

Global Ecology

全球生态学

周广胜 王玉辉 编著



气象出版社

全球生态学

Quanqiu Shengtaixue

周广胜 王玉辉 编著

气象出版社

内 容 提 要

本书是著者多年来从事全球变化与陆地生态系统相互作用的研究成果以及国内外全球变化研究相关成果的集成。本书以当前全球生态领域内普遍关注的“问题、现象、过程及趋势”为核心,系统地介绍了全球生态学形成与概念、全球变化的证据与原因、气候变化预测的方法与不确定性、全球变化的植物生理生态学、陆地生态系统生产力、气候-植被分类、全球变化的陆地样带、全球碳循环、生物圈模型,以及生物圈对全球变化的响应与适应对策。本书内容涉及植物生理生态机制、中尺度植物群落/生态系统的结构和功能,以及宏观范畴的气候-植被格局与演变等不同时空尺度与层次;总结了当前全球生态学研究中的主要生物圈模型,包括遥感驱动的陆地碳循环模型、生物地球化学模型和全球植被动态模型;介绍了全球生态学的主要研究方法与技术,包括植物生理生态学的研究方法与技术、陆地碳通量观测方法以及全球变化的陆地样带。

本书是对近 20 年来全球生态学研究领域最新研究进展的一次较大的学术思想集成,对当前人类关于全球变化的认知以及未来发展趋势有着独到而精辟的分析。本书可作为生态学、大气科学、环境科学、地理学、遥感等相关专业的研究生教材,亦可供从事相关研究的专业研究人员参考,尤其是对从事全球变化研究的科技人员以及相关政府部门的决策人员富有裨益。

图书在版编目(CIP)数据

全球生态学/周广胜,王玉辉编著. —北京:气象出版社,2003.12

ISBN 7-5029-3687-4

I. 全… II. ①周…②王… III. 全球环境-环境生态学 IV. X171

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 103134 号

气象出版社出版

(北京市海淀区中关村南大街 46 号 邮编:100081)

网址:<http://cmp.cma.gov.cn> E-mail: qxcbs@263.net

责任编辑:郭彩丽 终审:陈云峰

封面设计:王伟 责任技编:都平 责任校对:王瑞英

*

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:787×1092 1/16 印张:23.25 插页:4 字数:576 千字

2003 年 12 月第一版 2003 年 12 月第一次印刷

定价:68.00 元

序

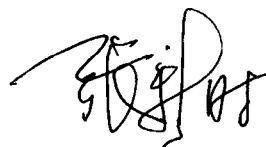
以“全球变暖”为标志的全球变化已经成为当今国际社会关注的焦点。全球变化从不同的时间和空间尺度上已经引发了一系列全球性的生态与环境问题,诸如水资源短缺、生态系统退化、植被带迁移、生物多样性丧失、荒漠化扩展、海平面上升等,造成了 20 世纪 70 年代以来,人类社会面临的资源、环境和发展的严峻挑战。如何保证地球成为一个适于人类生存与持续发展的生命支持系统已经成为人类迫切需要解决的关键科学问题。

1971 年 6 月 27 日至 7 月 3 日在芬兰举行的“第一届环境未来国际大会”上, N. Polunin 教授在其论文《生物圈的今天》(*The Biosphere Today*)中首次提出了生物圈的生态问题,标志着全球生态学的诞生。全球生态学是研究全球范畴或整个生物圈的生物分布及其量度与各种因素之间相互关系的科学,其研究范畴涉及全球范围或区域性的生物圈与其他圈层界面之间的生态问题。

自 20 世纪 80 年代中期以来,围绕全球变化这一核心科学问题,国际科学界开展了一系列重大的科学研究计划,如国际地圈-生物圈计划(IGBP)、世界气候研究计划(WCRP)、全球环境变化的人文因素计划(IHDP)、生物多样性计划(DIVERSITAS)等。这些重大国际科学研究计划是迄今为止规模最大的跨学科、跨国界的国际合作研究活动,代表着当前世界科学的发展趋势,极大地推进了全球生态学研究。

该书正是以当前全球生态领域内人们普遍关注的“问题、现象、过程及趋势”为核心,从全球变化的证据与原因、气候变化的预测、全球变化的植物生理生态学、陆地生态系统生产力、气候-植被分类、生物圈模型、全球变化的陆地样带、碳循环以及生物圈对全球变化的响应与适应对策等方面对全球生态问题进行了较全面、系统的诠释,是对近 20 年来全球生态学研究领域最新研究进展的一次较大的学术思想集成。本书就当前人类对全球变化认知上的局限性以及未来发展趋势有着独到而精辟的分析,对全面正确地理解全球变化以及制定减缓全球变化不良效应的科学决策均具有重要的意义。该书的出版将对我国生态学的发展起到良好的促进作用。

为此,我愿意将这部著作介绍、推荐给我国的生态学家与相关专业的科研人员,该书尤其对从事全球变化研究的科技人员以及相关政府部门的决策人员富有裨益。

A handwritten signature in black ink, appearing to read '张纪时' (Zhang Jishi), written in a cursive style.

