

户传琦. 1644—1949年榆林地区旱灾的时空特征[J]. 陕西气象, 2024(3): 31-37.

文章编号: 1006-4354(2024)03-0031-07

# 1644—1949年榆林地区旱灾的时空特征

户传琦

(陕西师范大学西北历史环境与经济社会发展研究院, 西安 710119)

**摘要:** 利用最小二乘法、小波分析法和分类统计法, 分析了 1644—1949 年榆林地区旱灾在时间维度上的趋势性、周期性和季节性; 采用核密度估计法, 探究榆林地区旱灾在空间维度上的分布特征。结果表明: (1) 从时间维度来看, 榆林地区旱灾具有三个特征, 总体呈阶段式上升趋势, 存在一个 13 a 的周期, 以夏旱为主; (2) 从空间维度来看, 榆林地区旱灾的高发区位于东部, 以佳县(葭州)为核心区; (3) 榆林地区旱灾分布与耕地范围密切相关, 耕地占比高的地区也是旱灾高发区。

**关键词:** 榆林; 旱灾; 最小二乘法; 小波分析; 核密度估计法

**中图分类号:** P467

**文献标识码:** A

榆林地区的耕地面积<sup>[1]</sup>和粮食产量<sup>[2]</sup>都位居陕西前列, 或将成为陕西省的第二粮仓<sup>[3]</sup>。然而, 旱灾始终威胁着该地区的农业生产, 给陕西省的粮食安全问题带来隐患。清至民国的 306 a(公元 1644—1949 年)是榆林地区旱灾的频发期, 对该时期的旱灾记录进行整理统计, 分析其时空分布特征, 对现今榆林旱灾的研究和预测有所裨益。

历史时期旱灾的时空分布特征研究通常采用量化分析方法。最早进行历史时期旱灾量化研究的是竺可桢<sup>[4]</sup>和邓云特<sup>[5]</sup>, 他们分别在 1920 年代和 1937 年对中国历史时期的灾情频次进行了统计。从 1960 年代开始, 学者们开始尝试对旱灾进行等级量化研究。1961 年, 萧廷奎等<sup>[6]</sup>率先采用等级量化的方法, 对河南历史时期的旱灾进行了研究。1981 年, 由中国气象局气象科学研究院主编的《中国近五百年旱涝分布图集》可谓是旱涝灾害等级量化研究的集大成之作。该书选用的历史旱涝 5 等级法<sup>[7]</sup>, 被后续研究<sup>[8]</sup>广泛借鉴。尽管随着学科的发展, 该方法的弊端<sup>[9]</sup>逐渐显现出来, 但其功绩不可埋没。1990 年代起, 历史时期的旱灾量化研究开始转向序列构建。1993 年郑景云

等<sup>[10]</sup>以地方志中的旱涝灾害记载为依据, 利用受灾县次构建了旱涝指数序列。然而, 这种构建序列的方法似乎缺乏坚实的理论支撑<sup>[11]</sup>。近年来, 历史时期旱灾的量化研究与数理统计学、空间分析学等学科结合得更加紧密。邢闪和赵景波<sup>[12]</sup>利用小波分析方法对明代济南地区的旱灾特征进行了分析。萧凌波<sup>[13]</sup>运用核密度估计法研究了华北地区的水旱灾害与蝗灾的空间关系。

与榆林地区灾害有关的研究主要集中在当代<sup>[14-15]</sup>, 针对历史时期的研究相对较少。2009 年, 侯雨乐等<sup>[16]</sup>探究了两汉时期榆林地区旱灾在时间上的变化趋势。2013 年, 奚秀梅等<sup>[17]</sup>分析了明代榆林地区旱灾的阶段性变化。2015 年, 罗小庆等<sup>[18-19]</sup>统计分析了 1644—1949 年榆林地区的 86 次旱灾。然而, 以往的研究很少考虑古今行政范围的差异, 搜集的灾害记录也不尽全面。综上, 首先以往的研究往往单一运用数学分析或空间分析的方法研究旱灾, 未能将二者结合起来; 其次, 学者们统计旱灾记录时, 通常以年为单位, 忽略了季节差异; 再次, 历史时期榆林地区的管辖范围与现今不同, 但很少有研究考虑到政区变动的因素。

