

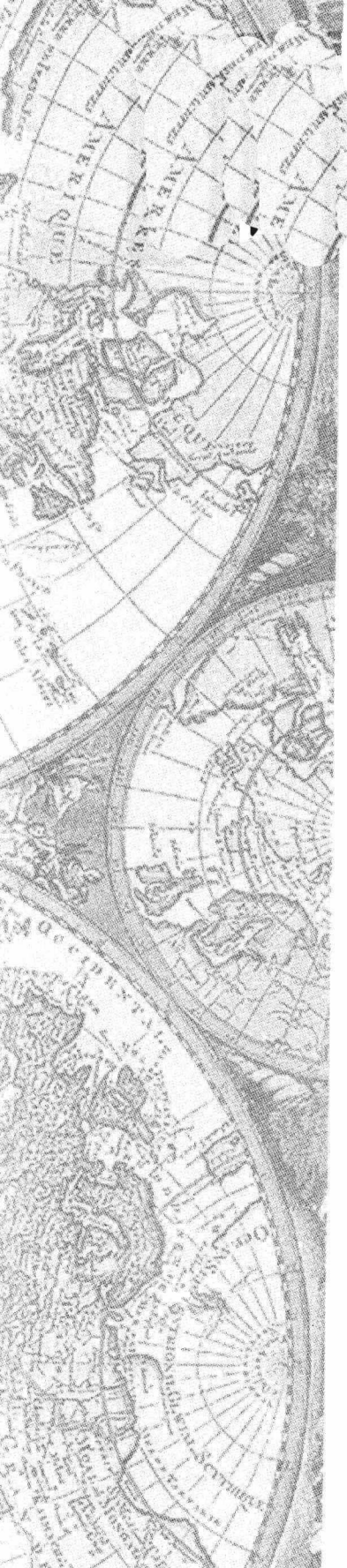
在低碳世纪中寻找个人、组织和社会发展机遇的**入门手册!**
领导干部培训、环保组织宣导、大学通识教育的**最佳读本!**

低碳经济引论

徐玖平 卢毅 著



科学出版社



低碳经济引论

徐玖平 卢毅 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书以科学发展观为统领思想,从系统角度全面介绍低碳经济的基本知识及其国内外发展历程、现状与趋势,详细阐述低碳经济的内涵、能源体系、产业结构、技术创新、城市建设、交易市场、政策保障及示范工程。低碳发展是当今世界不可阻挡的潮流,它集道德、科学、技术、哲学于一体,熔理论原则、实际政策、科学证据和政治辩护于一炉,始终关注国民财富、经济增长与向好发展。此书有助于读者认识和掌握低碳经济的基本知识与方法,以更好地适应低碳时代的绿色生产与低碳生活。

该书结构体系完整、理论联系实际,可作为普通高等学校各专业本科生以及 MBA、EMBA、MPA 和 ME 的课程教材,也可作为政府部门官员、企业管理人员与相关从业人员的培训教材。由于其覆盖全面、通俗易懂,亦可作为一般公众读物,供所有对低碳经济感兴趣的人士参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

低碳经济引论/徐玖平,卢毅著. —北京:科学出版社,2011

ISBN 978-7-03-030371-4

I. ①低… II. ①徐…②卢… III. ①气候变化-影响-经济发展-研究
IV. ①F061.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 028559 号

责任编辑:陈亮 彭楠/责任校对:陈玉凤

责任印制:张克忠/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京市文林印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年4月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2011年4月第一次印刷 印张: 19 3/4

印数: 1—4 500 字数: 400 000

定价: 36.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



前 言

人类经济发展方式的变革起源于 1972 年罗马俱乐部发表的《增长的极限》这一报告，该报告第一次对高能耗、高污染的传统工业文明和高碳经济的发展方式进行了深刻反思。1992 年，联合国环境与发展大会首次把全球资源环境管理提升到国家发展战略高度，提出了“可持续发展”理念，通过了《联合国气候变化框架公约》，明确提出了控制大气中温室气体浓度上升、减少二氧化碳排放是国际社会共同的责任和义务。会后，国际社会都在为协商和制定二氧化碳减排的国际履约协议而努力，这些努力为孕育低碳经济播下了思想的种子。1997 年在日本京都通过的国际条约《京都议定书》是引发低碳经济理念形成的触点，它规定发达国家应首先承担二氧化碳减排的责任，并确定了具体的减排目标。

