

3种干旱指数对贵州省安顺市 历史罕见干旱的评估分析

吴哲红^{1,2}, 詹沛刚¹, 陈贞宏¹, 方庆文¹

(1. 贵州省安顺市气象局, 贵州 安顺 561000; 2. 贵州省山地气候与资源重点实验室, 贵州 贵阳 550002)

摘要:采用降水距平百分率、K干旱指数和综合气象干旱指数(C_i),通过3种指数各自的干旱等级划分,对2009年夏秋季到2010年冬春季发生在贵州省安顺市的历史罕见的干旱过程进行了评估比较。结果表明:3种干旱指数对此次历史罕见的干旱灾害的干旱时段,干旱发展、缓解、解除阶段均有一定的指示意义。此次干旱过程是一次涉及气象、水文、农业、社会经济方面的综合性特大干旱过程。3种指数对干旱发展趋势的描述基本一致。K指数最能体现冬春季农业和大部分时段水文干旱的实况, C_i 指数可体现大部分地区农业干旱的实际。K干旱指数对夏秋季旱情评估偏重,但由于其考虑了蒸发,对水文上水分的欠缺有一定的反映,对干旱彻底解除的时间判定较为合理。降水距平百分率则不够稳定,特别是在降水基数少的时段,对干旱结束时间判定较差。对月和季干旱的评定,冬季干旱最严重的时段K指数评定最好, C_i 和降水距平百分率则对夏秋季干旱评定较为合适。

关键词:干旱评估;K干旱指数; C_i 指数;降水距平百分率

中图分类号:P426.616

文献标识码:A

引言

干旱是世界上造成损失最多的自然灾害,各个部门或学科对干旱概念的定义不尽相同,一般把干旱分为气象干旱、水文干旱、农业干旱和社会经济干旱,气象干旱是其他各类干旱发生的主要原因^[1]。

贵州省常年雨量充沛,但由于其特殊的喀斯特地貌,地形破碎,不利于蓄水,再加上雨量时空分布不均,容易造成干旱灾害,以往贵州省主要以春旱、夏旱、秋旱影响较大,而尤以春、夏旱对农业生产影响最大^[2]。因此以往对贵州干旱的研究多以春、夏季的干旱为主^[3-5]。而2009年夏季到2010年春季,包括贵州安顺在内的西南地区出现了跨季节、跨年度的夏秋连旱叠加冬春旱的特大干旱,对这样严重的旱情,作出较为客观准确且符合实际的评估非常重要,而各种干旱标准繁多,干旱指数多种多样,不同气候区域、不同学者对干旱有不同的理解和出发点,为此,对干旱指标的本地化适用性分析,以及

如何取舍,从而找到适合当地气候特点的干旱指标显得非常重要。很多学者对于各地干旱气候特征及判别指标的应用作了实践和研究^[6-12],各种干旱指标在不同地区有着不同的应用和适用情况。2006年中国气象局发布了《气象干旱等级——国家标准》^[13],贵州省气象局发布了《贵州省干旱标准》^[14],在实际应用中发现有的干旱指标计算虽然较为简单,但考虑要素较为单一,有的指标考虑要素较为全面但计算复杂,资料不易取得^[15]。

本文拟通过降水距平百分率干旱等级划分、K干旱指数等级划分和 C_i 指数对此次干旱过程的评估结果比较,试图分析比较3种指数对此次贵州中西部罕见干旱的评估情况,以期找到适合本地使用的干旱评估指标。

1 资料和方法

1.1 降水距平百分率

某时段降水量距平百分率按文献[13]中相关

收稿日期:2012-05-17;改回日期:2012-06-10

基金项目:公益性行业(气象)科研专项经费“多时间尺度干旱监测与预警、评估技术研究”(GYHY201006023)和贵州省气象局气象科技开放研究基金黔气科合KF[2009]12号共同资助

作者简介:吴哲红(1969-),女,贵州安顺人,硕士,高工,主要从事天气预报和气候预测研究。E-mail:wzh69@tom.com

公式计算。

利用安顺市所辖 6 个国家气象观测站 2009 年 6 月到 2010 年 6 月降水量观测值和对应的历史值进行计算。根据《气象干旱等级——国家标准》^[13] 规定:降水量距平百分率等级适合应用于半湿润、半干旱地区平均气温高于 10 ℃ 的时间段。安顺市冬季气温在 10 ℃ 以下,但基本在 5 ℃ 以上,为保持一致性,冬季也按同一标准计算,并增加了旬标准(表 1)。

