

气候变化是否影响了我国过去 两千年间的农业社会稳定？ ——一个基于气候变化重建数据及 经济发展历史数据的实证研究

赵红军*

摘 要 本文运用古气候重建数据、中国历史上的米价、自然灾害、人口等具有一定间隔的时间序列数据，实证检验了气候变化与过去两千年间的农业经济社会不稳定之间的关系。研究发现，温度的升高（降低）倾向于减少（增加）社会不稳定程度，降雪异常对社会不稳定的作用是结构性的，且二者对社会不稳定均具有较长期的影响；尽管仍有其他因素影响农业社会的不稳定，但即便控制它们以后，仍系统地发现气候变化对农业社会不稳定的深层次影响，这证明了本文有关历史气候变化与中国农业社会不稳定关联关系的基本分析框架，对当下的气候变暖也具有重要启示意义。

关键词 气候变化，社会稳定，米价，自然灾害，人祸，经济变迁

一、引 言

近年来，研究气候变化与经济发展包括社会不稳定的关联关系已成了当

* 上海对外贸易学院经贸学院。通信地址：上海市松江区大学城文翔路 1900 号上海对外贸易学院 B240, 201620；电话：(021)67703397；E-mail: hjzhao2002@163.com。本研究是赵红军主持的上海对外贸易学院 2011 年国家社科预研究项目“历史气候变化与北宋后经济发展关联度研究：一个基于数据重建的数量经济史视角”的阶段性研究成果，得到 2011—2015 年上海市高校“085 工程”项目，赵红军主持的第 41 批中国博士后科学基金、上海财经大学理论经济学博士后流动站研究课题：“小农经济、惯性治理与中国经济的长期变迁”、上海市曙光学者计划（编号：08SG54），2009 年上海市回国留学人员“浦江人才计划”（编号：PJ[2009]00889）的资助。感谢 2010 年 10 月 22—24 日第九届全国国际贸易学科协作年会期间中南财经政法大学李小平教授，厦门大学彭水军教授，东南大学经济管理学院冯伟，南京大学经济学系皮建才副教授，上海大学经济学系詹宇波副教授，上海对外贸易学院石士钧教授、张永安教授、孙楚仁副教授的评论。本文亦是 2011 年复旦大学“发展经济学：历史、转型与未来”会议的研讨论文之一，感谢复旦大学陆铭教授、陈钊教授、李丹副教授，武汉大学代谦副教授，香港中文大学陈硕，香港科技大学马驰骋博士，上海对外贸易学院章韬博士等的详细评论。另外本文的英文版也受到美国 University of Connecticut 数量历史系 Peter Turchin 教授、美国加州大学河边分校 Chris Chase-Dunn 教授、美国康州三一学院经济学系文贯中教授的详细评论，在此一并表示感谢。

下国际经济学界、政治学界、社会学界以及各国政府讨论的热点问题,原因在于20世纪20年代以来工业化所带来的日益广泛的气候变暖已严重地影响了人类社会的工、农业生产,土壤、植被和水文的变化,生物多样性乃至沿海国家的生存(比如 IPCC, 2007; Dell *et al.*, 2008; 吉登斯, 2009; 等等)。然而,这些讨论以及国际社会所给出的政策建议大多建立在工业化和后工业化国家的经济结构和发展模式之上。事实上,我们面前的世界不仅是一个文化多元的世界,而且在很大程度上仍是一个经济多元的世界。比如,一些亚洲、拉丁美洲和大多数非洲的发展中国家离工业化国家的距离仍相当遥远,到目前为止这些穷国只为全球变暖贡献了微不足道的碳排放。¹即使是对已经相当工业化的中国而言,虽然它的中、东部地区已深深地卷入了以全球化为代表的工业生产和贸易体系当中,但其背后的广阔腹地和广大的中、西部地区仍然有着相当数量的农业部门和农业人口。不但如此,很多与农业、农产品相关的粮油经济、食品加工业、农副产品加工业乃至轻工制造业等对全球变暖也没有造成多大的影响。因此,盲目地套用工业化和后工业化条件下的气候变化经济学成果并对全世界来个“一刀切”式的政策动议,很可能在某种程度上是对这些国家和部门的一种不公;不仅如此,在当今的国际气候谈判中,盲目套用工业革命以来的气候变化经济学成果,也很可能不利于为我国经济和社会的长远发展争取到一个有利的国际政治环境。

还好,我国不仅是一个历史悠久的古国,而且也是一个拥有非常齐全历史记录文明古国。在过去的两千年间,我们的主要经济形式一直是农业经济(李银蟠, 1998; 黄宗智, 2000等),而且在这一历史进程中也的确发生了多次的气候冷暖交替现象(竺可桢, 1979; 牟重行, 1996等),如图1所示。特别是,从公元11世纪开始,世界包括我国的气候总体上开始变冷,这不仅使农业生产受到很大影响,而且也使我国周边游牧民族的生产和生活受到沉重打击,他们与汉族的关系也因此而不断恶化,同时,人口由北向南的迁移与国家的经济和政治重心也发生了重大变迁,不少的朝代更因此而灰飞烟灭,比如宋朝的灭亡、元朝取而代之就是如此(赵红军, 2010a, 2010b, 2010c)。毫无疑问,这些史籍就向我们提供了一个考察历史气候变化与农业经济社会不稳定关联关系的历史实验场。

我们的研究发现,中国历史上的气候变冷不太有利于农业经济社会的稳定,相反,当时的气候变暖则在某种程度上有利于农业经济社会的稳定,这与当今气候变暖的影响在很大程度上是相反的,这是一个让人意外的结论²,但它却能为中国今后的国际气候谈判提供一个坚实的历史经验支持;此外,

¹ [英] 安东尼·吉登斯,《气候变化的政治》,曹荣湘译,社会科学文献出版社2009年版,第10页。

² 满志敏,《中国历史时期气候变化研究》(山东教育出版社2009年版)中也有很多类似的论述。

本文的实证分析也证明，经济史学家有关历史气候变化及其经济社会稳定性关联关系的理论和实证工作，也会非常不同于他们对气候变暖的政治经济学分析³，这就表明，有关气候变化的经济学绝不应该只有一个版本，相反很可能有两个版本。

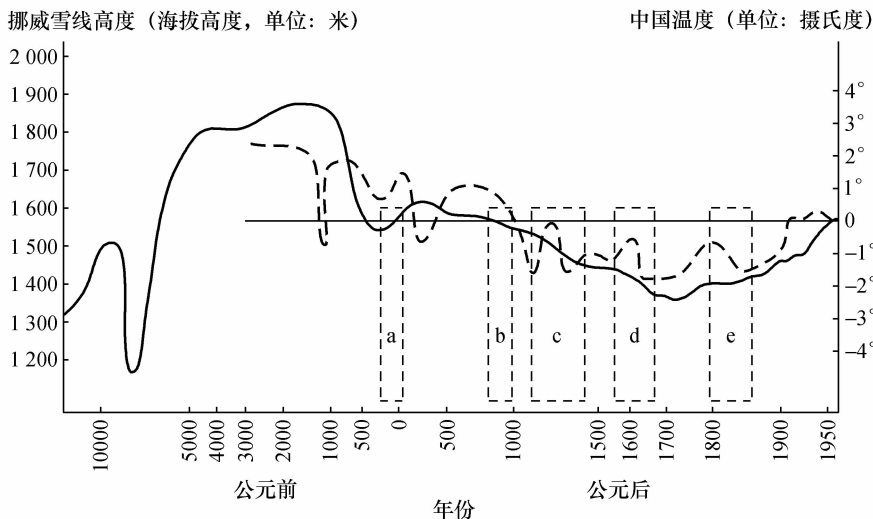


图1 我国五千年来的温度变化情况

注：(1) 图中的实线表示挪威雪线高度，中国五千年来的温度变化用虚线表示。(2) 图中的a、b、c、d、e五个带有阴影的时期代表着我国历史上的五个低温期，虽然b、c、d、e四个时期从总体上看都属于较冷期。

资料来源：竺可桢，“中国近五千年来的气候变迁的初步研究”，《竺可桢文集》，科学出版社1979年版，第475—498页。

本文其余部分的安排如下：第二部分是一个有关历史气候变化与农业经济社会不稳定关联关系的文献综述；第三部分是本文的理论分析框架；第四部分是实证分析中可获得的变量以及理论假说；第五部分是一个过去两千年来历史气候变化、米价、自然灾害、人口、社会不稳定程度之间关联关系的实证分析；第六部分是全文的结论及其对当代的政策启示。

二、文献综述

与本文探讨的主题——气候变化与社会不稳定——相关性较大的文献大致分为两类：

一类是直接针对中国历史气候变化与经济、社会发展关系的研究，这类

³ 比如，可参见 Gottinger, H., “A Simple Endogenous Model of Economic Activity and Climate Change”, *Metroeconomica*, 1998, 49(2), 139—168。

研究始于20世纪80年代经济史学家和历史学家的探索性工作,比如张家城(1982)的研究发现,我国历史气温每升高(降低) 1°C ,农作物的产量就增加(减少)10%。倪根金(1988)也发现,宋金的寒冷期时,小麦的产量减少了8.3%,同样,年平均气温若下降 2°C ,农作物的分布区位就会南移2—4个纬度。萧楚辉(1981)、Hinsch(1988)讨论了中国历史上人口迁移的原因以及经济发展中心在地理空间上的演变与王朝更迭问题。胡焕庸和张善余(1983)、赵文林(1985)等则专门从人口流动和人口地理的角度,探讨了伴随着经济发展的人口流动和经济发展空间地理结构的变化问题。由于长期经济发展的进程不仅可能伴随着经济总量的变化,而且还关涉到经济发展在空间结构上的变化,所以这些早期的研究为人们理解气候变化及其对中国经济社会发展的影响问题奠定了文献基础。

进入20世纪90年代以后,这类研究逐渐增多,研究的内容也更加细致。比如Fang and Liu(1992)、Chu and Lee(1994)、王铮等(1996)、郑学檬(2003)等分别讨论了我国历史气候变化下发生的饥荒、内乱以及人口迁移、经济重心转变、疆域变迁乃至朝代兴衰等问题。满志敏(2000)讨论了我国历史上的气候变化对农牧过渡带、动植物分布带的影响。值得注意的是,自然科学家对这一问题的关注也到了一个新的高度,比如Fang, J. 和王铮等很多人都是自然科学家甚至院士。

近年来,随着气候变化在国际上重要性的增加,越来越多的科学家、历史学家、经济史学家日益发现,综合运用自然科学方法和古代历史记录,来重建古气候时间序列的重要性,并在这方面进行了有益的探索。比如Biraffa *et al.* (1995)、王玉玺等(1982)分别利用来自乌拉尔山区的树轮记录和祁连山园柏年轮,重建了我国公元1000—2000年温度的时间序列数据。一些历史学家,比如Zhang *et al.* (1989)则试图通过中国各朝的历史记录来复原过去1000年间气候变化的数据序列。

在此基础上,近年来学界在结合自然科学有关古气候重建数据以及中国历史记载量化研究二者关联度方面也取得了进展,比如Zhang *et al.* (2007, 2010)在气候变化量化研究的基础上,讨论了气候变迁与我国历史上的战争次数以及王朝更迭之间的统计关联关系;Zhang *et al.* (2010)等讨论了中国历史上的气候变化与自然灾害、战争频率之间的关联关系。不足之处是,这些研究仍非常少见,并且较多地运用自然科学和统计学的平稳自助法(bootstrap method)和交叉相关函数法(cross-correlation functions),讨论了时间序列变量之间的相关程度,而没有运用计量经济学方法分析变量之间的因果互动关系。

第二类文献,主要是西方社会学家、经济学家等有关气候变化与经济、社会、政治发展关系的一般性讨论。比如孟德斯鸠(1750)曾经指出:“在北部的的气候条件下,那里的人们拥有较少的恶习,更多的美德、诚心和真诚,

而越往南走，人们的美德就越少，情欲就越旺盛，并且就越容易犯罪……温度是如此的炽烈，以至于人们的身体被炙烤得有气无力……会导致人们毫无好奇心，更无力进行有意义的事业。”⁴著名的经济学家 Alfred Marshall 在《经济学原理》中也谈到，在早期文明的发展阶段，气候、自然等因素发挥了很大作用。他认为“如果气候对人的体质不利，则这些东西（种族的品质）是不能有所作为的。自然的恩赐，它的土地、河流和气候决定着种族所事的性质，从而给予社会政治制度以一定的特征”⁵。美国地理学家 E. Huntington 在《亚洲的脉动》一书中认为，13世纪蒙古人的大规模向外扩张主要是由于他们居住地气候干旱、牧场条件变坏所致。他在1915年出版的《文明与气候》一书中更进一步提出人类文明只有在刺激性的气候条件下才能发展的学说。这些有关气候与经济发展关系的经典论述存在着合理的因素，但如果说气候对人类文明或者经济发展的影响是决定性的却有些言过其实，本文后面的实证分析也表明，气候对经济社会发展的确具有影响作用，但言过其实却不符合科学探索的精神。