2003年6月2日

前 言

全球生态学是在 20 世纪 70 年代人类社会面临资源、环境和发展的严峻挑战的背景下产生的,它将生态学所关注的局地生物有机体与其环境之间的相互关系扩展到越来越广阔的区域,甚至达到全球的规模。特别是,当前以全球气候变暖为标志的全球环境变化正严重地威胁着人类居住其中的生物圈,进一步加强了人们对全球生态研究的必要性与紧迫性的认识。针对全球环境变化,国际科学界联合开展了一系列重大国际科学计划,如国际地圈-生物圈计划(IGBP)、世界气候研究计划(WCRP)、全球环境变化的人文因素计划(IHDP)、生物多样性计划(DIVERSITAS)等。这些研究计划的实施无疑将生态学基础研究推向了全球性研究的应用顶峰,是对生态学理论研究水平和应用价值的挑战,极大地推动了全球生态学的发展。

我国作为国际地圈-生物圈计划的发起国之一,1985 年正式立项开展全球变化研究。国家自然科学基金委员会、中国科学院、国家科技部及其他相关部委投入了大量的人力、物力与财力,极大地促进了中国全球变化的研究,取得了丰硕的研究成果。特别是,八五期间叶笃正先生主持的国家攀登项目“我国未来(20~50 年)生存环境变化趋势的预测研究”和张新时先生主持的国家基金重大项目“中国陆地生态系统对全球变化的反应模式研究”提出了全球变化的中国东北样带研究平台。中国东北样带研究的开展使得中国全球变化研究不仅具有自己的特色和突出的方面,而且在理论与方法方面均达到了国际水平。

本书是在国家自然科学基金重点项目“中国东北样带典型生态系统碳循环的过程与机理”(40231018)和“全球变化的中国东北森林-草原样带研究”(39730110)、杰出青年基金 B 类项目“中国东北样带陆地生态系统和大气 CO₂ 交换的稳定同位素研究”(30028001)、中国科学院知识创新工程项目“我国关键地区全球变化的生态安全机制与调控”(KSCX2-1-07)、中国科学院知识创新工程重大项目“中国陆地和近海生态系统碳收支研究”课题“草地生态系统碳循环模型研究”(KZCX1-SW-01-12)及国家重点基础研究发展规划项目“我国生存环境演变和北方干旱化趋势预测研究”第 7 子项目“典型生态系统对于干旱化的适应

和调整机制的观测和模拟研究”(G1999043407)的资助下,基于这些项目的主要研究成果,并结合著者在中国科学院研究生院关于“全球生态学”课程的多年积累的讲稿的基础上完成的。该书阐述了全球生态学的形成与概念、全球变化的证据与原因、气候变化预测的方法及其不确定性、全球变化的植物生理生态学、陆地生态系统生产力、气候-植被分类、生物圈模型、全球变化的陆地样带、碳循环以及生物圈对全球变化的响应与适应对策。

本书得到了气象出版社郭彩丽女士的大力支持,中国科学院植物研究所许振柱副研究员在本书成稿过程中给予了诸多有益的建议,白莉萍博士认真校阅了全稿、宋健女士完成了全稿的大部分文字输入与编辑,在此一并表示衷心感谢。

