

● 蔡运龙 / 编著

自然资源学原理

北京 大学 地理 教学 丛书



科学出版社

北京大学地理教学丛书

自然资源学原理

蔡运龙 编著

科学出版社

2001

内 容 简 介

本书是《北京大学地理教学丛书》之一。本书围绕自然资源与人类发展的关系,系统地阐述了自然资源问题、自然资源的性质、资源生态、资源经济、资源管理和资源可持续利用的一系列基本原理。

本书可供地理学、地质学、生态学、环境科学与工程、管理学、农学等专业的高年级本科生和研究生作为教材,亦可供相关的研究人员和决策、管理人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

自然资源学原理/蔡运龙编著. -北京:科学出版社,2000

(北京大学地理教学丛书)

ISBN 7-03-008378-4

I. 自… II. 蔡… III. 自然资源-理论-高等学校-教材 IV. X37

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 08588 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717

丽源印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2000 年 8 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2001 年 4 月第二次印刷 印张:19 1/2

印数:3 001—6 000 字数:443 000

定价:32.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(新欣))

《北京大学地理教学丛书》编辑委员会

主 编 杨开忠

编 委 (按姓氏笔画排列)

马蔼乃 王仰麟 李 京 杨吾扬 杨景春

陈静生 周一星 周力平 胡兆量 陶 澍

崔之久 崔海亭 韩光辉 蔡运龙

学术秘书 李国平

《北京大学地理教学丛书》序

新世纪伊始,历史长卷展示出知识社会的端倪。知识成为社会生产力发展的“关键因素”。一个民族和国家的兴衰日益取决于知识生产、传播和应用。有着“爱国、进步、民主、科学”光荣传统的北京大学,与民族同命运、共荣辱,在 21 世纪中华民族伟大复兴中责无旁贷承担着知识生产、传播和应用的重任。

北京大学是整个中华民族的,也是世界的。社会共享北大智慧、北大服务社会需要。数年来,北京大学在出色完成教学科研任务的同时,更面向社会开班办学,以其博大的胸怀吸纳包容着各界有识之士,为社会培养了大批素质较高、业务出众的人才。

然而,对于社会广大求学若渴的人士来说,北大的开班办学仅仅是杯水车薪。这套丛书收集了北大城市与环境学系教学使用的部分自编教材,它凝结了教学相长的智慧。相信它的出版会使更多的人得以分享北大的才学知识,会有更多的人收益良多、自学成才,成为社会发展建设力量的中坚。这正是北京大学尽树人之责,担育人人才之任所希望的、所期盼的。

杨开忠

2000 年 8 月 1 日于燕园

前 言

人口、资源、环境与发展是当今全球共同关注的几大问题,我国自然资源紧缺与人口众多的矛盾尤其突出,自然资源利用的可持续性已成为最紧迫的知识创新和素质教育内容。高等教育如果不把这样重大的现实问题和学术领域列入教学内容,就不能培养出符合时代需要的人才,甚至不能为社会输送合格的公民。为此,我国新的高等教育专业目录和课程设置已把自然资源学列为若干学科和专业的主要教学内容,北京大学也早就在有关专业必修课中开设了“自然资源学原理”课程。

社会实践要求对自然资源及其利用进行系统研究,自然资源学在实践的驱动下,已逐渐成为一门相对独立的学科。另一方面,科学的发展已进入一个新的综合时代,各学科针对新的实际问题逐渐交叉、汇合,形成一些新的前沿学科,自然资源学就是代表这种科学发展新趋势的学科之一。我国自然资源研究已有多年的科研积累,目前急需加快自然资源学的理论总结,以用于指导解决迫切的实际问题。本书就是在上述背景下应运而生的产物。

本书力图理论与实际相结合,适应社会需求,也反映学科进展。因此,本书编写中明确了以下目标:

1. 避免成为部门知识的简单集合,要结合实际着力阐述基本原理,注意加强理论深度;
2. 从单一学科视角论述自然资源的著作可称得上是汗牛充栋,而本书应该对有关的种种复杂问题有总体的把握,将各类自然资源及其利用看作一个统一的大系统,不拘泥于类型描述,而是从整体的高度、从有机联系的角度全面阐述相关知识和理论,以建立一个综合认识和研究自然资源的框架;
3. 以作者多年科研和教学积累作基础,又及时地介绍国内外最新的有关学术思想、研究动态和理论、方法。

