

文章编号: 2096-1618(2018)06-0718-05

1951–2011 年西南地区春旱成因初步分析

王璐思^{1,2}, 王伟¹

(1. 成都信息工程大学大气科学学院 四川省高原大气与环境重点实验室, 四川 成都 610225; 2. 四川省广元市气象台, 四川 广元 628017)

摘要:利用国家气候中心西南地区 46 个国家基准站 1951–2011 年 3–5 月逐月降水资料, 以降水距平序列作为干旱指数, 对西南地区典型春旱年和典型春涝年进行判定, 分析表明: 该指数能够较准确地筛选典型春旱和春涝年份。结合 NCEP 再分析资料, 对典型年份的环流形势进行对比分析。对典型春旱年的合成分析表明: 春季西南地区上空(500 hPa)受高压脊的控制, 辐散气流强, 是西南地区春季发生干旱的主要原因之一。之后对 2009–2010 典型冬春连旱年个例进行分析。

关键词:西南地区; 春旱; 环流形势; 合成分析

中图分类号: P461

文献标志码: A

doi: 10. 16836/j. cnki. jcuit. 2018. 06. 018

0 引言

西南地区是中国重要的农业区, 该区域农业发展的好坏对中国的民生发展有很大影响。春季是农作物播种时间, 春旱时持续性少雨天气给农作物生长带来危害, 严重时甚至影响民生发展。近年来, 西南地区春季频频受灾, 仅 2010 年春季西南地区的旱情导致 5000 多万人受灾, 饮水困难人口 1000 多万, 农作物受灾面积 4000 千公顷, 其中绝收面积 940 千公顷, 直接损失 190.2 亿元。春旱发生与否、春旱持续日数和危害程度直接影响人民正常生活, 故对西南地区春旱的研究显得尤为重要和紧迫。

目前, 研究干旱多是制定干旱评估指标, 并通过该指标对所研究地区的干旱进行时-空变化特征分析。国外学者一般是提出一个综合性适用于大范围的干旱指标。Palmer^[1] 对于干旱的定义标准: 持续数月或数年的一段时间内, 某一给定区域的实际水分供给是否低于与气候类型相适应的水分供给量, 通过综合考虑降水量和水文气象因素制定 PDSI 干旱指标。Felch^[2] 曾经用帕默尔指数比较 20 世纪 30、50 和 70 年代中期美国大陆的干旱状况。Lawson 等^[3] 通过应用 PDSI 研究了内布拉斯加州干旱的空间和暂时性特点。Karl^[4]、Quayle^[5]、Koscielny^[6] 和 Diaz^[7] 运用帕默尔指数研究了 1895–1981 年美国干湿在时空上的特性。Bahlme

等^[8] 研究并提出了 BMDI 指标。中国研究者主要是根据地区的差异制定适合某地区的干旱指标进行分析。王劲松等^[9] 在对西北地区春旱分析中提出 K 干旱指数, 并将该指数与改进的 Palmer 干旱指数、降水距平百分率干旱指数进行比较, 结果表明 K 干旱指数对西北春季干旱有较好的检测能力, 而另外两个指数则存在一定的局限性。高桂芹等^[10] 在冀东春旱的研究中提出 Y 干旱指数, 通过与土壤湿度指数等的同期对比表明: Y 干旱指数对冀东干旱有很好的监测能力, 填补了土壤湿度监测盲区, 能够较好划分唐山等地区春季干旱的趋势和等级, 从而实现了干旱的无缝隙监测。张强^[11] 利用标准化降水指数建立了华北地区干旱指数计算公式, 并对华北地区 1997 年的干旱和历年干湿期进行了计算和分析, 试验表明该指数能运用于干旱监测业务。袁淑杰等^[12] 提出了云贵喀斯特地区春旱强度指数, 通过对该区春旱强度指数时间序列的小波分析, 结果表明全区范围内春旱强度指数序列变化具有明显的周期性和突变特点, 春旱强度指数存在 22 a 左右的周期特征。柏建^[13] 利用四川盆地地区逐日气象要素资料, 在统计各站历年春旱时段、构建干旱强度指数并划分春旱强度等级的基础上, 分析了盆地地区春旱强度指数的分布规律, 计算了春旱不同等级的发生概率, 绘制了四川盆地地区春旱强度等级的概率空间分布图, 为气象致灾程度的准确评估提供客观、定量的依据, 对四川盆地抗旱减灾对策的制定具有一定的指导意义。

