

1426—1949 年腾格里沙漠边缘区旱涝灾害初探

曹志宏¹, 安成邦¹, 高信娟²

(1. 兰州大学 西部环境教育部重点实验室, 甘肃 兰州 730000; 2. 厦门大学 环境与生态学院, 福建 厦门 361005)

摘要: 通过对腾格里沙漠边缘区相关气候灾害的史料和文献进行搜集整理与归纳分析, 利用统计分组、时间数列、滑动平均、旱涝等级划分等方法对研究区 1426—1949 年旱涝灾害的时空变化特征和干湿变化特征进行了研究。结果表明: 1426—1949 年, 腾格里沙漠边缘区共发生旱灾 149 次(平均每 3.52 年 1 次)、涝灾 98 次(平均每 5.35 年 1 次); 因各县、区的地貌和建置时间不同, 旱涝灾害具有明显的时空差异, 在时间尺度上, 清朝发生旱涝的频率最高, 分别为 51%、78.6%。在空间尺度上, 沙坡头区发生旱涝灾害次数最多, 分别为旱灾 110 次、涝灾 78 次; 腾格里沙漠边缘区在明朝时期相对干旱, 清朝、民国时期湿度增加, 这与小冰期全球性的降温、西风强盛导致相对湿度增加和西风带位置南移导致降水增多有关。

关键词: 历史文献; 旱涝灾害; 湿度变化; 腾格里沙漠

文章编号: 1000-694X(2019)01-171-08

DOI: 10.7522/j.issn.1000-694X.2018.00017

中图分类号: P429

文献标志码: A

0 引言

腾格里沙漠地处亚欧大陆腹地, 靠近东部季风区的末端、全球西风带中部, 大陆性气候特征十分显著, 属于典型的干旱半干旱地区。相对东部沿海地区及中原地区, 该地区很少受人类文明以及动物活动的影响, 古气候环境代用指标完整保存, 成为了研究古气候环境变化的理想之地。近 30 年来, 关于腾格里沙漠地区古气候变化研究成果颇丰。张虎才等^[1]通过腾格里沙漠南缘红水河剖面地层分析, 认为该地区全新世高温期的衰减出现在 4.8 ka BP 左右, 4.62 ka BP 开始降温, 期间出现 3 次与高山冰进相关的低温期。李琼等^[2]依据腾格里沙漠南缘白岩沟剖面粒度和碳酸盐的分析, 认为该地区在末次冰盛期经历了两次扩张和两次退缩阶段。隆浩等^[3]通过对腾格里沙漠西北缘青土湖沉积物的研究, 认为在 5.0 cal.ka BP 以来, 腾格里沙漠西北缘开始出现干旱化趋势。以上都是有关腾格里沙漠在千年尺度、甚至万年尺度上的研究成果, 鲜有涉及到相对较短尺度的研究。而通过对历史文献资料记载的相关气候资料研究, 统计历史极端气候事件并分析其演变, 对我们了解历史时期环境演变的过程有着重要作用^[4], 同时也是研究古气候变化的重要方法

之一。尤其在百年时间尺度上, 文献资料中的气候记录被相关科研工作者作为代用指标来反演古气候变化更为常见。相对于其他气候代用指标, 历史文献对气候事件记录的精准性和定年的准确性等更具有优势^[5]。20 世纪 70 年代初, Zhu^[6]利用历史文献中大量的物候记录, 重建了中国过去 5 000 年的温度变化序列。彭维英等^[7]利用相关统计学方法对汉江上游寒冻灾害的历史资料进行了研究, 认为汉江上游在清朝以来发生的寒冻灾害呈现波动上升趋势, 而且对当地的农业生产、人口数量和社会经济等方面有着重要的影响。王挺等^[8]结合历史文献和渭河上游的城市变迁等资料, 认为从 15 世纪以来, 渭河上游城市修筑的频次与洪涝灾害发生的频次呈正相关关系。

由于缺少有效的古气候信息的提取方法, 前人对腾格里沙漠地区近千年来的高分辨率古气候变化研究相对薄弱, 而历史文献资料具有距今时间愈短, 记录愈详实、可信度愈高的特点。为了对腾格里沙漠边缘区历史时期的气候变化有一个全面的认识, 并掌握该地区旱涝灾害的发展趋势和变化规律, 本文试从历史文献中记载的相关气候资料进行数据挖掘, 探讨该地区明清和民国时期(在统计时, 由于研究区在 1368—1425 年未发现气候灾害记录, 故该时

收稿日期: 2017-12-25; 改回日期: 2018-03-15

资助项目: 国家科技基础资源调查专项(2017FY101003); 国家自然科学基金项目(41372180)

作者简介: 曹志宏(1991—), 男, 安徽铜陵人, 硕士研究生, 主要从事气候变化研究。E-mail: caozhh15@lzu.edu.cn

通信作者: 安成邦(E-mail: cban@lzu.edu.cn)

