

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

黑色绿色的窗口



## 前 言

工业革命把欧美一些发达国家先后带进了近一个世纪的经济腾飞的历史时期。

经济腾飞给人们带来的福利是空前的，但同时给人们留下的生态环境的破坏也是空前的。黑色的浪潮投下了恐怖的阴影。发达国家经历了长期的劫难以后，终于明白了环境保护的价值，但为时已晚，至今仍在为此付出沉重的代价。

改革开放的我国，在古老的华夏大地上也开始了经济腾飞。现实已把我逼上了这个岔口，无情地要我们明确地作出抉择：是步发达的工业化国家后尘，走先污染后治理的老路；还是走经济与生态环境相协调、持续发展的新路。黑色浪潮正在逼近，容我们作出答复的时间已经不多了。

覆辙不能重蹈，为了当代和子孙后代人的生存和发展，需要我们尽快作出无愧于历史的抉择。

## 序

生态与经济协调发展，是当今国际社会普遍关注的重大问题，也是人类生存和社会前进的永恒主题。它已成为当今世界农业发展乃至社会发展的重大战略问题。

### 一、生态农业之路是农业现代化的重要方向

生态农业是运用生态学原理和系统科学方法，把现代科学成果与传统农业技术精华相结合而建立起来的具有生态合理性、功能良性循环的一种现代化的农业发展模式。其基本特点是：

1. 生态农业强调劳动密集型与技术密集型的结合。生态农业要求人们必须树立新的农业经营思想，实行劳动密集、资金密集、技术密集、能量密集、商品密集相交叉的集约经营，避免片面的集约化，精心谨慎地对待农业，通过精湛的农业工艺与农业生态工程，以便在小块土地上首先生产高额产品，再通过物质循环利用与加工使产品增值。通过提高系统的自组织能力，增值自然资源，以维持系统生产的高效益，增强农业发展的后劲，形成持续稳定高产的多元化农业。

2. 生态农业表现为投入的节约性和农业风险的最低限。生态农业强调更多地发挥生物措施、生态措施的效能，通过生物群落的综合，多级、多层次、多向利用，实现最低的消耗，最低的成本，最高的效能。生态农业表现为生态结构的不断进化，使各种生态因子的组合更为理想，相互之间的因果关系更加协调，对于生态系统内部的异变和外界环境的灾害性因素，具有更加理想的缓冲作用，增强了对于自然、经济、社会风险的承载能力，从而使农业风险减弱到最低限度。

3. 生态农业强调生态系统内部生产潜力的深度开发。生态农业理论强调农业是一个开放系统，并且是非平衡系统。这要求我国必须打破传统农业的观念，从封闭式的自给自足的人口——耕地——粮食的有序度不断降低的恶性循环中跳出来，由耕地农业发展到利用整个国土资源，着眼于国土和海域大陆架。通过食物链网络化以及农业废弃物资源化来达到充实生态位，充分发挥资源潜力和物种多样性优势，实现可再生资源的连续利用，以弥补我国自然资源相对短缺的不足，提高农业生态系统的稳定性。因此，扩大视野，充分利用太阳能，增加生产的产品和产量，真正实现林农牧渔副全面协调发展，这是我国农业的根本出路，也是农业指导思想上的革命。

4. 生态农业强调农业的商品生产。国内外生态农业的大量实践证明，把生态系统的食物链和经济系统的投入产出链科学地结合为一体，发展合理的农产品加工业，一方面可以多层次地综合利用各种生态系统的生物产物，创造出国际国内市场需要的商品，实现价值的多次增值；另一方面还能通过投入产出链或加工链的环节，促使人工安排的农业生态系统的食物链更加合理，使各种有机物和废物得到多层次利用，产出更多的生物产品，使农业发展进入资源——商品——资源的良性循环。我国农业长期处于半封闭状态，从事自给性生产，农产品商品率很低，如何将各地自然生态优势转变为经济优势、商品优势，这是我国生态农业发展中应研究的重要内容。

5. 生态农业强调农业生产必须因地制宜、保持和提高农业生态环境的质量。无论是自然资源、自然条件和社会经济条件都存在地域和地区差别，对

条件不同的地区不能强求生态农业建设内容的同一。显然，必须加强调查研究，进行生态农业设计，才能切实做到因地制宜。生态农业的物质投入是广义的，要求因地、因时、因物投入，强调物质投入的经济效益和生态效益的统一，以农业系统的经济状况和生态结构决定物质投入结构，创造无污染农业。

6. 生态农业立体结构模式多样，适合中国地形与环境条件复杂的特点。生态农业强调进行生物种群的时空优化，构成模式多样的农业立体结构，如农田多层次农业结构模式，复合农业群落，以及山地带状农业组合等。

自 80 年代初生态农业在我国正式提出以来已 10 多年了。由于生态农业的基本理论和特点顺应了农业持续稳定发展战略的要求，很快被广大干部和农民群众所接受，同时也得到了各级政府、有关部门的肯定和重视。1982 年国家环境部门开始布置生态农业试点。1984 年，《国务院关于环境保护工作的决定》提出：要认真保护农业环境，积极推广生态农业，防止农业环境污染和破坏。同年，国家环境部门又与农牧渔业部联合召开农业生态环境保护经验交流会。1985 年 5 月，农牧渔业部、中国生态经济学会等单位联合召开了“全国生态农业问题讨论会”。1985 年，国务院环委会转发了《关于发展生态农业，加强农业生态环境保护工作的意见》的文件，要求省、地、县各级政府，都要因地制宜地积极开展生态农业试点工作，把推广生态农业，保护农业生态环境列入重要议事日程。1987 年 5 月，农牧渔业部、中国生态经济学会等单位联合召开了“全国生态农业问题讨论会”。1991 年 5 月，农业部、林业部、国家环保局、中国生态学会、中国生态经济学会共同召开了“全国生态农业（林业）县建设经验交流会”。因此，生态农业在我国发展很快，生态经济建设已经进入到以县为单元有计划地组织开展阶段。到 1991 年，估计全国有生态农业试点县近 100 个，试点乡镇 300 个，试点村、场 500 个左右，总数约 900 多个，总面积约 30 万平方公里，试点区人口达 2600 万，试点面积占全国农田总面积的 2.2%。北京大兴县的留民营村、山东淄博市的西单村、山西闻喜县、湖北京山县、河北迁安县等地生态农业建设都取得了良好的经济、生态和社会效益。科学已经揭示，实践已经并将继续证明，大力发展生态农业，是中国农业现代化的一个重要方向。把握了这种趋势和方向，并全力以赴付诸实施，我们就能把握中国农业的未来。

## 二、发展生态农业是中国农业的重大战略选择

目前，世界农业正处在一个新的探索时期，许多国家，在能源紧张、生态危机和人口剧增的考验下，特别是“石油农业”的弊病和缺陷暴露得越来越明显，不得不重新选择自己的发展战略，一系列新的农业思想和农业道路相继出现。重新认识农业，开拓农业新的领域，已成为当今世界农业发展的新趋势。生态农业命题的提出，在全球范围内引起了强烈的反响。但不同的农业战略选择和农业发展道路，表现出不同的人与自然的关系。我们是发展中的社会主义国家，党中央明确地把合理利用自然资源、保持良好的生态环境与严格控制人口增长作为发展农业、进行农村改革与发展的三大前提。1994 年，我国制订了《中国 21 世纪议程》，成为今后农业可持续发展的纲领性文件。这些具有战略意义的决策，是对古今中外农业发展经验教训的科学总结，是对人与自然关系认识上的一次新的飞跃，即由把自然界视为取之不尽、用之不竭的“奴隶”而加以无情地“掠夺”和“索取”，进入人与环境、资源

之间协调相处，荣损与共，相依为命，共同发展的新时期，有人称之为生态时代。近 10 多年来，我国从事农业的实际工作者和理论工作者进行了不同形式、不同层次的试验和实践，涌现出一批生态农户、生态乡村以及初具规模的生态县域，这些成功的经验预示着中国农业发展的方向。因此，走一条具有中国特色的生态农业道路，既是时代的强烈呼唤，也是农业发展战略的重大选择。

发展生态农业，需要营造一个良好的社会“生态”环境。其作用是保障、引导、促进生态农业的蓬勃兴起，健康发展。一是要充分利用多种形式，加强宣传教育，大力普及生态农业知识，不断提高人们尤其是各级领导的生态意识和思想认识，使生态农业建设变为广大干部群众的自觉行动。二是搞好总体规划。生态农业建设，要同实施“九五”计划与 2010 年远景目标紧密结合起来，成为本地区经济和社会发展的重要组成部分，统筹安排，同步进行。三是加强组织领导。要在调整人和自然关系的若干重大领域，特别是人口控制、环境保护、资源能源的保护和合理开发利用等方面取得扎实的成果。这就要求各级领导应把这个问题摆上议事和工作日程，使方方面面形成合力，上上下下共同努力，从组织机制上保证生态农业建设顺利进行。四是牢固树立科学技术是第一生产力的思想，始终把依靠科学技术、推进科技进步放在极端重要的位置上，真正做到科学规划、科学组织、科学治理、科学利用、科学开发，使现代科学技术和手段真正渗透到各个方面、各个环节中去，成为建设生态农业的第一动力。

王文学

## 《生态经济丛书》内容提要

### 1. 《世界未来纵横说》

本世纪 60 年代以来，世界经济结构大调整，伴随着生态环境危机日趋严重。为拯救人类生存形成的“百家争鸣”思潮，是生态经济学产生的社会背景以及持续发展思想的渊源。

从 19 世纪马尔萨斯“忧伤的科学”，到 20 世纪的罗马俱乐部——全球问题预言者的集合体。对人类未来比较悲观的看法。

挑战者的出现，与《增长的极限》论争，用一个新角度看世界：人类只要与自然和谐相处，长期趋势是美好的。对人类未来比较乐观的看法。

悲观与乐观的趋同，经济学与生态学的融台，经济——技术——生态的统一，从经济增长到持续发展。生态经济学的理论核心——持续发展思想，当代乃至 21 世纪的主流经济学科。

### 2. 《走向未来的战略》

1992 年 6 月巴西世界首脑会议通过的《里约宣言》和《21 世纪议程》，全球可持续发展战略的确立，标志着生态经济学理论思想变成了世人的共识，纳入了世界各国政府的决策。

人类未来发展战略的抉择。传统发展战略的反思，新的发展战略的寻求。可持续发展观：人与自然和谐观，经济与生态协调观，全球意识。

可持续发展战略的内涵。控制人口膨胀，资源永续利用，可再生能源生产，可持续消费，保护生物多样性，保障粮食供给，保护环境，消除贫困，国际合作，前景展望。

### 3. 《中国大地的压力》

地球家园中的最大一个家族——中国人口总量大国与资源相对小国的矛盾和压力。

膨胀的人口压力。严峻挑战，发展困惑，伟大的计划生育政策，光明发展前景。

不可再生资源的压力。耕地减少，土质退化。生命之水，缺水之国。为了明天的富饶，建立一个节约的社会。

环境污染和生态破坏的压力。森林、草原、水土、风沙和物种方面的问题严重；城乡环境质量不断下降。觉醒的人们，寄望于明天。

### 4. 《黑色绿色的岔口》

中国正处于经济高速增长与环境污染加重的阶段，面临决策的十字路口；重蹈“先污染后治理”的老路，还是走发展经济与保护环境同步的新路。

岔口上的抉择。传统发展模式受到挑战，抓住转变战略的机遇，实施可持续发展的新战略。

绿色世界的目标。发展与环境的统一观。未来的生态农业、绿色工业、

清洁优美的城市。

创造绿色世界之路。绿色世界的蓝图，运行规范、政策；新世界的火车头——科学突破，技术进步；做绿色世界的合格公民。

## 5. 《资源与财富大国》

新技术新产业革命将突破传统的资源与财富观念，21 世纪的中国将成为一个新的资源与财富大国。

认识资源的辩证观。资源的更新与替代，资源优势的动态观。

科学技术与产业革命。解放“第一生产力”，产业革命的三维效应，新世纪的曙光，科教兴国战略。

从资源大国到财富大国。未来新产业领域和特点，生物科学的回归与统治，向科技“制高点”进军，东方大国再度辉煌。

## 6. 《古代沧海的变迁》

地球外壳的演变，人类与生态的进化，山西省域由远古沧海变为近代煤海，实为典型例证。

史前共生共荣的生物圈。从龙骨说起，煤与森林，第四纪的生态环境。

原始人依附于自然。神农、黄帝，火、石、陶器，采猎、农业与生态。仰韶——龙山文化，尧舜社会，向自然索取升级。

古代农耕的经济与生态。由新石器到铜铁工具，由奴隶制到封建制，由农耕到工商业，由屯田到人口重压，毁林垦田，灾害频繁，生态恶化。绿色高原变成黄土高原。

## 7. 《近代实业的评说》

近代社会的人类与生态环境关系极度恶化。山西省域由农耕文明进入工业文明，社会进步与环境破坏有喜有忧。

地貌变色的思考：怎样由绿变黄，又由黄变黑？！近代实业的福与祸，当代工业建设的得与失。“乌金墨玉”之乡，工业文明伴随着资源浪费，生态破坏，环境污染。

煤炭工业为龙头的重型结构：高投入、高污染、低效益的资源型经济。

近代农业的成就与忧患。传统农业向现代农业过渡。农村经济增长，农业生态恶化，两个系统的冲突与矛盾。

城市建设的快与慢。近代中心城市，现代“城市病”。经济、文化、政治和社会活动中心，与生态环境负荷中心相互制约的特殊复合系统。

环境文明的曙光：保护山西的明天，再创绿色生态高原。

## 8. 《自然物流的一角》

开发利用可再生资源是人类社会可持续发展的基础。山西省域的资源优势：以煤炭为主的不可再生的矿藏资源，其他可永续利用的自然资源的丰度及其利用前景。

支柱矿产——煤炭资源。中国能源的“明珠”，晋人的“财源”；有限资源枯竭的预警，经济开采时限；负效应——黑色与沉寂。

人类的根——土地，广袤多姿，人口负荷，流失严重。生命之源——木，极度缺水的危机，木质普遍污染。人类的近邻——生物，林草资源和野生动植物资源丰富，开发利用和保护很差。大气的变幻——气候，复杂要素丰富，利用不充分，自然灾害频繁。

珍惜稀有资源，节约有限资源，开发可永续利用的资源。

## 9. 《遗产生态的魅力》

生态文明将是 21 世纪的特征。山西省域是中华民族的摇篮，历史文化遗产和自然遗产生态资源极为丰厚和珍贵，是新世纪最有魅力的一种生态文明资源。

遗产的生态意识——人类的新觉醒。世纪遗产公约，遗产政策与行动。

文化遗产生态资源：史前远古人类，古战场，古城址，宗教石窟，壁画雕塑，民居建筑，寺院庙宇，古墓帝陵。

自然遗产生态资源：神奇“界标”，森林遗景，河流渡口，湖泊遗迹，泉水瀑布，岩溶洞穴，动植物化石群，地下煤海，盐湖景观，温泉地热，清凉气爽，高山草甸。

认识人类与自然的因缘，保护、开发和利用，展望生态文明的前景。

## 10. 《新世纪发展之路》

中国实施可持续发展战略，求索新世纪发展之路。21 世纪的山西省域选择什么样的新支柱产业，向什么样的经济大省或强省发展？

大文化商品的价值。从一座煤矿说起，看不可再生资源的优势和价值；从一座古庙的文化，看可永续利用资源的优势和价值。

绿色文化产业。以太阳能转化为基础的可再生资源，建设绿色产业体系；以人类文化和自然遗产为基础的永续利用资源，建设文化产业体系。

基础设施产业。引黄水利配套工程，交通网络图，信息“高速公路”，避暑避寒山庄。

生态文明的环境与消费。绿色能源，绿色食物链，清水流域，生态良性循环。生活消费升级：19 世纪的庄园，20 世纪的大厦，21 世纪的绿地。

“巨人”型经济结构。大文化产业为头，绿色支柱产业和基础设施支柱产业为双腿。实现中上游的财力、上中游的收入、上上游的环境——文化生态经济大省 + 新能源大省 = 持续发展实力强省。



## 《生态经济丛书》总序

### (一)

世纪之交正向我们走来。在中国的大地上奏响了两个时代的强音。一个是来自国际社会的声音：世界人民将迈着怎样的步伐走向 21 世纪？1992 年 6 月在巴西里约热内卢召开的“环境与发展”世界首脑会议，通过的《里约宣言》和《21 世纪议程》，表明各国政府达成了—个共识：经济发展必须与环境保护相协调，必须加强国际合作，全面实施全球的可持续发展战略。中国是世界上率先履行这项国际责任和义务，1994 年 3 月 25 日国务院通过了《中国 21 世纪议程——中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书》。中国人民将以实际行动积极参加国际合作，与世界各国人民共同保护好地球环境，创造一个能让人类安居乐业的家园。另一个是来自中国社会的声音：中国人民将以什么样的姿态迎接新时代？1995 年 9 月 28 日中国共产党第十四届中央委员会第五次全体会议通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展“九五”计划和 2010 年远景目标的建议》，提出了全面实现达小康目标的第二步战略任务，并向第三步战略目标迈出重大步伐，为下世纪中叶基本实现现代化奠定坚实的基础。这个纲领性的文件，为中国人民展示了跨世纪的宏伟蓝图，指明了迎接新时代的方向。