近年来，随着气候变暖趋势的加剧，西方政治经济学界、社会学界出现了越来越多研究气候变暖与社会不稳定关系的文献，比如，美国暴乱监控委员会1968年的报告⁶、Carlsmith and Anderson (1979)、Boyanowsky (1999)等都通过实证研究发现，较高的温度会引发动乱或者暴乱的发生频率。Dell, Jones and Olken (2008) 则通过 Polity IV 数据库以及 Archigos 数据库的数据实证检验了温度对社会不稳定的影响，结果发现，穷国的气温上升1℃，政治发生变迁的概率就会上升2.3个百分点。Miguel *et al.* (2004) 运用美国1981—1999年的数据发现，较多的降雨与较低的冲突发生概率存在着一定关联关系。还有，Curriero *et al.* (2002) 讨论了近年来美国东部11个城市的气候变暖与人口死亡率上升之间的关联关系。Deschenes and Moretti (2007) 讨论了极端天气与死亡率和人口迁移之间的关系。虽然这类文献与本文所研究的中国历史气候变化与社会不稳定的关系较远，但对于本文的研究而言也具有重要的参考意义。

相对现有文献而言，本文主要是利用自然科学家、社会科学家有关中国历史气候变化的重建数据，以及中国经济史学家、历史学家有关影响古代中国经济社会不稳定的其他因素的历史记录，更多地运用经济社会学、计量经济学分析方法来研讨这一主题；并且本文有关中国历史气候变化与社会不稳定的一些新的发现，与当代有关气候变化的经济学认识以及现代的气候变化经

⁴ <http://www.geocities.com/ru00ru00/racismhistory/18thcent.html>.

⁵ 马歇尔，《经济学原理》（下卷），朱志泰译，商务印书馆1997年版，第373页。

⁶ U. S. Riot Commission, *Report of the National Advisory Commission on Civil Disorders*, New York: Bantam Books, 1968.

济学存在着一定程度上的差异,这也能给予当代的国际气候谈判以有益的启示。

三、理论分析框架

根据《大百科全书》的记载,气候(climate)主要是指某个地区所处的特定地理区域内长期所形成的温度、降水、季风、干湿度等相对稳定的天气特征。由于温度、降水、季风、干湿度等是影响生活于这一地理区域上的人类以及生物生存所必需的基本条件之一,因此,气候变化必然会成为影响中国古代人类经济活动长期发展及稳定与否的重要因素之一。

根据我们的文献涉猎,目前经济学界尚不存在一个有关历史气候变化与社会不稳定的正规理论模型,本文试图通过以上文献综述归纳出我国古代农业经济时代气候变化与社会不稳定的一个初步理论分析框架:

首先,气候的变化必然会影响古代最为主要的农业生产活动所赖以进行的生产要素的效率,比如土地的生产力会由于降水的增加、温度的提高而提高,但当温度太高,降雨、降雪太多时,农业生产率可能会因此而下降;而作为生产要素投入的劳动力以及管理者的体力、精神状况也会受到气温、降雨、降雪、季风等气候变化的影响;由于农业是我国古代经济发展赖以存在的最重要的支柱产业,因此我们判断,当农业生产受到的打击较大并且已经影响到农民的生存与生产时,粮食的价格很可能就会上升。更加严重的是,若国家的赈灾活动难以应付,大面积的饥荒就可能发生,这样,整个农业经济社会的发展与社会稳定就会在很大程度上受到影响。

其次,在中国历史上,除了农业以外,还有一个重要的产业就是少数民族所从事的游牧业,它是一个完全靠天吃饭的行业,因此,气候变化必将影响到这些民族的游牧生产活动。考察一下中国历史上主要游牧民族的活动区域就会知道,这些游牧民族大多生活在中国西北部的广阔地区。当气候变得更加恶劣的时候,这些游牧民族的游牧生产活动必然受到更加严重的影响,原因是他们不像定居农业民族那样,由于有了定居农业的支持而在客观上降低了对气候等自然条件的依赖,相反他们历来靠天吃饭,因此,气候的恶化就会迫使游牧民族的游牧活动区域在空间上发生迁移。可以想象,当气候变好时,他们的游牧活动区域会保持相对稳定;相反,当气候变化不利于他们时,从事牧业的少数民族应对气候变化的理性反应通常是向南、向东迁移,这样便必然与定居于东面、南面的农业民族遭遇,于是,双方之间的冲突和战争就难以避免,严重的话,汉民族国家的经济和社会稳定就会受到严重威胁。图2给出了过去两千年间中国历史上主要外患发生的频率图。从该图中可见,公元300—630年、1100—1280年、1400—1653年分别是我国外患发生次数较多的时期,而这些时期也基本上对应着图1中的a、b、c、d或者e五个气温较冷期。笔者认为,这可能不单单是一种巧合,而更隐含着一种内在的关联关系。

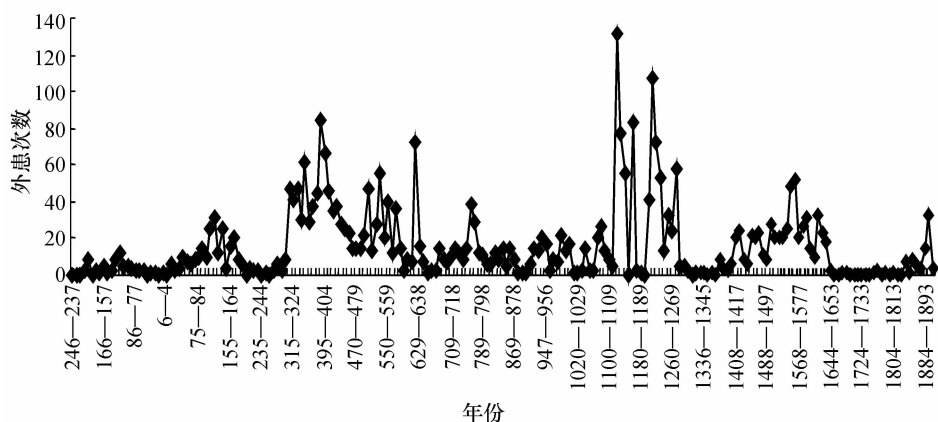


图2 公元前246—1913年我国外患发生频率图

资料来源：陈高慵，《中国历代天灾人祸表》，北京图书馆出版社，2007年。

最后，由于气候关涉一个地区、特定地理条件下较长时期的平均温度、降雨、降雪、舒适度、季风特征的变化，因此，在温度、降水、降雪发生异常变化的条件下，除了它对农业和牧业生产所造成的打击之外，各种对温度、降水等比较敏感的自然灾害，比如旱灾、水灾、雪灾、冰雹等的发生频率就很容易增加。事实上，中国历史上就有着非常丰富的有关气候变化引起的自然灾害的详细记录。图3给出了陈高慵统计的中国从公元前246年—公元1913年的水灾、旱灾和其他自然灾害的发生频率数。从该图的信息中至少可以发现以下两点：第一，在古代农业经济条件下，气候必定是人类经济活动之外影响各类自然灾害的一个重要因素；第二，在气候变化影响自然灾害的情况下，当时朝代要实现统治稳定的成本就必然会大大增加，国家的社会稳定就会在一定程度上受到挑战。

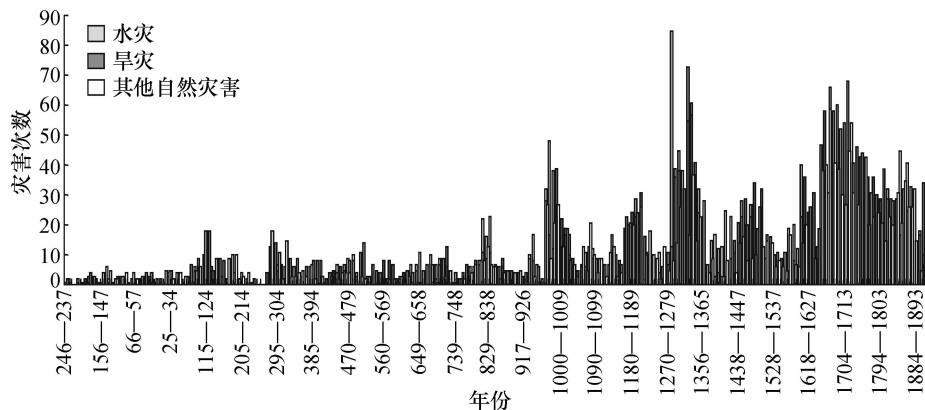


图3 公元前246—1913年我国自然灾害发生频率图

资料来源：陈高慵，《中国历代天灾人祸表》，北京图书馆出版社，2007年。

综上,本文归纳的一个初步的气候变化影响农业社会不稳定的理论分析框架为:(1)气候变化包括温度、降雨、降雪等自然条件变化,构成了农业经济时代国家社会不稳定的深层次影响因素;(2)其影响途径之一为,通过作用于农业生产要素投入或者劳动力的生产效率而影响农业生产,进而影响到国家的社会稳定,包括内乱的发生;(3)影响途径之二为,通过影响游牧民族的游牧生产活动,而影响游牧民族的活动区域,进而影响游牧民族与汉族的关系,也就是外患的发生频率;(4)影响途径之三为,通过直接影响自然灾害的发生频率,而影响国家的社会稳定性。

与现有气候变化的经济学分析框架相比,本文所归纳的气候变化与农业经济社会不稳定的分析框架将至少存在三点不同:

第一,古代的气候变化更多是外生于农业经济和社会系统之外的,更多的是世界大气循环的一部分,而当今的气候变暖在很大程度上是工业革命以后人类生产能力、制造能力提升的负面效应,因而气候变化对于前者而言是一种外生的气候冲击,而对于后者而言则是内生决定的。

第二,我国古代的经济形式是农业经济,而工业革命之后的经济形式是工业和制造业经济。相对于环境而言,农业经济是一个环境相对友好型的经济模式,而工业、制造业经济则不可避免地产生出更多的碳排放。因此,对于前者而言,农业不是产生碳排放的部门,而制造业和工业则是产生碳排放的部门。

第三,古代的气候变化已是过去,对人类经济活动、社会不稳定的影响已成为历史,而当今的气候变暖正如火如荼地上演着,人类对于此未知未来的探索尚在进行之中,因此,探讨古今气候变化与经济社会稳定性之间的关联与共同之处,对于当今的气候变暖无疑也具有非常重要的理论和现实借鉴意义。

四、实证假说与变量选择

(一) 实证假说

在以上的理论分析框架下,本文的实证理论假说可具体化为:

假说:由于气候变化可能影响国内的农业生产、牧业生产,还可能影响自然灾害的发生频率,因此,很可能是造成中国历史上农业经济社会变迁乃至社会不稳定程度的深层次原因。为此,有必要在控制自然灾害、农业生产、人口等对社会不稳定程度影响的基础上,考察气候变化对社会不稳定的影响。

用以表征农业社会不稳定的指标可能有很多,比如,农民起义的次数、政治的剧烈变迁或者改朝换代等。但本文更愿意将历史上内乱、外患和总的人祸次数作为对社会不稳定的一个度量,因为这一统计的时间跨度更长,统计范围更广,并且这一变量维度更多。比如,内乱在很大程度上反映了一国

国内的社会不稳定程度, 外患反映了该国外部势力对该国社会不稳定程度的影响, 而总的人祸次数则反映了包含内乱、外患和二者之外的其他人祸, 等等。为此, 有必要建立如下的回归方程:

$$\{INWAR_t, OUTWAR_t, TOTALWAR_t\} = \beta_1 + \beta_2 \times \Delta TEMP_t + \beta_3 \times PRECI_t + \beta_4 \times SNOW_t + \beta_i \times \sum_{i=1}^n \gamma_i + \sigma_t, \quad (1)$$

其中总括号中的被解释变量为三者选一, 目的是分别考察这些以不同指标度量的社会不稳定对气候变化的反映程度。用来表征气候变化的因素, 我们选用了历史时期的温度异常、降水以及降雪异常三个因素, γ_i 表示其他影响社会不稳定的控制因素, 比如自然灾害、农业生产情况、人口等。

(二) 可获得的变量

假说常常是建立在完美的理论推理的基础之上的, 要使之具体化, 还必须依赖于相关可获变量的支撑, 本文可获得的变量有:

(1) 气候变化的变量, 我们采用三个变量作为代理, 分别为气温异常变化 ($\Delta TEMP$) 也就是气温相对平均值的异常变化程度、降水量 (PRECI) 和降雪异常 (SNOW), 因为这些气候变量与农作物的生长、自然灾害甚至农业生产乃至社会不稳定的关系最为密切。

从数据来看, 气温异常变量时间跨度最长, 从公元前 264 年—公元 1913 年, 时间间隔为 10 年, 共 220 个样本。该变量是在九个重建的气温代理变量序列的基础上综合而成的, 其中四个序列来自青藏高原的冰核和树轮记录的古温度重建, 五个序列来自中国东部和日本, 包括金川、中国东部地区的档案记录、日本的树轮记录和中国台湾的湖泊沉积物的科学测定, 因此基本上能够比较客观地反映中国气温在过去 2000 年的变化情况。⁷

降水变量 (PRECI) 是根据 Yi (2010)⁸ 获得的过去 400 年间的中国华北地区重建的降水时间序列数据, 由于其他变量的时间间隔均为 10 年, 所以, 经过如此处理的降水变量就只有 32 个观测值。为了防止将这一变量纳入分析对整个回归分析产生很大的数据偏误, 我们只能剔除此变量。

降雪异常变量 (SNOW) 来自 Chu *et al.* (2008) 的研究成果⁹, 是作者

⁷ 参见 Yang, B., A. Braeuning, K. Johnson, and S. Yafeng, 2002, "General Characteristics of Temperature Variation in China During the Last Two Millennia", *Geophysical Research Letters*, 10, 1029/2001GL014485, 11 May 2002.

