

清朝时期渭南地区洪涝灾害特征研究

王朋, 张蓓蓓, 王苗苗, 武悦萱

(宝鸡文理学院 地理与环境学院 陕西省灾害监测与机理模拟重点实验室, 陕西 宝鸡 721013)

摘要: 研究历史时期洪涝灾害变化规律能为该地区开展防涝减灾工作提供指导意义。搜集洪涝灾害史料,利用滑动平均、小波分析、最小二乘等方法,对清朝时期渭南地区洪涝灾害特征及其气候变化响应进行研究。研究表明:清朝时期渭南地区共发生87次洪涝灾害,平均每3 a发生1次,其中轻度涝灾、中度涝灾、重度涝灾、特大涝灾分别发生了35、28、18、6次;洪涝灾害季节差异显著,单季洪涝灾害中以夏、秋季居多,两季洪涝灾害中以夏秋季连涝为主;洪涝灾害依据其不同时期发生的频次可划分5个阶段,第3阶段(1732-1821年)和第5阶段(1882-1911年)为频发期,第1阶段(1644-1681年)为次频发期,第2阶段(1682-1731年)和第4阶段(1822-1881年)为少发期。洪涝灾害存在11、30 a显著变化周期;清朝时期渭南地区洪涝灾害是对气候变化的响应,洪涝灾害少发期,气候干燥,降水较少,洪涝灾害频发期,气候暖湿,降水增多。对洪涝灾害进行六次多项式拟合,拟合发现不同时期洪涝灾害分布不均,整体呈波动变化。

关键词: 洪涝灾害; 灾害特征; 小波分析; 清朝时期; 渭南地区

中图分类号: P426.616

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2018)04-0097-06

Study on characteristics of flood disasters in Weinan region during the Qing Dynasty

WANG Peng, ZHANG Beibei, WANG Miaomiao, WU Yuexuan

(Key Laboratory of Disaster Survey and Mechanism Simulation of Shaanxi Province, Baoji University of Arts and Sciences, Baoji 721013, China)

Abstract: Study on the variation rules of historical flood disasters can provide guidance for the prevention and reduction flood disasters. We collected the historical flood disasters data, and used the moving average, wavelet analysis and least square, to analyze the characteristics of flood disasters and the response to climate change in Weinan area during the Qing Dynasty. The results showed that: Flood disasters have occurred 87 times in Weinan area during the Qing Dynasty, with the mild, moderate, severe, and catastrophic flood disaster occurred 35, 28, 18, and 6 times, respectively. There were significant season differences to flood disasters. For the single-flood disaster, summer and autumn happened mostly, and for the two-season flood disaster, it mainly happened in summer and autumn. The flood disasters can be divided into five stages, the third stage (1732-1821) and the fifth stage (1882-1911) are the frequent periods. The first stage (1644-1681) is the secondary frequent periods. The second stage (1682-1731) and the fourth stage (1822-1881) are the less periods. There are periodic changes of 11, 30 years in flood disasters. The flood disaster was the response to the climate change in the Weinan area during the Qing Dynasty. In the period of less flood disaster, the climate was dry, the precipitation was less. In the period of frequent flood disaster, the climate was warm and wet and the precipitation increased. With six power polynomial fitting for flood disasters, the distribution of flood disasters in different periods was uneven, and the overall trend fluctuated.

Key words: flood disaster; flood disasters characteristics; wavelet analysis; Qing Dynasty; Weinan region

收稿日期:2017-12-11; 修回日期:2018-03-04

基金项目:国家自然科学基金项目(41601016);陕西省大学生创新创业训练计划项目(S201710721007)

