

李忆平,王劲松,李耀辉. 2009/2010年中国西南区域性大旱的特征分析[J]. 干旱气象, 2015, 33(4): 537-545. [LI Yiping, WANG Jinsong, Li Yaohui. Characteristics of a Regional Meteorological Drought Event in Southwestern China During 2009-2010[J]. Journal of Arid Meteorology, 2015, 33(4): 537-545], doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2015)-04-0537

2009/2010年中国西南区域性大旱的特征分析

李忆平,王劲松,李耀辉

(中国气象局兰州干旱气象研究所,中国气象局干旱气候变化与减灾重点开放实验室,
甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室,甘肃 兰州 730020)

摘要:针对目前各种干旱指数对干旱事件整体识别能力的局限性,采用一种新的客观识别方法“区域性极端事件客观识别方法(OITREE)”对2009~2010年中国西南地区的秋冬春连旱进行了特征识别。结果表明:(1)此次干旱事件的发生时段为2009年8月25日至2010年4月18日,历时237 d,为近50 a(1961~2010年)综合强度排名第五位的干旱事件,是一次极端干旱事件;(2)此次极端干旱过程最大影响面积为576.82万km²,影响范围涉及到云南全省、四川南部、贵州大部(主要是西部)以及重庆、广西西部,其中,云南、贵州和广西3省交界区干旱最严重,其次为云南的中部和中西部,且云南省不论受旱面积还是受旱强度都是最大的;(3)此次干旱过程有4个明显变化阶段:干旱增强、减弱、再增强、最后解除。第一阶段为2009年8月25日至10月下旬,干旱开始发展并持续增强,影响范围最大可达约370万km²,包括西南、华南、华东、华北及东北南部的小部分地区,持续达2个月,受影响的核心区域除了西南地区以外,还有华北和华南的部分区域;第二阶段为2009年11月初至12月中旬,干旱强度急剧下降,影响范围最小只有约50万km²,主要在西南地区,持续时间只有1个月;第三阶段,2009年12月中旬至2010年3月下旬,旱情再一次增强,干旱面积再次扩大,影响范围最大可达约200万km²,包括西南及西北地区东部,持续时间为3个月,是4个阶段中发展时间最长的,主要受影响的核心区域为西南地区;第四阶段,2010年3月下旬至4月中旬,干旱逐渐缓解,直到过程结束,旱情解除。OITREE方法能从不同层次和方面完整地描述干旱事件的时空变化特点,其判别结果与实际情况基本一致,是一种有效监测干旱的新方法。

关键词:干旱;西南;客观识别

文章编号:1006-7639(2015)-04-0537-09 doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2015)-04-0537

中图分类号:P462

文献标识码:A

引言

干旱是我国最常见的气象灾害之一,具有持续时间长、影响范围广的特点,它的频繁发生和长期持续给国民经济特别是农业生产带来巨大经济损失,每年因干旱造成的粮食减产约占气象灾害粮食总损失的50%以上。在全球变暖背景下,区域性极端天气气候事件强度不断增大,百年或几十年一遇的极端干旱事件频繁出现^[1]。IPCC第五次评估报告指出:未来全球气候变暖对气候系统变化的影响将持续。在未来气候变暖背景下,全球降水将呈现

“干者愈干、湿者愈湿”的趋势^[2]。因此,研究干旱问题对国民经济的发展具有重要意义。

目前,对干旱的研究主要集中在3个方面:干旱指数、干旱客观事实研究(即观测研究)和成因诊断。其中,干旱指数是干旱监测的重要手段,也是研究干旱问题的基础,只有对干旱事实有了客观明确的了解,才能更深入地分析其成因并有效地做好预测。近几十年来,很多学者从降水、气温、蒸发等方面对气象干旱指标做了大量的研究工作,提出了很多衡量气象干旱的指标,目前常用的干旱指标有:降水距平百分率、气象干旱综合指数(CI)、标准化降

收稿日期:2014-09-19;改稿日期:2015-02-04

基金项目:2015年度甘肃省气象局气象科研项目“基于K指数的甘肃省干旱持续性特征研究”(2015-10)、公益性行业(气象)科研专项“多时间尺度干旱监测与预警、评估技术研究”(GYHY201006023)和国家自然科学基金项目(41175075)共同资助

作者简介:李忆平(1981-),女,甘肃兰州人,硕士,助理研究员,主要从事干旱监测和预测研究. E-mail:liyiping532@163.com

水指数 (SPI)、Z 指数、相对湿润度指数 (Mi) 等^[3-14],但各干旱指标在不同地区的适应性存在差异^[15-23]。2006 年,张强等^[24]发展了综合气象干旱指数 (CI),该指数以标准化降水指数和湿润度指数为基础,不仅考虑了降水和蒸散对当前干旱的累积效应,且所用资料为常规气象观测数据,易于获得,因此近年作为国家标准在各省气象部门干旱实时监测评估中得到了推广使用^[25],取得了较好的效果^[26-30]。

总的来说,干旱指数的研究过去多集中在单站指标的基础上,主要是以某个点的特殊情况代替区域旱情发生全貌,或是通过统计单站固定时段(年、季节、月)干旱指数的等级来确定某站是否发生了干旱。众所周知,干旱事件属于区域性极端天气气候事件,不但具有一定的持续时间,还具有一定的影响范围。如何把干旱事件作为一个时间和空间的整体来进行识别和刻画,是研究干旱事件的关键。近年来,这一问题受到越来越多的关注。王志南等^[31]提出了“干旱自然过程”的概念,认为干旱现象是一种起止期不尽相同的随机过程;Andreadis^[32]和 Sheffield^[33-34]等基于月时间尺度土壤湿度资料分析了严重的区域性干旱事件;Qian 等^[35]基于单站干旱指数,用主客观结合的方法识别区域性干旱事件。近期,任福民等^[36]提出了“区域性极端事件客观识别方法 (Objective Identification Technique for Regional Extreme Events, OITREE)”,该方法针对极端天气气候事件普遍具有的特定影响范围和持续时间,能够用于对区域性气象干旱事件的识别^[37]。