表 1 降水量距平百分率(P_a)干旱等级划分表

Tab. 1 Drought grades classified by the precipitation anomaly percentage

等级	类型	旬尺度/%	月尺度/%	季尺度/%
1	无旱	$-50 < P_a$	$-40 < P_a$	$-25 < P_a$
2	轻旱	$-75 < P_a \leq -50$	$-60 < P_a \leq -40$	$-50 < P_a \leq -25$
3	中旱	$-90 < P_a \leq -75$	$-80 < P_a \leq -60$	$-70 < P_a \leq -50$
4	重旱	$-100 < P_a \leq -90$	$-95 < P_a \leq -80$	$-80 < P_a \leq -70$
5	特旱	$P_a = -100$	$P_a \leq -95$	$P_a \leq -80$

1.2 K 干旱指数

K 干旱指数是一个同时考虑了降水和蒸发的干旱指数^[16],其具体定义公式如下:

$$K_{ij} = R'_{ij}/E'_{ij} \quad (1)$$

式中, K_{ij} 为某时段的 K 干旱指数; R'_{ij} 为该时段降水的相对变率, $R'_{ij} = R_{ij}/RP_i$,其中 R_{ij} 为该时段的降水量, RP_i 为该时段降水量的平均值; E'_{ij} 为该时段蒸发的相对变率, $E'_{ij} = E_{ij}/EP_i$,其中 E_{ij} 为该时段蒸发量, EP_i 为该时段蒸发量的平均值。 $i = 1, 2, \dots, n$,为年数, $j = 1, 2, \dots, m$,为站点数。这相当于对指数进行了标准化,消除了由于各地降水、蒸发量级不同而产生的影响,使得干旱标准便于统一。从(1)式可见,当降水相对变率越小、蒸发相对变率越大时, K_{ij} 值越小,干旱越严重;当降水相对变率越大、蒸发相对变率越小时, K_{ij} 值越大,干旱就不明显。

文献[16]的干旱等级标准,将干旱划分为 3 级(重旱、中旱和轻旱),文中为了与其它 2 种标准一致,增加无旱和特旱的标准,并划分出旬、月、季的不同标准(表 2)。利用安顺市所辖 6 个观测站 2009 年 6 月到 2010 年 6 月降水量和蒸发量观测值和对应的历史值进行计算。

表 2 K 干旱指数干旱等级划分表

Tab. 2 Drought grades classified by the K index

等级	类型	旬尺度	月尺度	季尺度
1	无旱	$K > 0.8$	$K > 1.0$	$K > 1.5$
2	轻旱	$0.6 < K \leq 0.8$	$0.8 < K \leq 1.0$	$1.0 < K \leq 1.5$
3	中旱	$0.4 < K \leq 0.6$	$0.5 < K \leq 0.8$	$0.5 < K \leq 1.0$
4	重旱	$0.1 < K \leq 0.4$	$0.2 < K \leq 0.5$	$0.3 < K \leq 0.5$
5	特旱	$K \leq 0.1$	$K \leq 0.2$	$K \leq 0.3$

1.3 综合气象干旱指数 C_i

综合气象干旱指数(C_i 指数)既能反映短时间尺度(月)和长时间尺度(季)降水量气候异常情况,又反映短时间尺度(影响农作物)水分亏欠情况。该指标适合实时气象干旱监测和历史同期气象干旱评估, C_i 指数物理意义明确,但计算较为复杂。本文对 C_i 在安顺市此次干旱过程中的评估结果作了分析,以期了解 C_i 指数在该地区的使用情况。评定干旱等级的标准参照文献[13]。

2 农业和水文干旱实况

一些研究表明^[17-20],可用土壤含水量指标作为作物干旱指标,用河流水库水位表征水文干旱的程度。

本文用 10 ~ 20 cm 土壤相对湿度和水库河流水位分别表征农业和水文干旱的实况,资料取自安顺市土壤湿度观测点资料(普定站)及安顺市水利局提供的猫猫洞水库水位资料。

分析 2009 年 6 月以来逐旬土壤相对湿度随时间的演变(图 1):第一次明显下降的时段为 2009 年 8 月中旬至 9 月上旬,第二次为 10 月下旬至 11 月下旬,最长的时段为 12 月上旬至 2 月下旬,低于 80% 的时段为 1 月上旬至 3 月下旬,最低值为 2 月下旬,4 月上旬以后开始恢复至 90% 以上。分析表明农业干旱始于 2009 年夏秋季节,发展最严重的时段为冬季,4 月以后土壤旱情基本解除。