作者简介:王朋(1993-),男,陕西安康人,硕士研究生,主要从事区域灾害和生态环境方面的研究。

通讯作者:张蓓蓓(1983-),女,河南商丘人,博士,副教授,主要从事生态学研究。

1 研究背景

全球气候变暖和频发极端气象灾害所带来的问题受到国内外众多学者关注。气候变暖使全球降水时空分布格局发生变化,同时也提高了旱涝灾害事件发生的频率^[1-2]。由于人类频繁的活动,加快了未来气候变化速率,极端天气事件所引发的自然灾害对人类构成危险的可能性会持续增加^[3-4]。当前气候系统是过去自然环境变化和人类活动累积的结果,探究过去气候变化成因和规律能为人类了解未来气候变化提供有益依据^[5]。

洪涝灾害是历史时期中国东部季风区高频发生的自然灾害之一,对农业生产和社会发展造成巨大损失^[6-8]。我国有丰富的史料对洪涝灾害进行了详实记载,国内学者通过这些资料研究历史气候变化也取得了一定进展。武玮婷等^[9]研究表明清代广西地区洪涝灾害集中发生在清代前期和末期,空间分布上存在较大差异。孙金岭等^[10]利用 Morlet 小波分析法对清代民国时期河西走廊地区洪涝灾害进行了分析,分析表明该地区洪涝灾害阶段性明显,且存在多尺度周期变化。楚纯洁等^[11]研究表明宋元时期开封地区洪涝灾害频发且集中在夏秋季节,这与气候干湿变化有较好的对应关系。毕硕本等^[12]利用旱涝灾害史料研究了西北地区东部 1470 - 1912 年降水量的变化特征,证明了用史料研究历史气候变化的可靠性。

上述研究为揭示历史时期区域气候变化做出了重大贡献,为研究未来气候变化亦有较好的指导意义。目前有关历史时期旱涝灾害研究较多,对较短时期小区域尺度洪涝灾害研究较少。本研究通过收集渭南地区洪涝灾害史料,研究清朝时期渭南地区洪涝灾害等级趋势、时空特征和周期变化,并探讨洪涝灾害与太阳黑子活动、ENSO 活动的关系,以期研究该地区未来洪涝灾害的变化规律及其成因提供参考。

2 数据与方法

2.1 研究区概况

渭南位于 108°50' ~ 110°38'E 和 34°13' ~ 35°52'N 之间,地处关中平原东部,东濒黄河,西与西安、咸阳相接,南依秦岭与商洛为界,北靠桥山与延安、铜川接壤,东西宽 149.7 km,南北长 182.3 km,以渭河为轴线,形成南北两山、两塬和中部平川五大地貌,地势南北高,中间低,东西开阔,呈仰瓦状,海拔介于 330 ~ 2 645 m 之间。境内有黄河、渭河、洛河等河流经过,属暖温带半湿润半干旱季风气候,夏

秋多雨,冬春少雨,四季分明,光照充足,耕作历史悠久,农业生产易受洪涝灾害影响。

2.2 数据来源及研究方法

清朝起止时间是 1644 - 1911 年,文中数据主要来源于《中国气象灾害大典·陕西卷》^[13]、《西北灾荒史》^[14]、《清代黄河流域洪涝档案史料》^[15]以及渭南市县志等。利用滑动平均、最小二乘、小波分析等方法对清朝时期渭南地区洪涝灾害特征进行了研究。

2.3 洪涝灾害等级划分

依据《中华人民共和国水利行业标准(SL579 - 2012):洪涝灾情评估标准》^[16]中的相关内容将洪涝灾害划分为轻度涝灾、中度涝灾、重度涝灾和特大涝灾 4 级。

轻度涝灾(1 级):降雨较多导致地势低洼地区被淹没,对区域范围的农作物生长造成不利影响,但未造成农作物大面积减产,对人们日常生产活动影响不大。如同治十年(1871 年),8 月中旬,周至大雨弗止,渭水南徙县北城下。9 月中旬至 10 月初间阴雨连绵,伤害禾稼。

中度涝灾(2 级):降雨过多致使河水泛涨,淹没沿河农田,农作物因雨水过多浸泡溃烂造成较大面积减产,民房部分受损。如清嘉庆十一年(1806 年),5 月 4、5 日,凤县因大雨倾注,山水骤发,居民不能迁避,房屋多有冲塌。

