

鄂尔多斯高原西部清代洪涝灾害与气候事件特征

赵景波^{1,2}, 周岳¹, 李如意¹, 祁子云¹

(1. 陕西师范大学 旅游与环境学院, 陕西 西安 710062;

2. 中国科学院 地球环境研究所 黄土与第四纪地质国家重点实验室, 陕西 西安 710075)

摘要: [目的] 揭示鄂尔多斯高原西部清代洪涝灾害发生规律和等级。[方法] 根据历史文献统计分析, 并应用小波分析等方法开展研究。[结果] 鄂尔多斯高原西部清代发生洪涝灾害 89 次, 平均每 3 a 发生 1 次。鄂尔多斯高原西部清代洪涝灾害可分为 5 个阶段, 第 1 阶段在 1644—1733 年, 第 2 阶段在 1734—1783 年, 第 3 阶段在 1784—1813 年, 第 4 阶段在 1814—1863 年, 第 5 阶段在 1864—1912 年。第 1, 3, 5 阶段是洪涝灾害低发阶段, 第 2, 4 阶段是高发阶段。在该区清代发生洪涝灾害 89 次中, 轻度灾害占 24.7%, 中度灾害占 65.2%, 重度灾害占 10.1%。[结论] 该区清代水涝灾害变化主要有 65, 32, 17, 10 和 3~4 a 的周期。该区清代洪涝灾害的发生主要是年降水增加和年内降水集中造成的。鄂尔多斯高原西部清代出现了 2 次湿润气候事件, 分别出现在 1774—1783 和 1814—1823 年。

关键词: 鄂尔多斯高原; 洪涝灾害; 等级; 周期; 气候事件

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2015)01-0344-05

中图分类号: K901.9

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2015.01.062

Characteristics of Flood Disaster and Climate Events in Western Ordos Plateau in Qing Dynasty

ZHAO Jingbo^{1,2}, ZHOU Yue¹, LI Ruyi¹, QI Ziyun¹

(1. College of Tourism and Environmental Science, Shaanxi Normal University,

Xi'an, Shaanxi 710062, China; 2. State Key Laboratory of Loess, and Quaternary Geology,
Environmental Institute of Earth, Chinese Academy of Sciences, Xi'an, Shaanxi 710075, China)

Abstract: [Objective] To reveal the rules and grade of west Ordos plateau flood disasters in Qing dynasty. [Methods] The method of historical literature analysis and wavelet analysis method were used to research relevant problem. [Results] The study concluded that the western Ordos Plateau flood disasters during the Qing Dynasty happened 89 times and occurred averagely 0.34 times per year. Flood disasters in the western Ordos Plateau during Qing Dynasty could be divided into 5 stages, from 1644 to 1733 was the I stage, from 1734 to 1783 was the II stage, from 1784 to 1813 was the III stage, from 1814 to 1863 was the IV stage, and from 1864 to 1912 was the V stage. The I, III and V stage belonged to low stage, the II and IV stage belonged to high stage. In the area during Qing Dynasty, 89 times flood disaster occurred, and the mild disasters accounted for 24.7%, moderate disasters accounted for 65.2%, severe disasters accounted for 10.1%. [Conclusion] The cycles of flooding disaster occurrences during Qing Dynasty of the Western Ordos Plateau is 65 a, 32 a, 17 a, 10 a and 3 a to 4 a, respectively. The occurrence of floods in this area is mainly due to the increasing annual precipitation and the concentration of annual precipitation. There are 2 humid climate events appeared in the Western Ordos Plateau during the Qing Dynasty, from 1774 to 1783 and from 1814 to 1823.