生态与经济协调发展，是当今国际社会普遍关注的重大问题，也是人类生存和社会前进的永恒主题。可持续发展战略的目标，就是要把世人梦寐以求的这个主题，通过能够遵循的纲领，能够实施的方案，能够执行的政策，能够操作的方法，实现既能满足当代人的需求而又不对满足后代人需求的能力构成危害；既能满足—个国家、—个地区的需求，而又不对其他国家和地区的需求造成危害的新时代。

这套《生态经济丛书》（下简称《丛书》）就是为了响应时代强音的呼唤，面向广大群众，宣传普及当代最新的一门科学知识——生态经济学，希望有更多的人掌握这门科学，为实现中国的现代化目标乃至全球的可持续发展战略目标而努力奋斗。这就是我们组织编写这套《丛书》的宗旨。

### (二)

生态经济学是现代科学技术进步的象征。

它是由生态学和经济学相互交叉、渗透、有机融合而成的一门新兴综合性学科。它的研究对象是生态经济系统。它把自然生态系统与社会经济系统视为—个整体并揭示其相互作用的规律性。这是人类认识客观世界的—个飞跃。本世纪 50 年代以来，世界性人口猛增、环境污染、食物短缺、能源紧张、资源破坏等，形成了令人震惊的环境问题，向人类敲响了环境危机的警钟。随之世界上出现了第一次为拯救人类生存环境危机的科普宣传高潮。在短短的 20 年里，—大批论述人口、环境、资源方面的科普著作和理论专著，如《寂静的春天》、《封闭的循环》、《只有—个地球》、《2000 年的忧虑》、《立足于地球》、《增长的极限》、《—门科学——生态经济学》、《我们需要—门新的经济学》以及《生存的蓝图》等相继问世。同时形成了广泛动员和广泛参与的大讨论，并且对人类未来前景的看法，大体形成了比较悲观的和

比较乐观的两种思潮。不同观点的争论归结到一点：人类能不能从环境危机中拯救自己而且生活得更好。生态经济学就是在这样的国际社会背景下应运而生的。

美国经济学家肯尼斯·鲍尔丁是国际生态经济学的创立人，他在 60 年代发表的《宇宙飞船经济学》一文中，把人类赖以生存的地球比喻为茫茫宇宙中的一个渺小的太空船，警告人们：不能继续贪得无厌地消耗它的自然资源了，否则它就会很快失去控制！他提出的节约地利用资源，控制好飞船航向的主张，引起了世界的巨大反响，涌现出包括前苏联经济学家梅林斯基，和英国生态学家爱得华·哥尔德史密斯、罗马俱乐部创始人意大利奥雷利奥·佩西博士、中国经济学家许涤新教授、日本池田大作博士等一代国际著名生态经济学家。

当代科学技术的巨大进步，人类认识世界的不断突破，推动了生态经济学的发展。从 1984 年 10 月联合国环境发展委员会召开首次会议，提出《从一个地球到一个世界》的报告，到 1990 年 5 月成立国际生态经济学会，人们达到了一个共识，就是人类必须建立一个持续发展的经济社会。生态经济学的理论核心就是持续发展思想。这就为人类解脱生态环境危机提供了新的发展思维和新的发展对策，从而改变了人们对世界未来的悲观看法。

最值得庆幸的是，联合国把可持续发展战略作为全球的共同战略，纳入了国际决策，变成了世界各国政府的行动纲领，这标志着生态经济学已经成为当代乃至 21 世纪的主流经济学科。与此相适应，第二次环境与发展的科普宣传高潮也在到来。这次宣传的重点，将由唤醒世人危机的警钟，转为鼓舞世人进军的号角，在拯救环境危机中创建美好家园。

我们推出这套《丛书》就是为了顺乎时代潮流的昭示，参与第二次环发科普宣传新高潮，充当向新世纪进发鸣锣开道的号角，启迪和引导人们走上以生态经济科学为指导的可持续发展之路。

### （三）

传播和普及科学知识、科学思想和科学方法，提高全民族科技文化素质，是推进中国现代化建设、实施可持续发展战略的前提，也是中华民族强盛的基础。这套《丛书》就是为了适应这一需求，采用喜闻乐见的形式和题材，从多角度、多侧面、多方位，阐述评介生态经济学的产生背景、思想渊源、观点论据、理论核心、战略对策以及实证案例。从而达到用这门科学理论武装人们，提高环境意识和生态觉悟，鼓舞人们自觉自愿地投身到保护生态、保护环境、发展经济、创建未来的伟大事业中去。

这套《丛书》放眼世界、面向未来。它是在当代生态经济学理论研究成果的基础上，借鉴吸收了生态农业、生态工业、生态城市、生态技术、生态伦理、生态教育、生态哲学、生态医学以及人口生态学、灾害经济学等多分支学科的思想精华和实验结晶，综合归纳而成的一部比较全面、比较系统的理论探讨与实证分析相结合的科普专著。特别是把中国和山西省域作为实证案例，既充实丰富了《丛书》的内容，又突出显示了它的特色。世人皆知，中国是地球家园中的一个最大的古老家族，山西省域又是中华民族的摇篮，这两个案例不仅在人类文明与环境演变方面具有代表性，而且在现代社会与生态资源循环作用方面也具有典型意义。中国正处于传统社会向现代社会全

面推进的转型时期，经济社会的迅速发展，使得环境、生态和资源面临着巨大的压力。在中国，特别是在以煤炭能源工业为主导产业的山西省域，把保护环境、生态和资源与经济增长方式的根本转变紧密结合起来，尤为重要和迫切。

这套《丛书》的内容结构包括 10 个方面或侧面，也就自然构成了相互联系又相对独立的各有侧重的 10 册专著。虽然每册专著都保持了各自的内涵、外延和风格，但是它们都具有理论性、知识性、经验性、政策性和资料性的共同特点。所以，可供领导决策、科学研究、理论教学、业务工作以及广大读者参考阅读。

#### (四)

生态经济学作为一门新兴的学科进行科学实验，在国际上仅仅有 20 多年，在中国也不过 10 多年的历史，虽然已经取得了丰硕的理论成果和实践经验，而且被世人公认为当代和未来的主流经济学科，但是，它毕竟是一个正在成长积累过程中的年轻学科。在理论和方法的诸多领域，还有待于开拓和深入，需要继续完善和发展。在《中国 21 世纪议程》公布之后，中国科学院于 1994 年 6 月编制了《中国 21 世纪议程中国科学院优选项目计划》，初步确定了 11 个优先领域、140 多个优选项目。中国社会科学院于 1995 年 5 月也成立了生态与环境经济研究中心。这就标志着生态经济学研究，从哲学思辨进入了应用研究和实证分析的新阶段。技术创新理论、产权经济学、制度经济学将成为解决和解释生态经济问题的主要工具；能量转换中的价值流分析将成为生态经济学的核心问题。诸如此类的新动态、新成果和新观点，没有也不可能都写进《丛书》中去。

编写这套《丛书》的倡议，是在 1993 年初山西省生态经济学会成立暨首次学术讨论会上提出来的，随即得到了山西省领导同志和富有经验的老领导、老专家的大力支持；中国生态经济学会、中国林学会、中国农经学会、中国科学院、中国社会科学院、中国人民大学等学术权威单位的著名学者、专家和教授热情鼓励、精心指导；山西经济出版社的领导热心帮助策划；山西省 20 多个单位的 60 多位领导、专家和学者鼎力合作，经过一年酝酿筹划，两年撰写、统编，基本完成了《丛书》的编写出版任务。在此特向所有为《丛书》编写出版付出辛劳的各位女士和先生，表示衷心感谢。

这套《丛书》无论在理论观点和知识体系方面，还是在论据资料和引证案例或其他方面，都会有错误、疏漏和不当之处，恳请广大读者批评指正。

《生态经济丛书》纪委会  
1996 年 1 月

《生态经济丛书》

编辑委员会

顾问 刘国光 石 山 王耕今 胡晓琴 卫逢祺  
名誉主编 王庭栋  
主编 王文学  
副主编 刘清泉 迺星亮 李镇西  
责任副主编 陈家骥  
编委 (按姓氏笔画为序)  
丁永齐 王文学 王 龙 王 沅 王国祥  
王庭栋 刘光辉 刘清泉 刘耀宗 关 锐  
许卓民 孙庚午 扬文宪 扬晓国 李仁安  
李 里 李凯明 李建国 李振吾 李乾太  
李镇西 张可兴 张保令 陈字华 陈克毅  
陈家骥 金佩华 郑友三 柳承宏 赵建廷  
赵森新 聂宏声 郭仲元 高生伟 管二栓  
曹振声 阎好勇 韩东娥 迺星亮 潘 云  
穆月英

统 编 组

组 长 陈家骥  
副组长 李凯明 王 龙  
成 员 (按姓氏笔画为序)  
王国祥 张可兴 金佩华 胡辅华 赵建廷  
赵森新

## 第一章 发展带来的喜与忧

以 1978 年为契机，中国经济以世界上少有的高速度迅猛发展起来。举世瞩目，在 960 万平方公里的大地上，面貌全新的城镇在崛起，高层建筑像雨后春笋到处破土而出，随处可见的新工厂、新产业正在兴建，铁路、公路、高速公路在延伸，邮电通讯、金融外贸的兴起正不断地在改变着国民经济面貌。以单一粮食生产为主的往日贫穷农村里，如今乡镇企业纷纷兴起，农林牧副渔全面发展，工农商结合经营，面目一新的新居民点和小集镇，正日新月异描绘出一个现代新农村的轮廓。人民正告别贫困，走向小康，祖国大地犹如一片春雨翠绿的原野，显示出欣欣向荣、蓬蓬勃勃的生机。

所有这些翻天覆地的变化，都是由于 1978 年经济改革所引起的经济体制变更所带来的。

## 第一节 岔口上的抉择

### 一、我国进入了国民经济高速发展的新时期

1978年以前，我们在经济上实行的是计划经济体制，经过近30年的发展，虽然也有过辉煌的时刻，但是若把经济增长和人口增长，以及人均占有工农产品的数量与世界平均占有水平加以比较，应该说经济发展水平和速度都是不高的。

1978年在全国开始了经济改革，具体目标就是要把我国国民经济体制从计划经济转向社会主义市场经济体制，以利于进一步解放和发展生产力。

社会主义市场经济之所以有利于进一步解放和发展生产力，在于它的资源配置方式，在供需规律的作用下，能按需求有效地分配及使用资源；在价值规律作用下，推动人们不断更新技术，改善经营管理，提高劳动生产率；它唤来竞争，推进生产的专业化、社会化和现代化；在市场机制作用下，调动起生产者的积极性和发展生产的内在动力；它打破了国内外、区域内的封锁和隔绝，促进了商品和生产要素的流动，加速了现代化的进程和资源的优化配置。社会主义市场经济的充分发育，为国民经济的快速发展和生产力的高度发展准备了条件。80年代中国国民经济开始高速增长，创造了世界舞台上令人瞩目的奇迹。

首先，表现在国民生产总值的快速增长上（表1—1）。

表1—1 1978—1993年国民生产总值的变化<sup>1</sup>（亿元）

项 目	1978	1980	1985	1990	1992	1993
国民生产总值	3588	4470	8558	17695	24379	31342
工业总产值	4237	5154	9716	23924	37066	52692
农业总产值	1397	1923	3619	7662	9085	10996

资料来源：《中国统计年鉴（1994）》，中国统计出版社1994年版，第20—22页。

1978—1993年国民生产总值年增长率达9.3%，这样的发展速度是当今世界其他国家所少有的。可以说，我国经济已经走入了高速增长的历史时期。

其次，经济结构合理化。其基本特征是，第一产业的比重下降，第二、三产业的比重明显上升，向现代经济产业结构转换（见表1—2）。

表1—2 我国“七五”与“八五”期间产业结构状况（%）

项 目	第一产业	第二产业	第三产业
“七五”期间	26.3	43.2	30.5
“八五”期间	19.9	47.0	33.1

资料来源：《人民日报》1995年8月17日第1版。

<sup>1</sup> 按当年价格计算，指数按可比价格计算。表1—2相同。

第一产业指农业，占国民生产总值的比重已从“七五”期间的 26.3% 下降到“八五”期间的 19.9%，只占到将近 1/5；第二产业指工业，从 43.2% 上升到 47.0%；第三产业指服务业，从 30.5% 上升到 33.1%。以上经济结构的变化，说明我国经济结构正在快速走向现代化。

经济结构的合理性还表现在农业、工业和服务业内部结构上。工业生产部门中轻工业有了较快增长，重工业比重下降，两者的比从 1978 年的 43.1 : 56.9 转变为 1992 年的 47.2 : 52.8。农业内部结构也经历了根本性变化（见表 1—3）。种植业从 1978 年的 80% 下降到 1993 年的 60.1%，林、牧、渔业的比重都在持续上升，其中特别是畜牧业上升的速度最快，增加了 12.4 个百分点。单一以粮食生产为主的农业产业结构正在为农林牧渔全面发展所替代。这个改变不仅为社会提供由于生活水平提高而迫切需要的畜产品、水产品及林产品，还为改善生态环境提供了良好的条件。

表 1—3 1978—1993 年农业内部结构状况（%）

项目	1978	1980	1985	1990	1991	1992	1993
种植业	76.7	71.7	63.0	68.5	67.2	65.5	64.6
林业	3.4	4.2	5.2	4.3	4.5	4.7	4.5
牧业	15.0	18.4	22.1	25.7	26.5	27.1	27.4
渔业	1.6	1.7	3.5	5.4	5.9	6.8	8.0

资料来源：《中国统计年鉴（1993）》，中国统计出版社 1993 年版，第 335 页。

《中国统计年鉴（1994）》，中国统计出版社 1994 年版，第 331 页。

与此同时，农村产业结构也发生了根本性变化。非农产业比重从 1978 年只占 31% 上升到接近 70%，已经远远超过农业，表明在建设农工商综合经营的农村经济方面取得了决定性的进展。

再其次，主要工农产品产量有了成倍的增长，长期存在的产品短缺有了缓解，有些产品已从卖方市场转向买方市场。粮食、棉花、油菜籽、水产品、煤炭、水泥、棉布、电视机等的产量已跃居世界第一位。我国已成为世界工农业产品生产数一数二的大国。

随着国民经济高速发展而带来的是国际贸易额也有了史无前例的变化。1978 年我国出口商品总额只有 97.5 亿美元，到 1994 年突增到 1200 亿美元，增长了 11.3 倍，年增长率为 17%，大大高于 80 年代世界出口贸易年均增长 5.5% 的速度，也明显高于同期世界上经济增长最快的亚洲国家出口贸易年均增长 10% 的速度。我国已成为世界第 10 位出口贸易国和出口额超过 1000 亿美元的第一个发展中国家。

最后，人民的收入有了显著改善。经济的快速增长给人们物质文化生活明显提高创造了条件。最能反映人民收入水平的是社会商品零售额。1978 年的社会商品零售总额为 1558.6 亿元，1993 年上升到 13 592.6 亿元，增加了近 8 倍。

1978 年我国农村有 2.3 亿人口生活在贫困线之下，现在大部分脱了贫，只留下生活在生存环境十分艰难的深山区及边远地区的约 7000 万人口，尚待

脱贫。因此，可以说，从全局说，数千年来农村地区祖祖辈辈盼望解决温饱问题的愿望终于得以实现，并正向小康的目标继续前进。

## 二、高速度发展中的隐忧

1978年以前，在计划经济体制下就已经存在着资源负荷过重，和因经济发展而出现的生态破坏和环境污染的严峻事实，但由于当时经济发展速度不快，人们的生态和环境意识还要有一个提高过程，危机潜伏着而没有爆发。在进入80年代以后，我国经济进入高速增长时期，自然资源的消耗成倍增长；生产和生活的排污量迅速增长，超过了自然生态环境的调节能力及净化能力，环境质量迅速下降。酸雨、气候变暖、物种消失、水污染和淡水资源匮乏、森林破坏、水土流失和荒漠化等全球性的环境问题以前所未有的规模在蔓延。使本来比较脆弱的自然生态环境受到严重冲击，资源和环境问题突出起来，到了非常尖锐、非常危急的地步，这就是高速发展带来的隐忧。我们将在下两节详细叙述这一隐忧。

