

1991年汛期旱涝类型的气候振动^{*}

张先恭 魏凤英

(中国气象科学研究院, 北京 100081)

提 要

1991年汛期我国旱涝的分布(江淮多雨、华北及江南少雨)与近五百年旱涝等级图 EOF展开的第三特征向量一致。通过对旱涝第三特征向量时间系数(1991年旱涝型指数)的分析,发现1991年旱涝型指数具有37年左右的布吕克纳周期,且与南方涛动指数的36.7年周期有关。还发现1991年旱涝型指数与全球温度的相关系数为0.41($P > 0.001$),与北太平洋海面温度场的相关分布则相似于厄尔尼诺时期海面温度距平场的分布,即在赤道东太平洋为正相关,在西风漂流区为负相关。因此1991年的旱涝分布,可能与旱涝型自身长期变化所处的阶段、全球气候的增暖、特别是与1991年处于ENSO事件的增强位相等气候背景有关。

关键词:旱涝型;布吕克纳周期;厄尔尼诺事件;气候振动。

1 前 言

1991年汛期,我国气候出现了较大的异常,江淮流域异常多雨,出现了严重的洪涝灾害,而华南、华北西部、黄河流域和西北大部分地区少雨干旱。其中尤以华南前汛期的干旱和淮河、长江下游支流的滁河以及太湖流域出现的洪涝灾害最为明显。造成1991年汛期我国气候异常的直接原因,是与该年初夏西太平洋副热带高压异常偏强、副高脊线季节性北跳提前,并长时间稳定在 20° — 25° N之间以及亚洲中高纬度阻塞形势的长期维持有关^[1]。显然东亚环流的异常只不过是更大范围环流异常的一种反映。由于1991年正处在太阳活动22周峰年期间,太阳活动比较活跃,又加上年初以来在科威特发生了大规模油井的持续燃烧,6月中旬菲律宾皮纳图博火山的大喷发,特别是5月份以来在赤道东太平洋上爆发了厄尔尼诺事件等自然的和人为的异常事件,因此许多人都把6—7月在我国江淮流域发生的特大洪涝与上述各种因子的作用联系起来,提出了各种看法^[2]。另一方面,也有人提出1991年江淮流域的多雨可能是一种周期性现象,而不是外界强迫的结

1992年6月3日收到,9月10日收到修改稿。

* 本文由85—906—08国家科技攻关项目资助。

** 国家气候委员会,火山爆发及科威特油井燃烧与气候变化专题研讨会材料汇编,北京,1991年8月。

果^[3]。为此,本文拟根据我国丰富的历史旱涝资料,探讨 1991 年我国东部旱涝类型的长期变化规律及其与某些环境因素的可能联系,为旱涝的长期预报提供某些依据。

2 1991 年旱涝型指数

1981 年出版的《中国近五百年旱涝分布图集》,是目前我国根据气候记载整理出来的最长的旱涝定量化资料。该图集给出了自 1470—1979 年历年旱涝分布图和全国 120 个站点 510 年旱涝等级序列。旱涝共分五个等级:即 1 级涝、2 级偏涝、3 级正常、4 级偏旱和 5 级旱。该图集基本上反映了 15 世纪以来中国每年汛期降水异常分布的主要特征^[4]。由于这套等级资料到 1979 年截止,为了使资料前后一致便于比较,我们根据中央气象台 1980—1991 年逐月中国 160 个站降水资料,按照旱涝等级的划分标准,把旱涝等级资料延伸到 1991 年*,从而获得了 1470—1991 年共 522 年的旱涝等级序列。

图 1 是 1991 年的旱涝等级图,可以看到 1991 年汛期除江淮下游和东北西部偏涝外,全国大部分地区偏旱,特别是黄河流域和江南的旱区更为明显。为了研究 1991 年旱涝类型的长期变化,我们按照文献[5]在 1470—1991 年的旱涝等级中,选了分布均匀且有连续记录的 25 个站(北京,太原、延安、济南、莱阳、郑州、西安、汉中、郟县、徐州、蚌埠、南京、上海、汉口、九江、金华、沅陵、长江、贵阳、桂林、赣州、福州、广州、银川、天水),对 522 年的旱涝作经验正交函数(EOF)展开。表 1 为展开后的前 10 个特征向量占总方差的百分比。可见前 5 个特征向量的方差均在 5% 以上,而第 6 个特征向量以后的方差均不到 5%。说明前 5 个特征向量是近五百年来我国东部汛期旱涝分布几种最常见的类型。图 2 为旱涝的前 4 个特征向量。其中第 1 特征向量(E_1)各站的符号除华南沿海外,从华北到江南均

