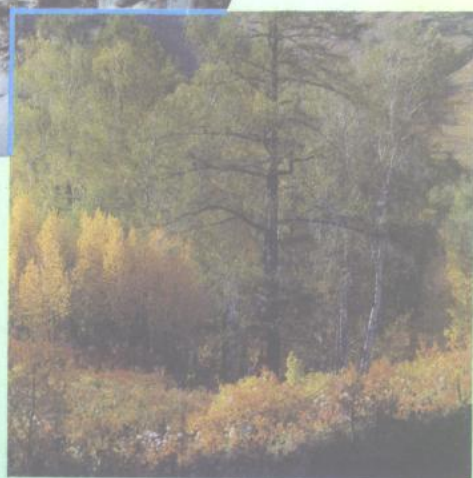
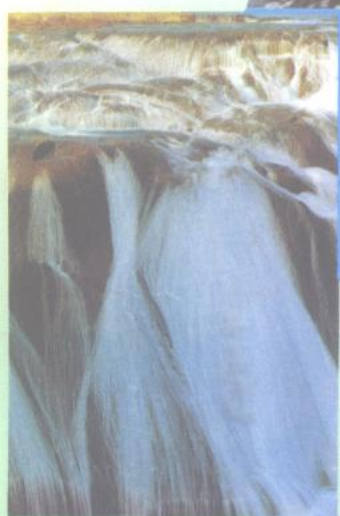


叶笃正 主编



中国的 全球变化预研究

-12

02

1



气象出版社

P2-12

YDZ

11

中国的全球变化预研究

第一部分 总 论

叶笃正 主编

气象出版社

107596

(京)新登字 046 号

内 容 提 要

本书从当前人类面临的重大而紧迫的全球性环境问题出发,论述了我国在全球环境变化中的地位 and 作用,总结了我国自末次冰期、间冰期以来构成我国生存环境四要素,大气、水体、植被和土壤的变化,论述了生存环境变化的控制因子及人类活动的影响,最后对生存环境的未来状况作了初步估计。该书较全面地总结了全球变化研究方面的工作,为进一步开展此方面的研究指明了方向,可供从事全球变化研究的科研人员、大专院校师生参考。

中国的全球变化预研究

第一部分 总论

叶笃正 主编

责任编辑 吴向东

* * *

气象出版社 出版

(北京西郊白石桥路 46 号)

* * *

中国科技情报研究所印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 全国各地新华书店经售

开本 787×1092 1/16 印张: 6.75 字数: 168 千字

1992 年 4 月第一版 1992 年 4 月第一次印刷

印数: 1—1800

ISBN 7-5029-0877-3/P·0436

定价: 5.45 元

序 言

当前,“温室效应”和全球增暖、臭氧层破坏、森林锐减和物种灭绝、土地退化和淡水资源短缺等一系列重大全球性环境问题困扰着人类社会,涉及到地球的可居住性这一重大战略性科学问题。全球变化的研究是国际科学界为迎接上述全球性环境问题的挑战而提出的重大科学研究课题。它具有高度综合和交叉学科研究的特点,标志着地球科学、宏观生物学的研究进入了一个新的深度和广度,有利于学科间、特别是基础学科与应用基础学科间的相互渗透和横向联合,促进科学的发展。

全球变化的研究是以地球系统科学为指南的。它从整体的角度出发,将地球的大气圈、水圈(含冰冻圈)、岩石圈和生物圈看成是具有有机联系的“地球系统”,把太阳和地核作为两个主要的自然驱动器,人类活动作为第三促动因素。发生在该系统中的重大全球变化是在上述力的驱动下,通过物理、化学和生物学过程的相互作用的结果。

具有行星尺度的全球变化可粗略地分为以下几个时间尺度:秒至数十小时,数天至数年,数十年至数百年,数千年至数百万年,数千万年至数亿年。其中以中间这个时间尺度的全球变化的研究最为薄弱,然而它正是当前国际科学联合会理事会(ICSU)组织实施的全球变化研究计划(即国际地圈、生物圈计划,IGBP)的研究重点。

全球变化的研究所涉及的范围极其广泛,提出了大量的关系到地球可居住性的重大科学问题。因此,它的提出本身就决定了其研究的广泛性和国际性,需要全世界科学家的通力合作,致力于我们共同未来的研究。

全球环境是一个不可分割的整体。任何区域的环境变化都要受整体环境变化的制约,反过来整体环境的变化又是各区域环境变化的综合体。因而全球变化必然会对占有广大面积的中国的社会经济发展带来重大而深远的影响,认识并了解过去近万年以来,特别是近千年来,在全球变化的背景下中国经历了并正在发生着什么样的重大变化,对我国经济发展和“四化”建设有着十分重大的意义。另一方面,中国是一个历史悠久的文明古国,有着灿烂的传统文化。特别是中国作为一个人口大国,认识其在全球变化中的地位和作用,以便参与人类社会的共同决策,保护人类赖以生存的地球环境,同样具有重大的战略意义。

为此,从1987年开始,中国科学院组织了院属若干研究所的近百名科学家参加中国的全球变化预研究。该研究的目标是:在现有的资料基础上,从我国土地和水体利用的角度出发,总结分析过去数千年中国的生存环境的变化并结合重大的全球变化事件寻找控制全球变化的主要因子和相互作用过程;认识中国在全球变化中的地位和作用,从而提出我国的全球变化研究内容和课题。

全球变化预研究将分两部分出版。本书为第一部分:总论。反映过去数千年气候、水体、植被、土壤和微量气体变化的分报告将作为第二部分单独出版。《总论》综合论述了我国全球变化预研究的主要结果。其中第一章从人类的生存环境及其变化出发,阐述了我国生存环境的特点及其在全球变化中的地位和作用;第二章概述了生存环境变化的基本轮廓,并分三个时段(全新世高温期,现代小冰期和近百年)论述了过去数千年中国气候和环境的变化;第三章论述了我国生存环境变化的主要控制因素,地球系统内部的相互作

用，人类活动对我国生存环境的影响，以及敏感带对全球变化的响应；第四章从大气温室气体、气候、植被、土地和水资源的未来变化出发，对我国生存环境的未来发展趋势作了初步的估计。