段不予以分析)旱涝灾害的时空差异和湿度变化特征以及发生原因,为西北沙漠地区旱涝灾害的预测、防治提供可靠的科学依据。

1 区域概况

腾格里沙漠是中国四大沙漠之一,南越汉长城,西至雅布赖山,面积约4.27万 km^2 。腾格里沙漠北缘为荒漠,东缘与贺兰山西麓接壤,该区域历史文献记

载的气候信息非常少,故本文研究地区主要集中在文献记载较多的腾格里沙漠南部和西部边缘,按照现今行政区划,本文研究区包括甘肃省武威市凉州区、古浪县、民勤县,白银市景泰县和宁夏回族自治区中卫市沙坡头区(图1)。该区域属于温带干旱荒漠区,年降水量为189.86 mm,主要降水期在夏季,受到太平洋季风的影响,集中于7—9月;年均气温7.74 $^{\circ}\text{C}$,冬季因受蒙古高压的影响,温度低,气候寒冷^[9-10]。

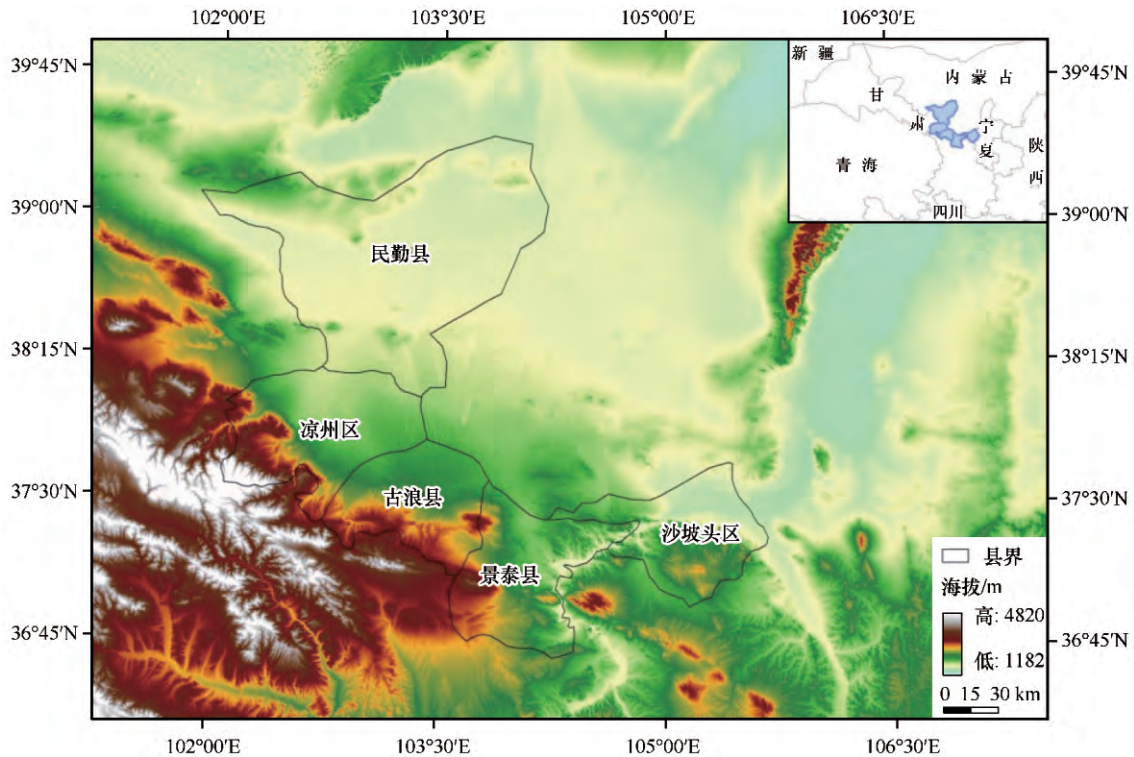


图1 研究区的地理位置

Fig.1 The geographical position of the study area

2 资料来源与数据处理

2.1 资料来源

历史文献资料种类繁多,仅在中国现存的历史文献就有8万多种,且大部分书籍中都有气候信息的记载^[11]。从事相关工作的研究者们一般认为,利用历史文献来重建古气候变化的证据应从诗文集、正史(二十五史)、地方志这类书籍中收集^[12]。本文中的旱涝灾害记录的资料主要来源于官方编纂的正史、地方志、政府报告、报刊和文集等(表1)。

2.2 数据处理

本文对历史文献资料中关于研究区的旱涝灾害

记载进行统计、整理,根据中央气象局气象科学研究院制定的旱涝等级划分标准^[13](表2),对相关记载进行等级划分处理。利用统计分组、时间数列和滑动平均分析等方法对研究区的旱涝灾害进行数据挖掘,分析和解释研究区发生旱涝灾害的时空特征和干湿变化。