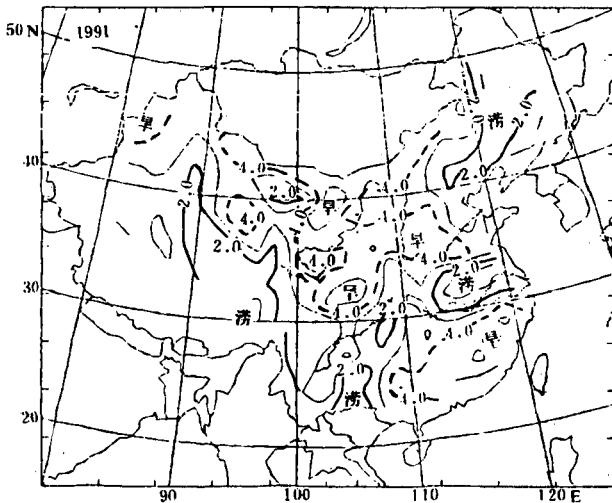


图 1 1991 年旱涝等级图

表1 前10个特征向量占总方差的百分比及累计百分比(%)

特征向量	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
百分比	15.6	11.2	7.7	6.2	5.4	4.9	4.1	3.9	3.8	3.5
累计百分比	15.6	26.8	34.5	40.7	46.1	51.0	55.1	59.0	62.8	66.3

为同号,即全国大范围同时涝或同时旱的旱涝类型;第2特征向量(E2)各站符号的分布为黄河流域与长江流域相反,即南涝北旱或南旱北涝的旱涝分布类型;第3特征向量(E3)各站符号的分布为华南、华北相同而与江淮相反,即江淮涝南北旱或江淮旱南北涝的旱涝类型;第4特征向量(E4)在黄河中上游与长江中上游符号一致,而与黄河下游和华南符号相反的旱涝类型。将1991年旱涝分布图(图1)与图2对照,发现与其中第三特征向量相似(1991年第3特征向量的时间系数为+107,是历史上的次大值),因此第3特征向量的时间系数(T3)可以代表1991年旱涝类型的变化。图3为近522年T3与各站旱涝等级的相关系数,可见在华北和华南为负相关区,在江淮流域为正相关区,在正负相关区中心附近的相关系数均大大超过了0.001的信度。正相关系数最大值在蚌埠(0.52),这正