西方发达国家在两个世纪前爆发的工业革命，把市场经济推进到历史上从来没有达到过的高度，束缚科学技术和生产力发展的封建制度的桎梏被打破，迎来了工业和技术革命的春天。资本主义经济历经几个世纪的快速发展，它所实现的生产力比有史以来所积累起来的全部生产力总和还要多。人们快速地开发荒地、水资源、能源、森林、草原、矿藏等等，用来建造工厂、机器、车辆、轮船、铁路、公路、码头、邮电、通讯设备等等，工业化使人类社会经济活动对自然生态系统的需求日益扩大，引起自然资源急剧耗损和环境极大破坏，造成人类社会经济活动的需求与自然生态环境系统的供给之间矛盾尖锐化。这种掠夺式的开发带来了严重的土地退化、侵蚀和沙化，能源、森林和水资源的枯竭；快速发展的工农业生产，把有毒的农药、污水、废气、固体废弃物持续不断地排向天空、水域和土地，污染了本来清洁的环境。自英国工业革命200年以来，地球已经伤痕累累。资源被耗竭，环境被污染，生态平衡被破坏，许多宝贵的物种随同环境的破坏而在地球上灭绝。发达国家经济快速增长给环境带来的灾难性后果，引起了许多有识之士的重视。莱切尔·卡逊在她的划时代著作《寂静的春天》中对美国滥用杀虫剂所造成的危害进行了生动的描述，她写道“听不到鸟类的歌声”，“看不到生物活动的春天”，使本来生机勃勃的春天“寂静”了。罗马俱乐部在1972年的研究报告《增长的极限》对人口、粮食、工业化、不可再生资源 and 环境污染五大问题进行了深入系统研究后提出，如果以上五方面仍按现在的趋势发展下去，地球上增长的极限将在今后100年内发生，人口和工业生产力将会突然地和不可控制地衰退。人类的文明所积累起来的巨大手段，正在被用来毁灭人们自己。所幸的是人类在还不太晚的关键时刻终于醒悟，一个全球范围的拯救资源、保护环境、维护生态平衡的运动正在兴起，以期扭转环境、资源的进一步恶化。人类已经为此付出了沉重的代价。

现在我们正面临发达国家曾经走过的这一段历史，它们是如此惊人的相似。我们是步他们的后尘，走以资源耗竭和环境污染为代价来换取经济的快速发展的道路，还是接受前人的经验教训另走一条崭新的道路，这就是本书所要阐明的焦点问题。现在，我们正处在这个历史的十字路口。



## 第二节 资源的开发与破坏

自然资源是指自然界中能被人类用于生产和生活的物质和能量的总称。如生物资源、土地资源、矿产资源、水资源、气候资源、太阳能资源、风力资源等等，都属于自然资源。自然资源是生态环境的构成要素；同时也是人类生存发展所必需的物质，社会文明发展的基础。自然资源一般可以分为两类：一类是可再生性资源，如生物资源、土地资源、水资源等等，是可以更新的，但是更新再生需要一个相当长的时间；另一类是不可再生性资源，如矿产资源等是会被耗竭的。自然资源的这些特点说明，在人类社会的经济发展中对待资源的态度只能是合理开发利用，尽可能地避免资源的退化与耗竭，用较少的自然资源为人类社会创造出较多的物质财富，获得较高的经济效益；在开发、利用资源的同时还要注意保持生态平衡，不断提高环境的质量。为了达到这一目的，在资源开发、利用中，必须遵循以下两点要求：对可再生性资源要保证其恢复、更新，实行永续利用；对不可再生性资源应该最大限度地做到节约利用和循环重复利用，以延缓其耗竭的速度；在开发和利用自然资源时，要充分注意这些资源在生态系统中的地位和作用，避免生态系统遭到破坏。否则，就会破坏自然环境，加速资源枯竭，导致生态失衡，给社会经济发展带来严重后果。

我国当前在资源开发利用中不同程度地存在着耕地及森林资源急剧减少，质量下降，生态功能衰退，农用土地沙化，水土严重流失，水资源过度开发，引起匮乏，矿产资源无序开发，野生珍稀物种濒于灭绝……等等。这些，已经成为我国经济持续、稳定、协调发展的突出制约因素。

### 一、土地资源：在退化

土地是人类生产和生活的基地，是国土的主要组成部分，是一个国家最宝贵的自然资源和农业生产最基本的生产资料。土地资源是有限的和不可代替的。因而，土地资源的状况是制约整个国家经济和社会发展，乃至生存的根本性要素。

长期以来，我国土地资源的退化和破坏，主要表现在水土流失、土地沙化、土壤污染、耕地缩减和质量下降上。我国是一个人多地少的国家，土地资源的严重破坏和退化，导致我国本来已经十分脆弱的农业生态环境承受了比任何国家都大的压力。

#### （一）水土流失在加剧

我国对耕地的过度利用和森林植被的严重破坏，长期以来超过了生态系统的阈限，造成了严重的水土流失。水土流失面积已由 50 年代初的 150 万平方公里，发展到现在的 367 万平方公里，占国土面积的 1/3。每年流失的表土多达几十亿吨，如以 50 亿吨计算则相当于，全国耕地每年被冲走 1 厘米厚的表土层。

黄土高原已成为世界上水土流失最严重的地区之一，水土流失面积达 47 万平方公里，占本流域总面积的 72.7%。每年水土流失量由 1934—1958 年平均 16.8 亿吨，增加到 1959—1980 年平均 23 亿吨，增加了 37%。冲刷最严重的地方，侵蚀模数达到 44 800 吨/平方公里，造成底土和基岩裸露，冲刷沟的沟头，每年平均前进几米到十几米，吞蚀了大片土地，自然界的自我恢复

功能已极其微弱。

长江是我国第一条大河，素有“黄金水道”之称。目前，长江也面临第二条黄河的命运，水土流失面积已占流域面积的41%，水土流失量每年达24亿吨，相当于冲掉了10万多公顷耕地上20厘米厚的肥沃表土。

我国南方亚热带丘陵区土壤侵蚀也日趋严重。40年来广东省水土流失面积增加了1000多平方公里；福建省80年代水土流失面积比60年代初增加了1.2倍；1964年贵州省水土流失面积是1957年的26倍，其中毕节地区水土流失最严重，面积已达该地区的41%，侵蚀模数达到5381吨/平方公里。

水土流失的直接后果是农业最宝贵的自然资源——农业土壤受到不可逆转的破坏。几百年才能形成1厘米厚的表土层，在裸露的情况下，一瞬间被冲得精光。全国每年因水土流失而失去的表土层中约含有机质5000万吨，氮、磷、钾养分4000多万吨，相当于40多个年产100万吨的化肥厂的产品白白被冲走了。地球陆地表面经过几亿年形成的许多生物赖以生存的土壤层，由于水土流失一年一年地变薄、变瘠、变少，农田生态环境日益恶化。土壤贫瘠必将导致作物产量下降，黄土高原粮食的单产只有1100公斤/公顷；贵州毕节地区只有750—1500公斤/公顷。据科学家用斯莱姆模型测算，如按现在的水土流失速度发展下去，黄土高原耕地寿命只有10—30年，南方山地水土流失严重的地区则只有5—10年。

水土流失造成大量泥沙进入河流、湖泊，降低了调蓄能力，造成洪旱灾害频繁。号称“天府之国”的四川省，50年代的10年间有4年发生水灾，60年代增加到7年，70年代增加到8年，80年代几乎年年有水灾发生。1981年7月的特大洪水吞没了53个县城、580个乡镇、毁坏农田83.4万公顷，直接经济损失约25亿元。另据云南省气象资料记载，1470—1950年的480年中，大旱灾平均9.6年发生一次，1950—1978年的28年中每3.2年就发生一次。江西赣南地区历史上，大旱灾50年发生一次，而从50年代初到80年代末的30年间，已发生大旱灾12次。

水土流失所造成大量泥沙倾入河道，导致河床抬高，河流泛滥改道。黄河在花园口以下河床已高出地面8—10米，成为地上悬河，威胁着十几条交通干线、上百座城镇、上千万人口和近700万公顷农田的安全。水上流失还造成泥沙淤积水库，大大降低蓄洪抗旱能力。三门峡水库由于泥沙淤积已减少库容量59%，大大降低了水库的综合利用功能；山西省每年因泥沙淤积而损失的库容量为5000万立方米；陕西省为8000万立方米。40多年来，全国损失库容量约1000亿立方米，若以每立方米投资0.3亿元计算，约损失300亿元。

## （二）土地荒漠化在蔓延

荒漠化是全球最严重的生态问题之一，是人类共同灾难。森林大量地消失和不合理的开垦放牧，大大加剧了土地荒漠化。目前，全球荒漠化土地达40多亿公顷，100多个国家和地区的9亿人口受到困扰，每年造成的经济损失达423亿美元。更为严重的是，荒漠化仍在扩展，持续下去将直接影响到人类的命运和地球的前途。防治荒漠化已成为当今世界面临的重大责任，也是历史赋予我国人民的重大使命。

我国是世界上荒漠化危害严重的国家之一。从新疆到黑龙江，从塔克拉玛干沙漠到科尔沁沙地，我国西北、东北、华北分布着12块沙漠和沙地，形

成了我国北方万里风沙线。同时，在豫东、豫北平原，在唐山、北京，在鄱阳湖周围，北回归线一带，也分布着大面积的风沙化土地。我国已成为世界上荒漠化面积最大、分布最广、危害最严重的国家之一。全国荒漠化，面积占整个国土面积的 1/3。其中以风蚀为主的荒漠化面积有 153 万多平方公里，占国土总面积的 15.9%。全国每年仅风蚀荒漠化造成的直接经济损失是 45 亿元。而据推算，全部荒漠化的损失高达 2000 多亿元，这个数字相当于全沙区全年工农业总产值的 67%。更为严重是荒漠化继续扩大的趋势正在加剧，50—70 年代，沙化面积每年约扩大 1650 平方公里；进入 80 年代，每年则扩大 2100 平方公里，也就是说，每天有 5.6 平方公里的土地荒漠化。有的地方“沙进人退”的形势十分严峻。河西走廊玉门附近，原来是一片以红柳为主的固定沙漠灌木林，后因过度砍伐，到 80 年代，荒漠化面积已从 50 年代占土地面积的 12.6% 扩展到 47.6%。内蒙古自治区，88 个旗中有 67 个存在荒漠化危险，荒漠化面积占全区面积 76.8%，达 733 万公顷。新疆的荒漠化面积比 50 年代初扩大了 35 万平方公里，现在还有 100 多片绿洲面临沙化的威胁，塔里木河下游沙化达 9.13 万公顷，昔日“绿色走廊”正面临被毁弃的命运。

土地的荒漠化，不仅使宝贵的土地资源丧失了利用价值，而且恶化了气候，沙暴及干旱发生频率增加。直接威胁着农田、牧场、城镇、村庄、交通干线和水利设施，严重影响了荒漠化地区人民的生产生活，制约着社会经济的发展。1993 年 5 月 4 日至 6 日，一场特大沙暴席卷了我国西北部地区，前后 60 个小时，横扫了包括哈密、吐鲁番、乌鲁木齐、酒泉、张掖、金昌、武威、阿拉善、银南、银北等 4 省 18 个地市 72 个县方圆 110 万平方公里的土地。风力高达 8—12 级，瞬时最大风速达到每秒 37.9 米，每平方公里的降尘达到 161 吨，沙暴过后，留下的是一幅幅惨不忍睹的景象：85 人死亡，其中小学生 57 人，失踪 31 人，伤 264 人；560 万亩农作物受灾，其中 164.6 万亩减产或严重减产；24.5 万亩果林受灾，减产 3—6 成；牲畜死亡和丢失 12 万头（只），受灾达 73 万头（只）；毁坏房屋 4412 间，埋没水渠 2000 多公里，刮断刮倒电线杆 6021 根，供电、通讯、水利设施破坏严重；多处公路、铁路因风蚀沙埋运输中断，其中吉兰泰专用铁路中断 4 天，兰新铁路中断 31 小时，造成 37 列火车停运或晚点，给工农业造成直接经济损失达 5.425 亿元。沙暴还使大面积的草场严重退化，土壤中大量的有机肥料被刮走，流动沙丘向前移动了 1—8 米，固定沙地和半固定沙地出现了活化现象。相当一部分的耕作层被风蚀，失去表土达 10—20 厘米，大自然的自给力在 200—2000 年间所形成的成果一瞬间化为乌有。

中国在阻止荒漠化方面走在世界前列，40 多年治理荒漠的成绩令人振奋。目前，我国以治沙为主要目的，造林保有面积达 1000 多万公顷，10% 的荒漠化土地得到治理，从荒漠中新辟农田 130 多万公顷。同时 1100 万公顷农田和近 900 万公顷草原的粮食和牧草产量增加 10%—20%。然而，荒漠化治理目前还没有从根本上扭转荒漠化扩大的趋势。治理的速度赶不上土地退化的速度，中国防治荒漠化的道路依然漫长而艰辛。

### （三）土壤污染加剧

现代工业产品和城市的废弃物是当代引起土壤污染最重要的物质来源，

当输入土壤的污染物数量超过土壤容量和自净能力时，就会发生土壤污染。污染物质一是通过水体污染土壤，如直接用工业废水和生活污水灌溉进入土壤；二是通过大气，以飘尘、降尘的形式落入土壤；三是通过废渣、垃圾等固体废弃物堆放，或作为肥料施用而进入土壤。另外，农业生产中，化肥和农药使用不当或用量过多，也会造成土壤污染。

1993年全国遭受不同程度工业“三废”污染的农田面积高达1000多万公顷，其中污水灌溉的农田面积370万公顷，大气污染（以酸雨和氟污染为主）的农田面积约530万公顷；固体废物堆存侵占的农田、污泥农用不当污染的农田面积达90万公顷；农用化学用品污染农田面积达90.7万公顷。迅速发展的工业增加了大量“三废”排放，导致工矿企业周围许多土地被污染，随着乡镇企业的发展，土壤污染由点到面愈演愈烈。

我国每年化肥施用量已达2930.2万吨，农药达22万吨，农用地膜80万吨。受农药污染的农田约为1270—1600万公顷。根据农业部调查，农田土壤耕层中“六六六”总体残留水平为0.72毫克/公斤，DDT为0.42毫克/公斤。难分解的有机氯农药的施用以及化肥的使用不当，在一些经济发达地区也造成了相当程度的土壤污染。

此外，土壤中的重金属、无机盐以及酸雨污染，都可以造成土壤资源永久性破坏，例如，云、贵、川三省农民土法炼硫，致使该区域内光山秃岭，草木不生，大片耕地成为不毛之地。

作为人类主要食物来源的粮食、蔬菜、家畜（禽）等农副产品，直接或间接都来自土壤。有害污染物通过土壤在农产品中富集起来，上万倍地提高其浓度，不仅造成农产品减产（我国因农田污染每年损失粮食约为120亿公斤左右），并进而危害人体健康。例如，贵州汞矿渣的铊污染，诱发附近居民毛发脱落、视力受损、多发性神经炎。湖南桃源含砷废渣污染，引起居民亚急性砷中毒。沈抚灌区石油废水污染农田，造成人群肝脏肿大发生率、慢性胃病患率、胃癌死亡率、先天畸形发生率大大增高。大余灌区钨矿造成废水污染，引起居民镉负荷增加和肾脏早期损害。

#### （四）耕地减少，质量下降

我国耕地共有9510万公顷，占全国土地面积的1/10，人均耕地面积仅0.08公顷，不足世界人均耕地占有量0.27公顷的1/3。尽管耕地资源短缺，但仍一片片、一块块地逐年被蚕食。城市和乡镇的不断发展，工矿、住宅占地的不断增加，铁路、公路的兴建，开发区的设置，……这一切一切，都要占用大量耕地。建国以来，全国城镇、乡村和工矿占地近2700万公顷；交通用地近4000万公顷，这近6700万公顷用地中，相当大的部分占用的是耕地。1980年以前每年净减少耕地53.8万公顷，“六五”期间每年净减少49.1万公顷。1985年是减少耕地较多的一年，全国耕地减少160多万公顷，开荒造田58.87万公顷，净减少100.9万公顷。1986年以来，国家采取一系列重大措施，制止多占耕地，1986、1987、1988、1989年耕地净减少分别下降到64万公顷、47.3万公顷、37.5万公顷和24.6万公顷。但是，近年来“开发区”及“房地产”热，把刚刚冷却下来的占地热又推向了高潮，仅1992

---

赵连庆：《土地，向我们敲起警钟》，《光明日报》1994年6月26日第6版。

方磊主编：《中国环境与发展》，科学出版社1992年版，第120页。

年就占地 90.68 万公顷（其中占耕地 67 万公顷），用于基本建设，新建旅游设施，建设名目繁多的度假村和各种“园”、“城”、“宫”等，乱圈乱占，大量浪费土地。1993 年一年就查出全国新设立的 2804 个各级各类开发区中，有 78% 属于滥设、虚设、有名无实，涉及土地面积高达 76.2 万公顷。

目前，全国人均耕地仅有 0.08 公顷，其中 1/3 的省、自治区人均耕地不足 0.07 公顷，广东、福建、浙江人均耕地在 0.04 公顷以下。据科学家初步估算，要保证“吃饭”的需要，人均至少要保证有 0.067 公顷耕地。事实上，我国每年人口以 11.21‰ 的自然增长率递增，而耕地却以每年 30 多万公顷的速度递减，要不了多久，我国耕地就难以再承载如此众多的人口了。

此外，土地的高强度利用、有机肥施用不足，以及灌溉不当引起的次生盐渍化等，造成土壤质量普遍下降。据普查，全国耕地有机质含量平均值低于 1.5%，其中 0.1 亿公顷耕地的有机质含量不足 0.7%；土壤养分含量下降，大部分耕地缺氮，59.1% 的土壤缺磷，22.9% 的土壤缺钾，60% 以上的土壤缺锌、锰等有效微量元素。中低产田的比例由原来的 67% 增加到 79%。土壤质量的下降，更进一步加深了人地矛盾。

土壤盐碱化使土壤丧失可耕性，造成农田数量减少。我国有盐碱地 0.27 亿多公顷，其中有 0.067 亿公顷分布于农田，占耕地面积的 7% 左右，大面积的土地盐碱化，加重了我国土地资源危机。

