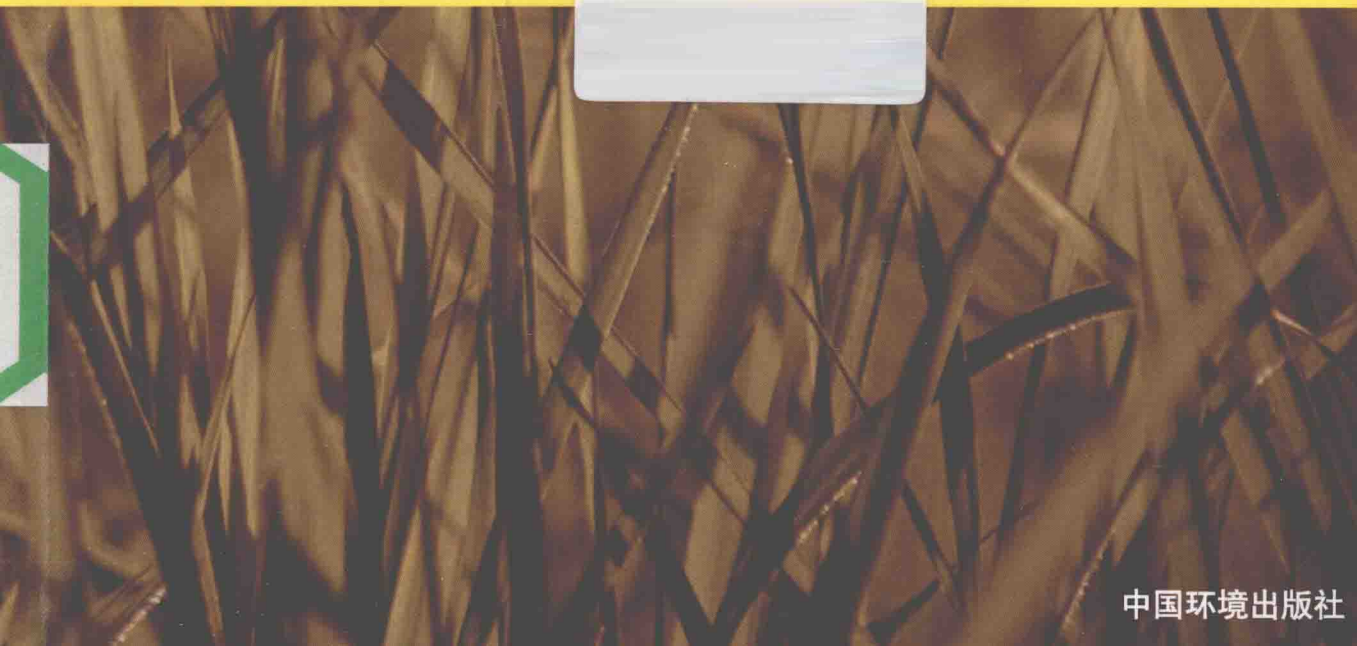
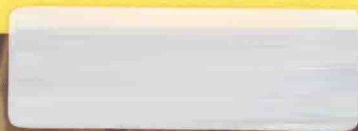


LOCUSTS, CLIMATE and SOCIETY

蝗灾 · 气候 · 社会

李 钢 著



中国环境出版社

教育部人文社会科学研究青年项目（10YJCZH069）

国家自然科学基金青年科学基金项目（41201190）

陕西省自然科学基金基础研究计划项目（2009JQ5004）

陕西省重点学科建设项目“人文地理学”（070502）

联合资助

蝗灾·气候·社会

李 钢 著

中国环境出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

蝗灾·气候·社会/李钢著. —北京: 中国环境出版社,
2014.2

ISBN 978-7-5111-1488-4

I. ①蝗… II. ①李… III. ①飞蝗—植物虫害—
研究—中国 IV. ①S433.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 128087 号

审图号: GS (2014) 162 号

出版人 王新程
责任编辑 黄晓燕 李兰兰
文字编辑 许思佳
责任校对 唐丽虹
封面设计 宋 瑞



出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67112735 (环评与监察图书出版中心)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中献拓方科技发展有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2014 年 2 月第 1 版
印 次 2014 年 2 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 11.5
字 数 270 千字
定 价 38.00 元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究。】
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 背景和研究意义	1
1.2 研究进展综述	3
1.3 研究内容和技术路线	16
1.4 特色与创新	20
第 2 章 飞蝗的生物地理学特征	22
2.1 飞蝗的类型与分布	22
2.2 飞蝗的生物学特征	25
2.3 影响飞蝗分布与成灾的因素	30
2.4 三大飞蝗发生趋势预测	31
2.5 现代蝗灾的防治目标与思路	33
第 3 章 我国历史蝗灾记录特征	34
3.1 蝗灾史料来源	34
3.2 中国历代蝗灾的记录情况	44
3.3 历史蝗灾与其他虫害的区分	53
3.4 中国农业害虫科技史	59
第 4 章 飞蝗灾害的分类定级与划区讨论	61
4.1 历史蝗灾记录的初步分类方案	61
4.2 历史蝗灾记录的初步定级方案	61
4.3 不同飞蝗亚种的划区讨论——甘肃	62
4.4 地理界线上的划区讨论——陕西、安徽、江苏	64
第 5 章 历史蝗灾序列的建立	85
5.1 东亚飞蝗灾害序列的建立	85
5.2 东亚飞蝗灾害的发生周期——小波分析	90
5.3 亚洲飞蝗灾害记录特征与序列建立	98
5.4 西藏飞蝗灾害记录特征与序列建立	99

第6章 历史蝗灾与气候变化	108
6.1 制约蝗灾发生的气候因子	108
6.2 蝗灾与冬半年温度关系辨析	109
6.3 蝗灾与气候关系探析——时间序列对比	111
6.4 蝗灾序列的环境意义及生态解释	114
第7章 历史蝗灾与社会变迁	115
7.1 天灾人祸与朝代更替	115
7.2 蝗灾与其他天灾人祸之对比	115
7.3 个案分析：气候、灾害、战乱与明亡	124
第8章 总结与展望	131
8.1 总结	131
8.2 展望	134
参考文献	136
附录：中国历史蝗灾信息分省汇总表	150
后 记	179