3 结果与分析

3.1 旱涝灾害时间特征

根据历史文献资料对气候灾害的记载,统计了旱灾和涝灾在明、清和民国时期3个时段发生的频次占该灾害类型的百分比,并做出3个时期各种灾害的频率分布图(图2)。腾格里沙漠边缘区旱灾在明朝、清朝和民国3个时期发生的频次所占比例分别

表 1 历史文献资料来源
Table 1 Sources of historical literature

史料	方志	政府工作报告、报刊	文集
《清史稿》《清实录》《明实录》《明史》《明通鉴》《清朝续文献通考》《清朝文献通考》	《甘肃通志稿》《甘肃新通志》《重纂秦州直隶州新志》《陕西通志》《续通志》《红水县志》《重纂靖远县志》《中卫县志》《重修镇原县志》《重修镇番县志》《续修镇番县志》《宁夏府志》《凉州府志》《景泰县志》《凉州府志备考》《古浪县志》《创修红水县志》	《甘肃政务会刊》《宁夏财政年刊》《二十二年甘肃灾情调查》《甘肃省二十三年各县被灾调查表》《宁夏省政府公报》《甘肃省政府工作报告》《甘肃省各县捐献救灾情况》《甘肃省三十四年度工作计划》《甘肃省二十九年度各县被灾概况查勘经过及救济办法一览表》《民政会刊》《甘肃民政报告》《甘肃赈务会刊》	《二申野录》《明宝训》《明季北略》《中国三千年气象记录总集》《中国救荒史》《西北灾荒史》

表 2 中国近 500 年旱涝分布图集的旱涝等级划分标准^[13]
Table 2 The criteria to classify the grades of dryness/wetness used in yearly charts of dryness/wetness in China for the last 500-yearperiod^[13]

旱涝等级	频率分布	定级标准及相应的典型描述
1 级——涝	10%	持续时间长且强度大的江水、大范围大水、沿海的特大台风成灾等。如：春夏霖雨；夏大雨决旬、江水溢；春夏大水溺死人畜无算；夏秋大水禾苗涌流；大雨连日、陆地行舟；多县同发大水；飓风大雨，漂没田庐；等等
2 级——偏涝	20%~30%	春、秋季成灾不中的持续性降水、局地大水、成灾稍轻的台风大雨。如：春霖雨伤禾；秋淫雨害稼；四月大水、饥；八月大水成灾；山水陡发成灾，坏田亩；等等。
3 级——正常	30%~40%	年成丰稔*、大有，或无明显旱、涝记载；如各季雨暘时若；雨水应季；年成大稔；有秋；大有年；等等
4 级——偏旱	20%~30%	单季、单月成灾较轻的旱、局地旱。如：春旱；秋旱；（夏单月）旱；旱蝗；晚造雨泽稀少；等等
5 级——旱	10%	持续数月干旱或跨季连旱，大范围严重干旱。如：春夏旱，赤地千里、人食草根树皮；夏秋旱，禾尽稿；夏亢旱、饥；四至八月不雨，百谷不登；河涸；塘干；井泉竭；江南大旱；湖广大旱；等等

* 在定级时，西北干旱区，也把稔年作为雨水丰沛处理，评为 2 级。

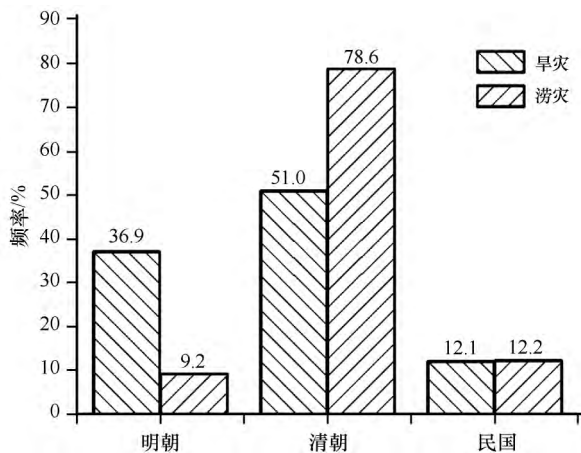


图 2 1426—1949 年腾格里沙漠边缘区旱涝灾害的频率分布
Fig.2 The frequency of different degrees of climate disaster in 1426—1949 AD on the edge of Tengger Desert

是 36.9%、51.0% 和 12.1%。涝灾在明朝、清朝和民国 3 个时期发生的频次所占比分别为 9.2%、78.6% 和 12.2%，且集中发生在清朝。由此可见，明朝时期的灾害以旱灾为主，发生频率约为涝灾的 4 倍；清朝时期的气候灾害特征是以涝灾为主；而民国时期旱涝灾害相继发生，且频率占比相当。