收稿日期: 2023-05-29

作者简介: 户传琦(1997—), 女, 汉族, 内蒙古牙克石人, 硕士研究生在读, 研究方向为历史地理学。

基金项目: 教育部人文社会科学重点研究基地重大项目(22JJD770056)

本文在考订榆林地区政区变动的基础上,以季节为单位统计旱灾记录,综合运用小波分析和核密度估计法,探求清至民国时期榆林地区旱灾的时空变化特征,以期归纳该地区的旱灾发生规律。

## 1 研究区概况

清至民国时期,陕蒙大致以长城为界,长城以北的广大地区归伊克昭盟(也称作鄂尔多斯)管辖,而长城以南的地区则属于陕西省的行政范围<sup>[20]</sup>。然而,历史资料的记载并不均衡,陕西省境内的旱灾史料较为丰富,而伊克昭盟的史料则相对较少。这种不均衡性导致了两个地区在旱灾研究上难以进行直接比较。因此,为了确保研究的可行性和有效性,本文选择长城以南的部分作为研究区。另外,行政区域管辖范围的变动也值得关注。例如,清代的靖边县与现今的靖边县在地理范围上并不完全一致。清代时,吴起镇是归属于靖边县管辖的,这使得清代靖边县的管辖范围相较于现在会向西南方向有所延伸。为反映历史时期行政范围,本文选用中国历史地理信息系统<sup>[21]</sup>提供的1911年层数据作为底图(图1),开展清至民国时期榆林地区旱灾研究。

## 2 数据与方法

### 2.1 数据的来源与处理

以《西北灾荒史·西北灾荒志》<sup>[22]</sup>和《陕西省自然灾害史料》<sup>[23]</sup>中收录的旱灾记录为基础,以清至民国的方志资料、晚清民国的报刊资料以及

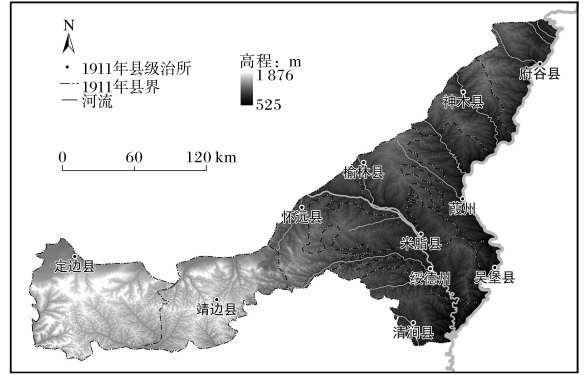


图1 研究区概况

建国后的地方志资料为补充,共搜集到273条旱灾记录,其中补充记录109条。

按季节统计旱灾发生频次,若一年内发生春旱和夏旱,则当年旱灾发生频次记为2次;若史料记载中未明确旱灾发生的季节,则当年旱灾发生频次记为1次。按此方法统计,得知1644—1949年榆林地区共发生旱灾157次。本文采用按月划分季节的方法<sup>[24]</sup>,农历一至三月为春季,四至六月为夏季,七至九月秋季,十至十二月为冬季。旱灾发生地点统计至州县一级。榆林地区总旱灾频次,采用如下原则:凡榆林区域内任意州县发生旱灾,则记为榆林地区发生旱灾,但不以发生地点的个数统计旱灾频次。比如,同年秋季靖边、定边、葭州三地发生旱灾,则榆林地区旱灾发生总次数记为1,而不记为3。统计样表如表1所示。

表1 1644—1949年榆林地区旱灾记录统计样表

序号	年份	季节	频次/次	地点/(频次/次)	灾情
1	1649年 (顺治六年)	未知	1	府谷/1	国朝顺治六、七年大旱,斗米四钱,民有饥死者 <sup>[25]</sup> 。
27	1720年 (康熙五十九年)	夏秋	2	靖边/1 清涧/2	秋,延安府属宜川等六州县,清平、靖边等十一堡旱 <sup>①</sup> 。 (清涧)四月至九月,无雨,秋禾绝。大荒,民食软石、荞麦秸,多死。冬,无雪 <sup>②</sup> 。
44	1738年 (乾隆三年)	夏	1	靖边/1、定边/1、神木/ 1、府谷/1、葭州/1、吴 堡/1、米脂/1	五月,赈陕西延安、榆林、绥德三府州属之靖边、定边、安定、神木、府谷、葭州、吴堡、米脂八州县被旱 <sup>③</sup> 。