进入 21 世纪，全球油气资源不断趋紧，能源安全压力增大。伴随着化石能源的大量使用，大气中二氧化碳浓度快速升高，环境容量瓶颈突显，人类的生存和发展面临严峻的挑战。从联合国政府间气候变化专门委员会的系列权威气候报告到“哥本哈根世界气候大会”，全世界的人们都逐渐意识到，温室气体的排放及其引起的全球气候变化问题已经危及人类的可持续发展。

基于能源安全和气候变化的考虑，2003 年英国政府率先发表了题为《我们未来的能源：创建低碳经济》的能源白皮书，首次提出了“低碳经济”（low carbon economy）的概念，引起了国际社会的广泛关注。欧美发达国家大力推进以高效率、低排放为核心的“低碳革命”，着力发展“低碳技术”，并对能源、产业、技术、贸易等政策进行了重大调整，以抢占“低碳先机”。2008 年 12 月，欧洲议会通过欧盟能源气候一揽子计划，以提高清洁能源比重并降低二氧化碳排放；2009 年 6 月，美国众议院通过了奠定美国绿色能源蓝图和低碳发展基础的《清洁能源安全法案》；2008 年 11 月，日本政府以《构建低碳社会的 12 方略》为基础着手实施“低碳社会行动计划”。“低碳经济”将不可避免地成为 21 世纪全球经济发展的主旋律。

中国是最早认识到气候变化问题严重性的发展中国家之一，早在2007年6月就发布了《应对气候变化国家方案》。作为近年来节能减排力度最大的国家和新能源与可再生能源增长速度最快的国家，中国政府于2009年11月宣布：“到2020年单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降40%~45%，到2020年中国非化石能源占一次能源消费的比重达到15%左右。”这是中国为全球应对气候变化做出的巨大贡献，也是中国迎接低碳世纪的重大抉择。

作为具有广泛社会性的前沿经济理念，随着实践的进展，低碳经济的内涵得到不断的拓展。归结起来，低碳经济是针对化石能源利用，以及高碳商品和高碳行为引起的高碳排放问题，以提高碳生产率、构建低碳均衡、实现可持续发展为目标，以化石能源减量和温室气体减排为原则，以“低能耗、低排放、低污染”和“高效能、高效率、高效益”为基本特征，以能源结构调整、产业模式优化和技术体系创新为主要手段，以城市建设、市场构建和政策保障为依托的经济发展模式。低碳经济是一个开放的复杂巨系统，广泛涉及经济生产、社会生活和自然生态的各个领域，以低碳能源、低碳产业、低碳技术、低碳城市、低碳市场、低碳政策等为系统要素，构建人类社会可持续发展的综合集成体系。

■ 写作背景

低碳、绿色、可循环的可持续发展已经成为世界发展的潮流，并已写入中国的国家战略，成为各行业技术、生产、经营、管理以及政府部门宏观经济管理的关键性目标之一。而基于低碳技术的低碳产业已经成为国民经济发展的战略性新兴产业，基于低碳理念的新的社会管治理念也已经深刻地改变着政府部门和非盈利组织的行为方式。这就对相关领导干部和从业人员的素质提升和未来人才培养提出新的要求：既需要造就和培养一批具有深厚理论与技术背景的专业低碳产业与技术人员，更需要在领导干部、从业人员和普通大学生中普及“低碳经济”的相关知识，使之具备迎接“低碳世纪”挑战、把握这一全新技术和社会变革的机遇的眼光、理念和知识素养。

2010年3月，教育部在《关于战略性新兴产业相关专业申报和审批工作的通知》中明确鼓励高校开设低碳经济等新兴专业。清华大学、北京大学、四川大学、同济大学等高等院校纷纷建起专门的研究院所，争相研究低碳经济，并积极筹办低碳经济专业，极大地推动了低碳经济的学科发展和人才培养。与此同时，以政府领导干部和相关产业管理与技术人员为主要推动力的“低碳经济”培训课程也在全国范围内广泛开展。在此背景下，编写一本既能够为专业人才培养打基础，又能够兼顾一般通识性教育的“低碳经济”入门性教材就显得十分紧迫，意义重大了。为此，我们在整理多年研究成果、总结近年来国内外的理论进展与实

践范例的基础上，撰写这本《低碳经济引论》，为中国模式的低碳发展道路和相应的低碳经济学科建设尽一点绵薄之力。

■ 本书特色

本书科学性与趣味性共存。在介绍低碳经济的科学原理时，借用物理、化学、地理以及地球科学等多门学科的知识，力求准确无误地向读者解释低碳经济的科学内涵。同时，为激发读者的兴趣，在结构编排上借鉴了国内外优秀教材的长处，努力做到条理清楚、详略得当、图文并茂，使其既适合大学各类专业的本科生学习，也可作为一本普及读物供其他人员阅读。