第1章 绪论

1.1 背景和研究意义

1.1.1 选题背景

人类发展史是一部人与各类灾害的抗争史。开展气候变化与灾害动态研究在全球变化和灾害频发的今天尤为必要。蝗灾（本文特指飞蝗灾害）自古以来就与水灾、旱灾并称我国历史上的三大自然灾害，史料通常以“蝻”“蝗”“蝗”“蝗”等指代蝗灾，以“蝗害稼”“蝗食禾”“飞蝗蔽天”“飞蝗遍野，食稼殆尽”“大蝗，绝收，人相食，饿殍载道”等描述其危害，由此蝗灾又被称作“千年祸患”。

近年来，我国有14个省（区、市）200余个县连续爆发蝗灾，面积超过200万 km^2 ，对农业生产造成严重威胁。为此，原国家计委（现国家发改委）2002年2月发布《实施应用高技术控制我国蝗灾产业化专项的公告》。专项的重点内容是：加速治蝗特效化学药剂和生物制剂的开发和产业化，施药技术和喷雾器械的产业化，以及飞蝗地理信息系统/全球定位系统（GIS/GPS）的开发应用；选择典型灾区进行治蝗配套技术综合示范，主要是针对蝗灾严重发生区的生态、地理条件等特点，建立灾情监测预警体系，对蝗虫各项治理技术进行综合配套的系统应用试验、示范，对技术进行优选和集成，提出适合不同类型地区的综合控制蝗灾的配套技术及其技术规范。据全国农技中心组织召开的2013年夏季蝗虫发生趋势预测网络会商与专家咨询会的预报意见：预计2013年我国蝗虫总体中等发生，发生程度与前几年相近，局部地区有出现高密度蝗蝻点片的可能。其中，东亚飞蝗预计发生面积1200万亩，需要防治面积800万亩；亚洲飞蝗预计农区发生面积100万亩，需要防治25万亩；西藏飞蝗预计发生面积150万亩，需要防治120万亩。

在国际方面，2002年4月战乱后的阿富汗爆发30年未遇的蝗灾；2003年6月，美国西部遭到了“二战”以来最严重的蝗灾，损失巨大。特别是2004年，继澳大利亚爆发蝗灾之后，一条席卷西北非、中东和西欧的“蝗灾链”让世人为之瞠目结舌：西北非部分城市的机场被迫关闭，塞内加尔推出“蝗虫换大米计划”，西班牙政府出动军队围剿……这是撒哈拉和西北非地区遭受到的自1985—1989年飞蝗大劫难后最严重的蝗灾。为遏制和最终消灭蝗灾，受灾各国频繁聚首议策。2003年6月，由西北非九国组成的非洲防蝗委员会聚会阿尔及尔，商讨防蝗抗蝗对策，并制定了联合行动计划。2005年1月13日，来自西北非的九个重灾国以及美、法、意等国的农业部长和专家学者参加了在达喀尔举行的抗击蝗灾国际学术研讨会；联合国粮农组织派代表出席了会议，会议还通过了两个工作报告。2012年6月5日联合国粮农组织发布警告称，大批蝗虫正从利比亚和阿尔及利亚向南移动，

尼日尔和马里的农田面临即将到来的危险，而利比亚 2011 年发生的“革命”在促使这些害虫滋生方面起到重要作用。

可见，被称为“千年祸患”的蝗灾已成为具有全球性危害和影响的人类公敌，它与“SARS”和“禽流感”的不同之处在于它“有史可鉴”，这也正是我们开展此项研究的基点。

揭示过去 2000 年以来气候与环境变化的史实与规律的研究是古全球变化计划(PAGES)和全球气候研究计划(WCRP)以及气候变率和可预报性研究(CLIVER)的重要内容。该研究所要求的时间分辨率至少是 10 年，较为理想的是小于或等于 1 年。历史文献、树木年轮、冰芯、石笋、珊瑚、孢粉、湖积物等是最常用的历史气候恢复手段。尤其是从历史文献记载提取气候信息，建立高分辨率的古气候演变序列，从中分析历史气候变化的特征和规律，是我国在国际全球变化研究中独具优势的特色领域。有史以来，蝗灾就与旱灾、涝灾并称我国农业三大灾害。我国特别是东部季风区（尤其是涉及冀鲁豫苏皖等省份的华北平原）近千年（北宋至民国：960—1949 年）的蝗灾记录最为丰富，是我们中华民族的宝贵遗产，也是我们进行历史灾害研究的原始依据。

危害我国农业生产和社会生活的蝗虫主要是飞蝗，具有繁殖速度快、生殖后代多、食性广、食量大、扩散迁飞能力强等生理生态学特性。全球共有 9 或 10 个飞蝗亚种，我国有 3 个：东亚飞蝗[*L.m.manilensis* (Meyen)]、亚洲飞蝗[*L.m.migratoria* (Linnaeus)]和西藏飞蝗(*L.m.tibetensis* Chen)，属昆虫纲直翅目蝗总科斑翅蝗科飞蝗亚科飞蝗属（郑哲民等，1998）。它们在我国分布比较规则，表现出与我国三大自然地理区高度吻合，从西向东海拔逐渐降低，由南向北发生代次逐渐减少。其区域分化受到季风、干旱、高寒气候背景的制约，因此可以被看做是昆虫对地理气候环境响应与适应的代表。张德兴等（2003）认为飞蝗的形态、生理、生态等性状受生态、气候条件影响，从而在地区间变化很大，而且过去关于我国飞蝗发生动态和演化的分析均忽视了地球演化史中重大气候事件的影响，因此有关结论的可靠性值得质疑并有待深入验证。他还认为飞蝗现今的分布格局应当是末次冰期结束、气候回暖后逐渐形成的，在年代跨度上不可能超过 1.8 万年。Zhang 等（2009）进一步论证：历史生物地理学因素可能是导致形成这三个地理亚种的关键原因，特别是更新世冰期—间冰期旋回事件，使得飞蝗种群退缩到不同的避难地并发生适应性分化，现今的种群是气候和生态条件恢复后重新建群的结果。显然，这种大格局应该适合时间尺度是历史时期的分析讨论。

1.1.2 研究意义

综合上述，鉴于历史蝗灾记载在时间上的非均一性（不同时段记录多少不同）和在空间上的区域差异性（蝗区差异及行政区划与自然区划的不统一），相关研究必须逐年甚至逐月从具体区域，至少从历史沿革变动不大的县级行政区域入手。总之，充分获得真实可靠的相关资料，加以科学严谨的分析探讨，对推动本文研究纵深拓展具有重要意义。