研究表明,全国各地均可能发生干旱,最易发生干旱的区域是华北、西北地区东部和西南地区。近几年,随着全球变暖,我国华北和西南地区干旱灾害愈发严重^[38],其中,对西南地区影响最严重的为 2009 年秋季至 2010 年春季的干旱事件。针对这次干旱事件的研究大多是从大气环流及海温异常等大气外强迫角度进行成因诊断^[39-44]。本文以综合气象干旱指数 (CI) 为基础,将“区域性极端事件客观识别方法 (OITREE)”应用于 2009/2010 年西南干旱事件,具体分析其特点。

1 资料及方法

1.1 资料

所用资料为中国气象局国家气候中心提供的业务产品:全国 723 个气象站 1961 年 1 月 1 日至 2010 年 12 月 31 日的逐日综合气象干旱指数(以下简称“CI 指数”),其计算方法和步骤见《气象干旱等级》国家标准 (GB/T20481-2006)^[24],具体如下:

CI 指数是利用近 30 d(相当月尺度)和近 90 d(相当季尺度)标准化降水指数,以及近 30 d 相对湿润指数进行综合而得,该指标既反映短时间尺度(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。其计算式如下:

$$CI = aZ_{30} + bZ_{90} + cM_{30} \quad (1)$$

式(1)中: Z_{30} 、 Z_{90} 分别为近 30 d、90 d 标准化降水指数 SPI 值; M_{30} 为近 30 d 相对湿润度指数; a 为近 30 d 标准化降水系数, b 为近 90 d 标准化降水系数, c 为近 30 d 相对湿润度系数。通过(1)式,利用前期平均气温、降水量可以滚动计算出每天综合干旱指数 CI,进行干旱监测。

根据 CI 值的范围可将其划分为 5 级(表 1),1 级表示无旱,2~5 级由弱到强描述了干旱的不同严重程度;从不同等级的数值范围来看,除 1 级为 -0.6 以上,干旱状况下(2~5 级)CI 值都 <0 ,且干旱程度越严重,CI 值就越小(绝对值越大)。

表 1 综合气象干旱指数 (CI) 等级的划分^[24]
Tab. 1 Classification of the compound drought index

等级	类型	CI 值
1	无旱	$-0.6 < CI$
2	轻旱	$-1.2 < CI \leq -0.6$
3	中旱	$-1.8 < CI \leq -1.2$
4	重旱	$-2.4 < CI \leq -1.8$
5	特旱	$CI \leq -2.4$

1.2 方法

1.2.1 方法流程

干旱事件属于极端天气气候事件,具有一定的影响范围和确定的持续时间。基于此, OITREE 方法用于识别干旱事件时,主要包括 5 个步骤:1) 单站逐日干旱指数的选定;2) 逐日自然干旱带分离;3) 干旱事件的时间连续性识别;4) 区域性气象干旱事件指标体系建立;5) 区域性气象干旱事件的极端性判别。其中,逐日自然干旱带分离和干旱事件的时间连续性识别是该方法的 2 个关键技术。

对于识别出来的所有干旱事件,要有一个指标体系来评估它们的相对严重程度。表 2 显示了区域性极端事件客观识别方法的指标体系,其中包括 5 个单一指标和 1 个综合指标。单一指标包括:极端

强度(I_1)、累积强度(I_2)、累积面积(A_s)、最大影响面积(A_m)以及持续时间(D);同时,从等级上又分为3个级别:一级指标是描述事件过程的,二级指标描述每日的干旱状况,三级指标则针对单站的过程极值。综合指数描述事件的总体特征,可以用来全面对比各次干旱事件的整体强度,该指数可分为2级:一级指标为过程综合强度,二级指标是逐日综合强度。

根据近50 a(1961~2010年)所有区域性气象干旱事件的综合强度由强到弱的顺序,采用百分位法将其划分4个强度等级:极端干旱事件(10%)、

重度干旱事件(20%)、中度干旱事件(40%)和轻度干旱事件(30%)。

1.2.2 OITREE方法识别中国区域性气象干旱事件的参数

OITREE方法对2009/2010年西南干旱事件的识别结果,主要是基于此方法对全国近50 a所有干旱事件合理识别的基础,所以,要试验并选择合适的参数使得识别结果与干旱实际相符。为了说明OITREE方法识别2009/2010年西南干旱事件的背景,现给出此方法识别全国干旱事件的参数表(表3)。

表2 区域性极端事件客观识别方法的指标体系

Tab.2 Index system for Objective Identification Technique for Regional Extreme Events (OITREE)

指标	一级指标 (对事件)	二级指标 (对某日 <i>k</i>)	三级指标 (对某站 <i>j</i>)
极端强度 I_1	$I_1 = \text{Max}_{k=1,K}(I_{1k})$	$I_{1k} = \text{Max}_{i=1,J_k}(T_{ki})$	$I_{1 j} = \text{Max}_{k=1,K}(T_{kj})$
累积强度 I_2	$I_2 = \sum_{k=1}^K I_{2k}$	$I_{2k} = \sum_{i=1}^{J_k} (T_{ki} - T_{ki c})$	$I_{2 j} = \sum_{k=1}^K (T_{kj} - T_{kj c})$
累积面积 A_s	$A_s = \sum_{k=1}^K A_k$	$A_k = \text{Area}(S_k)$	
最大面积 A_m	$A_m = \text{Area}[\bigcup_{k=1}^K S_k]$		
持续时间 D	$D = K$		
综合指数 Z (综合强度)	$Z = F(I_1, I_2, A_s, A_m, D)$ 方案: I_1, I_2, A_s, A_m 和 D 分别进行标准化后,再加权求和	$Z_k = f(I_{1k}, I_{2k}, A_k)$ 方案:系数和标准化参数借用一级指标中相应的数值	
空间位置	事件最大影响范围的几何中心和几何重心	逐日影响范围及其几何中心	