## 二、水资源：赤字在扩大

水资源通常是指逐年可以得到恢复补给的，与人类生活和生产关系最为密切的淡水资源，主要指陆地水资源，包括地表水、土壤水和地下水。水是一切生命组织的主要成分和最重要的物质基础。人体体重的 2/3 都是水，为了维持生命，每人每天至少需要饮用 2—2.5 公斤水。生物通过水从外界吸收养料，又通过水向外界排出废物。生命系统离不开水，人类的工农业生产活动同样离不开水。每生产一吨钢需水 18—25 立方米，每生产一辆汽车要 46 立方米水，每生产一吨纸需水 130—160 立方米，每一吨人造丝需水 2000—2100 立方米（包括空调及棉浆用水），单机 60 千瓦火电站循环用水每小时 2945—3926 立方米。华北地区种一亩蔬菜需水 25—35 立方米，种一亩小麦需水 40—50 立方米。水比石油、煤、铁等更加宝贵的自然资源，具有不可替代的特性，是人类生存、发展和繁荣的基本要素。

我国淡水资源严重短缺，农业每年缺水约 300 亿立方米，受旱面积约 2000 万公顷，成灾面积有 670 万多公顷，1994 年受旱农田达 2930 多万公顷，其中有 240 万公顷绝收；有近 1 亿公顷草场缺水，在农村每年有 8000 万人口和 3000 万牲畜面临吃水、饮水困难。据 1979 年统计，全国有 154 个城市不同程度缺水，日缺水量达 800 万吨，到 1992 年全国 517 座城市中有 300 多座缺水，日缺水量增加到 1600 万吨以上。比 1979 年日缺水量增加了一倍。已严重制约经济发展的需求。华北、东北、西北地区常常出现水荒，局部地区水荒很严重。黄河流域各省申请的工农业用水量超出黄河径流量若干倍，许多工业项目因缺水不能建设或建设后开工不足。

不合理的开采水资源和水体污染，进一步扩大了水资源的赤字。

### （一）地下水开采越过警戒线

地下水资源来源于降水下渗、地下径流、地表水下渗和灌溉水下渗等。我国北部和西部地区地下水补给来源是地表水渗漏与地下径流；东南部平原地区地下水补给主要来源是降水下渗。

地下水是我国许多城市和农村的主要水源，对我国人民生活和工农业经济有重大意义。地下水超采以华北地区和沿海城市最为严重。华北地区地下水位每年下降 0.5—3 米，许多地方的工、农业生产和城市生活用水量是以超采地下水为代价得以维持的。目前，北方已形成 8 个总面积为 1.5 万平方公里的超采区。北京地下水开发量大约占全市供水量的 2/3，在完成南水北调之后，仍将占供水量的 一半左右。开采总量已大大地超过大自然的承受能力。据北京市地矿局调查，超采量现已突破 40 亿立方米，越过地下水开采警戒线。有的地方地下水硬度已超过饮用水标准，水质恶化，危及人类健康。根据科学划分，凡开采量大于可采资源 120% 的定为严重超采区；凡开采量超过 100% 的定为超采区；凡开采量小于 100% 的定为未超采区。用这个标准衡量，北京严重超采区和超采区范围已超过全市平面面积的 40% 以上。素有泉城之称的济南，由于过量开采地下水，再加持续几年干旱，地下水位一度下降 24.5 米，泉眼干涸。原有的水井及提水设备基本失效，许多机井报废。

过量超采，地下水日趋枯竭，形成地下水位漏斗。华北平原由于 70 年代以来大量开采，地下水资源已出现严重衰竭，有些地区的地下水漏斗面积，80 年代比 70 年代扩大了 6 倍，漏斗中心水位埋深也增加了 2.6 倍，含水层大范围枯干。我国工业发达的一些省会级以上城市，因过量开采地下水，已形成地下水漏斗 50 多处，有的漏斗已连成一片。漏斗中心水位埋深 10—30 米，最深处已达 70 米，中心水位累计下降占含水层平均厚度的百分比，一般为 10%—40%，最高可达 62.9%。平均水位下降速度一般为 1—2 米/年，最大可达 8.24 米/年。更严重的是有的城市在漏斗中心或边缘，已经出现含水层枯干现象。这种地下水位区域性下降，反映了地下水资源的衰减或枯竭，造成城市供水水井或水源地的报废，加剧了水资源的紧缺。

由于地下水严重超采造成沿海地区海水入侵，山东莱州湾海水入侵面积达 400 多平方公里，渤海地区高达 1433 平方公里，这些区域耕地盐化，居民饮水困难，大连、青岛、烟台、盘锦、海口等沿海城市都有相同问题。

地面沉降是地下水过度开发利用中普遍而突出的环境问题之一。在我国约有 60 个城市已产生不同程度的地面沉降，而以江苏省苏锡常地区沉降区的范围为最大，沉降趋势最为严重。该地区地处长江三角洲太湖经济发展区黄金地带，是我国重要粮棉油基地之一，工业，乡镇企业发达，在国民经济建设中具有举足轻重的地位。然而，由于该地区地下水的过量开采，形成了持续发展的区域性水位降落漏斗和大面积的地面沉降，三市的地面沉降中心累计沉降量分别为 1.7 米、1.1 米和 0.95 米，形成近 3000 平方公里的沉降区。1991 年由于地面沉降，使农田受淹面积达到 33.3 万公顷，近两万家企业进水，直接经济损失近 70 亿元。1992 年国家耗费巨资在太湖流域兴建的太浦河、望虞河等排洪重点工程，其汛期排洪能力降低水位 0.5 米，而 10 年的地面沉降量却完全抵消了工程措施的减灾能力。不均匀沉降以及沉降造成的水平位移将使高层建筑倾裂、深井井管倾斜等等。与突发性自然灾害相比，地面沉降是一种主要由人类活动造成的缓变性灾害，这种长期缓慢形成的环境破坏，给国民经济造成的损失极为巨大。

地下水的水位下降，使北方地下水的总硬度和矿化度急剧增长；在沿海

地区造成海水入侵，使地下水的矿化度、含盐量增高。另外，还有利于地面污水下渗，浅层地下水都已不同程度地受到污染，许多城市地下水污染物含量超标，而且受污染的浅层地下水正造成对深层优质地下水的污染。

## （二）围湖造田减少地表水的调蓄量

我国湖泊众多，为水产业、船运、水利、抗洪排涝、饮用水和旅游业提供了优越的资源条件。但是长期以来，过度地围垦湖泊，排水造田，加上水土流失把大量泥沙带入湖库淤积了湖底，天然湖塘由大变小，由小变无。据不完全统计，建国以来围湖造田，使湖面缩减了 133 万公顷以上，损失淡水资源约 350 亿立方米，湖泊数量由 2800 个减少到 2350 个，减少了 16%，湖泊面积减少了 11%（表 1—7）。

表 1—7 我国湖泊数量和面积减少情况

项 目	50 年代	80 年代	减少量	减少百分率%
湖泊数量（个）	2800	2350	450	16.07
湖泊面积 （平方公里）	80600	71695	8905	11.05

资料来源：孙敏等：《经济社会发展与环境保护》，中国环境科学出版社 1993 年版，第 171 页。

鄱阳湖是我国最大的淡水湖，早在 10 年前湖面就被围垦掉 40%以上，每年有 2100 万吨泥沙通过赣江流入湖中，湖床以每年 2—3 毫米的速度在增高，致使湖面减缩，据统计 1978 年比 1954 年减少 23%。在干旱、半干旱地区湖泊面积缩减的趋势更加严重。50 年代初期，内蒙古自治区 1 公里以上的湖泊总面积为 5261 平方公里，到 70 年代后期，湖泊总面积只剩下了 3960 平方公里，20 多年的时间内减少 1/4。其他省区的湖泊面积也在不断缩小。

湖泊萎缩的结果，降低了丰水期对来水的蓄纳量、枯水期对水量不足的补充量，从而大大减弱了对地表水丰歉的调节能力。

## （三）地表水污染日趋严重

据统计，1993 年全国的废水排放量为 355.6 万立方米，其中工业废水量占 70%，生活污水量占 30%。日排放量超过 100 万吨的城市就有上海、武汉、北京等 15 个。80%的废水未经处理直接排放到水域中，造成污染。一般每 1 立方米污水要污染 20 立方米清水。全国受监测的河流 1200 条，其中 850 条占 71%受到不同程度的污染。经评估的 94 个河流城市段中，已有 65 个占 69.1%受到不同程度的污染。全国 90%以上城市环境恶化，每年因污染物造成直接经济损失约 300 亿元。主要污染物是氨氮、挥发性酚和耗氧有机物。地下水主要污染物是硝酸盐、硫酸盐、氯化物和挥发性酚等，总硬度也有所提高。水体受到污染，使饮用水、工业用水水质下降，甚至丧失其功能，进一步加剧水资源的紧张。

如，我国水资源的供求矛盾愈来愈紧张。不但北方的城市和地区用水告急，就连一些南方城市和地区也相继出现用水告急，大城市用水告急，中小城市用水告急，平原地区用水告急，边远山区用水告急。这一连串的用水告

急正在困扰着神州大地。

### 三、森林资源：形势严峻

森林为人类提供木材和其他林产品（油脂、香料、药材、松脂等），也为人类提供燃料。森林还是整个生态系统的主体，具有吸收、转化太阳能、积累有机物质的强大能力。它通过光合作用形成的有机物质总量每年达 730 亿吨，占地球生物初生有机物质产量的 44.5%；它积蓄的碳量约占植物所蕴藏的总碳量的 90%。在整个生态系统中，森林是最大的生产者，陆地动物所消费的有机物质约 2/3 是靠森林提供的。所以森林的消长也就决定着动物和微生物的消长。森林还是维持生物圈物质循环，形成区域性气候、水文条件和地理景观的重要因素，在维护陆地生态平衡、保护人类生存环境上起着主体作用。

森林是大自然的蓄水池，可以保持水资源不致流失；它是土壤的保护者，通过根系的固土能力保持水土免遭流失；它是野生动物的栖息场所，维系着野生动物的生存和繁衍。森林还可以美化环境，提供清新空气和美好的景观。森林是人类最可宝贵的资源之一，林业发展水平成了国家富足、民族繁荣、社会文明的标志。

森林具有如此巨大的经济效益、生态效益和社会效益，理应得到人类的保护。遗憾的是，全球森林面积在持续不断缩小。从原来的 76 亿公顷下降为目前的 28 亿公顷，而且还在以每年 2000 万公顷左右的速度继续减少。我国在历史上是一个森林资源丰富的国家。由于长期的破坏，森林总面积目前下降为 1.34 亿公顷，森林蓄积量为 101.37 亿立方米。森林世界人均拥有量 0.8 公顷，我国只有 0.11 公顷；据世界 75 个国家的不完全统计，森林储量为 65 立方米/人，我国只有 9.37 立方米/人；世界森林平均覆盖率为 30.6%，我国只有 13.92%。可见，我国是一个森林资源十分贫乏的国家。

建国以来，我国的造林和森林保护事业虽然取得了一定成绩，但是目前森林资源面临的形势仍然十分严峻。据林业部门统计，“四五”期间我国森林面积为 1.2 亿公顷，覆盖率为 12.7%，“五五”期间降至 1.15 亿公顷，覆盖率为 12%，目前为 13.92%，森林面积虽比过去有所增加，但用材林面积缩小，全国第三次森林资源清查（1984—1988 年），较“五五”期间减少 285 万公顷；森林蓄积量较上次清查减少 3.1 亿立方米；用材林中成过熟林蓄积量，全国第四次森林资源清查（1989—1993 年）与第三次全国森林资源清查结果相比减少了约 2 亿立方米。森林质量下降，成熟、过熟林比重明显降低，幼龄林、中龄林面积比重增大，林龄结构低龄化，森林生态及经济效益下降。

我国林业上存在的主要问题是砍得多、造得少；植得多、活得少；森林管理制度不完善，病虫害、火灾严重。结果使得森林资源状况不断恶化。

#### （一）超额采伐

长期以来，人们对森林的认识只限于提供木材的单一功能，忽视了其他功能；只重视其经济效益而忽视了生态效益；把森林同木材等同起来，一味地向森林要木材。在这种观念支配下，对森林资源实行了掠夺式的采伐。全国 140 个林业局有 61 个过量采伐，25 个局资源已经枯竭，森林面积减少了 21.3%，蓄积量减少 28.1%。过重的木材生产任务，加上大量的计划外采伐和人为破坏，森林的消耗量已大大超过生长量，有的林区超采量达 25%—



50%。如四川、云南、福建、江西、贵州、湖南、浙江、安徽、广东、陕西等省，1977年以来，每年消耗森林资源1.1亿多立方米，超过这些省份的森林生长量4000万立方米。云南省森林覆盖率比解放初减少了50%还多，西双版纳1974—1980年7年间森林面积减少53万公顷，覆盖率从57.8%下降到37%。四川省50年代初森林覆盖率达19%以上，现在只有13.3%。黑龙江省森林面积比60年代初减少270万公顷。海南省在解放初期有天然林860万公顷，天然林覆盖率为25.7%，现在只剩下25万公顷，其覆盖率只有7%。全国森林资源第四次清查与第三次清查结果表明，用材林中成过熟林蓄积量不断减少，平均每年赤字高达5473万立方米。

## （二）毁林开荒

在过去很长一段时间里，不论山区、林区或平原农区，一律执行“以粮为纲”、“向荒山要粮”的方针，结果造成大范围的毁林开荒。在东北三江平原地区，从60年代末到70年代末的10多年，宝清县的森林被毁1/4，萝北县被毁1/3，绥滨县被毁2/3；富锦、抚远、同江等县都由林区县变为无林区县和少林县。广西在“以粮为纲”的年代，平均每年毁林开荒6万多公顷；其中百色一个地区一年毁林2万公顷。云南省在70年代末，年年下达毁林开荒任务，毁掉了大量林木。

大面积的毁林开荒造成了生态环境的恶化，自然灾害加剧，许多珍稀野生动植物灭绝或面临灭绝。四川省原是我国的主要林区之一，森林覆盖率从50年代的19%下降到60年代的9%（近年来又恢复到13%以上）。由于大片森林被砍伐，1981年酿成四川省历史上少有的特大洪水灾害，给四川人民带来惨重灾难和巨大损失。许多山区，由于森林破坏，水土流失，变成秃山裸地，水旱灾频繁发生。

另外，我国农村能源紧缺，广大群众烧饭、取暖等所需的最基本生活能源无可靠稳定的供应来源，对木柴等植物燃料的大量需求，诱发了乱砍乱伐。例如，黑龙江伊春地区年产原木500万立方米，被当地居民烧掉的便达300万立方米。据估计，全国每年砍伐树木的1/3，约1.8亿立方米，都被用作燃料烧掉，这无疑加速了森林资源的破坏进程。

## （三）盗伐严重

盗伐森林是我国森林资源枯竭的又一重要因素。仅林业公安局近两年每年受理的盗伐林木的案件达9万起之多。吉林省靖宇县木材经销点多达80余处，每年政府批准该县生产1.5万立方米木材，而这些木材经销点却能出售3万立方米以上，超额出售部分就是取自国有林区的“不义之财”。黑龙江省延寿县24万人口，竟设有木材加工厂（点）300多处。山上是国有林，山下是木材加工厂，坐地收购加工。盗伐木材的大案、要案呈逐年上升的趋势，并且具有职业性、团伙性、内外勾结和采、运、销一条龙的特点。有关部门粗略估算，仅盗伐林木对森林资源的破坏，每年高达五六百万立方米以上。

## （四）森林灾害

全国森林火灾每年成灾面积平均为35.5万公顷左右，占森林总面积的0.3%；超过世界平均值0.1%的水平。仅1987年5月6日至6月2日，我国最大的林区大兴安岭林区发生了一次世界林业史上罕见的特大火灾，过火面

积为 101 万公顷，其中有林面积 70 万公顷。共烧毁贮木场存材 85 万立方米，至于森林过火和烟尘造成的生态环境问题与其恶果，更是无法估量。

森林病虫害，又称为无烟的“火灾”。森林病虫种类多达 100 多种，每年受害面积约 667 万公顷，每年损失的森林生长量 1000 万立方米。由于人类活动的影响，使许多病虫天敌被捕杀或被迫迁移，更加重了森林病虫害的危害。另外，病虫害防治技术落后、林木品种单一等都是病虫害大量发生的原因。

我国用材林中的成熟过熟林（不含西藏、台湾）还剩下 19.62 亿立方米。减去不可采的部分，按目前公布的国有林区每年消耗森林蓄积 1.5 亿立方米（其中生产性消耗 1 亿立方米，非生产性消耗 0.5 亿立方米）计算，充其量只能维持 10 年左右时间了。

森林资源危机不仅表现在可采资源的消长上，还表现在林分质量的优劣上。现在用材林中木材的单株平均径级、材积、单位面积林木蓄积均已今非昔比。珍贵用材树种更是急速减少，极度失衡。黑龙江森工总局的红松蓄积量从 50 年代初的 3.6 亿立方米降到 0.4 亿立方米，昔日的优势树种变成了今天的稀有树种；黄菠萝年生长量仅 300 立方米，而消耗量达 1000 立方米；胡桃楸年生长量是 1000 立方米，而消耗量为 3.7 万立方米；水曲柳年生长量仅 1 万立方米，而消耗量达 11 万立方米；紫椴年生长量是 2.2 万立方米，而消耗量为 19 万立方米。这些天然的优质阔叶树种，已经基本没有人工更新的后备资源。