续表

序号	年份	季节	频次/次	地点/(频次/次)	灾情
134	1846年 (道光二十六年)	未知	1	府谷/1、神木/1	伏查本年神木、府谷两县被旱 <sup>[26]</sup> 。
203	1920年 (民国九年)	夏	1	横山/1	九年,夏(横山)大旱成灾 <sup>④</sup> 。
233	1931年 (民国二十年)	春夏 秋	3	米脂/1、吴堡/2	(八月)陕振会接米脂县长电,谓:该县亢旱,若再十日不雨,势必禾枯成灾 <sup>[27]</sup> 。 (吴堡)春夏大旱,民求神祈雨 <sup>[28]</sup> 。

注:①雍正《陕西通志》卷47,清文渊阁四库全书本,第84页a。

②道光《清涧县志》卷1《地理志·灾祥》,清道光八年钞本,第35页b。

③《清高宗实录》卷69,乾隆三年五月辛巳条。

④民国《横山县志》卷2《纪事志》,民国十八年石印本,第45页a。

### 2.2 研究方法

根据清至民国时期榆林地区的地理范围,统计该地区旱灾的发生频次,利用最小二乘法和小波分析法分析旱灾的趋势性和周期性,运用核密度估计法探究旱灾的空间分布特征,并结合土地利用状况,探讨耕地数量占比与旱灾发生频次之

间的关系。核密度估计法(kernel density estimation)是一种通过核函数计算点要素单位面积量值,并将各个点拟合为光滑的锥状表面的方法,可以直观显示事物的分布特征<sup>[29-30]</sup>。研究思路如图2所示。

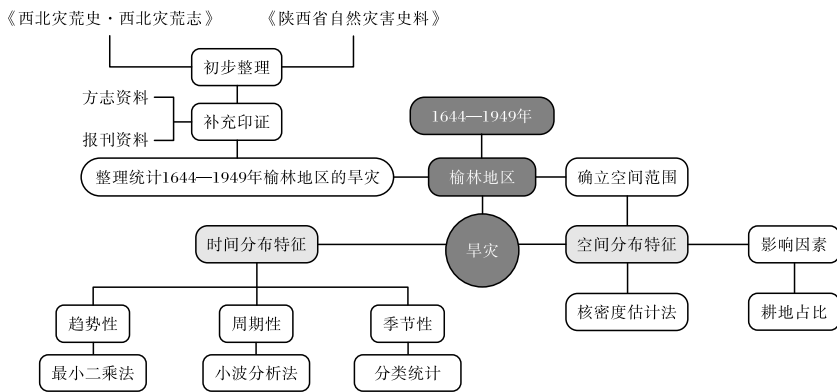


图2 1644—1949榆林地区旱灾时空分布特征研究技术路线图

## 3 结果与分析

### 3.1 榆林地区旱灾时间演变特征

3.1.1 趋势性 基于最小二乘法,利用 Matlab 软件构造4次多项式对清至民国时期榆林地区每10a的旱灾频次进行拟合,分析旱灾发生的趋势。如图3所示,清至民国时期榆林地区的旱灾整体呈现上升趋势,说明旱灾渐趋增多。同时,可以大致将1644—1949年这306a划分为3个阶段:第一阶段(1644—1700年)旱灾发生的频次较低,平

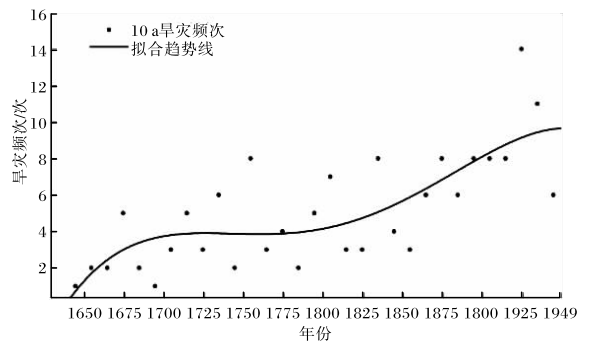


图3 1644—1949年榆林地区旱灾频次变化趋势

均 4.38 a 发生一次旱灾,但有上升趋势;第二阶段(1700—1800 年)旱灾发生频次较为稳定,平均 2.44 a 发生一次旱灾;第三阶段(1800—1949 年)旱灾发生频次逐年攀升,平均 1.45 a 发生一次旱灾。

