

北宋时期气候变化及其对应社会影响*

刘嘉慧, 查小春, 石晓静, 王光朋, 张国芳
(陕西师范大学地理科学与旅游学院, 陕西 西安 710062)

摘要: 气候变化的社会影响是当前全球变化影响研究的重要领域之一。从历史角度上研究气候变化及其社会影响可以为当前人类应对以全球变暖为突出标志的气候变化挑战提供宝贵的借鉴。对北宋时期世界各地的气候变化和我国气候变化进行了总结归纳, 指出我国独特的自然环境, 在北宋时期, 前期温暖、后期变冷, 处于唐末冷期以及明清小冰期的气候变化敏感的转折时期, 气候波动明显, 且降水变率大。在北宋时期气候变化影响下, 我国洪水灾害发生频率高, 对我国的农业生产、社会 and 经济发展等均造成了极大影响。其研究结果对了解过去气候变化及其影响有重要意义。

关键词: 气候变化; 社会影响; 北宋时期

中图分类号: S162 **文献标志码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2018) 01-00121-09

The climate change and its social impact during the North Song dynasty

LIU Jiahui, ZHA Xiaochun, SHI Xiaojing, WANG Guangpeng, ZHANG Guofang
(School of Geography and Tourism, Shanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

Abstract: The social impact of global climate change is currently one of the important fields of global change research. Studying the historical climate change and its social impact from historical perspective could provide the valuable references for current human response to the global warming. Based on the previous studies, the climate changes in the world and in China during the North Song dynasty were summed up. The study results pointed out that the climate during the North Song dynasty changed from warm in the early stage to cold and dry in the late stage because of the unique natural environment in China, which just lied between the turning period of the late Tang dynasty and the little ice age of Ming and Qing dynasties. The obvious climate fluctuation and the great change rate of precipitation caused the higher frequency of flood disaster during the North Song dynasty, which has caused the great influence on agriculture production, social and economic development. The study results have very important implications to understanding the past climate change and its impact.

Key words: climate change; social impact; the North Song dynasty

全球气候变化尤其是当前全球变暖引起的社会经济影响受到相关学术界的极大关注^[1]。我国是历史悠久的文明古国, 自殷商以来就有记载过去环境变化的丰富历史文献资料, 内容广博, 记述详

尽, 年代也特别绵长, 其他国家根本无法与之相比^[2]。除此以外, 我国还拥有大量的树轮、湖芯、冰芯和石笋等过去环境变化的气候代用资料, 它们时间长、分辨率高, 是研究过去气候变化的宝贵自

* 收稿日期: 2016-07-22

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项基金 (GK201601006); 国家社会科学基金 (14BZS070); 国家自然科学基金 (71471071)

作者简介: 刘嘉慧 (1990年生), 女; 研究方向: 资源开发与环境演变; E-mail: ljh90815@163.com

通信作者: 查小春 (1972年生), 男; 研究方向: 资源开发与环境演变; E-mail: zhaxch@snnu.edu.cn

然证据^[3]。将二者资料结合起来进行综合研究,可为我们了解我国历史时期的气候变化提供了有力的证据。

北宋(960–1127AD)是我国历史时期的朝代之一,此时期从百年尺度来说处于唐末冷期以及明清小冰期的气候变化敏感的转折时期,故气候波动明显,具有较高的研究价值。目前一些学者分别对北宋时期的气候变化与生态环境、太阳活动、洪涝灾害以及社会动荡等的关系进行了详尽的研究^[4–7],但对该时期的气候变化及其对农业、社会、经济发展研究较少。因此本文在前人研究的基础上,整理相关研究成果,致力于探寻北宋时期气候变化的证据以及气候变化引起的环境、农业、社会、经济发展等的影响,这项研究对了解过去的气候及其影响具有重要意义。

1 北宋时期的气候变化

1.1 北宋时期世界各地的气候变化

地球气候系统的加热率取决于地球气候系统能量的收支平衡,而太阳辐射强度的变化以及到达地球的太阳辐射能的多少,是影响地球能量收支平衡的外在因素^[8]。如图 1(a)所示,从全球尺度来看,北宋时期的总太阳辐射量有一个明显的波动,导致在此时期全球的平均温度也有一个相应的变化(图 1(b))。虽然从整个全新世时期长尺度来看,北宋时期仅是沧海一粟,但是在短时间尺度上,由于各地响应全球气候方式不同,不同地方在此时期气候变化的响应程度不同。在此时期,欧洲恰恰位于中世纪暖期(10–12 世纪)前后,气候持续温暖,绝大多数学者将这一概念的时间厘定在 900–1300AD^[9–10]。斯堪的纳维亚半岛地区农用耕地和牧用草地扩展到了北极圈以北,树线向北延伸至更高的纬度^[11]。百慕大海洋表层温度自 3 世纪前后开始波动上升,并于 10 世纪达到峰值^[12]。源自于树轮的证据显示,在较热气候年份,欧洲中部和北部的降水量下降了。在英国、德国和斯堪的纳维亚盛行高压和晴朗的天气,10 世纪这些区域大部分夏天都是温暖干燥的^[13]。

然而,在对墨西哥尤卡坦半岛内流湖的研究发现,800–1000AD 这一气候恶化期,正值古代玛雅文明的衰落时期^[14]。从非洲之角经阿拉伯半岛到印度半岛南亚季风强,降水多;东非干旱;南美北部湿润、赤道以南干旱;北美地区干旱^[12]。美国大平原的盐度在北宋期间有波动上升的趋势,说明