森林资源的破坏不仅造成山区生态失衡，平原也失去了生态屏障，结果水土流失加剧，水旱灾害频繁，人民的生命财产受到严重损害。森林被破坏也破坏了野生动物栖息场所，造成许多珍稀动物已经灭绝或面临灭绝的命运。

无数事实告诉人们：人类对森林肆无忌惮的破坏，带来的与其说是林业的危机，不如说，是人类生存的危机。60 年代，有人提醒：走采掘业的道路是危险的；70 年代，有更多的人呼吁：照此砍下去将会出现水土流失，江河泛滥，生态失去平衡；80 年代，大自然开始报复了，山上的树没了，山下的河干了，1981 年四川的特大山洪、水灾，1991 年江苏、安徽的特大洪水……。听听人们的大声疾呼吧：放下斧头，救救森林，拯救人类赖以生存的环境吧！

#### 四、草场资源：“三化”日益严重

草场泛指能生长草类可供放牧或刈割饲养牲畜的土地。我国习惯上把北部和西部 10 个牧业省、自治区大面积连片的草场，称为草原；把南部和中部各省、区主要分布在山丘地区较为零星的草场称为草山或草坡。草类是转化太阳能为生物能的绿色能源库；它适应性强、覆盖面积大、更新速度快，与森林资源一样能涵养水源、保持水土、防风固沙、调节气候，具有维持生态平衡等环境效益；它生产的产品可作饲料，是畜牧业的基地，还可以作燃料和工业原料等，具有多种经济效能；它是许多珍奇野生动、植物的栖息、生长地，是非常丰富宝贵的生物基因库。

我国耕地面积有限，草场人均占有面积为耕地面积的 2.5 倍，潜力尚未很好发挥，积极开发草场可部分缓解人口对土地的压力。目前，我国畜牧业结构仍以猪、禽为主，每年饲料用粮占粮食总产量的 1/4 左右。受粮食的制约，猪、禽生产不稳，合理开发利用草场资源，可在不大量增加粮食用量的

情况下，促使畜牧业有一个大发展。提高国土的人口承载潜力。

我国现有可利用草场 2.24 亿公顷，长期以来由于重用轻养，破坏了草场的生态平衡，使草场“三化”现象日趋严峻，累计退化面积达 6670 万公顷，目前受荒漠化威胁的草场有 493 万公顷，草场退化、沙化的速度每年平均 30 万公顷，草场生产能力衰退，产草量 80 年代比 50 年代下降 30%—50%。

### （一）草原面积在减少

盲目地大量开荒，使草原面积一再缩小，据估计被开垦的草原总面积达 2700 万公顷，而且大都是水热条件较好的冬窝子或夏收场，是牧区草原的精华。被开垦的土地目前有 1/3 已经失去生产力，变成沙漠。黑龙江省是我国广大草原省份之一，据统计，全省近年来毁草开荒面积为 64.65 万公顷，占草原总面积的 9.5%。松嫩平原西部是毁草开荒比较严重的地区，1960—1980 年期间，毁草开荒面积达 37.73 万公顷，平均每年毁草开荒 1.85 万公顷。由于毁草开荒使内蒙古草原遭到了破坏。据自治区有关部门统计，60 年代末到 70 年代中各个单位及建设兵团在自治区 16 个旗共开垦草原 21.6 万公顷，建立副食品基地占用草场的面积为 341.2 万公顷，共 362.8 万公顷，相当于自治区牧区草原的 1/10。河北省坝上地区 4 个牧业县张北、沽源、康保和尚义，原有草原 80 万公顷，由于滥垦破坏，只剩下 13 万公顷，减少近 84%。新疆开垦草原 340 多万公顷，其中伊犁许多牧业县被开垦的春秋牧场占春秋牧场总面积的 40%—60%，严重损害了当地牧业的发展，使许多牧业县的牧业产值比重由 60 年代初期的 50% 左右下降到 20%—30%。

此外，内蒙古、新疆、宁夏等地的草原，每年春夏季节还涌入大批外来人，进行掠夺式的挖药材、采土产、砍柴、搂草等。对牧区的植被破坏很大。每挖 1 公斤甘草要破坏草场 0.5 公顷左右。新疆近几年甘草的采挖量由一年两万多吨猛增到 5 万多吨以上。采挖方式，从成群结队的人工挖，发展到动用拖拉机、推土机，将大片的甘草草原推成了光裸地。采过甘草的地方，基本上没有留下供繁殖的母根茎，甘草不能再繁殖、更新。有的地区，甘草已濒临绝迹。由于牧区既缺少矿物燃料，也缺少木本植物燃料。牧民多以砍草、挖草根和捡拾牛羊粪作燃料。一般来说，一户牧民要挖 10 公顷草地的草根才能满足其一年燃料之用。据统计，全国每年约有 533 万公顷草场因割、挖而遭破坏。

乱捕滥猎，破坏了草场食物链体系。现在，草场上无论大型或小型食肉动物以及猛禽，都几乎绝迹，给啮齿类动物的繁殖提供了机会，草场鼠害猖獗，鼠类通过挖洞、啃吃草根等方式，破坏草场植被。

### （二）草场普遍退化

建国以来，我国草原区的牲畜头数增加两倍，而草场建设和科学管理却未能相应跟上，再加上原有的优良草原遭到大量开垦和破坏，因此现有草原普遍存在超载过牧，造成草场退化、沙化。牧区应实行季节牧场轮换放牧制度，近年来有的地区已由三季营地变为二季，二季营地变为全年不划分营地，牲畜终年在一处放牧，加速了草场的退化。在我国可利用的 2.24 亿公顷草场

中，已有 39%的面积即 0.87 亿公顷草场发生退化。草场水土流失、沙漠化、盐碱化、虫害、鼠害非常严重。全国草场沙化面积占草场总面积的 50%，牧区至少有 300 多万公顷的土地盐碱化，鼠害面积约 6000 万公顷，虫害 1200 万公顷。草场退化不仅产草量降低，而且质量变化，可食性牧草比重下降，不可食的毒草、杂草增加。据青海果洛地区调查，草场退化前杂草、毒草占 19%—31%，退化后增加到 30%—60%，特别是禾草和莎草从 33%—51%下降到 4%—19%，草场的放牧价值大大降低。

草场退化，明显影响牧区的生产发展，10 个牧业省、区的牧区、半牧区县、旗，1949—1965 年 16 年间牲畜头数增长了 1.54 倍；1966—1978 年间仅增长了 13.4%，其中有的年份还下降，出现牲畜发展慢而不稳。这种情况在内蒙古自治区的 21 个牧区、半牧区的县、旗尤为突出，1949—1957 年牲畜平均递增 12%，1958—1967 年平均只递增 5.7%，1968—1978 年则平均反而递减 0.1%，1978 年全区牲畜总头数已退到了 1960 年的水平。草场退化还造成牲畜的质量下降。据有些地区测算，草场退化后放牧的牛体重平均减少 20—50 公斤/头，羊体重平均下降 2.5—5 公斤/头，羊毛产量平均每年每只减产 1 公斤左右。

超载过牧通常导致土壤结构过于坚实，有效水分减少，沙质土壤继而形成斑状裸地，进而又风蚀形成沙地，引起草地荒漠化。在草场退化后，植被覆盖率降低，截留降水能力减小，致使暴雨季节形成严重的水土流失。同时，草场退化还引起气候恶化。大风和沙暴次数增加，蒸发量加大，气候更加干燥。气候干燥和进一步的超载过牧，使我国主要牧业省区的冬春牧场、居民点和饮水点周围，已经或正在变成裸地，环境不断恶化，牧民生活更加困难。

### （三）经营粗放，生产水平低

我国北部和西部牧区，旱、风、冷、雪等自然灾害频繁，基本草场建设进度迟缓，效果差，目前人工草场面积仅占可利用天然草场面积的 0.27%，不能起到调节季节草场的平衡和抗灾保畜的作用。所以，牧区牧畜长期摆脱不了“夏饱、秋肥、冬瘦、春死”的状况。一般年份牧区牲畜死亡率超过 5%，有的灾年死亡率达 24%，而冬春因饿瘦掉膘的损失更大，竟为死亡损失的 3—4 倍，这两项损失即为国家收购量的 6—7 倍。由于“靠天养畜”，所以我国牧业的生产水平甚低。我国草场平均每百公顷才养 75 只羊或 15 头牛，平均每公顷只生产 3.6 公斤畜肉，4 公斤奶，0.5 公斤毛，相当于同气候带下美国的 1/27，新西兰的 1/82。我国目前肉食主要仍为农区提供，辽阔的草场提供的肉食不足 10%。

草场特别是草原，属于生态平衡非常脆弱的边际土地，是农牧矛盾集中而尖锐的地区。若不很好地经营和保护，任其开垦、超载过牧，其自然生态平衡极易遭受破坏。美国和前苏联的黑风暴以及中国近年发生的尘暴，都是对草场资源不合理开发利用的必然结果。

## 四、野生生物：濒危物种日益增多

---

《迈向 21 世纪—联合国环境与发展大会文献汇编》，中国环境科学出版社 1992 年版，第 200 页。

王万茂等：《土地生态经济》，科学技术文献出版社 1992 年版，第 254 页。

曲格平、李金昌：《中国人口与环境》，中国环境科学出版社 1992 年版，第 89 页。

丰富多样的生物是人类生存和发展的基础。地球上至少有 7.5 万种植物可供人类使用，而已利用的仅 3.5 万种。很多野生动物至今仍是人类食物的主要对象。现代工业中很大一部分原料直接或间接来源于野生动植物。许多野生生物有很高的医药价值，应用于制药业的已达 5000 多种，每年产生的经济价值和社会价值十分巨大。随着科学技术的逐渐发展，人类还会不断地从野生生物中选择和培育出种种优良品种，如杂交水稻，无核橘，世界著名肉用鸡——山东“九斤黄”和浙江金华猪，等等。此外，人们饲养的各种鱼、虾、贝等种源，也是靠自然界提供，或者在此基础上进行人工杂交和驯化而来。保存多种生物物种，也就是建立了活的基因库，可为人类提供科学研究、育种、制药等多种用途。

野生生物也是生态系统中的重要成员，有的是生产者，有的是消费者和分解者，它们参与物质和能量的转换、分配和循环过程，充实和改变环境，使生态系统得到更新和发展，维持生态平衡。可见，野生生物的价值不光表现在它的直接经济价值（食物、医药、原料等）上，还表现在潜在生态价值和科研价值上。

经济发展所带来的生态破坏和环境污染，使许多野生生物处于濒危和灭绝的状态。这些物种一旦在地球上消失，人类将永远而无可挽回地丧失了这种对后代可能是最宝贵的生物资源。保护生物资源，防止物种灭绝已是一个不可忽视的环境问题。

我国幅员辽阔，气候复杂多样，地貌类型齐全，具有丰富的生物种类及其生长发育的自然条件。我国多样性的物种在世界上占有相当重要的位置。据初步统计，我国的植物种类占世界总数的 11%，其中约有 240 个特有属。动物物种中的哺乳类、鸟类、爬行类和两栖类的拥有量也占世界总量的 10%。无脊椎动物及昆虫种类繁多，目前尚难作出统计。

但是人口的快速增长及近年来经济的高度发展增大了对资源的需求，致使许多动物和植物处于濒危状态。据初步统计，大约有 398 种脊椎动物接近灭绝，占我国脊椎动物总数的 7.7% 左右。从区域分布上看，温带地区估计有 10% 的植物正处于濒危和临近濒危；而热带与亚热带地区的濒危物种还要高得多。我国高等植物的濒危或临近濒危的物种数估计有 4000—5000 种，占我国高等植物总物种数的 15%—20%。

许多水域中某些经济价值很高的物种和敏感的物种逐步减少以至消失，如长江的“三鲟”、江豚、白暨豚变为稀有、濒危动物；长江鲟鱼、鳊鱼、银鱼等等经济鱼种变得十分稀少；海产对虾、海蟹、带鱼、大小黄鱼等主要经济鱼种的可捕捞量也不断缩减。大量的水生生物处于濒危状态。

我国的栽培植物遗传资源也正面临严重威胁，许多古老的名贵品种正在绝迹，如山东省的黄河三角洲和黑龙江省的三江平原，过去遍地长满野生大豆，现在只在少数地区有零星分布。又如，上海市郊区 1959 年有蔬菜品种 318 个，到 1991 年只剩 178 个了，丢失了 44.8%。其他城市也有类似情况。对我国宝贵的栽培植物遗传资源如不立即抢救，就会有永远丧失的危险。动物遗传资源受威胁的现状也是很严重的。如我国优良的九斤黄鸡、定县猪已经绝灭，北京油鸡数量剧减，特有的海南岛峰牛、上海荡脚牛也很难找到。遗传基因的丧失，其后果是无法估量的。

## 五、矿产资源：被无序开采

矿物元素聚集成具有工业利用价值的矿床，是一个漫长的地质历史过程。据研究，现在世界上，无论储藏量还是开采量都是最大的铁矿，多形成于距今 26—30 亿年、18—26 亿年的太古代、元古代时期，成矿期均以亿年计算。据 H. 别洛乌斯提供的资料，西西伯利亚一个矿层厚度仅为 1—15 米的铁矿层，成矿期长达 1000—1500 万年；顿涅茨煤田成煤期长达 5000—6000 万年。石油的形成亦需 100 万年左右。与此相反，人类开采、消耗矿物却十分迅速，一个矿区开采期仅为百年、数十年以至几年。因此，从人类世纪的角度来看矿产资源是不可再生的。

矿产资源的开发利用，一方面保证了经济发展的需求；另一方面，通过改变能量流动、物质的地质循环和生物化学循环，也对生态环境产生了很多有害影响。在采矿阶段，露天采矿的大规模剥离岩土，直接改变地表结构，人为造成或加速水土侵蚀；地下采矿形成的采空区，造成地面沉降塌陷，破坏地下水的自流循环；矿区流出的各种废水，直接污染水体。在选冶加工阶段，排放大量粉尘、有害气体、废水、废渣，也形成严重的环境污染。

随着我国人口的增长和工业化的进展，矿产资源无序开采的状况日趋严重。矿产资源破坏表现在以下几个方面：

### （一）非法开采、秩序混乱

我国西部山区人口增长快，耕地不足，存在着大量过剩劳动力，因此，开采矿产资源就成了最简单、最便捷的脱贫致富门路。对农民，对国家，无疑是一种好事。但是，在很多地区的矿藏开采处于无序状态，大批农民涌向矿山，乱挖乱采，就地土法冶炼，甚至哄抢国营矿山。严重浪费资源，破坏生态，污染环境。如地处河南西部伏牛山区的栾川县，人均耕地仅有 0.05 公顷，吃粮靠返销，生产靠贷款，人均年收入 230 元。当发现有世界著名的三大钼矿之一的栾川矿和铅、锌等矿床时，短短几年时间共计开矿口 988 个，建造采矿井 1934 个，在只有 0.2 平方公里、日产 5000 万吨矿石的露天采矿场就聚集了 103 家采矿单位，和全县 24 万农村人口中的 20 万人。结果迅速耗尽了矿产储量；很多分选厂又缺少必要的处理尾矿的设施，剧毒的尾矿渣直接排入河中，使全县 4 条主要河流被污染。再如，地处川甘边境的国有金矿企业—白龙江金矿，矿区黄金储量丰富，开采前景十分可观。为此，国家先后投入了几千万元巨资，从国外购买了两艘目前我国最大的 300 升采金船。1986 年开始施工，1988 年试产，1990 年实现利润 505 万元。但随后大量非法采金者涌入，多时达万人以上，淡季也有几千人，从矿区外逐步向矿区内渗透。滥采乱挖破坏的矿体储量达 255 万立方米，1600 多公斤的黄金储量被掠夺或浪费，当地的自然环境和公共设施、农田及树木遭到严重破坏。有的地段公路下面被挖空，汛期来临后，甘川公路面临塌方中断的威胁，白龙江金矿不得不陷于停产和半停产状态。

在煤炭开采中狂采滥挖是很普遍的。全国 8 万多处乡镇煤矿中，无证非法开采的就有 4 万多处。煤炭生产秩序较乱。超层越界开采突出。据不完全统计，仅在国有煤矿矿井范围内，就有乡镇煤矿 2.5 万处，其中无证非法开采的占 70% 以上。直接与国有煤矿打通的约有 3000 处，造成重大伤亡事故 500 余起，死亡 3000 多人，直接经济损失达 20 亿元。对矿产资源的无序滥采不仅造成国有资产的大量流失，而且严重破坏了矿区的生态环境和矿产资源。