书中所用素材,除自己几年来的学习和研究心得外,还大量引用了公开出版物(见书末参考文献),这里特向有关作者鞠躬致谢。另需要特别指出,第八章里采用了陈静生先生和我合著的一本书(尚未出版)中的有关内容,还采用了刘松同学在我指导下写的实习报告。本书的主要内容已作为北京大学校内教材被四届学生使用,他们对有关论题提出的挑战性问题、意见和建议,以及对有关内容的发挥,促进了本书理论框架、结构体系、表述方式和内容的改善。从这个意义上说,本书是集体劳动的产物。

编著者自知学力不足,现不惮丑陋,把这本书公诸于世,希望能起到抛砖引玉的作用。

蔡运龙

2000年2月2日
于京郊燕北园

目 录

《北京大学地理教学丛书》序

前 言

第一章 自然资源问题	1
第一节 全球视野	1
第二节 中国态势	6
第三节 关于自然资源问题的论争	12
第二章 自然资源学	15
第一节 资源问题的关联域	15
第二节 自然资源学的研究内容	17
第三节 自然资源学的发展	21
第三章 人类发展与资源演进	28
第一节 人的需要与自然资源	28
第二节 社会发展阶段与资源开发利用	29
第三节 指数增长与资源演进	33
第四章 自然资源和资源稀缺的性质	39
第一节 自然资源的概念和类型	39
第二节 自然资源的性质	44
第三节 资源稀缺的本质	50
第五章 自然资源可得性的度量	56
第一节 储存性自然资源可得性的度量	56
第二节 流动性自然资源可得性的度量	61
第六章 生态系统中的资源过程	65
第一节 从自然资源看生态学与生态系统	65
第二节 生态系统中的能量和物质	67
第三节 生物的资源意义	73
第四节 自然资源利用与生态系统中的熵	79
第七章 人类在资源过程中的作用	84
第一节 人类的优势地位与能动作用	84
第二节 人类在资源过程中的联系与影响	85
第三节 人类对自然资源的适应	91
第四节 人类利用自然资源的历史教训	99
第八章 自然资源开发利用的环境影响	104
第一节 采矿活动的环境影响	104

第二节	人类活动与气候变化·····	113
第三节	土地利用对土地资源的影响·····	119
第四节	水利工程对水资源的作用·····	125
第五节	人类活动对生物资源的干扰·····	129
第九章	自然资源伦理与感知·····	132
第一节	人地关系思想的发展·····	132
第二节	生态伦理·····	138
第三节	人地和谐论与人类发展·····	145
第四节	资源-环境感知·····	149
第十章	资源经济基本问题·····	152
第一节	稀缺与经济决策·····	152
第二节	经济增长与外部成本·····	158
第三节	经济分析的基本假设·····	166
第十一章	自然资源的供给与需求·····	168
第一节	经济学的供给和需求概念·····	168
第二节	自然资源的供给与需求·····	169
第三节	自然资源供需平衡分析实例·····	176
第十二章	自然资源的价值与价格·····	182
第一节	自然资源的价值·····	182
第二节	地租论·····	187
第三节	自然资源价格·····	190
第四节	自然资源产业·····	193
第十三章	资源利用的投入-产出关系·····	196
第一节	生产要素的投入组合:比例性·····	196
第二节	比例性原理的应用·····	202
第三节	自然资源利用的集约度·····	210
第十四章	自然资源评价·····	214
第一节	矿产资源评价·····	214
第二节	可更新资源评价·····	225
第十五章	自然资源开发决策·····	238
第一节	自然资源的开发与再开发·····	238
第二节	自然资源开发的成本分析·····	245
第三节	自然资源开发的成本-收益分析·····	250
第十六章	自然资源保护·····	258
第一节	自然资源保护的涵义及其影响因素·····	258
第二节	自然资源的长期明智利用·····	262
第三节	自然资源保护的几个有关问题·····	273

第十七章 自然资源的可持续利用·····	281
第一节 “可持续”的含义·····	281
第二节 自然资源可持续利用战略·····	284
第三节 结论·····	292
参考文献·····	297

第一章 自然资源问题

自然资源问题,简单说来就是自然资源稀缺。自然资源稀缺是随着人口数量、人类科学技术水平和生产力,以及人类生活质量等的发展而出现和变化的。当代世界人口已超过 60 亿,而且增长的势头仍然很猛;技术水平方面,虽然信息社会和知识经济已初见端倪,但发达国家仍处在工业社会阶段,广大发展中国家甚至还处在向工业社会过渡的阶段,自然资源仍然是人类社会生存和发展的物质基础,人类社会基本上还是与自然对抗、向自然界夺取的社会;就生活水平而言,占世界人口大多数的发展中国家人民仍然贫困,生活水平亟待提高。在这样的情况下,人们普遍认识到,当代社会人口膨胀、资源稀缺、环境恶化、发展受阻,已成为全世界共同的危机。

