

文章编号:1673-8411 (2017) 03-0072-04

1960—2013 年安仁县降水和旱涝的特征分析

李少远, 阮楚雯

(广东连州市气象局, 连州 513400)

摘要:为了进一步加强湖南省安仁县旱涝灾害防御以及降水的预报工作,使用 1960–2013 年安仁县降水量观测资料,采取回归分析、Z 指数、小波分析等方法研究安仁县降水和旱涝变化特征。结果表明:1960–2013 年安仁县年平均降水量为 1444.3mm,年际变化较大;月尺度降水量分布呈现单峰型的态势,峰值出现在 6 月,4–6 月为一年中降水最为集中的时段;从季节分布上看,主要集中在春季,其次是夏季,具有季节性、集中性的特点。安仁县容易产生干旱或雨涝,旱涝交替,其中早年出现的频率比涝年高,严重干旱出现的频率比严重雨涝高。安仁县年降水量存在多重时间周期尺度上的嵌套结构现象,反映存在准 2a、准 7a、准 12a 和准 23a 的周期震荡。

关键词:降水量;旱涝;气候特征;小波分析;Z 指数

中图分类号:P46 文献标志码:A

Characteristics of precipitation and drought and flood in Anren from 1960 to 2013

Li Shao-yuan¹, Ruan Chu-wen²

(Lianzhou Municipal Meteorological Service, Guangdong Qingyuan 513400)

Abstract: Based on the precipitation data of Anren (1960–2013), change characteristics of precipitation and drought or flood were analyzed by regression analysis, z-index and wavelet analysis. The results show that during the period 1960–2013, the annual average precipitation of Anren is 1444.3mm with big interannual variation; the distribution of monthly precipitation presents a single peak with the maximum in the June and from April to June, it is the most concentrated period of precipitation in a year. Precipitation mainly concentrated in spring, followed by summer, it shows the seasonal and concentrative characteristics. Anren is prone to suffer from the drought or flood disaster, droughts and floods occur alternately, in which the the frequency of drought is higher than flood and the frequency of severe drought is higher than flood. It can be found that the annual precipitation in Anren has a nested structure phenomenon with multiple time scales by wavelet analysis method, and quasi-period is 2a、7a、12a、23a.

Key words: precipitation; drought and flood; climate characteristics; wavelet analysis; Z index

1 引言

安仁县地处江南南部,位于湖南省郴州市最北端,属亚热带季风湿润性气候区,雨热同期,受诸多

天气系统影响降水分布不均匀,干旱和洪涝灾害频发,严重制约了当地经济发展,给工农业生产和人民生活带来极大的影响和损失。因此分析安仁县降水和旱涝特征变化,具有重要意义,不仅为气候预测提

收稿日期:2016-10-18

作者简介:李少远(1989-),男,助理工程师,理学学士,主要从事天气预警预报服务工作。

供有价值的信息,而且能减少因干旱和洪涝灾害造成的经济损失。我国地域辽阔,各地降水对气候变化响应差异大,我国学者对不同地区的降水和旱涝变化特征进行了大量的研究^[1-7]。本文根据安仁县 1960—2013 年的降水资料,分析安仁县 54a 的降水和旱涝变化特征,揭示旱涝规律,为降水预测预报和影响评估、旱涝灾害防御提供依据。

2 资料和方法

利用安仁县地面气象观测站 1960—2013 年 54a 完整的降水量资料,运用统计预报、z 指数以及小波分析等方法对安仁县历年降水量等进行气候统计分析,揭示旱涝规律,运用小波估计的方法计算安仁县降水量的周期变化。此外根据季节划分标准,本文将 3—5 月、6—8 月、9—11 月、12 月—次年 2 月分别代表为春、夏、秋、冬四季^[8]。4—9 月为汛期,其中,4—6 月为前汛期。

采用 Z 指数计算和表征单站旱涝等级^[9,10]。单站旱涝 Z 指数计算公式如下:

$$Z_i = \frac{6}{C_s} \left(\frac{C_s}{2} \varphi_i + 1 \right) \frac{1}{3} - \frac{6}{C_s} + \frac{C_s}{6}$$

其中 C_s 为偏态系数, φ_i 为标准变量,由降水资料序列计算求得,即 $C_s = \frac{\sum_{i=1}^S (X_i - \bar{x})^2}{(n\sigma^3)}$ 和 $\varphi_i = \frac{(X_i - \bar{x})^2}{\sigma^3}$, $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$ 和 $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$ 为均方差及多年平均值(mm)。根据 Z 变量的分布曲线,将旱涝等级划分 7 个等级并确定其相应的 Z 界限值(表 1)。