本书思想性与应用性并重。低碳经济是人类文明高度发展的产物，本书将站在人类文明进程的角度为读者讲述低碳经济的本质内涵与历史进程。本书不仅要使读者对低碳经济有一个全面、准确的认识，还要能指导其在现实世界中实践低碳行为。

本书系统性与专业性统一。运用系统工程方法，统筹打造章节框架，精心组织书本内容，希望能够全面阐述低碳经济的基本原理，使读者大体掌握低碳经济的基本专业知识，初步具备在生活和工作中践行低碳理念的基本专业技能。

■ 本书结构

本书共分8章。第1章为低碳经济概述，主要阐述低碳经济的发展历程、科学概念、基本内涵以及发展低碳经济的意义；第2章为低碳能源体系，从节能增效和结构调整两方面讲述传统能源优化问题，结合中国的实际情况描述由水能、风能、核能等构成的绿色能源体系；第3章为低碳产业结构，探讨低碳产业的结构特征与系统构成，并重点叙述低碳农业、低碳工业和低碳服务业的基本内涵与发展措施；第4章为低碳技术创新，分析低碳技术创新的障碍与支撑，从源头减少碳使用、过程控制碳溢出、末端处理碳排放三个方面分述绿色能源技术、节能减排技术以及碳捕获、利用与封存技术；第5章为低碳城市建设，由低碳城市的构成与规划入手，分别探寻节能建筑、环保交通和绿色消费的实现方式；第6章为低碳交易市场，从碳交易机制、碳减排核算和碳交易价格三方面解读碳交易，进而陈述国外和国内的碳市场以及碳金融的市场、工具和机构等；第7章为低碳政策保障，概述国内外保障低碳发展的政策工具和主要举措，并从发展低碳能源、推广低碳产品和倡导低碳行为三方面梳理国际低碳政策体系；第8章为低碳示范工程，选择重点城市和典型社区介绍世界低碳先行区的风采，从文明传承的角度描绘理想的低碳校园，并重点讲解北京奥运会和上海世博会的低碳内涵。

本书在撰作过程中，李斌、何源、莫丽雯、王鹏、王帅、廖倩、李宗敏、张

志伟、冯雨州、罗酬剑、李一凡和都培田等研究生参加了资料收集等辅助工作；科学出版社高等教育出版中心副主任陈亮热情推动并支持本书的编写和出版工作，彭楠编辑做了深入、细致的编审工作，在此一并致谢。

低碳经济目前还是一门刚起步的新兴交叉学科，发展低碳经济是一项复杂的社会系统工程，加之低碳经济理论正在不断完善之中，各国的低碳经济实践也在积极推进，可以说低碳经济内涵与外延的发展是日新月异，这给本书的写作带来很大的难度。此外，书中有很多名词是从英文翻译过来的，中文表达可能不尽一致，若有不妥之处，恳请广大读者批评指正，并提出宝贵的修改意见。读者来信请发至：luyiscu@163.com；xujiuping@scu.edu.cn。

徐玖平

2011年3月



目 录

前 言	i
第 1 章	
低碳经济概述	1
1.1 低碳经济由来	1
1.2 低碳经济内涵	14
1.3 低碳发展意义	27
1.4 低碳系统工程	33
第 2 章	
低碳能源体系	37
2.1 低碳能源定义	37
2.2 传统能源优化	48
2.3 绿色能源体系	54
2.4 低碳能源措施	64
第 3 章	
低碳产业结构	71
3.1 产业低碳化	71
3.2 低碳农业	79
3.3 低碳工业	90
3.4 低碳服务业	102
第 4 章	
低碳技术创新	114
4.1 低碳技术概论	114

4.2	绿色能源技术.....	121
4.3	节能减排技术.....	135
4.4	CCUS 技术.....	144
第 5 章		
	低碳城市建设	152
5.1	低碳城市.....	152
5.2	节能建筑.....	163
5.3	环保交通.....	175
5.4	绿色消费.....	184
第 6 章		
	低碳交易市场	194
6.1	碳交易.....	194
6.2	碳市场.....	207
6.3	碳金融.....	216
第 7 章		
	低碳政策保障	226
7.1	政府监管.....	226
7.2	公共治理.....	234
7.3	政策扶持.....	242
第 8 章		
	低碳示范工程	258
8.1	低碳示范城市.....	258
8.2	低碳先行社区.....	268
8.3	低碳理想校园.....	275
8.4	低碳国际盛会.....	279
	参考文献	293
	附录 A 常用单位	302
	附录 B 常用缩写	303
	附录 C 常用化学符号	305
	索引	306



