

21 世纪生态文明 环境保护

沈国明 主编

上海人民出版社

编 委 会

主 编 沈国明

副主编 鲁方根 沈永林 张珠圣

编 委 :(按姓氏笔画排列)

朱长超 沈国明 沈永林

张珠圣 黄德兴 鲁方根

作 者 :(按姓氏笔画排列)

凡蓉蓉 王惠初 华淑华 庄建明

朱长超 毕吕贵 谷人旭 沈跃萍

张珠圣 张银龙 陆 骏 陈雪珍

林象平 郭洁敏 傅丽娜 鲁方根

蔡文之

序

上海社会科学院信息研究之所以编撰关于生态文明和环境保护的书,主要是因为生态和环境保护以及经济与社会的可持续发展问题,对我们国家的发展太重要了,大家都在寻求发展经济和保护生态环境的两全之策。这类书的出版,有助于大家树立和落实科学发展观,认清面临的资源耗竭和环境恶化的现状,形成生态环境保护意识,携手行动,从而形成新的环境保护动力,扩展环境质量局部改善的成效,遏制环境质量总体恶化的势头。

根据科学发展观的要求,在处理经济发展和生态环境的关系上,我们必须着力提高经济增长的质量和效益,努力实现速度和结构、质量、效益相统一,经济发展和人口、资源、环境相协调,不断保护和增强发展的可持续性。能取得这样的认识,反映出我们党认真总结了二十多年来改革开放和现代化建设的成功经验,吸取了世界上其他国家在发展进程中的经验教训,以及生态环境方面的先进理念。

我国的生态环境问题是在发展中产生的。改革开放以来,我国的经济建设取得了巨大的成就,环境保护方面也取得了一定的成绩。但是,发达国家上百年逐步出现、分阶段解决的生态环境问题,我国在二十多年的快速发展中集中产生了。一个时期以来,“先污染后治理、先破坏后恢复”被普遍认为是经济发展的规律,以牺牲环境为代价发展经济是许多地方政府采用的发展战略。政绩考核机制不完善助长了“重 GDP 增长,轻生态环境保护”的倾向。

此外,能源结构不合理,环保基础设施落后,治理污染的市场机制不健全,特别是生态环境保护方面的法律制度不健全,都在一定程度上对生态环境恶化产生了影响。

世界上其他国家在发展进程中有过许多经验教训。发达国家在实现工业化的过程中,走了一条只考虑当前需要而忽视后代利益的道路,在处理生态环境与经济的关系上,采取的先污染后治理、先开发后保护的做法,导致许多国家在上世纪六七十年代发生了严重的生态和环境污染案。之后为恢复生态和治理环境,付出了沉重的代价。发展中国家也有沉痛的教训。有的国家为了发展经济,对资源过量开采,特别是对森林的乱砍滥伐,造成了严重的生态危机;有的国家对工业污染防治不力,导致了严重的后果,甚至因污染案而引发社会危机,给社会带来长时间的持续震荡。

人类对于人与自然的关系一直在进行探究。20 世纪 60 年代以来,工业繁荣背后,人与自然,特别是人与生态环境的冲突,被深刻地揭示出来。20 世纪 50 年代,一些欧美国家开展反污染运动时,人们对环境保护的理解还比较狭隘,认为只是控制大气和水的污染、处置废弃物这几项。到 60 年代,发现农药污染造成了对生态环境的极大危机。70 年代以后,联合国多次召开会议并通过决议,指出生态环境问题是一个全球性的问题,“生态环境意识”作为一种概念渐渐流行起来。当时,人们已经认识到,在征服自然的过程中,人类取得了一个又一个胜利。但是,在取得这些胜利的同时,也把自然推向了灾难的边缘,引起了自然界对人类的无情报复;经济增长的原材料主要来自环境,如果经济发展损坏了环境资源,环境恶化必然限制甚至破坏经济发展。随着人们对生态环境意识的深化,可持续发展的思想渐渐为大家所接受,联合国基于对传统发展观的反思和创新,提出了可持续发展战略,强调人类应当享有以与自然相和谐的方式过健康富有生产成果的生活的权利,并公平地满足今世后代在发展与环境方面的需要。

科学发展观是在对各国实践和各种理论成果进行总结的基础上形成的,因而具有先进性,并有很强的实践性。

贯彻和落实科学发展观,首先要对发展有全面、准确的认识。要统筹考虑当前发展和未来发展的需要,应当在推进发展时充分考虑资源和环境的承受力,实现自然生态系统和社会经济系统的良性循环。应当优化产业结构,转变经济增长方式,使经济增长和资源消耗、污染排放的“剪刀差”不断扩大。应当大力发展循环经济,提高节能、节水、节材和资源综合利用的技术水平和管理水平,使整个社会向“资源节约型”、“环境友好型”迈进。

其次,要充分发挥政府和市场各自的作用。政府在生态和环境保护方面的作用是多方面的,决策、管理、协调、监控、保障等政府的职能,应当充分发挥。与此同时,还应当重视市场手段在生态和环境保护领域的运用。实践证明,自然资源有偿使用机制和价格形成机制、环境保护和生态恢复的经济补偿机制、生态和环境保护基础设施建设和运营的市场机制、资源和环境使用权的交易制度等,都取得了一定成效,推进了资源节约和生态环境保护方面市场运行机制的形成。

第三,要扩大社会力量的参与。社会力量的参与,对生态和环境保护的作用很明显,正成为媒体关注焦点的圆明园湖底防渗水工程案,从进入人们的视野,到做出最后决策,都体现了社会力量参与的作用。如何有效保障公民知情权、检举权、参与权的行使,使他们能够在有关生态和环境问题的决策和日常监督中真正发挥作用,还需要在制度上进一步加以完善。应当相信,社会力量的参与,会成为生态和环境保护工作不断向前发展的重要动力。

第四,要进一步加强法制建设。法制是贯彻落实科学发展观、保护生态和环境、实现可持续发展和人与自然和谐的重要保障。在生态和环境保护领域,法律法规已经初具规模,而且发挥着越来越大的作用。但是,当前面临的新问题、人们确立的新观念,从实

践和理论两个方面,都要求法制进一步完善。法制的完善,并不只是增加法律法规的数量,还应包括立法目标的调整。经历了“非典”肆虐后,我们对非传统安全因素带来的危害有了切肤之痛,公众健康和环境安全已经成为被普遍认同的立法的重要目标。对生态系统、环境保护认识的深化,也会反映在对法律法规的具体要求上。为了与社会的快速发展和进步相适应,应当通过立法,加强对生态系统整体性保护的力度;应当将立法的视野扩大至生产的全过程,不仅要加强对污染的末端治理,而且还应加强对污染源头和生产过程的监控;应当把有关循环经济、物种保护、有毒有害物体监管等内容,作为近期需要格外关注的立法项目。我国地域广阔、地区差别较大,国家法律出台后,往往需要地方上根据地方特点制定一些地方性法规,在生态和环境这个领域,地方立法空间相对来说是比较大的。如果国家的相关法律比较齐全,地方立法的配套也做得比较好,有助于将科学发展观真正落到实处,并为实现可持续发展 and 人与自然和谐提供坚实的保障。

与几年前相比,生态和环境保护工作受重视的程度大大提高了。但是,这项工作任重道远,且不说我国环境和生态破坏问题有些还十分突出,就说是非清楚的个案,处理起来也非易事。部门利益、地方利益、眼前利益有时会使执法之难近乎虎口夺食。为此,要加大体制改革的力度,要加强各方面的制度建设包括法制建设,还要加大宣传教育的力度。本书是为适应这些社会需要而编写的,在编写过程中,始终坚持“以事实说话”,为的是保证它的可靠性,从而让它能在宣传科学发展观、提高大家对生态和环境保护的认识、促进可持续发展等方面起到一点作用。所有的作者都希望实现这个预期的目标,我想,应该能够实现。

沈国明

2005 年 6 月 1 日

目 录

序.....	1
第一章 21 世纪是生态文明的世纪	1
第一节 生态文明是历史发展的必然.....	1
第二节 生态文明的理论与实践.....	8
第三节 生态文明的未来展望	13
第二章 人类的生态困境及其出路	22
第一节 人类面临的生态态势	22
第二节 人类面临的生态危机的特点	32
第三节 生态问题与生态灾难的根源	35
第四节 保护生态环境的思路	40
第三章 人口、资源、环境	45
第一节 全球人口概况与发展趋势	45
第二节 人口和资源	49
第三节 人口和环境	53
第四节 中国人口现状与未来	57
第五节 国际合作与协同努力	63
第四章 水资源的短缺与保护	67

第一节	水资源的特性与作用	67
第二节	水资源供需的空间偏离	71
第三节	水资源利用与数量——水量型缺水	75
第四节	水资源利用与水质——水质型缺水	79
第五节	水资源的保护与管理	82
第五章	森林资源的退化与保护	89
第一节	森林资源的特殊地位	89
第二节	世界森林资源的现状与特点	94
第三节	中国森林资源的现状与特点	99
第四节	森林资源可持续发展的原则与对策	103
第六章	草地生态环境的保护	112
第一节	草地的分布、类型与特点	112
第二节	草地的功用	116
第三节	草地的生态环境状况	120
第四节	草地生态环境退化的遏制与重建	128
第七章	湿地的生态功能与保护	134
第一节	湿地的定义与分类	134
第二节	湿地的生态功能、价值与效益	138
第三节	全球湿地资源的污染、退化与丧失	141
第四节	湿地资源的保护与恢复	143
第八章	土地荒漠化和沙尘暴	158
第一节	土地荒漠化的特征与趋势	158
第二节	沙尘暴的成因与危害	165
第三节	预防与治理荒漠化和沙尘暴的对策与措施	172

第九章 生物多样性保护	177
第一节 生物多样性的涵义	177
第二节 生物多样性的价值	183
第三节 生物多样性的危机	186
第四节 生物多样性的保护	192
第十章 外来生物入侵与防范	198
第一节 外来生物入侵的涵义	198
第二节 外来生物入侵的起因	204
第三节 外来生物入侵的危害性	208
第四节 外来生物入侵的防范与治理	213
第十一章 海洋资源环境和人类的未来	220
第一节 海洋资源与开发	220
第二节 海洋生态与环境	229
第三节 海洋资源与环境的保护	237
第十二章 生态城市建设	242
第一节 生态城市的内涵	242
第二节 生态交通	247
第三节 生态建筑	252
第四节 城市绿化	256
第五节 绿色消费和生态化生活方式	260
第十三章 生态工业和清洁生产	265
第一节 生态工业的概念及其意义	265
第二节 实施生态工业的具体措施——清洁生产	269
第三节 生态工业的主要载体——生态工业园	280

第十四章	生态农业	287
第一节	生态农业的基本内涵、特点与模式	287
第二节	科学使用化肥、农药	291
第三节	实行农业节水灌溉	298
第四节	理性面对转基因作物	302
第十五章	生态旅游	308
第一节	生态旅游的定义与特征	308
第二节	国外生态旅游的兴起	312
第三节	中国生态旅游的发展	318
第十六章	环境教育	326
第一节	环境教育的概念与发展	326
第二节	国外环境教育的实施	330
第三节	中国环境教育的实施	336
第四节	环境教育的强化与提高	342
参考文献		348
后记		354

第一章 21 世纪是生态文明的世纪

生态文明是指一种人与自然和谐相处、共存共荣的新的社会形态。广义上的生态文明是继工业文明之后,人类社会发展的一个新阶段;狭义上的生态文明是指文明的一个方面,即相对于物质文明、精神文明和制度文明而言,人类在处理同自然关系时所达到的文明程度。狭义的生态文明是广义的生态文明的初始状态。当生态文明因子逐渐壮大并最终成为人类文明的主导因素时,人类文明也就实现了从工业文明向生态文明的过渡。无论是广义的生态文明还是狭义的生态文明,都包含着三个重要特征:较高的环保意识,可持续发展的经济发展模式,更加公正合理的社会制度。

第一节 生态文明是历史发展的必然

1. 环境问题是一个文明问题

文化是人类适应自然的生存方式,文明是文化发展到一定阶段的产物。自从地球上有了人便有了文化,文化与人类形影相随,而文明则表征着社会的进步和发展。当人类社会进入到一个新的更高的阶段时,总会相应地产生一种新的文明形态。

人类为了生存和繁衍进行劳动,在积累财富的同时改造自然、创造文化。就此而言,“文化即人化”,亦即在人与自然环境的相互关系中,人是主体,是行为的施予方,起着主导性的作用。在漫漫

的历史长河中,自然生态与人类经济文化相互交织、相互作用,形成了一个生态经济文化系统。在这一系统整体中,人与自然唇齿相依,祸福与共,社会文化的价值取向影响和改变生态环境,而生态环境状况则左右和制约社会文化的现实与未来。

事实证明,人类行为方式同环境问题有着直接的因果关系。可以说,人类文明史在本质上就是一部人类与自然环境的相互关系史。在刚刚过去的 20 世纪,要论对人类造成的巨大破坏,无疑一是战争,二是环境污染。前者的场面血腥恐怖,一目了然;后者的危害潜移默化,逐渐显现。其实,从对人类的破坏程度来说,后者并不亚于前者。近代以来,科学技术的迅猛发展使人类物质丰富、生活舒适,但与此同时,人与自然的矛盾也随着人类无止境的欲望和越来越多的索取而日益激化,出现了一系列全球性的生态危机,例如,酸雨、赤潮、大气污染、温室效应、人口爆炸、水土流失、植被减少、臭氧层破坏、生态平衡失调、自然资源匮乏等。

战争的残酷尽人皆知,环境污染对整个人类凶狠和持久的“杀伤力”则是被人逐步认识的。然而,当人们对此幡然醒悟的时候,全球性的环境问题已经发展到了非常严重的地步。自 20 世纪 60 年代起,各国的有识之士纷纷行动起来,积极寻求解决环境问题的灵丹妙药。他们在思索:为什么号称万物之灵的人类,在物质财富十分充足和科技力量十分强大的今天,会遇到这些危及人类生存和发展的共同难题呢?这是偶然的还是必然的?应当怎样做才能摆脱困境,转危为安?

通过长期的深刻反省,人们通过追根寻源把环境问题同人类的行为模式联系起来,认识到环境问题表面上是自然生态问题,实际上反映了人与环境的矛盾对抗,是大自然对人类实施的报复。传统的发展观号召人们战天斗地,一味向自然界索取,导致人与自然对立,造成了如今的生态危机。生态科学告诉我们人类只不过是大自然中的一部分,人类的命运与其他的生物息息相关,物种的

多样性在于具备完善的适应环境变化的机制。我们是谁？生存的意义何在？人与自然的关系如何处理？这既是科学的问题，也是重要的价值观念问题。

因此，环境问题在本质上是人的问题，生态危机实际上是一种文化危机，或者说是人类内在危机的外在表现。原苏联科学院院士彼得梁诺夫·索科洛夫在谈论环境污染时曾直截了当地指出：这是“人类意识的污染”。所以，解决生态环境问题不能就事论事，必须超越纯技术的框架，重审人与自然的关系，反省人类对大自然的态度和行为，充分认识自然在人类生存、发展中的地位和作用。

2. 人与自然的关系构成不同社会发展阶段

人与自然的矛盾对立并非历来如此。综观几千年的文明史，人类的文明形态是不断变化发展并呈螺旋式上升、波浪式前进的。它先后经历了原始文明、农业文明和工业文明阶段。文明形态的转换有着一定的内在规律和演进轨迹，总是在前进过程中产生的问题累积到一定程度，而现有的社会制度文化对此无能为力时发生一系列变革，然后自觉不自觉地向新的文化或文明过渡。著名史学家汤因比曾经将世界历史的发展过程归结为文明的兴衰，而且一种文明的兴盛必定以另一种文明的衰落为前提。由于人与自然的关系是社会文明的重要基础，所以社会转型在很大程度上取决于人与自然的关系。

原始社会生产力极端低下，所以奉行绝对依附于自然的自然中心主义。人们崇敬自然的威力，匍匐在自然的脚下，不敢也没有能力对生态平衡造成什么破坏。在农业社会，农民同大自然保持着直接接触，很自然地把自然界看作一个有机的整体，在破除自然中心主义的同时，产生了朴素的有机论思想，以及既利用自然又保护自然的生态学观点。在这一文明阶段，人们总是力求顺从自然、适应自然，人类和自然是相互协作的关系，处于初级平衡状态。

工业文明的出现使人类和自然的关系发生了根本的改变,自然界不再具有以往的神圣和威力,正如黑格尔所指出的:“自然对人无论施展和动用怎样的力量——寒冷、凶猛的野兽、火、水,人总是会找到对付这些力量的手段。”在这一社会中,人类改造自然和控制自然的能力大大提高,干预自然的力量大大增强,从蒸汽机到化工产品,从电动机到原子核反应堆,每一次科学技术革命都建立了“人化”自然的新丰碑。人们陶醉在运用科学技术武器,控制和改造自然取得的伟大胜利之中,进而盲目地“向大自然宣战”。他们狂妄地认为人与自然只是利用和被利用的关系,趾高气扬地把自己凌驾于自然之上,热衷于做大自然的征服者、主宰者。

然而,自然并不就此认输臣服,它以自己特有的方式向人类发起猛烈的反击。《增长的极限》(1972)是第一份揭露人类陷入生态危机困境的报告。丹尼斯·米都斯等“罗马俱乐部”成员在这一报告中,用令人信服的资料和论证指出,依靠征服自然来造福人类的传统工业化道路,已经导致全球性的人口激增、资源短缺、环境污染和生态破坏,不仅使人类社会面临史无前例的严重困境,而且终究使经济发展走向“零增长”。人类社会不顾生态环境,一味片面追求经济增长,实际上走上了一条不可持续的绝路。

大自然给人类敲响了警钟。曾经陶醉于征服自然辉煌胜利的人们开始醒悟到,工业文明在给人类带来空前物质享受的同时,给自然界造成了难以弥补的严重伤害——以惊人的速度消耗全球的自然资源,排放大量自然界无法吸纳的废弃物,打破了全球的生态系统的自然循环和自我平衡,造成了日益严重的环境危机,直接威胁着人类的生存发展。正如美国博物学家威尔逊在《生命的多样性》一书中论证的那样,一个健康有序的生态系统离不开物种多样性的存在。他以大量的事例表明,物种多样性在人类追求短期利益的驱动下,正在频频告急。

新的时代呼唤新的文明,即转向人与自然协调发展的生态文

明社会。有人从文明发展的顺序,将这一新的文明社会称之为后工业文明,然而更多的人则从生态价值标准出发,将它称之为生态文明。生态文明是人类在环境问题的困扰中,为了可持续发展而进行的理性选择,构成人类文化和文明发展的新阶段。它注重人与自然的协调发展,是实现人口、资源、环境、生态相协调的新的社会结构范式,它的诞生是历史必然性与现实合理性的统一。

3. 从西方“人类中心主义”到东方生存智慧

工业文明在取得物质财富巨大成就的同时走向衰落并非偶然,而是有着深刻的文化根源。从深层次加以剖析,可以追溯至西方文化的自然观、价值观和哲学观等。

西方工业革命的胜利凸现出人的伟力,人类中心主义由此盛极一时,构成了工业文明的内核。人类中心主义思想是西方文化的特产(农业文明时,由于历史条件限制,表现不突出)。早在古希腊时,普罗泰哥拉和苏格拉底就提出“人是万物的尺度”、“思维的人是万物的尺度”等观点。在漫长的中世纪,西方神学自然观使人格化的上帝凌驾于自然之上,成为人和自然的共同创造者和主宰者。同时又把人类置于上帝和自然之间,成为上帝所授权的自然界的主人,即人类在受上帝统治的同时,又是自然界的统治者。正如《旧约全书·创世记》中所描述的:“要照我们的形象和样式造人,让他们管理海中的鱼,空中的鸟,地上的兽。”德国古典哲学家康德更是宣扬“人是自然界的最高立法者”。人类中心主义思想高扬了人类的主体地位,却忽视了人作为自然界的一部分,同自然之间的内在联系。

在这种思想主导下,人类长期以地球主人翁自居,对自然拥有生杀予夺、随意处置的统治权,重视自己的生存而忽视了自然界的生存。为了自己的利益而牺牲了自然界的利益,把向自然索取的能力当作生产力发达与否的标志,完全置自然界的生死于不顾,直

至受到理所当然的报复。20 世纪 70 年代后,随着世界范围内工业生产和经济增长达到历史的最高点,生态环境也在人类长期的战天斗地中遍体鳞伤、气息奄奄。

生态环境问题的日益严重,表明人与自然的关系已经严重对立,人类中心主义思想已经走到尽头。要想彻底克服生态危机,首先必须摆脱文化危机。人类需要选择一种全新的、与自然和平共处的文化,以期在尊重和维护自然界内在规律的基础上,使自己生生不息、地久天长。在这一文化反思中,千百年来神圣不可侵犯的宗教净土受到猛烈冲击,即基督教成为众矢之的。它被指责为“用西方文明的科学技术破坏自然的‘罪魁祸首’”。在这种背景下,1989 年 12 月 5 日,罗马教皇约翰·保罗二世不得不向世界宣读了一份在教会中反响强烈的《上帝需要和平,世上万事都需要和平》的文件,以表明教会对环境的态度。其中写道:“世界和平不仅受到地区冲突和人类与自然界之间不公正待遇的威胁,而且也受到对自然界的不尊重,自然资源的过度开发和生活质量迅速恶化的威胁,每个人都要对生态危机负责。”

与此同时,一些生态主义者纷纷将目光投向东方文化,求助于东方古老的生态智慧。东方文化强调以主客交融、有机的、灵活的和人性的方式来认识和对待自然,追求的目标是人与自然的和谐统一,如道教与佛教思想中的反等级态度和生态中心主义的平等观念等。一些古老智慧也同当代生态学的新观念颇为契合,它们使人与大自然之间的生物学鸿沟和道德鸿沟荡然无存。例如,中国自古有“天人合一”的朴素哲学思想,提出人类要效法自然法则,以平等的态度对待自然万物。庄子《齐物论》说,“天地与我并生,万物与我为—”,即认为世间万物是一体的,人是自然万物的一部分。朱熹提出了“天人—理”、“天地万物—体”的生态伦理观点,将儒家伦理观从人际之间向人与自然关系拓展,把追求人与自然的和谐统一作为人的最高目标。王阳明的《大学问》中有类似庄子的

“天地万物为一体”的表述,这与深层生态学的“生态自我”——一种达到了与家庭、群体、国家、世界乃至宇宙认同的境界如出一辙。中国一些伟大的思想家,对待动物的态度比同时代的西方思想家要先进得多。如孟子说,“君子之于禽兽也,见其生,不忍见其死,闻其声,不忍食其肉”。

东方文化在深受环境问题困扰的今天具有重要的现实意义,这主要在于它为现代生态学提供了一种形而上学的表达,它与西方传统文化强调人与自然、科学与价值的分离等形成鲜明的对照。R. 纳什在谈到西方对东方生态智慧的热情时有这样的表述:“近几年来,人们对亚洲宗教的伦理意蕴的兴趣已成为促使宗教‘绿色化’的另一源泉。一些美国人则直截了当地用非基督教传统,来激发人们重新评估自己的宗教信仰。特别是 20 世纪 60 年代,那些为反主流文化运动推波助澜的年轻人,干脆放弃已丧失信誉的基督教,转而信仰亚洲宗教,如道教、耆那教、神道教、佛教(特别是禅宗)和印度教。”这些“东方想象式”的论述,开拓了许多西方学者对西方传统价值观,以及在“人—自然”关系上的批判性视野。

现在,国际社会很重视东方文化对生态环境的智力支撑作用。1997 年 6 月,联合国教科文组织在越南河内召开了亚洲文化与环境区域性国际研讨会,主题是“文化层面的环境与自然资源管理”。会上,学者们着重探讨了如何在环境与自然资源中注入有效的文化因素的问题。越南学者引用民间文献和民间传说,指出越南传统文化中人与自然相和谐的特征,并据此给予“环境”一种新的诠释,认为“环境”应是“自然界”、“精神世界”以及“人类社会”的三位一体。中国学者论述了中国主要社会群体的环境意识特征、影响力,以及导致这一环境意识产生的知识因素、道德因素、社会经济因素等。与会者呼吁:各国政府和政治家应该树立这样一种政治意识,即把传统文化及其实践作为一种社会财富,将它融入政策设计之中,并积极提倡“全球思考,局部行动”。

第二节 生态文明的理论与实践

1. 生态文明理论的形成与发展

生态文明的形成,起源于人类生态意识的觉醒。“生态学”这个概念,是德国学者 E. 海克尔在 1866 年提出的。但当时它仅作为一门研究生物与环境关系及其相互作用的科学,主要以生物为主体,人类的存在与行为仅被视为一种生态因素,这就使它的发展在深度和广度上都受到很大制约。

1921 年,美国学者卜欧克创立了人类生态学,重在从生态的角度研究人。它虽然是生态学的一个分支,但是突破了原来的界限,把人及其活动纳入生态系统之中,比原有的理论前进了一大步。人类生态学证明,人类只不过是复杂的自然系统中的一个子系统,虽然拥有无与伦比的能动性,但是不可能超脱自然生态关系的制约。同时,它认为人同其他一切生物有着根本性的区别,即人能创造文化并具有主观能动性。此后,人不再被视为独立于生态系统之外的因素,而成为生态系统的一个有机组成部分。

进入 20 世纪 50 年代,人类生态学流派纷呈,出现多种观点。以豪利、奎英和邓肯为代表的“新正统派”将研究范围扩大到社会现象和文化现象,试图建立一种观测“城市宏观社会”的方法。以法瑞、琼纳森为代表的社会文化派人类生态学强调文化在决定人类行为中的作用,视文化为一种习得性行为。他们认为,人与人、人与环境的相互作用导致了文化的产生和发展。

近几十年来,由于生态环境的日益恶化,人类越来越具有“强烈追求自己的对象的本质力量”的意识。西方发达国家,在当代生态科学的带动下,逐渐形成了以人与自然协调发展为特征的生态文化观念,以及生态文化学。生态文化观将自然—人—社会视为

一个整体,它体现了人对于自然的一种觉悟、一种新的文化观念。生态文化学是协调人与自然关系的一门新兴学科。生态哲学和生态伦理学是其分支学科,其中生态伦理学影响甚广。

生态伦理学,亦称环境伦理学,自诞生后发展迅速,到 20 世纪 70 年代,已脱颖而出,成为一门独立的新学科。当时,《环境伦理学》、《深层生态学》、《伦理学与动物》等学术期刊纷纷问世,国际著名的哲学杂志《伦理学》、《探索》、《哲学》等大量刊登生态伦理学方面的文章。许多大学开设了“生态伦理学”的课程,以生态伦理为书名的教材竞相问世。西方生态伦理学流派众多,包括动物解放论、动物权利论、生物中心主义、生态中心主义等。

相对于传统伦理学以人为惟一的价值尺度,以人的利益作为事物的出发点和归宿点,生态伦理学注重的是地球上一切生物的伦理性,即除了关心人的利益,还关心千百万物种和生态系统的利益,因而是非人类中心主义的伦理学。生态文明是生态伦理的社会范型,生态伦理以生态科学原理为依据,认为环境是整个地球生物圈,而不局限于人类生存的那个局部范围。它不仅从人类自身的利益和价值出发,而且是从所有生命物种的利益和价值出发去保护环境。生态伦理学重在研究生态环境保护的道德问题,其目的是为保护生态环境提供理论依据。它主要探讨研究下列问题:

(1)怎样认识自然界?自然界是否有不依赖人类的价值?自然存在物是否只具有工具价值?它是否拥有内在价值?这些价值是主观的,还是客观的?自然界有无持续存在的权利?怎样界定这种新的权利?(2)评价标准问题。如果我们承认存在人与自然关系合理性的标准和最终根据,那么,这个标准和最终根据的科学基础是什么?人们在实践中究竟应以什么作为评价人与自然关系的合理性标准和最终根据?(3)义务的对象问题。为什么我们有义务维护生态系统的完整和稳定?我们究竟对人之外的其他存在物是否负有直接的道德义务?如果没有,理由是什么?如果有,根据又

何在?一个存在物获得道德关怀的根据是什么?我们应根据什么原则来解决人对人的义务与人对自然的义务之间的冲突?(4)我们怎样才能为上述问题的解答提供一个恰当的认识方法?

生态伦理学的蓬勃发展对其他一些学科产生了很大影响。自20世纪70年代以来,历史、哲学、法律、社会学和宗教等很多人文学科的研究,都显现出“绿色化”态势。生态伦理学同哲学各分支,尤其同自然哲学关系密切。一些新兴自然哲学观往往交织在环境伦理的认识之中,这反过来也扩大了生态伦理学的学术视野,即不仅仅从伦理的角度看待环境和生态问题。这方面典型的例子有卡普拉(F. Capra, 1939—)的生态世界观,他的代表作有《物理学之道》(1975)、《转折点:科学、社会、兴起中的新文化》(1982)、《绿色政治:全球的希望》(1984)等。这三本书在东西方国家都产生了广泛影响。卡普拉认为,人类是自然界的一部分,而不是在自然之上。笛卡尔—牛顿的机械世界观是西方现代社会种种危机的根源,要克服生态危机必须重建新的世界观,即合乎现代科学的生态世界观。他还认为,这一新的世界观同东方古代智慧一脉相承,是一种非机械论、非二元性、非线性的系统思维。

美国的霍姆斯·罗尔斯顿(Holmes Rolston 1932—)是生态伦理学的代表人物,国际环境伦理学协会(ISEE, 1990—)的创建人之一,亦是第一任主席(1990—1994)。1975年,他在国际哲学权威杂志《伦理学》上发表了《生态伦理是否存在?》一文,将价值分析作为生态伦理学的突破点,主张原野等有其自存的价值,彻底批判人类中心论,否认事实与价值的绝对界限,创立了“自然的内在价值理论”,这是当代生态伦理学在哲学层次上的重要发展。

从西方生态文明观的发展脉络来看,它基本上是对西方文化传统,即孕育人类中心主义思想的基督教文化的自然环境观进行反思与批判。西方环境价值讨论的一个重要成果,就是对传统文化价值体系的重新评估。一些西方学者认为,要打破这种人与自

然之间的恶性循环,不可能在西方文化内部找到出路,而必须寻求外部力量的解决,即求助于东方文明。据称,一些西方生态主义者手中有两件重要武器,一是科学,即生态学;二是宗教,即东方生态智慧。他们认为,依靠这两件工具能够颠覆工业社会的价值范式,从而建立起理想中的生态社会。

从生态学、人类生态学到生态伦理学,可以清楚地看出人类对文化与生态关系一步步由浅入深的认识,以及确立生态文明观的历史过程。生态文明的“生态”,不仅包括有机生命与无机环境之间的协调关系,还包括有机生命之间、有机生命个体与群体之间的协调关系,是一个相互依赖、相互促进、共同进步的有机整体。

2. 生态文明实践的过去与现在

理论是行动的指南,思想的力量超越时空。生态文明意识一旦被唤醒,就会产生巨大的能量,形成波澜壮阔的世界性的环境保护运动。自从深切感受到环境问题的严重威胁,以及信奉人类中心主义的工业文明的缺陷之后,越来越多的人行动起来,以各种形式将生态文明的思想付诸实践。20 世纪六七十年代,环境保护运动作为“新社会运动”(New Social Movements)的组成部分,同反战运动、民权运动、妇女运动等一起席卷欧美大陆,向西方社会主流的价值观和意识形态发起了有力的挑战。

1970 年 4 月 22 日,在美国民主党参议员格罗德·纳尔逊的策划下,大约 2 000 万公民,其中大部分是青年人,聚集在街道、大学、河岸、公园、公司,包括白宫门前,举行声势浩大的环保示威游行活动。美国政府的一位官员称,这是“人类历史上规模最大的有组织的示威游行”,它“预示着拯救我们自己的时代到来了”。这一天后来被定为“世界地球日”,永载史册。

1972 年,“绿色和平组织”在加拿大成立,其初衷是阻止太平洋地区的核试验,后来又扩大到保护水生生物和自然界其他生物。

这个组织很快就遍及美国和欧洲等许多国家。据介绍,绿色和平组织仅在欧洲就有十多个分部或分支机构,成员超过 350 万人。全世界共有 25 个国家设有绿色和平组织的分部,每年收到赞助费约 1 亿多美元。

环境保护运动的蓬勃发展,一方面唤醒了公众的环保意识和道德意识,另一方面形成了基于公众环境保护运动的新的政治力量。1973 年,美国“绿党”宣布成立,并很快影响到欧洲。欧洲“绿党”已成为欧洲重要的环保力量,它的宣言是:“地球不是从父母处继承来的,而是从子孙处借来的。”现在,环境组织已经成为西方发达国家政坛上的一支重要力量,常常迫使执政党重视环境问题和日益严重的全球生态危机。奥地利“绿党”在 1986 年进入议会,瑞典“绿党”于 1988 年进入议会。1988 年 9 月,英国“绿党”在竞选中得到 10% 的选票,超过了有影响的“社会自由党”。世界上第一个因环境问题倒台的事件发生在荷兰。1989 年 5 月,荷兰政府因在筹措环境保护费用问题上发生严重分歧,最终使该届政府关门大吉。

美国是当代环境保护思想和绿色运动的发源地,环境意识、可持续发展理念渗入社会、经济和政治生活的各个层面。美国国家科学院专门组织科学家探讨可持续发展战略思想的全球价值;美国国家科学基金会特设可持续发展资助专项,鼓励经济学家、生态学家、区域科学家和管理科学家,同政府官员携手合作,一起开展环境问题的研究。1970 年 1 月,面对此起彼伏的“绿色浪潮”,美国总统尼克松签署了《国家环境政策法》,继而美国国会也制定了一系列环境保护法。

这些年来,西方环境运动有着两条不同的基本路线,即“资源保护路线”和“自然保护路线”。这是由美国人 G. 平肖和 J. 缪尔分别开创的路线。前者认为,一切环境问题主要是由于现行经济规则的不合理造成的。他提出了“科学管理,明智利用”的方针,认

为只要对经济规则和法律制度作必要的调整和改进,就可以避免环境问题的困扰。后者认为,前者的改良主义只是头痛医头、脚痛医脚,不可能从根本上解决生态危机。他把一切生态问题的根源归咎于受技术支配的工业文明及其体制,认为它的最大问题在于割裂了人与自然的天然联系,使人在工业化的道路上与自然渐行渐远,这也是为什么人类多年来用技术的方式没有很好遏制生态环境恶化的根本原因。

坚决走与生态环境协调发展的可持续发展道路,是人类认真反省自己,科学总结历史的结果。它意味着人类摒弃人与自然对立的行为模式,选择了迈向人与自然协调发展的新文明——生态文明。自 20 世纪 70 年代以来,走可持续发展道路一直是世界各国的战略目标选择。如果说一万年前的农业革命实现了从原始文明到农业文明的转换,二百年以前的工业革命实现了从农业文明到工业文明的转换,那么实现可持续发展意味着人类社会正从现在的工业文明走向未来的生态文明。

第三节 生态文明的未来展望

1. 科学发展观的指导作用

生态文明是人类社会的宏观选择,但是它的真正实现尚有待于人们对生态环境的有效保护。生态文明以人与自然的协调发展为核心观念,其本质在于处理好发展与环境,即经济增长同环境保护的关系。环境问题属于全球性问题,它有赖于世界各国的共同努力。如何使生态、经济、文化“一体化”发展,已成为当前国内外的一个重要课题,这标志着人类社会已经抛弃旧的“增长观”,接受了全新的“发展观”。中国改革开放的总设计师邓小平曾经高瞻远瞩地、用最简洁的语言指出:“当前世界上主要有两个问题,一个是

和平问题,一个是发展问题。”

发达国家在其发展过程中付出了环境污染的惨重代价,然而由于它们已经完成了现代化目标,回过头来大力整治环境也已取得显著成效,所以现时发展和环境的矛盾并不突出。而发展中国家正在现代化道路上大步行进,常常处于经济增长与环境保护难以两全的矛盾之中,因而被认为是环境保护的重点国家。

中国是世界上最大的发展中国家,能否实现全面、协调、可持续发展,是国际社会普遍关注的问题。对此,中国充分意识到自身的责任,认为跨越式发展必须建立在可持续的基础上,在积极谋求经济发展的同时,坚定不移地把走可持续发展道路作为国家的基本战略。中共十六届三中全会大力提倡科学发展观,要求坚持以人为本,树立全面、协调、可持续的发展观,促进经济社会和人的全面发展。这无疑为我国的现代化建设指明了前进方向,同时也以实际行动对世界可持续发展作出自己的贡献。

从传统发展观到科学发展观,象征着人类文明前进的步伐,其中经历了两次飞跃。进入工业社会后,在“发展是天然合理的”这一思想基础上,片面地将发展同“增长”划等号,认为经济发展就是经济增长、物质丰富。然而,单纯追求经济增长弊病很多,某些国家甚至出现了“有增长而无发展”的现象。

在联合国第一个发展十年(1960—1970),人们深刻反省,亡羊补牢,将发展的内涵扩展到不仅包括经济,也包括政治、文化以及其他方面的社会发展。这是工业革命以来人类发展观的第一次重要飞跃,即从单纯的经济增长观转变为综合的社会发展观,比以往前进了一大步。然而,由于没有触及文化根源,它依然保持着工业文化的价值取向,即以人类为中心,视发展高于一切。虽然它也揭示了人与社会或人与自然之间协调发展的必要性,主张经济、政治、文化等各方面的整体性进步,但是仅仅着眼于当代人,只是为了这一代人过得美满。为了从根本上摆脱困

境,人类在发展观上实现了第二次飞跃,即产生了可持续发展观。它使发展的内涵极大地深化,兼顾世代人的利益。可持续发展观的确立和普及,标志着人类找到了一条经济社会发展同环境保护相得益彰的理想道路。

科学发展观承继了可持续发展思想,并将其具体化、本土化。它的内涵非常丰富,涉及经济、政治、文化、社会发展各个领域。科学发展观的核心理念在于追求社会的全面、协调、可持续发展。全面,就是以经济建设为中心,全面推进经济、政治、文化建设,实现经济发展和社会全面进步。协调,就是要坚持“五个统筹”^①,推进生产力和生产关系、经济基础和上层建筑相协调,推进经济、政治、文化建设的各个环节、各个方面相协调。可持续,就是要促进人与自然的和谐,实现经济发展和人口、资源、环境相协调,坚持走生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路,保证一代接一代地持续发展。

科学发展观要求发展遵循经济规律和社会规律,前者包括经济运动规律和经济发展规律,后者要求物质文明、政治文明和精神文明建设协调发展。也就是说,发展既要重点突出,又要全面协同,就像弹奏一首优美的钢琴曲,既有强劲的主旋律,也有丰厚的和声。科学发展观的提出,是对人类发展方面经验和教训的汲取,也是对中国改革开放以来发展方面经验和教训的总结。在科学发展观指导下,中国将能够及时调整人与自然的矛盾,实现快速而全面地发展,这必将为发展中国家的现代化建设提供有益的借鉴。

2004 年 3 月 10 日,中国国家主席胡锦涛在人口、资源和工作座谈会上,把“促进人与自然和谐发展”作为“科学发展观”的重要内容,并提出“生态良好的文明发展道路”。这进一步凸显中

① 即“统筹城乡发展,统筹区域发展,统筹经济社会发展,统筹人与自然和谐发展,统筹国内发展与对外开放”。

国科学发展观同生态文明建设的内在联系。

2. 循环经济的发展动态

循环经济是一种生态经济,它是物质闭环流动型经济(Closing-loop Materials Economy)的简称,亦是国际上 20 世纪 90 年代以来形成的新概念。工业社会是线性经济模式,以高开采、低利用、高排放(即“两高一低”)为特征,对生态环境造成了巨大的破坏。为此,人们试图建立一种以物质闭环流动为特征的循环经济,力求最大限度地改善资源环境,并在此基础上创造社会的物质财富。

循环型经济意味着发展模式的根本变革,它将经济、社会、环境整合起来,在一件产品的生产、流通、消费、回收各环节上注重节约与再利用,这同传统的线形经济(“资源产品——消费——污染排放”)相反,是一种“低开采、高利用、低排放”的“资源——产品——消费——再生资源”的循环经济模式。它并非简单的废物再利用,而是包含了减量化(Reducing)、再利用(Reusing)和资源化(Recycling)三个层次,即三 R 的生态经济。

落实科学发展观,推动生态文明建设,最重要的是改变经济发展模式,即从传统经济过渡到循环经济。循环经济按照生态规律运行,实行资源循环利用和清洁生产,它尽可能使资源得到最有效和最持久的利用。相对于环保工作的“末端治理”,循环经济更体现了全局性和根本性,使经济发展与环境保护合二为一。大力发展循环经济,将从根本上解决传统经济面临的两大问题——资源稀缺和环境污染。传统经济虽然注重优化资源配置和提高利用效率,但是它的生产流程是“资源——产品——污染排放”,即开采资源,生产产品,排放废物,其资源利用基本上是一次性的。随着人类需求的不断增长,资源稀缺性问题日益突出。不论一次性消耗资源的配置结构多么合理,利用效率多么高,总是用一点少一点。

因此,传统经济不可能从根本上解决资源稀缺性问题。与此不同,循环经济实行资源循环和综合利用,其生产流程是“资源——产品——再生资源”,即开采资源,生产产品,回收废旧物品,重新利用。当有限资源得到无限循环利用时,就能成为无限的资源,从而保证资源的持续供给。当然,循环经济也要注意资源的合理配置,同时还要倡导节俭和适度消费。若人口总量得到有效控制,人均需求不无限扩张,通过资源循环利用就能从根本上克服资源稀缺性问题,从而为子孙后代留下充分的发展条件及空间。

发展循环经济是树立和落实科学发展观的战略举措,使社会经济实现全面、协调和可持续发展,是建设生态文明社会的必由之路。它是 21 世纪一种新型的经济模式,具有广阔的发展前景。目前,循环经济在欧美发达国家已形成年产值达 2 500 亿美元的规模,全世界 45% 的钢、62% 的铜、22% 的铝、40% 的铅、30% 的锌和 35% 的纸制品都来自再生资源。他们通过模仿自然生态系统,首先使资源和能源在工业系统中循环使用。如丹麦的卡伦堡生态工业园区,以发电厂、炼油厂、制药厂和石膏制板厂为核心,通过相互买卖方式将一家企业的废气、废热、废水、废物变成另一家企业的原料和能源,形成资源共享,最终实现生态工业园区污染的“零排放”。生态工业园区在德国、奥地利、瑞典、爱尔兰、荷兰、法国、英国、意大利等国也迅速发展。2000 年日本也提出建立“自然资源消耗、环境负担最小的社会”的“循环型社会”。

为了支撑循环经济的发展,发达国家纷纷立法,在税收、收费等方面实行向循环经济倾斜的政策,如新开征新鲜材料税、生态税、垃圾填埋和焚烧税,而对把废弃物变为原料而生产产品的企业则实行 10%—24% 的特别退税优惠等。日本为鼓励每位公民使用以废弃物为原料的产品,颁布了《促进建立循环社会基本法》等一系列法律法规。这些法律法规不但明确了各级政府、企业以及

国民的责任,如政府等单位负有优先购买环保型产品的义务等,而且明确规定了电冰箱、洗衣机、电视机、空调器等家用电器的回收利用率必须达到 50%—60% 以上等。

中国已经把循环经济纳入科学发展观的体系之中。在十届全国人大二次会议上,温家宝总理的政府工作报告特别提到了中国实施以人为本、全面、协调和可持续发展的科学发展观需要大力发展循环经济。正在起草的中国国民经济“十一五”规划,也采纳了循环经济的理念。国家环保总局局长解振华在中国科协 2004 年学术年会上表示,发展循环经济,建设循环型社会,是当前经济发展与环境保护有机结合、转变经济增长方式、实现可持续发展的重要途径。在会上,他具体介绍了循环经济发展的三个层次:一是在企业大力推行清洁生产,从生产的源头和全过程充分利用资源,使每个生产企业在生产过程中实现废物最小化、资源化、无害化;二是在工业集中地区、经济开发区积极发展生态工业,在企业清洁生产的基础上,使上游企业的废物成为下游企业的原料,不断延长生产链条,实现区域或企业群的资源最有效利用,废物产生量最小,甚至零排放;三是在一定区域内,用生态链条把工业与农业、生产与消费、城区与郊区、行业与行业有机结合起来,大力发展资源循环利用产业,实行可持续生产和消费,全面提高资源利用率,逐步建成循环型社会。他还指出,循环经济是新型工业化的重要载体,其发展模式呈现出“资源——产品——再生资源”的特征,力求以最小的资源和环境成本,取得最大的经济效益。要使循环经济成为经济发展的主流,必须从技术和政策两个方面加大工作力度,建立循环经济的技术创新体系,大力开发具有自主知识产权的生产链接技术;要制定限制、鼓励和惩罚等经济政策,促进资源的循环利用,规范绿色产品的标识和市场,促进绿色消费的快速发展。

现在,中国许多城市已经积极行动起来,如贵阳市制定了中国第一部经济方面的地方性法规——《贵阳市建设循环经济生态城

市条例》，它即将通过贵阳市人大的审议。

3. 迈向生态文明社会

人类社会正在超越建立在资源掠夺、环境污染基础上的工业文明，迈向指日可待的生态文明。生态文明是人类在当代环境日益恶化的情况下惟一正确的选择，也是历史发展的必然。只有从根本上实现文明转型，才能取得可持续发展的最后胜利。从这个意义上说，21 世纪是生态文明的世纪。

生态文明的理念正在从学者的书斋走向广阔的社会。实现生态文明意味着社会的全面发展和进步，即主要从物质、精神、制度三个层面上缓解人与自然的矛盾，促进人与自然的和谐。它无论在社会的生产方式、还是在人们的生活方式方面，都与以往大不相同，所具有的三个重要特征是：较高的环保意识，可持续发展的经济发展模式，更加公正合理的社会制度。同时，在环境科学的推动下，生态能源、生态农业、生态工艺等在世界各地大量涌现，这些都是生态文明社会正在形成的例证。

首先，生态文明社会的建立取决于环保意识的普及。人们对自然的思想、观念和态度指导着人们改造自然的活动，采取正确的自然观、发展观是实现生态文明的重要前提。例如，自然资源一向被认为是天然的、无限的，是大自然对人类的恩赐，既没有经济价值，也是无主的，谁都可以任意开采、挖掘。在这种思想指导下，人类一直把大自然看作随意索取的仓库和排放废物的垃圾场，从而产生了许多环境问题。我们要从文明重建的高度，确立人在大自然中的地位，树立人的“物种”形象，把关心其他物种的命运视为人的一项道德使命，珍惜并努力维护生物的多样性和价值的多样性，把人与自然的协调发展视为人的一种内在的精神需求和文明的一种新的存在方式。自然规律是关于自然界的存在、运动、变化和发展的规律。所以，经济发展必须尊重自然规律，正确认识和运

用自然规律,是推动人与自然和谐发展的前提。只有正确认识和利用自然规律,才能避免违背自然规律造成的水土流失、草原沙化、江河断流、环境污染等不良后果。

其次,生态文明社会的建立除了倡导循环型经济外,还必须改变人的生活方式。例如,人类对于肉食的大量需求催生了动物集约养殖业。这对全球能源减少、气候变暖等产生很不利的影响。因为生产动物饲料、运输和保持动物棚舍的通风,都要消耗大量的能源。动物本身,特别是奶牛还产生大量的温室效应气体——甲烷,其阻止地球散热的能力比二氧化碳高 20 倍。可见,人类这一需要大量集约生产动物的饮食习惯,既浪费又不利于健康,并对消耗和污染能源以及恶化地球气候负有相当大的责任。此外,它还有导致人畜疾病的传播。显然,人类必须对自己的饮食习惯适当作些改变,这既是为了动物,也是为了人类自己。近来,动物的福利问题在中国引起了公众和媒体的广泛关注。2004 年 8 月 23 至 27 日,在北京举行的第 19 届国际动物学大会上,动物福利问题作为一个专门的议题展开了讨论,2005 年即将颁布实施的《实验动物管理条例》中也增加了“动物福利”的章节。

再次,生态文明社会的建立需要社会的广泛参与。消费者是市场的主体,只有他们自觉地选择循环经济的产品,才能形成绿色消费市场,实现可持续消费。据联合国统计署提供的调查资料,84% 的荷兰人、89% 的美国人、90% 的德国人在购物时,会考虑消费品的环保标准。绿色消费市场能阻挡非环保产品,成为拉动循环经济发展的强大动力,而广大消费者又在绿色消费中推动了生态文明。迄今为止的文明机制,全属于利用原始材料、矿物能源的社会形态。即将到来的将从矿物能源解放出来的文明,是一个开发利用太阳能、风能、潮汐能、地热能等新的自然资源的社会,而对于这些稀少而分散的能源的利用将进一步改变人类的生活方式。

另外,在全社会树立和普及保护自然环境的法制观念和伦理

规范是建设生态文明的必要条件。政府必须具备“绿色控制”的能力,从追求单纯的经济增长到追求经济、社会、环境的协调发展,将生态文化的理念从单纯的自然环境保护,扩展到教育、科技、企业经营及废物处理等诸多环节之中,并通过环境教育、环境立法、环境税收、环境标志、环境审计、绿色国民经济核算体系、战略环境影响评价(特指对重大政府政策进行环境影响评价的制度)等诸多手段,使绿色控制的链条从规划设计环节开始,到废物重复利用这个终端,实现完全的物质能量循环使用的目标。一种集约型的生产方式,一种节俭型的生活方式,一个高质量、低消耗的社会,集中体现了一种新文化——生态文化。它是比工业文化更高级的文化,既能维持甚至超越工业文化的巨大创造力,又能消除工业文化给生态环境带来的负面效应。它所指向的目标是建立人与自然和谐相处、协调发展的生态文明社会。正如国家环保总局副局长潘岳 2003 年 10 月 29 日在《环境文化和民族复兴》一文中指出的,环境理念的广泛渗透“预示着人类文明已从传统的工业文明逐步转向生态工业文明,并将以自然法则为依据来改革人类的生活和生产方式”。

总之,21 世纪人类面临着共同课题——全面进行环境保护。环境污染是没有国界的,任何一个国家都不可能单独解决,独善其身。随着经济全球化进程的加快,全人类的命运将越来越紧密地联系在一起。重要的是可持续发展已经成为国际共识,并正化为世界各国的共同行动。我们要为自己,也要为子孙后代建立一个生态文明的地球,而对这一生态文明社会的不懈追求将构成 21 世纪的主旋律。

第二章 人类的生态困境及其出路

自从 20 世纪 60 年代美国学者卡逊发表《寂静的春天》以来,保护生态环境的理念日益深入人心,人类的生态环境意识有所提高;在某些局部地区,生态和环境的质量有所改善。但是,从全球看,生态环境恶化的趋势并没有根本好转,人类依然面临着非常严峻的生态环境灾难的威胁。科学地认识生态环境问题的现状,深刻地了解生态环境不断恶化的原因,紧迫地寻找解决生态环境问题的办法,是人类面临的一个重大问题,也是科学需要深入研究的一个重要课题。

第一节 人类面临的生态态势

人类面临的生态恶化态势是从工业革命开始的。世界近代史上生态恶化最早产生问题的国家是工业革命发生较早的国家。伦敦的烟雾事件,泰晤士河的污染,曼彻斯特郊外白蛾演化成黑蛾(由于煤炭烟灰将白桦树树干变成黑色,白蛾的保护色反而使白色蛾子成为鸟儿捕食的对象,而黑蛾则容易生存,因而渐渐地由黑蛾代替了白蛾)都反映着生态的恶化,反映着工业化与生态恶化的内在联系。美国等欧美发达国家,都先后遇到过生态环境问题。第二次世界大战后,生态恶化的范围日益扩大,对人类的威胁日益严重,连发展中国家也面临着非常严重的生态恶化的威胁。

人类日益认识到生态问题的严重性。罗马俱乐部一再提出了

生态警告,人类提出了可持续发展的新的战略,并于 1992 年发表了生态环境宪章。但是,整个地球生态环境恶化的总趋势仍然没有得到根本遏止。人类面临的生态环境态势是非常严峻的。

概括而言,人类面临的生态问题包括两个大的方面。

1. 无机环境的日益改变

人类的生存和发展离不开遵循物理化学规律发展变化的无机环境;人类自身就是由符合物理化学规律的物质构成的。人类物质生产的发展,也离不开无机环境提供的物质支持。但是,主要由于人类的活动,人类所处的无机环境发生着巨大的蜕变,生态环境变得越来越不适合人类生存和人类进行物质生产。这些无机环境的蜕变包括温室效应加剧、臭氧层的破坏、重金属物质的富集、有机污染物的增加、水资源的日益枯竭和污染,等等。

(1) 温室效应不断加剧。

人类居住的地球需要适宜温度的支撑,人类的物质生产也需要一定的温度。现在,地球的温度有不断上升的趋势,这就是温室效应。温室效应的产生是由于人类越来越多地使用化学能源,也由于人类工业生产活动产生了大量具有温室效应作用的物质。地球大气层中的二氧化碳及其他某些物质的含量不断增加,使地球的温度不断提高。据 2000 年 6 月美国公布的生态环境评估报告指出,未来 100 年内,美国本土的平均气温可能要比现在上升摄氏 2 度至 4 度,温度的提高使海平面有可能上升。这将使沿海一些小岛被淹没,一些沿海城市有被淹没的危险。供水系统、下水系统将需要重新设计和建设。由于温度的升高,水汽的蒸发作用将加强,大气运动的能力将增加,风暴和海啸将更多地发生,产生的灾难也会有所增多。

现在,全球每年向大气排放的二氧化碳为 230 万吨。比 20 世纪初上升了 20%,现在还在以每年 0.5% 的速度增长。科学家估

计,温室效应将导致海平面缓慢上升,到 2030 年,海平面将上升 20 厘米;到 21 世纪末,将上升 65 厘米。联合国气候变化委员会(IPCC)报告指出,20 世纪,平均地表温度上升 0.6 度,海平面上升 0.1—0.2 米。到 2100 年,气温将增加 1.4 度到 5.8 度,海平面将上升 0.09 米至 0.88 米。全世界一半以上的大城市处于沿海地区,温室效应的直接效应是地球温度上升,间接效应将引起南极冰山融化,进而引起海水上升,给沿海城市带来灾难。越来越多国家的政府意识到温室效应引起的生态灾难的严重性。1997 年各国以条约的形式规定削减 6 种温室气体,即二氧化碳、甲烷、氧化亚氮、氟化物、六氟化硫和氢氟碳化物。2005 年 2 月 16 日《京都议定书》正式生效。但是,美国尚未在议定书上签字。这就是说,各国尚未采取一致而有效的办法防止温室效应。

当然,也有一些学者对于用计算机预测未来气候的变化持怀疑态度,认为计算机评估模型不能预测全球气候变暖对某个地区的影响。但是,只要排放二氧化碳气体的数量不断增加,温室效应必然会产生,海平面必然会有所上升,因此,其后果仍然令人忧虑。

(2) 臭氧层不断破坏。

地球周围有一层臭氧层,是地球的保护伞,阻挡着强烈的宇宙射线对地球生命的伤害。但是卫星检测表明,臭氧层正由于人类的活动而受到破坏,出现了巨大的空洞。人类正越来越暴露在宇宙射线之中。2001 年 4 月的卫星图像显示,南极上空的臭氧层出现了一个巨大的空洞,其面积比北美洲还大。2003 年 8 月以来,南极上空臭氧层空洞迅速扩大,目前已危及美洲大陆最南端的火地岛和阿根廷圣克鲁斯省的南部地区。同年,美国国家航空和航天局以及欧洲航天局的最新探测数据表明,南极上空臭氧层空洞正以近 20 年来最快的速度扩展,该年臭氧层空洞的面积超过 2 700 万平方公里。

臭氧层耗减的直接结果是使到达地表的中波紫外线 UV-B 辐

射增加。中波紫外线 UV-B 能破坏蛋白质的化学键,彻底杀死微生物,破坏动植物的个体细胞,损害其中的脱氧核糖核酸(DNA),引起传递遗传特性的因子变化,发生生物的变态反应。臭氧层空洞将对生命安全和作物生长产生严重影响。长期接受过量紫外线辐射,将引起细胞内的 DNA 改变。臭氧层每减少 1%,照到地球的紫外线就增加 2%,皮肤癌患者就会增加 8%。据《世界大预测》一书预测,到 21 世纪中叶,全球皮肤癌患者将达到 1.5 亿,白内障患者将达到 1 800 万;其中,中国皮肤癌患者将达到 4 000 万,白内障患者将达到 450 万。

臭氧层的减少还将使生物资源受到严重影响。过量的紫外线辐射可使农作物如大豆、玉米、棉花、甜菜等的叶片受损,抑制其光合作用,导致减产;还能改变细胞内的遗传基因和再生能力,使农产品质量劣化。过于强烈的紫外线也将使海洋浮游生物的生长受到影响。据专家估计,臭氧层含量减少 40%,农作物产量将减少 7.5%,水产资源将减少 25%。过量的紫外线会杀死水中的微生物,削弱浮游植物的光合作用,破坏水生生物的食物链,引起水生生态系统变化,降低水体的自然净化能力,导致水生物大批死亡。

过量紫外线还将使城市环境恶化。城市工业在燃烧矿物燃料时排放的氧化物(NO 和 NO_2),以及某些工业和汽车所排放的挥发性有机物(包括乙烷、丙烷、丁烷等非甲烷烃类),在紫外线照射下会较快地发生光氧化反应,产生臭氧、过氧化烯烷基硝酸酯、硝酸、醛、有机酸和过氧化氢等,从而造成城市地面大气污染,引起光化学烟雾污染。美国环保局估计,当臭氧层耗减 25%时,城市光化学烟雾的发生几率将增加 30%,塑料等材料老化的经济损失将达 47 亿美元。

研究表明,制冷剂、发泡剂、喷射剂和灭火剂氯氟烃(CFCs)及含溴氟烃(Halons)等是引起臭氧层破坏的主要原因。这些物质含有的卤素,能逐渐分解成元素。卤元素有很强的化学活性,能破

坏臭氧分子。空气中的卤化物不断分解,臭氧层将不断被破坏。

为保护臭氧层,国际社会于 1985 年签署了《保护臭氧层维也纳公约》,并于两年后制定了《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》,开始在全球范围内限制并逐步淘汰消耗臭氧层的化学物质。

(3) 废弃物不断堆积。

随着工业生产的发展和生活方式的改变,人类的废弃物不断增加。现代人类产生的工业垃圾、建筑垃圾、生活垃圾的数量极其惊人,废气废液固体废弃物的数量不断增加,相当多的废弃物对人体有害。市场上的七八万种化学产品中,有 3.5 万种化学产品可对人体和生态系统造成危害,致畸和致灾变作用的就有 500 多种。一节一号电池将污染 60 升水,其污染时间可持续 20 年,一个塑料袋要 450 年才能降解。中国城市垃圾已达 60 亿吨,侵占土地 5 亿平方米。城市年人均垃圾 440 千克。

(4) 磷氮物质不断增加。

由于化肥、农药、洗涤剂的大量使用,造成土壤中磷氮含量增加,又随着雨水进入江河,进入海洋,引起海洋污染。

海洋是地球重要的生态系统。海洋表面占地球总面积的 $\frac{2}{3}$,对地球生态起着十分重要的作用。海洋中的浮游植物是地球氧气的主要来源。但是,海洋已经被严重污染。世界各地的海洋,不断地发生赤潮、黑潮,造成物种减少,水产资源日益枯竭,珊瑚礁大量死亡,许多海洋鱼类已经形不成鱼汛。

海洋污染表现于海洋中的死亡地带不断扩大。联合国不久前公布的一份报告说,全球海洋中“死亡地带”的数量在过去 10 年里翻了一番,如今已经有将近 150 个。“死亡地带”大小不等,小的 1 平方公里,大的有 7 万平方公里。造成海洋死亡地带的原因是富营养化和石油污染等。陆地农田中施加的化肥有相当部分流入海洋,在某个海区积累,氮在水里跟在土壤里一样,也起到化肥的作用,促进海藻生长。海藻过度生长会使局部海洋处于缺氧状态,海

洋生物大批死亡,形成所谓的“死亡地带”。最大的“死亡地带”就在墨西哥湾,规模小一点的则分散在世界各地的海域。

海洋污染还表现于赤潮、黑潮的频繁发生。含有各种有机物的废污水排入海水中,促使海水富营养化,使某些藻类得以大量繁殖,形成赤潮或黑潮。赤潮造成海水的 PH 值升高,粘稠度增加,浮游生物大批死亡、衰减;赤潮藻也因爆发性增殖、过度聚集而大量死亡。浮游生物、藻类死亡腐败会造成海域大面积缺氧,造成无氧状态,同时还会释放出大量有害气体和毒素,严重污染海洋环境,使海洋的正常生态系统遭到严重的破坏。

海洋污染还表现于海洋生物的污染。海洋生物由于海洋的污染而积累了污染物质。人食用以后,污染物质进入人体,对人产生毒害作用。日本水俣镇的工厂废水中含有汞,汞进入海洋后被浮游生物、鱼类等所积累。最后鱼被人食用,产生中毒反应。现在,大西洋不少渔场中的金枪鱼体内因海洋污染而含有有毒物质。美国食品和药物管理局和环境保护总署警告美国民众,特别是孕妇,金枪鱼体内汞的含量已经严重超标。

海洋污染的原因是多方面的,例如海洋工程、海底石油天然气的开采、航运污染、石油泄漏,更主要的污染来自沿海城市和沿江城市。城市把工业废水源源不断地排入海洋,把大量垃圾堆积在海滩。沿江城市把大江作为排污沟,污染物最后转移到海洋,等等。

(5) 核污染不断增加。

核污染是在 20 世纪中叶成功地制造了核武器之后才产生的。世界上有些掌握了核技术的国家不断地进行核试验,造成大量核污染。原子能的和平利用也有可能造成核污染。原苏联切尔诺贝利核电站的核泄漏,就造成了严重的核污染。同时,核材料的掩埋问题还未得到很好的解决,也是造成核污染的重要原因。

核污染造成的后果是很严重的,使人的健康和生命受到严重影响。1986 年原苏联的切尔诺贝利核电站发生事故,7 年后,有

7 000名清理人员死亡,其中 $1/3$ 是自杀;参加救援的 83.4 万人中,有 7 万人成为残疾,30 多万人因受放射性伤害而死去。参加医疗救援的人中,40%患了精神疾病,或永久性记忆受损。核污染还可能影响遗传,其后果可能会影响一代又一代子孙。

核污染又是全球性的。由于大气循环,海洋沟通,所有核反应的后果都将由全人类来承担。

(6) 水资源日益枯竭。

水是生命的源泉,也是工农业生产中十分重要的资源。地球上本来有丰富的水资源。据水文地理学家的估算,地球上的水资源总量约为 13.8 亿立方千米,其中 97.5%是海水(13.45 亿立方千米)。淡水只占 2.5%,其中绝大部分为极地冰雪、高山冰川和地下水,适宜人类享用的仅为 0.01%。

水资源的枯竭完全是人类自身的原因造成的。世界年耗水量 7 万亿立方米。一方面,20 世纪 50 年代以后,全球人口急剧增长,工业发展迅速,人类对水资源的需求以惊人的速度扩大;另一方面,日益严重的水污染破坏了大量可供消费的水资源。联合国水资源世界评估报告显示,全世界每天约有成千上万吨垃圾、废水倒进河流、湖泊和小溪,每升废水会污染 8 升淡水;所有流经亚洲城市的河流均被污染。美国 40%的水资源流域被加工食品废料、金属、肥料和杀虫剂污染;欧洲 55 条河流中有 50 条河流被污染,仅有 5 条河流的水质差强人意。由于各种污染的增加,水资源日益枯竭。

水将是 21 世纪最紧缺的资源。现在,全世界 12 亿人用水短缺,30 亿人缺乏用水卫生设施,每年有 300 万到 400 万人死于与水有关的疾病。到 2025 年,水危机将蔓延到 48 个国家,35 亿人为水所困。水资源危机带来的生态系统恶化和生物多样性破坏,也将严重威胁人类生存。水资源危机影响着人类的健康,也威胁着世界和平。过去 50 年中,由水引发的冲突共 507 起,其中 37 起

带有暴力性质,²¹起演变为军事冲突。联合国公布的一份水资源报告指出,到 21 世纪中叶,全球 60 多个国家的 70 亿人口将陷入水资源供应严重匮乏的困境。

2. 有机环境的恶化

(1) 森林面积日益减少。

森林是地球的肺脏,是氧气的重要制造者,是水分的储藏者,是自然灾害的重要抵抗者,也是生命的一个重要密集区。在人类文明之初,全球森林面积达 80 亿公顷,森林的覆盖率达陆地面积的 $\frac{2}{3}$;到了 19 世纪初,全球还有森林 55 亿公顷;20 世纪 60 年代,下降为 36 亿公顷;90 年代,减少为 26 亿公顷;现在,全球的森林面积不到 20 亿公顷。据世界绿色和平组织估计,100 年来,全世界有 80% 的原始森林遭到破坏。

森林不仅生产着大量的木材,也是地球气候的调节器,具有涵养水源的作用。森林是人类的资源库,保存着大量物种的基因。森林的大面积破坏,使水土流失,气候恶化,物种减少。在森林大面积破坏的地方,水土流失严重,泥石流频繁发生,水库淤积,风暴骤起,洪涝旱灾,交替为害。

(2) 生物多样性减少。

地球是个充满生命的绿洲。生物多样性是地球生态系统充满生命力的表现,是生命进化的成果。所谓生物多样性是指生命形式的多样性,表现于物种的多样性、遗传的多样性和生态的多样性。

生物多样性不仅为人类提供了可供研究和利用的资源,而且也是生态系统生命力和稳定性的基础。某一种生物消失,会导致相关生命的厄运。人是生态系统中的一员,生物的减少,也会影响人类的安全。据有关机构统计,目前世界上已有 3 956 个物种濒临灭绝,3 647 个物种是濒危物种,7 240 个物种是稀有物种。专家估计,地球上 $\frac{1}{4}$ 的生物可能在未来 20—30 年之间面临灭绝的

危险。1990—2020 年内,全世界 5%—15% 的物种可能灭绝,即每天消失 40—140 个物种。生物多样性的存在,对进化和保护生物圈的生命维持系统,具有不可替代的作用。

造成生物多样性减少的原因有人口的急剧增加,环境的污染,生物生活环境的异化,森林的大片消失,等等。为了防止生物的大量灭绝,人类签订了《生物多样性公约》。到目前为止,已有一百多个国家加入了这个公约。中国也在该公约上签了字。但是,生物灭绝的总趋势并没有得到有效的遏止。

(3) 土地退化和荒漠化。

土地是生物生存的基础,也是农业生产的基础。由于不合理种植和放牧,全球有大量土地日益失去生命的活力,退化为不毛之地和荒漠。全球土地的 15% 已经因人类活动而不同程度地退化。全球每年损失灌溉地 150 万平方公里,70% 的农用干旱地和半干旱地已经荒漠化。荒漠化使饥饿的难民由 4.6 亿增加到 5.5 亿,影响到世界六大洲的一百多个国家和地区,全球约有 1/6 的人口生活在这些地区。目前,全球荒漠化的面积已达 3 600 万平方公里,占整个地球陆地面积的 1/4,全世界受荒漠化影响的国家有一百多个,约 9 亿人受到荒漠化的摧残影响和威胁。全球荒漠化土地面积相当于俄罗斯、加拿大、中国和美国国土的总和,并以每年 5 万至 7 万平方公里的速度扩大。联合国最新统计显示,地球 1/3 的表面面临荒漠化威胁,非洲 46% 的土地和 4.85 亿人口受到荒漠化影响,亚洲一半以上的干旱地区已受到荒漠化的影响。20 世纪 60 年代以来,由于世界范围内干旱、半干旱和亚湿润干旱地区人口的迅速增长和对这些地区土地开发的日趋扩大,出现了人们始料未及的全球性土地荒漠化问题,涉及各大陆的一百多个国家,全球 1/6 的人口受到危害。

中国沙化土地以每年 2 460 平方公里的速度蔓延,相当于每年损失一个中等县的土地面积。中国沙漠、戈壁及沙化土地总面

积为 168.9 万平方公里,占国土面积的 17.6%,因风蚀形成的荒漠化土地面积已超出全国耕地面积的总和。由于水土流失,中国每年流失土壤达五十多亿吨,使土地资源遭受严重破坏。中国直接受荒漠化危害影响的人口有五千多万。土地退化和荒漠化既有自然的原因,也有人类自身的原因,但主要原因是过度耕作,过度放牧,森林滥伐等。

《联合国关于在发生严重干旱和荒漠化的国家特别是在非洲防治荒漠化的公约》于 1994 年 6 月 17 日正式生效,包括中国在内的一百多个国家在《公约》上签字。

(4) 外来生物的入侵。

生物多样化是生物界的常态。由于人类活动的某些盲目性,使生物不适当地迁移到新的环境,生物由于失去了原有生态环境的制约,攻城夺地,独霸一方,灭绝了大量原有的物种,使生物出现单一化趋势。如墨西哥的仙人掌进入澳大利亚后,使大片土地成为仙人掌的天下。中国的葛藤使美国的大片森林死亡,使大块土地上的其他生物大量死亡。南美的水浮莲引入一些国家后,使江河中的鱼类、贝类、水藻大量死亡,使某个环境中的生物多样性日益消失,等等。另外,人类在科学活动中有意无意创造的生物,也有可能在某个局部环境中疯生疯长。法国某实验室中的海洋生物被无意间倒入海洋后疯狂生长,占据了大片海域,残害了大量海洋生物。

总之,人类面临的生态环境的恶化,无论是无机生态环境的恶化,还是有机生态环境的恶化,都破坏了某种自然的平衡,都恶化了人类生存和发展所需要的物理的、化学的、生物的环境,严重影响人类的生存和人类社会的发展。其产生的根源,主要是人类不合理的或者过度的活动。人类与大自然的矛盾在激化。长期以来,人类对自然的过度干预所积累的矛盾日益暴露,大自然开始对人类的粗暴行为进行报复。生态环境的恶化正日益严重地影响着

人类的生存和发展。

第二节 人类面临的生态危机的特点

今天,人类面临的生态危机与以往相比,具有如下新的特点。

1. 人类面临的生态危机呈现出全球性

在人类历史上,在一些地区也确实发生过生态危机。例如,美洲的玛雅文明,就曾经因为人口增长、土壤肥力下降、森林过度砍伐而遭到大自然的报复。古代巴比伦文明曾因灌溉造成的盐碱化而产生生态危机。印度的哈拉比文明也因过度耕作而出现生态危机。楼兰文明因塔里木河变化引起水源缺少而衰落。如此等等不一而足。但是,这些生态危机相对来说都是局部的,只在某个部落、某个地区、某个民族中间发生,其后果一般也是局部性的。这种局部性的生态危机,影响是局部的,生态的恢复也比较容易些。

今天人类面临的生态危机,从空间的分布来看是全球性的。在世界各大洲,各个民族,各个地区,都存在着不同程度的生态问题。废弃物的污染,重金属的污染,汽车尾气的污染,等等,都是世界性的生态问题。土地的沙漠化,臭氧层的破坏,生物多样性的退化,在世界各地都有发生,其危害也是世界性的。

生态恶化对于人类的影响,是全球性的。臭氧层的缺损,给全球人类的生命和健康带来威胁,也给全球人类的农业生产带来影响。温室效应带来的全球气候恶化和海平面的上升,总体而言,对全人类都有直接或者间接的影响。正如学者们所指出的,“现在,生态危机已经在全球规模上影响了社会、经济、政治、科技、文化等各个层面,无论是发达国家还是发展中国家,不论是社会经济结构还是微观的个体行动,都莫能逃脱……就其对当代人类生存发展的威胁来说,无疑是全球性的”。人类面临着全球性的全人类性的

生态灾难,确实到了不能不引起全人类关注的时候了。

环境和生态问题的全球性,也反映着生态的系统性特点。地球是个组织严密的生态系统,全球各个地区的生态只是地球生态系统的一部分。地球生态系统的各个子系统是密切相关的。一联动,百叶摇。一个地区产生的生态环境问题已无国界或地域之分,局部的环境污染和生态后果必然会影响地球生态系统,局部的生态后果必然由全人类来共同承担。身为“地球村”的每一成员,一损俱损,每个人都不应置身事外,应该共同承担起保护生态的责任。生态危机的解决必须依靠全人类的共同努力。

2. 人类面临的生态危机表现为综合性

今天,人类面临的生态危机从包含的内容来看,具有综合性。所谓生态危机的综合性,其含义如下:

(1) 造成生态危机的表现方式的综合性。地球生态的恶化表现于海洋的污染,土地的沙漠化,大气的温室效应,臭氧层空洞,物种的灭绝,森林的减少,等等,诸多生态环境都遭到严重的破坏。

(2) 造成生态危机的因素的综合性。有人为的因素,也有自然的因素。人为的因素中,有生活性的污染,也有工业性的污染,等等。生态的恶化决不是单一因素造成的,而是诸多因素共同作用的结果。地球生态系统所遭受的破坏,已经泛化。正如一个人的疾病,已经不是某个局部组织的病变,而是全身性的、整体性的恶化。

(3) 人类面临的生态恶化的后果的综合性。人类的癌症、呼吸系统疾病、消化系统疾病、生殖系统疾病、心血管系统疾病等日益增加,重要的致病因素就是生态环境的破坏。不仅人的健康和生命受到严重影响,而且人类赖以生存的物质基础日益脆弱和贫乏。非洲的大饥荒遍及许多个国家,几百万平方公里的土地上风沙迷漫,沙漠扩张,植被破坏;几亿人口缺水、缺粮,牲畜大批死亡。

(4) 修复和保护地球生态系统的办法的综合性。生态和环境的恶化是综合性的,只有采取综合性的办法,才能使地球逐步地恢复生机。生态环境的破坏有物理的、有化学的,也有生物的,甚至还影响到人类的心态和人文环境。要恢复生态,单一的治理是远远不够的,必须进行综合治理。

3. 人类面临的生态危机凸现了爆炸性

生态问题的爆炸性表现在如下方面:

(1) 人类生态环境的恶化是全方位的。现在,人类生态环境的恶化已经影响到了每一块土地。据研究,南极的企鹅、北极的海豹身上都发现了 DDT 的存在;在珠穆朗玛峰上,也存在着白色的污染;在高山雪莲中,也发现了重金属的污染;人类食用的粮食、蔬菜、水果、茶叶中,污染物也相当普遍地存在着。在污染的物质中,有水,有空气,也有土壤,自然界再也不是一个纯净的自然了。

(2) 人类生态环境的恶化几乎达到了质变的阶段。从时间上看,人类生态环境的破坏从工业革命起,已经持续了一两个世纪,在漫长岁月中产生了积累效应。生态的破坏达到一定的程度必然会产生突变,产生破坏性极大的后果。从空间上看,人类对生态的破坏有大气圈的,有水圈的,有土壤圈的,也有生物圈的。

(3) 人类生态环境的恶化在许多方面是不可逆转的。有的恶化是不可逆的,有的恶化是不可能短期内得到恢复的。热带雨林的生态是非常脆弱的,森林的消失意味着永久的消失;热带雨林的消失又会引起物种的大量灭绝,引起土地的沙漠化,引起气候的恶化,等等。恶化的生态会引起一系列的连锁反应,互相叠加,共同对人类的生存和发展构成威胁。现在,许多生态环境的破坏,尚未得到根本的遏止,还在不断发展之中,情况确实十分严重。

(4) 人类向大自然索取的无限性正导致资源的枯竭。今天,人类的生存和发展离不开煤和石油等能源,离不开铜、锡、铁等矿物资源。就以能源来说,如果世界上能源枯竭,汽车将不能开动,机器将不能转动,人类的物质生产将面临崩溃。地下的石油和煤的储藏量都是十分有限的。按照现在的速度开采,用不了半个世纪,已经勘探查明的油矿和煤矿将全部开采殆尽。这些都是不可再生的能源,而人类大规模地利用新的能源尚存在着巨大的困难。一旦能源枯竭,对人类社会的破坏必将是爆炸性的。

(5) 人类生态环境的恶化正日益威胁着人类的生存和发展。20 世纪 80 年代,非洲的大饥荒就是人类面临的爆炸性灾难的预演。那场大灾难饿死了数百万人,其原因是生态环境的恶化造成了干旱和沙漠化的扩大。据国际生态机构统计,近几十年来,由于生态恶化等原因,在印度、孟加拉国等国发生的饥荒,造成数千万人饿死。现在,臭氧层的空洞,也在威胁着人类的健康。生态科学提供的数据有力地说明生态态势的严峻。世界自然基金会和联合国环境规划署联合发表的《2000 年地球生态报告》显示,人类如果按照目前的速度继续消耗地球资源,那么,将会在 2075 年前将大自然留给我们的主要资源,如化石能源、矿产资源等消耗殆尽。

美国《科学》周刊发表的一份调查报告表明,地球的大气层正开始失去清除空气污染物的能力。2001 年 5 月 4 日,美国《洛杉矶时报》报道生态学者的一项研究成果也表明,地球正在失去自我清洁空气的能力。

第三节 生态问题与生态灾难的根源

人类面临的生态问题和生态灾难的根源是什么呢?

生态问题和生态灾难的原因是多方面的。生态灾难反映了人与自然关系的冲突,其中人是矛盾的主要方面。人类是造成生态问

题的最重要的原因,而人类导致生态问题的原因,又是多方面的。

1. 日益膨胀的人口,不断增加对自然的压力

人,作为自然的一员和社会的一员,存在着两重性。一方面,人是生产者,能生产社会财富,也能促进自然的和谐;另一方面,人又是消耗者、污染者,每天要消耗相当数量的食物,要燃烧木材作为炊火,要使用自然物作为用具,也产生相当数量的污染物。人干预着自然,损耗着自然的资源。正是人的消耗资源和产生污染等方面的因素,使古代人类只能采取小群活动的方式,一个群体一般只有几个十几个人。过分庞大的群体消耗的资源太多,在一定的范围里,要满足一个较大人群的生存有着一定的困难。同时,人群也不断地产生废弃物、排泄物,会导致环境的污染。原始人群在生活中认识到,人群过大会导致疾病的流行。在古代,人口数量相当少。人类的活动与自然巨大的生产能力和消除污染的能力相比,影响很小。因此,人类对自然的破坏和消耗没有导致严重的生态问题。大自然巨大的再生能力和自净能力,很快地补充了消耗的资源,也很快净化了产生的污染。

但是,随着人口的迅速增长,人与自然的矛盾日益尖锐起来。世界人口的总数,古罗马时代只有几千万;公元元年,只有 2 亿至 3 亿;到了 1900 年,达到了 17 亿;而到了 20 世纪末,达到了 60 亿。中国在秦汉年间,只有一两千万人口,而到了清朝晚期,就达到了 3 亿至 4 亿人口。人口的增长率也不断加快。在 1750 年之前,人口增长率在 0.1% 以下,进入 20 世纪初期和中期,世界人口增长率先后超过了 1% 和 2%。20 世纪中期,世界人口规模达到了 1750 年的 3 倍多。在 1850 年至 1950 年的一个世纪中,世界人口增长了一倍。在 1950 年至 1990 年的 40 年间,世界人口又增长了一倍。

巨大的人口数量,对地球构成了沉重的压力。巴西亚马孙河

流域原始森林的大肆砍伐,非洲撒哈拉地区绿洲的过度垦植,无一不与过量的人口有关。当然,世界人口的增长率在不同的国家和地区是不平衡的。发展中国家的人口自然增长率为 2.1%,而发达国家只有 0.5%。相比较而言,由于人口压力而产生的对地球的掠夺式耕作和砍伐现象,主要集中于发展中国家。生态的破坏、环境的污染、土壤的恶化等,都主要集中在发展中国家。当然,发达国家人均消耗资源的数量也非常惊人,而这种消耗和破坏,主要是另一个因素在起着作用,即消费主义思潮在作怪。

2. 落后的生态意识,不断加剧人与自然的矛盾

生态意识,是对于人与自然关系的认识、对生态价值的认识和对自然保护的认识及情感的总和。生态意识对于指导协调人与自然的关系,具有十分重要的意义。人的活动,包括对自然的行为方式,都是以一定的意识指导的。生态环境的日益恶化,与人类生态意识的薄弱有着密切的关系。

人类在相当长的时间内,生态意识是比较薄弱的。

首先,在漫长的历史时期内,关于人与自然关系的理念是把人当作自然的主人,把自然当作索取、利用、改造的对象。人类直到最近,才开始把自然当作保护的对象,生态科学和环境科学是相当晚近的事情。即使是认识到生态环境需要人类加以保护,也是环境问题的紧迫性所致,带有某些应付和功利的性质。保护和珍惜自然,尚未成为人类心灵深处的一种自觉的意识,尚未达到伦理的、道德的、法律的自觉性。生态科学和环境科学的发展历史还非常短暂,这也从一个方面反映着人类生态意识的觉醒历史还相当短暂。生态意识的提高还需要时间的积累。至于生态伦理,环境法律,人类总体上的意识还十分朦胧,处于尚未自觉的状态。

其次,人类在自身繁衍与自然环境保护的关系的科学认识上,总体上还缺乏理性。人类自身的繁衍在相当长的时间内和相当多

的方面,还处于自然状态和生物状态。人类自然地生,自然地长,自然地繁衍,很少或完全不考虑环境的压力和未来的发展。特别是在广大发展中国家和地区,在文化相对落后的农村和边远地区。

再次,人们对地球资源的有限性以及地球容纳污染的能力和净化能力的有限性的认识是很肤浅的。在相当长的时间里,人们没有意识到,或者没有清醒地认识到,自然资源在一定的时间和空间中,是非常有限的。

另外,人们对于自然资源的价值意识也是十分肤浅的。生态资源和环境资源也有自己的价值,它们理应在发展的指数上占有一定的位置。但长期以来,人们把它们当作是自然无偿的赠与物。我们看待发展,需要将生态和环境的状况包括在内。

3. 战争更加剧了生态与环境的恶化

在 20 世纪,地球上发生了两次世界大战。二战结束后,全世界发生的局部战争此起彼伏,几乎没有停止过。仅美国而言,就进行过与越南的战争,与巴拿马的战争,与利比亚的战争,与阿富汗的战争,与伊拉克的战争等。

战争对生态环境的破坏是严重的。一方面,它消耗了大量宝贵的资源,用于破坏对方的设施、机场、油井、企业等,至少造成资源的大量浪费。另一方面,战争是非理性行为,是破坏性极大的军事行动。在战争中,曾经发生过有意造成生态危机的军事行动。20 世纪 80 年代非洲的大饥荒与非洲频繁的战争有一定的关系。战争导致大量的生态遭到破坏,生态破坏造成了生态灾难,生态灾难引发了社会饥荒。战争还直接引起生态环境的破坏。美国在越战期间大量使用了落叶剂,以破坏胡志明小道的交通运输线,留下了大量的残留污染物质。这些物质使畸胎率和癌症发生率升高。海湾战争期间,美军使用了贫铀弹,它对当地环境产生了有害的影响,甚至危害到了以美国为首的多国部队军人。海湾战争综合症

的部分原因,可能与环境破坏有关。更严重的是,萨达姆为了阻止多国部队解放科威特,竟然将大量原油倾注入海洋,造成大面积的海洋污染。海湾战争结束后,科威特境内 600 多口油井大火烧了 9 个月才被扑灭。大火造成黑烟滚滚,其空气污染影响到了数千公里外的许多地区,尘埃落到了喜马拉雅山南麓。泄漏的石油覆盖了 1 000 多平方公里的海域,污染了 500 多平方公里的海岸。伊拉克军队倾倒在科威特沙漠中的 6 000 万桶石油,形成了方圆 49 平方公里的黑色油湖,使 40% 的地下水污染。

战争还对生态环境构成更加巨大的威胁。世界已有好几个国家拥有核武器。还有一些国家出于各自的目的也在努力研制核武器。现在全世界所拥有的核武器,如果折合成 TNT,其破坏力达到了惊人的数字。如果万一失控,核战争不仅将直接毁灭无数的生命和文明成果,而且会引起大量的烟尘飘扬,形成核冬天,阳光将无法照射地球,地球上的光合作用将相对停止。这对地球生态的破坏和对人类的威胁是不可想象的。因此,防止和减少战争,战争中防止对生态的蓄意破坏,是政治学和国际法需要深入研究的问题。避免和减少战争对生态环境的破坏,是需要引起全人类关心的一个大问题。

4. 消费主义的思潮为环境污染推波助澜

各国在工业化过程中,形成了一种普遍的社会意识,认为现代化是物质极大丰富的时代,是大消费的时代。消费主义的生活方式在世界范围内盛行。

消费主义的生活方式势必消耗更多的资源,产生更多的垃圾,造成更多的污染。以美国为例,美国是世界上汽车最多的国家,消耗着世界上最多的能源,也生产着世界上最多的垃圾。美国占世界人口的 5%,但二氧化碳排放量却占全球的 1/4,是印度人均排放量的 17 倍。1993 年,美国产生的垃圾为 30 786 万吨。3 年后,

达 32 746 万吨。美国人均消耗的石油是中国的 10 倍以上。美国的二氧化碳制造量也居世界第一。造成这种情况,与美国社会注重消费的思潮是分不开的。现在,全世界垃圾的年增长量达 8.24%,到 2010 年,世界生活垃圾总量将达到 1 000 亿吨,如果加上工业垃圾,将达到 1 万亿吨。

中国的消费思潮也在迅速发展着。中国消费量的迅速增加,使垃圾量的增长率达到 9% 左右。1980 年全国城市生活垃圾为 3 132 万吨,1995 年达到 10 748 吨。2000 年达到 1.2 亿至 1.4 亿吨。特别是相当多的企业只注意经济效益,对于生态和环境的破坏很少考虑。以西洋参为例,美国的包装简洁明了,包装物的重量只有内容物的几十分之一,用剩下的垃圾很少,只有一个小纸盒。中国的西洋参盒有 3 层至 5 层包装,25 克的西洋参用一层层纸,一个个盒包装起来,外面还要套装漂亮的塑料袋,其制造的垃圾超过内容物的数十倍。这固然是生产企业的恶劣手段,但也迎合了流行的消费主义思潮和华而不实的社会风尚。

第四节 保护生态环境的思路

解决人类面临的生态环境问题的大思路何在?