表 1 为 Z 指数划分的年降水量旱涝等级

| 等级 | Z | 旱涝级别 |
|----|--------------------------|------|
| 1 | ≥ 1.645 | 重涝 |
| 2 | $1.037 < Z \leq 1.645$ | 大涝 |
| 3 | $0.842 < Z \leq 1.037$ | 偏涝 |
| 4 | $-0.842 < Z \leq 0.842$ | 正常 |
| 5 | $-1.037 \leq Z < -0.842$ | 偏旱 |
| 6 | $-1.645 \leq Z < -1.037$ | 大旱 |
| 7 | < -1.645 | 重旱 |

3 结果与分析

3.1 降水量的月、季特征

1960—2013 年安仁县降水月分布不均匀,平均月降水量在 55.5—200.1mm 之间,月际之间降水量相差较大。从月降水量变化直方图(图 1)可以看出,月尺度降水量分布呈现单峰型,峰值出现在 6 月(200.9mm),5 月次之。安仁县的降水主要集中在汛期,平均降水 895.7mm,占年平均降水量的 62%。其中前汛期为降水高发期,平均降水 587.7mm,占年平均降水量的 40.7%,最多为 1994 年的 904.4mm,最少为 1963 年的 197.8mm。10 月至次年 2 月平均 390.74mm,仅占年平均降水量的 27.1%,其中 12 月最少,月平均降水量为 55.5mm。安仁县降水存在明显的季节性差异,以春季降水最多,为 544.7mm,占全年降水量的 37.7%;其次是夏季 447.9mm,冬季和秋季降水量差不多,分别为 219.3mm 和 232.8mm。可见安仁县的降水具有明显的集中性和季节性分布的特点。

3.2 降水量的年代际变化特征

经统计,安仁县 1960—2013 年年平均降水量为 1444.28mm,最大降水量(1997 年)为 2177.2mm,最小降水量(1963 年)为 822.9mm,相差 1354.3mm。年降水量距平百分率在 -43%~51% 之间,降水年际变化较大,容易发生干旱或雨涝,从一元线性趋势线分析(图略),近 54a 来,安仁县年总降水量呈下降趋势,但未能通过 0.05 显著性水平检验,线性趋势不明显。由表 2 看出,近 54a 降水以 20 世纪 70 年代最少,为 1394.18mm,距平百分率为 -3.4%;20 世纪 90 年代降水最多,为 1590.30mm,距平百分率为 10.1%。近 54a 四季平均降水量年代际变化情况,春季以 20 世纪 80 年代最多;夏、冬两季以 20 世纪 90 年代最多;秋季以 20 世纪 60 年代最多。

3.3 旱涝变化特征

根据旱涝 Z 指数的计算,得出安仁县 1960—2013 年的 Z 指数值。根据表 1 的划分标准,安仁县近 54a 来不同等级的旱涝年份(表 3)。从表 3 可知,54a 来涝年出现的频率为 16.7%,严重雨涝(旱涝 1~2 级)出现的频率为 14.8%(7 年一遇),而早年出现的频率为 20.4%,严重干旱(旱涝 5~6 级)出现的频率为 16.7%(6 年一遇)。由此可见,安仁县出现早年的频率比涝年高,严重干旱出现的频率比严重雨涝高。其中,严重干旱主要出现在 20 世纪 60 年代初至

表 2 1960–2013 安仁县年平均降水量的年代距平值(mm)

| 年代 | 年 | | 春 | | 夏 | | 秋 | | 冬 | |
|-----------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|
| | 平均值 | 距平值 | 平均值 | 距平值 | 平均值 | 距平值 | 平均值 | 距平值 | 平均值 | 距平值 |
| 1960–1969 | 1395.11 | –49.17 | 506.63 | –38.03 | 456.03 | 8.08 | 246.06 | 26.79 | 193.92 | –38.85 |
| 1970–1979 | 1394.18 | –50.10 | 571.49 | 26.83 | 427.24 | –20.71 | 189.17 | –30.10 | 205.88 | –26.89 |
| 1980–1989 | 1401.72 | –42.56 | 588.71 | 44.05 | 342.83 | –105.12 | 220.58 | 1.31 | 249.12 | 16.35 |
| 1990–1999 | 1590.30 | 146.02 | 573.31 | 28.65 | 512.96 | 65.01 | 218.35 | –0.92 | 287.72 | 54.95 |
| 2000–2013 | 1441.28 | –3.00 | 500.72 | –43.94 | 485.61 | 37.66 | 221.36 | 2.09 | 228.80 | –3.97 |
| 1960–2013 | 1444.28 | 0.00 | 544.66 | 0.00 | 447.95 | 0.00 | 219.27 | 0.00 | 232.77 | 0.00 |