分析 2009 年 6 月以来逐旬安顺境内猫猫洞水库水位时间演变图(图 2),水库水位从 8 月中旬开始持续下降,11 月中旬开始低于平均水位,到 2010 年 5 月水位较 2009 年 8 月中旬时最高水位下降了 5 m 左右。表明水文干旱从夏季已开始,到秋冬季节发展严重,一直持续到 2010 年春夏季节仍在加重。

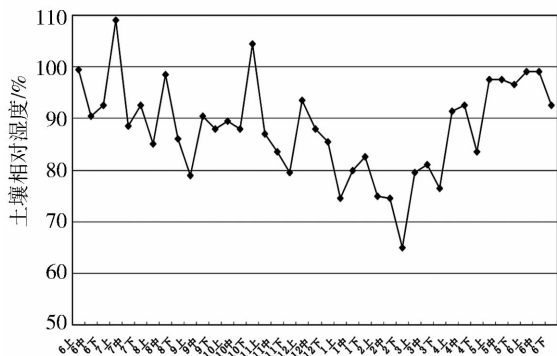


图1 普定站土壤相对湿度随时间的演变趋势

Fig. 1 The evolution of soil relative humidity from June 2009 to June 2010 at Puding station

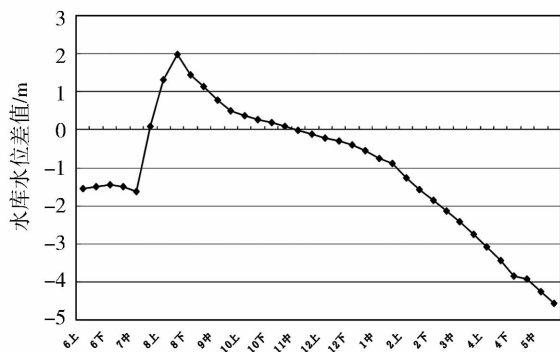


图2 安顺猫猫洞水库水位与平均水位差值随时间的演变趋势

Fig. 2 The evolution of the difference between the water level and the average water level of Maomaodong Reservoir in Anshun from June 2009 to June 2010

另据干旱期间从民政、应急等部门了解到的实际灾情显示,此次干旱过程最早开始于2009年6月上旬,最晚结束于2010年6月中旬,历时一年以上。发展最严重的时段是2009年秋季到2010年春季,特别是冬春季,此次旱灾安顺市从2009年12月旱情的严重后果开始显现,到2010年2、3月迅速加重,人畜饮水困难主要在2009年冬季以后出现。干旱造成的损失包括人畜饮水困难、夏收作物大面积绝收,果树、经济作物大片枯死、水电站无法正常发电造成严重工业损失等,对工农业、水文、水利、旅游、民生等均造成严重影响。据不完全统计干旱共造成饮水困难人口1 363 532人,农作物绝收面积55 802 hm²,造成直接经济损失195 312.14万元。为一次历史罕见的特大型干旱灾害。而且是一次涉及气象、水文、农业等方面的综合性特大干旱过程。

以上分析表明土壤相对湿度变化表征农业干旱主要在秋冬季,冬季最为严重;水库水位变化反映水文干旱的实况为2009年夏季开始,秋冬季发展加重,一直延续到2010年春季。

3 3种气象干旱指数评估结果

3.1 3种方法评定的干旱时段比较

安顺市2009年夏季到2010年春季的干旱非常复杂,各站有着不同的干旱时段,但最为一致的时段是2009年秋季到2010年春季,3种指数对各地秋冬春连旱的实际反映基本一致,也与实际干旱情况一致(表3)。

3种指数划分的干旱时段最大的不同之处在于干旱的起始阶段和结束阶段:*C_i*指数表明,除东北部平坝夏旱较重外,其余仅有半月左右夏旱或无夏旱;而*K*指数表明,各地均有1月以上的夏旱,夏旱起始时间明显偏早;而降水距平百分率对夏旱的判定时段也较*C_i*偏长,不过仅较*C_i*偏早一旬左右。

结合实际考虑到安顺市夏季总体雨量偏少,尤其是平坝偏少46%,且气温偏高,蒸发量大,水文部门水情显示河流水位偏低,水库蓄水不足,说明降水距平百分率和*K*指数对夏季干旱的评判较符合水文干旱的实际,夏季土壤相对湿度总体在80%以上,实际调查表明夏季安顺市农作物长势基本正常,说明*C_i*对夏季农业干旱的评判较为适当。