1. 客观地认识人类生态环境危机的严峻现实

认识生态环境的现状,是我们解决生态环境问题的基础。对于生态环境问题的严重性认识不足,就有可能使人类盲目乐观,错过了保护地球生态的机会。一旦突破了临界点,人类将面临巨大的灾难。

对于人类的生态环境的现状,学术界是有不同认识的。严峻的事实表明,生态环境危机已经到了不可等闲视之、任何负责任的人寝食不安的地步了。2000 年全球环境状况公报指出,世界上大

部分人处于贫困状态和小部分人的过度消费,是导致环境恶化的两大主要原因,目前这种状况是一种不可持续的发展之路,对策的实施已经不允许再拖延。该报告对于人类生态前景的评估是:“地球上的许多物种已经消亡或者濒临灭绝,现在为时已晚,无法保存我们地球所富有的整个生物的多样性……世界上许多发展中的特大城市的空气污染已经达到临界限度……要降低温室效应的废气排放量解决全球变暖,很可能为时已晚……”有少数学者却将局部的环境改善,看作是全球生态环境的根本好转。例如,丹麦学者隆博格认为,环境正在好转。他认为,“人口爆炸的预测是吓唬人的”、“污染被夸大了”。他认为,人类的死亡率有所下降,1990年每10万人有862人,2002年每10万人中为764人。1990年全球死于肺结核病的人数是250万人,1999年为167万人,死亡率也是下降的。总之,隆博格认为,生态环境并不存在严重的问题,其严重性被夸大了。

虽然,隆博格的著作和论文受到了一些人的喝彩,但是,许多科学家也指出了他的论点的错误和论证的失误。他在研究海洋产品的产量时,把海洋捕获和海洋养殖混同起来。海洋由于污染而生产能力下降,但是,人类利用海滩滩涂进行养殖弥补了海洋污染造成的生产下降的态势。这不能说明海洋生态没有破坏,或者破坏不严重。生物学家洛夫乔伊还指出,“他从一开始就把森林和植树混为一谈。事实上,森林的生物多样性和植树生物多样性是不可同日而语的”。

生态环境的现状,并不如隆博格所说的那样乐观,态势十分严峻。我们不否认在某个局部的领域,由于生态科学家和一些国家的努力,破坏的速度有所下降,某些疾病得到了控制。但是,就总体而言,人类面临的生态危机却是全球性的、综合性的、爆炸性的,对此不能有任何怀疑和幻想。人类正处在生态危机总爆发的十字路口,地球面临着生态危机质变的前夜,人类面临着大自然的大报复。

对此,我们不能有任何忽视。人类只有及时地解决好生态环境问题,才有可能避免大自然的无情报复,才能有一个光明的未来。

2. 解决生态环境危机必须通过全球性的合作

一方面,现代科学技术的迅速发展,使地球成了一个名副其实的地球村。生态环境是不分地区,不分国界的。地球是一个完整的生态系统。大自然的物质处于不断的流动之中。对于它的某一个局部地区生态的破坏,或者对于它的某一个子系统的破坏,都将对地球生态总系统产生影响,都将对它的崩溃起到促进的作用。另一方面,就生态危机而言,它的后果是全球性的。地球生态危机的总爆发,世界每一个角落的人们都将吞食苦果。任何一个国家及其人民都无法乘上诺亚方舟置身事外。因此,人类应该不分种族,不分宗教,不分政治制度,不分发展先后,加强团结合作,共同为保护地球生态环境而努力。只有一些国家的努力,另一些国家逃避责任,是无法使地球生态危机得到有效解决的。比如说,地球的温室效应将使全球气候变暖,使全球海平面上升。防止温室效应,需要每一个国家降低本国二氧化碳气体的排放量。如果你减少了排放,但是,他却依然不断地增加排放,那么温室效应就不可能有效地解决,就一定会对全人类造成损害。臭氧层的保护,更需要全人类共同的努力。

人类组成了不同的国家,存在着不同的宗教信仰,有着不同的政治制度。但是,就人类的生存危机而言,人类面临着共同的命运。地球是我们共同的诺亚方舟。如果地球的生态遭到全面性破坏,无论是发达国家还是发展中国家,都将蒙受极大的苦难。可以说,人类面临的生态危机所必然导致的生存和发展危机,远远地高于政治和宗教等信仰的差异。在人类保护自然生态环境的伟大事业中,人类存在着共同的利益,人类将共担风险。我们迫切地需要人类的共同合作。全世界的政治家们,都

应该清醒地认识到这一点。

3. 污染的防治和生态的保护,必须软硬结合,综合治理

我们需要运用科学技术来减少污染和治理污染,保护生态环境。比如说,科学家正在研究用生物治虫来代替化学杀虫,以减少农药的污染。科学家也在研究运用分子生物学的方法克服污染,如分子生物学家希望运用遗传工程的办法创造能吞食石油污染物的微生物。科学技术是强大的生产力,也是防止生态破坏和保护环境的有力的武器。

但是,只靠科学技术解决生态环境问题是远远不够的。生态环境的危机,在某种意义上,可以看成是人性的危机。今天地球的破坏,每一个地球人都有责任。生态环境问题的由来,有着深刻的思想根源,是人类自我扩张、自以为是,对大自然粗暴干预的结果。人类在自然面前摆错了自己的位置,搞错了自己的坐标。人类对于大自然的粗暴态度,是人类心灵深处的人类中心主义思想的自然流露。而人类中心主义的形成,有着相当长远的历史渊源。要解决好生态问题,人类首先要正确地认识自己,要把大自然当作人类的朋友,与自然协调地相处。人类要克服千百年来人类中心主义的思想影响,要把人类看作是大自然平等的一员,看作是生态链上一个普通的环节。要树立和发扬生态伦理的思想,把保护和美化生态环境看作是美的、善的,而把恶化、破坏生态环境的行为看成是恶的、丑的。我们不仅要在人与人之间讲文明,讲伦理,而且要对生态环境讲文明,讲伦理。世界上的环境污染,实际上折射出了人性的危机和道德的下降。拯救生态环境要从净化心灵开始。生态环境问题的恶化,也是某些人只看数字,忽视人的生命和健康的价值造成的。人们追求发展的速度,却忘记了人类需要喝清洁甜美的水,呼吸清净的空气。许许多多的人只看到自己的局部利益,只顾自己消费和享乐,根本不顾由此引起的生态破坏。

总之,保护生态只靠科学技术是不够的,还需要每一个人心灵的净化和升华。

总而言之,大自然向全世界亮出了红灯。中国的生态环境也向我们亮出了红灯。地球只有一个。人类的生存和发展,离不开美好的生态环境。如果有了汽车,有了高楼,但是,我们呼吸不到清新的空气,喝不到甜美的水,这样的现代化又有多大意义?人类再也不能肆意地破坏生态环境了。保护生态环境应该成为各个国家的一项基本国策,也应该成为每一个地球村居民的自觉行动。

第三章 人口、资源、环境

20 世纪以来,随着科技的进步和社会生产力的不断提高,人类对自然和环境的干预能力空前提高,征服自然和以人类为中心成了人们追求的目标,结果是人类赖以生存的资源环境基础开始受到严重的损害。特别是进入 50 年代以后,人类社会进入了一个物资财富快速增长和文明加速发展的阶段。同期,全球人口数量也出现了持续增长的趋势。与此相伴的是,资源消耗过度、环境污染加剧、地区间的发展差异不断扩大以及贫困等问题也日趋凸现。人类社会的发展与资源环境之间的关系,表现出了明显的不和谐状态。

警钟不断响起,人类开始反省自己的行为。围绕着人口激增而产生的全球资源短缺和全球环境污染问题,成了全世界共同关注的焦点。近几十年来,全人类都在为此进行着不懈的努力,国际社会将人口控制作为可持续发展的一种战略目标,并将全球性的人口问题写进了各国政府的 21 世纪议程中。在全球社会的共同关注和努力下,人口、资源与环境的协调发展开始呈现出良性的发展态势。

第一节 全球人口概况与发展趋势

世界人口变动的历史表明,从近现代开始,世界人口进入了过度增长时期,即从 1650 年的 5.45 亿增长到 1900 年的 16.5 亿,再

增长到 1950 年的 25.04 亿。20 世纪 50 年代后,可以说是世界人口的急速增长时期,即从 1950 年到 1985 年,约 20 个国家和地区的人口增长 1.5 倍以上,近 70 个国家和地区的人口增长 1—1.5 倍。到 1996 年,世界人口已达 57.7 亿。从 1950 年至 1996 年的 46 年间,世界人口增长了 2.3 倍。世界人口每增加 10 亿的时间,也在不断缩短。1800 年全球约有 10 亿人口,1930 年达到 20 亿人口,用了 130 年;1960 年达到 30 亿,用了 30 年;1974 年达到 40 亿,仅用了 14 年;1987 年达到 50 亿,缩短为 13 年;1999 年末,世界人口总量达到 60 亿,又缩短了一年。

2004 年 7 月 11 日,值第 15 个世界人口日之时,联合国人口司报告了一些最新的世界人口数字:世界人口 70 年增加了 2 倍,目前世界人口约为 64 亿。如计划生育措施有效实施,世界人口在 2050 年将有望被控制在 89 亿左右。

综合各权威组织和机构的预测和报告,当前全球人口有以下几个鲜明特点和趋势。

1. 人口继续增长,但增速趋缓

自 1950 年以来,全球人口持续上升。1950—1955 年,世界人口每年仅增加 4 700 万,而从 1995 年至 2000 年期间,每年以 9 400 万人的增长速度达到最高峰。世界人口的年增长率,在 1965—1970 年这段时间内为 2.1%,达到了最高水平。年增长率最高的非洲国家约 3%,亚洲和拉丁美洲为 1.8%。以后便逐步下降,1990 年是 1.7%;2001—2002 年,世界人口新增 7 400 万,增幅为 1.2%。根据联合国世界人口预测(1992)假设,估计在 2020—2025 年这段时间内会下降到 1%;到 2050 年,人口的增幅将降至 0.42%。正是考虑到增长趋缓的因素,2004 年联合国对 2050 年世界人口的预测数字为 89 亿左右,要比联合国 1994 年初次预测的 2050 年世界人口为 98 亿,1998 年预测的 93 亿略微少一些。

联合国人口司司长约瑟夫·夏米指出,世界人口出现了从“两高”(高出生率和高死亡率)向“两低”(低出生率和低死亡率)的演变。据 2004 年的最新数据,世界育龄妇女目前人均生育 2.69 个婴儿,大大低于 20 世纪五六十年代人均 5 个婴儿的水平。非洲妇女生育率最高,为 4.91 人;欧洲最低,为 1.38 人。婴儿死亡率最高的地区为非洲(8.85%),最低的为北美洲(0.66%)。同时,预期寿命上升,1995 年至 2000 年的世界预期寿命为 64.6 岁,而半个世纪前不到 50 岁。到 2050 年,高收入国家的预期寿命将达到 81.6 岁,而 1995 年至 2000 年为 74.8 岁。发展中国家的预期寿命有望达到 73.1 岁,而 1995 年至 2000 年为 62.5 岁。

计划生育是促使生育率下降的重要因素。联合国人口基金于 2004 年 9 月公布的一份题为“十年后回顾开罗共识”的报告显示,全球使用现代避孕方法的家庭比例已经从 1994 年的 55% 上升到目前的 61%。约瑟夫·夏米认为,如果计划生育措施继续得到有效落实的话,到 2050 年可望出现每位妇女生育 2 个孩子的局面。届时,出生率和死亡率之间将达到平衡。

联合国报告还显示,艾滋病毒日趋蔓延也使一些国家的人口增长速度放慢,艾滋病已成为影响世界人口状况的重要因素。

2. 人口基数大,变数多

2003 年底,联合国发表《2300 年全球人口预测》报告,首次对全球人口发展作长达 300 年的预测,此前的报告最多推测未来 150 年的情况。该报告按照高、中、低和目前生育率四种方案,探讨了世界人口的不同变化趋势。按照中等生育率方案,即 1 名妇女平均生育 2 个孩子,到 2300 年,全球人口将从目前的 63 亿增长到 90 亿。

所有的预测都是不确定的,但由于基数太大,因此未来的全球

人口还是呈指数增长,而且受各种变数的影响也大。约瑟夫·夏米在对《2300 年全球人口预测》的报告作解释时表示,如果各国不采取措施,什么样的情况都会发生。专家断言,除非能够扭转这种趋势,使得增长率达到零或变成负数。因为当一个国家的出生率下降到零,甚至更低时,其绝对人口的增长也不会立即停止。1992 年底,联合国人口基金制定的、到 2150 年的长期发展规划中,运用更多的变量得出的研究结果是:2150 年全世界人口在增长有所回落的情况下,将达到 115 亿,随后稳定在 116 亿。

3. 未来人口态势取决于发展中国家

尽管世界人口的增长态势有所减弱,然而,稍作分析就可发现,地区和国家的差异却在拉大。近几十年来,世界人口增加最多的是发展中国家,原因是死亡率下降很快,而出生率却没有以同样的比例下降,因而造成人口增长率的居高不下。20 世纪 90 年代,发达国家人口的年均增长率仅为 0.34%,许多国家甚至达到零增长或负增长;同期,发展中国家的人口年平均增长率仍达到 1.68%,居于较高水平,相当多的国家在 2% 以上。据联合国 2004 年发布的最新数据,世界人口目前年增长率为 1.2%,其中最不发达国家年增长率最高,达 2.4%。发达国家和欠发达国家人口年增长率分别为 0.25% 和 1.46%。

目前世界人口五个大国是,中国、印度、美国、印度尼西亚和巴西。2004 年世界各主要地区的人口排名依次为,亚洲、非洲、欧洲、拉丁美洲和加勒比地区、北美洲和大洋洲。其中,非洲人口增长最快,年增长率为 2.3%。而欧洲人口在过去 10 年中一直在减少,每年平均负增长 0.02%。

另据资料显示,在 1950—1990 年间,由于不同的增长率,世界人口绝对增长数的 86% 都在发展中国家。发展中国家的出生率与发达工业国家的比例不断扩大,从 1950—1955 年的 4 : 1 到

1965—1970 年 5.5 : 1, 然后到 1985—1990 年这段时间又上升到 7 : 1。预测表明, 这一趋势还将继续, 到 2020—2025 年可能上升到 8 : 1。非洲人口占全球的比例将从目前的 13% 增长到 24%, 欧洲人口占全球的比例则从目前的 12% 下降至 7%; 印度人口将从目前的 11 亿增至 16 亿, 成为全球第一人口大国。除美国、英国外, 其他发达国家人口都呈减少趋势。德国和意大利等国将出现人口负增长。到 2050 年, 世界各州的人口又是什么态势呢? 根据联合国中位数出生率假设, 届时将有 52 亿亚洲人(如今为 38.7 亿); 18 亿非洲人(如今为 8.69 亿); 7.68 亿拉丁美洲人(如今为 5.5 亿); 4.48 亿北美人(如今为 3.29 亿); 6.32 亿欧洲人(如今为 7.26 亿)。未来世界走势, 主要取决于发展中国家的人口状况和增长态势。

人口问题并不仅仅是数量多少的问题, 归根结底是人口与资源环境的关系问题。人口与资源环境是否协调, 是实现可持续发展的基本条件。

第二节 人口和资源

人类生存与发展离不开自然资源, 但人口增长过快势必使自然资源受到巨大压力。实际上, 世界人口的增长通常从两个方面不断扩大着对资源的消耗: 首先, 人口数量的不断增长, 使得在同等收入水平下, 对资源的需求量同比增加; 其次, 生活水平的不断提高以及传统生产方式和消费模式对资源不加限制的利用, 提高了个人消费资源的平均水平, 在资源短缺的情况下显示出很强的加权效应。

1. 人口增加对资源的压力

100 年前, 全球只有 16 亿人口, 而今天已突破了 60 亿大关, 如何养活这么多人而不耗尽自然资源, 是人类面临的一大难题。

根据华盛顿世界观察研究所的资料,1900 年世界平均每天只消耗几千桶石油,而现在平均每天消耗 7 200 万桶石油。人类对金属的使用量也从 1900 年的 2 000 万吨上升为现今的每年 12 亿吨。至于人类生存必需的淡水资源和粮食(土地)的消耗,更是到了极度,甚至有专家认为,已到了威胁人类生存的地步。

在众多的自然资源中,水是生命之源。在过去 3 个世纪里,由于人口增长和经济发展,人类提取的淡水资源量增加了 35 倍。20 世纪后半叶,淡水提取量每年增加 4%—8%,其中农业灌溉和工业用水占了增长的主要部分;特别是 20 世纪 70 年代“绿色革命”期间,灌溉用水翻了一番。在人类加大对资源的索取的同时,人均可用淡水资源在急剧下降。资料显示,1996 年世界人均可用淡水量比 1970 年减少了 10%以上。

1972 年联合国人类环境会议和 1977 年联合国水事会议,都提出了水危机不久将成为继石油危机之后另一项严重社会危机的警告。世界银行 1995 年的调查报告指出,占世界人口 40% 的 80 个国家正面临着水危机,发展中国家约有 10 亿人喝不到清洁的水,17 亿人没有良好的卫生设施,每年约有 2 500 万人死于饮用不清洁的水。联合国发表的《世界水资源综合评估报告》预测结果表明,到 2025 年,生活在水源紧张和经常缺水国家的人数,将从 1990 年的 3 亿增加到 2025 年的 30 亿。报告警示,除非更有效地利用淡水资源、控制对江河湖泊的污染,更有效地利用净化后的水,否则,全世界将有 1/3 的人口遭受中高度到高度缺水的压力。

同样,人口增加对土地的压力也越来越大,在某些国家和地区,人地矛盾已经非常尖锐。1750 年世界人口密度为每平方公里 5 人,1950 年为 10 人,1989 年为 33 人,1993 年为 41 人。世界人均耕地 1950 年为 0.56 公顷,1992 年为 0.25 公顷,1983 年为 0.27 公顷,1992 年为 0.25 公顷,42 年时间内下降了一半还

多。1980—1990 年,全世界耕地面积只增加了 2%,这意味着粮食产量增加的主要因素是提高单位面积产量。目前,全球用来开垦种植粮食的荒地已很少,而且,这种改变可能要付出巨大的环境代价。

同时,人口增长带来的不合理的耕作方式和土地利用方式也加剧了许多地方的土地退化。从 1945 年至 20 世纪 90 年代的数十年里,全球大约有 11% 的植被覆盖土壤发生退化。农业开垦、毁林和过度放牧,已使全球大约 12 亿公顷有植被覆盖的地球表面发生中等以上的土壤退化。其中 3 亿公顷土地发生了严重的退化,世界旱地中的 30% 已经成为寸草不生的沙漠。

专家预测,假设到 2010 年全球耕地净增加 5%,总的耕地面积将增加到 15 亿公顷。同时,假设世界人口增加 33%,那么全球人均耕地面积将减少 21%。

与土地最具关联性的是粮食。二战后,特别是 20 世纪 60 年代以来的“绿色革命”,使许多国家的粮食产量成倍增长。一大批发展中国家实现了粮食自给自足,在人口快速增长的同时,世界粮食产量以更快的速度增长。但是好景不长,进入 90 年代以来,世界人口仍然以更快的速度在增长,而粮食产量却出现了停滞不前的局面。从 1984 年到 1993 年,人均谷物产量减少了 11%;人均粮食占有量从 1985 年的 415 公斤降至 1996 年的 360 公斤左右;世界谷物产量连续 3 年低于消费量,世界粮食储量持续下降至 15 年来的最低水平。据联合国新闻中心报道,2000 年至 2002 年,全球饥饿人口比 20 世纪 90 年代中期增加了 1 800 万,饥饿和营养不良每年使 500 多万儿童死亡,饥饿直接和间接给各国造成几十亿美元的巨额经济损失。联合国粮农组织发表的《2004 年全球粮食安全状况报告》说,全球有 8.52 亿人处在经常性的饥饿中,其中发展中国家 8.15 亿。目前的情况是,世界农业已很难养活还要大量增加的人口。特别是未来绝大多数的人口将在发展中国家诞

生,而这些国家现有的需求已经超过了当地的资源供给。

2. 资源人均消耗的增长显示出加权效应

人口数量的激增是造成资源短缺的一个重要原因。但是,资源短缺到何种程度,又同消费水平的提高和一定时期人类的生活方式密切相关。

人口对资源消耗的增加,不仅来自人口绝对数量的增加,而且来自每个人消耗量的增长。在农业社会,由于生产力不发达,市场扩张、消费资源的生产规模和结构均受到限制。进入工业化社会后,冲破了这许多限制,在人们追求高生活质量的驱动下,消费资料、尤其是多种耐用消费品的巨大增长和迅速更新换代,使人均消耗资源大增,从而使人口作为分母对资源消耗表现出强有力的“加权效应”。特别是在人均资源减少的过程中,这种“加权效应”对资源的压力更大。据有关学者的测算,公元前一个人每天大约耗水 12 升,中世纪人均耗水增加到 20—40 升,18 世纪工业革命开始以后耗水量猛增,到 20 世纪 60 年代,发达国家大城市的人均日耗水量,已增加到 500 升左右。

联合国的一项统计资料表明,1960—1985 年世界人口由 30 亿增加到 48 亿,增长 60%,同期世界能源消耗增长 130%,倍加于人口增长,主要原因是人均资源消耗增长 45% 的“加权效应”所致。进入 21 世纪,人们追求高生活质量的欲望会更强。尤其是城市化的加速推进,将使这种“加权效应”不断升级,资源短缺加剧的趋势很难遏制。

最普遍的一个现象是,随着生活水平的提高,人们会在能量金字塔的等级中上移,消费更多的肉类和奶制品。与直接食物相比,单位重量谷物经过家禽和家畜后,人类从中所得的卡路里要少得多,因此人均粮食消费也就更进一步地增长。

如果说穷国的绝对人口数对资源是一种压力,那么富国和富

人的奢侈性消费对资源也是一种压力。有人估算,目前世界粮食产量每年不到 20 亿吨,能养活 100 亿印第安人或 50 亿意大利人,但只能养活 25 亿美国人。美国的生活方式,是以不到 5% 的人口,消耗着世界总能的 34%。有人嘲讽说,如果人类都像美国人那样消耗自然资源,人类至少还需要有另外一个地球。1992 年 6 月在巴西举行的“联合国环境与发展大会”上,印度的英迪拉·甘地发展研究所散发了一份题为“造成环境压力的消费方式”的研究报告,指出发达国家总共占世界人口的 24%,但他们的消费却占世界各种商品的 50%—90%。就食物而言,他们消费着全球奶制品的 72%,肉类的 64%;他们消费全球木料的 78%,纸张的 81%,水泥的 52%,铜的 86%,钢铁的 80%,铝的 86%……能源消费占全球的 75%,等等。

第三节 人口和环境

历史经验表明,在巨大的人口压力下,在基本需求得不到充分满足的情形下,人类对于自然的掠夺倾向会大于对自然的保护。生态学家拉塞尔·W. 彼得森(Russell W. Peterson)的论断代表了主流观点,他认为几乎所有的环境问题,都是由人口增长所引起或由人口增长所加剧的。这既包括人口膨胀对生态环境的冲击,也包括人口素质低下对生态环境的掠夺性破坏,更包括人口日渐扩张的多层次高水平的消费需求对生态环境的挤压。

1. 人口变动对全球生态环境的影响

数百年来,人类一直对自己所处的环境施加着这样或那样的影响。目前,地球上已经很难找到人类踪迹未到的地方。当然,这种影响表现为两个不同的方面:一个是正向的积极作用,例如植树造林,引水灌溉等。另一个是对环境的破坏,而这方面的影响要远

远大于前者。

首先,就人口的数量规模及其变动来说,高速的人口增长本身就是各种环境问题产生恶化的重要原因。人口越多,对环境的压力越大。一方面,由于工业生产、交通运输等产生的废物、废气造成人类生存环境的污染;另一方面,由于对自然资源的过度开发,尤其是对许多不可再生资源的的不适当利用,破坏了人类的生存空间,从而造成生态失衡,形成生态危机。特别是在工业化升级和人们不断追求高生活质量的情况下,由于不断用现代化机器工具加速对资源的开发和消耗,使得环境问题日趋尖锐。发达国家作为世界环境污染的重要出口方,它们的资源环境问题更多地与消费模式以及污染物的排放有关,人口增长在其中的影响比较弱。与发达国家相反,发展中国家的人口则是以快于经济增长的速度在增加,为使大量人口的生活水平得以维持或提高,只有通过对自然界过度的开发和索取,这使本来已经相当脆弱的生存环境受到更加严重的破坏。

其次,科学技术的双刃剑作用,同样显现在资源和环境问题上。科学技术和先进生产力对人类大系统具有正负双重作用,一方面,由于科学技术在极大程度上带来了人口与需求的增长,同时也相应地增加了人类对自然资源的极度开发及对自然环境的侵扰。比如,氟利昂已被证明会破坏臭氧层,直接威胁地球上生物的生存。灌溉、化肥、农药和高产品种的使用,在促进了一场绿色革命的同时,耗尽和毒化了水资源,使野生动物和人类中毒;汽车作为工业化的代名词为人类带来了便捷和舒适,却引发了能源危机,带来了噪声和污染等等问题。产业革命至今,人类的科技进步与生产力的发展,一直是为应付不断剧增的人口和提高人们某一时期的生活水平而进行的,很少是为了保护我们周围的自然环境。

此外,城市化对环境污染的影响。1970年,发展中国家只有25%的人口生活在城市,在此后的20年里,城市人口每年约增加

3.8%。20 世纪 90 年代初,占地球面积仅 0.4%的城市,集中了世界人口的 45%。1990 年发达国家的城市人口比重已高达 75%,发展中国家城市人口比重也在 37%以上。1950 年,世界上只有纽约城达到 1 000 万人口,1990 年有 13 个城市的人口在 1 000 万以上,其中有 9 个位于发展中国家。另据联合国经济与社会理事会 2005 年 2 月发布的一份报告显示,目前全球已有 20 个城市的人口超过 1 000 万。到 2010 年,世界上可能有 26 个城市的人口超过 1 000 万,其中 21 个是在发展中国家。随着人口城市化加快,越来越多的工业性设施兴建在城市和城市周围地区。结果,一方面给各国带来物质文明,促进了物质生产发展。与此同时,也给环境造成了严重污染和破坏,城市变成了二战后对自然环境最大的污染源。空气污染、水污染、垃圾污染、噪声污染、光污染等都与城市化、工业化有关。

2. 人口承载容量和适度人口

人类生产和生活所依赖的自然资源基础和环境条件是有限度的。人口压力可以出现在人口增长率很高的地区和国家,也会出现在人口规模小,但资源贫乏且人口承载力很低的国家。从 20 世纪 70 年代开始,一些学者把来源于生物学的动物容量和环境学的环境容量或环境承载力的概念引入到人口的研究中,提出了人口环境容量或人口承载容量的概念。

国际人口生态学界对人口承载容量的定义是,在不损害生物圈或不耗尽可利用的、不可更新资源的条件下,世界资源在长期稳定状态下所能供养的人口数量与大小。联合国教科文组织从资源角度对人口承载容量的定义是,在可预见的时期内,利用本地的能源及其他资源和智力、技术等条件,在保证符合其社会文化准则的物质生活水平下,该国和地区所能持续供养的人口数量。

那么,我们的地球到底能养活多少人呢?美国生态学家爱德

华·威尔逊在《生命的未来》一书中作了如下解释:“要给出一个大致的估计是可以的,但它是随着下列三种偶然的情况变化的:我们期望地球维持多久?资源怎样才能均匀地分配?大多数人们希望达到怎样的生活水平?”他断言,假如土壤侵蚀和地下水抽取量以相当的速度继续下去,当世界人口达到 90 亿或 100 亿时,食物短缺将是不可避免的。美国学者约翰·M. 高迪(John M. Gowdy)于 1995 年撰文认为:“生物圈的约束是固定的,现在无论人类做什么或不做什么,地球承载人类的能力正趋近极限。我们已经占有了由绿色植物所生产的 40% 的有机物。如果每个人都愿意成为素食者,仅留给家畜一点点粮食或什么都不留,那么当前的 14 亿公顷可耕地(35 亿英亩)能维持约 100 亿人类的生存。”

人口承载容量是一个内涵比较丰富的概念,不同的学者对它有不同的理解和估算,因此就是对于同一时期、同一区域人口承载容量的估计也往往存在巨大的差异。综合各种预测,大多数学者的科学估算是,今日地球能养活的合理人口大约为 80 亿左右。

适度人口的概念是建立在人口容量概念的基础之上的,两者在概念上有区别,但也可以相互转换,适度人口是一个国家或地区最适宜的人口数量,实际上是一种理想的人口数量。适度人口理论于 19 世纪中叶开始形成并流行于西方世界,尤其在 20 世纪二三十年代尤为盛行,研究者们旨在寻求一种处于“人口过剩”和“人口不足”状态之间的理想人口状态。其代表人物是英国经济学家 E. 坎南(Edwin Cannan)、H. 道尔顿(H. Dalton)和 A. 索维(A. Savvy)。他们将人口数量、预期寿命、文化教育、健康状况等引入适度人口研究,提出获得最大经济效益的“经济适度人口”、国家获得最大实力的“实力适度人口”等学说。近年来,适度人口的研究出现了一些变化,其中突出的特点是衡量人口适度的标准有所变化,社会或环境资源的因素日益受到重视,并出现了从静态走向动态,从局部走向全方位,从纯理论研究到

实际应用的变化趋势。

第四节 中国人口现状与未来

在人口、资源、环境问题上,中国一直与国际社会保持一致,在履行相关的国际公约中扮演着积极而有力的角色。中国还积极参与各项全球行动,实现自己对世界的承诺。作为一个人口大国,中国的每一项与人口有关的政策和举措对世界人口的走势都将起到举足轻重的作用。

1. 人口现状和趋势

中国是世界上人口最多的国家,2005年1月6日中国人口增加到13亿,占世界人口的21%。

中国人口的发展历程漫长而曲折。18世纪30年代中国人口为1亿,在其后的100多年里,接连翻了两番,19世纪30年代末40年代初超过4亿,形成“乾隆盛世”前后空前巨大的人口增长,人口的年平均增长速度达到1%左右。而在同期,世界人口的增长速度仅为0.48%—0.70%,从而奠定了中国人口大国的基础。1840年鸦片战争以后,由于社会动荡,人口数量变动陷入徘徊状态。至1949年人口年平均增长率仅为0.25%。但由于人口基数已经相当庞大,致使全国人口在中华人民共和国成立时高达5.4167亿。

新中国成立后的55年,中国人口总量的发展过程经历了以下几个阶段。

第一个人口高增长阶段(1949—1957)。新中国成立后,人口死亡率大幅度下降,而人口出生率却居高不下,导致人口增长率的上升。形成了1953—1957年的第一次生育高峰。在此期间,人口年均增长率上升到2.4%。1949—1957年的8年间,人

口净增 1.05 亿。

人口低增长阶段(1958—1961)。受自然灾害影响,1958—1961 年出现了一次生育低潮,年均增长率下降到 0.5%。

第二个人口高增长阶段(1962—1973)。1962 年国民经济开始好转,随即出现持续达 11 年之久,年均增长率高达 2.6% 的第二次生育高潮。1962—1973 年全国共出生 3 亿多人口。

人口有控制增长阶段(1974—1980)。进入 20 世纪 70 年代,中国人口由无计划自发的高增长进入了有计划可控制的增长时期。这一时期,人口出生率迅速下降,由 1973 年的 2.79% 下降到 1980 年的 1.19%。由于人口基数大,这一阶段中国人口净增的绝对数仍相当可观。至 1980 年,全国人口达到 9.87 亿。

第三个人口高增长阶段(1981—1990)。进入 20 世纪 80 年代后,计划生育被确定为一项基本国策。但是,由于 60 年代初“第二次人口生育高峰”出生的人口陆续进入生育年龄,使得人口出生率出现回升。人口出生率在 1987 年达到 2.33% 的峰值。9 年净增 1.43 亿人。这是建国以后出现的“第三次人口生育高峰”。

人口平稳增长阶段(1991—)。进入 20 世纪 90 年代,随着计划生育工作的不断完善,高出生率得到控制,并持续稳步下降。1991 年人口出生率为 1.97%,2004 年降至 1.23%。从 2000 年开始,年净增人口低于 1 000 万,中国进入了人口平稳增长阶段。

由于中国实施计划生育,有效地将世界 50 亿人口日的到来向后推迟了 2 年,60 亿人口日向后推迟了 3 年。但由于中国的人口基数大,未来几十年中国的人口发展,仍面临着巨大的压力和挑战。

国际社会预计,中国人口在 2010 年和 2020 年将分别达到约 14 亿和 15 亿,到 2030 年时中国人口可能会上升到 16 亿。人口数量已严重超载,比科学家认为的合理人口承载能力多了 1 倍。随着人口不断增长,必然会进一步加剧现在已经十分严重的资源

短缺和环境恶化的矛盾。

2. 面临资源环境的挑战

中国是一个幅员辽阔的国家,自然资源丰富多样,但随着人口增长,自然资源日趋紧缺,有些资源已接近承载极限。所以,从总体上来说,中国是一个资源短缺的国家。这种短缺除表现为严重的结构性短缺外,最主要的还是表现为重要资源的人均占有量短缺。如中国人均土地面积、耕地面积、林地面积、草地面积和矿产资源,分别只相当于世界人均占有量的 $1/3$ 、 $1/3$ 、 $1/5$ 、 $1/2$ 和 $1/2$ 。人均资源量排在世界第 120 位。

中国水资源相对匮乏,陆地水资源占世界水资源总量的 6.9%;人均水资源拥有量约为世界平均水平的 $1/4$,列世界第 110 位,已经被联合国列为 13 个贫水国家之一。就人类生存必需的淡水资源来说,多年来,中国每年平均的淡水资源总量排在世界的第 6 位,但人均占有量仅占世界人均水平的 27%。而且中国水资源在空间和时间上分布极不平衡,开发利用非常困难。中国常年来在很大程度上依赖于抽取蓄水层和大河的水用于灌溉,大量的灌溉及抽取已耗尽了北部流域的水资源,如黄河、海河、淮河和辽河。从 1972 年开始,黄河干流山东段每年都会断流;1997 年,黄河断流 130 天,然后通流、断流情况交替出现。同时,中国北部平原的地下水资源也急剧下降,1995 年时达到了每年平均下降 1.5 米。从 1965 年至 1995 年,北京的地下水位就下降了 37 米。全国近 700 个大中城市中,有 300 多个城市缺水,100 多个严重缺水。

中国人均耕地面积远远低于世界的平均水平,半个世纪以来,中国以占世界 8%左右的耕地供养着占世界 22%的人口。由于长期对自然资源不合理使用,浪费严重,造成土地资源总量减少。50 年来,中国耕地面积大量损失,人均占有量较 1957 年减少了近 $3/5$ 。同时,中国平均每年遭受水旱灾害的面积约 2 733.3 万公顷,

约占总耕地面积的 26%,成灾面积 1 066.7 万公顷,约占总耕地面积的 10%。

国内外专家研究认为,如果年人均粮食维持在 460—470 公斤之间,中国土地能够养活 15.71 亿至 16.05 亿人口;如果人均粮食维持在 550 公斤左右,只能养活 13.42 亿人。而据预测,2020 年中国人口将达到 15 亿,粮食不足已是明显趋势。关于中国能否养活今后 25 年内新增的 2.5 亿人口的问题,早已引起国际社会的关注和讨论。其中影响比较大的是,美国世界观察研究所所长莱斯特·布朗(Lester Brown)在 1995 年发表的专文《谁来养活中国》。他预测 2030 年中国将在粮食生产和消费之间出现 2.16 亿至 3.78 亿吨的缺口,这一缺口是人口增长、食物构成改变引起需求增长过快而粮食生产又面临下降这一涨一落造成的必然结果。1997 年,一批科学家在给美国国家情报委员会的报告中曾预言,到 2025 年时,中国每年需进口 1.75 亿吨粮食;并推测到 2030 年,进口量将达到 2 亿吨——这是目前全球粮食的年出口总量。这些文章和观点已引起中国有关方面的重视。

从人口对自然、对环境的影响来看,如果说人口数量只是这种影响的一个方面的话,那么人口的增长速度、结构和空间分布、生产和消费方式等都对资源环境的利用和保护发挥着重要的影响。中国 50 多年来的发展进程,可以说同时兼具了上述所有对环境的负面压力和影响。中国自然灾害的发生频率就说明了人口增长对自然的影响。20 世纪 50 年代中等以上灾害的出现率是 12.5%,60 年代是 30%,70 年代是 60%,80 年代是 70%,90 年代是 100%,即 20 世纪 90 年代每年都有中等以上灾害发生。90 年代中国因灾害而造成的直接经济损失每年约占国民生产总值的 3%—5%,1998 年的特大洪灾造成的直接经济损失达 1 666 亿元。

作为环境大国,中国在全球环境保护中面临着巨大压力。温室气体的排放量,中国排在世界第二位;二氧化硫排放量居世界第

一;破坏臭氧层物质的生产量和消费量,也居世界第一位。此外,荒漠化问题、湿地破坏问题、滥捕滥杀野生动物造成的生物多样性破坏问题等全球所有的环境问题在中国都十分严重。

未来数十年,由巨大的人口基数产生的增长惯性,工业化、城市化的进程进一步加快,以及消费需求的不断增长,特别是富裕阶层奢侈性消费在数量和等级上的突破,都将对中国资源和环境问题形成更大的挑战。目前中国国内生产总值仅为美国的 11%,日本的 22%,但每年排放的废水量是美国的 80%,是日本的 4 倍。另以城市化和现代化的标志,象征个人消费需求上等级的汽车来说,自 1980 年以来,中国许多城市机动车的数量以每年 20% 的速度增长,预计到 2010 年将达到 5 000 万辆。汽车的绝对数量在增加,燃油消耗和汽车尾气排放量也会增加。在石油供求方面,中国在 1993 年已从一个石油净出口国变为净进口国,预计在今后 10—15 年内自给率仅能达 60%—70%。到 2020 年前后,中国将成为世界第一大油品进口国。石油安全已成为国家安全的一个重要组成部分。在汽车消费上升的同时,如果不能提高机动车尾气排放标准、燃料品质和相应的治理和控制力度,那么,2010 年城市机动车的污染物排放将会比 2000 年的排放量上升一倍。

3. 战略目标和举措

控制人口增长,保护自然资源,保持良好的生态环境,既是中国根据国情和长远发展战略目标而确定的基本国策,又是中国促进和实现经济和社会可持续发展的必由之路。中国历届中央政府都十分重视人口、资源和环境问题,并制定了相关的战略决策和一系列的规范性文件,甚至相应的法律法规。特别是中共十二大报告郑重提出“在我国经济和社会发展中,人口问题始终是极为重要的问题。实行计划生育是我国的一项基本国策。”从 20 世纪 90 年代以来,在每年召开的全国人大、政协两会期

间,中央先是召开计划生育座谈会,计划生育与环境保护座谈会,后是召开人口、资源、环境座谈会,足见中央对人口、资源和环境问题的重视。

自 20 世纪 70 年代以来,中国积极推进计划生育政策,完成了人口再生产类型从“高出生、高死亡、高增长”向“低出生、低死亡、低增长”的转变。全国少生 3 亿多人,有效缓解了人口过快增长对经济、社会、资源、环境造成的沉重压力。但是,由于强大的人口增长惯性,今后 20 年,中国每年的净增人口仍将保持在 1 000 万左右,“低增长率”与“高增长量”的并存,使人口总量过大仍然成为中国必须长期面对和解决的首要问题。因此,科学制定人口发展战略,牢牢把握人口和发展长期的战略主动权,是中国的当务之急。据国家人口和计划生育委员会主任张维庆 2005 年初在上海参加“人口与可持续发展战略国际研讨会”时透露:经温家宝总理批准,政府组织了近 300 名专家学者及相关部门人员,开展了中国人口发展战略研究。研究分 3 个大课题和 54 个子课题。3 个大课题分别是“以人为本科学发展观研究”、“人口发展态势研究”及“人口与经济社会资源环境重大关系研究”。目前,中国人口发展战略研究进展顺利,已经进入论证阶段。

为实现人均国内生产总值在 2020 年达到 3 000 美元的既定目标,中国确定了“三步走”的人口与计划生育工作目标。到 2005 年末,中国将把大陆总人口控制在 13.3 亿以内,年均增长率不超过 0.9%;到 2010 年不超过 14 亿,年均人口出生率控制在 1.5%;到 2020 年,总人口控制在 15 亿左右。国家权威人士说,“只有这个目标如期实现,中国人口状况与经济不平衡现象才能得到有效缓解,中国的人口总量才有望在 2050 年达到 16 亿的峰值后实现零增长,然后缓慢下降。”

在应对未来人口挑战,实现既定目标方面,国内外关于 21 世纪初至中叶中国人口增长趋势的预测大同小异,如果选择联合国

经济社会事务部和人口司的中位预测为代表,实现《中国 21 世纪人口与发展》白皮书提出的目标:2005 年全国人口控制在 13.22 亿,2010 年控制在 13.65 亿,年平均自然增长率控制在 0.9% 以内,是可以做到的。

第五节 国际合作与协同努力

人口与资源、人口与环境、人口与发展是一个全球性的问题。长期以来,国际社会为此进行着不懈的努力:理论界对这一问题的探讨从来没有停止过,各个时期都出现了一批有影响的学者和警世之作;各国政府纷纷根据自己的国情制定和采取了相应的战略和行动计划,并取得了显著的成效;各种性质的关于人口问题的国际组织应运而生,担负着在全球范围内统一思想和行动的重任等等,人口领域内的国际合作正在蓬蓬勃勃开展。

1. 人口发展理论的研究

综观当代人口、资源、环境和发展理论的演变,有很深的时代烙印,即与同期的由人口问题引发的人类生存危机、资源和生态危机的主要矛盾相关联,并随着认识和研究的深化而不断发展。第二次世界大战后,人口过剩和贫穷成为一个全球性问题。人口学家、经济学家和社会学家从不同角度论证了人口与人类生存的关系,并提出了控制人口增长的思路。同期,出现了一批比较著名的论著,如美国 F. 皮尔逊和 F. 哈珀合著的《世界的饥饿》(1945)、美国威廉·福格特的《生存之路》(1949),以及美国 J. O. 赫茨勒的《世界人口的危机》(1950)等。

20 世纪 50 年代至 70 年代,科技进步推动世界经济进入了繁荣时期,但同时环境污染和资源短缺的矛盾凸现,人类不得不直面自己生存的地球环境。美国人类生态学家埃利奇夫妇在 1970 年

所著的《人口、资源、环境》一书,从生态学角度论证了“人口爆炸”与自然环境之间的关系。1971年罗马俱乐部的研究报告《增长的极限》,更是引起了世界的轰动。

进入20世纪80年代以后,发展中国家快速增长的人口和为维持生计对全球资源的过度开发,对西方世界构成了严重的威胁。一些西方学者开始从全球角度来探讨人口、资源、环境问题,并推出一些极具影响的著作,如M. D. 梅萨罗维奇和E. 彼斯特尔的《人类处在转折点上》(1974)、E. 拉兹罗的《人类内在的限制》(1978),以及H. 罗宾逊的《人口与资源》(1982)等。

2. 相关的国际组织与国际会议

目前,全球范围内关注人口问题的比较有影响的国际组织有世界卫生组织、联合国人口与发展委员会、国际计划生育联合会、联合国人口基金、联合国人口司、亚洲和太平洋经济及社会委员会人口司、联合国教科文组织人口司、人口与发展南南合作伙伴组织、亚洲议员人口与发展论坛、联合国可持续发展委员会、人口理事会、美国人口普查局、国际人口科学研究联盟等。

这些组织,有的在执行联合国的相关决议,对既定目标与建议进行审查评议,并向联合国相关机构提出有关人口问题的建议,提供决策参与的信息和咨询;有的在进行必要的人口资料数据收集和分析,了解掌握人口研究动态;有的在开展人口学专家及人口专业人才的培养,指导和帮助区域人口培训中心的活动;有的机构还出版各种有关人口问题的报告、汇编、手册等。还有的组织在从事具体的生殖和避孕方法的生物医学研究,或致力于推动各国政府、国际间的政府组织、非政府组织及公众对人口问题的关注。甚至有的组织还以最适合的方式方法给发展中国家提供系统、持续的援助,以解决人口问题,促使各国采用最合适的执行机构来实施人口方案。

人口问题最突出的发展中国家也已组织起来,1994年9月成立的“人口与发展南南合作伙伴组织”,是发展中国家的政府间国际组织。主要目标是促进发展中国家在人口领域的相互交流,并推动发展中国家实施联合国国际人口与发展大会的行动纲领。1981年10月在北京成立的亚洲议员人口与发展论坛,则是一个旨在促进亚洲和大洋洲地区国家议员在人口与发展方面开展交流与合作的国际议会组织。

每10年举办一次的联合国国际人口与发展大会是联合国关于人口问题的最高级会议,由联合国经济与社会理事会主持召开。1974年,第一次联合国国际人口与发展大会(当时称世界人口大会)在罗马尼亚布加勒斯特召开。会议通过了《世界人口行动计划》(亦称《世界人口宣言》),是以后许多国家制定人口规划的重要依据。1984年,第二次联合国国际人口与发展大会在墨西哥城召开,会议通过了《关于进一步执行世界人口行动计划的建议》,发表了《关于人口和发展的墨西哥城宣言》。《宣言》承认,人口问题是发展计划中的一个基本因素,不适当的高生育率对个人和家庭都会产生不利影响并严重阻碍许多国家的经济发展和社会进步,同时呼吁进一步加强人口领域内的国际合作,为稳定全球人口而共同努力。1994年,第三次联合国国际人口与发展大会在开罗举行。会议通过的《关于国际人口与发展行动纲领》,第一次将人口、持续经济增长和可持续发展联系起来,确定了未来20年世界人口发展的战略目标。

与此同时,相关的全球环境会议也综合考虑了人口与环境的关系。1972年,联合国在斯德哥尔摩召开了第一次“人类环境会议”,会议通过了著名的《人类环境宣言》,敲响了人类“只有一个地球”的警钟,并且提出了“连续的和持续的发展”新概念。1987年,联合国环境与发展委员会发表的研究报告《我们共同的未来》,从理论上阐明了“既满足当代人的需要,又不对后代人满足其需要的

能力构成危害”的可持续发展的概念。

3. 世界人口日

1987 年 7 月 11 日,地球人口达到 50 亿。为纪念这个特殊的日子,1990 年联合国根据其开发计划署理事会第 36 届会议的建议,决定将每年 7 月 11 日定为“世界人口日”,以唤起人们对人口问题的关注。据此,1990 年 7 月 11 日遂成为第一个“世界人口日”。联合国人口基金从 1996 年起,为每年的世界人口日确定一个明确的宣传主题。从这些主题中,既可以看到历年侧重点的不同,又反映出世界人口日主题发展变化的整体脉络。

从 1996 年到 2004 年历年人口日的主题是:生殖健康与艾滋病;为了新一代及其生殖健康和权利;走近 60 亿人口日;60 亿人口日倒计时;拯救妇女的生命;人口、发展与环境;贫困、人口与发展;青少年的性健康、生殖健康和权利;纪念国际人口与发展大会 10 周年——遵守承诺。

几十年来,在国际社会的共同努力下,全球人口快速增长的状况正在得到有效遏制,人们对人口与资源环境关系问题的认识也在不断深化。但未来的前景还不容乐观,何去何从,还有待国际社会和各国政府做出正确的抉择。正如联合国官员特普费尔所指出的:人类目前正处于发展的十字路口,人类的未来掌握在自己手中,今天所作的抉择将决定自己和子孙后代生活在什么样的环境之中。

第四章 水资源的短缺与保护

水资源是地球上一切生物赖以生存的重要物质基础,是人类生活、生产和环境改善不可替代的自然基础。由于人类社会的进步与发展,一方面对于水资源的需求量急剧增加,另一方面随着人口的增长、经济的高速发展和城市化进程的加快,废水污水的产生量也同时急剧增加,水资源质量受到严重的威胁。目前,世界水资源供需的前景十分严峻,不仅面临数量的短缺,而且质量也进一步恶化。水资源的有效保护与合理开发利用已成为实施人类可持续发展最为重要的基础,水资源保护已成为环境保护的重要组成部分。

第一节 水资源的特性与作用

1. 水资源的定义与特性

(1) 水资源的定义。

水资源一词随着时代的发展,其内涵也不断丰富和发展。《英国大百科全书》的定义为:“全部自然界中任意形态的水,包括气态水、液态水和固态水的全部量。”联合国教科文组织(UNESCO)和世界气象组织(WMO)共同制定的《水资源评价活动——国家评价手册》中指出,水资源是“可以利用或有可能被利用的水源,具有足够的数量和可用的质量,并能在某一地点为满足某种用途而可被利用”。因此,水资源既包含数量和质量的定义,又包含其使用

价值和经济价值。

水资源的概念,通常有广义和狭义之分。广义的概念认为地球上一切水体,包括海洋、江河、湖泊、冰川、地下水以及大气中的水分等,都能够直接或间接被人类利用,均属于水资源的范畴。目前人类通常所言及的水资源多指狭义的淡水资源,即参与自然界的水循环、通过陆海间的水分交换、陆地上逐年可得到更新的淡水资源,而大气降水是其补充源。《中国水利百科全书》中认为“人类可利用的水资源主要指某一地区逐年可以恢复和更新的淡水资源”。《中国资源科学百科全书·水资源学》也认为“水资源是可供人类直接利用,能不断更新的天然淡水,通常以淡水体的年补给量作为水资源的定量指标,如用河川年径流量表示地表水资源量,用含水层补给量表示地下水资源量”。因此,通常所指的水资源仅限于狭义的水资源范畴,是指陆地上可供人类生产、生活直接利用的地表浅水和埋藏较浅的地下淡水资源。

(2) 水资源的特性。

一是自然属性。体现为三个方面:一是再生性。水资源的再生性源于地球上周而复始的水循环。通过水循环,使地表和地下水在水循环系统中不断获得大气降水的补给,水便可以不断供给人类利用和满足生态环境平衡的需要。二是有限性。尽管水循环过程是无限的,但无论从储量上还是从降水补给量上看,水资源量是有限的。三是时空分布的不均匀性。水资源循环过程具有一定的时空分布。由于全球气候运转机制及相应产生的大气环流的复杂变化,影响了降水的地区分布和年际、年内变化;降水的地区分布不均,也就带来了水资源空间组成的不合理。

二是经济与社会属性。体现为四个方面:一是用途的广泛性。水资源的用途十分广泛,不仅用于农业灌溉、工业生产和城乡生活,而且还用于水力发电、航运、水产养殖、旅游娱乐和环境改造等。二是经济上的两重性。由于降水和径流时空分布不均,导致

因水过多或过少而引起洪、涝、旱等自然灾害;由于水资源开发利用不当,也会造成人为灾害,如垮坝事故、水体污染、海水入侵和地面沉降等,由此也决定了水资源在经济上既有正效益也有负效益。

三是具有公共和私有物品的双重属性。在供水、水能利用、灌溉等领域具有私有物品的属性;在维持生态环境、防洪等领域具有公共物品的特性。四是稀缺性。主要表现为物质稀缺和经济稀缺。物质稀缺性主要指水资源的数量短缺、不足以满足人类长期的需要;经济稀缺性指水资源的获取需要投入生产成本,而在投入某一定生产成本条件下可以获取的水资源数量有限,供不应求。

2. 水资源和经济社会发展

(1) 水是生命不可缺少的物质。水是生命的缔造者,没有水就没有生命。水是生物体内最基本的物质成分,一般生物体中的水含量达 60%—80%,人体水含量约占总体重的 $2/3$ 。每人每天至少需要 2—3 升的水用于维持正常的生理代谢。同时,水在人体内还起着输送物质、维持肌体养分平衡、调节体温、支持营养等作用。

(2) 水孕育了人类文明。水不仅孕育了人类生命,也孕育了人类文明。人类的四大文明都发源于大河流域。古代巴比伦文明发源于两河流域(幼发拉底河和底格里斯河),印度河和恒河流域是古印度文明的发源地,尼罗河孕育了古埃及文明,长江和黄河是中华文明的摇篮。现在,世界上的大城市和人口密集区也大多分布在江河沿岸。

(3) 水资源是农业发展的基本条件。水资源既是参与农作物生理物质循环的营养因素,也是农作物生长的环境因素。农作物的生产与水资源的消耗有着一定的比例关系。据测算,生产每公斤谷物需消耗 300—500 公斤的水,即使像棉花等旱作物,以及畜牧业、林业、渔业的发展也同样离不开水资源。

(4) 水资源是工业与城市发展的必要条件。水是城市形成的

重要物质基础。城市用水包括居民日常生活用水、城市商业活动、旅游、休闲娱乐以及美化环境等用水;任何工业生产过程都离不开水。水资源不但是农业的命脉,同样也是城市和工业的命脉,现代城市和工业的发展有赖于水资源。

(5) 水资源的开发与利用有利于国民经济建设。大力发展水电是解决区域能源紧张的重要措施,水能可以带动钢铁、机械制造、建材等国民经济部门的发展,还可以促进农村经济的发展,解决农田灌溉和排涝所需的动力问题,搞活农村经济。内河航运是促进经济发展的重要纽带,促进流域经济的发展,同时也为更好地开发旅游资源创造了条件。例如三峡工程等大型水利枢纽建设本身就可以成为新的旅游景点。

3. 水资源和人类可持续发展

可持续发展强调以人为中心、以资源环境保护为条件,以经济社会发展为手段、谋求当代人和后代人的共同繁荣,对水资源的合理开发利用是实施可持续发展最重要的基础。在可持续发展战略中,人口、资源、环境三大问题都与水资源密切相关。无论是维系生态系统的良性循环,还是维系人类社会的发展,水资源都具有不可替代的作用,事关人类的生存、经济发展、能源以及生态保护等问题。

随着人口增长、经济社会的发展、城市化进程的推进,人类的用水需求不断增长,人们对水量和水质的要求更高,水资源供需矛盾也愈加突出,这已成为实现可持续发展战略的重要制约因素。目前,全世界 60% 的地区面临供水不足,特别是随着全球都市化的发展,城市周围的淡水资源有限,加之人类过度开采和浪费、工业污染以及干旱沙漠化等,使水资源越来越匮乏。中国人均淡水为世界人均水平的 $1/4$,属于缺水国家,水资源的匮乏已成为制约中国社会经济发展的主要因素。

要实现可持续发展目标,就必须解决水资源短缺的问题。通过对水资源的合理开发、优化配置、高效利用、有效保护和科学管理,改变以往过分强调“人定胜天”、向大自然无节制索取的观念,协调人与自然的关 系,保护水资源,保护生态环境。根据水资源状况确定生产力布局和产业结构与发展规模,实现水资源的可持续利用。

第二节 水资源供需的空间偏离

1. 水资源的总量分布

据统计,全球水资源储量共约 14 亿立方千米,其中含盐量较高的海洋水占 97.22%、淡水占 2.5%、其余为一部分陆地咸水和半咸水。

淡水中的 77.78%为地表水,地下水和土壤水合计占 22.22%。地表水中的绝大部分是封存于高寒地区的冰雪水,占 99.35%,其余为淡水湖泊水、大气水和河川水,仅占 0.65%。对人类意义重大的河川水、淡水湖泊水、浅层地下水和土壤水总共占全球总水量的 0.32%左右。人类能够开发利用的地下水只占其极少一部分(见表 4-1)。

表 4-1 地球上的淡水资源

淡 水 资 源	体积 (立方千米)	占淡水总量 (%)	占总水量 (%)
地表水	29 423 250	77.78	2.164
冰盖和冰川	29 180 000	77.14	2.146
淡水湖泊	125 000	0.33	0.009
咸水湖和内陆湖	104 000	0.28	0.008
大气水	13 000	0.03	0.001
河川水	1 250	0.003	0.000 1

(续表)

淡 水 资 源	体积 (立方千米)	占淡水总量 (%)	占总水量 (%)
地面以下的水	8 407 000	22. 22	0. 617
地下水(地面至地下 762 米)	4 170 000	11. 02	0. 306
地下水(地下 762 至 3 962 米)	4 170 000	11. 02	0. 306
土壤水	67 000	0. 18	0. 005
淡水总量(取整数)	37 800 000	100. 00	2. 78

资料来源:《现代自然地理学》,高等教育出版社 2001 年版。

通过水循环,全球每年在陆地上形成的可更新淡水资源量,通常以河川年径流量计算为 4. 7 万立方千米/年,其中外流区河流的入海径流为 4. 35 万立方千米/年、冰川融化产生的径流量 0. 25 万立方千米/年、内流区河流径流约 0. 1 万立方千米/年。中国多年平均水资源总量为 2. 8 万亿立方米,居世界第 6 位,多年平均年降水总量为 6. 2 万亿立方米、河川径流量为 2. 7 万亿立方米,多年平均地下水资源量 8 288 亿立方米,人均占有水资源量仅 2 200 立方米,约为世界平均值的 1/4。

2. 水资源的时间分布

水资源的分布主要取决于降水等气候条件,而降水受综合性气候带的控制,具有时间分布不均匀的特点,因此水资源就具有了明显的年内和年际变化。由此也就形成了地球各大洲水资源分布的时间差异。

在亚洲地区,冬季大部地区盛行干冷陆风,不容易致雨,故降水较少;夏季盛行海风,加之地形、气旋等影响,容易引起降雨。南亚、东南亚和东亚都是季风夏雨区,故而亚洲地区水资源的时间分布呈“夏多、冬少”的特点。

欧洲大部分地区全年都有降水,无明显的干湿季,但仍然有不同的类型。西欧、北欧的西部,全年降水几乎是平均分布。北欧的东部、中欧和东欧的最大降雨量出现在夏季。南欧呈“夏干、冬雨”的特征。

非洲降水量的时间分布,在各个地区也不相同。在靠近赤道的低纬度地区,每年出现两个相对的多雨期和两个相对的少雨期;离赤道越远,夏季越短,干季越长。

南美洲降水的季节分配以夏雨型为主;北美洲大陆年降水量的分布大致以落基山脉为界:以西地区冬雨居多、以东地区则以夏雨为主。

3. 水资源的空间分布

水资源在空间分布上也十分不均匀,主要分布特征:

一是世界各大洲自然条件不同,水资源的拥有量也不同。

二是大洲内部水资源分布的空间差异十分明显。例如,亚洲大陆年降水量在地带上就有明显的差异,降水量的分布与纬度带的变化相对应。亚洲南部为降水量最大的区域,乞拉朋齐地区的年均降水量达 11 270 毫米,为世界之冠;而亚洲西南部的内陆地区则极其干旱,许多地区的年均降水量小于 200 毫米。非洲的赤道地区为多雨带,而赤道以北的撒哈拉沙漠地区年均降水量则在 100 毫米以下。

三是国家或区域内部水资源的空间分布也不均匀。例如,中国水资源在南、北方地区之间的分布相差悬殊,呈现由南向北递减态势。长江流域及其以南地区流域面积占全国总面积的 36.5%,却拥有全国水资源总量的 80.9%。

4. 水资源的人均与地均分布

由于世界各国、各地区拥有的水资源总量和人口的不同,造成

了世界上人均拥有的水资源量也不同。全世界人均水资源为 8 840 立方米,而中国人均只有 2 200 立方米,仅为世界平均水平的 $\frac{1}{4}$,为美国的 $\frac{1}{5}$,是全球 13 个人均水资源最少的国家之一。总体而言,世界水资源总量丰富,但是由于分布极不均匀,造成世界上许多国家和地区缺水。最缺水的是中东、北非地区,其次是中亚地区,南亚和东亚的一些人口大国,如巴基斯坦、印度和中国也是水资源短缺的国家,欧洲的部分国家如德国、英国等也缺水。世界上也有一些人均水资源超过世界平均值的丰水国家,如芬兰、加拿大、挪威、圭亚那、苏里南、奥地利、冰岛、瑞典、瑞士、巴西等,其中加拿大人均水资源为 98 462 立方米,巴西为 42 975 立方米。中国人均水资源的空间差距也十分明显,长江以南地区拥有 3 487 立方米,北方地区仅有 990 立方米,不到世界人均值的 $\frac{1}{8}$ 。

5. 水资源与人口、资源、环境间的不匹配

由于时空分布的不均匀性导致了水资源与人口、资源、环境间的不匹配。以中国为例,可以看出这种不匹配对人类社会经济发展的制约。

(1) 人口与水资源。中国北方地区人口占全国总人口的 $\frac{2}{5}$ 强,但水资源量不足全国总量的 $\frac{1}{5}$,南方人口占总人口的 $\frac{3}{5}$ 弱,但水资源量占全国总量的 $\frac{4}{5}$;北方人均年水资源约为 1 127 立方米,仅为南方的 $\frac{1}{3}$ 左右。在人口稠密的华北地区,人口占全国的 26%,水资源仅占全国的 6%,人均年占有量为 556 立方米,仅为全国的 $\frac{1}{4}$,因此该地区是全国水资源最紧缺的地区之一。

(2) 耕地与水资源。中国北方耕地面积占全国总面积的 $\frac{3}{5}$,而水资源量还不足全国的 $\frac{2}{5}$ 。相反,南方耕地面积为全国的 $\frac{2}{5}$,水资源量却占总量的 $\frac{4}{5}$ 以上。

(3) 矿产资源与水资源。中国现已查明的矿产资源的潜在价值是 5.73 万亿元,其中北方约占全国总量的 59%,南方约占

41%；以矿产资源潜在价值除以年水资源量，结果是：北方为 16 立方米/百亿元，南方为 94 立方米/百亿元，后者是前者的 5.8 倍。水资源与矿产资源的组合错位，也不利于矿产资源的开采和开发。

(4) 经济发展与水资源。地区间的水资源分布与目前各地经济发展状况也极不相称，东北和华北地区的水资源总量分别占全国总量的 5.56% 和 6.14%，但其工农业总产值却占全国的 10.92% 和 26.86%，而西南地区水资源占全国总量的 46.66%，但其工农业总产值仅占全国的 10.28%。

水资源除了在时间、空间以及与人口、环境、经济间的不匹配外，国际间的水资源分配也越来越成为一个尖锐问题。目前全球有 214 条河流（或湖泊流域）为两国以上所共有，生活在国际流域内的人口约占世界总人口的 40%。目前已产生了许多国际水事矛盾，例如，以色列与阿拉伯邻国的约旦河水之争、美国和加拿大的哥伦比亚河争端、印度与巴基斯坦的印度河争端，以及跨越欧洲八国的多瑙河自由航道网争端等。在水资源日益短缺的今日，这也为今后可能出现的水源冲突埋下了祸根。据世界水资源委员会统计，到 2025 年世界人口将超过 80 亿，而淡水的供应量至少要增长 20% 才能勉强满足那时所有人口的生活之需。水资源问题已成为制约人类可持续发展的严重问题。

第三节 水资源利用与数量——水量型缺水

尽管全球水资源很丰富，但伴随着人类工业化进程的加速和人口的激增，世界用水总量也与日俱增。目前全世界的年耗水量已增加到 7 万亿立方米，在不到 100 年的时间里，全球工业用水增加了 20 倍，农业用水增加了 7 倍，生活用水增加了 10 倍。面向 21 世纪的人类，正面临着工业、农业及生活用水

短缺的严峻挑战。

1. 工业用水

工业用水,指工矿企业在生产过程中用于制造、加工、冷却、空调、净化、锅炉、洗涤及其他工业生产中用水的总称。按工业用水在生产中的作用可分成冷却水、空调水、工艺水、锅炉用水、产品用水、其他用水等。其中,以冷却水的用量最大,约占工业用水总量的60%。世界工业用水占用水总量的20%,其中57%—69%用于水力和核发电、30%—40%用于工业洗涤、0.5%—3%用于热发电。

由于工业化规模和程度的不同,每个国家和地区的工业用水量也各有差异。美国的工业用水量最大,每年都达1 000多亿吨,日本工业年用水量为100多亿吨,中国的工业年用水量达500多亿吨。

目前,世界上工业用水的问题主要表现为:一是工业用水量的激增,导致与民用、农业用水之间的矛盾。例如,美国西部工业城市用户和农业部门间的冲突变得越发激烈;菲律宾首都马尼拉市水力发电用水已造成吕宋中部地区灌溉缺水等问题。二是工业用水不仅量大,而且浪费严重。例如,生产1吨钢需水100吨、一座发电能力为100万千瓦的火力发电厂,每年需上亿吨的淡水。不仅如此,快速增长的工业实际消耗水量只占用水量的11%,其余89%的用水都是作为废水排放。据美国资料报道,水电站用水和工业用水的总平均耗水率为3%,其余的97%均作为废水排放。这也就进一步加剧了工业用水的短缺。

中国工业用水增长较快,从1993到1999年间,工业用水量平均年增42.2亿立方米,年均增长4.2%。目前工业用水占全国总用水量的20%,随着城市化和工业化进程的加快,中国工业用水还将大幅增长。另一方面,中国工业用水的总体效率较低,2001年全国每万元工业产值用水量为90立方米,约为发达国家的

3—7 倍;全国工业万元增加值用水量为 218 立方米,是发达国家的 5—10 倍;工业用水的重复利用率不足 60%,远低于发达国家 80%的水平。

2. 农业用水

农业用水,是指农、林、牧、副、渔业等部门和乡镇、农场企事业单位以及农村生产用水的总称。目前,世界农业用水每年以 2.3% 的速度递增,其中灌溉用水占农业用水的比重最大。各国农业用水占总用水量的比重,随气候条件和工业化程度不同而异:印度为 90%、墨西哥为 90%、日本为 68%、美国为 44%、波兰为 16%、德国为 10%、英国为 4%。目前中国农业用水已占总用水量的 80%。

农业用水的主要问题表现为:一方面随着人口的增加,粮食需求将不断扩大;另一方面伴随着人类工业化、城市化进程的加快,农业用水面临前所未有的紧缺。特别是发展中国家和地区,不仅人口众多,需要大力发展农业,而且农业生产方式落后、灌溉用水的效率低,造成了大量农业用水的浪费。联合国的《部长建议》行动计划中明确提出:要继续改善灌溉设施的运用、管理和更新;致力于水资源的可持续开发,把农业用水管理从供应主导型向需求主导型转移,大力提高农业用水的效率;通过资金和技术援助,促进发达国家和发展中国家的国际合作;鼓励民间机构参与农业用水的开发和管理。对于像中国这样水资源缺乏的国家,节约农业用水,特别是农田灌溉用水意义重大。

3. 生活用水

生活用水,是指人类日常生活及其相关活动用水的总称。在城市地区,生活用水分为居民住宅用水、市政公共用水、城市环境用水和城市建筑用水;在农村地区,生活用水包括家庭日常饮用、洗涤和牲畜用水。

目前,生活用水的问题集中表现为:一是生活用水量的剧增引发生活用水的短缺。目前全世界的生活用水量占河川径流量的7%左右,但随着城市化进程的加速和人们生活水平的提高,生活用水量也在不断增长。城市规模的扩大和城市人口的增加,特别是住房面积的增加,各项公共服务设施的增多,生活水平的改善,用水标准不断提高,对城市生活用水增长影响较大。农村生活用水随农村工副业的发展、生活水平的提高、牲畜饲养量的增加而增长。因此,生活用水与工农业用水之间的矛盾也日益突出,生活用水也面临着短缺问题。二是生活用水的浪费问题也很严重。一般包括饮用水和卫生方面需要的生活用水标准,每人每日约为40—50升,美国正常家庭每人每天用水为200升。同时,管网和卫生设备的漏水也造成了浪费。据报道,美国估计漏水量每人每天60升,占全部用水量的10%—15%。

4. 用水发展趋势

联合国发表的《世界水资源综合评估报告》表明,到2025年全球人口将增加至83亿,生活在水源紧张和经常缺水国家的人数,将从1990年的3亿增加到2025年的30亿。预计在未来的20年里,世界需要增加17%的淡水灌溉农作物,以满足人类对粮食的消费,另外家用、工业和家畜所消耗的水资源总量——即所有非灌溉用水量将显著增加,从1995年至2025年预计增加62%。由于人口的快速增长和人均用水量的增加,用于日常生活的水量将增加71%,其中发展中国家将占90%以上;工业生产的绝对增长也将导致工业用水需求的增加,到2025年世界工业用水总需求将比以往增长33%,整个淡水供给需要将增加40%。根据国际水资源管理学会的研究,2025年世界总人口的1/4或发展中国家人口的1/3将面临严重缺水。

目前,中国水资源供需矛盾比较尖锐。在全国所有城市中,缺

水城市达 300 多个,其中严重缺水的城市 114 个,每年因缺水造成的直接经济损失达 2 000 亿元,全国每年因缺水减产粮食 700 亿至 800 亿公斤。据预测,到 2030 年前后中国人口将达到 16 亿的峰值,届时人均水资源占有量将降到 1 750 立方米左右,接近国际上人均占有水资源量的贫水警戒线。人均水资源的减少,必将加重干旱灾害的威胁,对城市的影响更为严重。目前中国城市化率为 40%,城镇人口 5.1 亿,预计到 2030 年城市化率为 60%左右,城镇人口达到 9 亿。由于城镇居民生活水平高,用水量大,要求保证率高,届时城市水危机将会相当严重。据分析,从现在到 2030 年中国用水总量将持续增加,用水高峰将在 2030 年前后出现,用水总量将达 7 300 亿立方米左右,其中工业用水总量将从现在的 1 100 多亿立方米增至 2 000 亿立方米,城乡生活用水从现在的 500 多亿立方米增至 1 100 亿立方米。而预计同期可供水量为 6 700 亿立方米,缺口将在 600 亿立方米左右,并且主要体现在城市的生活用水和工业用水等方面,城市特别是北方城市供水短缺的问题将会更加突出。

由此可见,水资源短缺已成为世界性的问题,开始越来越严重地制约人类社会经济的发展,影响到人类的可持续发展。

第四节 水资源利用与水质——水质型缺水

1. 水资源质量分析

水资源是量与质的高度统一,可用水资源的多少不仅取决于其数量,而且更取决于其质量。质量的好坏直接关系到水资源功能,决定着水资源用途。例如,优质矿泉水具有多方面的功能,有较高价值;相反,严重污染的水不仅没有任何使用价值,还会给人类带来各种危害,因此水资源的质量非常重要。

随着人口的增长、经济的高速发展和城市化进程的加快,废污水的产生量急剧增加,水资源质量受到严重的威胁。造成水资源质量下降的主要原因是水体污染严重,使水资源失去了使用价值和经济价值,进一步加剧了水资源的短缺。

造成水体污染的主要原因有:一是工业生产中的“三废”。部分含有有毒或有害元素,并随水流入水体,造成水体污染。二是生活污水。主要是无机盐类、需氧有机盐类、病原微生物类,污水中的氮和磷等营养物质排入水体后,某些浮游生物及藻类大量繁殖导致水体富营养化,造成水体污染。三是交通运输工具排放的大量废气,使空气污染。四是农业污染。农业生产中使用的化肥、有机肥、农药杀虫剂等物质随水流冲刷进入水体,引起污染。五是生态环境破坏造成水质污染。由于森林减少、植被破坏以及沙漠化导致河流、湖泊的淤塞,大量氮和磷等营养物质流入水体,造成水体的污染和水资源质量的下降。20 世纪 50 年代以来,一方面,人类对水资源的需求以惊人的速度扩大;另一方面,日益严重的水污染蚕食大量可供使用的水资源。在许多国家和地区,人们把工业和生活方面的污水及废弃物大量倾倒入河湖,给人类和其他生物造成了很大危害。联合国水资源世界评估计划的报告指出,每天有 200 万吨垃圾被倒进河流、湖泊和小溪中,每 1 升废水正在污染 8 升淡水。此外,所有流经城市的亚洲国家的河流都已经被污染。在美国,1998 年评估的有水资源的地方,40% 的面积已被加工食品的废料、金属、肥料和杀虫剂污染;欧洲 55 条大河中,只剩下 5 条河流目前还没有被污染。每年因工业用水,有 3 亿至 5 亿吨的重金属、溶剂、有毒淤泥和其他废物沉积到水资源中。在 20 世纪,世界半数湿地消失,一半河流被污染,水污染造成的损失显著增加。

2. 水资源质量危机与保护

(1) 水资源质量危机。

水污染会破坏社会经济,恶化供水水质,危害人类健康,妨碍水体生态系统的正常功能,危及环境质量、资源质量、生物质量和人体质量,甚至造成全球性水污染公害。全球每年排放的污水达4 000多亿吨,从而造成5万多亿吨水体被污染。这些被污染的水体,使全球水资源的短缺问题更加严重,同时也直接威胁到人们的身体健康。世界卫生组织的调查表明,全世界约有10亿多人由于饮用水被污染而受到疾病传染的威胁,每年至少有1 500万人死于水污染引起的疾病,人类疾病的80%与水有关。据2003年8月9日召开的世界水资源大会公布的统计结果,全球约有14亿人喝不到安全的饮用水,有23亿人没有起码的卫生条件,每天有6 000名儿童死于卫生不良引起的疾病。如果不能设法提供干净安全的饮用水,到2025年世界上无法获得安全饮用水的人数将增加到23亿。水资源污染在中国城市和工业集中地区尤为突出,目前中国多数城市地下水受到一定程度的点状和面状污染,且有逐年加重的趋势。据统计,有44个城市依靠地下水供水,其中有41个城市水源受到污染、9个城市受到严重污染。

水污染造成生态环境恶化和世界水资源供求矛盾加剧,使丰水地区的水质逐渐恶化,使缺水地区有限的水资源量由于水质恶化而进一步减少。保护水资源、改善水环境、防治水污染已成为生态环境保护的当务之急,重中之重。

(2) 水资源质量保护。

为了抵御未来的水危机,世界各国都将“水安全”作为重要奋斗目标。所谓水安全,是指让地球上每个人都能够用上价格能承受、数量足够的洁净水,同时自然环境也得到保护和改善。水安全的核心思想,是以公平、高效和统一的方法保护水资源,同时适当地开发利用水资源,以满足人类生存、农业发展和其他经济活动的需要。为了实现水安全,需要不同的水用户以及流域和地下含水层的不同拥有者在一个框架下合作,保护人类社会赖以生存发展

的生态系统不受污染。

要保护水资源的质量,首先必须有效处理水污染。人类在污水处理过程中修建污水处理厂,采用各种技术措施,把污水中的污染物质分离出来,或将它转化为无害物质,使水净化;经过处理后的污(废)水,可根据不同的要求回用于工业、农业、城市建设和环境等水体中。污水处理后的利用既可以缓和 water 资源的短缺,又可以净化环境,防治生态环境恶化,实现经济效益和环境效益的“双赢”。

其次必须做好水质控制。水质控制是指通过建立一种相互配合又相互制约的管理机制,运用科学的管理手段,使供水水质达到与其使用目的相适应的水质标准。加强对污水管理,严格执行污水达标排放和实行水环境污染物总量控制。

再次必须保护水源,控制污染的继续发展。来自水土流失、农业、水体底泥等的污染往往占总量的一半,可采用通过植树造林来涵养水源,改革农业结构,合理施用化肥、农药,建设水生态保护区,清除底泥,优化水体使用功能等方法控制污染。

第五节 水资源的保护与管理

目前,世界水资源供需的形势十分严峻。水资源不仅面临数量的短缺,而且质量也进一步恶化。解决水资源供需矛盾,合理开发和有效利用水资源,保护水源、控制水污染,加强水资源的管理已经成为十分重要的任务。

1. 开源

(1) 海水的综合利用与淡化。发展海水淡化与综合利用技术在沿海地区具有相当广的应用前景,海水淡化可以有效解决海滨城市的淡水资源紧缺问题。目前,世界上海水淡化的总能力为2.7万立方千米/年,不到全球用水量的1%。沙特阿拉伯、伊朗等国

的海水淡化设备占世界的 60%。同时,可以利用海水作为工业冷却水,有效解决沿海地区工业用水不足的问题。

(2) 雨水的收集利用。随着水资源的紧缺,雨水利用已成为未来水资源开发的重要趋势。每平方公里收集 1 厘米的雨水就可获得 1 万立方米的水。例如,美国的西南部地区经常干旱或长期无雨,为解决这一问题,当地居民收集雨水以供全年使用。他们在每家房子的外面,锡屋顶的大棚里放着两个大桶。下雨时,雨水沿着锡屋顶流进下面的大桶里,桶里的特殊光线可以杀死水中的细菌;然后用管子把收集的雨水送到房子的不同地方。这些水是供家庭用和屋外使用的,像这样的雨水收集系统能供日用水 190 升的家庭用 11 个月。

(3) 人工降水。是指用人为的方法,增加云中的冰晶或使云中的冰晶或水滴增大而形成降水。人工降雨在国内外已有很多成功的范例,不仅可以降温(例如 2004 年夏天,上海实施的人工降雨就有效地缓解了高温天气),而且一般可增加 10%—20% 的降水,对于水资源贫乏的局部地区是扩大水源的一种可靠途径。

(4) 地下蓄水。目前已有 20 多个国家在积极筹划人工补充地下水。美国加利福尼亚的地方水利机构每年将 25 亿立方米左右的水贮存地下,其单位成本平均至少比修建地表水库低 35%—40%。在荷兰,实现人工补给地下水后,解决了枯水季节的供水问题,每年增加含水层储量 200—300 万立方米。

(5) 建造水库。建立水库调节流量,可以将丰水期多余的水储存在库内,补充枯水期的流量不足。不仅可以提高水源供水能力,还可以为防洪、发电、发展水产等多种用途服务。目前,世界各国在江河上建造的库容超过 1 亿立方米的水库多达 1 000 多个,总蓄水量达到 4 万多亿立方米。

(6) 冰川雪融水。美国西北部和加拿大的山区,一年中的大部分时间寒冷,当地人们利用收集雪水,用来饮用、洗澡等;企业用来

开动机器;农民用来灌溉农作物;还可以储存额外的水供冬季使用。

2. 节流

节水,是在不降低人民生活质量和经济社会发展能力的前提下,采取综合措施,减少取用水过程中的损失、消耗和污染,杜绝浪费,提高水的利用效率,科学合理高效地利用水资源。节约用水、建立节水型社会(节水型城市、节水型工业与节水型农业),是符合世界水资源现状、解决 21 世纪世界水资源短缺的重要途径。

(1) 农业节水。是指在充分利用降水和可用的水资源时,采取农业和水利节水措施提高水的利用效率。农业节水技术包括节水农业技术和灌溉技术,需要农业和水利科学的紧密结合。主要包括:调整农业结构和作物布局,使水土资源优化组合;广辟水源,尽可能做到“一水多用”;采用渠道防渗、管(带)输水等措施,减少输水损失;积极推广喷灌、滴灌、微喷灌、渗灌等先进节水灌溉技术;采用蓄水保墒耕作、田面覆盖保水等节水农业措施。

(2) 工业节水。工业节水不仅可减少水资源耗用量、降低成本,而且还可以减少废水排放量,从而减轻工业污染和降低工业废水处理费用,确保水质。由于工业用水量取决于工业的规模、结构、工艺技术水平、节水技术与措施、工业布局等因素,因此,可采取逐步调整产业和产品结构,调整工业空间布局等,将大耗水工业布局在富水地区,同时可以将冷却水使用比例高的大型企业布局在滨海地区,促进利用海水、节约淡水资源;依靠科技进步推动工业节水工艺和节水技术的发展,改进用水设备和工艺流程,采用先进的用水技术做好循环冷却水的水质稳定处理,提高冷却水的重复利用率,可在一定程度上缓解工业用水的供需矛盾。

(3) 生活用水的节约。一是安装使用节水型设备和器具,例如,采用再生水冲洗厕所、选用节水式抽水马桶、采用节水型淋浴头、使用新型控水阀门等;二是及时发现并杜绝用水器具及输

水管网中的水漏泄;三是重视家庭、公共设施的节约用水;四是对居民生活用水要制订合理的用水标准,适度提高水价,实行超标水费制;五是通过宣传使公民树立较强的节水意识,是生活节水的關鍵所在。

建立节水型社会,要求人们具有节水意识和观念,通过法律、经济、行政、技术、宣传等措施,在水资源开发利用的各个环节,实现对水资源的节约和保护,逐步杜绝用水的结构型、生产型、消费型浪费,使有限的水资源保障人民饮水的安全,发挥更大的经济社会效益。

3. 水资源的循环利用

充分利用好污水回用技术,做好水的循环利用,可使污水变废为宝,在一定程度上缓解水资源不足的矛盾,为城市产业结构调整创造条件。例如,在城市污水处理净化后,可供工业循环冷却、市政园林、近郊农田灌溉,以及建筑和非接触性生活用水使用。世界上很多国家和地区把城市污水的循环利用作为城市的一种淡水资源,一些发达国家的水循环利用率已达到 80% 以上。像法国的塞纳河在入海之前,已经被利用过 9 次;尼罗河在入海之前,已经被利用过 50 次。美国的洛杉矶、日本的东京都等建有污水回用循环利用系统。在中国,一些城市也在积极进行水资源的循环利用。北京已建成使用的污水处理厂日处理能力达到 128 万吨,占污水总量的 51.4%,并将这些水通过管线用来浇灌绿地、冲洗马路或作为工业冷却用水等。这一措施的实施,使北京每天可减少消耗 47 万吨自来水,一年可为北京节约 2 亿吨水,约占北京城区生活环境用水量的 1/8。因此,水资源的循环利用前景十分广阔。