本书是在现有工作基础上的总结和评述，书中提出了许多留待以后深入研究的课题，特别是最后一章，迫切需要深入系统的研究加以补充和完善。

本书是在全球变化各分报告的基础上，由全球变化预研究总报告编写小组集体讨论而成。编写小组成员有叶笃正、陈泮勤、严中伟、陶祖莱、顾基发、刘良梧、高瑞平、周克俊、刘永强、康德孟、陈占峰。全书第一章和第三章第四节由陈泮勤撰写，第二章由严中伟撰写，第三章由陶祖莱撰写，第四章由严中伟和顾基发撰写。最后由叶笃正修改、定稿。

本书特别要感谢各分课题的主持人施雅风、符淙斌、赵其国、赵士洞、庄亚辉、顾基发同志，以及分报告的主要撰写者安芷生、吴祥定、王明星、高瑞平、陶炎、刘良梧、周克俊、王云飞、黄群、王洪道、季中淳、汪佩芳、梁海棠、张亚采、刘昌明、付国斌、姚檀栋、伍贻范、康德梦、张孟威、陈立顶、陈占峰、葛全胜等同志，他们为总论的撰写提供了大量素材。

由于时间匆忙，错误之处在所难免，敬请读者不吝赐教。

叶笃正

一九九一年五月

目 录

序言

第一章 中国在全球环境变化中的地位.....	(1)
§ 1.1 全球背景	(1)
1.1.1 人类的生存环境及其变化	(1)
1.1.2 当前人类面临的重大全球性环境问题	(1)
1.1.3 全球性环境问题的实质和特点	(6)
§ 1.2 我国生存环境的基本特点	(7)
1.2.1 我国生存环境的基本格局	(7)
1.2.2 我国生存环境的基本特点	(11)
§ 1.3 我国所面临的重大环境问题及在全球变化中的地位	(18)
1.3.1 我国面临的重大全球性环境问题	(18)
1.3.2 全球环境问题的比较	(22)
参考文献	(22)
第二章 我国过去气候和环境变化	(24)
§ 2.1 过去环境变化的基本轮廓	(24)
2.1.1 末次间冰期-冰期期间的变化	(24)
2.1.2 一万八千年来的变化	(26)
2.1.3 历史时期的变化	(28)
§ 2.2 中全新世高温期我国气候环境概况	(30)
2.2.1 中全新世高温期我国气候特点	(30)
2.2.2 中全新世高温期的中国地表水体	(31)
2.2.3 全新世高温期的中国土壤和植被概况	(34)
§ 2.3 现代小冰期我国气候环境概况	(35)
2.3.1 小冰期的我国气候特征	(35)
2.3.2 小冰期的我国冰川等地表水体特征	(38)
2.3.3 小冰期的我国人类活动对自然环境的影响	(38)
§ 2.4 近百年来我国生存环境的基本特点	(40)
2.4.1 近百年来我国气候变化特征	(40)
2.4.2 近百年来我国地表水体的变化	(43)
2.4.3 近百年来我国土壤和植被的变化	(45)
§ 2.5 过去变化中的气候跃变现象	(48)
2.5.1 问题和定义	(48)
2.5.2 一些气候跃变的事实	(49)
2.5.3 气候跃变的机理	(52)
§ 2.6 本章小结	(53)
参考文献	(55)

第三章 生存环境系统初步分析	(60)
§ 3.1 人类生存环境系统的控制因素	(60)
3.1.1 系统概述	(60)
3.1.2 日地作用	(62)
3.1.3 火山活动的影响	(64)
3.1.4 人类活动的影响	(65)
3.1.5 系统内部动力学过程的非线性效应	(66)
§ 3.2 系统内部的相互作用	(70)
3.2.1 方法学和方法论基础	(70)
3.2.2 植被系统在人类生存环境中的地位和影响因素	(73)
3.2.3 土壤与大气、水体、植被的相互作用	(76)
3.2.4 水体·水循环·水资源	(76)
3.2.5 大气与水体、土壤和植被的相互作用	(78)
3.2.6 小结	(81)
§ 3.3 人类活动对我国生存环境的影响	(81)
3.3.1 农业文明与我国生存环境的变化	(82)
3.3.2 人类活动引起的大气组分改变的影响	(84)
3.3.3 人口——我国生存环境变异的重要因素	(85)
3.3.4 小结	(85)
§ 3.4 我国敏感带对全球气候变化事件的响应	(86)
3.4.1 我国敏感带的迁移与全球气候变化	(87)
3.4.2 敏感区环境状态的变异与人类活动	(90)
3.4.3 结语	(91)
参考文献	(91)
第四章 我国生存环境的未来状况估计	(93)
§ 4.1 引言	(93)
§ 4.2 大气温室气体的未来状况	(93)
4.2.1 不同温室气体对全球增温的贡献	(93)
4.2.2 大气微量气体增长的原因和未来状况	(94)
§ 4.3 气候的未来状况	(96)
4.3.1 未来的全球气候	(96)
4.3.2 一个海气耦合气候模式中的气候变化情景	(96)
4.3.3 我国未来气候状况	(98)
§ 4.4 我国植被、土地和水资源的未来状况	(98)
4.4.1 水资源状况	(98)
4.4.2 土地状况	(99)
4.4.3 植被资源状况	(99)
4.4.4 结语	(100)
参考文献	(100)

第一章 中国在全球环境变化中的地位

§ 1.1 全球背景

1.1.1 人类的生存环境及其变化

人类的生存离不开空气、水、食品和土地。从地球系统科学的观点看，人类赖以生存的地球环境是由大气圈、水圈（含冰冻圈）、岩石圈和生物圈组成的地球系统——一个相互作用的整体。

自地球诞生以来，在其演化的漫长岁月中，地球环境经历了翻天覆地的变化。

近代科学研究表明，四十几亿年前，从太阳系中分离出来的星云——地球，在其形成的初期主要为以氢气为主的气层所包围。而后随着它的迅速消散，气层逐渐为以氮气和二氧化碳为主的气体所取代，非常类似于今天所观测到的金星和火星大气。直到大约 38 亿年前，地球环境才逐渐变得适合于生命的生存。