Keywords: Ordos Plateau; flood disasters; scale; cycle; climatic events

在中国西北和华北的农业气象灾害中, 洪灾一般仅次于旱灾^[1], 对农业生产危害很大。洪涝灾害的发生包括两个方面, 一是发生洪水, 二是形成灾害。受季风气候影响, 西北和华北地区降水主要集中在夏秋季的 7—9 月。虽然中国西北和华北地区降水量总体

较少, 但由于受降水季节分配不均和年际降水量变化的影响, 有时发生长时间的连阴雨、连续暴雨或大范围暴雨, 这时常常会造成洪水灾害^[2-4]。中国学者根据历史文献资料对西北等地历史时期洪涝灾害进行过很多研究, 取得了许多重要成果^[5-8]。现已认识到,

收稿日期: 2013-12-16

修回日期: 2014-01-18

资助项目: 国家社会科学基金重大项目“鄂尔多斯高原历史地理研究”(11&ZD097); 中国科学院黄土与第四纪地质国家重点实验室项目(SKLLQG121428)

第一作者: 赵景波(1953—), 男(汉族), 山东省滕州市人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事环境科学与第四纪研究。E-mail: zhaobjb@snnu.edu.cn。

北方的洪水灾害成因多与年降水量增加有关,洪水发生具有周期性,通常将洪水灾害分为 3~4 个等级^[5-7]。国外由于缺少历史文献的记载,主要是根据河流沉积物来研究历史时期洪水事件及其与气候变化的关系。到目前为止,还没有对鄂尔多斯高原地区清代洪涝灾害发生研究成果的发表。本文根据鄂尔多斯高原西部地区的历史文献资料,研究该区洪涝灾害的等级序列、频次变化、季节变化、发生规律、气候事件和气候变化,以期为该地区洪涝灾害的防治和减少洪涝灾害造成的损失提供参考依据。

1 研究区概况

鄂尔多斯高原地区位于北纬 37°38′—40°52′,东经 106°27′—111°28′,北、西、东三面为黄河环绕,南边接黄土高原,面积约为 $1.2 \times 10^5 \text{ km}^2$ ^[9-10]。鄂尔多斯高原地势西部高于东南部,中西部高,四周低,全区海拔高度相差很大,西部海拔高达 1 500~2 000 m,东部海拔最低地区仅为 850 m。西部属棕钙土半荒漠地带,光能资源丰富,昼夜温差大。鄂尔多斯高原位于温带季风区西缘,温带大陆性气候显著,夏季东南季风明显,冬季气候寒冷干燥。年均温为 6~8℃,年均降水量为 150~500 mm,主要集中在 7—9 月^[9-10],西部地区年降水量最少,为 190~350 mm,东部地区为 300~400 mm。鄂尔多斯高原春季降水较少,风速大而频繁,高原大部分地区年蒸发量为 2 000~3 200 mm^[9-10]。该高原处在中国东南和西南季风共同影响的边缘带,是一个典型的环境过渡带。

本文研究的地区划分大致是以鄂尔多斯高原中部为界,分为东部和西部,为获得能够表明该区洪涝灾害变化的资料,本文研究地区包括鄂尔多斯高原西部和西部边缘外围附近地区,具体包括内蒙乌审旗、鄂托克前旗、鄂托克旗、乌拉特前旗、五原、杭锦旗、杭锦后旗、磴口、乌海市、乌达、海南、乌拉特前旗、巴彦淖尔市、平罗县、贺兰县、靖边县、定边县、石嘴山市、吴忠市、青铜峡市、中宁县、永宁县、灵武市、盐池县、同心县。

2 资料来源与方法

2.1 资料来源

本文所使用的洪涝灾害资料来源于《中国三千年气象记录总集》^[5]《中国灾害通史》^[6]《西北灾荒史》^[11]《中国气象灾害大典(陕西卷)》^[12]《中国气象灾害大典(内蒙古卷)》^[13]《中国气象灾害大典(宁夏卷)》^[14]以及地方志^[15]等历史文献资料。由于资料记载的水涝灾害、霜雪灾害、雹灾采用编年体,而且往

往只记载着当年是否发生灾情,因此本文在进行资料整理统计时不区分年内水涝灾害次数,一年中有多次灾害的均按一次计算。本文一律采用阳历公元纪年法,春季为阳历 2—4 月,夏季为阳历 5—7 月,秋季为阳历 8—10 月,冬季为阳历 11—次年 1 月。

