

环境保护热门话题丛书

戴君虎 丁 枚 方精云 编著

温室效应

中国环境科学出版社



《环境保护热门话题》丛书

温室效应

戴君虎 丁 枚 方精云 编著

中国环境科学出版社

图书在版编目(CIP)数据

温室效应 / 戴君虎, 方精云编著. -北京: 中国环境
科学出版社, 2001.4

(环境保护热门话题丛书)

ISBN 7-80135-031-6

I. 温… II. ①戴…②方 III. 温室效应-研究
IV. X176

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 86465 号

温室效应

中国环境科学出版社出版发行

(100036 北京海淀区普惠南里 14 号)

北京市联华印刷厂印刷

各地新华书店经售

2001 年 4 月第 一 版	开本	787×1092	1/32
2001 年 4 月第一次印刷	印张	8	
印数 1—5000	字数	140 千字	

定价: 9.00 元

序 言

回首二十世纪，既是人类社会获得物质财富最多的世纪，也是人为破坏环境最严重的世纪。在品尝了自己酿成的恶果后，国际社会于1972年在瑞典斯德哥尔摩召开了人类环境会议，开始了防治污染，保护环境的征程，实现了人类环境认识史上的第一次飞跃。20年后的1992年，100多位国家首脑出席了在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会，共同探讨环境与发展问题，明确提出摒弃传统增长模式，实施可持续发展战略，实现了环境认识史上的第二次飞跃。正是伴随人类对环境问题认识水平的不断提高，环境保护事业才得以不断深入和发展。

二十多年来，在党和国家的重视和领导下，我国环境保护工作从小到大，从弱到强，取得了很大的进展，与此同时，全民环境意识也有了很大的提高。刚刚过去的五年，是我国公众环境意识提高幅度最大的时期，是环境保护与经济发展结合最紧密的时期，也是环境保护发展最快的时期。正是由于各级党委、政府把环境保护作为一项基本国策落实到各项发展进程之中，加快产业结构调整，增加环保投入，加大环境执法力度，才使环境污染恶化的趋势得以基本控制，一些地区和城市的环境质量开始得到改善；正是由于工业企业不断改革创新，采用清洁生产技术，淘汰落后设备工艺，加强污染治理，才使全国污染物排放总量得以控制并有所减少；新闻界环境宣传和舆论监督的日益广泛和深入，既揭露了破坏环境的行为，促进了环境问题的解决，又提高了

公众的环境意识；在自觉运用法律武器，维护自身环境权益的同时，广大群众也越来越多地参与到保护和改善环境的活动中，这为环境保护事业的深入发展奠定了极其重要的社会基础。

但是，必须承认，目前我国公众环境意识还不是很高。不顾环境承载能力，追求暂时片面发展的现象依然存在；为了企业短期利益，污染一条河，破坏一方土的行为在一些地方还比较普遍。江泽民总书记曾明确指出，环境意识和环境质量如何，是衡量一个国家和民族文明程度的一个重要标志。今后十年，我国将实现第三步战略目标，国民经济仍将保持较快的增长速度，人口也将持续地增长，生态环境面临着巨大的压力。只有尽快提高全民环境意识，形成一个全社会都来关心环境保护，全民都来参与环境保护的局面，我国的生态环境才能得到更加有效的保护，环境质量才能不断得到改善，天更蓝、地更绿、水更清，山川更加秀美的景象才能永驻中华大地。

相信这套丛书的出版将对增进公众环境科学知识，提高全民环境意识起到积极的促进作用。

The image shows a handwritten signature in black ink. The characters are stylized and cursive, appearing to read '何平萍' (He Pingping). The signature is written on a plain white background.

二〇〇一年一月



前 言

大自然对人类的慷慨馈赠已经使我们既因心满意足而沾沾自喜，又因习以为常而麻木不仁。其实，人类得以在地球上生息繁衍，本身是一种巧合，而能延续来之不易的人类文明更是一个奇迹。有人做过推算，证明在银河系中出现高级生命的概率实在是微乎其微。是啊，当我们在繁星满天的静夜眺望太空时，当我们苦苦寻找自己的外星邻居时，当我们看到卫星照片上渺小的地球时，我们已经不仅仅只有古人那种“寄蜉蝣于天地，渺沧海之一粟”的感觉。更重要的是，我们意识到，在茫茫太空之中我们的“地球之舟”多么孤独，也由于生命的存在使地球显得那么独特与优越。我们真应该加倍珍惜今天弥足珍贵的地球生命和地球文明，珍惜大自然的丰厚赠品。