根据化石记录推断，最低等的生命形式——单细胞藻类水生植物的存在已有 35 亿年了。而藻类及以后出现的各种植物，通过其光合作用逐渐改变了大气的成分，使得大气中二氧化碳的含量减少到目前的状态，约占大气总含量的 0.03% 左右，而氧气增加到 20% 左右。生物在其进化中逐渐适应了地球环境，并在自然竞争中导致了人类的产生。

众所周知，虽然人类的兴起仅是近百万年的事，然而它的出现却对地球环境产生了深远的影响。人类在生物进化的自然竞争中，已开始影响到局地环境。随着工业革命的到来，人类学会了更多的技能，他们的活动已逐渐构成对整个地球环境的影响，成为全球环境变化的又一扰动因素。

1.1.2 当前人类面临的重大全球性环境问题

除了人口问题，“三废”（废水、废气和废物）污染等局地的和区域尺度的环境问题外，当前人类面临着“温室气体”与全球增暖、“臭氧洞”、森林锐减与生物物种灭绝、土地荒漠化以及淡水资源短缺等一系列重大的全球性环境问题。

A “温室气体”与全球增暖

科学研究表明，地球之所以能够维持生命，就是因为它提供了维持生命的条件——空气、水和食品。而这些又都与大气有紧密的关系。大家知道，空气中的氧和二氧化碳是生物的呼吸和光合作用的“必需品”。不仅如此，含量仅为空气的万分之三的二氧化碳及其它微量气体，如甲烷、一氧化二氮、臭氧、氯氟烃等，由于其“温室效应”，使地球保持适当的温度，才使液态水得以存在，并为食品生产提供了基本原料，从而为生命的存在奠定了物质基础。

所谓“温室效应”是指二氧化碳等微量气体能无阻挡地让太阳的短波辐射射向地球，并部分吸收地球向外发射的长波辐射，而使地面温度上升，宛如玻璃温室一般。人们形象地

把二氧化碳一类微量气体的这种功能称作“温室效应”。将具有“温室效应”的气体叫做温室气体。

随着人类文明的到来，工业发展特别是化石和生物物质的燃烧，使得大气中二氧化碳的含量明显增加。图 1.1 表明，全球二氧化碳浓度已从 1958 年的 314ppm（百万分之一体积单位）增加到 1988 年的 349ppm，是目前大气中温室气体浓度最高，增温作用最大的气体。而冰芯分析表明，19 世纪后期大气中二氧化碳浓度仅为 260—280ppm。

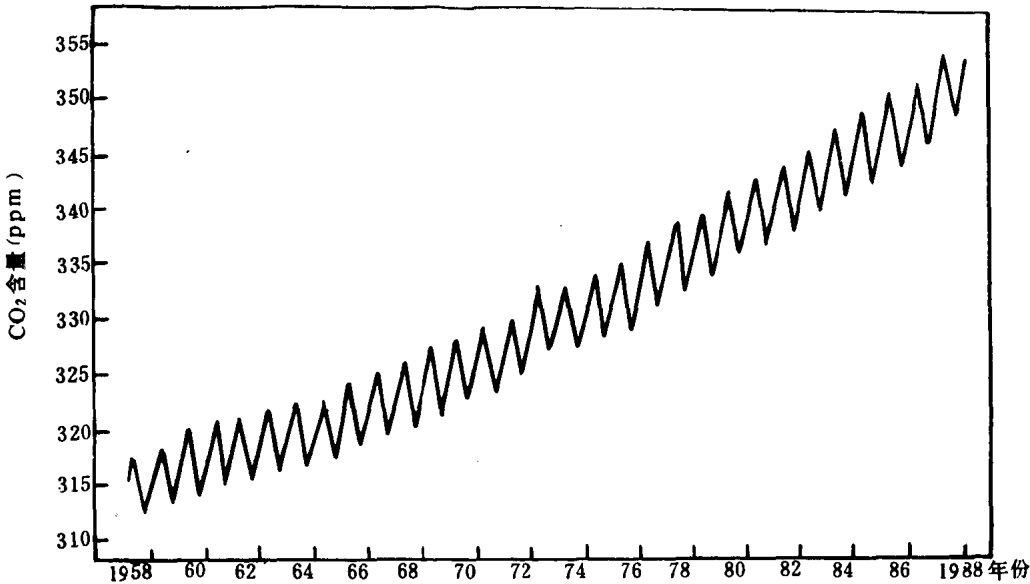


图 1.1 大气中二氧化碳浓度的变化（引自 Keeling ,C.D. et al., 1989 [1]）

表 1.1 大气中的主要温室气体

气 体	分 子 式	平均寿命 (年)	平均浓度 (ppbv)	年增长率 (%)	增 暖 潜 值* (GWP)		
					20 年	100 年	500 年
二氧化碳	CO ₂	100	350,000	0.4	1	1	1
一氧化二氮	N ₂ O	150	309	0.25	210	220	150
甲 烷	CH ₄	10	1700	0.9	84	29	12
氯 氟 烃							
CFC-11	CFC1 ₃	65	0.25	4	4000	3100	1300
-12	CF ₂ Cl ₂	130	0.415	4	6200	6400	4000
-13	C ₂ F ₃ Cl ₃	90	0.035	10			
Halon1301	CF ₃ Br	100	0.002	15			
对流层臭氧	O ₃		20—100				

注：* 每种气体排放 1 公斤，相对 CO₂ 的潜在增暖作用。

此外，其它温室气体如甲烷、一氧化二氮等，浓度也在明显增加（表 1.1）。而且人

类活动还向大气排入了一些新的温室气体，如氯氟烃等，尽管它们在大气中的含量很低，但由于其年增长率高，温室效应强（GWP 值大）而倍受人们重视。

大气中温室气体的增加，必然导致温室效应增强，从而有可能引起全球增暖。观测表明，1880 年以来北半球地面平均温度升高了约 $0.3\text{--}0.6^{\circ}\text{C}$ （见图 1.2），虽然目前还不能识别这一全球增暖现象中温室气体的贡献有多大，但大多数科学家认为大气中增强了的“温室效应”对全球平均温度的增加是有促进作用的。