低碳经济概述

概括人类社会发展的总体历程，先后经历了原始文明、农业文明、工业文明，正在迈入生态文明。前三个文明进程的转变本质上都是人类社会内部关系的改变和调整，均为了谋求人类自身的更好、更快发展；而生态文明关注的是人类社会与自然环境的关系，追求的是更大系统的可持续发展。可持续发展是时代的主题，但是怎样发展，如何正确处理经济、社会与生态之间的关系，又是时代的难题。自18世纪中叶工业革命以来，人类社会就进入了工业文明时代，以效率为核心的技术与制度创新，带来生产的极大发展与财富的急剧增加。然而工业化在推进人类社会大发展的同时，也产生了大量的反发展现象，如臭氧层破坏、酸雨、全球气候变暖、森林破坏、荒漠化、海洋污染、人口膨胀等，导致人与自然的尖锐矛盾，这种非理性的资本驱动的发展长期持续下去将触及自然承载力的底线，可能导致人类生存环境的崩溃。这种发展与反发展现象同时并存，显示了人类社会正陷入在两难选择的困境之中。

低碳经济是一种低能耗、低污染、低排放、高效能、高效率、高效益的可持续发展模式，通过更少的资源消耗和更小的环境污染，获得更多的经济产出，并创造更好的生活质量，体现了对人与自然、人与社会、人与人和谐关系的理性认知。低碳经济要求技术进步、工农业生产、社会消费等人类生产与生活的各项活动都建立在人与自然和谐相处、协调发展的基础上。发展低碳经济是一场涉及生产模式、生活方式、价值观念和国家权益的全球性革命，从本质上触及了人类经济发展方式变革的问题，是当代建设生态文明的最佳发展模式。

1.1 低碳经济由来

“低碳经济”提出的大背景，是全球气候变化对人类生存和发展的严峻挑战。随着全球人口和经济规模的不断增长，全球气候变化的危害也逐渐为人类所认识。全球气候变化是人类共同面临的难题，低碳经济是全球解决气候变化难题

的共同选择。低碳经济将对国际经济的比较优势和战略利益格局、国家和产业的竞争力、科学技术发展乃至世界战略力量对比等多方面产生深刻的影响。

1.1.1 全球气候变化

当前,气候变化已严重威胁到人类的可持续发展,应对气候变化成了全球共同面临的重大挑战。气候变化除了与自然因素有关外,还与人类的活动特别是与使用化石燃料过程中排放 CO₂ 的程度密切相关。早在 1896 年,诺贝尔化学奖获得者阿累利乌斯(Arrhenius)就预测:化石燃料燃烧将会增加大气中 CO₂ 的浓度,从而导致全球变暖。随着近年来全球气候变化不断加剧,人们对低碳经济的呼唤也日趋强烈。

1.1.1.1 内涵

气候是指某一地区多年的天气特征,包括平均状况和极端状况,由太阳辐射、大气环流、地面性质等因素相互作用所决定。气候变化是指气候在几十年甚至几千年间这样的长时期内的显著演变情况和趋势。《联合国气候变化框架公约》(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC, 以下简称《公约》)第 1 款中,将“气候变化”定义为:“经过相当一段时间的观察,在自然气候变化之外由人类活动直接或间接地改变全球大气组成所导致的气候改变。”这一定义将人类活动引起的“气候变化”(climate change)与自然原因引起的“气候变率”(climatic variability)相互区别,即承认人类活动会改变地球表面气候。一般认为,全球气候变化(global climate change)是指世界范围内温度的上升和风暴活动的增加等,是气候平均状态统计学意义上的巨大改变或者持续较长一段时间的气候变动趋势,如平均气温、平均降水量、最高气温、最低气温等发生显著变化以及极端天气事件频发等。人们常说的全球变暖(global warming)就是气候变化的重要表现之一,也是人类目前最迫切的问题,关乎人类的未来。