地表生命的起源由地球大气的演化所制约和决定。一般认为，地球大气的演化经历了四个阶段，分别是原始大气、还原大气、氧化大气和现代的氮氧大气阶段。原始大气从太阳脱胎而来，主要由甲烷、氨、氢、氦组成。当时的地面温度为 5000~8000K，在地球形成了 10 亿年后，原始大气完成了自己的使命。还原大气中增加了地球本身的挥发物质，已经含有二



氧化碳和一氧化碳，但是没有氧气。从生物演化来看，基础生命的化学演化都是还原过程。原始有机分子出现以前的生物演化和生命起源过程，只有在没有自由氧的情况下才能发生。生命出现在这一时期，大约在31亿年以前。也就是说还原大气出现10多亿年后，地球上开始奏响生命的乐章。据推测，氧气出现在25亿年之前，氧气的出现标志着第三代大气开始笼罩在地球上空。但起初氧气的增加是极其缓慢的。而由于海洋动物的大量繁殖和登陆，使大气中的二氧化碳不断增加。这时，大地开始披上绿装，地球上植物繁茂、郁郁葱葱，为今天留下大量的煤炭资源。植物光合作用过程消耗二氧化碳，放出氧气。4亿多年以前，形成臭氧层，地球生命得到保护。生命活动代谢过程排出的蛋白质分解，产生氮气。进一步形成地球上的第四代大气——氮氧大气。现代大气大约形成于1~2亿年以前，在6500万年前，现代大气各种成分的消费达到动态平衡。地球生命系统才开始稳定下来。

在地球的历史长河中，甚至在地球生命历程中人类仅是刚刚粉墨登场。屈指可数的人类历史，与数十亿年长久的地球历史相比，可以说是短暂的一个瞬间。可是这一瞬间的人类活动对地球系统的改变，却是地球历史上最剧烈的改变之一。

人类再也不能只津津乐道于科学技术的不断进步、不能仅仅狭隘地陶醉于自己创造物质财富的高超



本领了；相反，应该清醒认识到，正是因为自身无节制的各种工农业生产活动使得脆弱的地球生命系统已经显得不堪负荷。

近年来，大家对于环境问题的关注可谓有目共睹。这实际是一个古老的问题。正当玛雅文明处于农业、艺术和建筑艺术的高峰期却突告崩溃，在仅仅十年内，人口下降到不足其原有数量的十分之一。据考证，其原因就是人类无节制的经济活动所致。此前的历史学家普遍认为两河流域的早期文明毁于战争，但最新分析表明，两河流域古文明灭绝的原因是复杂的。虽然，外部的新兴文明如希腊和伊斯兰文明的征服和取代是重要的原因。但是不可否认的是，过度的农业开发恶化了先天不足的生态环境也是一个主要的内因。1982年，美国著名亚述学家雅各布森在《古代的盐化地和灌溉农业》一书中论述了两河流域南部苏美尔地区灌溉农业和土地盐化的关系，并指出这是苏美尔人过早退出历史舞台的重要原因。而近年来倍受重视的环境污染问题在发达国家出现的时间也可以追至七八百年以前。在煤炭之花盛开的英国，爱德华二世（1272—1307年）、爱德华三世（1307—1327年）时期，就有对煤炭的有害气体进行抗议的记载。1661年，约翰·伊凡林还曾写过一篇“驱逐烟气”的文章。

但环境问题演变成普遍的社会问题，对人们的



生产和生活不断产生负面影响却是工业革命后的 18 世纪到 20 世纪初的产业革命时期的事情。1873 年，伦敦就出现过类似 1952 年“烟雾事件”的问题；19 世纪末期，美国田纳西河流域脆弱的生态系统遭到灾害性摧毁；日本的明治时期发生过“足尾事件”，冶铜废气中的二氧化硫夹杂着剧毒的砷化物和有色金属粉尘使周围数十万亩良田顷刻荒芜，沿江数十万人流离失所；20 世纪以来著名的“八大公害”更让人触目惊心。