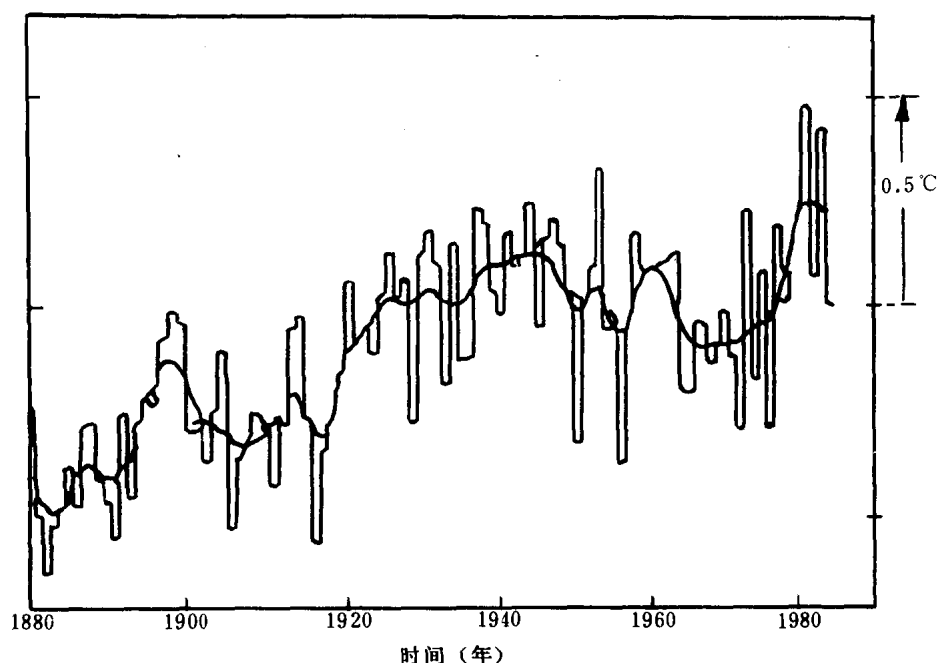


图 1.2 全球平均温度的变化

1990 年 5 月政府间气候变化委员会(IPCC)第一工作组提供的最新报告预测，到 2030 年，若温室效应等于 CO_2 的加倍，则全球平均温度将上升 $1\text{--}2^{\circ}\text{C}$ ；由于气候的区域性差异，陆地比海洋增温快，南欧和北美比全球平均增温幅度大；夏季降水和土壤湿度减小，亚洲季风将加强；海平面将升高 20 厘米左右。这将给全球生态系统和人类的社会经济活动带来巨大影响。因此，“温室效应”问题成了全人类共同关心的重大全球性环境问题。

B “臭氧洞”

臭氧是氧的衍生物。自然大气中有微量的臭氧存在，其浓度是随高度变化的。平流层（距地面 20—25 公里的大气层）臭氧浓度最大。

如上所述，大气中的臭氧除了作为一种温室气体影响着地球的辐射收支，进而影响天气和气候外，它还吸收太阳的紫外光，使地球上的生物免遭紫外辐射的伤害，起着“遮护板”的作用。

研究表明，臭氧浓度受少量（十亿分之几）催化氧化物的控制，即受各种形式的氧和氮，氮和氢氧化物的催化反应的影响，在自然界中维持动态平衡。

然而观测事实证明，近年来平流层臭氧已有微弱减少，英国南极调查局哈利湾观测站的资料表明，从 70 年代中期以来，每年 10 月（南极极夜刚结束的月份）臭氧总量减小了 40%。卫星图片则进一步揭示了南极上空所谓“臭氧洞”的存在（图 1.3）。

上述观测事实的发现，大大促进了始于 70 年代初期的平流层化学的研究。目前的实验室模拟结果认为，平流层臭氧对氯氟烃和氮氧化物非常敏感，通过光化学反应将使臭氧减少，且当氯气浓度（含氯氟烃物质在平流层中紫外光的照射下发生光化离解，产生活跃的氯气）超过平流层奇数氮（ NO_x ， NO_2 ， HNO_3 等）的浓度时，臭氧破坏的速度加快。

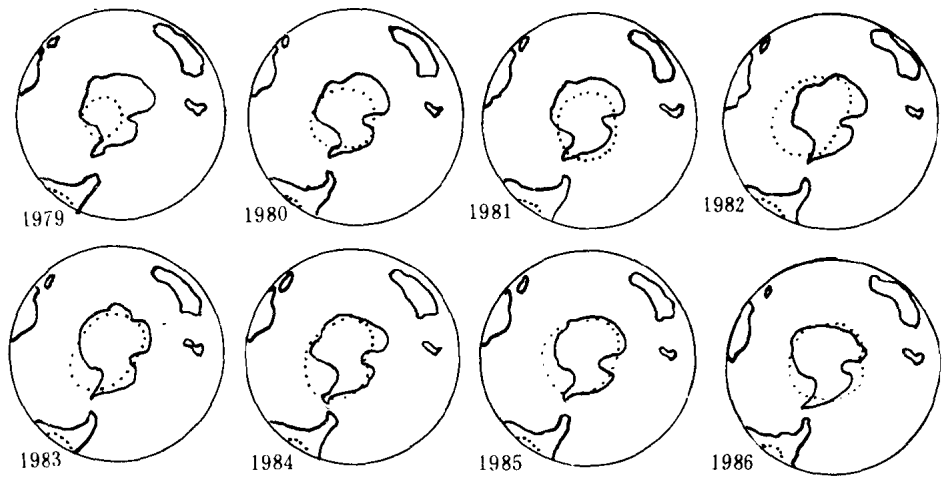


图 1.3 南极上空的“臭氧洞”（引自 Waston, R.T. et al., 1986 [2]）

目前大气化学家和气象学家们对“臭氧洞”的形成提出了多种推测和假设，但都不能圆满解释“臭氧洞”的形成机理。不少科学家正在致力于从大气化学与大气动力学的结合上寻求新的理论解释。

