

# 陕西近 500 年极端干旱变化初步分析

李红梅<sup>1</sup>, 范建忠<sup>1</sup>, 李星敏<sup>2</sup>

(1. 陕西农业遥感信息中心, 西安 710014; 2. 陕西省气象科学研究所, 西安 710014)

**摘要:** 根据历史文献记载和 1951—2008 年陕西 5—9 月月降水资料选取极端干旱个例, 分析其变化特征和规律。结果表明, 1470 年以来陕西共发生极端干旱事件 54 次, 16 世纪上半叶以前和 19 世纪末以后属极端干旱高发期, 17—18 世纪其发生概率相对较低, 整体呈两端多, 中间少的 U 型特征。极端干旱事件发生季节集中在夏秋季, 多发区在关中和陕北。

**关键词:** 极端干旱; 旱涝等级; 发生概率; 陕西

**中图分类号:** P467

**文献标识码:** A

持续干旱将使西北地区的缺水形势更加严峻、荒漠化程度加剧、沙尘天气频发、生态及生存环境恶化<sup>[1-5]</sup>, 干旱是陕西出现最多、持续时间最长、危害范围最广、经济损失最大的一种灾害, 也是对农业危害最大的气象灾害<sup>[6-7]</sup>。研究较长时间序列的极端干旱变化可为今后旱涝趋势预测提供基础。根据陕西干旱历史文献记载和实测降水资料建立旱涝等级序列, 依据极端干旱评定标准建立陕西近 500 a 极端干旱事件库, 分析陕西极端干旱的变化特征和规律。

## 1 资料来源及极端干旱评定方法

### 1.1 资料来源

1470—1950 年的极端干旱依据历史记载确定, 极端干旱的历史文字资料源自《陕西历史自然灾害——简要纪实》、《陕西省干旱灾害年鉴》、《陕西省自然灾害史料》及《陕西灾害大典》。1951—2008 年的极端干旱依据榆林、延安、西安、汉中、安康、宝鸡 6 站月降水资料确定。

### 1.2 极端干旱评定方法与指标

按《中国近五百年旱涝分布图集》<sup>[8]</sup>中旱涝等级划分依据和标准确定旱涝级别, 代表站在原有 5 个的基础上增加了宝鸡站。将 6 个代表站中有 2 站以上达 5 级的年份确定为极端干旱年。

依据史料记载评定旱涝等级主要考虑春、夏、

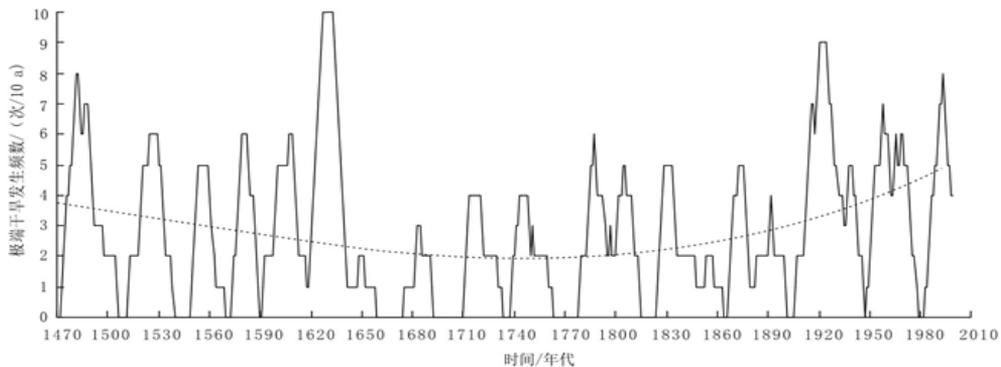
秋三季旱情和雨情出现时间、范围及严重程度。定级时, 凡同一年旱涝先后出现, 如春旱夏涝、夏旱秋涝等, 以夏季情况为主; 凡同一站点代表范围内有旱有涝, 以多数县的旱涝情况为准。将旱涝级别为 5 级的确定为极端干旱, 划分标准为大范围持续数月或跨季度的严重干旱。其典型描述为“陕西皆大旱”、“赤地千里, 井邑空虚”、“诸郡大旱、疫”、“关中大旱, 渭水仅尺许, 民饥”、“连年亢旱”、“自夏至秋, 旱无麦禾”、“岁大饥, 秋稼不登”、“五至九月, 陕西不雨, 大旱, 人相食”、“宝鸡、延安等十四州县旱灾”、“以旱灾免陕西七府二十一卫所夏税”等。

