



全球变化热门话题丛书

主编 秦大河

气候变化与荒漠化

GLOBAL CHANGE



王澄海 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

气候变化与荒漠化

Qihou Bianhua yu Huangmohua

王澄海 编著

气象出版社

图书在版编目(CIP)数据

气候变化与荒漠化/王澄海编著. —北京:气象出版社,2003.3

(全球变化热门话题/秦大河主编)

ISBN 7-5029-3558-4

I. 气… II. 王… III. 沙漠化-普及读物

IV. P941.73-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 018131 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:6.75 字数:175千字

2003年3月第一版 2003年3月第一次印刷

印数:1~5000 定价:17.00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 $0.6 \pm 0.2 \text{ C}$ 。

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 $0.4\sim 0.5\text{C}$,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 $1.4\sim 5.8\text{C}$ 。这一增温值将是 20 世纪内增温值(0.6C 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 1.7C ;到 2050 年,全国平均气温将上升 2.2C 。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 and 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

A handwritten signature in black ink, reading '秦大河' (Qin Dajun), written in a cursive style.

2003年3月23日

目 录

前言

第一章 威胁人类生存环境的荒漠化	(1)
什么是荒漠化?	(2)
20 世纪的十大环境问题	(2)
荒漠化与沙漠化	(8)
荒漠化的危害及发展趋势	(20)
荒漠化与土地退化	(20)
荒漠化与生态环境恶化	(22)
荒漠化与人类生存环境	(26)
我国各地区的荒漠化发展趋势	(33)
第二章 荒漠化发生的源地	(43)
中国的气候变化及其对全球变化的响应	(45)
主要气候带	(45)
主要气候区	(46)
不同时间尺度的古气候变迁	(48)
干旱与干旱区	(55)
干旱的定义	(55)
中国干旱区的形成条件	(58)
中国干旱区的划分指标	(62)
中国的干旱区及干旱发展趋势	(62)
中国干旱区的划分原则	(62)

中国干旱区区划	(69)
第三章 荒漠化的类型与概况	(77)
荒漠化的类型	(77)
风蚀荒漠化土地	(79)
水蚀荒漠化土地	(79)
冻融荒漠化土地	(79)
土壤盐渍化土地	(80)
中国荒漠化的类型、面积及分布	(81)
荒漠化与气候变化	(90)
荒漠化与地表状况	(95)
中国的森林植被状况	(95)
中国的草地植被状况	(98)
中国的土地资源及其时空变化特征	(100)
土地资源利用不合理引起的环境变化	(103)
我国土地资源的发展趋势	(105)
第四章 荒漠化形成的机制与气候变化	(107)
荒漠化的成因	(107)
更新世时期万年以上尺度荒漠化的成因	(108)
全新世时期千年和百年尺度荒漠化的成因	(110)
历史时期沙质荒漠化过程	(114)
现代时期数十年至数年尺度的荒漠化成因	(115)
荒漠化形成的气候因素	(117)
万年尺度的气候变化	(117)
千年尺度的气候变化	(118)
百年尺度的气候变化	(119)
气候变化对荒漠化的作用机制	(122)
荒漠化形成的地形地貌因素	(125)
荒漠化形成的土壤结构因素	(127)

荒漠化形成的人类活动因素·····	(129)
自然因素起主导作用的荒漠化·····	(136)
人为因素起主导作用的荒漠化·····	(136)
人为因素与自然因素共同作用的荒漠化·····	(137)
荒漠化与气候环境·····	(137)
第五章 荒漠化的监测 ·····	(145)
荒漠化的监测的意义·····	(145)
监测意义·····	(145)
中国荒漠化监测的内容、任务·····	(148)
荒漠化监测评价指标体系·····	(150)
荒漠化监测类型的确定·····	(150)
国内外具有代表性的监测指标体系·····	(151)
荒漠化监测技术与方法·····	(153)
荒漠化监测的原则和目标·····	(153)
监测技术框架·····	(155)
监测的主要技术方法·····	(159)
调查技术方法·····	(162)
监测信息管理系统的建设·····	(166)
第六章 荒漠化的防治与对策 ·····	(169)
荒漠化的治理效益的因素分析·····	(170)
荒漠化防治的重点·····	(170)
荒漠化防治的因素·····	(171)
荒漠化防治的主要对策·····	(173)
我国防治荒漠化战略·····	(173)
当前亟需解决的问题·····	(175)
沙漠化防治技术·····	(177)
固沙技术体系·····	(177)
防护林技术体系·····	(181)

4 · 气候变化与荒漠化

我国风沙区造林树种的选择·····	(186)
水蚀荒漠化综合防治技术体系·····	(187)
植被的水土保持作用·····	(188)
封山育林育草技术·····	(189)
水土保持林营技术·····	(191)
盐渍荒漠化综合防治技术体系·····	(193)
盐渍荒漠化的形成机制·····	(193)
盐渍荒漠化综合防治技术·····	(194)
荒漠化的综合治理与对策·····	(200)

