变规律,为聊城地区防灾减灾提供了科学的理论依据。

1 研究区域概况

聊城地处山东省西北部, $N35^{\circ}47' \sim 37^{\circ}03'$,

$E115^{\circ}16' \sim 116^{\circ}30'$ 。临河南、河北,处于华东、华北、华中区域交界处^[11]。聊城市包括东昌府区、临清和东阿、冠县、莘县、阳谷、高唐、茌平共 8 个县(市、区)(见图 1)。

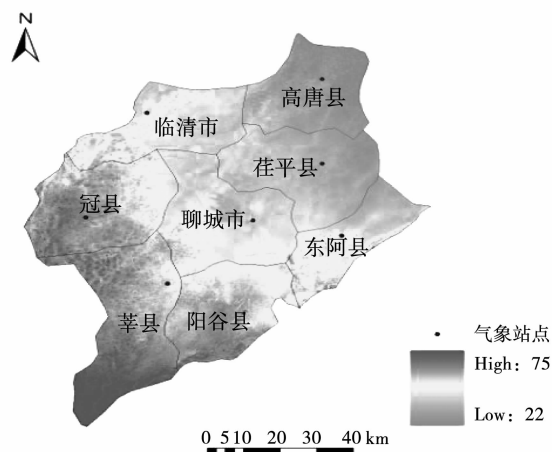


图 1 聊城地区气象站点分布

Fig. 1 Distribution of meteorological stations in Liaocheng

2 数据来源及方法

2.1 数据来源

该研究所用数据 1962-2015 年聊城市气象局 8 个观测站经质控后的逐日、逐月的降水资料,运用算术平均法构建该地区的月、季、年平均降水量。

2.2 研究方法

标准化降水指数(SPI)的概念于 1993 年由 McKee 等人^[12]提出。并被广泛用于旱涝分析中, SPI 是基于降水的 Γ 分布,通过概率密度函数求解累积概率,再经过转化成标准化正态分布得到^[13]。具体步骤参见文献^[13-14]。

收稿日期:2017-06-08

基金项目:山东省气象局青年基金资助项目(2016SDQN19);聊城市气象局资助项目(2016lcqx05)

第一作者简介:刘頔(1964-),女,山东省冠县人,学士,工程师,从事气象服务研究。E-mail:569386124@qq.com。

3 结果与分析

3.1 降水量变化特征分析

3.1.1 年降水变化特征 聊城地区 1962-2015 年的平均年降水 562 mm, 年平均降水呈现减少趋势, 年平均降水倾向率以 $8.480 \text{ mm} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ 的速率递减。最大值在 1964 年 917 mm, 最小值在 1992 年 312 mm。聊城地区年降水年代际特征中, 20 世纪 70 年代降水值最高 589 mm, 80 年代降水值最低 512 mm。年代内降水趋势中, 20 世纪 60、70、80、90 年代及 2010 年以后降水量下降趋势明显, 只有 21 世纪初的 10 a 降水表现为增加趋势。以聊城全市 8 个站点的年平均降水序列为基础, 对该地区年平均降水量进行 M-K 检验^[14] (见图 2), 聊城全市平均降水量的 UF 和 UB 曲线存在 4 个交点, 分别是 1965 年、1972 年、1974 年、2009 年。1962-1965 年期间 UF 大于零

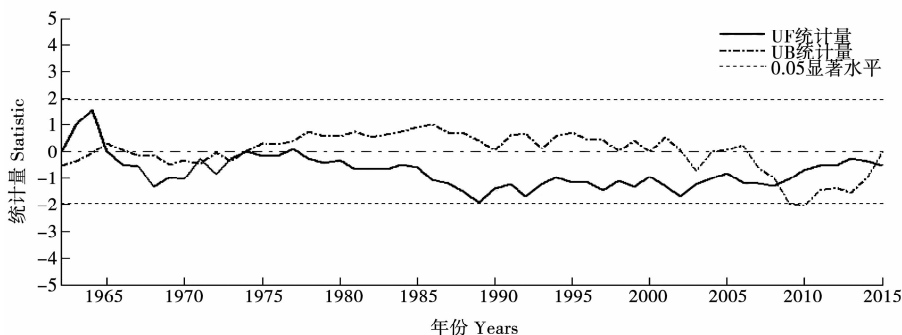


图2 聊城市年平均降水量突变检验

Fig. 2 Abrupt change of annual average precipitation in Liaocheng city

3.1.2 季节降水变化特征 聊城全市季节平均降水量差异较大, 春季降水量 54 a 平均值为 88.3 mm, 占全年平均降水量的 15.6%, 夏季平均降水为 354.0 mm, 占全年平均降水 63%, 秋季平均降水量为 103.0 mm, 占全年平均降水的 18.3%, 冬季平均降水最少, 为 17.1 mm, 仅占全年平均降水量的 3%。季节降水中, 春季降水呈增加趋势, 倾向率为 $1.55 \text{ mm} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$, 夏季、秋季、冬季降水均呈减少趋势, 倾向率分别为 9.510 、 0.250 、 $0.202 \text{ mm} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ 。聊城市 54 a 降水量减少, 主要是以夏季降水减少为主。