尽管如此，一些人认为，含氯氟烃物质（如 F11，F12 等）日益增多地排入大气，是导致臭氧减少的重要原因。并且预计，若氯氟烃含量以目前的增长速度继续下去，那么未来百年内，臭氧总量将减少 3—5%。虽然这一推论尚需科学事实的证明，但是，由于大气臭氧的减少将削弱它的“遮护板”作用，导致地面紫外辐射增加，人类的皮肤癌发生率增高，免疫系统受到抑制，对动植物产生危害并加速聚合物的降解等。因此，“臭氧洞”问题成了人类关注的又一重大全球性问题。

C 森林锐减和物种灭绝

森林和物种是经济发展的基本原材料。研究表明（IIED 1987 [3]），在人类活动干扰以前，全世界约有森林和林地 60 亿公顷。到 1954 年世界森林和林地面积减少到 40 亿公顷，其中温带森林减少了 32—33%，热带森林减少了 15—20%。近 30 年来世界森林，特别是热带森林的减少速度明显加快。平均每年减少 800 万公顷（相当于一个奥地利的国土面积）。中美洲由 1950 年的 1.15 亿公顷减到 1983 年的 0.71 亿公顷。非洲森林减少更快，从 1950 年的 9.01 亿公顷减至 1983 年的 6.9 亿公顷。

世界森林的不断减少直接导致生物品种多样化的消失和物种灭绝。据估计，地球上曾经有 5 亿个物种，目前尚有 500—1000 万个物种，其中占压倒多数的是无脊椎动物和植物（IIED 1987 [3]）。一些专家推测，当前每年消失的物种已达数千种之多。

森林锐减和生物物种的大量减少对人类社会和经济发展将产生巨大影响。特别是森林植被的大量减小，大大改变了碳、氮等微量元素的源、汇分布，使得微量元素在地球系统中的循环遭到破坏，并迫使其从原有的平衡态向新的平衡态过渡。从而给人类社会和自然

生态系统带来巨大影响。

D 土地荒漠化

土地荒漠化是衡量土地生产力的重要标志。联合国环境规划署用来评价荒漠化的指标有草地退化、旱作农田质量下降、水浇地盐碱化及水涝、植被破坏程度、地表水和地下水质量下降、沙原和沙丘的入侵与扩大等。通常，土地荒漠化是指由于上述原因使土地生产力下降 25% 或以下，严重荒漠化和极端严重荒漠化是指土地生产力降低 25—50% 以上。

据联合国环境规划署初步估计 (IIED 1987 [3])：荒漠化威胁着 4800 万平方公里的土地，约占世界表土面积的三分之一 (图 1.4)，影响着至少 8.5 亿人民的生活。80 年代初期，在全世界 32.57 亿公顷的生产旱地中，约有 19.86 亿公顷遭到荒漠化和严重荒漠化，约占生产旱地的 61%。土地荒漠化极大地改变了陆地表面的物理特征，破坏了地表辐射收支平衡，诱发气候和环境变化。而气候和环境变化的反馈作用又将进一步影响土地荒漠化的进程，如此循环往复，从而对地球环境产生深远影响。可见土地荒漠化已成为全世界又一重大的全球性环境问题。

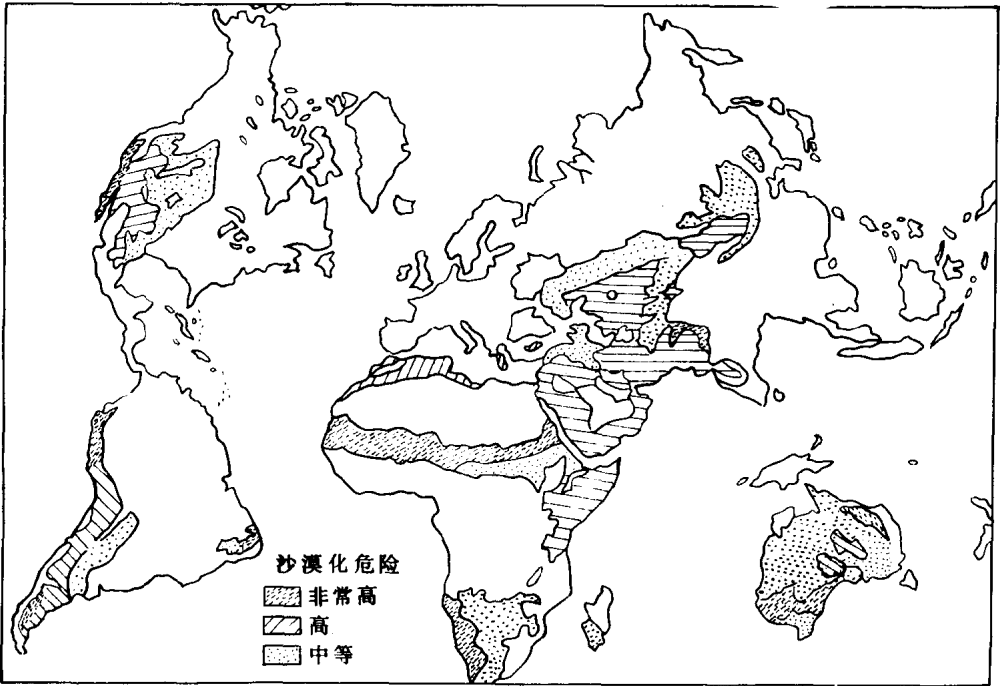


图 1.4 世界受土地荒漠化威胁的地区 (引自 UNFAO 1977 [4])

E 淡水资源短缺

据世界资源提供的数据 (IIED, 1987 [3])，全球约 140 亿立方米的水量中，大约有 4.2 亿立方米的淡水，约占全球水量的 3%，其中约 77.2% 被冷储在冰盖和冰川中，22.4% 是地下水和土壤水，约 0.4% 为湖泊、沼泽和河水。

由于水循环的结果，全球水量分布极不均匀。从作物需水量的角度出发，图 1.5 给出了全球水量余缺。可见非洲，中东和中亚大部分地区，美国西部，墨西哥西北部，智利和阿根廷的部分地区以及澳大利亚全部都是贫水区，其年蒸发量超过年降雨量。

另一方面，20 世纪以来，世界用水量大幅度增加，年用水量从 1900 年的约 4000 亿

立方米增加到 1975 年的 3 万亿立方米，增长了 6.5 倍。预计到 2000 年全球淡水用水量可达 6 万亿立方米。目前世界上已有 43 个国家和地区缺水，占全球陆地面积的 60%，约 20 亿人用水紧张，10 亿人得不到良好饮用水。