4. 水资源的空间调配

水资源的空间调配,实际上就是对水资源的人工再分配,以适

应人类对水资源的需求。由于很多国家内部水资源空间分布也不均匀,通过跨流域调水,从丰水流域向缺水流域调水可以缓解缺水流域的水资源短缺。世界上的大江大河,如印度的恒河、埃及的尼罗河、南美的亚马孙河、北美的密西西比河等都可找到调水工程的踪影。同样,我国也完成了一些跨流域调水工程。

调水也使贫水区的开发成为可能。例如,美国西部由于修建了中央河谷、加州调水、科罗拉多水道和洛杉矶水道等长距离调水工程,使加州发展成为美国人口最多、灌溉面积最大、粮食产量最高的一个州,而洛杉矶也跃升为美国第三大城市。同时,调水也使受水区增加了广阔的水域,江湖水量得到补偿和调节;有助于形成食物链基地,为珍稀和濒危野生动物提供栖息场所;提供廉价无污染水电,促进航运事业发展;还能增强水的自身净化能力,改善水质等。

与此同时,跨流域调水带来的负面影响也不可忽视,如果跨流域调水工程范围内有许多污染源,不采取措施就会污染被调来的水。在水量调出区的下游及河口地区,因下游流量减少,会引起河口咸水倒灌,水质恶化,破坏下游及河口区的生态环境。另外,不同地区调水可能会产生特定的不同影响,如可能会因调水引发疟疾、血吸虫病等疾病,影响人群健康。

5. 水资源的管理

水资源的管理要符合水循环的自然规律,要与人口增长、经济社会发展、生态环境保护相协调,要将保证人类生存需水与市场经济下水的商品属性有机结合。从立法、行政、社会、经济、科技等方面采取积极的措施,开展体制创新、机制创新、技术创新,加强水资源的统一管理。

(1) 完善法律体系和健全执法机构,实现水资源可持续利用。一要通过立法确立水资源的国家所有制。例如,法国《水法》(1992)规定:水是国家共同资产的一部分;俄罗斯联邦《水法》(1995)规定:

所有水体均应属国家所有制范畴;日本《河川法》(1995)规定:江河属国家产业,江河水流不得隶属于私人所有。中国《宪法》规定:矿藏、水流、森林、山岭、草原、荒地、滩涂等自然资源,都属于国家所有,即全民所有;由法律规定属于集体所有的森林和山岭、草原、荒地、滩涂除外。二要加强《水法》、《水土保持法》、《水污染防治法》等法律法规的制定。明确各管理机构在水资源管理、水土保持和水污染防治方面的职责,同时制定并完善与流域管理密切相关的水资源规划、治理、利用、配置、节约和保护等政策。三要加大执法力度。健全执法机构,确保水资源利用的有效推进。

(2) 机制创新,实行水资源有偿使用与转让。在保证水资源国家所有的前提下,开发者和投资人应具有使用上的优先权。按照资源共享、平等协商的原则,在特定的时期、特定的条件下,由利益相关者共同参与划分水资源的权属关系、使用范围与方式。积极推行有偿使用和转让水资源的政策,建立用水交易权和许可权的水市场;通过经济手段调节水的分配,促进水资源的优化配置。在水资源使用的权属分配和有偿转让过程中,应体现国家所有的基本方针。通过加大水资源费的征收力度,实现水资源总体上的调节,水资源费的征收应与水资源分配制度相对应,水价是水资源有偿使用的重要手段,对水资源的配置和管理起着重要的导向作用,只有建立合理的水价形成机制,才能调动人们节水和防治水污染的积极性,促进水价管理规范化、法制化。

(3) 管理创新,由供给管理转向需求管理。传统的水资源管理可以统称为供给管理,主要是根据工农业用水的需求,建设大中型水利工程来实现水资源的供需平衡。其最大缺陷是忽略了用水者节水的可能性,它将水资源供需矛盾的解决依托在水源供给上,造成水资源的浪费。解决的途径主要是,变供水管理为需求管理,综合运用行政、法律和经济的手段来规范人类在开发利用水资源中的行为,实现水资源的优化配置和合理利用。水资源管理机构,

除坚持“以供定需”的原则实行水量分配外,还应计划用水、节约用水,建立用水考核制度,制定节约用水的激励机制,利用经济手段实行有偿使用和有偿转让,促进高效用水。

(4) 科技创新,提高水资源利用中的科技贡献率。科技兴水战略对水利建设和水资源的持续利用至关重要,改善农业灌溉技术条件、提高工业重复利用率等都需要以科技作为基础条件。另外信息技术在水资源管理领域的运用,使水资源管理在手段上有了质的提高。因此,应加大水资源管理信息系统建设,尽快建设以信息采集传输系统为基础,综合数据库为纽带,水资源管理、优化配置和运行调度系统为核心,运行监控系统为手段的多目标管理调度决策支持系统。运用先进的信息采集、传输和处理手段,进行水资源系统运行的实时监控;运用优化技术,进行水量分配的实时调度;运用交互式的水资源管理决策支持系统,实现区域水资源的优化配置、高效利用和水环境保护。

(5) 建立与完善适应市场经济的水资源管理机制,优化配置水资源。水资源管理工作要不断适应市场的要求,研究其发展中的经济问题,发挥市场在资源配置中的基础性作用,要研究产权、水权和水市场问题,如英国国家河流管理委员会与私有性供水排水管理企业的结合,就有效地利用了市场的作用。国家河流管理委员会只在水质控制要求和水价、水服务质量上进行宏观控制,供排水企业参与市场竞争,同时多渠道吸引国内外投资。在引入市场手段的同时,也要做好全局性工作。在进行发展规划时,采取系统的与可持续发展的观点,根据国情和时间尺度的不同,制定相应的水资源可持续利用发展规划。

水资源的统一管理是实现资源优化配置、合理利用和有效保护的重要保障。水资源管理应当是随着时间变化而不断进步的过程,随着政策导向、社会制度、经济实力、技术手段等的完善,水资源的管理模式也会改变。

第五章 森林资源的退化与保护

森林资源不仅是国民经济建设和人们生产、生活不可缺少的必要物质,而且对保障农牧业稳产高产、维持区域生态良性循环和保持全球生态平衡均具有十分重要的作用。然而,由于多种原因,森林资源的破坏十分严重。要从根本上改变这种状况,必须把林业发展纳入可持续发展的轨道,切实加强林业生态的建设和森林资源的保护。

第一节 森林资源的特殊地位

1. 森林在国民经济发展中的地位与作用

自然资源是人类赖以生存和发展的物质基础,而森林资源是自然资源的重要组成部分,是国民经济建设和人民生产、生活不可缺少的必要物质。森林是陆地上具有最大生产力的生态系统。研究表明,森林具有最高的生物总量和最高的单位面积生物量,整个陆地生态系统中总生物量约为 1.8×10^{12} ,其中森林生物总量达 1.6×10^{12} ,其生产量达 100—400(干重)/公顷,约为草地的 20—100 倍,因此是陆地生态系统中最大的生产者。同时,组成森林的各个组分都可以被人类直接利用,为人类提供生存、生活和生产所需的物质和能量,涉及到国计民生的各个领域。

作为森林主产品的木材,被世界公认为四大原材料之一,用途

非常广泛。如建房、枕木、矿柱、造船、架桥,各种工具、农具、家具、模具、军工、工艺品、乐器等都要用木材做原料。在中国近千种用材树种中有许多优质树种,如杉木生长快、材质好,是制作家具的优良用材,楠木和降香黄檀,材质坚韧、结构致密、色泽红润、花纹美丽,而且湿浸、干后不变形,不开裂,是制造名贵家具、乐器、雕刻、美工装饰的上等材料。据统计,除木材外,森林可向社会提供 1 100 余种产品,其中不少是不可替代的。

森林也是用途广、潜力大、污染小的生物能源,是解决广大农村能源最可靠的途径之一。人类应用火以来,数千年基本上以烧树或以其他植物做燃料,虽然当今科学发达,已有许多替代能源,但全世界仍有 $1/3$ 人口依赖薪材作燃料,特别是发展中国家,所占比重更大。某些发展中国家缺乏烧柴,甚至比缺乏用材更为严重。在今后相当长的时期内,多数发展中国家将不可能完全摆脱用薪材做燃料的状况。森林树木的根、茎、枝、叶、树皮、树脂等均可直接做能源,也可制成木炭、木煤气、甲醇等用作能源。森林中的枯枝落叶、杂草以及木材利用剩余物也是丰富的沼气原料。

森林是陆地上最庞大的生态系统,不仅拥有大量的林木资源,而且还蕴藏着丰富的野生动植物资源,为野生动植物的生存、繁衍提供了天然保障。野生动植物作为森林的副产品,其经济价值和在人们生产、生活中的地位绝不亚于林木本身。开发利用林区丰富的林副产品,开展林副产品的深加工,把资源优势转化为商品优势、经济优势,已成为林业企业摆脱林木可采资源危机,促进林区经济增长的一条有效途径。

中国是世界上野生动植物资源最丰富的国家之一,有兽类 450 种;鸟类 1 186 种;两栖、爬行类 516 种;种子植物 3 万多种,其中木本植物约 8 000 余种;药用植物约 3 000 余种,常用的有 500 多种;还有丰富的食用菌和野果资源,作为地球生物圈和森林资源

的重要组成部分,具有很高的利用价值。

2. 森林在生态环境建设中的作用

保护生态环境就是保护生产力,改善生态环境就是发展生产力。要保护和建设生态环境,首先必须搞好林业建设和保护森林资源。长期以来,人们只重视森林的经济效益(主要是木材生产),而忽视其在生态环境建设中的作用。从价值角度看,森林的生态防护价值远大于其实物形态的产品价值。在英国,有人估算森林的生态环境价值是经济价值的 9 倍;经 17 年的定位观察研究,海南岛热带天然林中,目前可计量的森林总价值量为每年 34 亿元,其中木材生产价值占 11.9%,藤类、花卉、药用植物等非木材生产价值占 1%,而森林蓄水保土、固定二氧化碳、森林旅游等生态环境价值占绝大部分,高达 87.1%,约是前两项之和的 7 倍。因此,森林已成为人类社会生存和发展不可缺少的环境条件,保护森林资源是保证人类有良好生态环境的有效措施。森林的生态环境作用主要体现在以下几方面:

(1) 涵养水源,保持水土。

一方面森林参与水分的循环过程,影响降水的形成和分配方式;另一方面通过林冠和枯枝落叶层吸收、土壤蓄水和渗透过程,能把 50%—80% 的降水转入地下,起到储存降水、补充河水和地下水的作用,从而防止水土流失、阻滞洪水浸蚀。根据国外科学家分析 175 个流域的资料得出,在森林覆盖为 100% 的条件下,林地土壤渗透率为每小时 250 毫米,削减洪峰值 50%。中国学者对黄土高原研究的结果表明,与无林地比较,有林地可削减洪水流量 70%—95%,森林的综合削洪能力约为 70—270 毫米,这就是说森林可以轻而易举地吞下一场 50 毫米的暴雨。许多水灾的教训说明,森林破坏后导致洪峰流量速增。森林强大的涵养水源作用,增加了有效水的供给。日本林野厅研究表明,全日本森林地年蓄水

量达 2 300 亿吨,价值 12 兆亿日元。

林地良好的渗透性有助于减少地表径流及其速度,森林植物纵横交错的强大根系网络对土壤的固结作用,提高了森林土壤抗冲刷的能力。中国西北水土保持站测定的结果表明,在年降水量 340 毫米时,每公顷林地、草地和荒地的泥沙冲刷量分别是 60 公斤、90 公斤和 3 570 公斤,林地比荒地的抗冲能力大 112 倍。森林既保证土壤具有高的肥力,又保障江河湖库不被淤塞。

(2) 净化大气,保护大气层。

森林是天然的吸尘器。全世界每年向大气排放烟尘约 6.7 亿吨。每燃烧 1 吨煤,就给空气增加十几公斤煤烟。粉尘是中国大气的最主要污染物之一。森林一方面通过降低风速起到降尘作用,另一方面森林枝叶茂盛,叶面积大,有的树种叶表面粗糙、多绒毛和分泌粘液滞留空气中的灰尘。

森林是大气氧气和二氧化碳浓度的调节器。全球绿色植物每年要吸收 2 300 亿吨二氧化碳,大大缓和了大气中二氧化碳浓度的增高,其中 70% 由森林吸收,保护和营造森林已成为缓解“温室效应”的主要措施;同时,大气中的氧气有 60% 来自森林。

森林是大气有害污染物的过滤器。树木一方面受大气污染物所害,另一方面对有害污染物存在着抗性和解毒潜力,从而避免在大气中积累到有害的程度,森林对多种有害气体如二氧化硫、氟化氢、氯气等都有一定的吸收和净化作用。如 1 公顷侧柏每年能吸收二氧化硫 165.2 公斤,构树为 189.7 公斤。

森林还具有杀菌、释放对人体健康有益物质的作用。森林中有许多种树木和植物能够分泌多种杀菌素,可以杀死众多病菌,因而可使森林中空气含菌数降低。据估计,全球森林每年要散发出大约 17 500 万吨芳香物质,其中大量是杀菌素。一般林区空气中的细菌含量只有闹市区的 $1/8\,000$ 。

(3) 防风固沙、调节气候。

森林可以调节气候,减缓风速,减少蒸发量,提高空气和土壤湿度,增强抵御干热风、冰雹、霜冻等自然灾害的能力,促进农业稳产高产。据测定,夏季沥青路面温度为 49 度时,混凝土路面为 46 度,林阴下路面为 32 度,林下绿阴处仅为 28 度。在风沙危害严重地区,天然林或农田防护林能明显起到减弱风速、固定流沙和保护农田的作用。经过大量的实地观察结果表明,在农田防护林内,一般可减缓风速 30%—40%,提高相对湿度 5%—15%,可增加粮食产量 10%—20%左右。

(4) 维持生物多样性。

森林生态系统内复杂多样的环境条件,为各种生物栖息、繁殖提供了空间和条件。中国是世界上物种最丰富的国家之一,物种数约占总数的 10%,其物种多样性丰富程度占世界第 8 位。中国有脊椎动物 4 400 多种,高等植物 32 800 余种,这些物种绝大多数都直接或间接依赖于森林而生存。森林的大面积破坏,导致野生生物栖息地破损、片断化和萎缩。

(5) 调节全球生态环境。

森林作为陆地生态系统的重要组成部分,是大气圈—地圈—生物圈这一系统平衡的重要因子。森林生态系统既是近地表大气层物质(包括水)循环和能量转化过程中一些物质和某种能形式积聚的“汇”,又是另一些物质和某种能形式释放的“源”,而且也是生产者的“储库”和大气—植被—土壤系统能量物质转化流通的重要通道。

由于近期人类大量使用化石燃料(石油、煤炭、天然气等),导致大气中二氧化碳的浓度升高,由此产生的“温室效应”,使全球出现气候变暖趋势,同时,由于作为碳素(C)贮库的森林,大面积被砍伐,原来贮存于森林生态系统内的碳贮量被释放出来,特别是森林采伐后用作薪材,加剧了温室效应,加速了全球变暖趋势。当前,全球的碳平衡的研究表明,以森林为主体

的陆地生物群落向大气吸收碳量为 $110 \times 10^{15} \text{ g/a}$ 。在当前大气二氧化碳浓度增加的因素中,森林面积的减少约占所有因素作用的 30%—50%。所以,人们不仅呼吁较少砍伐破坏森林这个巨大的碳库,而且指望发展森林,以调节大气二氧化碳的浓度。最新的研究表明,如果从现在起至 2020 年,中国每年增加造林面积 400 万至 500 万公顷,即可使中国减少温室气体净排放量的 10%。

从全球可持续发展的观点看,利用其他替代能源以取代目前的化石燃料为主的能量利用格局,将是一个比较遥远的前景,而努力发展森林则比较经济的现实可行的途径。因此,发展森林确实是关系到人类长远的生存环境的大问题。

第二节 世界森林资源的现状与特点

随着全球经济的发展和人口的增加,世界森林资源遭到严重破坏。森林面积持续减少,质量不断恶化。这种状况在短期内是难以改变的,人类保护和发展森林资源依然任重而道远。

1. 世界森林资源的现状

根据联合国粮农组织 2001 年公布的最新资料,到 2000 年为止,全球森林覆盖率为 29.6%,共有森林资源面积为 38.69 亿公顷。就生态地区分布而言,2000 年热带地区森林面积为 18.18 亿公顷,占 47%;寒温带针叶林面积为 12.77 亿公顷,占 33%;温带和亚热带森林面积分别占 11%和 9%。2000 年全球森林蓄积量为 3 863.52 亿立方米(见表 5-1)。在全球的森林资源中,发达国家森林资源的面积和蓄积分别占世界总量的 42.5%和 42.6%,受保护的森林面积为 33 347.9 万公顷,用于生产经营的森林面积为 4 445.85 万公顷,灌木林面积为 13 027.68 万公顷。

表 5-1 2000 年世界森林资源分布

地 区	世界土地面积/ 万 bm^2	森林面积/ 万 bm^2	覆盖率/%	占世界森林面积/%	单位蓄积/ ($\text{m}^3 \cdot \text{bm}^{-2}$)	总蓄积量/ 亿 m^3	占世界森林蓄积/%
非 洲	297 839.4	64 986.6	21.8	16.79	72	464.72	12.03
亚 洲	308 474.6	54 779.3	17.8	14.16	63	345.06	8.93
大洋洲	84 909.6	19 762.3	23.3	5.11	55	107.71	2.79
欧 洲	225 995.7	103 925.1	46	26.86	112	1 164.48	30.14
北美洲	213 696.6	54 930.4	25.7	14.2	123	673.29	17.43
南美洲	175 474.1	88 561.8	50.5	22.89	125	1 108.26	28.69
世 界	1 306 390	386 945.5	29.6	100	100	3 863.52	100.00

资料来源:联合国粮农组织网(www.fao.org),2001 年 8 月 30 日。

2. 世界森林资源的特点

(1) 森林资源分布不均。世界森林资源的分布很不均衡。欧洲的温带、北美洲的寒温带和南美洲的热带雨林依然是世界上最主要的森林资源分布地区。世界森林资源最丰富的地区是欧洲,虽然欧洲土地总面积只占世界土地面积的 17.3%,但森林面积却占世界森林总面积的 26.86%,森林覆盖率达 46%。世界森林资源分布最少的是亚洲。亚洲是世界上最大的洲,其土地面积占世界土地总面积的 23.61%,但亚洲的森林面积只占世界森林总面积的 14.16%。世界森林资源蓄积量最多的是欧洲,总蓄积量为 1 164.48 亿立方米,占世界森林总蓄积量的 30.14%。南美洲森林单位面积蓄积量最高,平均每公顷蓄积量高达 125 立方米,比亚洲每公顷森林蓄积量高 62 立方米,几乎高一倍。这表明世界各地森林资源蓄积量差异很大。

(2) 人均森林资源差异较大。截至 2000 年,世界人均森林面积为 0.645 公顷,人均森林资源蓄积量为 64.62 立方米。其中人均森林资源最丰富的是大洋洲,但其人口只占世界总人口的

0.5%,因而对世界森林资源影响有限。从其他几个地区来看,人均森林资源最丰富的是欧洲和南美洲。欧洲人均森林面积最多,人均均为 6.584 公顷;南美洲人均森林蓄积量最多,为 325.23 立方米;而亚洲是世界森林资源最少的地区,人均森林面积仅为 0.15 公顷,人均森林蓄积量仅为 9.49 立方米,远远低于世界平均水平。

(3) 森林资源大幅减少。由于多方面的原因,世界森林资源遭到了严重破坏,森林面积大幅度减少(见表 5-2)。根据联合国粮农组织 2001 年 8 月公布的资料,1990 年世界森林面积为 396 342.9 万公顷,而 2000 年世界森林面积为 386 945.5 万公顷,世界森林资源减少最多的国家依次是巴西、印度尼西亚、苏丹、赞比亚、墨西哥等拉丁美洲、亚洲和非洲的发展中国家。

表 5-2 20 世纪 90 年代世界森林资源变化情况

地 区	森林面积/万 hm^2				森林覆盖率/%	
	1990 年	2000 年	减少面积	年减少面积	变化率	年变化率
非 洲	70 250.2	64 986.6	-5 263.6	-526.2	-7.49	-0.75
亚 洲	55 144.8	54 779.3	-365.5	-36.4	-0.66	-0.07
大洋洲	20 127.1	19 762.3	-364.8	-36.5	-1.81	-0.18
欧 洲	103 047.5	103 925.1	877.6	87.7	0.85	0.09
北美洲	55 500.2	54 930.4	-569.8	-57	-1.03	-0.10
南美洲	92 273.1	88 561.8	3 711.3	-371.1	-4.02	-0.40
世 界	396 342.9	386 945.5	-9 397.4	-939.1	-2.37	-0.24

资料来源:联合国粮农组织网(www.fao.org),2001 年 8 月 30 日。

(4) 部分国家森林资源增加。20 世纪 90 年代,虽然世界森林资源总体上遭到严重的破坏,但也有不少国家的森林资源保护得比较好,其森林资源不但没有减少,反而还有不同程度的增长。这其中大多是发达国家。特别应该指出的是,作为发展中国家的中国却是同期世界森林资源增长最多的国家。按森林资源拥有的总

量排序,在世界森林资源总量最多的前 10 个国家中,就有中国、俄罗斯、加拿大、美国等国的森林资源在持续增长(见表 5-3)。

表 5-3 世界主要国家森林资源变化情况

国 家	森林资源/万 hm^2		森林资源年变化		占世界森林资源比例/%	
	1990 年	2000 年	面积/ 万 hm^2	变化率/%	1990 年	2000 年
俄罗斯	85 003.9	85 139.2	13.5	0.02	21.45	22.00
巴 西	56 699.8	54 390.5	-230.9	-0.4	14.31	14.06
加拿大	24 457.1	24 457.1	0	0	6.17	6.32
美 国	22 211.3	22 599.3	38.8	0.2	5.60	5.84
澳大利亚	15 735.9	15 453.9	-28.2	-0.2	3.97	3.99
中 国	14 541.7	16 348	180.6	1.2	3.67	4.22
刚 果	14 053.1	13 520.7	-53.2	-0.4	3.55	3.49
印 尼	11 811	10 498.6	-131.2	-1.2	2.98	2.71
苏 丹	7 121.6	6 162.7	-95.9	-1.4	1.80	1.59
安哥拉	7 099.8	6 975.6	-12.4	-0.2	1.79	1.80
秘 鲁	6 790.3	6 521.5	-26.9	-0.4	1.71	1.69
合 计	265 525.5	262 067.1	-345.84		67.00	67.71

资料来源:联合国粮农组织网(www.fao.org),2001 年 8 月 30 日。

3. 世界森林资源减少的原因

(1) 森林灾害加剧。世界森林灾害严重是造成森林资源减少的重要原因。尤其在 1997 年,发生了有史以来全球最严重的森林火灾,造成大量森林被毁。根据联合国粮农组织对世界森林灾害的调查,1998 年上半年,全球森林受灾面积超过了 8 亿公顷。仅在印度尼西亚和巴西两国,1997 年的森林大火就焚毁了至少 500 万公顷的森林。

(2) 毁林现象严重。不断扩大的农耕地面积是导致 20 世纪

90 年代非洲和亚洲热带地区森林消失的主要原因之一。由于广大发展中国家制定了庞大的发展计划,其中涉及移民、农业发展和基础设施兴建等,对森林造成了严重破坏。目前发展中国家的年毁林率高达 0.65%,亚洲及大洋洲地区热带林毁林率最高,为 0.98%。根据《世界森林状况》的估计,到 2010 年,发展中国家的农业用地将增加 900 万公顷,其中一半来自森林地带。大量采伐薪材,也是世界森林资源遭到严重破坏的原因之一。目前全球 2/5 的家庭能源的主要来源就是薪材,并且其需求量正以每年 1.2% 的速度在增长。热带森林占世界森林面积的 52%,但其工业用材量仅占 20%。据估计,世界木材总产量的一半被当作薪材烧掉了。

(3) 森林保护不力。20 世纪 90 年代,世界森林保护区面临严重威胁。在许多发展中国家,只有不到 1/4 的已公布的国家公园、野生动物保护地和其他保护区得到妥善经营,而绝大部分都面临威胁。据粮农组织专家估计,这些保护区只有 1% 的面积可以免受人类定居以及农业、采伐、狩猎、采矿、污染、战争和旅游等严重威胁。据世界自然基金会搜集到的数据,世界上仍有 10 处最脆弱的森林大多分布在一些最贫穷的国家。这些国家在经济上无力顾及自己的自然资源,它们最需要的是森林提供的食物和潜在的收入。在经济极不发达的情况下,它们很难对森林提供有效的保护。

(4) 林产品需求加大。根据粮农组织最近的预测,21 世纪初,全球对林产品的需求量将超过其供应量。工业用原木的需求预计以 1.75% 的年增长率,从 1995 年的 16 亿立方米增长到 2030 年的大约 29 亿立方米。不断增长的林产品需求对世界森林资源,尤其是热带林森林资源造成了很大压力。许多发展中国家为了发展经济,不断加大对森林的采伐,扩大林产品出口,这也是森林资源遭到破坏的原因之一。另外,林产品结构不合理也是造成森林资源大量消耗的原因。世界林产品产量中绝大部分仍为原木等初级林产品,其产量几乎占世界林产品出口量的一半,而高附加值的

林产品产量比例偏小,这在很大程度上加大了森林资源的消耗量。

第三节 中国森林资源的现状与特点

1. 中国森林资源概况

根据第五次全国森林资源清查(1994—1998)结果,中国有林业用地面积 2.63 亿公顷,森林面积 1.59 亿公顷,森林覆盖率 16.55%,活立木总蓄积量 124.9 亿立方米,森林蓄积量 112.7 亿立方米。全国针叶林面积 6 985.8 万公顷,蓄积量 63.3 亿立方米,阔叶林面积 6 449.8 万公顷,蓄积量 49.4 亿立方米。人工林面积 4 666 万公顷,居世界第一,约占世界人工林总面积的 26%。据联合国粮农组织统计,中国森林面积居俄罗斯、巴西、加拿大、美国之后列第 5 位;森林蓄积量居俄罗斯、巴西、加拿大、美国、扎伊尔、印尼之后列第 7 位。中国丰富的森林资源在经济、生态和社会的可持续发展和生物多样性保护方面具有举足轻重的地位。但是中国人口众多,森林资源总量与国民经济和社会发展的要求还很不适应,主要问题就是“总量不足,分布不均,质量低下,增长缓慢,破坏严重”。

2. 中国森林资源的特点

(1) 森林类型多样。

中国地域辽阔,自然条件复杂多样,从北到南跨越的五大气候带,适生着不同种类的森林植物,形成了中国森林类型多样、森林植物种类繁多的特色。由北向南依次分布有寒温带针叶林、温带针阔叶混交林、暖温带落叶阔叶林、亚热带常绿阔叶林、热带季雨林和雨林等多种森林类型。在中国广阔的林区和众多的森林公园内具有丰富的动植物区系,分布着高等植物 3 万多种,其中特有珍

稀野生植物就达 1 万种,特有珍稀野生动物 100 余种。中国是木本植物最为丰富的国家之一,世界上 95% 以上的木本植物属在中国都有代表种分布。世界上有木本植物约 2 万余种,中国约有 8 000 余种,其中乔木树种即达 2 000 余种。很多珍贵稀有树种,如水杉、银杏、鹅掌楸等是人所共知的活化石。此外还有油杉、水松、福建柏、珙桐、连香树、香果树、柚木等,这些树种大部分生长在中国南方林区。中国已被列入世界 12 个“生物高度多样性”国家之一。

中国经济林资源非常丰富,分布广,产量大,经济价值高,主要有漆树、白蜡、油桐、乌柏、橡胶、杜仲、茶、桑、肉桂等;世界食用油为主的油料树种有 150 种,中国就有 100 种左右,如油茶、核桃、山苍子、山杏等;中国芳香植物有 300 多种,其中木本的有 100 多种,如樟、桉、八角、玫瑰、丁香等,是重要的天然芳香原料;其他还有众多的干鲜水果树种,从南到北均有公布,这些都为丰富人民生活提供了有利的条件。

(2) 森林资源总量不足。

中国森林覆盖率只有 16.55%,仅相当于世界平均水平 27% 的 61%。全国人均占有森林蓄积量为 9.048 立方米,只有世界人均蓄积量 72 立方米的 1/8。全国人均占有森林面积为 0.128 公顷,相当于世界人均占有量 0.6 公顷的 21.3%。排在世界 100 位以后。

中国土地总面积约占世界土地总面积的 7.2%,人口占世界总人口约 22%,而森林面积只占世界面积的 3.9%,森林蓄积仅占世界总量的 2.6%。这就是说,占世界 3%—4% 的森林资源,既要满足世界 22% 人口的生产、生活与国家经济建设的需要,又要维护世界 7% 土地生态环境需要。显然,从中国现有森林资源情况看,是远远达不到这一要求的。

(3) 森林资源分布不均。

由于受自然条件制约,以及历史原因和地区社会经济发展的不平衡,中国森林资源分布存在极不均衡现象。400 毫米等雨线

以东地区森林分布较多,以西的干旱半干旱地区分布较少。从全国森林覆盖率的情况看,各省差异比较大。其总的趋势是:东南部多,西北部少。在东北、西南边远省(区)及东南华南丘陵山地森林资源分布多,辽阔的西北地区,内蒙古中、西部以及人口稠密、经济发达的华北、中原及长江、黄河中下游地区,森林资源分布少。覆盖率在 50% 以上的有三个省(福建、江西、浙江)。而在自然条件恶劣、生态环境较差的西北地区森林资源分布少,西北五省区的森林覆盖率只有 3.34%,而作为中国两大河流发源地的青海省森林覆盖率只有 0.43%。

(4) 森林资源结构不尽合理。

森林资源结构状况,客观地反映了森林资源的特点。中国森林资源无论是林种结构和林龄结构,均存在不尽合理的状况。

一是森林资源林种结构不合理。由于过去中国主要以经营用材林为主,而造成林种结构不合理,用材林比重过高,防护林和经济林比重偏低。中国目前有林地面积共 15 363.23 万公顷,其中用材林面积 9 939.50 万公顷,占 64.7%;防护林面积 2 138.47 万公顷,占 13.9%;经济林面积 2 022.21 万公顷,占 13.2%;薪炭林面积 445.17 万公顷,占 2.8%;特用林面积 396.8 万公顷,占 2.6%;竹林面积 421.08 万公顷,占 2.7%。现有各林种比例及分布与充分发挥森林的多种效益是极不相称的,需要根据各地的实际情况及森林主要功能,进行林种的科学区划和全面规划,合理调整林种结构及布局。

二是林龄结构不够协调,林分低龄化,可采资源减少。全国森林面积中,幼、中龄林占 71.1%,成、过熟林资源少。与第四次森林资源清查的数据相比,用材林资源面积和蓄积量虽有所增加,但成、过熟林面积和蓄积量继续下降,面积由第四次全国森林资源清查时的 1 485.81 万公顷,下降到目前的 1 468.57 万公顷,共减少 17.24 万公顷,年均减少 3.3 万公顷,年均净减率 0.22%;蓄积量

由 1993 年第四次森林资源清查时的 28.98 公顷减少到 1998 年的 27.40 公顷,年均减少 0.32 公顷,年均净减率 1.1%。从各龄组的生长与消耗情况看,中幼龄林生长量大于消耗量,近、成、过熟林消耗量大于生长量,说明成、过熟林可采资源减少。因而在一些木材生产地区,出现大量采伐中龄林的现象,这样既浪费资源,也不利于后备资源的培育与发展。

(5) 林地生产力不高。

一是林地利用率低,有林地所占比重小。林业用地利用率是指有林地占林业用地面积的比重,它是衡量一个国家或区域林业发展的重要标志之一。中国现有林业用地 60% 为森林,其他为无林地、疏林地、灌木林地等。世界上一些林业发达国家林地利用率一般在 80% 以上,美国、德国、芬兰等国都超过 90%。

二是森林生产力较低,单位面积蓄积量低。全国森林平均每公顷蓄积量仅为 78.06 立方米,相当于世界平均 114 立方米的 68.44%。远低于世界林业发达国家水平。全国森林平均郁闭度为 0.54,处于中等密度状态。郁闭度 0.20—0.30 的林分面积占林分总面积的 20.1%。由于林分郁闭度低,相应单位面积内的林木株数就少,这也是影响林分每公顷平均蓄积量不高的主要原因之一。

三是森林经营管理粗放,残次林比重较大。中国现有森林大部分已逐步演替为次生林(人工造林除外),其中相当部分森林,由于经营粗放,管护不当,森林资源屡遭不合理采伐;有些受自然灾害破坏后,形成了低价的残次林分,次要树种占据优势,树木生长稀疏,单位面积蓄积很低。这些低价稀疏林亟待采取林分改造措施,加强管护,改善林木生长条件,调整林分树种结构,促进林木生长,提高林木生产力,从而增加单位面积蓄积量。

四是人工林面积大、发展快,但树种单一,质量有待提高。现有人工林面积占全国森林面积的 30%。但由于缺乏科学经营管

理,人工林质量不高,同时大部分还处于幼龄和中龄林阶段,平均每公顷蓄积量较低。其蓄积仅占全国森林蓄积的 10%,平均每公顷蓄积只有 34.76 立方米,与林业先进国家平均 200—300 立方米的生产力水平相距甚远。另外,许多地方人工林树种单一,林分结构简单,森林的防护效能低,抗病能力差,一旦受害,损失较大。

(6) 森林资源破坏严重。

根据第五次森林资源清查结果,1994 年至 1998 年期间,全国每年超限额采伐达 8 600 多万立方米。两次清查间隔期内,有林地因改变林地用途或征占用转变为非林地的为 281 万公顷,年均 56.29 万公顷。全国每年发生各类破坏森林资源案件达 50 万起左右。

第四节 森林资源可持续发展的原则与对策

1. 森林资源可持续发展的原则

(1) 持续林业与森林可持续发展的含义。

第一,持续林业的含义。持续林业目前尚无统一的定义,但其内涵是一致的,符合可持续发展的定义。美国生态学家博伊尔(Boyle)的定义为:“既满足当代人的需要,又不对后代人满足其需要能力构成危害的森林经营,可持续林业意味着不仅森林的生态潜在能力的持续,同时还必须是我们以及我们的社会所依赖的以森林为基础的产品和服务产出的持续。”中国工程院院士沈国舫在《中国森林资源与可持续发展》(2000)中曾为“可持续林业”下了一个定义:可持续林业是在对人类有意义的时空尺度上,不产生空间和时间上的外部不经济性的林业;或者在特定区域内不危害或者削弱当代人和后代人满足对森林生态系统及其产品和服务需求的林业。1992 年联合国环境发展大会通过的《关于森林问题的原则说明》提出:“森林资源和森林土地应以可持续的方式管理,以满

足这一代人和子孙后代在社会、经济、文化和精神方面的需要。这些需要是森林产品和服务,例如木材产品、水、粮食、饲料、医药、燃料、住宿、就业、娱乐、野生动物栖息、风景多样性以及其他森林产品。”由此可见,持续林业大大发展和超越了传统林业仅以求得森林生长量和采伐量相平衡的永续利用原则,而是涉及森林生态系统全部功能的维持和发展;同时它还明确了林业的可持续发展与整个人类社会的持续发展是不可分的。

第二,森林资源可持续发展。森林资源可持续发展还没有一个大家公认的定义。国际著名森林可持续经营理论专家普尔(Poore)提出:“用前后一贯的、深思熟虑的、持续而又灵活的行动来维持森林的物产和服务,使之处于平衡状态,并由它来增加森林对社会福利的贡献。”森林可持续经营,就是保持可持续性的森林经营。国际热带木材组织(ITTO)的定义是:“森林可持续经营是为达到一个或多个明确的特定目标的经营过程,这种经营应考虑到在不过度减少其内在价值及未来生产力,和对自然环境和社会环境不产生过度的负面影响的前提下,使期望的林产品和服务得以持续的产出。”加拿大标准协会给出了这样的定义:森林可持续经营,是“在为当代人和后代人的利益提供生态、经济、社会和文化的机会的同时,为保持和增进长期的森林健康而经营。”

森林资源可持续发展的目标是通过为社会提供食物、纤维和木材以及各种环境效益,以便缓解许多全球性的问题——经济发展不平衡、人口增长、饥饿、住房不足和环境恶化等。

(2) 林业可持续发展的原则。

林业可持续发展的原则包括:

一是公平性原则。即代内公平和代际公平,要给后代人以公平利用林业资源的权利。

二是持续性原则。即林业的经济增长必须充分考虑森林资源的承载能力。如果一种经营模式变成了满足需求的能力的约束,

就要创造另一种打破这种约束的模式。森林资源的分类经营就是这样提出的。

三是公益性原则。森林的生态服务属公共物品,没有区界和国界,因此林业可持续发展需要全流域和全球共同行动。

四是需求性原则。林业可持续发展面对的是各类经济需求、各类环境需求和各类社会效益的需求。而且,这些需求仍在发生结构上的细化和总量上的扩张。林业可持续发展面对的就是满足这种系统性的需求。

2. 21 世纪世界林业发展的战略转移与林业经营模式

(1) 21 世纪世界林业发展的战略转移。

21 世纪,世界林业已经进入了林业史的新时代。世界林业已经或正在发生着根本性的战略转移。

第一,世界林业正在经历着从森林的经济利用时代,向着全面重视生态效益、社会效益、经济效益的森林综合利用时代的战略转变。

第二,世界林业正在经历着从提供薪材为主的时代,向着提供工业用材和薪材并重的时代战略转变。

第三,世界林业正经历着从林业采收业向林产品制造加工业发展的战略转变。从原木初级产品向锯材中级产品发展,由中级向胶合板、纤维板、刨花板、贴面板、木浆、纸板、林产品加工业和林产化工业高级产品发展。

第四,世界林业正经历着从经营利用天然森林资源,向培育、经营人工林的种植业发展的战略转变。这是当代世界林业发展的总趋势。

第五,世界林业正在经历着从内向型林业经济向外向型林业经济发展的战略转变。林产品进出口贸易促进外向型林业经济的发展,使民族性林业经济向着国际化林业经济转变。这是当代世界林业发展的大趋势。

总之,世界林业正在经历着从经济林业迈入生态林业发展的时代。

(2) 21 世纪中国林业发展的战略。

中国林业的可持续发展应服从于国家总体的可持续发展,必须不断地满足国民经济发展和人民生活水平提高对其物质产品和生态功能日益增长的需要,并真正实现森林生态效益、经济效益和社会效益的统一。

为适应国民经济、社会发展的客观需要,为加快生态建设步伐,根据《全国生态建设规划》,中国确立了以大工程带动大发展的林业“跨越式发展”的总体思路,确立了今后林业发展的战略目标,即通过严格保护、大力培育和合理利用森林资源,力争到 2010 年,使中国的森林覆被率达到 19.4%,新增森林面积 3 900 万公顷,新增治理水土流失面积 60 万平方公里,退耕还林 3 200 万公顷,生态环境恶化的势头初步得到遏制,林业产业结构调整初见成效;到 2030 年,森林覆被率达到 24%,新增森林面积 4 600 万公顷,生态环境明显改善,林业产业实力明显增强;到 2050 年,森林覆被率达到 26% 以上,新增森林面积 9 066 万公顷,全国适宜治理的水土流失地区基本得到治理,建成布局合理、功能齐备、管理高效的林业生态体系和规范有序、集约经营、富有活力的林业产业体系,从根本上改变中国生态环境面貌,实现山川秀美,使中国林业综合实力达到世界中等发达国家的水平。

为实现上述目标,新时期中国森林资源经营的指导思想是:以可持续经营为目标,以确保国土生态安全为宗旨,以结构调整为主线,以科技创新、体制创新和机制创新为动力,增加森林资源总量,提高森林资源质量,促进新时期林业的跨越式发展,为国民经济和社会的可持续发展奠定基础。

(3) 世界林业经营模式类型。

第一,经济、生态、社会效益一体化的林业经营模式。这种模

式被称为德国经营模式。德国是森林永续经营的创始国,其森林资源以人工林为主,集约经营水平高,居世界先进行列。这种经营模式的特点为:一是保证森林的永久性、持续性和均匀性的利用效果,满足人民对木材和林产品的长远需求,永久保证森林对气候、水土、空气的保护效益及游憩;二是企业以最小的开支取得最大的经济效益;三是尽可能保证森林发挥最大的生态效益,并通过改善森林结构确保其经济效益。

这种模式由于同时考虑森林的三大效益,所以被誉为森林标准经营模式,效果良好。但它的实施必须具备一定的条件,如森林分布要很均匀,集约化程度要高,国家经济实力要雄厚,采取经济扶持政策等。因此,实行这种经营模式的国家不多。

第二,森林多效益主导利用经营模式。这种模式是以森林分工论和多效益理论为指导,分类经营,具体特点是通过发挥森林的多种效益来满足社会的各种要求,但对不同地区、不同林分、不同树种,则只突出其主导功能,如有的以木材生产为主导功能兼顾其他功能,而有的则以生态效益或社会效益为主导功能兼顾生产功能。新西兰、澳大利亚等国主要用此种模式。

中国从 1995 年也开始试点并实施此模式,先后在 14 个省区的 15 个区域进行了分类经营的区划试点,其依据就是《森林法》和《森林法实施条例》。经过几年的探索,为林业的分类经营和森林生态效益补偿制度的建立积累了实践经验,并奠定了理论基础。

第三,森林多效益综合经营模式。这种模式是以森林永续利用为指导,充分发挥森林的多种效益,实行综合经营,可以说是属于前两种经营模式的中间类型。主要特点是将森林看作一个完整的生态系统,以社会需要为基础,根据政策、法律等制定管理目标,综合考虑生态、经济和社会效益,在具体实践中重视公众的参与和协作。美国、瑞典、日本等国均属于这种模式。

美国国有林长期以来是采取森林永续利用的经营原则,到

1960 年林业发展战略进行了转移,如颁布了《森林多种利用的永续生产条例》,用法律把森林多种利用和永续生产的原则确定下来。从此,充分发挥森林多种效益,实行综合经营,便成为美国国有林经营的基本指导思想。美国森林公园和自然保护区面积不断扩大,而用材林面积逐渐减少,但森林蓄积量却不断增加,充分说明这种经营模式在美国卓有成效。

第四,发展中国家林业多元结构的经营模式。发展中国家目前仍处于向工业化转变时期,面临着人口多、底子薄、经济不发达、能源短缺、毁林轮垦等众多问题。森林资源不断减少,木材消费结构不合理,林产加工业不发达。多数国家采取多元结构的林业经营模式。包括以下几方面的内容:一是采取多种措施保护森林资源,如建立和实施采伐许可证制度,建立自然保护区和森林公园,制定和实施热带林永续利用计划,限制游民在林区内轮垦。二是禁止原木和原藤出口。三是调整林产品结构,发展胶合板、纸浆造纸、家具工业,发展竹子、藤、树脂、蜂蜜、蘑菇、草药、樟脑等多种林副产品。四是积极发展乡村林业,改善农村社会经济状况。五是建立速生人工林基地,解决后续资源不足。

森林资源可持续经营模式的研究和实践尚处在探索阶段,各国在可持续森林经营和管理的概念、标准、指标,以及可持续森林经营和管理的实践途径等方面进行了一定研究并取得了一些成果,要真正实现森林的可持续经营,人类还有很长的路要走。

3. 中国森林资源可持续发展对策的探讨

(1) 充分认识林业的重要地位与作用。发展林业一直存在林业重要性与社会认识不足以及经济发展与环境保护的矛盾。森林资源是实现中国林业可持续发展战略的物质基础,是承担中国生态环境与经济发展使命的根本;森林资源的最大价值在于它的生态和社会效益。但是,很多人对此认识不够,没有把发展森林资

源、建立生态文明与人类生存和社会文明联系在一起。在搞经济建设时,忽略了保护生态环境就是保护生产力,改善生态环境就是发展生产力的道理。1998年长江和嫩江发生特大洪水灾害,给全国人民敲响了生态环境的警钟。中共中央、国务院已深刻认识到森林恶化的严重性和紧迫性,作出了“天然林保护工程”的部署,并提出“三十二字的重建原则”,将“封山植树,退耕还林”放在首位。同时,在新世纪林业建设中,提出以六大林业重点工程为主战场,增加森林资源总量,推动生态建设。2003年6月,中共中央、国务院作出了关于加快林业发展的决定,这对中国林业的发展意义重大。

(2) 逐步理顺管理体制。第一,加强宏观调控力度。可持续地发展森林资源已不是一个地区的行为,更不是一个集体、一个家庭的行为,而是一个国家甚至是全球性的行为。因此,需要国家以更大的力度进行宏观调控。必须合理地清晰地划分各级政府之间的权力和责任以及投资比例。鉴于森林的共享性和关系国家生态环境建设,应该不限隶属关系,而给予更大的国家投入。第二,现行管理体制应适应市场经济。不同所有制、不同类型经营单位,不同规模、不同地区的森林资源经营管理应采取不同的管理、经营、监督模式,充分调动各方面的积极性,深化林业体制改革,增强林业发展活力,从而有利于利益均衡和林业良性循环。第三,将森林资源当作资产管理。过去一直认为森林资源无价,无偿使用和占用,国家所有权得不到体现,森工企业核算只计木材产值,不计资源价值,造成森林资源不合理的经营。资产化管理可使资产既反映量,又反映质,可以从机制上引导、促进企业改善经营管理。

(3) 加强现有林的科学经营。第一,调整林种结构,提高防护林的比重。大力营造阔叶林、针阔混交林,改变目前树种结构简单,防护效能低的问题。采用“封造结合”、“栽针保阔”等森林自身演替规律的经营措施。山区开发要结合当地的自然及社会条件,因地制宜,不能盲目发展经济林,停止采用毁林造林、破坏水土等

破坏生态环境的方法来建设所谓“高效”林业。第二,中国现有森林生产力低下是突出的问题之一,主要原因是重造林、轻管护,对现有森林经营粗放,疏于管理,因此必须转变观念,各级林业主管部门应健全森林经营管理机构,优化林业结构,促进产业发展,实行科学经营森林。

(4) 加强对林业的管理。林地是森林资源重要的组成部分,要强化林地的保护与管理。对乱征滥占林地,蚕蚀林地等现象,必须采取有力措施加以制止。要坚持实行征占用林地审批制度和补偿制度,坚决依法维护国有林业企事业单位经营林地的合法权益。要按照中共中央关于“实行土地使用权有偿有期限出让制度”的精神,积极探索实行林地使用权有偿出让、转让、出租、抵押的办法,深化林地管理改革,切实保护和管理好林地资源。对已占用的林地,必须坚持依法“退耕还林”。

(5) 坚持以法治林。在当前新形势下,必须大力强化林业法制建设,抓紧制定天然林保护、湿地保护、国有森林资源经营管理、森林林木和林地使用权流转、林业建设资金使用管理、林业工程质量监管、林业重点工程建设等方面的法律法规,努力把森林资源保护管理置于法规制度的约束之中。要加大执法力度,严格执法执纪,有针对性有重点地开展专项打击,提高执法效果,有效地保护和管理好森林资源。

(6) 大力加强林业基层基础建设。林业基层组织的稳定加强是林业行政管理和行政执法的保证。各级政府和林业主管部门要重视林业基层基础建设和队伍建设,稳定队伍,健全管理体系,坚持并完善林业建设任期目标管理责任制,支持林业行政执法人员培训,维护他们的合法权益,创造良好的工作条件。同时要加强管理人员培训,提高综合管理能力,实现森林资源保护管理的规范化、制度化。

(7) 加强林业科学研究。中国林业科学教育和研究水平,与

发达国家存在较大的差距,林业科技贡献率只有 27.2%。要保证中国林业科技贡献率到 2010 年提高到 60%,就必须重视林业科学基础研究、应用研究和高新技术开发,提高林业的科技创新能力,同时必须建立、健全林业科技推广服务体系,才能真正提高林业科学经营与管理水平,实现森林资源的可持续发展才有科学的保证。

(8) 多方面筹措林业建设资金。要把公益林业建设、管理和重大林业基础设施建设的投资纳入各级政府的财政预算,并予以优先安排。对关系国计民生的重点生态工程建设,国家财政要重点保证;地方规划的区域性生态工程建设投资,要纳入地方财政预算;部门规划的配套生态工程建设投资,要纳入相关工程的总体预算。同时,加强对林业发展的金融支持和减轻林业税费负担。

(9) 大力发展社会林业。林业是一项公益事业,不能囿于林业部门,要动员社会来发展社会林业。社会林业是一种非林业部门的社会组织形式,林业部门要给予技术指导并加强对森林的宏观调控和管理,多方动员,共同出资出力,由地方政府统一组织,进行实施,同时扩大林业对外开放,加快林业发展。

(10) 保护好现有的天然林。中国现有天然林 11 234 万公顷,大部分分布在主要江河源头及山地,这些珍贵的森林资源维系着中华民族的生存和发展,对涵养水源,保持水土、保护生物多样性,庇护所覆盖区域乃至全国的生态环境发挥着极其重要的作用。然而,由于大部分森林企业分布于天然林区,天然林资源急剧下降,因此保护天然林资源尤为急迫。

第六章 草地生态环境的保护

海洋、陆地、草地等组成完整的地球生态链,草地是仅次于海洋的一个生态链。人类既是地球生态链的组成部分,又对赖以生存的环境具有反作用,其中人类活动对草原的影响是巨大的。草原的沙漠化以及由此产生的温室效应、干旱、沙暴气候已危及人类的生存和发展。因此,从只有一个地球——保护我们的生存环境的角度出发,保护草原是当今全球面临的一大课题。我们要把草原看作整个地球生态链的组成部分,认识到草原的生态环境保护功能高于利用功能,以环保优先,利用次之,纠正无序利用、过度利用、违法利用的现象。

第一节 草地的分布、类型与特点

1. 草地的概念

人们常看到一些与草地相近的词,如草原、草场、草坪等,但这些词的含义是有所不同的。

草原。一般指的是天然的草地植被,即由温润、旱生多年生草本植物为主组成的植物群落,不受地下水或地表水影响形成的地带性草地植被。如中国大兴安岭以西的内蒙古草原,青海、甘肃的荒漠草原。

草场。系指已被开发利用的草地,如放牧或割草等。

草坪。系指人工建造并管理的具有特殊功能的草地。

草地。泛指生长草本植物或具有一定杂草灌木植被的土地。草原、草场、草坪、荒漠、草甸、沼泽和森林被破坏后的次生灌草丛等,以及为草食家畜提供食料的一切植被地段。

2. 草地生态系统

草地包括无树草地、热带稀树草原、林地、灌木地和冻原。在地球上的每个大陆都可发现草地生态系统。其中最广阔的有非洲热带稀树草原、亚洲中部的干草原、南美的热带高草草原和热带干草草原、北美的高草原以及澳大利亚的草地。世界草地生态系统的范围估计大约有 4 100 万至 5 600 万平方公里,占地球表面的 31%—43%。全球生态系统分析人员(PAGE)利用最新的卫星数据形成了土地覆盖地图,制作出一张全球草地范围地图。在这张地图中,草地生态系统占地球土地面积(不包括南极和格陵兰)的 41%,约 5 250 万平方公里。草地生态系统的面积远远大于森林和农业生态系统的面积。草地是许多国家最基础和最广泛的土地覆盖类型之一。世界上有 40 个国家的草地占整个国家土地面积的一半以上,其中非洲就有 20 个国家的草地占整个国家土地面积的 70%以上。

世界上许多重要的流域,草地是非常重要的生态系统。例如,草地流域土地面积一半以上的有中国的黄河、非洲的尼罗河、北美的科罗拉多河和格朗德河。这些流域的草地管理十分重要,以便保持这些流域吸收雨水的功能,补充蓄水层、固定土壤和减缓径流。

3. 草地在世界各地的分布

据估算,全球草地总面积约为 32 亿公顷,占陆地总面积的 20%,比耕地面积约大 1 倍。但在各大洲的分布极不均衡。从

表6-1中可见,非洲草地的面积最大,亚洲次之,其次是拉丁美洲,再是大洋洲、北美洲和中美洲,欧洲最小。另据联合国粮农组织对各国永久性牧场分布的资料统计,1999 年世界各国永久性牧场总面积为 34. 598 36 亿公顷,占各国土地总面积的 26%。居前 10 位的国家分别是:澳大利亚 4. 055 亿公顷,中国 4. 000 01 亿公顷,美国 2. 392 5 亿公顷,巴西 1. 85 亿公顷,哈萨克斯坦 1. 823 26 亿公顷,沙特阿拉伯 1. 7 亿公顷,阿根廷 1. 42 亿公顷,蒙古 1. 171 47 亿公顷,苏丹 1. 1 亿公顷,俄罗斯 0. 899 7 亿公顷。这前 10 个国家的总面积占世界总面积的 59%。其中,中国永久性牧场居世界第 2 位,占世界永久性牧场总面积的 12%。

表 6-1 世界草地分布面积 (单位:百万公顷)

洲 别	永久草地		疏林地及其他类型草地		合 计
	面积	%	面积	%	
全世界	3 171	100. 0	3 546	100. 0	6 717
非 洲	789	24. 9	1 155	23. 6	1 944
亚 洲	645	20. 3	615	17. 3	1 260
大洋洲	453	14. 3	166	4. 7	619
拉丁美洲	458	14. 5	367	10. 4	825
北美、中美洲	367	11. 6	417	19. 6	1 067
欧 洲	84	2. 6	69	1. 9	153
原苏联	375	11. 8	480	13. 5	12. 7

资料来源:章祖同主编:《草地资源研究》,2004 年出版。

如果按各国草地面积来排序,从表 6-2 中可以看出,澳大利亚、中国、原苏联、美国是 4 个草地资源大国,其面积都在 3. 7 亿公顷以上,面积在 8 000—2 700 公顷之间的国家有 10 个。由于原苏联地跨欧亚两大洲,所以,在统计中单独列开。

表 6-2 主要国家草地面积统计表 (单位:万公顷)

国 别	草地面积	国 别	草地面积	国 别	草地面积
澳大利亚	45 503	南 非	8 180	土耳其	2 755
中 国	39 276	墨西哥	6 700	玻利维亚	2 720
原苏联	37 500	埃塞俄比亚	5 280	秘 鲁	2 712
美 国	37 000	乍 得	4 500	加拿大	2 510
巴 西	17 000	毛里塔尼亚	3 925	扎伊尔	2 480
阿根廷	14 370	阿尔及尼亚	3 845	苏 丹	2 400
蒙 古	13 987	马 里	3 000	尼日利亚	2 075
沙特阿拉伯	8 500	安哥拉	2 900	哥伦比亚	1 735

资料来源:章祖同主编:《草地资源研究》,2004 年出版。

4. 中国的草地

据《2003 年中国环境状况公报》统计:中国是世界上第二草地大国,草地面积仅次于澳大利亚,拥有天然草原约 4 亿公顷,占国土总面积的 41.7%,但人均占有草地面积仅 0.33 公顷,约为世界人均占有草地面积的 1/2。其中牧区有草原 19 315.9 万公顷,半农半牧区有草原 5 852.6 万公顷,农区和林区有草原 12 114.8 万公顷,湖滨、河滩、海岸带有草地 2 000 万公顷,分别占全国草原总面积的 49.2%、14.9%、30.8%、5.1%。然而,草地畜牧业产值在农业中的比重却不足 5%,而在农业先进国家一般要占 50%—60%,甚至更多。

草地是中国的第一大生态系统,大约是耕地的 3 倍,林地的 1.8 倍。中国草地基本上分成三大片:北方温带草原、青藏高寒草地,南方热带—亚热带草地。其中北方温带草原面积最大,是中国天然草地的主体,其分布东起黑龙江,西至新疆。青藏高寒草地位于西南部,包括青海、西藏及甘肃西南部、四川、云南的西北部,地理上通称为青藏高原。热带—亚热带草地,主要指秦岭、淮河以南

广大的热带—亚热带地区的草地。

中国草地质量不高,低产草地占 61.6%,中产草地占 20.9%,全国难利用的草地比例较高,约占草地总面积的 5.57%,草地生产能力低下,平均每公顷草地生产能力约为 7.02 畜产品单位,仅为澳大利亚的 1/10,美国的 1/20,新西兰的 1/80。中国草地退化严重,90%的草地已经或正在退化。其中,中度退化程度以上(包括沙化、碱化)的草地达 1.3 亿公顷,且每年以 200 万公顷的速率递增。北方和西部牧区退化草地已达 7 000 多万公顷,约占牧区草地总面积的 30%。西北地区草原退化率(除新疆)大大高于全国平均水平,宁夏草原退化率高达 97.37%,陕西为 58.55%,甘肃为 45.17%,西藏为 30.36%。

第二节 草地的功用

草地无言,功德无量。长期以来,我们比较看中草地的经济价值,一提到草地,就想到它是重要的生产资料,能生产肉、奶、皮、毛,能提供大量的畜产品,很多珍稀动植物都具有极其宝贵的经济价值。但是,人们往往忽略其更重要的一面,即生态功能。草地的生态功能概括起来主要有以下几个方面:生态保护屏障、有利于土壤形成、防止水土流失、生物多样性保护与研究、净化城市空气,此外它还是人类文明的摇篮。

1. 草地的生态功能

(1) 生态保护的屏障。草地在生态环境建设中具有特殊重要的作用。就中国而言,草地是最大的绿色生态屏障,是抵御沙漠的前哨阵地,又是重要的水源涵养地。长江、黄河等大江大河及其主要支流都发源于草原区,上中游都流经草原区。草原的保护和建设工作能否做好,草原能否发挥其特有的防风固沙、防止水土流失

的作用,也直接关系到中部、东部地区能否免受沙漠和恶劣气候的侵袭,关系到大江大河的生态质量。

(2) 土壤形成的功臣。地球表面那薄薄一层的土壤对大自然,对人类本身实在太重要了。没有肥沃的土壤,就不会有茂盛的植物,就不会有人类的今天。而在土壤形成中,草的作用尤为重要。栗钙土、黑钙土、草甸土和沼泽土等草原土壤的形成,是草地植被作用的结果。

(3) 保水固土的勇士。水土流失包括土壤侵蚀与水的侵蚀两个方面。由于复杂的原因,中国是世界上水土流失最严重的国家之一。据中国水利部 1990 年的调查统计,全国土壤侵蚀的面积达 492 万平方公里,占国土面积的 51%。其中水蚀面积 179 万平方公里,风蚀面积 188 万平方公里,冻融侵蚀面积 125 万平方公里。水土流失危害十分严重,不仅造成土地资源破坏,影响农业生产与生态环境,而且还加剧水旱灾害的频繁发生。草的水土保持功能十分重要,在许多情况下,比树的作用更突出。草之所以具有如此强大的水土保持功能,主要由于草的根系发达,而且主要都是直径小于或等于 1 毫米的系根。试验表明,直径小于或等于 1 毫米的根系,才具有强大的固结土壤、防止侵蚀的能力。另外,大量的草本植物茎叶覆盖地表,可以减少降雨对地表的冲刷。正因如此,草本植物被称为保水固土的勇士。

(4) 多种动植物的家园。中国天然草原分布范围广泛,气候类型多样,植物种类丰富,植被类型复杂。在如此辽阔的草原上,不仅饲养着大量的家畜,而且繁衍着大量的野生动物。在这些野生动物中,不仅有许多珍贵的种类,也有许多稀有的种类,以及濒危甚至濒临灭绝的种类。如草原的珍稀动物种类有哺乳动物羚牛、野牦牛、藏羚羊、白唇鹿、野驴、野马、双峰驼、草原斑猫、马麝等;有鸟类丹顶鹤、白枕鹤、黑颈鹤、白鹤、藏马鸡、血雉、大鸨、大天鹅等;有爬行动物四爪陆龟、沙蜥、扬子鳄等。草原濒

危珍稀植物有雪莲、野大豆、甘草、白梭梭、内蒙古黄芪、沙冬青、肉苁蓉、蒙古扁桃等。草原犹如一个野生花卉园。春季乍暖还寒,但蓝色的白头翁,紫色的马兰,黄色小叶锦鸡儿却竞相开放;夏季百花齐放,争相媲美,黄色的金莲花,白色的唐松草,黄色的野罂粟,淡蓝色的翠雀争相斗妍,更使人叫绝的是被喻为永不凋落的鲜花一二色补血草。

(5) 城市空气的过滤器。近年来,由于空气污染而引起的空气质量问题越来越引起人们的关注。许多城市都在采取不同的措施,竭力提高大气质量。在提高大气质量的许多措施中,增加以草坪为主的绿地面积有很大作用。因为草地有净化大气的功能,对城市空气质量的提高大有好处。草地能净化大气主要有三个原因:第一,草坪草能吸收、固定大气中的某些有害、有毒气体。第二,某些草坪草能分泌一些杀菌素,从而减少空气中的细菌含量。第三,茂密的草坪,植株多,如高尔夫球场果岭草坪保持 4 毫米的高度,其叶面积约为相应地表面积的 20—80 倍,犹如一个庞大的天然“吸尘器”可不断地吸收、吸附空气中的尘埃。

(6) 人类文明的摇篮。人类从类人猿或森林古猿进化而来,这已为众多的人类起源学家所公认。类人猿如果没有走出森林,没有广阔的草原,没有直立行走,没有奔跑,恐怕也没有今天的人类。从这个意义上讲,草原是人类进化的摇篮。不仅如此,草原还是人类最初文明的发祥地。因为在草原这个环境中进化而成的人类,开始猎捕大型野生草食动物以取得肉食和用作衣物的皮毛及骨质的工具。又经过数十万到上百万年,他们学会豢养野生草食动物,开始了家畜的饲养,这就是最原始的畜牧业。因而广阔的草原,不仅是人类进化的摇篮,而且也是人类最初文明和生产变革的基地。

2. 草地的经济功能

(1) 畜牧业的基地。

近年来,由于世界上粮食生产受频繁的自然灾害影响而减产,加之人口的不断增长和能源紧张,许多国家已经把发展食草家畜或者在家畜口粮中增加粗饲料(牧草和青贮饲料)的比重,作为一项重大的技术政策来推行。世界上粮食出口大国之一的美国,用于饲养家畜的精饲料的消耗量,近10年来下降了30%,牧草及青贮饲料在草食家畜全部饲料的消耗量中占53%—55%,其中养羊业高达89%以上。中国牧区饲养的食草家畜,除个别地区冬春有少量补饲外,绝大多数是靠天然草地全年放牧饲养,天然草地是最主要的饲料来源。充分利用天然草地的牧草发展草食家畜,就可以大大节约饲料粮的消耗。

草地是发展草食畜牧业最廉价的可再生资源。通过牧养家畜,可以把人类不能直接利用的牧草转化为肉、奶、皮、毛等畜产品。草地利用得当,可以自然更新、用之不竭。草地畜牧业生产还是成本低、收益大的经济部门。以中国为例,每投资1元,一般可以取得3元至5元的畜产品,每1元产值的畜产品经过加工后,一般又可获得5元以上的轻工业产品。中国草地面积是农田面积的3倍多。据1990年统计,中国草原的主打产品——畜牧业产品占中国农业的比重 $\frac{1}{4}$ 强,近年来还有上升的趋势。草地畜牧业将成为国民经济的支柱产业之一,有着巨大的开发潜力。

(2) 绿色的粮仓。

以中国来说,长期以来,为解决人口的吃粮问题,两眼紧紧盯在16亿亩农田上,一条道走下去,结果是路越走越窄。今后应该开阔视野,把眼光放在960万平方公里的山地、草原、平原以及广阔的大海上。事实上,充分利用草地资源,发展草食家畜,也是解决中国粮食问题的重要途径。这是基于两方面的原因:第一,草食家畜有了发展,肉、奶制品的增加,提高了人们消费肉、奶的水平,因而可以减少粮食的直接消耗;第二,发展草食家畜,可降低饲料粮的消耗。

(3) 发展多种经济的原料基地。

天然草地丰富的动植物资源可为多种经济发展提供原料,天然草地是纺织、食品、乳品、制革、化工、制药、狩猎以及对外出口贸易等多种经济的原料基地。

羊草所含营养物质丰富,为内蒙古草原主要牧草资源,亦为秋季收割的重要干饲草。这种植物耐碱、耐寒、耐旱,在平原、山坡、沙壤土中均能适应生长。在中国东北、内蒙古,羊草还是人工草地建植中首选的材料,被广泛应用。

草原是个天然的大药库。中国天然草地中药用植物不下千种,著名的有甘草、内蒙古黄芪、防风、柴胡、知母等中草药,在草原几乎俯拾皆是。天然草原之中还分布着锁阳、冬虫夏草、雪莲等名贵中药。

高大的草本植物是造纸的原料之一,如芦苇、大叶章、小叶章、芒、五节芒等。荒漠草原草地上的老鹳头是优良的蜜源植物。沙棘、西北利亚杏等是饮料食品的重要原料。

天然草地亦是绿色食用植物的重要产地。许多高维生素 C 含量的植物,可制成饮料,也可作为果品开发食用,如沙棘、杏仁、刺玫果、白刺等。如蕨菜、黄花菜、白蘑等早已被利用。苦苣菜、野韭、沙芥、桔梗、百合等也有很大的发展潜力。草原还有许多油料植物,如沙蓬、播娘蒿、沙枣、薄荷、茵陈蒿等;而又分蓼、酸模、地榆、盐肤木等则是鞣料植物。

再者,草原地下蕴涵着丰富的矿产、石油、天然气等,是重要的工业原料。此外,草地特殊的地质、地貌、自然景观,是草原生态旅游发展的物质基础。

第三节 草地的生态环境状况

在能量流动和物质循环的过程中,占全世界陆地面积的 52%

的草地对人类的生存和发展有着举足轻重的作用。草地退化是当今世界,特别是中国面临的最大环境问题,它日复一日,年复一年,在无限广阔的时空中不断加剧,威胁到人类的生存与发展。

1. 人类活动引发世界各地草地退化

(1) 沙漠化。

根据联合国环境规划署的调查,在非洲,与撒哈拉沙漠南部邻接地区,沙漠不断扩大,灾情恶化。到了 20 世纪 80 年代,干旱扩大到整个非洲,21 个国家的 3 500 万人陷入粮食危机。在撒哈拉沙漠的南部,沙漠每年大约向外扩展 150 万公顷,平均每小时有 170 公顷的沙漠诞生。据推测,在过去 50 年中,有大约相当于日本国土面积 1.7 倍的 6 500 万公顷的耕地和牧场被沙漠吞噬。苏丹境内在 1958 年至 1975 年期间,撒哈拉沙漠向南扩展了 90—100 公里,平均每天推进 16 米。20 世纪 50 年代中期,苏丹首都喀土穆附近,还是一片葱绿的草原,20 年后,草原向南后退了 150 公里,沙漠取而代之。60 年代初,毛里塔尼亚的国土面积 60%—70% 为沙漠、半沙漠,到了 80 年代中期,这一比例竟上升到国土面积的 98%,全国成了一望无际的沙海。

在亚洲,从巴基斯坦东部到西北地区的塔尔沙漠周围,南美洲智利北部的河塔卡马沙漠一带,阿根廷的拉里奥哈、圣路易斯、拉潘帕各州也发生了严重的沙漠化现象。美国的亚利桑那州和新墨西哥州、原苏联的卡斯比海东岸的卡扎夫地区、澳大利亚中部等地,沙漠化也在不断扩展。

另据联合国环境署估计,相当于世界人口 $1/6$ 的约 8.5 亿人,目前正遭受土地沙漠化的困扰。

(2) 土壤退化。

目前,全球牧区的面积约占地球陆地的 $1/5$,大部分处于半干旱地带,养育着 15 亿头牛和 18 亿只羊。全世界的草原中,轻度到

中度退化的几乎占了一半,有 5% 已严重退化。草地退化可直接表现为土壤侵袭。牧区的土壤退化往往是因高密度的家畜与低水平的畜群管理所致。按区域来看,亚洲是世界上旱地退化面积最大的区域,为 3.7 亿平方公顷,占易受影响旱地的 22%。中东、中亚、印度大部、中国的西北,都是如此。例如中东地区的一些国家,20 世纪七八十年代前还分布着广袤的森林和草地,现在不少地方已经成为裸地和沙漠。

非洲的土壤退化更为严重。由于放养过度和管理不善,导致了土壤侵袭,1/4 的干旱土地正在退化,其中 3.2 亿平方公里土地严重或极度退化(“全球土壤评价”最严重的退化等级)。在欧洲,旱地面积的 32%,9 940 万平方公里存在不同程度的退化。澳大利亚、新西兰和阿根廷、巴西等拉美国家也拥有大规模的商业性牧场。随着人口增长和人们生活的改善,牧区的载畜量也在不断加重。美国的天然草地退化也很严重,目前 1 亿多公顷干旱草原的载畜量,只有 70 年前的 40%。其南部和西部的亚里桑那等 4 个州,因牧场退化而侵入草群中的有毒、有害木本植物已达 3 800 万公顷。联合国的一份报告指出,牧区退化造成畜牧业生产的年损失超过 230 亿美元。在非洲,估计每年损失达 70 亿美元,比埃塞俄比亚的国内生产总值还多。亚洲的损失也达 83 亿美元。

伴随着草地的退化,还带来了严重的草原鼠、兔害问题。有关资料显示,美国亚利桑那州每年被鼠、兔吃掉的牧草相当于 16 万头牛的饲草。由于草地退化,致使澳大利亚西部荒漠草原的载畜量只有 40 年前的 30%。

(3) 破碎化。

《世界资源报告 2000—2001》指出,由于人类的活动,全球草地已被极大地改变。整块的大面积草地未被改变的几乎很少,农业、城市化和道路建设是造成草地破碎化的主要人为因素。其他造成草地破碎化的因素,是围场和木本植物的入侵。

在西半球,草地生态地区破碎化最严重的地区是北美温带和亚热带集约耕作区。在美国的大草原地区,大量的道路建设加剧了草地的破碎化程度。原来 90% 的草地是由 1 万平方公里甚至更大的草地块组成,然而,公路网的建设,大面积的草地块没有能够保留,70% 的草地是由小于 0.1 万平方公里的草地块组成。草地向农业和城市地区大面积转变,使草地破碎化日益严重,并且威胁到草地生物多样性的存在,威胁到草地多样性的生物种群,使草地支持生物多样性的能力正在下降。在破碎化比较严重的地区,许多本地物种的种群正在减少。

2. 中国草地生态环境状况

《2003 年中国环境状况公报》虽然没有直接报告草原的退化情况,但报告说:全国水土流失总面积 356 万平方公里,占国土总面积的 37.1%,其中水蚀面积 165 万平方公里,风蚀面积 191 万平方公里。

然而,《2001 年中国环境状况公报》却提供了草原退化的一组数据:我国 90% 的可利用天然草原有不同程度的退化,其中退化、沙化、碱化草原面积已达 13 500 万平方公顷,并且以每年 200 平方公里的速度增加。公报还称,草场退化和植被遭破坏使草原质量不断下降,20 世纪 90 年代末与 90 年代初比较,北方天然草原产草量下降了 30%—50%,载畜能力大幅降低。而全国草原普遍超载过牧,其中北方草原普遍超载 30%—50%,这又加速了草原退化。

草地正面临着天灾人祸的威胁。造成中国草地退化,草地生态失调的主要因素是:

(1) 自然因素。

包括草原火灾、气候影响、草地鼠(公)害等。以草原火灾来说,火灾是绝大多数草原生态系统自然发生的现象,火灾可以阻止

灌木的侵占、去除干枯的植被,使营养物再循环。没有火灾,世界上许多草地的树木密度将会增加,最终将草地转变为森林。此外,火灾还可以清除动物尸体残骸,控制害虫。尽管火灾会给草地带来不少好处,但是它也会损害草地,尤其是比自然发生频率高出很多的时候,损失就更为严重。如果火灾发生频率太高,会去除植物覆盖层和增加土壤侵蚀。火灾还会释放大气污染物。中国是世界上发生草原火灾较为严重的国家,在约 4 亿公顷的草地上,易发生火灾的占 $1/3$,累计受灾面积 2 亿公顷。

(2) 人为因素。

人为破坏草原,主要是掠夺性开发和无序利用,如放牧超载,滥垦荒地,滥挖药材、乱采发菜,乱砍滥伐、乱采矿藏等。草原有许多特殊价值的经济植物,大量频繁地采集,不仅使荒漠草原植被遭到破坏,而且影响土壤结构,以至影响整个生态系统。由于经济利益的驱动,在草地地区滥采中草药,乱采发菜的情况十分普遍,且屡禁不止。据《西藏通讯》记者 2004 年 7 月 9 日报道:虫草,即冬虫夏草,是西藏的特产,生长于海拔 3 500 米以上的高寒草场,这里生态环境十分脆弱,植被一旦被破坏,需要上百年才能恢复。由于虫草在市场上的价格昂贵,并且日益看涨,近年来,许多人受暴利驱使,在每年五六月份虫草收获期涌入西藏各地挖虫草。仅 2004 年,就有近 10 万人进入“三江源保护区”挖虫草。虫草采挖季节结束后,高寒草原上留下了无数的坑洞,这些坑洞不仅寸草不生,而且还会不断沙化。

(3) 社会因素。

草原人口的激增与草原社会居住方式的改变,是导致草地退化的原因之一。自 20 世纪 50 年代以来,中国草原人口普遍增加了 3—4 倍,居住方式也基本由游牧变为定居。然而,传统的畜牧业经济内容未变,传统的天然草场放牧的生产方式未变,这使草原定居点周围出现与发达国家不同的景观。后者的定居点主要由人

工草场环绕着,产草量优于天然草场,生态上也与天然草场相和谐。而在中国草原,许多牧民习惯于粗放的游牧方式,逐水草而居,靠天养畜,定居点主要由天然草场包围并直接用于放牧,从而呈现出以 1.5 公里、2.5 公里、5 公里为半径的重度退化、中度退化、轻度退化,并且上述退化半径随着定居点人口增长导致的放牧量增长而扩展。

(4) 政策导向因素。

中国在土地和自然植被的经济、生态、环境等方面或隐或显地表现出“三重三轻”的政策倾向,即:经济上重农轻牧;生态上重林轻草;环境上重水蚀轻风蚀。重农轻牧问题由来已久,虽然目前这一问题受到了一定的重视,但迄今仍未得到彻底的解决。近来,在内蒙和新疆一再发生得到政府批准的变草原为农田的事件。长期以来风蚀的问题一直未得到足够重视,只是 20 世纪 90 年代以来频发的沙尘暴,才唤醒人们对它的警惕。重林轻草问题恐怕更长时间都未得到充分认识和有效解决。现在,我们常听到的口号多是“植树造林,绿化荒漠”,其实,荒漠的主体是“草”而不是“林”,因此,人类的恢复行动应当顺应自然,而不是与之相忤。“三轻”的本质体现了中国长期以来草原政策的不完善。

3. 草原生态环境破坏的严重后果

世界主要沙漠分布在 45 个国家中,其中 30 个是以畜牧业为主的国家(地区),囊括了北非、西南亚、苏联中亚、中国新疆和宁夏,而且沙漠都是最大的。其他 15 个国家的沙漠,分布于牧区的澳洲中部、北美中南部、拉美西南部、中国的内蒙古等。沙漠为什么总是在牧区,这个极为重要的事实告诉了我们一些什么呢?

无数的考古例证都证明大沙漠的过去不是沙漠,而是人类文明的发祥地,是草丰水美的富饶之地。例如,地中海地区曾是西方文明的发源地。历史上曾有过一段时期,地中海的每个地区都呈

现出一种进步而又生机勃勃的文明。叙利亚、黎巴嫩、巴勒斯坦、突尼斯、阿尔及利亚、西班牙、意大利、南斯拉夫、希腊、土耳其都曾一度是世界上最繁荣进步的地区。如今,除了很少几个国家还算发达外,其他都沦为 21 世纪世界上的落后地区,许多国家现在的人口也仅为先前人口的一半或者 $1/3$ 。地中海地区各个国家的文明兴衰过程基本上非常相似:起初文明在大自然于漫长年代中造就的肥沃土地上兴起,持续进步达几个世纪,随着开垦规模的扩大,越来越多的森林和草原植被遭到毁坏,富于生产力的表土也开始随之遭到侵蚀、剥离;接下来持续的种植和渗漏淋溶,消耗了大量作物生长所需的矿物质营养,于是生产开始下降。随着土地生产力的衰竭,它所支持的文明也开始衰落。

从比较近的例子来说,早在 100 多年前,美国西部是一片很好的草地,植物种类丰富,生长茂盛。但 1885 年至 1920 年间,由于家畜数量猛增,至第一次世界大战时家畜数量达到了高峰,1886 年估计西部 11 个州有牛 760 万头,牲畜数量过多加之滥牧,导致草地资源枯竭。1934 年 5 月 12 日,在美国与加拿大的西部发生了震惊世界的特大沙尘暴。这次沙尘暴影响的面积达到东西长 2 400 公里,南北宽 400 公里,几乎横扫美国 $2/3$ 的领土,从西海岸到东北海岸,刮起了约 3 亿吨表土。浩劫之后,几百万公顷的农田废弃,几十万人流离失所,众多城镇成为了荒无人烟的空城。许多人被迫向加利福尼亚迁移,引发了美国历史上最大的移民潮。1963 年在原苏联中部过度农垦的草原黑土地带,重演了美国 30 年代这一幕,结果是 300 万公顷土地绝收,其他农田作物单产只有普通年份的 $10\%—20\%$,整个区域的农耕系统崩溃。

中国草原生态恶化不仅危及牧区群众的生存,还危及西部乃至全国的生态。草原生态恶化带来了水土流失、江河断流、湖泊干涸、绿洲消失、自然灾害频繁等问题,已严重影响全国的生态环境。沙尘暴频繁发生,西沙东进,北沙南侵,掩埋农田,毁坏交通与通讯

设施,已波及华北及东部沿海地区;长江流域特大洪水、黄河断流时间年甚一年,水资源短缺问题日益严重。草原生态恶化还使一些牧区出现无草可牧的状况,少数地方已出现“生态难民”。

(1) 沙漠化。

大自然的报复已经开始,美丽的呼伦贝尔大草原已经受到风沙侵袭,海拉尔机场、格尔木机场和乌鲁木齐机场不时因风沙过大被迫关闭。河西走廊非雨养农业生产完全靠祁连山雪水和机井灌溉,这些年由于祁连山雪线上升和地下水位下降,黑河、石羊河流域的生产和生活受到严重威胁。陕西省水土流失面积占全省土地面积的 21.6%,内蒙古自治区占 16.3%,甘肃则高达 38%。草原退化现象日益加剧,内蒙古草原退化面积已占草原总面积的 51.8%,青海省占 53.2%,甘肃则占 87.8%。草原退化是沙漠化的前奏,如果不加控制,中国西部 56 亿多亩草场将有近一半以上会变成沙漠。荒漠化、沙漠化将越过西部这道即将溃决的绿色屏障长驱直入,其后果不堪设想。目前就西部草原生态而言,“局部治理,整体恶化”的态势还在加剧。

(2) 沙尘暴。

沙地草地生态系统退化,诱发的最直接的环境灾害就是沙尘暴。近百年来中国沙尘暴共发生 70 次,前 30—40 年中平均 30 年 1 次,沙尘暴加剧是最近十几年来的事情。如 20 世纪六七十年代每 2 年 1 次;90 年代每年 1 次;2000 年很快增加到 12 次;2001 年,中国北方地区共出现 18 次沙尘天气过程,其中强沙尘暴过程 41 天;2002 年 3 月 18—21 日,中国北方大部分地区自西向东经历了 20 世纪以来最强的一次沙尘天气过程,强沙尘暴席卷北方 140 万平方公里。其范围之广,几乎使长江以北所有地区都不同程度地遭受沙尘天气影响。近年来严重的沙尘暴使国家蒙受了重大的经济损失,国家为治理沙尘暴投入的巨额费用逐年增加。

(3) 洪水。

一方面,无论是草地的退化,还是草地生态系统的退化,不仅使植物在地上部分小型化,地下部分浅层化,而且土壤物理、化学性质的退化,更加剧了水土流失,因而向长江的流沙输入大大增加。另一方面,长江中游的毁林、毁草,破坏天然植被和开荒种粮,也加剧了水土流失,强化了向长江的输沙过程,在一定程度上提高了河床。据对城陵矶至河口 235.6 公里河段 1966 年至 1986 年的对比分析,20 年来,河道淤积了 2 亿立方米泥沙,平均河床抬高 0.43 米,致使长江泄洪能力大大降低。也就是说,1998 年的长江特大洪灾,与草地退化有着十分密切的关系。

保护草地植被,恢复草地生态平衡,遏制草地生态环境恶化,已成为中国进行国土治理的当务之急,也是中国经济与社会可持续发展的迫切要求。

第四节 草地生态环境退化的遏制与重建

草原的退化虽说是危机四伏,从历史和现实来看,也并非完全不可逆转。美国在“沙尘暴时代”后,政府对草原加以保护,严禁开垦,鼓励农户退耕休牧、返草返林,在不到 5 年内,草原面积达 1 500 万公顷,约占全国耕地总数的 10%,这使全国的土壤侵蚀大约减少了 40%,60 余年来,再没有发生类似的事件。保护好草原不但改善了沙尘天气,而且增强了粮食和畜牧业生产的安全。

近年来,中国各级政府也愈来愈意识到保护草地资源的重要性,采取了一系列政策和措施,对遏制草地的退化,局部改善草地生态环境,起到了一定的作用。

1. 正确认识几个关系

(1) “人进沙退”还是“人退沙退”?

人口增长是草地退化的一个重要驱动因素。欲治理生态系统

的退化,就必须从解决人的因素入手,解决人的生存与出路是治本,其余措施是治末。因此,在那些治理难、成效不显的“硬骨头”地区,最好的办法是“人退”,减少人为的压力,让自然去修复。内蒙古自治区正在采取“围封转移”或“转移发展”战略,以利于天然草场的恢复。但是,转移出去的人如何安置?在新的土地上是否还会造成新的破坏?这些问题必须引起足够的重视。

(2) 种树还是种草?

在沙地草地生态治理中,种树问题已经是个争论很久的话题。20 世纪 60 年代著名地理学家黄秉维院士就非常形象地将干旱、半干旱地区的树比喻成“抽水机”,因此他不主张在草地上大量种树。为什么种树在干旱、半干旱地区不合理,其原因如下。

第一,这是自然的规律。在年均降水量不足 300 毫米的地区,天然分布的是草原或灌丛,树木生长的雨量和有效积温不能满足的话,树木很难成活,即使活了,也只能长成“小老头树”。

第二,加重土壤的干旱。干旱半干旱地区强烈的蒸发量(降水量的 10 倍以上)如没有草本层有效的覆盖,会造成更严重的干旱。树木的生态耗水远大于灌木和草本,因此,造林势必加重旱情。人们时常见到草原地区人工林下,少草本层或无草本层,就是这个原因。

第三,干旱、半干旱区人工造林实际上是失败的。以内蒙古锡林郭勒盟为例,建国 53 年来,整个地区的森林覆盖率不足 1%,那么,人们自然要问,造的林哪里去了。实际情况是,年年植树,树木年年枯死。这造成了大量人力物力的浪费,且延缓了自然恢复的宝贵时间。

第四,树木不能阻挡沙尘暴。在沙尘暴发生最严重的早春,现场观察到的情况是,杨树林里的沙子照样在流动。林子外面的能见度在 5 米以下,而灌木地和草本层覆盖较好的地段,能见度却在 200 米之上,森林阻挡沙尘暴的作用可见一斑。即便是上述 1% 的有林地是“铁钉”一块,99% 的土都松动了,这个“钉子”还能起多大

作用?更何况林地固土的作用远不如草和灌木,但人类为此花费的金钱却远远超过恢复草原的代价。

(3) 生态恢复应当强调自然力还是人力?

