

陕北旱灾历史变化规律*

方修琦 史培军 梁旭**

在一定时期内，一个地区的社会经济结构是与该地区自然环境的平均状况相适应的，这其中也包括对一定水平的灾害的抗御能力。但是如果灾害的状况（如强度、频率等）发生变化，并且超出了社会的承受能力，就会带来灾难性的后果。因此，对灾害变化的研究是灾害学研究的一个重要领域。

旱灾是陕北最主要的自然灾害。它导致作物不同程度的欠收乃至绝产，在历史上曾多次造成该地区的严重饥荒，给区域社会经济造成重大的影响。本文根据《陕西省自然灾害史料》中有关榆林、延安地区的灾害记载，建立该地区历史旱灾序列^[1]，讨论其变化特征。

一、历史旱灾频率变化

灾害频率与强度是刻画一个灾害的最基本的指标，由此二者建立起来的灾害序列是刻画单一灾种变化规律的基本序列。

历史灾害频率序列以某一给定时间段为基本时间单位，以该时段内灾害发生的频数（或频率）为指标，它是一个低频的连续时间序列、能够反映灾害多发与少发的变化、但不能反映灾害轻重程度的差别，也不易揭示所选取时间段内的高频变化。图 1 为以每 10 年中旱灾发生的年数为指标建立的 1601—1990 年陕北历史旱灾频率序列。规定在研究区内有旱灾记载的年份即为旱灾年，一年中发生多次旱灾仍按一次计、从图 1 中可以行出，尽管有记载和统计方面遗漏的影响，旱灾的变化仍呈现出明显的多发期与少发期交替出现的特征。1601 年以来，陕北的旱灾可分为 8 个多早期和 17 个少早期，旱灾多发期包括：17 世纪初年~30 年代、60~70 年代、18 世纪 20、30 年代，18 世纪 80 年代~19 世纪初年，19 世纪 30~40 年代、70~80 年代，20 世纪 10~40 年代，及 70~80 年代。多旱灾期内每 10 年中至少有一半以上的年份为旱灾年。17 世纪 30 年代、19 世纪 40 年代及本世纪 20 年代这 3 个 10 年中几乎每年都有旱灾发生。少旱灾期包括：17 世纪 40~50 年，17 世纪 80 年代~19 世纪 10 年代，18 世纪 40~70 年代，19 世纪 10~20 年代、50~60 年代、19 世纪 90 年代~20 世纪初年，20 世纪 50~60 年代（表 1）。

多早期与少早期的变化具有准周期性。以 140~150 年、40—50 年的波动周期最为显著。

一、历史旱灾强度变化

以历史灾害强度为指标建立起来的时间序列为历史灾害强度序列，其基本时间单位可以为年。历史灾害强度可以用表征灾害强度相对差异的强度等级作参数，也可以用区域内遭灾范围所占的比重作参数，根据选取参数的不同，会得到离散的或连续的历史灾害强度序列。历史上灾害轻重程度的变化及持续性等特征可以从历史灾害强度序列中反映出来。

表 1 陕北 1601 年以来旱灾变化的阶段划分

Tab 1 Phases of drought since 1601 in Northern Shaanxi

分法 阶段	按频率划分				按强度划分		
多（重）旱 灾期	1600-1630	1660-1670	1720-1730	1780-1800	1601-1670	1701-1750	1781-1800
		1830-1840	1870-1880		1830-1850	1870-1950	

* 国家自然科学基金资助项目

** 宁夏气象局

	1910-1940	1970-1980	
少（轻）旱灾期	1640-1650	1680-1710	1671-1700
	1810-1820	1850-1860	1751-1780
		1890-1900	1801-1829
	1950-1960		1851-1869