第一节 全球视野

如果说资源和环境问题在历史上就已出现,但毕竟是局部的。在当代社会,除局部性问题更加恶化以外,人类又面临全球性的困扰。世界环境与发展委员会 1987 年发表的著名报告《我们共同的未来》这样描述人类的变化:“我们这个星球正在经历一个惊人发展和重大变化的时期。我们这个拥有 50 亿人口的世界必须在有限的生存环境内为另一个人类世界留下生存空间。据联合国预测,全球人口将在下一个世纪的某个期间稳定在 80—140 亿之间……经济活动成倍增长,在下一个 50 年,全球经济将增长 5—10 倍。”

目前全球资源、环境正陷入困境,尽管自然资源消耗和废物产生的规模已经十分庞大,但许多穷国的工业化和经济发展仍未实现,他们需要拼命地从工业化和经济发展中取得利益。农业和工业发展的压力高速排挤着其他物种,使它们濒临灭绝;同时也明显地侵蚀我们这个星球的土壤、森林、水域,降低了地球的承载能力,改变了地球大气的质量。如果人口继续倍增,经济活动继续迅猛发展,这些压力只会有增无减。全球面临一系列重大的资源、环境问题,例如温室气体排放引起的全球增暖、平流层臭氧耗损、土地退化、淡水资源短缺、森林锐减和物种灭绝等。如何摆脱这些困境很可能决定我们这个星球在 21 世纪的前途。

1. 大气圈——全球共同的资源

地球大气犹如一层屏蔽,保护着我们的星球,使之免遭太阳紫外线直接辐射的损害;同时大气圈又作为一个巨大的热容体,维持着地球表层的温度。工业革命以来,大规模的化石燃料消耗等人类活动不断将各种气体排入大气层中,已经明显地危及大气圈的上述两种功能。这些气体不仅破坏了屏蔽紫外线的臭氧层,而且加强了大气圈作为一个整体的吸热特性,造成一种温室效应,所以称为温室气体。

臭氧保护层一旦遭破坏,无疑将使进入地球表层的紫外线辐射增加,从而危及生态系统。如果目前的趋势继续下去,那么大气中温室气体的积累量在 40 年内将增加到工业化前的 2 倍;到 21 世纪后期,温室气体的排放量还要再翻一番。按照目前所建立的全球气候系统模型,对这种温室气体倍增的效应尚有争论,但最近的一致看法似乎是,温室气体增加一倍将使地表平均气温上升 1.5—4.5℃,热带气温增加较少,而高纬度地区增温较多。这种气候变化足以明显地改变世界上大部分地区的降雨格局和气温模式,对农业和林业产生重大影响,实际上对一切生命都有影响。

全球变暖的具体影响在许多方面仍然是未知数,原因之一是目前用以模拟气候变化的计算机模型还不能可靠地预测区域变化。然而在今后 50 年中全球变暖的后果很可能包括如下方面:

海平面可能升高 30—100 cm,同时伴随风、洋流、两极冰盖的冰雪积累、强风暴出现的频率等要素的变化;带病生物分布区的变化及其对人类健康的影响;降水分布的变化,将影响水资源的利用和农业产量;沼泽、森林和其他自然生态系统的变化,很可能导致更多的植物和动物物种的灭绝。

2. 世界人口趋势——对自然资源的压力

世界各国都认识到了人口问题的严重性并采取措施控制人口,因此大多数国家每个妇女的平均生育率不断下降。然而由于生育率超过死亡率,世界人口仍不能达到稳定。按照联合国人口处的预测,1990—2025 年期间,世界人口将增加 32 亿,其中 30 亿将发生在非洲、亚洲和拉丁美洲的发展中国家;而在现在的发达国家,将只增加 1.66 亿人口。发展中国家近年来人口的迅速增长,已形成了年轻人占主导地位的人口结构。随着这些年轻人达到其生育年龄,人口无疑还将进一步增加。这一人口统计分布的势头使得全球人口更难稳定,这也意味着在今后几十年内自然资源和粮食供给的压力将会继续加剧。