在此期间气候呈现转暖变干的趋势(图 1(c))。格陵兰岛冰芯的 Dansgaard 同位素显示的气候变暖始于 7 世纪,并在 10–12 世纪达到高峰(图 1(d))。Moreno 等^[15]分析了近两千年伊比利亚半岛西班牙各个湖泊及近海沉积,伊比利亚古气候记录表明 MCA 时温暖、干旱。印度 Dandak 洞的石笋记录反映了此时期气候很不稳定^[16]。

由此可见,北宋时期,世界各地不同地域响应气候不同,总体来看此时期世界各地气候温暖,但各地降水变率大。

1.2 北宋时期我国气候变化的文献记载与沉积记录

由于我国独特的自然地理环境,在响应全球气候变化的同时,我国北宋时期的气候具有显著的区域性特点。从历史文献研究来看,葛全胜依据秦汉以来我国有史料记载温度变化的总体趋势,将我国气候划分为 4 个暖期和 3 个冷期,其中北宋时处于“宋元暖期”(931–1320AD)(图 2(a))。

此外,从气候代用资料研究来看,近 2 000 a 以来中国东部季风区的湿润指数变化(图 2(b))在百年尺度上,主要有魏晋南北朝、南宋至元、明朝的末期 3 个偏干时期和五代至北宋、明朝前期、清代 3 个偏湿润的时期;其中北宋前期属于偏湿润时期,后期有变干的趋势;在千年尺度上,近 2 000 a 以来我国东部季风区的干湿突变大致以 13 世纪中期为界,在此之前是波动中变干,在此之后是波动中逐渐变湿润^[21]。图 2(b)中北宋时期我国东部季风区湿润指数呈下降趋势,说明此时期我国的降水量有减少的趋势。冯松等^[22]重建的近 2 000 a 的南疆的降水量,指出北宋时期该地的降水量明显低于其他历史时期并且呈周期性波动,这与我国在北宋期间整体暖干的气候趋势是相吻合的。川西黄龙洞石笋 HL021 的 $\delta^{18}\text{O}$,在 826–1550AD 振荡,由负值波动变正,表明在此期间季风极不稳定,降水变率较大,因此导致气候失稳^[23]。贵州董哥洞石笋高精度测年和 $\delta^{18}\text{O}$ 同位素分析得出 1030–1430AD 为降温期,显示东亚冬季风势力增强,降水相对增加,在我国的西南表现为冷湿的气候期,是气候变化的关键转折时期(图 2(c))。青藏高原中东部都兰树轮资料(图 2(d))表明,1010–1110AD 气候逐渐恶化并出现了突变^[24]。古里雅冰心的累积量在北宋时期内呈现出先增加后减少的趋势(图 2(e)),在一定程度上表明我国西北地区在北宋时期内先变湿润后干旱。对近 2 600 年来内蒙古居延海湖泊沉积物的研