针对西南地区的春旱现象, 利用逐月降水资料和 NCEP 再分析资料, 提取西南地区标准化降水干旱指

收稿日期: 2016-04-18

基金项目: 国家自然科学基金青年基金资助项目(41005034); 公益性行业(气象)科研专研重大资助项目(GYHY201506001); 四川省教育厅重点资助项目(13Z194)

数,通过该指数划分西南地区的早年、涝年,并分析典型年份的环流场形势探索西南地区春旱的可能成因,以便为西南地区的春旱预警预报提供一定参考。

1 数据和方法

主要采用中国国家气候中心提供的 160 站 1951 年 1 月–2011 年 12 月平均资料进行分析,根据研究地域,选取经纬度(20 °N ~ 38 °N,95 °E ~ 110 °E)的基准站 46 个作为分析重点。结合 NCEP 逐月再分析资料,选取 1951–2011 年的高度场、纬向风场和经向风场要素进行合成分析;水平分辨率为 $2.5^{\circ}\times 2.5^{\circ}$,经纬度为 10 °S ~ 60 °N,30 °E ~ 180°,高度层重点选取 500 hPa和700 hPa。

2 典型春旱和春涝年份

表 1 1951–2001 年期间的典型春旱和春涝年份

类型	年份											
典型春旱年	1955	1958	1960	1962	1969	1979	1982	1986	1987	1988	1995	2011
典型春涝年	1952	1954	1956	1967	1970	1972	1973	1978	1990	2002	2004	

3 典型年份环流场分析

3.1 典型年份 500 hPa 高度场合成分析

图 2 分别给出了西南地区典型春旱(涝)年份合成的500 hPa高度距平场的分布情况。从典型春旱年 3–5 月距平合成高度场来看(图 2a),里海附近有较弱的正距平区,而从巴尔喀什湖—贝加尔湖—亚洲东岸上空有大片的负距平区,最大负距平中心位于亚洲东岸。低纬地区伊朗到阿拉伯海的副热带高压势力强大而稳定;西太平洋副高势力偏弱;东亚大槽偏东,槽底偏北;而西南地区上空气流趋于平直,纬向环流盛行,经向环流相对较弱,由此带来的冷空气南下就少。即使西南地区水汽条件较好,但没有冷暖空气在其上空

图 1 给出了 1951–2011 年逐年春季降水距平分布情况。以 1 倍的标准差为标准,由图 1 可知:1951–2011 年共出现 12 个典型春旱年(1955、1958、1960、1962、1969…2011);在 1951–2011 年期间共出现 11 个典型春涝年(1952、1954、1956、1967、1970…2004)。详见表 1。

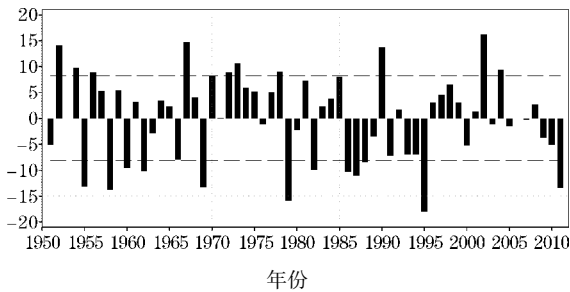
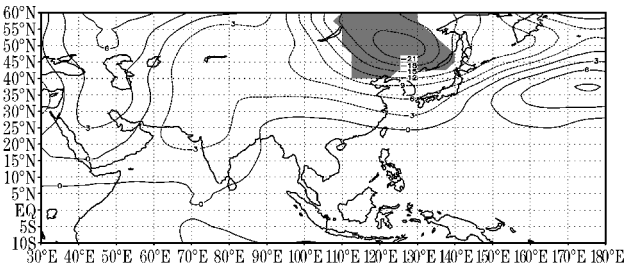