重度涝灾(3 级):降雨量大且时间长,江河湖水暴涨,淹没农田地亩面积甚广,农作物大面积减产,大量民房被水冲毁,有人口淹毙。如清康熙元年(1662 年),秋 9 月,咸阳、西安等处雨连绵不止,官民舍多圯,沃壤化为巨浸,人畜溺死者甚重。

特大涝灾(4 级):江河决堤,淹没村庄,水冲入城内,商贾居民被溺死无数,大量房屋受损倾倒,农作物收成无望,人们缺少食物,无法维持日常生活。如清康熙十九年(1680 年),6 月 25 日,潼关潼河大水,漂溺城内居民,死者两千三百余人,淹没庐舍无数。

3 结果分析

3.1 洪涝灾害等级变化

依据上述洪涝灾害等级划分标准,统计出不同等级洪涝灾害发生的频次,见图 1。由图 1 可以看出,清朝时期渭南地区共发生 87 次洪涝灾害,平均 3 a 发生 1 次,其中轻度涝灾发生 35 次,占比 40.23%,平均 7.7 a 发生 1 次,集中发生在 18 世纪后半叶到 19 世纪后半叶;中度涝灾发生 28 次,占比 32.18%,平均 9.6 a 发生 1 次,集中发生在 18 世纪后半叶和 19 世纪

后半叶;重度涝灾发生 18 次,占比 20.69%,平均 15 a 发生 1 次,主要发生在 18 世纪后半叶;特大涝灾发生 6 次,占比 6.9%,平均 44.7 a 发生 1 次,主要发生在 17 世纪后半叶和 19 世纪后半叶。

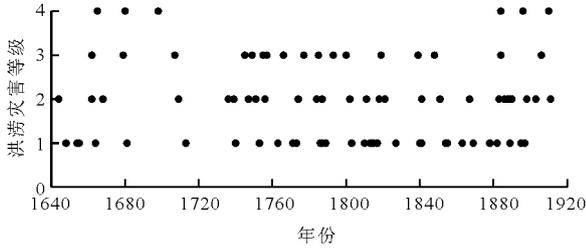


图 1 清朝时期渭南地区洪涝灾害等级序列

3.2 洪涝灾害季节变化

洪涝灾害季节变化以农历历法季节划分为依据。统计结果显示,清朝渭南地区洪涝灾害季节差异显著。单季涝灾中,夏季和秋季发生频次最高,分别发生 37、48 次,其次是春季,发生 2 次,两季涝灾中,以夏秋季连涝为主,共发生 10 次。渭南地区属于暖温带半湿润半干旱季风气候,冬季受大陆高压控制,盛行西北风,气流干冷,降水较少。夏季受海洋低压影响,盛行东南季风,气流暖湿,降雨较多。