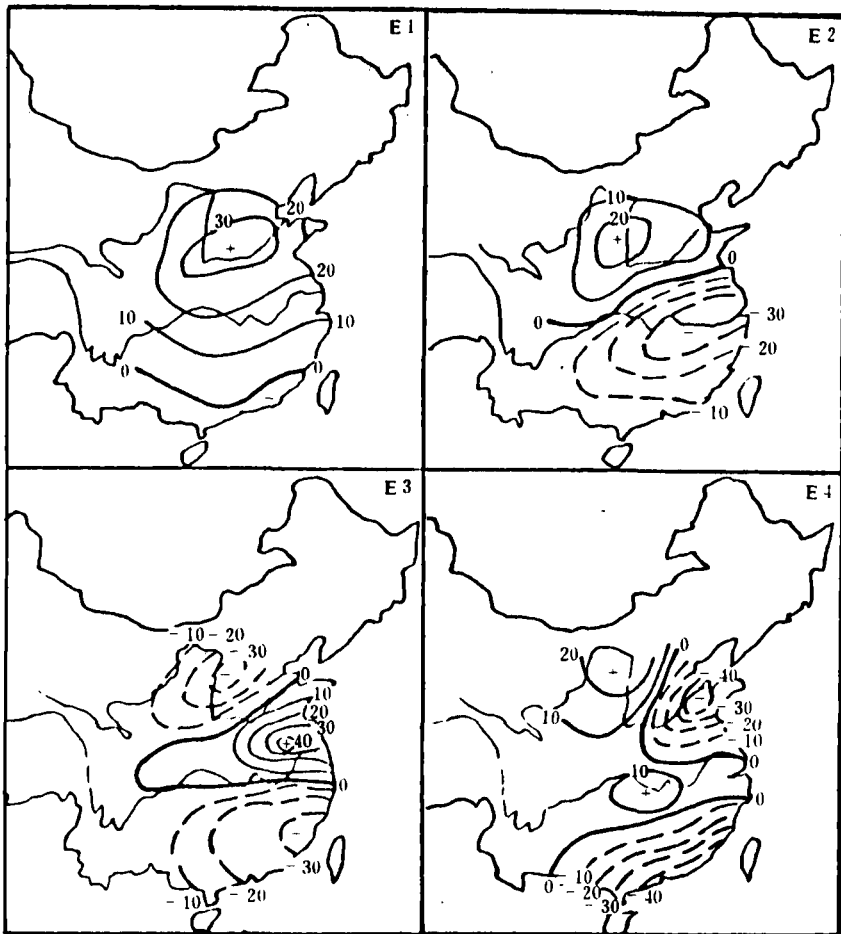


图2 中国旱涝前4个特征向量

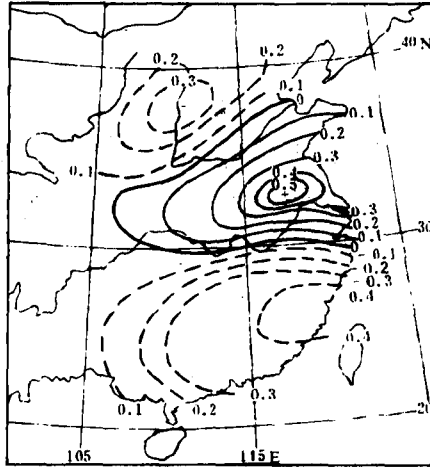


图3 T3与各站旱涝等级之间的相关系数
($n=522$)

是1991年汛期降雨强度最大的地区。所以本文用T3作为研究1991年汛期旱涝类型变化的指数(简称旱涝型指数)。

3 1991年旱涝型指数的多年变化

3.1 功率谱分析

图4为1470—1991年旱涝型指数及其10年滑动平均曲线。从这张图上很难看出有什么明显的变化规律,如果我们取序列长度的1/3作最大后延,对图4中经10年滑动平均处理后的旱涝型指数作功率谱分析,则可得到其谱密度图型(图5)。由图可见,序列中大部分方差集中在低频部分,只有少数方差与高频变化相联系。方差随频率的这种分布形式称为“红色谱”,说明序列中含有一阶序列相关,是持续性很强的一种表现。为了求这个谱是否与纯(马尔柯夫)红色谱的假设相符,我们用后延为1的序列相关($r=0.91$)作总体的一阶序列相关的估计,建立了一个连续谱,并给出了信度为0.05的置信限。一般认为,若马尔柯夫红色谱假设有效的話,可以允许10%左右的个别谱密度落在这个界限之外^[6]。由于旱涝型指数有170个谐波分量,而落在95%置信限以外的谐波分量已达39%(66个),说明1991年旱涝型的变化含有持续性以外的成份,即周期性。从图5上看,最显著的波峰为37.8年,其次为22.7年,再其次为18.9年。

用同样的处理方法分别对1470—1730年和1731—1991年前后两个时段的旱涝型指数作功率谱分析(图略),结果最显著的周期前261年偏长(41.5年),后261年偏短(33.2年),平均仍为37.3年。

