



全球变化热门话题丛书

主编 秦大河

气候系统变化 与人类活动

GLOBAL CHANGE



李爱贞 刘厚凤 张桂芹 编著



气象出版社



全球变化热门话题丛书

主 编 秦大河

副主编 丁一汇 毛耀顺

气候系统变化 与人类活动

Qihou Xitong Bianhua yu Renlei Huodong

李爱贞 刘厚凤 张桂芹 编著

气象出版社

78A x 2707

图书在版编目(CIP)数据

气候系统变化与人类活动/李爱贞,刘厚凤,张桂芹
编著. —北京:气象出版社,2003.3

(全球变化热门话题/秦大河主编)

ISBN 7-5029-3553-3

I. 气… II. ①李… ②刘… ③张… III. 人类活
动影响-气候变化-普及读物 IV. P461-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 018186 号

气象出版社出版

(北京中关村南大街 46 号 邮政编码:100081)

责任编辑:陶国庆 终审:周诗健

封面设计:新视窗工作室 责任技编:王丽梅 责任校对:王丽梅

*

北京京科印刷有限公司印刷

气象出版社发行 全国各地新华书店经销

*

开本:889×1194 1/32 印张:7.625 字数:198 千字

2003 年 3 月第一版 2003 年 3 月第一次印刷

印数:1~5000 定价:19.00 元

序 言

全球变化科学是从 20 世纪 80 年代发展起来的一个新兴的科学领域。其研究对象是气候系统(包括岩石圈、大气圈、水圈、冰冻圈和生物圈)、各子系统内部以及各子系统之间的相互作用。它的科学目标是描述和理解人类赖以生存的气候系统运行的机制、变化规律以及人类活动在其中所起的作用与影响,从而提高对未来环境变化及其对人类社会影响影响的预测和评估能力。近 20 年来,全球变化的研究方向经历了重大调整。首先是从认识气候系统基本规律的纯基础研究为主,发展到与人类社会可持续发展密切相关的一系列生存环境实际问题的研究;其次是从研究人类活动对环境变化的影响,扩展到研究人类如何适应和减缓全球环境的变化。全球变化的研究已经取得了重大的进展。

气候变化是全球变化研究的核心问题和重要内容。科学研究表明,近百年来,地球气候正经历一次以全球变暖为主要特征的显著变化。近 50 年的气候变暖主要是人类使用矿物燃料排放的大量二氧化碳等温室气体的增温效应造成的。现有的预测表明,未来 50~100 年全球的气候将继续向变暖的方向发展。这一增温对全球自然生态系统和各国社会经济已经产生并将继续产生重大而深刻的影响,使人类的生存和发展面临巨大挑战。

自工业革命(1750 年)以来,大气中温室气体浓度明显增加。大气中二氧化碳的浓度目前已达到 368 ppmv(百万分之一体积),这可能是过去 42 万年中的最高值。增强的温室效应使得自 1860 年有气象仪器观测记录以来,全球平均温度升高了 $0.6 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 。

最暖的 14 个年份均出现在 1983 年以后。20 世纪北半球温度的增幅可能是过去 1 000 年中最高的。降水分布也发生了变化。大陆地区尤其是中高纬地区降水增加,非洲等一些地区降水减少。有些地区极端天气气候事件(厄尔尼诺、干旱、洪涝、雷暴、冰雹、风暴、高温天气和沙尘暴等)的出现频率与强度增加。近百年我国气候也在变暖,气温上升了 $0.4\sim 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,以冬季和西北、华北、东北最为明显。1985 年以来,我国已连续出现了 17 个全国大范围暖冬。降水自 20 世纪 50 年代以后逐渐减少,华北地区出现了暖干化趋势。