注: K 是持续的天数; J 和 J_k 分别是整个事件的影响台站数和第*k*天的影响台站数; S_k 是事件过程中第*k*天的 J_k 个受影响站点的分布, $\text{Area}(S_k)$ 表示 S_k 的面积, T_{ki} 和 $T_{ki|c}$ 分别表示当天台站*i*的单站指数值及其阈值;对于整个事件过程所涉及的*J*个台站, T_{kj} 和 $T_{kj|c}$ 分别表示了台站*j*在第*k*天的单站指数值及其阈值。

表3 OITREE方法识别中国区域性干旱事件的参数表

Tab.3 Values of the parameters for the OITREE method

参数名	含义	取值
每日单站指数	针对所关注的区域性事件,选定合适单站指数	CI指数
每日单站指数阈值	判别单站异常性所采用的阈值	-1.2
邻站距离	与某站的距离在“邻站距离”范围内的站被定义为该站的邻站	250 km
邻站异常率的阈值	当某一站点的邻站异常率大于等于阈值时,可作为最大潜在干旱带中心	0.3
异常带台站数阈值	当异常带内所含的台站数量达到或超过该数值时,即为独立的干旱异常带	20
事件间断日数阈值	事件允许间断的最大日数,通常取值为0,即不允许间断	0
区域性事件定义之阈值	根据事件的综合指数大小分布特点确定该阈值。当且仅当综合指数超过该“阈值”的事件定义为区域性干旱事件	0.25
单站日指数的方向码	“1”代表原始指数的数值越大,其异常性越大;“-1”代表原始指数的数值越小,其异常性越大	-1
综合指数函数中的5个系数	干旱综合指数公式中的5个权重系数 $Z = F(I_1, I_2, A_s, A_m, D) = e_1 I_1 + e_2 I_2 + e_3 A_s + e_4 A_m + e_5 D$	0.05, 0.30, 0.28, 0.15, 0.22

2 结果分析

2.1 干旱实况

2009年秋季至2010年春季,我国西南地区遭受了大范围、长时间的秋冬春三季连旱,影响范围涉及广西、重庆、四川、贵州、云南5省(自治区、直辖市)。2009年10月,云南局部地区先出现中旱;12月,云南、广西和贵州均出现重旱。2010年1月,云南与四川的成灾区域逐渐扩大,云南西部出现极旱;2月,云南和贵州出现连片重旱,同时极旱区域向东转移;3月中下旬,西南出现连片重旱区,极旱区的面积不断扩大,云南大部、贵州西部、广西西北部均达到特大干旱等级,这次严重干旱造成了巨大经济损失^[39-44]。据国家防汛抗旱总指挥部办公室统计,截至2010年4月9日,云南、贵州、广西、重庆、四川耕地受旱面积636.87 hm²,占全国同期受旱面积的78%,待播耕地缺水缺墒135.8 hm²;有2 019.9万人、1 348万头大牲畜因旱饮水困难,分别占全国同期的80%和75%。在这次大旱过程中,云南灾情最为严重,888.5万人和486万头牲畜出现临时饮水困难,是该省近10 a来的最高值,同时也是西南5省(自治区、直辖市)中受灾面积和成灾面积最大的省份^[41]。

2.2 OITREE 方法识别结果

2.2.1 事件的总体特征

OITREE方法对此次事件的识别结果表明:(1)事件综合指数为6.25,在近50 a(1961~2010年)所有干旱事件中排名第五,属于极端干旱事件;(2)事件开始于2009年8月25日,结束于2010年4月18日,共历时237 d;(3)此次干旱过程的最大影响面积为576.82万 km²,从西南地区延伸到了华北地区,主要包括广西、重庆、四川、贵州、云南5省(自治区、直辖市)的大范围地区。

2.2.2 事件的空间分布特征

累积强度不仅可显示事件的分布范围,而且能很好地描述事件范围中不同区域干旱强度的大小。图1给出此次干旱事件的累积强度,可见:(1)从分布范围来看,此次西南干旱事件发生的区域主要在云南全省、四川南部、贵州大部(主要是西部)以及广西西部,受影响最大的省份是云南省;(2)从干旱强度的分布来看,此次干旱最强中心位于云南、贵州和广西3省(区)交界的地区,云南的中部和中西部也分别存在1个次强中心。由此可见,此次干旱事件主要涉及到西南地区的4个省份,值得注意的是,不管是从范围还是强度来看,云南省都是此次事件

中受影响最大的省份。

极端强度描述了整个事件过程中干旱的最强程度。图2显示本次事件极端强度的分布特征,可以看出:此次干旱事件极端强度最大值的区域主要贯穿云南及贵州的中部,其次是四川南部和云南中部。这与累积强度的分布范围基本一致,说明云南与贵州的交界处在此次干旱事件过程中不仅累积干旱状况较强,而且极端强度也是西南地区最大的。

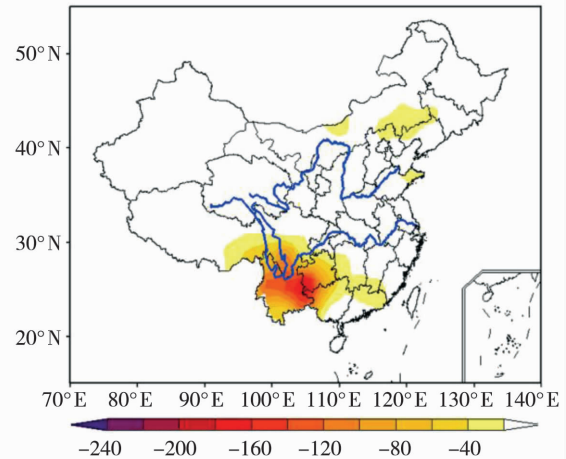


图1 2009/2010年西南干旱事件的累积强度
Fig. 1 Distribution of the accumulated intensity for the 2009/2010 regional extreme meteorological drought event in southwestern China