对于干旱结束时段*C_i*指数显示各地在2010年5月上中旬结束旱情,普定5月14日最晚,而降水距平百分率显示平坝、紫云在4月下旬结束旱情,其余地区5月下旬到6月上旬、中旬(普定、镇宁)结束,*K*指数显示平坝4月上旬结束旱情,其余地区5月下旬到6月中旬结束,普定6月中旬最晚。

根据实际旱情和农情调查显示:4月出现降水后土壤相对湿度开始回升,墒情大大改善,有利于春耕生产。说明4月以后大部分地区农业干旱有所缓解,但河流水位要恢复正常还差得很远,水库水位由于没有足够的降水补充,5月水位继续下降,直到6月才开始回升。平坝干旱后出现降水较早,因此3种方法判定平坝旱情结束时间较其它站早,时间基本一致,是合理的;而普定农业和水文旱情在6月中旬后结束才较为合理,因此*C_i*指数可体现大部分地区农业干旱的实际,*K*指数则对于干旱结束时期的农业干旱及大部分时段水文干旱的实况反映较好。

表 3 3 种指数划分的干旱时段
Tab.3 The dry periods classified by three indices

	C_i	干旱性质	K	干旱性质	降水距平百分率	干旱性质
平坝	2009 年 7 月 9 日 至 12 月 4 日	夏秋 连旱	2009 年 6 月上旬 至 7 月中旬	夏旱	2009 年 8 月中旬 至 9 月上旬	夏秋 连旱
	2010 年 1 月 6 日 至 5 月 2 日	冬春 连旱	2009 年 8 月中旬 至 10 月上旬	夏秋 连旱	2009 年 11 月上旬 至 11 月中旬	秋旱
			2009 年 11 月上旬 至下旬	秋旱	2009 年 12 月中旬 至 2010 年 4 月下旬	冬春 连旱
			2009 年 12 月下旬 至 2010 年 4 月下旬	冬春 连旱		
安顺	2009 年 6 月 16 ~29 日	夏旱	2009 年 6 月上旬 至 7 月中旬	夏旱	2009 年 8 月中旬 至 2010 年 5 月下旬	夏秋冬 春连旱
	2009 年 9 月 4 日 至 2010 年 5 月 2 日	秋冬春 连旱	2009 年 8 月中旬 至 10 月上旬	夏秋 连旱		
			2009 年 11 月上旬 至 2010 年 5 月下旬	秋冬春 连旱		
普定	2009 年 7 月 21 日 至 8 月 3 日	夏旱	2009 年 6 月上旬 至 7 月中旬	夏旱	2009 年 7 月上旬 至 7 月中旬	夏旱
	2009 年 9 月 3 日 至 2010 年 5 月 14 日	秋冬春 连旱	2009 年 9 月上旬 到 2010 年 6 月中旬	秋冬春 连旱	2009 年 9 月下旬 至 10 月上旬	秋旱
					2009 年 11 月上旬 至 2010 年 6 月上旬	秋冬春 连旱
镇宁	2009 年 9 月 12 日 至 2010 年 5 月 3 日	秋冬春 连旱	2009 年 6 月上旬 至 7 月中旬	夏旱	2009 年 8 月下旬 至 2010 年 6 月上旬	夏秋冬 春连旱
			2009 年 9 月上旬 至 2010 年 6 月上旬	秋冬春 连旱		
关岭	2009 年 9 月 4 日 至 2010 年 5 月 3 日	秋冬春 连旱	2009 年 6 月上旬 至 7 月中旬	夏旱	2009 年 8 月下旬 至 2010 年 4 月上旬	夏秋冬 春连旱
			2009 年 8 月下旬 至 2010 年 6 月上旬	夏秋冬 春连旱	2010 年 5 月中旬 至 5 月下旬	春旱
紫云	2009 年 8 月 26 日 至 2010 年 5 月 3 日	秋冬春 连旱	2009 年 6 月上旬 至 2010 年 5 月下旬	夏秋冬 春连旱	2009 年 8 月下旬 至 10 月上旬	夏秋 连旱
					2009 年 11 月上旬 至 2010 年 4 月下旬	秋冬春 连旱

3.2 3 种指数对各月干旱的评定

根据 3 种指数的月标准对 2009 年 6 月到 2010 年 6 月分月划分干旱级别(表 4),规定无旱为 1 级,轻旱为 2 级,中旱为 3 级,重旱为 4 级,特旱为 5 级,数字越大,旱情越严重。