对于未来 100 年的全球气候变化,国内外科学家也进行了预测。结果表明:(1)到 2100 年时,地球平均地表气温将比 1990 年上升 $1.4\sim 5.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。这一增温值将是 20 世纪内增温值($0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右)的 2~10 倍,可能是近 10 000 年中增温最显著的速率。21 世纪全球平均降水将会增加,北半球雪盖和海冰范围将进一步缩小。到 2100 年时,全球平均海平面将比 1990 年上升 $0.09\sim 0.88\text{ m}$ 。一些极端事件(如高温天气、强降水、热带气旋强风等)发生的频率会增加。(2)我国气候将继续变暖。到 2020~2030 年,全国平均气温将上升 $1.7\text{ }^{\circ}\text{C}$;到 2050 年,全国平均气温将上升 $2.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。我国气候变暖的幅度由南向北增加。不少地区降水出现增加趋势,但华北和东北南部等一些地区将出现继续变干的趋势。

气候变化的影响是多尺度、全方位、多层次的,正面和负面影响并存,但它的负面影响更受关注。全球气候变暖对全球许多地区的自然生态系统已经产生了影响,如海平面升高、冰川退缩、湖泊水位下降、湖泊面积萎缩、冻土融化、河(湖)冰迟冻与早融、中高纬生长季节延长、动植物分布范围向极区和高海拔区延伸、某些动植物数量减少、一些植物开花期提前等等。自然生态系统由于适应能力有限,容易受到严重的、甚至不可恢复的破坏。正面临这种危险的系统包括:冰川、珊瑚礁岛、红树林、热带雨林、极地和高山生态系统、草原湿地、残余天然草地和海岸带生态系统等。随着气候变化频率和幅度的增加,遭受破坏的自然生态系统在数目上会有所

增加,其地理范围也将增加。

气候变化对国民经济的影响可能以负面为主。农业可能是对气候变化反应最为敏感的部门之一。气候变化将使我国未来农业生产的不稳定性增加,产量波动大;农业生产布局和结构将出现变动;农业生产条件改变,农业成本和投资大幅度增加。气候变暖将导致地表径流、旱涝灾害频率和一些地区的水质等发生变化,特别是水资源供需矛盾将更为突出。对气候变化敏感的传染性疾病(如疟疾和登革热)的传播范围可能增加;与高温热浪天气有关的疾病和死亡率增加。气候变化将影响人类居住环境,尤其是江河流域和海岸带低地地区以及迅速发展的城镇,最直接的威胁是洪涝和山体滑坡。人类目前所面临的水和能源短缺、垃圾处理和交通等环境问题,也可能因高温、多雨而加剧。

由于全球增暖将导致地球气候系统的深刻变化,使人类与生态环境系统之间业已建立起来的相互适应关系受到显著影响和扰动,因此全球变化特别是气候变化问题得到各国政府与公众的极大关注。

1979 年的第一次世界气候大会(主要由科学家参加)宣言提出:如果大气中的二氧化碳含量今后仍像现在这样不断增加,则气温的上升到 20 世纪末将达到可测量的程度,到 21 世纪中叶将会出现显著的增温现象。1990 年 11 月,第二次世界气候大会(由科学家和部长参加)通过了《科学技术会议声明》和《部长宣言》,认为已有一些技术上可行、经济上有效的方法,可供各国减少二氧化碳的排放,并提出制定气候变化公约的问题。1991 年 2 月联合国组成气候公约谈判工作组,并于 1992 年 5 月完成了公约的谈判工作。1992 年 6 月联合国环境与发展大会期间,153 个国家和区域一体化组织正式签署了《联合国气候变化框架公约》。1994 年 3 月 21 日公约正式生效。截止到 2001 年 12 月共有 187 个国家和区域一体化组织成为缔约方。公约缔约方第一次大会于 1995 年 3 月在德国柏林召开。经过两年的艰苦谈判,1997 年 12 月在日本京都召开

的公约第三次缔约方大会上通过了《京都议定书》，为发达国家规定了到 2008~2012 年的具体的温室气体减排义务。

1988 年 11 月世界气象组织和联合国环境规划署建立了“政府间气候变化专门委员会(IPCC)”，其主要任务是定期对气候变化科学知识的现状、气候变化对社会和经济的潜在影响，以及适应和减缓气候变化的可能对策进行评估，为各国政府和国际社会提供权威的科学信息。自成立以来，IPCC 已组织世界上数以千计的不同领域的科学家完成了三次评估报告及“综合报告”。目前，IPCC 正在准备编写第四次评估报告，将于 2007 年完成。此外，还组织编写了许多特别报告、技术报告。IPCC 组织编写的这些评估报告，作为制定气候变化政策和对策的科学依据提交给国际社会和各国政府。它不仅为各国政府部门制定气候变化对策提供了科学信息，而且也直接影响着《联合国气候变化框架公约》及《京都议定书》的实施进程，并在荒漠化、湿地等其他国际环境公约的活动中发挥着越来越大的作用。