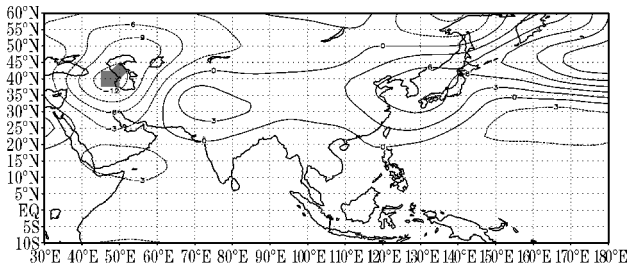
图 1 1951–2011 年西南地区 46 站春季逐年降水距平序列
(虚横线为降水距平序列的正负一倍标准方差)

交汇,这样不利于降水情况的发生。典型春旱年东半球500 hPa高度距平场符号由西向东依次呈现“+ - +”的特定分布型式。这样的正负距平配置也不利于降水的产生。亚洲东岸的负距平中心达到了 90% 的信度水平。

图 2(b)给出了典型春涝年合成的500 hPa高度距平场分布情况,与典型春旱年(图 2a)对比分析可知,两图呈现基本相反的情况。从图 2(b)可以看出:低纬地区伊朗到阿拉伯海的副热带高压势力较弱为负距平控制,西太平洋副高势力偏强;东亚大槽明显偏南偏深,有利于引导冷空气南下,典型春涝年东半球 500 hPa高度距平场符号由西向东依次呈现“- + -”的特定分布型式。这样的正负距平配置对于降水的发生是有利的(正距平多雨,负距平少雨)^[13,15]。里海的负距平中心达到了 90% 信度水平。



(a) 12个典型春旱年合成的500 hPa高度距平场



(b) 11个典型春涝年合成的500 hPa高度距平场

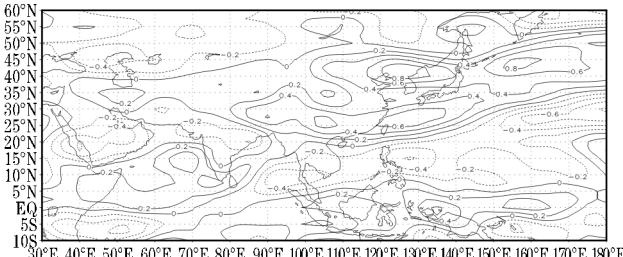
图 2 西南地区典型春旱(涝)年份合成的 500 hPa 高度距平均分布(其中阴影部分达到 90% 信度水平)

3.2 典型年份 700 hPa 风场合成分析

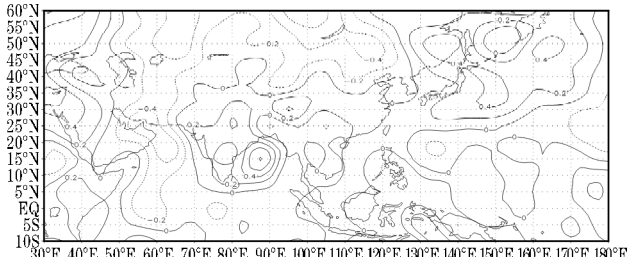
图 3 分别给出了西南地区典型春旱(涝)年份合成的700 hPa风场距平场的分布情况。从典型春旱年纬向分量距平合成场(图 3a)和经向分量距平合成场(图 3b)来看,在700 hPa高度,从里海至中国西南地区以及广阔的亚洲东岸至日本东部的中低纬度地区是处于西风正距平区,而在巴尔喀什湖以西是弱的东风负距平区;在经向分量的距平图上,西南地区处于极弱的南风正距平区,北风或北风偏弱,不利于北方的干冷空气南下,而低纬度地区的印度洋和西太平洋地区南风较弱,不利于海上的暖湿空气北上,这样的配置不利于冷暖空气在西南地区的汇合和西南地区水汽的输送。