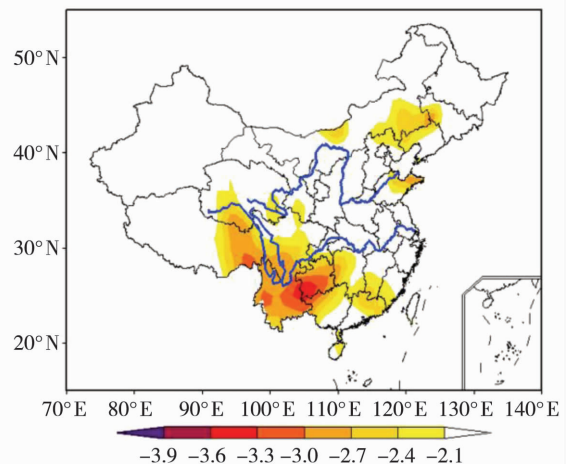


图2 2009/2010年西南干旱事件的极端强度
Fig. 2 Distribution of the extreme intensity for the 2009/2010 regional extreme meteorological drought event in southwestern China

2.2.3 事件的时间演变特征

OITREE方法中,二级指标是针对每日的,三级指标则是针对单站的过程极值,这2个等级指标能很好地反映不同时段干旱程度的变化特征。

事件的日指标包括日综合强度、日极端强度、日累积强度和日影响面积4个指标。其中,日综合强度和日影响面积的大小随着干旱强度的增强而增大,而日极端强度和日累积强度因涉及到CI指数的大小,所以其数值大小与干旱强度的变化呈反相关,即随着干旱强度的增强而减小。图3显示此次干旱事件4个日指标演变情况,可见4个指标都从不同方面反映出干旱强度

随时间的演变过程。其中,日综合强度变化范围在-0.32~-0.03之间,其变化曲线显示出此次干旱过程有2个从增强到减弱的周期过程;极端强度的变化范围在-3.9~-2.2之间,描述了每日干旱指数最强值(即每日干旱异常带区域内干旱强度最强站点的CI数值)的变化特点;累积强度最强可达-140.9,最弱为-8.6;影响面积最小为34.45万km²,最大可达到374.63万km²。

