

不同时间尺度下的贵州省修文县干旱特征分析

曾碧球, 解河海

(珠江水利委员会珠江水利科学研究院, 广东 广州 510610)

摘要: 利用修文县气象站 1963—2011 年连续 49 a 的逐月降水资料, 以降水距平百分率作为干旱等级评价指标, 从年尺度、季尺度和月尺度分别对修文县的干旱特征进行了分析。结果表明, 修文县的年度干旱存现长短周期交替出现的规律, 且在长、短周期变换的年份出现严重干旱的概率较大; 春、夏、秋和冬季出现干旱的概率分别是 24.49%、20.41%、20.41% 和 18.37%, 春旱出现概率最高。全年每个月都可能发生不同程度干旱, 其中 11 月发生干旱的概率最大, 为 11.92%; 年降水量越小的年份, 季尺度和月尺度严重干旱概率越大。

关键词: 干旱; 时间尺度; 降水距平百分率; 特征分析

中图分类号: S152.7

文献标志码: A

文章编号: 1001-1463(2018)03-0044-05

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2018.03.013

Analysis of Characteristics of Droughts under Different Time Scales in Xiuwen County of Guizhou

ZENG Biqu, XIE Hehai

(Pearl River Hydraulic Research Institute, Guangzhou Guangdong 510611, China)

Abstract: The characteristics of drought in Xiuwen county are analyzed from the annual, seasonal and monthly scales, by using the monthly precipitation data from 1963 to 2011 in Xiuwen county. The characteristics of different grade droughts are analyzed with precipitation anomaly percentage as drought grade evaluation index. The results show that the annual scale drought in Xiuwen county is long period and short period alternating, and there is a high probability of serious drought in the years of long and short cycle transformation. The occurrence frequency of spring, summer, autumn, winter drought are 24.49%, 20.41%, 20.41% and 18.37%, of which the spring drought is the highest. There may be different degrees of droughts every month throughout the year, the probability of drought in November was the largest, which is 11.92%. The probability of severe drought on the seasonal scale and monthly scale is greater in the year with smaller annual precipitation.

Key words: Drought; Time scale; Precipitation anomaly percentage; Characteristic analysis

干旱是指因降水减少, 或入境水量不足, 造成工农业生产和城乡居民生活以及生态环境正常

收稿日期: 2017-12-20

基金项目: 贵州省农业攻关计划项目(黔科合支撑[2016]2561号); 贵州省水利厅科研项目(KT201606)。

作者简介: 曾碧球(1977—), 男, 湖南新化人, 高级工程师, 主要从事水文预报与水资源调度研究工作。E-mail: 15470846@qq.com。

较多根系, 获得较高的生根率和生长量。

参考文献:

- [1] 张来全. 金叶复叶槭的育苗技术[J]. 南方农业, 2014(36): 5-6.
- [2] 章建红, 李修鹏, 李玉祥, 等. 花叶复叶槭引种栽培试验[J]. 林业科技开发, 2007, 21(2): 81-83.
- [3] 张彦妮, 高志慧, 卓丽环. 复叶槭茎段诱导的愈伤组织解剖学观察[J]. 东北林业大学学报, 2006, 34(5): 38-39.
- [4] 王宏霞, 王国祥, 蔡子平, 等. 不同插穗规格和扦插基质对甘草扦插苗的影响[J]. 甘肃农业科技, 2017(11): 50-53.
- [5] 盛长存. 双膜覆盖西瓜套种大豆高效栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2011(4): 48-49.
- [6] 王晓武, 李国山. 武威市小拱棚双膜鲜食玉米绿色生产技术规程[J]. 甘肃农业科技, 2014(9): 72.
- [7] 晏玉霞. 临洮县双膜大棚深冬茬油白菜收后复种早春茬番茄栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2015(6): 91-93.
- [8] 王海军. 瓜州县哈密瓜双膜双拱栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2011(11): 47-48.
- [9] 马新军. 瓜州县西甜瓜双膜双拱棚早熟栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2013(4): 61-63.