全球气候变化问题，不仅是科学问题、环境问题，而且是能源问题、经济问题和政治问题。全球气候变化问题将给我国带来许多挑战、压力和机遇。

国际上要求我国减排温室气体的压力越来越大。目前我国二氧化碳排放量已位居世界第二，甲烷、氧化亚氮等温室气体的排放量也居世界前列。预测表明，到 2025~2030 年间，我国的二氧化碳排放总量很可能超过美国，居世界第一位；目前低于世界平均水平的我国人均二氧化碳排放量可能达到世界平均水平。由于技术和设备相对落后、陈旧，能源消费强度大，我国单位国内生产总值的温室气体排放量比较高。

我国减排温室气体的潜力受到能源结构、技术和资金的制约。煤是我国的主要能源，在我国一次能源消费中，煤炭约占 70%。受能源结构的制约，我国通过调整能源结构来减少二氧化碳排放量的潜力有限。如果近期就承担温室气体控制义务，我国的能源供应

将受到制约。同时,因缺少相应的技术支撑,我国的经济发展将受到严重影响。因此,我国的能源结构和减排成本决定了我国不可能过早地承诺减排义务。在相当一段时期内,我国应坚持“节约能源、优化能源结构、提高能源利用效率”的能源政策,但是需要相当的技术和资金作为保证。目前发达国家希望通过“清洁发展机制(CDM)”项目,从发展中国家获得减排抵消额。这将为发展中国家获得新的投资和技术转让带来机遇。

我国党和政府对气候变化问题一直非常重视,早在 1986 年就成立了国家气候委员会,其职责是参加国际有关组织相应的活动,并在开展气候研究、预报、服务等工作中,负责对外的国际合作、交流,对内起到组织协调的作用,并与各有关部门共同协商、配合工作,充分发挥各有关单位的积极性,使气候科学更好地为国家建设服务。1995 年成立了国家气候中心,专门从事气候监测、预测和评价等工作,为我国经济建设和社会发展提供了卓有成效的服务。目前,气候变化与生态环境问题已引起党和政府的高度关注。但是总体来看,迄今为止我国还未把适应与减缓气候变化影响的问题真正提上议事日程,这方面的研究仍十分薄弱和不足。由于全球气候变暖可能给我国自然生态系统和社会经济部门带来难以承受的、不可逆转的、持久的严重影响。因此,应对全球气候变暖的影响,趋利避害,应成为我国实施可持续发展时必须重视的问题之一。需要全面深入研究气候变化对我国自然生态系统和国民经济各部门的影响后果、可采取的适应与减缓措施,并在对其进行成本-效益分析的基础上,提出我国适应与减缓气候变化影响的规划和行动计划。

为了宣传和普及气候和气候变化方面的科学知识,提高公众在全球变化问题上的科学认识,我们组织编撰出版这套《全球变化热门话题》丛书。本套丛书一共 18 册,由国内相关领域的知名专家撰稿,内容包括以下三方面:一是以大量监测数据为基础,揭示全球变化的若干事实及其在各个分系统中的表现形式;二是以太阳

辐射、大气化学、大气物理、环境和生态演变等多学科交叉理论为基础,深入浅出地阐述气候变化的成因;三是以可持续发展理论为指导,提出人类适应和减缓全球变化的各种对策、途径和方法。该丛书的出版,旨在使人们对全球变化有清醒而全面的科学认识,从而更加关注全球变化,并且在更高的层次上、更广泛的范围内认识我国在全球变化中的地位和作用,自觉参与人类社会的共同决策,保护人类赖以生存的地球环境。