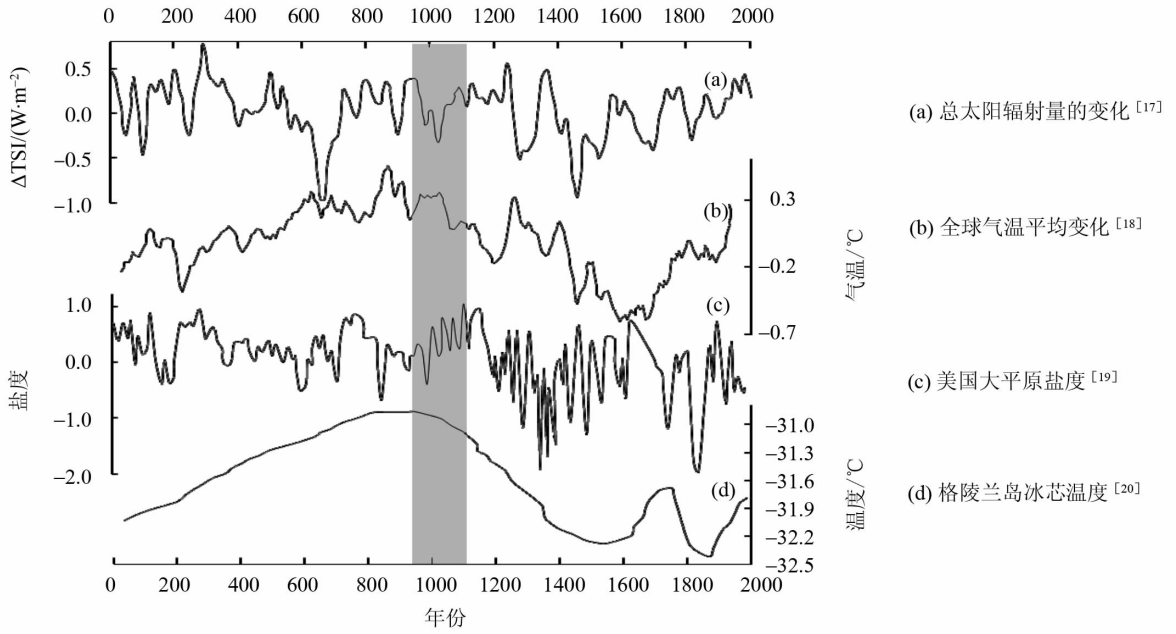


图 1 近 2 000 年世界各地气候变化资料

Fig. 1 The climate evolution over the world in the past 2000 years

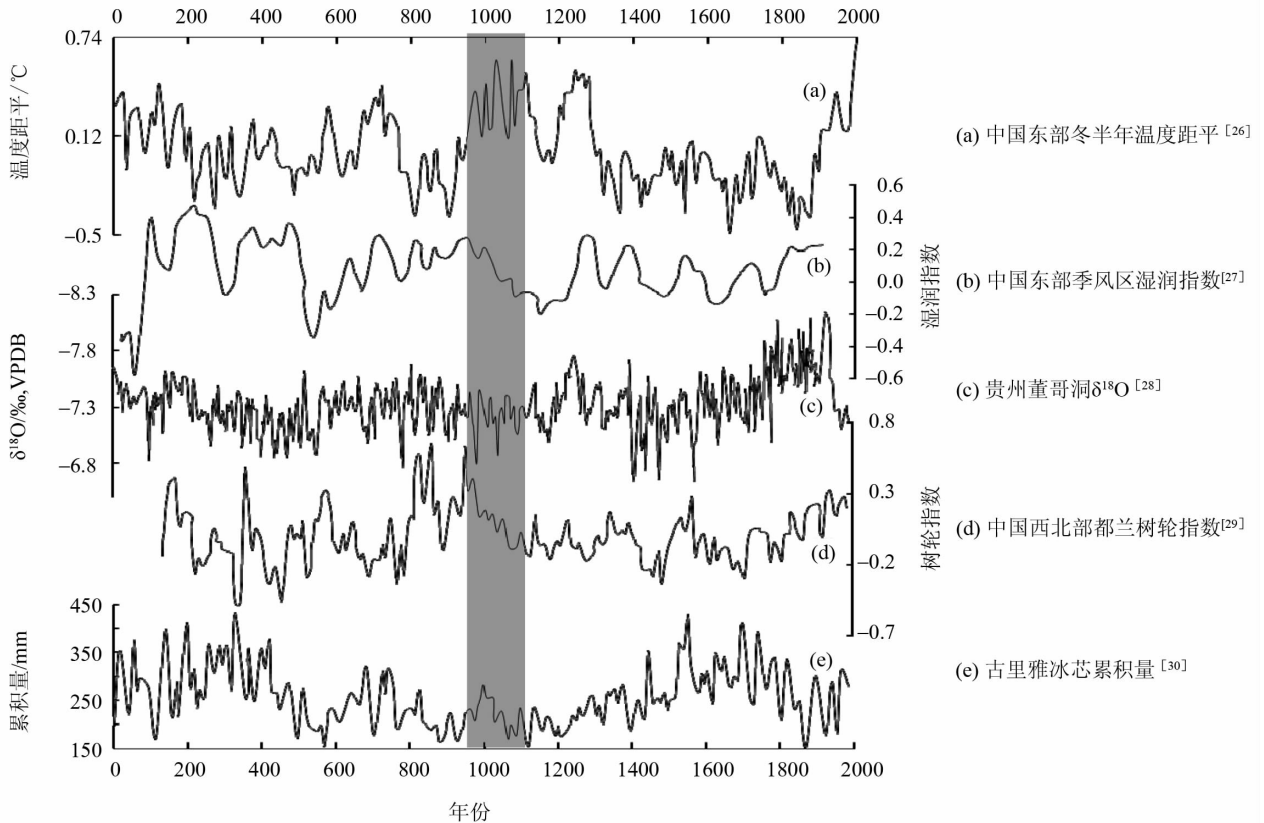


图 2 近 2000 年中国气候变化历史资料与代用资料

Fig. 2 China's climate change data from various records and their substitutes in recent 2000 years

究发现, 500 – 1460AD 时段气候暖湿, 期间气候状态极不稳定, 冷暖波动明显, 主要反映为暖干 – 冷湿交替^[25]。

由此可见, 我国的历史文献记载和气候代用资料研究表明, 北宋时期我国的气候总体上温暖, 但降水变率大, 我国南方地区以暖湿为主, 北方广大地区以暖干为主, 后期均有转冷的趋势。这与竺可桢^[31]认为北宋时期呈现出由暖转冷变化趋势, 即宋代处于第 3 个温暖期到第 3 个寒冷期的阶段, 为气候多变的时期的观点一致。

2 北宋时期气候变化的影响

2.1 北宋时期的洪水等灾害事件

洪水等灾害事件是气候变化的表现之一。洪水灾害历来就是我国最严重的自然灾害之一, 早在先秦时代, 《管子·度地篇》记载: “五害之首水为大”^[32]。历史上有关洪灾的文字记载可以追溯到 4 000 a 之前, 据不完全统计, 206BC – 1949AD 的 2 155 a 间, 我国共发生可考查的洪灾 1 092 次, 平均每两年发生一次^[33]。两宋时期 320 a 间可以收录到的洪水记载为 628 次, 仅次于两汉时期, 其中北宋时期为 338 次, 平均 0.49 a 一次^[34]。例如《宋史》卷六一《五行志》中记载, 北宋淳化二年 (991AD), “乙酉, 汴水溢于浚仪县 (河南境内), 坏连堤, 浸民田; 上亲临视, 督卫士塞之。”; 同年, “是秋, 荆湖北路 (湖北境内) 江水注溢, 浸田亩甚众。”在这期洪涝灾害中, 河南境内河堤接连被毁, 洪水直接将农民的农田浸泡, 并且皇帝亲自巡查灾情, 并督促官兵重筑堤坝。此外, 一些学者对汉江上游河谷的深入考察, 在安康东段立石村 (LSC-B)、郧县晏家棚 (YJP)、尚家河 (SJH)、归仙河口 (GXHK)、弥陀寺 (MTS) 等地发现有古洪水滞流沉积物存在, 光释光测年结果认为古洪水滞流沉积物记录的古洪水事件发生在 1010 – 1110AD, 即北宋后期, 认为在北宋期间长江的最大支流汉江发生了大规模的洪水过程, 同时印证了当时的气候多变, 在一定程度上说明了北宋时期是一个洪涝灾害多发且洪灾较为严重的历史时期^[35–39]。