3.1.2 周期性 借助 Matlab 和 Origin 软件计算并绘制了 1644—1949 年榆林地区旱灾小波分析图(见图 4),其中小波系数实部等值线图能够反映数据在不同时间尺度上的周期变化和时域分

布,小波方差图则可以用来确定主周期。小波分析实部等值线图(图 4a)中,浅色为正位相,对应旱灾偏多期;深色为负位相,对应旱灾偏少期。由图 4 可知,榆林地区的旱灾存在 4 个主要的且不连续的震荡中心,21~33 a 这一时间尺度在 1730—1760 年表现明显,35~55 a 时间尺度在 1790—1890 年表现明显,6~16 a 时间尺度在 1850—1910 年表现明显,19~26 a 时间尺度在 1920—1949 年表现明显。

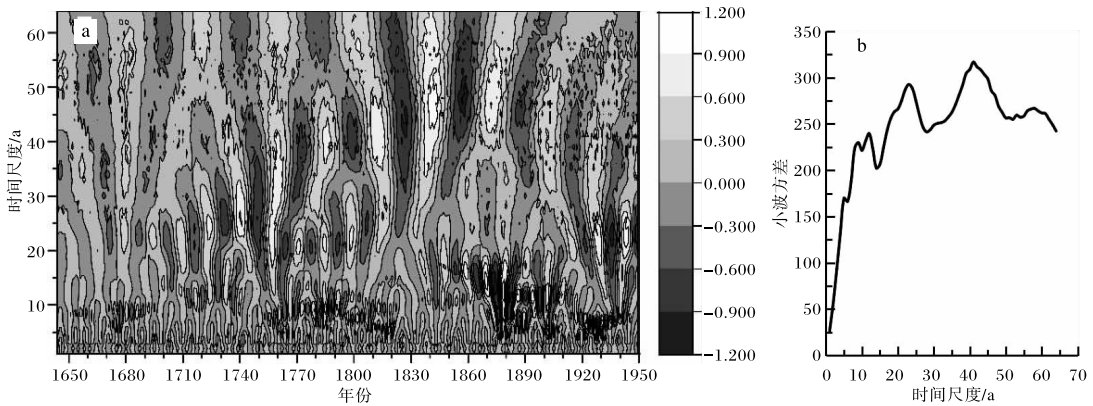


图 4 1644—1949 年榆林地区旱灾小波分析结果(a 小波系数实部等值线;b 小波方差)

由小波分析方差图(图 4b)可知,榆林地区旱灾的第一主周期为 41 a,第二主周期为 23 a。在 41 a 的时间尺度下(图 5a),榆林地区大约每隔 26 a 会发生一次旱灾。在 23 a 的时间尺度下(图

5b),榆林地区存在一个约等于 13 a 的旱灾周期。综合以上分析,1644—1949 年榆林地区旱灾爆发性存在周期性规律,周期约为 13 a。

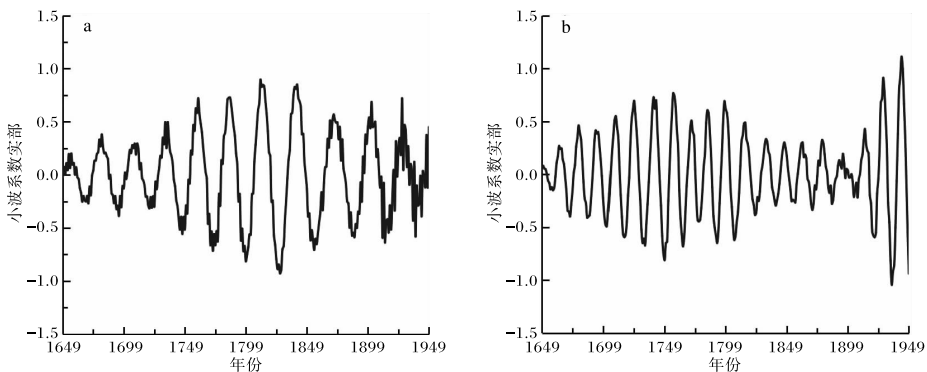


图 5 1644—1949 年 41 a(a)、23 a(b)时间尺度下榆林地区旱灾周期趋势

3.1.3 季节性 1644—1949 年榆林地区发生的 157 次旱灾中,可以明确发生季节的旱灾共有 89 次,其中夏旱 36 次,秋旱 27 次,春旱 23 次,冬旱 3 次。由此可见,榆林地区的旱灾以夏旱为主,秋旱和春旱次之,冬旱最少。榆林地区的旱灾之所