2.2 小波分析法

小波分析(wavelet analysis)^[16]是发展于 20 世纪 80 年代初的一种信号在时间—频率的分析方法。小波分析法研究不同尺度(周期)随时间的变化情况,能通过平移和伸缩进行多分辨率分析,能聚焦到分析对象的任意细节。小波变换不仅能够得出周期序列变化尺度,还可以给出变化的时间位置,它具有数学意义上的突变点诊断能力。洪涝灾害时常以不同的周期变化,表现出多种时间尺度的特征。因此,应用小波分析方法的平移和伸缩等运算功能可对灾害信号、时间序列进行多尺度细量化分析。小波分析方法已成为研究自然灾害长期变化十分重要的工具,为进一步进行自然灾害预报奠定基础。本文采用 Morlet 小波分析方法对鄂尔多斯高原洪涝灾害发生周期进行了研究,分析鄂尔多斯高原历史时期灾害时间序列多尺度变化特征及其突变特征。

2.3 灾害等级划分标准

本文根据历史文献资料中所记载的灾情类比确定灾害等级,将描述洪涝灾害的语言记载进行统一的量化和分级,即依据灾害危害程度、影响程度、持续时间等,同时参照前人分级方法^[2-3,5-6],将鄂尔多斯高原的洪涝灾害划分为以下 3 个等级(表 1)。

3 结果与分析

3.1 鄂尔多斯高原清代水涝灾害等级

统计结果(图 1)表明:鄂尔多斯高原西部清代发生洪涝灾害 89 次,Ⅰ级轻度灾害 22 次,占 24.7%;Ⅱ级中度灾害 58 次,占 65.2%;Ⅲ级重度灾害 9 次,占 10.1%。由此表明,鄂尔多斯高原西部清代以中度洪涝灾害为主,其次是轻度涝灾,最少的是重度涝灾。

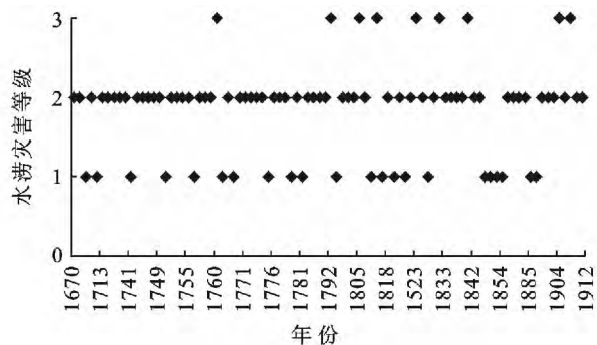


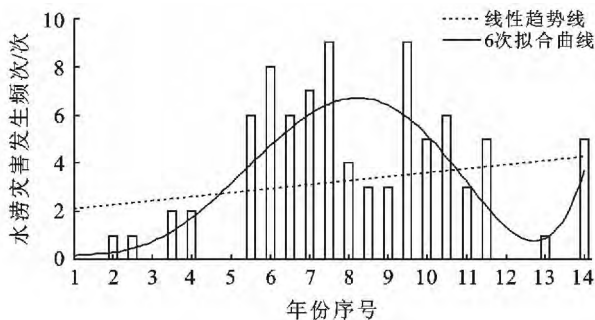
图 1 鄂尔多斯高原西部清代洪涝灾害等级

表 1 鄂尔多斯高原洪涝灾害等级划分

等级	危害及影响程度	发生时间
I 级:轻度洪涝灾害	文献有“水”、“大水”、“大雨”、“淫雨”、“河决”等记载,但并未记载对人民生活、生活产生的影响。	清高宗乾隆 14 年(公元 1779 年),灵武县 6,7 月因雨水过多,水势异涨,致将护城堤岸防风冲塌数十丈 ^[5-6,11] 。
II 级:中度洪涝灾害	文献记载有“淹没庐舍”、“淫雨杀稼”、“害稼”、“杀谷”、“杀麦”等对人民生活、农作物造成较严重影响。政府“诏免租”,“大雨不止”等雨水持续时间较长、受灾范围较大,减免受灾赋税等。	清高宗乾隆 48 年(公元 1783 年),盐池,9 月秋霖过多,收成未免歉薄 ^[5-6,11] 。
III 级:重度洪涝灾害	文献记载“河水泛滥”、“民庐田地飘荡无存”、“漂人畜甚多”、“溺死千余”、“漂没居民”、“淫雨弥月”等描述了受灾范围较广,持续时间长,大量民田绝收,有人畜、树木死伤,人民生命财产损失。	公元 1887 年(清德宗光绪十三年),7 月初旬,大雨连绵,淫注不已,县东响水堡之六家河沟洪水暴发,雍塞无定河上游五十余里,弥漫汪洋,逆流数月 ^[5,11] 。