而且北宋初期, 我国气候出现持续转暖的趋势, 导致了我国华东地区沿海平原海平面的上升。据《宋史·河渠志》记载, 天圣元年 (1023AD), 范仲淹目睹泰州地区 “风潮泛滥, 淹没田产, 毁坏亭灶”, 并积极向上级反映, 提出 “徙堰少西,

以避海涛之冲”的工程设想; 范公堤的修建是当时海平面上升, 海岸线倒退的历史印证; 自此之后, “海濒沮洳瀉鹵之地化为良田, 民得莫居”。修建于 1049 – 1053AD 的吴及海塘, 当时就已经具备了防潮、护堤的功能^[40]。北宋中叶以后, 海平面的持续上涨导致杭州湾的水深逐年加大, 海潮直逼沿海的沙质滩地。

表 1 汉江上游北宋时期 SWD 测年断代时间统计
Table 1 The flood events during the North Song dynasty based on SWD dating of the profiles in the upper reaches of Hanjiang river

SWD 剖面名称	洪水事件年代
LSC-B	640 – 1310AD
YJP	1050 – 1170AD
SJH	930 – 1210AD
GXHK	1010 – 1110AD
MTS	860 – 1280AD

北宋初期太湖流域的水患日趋加重, 水位上涨, 形成新的湖群, 并且这些湖群的范围不断扩大。根据《吴中水利书》一卷的记载, 庆历八年 (1048AD), “横截江流, 由是震泽之水常溢而不泄, 以致壅灌三州之水田”, 这一点也佐证了当时的海平面上涨, 太湖入海河道排泄不畅。从这些气候变化的影响来看北宋初期气温较为温暖。

2.2 北宋时期气候变化对农业经济的影响

2.2.1 北宋时期农作物的产量和分布的变化 气候变化同农作物的产量和农业的发展程度有着密切的关系, 它直接影响到农作物的产量高低, 这种关系在自给自足的小农经济经营模式的封建历史时期显得尤为突出。自秦汉以来, 从全国粮食亩产量和北方麦作亩产量的相对变化指数看 (表 2), 除明清以外, 气候寒冷时期, 我国粮食亩产量均有下降, 北宋较隋唐而言, 粮食亩产量下降了近 10%, 而元朝亩产量比北宋时期则大幅提高了近 40% (北方麦作粮食)。虽然表 3 中显示北宋的耕地面积在逐年扩大, 但是在北宋后期气候转冷, 降水量偏少, 北方可选的粮食作物种类变少, 粮食作物的生长期加长, 土地盐碱化加重也使得粮食作物的产量下降^[41]。这种气候的冷暖变化与北方粮食亩产量存在着一定的对应关系, 由此可见, 历史上气候波动影响了我国古代北方粮食产量^[42]。

表 2 秦汉以来我国粮食亩产量相对指数变化表¹⁾

Table 2 The relative index change of grain yield per mu in China since the Qin-Han dynasty

%

地区	两汉	魏晋	南北朝	隋唐	北宋	元	明清
全国粮食亩产变化指数	+22.2	-2.3	-0.4	+29.9	-7.5	+9.4	+16.0
北方麦作亩产变化指数	+9.7	-1.5	-13.3	+10.3	-8.3	+38.9	+35.1

1) “+”、“-”为后朝比前朝增减情况；其中全国亩产变化指数根据文献^[43]计算而得，北方麦作亩产变化指数引自文献^[44]

而且，北宋前期，全国大部分地区气候暖湿，南方的水稻种植扩展到了淮河流域和黄河流域。为了提高粮食作物的单产量，福建等地引进了越南的占城稻。此外，诸如柑橘、甘蔗、荔枝等其他经济作物的种植北界也在向北扩展。北宋后期，气候转冷，这些经济作物的种植北界又开始南退^[45-47]。

2.2.2 北宋时期农牧交错带的变化 满志敏^[48]对代-宋元-明清时期我国西北地区农牧交错带的变

化做了研究（图 3），指出我国西北地区农牧交错带的北界有一个清晰的变动，在北宋前后有一个明显的北移，说明当时我国北方地区水热调配比较好，从一定程度上可以反映当时我国西北地区在北宋前后出现气候变化的现象。同时，表 3 北宋时期的耕地面积的扩大也可以印证农牧交错带的北移，农耕区范围的北扩，粮食作物生长的界限也在北扩。

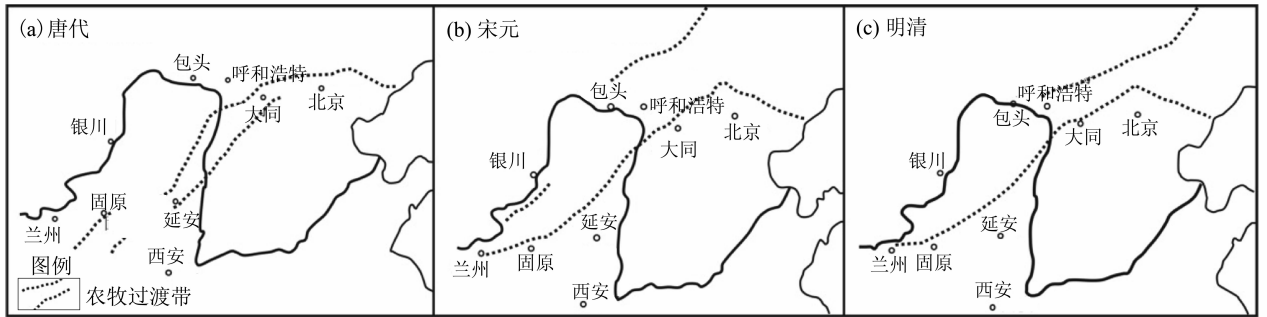


图 3 唐代-宋元-明清时期我国西北地区农牧交错带的变化^[49]