本书的研究意义，具体包括以下几个方面：

① 本研究通过提取、补充和校核历史蝗灾记录，尤其是完善东部季风区蝗灾数据库，绘制图谱和建立序列重现其时空演变历史，这些都为该领域研究的深入开展提供数据基础。

② 本研究属于集成性实证研究，注重“面”上的历史蝗灾的空间演变分析、“线”上

的典型区域的时间演变分析与“点”上的特征时期的蝗灾事件分析之间相结合、相互补充,并寻求从生态学角度加以解释,从而避免了以往的断面研究带来的破碎性和局限性,从而为该领域研究的不确定性和分歧寻求解决途径。

③ 我国灾害史料资源丰富这一国际特色优势在气候变化与蝗灾动态研究领域并未得到很好体现,史、地、生等多学科领域的研究成果有待进一步交叉和渗透,本研究的开展有望为气候变化与自然灾害研究提供历史参考。

④ 研究结果有助于探讨我国区域环境演变研究中长期的问题,包括全球变化与区域响应问题(中世纪暖期和小冰期的中国化和区域分异),不同时期自然灾害对社会发展的影响量级问题,未来全球气候变化背景下大灾爆发的风险问题,以及人类面对突发性灾变的应对策略问题等。

探索或弄清这些问题不仅具有重要的学术意义,而且在我国区域农牧业资源合理利用、生态环境保护与建设、国家和社会稳定等方面具有重要的现实意义。

1.1.3 预期目标

按照飞蝗现代亚种区划收集飞蝗史料的方法,建立迄今最全的中国历史蝗灾记录数据库,并据此构建不同时空尺度的蝗灾年份、等级、频数和县次序列。进而聚焦东部季风区,建立“气候变化-自然灾害-社会危机”关联网络数据库,构建综合蝗灾指数,通过“面-线-点”逐步聚焦研究时空分布、时间序列、典型个案,揭示蝗灾大发与频发的环境意义和社会影响,最后结合近现代生物学实验结果给出科学的生态解释。本研究促进了史、地、生等学科的交叉渗透,推动了历史灾害与环境变迁研究的发展,为探究现代“气候-灾害-社会”之动态巨系统提供历史参考和科学依据。

1.2 研究进展综述

1.2.1 历史气候变化研究现状

(1) 国际研究动向

气候变化和气候灾害是当今国际上科学研究的热点,各国正投入大量的人力和物力从事这方面的研究。世界气象组织(WMO)和联合国环境规划署(UNEP)于1988年联合建立了政府间气候变化专门委员会(IPCC),其主要任务是对气候变化的科学认识、气候变化的影响以及适应和减缓气候变化的可能对策进行评估。截至目前,IPCC已相继完成了四次评估报告(IPCC, 1990; 1995; 2001; 2007),这些报告已成为国际社会认识和了解气候变化问题的主要科学依据。这些评估报告预测了未来50~100年的全球气候变化的长期趋势及其影响,并研究了对策。叠加在这个长期气候背景上最明显的就是月、季、年际和年代际尺度的气候变化。严重的气候灾害都是由这些时间尺度的短期气候变化或异常造成的(黄荣辉等, 2006)。第四次评估报告虽然得出了许多确凿的结论,但许多方面仍存在科学不确定性。关于气候变化的观测事实,存在着观测资料和参考文献的区域不平衡和空白。与对气候平均值的变化研究相比,对极端气候事件变化的认识还有待深入,特别是一些小尺度的极端气候事件(IPCC, 2007)。未来气候变化的预估结果很大程度上依赖

于模式和情景,提高未来气候变化预估的可靠性和信度,需要进一步完善气候系统模式、加强气候系统观测、提高对气候系统地球生物化学循环的科学认识(秦大河,2007)。

长期以来,国际科学界对气候灾害的成因和预测给予很大的重视,制定了一系列国际计划,如WCRP下属的TOGA及TOGA-COARE、GEWEX、WOCE以及CLIVAR、GCOS等。20世纪80年代中期,国际科学联合会(ICSU)决议推动“国际地圈生物圈研究计划——全球变化研究”(IGBP)。经过多次会议,IGBP于1990年制定出六大核心计划(陈泮勤等,1992)。“古全球变化”(PAGES)便是其中之一项。它的设立是为了解决这些变化曾经经历的幅度、频度与对区域环境的影响。研究全球变化需要有不同地区可靠的古气候变化记录,因此区域性详细且正确的古气候资料如历史文献、树轮、冰芯、珊瑚、湖泊沉积物、海洋沉积物、地形变迁(雪线、河道、海岸线的改变)等已成为相当受重视的气候代用指标。高分辨率环境演化时空特征研究逐渐成为过去全球变化的热点(汪品先等,1999;宋长青等,2000)。以1998年9月在肯尼亚举行的IGBP科学咨询委员会第五次会议(SAC-V)和1999年5月在日本举行的第二届IGBP大会为标志,国际全球变化研究正步入新阶段。其中,IGBP提出了“集成”的新概念,并提出在全球层次、核心计划层次以及区域层次上开展集成研究。全球变化集成研究的概念得到了WCRP、国际全球环境变化人文因素计划(IHDP)和国际生物多样性计划(DIVERSITAS)等国际计划普遍认同,代表了今后一段时期内的全球变化研究的主要方向。“集成”的关键是通过对所有主题的各个方面的研究结果进行综合以获取新的概念,并使原有认识水平提高到一个新的高度,更体现了地球系统的思想。在全球变化各国际研究计划的层次上,集成研究主要集中在食物与纤维、碳循环、水循环三个主题上。

IGBP研究所关注的五个方面之一就是要回答这一问题:地球过去发生过什么重大的气候和环境变化,原因何在?因此,PAGES针对IGBP近年提出的集成研究这一思想,在原有领域中补充了新的研究内容。在今后一段时期内,PAGES在历史时期全球气候变化的研究方面,将主要关注以下几方面的内容。

一是在多种代用资料的复合与相互校核的基础上建立历史时期气候变化序列。包括:观测记录与代用资料之间如何衔接;能否通过不同代用资料的复合建立历史时期气候变化序列;通过多种代用资料的相互校核减少不确定性是过去气候变化集成研究的一个主要方向,将受到进一步的重视。

二是变化速率与变化幅度研究,揭示十年至百年尺度上气候变化速率与自然振动的最大幅度。

三是历史时期气候变化的空间分布型与导致这种变化的关键过程研究。即在关注时间序列的同时,进一步对气候变化空间分布型进行深入研究。密切关注变化现象与导致变化的过程之间的关联,这将是气候研究认识升华的关键。