3.2 鄂尔多斯高原西部洪涝灾害发生频次

根据历史文献资料^[5-6,11-15],以 10 a 为单位统计并作出鄂尔多斯高原西部清代洪涝灾害发生频次的阶段性变化图(图 2)。由图 2 可知,鄂尔多斯高原西部清代洪涝灾害发生频次变化可划分为 5 个阶段。第 1 阶段在 1644—1733 年,发生洪涝灾害 6 次,平均每 15 a 发生 1 次,灾害频次最低。第 2 阶段在 1734—1783 年,发生洪涝灾害 36 次,平均每 1.4 a 发生 1 次,灾害频次最高。第 3 阶段在 1784—1813 年,发生洪涝灾害 10 次,平均每 3 a 发生 1 次。第 4 阶段在 1814—1863 年,发生洪涝灾害 28 次,平均每 1.8 a 发生 1 次。第 5 阶段在 1864—1912 年,发生洪涝灾害 6 次,平均每 8.2 a 发生 1 次。在第 2 阶段的 1734—1783 年,中度灾害 27 次,占该阶段总灾害的 75%。由此可知,第 1,3,5 阶段是洪涝灾害低发阶段,第 2,4 阶段是高发阶段。总体来看,鄂尔多斯高原西部清代中期是洪涝灾害的高发期,早晚期是洪涝灾害低发期,这与洪涝灾害等级显示的中期灾害等级高,早期与晚期等级低(图 1)是一致的。由 6 次多项式拟合曲线(图 2)可看出早期阶段与晚期阶段灾害发生较少,中期阶段灾害发生较多。



注:年份序号代表的时段分别为:1. 1644—1653 年; 2. 1664—1673 年; 3. 1684—1693 年; 4. 1704—1713 年; 5. 1724—1733 年; 6. 1744—1753 年; 7. 1764—1773 年; 8. 1784—1793 年; 9. 1804—1813 年; 10. 1824—1833 年; 11. 1844—1853 年; 12. 1864—1873 年; 13. 1884—1893 年; 14. 1904—1912 年。下同。

图 2 鄂尔多斯高原西部清代洪涝灾害 10 a 间隔发生频次年代统计和 6 次多项式拟合

为了清晰地揭示清代鄂尔多斯高原洪涝灾害发生的阶段性特征和变化趋势,以 10 a 为单位,统计并作出鄂尔多斯高原西部清代洪涝灾害发生频次的距平值变化图(图 3)。图 3 显示第 1,3,5 阶段灾害距平值主要为负值,第 2,4 阶段的距平值均为正值,表明高原西部清代早期与晚期是洪涝灾害低发期,清代中期是洪涝灾害高发期。