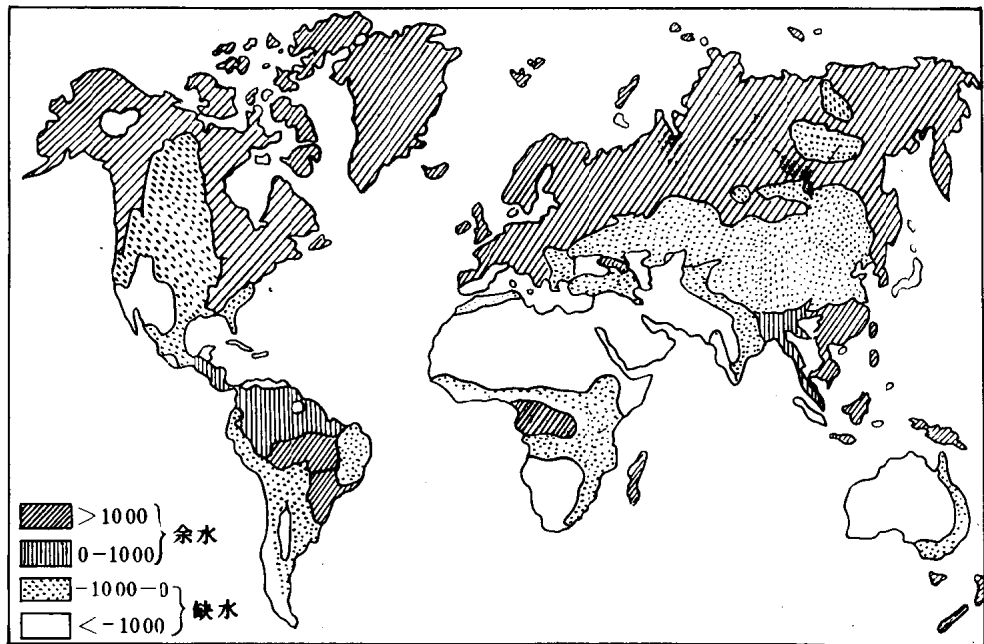


图 1.5 世界水的余缺分布 (引自 M.Faikenmk, 1977 [5])

1.1.3 全球性环境问题的实质和特点

综上所述，不难看出全球性环境问题具有以下特点：

1. 全球性环境问题是全球变化的具体表现。从本质上讲，它涉及地球系统各圈层间的相互作用，人与环境的相互作用。它们是地球系统中物理、化学和生物学过程相互作用的结果。因此，必须从整体，即地球系统的角度出发进行多学科，特别是交叉学科的综合研究，才能从本质上认识全球变化的机理，掌握规律，寻找对策，保护人类赖以生存的地球环境。

例如，人类活动使得大气中温室气体的含量增加，通过其“温室效应”，可能诱发全球增暖，引起气候带北移，改变降水量的全球分布，从而直接影响全球水资源，并在一个较长的时间尺度上影响海平面上升，全球植被分布、结构和土壤发育等，进而影响到生物物种的多样性；另一方面，全球环境的变化反过来又构成对人类活动的新的影响等等。可见，地球系统的某一分量发生变化，有可能通过各分量间的相互作用影响到系统的其它部分，使得整个系统发生变化，直到建立新的平衡态为止。

2. 如此重大的全球变化必然对区域环境产生深远影响。因此，从区域环境中，特别是敏感带（指生态脆弱区，如生物交错群落）、气候过渡带（如半干旱、半湿润带等）中可以找到全球变化的佐证和早期信号。另一方面，区域环境变化也可能发展成全球变化，从而为我们提供了研究全球变化的重要场所。

3.人类活动已经成为全球变化的又一扰动因素。有迹象表明,在十年至百年时间尺度上,人类活动的强度和幅度已达到可以与自然扰动相比拟的程度,或者更强。

例如,若温室气体的排放量按目前的增长速度继续下去,则大气环流模式(GCM)预测表明,在下世纪内,全球平均温度大约每十年将增加 0.3°C 。这样的增温速度比过去万年间所发生的都要大。

人类活动成为全球变化的又一扰动因素这一基本科学事实表明,人类既能通过科学进步,促进社会发展,造福于人类,又能给自己带来某种危及自身生存的潜在危害。因此,必须调节自身的活动,防止人类活动诱发和加剧全球环境恶化,保护人类赖以生存的地球环境。

§ 1.2 我国生存环境的基本特点

中国地处北半球中纬度地区,有其独特的地质地貌(青藏和黄土高原)、气候(东亚季风区)、水文和生物条件,源远流长的历史给我们提供了研究全球变化的丰富史料。近万年来,特别是近千年来,在全球环境变化的背景下,中国的生存环境经历了什么样的变化?目前处于什么位置?在近代史中,中国的生存环境现状如何?中国作为一个人口大国,在全球环境变化中扮演着什么角色?这是我们关心的首要问题之一。

我国生存环境是全球环境的组成部分。我国在全球中的地理位置,特殊的地质、地貌特征决定了我国生存环境的宏观格局,养育了占世界人口五分之一的中华民族。另一方面,中华民族的兴旺发达又极大地改变了这块土地的自然面貌,形成了我国独具特色的生存环境。

1.2.1 我国生存环境的基本格局

我国位于欧亚大陆的极东部,东临太平洋,地域辽阔,东西和南北分别跨越60个经度和50个纬度。大陆海岸线长达18000公里,拥有960万平方公里的国土,地势呈西高东低,地形复杂多样,山地和高原面积很大,约占国土总面积的66%,有世界著名的青藏高原和黄土高原。这是构成我国生存环境的四大要素(大气、水体、土壤和植被)形成相互依存、相互联系的基本背景条件。