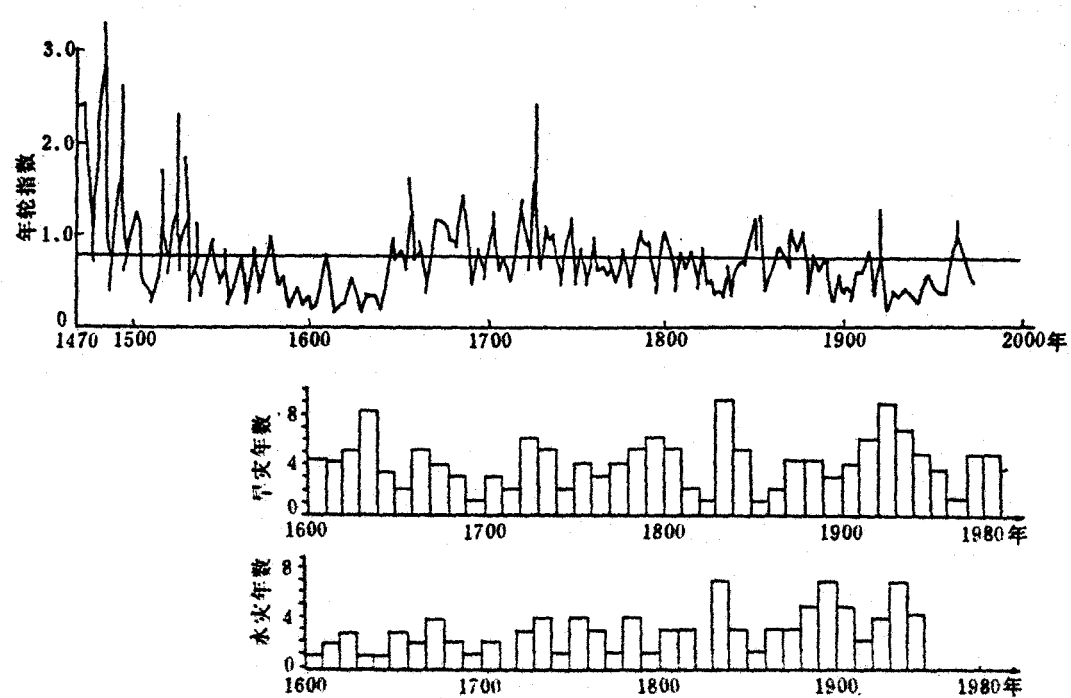


图1 1601~1990年陕北历史旱灾频数（每10年中发生旱灾的年数）变化
及其与水灾频数、黄陵柏年轮指数变化的对比

Fig 1 Drought years in a decade from 1601 to 1990 in Northern Shanxi

图2为以旱灾相对强度等级为指标建立的1610~1950年陕北历史旱灾强度序列。共分为旱、大旱、特大旱三个强度等级，各级别的评定标准如表2所示。该序列为一离散时间序列。

表2 陕北历史时期旱灾强度等级的划分标准

Tab 2 Standard for grades of historical drought intensity in Northern Shanxi

等级	史料记载举例
旱	旱饥、雨泽*期、禾不登、收成欠薄
大旱	大旱、夏大旱、大饥、收成无望
极大旱	春夏连旱、一岁无雨、赤地千里、禾尽枯、大饥、大相食、食草根树皮、饿载道

从图2中可以看出，陕北的旱灾强度呈显著的阶段性变化、并具有显著的群聚性1601~1670年、1701~1750年、1781~1800年、1830~1850年、1870~1950年为重旱灾期（表1），一般每10年中有一次以上大旱灾年发生。1781~1800年及1850~1840年间虽无大旱灾年出现，但连续发生旱灾的年份达4年以上，其中1830年~1840年的11年中有9年发生旱灾。1626~1644年、1720~1730年、1877~1878年、1900~1945年为大旱灾集中期，特大旱灾年均出现在此几个时期内。17世纪20~30年代及本世纪20~30年代为两个特大旱集中期，约300年一遇。1671~1700年、1751~1780年、1801~1829年、1851~1859年为轻旱灾期，无大旱灾年出现，且连续旱灾年一般不超过3年。