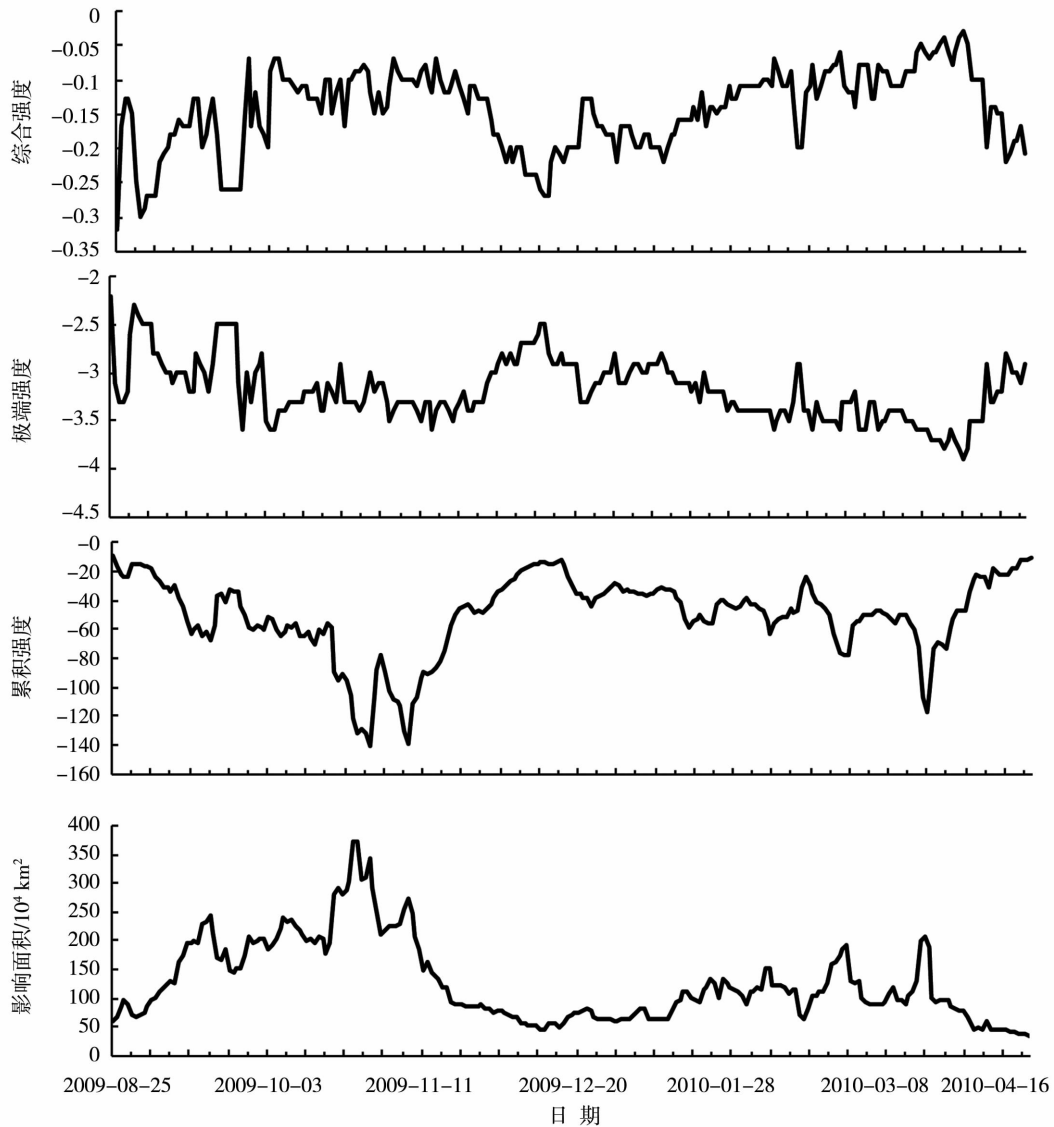


图3 2009/2010年西南干旱事件4个日指标随时间演变情况

Fig. 3 Daily changes of integrated intensity, extreme intensity, accumulated intensity and accumulated impacted area indices for the 2009/2010 regional extreme meteorological drought event in southwestern China

然而,由于4个日指标的单位不同,大小量级也不同,很难直接对比它们之间的变化关系。为了对比方便,对其进行标准化处理;另外,由于极端强度和累积强度与旱情的变化呈反相关,为了与其他2

个指标对比方便,将这2个指标标准化后取绝对值。图4给出了这4个日指标经标准化后随时间的演变情况,可以看出,整体上这4个指标之间有着较好的对应关系,均能一致地显示出此次干旱过程中4个

明显的变化阶段:第一阶段为2009年8月25日至10月下旬,干旱开始发展并持续增强,到10月底及11月初,日影响面积和累积强度达到了此次干旱过程的顶峰;第二阶段,2009年11月初至12月中旬,干旱强度急剧下降,日影响面积明显缩小,综合强度显著减弱;第三阶段,2009年12月中旬至2010年3月下旬,干旱强度缓慢回增,但影响面积和累积强度均比第一阶段的弱;第四阶段,2010年3月下旬至4月中旬,干旱逐渐缓解,直到过程结束,旱情解除。

从日指标各自的变化过程来看,虽然它们都能完整地呈现干旱程度变化的4个阶段,但变化幅度和变化时间点略有差异:综合强度和极端强度的变化较一致,且波动较小;而累积强度和影响面积的变化幅度相对较大。值得注意的是,在第一阶段干旱

强度达到最大值的时候,影响面积和累积强度都有明显的峰值,时间在2009年10月26、27日左右,而综合强度和极端强度并没有明显的从小到大的剧烈变化,只是保持在一个较平稳的高值区;第三阶段,影响面积和累积强度在2010年3月22日达到最大值,而综合强度的最大值却出现在2010年4月2日,极端强度的极值出现时间与综合强度较一致。另外,当干旱强度减弱时,4个指标的变化幅度和极值出现时间较一致;当干旱强度增强时,4个干旱指标的变化却不太一致,其中影响面积和累积强度的变化明显且幅度大,而极端强度和综合强度都表现出相对平缓 and 滞后的变化特征,这可能是综合强度融合了其余3个指标的变化趋势,故而在某些阶段其变化不明显。

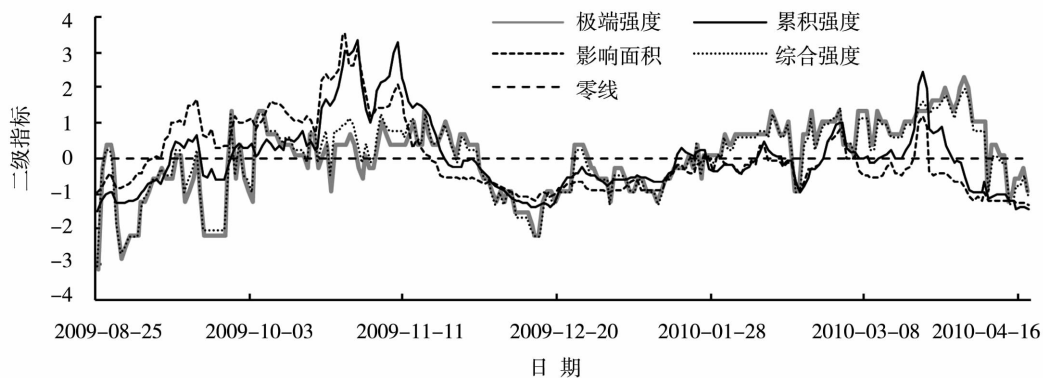


图4 2009/2010 西南干旱事件标准化后的4个日指标的时间演变

Fig.4 Daily changes of standardized four indices for the 2009/2010 regional extreme meteorological drought event in southwestern China

为了更全面地了解此次干旱事件的发生过程,本文对日累积强度和日极端强度在特殊时间节点上的空间分布情况做更进一步的分析。选取此次干旱事件过程中4个时间转折点:2009年8月31日(事件开始,旱情较弱)、10月27日(旱情第一次达到最强)、12月14日(旱情到低谷)、2010年3月22日(旱情第二次增强到一个较严重水平),分别绘制这4个时次的干旱站点、日极端强度和日累积强度的分布图(图5)。分析可知,2009年8月31日,干旱处于始发阶段,旱情较弱,主要出现在西南地区东部的贵州、广西、广东和湖南,极端强度的范围在 $-2.3 \sim -1.2$ 之间,为中到重度干旱,累积强度在 $-1.1 \sim 0.0$ 之间;2009年10月27日,干旱强度达到最大,影响范围基本覆盖了全国 $2/3$ 的区域,极端强度值在 $-3.2 \sim -1.2$ 之间,旱情最重的站点可达特