3.2 旱涝灾害空间特征

依据县区分组统计史料对腾格里沙漠边缘区 1426—1949 年的旱涝和灾害记载频次(图 3)。研究区在 1426—1949 年记录的旱涝灾害总共有 635

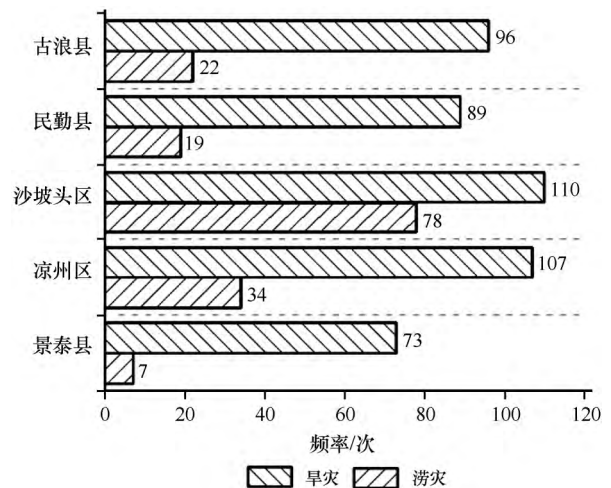


图 3 1426—1949 年腾格里沙漠边缘区旱涝灾害区域差异
Fig.3 The spatial variation of climate disaster in 1426—1949 AD on the edge of Tengger Desert

处 其中旱灾记录 475 处 涝灾记录 160 处。中卫市沙坡头区旱涝灾害记载多达 188 条,占腾格里沙漠边缘区该时间段总记录的 30%,其中旱灾记录 110 处 涝灾记录 78 处,旱涝灾害记载总数均为五县(区)之首。武威市凉州区旱涝灾害记载 141 条,其中旱灾记录 107 处,涝灾记录 34 处。而景泰县 1426—1949 年旱涝灾害的史料记载在五县(区)中最少,仅 80 条记录,占腾格里沙漠边缘区该时段总记录的 12.6%;其中旱灾 73 条,占景泰县旱涝记录的 91.25%。

3.3 旱涝灾害频次的年代际变化特征

根据历史文献对腾格里沙漠边缘区旱灾和涝灾的记载,以每 20 年为统计单位,做出 1426—1949 年腾格里沙漠边缘区旱涝灾害频次的年代际变化图(图 4)。研究时段内,腾格里沙漠边缘区旱灾和涝灾分别发生 149 次(该区一年之内多次发生同一种灾害的按一次计算,且任一县有灾害发生的都计算在内,下同)和 98 次,发生频率分别为每 3.52 年 1 次和每 5.35 年 1 次。1426—1949 年,研究区旱灾在时间上发生频次相对均匀,期间出现 4 个旱灾发生频次相对较低的时段,分别在 1426—1470 年、1510—1610 年、1650—1730 年和 1850—1930 年;而在 1470—1510 年、1610—1650 年、1730—1850 年和 1930—1950 年 4 个阶段旱灾发生频次高,平均每 2.3 年就会有 1 次旱灾发生。研究区涝灾在 1430—

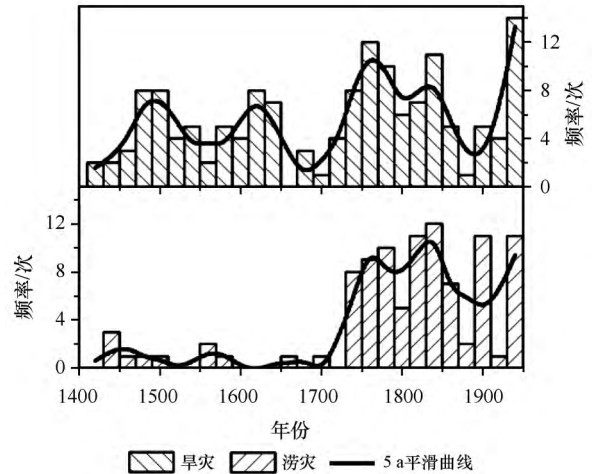


图 4 1426—1949 年腾格里沙漠边缘区旱涝灾害频次的年代际变化

Fig.4 The vigesimal change of climate disaster frequency in 1426—1949 AD on the edge of Tengger Desert

1730 年发生的频次低,在 1730—1950 年发生频次高,期间有两次频次降低波动。

3.4 腾格里沙漠边缘区湿度变化特征

根据《中国近五百年旱涝分布图集》的旱涝等级划分标准(根据受雹灾、涝灾和霜雪冻灾等程度的不同分为 1 级、2 级,正常稔年为 3 级,根据受旱灾程度的不同分为 4 级、5 级),结合历史文献资料对腾格里沙漠边缘区域的气候灾害记载,得到本研究区域的干湿变化序列图(图 5A)。图 5B 出自《中国西北地区近五百年旱涝分布图集》统计了腾

