

# 近 500 年来我国旱涝分区 及各区旱涝变化分析\*

郑景云 张时煌 刘啸雷

(中国科学院地理研究所, 北京 100101)

## 提 要

本文根据旋转因子方法将我国近 500 年的旱涝分为 10 个区。并利用概率变点检测法对我国近 500 年的旱涝突变进行了检测, 发现了我国旱涝突变的 3 个时段为: 1711—1726, 1796—1816, 1921—1926 年。本文还利用中位数方法建立了各区旱涝指数序列, 并分析了各区的旱涝特点和旱涝变化状况。

**关键词:** 旱涝分区; 旱涝变化; 突变。

## 一、引 言

我国的旱涝分布形式较为复杂。王绍武等<sup>[1]</sup>的研究表明我国东部的旱涝至少可分为 6 种类型, 如果再加上西南、西北及东北三个地区, 我国的旱涝分布形式将大大增加, 盛承禹<sup>[2]</sup>曾将我国的旱涝分为 16 种类型。因此, 如果以全国平均状况来做旱涝分析, 虽然可以反映出全国的旱涝变化大势, 但不利于揭示区域变化差异。张德二<sup>[3]</sup>在前人分析全国旱涝大势基础上做了很好的工作, 她利用中国气候区划将全国分为 16 个地区, 研究了各个地区的旱涝变化状况。但由于中国气候区划是以近几十年的气候资料为基础的, 而最近有人发现<sup>[4-5, 10]</sup>: 近 500 多年来我国气候至少存在 3 次较明显的突变, 这些突变可能导致我国旱涝分区界限的变化, 因此以现代气候区划为基础的旱涝分区本身可能忽略旱涝分区界限的变化状况。虽然近几年来有许多学者<sup>[6-10]</sup>曾对我国部分区域的旱涝状况作了很多分析, 但这些分析大多局限于某一地区, 不利于进行全国范围的比较。因此, 利用同一资料对近 500 多年我国旱涝进行分区, 然后分析各区的旱涝状况很有必要。

最近, 我们较系统地重新整理了我国以各地方志为基础的旱涝史料记载, 由于西部省份及东北三省的史料记载较少, 我们整理出我国东部和南部的 85 个站点的旱涝指数资料, 并利用车贝雪夫多项式对所缺的数值进行了插补。这套资料与以往的资料相比主要是: 充分利用了史料记载本身的定量信息, 并且特别突出了极端事件(特大旱涝)的发生状况, 从而形成了一套能较好反映全国大部分地区旱涝状况的较为完整、系统的旱涝资料。利

1993 年 3 月 22 日收到, 4 月 28 日收到修改稿。

\* 国家自然科学基金资助项目。

1) 王椿、张丕远等, 十九世纪的一次气候突变, 待发表。

用这套资料我们对全国的旱涝进行分区,并分析各区的旱涝变化状况。

## 二、旱涝区的划分

对我国旱涝进行分区的方法很多。我们采用旋转因子分析方法<sup>[4]</sup>。这一方法的特点是能够对许多因子进行综合与提炼,从而找出几个具有某些代表意义的公共因子,这些因子能反映出各个不同变量之间的共有信息,同时,由于这些因子对各个变量的因子荷载不同,这些因子又能体现出各主分量本身的特点。因此利用这一方法对近 500 年的旱涝进行分区是极为合适的,下面简要介绍这一方法用于旱涝分区的步骤与算法。

设  $n$  个变量已进行标准化,记为  $X_{1t}, X_{2t}, \dots, X_{nt}$ , 向量形式为

$$\vec{X} = (X_{1t}, X_{2t}, \dots, X_{nt})'$$

式中  $t$  为时间。由于  $n$  个变量并不是相互独立的,因此它们之间必定存在一些公共因子,同时也存在一些特殊因子。假设总共有  $m$  个公共因子,向量形式记为

$$\vec{F} = (f_{1t}, f_{2t}, \dots, f_{mt})'$$

则第  $k$  个变量可以表示成这  $m$  个公共因子的线性组合与这个变量的特殊因子之和,即

$$X_{kt} = a_{k1}f_{1t} + a_{k2}f_{2t} + \dots + a_{km}f_{mt} + U_{kt} \quad (1)$$