旱,累积强度在 $-2.0 \sim 0.0$ 之间;2009年12月14日,干旱强度减弱至低谷,影响范围急剧减小,主要分布在云南全省及四川南部小部分地区,极端强度的数值范围在 $-2.5 \sim -1.2$ 之间,旱情主要为中到重旱,累积强度在 $-1.3 \sim 0.0$ 之间;2010年3月22日,干旱强度再度增强,影响范围扩大,从西南地区伸展到了西北地区东部,极端强度数值在 $-3.6 \sim -1.2$ 之间,旱情最大达到特旱,累积强度在 $-2.4 \sim 0.0$ 之间,其中贵州省的旱情最重。需要注意的是,此次干旱事件的重旱区是西南地区,但从影响范围的时间演变来看,在不同阶段,可能影响到更大的区域。

由以上分析可见,事件的三级指标能够更细致地描述每个时间点上各站点的干旱分布情况,有利于了解旱情的细节。

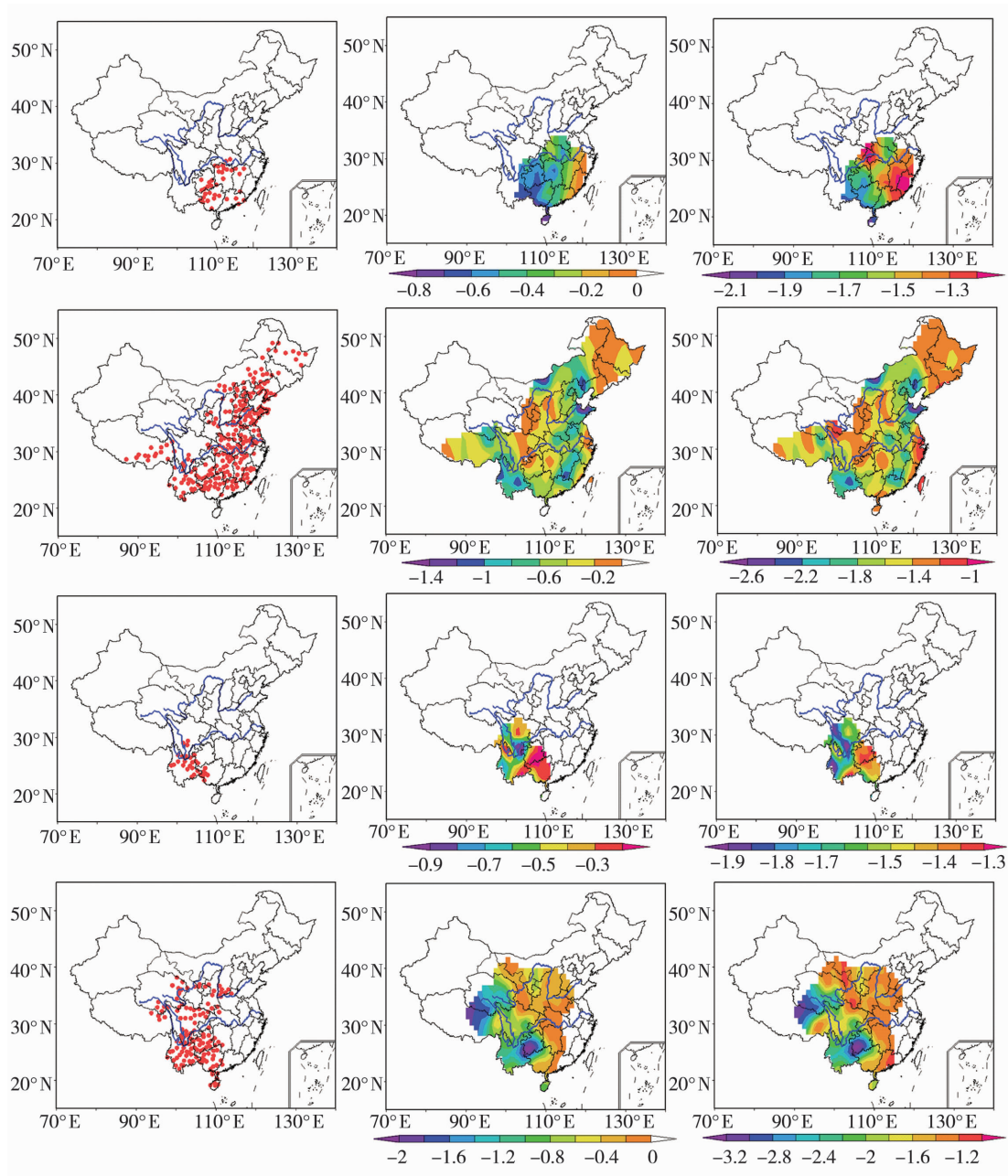


图5 2009/2010 西南干旱事件的日站点、日累积强度和极端强度分布
 (从左到右依次为日站点、日累积强度、日极端强度;从上到下依次为
 2009年8月31日、2009年10月27日、2009年12月14日、2010年3月22日)
 Fig.5 Spatial distribution of stations, accumulated intensity and extreme intensity
 on four important turning points for the 2009/2010 regional
 extreme meteorological drought event in southwestern China
 (From left to right: stations, accumulated intensity and extreme intensity.
 from top to bottom: Aug 31th 2009, Oct 27th 2009, Dec 14th 2009, Mar 22th 2010)

3 结论与讨论

(1) 此次干旱事件的发生时段为2009年8月25日至2010年4月18日,历时237d,干旱过程中最大影响面积为576.82万km²,综合指数为6.25,

在近50a(1961~2010年)所有干旱事件中综合强度排名第五,是一次极端干旱事件。

(2) 此次旱情主要发生在云南全省、四川南部、贵州大部(主要是西部)以及重庆、广西西部,其中云南、贵州和广西3省(区)交界带干旱最严重,其

次为云南中部和中西部,云南是受灾影响最大的省份。

(3) OITREE 方法的指标体系中,4 个逐日指标之间有着较好的对应关系,能够一致地显示此次干旱过程中 4 个明显的变化阶段:第一阶段干旱开始发展、增强,持续达 2 个月;第二阶段旱情逐渐减弱,主要集中在西南地区,持续时间只有 1 个月左右;第三阶段干旱强度缓慢回增,干旱面积再次扩大,持续长达 3 个月,是 4 个阶段中发展时间最长的;第四阶段干旱逐渐缓解,直到旱情解除。此外,三级指标中的极端强度和累积强度能对过程中不同时间节点的干旱空间分布有更细节的展示。