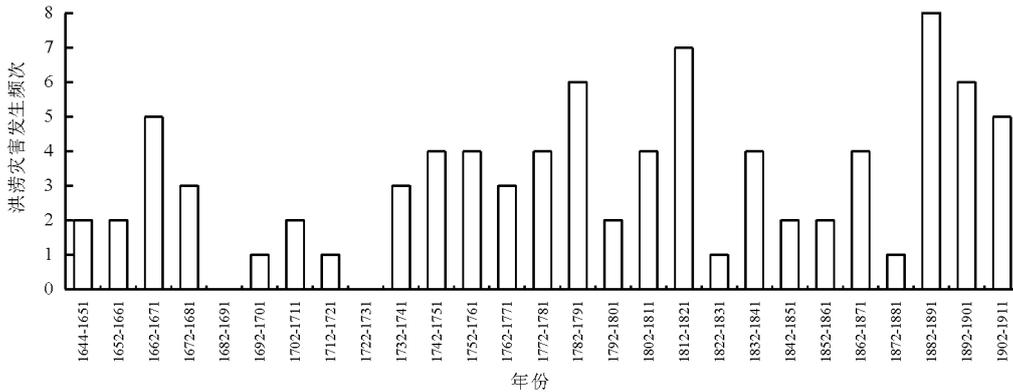


图 2 清朝时期渭南地区洪涝灾害年际变化序列

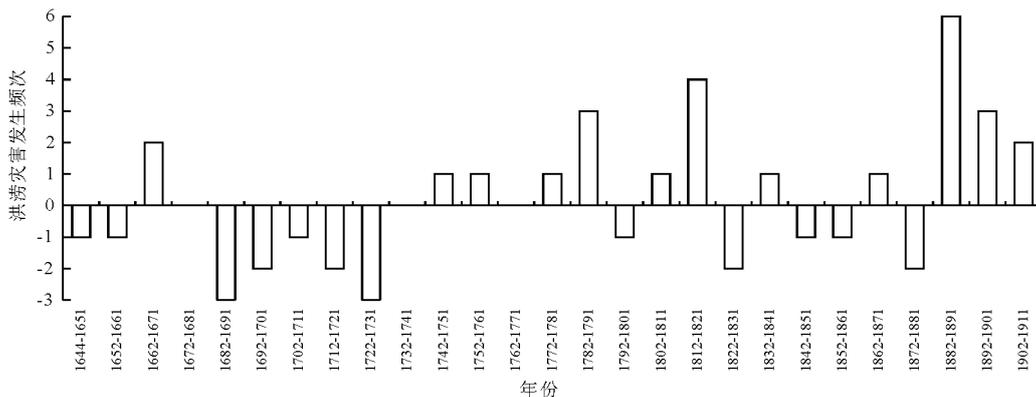


图 3 清朝时期渭南地区洪涝灾害距平变化序列

受东部季风雨带影响,渭南地区降水集中在夏秋季节。境内有黄河、渭河、洛河等河流经过,夏秋集中的降雨易发生洪涝灾害。

3.3 洪涝灾害年际变化

以 10 a 为间隔,建立清朝时期渭南地区洪涝灾害年际变化序列,见图 2。图 2 显示,依据不同时期洪涝灾害发生频次,可将清朝时期渭南地区洪涝灾害划分为 5 个阶段。1644 - 1681 年为第 1 阶段,共发生 12 次,平均 3.2 a 发生 1 次;1682 - 1731 年为第 2 阶段,共发生 4 次,平均 12.5 a 年发生 1 次;1732 - 1821 年为第 3 阶段,共发生 37 次,平均 2.8 a 发生 1 次;1822 - 1881 年为第 4 阶段,共发生 14 次,平均 4.3 a 发生 1 次;1882 - 1911 年为第 5 阶段,共发生 20 次,平均 1.5 a 发生 1 次。

以 10 年为间隔,建立清朝时期渭南地区洪涝灾害距平变化序列,见图 3。图 3 显示,第 3 阶段和第 5 阶段的距平值以正值为主,第 1 阶段正负距平值均较小,第 2 阶段和第 4 阶段距平值以负值为主,表明第 3 阶段和第 5 阶段为洪涝灾害频发期,第 1 阶段为次频发期,第 2 阶段和第 4 阶段为洪涝灾害少发期。

3.4 洪涝灾害周期变化

小波分析能够较好地揭示地学中(干旱、洪涝)自然灾害长时间序列多种变化周期和不同时间尺度中的变化趋势。利用 Matlab 软件中小波分析模块,选用 Morlet 小波,分析清朝时期渭南地区洪涝灾害不同时间尺度下的变化周期。由清朝时期渭南地区小波实部等值线图(图 4)和小波方差图(图 5)可知,渭南地区洪涝灾害存在 8~15、23~34 a 两类时间尺度上的显著变化周期,其中 23~34 a 周期对应的峰值是 30 a,方差系数值最大,为第 1 主周期,23~34 a 周期对应的峰值是 11 a,方差系数值次之,为第 2 主周期。清朝时期渭南地区洪涝灾害存在 11、30 a 主要变化周期。