3.2 强、弱指数段分析

为了从实际资料中检验谱分析的结果,首先从旱涝型指数10年滑动平均曲线的各个

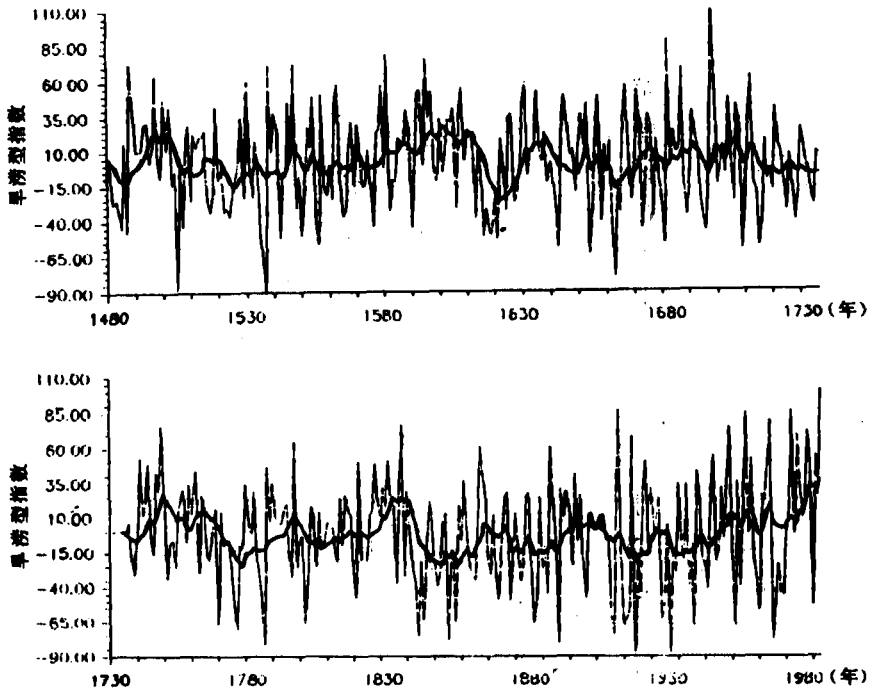


图4 1470—1991年早涝型指数(细线)及其10年滑动平均(粗线)

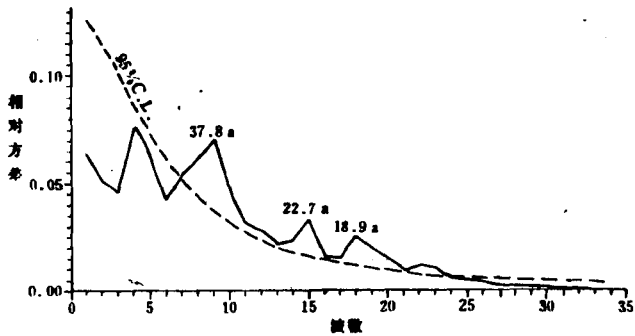


图5 1991年早涝型指数的功率谱

(图中略去了大于35的谱波)

峰、谷值附近分别各取10年,组成13个强、弱指数段(表2),然后统计1991年早涝等级图上涝中心蚌埠在各强弱指数段中,早涝级出现的频数和各强弱指数段的时间间隔。结果蚌埠在弱指数段中早级(4级和5级)频次高,在强指数段中涝级(1级和2级)频次高;强指数段间隔和弱指数段间隔平均均为37.8年;强段与弱段间隔或弱段与强段间隔平均在10年左右。强指数段平均间隔或弱指数段平均间隔与谱分析的结果完全一致。

表 2 近 522 年旱涝型指数的强弱时段

年代	弱 段							年代	强 段						
	级 别					间 隔 (年)	弱强 间隔 (年)		级 别					间 隔 (年)	强弱 间隔 (年)
	1	2	3	4	5				1	2	3	4	5		
1476—1485	1	2	1	5	1	0	0	1486—1495	0	4	4	0	2	0	18
1514—1523	0	1	1	5	3	38	12	1536—1545	3	0	3	3	1	50	2
1548—1557	2	2	3	3	0	34	32	1590—1599	4	1	4	1	0	54	10
1610—1619	0	0	4	3	3	62	7	1627—1636	1	4	3	2	0	37	15
1652—1661	1	3	3	0	3	42	18	1680—1689	1	1	3	3	2	53	17
1707—1716	2	0	1	4	3	55	22	1739—1748	2	4	2	2	0	59	19
1768—1777	2	0	3	4	1	61	9	1787—1796	0	5	5	0	0	48	10
1807—1816	1	3	2	3	1	39	7	1824—1833	2	2	5	1	0	37	7
1841—1850	2	4	1	3	0	34	7	1858—1867	1	2	4	3	0	34	8
1876—1885	1	2	3	4	0	35	5	1891—1900	0	2	4	2	2	33	12
1913—1922	2	0	1	5	2	37	2	1925—1934	1	1	2	3	3	34	0
1935—1944	0	1	2	6	1	22	11	1956—1965	1	4	3	2	0	31	2
1968—1977	2	4	2	2	0	33	0	1982—1991	1	4	3	2	0	22	
平均	2.9	2.1	5.0	37.8	10.2			平均	3.9	3.4	2.6	37.8	10.0		