(本文责编: 郑立龙)

用水需求得不到满足的现象^[1]。干旱是许多国家和地区常见的自然灾害之一，可对国民经济建设尤其是对农业生产造成严重危害。按照形成原因，干旱可分为气象干旱、农业干旱、水文干旱和社会经济干旱。

干旱指标是旱情监测和评估的基本参数，是干旱管理决策的基础。目前常用的气象干旱指标有降水距平百分率、标准化降水指数、帕尔默干旱指数、Z指数、作物水分指数等^[2]。国内外学者对干旱指标进行了大量的研究，马建勇等^[3]利用标准化降水指数与相对湿润度指数对1961—2009年东北地区5—9月干旱趋势进行了分析；袁文平等^[4]对标准化降水指数与Z指数在我国的应用进行了对比分析；韦开等^[5]利用降水距平百分率分析了陕西省的干旱时空分布特征；曹永强等^[6]进行了适合黄河流域的帕尔默干旱指数修正和应用研究；袁旭琦等^[7]采用修正后的标准径流指数对汾河上游的水文干旱情况进行了研究；冯禹等^[8]利用标准化降水指数对贵州省的干旱特征进行了研究。目前常用的干旱指标在评估区域水旱特征和揭示干旱规律上各具特色，但同时也存在着区域局限性，所以应结合当地的区域特性，选择不同的指标才能准确地分析干旱情况^[9-12]。降水距平百分率计算时需要资料简单、易获取、计算简便，能直观反映降水异常引起的干旱，可较好地描述干旱程度，因此在干旱监测和评价中得到了广泛的应用。

我们以干旱的多时间尺度特征作为出发点，利用长序列观测资料和具有多时间尺度特征的干旱指数——降水距平百分率，对贵州省修文县49年来不同时间尺度的干旱特征进行分析，以期修文县干旱的监测、评估、预警和抗旱减灾工作提供科学依据。

1 研究区概况

修文县位于贵州中部，是贵阳市所辖县，距贵阳市中心城区约38 km，全县总面积1 075.7 km²，辖7个镇和3个乡。修文县地貌比较复杂，喀斯特区面积占全县面积的82.5%，是典型的喀斯特地区。地势东南高、西北低，大部分地区海拔1 200~1 400 m，县境东部环山，西部水绕。东南面属高原丘陵区虽海拔较高，但地势较平坦，耕地田多土少，是全县坝子的主要分布地；西北面地势较陡峻，山多田少土多，是县内旱地作物产

区。修文县河流属长江流域乌江水系，自金桥、久长、三元一线分水岭以西的河流汇入乌江或经猫跳河汇入乌江，以东的河流经鱼梁河注入清水河再汇入乌江。全县共有流域面积20 km²以上的河流12条，其中流域面积大于100 km²的河流有乌江、猫跳河、鱼梁河(桃源河)、猫洞河和修文河。

修文县所处流域属北亚热带气候区，冬无严寒，夏无酷暑，光照充足，热量条件好，雨热同期，四季较分明。多年平均气温为13.6℃，年平均日照数为1 324.9 h，年平均蒸发量为700~800 mm，无霜期298.4 d，年平均风速2.7 m/s。全年以东北风为多，夏季盛行南风，冬季盛行东北风。县境内降水量丰沛，多年平均降水量为1 152 mm(1963—2011年)；降水年内分配不均，主要集中在5—9月，占全年降水量的70.2%左右。修文县多年平均月降水量见图1。县境多年平均水资源量为6.644亿m³，其中地表径流为5.513亿m³，地下径流1.491亿m³。

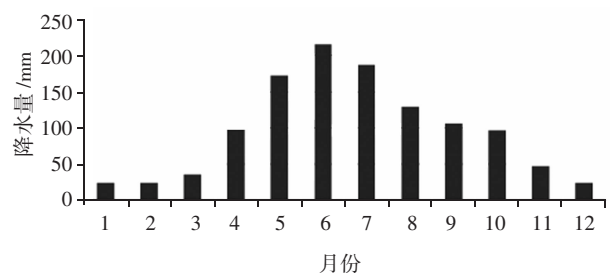


图1 修文县多年平均月降水量

2 数据来源与研究指标

2.1 数据来源

1963—2011年逐月降水资料来自贵州省气象局。

2.2 研究指标

降水量平均值反映了降水量的集中程度，用来评价区域降水量的多少。降水量标准差反映了实际降水量数据与降水量平均值之间差异大小。降水量变差系数是描述降水量数据年际或年内变化剧烈程度的统计量。平均降水量、降水量标准差、降水量变差系数为评价区域降水时空分布特征提供依据。降水距平百分率是指某一时段内降水量与多年同期平均降水量之差占多年同期平均降水量的比值，以百分率表示。该指标反映了某一时段内降水量与同期平均状态的偏离程度，是一个具有时空对比性质的指标，能够较直观的反