依据降水量确定旱涝级别时, 为与依据历史资料确定的旱涝等级相一致, 采用代表站点 5—9 月月降水量, 依据文献 [8] 给出的标准, 并结合《陕西省自然灾害史料》和《自然灾害大典》的记载进行修订, 最终确定其旱涝级别。

## 2 结果分析

### 2.1 极端干旱事件年代际变化特征

统计陕西近 500 a 年极端干旱出现频数, 当年有极端干旱发生计为 1, 否则为 0, 采用滑动窗口方法计算每 10 a 极端干旱发生频数 (见图 1)。从图 1 可以看出, 按照极端干旱发生频数大小大致可分为 3 个时段, 1470—1640 年极端干旱事件



折线为频数；平滑虚线为三次多项式拟合曲线

图1 1470—2008年陕西极端干旱发生频数及拟合曲线

发生总次数较多，频数变化幅度十分剧烈，低值区频数基本为0次，17世纪30年代出现峰值达10次，该时段内极端干旱发生的平均频数为3.4次/10a，属极端干旱事件跳跃式多发期；1650—1900年频数大都在2次左右，年际间波动较小，平均频数为1.8次/10a，属极端干旱事件偏少期；1910—2008年频数明显增加，变化幅度较1470—1640年更为剧烈，时段内平均频数为4.5次/10a，仍属极端干旱事件多发期。

极端干旱高发期主要集中在8个时段，分别是1470—1540年、1580—1650年、1719—1733年、1747—1762年、1787—1814年、1915—1933年、1957—1977年、1991—2002年。从发生频数大小看，1470—2008年陕西极端干旱事件发生呈现两端多，中间少的U型特征，这与西北地区近500多年极端干旱变化规律相一致<sup>[9]</sup>。极端干旱事件在16世纪前期发生概率较高，且长周期的极端干旱过程较多。进入17世纪，发生概率明显降低，出现几个小的极端干旱高发周期，年份集中且周期较短。19世纪末—2008年，极端干旱发生次数明显增多，且持续时间长。16世纪和19世纪末开始的干旱事件频繁且持续时间也相对较长的特征可能与小冰期气候有关。有研究表明，小冰期事件不单纯是变冷事件，它还伴随有全球的干湿变化，并且干湿变化较大，旱涝灾害天气较多<sup>[10]</sup>。

## 2.2 极端干旱事件时空变化特征

因旱涝等级评定依据不同将500a分为两个

时段，史料记载段（1470—1950年）和降水资料段（1951—2008年），按陕北（sb）、关中（gz）、陕南（sn）分别统计各区极端干旱事件发生频次，计算10a滑动平均值。统计显示共有极端干旱事件54次，共计149a，每次过程发生的时空尺度和严重程度都有所不同，54次过程中，极端干旱年份陕北共有55a，关中61a，陕南38a。

### 2.2.1 极端干旱事件发生频次时序变化特征

图2、图3分别是陕西3个区域不同时段内极端干旱发生频数10a滑动平均曲线图。由图2可以看出，1470—1950年3个区域极端干旱事件发生频数10a滑动平均曲线变化趋势相似，呈两端高中间低的特征，与全省极端干旱发生频数变化特征一致。从1951—2008年统计结果（见图3）看，19世纪50—70年代初，极端干旱发生频数由大到小依次为陕南、关中、陕北。进入70年代后，3个区域极端干旱发生频数较为接近。从变化趋势来看，陕南近半个多世纪以来极端干旱事件发生有减少趋势，陕北、关中基本持平。

### 2.2.2 极端干旱事件季节和区域分布特征

陕西南北地形和气候环境差异较大，各地旱灾发生时空特征也有所差异。极端干旱年中夏季旱发生最多，其次是春夏旱，再次是夏秋旱，其他季节较少。从地区分布特征看，关中地区为极端干旱多发区，其次是陕北地区，陕南相对较少。