世界人口的另一主要趋势是城市人口迅速增长。据估计,未来增加人口中的 90% 将是城市人口,这是大多数发展中国家必然要经历的城市化的结果。这一发展趋势必将加剧城市地区的供需矛盾以及提供基本服务设施和基础设施的困难。

由此看来,人口危机主要是发展中国家的事,“挣扎在生存边缘上的人们,必然把凡能找到的耕地、牧场和燃料都利用起来,而不顾对世界资源的影响。”实际上发达国家虽然人口增长率较低,但其每增加一个人所耗费的自然资源,远比第三世界每增加一个人所耗费的多。有人估计,若全世界人口都享有美国人的生活水平,那么在当前的生产力和技术水平下,地球所能供养的人口最多仅为 10 亿左右。因此,人口对世界自然资源的压力,并非仅仅是发展中国家的问题。

3. 粮食和农业

过去 20 多年中,发展中国家的粮食大幅度增产,这使 60 年代普遍流行的新马尔萨斯论一度销声匿迹。取得这一成就的原因是多方面的:种植面积扩大,选用高产新品种,化肥和农药的大量使用等等。然而这一成就的环境和资源代价也是明显的,而且这些代价在很长时期内是无法偿还的。目前世界农业所面临的挑战是,一方面要使农业增产,同时又要推行既在经济上合算又在资源和环境方面可接受的方法。

全球粮食和农业当前的主要趋势可以概括如下：

①全球谷物产量持续增加,但从 1983 年开始,增长速度已经放慢。绿色革命带来的收益可能已经到了极限,虽然还可指望进一步增产,但已不大可能达到过去 20 多年的增产水平。而且绿色革命的资源、环境代价已开始对农业生产显露出负效应。

②就人均产量而言,亚洲和发达国家较高,而其他地区尤其是非洲,人均产量很低。人均占有量也很不均衡。

③世界谷物的库存已降到 30 年代以来的最低水平。

④许多地区增加耕地面积的潜力已接近极限,按目前的人口预测,第三世界所有地区人均占有耕地将减少,供养日益增多的人口对农业用地的压力越来越大,而且面临土地普遍退化的威胁。

⑤在大多数地区,虽然营养不良人口的相对百分数可能下降(非洲除外),但绝对数量将增加。在相当一部分地区,温饱仍然是一个严重的问题;粮食分配不平等,穷人无法获得足够粮食,更加剧了这一问题。

未来世界人口的增长和人均消费需求的提高将使粮食和农业生产面临巨大的压力。有人作过计算,若要满足未来的全球人口的需求,必须生产出与农业历史上过去 8 000 年总产量相等的食物。未来的粮食和农业资源提供能够保证吗?根本问题有两个,一是人均耕地面积的进一步减少,二是全球气候变化对农业的影响。

在许多发展中国家,耕地已显不足。若一个国家的潜在可耕地有 70% 已在耕作中,通常就称这个国家“土地资源不足”。而在亚洲,估计目前已有 82% 的可耕地投入耕作生产。在拉丁美洲和撒哈拉以南的非洲,虽然可耕地还有很大的储备,但这些保留地中大部分土壤条件较差,或者降水很不可靠,或受其他自然条件如土壤结构、地形坡度、土壤酸碱度等的限制。扩大耕地往往还要牺牲草地、林地、湿地和其他土地,而这些土地一般都在经济上很有价值,或者在生态上比较脆弱,开垦为农地会付出很大代价。因此,扩大耕地的前景未可乐观。相反,随着城市用地的不断扩大,荒漠化、盐碱化、涝渍和土壤侵蚀不断毁损土地,耕地会变得越来越少。可是如前所说,人口还会有较大增加,因此人均耕地将会显著减少,预计到 2025 年,全球人均耕地面积将从目前的 0.37 hm^2 下降到 0.17 hm^2 ; 在亚洲,则将降到 0.09 hm^2 。

大气中二氧化碳含量增加,会使作物光合作用强度增加,因此有可能使农业增产。但温室气体增加的其他后果,例如作为世界粮食主产区的广大中纬度地带降水量的减少,作物生长关键期土壤水分的亏缺,全球变暖促使作物病虫害增加等,将会抵消这种所谓“二氧化碳施肥”的效果,甚至会导致全球粮食产量的明显下降。