英国在因采矿而造成的废弃地上恢复了自然生态系统,进而将其规划成为世界上著名的乡村景观。其重要的成功经验在于借助自然力进行生态恢复。利用自然力进行生态恢复的过程,可以简单地理解为围封,即在保证土壤不损失的前提下,保证各类繁殖体(种子、孢子、果实、萌生根和萌生苗)等能够“安家落户”并得以自然繁衍。其实,利用自然力恢复成功的例子很多,如在 1991—1999 年间,北京延庆山区搬迁 4 356 户村民,山区人口由原来的近 6 万减少到 3 万,从而极大地缓解了山区森林的压力,林木覆盖率由原来的 30%达到了目前的 70%以上。

2. 治理草地退化的具体措施

中国在治理草地生态系统退化的过程中,采取了一些行之有效的措施。

(1) 退耕还草、退牧还草。坚持不懈地推进退耕还草和退牧还草工程的实施。西部生态建设中,一些干旱地区和荒漠化地区的植被建设更适合以草为主,草灌先行。但一些牧区程度不同地存在重经济效益轻生态效益、重造林轻种草的倾向,一些地方还出现森林面积增长,但生态反而恶化的现象。要加强退耕还草和退牧还草工程的科技配套服务,依靠技术进步推进牧区经济社会发展和环境资源的协调发展。为保护黄河、长江和澜沧江源头地区草地生态系统,中国第一个大规模退牧还草工程日前已开始实施,今后 5 年间,三大江河源头地区已经退化的 1.5 亿亩天然草原将借助这项工程得以休养生息。

(2) 草原家庭承包。实行草原承包经营是保护和建设草原的体制保障,应进一步加快和完善家庭承包经营制,并全面贯彻落

实。目前,中国已承包的草原面积有 2.08 亿公顷,占可利用草场面积的 68.3%。草原承包经营、有偿使用,是有利于防止盲目开垦、滥采滥挖、过度放牧、只取不予、生态恶化的有效措施。要解决“草原无主,放牧无界,使用无偿,破坏无妨”的问题,将生产者对草原的权、责、利统一起来,充分调动广大农牧民管好、用好、护好、建设好草原的积极性,拓宽草原建设资金渠道,促进生产生活方式的改变。同时,要研究草牧场的出租、转让、转包等流转机制,促进生产要素的有效组合。

(3) 划区轮牧。根据草原生产力和放牧畜群的需要,将牧场划为若干分区,规定放牧顺序、放牧周期和分区放牧时间的放牧方式,划分轮牧一般以日和周为轮牧的时间单位。据了解,目前,中国拥有草原的主要省区正在通过建设小面积基本草场来保护大面积草场,实行草畜平衡制度和划区轮牧、休牧等制度,建设高效人工草地和高产饲料基地,在解决牧民生计问题的同时,使严重退化草地得到初步治理,基本实现草畜平衡。

(4) 禁牧和休牧。禁牧一般是指在生态脆弱、水土流失严重或具有特殊利用方式的草场(如割草草场)进行禁牧。休牧通常是指季节性休牧,即在 1 年内特定的季节将草场围封起来不让放牧,在牧草返青期和结实期进行休牧,以保护牧草的恢复性生长和繁殖更新。

(5) 建立草原自然保护区。中国已建立了一些草原自然保护区,如内蒙古锡林郭勒典型草原自然保护区、甘肃安西荒漠戈壁生态系统及野生动植物自然保护区、黑龙江月牙湖草甸草原保护区、新疆奇太平原荒漠生态系统及种质资源保护区、陕西五台山平原荒漠生态系统保护区等 13 处草原自然保护区。

3. 用大思路解决水源问题

中国在与干旱和沙漠化作斗争方面,应该说有大手笔。如南

水北调工程,三北防护林工程,以及全民植树运动,在西北一些地方退耕还林,在有的地方禁牧、禁伐。这些无疑都是重大举措,且已经和即将显示效益。但总的来说,在沙漠化和干旱的进攻和威胁面前,还是显得被动和无奈,在防治方面所取得的成果也只是局部性的,且极不稳。“局部好转、整体扩大”的趋势尚未改变。因此,只有解决水源的问题,才能从根本上解决根本的问题。一个时期以来,不断有关于发掘水源的“新思路”、“大思路”涌现,其中不乏具有现实意义和借鉴意义的。

有些人认为“南水北调”还仅限于陆地淡水资源的调配,而中国可调配的地表淡水很有限,即使“南水北调”三条线路都实现了,一年也仅能调水不到 500 亿立方米,只能缓和京津地区与黄河沿岸部分地区的缺水状况;中国荒漠和干旱的主要地区——广大西北和华北北部根本无淡水可以调进,将面貌依旧。

增加“南水北调”东线的调水量(比如增加 500 亿至 1 000 亿立方米),主要利用洪水季节增加调水,并将新增水量,通过永定河河谷提到内蒙古高原。

探索“海水西调”的可行性。2004 年“两会”期间,张序三等 10 位人士在新华论坛上向“两会”建议,可以采纳中国地质大学陈昌礼教授等三人提出的设想,即从渤海湾北部沿岸将海水逐级提到内蒙古高原,并利用内蒙古地势平坦且东部略高的有利条件把海水引到高原西部和新疆三大盆地,利用海水镇压部分沙漠,沿途可利用淡化水供人畜和发展经济之用。

努力使海水淡化技术有新的、更大的突破。大海有用之不竭的水源,只是目前的海水淡化成本还比较高,难以在大范围推广利用。国家应该大力支持,争取在技术上有大的突破。这样,既为沿海缺水城市发展提供用水保证,也为“海水西调”增加效益。

探索“呼风唤雨”的可能性。现在人类已能做到局部地区人工降雨,如果能够利用东南季风,将降雨范围向西部、北部地区扩大,

那是多么了不起的成就。

4. 加强立法,依法治草

1985 年颁布的中华人民共和国《草原法》,为加强草原管理,制止破坏草原的行为,调解和处理草原纠纷等提供了法律依据,初步改变了长期以来草原管理无法可依的局面。这部法律的实施,对加强草原的保护、建设和合理利用,发挥了积极的作用。

但是,如今随着改革的深化和市场经济的发展,实践中出现了许多亟待解决的问题,如超载过牧严重、对草原重利用轻养护、草原投入不足、草原流转有待规范等,造成草原生态环境日趋恶化。原《草原法》已经明显不能适应和满足当前草原保护、建设和管理的需要。2003 年 3 月 1 日开始实施的新修订的《草原法》,总结了原《草原法》实施以来的经验,进一步将中共中央和国务院关于草原保护、建设和合理利用等方面的政策,以法律的形式加以明确。

与原《草原法》相比,新《草原法》在内容上更加充实、全面,各项规定也更加明确、具体,增强了可操作性。新《草原法》在关于草原承包经营、草原保护、草原建设、草原利用以及监督检查和法律责任等方面进行了修改、补充和完善,特别是在监督检查和法律责任方面作了较大的补充和完善,明确规定县级以上畜牧业行政主管部门应当加强执法队伍建设和监督检查人员的培训与考核,并对监督检查工作做了规范,对各种应当给予处罚的违法行为,作出了明确的处罚规定,增加了处罚的种类,加大了处罚力度。随着新修订的《草原法》的付诸实施,4 亿公顷草原有了新的护身法宝。

第七章 湿地的生态功能与保护

湿地是地球上水陆相互作用形成的独特的生态系统,是重要的生存环境和自然界最富生物多样性的生态景观之一。湿地在抵御洪水、调节径流、净化水质、改善气候、控制污染、美化环境和维护区域生态平衡等方面有其他系统所不能替代的作用。湿地被誉为“地球之肾”、“文明的发源地”、“天然水库”和“物种的基因库”。在世界自然保护大纲中,湿地与森林、海洋并列为全球三大生态系统。但是很长一段时间以来,由于人类对湿地的认识不充分,全世界的湿地都不同程度地面临着污染、围垦和过度开发的威胁,湿地退化和丧失日趋严重。面对这一状况,从 20 世纪 50 年代起,国际社会就对湿地的保护采取了积极的态度。特别是 1971 年《国际湿地公约》的诞生,标志着湿地保护进入了一个新的阶段,保护和合理利用湿地日益受到世界各国的普遍重视。

第一节 湿地的定义与分类

1. 湿地的定义

湿地分布广泛,种类繁多,而且相互之间差别极大,因此,很难给湿地下一个确切的定义。各国学者有不同的解释,据粗略的估计,湿地的定义有 50 多种,大体上可分为广义和狭义两种。狭义定义认为,湿地是生态交错带,是陆地与水域之间的过渡区。生长

有挺水植物的湖滨地区才被认为是湿地,而大面积的开阔水体却不属于湿地。广义定义则把地球上除海洋(水深 6 米以上)外的所有水体都当作湿地。由于滨岸地区和开阔水体总是紧密相联,而且,由于整个集水区从上到下互为一体,干扰集水区上游的任何活动都将影响下游地区。所以就管理而言,接受一种广义的湿地定义更为有利。

1971 年《国际湿地公约》对湿地的定义就是广义的:“湿地系指不问其为天然或人工、长久或暂时之沼泽地、泥炭地或水域地带,带有或静止或流动、或为淡水、半咸水或咸水水体者,包括低潮时水深不超过 6 米的水域。”同时又规定:“可包括邻接湿地的河湖沿岸、沿海区域以及湿地范围的岛屿或低潮时水深不超过 6 米的区域。”根据这个定义,所有季节性或常年积水地段,包括沼泽、泥炭地、沼泽森林、湿草甸、湖泊、河流及泛洪平原、河口三角洲、滩涂、珊瑚礁、红树林、水库、池塘、水稻田以及低潮时水深浅于 6 米的海岸带等,均属湿地范畴。但专家们认为,这个定义严格说来还算不上是对湿地的科学定义,原因在于它只是枚举了湿地的外延,并未揭示出湿地的科学概念与内涵的实质,并没有对湿地的本质属性予以论述,实质上只是个湿地管理的定义。由于这一定义比较具体,在湿地管理工作中易于操作,另外,凡签署加入国际湿地公约的缔约国都已经接受这一定义,因此,此定义在国际上具有通用性。

与此同时,各国也根据需要对其进行了相应的修改。如 1979 年,美国鱼类和野生生物署将其 1956 年对湿地所作的定义修正为“介于陆地和水域之间、水位接近或处于地表面、或有浅水层积水”的地域。“湿地必须具有一个或几个下列特征:至少周期性地生长有适应于此环境的水生植物;底层主要是能提供厌氧条件的湿土;在每年的生长季节,底层有时被水淹没。”

英国的湿地定义代表着欧洲的普遍观点。莫尔特比(E.

Maltby, 1986)在其著作《湿地财富》中阐述道:“湿地是水支配其形成、控制其过程和特征的生态系统的集合,即在足够长的时间内足够湿润使得具有特殊适应性的植物或其他生物体发育的地方。”显然,他所重视的是湿地成因的主导因子——水文因素,而对土壤和植被条件则是轻描淡写。

1994年,“中国湿地生态环境保护规划”会议将湿地定义为:“处于陆地和水域的交汇处,水位接近或处于地表面,或有浅层积水,一般以低水位时水深2米处为界。并且具有以下特征:至少周期性的以水生、混生植物为植物的优势种;底层土主要是湿土;在每年的生长季节底层土被淹没4个月以上。”2000年《中国湿地保护行动计划》对湿地的解释,已基本参照国际湿地公约的定义。

总之,根据广义的湿地定义,湿地广泛分布于世界各地,从冻土地带到热带,从高山到大海都有湿地,但迄今没有全球湿地资源的精确数字。据世界保护监测中心的估测,全球湿地面积约为570万平方公里,占地球陆地面积的6%,其中湖泊占2%,藓类沼泽占30%,草本沼泽占26%,森林沼泽占20%,洪泛平原占15%。世界红树林的面积约24万平方公里,珊瑚礁约60万平方公里。目前,加拿大湿地面积居世界首位,约有1.27亿公顷,占全世界湿地面积的24%;美国1.11亿公顷,居世界第二位;其后为俄罗斯;中国湿地面积约3848万公顷,居世界第四位、亚洲第一位。

2. 湿地的分类

湿地分类是湿地研究和管理的基础,从不同的角度可以对湿地进行不同的分类。当今湿地研究中存在的主要问题是湿地分类标准不一,不同学科间的湿地分类系统缺乏可比性,且缺乏类别界定的定量指标。目前,湿地分类法一般可分为成因分类法和特征分类法两大类。成因分类法根据形成湿地的地貌部位和生态环境来区别湿地,多为描述性的;特征分类法根据湿地的表观特征和内在

的动力活动特征来区别湿地,分类的依据具有更多的定量化成分。

成因分类方法中以科沃丁(Cowardin, 1979)提出的分类法最具影响。其分类方法是:首先根据不同的成因类型把湿地分成五大系统(即海洋湿地、河口湿地、河流湿地、湖泊湿地和沼泽湿地),再根据湿地的水文特征分成亚系统,依照占优势的植被生命形态和基底组成等湿地外貌特征把亚系统分成湿地类,按照植被的不同把湿地类细分成湿地亚类,用附加的优势种特征描述较为特殊的湿地特征。科沃丁的分类方法具有分类全面、易于操作的优点,因而已成为美国湿地资源登记和管理的基础。中国对沼泽和滩涂湿地的分类研究也停留在成因和描述相结合的层次上。

特征分类法以布林森(Brinson, 1993)提出的水文动力地貌学分类为代表,这种分类法把湿地的地貌、水文和水动力特征视为湿地的三大同等重要的基本属性。

对比上述两种分类方法可以看出,成因分类法一般都偏于定性,虽分类详尽,但难以反映不同湿地间的相似性。相对而言,布林森的水文地貌学分类方法则显得有点简单化,把湿地属性特征归纳为水文学、水力学和地貌学三类因素,并不能完全涵盖复杂的湿地形式,也不能满足描述湿地中千变万化的水流动形式的需要,且定量化程度也不能满足湿地模型的需要。

面对湿地分类标准不一的现状,还有人主张可以根据人类是否参与湿地的生态过程,将湿地简单地分为自然湿地和人工湿地两大类群。

《湿地公约》将湿地分为三大类,其分类的基本层次如下:一是海洋/海岸湿地:下分 12 类,主要有浅海水域、河口、泻湖、盐湖、滩涂等;二是内陆湿地:下分 20 类,主要有河流、湖泊、沼泽、泥炭、冻土等;三是人工湿地:下分 10 类,主要有水产养殖、灌溉地、盐池、污水处理池、水库等。

同时,《湿地公约》也主张各国可以根据本国的具体情况对湿

地进行分类。美国把湿地分为海岸湿地和内陆湿地两类。有些国家甚至用本国的习惯名字进行分类,如巴西在湿地分类时就使用当地语言冠名:沙洲类型的湿地称为雷斯庭加(葡萄牙语 Restingas),平原类型的湿地称为瓦尔泽(葡萄牙语 Varzea),洪泛森林类型的湿地称为伊加坡(葡萄牙语 Igapo)等。

第二节 湿地的生态功能、价值与效益

近数十年来,人们对湿地的认识逐渐深化,各项研究也都充分显示了湿地是全球价值最高的生态系统。据联合国环境规划署2002年的权威研究数据表明,1公顷湿地生态系统每年创造的价值高达1.4万美元,是热带雨林的7倍,农田生态系统的160倍。英国《自然》杂志1997年公开评估,认为全球生态系统的价值为33万亿美元,其中全球的湿地生态系统占45%,约为14.9万亿美元。后来,瑞士的一个研究机构——拉姆沙研究会(Ramsar Convention)2002年的一项研究也认为,全球每年的湿地价值总计约为15万亿美元,其中,全球的港湾总计为4.1万亿美元;海滩、海床、海藻、海草等总计为3.8万亿美元;珊瑚礁总计为0.37万亿美元;潮汐湿地和红树类植物总计为1.64万亿美元;沼泽、涝原(漫滩)总计为3.23万亿美元;湖泊、河流总计为1.7万亿美元。

湿地除了是生命和文明的摇篮外,还体现为直接利用价值和间接利用价值。直接利用价值表现为水资源、湿地产品、湿地矿产、能源(如泥炭)和水运等,以上所估的美元价值可能就包括了这些直接利用价值。湿地的间接价值包括流量调节(降雨吸纳大量的水,干旱时又能释放水)、防止海水入侵、补充地下水、沉积营养物质、调节气候、维持生物多样性和生态功能、保护海岸、景观、教育与科研等。湿地的价值远不是以金钱可以估算的,如中国水稻专家袁隆平教授创造的杂交水稻,其中一个遗传系材料就采自海

南省湿地的野生稻。

综合研究表明,由湿地的生态功能和价值所产生的效益是明显和巨大的。大致可归纳如下。

1. 生态功能和效益

(1) 维持生物多样性。湿地是生物多样性丰富的重要地区,是鸟类、鱼类和两栖动物的繁殖、栖息、迁徙和越冬的场所,湿地中有许多是珍稀、濒危物种。仅在亚太地区,就有数百种候鸟,每年沿着固定的路线迁飞,途经 57 个国家和地区。以涉禽为例,每年春秋两季沿中亚—印度、东亚—澳大利亚、西太平洋三条线路在南北半球之间迁飞上万公里,途中必需在湿地停歇和补充食物。

(2) 调蓄洪水,防止自然灾害。湿地在控制洪水、调节水流方面功能十分显著。湿地在蓄水、调节河川径流、补给地下水和维持区域水平衡中发挥着重要作用,是蓄水防洪的天然“海绵”。沿海许多湿地还能抵御波浪和海潮的冲击,防止风浪对海岸的侵蚀。

(3) 减缓气候变化,调节区域气候。湿地是温室气体(碳)的储存库和重要的释放源。大面积的湿地通过蒸腾作用能够产生大量水蒸气,不仅可以提高周围地区的空气湿度,减少土壤水分丧失,而且还可诱发降雨,有助于调节区域小气候。

(4) 降解污染物。随着工农业生产和人类其他活动以及径流等自然过程带来农药、工业污染物、有毒物质进入湿地,湿地的生物和化学过程可使有毒物质降解和转化,使当地和下游区域受益。

2. 经济功能和效益

(1) 提供丰富的动植物产品。湿地提供了人类生存必需的水稻、鱼类以及莲、藕、菱、芡及浅海水域的一些虾、贝、藻类等食品;有些湿地动植物还可入药;许多动植物还是发展轻工业的重要原材料,如芦苇就是重要的造纸原料;湿地动植物资源的利用还间接

带动了加工业的发展;在相当程度上湿地为人类提供了农业、渔业、牧业和副业生产的自然资源。

(2) 提供水资源。水是人类不可缺少的生态要素,湿地是人类发展工农业生产用水和城市生活用水的主要来源。众多的沼泽、河流、湖泊和水库在输水、储水和供水方面发挥着巨大效益。

(3) 提供矿物资源。湿地中有各种矿砂和盐类资源,而且还富集着硼、锂等多种稀有元素。重要油田大都分布在湿地区域,湿地的地下油气资源开发利用,在国民经济中的意义重大。

(4) 提供能源和水运。湿地能够提供多种能源,水电在电力供应中占有重要地位,全世界水能蕴藏丰富,有着巨大的开发潜力。沿海河口港湾,蕴藏着巨大的潮汐能。从湿地中直接采挖泥炭用于燃烧,湿地中的林草作为薪材,是湿地周边农村重要的能源来源。水运是最古老也是最廉价的运输方式,湿地有着重要的水运价值,沿海沿江地区经济的快速发展,在很大程度上受惠于此。

3. 社会功能和效益

(1) 观光与旅游。湿地具有自然观光、旅游、娱乐等美学方面的功能,除可创造直接的经济效益外,还具有重要的文化价值。世界各国有许多重要的旅游风景区都分布在湿地区域。滨海的沙滩、海水是重要的旅游资源,还有不少湖泊因自然景色壮观秀丽而吸引人们向往,被辟为旅游和疗养圣地。另外,城市中的水体,在美化环境、调节气候、为居民提供休憩空间等方面有着重要的社会效益。

(2) 教育与科研价值。湿地生态系统、多样的动植物群落、濒危物种等,在科研中都有重要地位,它们为教育和科学研究提供了对象、材料和试验基地。一些湿地中保留着过去和现在的生物、地理等方面演化进程的信息,在环境演化和古地理研究方面有着重要价值。

第三节 全球湿地资源的污染、退化与丧失

1. 湿地资源的变化

过去很长一段时间,湿地的价值并不为人所知,人们常把湿地当作无用之地,甚至被称为废地,认为是滋生蚊蝇和诱发疾病的地方。从 20 世纪初开始,随着世界经济的飞速发展,大片湿地被开发,全球湿地经历着污染、退化和丧失的过程,引发了严重的环境后果。据联合国环境规划署、世界银行与美国世界资源研究所共同发表的一份题为“2000—2001 世界资源指南”的调查,全球一半的湿地已在 20 世纪消失。报告要求各国政府和人民必须意识到生态系统的可持续性对人类生活的重要性,要采取措施保护世界资源。

研究发现,引起湿地生态变化的主要原因有两个,一是自然变化,如植被演替、沉积作用等引起的湿地变化;二是人为作用,即由于人类盲目的生产活动和不合理的管理实践产生的湿地生态变化。这些生态变化主要表现在:

(1) 湿地面积的改变。湿地面积的变化最为直观。面积的丧失有许多原因,填埋湿地而造耕地,湿地排水转为农业用地,湿地被用作废物处理区和垃圾填埋地,城市的扩展外延,路基建设,工业开发等。

(2) 水状况的改变。湿地流域上游的水利开发对湿地下游及边远地区的生态特征有严重的影响。筑坝,内陆流域的转化,地下水、河水的过量抽取是最常见的问题,造成湿地干涸、碱化,生态功能丧失。

(3) 水质的改变。营养物富集是湿地受污染的主要形式之一。工业废水、城市生活污水、化学品和废物的不适当处理都可能造成下游区湿地的严重污染,超越湿地自身的承载能力而使其丧

失主要的功能。

(4) 湿地产品的不可持续开发。过度放牧、捕捞和狩猎,违背了湿地的自身发展规律,影响了湿地资源的可持续性和湿地生物多样性。湿地面积减少、退化、病虫害严重,一些地区还出现沙漠化和盐渍化,甚至还会因破坏了生物链而造成水域环境污染。

(5) 外来物种的入侵。由于人为因素或偶然事件,使得外来动植物种进入湿地。威胁不仅来自于进入荒野地区的物种,而且还来自于引进的牧草、水族和园林花草,以及海洋害虫的携入。

2. 湿地资源的危机

人类自身不合理行为造成的湿地丧失和功能退化的现实触目惊心。据美国内政部鱼类和野生生物管理局 2001 年发表的一份报告估计,目前美国每年仍有 35.5 万亩湿地在消失,但比 20 世纪 80 年代的年均损失量下降了 80%。报告称,从 1986 年至 1997 年,美国有 48 个州总共损失了 391 万亩湿地,剩下 6.4 亿亩。多年来欧洲移民对澳大利亚的生态环境造成了巨大的压力,其中湿地的退化以及河流系统卫生状况的普遍恶化尤为突出。据估计,在欧洲人移民澳大利亚后,当地的湿地中有 50% 被改作其他用途。有些地区湿地丧失的比例更高,例如,西澳大利亚斯旺沿海平原地区,75% 的湿地已被填埋或水源枯竭,而在南澳大利亚 89% 的湿地已被毁灭。自 1970 年以来,西班牙已经损失了其境内 60% 的湿地。立陶宛在近 30 年的时间里湿地面积减少了 70%。瑞典西南部的平原地区在近 50 年的时间里湿地面积减少了 67%。在整个欧洲,由于湿地被开垦为农田而损失的面积达到原有面积的 60%。

另据联合国在 2000 年所作的一项估计显示,伊拉克 90% 的自然湿地已经消失,排灌工程和水坝阻止河流的流动是造成这一结果的部分原因。而阿富汗和伊朗则有 99% 的湿地已经干涸,长期的战争造成对河流大坝管理和灌溉计划的失调。

中国幅员辽阔,地理环境复杂,气候多样,造就了包括国际《湿地公约》列出的全部湿地类型。近期完成的全国首次湿地资源调查显示,中国湿地的生物多样性十分丰富,仅水禽就达 271 种之多,是世界珍稀濒危水禽保护的重点地区。但近 40 年来,全国湖泊围垦面积已超过五大淡水湖面积之和,丧失调蓄容积 325 亿立方米,每年损失淡水资源约 350 亿立方米;沿海湿地围垦近 1/2;中国最大的沼泽集中分布区三江平原的大片湿地过去被称为“北大荒”,20 世纪 50 年代,政府动员大量人力、物力、财力对其开垦,组建许多农场,进口大量机械,将湿地的水排干,将“北大荒”变为“北大仓”,虽获得了大量农产品,但其长期的后果是周边环境的恶化。至今该地区已有 300 万公顷湿地变为农田,仅存沼泽 104 万公顷。另外,因水资源不合理利用,中国西部玛纳斯湖、罗布泊、居延海已变成盐碱荒漠。水污染更加重了湿地的破坏,全国 1/3 以上的河段受到污染,在全国有监测的 1 200 多条河流中已有 850 条受到污染,鱼虾绝迹的河道长达 5 322 公里,90% 以上的城市水域污染严重,50% 的重点城镇水源地不符合饮用水标准。中国富营养化湖泊已占 50%,不仅加重了水资源紧张,而且也给渔业、农业及人民的生活健康带来危害。

湿地生态特征的变化有正面变化和负面变化。上述列举的湿地生态变化均是负面的。正面变化主要表现在湿地管理、湿地恢复及调整上。积极的管理、调整和恢复,尽管改变了湿地生态,但有利于湿地的可持续利用,有利于湿地的健康发展,有利于功能的运作。因此,面对湿地的退化和丧失,对湿地的保护、恢复和调整越来越受到国际社会的重视。

第四节 湿地资源的保护与恢复

国际社会从 20 世纪 50 年代起逐渐意识到湿地对人类生存的

意义,近几十年来,从全球角度看,在湿地退化、丧失的同时,湿地的恢复与保护行动也在同步进行。值得一提的是,一些国际组织在全球湿地资源的保护与恢复的过程中起了积极的作用。

1. 《湿地公约》和中国的国际重要湿地

1971年2月,苏联、加拿大、澳大利亚、英国等18个国家的代表在伊朗的拉姆萨尔(Ramsar)召开了“湿地及水禽保护国际会议”。2月2日与会代表签署了《关于特别是作为水禽栖息地的国际重要湿地公约》(简称《拉姆萨尔公约》,又称《湿地公约》)。《湿地公约》于1975年12月21日生效,规定每三年召开一次缔约国会议,审议各国湿地现状和保护活动的有关报告和预算。

《湿地公约》规定了湿地的定义,并提出了明智地利用湿地的指导方针。“明智利用”(wise use)概念提出的目的在于纠正人们以往对湿地的不正当使用方法,从而提醒人类在使用湿地的同时,还要保护湿地。《湿地公约》缔约国除履行一般的职责,如合理利用湿地、开展湿地资源调查、建立湿地自然保护区、培训湿地管理人员、与其他缔约国就湿地保护事宜进行协商、协助《湿地公约》运转等以外,还有一项特殊的要求,即至少要指定一处湿地列入“国际重要湿地名录”。

《湿地公约》在国际社会已引起广泛关注,并已成为国际上重要的自然保护公约,受到各国政府的重视。多年来,缔约国的数量不断发展,截至2002年11月已有134个国家和地区加入了该公约,有1140处湿地被列入《国际重要湿地名录》,总面积达9170多万公顷。

三十多年来《湿地公约》正在发挥着越来越重要的作用。正如湿地公约秘书长德尔玛·布拉斯科在2001年湿地公约签署30周年的致辞中对《湿地公约》所作的评价:“30年后的今天,湿地公约已经成为一个拥有123个缔约方参加的生机勃勃的文书,从而保

证着湿地保护和合理利用。我经常为这个仅仅几页纸共 12 条的湿地公约而惊讶,它居然能够发起世界运动以保护地球上最具生产力、最重要但也是受到威胁的生态系统之一。以我个人之见,湿地公约已经超越了国际法的典型的文书。”《湿地公约》为了保证发展中国家的湿地保护和管理,于 1989 年设立“湿地保护基金”,从各国政府及非政府组织获取资金,用于发展中国家对湿地保护计划的实施。

中国于 1992 年申请加入《湿地公约》组织,当年将首批 7 处湿地保护区列入国际重要湿地,2001 年,又新增 14 处国际重要湿地,至今全国有 21 处湿地被列入国际重要湿地名录,总面积达 303 万公顷。这些国际重要湿地包括:黑龙江扎龙自然保护区、吉林向海自然保护区、海南东寨港自然保护区、青海鸟岛自然保护区、湖南东洞庭湖自然保护区、江西鄱阳湖自然保护区、香港米埔和后海湾国际重要湿地、上海崇明东滩自然保护区、大连国家级斑海豹自然保护区、江苏大丰麋鹿自然保护区、内蒙达赉湖自然保护区、广东湛江红树林国家级自然保护区、黑龙江洪河自然保护区、广东惠东港口海龟国家级自然保护区、鄂尔多斯遗鸥自然保护区、黑龙江三江国家级自然保护区、广西山口国家级红树林自然保护区、湖南南洞庭湖湿地和水禽自然保护区、湖南汉寿西洞庭湖(目平湖)自然保护区、兴凯湖国家级自然保护区和江苏盐城沿海滩涂湿地保护区。

随着《湿地公约》缔约国的增加和人类对湿地认识的不断提高,而今湿地公约的主要作用已从保护湿地特别是水禽及其赖以生存的环境,发展和扩展到湿地及其物种的可持续利用与管理。

2. “湿地国际”与国际合作

1995 年 10 月,原亚洲湿地局(AWB)、国际水禽与湿地研究局(IWRB)和美洲湿地局(AW)3 个国际组织宣布合并而成立“湿

地国际”(Wetlands International)。其宗旨是:通过在全球范围内开展研究、信息交流和保护活动,维持和恢复湿地,保护湿地资源和生物多样性,造福子孙后代。

湿地国际是一个由全球委员会管理的非营利性国际组织,总部设在荷兰,在非洲、美洲、亚洲、欧洲和大洋洲设立了 18 个办事处,通过网络系统开展工作。委员会由各国代表、湿地专家以及国际组织的代表组成。湿地国际与外界有着很好的合作关系,与其他国际保护组织,例如世界自然保护联盟,世界自然基金会和鸟类生命国际都有着很好的合作往来。¹²⁰ 余个政府机构、非政府机构、基金会、发展机构和私营部门都在支持湿地国际的全球性及区域性的发展项目。

目前,湿地国际的成员由包括 58 个国家、湿地科学专家组协调员和伙伴组织组成。成员大会是湿地国际最高决策机构,每三年召开一次大会,商定湿地国际战略,审议工作计划,批准会费额度,决定预算和任命董事会成员。

1996 年,湿地国际中国办事处在北京成立。它的设立为促进中国和东北亚的湿地保护与合理利用,为这些国家和地区引进技术和资金、提供人员培训和技术支持、开展信息交流提供了便利。湿地国际中国办事处创办了《湿地通讯》双月刊(赠阅)和湿地网站(www.wetwonder.org)。

3. “湿地链接国际”与湿地教育

“湿地链接国际”成立于 1991 年,是一个全球湿地教育网络中心。其目标是,鼓励和支持通过湿地教育中心进行信息交流;主张并协助在世界各地建立新的湿地教育中心;通过培训和专业技术交流改进湿地工作效率和增长知识;极力主张在国家、区域和国际各个层次把交流、教育和公众意识列入湿地保护计划,并作为可持续发展的一部分。湿地链接国际被湿地公约执行局认可为湿地教

育和提高公众意识的主要途径。它建有自己的网站(www.wli.org.uk),并从 2003 年 7 月 1 日开始运行。

4. 世界湿地日与主题活动

《湿地公约》的正式签署使保护湿地从此变成了协调一致的国际行动。1996 年 10 月,《湿地公约》常委会决定将每年的 2 月 2 日定为“世界湿地日”。为便于在全球范围内开展活动,每年的湿地日都有自己的主题。历次世界湿地日的主题分别是:1997 年“湿地是生命之源”;1998 年“水与湿地”;1999 年“人与湿地”、2000 年“庆祝我们的国际重要湿地”;2001 年“探索湿地世界”;2002 年“湿地:水、生命和文化”;2003 年“没有湿地就没有水”;2004 年“从高山之巅到大海之滨,湿地无处不在为我们服务”。

5. 全球湿地恢复与保护行动

现在,保护湿地就是保护人类的生存环境,保护湿地是全人类的共同责任这一观念已逐渐被人们接受。总的来看,目前全球湿地保护形成了以下几种共识和趋势。

第一,湿地保护已不再局限于现状的维持,而是重点进行退化和受损湿地生态系统的恢复和重建,以及人工湿地的建立。目前,在美国和欧洲的许多国家,如瑞典、丹麦、荷兰等,湿地保护早已不再局限于现状的维持,而是重点进行退化和受损湿地生态系统的恢复和重建。1975 年,在美国召开了题为“受损生态系统的恢复”国际会议,恢复生态系统、包括湿地的恢复研究蓬勃兴起。二十多年来,恢复与重建研究主要集中在河流湖泊、沼泽、水库等湿地类型。1990 年,美国提出了庞大的生态恢复计划。在欧洲,特别是一些湿地公约所涉及的地区,已制定出恢复计划。1993 年,约有二百多位学者再次聚集英国谢菲尔德大学探讨湿地的恢复问题,特别在沼泽湿地的恢复研究上提出了许多新的见解,这是对湿地

保护研究工作的重要补充。

根据对湿地生态系统干预程度的不同,目前,世界各国的恢复与重建形式主要有如下几种:湿地恢复就是使“生态系统回到一个与受破坏前十分相似的状况”,包括重构先前的物理环境,运用化学的方法调节土壤和水、生物管理(包括引进已消失的动、植物群)等;湿地创造“就是在原来不是湿地的地方构造一块湿地,并且与已存在的湿地没有直接的关系”;湿地改良“就是通过调节一个存在的湿地的具体结构特征来提升它的一个或几个功能”;湿地转换意味着“把一个存在的湿地的大部分和全部转换成一个不同类型的湿地,如把一块稻田转换成一块池塘”;湿地弥补指的是“通过保护、创造、改良来补偿可允许的湿地损失”。

比较有代表性的做法有:欧洲的“重新自然化”行动。20 世纪 70 年代中期,德国进行了关于自然的保护与创造的尝试,在全国范围内开始恢复被渠道化了的河道,使其接近自然的状况。此方法被称之为“重新自然化”。不久,这一做法被瑞士、奥地利等周边邻国所接受。于是,在这些国家的城市、地区规划和河流规划的各个领域,贯彻了这一理念,并扎扎实实地为形成生态型的环境作出了努力,例如日本的“多自然型河流建设”行动。20 世纪 80 年代中期,日本建设省河川局在“推进多自然型河流建设”的法规中规定,尊重自然所具有的多样性;保障和创造出满足自然条件的良好的水循环;水和绿形成网络,避免生态体系的互相孤立存在。再如美国的“河流生态修复”行动。2000 年,美国环保局在颁布的“水生生物资源生态恢复指导性原则”中指出,一个完整的生态系统应该是既能适应外部影响与变化,又能自我调节和持续发展,其主要生态系统进程完全是在自然变化的范围内进行的。还有澳大利亚的“弥补工程”行动。由于奥运村的工程建设破坏了原有的鸟类栖息地,政府特请有关专家设计了相应的弥补工程。在悉尼的奥林匹克村附近,有两处湿地已经建成,目前正在建一个澳南沙雉

的栖息地。在非洲的喀麦隆也正在进行类似的行动。当地政府于 1979 年在建造用于灌溉的水利工程时,使该地区失去了洪水为这里带来的大量营养物质,从而使这里的鱼类资源枯竭,可供放牧的草场面积减少,在旱季还会发生干旱。1998 政府意识到了问题的严重性,并开始采取行动以恢复原有的生态平衡。

中国对湿地生态的恢复与重建遵循的是“结构重建与功能恢复”的思想,重点在于恢复湿地的生态系统功能。目前,在这方面比较有代表性的就是长江口湿地的保护与研究。从 1997 年开始,在长江口地区先后实施了九段沙种青、促淤引鸟生态工程,中华鲟种群生态恢复工程,均取得了较好的效果。2001 年,开始营建崇明生态示范园区、实施底栖生物人工放流等湿地生态修复工作,并已初见成效。

第二,湿地在进行保护和恢复的同时,也应强调湿地创造经济价值的作用。现在人们普遍接受这样一种观点,即不能把所有的生态资源与人类的利用隔离开来。要改变原有的以高强度的物质输出、土地开垦为主的开发利用方式,代之以输出生态系统服务价值流为主的利用方式。如发展生态旅游、休闲渔业、有机农业等绿色产业。目前,兼顾湿地保护和利用的政府行为或成功举措是建立自然公园或国家公园。

美国佛罗里达州的西南部,有一片占地达 2 400 平方英里的大柏树湿地保护区,其湿地自然景观在美国独一无二,闻名全国。夏天雨季时,整个湿地好几个月遍野汪洋,湿地内长满了柏树和亚热带丛林植物,其间生活着著名的佛州鳄鱼,还有珍贵的佛州豹、黑熊、野猪和鹿等动物。冬天旱季时,水全部排干,又成了人们打猎观鸟的好去处。1974 年这块湿地成了联邦政府的保护区。保护区规划投资 3 000 万美元,建成 400 英里的正规路网,使打猎者既可进入湿地内部活动,又不会给湿地造成进一步的破坏。预计高峰期旅游者将达到 100 万人,湿地的价值将会得到充分的利用。

澳大利亚是世界上较早建立国家公园的国家之一。据澳大利亚自然保护局统计,截至 2000 年,澳大利亚共划定陆地保护区 5 645 个,约占该国陆地总面积的 7.78%,按照国际自然与自然资源保护联盟 1994 年公布的标准,其中符合国家公园标准的达 576 处。澳大利亚在湿地及国家公园的保护管理方面采取了诸多有效措施,并积累了丰富的经验。其中,较有特色的是国家公园管理部门与科研单位有着良好的合作关系,很多科研人员都在国家公园内进行自然科学和环境保护等课题的研究工作。同时,澳大利亚的湿地和国家公园的宣传教育工作也十分到位。

此外,随着人们对湿地作用的深入认识,世界上城市水体景观设计也逐渐从纯粹的水景设计过渡到对湿地系统的设计或改造。

1998 年,美国圣保罗市政府将三十多年前建于一个填平的湖区上的大型购物中心迁移,恢复原来的安姆斯湖,重建为湿地公园。目的是将不远的帕伦(Phalen)湖区与密西西比河联接起来,恢复野生动物的生物走廊,同时为当地居民提供一片无需远足便可领略的自然风貌。

2000 年夏正式向大众开放的伦敦湿地中心,占地 43 平方公里,紧邻繁忙的希思罗国际机场,距离伦敦市中心不到 6 公里,被誉为“未来世纪人类与自然如何和谐共处的一个理想模式”。它是由一系列大小不一的池塘和错落有致的植被组成的生态组群。6 年前这里还只是泰晤士河南岸 4 个废弃的混凝土水库的旧址,英国野生鸟类和湿地基金会耗资 2 500 万美元,引水排淤,分隔水域,种植了 30 多万株水生植物和 3 万多棵树,将其改造成现今欧洲最大的城市人工湿地系统。

四川省成都市的活水公园,是中国第一座以水为主题的城市生态景观公园。这是一个集现代意识和传统园林于一体的公园,蕴涵了丰富的文化、艺术和生态意义。原来被上游污染源和城市生活污水污染的河水,经过多种净化过程,重新流入府河。每天,

活水公园的流量虽然不足以改变整条河流的水质,却足以让游人在顺“鱼”而下途中,亲眼目睹“死水”被渐渐激活,逐步净化,最后变为“活水”的过程。该活水公园对人们环境生态观念的影响是深远而成功的。

除建立国家公园和合理布局城市景观外,利用人造湿地处理污水已成为不少国家的日常措施。湿地对废水处理的成本很低,建设处理污水的湿地成了常规污水处理厂一种较安全的替代方案。根据美国环保局统计数据,目前全美约有 600 块人造湿地正在有效地处理来自农场、城市、企业和暴雨的废水。在过去 20 年中,美国就有 200 家公司从事此项业务。另外,一些国家的环保产业人士将湿地设计为污水处理工程,在原本复杂且重要的湿地生态系统中,香蒲、芦苇、藻类、苍鹭、鱼类、爬虫类、野鸭等,除“各司其职”外,还发挥着逐渐被人类认知的作用——处理废水,这是一种解决废水问题的有效的自然途径。中国在利用人工湿地治污方面也已取得成功。2001 年,一项利用人工湿地降解城市污水的技术在武汉和深圳分别通过专家鉴定。地面水经人工湿地系统处理,只需 10 小时左右就能使水质提高到国家二三类标准。

第三,湿地保护是一个系统工程,需要政府强有力的政策、法规和资金支持,需要非政府组织的紧密合作,以及需要全民的积极参与。国外的湿地保护运动起源较早,许多国家的政策与措施也比较全面,一些国家还积累了不少切实可行的管理办法。综观各国湿地保护的做法,有几个明显的共性。

第一,政府起了决定性的作用。在不少国家,联邦政府、州、区和地方政府相对独立地行使湿地的管理职能。政府在立法、制定国家湿地政策和保护战略、指定湿地管理机构 and 部门、制订国家湿地保护行动计划和落实重大项目、筹措资金、进行国际合作和组织国际行动等方面具有决定性的作用。一些国家的做法颇具代表性。如澳大利亚为湿地的保护、修复和正确使用提出了六大战略,其中

包括采取一系列举措以改进三级政府之间乃至与私营部门间的合作关系,以实现共同的目标,同时教育和动员全国人民参与湿地管理。对于属于私人土地的重要湿地和鸟类栖息地,美国等一些国家的政府常采取购买的方式,然后建立自然保护区或国家公园。

第二,法律严明、行动计划和措施得力、资金落实。在过去的 20 多年中,不少国家纷纷通过了一系列有关保护湿地的政策法规。其中美国是世界各国中少有的拥有众多湿地法规的国家。美国的湿地保护法包括联邦、州和当地政府湿地保护法三级效力各异的法规。不少国家的法律近年来还朝着不断细化、便于执行的方向在不断完善。例如,在一些国家,农场主们如果被发现抽干他们土地上的沼泽地,就不能获得联邦政府的农业补贴。而在有些国家的湿地保护法中还设立有专门的“湿地破坏者”条款,对破坏湿地的行为有严格的处罚措施。比如,2002 年 9 月英国汉普郡亿万富翁理查德·麦罗特在非法将温尼帕苏科湖船库改为其他建筑物时,破坏了湿地。根据该郡法律,这 72 平方英里的湖面是公众旅游点,大部分区域是受郡保护的。为此,这位富翁为其破坏的湿地支付了 20 万美元罚金,而这也是该郡最大的一笔平民罚金。

根据国情制定相应的湿地保护政策和行动计划则是国际社会的普遍做法,发达国家在这方面已做得轰轰烈烈,并取得了显著的成效。如美国的整治伊利诺伊河计划、恢复大沼泽计划和佛罗里达湿地综合恢复计划等,都是举世瞩目的行动计划。近年来,除发达国家外,一些欠发达国家和发展中国家也纷纷制定湿地保护政策和分阶段的行动计划。如印度拥有丰富的湿地生态系统,至今已有 19 处湿地被列为有限管理和保护的区域。政府为此制定了管理行动计划,并出版了《印度湿地指南》。印度还是世界红树林的主要分布区,在世界银行的支持下,印度的湿地保护归入了国际湿地计划,明确 15 个需要保护和管理的红树区。南非政府于 1999—2000 年度投资 232 万美元用于保护湿地,并在 2001—2002

年度拨款 387 万美元,以加大对湿地保护的力度。南非环境与旅游部生态分局还制定了“南非湿地保护计划”。澳大利亚政府从 1996 年起,筹集建立了 12.5 亿澳元的自然遗产基金,重点用于自然遗产保护。作为该项目的一部分,国家湿地项目总预算为 1 400 万澳元,主要用于编制国际重要湿地管理计划、更新国家湿地名录、提名新的国际重要湿地、制定国家湿地政策、开展湿地研究和发展项目、执行社区教育和涉禽行动计划等。

第三,非政府组织和全民普遍参与。在一些发达国家,有许多非政府的自然保护机构,尽管规模有大有小,但都非常活跃,在不同的地区和领域开展和从事湿地保护活动。如德国自然保护联合会(NABU)成立已 100 周年,是德国一个比较有影响的民间环保组织,其成员达 25 万人。该组织发挥作用的一个重要手段就是买土地,通过买下对保护环境具有价值的大片土地来达到保护的目。前几年,该组织的一个引起全球瞩目的行动是阻止了位于易北河畔的德国汉堡飞机工厂的扩建。2000 年,汉堡州政府计划填埋该厂边的河滩湿地以扩建厂区来生产飞机部件。计划受到 NABU 等环保组织的反对,他们认为,任何措施都弥补不了失去原有湿地的环境损失。他们向欧盟委员会提供消息,四处游说,国际爱护动物基金会特别为保护德国汉堡的这片湿地在全球发起“空中客车,三思而后行”活动,最终使政府的这一计划无法实施。

大多数的非政府组织采取与政府配合、紧密合作的方式,政府部门也认识到民间环保组织不可替代的作用,有些工作也倚重民间环保组织的力量。如德国的许多自然保护区,都是交给当地的民间环保组织来管理,因为民间组织有人员、有科研力量,更重要的是有热情。政府为他们的工作拨款。为了加强联系与沟通,一些非政府机构还联合成立联盟,如澳大利亚就有类似的湿地联盟,定期举行会议,商议大家共同关心的湿地保护问题,为政府保护工作作出谋划策,政府也经常派人参加他们的会议。

除非政府组织成员外,环保志愿者也是湿地保护的一支生力军。一些国家的法律规定,任何公民在年满 22 岁取得社会保障号之前,必须有一年做社会服务的经历。近年来,越来越多的年轻人选择了从事各种各样的湿地保护工作。

中国于 1992 年正式加入了《国际湿地公约》,1994 年又将“中国湿地保护与合理利用”项目纳入《中国 21 世纪议程》优先项目计划。中国还是世界上为数不多的制定了湿地保护行动计划的国家之一。从“仙鹤之乡”黑龙江扎龙的生态补水,到鄱阳湖畔的退田还湖;从内蒙古草原乌梁素海的恢复湿地,到洞庭湖畔的湿地水文监测站;从湿地自然保护区建设、人才培养、宣传教育、科学研究到国际交流等方面都做了卓有成效的工作。中国正在以积极的姿态,履行《国际湿地公约》的承诺。进入 21 世纪以来,中国的湿地保护工作得到了进一步加强。2000 年,中国制定并发布了《中国湿地保护行动计划》,这是全社会共同加强湿地保护的行动纲领。2001 年,中国启动了六大林业重点工程,将湿地保护作为主要内容之一,纳入国家重点工程建设。2003 年,完成了首次全国湿地资源调查,同年,国务院批准了由 10 个部门共同编制的《全国湿地保护工程规划》。目前,全国已有约 1 600 万公顷面积、近 40% 的天然湿地纳入 353 处保护区的保护范围,一大批珍稀野生动植物和重要湿地生态系统在保护区内得到了较好保护。

《全国湿地保护工程规划》(2004—2030 年)是中国湿地保护事业发展的重要里程碑,它明确了到 2030 年中国湿地保护工作的指导思想、任务目标、建设重点和主要措施。为进一步加强湿地保护,中国将下大力气抓好五大工程和突出八大区域。五大工程是湿地保护、湿地恢复、可持续利用示范、保护区与当地社区共管和提高保护能力建设;突出八大区域,即按照东北湿地区、黄河中下游湿地区、长江中下游湿地区、滨海湿地区、东南和南部湿地区、云贵高原湿地区、西北干旱半干旱区和青藏高寒湿地区 8 个区域分

区施治、分类保护。中国湿地保护事业的奋斗目标是:到 2010 年,全国湿地保护区达到 443 处,使全国 60% 的自然湿地得到有效保护,基本形成自然湿地保护网络体系。按照《规划》,到 2030 年中国将完成湿地生态治理恢复 140 万公顷,建成 53 处国家湿地保护与合理利用示范区,使全国湿地保护区达到 713 处,国际重要湿地达到 80 处,90% 以上天然湿地得到有效保护,湿地生态系统的功能和效益得到充分发挥,实现湿地资源的可持续利用。2004 年 6 月 28 日召开的首次全国湿地保护管理工作会议,要求抓紧湿地的抢救性保护,使更多的自然湿地尽快纳入保护管理范围。要坚决制止当前肆意侵占和非法破坏湿地的行为。要对违法占用、开垦、填埋以及污染自然湿地的情况进行清查,对造成湿地严重破坏的责任主体依法追究责任。

第四,湿地是全球生态系统的组成部分,任何一个国家的湿地状况都会影响全球生态环境。因此,要做好湿地保护,除了各国采取有力措施外,还要加强国际间的合作。国际间合作的最大优势是可以让更多的人加入到保护行动中来,并扩大行动的影响。如“湿地使者行动”是世界上最大的非政府环保组织——世界自然基金会于 2001 年创建的一项环保活动,主要开展保护湿地生态与环境建设,参加单位以各国境内的大学生环保社团和其他民间环保社团为主。自创办以来,在各国蓬勃发展,仅中国境内参与报名的学校从 2001 年的 30 个增加到 2003 年的近 60 个,入选“湿地使者行动”正成为各地大学之间竞争十分激烈的一项环境保护和素质教育相结合的知名公益活动。2001 年“湿地使者行动”的主题是“把湿地知识带回家乡”;2002 年的主题是“走进国际重要湿地”。2004 年的跨国湿地使者行动是迄今为止规模最大的,其主题是“生命之河:从高山到大海——2004 湿地使者行动”,中国、老挝、泰国、柬埔寨、缅甸、越南六国首次实现同一次行动中的跨国交流。

互通信息,充分利用国际组织和各国的资源,帮助解决个别国

家和地区的复杂问题是国际合作的一个主要优势。如巴基斯坦的水问题十分严峻,按当前的生态恶化和水源持续枯竭速度,25年之后,三分之一的巴基斯坦人口将处于严重缺水的境地。为此,在联合国发展计划署的协调下,巴基斯坦政府与世界保护自然野生动物基金会达成一项协议,双方斥资1 000万美元,于2001年在巴基斯坦全国开展“保护湿地运动”。巴政府和联合国有关机构希望,通过“保护湿地运动”,不仅能遏制巴水问题日趋严峻的发展势头,而且能改善生态系统,为栖息在巴境内的河豚、苍鹭及其他珍稀水鸟和候鸟创造一片和谐的环境。

国际合作的另一个优势是,通过地区合作网,使保护工作更符合湿地的基本规律,从而收到更好的效果。如2002年9月澳大利亚、日本和湿地国际共同发起伙伴倡议,保护和可持续利用东亚、南亚和澳大利亚的候鸟国际重要湿地。其主要目标是为本地区保护迁徙鸟类及其栖息地提供合作框架。这种网络把各国的栖息地联系在一起,超越国界地互通信息和进行培训。通过合作,把迁飞路线上的重要湿地链接起来,加以妥善的保护。这项倡议计划到2005年底结束,届时建成国际重要湿地网络,即包括34块雁鸭栖息地,38块鹤类栖息地和100块涉禽栖息地。该倡议得到了韩国、中国、美国、印度尼西亚、联合国开发计划署/全球环境基金、湿地公约、迁徙物种公约、湿地国际、世界自然基金会、国际鸟类组织等二十多个国家和国际组织的积极响应。

合作方式还有一个不容忽视的作用是,可以用全人类最新的理论研究成果和成功的实践经验对各国的湿地保护战略、方针、政策与技术方法等方面提供借鉴和思路。例如,在魁北克2000年世纪湿地大事件活动中,涉及到湿地保护与管理的专题学术讨论会就达18个,论文数百篇。一些会议和论文提供了很多湿地保护示范区建设的方法与技术,提出了世界上重要湿地保护的计划与方案。如对佛罗里达大沼泽地湿地、亚马孙流域湿地、五大湖区湿

地、尼罗河湿地、西伯利亚湿地、墨西哥湾等区域国际重要湿地都提出了新的保护方案。

保护生态系统是人类面临的最大挑战。为此,联合国开发计划署等机构呼吁,将提高世界生态系统的生存能力作为 21 世纪的首要发展任务。保护和合理利用湿地资源,还需要全人类做出更大的努力。

第八章 土地荒漠化和沙尘暴

人类的生存和繁衍与土地休戚相关,土地是人类与大自然最为密切的伙伴。由于气候变化造成的土地干旱以及人口的剧增而竞相对土地的过分、不合理开发,使得大片土地退化,由此产生土地的荒漠化,土地荒漠化又为沙尘暴肆虐提供了沙源。近现代以来,沙尘暴的频繁发生给人民的生命财产造成极大损失。审视中国的版图,我们不难发现,中国未来的生存空间、资源优势和新的增长点只能是向西北发展,而现代沙尘暴已经成为制约这种发展的瓶颈之一。沙尘暴给予的警示是:人类在发展生产和防治荒漠化的过程中,必须符合自然规律;超量索取资源,以损坏生态系统、破坏自然资源再生机制为代价,最终必然遭到自然惩罚。今天人类尚不能大规模地改造自然,只能尊重自然、理解自然;在人与自然和谐相处的理念下,建立科学的增长方式和产业结构,开展生态建设,实现人口、资源、环境与社会经济可持续发展的目标。

第一节 土地荒漠化的特征与趋势

1. 荒漠化的特征

什么是荒漠化?它是指由于气候变异和人为活动等因素,造成干旱、半干旱或亚湿地区的土地退化。联合国对“荒漠化”

的定义是,由于气候变化和人类不合理的经济活动等因素导致干旱、半干旱和具有干旱灾害的半湿润地区的土地发生了退化。众所周知,地球陆地表面极薄的一层物质,也就是土壤层,对于人类和陆地动植物生存极为关键。没有这一层土质,地球上就不可能生长任何树木、谷物,就不可能有森林动物,也就不可能存在人类。荒漠化,就是指这一层土质的恶化,其中的有机物质下降乃至消失,从而造成表面沙化或板结而成为不毛之地,包括沙漠和戈壁。

根据地表形态特征和物质构成,荒漠化可分为风蚀荒漠化、水蚀荒漠化、盐渍化、冻融及石漠化。风蚀荒漠化是指在风力作用下,以出现风蚀地、粗化地表和流动沙丘为标志性型态。水蚀荒漠化是指在流水作用下,以出现劣地和石质坡地为标志性型态。盐渍化是指在物理和化学作用下,表现为土壤板结、细颗粒减少,土壤水分减少所造成的土壤干化和土壤有机质的显著下降,结果出现土壤养分的迅速减少和土壤的盐渍化。石漠化是工矿开发造成的,主要表现为土地资源损毁和严重污染,致使土地生产力严重下降甚至绝收。荒漠化,意味着人类将面临失去基本的生存资源的严重威胁。

2. 荒漠化的成因

土地荒漠化是自然因素和人为活动综合作用的结果。自然地理条件和气候变异造成荒漠化的过程是缓慢的,人类活动则激发和加速了荒漠化的进程,是荒漠化的主要原因。自然因素主要指异常的气候条件,特别是严重的干旱条件,由此造成植被退化,风蚀加快,导致荒漠化。气候干旱是荒漠化土地形成的最基本条件。地质学的研究表明,末次盛冰期就已经形成了中国现代沙漠、沙地的基本轮廓。当地表广泛分布着疏松沉积物时,在风力的驱动下,为土地沙漠化的形成提供了丰富的沙源。土壤盐渍化是不可抗拒

的地球化学过程。近期来,全球变暖,北半球日益严重的干旱半干旱趋势,使荒漠化日益加剧。人为因素主要指人类活动对大自然的过度开发,由此造成植被破坏、地表裸露,加快风蚀或雨蚀。人口增长对土地的压力,是土地荒漠化的直接原因,而干旱土地的过度放牧、粗放经营、盲目垦荒(包括开垦草地并连续耕作)、水资源的不合理利用、过度砍伐森林、不合理开矿等是人类活动加速荒漠化扩展的主要表现。此外,不合理的灌溉方式也造就了耕地次生盐渍化。

中国土地荒漠化的主要原因如下:

(1) 过度放牧,草原退化。据调查,目前中国大部分草场放牧量超过承载能力,有的地方超载率高达 300%。由于过度放牧,内蒙古大草原牧草的平均高度由 20 世纪 70 年代的 70 厘米下降到现在的 25 厘米。

(2) 滥开滥垦,耕地撂荒。据全国农业区划办公室调查,1986 至 1996 年,黑龙江、内蒙古、甘肃、新疆四省共开垦土地 2 912 万亩,目前已撂荒 1 433 万亩。

(3) 滥采滥伐,土地沙化。受经济利益驱动,生态脆弱地区乱砍滥伐林木,过度开采以及无序开矿问题十分突出,致使大量宝贵的植被遭破坏,土地失去屏障。

(4) 滥用水资源。河流上游无节制用水,造成下游缺水,植被大面积死亡,新疆塔里木河下游胡杨木枯死就是典型的例证。

从亚太地区人类活动对土地退化的影响构成来看,植被破坏占 37%,过度放牧占 33%,不可持续农业耕种占 25%,基础设施建设过度开发占 5%。非洲的情况与亚洲类似,即过度放牧、过度耕作和大量砍伐是土地荒漠化的主要原因。

总之,土地荒漠化的产生和荒漠化土地的扩大,并不是孤立的现象。它既是自然和人为因素的综合作用的产物,又是历史、社会、思想、政策与体制等多方面人为因素造成的,是社会生产力发

展水平的综合表现。

3. 荒漠化的现状

荒漠化是当今世界最严重的环境与社会经济问题。联合国环境规划署曾三次系统评估了全球荒漠化状况。从 1991 年底为联合国环发大会所准备的报告的评估来看,全球荒漠化面积从 1984 年的 34.75 亿公顷增加到 1991 年的 35.92 亿公顷,约占全球陆地面积的 $\frac{1}{4}$,已影响到了全世界 $\frac{1}{6}$ 的人口(约 9 亿人),100 多个国家和地区。在全球 35 亿公顷受到荒漠化影响的土地中,水浇地 2 700 万公顷,旱地 1.73 亿公顷,牧场 30.71 亿公顷。从荒漠化的速度来看,全球每年有 600 万公顷的土地变为荒漠,其中 320 万公顷是牧场,250 万公顷是旱地,12.5 万公顷是水浇地。另外,还有 2 100 万公顷土地因退化而不能生长谷物。

非洲大陆有世界上最大的旱地,大约是 20 亿公顷,占非洲陆地总面积的 65%。整个非洲干旱地区经常出现旱灾,目前非洲 36 个国家受到干旱和荒漠化不同程度的影响,估计将近 5 000 万公顷土地半退化或严重退化,占全大陆农业耕地和永久草原的 $\frac{1}{3}$ 。根据联合国环境规划署的调查,在撒哈拉南侧每年有 150 万公顷的土地变成荒漠,在 1958—1975 年间,仅苏丹撒哈拉沙漠就向南蔓延了 90—100 公里。

亚太地区也是荒漠化比较突出的一个地区,共有 8 600 万公顷的干旱地、半干旱地和半湿润地,700 万公顷雨灌作物地和 1 600 万公顷灌溉作物地受荒漠化影响。从亚太地区人类活动对土地退化的影响构成来看,植被破坏占 37%,过度放牧占 33%,不可持续农业耕种占 25%,基础设施建设过度开发占 5%,受荒漠化影响最严重的国家依次是中国、阿富汗、蒙古、巴基斯坦和印度。从受荒漠化影响的人口的分布情况来看,亚洲是世界上受荒漠化影响的人口分布最集中的地区。

表 8-1 世界荒漠化状况

	面积(万平方公里)	占干地的比例*(%)
1. 退化的灌溉农地	43	0.8
2. 荒废的依赖降雨农地	216	4.1
3. 荒废的放牧地(土地和植被退化)	757	14.6
4. 退化的放牧地(植被退还地)	2 576	50.0
5. 退还的干地(1+2+3+4)	3 592	69.5
6. 尚未退化的干地	1 580	30.0
7. 除去极干旱沙漠的干地总面积	5 172	100

资料来源:转引自《地球环境手册》,中国环境科学出版社 1995 年版。

* 干地指干旱、半干旱、干性半湿润土地的总和。

表 8-2 各大洲荒漠化状况

	干地总面积 (万平方公里)	退化面积和比例 (万平方公里)	(%)
非 洲	1 433.59	1 045.84	73.0
亚 洲	1 881.43	1 341.70	71.3
大洋洲	701.21	375.92	53.6
欧 洲	145.58	94.28	64.8
北美洲	578.18	428.62	74.1
南美洲	420.67	305.81	72.7

资料来源:转引自《地球环境手册》,中国环境科学出版社 1995 年版。

中国荒漠化面积大、分布广、类型多,目前全国荒漠化土地面积超过 262.2 万平方公里,其中沙化土地面积为 168.9 万平方公里,主要分布在西北、华北、东北 13 个省区市。据国家林业局的资料,1994 至 1999 年底,全国荒漠化土地年均净扩大 1.04 万平方公里,沙化土地面积年均净扩大 3 436 平方公里。^① 这就表明,无

① 2003 年 2 月 26 日,新华网:“土地荒漠化:中国西北的危机”,作者(记者)田雨、张景勇。

论是荒漠化还是沙化土地,在中国都呈蔓延扩大和加重趋势。

4. 荒漠化趋势

全球 $2/3$ 的国家和地区(约 100 个国家)、9 亿人口、全球陆地面积的 $1/4$ (3 592 万平方公里)受到荒漠化危害,并且荒漠化正以每年 5 万至 7 万平方公里的速度扩大(每年吞噬的面积相当于我国宁夏回族自治区的面积),预计这一数字到 2025 年将会翻番。由于荒漠化造成的损失,估计每年为 423 亿美元。荒漠化正在严重威胁着人类的生存。

荒漠化的主要负面影响是土地生产力的下降和随之而来的农牧业减产,相应带来巨大的经济损失和一系列社会恶果,严重的甚至会造成大量生态难民。在 1984—1985 年的非洲大饥荒中,至少有 3 000 万人处于极度饥饿状态,1 000 万人成了难民。据 1997 年联合国沙漠化会议估算,荒漠化在生产能力方面造成的经济损失每年接近 200 亿美元。1980 年,联合国环境规划署进一步估算了防止干旱土地退化工作失败所造成的损失约 432 亿美元;如果在下一个 20 年里在防止干旱土地退化方面继续无所作为,损失总共将高达 8 500 亿美元。从各大洲损失比较来看,亚洲损失最大,其次是非洲、北美洲、大洋洲、南美洲和欧洲。从土地类型来看,放牧土地退化面积最大,损失也最大,灌溉土地和雨浇地受损失情况大致相同。从 1980 年和 1990 年所作估算的比较来看,由于世界各国防治土地荒漠化的进展甚微,在 1978—1991 年间,全世界的直接损失约为 3 000 亿至 6 000 亿美元,这尚不包括荒漠化地区以外的损失和间接损失。

中国是世界上土地荒漠化最为严重的发展中国家,荒漠化土地面积占国土陆地面积的 27.3%,占旱地总面积的 79%(高于全球 69% 的平均水平)。在荒漠土地中,沙质荒漠化土地(简称沙化土地)面积最大(总面积达 60 万平方公里),危害最为严重,每天有

5.6 平方公里的土地荒漠化,而且以每年 2 460 平方公里的速度扩展,相当于每年吞噬一个中等县的土地面积。西北荒漠化地区既是黄河、长江等大江大河的发源地,又是少数民族聚居地(占全国少数民族总人口的 1/3)。荒漠化的加速扩展造成严重的环境退化,河流断流、地下水枯竭、农田沙化弃耕以及沙尘暴灾害等频繁发生,严重威胁着人类的生存。荒漠化带来巨大的经济损失,造成土地生产力的严重衰退。建国以来,全国已有 1 000 万亩(1 公顷=15 亩)耕地,3 525 万亩草地和 9 585 万亩林地成为沙化土地,荒漠化地区耕地和草地退化比例分别为 40.19% 和 56.6%。据计算,中国每年因土地沙化造成的直接经济损失高达人民币 540 亿元,约为西北五省 1996 年财政收入总和的 3 倍,直接受其危害影响的人口约 5 000 多万。此外,荒漠化对一些大中城市、工矿企业及国防设施构成严重威胁,它破坏交通、水利等生产基础设施,制约了荒漠化地区的经济发展。

世界上荒漠化地区大都是最贫困的地区。由于环境恶劣,并且缺乏资金和其他资源,贫困地区的人口被迫加剧开发原已超负荷的土地,如以无限制放牧、砍伐森林、过度开垦等来维系生存,从而不断加大土地的负载,形成荒漠化与贫困化的恶性循环。全球每年有上百万人,被迫因为荒漠化而走上迁徙之路。

土地荒漠化地区也是中国贫困人口集中分布区,国家级的贫困县占全国贫困县的 17%,贫困人口占全国贫困人口的 1/4。土地荒漠化地区形成了两个互相联系的恶性循环,“越垦越荒,越荒越穷,越穷越垦,越垦越穷,荒漠化不断加剧”。

荒漠化及其引发的土地沙化被称为“地球溃疡症”,危害表现在许多方面,已成为严重制约我国社会经济可持续发展的重大环境问题。中国因荒漠化平均每天损失近 1.5 亿元。新中国成立以来,全国有 1 000 万亩的耕地不同程度地沙化,造成粮食损失每年高达 30 多亿公斤。在风沙危害严重的地区,许多农田因风沙毁

种,粮食产量长期低而不稳,群众形象地称为“种一坡,拉一车;打一箩,蒸一锅”。在内蒙古自治区鄂托克旗,30年间流沙压埋房屋2 200间,近700户村民被迫迁徙他乡。

荒漠化作为一个全球性的重大环境问题,已受到广泛关注。它与全球气候变化、生物多样性一起构成当今世界的三大科学前沿课题。众所周知,荒漠化是由自然因素(主要是气候因素)和人为因素这两方面共同作用的结果。其中沙尘暴既是一种加速土地荒漠化的重要过程,又是土地荒漠化发展到一定程度的具体体现。

第二节 沙尘暴的成因与危害

1. 沙尘暴的成因

中央气象局地面气象观察规定:“由于强风及地面上大量尘沙吹起,使空气混浊,水平能见度小于1公里的现象叫沙尘暴。”沙尘暴是一种风与沙相互作用的灾害性天气现象,其形成与地球温室效应、厄尔尼诺现象、森林锐减、植被破坏、物种灭绝、气候异常等因素有着不可分割的关系。沙尘暴作为一种高强度风沙灾害,并不是所有有风的地方都会发生,只有在那些气候干旱、植被稀疏的地区,才有可能发生沙尘暴。

在气象观测中,通常将发生在大气中,由风吹起地面沙尘使水平能见度降低的天气现象划分为以下三种:

(1) 浮尘。系指悬浮在大气中的砂或土壤粒子,使水平能见度小于10公里的天气现象。

(2) 扬沙。又名高吹沙(尘),系指能见度在1—10公里内的天气现象。中国以新疆、内蒙等干燥地区多见,且多在春季出现。

(3) 沙暴。系指强风将地面尘沙吹起使空气很混浊,水平能见度小于1公里的天气现象。

一般而言,沙尘暴是指携带大量沙尘的风暴,多半发生在沙漠或半干旱地区。但科学意义上的沙尘暴却有严格的指标。气象上一般以能见度来区分沙尘与沙尘暴,即能见度小于 1 公里的为沙尘暴,能见度在 1 公里以上的为沙尘或扬沙天气。从浮尘、扬沙和沙尘等三种常见天气情况划分来看,在浮尘天气时,大气中弥漫细小颗粒物,灰尘多由外地而来;扬沙天气卷起的沙土,则完全是本地产生的;沙尘天气兼有浮尘和扬沙两种天气情况,不过两者所占的比重有变化。沙尘天气达到一定的指标,才可称作沙尘暴。

大范围的强和特强沙尘暴天气的发生必须具备的条件如下:一是强风和低能见度。从中国西北地区大气循环的规律的角度看,在春季多为大风季节;二是地面有丰富的、无植被覆盖的、干燥的沙尘物质;三是地面呈不稳定热层结、①空气对流加强形成上升气流。根据野外观测,强大气流携带沙尘运动的过程中,当风速超过 10 米/秒时,在地面条件具备的情况下,其扬沙的时间持续较长且能产生沙尘暴天气,若平均风力在 7 级以上时就能形成强或特强沙尘暴。

人们可以从沙尘暴形成的三个要素即强风、沙源和不稳定的空气,来具体分析沙尘暴的运作。

(1) 强风。足够强劲持久的大风,是形成沙尘暴的动力条件。根据观测,当强沙尘暴形成时,如果风速每秒达到 30 米(11 级风),那么粗沙(直径 0.5—1.0 毫米)会飞离地面几十厘米,细沙(直径 0.125—0.25 毫米)会飞起 2 米高,粉沙(直径 0.05—0.005 毫米)可达到 1.5 公里的高度,粘粒(直径小于 0.005)则可飞到很高的高度。

① 不稳定热层结(thermal strification),气象专用名词。沙尘暴的形成要有不稳定的地表热层结,在沙尘暴发生的前几天往往有高温天气,促进上升气流的活动,增强气流对地面的扰动,所以在冷暖交替的春季最易形成沙尘暴。

(2) 沙源。非洲、亚洲是世界上沙漠较多的地域,沙漠面积较大。在沙漠中有各式各样的沙丘,依照其稳定程度分为流动沙丘、半固定沙丘和固定沙丘。沙尘暴发生时,流动沙丘扬起沙尘的数量最大,半固定沙丘要小一些,固定沙丘最小。除沙漠和沙地外,中国北方地区是全球四大沙尘暴区(中亚、北美、中非及澳大利亚)的中亚沙尘区的一部分,是现代沙尘暴高发区之一。它多属中纬度干旱和半干旱地区,地面多为稀疏草地和旱作耕地,植被稀少,加上人为破坏,当春季地面回暖解冻,地表裸露,狂风起时,沙尘弥漫,在本地及狂风经过的地带形成沙尘天气。

(3) 不稳定空气。生活中有这样的实例,当炉火烧得正旺时,轻轻一捅,常会使炉灰飞满屋子。当炉火熄灭后,使较大的劲一般也不会扬起灰尘,这就涉及空气的稳定程度。炉火熄灭后,火炉上下的空气相差不大,因而空气稳定。当炉火燃烧很旺时,靠近火炉上空的空气热,离火炉较远的空气比较冷,热空气比冷空气轻,容易上升,所以火炉上面的空气是不稳定的。这样,被捅动的炉灰就很容易随着热空气向上升,然后飘飞满屋。

在自然界中,沙尘暴起沙的道理也是这样的。如果低层空气温度较低,比较稳定,受风吹动的沙尘不会卷扬很高,形成沙尘暴。实际上,沙尘暴一般在午后或午后至傍晚时刻最强,就是因为这是一天中空气最不稳定的时段。

学术界普遍认为,土地荒漠化是引发沙尘暴的罪魁祸首。但专家们最近的研究成果表明,土地荒漠化只是沙尘暴形成的一个主要因素,真正让沙尘天气、沙尘暴增多或减少的决定因素是大气环流的变化。有关专家研究发现,在过去 50 年间,中国北方土地荒漠化面积一直在增长,但 50 年间的前半段,即 20 世纪 50 年代到 70 年代的 30 年内,沙尘暴的次数是增长的,这与荒漠化的扩大的事实相吻合。但 80 年代以来的 20 年间,沙尘暴活动明显减弱,这又与荒漠化扩大的趋势相反。究其原因,专家们发现是由于东

亚大气环流的年际变化引起的。50 年代至 70 年代,蒙古国春季多低气压活动,它后面的冷空气常沿西北或北路路径入侵中国西北地区,强风多,所以沙尘暴多。但是,80 年代后的 20 年里,大气环境变化,加上全球增温,春季蒙古国地区多高压活动,北路冷空气活动减弱,没有强风,所以沙尘暴少。

近五年的沙尘暴的现状,充分说明了大气环流是沙尘暴的主要原因。2000 年至 2001 年沙尘暴突然增加,分别约 10 次和 8 次,同时期蒙古国多高压,日本海地区多低气压,因此冷空气沿东北路径入侵蒙古国东部和中国东北地区,就出现了多沙尘暴;2002 年至 2003 年春季,日本海低气压活动减弱,沙尘暴也随之减少。

除上述因素之外,人类的生产活动也是沙尘暴形成的重要因素。如人为破坏植被、工矿交通建设、大规模施工等对地表的破坏,为沙尘暴发生、发展提供了细沙和尘土。

在原来不是沙漠的地区,由于人类活动的诱发,在风力和干旱的作用下,沙质地表的植被破坏,表层活土丧失,被埋在地下的沙土裸露地表,以至于土地沙化。

从新中国成立至 20 世纪 70 年代末的 30 年时间里,中国的人口急剧膨胀,导致人们衣、食、住、行等需求的剧增。在人地矛盾日益突出的形势下,西北地区先后三次大规模地毁林开荒,破坏草地 667 万公顷,毁林 18.7 万公顷。

中国沙化地区草场超载率高达 50%—120%,河西有些地区甚至高达 300%。牧区实际载畜量,已大大超过理论载畜能力。土地载畜量过大,草原退化,面积缩小。超载引起草场退化,产草量下降,载畜能力减低,牧草不足以覆盖沙质地表,加之牲畜反复啃食践踏,使草原沙漠化进一步发展。

2. 沙尘暴的历史及发展趋势

沙尘暴给整个世界带来巨大的灾难。它使古文明消亡、生态

恶化、人口迁徙及流亡,所造成的损失很难以金钱估量。

曾是中华文明摇篮的黄河流域,4 000 年前就出现了农业,并一直是林木茂盛、麦浪翻滚的富庶之乡,如今已是一片干枯贫瘠的疆土。昔日的茂林密草早已荡然无存,每年向黄河输送的泥沙竟达 16 亿吨。再看看西北的楼兰、罗布泊等一个个古代文明,都相继被沙埋没而消亡。

中国从 20 世纪 50 年代起,每 10 年间强和特强沙尘暴频发数的年际变化为:50 年代发生 5 次,60 年代发生 8 次,70 年代发生 13 次,80 年代发生 14 次,90 年代至今已发生 20 多次。

曾经辉煌的埃及文明,5 000 年前,土地肥沃,森林茂盛,滔滔尼罗河滋润万物,然而仅仅 600 年的文明好景,因沙尘暴频发换来的却是近 3 000 年的无尽荒凉和贫穷。

美索不达米亚文明,是诞生在现今伊拉克地方的另一个古代文明,曾产生过一个强盛帝国——古巴比伦王国。但几经沧桑、几度“风暴”,最后留下的却只有两河流域的不毛之地——伊朗沙漠。那座曾为历史七大奇迹之一的巴比伦空中花园,最终默默地长眠在茫茫流沙的怀抱中,成为留给考古学家的遗迹。

1935 年,沙尘暴多次袭击美国西部大平原,使近千万亩良田被毁,数百万人流离失所,成为不受欢迎的“生态移民”。

20 世纪 50 年代的中亚哈萨克斯坦,由于盐沙尘暴多次降临,近 50 万平方公里土地被沙漠侵吞。

20 世纪 30 年代至 80 年代,沙尘暴多次袭击加拿大草原地区,多个城市经受沙尘的洗礼,风沙流掩埋了居民的院墙和篱笆,阻塞了防风林带,压埋了菜园、果园和花园。20 世纪整个 30 年代,风蚀和干旱波及加拿大 250 个城市、700 多万公顷土地,被毁坏了的农田则难以准确记录。

在非洲大陆,1968 至 1973 年,撒哈拉沙漠南部边界苏丹—萨赫勒地区的干旱和荒漠化生态灾难,是近百年人类史上最大的自

然灾难之一,损失了一半家畜和 200 万头游牧牲畜,600 多万生态难民流离家园,几十万人死亡。

20 世纪 90 年代,澳大利亚沙尘暴发生最为频繁,每年达 5 次以上。1993 年,南澳东部的平原发生的一次沙尘暴,降尘覆盖了整个澳大利亚东部和新西兰,绵延 1 800 多公里。据估算,1994 年席卷西澳、南澳和新南威尔士西部的沙尘暴,使这几个州的农业生产区,大约损失了 1 000 万吨到 1 500 万吨表土。这些表土以沙尘暴形式殃及澳洲大陆的部分地区,如南澳 20% 的哮喘病与空气中浮尘有关。

综上所述,随着经济和社会的发展,整个世界的沙尘暴频发,其频率越来越强。

3. 沙尘暴肆虐全球

沙尘暴,尤其特强沙尘暴是一种危害极大的灾害性天气。当其形成之后,会以排山倒海之势滚滚向前移动,携带砂粒的强劲气流所经之处,通过沙埋、风蚀沙割、狂风袭击、降温霜冻和污染大气等方式,使大片农田或受沙埋或遭风蚀刮走沃土;或者农作物受霜冻之害,致使农作物大幅度减产,甚至绝收;加剧土地沙漠化,严重污染大气环境,极大地破坏生态环境;严重影响交通和供电线路,给人民生命财产造成严重损失。沙尘暴给我们的生存世界造成的危害是毁灭性的。小到农田被淹没、水土被风蚀、交通被阻断,大到毁城毁镇、亡人性命、断人后路,而空气中的沙尘则成为细菌的载体,传播疾病,贻害健康。

1993 年 5 月 5 日,中国西北地区发生的有史以来罕见的特大沙尘暴(也称黑风暴),席卷甘肃、新疆、宁夏、内蒙古 4 个省、自治区 18 个地(市)的 72 个县(旗),白昼变成了黑夜,农田变成了沙丘,大树变成了草,河流不见了,房屋被毁了,放学的孩子被卷到池塘里淹死。其中受灾害最严重的河西遭遇空前的浩劫,560 万亩

农作物大幅度减产,164.4 万亩农田埋入沙中,2 000 多公里长的水渠夷为平地,河西公路几乎瘫痪,兰新干线中断 31 小时,100 多家大中企业被迫停产,85 人丧失性命,264 人遭致重伤,36 人失踪,直接经济损失达 5.6 亿元。四省受沙尘暴直接影响面积约 110 万平方公里,死亡和丢失牲畜 12 万头,受灾牲畜 73 万头;区域内受影响人口 1 200 万。这一切,仅仅是沙尘暴持续了 2 小时的凄惨景况。

1988 年加拿大的沙尘暴和干旱,直接生产损失估计 18 亿加元。加拿大政府花在这次灾难中的保险和补助金达 14 亿加元。据国际权威机构测定,跨越北非 900 万平方公里,约为整个非洲 1/3 面积的撒哈拉沙漠是世界上最大的沙漠,它向非洲腰部的推进面积,相当于每年使黎巴嫩那么大一块土地成为荒漠。全世界的沙漠扩展,则是每年吞噬了两倍于比利时的面积。

沙尘暴还飘洋过海,飘落到其他国家和地区。英国牛津大学地质学院的研究记录表明,自 1900 年以来,英国共经历过 17 次撒哈拉沙漠降尘。每次来自撒哈拉沙漠的降尘量可达 1 000 万吨,沙尘在空中漂移距离达 1 200 英里。

《联合国防治荒漠化公约》常设秘书处执行秘书哈玛·阿巴·迪亚洛(Hama Arba Dialla)统计,20 世纪 50 年代以来,中国沙化面积扩展已经吞噬掉 70 万公顷农田、235 万公顷草牧场和 641 万公顷林地。由于沙漠蔓延和沙尘暴的威胁,为数不少的村庄(估计达 24 000 个)受到流沙埋没,1 400 公里的铁路线,3 万公里的公路,5 万公里的灌渠、引水渠等时常受到荒漠化的威胁。

沙尘暴越演越烈的事实告诉我们,人类所处的生存环境正在每分每秒地加剧恶化。我们不愿看到,现今的文明重蹈那些古代文明的覆辙。我们也不愿看到,在沙漠化的推进和沙尘暴的侵袭下,全球告急。

第三节 预防与治理荒漠化和沙尘暴的对策与措施

1. 人类能否阻止荒漠化并防止沙尘暴的扩展

有些学者把土地荒漠化和沙尘暴提到“自然规律”的高度,认为它们“不但不是现代社会独有的,而且无法根治,大的气候趋势不可违背”。作为一种自然过程,荒漠化和沙尘暴的发生确实有着不容否认的自然原因。例如,2003年末至2004年初北京没有出现沙尘暴,其原因就不能单纯地归功于人工治理的成就,还要看到这年的雨水确实多于往年,也就是说,我们不应该忽视自然因素在沙尘暴形成中所起的作用。但是,如果我们把这一问题片面化、极端化,淡化甚至无视人类的影响和作用,恐怕也不是一种科学的态度。土地荒漠化,既是一种自然现象,又是一种社会现象,这是沙漠的两重性。长期以来,许多科学家着重强调荒漠化的自然性,而忽视了荒漠化的社会性,很少从社会的角度来调整人类与自然的关系,结果治理沙漠化的成果往往又被人类活动所抵消。这是过去治沙活动没有扭转沙漠化恶性发展的根本原因。

沙尘暴的产生固然有着自然原因,但也是人的因素所致,人类社会进入近代工业化以来尤其如此。如对草原的人为破坏(过度畜牧、开垦田地等),必然加重扬沙现象。中国传统的自然观明确分为两种。除了“天人合一”之外,还有荀子的“制天命而用之”;而“天人合一”思想,更主要的还是一种人生哲学。中国传统社会以农业为主,和天的关系当然更近一些,但是农业的每一步发展都存在着与自然作斗争的问题。16世纪以来,中国环境加剧恶化,主要是人口迅速增长带来的生存压力所致。20世纪中叶,为了缓解人口增长造成的人地紧张关系,中国曾进行大规模的垦荒运动。

一段时期,我们非常迷信人的主观能动性,忽视自然规律,只看到短期利益而盲目建设。所有这些,均为以后的荒漠化和沙尘暴频繁出现埋下祸根。不光中国存在这个问题,在从东北亚到中东的大片地区,干旱和水土流失正对这些国家及其地区人口生存及经济产生破坏性的影响。与此同时,国际上正在开展激烈的辩论,讨论人类在气候变化方面的作用。各国环境专家一致认为,沙漠化在很大程度上是人为的灾难。人和农场的牲畜正在破坏亚洲草原脆弱的生态平衡。为保护草场生态良性循环,要鼓励牧民减少牲畜头数,改良牲畜品种,提高牲畜产出效益,使牲畜头数符合草原的承载能力。目前,就人类能否阻止荒漠化和沙尘暴的产生,还不能下最终结论。但人类完全可以做到延缓、减轻和预防荒漠化与沙尘暴的发展。

2. 防治荒漠化和沙尘暴的对策与措施

控制沙尘暴的发展,首先必须防治荒漠化。

(1) 从思想上筑起防沙治沙的堤坝。让人们重视生态环境,转变人定胜天的思想,树立人与自然和谐相处的理念;把掠夺式利用资源转为节约式高效率利用资源;人首先是自然人,人与环境有着生死与共的内在联系。

(2) 完善相关法律法规。通过法律手段营造保护生态环境的氛围,树立保护森林、植被的责任和义务。1994年12月,联合国大会确定6月17日为“世界防治荒漠化和干旱日”。这个世界日意味着,为防治土地荒漠化,全世界正迈出共同步伐。联合国防治沙漠化公约于1996年12月26日生效,其目的是利用创造性地方规划和支持性国际合作来预防并消灭造成沙漠化的条件。中国颁布《防沙治沙法》后,各地还要尽快制定更大容量、更具体的地方性法规,如对减少土地沙化和改善生态的目标、时限、步骤、措施等做出明确规定。规划一经出台,就以法律形式加以明确,以法律的效