由表 4 分析,2010 年 6 月由于中下旬以后强降水集中,各地进入雨季,按月划分 6 月各地均无旱情。3 种指标划定的重级到特重级旱主要出现在 2010 年 1~3 月,除 C_i 对平坝 1 月划分为中旱(3 级)。降水距平百分率对平坝 1 月划分为中旱(3

级)外,其余站3种指数各站均为重旱到特重旱(4~5级),可见3种指数对干旱最严重发展的时段划定基本一致,其中K指数1~3月对所有站评定均为特旱(5级),说明安顺市2010年1~3月降水量

特少,蒸发量特别大,土壤和空气干燥度大,农作物水分亏欠严重,灾情实况也显示安顺市此时段为农业、水文干旱最为严重时段,K指数对最干旱时段的评定与实际旱情发展的情况最接近实际。

表4 根据3种指数划分的逐月干旱等级

Tab.4 The monthly drought scales classified by the three indexes

		2009年6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	2010年1月	2月	3月	4月	5月	6月
平坝	C_i	1	2	2	4	2	2	1	3	4	5	3	1	1
	K	4	3	3	3	3	5	1	5	5	5	3	1	1
	P_a	2	2	2	1	1	3	1	4	4	3	2	1	1
安顺	C_i	2	1	1	3	2	3	2	4	5	5	3	1	1
	K	3	3	2	4	4	5	2	5	5	5	3	4	1
	P_a	1	1	1	2	2	4	1	4	4	5	-	2	1
普定	C_i	1	2	1	2	2	3	2	4	4	5	4	2	1
	K	3	4	3	5	4	5	1	5	5	5	4	4	1
	P_a	1	2	1	2	2	4	1	4	4	5	2	3	1
镇宁	C_i	1	1	1	2	3	4	2	4	4	5	4	1	1
	K	3	3	1	5	4	5	1	5	5	5	3	3	1
	P_a	1	1	1	4	3	4	1	5	4	5	1	1	1
关岭	C_i	1	1	1	3	3	4	3	5	5	5	4	1	1
	K	3	2	1	5	4	5	3	5	5	5	3	3	1
	P_a	1	1	1	4	3	4	2	4	4	5	1	1	1
紫云	C_i	1	1	2	4	3	4	3	4	5	5	4	1	1
	K	3	2	4	5	4	5	3	5	5	5	4	3	1
	P_a	1	1	2	4	2	4	1	4	4	5	2	1	1

在对旱情发展初期2009年夏旱和秋旱的评定上,夏季6~8月K指数的干旱级别明显高于其它2种方法:如2009年6月K指数评定所有站有中(3级)到重(4级)夏旱,而降水距平百分率仅评定平坝轻级夏旱, C_i 评定安顺有轻级夏旱。9月平坝 C_i 评定为4级,K为3级,而降水距平百分率评定为无旱,实况安顺市8月下旬到9月开始出现晴热少雨时段,9月区域平均降雨量仅偏少10%,而蒸发量偏多50%。根据土壤湿度资料及水库水位资料,8月中旬至9月上旬土壤湿度有一次下降趋势,水库水位下降也是开始于8月中旬。据安顺市气象局于9月8~9日组织旱情调查组到镇宁、平坝县开展的实地灾情调查显示,各地农作物均因干旱受到不同程度损失,水稻、晚玉米,尤其是经济作物、蔬菜受灾较重,但未出现人畜饮水困难,因此K指数评定平坝9

月中旱较为合理,但夏秋季对大部分地区评定偏高。分析安顺干旱指数随时间的发展趋势(图3),可看出,3种指数对干旱发展和缓和的趋势基本一致,K指数在干旱起始和结束的阶段旱情级别明显高于其余2种指数。根据以上对农业和水文干旱的分析,说明 C_i 和降水距平百分率对于农业旱情更为敏感,K指数则与水文干旱开始和延续的时段较为一致,对于干旱发展最为严重的时段3种指数时段基本一致,以K指数最为稳定。

3.3 各季3种指数评估结果

根据3种指数的季标准,对于 C_i ,根据其规定,按照干旱期内达到干旱指标的各天平均计算,对于降水距平百分率和K指数,根据季总降雨量和季总蒸发量计算评定2009年夏季到2010年春季各季干旱级别,评定结果见表5。