式中  $U_{kt}$  为第  $k$  个变量的特殊因子,  $a_{k1}, a_{k2}, \dots, a_{km}$  为  $m$  个公共因子对第  $k$  个变量的因子荷载。那么,整个因子模型可表示成如下向量形式:

$$\vec{X}_t = A\vec{F}_t + \vec{U}_t \quad (2)$$

式中  $\vec{F}_t = (f_{1t}, f_{2t}, \dots, f_{mt})'$  为公共因子向量;  $\vec{U}_t = (U_{1t}, U_{2t}, \dots, U_{nt})'$  为特殊因子向量,

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm} \end{bmatrix}$$

为公共因子对各个变量的因子荷载矩阵。实际上,因子荷载阵即为各公共因子与各个变量之间的相关系数阵,如  $a_{23}$  即为第 3 个公共因子与第 2 个变量之间的相关系数,第  $k$  列即表示第  $k$  个公共因子与各个变量之间的相关系数。但因满足(2)式要求的公共因子解并不是唯一的,所以可以找到多组公共因子,为使所找到的公共因子更具气候意义,可以通过因子轴的转动来达到这一目的。因子轴的转动目前多采用极大方差转动方法,它的转动结果能使部分变量在某个公共因子轴上有较高的因子荷载,也就是说用部分变量就可以代表某个因子,这样我们就可以说这一部分变量之间具有共性,而同时与其它变量不同,在气候上可划为一个区域。

在分析 1471—1991 年 521 年我国 85 个站点的旱涝指数时,我们取因子特征值大于 1.0 的前 10 个特征值作为公共因子个数,这些公共因子所包含的信息相当于 EOF 分析中的前 10 个主分量积累方差贡献达 70.1%,这在大范围的旱涝分区中已经足够了。我们以每个因子代表一个旱涝区,通过运算,我们求得经极大方差转动之后的前 10 个因子的因子荷载矩阵。

由这一矩阵可以很明显地看出：每个公共因子轴上只有少部分站点有较高的因子荷载，这些站点即为同一旱涝区。如第 1 公共因子轴上仅有榆林、延安、西安、汉中、安康、太原、大同这 7 个站点有较高的因子荷载，那么这 7 个站就为一个旱涝区。由分区结果可以看出，这些旱涝区具有很明显的气候学意义。考虑到我国的季风活动有明显的自然地理特点，山脉对冷空气和季风活动都具明显的阻挡作用，我们对个别边界站点做了适当调整，使所分的旱涝区更具自然地理意义，由此我们得到我国近 500 多年旱涝状况分区图如图 1。

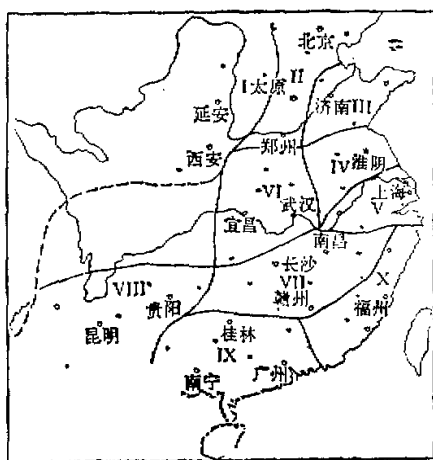


图 1 我国近 500 多年旱涝状况分区图

### 三、各区的旱涝特点及变化状况

#### 1. 近 500 年来我国旱涝的变化大势与突变

图 2 给出 1471—1991 年间我国 85 个站点旱涝指数平均值的时间变化大势。由图可看出：我国旱涝存在着明显的阶段性变化，15 世纪末至 18 世纪初我国处于一个干旱阶段，18 世纪初至 20 世纪初处于雨涝阶段，20 世纪初至今又是一个干旱阶段，且尚未结束。干旱阶段与雨涝阶段存在着一个 400 年左右的大循环。在每个旱涝阶段中，又存在着 10 多年至 100 多年的旱涝期。这一结果与张家诚<sup>[2]</sup>的结论基本吻合。表 2 给出这些旱涝阶段及旱涝期。