### （二）矿产资源破坏、浪费严重

目前，我国矿产资源的破坏和浪费，主要表现在：

一是采富矿弃贫矿。我国贫矿多，富矿少，许多矿产品位较低。如铁矿品位平均仅 3.4%，贫矿占 84% 以上；锰、铜、铝、磷、硫等重要矿产也是贫矿多；磷矿中富矿仅占 6%；硫矿中富矿仅占 11%；铜矿品位大于 2% 的富矿占 3%；钼矿品位大于 0.1% 的仅占 17%。而许多乡镇企业和私人采矿点在开采过程中，只重视自身的经济利益，采富矿弃贫矿，矿山的开采寿命急剧缩短。例如，铝锌矿国家规定品位在 8% 以上即为富矿，而有些企业只采品位在 20% 以上的，低于 20% 的被用来填埋山沟，造成矿产资源的极大浪费。云南云坪铅锌矿探明储量为 1400 万吨，属于世界罕见的大矿。近几年每天有上万群众上山抢挖高品位富矿石。到目前为止，约开采矿石 33 万吨，损耗矿产储量达 500 万吨，回采率不到 7%。前面提到的栾川矿，本可开采 100 多年，但照目前的情况，少则几年，多则十几年就要报废。

二是没有坚持综合勘探、综合开采、综合选矿的原则。我国矿产物质组分复杂，大多数为共生和伴生矿产资源。例如铁矿有 1/3、铜矿有 1/4 是多组分的矿；钒、钛和稀土矿大多伴生在其他矿产中。往往伴生、共生矿物的价值高于主矿几倍和几十倍。在我国，一方面由于认识不足，对伴生性、共生性多组分的矿产未能得到综合开发利用，例如，某个煤矿，约有 3 亿吨油页岩与煤矿共生，开采时却只开采煤矿资源，而把大量油页岩当作废石扔掉。另一方面，也因成分复杂的矿床开采难度大，限于技术和经济条件，不易利用。例如，白云鄂博，它既是一个特大型的铁矿，又是一个具有世界价值的铈和稀土矿，铈和稀土由于选矿技术问题未能解决，回收率很低，造成极大损失。

三是回收率低。许多矿产资源都是可以回收利用的。只要处理得当，不仅能延缓资源的枯竭，而且可以减少环境问题。我国在矿产资源的开采 选矿 冶炼 利用的全过程中回收率较低，根据近几年矿山年报统计资料，我国国营煤矿采矿回收率为 50%—60%，地方煤矿为 30%—40%，小煤窑仅 10%—20%。综合起来，煤矿总回收率在 40% 左右。全国锅炉平均热效率为 55%，再把矿山储量设计利用率，洗精煤回收率（55%）及运输损失率考虑进去，全国煤炭能源最终利用率只有 10%—20%，能源总利用效率为 20%—30%，与日本、美国的 50%，西欧一些主要国家的 40% 相差甚远。我国铁矿采选冶回收率为 65%—69%，若考虑储量设计利用率及钢铁加工时的利用率，则铁矿资源总利用率只有 36.7%；主要有色金属采选冶回收率为 50%—60%，总利用率为 20%—60%。总的来说，我国矿产资源总利用率比发达国家约低 10%—20%，造成资源的极大浪费。

矿产资源在大量流失的过程中，均以“三废”形式排入环境，造成严重污染。这是低发展水平阶段出现高强度环境污染的一个重要原因。

### 第三节 环境在恶化

#### 一、大气污染严重

几十年来，人们一直把大气圈作为排放污染物的场所，认为它具有无限的净化、吸污和解毒的能力，事实证明人们的想法是错误的，现在人类已开始尝到这种做法所导致的严重后果。被排放到大气中的废物诸如二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、粉尘、碳氢化合物等，正在破坏生态环境，危害人类身体健康和其他生物的生存。

##### (一) 污染物及其类型

大气污染源主要有两类：自然污染源，如火山喷发带来的火山灰、二氧化碳，干燥地区刮起的沙尘等；人工污染源，一般是人为活动引起的，如工业企业生产、家庭炉灶，采暖设备和汽车排放的废气等。

伴随着工农业的发展，越来越多的矿物和燃料被开采出来，它们在冶炼和燃烧过程排放出各种有害气体，污染空气，而其中矿物燃料是最主要的。目前，我国能源的生产和消费是以煤炭为主。1993年我国能源消费中，煤炭占72.8%以上，石油和天然气占2.6%，而水电只占5.6%。煤炭在所有能源中是污染环境最严重的。这种能源结构加重了我国大气的污染。

##### 1. 大气污染物

工业企业排放的废气是大气污染物的最主要来源。各种工业企业因其性质、规模、工艺过程、原料和产品的不同，对大气污染的程度有所不同，其中以火力发电厂、钢铁厂、焦化厂、石油化工厂、水泥厂等向大气中排放的污染物最多（表1—1）。

表1—1 以煤、石油为燃（原）料产生的废气量

污染源	污染物	一吨燃料或原料产生废产量（公斤）
锅炉	粉尘、二氧化碳、一氧化碳、酸类和有机物	5 ~ 10（燃料）
汽车	二氧化氮、一氧化碳、酸类和有机物	40 ~ 70（燃料）
炼油	二氧化硫、氨、一氧化碳、碳化氢、硫化氢	20 ~ 150（原料）
化工	二氧化硫、一氧化碳、酸、溶剂、有机物、硫化物	50 ~ 200（原料）
冶金	二氧化硫、一氧化碳、氟化物、有机物	50 ~ 200（原料）
矿石处理	二氧化硫、一氧化碳、氟化物、有机物	100 ~ 300（原料）

资料来源：郝志功：《当代环境问题导论》，湖北科学技术出版社1984年版，第106页。

家庭日常生活用的炉灶、取暖设备，由于数量众多、分布密集、燃煤质量差、烟囱低等原因所产生的大量烟尘、二氧化碳、二氧化硫、一氧化碳等颗粒物和有害气体，是造成大气污染的又一个重要根源，特别是在我国这样的发展中国家，其污染物排放量更为惊人（表1—2）。

表1—2 取暖锅炉燃烧1吨煤所排放的



各种有害气体的重量

污染物	重量 (公斤)	
二氧化硫	170.0	
一氧化碳	22.7	
二氧化碳	3.6	
硫化氢	5.0	
粉尘	一般情况	11.0
	烧得较好的情况	9.0

资料来源：郝志功：《当代环境问题导论》，湖北科学技术出版社 1984 年版，第 106 页。

现代交通工具汽车、飞机、船舶等燃烧汽油、柴油而排放的废气，也是造成大气污染的主要原因。当前，排放量最多的是汽车。

大气的污染程度随工业化进程而急剧增高。进入大气中的污染物种类很多，危害人类的就有 100 种左右，其中影响范围广，对人类环境威胁较大的主要有颗粒物、含硫化合物、含氮化合物、碳氢化合物和卤素化合物等。

颗粒物：指气体之外的所有大气物质，其中主要有灰尘、烟尘、烟雾等。

硫化物：主要污染物质是二氧化硫，也有微量的三氧化硫。主要来自煤和石油的燃烧，是产生酸雨的主要物质。

氮氧化物：包括笑气 (N<sub>2</sub>O)、二氧化氮、五氧化二氮等。汽车尾气产生的氮氧化物主要是一氧化氮和二氧化氮，是大气中光化学烟雾形成的主要物质。

碳氧化物：主要是二氧化碳和一氧化碳。来源于化石燃料的燃烧和汽车尾气，是排放量极大的一种污染物。

碳氢化合物：包括烷烃、烯烃、芳烃等多种复杂的含碳、氢化合物。主要来自石油的不完全燃烧和汽车尾气，能产生光化学烟雾；有的多环芳烃如 3、4 苯芘还有明显的致癌作用。

污染物质进入大气之后，多与空气中的各种成分混合发生种种物理、化学变化。按其形成过程以及污染物的具体致害方式不同，可分为一次污染物和二次污染物。一次污染物，是指直接从排放源进入大气的各种有害气体和颗粒，如二氧化硫、一氧化碳、氮氧化物和粉尘等。二次污染物，是指进入大气中的污染物，再与大气中的其他元素发生物理化学反应或光化学反应而产生的新的污染物。如硫酸及硫酸盐气溶胶、硝酸及硝酸盐气溶胶、臭氧、过氧化物等。

## 2. 大气污染类型

污染物的来源和组成状况不同可分为四种类型。一是煤炭型：污染物主要来自煤炭燃烧放出的烟雾、粉尘、二氧化硫等一次污染物，以及由这些污染物再化合成的硫酸、硫酸盐类等二次污染物。震惊全球的“伦敦烟雾”事件就是由二氧化硫和烟雾在低温、高湿的情况下形成的还原性烟雾。二是石油型：主要来自汽车尾气、石油化工厂排放的氧化氮、烯烃、羧基等碳氢化合物。美国洛杉矶发生过的光化学烟雾事件，就是氮氧化物和碳氢化合物在

阳光照射下通过光化学反应生成的二次污染物——臭氧、醛类、过氧化物等。这些物质具有较强的氧化性质，对人的视觉产生强烈刺激作用。我国首次发生光化学烟雾的地区是兰州西固镇，那里大型工业企业集中，加上地形特点，使聚集的烟雾不易扩散，从而产生了光化学烟雾事件。三是混合型：包括煤炭燃烧的排放物和石油燃烧的排放物。当前，许多地区出现的污染事件，多为此种混合型，如日本的横滨、川崎等市曾发生过的污染事件。四是特殊型：指有关工厂排放的特殊气体所造成的污染。如磷肥厂的氟污染，氯碱厂的氯污染，核电站事故造成的核污染。印度博帕尔农药厂发生的氯气泄露事件和切尔诺贝利核电站事故，均属此类。

## （二）大气污染的严重后果

在正常情况下，大气对各种污染物有很强的解毒和净化能力，但净化作用终究是有限度的，超过这个限度就会造成对生物和人体的污染。大气污染主要表现在烟雾、酸雨、地球变暖、臭氧层的消耗与破坏上。

### 1. 烟雾

燃煤所排放的二氧化硫和飘尘，在冬季无风或微风、有雾和出现逆温层等不利于大气污染物扩散和稀释的情况下，就会连续不断地蓄积起来，形成烟雾，笼罩在城市的上空，持续数日不散，盆地或环山地区更易形成这种危害。英国伦敦四次烟雾事件就是在这样的情况下发生的。1952年12月以烟尘和二氧化硫为主的烟雾，整整笼罩了伦敦达5天之久。二氧化硫在金属颗粒催化下生成的三氧化硫、硫酸和硫酸盐气溶胶被吸入肺部，使受害者出现胸闷、咳嗽、喉痛、呕吐等症状，导致4000余人死亡。我国江苏省1981年，二氧化硫所造成的大气污染不仅对人体健康造成十分严重危害，而且造成的经济损失超过5000万元。

### 2. 酸雨

酸雨主要是矿物燃料在冶炼和燃烧过程中产生的硫和氮的氧化物排入大气，遇到水滴或潮湿空气，变成硫酸与硝酸溶解在雨水中，使雨水的PH值降低到5.6以下称为酸雨。当大气中的二氧化硫和氮氧化物浓度很高时，可以使雨水的PH值降到3，甚至2左右。

酸雨造成了湖泊、河流的水质酸化，不仅威胁到对酸敏感的水生生物种群的生存，还破坏了水体中的食物网络。当水体PH值降到5以下时，流域内土壤和湖底河泥中的有毒金属，如铅等即会溶解在水中，毒害鱼类，严重的甚至发展成为死湖。土壤除受酸雨影响外，本身还可以吸收二氧化硫气体并与土壤中水分结合形成硫酸，造成土壤中的钙、镁、钾等养分在酸性物质的作用下被淋溶，土壤中有益微生物的活动受到抑制，土壤日益酸化和贫瘠化，最终破坏了植物的生存条件。酸雨还直接侵蚀植物叶子，引起萎缩和畸形，影响光合作用，使生物量下降。欧洲由于酸雨所造成的森林死亡面积高达20%—30%。四川重庆南山因酸雨造成马尾松死亡率达46%，峨眉山金顶的冷杉死亡率达40%。

酸雨的腐蚀作用还加速了建筑物、桥梁、水坝、工业装备、供水管网、水轮发电机和通讯电缆等材料的损坏，使用寿命缩短，并严重损害历史建筑、雕刻等文化古迹。

### 3. 地球变暖

二氧化碳、甲烷、水汽等气体还能在地球表面形成像温室的玻璃罩，它

们能允许阳光中的可见光和红外线通过，但这些光线从地面向大气层反射时，大气中的二氧化碳等气体阻止热量的散发。因此，大气层中二氧化碳等气体含量增高，地球表面大气温度就有上升的趋势。这就是我们通常所说的温室效应。

生物圈中碳的自然循环，使大气中二氧化碳平均含量维持在 300ppm。由于开采和燃烧化石能，以及大规模地砍伐森林和海洋污染，人们破坏了二氧化碳的全球平衡。1980 年大气中的二氧化碳浓度为 338ppm，目前达到 350ppm，增长了 2.5%。这一现象如若任其发展，到下世纪 30 年代，大气中的二氧化碳含量将比世界工业化之前增长一倍，全球平均气温将比现在升高 1.5—4.5℃，将会导致两极的冰层部分融化，从而使海平面升高，许多地势低洼的沿海城市将被葬入海底。气候变暖，对世界水资源的分布也有影响。我国气象学家预言：未来几十年内，我国副热带的北界有可能扩展到黄河以北，冬季徐州、郑州一带的气温将与现在的杭州、武汉相似。东北和青藏高原的大部分多年冻土和祁连山、天山的小冰川都将趋于消失。地处热带的海南岛，夏季降水将会增加；而处于中纬度的我国大部分地区，夏季雨量将减少；尤其是西北地区原来就是干旱区，旱象将更加明显。生物分布也会随着发生变化。

#### 4. 臭氧层的消耗与破坏

臭氧层位于离地面 10—15 公里的高度，是地球各种生物的天然屏障，具有保护人类和生物免受有致癌及杀伤作用的紫外线、X 射线和 r 射线等短波辐射的影响。然而，据卫星和探测气球探得的信息，南极上空臭氧层变稀变薄，近 20 年内减少了 40%—50%，形成空洞，并继续扩大；北极上空也出现了规模小于南极的臭氧空洞。据科学家计算，如果臭氧每年减少 1.6%，全世界每年就要增加死亡人数 10 万，增加 50 万皮肤癌病人。据估计目前臭氧每年已减少 3%，势必引起了全世界的关注。臭氧的减少，主要是由于大气中甲烷和氯氟烃化合物增多的结果。据计算，目前全球天然氯化甲烷的生产量每年约 500 万吨，当这些化合物进入大气层后，会使地面上空的臭氧层遭到冲击破坏，从而形成空洞。国际有关组织为此召开多次专门会议，通过了《保护臭氧层维也纳国际公约》和《蒙特列尔议定书》等，要求停止生产破坏臭氧层的含氟氯烃类的物质生产和使用。尽管如此，预计到 2050 年臭氧还将减少 10%。

### （三）我国煤烟型的大气污染严重

我国是一个以煤为主要能源的国家。以煤为主的能源构成，对环境保护极为不利。煤炭与石油、天然气、水电等相比，是一种污染较重的能源，随着燃烧释放出大量的烟尘、有害气体和渣滓。我国大气质量的突出问题是燃煤引起的烟尘、二氧化硫为代表的煤烟型污染。大气污染主要集中在城市。表 1—3 列出了 70 年代我国三个主要城市大气污染的状况与伦敦、东京相比，有过之而无不及。

表 1—3 我国三个城市与伦敦、东京大气污染情况的对比

	二氧化硫 (微克/ 毫微米 <sup>2</sup> )	飘尘 (微克/毫微 米 <sup>2</sup> )	降尘 (吨/公里 <sup>2</sup> / 月)	年份
伦敦	147	50	2.12	1997
东京	74	140	10	1976
沈阳	235 (1979年)	435	38.45	1978
北京	210 (居民区)	114	32.90	1978
兰州	20	1320	35.90	1977

资料来源：韩国刚：《救救中国》，求实出版社 1989 年版，第 31 页。

在全球 41 个城市参加的大气总悬浮颗粒浓度监测中，我国的北京、上海、沈阳、广州、西安等五个大城市全部进入前十名的行列。据 1993 年统计数字，全国废气排放量 11 万亿标立方米（不包括乡镇工业），其中烟尘排放量 1 416 万吨，二氧化硫排放量 1 795 万吨，工业粉尘排放量 617 万吨。全国城市大气总悬浮微粒年日均值范围为 108—815 微克/立方米，北方城市平均为 407 微克/立方米，南方城市平均 251 微克/立方米。北方冬季一些城市常常出现烟雾污染，在逆温天气下煤烟型烟雾污染十分严重。大气污染程度与居民肺癌死亡率之间存在着明显的相关关系。

酸雨面积从 1985 年的约 175 万平方公里扩大到 1993 年的约 280 万平方公里，扩大了约 100 万平方公里；PH 值小于 5.6 的降水等值线已大幅度向西向北移动，越过长江、黄河。1986 年 PH 值低于 4.5 的重酸雨区仅为重庆、贵阳等局部地区，而 1993 年我国长江以南包括川、贵、湘、鄂、赣、桂、粤、闽、浙大部分地区平均降水 PH 值低于 4.5 的面积达 100 多万平方公里。