4. 生物资源

据国际环境与发展研究所(1987)的资料,在人类活动干扰以前,全世界有森林和林地 60 亿 hm^2 ,到 1954 年世界森林和林地面积减少为 40 亿 hm^2 ,其中温带森林减少了 32%—33%,热带森林减少了 15%—20%。中美洲森林由 1950 年的 1.15 亿 hm^2 减少到 1983 年的 0.71 亿 hm^2 。非洲森林减少更快,从 1950 年的 9.01 亿 hm^2 减至 1983 年的 6.9 亿 hm^2 。近 30 年来,世界森林,特别是热带森林的减少速度明显加快,平均每年减少 80 万 hm^2 (相当于一个奥地利的国土面积)。

滥伐热带森林的直接原因有三个,它们经常同时发生作用。第一,贫穷国家为了发展农业,安置穷人,不得不把森林变为耕地或种植园,以生产粮食满足食物需求,或生产橡胶、咖啡、可可、柚木等经济作物出口换取外汇。第二个原因是这些地区的人民需要直接出售木材赖以生。森林消失的第三个原因是很多地区的人民对新柴、饲料等的索取造成了严重的林地退化。

砍伐森林所损失的不仅是树木和这些树木为无数物种所提供的生长环境,并且造成土地的严重退化;而现在更为引起人们关注的是森林大面积消失对全球气候的影响。森林被砍伐后,从大气中吸收碳的能力就会丧失;而且林木燃烧、分解还会向大气排放大量二氧化碳。滥伐森林是大气二氧化碳人为增加中仅次于燃烧化石燃料的第二大根源。

据文献确证,过去5亿年中世界经历了五个重要的动植物灭绝时期,最近的一次事件是6500万年前的恐龙绝种。目前世界正处在重要物种灭绝的又一个时期。与以往的物种灭绝归咎于气候、地质和其他自然现象不同,目前事件是由人为因素造成的,这些人为因素包括人类利用导致的生境急剧变换和退化,偶然或故意引进怪异的物种,过度获取动物和植物,污染环境,人类引起的全球气候变化,农业和林业的工业化,以及其他损害或破坏自然生态系统及其物种的活动。尤其是森林消失、土地退化及其他形式的环境退化大大加速了天然生境的损失和物种的灭绝,这种破坏程度是6500万年以来地球上从未有过的,一个宇宙中很可能是独一无二的生命支持系统历经亿万年演化才形成的生物多样性正在丧失。

在以前每次物种灭绝事件后,需要1000万年或更长的时间物种数量才能恢复到有关事件前的多样性水平。所以目前对物种灭绝的趋势如果继续不加以制止,也许在人类后代子孙生存期内,人类活动造成生物多样性减少的影响将是无法弥补的。

世界森林的不断减少直接导致生物多样性的消失和物种灭绝。据估计,地球上曾经有5亿个物种,目前尚有500万—1000万个物种。在1990年,约12%的哺乳动物物种和11%的鸟类物种被划入受威胁之列。其他群体——例如爬行动物、两栖动物、鱼类和昆虫受威胁的物种比例较小,极可能反映了人们对这类群体可获得的信息不完全。

目前热带生境破坏的趋势预测表明,在1975—2015年间,世界物种每10年将灭绝1%—11%。一种中度的预测认为,如果目前的森林砍伐继续下去,今后25年中4%—8%的郁闭热带森林中物种将绝灭。如果砍伐率升级或物种丰富地区的生境减少,这一数字可能会更大。

世界自然资源保护联合会的一项1600年以来动物绝灭分析发现,已知其原因的动物绝灭有39%是由于物种的引进,36%由于生境的破坏,23%由于狩猎和有意捕杀。尽管这项分析集中于岛屿的物种,这些原因尤其是物种引进和生境破坏,一般被认为是任何地区生物多样性的主要威胁。

物种灭绝的记载实际上还低估了物种丧失的形势,这至少有三个原因。第一,这些数字仅代表已知的物种绝灭。根据对哺乳动物和鸟类的不完全认识,几乎可以确定有些已消失的物种从来就未被描述过。第二,这些数字没有包括过去几十年的物种绝灭。根据国际公认的标准,一个物种只有在消失50年之后才能被划入绝灭范围内。第三,许多热带地区——大多数物种的发现地,生物生境和种群的大范围破坏是近期才发生的。受到影响的种群可能继续存活几代,但当它们的数量降低到可以从干旱、疾病、被其他动物的

捕食和其他稀有现象中振作起来的最低点之下时,就注定要绝灭。据估计,从长远看,一个物种必须至少有几千个个体,其种群才能在这些现象发生后长期生存;虽然这个数字(可以生存下去的种群的最小规模)由于物种的不同而不同。