⁸ Yi, L., H. Yu, X. Xu, J. Yao, Q. Su, and J. Ge, "Exploratory Precipitation in North-Central China during the Past Four Centuries", *Acta Geologica Sinica-English Edition*, 2010, 84(1), 223—229.

⁹ Chu, G., Q. Sun, X. Wang and J. Sun, "Snow Anomaly Events from Historical Documents in Eastern China During the Past Two Millennia and Implication for Low-frequency Variability of AO/NAO and PDO", *Geophys. Res. Lett.*, 35, L14806, doi:10.1029/2008GL034475.

根据中国历史上有关降雪异常的历史记录,结合世界大气循环等科学研究而重建的一个降雪异常指数。该数据的覆盖区域为北纬25—46度、东经100—130度的中国东部地区,时间跨度为公元1—1900年,数据间隔为10年,共190个观测值。

(2)用以表征社会不稳定程度的变量,我们采用陈高儒《中国历代天灾人祸表》中人祸次数的多少来表征,其子统计项目包括内乱次数,也即在中国境内发生的,或者接受中国文化、传统、文字来治理的国家内部发生的叛乱次数¹⁰(INTERWAR),外患次数(OUTWAR),也即中国境外异族之叛乱,或者他们在边疆地区或者侵入中原所造成的叛乱¹¹和包含内乱、外患以及二者之外的其他人祸次数的总人祸次数总和¹²(TOTALWAR)等。通常情况下,一个朝代的内乱、外患和总的人祸次数越多,就意味着当时的社会越不稳定,因此我们使用这三个变量来反映中国历史上社会不稳定程度。同理,该变量的时间间隔为10年,跨度从公元前246年直至1913年,共220个样本。

(3)其他控制变量:中国历史上的自然灾害变化情况,我们用两个代理变量来衡量,它们分别是水灾次数(FLD)、旱灾次数(DRGT)¹³。另外一个也能表征自然灾害的指标称为其他自然灾害,意指那些既不属于水灾,也不属于旱灾,或者记述不清楚属于哪一类的自然灾害。由于这一指标所隐含的统计模糊性,所以我们剔除了这一指标。文中所用两个代理变量的时间跨度从公元前246年开始,到1913年结束,共220个样本,时间间隔同样为10年,原始数据来源于陈高儒《中国历代天灾人祸表》。由于作者给出的天灾人祸的时间跨度与每10年间隔的温度、降雪异常存在不匹配现象,所以我们对这些

¹⁰ 陈高儒本人认为,可以用三个标准来衡量内乱还是外患:(1)凡是外族反复无常的叛乱,都是外患。原因是这些外族虽然一度被中国征服,但他们与汉民族并没有化为一个整体,所以不能以内乱看待;(2)凡外族侵入中原,建国称帝者,虽然取法汉制,但如果其政权未曾统一中国,仅仅是割据一方的,由此发生的叛乱也划分为外患。这样的话,比如五胡乱华时期的前赵、北凉、夏(匈奴系)、前燕、后燕、南燕、西秦、南凉(鲜卑系)、后赵(羯系)、成汉、前秦、后凉(氐系)、后秦(羌系),南北朝时期的元魏、北周、北齐(鲜卑系),宋代之辽(契丹)、金(女真)、西夏(党项)等祸乱都归入外患。相反,如五代之后唐、后晋、后汉(沙陀族)虽然未能统一中国,然而他们的政权都是取前朝而代之的,这样就将这些朝代发生的叛乱归入内患。到后来,蒙古族对于宋朝而言,满洲对于明朝而言,满洲对于清朝而言,起初都是外患,后来统一中国,将前朝取而代之,这样,从此时起的叛乱就归入内乱,详见陈高儒《中国历代天灾人祸表》,北京图书馆出版社,第4—5页。

¹¹ 至于本国境内的少数民族,如蛮、夷、苗等族,有时因政治压迫或者生计之困难所做的叛乱却应该算作内乱。详见陈高儒《中国历代天灾人祸表》,北京图书馆出版社,第5页。

¹² 还有一部分既非内乱也非外患,且当时的人民也受到了较大的影响,则归入其他人祸当中,比如,外族并没有对中国侵略,而中国为了扩充领土,发扬国威,而劳师远征;还有专制暴政,滥用刑罚甚至一时杀人数百数千;党派之争、文字之狱,有时也牵连多人牺牲,诸如此类,也算作其他人祸,本文沿用陈高儒的做法,将内乱、外患、其他人祸次数的加总看做总的人祸次数。详见陈高儒《中国历代天灾人祸表》,北京图书馆出版社,第5—6页。

¹³ 有人认为,应该采用水灾或者旱灾的影响程度而不是发生次数作为衡量自然灾害的代理变量,但问题是历史上有关自然灾害的记载大多是模糊而不准确的,比如,灾害影响数县,或者浙、皖两省,等等,此外还有很多记载根本就没有影响范围的描述,而只记载到伤者数千,因此,我们就很难用一个客观而统一的数据来度量灾害的程度。

序列按照时间进行了重新调整，原则上要使温度的数据正好位于天灾人祸的时间区间之内，否则就会影响到后面分析的客观性。

农业生产的好坏也是影响古代经济社会不稳定的重要因素。最理想的情形是运用经过统一核算的农业亩产量数据，但由于我们可获数据的时间跨度有限，所以只好放弃。可喜的是，我们可以历代米价（RICEP）的高低作为农业生产变化情况的一个初步的代理变量，原因在于当农业受到气候变化和自然灾害的较大负面影响时，米价通常就会倾向于上涨；反之，米价会倾向于下降。有关米价的数据来自彭信威：《中国货币史》（上海1965年版，第505、705、498、850页）。数据的起始点为960年，终点为1910年，时间间隔为10年，其中1261—1360年和1411—1420年的数据缺乏，并且其中宋代的米价是彭本人报告的银两数，Liu（2005）按照每两银子重约37.68克统一转化为克两银，本研究采用了这一转化后的数据作为米价的代理变量。

在气候变化影响社会稳定的分析框架下，还有必要控制人口变量（POP）的影响。原因有二：一是前面我们用米价高低作为农业生产变化情况的一个代理变量的隐含假设是，在人口总量也即对粮食的需求变化不大的情况下，米价的高低才能作为农业生产情况的一个代理变量，否则，这一代理变量就失去了意义。第二个重要的原因是，在古代农业经济条件下，人口总量较大、增长太过迅速的话，它本身就会构成对农业生产和社会稳定的更大压力，事实上，这正是马尔萨斯人口论所反映的基本规律（Turchin, 2003; Turchin and Korotayev, 2003）；还有，在人口规模较大、资源稀缺的条件下，人们出于生存的考虑也会加大对自然的开发，而这必然会形成对自然的巨大破坏，甚至成为气候变化和各种自然灾害发生的重要原因。比如侯家驹（2008）曾经指出，“就是由于（人们对土地的）过度利用，使气候大变，原来丰腴的关中一带农田，早已成为瘠地”¹⁴。在此基础上，本文所用的人口变量原始数据来自梁方仲（1980）、Durand（1960）以及Lee（1921），赵红军（2010）对此进行了系统的重新整理和汇总。本文按照气候变量的时间对人口变量进行了时间调整，总共有92个观测值，覆盖了中国历史上公元2年—1910年的时间范围。

此外，中国历史上的社会不稳定在一定程度上还会由于有关朝代的不良治理所引起。比如，孔子在《论语·为政》中记述道：“为政以德，譬如北辰，居其所而众星共（拱）之”；而《孟子·梁惠王下》中则提到，“君行仁政，斯民亲其上，死其长也”。但由于历史学家、经济学家对中国历史上相关朝代不良治理或者良好治理的评价见仁见智，尚存在着很大的分歧，所以很难建构一个大家公认的不良治理或者良好治理的虚拟变量，故我们暂时舍弃

¹⁴ 参见侯家驹，《中国经济史》，新星出版社2008年版，第787页。非常感谢匿名审稿人对这一文献的提示，笔者重新查证了这一文献，并在后面的实证分析中考虑了人口对社会不稳定的影响。

掉这一变量。

综上,可以得到如表1所示的本文分析中所用的各变量及其定义。

表1 变量名称、代表性及其定义

变量名称	代表性	定义
气温异常变化	气候变化	气温相对于平均值的偏离程度
降雪异常指数		根据中国历史记录和世界大气循环重建的一个降雪异常指数
内乱频率	社会不稳定	在中国境内发生的,或者接受中国文化、传统、文字来治理的国家内部发生的叛乱次数
外患频率		中国境外异族之叛乱,或者他们在边疆地区或者侵入中原所造成的叛乱和人祸次数总和
总的人祸次数		指内乱、外患和其他难以归入内乱和外患的人祸次数总和
旱灾频数	自然灾害	中国历史上记录的旱灾次数,而不是旱灾的严重程度或者波及面
水灾频率		中国历史上记录的旱灾次数,而不是水灾的严重程度或者波及面
米价	农业生产	中国历史上有关米价的记载,并经过统一的单位换算
人口	人口规模	中国历史上有关历朝历代人口的记载

相应的,后面回归中用到的准确回归模型将为

$$\{INWAR_t, OUTWAR_t, TOTALWAR_t\} \\ = \beta_1 + \beta_2 \times \Delta TEMP_t + \beta_3 \times SNOW_t + \beta_i \times \sum_{i=1}^n \gamma_{it} + \sigma_t. \quad (2)$$

由于气温、降雪等气候变化的长期性,因此必要时,还将考虑气温或者降雪的滞后分布模型形式,也就是(3)式:

$$\{INWAR_t, OUTWAR_t, TOTALWAR_t\} = \beta_1 + \beta_2 \times \Delta TEMP_t \\ + \beta_{2i} \cdot \sum_{i=1}^n \Delta TEMP_{t-i} + \beta_3 \times SNOW_t + \beta_{3i} \cdot \sum_{i=1}^n SNOW_{t-i} + \beta_i \times \sum_{i=1}^n \gamma_{it} + \sigma_t. \quad (3)$$

五、历史气候变化与社会不稳定关系的实证研究

(一) 回归前的预分析

表2给出了计量分析中所涉及的9个变量的统计量信息。

在这些变量中,由于我们所用的温度异常为距离平均值的异常值,降雪异常是一个规格介于0—1之间的指数,中国历史上的旱灾、水灾、内乱、外患以及总的人祸次数等变量都是整数计数变量,所以无须对它们进行任何处理。而米价(RICEP)和人口(POP)变量数值较大,因此,为了保证回归系数的可解释性,对二者进行了自然对数变换,分别用LRICEP和LPOP来代表。表3给出了除被解释变量以外的其他解释变量之间的相关系数矩阵。从中可见,除了人口和米价之间的相关系数大于0.88以外,绝大多数变量之间的相关系数较小,因而不会对后面的回归产生大的偏差。