A 我国气候的基本特点

在上述地理地质条件的影响下,我国气候形成东部季风气候、西北干旱气候,西南高原气候。

(a) 东部季风区气候

我国 105°E 线以东的大部分地区,由于受太平洋的影响,气温年较差大,雨量充沛且季节转换明显,是世界上主要的季风区之一。

冬季受西伯利亚冷高压控制,强冷空气活动频繁,是同纬度最寒冷的地区。东北北部一月平均气温较同纬度的平均气温偏低 $14\text{--}18^{\circ}\text{C}$,黄河流域偏低 $10\text{--}14^{\circ}\text{C}$,长江流域偏低 8°C ,华南偏低 5°C 。我国最冷月平均温度由北向南增加, -10°C 等温线沿长城一线, 0°C 等值线与我国东部秦岭淮河一线大致相同,比欧洲地中海地区偏南约10个纬度, 10°C

线与 25°N 几乎平行, 20°C 线通过海南岛最南部。冬半年降水量较小。

夏季受太平洋暖湿空气影响, 雨量充沛, 温度南北差异较小 (最热月南北温差仅 5°C 左右), 且大部分地区平均温度接近或高于同纬度地区的平均温度。从 5 月开始, 雨带从南向北逐渐推移, 6 月中旬至 7 月上旬雨带滞留于长江流域, 形成梅雨, 7 月中旬至 8 月上旬移至华北, 此后迅速南退。夏季降水集中了全年降水的很大部分。东北地区 6—8 月降水量约占全年降水的 $2/3$, 华北约占 $1/2$ — $3/4$, 长江中下游及华南地区约占 $1/3$ — $1/2$ 。与同纬度其它地区相比, 降水的季节分布与美国东部、印度等季风区相似。华南至黄河流域的降水大于纬度相近的北非及中亚地区, 而华北雨量却远远小于西欧, 且雨量的季节分布相反。

(b) 西北干旱区气候

我国西北地区深居内陆, 受地形阻挡 (大兴安岭, 太行, 秦岭及青藏高原的阻挡), 东南方向的暖湿气流不易抵达。这里冬冷夏热, 气温年较差大, 全年干旱少雨, 年降雨量一般不超过 200 毫米, 是我国最干旱的地区。

(c) 西南高原区气候

我国青藏高原大部分地区, 平均海拔高度在 4000 米以上, 冬季寒冷, 夏季凉爽, 气温年较差大, 降水的地理分布很不均匀, 高原南部雨量可达 4500 毫米, 而西北部不足 50 毫米。

B 中国地表水体宏观分布格局

众所周知, 我国大陆降水量有自东南向西北递减的趋势。与降水分布基本一致, 中国地表径流也呈自东南向西北递减的趋势 (图 1.6)。我国复杂多样的地形地貌结构, 不仅在空间上改变了地表径流的分布格局, 而且与气候格局相呼应。从与 400mm 年降水量等值线大体相近的大兴安岭西麓起, 沿东北—西南向, 经阴山、贺兰山, 再沿青藏高原边缘, 使中国地表水体形成东部丰水区、西北干旱半干旱区和青藏高原冰川湖泊区。

我国东部湿润地区的河流属于外流河, 地表径流较丰富, 年径流量约为 21525.15 亿立方米, 平均径流深度为 407mm, 径流系数为 45.4%。本区地势较低平, 在一些排水不畅的冷湿地区, 沼泽湿地发育。如我国东北地区沼泽面积近 5000 万亩, 占全国沼泽面积的 30.3%。东南部高原、山地丘陵区, 零星分布有类型多样的沼泽。东部大河入海的平原沿岸, 在其高潮位与低潮位之间, 分布着大量海岸盐沼湿地, 总面积约 2500 万亩。本区湖泊众多, 成群分布, 均属外流区、以淡水湖为主, 湖泊面积约为 29850 平方公里, 占全国湖泊面积的 42%, 贮水量达 2134 亿立方公里, 其中淡水贮量为 1794 亿立方公里。这些湖泊与河流关系密切, 对河流有明显的调节作用。但是, 东部地区很少有永久性积雪和冰川。

西北内陆干旱与半干旱区为内流区。多数内陆河的共同特点是径流产生于山区, 消失于山前平原。由于该区降水稀少, 冰雪融水补给非常有限, 河川径流较少, 年平均径流深度为 33mm, 径流系数为 16.5%。虽然本区气候干旱, 但在西北高山地区, 却分布有许多山地冰川, 它们集中分布在阿尔泰山、天山、祁连山、昆仑山、帕米尔高原、喀喇昆仑山, 其冰川总面积约为 31580 平方公里、冰储量约为 3270 立方公里。从冰川的发育和维持看, 我国西部高山的年降水量不应太少。除降水直接补给外, 这些冰川水是西北干旱区的重要地表水补给源, 也是发展西北农业生产的宝贵水资源。与东部湿润区相反, 本区的湖

泊多属内陆咸水湖和盐湖，主要分布在内蒙古、青海及新疆所辖范围内的一些地区，湖泊总面积约为 9410 平方公里，约占全国湖泊面积的 3.2%。尽管本区气候干旱，但在内蒙古高原的东半部，如西辽河上游的老哈河、锡林郭勒盟的锡林河、呼伦贝尔的辉河，降水相对较多，仍发育有苔草沼泽和芦苇沼泽。