四是自然变化与人类活动引起变化的检测研究,即回答对已发生的变化及正在进行的变化中有多大程度是自然本身变化的结果。为此,有关驱动力的研究、响应与反馈的研究、变化的模拟研究将进一步得到加强。

总之,气候变化和气候灾害研究是当前全球变化研究的前沿与焦点领域,但是目前的研究急需新的切入点和视角。

(2) 国内研究进展

中国政府对气候问题极为重视,1987年建立了国家气候委员会,编写了气候蓝皮书,根据国情制定了《中国国家气候纲要》。特别是2006年12月26日,科技部、中国气象局和中国科学院等六部委联合发布《气候变化国家评估报告》,指出:“全球气候变化及其带来的影响还有大量的科学技术问题需要进一步开展研究,尤其需要对各种适应气候变化措施的可行性和有效性进行研究和验证。”2007年6月4日,国家发改委发布《中国应对气候变化国家方案》,6月14日科技部发布《中国应对气候变化科技专项行动》,提出了到2020年我国气候变化科技工作要实现的六大目标,以及“十一五”期间的阶段性目标,明确了4个方面的重点研究任务:一是气候变化的科学问题,二是控制温室气体排放和减缓气候变化的技术开发,三是人类适应气候变化的技术和措施,四是应对气候变化的重大战略与政策。此外,中国学者在气候变化和预测方面也做了大量研究工作,陆续完成了许多重大项目,取得了一批重要成果,如“中国500年旱涝研究”(20世纪70年代),“千年气候变化研究”(20世纪80年代),“灾害性气候的预测及其对农业年景和水资源调配的影响”(1991—1995年),“短期气候预测的理论和预测方法的研究”(1992—1995年),“中国长江、黄河流域旱涝规律、成因及其预测的研究”(1987—1992年),“全球气候变化预测、影响和对策研究”(1991—1995年),“气候动力学和气候预测理论的研究”(1991—2000年),“全球变化和我国生态环境变化及未来发展趋势”(1991—1995年),“九五”国家重中之重科技项目96-908“中国短期气候预测系统的研究”(1996—2000年),“我国重大气候灾害的形成机理和预测理论研究(1999—2004年)”等。

我国近代的气候变化研究始于20世纪20年代,主要途径是对历史文献的整理分析。蒙文通先生(1920)的“中国古代北方气候考略”是我国近代气候变迁研究的最早文献。竺可桢先生(1972,1973)集其多年研究之大成,发表了《中国近五千年来气候变迁的初步研究》等经典论著,初步建立了我国近5000年来温度变化序列,成功地描绘出我国历史时期气候变化的轮廓,在我国历史气候变化研究方面完成了一项开创性、奠基性的工作。在竺先生之后,许多学者从不同的角度进一步探讨了我国历史时期的气候波动状况:满志敏(1993)根据冬麦、甘蔗、茶树、橘树、芝麻等的种植北界,开封一带水稻安全齐穗期、冬季寒冷指数及温度距平以及杭州的物候等8种历史文献证据,证明我国在9世纪初至13世纪存在可与欧洲的中世纪暖期相对应的温暖气候。在中世纪暖期时,亚热带北界和暖温带北界均较今约偏北至少1个纬度。张德二(1993)的研究也有同样的结论。葛全胜(2002)根据中国历史文献冷暖记载及过去有关研究结果,利用现代仪器观测资料对中国东部地区气候变化一致性、站点的空间代表性及贡献率进行了分析。并在此基础上集成物候学与统计学方法,对中国东部地区过去2000年冬半年的温度状况进行了定量推断,建立了分辨率为10~30年的中国东部冬半年温度距平变化序列,并对比分析了中国东部过去2000年的冷暖变化特征。其主要结论是:中国不仅存在中世界暖期,而且中世纪暖期是过去2000年中最温暖的时期(虽可区分出3个暖峰和2个冷谷);过去2000年中国冷暖变化存在1350年左右的自相似性,这可能是气候变化千年周期的反映;20世纪回暖的升温幅度与5世纪末至6世纪的回暖极为相似。这些结论对IPCC据Mann等(1999)关于过去1000年北半球温度重建结果得出的第三次评估报告提出了质疑(1990年到1999年是最暖的10年,1998年是最暖的一年;在北半球,20世纪是过去1000年最暖的世纪)。杨保(2002)从IGBP

集成研究的思想出发,依据冰芯、树轮、沉积物分析和冰川波动等各单点古气候代用资料,构建了近 2 000 年中国和青藏高原地区温度变化曲线。其结果表明:近 2 000 年中国经历了 0—240 年的暖期,240—800 年的冷期,800—1400 年的暖期,1400—1920 年的小冰期,以及 1920 年以来的暖期。近千年来中国与北半球的温度变化一致,均指示 1000—1400 年,18 世纪和 20 世纪的暖期,以及 15 世纪以后的变冷,标志着中国和北半球小冰期的开始。全青藏高原综合温度曲线显示中世纪暖期(1150—1400 年)、小冰期(1400—1900 年),以及公元 3—5 世纪冷期的存在。青藏高原温度变化具有明显的区域性特征。在 9—11 世纪,高原东北部以温暖为特征,而高原南部和西部表现为寒冷。青藏高原南部和西部分别于 1150—1400 年和 1250—1500 年经历了气候变暖。高原东北部与中国东部的温度变化最为一致。许多重大气候事件,如 1100—1150 年、1500—1550 年、1650—1700 年和 1800—1850 年的冷事件在高原和中国东部同时出现。青藏高原的中世纪暖期出现于 1150—1400 年间,小冰期发生于 1400—1900 年。