由于编者在知识积累、文献储备和实际研究经验等方面的局限,错误和疏漏在所难免,敬请读者批评指正。

著 者

2003年6月2日

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 全球生态学的概念	(1)
1.1.1 生态学的发展	(1)
1.1.2 全球生态学的概念与任务	(6)
1.2 地球系统	(8)
1.2.1 岩石圈	(8)
1.2.2 大气圈	(9)
1.2.3 水 圈	(11)
1.2.4 冰冻圈	(12)
1.2.5 生物圈	(12)
第 2 章 全球变化	(17)
2.1 全球变化的定义	(17)
2.2 气候变化的证据与原因	(18)
2.2.1 长期气候变化的证据与原因	(18)
2.2.2 短期气候变化的证据与原因	(21)
2.2.3 当代气候变化的证据与原因	(24)
2.3 大气成分变化的证据与原因	(31)
2.3.1 二氧化碳(CO ₂)	(31)
2.3.2 甲烷(CH ₄)	(33)
2.3.3 氧化亚氮(N ₂ O)	(34)
2.3.4 氟氯烃(CFCs)	(36)
2.3.5 臭氧(O ₃)	(36)
2.4 土地利用变化的证据与原因	(37)
第 3 章 气候变化预测	(41)
3.1 气候变化的预测方法	(41)
3.1.1 经验性(物理)气候预测方法	(41)
3.1.2 气候数理统计预测方法	(42)
3.1.3 气候模式预测方法	(42)
3.2 大气环流模式	(44)
3.2.1 大气环流模式	(44)
3.2.2 气候模式的类型	(47)
3.2.3 气候模式的验证	(49)

3.3	未来气候预测的不确定性	(50)
3.3.1	未来气候预测的不确定性	(50)
3.3.2	未来温室效应对中国气候的可能影响	(54)
3.3.3	气候变化预测的不确定性分析	(58)
第4章	植物生理生态学	(60)
4.1	研究方法与技术	(60)
4.1.1	控制环境实验	(60)
4.1.2	开顶式同化箱	(60)
4.1.3	自由大气 CO ₂ 浓度富集实验	(61)
4.1.4	移地实验	(61)
4.2	植物对 CO ₂ 浓度升高的生理生态响应	(62)
4.2.1	光合作用	(62)
4.2.2	碳、氮代谢	(66)
4.2.3	根冠比	(67)
4.2.4	凋落物降解	(67)
4.2.5	土壤根际微生物	(67)
4.2.6	农作物的生长发育与品质	(68)
4.3	植物对水分变化的生理生态响应	(69)
4.3.1	植物的抗旱性及其对干旱的适应	(69)
4.3.2	植物对水分变化的响应	(70)
4.4	植物对温度变化的生理生态响应	(77)
4.4.1	高温胁迫下的植物生理生态适应	(77)
4.4.2	温度胁迫与水分利用率	(78)
4.4.3	温度升高与土壤呼吸作用	(78)
4.5	植物对 CO ₂ 浓度与水热变化协同作用的生理生态响应	(78)
4.5.1	植物对干旱和高 CO ₂ 浓度协同作用的响应与适应	(78)
4.5.2	植物对高温、干旱和高 CO ₂ 浓度协同作用的响应与适应	(79)
4.6	植物对 UV-B 辐射变化的生理生态响应	(81)
第5章	陆地生态系统生产力	(82)
5.1	生物生产力概念及其发展	(82)
5.1.1	植物总初级生产力与净第一性生产力	(82)
5.1.2	净生态系统生产力与净生物群区生产力	(89)
5.2	生物生产力模型	(94)
5.2.1	统计模型	(95)
5.2.2	遥感模型	(97)
5.2.3	过程模型	(104)
第6章	气候-植被分类	(108)
6.1	气候-植被关系的意义	(108)
6.2	气候-植物分类研究	(109)

6.2.1	以自然植被类型与气候相关性为特征的气候-植被分类	(109)
6.2.2	以对植物生理活动具有明显限制作用的气候因子为指标的气候-植被分类	(124)
6.2.3	综合反映植被的结构和功能变化的气候-植被分类	(128)
6.3	中国植被的分布格局	(129)
6.3.1	中国植被区划的原则和依据	(129)
6.3.2	中国植被区划系统	(134)
6.4	中国气候-植被分类研究	(137)
6.4.1	中国气候-植被分类研究进展	(137)
6.4.2	四个常用的气候-植被分类模型在中国的应用	(146)
6.4.3	中国气候-植被分类研究展望	(153)
第 7 章	全球变化的陆地样带	(155)
7.1	全球变化陆地样带提出的背景	(155)
7.1.1	全球变化陆地样带提出的背景	(155)
7.1.2	陆地样带的定义及其选择标准	(156)
7.1.3	国际全球变化陆地样带	(158)
7.1.4	全球变化陆地样带的主要研究内容	(159)
7.2	全球变化的中国东北样带	(160)
7.2.1	中国东北样带的位置与特征	(160)
7.3	中国东北样带的研究进展	(168)
7.3.1	全球变化的中国东北样带数据库	(169)
7.3.2	古植被-气候重建的表土花粉与植被定量关系	(170)
7.3.3	中国东北样带的气候-植被定量关系	(172)
7.3.4	典型生态系统的生物地球化学循环	(173)
7.3.5	中国东北样带遥感监测与模拟	(180)
7.3.6	全球变化的中国东北样带动态模拟	(182)
7.3.7	中国东北样带对全球变化的响应	(186)
7.4	中国东北样带研究展望	(188)
第 8 章	碳循环与气候变化	(189)
8.1	碳循环与二氧化碳	(189)
8.2	二氧化碳与气候变化	(191)
8.2.1	二氧化碳与大气	(192)
8.2.2	二氧化碳与海洋	(192)
8.2.3	二氧化碳与陆地生态系统	(193)
8.3	温室效应的环境效应	(195)
8.3.1	海平面	(195)
8.3.2	陆地与海洋	(195)
8.3.3	人类健康与生态	(196)
8.4	未知碳汇及其原因	(197)