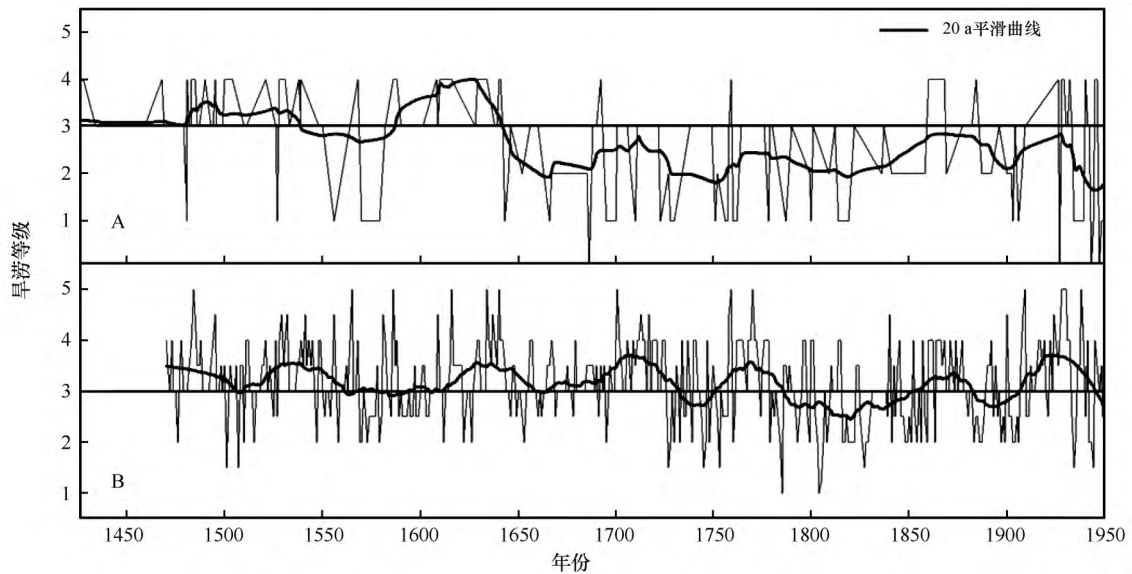


图 5 1426—1949 年腾格里沙漠边缘区干湿变化序列(图 A 为本研究干湿等级序列;图 B 为《中国西北地区近五百年旱涝分布图集》干湿等级序列)

Fig.5 The dryness/wetness variation sequence on the edge of Tengger Desert in 1426—1949 AD

格里沙漠边缘区旱涝等级(腾格里沙漠边缘区出现两种或两种以上旱涝等级,则取平均值)。

图 5A 中,明末清初的气候条件开始由干转湿,而图 5B 直到 18 世纪中后期才有由干变湿的迹象,且在时间分辨率上更为精准;但两图的湿润/干旱程度极值出现的时间大致相同。从图 5A 中明朝、清朝和民国 3 个时期来看,1480—1540 年,腾格里沙漠边缘气候相对干旱;1550 年开始,研究区域环境湿度逐年递增,持续了约 40 年;1586—1640 年,腾格里沙漠边缘区一直处在极端干旱的气候条件,且干旱程度逐年增强并在明清时期出现最高值。清朝时期(1641—1686 年),腾格里沙漠边缘区气候环境经历了一次由干变湿的大幅度转变过程,在清朝中后期研究区又经历 3 次湿度增加的过程,分别在 1718—1758 年、1780—1854 年和 1882—1928 年,且第二次湿润环境持续时间最长,持续时间约 70 年;研究区清朝时期的干旱程度较明朝时期明显降低。在明清时期两个阶段,腾格里沙漠边缘区的环境干湿程度并不是持续不变的,存在次一级波动。民国时期,研究区气候环境以湿润为主,但相对于清朝中后期,湿润程度有所降低,呈现降低后增加趋势。从整体来看,干湿变化频繁的时段,气候灾害发生的频次比干湿变化较稳定的时段高。

图 5A 在清朝和民国时期湿度比图 5B 中所显示的湿度大,主要是因为本文只统计了研究区境内历史时期的旱涝灾害,而《中国西北地区近五百年旱涝分布图》在统计研究区干湿变化时,还参考腾格里沙漠边缘周边区域的气候变化,如银川、兰州、西宁等,周边区域气候数据对研究区气候的统计有一定的影响。

4 讨论

由上文相关数据统计结果,腾格里沙漠边缘区在不同的年代,旱涝灾害的频次不同,严重程度亦不相同。我们进一步分析腾格里沙漠边缘地区的地貌特征、历史建置,并结合该地区的历史气候背景进行讨论,来探究研究区 1426—1949 年旱涝灾害程度和频次产生差异的主要原因。