表 2 1471—1991 年间我国旱涝的变化阶段及旱涝期

| 旱涝阶段 | 起止年份      | 偏 旱 期                              | 偏 涝 期                             |
|------|-----------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 干旱阶段 | 1471—1723 | 1471—1551( 81年)<br>1616—1723(108年) | 1552—1615(64年)                    |
| 雨涝阶段 | 1724—1925 | 1774—1790( 17年)                    | 1724—1773(50年)<br>1791—1925(135年) |
| 干旱阶段 | 1926—至今   | 1926—1943( 18年)<br>1960—1991( 32年) | 1944—1959(16年)                    |

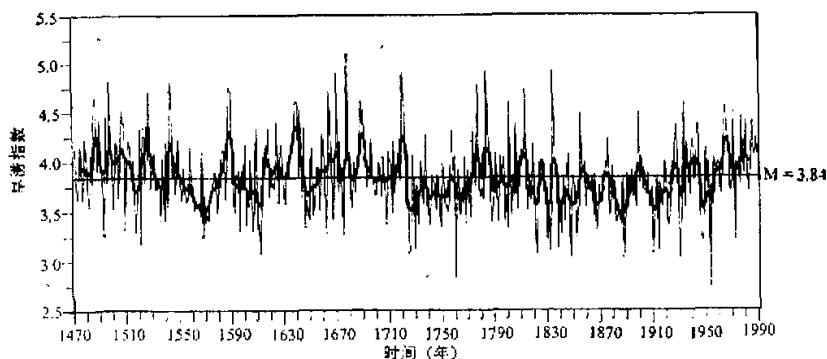


图2 1471—1991年间我国85个站点旱涝指数平均值的时间变化趋势  
粗线为二项系数滑动滤波,滑动间隔  $m = 15$ 年。

同时,考虑到旱涝阶段变化是气候系统在不同模态间演化的反映,阶段之间的转变是以突变形式出现的。我们选择上述85个站点中相对均匀的24个站点(图1中“○”者),利用概率变点检测法对其进行旱涝突变检测。这一方法的原理为:

设  $U_k$  为第1被检时段至第  $k$  段的干旱(或雨涝、正常,视被检事件而定)累计出现次数,考虑统计量

$$T_k = k(U_k/k - U_n/n) \quad (3)$$

式中  $n$  为被检测序列的时段。本文取每个时段为5年,序列总长度为521年,故有:  $N = 521, n = 104$ 。则  $T_k$  的期望值为

$$E(T_k) = \begin{cases} n^{-1}k(n-m+1)(p_1-p_2) & 1 \leq k \leq m-1 \\ n^{-1}(n-k)(m-1)(p_1-p_2) & m \leq k \leq n \end{cases} \quad (4)$$

式中  $m$  为突变时段,  $p_1, p_2$  为第  $m$  时段前和后的干旱发生概率。由(4)式可知: 当  $k = m-1$  时,  $|E(T_k)|$  最大。那么,计算  $|T_1|, |T_2|, \dots, |T_n|$  的值,总能找出:

$$|T_m| = \max(|T_1|, |T_2|, \dots, |T_n|).$$

则  $m^* = \tilde{m} + 1$  便可作为变点  $m$  的估计。

给定原假设  $H_0: p_1 = p_2$  (即突变时段不存在),应用 Смирнов 极限定理,在给定  $U_n = N_1$  的条件下,  $\sqrt{N/N_1N_2} \cdot |T_m^*|$  有极限分布函数  $f(x)$  服从 Смирнов 分布。其中  $N_1$  为24个被检站点  $n$  个时段的干旱累计出现次数,  $N_2 = N - N_1$ 。因此,在给定置信水平  $\alpha$  后,便可查出常数  $C_\alpha$ ,使得:  $f(C_\alpha) = 1 - \alpha$ 。那么,当

$$\sqrt{N/N_1N_2} \cdot |T_m^*| > C_\alpha$$

时,否定原假设  $H_0$ ,即概率变点存在。

对上述24个站点干旱(旱涝指数  $I = 5, 6, 7$ )、雨涝( $I = 1, 2, 3$ )、正常( $I = 4$ )的概率变点检测(置信水平  $\alpha = 0.05$ )结果表明: 近500年来我国旱涝突变分别发生在: 1711—1726年, 1796—1816年, 1921—1926年(图3)。其中在1711—1726年前后,反映出涝的发生概率后期比前期明显增加, 1796—1816年前后,反映出旱涝总和的发生概率