力加以保证。要把防沙治沙及环境建设与保护的政绩作为考核干部的重要条件。

(3) 政府扶持与社会力量参与相结合。荒漠化是严重的自然现象,但是产生的原因表明也是严重的社会问题。如果没有政府的重视,这件事就不能得到解决。因为荒漠化土地的治理的最大特点之一,就是投入大,产出小,没有多少人愿意拿钱去治理,属于公益事业,必须由政府承担这个责任。但是,光靠政府的投入是不够的,荒漠化土地太大了,只有制定各种优惠政策,调动社会的方方面面力量,才能尽快把荒漠变为绿洲。如对投资进行防沙治沙的单位和个人,应免去税收或一定时期减征税收;对从事防沙治沙科学研究的单位和个人,应设立专项资金予以保障;对防沙治沙和改善生态质量做出突出贡献的单位和个人,应给予重奖。

(4) 发展混合农业。防沙治沙,遏制沙尘暴,改善生态环境,要从实际出发,尊重科学,因地制宜。对土地的乱耕、乱牧、乱伐,均会造成严重恶果。加强产业结构调整,要求各地区按各自的不同生态要求合理配置农、林、牧、副各业比例,积极发展养殖业、加工业,分散农村剩余劳动力,减轻人口对土地的压力。同时,优化农牧业能源结构,大力倡导和鼓励群众利用非常规能源,如风能、光能,以减轻对林、草地等资源的破坏。

(5) 加强防治沙漠化的国际间交流。荒漠化和沙尘暴防治涉及国际环境问题,因而围绕荒漠化和沙尘暴的形成、发展、防治、监测、评价和预测,国际范围的研究十分活跃,并且渐渐成为国际科学研究的前沿领域和新的学科生长点。美国、法国、以色列、澳大利亚等国,从防治土地退化需要出发,利用地球资源卫星等技术,对土地荒漠化包括发展趋势的一系列问题进行了大范围的监测评价,并对荒漠化过程、影响因素与防治措施等进行了大量研究。中亚的土库曼斯坦、哈萨克斯坦等国在荒漠化评价等方面也进行过合作研究。从 2000 年初起,中国与蒙古国就共同防治沙尘暴磋商

多次;中国国土资源部部长与蒙古自然环境部部长多次互访,签署并落实两国间防治沙尘暴的协议。

(6) 大面积防护为主与小面积治理相结合。目前以防沙治沙、荒漠化防治为重点的生态建设已被列为中国国家“十五”计划的重要内容。在财力并不宽裕的情况下,国家投入巨资,相继启动了退耕还林还草、环北京防沙治沙等重点生态建设工程,全国防沙治沙规划和“三北”防护林体系工程四期规划也正在加紧编制。这一切表明,新时期荒漠化防治将更大规模、更高层次地展开。据国家水利部调研,中国防治土地沙漠化及遏制沙尘暴爆发“最可能有所作为的区域”,是长城沿线 26 万平方公里的水蚀风蚀交错区。这一区域已被列为国家水土保持工作的重点。水利部遥感监测所获信息表明,上述比英国陆地面积略大的区域涉及北京市、河北省、内蒙古自治区、山西省和天津市部分地区。这些地区主要是由于自然和人为因素而退化的草原,黄土高原和沙漠边缘地区,不包含沙漠和戈壁。水利部专家认为,就目前的技术和实践经验来看,戈壁和沙漠腹地还不能治理。沙尘暴的防治应将重点放在沙漠边缘地带和退化草原的治理上,即上述 26 万平方公里区域。

3. 中国防治荒漠化与沙尘暴的成果与前景

从 20 世纪 50 年代起,中国就开始着手土地荒漠化治理。1958 年,党中央在呼和浩特召开西北和内蒙古六省(区)第一次治沙会议,从此揭开了中国沙漠治理和改造利用的序幕,沙漠科学的研究也随之兴起。1959 年,由中国科学院牵头组织了近 1 000 人的治沙队伍,经过几年的大规模考察,基本摸清了全国沙漠的分布状况及基本特征。80 年代以后,又启动了长江、黄河和严重沙漠化地区重点生态环境建设项目,在基本调查清楚了全国沙化土地分布状况基础上,开展了荒漠化综合治理。1991 年,国务院批复了《1991 年至 2000 年全国治沙工程规划要点》,把植树种草作为

防止荒漠化、改善生态环境的根本措施。中国还将荒漠化防治工程纳入国民经济和社会发展规划,并列入《中国 21 世纪议程》,签署了联合国《防治荒漠化公约》,制定了《中国执行联合国防治荒漠化公约国家行动方案》。50 年代以来,中国开发并推广了近 100 项实用技术,组织配套了近 10 个技术体系和模式,建立和完善了 10 多个综合性防沙治沙的科学示范基地,培养和造就了上千人的防沙治沙骨干队伍。

中国先后实施了三北防护林工程、防沙治沙工程、水土流失综合治理工程等一系列国家级重大生态建设工程。同时,还对特殊生态功能区实施抢救性保护;在生态环境严重退化的重要地带,建立特殊生态保护区;严禁导致生态功能继续退化的人为活动,如过牧、垦殖等;严格控制人口或移民,以减轻生态环境压力;对重要生态系统,加紧实行限期恢复;对重点资源开发区的生态环境,实施强制性保护;严格禁止造成不可逆转的区域性和长期性生态破坏的自然资源开发和工程建设活动。目前,约有 10% 的荒漠化土地得到治理,12% 的荒漠和荒漠化土地得到控制,1 170 多万公顷退化草场得到保护和恢复,并且营造了 100 多万公顷薪炭林,取得了明显的生态、社会 and 经济效益。

尽管世界各国在防治荒漠化和沙尘暴方面做了大量的工作并取得了一定的成绩,但对荒漠化与沙尘暴的研究和治理还远远不够。随着世界人口的不断增长、全球气候干旱的日益加剧,有限的资源(特别是水资源)和环境条件与人类需求量的迅速增长之间的矛盾日趋突出。若不尽快采取切实有效的措施,局部地区、甚至全球性自然生态环境仍将渐趋恶化,荒漠化将继续蔓延,在全球各沙漠化地区及其相邻的干旱半干旱地区,沙尘暴发生更为频繁,强度可能也越来越大,因此,我们绝不可掉以轻心。

第九章 生物多样性保护

近两个世纪,特别是 20 世纪 60 年代以来,全球性的环境恶化导致物种的大量灭绝。科学家们普遍认为,现在的灭绝速率快得惊人,相当于人类对环境施加显著影响前的 1 000—10 000 倍,估计年平均灭绝速率已上升到 $1‰$ — 1% 。这一势头如不加以遏制,必将逐渐但又是十分迅速地瓦解地球上的生命支撑系统。这可能是有史以来人类社会所面临的最严峻的挑战。为此,联合国和各国政府为保护生物的多样性作了坚持不懈的努力。

第一节 生物多样性的涵义

什么叫生物多样性?1992 年 6 月巴西里约热内卢环境与发展峰会签署的《生物多样性公约》的定义是:“生物多样性是指所有来源的活的生物体中的变异性,这些来源除其他外包括陆地、海洋和其他水生生态系统及其所构成的生态综合体;这里包括物种内、物种之间和生态系统的多样性。”生物学家通常将生物多样性划为三个层次:生态系统多样性、物种多样性和基因多样性。这三个不同层次的多样性,尽管其内涵有所不同,但它们之间存在着密切的内在联系和相互作用。

1. 生态系统多样性

生态系统是由生物群落及其生存环境所构成的相互作用的动

态复合体。所谓生物群落,是指生活在特定区域、相互间具有直接或间接关系的各种物种的组合。而生存环境(亦称生境),是指无机环境,包括气候、土壤、地貌和水文等。生态系统是经过长期进化形成的,系统中的物种经过上百年、上千年的适应和进化,才形成了现在与其所处的生境相协调的状态;当地物种间的竞争、排斥和互利互助,形成了物种之间既相互依存又相互制约的密切关系。因此,生态系统是一个具有一定结构、功能和自我调节机制的开放系统,是生物圈的一个基本功能单位。从生物界的整体来说,绿色植物通过吸收太阳能和各种元素,形成其生命活动所需要的氧气和碳水化合物,即以自制养料为营养方式,是生态系统的生产者;动物是以摄食植物或其他动物为营养方式,是生态系统中的消费者;存在于土壤中的微生物(包括细菌、真菌等),则以分解和吸收动植物的有机残体为主要营养方式,是生态系统中的分解者。这三者之间,通过食物链(亦称营养链或生态链)把有机界和无机界紧密地连结在一起,构成一个能量流动与物质循环永不停息的生态系统。

物种与生境是生态系统的基本组成部分。不同的物种与生境的组合,就形成不同类型的生态系统。生态系统的多样性也是分层次的。就全球而言,包裹着地球的生物圈是最高层次的巨系统,下面可分为陆地生态系统和海洋生态系统两大类群。陆地生态系统又可根据不同的环境性质和生态特征,再分为森林、草地、湖泊、湿地、荒漠、山地等自然生态系统和农田、城市、工矿等人工生态系统。森林生态系统还可分为温带针叶阔叶混交林、暖温带落叶阔叶林、亚热带常绿阔叶林、热带雨林、季雨林等生态系统。海洋生态系统又可分为海岸、浅海、大洋、海底等生态系统。

以中国的生态系统多样性为例,陆地生态系统有 599 类,其中森林生态系统 212 类,竹林 36 类,灌丛 113 类。在草甸生态系统中,典型草甸 27 类,盐生草甸 20 类,沼泽化草甸 9 类,高寒草甸

21 类。在湿地生态系统中,草本湿地 14 类,木本湿地 4 类,泥炭湿地 1 类。在海岸带湿地生态系统中,以热带红树林为代表的湿地有 18 类。草原系统,包括草甸草原、旱草原、荒漠草原和高寒草原,共 55 类。在荒漠系统中,分小乔木荒漠、灌木荒漠、小灌木荒漠和垫状小灌木荒漠等,共 52 类。此外,以青藏高原为代表的高山冻原、高山垫状植被和高山流石滩植被组合起来的生态系统也有 17 类。海洋生态系统总计有 6 个大类、30 个类型。

2. 物种多样性

物种多样性是指一个地区一定土地面积上生物种类的丰富程度。更准确地说,物种多样性是指生物分类学上的种的多样性,而不是同一物种个体数量上的多少。系统分类学家是专门研究分类的生物学家,他们赞同用物种作为单位来衡量生物多样性的。他们的工作基础建立在 18 世纪初叶瑞典博物学家林奈(1707—1778)创立的生物分类系统之上。林奈系统用“双名制”对每一个物种进行命名。每个物种的学名都由两个拉丁单词组成,如 *Canis lupus* (灰狼),其中 *lupus* 是种名,*Canis* 是属名,狼和狗都属于犬属(*Canis*)。物种是整个林奈分类系统的基础,也是传统上生物学家认识生命范畴的单位。系统分类学家把亲缘关系相近的种归为属,相近的属归为科,科往上构成目,目隶于纲,纲隶于门,门的上一级分类单位是界(细菌界、古细菌界、原生生物界、真菌界、动物界和植物界)。最终,最高的分类阶元涵盖了一切生物,地球上的生物只有 3 个域:细菌域、古细菌域和真核生物域,而真核生物域则由原生生物(亦称原生动物)、真菌、动物和植物组成。

整个地球上究竟有多少物种?目前已发现并被正式命名的大约有 150 万至 180 多物种。对物种数目的估计因不同的估计方法而不同,其预测数目从 360 万至 1 亿不等。这些估计的中值是 1 000 多万。生物物种数量之所以具有那么大的不确定性,主要是

因为生物圈的物种,96%以上都是微生物、昆虫以及很小很小的海洋生物,绝大部分还没有被发现,就是已经发现的也因为还没有进行科学鉴定而无法确认。

事实上,人类对地球上生命的探索才刚刚开始。这种对生命的无知尤其体现在人类对细菌原绿球藻的认知上。在1988年以前,这种细菌还没有被发现,但它却是地球上最丰富的生物,海洋中有机物的生产绝大部分是它的贡献。其细胞被动地飘浮在地表水中,每毫升海水中平均含有原绿球藻细胞数目大约是7万至20万个,它们通过捕获太阳能进行繁殖。其形体比一般的细菌要小,通过现代最先进的光学显微镜才能勉强看到它们的身影。它属于浮游生物的一个特殊的类群,即微浮游生物。

在蓝色的海洋中,有着太多太多未知的细菌、古细菌和原生生物。20世纪90年代初,当科学家们开始把研究焦点对准它们的时候,就发现其丰富度和多样性远远超过他们原先的想象。大量的证据表明,由微生物、光合细菌、古细菌和藻类组成的海洋浮游生物,是全球气候的主要调节者。有人认为,单单是藻类释放的二甲基硫与云的形成就有很大的关系。

在地球上,体积越小的生物被了解得也就越少。与细菌一样无处不在的真菌可能有160万种之多,而迄今仅有69000个物种被鉴定并命名;线虫是世界上分布最为广泛的生物之一,地球上平均每5个动物中就有4个是线虫,但至今只有15000多个物种被人类了解,还有成百万的种正在等待我们去发现。

生物多样性科学的一个前沿是对海底生物的研究。从动物多样性来看,海洋囊括了现在已知的36个门的动物类型,与此相比较,陆地上出现的动物只有区区10个门。在海洋动物中,人们最为熟悉的有节肢动物门和软体动物门。令人惊讶的是,在最近的30年间,从海洋里又发现了2个新的门:覆盆动物门和环口动物门。

目前世界上已被记载的植物大约有272000个物种,但实际

上的数目大约是 30 万或者更多。植物学的标准参考书《邱园索引》每年大约发表 2 000 个新物种,添加到原来的物种清单中。即使已经发掘得相对彻底的美国和加拿大,每年仍有 60 余个新物种被发现。一些专家认为,北美大约还有 5% 的植物区系未被发现。

在生境被破坏的严峻形势下,科学家们对动物物种进行了更加细致的探寻,结果发现了出乎意料之多的脊椎动物类群。然而,许多动物一被发现就上了濒危物种的名单。全世界两栖类动物的数量从 1985 年到 2001 年增长了大约 $1/3$,即由原来的 4 003 种增长到了 5 282 种。据预测,这个类群最终将突破 6 000 种。

对新的哺乳动物的发现也处在一个快速增长的水平上。近 20 年来,新发现的物种达 1 000 个左右,使全球已知的哺乳动物种数由原来的 4 000 个增至 5 000 个。在陆地上,新发现的大型哺乳动物不多,但仍有少量发现。如在 20 世纪 90 年代中期,在老挝和越南边境的安南山脉,一次就发现了 4 种大型哺乳动物:斑纹兔、巨麂、赤麂、中南大羚。

数世纪以来,人类对鸟类的研究和了解多于其他任何一类动物。即使在这一类群中,新物种仍然不断地被发现。1920 年至 1934 年间是研究鸟类的黄金时期,每年大约有 10 个新物种被收录;在这之后直到 1990 年的时间里,新物种发现速率下降到每年 2—3 个新物种,而且这个速率相当稳定。到 20 世纪末,全球被确认的鸟类大约有 1 万种。

生物学家通过测量物种的数目发现,生物多样性最丰富的地方是全年太阳能吸收最多、冰覆盖最少、地形最为复杂且长期以来气候最稳定的地方。因此,亚洲、非洲和南美洲大陆的赤道热带雨林是迄今为止动植物种类最多的地方。地球上一半以上的物种生活在热带雨林之中,许多与生物多样性有关的世界纪录在这里诞生。例如,在巴西的亚特兰大森林中,1 公顷的土地上就有多达 425 个树种;秘鲁的马努国家公园的一个角就有大约 1 300 种蝴蝶。

中国幅员辽阔,自然地理条件复杂,其物种既丰富而又独具特色。仅以高等植物计,就达 3 万多种,仅次于国土大部或全部处于热带雨林地带的巴西和哥伦比亚,居世界第三位。中国有苔藓植物 2 200 种,蕨类植物约 2 200—2 600 种,裸子植物约 250 种,被子植物 3 万多种。中国有脊椎动物 4 347 种,鸟类 1 244 种,鱼类 3 862 种。至于包括昆虫在内的无脊椎动物、低等植物和真菌、细菌、放线菌等,种类就更为繁多,目前尚难作出确切的估计。此外,中国物种的多样性,还具有特有种、子遗种及经济种多的特点。如有活化石之称的大熊猫、白鳍豚、水杉、银杏、银杉、攀枝花和苏铁等。高等植物特有种最多,约 17 300 种。中国还拥有十分丰富的驯化物种及其野生亲缘种。中国是世界八大栽培植物起源中心之一,有 237 种栽培物种起源于中国。中国常见栽培作物有 600 多种,果树品种有万余个,畜禽 400 多种,其物种的丰富度由此可见一斑。

3. 基因多样性

基因是生物体遗传的基本单位,存在于细胞的染色体上,作直线排列。物种的生命活动都受基因控制。基因多样性(亦称遗传多样性)是指同一物种的不同地理种群或生态种群及其变异个体在遗传基因上的一致性和差异性。简言之,就是同一物种不同个体间遗传基因上的多样性。各种栽培植物和家养动物及其地方品种、野生近缘种都拥有异常丰富的基因多样性。基因多样性是生物适应环境能力的体现,是生命进化和物种分化的基础。因此,具有较高遗传基因多样性的物种种群,就有可能存在某些个体能够忍受环境的不利变化,而把它们这种抗逆性强的基因遗传给后代。人们就是利用这种基因来培育新品种,使物种资源代代出新,永续利用。目前,随着基因工程的出现,人类培育动植物新品种的范围和步伐大大加快。在传统的动植物繁育时代,人们将同一物种的不同品种,最多是相似的物种,进行杂交以获得新的品种。现在的杂交对象已经完

全突破了这种范围,可以进行跨生物界的杂交,从细菌、病毒一直到动植物,各种各样的物种都可以作为杂交的对象。从这一意义上讲,基因多样性是一种十分宝贵的资源,必须严加保护。

第二节 生物多样性的价值

生物多样性是全人类的共同财富,它具有生态、遗传、社会、经济、科学、教育、文化、娱乐、美学等多方面的价值。这类价值从宏观经济的角度应该如何计算?1997年,由经济学家和环境科学家组成的一个国际研究小组,对所有生态系统向人类免费提供的自然环境的价值进行了估算。根据大量的数据资料,他们计算出生态系统对人类的贡献至少为33万亿美元/年。这个数字几乎是1997年全世界所有国家的国民生产总值(18万亿美元)的2倍。生态系统的服务功能可定义为:支持人类生存的生物圈的物质流、能量流和信息流,包括调节大气及气候,净化淡水,保持水土,土壤的形成和富集,营养物质的循环,废物的降解和循环,作物的授粉,以及木材、食物、纤维、药物和生物燃料的生产。

森林是陆地上最庞大的生态系统,不仅拥有大量的林木资源,而且还蕴藏着丰富的野生动植物资源,为野生动植物的生存、繁衍,提供了天然环境。从价值的角度看,森林的生态功能价值远大于其实物形态的产品价值。森林的生态功能主要体现在涵养水源、保持水土、净化大气、保护鸟兽、防风固沙、调节气候等方面。例如,在亚马孙盆地,大约一半的降雨是由森林本身引起的,而不是因为河流和大西洋中吹来的云引起的。森林覆盖的江河流域能够截留雨水,并在雨水逐渐流向湖泊和海洋以前对其进行净化。根据国外科学家分析175个流域的资料得出,在森林覆盖率为100%的条件下,林地土壤渗透率为每小时250毫米,削减洪峰值50%。森林植物纵横交错的强大根系网络对土壤的固结作用,提

高了森林土壤抗雨水冲刷的能力。大量研究表明,覆盖率 30% 的林地较无林地减少土壤流失 60%。森林还具有强大的滞尘作用,如每公顷松林可滞留灰尘 36 吨,每公顷阔叶林则可达 70 吨以上。全球绿色植物每年要吸收 2 300 亿吨二氧化碳,其中 70% 是由森林吸收的,同时大气中的氧气有 60% 来自森林。森林植物能散发多种芳香物质,可以杀死众多病菌,有益人类健康。早在 1978 年,日本有关部门就涵养水源、保护土壤、防止石崩、保健游憩、保护动物和净化大气等六个方面对日本全国森林的生态效益进行过一次币值计算,其价值相当于全国国民经济总产值的 11%,是农、林、牧三业总产值的 2.48 倍。

生物多样性的价值还体现在农业方面。目前,已知的植物种类有 25 万种,而 90% 的粮食产量只不过是 100 多种植物所提供,而其中 20 种农作物提供了超过一半的粮食,其中 3 种禾本科作物(小麦、玉米和水稻)对人类的生存与发展起到了至关重要的作用。在最重要的 20 种农作物中,大部分都是在大约 1 万年前起源于农业独立发生的地区。然而,有大约 3 万种野生植物生长在这些地区之外,它们可食用的部分曾经被人类所采集和食用。在这 3 万种野生植物中,大约有 1 万种可用于家庭种植。其中少数种类,例如西半球的 3 种苋属植物、安第斯山区的秘鲁胡萝卜和产于亚洲热带地区的有翼豆,都可迅速用于商业开发。

从一般意义上讲,25 万种植物(实际上,包括所有的生物体)都是潜在的基因贡献者,这些基因能通过基因工程植入农作物中,以改良这些农作物的性状。如插入正确的 DNA 片段,可以产生新的品种,新品种就具有各种各样的优良性状,包括耐寒、抗虫害、多年生、生长快速、高营养价值、多用途、保水、更容易播种和收获,等等。

此外,医学领域也从世界生物多样性的储备中获得了巨大的利益。目前的制药业已经对野生物种产生了巨大的依赖。在美

国,大约 40% 的药品是从生物体中提取的。其中,25% 来自于植物,13% 来自于微生物,超过 3% 来自于动物。尤其是 10 种最主要的药品,其中 9 种药品含有从生物体中提取的成分。天然产物的种类虽然很少,但它们的商业价值却非常巨大。例如在美国,1998 年直接销售给顾客的含有植物成分的药品的价值估计为 200 亿美元,而全世界含有植物成分的药品的价值估计为 840 亿美元。

尽管生物多样性具有巨大的潜在价值,但目前只有很少一部分生物多样性资源在药学领域得到了应用。在治疗细菌引起的疾病中,利用子囊菌类真菌进行控制就是一个很好的例子。尽管研究过的子囊菌类大约只有 3 万种,是目前已知生物体总数的 2%,但其产生的抗生素占目前使用的抗生素总数的 85%。而未被利用的子囊菌类远比这些数字要大得多,这意味着目前只有不到 10% 的子囊菌类被发现和定名。对于有花植物也是如此。尽管已定名的有花植物超过 80%,但仅有 3% 的物种进行过生物碱方面的检验,这些生物碱的成分可以用来有效治疗癌症和其他许多疾病。

目前,人类所使用的麻醉剂、镇静剂、血液稀释剂、血液凝剂、强心剂等诸多药物,都是野生生物多样性的馈赠品。例如,在挪威山区有一种无名菌类,例行的筛选发现该菌类能够对人类免疫系统的免疫反应产生强烈的抑制作用。科学家对菌类组织中的有关分子进行分离和鉴定后,发现了一个有机化学领域中从未见过的复杂分子。虽然目前的分子生物学和细胞生物学理论还无法解释它的作用机理,但科学家立即发现它可用作药物,用它制造的新制剂被命名为环孢子菌素。当器官从一个人的体内移植到另一个人的体内时,寄主的免疫系统将产生免疫反应以阻止外来的组织,环孢子菌素能够对免疫反应产生抑制作用。这种新的制剂很快成为器官移植方面的重要角色。

在寻找有价值的资源方面,探查野生生物多样性中有价值的资源被称做“生物勘探”。通过生物勘探,从富饶的生态系统中获

取有价值的物种,在环境条件较差一些的其他地区对其进行大规模的繁育,不仅能带来一定的收益,而且这也是在最大程度上对生物资源进行可持续性的利用。

生活在热带森林中的土著人利用一些简陋的技术,提取具有各种各样功能的产品。透过这些产品,我们可以看到生物多样性对人类的慷慨是毫无保留的。在热带森林地区成千上万种传统药物中,只有很少几种药物采用西方医学的方法进行了试验。目前,这少数几种药物已经得到了广泛应用,并产生了巨大的商业价值。它们的商业价值相当于全世界农业和牧业的商业价值的总和。

具有战略眼光的企业家,对大自然所提供的天然药物格外重视。他们清楚地知道,即使仅仅发现一个新的分子,也能够补偿他们在生物勘探和产品开发中所花费的巨额投资。迄今为止,最成功的商业案例是对生活在美国黄石公园沸腾温泉中的一种名为嗜极细菌的开发。1983年,美国西特斯公司利用温泉中一种水栖嗜热杆菌的生物体来生产 DNA 合成所需要的一种耐热酶。这种叫做聚合酶链式反应(PCR)的生产过程,是如今能够进行快速构建遗传图谱的基础。利用少量 DNA 进行扩增和复制的方法,在犯罪行为侦察和法医学领域起到了重要的作用。这项 PCR 技术专利给西特斯公司带来了滚滚财源。目前,该公司每年从该项目专利获得 2 亿美元的收入,而且收入还在不断增长。

此外,没有人能够正确估计任何一种动物、植物或微生物未来的全部价值。由于人类目前对它们了解的局限性,以及人类在将来不可预知的需求,即使人们现在无法了解,但实际上任何生物都具有巨大的潜在价值。

第三节 生物多样性的危机

地球上生物多样性是经过约几十亿年自然演化的结果。古生

物学家所讲的“伊甸园时代”，亦即生物多样性自然发展的时期，始于四亿五千万年前的显生宙初期，终于 5 万至 1 万年前——那时人类已经进入旧石器时代晚期和新石器时代。在“伊甸园时代”，物种每年的平均灭绝速率为百万分之一，而新物种形成的年平均速率略高于百万分之一。因此，在整个地质史上，物种数量就一直保持着缓慢的增长。到了新生代以后，才出现包括人类在内的生物极大的多样性局面。

人类自从进化到智人以后，就一直充当着生物圈的杀手，并且遍布世界的每一个角落。在旧石器时代，人类主要以狩猎为生，因为种群较少，使用的工具又十分简陋，所以并没有对当时的生物多样性造成很大的威胁。后来，人类随着新工具的发明、人口密度的增加以及捕猎效率的提高，便正式拉开了物种大灭绝的序幕。人类进入文明的农业社会，特别是工业社会以后，便加快了对自然生态系统的破坏和成千上万已存在数百万年的物种的灭绝。据科学家的估算，目前物种每年的平均灭绝速率已上升到 1‰ — 1% 。如果人类不采取适当的保护措施，那么到 2030 年，至少有 20% 的动植物将会灭绝或达到灭绝的边缘；到 21 世纪末，将会高达 50%。

导致生物多样性丧失的因素是多种多样的，这些因素被保护生物学家概括为 HIPPO，即生境破坏(Habitat destruction)，入侵物种(Invasive species)，环境污染(Pollution)，人口增加(Population)，过度收获(Overharesting)。这些因子排列的顺序，显示了其对物种灭绝影响的重要程度。生境破坏是最具毁灭性的，而过度收获的破坏作用最小。但这个顺序也不是绝对的，也许在北美，其顺序是 HIPPO，在欧洲则是 IHPPO。事实上，对环境破坏的原动力是人口增长。

现在全球人口数量已超过 60 亿，到 21 世纪中叶将达到 80 亿或更多，人均淡水拥有量及可耕地面积将降低到环境资源专家们所预计的危险程度。根据生态经济学家的计算，生态足

迹(指人类为了满足自身对食物、水、住房、能源、交通、贸易和废物处理等各方面的需要,而占有的人均生产性土地和浅海面积),在发展中国家大约是 1 公顷,而美国约为 9.6 公顷,全世界平均水平是 2.1 公顷。如果在当前的技术条件下,全世界每个人都达到目前美国人的生态足迹的水平,那么将需要 4 个以上的地球。换言之,地球承载人类的能力是有限的,其承载极限大约在 100 亿至 150 亿人口之间。

事实上,人口过剩和环境恶化正在世界各地发生。它使得自然栖息地越来越小,生物多样性不断下降。对森林的过度砍伐是最具破坏力的生境破坏方式。世界上最古老的森林是在 6 000 年至 8 000 年前形成的,那时正是农业起步时期以及随后的大陆冰川消融时期。现在,由于全世界农耕地面积的不断增加,原始森林只剩下了一半,而这些剩下的原始森林也正在以越来越快的速度被砍伐掉。人类已经丧失了 60% 以上的温带阔叶林和混交林、30% 的针叶林、40% 的热带雨林和 70% 的热带干旱林。1950 年的调查显示,地球上森林面积为 5 000 万平方公里,接近地球表面无冰陆地面积的 40%。现在,森林的覆盖面积只有 3 400 万平方公里,而且还在继续萎缩。此外,幸存下来的那一半原始森林也大都已经退化。

20 世纪森林面积的减少是地球历史上影响最为深远、最为迅速的环境变化之一,它对地球上生物多样性的影响是机械性的和严峻的。栖息地面积的减少,将导致栖息地所能支持的物种数量的减少。按照岛屿生物地理学关于面积与物种的计算法则,当栖息地的面积减少到它原来面积的 $1/10$ 时,最终将导致动植物的数量减少一半。如果剩余的 10% 也丧失的话,那么剩余的另外一半物种就会突然灭绝。

热带雨林是全球生物多样性最丰富的地区。尽管它们只覆盖了地球表面积的 6%,但其中的陆地和水生生境却生存着人们已知的一半以上的物种。在所有的生态系统中,热带雨林面积的减

少速率居第三,仅排在温带雨林及热带干旱林之后。据联合国粮农组织(FAO)估计,从 1980 年起,全世界森林以每年 1% 的速度被砍伐掉(已把当地森林的面积减少到原来的 10% 以下)。在世界三大热带雨林区域(亚洲、拉丁美洲和非洲)中,亚洲热带雨林砍伐率最高,在 1980 年至 1990 年间,森林面积平均以 1.2% 的幅度下降,拉丁美洲为 0.9%,非洲为 0.8%。

在陆地上拥有最多濒危物种的 25 个热点地区中,有 15 个位于热带雨林地区。这些受威胁的生态系统包括巴西的大西洋海岸、南墨西哥及中美洲地区、热带安第斯山脉、大安得列斯群岛、西非、马达加斯加岛、印度西高止山脉、印度—缅甸交汇区、印度尼西亚、菲律宾以及新喀里多尼亚群岛的潮湿热带森林。其他热点地区主要是热带(或亚热带)稀树草原和海岸带的北美艾灌丛。这些地区仅占地球表面陆地面积的 1.4%,但全世界 44% 的植物,超过 1/3 的鸟类、哺乳动物、爬行动物和两栖动物都是这些热点地区的特有种。几乎所有的热带雨林地区都受到了严重的威胁,如西印度群岛、巴西大西洋海岸、马达加斯加岛和菲律宾的热带雨林,只剩下了不到原来面积的 10%。

人类向大气中排放的二氧化碳至少达到了 20 万年以来的最高水平,同时还打破了氮循环的平衡,导致了全球气候变暖,从而给环境及人类生态系统带来灾难性后果。随着极地冰川的逐渐融化和海平面的上升,世界上许多浅海岸就会消失。一些适合在低温下生长的动植物,从地衣、苔藓到企鹅、北极熊和驯鹿,都将被逼向灭绝之路。

生境破坏和气候变化给自然世界带来了巨大的压力,而外来物种入侵更是增加了这一趋势,夏威夷就是一个典型的缩影。公元 400 年,当波利尼西亚的航海者第一次踏上岸的时候,夏威夷简直像个伊甸园。青葱的树林和富饶的山谷中没有蚊子,没有蚂蚁,没有刺人的黄蜂,没有毒蛇和毒蜘蛛,没有带刺的或带毒的植物。

但是,现在所有这些不吉利的生物在夏威夷到处可见,各种入侵生物随着人们的贸易及人流往来被有意无意地带到了夏威夷。在人类出现以前,夏威夷有着丰富而独特的生物物种。从海岸到山顶,至少有 125 种,甚至多达 145 种特有的鸟类。而现在,只有 35 种土著鸟类生存下来,其中 24 种濒临灭绝。

在土著生境中,那些传入的物种可以通过自然天敌和其他种群的存在来得到控制。而在新迁入的环境中,它们摆脱了原来的限制,数量急剧增长,并扩散开去,往往以压倒性的优势造成本地物种的灭顶之灾,其对生态系统的结构和功能的影响往往是不可逆转的。如原产于澳大利亚、印度尼西亚、巴布亚新几内亚和所罗门群岛的棕树蛇,在第二次世界大战之后被引入日本关岛。由于缺少自然天敌,加上当地丰富的食物来源,棕树蛇开始大量繁殖,其密度曾达到每平方英里 1.2 万条。它导致关岛本地 10 种森林鸟类、6 种蜥蜴和 2 种蝙蝠的灭绝,严重地威胁到这个热带岛屿的生物多样性。

据中国专家调查,在世界自然保护联盟公布的“全世界 100 种最危险的入侵物种”中,约有一半入侵了中国。比如,近年来,松材线虫、湿地松粉蚧、美国白蛾等入侵害虫引发的森林病害十分严重,危害面积每年达 150 万公顷;稻水象甲、非洲大蜗牛、美洲斑潜蝇等农业入侵害虫,每年危害面积超过 140 万公顷;豚草、飞机草、水葫芦、大米草等肆意蔓延,已到了难以控制的局面。据保守估计,农林业经济损失年均达人民币 574 亿元。

过度收获是导致生物多样性丧失的又一重要原因。例如,由于对海洋渔业资源需求量的持续增加而引发的过度捕捞,已导致全球捕捞量的逐渐下降。目前,北大西洋西部、黑海和加勒比海部分地区的渔业资源已趋衰竭。蓝鲸濒临灭绝是最典型的例子。成年蓝鲸体长 100 英尺,体重 150 吨,是地球上有史以来最大的一种动物。在整个 20 世纪,有 30 万条蓝鲸被捕杀。1930—1931 年是

对蓝鲸捕杀的高峰期,捕获量达到 29 649 条。到 20 世纪 70 年代初,全世界蓝鲸的数量只剩下几百条。然而,即使蓝鲸面临灭绝的危险,日本仍想继续猎捕蓝鲸。

过度捕杀和滥采乱挖,也使中国的野生动植物资源遭到严重破坏。如在广西南明自然保护区,现在已不见白头叶猴的踪影,黑长臂猿亦已绝迹;本来遍及广西全区的蟒蛇,在 1978 年普查时已难见踪影。青藏高原可可西里自然保护区的藏羚羊,因连年遭到偷猎捕杀,数量亦已大大减少。此外,因大量收购中草药而导致的滥采乱挖药材,已使广布北方草原的黄麻、甘草、黄芪、防风、柴胡等植物物种日益减少,有的已濒临灭绝。中国动植物种类中已有 15%—20% 受到灭绝的威胁,高于世界 10%—15% 的水平;在《国际濒危野生动植物贸易公约》附录 I 所列 640 种世界濒临灭绝物种中,中国就占 156 种。

根据世界自然保护联盟在 1998 年 4 月公布的世界濒危植物红色名录,在全球已知的约 27 万种高等植物中,有 12.5%,即 33 798 种濒临灭绝。这些植物归属于 369 个科,分布于世界上 200 个国家。在收入红色名录的植物种类中,有 91% 的种仅分布于一个国家,局限的地理分布会导致物种更为脆弱,并可能减少其受到保护的机会。全球的高等植物已确认有 511 个科,根据红色名录,其中有 372 个科含有全球性的濒危或已灭绝的种。大科含有更多的濒危物种。除了 19 个濒危单种科(一科仅一种,即 100% 的种受到威胁)之外,还有 20 个科至少有 50% 的种都受到威胁,其中有 8 个科是裸子植物。

2002 年,世界自然保护联盟在瑞士格兰德召开的年会上宣布,全世界总共又增加了 121 种濒临灭绝的野生动物。新的红色名录收录有 11 167 种濒临灭绝的动物,其中包括 24% 的哺乳动物,12% 的鸟类,20% 的两栖动物和 30% 的鱼类。红色名录按照物种受威胁的程度分成不同的级别,其中 881 种已完全绝种。此

外,还有 1 000 余种正受到绝种的严重威胁。目前的资料仅统计了地球上所有植物的 4%,但即便根据不完整的资料,也有多达 5 714 种植物已经灭绝,另有 1 046 种正处于危急状态。

第四节 生物多样性的保护

全球性的物种灭绝现象引起了科学界、宗教界、商业界和政界的领袖以及有识人士的高度关注。为此,罗马教皇约翰·保罗二世宣称:“生态危机是一个道德问题。”主教巴塞洛缪一世作为全世界 2.5 亿东正教徒的精神领袖,也以《旧约全书》的预言者身份向世界高声宣布:“人类造成了物种灭绝,破坏上帝创造的生物多样性,降低地球的完整性,改变气候,砍伐森林,破坏湿地,污染地球上的水、土地和空气,用毒药杀害生物,这些都是罪恶的行为。”被誉为“生物多样性之父”的美国著名生物学家威尔逊在《生命的未来》一书中指出:“拯救生物多样性的斗争将在森林中决定最终的胜负。”

在过去的 20 年里,科学家和环保专家已经制定了一个战略方针,来保护地球上遗留下来的生态系统和生物物种。他们建议,立刻行动起来,保护全球陆地上的 25 个热点地区。由于人类的开发,这 25 个热点地区的面积已经减少了 88%,目前剩下的原始生境仅占地球陆地面积的 1.4%。然而,对于地球上已知的 43.8% 的植物物种和 35.6% 的哺乳动物、鸟类、两栖类和爬行类物种来说,这些地区是它们仅存的家园。他们还提出,要完整地保存那些残留下来的未开拓的森林,它们是陆地上最后的荒原地区和地球上众多生物多样性的保护地。这些森林包括亚马孙河流域和几内亚地区的雨林;中非的刚果荒僻区;新几内亚的雨林;加拿大和阿拉斯加的温带针叶林;俄罗斯、芬兰和斯堪的那维亚半岛的温带针叶林。他们认为,在保护那些热点地区和荒原地区的同时,还要重

视对所有地区的湖泊和河流系统的保护,它们是受威胁程度最严重的生态系统。特别是热带和温带的湖泊和河流,在各种类型的栖息地中,它们拥有种类最多的濒危物种。此外,还应准确划定世界上的海洋热点地区,使它们具有和陆地热点地区同样重要的地位。其中,珊瑚礁是最重要的热点地区,它拥有最丰富的生物多样性,被誉为“海洋中的雨林”。

最早发起全球自然保护运动的是那些非政府组织。其中具有较大影响的组织有:“国际保护组织”、“国际野生生物保护学会”、“世界自然基金会”、“世界自然保护联盟”、“自然保护组织”等。按照“国际组织联盟”的统计,1956年,致力于环境保护的非政府组织有985个。到1996年,已高达2万多个。它们的成员和合作者的数量在这个时期迅速增加,而且这一趋势随着国际宣传和交流而得到加强。非政府组织的崛起表明全球保护运动已经意识到,物种灭绝性的灾难已经变得十分危急了。

自然保护事业的全球化,促使各国政治家达成了一系列旨在保护生物多样性的国际公约,其中最深入人心的公约是1992年在里约热内卢地球峰会上签署的《生物多样性公约》。1994年12月29日,联合国49/119号决议案宣布12月29日为“国际生物多样性日”。2001年根据第55届联合国大会第201号决议,国际生物多样性日改定为5月22日。

根据《生物多样性公约》的要求,保护生物多样性的主要措施是:就地保护、迁地保护和建立种质资源库。

1. 就地保护

就地保护是指保护生态系统和自然生境以及维持和恢复物种在其自然环境中具有生存力的群体;对于驯化和培植而言,其环境是它们在其中发展出其明显特性的环境。

就地保护最有效的办法,是建立各种类型的自然保护区。所

谓“自然保护区”,是指对有代表性的自然生态系统、珍稀濒危野生动植物物种的天然集中分布区,有特殊意义的自然遗迹等保护对象所在的陆地、陆地水体或者海域,依法划出一定面积予以特殊保护和管理的区域。从 1861 年美国在加利福尼亚建立约塞米提国家公园起到 1990 年为止,全球建立的国家级自然保护区已有 6 931 个,国际系统的自然保护区 283 个,海洋和海岸保护区 977 个,世界重要自然遗迹 92 个。发达国家的自然保护区面积一般占国土总面积的 10% 以上。

中国自 1956 年建立第一个自然保护区——广东肇庆鼎湖山自然保护区到 2003 年底,全国共有各种类型的自然保护区 1 757 个,总面积达到 16.35 亿亩,约占国土面积的 13.2%。属于国家一级的自然保护区有 188 个,其中长白山、鼎湖山、神农架、武夷山、九寨沟、西双版纳、卧龙、白水江、黄龙等二十多个自然保护区,已被联合国教科文组织认定为世界生物圈保护区。生物圈保护区不仅要保护生物多样性,还要保护文化多样性;要将生物圈保护区作为土地管理和可持续发展途径的样板;要将生物圈保护区作为生物多样性研究、监测、教育和培训的基地。

根据国外的经验,自然保护最终要经历三个阶段。第一个阶段就是建立单独的保护区。人们花费很大的精力和财力去建立陆地和浅海生物多样性保护区。保护区是自然保护计划的关键核心部分,但通常只是像“后卫”一样地采取被动防守。甚至当这些保护区能够很好地被人类保护的时候,它们也只不过是人类强烈活动区域包围着的一些孤岛。这些岛屿与外界的自然环境相隔离,一些物种不可避免地要走向灭绝。保护区的面积越小,物种灭绝的速度就越快。因此,在精心设计的自然保护计划的第二个阶段,就是恢复生态环境,从保护区核心部分的外围向周围的自然栖息地扩展,尽量扩大保护区的面积。同时,收回和恢复周围已开发的土地,建立新的保护区。自然保护计划的最后一个阶

段,就是建立大型廊道来连接已有的国家公园和保护区,维持或重建它们的野生面貌。

按照这种大范围保护的理念建立的保护区,称做生物多样性管护区。据此,中国将选择下列 17 个关键区域,规划建立生物多样性管护区:横断山南段;岷山—横断山北段;新疆、青海、西藏交界处的高原山地;滇南西双版纳地区;湘黔川鄂边境山地;海南岛中南部山地;桂西南石灰岩地区;浙闽赣交界山地;秦岭山地;伊犁—西段天山山地;长白山地;沿海滩涂湿地,包括辽河口、黄河三角洲滨海地区、苏北盐城滨海地区、崇明岛东滩等;东北松嫩—三江平原;长江下游湖区;闽江口外—南澳岛海区;渤海海峡及海区;舟山—南麂海区。

2. 迁地保护

迁地保护是指将生物多样性的组成部分移到其自然环境之外进行保护。迁地保护主要弥补就地保护的不足,如建立各种植物园、种植园、森林公园、动物园、野生动物园、引种繁育中心或基地等,利用这些设施来拯救濒危物种,并在适当情况下将这些物种重新引进其自然生境中。

美国生物学家对加利福尼亚秃鹫的拯救就是一个典型的例子。作为世界上最大的飞禽之一,这种秃鹫曾经在北美广泛分布,可后来竟到了灭绝的边缘,其原因并不是由于其遗传上的衰退,而是人类毁掉了它们的自然栖息地,并野蛮地将它们射杀或是毒杀。当这种秃鹫在野生环境下只剩 12 只时,它们被生物学家所捕获,并在圣地亚哥附近和一个人工繁殖种群一起饲养。它们在那里得到了精心的呵护,吃到了未被污染的食物。于是,这个混杂的群体很快就繁荣起来。最近,生物学家为了恢复它们的“野性”,将它们释放到大峡谷以及另外几处它们原先分布的地方。

中国生物学家对麋鹿实施的“重引入”拯救项目,被国际环保

人士赞誉为“世界上最准确的重引入项目”,也是中国政府有效保护野生动物的成功范例。麋鹿因角似鹿非鹿,脸似马非马,蹄似牛非牛,尾似驴非驴,而俗称“四不像”,属于国家一级保护动物,曾在国际濒危动物种红色目录中被列为“极危级”。已出土的野生麋鹿化石表明,麋鹿起源于距今 200 多万年前,距今约 1 万年前到距今约 3 000 年时最为昌盛。数千年间,严酷的自然变迁,先民的农业开发,生态环境的破坏,以及人类的酷捕滥杀,使得野生麋鹿种群走向绝灭。与此同时,人们开始驯养麋鹿。自周朝至清朝,均有在皇家花园驯养麋鹿以供狩猎的习俗。19 世纪下半叶,北京南苑皇家猎苑驯养的麋鹿群,成为中华大地上这一物种的绝群。1894 年,一场洪水冲垮了南海寺的围墙,200 平方公里的皇家猎苑顿成泽国,大多数麋鹿随洪水冲散,成为灾民的果腹之物。1900 年,八国联军侵入北京,南海寺仅存麋鹿被劫杀一空。从那一天起,中国特有的麋鹿在本土绝迹,全世界仅存的 18 头麋鹿散落在欧洲的 12 个动物园中。后来,因忧虑这个物种走向灭绝,英国的贝福德公爵在伦敦附近的乌邦寺收养这些麋鹿,使它们得以繁衍发展,种群数量逐渐增加。1985 年,在世界野生动物基金会的努力下,中英两国达成协议,将麋鹿引返中国。现在,中国已在北京市南海子、江苏省大丰市、湖北省石首市、河南省原阳县等地实施麋鹿散养计划,逐渐形成了种群,麋鹿数目已达 1 500 多头。命运多舛的麋鹿正在自己的故乡重获繁荣。

到 1995 年底,中国共建动物园和公园动物展区 175 个,各种野生动物繁育中心(场)227 个;建立大型植物园 60 多个,野生植物引种保存基地 255 个。目前,中国已有 612 种国家级珍稀濒危动植物被列为重点保护对象,其中野生动物 258 个种和种群,植物 354 种;60 多种珍稀濒危野生动物已人工繁殖成功;1 000 多种珍稀植物已得到保护和繁殖;国家第一批重点保护的珍稀濒危植物,已有 80% 被迁地保存;中国特有的金花茶、银杉、水杉、珙桐、普陀

鹅耳枥、天目铁木等植物的人工培育已获成功。

3. 建立种质资源库

种质资源库亦称种子库或基因库。建立种质资源库是基因多样性保护、保存与利用的重要手段,使遗传资源的保护建立在更加稳定的基础上。美国与原苏联均建有国家种子库;英国邱园设有基因库,以保存野生和园林植物为主。中国在遗传资源的保护方面起步较晚,但近年来有了较快的发展。中国已建有 1 个基因库和 2 个野生动物细胞库,为遗传多样性的研究和保存奠定了良好的基础。

近年来,中国还重视对家畜禽遗传资源和农作物种质资源的保护,安排专项保护经费,对一些濒危和数量急剧下降的家畜禽品种进行优先保护,并建立了 1 个畜禽牧草种质基因库。到 1995 年底,中国已初步形成农作物种质资源保存体系,建成国家级贮存种子长期库及复份库各 1 座,地方中期库 23 座,国家级田间种质圃 25 个,其中试管苗圃种质库 2 个。目前,中国大多数农作物种质资源得到了保护,已收集的各种农作物种质达 33 万份,其中对 30 万份种质材料进行了原份和复份保存。

2004 年 3 月,被列入国家重大科学工程建设计划的“中国西南野生生物种质资源库项目”已正式启动。该项目包括野生植物种子库、植物离体种质资源库、DNA 库、微生物种质资源库和动物种质资源库,以及野生生物种质资源信息系统等,总投资人民币 1.48 亿元,建设地点设在云南省昆明市,建设期为 5 年。在云南建立中国西南野生生物种质资源库,是实施生物多样性保护和可持续发展战略的一项重大举措,对中国生物技术产业的发展、确保国家种质资源的安全以及参与未来国际资源的竞争都具有十分重要的意义。

第十章 外来生物入侵与防范

外来生物入侵是事关国家生物安全的重大问题。在全世界濒危物种名录中的植物,大约有 35%—46%是由外来生物入侵引起的。最新研究表明,生物入侵已成为导致物种濒危和灭绝的第二位因素,仅次于生境的丧失。为此,在 2002 年 5 月 22 日的联合国大会上,“生物多样性与外来入侵物种管理”被确定为新世纪第一个“国际生物多样性日”的主题。2003 年国际生物多样性日又将“防止外来物种的破坏”作为活动的主题。联合国环境规划署表示,由于土地改造、过度耕种、环境污染和具有扩张性的外来物种的入侵,世界上许多物种丰富且不可替代的生物资源正面临日益减少与濒临灭绝的危机。世界各国正在为这一普遍存在的问题付出巨大的环境及经济代价。为此,国际社会开始广泛关注、努力解决外来入侵物种问题,以保护生物物种的多样性,维持生态系统的良性循环。

第一节 外来生物入侵的涵义

1. 外来物种和外来生物入侵

2000 年 2 月在瑞士格兰特召开的世界自然保护联盟理事会第 51 次会议,通过物种生存委员会入侵物种专家组制订的《防止外来入侵种导致生物多样性丧失的指南》对外来物种的定义是:

“外来物种”(非本地的、非土著的、外国的、外地的),指那些出现在其过去或现在的自然分布范围及扩散潜力以外(即在其自然分布范围以外或在没有直接或间接引入或人类照顾之下而不能存在)的物种、亚种或以下的分类单元,包括其所有可能存活、继而繁殖的部分、配子或繁殖体。从生态系统的角度界定,在某个生态系统中原来没有某个物种,通过人为有意或者无意地把它从其他生态系统中引入到这个生态系统中,这就是外来物种。

说起“外来生物入侵”人们或许会感到陌生,然而提起口蹄疫、疯牛病、艾滋病等,人们也就感到很熟悉了。其实,这些都是外来生物入侵。联合国环境规划署把外来生物入侵定义为:由于自然或人为因素被引入新生态环境的物种,对新生态环境或其中的物种造成一定的威胁。由于外来物种在新环境中没有天敌,繁殖迅速,抢夺其他物种的养分和生存空间,从而造成其他物种大量减少和灭绝,成为外来生物入侵者。正如《防止外来入侵种导致生物多样性丧失的指南》所描述的那样:“千万年来,海洋、山脉、河流和沙漠为珍稀物种和生态系统的演变提供了隔离性天然屏障。在近百百年间,这些屏障受到全球变化的影响已变得无效,外来入侵物种远涉重洋到达新的生境和栖息地,并成为外来入侵物种。”外来入侵生物包括动物、植物和微生物三大类,外来入侵的物种包括细菌、病毒、真菌、昆虫、软体动物、植物、鱼、哺乳动物和鸟类等。

那么,人们如何区别外来物种与外来生物入侵呢?

对于外来物种的利弊不可一概而论,大自然自有其自然法则,人们只有充分认识它们,才能少一些盲目和愚蠢。从人类发展的历史轨迹看,自古到今人类从未间断过引进“外来物种”。在我们的日常生活中,“外来物种”与我们休戚相关,密不可分,如美国加州 70% 的树木、荷兰市场上 40% 的花卉、德国的 1 000 多种植物均来源于中国。而在中国,蔬菜水果多为外来种,五谷杂粮中也不都是当地种。小麦原产地在中亚和近东,玉米来自墨西哥,烟草来

自巴西,红薯来自爪哇,石榴、核桃、葡萄、芫荽原产于近东,胡萝卜、菠萝原产于印度,橡胶来自东南亚,油菜源于地中海,向日葵出自美洲,外来种还有芝麻、西瓜、西红柿、马铃薯、棉花、辣椒、草莓、樱桃等等,不一而足。特别是近十几年,各种“洋物种”漂洋过海,已成为人们生活中不可或缺的食物,其中许多物种经过长期的栽培和选择,直接生长在中国的土壤里,已与土生土长的生物没什么两样。毋庸置疑,历史上许多外来物种曾经造福于人类,引进、推广外来物种对促进各国的经济发展、加强国际间的交流、丰富人们的日常生活起到了一定的积极作用。

但外来物种是柄“双刃剑”,在给人类带来福音的同时,也给人类带来了一定的负面影响。现在,我们不得不面对这样一个不容忽视的事实:随着外来种数量的逐年增加,全球生物入侵的不断加剧,外来生物入侵正在以前所未有的速度影响着全球的生态系统,时时危及着我们的生态系统、原生物种,乃至各国的经济和社会的发展。生态系统是经过长期进化形成的,系统中的物种经过上百年、上千年的竞争、排斥、适应和互利互助,才形成了现在相互依赖又互相制约的密切关系。一个外来的物种引入后,有可能因不能适应新环境而被排斥在系统之外,必须依赖外界的助力才能勉强生存;也有可能因新的环境中没有相抗衡或制约的生物,这个引进种可能成为真正的入侵者,打破生态平衡,改变或破坏当地的生态环境。一般而言,生态环境中存在着食物链,天敌之间相互制约,外来物种在其原产地通常并不造成较大的危害,只有当它们侵入新的环境,失去了原有天敌的控制时,其种群密度则会迅速增长并蔓延成灾。一旦某种物种人为绝灭和人为引入,也会造成一系列难以想象和不可收拾的后果。

学术界把衡量外来物种是否成为入侵生物的标准定为:第一,通过有意或无意的人类活动而被引入一个非本源地区域;第二,在当地的自然或人造生态系统中形成了自我再生能力;第三,给当地

的生态系统或地理结构造成了明显的损害或影响。

一些专家认为,外来物种中真正能够形成入侵事态的只占很少的一部分,并提出外来种入侵的“十分之一规律”,即所有被引入的外来物种中,大约有 10% 在新的生态系统中可以自行繁殖,在可以自行繁殖的外来物种中大约有 10% 能够造成生物灾害而成为外来入侵种。专家指出:“我们需要做的就是及早发现这 1% 有入侵趋势的物种,防患于未然是控制外来种入侵最经济的途径。”

2. 外来生物入侵的途径

外来生物入侵的途径相当广泛,常见的如下:

(1) 有意识引种。

大多物种入侵是人们以发展经济、生态环境改造与恢复、景观美化等为目的而有意识的引种,引进物种不经意逃逸后“演变”为入侵物种,从而导致一些严重的生态学恶果。联合国开发计划署、联合国环境规划署、世界银行和世界资源所编制的《世界资源 2000—2001 年:人与生态系统:被磨损的生命网络》统计出的全球生态系统的衰退状况令人震惊:20 世纪,全世界半数湿地消失;砍伐和占用林地致使世界森林缩减一半;全世界约 9% 的树种濒临灭绝,每年约有 13 万多平方公里的热带森林遭受破坏;捕鱼船队的捕鱼能力超出海洋承受力的 40%;全世界近 70% 的主要海鱼被过度捕捞或捕鱼量正处在其生物极限;在过去的 50 年中,全世界 2/3 的农田受到土壤退化的影响;全世界约 30% 的林地被农业占用;堤坝、河流改道及运河几乎破坏了 60% 的世界大河的完整性;全世界 20% 的淡水鱼种类或灭绝,或濒临灭绝,或受到威胁,全球至少有 1 万种淡水鱼受到威胁。

中国国家环保总局也曾公布过 16 种外来入侵物种:紫茎泽兰、薇甘菊、空心莲子草、豚草、毒麦、互花米草、飞机草、凤眼莲(水葫芦)、假高粱、蔗扁蛾、湿地松粉蚧、强大小蠹、美国白蛾、非洲大

蜗牛、福寿螺、牛蛙等。在中国目前已知的外来有害植物中,超过 50% 的种类是人为引种的结果。人为引进植物并产生危害的种类有牧草或饲料、观赏植物、药用植物、蔬菜、草坪植物、环保植物等,如农业中引入了美洲斑潜蝇、甘薯长喙壳菌和豚草;畜禽业饲料中引进了水花生;林业中带入了美国白蛾、松突圆蚧等病虫害;水产业养殖中引进了外域鱼种鳊鱼、加州鲈、桂花鱼、斑点叉尾鮰、克氏原螯虾、罗氏沼虾等;畜牧业中引进了外域品种黑白花奶牛、约克夏猪、波尔山羊;水产养殖业中引进了种獭狸;园林业中传入了蔗扁蛾等有害生物和水质净化种类水葫芦;沿海护滩引进了大米草;生物防治害虫和害草中引进了很多天敌昆虫。人们为一饱口福而大量引种食用植物和动物,如蔬菜中的番杏、尾穗苋、落葵,水果中的番石榴、鸡蛋果、作为产生“凉粉原料”的假酸浆以及作为食用动物的大瓶螺、褐云玛瑙螺等。为满足餐馆野味消费,有人铤而走险,走私境外的野生动物如毒蛇、果子狸、非洲大蜗牛等。

(2) 无意识引种。

随着国际贸易、运输和旅游等活动的剧增,外来生物从海陆空走着不同的“路线图”并“乘虚而入”,且呈有增无减之势。如中国 20 世纪 80 年代初发现的红脂大小蠹是随木材贸易从美国侵入的,1999 年使山西省 1/3 的油松林在数月间遭毁;假高粱是从美洲国家的进口粮食中传入中国的;与小麦的形态极为相似的毒麦是随混杂于引种的小麦带入中国的。据检疫部门统计,1998 年大连、青岛、南京、上海、广州等 12 个口岸曾截获 547 种来自 30 个国家的外来杂草,分属于 49 个科。这些杂草是随粮食、饲料、棉花、羊毛、草皮和其他经济植物的种子进口时带入的。2000 年中国海关多次从美国、日本等进口的机电、家电等使用的木质包装材料中查获大量号称“松树癌症”的松材线虫,从莫桑比克红檀木中截获双棘长蠹。2001 年,上海口岸共截获病菌、害虫等各类有害生物 2 047 批次,其中国家严令禁止入境的一、二、三类危险性有害生物 222 批

次,还首次截获了“果蔬杀手”地中海实蝇。2002年,国家检验检疫部门在全国口岸共截获各类有害生物1 310种22 448批次。

外来生物可通过轮船、飞机、火车、汽车等运输工具实施入侵。据估计,世界上每年由船舶转移的压舱水达100亿吨之多,每天约有3 000余种动植物、微生物就是通过压舱水在世界范围内迁移的。压舱水一般来自船舶的始发港或途经的沿岸水域,压舱水中所含有的海洋浮游生物随船而行,当船舶到达目的地港装卸货时,舱里的浮游物就随着压舱水异地排放,造成生物入侵。近百种外来海洋生物,主要就是通过压舱水等途径在全世界各沿岸海域传播。在美国和加拿大之间的五大湖地区中的数百万条海外鱼,就是当年从遥远的港口,通过压舱水进入圣劳伦斯河和伊利运河的。在中国,林业害虫日本松干蚧是随着苗木传入的,豚草是随火车从朝鲜传入的,新疆的褐家鼠和黄胸鼠是通过铁路系统从其他省份传入的。

(3) 自然传入。

外来生物具有很强的扩散传播力,可借助根系或通过风力、水流、气流等途径长途迁移自然传入,爬行类、鸟类等动物还可传播杂草的种子。薇甘菊可能是通过气流从东南亚传入广东的;紫茎泽兰是通过种子或根系四处蔓延从中缅、中越边境自然扩散入中国的;经过长距离迁移的多食性害虫美洲斑潜蝇、可借风力扩散的昆虫马铃薯块茎蛾、稻水象甲等都是借助气流迁飞到中国的。随着废弃的塑料物和其他人造垃圾漂浮的海洋生物也会对自然环境造成危害,它们更喜欢借助附在塑料容器等不易被降解的垃圾上,随意地漂洋过海,结果使向亚热带地区扩散的生物增加了1倍,在高纬度地区甚至增加了2倍多。中国沿岸海域有害赤潮生物有16种左右,近年来国际海事组织中国项目在大连进行的港口生物调查就发现4种非本地的藻类,其中就有能够引起赤潮的浮游生物——有毒腰鞭毛虫,外来赤潮生物种加剧了中国沿海赤

潮现象的发生。

此外,通过境外人员、旅游者入境携带的水果中也常见外来物种,如中国海关已多次从进口的水果中查获地中海实蝇、桔小实蝇,在旅游者的行李中查获黏附“登陆”的北美车前草。一些潜在的外来入侵种源可能还会带来灾难性生物入侵,如中国水族馆用于观赏而引进的食人鲳,外表妖艳,性格凶残,嗜杀成性,已被人们称之为“水中狼族”、“水鬼”。

科学研究表明,有的入侵生物并不是只通过一种途径传入,可能有两种或多种途径交叉传入,在时间上也并非一次传入。多途径、多次数的传入加大了外来生物定植和扩散的可能性。

第二节 外来生物入侵的起因

外来物种为何能在陌生的环境中成功地形成“物种侵略”呢?这始终是一个难解的“迷”。早在 1986 年,SCOPE(环境问题科学委员会, The Committee on Problems of the Environment)就提出了生物入侵研究中 3 个迫切需要解决的问题,即:决定一个物种成为入侵者的因素;决定一个生态系统易受到生物入侵的立地特征;在解决上述问题的基础上如何优化管理系统。多年来,生物学家、生态学家、细胞学家和进化生物学家等都从各个不同的角度对其成因作了大量的分析研究。他们各抒己见,众说纷纭,至今尚无定论,但一般认为外来生物入侵的主要成因如下:

1. 外来生物固有的入侵特性

生物本身具有的入侵的生存繁殖能力强、传播范围广、适应性强、入侵发生前存在潜伏期、入侵发生后难以控制和治理等特性是生物能够入侵的基础。比如,水葫芦兼有有性和无性两种繁殖方式,每个花穗包含有 300—500 粒种子,种子在水中的休眠期可达

15—20 年;还可依靠匍匐枝无性繁殖,在摄氏 30 度时,5 天可形成一新的植株;其生态适应性极强,水葫芦的生长对水中的养分和 pH 值的要求并不高,但如水中盐分含量超过 0.06% 时即死亡。最适合的生长条件为 pH 值为 7,磷含量 20 ppm,并有足够的氮,最适宜温度为 28—30 度,在很多生境中均可生长,水库、湖泊、池塘、沟渠、流速缓慢的河道、沼泽地及其他低湿的地方等是其最为适宜的生境。

“时滞”是外来生物入侵特有的现象,即入侵性外来生物从开始在新的环境里定居到种群开始快速增长和迅速扩大“占领区”之间的时间延迟期(潜伏期)。如巴西胡椒在 19 世纪引入美国的佛罗里达州,直至 20 世纪 60 年代早期还并不为人鲜知。而如今,它在佛罗里达已经占据了 28 万英亩的面积,并且群落密集,没有别的植物能与之竞争。还有一种叫千里光的植物,18 世纪末仅生长在牛津植物园,19 世纪中叶很快蔓延到英国许多地方。外来生物入侵过程中的时间延滞,或有或无,或短或长,从短短的几年到几十年或上百年,更有甚者可以持续几个世纪。这就使得人们对外来生物入侵更加难以琢磨,说不定在我们周围默默无闻、存在了很长时间的某种不知名的外来生物,哪一天会突然爆发性生长,给人类带来许多麻烦。

2. 生境的易入侵性

一些专家认为,一个外来物种入侵一个新的生境无疑需要具备一定的条件,尽管目前对这种条件的研究还只是初步的。从生物学角度看,入侵种本身需要有足够的入侵性,如具有多倍性、一定的遗传变异、杂合性或表型可塑性,以及不同的交配系统等;从生态学角度看,其入侵能否成功还取决于入侵生境的可入侵性,而新的种间关系的形成尤其是入侵种与其他种类的互惠共生关系的建成是关键。入侵种要在一个新的生境中爆发,总是需要具备一

定的生态学条件,如该生境中是否存在其共生种,帮助其获得更多的营养,是否存在一些物种能够帮助其传粉或传播种子,帮助其繁殖。有专家在分析了英国植物种分布区的五十多个分类后得出这样一个结论,即它们所在的属内具有易入侵性的物种。研究表明,易受入侵的生境包括:具有相对较少本地种的生境、干旱(但不一定是半干旱生境)、盐沼和高山、沙地或高低不平的土壤生境、片断化生境、河岸生境、岛屿生境。这些生境都具有以下特征:地理和历史上的隔绝、本地植物具有较低的多样性、大自然干扰和较多的人为活动、缺乏共同适应的天敌(包括竞争者、捕食者、草食动物、寄生者和疾病)。这些特征又可以进一步引申为生境的进化历史、群落结构、繁殖体方面的压力、干扰、逆境等。另外,群落中物种的丰富度、功能的多样性以及功能群的特性等也被认为与生境的易入侵性有关。

3. 入侵生物缺乏天敌

为了解释这些复杂的生物入侵现象,科学家们还从入侵者、被入侵的生态系统等角度进行科学的考察、研究,提出了一些科学假说,如生态位空缺假说、生物因子失控假说、群落物种丰富度假说,以及迁入前后干扰假说等。生物因子失控假说认为,外来入侵种在新区域得以生存和繁殖,不是因为入侵种本身具有的特性所致,而是由于它们偶然到达了不具备天敌或其他生物限制的新环境,因而快速扩散造成灾害。也就是说外来生物之所以在其原产地没有什么危害,是因为在原产地有天敌或其他生物因素限制了它们的灾难性爆发,而在被入侵地恰恰少了这些克星,于是这些外来者不失时机地为所欲为了。该假说是解释外来种成功入侵最直接的假说,并促使人们在入侵种原产地去寻找其天敌以进行生物控制。

近年来,美国科学家进行的两项研究证实了科学界长久以来的一个猜测,即在新的栖息地,外来物种在一定程度上摆脱了原有

天敌和寄生虫的危害,从而异常繁荣起来。美国康奈尔大学的科学家曾研究了 473 种原产于欧洲后又传播到美国的植物,检查了它们被真菌、病毒感染的情况。结果发现,平均每种植物在新栖息地感染的真菌比在原产地要少 84%,病毒感染少 24%。而在美国地质调查局的另一个研究项目中,科学家们在研究了 26 种从欧洲入侵到美国的陆生、海洋和淡水动物后发现,在原产地,平均每种植物带有 16 种寄生虫,其中只有 3 种跟随动物到了新的栖息地。每种动物又在新栖息地染上 4 种新的寄生虫。总体来说,它们所带的寄生虫比在原产地少一半左右。这表明,如果把外来物种在原产地的天敌引入新的栖息地,有可能控制这些入侵物种,帮助生态系统恢复平衡。当然,引入天敌也可能带来新的风险。

4. 人类干扰

许多栖息在城市和农业环境中的生物,都无不与操纵它们的人类紧密相关。人为因素是造成外来种入侵的一个直接驱动力,与其说是“生物入侵”,毋宁说是“引狼入室”。粉红狼蜗是源自于美国东南部和拉丁美洲热带的一个土著种蜗牛。19 世纪初,人们试图减少非洲大蜗牛的数量而引进粉红狼蜗,结果大量当地物种惨遭灭绝。在美国夏威夷,这种有“食肉蜗牛”之称的粉红狼蜗,对大蜗牛毫无兴趣,却喜好袭击并吞噬本地蜗牛。夏威夷原本大约有 15 种带有美丽带状条纹的树栖蜗牛,超过半数的蜗牛物种已经被粉红狼蜗消灭,还有半数夏威夷树栖蜗牛的近缘种也被消灭。原来有 800 种蜗牛生活在夏威夷,由于粉红狼蜗的出现而使其中的 50%—75% 的物种遭到灭绝。

大米草是中国 20 世纪 60 年代至 80 年代分别从英美等国引进,用于保护滩涂。大米草密集生长,生命力极强,引种后经过人工种植和自然繁殖扩散,目前大米草已在中国北起辽宁锦西县、南到广东电白共 100 多个县(市)的沿海海滩上疯长成灾,所到之处

其他生物几乎无法生长,造成一片又一片单一链的“生命荒漠”。仅福建省宁德市一地 870 公里的海滩,目前已有 3/4 被大米草侵占。政府曾悬赏 20 万元向国内外寻求除草良方,但至今苦无良策,老百姓痛恨地把大米草称为“食人草”。大米草的人为引进,导致近海生物栖息环境遭到严重破坏,沿海养殖贝类、蟹类、藻类、鱼类等多种生物窒息死亡;与海带、紫菜等争夺营养,使其产量逐年下降;堵塞航道,影响各类船只进出港,给海上渔业、运输业甚至国防带来不便;影响海水交换能力,导致水质下降,并诱发赤潮;同沿海滩涂本地植物竞争生长空间,致使海滩上大片红树林消失,威胁本地生物多样性。

有些专家认为,生物入侵的根本原因是人类活动把这些物种带到了它们不应该出现的地方。物种本身无所谓“有害的”还是“无害的”,入侵种也只不过是呆错了地方,而造成这种错误的原因常常是人类的一些对生态环境安全不负责任的行为。

第三节 外来生物入侵的危害性

概括地说,外来生物入侵的危害性主要表现为:

1. 影响生态系统和破坏生态环境

科学研究证明,生物入侵不仅导致生态系统组成和结构的改变,而且彻底改变生态系统的基本功能和性质,最终导致本地种的绝灭、群落多样性的降低,从而丧失生物多样性。

美国是世界上生物多样性极为丰富的国家之一,由于生态环境的日益恶化和外来生物的入侵,导致全美境内生态环境严重失衡,生物多样性遭到严重破坏。曾经一度在美国引起轩然大波的“黑鱼风波”便是典型的一例。黑鱼,学名黑鳢,俗称乌鱼。在中国,这种淡水鱼一向是盘中佳肴。几年前,黑鱼“偷渡”到美国后,

在脆弱的生态平衡中有了施展拳脚的空间。黑鱼生性凶猛,由于当地没有这种鱼的天敌,开始迅速繁殖,大量捕食同类,抢夺本地水域中其他肉食鱼类食物资源。在黑鱼成灾的马里兰州,一些河流中原本繁盛的鲑鱼已经绝迹,美国人惊慌地将它称之为“地狱鱼”。为了保护本地的生态环境和拯救土著鱼种,美国内政部长盖尔·诺顿根据《莱西法案 1981 年修正案》,将美国境内的黑鱼定为有害物种,并建议有关部门采取措施禁止 28 种黑鱼入境,以保护本地生态环境不受到危害。

其实,“黑鱼”事件只是美国外来生物入侵现象的冰山一角。据统计,入侵美国的外来植物约有 4 000 种,外来动物约有 2 300 种。20 世纪 90 年代后期,在风景优美、人间天堂式的岛屿——夏威夷,记录在案的 8 790 种昆虫和节肢动物中,3 055 种是外来种,占总数的 35%,包括植物、动物和在陆地表面及周围浅水中生活的微生物,全部 22 070 种各种类型的生物中,有 4 374 种是外来种,占夏威夷 8 805 种土著种的一半,86 种植物外来种已成为入侵优势种,严重威胁着该岛原生群落和生态系统。专家估计入侵植物已经在美国 1 亿多亩土地上蔓延滋生,而且每年以 8%—20% 的速度递增,每年由于入侵植物损失的土地为 300 万英亩。

在中国,被世人称为“松树艾滋病”的松材线虫也是一个很好的例证。松材线虫病是目前世界上最危险的森林病害之一,由松材线虫引起的萎蔫病被国际公认为林业特大毁灭性病害。松材线虫原产于北美,主要危害松树和其他针叶树,目前仅在美国、加拿大、墨西哥、日本、韩国、朝鲜和中国局部地区有分布。它通过媒介昆虫松褐天牛进入松材木质部,寄生在树脂道中,大量繁殖后阻塞导管,使植株失水,导致松树针叶迅速失绿、变黄、萎蔫,最后整株枯死。无论树龄大小、树势强弱,一棵高大的松树从发病到死亡仅 2—3 个月。松材线虫在美国分布很广,但美国的土生树种大多数是抗病的,当地传媒天牛传播松材线虫的效率也相对较低,同时有

大量的自然天敌存在,因此松材线虫在美国的危害不严重。而在中国情况却截然不同,由于松材线虫极具破坏性又无松材线虫的天敌,它已成为中国松树的大敌。20 世纪 80 年代初,南京某单位从松材线虫“疫区”日本进口大型仪器,不料发现木头包装中夹藏有松材线虫。很快,南京中山陵的黑松树上就首次发现松材线虫,当时发病死亡的仅 265 株。由于那时对病害的认识不足,所以并没有引起足够的重视,结果造成松材线虫病猖獗成灾,成片森林受侵害。到 2001 年,全国 10 个省市的 86 个县市均发现了这种凶残的“松树杀手”,并直接威胁到全国 5 亿多亩松林的安全,造成森林生态效益损失 216 亿元人民币。目前,松材线虫距以松树闻名的黄山风景区的直线距离只有 68 公里,距另一处世界文化遗产张家界也不足 100 公里,为此,国务院前总理朱镕基曾作出重要批示:“松材线虫要注意,黄山奇景要保护”,“保卫黄山”已迫在眉睫。1999 年 7 月,国家计委批准“黄山市松材线虫病预防体系建设工程”并正式立项;2000 年 8 月,安徽省计委批准通过建设工程初步设计,核定工程总投资 6 190 万元,其中国债投入 2 990 万元。

2. 造成巨大经济损失

外来生物入侵造成的经济损失是多方面的,有些甚至是难以计数的,如国家收入减少、控制费用上升,以及生物多样性与特有物种被破坏等。2002 年,英国和美国的学者称,由于全球生态系统破坏所带来的年损失额约为 2 500 亿美元。据国际自然保护联盟 2003 年 2 月 5 日发表的研究报告估计,目前外来入侵物种给各国造成的经济损失每年超过 4 000 亿美元。另有统计资料表明,美国每年因外来物种入侵造成的经济损失高达 1 500 亿美元,印度每年的损失为 1 300 亿美元,南非为 800 亿美元。

美国自然保护协会出版的《外来种对美国生态系统的入侵》指

出,外来种的入侵是当前对美国的森林、草原和水系造成最严重的威胁之一。美国有大约 4 000 种植物和 2 300 种动物是非本地的物种。美国曾估算过,各种外来杂草每年给美国经济造成的损失至少为 200 亿美元;在农业部门,影响 46 种主要农作物、牧场、干草放牧区和动物健康的杂草所造成的损失和防治费用,估计每年要超过 150 亿美元;在非农业部门,高尔夫球场、草皮和观赏植物、公路、商业区、水产区、森林和其他地点的损失和防治费用每年总计达 50 亿美元左右。如果不使用除草剂,农业部门的损失大约增加 500%,即从每年 41 亿美元增至 200 亿美元。外来生物入侵的经济代价是农林牧渔业产量与质量的惨重损失与高额的防治费用。

中国因外来物种入侵造成的损失也相当惊人,农业部的统计资料表明:目前入侵中国的外来生物约有 400 多种,全国各省(自治区、直辖市)均有外来生物入侵,其蔓延已给中国农业生产造成严重危害,经济损失巨大。稻水象甲、香蕉穿孔线虫和美洲斑潜蝇分别使相应的农作物减产 50%、40% 和 60% 以上;水花生对水稻、小麦和玉米全生育期引起的产量损失分别达 45%、36% 和 19%。据估算,仅 11 种主要病虫草害每年给农林业造成的经济损失就达 574 亿元人民币,每年国家用于防治新近入侵害虫的费用约 14 亿多元人民币,每年仅对美洲斑潜蝇一项的防治费用就需 4.5 亿元人民币。每年用于打捞水葫芦的费用超过 10 多亿元人民币,仅上海一地 2001 年用于打捞水葫芦的费用就超过 6 000 万元人民币。

3. 严重威胁人畜的健康

生物入侵也会严重危害人类的身体健康、牲畜的生存。南美洲土生土长的火蚁是一种攻击性极强的害虫,火蚁身体长度在 0.3—0.6 厘米之间,但它蜇人时能射出比自己身体还长的毒刺,喜欢成群结队,集中叮咬目标。人被蜇后身上会出现小小的红色

蜚痕,感觉火辣辣的灼痛,然后会出现奇痒。8小时至10个小时后,蜚痕会慢慢变成大头针大小的脓疱,产生过敏反应,体质虚弱的人被叮咬后还会致死。20世纪30年代在美国阿拉巴马州莫比尔一带火蚁袭人成灾,一些老人院、私人住宅区、公寓区及旅馆等住所多次发生类似攻击,一个州立公共医疗机构还曾发生过多名疗养人员遭袭,并在随后的一个星期内先后死亡。

20世纪50年代,巴西计划发展养蜂业,因本地蜂种不佳,于是圣保罗大学的研究人员选择了一种非洲蜂。这种蜂个体大、繁殖力强、产蜜多,但该蜂暴躁,一遇刺激便群起而攻之,且有剧毒。当年引进35只,不慎逃走了26只。逃走的非洲蜂与当地蜂交配,产生的杂种蜂繁殖力更强,毒性更大,更凶暴好斗,许多养蜂者被蜚致死。仅20世纪70年代至90年代的20年间,被蜚致死的人数达200多人,至于被蜚致死的牛、马、羊等更是不计其数。

豚草、三裂叶豚在开花散粉季节,其花粉是引起人体过敏性即枯草热的主要病原,空气中每立方米就有豚草花粉40—50颗。枯草热给很多国家人们的生活带来极大的麻烦,体质过敏者吸入后会出现打喷嚏、流鼻涕、哮喘等症状,严重者甚至会引发其他合并症而死亡。豚草病也不无例外,统计资料显示,每年豚草病患者美国1460万人,加拿大80万人;中国于20世纪末的一次调查显示,沈阳市人群过敏症发病率高达1.52%;江西医学院第一附属医院每年收诊的2000多名花粉过敏者中,近半数是由豚草花粉引起的。

4. 引起国际之间的贸易摩擦

在国际贸易活动中,生物入侵常常是引起国与国之间的贸易摩擦、关系恶化的诱因和进行贸易制裁的重要借口或手段。如1999年10月,法国以保护消费者健康为由,违抗欧盟命令,将英国牛肉拒于国门之外。法英两国为之大吵一场,双边关系

受到影响。后来当法国也发现疯牛病时,其他欧盟国家采取了同样的政策,迅速对法国牛肉实行抵制。德国发现疯牛病后,也遭到同样的待遇。2002年2月2日,加拿大政府以巴西未就是否存在疯牛病问题向加方提供资料为由,突然宣布暂停从巴西进口牛肉及牛肉制品,并要求加拿大国内所有销售部门立即将进口的巴西牛肉制品撤出货架。巴西总统和外交部长随即发表声明,要求加拿大取消上述决定,否则巴西将采取报复措施。巴西议会同时决定,中止审议两国引渡协议和警方合作协议,停发加拿大人来巴西的旅游和工作签证。2003年5月,加拿大陷入疯牛病的泥潭,美国指责加拿大向美国输入了疯牛病,两国为此唇枪舌剑,互不相让。近年来,中国出口美国的木制包装品,因光肩星天牛问题给中国的对外贸易带来了巨大的经济损失,这引起了国家领导人的高度重视。

第四节 外来生物入侵的防范与治理

外来生物入侵是一个全球性的环境保护问题,如何防范外来生物入侵、有效控制外来生物入侵、保持生态系统的良性循环已成为国际社会广泛关注的焦点之一。世界各国政府、国际社会、研究机构、有关方面的科学家高度重视,密切关注外来生物入侵的发展态势,纷纷加强基础研究,对外来入侵生物展开全面系统的预防、控制和管理。目前,对外来生物入侵的主要防范措施如下:

1. 加强审批把关

动植物检疫是阻断生物入侵的有效措施,能禁止或限制危险性害虫、病菌、杂草和带病的苗木、种子、家禽、家畜等的传入,或者在传入后限制传播、阻止向其他地区蔓延。就以前的经验

来看,大部分的生物入侵都是由人为活动携带、货物运输造成的,因此,一些发达国家都从源头把好关,严格进口审批把关,采取强有力的监测和监管手段,并建立规范化的检测检疫体制和体系,防患于未然。在加强对入境的各种交通工具如火车、汽车、轮船和旅游者携带的行李以及各种货物的检查工作,加强边境海关检疫和阻截作用,防止无意带入外来生物,阻止新的入侵种入境的同时,增大对走私的打击力度,使这种不可测度的危险最小化。日本环境省于2003年5月27日向中央环境审议会的进口种类对策委员会提交了一份对策草案,限制进口对日本国内生态系统造成威胁的外来物种。该草案规定,进口生物前必须事先提出申请,说明这些生物对生态系统有何影响,以及采取何种管理办法避免影响。

2. 建立预警机制

建立早期预警系统(风险识别、危害识别、地域识别、变异识别)是提高预防与预测生物入侵准确性的有效防范措施之一。在早期预警系统的引导下,发展快速的检测技术,建立快速的狙击系统是防御不可缺少的一部分,也是一种积极的、需要优先考虑的防御技术体系。建立防治外来生物入侵的早期预警系统,可以针对贸易往来频繁的国家,将它们产品存在的病虫害、草害等信息进行收集,再分析其起源、分布、传播途径与危害程度,建立起一个信息库。如今,中国国家林业局已在全国建立了500多个国家级中心测报点,防范外来有害生物的入侵。有关部门还将加强基础研究和早期预警工作,编制外来有害生物入侵名单,并严格控制新物种的引进,防止发生新的生物入侵。一些专家建议,建立由外来入侵生物的预防、外来生物的控制和本地生物的恢复等三个方面构成的外来生物入侵管理目标系统,以最经济有效的途径在第一时间、第一地点

阻止入侵物种。

3. 加强科学研究

自 1958 年国外科学家出版了《动植物入侵的生态学》一书之后,各国科学家逐渐展开了一些有关外来动物、植物、微生物、海洋生物等方面的研究。20 世纪 80 年代后期,外来生物入侵问题才真正得到各国政府的高度重视,并引起了各领域的广泛的关注和研究。特别是近 20 年来,对外来入侵生物的研究有了更深层次的发展,一些科学家从宏观的预防与控制策略,有效可行的控制和管理技术体系,微观的分子生物学与生态学、生态遗传学、协同进化及控制技术与生态修复的机制等各个角度进行研究,取得了可喜的成果。在《国际生物多样性公约》(CBD)原则的指导下,全球环境基金(GEF)针对各缔约国对外来入侵生物的预防与管理提出了 9 条指导性原则。1996 年由国际科联环境问题委员会(SCOPE)、世界自然保护联盟(IUCN)等国际机构共同组织的“全球入侵生物项目”开始实施以来,在发展外来入侵生物的最佳预防与管理策略及指南、组织实施国际合作项目的研究等方面取得了卓有成效的成果。有关国际组织已通过了 40 多项国际公约、协议和指南,旨在加强对外来生物入侵的防治力度和国际协同作战能力。目前,世界自然保护联盟正在实施一项由多国科学家参与研究的“全球外来入侵种规划”,对如何防治和管理外来入侵种做出规划,并提供行动指南。

中国开展外来种研究起步较晚,对外来入侵生物的研究现状如下:(1)对外来种的检疫、除害处理研究较多,但对病原微生物的快速检测技术、外来生物狙击的系统技术研究较少;(2)对外来入侵种的综合风险分析研究较多,但对实际的个案试验风险评估模式和体系的研究较少;(3)对外来入侵种的危害性研究较多,对潜在的危险外来种入侵的预警、扩散与传播机制研究较少;(4)对外来入侵种的主要病虫害分布、危害、生物生态学特性、控制技术等

研究较多,对入侵生物学、入侵生态学及爆发的机制研究较少;(5)对外来入侵种的种群时间动态研究较多,从微观水平(分子生物学)和宏观水平(群落及系统)的研究较少;(6)对外来入侵种的环境有害杂草的生物防治与综合治理技术研究较多,对入侵种的遗传变异、对群落结构的影响与生态调控和修复的研究较少。总之,关于物种入侵问题,中国还没有展开全面系统的研究,也还没有提到与全球变化相关的高度来认识。中国正在加强这方面的基础和应用研究,以迎头赶上世界的本领域前沿。