3.2 SPI 旱涝多尺度分析

SPI 具有多时间尺度特征, 可以监测不同类型的旱涝情况^[15]。本文以 1962-2015 年逐月降水数据为基础, 计算了 1、3、12 个月尺度的 SPI 值 (见图 3), 1 个月与 3 个月尺度的数值波动频繁, 能很好的反映短时间内的旱涝变化特征。12

降水整体呈现增加趋势, 1965 年以后 UF 小于零, 降水整体表现为下降趋势, 但未通过显著水平, 说明降水的下降趋势不明显。

表 1 SPI 旱涝等级分类

Table 1 SPI classification of drought and waterlogging grades

SPI	旱涝等级 Grades of drought and waterlogging
$SPI \geq 2.00$	特涝
$1.5 \leq SPI < 2.00$	重涝
$1.00 \leq SPI < 1.5$	中涝
$0.5 \leq SPI < 1.00$	轻涝
$-0.50 < SPI < 0.50$	正常
$-1.00 < SPI \leq -0.50$	轻旱
$-1.50 < SPI \leq -1.00$	中旱
$-2.00 < SPI \leq -1.50$	重旱
$SPI \leq -2.00$	特旱

个月的时间尺度较长, 受长时间降水量的变化影响较大, 旱涝变化较为稳定。

3.2.1 旱涝季节变化 基于鲁西北地区的气候特点, 分别用 3-5 月代表春季、6-8 月为夏季、9-11 月为秋季、12 月至次年 2 月为冬季的 SPI 值为季节旱涝的值 (见图 4)。

计算春、夏、秋、冬方差值分别为 1.017、1.019、1.022、1.001, 通过方差值来分析旱涝变化情况, 可知秋季旱涝变化幅度高于春季与夏季, 冬季变化最小。

(1) 春季聊城地区旱涝变化的特征: 54 a 中春旱 14 次, 其中 2001 年旱情最为严重, SPI 值为 -1.81; 雨涝 13 次, 其中 1964 年雨涝最为严重, SPI 值为 2.15, 其余 27 a 为正常年份。SPI 线性倾向率为 $0.057 \cdot (10 \text{ a})^{-1}$, 长期来看该地区春季降水为增加趋势, 春旱减轻。

(2) 夏季聊城地区旱涝变化特征: 20 世纪 60-

70 年代发生雨涝次数高于干旱次数,雨涝发生较为频繁。从 80 年代以后干旱发生次数高于雨涝。其中 54 a 期间雨涝发生 12 次,其中 1971 年夏季降水最多,SPI 值为 1.54;干旱发生 14 次,1997 年夏季最早,SPI 值为-2.11,其余 28 a 为正常年份。夏季的 SPI 线性倾向率为 $-0.087 \cdot (10 \text{ a})^{-1}$,表明长期以来,聊城地区夏季降水呈现减少趋势。

(3)秋季聊城地区旱涝变化特征:旱涝频繁交替,变化幅度较大。54 a 中干旱发生 16 次,1988 年秋季降水最少,SPI 值为-2.32。雨涝发生 15 次,1983 年秋季降水最多,SPI 值为 1.92。其余 23 a 正常。秋季的 SPI 线性倾向率为 $-0.027 \cdot (10 \text{ a})^{-1}$,表明长期以来,秋季降雨呈现下降趋势,但变化不明显。