国家气候委员会主任

中国气象局局长

秦大河

2003年3月23日

目 录

前言

第一章 气候系统与全球变化	(1)
从失落的古代文明说起	(1)
古代文明的失落与人类活动	(2)
中国古代文明的兴衰与人类活动	(6)
古文明衰落的启迪	(10)
气候系统及其驱动过程	(11)
气候系统	(11)
驱动全球气候系统的基本过程	(15)
人类活动影响气候系统的主要途径	(19)
全球环境变化	(21)
盖娅(Gaia)假说与新地球观	(21)
人类面临的全球环境问题	(23)
气候和环境变化的敏感带和脆弱带	(26)
脆弱生态环境	(26)
生态脆弱带	(27)
全球变化研究的优先领域	(29)
第二章 人类活动与大气污染	(33)
震惊世界的大气污染事件	(33)
大气污染源和大气污染物	(37)
大气污染源	(37)

2 • 气候系统变化与人类活动

大气污染物	(38)
大气污染的类型	(42)
气象条件与大气污染	(43)
主要污染物在大气中的迁移转化	(43)
污染物在大气中的积聚、扩散	(44)
室内空气污染	(48)
室内空气污染的主要污染物、来源及影响	(48)
改善室内空气质量的对策	(49)
大气污染的生态效应	(50)
大气污染与植物危害	(50)
大气污染与人体健康	(51)
环境空气质量周报和预报	(53)
环境空气质量周报和日报	(53)
空气污染警报和预报	(54)
大气污染控制	(55)
大气污染综合防治的原则	(55)
第三章 大气微量成分的变化与全球气候环境问题	(61)
全球变暖	(61)
气候变化的事实	(61)
温室气体与温室效应	(67)
全球气候变化预测方法简介	(75)
未来全球和中国气候变化的预测	(76)
全球气候变暖对全球环境的重大影响	(78)
防治温室效应的基本对策	(87)
地球生命的保护层被破坏——臭氧层耗减	(90)
臭氧层破坏的原因	(94)
臭氧层破坏的危害	(98)
保护臭氧层	(100)
肆虐的酸雨	(102)

酸雨·····	(102)
酸雨的成因·····	(104)
酸雨的危害·····	(106)
酸雨的控制·····	(110)
“核冬天”之忧·····	(113)
反温室效应与“核冬天”·····	(113)
从与核战争类似的自然现象来看“核冬天”·····	(114)
“核冬天”的生态后果·····	(118)
第四章 土地利用方式的改变与气候变化·····	(119)
人类活动与荒漠化·····	(119)
荒漠与荒漠化·····	(119)
荒漠化的类型和等级·····	(121)
荒漠化土地的分布和发展趋势·····	(123)
荒漠化成因·····	(125)
荒漠化的危害·····	(131)
防治荒漠化对策·····	(135)
森林与气候变化·····	(143)
森林的现状·····	(143)
森林的生态作用·····	(146)
森林与气候·····	(149)
森林的保护和重建·····	(153)
下垫面水分状况的变化与气候·····	(156)
水域小气候·····	(156)
湿地与气候变化·····	(160)
海洋荒漠化的气候效应·····	(173)
海洋荒漠化·····	(173)
赤潮·····	(176)
第五章 城市化气候效应·····	(181)
城市化与城市荒漠化·····	(181)

4 · 气候系统变化与人类活动

城市化·····	(181)
城市荒漠化·····	(183)
城市气候 ·····	(184)
城市气候的形成及影响范围·····	(184)
城市气候的特点·····	(187)
城市气候灾害的防御和局地气候的改善 ·····	(192)
城市大气环境综合整治·····	(192)
城市高温灾害的防御·····	(198)
城市绿化与局地气候的改善·····	(200)
城市“噪光”危害与防治·····	(202)
第六章 关爱环境,善待地球 ·····	(207)
“生物圈 2 号”的启示 ·····	(207)
“生物圈 2 号”实验·····	(207)
“生物圈 2 号”失败的原因分析·····	(209)
“生物圈 2 号”的启示·····	(211)
人类与地球环境 ·····	(212)
人类与环境·····	(212)
全球环境变化是人类面临的共同挑战·····	(215)
人类环境保护史上的三个路标·····	(217)
可持续发展 ·····	(223)
“牧童经济”与“宇宙飞船经济”·····	(223)
可持续发展·····	(226)
中国的环境与发展对策 ·····	(228)
中国的环境保护任重而道远·····	(228)
环境问题的行为对策·····	(229)