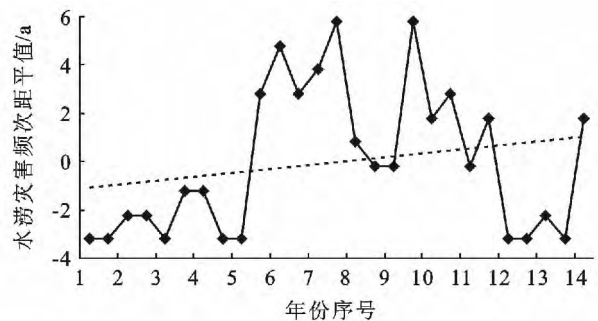


图 3 鄂尔多斯高原西部清代每 10 a 洪涝灾害频次距平值变化

3.3 洪涝灾害周期分析

影响较低、规模较小的灾害是短期的天气过程造成的,而影响严重、规模较大的灾害与大尺度气候变化密切相关,气候变化存在着一定的周期性,这也造成了洪涝灾害具有周期性。为了可以明显看出鄂尔多斯高原西部清代洪涝灾害发生周期变化特点,我们采用 Morlet 小波分析法对清代鄂尔多斯高原的洪涝灾害发生的时间序列进行深入的分析。图 4 为小波变换的小波系数,小波系数实部为正时,表示洪涝灾害发生频次多,为负时表明洪涝灾害发生频次少。从图 4 看到,洪涝灾害在多种尺度下存在着不同的变化,灾害变化结构复杂,小尺度短周期与大尺度长周期相互嵌套。在 18 世纪 40 年代中期之前,65,32,17,10 和 3~4 a 的周期震荡特别明显,这些为主要的周期。在 18 世纪 40 年代中期至 20 世纪 10 年代初期,明显的主要周期有 60~62,30~32,10~15 和 2~5 a。从大尺度范围看,清代鄂尔多斯高原西部洪涝

灾害发生频次的周期震荡呈现出高、低、高、低、高、低、高的变化特征,即在大尺度范围洪涝灾害的高发期呈现出间歇性。

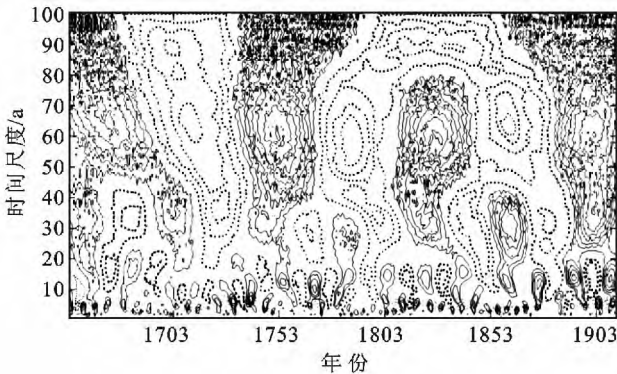


图 4 鄂尔多斯高原清代洪涝灾害变化的小波分析

3.4 鄂尔多斯高原西部洪涝灾害季节变化

根据历史文献资料^[5-6,11-16],对洪涝灾害进行季节统计,统计结果(表 2),由表 2 可以看出,鄂尔多斯高原清代发生的 89 次洪涝灾害中,春季 5 次,夏季 22 次,秋季 31 次,其余次数无月份记载。由此可知,鄂尔多斯高原清代西部水涝灾害高发季节为秋季,其次为夏季,再次为春季,冬季无洪涝灾害发生。

表 2 鄂尔多斯高原西部清代洪涝灾害的季节分布

季节	春季	夏季	秋季	冬季
频次/次	5	22	31	0

4 讨论

4.1 鄂尔多斯高原西部洪涝灾害成因

洪涝灾害主要是由降水量增多和降水量分配不均等自然因素引起^[17]。鄂尔多斯高原属于温带大陆性气候,全年平均降水量 150~500 mm,主要集中在 7—9 月。鄂尔多斯高原处在我国的秋雨区,秋季降水量相当多。鄂尔多斯高原洪涝灾害可分为以下 3 种类型。

(1) 年降水量增加引起的洪水。由于该区受到东亚季风边缘的影响,印度洋和太平洋水汽的影响较弱,所以该区降水量少。但印度洋和太平洋气团有时发生异常强的活动,也会将大量水汽输送到该区,造成该区年降水量显著增加。年降水量的增加表现为降水过程较长,出现持续性降水和暴雨,常导致河水暴涨,造成作物受损、庐舍淹没、人畜伤亡等损害。该类型洪涝灾害一般持续时间长,涉及范围广,损失严重。如清顺治 16 a,靖边,6 月 6 日,大雨竟日,河水溢涨入城,坏垣舍,没禾稼^[13]。由于该区植被稀疏,地