表2 气温与经济社会不稳定相关变量的统计量信息

变量	均值	中位数	最大值	最小值	标准差	偏度	峰度	观察值
TEMP	-0.009	-0.03	1.188	-1.015	0.44	0.29	2.88	192
SNOW	0.47	0.50	0.82	0.17	0.16	0.08	2.21	190
RICEP	44.07	34.05	265.42	9.63	41.60	3.33	16.78	84
POP	79 089 560	48 317 005	4.28e+08	7 672 881	1.04e+08	2.23	6.65	92
DRGT	12.05	7	68	0	14.13	1.93	6.38	218
FLD	12.93	7	85	0	14.78	1.67	6.17	219
INTWAR	21.47	11	250	0	31.77	3.34	18.09	219
OUTWAR	15.36	8	132	0	19.98	2.43	10.74	219
TOTWAR	40.25	31	251	0	38.35	2.18	9.40	219

表3 相关解释变量相关系数矩阵

变量名称	DRGT	FLOOD	TEMP	SNOW	LGRICEP	LPOP
DRGT	1					
FLOOD	0.24	1				
TEMP	-0.15	0.05	1			
SNOW	-0.48	-0.22	0.35	1		
LGRICEP	-0.64	-0.32	0.59	0.53	1	
LPOP	-0.74	-0.48	0.51	0.50	0.88	1

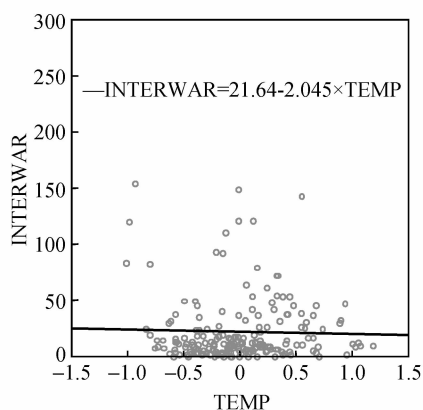
由于所有变量均为具有一定时间间隔的时间序列变量，因此有必要检验这些变量的平稳性和单位根，通过图形以及表4中给出的各变量的ADF检验结果可发现，绝大多数变量在1%水平上不存在单位根，旱灾、米价和人口对数值在5%水平上不存在单位根，因此，变量基本平稳。这符合我们的理论预期，因为我们所选取的社会不稳定变量为10年间隔的加总变量，而温度、降雪异常等变量为10年间隔的变量，因而变量之间的时间趋势可能不太明显，故可不进行差分处理。

表4 所有解释变量与被解释变量的单位根检验结果

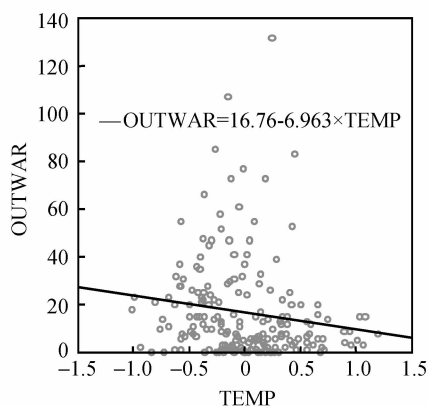
变量名称	原假设	ADF 统计量	1%水平的 门槛值	5%水平的 门槛值	结论
TEMP	带常数项单位根	-4.10	-3.46	-2.87	1%水平上拒绝单位根
SNOW	带常数项单位根	-9.88	-3.46	-2.87	1%水平上拒绝单位根
DRGT	带常数项单位根	-3.05	-3.46	-2.87	5%水平上拒绝单位根
FLD	常数、时间趋势单位根	-3.63	-4.00	-3.43	1%水平上拒绝单位根
LGRICEP	带常数项单位根	-2.93	-3.51	-2.89	5%水平上拒绝单位根
INTERWAR	带常数项单位根	-8.01	-3.46	-2.87	1%水平上拒绝单位根
OUTWAR	带常数项单位根	-3.94	-3.46	-2.87	1%水平上拒绝单位根
TOTWAR	带常数项单位根	-8.74	-3.46	-2.87	1%水平上拒绝单位根
LPOP	带常数项单位根	-3.89	-3.73	-2.99	5%水平上拒绝单位根

图4给出了气温、降雪异常两个气候变化的主要代理变量与社会不稳定各代理指标——内乱、外患和总的人祸次数等之间的六幅散点图。由这些散

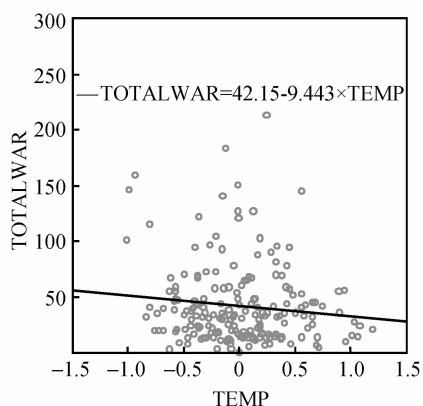
点图可见,气温与内乱、外患与总的人祸次数之间存在着比较明显的线性关系,而降雪异常与内乱、外患和总的人祸次数之间的线性关系相对较弱。



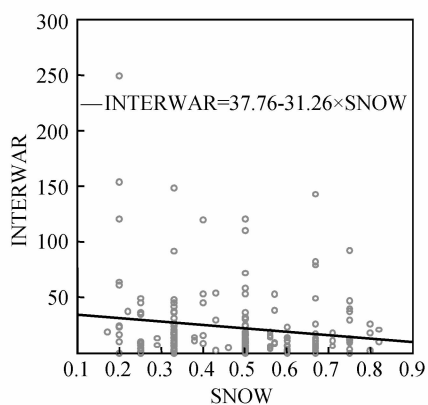
(a) 气温与内乱散点图



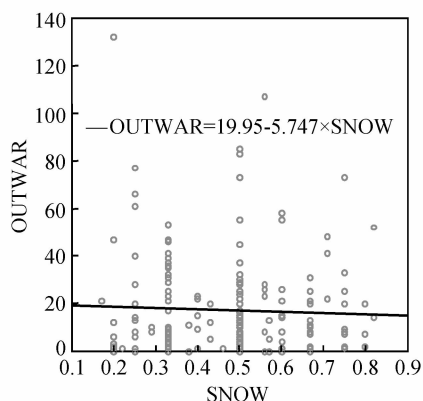
(b) 气温与外患散点图



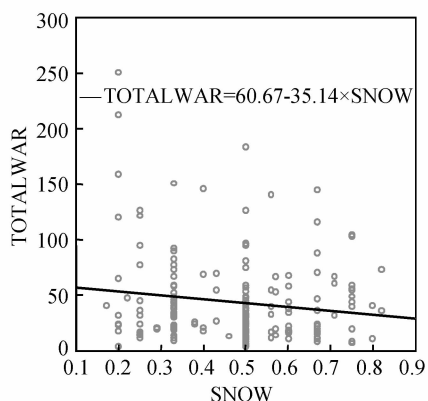
(c) 气温与总人祸次数散点图



(d) 降雪异常与内乱



(e) 降雪异常与外患



(f) 降雪异常与总的人祸次数

图4 气候异常变化与社会不稳定

(二) 气候变化对以内乱衡量的社会不稳定程度的影响

由于我们所用的社会不稳定变量是以内乱、外患和总的人祸次数等来衡量的，所以后面的回归要选取整数计数模型 (Integer Count Model) 而不是普通的 OLS 模型，原因是当被解释变量以某一事件的发生次数等作为衡量时，如果使用普通的 OLS 回归就会对结果造成偏差，相反采用整数计数模型，就可以通过泊松分布正确地刻画这种没有时间记忆的随机数据的回归分析。¹⁵

表 5 给出了我们同时控制米价、人口、水灾、旱灾之后，气候变化对以内乱衡量的社会不稳定的影响情况。由于我们所选取的两个控制变量米价和人口之间的相关系数 (0.88) 较高，所以模型 1、2、3 采取了分别纳入、同时纳入这两个变量且气候变化各变量无滞后情况下的回归结果。模型 4—8 采取了米价、人口同时纳入，而气候变化代理变量之一的温度存在一阶到五阶滞后情况下的回归结果。类似的是，模型 9—10 采取了米价和人口同时纳入，气候变化另一代理变量降雪异常滞后一阶到三阶情况下的回归结果。由这些模型之间的比较可以清楚地发现以下几点：

(1) 从气温异常对内乱的即期影响来看，无论我们是单独纳入米价、人口，还是同时控制米价和人口，抑或是同时纳入温度滞后、降雪异常滞后变量，气温异常对内乱的即期影响均在 1% 统计水平上显著为负，只是系数存在着一些差别。比如，在单独控制米价或者人口变量时 (模型 1 和模型 2)，气温异常的即期影响系数在 -0.80 到 -1.01 之间，可是当我们同时控制二者时，气温异常的即期影响系数显著增大为 -1.59；当我们考虑气温滞后 (模型 4—8) 和降雪异常滞后影响 (模型 9—11) 时，气温异常对内乱的影响系数介于 -0.95 和 -1.61 之间，且均在 1% 水平上显著。这说明，气温异常对以内乱衡量的社会不稳定具有非常稳健的负面影响，这意味着，在中国历史上，气温的升高对于农业经济社会的稳定而言是好事，相反，气温的降低则是促使农业社会不稳定的因素。

(2) 从气温异常对内乱的长期影响来看，我们考察了气温一阶到五阶滞后的情形，并将这些变量同时纳入到对内乱的解释当中，结果发现，气温滞后的累积影响逐步增大，在第四期达到最大，系数为 -2.01，第五期后开始缩小，且均在 1% 水平上显著。这说明，气温异常对内乱的影响在气温变化后的 10—50 年时间内仍可能持续，这与人们惯常所持的“冰冻三尺，非一日之寒”的有关气候变化的观点基本上是一致的。

¹⁵ 多谢上海对外贸易学院副教授孙楚仁博士对这一点的友情提示。

表 5 气候变化对内乱程度的短期和长期影响

被解释变量	INTERWAR(MI./QML-Poisson Count)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
模型												
滞后程度		无滞后										
常数项	3.47*** (24.03)	4.81*** (9.02)	5.69*** (8.24)	5.43*** (7.67)	5.12*** (7.06)	5.28*** (7.08)	4.63*** (6.10)	4.62*** (6.10)	0.52 (0.64)	0.80 (0.94)	1.14 (1.26)	
TEMP	-1.01*** (-16.12)	-0.80*** (-12.12)	-1.59*** (-16.82)	-1.28*** (-5.94)	-1.30*** (-6.02)	-1.45*** (-6.41)	-1.61*** (-6.80)	-1.60*** (-6.80)	-0.95*** (-8.72)	-1.07*** (-8.89)	-1.17*** (-9.11)	
SNOW	-1.28*** (-9.15)	-1.19*** (-6.96)	-1.13*** (-5.65)	-1.14*** (-5.65)	-1.33*** (-6.28)	-1.22*** (-5.16)	-1.29*** (-5.22)	-1.30*** (-5.25)	-0.55** (-2.55)	-0.33 (-1.43)	-0.19 (-0.81)	
DRGT	-0.01*** (-7.76)	-0.01*** (-7.30)	-0.02*** (-8.35)	-0.02*** (-8.40)	-0.02*** (-8.93)	-0.02*** (-8.38)	-0.03*** (-9.01)	-0.03*** (-9.06)	-0.01*** (-3.11)	-0.01*** (-3.34)	-0.008** (-2.12)	
FLD	0.02*** (7.96)	0.02*** (7.83)	0.02*** (5.98)	0.02*** (6.16)	0.02*** (6.35)	0.02*** (6.02)	0.02*** (5.81)	0.02*** (5.86)	0.007** (2.02)	0.007* (1.82)	0.007** (1.97)	
LRI CEP	-0.001 (-0.03)		0.11* (1.81)	0.10* (1.69)	0.10* (1.69)	0.18*** (2.80)	0.20*** (2.82)	0.20*** (2.86)	-0.30*** (-3.79)	-0.22*** (-2.58)	-0.16* (-1.79)	
LPOP		-0.09*** (-2.91)	-0.16*** (-3.91)	-0.15*** (-3.44)	-0.12*** (-2.76)	-0.15*** (-3.33)	-0.11** (-2.47)	-0.11** (-2.47)	0.17*** (3.39)	0.15*** (2.76)	0.09* (1.70)	
Adj R ²	0.17	0.17	0.45	0.45	0.45	0.46	0.57	0.56	0.17	0.18	0.21	
调整观察	81	90	63	63	63	62	61	61	62	60	58	
温度的累	-1.01*** (-16.12)	-0.80*** (-12.12)	-1.59*** (-16.82)	-1.62*** (-16.82)	-1.68*** (-17.16)	-1.83*** (-16.95)	-2.01*** (-17.79)	-2.00*** (-17.60)				
积雪的影响												
降雪的影响	-1.28*** (-9.15)	-1.19*** (-6.96)	-1.13*** (-5.65)						-0.20 (-0.68)	-0.36 (-0.99)	0.17 (0.43)	