生物多样性被破坏,特别是热带雨林植被的被大量破坏,除使人类失去宝贵的生物资源和生态功能外,还将大大改变碳、氮等营养元素和微量元素的源、汇分布,使营养元素和微量元素在地球系统中的循环遭到破坏,从而给自然生态系统和人类社会带来巨大影响。

生物多样性是地球上全部生命形式组成的宝贵资源,既包括野生的,也包括人工驯化的。生物多样性减少的代价的确是昂贵的,除了一些物种的直接经济价值永远消失以外,生物多样性所提供的、人类社会赖以存在的各种“生态服务”也在逐渐丧失。因此,保护生物多样性刻不容缓。此外,从伦理上看,生命的所有形式都应受到尊重,人类必须考虑其他物种的健康。但最重要的或许是,科学正在不断地发现生物多样性能够缓和人类面临的许多困境和环境的破坏。

5. 能源与矿物原料

世界能源利用一直呈螺旋上升的趋势,化石燃料消费的增长率在 1986 年是 2.4%, 1987 年是 3.1%, 而 1988 年达到 3.7%, 以后的每年都在加速。若以世界储量寿命指数(即当前探明储量与年产量之比)来衡量化石燃料的可利用期限,那么石油为 41 年,天然气是 58 年,煤是 218 年。化石燃料消耗量的持续增长将引发一系列的经济和环境问题。与此同时,薪柴——穷人的“石油”,预计将比今天更难获取,这意味着贫困地区满足基本生活需要的燃料将更紧缺,被砍伐的森林面积将进一步扩大,更多的畜粪和作物秸秆将用于炊事而不是用作有机肥。以上预测未考虑日益增加的全球变暖效应,也未考虑目前正在积极寻求制定国际协定的种种可能性,这些国际协定企图稳定甚至减少二氧化碳的排放量,由此而降低化石燃料的消耗量。

对最主要非燃料矿物的需求量和消费量,预计未来每年增加 3%—5%。就世界储量寿命指数来看,铝是 224 年,铜是 41 年,铅是 22 年,汞也是 22 年,镍是 65 年,锡是 21 年,锌也是 21 年,铁矿是 167 年。可见很多主要矿物资源不久即将枯竭。

6. 水资源

在一些地区,水资源的数量已感不足。虽然在全球范围内,水基本上是一种可更新的资源,但一些流域中被引走的淡水量已接近可更新供应的数量,而从某些地下含水层抽取的水量超过了天然补给量。随着人口的增加,农业、工业和城市用水的数量也要增加,预计今后取水量的年增长率为 2%—3%。目前人类每年从自然界取走的 3 500 km³ 淡水中,约 2 100 km³ 用于消耗(例如灌溉系统和工业冷却塔的蒸发),余下的 1 400 km³ 变成废水又回归到河流和其他水体中,并常常是处于被污染的状况。

这就带来了水资源的另一大问题,即水污染。其主要来源:一是不断扩展的城市化造成的生活污水;二是工业生产过程中不断产生的废水;三是现代农业中大量使用化肥、农药所造成的化学物质径流,特别是氮肥,是产生所有水质问题中最广泛、最严重的问题之一。此外,农业灌溉使一些河流的含盐量增加,土壤侵蚀导致河道淤积等等。所有这些水污染问题,不仅导致可利用水资源的减少,而且还严重地影响自然界生态系统,例如造成

水域富营养化,导致有害元素通过水生生物食物链的积累。

全球变暖很可能通过水文循环对水的流动,进而对淡水资源产生重大影响。就全球而言,较暖的气候将导致海洋蒸发的增加,因此可能增加河川径流和淡水资源;但各区域的变化将是非常不同和非常不确定的。据大气环流模型预测,全球表面大气温度平均每增加 0.5°C ,大气年降水将增加10%之多。但据分析,降水很可能主要在北半球大陆的高纬度地区和全球低纬度地带增加,而中纬度地区将减少。因此,温度升高和降水减少将使北半球农业生产高度发达、集中了全世界大部分人口和城市的广大地区土壤水分和河川径流减少,水资源进一步紧张。