以呈现这样的季节分布特征,与当地农作物密切相关。榆林地区农作物熟制以一年一熟和两年三熟为主,冬季鲜少有农作物需水,故即便冬季发生干旱,也很难威胁到农业生产,故留存记录少。榆林地区的作物熟制导致该地春、夏、秋三季都有农

作物生长,三季都需要水,故留存记录多。

### 3.2 榆林地区旱灾空间分布特征

榆林地区旱灾县次统计原则与总旱灾频次的统计原则不同,不再将榆林地区看作是一个整体,而是以各州县为单位统计其旱灾发生频次。仍以靖边、定边、葭州三地同年秋季发生旱灾为例,不再记榆林地区整体旱灾发生频次为1次,而是靖边、定边、葭州三地分别记1次。按此方法统计得榆林地区旱灾发生的县次为553次,其中葭州的旱灾发生频次最高,为59次;靖边旱灾发生频次最低,为33次。根据统计数据,制作1644—1949年榆林地区旱灾核密度分布图(见图6)。图中颜色越深表示发生旱灾的频次越多,颜色越浅表示发生旱灾的频次越小。采用自然断点法将核密度数值划分为5个等级,由1级到5级发生旱灾的频次逐渐递减。由图6可知,葭州是榆林地区旱灾的高发区,以葭州为核心向外围逐渐扩散,逐步递减,愈向外围旱灾发生的频次愈少。

将旱灾核密度分布结果与20世纪70年代末的土地利用数据<sup>[31]</sup>进行叠加分析后,发现旱灾多发生在耕地面积占比较大的地区,并且随着草地、

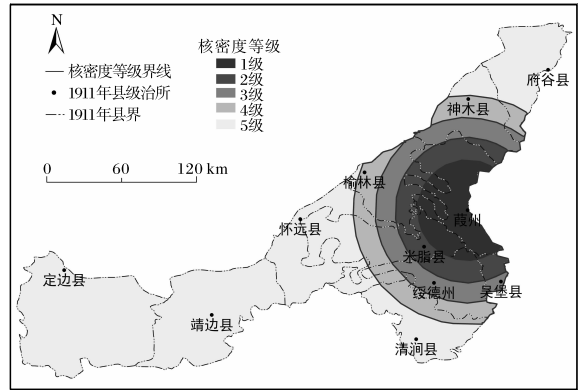


图6 1644—1949年榆林地区旱灾频次核密度分布

沙地等非耕地面积占比的增加,旱灾核密度等级也呈现降低趋势(图7)。然而,这并不意味着非耕地区干旱事件的数量少于耕地区。事实上,干旱事件在各类土地上都有可能发生,但由于单纯的干旱事件并不能构成旱灾。当干旱事件发生在耕地区,其造成的损失更大,更容易被史料记载下来。相对而言,虽然非耕地区也可能遭遇干旱事件,但如果造成危害小,就不会被历史文献所记录。这也在一定程度上,解释了为什么耕地占比高的区域会留下更多的干旱记录。