此外，我国包头、兰州地区大气中氟污染非常严重，对当地居民身体健康和农牧业生产带来了很大危害。

## 二、水污染殃及主要水域

水是人类生产与生活不可缺少的环境要素，但是人类活动常造成水体污染，严重危及人类自身的生存与发展。

### （一）水体污染源及污染物

水体污染是指进入水体的污染物，其含量超过了水体的自然净化能力，使水质变坏，用途受到影响的现象。

水体污染有的可以直观地觉察到，如改变了颜色、散发着臭气，某些水生生物减少或死亡等；有的又难以直接观察到，需要通过一定仪器测量与分析。衡量水体是否污染或污染的程度如何，需要有一定的标准。国际上和我国都已根据水的用途、水质对人体健康的影响和生物存活、繁衍状况，制定出了各种指标。

#### 1. 污染源

水体污染主要是人为活动造成的，污染物来源主要有四方面：

工业废水：它泛指工业企业在生产过程中排放出的生产废水。不同的工业废水中所含污染物的成分有很大差异，这是由于各种加工的原料不同和工艺过程不同造成的。

冶金工业所产生的废水主要有冷却水、洗涤水和冲洗水等。冷却水中的

直接冷却水由于与产品接触，含有油、铁的氧化物、悬浮物等。洗涤水为除尘和净化煤气、烟气用水，含有酚、氰、硫化氰酸盐、硫化物、钾盐、焦油、悬浮物、氧化铁、石灰、氟化物、硫酸等。冲洗水中含有酸、碱、油脂、悬浮物和锌、锡、镍、铬等。在上述废水中，以含氰、酚废水危害最大。有色冶金工业所排出的废水中，多含汞、砷、锡、铬等元素，是水中重金属污染物质的主要来源。

化学工业的产品多，废水的成分也很繁杂，常含有多种有害、有毒，甚至剧毒物质，如氰、酚、砷、汞等。有的物质极其难以降解，常通过食物链在生物体内富集，造成危害，如 DDT、多氯联苯等。有的具有较强酸度或较强碱性，对水体的生态环境，建筑设施和农作物都有危害。有的含有很高的氮、磷元素，造成水体富营养化。

在炼油工业中，有大量含油废水排出。当排放量超过水体的自净能力，就形成油污染。

轻工业的原料多为农副产品，因此工业废水主要含有机质，有时还常含有大量的悬浮物、硫化物和重金属（如汞、镉、砷等）。

城市生活污水：生活污水多为洗涤水，主要由一些无毒有机物，如糖类、淀粉、纤维素、油脂、蛋白质、尿素等组成，含有较高的氮、磷、硫；还有各种合成洗涤剂。此外，还有相当数量的微生物，其中一些病原体，如细菌、病毒、寄生虫等，都对人的健康有较大危害。

农药、化肥和污水灌溉：农田中施用的化学农药和过量的化肥经雨水、灌溉水带入水体造成污染或富营养化。污水灌溉区也会污染河流、水库、地下水。

船舶废水：船舶在水域中航行时的主要污染物是油，其次还有因洗刷船舶带来的污水以及向水中倾倒的废物等。在海上，原油泄漏也会造成严重污染。

## 2. 水体污染物及其危害

水体污染物种类很多，主要有下面几种：

病原体污染物：生活污水、畜禽饲养场、屠宰场以及制革、洗毛和医院等排出的废水中常含有各种病原体。水体受到病原体污染，会传播疾病。历史上流行的瘟疫，有的就是水媒型传染病。水体引起的传染病主要有细菌引起的痢疾、伤寒、副伤寒、霍乱、副霍乱等；病毒引起的小儿麻痹、传染性肝炎等；其他病原体引起的有姜片虫病、血吸虫病、阿米巴痢疾、钩端螺旋体病等。

需氧物质污染物：指食品加工、造纸等工业废水和生活污水中所含有的碳水化合物、蛋白质、油脂、木质素等有机质。这些物质需要通过微生物的生物化学作用而分解。分解过程需要消耗水体中的溶解氧，因此叫作需氧物质。这类污染物的主要危害是造成水中溶解氧减少，影响鱼类和其他水生物生长。当水中溶解氧耗尽后，有机质将进行厌氧分解，产生硫化氢、氨和硫醇等难闻气味，使水质进一步恶化。

有毒化学物质：有毒化学物质可以分为三类。一类是重金属，如汞、镉、铅、锌、砷、硒、铜、铬、钒、锰等。重金属化合物难以降解，在水体中容易通过食物链在人体内富集。另一类是酚和氰。酚类化合物，广泛含于焦化、冶金、炼油、塑料、农药等工业废水中。酚类有较高毒性，长期饮用受酚污染的水，可引起头昏、出疹、骚痒、贫血和各种神经系统症状。氰类化合物

存在于电镀、煤气、焦化、高炉等工业废水中，如氰氢酸及有机氰化物都是剧毒物质。大多数氰的衍生物毒性更强，因为它们能在肌体内产生氰化氢，使细胞呼吸麻痹，引起窒息和死亡。还有一类是有机氮化合物、多环芳香烃、有机氧化合物等，都有致癌作用，一般难以在水体中降解。

酸性、碱性物质和盐类：各种酸、碱、盐等无机化合物进入水体，使淡水资源的矿化度增高，影响各种用水的水质。

放射性污染：放射性物质的主要来源是核动力装置排出的冷却水、向海洋倾倒放射性废物及核爆炸降落到水体中的散落物等。在开采、提炼和使用放射性物质时，因处理不当，也会造成污染。水中的放射性污染物可以附着在生物体表面，也可以进入生物体内蓄积起来，造成贫血、白血球增生和恶性肿瘤，是当前人们比较担心的一种恶性污染物。

## （二）我国的水污染

我国水污染主要来自工业废水，据统计，1993年全国废水排放量为356亿吨，其中工业废水排放量为220亿吨，占60%以上。有半数左右的废水未经处理直接排入江河湖海，造成水体污染，水体污染近年来一直处于上升态势。

### 1. 江河的污染

长江、黄河、珠江、松花江、辽河、淮河、海（滦）河是我国的七大水系，地跨28个省、市、自治区，多数河流的干流及上游水质基本上良好，但支流污染严重，部分城市河段有岸边污染带，且有变宽变长的趋势。

长江流域面积为180万平方公里，年径流量1万亿立方米，水量充沛，自净能力强。流域内工业产值高，大中城市星罗棋布，各类工矿企业10万多个，并随乡镇企业的兴起迅速递增。这些工矿企业主要分布在沿江城镇，每年排放污水130多亿吨，也就是说每天都有0.35亿吨污水倾泻在长江之中。渡口、重庆、武汉、南京、上海五大沿江城市的污水排放量，占污水排放总量的80%，形成的“污染带”累计长达800公里。已监测出的污染物达到40余种。其中化学耗氧量42万吨，酚和氰化物1800万吨，砷、汞、铬、镉、铅等有毒金属1630万吨，石油类近万吨。长江流域内每年使用农药60万吨，有机氯农药占一半以上。农药的有效利用率只有10%—30%，其余绝大部分散失于土壤和水域中。

黄河流域的支流河段中，有机污染十分严重。在16个重点监测河段中，符合1、2类标准的仅占13%，符合3类标准的占18%，属于4、5类标准的占69%。主要污染物为氨氮、高锰酸盐指数、生化需氧量和挥发酚。

珠江流域水质较好，但部分支流河段污染严重。1993年桂江发生了持续时间长达4个月、污染长度为250公里的重大污染事故。流域内工业相对集中，有色金属工业发达，对珠江水质有明显影响，在河池地区柳江出现镉和铅的严重污染。广州段氨氮和化学耗氧量、大肠菌群污染严重。随着流域内乡镇企业的发展，珠江污染有加重的趋势。

淮河流域支流多，年径流量变化大，河道人工控制程度高，沿岸中小城市多。这些特点对河水水质有较大影响，特别是枯水期水污染问题突出。每年污水入河量约21亿吨。位于淮河上游及其支流的许多家造纸、化肥、印染、

皮革等厂未经处理的污水大量排入。在枯水期，淮河中上游部分几乎成为死水。淮河安徽段污染严重，集中表现在淮南段与蚌埠段，尤其是淮南段最为严重。监测数据表明，淮河污染严重区色度近 100，氨氮超过饮用标准数十倍，亚硝酸超标 10 多倍，其他有毒有害物均有不同程度超标，水质呈弱碱性。安徽省由于淮河水污染严重使阜阳地区、六安地区、淮南市等人民生活、工农业生产面临严重危害。

海河流域水资源匮乏，污染严重。重点监测的 10 条河流中，卫河、安阳河、滦河、御河、洋河部分河段有机污染十分严重，其中有机污染严重的河流长度占被调查评价河流长度的 40.9%。近年来不断发生人畜中毒事件，水产业产量下降，粮食、蔬菜减少，给工农业生产和人民健康带来严重损害。

松花江流域污染严重。在松花江 6 个重点监测河段中，符合 3 类标准的占 38%，属于 4、5 类标准的竟高达 62%。主要污染物为总汞、氨氮、挥发酚。

辽河流域工业发达，城市密集，水资源短缺，供需矛盾十分尖锐。在七大水系中污染最严重，并呈发展趋势。其中浑河、太子河水污染尤为严重，超标项目多，污染面积大。主要是沈阳、鞍山、抚顺、本溪等重工业城市向两河流大量排放工业废水所致，年接纳污水量达 20 亿吨，河径流量小，稀释、自净能力差，这两条河实际上成了排污河。

七大江河 15 个城市河段，目前有 80% 的河段六项污染物浓度超过国家地表水 4 类标准。七大江河水质未来的发展趋势不容乐观。

## 2. 湖泊的污染

随着我国经济的迅速发展，乡镇企业及人口的激增，排入湖泊的污水量和污染物质不断增加，特别是大量的氮、磷排入，导致了湖泊污染与富营养化，部分湖泊总汞污染较重。

我国湖泊中污染物质主要来源于流域内的工矿企业废水、生活污水和固体废弃物。根据 16 个主要湖泊纳污量的不完全统计，每日排入的污水量达 600 万吨之多。沿湖工业废水主要来自造纸、制糖、化肥以及煤炭化工等行业，其中造纸行业对湖泊污染最为突出。湖区径流、湖泊中来往船只排污和养殖区投饵也使污染加重。此外，化肥污染是使湖泊富营养化的重要原因。

湖北省现有湖泊中被污染的达 30%，占地 200 公顷的二里七湖因污染而彻底报废。流经江陵的 52 公里总干渠被沙市的工业废水污染殆尽。1988 年 8 月，上游连降大雨，给干涸了 5 年的白洋淀送来满淀碧波，蓄水约 5 亿立方米，但现在有 1/3 水域已遭到不同程度的污染，主要污染来自保定市。该市日排污水 25 万吨，其中工业废水 17 万吨。据报道，污染区域河道中水呈灰黑色的，部分水面被绿色浮萍封闭，河水中散发出腥臭味。不少地方因长期饮用受污染的水，各种疾病、特别是癌症和胎儿畸形率激增。

## 三、固体废弃物堆集成灾

固体废弃物和废水、废气一样，是人类生产和生活活动的代谢产物，随着社会经济的快速发展和人民生活水平的提高而猛增，给环境带来很大危害。

### （一）固体废弃物的种类

人们对自然资源及其产品总是利用所需要的那部分，不合需要而丢弃的固体、半固体或泥状物质，就是固体废弃物。

由于原材料的性质、工艺设备、技术水平以及对产品的使用目的不同，所丢弃的这部分物质的成分、状态也有所不同。由于技术的进步，废弃物将愈来愈多地被转化为新的原料。从这个意义上讲，它们不是废弃物，而是资源，这就是固体废弃物的二重性。不少废弃物，尤其是工业固体废弃物可以作为二次资源加以利用。世界各国都广泛开展了固体废弃物的综合利用。

目前，我国固体废弃物的综合利用率较低，大部分都直接排放，既浪费了资源，又破坏了环境。1993年，全国工业固体废弃物产生量6.2亿吨。

固体废弃物按来源可分为：

工业固体废弃物，指工业生产或加工过程所产生的废渣、粉尘、废屑、污泥等。

矿业固体废弃物，主要包括采矿废石和尾矿，数量大，多在采矿现场就近堆放。

城市垃圾，指炊厨废弃物、废纸、织物、家用杂具、废旧塑料制品、煤灰渣、脏土及粪便等。

农业固体废弃物，指农、林、牧、渔各业生产、科研及农民日常生活过程中产生的植物秸秆、牲畜粪便、生活废弃物等。

放射性固体废弃物，指核燃料生产加工、同位素应用、核电站、科研单位、医疗单位以及放射性废弃物处理设施产生的放射性废弃物。

废弃物中的有害物有些具有特殊物理、化学、生物特性，一旦管理不当，就会对人体健康和环境造成危害，包括急性中毒、火灾爆炸等；还有的是长期潜在性危害，如慢性中毒、致癌、污染地面或地下水等。

## （二）固体废弃物对环境的危害

从有害成分迁移转化的角度看，废水、废气在处理时有害成分往往转化成固体形态，因此，固体废弃物在某种意义上成了有害成分存在的终态。存于固体废弃物中的有害物质不易破坏衰减，具有长期性和潜在性，不易被人们发现，结果，往往被人们随意无控制地堆放，甚至直接倒入江河湖海，形成对人类潜在的威胁。

固体废弃物堆积量大，占地广。我国仅工业固体废弃物历年累计堆存量近60亿吨，堆存占地5万多公顷。长期露天堆放，其中有害成分经过风化、雨淋、地表径流的侵蚀很容易渗入土壤，不仅使土壤中的微生物致死，而且有害成分在土壤中大量积累，造成土壤碱化、毒化，甚至废毁无法耕种。

如果将垃圾、粪便等有机废物不作处理，直接施入农田作肥料，其中的病原菌、寄生虫等会污染土壤。废渣不经筛选直接作堆肥材料，施用后会增加土壤碱性或造成重金属富集。受到重金属污染的土壤，一般不具有天然的自净能力，污染将长期难以解决。我国因过量施用废弃物而土质被破坏的土地，每年有近7000公顷。

1993年，我国许多企业因无地堆放而直接倾入水体的废渣竟高达1000亿吨。仅电厂每年向长江、黄河等水系排放粉煤灰就有500万吨，有的排污口外形成的灰滩已延伸到航道中央，对航道及中游的大型水利工程造成潜在的危害。固体废弃物在适宜的温度下，产生的蒸发升华及化学反应释放出有害气体；或在贮存、运输、处理、处置和利用过程中产生有害的气体和粉尘，使大气受到污染。城市中堆放的垃圾，不仅影响市容、妨碍景观，还传染各种疾病，危及人们的健康。



#### 四、噪声污染已成为四大公害之一

工业、交通的迅速发展，带来社会的繁荣和文明，同时，也带来了与日俱增的噪声。噪声被公认为当今世界的四大公害之一。

所谓噪声是指由不同频率和强度振动杂乱组合而成的超常声音，是人所不需要且厌烦的声音。噪声污染是一种感觉污染，其污染程度随噪声的量度和不同人的忍受能力而异。声音的量度一般以分贝（声压级单位）数计算，就一般人的感觉而言，声音在 50 分贝以下，感觉还算安静，达到 70 分贝就感到吵闹了，90 分贝颇感嘈杂，120 分贝听觉受到强烈刺激，甚至导致耳聋。噪声的来源主要有三种：交通噪声、工业噪声和社会噪声。

噪声的危害是多方面的。一般的噪声首先影响工作效率。在嘈杂的环境中，人的心情烦躁、反应迟钝、容易疲劳、工作效率下降、工伤事故增多。其次，噪声影响身体健康，使人的大脑皮层兴奋和抑制失去平衡，从而导致头昏、头痛、耳鸣、失眠、心慌、记忆力衰退、注意力不集中等现象的发生。噪声严重时，会引起植物神经系统的紧张，心跳加快，心律不齐，血管痉挛，以及血压升高等心血管疾病。有时还会引起肠胃分泌功能紊乱，消化不良。

强烈的噪声还会给生产活动造成严重影响，给建筑物带来灾难，如超音速飞机产生的巨大压力波超过 140 分贝，会使墙壁震裂，门窗破坏，烟囱和古老建筑物倒塌，还可以引起自动化、高精度的仪表失灵。

我国噪声污染较严重。北京、上海等大城市的噪声高于纽约、东京和巴黎。由于我国大部分城市的工业布局不合理，工厂和居民区犬牙交错，工业噪声严重地影响了居民的生活和健康。据 44 个城市统计，36 个城市的道路交通噪声等效声级超过 70 分贝（A）。全国有 1 亿多居民在超标噪声环境中工作和生活。据上海第一医院耳鼻喉科统计，耳病患者约有 1/3 是噪声引起的。噪声还使我国的经济发展和国家声誉受到影响。在 26 届联大开会时，我国随行者因电影摄影机噪声过高而被拒绝入场，有些机电产品因噪声高而不能出口。有的地区，噪声已威胁到青少年的智力发育。有关部门预测，如不采取措施，到本世纪末，我国城市噪声将平均增加 10 分贝，85%的城市居民将无法正常工作和生活。

#### 五、城市病在蔓延

城市是经济发展的支柱，是贸易、金融、信息、交通、文化和政治的中心。

最新统计显示：全国设市城市由 10 年前的 300 多个发展到现在的 610 余个，提前 6 年实现了《2000 年全国城镇布局发展战略要点》中提出的“本世纪末设市城市发展到 600 个”的规划目标，以致有关专家预测到 2000 年，全国设市城市将突破 1000 个。设市城市的增长，城市化发展进程的加快，当然是令人高兴的。但也为我们提出新的、重要的课题，即：中国的城市如何发展？能否避开西方发达国家城市发展的误区？