而从矢量距平合成场(图 3c)来看,热带西太平洋

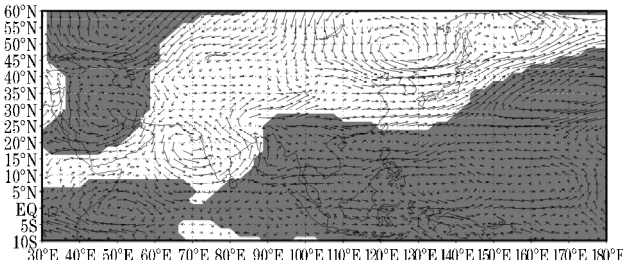
和孟加拉湾700 hPa上空出现反气旋环流异常;印度半岛一带为一个气旋式距平场控制,而在中国云南—中国以南至马来西亚范围有一个明显的反气旋控制,青藏高原东南部和四川云贵高原一带就处于该反气旋式距平场偏西北气流异常中,达到 99% 的显著性水平,不仅表明气流辐散大大增强,造成冷暖空气难以在云贵高原地区交汇,而且从孟加拉湾来的水汽不能流向中国西南地区,而是流向东菲律宾或以南地区^[14-15]。对比 11 个典型春涝年700 hPa风场距平合成场(图 3d)发现,气旋区和反气旋区的位置相反。反气旋距平场控制的区域位于印度半岛以北,而中国西南地区主要受一个气旋所控制,来自孟加拉湾和中国南海的暖湿气流充沛,有利于降水产生。由两图的对比可以发现,春旱年期间西南地区在反气旋距平场的控制下出现了少雨的情况。



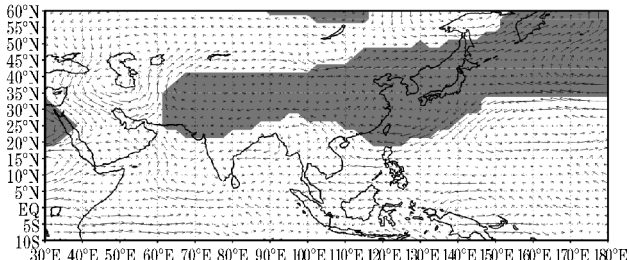
(a) 12个典型春旱年合成的700 hPa纬向分量风场距平场



(b) 12个典型春旱年合成的700 hPa经向分量风场距平场



(c) 12个典型春旱年合成的700 hPa风场距平场



(d) 11个典型春涝年合成的700 hPa风场距平场

图 3 西南地区典型春旱(涝)年份合成的 700 hPa 风场距平场的分布(其中阴影部分达到 99% 信度水平)

4 2009–2010 年冬春连旱个例分析

4.1 春季对应年温度和对对应年前冬降水情况分析

确定干旱标准的划分仅考虑了春季降水的影响,虽然降水的多少也是对于干旱发生与否的最直接且最重要的影响,然而干旱的发生受到很多因素的影响,如:温度高低,前期降水的多寡等。仅仅用春季降水作为干旱划分标准有其代表意义,但也存在一定的局限性,如对于 2010 年的春旱的判定缺失。这部分将结合温度和降水对 2009–2010 年是一个典型冬春连旱的个例进行较为深入的探讨。