## 3 结论

3.1 陕西是极端干旱事件多发区，近500a共有

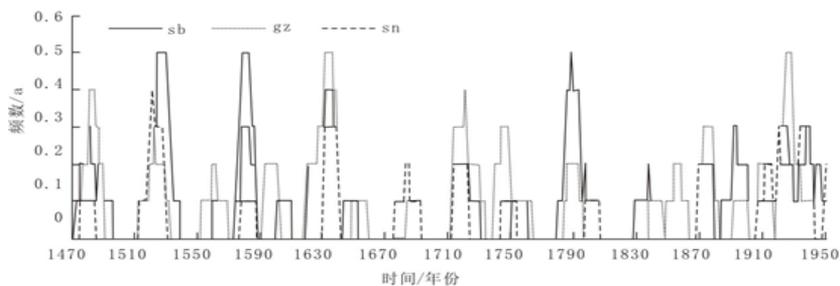


图2 1470—1950年陕西3区极端干旱发生频数10 a滑动平均曲线

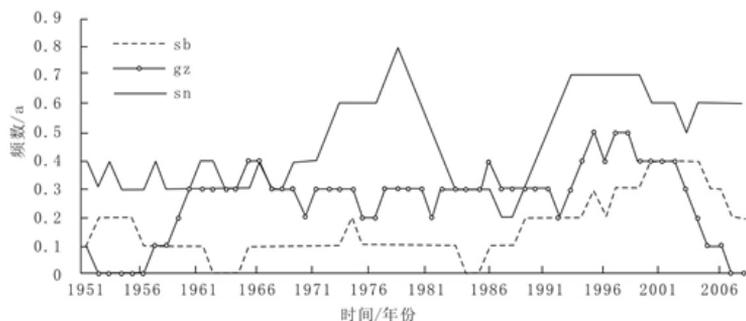


图3 1951—2008年陕西3区极端干旱事件发生频数10 a滑动平均曲线

54次极端干旱事件，涵盖149 a，占35.8%。

3.2 1470年以来，陕西极端干旱事件发生概率在时间尺度上有趋向剧烈→趋向缓和→趋向剧烈U型变化特征。16世纪前期极端干旱发生频繁且持续时间较长；17世纪后发生概率明显降低，发生年份集中且周期较短；19世纪末后，极端干旱发生概率、持续时间均呈明显上升趋势，近500 a资料显示，这一现象在百年时间尺度上首次出现，陕西极端干旱事件又进入一个多发期。

3.3 极端干旱事件关中发生最多，陕北次之，陕南较少。1951—2008年极端干旱发生频数陕南呈缓慢减小趋势，关中、陕北基本不变。从季节分布来看，极端干旱多集中在夏秋季。

#### 参考文献：

[1] 施雅风, 张样松. 气候变化对西北干旱区地表水资源的影响和未来趋势[J]. 中国科学: B辑, 1995, 25(9): 968-977.

[2] 屈建军, 马立鹏, 刘丛. 甘肃省沙漠化现状、成因及其防治对策[J]. 中国沙漠, 2002, 22(5): 520

-524.

[3] 钱正安, 宋敏红, 李万元. 近50年来中国北方沙尘暴的分布及变化趋势分析[J]. 中国沙漠, 2002, 22(2): 106-111.

[4] 李栋梁, 吕兰芝. 中国农牧交错带的气候特征与演变[J]. 中国沙漠, 2002, 22(5): 483-488.

[5] 李静, 孙虎, 邢东兴, 等. 西北干旱半干旱区湿地特征与保护[J]. 中国沙漠, 2003, 23(6): 670-674.

[6] 刘引鸽, 缪启龙. 陕西干旱灾害特征分析[J]. 宝鸡文理学院学报: 自然科学版, 2002, 22(4): 308-310.

[7] 石忆邵. 陕西省干旱灾害的成因及空间分布特征[J]. 干旱区资源与环境, 1994, 8(3): 51-57.

[8] 中央气象局气象科学研究所. 中国近五百年旱涝分布图集[M]. 北京: 地图出版社, 1981.

[9] 朱亚芬. 530年来中国东部旱涝分区及北方旱涝演变[J]. 地理学报, 2003, 58(增刊): 105-106.

[10] 宋燕, 季劲钧, 王月宾, 等. 小冰期气候研究回顾和机理探寻[J]. 气象, 2003, 29(7): 3-7.