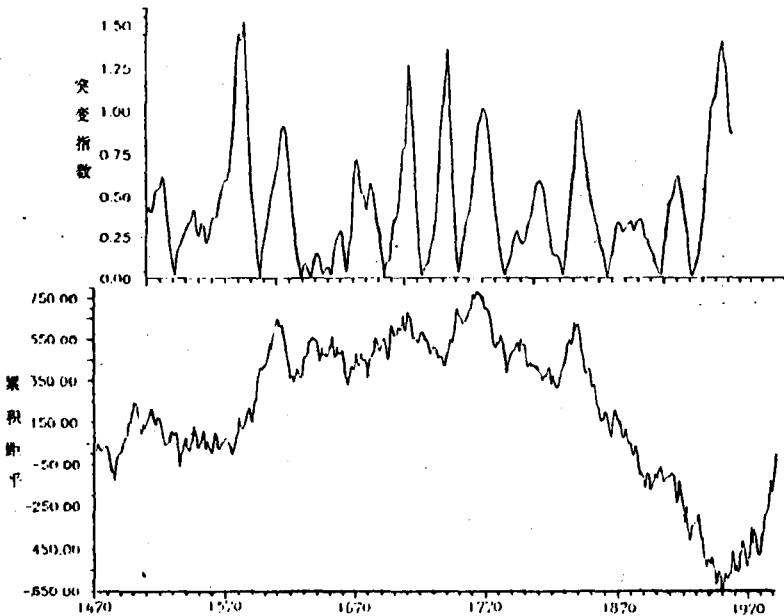


图 6 1991 年旱涝型指数的累积距平曲线(下)及其突变指数曲线(上)

3.3 阶段分析

图 6 为旱涝型指数的累积距平曲线。累积距平曲线的上升为正距平占优势的阶段,下降为负距平占优势的阶段,正负距平优势期的转换反映了气候的突变。从图上看到,在近五百多年中有 14 个突变点,这些突变点与用 Yamamoto 统计检验法计算出来的结果(图 6 上)是一致的。根据这些突变点可以划分出 7 个正距平占优势的阶段(正阶段)和 7 个负距

平占优势的阶段(负阶段)(表3)。在正距平阶段中,长江流域多雨,华南、华北少雨型(即文献[5]中的1b型)出现的频次明显地超过了其气候频次;而在负距平阶段中,则与1b型旱涝分布相反的3型(即长江流域少雨,华南、华北多雨型)明显偏多,说明1991年旱涝型指数的阶段性是存在的。其正负距平阶段的平均持续年数为37.3年,再一次证明1991年旱涝型指数具有37年左右的布吕克纳周期(Bruckner cycle)。

表3 旱涝型指数的阶段分析(括号中的数字为气候频次)

年 代	持续 年数	负阶段(频次)		年 代	持续 年数	正阶段(频次)	
		1b型	3型			1b型	3型
1470—1485	16	0(2.4)	3(3.2)	1486—1500	15	6(2.3)	2(3.0)
1501—1574	74	9(11.1)	17(14.8)	1575—1610	36	7(5.4)	5(7.2)
1611—1622	12	2(1.8)	2(2.4)	1623—1636	14	0(2.1)	2(2.8)
1637—1663	27	2(4.1)	3(5.4)	1664—1710	47	11(7.1)	14(9.4)
1711—1737	27	1(4.1)	4(5.4)	1738—1763	26	7(3.9)	4(5.2)
1764—1785	22	2(3.3)	6(4.4)	1786—1836	51	8(7.6)	9(10.2)
1837—1949	113	14(16.9)	26(22.6)	1950—1991	42	9(6.3)	7(8.4)
平均	41.6	4.3(6.2)	8.7(8.3)	平均	33.0	6.9(4.9)	6.1(6.6)