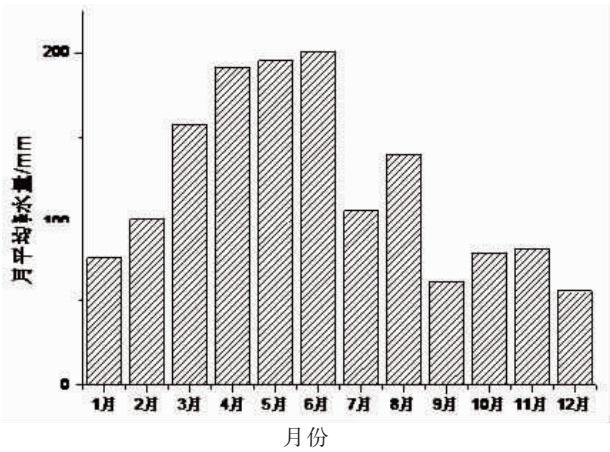


图 1 1960–2013 年安仁县月平均降水量

表 3 安仁县年度旱涝灾害等级评定年份

| 旱涝分级 | 年份 |
|--------|------------------------------------|
| 1 (重涝) | 1968、1994、1997 |
| 2 (大涝) | 1961、1970、2000、2002、2006 |
| 3 (偏涝) | 1975 |
| 4 (偏旱) | 1969、1978 |
| 5 (大旱) | 1966、1971、1974、2003、2009、2011、2013 |
| 6 (重旱) | 1963、1991 |

70 年代中(重旱 1 次、大旱 3 次)和 21 世纪初至 10 年代 (大旱 4 次), 而严重雨涝主要出现在 20 世纪 60 年代(重涝 1 次、大涝 2 次)和 20 世纪 90 年代中至 21 世纪初(重涝 2 次和大涝 3 次)。

3.4 年降水量的周期特征

将安仁县 54a (1960~2013) 的年降水量进行 Morlet 小波分析^[11], 以年份为横坐标, 时间尺度为纵坐标画图, 得图 2, 图中等值线是小波变换系数, 实线区表示降水量异常偏多, 虚线区表示降水量偏少。图中等值线相对稀疏的区域(上半部分), 对应较长时间尺度的周期振荡(低频振荡), 而等值线相对密集的区域(下半部分), 对应较短时间尺度的周期振荡(高频振荡)。

从小波系数图(图 2)和小波方差图(图 3)可知, 安仁县降水量存在多重时间周期尺度上的相互嵌套, 并存在准 2、准 7、准 12 和准 23a 的周期震荡。其中, 在准 2a 周期上, 降水量历经了偏高–偏低–偏高共 10 个循环的交替变化, 主要表现在 1960~1977

年; 在准 7a 周期上, 降水量历经了偏高–偏低–偏高共 10 个循环的交替变化, 在 1995 年前明显, 后面开始是别的周期伸长而成; 在准 12a 周期上, 降水量历经了偏低–偏高–偏低–共 6 个交替循环变化, 主要表现在 1960~1998 年; 而准 23a 周期震荡比较稳定, 54a 间始终存在, 在这一尺度周期上, 降水量历经了从偏低–偏高–偏低共 5 个循环的交替变化, 而且从其中中心数值的大小可以判断, 从 1982 年开始, 降水偏少或偏多的强度增加。

计算每个尺度小波系数的平方积分即可得出安仁县降水的各周期小波方差, 而小波方差峰值对应的时间尺度就是时间序列的变化周期, 即可以确定一个数据系列中存在的主周期。从小波方差图(图 3)明显可以看到, 方差峰值对应了 4 个周期: 准 2、准 7、准 12、准 23a, 其中准 23a 的峰值最大, 所以降水的主要控制周期是准 23a。在准 23a 的年代际时间变换尺度上, 经历了 1973~1984 和 1993~2005 年降水量偏多期。