后期比前期有显著增加,而在1921—1926年前后,又反映出旱的发生概率后期比前期有显著增加。在这3个时段中,其中

1796—1816年及1921—1926年与我国两次明显的气候突变阶段相吻合<sup>[10]</sup>。

然而我国的旱涝存在着区域差异,各个地区的旱涝特点与全国是否相同,旱涝变化趋势是否一致,必须从分区的旱涝特点和旱涝趋势中去认识。

## 2. 各区旱涝特点

表3给出各区旱涝的发生频率,这里的旱涝发生频率系指各区在1471—1991年的521年中旱涝年数占总年数的百分率。由表3可以看出:西北、华北2个区旱涝较多发,旱多于涝。山东区旱涝多发,且旱涝各半。苏北皖北地区旱涝多发,但涝多于旱,且多发大涝。华中及长江钱塘江三角洲2个区旱涝较多发,且涝多于旱。长江以

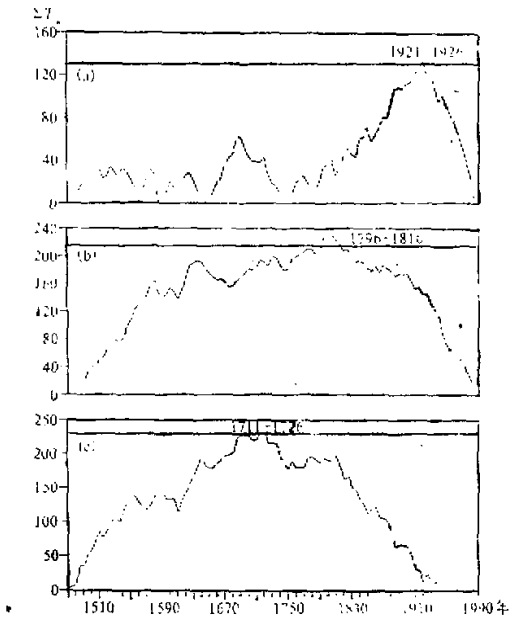


图3 我国近500多年来的旱涝突变点  
(a) 干旱, (b) 正常, (c) 雨涝

南4个区旱涝少发,且涝多于旱,各区之内也存在着不同的区域分异,具体分异状况见表3。

## 3. 各区旱涝变化趋势及旱涝期的划分

### 1) 各区逐年旱涝指数序列的建立

本文以各区域内所含站点旱涝指数的中位数作为该区域的旱涝指数值  $I_{(y,r)}$ ,即

$$I_{(y,r)} = \begin{cases} I_{(y,(n+1)/2)} & n \text{ 为奇数} \\ [I_{(y,n/2)} + I_{(y,n/2+1)}]/2 & n \text{ 为偶数} \end{cases} \quad (5)$$

式中  $y$  为年,  $n$  为各区域的站点数。因为中位数  $I_{(y,r)}$  是区域各站点旱涝指数样本  $I_{(y,1)}, I_{(y,2)}, \dots, I_{(y,n)}$  的无偏估值,故  $I_{(y,r)}$  可以较好地反映各区域的旱涝状况,也可间接地反映各区的降水状况。 $I_{(y,r)} < 4$ ,表示该区偏涝,即雨量偏多; $I_{(y,r)} > 4$ ,表示该区偏旱,即雨量偏少; $I_{(y,r)} = 4$ ,表示该区旱涝相当,即区域雨量正常。