4.1.1 春季对应年温度距平情况分析

温度的高低与水分蒸发的快慢有着必然的联系。温度越高,水分蒸发得越快,那么水分的储蓄能力就减

弱。可见温度的高低对于干旱发生与否有重要的影响。

运用计算春季降水距平同样的方法,计算春季 3–5 月温度距平随时间的演变序列(图 4)。通过对西南地区平均 46 站 1951–2011 年历年的温度距平分析发现,2000–2010 年西南地区温度都是升高的情况,2010 年春季西南地区温度整体来说也是较高的。

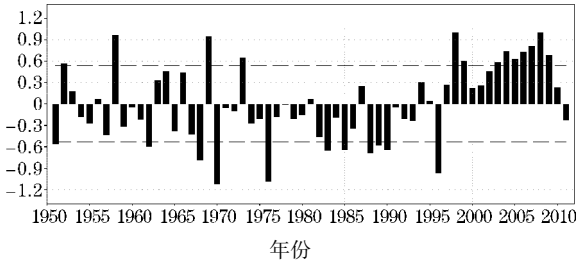


图 4 西南地区平均 46 站 61 年春季逐年的温度距平变化图
(虚横线代表计算所得的温度距平正负一倍标准差)

4.1.2 对应年前冬降水距平情况分析

冬季储水多少对春季干旱也有一定影响。冬季储蓄水分越多,则缓解春季水分少压力就越强,那么春季旱情也可以得到一定缓解甚至避免。

通过对冬季逐年降水距平图(图 5)的分析可知,2009–2010 年冬季西南地区降水异常偏少,这样的冬季降水对于水分储存是很不利的,再加上 2010 年春季降水偏少、温度偏高,从而造成了 2010 年春季西南地区严重的干旱灾情。

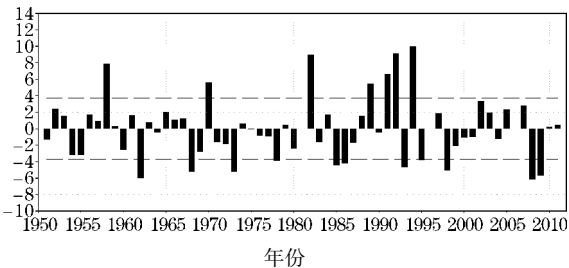


图 5 西南地区平均 46 站 61 年冬季逐年降水距平变化图
(虚横线代表计算所得的降水距平正负一倍标准差。1951 年的数据代表的是 1951 年 12 月–1952 年 2 月)

4.2 西南地区 2009–2010 年冬季和 2010 年春季雨量距平分析

通过对冬春两季雨量距平(图 6)的分析发现,2009–2010 年冬季西南地区大部分地区呈现明显的雨量偏少现象,较为严重的情况发生在云南,几乎云南省降水

都偏少,而最严重的雨量偏少情况发生在云南贵州交界处和广西地区(图 6a)。2010 年春季,除了四川西部少数地区有明显的降水偏多外,西南地区其他部分都呈现很严重的降水偏少现象,特别是贵州东部和广西地区,出现了降水量距平超过-50 的现象(图 6b)。

4.3 2010 年春季温度距平分析情况

通过分析 2010 年春季温度距平(图 6c)可知,除了四川东部和贵州部分地区有温度偏低的现象外,西南地区有大规模不同程度的温度距平普遍偏高现象,特别是云南和四川南部,其中云南中部温度较多年平均状况高出 2℃。

4.4 2010 年春季环流场分析

2010 年春季 500 hPa 上空高度距平场(图 7a)分析可知,低纬度地区的伊朗—阿拉伯海的副高势力较强,而贝加尔湖地区一带全为较强的负距平控制,西太平洋副高的控制范围主要还是在海上,孟湾槽较弱。2010 年东半球从西向东是一个“+ - +”的特定分布型式。矢量合成风场(图 7b)分析发现,中国西南地区处于一反气旋辐散气流控制下,该强的反气旋距平环流跨越了孟加拉湾、中印半岛和中国南海^[17]。西南地区有西北风气流异常,不利于暖湿空气在此处交汇,环流场配置对降水的产生有不利的影