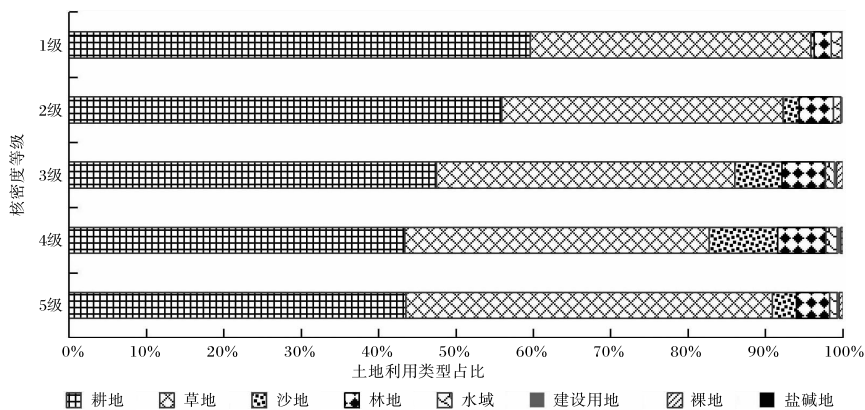


图7 榆林地区旱灾核密度等级与土地利用类型占比

## 4 讨论

罗小庆等<sup>[18]</sup>曾对榆林地区1644—1949年干旱灾害频次变化进行过研究,其频次统计原则为不区分年内旱灾次数,即一年中有多次旱灾的按1次计算,共统计出86次旱灾。本研究区分旱灾发生的季节,共统计出157次旱灾。为增强可比性,故采用与罗小庆等人相同的统计原则,对搜集

到的273条旱灾记录重新进行统计,得到旱灾发生频次为136次。以10a为间隔,将罗小庆等人的研究成果与本研究进行对比(见图8),发现二者具有一定一致性,但本研究统计次数普遍高于罗小庆等的研究结果。这可能是由于本研究补充了部分旧方志、晚清民国报刊以及建国后地方志中的旱灾记录,所以旱灾频次高于罗小庆等的研究。

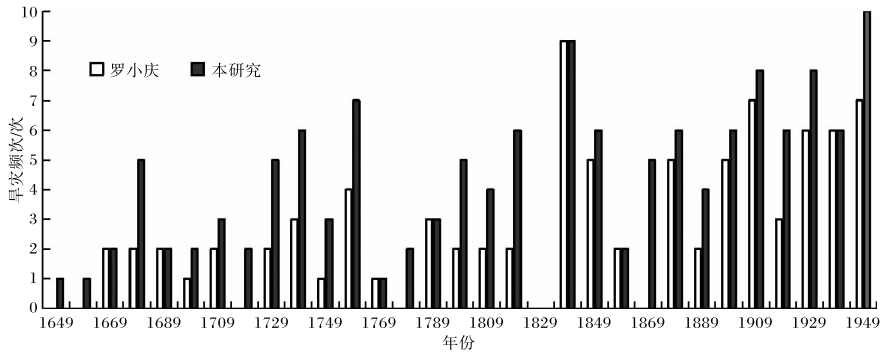


图8 1644—1949年榆林旱灾频次研究结果对比(以10 a为间隔)

## 5 结论

为探究榆林地区旱灾的时空分布特征,本研究收集到榆林地区1644—1949年间273条旱灾记录,统计得出榆林地区总旱灾频次为157次,县次旱灾频次为553次。利用最小二乘法、小波分析法和分类统计法,分析了榆林地区旱灾在时间维度上的趋势性、周期性和季节性。采用核密度估计法,探究了榆林地区旱灾在空间维度上的分布特征,并讨论了旱灾核密度等级与土地利用类型的关系,得出了如下结论。