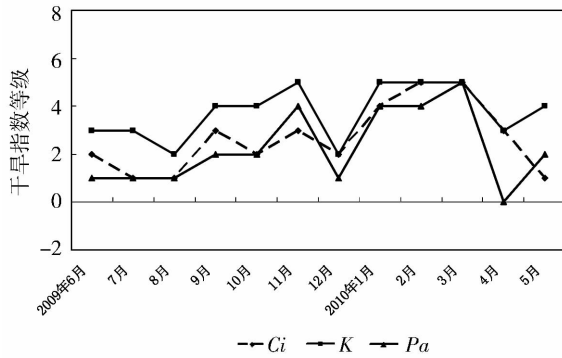


图3 安顺干旱指数随时间的发展趋势

Fig. 3 Drought trends classified by three indexes at Anshun

表5 3种指数对各季干旱评估结果
Tab. 5 Evaluation results of drought grades classified by three indices

		2009年夏季	秋季	冬季	2010春季
平坝	<i>Ci</i>	2	3	3	4
	<i>K</i>	3	3	5	3
	<i>Pa</i>	2	2	3	1
安顺	<i>Ci</i>	2	2	4	5
	<i>K</i>	3	5	5	4
	<i>Pa</i>	1	3	4	3
普定	<i>Ci</i>	2	2	3	4
	<i>K</i>	3	5	5	5
	<i>Pa</i>	1	3	3	3
镇宁	<i>Ci</i>	1	3	3	5
	<i>K</i>	3	5	5	4
	<i>Pa</i>	1	4	3	2
关岭	<i>Ci</i>	1	4	4	5
	<i>K</i>	3	5	5	4
	<i>Pa</i>	1	4	5	2
紫云	<i>Ci</i>	2	4	4	5
	<i>K</i>	3	5	5	4
	<i>Pa</i>	1	4	5	2

由表5分析,夏季*K*指数对各站评定偏重,*K*指数对6个站均评定夏季中旱(3级),而*Ci*评定平坝、安顺、普定、紫云有夏季轻旱(2级),*Pa*仅评定平坝有夏季轻旱(2级),其余站无夏旱。根据上文分析,结合实际,安顺市区域夏旱总体应为轻旱。*K*指数评定偏重,*Ci*较好。

*K*指数除对平坝秋季评为中旱外,其余均评为特旱,冬季所有站评为特旱,除平坝外,所有站秋冬

季连续特旱,显然对秋季干旱的评定偏重,但对冬季干旱的评定合理。

*Ci*指数评定平坝、普定、镇宁冬季为中旱(3级),其余评为重旱,根据实况调查的资料,评定又过于偏轻。*Pa*指数评定紫云、关岭冬季为特旱,其余站评定为3~4级,也过于偏轻。

2010年春季*Pa*评定平坝无旱,显然不合理,其余站也仅评定为2~3级,而实际2010年前春是安顺市干旱发展最为严重的时期。事实上,前春时段降水量基数本来就十分小,只要有一点降水,降水偏少程度就不大,所以*Pa*对这一时期的评定不好。

综上所述,从3种干旱指数对2009年夏季到2010年春季历史罕见干旱评定的结果来看,对于月和季的干旱等级评定,*K*指数对夏、秋季旱评定过重,但对于冬春季评定较好。*Ci*刚好相反,对夏、秋季评定较好,冬季偏轻,对干旱结束时间的评定也过早。*Pa*指数则不稳定。

3.4 3种方法划分的干旱总日数比较分析

分别根据3种指标,统计计算自2009年6月到2010年6月以来轻级以上的干旱总日数,*Ci*指数直接根据指标统计该时段内达到干旱标准的总日数,对于*Pa*和*K*指数,如该旬满足干旱级别则认为该旬整旬为干旱日数,结果见图4。

由图4分析,3种方法对干旱区域的划分基本一致:3种方法划分的干旱日数最长时段在西北部、最短时段在东北部的分布一致,不同之处在于*Pa*对南部地区的评定明显偏轻。

3种方法评估的干旱总日数,13个月以来安顺6个站均在200d以上,充分说明此次干旱过程历经时段之长,*Ci*指数评定普定干旱日数268d,为6站中最多,平坝227d,为最少;*K*指数评定干旱日数最多的也是普定,最少的也是平坝,*K*指数较之*Ci*指数,6个站一致偏多20~60d左右;*Pa*则较*Ci*指数有偏多和偏少不等的情况,最多为安顺,其次为镇宁、关岭少1d,最少也是平坝,为203d。

*K*指数评定的干旱日数明显多于其它2种方法,说明*K*指数对安顺市干旱的评定较其它2种方法敏感。但较之*Pa*指数对干旱日数评定偏多和偏少不稳定的情况而言,*K*指数评定的干旱日数偏多的趋势是一致的,且主要表现在夏季,表明*K*指数对干旱的评定是较为平稳的,这说明可以通过修正夏季指标的方法,让*K*指数对夏季干旱评定的合理性进一步提高。