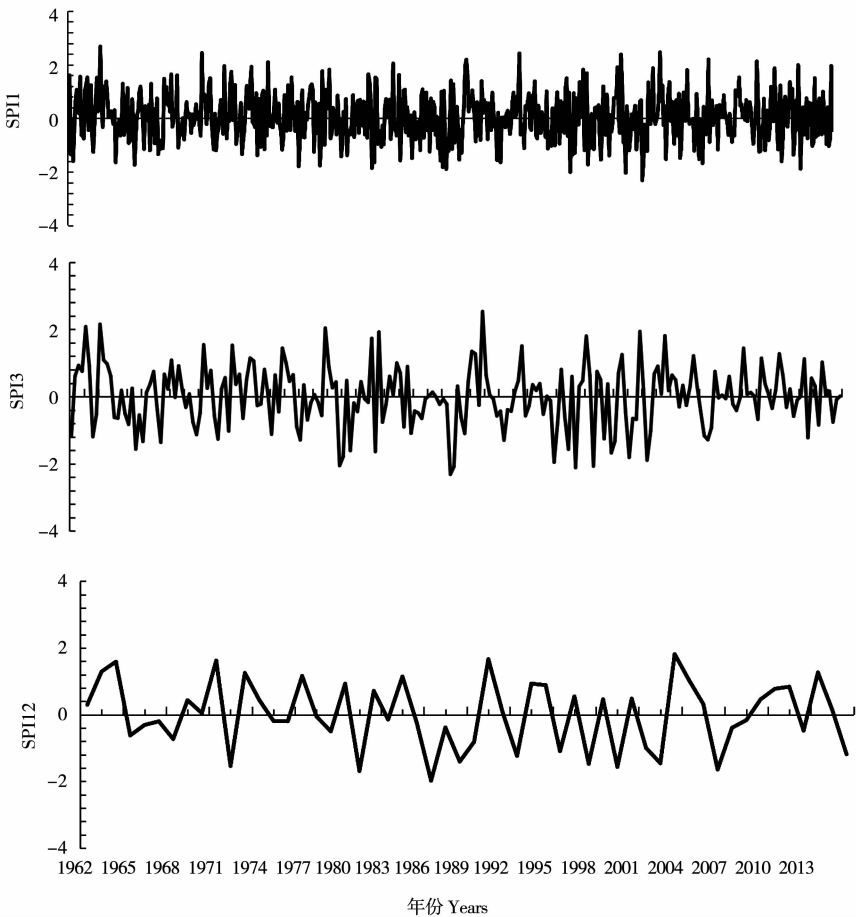


图 3 聊城市 1962-2015 年不同时间尺度的 SPI 变化过程

Fig. 3 SPI variation process at 1962-2015 different time scales in Liaocheng city

(4)冬季聊城地区旱涝变化特征:旱涝交替频繁,54 a 期间,发生干旱事件 17 次,1977 年降水最少,SPI 值为-2.05。雨涝事件 17 次,1990 年降水最多,SPI 值为 1.98。其余 20 a 为正常年份。冬季的 SPI 线性倾向率为 $0.028 \cdot (10 \text{ a})^{-1}$,这说明冬季有向雨涝发展趋势。

3.2.2 旱涝频率变化 由图 5 可知,聊城地区各月干旱发生频率为 22.2%~37.0%,雨涝发生频率在 22.0%~33.3%,其中 3、10 月发生的干旱频率大于雨涝的频率,2、5、8、9、11、12 月发生雨涝频率大于干旱频率,其余 1、4、6、7 月两者持平。

20 世纪各年代旱涝变化频率分别为 26.9%/25.0%(20 世纪 60 年代),25.0%/32.5%(20 世纪 70 年代),31.7%/27.5%(20 世纪 80 年代),30.0%/25.0%(20 世纪 90 年代),23.3%/25.8%(21 世纪初),33.3%/31.7%(2011 年以后),从图 5 中可以看出 54 a 中聊城地区经历了一个旱-涝-旱的变化过程。

3.2.3 旱涝空间变化 计算聊城地区各县站点年尺度的 SPI 算术平均值,用以代表该区域的旱涝指数。从图 6 可以看出,南部县区、中部县区及北部县区的旱涝变化基本一致。20 世纪 60 年代