映干旱的发生程度。降水量距平百分率计算公式为：

$$D_p = \frac{p - \bar{p}}{\bar{p}} \times 100\% \quad (1)$$

式中， D_p 为降水量距平百分率， p 为计算时段内降水量， \bar{p} 为多年同期平均降水量。

在我国由于不同地区、不同时段降水量差异较大，降水空间分布不均匀，不同的地区采用降水距平百分率的评价标准略有不同。我们采用的旱情等级划分标准见表 1。

表 1 降水量距平百分率旱情等级划分 %

旱情等级	月尺度	季尺度	年尺度
轻度干旱	$-60 < D_p \leq -40$	$-50 < D_p \leq -25$	$-30 < D_p \leq -15$
中度干旱	$-80 < D_p \leq -60$	$-70 < D_p \leq -50$	$-40 < D_p \leq -30$
严重干旱	$-95 < D_p \leq -80$	$-80 < D_p \leq -70$	$-45 < D_p \leq -40$
特大干旱	$D_p \leq -95$	$D_p \leq -80$	$D_p \leq -45$

3 干旱特征分析

3.1 年尺度干旱特征

由修文县气象站提供的 1963—2011 年降水数据计算得到的年降水量距平百分率见图 1。修文县 1963—2011 年共有 22 a 的年降水量小于多年平均降水量，其中达到轻旱标准的分别为 1966、1968、1981、1989、1998、2009 年，达到中旱标准的为 2011 年。1968—2009 年间平均每 10 a 左右发生 1 次轻度干旱，1966—1968 年和 2009—2011 年每 2 a 发生 1 次轻度以上干旱。

3.2 季尺度干旱特征

依据季节划分标准：3—5 月为春季、6—8

月为夏季、9—11 月为秋季、12 月到翌年 2 月为冬季。采用修文气象站 1963—2011 年的降水数据计算得到发生过轻度及以上干旱(季尺度)各年份的季节降水量距平百分率见表 2。1963—2011 年，有 27 个年份的春季降水量小于同期多年平均降水量，其中达到轻旱标准的有 10 个年份，达到中旱标准的有 2 个年份；有 27 个年份的夏季降水量小于同期多年平均降水量，其中达到轻旱标准的有 9 个年份，达到中旱标准的有 1 个年份；有 27 个年份的秋季降水量小于同期多年平均降水量，其中达到轻旱标准的有 10 个年份；有 28 个年份的冬季降水量小于同期多年平均降水量，其中达到轻旱标准的有 5 个年份，达到中旱标准的有 4 个年份。

春夏连旱的年份有 1981 年、2006 年和 2011 年，夏秋连旱的年份有 1966 年、2003 年和 2009 年，秋冬连旱的年份有 1968 年、2002 年和 2009 年。2009 年 7 月至 2010 年 4 月，降水大幅偏少、气温偏高，出现夏、秋、冬、春四季连旱。春、夏、秋和冬季出现干旱的概率分别是 24.49%、20.41%、20.41%和 18.37%，春旱出现频率最高，对农业生产影响较大。

3.3 月尺度干旱特征

1963—2011 年，除 1965 年外，每年均在不同月份发生轻度以上干旱，其中 1966 年有 6 个月发生了干旱，是干旱月份最多的年份。2011 年有 5 个月发生了中度以上干旱，其中 2 个月为严重干旱。1988 年 11 月发生了特大干旱。1963—2011 年的 588 个月中，发生干旱的月份占比为 25.68%。