对比图1和图2不难看出，旱灾强度大的时期一般旱灾的频率也较高，但灾害频率的变化与强度的变化并不完全一致。它们各自从一个侧面反映了灾害的变化特征。

三、二维时间坐标系上的旱灾分布

不同年代之间旱灾特点的差异，不仅表现在旱灾的频率与强度方面，同时也表现在旱

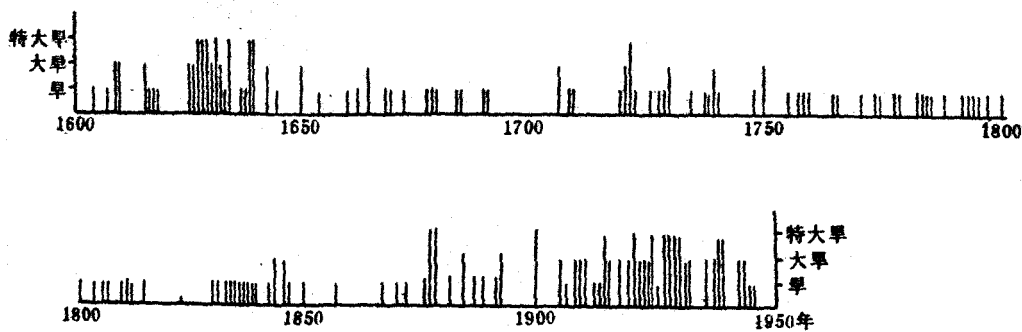


图2 1601—1950年陕北历史旱灾强度序列

Fig 2 Fluctuation of drought grades from 1601 to 1950 in Northern Shanxi

灾年份在年代内的分布形式方面。即使是频率与强度都相同的两个年代，其旱灾年份的分布可能完全不同，那么，旱灾的发生是否是一种完全随机的现象？为了回答这一问题，统计了陕北地区自公元1300年以来各年代中旱灾发生的年份，发现在一个时段内，旱灾集中发生在尾数为某几个数的年份，而在另一个时段内则集中在尾数为另几个数的年份，并且从前一时段到后一时段，旱灾发生年份的尾数是依次变化的，呈现出一定的规律（表3）。如1750~1849年的旱灾多发生在尾数为3、4、5、6的年份，1850~1879年多发生在尾数为6、7、8的年份1880~1950年则多发生在9、0、1的年份。

上述现象说明，旱灾发生在哪一年份并不是完全随机的现象，而是与该年份所处的年代有密切的关系。以一个年份的十位数字为横坐标（年代、 10^1 年），以个位数字（年）为纵坐标，建立起一个二维的时间坐标系，当纵坐标的取值范围限定为0~9年时，任何一个以公元纪年的年份均可以在该坐标系中唯一的确定其位置。

环境演变存在着从 10^0 年到 10^8 年尺度的多个时间谱，各个时间尺度上的变化之间既彼此独立又相互联系，每个时间尺度上的变化在过程或成因机制上都有别于其它尺度，一种时间尺度上的规律性变化对于另一个时间尺度来说可能是随机的扰动过程。某些变化过程可能只属于特定的时间尺度。长时间尺度的变化是短尺度变化的背景。现实的环境变化是各种尺度变化的综合反映，上述坐标系中的横坐标和纵坐标分别代表了不同的时间尺度（ 10^1 年和 10^0 年），在该坐标系上所揭示的规律是不同时间尺度之间内在联系的反映。

旱灾往往是由于降水量偏少或降水失时引起的，是环境演变对社会经济所造成的影响的一种表现形式。在上述二维时间坐标系上旱灾年份的分布特点可以反映出旱灾发生年份与其所处年代之间的内在联系。

在具体研究工作中，对纵坐标的取值范围可以不加限制，有时可将下一个年代中的前几年记在上一个年代之上，或将上一个年代中的后几年记在下一个年代之上。这样虽然每个事件在坐标系中的位置不唯一，但可以根据实际情况选定某位置，以便更好地反映变化规律。

表3 陕北不同时段内旱灾集中出现的年份

Tab 3 Concentrate years of occurrence of drought in different time phases in Northern Shaanxi

时段	旱灾多发的年份的尾数
1300-1399	5、6
1340-1389	9、0、1
1390-1459	7、8、9、0
1460-1539	0、1、2
1540-1599	2、3、4、5
1600-1659	7、8、9、0
1660-1729	9、0、1
1730-1779	7、8
	3、4、5、6

1780-1849	6、7、8
1850-1879	9、0、1
1880-1950	

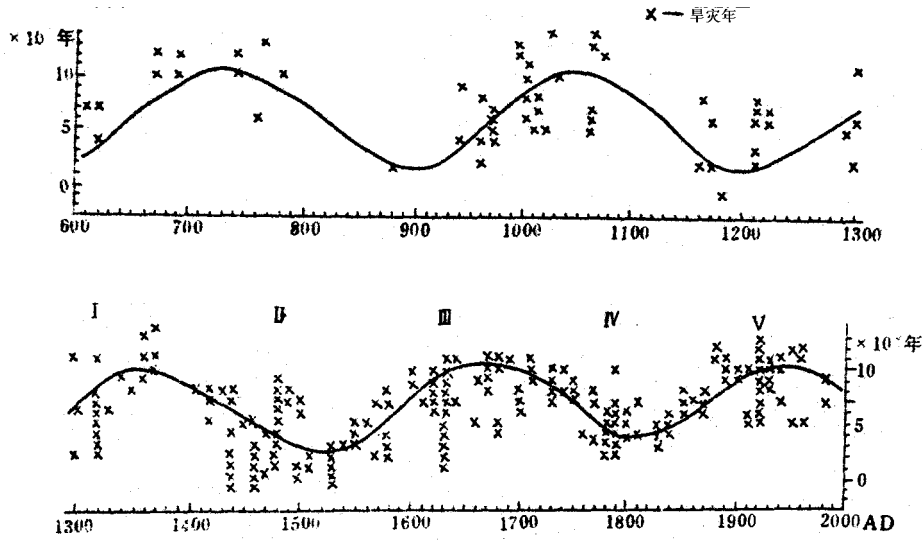


图3 二维时间坐标系上陕北旱灾年的分布

Fig 3 Distribution of historical drought years on the 2-dimensional time coordinate system in Northern Shanxi
将陕北地区 1300 年以来的旱灾年份不分轻重均点给在上述二维时间坐标系中, 对于个别年代初年或未年的旱灾年份根据情况适当调整到上一年代或下一年代之上, 即纵坐标的取值不局限为 0~9 (图 3)。从图 3 中可以看出, 在上述坐标系中, 旱灾年份呈有规律地集中分布的特点。其集中分布中心位置的连线近似地为一波长 290~300 年、振幅为 10 年左右的正弦曲线。按曲线的变化趋势从公元 1300 年向前延伸到公元 600 年。在这段时期内零星记载的旱灾年份也出现在该曲线附近。