以上研究的主要对象就是历史时期的温度变化,而降水由于具有很强的区域差异,因此研究受到局限。70 年代后在中央气象局的主持下,我国气候工作者进行了全国性的协作,系统整编了以地方志为主要来源的我国近 500 年的旱涝记载,并且绘制了《中国近五百年旱涝分布图集》(1470—1979 年)及其续补(1980—1992 年)和再续补(1993—2000 年)。这些研究都是极具开创性的,但是区域性极强的降水变化特征仅通过历史文献中关于旱涝的记载是不够的,还应该充分考虑与之同期而生的其他灾害、危机对其的潜在贡献与响应,以期获得真实全面的降水记录。张德二(2004)对近千年来的重大干旱事件做了宏观性的研究,其选择的干旱事件是指持续时间在 3 年以上,干旱区域覆盖 4 个省份以上的干旱事件。其中有代表性的 10 例分别出现于宋、元、明、清等不同的朝代和不同的冷暖气候背景,它们分别是 989—991 年(北宋);1328—1330 年(元);1483—1485 年(明);1527—1529 年(明);1585—1589 年(明);1638—1643 年(明);1689—1692 年(清);1721—1723 年(清);1784—1787 年(清)和 1876—1878 年(清)。过去 1 000 年间多次出现过大规模的持续时间 3 年以上的严重干旱事件,其严重程度多为最近 50 年所未见。杨保(2007)分析了中国北方不同地区近 2 000 年的沙尘事件及其与气候变化的关系。在干旱区西部,历史时期的沙尘变化主要受温度变化的制约,无论在 10 年尺度,还是百年尺度上,沙尘事件与温度变化均表现为显著的反相关,即气候寒冷期与沙尘频发期相对应,气候温暖期与沙尘发生变弱期一致;在半干旱区,在 10 年尺度上温度和降水序列与沙尘发生频率均显著负相关,但在百年尺度上沙尘与降水变化的关系更为密切;在干旱区东部,沙尘与气候变化的关系具有明显的过渡性特征,气候变化对沙尘事件的作用主要在百年尺度上体现出来,沙尘与温度记录的负相关比降水更好,在 10 年尺度上气候与沙尘序列尽管也是负相关,但不显著。通过对近 50 年以来的气温、降水变化和沙尘频数的分析,发现气候变化与沙尘发生的关系与历史时期情况基本一致。

近 30 年来关于中国历史时期气候与环境变化的研究,主要涉及以下几个方面的内容:

① 根据历史文献记录的气候重建。主要包括温度变化(张丕远等,1979,1996;张德二,1980,1993;龚高法等,1983;王绍武,1990;王绍武等,1990,1998,2000;Wang Shaowu et al.,2004;满志敏,1990,1993,1998,1999;满志敏等,1993;葛全胜等,1990,2002,2004;盛福尧,1990;W.C. Wang et al.,1992;周清波等,1994;邹逸麟,

1995; 郑景云等, 1995, 2002, 2003; 文焕然等, 1996; 冯松, 1997); 以及降水变化 (郑景云等, 1993, 2001, 2004; 李并成, 1996; 张丕远等, 1997; 张德二等, 1997, 2002, 2003; 张德二, 2004; 陈家其等, 1998; 王乃昂等, 2003; 谭徐明, 2003; 李钢等, 2004)。

② 根据代用指标的气候重建。通过树木年轮记录, 如树轮宽度 (吴祥定, 1990; 邵雪梅等, 1997, 1999, 2004; 张志华等, 1996, 1998; 刘禹等, 2001, 2003, 2004; 李江风, 1994, 1996; 袁玉江等, 1996, 2000, 2001; 刘洪滨等, 2000, 2002; 勾晓华等, 2001; 王亚军等, 2001; 康兴成等, 2003); 树轮密度 (刘禹等, 1997; 张志华等, 1998); 树轮稳定同位素 (李正华等, 1994; 刘禹等, 1996, 1997, 2002; 陈拓等, 2000; 刘晓宏等, 2002); 湖泊沉积记录 (王苏民等, 1990, 1997; 罗建育等, 1996, 1997; 王乃昂等, 1999; 沈吉, 2000; 吴敬禄, 2000, 2001; 曹建廷等, 2000, 2003; 钟巍等, 2001; 朱立平, 2001; 张恩楼, 2002; 阎顺等, 2003); 孢粉记录 (张兰生等, 1997; 任国玉等, 1997, 1999; 刘鸿雁等, 2003; 鞠远江, 2004); 泥炭记录 (洪叶汤等, 1997; 夏玉梅等, 1988, 2000; 林庆华等, 2004); 石笋记录 (刘东升等, 1997; 谭明等, 1998; 秦小光等, 1998, 1999, 2000; 李红春等, 2000); 珊瑚礁记录 (余克服等, 2001; 韦刚健等, 2004); 冰芯记录 (施雅风, 1997; 姚檀栋等, 1997, 1999, 2000; 段克勤等, 1998, 2002) 等高分辨率的自然气候载体建立的区域定性至定量的气候变化序列。

③ 区域集成研究。通过对已建成的各种指标气候序列进行校核集成, 从而较为全面和客观地反演区域气候与环境变化历史 (施雅风等, 1999; 王绍武等, 2000; 杨保等, 2000, 2001; 杨保, 2001, 2003; 马晓波等, 2003; 王涛等, 2004)。

以上各项工作进一步深化了对我国历史时期气候变化特征的认识, 也为本文的研究提供了丰富的基础性的借鉴资料。用历史文献研究气候环境变化, 文献分析方法的运用至关重要 (葛全胜, 1990, 2002; 满志敏, 1995; 张兰生, 1996; 郑景云, 2002; 张文华, 2002; 张德二, 2003)。中国学者所使用的重建方法主要有以下 5 种 (葛全胜, 2002):

一是根据不同时期的物候和动植物分布界限等差异推断古气候变化, 并通过与现代同类物候或动植物分布对比, 得到不同阶段气候状况的定量重建结果 (竺可桢, 1973; 张德二, 1998, 2001)。

二是根据历史记载对冷暖、干湿事件描述的差别, 对直观的描述进行判定、分等、定级或确定指数, 并通过与现代资料的对比, 进一步将等级、指数转换为相应的气候指标 (王绍武等, 1990)。

三是根据历史时期的各种冷暖、干湿事件记载, 直接统计给定时段内各事件发生的频率, 并根据频率的高低来指示气候的变化 (张丕远等, 1979) 或根据事件频率的对比生成指数序列 (张德二, 1984; 郑景云, 1993; 李并成, 1996)。

四是根据一些特定天气气候现象与气候要素的物理机制联系与统计关系, 利用现代气象观测记录建立两者之间的关系方程, 然后利用该方程将历史时期某些特定的天气气候现象反演为气候指标 (龚高法等, 1983; Wang et al., 1992; 周清波等, 1994)。

五是根据历史时期的各种灾疫事件的记载, 直接统计给定时段内各事件发生的频率, 并根据频率的高低直接指示或生成指数序列后来指示气候的变化, 如雨土记录 (张德二, 1984, 2001)、蝗灾记录 (李并成, 1996; 李钢等, 2004)、疫灾记录 (龚胜生, 2004)。