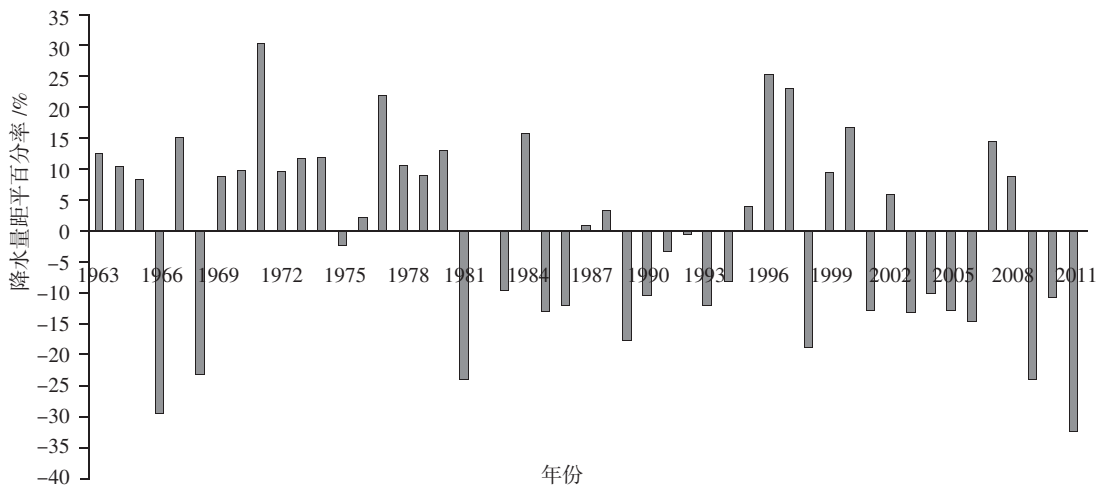


图 1 1963—2011 年修文县(年尺度)降水量距平百分率

表 2 1963—2011 年修文县 (季尺度) 降水量距平百分率

序号	年份	降水距平百分率 /%				季尺度	年尺度
		春(3—5月)	夏(6—8月)	秋(9—11月)	冬(12月至翌年2月)		
1	1966	6.3	-45.7	-39.6	-14.0	夏、秋轻旱	轻旱
2	1968	0.8	-24.2	-47.7	-50.6	秋轻旱, 冬中旱	轻旱
3	1973	-6.0	44.3	-24.1	-44.1	冬轻旱	
4	1975	33.4	-28.1	10.6	-18.1	夏轻旱	
5	1977	48.0	20.9	1.8	-66.2	冬中旱	
6	1978	10.3	20.3	8.5	-42.8	冬轻旱	
7	1981	-26.3	-63.7	56.3	49.5	春轻旱, 夏中旱	轻旱
8	1983	-8.3	-18.7	-2.8	-27.3	冬轻旱	
9	1985	-4.3	-1.3	-43.0	-23.8	秋轻旱	
10	1986	-36.5	14.0	-28.1	-9.4	春、秋轻旱	
11	1987	-39.6	7.4	39.5	-22.5	春轻旱	
12	1989	-31.4	-10.3	-18.7	-24.4	春轻旱	轻旱
13	1990	-6.8	-28.6	30.8	54.5	夏轻旱	
14	1991	-54.0	25.1	-19.2	24.0	春中旱	
15	1992	51.8	-30.5	-9.8	32.5	夏轻旱	
16	1993	-28.7	-7.3	-8.4	-45.0	春、冬轻旱	
17	1994	-20.8	-33.9	60.2	65.0	夏轻旱	
18	1995	3.1	12.1	-16.1	-51.9	冬中旱	
19	1998	-27.5	-4.9	-34.9	-13.6	春、秋轻旱	轻旱
20	1999	-30.0	48.4	-15.3	3.2	春轻旱	
21	2001	-37.4	-1.6	-4.9	-6.3	春轻旱	
22	2002	42.2	12.1	-48.0	-32.9	秋、冬轻旱	
23	2003	28.1	-34.6	-28.9	128.8	夏、秋轻旱	
24	2004	7.9	-13.2	-46.9	-4.4	秋轻旱	
25	2006	-25.3	-34.0	37.8	7.3	春、夏轻旱	
26	2007	-20.9	58.5	-36.0	-3.4	秋轻旱	
27	2009	13.3	-37.7	-49.2	-57.5	夏、秋轻旱, 冬中旱	轻旱
28	2010	-36.3	-11.5	24.5	-3.7	春轻旱	
29	2011	-69.1	-26.8	0.3	0.8	春中旱, 夏轻旱	中旱
干旱比例 /%		24.49	20.41	20.41	18.37		

1963—2011 年各月出现不同等级干旱的年份数见表 3。一年中每个月都可能发生不同程度干旱, 其中 11 月发生干旱的概率最大, 为 11.92%, 期间唯一的特大干旱发生在 1988 年 11 月; 6 月和 10 月发生干旱的概率最小, 为 5.3%。

3.4 干旱特征分析

从 1963—2011 年干旱发生的年份的降水数据可以看出, 修文县的年度干旱呈长短周期交替出

现的规律, 其中长周期频率为 10 a, 短周期的频率为 2 a, 每 4 次长周期干旱期后会发生短周期干旱。在长、短周期变换的年份往往会出现较严重的干旱, 如长、短周期变换的 2011 年和 1966 年为 1963—2011 年最干旱的 2 a, 2011 年出现了中度干旱, 1966 年接近中度干旱。1963—2011 年每隔 1~2 a 会出现 1 次季节性干旱, 除 1989 年外, 凡发生年尺度干旱的年份, 都有 2 个以上季节发

表 3 各月出现不同等级干旱的年份数 (1963—2011 年)