第 9 章 全球碳库	(199)
9.1 全球碳库	(200)
9.1.1 大气碳库	(200)
9.1.2 海洋碳库	(201)
9.1.3 陆地碳库	(202)
9.1.4 岩石圈中的碳	(204)
9.2 人类活动对全球碳循环的影响	(204)
9.2.1 矿物燃料的燃烧	(204)
9.2.2 土地利用方式的改变	(205)
9.2.3 气候对碳循环的影响	(208)
9.2.4 小 结	(213)
第 10 章 陆地碳通量	(214)
10.1 陆地碳通量观测方法	(214)
10.1.1 箱式法	(214)
10.1.2 微气象法	(215)
10.1.3 化学法	(216)
10.2 土壤呼吸作用和全球碳循环	(217)
10.2.1 土壤呼吸作用	(217)
10.2.2 大气 CO ₂ 和全球温度升高对土壤呼吸作用的影响	(218)
10.2.3 碳截留和免耕对土壤呼吸作用的影响	(219)
10.2.4 小 结	(220)
10.3 二氧化碳通量	(221)
10.3.1 森林 CO ₂ 通量	(221)
10.3.2 草地 CO ₂ 通量	(224)
10.3.3 农田 CO ₂ 通量	(227)
10.4 甲烷通量	(228)
10.4.1 森林 CH ₄ 通量	(229)
10.4.2 草地 CH ₄ 通量	(230)
10.4.3 湿地 CH ₄ 通量	(230)
10.4.4 农田 CH ₄ 通量	(231)
10.5 一氧化碳通量	(235)
第 11 章 全球变化的生物圈模型	(237)
11.1 模型及其在生态学和资源管理中的作用	(237)
11.1.1 模型的重要性及其生命力	(237)
11.1.2 模拟模型和科学方法	(238)
11.1.3 模型的类型	(239)
11.1.4 模型举例——森林生物量收获与养分的关系	(241)
11.2 生物地球化学循环的有关概念	(244)

11.3	生物圈模型及其发展趋势	(247)
11.3.1	生物地理模型	(248)
11.3.2	生物地球化学模型	(249)
11.3.3	生物圈模型的发展趋势	(253)
第 12 章	全球碳收支	(254)
12.1	全球碳循环模型	(254)
12.1.1	大气碳循环模型	(254)
12.1.2	陆地碳循环模型	(258)
12.1.3	海洋碳循环模型	(268)
12.1.4	耦合大气环流模式的碳循环模型	(272)
12.1.5	小 结	(274)
12.2	全球碳收支	(275)
12.2.1	土壤碳收支	(275)
12.2.2	典型生态系统碳收支	(286)
12.2.3	全球碳收支	(300)
12.3	全球碳对策	(301)
12.3.1	全球 CO ₂ 排放	(301)
12.3.2	碳减排与增汇对策	(305)
第 13 章	生物圈对全球变化的响应与适应对策	(317)
13.1	海平面的变化及其对策	(317)
13.1.1	海平面的变化	(317)
13.1.2	海平面变化与土地丧失	(318)
13.1.3	海平面变化与淡水资源减少	(319)
13.1.4	海平面变化的适应对策	(321)
13.2	农业和粮食供应的变化及其适应对策	(321)
13.2.1	农业和粮食供应的变化	(321)
13.2.2	农业和粮食供应变化的适应对策	(324)
13.2.3	我国农业适应气候变化的可能对策	(324)
13.3	自然生态系统的变化及其适应对策	(327)
13.3.1	森林对全球变化的响应	(328)
13.3.2	草原对全球变化的响应	(333)
13.3.3	植被对全球变化的区域响应	(334)
13.3.4	全球变化对人类健康的影响	(340)
13.3.5	自然生态系统变化的适应对策	(342)
13.4	植被和生态系统对全球变化响应预测的不确定性与展望	(346)
13.4.1	植被和生态系统变化预测的不确定性	(346)
13.4.2	植被和生态系统对全球变化响应预测的展望	(348)
	参考文献	(349)

