

气候分析研究

聊城地区旱涝的阶段性

张学仁

(山东聊城地区气象台)

旱涝是我区的主要灾害性天气，它直接影响着我区的农业生产和人民生活，因此，探索旱涝在我区的发生规律是非常重要的。但是，我区有记录的降水资料很短，要从降水资料历史演变上寻找旱涝发生的规律是颇为困难的。《华北、东北近五百年旱涝史料》给我们提供了一份很好的、丰富的气候史料，因此我们对其中有关我区的部分进行了摘录、整理，并结合近二十年的降水记录，重新修订了其旱涝级别，使之成为一份反映我地区历史上旱涝情况的系统资料。在此基础上，我们对史料进行了分析。分析表明，我区的旱涝存在着明显的阶段性。

一、旱涝阶段性的分析

对于我区的旱涝，我们是把它作为一个点来分析的。五百年旱涝分为五级，1级大涝，2级偏涝，3级正常，4级偏旱，5级大旱。由它得出我区五百年旱涝分为五级的一维时间序列。对于序列的分析，考虑了时间尺度；对于不同的时间尺度，采用了不同的分析方法。

1. 在以年为时间尺度单位时，我们以距离作为划分阶段的标准。

设样本序列为 x_i , ($i = 1, 2, \dots, n$)

$$\text{令 } d(x_i, x_j) = \sqrt{(x_i - x_j)^2}$$

$d(x_i, x_j)$ 为 x_i 、 x_j 之间的距离，采用最短距离法进行分段。若某样本段的距离 $d_i(x_i, x_{i+1})$ 为最短时，就将 x_i, x_{i+1} 划为一段。

这样，可以逐步将序列分段，且以下面的标准作为分段结束的标准。

设每段的均值为 \bar{U}_K ($K = 1, \dots, t$, t 为段数) x_{iK} 为 K 段的任一样本，令

$$D_{iK} = x_{iK} - \bar{U}_K, \quad \Delta \bar{U}_K = \bar{U}_K - \bar{U}_{K+1}$$

则 D_{iK} 应尽量小， $\Delta \bar{U}_K$ 应尽量大，为此，规定 $D_{iK} \leq 1$, $\Delta U_k \geq 1$ 作为阶段划分结束的标准。这样划分的结果是唯一的。

2. 以十年为时间尺度单位时，我们引进干湿指数。

设在某一段里， N_1 为旱年（包括大旱和偏旱）数，

N_2 为涝年（包括大涝和偏涝）数， N 为总年数，令 $A = \frac{N_1 - N_2}{N}$ ，称 A 为干湿指数。当 $A > 0$ 时，我们说

这一段时间里偏干，当 $A < 0$ 时，这一段时间里偏湿。

但是，当 A 达到什么值时作为多水期和少水期的阶段呢？为了确定此值，我们对五百年资料滑动计算了任意十年的 A 值。因 N 选定为十年为常数，所以，我们只计算 $A' = N_1 - N_2$ 即可。

对于某一阶段来说，我们规定：

$$\text{① } |A'| \geq 4$$

$$\text{② } |A'| \geq 3 \text{ 且 } n_1 \geq 3 \text{ 或 } A' \leq -3, n_2 \leq -3$$

其中 n_1 为 N 时段内出现大旱的年数， n_2 为 N 时段内出现大涝的年数。

当①、②中出现一个时，我们定为多水（ A' 为负）或少水（ A' 为正）时期，否则为正常时期。

同时规定，多水期和少水期不能开始和结束于性质相反的年份。按照以上标准，分段是唯一的。

3. 以世纪为时间尺度单位时，我们引进湿润指数。

在以世纪为时间尺度单位时，我们把偏旱、大旱（偏涝、大涝）看作性质相同的年份来考虑。

设在某段时间内， F 为湿年数， D 为干年数，令：

$$I = \frac{F \times 2}{F + D}$$

称 I 为湿润指数， I 的大小反映了本时段的湿润状况。

为划分干湿期，我们以十年为基本时间单位，滑动计算了任意百年的湿润指数。并且规定，当湿润指数 $I \geq 1.15$ 时为湿期，否则为干期。同时具体规定，湿期必须开始于多水期，干期必须开始于少水期。这样划分的干湿期是唯一的。

二、旱涝阶段性的存在

1. 在以年为时间尺度单位时，可以分析出旱阶段、涝阶段和正常阶段。表 1 是经过阶段性划分后，各阶段的持续年数。

表 1

持续年数	涝阶段		正常阶段		旱阶段		合计	
	频数	年数	频数	年数	频数	年数	频数	年数
1	18	18	17	17	11	11	46	46
2—5	39	122	33	105	40	115	112	342
>5	4	26	10	75	2	16	16	117