Fig. 3 The farming and pasturing transition area in northwestern China in Tang, Song-Yuan and Qing dynasties, respectively^[49]

表 3 北宋时期的耕地变化

Table 3 The cultivated land change of the North Song dynasty

时间	垦田数/hm ²
976AD	204.3
996AD	216.3
1021AD	335.7
1004-1007AD	363.2
1051AD	411.5
1066AD	794.2
1083AD	833.3

2.2.3 北宋时期气候变化对经济活动的影响 粮价波动是考察气候变化对古代经济波动影响最常用的指标之一^[49]。粮食价格是反映粮食供应程度紧缺与否的晴雨表，饥荒发生后，常常引起粮食价格大幅度上涨^[50]。宋、明、清三朝的粮价低位线逐朝攀升，这与过去一千年气候转寒的大趋势一致。从表 4 中可以看出北宋时期为历代粮价波动最为严

重的朝代，从粮价的波动中，侧面反映了粮食产量的变化幅度比历史其他朝代偏大，根本原因是该时段内气候波动较大，寒、涝、旱等自然灾害交替出现，年成丰歉对粮价的升降变动，也在一定程度上产生影响。即使在没有灾害的年份，粮食的产量夹在前后相继的灾年之间也会受到影响。

2.3 北宋时期气候变化引起的社会变化

2.3.1 北宋时期的气候变化引起的人口变化 从图 4 来看，我国的人口总数在北宋时期首次突破了一亿^[51]。976-1110AD，人口从 309 万余户增加至 2 088 万余户^[52]，由于该时段为气候变化的敏感期，冷暖期交替，气候的波动进而导致人口也出现波动^[53]。气候变化对中国历史上中原地区的人口大规模的迁移也具有重要影响，这与当时暖湿的大气候环境是密不可分的。北宋前期气候温暖，农牧交错带北移，耕地面积扩大，有力地促进了人口繁衍；但在北宋后期，气候变冷，北方地区水土资

源恶化,迫使游牧民族的南侵,宋夏的对立,也导致了我国历史上第三次北方人口大规模南迁,从而完成了我国的经济重心从北方到南方的转移。总体来说,北宋气候波动(931-1320AD),自然灾害相对较多,并且宋辽夏金期间多朝并立,期间战事不断,因此在北宋后期,人口数量出现明显的下降。北宋前后的气候变化使得位于陕北萨拉乌苏河附近的城川古城水热调配良好,水草丰美,物产富饶,达到了鼎盛时期,然而随着气候的恶化和人类活动的影响,又使得这一古文明在宋元之后消亡^[54]。

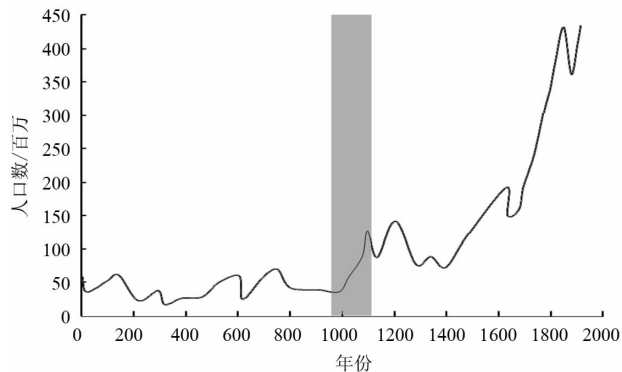


图 4 近 2 000 年来中国人口总数的变化趋势

Fig. 4 The changing trend of China's population in recent 2000 years

表 4 中国古代粮价比较

Table 4 The grain price fluctuations in various dynasties in China 文/石

时期	非灾年米价	汉制折算价
汉朝 (179 - 49BC)	10 ~ 100	10 ~ 100
唐代 (627 - 741AD)	20 ~ 200	7 ~ 67
北宋 (976 - 1063AD)	100 ~ 850	30 ~ 253
明朝 (1368 - 1464AD)	250 ~ 800	49 ~ 156
清代 (1644 - 1722AD)	300 ~ 800	58 ~ 155

2.3.2 北宋时期的气候变化与战争 自秦汉以来,气候变冷期与中国各政权的衰落和分裂期存在较好的对应关系:气候变化是一个循环过程,战争数量以及政权更替也是一个循环,气候的恶化通过对农业的影响,间接地影响着社会的动荡。据金勇强研究^[7],我国战争数目和温度总体成负相关:寒冷期,战争数量增加,社会动荡;暖期农业生产发展,战争数量减少,社会稳定。但是温暖期,只要降温达到一定程度也会导致战争的爆发,如中世纪暖期,两次降温同时对大规模战争爆发。事实

上,暖期中的突然降温,在一定程度上对社会的压力更大,暖期激增的人口突遇自然灾害,往往会产生大规模的社会动荡。据统计,两宋期间(960-1280AD),共发生大小战争 551 次,年均战争数达到 1.72 次,大大高于历史年平均作战次数^[55]。北宋时期,一改唐朝大一统的历史格局,继承了五代十国分裂割据的局面,虽然北宋的统治者在中原建立了自己的政权,就全国而言仍然出现了辽、夏与北宋分庭抗礼的局面,这与北宋时期的气候波动相对应。特别是在北宋后期,气候转冷,西北地区草场生产能力下降,靠天吃饭的游牧民族南下侵扰中原掠夺粮草,宋夏兵戎相见。