3.5 清朝时期渭南地区洪涝灾害对气候变化响应

Lamb^[17] 研究表明小冰期持续的时间范围从 15 世纪初到 19 世纪末,1550-1700 年是最为寒冷时期,该时期气候寒冷干燥,降水减少。IPCC 第四次评估报告指出北半球过去千年气候变化中 20 世纪中后期(最后几十年表现最为显著)是过去 1300 年内最为温暖的时期^[18]。姚檀栋等^[19] 研究显示 17 世纪和 19 世纪气候寒冷干燥,降水量不足 190mm,

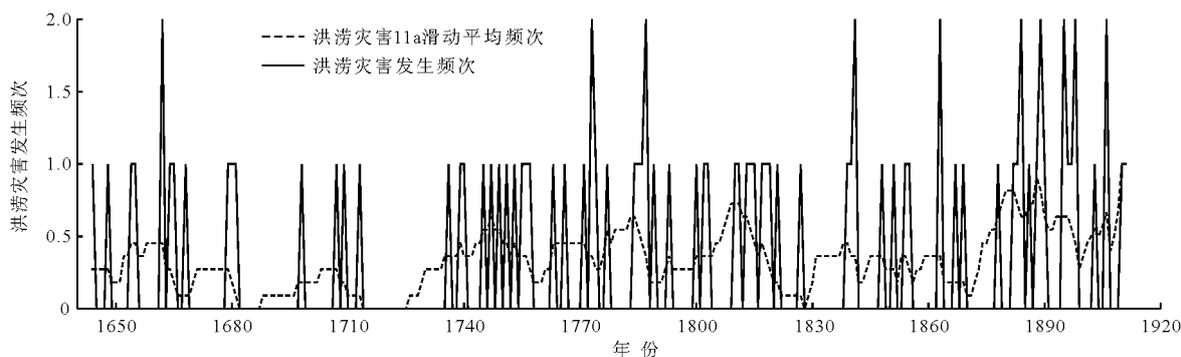


图 6 清朝时期渭南地区洪涝灾害 11 a 滑动平均图

利用滑动平均建立清朝时期渭南地区洪涝灾害 11 a 滑动平均序列,见图 6。由图 6 可知,洪涝灾害集中发生在 18 世纪 30 年代到 19 世纪 20 年代以及 19 世纪后半叶到 20 世纪初,其次是 19 世纪中叶。17 世纪 40 年代到 18 世纪 20 年代为洪涝灾害少发期,整个洪涝灾害滑动平均变化序列中呈现 1682-1687 年、1714-1725 年、1828 年低值期。清代时期渭南地区洪涝灾害时间变化序列与 Lamb、古里雅冰芯、德令哈树轮以及 IPCC 等对这一时期气候冷暖交替变化研究有较好的对应关系,即洪涝灾害少发期,气候干燥,降水较少;洪涝灾害频发期,气候暖湿,降水增多。

18 世纪气候变暖降水量增加到 210 mm,20 世纪以后气温迅速回升,降水量达到小冰期内最大值 280 mm,小冰期内存在两个次级干燥期,分别是 1570-1690 年,1830-1880 年。邵雪梅等^[20] 研究表明 1742-1780 年、1840-1915 降水偏多,1634-1741 年、1781-1839 年降水偏少,其中 1700-1720 年期间降水最少。