7. 海洋和海岸带资源

自1950年以来,世界海洋和淡水鱼类的总捕获量增加了近4倍,由1980万t增加到1988年的9740万t。其中海洋鱼获量由1760万t上升到8400万t,世界捕鱼量的绝大部分是在海洋中获得的。世界海洋和淡水渔场的捕获量正在接近可持续产量的极限,联合国粮农组织曾估计这个极限为每年1亿t。当渔场接近这个极限时,诸如富营养化作用、化学制品污染和养鱼场所的破坏等环境压力,将对其资源的生产力产生越来越大的影响。巨大的捕鱼压力和污染相交织的恶果已经在某些海域出现。一些处于重捕区和污染区的渔场,其捕捞量正在不断下降。四分之一的海洋渔场捕捞量已超过可维持再生产的资源量。

海岸带富营养化作用是全球普遍的现象,并且正在加剧。在富营养化过程中,过丰富的养分(主要是氮和磷)引起藻类和其他水生植物迅速生长,当这些生物死亡时,分解出来的细菌要大量消耗水中的氧,导致鱼类和其他海洋生物大量死亡。养分来源主要是陆地的废物,特别是污水。此外,海洋中被抛弃的鱼网、海滩上的废弃物、石油在海洋运输过程中的溢漏以及钻井平台事故的泄漏等,都导致海洋生物的灭绝和其他海洋资源的破坏。

因全球变暖而使海水膨胀并使高山冰川和极地冰原融化,这将加速最近100年来一直在继续的海面上升。如果在下一个100年内全球海平面平均上升100cm,则将淹没由现在海岸线向内陆推进到20km远的土地,并严重影响世界上人口最稠密的大河三角洲地区,位置低下的一些岛国也将受到威胁。在过去几十年里,世界上约70%的砂质海岸已经受到侵蚀。海面上升肯定会加剧这种损失,这对世界上极有经济价值、高度发达的海边胜地尤其重要。此外,可以预料,一个较高的海面将使风暴潮加剧,使陆地排水受阻,使海水倒灌强化,使沿海洪水泛滥增加。

第二节 中国态势

从国家尺度上看,各国的情况大相径庭,所面临的自然资源问题也不一样。美国、加拿大、澳大利亚、俄罗斯这样的资源大国,人口相对较少,经济较发达,资源问题不是那么危急;而我国和许多发展中国家情况相反,资源问题比较严重。

一、我国自然资源的基本特点

1. 自然资源总量大,类型齐全

我国陆地面积 960 万 km^2 ,居世界第三位;耕地面积约 20 亿亩^①,居世界第四位;森林面积 18.7 亿亩,居世界第六位;草地约 60 亿亩,居世界第二位;地表水资源 26 000 亿 m^3 ,居世界第六位;按 45 种主要矿产资源的潜在价值计算,居世界第三位;水能、太阳能、煤炭资源分别居世界第一、第二、第三位。我国是世界上少数几个资源大国之一。

我国地形多样,气候复杂,形成多种多样的可更新自然资源,我国生物多样性居世界前列。我国是世界上植物种类最丰富的国家之一,所有种数仅次于马来西亚和巴西。据统计,我国现有种子植物约 301 科、2 980 属、24 500 多种。其中,被子植物有 291 科、约 2 940 属、24 300 多种,相当于全世界被子植物科数的 53.3%、属数的 23.6%、种数的 10.8%。在世界上现存的裸子植物中,我国除南洋杉外都有分布。我国的陆栖脊椎动物约有 2 000 多种,约占全世界总数的 10%。在我国所产的 2 000 多种陆栖脊椎动物中,有不少种类为我国所特有,或主要产于我国,如鸟类中的丹顶鹤、马鸡,兽类中的金丝猴、羚牛。还有一些属于第四纪冰期后残留的孑遗种类,如大熊猫、野马、双峰驼,而产于长江下游一带的白暨豚是世界仅有的两种淡水鲸类之一。两栖类中的大鲵、爬行类中的扬子鳄,都是举世闻名的珍贵种类。

迄 1995 年,我国已发现矿产 168 种、矿产地(点)20 万处,已探明储量的 151 种,其中有 20 多种矿产储量居世界前列。有 10 种矿产(钨、铋、锑、钛、稀土、硫铁矿、砷、石棉、石膏、石墨)居世界首位;有 13 种矿产(锌、钴、锡、钼、汞、钡、钽、锂、煤、菱铁矿、萤石、磷矿、重晶石)居世界第二或第三位。据有关部门对 45 种矿产探明储量的潜在价值所作的估算,我国有 130 000 亿美元,仅次于俄罗斯(250 000 亿美元)和美国(220 000 亿美元)。我国还是世界上少数几个矿种配套较为齐全、资源自给程度较高的国家之一。