3 结 论

气候变化对人类社会的影响是深远的,这方面的研究对预测未来气候变暖的影响有重要意义。本文通过对世界各地北宋时期以及我国的气候变化研究的搜集和整理,指出北宋时期气候前期温暖、后期变冷,正处于唐末冷期以及明清小冰期的气候变化敏感的转折时期,气候波动明显,且降水变率大,洪涝灾害发生频繁。气候变化对农业经济活动主要表现在影响农作物的产量、农牧交错带的变动、粮价的波动以及各种其他作物种植界限的变动;而对社会方面的影响主要体现在人口的迁移、变动和战争的频发。本文对北宋时期的气候突变进行了考证和影响的分析,对于进一步认识千年尺度的全球变化甚至气候变暖有重要的参考价值 and 现实意义。

参考文献:

- [1] 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.
WEI D Z, FANG X Q, SU Y, et al. A review of climatic impacts on Chinese socio-economic development over the past 2000 years[J]. Advances in Earth Science, 2014, 29(3): 336-343.
- [2] 王绍武. 夏朝立国前后的气候突变与中华文明的诞生[J]. 气候变化研究进展, 2005, 1(1): 20-23.
WANG S W. An abrupt climate change from Pre-Xia to Xia dynasty and the formation of Chinese civilization[J]. Advances in Climate Change Research, 2005, 1(1): 20-23.
- [3] 葛全胜,郑景云,郝志新,等. 过去 2000 年中国气候变化研究的新进展[J]. 地理学报, 2014, 69(9): 1248-1258.

- GE Q S, ZHENG J Y, HAO Z X, et al. State-of-the-arts in the study of climate changes over China for the past 2000 years[J]. *Geography Journal*, 2014, 69(9): 1248 - 1258.
- [4] 满志敏. 北宋时期海平面上升及其环境影响[J]. *灾害学*, 1988(2): 71 - 78.
MAN Z M. Sea level rise and its environmental impact during the Northern Song Dynasty [J]. *Disaster Science*, 1988(2): 71 - 78.
- [5] 颜中其. 北宋时期太阳黑子活动同气候变化的关系[J]. *东北师大学报(自然科学版)*, 1988(1): 59 - 69.
YAN Z Q. On the relationship between the movements of the sunspots and the climatic changes during the period of the Northern Song Dynasty[J]. *Journal of Northeast Normal University*, 1988(1): 59 - 69.
- [6] 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.
CHU C J, ZHAO J B. Flood disasters and climate changes during Song and Yuan Dynasties in Kaifeng area[J]. *Geographical Sciences*, 2013, 33(9): 1150 - 1156.
- [7] 金勇强. 气候变化对宋夏战事的影响述论[J]. *宁夏社会科学*, 2010(5): 92 - 97.
JIN Y Q. Influence of climate change on the war between Song and Xia [J]. *Social Sciences in Ningxia*, 2010, (5): 92 - 97.
- [8] REBECCAL L, 尹仔锋. 气候强迫与地球能量收支[J]. *沙漠与绿洲气象*, 2009, 3(4): 58 - 60.
REBECCAL LINDSEY, YIN Z F. Climate forcing and energy budget of the earth[J]. *Desert and Oasis Meteorology*, 2009, 3(4): 58 - 60.
- [9] 左昕昕, 靳鹤龄. 中世纪暖期气候研究综述[J]. *中国沙漠*, 2009, 29(1): 136 - 142.
ZUO X X, JIN H L. An overview of studies on medieval warm period[J]. *Journal of Desert Research*, 2009, 29(1): 136 - 142.
- [10] 王绍武. 中世纪暖期与小冰期[J]. *气候变化研究进展*, 2010, 6(5): 388 - 390.
WANG S W. Medieval warm period and little ice age [J]. *Advances in Climate Change Research*, 2010, 6(5): 388 - 390.
- [11] 许靖华. 太阳、气候、饥荒与民族大迁移[J]. *中国科学(D辑)*, 1998, 28(4): 366 - 384.
XU J H. The sun, the climate, the famine, and the great migrations of nations[J]. *Science in China (Series D)*, 1998, 28(4): 366 - 384.
- [12] 王绍武. 全新世气候变化[M]. 北京: 气象出版社, 2011: 158 - 167.
- [13] LAMB H H. *Klim and Kulturgeschichte*[M]. Taiwan: Commercial Book Publishers, 1982: 76 - 124.
- [14] HODELL DA, CURTIS JH, BRENNER M et al. Possible role of climate in the collapse of Classic Maya civilization[J]. *Nature*, 1995, 375: 391 - 394.
- [15] MORENO A, MORELLON M, MARTIN-PUERTIS C, et al. Was there a common hydrological pattern in the Iberian Peninsula region during the Medieval Climate Anomaly? [J]. *PAGES News*, 2011, 19(1): 16 - 18.
- [16] 刘禹, 蔡秋芳, 宋慧明, 等. 青藏高原中东部 2485 年来温度变化幅度、速率、周期、原因及未来趋势[J]. *科学通报*, 2011, 56(25): 2042 - 2051.
LIU Y, CAI Q F, SONG H M, et al. Amplitudes, rates, periodicities and causes of temperature variations in the past 2485 years and future trends over the central-eastern Tibetan Plateau [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2011, 56(22): 2986 - 2994.
- [17] YAO B, BRAEUNING A R J KATHLEEN. General characteristics of temperature variation in China during the last two millennia [J]. *Geophys Res Lett*, 2002, 29(9): 10. 1029/2001GL014485.
- [18] LOEHLE C. A 2000-year globe temperature reconstruction based on non-treering proxies[J]. *Energy and Environment*, 2007, 18(7): 1049 - 1058.
- [19] LAIRD K R, FRITZ S C, MAASCH K A, et al. Greater drought intensity and frequency before AD 1200 in the Northern Great Plains, USA [J]. *Nature*, 1996, 384: 552 - 555.
- [20] De MENOCAL P, ORTIZ J, GUILDERSON T, et al. Abrupt onset and termination of the African Humid Period: Rapid climate responses to gradual insolation forcing [J]. *Quat Sci Rev*, 2000, 19: 347 - 361.
- [21] 葛全胜, 方修琦, 郑景云. 中国历史时期气候变化影响及其应对的启示[J]. *地球科学进展*, 2014, 29(1): 23 - 29.
GE Q S, FANG X Q, ZHENG J Y, et al. Learning from the Historical Impacts of climatic change in China [J]. *Advances in Earth Science*, 2014, 29(1): 23 - 29.
- [22] 冯松, 张拥军, 朱德琴, 等. 近 2000 年古里雅冰芯净积累量与南疆盆地南沿的干湿变化[J]. *地理科学*, 2005, 25(2): 221 - 225.
FENG S, ZHANG Y J, ZHU D Q, et al. Guliya ice core accumulation and dry and wet change in south part of South Xinjiang basin in the past 2000 years [J]. *Geographical Sciences*, 2005, 25(2): 221 - 225.
- [23] 张平中, 杨勋林, 陈发虎, 等. 青藏高原东部过去 1000 年来亚洲季风变化的高分辨率石笋 $\delta^{18}\text{O}$ 记录 [C] // 中国地理学会等. 中国地理学会 2006 年学术年会论文集摘要集, 2006.
- [24] 郑斯中, 张福春, 龚高法. 我国东南地区近 2000 年气候湿润状况的变化 [M] // 气候变迁和超长期预报论