注:在模型 4 中,温度一阶滞后后纳入模型,模型 5 中,温度一阶滞后后,二阶滞后后纳入模型,对模型 6-11 以此类推。

(3) 从降雪异常变量对内乱的影响来看, 情形几乎是类似的。短期内, 无论我们单独纳入米价、人口还是同时纳入二者, 降雪异常对内乱的影响均显著为负, 系数在 -1.13 到 -1.28 之间(模型1、2、3); 在同时考虑气温的各阶滞后影响下, 降雪异常的即期影响仍然非常稳健, 系数在 -1.14 到 -1.33 之间(模型4—8)。这说明短期内降雪异常对当期的内乱程度有着显著的负面影响, 意味着降雪异常增加, 当期国内发生内乱的可能性就减少, 反之就增加; 在考虑降雪异常滞后变量也就是降雪异常的长期影响后, 降雪异常的即期影响时而不显著, 但符号仍然为负(模型9—11), 这再次印证了前面的说法。

(4) 从降雪异常的长期累积效应来看, 滞后一阶、二阶和三阶的累积影响均为负, 但均不显著, 这说明, 降雪异常对内乱的影响在很大程度上是短期的, 在长期内, 这种影响则不显著。

图5清楚地表明了, 气温滞后和降雪滞后的累积影响, 从图中可以清楚地看出, 气温对内乱的长期影响在10—50年内存在, 而降雪对内乱的影响只见于短期, 在长期会很快消失。

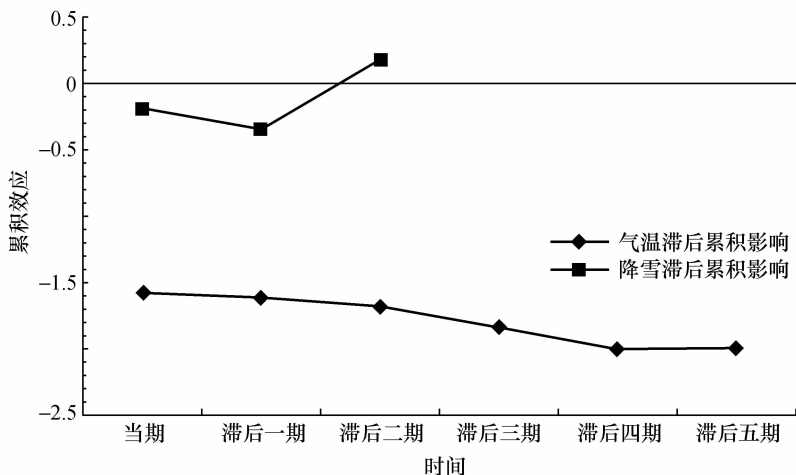


图5 气候滞后和降雪滞后对内乱的累积影响分布图

(三) 气候变化对以外患衡量的社会不稳定的影响

对以外患衡量的社会不稳定而言, 表6给出了气候变化相关代理变量、控制变量以及气温和降雪滞后变量滞后的回归结果。类似的是, 模型12—14为没有任何滞后项, 而只考虑米价、人口以及二者同时纳入的回归结果。模型15—19考察了气温滞后变量的影响, 模型20—22考察了降雪滞后变量的影响。从表6可见, 尽管绝大多数结果与内乱的情形类似, 但仍然存在以下不同之处:

(1) 从气温对外患的短期影响看, 在没有加入气温滞后变量(模型12、13和14)和仅仅加入降雪滞后变量时(模型20、21、22), 气温对外患的影响

表 6 气候变化对外患程度的短期和长期影响

		OUTWAR(MI/QML-Poisson Count)										
解释变量	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
模型												
滞后程度		无滞后		温度一阶	温度二阶	温度三阶	温度四阶	温度五阶	降雪一阶	降雪二阶	降雪三阶	
常数项	3.18*** (19.35)	0.29*** (8.07)	11.31*** (9.50)	10.74*** (9.20)	10.61*** (9.08)	10.73*** (9.10)	9.66*** (8.16)	9.58*** (8.09)	11.97*** (9.54)	11.59*** (8.69)	11.18*** (8.14)	
TEMP	-0.82*** (-10.76)	-0.59*** (-7.93)	-0.89*** (-7.80)	-0.15 (-0.73)	-0.12 (-0.55)	0.29 (1.30)	0.30 (1.35)	0.27 (1.20)	-0.91*** (-7.41)	-0.81*** (-6.34)	-0.75*** (-5.75)	
SNOW	-0.29** (-1.94)	1.55*** (7.64)	2.16*** (8.33)	1.89*** (7.23)	1.98*** (7.38)	1.61*** (5.68)	1.66*** (5.56)	1.65*** (5.50)	2.10*** (8.06)	1.38*** (5.14)	1.23*** (4.42)	
DRGT	-0.03*** (-8.96)	-0.02*** (-5.61)	-0.03*** (-8.21)	-0.03*** (-8.70)	-0.03*** (-7.68)	-0.03*** (-8.16)	-0.03*** (-7.13)	-0.03*** (-7.14)	-0.03*** (-7.84)	-0.02*** (-5.58)	-0.02*** (-5.39)	
FLD	-0.04*** (-12.49)	-0.01*** (-3.91)	-0.01*** (-3.33)	-0.01*** (-3.02)	-0.01*** (-3.27)	-0.01*** (-2.92)	-0.02*** (-4.12)	-0.01*** (-4.03)	-0.01*** (-2.93)	-0.01*** (-3.44)	-0.01*** (-3.66)	
LRICEP	0.29*** (8.07)		-0.11 (-1.60)	-0.09 (-1.35)	-0.11 (-1.57)	-0.16** (-2.15)	-0.21*** (-2.73)	-0.20*** (-2.63)	-0.10 (-1.44)	-0.13** (-1.77)	-0.20*** (-2.57)	
LPOP		-0.18*** (-4.63)	-0.49*** (-6.82)	-0.45*** (-6.41)	-0.44*** (-6.31)	-0.43*** (-5.98)	-0.36*** (-4.89)	-0.36*** (-4.85)	-0.54*** (-7.07)	-0.56*** (-6.97)	-0.51*** (-6.04)	
Adj R ²	0.26	0.08	0.25	0.25	0.26	0.30	0.26	0.25	0.23	0.31	0.29	
调整观察	81	90	63	63	63	62	61	61	62	60	58	
温度累积影响	-0.82*** (-10.76)	-0.59*** (-7.93)	-0.89*** (-7.80)	-0.99*** (-8.51)	-0.94*** (-7.82)	-0.96*** (-7.77)	-0.83*** (-6.50)	-0.83*** (-6.53)				
降雪累积影响	-0.29** (-1.94)	1.55*** (7.64)	2.16*** (8.33)						2.36*** (6.49)	3.82*** (9.44)	3.32*** (7.91)	

注:在模型 15 中,温度一阶滞后纳入模型,模型 16 中,温度一阶滞后、二阶滞后纳入模型,对模型 17-22 以此类推。

仍然显著为负，这是与内乱情形类似的地方，但是当我们同时加入气温的滞后项以后（模型15—19），气温的即期影响变得不再显著。这说明，气温异常对外患的即期影响没有对内乱的影响那么稳健，其中气温滞后变量会对此短期影响产生一定作用。

(2) 从气温滞后的累积效应来看，气温对外患的影响主要是中短期，气温滞后一期的累积效应达到最大，为-0.99，二期缩小，三期有所增大，之后逐步减退，且均在1%统计水平上显著。这说明，相对于内乱而言，气温变量对外患的长期影响有所波动，在滞后一期和滞后三期之间摇摆，此后持续衰退。

(3) 从降雪异常的即期影响来看，情形是类似的，即无论我们是控制米价、人口还是同时控制它们，抑或是同时控制气温滞后、降雪滞后项，降雪异常对外患的即期影响都相当稳健，结果显著为正，这说明，在短期看，降雪异常是促使外患增加的重要因素，这颇为符合本文的理论假说，冬季的降雪异常会在更大程度上影响到位于北方的游牧民族，因而就成为迫使他们向南进行迁移和掠夺的重要气候诱因。

(4) 从长期影响看，降雪异常对外患的滞后二期累积影响达到最大，系数为3.82，且在1%统计水平上显著，此后衰退。此外，降雪异常的即期和滞后一阶、二阶项的符号均为正，而只是在滞后三阶时，符号才变负，这说明，降雪异常是影响外患发生与否的重要外生因素，并且这一影响会在降雪异常发生后的二三十年内继续存在。