当代环境问题主要是由于环境污染而不断发生的公害事件以及人类生存环境的恶化而引起公众警觉的。但是，环境问题绝不局限于环境污染及其治理，即狭义的环境保护。它的范畴要广泛的多。如果说，1972 年召开联合国人类环境会议还较局限于狭义的环境保护的话，则从此以后，人们越来越清楚地认识到环境问题只有和人口与发展问题联系起来才能找到正确的解决方法。1991 年北京举行的发展中国家环境与发展部长级会议发表的《北京宣言》指出：环境问题不但包括空气污染、有毒物品扩散和管理不当，还包括气候变化、臭氧层耗损等。而后两者和我们将要讨论的温室效应密切相关。

与其它类型的环境问题相比，温室气体排放及其引起的气候变化更加引人注目。因为，它的存在范围要比其它类型的环境问题的范围要广泛的多，后果



也更为严重，对人类社会的威胁也大的多。因此，温室气体大量排放及其引起的气候变化等问题与原来狭义的环境问题相比，基本属于两个层次上的问题。解决这类问题的意义更大、影响也更加深远。

引起这类问题的原因可能有很多种，然而，人类为改善自己的生活水平而进行的经济活动难逃其咎。当前，物质文明正闪烁着耀眼的光芒，可是我们也不得不承认这种高度文明中正藏匿着周期性发作的灾难。激进的人类学家 Jared Diamond 曾在他 1989 年写的一篇题为“人类所犯最严重的错误”的文章中指出：人类文明中最严重的错误是发明了农业生产。而这仅仅是人们认识并企图驯服大自然的起始。此后的人类活动更是一步步升级，时至今日，已经有些无法遏制的意味。

正如“罗马俱乐部”的科学家们在他们的第九个报告中所说的那样：“经济和环境是一个不可分割的整体，在环境遭到破坏的世界里是不会有福利和财富的”（详见《关于财富和福利的对话》）。这话颇为发人深省。

牛顿“机械范式”认为，经典和量子的动力学世界是可逆的，人们可以对它进行多次重复的实验。然而，人类社会与此不同，它从来都不是一个简单的动力学系统。在人类生存水平上，不可逆是一个更加具体和基本的概念。人类社会的运行正像一只“时间



之失”，它的一些过程一去不复返。正确地认识这点非常重要，因为它关系到人们自身能否永续生存的问题。

相应地，人类活动引起的大气成分的变化、温室气体排放所导致的各种灾害往往也是不可逆的。一般来说，一些越是至关重要的过程，往往越是单向的，这一运动方向即是“时间之矢”所指示的方向。比如，物种在飞快地消失，地球生物圈不停息地发生单向演化等等。

普里高津教授在他的耗散结构理论中指出，“在远离平衡的系统里，非常小的扰动或涨落都可以被放大成巨大的破坏结构的波澜”。地球生命系统正是一个开放、复杂的耗散结构系统，有时一个小的起伏或一组起伏均可被正反馈而放大、直至破坏了它原有的结构。普里高津教授称这种放大点为“奇异时刻”或“交叉点”，并且事先并不能确定变化将在哪个方向上发生。人类活动可能就是这小小的涨落或扰动，然而它所引起的环境问题则可能被放大成一场劫难。

· 这不禁让我们联想到《第二十九天》中作者所精心描绘的画面。假设因为生长，莲叶将在一个月即 30 天的时间内覆盖满池塘的水面，而每天的覆盖面积为前一天的两倍。那么，直到第 29 天，还有一半的池塘表面为开阔的水体。我们所说的问题就发生在最后一天，这天清晨，奇异的事情发生了：全部池塘



变成一片碧绿，莲叶占据了整个水面。事情仅仅发生在一夜之间。这也许能从一个侧面说明扰动或涨落被放大的奇异性和突然性。

本书首先介绍温室效应的概念，讨论主要温室气体的物理、化学性质，以及引起温室效应的原因。进而分析温室效应对气候变化、生态系统和一些自然灾害的主要影响。之后从生态学的角度出发，论述全球生态学对于温室气体的看法。在此基础上，具体阐述对温室效应及其引起的气候变化的适应对策，以及人类社会为减缓温室效应的诸多努力。作为结尾，我们乐观地展望了人类社会的未来发展前景。

我们认为，温室效应导致全球变暖问题的最终解决不但需要科学家在书斋或实验室里的潜心钻研，还需要政府部门的重视，更需要广大群众的广泛积极参与。甚至可以说，在某些情况下，后者更为重要，也更加富于成效。