近年来, 中国科学院地理科学与资源研究所葛全胜、郑景云研究团队陆续承担中国

科学院知识创新工程重要方向项目群“过去 2 000 年中国环境变化时空格局”，全球变化研究国家重大科学研究计划“过去 2 000 年全球典型暖期的形成机制及其影响研究”，中国科学院战略性先导科技专项“应对气候变化的碳收支认证及相关问题”（简称碳专项）的第八项目“过去 2 000 年气候变化记录、幅度、速率、周期、突变、原因”，国家科技基础性工作专项“中国近 2 000 年古气候代用资料整编”等一系列重大课题，中国科学院地理科学与资源研究所已成为我国历史气候研究核心基地。葛全胜、王绍武、张德二、满志敏、郑景云、方修琦等众多学者仍是目前我国历史气候研究最活跃的领军人物。一系列历史气候研究资料集或专著如《中国三千年气象记录总集》（张德二，2004）、《中国历史时期气候变化研究》（满志敏，2009）、《中国历朝气候变化》（葛全胜等，2011）以及关于蝗灾现状与历史的专著如《中国主要蝗虫及蝗灾的生态学治理》（陈永林，2007）和《中国蝗灾史》（章义和，2008）等陆续发表，为本研究的开展提供大量理论、方法与资料参考。

1.2.2 历史蝗灾与治蝗研究进展

中国自古就是一个蝗灾频发的国家，受灾范围、受灾程度堪称世界之最。因而中国历代蝗灾与治蝗问题的研究成为古今学者关注的主题之一。早在明清时期，就出现了不少影响深远的治蝗类农书，在蝗虫习性、蝗灾发生规律、除蝗技术等方面有了初步的科学认识和总结。如明代著名科学家徐光启，通过对明代以前蝗灾的统计、分析，得出有关古代蝗灾发生季节和滋生地的正确认识，成为我国古代蝗灾研究的代表人物。进入 20 世纪后，伴随国家经济建设的发展，来自不同专业的学者们投身于中国历代蝗灾与治蝗问题的研究，取得了大量的成果。尤其是在 90 年代，为响应联合国提出的“减灾十年”活动，学术界更掀起了对中国灾害学、灾害史的研究热潮，蝗灾史研究也成为其中一大热点。赵艳萍（2005）和马维强等（2008）均对中国蝗灾史研究做了大量深入细致的总结。据赵艳萍的初步统计，近百年来约发表专题论文百余篇，涉及蝗史研究的论著有 30 余部，本小节下文主要参考借鉴赵艳萍（2005）的研究述评，略有增补，将 20 世纪以来的研究大致划分为 3 个发展阶段：

（1）20 世纪初至 40 年代末

伴随西方近代科学的传入，一些从西方留学归来的学者，如吴福祯、陈家祥、邹钟琳等人，在进行现代蝗虫的分类与分布、蝗虫生活史与生活习性的观察、飞蝗的预测及防治工作的同时，也把研究的触角伸到蝗史资料，以期对蝗灾发生有个纵深的认识（陈家祥，1935）；马骏超（1936）探讨了旱、蝗灾发生的相关性。与此同时，一些历史学者也在他们的著作中开始了蝗灾的统计，如邓云特（1937）《中国救荒史》被视为中国救荒史学的拓荒之作，就对蝗灾在内的我国历代自然灾害次数与频率作了统计。另陈高佣（1939）编写的《中国历代天灾人祸表》一书，利用《资治通鉴》《续资治通鉴》《明史》《清史》等文献资料，辑录出 257 年次的蝗灾记录。其中邓云特所统计的蝗灾次数多为后人引用。

（2）20 世纪 50 年代到 70 年代

真正意义上的蝗史研究工作始于此，其背景是我国大规模使用药剂防治蝗虫。为了更全面弄清蝗灾发生规律，当时不少学者非常重视祖国历史遗产的挖掘，整理分析蝗史资料，古为今用。曹骥（1950）讨论了公元前 200 年—公元 1901 年河北、山东、河南、江苏、浙江、安徽六省的蝗灾发生情况及其与旱灾、水灾、温度、天敌、人类防治等因素的消长

关系,并运用数理统计、对比分析的方法,绘有多种关系曲线表。这是较早运用自然科学方法统计古代灾害的尝试,也是后来研究者用得较多的方法。郭郛(1955)利用蝗虫生物学知识,比较客观、全面地分析了古代文献中所记载的对蝗虫的生活史、生活习性的认识是否正确。针对 Howard L.O. (1930) 所写的 *A History of Applied Entomology* 一书忽略中国昆虫史,周尧(1957)著《中国早期昆虫学研究史》(初稿)对其加以驳斥,书后附中国昆虫学研究年表和主要害虫灾害统计表,这是国内第一本关于昆虫学史的著作,其中涉及大量的蝗虫与蝗灾研究。钦白(1961)总结了历代捕蝗记载,兆寅(1961)介绍了《治蝗传习录》中养鸭治蝗的经验。马世骏(1962, 1965)把中国东亚飞蝗的蝗区划分为3类,即发生基地、一般发生地和临时发生地(又称扩散区),并推断最原始的飞蝗发生地可能是郑州—开封东北至临清—禹南以南的古黄河冲积扇地带;陈永林(1963)发现了我国飞蝗的新亚种——西藏飞蝗。日本著名经济史学者加藤繁(1973)的《中国害虫驱除法》被介绍到国内,这是外国人写关于中国历史上蝗灾问题较有代表性的文章,对古人在蝗虫认识、蝗灾发生、治蝗的主要方法及政府对捕蝗的组织管理都有较为深入的阐述。在这阶段,一些省市文史馆(广东省文史馆, 1961, 1963; 湖南历史考古研究所, 1961)和气象单位(中央气象研究所等, 1975; 上海气象局等, 1978; 宁夏气象局资料室, 1978; 湖北武汉中心气象台, 1978)编纂了我国部分地区的自然灾害史料集,其中都收录了不少的蝗灾资料,但引用时须谨慎。

(3) 20 世纪 80 年代至今

人们环境意识加强,尤其是减灾活动的展开和灾害学学科的兴起,蝗史和治蝗研究越来越受到学者们的重视;特别在蝗灾的发生频度与强度、防治蝗灾的措施方法等方面学者们投入了颇多精力,呈现出多角度探讨的趋势。具体表现在以下4个方面:

一是分学科多角度研究。邹树文(1981)通过对西周到清末的文献资料的研究,发掘出大量有关昆虫学史的资料,对古今异称的虫名及益虫利用和害虫防治的历史作了论述;周尧(1988)整理出古人对昆虫的认识成就,并附表统计了历代蝗灾的史实;满志敏(1988)针对明崇祯后期大蝗灾分布的时空特征作了开创性的探讨,是一个非常经典的蝗灾个案研究:作者以史实为基础,运用现代地理空间技术、自然科学的方法再现明崇祯大蝗灾的原貌,同时运用“耗散结构”“侵变”“负熵”等概念,探讨由于气候、环境的原因而形成的蝗虫的迁飞特点与蝗灾的扩散模式。指出其扩散模式:一为由危害的初始县扩散为较多受灾地区的密集危害区;二表现为以某个发生蝗灾地区为中心,扇形扩散在危害区的边缘指向新的迁生地区。同时作者提到自己在运用方志材料上的心得,对后人研究颇具启发性。郑云飞(1990)通过研究得出古代蝗虫发生、迁飞与气候条件、农业结构及人们的思想认识有密切关系的结论,并绘有多种图表来论证蝗蝻、蝗灾的高峰期在农历六月至八月之间,旱灾与蝗灾的发生密切相关,并得出蝗虫的迁飞是由山东、河南、淮北等地北上或南下的认识;宋正海等(2002)对历史时期蝗灾发生的周期性变化规律、蝗灾强度与频度进行研究,给出了4个蝗灾活跃期,及其包含的4个高峰期,并划分了5个蝗灾等级;游修龄(2002)根据周尧的研究成果,对历代蝗虫灾害记录重新统计,得出从公元前707年至1907年间共发生蝗灾508次,平均5年爆发1次;其中黄河流域的蝗灾占85.82%,长江流域占13.57%,华南西南占0.58%;文章还阐述了蝗灾的分布、古人面对蝗灾的两种对立思想,并从现代生态学的角度分析了历史上先进的治蝗法;施和金(2002)对中国历史时期的蝗灾发生强

度、主要受灾区及治蝗的科学方法等问题作了论述,绘制了元明清三代中国蝗灾地域分布表,认为这三个朝代主要的蝗灾集中在河北、山东、河南,其次是江苏、安徽、湖北,再次是山西、陕西。

可见,以上这些研究大致勾勒出了我国历史蝗灾空间分布的总体特征,就是八成以上分布在黄河流域,其中一级核心分布区应该在冀鲁豫(华北平原),二级分布区在苏皖地区,三级分布区在秦晋地区。此外,个案研究必须以史实为基础,运用现代地理空间技术、自然科学的方法加以再现和复原。

二是断代和区域研究。涉及蝗虫习性、蝗灾发生的生物性因素与非生物因素、蝗灾发生规律,尤其是出现把蝗灾的发生放置生态变迁环境中去考察。历史蝗灾断代研究方面:先秦甲骨文卜辞的蝗灾记录(范毓周,1983;彭邦炯,1983),两汉蝗灾时空分布(官德祥,2001;张文华,2002),唐代蝗灾与生态和社会的关系(张剑光等,1997;周怀宇,2000;阎守诚,2003),北宋治蝗观念与政策(叶鸿洒,1991),元代治蝗机构及蝗灾与太阳活动的关系(李迪,1998;王培华,1999,2002;宋正海,2002),明清蝗灾个案研究与制图(王均,1994;满志敏,1988;蒋武雄,1986;马万明,2002;王建革,2000;李文海等,1994),民国蝗灾研究(杨琪,2001;王思明等,1995)。区域历史蝗灾研究方面:广西(杨定,1993)、河西走廊(李并成,1996)、北京(尹钧科等,1997)、北纬41°以北地区(张德二等,1998;)、西藏(陈永林等,1999)、陕西(李钢等,2004)。相形之下,区域研究空白较多,成果明显不足。

三是治蝗与禳蝗研究。治蝗研究方面:古治蝗书及其考证(邹树文,1981;曹建强,1997;肖克之,2003;闵宗殿,1981;彭世奖,1985,1987;王永厚,1990)、古代治蝗方法(周尧,1980;梁家勉等,1980;彭世奖,1983;李向军,1996)、东亚飞蝗的防治(陈永林,1982)、蝗虫天敌(胡淼,1988)。禳蝗方面:蝗灾巫禳问题(章义和,1996)、驱蝗神与蝗神庙(陈正祥,1983;赵世瑜,2002;朱小田,1994;孔蔚,1994;代洪亮,2002;周正良,1989;车锡伦等,1992)。

四是蝗灾史料的收集整理。蝗灾资料的收集与整理是研究中国蝗史的基础,有不少学者一直致力于材料的收集。随着时间的推移,在史料收集的范围与深度上有明显的扩大,从全国性史料到地方性史料,从正史到实录、档案材料,挖掘不断深入,涉及全国(1988年,1989年,1992年,1997年,1999年)和地方(广西,1979;贵州,1982;山东,1978—1980;蒲圻县,1982;湖南,1982;河南,1982;内蒙古,1982,1988;山西,1983,1987;甘肃,1985;河北,1985;浙江,1991;海河流域,1985;广东,1999;上海,2002;长江流域,2002)。需要指出,这些载有蝗灾的史料集可能存在遗漏甚至错误,引用时须谨慎加以校核。

1.2.3 现代蝗虫与蝗灾研究进展

前面主要从历史学和社会学的角度总结了我国历史时期的蝗灾与治蝗研究进展。近年来,在自然科学各领域,研究者通过实验和监测的手段对蝗虫和蝗灾开展了卓越的工作,取得了不少原创性成果。

(1) 生物学和农业学领域

生物学家和农业科技工作者对蝗虫和蝗灾的研究涉及:形态学与组织学(邵奇妙等,

2002; 甘雅玲等, 2002; 石旺鹏等, 2000, 2003)、遗传与变型(张民照等, 2001; 韩焱等, 2002; 李春选等, 2003; 张德兴等, 2003)、食性与迁飞(康乐等, 1994; 丁岩钦, 1994; 钦俊德, 2003; 陈湖海等, 2003; 蒋湘等, 2003)、发生动态和预测预报(程极益等, 1994; 苏庆玲等, 1995; 王海扣, 1997; 丁世飞, 1997; 任春光等, 2003; 黄登宇等, 2003)等方面。

(2) 生态学和地理学领域

主要根据飞蝗的生态学特征做了大量关于蝗灾与区域地理和气象因子的关系研究(康乐, 1990, 1997; 席瑞华, 1991; 姜衍春, 1994; 倪绍祥等, 2000; 王杰臣等, 2001; 邓自旺等, 2002; 李冰祥等, 2001; 任春光等, 2001, 2002; 季荣等, 2002; 王成菊等, 2002; 景晓红等, 2003; 孔海江等, 2003; 王凯学, 2004), 涉及地形、温度、降水、光照、土壤、植被、水文、人为等对东亚飞蝗的制约。