(1)从时间维度来看,榆林地区旱灾具有三个特征,总体呈阶段式上升趋势,存在一个13 a的周期,多发生在夏季。

(2)从空间维度来看,榆林地区旱灾的高发区主要集中在东部,以佳县(葭州)为核心区。

(3)将榆林地区土地利用数据与旱灾核密度数据进行对比,发现耕地占比高的区域也是旱灾的高发区,表明耕地占比高的地区更容易遭受旱灾威胁。

### 参考文献:

- [1] 陕西省第三次全国国土调查领导小组办公室. 陕西省第三次全国国土调查主要数据公报[R/OL]. (2021-12-28) [2022-08-08]. [http://www.shaanxi.gov.cn/xw/sxyw/202112/t20211230\\_2205983.html?eqid=832639a600022fc3000000066432ce75](http://www.shaanxi.gov.cn/xw/sxyw/202112/t20211230_2205983.html?eqid=832639a600022fc3000000066432ce75).
- [2] 崔福红. 榆林粮食产量稳居全省前列[N]. 陕西农村报, 2022-08-03(2).
- [3] 榆林市决策咨询委员会. 把榆林建成陕西第二粮仓[N]. 榆林日报, 2015-12-22(2).
- [4] 竺可桢. 中国历史上气候之变迁[J]. 东方杂志, 1925(3):84-99.
- [5] 邓云特. 中国救荒史[M]. 北京:商务印书馆, 1937:1-61.
- [6] 萧廷奎,彭芳草,李长付,等. 河南省历史时期干旱规律的初步探讨[J]. 开封师院学报, 1961,1(11):81-100.
- [7] 中国气象局气象科学研究所. 中国近五百年来旱涝分布图集[M]. 北京:地图出版社, 1981:3-4.
- [8] 袁林. 陕西历史旱灾发生规律研究[J]. 灾害学, 1993,8(4):26-31.
- [9] 陈业新. 历史时期水旱灾害资料等级量化方法述论:以《中国近五百年旱涝分布图集》为例[J]. 上海交通大学学报(哲学社会科学版), 2020,28(1):107-115.
- [10] 郑景云,张丕远,周玉孚. 利用旱涝县次建立历史时期旱涝指数序列的试验[J]. 地理研究, 1993,12(3):1-9.
- [11] 卜风贤. 历史灾害研究中的若干前沿问题[J]. 中国史研究动态, 2017(6):27-35.
- [12] 邢闪,赵景波. 明代济南地区干旱灾害特征与小波分析研究[J]. 地球环境学报, 2011,2(5):619-624.
- [13] 萧凌波. 清代华北蝗灾时空分布及其与水旱灾害的关系[J]. 古地理学报, 2018,20(6):1113-1122.
- [14] 徐娟娟,李萍云,曹慧萍. 2017年7月26日榆林区域性大暴雨过程分析[J]. 陕西气象, 2019(5):23-27.
- [15] 苏进飞,高雪娇. 1951—2017年榆林市区夏季降水量年际变化特征分析[J]. 陕西气象, 2020(2):30-33.
- [16] 侯雨乐,赵景波. 两汉时期榆林地区干旱灾害初步研究[J]. 干旱区资源与环境, 2009,23(11):

- 111-118.
- [17] 奚秀梅,赵景波. 陕西榆林地区明代旱灾与气候特征[J]. 自然灾害学报,2013,22(3):104-111.
- [18] 罗小庆,赵景波,马晓华. 陕西省榆林地区1644—1949年旱灾与干旱气候事件[J]. 水土保持通报,2015,35(1):311-316.
- [19] 罗小庆,赵景波. 榆林地区与关中平原清代旱灾对比研究[J]. 自然灾害学报,2015,24(4):120-127.
- [20] 王晗. 地方治理与利益诉求:民国初年陕绥划界纠纷研究[J]. 历史地理研究,2020,40(4):83-99.
- [21] 复旦大学历史地理研究中心. 1911年层数据(CHGIS V4)[DB/OL]. (2003-06-01)[2022-08-08]. [http://yugong.fudan.edu.cn/views/chgis\\_download.php](http://yugong.fudan.edu.cn/views/chgis_download.php).
- [22] 袁林. 西北灾荒史[M]. 兰州:甘肃人民出版社,1994:321-618.
- [23] 陕西省气象局气象台. 陕西省自然灾害史料[A]. [出版地不详:出版者不详],1976:13-34.
- [24] 张衍田. 中国古代纪时考[M]. 上海:上海古籍出版社,2019:158-159.
- [25] 陕西省府谷县史志办公室. 府谷县志两种[M]. 上海:上海古籍出版社,2014:17.
- [26] 中山大学历史系中国近代现代史教研组研究室. 林则徐集(奏稿)[M]. 北京:中华书局,1965:955.
- [27] 佚名. 灾荒汇报:陕米脂县旱疫为灾[J]. 兴华,1931(28):31-32.
- [28] 吴堡县志编纂委员会. 吴堡县志[M]. 西安:陕西人民出版社,1995:135.
- [29] EMANUELE Parzen. On estimation of a probability density function and mode[J]. The Annals of Mathematical Statistics,1962(3):1065-1076.
- [30] MURRAY Rosenblatt. Remarks on some nonparametric estimates of a density function[J]. The Annals of Mathematical Statistics,1956(3):832-837.
- [31] 徐新良,刘纪远,张树文,等. 中国多时期土地利用遥感监测数据集(CNLUCC)[DB/OL]. (2018-07-02)[2022-08-08]. <https://www.resdc.cn/DOI/DOI.aspx?DOIID=54>.