如果大家能通过本书的粗浅推理和比拟了解到温室效应及其严重后果的话，我们就会庆幸自己的努力没有白费；倘若有人能从本书中得到启迪，在以后的生活中能够时时留心，从极细小处着手，为拯救人类的地球母亲做出自己力所能及的努力的话，我们更会感到不胜欣慰之至。这也是写作本书最根本的意图。

由于时间仓促、知识水平所限，书中一定存在



这样那样的问题，请读者批评指正。

作者

2000年底于北京大学



目 录

第一章 什么是温室效应

1 引言.....	2
2 太阳辐射.....	6
2.1 简介.....	7
2.2 太阳辐射在大气中的削弱.....	9
3 地面上的辐射平衡.....	11
3.1 到达地面的太阳辐射.....	11
3.2 地面对太阳辐射的反射作用.....	11
3.3 地面和大气的辐射.....	12
4 大气对地面长波辐射的吸收与温室效应.....	12
4.1 大气对地面长波辐射的吸收.....	12
4.2 温室效应的概念.....	14

第二章 主要的温室气体

1 大气的组成及温室气体概述.....	20
2 主要的温室气体.....	25
2.1 二氧化碳.....	27
2.2 甲烷(CH ₄).....	36
2.3 氧化亚氮 (N ₂ O).....	37



2.4 氟里昂类物质(CFCs).....	40
2.5 臭氧 (O ₃).....	41
3 其它大气成分与温室效应的关系.....	43
3.1 具有间接温室效应的气体.....	43
3.2 大气中的粒子.....	44

第三章 为什么温室效应逐渐增强

1 全球气候变化和气候变暖.....	53
1.1 概述.....	53
1.2 全球变暖的证据.....	54
1.3 全球变暖的程度.....	63
2 人为活动与主要温室气体排放的关系.....	64
2.1 二氧化碳.....	64
2.2 大气中甲烷增加与人类活动的关系.....	68
2.3 人为活动对大气中氧化亚氮含量的改变作用.....	72
2.4 氟里昂类物质和臭氧与人类活动的关系.....	73
2.5 小结.....	75
3 温室效应增强的其它人类因素.....	79
3.1 科学问题.....	80
3.2 土地利用和覆被变化.....	80
3.3 人类对海洋及海岸生态系统的影响.....	82
4 未来温室效应增强预测.....	84
4.1 排放预测.....	84



4.2 浓度预测.....	85
4.3 升温预测.....	86

第四章 温室效应的影响

1 温室效应增强与气候变化.....	99
1.1 研究方法简述.....	99
1.2 气候变暖.....	99
1.3 云量变化.....	104
1.4 降水变化.....	105
2 气候变化对生态系统的影响.....	107
2.1 对陆地自然生态系统的影响.....	110
2.2 气候变化对海洋生态系统的影响.....	114
2.3 对农业生产的影响.....	116
3 温室效应与自然灾害.....	119
3.1 海平面上升.....	119
3.2 气候灾害事件.....	120
3.3 厄尔尼诺(El Nino)与气候变化.....	122
3.4 气候变化与荒漠化.....	125
4 温室效应与人类社会.....	134
5 温室效应增强对我国影响的预测.....	135



第五章 减缓温室效应的努力

1 减缓温室气体和颗粒物排放的途径	140
1.1 控制化石燃料的使用	140
1.2 进行生态系统管理	141
1.3 探讨减缓温室效应和全球气候变化的机制	143
2 减缓温室效应增强的主要国际行动	145
2.1 关于环境问题的国际行动	147
2.2 与气候变化相关的国际行动介绍	149
3 相关国际科学研究与合作计划简介	152
3.1 世界气候研究计划 (WCRP)	153
3.2 国际地圈与生物圈计划 (IGBP)	154
3.3 全球变化人文计划 (IHDP)	156
3.4 其它有关气候变化的研究项目	157
4 气候变化框架公约京都议定书	157
4.1 气候变化框架公约缔约方大会历史	158
4.2 《京都议定书》简介	159
4.3 京都会议之后	161

第六章 气候变化的适应对策

1 全球变化条件下的林业对策	170
1.1 天然林保护和管理	170
1.2 人工造林对策	174