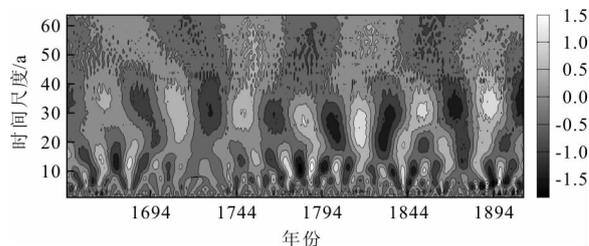


图 4 清朝时期渭南地区洪涝灾害小波实部图

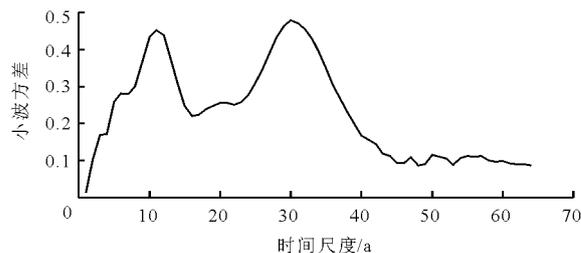


图 5 清朝时期渭南地区洪涝灾害小波方差图

3.6 清朝时期渭南地区洪涝灾害最小二乘法拟合

以 10 年为单位统计出清朝时期渭南地区洪涝灾害频次,利用最小二乘法原理和 Matlab 软件,对清朝时期渭南地区洪涝灾害进行 6 次多项式拟合,见图 7。

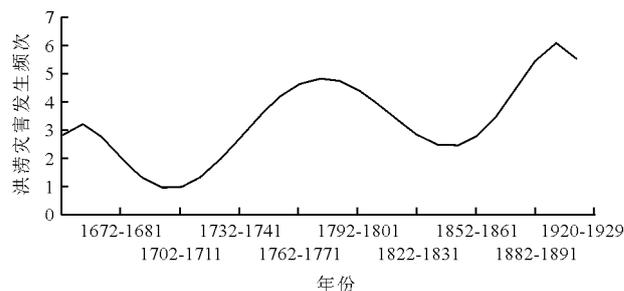


图 7 清朝时期渭南地区洪涝灾害频次拟合曲线

由图7可知,渭南地区在清朝不同时期洪涝灾害分布不均,整体呈现波动变化。

4 讨 论

4.1 太阳黑子活动对洪涝灾害影响

太阳活动主要包括黑子、耀斑和太阳风,其中黑子相对数变化是用来衡量太阳活动强弱的重要指标,太阳活动强弱以及周期变化会对地球气候产生一定影响。李旺等^[21]利用SIDC提供的太阳黑子数据和小波功率谱分析法对1700-2012年太阳黑子活动的长周期和短周期进行了分析,认为太阳黑子活动有11.04和111.6 a显著周期。葛全胜等^[22]探讨了过去千年太阳活动异常期与中国东部过去千年旱涝格局的相关性,认为中国东部地区旱涝灾害时空差异与太阳活动极大期、极小期有较强的相关性,1845-1873年是太阳辐射高值期,中国东部则整体偏涝。窦睿音等^[23]对关中地区1960-2010年降水指数与太阳黑子活动周期相关性进行了分析,认为太阳黑子与关中地区旱涝指数在9~12 a周期有较好的对应关系。郝志新等^[24]根据史料对旱涝灾害的记载分析了过去千年关中地区干湿变化,认为过去千年关中地区干湿呈现10、30、70、100 a变化周期,气候干旱与太阳活动极大期相对应。本研究结果表明清朝时期渭南地区洪涝灾害具有11、30 a周期,与上述研究成果有较好对应关系,表明太阳活动对渭南地区洪涝灾害发生有一定影响。

4.2 ENSO对洪涝灾害的影响

ENSO是指南太平洋与印度洋地区之间海平面气压反相关系,ENSO发生会引起全球性的气候异常。ENSO通过影响东亚地区季风环流,使得海陆气压差异发生变化,进而对中国境内降水产生一定影响。金祖辉等^[25]认为中国东部夏、冬季降水时空特征与ENSO循环关系密切,ENSO发展年我国东部夏季降水偏少。赵强等^[26]对ENSO发展、衰减阶段与陕西地区夏季降水变化特征进行了研究,认为ENSO衰减、La Nina发展阶段,陕西夏季降水偏多,ENSO发展、La Nina衰减阶段,陕西夏季降水偏少。李芬等^[27]分析了山西地区1958-2013年降水与ENSO的关系,研究表明La Nina年,山西地区秋、冬季降水偏多,春、夏偏少;ENSO年,春季降水偏多,夏、秋和冬减少。清朝时期渭南地区洪涝灾害集中在夏季和秋季,这与ENSO异常活动所导致气候变化有密切关系。