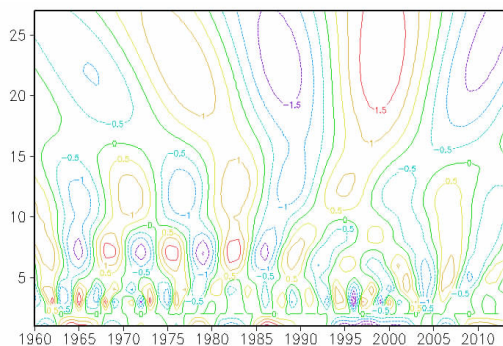


图2 1960–2013年安仁县年降水量的小波分析图

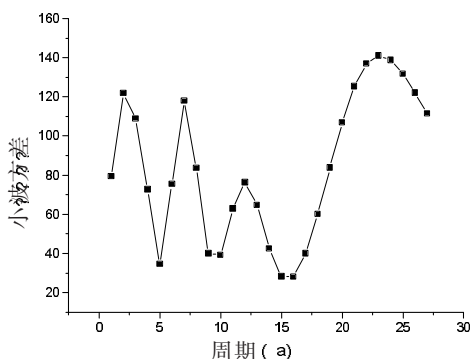


图3 1960–2013年安仁县年降水量的小波方差曲线

4 结论

(1) 安仁县 1960–2013 年年平均降水量为 1444.28mm, 年际变化较大, 总体呈下降趋势, 但不能通过 0.05 显著性水平检验, 线性趋势不明显。月尺度降水量分布呈现单峰型的态势, 峰值出现在 6 月, 主要集中在 4–6 月, 与华南前汛期降水特征一致^[12]。

(2) 近 54a 来, 安仁县容易产生干旱或雨涝, 旱涝交替出现, 从 1982 年开始, 降水偏少或偏多的强度有所增加。其中出现早年的频率比涝年略高, 严重干旱出现的频率比严重雨涝高: 洪涝重现期大约为 6a, 重涝 7a 一遇; 干旱重现期大约为 5a, 重旱 6a 一遇。

(3) 近 54a 来安仁县降水量存在多重时间周期尺度上的相互嵌套, 并存在准 2a、准 7a、准 12a 和准 23a 的周期震荡, 主要控制周期为准 23a, 历经了 5 个循环的交替变化, 这一尺度周期上, 经历了 1973~1984 年和 1993~2005 年降水量偏多期。

参考文献:

- [1] 陈特固, 曾侠, 张江勇, 等. 全球变暖背景下的广东省降水量及早、涝变化趋势 [J]. 广东气象, 2007, 29 (1): 5–10.
- [2] 李德友, 王玲, 邹玲. 川西高原一次持续性暖区强降水分析 [J]. 高原山地气象研究, 2016, 36 (1): 81–85
- [3] 石兴琼, 肖天贵, 房玉洁, 等. 西南地区不同地质灾害影响区的降水阈值研究 [J]. 高原山地气象研究, 2016, 36 (1): 63–67.
- [4] 杨瑜峰, 白冰, 陈学君, 等. 基于 DEM 的 1983–2012 年甘南州降水空间变化趋势及特征 [J]. 高原山地气象研究, 2016, 36 (1): 52–56.
- [5] 黎琮炜, 覃卫坚, 高安宁. 1961—2013 年广西洪涝灾害时空分布特征及成因 [J]. 气象研究与应用, 2015, 36 (1): 80–85.
- [6] 吴林, 覃峥嵘, 黄大贞, 等. 华南区域季节性降水的差异分析 [J]. 气象研究与应用, 2009, 30 (3): 6–8.
- [7] 林宝亭, 梁祥毅, 等. 玉林市近 60 年旱涝的变化特征 [J]. 广东气象, 2012, 34 (6): 42–44.
- [8] 梁建茵, 吴尚森. 广东省汛期旱涝成因及其前期影响因素探讨 [J]. 热带气象学报, 2001, 17 (2): 97–108.
- [9] 贺海晏. 近 40 年广东省的旱涝特征 [J]. 热带气象学报, 1998, 14 (4): 297–305.
- [10] 郭成香, 何慧, 黄莉. 近百年南宁降水小波分析 [J]. 广西气象, 2002, 23 (1): 31–33.
- [11] 苏志, 李艳兰, 黄雪松. 广西旱涝指标的初步研究 [J]. 广西气象, 1998, 19 (2): 27–29+33.
- [12] 周秀美, 兰兰, 黄进云. 基于 Z 指数的红河州 50 年旱涝时空分布特征分析 [J]. 气象研究与应用, 2012, 33 (S1): 88–90.
- [13] 张凌云, 覃峥嵘, 李家文. 近 58 年柳州市汛期降水特征分析 [J]. 气象研究与应用, 2009, 30 (3): 8–11+118.
- [14] 李晓明, 杨玉静, 何林宴. 华南地区前汛期降水异常特征与大气环流的关系 [J]. 气象研究与应用, 2011, 32 (S2): 109–110.