总之,干旱的发生发展和持续是一个复杂的、长期的过程,不同的研究领域(如:气象、农业、经济等)对其评判标准和影响评估存在较大的差异,因此,对于干旱旱情的监测很难有一个客观统一的标准。OITREE 方法在干旱领域的应用目前针对的仅是气象干旱,它能够客观整体地识别和评估气象干旱事件的整体特征和发展过程。经应用检验,此方法完全适用于西南地区 and 全国长时间序列的干旱事件识别^[36-37,45]。然而,该方法对西北地区干旱事件的识别还达不到预期效果,识别出的干旱事件很少,与实际情况不相符,主要原因是西北地区站点分布太过稀疏,因此,西南地区与西北地区干旱特征有何异同,还有待进一步研究。值得肯定的是,此方法对于 2009/2010 年西南干旱事件的应用具有很好的客观监测和评估效果,能从事件整体、时空变化各方面定量地反映实际的干旱特征。随着 OITREE 方法在未来的改进和完善,其对于干旱事件的识别效果将会更加准确和全面。

参考文献:

- [1] 陈洪滨,范学花. 2006 年极端天气和气候事件及其他相关事件的概要回顾[J]. 气候与环境研究,2007,12(1):100-112.
- [2] 秦大河,Stocker Thomas. IPCC 第五次评估报告第一工作组报告的亮点结论[J]. 气候变化研究进展,2014,10(1):1-6.
- [3] 王越,江志红,张强,等. 基于 Palmer 湿润指数的旱涝指标研究[J]. 南京气象学院学报,2007,30(3):383-389.
- [4] 李伟光,陈汇林,朱乃海,等. 标准化降水指标在海南岛干旱监测中的应用分析[J]. 中国生态农业学报,2009,17(1):178-182.
- [5] 车少静,李春强,申双和,等. 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,2010,31(1):137-143.
- [6] 朱业玉,王记芳,武鹏,等. 降水 Z 指数在河南旱涝监测中的应用[J]. 气象与环境科学,2006,29(4):20-22.
- [7] 姚玉璧,董安祥,王毅荣,等. 基于帕默尔干旱指数的中国春季区域干旱特征比较研究[J]. 干旱区地理,2007,30(1):22-29.
- [8] 卫捷,陶诗言,张庆云,等. Palmer 干旱指数在华北干旱分析中的应用[J]. 地理学报,2003,58(增刊):91-99.
- [9] 张永,陈发虎,勾晓华,等. 中国西北地区季节间干湿变化的时空分布:基于 PDSI 数据[J]. 地理学报,2007,62(11):1142-1152.
- [10] 白永清,智协飞,祁海霞,等. 基于多尺度 SPI 的中国南方大旱监测[J]. 气象科学,2010,30(3):292-300.
- [11] 王劲松,郭江勇,倾继祖,等. 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.
- [12] 刘庚山,郭安红,安顺清,等. 帕尔默干旱指数及其应用研究进展[J]. 自然灾害学报,2004,13(4):21-27.
- [13] 张天峰,王劲松,郭江勇,等. 西北地区秋季干旱指数的变化特征[J]. 干旱区研究,2007,24(1):87-92.
- [14] 张磊,潘婕,陶生才,等. 基于标准化降水指数的近 51 a 山东临沂市旱涝时空特征[J]. 干旱气象,2013,31(4):695-701.
- [15] 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(3):523-529.
- [16] 卫捷,马柱国. Palmer 干旱指数、地表湿润指数与降水距平的比较[J]. 地理学报,2003,58(增刊):117-124.
- [17] 韩海涛,胡文超,陈学君,等. 三种气象干旱指标的应用比较研究[J]. 干旱地区农业研究,2009,27(1):237-247.
- [18] 张强,鞠笑生,李淑华,等. 三种干旱指标的比较和新指标的确定[J]. 气象科技,1998,(2):48-52.
- [19] 杨世刚,杨德保,赵桂香,等. 三种干旱指数在山西省干旱分析中的比较[J]. 高原气象,2011,30(5):1406-1414.
- [20] 王劲松,黄玉霞,冯建英,等. 径流量 Z 指数与 Palmer 指数对河西干旱的监测[J]. 应用气象学报,2009,20(4):471-477.
- [21] 乔丽,杜稳毅,薛春芳,等. 干旱指标在陕西省适用性研究[J]. 干旱地区农业研究,2010,28(2):1-6.
- [22] 樊高峰,苗长明,毛裕定. 干旱指标及其在浙江省干旱监测分析中的应用[J]. 气象,2006,32(2):70-74.
- [23] 吴哲红,詹沛刚,陈贞宏,等. 3 种干旱指数对贵州省安顺市历史罕见干旱的评估分析[J]. 干旱气象,2012,30(3):305-314.
- [24] 张强,邹旭恺,肖风劲,等. 气象干旱等级. GB/T20481-2006, 中华人民共和国国家标准[S]. 北京:中国标准出版社,2006. 1-17.
- [25] 邹旭凯,张强,王有民,等. 干旱指标研究进展及中美两国国家级干旱监测[J]. 气象,2005,31(7):6-9.
- [26] 邹旭恺,张强. 近半个世纪我国干旱变化的初步研究[J]. 应用气象学报,2008,19(6):679-687.
- [27] 江远安,赵逸舟,陈颖,等. 干旱指数 CI 的确定及其在新疆的应用[J]. 沙漠与绿洲气象,2010,4(2):18-20.
- [28] 李树岩,刘荣花,师丽魁,等. 基于 CI 指数的河南省近 40 a 干旱特征分析[J]. 干旱气象,2009,27(2):97-102.
- [29] 王素艳,郑广芬,李欣,等. CI 综合气象干旱指数在宁夏的本地化修正及应用[J]. 干旱气象,2013,31(3):561-569.
- [30] 赵海燕,侯美亭,刘文平,等. 干旱指数在山西逐日监测中的适用性研究[J]. 干旱气象,2014,32(4):505-515.
- [31] 王志南,朱筱英,柳达平. 基于干旱自然过程的干旱指数研究和应用[J]. 南京气象学院学报,2007,30(1):134-139.
- [32] Andreadis K M, Clark E A, Wood A W, et al. Twentieth - Century Drought in the Conterminous United States[J]. J Hydrometeor, 2003,4(1):1-15.