5 结 论

(1)清朝时期渭南地区共发生了87次洪涝灾害,平均每3 a发生1次,其中轻度涝灾发生了35次,中度涝灾发生了28次,重度涝灾发生了18次,特大涝灾发生了6次。

(2)清朝渭南地区洪涝灾害季节差异显著,单季涝灾中,夏季和秋季节发生频次最高,分别发生了37、48次,两季涝灾中以夏秋季连涝为主,共发生了10次。

(3)清朝时期渭南地区洪涝灾害依据其不同时期发生的频次可以划分为5个阶段,第3阶段(1732-1821年)和第5阶段(1882-1911年)为洪涝灾害的频发期,第1阶段(1644-1681年)为洪涝灾害的次频发期,第2阶段(1682-1731年)和第4阶段(1822-1881年)为洪涝灾害的少发期,洪涝灾害存在11、30 a显著变化周期。

(4)清朝时期渭南地区洪涝灾害是对气候变化的响应,洪涝灾害少发期,气候干燥,降水较少,洪涝灾害频发期,气候暖湿,降水增多。对清朝时期渭南地区洪涝灾害进行六次多项式拟合,拟合发现不同时期洪涝灾害分布不均,整体呈波动变化。

参考文献:

- [1] SHEFFIELD J, WOOD E F, RODERICK M L. Little change in global drought over the past 60 years[J]. *Nature*, 2012, 491(7424): 435-438.
- [2] RODERICK M L, SUN F, FARQUHAR G D. Water cycle varies over land and sea[J]. *Science*, 2012, 336(6086): 1230.
- [3] 沈永平, 王国亚. IPCC第一工作组第五次评估报告对全球气候变化认知的最新科学要点[J]. *冰川冻土*, 2013, 35(5): 1068-1076.
- [4] 吴绍洪, 潘 韬, 刘燕华, 等. 中国综合气候变化风险区划[J]. *地理学报*, 2017, 72(1): 3-17.
- [5] GE Quansheng, ZHENG Jingyun, HAO Zhixin, et al. Recent advances on reconstruction of climate and extreme events in China for the past 2000 years [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2016, 26(7): 827-854.
- [6] 闵心怡, 王小博, 杨传国, 等. 近500年黄淮海地区洪旱事件时空变化特征[J]. *水资源与水工程学报*, 2017, 28(3): 66-71.
- [7] 方修琦, 萧凌波, 苏 筠, 等. 中国历史时期气候变化对社会发展的影响[J]. *古地理学报*, 2017, 19(4): 729-736.
- [8] 魏柱灯, 方修琦, 苏 筠, 等. 过去2000年气候变化对中国经济与社会发展影响研究综述[J]. *地球科学进展*,