在对气候变化作出科学解释之前,还必须首先解释温室效应(greenhouse effect)的原理,这是了解全球气候变化原因的最重要的物理基础之一。

大气能使太阳短波辐射到达地面,但地表向外放出的红外辐射却被大气吸收,这样就使地表与低层大气温度增高,因其作用类似于栽培农作物的温室,故名温室效应。大气中吸收地表向外放出的红外辐射的主要成分就是温室气体。温室气体由 6 种主要气体组成:CO₂ 占 63%,甲烷(CH₄)占 15%,氧化亚氮(N₂O)占 4%,氢氟碳化物(HFCs)、氟化碳(PFCs)和六氟化硫(SF₆)占 18%。由于非 CO₂ 温室气体的浓度致暖与 CO₂ 有着固定的函数关系,《公约》将非 CO₂ 的温室气体排放量折算成 CO₂ 排放当量,以实现所有温室气体排放量

之间的可加性，因此， CO_2 也被称为温室气体。

温室效应有两种，一种是自然的温室效应，另一种是人为的温室效应，即人类活动引起的温室效应。

1. 自然的温室效应

地球大气中除含有占 99% 的 N_2 、 O_2 以外，还含有其他微量气体，主要为 CO_2 、 CH_4 等温室气体以及云、水和尘埃等。大气中的温室气体和水汽、云等可以吸收大气与地表发射的红外辐射，同时也以自身的温度向外空放射出红外辐射。不论地表和大气内部的物理过程如何复杂，进入与离开大气层的辐射能量之间必须保持平衡。入射太阳辐射为 343 W/m^2 ，其中三分之一（即 103 W/m^2 ）被反射回太空，也即净太阳辐射为 240 W/m^2 ，主要被地表所吸收，而射出的红外辐射必须也是这个量，如图 1.1 所示。

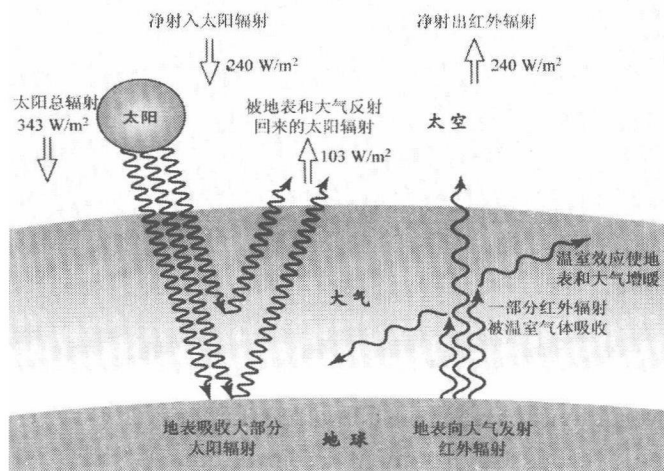


图 1.1 大气层的全球辐射平衡图

这种平衡一旦被破坏，可以通过地球表面温度的升高或降低来恢复平衡。由于大气成分中存在着自然产生的温室气体、云和水汽，由此产生的自然的温室效应可使地表增暖，温度比没有这些温室气体和水汽条件下的大气上升了 $33 \text{ }^\circ\text{C}$ ，即从没有温室气体存在情况下的 $-19 \text{ }^\circ\text{C}$ 上升到 $14 \text{ }^\circ\text{C} \sim 15 \text{ }^\circ\text{C}$ ，这是地球上适合生命存在的温度。可以说，没有自然的温室效应，生命就难以维持。火星与金星上有类似的自然温室效应，但由于温室气体含量和原始温度与地球不同，它们最后达到的平衡行星温度不是太高就是太低，不适合生命的存在。

2. 人为的温室效应

造成全球辐射平衡破坏的主要因子目前看来主要是由人类活动引起的大气中

温室气体的增加。温室气体增多的结果是形成一种无形的玻璃罩，使太阳辐射到地球上的热量无法向外层空间发散，其结果是地球表面变热。由于大量开采和使用化石能源、过度消费等人为原因，导致温室气体增加而造成的地表温度升高，被称为人为的温室效应，也即我们通常理解的“温室效应”。

这种人为的温室效应实际上是由于人类活动引起的附加在自然温室效应之上的一种温室效应。虽然其量值比自然温室效应小得多，但其增暖作用的意义是非常重要的。通过这种人为的温室效应，可进一步增强阻止长波辐射向外辐射的被毯作用，这就意味着高层大气向外空放射的长波辐射进一步减少。从辐射传输和辐射平衡的角度看，相当于大气顶产生一向下的辐射通量密度增加，而使大气顶辐射不平衡，因而地表温度将会进一步增加以响应这种不平衡，直到大气顶射出的净长波辐射量又等于入射的净太阳辐射量。足够强度的长时期的人类活动，将促使地球系统调整自身温度来恢复平衡。当地球的平均温度增加到某一量值，气候系统就会受到干扰，失去平衡，从而产生气候变化。