- 文集. 北京: 科学出版社, 1997: 29 - 32.
- [25] 瞿文川, 吴瑞金, 王苏民, 等. 近 2600 年来内蒙古居延海湖泊沉积物的色素含量及环境意义[J]. 沉积学报, 2000, 18(1): 13 - 17.
- QU W C, WU UR J, WANG S M, et al. Sedimentary pigment and its environmental signification of east Juyanhai in Inner Mongolia since the past 2600 years [J]. *Journal of Sediment*, 2000, 18(1): 13 - 17.
- [26] 葛全胜, 张学珍, 郝志新, 等. 中国过去 2000 年温度变化速率[J]. 中国科学 (D 辑), 2011, 41(9): 1233 - 1241.
- GE Q S, ZHENG J Y, HAO Z X, et al. General characteristics of climate changes during the past 2000 years in China [J]. *Science China Earth Sciences*, 2013, 56, doi: 10.1007/s11430-012-4370-y.
- [27] 董进国. 过去 3000 年季风降水变化与突变事件的洞穴石笋记录对比[J]. 干旱区资源与环境, 2012, 26(11): 36 - 41.
- DONG J G. Summer monsoon precipitation variations and abrupt climate events during the 3000 years: records from stalagmites in China [J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2012, 26(11): 36 - 41.
- [28] 何尧启, 汪永进, 孔兴功, 等. 贵州董哥洞近 1000a 来高分辨率洞穴石笋 $\delta^{18}\text{O}$ 记录[J]. 科学通报, 2005, 50(11): 1114 - 1118.
- HE R Q, WANG Y J, KONG X G, et al. Guizhou Dongge cave near 1000 high resolution stalagmite $\delta^{18}\text{O}$ record [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2005, 50(11): 1114 - 1118.
- [29] 杨保, 康兴成, 施雅风. 近 2000 年都兰树轮 10 年尺度的气候变化及其与中国其它地区温度代用资料的比较[J]. 地理科学, 2000, 20(5): 397 - 402.
- YANG B, KANG X C, SHI Y F. Decadal climatic variations indicated by Dulan tree-ring and the comparison with temperature proxy data from other regions of China during the last 2000 years [J]. *Geographical Sciences*, 2000, 20(5): 397 - 402.
- [30] 杨保, 施雅风. 近 2000 年古里雅冰心积累量与中国其它地区降水代用资料的比较[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2001, 21(3): 61 - 66.
- YANG B, SHI Y F. Comparison of Guliya ice core accumulation with other proxy precipitation data of China during the last two millennia [J]. *Marine Geology & Quaternary Geology*, 2001, 21(3): 61 - 66.
- [31] 谭静怡. 20 世纪 80 年代以来宋代生态环境史研究述评[J]. 史林, 2013(4): 178 - 191.
- TAN J Y. On researches of the ecological environment of Song Dynasty since the 1980s [J]. *Historical Review*, 2013(4): 178 - 191.
- [32] 武汉水利电力学院《中国水利发展史》编写组. 《管子·度地篇》是我国现存最早的水利技术理论著作[J]. 力学学报, 1977(3): 26 - 30.
- The compilation group on *The history of China's water conservancy* in Wuhan Water Conservancy and Hydro-power College. "Guan zi" is China's earliest existing theoretical works on hydrotechnics [J]. *Chinese Journal Theoretical and Applied Mechanics*, 1977(3): 26 - 30.
- [33] 徐向阳. 水灾害[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2006: 25 - 26.
- [34] 邱云飞. 宋朝水灾初步研究[D]. 郑州: 郑州大学, 2006.
- [35] 许洁, 黄春长, 庞奖励, 等. 汉江上游安康东段全新世古洪水沉积学与水文学研究[J]. 湖泊科学, 2013, 25(3): 445 - 454.
- XU J, HUANG C C, PANG J L et al. Sedimentological and hydrological studies of the palaeoflood events in the Ankang east section in the upper reaches of the Hanjiang River [J]. *Journal of Lake Sciences*, 2013, 25(3): 445 - 454.
- [36] 郑树伟, 庞奖励, 黄春长, 等. 湖北弥陀寺汉江段北宋时期古洪水研究[J]. 自然灾害学报, 2015, 24(3): 153 - 160.
- ZHENG S W, PANG J L, HUANG C C, et al. Study on palaeoflood in Northern Song period at Mituosi segment of Hanjiang River, Hubei Province [J]. *Journal of Natural Disasters*, 2015, 24(3): 153 - 160.
- [37] 毛沛妮, 庞奖励, 黄春长, 等. 汉江上游郧西段归仙河口剖面全新世古洪水事件研究[J]. 水土保持学报, 2014, 28(2): 306 - 312.
- MAO P N, PANG J L, HUANG C C, et al. The Holocene palaeoflood events at the Guixianhekou site in the Yunxi reach of the Upper Hanjiang River [J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2014, 28(2): 306 - 312.
- [38] 刘建芳, 查小春, 黄春长, 等. 汉江上游郧县尚家河段全新世古洪水水文学研究[J]. 水土保持学报, 2013, 27(2): 90 - 94 + 149.
- LIU J F, ZHA X C, HUANG C C, et al. Palaeoflood hydrological study in the Yun County Reach in the Upper reaches of the Hanjiang River [J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2013, 27(2): 90 - 94 + 149.
- [39] 吉琳, 庞奖励, 黄春长, 等. 汉江上游晏家棚段全新世古洪水研究[J]. 地球科学进展, 2015, 30(4): 487 - 494.
- JI L, PANG J L, HUANG C C, et al. Holocene palaeoflood studies of the Yanjiapeng reach in the Upper Hanjiang river, China [J]. *Advances in Earth Science*, 2015, 30(4): 487 - 494.
- [40] 满志敏. 上海地区宋代海塘及岸线的几点考证[M].