参考文献

第一章

威胁人类生存环境的荒漠化

当人类步入 21 世纪之际,回眸 20 世纪,我们兴奋而自豪地发现,人类在科学技术方面取得了惊人的成果和巨大进步。数字技术、网络通信、人造卫星、太空漫步、核能利用、生物工程、器官移植、克隆技术等,数不胜数。20 世纪,人类的财富积累、生活水平提高、社会福利保障等均取得了前所未有的成就。可以毫不夸张地说,20 世纪是人类成就最辉煌的世纪、最值得骄傲的世纪。

然而,20 世纪又是人为破坏环境最为严重的世纪。在人口和财富迅速增长的同时,人类的生存环境面临着极大的危机。

早在 20 世纪 80 年代初,全球气候变暖、臭氧层耗竭及酸雨三大全球性环境问题已初露端倪,进入 20 世纪 90 年代,地球荒漠化、海洋污染、物种灭绝等环境问题更是突破了国界,成为影响全人类生存的重大问题。

什么是荒漠化？

20 世纪的十大环境问题

20 世纪全球的十大环境问题中，土地荒漠化则首当其冲。“荒漠化”被视为地球的“皮肤病”、“溃疡病”、“牛皮癣”，是目前国际社会高度关注的重大环境问题之一。

荒漠化不仅威胁到整个人类的生存环境，而且已成为制约全球经济发展和社会稳定的障碍因素。为此，联合国环发大会把防治荒漠化列为《21 世纪议程》的优先行动领域。1994 年签署的《联合国防治荒漠化公约》是环发大会后续行动通过的第一个环境公约。因此，荒漠化防治以其对环境和人类社会实现可持续发展特有的贡献，愈来愈引起国际社会的广泛关注。那么，目前的荒漠化状况如何？荒漠化是如何发生的？在荒漠化过程中人类在多大的程度上对此负责？对人类环境的影响程度如何？荒漠化又将如何发展呢？这些就是本书要讨论的问题。

20 世纪全球十大环境问题

全球气候变暖 造成全球气候变暖的主要原因是由于人类活动造成大气中 CO_2 、 CH_4 等温室气体的含量在增加。气候变暖的后果是南北极的气温上升，使部分冰山融化，最终导致海平面上升。从 1880 年以来的 100 年，海平面上升了 8cm。气温的升高还将对农业和生态系统带来严重的影响，温室效应将严重威胁着整个人类：海平面将升高，许多人口稠密的地区（如孟加拉国、中国沿海地带以及太平洋和印度洋上的多数岛屿）都将被水淹没。

土壤遭到破坏，荒漠化程度加剧 科学家们发现，110 个国家（共 10 亿人口）内的可耕地的肥沃程度在降低，在非洲、亚洲和拉丁美洲，由于森林植被的消失、耕地的过分开开发和牧场的过度放牧，土壤剥蚀情况十分严重。人类活动的影响，如过度放牧、耕作、采伐薪材以及气候变暖

的共同作用,加快了荒漠化的进程。荒漠化土地不断扩大,全球有 $3.6 \times 10^6 \text{hm}^2$ 干旱土地受到荒漠化的直接危害,且仍以每年 $6 \times 10^6 \text{hm}^2$ 以上的速度增长。

臭氧层破坏 20世纪70年代英国科学家首先发现,在地球南极上空的大气层中,臭氧含量开始逐渐减少,尤其在每年9~10月减少更为明显,科学家们称之为南极臭氧洞。1989年科学家们赴北极考察研究发现,北极上空臭氧层也已遭到严重破坏,但程度比南极要轻一些。人类向大气排放的氟氯碳化物和氧化亚氮破坏高空的臭氧。自20世纪50年代以来的观测表明,高空臭氧有减少的趋势,70年代以后这种趋势更为明显,特别是在高纬度地区已经形成了臭氧层空洞。臭氧相对集中的臭氧层距地面大约25km,它能把太阳光中大部分有害的紫外线吸收掉,是地球上所有生命的“保护伞”。臭氧层被破坏的后果是“无形杀手”——紫外线长驱直入,皮肤癌发病率增加。臭氧减少后对植物的影响也很大,许多农作物会因臭氧层破坏而减产。