第 1 章 绪 论

1.1 全球生态学的概念

1.1.1 生态学的发展

自人类诞生以来,人类为了衣食住行,选择躲避风雨猛兽的洞穴,从事捕鱼、狩猎和采集野生植物等各种活动都必须熟悉生物的活动规律及其与环境的关系,这也是人类对于生态学知识的积累过程。我国早期的神农氏曾尝百草以鉴别各种植物;希腊最早的医药学家 Hippocrates (希波克拉底,公元前 460~前 377)在其撰写的《空气、水和草地》一书中指出,必须研究植物与季节变化之间的关系;著名的古典哲学家 Aristotle (亚里士多德,公元前 384~前 322)在《自然史》中描述了生物与环境之间的相互关系以及生物之间的竞争;Aristotle 的学生 Theophrastus (泰奥弗拉斯托斯,公元前 370~前 285)撰写了《植物群落》(*Plant Community*)一书,阐述了陆地与水生植物群落及其类型与环境的关系,被后人誉为最早的生态学家。

生态学是研究生物与环境相互关系的科学。自蛋白质作为生命形式之始,就存在生命活动与环境的生态学关系。凡生命之所至,就有生态学问题、现象和规律。可以说,生态学就是研究生物生存的科学。生物的演化史就是一部研究生物生存的科学。

生态学(ecology)一词源于希腊文词根 oikos(意指房子、住处或家务)和 logos(意指学科或讨论),原意是研究生物住处的科学。1866 年德国动物学家 Haeckel (海克尔,1834~1919)首次将生态学定义为研究生物与其环境(包括非生物环境和生物环境)相互关系的科学。尽管其后许多研究者对生态学进行了多种定义,但均未能超出 Haeckel 定义的范畴。

直到 20 世纪 50 年代,随着以代谢和发育生理生态、营养生理生态、抗性生理生态等为特征的生理生态学的发展,生态学从理论到方法都以迅猛惊人的速度发展。作为个体生态学基础的生理生态学对阐明生物种的生理功能与环境的关系具有特殊意义,而个体的生理功能与环境的关系则是任何形式生物群体的结构、功能与环境关系的基础,是种内、种间关系以及生物适应机理研究的基础。正因为如此,生理生态成为生态系统、群落和种群不同层次研究的核心和纽带。特别是,在 20 世纪 60 年代开始实施(1964~1974)的以研究地球上各种生态系统的生物量 and 生产力为中心的国际生物圈计划(IBP)及随后的人与生物圈计划(MAB)的带动下,以与生物量研究和产量生态学有关的光合生理生态研究和生物能量学研究为特征的生理生态学取得了长足的发展,生理生态学研究也从个体生态学向群体生理生态学方向发展,研究手段除日益精密的室内控制实验外,也向野外生理生态观测设施的研制发展,计算机尤其是便携式计算机的应用使得植物叶片的光合作用、蒸腾作用和气孔导度,动物的一些行为,动植物活体形态都可以直接通过图像分析得到定量和整体的图像信息,大

大推动了生态学的发展。

受动物生态学研究的启迪,着重于同种生物在特定环境空间内的个体集群(即种群)的数量变化过程描述的种群生态学应运而生。植物种群生态学的兴起稍晚于动物种群生态学,以 Harper 在 20 世纪 50 年代开始至 1977 年出版的巨著《植物种群生态学》为里程碑。地球上几乎没有一种生物可以不依赖于其他生物而独立生存,因此在任何一个特定的地区内,只要气候、地形和其他自然条件基本相同就会出现一定的生物组合,即由一定种类的生物种群所组成的一个生态功能单位,这个功能单位就是群落(community)。因此,生物群落是指一定地段或一定生境里各生物种群相互联系和相互影响的有规律的组合结构单元,是自然界生物种集合、生活、发展、演替和提供生物生产力的基本单元,也是作为生物群落与其环境统一体的生态系统的基础。群落生态学是以生物群落为研究对象的生态学,虽然动物、植物、微生物往往形成一个相互作用的生物群落,但由于历史上研究过程的局限性,动物群落学与植物群落学常常形成各自的研究领域,发展也不平衡。植物生态学发展较早,A. von Humboldt 于 1806 年、Griesbach 于 1872 年就描述过植被类型和分布,到 20 世纪形成了以定量描述为主要研究方法的英美学派、法瑞学派、北欧学派和前苏联学派四大学派。至 20 世纪末,由于国际交流日益频繁、学术思想相互渗透,如“种的独立性”假说和“植被连续性”概念的相互渗透,各学派门户之间已渐融合。动物群落学由于动物生活习性的特点,对动物种群集合体的研究起步稍晚。