(3) 在信息科学领域

不少学者利用遥感技术/地理信息系统(RS/GIS)手段分区域研究了东亚飞蝗的动态特征, 如环渤海湾地区(马建文等, 2003, 2004; 韩秀珍等, 2001, 2003)、河北省南大港(季荣等, 2003), 研究中逐渐摒弃了被动的灾后监测, 实施蝗虫生育成灾全程监测。此外, 倪绍祥等(2002)、张洪亮等(2002, 2003)、邓自旺等(2002)对环青海湖地区迁飞能力很弱的草地蝗虫也做了遥感监测与预测等研究。上述研究进展已有多篇专文作过系统总结(许升全等, 1998; 王振平等, 1999; 陈永林, 2000; 倪绍祥等, 2000; 王杰臣等, 2001; 蒋国芳等, 2001; 黄登宇等, 2001; 魏文娟等, 2002; 孟涛等, 2002; 张宏杰等, 2002; 郑哲民, 2003; 石瑞香等, 2003; 李春选等, 2003; 李新江等, 2004), 本文无须赘述。

1.2.4 蝗灾与气候关系研究进展

长期以来, 大量的研究者普遍把注意力放在根据区域生态、气候条件来解释已发生的近现代蝗灾(郑云飞, 1990; 席瑞华, 1991; 姜衍春, 1994; 邓自旺等, 2002; 季荣等, 2002; 王成菊等, 2002; 王凯学, 2004), 或者纯粹从生物学的角度实验分析蝗虫与生态、气候因子的关系(李冰祥等, 2001; 景晓红等, 2003); 而反过来根据蝗灾与生态、气候因子之关系来研究其对古气候与古环境响应与指示意义, 乃至利用蝗灾发生动态的历史记录揭示区域气候与环境变化的研究却十分有限, 已有关于历史蝗灾动态与气候变化的各项研究学科视角分异很大(表 1-1), 机理分析相当欠缺, 需要进行多学科的交叉渗透与集成研究。

表 1-1 中国历史蝗灾记录与气候变化代表性研究简要述评

研究区域	研究内容	基本观点	存在的问题与不足	出处
河西地区	直接把蝗灾当做旱灾处理, 且引入自己设计的湿润指数公式, 重建了 15 世纪以后该区域的干湿状况	蝗灾与旱灾高度正相关	东亚飞蝗与亚洲飞蝗未作区分; 以相等权重将旱、涝引入公式值得商榷	李并成(1996)

研究区域	研究内容	基本观点	存在的问题与不足	出处
中国北纬41°以北地区	据近千年来飞蝗北界变动资料,推断出飞蝗发生年份的气温条件,划分了东北地区三个温暖时段	假定其他生态环境生条件无特异的前提下,按温度是唯一因子来做出的推断	忽略了研究区特殊性,且仅根据东亚飞蝗的单因子重建混合蝗区的历史温度状况值得商榷	张德二等(1998)
陕西地区	探讨东亚飞蝗与其致灾的主要气候因子的关系,构造了一个干旱指数,重建了陕西近500年的干湿变化,并做了对比分析与环境解释	蝗虫对上年冬温变化的响应不敏感,但对当年降水变化的响应敏感,蝗灾发生与当年夏半年偏干极为一致	不同地域类型的旱灾记录对全区的贡献程度问题,以及飞蝗的“源”与“汇”问题	李钢等(2004)
山东地区	基于历史文献中的蝗灾记录,重建了1470—1949年山东省蝗灾县数序列,并作了相关分析	温度变化与蝗灾规模在年代际尺度上相关不显著,但温暖气候却是蝗灾大爆发的必要条件。夏季降水的年际变化与蝗灾县数呈显著负相关,即夏季干旱有利于蝗灾的大规模发生	在引证蝗灾与气候因子相关研究结论时,应避免将迁飞能力很弱的草原蝗虫的相关结论“嫁接”到迁飞能力很强的东亚飞蝗上来	张学珍等(2007)
中国东部地区	对马世骏等(1958)发表的中国千年蝗灾资料进行了自回归和频谱分析,并选取气候序列作了对比分析	蝗灾发生程度与温度呈显著负相关,即蝗虫在冷期的发生量要显著地大于暖期	温度对比相对可靠,但是降水具有很强的区域差异,用西部降水对比东部蝗灾值得商榷	Stige等(2007),此文发表于PNAS
中国东部地区	分江淮和黄淮等南北两区对马世骏等(1958)发表的中国千年蝗灾逐年指数与其他气候资料作了相关分析和模拟研究,分过去100年、300年和1000年三个时间长度和1年和10年两个时间分辨率讨论	过去百年大蝗多出现在北方有暖干夏季和暖湿冬季的暖干年份以及在南方有暖湿春季的暖湿年份。过去千年仍以旱蝗为主,北方春夏偏干及暖冬有利于大蝗发生,南方则不然。未来温室效应导致的变暖会增加大蝗概率	资料对比时仍存在东西部差异。近现代分析的时间段划分应区分自然过程和人为阶段,应选择农药大量喷洒的建国初期为界,因此过去百年的分析结果的历史或现代的解释力难以明确	Yu et al.(2009),此文发表于JGR
三大飞蝗区	初步建立我国三大飞蝗灾害的年表和序列,选取东亚飞蝗灾害与战乱、瘟疫、雨土、江南米价、淮河洪水以及其他气候序列等进行对比分析与生态解释	认为蝗灾的发生跟冬半年温度关系不显著,跟夏半年降水呈反相关,并可以为预测气候(农业)干旱提供参考	数据库有待充实完善;灾害危机之间的耦合关系尚不明确;分种类、按朝代、划区域的多学科交叉集成研究开展不够	李钢(2008, 2010)
中国东部地区	通过收集东亚飞蝗灾害史料构建时间长度为1910年的蝗灾序列,并与温度、降水等气候序列作相关分析	认为蝗灾与温度、降水具有统计学意义的时间段和时间尺度分别是:1512—1911年的年际尺度和1000—1900年的十年尺度。蝗灾-降水负相关较好且从公元500年以来比较持续,蝗灾-温度正相关性较弱,且不持续	与其同一研究组的Stige等(2007)的研究结果大相径庭,有待进一步检验	Tian等(2011),此文发表于PNAS