人类社会，特别是到了近代工业社会以后，生产生活需要消耗大量的能源，煤、石油等化石能源被大量开采，而正是这种开采和消耗使地球上“碳”的存在形式发生了改变——原来在地下的煤和石油中，属于“地下碳库”，燃烧之后以 CO_2 的形式排向大气，致使地层中沉积碳库的碳以较快的速度流向“大气碳库”。 CO_2 作为植物进行光合作用的主要原料，可以转化为氧气释放到空气中，为其他生物所利用，但是由于 CO_2 的迅速增加，就引发了人为的温室效应。

科学界以及各国政府已基本达成一致，认为人类活动导致地球大气层中的温室气体（尤其是 CO_2 ）不断增多，气候正在发生变化。政府间气候变化专门委员会（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）是由联合国环境规划署（United Nations Environment Programme, UNEP）和世界气象组织（World Meteorological Organization, WMO）共同创建的，该委员会每隔5年左右向全球发布权威的气候变化报告。

2007年11月，IPCC公布了第4次评估报告，指出在过去的100年中，由 CO_2 等气体造成的温室效应使全球平均地表气温上升了 $0.3\text{ }^\circ\text{C}\sim 0.6\text{ }^\circ\text{C}$ ；他们预测，到2100年全球平均气温将升高 $1.0\text{ }^\circ\text{C}\sim 3.5\text{ }^\circ\text{C}$ ^[1]。美国《国家科学院学报》2008年发表的评估报告提出，一旦气候变化突破“引爆点”，就可能引发更为严峻的气候系统变化，并带来不可逆转的影响^[2]。

气候变化问题是国际社会普遍关心的重大全球性问题。气候变化问题涉及多个学科，对它的整体把握需要跨学科的综合视野^[3]。气候本身属于典型的全球公共物品（global public goods），全球气温的上升通常是由某些国家过度排放温室气体造成的，但其影响却跨越了国境波及其他国家，而这正是经济学中外部

性效应延伸的经典例子。为此，气候变化在经济学上提出了独一无二的挑战，是迄今为止范围最广、规模最大的“市场失灵”现象^[4]。全球气候变化源于跨国外部性效应的影响，一个国家的行为使其他国家获利或受损，且无法通过市场来进行弥补^[5]。为此，人类正在努力探寻一种各国均能接受的解决全球气候变化问题的可行方案。

1.1.1.2 危害

全球气候变化会对地球生态系统造成巨大的影响。地球南北两极部分生态系统已经发生了明显变化，例如动植物物种的地理分布朝两极和高海拔地区迁移，造成生态系统失衡。此外，气候变化对社会经济等其他领域也将产生深远影响。例如气候变化将增加疾病发生和传播的几率，危害人类健康；增加地质和气象灾害的形成概率，对重大工程的安全造成威胁，造成社会经济系统失衡。据统计，1906~2005年这一百年，全球平均地表温度升高了 $0.74\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，并且升温速率不断加快；1870~2004年期间，海平面每年的平均上升幅度为 1.44 mm ，进入20世纪以后这一增速增加到每年 1.77 mm ，目前这一增速为每年 3 mm ；2003~2007年的五年间，地球上南极、美国阿拉斯加和北极格陵兰岛的陆地冰川已融化逾2万亿吨^[1]。喜马拉雅冰川1978~1998年的消融情况对比，如图1.2所示。

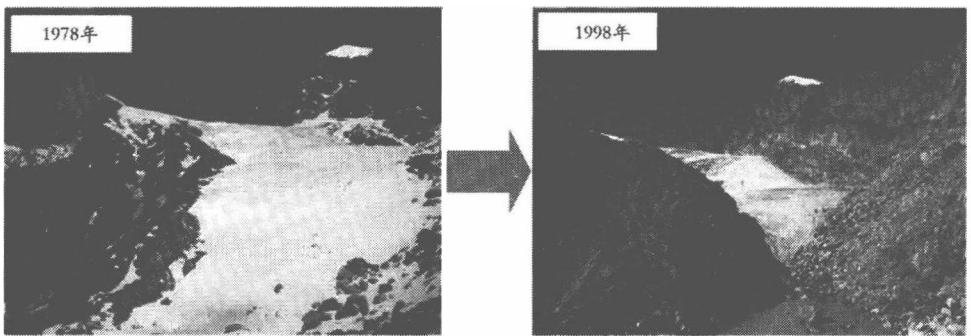


图 1.2 喜马拉雅冰川 1978~1998 年的消融情况

全球气候变化将给地球及人类带来巨大的危害，包括海平面上升、南极冰川融化、粮食产量降低和土地荒漠化等，如图1.3所示。人类需要寻找一种科学合理的发展方式来缓解经济发展与生态环境、自然资源之间的矛盾。