### 2) 各区逐年旱涝指数变化趋势

#### (1) 旱涝阶段的转变

从各区逐年旱涝指数随时间变化状况看:400年左右的旱涝大循环在各区的旱涝变化中都有较明显的表现。各区自1471年以来,先经历一个干旱阶段,至1700年前后,各

1) 王铮、张丕远等,十九世纪的一次气候突变,待发表。

表3 近 500 多年我国旱涝的分区及各区旱涝特点

| 区 名        | 旱涝发生频率(%) |      |      |          |          | 区域内旱涝分异状况                             |
|------------|-----------|------|------|----------|----------|---------------------------------------|
|            | 正常        | 旱    | 涝    | 其中<br>大旱 | 其中<br>大涝 |                                       |
| 晋陕区        | 39        | 34   | 27   | 10       | 6        | 南北分异,北部旱明显多于涝,南部旱涝各半。                 |
| 华北区        | 38        | 32   | 30   | 9        | 8        | 南北、东西分异均存在,以南北差异更为明显,北部旱多于涝,南部旱涝各半。   |
| 山东区        | 34        | 33   | 33   | 10       | 11       | 南北、东西分异均存在,以南北差异更为明显,南部旱略多于涝,北部涝略多于旱。 |
| 苏北皖北区      | 33        | 20   | 47   | 5        | 14       | 东西分异明显,东部多大涝。                         |
| 长江、钱塘江三角洲区 | 37        | 23   | 40   | 7        | 12       | 东西分异明显,东部多大旱大涝。                       |
| 华中区        | 38        | 24   | 38   | 8        | 11       | 南北、东西分异均存在,以南北分异较明显,南部多大涝。            |
| 湘赣区        | 44        | 21   | 35   | 7        | 10       | 东西分异明显,西部多大旱大涝。                       |
| 云贵区        | 42        | 20   | 38   | 6        | 11       | 区域分异不明显。                              |
| 两广区        | 42        | 22   | 36   | 7        | 10       | 东西分异较明显,东部多涝,且多大涝。                    |
| 闽浙区        | 40        | 21   | 39   | 7        | 13       | 南北差异较大,南部多大旱大涝。                       |
| 平 均        | 38.6      | 25.1 | 36.3 | 7.5      | 10.7     |                                       |

区都先后进入一个雨涝阶段,在 1910 年前后,又都先后进入干旱阶段。但由于区域不同,各区由旱转涝和由涝转旱的具体时段有先后差异,从总体上看:北方区域的旱涝转变似乎要比南方区域来得更早一些。为更明显地表现出百年以上的旱涝变化状况,我们对各区所有站点旱涝指数序列做了 15 年的滑动平均,滤掉各地普遍存在的 10—12 年及更小尺度的旱涝周期,然后按 20 年一个时段检测各区所有站点的旱涝出现频率的变化,选择旱涝频率变化最大的时段为旱涝转变时段,表 4 分别给出这些旱涝转变时段。从表中可以看出:不论是由旱转涝或由涝转旱,总是从晋陕区最先开始,华北、山东等区域居中,而南方各区总是最后开始。

表 4 各区 400 年左右旱涝大循环的旱涝转变时段

| 区 别        | 由 旱 转 涝   | 由 涝 转 旱   |
|------------|-----------|-----------|
| 晋陕区        | 1631—1650 | 1891—1910 |
| 华北区        | 1671—1690 | 1911—1930 |
| 山东区        | 1671—1690 | 1911—1930 |
| 苏北皖北区      | 1711—1730 | 1911—1930 |
| 长江、钱塘江三角洲区 | 1711—1730 | 1911—1930 |
| 华中区        | 1711—1730 | 1931—1950 |
| 湘赣区        | 1711—1730 | 1931—1950 |
| 云贵区        | 1711—1730 | 1931—1950 |
| 两广区        | 1711—1730 | 1931—1950 |
| 闽浙区        | 1711—1730 | 1931—1950 |