表裸露,一旦出现超强暴雨,往往形成特大洪水,造成损失严重的洪灾。这种洪水主要表现为久雨型,也有暴雨型。根据《中国气象灾害大典(内蒙古卷)》^[13]记载 1959 年 7 月,内蒙古中西部地区多次出现大雨、暴雨,暴雨次数多于常年,并造成严重经济损失。由此可知,降水集中形成大雨、暴雨是造成此类水涝灾害的原因。气象记录表明,该区 1959 年降水量显著增加。

(2) 年内降水量分配不均造成的洪水。这种洪水发生年降水量没有增加,但年内降水量异常集中,在短暂几天出现大量降水,因而出现洪涝灾害。这种洪涝灾害发生过程短,范围小,常常造成较小规模的洪涝灾害。这种洪水一般是暴雨型洪水。

(3) 凌汛型,这种洪涝灾害与年降水量的增减关系不大,主要是流冰雍塞河道,使冰水猛烈上涨,漫出河堤,而形成洪水灾害。如公元 1927 年 3 月,临河永济渠因冰汛水暴涨决堤,“冰泛势如万马争驰,水直扑县城,西门市房三百余楹尽付东流,损失巨甚”。1963 年临河结成冰坝,发生决口,乌拉特前旗、杭锦旗多个乡被水淹,倒塌房屋 189 间,冲走粮食 2.57×10^5 kg,水淹农田 1 260 hm²,经济损失近百元。

4.2 鄂尔多斯高原西部洪涝灾害与湿润气候事件

鄂尔多斯高原西部清代洪涝灾害发生频率最高、强度最大的时期是清代中期公元 1774—1783 和 1814—1823 年,这 2 个阶段中每 10 a 分别发生 9 次洪涝灾害,中度灾害占的比重最大。根据历史文献资料^[5,11]记载,公元 1779 年,灵武县 6,7 月因雨水过多,水势异涨,致护城堤岸防风冲塌数十丈。公元 1783 年,盐池,9 月秋霖过多,收成未免歉薄。公元 1820 年,平罗县被水七堡,四县间有坍塌房屋,淹死牲畜之户^[5,11]。由此可见,该阶段洪涝灾害对人民生活产生了严重的影响。因此,本文将鄂尔多斯高原西部清代公元 1774—1783,1814—1823 年,作为 2 次相对湿润气候事件。由于该区的降水增多是夏季风带来的,所以相对湿润气候事件指示了夏季风加强的活动。夏季风加强的活动会带来更多的降水,这会使得旱灾发生减少。据历史文献资料,在这两次湿润气候事件持续的 20 a 间,极少有旱灾发生,也指示当时气候较为湿润。

4.3 鄂尔多斯高原西部历史文献记录的洪涝灾害可靠性分析

根据清代对气象灾害记录与其他历史时期对比得知,清代对气象灾害的记录比较早,时期完整且详细,因此这一时期的气象灾害记录一般是较为完整和可信的。根据对比得知,鄂尔多斯高原清代早期、晚

期洪涝灾害发生较少和中期洪涝灾害发生较多的阶段性变化与甘肃平凉地区的旱涝指数^[17]和泾河流域洪水序列变化^[18]的研究结果基本一致,表明鄂尔多斯高原清代早期、晚期洪涝灾害少和中期洪涝灾害多的变化特点是可信的。综上所述,在我们所确定的两个湿润气候事件发生期间,干旱灾害很少发生,表明鄂尔多斯高原西部清代历史文献记录反应了当时旱涝灾害的实际变化。