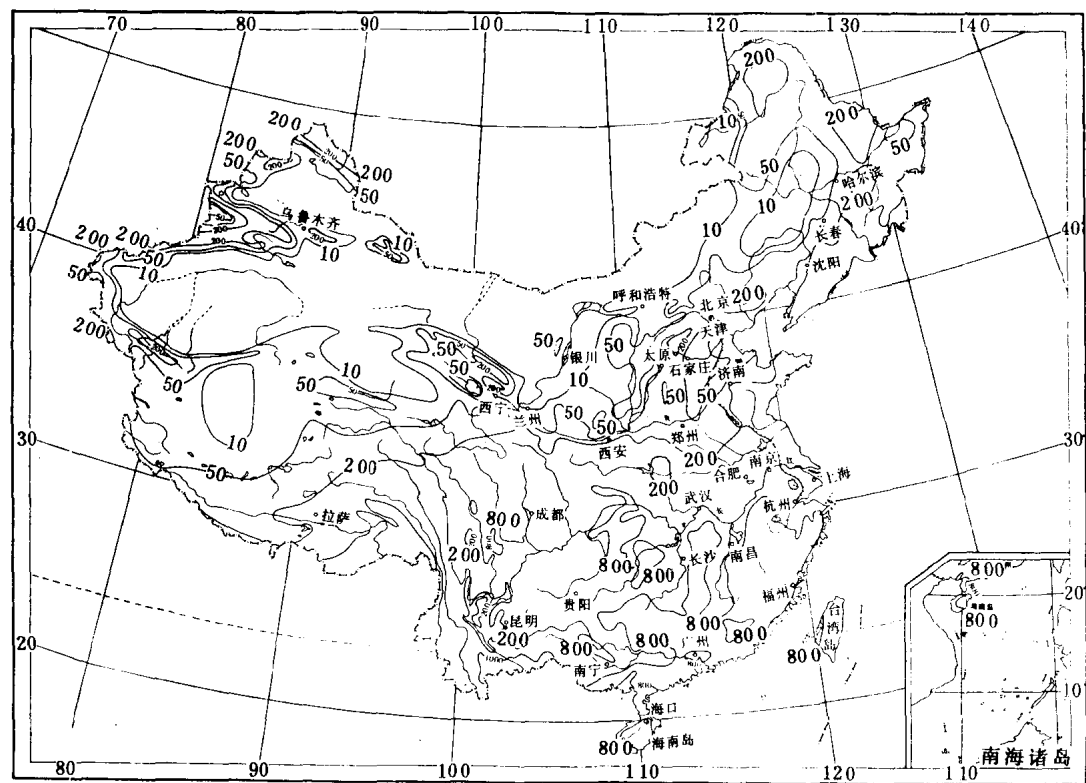


图 1.6 中国 1956—1979 年平均径流深图

青藏高原地域广阔，地貌条件复杂，使区内各地的水热状况有明显差异，从而形成一种非常独特的地表水体分布特征。由于高寒，本区分布有大量的冰川，与世界其他各国同纬度冰川相比，面积和储量都多，冰川总面积为 31610 平方公里，储量为 1850 立方公里，多分布在羌塘高原、唐古拉山、冈底斯山、念青唐古拉山、横断山、喜马拉雅山等高原山区（施雅风，1988 [6]）。青藏高原新构造运动激烈，高原湖泊多为构造运动和冰川作用所形成的构造湖，湖水较深，湖面海拔多在 4000 米以上。全区湖泊面积为 36890 平方公里，占全国湖泊面积的 52%，是世界上海拔最高，湖泊数量最多，面积最大的内陆高原湖区。该区沼泽分布于高原的东部和藏南各地，除东北沼泽外，它是我国沼泽分布较多的地区。地形地势对青藏高原的河川径流影响很大。高原东南的东部地区多为我国大江大河的发源地，由于地势坡度差大，降水充沛，河川径流量大，流速快，是我国水力资源极为丰富的地区。在高原西北和中部地区，属于内流区，径流少。西北和西藏内流区，年径流量约为 6852.81 亿立方米。

C 我国土壤类型及其分布

我国地域辽阔，自然条件复杂，农业耕种历史悠久，拥有种类繁多的土壤类型。从北部的寒温带到南端赤道附近的海岛，从东部的湿润区到西部的干旱区，全国计有 10 个土

纲，46个土类，128个亚类。其中以高山土分布面积最大，其次依序是铁铝土、淋溶土、钙层土和岩成土，以及半水成土、石膏盐层土、半淋溶土、水成土和盐碱土（表1.2）。对于农、林、牧业的生产和发展而言，全国75%的土壤已利用或可利用。在人类长期而又频繁活动的影响下，如今许多土壤已失去了原有的森林、草原和草甸等植被，被辟为耕地。

我国的生物气候条件深受东南季风的影响。地形多种多样，其中丘陵和山地约占我国土地面积的55.2%，加之青藏高原的隆起，使得我国的土壤类型在空间的组合呈现出明显的水平地带性和垂直地带性。

水平地带性 我国东部海岸线漫长，地形由东向西拾级而上，因纬度不同，距海远近不同，以及地形不同，引起水热条件分异，从而形成我国土壤水平地带的纬向和经向分布。纬向自南而北分布有砖红壤和赤红壤、红黄壤、黄棕壤、棕壤、暗棕壤和漂灰土。经向由东向西分布有栗钙土、棕钙土、灰钙土与漠土。不过，在这两种地带谱之间，自黄土高原向东北，直到大兴安岭西麓尚有褐土、黑垆土、黑钙土、栗钙土、灰褐土、灰黑土与黑土构成的过渡性地带谱。

表 1.2 我国土壤类型构成状况*

土 纲	面 积 (万平方公里)	占全国土地总面积 (%)
铁 铝 土	147.68	15.39
淋 溶 土	119.69	12.47
半淋溶土	43.29	4.51
钙 层 土	110.24	11.49
石膏盐层土	75.71	7.88
半水成土	78.59	8.18
水 成 土	42.67	4.44
盐 碱 土	19.08	1.99
岩 成 土	104.03	10.84
高 山 土	198.78	20.70
其 它	20.24	2.11

* 引自（熊毅、李庆远，1987〔7〕；熊毅、赵其国，1983〔8〕）

垂直地带性 土壤的垂直分布是从不同的水平地带开始的，所以各个水平地带各有不同的土壤垂直带谱。一般而言，土壤垂直地带谱随基带生物气候特点与山体高度不同而呈有规律的变化。随海拔高度的增加，一般呈现出与较高纬度带相应的土壤类型，且山体越高，相对高差愈大，土壤垂直带谱愈完整。例如，喜马拉雅山具有最完整的土壤垂直地带谱，由山麓的红黄壤起，经过黄棕壤，山地灰棕壤，山地漂灰土，亚高山草甸土，高山寒漠土，直至雪线，为世界所罕见。

山地的坡向对土壤垂直带谱的组成也有影响。例如，秦岭南坡山麓的土壤为黄褐土，向上依次为黄棕壤，山地棕壤，山地暗棕壤和山地草甸土；而山坡北麓为褐土，向上依次为山地棕壤，山地暗壤和山地草甸土，可见后者相应的土壤垂直带偏高。

通常在热带与亚热带地区，山地土壤的主要成分是黄壤。而到中亚热带与北亚热带