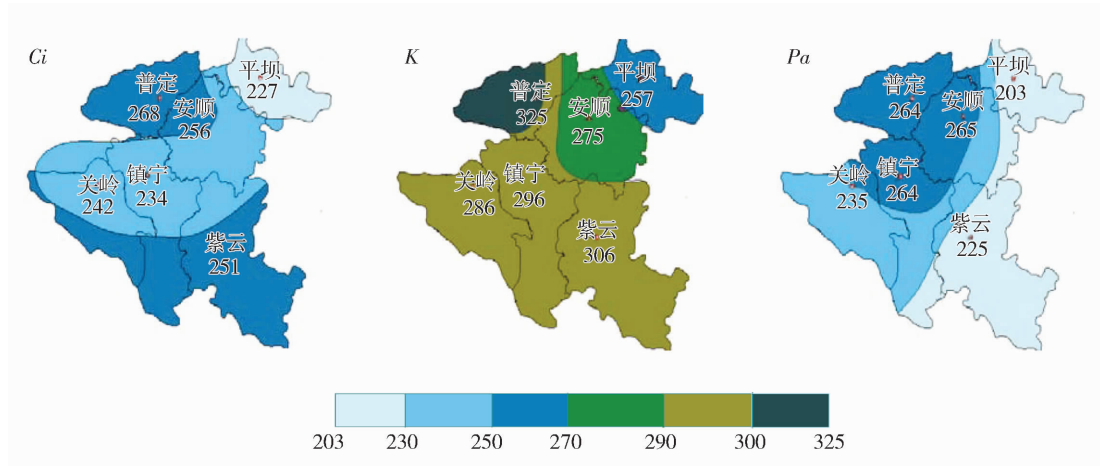


图4 3种方法评定的干旱总日数分布图(单位:d)

Fig.4 The total number of dry days evaluated by three indices

4 结论与讨论

(1)3种指数对此次贵州安顺市历史罕见干旱灾害的干旱时段、干旱发展阶段、缓解、解除阶段均有一定的指示意义。通过3种指数的指示,干旱过程最早从2009年夏季开始,到2010年春季才结束,历时1a左右;从2009年秋季后迅速发展,最严重时段为冬春季。这次干旱事件是一次涉及气象、水文、农业、社会经济方面的综合性特大干旱过程。

K 指数评定的干旱时段最长,对夏秋季旱情评估偏重,但考虑了蒸发,对水文上水分的欠缺有一定的反映,干旱彻底解除的时间判定较为合理, Pa 则不够稳定,特别是降水基数少的时段,对于干旱结束时间判定较差;3种指数对干旱发展和缓和的趋势判定基本一致, K 指数在干旱起始和结束的阶段旱情级别明显高于其余2种指数,结束时间晚于另2种指数。 K 指数最能体现冬春季农业和大部分时段水文干旱的实况, Ci 指数可体现大部分地区农业干旱的实际。

(2)对月和季干旱的评定,冬季干旱最严重的时段 K 指数评定最好, Ci 和 Pa 则对夏秋季干旱评定较为合适;从2009年到2010年历史罕见干旱3种指数评定结果来看,对于月和季的干旱等级评定, K 指数对夏、秋季旱评定过重,但对于水文干旱有一定的指示作用,对于冬春季评定较好, Ci 则对夏、秋季评定较好,较符合夏季农业干旱不重的实际,但在干旱发展最严重的冬季偏轻,对于干旱结束时间的判断上对降水过于敏感,评定结束过早。

K 指数评定的干旱日数明显多于其它2种方法,说明 K 指数对安顺市干旱的评定较其它2种方

法敏感。但偏多的趋势一致,表现较为平稳,这说明可能可以通过调整指标等方法让 K 指数评定的合理性提高。

(3) Ci 指数计算复杂, Pa 和 K 指数计算简单。由于 K 指数考虑了蒸发量,物理意义更加明确,消除了 Pa 由于冬季降水基数小造成的不稳定,对水文干旱有较好的反映,对农业干旱有一定的反映,对于 K 指数对夏秋季干旱评判偏重的问题,在下一步的工作中可考虑结合贵州实际,通过调整指标来订正。

致谢:感谢贵州省气象局气候中心提供的 Ci 指数计算结果!感谢王劲松研究员对本文的极大帮助和悉心指导!