4. 制定相关法律

制定相应的法律法规,确保对外来生物入侵防范措施和治理方法的有效实施。美国众议院于 1996 年通过了一项议案,要求加强对有可能夹带外来物种的交通工具的监控。美国控制外来生物入侵的法案包括《植物检疫法》、《动物损害控制法》、《联邦植物害虫法》、《国家环境政策法》、《濒危物种保护法》和《联邦杂草防治法》等。1999 年,美国总统克林顿签署了总统令,要求联邦政府对外来入侵性生物进行控制。2004 年初,日本环境省提出一项议案,建议对进口外来物种,以及那些破坏日本生态系统、损害日本农作物的非本地动植物物种的培育实施更加严格的限制规定。环境省近日提出的新规定指明日本特有的生态体系,并指出一些危害当地人健康、农业、林业及渔业的物种,尤其是指出一些危害人们的健康和环境的外来物种。新规定禁止这类物种的进口、培育、运输和随意丢弃。根据新规定,违规者将受到惩罚,公民违规将被判处长达 3 年的牢狱,或者高达 300 万日元的罚款,公司违规将受到高达 1 亿日元的罚款。

中国目前还没有针对外来入侵种的专项法规或条例。相关的法律有《国内植物检疫试行办法》、《植物检疫条例》、《中华人民共和国进出境动植物检疫法》等。中国政府在履行《生物多样性公

约》方面做了许多工作,但至今尚没有出台有关外来物种引进的法律、法规,尚未实行引进许可证制度。中国拟制定《外来物种环境安全管理办法》,建立入侵物种名录,对外来入侵物种的环境安全实行分级管理制度。国内也有不少专家建议,应尽快制定《中华人民共和国生物安全法》(或条例),从法制高度重视生物入侵问题,以立法形式明确高度统一的法律主体、法律责任、监管防范对策等管理机制。

此外,防范治理生物入侵是一项国际性工作,一个国家孤立的行动已无法控制所有可能引入入侵物种的行为。因此,专家建议,各国应增强国际合作,加强学术交流,实现资源共享,不断提高防范外来生物入侵的能力。全社会应积极参与防范治理,不断增强社会公众的防范意识。

5. 实施防范技术

从技术层面上看,目前对外来生物入侵的防治措施主要有:

(1) 人工防治。这是一种较为实用和最为经济的防治方法,适宜于那些刚刚传入、定居、尚未大面积扩散的入侵物种。在美国的佛罗里达州,人们就是使用手工方法来根除非洲大蜗牛的。人工防除可在短时间内迅速清除有害生物,但对于已沉入水里和土壤的植物种子和一些有害动物则无能为力。高繁殖力的有害植物容易再次生长蔓延,需要年年防治。人工防治有害生物后,如不妥善处理生物残株,它们可能成为新的传播来源,客观上加速了外来生物的扩散。

(2) 化学防治。化学农药具有效果迅速、使用方便、易于大面积推广应用等特点,但使用化学农药往往也杀灭了多种本地生物,且费用较高。大多数除草剂通常只杀灭地上部分,难以清除地下部分,所以需连续施用,防治效果难以持久。这种方法不太适宜用于大面积山林及一些自身经济价值相对较低的草原,对一

些特殊环境如水库、湖泊,化学农药要限制使用。2002年6月,专以椰子等棕榈科植物为寄主的外来害虫椰心叶甲大举入侵中国海南省,约46万株椰树受害。当地尽管采取了诸多措施,但效果甚微,最终只能使用农药,在椰心的部位挂一小袋农药,淋水使药物渗进椰心,收到了一定的疗效。由于椰树较高,喷洒较困难,且需要大量的人力,也不是理想的办法。现在,一般很少采取化学方法进行防治。

(3) 机械或物理防除。利用专门设计制造的机械设备或物理学的各种途径控制外来有害生物,如用火烧控制有害植物等,短时间内迅速杀灭一定范围内的外来生物;或使用大型水上收割机控制水风信子,利用机械打捞船在非洲的维多利亚湖等地控制水葫芦等水生杂草。然而,大多数外来物种无法用机械防治(如小昆虫和地穴动物),而且机械设备的成本很高。除技术问题外,机械防除后,如不妥善处理有害植物残株,这些残株依靠无性繁殖有可能成为新的传播来源。

(4) 生物防治。从外来有害生物的原产地引进食性专一的天敌,将有害生物的种群密度控制在生态和经济危害水平之下。其基本原理是依据有害生物—天敌的生态平衡理论,在有害生物的传入地通过引入原产地的天敌因子重新建立有害生物—天敌之间的相互调节、相互制约机制,恢复和保持这种生态平衡。它具有控效持久、防治成本相对低廉等特点。豚草是一种野生恶性杂草,被世界公认为有害植物之一。豚草的生命力极强,一株能结出几万颗,种子在地下埋了40年后依旧可以发芽。在豚草入侵中国的70年间,除了对本地生物多样性构成威胁外,还传播病虫害,破坏昆虫的多样性。1987年国家科委正式立项专治这种“植物杀手”。研究人员在对豚草的生长特性进行研究后,从加拿大引进了两种豚草的有效天敌即豚草条纹叶甲与豚草卷蛾,一个专吃叶子,一个专蛀茎秆。经过实验与寄主专一性的测定后(只以豚草为食),研

究人员在湖南建立了一个豚草天敌的养殖点。他们先在室内进行大量的饲养,再将其放生到豚草危害的区域,让它们在野外建立起自己的群体。这些豚草天敌会世代繁衍,并追踪豚草的足迹。引入天敌、重新弥补好的食物链,使豚草的生长率得到了有效控制。

(5) 替代控制。一种主要针对外来植物的生态控制方法。其核心是根据植物群落演替的自身规律用有经济或生态价值的本地植物取代外来入侵植物。它的优点在于:一是替代控制植物一旦定植,便长期控制入侵植物,不必连年防治;二是替代植物能保持水土,改良土壤,涵养水源,提高环境质量;三是替代植物有直接经济价值,能在短期内收回栽植成本,长期获益;四是替代植物可使荒芜土地变成经济用地,提高土地利用率。替代控制的不足在于对环境的要求较高,很多生态环境并不适宜人工种植植物,如陡峭的山地、水域等。同时,人工种植本地植物以恢复自然生态环境,涉及很多生态学因素,具体实施也有一定的难度。

(6) 综合治理。将生物、化学、机械、人工、替代等单项技术融为一体,达到优势互补、综合控制入侵生物的目的。其主要特点有:一是速效性。在实施的前期,在一些急需除掉有害植物的地方,将有选择地使用一定品种和剂量的除草剂,以在短期内迅速抑制有害植物种群的扩散蔓延,从而加快控制速度。二是持续性。使用除草剂后,释放一定数量的专食有害植物的天敌昆虫并使其建立种群定居,长期自我繁殖,逐渐达到和保持植物—天敌之间的种群动态平衡,取得持续控制的结果。三是安全性。所选用的化学除草剂的品种、浓度、剂量及应用次数都有严格的限制,因此具有较高的安全性,对环境影响不大。四是经济性。在释放天敌后,天敌可自我繁殖,建立种群,在达到一定数量后基本上不再需要人工增殖,因此投资少、见效快。

第十一章 海洋资源环境和人类的未来

地球上的海洋面积为 3.6 亿平方公里,约占地球表面积 5.1 亿平方公里的 71%。从空间俯瞰地球,表面分布最广的是水,无论是南半球还是北半球,东半球抑或西半球,海洋的面积都大于陆地。全球的海洋是连成一片的,平均深度近 4 000 米,海水的容积为 133.8 亿亿立方米,占地球水圈总水量的 96.5%。海区之间以及海陆之间水的大循环是地球上大规模的物质与能量交换。

地球上的生命起源于海洋,在人类发展历史中,海洋孕育着文明的进步。海洋是连通各大洲的通道,人类历史上,发轫于世界不同地方的民族与文化赖此进行交流与融合。在当代陆地上各种资源面临越来越大的需求压力,显露出难以持续支撑人类发展的危机迹象时,海洋却向我们展示了前景远大的新能源和新资源。21 世纪的海洋产业是极具潜力的新产业,海洋为人类提供了新的生存空间。

海洋是地球自然环境的重要组成部分。海洋环境变化与全球其他部分息息相关,如洋流异常引起大气环流模式的变化,改变全球的气候;海平面的上升对岛屿与人口最密集的沿海地带造成不可估量的影响,等等。研究海—陆系统的相互作用,预测全球变化,对当代人类及其后代而言极为重要。

第一节 海洋资源与开发

当今世界人口激增、经济高速增长,加之有限的陆地资源消耗

加剧,宏富的海洋资源对人类的生存与发展比以往任何时代都更显重要。海洋资源的开发利用晚于陆上资源,至今大部分海洋资源尚未得到大规模的开发,具有巨大的开发潜力。

海洋中的资源可以归类为海洋生物资源、海洋矿产资源、海水化学资源、海洋水资源、海洋空间与景观资源与海洋可再生能源等。

1. 海洋生物资源

海洋生物种类繁多,数量巨大。据统计,海洋生物多达 20 万种,其中海洋动物 18 万种,海洋植物约 6 500 种,海洋真菌约 500 种,海洋原生生物约 12 000 多种。海洋中的生物生生不息,生物生产力按营养级关系分为初级生产力、中间生产力和终级生产力三个层次,各营养级之间转换的生态效率约为 10%—20%,据估计,世界海洋中鱼类每年的生产量约 6 亿吨,年可捕量约为 3 亿吨。海洋渔业是海洋生物资源利用的主要产业,目前已知鱼类约 1.9 万种,经济鱼类 800 多种,每年的渔获量中一半在太平洋水域捕获。世界海洋渔业的发展潜力很大,在太平洋、大西洋、印度洋的很多海区,鱼类与头足类的可捕量很大,深层海水中的鱼类与南极附近磷虾的开发前景也被看好。此外,海洋生物资源的开发还包括药用生物资源开发等。

2. 海洋矿产资源

海洋矿产资源主要包括海底油气资源、可燃冰资源、滨海砂矿、深海锰结核和海底热液矿床等。

(1) 海底石油、天然气。近海规模巨大的油气田常与大陆沿岸区年轻沉积盆地内的大型油气田同属一个地质盆地或是其延伸部分,而且深海 4 000 米以下的海底也存在着大量的油气资源。目前,世界海底的石油天然气因为勘探程度低,其储量还有待于进一步探明。据报道,中国的海洋石油资源量估计约 270 多亿吨,海洋天然气资源量约 10 万亿立方米,开发前景广阔。海底石油勘探的历史

已有近 120 年,世界许多国家在除南极以外的各大陆架海区及一些深海海底钻探过石油。以前海洋油气勘探与开发主要在大陆架浅海区域,现在逐步向深海区域发展,后者的油气资源可能超过前者。现在,海上主要产油区在美国和墨西哥附近的墨西哥湾、海湾地区的沙特阿拉伯、西欧北海、非洲苏伊士湾;在埃及海域、刚果海域、鄂霍次克海、中国近海及周边海区都发现有重要油气资源,或已投入开发,或正在继续勘探。2003 年,中国海洋石油产量为 3 336 万吨,计划到 2010 年前产量将翻一番。

(2) 可燃冰资源。近几十年来,在实验室以外的海洋和地球冻土地带也发现了天然气和水的冰状化合物甲烷干冰,通常叫做可燃冰。随着在巴伦支海、黑海、墨西哥湾、印度洋等海底发现甲烷干冰,在大西洋和太平洋的一些海区也推测了它的储量。据估计,地球上甲烷干冰储量是常规天然气储量的一百多倍,大部分在海底,是人类最理想的替代能源之一。目前,正在积极探索对海洋甲烷干冰的开发,中国可能在近期内钻探第一口探井,并预计在 2020 年左右正式开采。

(3) 滨海砂矿。滨海砂矿一般位于海平面以上的海滩或水下岸坡,较老的砂矿受地壳运动或海平面升降的影响,构成阶地砂矿或海底砂矿。滨海砂矿的矿体常呈条带状分布,沿海滩延伸可达数十公里,甚至数百公里。相对于陆上原生矿床与深海矿床,滨海砂矿的探矿、采矿、选矿比较容易,经济价值明显。全世界海岸线和浅海区的滨海砂矿种类有数十种,具有经济价值的约 20 种,主要有金、铂、锡石、金刚石、红宝石、独居石、锆英石、钛铁矿、磁铁矿、铬铁矿、黑钨矿、铌钽铁矿等,是核工业、航天航空工业、半导体、计算机、电力、冶金、化工、建筑等部门的重要原料。地球上某些矿藏种类,主要集中在滨海砂矿。滨海砂矿的蕴藏量很可观,就目前探明储量而言,金刚石有 6 300 万克拉,独居石 255 万吨,钛铁矿 10.5 亿吨,石英砂几百亿吨等。目前世界上有三十多个国家

在滨海开采砂矿。

(4) 深海锰结核。又称多金属结核,是分布在大洋底部的铁锰氧化物矿石。1873 年首先在加那利群岛西南 300 公里水深 4 360 米的洋底被发现,此后在大西洋、印度洋、太平洋都发现有锰结核的广泛分布,估测分布面积约 3 500 万平方公里,总储量约 3 万亿吨。锰结核除了铁、锰以外,还有 56 种金属元素。现在认为具有工业经济价值的主要是锰、铜、钴、镍 4 种元素,其储量分别为 4 000 亿吨、88 亿吨、58 亿吨、146 亿吨,分别是陆地相同矿种的几十倍至几百倍。据估算,海洋中锰结核每年的生成量约 1 000 万吨。锰结核大部分裸露在洋底,商业开采价值高,许多国家都欲进行开发。1970 年,第 25 届联大通过《管理国家管辖范围以外海床洋底及其底土的原则宣言》,宣布“国家管辖范围以外海床洋底及其底土以及该地域的资源为全人类共同继承财产”。第三次联合国海洋法会议通过的《联合国海洋法公约》第 153 条规定,国际海底的开发由国际海底局管理。1987 年,国际海底局批准法国、日本、苏联和印度四国为第一批大洋锰结核矿产先驱投资者。1991 年,中国成为世界上第五个大洋锰结核矿产先驱投资者,获得了位于美国夏威夷群岛东南太平洋底 7.5 万平方公里锰结核矿区的开采权。

(5) 海底热液矿床。20 世纪中叶以来,随着对海底探测的深入,相继在大西洋、太平洋和印度洋中都发现了大量热液矿床。海底热液矿床主要形成于大洋底部中脊的裂谷处,炽热的岩浆与海水之间发生化学反应,形成了富含金、银、铜、锌、铁等多种金属物质的热液矿床。与深海锰结核相比,海底热液矿床具有分布较浅和集中,成矿时间短,含有金银贵金属等特点,因此从技术上和经济上更具开发优势。

3. 海水化学资源

浩瀚的海水中溶存着约 80 种元素,每立方公里的海水中含有

3 750 万吨固体物质,因此海水可以看作是矿物溶液。这些元素中有不少极具资源提取价值。

海水中含量最高、提取规模最大的物质就是海盐。盐不仅是生活必需品,而且是化学工业的基本原料之一,制盐业在国民经济中地位重要。海盐在海洋中的资源总量高达 3.77 亿亿吨,从海水中提取海盐的方法主要有盐田法、膜法和冷冻法。盐田法制盐需要一定的气候与地形条件,制盐过程中产生的苦卤可以进一步综合利用,从中提取其他化学元素。膜法与冷冻法提取海盐的同时,还能进行海水淡化。世界上生产海盐的国家有六十多个,印度、墨西哥、法国、西班牙、意大利等都是海盐工业规模名列前茅的国家。中国是世界第一海盐生产大国,但人均用盐量少,制盐技术还有待提高,海水制盐工业的发展动力与前景很大。

除氯化钠(海盐)以外,镁在海水中含量最高,浓度为 1 300 ppm,海水中镁盐的总资源量高达 1 800 亿吨。陆地上缺少高纯度的镁矿,需要直接从海水中生产金属镁和各种镁盐。镁是一种有很多特性和广泛用途的轻金属,在国防工业、冶金工业、农业等领域用途广泛。提取镁的工艺比较复杂,目前世界上利用海水提取镁的国家有七八个,大型海水提镁厂主要分布在美、英、日等国,中国从 20 世纪 70 年代起已进行海水提镁的研究与技术跟踪。

海水中溴的浓度平均为 67 ppm,海水中溴的储量占其在地球上储量的 99%,因此溴被称为海洋元素。地球上的溴基本上只能从海水中提取。溴及其化合物是工业上的重要原料,有着广泛的用途。不少国家在进行海水提溴,美、日等国产量领先。中国溴产量还不能完全自给,正在大力研究提溴技术,争取达到工业规模。

钾在工农业与医药卫生方面有着广泛的用途。海水中含钾总量 550 亿吨,远超过陆地上的储量,且陆上钾矿分布不均,如中国就尚未发现大储量的可溶性钾矿。陆地缺钾的国家更注重从海水中直接提取钾,挪威、荷兰、日本、印度等均如此。钾以化合物的形

式存在于自然界,目前海水提钾的方法主要有蒸发结晶法、化学沉淀法和离子交换法。中国是农业大国,需要生产大量钾肥,所以十分重视海水提钾的研究,以早日建立中国的海水提钾工业。

碘在海水中的浓度只有 0.06 ppm,属于微量元素。某些海藻可以从其周围海水中富集碘,如海带含有高达 0.5% 左右的碘,故可以海藻为原料间接从海水中提取碘。中国主要从海带中提碘,但产量还不能满足需求。中国自行研究的利用吸附剂直接从海水中提碘,浓集因数达 1.7×10^5 ,在国际上首创,为中国直接从海水中提碘开辟了良好的远景。

铀是重要的核燃料,体积小,裂变时能释放巨大的能量。陆地上能开采的铀仅约 100 万吨,而铀在海水中虽属微量元素,每升海水只含 3.3 微克铀,但海水中铀的总量仍有 45 亿吨,是陆地上的 4500 倍。世界上包括工业发达国家在内的一些国家,都在进行海水提铀方法的研究。重水也是一种巨大的能源,1 吨海水中所含重水的核聚变反应,释放出的能量相当于燃烧 256 吨石油产生的能量。海水含有丰富的重水,能为人类提供源源不断的新能源。

4. 海洋水资源

海洋水资源包括海水淡化、冰山淡水、海底淡水利用,以及海水的直接利用。地球上虽然有数量巨大的水体,但 98% 以上是苦咸的海水、陆地咸水湖的咸水。余下的一些淡水中又包括了循环周期很长,短时间内难以再生的高山冰雪固体水和深层地下水,便于利用的依靠降水补充的河流水、湖泊淡水只占 0.009%。大陆上淡水的主要来源是降水,但在中国和其他许多国家,降水在时程分配上不均匀,空间分布上不平衡,总量有限,利用效率也受到限制。地球上某些特定的场所,如岛屿、石油平台、船舶等又难以利用雨水。全世界对淡水的需求与日俱增。陆上淡水资源日益紧缺,而海洋水体却极为宏大,如何通过海水淡化工程,从海水中源

源不断地提取淡水以满足人类的需要,已成为海洋资源开发中的重大课题。

目前海水淡化技术有二十多种,成熟的、适合大量推广应用的主要有三种,即蒸馏法、结晶法和膜法。蒸馏法是传统的方法,也是目前海水淡化中生产能力最大的技术方法,正朝着容量大型化和目的多重化的方向发展;结晶法是人工使海水结冰脱盐,使海水淡化;膜法包括电渗析法和反渗透法等,这些都是很有前途的技术方法。海水淡化非常符合世界上三类地区的需要:一是沿海干旱地区,如中东以色列,以及沙特等一些阿拉伯国家;二是沿海人口稠密、耗水型经济的大城市;三是海岛。全世界现有几千个海水淡化装置,日产淡水几百万吨。中国在海水淡化方面已经具备了产业化的能力,海水淡化是 21 世纪解决淡水资源短缺的重要手段。

此外,可以将海上巨大的冰山从一个地方(如南极冰盖地区)拖运到淡水匮乏的沿岸地区,或在浅海海底钻取地下淡水。海水的直接利用包括沿海工业冷却用水、大生活用水和耐盐植物的灌溉。在沿海地区,应在电力、冶金、化工等耗水工业上推广海水冷却,在冲洗、除尘、消防等大生活用水方面应用海水替代,这些等于是间接地开发、保护了淡水资源。在 21 世纪,可以预见在沿海地区海水将被广泛直接应用。

5. 海洋空间与景观资源

海洋空间资源包括滩涂资源、港口资源和人造陆地等。狭义的滩涂是指高潮线与低潮线之间的潮间地带。广义的滩涂还包括一定水深之内的浅水地带。滩涂属于湿地生态系统,生态功能十分重要。如成为鸟类和水生动物的乐园,候鸟迁徙的中途栖息地等。滩涂有很好的农业功能,是海洋农牧化的载体。滩涂上生长着芦苇等经济植物,还是促淤长陆的地方,常常成为围海造田的对象。

港口资源是重要的区位要素,在经济全球化的时代,对于所在地的经济发展常起着重大的作用。港口资源的有无与优劣,在一个地区的经济社会发展中具有举足轻重的地位。

人造陆地有围海造田和人工岛屿等。围海造田是沿海地区向海洋索取的生存空间。著名的如荷兰,围海造田的面积相当于国土的 $1/5$;中国也是围海造田的大国。人工岛包括半岛,可用来建造机场、码头等重要交通基础设施;还包括海上石油平台、人造鱼礁等生产设施。

滨海区与岛屿是旅游资源集中之处,海洋旅游资源的类型有海岸景观类型、海岛景观类型、海洋生态景观类型、海底景观类型、海洋人文历史景观类型、滨海城市景观类型与海滨休闲类型等。随着生活水平的提高与人们闲暇时间的增多,蓝色海洋的旅游魅力将大放光彩。

6. 海洋可再生能源

海洋可再生能源的优点在于,能量巨大,大规模开发可有效改变陆上能源紧张的状况;可以再生,取之不竭;绿色能源,不污染、不破坏环境;依托海洋空间,节约宝贵的土地资源。海洋可再生能源属于新能源,是国际上相当重视的新能源。一般包括海洋热能、潮汐能、波浪能等,21 世纪有望得到大规模的商业利用。目前尚未大规模开发利用的主要原因:一是技术攻关问题,如海洋可再生能源密度低、转换技术复杂、波动性大等。二是经济可行性问题。但海洋可再生能源的利用技术正在日益进步,从长远的、综合的经济和生态效益看,极具开发意义。如从静态看,建设海洋能发电站的一次性投资大,常数倍于常规能源的开发,经济效益比不上常规能源;但建成后发电无需再消耗燃料,节约资源,也节约资源开发中、运输中(如火电站需要挖、运煤)的综合成本,且不造成常规能源那样的污染(如火电产生的温室气体),节约治理环境的费用。

(1) 海洋热能。海水温度随深度增加而递减,这一特征使得海水中蕴藏着巨大的热能,海洋热能的转换形式为温差发电。据估算,每平方英里海面所含的热能超过 4 000 桶石油所含的能量,全球不冻海洋中可被转换为电能的海洋热能为 20 亿千瓦。一般认为,海洋热能发电的条件是具有摄氏 18 度以上的温差。由于全球各海区表层海水温度相差很大,而深层海水之间的温度差别不大,因此海洋温差发电的适宜地区多在南北纬 30 度之间的热带、亚热带海区,无论冬夏表面海水温度都在摄氏 20 多度,而在 500 米以下的深层海水温度仅有几摄氏度,适宜开发温差发电。20 世纪 20 年代,法国在非洲的比斯河畔建造了世界上第一座温差发电站,目前法国建立的海洋温差发电站可达 5 兆瓦。美、日等国也都在积极研究用海洋热能发电,21 世纪海洋热能将得到大规模的开发。中国适合海洋热能开发的主要在南海和台湾东岸太平洋海区,那里温差显著,其温差发电的装机容量可达 1.5 亿千瓦。此外,南海拥有众多岛屿,与大陆架的平坦水浅不同,从岛缘向外很快就可以达到 2 000 多米的深度,故可以大大缩短电站建设中的管道长度,减少工程投资费用,如西沙群岛一带就具有良好的电站站址条件。

(2) 海洋潮汐能。海洋潮汐蕴涵着巨大的能量,利用潮汐的势能发电,即利用涨潮和落潮的水位差发电,是目前开发利用潮汐能的主要方向。潮汐势能的大小同潮位差直接相关。潮差越大,发电功率也越大。世界上潮差超过 3 米的地区有 23 个,其中潮差超过 7 米的有 12 个:加拿大 3 个,其中加拿大与美国之间的芬地湾潮差 14 米,为世界之冠;俄罗斯 2 个;阿根廷、英国、法国、澳大利亚、韩国、墨西哥各 1 个;中国杭州湾澈浦的最大潮差平均值为 9.1 米,极端值 11.7 米,是中国沿海潮差最大的地方。据估算,世界上可开发的潮汐能量达 27 亿千瓦,年可发电 24 万亿度。中国海岸线上潮汐能理论蕴藏量为 1.1 亿千瓦,可装机容量 3 600 万

千瓦。中国在 20 世纪 50 年代后期与 70 年代建设了一批潮汐电站,虽然目前中国潮汐电站的装机容量还不小,但开发利用潮汐能的潜力巨大。

(3) 海洋波浪能。海洋波浪能可以用来发电。辽阔的水域、强大的风速加上稳定的风向,有利于海浪充分成长。世界各海域波浪能量分布有所不同,北纬 30 度至 50 度的北大西洋与北太平洋海域,以及南纬 40 度至 50 度的“咆哮西风带”,是波能密度的高值区。中国海岸线漫长,海域辽阔,季风季节的盛行风向稳定,波浪能资源十分可观。据估算,仅沿岸一带的波能蕴藏量就有 1.5 亿千瓦,可开发的为 3 000 万至 3 500 万千瓦,其中大部分集中在浙、闽、粤三省沿岸和某些岛屿。波浪的优点是能量巨大,且是可再生的绿色能源,其缺点是波浪的运动规律复杂,稳定性差。目前,应用波浪能发电的大多是航标灯、灯塔一类的小装置。当今世界上最大的波能发电站在英国,装机容量 2 000 千瓦。研发出成熟的技术是大规模应用波浪能的前提。

第二节 海洋生态与环境

1. 海洋与全球变化

海洋与大气、大陆是一个完整、复杂的自然系统,海—气—陆之间进行着物质与能量的交换,海洋对维持全球自然生态平衡起着重要作用,海洋的任何重大异常变化都会对地球人类的生活产生直接影响。

蒸发和降水是海陆间水分和能量交换的重要方式。海陆水汽大循环是陆地上降水的源泉,伴随着海水蒸发和凝结,产生潜热吸收和释放,形成了调节海—气—陆水热平衡的纽带。太阳是地球大气的热量来源,地表吸收太阳短波辐射后向大气放出的长波辐

射是大气获得热量的主要因素,因此占有地球表面积 71% 的海洋是大气热源的直接提供者。海洋的热量分布与变化,影响着全球大气环流的模式。南北两半球围绕极地的海洋都有巨大的冰盖,冰盖的大小和密集程度决定了极地地区从海洋传给大气的潜热和显热,对全球气候产生着影响。

洋流是自然环境中的一个非常活跃的因素。从佛罗里达海峡流出的湾流把低纬热量源源不断地输送到西北欧,使高纬欧洲西岸的温度比美洲东岸的温度高出近 20 摄氏度。在北极圈的纬度上,大西洋的西岸是加拿大的冰雪苔原带,而东端却是西北欧茂密的森林和不冻港。据研究,北太平洋海水表面温度和海流的异常变化,对中国一些地区的旱涝有着重要的影响。中国 1954 年的特大洪水与 1958 年长江流域梅雨的空缺,都与海洋中水温锋区的移动有关。洋流异动造成全球气候变化最著名的例子要数厄尔尼诺现象,即当南美洲西海岸海水温度升高,除了直接造成海域鱼类大量迁徙与死亡外,还导致了上空大气环流的异常变化,使得平时干旱少雨的秘鲁及周边国家一些地区大雨滂沱,洪水泛滥,而远隔重洋的澳大利亚却发生严重的干旱,草场大片枯萎死亡。

海洋中发生的自然灾害对人类生活产生严重的影响。海啸就是其中的一种,当由于海底大地震、火山喷发等引起的海啸波及海岸带时,可形成几十米高、时速一百几十公里的登陆巨浪,造成毁灭性的灾难。海啸除瞬间造成巨大损失外,还可能引起灾区疫病蔓延等次生灾害。

另一方面,大洋是地球生态环境系统的调节者与稳定器。人类排放到大气中的二氧化碳不断增多,温室气体二氧化碳阻挡了地表向宇宙空间的长波辐射,从而使地球表面的温度升高。据假设,一百多年来二氧化碳的排放量增加了一倍,可使地表平均温度升高几度。若真如此,这对地球生态与人类将是灾难性的。如极地冰冠融化,海平面抬升,无数人将失去家园。但这种升温幅度并

没有出现,原因是全球的海洋调节着大气中二氧化碳的含量,海洋中的浮游生物大量消耗着海水中的二氧化碳,使大洋吸收二氧化碳的能力是大气的一百多倍,减缓了温室气体数量的增长。

2. 海洋污染

(1) 人类活动与海洋污染。

联合国教科文组织政府间海洋学委员会对海洋污染的定义是:“由于人类活动,直接或间接地把物质或能量引入海洋环境,造成或可能造成损害海洋生物资源、危害人类健康、妨碍捕鱼和其他各种合法活动、损害海水的正常使用价值和降低海洋环境的质量等有害影响。”这个定义强调的是人类行为造成的海洋污染。

人类随意向海洋中倾倒污染物质,是引起海洋污染的主要原因。这种行为大量发生,其原因一是向海洋直接倾倒污染物经济与技术成本低,以及环境后果的外部性;二是环境认知的偏差,很多人认为海洋的自净能力是无限的,进入海洋的污染物不论数量多少都会自然消解。事实上,一定限量的污染物会在海水中被分解为营养盐,促进浮游生物的繁殖,加速鱼类的生长,但是海洋的这种自净能力是有限的。20世纪以来,全球人口激增,工农业、交通运输业快速增长,人类不断加大对海洋的利用强度,大量的工业、生活污水,固体废物,石油,农药、化肥等其他有毒化学物质源源不断地进入海洋,已大大超过了海洋本身的自净能力。海洋环境持续恶化的信号不断出现,若不加以扭转,必然会造成灾难性的后果。

据中国国家海洋局公布的监测资料表明,2003年中国全海域未达到清洁海域水质标准的面积约为14.2万平方公里,其中较清洁海域面积约为8万平方公里,轻度污染海域面积约为2.2万平方公里,中度污染海域面积约为1.5万平方公里,严重污染海域面积约为2.5万平方公里。总体污染趋势有所减缓,近岸海域污染

依然严重,海水中的主要污染物依然是无机氮、活性磷酸盐和铅。严重污染的海域主要分布在鸭绿江口、辽东湾、渤海湾、长江口、杭州湾、珠江口和部分大中城市的近岸局部水域。

(2) 海洋石油污染。

石油是海洋中影响最大的污染物。造成海洋中石油污染的主要有海上运输石油过程中海难事故泄漏的石油、清洗运油船只时排入海洋中的石油、海底石油开采中油井事故泄漏的石油、陆上油库泄漏和工业废水中排放入大海的石油,等等。1980年8月,美国阿莫科·卡基斯号巨型油轮在布列塔尼半岛沿岸沉没时就将22万吨石油倾倒入大海,使法国沿岸地区遭受严重污染,这种状况持续了好多年。又如1979年7月,墨西哥优卡塔半岛附近的“发源地一号”石油钻井发生石油泄出,致使海上形成一条近千公里的石油漂浮带,一直延伸到美国得克萨斯州的沿海,使大片海洋生物遭到灭顶之灾。据估计,全世界每年有1 000万吨以上的石油从各种途径进入海洋,而在大西洋和北冰洋的洋面全部覆盖一层石油只需1 500万吨。据国际海事组织与世界气象组织统计,在太平洋、大西洋、印度洋的大片水域上都覆盖了一层石油,海上石油膜能彻底改变海—气之间的能量与物质交换,对气候的影响是深远的。海水中的石油是有毒物质,直接杀死大量的鱼类、海鸟和浮游植物,且能深入海底导致底栖生物大面积死亡。由于石油对营养链的破坏,导致营养链上层的生物死亡。漂浮着的石油严重破坏了海洋景观,直接危及滨海与海岛的旅游业的发展。2003年底,中国共有海上油气田32个,含油污水年排海量约7 619万吨。

(3) 赤潮。

赤潮是海水中某些微小的浮游植物、原生动物或细菌,在一定的环境下突发性地增殖和聚集,引起大范围水体变色的现象,因引起赤潮生物的种类与数量的不同而呈红、黄、绿和褐色等。赤潮产

生的重要原因是海水的富营养化,而富营养化与海域的污染程度有关,因此自海域污染加重以来,赤潮发生次数增加、影响范围扩大、持续时间加长。在赤潮发生的海域,渔场的饵料基础被破坏,海水中缺氧,分布毒素,鱼、虾、贝类大量死亡,造成渔业减产。赤潮生物分泌的赤潮毒素,通过食物链最终进入人体,严重的会引起人体中毒,甚至导致死亡。赤潮毒素引起人体中毒事件在世界沿海地区经常发生,全世界每年因赤潮毒素的贝类中毒事件死亡的人数约 300 多人。2003 年中国全海域共发现赤潮 119 次,累计面积近 14 550 平方公里。具有发生时段长、全年均有赤潮发生、大面积赤潮增加、500 平方公里以上的赤潮发生多次(8 次)、且有毒有害藻类增加的特点。

(4) 海洋污染的特点。

海洋污染的特点主要表现为:

一是污染源广。除了海底开采石油引起的污染,每年几万艘商船穿行海洋及捕鱼活动所产生的海洋污染物,大量的工业污水、生活污水、农业污水以及各种固体废弃物,也通过河川径流、大气扩散和降雨雪等途径,最终汇入海洋,由此产生的化学污染、热污染、放射性污染、固体污染,给海洋环境带来了严重的后果。鱼类死亡、海鸟迁徙、赤潮滋长、水体变色,还有大量溶解于海水中的有毒化学物质通过食物链传递、浓集,最后又回到人类自身的体内,危害人类健康。

二是扩散范围广。全球海洋是相互连通的泛大洋,一个海域出现的污染会扩散到周边海域,甚至随着洋流周游世界。非洲农田里使用的杀虫剂,进入海洋后随着洋流转移到了几千公里外的孟加拉湾海域,甚至在远离人类的南极企鹅与北极白熊的体内也都检出农药的痕迹。

三是持续性强,难以清除。海平面是全球侵蚀基准面,地表径流和携运物质最终都汇入、贮存到大海。一旦污染物进入海洋,很

难再转移出去。不能溶解和不易分解的物质聚集在海洋中,可以通过生物富集和营养链的传递,对人类产生威胁。再如潜艇失事、排放入海的核工业废料,在海水中产生放射性污染。这类放射性物质的衰变周期很长,在海洋中也难以彻底清除。

有效遏制海洋环境恶化,防止海洋污染的进一步发展,逐步改善遭受污染海区的环境质量,已经成为人类面临的迫切任务。

3. 海洋生物圈面临的压力

(1) 珊瑚礁的破坏。

珊瑚礁是热带大海中大量的珊瑚虫遗体积聚而成。珊瑚虫在海水中浮游,在海岸边的岩石或岛屿礁石群居生长,捕食为生,分泌石灰质形成骨骼与外壳,死亡后其后代又在遗骸上繁殖,经年累月形成了珊瑚礁海岸。珊瑚礁分为生长在大陆岸边的岸礁与海岛上的岛礁。岸礁由岸向海可分为三个带:海滩带,位于高潮线附近;礁平台,位于潮间带;活珊瑚带,位于水下岸坡。岛礁在形成时,常常是围绕海中的火山锥大量繁殖,形成裙礁;以后海盆下降,海面上升,裙礁发展为堡礁;最后演化为环礁。珊瑚礁的存在维护了海洋中的生物多样性,珊瑚礁提供了复杂的地形和生态环境,为植物生长、海鸟栖息、海洋中弱小生物躲避天敌提供了条件。珊瑚礁是一个物种密集区,珊瑚礁的消失将使海中生物多样性失去一道良好的屏障。珊瑚礁海岸削减了大部分的海浪冲击能量,有效地保护海岸线。珊瑚礁海岸是热带海岸的一道美丽的风景线,具有很高的观光休闲价值,是宝贵的旅游资源。珊瑚礁物质在现代医学上还具有很大的医药价值。热带的珊瑚岛常常是海鸟的栖息之地,岛上常常堆积几尺厚的鸟粪,是宝贵的磷肥资源。大海中露出水面的珊瑚海岛,是所在国扩大可管辖海域范围的国际法依据,由此而获得的海上领土或经济专属区带来的利益难以估量。

但是,目前珊瑚礁正遭受着大面积的破坏,短期的经济利益驱动着对珊瑚礁的破坏。例如,仅仅为了获取廉价的工业原料而恣意对珊瑚礁进行挖掘开发;在珊瑚礁所在水域使用炸药、毒药等非法手段捕鱼,对珊瑚虫和珊瑚礁造成极大破坏;过度发展旅游业,大量使用珊瑚礁物质来制作、出售旅游纪念品,获取商业利益;流入珊瑚礁水域中的工业污水、农药化肥、交通油污危及珊瑚虫的生存环境;海水富营养化促进海藻的大量滋生,挤压了珊瑚虫的生存空间,造成珊瑚礁停止生长,并在海浪侵蚀下消亡。据国际珊瑚礁学会统计,全世界至少有 50 个国家的珊瑚礁发生了大量白化现象,从太平洋、印度洋到大西洋,珊瑚白化现象屡见不鲜,原来色彩丰富的珊瑚黯然失色,渐现白色,意味着珊瑚礁失去了生产力,生态系统趋于崩溃。在加勒比海地区,珊瑚礁的数量已经减少了 80%,在南亚 60%的珊瑚礁死亡;中国一些海岸地区在开发热潮中,50%的珊瑚礁已消失。保护珊瑚礁是一场全球行动,1997 年被列为国际珊瑚礁年。2004 年 11 月,在曼谷召开的第三届世界自然资源保护大会上发表的《2004 年世界珊瑚礁状况》报告指出,珊瑚礁为二百多种海洋生物提供食物和寄居场所,珊瑚礁的生存危机将直接影响到全世界上千万人口的生活。报告警告说:“尽管如此多的珊瑚礁濒临消亡,挽救珊瑚礁的努力仍然得不到重视。”保护珊瑚礁需要各国政府的重视,应从长计议,制定法律与产业政策,标本兼治,有效地保护珊瑚礁的生存。

(2) 红树林的锐减。

红树林是生长在热带沿海潮间带的乔灌木通称。与珊瑚礁海岸一样,它也是生物海岸的一种。红树林又是包含很多种属的植物总称,可分为东方群系和西方群系两大类。中国红树林与亚洲、大洋洲和非洲东海岸的红树林均属东方群系。中国红树林主要分布在广东、广西、福建、台湾,分布的北界在北纬 $27^{\circ}20'$ 的福建福鼎一带。由于热量和雨量均由北向南增加,红树林的种类与发育程

度也呈现随纬度的变化,由高纬向低纬增加,中国红树林生长最好的地方在雨热条件最充沛的海南岛。

红树林是陆海交接处的一种特殊湿地生态系统,是生物多样性最为丰富的生态区之一,生长着乔木、灌木、藻类、鸟类、昆虫、鱼类、大型底栖动物等动植物。它既是候鸟和其他海鸟的越冬场、觅食地,又是吸引深水区动物在区内生产繁殖,构成陆海空三度空间食物链的稳定的能量循环网络。红树林是堤岸的坚强捍卫者,在热带频繁的气旋、台风及海潮的袭击面前,红树林海岸遭受的破坏远小于没有红树林的海岸。红树林能滞缓沿岸流的速度,使其携带的泥沙及营养物质淀积、海水净化,因此红树林区形成了促淤涨滩的环境。全世界大约有 1 700 万公顷的红树林,目前一些地方正在发生红树林严重退化的现象,伴随而来的是其独特生态功能的丧失。国际自然与自然资源保护联合会的科学家们,在分析 2004 年岁末印度洋海啸灾难损失时指出,当海啸袭来时,红树林和珊瑚礁能减低其速度,虽然海浪还会冲上岸,但能量被削减。遗憾的是,很多红树林都被砍光,未能起到应有的作用。在中国,由于围海造田、近岸养殖、乱砍滥伐、工程开发等原因,使得红树林面积锐减,由四十多年前的 4.2 万公顷缩减到 1.46 万公顷,仅占世界红树林面积的 0.8% 左右。如海南某地中国最大的红树林自然保护区,面积 5 万多亩,近十多年来保护区内不断发生砍伐红树林和挖塘养殖的现象,大片红树林生态区消失,凸现出生态意识的缺失和行政执法的缺位。在眼前经济利益驱动下,真正具有极高综合价值的红树林生存面临着重大危机。

(3) 渔业资源的退化。

随着全球人口的迅速增加,食品的需求量持续增长,导致了对海洋渔业资源的过度捕捞,造成了全球渔业资源出现了日益衰退的迹象。

渔业资源的退化与违反科学规律的捕捞作业方式密切相关。

科学的捕捞方法应该做到：

一是适宜的捕捞数量。海洋渔业资源每年会因为幼体的补充与个体的长大而增长资源量，又因死亡、被天敌捕食损失资源量，前者与后者之差就是在维持资源量平衡前提下的可捕捞的数量。而现在许多海区都出现了过量捕捞，使一些渔区的渔汛消失，某些鱼类出现濒危现象。

二是适宜的捕捞季节与场所。为了使鱼群得以顺利繁衍增殖，维持种群生存延续，在产卵期、产卵场及产卵时的洄游路线上都应避免捕捞。

三是适宜的捕捞对象。应严禁捕捞幼鱼、亲鱼。在同一渔场有选择地定期更换主要捕捞对象，以利不同种类鱼群的休养生息。此外，应开发对较低营养级鱼类的捕捞，以替换对较高营养级鱼类的捕捞，从而增加资源可供应总量。

四是适宜的捕捞手段。禁用过密网捕、电捕以及使用炸药、毒药等非法手段进行“一网打尽”式的滥捕酷捕。但在实际渔业生产中，经常出现使用一些不合理的、违法的作业制度与手段进行捕捞，致使世界渔业资源受到严重损害。有的超过了正常恢复的限度，渔业资源衰竭。以中国为例，近海渔业资源出现了海区鱼群分布密度日益降低，渔获物质量日趋恶化，渔获物的低龄早熟化和个体小型化，主要经济鱼种产量下降，优势鱼种变为稀有鱼种等现象。此外，海洋污染趋势加重，海洋环境日益恶化也是导致渔业资源日趋枯竭的重要原因。

第三节 海洋资源与环境的保护

海洋的环境污染与生态退化已经引起了世界各国的重视，自20世纪70年代以来，保护海洋资源与环境已逐渐成为全球性的行动。由于海洋是人类在地球表面最后的领地，保护海洋被视为

“最后的保护”。

1. 防治海洋污染

(1) 污染监控。要做好调查海洋静态与动态污染状况的基础性工作。设立专业的调查监控机构,建立充分的污染监控网络和数据库,掌握与分析海洋污染的状况与变化趋势。国际海洋地理委员会和世界气象组织联合建立的全球海洋站调查系统,曾重点对全球海洋中的石油污染进行综合调查,从而对世界各海区的石油污染状况有了较详细的了解。中国国家海洋局每年公布全海域的海洋环境质量与海洋生物质量,包括主要河口污染物入海总量以及重点排污口邻近海域的环境状况。今后对海洋污染的监控还应向全球化、全视角、实时化的方向发展。

(2) 排放控制。据中国国家海洋局 2003 年《中国海洋环境质量公报》指出,中国海域主要陆源入海排污口 867 个,其中重点监测的 20 个陆源入海排污口年均排放入海的污水量约 8.8 亿吨,年排放入海的主要污染物约 128 万吨。绝大部分排污口临近海域环境污染严重,海水质量大都为四类或劣四类,影响了临近的海水养殖区和旅游区等海洋功能区的功能发挥。海洋沉积物污染严重,海洋生物普遍受到污染,多个排污口邻近海域的底质出现无生物区。防治海洋污染,控制污染物排放是关键。要采取综合措施,有效控制陆源污染物和海洋污染物的排放。对于陆源工农业、生活污染和海上船舶交通、石油平台等污染,要综合治理,控制事故,有目标地减排;依靠技术进步,提高清除海洋污染的能力;发展循环经济模式,从根本上减少污染排放。

(3) 国际合作。海洋是人类的海洋,要加强国际合作,健全国际法和各国国内法体系,规范和协调国际社会共同防治海洋污染的行动。20 世纪 70 年代,由于大量有害物质向海洋倾倒引发的污染事件不断,国际社会对海洋倾倒控制的呼声日益高涨。1972

年12月,在伦敦召开的第三次政府间海上倾倒会议,通过了《防止因倾倒废弃物及其他物质而引起海洋污染的公约》,即伦敦公约。这是第一个专以控制海洋倾倒为目的的全球性公约,其他国家也以此为依据相应制定了一系列法律和制度,使海洋倾倒正式纳入管理范畴。中国于1985年加入伦敦公约,成为其缔约国。2003年,中国共有海洋倾倒区72个,全年共签发倾倒许可证587份,国家海洋局对部分倾倒区及其周边环境状况进行了监测。《联合国海洋法公约》中,有数十条条款涉及保护海洋环境的问题,其中对于海洋污染管辖权作出了明确的规定:陆源污染物以及国家管辖范围以内的海底活动造成的污染由沿海国管辖;船舶和飞行器在领海、专属经济区和大陆架造成的污染,由沿海国管辖,在公海倾倒废物受船舶国管辖;来自国际海底区域的污染,则受国际海底局管辖。

2. 维护海洋生态平衡

海洋生态平衡是海洋生物与自然环境间的和谐状态。海洋生态系统遭受破坏后,其修复需要较长时间,甚至不可恢复。严重的环境污染是破坏海洋生态的大敌,防止和减轻海域中的污染,是保护海洋生态的必要条件。

过度捕捞是损害海洋生物资源的又一主要原因。无论是在中国近海,还是在世界许多海区,过度捕捞已使渔业资源面临枯竭的危险,也是引发国与国之间纠纷的重要因素。人口压力及其消费需求是产生竭泽而渔现象的动力,不科学的作业制度和方式直接加剧了海洋生物数量的锐减。要实行科学的捕捞,在捕捞对象、捕捞区域、捕捞季节、捕捞数量上都要加强管理,使海洋渔业资源能维持生存与实现增殖,成为人类可持续利用的资源。

开发性破坏是海洋生态面临的又一股强大破坏力量。任何规划不周的围滩造田、浅海养殖、砍伐挖掘、岸线开发、港口建设、超

强度的旅游等,都可能明显改变海岸带环境,使原生海洋生态系统失衡。经济增长与海洋生态环境保护之间的冲突,类似的开发性破坏行动仍在持续上演,必须予以有力的制止。

3. 建立海洋保护区

为了保护海洋资源与环境,世界各国相继建立了一些海洋保护区,其类型有海洋环境保护区、海洋生态系统保护区、濒危珍稀物种保护区、特殊自然景观保护区和自然历史遗迹保护区等。著名的如澳大利亚东北的以珊瑚礁为特征、拥有数万种生物的大堡礁生物多样性海域,总面积达 28 万平方公里,1974 年成为澳大利亚国家公园,1980 年列为世界遗产。美国自 1975 年开始在夏威夷群岛、西部加利福尼亚州沿海和东南佛罗里达等地建设海洋保护区,有效地保护了这些海域的环境和资源。中国从 1990 年开始先后建立昌黎黄金海岸、山口红树林、大洲岛海洋生态、三亚珊瑚礁、南麂列岛等海洋生态保护区,晋江深沪湾海底森林遗迹保护区和天津古海岸保护区等。至 2003 年底,中国已建成各种类型的海洋自然保护区 80 余个,其中国家级海洋自然保护区 24 个。保护区内基本杜绝了乱砍红树林、采挖珊瑚礁、炸鱼、捕鱼的现象。区内鱼群数量明显增多,红树林逐步恢复,珊瑚礁及其生态得到了有效的保护和恢复。通过控制陆源污染和海上污染源等有效的防污治污措施,提高了保护区海域的水质标准。海洋自然保护区的建立,有利于保存与修复自然界的生态环境和生物的多样性,消除和减少人为活动带来的破坏,是人类保护海洋环境和资源的有效途径。

中国拥有近 300 万平方公里的可管辖海域,即“蓝色国土”。中国的海岸带和近海经济专属区所拥有的大量土地资源、矿产资源、生物资源和观光旅游资源,是 21 世纪从陆上经济走向海洋经济的坚实依托。近海海底沉积盆地中蕴藏的丰富油气和浩瀚大海中日夜不息的动力资源是未来极为宝贵的能源保障。中国跨越热

带、亚热带、温带的海域及 6 500 多个岛屿是动植物的王国和生物的基因库,复杂多样的湿地和海洋环境是全球生态环境的重要环节。中国的海洋有巨大的开发潜力,但存在着无序开发、粗放开发等严峻问题,出现了资源退化、环境污染、生态破坏等现象。中国的“蓝色国土”是 21 世纪中国发展的牢固基石,为当代人有更好的发展和从子孙后代的福利与权利着想,我们必须善待自己的“蓝色国土”,提高海洋生态意识和环境保护意识,以科学和工程技术为支撑,以法律与制度建设为保障,合理地开发、治理和保护这片“蓝色国土”。人类的生存和发展越来越依赖于海洋,人类的未来与海洋息息相关。

第十二章 生态城市建设

城市通常可以定义为具有一定人口规模的聚集地或定居区。它是人类文明发展的里程碑,也是人类社会在演化发展的历史进程中从适应环境、利用环境、改造环境到重建环境的必然产物,城市化进程的加速标志着人类文明的进步。21 世纪人类将进入城市世纪,各国经济将在很大程度上依赖于城市化和城市经济的发展,因此可以毫不夸张地说,人类的发展将取决于城市的发展,城市的未来就是人类的未来。但是在城市化水平提高,并给人类带来巨大效益、推动经济发展和社会进步、让人类享受城市文明的同时,也带来了一系列社会与环境问题,诸如资源枯竭、环境污染严重、人民生活质量下降、犯罪率居高不下等城市病,于是建设一个既能充分发挥聚集效益,又能保持社会、经济、生态协调全面发展的城市,已成为当前城市建设的主流思想。“生态城市”概念正是基于这一背景而提出的,正在成为世界各国未来城市发展的主要趋势。

第一节 生态城市的内涵

1. 生态城市的含义

城市作为人们改造自然最彻底的一种人居环境,是人类在不同历史阶段,改造自然的价值观和意志的真正体现。“生态城市”

不仅反映了人类谋求自身发展的意愿,更重要的是体现了人类对人与自然的认识的升华。

“生态城市”概念的产生至今不过 20 年左右,这对一个科学概念及其理论体系的发展而言是非常短暂的。早在三百多年前,中华民族就形成了一套“观乎天文以察时变,观乎人文以化成天下”的人类生态论体系。古代中国是靠着阴阳消长、五行相通、中庸辩证以及修身养性、自我调节的生态观,维持其稳定的生态关系和社会结构,自生的基础是生态系统的承载能力、服务功能和可持续程度,而自生的动力则是天人合一的生态文化。天人合一的核心就是强调人与自然的和谐统一,它影响和支配着中国几千年城镇发展的生态脉络。“负阴而抱阳”是中国人居地几千年来所具有的“适应自然”生态内涵的根本所在。

1878 年,英国社会活动家霍华德的著作《明日的田园城市》被认为是城市发展理论研究的一个重要里程碑。他认为,城市、乡村、城乡结合是人们选择居住的三类人居磁场,理想的城市就是具城乡优点的“城乡磁体”——田园城市。他对田园城市的定义是:“田园城市是为安排健康的生活和工作而设计的城镇;其规模要尽可能满足各种社会生活但不能太大;被乡村带包围;全部土地归公共所有或者托人为社区代管。”田园城市拥有优美的自然环境、丰富的社交机遇,有企业发展的空间和资本流,有洁净的空气和水,有自由之气氛,具合作之氛围,无烟尘之骚扰,无棚户之困境,兼具城乡之美,而无城市之通病,亦无乡村之缺憾。霍华德提出田园城市的设想之后,分别于 1903 年和 1920 年在伦敦附近建设了莱切沃思和韦林两座城市,虽然田园城市在现实的实践中并不十分成功,但他对城市规划、布局结构、人口密度、绿化带等城市规划问题提出了一系列带有先驱性的独创性见解,对后来出现的城市规划理论极有影响,也是“生态城市”最重要的思想渊源之一。可以这么说,“生态城市”脱胎于“田园城市”,但“生态城市”又是“田园城

市”的革命性发展。

第一次明确提出生态城市思想的是,原苏联生态学家杨尼斯基。较早涉入“生态城市”研究领域的是,美国学者理查德·瑞吉斯特及其所领导的城市生态学会。

“生态城市”概念的产生是以反对环境污染、追求优美的自然环境为起点的,但随着研究的深入和思想的发展,这一概念已经远远超出其初始意义,成为最恰当地全面表达人类理想城市的综合性概念。联合国开发计划署和世界资源研究所等出版的《世界资源报告 2000—2001》将城市生态系统定义为:“它是一个生物群落,该群落是以人类为优势种和关键种的,而建成环境是控制着生态系统自然结构的主导因素。”“生态城市系统自然范围的界定同时取决于人口和基础设施的密度。”杨尼斯基提出,“生态城市”是一种城市的模式,是一种理想的人居栖境。他认为,在生态城市中,技术和自然充分融合,人的创造力和生产力得到最大限度的发挥,居民身心健康和环境质量得到最大限度的保护。美国学者 R. 瑞吉斯特 1987 年出版的《生态城市伯克利》一书中,将“生态城市”定义为七个关键方面:(1)差异就是健康;(2)有供自然物种发展的相当大的地域;(3)在特定的气候条件下,土地具有一定的生物承载力;(4)可持续的社区规划,应当有其绿色层次;(5)废物利用;(6)病虫害防治的生物措施要优于化学措施;(7)物种及其栖息地保护是一个区域性的问题,而不仅仅是城市问题。瑞吉斯特经过多年研究之后进一步认为,生态城市是指生态健康的城市,它寻求的是人与自然的健康,是紧凑、充满活力与持续力、节能并与自然和谐共存的聚居地。M. 罗斯兰德提出了一个非常综合性的生态城市概念,认为生态城市中应包括:健康的社区、适宜的技术、社区经济的发展、社会生态、绿色运动、生物地方主义、本土的世界观、可持续发展,以及环境主义、稳定的政府、生态产业、生态女权主义、深层生态学、“盖娅”假设等(盖娅是希腊神话中生养万物的

大地女神。1969年,英国科学家詹姆斯洛夫洛克借用这一概念来表述“地球是一个有生命的存在物”的概念)。中国学者王如松认为,“生态城市”就是社会、经济、自然协调发展,物质、能量、信息高效利用,生态良性循环的人类聚居地,其内涵是指“生态系统承载能力范围内运用生态经济学原理和系统工程方法去改变生产和消费方式、决策和管理方法,挖掘市域内外一切可以利用的资源潜力,建设一类经济发达、生态高效的产业、体制合理、社会和谐的文化以及生态健康、景观适宜的环境,实现社会主义经济条件下的经济腾飞与环境保育、物质文明与精神文明、自然生态与人类生态的高度统一和可持续发展”。它包括三个层次的内容:(1)自然地理层。强调城市人类活动的自发层次,是城市生态位的趋适、开拓、竞争和平衡的过程,最后达到地尽其能,物尽其用。(2)社会功能层。重在调整城市的结构和功能,改善城市子系统之间的关系,增强城市生态系统的功能。(3)文化意识层。旨在培养人的生态意识,变外在控制为内在调节,变自发为自为。

从生态哲学角度看,生态城市的实质是实现人与人、人与自然的和谐,是生态城市价值取向所在。从生态经济学角度看,生态城市的经济增长方式是“集约内涵式”,采用既有利于保护自然价值、又有利于创造社会文化价值的“生态技术”,建立生态产业体系,实现物质生产和社会生活的“生态化”,可再生能源和资源应成为主要的利用对象,不可再生的自然资源将得到有效保护和循环利用。从生态社会学角度看,社会倡导生态价值观、生态伦理,人们具有自觉的生态意识,建立自觉保护环境、促进人类自身发展的机制,有公正、平等、安全、舒适的社会环境。从城市生态学角度看,生态城市的社会—经济—自然复合生态系统结构合理、功能稳定,达到动态平衡状态,物流、能流、信息流高效利用,自然的演化过程得到保护和发展。从城市规划角度看,生态城市的空间结构布局合理,基础设施完善,人工环境与自然环境融合,城市景观成为城市文化

的空间构成与表现形式。从地理空间角度看,生态城市是一个城市区域或城乡复合体,城与乡融合、互为一体,这里城与乡是分工上的不同,与传统城市和乡村对立的二元经济模式有本质区别。总之,生态城市包含以下几方面内容,即社会生态化、经济生态化和自然生态化,社会—经济—自然复合生态化。其中,自然生态化是基础,经济生态化是条件,社会生态化是目的,复合生态化是前提。

2. 生态城市的特点

生态城市与传统城市相比,有着本质的不同,主要有以下几大特点:

(1) 和谐性。生态城市的和谐性,不仅反映在人与自然的关系到,自然与人共生,人回归自然,自然融于城市;更重要的是在人与人的关系上,生态城市营造人类自身进化需求的环境,充满人情味,文化气息浓郁,富有生机与活力,这种和谐性是生态城市的核心内容。

(2) 高效性。生态城市一改现代城市“高能耗”、“非循环”的运行机制,提高一切资源的利用效率,物尽其用,人尽其才,物质、能量得到多层次分级利用,废弃物循环再生,各行业、各部门之间的共生关系协调。

(3) 持续性。生态城市是以可持续发展思想为指导,兼顾不同时间、空间、合理配置资源,公平地满足现代与后代在发展和环境方面的需要,不因眼前的利益而用“掠夺”的方式促进城市暂时的“繁荣”,保证发展的健康、持续与协调。

(4) 整体性。生态城市不仅追求环境优化或自身的繁荣,而且兼顾社会、经济和环境三者的整体效益;不仅重视经济发展与生态环境协调,更注重人类生活质量的提高,是在整体协调的新秩序下寻求发展。

(5) 区域性。生态城市作为城乡统一体,其本身即为一区域

概念,是建立在区域平衡基础之上的,而且城市之间相互联系、相互制约。只有平衡协调的区域,才有平衡协调的生态城市。

第二节 生态交通

生态城市建设的基准点是城市发展的可持续性,而交通的可持续发展是城市可持续发展的重要组成部分。是否实现生态交通,是生态城市建设的根本和重要评价标准。

1. 城市交通新理念

“行”是人们生活中不可或缺的一部分。人类进入现代社会的一个重要标志是交通工具的现代化,它使人类的生活质量和效率得到极大提高,活动范围得到极大扩展。然而,现代化的交通方式对自然的索取和对环境所造成的破坏却不容忽视。一是交通占用大量土地。资料表明,发达国家城市内的道路和停车场面积占城市总面积的 30%—50%。二是消耗大量的能源。目前全世界汽车总保有量约 6.5 亿辆,运输业所消耗的能源占全球石化燃料消费量的 1/2 左右。更为严重的是汽车所产生的废气、噪声以及扬起的尘土对环境的污染,在整个城市污染源中占 50%—70%。汽车已不再是自由、机动的代名词,而成为交通堵塞、事故、空气污染和健康问题的元凶,反对使用汽车或限制汽车使用的呼声高涨。英国学者舒马赫曾批评说:“在居家与工作地点之间要耗用大量运输设施不意味着生活水平高,而恰恰意味着生活中的一件不幸。”澳大利亚学者恩奎斯在《走向生态城市》一书中指出,“走向生态城市”之路在于居民以步行、自行车和公共交通实现其移动,人们可以自由地交往而无需担心交通和尾气的侵害。《生态城市:建设与自然平衡的人居环境》的作者瑞吉斯特强调:“街道是生态城市的主要流通系统”,“它们主要是为人,而不是为汽车设计的”,主张停

建城区内的机动车快车道,更反对建高速公路,倡导以步行或以自行车交通代替汽车交通。

因此,如何重新定义与发展城市交通系统,建立可持续发展的城市“生态交通”系统是实现社会与自然的协调发展,人类与环境共生的重要内容。生态交通的目标是:通达有序、安全与舒适、低能耗与低污染的完整统一结合,以及交通系统的高效性和效率的持久性,其深层次含义是和谐的交通,包括:(1)交通与(生态的、心理的)环境的和谐;(2)交通与未来的和谐(适宜于未来的发展);(3)交通与社会的和谐(安全、以人为本);(4)交通与资源的和谐(以最小的代价或最小的资源维持交通的需求)。

2. 调整交通结构是生态交通战略实施的关键

生态城市建设必须要有纵横交织、便捷高效的交通网络,以加强区域的整体性,方便居民生活。从以人为本的角度看,良好的交通条件应舒适、安全、方便快捷,同时还要节约能源和资源,减少空气和噪声污染。为较好地解决城市交通问题,除了要调整传统的城市交通发展模式外,还要调整目前不合理的交通结构,尤其要调整出行结构。城市交通有多种方式,如地铁、轻轨、有轨电车、公共汽车、无轨电车、出租小汽车、小汽车公乘、私人小汽车、摩托车、自行车、步行等。在城市交通系统中,各种交通方式在各自担负不同的交通任务中都有各自的优越之处。

面对交通方式的多样化,从城市交通的可持续性出发,必须对迅速发展的家庭轿车同原有的城市公共交通、自行车、步行等不同的交通进行整合,使交通结构更加体现社会公平和效率。国外有学者对交通工具进行优化排序,依次为步行、自行车、公共交通、共乘车、最后为单人驾驶的私人车。瑞吉斯特认为“目前的交通方式的层次需来个彻底的转变:首先是用双脚。而现在却首先是汽车,其次是电车,然后是自行车,最后才是步行”。而生态城市要求把

“这个顺序必须倒过来。然后我们再设计用脚作动力的交通系统”。优先发展公共交通是实施生态交通的关键。

环保型“公共交通”系统最重要的基本特征,就是发展现代化的公共交通。公共交通主要有公共汽车交通和城市轨道交通,两者相互补充、互相结合形成城市的公共交通系统。以城市公共汽车为代表的巴士快速交通相对于私人小汽车,服务面广,无论运送能力、运输成本,还是废气排放量对环境的破坏和所需要的道路设施建设,巴士交通都具有明显的优势,应成为城市公共交通的主体。如巴西的库里蒂巴市,该市有人口 230 万,其中市区人口 160 万。从 1974 年开始建设快速公交系统,其核心是按快速公交的理念合理规划全市公交网络。目前,全市公交网络分为三个层面:一是快速公交系统。全市共有 5 条放射状快速道路轴线总长 58 公里,每条轴线有 3 条道路,中间一条是快速公交道路,道路中央是双向快速公交专用车道,两侧为一般机动车道;在快速公交道路两侧相距一个街区,有 2 条与快速公交道路平行的单向快速道路,专为进出市中心区的车辆使用。二是环行道路系统。全市共有 3 条环线,全长 185 公里。这 3 条环线将 3 条放射状快速公交道路联成网络状。三是补给路线,共 270 公里。系一般的普通公交,主要连接周围卫星小镇和快速公交线。这三个层面公交线路的衔接非常方便,通过 5 条快速公交线路上的大型公交集散站和环形快速公交每 2 公里设置的中型换乘站,乘客可快速、方便地到达任何地点。为便于识别,全市公交车辆颜色根据服务于三个层面线路而分别为红、黄、绿色。世界银行的交通专家认为,它是世界上最实际和最好的城市交通系统,是耗资低、建设周期短、速度快、准时性好的新型高效率公共交通解决方案,被联合国命名为最适合人类居住的城市。联合国、世界银行等国际组织都把库里蒂巴的快速交通作为解决公共交通问题的革新性方案,积极向世界各地推荐。目前,南美的圣保罗、波哥大、基多,澳大利亚的布里斯班、悉

尼、加拿大的渥太华,墨西哥的墨西哥城,印尼的雅加达,以及印度的班加罗尔等城市都纷纷加入巴士快速交通的行列,在世界上形成发展巴士快速交通系统的潮流。在中国,巴士快速交通系统已逐渐被各级政府所重视,例如,北京、上海、广州等一些城市开始规划或筹备进行示范路线的建设,北京市建设中的南中轴线将成为中国第一条全封闭的巴士专用路,而昆明市已建成两条巴士专用道。

在城市公共交通系统中,城市轨道交通是一种低污染、低能耗、高效率的运输方式。它以其快速、大运量、准时、安全、可靠等特点,成为世界各大城市解决城市交通问题的主要方式。日本的交通被认为是最方便的,它的主要体系就是轨道交通系统,承担了城市 80% 的客运量。国际上大都市的交通量 50%—80% 都是轨道交通。巴黎 1 000 万人口,轨道交通承担 70% 的交通量;伦敦 700 万人口,主要是轨道交通;莫斯科和中国香港交通量的 55% 是轨道交通。有人认为轨道交通是对环境友好的“绿色交通”,如法国斯特拉斯堡市的号称“绿色大蟒蛇”的轻轨交通,已成为欧洲绿色交通的典范。轨道交通还具有较好的可持续发展性,它完成单位运输量所排放的污染物以及所消耗的能源远低于其他方式,尤其是私人交通方式。城市交通有了生态的交通体系,还要有绿色的交通工具才称得上是生态交通。绿色交通工具的使用是城市生态交通的关键,对改善大气质量起着举足轻重的作用。大载量、无污染、速度快的绿色交通工具,当然非轨道交通莫属。除此之外,还有天然气汽车、电动汽车、太阳能汽车、氢燃料汽车等绿色交通工具。但在目前,城市交通需求还在不断增长,对于城市中心区来说,交通流量大,道路有限,发展地下轨道交通将成为城市交通的重要选择。

3. 生态交通理念下的城市交通规划新思路

城市交通体系、尤其是路网结构体系与城市的结构布局 and 总

体发展是一个不可分割的协同发展过程,两者存在着极其复杂的相互作用关系。生态交通理念不仅让我们重新审视了步行交通、自行车交通、公共交通体系等不同的交通方式,同时也搭构了通向实际可操作的桥梁。中国工程院院士钱七虎就中国城市严峻的交通问题和即将面临的更为严峻的交通前景,在反思国内的教训和借鉴国外经验的基础上提出了“建设特大城市地下快速路和地下物流系统”的新思路。这在中国严格控制城市建设用地和大城市人均面积指标普遍低的情况下,非常符合中国地少人多的国情。

目前,建造城市地下快速路的风潮已在国际上初露端倪。美国波士顿 1994 年开始进行 20 世纪美国最复杂、最宏大、最具技术挑战的工程建设,即拆除原 6 车道的中央高架大道,代之以修建一条 8 车道至 10 车道的地下快速路和一条穿越波士顿港湾通向机场的 8 车道水底下隧道。该工程包括总长 7.8 英里的匝道连接线和以单车道长度设计的 161 英里的道路,以及世界上最大的通风系统。工程竣工后,一般城市的快速路拥堵时间将从现在的 10 小时缩短到 2 小时,将降低城市 12% 的一氧化碳排放量,从而改善城市空气质量。俄罗斯的莫斯科,为了保护列福尔托地区众多历史文化遗产和人文景观,在三环线地下 36 米深处修建了近 4 公里的快速路段。2003 年 1 月,日本东京宣布,为了节约建设费用、缩短工期和保护环境,东京外环快速路方案拟采用建于地下 40 米深的隧道方案。据统计,地面上 60% 的车辆是运送货物的,因此采用地下物流系统进行城市内的货物运输是解决城市交通拥堵、减少环境污染、提高城市货运运输通达性和质量的有效途径。目前,一些国家正在筹划地下物流系统的实际应用。如荷兰正在进行连接阿姆斯特丹机场、世界上最大的阿斯梅尔(Aalsmeer)花卉市场和胡夫多尔普(Hoofddorp)铁路中转站的地下物流系统的可行性研究,整个系统将在地下运行,仅有花卉市场和铁路中转站部分上升到地面。实际上,在伦敦地下 20 米处早已运行着一个 10.5 公

里的双轨邮件系统,每天处理 9 个郡 400 多万件的信件和包裹,现正计划用该系统向牛津街上的大超市和商店配送货物。

第三节 生态建筑

生态城市带来的环境运动,毫无疑问地将逐渐深入城市生活的各个方面。据统计,世界的全部能源消耗中,有一半用于建筑的建造、使用和维护。因此,有计划地发展适合人类居住的新型建筑——生态建筑,就成为生态城市建设的关键。

1. 与环境共生

自然通风是建筑最基本的设计命题,因为改善室内空气质量的最有效办法就是通风。人们对 2003 年中国香港淘大花园 E 座爆发大规模非典(SARS)传染都记忆犹新。其主要原因之一就是通风不畅,楼与楼之间形成的“风闸效应”而引起的。柏林国会大厦自然通风系统设计得很巧妙,议会大厅通风系统的进风口设在西门廊的檐部。新鲜空气进来后经大厅地板下的风道及设在座位下的得风口,低速而均匀地散发到大厅内,然后再从穹顶内倒锥体的中空部分排出室外。此时,倒锥体成了拔气罩,这是极为合理的气流组织。大厦的侧窗均为双层窗,侧窗的通风既可自动调节,也可人工控制。大厦的大部分房间可以得到自然通风和换气,新鲜空气的换气量根据需要进行调整,每小时可以达到 0.5 次到 5 次。

在自然采光方面,法国普罗旺斯地区的卡里艺术中心是一个很好的范例。该建筑大部分建于地下(地上 4 层,地下 5 层),地上部分则围绕 4 层高的中央室内庭院,通过自然采光天窗(轻质的铝合金百叶天篷挡住夏季直射阳光,而将柔和漫反射光线引向庭院),可以最大限度获得展览所需的自然光。为了使地下部分也获得自然光,室内庭院的地板和楼梯踏步均使用透明玻璃材料,那充

满温情的光线能够一直向下延伸。

中国首幢生态建筑办公样板楼——上海建筑科学研究院办公楼,无论是自然通风还是自然采光以及其他节能方面都达到了很高的水平。该办公楼的技术指标为:综合能耗是普通建筑的 $1/4$;再生能源利用率占建筑使用能耗的 20% ;再生建材资源利用率达到 60% 。

2. 环境控制

当居住者倍受夏天炎日的煎熬及空调耗电量剧增之时,新材料、新构成的遮阳体系重新被拾起,在改善居住环境质量的同时,挖掘遮阳对住宅立面造型的作用和意义。

马来西亚建筑师杨经文致力于从生物气候学的角度研究高层建筑设计。他的具体做法是:在高层建筑表面进行绿化,设置各种不同深度的凹入空间,使人在高层也能步入室外接触自然;“二层皮”的外墙,形成复合空间或空气间层,并与上下贯通的中庭相连,形成自然通风系统,又起保温隔热作用;在屋顶上设置固定的不同角度的遮阳格片,以控制不同季节的阳光量;屋面做成屋顶花园及游泳池。通过上述措施,既可节省运转能耗的 40% ,又创造了具有生态特征的建筑个性。中国香港茵怡花园尝试高层住宅遮阳与通风的结合,在垂直遮阳板上设计众多的方孔以利通风,兼顾遮阳与通风的双重性能。除此之外,茵怡花园在窗的细部设计上充分考虑遮阳、采光的综合节能问题。福斯特设计的英国伦敦市政厅,呈逐层向南探出的不规则球体,上层楼板可自然为下层空间遮阳。据称,它的能源消耗量比同等规模使用空调的建筑减少了 75% 。

3. 太阳能应用

生态住宅的太阳能应用主要是通过被动式太阳能住宅设计方式进行,遵循与住宅设计相结合、低造价、高效率、易于控制与维修

的原则,充分利用太阳能资源。从技术设计理论上讲,被动式太阳能住宅主要有:(1)直接受益式(direct gain)。阳光透过较大的窗户照入室内,并设置一定的贮放热体,以调整好室内的温度;(2)对流环路式(convective loops)。一种比较复杂的太阳能应用体系,即将建筑围合体设计成“双壁系统”。通过向阳侧开口部分玻璃后的空气层在太阳能作用下形成热循环,整体性地加热住宅外壁;(3)蓄热墙式(thermal storage walls)。效果好、造价低。主要由混凝土(砖)蓄热墙、空气层、密闭玻璃三部分组成的太阳能“空气加热器”,即特隆贝墙(trombe wall);(4)附加日光间(ateched sun-space)。结合封闭阳台,设置相应的贮热体及保温板系统,达到利用太阳能的目的。

1990年代以来,美国的太阳能利用进入了一个称为建筑一体化设计的新时期,即不再采用在屋顶上安装一个笨重的装置来收集太阳能,而是用能把太阳光转换成电能的半导体太阳能电池板直接嵌入到墙体和屋顶内。特别在多层住宅的西晒墙面,布置了成片的太阳能遮阳板,吸收太阳能的设备装置,被固定在设置支架上,它可随着太阳的运转自动调节太阳能电池板的方向和位置,从中可获取更多的太阳能;在一些大空间、大体量的公共活动场所的活动中心和大型工业厂房,屋顶全部考虑做成成片的太阳能遮阳板,并用太阳能电池板替代屋面材料,使屋面形式多样化。在一些办公楼建筑,考虑得更加贴切和完善,在南面墙体上装有一片片整齐的太阳能遮阳板,显示出建筑的轻巧、多变,更富有艺术性、美观而轻盈。

4. 人类的理想居所

生态建筑,简而言之,就是着眼于对综合环境和气候因素的治理和利用,并将其转化为高品质空间、高舒适度和完美的形式,在建筑物与环境之间努力建立起一种恒久的对话关系,将环境因素

变为有自身权利的主体。创造出一种与树木、气候、地形并存的建筑,而不是模仿现有的自然形态或者与自然完全割裂的建筑,使建筑成为环境中的“另一个”环境。

生态建筑不仅仅只是局限于建筑的单体,更应该涵盖城市规划用地、建筑设计、造型、运营和物业管理等。遵循“生态美学”、“以人为本”的创新意识,协调人、自然、建筑和社会生态环境的关系,从而体现住区人格化、自然化和生态化的设计理念,并以“人性化”为出发点进行新型居住区的管理。

被称为中国第一个生态居住小区的北京北潞春小区,位距北京西客站 22 公里,占地 14.46 公顷,2000 年建成。小区建有各种标准、空间组合各异的住宅共 30 栋 1 500 套,除配套公建之外,另建有水站、垃圾站及消防站等一系列环保型站点。该小区按照《21 世纪议程》上对人类居住区的要求设计,使小区的居住质量明显改善。在污水处理方面,该小区采用新科技设备,淘汰了原需建设的排污干管、化粪池、污水提升泵站等。在安全方面,小区 7 米宽的消防通道地下保持 4.5 米宽的连续无管道路面,还利用其一侧的架空平台环路铺设小区管网干管,一旦出现火灾,不会由于管道维修等原因导致消防通道断路。其次,消防水池的水纳入小区整体的中水处理系统成为活水,不会因长期不用而导致水池里无水或一池泥浆。另外,在消防水池处还设有自动切换装置,当水池里的水入不敷出时,会自动补充自来水;阴雨天,雨水和多余水会溢流入人工湖,而人工湖设计成漏斗型,使多余的水流入地下,补充地下水。整体系统的完整,使住户有了安全保障而地球资源也得到了保护。小区由于采用中水处理系统,污水和雨水可自行处理且再利用,小区用地中 30% 多的绿地(约 4.5 公顷)每天需浇 400 吨水,原浇花用水 2.50 元/吨,而中水仅为 0.5 元/吨,这样每吨水节约 2 元,一天就可节约 800 元。在噪声处理方面,住宅各层楼板下都铺设了隔音层,并利用沿公路的 60 米宽绿化带隔离城市噪音。

在绿化方面,为了提高空气的洁净度,绿色植物的种植严格按生态效应的级别(都在 92 级以上),对二氧化硫、一氧化碳的转化能力进行选配。在节能方面,通过内保温、外保温、免拆模保温等墙体构造处理,使住房基本实现了冬暖夏凉,而耗能量比 20 世纪 80 年代的住宅降低了 50%;由于采用分户采暖方式,每户分装燃气炉,住户可自由控制室温,采暖设备的安全性也有很好的保障。北潞春小区的建筑设计,充分体现了把住宅区建设为安全、舒适、方便、住宅环境良好,既不失宁静的邻里单位,又和其他社会因素相配合,使居民走向团结友爱,使社会生活更有利于组织化和集体主义的方向发展。

继北京北潞春小区之后,上海万科朗润园项目等 5 个住宅小区率先成为首批创造“上海市生态型住宅小区”的项目。这种“生态型住宅”在设计理念方面,充分考虑如何改善热舒适性、声环境、室内空气质量、绿地生态效应等,不仅重视“以人为本”,更重视“人与自然和谐共存”;生态住宅还采用大量新技术、新材料,如智能化、建筑节能、新能源利用、雨水收集、有机垃圾生化处理等;此外,生态住宅还强调居民的环保、节能意识,并渗透到日常生活中。按照《上海市住宅产业现代化发展“十五”计划》,到 2005 年,上海将建成 20 个生态、环保、节能住宅小区。目前,由中外专家共同研究、规划和建设的一批高品位、高水准的新型生态示范区在中国开始实施。

第四节 城市绿化

城市绿化是生态城市建设中不可缺少的一个组成部分,在改善城市生态环境中有着特殊的功能和作用。从生态学观点来看,在城市陆地生态系统中,惟一能以自然更新的方式改造被污染的环境的因素就是绿地。它是城市生态系统中最重要自净系统,是城市之肺,也是生态平衡的调控者,起着改善城市环境质量及美

化城市容貌的重要作用。

1. 国内外城市绿化的经验启示

绿地是城市生态系统实现良性运行的基本保障。“生态城市”的绿地应本着因地制宜,坚持生态效益第一的原则,这是城市绿化工作的基本点和出发点。

人们都说中国的香港是一个青山碧海怀抱中的钢筋水泥之城。从 1976 年起,香港政府立法发展郊野公园起到现在,共设立 23 个郊野公园、15 个特别护理区、4 个海岸公园和 1 个海洋保护区,占香港总面积的 38%。香港从 2001 年开始推行城市绿化计划,迄今已绿化了 40 片政府空地,种植了 2.7 万株树木和 60 万棵灌木。主要种植开花乔木以及四季开花灌木,同时辅以草坪衬托。2004 年,政府绿化 16 块空置土地,总面积约为 3 公顷。这些“特护地带”不但确保自然生态得到护理,还为市民户外活动提供了方便。从著名的铜锣湾商业区只需步行 15 分钟就可到达香港仔郊野公园,乘车 15 分钟则可到达大潭水库或薄扶林郊野公园。这些公园依山而建,林木葱茏,山路整洁,潭水清澈。在香港仔郊野公园不见天的森林中,可以听见画眉婉转啼鸣,看苍鹰展翅翱翔,欣赏蝴蝶翩然纷飞,这些都应归功于植树造林。

由于土地面积狭小,东京的绿化充分向空中发展。这里的绿化更多意味着种树,而不是种草,公园里大片树木下长着的都是杂乱无章的野草。路边的绿化也主要是树,大路两旁绿树成行,紧挨人行道是冬青、柏树、杜鹃花等修成的树墙,马路中间的隔离带也是树墙,修剪得十分整齐。居民住宅更是见缝插针,只要有一点点地方都种上树,楼上阳台的花盆很多是树做的盆景,墙头也种上小树。楼顶种树是东京城市绿化的一道迷人风景。走在东京街头,一些高高的楼顶上冒出来的树木,给没有生命的钢筋水泥建筑平添了几分生气。“空中森林”的建设不仅仅出于美化市容的考虑,

更多的是为了保护都市环境,降低温室效应。日本城市绿地保护法规定,凡占地面积超过 1 000 万平方米的新建筑必须把非建筑部分的 20%用于绿地,而且楼顶必须有不少于 20%的面积种植绿色植物,政府为此提供补贴。

城市的绿化既要充分发挥绿地系统的恢复自然环境的自净和再生功能,又要使绿地系统为居民创造良好的社会活动场所。具体要注意下列几个方面:

(1) 发挥城区原有生态系统和有重要价值的文化景观或文化遗迹的多功能作用。像澳大利亚的悉尼、俄罗斯的莫斯科、格鲁吉亚的第比利斯这样一些城市城区都保存有较好的天然森林,不但对维护城市环境起着巨大的作用,而且也是居民休闲、游览的好场所。同样,马来西亚的吉隆坡市区丘陵热带雨林的存在,中国贵阳城区石灰岩山小片天然森林的残存,也为城市增光不少。

(2) 恢复和重建退化的生态系统。许多城市及其周边地区,原生生态系统大多已被破坏殆尽。为了使城市更加符合人类社会发展的要求,应该选择有可能恢复原有生态系统的次生生态进行自然恢复,或模拟原来生态系统的结构和组成重新建造。桂林市区许多石灰岩山峰,50 年前几乎全是无林秃山,经过封山育林,现在已经发展成茂密的天然森林,使得城市风景更加美丽可爱。

(3) 公园和植物园的建设和配置。公园是城市绿化建设的重点,应该精心设计,使其具有本地的风格和特色,不应机械地模仿外来模式,形成千篇一律。这就要选择本地特有、珍贵和有发展前景的物种,与具有民族风格的建筑和景物合理配置,使其在实施绿化、美化、香化、净化和产业化战略上起到更大的作用。植物园应该围绕生物多样性迁地保护,并保存或重建相当面积原有的生态系统,以吸引更多的游人,在环境保护和生态旅游上发挥更大的作用。

(4) 街心花园、花坛、街道两旁、河岸、湖岸和海岸绿色空间

或走廊的建立。要因地制宜地进行规划设计,以本地种类为主,进行乔、灌、草、藤本植物等适当的空间搭配,以吸引更多能适应城市生境的动物栖息其中,创造绿化、美化、香化、净化和产业化五结合的新景观。

(5) 片林的建造。城市建筑物周围、道路、农地、河岸边缘和一些无人照管又不适于作任何其他用途的小块土地,应科学地选择本地原生生态系统中所固有的适当树种营造片林,使之发挥美化和改善城市环境的作用,这是建设生态城市的一项非常重要的任务。杭州西湖周边地区,这种片林镶嵌在房舍、农田和道路之间,构成宏伟景观的一部分,给人十分美好的印象。

(6) 庭院的布置。房舍周围、特别是那些高级文化住宅区,应以有特色的乔木、灌木、藤本和鲜花绿草来布置,美化环境。澳大利亚首都堪培拉从房舍到街道,根据其环境特点由庭园、绿篱、片林、行道树一层层延伸,令人眼花缭乱,确实是名副其实的花园城市。

(7) 房顶、墙壁、凉台和室内的绿化。这些城市独特的小生态绿化,给城市增加不少风采和鲜艳,应通过试验示范,使更多的种类进入市场,得到实际应用。

2. 建设城市森林将成为城市绿化的代表性理念

“人在城中,城在林中,林在城中,居在绿中”,将成为 21 世纪城市绿化建设的目标。城市生态环境建设强调以人为核心的设计理念,创造“天人合一”的城市与森林融合的人居环境空间,已成为城市绿化的新理念。

中国城市森林建设的试点始于 1998 年,吉林省长春市率先开展城市森林建设。随后相继有安徽合肥、辽宁阜新、湖南娄底市开展了城市森林建设试点。此外,广东省先后有东莞、广州、珠海、南海、深圳、潮州等十多个城市制定并实施了城市森林建设规划。近