月份	等级												合计
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
轻度干旱	7	7	10	10	10	6	8	6	9	7	10	7	97
中度干旱	5	8	3	4	0	2	1	6	6	1	6	5	47
严重干旱	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	1	1	6
特大干旱	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
合计	12	15	13	14	11	8	12	12	15	8	18	13	151

生干旱。春、夏、秋和冬季出现干旱的概率分别是 24.49%、20.41%、20.41%和 18.37%，春旱出现频率较高，对农业生产影响较大。1963—2011 年，除 1965 年外，每年都有若干个月发生过轻度以上干旱，在发生年度干旱的年份中每年至少有 4 个以上的月份出现月尺度干旱。在发生季节性干旱的时期内至少有 1 个月以上发生月尺度干旱。

通过以上的统计分析，修文县出现年尺度干旱的年份不多，且以轻度干旱为主。季尺度和月尺度干旱发生频率较高，究其原因，主要是由修文县降水量年际间变化不大，年内分配不均引起的，且年降水量越小的年份各月降水量分配越不均衡，导致季尺度和月尺度干旱越严重。

4 结论与讨论

由于修文县降水时空分布不均，加之受地理环境的影响，易出现旱情。我们利用 1963—2011 年逐月降水资料，采用降水距平百分率，从年、季和月等不同时间尺度分别对修文县的干旱特征开展了研究，探索了不同尺度干旱间的相关关系。从年尺度看，修文县的年度干旱呈现长短周期交替出现的规律，且在长、短周期变换的年份出现严重的干旱的概率比较大。从季尺度看，除 1968—1973 年外，每隔 1~3 a 会出现 1 次季节性干旱，季节性干旱出现频率较大，且春旱出现干旱的频率最高。除 1989 年外，发生年尺度干旱的年份都有 2 个以上季节发生季节性干旱，其中 2011 年的夏、秋、冬都发生了干旱。从月尺度看，修文县全年每个月都可能发生不同程度干旱，其中 11 月发生干旱的概率最大，发生年度干旱的年份中每年至少有 4 个以上月份出现月尺度干旱；发生季节性干旱期间内至少有 1 个月以上发生月尺度干旱。

修文县出现年尺度干旱的年份不多，且主要以轻度干旱为主，但季尺度和月尺度干旱发生频率较高，主要与修文县内降水量的年内分配不均有关，且年降水量越小的年份季尺度和月尺度严

重干旱发生的概率越大。因此，建设具有年调节能力的蓄水工程是减少修文县旱灾损失的有效措施之一。

参考文献：

- [1] 中国水利水电科学研究院. 旱情等级标准: SL424-2008 [S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2008.
- [2] 胡彩虹, 王金星, 王艺璇, 等. 水文干旱指标研究进展综述[J]. 人民长江, 2013, 44(7): 11-15.
- [3] 马建勇, 许吟隆, 潘捷. 基于 SPI 与相对湿润度的 1961—2009 年东北地区 5—9 月干旱趋势分析[J]. 气象与环境学报, 2012, 28(3): 90-95.
- [4] 袁文平, 周广胜. 标准化降水指标与 Z 指数在我国应用的对比分析[J]. 植物生态学报, 2004, 28(4): 523-529.
- [5] 韦开, 王全九. 基于降水距平百分率的陕西省干旱时空分布特征[J]. 水土保持学报, 2017, 31(1): 318-322.
- [6] 曹永强, 张亭亭, 王雪凤, 等. 黄河流域帕尔默干旱指数的修正及应用[J]. 资源科学, 2014, 36(9): 1810-1815.
- [7] 袁旭琦, 赵雪花. 基于年径流的水文干旱指标研究[J]. 中国农村水利水电, 2014(9): 115-117.
- [8] 冯禹, 崔宁博, 徐燕梅, 等. 贵州省干旱时空分布特征研究[J]. 干旱区资源与环境, 2015, 29(8): 82-86.
- [9] 姚蕊, 陈子桀. 基于标准降水指数的广西旱涝特征演变分析[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2013, 52(2): 115-120.
- [10] 张润琼, 陈静, 周圣. 2009—2010 年贵州省特大气象干旱演变分析[J]. 南方农业, 2013, 7(10): 31-34.
- [11] 孙鹏, 张强, 邓晓宇, 等. 塔里木河流域干旱风险评估与区划[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2014, 53(3): 121-127.
- [12] 程燕, 罗丹, 张会, 等. 1955—2013 年酉阳县干旱灾害评价研究[J]. 现代农业科技, 2016, 13: 247-248.

(本文责编: 杨杰)