4 1991年旱涝型产生的气候背景

4.1 与全球气候变暖的关系

70年代以来全球气候明显增暖,80年代是全球温度上升最快的10年,平均气温比1951—1980年30年的气候平均值约高0.2℃,1850年以来8个最暖的年份(依次为1990、1991、1988、1987、1983、1981、1980和1986)中有6个均发生在80年代。80年代也是近40年来中国气候变暖最显著的10年,平均气温上升了约0.16℃(相对于1951—1990年的平均)^[7]。值得注意的是在1980—1989年期间,夏季长江流域多雨型(1b型)竟出现了6次之多,近百年来类似的情况只有1900年代及1910年代两个10年出现过^[8]。因此80年代以来中国夏季降水特征十分突出,即江淮流域多雨、华北及江南少雨(图7)。1991年再次出现了这种旱涝类型,是否与全球气候的持续增暖有关?为此,我们计算了1861—1988年旱涝型指数(10年滑动平均值)与全球陆地和海洋温度(Jones的资料)的相关系数,结果相关系数 $r=0.407$,大大超过0.001信度。虽然全球温度的变化只解释了旱涝型指数变化中17%左右的方差,但说明80年代以来长江流域多雨、华北及江南少雨类型的频繁出现与全球温度的显著上升的大气候背景有关。

4.2 与 ENSO 事件的关系

1991年旱涝型指数的长期变化具有明显的37年左右的布吕克纳周期,王绍武等(1979)在研究我国东部旱涝36年周期产生的原因时指出,布吕克纳周期与南方涛动指数的36.7年周期有关^[9]。由于南方涛动是与赤道东太平洋海面温度相联系的大气波动现

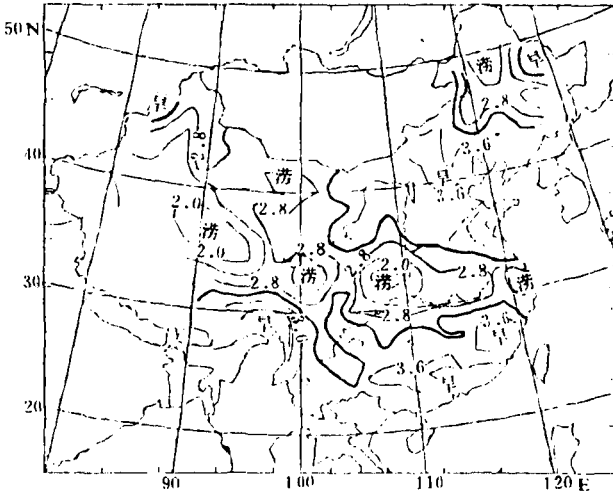


图 7 1980—1989 年 10 年平均旱涝分布

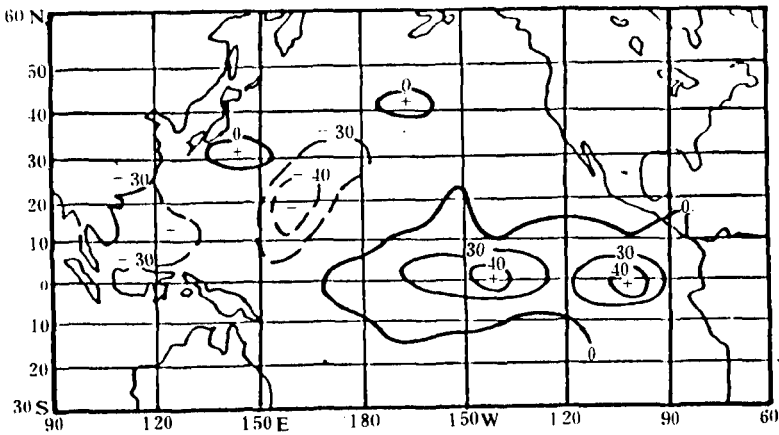


图 8 旱涝型指数与 6—8 月海温场的相关($\times 10^{-1}C$)

象,因此我们计算了 1951—1990 年旱涝型指数与同期 6—8 月北太平洋海面温度场各网格点的相关系数(图 8),发现两者之间在赤道东太平洋为正相关区(最大相关系数为 0.47),在西风漂流区为负相关(最大相关系数为-0.43),两者均超过了 0.01 的信度。相关场的分布与厄尔尼诺期间典型的海温场分布一致,说明旱涝型的变化与 ENSO 事件有密切关系。黄荣辉等(1988)曾指出,ENSO 在增强位相时,我国汛期淮河流域主涝、长江流域及其以南和黄河流域主旱;在 ENSO 的减弱位相,旱涝分布则相反^[10]。1991 年 5 月赤道东太平洋(0°—10°S,180°—90°W)海面温度开始明显上升,11 月厄尔尼诺现象开始进入盛期,因此 1991 年汛期 ENSO 事件正处在增强位相。而 1991 年汛期的旱涝分布正好与 ENSO 增强位相时,我国汛期的旱涝分布(图略)相似,说明 1991 年旱涝分布的形成与 ENSO 事件有密切关系。本世纪以来长江流域几个公认的大水年,如 1931、1954、1969、1980 和 1983 年也都分别与 1930—1931、1953、1969、1980(强度弱、持续时间短,被称为一