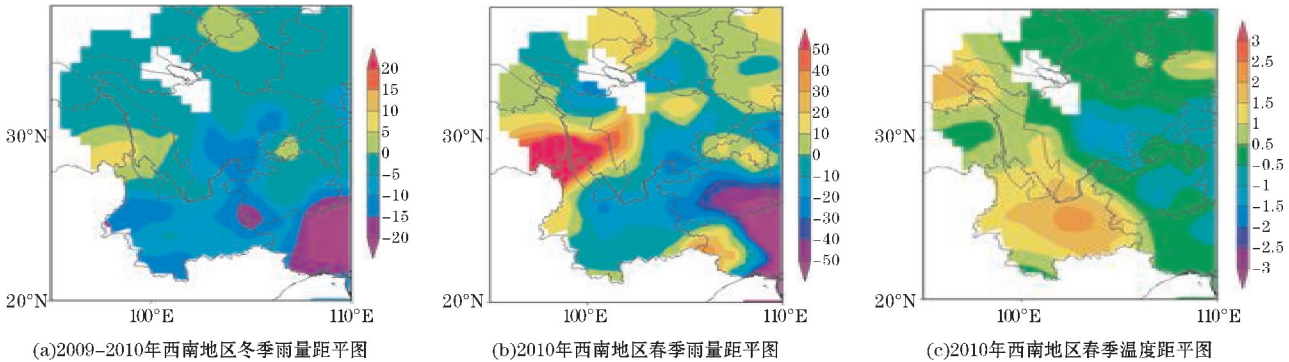


图 6 西南地区 2009–2010 年冬春雨量距平

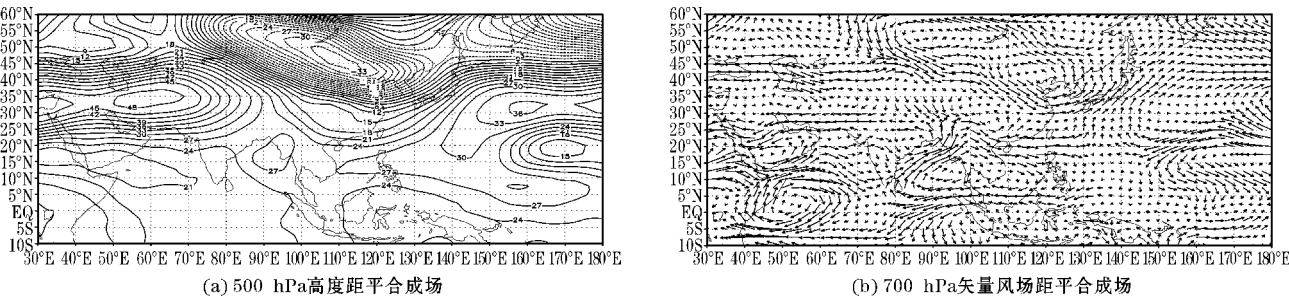


图 7 2010 年春季高度距平合成场及矢量风场距平合成物

5 结论

利用 160 测站 1951–2011 年逐月降水及温度资料

结合 NCEP 再分析资料对西南地区典型春旱旱年和典型春涝年进行判定,并分析了典型年份的环流场形势,之后对 2009–2010 年典型冬春连旱个例进行探讨,初

步结论如下:

(1)根据春季雨量确定一干旱指数,研究西南地区春旱的情况,结果表明,该指数能够较准确地筛选出典型春旱和典型春涝的年份,并且综合考虑春季温度和冬季降水的影响,提取出冬春连旱的情况,表明冬季降水多少对春季干旱有一定的影响。

(2)通过对环流场的合成分析发现:春季西南地区500 hPa上空受高压脊的控制,辐散气流强。700 hPa水汽输送和冷暖空气的交汇都不明显,这是西南地区春季发生干旱的主要原因。