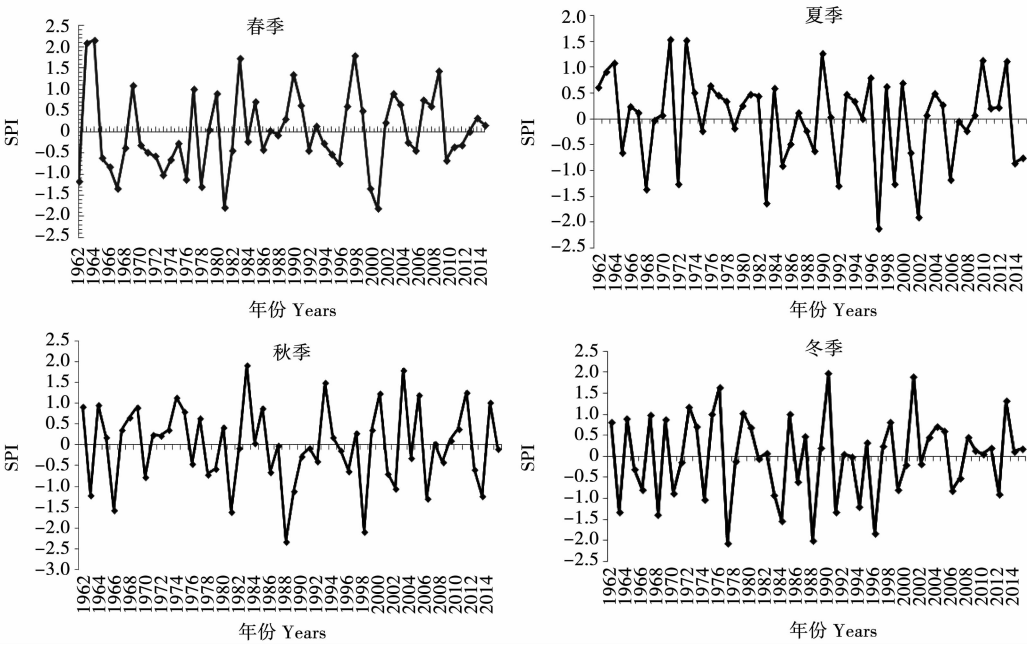


图 4 聊城地区各季 SPI 变化
Fig. 4 Seasonal variation of SPI in Liaocheng region

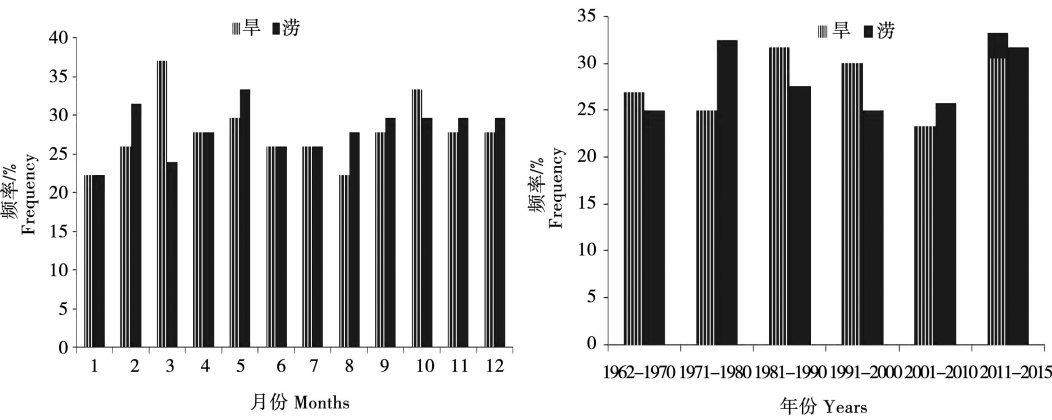


图 5 聊城地区各月及各年代旱涝频率变化
Fig. 5 Frequency variation of flood and drought in every month and every year in Liaocheng area

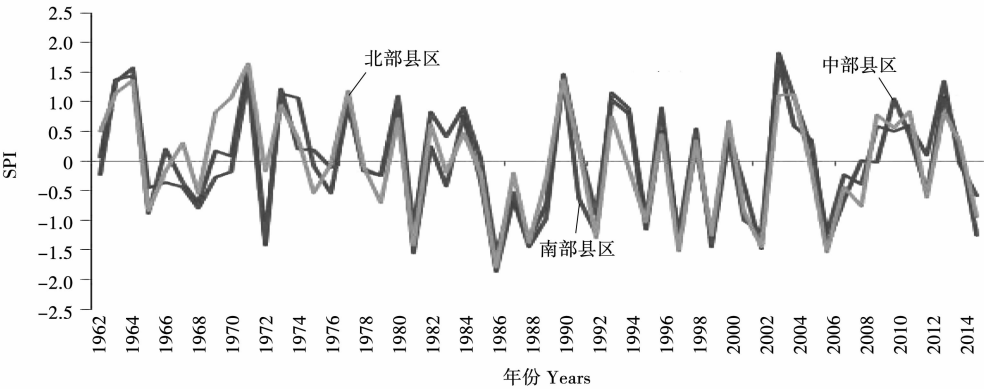


图 6 聊城各县区 12 个月 SPI 值序列变化
Fig. 6 SPI value series change of 12 months in counties of Liaocheng city