4.1 地貌

腾格里沙漠边缘区地貌环境各异。中卫市沙坡头区深居内陆,远离海洋,靠近沙漠,黄河穿城而过

且地貌多样,拥有沙漠、黄河冲积平原、台地、山地和盆地 5 个较大的地貌单元。其中南部为山地,具有典型的大陆性季风气候和沙漠气候的特点;中部为中卫黄河冲积平原;台地位于山区与黄河南岸之间,地形由西向东、由南向北倾斜,区内海拔 1 100~2 955 m。景泰县位于黄土高原和腾格里沙漠的过渡地带,地势呈南高北低,属大陆性干旱气候,海拔 1 276~3 321 m,由平原区、丘陵区、荒漠区 3 个基本地貌单元组成。古浪县南依祁连山东延支脉乌鞘岭,北靠腾格里沙漠,地势南高北低,南部为山地,中部为丘陵沟壑区,中部为平原绿洲农业区,地貌类型复杂多样,海拔 1 550~3 469 m,地貌分带现象明显。武威市凉州区在大地构造上位于祁连褶皱系中的走廊过渡带,西南部是祁连山东段冷龙岭的前山地带;东北部是河西走廊平原地东段,呈西北-东南向延伸,按其成因和形态可分为冲积平原、冲积细土平原;东部是腾格里沙漠,地势呈西南高东北低,地貌类型分祁连山山地、河西走廊平原绿洲和腾格里沙漠 3 种,海拔 1 440~3 263 m。民勤县地处河西走廊西北部,石羊河下游,东、西、北三面被腾格里沙漠和巴丹吉林沙漠包围,海拔 1 298~1 936 m,有沙漠、低山丘陵和平原 3 种基本地貌单元。

中卫市沙坡头区复杂的地貌导致该地区气候多样,相对于其他 4 县(区),其特有的大陆性季风气候形成的雨季相对较长,降水量也相对较多;又因黄河穿城而过,大气中水汽含量相对较高,区域小气候相对湿润,也导致该区域的 1426—1949 年涝灾频次比其他 4 县(区)高。古浪县、民勤县和凉州区地域接壤,地貌类型相似,祁连山雪融水汇集而成的石羊河流经凉州区和民勤县,对该区域气候产生一定的影响;而祁连山积雪蒸发,产生的水汽,经过大气环流,也会对离祁连山北麓相对较近的凉州区和古浪县降水产生积极影响。景泰县离祁连山北麓较远,积雪蒸发产生的水汽对其影响较小,又因北面与腾格里沙漠接壤,受到沙漠干旱气候影响,致使景泰县 1426—1949 年涝灾频次在 5 县(区)里最低。5 县(区)地貌各异,导致旱灾、涝灾频次和占比存在明显的区域性差异。

4.2 历史建置

在秦朝吞并六国、蒙恬率兵占领黄河南北之后,沙坡头区才开始被纳入中央集权的版图中,1403

年,以庆王右护卫改置宁夏中卫,中卫之名由此开始。1694年,清廷增设中卫驿丞,由宁夏西路同知兼。1724年,设置宁夏府,改宁夏中卫为县,隶甘肃省宁夏府。1754年,改设中卫县渠宁驿丞兼巡检衔,从渠口移驻宁安堡。中华民国成立后,原中卫县建置及隶属关系未变,县驻宁安堡。1929年,宁夏省正式建立,原中卫县直隶之。景泰县由于建立县制的历史较短,最早只能追溯到1757年,把宽沟县丞移驻到红水堡,设分县,取其堡名而称红水县,因而相对其他4县(区),景泰县有关旱涝灾害的记录在1757年开始。凉州区在秦时期就有史料记载,明朝初期,肃王朱模就藩凉州、甘州,屯兵河西。1724年,改凉州卫为武威县。1775年,改凉庄道为甘凉道,治所武威。古浪县在明初为屯守所,属庄浪卫。1438年,设古浪守御千户所,属凉州卫。1724年,设古浪县,属凉州府。中华民国成立后,沿袭清制,置古浪县,为甘凉道管辖。民勤县在东周时期,就有人类繁衍生息,到明洪武年间,置临河卫;1396年,置镇番卫。1724年,改为镇番县。1928年,改名为民勤。

旱涝灾害在史料中出现的次数和人口数量有着密切关系,人口越密集的地区,人类对气候突变引起灾害的感官感受和记录越全面,遗留下来的书籍、文稿资料保存至今的概率就越大。沙坡头区和凉州区在历史上一直属于西北屯兵守疆重镇,经过长期发展,在隋唐时期就形成了小城镇规模,到了明清时期,人口数量远超民勤县、古浪县和景泰县,致使在1426—1949年史料对旱涝灾害记载相对较多,也相对详尽。古浪县由明初时期的屯守所发展而来,到民国时期才逐渐发展成县制;民勤县虽历史建置久,但地处西北战争的第一道防线,加之相对于其他4县(区),气候更加恶劣,东、西、北三面被沙漠包围,历史中城址多次搬迁,导致人口以及资料遗存较少;景泰县到1757年才开始建立县制,相对于其他4县(区),史料对景泰县旱涝灾害的记录最少。