- 2005,6:985-1001.
- [33] Sheffield J, Wood E F. Characteristics of global and regional drought, 1950-2000: Analysis of soil moisture data from off-line simulation of the terrestrial hydrologic cycle[J]. J Geophys Res, 2007, 112:D17115.
- [34] Sheffield J, Andreadis K M, Wood E F, et al. Global and Continental Drought in the Second Half of the Twentieth Century: Severity - Area - Duration Analysis and Temporal Variability of Large - Scale Events[J]. Journal of Climate, 2009, 22(8):1962-1981.
- [35] Qian W H, Shan X, Zhu Y. Ranking Regional Drought Events in China for 1960-2009[J]. Advances in Atmospheric Sciences, 2011,28(2):310-321.
- [36] Ren F, Cui D, Gong Z, et al. An Objective Identification Technique for Regional Extreme Events[J]. Journal of Climate, 2012, 25(20):7015-7027.
- [37] 任福民, 龚志强, 王艳娇, 等. 中国干旱、强降水、高温和低温区域性极端事件[M]. 北京: 气象出版社, 2015. 33-86.
- [38] 黄荣辉, 刘永, 王林, 等. 2009年秋季至2010年春季我国西南地区严重干旱的成因分析[J]. 大气科学, 2012, 36(3):443-457.
- [39] 刘建刚, 万金红, 谭徐明, 等. 2009年秋季至2010年春季我国西南地区干旱及与历史场次干旱对比分析[J]. 防灾减灾工程学报, 2011, 31(2):196-200.
- [40] 周秉根, 陈建业, 何俊杰, 等. 2009—2010年冬春季节我国西南地区持续干旱的成因分析[J]. 安徽师范大学学报(自然科学版), 2012, 35(1):52-55.
- [41] 王兴菊, 叶帮, 邓世有, 等. 2009年9月到2010年3月西南地区特大干旱环流分析[J]. 天津农业科学, 2012, 18(1):114-118.
- [42] 王斌, 李跃清. 2010年秋冬季西南地区严重干旱与南支槽关系分析[J]. 高原山地气象研究, 2010, 30(4):26-35.
- [43] 王晓敏. 中国干旱化趋势及西南极端干旱成因研究[D]. 南京: 南京信息工程大学, 2012.
- [44] 刘建刚, 谭徐明, 万金红, 等. 2010年西南特大干旱及典型场次旱灾对比分析[J]. 中国水利, 2011, 9:17-19.
- [45] 李韵婕, 任福民, 李忆平, 等. 1960—2010年中国西南地区区域性气象干旱事件的特征分析[J]. 气象学报, 2014, 2:266-276.

Characteristics of a Regional Meteorological Drought Event in Southwestern China During 2009 - 2010

LI Yiping, WANG Jinsong, Li Yaohui

(Institute of Arid Meteorology, CMA; Key Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing Disaster of Gansu Province;
Key Open Laboratory of Climatic Change and Disaster Reduction of CMA, Lanzhou 730020, China)

Abstract: Based on the daily CI drought index from 723 observation stations in China, the characteristics of a severe drought event which occurred in southwestern China from autumn of 2009 to spring of 2010 were analyzed by using the Objective Identification Technique For Regional Extreme Events (OITREE). The results are as follows: (1) According to all the drought events identified by OITREE over the past 50 years, this event was the fifth serious one, that means it was a severe drought event. The drought occurred during August 25th 2009 to April 18th 2010, which went through 237 days. Besides, the drought covered the maximum region of 5 768 200 km² and the geometric center was located in 33.72°N, 108.9°E. (2) The impact area of the regional drought event mainly included Yunnan, southern Sichuan, western Guizhou, Chongqing and western Guangxi, specially, drought intensity was most serious in the border of Yunnan, Guizhou and Guangxi, secondly in the middle and western Yunnan. Above all, the drought in Yunnan was most serious. (3) There were four obvious phases in this event. The first phase was from August 25th, 2009 to later October 2009, drought began to develop and strengthen continuously, and sustained for two months. The daily impact area and accumulated intensity increased and reached the maximum level among the whole event, and the core regions affected by the drought was located not only in the southwestern China but also in the north and south part of China. The second one was from early November 2009 to middle December 2009, drought condition receded while daily impact area shrunk. Drought intensity strengthened again from middle December 2009 to later March 2010, it was notable that the extreme impacted area and accumulated intensity was less than that of the first phase, but the duration was longer. The core region of drought was in southwestern China. Ultimately, the drought condition weakened gradually and then went to the end. Additionally, the spatial distributions of stations, extreme intensity and accumulated intensity on four important turning points could also perfectly showed the processes of severe drought event based on OITREE. In short, the new technique was skillful in identifying the drought event in southwestern China, the identify effect was quite reasonable.

Key words: drought; southwestern China; objective identification technique