年来,北京市结合绿色奥运建设实施隔离区绿化林带、五河十路防护林带等城市森林建设。最近,北京市政府规定“今后的城市规划要多种树、少种草,新建绿地乔木比例不得低于 70%”。上海、兰州、大连、无锡、长沙、宜昌、牡丹江、遵义、湘潭、濮阳和河北省许多城市也不同程度地进行着城市森林建设。

中国不少城市已开始了城郊结合、森林园林结合,扩大城市绿地面积,走生态园林道路的探索,如北京、天津、上海、合肥等市。上海市宽阔的外环路外侧是百米宽的外环林带,高大的香樟、女贞、意杨连成一片郁郁葱葱的树林,这就是上海市目前最大的人造森林。因是开放式的,市民可以随意去观光、休憩,所以又称为都市森林。上海最近已开始实施外环线环城绿带第一期工程,在外环线建成 500 米宽、97 公里长的环绕市区的大型绿化圈。广州市城市森林以两山(白云山、越秀山)、两河(珠江、流溪河)为核心,辅之以公共绿地和道路绿化,形成多功能、多类型的网络式结构。近郊建设风景旅游林以及环绕卫星城镇和重点工业镇的生态公益林,远郊森林保障“菜篮子”工程,促进森林旅游及相关产业的发展。

所有这些都说明环城林带、城市森林建设正成为绿化规划的趋势之一,被越来越多的城市规划所采用。通过营造接近自然的城市绿地系统,强调生物物种的多样性,在城市形态上将城市与森林融合,建筑与林木共存,在城市内涵上营造出一流的生态环境,必然会使中国的城市环境越来越美好,创造出人类理想的家园。

第五节 绿色消费和生态化生活方式

有人类,就有消费。消费活动通过索取、加工、流通和废弃这几个环节,把人和自然紧紧而又永远地联系在一起。由于城市是巨大的需求中心和消费中心,所以城市消费结构是否合理,对生态

城市的建设影响极大。

1. 传统消费观念对生态环境的影响

自 20 世纪中期以来,在所谓的“消费社会”中,人们以其消费的数量来衡量个人的成功与否以及成功的程度如何,消费已经失去了其本意。“消费社会”的盛行,一方面,导致加速、加重对资源的掠夺性开发,造成森林、土壤、水、空气等资源的紧缺乃至枯竭;另一方面,产生了大量的废气、废水和固体垃圾等废物,造成对环境的严重污染和破坏。据统计,北美洲的人均消费是印度和中国的 20 倍,或者是孟加拉国的 60 倍至 70 倍。曾经有人问马哈特玛·甘地,印度独立之后能否达到英国的生活水平。他的回答是耐人寻味的:“英国耗费了地球一半的资源来实现它的繁荣。那么像印度这样的国家需要几个地球呢?温哥华不列颠哥伦比亚大学威廉·李斯教授指出,所有的城市都从其建成区以外的土地上获取自然资源(如农产品、木材、燃料等)。一般来说,维持一个城市发展所需的全部土地的面积,至少是该城市市域或者建成区面积的 10 倍甚至更多。他假设,如果地球上所有的居民都以发达国家的生活方式那样生活和消费的话,我们需要增加的土地面积就相当于两个地球那么大。西方的生活方式目前正在迅速地全球化,一旦这一进程到了一定的程度,其结果就不仅仅是富裕与贫穷之间的不平等问题,也不仅仅是某几个城市或某些地区的生态问题,而可能是整个地球生态系统的崩溃。因此,拯救人类的惟一方法是进行思想观念、特别是消费观念的变革。

2. 确立可持续发展的绿色消费观念

国际社会对“绿色”的理解,通常包括生命、节能、环保三个方面。当人们意识到我们不负责任的生活方式正在造成生态环境的恶化和资源浩劫所产生的生存危机时,人们必将义无反顾地选择对健康有益的、保护环境的绿色消费方式。

绿色消费是充分体现人类对环境呵护的一种全新的消费方式,是一种以“绿色、和谐、自然、健康”为宗旨,有益于人类健康和生态环境的一种消费方式。狭义绿色消费是指消费者意识到环境恶化已经影响其生活质量及生活方式,自觉抵制那些破坏环境的物品,以减轻对环境危害的消费方式。英文版《消费者指南》一书中将绿色消费定义为避免使用六大类商品的一种消费。这六大类商品包括:(1)危害到消费者和他人健康的商品;(2)在生产、使用和丢弃时,造成大量资源消耗的商品;(3)因过度包装,超过商品物色或过短的生命期而造成不必要浪费的商品;(4)使用出自稀有动物或自然资源的商品;(5)含有对动物残酷或不必要的剥夺而生产的商品;(6)对其他发展中国家有不利影响的物品。

广义的绿色消费不仅包括购买绿色产品或享用绿色服务以及对“环境不友好”物品的抵制,而且还包括消费过程中处处体现的节约资源、减少污染的环保意识。国际上一些环保专家将广义绿色消费概括为 5R,即节约资源,减少污染(Reduce);绿色生活,环保选购(Reevaluate);重复使用,多次利用(Reuse);分类回收,循环利用(Recycle);保护自然,万物共存(Rescue)。

绿色消费是一种注重生命、健康、环保的崭新消费方式,其最终目的是引导消费者走可持续消费的道路。也就是说,在社会消费中,不仅要满足当代人的消费需求和安全健康,而且要满足后代人的消费需求和安全健康。从其宗旨上讲,绿色消费具有两个方面的含义,一是消费行为要有利于人类自身的健康,二是消费行为要有利于人类生活在其中的生态环境的平衡与保护。从其内容来看,绿色消费是节约型的、适度的消费,要避免由于非经济因素造成的多余消费。从其特征上讲,绿色消费是科学的、文明的消费,讲求消费的合理性,追求消费后果要有益于身心健康。具体说来,绿色消费行为主要有:(1)不购买在使用中和使用后对身体健康有害的产品和服务,如香烟、含色素的食品、被污染的食品等;(2)不

购买污染环境的产品,包括过多包装,一次性产品,生产和使用时或使用后造成浪费或污染的产品;(3)不购买经过多重转售或代理的产品,因为这样的产品除了价格昂贵外,在长途运输时也会消耗能源、污染环境;(4)减少购买由原生原料生产的产品,而鼓励购买由再生原料生产的产品;(5)不购买超出需要的产品或服务,坚持适度消费;(6)不从事和参与不健康的消费活动,如赌博、色情等。显而易见,绿色消费具有显著的、直接的生态意义。

目前,绿色消费已得到国际社会的广泛认同。据联合国统计署的数据:1999年,全球绿色消费总量已达3 000亿美元;90%的德国人、84%的荷兰人和89%的美国人,在购物时会考虑到消费品的环境标准;85%的瑞典消费者,愿意为环境清洁而支付较高的价格;80%的加拿大消费者宁愿多付10%的钱,购买对环境有益的商品;70%的日本消费者,只挑选和购买符合环保要求的商品。

3. 建立生态化的生活方式

消费关系到每个人的生存、发展,绿色消费不仅是消费无污染、无公害、质量好、有利于消费健康化的产品,而且是保护、培育优美的生态环境,协调人与自然的关 系,是尊重自然、保护生态环境的一种环境良知的体现。消费经济学一直认为:“人们的消费需要,不仅包括物质需要和精神文化需要,还应包括生态需要在内”,“生态需要对人的生存和发展,对满足人的消费需要,具有极端重要性”。因此,当人们在消费过程中生态需要得到满足的同时,消费者本身也要树立一种生态化的生活方式。它包含两方面的内容:

第一,从生产与消费良性循环的高度来看,发展绿色消费,是优化消费结构、优化产业结构、促进经济增长的重要条件。因为产业发展与生活方式是相互影响、互为动力的。在工业社会,工业生产是破坏地球生态环境的主要因素。在过去的20年中,中国每年因污染造成的经济损失约占国内生产总值的3%—8%。发展绿色消费,

不仅能排除环境污染及经济损失,而且有利于优化产业结构,促进经济增长。随着绿色消费成为越来越多的人的生活时尚,对环境的关注使消费者产生“绿色消费”的需求,“绿色消费”需求又引导一个新的市场方向,使绿色产品渗透市场和占领市场,并逐步形成一种新的市场——“绿色市场”。在“绿色市场”中的竞争,促进了绿色产品和生产产业的发展,又进一步扩大了“绿色市场”的领域和范围。这就是“绿色消费”与“生态产业”之间的互动机制。为了强化两者之间的互动性,首先应当强化两者之间的互利性,要让消费者知晓绿色消费的利益所在,让企业知晓采用绿色技术、发展生态产业的利益所在。

第二,绿色消费是一种生态文明的消费观,它要求人类以坚持与自然协调的方式,追求健康而富有成果的生活,而不是去耗竭资源、破坏生态、污染环境。因此,绿色消费一方面要求消费者在消费时选择未被污染、有助于环保并符合健康要求和安全标准的绿色产品以及其他消费品;另一方面要求在消费过程中注重对废弃物的处置,不污染环境,从而使消费者的观念向崇尚自然、追求生态化生活方式方面转换。一般而言,对于前者,因其是利己的,比较容易为人们所接受;而对于后者,因其是利他的,则似乎不易于深入人心。现实的情景是,绿色消费品深受消费者青睐,如有机食品、生态服装、化妆品、家居装饰材料、绿色空调、冰箱等生活用品,因其无毒、无污染、环保而备受社会公众推崇。但出于环保所做的有利于公众和后代人而对自己有所限制的事情,人们从认可到接受进而成为自觉行为则需要一个较长的过程。

总之,绿色消费要求人们改善现行的生产方式和生活方式,提倡符合生态平衡和自然保护原则的可持续发展的生活方式。同时,绿色消费是一种更加符合人的本性的生活方式,有助于人的个性的全面发展和社会关系的和谐。因此,作为追求自然环境优美与人文环境和谐的生态城市建设,应当通过提倡绿色消费,建立生态化的生活方式。

第十三章 生态工业和清洁生产

自工业革命至今,人类社会已走过 200 多年的历程。工业已成为当今全球经济的支柱,工业化不仅是世界各国共同追求的目标,更是衡量一个国家经济发达程度的重要标志。但是,工业化运动在促使社会经济快速发展的同时,也导致了严重的资源破坏和环境污染,给人类社会的长期发展带来了威胁。1972 年,联合国在瑞典斯德哥尔摩召开人类环境会议,其主要议题就是工业污染和环境破坏。随着全球可持续发展理论的提出与深化,人们开始认识到,传统的工业生产是造成人类生态环境恶化的主要因素。转变传统的工业生产模式,采用一种前瞻性的、与环境友好的、体现生态效益的工业发展模式,从生产源头和全过程来控制工业污染,实现工业的可持续发展,已成为世界各国关注的焦点。

第一节 生态工业的概念及其意义

1. 生态工业的概念

一般认为,生态工业是指经济上、生态上可持续的工业。这种工业体系不但应是经济上效率最高的,而且也是生态上效率最高的,因而是工业发展的最高形式,是一种理想状态。从传统的工业发展到生态工业的过程,也就是工业体系生态化程度不

断提高的过程。^①

工业生态学是生态工业的理论基础。1989年9月,美国通用汽车公司研究部副总裁罗伯特·福罗什(Robert Frosh)和负责发动机研究的尼古拉·加劳布劳斯(Nicolas Gallopoulos)在《科学美国人》杂志上发表的题为“可持续工业发展战略”一文中,首次提出了工业生态学的概念。工业生态学就是把整个工业系统作为一个生态系统来看待,认为工业系统中的物质、能源和信息的流动与储存不是孤立的简单叠加关系,而是可以像在自然生态系统中那样循环运行,相互依赖、相互作用、相互影响,形成复杂的、相互链接的网络系统。工业生态学专门审视工业体系与生态圈关系,是充分体现综合性和一体化的一种新思维。在工业生态学中,通常用“工业共生”、“工业链”和“工业代谢”等生物生态系统类比的概念来表征工业生态系统的关系。

生态工业是根据工业生态学基本原理建立的、符合生态系统环境承载能力、物质和能量高效组合利用以及工业生态功能稳定协调的新型工业组合和发展形态。它是从生态系统的承载能力出发,模拟自然生态系统各个组成部分(生产者、消费者、还原者)的功能,充分利用不同企业、产业、项目或工艺流程等之间,资源、主副产品或废弃物的横向耦合、纵向闭合、上下衔接、协同共生的相互关系,依据增值、增效或减耗和生产链延长增值原理,运用现代化的工业技术、信息技术和经济措施优化配置组合,建立一个物质和能量多层利用、良性循环且转化效率高、经济效益与生态效益双赢的工业链网结构,从而实现可持续发展的产业。

生态工业也是循环经济理论在工业体系中的应用形态之一。循环经济是对物质闭环流动型经济的简称,以物质、能量梯次和闭

① 沈国明主编:《21 世纪的选择:中国生态经济的可持续发展》,四川人民出版社 2001 年版。

路循环使用为特征,在环境方面表现为污染低排放,甚至污染零排放。循环经济把生态工业、资源综合利用、生态设计和可持续消费等融为一体,运用生态学规律来指导人类社会的经济活动,因此生态工业本质上也是一种基于生态的循环经济。

2. 生态工业与传统工业的区别

传统工业是由“资源——产品——废物”所构成的物质单向流动的生产过程,是一种以高物耗、高污染、低效率为特征的线性生产模式。生态工业则是“资源——产品——废弃物——再生资源”的环性生产模式,是一种可持续的循环经济的发展模式。两者之间的区别如下:

从实现经济增长的方式上看,传统工业以反向增长的自然代价来换取经济的数量型增长。无序开采和提取地球上的物质和能源,把地球视为庞大的“阴沟洞”或“垃圾箱”,导致生态环境难以挽回的损失。生态工业则力求建立一种以物质和能量闭环流动为特征,具有自动反馈调节、相对封闭功能的循环经济系统,以实现可持续发展所要求的经济与环境“双赢”的战略目标。发展生态工业有利于减缓自然资源的耗竭速度,使经济发展步入可持续的良性发展轨道。据有关专家计算,在中国的财富来源中,人力资本占 77%,产出资本占 15%,而自然资本仅占 8%。如果按照生态工业原理组织生产,使原本要排出生产过程之外的废物变为资源重复利用,必将大幅度减少自然资源的耗竭。粗略估计,仅利用每年没有利用的固体废弃物和可回收利用的再生资源,就可以保护价值达 500 多亿元的自然资源免遭损失。

从系统的构成上看,传统工业系统主要由采掘业和加工业两大部门构成。生态工业系统则是模拟自然生态系统,主要由资源生产、加工、还原三大部门组成。资源生产部门类似自然生态系统的初级生产者即植物,对各种资源进行开发利用,为工业生产提供

初级原料和能源;加工生产部门好比自然生态系统的消费者即食草动物、食肉动物,将初级原料和能源进行多层次的加工转换成工业品;还原生产部门好像自然生态系统的还原者即食腐动物、腐解生物,将工业生产过程中的各种副产品和废弃物再资源化,整个工业生态链高效、良性循环,工业发展与生态环境协同进化。

从产业结构和布局上看,传统工业由于过分强调工业的专业化、区域化,企业产品单一化,生产周期过分追求规模经济效益,且是区际封闭式发展,导致产业结构趋同、产业布局集中、同类企业密集、资源过度开采、生态环境系统超载、工业废弃物骤增。生态工业则强调系统的开放性和相对封闭性,聚集不同类型的相关企业,通过不同生产工艺之间、产品与资源之间、废弃物与资源之间的耦合关系,尽量延伸工业产业加工链,最大限度地开发和利用各种资源和主副产品,减少废弃物的生成和排放,有效地保护生态和环境,实现工业产品“摇篮——坟墓——摇篮”的良性循环,产业结构多元化,产业布局多样化。据有关资料,中国矿产资源总回收率仅为 30%—50%,比世界平均水平低 10—20 个百分点;单位产值能耗为世界平均水平的 2.3 倍,主要用能单位能耗比国外先进水平高 40%。这是造成企业成本上升、经济效益差的重要原因之一。按照生态工业方法,通过将上一生产过程的废料或副产品作为下一生产过程的投入原料,必将大大减少企业的能源、资源消耗,从而降低成本,提高效益,增强竞争优势。调查测算显示,中国工业产品能源、原材料的消耗占企业生产成本的 75% 左右,若降低一个百分点就能取得 100 多亿元的效益。

从资源开发利用方式上看,传统工业带有明显的“三高”(即高开采、高耗费、高排放)特征,许多原材料往往经过一次生产过程后变成了废物排放到环境中,势必造成自然界的物质失衡:一方面,从自然界获取过多,造成自然资源枯竭;另一方面,大量废物的释放破坏了环境的容量功能和自维持性功能,造成生态系统功能失

调乃至退化。生态工业则不同,根据工业生态学的基本原理,科学地指导资源的综合开发和利用,经济效益和生态效益兼顾,最大限度地利用进入系统的物质和能量,从而达到“三低”(即低开采、低耗费、低排放)的最佳境地。据测算,中国能源利用率若能达到世界先进水平,每年可减少 3 亿吨标准煤的消耗,这将使大气环境质量得到极大的改善;固体废弃物综合利用率若提高一个百分点,每年就可减少约 1 000 万吨的垃圾。

第二节 实施生态工业的具体措施——清洁生产

1. 清洁生产的涵义

清洁生产(cleaner production)概念是由 1989 年联合国环境规划署工业与环境规划中心在制定的《清洁生产计划书》中首次正式提出的。其定义为,清洁生产是指将综合预防的环境策略持续应用于生产过程和产品中,以期减少对人类和环境的风险。对生产过程,清洁生产包括节约原材料和能源,淘汰有毒原材料并在全部排放物和废物离开生产过程以前,减少它的数量和毒性。对产品而言,清洁生产策略旨在减少产品在整个生命周期,从原料的提炼到产品的最终处置对人类和环境的影响。^①

《中国 21 世纪议程》对清洁生产的定义则为:“清洁生产是既可满足人们的需要又可合理使用自然资源和能源并保护环境的实用生产方法和措施,其实质是一种物料和能源消费最少的人类活动的规划和管理,将废物减量化、资源化、无害化,或消灭于生产过程中。同时对人体和环境无害的绿色产品的生产亦将随着可持续发

^① 熊文强等:《绿色环保与清洁生产概论》,化学工业出版社 2002 年版。

展进程的深入而日益成为今后产品生产的主导方向。”^①目前,在不同的发展阶段或不同的国家对清洁生产一词有着不同的提法,但内涵基本类似,如“污染预防”、“清洁工艺”、“废物减量化”等。

清洁生产思想自诞生以来,一直在不断创新、不断丰富。近几年来,清洁生产领域新的概念、新的实践层出不穷,有关于推行机制的,也有关于技术方法的。有的深化和丰富了清洁生产思想,有的开创和实施了新的清洁生产工具。这些理论和实践为创立新清洁生产打下了良好的基础。从名称上看,清洁生产的名称经历了废物规避、低废物工具、废物最小化、废物预防、源削减、源控制等一系列变化。从内容上看,清洁生产不但从最初的化工企业清洁生产审计,发展到包括一、二、三产业各种类型组织的审计,而且其广度和深度迅速发展。

2. 清洁生产的深远意义

清洁生产不仅有着广泛的现实意义,而且有着深远的历史意义。

(1) 清洁生产是推行可持续发展的一项基本战略。1992年,在巴西召开的环境与发展大会通过的《全球 21 世纪议程》,号召工业提高能效,开发清洁的技术和生产工艺,改善污染治理技术,用适当的替代品取代产生污染的产品,减少废弃物。《中国 21 世纪议程》也明确指出:转变发展战略,实施清洁生产,建立现代工业的新文明。广泛开展清洁生产,可以大幅度减少资源消耗和废物产生,重新整合、恢复受损环境,使人类排除当今世界资源危机的困境和环境污染的困扰,走上可持续发展之路。因此,清洁生产不仅是世界环境保护工作的重大转折,实现环境和经济协调发展的环境战略,而且是一场新的工业革命,是实现可持续发展的关键因

^① 《中国 21 世纪议程》,中国环境科学出版社 1994 年版。

素,必将成为 21 世纪工业发展的新模式。

(2) 清洁生产可使资源得到充分利用。清洁生产可以最大限度地利用资源和能源,通过循环套用或重复利用,使原材料最大限度地转化为产品,把污染消灭在生产过程之中。通过改进设备或改变燃烧方式,进一步提高能源的利用率,既可减少污染物的产生量与排放量,又可节约资源和能源,用较少的投入获得较大的收益,具有显著的经济效益。例如,惠普公司在设计和制造 4L 等新型打印机时,在保持功能不变甚至更优的情况下,比它前身 3P 型打印机在尺寸上缩小了 20%,重量上减轻了 30%。再如通讯中用光纤技术代替传统的铜线,生产轻型化的小汽车等,这些都是资源得到充分利用的体现。

(3) 清洁生产开创了防治污染新阶段。清洁生产改变了传统的末端治理的污染控制模式,把污染尽可能控制在生产过程中,变被动治理污染为积极预防污染,从而实现环境管理方式的根本转变以及发展与环境的“双赢”。清洁生产强调在生产过程中提高资源和能源转换率,减少污染物的产生,降低对环境的不利影响。清洁生产采用了大量的源头消减措施,既可减少含有毒成分原料的使用量,又可提高原材料的转化率,减少物料流失,减少污染物的产生量和排放量,从而减少二次污染的机会,使企业由以消耗大量资源和粗放经营为特征的传统发展模式向集约型转化。

(4) 清洁生产能为企业树立良好的形象。清洁生产要求应用节能技术、新能源开发技术、无害无毒或低害资源替代技术、资源综合利用技术、高效组合和自动化控制技术、清洁生产开发技术等,可促使企业提高管理水平,提高员工的整体素质。通过清洁生产审计,实施节能、降耗、减污等方案,可降低产品成本,提高产品质量,大大减少末端治理的污染负荷,节省大量环保投入(一次性投资和设施运行费),提高企业防治污染的积极性和自觉性。清洁生产还可改善工业企业与环境管理部门间的关系,解决保护环境

与发展经济的矛盾。实施清洁生产,不仅大大改善了企业环境质量,而且还可以为企业塑造良好的企业形象,树立良好的声誉,赢得社会对其产品的认可和对企业的赞誉。

3. 实施清洁生产的主要途径

实施清洁生产的途径很多,目前主要的途径如下:

(1) 以保护环境为目标进行产品设计和原材料选择。通过预先制定的措施预防污染,将污染物在产生之前就被消减或消灭于生产过程中,其实质是避免污染的产生,在经济上和环境上比净化和控制污染更为可取。产品设计时能够充分利用资源,有较高的原料利用率,产品有利于人体健康和生态环境保护;生产规模设计应充分考虑到生产的规模对原材料的利用率和污染物排放量的多寡以及经济效益,在投资、资源能源利用、生产管理、污染预防等方面有明显的优势。在原材料的选择上应减少有毒有害物料的使用,减少生产过程中的危险因素,使用可回收利用的包装材料,采用可降解和已处置的原材料,合理利用产品功能,延长产品使用寿命。例如,雀巢咖啡瓶用完后可以用作茶缸,因为玻璃瓶比一次性的易拉罐或塑料瓶利用率更高。有研究表明,利用玻璃瓶能够反复使用至少五十多次。

(2) 改革工艺和设备,开发全新流程。各行各业可根据企业的具体情况和资金实力,对现有的工艺和设备进行改造,尽最大可能提高每一道工序的原材料和能源的利用率,减少生产过程中资源的浪费和污染物的排放;应全面检测和监控生产过程、原料及生成物的情况,科学地分析研究物料流向及物料损失状况,调整生产计划,优化生产程序,尽可能有效利用先进的科学技术提高原材料和能源的利用率;用消耗少、效率高、无污染、少污染的工艺、设备替代消耗高、效率低、产污量大、污染重的工艺和设备;建立连续、闭路生产流程,减少物料损失、提高产量、提高物料转化率,减少废

弃物的生成。

(3) 废物循环利用,建立生产闭合圈。实践证明,工业生产中物料的转化不可能达到 100%。这就要求在生产过程中必须将流失的物料加以回收,返回到流程中或经适当的处置后作为原料回用,或作为替代物返回生产流程中;废料经处理后作为其他生产过程的原料应用或作为副产品回收;建立从原料投入到废物循环回收利用的生产闭合圈,真正实现工业生产对环境的“无害化”、“清洁化”。

(4) 发展环保技术,实行必要的末端处理。在推行清洁生产所进行的全过程控制中,还需包括必要的末端处理。它只是一种采取其他预防措施之后的防治污染最终手段,而不像以往那样处于优先考虑的地位;厂内的末端处理可作为送往厂外集中处理的预处理措施;应从废物中回收有用的成分,如焚烧废渣回收热量、有机废水通过厌氧发酵,使其中的有机质转化成甲烷等。必须充分利用如粉煤灰处理和综合利用技术、钢渣处理等先进的、实用的环保技术及综合利用技术,实现有效的末端处理。

(5) 加强科学管理。强化管理能消减 40% 污染物的产生。加强管理是一项投资少而成效巨大的有效措施,也是企业推行清洁生产优先考虑的措施。这些措施包括:安装必要的高质量监测仪表,加强计量监督;建立有环境考核的岗位责任制与管理职责;杜绝跑、冒、滴、漏;完善可靠翔实的统计和审核制度;对产品进行全面的质量管理,合理安排批量生产日程;改进操作方法,实现技术革新;改进清洗方法,节约用水;合理购进、贮存与妥善保管原材料;努力执行国际标准化组织推出的 ISO14000 系列标准等。

4. 国内外推行清洁生产的概况

从总体上看,发达国家推行清洁生产主要采用的是供给推动机制。这种机制不能大面积地有效地激发组织自主地进行清洁生

产。近几年,各国清洁生产在推行中都遇到一些问题,其集中的体现是,主动要求进行清洁生产审计的组织不多、通过审计的成果也很难持久。

发展中国家推动清洁生产采用的也是供给机制。但是由于政府经费不足,推行成功的企业并不多,推动清洁生产往往依赖于发达国家或国际组织的赠款项目。

1976 年欧共体提出了开发“低废、无废技术”要求;1977 年制定了关于“清洁工艺”的政策;1984、1987 年又制定了欧共体促进开展“清洁生产”的两个法规,明确对清洁工艺生产工业示范工程提供财政支持。1984 年联合国欧洲经济委员会正式确认:无废技术是一种生产产品的方法,所有的原料与能源将在依赖资源、生产、消费、二次原料资源的循环中得到最佳的、合理的综合利用。在各国政府的大力支持下,联合国工业和发展组织及联合国环境规划署启动的国家清洁生产中心项目,在约 30 个发展中国家建立了国家清洁生产中心,这些中心与十几个发达国家的清洁生产组织构成了一个巨大的国际清洁生产网络。

20 世纪 90 年代前后,一些发达国家相继尝试运用“废物最小化”、“污染预防”、“无废技术”、“源削减”、“零排放技术”和“环境友好技术”等方法,以提高生产过程中的资源利用效率,削减污染物,减轻对环境和公众的危害。这些实践取得的良好环境效益和经济效益,使人们充分认识到,将环境保护渗透结合到生产全过程中,从污染产生的源头进行预防的重要性及其深远意义。目前,“预防为主”,积极开展和推行“清洁生产”已得到了世界各国的普遍关注和实施。

美国的地方政府及企业在“产品责任制”的意识方面走在了世界前列。1974 年 3M 公司提出与清洁生产相关的“污染计划”,其基本观点是:污染物质就是未被利用的原料,污染物质加上创新技术就是有价值的资源。美国各大化学公司在预防污染、减少废物

排放方面,开发和推行了许多清洁生产工艺技术。例如,大西洋工业公司通过改革生产工艺,在生产中采用化学浓缩、降低化学反应温度和采用新的混合方法等清洁生产工艺技术,使该公司产品在增加 8% 的情况下,大大减少废水排放;Unin Oil 公司化工厂通过更换管道输送装置,使有毒气体的产生量大大减少,用无汞农药取代有汞农药,彻底消除汞的污染。

1976 年美国制定了专门的固体废弃物处理法案,并要求各州制定相应的法规,加强对废弃物质的回收利用。目前,美国纸张和软饮料塑料瓶的回收利用率均超过 40%,软饮料罐和铁质包装的回收率则超过 55%。1990 年公布的《污染预防法案》,明确规定对污染发生源事先必须采取措施,进行预防和消减污染量,无法回收利用的尽量做好处理工作,最后的手段才是排放和末端处理。

日本在研究开发和采用少废无废工艺技术方面居世界领先地位,如将“三废”消除在工艺过程中,在化学工业工艺过程中实施“闭路循环系统”。其方法和步骤为:确定污染流程图,明确工艺过程中废弃物的物料衡算;改进单元操作,使其不排或少排废物;将废物处理考虑在工艺过程内,将所排废物在其排放源处加以处理后回收或再利用;改革工艺过程,以达到不排出废物。日本著名的丰田公司,原来工厂垃圾的排放量为 9 800 多吨。利用循环技术后,铁屑回炉变为有用金属,瓦砾粉碎加工成地砖,污泥成为花园肥料,真正的垃圾只剩 900 多吨。此外,企业还积极参与回收社会垃圾。东京都江户区部分企业近日开始回收超市、饭店的食品垃圾,用以发酵生成沼气发电,这样既节省能源,又保护环境,一举两得,名利双收。

德国是最早提出循环经济的国家。为了解决经济增长与资源消耗、环境保护问题,该国政府于 1994 年推出《循环经济法》,规定:在生产场所要避免废物产生,无法避免的废物和经过消费者使用的包装废物、旧货等要加以回收利用,对不能再利用的最终废物

作无害化处理。清洁生产是正在形成的德国绿色工业的重要标志之一。德国在努力实现“绿色文明”中位于世界领先地位,也是欧美兴起的绿色生产的先锋。如德国宝马汽车公司将汽车部件分别按其材料的类型涂上不同颜色,便于日后有效回收;许多信纸印刷厂家在承担印刷的信纸一角印上“此纸张是无氧漂白纸”或“此纸对环境无害”等字样。

法国政府为防治或减少废物的产生,制定了采用“清洁工艺”生产的生态产品及回收利用和综合利用废物等一系列政策。如法国环境部设立无污染工厂的奥斯卡奖金,奖励在采用无废工艺方面作出成绩的企业。近年来,有关部门对 100 多项无废工艺的技术经济情况进行调查研究的结果是,其中无废工艺设备运行费低于原工艺设备运行费的占 68%。政府对超过原工艺设备运行费的,给予财政补贴和资助,以鼓励和支持无废工艺的发展和推行。

荷兰在采取税法条款来推进清洁生产技术的开发和利用方面做得比较成功。采用革新性的污染预防或污染控制技术的企业,其投资可按 1 年折旧(投资的折旧期通常为 10 年)。“污染预防项目”使荷兰在防止污染和回收废物方面取得了明显的进展。例如,95%的煤灰料已被利用作为原料;85%的废油回收作为燃料;65%的污泥用作肥料;家庭的废纸和废玻璃已有一半以上被收集分类和再生利用。政府为促进少废无废(清洁生产)技术的开展和利用,可向工厂提供占新设备费用 15%—40%的补贴。政府还制定了 2000 年防治和回收废物的环境战略目标,明确规定:废物回收和利用从 1986 年的 35%提高到 2000 年的 60%;废物总量减少 5%;废物最终处理率(焚烧或填埋)从 65%降到 35%;废物填埋率从 55%降到 10%。

英国则更多地鼓励工业企业建立工业污染集中控制系统,该系统是抓住污染源尽可能采用少废无废技术,使污染物减少到最低程度。世界著名的帝国化学工业公司(ICI)率先在设计新工厂

时,进行技术安全的风险影响评价,设计者能及时根据评价结果改变其工艺路线,选择采用少废无废技术,尽量减少废物的排放。他们提出了环境负荷因子(the environmental load factor)的概念来集中反映每生产单位重量产品所消耗的原材料、溶剂和其他化学品的总量。用此因子来及时控制原材料的消耗,以改变和减少反应步骤,改进工艺和操作技术,减少溶剂及化学品的用量,并加以回收和循环利用。这样,使整个工艺废物量减少到原工艺的 10% 左右。

20 世纪后期,一些发展中国家也积极采取一系列政策和措施,加大防治和解决环境污染问题的力度,而清洁生产也得到了政府、公众和企业的重视,并作为解决上述问题的重要手段。

韩国政府和工业界逐步认识到清洁生产技术作为削减和预防污染的重要性,相关的研究与开发活动以及清洁生产技术的应用不断增加。1992 年通过的《关于促进资源节约与重复利用的法案》,要求进行资源的有效利用和副产品与废物的再循环;1995 年颁布的《环境标志标准的通知》,提出了环境友好产品和清洁产品的认证体系;1994 年通过的《关于环境技术开发与支持的法案》,目的在于促进环境技术开发。环境部实施了“环境技术开发项目”,并得到贸易和工业部及科学技术部的支持。《低废与无废工艺技术和机动车辆排放控制技术》项目,已作为一个清洁技术子项目加以实施。

波兰是发展中国家开展清洁生产较早的国家之一。工业部和环境部联合签署了《清洁生产政策》,发表了《清洁生产宣言》,制定了清洁生产计划。全国已有 670 多家企业参加清洁生产活动,有 440 多人获得清洁生产专家资格。由于实施清洁生产,全国固体废物、废水、废气和新鲜水用量分别减少 22%、18%、24% 和 22%。

印度作为联合国环境规划署资助的重点国家,已成立了国家清洁生产中心。1992 年政府发布《污染削减政策声明》,推动清洁

生产在全国范围实施。政府为解决工业用水的严重污染问题,目前在新建的石油化工行业中,不断研究开发“低废工艺”,如氯乙烯单体和聚氯乙烯、丙烯等,使丙烯腈生产工艺中有毒物排放量仅为 20 世纪 70 年代的 $1/7$ 。在聚丙烯生产工艺中,催化体系已逐步改进到几乎无废物产生。在化肥和农药生产中采用“闭路循环工艺”,改进催化剂体系及合成技术路线。

马来西亚是世界著名的橡胶生产国,全国大约有 80 个橡浆浓缩液厂和 100 个橡胶生产厂以及大量的橡胶产品生产厂,每天都要排出大量的废水。以往他们采用传统的生物氧化池进行处理,现在通过采用上流式澄清系统连结过滤装置等新的清洁生产技术将废水净化回收,使一个中型橡浆浓缩液厂每天可循环利用废水达 180 立方米。

巴西在工业生产中已开展废物的回收利用工作,回收利用率最高的是食品、饮料和烟草工业,其回收利用率分别为 88%、98% 和 95%,最低的是冶金工业和造纸工业,分别为 20% 和 9%。化学工业和医药工业是大量有害废物的产生者,其回收利用率也较低,分别为 29% 和 25%。

中国在积极实施清洁生产方面取得了举世瞩目的成绩,被国际社会公认为是清洁生产搞得最好的发展中国家。中国创造了国内生产总值年均增长超过 8% 的世界奇迹,但与此同时,在社会、环境等许多方面也付出了巨大代价。正如中国科学院可持续发展战略研究组首席科学家牛文元所指出的:“中国的 GDP 至少有 18% 是以资源和生态环境的‘透支’为代价获得的。”针对这种现状,中国于 20 世纪 70 年代提出“预防为主,防治结合”的工作原则,提出工业污染要防患于未然。80 年代在工业界对重点污染源进行治理,取得了工业污染防治的决定性进展;90 年代以来强化环保执法,在工业界大力进行技术改造,调整不合理工业布局、产业结构和产品结构,对污染严重的企业推行“关、

停、并、转”的工作方针。

1992 年中国国务院批准的外交部和国家环保局《关于联合国环境与发展大会的报告》中提出,新建、扩建、改建项目,技术起点要高,尽量采用能耗、物耗少,污染物排放少的清洁生产工艺;1994 年制定的《中国 21 世纪议程》关于工业的可持续发展中,单独设立了“开展清洁生产和生产绿色产品”的领域;1996 年颁布的《污染防治法》(修改案)中,要求“企业应当采用原材料利用率高,污染物排放少的清洁生产工艺,并加强管理,减少污染物的排放”;1997 年国家环保局发布《关于推行清洁生产的若干意见》;1999 年国家经贸委发布了《关于实施清洁生产示范试点的通知》。同年 10 月,联合国环境规划署在汉城举行第六届国际清洁生产高级研讨会,中国国家环保总局王心芳副局长代表中国政府在《国际清洁生产宣言》上郑重签字,表明了中国政府大力推动清洁生产的决心。陕西、辽宁、江苏、本溪、太原、沈阳等省市制定和颁布了地方清洁生产政策和法规;1999 年国家经贸委确定了 5 个行业(冶金、石化、化工、轻工、纺织)、10 个城市(北京、上海、天津、重庆、兰州、沈阳、济南、太原、昆明、阜阳)作为清洁生产试点;2000 年国家经贸委公布关于《国家重点行业清洁生产技术导向目录》(第一批)的通知;同年 6 月,第九届全国人大常委会第 28 次会议通过了《清洁生产促进法》,并规定自 2003 年 1 月 1 日正式开始实施。它是中国第一部专门关于清洁生产的全国性法律,旨在动员政府、产业界、公众等推行和实施清洁生产。2004 年,温家宝总理在政府工作报告中指出:要“大力发展循环经济,推行清洁生产”。足见中国政府对清洁生产的高度重视。据不完全统计,目前中国已在 20 多个省、自治区和直辖市的 20 多个行业、约 400 多家企业开展了清洁生产审计,建立了 20 个行业或地方的清洁生产中心,1 万多人次参加了不同类型的清洁生产培训班,这对中国生态工业建设,发展清洁生产必将产生推动作用。

第三节 生态工业的主要载体 ——生态工业园

20 世纪 70 年代后,由于产业集群(industrial cluster)改善了企业生产的外部环境,形成了一个高效率的生产系统,使区域整个生产系统能产生集聚经济效益,故在世界各地,尤其是在工业化迅速发展的国家,工业园区备受重视,数量骤增。据联合国发展理事会(IRDC)对工业园区的一项调查,列出了 90 个国家中的 12 600 个工业园区,其中美国 880 个,加拿大 1 200 个,英国 200 个,德国 300 个。据估计,目前世界工业园区数目大约在 12 000 个至 20 000 个之间。^① 工业园区虽然对促进经济发展发挥了巨大作用,但一系列的负面影响也伴随而来。一些骇人听闻、震惊全球的重大环境污染事件,如比利时的马斯河烟雾事件,日本的富山骨痛病事件,美国的洛杉矶光化学烟雾事件、多诺拉烟雾事件,美国跨国公司在印度的农药厂有毒气体外泄等,均源于当地的工业园区。为此,工业发展亟须一种新的与生态相协调的发展模式。

1. 生态工业园的兴起

生态工业园(Eco-Industrial Park, EIP)概念是 1992 年由美国 Indigo 发展研究所欧内斯特·洛(Ernerst Lowe)教授首次提出的。他将其定义为:一个由制造业企业和服务业企业组成的企业生物群落。它通过在管理包括能源、水和材料这些基本要素在内的环境与资源方面的合作来实现生态环境与经济的双重优化和协调发展,最终使该企业群落能够寻求一种更具优越性的群体效益。

从某种程度上说,工业生态学催发了生态工业园,而传统的

^① 罗宏:《国外工业园区的环境管理》,刊《环境导报》2001 年第 1 期。

工业园又为生态工业园的构建提供了“外壳”。生态工业园既是工业生态学具体实践应用的结果,也是实现生态工业的最佳组合模式。生态工业园的目标体现在:(1)将人类系统与自然系统进行有机结合;(2)减少对能源和材料的使用;(3)减少工业获得对自然系统可承受程度产生的生态影响;(4)保护自然系统的生态可靠性;(5)确保人们满意的生活质量;(6)维持工业、贸易和商业系统的经济可靠性。

较之以往的工业园区,生态工业园区有着迥然不同的特点,主要表现为:

第一,生态工业园通过园区工业系统内物质封闭循环、物质减量化和能源脱碳等方法来实现生态重组,即指按照自然生态学原理和自然生态系统来设计和调整工业园区的工业活动,使之尽可能对地球生物——地球化学系统干扰最少,并推动社会经济的发展。传统工业园只是在一定空间内单个企业的简单叠加。

第二,生态工业园成员之间的合作动力源于园区的经济、社会和环境效益,通过废物的交换、信息的交流、管理的配合来实现企业间经济、社会与自然环境之间的良性互动。传统工业园只是通过吸聚作用将成员“集聚”起来,其合作动力源于集聚经济效益,难以从根本上实现社会效益与环境效益的共同增进。

第三,运转机制不同。生态工业园以生态系统“食物链”、“食物网”方式来支持其网络流动,每一成员均是网络的节点,物质、能量、信息在各节点之间按照一定的经济和生态规则流动,可实现互惠互利、共生共荣。传统工业园不可能实现网络流动。

2. 生态工业园的类型及特征

世界各国生态工业园区发展迅速,为数不少,类型繁多,目的及管理模式各异。目前的主要类型有:

(1) 全新规划型。如美国的凯普·查尔斯(Cape Charles)生态工业园。它根据良好的规划要求圈地设计,另起“炉灶”进行建设。主要吸引一些具有“绿色制造技术”的企业入园,并创建一些共同基础设施,使得这些企业之间可以进行副产品、废水、废气、废热交换,达到“零排放”。这一类生态工业园投资大、起点高。

(2) 现有改造型。如美国的费尔菲尔德(Fairfield)生态工业园,它对园区现有大量的工业企业通过适当的技术改造,同时引入或新建一些企业,在区域内建立废物和能量交换机构,实行闭路循环,以有效地解决很多传统的工业园区都面临的环境污染严重、企业之间相互合作少等问题。这是目前最具有实际应有价值的生态工业园。

(3) 虚拟生态工业园。如美国的布朗斯维勒(Brownsville)生态工业园,它不严格要求其成员在同一园区,通过计算机模型和数据库,在网络上架起成员之间物料和能量交流的桥梁,实现成员间生产过程(或服务)的生态化。其优点是可以省去一般建园所需的昂贵的购地费用,避免进行困难的工厂迁址等工作,具有很大的灵活性和选择性。其缺点是可能要承担较高的运输费用。

生态工业园的主要特征表现为:通过有毒物质的替代、二氧化碳的吸收、物质交换和综合的废物治理,减少环境影响或生态足迹(ecological footprint);通过设备的设计和建造、热电联产和梯级使用,使能源效率最大化;通过设备的设计和建造、再用、回收和循环利用来节约物质;将公司和供应商/顾客联结成更大的网络,而生态工业园就在其中;通过各成员自己和作为整体的社区来持续改进环境性能;有一个调控体系,允许一些灵活性,同时鼓励各成员满足性能目标;使用经济学手段来抑制废物和污染;使用信息管理系统,促进园区内物质和能源的闭路循环;创建一种机制,对管理人员和职工开展有关新对策、新工具和新技术等方面的培训和教育,以改进系统;利用市场定位吸引能填补园区空缺生态位和能

与之互补的公司加入。

3. 生态工业园的实践

在众多的生态工业园中,丹麦的卡伦堡(Kalundborg)工业园区为现代生态工业园的雏形。卡伦堡位于丹麦哥本哈根西部约120公里的北海之滨。20世纪60年代,阿斯内斯火力发电厂和斯塔托伊尔炼油厂等6个核心企业开始生态工业方面的探索,最终找到了一种创新性的废弃物利用途径,通过炼油厂之间相互利用废水、废气等而自发形成了卡伦堡的“工业共生体系”,这种有益于环境的工业共生关系,开创了生态工业园的先河。

目前,卡伦堡生态工业园已经发展成为一个包括发电厂、炼油厂、生物技术制品厂、塑料板厂、硫酸厂、水泥厂、种植业、养殖业和园艺业,以及卡伦堡镇的供热系统在内的一个高效、和谐的生态工业园,堪称工业生态学中的经典范例。到2000年,该园区已有6家大型企业和10余家小型企业,它们以“废物”相联,以能源、水和物质的流动为纽带,形成了一个举世瞩目的工业共生系统。在该园区内,各种企业按照自然生态系统中动植物的协调共生原理建立了一种和谐复杂的互惠互利合作关系,产生了明显的环境和经济优势:各企业通过贸易方式相互利用对方生产过程中产生的废弃物和副产品,作为自己生产中的原料,或者替代部分原料,大大减少资源消耗,为相关公司节约了成本,增加了经济效益,同时大大减少了造成温室效应的气体排放和对该地区空气、水和陆地的污染。在卡伦堡生态工业园成功运行近30年,共投资了约7.5亿美元,截至2001年初已获得11.6亿美元的经济效益,以后产生的经济效益仍将相当可观,估计年收入约1000万美元。由此可见,实施生态工业,在带来环境效益的同时,还带来了可观的经济效益。

自卡伦堡生态工业园之后,一些发达国家和地区,包括发展中

国家,都有不少生态工业园区建设的实践,有些是自发的,有些则是由政府推动的。

美国是较早进行生态工业园实践的国家之一,相当数量的生态工业园项目得到了美国环保总署和总统可持续发展委员会的支持。1993年,总统可持续发展委员会中设立“生态工业园区特别工作组”,负责全国生态工业园区的试点和推广工作,并建立了示范点。目前美国有近20个生态工业园在规划和建设过程中,涉及生物能源的开发、废物处理、清洁生产、固体和液体废物的再循环等多种行业的多个层次。较为成熟的有弗吉尼亚州查尔斯生态工业园、马里兰州摩的费尔菲尔德生态工业园、得克萨斯州布朗斯维尔生态工业园等。

加拿大也开发了一些含有生态特征的工业园,对生态工业园生态特征与功能规律进行探索性的研究。如1992年波恩赛德“生态系统与工业园”、安大略湖的多伦多市波特兰工业园等。目前,加拿大拥有40个生态工业园,其中有9个被认为有潜力发展成为真正意义上的生态工业园。

日本大约有60个工业生态园项目在运行和开发中,如日本EBARA公司、联合国大学零排放研究所和日本通产省合作进行的藤侧(Fujisawa-Shi)生态工业园项目。它将工业、商业、农业、居住和休闲等组成一个多属性的社区。该园区包括能源保护和梯级利用、可再生能源、废物转化为能源、太阳能温室、废水的湿地处理和回收、将灰粉和其他废物转化为水泥和陶瓷、物质再用和循环利用等。结果能耗减少了40%,水耗减少了约30%,水的排放减少了约95%,二氧化碳排放减少了30%。

另外,类似的生态工业园还有韩国科技研究院设计、1980年投入运行的“铝联合企业”,波兰华沙工业化学院设计的“再循环方案”,法国的帕拉默(Palame)生态工业园区等。据有关资料统计,目前世界上有几十个生态工业园正在规划或建设中,德国、奥地

利、瑞典、爱尔兰、荷兰、英国、意大利、印尼、菲律宾、泰国、印度等国都在积极建设生态工业园。

为推进生态工业园的发展,中国国家环境保护总局从 1999 年开始启动了生态工业示范园区建设试点工作。2002 年,国家环保总局正式确认了“广西贵港生态工业(制糖)园区”和“广东南海生态工业园区”为国家生态工业示范园区,另外,组织通过了“湖南长沙县黄兴国家生态工业示范园区”、“包头国家生态工业(铝业)示范园区”和“石子河国家生态工业(造纸)示范园区”³ 个国家生态工业示范园区建设规划的论证。为了加强和完善中国工业园区的环境管理,1999 年 10 月,国际环保总局和联合国环境规划署决定组织实施“中国工业园区的环境管理”研究项目。研究内容涉及清洁生产、环境管理体系认证、生态工业园区建设等诸多领域。项目选择了“大连经济技术开发区”、“苏州高新技术产业开发区”、“天津经济技术开发区”以及“烟台经济技术开发区”等 4 个工业园区作为试点。

广西贵港生态工业园区是中国目前规模最大、进展最快的生态工业园。贵糖集团利用甘蔗榨糖,在此基础上成功地建设了一个生态工业园的雏形,现由两条主链组成:甘蔗→制糖→废糖蜜制酒精→酒精废液制复合肥→复合肥回施甘蔗田,以及甘蔗→制糖→蔗渣造纸→碱回收,使生态链形成生态网络。

上海化学工业园区系“中欧环境管理合作计划”生态工业园申报项目,将成为世界一流石化基地之一。该园区规划投资 150 亿元用于环境建设与环保治理,占一期开发建设总投入的 10%,远远高出其他行业以及环保投资在国民生产总值中所占的比例。园区的“肺”的体量很大,绿化率占整体的 25%,营造湿地,为鸟类和小动物构筑一个安乐的“家”,形成“生态林”;“肾”功能很好,实行清水回用等工艺措施之后,实际的日供水量仅 20 万吨,需处理的污水仅 5 万吨左右,排污量远远低于国际标准。而作为“肝脏”的

区内废物焚烧系统,不仅要将废弃物处理合格后再填埋,而且在焚烧过程中将产生的废热用于为非生产系统的供热,做到能源利用和环境保护“双赢”。“一体化”将在园区内得到充分体现:区内产品项目、公用辅助、物流传输、环境保护和管理服务将得到有效的整合,石脑油、乙烯等上游产品与异氰酸酯、聚碳酸酯等中游产品以及精细化工、合成材料等下游产品形成完整的产品链,实现主体项目的整体规划、合理布局、有序建设;通过公用辅助一体化,确定区内各主体项目对水、电、气等的需求总量,集中建设供水、供电、供热、供气为一体的公用工程“岛”,实现区内能源的统一供给;通过物流传输一体化,由专用输送管网、仓库、码头、铁路、道路等物流运输系统将各个化学反应装置连成一体,实现区内原料、能源及中间体的安全、快速传输;通过环境保护一体化,在生产过程中运用天然气清洁能源、环境无害化技术和清洁生产工艺,并对污水和废弃物进行统一处理,实现一体化的清洁生产环境。

此外,一些企业集团也自主开发建设生态工业园区,如山东鲁北企业集团的生态工业园区、四川沱牌集团酿酒工业生态体系、河南商丘电铝业集团的生态工业园等。

生态工业是生态文明不可或缺的重要组成部分,是对传统生产方式的根本变革,是实现经济效益、社会效益与环境效益相统一的 21 世纪工业生产的基本模式。它不但在经济上效率是最高的,而且在生态上效率也是最高的,因而是现代工业发展的一种理想模式,也是目前世界各国追求的新型工业化发展之路。

第十四章 生态农业

生态农业是在现代农业的基础上诞生、发展起来的。现代农业普遍使用机械、化肥和农药,大规模开垦农田,极大地破坏了生态环境,严重地阻碍了农业生产乃至整个经济社会的发展。生态农业就是根据农业生产在本质上依赖于一定的生态关系这个基本特点提出的,以便充分发挥人对农业生态系统的调控作用,因地制宜地建立多种多样的人工生态系统,充分利用各种自然资源,实现自我维持、自我调节和自我发展,获得农业经营上的最大的生态经济效益。生态农业的诞生,无疑使农业生产的发展进入了一个新的阶段。

第一节 生态农业的基本内涵、特点与模式

人类从远古开始从事农业生产以来,已经经历了三个阶段,即原始农业、传统农业和现代农业。它们依次发展和取代,反映了人类社会生产力的发展进程。

原始农业实行的是“刀耕火种”,单纯地利用自然,向自然索取能源和物质,且索取要求不高,生产力还比较低,因此,对自然界生态系统的破坏不大。传统农业采用的是“铁犁牛耕”,因其发展受生产力水平的限制,农业生态经济系统的循环还处于封闭状态。现代农业生产工具实现了机械化、电气化,农艺技术实现了科学化,农业生产的特点已从封闭型转变为开放型,农业生

产大量依靠机械、化肥和农药。此外,由于人口的不断增长,开始向山林、草地、湖泊索要粮田,使生态受到极大的破坏。随着科学技术的发展,转基因作物的出现,使现代农业发生了新的历史性的变革。现代农业出现的一系列难以解决的问题,不仅影响了农业的发展,而且影响了整个经济社会的发展,因此人类需要寻找更为有效的发展农业生产的新途径,于是生态农业也就应运而生了。

1. 生态农业的内涵

什么是生态农业?迄今尚无一个统一的定义。“生态农业”一词,最早由美国土壤学家威廉姆·阿尔伯卫奇于1970年提出。现在,一般认为,生态农业就是按照生态学和生态经济学原理,应用系统工程方法,把传统农业技术和现代农业技术相结合,充分利用当地的自然和社会资源优势,因地制宜地规划和组织实施的综合农业生产体系。它以发展农业为出发点,按照整体、协调的原则,实行农林水、牧副渔统筹规划,协调发展,并使各业互相支持,相得益彰,促进农业生态系统物质、能量的多层次利用和良性循环,实现经济效益、生态效益和社会效益的统一。

由于各国的国情和发展背景不同,生态农业的内涵、特点和模式也不尽相同。对于中国和广大发展中国家来说,生态农业的核心是发展农村经济,但必须在合理利用资源和保护人类赖以生存的环境的前提下发展,在发展中解决好人口、资源和环境等问题。

中国生态农业发展起步较晚,但其建设的内涵极其丰富。

(1)生态农业是协调中国人口、资源和环境关系,解决需求与经济发展之间矛盾的有效途径,是中国发展农业和农村经济的指导原则;(2)生态农业是对农业和农村发展作为整体和长远考虑的一项系统工程;(3)生态农业是一套按照生态农业工程原理组装起来

的,促进生态与经济良性循环的实用技术体系。

2. 生态农业的特点

生态农业在其发展过程中逐渐形成了一系列的特点。

(1) 综合性。生态农业强调发挥农业生态系统的整体功能,以大农业为出发点,按“整体、协调、循环、再生”的原则,全面规划,调整和优化农业结构,使农、林、牧、副、渔各业和农村一、二、三产业综合发展,并使各业之间互相支持,互相促进,以提高综合生产能力。

(2) 多样性。生态农业针对各国地域辽阔,各地自然条件、资源基础、经济与社会发展水平差异较大的情况,充分吸收传统农业精华,结合现代科学技术,以多种生态模式、生态工程和丰富多彩的技术类型装备农业生产,使各区域都能扬长避短,充分发挥地区优势,各产业都能根据社会需要与当地实际协调发展。

(3) 高效性。生态农业通过物质循环、能量多层次综合利用和系列化深加工,实现经济增值,实行废弃物资源化利用,降低农业成本,提高效益,为农村大量剩余劳动力创造农业内部就业机会,保护农民从事农业的积极性。

(4) 持续性。生态农业能够保护和改善生态环境,防治污染,维护生态平衡,提高农产品的安全性,变农业和农村经济的常规发展为持续发展,把环境建设同经济发展紧密结合起来,在最大限度地满足人们对农产品日益增长的需求的同时,提高生态系统的稳定性和持续性,增强农业发展的后劲。

3. 生态农业的模式

生态农业的模式,概括各国的实践,主要有以下三种类型:

(1) 时空结构型。这是一种根据生物种群的生物学、生态学特征和生物之间的互利共生关系合理组建的农业生态系统,使处于不同生态位置的生物种群在系统中各得其所,各取其利,更加充

分地利用太阳能、水分和矿物质营养元素,是在时间上多序列、空间上多层次的三维结构,其经济效益和生态效益均佳。这种模式可充分利用农业资源,使产业结构趋向合理,并保护好农业生态环境。例如,为了让农副业生产向空间或地下多层次发展,在田间实行高秆、矮秆作物搭配种植,同时在田间的沟、渠、过道的空间搭设棚架,栽种葡萄、云豆等爬蔓作物;或在温室、蔬菜大棚、专业化生产工厂里,采用普通栽培、无土栽培等方法,进行多层次生产;或将种植植物和动物养殖搭配起来等。在时间演替上,可采用间作方式,在同一土地上种植成熟期不同的作物,以充分利用土地资源。

(2) 食物链型。这是按照农业生态系统的能量流动和物质循环规律设计的一种良性循环的农业生态系统。系统中一个生产环节的产出是另一个生产环节的投入,使得系统中的废弃物多次循环利用,从而提高能量的转换率和资源利用率,获得较大的经济效益,并有效地防止农业废弃物对农业生态环境的污染。按照食物链的构成和维系规律,合理组织生产,就能最大限度地发掘资源潜力,节省资源且减少环境污染。如利用作物秸秆作饲料养猪,猪粪养蛆,蛆喂鸡,鸡粪施于作物。在这种循环中,废弃物被合理利用,可减少环境污染。利用食物链组织生产的还有作物—畜牧—沼气循环,作物—食用菌循环等。利用生态系统小生物间的相互制约,即一个物种对另一个物种相克或捕食的天敌关系,还可人为地调节生物种群,达到降低害虫、杂草及病菌对作物危害的作用。例如,利用赤眼蜂对付玉米螟,利用杀螟杆菌防治稻纵卷叶螟等。

(3) 时空食物链综合型。这是时空结构型和食物链型的有机结合,使系统中的物质得以高效生产和多次利用,是一种适度投入、高产出、少废物、无污染、高效益的模式类型。

就中国来说,开展生态农业建设,已获得了显著的经济效益、生态效益和社会效益。经过十多年努力,已基本形成了国家、省、试点县三级生态农业管理和推广体系,初步建立起生态农业的理

论体系,颁布了全国生态农业建设技术规范,生态农业建设逐步走上了制度化、规范化的轨道。随着生态农业建设的深入开展,生态农业建设范围日益扩大,全国开展生态农业建设的县、乡、村已达到 2 000 多个,遍布全国 30 个省、自治区、直辖市,生态农业建设面积 1 亿多亩,占全国耕地面积的 7% 左右。中国的生态农业建设受到国内外的高度评价,目前已有 7 个生态农业示范点被联合国环境规划署授予“全球 500 佳”称号。据对 35 个国家级生态农业示范县的不完全统计,通过近 5 年建设,粮食总产年均增长 8.42%,总产值年均增长 7.9% 以上,农民人均纯收入年均增长 18.4%。同时,农业生态环境明显改善,森林覆盖率普遍提高,草坡得到保护,水土流失得到初步控制。与 1990 年相比,示范县水土流失面积减少 49%,土壤沙化面积减少 21%,农业抗灾能力和持续发展后劲增强,环境效益十分显著。在生态农业示范县建设中,涌现出一批成功的典型。如陕西省延安市宝塔区,原来是“三年二旱,十种九难收”。经过十几年的生态农业建设,目前 61% 的水土流失面积得到治理,林草覆盖率达到 50%,人均有 2 亩基本农田,人均纯收入比 1990 年增长 2.2 倍,全区已有 254 个村达到小康,并涌现出 168 个生态百强村,人均纯收入 3 000 元以上。

第二节 科学使用化肥、农药

回顾人类文明史,数千年来惟有农业一直在采用再生能源、太阳能,并依靠自身的生产循环来获取肥料。随着科学技术的发展,人类逐渐利用石化能源,以促进农业生产的发展。结果是农产品产量提高了,环境却被污染了。

1. 石油化学农业既造福人类,更带来了危害

1893 年美国建立了第一座化学氮肥厂,时隔 40 年,缪勒

(Müller)在瑞士发明了 DDT,开始了农业生产方式的革命。之后,石油化学农业为 20 世纪世界人口的不断增长作出了重要的贡献,同时也给生态环境带来了破坏。大量触目惊心的事实表明,现代农业已经陷入全球性的紊乱状态。现代农业经营几乎完全依赖矿物能源和石化产品这类日渐枯竭、不可再生的有害物质的大量投入,结果引起了土壤、食物系统和自然环境质量的破坏和前景的恶化;由于大量采用单一的、集约化的工业批量生产和运作模式,农作物和食品的多样性受到严重打击,目前人类消耗的食物中有 85% 仅来自 14 种植物。显然,由于人类的原因,物种正以惊人的速度递减;大气中二氧化碳的含量不断增长,部分来自于有机物质的氧化,而这正是常年的不适当的农垦种植的不良后果;由于大量使用化学肥料(全球每年在粮食生产过程中,要用掉 1 亿多吨氮肥),化肥氧化后对臭氧层的破坏已越来越引起人们的焦虑。

“民以食为天”,中华民族一句古老的格言至今仍闪耀着朴素唯物论的光辉。由于人类的活动空间越来越多地占用土地,使得有效耕地面积在不断减少,这就对农作物的单产提出了越来越高的要求。而在目前的技术水平下,提高农作物的单产,最为有效的方法就是向农作物施放大量的化学农药和化肥。农药作为防御病虫害最快捷、最有效的手段,特别是在一些欠发达国家得到了全面的普及和应用。

中国幅员辽阔,地理环境和气候条件复杂多变,农作物种类繁多,病虫害的种类呈现出多样化的特征,危害十分严重。其中比较常见的虫害有 700 余种,病害 500 余种,草害 80 余种;每年发生病虫害的农作物面积累计多达 3 亿亩。每年使用农药,可以挽回 15% 的农作物产量。其中粮食 350 万吨、棉花 90 万吨、蔬菜 2 800 万吨、水果 300 万吨,总经济价值约合人民币 300 亿元。

然而,使用农药虽能取得较好的经济效益,却导致农药的使用量大增。目前,中国农药的施用量也很大,在一些高产地区,每年

施用农药可达十多次,每公顷用量高达 15 公斤以上。1985 年以来施用除草剂的农田,每年也以 200 万公顷的速度在递增。由于农药施用的有效利用率很低,一般仅 20%—30%,大部分飘浮在空气中或降落在地面上,一部分进入土壤、水体、生物体内,通过食物链形成危害。同时,农药和化肥品种结构不够合理,利用率低,造成农药和化肥浪费和面源污染。中国不同程度遭受农药污染的农田面积,已达到 1.4 亿亩。

事实上,农药在杀死害虫和杂草同时,也杀死了益虫和土壤生物。益虫被杀死,害虫失去天敌,往往会变得更加肆无忌惮。结果是害虫成灾,虫害一年比一年严重,农药越用越多。正是由于大量益虫被消灭,加上害虫的抗药性越来越强,对农药就越来越依赖,离开农药就不能种粮食、蔬菜和水果。这种恶性循环的现象,正是生态环境被破坏的表现。

同时,农药渗入地下,毒死土壤生物和微生物。土壤中的生物对于改善土地的性质有重要的作用。例如,蚯蚓可以吞吐大量的土壤,分解有机质,是土壤理化性能的培育者。它耕耘土地,促进土壤团粒结构的形成;搅动和搬运土壤,使上下层土壤充分混合,增加土壤的通风性和透水性,把生土变成熟土。土壤中像蚯蚓这样的有益生物还有很多,但却都被农药灭杀。

农药不但污染土壤,还污染水体。比如,中国的农药利用率低,农田管理方式落后,农药施用到田间之后大量流失,是造成当前中国水域、水面污染的最主要原因之一。农药施用后,被农作物吸收的只是其中的极小部分,大部分在雨水的作用下或者渗透到地下,污染地下水,或者随地表径流进入河流、稻田、池塘。地下水是人们生活饮用水的主要来源,农药将导致水中的有机氯、有机磷等有毒有害物质过多。人们喝了这样的水,就容易生病。汇入河流、稻田、池塘中的有毒物质会毒死鱼虾等水产品,造成经济损失。

农药对人体健康的危害,主要源自农药在农产品中的残留。

农药使用后残存于农产品中的农药原体、有毒代谢物、降解物等各种有毒有害物质残留,残留量超过一定的限度,则会通过富集作用危及人体健康。如欧盟对中国茶叶出口的限制,就因茶叶中农药残留物超标。

非洲大陆已开始感觉到大量和无限制地使用农药、化肥及其他有毒化学物质对生态环境造成的严重威胁,红色警报已经拉响。据非洲媒体报道,化肥、农药、除草剂等化学制品近年来开始大量和无限制地用于非洲的农业生产。过去大多数非洲国家使用放火烧荒的办法增加土壤的肥力,很少使用化肥、农药和除草剂。近年来,不少经销商为了赢利,积极向非洲推销被其他地区淘汰的化肥和农药,加上当地的农民对化肥和农药的使用剂量和毒性了解不多,以至于造成超剂量使用。这不仅对土壤、农作物和环境带来不同程度的危害,而且也对人体健康造成了不良影响。有资料表明,从尼日尔河三角洲到奥果韦河入海口形成了一个农药的主要污染区域,该地区 39% 的居民喜欢食用水产品,而直接和间接受到农药污染的鱼类对这些居民的健康造成很大威胁。在非洲许多可可和咖啡种植园仍然在大量使用 DDT 等毒性较大的农药,这不仅威胁到人畜健康,而且也破坏了生态平衡。

同样,化肥的使用量也在逐年增大。调查结果表明,中国化肥施用量大,每公顷年化肥施用量为 330 公斤,而发达国家规定的化肥使用安全上限为每公顷 225 公斤。

2. 实施农药、化肥减量的具体措施

不少发达国家尽量减少化肥农药的使用量。如在德国,农业生产要求不使用化学合成的除虫剂、除草剂,而使用有益天敌的或机械的除草方法;不使用易溶的化学肥料,而使用有机肥或长效肥;利用腐殖质保持土壤肥力;采用轮作或间作等方式种植;不使用化学合成的植物生长调节剂;控制牧场载畜量;动物饲养采用天

然饲料;不使用抗生素;不使用转基因技术。

为减少化学农药和农田化肥使用,治理农业面源污染,改善农业生态环境,目前各国的农业生产主要采取以下措施:

(1) 加强农作物病虫害预测预报。

在农业生产中,农作物病虫害预测预报的重点是提升测报手段和信息传递技术:一是测报对象从单一作物,向多种作物并重调整;二是测报手段从依据常规的分析处理,向先进方法和可视化方向调整;三是测报信息的传递方式从依据简报为主向可视化的方向发展。

(2) 推进生物农药和物理防治。

粮食作物区,重点减少杀虫剂的使用量,采用生物农药抗虫(Bt)或复方 Bt,替代中毒杀虫剂农药;经济作物区,重点减少杀菌剂的使用量,采用生物农药,如用“农乐霉素”替代化学农药,防治蔓枯病、枯萎病、白粉病和霉病等;蔬菜作物区,积极推广物理防治,如防虫网、杀虫灯,尽可能减少农药使用量。同时,加快推进高效新剂型农药替代低效老剂型农药,如以“锐劲特”替代“杀虫双”、“杀虫单”。

目前,一种以昆虫病毒为主的专门防治茶叶虫害的纯“活体微生物农药”,经中国农业科研人员多年研究获得成功。这种新型的纯生物农药具有遏制茶叶被虫害侵入的作用。比如,福建省一农民种植的果园,没有采用传统的农药除虫方式,而是从农科院植保所购买了一种装有捕食螨的天敌制品袋。将一个个小袋挂在树上,依靠捕食螨将红蜘蛛、锈壁虱等主要害虫消灭殆尽。

害螨是普遍存在于世界各种农林作物上的危害性极大的害虫。中国一直采取化学方法防治害螨,造成对环境和食品的严重污染,而且随着害螨抗药性增强,农药用量也不断增加。“以螨治螨”技术利用害螨的天敌——捕食螨来对付害螨。捕食螨不危害植物,惟一的捕食对象就是害螨,施放后只要食源充足,就可以不

断繁衍。但捕食螨吃尽害螨后,会自相蚕食,因此要在较大范围内长期利用益螨控制害螨,必须实现益螨规模化人工繁殖和饲养。

(3) 实施喷药机具的更新换代。

新型施药机具,如“常温烟雾机”等采用风送、低量、均匀喷洒技术,靶标沉降率高,农药流失量少,一般可节省农药 15%—30% 以上。

(4) 推进绿肥养地轮流休耕制度。

种植绿肥,既可以提高土壤的保肥和供肥能力,又可明显减少化肥和农药用量。冬绿肥同大麦、小麦、油菜相比,一般每亩化肥用量可减少 50% 以上,农药用量可减少 70% 以上。

(5) 推广无毒无害化肥、农药。

生态营养液是一种微生物制剂,不含任何化学有害物质,无毒副作用,可改善土壤结构;有效利用秸秆等农副产品加工副产品;加快植物种子的萌发等作用,用它作为肥料或配制成饲料所产生的农牧产品是安全健康食品、绿色食品。

(6) “鸭稻作用”,让鸭子当个好“农夫”。

在广东省增城市宁西镇,就有农民光凭养鸭子就能种好水稻的例子。鸭稻共作与传统的田间“放鸭”有很大的不同。鸭稻共作是把鸭子全天候地围养在稻田里,即在插秧后 10 天左右就把雏鸭(约 8 日龄)放到四周围着网的水田,每亩约放 25 只,鸭群从此留在稻田里觅食,直到禾苗抽穗灌浆时才把长大的鸭子赶上来;待稻谷收割后,再把鸭子赶下田觅食遗落的稻穗。鸭子成了“农夫”。以往很难对付的杂草、害虫变成了鸭子的饲料,而鸭粪又是上好的有机肥。鸭群日夜不停地啄食和搅动,促进了水田养分物质(包括水体中的氧气)的流动,刺激了水稻的生长发育,为水稻生长起到除草、捕虫、施肥和中耕等作用。据说一只鸭子每天用嘴巴啄动水稻根部和土地达 1 000 多次,而在害虫为害高潮的晚间,也正是鸭子一天之中最活跃的时候,稻螟虫、浮尘子、稻飞虱等无处躲藏。

而最难除治的福寿螺,更是鸭子最爱吃的佳肴。此外,鸭子还可舒缓土地板结、回复地力、增强抗病和抗倒伏能力、促进生态环保等等,好处数不胜数。不用施肥,不用中耕除草,不用喷洒农药——一切农活交鸭子代劳,这就是“鸭稻共作”的妙处。这是一个简单实用且鸭稻兼得的生态农业模式。惟有这样,农业生产才能朝着循环的、可持续发展的方向。

3. 利用可再生资源,实行生态循环

人类为了促进农业生产,利用碳化合成的肥料和植物防护剂,来自化石或原子的动力和电流,会使农业产生依赖性,进而引起成本的提高。使用化石能源引起的有害物质排放,污染着空气,造成森林死亡、水域酸化和气候反常,而这些情况也会扰乱农业的生产周期。只有用再生能源取代化石能源——如今已不同于传统的农业,都可以借助现代的转换技术——才能实现可持续发展的地区发展。一旦农业能够全部利用自身的能源和原料,就意味着实现了生态循环。以植物油、生物气、用作燃料动力的生物酒精、用于发电的风力为形式的再生原料扩大了产品的种类,获取能源所产生的衍生物,表现为榨油后的油渣、酒糟饲料、生物体燃烧后留下的灰烬,它们作为饲料、肥料和植物防护物是很有价值的。在这整个过程中,农民既是粮食的生产者,同时又成了能源和原料的提供者。

减少对化石和原子能源的依赖,恰恰可以使农村地区成为具有高度再生潜力的样板。能源的地方性生产和地方性分配是完全可能的。比如在德国,农村地区建成再生能源后,就有好多家发电厂成为多余。厩舍和厂房的顶部装满了太阳能收集装置,企业利用新的储存技术和风力发电设备自我发电,并接受来自农村公用事业——城市公用事业在农村的对应物——的电力、暖气和燃料。在全球气候变化的基本条件下,利用可再生能源极具潜力,并将被

迅速证明具有广泛的可能性。

第三节 实行农业节水灌溉

农业节水灌溉是实现生态农业的一个重要方面。生态农业的关键是资源的循环和节约、合理的种植结构和先进的生物技术,在保证食品安全的同时保护生态系统。这首先要建设资源的循环;其次要建立大粮食—食物的概念,通过调整种植结构既保证粮食安全,又节水。

什么叫节水农业?节水农业除了节水型灌溉,还要在充分利用自然降水的基础上,通过采用水利、农业、管理等措施,最大限度地减少从水源、输水、配水、灌水直到作物耗水过程中水的损失,提高单位用水量的产值和产量。它包括农业水资源评价技术、农业水资源开发技术、农业灌溉节水技术、生物化学节水技术以及农业管理范畴节水技术。农业节水的目的是使农业保持一个循环、可持续发展。

1. 水资源已成为全球性问题

从世界范围来看,全球已开始出现淡水资源危机,如不采取更为得力的措施,到 2025 年世界上将有近 $1/3$ 的人口无法获得安全的饮用水, $1/3$ 以上的人面临水资源危机。2002 年 9 月在南非约翰内斯堡召开的 21 世纪第一次环境与发展世界首脑会议(又称“里约+10 会议”),将水资源问题列为最重要的议题之一。

中国有 7.8 亿亩农业灌溉面积,其中渠灌区面积 5.8 亿亩,井灌区面积 2 亿亩。井灌区目前大多采用渠道防渗、低压管道输水、小畦灌溉,有的还采用喷灌、微灌等节水灌溉技术措施。而渠灌区的渠道衬砌率只有 $25\%—33\%$,渠系渗漏损失水量高达 1 300 亿立方米,占总损失水量的 70% 以上。田间工程不配套,灌水方法

落后,灌溉用水过量,造成水量严重浪费,因此,渠灌区是发展节水灌溉的重点。

中国的农业长期以来采用粗放型灌溉方式,水的有效利用率仅在 40% 左右,现有灌溉用水量超过作物合理灌溉用水 0.5 倍至 1.5 倍以上。据有关资料分析,美国 1990 年用水效率为每立方米 10.3 美元,日本 1989 年为每立方米 32.4 美元,中国 1995 年用水效率为每立方米 10.7 元。中国 1995 年的用水效率只有美国 1990 年的 $1/8$,日本 1989 年的 $1/25$ (按 1995 年汇率计算),这说明中国节水潜力很大。

2. 实施农业节水灌溉的具体措施

农业节水灌溉,可从以下几个方面实施。

(1) 充分利用降水。以中国来说,年降水总量为 6.2 万亿立方米,其中地表水占降水总量的 32%,地下水占 12%,土壤水占 56%。土壤水资源可以满足作物生长发育的大部分需水要求,占全国耕地 60% 以上的旱地农作物就是靠土壤水生长发育的。华北旱作区农田耗水量随灌溉水量的增加而增加,土壤水资源利用随灌溉水量的增加而减少,因此要充分利用降水与土壤水资源,发展有限灌溉。中国农业大学、河北省灌溉实验研究中心等单位研究的冬小麦、玉米一年两熟高产节水灌溉技术比常规栽培、灌溉技术每亩节水 50—100 立方米,增产 50 公斤左右。

(2) 合理开发浅层地下水。适当降低地下水位,有利于增加降雨入渗量,减少径流流失和潜水蒸发,是防治渍涝灾害和土壤盐碱化的有效途径。地下水储量巨大,利用地下水灌溉,干旱年多开采,多雨年得到补偿,对水资源可发挥多年调节作用,提高灌溉用水保证率。

(3) 回收利用灌区回归水。水稻灌区基本为渠灌区,在灌溉过程中有渠道和农田渗漏、管理弃水、输水损失等现象,损失水量

占灌溉引水量的 70%。因此,将灌区改造为能利用回归水的渠系,充分利用回归水,节约灌溉用水,节水的效果显著。中国江苏骆马湖灌区利用回归水毛灌溉引水定额每亩仅 283 立方米,而不利用回归水的毛灌溉引水定额每亩多达 1 000 立方米。

(4) 利用劣质水。劣质水包括工业、生活废污水,地下咸水等。随着人口的日益增加和国民经济的迅速发展,对水资源的需求日益增大,水资源危机逐渐显露。为了解决水资源供需矛盾,各国均把劣质水开发利用作为弥补淡水资源短缺的一个途径。美国目前已建成 3 400 余处污水再利用工程,全国 50 个州中有 45 个州采用了污水灌溉。印度自 20 世纪 80 年代开始,每年用于农田灌溉污水占城市污水量的 50% 以上。以色列污水利用率已达 70%,其中 1/3 用于灌溉,约占总灌溉水量的 1/5。据以色列 ARO(以色列农业组织)的土壤水利研究所的资料表明,目前经处理的工业废水和微咸水用于农业灌溉的分别为 2 亿立方米和 1 亿立方米。计划到 2010 年,工业废水利用量将达到 5.4 亿立方米,60% 的生活污水也将用于灌溉,而淡水用于灌溉的量从 11 亿立方米下降到 5 亿立方米,即农业灌溉用水的一半左右将由经处理过的工业废水和其他劣质水来满足。

(5) 跨流域调水。跨流域调水是解决水资源时空分布不均的有效途径。管道输水,大大地减少了水资源在运输过程中的损失,并有效地避免水质恶化。

(6) 大力提倡生态用水。农业灌溉的生态用水,对维护和恢复生态系统的功能十分明显。生态用水是个新概念,但不能仅看成新名词,也不仅是水利部门和环保部门的工作,必须从生态大系统入手才能提高效益。从一开始就要树立科学概念,如应以维护和恢复自然主河道为主;认真学习和利用区域地质知识和生物知识;对现有平原水库、淤积水库等已有人工蓄水设施,不轻易取消,对其生态影响要进行科学分析;对新建水库等水利工程首先进行

生态系统论证等;高度重视湿地作用;再造植被与生态用水协调;生态用水与治污协调等等。

(7) 退耕还林。长期以来,由于全球人口的不断增长,为解决温饱问题不得开垦荒地、坡地种植粮食。荒地坡地的开垦虽增加了一些粮食产量,但带来了严重的水土流失。坡地开垦耕种,对林草植被破坏最大,造成的水土流失最为严重。为此,必须对坡耕地实行退耕还林还草,实行宜林则林,宜草则草,增加地表植被,增强水土保持能力。

(8) 改进地面灌水。在发展喷、微灌的同时,各国重视对常规灌水方法的改进与发展,并研制出绳索控制灌溉、波涌灌、地面浸润灌溉、负压差灌溉、土壤网灌溉、集水灌溉、皿灌、水平地灌、膜上灌、抗旱坐水种、水稻浅湿干循环交替间断灌水和水稻节水控制灌溉等许多新方法、新技术。

比如,法国的自动灌溉。法国国立农艺研究所研制出自动灌溉装置,即在作物茎秆或果树果枝等部位安置一些特制的“触角”,以测试作物的细微变化。当作物不能从土壤中获取水分,必须消耗本身茎秆或果树中的水分时,作物茎秆或果树就会出现外形缩小的迹象,“触角”便能立即将其译成信号传给计算机,计算机便启动灌溉。采用这种方法灌溉不仅准确,而且效率很高。

俄罗斯的无水灌溉。俄罗斯设计出一种无水“灌溉”的方法。研究人员在甜菜地里做试验,利用经过改装的农用喷雾器,在甜菜叶上洒一层白色的熟石灰粉,喷洒的适度以不影响周围土壤的酸性结构为宜。大片的白色能很好地反射阳光,使土壤和茎叶的受热量大大减少,水分保持量明显超过“绿色”作物地段。至成熟时,甜菜叶一般可增大 1—2 倍,块根收获量增加 10% 左右。

德国的空气灌溉。德国发明了一种新灌溉技术,用呈漏斗状的、带有若干喷嘴管的圆管装置收集太阳光,将这种装置埋在植株行间,白天管内热空气进入喷嘴管,晚上空气中的水分就形成露

珠,从喷嘴流进作物根部的土壤里。阳光强烈时,喷嘴里的露水较少,但作物的水分散发多,这些水分可通过热空气进入喷嘴管,故始终能保持作物的水量平衡。

秘鲁的雾气灌溉。秘鲁的专家们为了将常年笼罩在沙荒区的雾气资源变成雾水用于灌溉,把一些大型尼龙编织网垂直挂在雾里,以吸取雾气变为雾水,将雾水注入蓄水池,然后进行灌溉。他们用这种方法灌溉沙荒区,已种植了 6 公顷作物和树木。

澳大利亚的无污染灌溉。澳大利亚研制成一种新的农田灌溉系统,能使蔬菜长得更好,生产成本更低。其供水方法是将滴水管埋入 12 厘米深的地下,把化肥放在水里,直接浇到蔬菜根部。其优点是可以根据农作物的需要来供水,使化肥得到充分的利用,既不污染水源,又能节水 50%,降低肥耗 25%。

第四节 理性面对转基因作物

诺贝尔和平奖获得者诺曼·博洛格(Norman Borlaug)认为,要想满足全球粮食的供给,提高粮食单产,不可能寄希望于耕地面积的扩大和灌溉能力的提高,只有靠改良和选育出高产作物品种才能实现这一目标。而要实现这一目标,惟有作物基因工程技术。

从 20 世纪 80 年代初发展起来的植物基因工程技术,能对植物进行精确的改造。转基因作物(Genetically Modified Crops, GMC)在产量、抗逆性和品质等方面均有显著改进;同时,又可极大地降低农业生产的成本,缓解不断恶化的农业生态环境。人们把这次技术上的巨大飞跃,誉为第二次“绿色革命”,它必将使全球农业生产发生深刻的变革。

植物基因工程就是利用植物基因工程技术,改良作物蛋白质成分,提高作物中必需的氨基酸含量,培育抗病毒、抗虫害、抗除草剂的工程植株以及抗盐、抗旱等逆境植株。20 世纪 90 年代前,这

种技术在农作物上的广泛应用,主要是为了提高农作物产量,近期侧重于提高品质。

1. 转基因作物种植发展迅速

根据国际农业生物工程应用技术采购管理局的资料显示,2002 年全球转基因作物种植面积已达 5 870 万公顷,比上年增加 610 万公顷,增长 11.6%。这已经是连续第六年全球转基因作物种植面积以 10% 以上的速度增长。在 1996 年至 2002 年间,全球转基因作物种植面积从 170 万公顷迅速扩大到 5 870 万公顷,7 年间增长了 35 倍,从而使得转基因作物成为普及应用率最快的先进农作物技术之一。

在全球转基因作物面积迅速扩大的同时,种植转基因作物的国家也在不断增多。2002 年全球有 16 个国家的 550 万至 600 万农民种植转基因作物,而 1996 年和 2001 年分别只有 6 个和 13 个国家种植转基因作物。2002 年转基因作物种植面积达百万公顷以上的国家共有 4 个,依次为美国 3 900 万公顷,占全球转基因作物总面积的 66.4%;阿根廷 1 350 万公顷,占 23.0%;加拿大 350 万公顷,占 6.0%;中国 210 万公顷,占 3.6%。这四个国家的转基因作物面积,占全球转基因作物总面积的 99%。另外 12 个国家(南非、澳大利亚、印度、罗马尼亚、西班牙、乌拉圭、墨西哥、保加利亚、印度尼西亚、哥伦比亚、洪都拉斯、法国)的转基因作物面积之和,仅占全球转基因作物总面积的 1%。

2. 转基因作物品种繁多

目前,全球进行商业化种植的转基因作物包括大豆、玉米、棉花、油菜、土豆、烟草、番茄、南瓜和木瓜等。其中,前四种转基因作物占主导地位,其他转基因作物的种植面积微不足道。以 2002 年为例,全球大豆、玉米、棉花和油菜转基因作物的种植面积分别为

3 650 万公顷、1 240 万公顷、680 万公顷和 300 万公顷,各占转基因作物总面积的 62.2%、21.1%、11.6%和 5.1%。与 2001 年相比,转基因大豆面积增加 320 万公顷,增长 9.6%;转基因玉米面积增加 260 万公顷,增长 26.5%;转基因油菜面积增加 30 万公顷,增长 11.1%;转基因棉花面积持平。从 2002 年全球 4 种主要转基因作物面积占当年该作物种植总面积的比例来看,以大豆最高,占 51%,比 2001 年提高了 5 个百分点;棉花次之,占 20%;油菜第三,占 12%,比 2001 年增加了 1 个百分点;玉米最低,占 9%,比 2001 年提高了 2 个百分点。