参考文献

第一章

气候系统与全球变化

气候系统是那些能够决定气候形成及其变化的各种因子的统一体。气候系统包括五个物理组分：大气圈、水圈、冰雪圈、陆地表面和生物圈。

气候与人类息息相关，它是人类生存的基本物理环境的主要部分之一，是最容易被人类感受到的生存环境部分，给人以直接的刺激作用，使人感受到冷暖、干湿及其变化；反过来又深受人类活动的影响。从古埃及文明的衰落，到玛雅文化的毁灭；从全球气候变暖、酸雨、臭氧洞扩大到沙尘暴的肆虐，人类文明的发展无不关系到气候系统及生态环境异常变化，这些影响又困扰着人类社会，阻碍了人类社会的进步和发展，甚至危及到人类的生存。人类社会不得不开始反省、认识并试图改变这一变化的进展。

从失落的古代文明说起

人类只有一个地球。集天地之灵气，采万物之精华，勇敢的人类从洪荒时代走到了文明的世纪。人类的智慧创造了经济发展的奇

迹,无知与贪婪却留下了可怕的恶果。

人类既是环境的产物,又是环境的改造者。人类在其发展进程中,运用自己掌握的知识,通过劳动,不断改造自然,创造新的生存条件。在征服自然走向文明的历史进程中,人类取得的每一次进步几乎都伴随着对地球环境的巨大冲击。

古代文明的失落与人类活动

历史学家曾用了一句话来勾画历史:“文明人跨越过地球表面,在他们的足迹所过之处留下一片荒漠。”人们常说,历史是一面镜子。曾经辉煌的古文明的消失,使我们现在只能从文字记载和考古发现中去了解它们。世界古文明策源地的共同悲剧,就是对现代人类的警示。

古埃及文明:北非是人类文明的摇篮之一,巍峨耸立的金字塔、图腾卡蒙法老墓及亚历山大灯塔为代表的埃及文化达到了当时人类文明的巅峰。古埃及文明可以说是“尼罗河的赐予”。在历史上,每到夏季,来自上游地区富含无机物矿物质和有机质的淤泥随着河水的漫溢,都要给埃及土地留下一层薄薄的沉积层,其数量不致于堵塞灌渠、影响灌溉和泄洪,但却足以补充从田地中收获的作物所吸收的养分,近乎完美地满足了农田对于有机质的需要,从而使这块土地能够生产大量的粮食来养育生于其上的众多人口。正是这样无比优越的自然条件造就了埃及漫长而辉煌的文明。然而由于尼罗河上游地区的森林不断地遭到砍伐,以及过度放牧、垦荒等,使水土流失日益加剧,尼罗河中的泥沙逐年增加,埃及再也得不到那宝贵的沃土,昔日的“地中海粮仓”从此失去了往日的辉煌,埃及文明创造者们留给子孙后代的遗产,除了古老的文明外,还有 90% 完全沙漠化的土地。

巴比伦文明:人类文明的另一个发源地美索不达米亚经历了同样的遭遇。美索不达米亚平原位于幼发拉底河和底格里斯河之间(现伊拉克境内),公元前,这里曾经是林木葱郁、沃野千里,富饶

的自然环境孕育了辉煌的巴比伦文化——“楔形文字”、《汉穆拉比法典》、60 进制计时法……苏美尔、亚述、阿卡德和巴比伦人相继在公元前 4000 年至公元前 2000 年间,创造了令世人叹为观止的城市文明。然而,巴比伦人在创造灿烂的文化、发展农业的同时,却由于无休止地垦耕、过度放牧、肆意砍伐森林等,破坏了生态环境的良性循环,使这片沃土最终沦为风沙肆虐的不毛之地,漫漫黄沙使巴比伦王国在地球上销声匿迹。那座辉煌的巴比伦城,直到近代才由考古学家发掘出来,重新展现在世人面前。