在明、清和民国3个时期中,随着历史文献资料对腾格里沙漠边缘区旱涝灾害的记录逐年增加,旱涝灾害发生的频次也是逐年递增,一方面相对于明朝,研究区清朝以及民国时期在时间上离现代较近,人口增多,从而记录并遗留下来的相关气候资料多,且记载更为详尽;另一方面也说明,腾格里沙漠边缘区域在清朝和民国时期的雨水比明朝多,相对

于明朝的干燥气候,研究区在清朝中期之后逐渐变得相对湿润。

4.3 气候

大约15世纪到19世纪,全球进入一个干燥且寒冷的时期,尤以17世纪和19世纪后半叶最为寒冷。该气候事件在欧洲被称之为“小冰期”或“现代小冰期”,在中国学界通常被称之为“明清小冰期”^[6]。小冰期在刚开始的时候只是一个冰川学概念,随着科学研究的发展,Matthes^[14]在1939年首次用来描述“中世纪暖期”和“20世纪暖期”之间的一段冷期,到目前已经成为一个气候学概念。随着全球各地的研究者利用各区域的环境代用指标重建的古气候记录的发表,在小冰期的气候变化特征方面达成了较好的共识:小冰期是以低温为主要特征的全世界范围内的气候异常^[15];小冰期并不是持续的低温异常,其内部存有暖波动^[16],而各暖波动程度和各冷阶段的低温程度也有差异。

腾格里沙漠边缘区地处东部季风区和西北西风区的交汇地带,属于典型的干旱性大陆气候。从长时间尺度来看,中国西北地区小冰期为湿冷的气候环境,相对湿度较前期是增加的,这一特征在阿拉善高原东居延海湖相岩芯^[17]和易溶盐沉积^[18]记录有很好的体现。但无论是西北干旱区的研究,还是东部季风区的研究,古气候学家对小冰期内部冷暖波动的认识都比较一致:冷期基本出现在17世纪和19世纪左右,但持续的时长和强度则因研究区域的不同而存在差异^[19-22]。从18世纪开始,腾格里沙漠边缘区的涝灾发生频次相比较前期有明显上升(图4),说明研究区在此阶段降水量的增加,这主要与西风带位置变化和强度有关,一方面全球小冰期的低温环境造成西风强盛^[23],空气中携带的水汽含量升高;另一方面西北干旱区蒸发强度非常大,低温会减少蒸发量和蒸腾量,导致有效湿度的增加^[24]。与此同时,北大西洋涛动负异常造成西风带向南移动^[25],冷空气向南入侵比现代更为频繁,致使冷暖气流交汇在相对偏南的纬度地区^[26],也会导致腾格里沙漠边缘区降水量的增加。由图5A知,明朝时期腾格里沙漠边缘区气候环境以相对干旱为主;明末清初时期的气候环境由干向湿转变;清朝中后期和民国时期,该地区一直延续着相对湿润的气候环境,并在17世纪和19世纪出现干湿波动。这表明

研究区气候环境的干湿变化与全球小冰期冷暖波动有着良好的一致性,低温环境和湿润气候呈正相关关系,且相对于小冰期冷暖波动,腾格里沙漠边缘区湿度变化在时间上存在一定的滞后性。全球低温背景下,研究区的有效湿度随着温度降低而增加。

5 结论

1426—1949 年,腾格里沙漠边缘区共发生旱灾 149 次、涝灾 98 次,旱、涝灾害发生频率分别为每 3.52 年 1 次、每 5.35 年 1 次。

研究区域各县(区)的地貌以及建置时间不同,导致旱涝灾害时空差异明显。在时间尺度上,清朝发生旱涝灾害次数最多,为 145 次;在空间尺度上,沙坡头区发生旱涝灾害次数最多,为 188 次。

腾格里沙漠边缘区气候环境在明朝时期相对干旱,在清朝、民国时期相对湿润,且内部出现干湿波动,这与全球性的降温造成蒸发量减少和西风强盛、西风带位置南移导致研究区降水增多有关。

参考文献:

- [1] 张虎才,马玉贞,李吉均.腾格里沙漠南缘全新世古气候变化初步研究[J].科学通报,1998(12):1252-1258.
- [2] 李琼,潘保田,高红山等.腾格里沙漠南缘末次冰盛期以来沙漠演化与气候变化[J].中国沙漠,2006,26(6):875-879.
- [3] 隆浩,马海州,王乃昂等.腾格里沙漠西北缘湖泊沉积记录的全新世中期气候环境[J].海洋地质与第四纪地质,2007,27(3):105-111.
- [4] 刘亚辰,方修琦,陶泽兴等.诗歌中物候记录的基本特征及用于历史气候重建的处理方法[J].地理科学进展,2017,36(4):483-490.
- [5] Fister P C, Wanner H. Editorial: documentary data [J]. Pages News, 2002, 10(3): 2.
- [6] Zhu K Z. A preliminary study on the climatic fluctuations during the last 5,000 years in China [J]. Science in China Series A, 1973(2): 72-102.
- [7] 彭维英,殷淑燕,鲍小娟等.汉江上游历史时期寒冻灾害特征及其社会影响研究[J].干旱区资源与环境,2013,27(8):83-89.
- [8] 王挺,费杰,周杰.1400—1899 年渭河上游地区洪涝灾害与城市变迁初探[J].干旱区资源与环境,2012,26(2):60-67.
- [9] 庞有智,张虎才,常凤琴等.腾格里沙漠南缘末次冰消期气候不稳定性记录[J].第四纪研究,2010,30(1):69-79.
- [10] 王银花,石光普.景泰县近 50 年来气温、降水变化特征分析[J].干旱区资源与环境,2010,24(2):89-95.
- [11] 郑景云,葛全胜,郝志新等.历史文献中的气象记录与气候变化定量重建方法[J].第四纪研究,2014,34(6):1186-1196.
- [12] 龚高法,张丕远,吴祥定等.历史时期气候变化研究方法[M].北京:科学出版社,1983:33-44.
- [13] 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.
- [14] Matthes F E. Report of committee on glaciers [J]. transactions of American Geophysical Union, 1939, 20(4): 518-523.
- [15] Soon W, Baliunas S. Proxy climatic and environmental changes of the past 1000 years [J]. Energy and Environment, 2003, 23(2): 233-296.
- [16] Grove J M. The onset of the Little Ice Age [M] // Jones P D, O'Gilvie A E J, Davies T D, et al. History and Climate: Memories of the Future? New York, USA: Kluwer Academic Publishers, 2001: 153-185.
- [17] 张振克,吴瑞金.近 2600 年来内蒙古居延海湖泊沉积记录的环境变迁[J].湖泊科学,1998,10(2):44-51.
- [18] 张洪,靳鹤龄,肖洪浪等.东居延海易溶盐沉积与古气候环境变化[J].中国沙漠,2004,24(4):409-415.
- [19] 竺可桢.中国近五千年来气候变迁的初步研究[J].考古学报,1972(1):168-189.
- [20] Wang S, Gong D, Zhu J. Twentieth-century climatic warming in China in the context of the Holocene [J]. Holocene, 2001, 11(3): 313-321.
- [21] 姚檀栋,谢自楚,武筱龄等.敦德冰帽中的小冰期气候记录[J].中国科学,1990,20(11):1196-1201.
- [22] Ge Q, Zheng J, Fang X, et al. Winter half-year temperature reconstruction for the middle and lower reaches of the Yellow River and Yangtze River, China, during the past 2000 years [J]. Holocene, 2003, 13(6): 933-940.
- [23] 张家诚.中国历史时期的干旱与干旱化[M]//李克让.中国历史时期的干旱与干旱化.郑州:河南科学技术出版社,1999:117-136.
- [24] 于革,薛滨,王苏民等.末次盛冰期中国湖泊记录及其气候意义[J].科学通报,2000,45(3):250-255.
- [25] Hurrell J W, Loon H V. Decadal variations in climate associated with the North Atlantic Oscillation [J]. Climatic Change, 1997, 36(3/4): 301-326.
- [26] 薛滨.中国晚第四纪湖泊数据库研究[M]//于革,薛滨,刘健等.中国湖泊演变与古气候动力学研究.北京:气象出版社,2001:17-83.

Drought and flood disasters on the edge of Tengger Desert during 1426—1949 AD

Cao Zhihong¹, An Chengbang¹, Gao Xinjuan²

(1. Key Laboratory of Western China's Environmental Systems, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China; 2. College of the Environment and Ecology, Xiamen University, Xiamen 361005, Fujian, China)

Abstract: We collected historical documents about climatic disasters in the Tengger Desert, located in northwest China. Statistical categorization, time-series analysis, moving average, and rank of climatic disasters were the main means to analyze these information and data we organized. The changes between wet and dry and spatial-temporal characteristics of climatic disasters in the study area during 1426—1949 AD were researched. This study shows that droughts occurred every 3.52 years, and floods occurred every 5.35 years during the study period on the southern and western edges of the Tengger Desert. Apparent spatial-temporal differences were invited by various landforms, and historic construction of counties and districts. At the time scale, both the droughts (51%) and flood disasters (78.6%) had the highest frequency in Qing dynasty. As for space scale, Shapotou district experienced the most amount of climatic disasters with 110 droughts and 78 floods, respectively. The climate in Qing dynasty or the Republican period was wetter than that in Ming dynasty. This was due to global cooling during Little Ice Age, strong westerly and southward of westerlies, leading increasing precipitation in the study area.

Key words: historical documents; drought and flood disasters; variation of humidity; Tengger Desert