图6清楚地显示了这一点，降雪异常的滞后累积影响是正向的，在滞后二期达到最大，之后衰减，而气温异常滞后的累积影响在10—50年内持续存在。

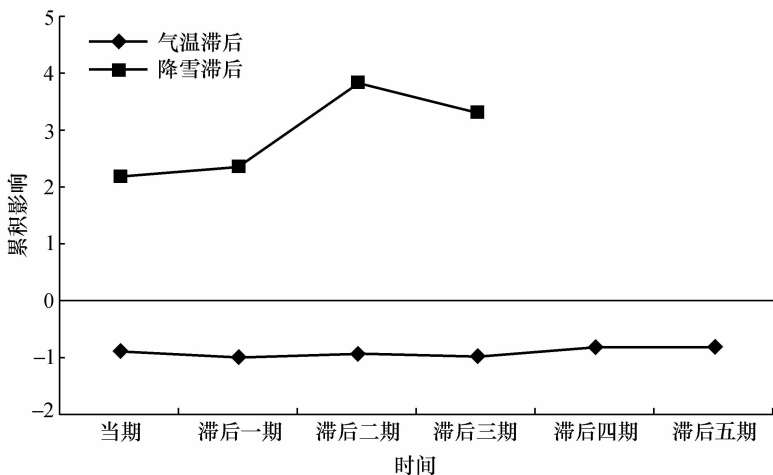


图6 气温滞后和降雪滞后对外患的累积影响

(四) 气候变化对以总的人祸次数衡量的社会不稳定的影响

表7给出了类似于表5和表6的分析，从中可以发现基本类似的结果：

表7 气候变化对总的人祸次数的短期和长期影响

		INTERWAR(QML/QML-Poisson Count)												
被解释变量		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
模型														
滞后程度			无滞后		温度一阶	温度二阶	温度三阶	温度四阶	温度五阶	降雪一阶	降雪二阶	降雪三阶	降雪四阶	
常数项	3.98*** (40.14)	6.38*** (16.52)	9.13*** (18.10)	8.72*** (17.17)	8.66*** (16.96)	9.00*** (17.17)	8.97*** (16.99)	8.89*** (16.91)	8.89*** (16.91)	6.45*** (11.63)	6.21*** (10.76)	6.28*** (10.46)	5.80*** (9.28)	
TEMP	-0.71*** (-16.19)	-0.58*** (-12.70)	-1.09*** (-17.23)	-0.49*** (-3.61)	-0.51*** (-3.73)	-0.43*** (-3.04)	-0.42*** (-2.98)	-0.44*** (-3.14)	-0.44*** (-3.14)	-0.76*** (-10.73)	-0.74*** (-9.99)	-0.75*** (-9.69)	-0.70*** (-8.80)	
SNOW	-0.86*** (-9.23)	0.17 (1.42)	0.20 (1.44)	0.16 (1.11)	0.10 (0.69)	-0.03 (-0.21)	-0.06 (-0.37)	-0.07 (-0.45)	-0.07 (-0.45)	0.51*** (3.39)	0.44*** (2.80)	0.43*** (2.69)	0.56*** (3.47)	
DRGT	-0.01*** (-8.78)	-0.01*** (-6.33)	-0.02*** (-9.81)	-0.02*** (-10.76)	-0.02*** (-10.76)	-0.02*** (-11.21)	-0.02*** (-11.36)	-0.02*** (-11.51)	-0.02*** (-11.51)	-0.01*** (-6.28)	-0.01*** (-4.89)	-0.00*** (-4.01)	-0.01*** (-5.82)	
FLD	-0.007*** (-4.05)	0.008*** (3.71)	0.003 (1.50)	0.005** (2.24)	0.006** (2.41)	0.006** (2.43)	0.006** (2.56)	0.006** (2.88)	0.007*** (2.88)	-0.003 (-1.15)	-0.003 (-1.26)	-0.00 (-1.45)	-0.001 (-0.39)	
LRICEP	0.18*** (7.52)	0.16*** (4.08)	0.16*** (4.08)	0.16*** (4.08)	0.17*** (4.16)	0.19*** (4.66)	0.20*** (4.56)	0.20*** (4.68)	0.20*** (4.68)	-0.005 (-0.12)	-0.006 (-0.12)	-0.001 (-0.02)	-0.05 (-1.09)	
LPOP	-0.16*** (-7.22)	-0.34*** (-10.89)	-0.31*** (-10.89)	-0.31*** (-10.03)	-0.31*** (-9.77)	-0.33*** (-10.07)	-0.32*** (-9.77)	-0.32*** (-9.71)	-0.32*** (-9.71)	-0.17*** (-4.83)	-0.17*** (-4.90)	-0.18*** (-4.93)	-0.14*** (-3.68)	
Adj R ²	0.13	0.06	0.29	0.31	0.30	0.30	0.30	0.31	0.31	0.20	0.20	0.19	0.20	
调整观察	81	90	63	63	63	62	61	61	61	62	60	58	57	
温度累积影响	-0.71*** (-16.19)	-0.58*** (-12.70)	-1.09*** (-17.23)	-1.15*** (-17.91)	-1.18*** (-17.95)	-1.27*** (-18.36)	-1.29*** (-18.38)	-1.29*** (-18.38)	-1.28*** (-18.23)					
降雪累积影响	0.17 (1.42)	0.20 (1.44)	0.20 (1.44)	0.68*** (3.35)	1.31*** (5.036)	1.44*** (5.46)	1.44*** (5.46)	1.44*** (5.46)	1.44*** (5.46)	1.29*** (4.71)	1.29*** (4.71)	1.29*** (4.71)	1.29*** (4.71)	

注:在模型26中,温度一阶滞后后纳入模型,模型27中,温度一阶滞后后、二阶滞后后纳入模型,对模型28-34以此类推。

(1) 气温异常对以总的人祸次数衡量的社会不稳定具有显著为负的即期影响，并且这一结果非常稳健，不会因为是否加入气温、降雪滞后变量以及是否同时纳入米价和人口而发生大的变化，这一点充分地表现在模型23—34当中。

(2) 从气温对总的人祸次数的长期影响看，气温的滞后累积影响在滞后四期达到最大，为-1.29，之前影响显著提升，之后影响显著递减（模型26—30），说明气温对总的人祸次数的影响绝不仅仅是短期内的，而是影响农业经济社会长期稳定程度的重要因素。

(3) 在控制米价、人口以及同时控制二者时（模型23—25），降雪异常的即期变量只有在米价纳入的情形下显著为正。在考虑降雪滞后变量后（模型31—34），降雪异常的即期影响仍然显著为正，但在控制人口和同时控制米价、人口时（模型24、25），降雪异常的即期影响不显著。这说明，降雪异常对外患的短期影响会随着国内人口的多寡而不同。这意味着，降雪异常会成为促使外患增加的原因，但国内人口的多寡却很可能会成为外患增加与否的震慑力量。这非常符合我国很多朝代的历史事实，比如，我国历史上人口较多的朝代通常处于社会稳定、生产有序、国力强盛的时期，人口较少的朝代通常处于兵荒马乱、生产荒废、国力衰败之时，因而，人口很可能就成为震慑外敌入侵的重要因素。

图7清楚地显示了气温滞后和降雪滞后对于外患的累积影响情况。从中可见，气温滞后的负面影响在第四期达到最大，之后开始衰退。而降雪异常的累积影响在滞后三期达到最大，这再次证明了气候变化对于社会不稳定的长期动态影响。

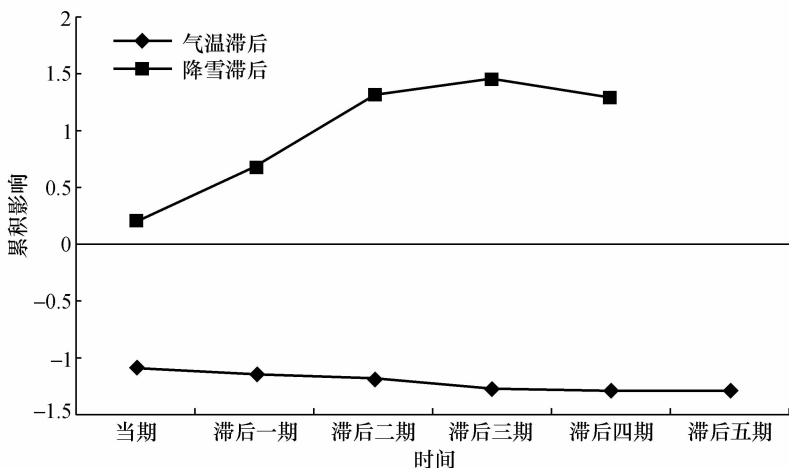


图7 气温异常滞后与降雪异常滞后对总人祸次数的累积影响

(五) 其他控制变量的影响

控制变量的主要目的是考察在控制影响古代农业社会不稳定的诸多因素后,气候变化是否仍然具有稳健的影响力。上述(二)、(三)、(四)部分的内容其实已经证明了这一点,因为上述所有的回归是已经控制了影响农业社会不稳定的其他因素之后的结果。于是,一个自然的问题就是,相对于气候变化而言,这些因素的相对重要性到底有多大?

要回答这一点,其实非常简单,因为在上述表5至表7绝大多数模型中,气候变化的系数的绝对值在绝大多数情形下都大于自然灾害、人口和米价的系数,这就表明,对于古代的农业经济体而言,气候变化恐怕是影响社会不稳定的更深层次因素,其余因素固然重要,但它们相对于气候变化的重要性而言还是小了许多。

比如,就旱灾而言,人们通常认为,它会不利于社会稳定,但我们的研究却发现,它对内乱、外患以及总的人祸次数等均具有显著的负面影响,系数均在一0.01到-0.03之间。我们认为,造成这种现象的原因是,中国历史上的旱灾在一定程度上恐怕是天气或气候原因造成的,所以,当我们在模型中纳入气温和降雪异常等气候变化因素后,旱灾对社会不稳定的正向影响就被削弱了。事实上,如果我们仅仅运用气温异常和降雪异常对旱灾进行一个简单的回归就会发现,二者的解释率可达6%,并且二者均在1%或者5%的水平上显著,这就充分地证明了我们的说法。

水灾对社会稳定的负面作用虽然比较明显,比较符合人们传统上对自然灾害负面影响的一般认识,比如水灾对内乱的影响在所有模型中均显著为正,这意味着,国内水灾的发生造成了对农业生产和老百姓生活的负面影响,因而会成为国内发生叛乱的诱因,但其影响系数远小于气候变化的影响系数。对外患而言,虽然水灾有着显著的负面影响,这说明,国内水灾的发生会成为阻碍外患发生或外敌入侵的因素,这也比较符合我国历史上江河自西向东的流向以及历史上水灾的发生常常会阻断北方游牧民族从北向南入侵的历史事实,但同样,其影响系数的绝对值总体上非常小,其对社会不稳定的影响远小于气候变化本身。

人口变量对社会稳定的作用总体上是正面的。对外患和总的人祸次数而言(表6和表7),无论我们是否考察气温滞后、降雪滞后等气候长期影响,其系数均显著为负。对内乱而言(表5),在纳入气温滞后变量后,结果仍然是稳健的,符号显著为负,但是纳入降雪滞后变量后,人口对内乱的影响变成显著为正。这说明,中国历史上大的人口规模通常是国富民强的一个象征,也是阻碍外患发生的重要震慑力量,而不是像传统假说所设想的那样是构成社会不稳定的重要因素。但是这一说法也是有条件的,那就是,在风调雨顺的条件下,较多的人口当然是有利于生产发展和社会稳定的好事;但是,在

恶劣的气候条件下，中国历史上较多的人口也可能成为内乱发生的一个诱因。原因在于，我们文中所用的两个气候变化代理变量代表着完全不同的气候变化维度。对于前者而言，气温高于平均值的变化既可能意味着夏季的降水增加，也可能意味着冬季降雪的增加，因而，当我们控制气温异常这一变量时，它并没有影响到人口对社会稳定的正面作用；但降雪异常增加则必然意味着冬季的降雪太少对北方农业生产的巨大负面冲击，这样，降雪的异常就会使一个大的人口规模成为影响导致国内社会不稳定的重要原因。

米价对社会不稳定的作用相对复杂，与是否纳入人口（米价上升与否的需求因素）和气候变量（米价上升与否的供给条件）相关。

在不考虑人口因素时，米价对内乱的影响不显著（模型1），当考虑人口因素时（模型3），它的影响显著为正，并且这一结果在考虑气温滞后变量时（模型4—8）也是比较稳健的，但在同时控制降雪异常滞后对内乱的影响时（模型9—11），米价对内乱的正面影响变为显著的负面影响，这充分地显示了人口这一米价上升与否的需求力量和气候变化这一米价上升与否的供给条件的综合作用：一方面，人口是粮食的需求方，当人口规模较大时，对粮食的需求就会增加，因而米价的上升就成为促使内乱发生的因素；另一方面，气温、降雪等气候条件很可能是影响米价高低的重要供给条件，当气候变化对农业生产不利时，比如降雪异常通常会造造成对北方越冬作物比如小麦的很大负面影响，因而当我们加入降雪异常等滞后变量后（模型9—10），米价的正面影响变为显著的负面影响。

值得注意的是，我们所使用的两个气候变化的代理变量具有完全不同的含义，即气温异常高既可能意味着降雨的同时增加，也可能意味着降雨异常少，因而气温异常对米价的影响可能是中性的，所以在考虑气温滞后变量后，并没有影响到米价对社会不稳定的正面影响。但降雪异常，无论是异常多还是异常少，都必定意味着对越冬作物生长过程的打击，于是，当我们同时考虑其滞后影响时，米价对社会不稳定的影响变为完全相反。

对外患而言，在不考虑人口的影响时，米价对外患的影响显著为正（模型12），但是当我们考虑人口影响后，米价对外患的正面影响变为负面影响，时而显著，时而不显著（模型14—22），这说明，米价上升对外患的影响并不稳健，在很大程度上受到国内人口多寡的影响，这主要是因为，对外患而言，人口在很大程度上是阻碍外敌入侵的重要震慑力量，因为我国人口越多，外敌入侵遇到的阻力就会越大，于是当我们不考虑人口的影响时，米价就会促使外患发生，但在考虑人口因素时，米价并不一定是外患产生的因素。

对总的人祸次数而言，是否加入人口和气温异常滞后变量并没有影响到米价对社会不稳定的负面影响，但是加入降雪异常则影响了米价对社会不稳定的作用，这与前面针对内乱部分的分析结果是类似的，也就是说，米价对社会不稳定的影响依赖于人口这一需求条件和气候变化这一供给条件。

(六) 稳健性检验

上述表5至表7所给出的绝大多数回归,基本上都同时考察了米价和人口同时发挥作用情形下,气温、降雪对社会不稳定的即期和长期影响问题。然而,正如上面针对相关控制变量部分的分析所表明的那样,米价上升是否影响社会不稳定,在很大程度上,不仅依赖于气候这一供给条件,而且还依赖于人口多寡这一需求条件。另外,前面米价和人口之间高达0.88的相关系数也表明,同时将人口和米价纳入社会不稳定的回归方程中,可能存在着一一定的回归偏差。为此,我们还特别剔除掉人口因素,并重新考察以上结果的稳健性。表8至表10分别是剔除了人口因素以后,其余滞后形式均未发生变化的回归结果。由这些表格可见:

(1) 气温异常对内乱、外患和总的人祸次数衡量的社会不稳定的即期影响完全类似,均显著为负,其长期累计影响也将在气温变化后的20—50年内存在;降雪异常对内乱、外患和总的人祸次数的即期影响也基本类似,其长期影响将持续10—20年。

(2) 在其他控制变量中,旱灾对内乱、外患和总的人祸次数的影响均在1%水平上显著为负,与同时纳入人口时的表5至表7中的情形完全类似;水灾对内乱的影响显著为正,对外患的影响显著为负,与没有纳入人口变量时的情形完全相同。对总的人祸次数的影响显著为负,与没有纳入人口时的情形(表7)稍有差别。