在这种背景下，低碳经济这种全新的经济发展模式受到世界各国的关注。近年来，多国研究机构对全球气候变化的影响做了深入研究，发表了一系列报告，从多个角度阐明了气候变化可能给人类和自然生态系统带来的危害。

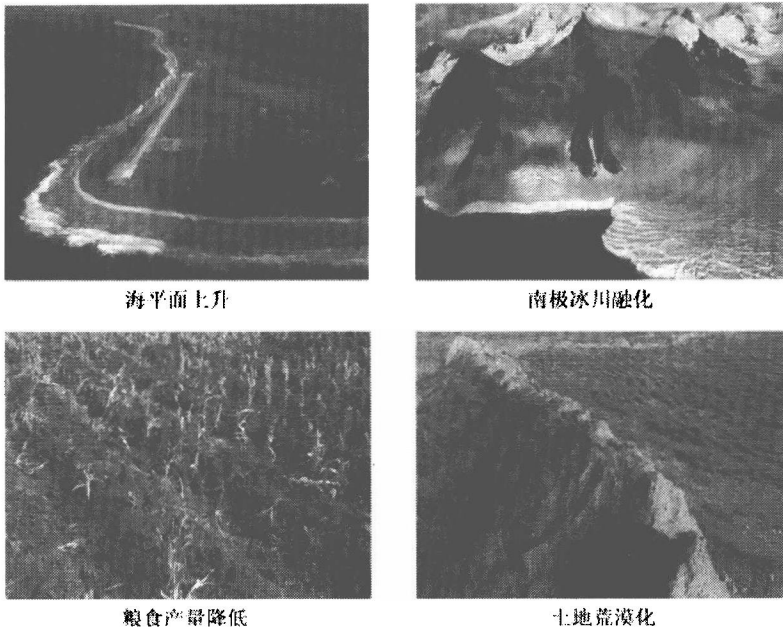


图 1.3 全球气候变化的危害举例

1. 斯特恩报告

2006 年，英国政府发表了引起国际社会普遍关注的《斯特恩报告》^[6]，该报告由前世界银行首席经济学家尼古拉斯·斯特恩（Nicholas Stern）主持完成，主要涉及全球气候变暖问题。这份长达 700 页的报告指出：不断加剧的温室效应将会严重影响全球经济发展，其严重程度不亚于世界大战和经济大萧条。

报告指出，全球变暖将带来以下几个方面的影响：

(1) 引发冰雪融化，从而增加洪水的可能性，随之便是水资源的严重短缺，这将威胁全球 1/6 的人口。

(2) 粮食作物产量下降，全世界将有数百万人失去赖以生存的生产或购买充足食物的能力。

(3) 导致大范围的营养失调和过热造成的死亡。如果没有采取有效的控制措施，带菌疾病如痢疾、登革热将会传播。

(4) 3℃~4℃ 的升温带来的海平面升高每年将导致数百万人受到洪水的侵害。到 21 世纪中期，全世界有 2 亿人口可能会由于海平面上升、洪水泛滥以及更严重的干旱而永久地迁移。

(5) 使生态系统变得异常脆弱，气温每升高 2℃，就会有 15%~40% 的物种面临灭绝。

2. IPCC 报告

2007年, IPCC第4次评估报告指出:“气候变暖是毋庸置疑的, 观测到的各种迹象都证实了这一点, 这些现象包括: 全球空气和海洋平均温度的上升, 范围广泛的冰雪融化, 全球平均海平面上升^[1]。”

报告指出气候变化可能产生以下影响:

(1) 若全球平均气温超过20世纪后期的总体水平 $1.5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 2.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, 那么约20%~30%受评估的植物和动物物种的灭绝风险会增加; 如果温度升高超过约 $3.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, 40%~70%受评估物种灭绝的风险将增加。

(2) 海洋表面温度增加 $1\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 3\text{ }^{\circ}\text{C}$, 预计将导致频繁的珊瑚褪色事件和广泛的珊瑚死亡事件。