## (2) 各区旱涝期的划分

各区旱涝在表现出阶段性的同时,又表现出更小的旱涝期,这些旱涝期的长短不等,

表 5 1471—1991 年我国 10 个地区的旱涝变化期

| 区 名        | 偏 旱 期                                                                                                    | 过 渡 期                                                  | 偏 涝 期                                                                                  | 准 旱 涝 周 期                                       |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 晋 陕 区      | 1471—1530(60年)<br>1551—1565(15年)<br>1581—1650(70年)<br>1711—1805(95年)<br>1916—1965(50年)<br>1986—1991(6年)  | 1531—1540(10年)<br><br>1906—1915(10年)<br>1966—1985(20年) | 1541—1550(10年)<br>1566—1580(15年)<br>1651—1710(60年)<br>1806—1905(100年)                  | 9.82—10.80<br>4.91—5.02<br>3.66—3.72<br>2.06    |
| 华 北 区      | 1471—1505(35年)<br>1581—1645(65年)<br>1661—1695(35年)<br>1781—1815(35年)<br>1921—1945(25年)<br>1961—1991(31年) | 1506—1525(20年)<br>1696—1745(50年)<br>1901—1920(20年)     | 1526—1580(55年)<br>1646—1660(15年)<br>1746—1780(35年)<br>1816—1900(85年)<br>1946—1960(15年) | 10.80—11.37<br>4.60—4.80<br>2.14                |
| 山 东 区      | 1491—1545(55年)<br>1616—1685(70年)<br>1771—1815(45年)<br>1916—1991(76年)                                     | 1686—1725(40年)<br>1901—1915(15年)                       | 1471—1490(20年)<br>1546—1615(70年)<br>1726—1770(45年)<br>1816—1900(85年)                   | 54.0<br>18.0<br>10.29<br>3.48 3.54<br>2.10 2.12 |
| 苏北皖北区      | 1481—1515(35年)<br>1611—1720(110年)<br>1801—1815(15年)<br>1931—1991(61年)*                                   | 1516—1535(20年)<br>1581—1610(30年)<br>1856—1880(25年)     | 1471—1480(10年)<br>1536—1580(45年)<br>1721—1800(80年)<br>1816—1855(40年)<br>1881—1930(50年) | 10.29—10.8<br>5.14<br>3.38<br>2.04              |
| 长江、钱塘江三角洲区 | 1541—1560(20年)<br>1631—1680(50年)<br>1711—1725(15年)<br>1776—1820(45年)<br>1931—1991(61年)                   | 1501—1540(40年)<br>1891—1930(40年)                       | 1471—1500(30年)<br>1561—1630(70年)<br>1681—1710(30年)<br>1726—1775(50年)<br>1821—1890(70年) | 36.0<br>21.6<br>9.39—10.29<br>3.54<br>2.6       |

续表

| 区 名   | 偏 旱 期                                                                                   | 过 渡 期                                                                                                    | 偏 涝 期                                                                                                    | 准 旱 涝 周 期                                     |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 华 中 区 | 1471—1545(75年)<br>1576—1590(15年)<br>1616—1720(105年)<br>1766—1815(50年)<br>1936—1991(56年) | 1721—1740(20年)<br>1836—1860(25年)                                                                         | 1546—1575(30年)<br>1591—1615(25年)<br>1741—1765(25年)<br>1816—1835(20年)<br>1861—1955(95年)                   | 21.60<br>9.39—10.29<br>5.54<br>2.10—2.12      |
| 湖 北 区 | 1486—1555(70年)<br>1586—1595(10年)<br>1646—1705(60年)<br>1976—1991(16年)                    | 1706—1725(20年)<br>1776—1810(35年)<br>1891—1900(10年)<br>1946—1975(30年)                                     | 1471—1485(15年)<br>1556—1585(30年)<br>1596—1645(50年)<br>1726—1775(50年)<br>1811—1890(80年)<br>1901—1945(45年) | 19.64—21.60<br>5.02—5.14<br>3.6<br>2.12       |
| 云 贵 区 | 1541—1560(20年)<br>1586—1605(20年)<br>1631—1710(80年)<br>1936—1950(15年)<br>1976—1991(16年)  | 1471—1480(10年)<br>1516—1540(25年)<br>1561—1585(25年)<br>1711—1740(30年)<br>1811—1820(10年)<br>1951—1975(25年) | 1481—1515(35年)<br>1606—1630(25年)<br>1741—1810(70年)<br>1821—1935(115年)                                    | 9.82—10.29<br>6.17—6.35<br>3.86<br>2.06—2.08  |
| 两 广 区 | 1486—1510(25年)<br>1591—1700(110年)<br>1741—1760(20年)<br>1881—1905(25年)<br>1951—1991(41年) | 1701—1740(40年)<br>1786—1815(30年)<br>1906—1950(45年)                                                       | 1471—1485(15年)<br>1511—1590(80年)<br>1761—1785(25年)<br>1816—1880(65年)                                     | 36.0<br>10.29<br>8.0<br>4.8<br>2.4            |
| 闽 浙 区 | 1471—1490(20年)<br>1501—1545(45年)<br>1666—1705(40年)<br>1961—1991(31年)                    | 1491—1500(10年)<br>1546—1560(15年)<br>1706—1750(45年)<br>1811—1835(25年)<br>1926—1960(35年)                   | 1561—1665(105年)<br>1751—1810(60年)<br>1836—1925(90年)                                                      | 9.39—10.29<br>6.00—6.17<br>3.6<br>3.14<br>2.1 |