(3) 差别较大的情形出现在米价上,没有纳入人口变量时,米价对内乱的影响因为是否纳入气温滞后、降雪滞后而不同,时而显著,时而不显著(表8)。对外患和总的人祸次数而言,米价的影响全部显著为正(表9和表10);这说明,在不考虑人口时,米价在大多数情形下不利于社会稳定,是促使社会不稳定的因素。但在考虑人口以后,米价的影响并不系统地显著为正或者为负(表5至表7),这充分说明了我们前面的基本判断,也就是人口是否加入到回归方程中,在很大程度上只是影响与之密切相关的米价对社会不稳定的显著性,而并不影响气候变化与社会不稳定之间的关系。

综合起来看,即使我们放弃了对社会不稳定具有重要影响的一个控制变量——人口,我们仍然发现,气候变化包括气温与降雪对社会不稳定的影响,并没有受到系统的影响,而是否纳入人口只会影响相关控制变量内部的结构变化以及相关的显著性,而不会对气温、降雪等显著性和符号造成影响。这充分地证明了本文实证分析部分所得到的结论,即无论从长期还是短期看,以气温和降雪为代理变量的气候变化都是影响农业经济社会不稳定的重要因素,并且它们的影响将在10—50年内存在。

表8 没有人口影响时的气候变化对内乱的短期和长期影响

模型	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
滞后程度	无滞后	温度一阶	温度二阶	温度三阶	温度四阶	温度五阶	温度六阶	降雪一阶	降雪二阶	降雪三阶
带数项	3.47** (24.03)	3.43*** (23.60)	3.34*** (22.05)	3.13*** (19.28)	3.16*** (18.58)	3.16*** (18.50)	3.11*** (17.61)	3.28*** (20.22)	3.40*** (19.41)	2.99*** (15.63)
TEMP	-1.01*** (-16.12)	-1.92*** (-13.24)	-1.89*** (-13.00)	-1.94*** (-13.07)	-2.24*** (-14.10)	-2.24*** (-13.89)	-2.48*** (-15.47)	-1.06*** (-15.05)	-1.21*** (-16.51)	-1.10*** (-14.78)
SNOW	-1.28*** (-9.15)	-1.20*** (-8.72)	-1.66*** (-11.44)	-1.70*** (-11.11)	-1.87*** (-11.97)	-1.87*** (-11.83)	-1.70*** (-10.63)	-1.25*** (-7.87)	-1.28*** (-7.80)	-1.24*** (-7.29)
DRGT	-0.01*** (-7.76)	-0.01*** (-4.24)	-0.01*** (-7.17)	-0.01*** (-6.48)	-0.02*** (-8.31)	-0.02*** (-8.23)	-0.02*** (-7.43)	-0.01*** (-7.27)	-0.02*** (-7.23)	-0.01*** (-3.82)
FLD	0.02*** (7.96)	0.01*** (6.06)	0.02*** (7.52)	0.01*** (5.83)	0.01*** (6.18)	0.01*** (5.78)	0.02*** (6.52)	0.01*** (5.31)	0.01*** (4.27)	0.01*** (3.81)
LRICEP	-0.001 (-0.03)	-0.02 (-0.54)	0.06 (1.61)	0.13*** (3.27)	0.16*** (3.91)	0.16*** (3.88)	0.12*** (2.91)	0.06 (1.63)	0.15*** (3.82)	0.09** (2.05)
Adj R ²	0.17	0.17	0.27	0.29	0.36	0.35	0.41	0.07	0.13	0.14
调整观察	81	81	79	77	75	74	72	78	75	72
温度的累 积影响	-1.01*** (-16.12)	-0.90*** (-14.24)	-1.21*** (-17.42)	-1.33*** (-17.45)	-1.56*** (-19.14)	-1.57*** (-17.92)	-1.39*** (-15.10)			
降雪的累 积影响	-1.28*** (-9.15)							-1.27*** (-6.47)	-2.10*** (-8.90)	-1.16*** (-4.24)

注：在模型36中，温度一阶滞后后纳入模型，模型37中，温度一阶滞后后、二阶滞后后纳入模型，对模型38—44以此类推。

表 9 没有纳入人口变量时气候变化对外患的短期和长期影响

模型	45	46	47	48	49	50	51	52	53
滞后程度	无滞后	温度一阶	温度二阶	温度三阶	温度四阶	温度五阶	降雪一阶	降雪二阶	降雪三阶
带数项	3.18*** (19.35)	3.16*** (19.10)	3.17*** (19.10)	3.33*** (19.64)	3.52*** (19.82)	3.75*** (20.56)	3.27*** (18.50)	2.98*** (15.45)	3.09*** (14.59)
TEMP	-0.82*** (-10.76)	-1.03*** (-6.37)	-1.02*** (-6.17)	-0.86*** (-4.98)	-0.75*** (-4.32)	-0.68*** (-4.00)	-0.87*** (-11.02)	-0.86*** (-10.67)	-0.84*** (-10.15)
SNOW	-0.29** (-1.94)	-0.22 (-1.45)	-0.25 (-1.59)	-0.41** (-2.57)	-0.51*** (-3.09)	-0.54*** (-3.21)	-0.28* (-1.79)	-0.50*** (-3.09)	-0.62*** (-3.82)
DRGT	-0.03*** (-8.96)	-0.03*** (-8.75)	-0.03*** (-8.68)	-0.03*** (-9.01)	-0.03*** (-8.16)	-0.03*** (-7.67)	-0.03*** (-9.08)	-0.02*** (-7.54)	-0.02*** (-6.38)
FLD	-0.04*** (-12.49)	-0.04*** (-12.63)	-0.04*** (-12.93)	-0.04*** (-12.50)	-0.04*** (-13.52)	-0.05*** (-12.70)	-0.04*** (-12.18)	-0.04*** (-12.76)	-0.04*** (-13.47)
LRICEP	0.29*** (8.07)	0.29*** (7.98)	0.30*** (8.01)	0.28*** (7.52)	0.25*** (6.53)	0.17*** (4.39)	0.30*** (8.07)	0.26*** (6.98)	0.22*** (5.64)
Adj R ²	0.26	0.25	0.25	0.25	0.23	0.28	0.25	0.23	0.24
调整观察	81	81	79	77	75	74	78	75	72
温度的累积影响	-0.82*** (-10.76)	-0.87*** (-11.02)	-0.86*** (-10.67)	-0.84*** (-10.15)	-0.84*** (-9.98)	-0.83*** (-9.53)			
降雪的累积影响							-0.43** (-2.19)	0.25 (1.03)	0.32 (1.13)

注:在模型 46 中,温度一阶滞后后纳入模型,模型 47 中,温度一阶滞后后、二阶滞后后纳入模型,对模型 48—53 以此类推。

表10 没有纳入人口变量时的气候变化对总的人祸次数的短期和长期影响

模型	54	55	56	57	58	59	60	61	62
滞后程度	无滞后	温度一阶	温度二阶	温度三阶	温度四阶	温度五阶	降雪一阶	降雪二阶	降雪三阶
带数项	3.98*** (40.14)	3.96*** (39.79)	3.92*** (38.55)	3.91*** (36.70)	3.98*** (35.83)	4.04*** (36.17)	3.90*** (35.48)	3.89*** (32.49)	3.72*** (28.56)
TEMP	-0.71*** (-16.19)	-1.13*** (-11.55)	-1.11*** (-11.30)	-1.05*** (-10.43)	-1.07*** (-10.40)	-1.01*** (-9.77)	-0.75*** (-15.76)	-0.82*** (-16.80)	-0.76*** (-15.01)
SNOW	-0.86*** (-9.23)	-0.79*** (-8.44)	-1.02*** (-10.62)	-1.14*** (-11.57)	-1.33*** (-13.15)	-1.35*** (-13.36)	-0.77*** (-7.47)	-0.87*** (-8.24)	-0.92*** (-8.66)
DRGT	-0.01*** (-8.78)	-0.01*** (-6.91)	-0.01*** (-8.62)	-0.01*** (-8.53)	-0.01*** (-9.70)	-0.01*** (-9.88)	-0.01*** (-8.73)	-0.01*** (-7.67)	-0.01*** (-5.16)
FLD	-0.007*** (-4.05)	-0.009*** (-4.90)	-0.008*** (-4.17)	-0.01*** (-5.21)	-0.01*** (-4.91)	-0.008*** (-3.85)	-0.01*** (-6.02)	-0.01*** (-7.34)	-0.01*** (-7.85)
LRICEP	0.18*** (7.52)	0.17*** (7.12)	0.21*** (8.78)	0.24*** (9.70)	0.26*** (10.06)	0.24*** (9.02)	0.21*** (8.71)	0.24*** (9.49)	0.20*** (7.67)
Adj R ²	0.13	0.13	0.17	0.17	0.20	0.22	0.16	0.17	0.19
调整观察	81	81	79	77	75	74	78	75	72
温度累积影响	-0.71*** (-16.19)	-0.75*** (-15.76)	-0.82*** (-16.80)	-0.76*** (-15.01)	-0.74*** (-14.38)	-0.73*** (-13.69)			
降雪累积影响							-0.83*** (-6.50)	-0.97*** (-6.25)	-0.49*** (-2.76)

注:在模型55中,温度一阶滞后后纳入模型,模型56中,温度一阶滞后后、二阶滞后后纳入模型,对模型57-62以此类推。

六、结论及其政策启示

(一) 结论

总结起来看,尽管我们所获得的相关数据信息仍比较有限,但透过这些分析,还是获得了一些非常宝贵的有关中国历史气候变化对社会不稳定程度的有意义的结论:

(1) 气候变化的确是影响中国过去千年间社会不稳定程度的重要变量。研究发现,在短期内,气温的升高(降低)降低(提高)了以内乱、外患、总的人祸次数衡量的社会不稳定程度;在长期内,气温对社会不稳定的影响将持续10—50年。在短期内,降雪异常会成为减少内乱、增加外患的因素,虽然它对总的人祸次数的影响并不显著;在长期内,降雪异常对内乱的影响不显著,对外患的影响在滞后二期达到最大,对总的人祸次数而言,降雪异常的累积效应在滞后四期达到最大。这说明,以此二者衡量的气候变化的确是影响历史上社会不稳定的重要因素。

(2) 在控制气候变化对经济社会不稳定的影响之后,旱灾的作用是负面的,这说明,我们惯常所持的旱灾会增加自然灾害的说法,在控制气候变化因素以后,可能并不如此。水灾对社会不稳定程度的影响是复杂的,它增加了内乱频率,这基本上符合人们惯常所持的自然灾害增加社会不稳定的说法,但值得注意的是,它却在某种程度上阻碍了外患发生的可能。这说明,我们惯常所持的自然灾害增加社会不稳定的说法可能是非常笼统的,当我们用外患衡量社会不稳定时,情形可能恰恰是相反的。尽管如此,这个发现却非常符合中国历史上的黄河泛滥多次阻碍外敌入侵的历史事实。

(3) 以米价为代理变量的农业生产情况也是影响社会不稳定程度的一个重要因素。在考虑人口规模乃至气温滞后影响以后,米价上升仍然是促使国内动乱和总的人祸次数增加的因素,这基本上证明了中国历史上的一个朴实的道理,“民以食为天”,如果这一基本的条件得不到满足,一个国家的社会稳定就难以得到保证。但是,它对外患的影响却随着人口、气温滞后、降雪异常滞后项的加入而变得不显著,并且符号完全相反。这可能意味着,人口对经济发展的复杂作用机制可能通过多条途径发挥了作用:一方面,当我们考虑人口变量也就是对米价的需求因素,以及气候变化的长期影响这一可能对米价造成影响的供给因素后,米价成为内生变量;另一方面,人口还可能是震慑外患发生的重要力量,因而,米价对外患的影响并不显著。

(4) 人口对社会不稳定的作用与我们惯常所持的“马尔萨斯假说”存在着较大的偏差。从中国历史上看,一个较大的人口规模,往往是降低内乱、外患和总的人祸次数的因素。这和我国历史上人口较多的时期常常是国泰民安、

国富民强、政治安定的时期是对应的。这意味着，传统上所认为的较大的人口规模通常不利于社会稳定的说法，可能在一定程度上依赖于气候、降水等自然条件，当这些条件变得不利时，传统的说法才能够成立。