3. 对转基因工程的激烈争议

然而,转基因工程的成就并不都是绚丽多彩的,仍然存在着不利的一面。许多人类的生活被不知不觉地从根本上改变了。在没有任何征兆的情况下,遗传修饰生物体进入到我们的生活中,遍布在我们的周围,改变了自然界和人类社会的正常秩序。从 20 世纪 90 年代中期开始,在世界范围内出现了一些针对转基因工程这一新兴产业的抗议活动。到 20 世纪末,抗议活动日益高涨,转基因作物被认为是在新千年暗示世界末日将要到来的事件。欧盟禁止转基因农作物进入市场,威尔士王子将转基因技术称为“玩弄上帝”;一些激进主义者号召在全球对所有的转基因作物实行禁运;“自我毁灭的食物”、“超级杂草”、“作物全面歉收”等词汇出现在人们的日常用语中;英国的一份报纸将其称为“基因恶魔的疯狂力量”;一些著名的环境科学家认为,无论在技术还是在伦理上,转基因技术都存在着问题。

面对上述反对呼声,各国政府纷纷求助于科学界。一些科学研究结果表明,迄今为止尚未发现转基因作物对公众健康或者环境有任何重大的负面影响。目前,各国政府正在加紧有关科学论证,以进一步完善有关决策体系。

联合国、各转基因作物公司和大部分科学家认为,转基因作物可以减少发展中国家的饥饿情况。美国、阿根廷、加拿大和澳大利亚是世界上转基因作物应用最广泛的国家,它们认为转基因作物有安全性保障。转基因作物主要有以下特性:

(1) 耐除草剂特性。2002 年 100% 的转基因大豆(3 650 万公顷)和转基因油菜均为耐除草剂大豆和耐除草剂油菜,38% 的转基因玉米(470 万公顷)为耐除草剂玉米(含 220 万公顷兼具抗虫和耐除草剂特性的玉米),65% 的转基因棉花(440 万公顷)为耐除草剂棉花(含 220 万公顷兼具抗虫和耐除草剂特性的棉花)。可见,耐除草剂特性是目前转基因作物具有的主要性状。

(2) 抗虫特性。2002 年的抗虫转基因作物主要是抗虫玉米和抗虫棉花。其中抗虫玉米面积为 990 万公顷,占转基因玉米面积的 80%;抗虫棉花面积为 460 万公顷,占转基因棉花面积的 68%。可见,抗虫特性在转基因棉花和转基因玉米中占有重要地位。

(3) 兼具抗虫特性和耐除草剂特性。2002 年兼具这两种特性的转基因作物主要是玉米和棉花,面积各有 220 万公顷,分别占转基因玉米和转基因棉花面积的 18% 和 32%。在 2002 年全球转基因作物总面积中,兼具耐除草剂特性和抗虫特性的转基因作物面积约占 8%。

就目前的情况而言,建立转基因作物安全保障体系尤为重要。在技术保障方面,科学家们必须在现有知识与技术的基础上,尽量考虑转基因作物可能存在的风险。首先,是它对人和动物健康的风险,例如食品的毒性与过敏性、病原体的抗性与目标生物对农药的耐受性、转基因及其产物在环境中的残留以及不可预知的转基因及其表达等;其次,是它对非目标生物的风险,例如转基因或启动子的水平传递等。

同时,从事转基因作物研制开发的国家都应制定相应的政策与法规,进行严格管理与有效控制。美国已具有健全的从事食品

安全与环境检测的管理机构和严格的安全标准。美国环保局(EPA)、药物与食品管理局(FDA)和动植物卫生检验局(APHIS)制定了一系列法规,用以检测控制转基因作物及其食品的安全性。中国也建立了相关机构,制定了相应的政策法规,以确保转基因作物的安全性。

要强调说明的是,转基因安全性或风险性是一个相对的、动态的概念。今天科学上认为是安全的,明天可能会发现是不安全的;今天认为不安全的,随着科技的进步,明天会找到新的技术消除其不安全。事实上,任何人类活动都有风险。任何科学技术发明都是一把双刃剑,既有有利的一面,也有不利的一面。最重要的是要权衡利弊,取其利,避其弊。电器、汽车、飞机、免疫、青霉素等都不是绝对保险的,迄今触电会伤人,汽车会造成空气污染,飞机旅行会有空难,青霉素还有人会过敏,免疫注射弄不好还会死人。

4. 转基因工程前景看好

与世界上出现的任何新生事物一样,转基因作物的发展决不会一帆风顺,但前途依然是光明的。

(1) 与全球情况相反,美国转基因作物的种植面积仍然处在不断增长之中。通过美国的示范作用和人类对相关知识的进一步了解、掌握,转基因作物的益处终将会得到人们的认可。

(2) 转基因作物的好处业已说服几乎所有的国家政府和世界组织,它们表示支持这一正在激烈争议之中的生物技术。2001年7月,联合国发表声明称,转基因作物可以给发展中国家带来巨大的好处;欧盟首次采取了措施,以结束其对种植转基因作物的禁令;英国政府批准三十多种试种计划,为商业性种植转基因作物作准备;新西兰政府也对转基因作物表示支持。

(3) 随着生物技术的不断完善,数年后肯定会出现一些新型转基因作物品种,这将给农场主和消费者带来巨大好处和实惠,全

球的消费者也肯定会完全接受转基因作物。

(4) 世界各国的相关法律强化了对转基因作物的管理,但并非绝对禁止。世界各国立法的共性在于,强化管理的根本目的是为了**确保转基因作物得到健康有序的发展**。

经济分析家预测,转基因食品市场正在恢复,其销售额在2010年将达到250亿美元。目前,全球没有经过基因改造的营养改良食品的销售额已经上升到650亿美元。如果生物经济的其他因素,如卫生、人体健康、食品、环境卫生和高度专业的制造技术等也得到发展,那么以生物学和生物技术为基础的生物经济产品的销售额可望在30年内达15万亿美元以上,成为世界上最强大的经济力量,超过以信息为基础的信息经济。

第十五章 生态旅游

20 世纪 70 年代以前,人类凭借对自然资源肆无忌惮的开发利用,取得了社会经济和财富的快速发展,然而生存环境却日趋恶化。在人类跨入新世纪之时,人们猛然发现,这种发展竟然是“野蛮的、掠夺式的、非均衡的、不可持续的”。所以就开始对这种发展方式进行反思,并提出:“我们将给子孙后代留下一个怎样的世界?”因而日本、美国和联合国及一些国际组织等纷纷提出了“环境立国、全球保护生态”的持续发展观念,并采取了一系列措施,包括建立保护区,开展对环境无影响的生态旅游等。世界各国也都根据各自的国情,开展生态旅游,各具特色的生态旅游迅速普及全球。

第一节 生态旅游的定义与特征

1. 生态旅游的定义

研究者和从业人员大都从生态旅游目的、形式、产品和层次等角度定义生态旅游。

(1) 目的论。

“生态旅游”一词由世界自然保护联盟(IUCN)顾问拉斯库雷恩(H. Ceballos Lascurain)于 1983 年首先提出,其含义不仅指所有观览自然景物的旅行,而且强调被观览的景物不应受到损失。

世界银行环境部对生态旅游所下的定义是:“有目的地前往自

然地区去了解环境的文化和自然历史,它不会破坏自然,而且它会使当地社区从保护自然资源中得到经济收益。”

日本自然保护协会(NACSJ)对生态旅游的定义是:“提供爱护环境的设施和环境教育,使旅游参加者得以理解、鉴赏自然地域,从而为地域自然及文化的保护,为地域经济做出贡献。”

生态旅游作为一种新的旅游形态,已经成为国际上近年来新兴的热点旅游项目。以认识自然,欣赏自然,保护自然,不破坏其生态平衡为基础的生态旅游具有学习、观光、度假、休养、科学考察、探险和科普教育等多重功能,以自然生态景观和人文生态景观为消费客体,旅游者置身于自然、真实、完美的情景中,可以陶冶性情,净化心灵。

(2) 活动论。

1993年,国际生态旅游协会(The International Ecotourism Society, TIES)为生态旅游下了一个广为各界接受的定义:“具有保护自然环境和维护当地人民生活双重责任的旅游活动,强调的是对自然景观的保护,是可持续发展的旅游。生态旅游的全过程中,必须使旅游者受到生动具体的生态教育。”国外专家多持这一观点。

1995年,中国生态旅游研讨会把生态旅游定义为:“生态旅游是在生态学的观点、理论指导下,享受、认识、保护自然和文化遗产,带有生态科教和科普色彩的一种形式的专项旅游活动。”可见,生态旅游的核心应该是旅游的可持续发展。

(3) 动机论。

以著名生态旅游研究者伊格利斯(P. F. J. Eaglis)教授为主的一些澳大利亚、加拿大学者主张按动机界定生态旅游。他们认为,凡保护目的地生态和文化环境的旅游均为生态旅游。

(4) 层次论。

中国的梁仁君认为,生态旅游实质应包括三层含义:一是生态

旅游必须是以自然环境为基础的旅游活动,满足人类回归大自然的强烈愿望;二是生态旅游要体现环境保护意识,不能以资源的消耗为代价来获取经济利益,以区别于传统的旅游业;三是生态旅游要以改善当地居民的生活质量为前提,增加足够的就业机会,并为当地创造足够的经济效益。

(5) 形式加产品论。

中国的傅岳瑛认为,生态旅游是一种集观赏、感受、研究、洞悉大自然于一体,又不破坏大自然的旅游形式;一种以普及生态知识、维护生态平衡为目的的旅游产品;一种保护生态环境和资源的可持续发展的旅游方式。其核心是强调环境的美化与优化,协调人地关系与人际关系,减轻环境压力。

2. 生态旅游业的基本特征

受旅游者需求和活动规律的影响,生态旅游业具有以下几个特征:

(1) 保护性。

生态旅游强调对旅游资源和旅游环境的保护性开发与利用。传统旅游无视资源和社会与生态价值,盲目追求经济效益,这就使传统旅游保护旅游资源和环境的措施不能真正落实。而生态旅游则将生态保护的思想融入旅游开发过程之中,既强调经济效益,同时也强调资源和环境的生态效益与社会效益,是一种“保护性旅游”。

(2) 多功能性。

以认识自然、欣赏自然、保护自然、不破坏生态平衡为基础的生态旅游,具有学习、观光、度假、休养、科学考察、探险和科普教育等多重功能。

(3) 教育性。

生态旅游不仅向人们提供旅游场所和设施,而且使游客在旅

游过程中接受自然与人类和谐共生的生态教育。通过生态旅游,使游客回归自然,在自然中学习和认识自然的价值,达到自觉地保护环境的目的。

(4) 效益性。

生态旅游区投资少、见效快,经济效益突出;生态旅游业鼓励公众参与并创造更多的就业机会,改善当地生活环境;生态旅游强调与当地旅游资源开发的有机结合,促进地方经济社会的发展。

(5) 需求与供给的综合多样性。

生态旅游产品的综合化和多样化特征十分显著。旅游服务、线路安排、境内外组团等既是包价方式,又要求旅游企业提供一揽子观光、度假、游览、休闲娱乐服务。同时,不同区域、文化背景的游客对生态旅游产品和服务会有不同的需求。

(6) 规范性。

识别、认定一个合格的生态旅游产品,成为近年来国际生态旅游产业界面临的重大课题,首先获得突破的是澳大利亚生态旅游协会。在政府的资助和研究人员的协助下,该协会起草、实施了生态旅游评估、认证、颁证体系,由此形成《生态旅游标准》和生态旅游达标评估指标系统,使得生态旅游产品的认定具有量化的标准。以澳大利亚文本为基础,2000年11月17日至19日,全球生态旅游认证机构以及来自联合国环境署(UNEP)、世界自然基金会(WWF)、国际标准化组织(ISO)、“绿色环球21”组织(Green Globe 21)、国际生态旅游学会的专家学者,聚会美国纽约州共同讨论制订了国际生态旅游认证的原则性指导文件,即《莫霍克协定》。目前,生态旅游产品的认证共分三个类型:达标证书、高级证书和创新证书。

(7) 波动性。

生态旅游易受自然和人为因素的影响。如自然灾害、美国9·11事件、东南亚金融危机、伊拉克战争、非典等,这些因素使得

人们对生态旅游消费和生态旅游产品的需求呈现出不稳定性,从而导致生态旅游区和企业业绩的波动性。

第二节 国外生态旅游的兴起

1. 国外生态旅游概况

非洲是世界生态旅游的重要发源地之一,野生动物资源为世人瞩目,尤其是南部非洲已成为当今国际生态旅游的热点地区,具有代表性的有肯尼亚、坦桑尼亚、南非、博茨瓦纳和加纳等国。

在美洲生态旅游较发达的地区是北美、加勒比地区和亚马孙河流域,代表性国家有哥斯达黎加、洪都拉斯、阿根廷、巴西、秘鲁、智利、美国和加拿大等国。在亚洲,最早开展生态旅游活动的地区出现在日本、韩国、印度、尼泊尔和印度尼西亚以及马来西亚等国。韩国有 20 家国家公园,年接待旅游者 2 000 万人次。尼泊尔和印度的喜马拉雅山区徒步旅游颇受欧美游客的青睐。

此外,希腊、新西兰、澳大利亚生态旅游发展极快,声名卓著。澳大利亚有 3 200 个生态旅游景区(景点),年接待游客 2 000 多万人次。

这些地区和国家开展的主要生态旅游产品和线路有国家公园考察、野生动物参观、原始部落之旅、生态观察、河流巡航、森林徒步、赏鸟、生物科考、生态教育及村落生活体验、土著居民参观等。

例如,澳大利亚是国际生态旅游组织重点推荐的 7 个生态旅游目的地之一,旅游业是澳大利亚最大的服务贸易出口产品。在过去 10 年中,旅游业年均增长率约为 11%。按照世界旅游组织的统计,2003 年赴澳旅游的人数达 1 910 万人次,位居全球第七。据澳大利亚政府的最新预测,到 2010 年,澳大利亚入境旅游金额将突破 300 亿澳元,外国游客人数将增至 2 000 多万。

为推动旅游业的持续发展,澳大利亚政府专门成立了旅游业工作组。政府还决定,从 2001 年起,贸易部长和工业、旅游与资源部长及业界代表(如生态旅游协会)每年举行两次会议,共商发展旅游事业的大政方略。

澳大利亚生态旅游协会成立于 1991 年,现有会员约 1 000 人,其中生态旅游经营者 600 多人。协会成立以来,在行业规范、市场推广、宣传教育和学术讨论支持等方面开展了大量工作。

又如南非生态旅游区。南非旅游部长宣布,南非将成为世界第一的生态旅游目的地。南非是生态旅游大国,有 18 个野生动物保护区属性的国家公园。其中克鲁格国家公园(Kruger national park)名声大,范围广(2 万平方公里),服务好,雇员多(达 4 000 人,每天接待旅游者 5 000 人次以上)。该园自办大型营地、丛林营地以及私营营地等,住宿条件丰俭由人。游客开自己的车或租来的车游览野生动物保护区,属于自助式游览,可以不重复地玩上 6 天;也可由公园为游客安排导游陪同游览,并负责提供包括饮食在内的一切服务。

南非的私营公园多达 2 000 余个,吸引了大量游客。因为其高度个性化的服务使游客能更好观赏野生动物,经验丰富的员工带领游客乘坐敞篷越野车进入丛林深处去观赏动物。很多私营保护区都有游泳池,还有设备齐全的酒吧、餐厅,让人既不至于太辛苦,又能享受到观赏或者追踪动物的乐趣。

南非的“生态旅游”理念,远远超过了以往常规保护区的工作范畴。生态旅游的政策是一个全方位的政策。比如,只有 38% 的收入来自于游客参观的门票,而更多地则来自于副产品的开发。

2. 国外生态旅游快速发展的原因

生态旅游自产生以来,发展速度超过常规的传统旅游。生态旅游年增长率达到 20%—25%,受到世界组织和各国政府的高度

重视。据世界旅游组织的估测,生态旅游占国际旅游份额的 7%,年产值 300 余亿美元,并且每年还以 10%—30% 的增长率迅速发展,在整个旅游业中独树一帜,集中反映了国际旅游业发展的趋势。生态旅游迅速兴起和发展的原因如下:

(1) 人类对自然和环境认识大大提高。

1992 年在里约热内卢召开的“世界环境与发展会议”上,提出了“可持续发展”的概念。特别强调,地球不仅仅是从祖宗那里继承来的,也是从后代那里借来的——因为现在的发展会对我们后代的发展产生影响。

(2) 各国政府充分重视。

1999 年 10 月在马来西亚召开了世界生态旅游专题讨论会,并发表了“沙巴宣言”。为了发展生态旅游业,保护自然生态与原住民文化传统,联合国宣布 2002 年为国际生态旅游年(International Year of Ecotourism)。2002 年 5 月,在加拿大魁北克召开了世界生态旅游峰会,1 500 余人参加。会议发表《魁北克宣言》,从政策、管理、保护、规划、运作和资助规范角度对国际组织、政府、企业和旅游者提出了一系列建议,要求贯彻实施生态旅游标准,进一步明确了生态系统和文化系统的保护为旅游业发展的重点。

澳大利亚政府自从 1990 年以来就一直很重视生态旅游的发展,出台了世界上第一个国家生态旅游战略。要求经营者必须确保生态旅游地生态的完整性;提高自然资源(能源和水)的利用效率;支持生态旅游教育和培训;所雇佣导游必须尊重当地文化习俗等。政府对于生态旅游的优先项目给予政策和资金的支持。有的州还制定了区域的生态旅游发展规划。

瑞典、英国和荷兰等国家在自然旅游资源开发中强调尊重地方文化传统,注重社区参与,增加当地人管理旅游业的权力。在肯尼亚、赞比亚等以生态旅游为主的国家,政府采取一定的经济补偿方式,将社区的经济利益与生态环境的保护紧密地结合起来,引导

社区成员自愿参与生态环境的保护。

加勒比海各国从 20 世纪 90 年代初开始实施区域性的生态旅游战略,定期举行生态旅游会议,调整传统海滨胜地的旅游内容与方式,以适应改善环境的要求。

(3) 生态旅游市场逐渐成熟。

生态旅游消费者不仅通过旅游提高自己的见识、素质,得到愉悦、体验和休息,而且也亲身实践旅游者的责任,即通过生态旅游活动来认识和保护环境。1992 年的调查发现,60% 的国际游客是去体验、欣赏自然,一部分人更专注于观察野生生物,如赏鸟、赏鲸等。

全球生态旅客大部分来自北美洲及欧洲,大多数热门的景点都在发展中国家。抢手的活动有到非洲国家公园巡游(safaris,野生生物巡旅),去喜马拉雅登山,往中南美洲雨林健身,到东南亚和加勒比海水肺和浮潜,而且预期需求量会继续增加。世贸组织预测,未来最流行的地点将是高山山顶、海底等天涯海角。

(4) 社会团体和非营利组织迅速崛起。

国际性环保组织多达 60 个,而民间环保组织更多,如“自然之友”、“绿网”等每年都会组织生态旅游活动,比如观鸟、攀岩、野生动物考察等。英国有个观鸟协会,每年都组织会员到世界各个地区观鸟。

(5) 大力资助生态旅游项目。

由全球自然基金(World Wide Fund for Nature)资助,发轫于 1986 年尼泊尔的保护区计划是一个生态旅游成功的例子。这个计划训练当地居民——尤其是在此赖以维持生计的农民、牧人和商贾——准备食物,估价菜单,照顾登山客的安全和编织地毯的技艺,允许他们把观光旅游和自身从事的农艺及手工艺品结合,在溪流兴建微小水力发电场及在住宿处安装太阳能热水器,尽力帮助保护森林和其他的资源;当地人则设法筹措周转金帮忙偿付公厕和垃圾坑。有鉴于此,来此旅游的人数由 1980 年的 1.43 万人跃

升为超过 6.3 万人。

从 1991 年起,由世界银行和联合国共同出资的环球环境机构(Global Environment Facility)对发展中国家 400 个生物多样性计划项目注入 10 亿多美元的资金,其中很多资金明显具有生态旅游的性质。如为哥斯达黎加、牙买加、马达加斯加、斯里兰卡和泰国等国提供资金、训练员工和建设生态型住宿设施、培养向导导游服务。

(6) 形成国际标准。

根据《莫霍克协定》规定,全球最具权威性的可持续旅游认证组织“绿色环球 21”联合澳大利亚生态旅游联合会共同制定了《国际生态旅游标准》。2002 年 10 月 25 日,该标准在澳大利亚凯恩斯国际生态旅游大会上正式公布实施。

《国际生态旅游标准》是针对生态旅游产品而设计的。根据产品的特点,将生态旅游分为以下三大类:

(1) 旅游食宿:旅店、度假村、野营地、生态小屋等(指自然区域固定或半固定的食宿设施);

(2) 旅游形式:驾车、徒步、骑马、漂流、探险等(通常指有导游带领的一日或数日游);

(3) 旅游景点:国家公园、自然保护区、森林公园、地质公园和风景区等(以欣赏大自然风光或野生生物为主要目的的景点或线路)。

全球范围已有 1 000 多个景区或企业获得认证。中国的九寨沟风景区、黄龙风景区、长青自然保护区、三星堆博物馆、蜀南竹海风景区、北京蟹岛绿色生态度假村、浙江世贸中心大饭店等企业先后采用了“绿色环球 21”标准体系。其中,四川的九寨沟风景区和黄龙风景区成为中国第一批通过“绿色环球 21”标准体系认证的旅游景区。

3. 国际生态旅游发展的主要经验

在生态旅游发展的过程中,许多国家和地区都采取了一系列

行之有效的措施:

(1) 立法保护生态环境。

例如,早在 1916 年,美国就通过了关于成立国家公园管理局的法案,国家公园的管理纳入了法制化的轨道。在英国,1993 年就通过了新的《国家公园保护法》,旨在加强对自然景观、生态环境的保护。自 1992 年里约会议以后,日本制定了《环境基本法》。1923 年,芬兰颁布了《自然保护法》。

(2) 制定发展计划和战略。

美国在 1994 年制定了生态旅游发展规划,以适应游客对生态旅游日益增长的需求。澳大利亚编制实施了旅游发展战略和生态旅游发展战略,专门拨款 1 000 万澳元,实施国家生态发展战略,并要求下级政府编制生态旅游战略,从政策上引导生态旅游发展方向。墨西哥制定了《旅游面向 21 世纪规划》,生态旅游是该规划的重点推介项目。肯尼亚制定的国家发展策略,特别将生态旅游视为重点项目。

(3) 积极发挥中介组织的作用。

包括各类地区和跨地区协会与非政府组织。如加勒比地区设立生态旅游协同机构,欧盟资助大西洋沿海生态旅游发展计划。

(4) 开展旅游环保宣传。

在发展生态旅游的过程中,很多国家都提出了不同的口号和倡议。例如,英国发起了“绿色旅游业”运动,日本旅游业协会多次召开旨在保护生态的研讨会,并发表了“游客保护地球宣言”。

(5) 重视当地人的利益。

生态旅游发展较早的国家肯尼亚,在生态旅游发展的过程中,提出了《野生动物发展与利益分享计划》。菲律宾通过改变传统的捕鱼方式,不仅发展了生态旅游业,同时也为当地人提供了替代型的收入来源。

(6) 运用多种技术手段,加强管理。

在开发生态旅游的许多国家,通常都对进入生态旅游区的游客量进行严格的控制,并不断监测人类行为对自然生态所产生的影响,利用专业技术对废弃物做最小化处理,对水资源节约利用等手段,以达到加强生态旅游区管理的目的。澳大利亚联合旅游部、澳大利亚旅游协会等机构还出台了一系列有关生态旅游的指导手册。此外,为了加强管理,很多国家都实行经营管理的分离制度,实施许可证制度等。

(7) 分区。

大多数开展生态旅游的国家,均划出地块,建立自然保护区、国家公园、森林公园、地质公园及保护区、保留地等,避免农牧、养殖、伐木、采矿等破坏环境的活动。到 20 世纪 90 年代中叶,全球已有国家级自然保护区 6 931 个,国际系统的自然保护区 283 个,海洋和海岸保护区 977 个,世界重要自然遗迹 92 个。发达国家的自然保护区面积一般占国土总面积的 10% 以上。

第三节 中国生态旅游的发展

1. 中国生态旅游的成就和问题

1999 年是中国的生态旅游年。以亲近大自然为主题的生态旅游热正在中国兴起。从 1999 年起,中国设立“旅游资源开发与自然生态环境保护专项资金”,对一些自然生态型旅游景区的生态环境保护工作给予了力所能及的支持。在中国国家计委的支持下,中国国家旅游局 3 年共安排专项资金 1.22 亿元人民币,支持全国、其中主要是中西部地区的 37 个旅游开发项目的生态环境改善和资源保护,取得了良好的社会效益和环境效益。几年来,中国国家旅游局还倡导开展“生态旅游”,组织了创建“工业旅游示范点”和“农业旅游示范点”的工作,既为丰富生态旅游产品、增强生

态旅游业发展后劲打下了基础,又提高了旅游全行业的生态环境保护意识。

中国的生态旅游主要依托自然保护区、森林公园、风景名胜区等发展起来的。从 1956 年开始建立第一批自然保护区以来,至 1997 年底,共建各类自然保护区 932 处,其中国家级的有 124 处,被正式批准加入世界生物圈保护区网络的有 14 个。中国共有 512 处风景名胜区,总面积达 9.6 万平方公里。截至 2002 年底,中国已建立不同类型、不同层次的森林公园 1 000 余处,年吸引游客达 1 亿人次。

“中国人与生物圈国家委员会”对全国 100 个省级以上自然保护区的调查结果表明:其中已有 82 个保护区正式开办旅游,已有 12 个年旅游人次在 10 万以上的保护区。目前,中国自然保护区的生态旅游方兴未艾,年旅游人次近 2 500 万,年旅游总收入约人民币 5.2 亿元。一些自然保护区已经成为带动当地旅游业发展的“龙头”。

中国在发展生态旅游过程中也存在着不少问题。据“中国人与生物圈国家委员会”的调查资料显示,中国已有 22% 的自然保护区由于开展生态旅游而造成保护对象的破坏,11% 的自然保护区出现旅游资源退化。没有良好生态环境的地方,就无法发展生态旅游;生态旅游的前提和关键,是不破坏生态环境。

对此,专家指出,生态旅游作为新出现的旅游方式,应当首先考虑其对环境的影响。原生态资源和文物一样,一旦遭到破坏就不可能再生。生态旅游区所采用的旅游活动应以探险旅游、步行旅游、科考旅游、自助旅游等为主。目前,中国很多生态旅游景区并没有达到生态旅游的本质要求,强调了生态旅游“认识自然、走进自然”的一面,而忽略了生态旅游“保护自然”的目标;有些生态旅游产品,并不是真正意义上的生态旅游产品,而是自然旅游或者观光旅游的另一种形式,对这种产品的开发要慎重和缓行,否则,

这样的生态旅游开发必然会引发大量的问题。

2. 中国生态旅游进一步发展需解决的几个问题

目前,中国以旅游业为龙头的假日经济发展迅猛。根据全国旅游发展总目标,到 2020 年,中国将实现从亚洲旅游大国向世界旅游强国的跨越,入境旅游人数将达到 1.35 亿至 1.45 亿人次,国内旅游人数将达到 20 亿人次以上,旅游总收入超过人民币 3.3 万亿元,相当于国内生产总值的 8% 以上。其中,以森林公园、保护区、生态旅游区为主要旅游目的地的生态旅游将面临更大的发展空间,但必须利用世界各国的成熟经验,走严格的保护、合理利用之路。

(1) 区分功能,划区保护。

第一,划区保护方式的产生与发展。20 世纪 70 年代起,联合国及其他国际组织日趋重视生态环境和历史文化资源的保护问题,建立各类保护名录,采取积极的保护措施。其中以世界遗产(含自然、文化和非物质文化遗产三类)和划区保护为主。划区保护的名称并不相同,如联合国教科文组织以世界遗产名录为主,其他国际组织还有湿地名录、人与自然生物圈、世界地质公园等。国外以国家公园为主,中国以森林公园、自然保护区为主。名称虽不同,但划区保护的实质相同。

根据划区保护的理念和方法,国家环保局组织制定了《全国生态示范区建设规划》和《全国生态示范区建设规划纲要》,国家旅游局提出了建设生态旅游区的目标,其基本框架和评价依据是 1999 年实施的《旅游区(点)质量等级的划分与评定》。

1999 年以来,全国生态旅游区建设发展迅速,在推进试点地区经济、社会 and 环境保护协调发展的同时,对周边地区产生了良好的辐射作用,使生态旅游区建设成为区域社会、经济可持续发展的一种理想载体和区域组织形式。开发、建设了一批生态旅游区,主

要类型包括了海洋、山地、沙漠、草原、热带动植物等。已建成并通过评审的生态旅游区有：江西婺源文化与生态旅游区、四川白河生态旅游区、云南香格里拉生态旅游区、湖北大别山生态旅游区、广西大瑶山生态旅游区等。

第二，生态旅游区建设。生态旅游区建设的目标是，按照可持续发展的要求、生态经济学的原理，合理组织、积极推进区域社会经济和环境保护的协调发展，建立良性循环的经济、社会和自然复合生态系统，确保在经济、社会发展，满足广大人民群众不断提高的文化生活需要的同时，实现自然资源的合理开发和生态环境的改善。

生态旅游区的开发和建设，必须确立“保护性开发”的主旨。开发建设不能以牺牲生态环境为代价；注重对文物古迹、民族传统文化的保护；科学规划，合理分区，加强监测，生态旅游区的规模设计应与资源的环境容量相适应，把握生态环境承载力；景点设计以“人”为本，突出生态和文化内涵；吸引资金、重视人才，进行旅游服务工程建设；推出丰富的生态旅游产品，加强游客教育。

生态旅游区作为可持续型旅游发展方式，可利用行政、法律和市场手段协调经济效益与环境保护，使旅游环境和资源得以永久持续利用，这也是实现可持续发展、增强公众责任感的必然选择。生态旅游区的主调控对象是自然系统，即森林、湖泊、高山等自然旅游资源，但应将“生态”观念向人文系统延伸。江西省婺源县通过加强调控，成功协调了人天地的关系，全县建成生态旅游区，生态旅游者年增 30%，生态旅游收入达人民币 2 亿元。

(2) 科学量测，确定容量。

生态旅游容量指在某一时期、某种状态或某种条件下，一个生态旅游区的旅游资源在保证其旅游系统和功能不受破坏所能承受人类活动作用的阈，即数值。生态旅游环境容量的经验测量方法，是通过大量的实地调查研究而得出其经验值或经验公式。这种测

量方法适用于生态旅游空间、自然资源、生态旅游气氛、旅游者生态旅游环境容量等。常用的方法有:自我体验法、调查统计法和航拍问卷法。更常用的是综合推测法,即对生态旅游环境容量的各个方面作出综合推测。作为综合推测,往往遵循最低因子限制律,即制约因素和霎时(高峰时段的1小时)容量。前者如活动空间、饮用水和食宿接待能力,后者如峡谷、山洞、小桥、天体、游步道等卡口处的霎时合理通行量和逗留量。生态旅游环境容量的确定与测量,在实际应用中已具有很强的可操作性。

四川省九寨沟实行游客限量,规定最大接待量为每天1.2万人。由此可见,在生态资源保护的前提下,进行有所为有所不为的合理开发,生态旅游才有所作为。

(3) 建立规范,强化法制。

生态旅游是一项科技含量高、协调难度大的产业,需要强有力的科学依托和足够的保护投入,可持续性、可测度性和规范性是检验生态旅游成败的准则。因此,建立一套行为准则和评价体系,对生态旅游的发展至关重要。

生态旅游开发,必须进行环境影响评价并落实保护对策。进行环境影响评价时,首先应对开发规划作全面而系统的现状评价。在此基础上,对开发活动所产生的环境效益进行分析、预测和评估,得出环境影响评价结论和各种对策,所提出的保护对策、替代方案和各项要求经批准后,必须在工作中具体落实。

严格执法和遵守国家的环境保护法、森林法、文物保护法、野生动植物保护法等与旅游密切相关的环境保护法律和法规,并针对旅游业对环境影响有潜在性、持续性和累计性的特点,增加补充规定。如增加对旅游的环境保护税收,用于修复被损环境的管理。又如,对生态保护区的开发,要根据环境法律,规定哪些部分严禁开发,哪些部分可以开发以及开发的规模、开放的季节和可接待的人数,等等。再如,规定哪些地区禁止带火种,禁止狩猎和毁坏林

木,禁止遗弃垃圾和生活用品。对违法侵害自然资源者,加大执法力度,使其承担相应的民事和刑事责任。

在生态旅游景点,设立生态意识宣传栏,导游词中应增加对生态教育和生态道德教育的宣传,树立“生态保护第一”的思想,切实把生态旅游环境当成旅游业的生命和形象。

(4) 创新制度,借助外力。

2002年9月10日,陕西省第一个将生态保护与旅游发展结合的区域性规划——《秦岭南太白区域生态保护与旅游发展总体规划》大纲评审在西安举行。这是世界自然基金会资助的生态保护与旅游发展项目。20多年中,世界自然基金会在中国的工作已经由单一的物种保护发展变为对森林、湿地、保护区、环境教育、气候与能源变化等多方面的自然资源保护实施赞助。

由美国新一代基金会投资300多万元人民币援建的珠穆朗玛峰国家级自然保护中心,在日喀则地区白坝村建成。10余年来,珠峰自然保护区共吸引7个国际组织援助资金500多万美元,保护区生态环境、生物资源等方面得到全面恢复,交通、通讯、旅游等功能已基本完备,该保护区已成为环保、社区发展、旅游开发等兼具的多功能生态旅游区。

生态旅游的快速发展,激发了全社会共同参与森林公园、保护区、生态旅游区建设的热情。港资地产商中恒伟业出资人民币2.6亿元,参与广东南岭国家森林公园、保护区、生态旅游区开发。云南江南绿色环保有限公司自筹资金人民币6000余万元,将滇池封停的采石场废墟建成生态旅游区。在民间资本比较丰厚的浙江省,工商业主投资森林旅游已成为一种时尚。万向集团投资人民币5亿元开发千岛湖旅游资源,临安市吸纳民间资本人民币1.7亿元发展保护区、生态旅游区。民间资本的大量投入,弥补了建设投入的不足,增强了保护区、生态旅游区的发展实力,激活了经营机制的创新。

(5) 建立网络,加强管理。

信息化对传统旅游发展方式提出了挑战。信息化的发展实现了游客之间的无障碍沟通,也使生态旅游区(点)的外在风貌毫无隐秘地展现在游客面前,促使游客形成对生态旅游的责任感和新奇感。自然保护区、生态旅游区建立一个“虚拟”的管理体系更显迫切和重要。充分利用信息高速公路,建立既能对内下达指令、信息反馈,又能对社会开放、让公众参与的网络信息系统。根据中国的情况,建立自然保护区、生态旅游区自己的网站,可发挥信息技术在建设、管理、宣传中的积极作用,而且可与地方、行政与业务单位建立一套信息沟通体系。

生态旅游区要全面引进先进的管理理念,调整旅游区(点)的规模结构和经营模式,全面推行 ISO9000 管理体系、ISO14000 环境体系,形成规模化、市场化、梯度化的产业体系,从而提升旅游的品质。

(6) 拓展营销,多元发展。

生态旅游区应建立多景类、多功能、多尺度、多层次协调发展的具有市场竞争力的生态旅游产品体系。包括与观光农业、生态观光、度假旅游、休闲旅游、保健旅游、美食旅游、体育休闲、科普旅游的结合。

线路设计要突出营销理念,面向不同尺度的市场,突出知名景点的带动作用。在区域不同尺度空间,设计多重产品组合的游线,大力拓展新景点的市场空间。

在地域的基础上,提炼面向旅游细分市场的主题旅游路线。充分展示中国保护区、生态旅游区的特色,弘扬和突出中国的地方文化,重点建设文化专题、水乡专题、园林专题、爱国主义教育专题、宗教文化专题、农林业观光专题、休闲度假专题、主题公园专题、民俗文化专题、婚庆专题、休闲旅游专题等线路。中国生态旅游营销从原生的自然景观向半人工生态景观发展,包括科考、探

险、狩猎、垂钓、田园采摘及生态农业主题活动等,以多样化的产品满足需求。

我们相信,经过坚持不懈的努力,到 2020 年,中国将能够实现国民素质不断增强、国土资源开发更趋合理、生态环境质量进一步改善、生态旅游更加规范和经济与人口、资源、环境协调发展的宏伟目标。

第十六章 环 境 教 育

环境是人类赖以生存与发展的基础。环境保护直接关系到人类的前途和命运,影响着每一个国家的生存和发展。随着科学技术的迅猛发展,人类在创造空前丰富的物质财富的同时,也付出了沉重的环境代价。由于自然资源的过度开发和消耗,我们生活的地球发生了前所未有的巨大变化,如臭氧层减少、淡水资源枯竭、森林锐减、水土流失、物种灭绝等。日益严重的资源的无序开发,致使环境污染和生态恶化开始对人类的生存和发展构成严重威胁,环境问题已日益受到世人的瞩目。保护人类赖以生存的环境,开展环境教育,已成为世界各国当前面临的共同而紧迫的艰巨任务。

第一节 环境教育的概念与发展

1. 环境教育的概念与特点

“环境教育”一词最早见于 1970 年美国环境教育法案。美国《环境教育法》指出:“所谓环境教育,是这样一种教育过程,它要使学生认识环境围绕着人类周围的自然、环境与人工环境同人类的关系,认识人口、污染、资源的分配与枯竭、自然保护以及运输技术、城乡的开发计划等等,对于人类环境有着怎样的关系和影响。”国际自然保护同盟将环境教育定义为:“环境教育是人们为了解和认识人类、文化与环境相互关系而必须接受的技能和认识方面

的教育。环境教育是一个认识环境价值和澄清人类与环境关系概念的过程,它必须贯穿于人们制定环境政策和形成环境行为准则的过程之中。”中国学者一般认为,环境教育,是指政府和环保部门对社会公众进行环境知识、技能的宣传教育,使公民认识环境的重要性以及人与环境的关系,了解环保技术的基本知识,适应环境发展的需要。

环境教育具有跨学科性质,以面向现实,解决环境问题为目标。它不仅有鲜明的时代性,而且还有全民性和全程性的特点,使正规教育与非正规教育、普通教育与专业教育相结合。环境教育问题涉及到社会各界,与每家每户每个人都有关系,贯穿每个人的一生。环境教育旨在通过培养人们的环境保护道德、意识和价值观,使人们形成一定的环境意识和环境保护的责任感、义务感。其立足点从过去单纯追求对自然的关爱和环境保护,转移到对整个人类历史发展模式的反思、对现代工业文明的审视、对未来生存形态的思考。总之,环境教育可以使社会和公众的环保意识和环保科学知识水平提高到一个新的更高层次,能为可持续发展起到可靠的支撑作用。可持续发展思想是环境教育理念产生的新理论基础,它为解决发展与环境、人类与环境的关系问题,奠定了深厚的、新的理论基础;大大丰富了环境教育的内容,扩充和深化了环境教育的内涵。

2. 环境教育发展的主要历程

环境教育的提出始于 20 世纪六七十年代。中国的环境教育萌发于 70 年代末。70 年代几次重要的国际环境及环境教育会议的召开,极大地推动了各国环境教育的迅速发展。

1972 年 6 月,在瑞典斯德哥尔摩联合国人类环境会议上,各国政府第一次共同讨论当代环境问题、探讨保护全球环境战略。这次会议是人类认识环境问题的第一个重要里程碑,在所颁布的《人类环境宣言》中明确指出:“教育是环境发展过程的核心”,并正

式提出了“发展环境教育”的口号,专门强调了环境教育的必要性。会议强调要利用跨学科的方式,在各级正规和非正规教育中、在校内和校外教育中进行环境教育。随后环境教育开始体现在各国政府的工作中,并逐渐形成全球性的环境教育行动。中国派代表团出席了这次具有重大意义的国际会议。

1975年,在南斯拉夫贝尔格莱德召开了国际环境教育会议并通过了《贝尔格莱德宪章》。《宪章》简洁地阐述了环境教育的基本框架,首次将道德作为环境教育的一部分来对待。《宪章》获得了各国政府及学者的高度评价,即使是现在,它仍是各国思考环境教育的重要参考依据。

1977年,联合国教科文组织和联合国环境规划署在原苏联格鲁吉亚的第比利斯召开了全球第一次政府间环境教育会议,旨在促进和提高世界各国环境教育的能力。这次会议明确提出了环境教育的目标,并为国际一致公认。目标包括意识、知识、技能、态度和参与等五个方面,拓展了环境教育的内容和方法,从而把环境教育引入到一个更广阔的空间。

1989年联合国教科文组织指出,人类未来面临的挑战一是经济,二是生态。随后,联合国环境规划署发表了《地区间教育计划与管理的环境教育训练课程》报告。该报告获得了联合国教科文组织的正式认可和推荐,并成为各国制订环境教育课程实施计划的重要依据。

1992年6月“联合国环境与发展”大会在巴西里约热内卢举行。这次会议不仅扩展了环境问题的认识范围和认识深度,而且把环境问题与经济社会发展结合起来研究,探求它们之间的相互影响和相互依托关系,这被称为人类认识环境问题的第二个里程碑。

3. 环境教育的内容

根据各国不同的环境特点,可以有不同的环境教育内容。一

般包括:

(1) 环境技术基本知识。使社会公众了解什么是环境、环境问题的产生、环境污染防治与管理、可持续发展与环境保护的关系等知识。

(2) 环境保护专业知识。由教育部门根据本国环境教育的实际,制订具体环境教育的教学大纲。

(3) 环境伦理道德。通过环境教育,使人们建立一种亲近自然、关爱万物、同情生命的高尚情操,使人们不仅要考虑眼前的环境利益,而且还要考虑到长远的环境利益和全球的环境利益,形成科学的生活方式和行为方式,树立保护环境、人人有责的社会道德风范。

(4) 环境意识。主要包括认识环境意识、保护环境意识、环境法律意识、环境质量意识、环境文明建设意识和积极参与意识。

(5) 环境保护法律。使社会公众了解各项环保法律的主要内容,以及严格执行各项环保法律、法规和制度的重要作用。

4. 环境教育的战略思路

环境教育是关系到子孙后代生存与发展的大事,其重要的战略思路主要如下:

第一,环境教育是政府和环保管理部门的一项先导性工作,同时也是宣传、教育、新闻媒体和计划、规划、城建、财政、税收部门的主要工作内容之一。在政府统一部署下,各部门结合自己的工作内容和要求,有计划有步骤地开展经常性、长期性的环保宣传教育和履行各自对环保管理的职责,把社会和公众的环保意识和环保科学知识水平提高到一个新的更高层次。

第二,环境教育要从小抓起,把环境的基本知识列入中小学教育内容,这对于当今和未来的劳动者掌握一定的环境知识、提高环保素质和增强环境意识都有重要的作用。

第三,明确规定大专院校环境专业和环境专门学校是培养

高、中级环保科研、教学人才的主要渠道,以适应世界环保形势发展的需要。

第四,对于企业和经济部门的员工,通过企业和经济团体活动,进行环保知识和环保技术培训,使环境教育科学化、正规化和制度化。通过环境教育和培训,使环境污染防治技术方法、措施落实到企业生产部门,这对于减少环境污染源头能起重要作用。

第二节 国外环境教育的实施

1. 培养中小学生对环境的科学态度和价值观念

环境教育课程是一门新兴课程,各国政府和教育行政机构都极为重视,许多国家为推行环境教育均成立专职机构。虽然各国因政治结构不同,机构名称有所差异,但是都经过立法程序且被赋予各种权力。同时,各国教育行政机构还都制定文件,发布指示,强调把环境教育纳入中小学课程。

在国际环境及环境教育会议的推动下,世界各国越来越认识到环境教育在解决全球环境问题中的重要地位。发达国家已初步形成了融知识、理念和行为参与为一体的教育风格,过去以“灌输”、“效仿”为主要特征的教育方式逐渐演变为以“创新”、“实践”为重要特色的教育方式。近年流行于西方发达国家的新型环境教育方式是“互动式环境教育”。日本把树立科学的自然观作为理科教育的总目标,其环境教育常常渗透到各科教学特别是理科教学中,英国、加拿大、泰国等诸多国家也是如此。德国开设垃圾课,教授垃圾分类堆放的方法。美国环境教育的最终目标是帮助正在成长为公民的中学生具备环境知识、技能和观念。德国巴伐利亚州中小学环境教育的方针是,强调以学生的亲身经历为出发点,使学生对自己的行为负责。印尼在理科课程中设有“人类及其环

境”这个单元。他们十分重视学生与教师以及教育与环境之间的动态交流,注重培养中小学生对环境的科学态度和价值观念以及环境保护技能。

除在课堂上传授环境保护知识外,课外活动也成为环境教育的重要阵地。英国比较注重通过学生的亲身经历来培养学生的环境意识,将野外考察作为环境教育及学习效果评估不可缺少的重要组成部分。目前,英国绝大多数的地方政府正在着手制定本地区的“21世纪议程”,积极鼓励青少年参与,并听取青少年对环境问题的看法。印度中小学通过环境学习活动,使学生理解和巩固环境知识,培养环保技能。德国各地有大大小小的各种环保比赛,鼓励学生设计和开发环保项目等。此外,世界各国还纷纷通过电视、录像、广播、科技展览等方式培养学生们的环境意识与环保技能。

2. 建立“生态学校”

国外学校中的环境教育,最初是以课程为中心进行渗透,学生亲自接触和感受自然和社会环境的机会较少,而且几乎没有机会参与学校环境方面的决策。为了改变环境教育的这种状态,1994年欧洲环境教育基金会首次提出了一项全欧“生态学校计划”,旨在鼓励学校建立“生态学校”,推动欧洲各国学校的环境教育的发展,改变原来的环境教育模式,在保持和发展跨学科环境教育课程的基础上,为学校提供更多融入环境教育的途径和机会,将环境教育纳入学校每日管理和教育,为学校建立一个综合性的环境管理系统,提高学生的环境意识,最终促使环境意识和行为成为学校里所有学生生活和道德精神的内在组成部分。“生态学校计划”的实施,有助于学生深入认识和理解环境问题的重要性,影响他们的意识和理念,使其在今后的个人和家庭生活中更加重视环境问题。

虽然该计划原本只在欧洲实施,但此后不久,生态学校的概念

和实践方式便在世界各地广泛传播。生态学校又称“绿色学校”，在不同国家虽然称谓不同，但是本质含义一样，都得到欧洲“生态学校计划”主管机构的承认。“生态学校计划”不是以奖励特别的环境改善计划和行动为最终目的，而是以发展学校的实质性环境教育为目标，并重视学生参与学校环境决策的普遍性和民主性。如果学校里只有少数学生参与，即使在环境方面有出色表现，这样的学校也不可能获奖。实践证明，创建“生态学校”，对提高全民的环境意识具有重要的意义。

目前，国际上认同、重视和提倡的“生态学校”已成为世界许多国家和地区学校开展可持续发展教育的有效模式。到 2001 年初，有 21 个国家 6 000 余所中小学加入该计划组织。一些发达国家在认识和明确环境教育概念、目的和任务的过程中，逐步建立起从大学本科、硕士研究生到博士研究生等多个层次的高等环境教育人才培养体系，而要培养合格的高层次环境保护人才，各高校完善的、科学的教学计划和课程体系是至关重要的。这些国家在环境教育方面的一些理论和实践值得借鉴。

3. 制定环境教育法并建立有关机构

随着人类对环境教育认识的日益深入，世界各国纷纷采取各种措施，推动环境教育的发展。

美国是世界上第一个以立法手段保障环境教育实施的国家。早在 1970 年，美国就率先制定了《环境教育法》。根据该法令，联邦政府教育署设置了环境教育司。1990 年美国重新制定了新的环境教育法，这标志着美国环境教育进入一个新阶段。新法对美国环境教育的政策及措施作了详细规定。根据这项法律，在环境保护署下设环境教育处、国家环境教育咨询委员会、联邦环境教育工作委员会，向州和地方的教育机关、地方的教育研究机关，其他的公私教育机关、组织、设施等进行的有关环境教育事业提供

资金援助。日本滋贺县教育局从 1975 年就开始全面开展环境教育,发行了典型事例和辅助课本,还设立了“环境教育研究制定校”和“环境教育实践推动校”制度。

许多国家虽未单独制定环境教育法,但在环境保护法中对环境教育都有专门的条款。如原苏联 1960 年制定的《自然保护法》规定,自然保护基础课程的教学应列入普通学校和中等专业学校的教学计划,自然保护和自然资源再生应成为学校的必修课。泰国在 1974 年颁布的宪法中明文规定:国家必须维持环境的平衡以及除去伤害公共健康的污染。1975 年颁布《国家品质改进与保育法案》,并成立国家环境局。

除制定环境教育法外,各国还纷纷成立国家机构。如成立于 1965 年的英国环境教育委员会,其主要任务是协调四十多个与环境教育有关的组织及职业团体推行环境教育。法国建立了环境教育设备委员会,澳大利亚建立了环境教育协会。这些机构通过培训教师、开发教材、提供环境教育情报资料等方式推动环境教育的发展。此外,发达国家如法国和日本等,发展中国家如印度、菲律宾、泰国等,都制订了向青少年进行环境教育的计划,介绍有关污染、资源、居民等方面的环保知识。

4. 培训环境教育的教师

环境教育的开展,必须依靠教师的培训。发达国家的许多学院和大学都设置了环境教育的课程和学位。如美国的威斯康星大学、密执安大学等都开设了为期 4 年的环境教育专业课程,培养环境教育的专职教师,并颁发环境教育教师资格证书。美国威斯康星州颁布法令,要求对中小学教师进行充分的自然资源保护方面的教育。哥伦比亚、保加利亚、泰国等国都为师范生开设生态学和自然保护的课程。印度尼西亚的师范院校则在人口教育课程中介绍环境教育的有关内容。为了给学生提供有效的环境教育,澳大

利亚要求教师有足够的环境方面的知识和对环境教育有精确理解。该国对环境教育的师资培训工作主要采取三种形式,即职前师资培训、研究生层次教育和在职培训。其中在职培训采用的方法是,除了要求掌握有关环境知识外,让中小学教师到实地亲自接触环境,接受培训。澳大利亚环境教育协会的《师资培训的环境教育和发展教育计划》,为把持续生命教育纳入师资培训规划提供了指南。¹¹ 所大学和政府部门等制定了一个计划,其中设计了 18 个用于师资培训课程的环境与发展教育的 3 小时单元,为师资教育者提供了有力援助。

5. 发展高等环境教育

与环境基础教育不同,环境高等教育的任务除了培养受教育者的环境保护意识和理念外,还要培养受教育者在解决环境问题时的技能。同时,作为一门科学本身,环境科学需要有专门的人才对其进行研究。因此,环境高等教育的类型依其对培养对象的目的和要求,一般可分为专业教育和非专业教育。

专业的环境高等教育主要是培养为环境科学本身研究和发展服务的专门人才的专业。它包括环境科学、环境工程和环境教育学等专业。美国大学环境类课程中,比较重视培养学生综合分析环境问题的能力和掌握解决环境问题的方法及提高职业素质。在此类课程体系中,包括“环境问题的分析和解决”、“综合案例研究”、“环境政策规划、设计和设施的战略分析”、“资源和环境政策的经济分析”以及“环境职业写作”等课程。目前,在美国的环境类专业高等教育中,已用“污染防治”和“清洁生产”等课程替代原来的“污染控制”。设立在密歇根大学的“国家高等教育污染防治中心”,建立了国家污染防治教育者网络,组织筛选了大量的参考书目、教学案例、各类与环境保护和可持续发展相关的教学大纲和有关信息,通过网络和录像带等形式,供从事环境高等教育的教师、

学生及专业人员选用。这些教学参考资料包括美国清洁生产的发展和现状,环境问题,美国污染预防政策,生命周期评价方法和其他污染预防工具,清洁生产在能源、农业、食品、运输、水利等行业以及饮料罐、电池、购物袋、餐具、清洁用品等生产加工方面的实际应用。日本大学的环境专业教育,强调实验技能和重视实际研究。主要特点有:对学生进行全球环境科学的专业教育;区域与全球环境科学并重发展;注重全球环境意识教育和环境与资源相统一的教育等。由于环境科学在日本的迅速发展,日本公民和社会对环境保护的日益重视,社会对环境类人才需求的增长,从而在大学环境类专业设置上更趋多元化。

在加拿大,41%的大学开设了环境类专业的课程,专业设置以理科和环境工程为主,许多高校建立了环境院(系),或与之密切相关的地理学、地质学、生物学等院(系)。20世纪90年代,日本437所大学中有70所设置了环境类专业,占大学总数的14.8%,其中有46所设置了环境、资源类本科专业。注重与社会科学的融合,让环境理念深入到不同学科,在高等教育中首先实现环境教育的社会化。目前,日本25%的环境领域的本科专业是由人类学或社会学等学科设置的。在这些专业中分别开设了“环境伦理学”、“文化与地区环境”、“社会环境设计”、“国际商业环境与资源环境政策”等课程。

最近,国外高校环境类专业开设课程的新特点表现在:及时敏锐地反映当前环境决策和举措中的新观点、新动向和新进展,或者贯彻在他们所开设的新课程中,或者在原有课程中增加若干新的章节,充实新的内容,使学生能跟上时代的发展。这方面的课程很多,如“污染防治导论”、“环境伦理学”、“企业环境管理”、“工业生态学”和“比较环境和可持续发展”等。

发达国家已经将环境专业的培养目标,从培养污染控制和治理方面的人才转向培养自然资源保护管理人才。在这一转变中,

根据环境与经济协调发展的概念,主要强调的是污染预防、环境经济双赢原则。环境教育学专业的设置,为培养社会需要的了解和掌握最新环境保护理论和动态的高层次教育人才提供了保障。非环境专业的高等教育主要是,在受教育者的主要专业课程体系中增加有关环境科学和可持续发展的内容,其主要目的在于使受教育者在环境意识、知识和技能三方面有所进步。

第三节 中国环境教育的实施

中国的环境教育事业发端于 20 世纪 70 年代末。20 多年来,中国开展了普遍的环境教育,公众对环境和环境问题的认识有了一定的提高,从而为中国环保事业的开拓和发展打下了坚实基础。可以说,没有环境教育工作,中国的环保事业就不可能取得今天这样的成就,形成今天这样的局面。

目前,中国以教育部门为主体,环保、宣传部门相配合,社会各部门、各阶层相呼应,呈现出环境基础教育、环境专业教育、环境社会教育协同发展的新局面。中国的环境基础教育和环境专业教育由国家教育主管部门负责实施,环保部门积极配合;环境社会教育则由国家环境主管部门负责实施,国家教育、人事等相关部门积极配合,已形成一个多层次、多形式、多渠道的环境教育体系,摸索出一套适合中国国情的环境宣传教育方法和途径。

1. 中国环境教育的发展阶段

中国环境教育的发展大致经历了三个阶段。

一是起步阶段(1973—1983)。1973 年第一次全国环保会议后,环保工作开始受到关注。1978 年,邓小平首先提出中国应制订环境保护法;1982 年,中国将“国家保护和改善生活环境和生态环境,防治污染和其他公害”写入了《宪法》;20 世纪 70 年代末 80

年代初,开始将环境科学知识内容逐渐渗透到中小学课程中。

二是发展阶段(1983—1992)。国家教委于1987年颁布的教学大纲强调,“小学和初中要通过相关学科教育和课外活动、开设讲座等形式进行能源、环保和生态的渗透教学,有条件的要开设选修课”。1989年第七届全国人民代表大会第11次常委会通过了《中华人民共和国环境保护法》,保护环境成为中国的一项基本国策。随着20世纪90年代课程教材改革的实施,一批必修课、选修课和活动课的教材也先后编写出版,并逐渐纳入大、中、小学的课程计划,从而开创了中国学校环境教育课程化的新局面。

三是提高阶段(1992年至今)。1992年“联合国环境与发展”大会之后,中国向世界率先推出《环境与发展十大对策》,第一次明确提出转变传统发展模式,走可持续发展道路,并把“加强环境教育,不断提高全民族的环境意识”作为实现可持续发展的一项战略性措施。随后,在制订的《中国21世纪议程》、《中国环境保护行动计划》等纲领性文件中,确立了“环境保护,教育为本”的指导思想,强调了环境教育是一项终生教育的基础工程,是提高全民族环境道德素质和环境科学文化素质的基本手段。文件规定,在小学、中学、高等学校普遍开设有关资源、生态、环境和可持续发展内容的课程;首先在物理、化学、生物、地理等学科中增加有关环境教育的内容。1992年,国家教委公布新教学大纲,明确提出在相关学科教学内容中增加环保知识和教学要求。

为了贯彻上述精神和战略部署,1996年12月,中宣部、国家教委、国家环保局联合发布了《全国环境宣传教育行动纲要(1996—2010年)》,提出了“九五”到2010年期间全国环境宣传教育的目标、任务和要求,对于我国的可持续发展教育工作有着极其重要的指导意义。在各级领导和各有关部门的高度重视和大力推动下,中国的环境教育逐步走向深入。

在《全国环境宣传教育行动纲要(1996—2010年)》精神指导下,全

国纷纷开展了创建“绿色学校”活动,将基础环境教育水平推向更新的高度。截至 2004 年 6 月 30 日,全国共建立绿色学校 17 240 所。

自 20 世纪 90 年代中期以来,国际组织和外国政府与中国政府和民间组织进行合作,开展了环境教育研究和培训,加强人员交流以及中小学环境保护活动,为中国环境教育注入了新的活力,使中国环境教育界与世界环境教育界的交往更加紧密。

2. 中国的环境基础教育

国家教委于 1992 年先后制订、颁布的《中小学加强国情教育的总体纲要》、《义务教育小学和初中各学科教学大纲》规定,义务教育阶段环境教育不单独设课,环境教育的主要方法是渗透在相关学科和活动中。在暂时没有把环境教育作为独立的必修学科的前提下,普通中小学传授环境教育基础知识、训练基本技能、培养环境道德的主要途径有以下三种。

第一,环境教育渗透到各科教学。环境教育内容广泛渗透于小学的“社会”、“自然”和中学的“地理”、“生物”、“化学”等教材中。这是目前中国广大中学普遍采用的办法。在义务教育阶段,环境教育的主渠道和主要方法是渗透教学。

第二,环境教育与课外活动相结合。除了学科课程中渗透环境教育外,开展环境教育的课外活动的形式是多种多样的。如以环境保护为主题的知识讲座、参观考察、社会调查、样品采集、实验测定等实践活动;活动课上形象直观的环境保护实验与考察,融知识、理念和行为为一体,为开拓学生的环保视野起了很好的配合作用。这些活动在向学生传授环境科学知识的同时,也有助于学生形成正确的环境价值观和环境责任感,有助于培养学生的基本操作技能和主动参与环保活动的积极性以及热爱环境的情感。

第三,开设环境教育选修课。《义务教育小学和初中各学科教学大纲》中虽然没有把环境教育单独设课,但规定地方可以安排课

程,利用地方课程的某些课时给学生开设环境教育课。北京市有的学校就开设了“人与环境”的选修课,受到学生的欢迎;广东潮州市有的中学,为了实施环境知识教育,也开设了“保护环境,防止污染”辅导课。

3. 中国的环境专业教育

环境专业教育的主要对象是环保专业的中等专业学校、职业高中和高等院校的学生。主要任务是有计划地培养环保科技和管理人才。随着环境教育的发展,专业设置和结构体系逐渐趋于合理,“环境科学”已被中国国家教委正式列为一级学科,并形成了包括环境地理学、环境生物学、环境化学、环境物理学、环境医学、环境工程学、环境经济学、环境法学、环境管理学等分支学科在内的环境科学教育体系。近年来,以培养环保人才为目标的高等院校的环境专业教育,开始向更高的层次拓展,继本科生培养之后,出现了硕士生、博士生的培养和博士后的进修研究。1995 年底全国共有 140 多所高等院校开设了环境专业,有 206 个本科专业点,223 个硕士学位授予单位计 39 个专业,77 个博士学位授予单位和博士后流动站,另外还有 200 多所中等专业学校和职业高中开设了环境课。到 2003 年已有 200 多所大学开设了环境专业。即便如此,仍不能完全满足环保人才市场对不同层次专业人才的需要。

中国非环境专业每年招收的学生,占普通高校招生总人数的 99.5% 以上。中国为非环境专业的理、工科大学生编写了《环境保护与可持续发展》等教材,一些大学陆续开设了环保公共课或选修课,一些专业开始重视相关环保内容的教学和设计。除了环保公共课或选修课外,许多高校还开展了课外环保活动,在校园内建立了自己的民间环保组织。学生在学校与社区的帮助下,把校园内的环保活动扩展到了社区。

尽管中国高校环境教育工作已取得明显的进步,但目前大学

生环境意识的总体水平与社会经济可持续发展的要求尚有较大差距,甚至一些环境专业的学生也未能把环境保护作为一项崇高的事业,缺乏使命感和热情。

从目前大学生环境意识的现状看,抓紧非环境类专业大学生环保教育意义非同小可。原因很简单:进行持续和深入的环境教育,是解决环境问题必不可少的保障条件。因此,要大力普及高校环境教育,增强全体大学生的环境意识和环保法制观念,使他们能和专业人员一起共同成为推进中国环境保护和实现可持续发展战略的重要力量。

4. 中国的环境社会教育

社会环境教育的主要内容包括宣传环保方面的方针政策、法律法规、科普知识,提高市民的环保意识、环境道德和参与环境保护的能力等,利用大众传媒和群众喜闻乐见的各种活动形式,对社会各阶层的公众灌输保护环境思想。为此,中共中央组织部、国家计委、国家环保局等部门不定期举办省委书记、省长、市长、专员以及计委主任参加的环保战略高级研讨班。与此同时,各地、各部门通过党校、行政院校和管理干部院校等多种渠道,对各级干部进行有计划的环保培训,并不断拓宽公众环境宣传教育的途径,起到了联络、协调、示范、指导的作用。

对于企业和经济部门的员工,通过企业和经济团体活动,进行环保知识和环保技术培训,使环境教育科学化、正规化和制度化。通过环境教育和培训,使环境污染防治技术方法、措施落实到企业生产部门,这对于从源头减少环境污染起到了重要作用。

(1) 环境宣传教育。

近年来,中国在全社会开展了全方位、多层次的环境宣传教育活动。一方面,电视、广播、报刊等新闻媒介都增设了大量的环境保护内容,如开设人与自然、环保周末版、环保时刻、走向大自然等

专栏,拍摄了“为了地球上的生命,清除白色污染”等一大批专题片;另一方面,通过一些大型活动发挥新闻舆论的监督作用,促进公众环境意识的提高,其中尤以中华环保世纪行、4月22日地球日、5月22日国际生物多样性日、6月5日世界环境日、10月4日动物保护日等重要环保纪念日,社区环保宣传活动收效格外显著。自1993年全国人大等单位发起的开展“中华环保世纪行”活动就是一个成功的范例。该活动每年根据国内的具体情况,确定一个主题,如“保护生态环境”、“珍惜生命之水”等,有计划、有组织地在全国各省市开展,每年都有3000多名新闻记者赴几千个城镇、农村采访环境执法情况,利用新闻舆论的监督手段,鼓励和表彰先进典型,批评和曝光落后现象,不仅使许多环境问题得以解决,而且有效地提高了公众的环境意识,强化了环境和资源的舆论监督,鼓励和支持了公众参与环境保护的积极性。自1990年以来,每年的6月5日世界环境日,都有党和国家领导人出席首都举行的群众活动;各省、自治区、直辖市以及所辖地、市、县的主要领导干部也在当地发表电视讲话或亲自参加各种纪念活动。各级领导的重视和参与对环境教育工作起到了极大的推动作用。

在开展环境教育的过程中,全国各地开展了一些环境保护的活动,积累了许多经验,也探索出不少有益的路子,比如,江苏省在消除白色污染方面做了许多努力;黑龙江省开展了“倡导绿色文明,创建绿色家园”活动;北京市实施了“绿色奥运计划,创建绿色社区”活动;深圳市强调要“保护野生动物,珍惜生命之网”;四川省举办了“让绿色风行天下,让环保走进生活”环保电视大赛,等等。

(2) 民间环保组织的推动。

随着环保事业的发展和公众环境意识的提高,全国各地涌现出一大批自发的民间环境保护组织。其中,目前最有影响、最活跃的民间环境保护组织当数“自然之友”。它是1994年中国第一家完全民办的环境保护组织,其宗旨是:通过各种方式提高公众的环

境意识,与政府合作,力所能及地协助解决一些具体的环境问题。“自然之友”的成员来自全国各行各业,目前有个人会员 1 500 余人,以各大学环保社团为主的团体成员 24 个。

“自然之友”组织成立后,从推进社会性的环境教育为起点,通过开展环境教育的实践,在开展公众的环境教育方面形成自己独特的优势。第一,采取灵活多样的方式来开展环境教育。第二,贴近老百姓的实际,关注不同的人群,因为组织的成员来自民间,更了解老百姓的所思所想,能够切实可行地采取有针对性的环境教育。第三,吸纳和整合社会人力和资金的资源,建立基层与社会各界交流的桥梁。

10 年来,民间力量和新闻媒体的宣传发挥着很大作用。公众在大规模舆论宣传的影响下,在不断完善的环境教育熏陶下,环保意识日渐加强,几乎渗透于衣、食、住、行的各个方面。公众逐渐形成的健康保护意识和环境保护愿望证明,环境教育的社会作用已开始逐渐显现。

尽管中国在教育环境方面做了大量工作,公众的环保意识有所增强,对环境问题也有所重视,但仍存在很多不足。长期以来,中国的环境污染和生态破坏十分严重,生态环境治理进展缓慢,边治理边破坏的现象普遍存在,而且公众的环保态度、环保行为、环保道德水准仍高低不等、参差不齐。因此,加大环境教育的力度十分必要,它能使人们意识到:被污染的环境不仅会使蓝天白云不再,青山绿水尽失,还将直接影响到人们的身心健康,影响绿色走进社区,走进生活。

第四节 环境教育的强化与提高

端正公民环保态度的最好手段是教育。环境教育能起到一般手段无法起到的完善个性、推动社会发展的促进作用。综观世界

各国环境教育的实践,以下几个方面必须在环境教育中得到强化。

1. 增强全民、特别是领导的环保意识

环保教育不仅是实施经济社会“可持续发展战略”的有效措施,而且是公众素质教育的重要组成部分。在未来社会中,人的环保素质占据首位,素质教育理所当然地应涵盖环保意识的文化内容。然而,中国在环境保护上的最大阻力恰恰是公众,特别是领导干部环境意识的淡薄。他们难以用热爱自然、善待环境的博大胸襟去处理日益增多的环境问题,而只习惯于采用头痛医头、脚疼医脚式的“先污染、后治理”的解决方案。公众特别是领导所受环境教育的欠缺,自身环境素质的先天不足,已成为环境教育值得反思的重要方面。

当前,传统的应试教育正在朝素质教育转化,政府在加大公众环境教育力度,健全终身教育体制等方面已作出不少努力,应从建设生态城市的战略高度,对领导干部环保意识的再培养工作予以足够的重视;应对处级以上干部和大中型企业及环保重点企业领导进行环保知识的轮训,使他们时刻牢记环境成本因素,彻底改变环境资源取之不尽、用之不竭的陈旧观念,扭转企业只知节水省电、不知节省环境资源的思维方式和行为习惯;应将环境整治目标责任的完成情况作为考核和任用干部的重要依据;应定期开展干部环保意识的调查研究。

综上所述,惟有加强环境决策教育,改变决策人员缺乏整体意识、未来意识和忧患意识的地方保护主义和短期行为,才能提高全民的环境意识,才能从根本上控制日益加剧的环境污染和生态破坏趋势。

2. 加强环境教育的师资培训

环境教育质量的提高需要有一支受过专门训练、能胜任环境

教育的师资队伍作为保证,师资培训是环境教育事业发展的一个关键因素。环境教育的师资有其自身的特点:一是要求高。要求教师有广博的知识,领先的环境意识,先进的教学方式和方法;二是人员少。中国从事环境教育的师资队伍,是由各方面调配和培训而组成,因而师资培训的难度极大。有关部门可根据环境教育的自身特点,制订分散与集中相结合的培训计划,通过管理网络组织教师观摩,或请有关环境专家作专题讲座、教案评选、论文研讨等多形式、多层次的师资培训,以提高师资队伍的环境整体意识和理解力。

在对现有中、小学环境教育师资的培训方面,一是对所有教师的基本环境知识的普及,使整个师资队伍具有环保意识和可持续发展观;二是对专职环保教师的专业培训,使环保教师具有较高的环境教育的理论和实践能力,成为中小学推行环境教育的重心。教育学院可设立环境教育专科或短期培训班以满足师资培训的需要。韩国规定,每一所中学和小学应配备一名教师负责环境教育,这些教师必须接受由国家自然保护协会定期提供的培训。

在加强环境保护职业化的培训力度方面,应扩大绿色职业队伍,特别是鼓励青少年学习环保专业和从事环保事业。如对学习环境专业的学生优先发放奖学金,对愿意去自然保护区工作的青年给予经济补助等优惠政策。加强高等和中等师范院校环境教育,以保证中小学、中专在开展环境教育时有固定的师资来源。同时还应加强现有师资队伍的培训,引进环境教育专家,扩大国际环境教育合作与交流,积极引进环境教育资金、技术和先进的培训方法。

3. 加大环境教育的投资力度

目前,中国的教育对经济增长的贡献率基本维持在 3.2% 左右,而发达国家的“教育和培训”对经济增长的贡献均要达到 30%—40%,问题的关键在于中国教育的投入偏低。

政府加大投入,无疑是发展环境教育事业的最重要条件。世界各国不仅政府部门注意增加环保资金的投入,而且企业界也不断增加对环境资金的投入。20 世纪 70 年代初,发达国家环保资金的投入一般占本国国内生产总值的 1.5%—2%,欧盟各成员国每年拿出不低于国内生产总值 1.5%的资金用于环保,其中企业界占 6%—9%。

中国从 20 世纪 70 年代后期开始注意到环境保护投资对经济发展的重要作用,从此便一直致力于增加这方面的投资。1984 年,国务院在《关于环境保护工作的决定》中,明确规定了获取环境保护资金的 8 条渠道。这项制度的实施,加强了各级领导对城市环境保护的责任感和使命感。遗憾的是,除高校环境专业外,其他层次的环境教育基本上都没有直接的经费来源渠道,而是由教育部门、环卫部门下拨十分有限的活动资金。

为了改变目前的状况,首先,应根据《中国 21 世纪议程》中教育部分的精神,尽快将环境教育经费正式单独列入国家教育预算;其次,应按照《中共中央关于加强社会主义精神文明建设若干重要问题的决议》的有关精神,各级环保部门应将所收取的排污费,划出一部分用于环境宣传教育;再次,可遵循《全国环境宣传教育行动纲要》关于“积极争取国内外的资金支持”的精神,积极争取社会各方的资助。

4. 重视环境教育的公众参与作用

一般认为“公众参与”,就是全民参与环保活动,如全民植树、计划生育等。其实,公众参与的实质内容是全民对污染治理、环境评价等的参与。西方发达国家早在 20 世纪 70 年代就已实行公众参与建设项目的环境影响评价,而在中国则不多见,不少人至今还认为建设项目的环境优劣,只是政府要考虑的事,与己无关;再如在世界各国早已司空见惯的由民众自发掀起的环保运动,是一种

十分有效的自我教育手段,它总能得到大众传媒的支持,使环境教育变得更普及、更持久,从传播可持续发展观念看,往往可收到事半功倍的效果,而中国公众却缺少这方面的激情,担心会因此而被追究政治责任。

1992年里约热内卢“联合国环境与发展大会”后,做一个环境志愿者已成为一种国际性潮流。国外很多大公司在录用人才时,特别注意应征者是否有参加环保公益活动的记录,以此来判断其责任感和敬业精神。据报道,美国18岁以上的公民中有49%的人做过义务工作,每人平均每周义务工作4.2小时,相当于2000亿美元的价值。在日本及欧洲各国,做环保志愿者也是公民普遍的常规行动。

为此,中国公众有必要加大对环境评价的知晓度;政府部门应确立公众参与建设项目环境评价的法律地位,明确参与办法。另外,更有必要对群众自发举行的各种环保活动,以及大学生精心制作的形形色色绿色网页予以大力支持。为提高公众环保意识,监督政府和企业的环保行为,也可参照西方的一些做法,大力发展民间环保组织、群众环保团体,有序组织公众的环保运动。

5. 完善环境教育法纪、法规的强制功能

对环境保护、环境教育的重要性与全面性的正确认识,是环境教育得以付诸实施的关键。无论是政府部门的决策者,还是教育主管部门和学校的领导乃至每一个教师,首先应清醒认识环境污染、生态破坏的严重性。人们自觉地提高环保意识,自觉地认识环境保护和环境教育的重要性需要一个漫长的过程,而且由于各人之间知识结构、领悟能力等差异,认识程度也会不同。因此,必须制定专项法律、法规,用强制力来保障环境教育得以有力开展。由于环境教育具有“政府推动”的性质,各国政府都非常重视环境教育的立法,并建立相应机构负责环境教育的推行。虽然各国因政

治结构不同,机构名称各异,但是都经立法程序而赋予各种权力。

(1) 进行环境教育立法,做到有法可依。20 多年来,中国制定了一系列有关的环保法律,1989 年颁布的《环境保护法》,对环境教育作了原则上的规定。但政府仍需花大力气,借鉴各国环境教育的立法模式,结合中国国情制定一个全国性的环境教育法律规范,从法律上保证环境教育的贯彻落实。从世界范围来看,近几年来,基本形成环境保护法律体系,制定各项具体环境政策,并把环境保护确定为基本国策。日本对环境保护工作开展较早,法制和规划工作在有些方面走在世界的前列。为防止法律流于形式,保证法律的正确实施,日本政府于 1970 年就公害防治法规颁布了一系列配套的法律。到目前为止,日本制定的有关环境保护方面的法律多达百项。

(2) 运用刑法手段保护环境。国外十分重视惩治环境犯罪的刑事立法,它是促进环境法制管理和保护自然资源、生态环境的有效手段和基础。日本和德国在 20 世纪六七十年代的经济高速增长中,由于及时加强了惩治环境犯罪的刑事立法,运用刑法手段保护自然资源和环境,取得了用其他法律手段所达不到的效果,避免了严重污染和破坏环境事件的发生。在美国、英国、法国、瑞典等国的有关环保法律中都有直接规定刑事处罚的条款。中国早在 1978 年就明确规定:对于那些严重污染环境,长期不改的,要停产治理,并追究领导责任,实行经济处罚,严重的给予法律制裁。但 20 多年来,收效并不明显。为此,必须出台一系列切实可行的政策法规,动员全社会各界人士扩大环保的公众参与,强化民主法制的监督约束机制。

参 考 文 献

高中华:《环境问题抉择论:生态文明时代的理性思考》,社会科学文献出版社 2004 年版。

徐春:《可持续发展与生态文明》,北京出版社 2001 年版。

李明华:《人在原野:当代生态文明观》,广东人民出版社 2003 年版。

刘湘溶:《生态文明:人类可持续发展的必由之路》,湖南师范大学出版社 2003 年版。

刘宗超:《生态文明观与全球资源共享》,经济科学出版社 2000 年版。

刘宗超:《生态文明观与中国可持续发展走向》,中国科学技术出版社 1997 年版。

廖福霖:《生态文明建设理论与实践》,中国林业出版社 2003 年版。

刘湘溶:《生态文明论》,湖南教育出版社 1999 年版。

周毅:《谁主沉浮:生态文明与可持续发展》,青海人民出版社 2000 年版。

张维庆、孙文盛等:《人口、资源、环境与可持续发展干部读本》,浙江人民出版社 2004 年版。

童玉芬:《人口与可持续发展》,中国人口出版社 2001 年版。

孙常敏:《世纪转变中的全球人口与发展》,上海社会科学院出版社 1999 年版。

〔美〕爱德华·威尔逊:《生命的未来》,上海人民出版社 2003 年版。

中国科学院可持续发展研究组:《2002 中国可持续发展战略报告》,科学出版社 2002 年版。

联合国开发计划署驻华代表处:《中国人类发展报告 2002》,中国财政经济出版社 2002 年版。

成升魁、谷树忠等:《2002 中国资源报告》,商务印书馆 2003 年版。

《中国 21 世纪议程:中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书》,中国环境科学出版社 1994 年版。

沈国明主编:《21 世纪选择:中国生态经济的可持续发展》,四川人民出版社 2001 年版。

《中国 21 世纪议程:林业行动计划》,中国林业出版社 1994 年版。

张建国、吴静和:《现代林业论》,中国林业出版社 1996 年版。

江泽慧等:《中国现代林业》,中国林业出版社 2000 年版。

杨继平:《世纪之交,关注森林:林业的地位和作用》,中国林业出版社 2000 年版。

沈国明主编:《国外环保概览》,四川人民出版社 2002 年版。

夏自谦、滕秀玲:《世界森林资源现状及前景展望》,《北京林业大学学报》(社会科学版)2003 年第 2 期。

施昆山主编:《世界林业》,中国林业出版社 2002 年版。

雷加富:《中国的森林资源经营》,《中国林业企业》,2002 年第 4 期。

联合国粮农组织 (FAG) Globe forestry report, www. fao. org. 2001-8-30.

联合国粮农组织 (FAG) Forestry resource database, www. fao. org. 2001-8-30.

章祖同:《草地资源研究》,内蒙古大学出版社 2004 年版。

陈左忠、汪诗平:《中国典型草原生态系统》,科学出版社 2003 年版。

国务院新闻办“六·五”世界环境日新闻发布会,《2003 年中国环境状况公报》摘要,2004 年 6 月 3 日。

世界资源研究所:《世界资源报告(2000—2001)》,中国环境科学出版社 2004 年版。

张自和:《无声的危机:荒漠化与草原退化》,《草业科学》2000 年第 4 期。

2001 年中国环境公报:《天然草原九成在退化》,www. 5191. com. 2004-7-1.

卢琦、杨有林主编:《全球沙尘暴警示录》,中国科技出版社 2001 年版。

方宗义、朱福康:《1997 年中国沙尘暴研究》,中国气象出版社 1997 年版。

董玉祥:《沙漠化若干问题研究》,西安地图出版社 1995 年版。

朱震达、王涛:《从若干典型地区的研究对近十余年来中国土地沙漠化演变趋势的分析》,《地理学报》1990 年第 40 期。

李克让:《中国现代干旱灾害的时空特征》,《地理研究》1996 年第 15 期。

张玉、宁大:《中国荒漠化的经济损失评估》,《中国人口、资源与环境》1996 年。

徐汝梅:《生物入侵:理论与实践》,科学出版社 2003 年版。

王绍雄:《不可小视生物入侵》,《光明日报》2003 年 2 月 20 日。

王光荣:《概述:“狙击”生物入侵》,《光明日报》2002 年 7 月 18 日。

纪秀君:《不容忽视的外来生物入侵》,《中国教育报》2004 年 4 月 26 日。

《中国外来生物入侵调查》,www. ecologycn. com.

- 中国科学技术信息研究所:《生物入侵的危害》, www. losn. com. cn.
- 万方浩:《生物入侵研究概况与发展趋势》, www. ipmchina. net.
- 第三次联合国海洋法会议:《联合国海洋法公约》, www. un. org. 1982 年 12 月。
- 国家海洋信息中心:《海洋资源数据库》, 中国海洋信息网, 2004 年 11 月。
- 国家海洋局:《2003 年中国海洋环境质量公报》, 国家海洋环境监测中心网 2004 年 1 月。
- 国家海洋局:《2002 年中国海洋环境质量公报》, 国家海洋环境监测中心网, 2003 年 1 月。
- 陈永文等:《自然资源学》, 华东师范大学出版社 2002 年版。
- 孙斌、徐质斌:《海洋经济学》, 青岛出版社 2000 年版。
- 周海鸥等:《徜徉海洋》, 大连出版社 1999 年版。
- 赵济等:《中国自然地理》, 高等教育出版社 1995 年版。
- 孙湘平:《中国的海洋》, 商务印书馆 1995 年版。
- 朱大奎:《海洋技术》, 江苏科学技术出版社 1993 年版。
- 刘改有:《海洋地理》, 北京师范大学出版社 1989 年版。
- 钮因义、艾万铸:《2000 年中国海洋资源开发研究》, 商务印书馆 1988 年版。
- 魏敏等:《海洋法》, 法律出版社 1987 年版。
- 陈德恭:《国际海底资源与海洋法》, 海洋出版社 1986 年版。
- 〔苏〕O. K. ЛеоНТЬев:《世界大洋自然地理》, 高等教育出版社 1990 年版。
- 〔日〕友田好文、高野健三:《海洋》, 海洋出版社 1990 年版。
- 〔苏〕Ю. A. 乌利茨基:《希望的海洋》, 教育科学出版社 1989 年版。

〔美〕杰拉尔德·丁·曼贡:《美国海洋政策》,海洋出版社 1982 年版。

〔美〕理查德·瑞吉斯特:《生态城市:建设与自然平衡的人居环境》,社会科学文献出版社 2002 年版。

〔德〕戈特瓦尔德:《生态农业食品文化新理念》,上海社会科学院政策与战略研究中心,2004 年。

吴人坚主编:《生态城市建设的原理和途径》,复旦大学出版社 2000 年版。

卢云亭、王建军:《生态旅游学》,旅游教育出版社 2001 年版。

王大悟、毕吕贵:《旅游规划新论》,黄山书社 2002 年版。

魏淑芬:《环境法概论》,上海人民出版社 2001 年版。

德国生态农业协会:《生态规定》,1992 年。

李向娟:《可持续发展的白色农业》,《农业经济导刊》,2003 年第 6 期。

熊文强等:《绿色环保与清洁生产概论》,化学工业出版社 2002 年版。

周中平等:《清洁生产工艺及应用实例》,化学工业出版社 2002 年版。

王金南:《发展生态工业是解决工业污染的重要途径》,《中国环境报》2001 年 2 月 21 日。

陈耀:《生态工业:新型工业化的重要方向》,《经济参考报》2003 年 2 月 26 日。

沈国明、诸大建主编:《2001 年上海环境建设蓝皮书:上海生态环境建设》,上海社会科学院出版社 2001 年版。

诸大建主编:《2002 年上海资源环境蓝皮书:超常规发展环境产业》,上海社会科学院出版社 2002 年版。

尹继佐主编:《2003 年上海资源环境蓝皮书:努力实现环境可持续发展的现代化》,上海社会科学院出版社 2002 年版。

尹继佐主编:《2004 年上海资源环境蓝皮书:建设循环经济型的国际大都市》,上海社会科学院出版社 2004 年版。

赵瑞霞、张长元:《生态工业园:工业发展的必然趋势》,《中国软科学》2003 年第 9 期。

曲格平:《探索可持续发展的新型工业化道路》,《环境保护》2003 年第 1 期。

后 记

本书由上海社会科学院副院长、研究员沈国明任主编,信息研究所鲁方根、沈永林、张珠圣任副主编,并特邀资深编审黄德兴参与全书的审稿、定稿工作。本书的作者以上海社会科学院研究人员为主,特邀华东师范大学资源与环境科学学院、南京林业大学的专家学者参与合作撰写。

本书共分 16 章,作者分工如下:第一章由郭洁敏撰写;第二章由朱长超、傅丽娜撰写;第三、七章由蔡文之撰写;第四章由谷人旭、凡蓉蓉撰写;第五章由张银龙、陈雪珍撰写;第六章由林象平撰写;第八章由沈跃萍撰写;第九章由鲁方根撰写;第十、十三章由张珠圣撰写;第十一章由陆骏撰写;第十二章由庄建明撰写;第十四章由王惠初撰写;第十五章由毕吕贵撰写;第十六章由华淑华撰写。

本书在确定选题和设计框架的过程中,曾得到上海人民出版社副编审屠玮涓的热情支持和大力帮助,并为本书的编辑、出版付出了辛勤的劳动,在此一并致谢。

由于生态环境的保护涉及多学科和跨学科的研究,撰写难度较大,书中难免有疏漏之处,敬请读者批评、指正。

编 者

2005 年 5 月