参考文献:

- [1] 王劲松,郭江勇,周跃武,等.干旱指标研究的进展与展望[J].干旱区地理,2007,30(1):61-67.
- [2] 黄晓林.贵州省干旱特点与防御对策[J].耕作与栽培,2003,4:57-58.
- [3] 许炳南,陈世平.贵州农业“两旱”的气候特征及其防御[J].灾害学,1997,12(2):44-48.
- [4] 武文辉,吴战平,袁淑杰.贵州夏旱对水稻、玉米产量影响评估方法研究[J].气象科学,2008,28(2):232-236.
- [5] 许炳南.贵州夏季严重旱涝的环流异常特征[J].气象,2001,27(8):45-48.
- [6] 杨小利,刘庚山,杨兴国,等.甘肃黄土高原帕尔默旱度模式的修订[J].干旱气象,2005,23(2):8-12.
- [7] 杨绚,李栋梁.中国干旱气候分区及其降水量变化特征[J].干旱气象,2008,26(2):17-24.
- [8] 李维京,赵振国,李想,等.中国北方干旱的气候特征及其成因的初步研究[J].干旱气象,2003,21(4):1-5.
- [9] 景怀玺,李富洲,白虎志.白银市近48a地表干湿状况及变干趋势[J].干旱气象,2006,24(3):52-56.

- [10] 詹志明,彭云秀,王凯胜. 黄土高原干旱指数分析[J]. 地域研究与开发,1999,18(2):25-27.
- [11] 卫捷,陶思言,张庆云. Palmer 干旱指数在华北干旱分析中的应用[J]. 地理学报,2003,9:91-99.
- [12] 高桂芹,花家嘉,赵景旺. Y 干旱指数在冀东春旱监测中的应用[J]. 中国农业气象,2009,30(3):431-435.
- [13] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 中华人民共和国国家标准——气象干旱等级. GB/T 20481—2006.
- [14] 贵州省质量监督局,贵州省标准化管理委员会. 贵州省干旱标准 DB52/T 501—2006.
- [15] 王劲松,任余龙,宋秀玲. K 干旱指数在甘肃省干旱监测业务中的应用[J]. 干旱气象,2008,26(4):75-79.
- [16] 王劲松,郭江勇,倾继祖. 一种 K 干旱指数在西北地区春旱分析中的应用[J]. 自然资源学报,2007,22(5):709-717.
- [17] 罗振堂,李凤霞,周秉荣,等. 青海省东部浅山农业区春季干旱预报方法研究[J]. 青海科技,2009,5:25-29.
- [18] 刘永忠,李齐霞,孙万荣,等. 气候干旱与作物干旱指标体系[J]. 山西农业科学,2005,33(3):50-53.
- [19] 赵玉莲,张翠艳. 从锦州连续干旱分析水资源与生态环境变化[J]. 辽宁气象,2004,1:29-33.
- [20] 谷晓平,刘雪梅. 春、夏季降水对水库蓄水量的影响[J]. 气象,2004,4:50-53.

Assessment of the Rare Drought Event Occurred in Anshun of Guizhou Province by Three Drought Indexes

WU Zhehong^{1,2}, ZHAN Peigang¹, CHEN Zhenhong¹, FANG Qingwen¹

(1. Anshun Meteorological Bureau of Guizhou Province, Anshun 561000, China;
2. Key Laboratory of Mountainous Climate and Resources of Guizhou Province, Guiyang 550002, China)

Abstract: In this paper, the precipitation anomaly percentage, K integrated meteorological drought index and the Ci drought index were used to analyze the rare drought event lasting from summer and autumn of 2009 to winter and spring of 2010 in Anshun of Guizhou Province. The results show that three kinds of drought indexes had a certain significant instruction for the drought period, drought development, drought easing and removing phase, and this severe drought event was involved with meteorology, hydrology, agriculture, social and economic aspects. The descriptions of the drought trend by three indexes were basically same. The K index could best reflect both actual agriculture drought status in winter and spring and hydrology drought in most of time, the Ci index could reflect the agricultural drought in most parts of the region. Drought in summer and autumn was assessed much severe by the K index, but considering the effect of evaporation, it could reflect the lack of moisture, the judgment about drought removing completely by the K index was more accurate. While the precipitation anomaly percentage was not so stable, especially in low rainfall period, the determine of the ending time was not good enough. The assessment of the monthly and seasonal drought showed that K index was the best in winter (the most serious drought time), Ci and the precipitation anomaly percentage were good for the drought in summer and autumn.

Key words: drought assessment; K index; Ci index; the precipitation anomaly percentage