随着生态学研究的进展,生物及其环境常常被看成一个整体,即生态系统,进行研究。生态系统(ecosystem)是英国植物学家 A. G. Tansley (1871~1955)于 1935 年首先提出的。经过半个多世纪,生态系统的概念和理论得到了发展与完善。当前,生态系统的定义有 4 点基本含义:

- 生态系统是客观存在的实体,有时间和空间的概念
 - 由生物成分和非生物成分所组成
 - 以生物为主体
 - 各成员间有机地联系在一起,具有统一的整体功能
- 生态系统的范围可大可小,取决于研究的目的和对象。

随着系统科学和计算机科学的发展,出现了以研究生态系统结构、功能、动态与演替,以及人为影响与调控机理为核心的生态系统生态学(ecosystem ecology);以生态系统以上的景观层次单元作为研究对象的景观生态学(landscape ecology);以及以直接服务于各项经济建设为目的的应用生态学(applied ecology)。应用生态学又因不同的研究任务(与不同产业及管理部门相结合)而产生了农业生态学、森林生态学、草地生态学、污染生态学、城市生态学、人类生态学等许多分支。

在生理生态学向宏观方向发展的同时,分子生物学、生物技术的兴起促使生理生态学亦向着器官、细胞水平发展,如从生理生态学角度研究作物生产与环境之间能量转化与物质循环的内在联系,将可为高光效育种、光呼吸抑制剂的开发,高产作物的优良受光姿势、耐密植、耐肥抗倒伏的株型选择,相应植物群落结构及其水肥收支循环的调控等提供新的观念与理论依据。

总体而言,20 世纪 70 年代以前,生态学所关注的主要是局地生物有机体与其环境之间的相互关系。而 20 世纪 70 年代以后,由于人类经济活动的迅速发展,生态学所关注的自然

环境的变化扩展到越来越广阔的区域,甚至达到全球的规模。

人类生存离不开空气、水、食物和土地。但是,人类社会的发展,尤其是当前工业化的迅速扩展,改变和破坏着人类原有的生存环境,影响甚至威胁到人类社会的进一步发展和人类的生存。譬如,为满足快速增加的人口对粮食的需求,大面积的森林被砍伐开垦成农田、大片的草原被开垦成农田;不合理的耕作、过度放牧等人类活动导致土地退化、土地荒漠化;生物多样性日趋减少等问题日益严重。作为人类文明骄傲的工业化进程尽管为人类的生活带来了便利和舒适,如电灯令夜晚的生活充满光明,汽车、轮船和飞机使人们周游世界成为可能,但工业化所需的能源大多来自煤和石油,它们在提供能量的同时也释放出在地下贮存了千万年的碳和硫等化学物质,生成的二氧化碳(CO_2)和二氧化硫(SO_2)等将导致大气成分的改变,引起温室效应和酸雨等问题(温刚等 1997)。

特别是,自工业革命以后,人口剧增,现代工业迅速发展,矿物燃料广泛利用,森林过伐,草原开垦与过牧等人类活动引起的地球大气中的“温室气体”(特别是 CO_2) 的浓度以前所未有的速度增加,由此引起的全球气候变暖、水资源短缺、生态系统退化、植被带迁移、生物多样性丧失、荒漠化扩展、海平面上升等变化造成了 20 世纪 70 年代末期以来,人类社会面临的资源、环境和发展的严峻挑战(图 1.1~1.7)。如何保证地球成为一个适于人类生存与可持续发展的生命支持系统已经引起了科学家、各国政府与社会各界的广泛关注,成为人类迫切需要解决的关乎生存的根本性问题。

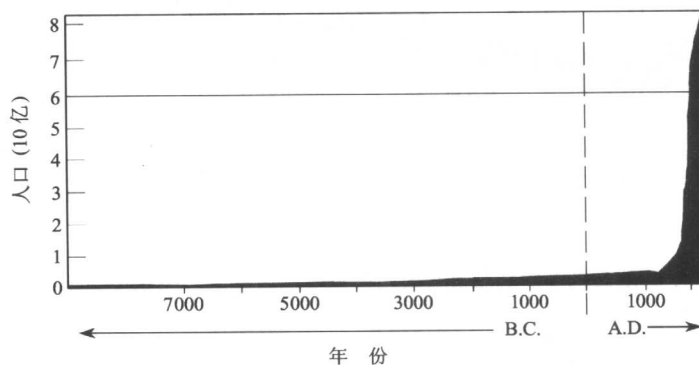


图 1.1 地球上人口随时间的变化(引自 IGBP Science 1998)