酸雨和空气污染 随着工业发展和化学燃料的大量使用,排入大气中的 SO_2 、 NO_2 等愈来愈多,造成雨、雪、雾、露等呈酸性,统称为酸雨。二战以后,世界各国,特别是发达国家和地区的城市化、工业化、交通运输业迅猛发展,煤炭、天然气、石油燃烧以及金属冶炼等产生的 SO_2 、 NO_2 大量排入空气中,经过复杂的大气物理和大气化学过程最终转化为硫酸和硝酸等,与水汽或雨雪相遇,形成酸雨降落至地面。现在,全世界每年排入大气中的硫化物和氮氧化物高达 $3 \times 10^7 \text{t}$,有些烟雾大都经过高烟筒排放,在大气环流的作用下可以漂洋过海,到达几千千米之外,因而酸雨又被称为“跨国界的恶魔”。目前,酸雨已成为世界上最严重的环境问题之一。酸雨的危害主要是破坏森林生态系统,改变土壤性质与结构,抑制土壤中有有机物的分解,使土壤贫瘠,植被破坏,影响植物的发育;其次是破坏水生生态系统,酸雨落在江河中,造成大量水生动植物死亡。由于水源酸化致使金属元素溶出,对饮用者的健康产生有害影响;此外,酸雨还会腐蚀建筑物。

海洋污染和海洋的过度开发 全世界60%的人口挤在离大海不到1000 km的地方,沿海地区受到了巨大的人口压力,这种人口拥挤状况正使非常脆弱的海洋生态失去平衡。由于人类不断向大海排放污染物,大量建设海上旅游设施……近年来发生在近海水域的污染事件不断增多。海洋污染主要有原油泄漏污染、漂浮物污染和有机化合物污染及赤潮、黑潮等。全世界1/3的沿海地区(在欧洲是80%的沿海地区)遭到了破坏。其次是过度捕捞造成海洋渔业资源正在以令人可怕的速度减少。在某些海域,由于大量捕捞,某些特有的鱼种,已达灭绝的程度。更为糟糕的是过度捕捞严重影响海洋生产力和生物多样性、海洋生态系统遭到严重破坏。

生物多样性破坏 物种灭绝是自然现象,在过去的两亿年中,每27年中才有一种植物从地球上消失,每世纪有90多种脊椎动物灭绝。由于城市化、农业发展、森林减少和环境污染,自然生态区域变得越来越小了,导致了数以千计的物种绝迹,生物多样性正以前所未有的速度减少;据估计目前世界平均每天有一个物种消失,现在物种灭绝的速度是自然灭绝速度的1000倍;20世纪末世界上已有1/10的物种消失,生物多样性的丧失已成为人类面临的全球范围内的环境问题。

森林面积的锐减 全球每年有 $1.2 \times 10^7 \text{hm}^2$ 的森林消失,特别是热带雨林的减少明显。最近几十年以来,热带地区国家森林面积减少的情况十分严重。在1980~1990年,世界上有 $1.5 \times 10^6 \text{km}^2$ 森林(占全球总面积的12%)消失了,照此速度,40年以后,一些东南亚国家就再也见不到一棵树了。热带雨林不断减少的后果是 CO_2 浓度的增加,异常气候的出现和生物物种的减少。而灾害频繁如洪水肆虐、沙尘暴都与森林面积减少有直接的关系。

有害废物的越境转移排放 工业带给人类的文明曾令多少人陶醉,但同时带来的数百万种化合物存在于空气、土壤、水、植物、动物和人体中,即使作为地球上最后的大型天然生态系统的冰盖也受到了污染。那些有机化合物、重金属、有毒产品,都集中存在于整个食物链中,并最终将威胁到人类的健康,引起癌症,导致土壤肥力减弱。有毒有害废弃物使自然环境不断退化,土壤和水域不断被污染,垃圾处置场地越来越少。

淡水的短缺和匮乏 目前,获取淡水和使用清洁的淡水已经被认为是最需要引起重视的环境问题之一。1950年仅有20个国家的2000万人面临缺水问题,而1990年则有26个国家的3亿人受到淡水短缺的困扰。据预测,到2025年将有40多个国家中占30%的人口受到水资源短缺的影响,到2050年,将有65个国家的约占全球60%的人口将面临淡水危机。淡水短缺,将会造成人们对水资源的竞争,必然引起更多的国与国之间甚至是国内各地方之间的冲突与争端。

混乱无序的城市化 随着城市数量的迅速增加,城市发展规模也越来越大。人口密集、工厂林立、交通运输等造成城市严重的环境污染与生态破坏。城市化使水泥、沥青等人工建筑代替了土壤、草地、森林等自然地面,影响了大气的物理状况,产生城市热岛效应,城市中心往往成为空气污染最严重的地方。由于城市工业及交通运输业多以化学燃料作为主要能源,大气中 CO_2 、 SO_2 随着光化学烟雾污染日趋严重。城市化减少了地表水的渗透,地下水得不到足够的补充,破坏了自然界的水平衡。加之城市化导致耗水量增加,很多城市超量开采地下水,造成地下水位下降、泉水干涸、地面下沉。如上海市的累积沉降幅度已达2.63m。城市生活、工业、交通、运输以及其他服务业排放的污染物对水环境造成严重污染。