一国的经济发展规模在很大程度上取决于该国的自然资源总量和类型。目前除日本外,世界上的经济大国都是自然资源大国。自然资源总量大、类型多是我国综合国力的重要方面,表明我国有较大的综合开发利用优势。

2. 人均资源量少

我国各类资源人均占有量都低于世界平均水平。我国人均值与世界平均水平的比值,矿产资源是二分之一,土地资源为三分之一,森林资源是六分之一,草地资源是三分之一。尤其是耕地和水资源,前者我国人均 1.6 亩,约为世界平均水平的三分之一;后者我国人均 2 600 m^3 ,是世界平均水平 11 000 m^3 的四分之一。水土资源是难以增加也无法从国外进口的,它们已成为我国的稀缺资源。我国稀缺的耕地资源不仅人均数量少,而且后备资源也不足,据查净面积只有一亿多亩。与人口大国印度相比,其不仅耕地总面积(约 25 亿亩)和人均占有量(约 3 亩)皆大于我国,而且还有后备耕地资源 15 亿亩,远比我国丰富。我国主要自然资源的人均占有水平低,并将继续降低,这一难以改变的事实表明我

^① 1 亩 = 666.6 m^2 。

国人口对资源的压力过大。

3. 资源空间分布不均衡,资源组合结构不匹配

我国自然资源分布的东西差异极其明显,南北资源组合的差异也很大。耕地资源、森林资源、水资源的90%以上集中分布在东半部,而能源、矿产等地下资源和天然草地相对集中于西部。长江以北平原广,耕地多,占全国总量的63.9%,但水资源少,仅占全国总量的17.2%;而长江以南则相反,山地面积大,耕地面积少,仅占全国耕地总量的36.1%,但水资源丰沛,占全国总量的82.8%。长江以北煤炭占全国的90%,仅山西、内蒙古、新疆、陕西、宁夏五省(区)就占全国总储量的70%;而长江以南则严重缺乏能源。磷矿绝大部分储量集中分布在西南,铝土矿集中分布在华北、西南。

4. 资源质量不一

在地表资源方面,我国耕地质量不够好,一等耕地约占40%,中下等地和有限制因素的地占60%;草地资源主要分布在半干旱、干旱地区与山区,资源质量较差;有林地资源则较好,一等有林地约占65%。

在地下矿产资源方面,除煤炭以外,多数矿产资源贫矿多而富矿少,共生矿多而单一矿少,中小型矿多而大型矿少。在铁矿的保有储量中含铁量大于80%的富矿只占总储量的7.1%,90%以上为贫矿。在能源中,优质能源石油、天然气只占探明能源储量的20%。我国有些矿种虽然储量大,但矿石品位低、杂质多、产地分散,开发难度大。有的矿种计算储量的标准较低,如富铁矿石以含铁量30%为标准,而很多国家要大于50%才算富铁矿石。因此与国外相比,我国实际储量还要低,开发难度更大。

二、我国面临自然资源稀缺的挑战

1. 粮食安全

人口数量的增长是粮食需求增加的重要因素。我国人口基数已经很大,今后20—30年内还将保持较高的增长速度,对粮食的需求将持续增长。但增加粮食供给的前景并不乐观,这是由于增加粮食生产受到严重限制。第一,随着社会经济的发展,耕地不可避免地还要继续被占用,而我国后备耕地资源不足,因此耕地面积逐年下降。再加上人口增加的因素,人均耕地减少的趋势更加明显。第二,水资源不足,尤其是土地增产潜力较大的北方地区水资源紧缺,成为粮食增产的严重限制因素。第三,化肥投入的报酬递减趋势已经出现,今后靠化肥提高粮食生产的潜力有限。因此,我国将长期面临粮食安全的挑战。

据估计,我国历史上人均耕地最多时(1724年)曾达到31亩,本世纪最高水平也曾为3.53亩(1910年),随着人口的不断增长,人均占有耕地面积不断下降(图1-1)。尤其是1985—1995年10年间,我国因各种非农建设、农业结构调整及灾害毁损累计减少耕地10 215.8万亩,同期开发复垦耕地7 366.5万亩,净减2 899.3万亩,平均每年减少289.9万亩^①。

^① 1986—1995年间,统计的非农业建设占用耕地为2 960万亩。由于土地管理体制和统计口径原因,这个数字远远低于实际占用的耕地面积。据对一些省抽样和典型调查,非农业建设实际占用耕地数一般是统计数的2.5倍左右。