(5) 从总的情况看，气候变化对中国古代农业经济社会的变迁具有决定性作用的所谓“气候或者地理决定论”的观点没有得到可获经验证据的支持。我们所选择的回归模型对内乱的解释率在17%—57%，对外患的解释率在8%—31%，对总的人祸次数的解释率约在6%—31%。这说明，对于像中国这样长达两千多年的农业经济体而言，气候、地理、资源等自然条件的影响是一个不可忽视的解释变量。此外，本文有关气候变化影响农业生产、自然灾害，进而影响社会不稳定的理论假说还是得到了很大程度的验证。

(二) 对当今气候变暖的政策启示

尽管造成中国历史上的气候变化与当今全球性变暖的原因可能存在着较大不同，比如历史上的气候变化更多是一种自然性的气候循环，而如今的气候变化在很大程度上是工业革命后人类生产能力提升的负面作用等¹⁶，但通过这一分析所获得的政策启示却是清楚的：

(1) 气候变化对以农业为主的经济体和以工业为主的经济体之影响可能是非常不同的。在中国历史上，气温的升高在很大程度上有利于农业经济，反而却常常是气候的变冷对中国历史上的经济长期发展造成很大负面影响。从这一点看，在某种程度上，是否可以这样说，当今的气候变暖对以农业经济为主的国家是一件好事？如果是这样，那么，以工业化国家过去多年对地球环境影响的恶果来压制这些发展中国家的经济发展是否公正？

(2) 对中国而言，历史上更多的是气候变冷形成了对其经济、人口乃至社会发展的巨大负面影响，其背后的影响机制是复杂的、多途径的，而如今的气候变暖是否会对中国的经济和社会发展形成与历史上完全相反的影响？这仍需要进行更多的研究。

(3) 如果我们承认全球变暖对人类社会、生产和生活的不利影响，并实行低碳发展这样的政策动议，那作为“世界工厂”并以廉价资源、劳力供养了世界的中国是否有权利在出口贸易的基础上收取一定的“碳污染税”，因为这才可能是真正意义上的一种应对气候变暖的现实倡议，不知道中国实施这样的政策是否会得到国际社会的认同？

本文的不足之处是，由于我们无法获得有关降雨的足够时间序列数据，所以本文对与农业经济相关性较大的降雨变量与社会不稳定的关系未能进行

¹⁶ 参见赵红军，“公元11世纪后的气候变冷及其对北宋后经济发展的动态影响”，2010年第九届全国国际贸易学科协作组年会“低碳经济与国际贸易”专题入选论文，2010年10月，上海对外贸易学院。

详细分析;此外,本文也没有建构一个清晰的经济学理论模型。这些工作还需假以时日才能完成。

参考文献

- [1] 阿尔弗雷德·马歇尔,《经济学原理》(下卷),朱志泰译。北京:商务印书馆,1997年。
- [2] Adams, R., C. Rosenzweig, R. Peart, J. Ritchie, B. McCarl, J. Glycer, R. Curry, J. Jones, K. Boote, and L. Allen Jr, "Global Climate Change and US Agriculture", *Nature*, 1990, 345, 219—224.
- [3] 安东尼·吉登斯,《气候变化的政治》,曹荣湘译。北京:社会科学文献出版社,2009年。
- [4] 安格斯·麦迪森,《中国经济的长期表现》,伍晓鹰等译。上海:上海人民出版社,2008年。
- [5] Briffa, K., P. Jones, F. Schweingruber, and T. Osborn, "Influence of Volcanic Eruptions on Northern Hemisphere Summer Temperature over the Past 600 Years", *Nature*, 1998, 393, 450—455.
- [6] Boyanowsky, E., "Violence and Aggression in the Heat of Passion and in Cold Blood: The Ecs-TC Syndrome", *International Journal of Law and Psychiatry*, 1999, 22(3), 257—271.
- [7] 布莱恩·费根,《洪水、饥馑与帝王:厄尔尼诺与文明兴衰》,董更生译。杭州:浙江大学出版社,2009年。
- [8] Carlsmith, M., and C. Anderson, "Ambient Temperature and the Occurrence of Collective Violence: A New Analysis", *Journal of Personality and Social Psychology*, 1979, 37(3), 337—344.
- [9] 陈高儒,《中国历代天灾人祸表》。北京:北京图书馆出版社,2007年。
- [10] Chu, C. Y. Cyrus, and R. Lee, "Famine, Revolt and the Dynastic Cycle: Population Dynamics in Historic China", *Journal of Population Economics*, 1994, 7(4), 351—378.
- [11] Chu, G., Q. Sun, X. Wang, and J. Sun, "Snow Anomaly Events from Historical Documents in Eastern China during the Past Two Millennia and Implication for Low-frequency Variability of AO/NAO and PDO", *Geophysical Research Letters*, 2008, 35(14), L14806.
- [12] Curriero, F., K. Heiner, J. Samet, S. Zeger, L. Strug, and J. Patz. "Temperature and Mortality in 11 Cities of the Eastern United States", *American Journal of Epidemiology*, 2002, 155 (1), 80—87.
- [13] Dell, M., B. Jones, and B. Olken, "Climate Change and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century", NBER Working Paper, No. 14132, 2008.
- [14] Deschenes, O., and E. Moretti, "Extreme Weather Events, Mortality, and Migration", NBER Working Paper, No. 13227, 2007.
- [15] Deschenes, O., and M. Greenstone, "The Economic Impacts of Climate Change: Evidence from Agricultural Output and Random Fluctuations in Weather", *American Economic Review*, 2007, 97 (1), 354—385.
- [16] Elvin, M., *The Pattern of Chinese Past*. London: Methon, 1973.
- [17] Fang, J., and G. Liu, "Relationship between Climatic Change and the Nomadic Southward Migration in Eastern Asia during Historic Times", *Climate Change*, 1992, 22(2), 151—168.
- [18] Field, S., "The Effect of Temperature on Crime", *British Journal of Criminology*, 1992, 32(3), 340—351.
- [19] 葛全胜、郑景云、满志敏、方修琦、张丕远,“过去2000年中国东部冬半年温度变化序列重建及初步分析”,《地学前缘》,2002年第1期,第169—182页。

- [20] Gottinger, H., "A Simple Endogenous Model of Economic Activity and Climate Change", *Metroeconomica*, 1998, 49(2), 139—168.
- [21] Guiteras, R., "The Impact of Climate Change on Indian Agriculture", Mimeo, Department of Economics, MIT, 2007.
- [22] Hinsch, B., "Climate Change and History in China", *Journal of Asia History*, 1998, 22(2), 131—159.
- [23] 侯家驹,《中国经济史》。北京:新星出版社,2008年。
- [24] 胡焕庸、张善余,《中国人口地理》(上册)。上海:华东师范大学出版社,1983年。
- [25] 黄宗智,《华北的小农经济与社会变迁》。北京:中华书局,2000年。
- [26] Intergovernmental Panel on Climate Change, "IPCC Fourth Assessment Report, Working Groups I, II, and III", 2007 (<http://www.ipcc.ch/>).
- [27] Jacob, B., L. Lefgren, and E. Moretti. "The Dynamics of Criminal Behavior: Evidence from Weather Shocks", *Journal of Human Resources*, 2007, 42(3), 489—527.
- [28] 李根蟠,“中国小农经济的起源及其早期形态”,《中国经济史研究》,1998年第1期,第69—86页。
- [29] Liu, G., "Wrestling for Power: the State and Economy in Later Imperial China, 1000—1770", Ph.D Dissertation, East Language and Culture Department, Harvard University, 2005.
- [30] Madison, A., *The World Economy: Historical Statistics*. Paris: OECD, 2003.
- [31] 满志敏,《中国历史时期气候变化研究》。济南:山东教育出版社,2009年。
- [32] McNeill, W., *A History of the World, 3rd ed.* New York: Oxford University Press, 1979.
- [33] Mendelsohn, R., A. Dinar, and A. Sanghi, "The Effect of Development on the Climate Sensitivity of Agriculture", *Environmental and Development Economics*, 2001, 6(1), 85—101.
- [34] Miguel, E., S. Satyanath, and E. Sergenti, "Economic Shocks and Civil Conflict: An Instrumental Variables Approach", *Journal of Political Economy*, 2004, 112(4), 725—753.
- [35] 牟重行,《中国五千年气候变迁的再考证》。北京:气象出版社,1996年。
- [36] 倪根金,“试论气候变迁对我国古代北方农业经济的影响”,《农业考古》,1988年第1期,第292—299页。
- [37] 钱穆,《中国历代政治得失》。北京:生活·读书·新知三联书店,2001年。
- [38] Turchin, P., *Complex Population Dynamics: A Theoretical/Empirical Synthesis*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2003.
- [39] Turchin, P., and A. Korotayev, "Relationship between Population Density and Internal Warfare in Prestate Societies", Unpublished Manuscript, 2003.
- [40] U. S. Riot Commission, *Report of the National Advisory Commission on Civil Disorders*. New York: Bantam Books, 1968.
- [41] 王玉玺、刘光远、张先恭、李存法,“祁连山园柏年轮与我国近千年气候变化和冰川进退的关系”,《科学通报》,1982年第27卷第21期,第1316—1319页。
- [42] 王铮、张丕远、周清波,“历史气候变化对中国社会发展的影响——兼论人地关系”,《地理学报》,1996年第51卷第4期,第329—339页。
- [43] Yang, B., A. Braeuning, K. Johnson, and Y. Shi, "General Characteristics of Temperature Variation in China During the Last Two Millennia", *Geophysical Research Letters*, 2002, 29(9), 1324—1327.
- [44] Yi, L., H. Yu, X. Xu, J. Yao, Q. Su, and J. Ge, "Exploratory Precipitation in North-Central China during the Past Four Centuries", *Acta Geologica Sinica—English Edition*, 2010, 84(1), 223—229.

- [45] Zhang, Z., H. Tian, B. Cazelles, K. Kausrud, A. Br? uning, F. Guo, and N. Stenseth, "Periodic Climate Cooling Enhanced Natural Disasters and Wars in China during AD 10-1900", *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences*, 2010, 277(1701), 3745—3753.
- [46] Zhang, D., J. Zhang, H. Lee, and Y. He, "Climate Change and War Frequency in Eastern China Over the last Millennium", *Human Ecology*, 2007, 35(4), 403—414.
- [47] 张家城, "气候变化对中国农业生产的影响初探", 《地理研究》, 1982年第1卷第2期, 第8—15页。
- [48] 张全明: "论北宋开封地区的气候变迁及其特点", 《史学月刊》, 2007年第1期, 第98—108页。
- [49] 赵冈, 《农业经济史论集》。北京: 中国农业出版社, 2001年。
- [50] 赵红军 a, "农民家庭行为、产量选择与中国经济史上的谜题——一个考察中国未能发生工业革命的微观视角", 《社会科学》2010年第1期, 第40—51页。
- [51] 赵红军 b, 《小农经济、惯性治理与中国经济的长期变迁》。上海: 格致出版社、上海人民出版社, 2010年。
- [52] 赵红军 c, "公元11世纪后的气候变冷及其对北宋后经济发展的动态影响", 第九届全国国际贸易学科协作组年会《低碳经济与国际贸易》专题入选论文, 上海对外贸易学院, 2010年。
- [53] 赵文林, "从中国人口史看人口压力流动律", 《人口与经济》, 1985年第1期, 第38—43页。
- [54] 郑学檬, 《中国古代经济重心的南移和唐宋江南经济研究》。长沙: 岳麓出版社, 2003年。
- [55] 竺可桢, "中国近五千年来的气候变迁的初步研究", 载《竺可桢文集》。北京: 科学出版社, 1979年。
- [56] 邹逸麟, "论长江三角洲地区人地关系的历史过程及今后发展", 《学术月刊》2003年第6期, 第83—89页。

Did Climate Change Affect the Social Stability of Chinese Agrarian Economy in the Past 2000 Years? A Positive Analysis Based on Paleo-climatic Reconstruction Data and Historic Data

HONGJUN ZHAO

(Shanghai Institute of Foreign Trade)

Abstract Based on time series data of paleo-climate reconstruction data on temperature, historical data on natural disaster, rice price, and social instability in China over the past 2000 years, this paper tests the correlation between climate change and social instability in the short and long run. It finds that climate change is an important variable that impacts Chinese social stability, namely, a higher (lower) temperature over (to) the mean, reduces (raises) social instability, while the impact of snow anomaly is structural. Furthermore, they both have long run impact on social instability. Though other factors also exert their impact on social instability, their impacts are less important than that of climate change. This verifies our basic analytic framework on climate change and long run instability of Chinese agrarian economy, and will become a valuable historical experience for combating nowadays global warming.

JEL Classification N55, Q54, Q10