5 结论

(1) 鄂尔多斯高原西部清代发生洪涝灾害 89 次,平均每 3 a 发生 1 次。鄂尔多斯高原西部清代洪涝灾害可分为 5 个阶段,第 1 阶段在 1644—1733 年,发生水涝灾害 6 次,平均每 15 a 发生 1 次。第 2 阶段在 1734—1783 年,发生洪涝灾害 36 次,平均每 1.4 a 发生 1 次。第 3 阶段在 1784—1813 年,发生洪涝灾害 10 次,平均每 3 a 发生 1 次。第 4 阶段在 1814—1863 年,发生洪涝灾害 28 次,平均每 1.8 a 发生 1 次。第 5 阶段在 1864—1912 年,发生洪涝灾害 6 次,平均每 8.2 a 发生 1 次。第 1,3,5 阶段是洪涝灾害低发阶段,第 2,4 阶段是高发阶段。总体来看,该区清代中期洪涝灾害发生频次较早期和晚期显著多。

(2) 在鄂尔多斯高原西部清代发生的 89 次洪涝灾害中,Ⅰ级轻度灾害 22 次,占 24.7%;Ⅱ级中度灾害 58 次,占 65.2%;Ⅲ级重度灾害 9 次,占 10.1%,且主要发生在清代中期。等级比例表明鄂尔多斯高原西部清代以中度洪涝灾害为主。

(3) 鄂尔多斯高原西部清代洪涝灾害变化周期在不同时段略有不同,主要有 65,32,17,10 和 3~4 a 的周期。

(4) 鄂尔多斯高原西部清代洪涝灾害分 3 种类型,即年降水增加型、年内降水集中型和凌汛型。年降水量增多和年内降水集中是形成洪涝灾害的主要原因,该区清代危害大和分布广的洪涝灾害是夏季风达到这一地区引起年降水量明显增加造成的。

(5) 洪涝灾害发生频次和强度分析显示,鄂尔多

斯高原西部清代出现了 2 次湿润气候事件,分别出现在 1774—1783 和 1814—1823 年。在湿润气候事件发生期间,年降水量明显增多。

[参 考 文 献]

- [1] 《陕西历史自然灾害简要纪实》编委会. 陕西历史自然灾害简要纪实[M]. 北京:气象出版社,2002.
- [2] 赵景波,周晓红,顾静. 西安草滩渭河古河漫滩沉积与洪水变化[J]. 水土保持学报,2008,22(3):36-42.
- [3] 赵景波,王娜,龙腾文. 唐代泾河流域洪涝灾害研究[J]. 海洋地质与第四纪地质,2008,28(3):109-113.
- [4] 刘会玉,林振山,张明阳. 建国以来中国洪涝灾害成灾面积变化的小波分析[J]. 地理科学,2005,25(1):43-48.
- [5] 张德二. 中国三千年气象记录总集[M]. 南京:江苏教育出版社,2004.
- [6] 袁祖亮. 中国灾害通史:清代卷[M]. 郑州:郑州大学出版社,2009.
- [7] 史念海. 黄河流域诸河流的演变与治理[M]. 西安:陕西人民出版社,1999:315-320.
- [8] 甘枝茂,桑广书,甘瑞. 晚全新世渭河西安段河道变迁与土壤侵蚀[J]. 水土保持学报,2002,16(2):129-132.
- [9] 瞿冬梅. 内蒙古自治区地图册[M]. 北京:中国地图出版社,2002.
- [10] 侯甬坚. 鄂尔多斯高原及其邻区历史地理研究[M]. 西安:三秦出版社,2008.
- [11] 袁林. 西北灾荒史[M]. 兰州:甘肃人民出版社,1994.
- [12] 翟佑安. 中国气象灾害大典:陕西卷[M]. 北京:气象出版社,2005.
- [13] 沈建国. 中国气象灾害大典:内蒙古卷[M]. 北京:气象出版社,2008.
- [14] 夏普明. 中国气象灾害大典:宁夏卷[M]. 北京:气象出版社,2007.
- [15] 榆林市编纂委员会. 榆林市志[M]. 西安:三秦出版社,1996.
- [16] 崔锦泰. 小波分析导论[M]. 程正兴,译. 西安:西安交通大学出版社,1995.
- [17] 中央气象局气象科学研究所. 中国近 500 年旱涝分布图集[M]. 北京:地图出版社,1981:321-332.
- [18] 刘晓清,赵景波,于学峰. 清代泾河中游地区洪涝灾害研究[J]. 地理科学,2007,27(3):445-448.