- 上海研究论丛,1990.
- [41] 张雨潇,张略钊. 气候变迁在宋代经济重心南移中的影响[J]. 河南社会科学,2010,18(3):117-119.
ZHANG Y X, ZHANG L Z. The impact of climate change on the South moving of the economic center of Song Dynasty [J]. Henan Social Sciences, 2010, 18 (3):117-119.
- [42] 何凡能,李柯,刘浩龙. 历史时期气候变化对中国古代农业影响研究的若干进展[J]. 地理研究,2010,29(12):2289-2297.
HE F N, LI K, LIU H L. The influence of historical climate change on agriculture in ancient China[J]. Geographical Research,2010,29(12):2289-2297.
- [43] 吴慧. 中国历代粮食亩产研究[M]. 北京:农业出版社,1985:1-232.
WU H. Study on grain yield per mu in past dynasties of Chinese [M]. Beijing: Agricultural Press, 1985:1-232.
- [44] 余也非. 中国历代粮食平均亩产量考略[J]. 重庆师范大学学报,1980(3):8-20.
YU Y F. The average grain yield of grain in past dynasties of China[J]. Journal of Chongqing Normal University, 1980(3):8-20.
- [45] 游修龄. 中国稻作史[M]. 北京:中国农业出版社,1995.
- [46] 曾雄生. 宋代双季稻[J]. 自然科学史研究,2002,21(3):255-268.
ZENG X S. Double-harvest rice in the Song Dynasty [J]. Studies in the History of Natural Sciences,2002, 21(3):255-268.
- [47] 满志敏. 历史时期柑橘种植北界与气候变化的关系[J]. 复旦学报:社会科学版,1999(5):72-76.
MAN Z M. Relationship between geographic northern bounds of orange cultivation in Chinese history and the climatic changes[J]. Fudan Journal (Social Sciences), 1999(5):72-76.
- [48] 满志敏. 中国历史时期气候变化研究[M]. 济南:山东教育出版社,2009.
- [49] ZHANG Z B, TIAN H, GAZELLES B, et al. Periodic climate cooling enhanced natural disasters and wars in China during AD 10-1900 [J]. Proceedings of the Royal Society B (Biological Sciences), 2010, 277 (1701):3745-3753.
- [50] 吴宾,党晓虹. 历史时期自然灾害对古代粮食安全的影响[J]. 农业考古,2008(4):258-263.
WU B, DANG X H. The impact of natural disasters on food security in ancient times[J]. Agricultural Archaeology,2008(4):258-263.
- [51] 葛剑雄. 中国人口史[M]. 上海:复旦大学出版社,2002.
- [52] 漆侠. 宋代经济史[M]. 北京:中华书局,2009.
- [53] 范庆斌,叶玮. 历史时期气候变化对中国古代人口的影响[J]. 安徽农业科学,2014,42(9):2833-2836.
FAN Q B, YE W. Influence of climate change to ancient population of China over history[J]. Journal of Anhui Agri Sci,2014,42(9):2833-2836.
- [54] 胡珂,莫多闻,王辉,等. 萨拉乌苏河两岸宋(西夏)元前后的环境变化与人类活动[J]. 北京大学学报(自然科学版),2011,47(3):466-474.
HU K, MO D W, WANG H, et al. Environmental changes and human activities on both sides of Sarah Wusu river in Song (Xixia) and Yuan dynasty [J]. Journal of Peking University (Nat Sci), 2011,47(3):466-474.
- [55] 王俊荆,叶玮,朱丽东,等. 气候变迁与中国战争史之间的关系综述[J]. 浙江师范大学学报(自然科学版),2008,31(1):91-96.
WANG J J, YE W, ZHU L D, et al. Relationship between climate changes and wars in the history of China [J]. Journal of Zhejiang Normal University (Nat Sci), 2008,31(1):91-96.