- 2014,29(3):336-343.
- [9] 武玮婷,毕硕本,王军,等. 清代广西洪涝灾害时空特征分析[J]. 云南大学学报(自然科学版),2017,39(4):609-617.
- [10] 孙金岭,何元庆,何则,等. 基于 Morlet 小波的清代民国河西走廊洪涝灾害与气候变化研究[J]. 干旱区资源与环境,2016,30(1):60-65.
- [11] 楚纯洁,赵景波. 开封地区宋元时期洪涝灾害与气候变化[J]. 地理科学,2013,33(9):1150-1156.
- [12] 毕硕本,钱育君,陈昌春,等. 1470-1912年西北东部地区旱涝等级重建序列的特征及对比分析[J]. 干旱区地理,2016,39(1):12-21.
- [13] 温克刚,翟佑安. 中国气象灾害大典:陕西卷[M]. 北京:气象出版社,2005.
- [14] 袁林. 西北灾荒史[M]. 兰州:甘肃人民出版社,1994.
- [15] 水利电力部水管司科技司,水利水电科学研究院. 清代黄河流域洪涝档案史料[M]. 北京:中华书局,1993.
- [16] 中华人民共和国水利部. 洪涝灾情评估标准:SL 579-2012[S]. 北京:中国水利水电出版社,2012.
- [17] LAMB H H. Climatic history and the future[M]. Princeton University Press,1985.
- [18] IPCC. Climate change 2007: The physical science basis: contribution of working group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [M]. Cambridge: Cambridge University Press,2007.
- [19] 姚檀栋,焦克勤,杨志红,等. 古里雅冰芯中小冰期以来的气候变化[J]. 中国科学(B辑:化学生命科学 地学),1995,25(10):1108-1114.
- [20] 邵雪梅,黄磊,刘洪滨,等. 树轮记录的青海德令哈地区千年降水变化[J]. 中国科学(D辑:地球科学),2004,34(2):145-153.
- [21] 李旺,郭金运,赵春梅,等. 1700-2012年太阳黑子周期性变化的小波分析[J]. 测绘科学技术学报,2015,32(2):125-129.
- [22] 葛全胜,刘路路,郑景云,等. 过去千年太阳活动异常期的中国东部旱涝格局[J]. 地理学报,2016,71(5):707-717.
- [23] 窦睿音,延军平. 关中平原太阳黑子活动周期与旱涝灾害的相关性分析[J]. 干旱区资源与环境,2013,27(8):76-82.
- [24] 郝志新,耿秀,刘可邦,等. 关中平原过去1000年干湿变化特征[J]. 科学通报,2017,62(21):2399-2406.
- [25] 金祖辉,陶诗言. ENSO 循环与中国东部地区夏季和冬季降水关系的研究[J]. 大气科学,1999,23(6):663-672.
- [26] 赵强,严华生,程路. ENSO 发展和衰减阶段的陕西夏季降水异常特征[J]. 应用气象学报,2013,24(4):495-503.
- [27] 李芬,张建新,郝智文,等. 山西降水与 ENSO 的相关性研究[J]. 地理学报,2015,70(3):420-430.

(上接第96页)

- [11] 彭振华,尤爱菊,徐海波. 河流纳污能力计算一维模型主要参数的取值分析[J]. 浙江水利科技,2016,44(6):46-49.
- [12] 黄茁,冯雪,赵鑫,等. 基于数值模拟的纳污能力计算方法探讨[J]. 长江科学院院报,2015,32(6):15-19.
- [13] 万咸涛,张新宁. 三峡大坝与葛洲坝两坝间水域的水环境保护[J]. 水资源保护,2003,(4):31-33+62.
- [14] DHI. MIKE21. flow model, hydrodynamic module user guide;Edition,2014[Z]. Horsholm, Denmark: DHI Water and Environment, 2014.
- [15] 中华人民共和国水利部. 水域纳污能力计算规程 GB/T25173-2010[S]. 北京:中国标准出版社,2010.
- [16] 廖文辉,韩龙喜. 三峡大坝至葛洲坝间沿程水污染一维预测模拟[J]. 水文,2001,21(2):28-30.
- [17] 国家环境保护总局,国家质量监督检验检疫总局. 城镇污水处理厂污染物排放标准 GB 18919-2002[S]. 北京:中国标准出版社,2002.
- [18] DHI. MIKE11. A modeling system for rivers and channels user guide; Edition 2014[Z]. Horsholm, Denmark: DHI Water and Environment, 2014.
- [19] 郭儒,李宇斌,富国. 河流中污染物衰减系数影响因素分析[J]. 气象与环境学报,2008,24(1):56-59.
- [20] 张世坤,张建军,田依林,等. 黄河花园口典型污染物自净降解规律研究[J]. 人民黄河,2006,28(4):46-47.