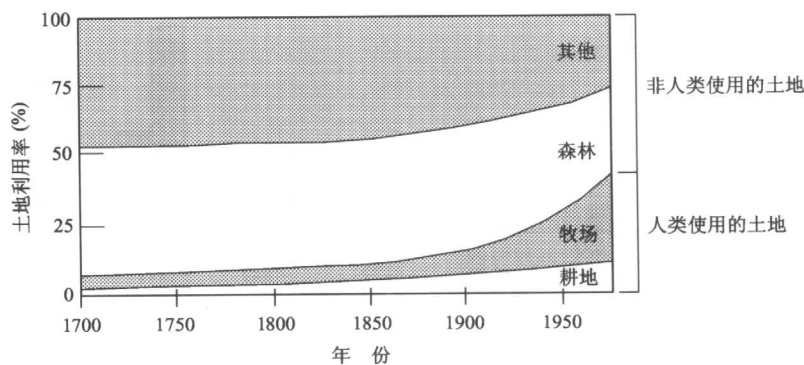


图 1.2 土地利用随时间的变化(引自 IGBP Science 1998)

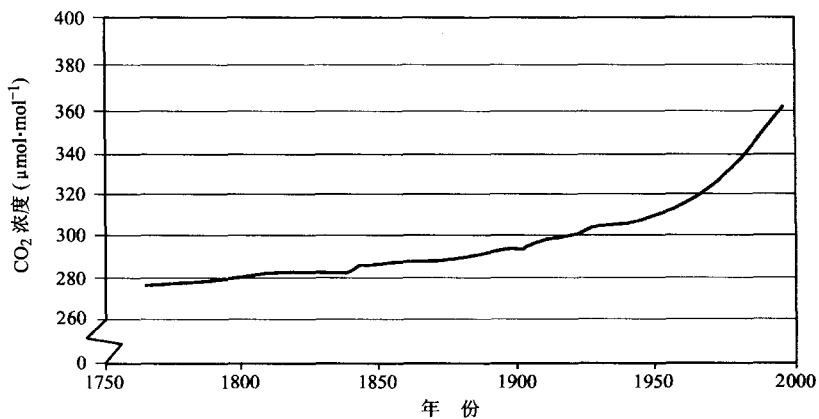


图 1.3 地球大气中 CO₂ 浓度随时间的变化(引自 IGBP Science 1998)

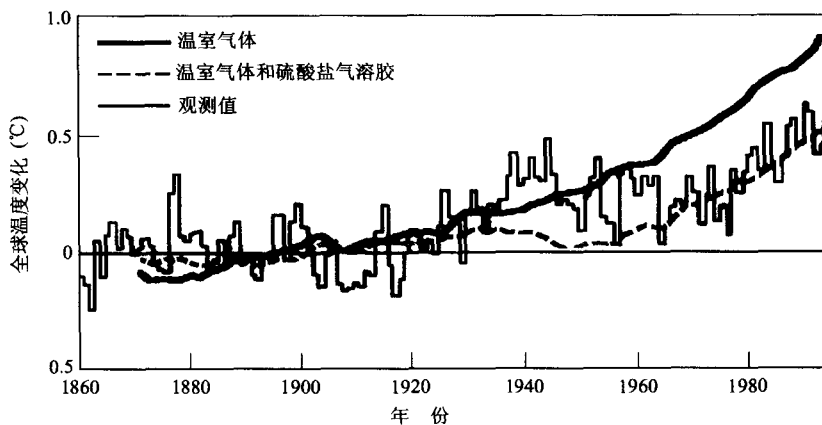


图 1.4 全球平均地面气温的观测值与模式模拟结果比较(引自 IGBP Science 1998)