(3) 极端天气事件的风险增加, 可预见的灾害包括干旱、热浪、洪水以及它们带来的不利影响。

(4) 到21世纪中叶, 在许多半干旱地区, 如地中海盆地、美国西部、南部非洲和巴西的东北部, 由于气候变化将出现水资源减少的情况。

3. UNEP 报告

2008年2月20~22日, UNEP第10届特别理事会暨全球环境部长级论坛在欧洲城邦国家摩纳哥公国(The Principality of Monaco)举行。与会代表就“筹集资金, 迎接气候挑战”的主题进行了深入磋商。

根据UNEP在会上发布的报告显示, 气候变化将严重威胁世界鱼类的生存环境, 在2050年前将严重影响超过90%的世界温带和热带沿海地区。

由UNEP科学家与欧洲、美国的高等院校和研究机构联合完成的这份报告宣称, 气候变化将可能延缓海洋温盐的环流过程, 这将影响海洋自身的天然“冲洗和清洁”机制。由于海洋天然水泵系统功能衰退, 全球至少3/4主要渔场的水循环过程将可能受到严重影响。报告显示, 气候变化及水污染、过度捕捞、水底拖网捕捞法以及外来物种入侵带来的影响主要集中在全球10%~15%的海洋区域, 而这一区域恰是全球最富有经济价值的海洋渔场。

1.1.1.3 原由

目前世界主流科学家普遍认为, 气候变化是由于人类活动向大气排放了过量的 CO_2 等温室气体, 导致大气中的温室气体浓度过高造成的。尽管引起气候变化的原因可能是自然的因素, 也可能是外界强迫或者人为造成的, 但有一点可以肯定, 人类长期排放的 CO_2 等温室气体会加剧气候类型的改变^[7]。IPCC第4次评估报告以90%的可信度认为, 近50年来的气候变化主要是人为活动排放的 CO_2 、甲烷(CH_4)、氧化亚氮(N_2O)等温室气体造成的。

人类排入大气中的温室气体主要是 CO_2 ，近年来其含量正在迅速增加。全球范围内 CO_2 浓度 1991~2005 年以及 1960~2000 年的变化情况，如图 1.4 及图 1.5 所示。

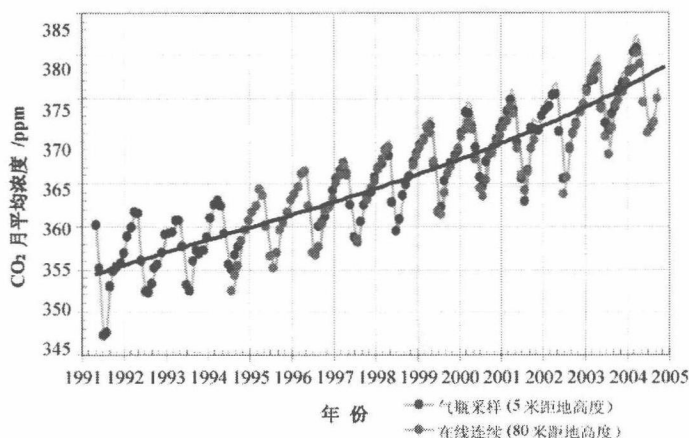


图 1.4 全球 CO_2 浓度 1991~2005 年变化情况

数据来源：中国气象局 - 瓦里关全球大气本站 ($36^{\circ} 17' \text{ N}$, $100^{\circ} 54' \text{ E}$, 3816asl) 大气 CO_2 浓度测量结果

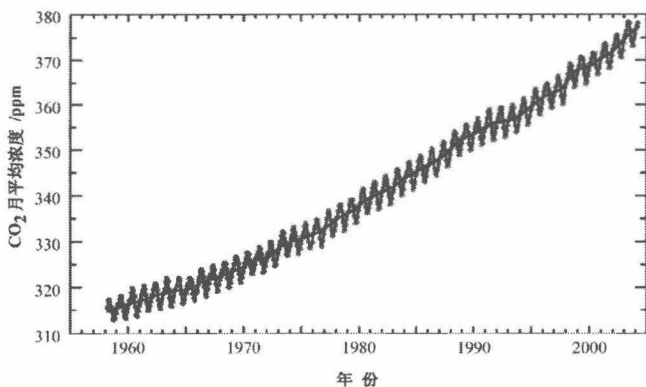


图 1.5 全球 CO_2 浓度 1960~2000 年变化情况

数据来源：夏威夷 Mauna Loa 观象台测量的大气 CO_2 浓度变化

由图 1.4 及图 1.5 可知，近几十年来 CO_2 浓度是在单调递升的，并且这一趋势没有减缓。如果将测量范围扩大到 40 万年，则更有利于从统计学意义上观测 CO_2 浓度的变化，如图 1.6 所示。