次流产的厄尔尼诺事件)和1982—1983年的ENSO事件有关^[11]。

5 结 论

综上所述,可以得到以下几点结论:

1. 1991年江淮流域多雨、华北及江南少雨的旱涝分布与近五百年旱涝EOF第3特征向量的特征一致。因此,旱涝第3特征向量的时间系数可以作为表征1991年旱涝分布类型的指数;

2. 1991年旱涝型的多年变化具有明显的37年左右的布吕克纳周期,布吕克纳周期产生的原因与南方涛动的长期变化有关。因此1991年异常的出现与南方涛动相联系的旱涝型长期变化所处的位相有关;

3. 1991年的旱涝分布与80年代以来我国夏季旱涝分布特征是一致的。全球温度变化大约可解释旱涝型变化17%左右的方差,1991年江淮多雨、华北和江南少雨类型出现的气候背景与全球温度的显著增暖有一定联系;

4. 1991年汛期江淮流域多雨、华北及江南少雨型出现的具体条件与赤道太平洋1991年5月以来处于厄尔尼诺事件的增强位相有密切关系。

参 考 文 献

- 1 盛继宾,陈联寿.今年江淮暴雨评述.中国气象报,112期,1991年8月19日.
- 2 高建国.1991年中国洪涝灾害和天文因素关系的论述摘编.天文与自然灾害.北京:地震出版社,1991.1--2.
- 3 高布锡.1991年的大水与沙罗周期.天文与自然灾害.北京:地震出版社,1991.134--135.
- 4 中央气象局气象科学研究所.中国近五百年旱涝分布图集.北京:地图出版社,1981.332.
- 5 王绍武,赵宗慈.近五百年我国旱涝史料的分析.地理学报,1979,34(4):329--340.
- 6 WMO-NO. 195. Climate change. Geneva: Secretariat of the WMO, 1966. 33--46.
- 7 章基嘉,徐祥德,苗俊峰.最近40年来我国的气候变化.天津气象,1992,7(1):1--15.
- 8 王绍武.当前气候变化及其演变趋势.旱涝气候研究进展.北京:气象出版社,1990.1--9.
- 9 王绍武,赵宗慈.我国旱涝36年周期及其产生的机制.气象学报,1979,37(1):64--73.
- 10 黄荣辉.引起我国夏季旱涝和东亚大气环流异常遥相关及其物理机制的研究.旱涝气候研究进展.北京:气象出版社,1990.37--50.
- 11 Quinn W. H. and V. T. Neal. The Historical Record of El Nino Events. Climate Since A. D. 1500(ed. R. S. Bradley and P. D. Jones). Unwin Hyman, London & Boston, 1992. 623--649.

CLIMATE OSCILLATION OF THE SUMMER RAINFALL ANOMALY PATTERN FOR THE FLOOD SEASON OF 1991

Zhang Xiangong Wei Fengying

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing, 100081)

Abstract

The distribution of summer rainfall anomalies in 1991 consists with the EOF expanded third eigenvector from the 《Yearly charts of dryness/wetness in China for the last 500-year period》. By analysing the time coefficient of the third eigenvector it is found that the dryness/wetness pattern index in 1991 appears a Bruckner cycle with 37 years and is related to the SOI with the cycle of 36.7 years. It is also found that it has relation to the globe temperature change (the correlation coefficient between them is 0.41) and to the correlation distribution of SST in North Pacific, which is similar to the sea surface temperature anomalies pattern during the El Nino period.

Therefore, the appearance of drought/flood pattern in 1991 may be related to the inherent climatic oscillation, such as the long-term variation for itself in the dryness/wetness pattern, the globe climate warming, and particularly, the intensification phase of the ENSO events.

Key word: Dryness/wetness pattern; Bruckner cycle; ENSO event; Climate oscillation.