到 70 年代以雨涝为主,80 年代到 21 世纪初以雨涝居多。2010 年以后干旱又呈增加的趋势。

4 结 论

本文分析了聊城地区 1962-2015 年降水量分布特征和旱涝灾害变化特点,得出:(1)聊城地区近 54 a 年平均降水量总体呈现下降趋势,各季节降水量变化及变化趋势存在很大差异,春季降水呈增加趋势,其余各季节降水呈不同程度的下降趋势,其中夏季降水下降最为明显。(2)聊城地区四季旱涝变化特征不同。春季 SPI 线性倾向率为 $0.057 \cdot (10\text{ a})^{-1}$,长期来看该地区春季降水为增加趋势,春旱减轻;夏季干旱次数高于雨涝次数,夏季的 SPI 线性倾向率为 $-0.087 \cdot (10\text{ a})^{-1}$,干旱趋势增加;秋季的 SPI 线性倾向率为 $-0.027 \cdot (10\text{ a})^{-1}$,长期来看秋季降雨呈现下降趋势,干旱有加重趋势;冬季干旱与雨涝发生次数持平,SPI 线性倾向率为 $0.028 \cdot (10\text{ a})^{-1}$,长期来看冬季有向雨涝发展趋势。(3)空间上,聊城地区 3 个区域旱涝变化总体较为一致,从长期来看这 3 个区域呈现弱的干旱化趋势。(4)SPI 值反映了某个时段的降水量与历史同期的差异,只考虑了降水因素,因此在使用 SPI 值进行旱涝分析时,必须结合实际情况进行分析。

参考文献:

[1] 丁国永. 气候变化背景下暴雨洪涝致人群敏感性传染病发病影响的研究[D]. 济南:山东大学,2015.

[2] 陈忠升. 中国西北干旱区河川径流变化及归因定量辨识[D]. 上海:华东师范大学,2016.

[3] 段莹. 三种干旱指标在江淮及长江中下游地区的适应性研究[D]. 南京:南京信息工程大学,2013.

[4] 安华. 华北地区旱涝时空变化特征及趋势判断[D]. 西安:陕西师范大学,2013.

[5] 胡娜娜. 东北三省旱涝时空演变及趋势判断[D]. 西安:陕西师范大学,2013.

[6] 陈静. 河口区水生态健康评价技术方法及其应用[D]. 青岛:中国海洋大学,2013.

[7] 宗禾. 认识我国自然灾害提升应对灾害能力[N]. 中国社报,2008-11-10(B03).

[8] 李华. 重庆市武隆县旱涝灾害管理的研究[D]. 重庆:西南师范大学,2005.

[9] 张健,满志敏,肖薇薇,等. 1644-2009 年黄河中游旱涝序列重建与特征诊断[J]. 地理研究,2013(9):1579-1590.

[10] 韩晓敏,延军平. 东北农牧交错带旱涝特征对气候变化的响应[J]. 水土保持通报,2015(2):257-262.

[11] 王乐,刘德地,李天元,等. 基于多变量 M-K 检验的北江流域降水趋势分析[J]. 水文,2015(4):85-90.

[12] 刘冠凤. 聊城市地表水环境问题及对策研究[D]. 武汉:武汉理工大学,2012.

[13] 周扬,李宁,吉中会,等. 基于 SPI 指数的 1981-2010 年内蒙古地区干旱时空分布特征[J]. 自然资源学报,2013(10):1694-1706.

[14] 车少静,李春强,申双和. 基于 SPI 的近 41 年(1965-2005)河北省旱涝时空特征分析[J]. 中国农业气象,2010(1):137-143,150.

[15] 黄晚华,杨晓光,李茂松,等. 基于标准化降水指数的中国南方季节性干旱近 58 a 演变特征[J]. 农业工程学报,2010(7):50-59.

Distribution of Precipitation and Analysis of Drought-flood in the Liaocheng Area

LIU Xu, LI Nan, XI Xiao-tong, KONG Ning-ning, LI Ya-ping

(Liaocheng Meteorological Bureau of Shandong Province, Liaocheng, Shandong 252000)

Abstract: Based on the meteorological observation data from 1962 to 2015, using linear analysis, mutation test, the standardized precipitation index (SPI) and other methods, the precipitation and drought and flood disasters in Liaocheng region from the change of time and space were discussed. The results showed that the average annual rainfall in Liaocheng region presented the downward trend but not obviously, spring precipitation showed a trend of increase, the rest of the season presented the not obviously downward trend. In Liaocheng, drought and flood occurred alternately, the change had periodic characteristic, 1962-1970, 1981-1990, 2011-2015 was drought-dominated, 1971-1981, 2001-2010 was waterlogging dominated, drought and flood occurred alternately. The drought and flood change of three study areas were relatively consistent with the whole area.

Keywords: SPI; drought and flood disasters; the change of time and space; Liaocheng region