旱灾年份在曲线附近的分布具有相对集中的特点, 主要出现在曲线到达波峰或波谷之前或之后, 集中期的重现周期约为 50 年左右, 旱灾集中出现的时期与旱灾变化频率图中的多旱灾期相对应。

自公元 1300 年以来, 持续 10 余年的长旱灾期共出现 5 次。它们是:

- I. 14 世纪 20 年代、
- II. 15 世纪 80 年代、
- III. 17 世纪 30~40 年代。
- IV. 19 世纪 80~90 年代。
- V. 20 世纪 20~30 年代。

长旱灾期的重现周期为 150 年左右, 其中 I、III、V 三个长旱灾期均出现在曲线到达波峰之前, 彼此间隔约 300 年, 与曲线波动周期一致, 其重灾段均出现在每个年代的前期, II、IV 两个长旱灾期的间隔也为 300 年, 均出现在曲线到达波谷之前, 其重灾段出现在每个年代的后期。单数长旱灾期的旱灾强度大于双数长旱灾期。

在上述坐标系中, 陕北旱灾发生年份有规律分布的现象说明, 一个年份是否发生旱灾并不是完全随机的现象, 而是在很大程度上决定于该年份所处的年代。从环境演变的角度来看, 就是长时间尺度的环境演变对短时间尺度的变化起支配作用。环境演变并不只是不同时间尺度的简单迭加。

上述方法在其它地区的适用性及坐标单位的选择等有待进一步讨论、利用该方法对贵州省历史时期的旱灾变化进行分析, 其旱灾年份亦集中分布在以 300 年左右为周期的正弦曲线附近, 但位相与陕北相反^[2]。

四、水旱灾害变化与降水变化的关系

统计 1601-1950 年陕北地区水灾发生的频率, 并与旱灾频率序列对比, 可以看出, 水灾变化的周期比旱灾短。多水灾的阶段一般出现在多旱灾与少旱灾的转换期, 少旱阶段的水灾一般也少。从 1601—1950 年各个年代水旱灾频率对应关系上看, 多水多旱、少水少旱、少水多旱等三种情况出现的机率相近, 分别为 31.4%、31.4% 和 28.6%。而 f 多水少旱的年代只占 8.6%。另外, 从水旱灾害的逐年变化上看, 一年中水旱灾均有发生的年份占全部成灾年份的 26.7%。

以上对应关系说明, 虽然水旱灾害均与水分条件有关, 在其它条件不变的情况下, 水旱灾害的发生与否取决于降水的多少及分配方式, 但由于水旱灾害的成因机制不同, 不论在一年当中还是在一段时间内非旱即涝的关系是不成立的; 至少在陕北地区是这种情况。

陕北黄陵侧柏的树木年轮宽度变化与降水变化显著相关, 该树木年轮的指数序列可以作为陕北地区降水的代用序列^[3]。将陕北的水旱灾害频率序列与黄陵侧柏年轮指数序列相对比, 可以看出, 多旱灾期一般出现在少雨期, 但多水灾期并不出现在多雨期, 而是多出现在少雨期与多雨期的转换期, 多雨期的水旱灾均少 (图 1)。这种对应关系说明, 陕北的旱灾主要是由于降水减少引起的, 旱灾的多少变化与降水的多少有很好的对应关系, 在陕北地区, 降水增多并不是造成水灾的主要原因, 水灾主要是年降水过于集中或年际变化过大造成的。水灾的变化与降水的变化有一定的关系, 主要出现在降水的不稳定阶段。但水灾的多少不能反映降水的多少。因此, 可以认为: 在陕北地区, 用水旱的频率变化来反映降水变化并不十分合适。

参考文献

- [1] 陕西省气象局气象台 1974 陕西省自然灾害史料
- [2] 方修琦、史培军; 1991。贵州历史时期的旱水雪灾变化, 青年地理学家, 6 期
- [3] 李兆元等, 1989, 中国黄帝陵古柏与陕西近五百年 (1470—1974 年) 的气候变化, (气候变化研究), 90—98, 气象出版社