(3)对典型个例2009-2010年冬春连旱分析表明:仅考虑春季降水来作为干旱指数这一方法有待改善,前冬降水的多寡及温度的高低等均对春旱形成与否有着重要的作用。

基于降水资料初步给出一干旱指数,这一指数对于判定典型春旱年份有着一定的价值,但通过对2009-2010年冬春连旱的分析可知,该指数还有待改善。下一步将综合考虑降水、温度、风速和前期降水对西南地区的春旱成因进行更为深入的探讨。

致谢:感谢成都信息工程大学中青年学术带头人科研基金资助项目(J201307)对本文的资助

参考文献:

- [1] 姚玉璧,董安祥.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.
- [2] Palmer W C. Meteorologic drought. U. S. Weather Bureau. Res. Pap. 1965(45):58.
- [3] Felch R E. Drought: Characteristics and assessment. North American Droughts, N J Rosenberg, Ed, Aner Assoc Adv Sci Selected Symp[J]. Westview Press,1978(15):25-42.
- [4] Lawson,M P,A Reiss,et al. Nebraska drought: A study of their past chronological and spatial extent with im-

plications for the future. Occasional Papers Dept. Geogr [J]. University of Nebraska,1971(1):147.

- [5] Karl T R. Some spatial characteristics of drought duration in the United States[J]. J Climate Appl. Meteor. ,1983,22(1):356-1366.
- [6] Quayle R G. The 1980 summer heat wave and drought in historical perspective [J]. Mon. Wea. Rev. ,1981(109):2055-2073.
- [7] Koscielny A J. Drought in the United States 1895-1981[J]. J Climate. ,1982(2):313-329.
- [8] Diaz H F. Some aspects of major dry and wet periods in the contiguous United States, 1895-1981 [J]. J Climate Appl Meteor. , 1983(22):3-16.
- [9] Bahlme H N, Mooley. Large scale drought/flood and monsoon circulation [J]. Mon Weather Rev, 1980:108.
- [10] 王劲松,郭江勇.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.
- [11] 高桂芹,花家嘉.Y干旱指数在冀东春旱监测中的作用[J].中国农业气象,2009,30(3):431-435.
- [12] 张强.华北地区干旱指数的确定及其应用[J].灾害学,1998,13(4):34-38.
- [13] 袁淑杰,廖启龙.中国云贵高原喀斯特地区春旱特征分析[J].地理科学,2007,27(6):796-800.
- [14] 柏建.春旱强度等级划分及概率的空间分布研究[J].西南师范大学学报(自然科学版),2008,33(5):99-103.
- [15] 夏梅艳,柳晓放.2001年辽宁春旱与气候异常分析[J].辽宁气象,2002(1):11-14.
- [16] 张凌云,简茂球.广西春旱的时空分布特征及成因分析[J].灾害学,2012,27(1):48-54.
- [17] 黄荣辉,刘永.2009年秋至2010年春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.

Analysis of Spring Drought in the Southwestern China During 1951-2011

WANG Lu-si^{1,2}, WANG Wei¹

(1. College of Atmospheric Sciences, Chengdu University of Information Technology, Plateau Atmosphere and Environment Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu 610225, China; 2. Guangyuan Meteorological Observatory of Sichuan Province, Guangyuan 628017, China)

Abstract: Based on the March to May's monthly precipitation data from 46 national reference stations in the southwestern China during 1951-2011, a anomalous precipitation sequence drought index is given, and the typical spring-drought years and typical spring-flood years are distinguished. With the use of these data and analyses, the index can filter typical spring-drought years from spring-flood years fairly. We use the NCEP re-analysis data analyze these typical years' characteristics of circulation. The compound analysis on typical spring-drought years shows that one of the main reason of the spring droughts in southwestern china is the strong divergent flow caused by the high pressure on 500 hPa level over this area. The typical winter-spring drought that occurred in 2009-2010 is analyzed as well.

Keywords: southwestern; spring drought; circulation situation; composite analysis