由表 1 可以看出，持续一年的阶段，仅仅 46 年，占总年数的 9%，而 91% 的年数，其降水都具有 2 年或以上的阶段性。

2. 在以十年为时间尺度单位时，可以分析出多水期、少水期和正常期。

按照前面的标准，可以具体地划分为 9 个少水期，10 多水期和 16 个正常期。见表 2。

表 2

性 质	少 水 期	多 水 期	正 常 期
个数	9	10	16
均值平均	3.885	1.905	3.068
长度平均(年)	12.556	13.2	16.563

从分析知道，少水期均值变化范围为 3.69—4.4，多水期均值变化范围为 1.64—2.38，正常期均值变化范围为 2.94—3.38。不难看出，相同性质的时期，其差异是不大的，不同性质的时期，其差异是明显的。每一时期，基本上反映了该时期的降水性质。

为了判断每一阶段是否代表这一类阶段的性质，我们进行了 t —检验。检验证明，对于多水期和少水期而言，只有 1848—1855（多水期）没有通过信度为 0.1 的检验，而 79% 的阶段通过了信度为 0.05 的检验。这说明各段的多水和少水的性质是显著的。对于正常期而言，所有各段均与正常情况没有显著性差异。

对于 1848—1855 这个多水期，我们令其与少水性质最不显著的 1856—1870 段、正常段中最反映多水的 1622—1636 段、多水段中最反映多水的 1647—1657 段比较。仍用 t —检验，得出它与少水阶段和正常阶段，在信度 0.05 和 0.10 的情况下，差异是显著的，而与多水阶段的差异是不显著的，故其多水性质仍认为是明显的。

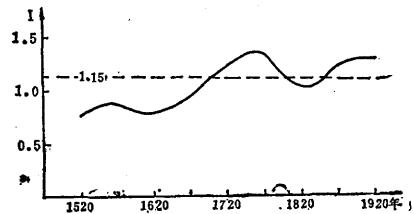
3. 在以世纪为时间尺度单位时，可以分析出干期和湿期。通过计算湿润指数，可以粗略分析出干湿期如表 3。

附图是以十年为单位的百年滑动平均湿润指数曲线。

由附图可以看出，五百年来，各个世纪的湿润状况不同，所以，干湿期是存在的。

表 3

年 份	期	年 数	I 值
1483—1691	干 期	209	0.82
1692—1784	湿 期	93	1.43
1785—1878	干 期	94	0.97
1879—现在	湿 期	101	1.18



附 图

三、旱涝阶段性分布的一些特点

可以看出，降水的阶段性分布有以下特点。

1. 我区的旱涝分布，存在着 2—5 年、10—20 年、100—200 的阶段性。在以年为时间尺度单位时，各阶段的存在形式，最主要的是 2—5 年。2—5 年阶段共有 342 年，占总年数的 67% 以上；其频数为 112 次，占总频数的 64%。在以十年为时间尺度的划分里，每一阶段最少是 8 年，最多是 36 年，大于 25 年的时期只占 5%。在以世纪为时间尺度的划分里，一个干湿期的持续时间大致是 100—200 年。

2. 阶段性的转折主要有以下两个特点。其一是转折发生的年份与所处阶段的性质有关。例如在 10—20 年的阶段里，降水在少水期和多水期持续 15 年以上的只占 20% 左右，而在正常期的却占 44% 以上。

其二是转折带有方向性，这个特点在 10—20 年的阶段里表现明显。如少水期转多水期只占 25%，而转正常期的占 75%。同样，多水期转少水期的只占 20%，而转正常期的却占 80%。所以，多水期和少水期并不直接转为少水期和多水期，而是转为正常期。

3. 各时间尺度中的阶段互相有联系。可以看出，各种降水阶段的关系是，大阶段是小阶段的气候背景，小阶段是同类大阶段的重要成分。例如一个大阶段如果处在干段，那么组成它的阶段也主要是干段。在五百年的两大干期中，包含有 8 个少水期，占 89%；而在两个大湿期中，只包含一个少水期。同样，9 个少水期中所包含的 2—5 年阶段，有干段和湿段 29 个；其中干段 22 个，占 76%。在多水期中也有类似的情况。

本文只就旱涝分布的阶段性问题提出一些看法，并未涉及旱涝阶段分布产生的机制等问题。但认识旱涝分布的阶段性是很有意义的，它不但给我们的旱涝预报提供了气候背景，而且还能够作为旱涝预报的直接依据。