\*) 1991 年本地区发生特大涝灾,可能预示着一个偏涝期的开始。



长者达百年左右,短者仅 10 多年,但大部分时期都在 30—60 年之间。根据功率谱分析表明:各区的旱涝指数序列有很强的持续性,我们将达到 95% 信度的周期列于表 5。由表 5 可以看出各区除了 400 年左右及数十年的旱涝波动外,还有更小尺度的旱涝波动存在,从而形成了更多层次的旱涝波动,显示了旱涝变化的复杂性。为了更清楚地揭示各区旱涝波动状况,我们对各区的旱涝期进行了划分。考虑到在一些时期内,由于旱涝频率大致相当,难以确定该时期为偏旱或偏涝,因此,我们将这些时期定为过渡期。表 5 给出全国 10 个区的旱涝变化期。

#### 四、结 论

我国旱涝的区域差异大。根据我国历史时期旱涝状况,利用旋转因子方法可将我国东部及南部的旱涝分为 10 个区。从旱涝变化状况来看,全国及各区的旱涝均存在一个 400 年左右的旱涝大循环。对全国 24 个站点旱涝阶段性转变的突变检测表明:近 500 多年来我国的旱涝发生了 3 次明显的突变。但各区的旱涝转变阶段存在着差异,北方区早于南方区。各区在表现出旱涝阶段的同时,又表现出更短的旱涝期,显示了旱涝变化的复杂性。功率谱分析表明:各区的旱涝变化周期有较大差异,但准 20 年、准 10 年、准 2 年的周期为大部分区域所共有。

致谢:承项静恬先生悉心指导,在此深表感谢。

#### 参 考 文 献

- [1] 王绍武、赵宗慈,1979,近五百年我国旱涝史料的分析,地理学报,34(4),329—341。
- [2] 盛承禹,1981,近五百年旱涝史料的几点初步分析,《全国气候变化学术讨论会文集 1978 年》,科学出版社,39—45。
- [3] 张德二,1983,我国近五百年各区域旱涝变化及其与冬季冷暖的关系,气象科技集刊(4),气象出版社,40—60。
- [4] 严中伟、季劲钧、叶笃正,1990,60 年代北半球夏季气候跃变, I. 降水和温度变化,中国科学(B 辑),97—103。
- [5] 符淙斌、王强,1991,南亚夏季风长期变化中的突变现象及其与全球迅速增暖的同步性,中国科学(B 辑),666—672。
- [6] 冯丽文、郑斯中,1985,重建蒙西近五百年分季水旱序列的试验,地理研究,4(4),55—61。
- [7] 杨仲鑫等,1990,海河流域历史时期旱涝冷暖变化分析,气象出版社,23—35。
- [8] 黄增明、梁建德、刘宗锦,1990,华南近五百年气候变化分析,热带气象 6(4),332—339。
- [9] 吴祥定、尹训钢,1991,历史时期黄河地区旱涝的气候突变,黄河流域环境演变与水沙运行规律研究文集,第二集,地质出版社,8—20。
- [10] 燕子杰、杨洪昌,1991,山东旱涝气候变迁的五个阶段,大气科学,15(4),123—128。
- [11] 黄嘉佑,1990,气象统计分析与预报方法,气象出版社,200—225。
- [12] 张家诚、张先恭、许协江,1983,中国近五百年的旱涝,气象科技集刊(4),气象出版社,1—16。

## The Regional Division of Drought/Flood in China and the Variation of Drought/Flood in Each Region for Last 500 Years

Zheng Jingyun Zhang Shihuang Liu Xiaolei

(*Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101*)

### Abstract

In this paper, China is divided into 10 characteristic regions on the basis of the Drought/Flood for last 500 years by using the Rotation Eactor Analysis. According to the Drought/Flood materials from 1471—1991 A. D., the credibility of the abruptic change is also tested by applying the Probability Change Point Testing. Three periods of abruptic change in Drought/Flood are found, they are: 1711—1726 A. D., 1796—1816 A. D. and 1921—1926 A. D. By using the approach of Mid-Digit, the series of Drought/Flood index for each region are set up, the characteristics of Drought/Flood and its variation for each region are also described.

**Key words:** The regional division of Drought/Flood; Variation of Drought/Flood; Abrupttic change.