印度文明:南亚的印度河流域,是人类早期文明的发祥地之一。4000 年前,那里曾是气候宜人、农业发达、物产丰富的肥沃良田,盛产小麦、芝麻、甜瓜和棉花,是名符其实的粮仓。然而,由于人类无休止地向大自然索取,毫无顾忌地开垦,使温德亚山和喜马拉雅山南麓的水土大量流失淤塞了河道,破坏了生态结构和生态平衡,使肥沃的土地变成了不毛之地,终于形成了今日 $65 \times 10^4 \text{km}^2$ 的塔尔沙漠。

复活节岛的兴衰:复活节岛是太平洋上一个偏僻荒凉的小岛,面积不足 400km^2 ,人口最多时也不过 7000 人,它距最近的大陆——南美洲西海岸有 3000km 之多,距最近的有人居住的岛屿——皮特凯恩岛也有近 2000km 之遥。但是它的一部文明兴衰史,却是昭示人类未来的一面镜子。

1722 年复活节,荷兰海军上将罗格温(Roggeveen)乘阿雷纳号船到了一个无名岛屿,成为访问该岛的第一个欧洲人。复活节岛也因此而得名。使欧洲人感到震惊的是岛上 600 余尊高大的石雕像和一个极其落后野蛮的原始社会,两者形成鲜明对照。当时岛上大约有 3000 人,都生活在破烂的芦苇棚或山洞中。为了生存,岛民之间整日械斗不断,因为食物极度匮乏,人们甚至同类相食。后来不断有来自欧洲的探险者登上复活节岛,包括著名的库克船长(1774 年)。1770 年,西班牙人占领了复活节岛,但是由于距离遥远,人口稀少,资源匮乏,西班牙对这里从未实行真正的殖民统治。

所有的来访者无不为岛上存在的文明遗迹与落后野蛮的社会现实之间的巨大反差而感到困惑。

考古学家证明,复活节岛曾经有过辉煌的文明。并认为复活节岛的居民属于波利尼西亚人,公元5世纪到达复活节岛,已是全球大迁移的晚期。当时,复活节岛上土壤肥沃,温度、湿度很高,但是水源奇缺,岛上无常年性河流,仅有的淡水来自死火山形成的湖。由于与世隔绝,生物物种很少,只有30种本地植物、几种昆虫、两种蜥蜴,没有哺乳动物,岛屿周围水域中鱼也不多。波利尼西亚人在家乡时主要食用鸡、猪、狗、波利尼西亚鼠以及甘薯、芋头、两色果、香蕉、椰子和白薯。但是,移民们很快发现这里的气候不适宜亚热带植物(如两色果和椰子)的生长,芋头和甘薯的产量也很有限。移民的食品因此只限于白薯和鸡。这种单一的农业文明使移民们一度生活得很悠闲。据估计,5世纪时复活节岛的移民不超过20~30人。后来人口缓慢增长,大家庭成为基本的社会单位,有亲属关系的家庭组成了部族,每个部族有自己的宗教中心和祭祀活动,族长组织这些活动,并在族内分配食物。

花粉分析表明,当时岛上草深林密。而后来的造神运动——建造和运输雕像构成了对林木最大的需求,也直接导致了复活节岛的衰亡。当时的居民散居在农舍中,并在农舍周围播种庄稼;社会活动则集中在祭祀中心,即被称为阿库(Aku)的大石头平台。人们在这里举行葬礼、祭祀和纪念亡故的族长。岛民们精心组织宗教仪式,沿着海岸线在全岛建造了300多处宏伟的阿库,每一处阿库有1至数尊石像。这些石像成为复活节岛文明一度兴盛的见证。

制作石像是一项巨大的工程。每尊石像约6m多高,几十吨重。在采石场制作,再运输到全岛各处的阿库。因为缺乏运输设备,岛民就砍伐森林,用圆木滚动雕像。1550年,复活节岛人口达到7000人,部族之间的争斗开始加剧。人们竞相建立阿库,以树立本族的权威。到16世纪,岛上共建了几百个阿库,竖立了600多尊雕像。然而就在此时,由于岛上森林被砍伐殆尽,运输雕像的工作不