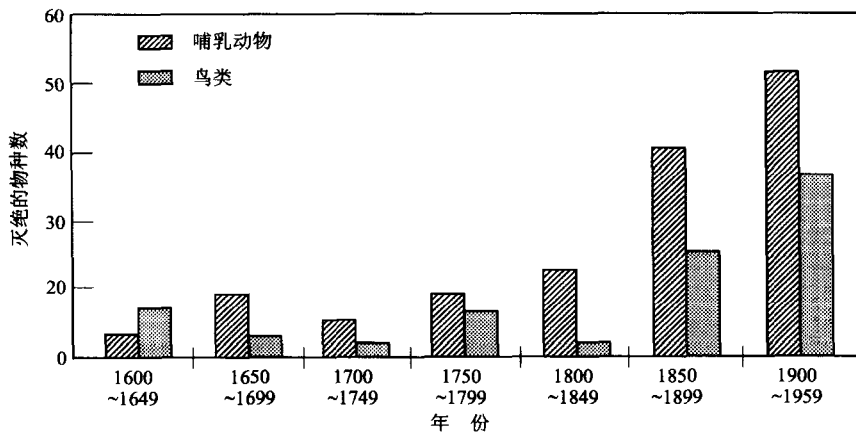


图 1.5 地球上物种多样性随时间的变化(引自 IGBP Science 1998)

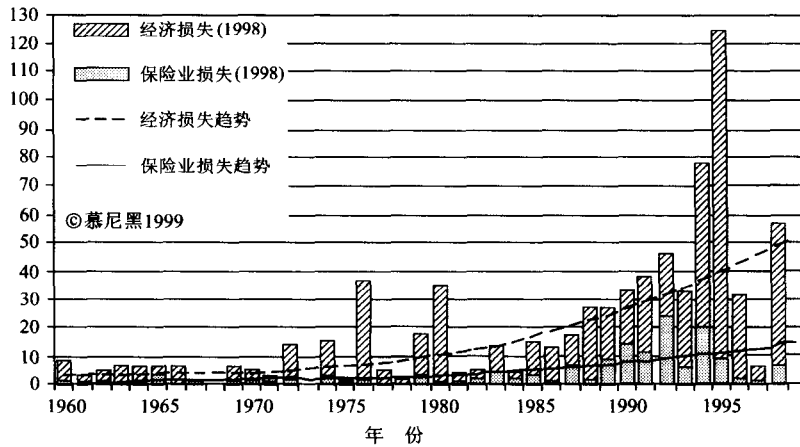


图 1.6 与气候有关的灾害造成的全球经济损失随时间的变化
(经济损失的单位:10 亿 US\$)

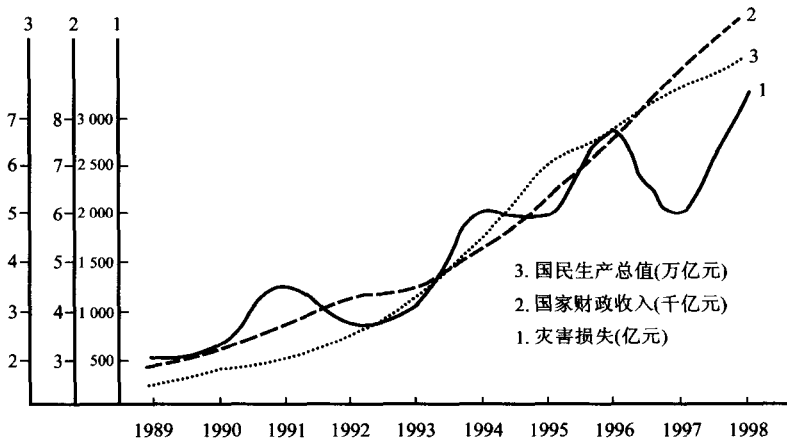


图 1.7 1989~1998年中国自然灾害造成的经济损失

针对这些问题,国际科学界联手开展了一系列重大国际科学计划,如国际地圈-生物圈计划(IGBP)、世界气候研究计划(WCRP)、全球环境变化的人文因素计划(IHDP)、生物多样性计划(DIVERSITAS)、国际地质相关计划(IGCP)、国际卫星陆面计划(ISLSCP)、国际水文计划(IHP)、联合全新世制图计划(COHMAP)、国际日地物理计划、全球对流层化学计划等。这些计划的研究内容都涉及陆地及水生生物群落,生态系统的结构、功能、分布等与大气、海洋(包括深海层、极地、海冰)的生物地球化学相互作用,及其在海陆相互作用、海气相互作用、火山活动、太阳黑子活动、核污染对地球的影响、乃至在全球变化中的作用等。这些研究任务无疑将生态学基础研究推向了全球性研究的应用顶峰,是对生态学理论研究和应用价值的挑战。

由此可见,人类活动的迅速发展使得自然环境的变化扩展到越来越广阔的区域,甚至达到全球的规模,超出了生态学所关注的局地生物有机体与其环境之间的相互关系。与此相