城市人口、产业、技术、生产要素、信息及基础设施等高度集中，发挥了聚集效应的优势；同时，也产生了一系列的城市问题，包括城市用地紧张，住房短缺，基础设施滞后，生态环境恶化以及失业、社会不安定等弊病。

##### （一）人口膨胀

随着工业的发展，大城市迅速扩展和人口快速膨胀。据统计 1993 年人口

在 20 万以上的大中城市共 228 座，占城市总数的 40%。城市人口增加过多、过快，除了城市本身人口增殖外，还由于农民大量涌入城市。以北京为例，常住人口 700 万，流动人口却超过 200 万。上海、广州以及深圳、珠海等城市以打工形式暂住的人口比例也居高不下。民工潮使得本来就很拥挤的城市环境变得更加拥挤。国外城市用地一般每人 200 平方米，国外特大城市的用地，英国每人大于 100 平方米，美国每人大于 150 平方米，前苏联每人大于 200 平方米。我国 1985 年全国城市用地为每人平均只有 73 平方米，上海每人仅为 26 平方米。

## （二）城市基础设施滞后

城市规模不断扩大，但基础设施投资没有相应增加，造成城市住房拥挤；供水紧张，排水设施落后，全国有 10 个省、自治区、直辖市的人均日生活用水量在 200 升以下；城市道路短缺，交通拥挤、乘车行路难；煤气不足，煤气普及率不高；供热普及率低；能源供应紧张且浪费大，大气污染严重；城市绿化覆盖率低等等。

交通拥挤，行路难。我国绝大多数城市平交路多，人行道和车道，快、慢车道没有分流，通过能力低。上、下班时，主要交通路口堵塞十分严重。北京市区主要街道的人流量在高峰时达每小时 1 万人次以上。上海交通拥挤现象更为严重，人均道路面积只有 2.2 平方米，为东京、莫斯科的 1/3，巴黎的 1/4，伦敦市中心区 1/10；日平均公交客运量超过 1 400 万人次，高峰期达 1 500 万人次；车箱满载率为 130%，车内乘客拥挤不堪；有 40 多个路口经常堵塞，受堵时间通常在半小时左右，平均每天发生交通事故 20 余起。

我国人均道路面积占有量很少，全国有 14 个省、直辖市的人均道路面积低于 5 平方米，而世界一些城市多在 10 平方米，甚至超过 10 平方米。城市的道路所占面积率也较低，全国平均只有 7%，最高的北京也只有 11%，天津、上海、沈阳等城市只有 5%。而世界上大多数城市都在 20%左右，有的高达 40%，即使像交通比较拥挤的东京，也超过 10%。

住宅拥挤，绿地过少。城市的急剧膨胀，市政建设远远跟不上人口的增加速度，欠帐过多，居民住宅十分拥挤。加上城市用地管理混乱，规划不当，城市绿地逐年被侵占，日趋减少，吸附有害气体、尘埃和减少噪声的能量降低，加剧了城市的环境污染。

## （三）城市污染严重，环境恶化

随着城市工业的不断膨胀，城市的物理环境与生态环境逐渐恶化，大气与水体污染、噪声日益严重，垃圾成堆，绿地缩减，城市形成热岛，能源与资源不足，生态环境质量下降。人类社会的各种环境问题最终都集中反映到城市中，成了环境污染最集中、最严重的地区。这种城市病有继续蔓延的趋势。

## 六、乡镇企业给农村带来日益严重的环境问题

我国是一个农业大国，乡村地区无论从区域面积或是人口比例都占据绝对优势。但是，农村历来是经济落后的地区。我国农村，人均耕地少，发展农业的资源短缺，过剩劳动力数量庞大，存在明显的工农业产品价格剪刀差，农业比较经济利益低，单靠发展农业难以改变农村的面貌和走上脱贫致富的道路。这正好说明了为什么我国农村乡镇企业如雨后春笋般地分布于广阔的

农村大地，给农村经济注入了活力。到 1993 年，全国乡镇工业总产值达到 23446 亿元，占全国工业总产值的 44%，从而成为我国经济发展中的一支不可忽视的力量。预计到 2000 年，全国乡镇工业产值将超过城市工业产值。

如果说 10 多年来蓬勃发展的乡镇企业已经取得了辉煌的成果，那么目前存在的问题也可以说是同样的显著。它引发的生态及环境损伤，可以说是农村改革最大的代价。如果我们只陶醉于乡镇企业的高速增长，而忽视其发展中的隐患，或对之掉以轻心，那么，全社会都将为此付出高昂的代价。相对城市工业而言，乡镇企业技术设备陈旧，工艺落后，生产管理水平低。我国城市工业企业装备总体水平相当于 50、60 年代的国际水平，20% 相当于 60、70 年代国际水平，而农村工业是在手工作坊的基础上发展起来的，其技术工艺水平大部分相当于世界 30、40 年代水平，单位产值能耗、物耗和排污量都高。加上乡镇企业布局过于分散，不仅乡办、村办而且户办，点多面广，所引起的生态和环境损伤比城市工业引起的污染更难以治理和解决。其中土法冶炼、化工、造纸、印染、制鞋及矿业等几个行业所造成的环境污染更为突出。

土法冶炼是乡镇企中污染环境最严重的行业之一。土法炼硫已成为局部地区毁灭性的社会公害，有的炼硫区方圆几平方公里内空气中二氧化硫浓度超过国家标准的几十倍，形成酸度很大的酸雨。据计算，每吨土法生产的硫磺，排出的二氧化硫和硫化氢会使 0.063 公顷的土地变成焦土，山光岭秃、寸草不生，并使相当于焦土面积近 4 倍的土地受到污染，大片耕地变成了“死地”，即使停产 20 年也不能恢复正常的农业生产条件。云南镇雄曾是全国土法炼硫的集中地区，炼硫 20 年造成 1 300 多公顷农田变成焦土，5300 多公顷农田减产，当地还成了肺癌、肺气肿、宫颈炎等疾病的高发区。在我国湖南、广东、广西等地的广大农村，盛行土法炼砷。三氧化二砷（砒霜），是众所周知的剧毒物质，毒烟所到之处，树木枯死，土壤变质，炼砷者在短期内就会出现急性和慢性砷中毒，烂手烂脚，严重的全身溃烂脓肿，惨不忍睹。迟发性效应还可能引起癌变。

土法炼油造成的环境污染也十分严重。据调查，扬州地区炼油厂点多达 200 多家，主要分布在兴化、江都等地。附近水稻和小麦大片被油烟污染，亩产降低，稻谷发黑，稻米发黄，不能食用。炼油污水还污染河道、鱼塘，造成塘鱼死亡。

乡镇小造纸厂规模小，分布零散、工艺原始、设备简陋，单位产量排污量很大，一吨纸所排放的污水比国营大企业高 3 倍，有机污染物高 4 倍，悬浮物高 14 倍。一个乡镇小造纸厂就可以污染一条河、一个水库、一片农田和滩涂。

近年来，一些省份的乡镇制鞋业发展迅速。制鞋中所使用的三苯有机溶剂被国家列入有毒化学品和有害物质名录，吸入人体后可致癌、致畸、致变。但是因其挥发快、粘度高，常被选作制鞋粘合剂。在福建省莆田地区有 100 多条制鞋生产线，具有废气净化处理设施的不到 5%，具有简易通风设备的仅占 25% 左右，年使用三苯胶水 3000 多吨，在方圆不大的区域里，每日即有几吨的三苯废气产生。这些有毒气体 80% 以上直接挥发到空气中，危害工人身体健康和严重污染周围环境。在晋江陈埭镇，中毒死亡、妇女不育或生出怪胎的事例陆续发生。

据调查和统计资料推算，1987 年我国乡镇工业排放废气量约 3 亿万标立

方米，占全国废气总排放量的 32.7%，占全国工业废气总排放量的 41.6%；排放废水量约 49 亿吨，占全国废水总排放量的 13.2%，占全国工艺废水总排放量的 16.4%；排放的废渣量也占全国废渣总排放量的 15%以上。可见，我国乡镇工业的三废污染在全国已占有相当的比重。这样的比例目前来看并不算高，但是其增长的速度却远远快于全国污染物的排放。而且由于乡镇工业大部分集中在沿海省区，厂点密度很高，和农业生态环境镶嵌在一起，污染物直接进入农业生态循环，给当地农业生态环境造成的污染和破坏是不可估量的。

山区的乡镇矿业也造成了大量的环境问题。由于大规模的盲目采掘，争采高品位的富矿，迅速损耗了矿产储量，加上无规划地乱采滥挖，使许多矿山的开采寿命急剧缩短。乡镇矿业的采矿工具、设备简陋，采矿回收率很低，绝大部分宝贵的矿产资源白白浪费掉了，同时处理尾矿不力，使大量尾矿中有毒有害物质污染环境。

乡镇企业的行业广泛，几乎无所不包，但企业的设备和技术工艺十分落后，大多是城市工矿企业淘汰下来的设备和技术工艺，现在仍然超期“服役”。形成资源浪费多，能耗大，污染严重。城市工业所产生的环境问题通过这种途径转嫁到了农村。甚至某些污染严重的行业，如电镀行业，整体地转移到了农村。这样一来，工业环境问题由城市的“点”扩大到了农村的“面”，与原来农村中固有的环境问题交织在一起，形成范围更广、情况更为复杂的环境问题，更难以防范；乡镇工业已成为我国农村的最大污染源，必须扼制其外部的不经济行为，否则不仅危害农村，也给地处农村包围之中，生存发展无不仰仗农村的城市带来日趋严重的生存威胁。

## 第二章 困境来自何方

我国的环境问题是在特定的历史条件和社会经济背景下产生和发展起来的。这里既有客观原因，也有主观原因。人均资源少、长期落后的经济与科技等属于客观原因；认识和政策上的失误所造成的人口一度失控、错误的资源观以及由此产生的掠夺式地使用资源则属于主观原因。深入剖析这些主客观因素，无疑会对我国环境问题的解决带来积极的影响。

## 第一节 环境问题的透析——客观原因

### 一、地理大国与资源贫国

#### (一) 地大物博，资源丰富

我国幅员辽阔，资源丰富。陆地总面积约 960 万平方公里，占亚洲陆地面积的 1/4，占世界陆地总面积的 1/15，仅次于加拿大居世界第 2 位。耕地面积 0.951 亿公顷，居世界第 4 位；林地 1.29 亿公顷、草地 3.13 亿公顷，分别占世界第 5 位和第 3 位。我国地形地貌复杂，平原、丘陵、高原、盆地、山地、荒漠、戈壁等各种土地类型兼具。南北地跨寒带至热带，东西由海洋至内陆。中温带至热带的面积占土地面积的 72%，热量条件较好。湿润和半湿润地区占 47%，干旱和半干旱地区面积占 53%。由于复杂的地形地质条件和不同水热条件组合的差异，形成多种多样土地类型，为农林牧副渔和其他各业利用土地提供了多样化的条件。

我国年地表水资源总量为 28124 亿立方米，居世界第五位，仅次于巴西、印尼、加拿大、美国。一个国家水资源的丰歉程度通常以年径流总量为指标，我国多年平均径流量为 27115 亿立方米，大约为全球陆地径流总量的 5.5%，也居世界第五（表 2—1）。可见，水资源总量还是比较丰富的。我国水能资源也十分丰富，全国水能蕴藏量 6.8 亿千瓦，其中水能蕴藏量在 1 万千瓦以上的河流就有 3000 多条。水能资源可开发量为 3.8 亿千瓦，名列世界首位。

我国由于具有复杂多样的土地、气候和水资源，因而生物资源十分丰富。现知维管植物 2.7 万多种，仅次于马来西亚和巴西，居世界第三位。还有比较完备的古热带植物科属和许多特有、珍稀的树种，如银杏、水杉、银杉等近 50 种。我国是世界上动物种类最多的国家，约有 10 万多种。野生动物资源非常丰富，仅陆栖脊椎动物就有 2100 多种，占世界种类总数的 10%；由于第四纪以来，我国未遭受到大陆冰川覆盖，因而保存了一些古老珍稀动物，如大熊猫、金丝猴、羚羊、梅花鹿、中

表 2—1 年径流总量、人均、公顷均占有水量

国家	年径流总量 (万亿立方米)	人口 (亿)	人均径流量 (万立方米)	耕地 (亿公顷)	公顷径流量 (万立方米)
世界各国总计	47.00	43.35	1.08	9.26	3.6
巴西	5.19	1.23	4.22	0.32	16.05
加拿大	3.12	0.24	13.00	0.44	7.20
美国	2.97	2.20	1.35	1.90	1.65
印尼	2.81	1.48	1.90	0.14	19.80
中国	2.71	11.30	0.24	0.95	2.85
印度	1.78	6.78	0.26	1.65	1.05
日本	0.42	1.16	0.36	0.04	9.75

资料来源：曲格平、李金昌：《中国人口与环境》，中国环境科学出版社 1992 年版，第 117 页。

华鲟、扬子鳄等 100 多种。我国家畜家禽有 400 多种，为世界之冠，其中许多有很高的经济价值。我国鱼类资源和其他水生生物资源种类繁多，其中有许多是名贵和优良品种，如扇贝、对虾、石斑鱼、真鲷、黄鲷、黄鳍鲷、尖吻鲈、鳗等等，有很高的经济价值。在近海有数千种海洋生物，仅海洋鱼类就有 1500 多种，据计算，我国近海和外海域鱼类生产力约为 1500 万吨。

我国现有森林面积 1.29 亿公顷（1991 年），占世界森林面积的 3%，居世界第 5 位，仅次于前苏联、巴西、加拿大和美国。林木蓄积量 101.4 亿立方米，也名列世界前茅。构成我国森林的树种有 5000 多种，其中经济价值较高的树种有 1000 多种。森林类型也很多，有各种针叶林、针阔叶混交林和经济林，如杉木林、毛竹林、油茶林、漆树林、油桐林等。我国还拥有世界上完整的温带和热带山地垂直带谱，世界上分布最北的热带雨林类型、种类最丰富的云杉和冷杉属森林，和世界上罕有的高生产力云杉林等。

我国是世界上矿产资源比较丰富，矿种比较齐全，而且能够基本配套的少数国家之一。世界上已经利用的 150 多种矿产，我国都已发现。在世界各国主要矿产探明储量潜在价值的比较中，仅次于美国和前苏联。煤、钨、锑、钼、铋、铅、锌等 20 多种矿产的探明储量都居世界前列。

我国是世界上能源种类较齐全的国家之一，据计算煤炭总储量达 5 万亿吨，保有储量为 10 018.7 亿吨（1993 年），居世界前列。煤的品种齐全，烟煤、无烟煤、石煤都有。另外，石油和天然气也较丰富，石油储量有 300—600 亿吨，油田伴生天然气的地区也很多。1991 年商品能源生产总量达 10.48 亿吨标准煤，其中煤炭消费量占 76% 左右。我国已成为以煤为主、非商品生物能源消耗量还占很大比重的能源生产和消费大国。

我国金属矿产也很丰富。黑色金属矿中，已探明的铁矿储量为 487.3 亿吨（1993 年），居世界前列，但质量欠佳。锰、铜、铝、铅、钼、锡等矿产资源已探明的储量也居世界前列，钒、钛、钨、锑、锌、汞等矿的探明储量均居世界首位。非金属矿产品种我国也比较齐全，已探明有储量的近 70 种，其中萤石储量占世界首位。菱镁矿储量也居世界首位，且品位高，是我国优势矿产之一。

## （二）人均资源匮乏

我国虽然地大物博，自然资源蕴藏量大，但资源总量只能表明我国的总体国力，体现大国所具有的某种优势，表明国力位次，增强民族自信心。可是如果只看到这一方面，就容易造成错觉，似乎我国资源十分丰富。但是，实际上评价一国资源丰度的是人均资源拥有量水平。我国人口众多，分摊到每人名下的拥有量十分有限，远远低于国外人均资源拥有量水平。这个现实对我国经济发展是十分不利的，严重地制约了国民经济的发展。例如，煤的蕴藏量和生产量都是世界之最，但用人均拥有量指标来衡量则居于世界后列，表现为我国能源严重不足，已是工业发展的瓶颈制约因素。人均拥有量观念的建立，有助于增强人们的忧患意识，激发人们保护资源、节约利用资源的使命感和责任感。

### 1. 土地资源

我国国土总面积虽然广袤，但人口众多，因而人口密度大，每平方公里为 125 人（1994 年），是世界平均人口密度（40 人 / 平方公里）的 3 倍多。

人均占有土地仅 0.8 公顷，还不到世界人均占有土地面积的 1/3。

况且我国是一个多山的国家，山地（包括高原和丘陵）面积多，约占 665 万平方公里，占国土面积的 69.2%，平原和盆地只占 30.8%。山地自然条件复杂，高差起伏大，坡度陡、土层薄、耕地少而分散，利用困难，在重力作用下极易引起水土流失和资源破坏，更加剧了我国人均土地资源拥有量低下这一不利国情。

在国土面积中，耕地面积所占比重更少，只有 9510 万公顷，占土地面积的 10%。如按人均占有量计算还不到 0.1 公顷，只有世界人均耕地面积的 1/10。如果将全部农用地（耕地、林地、草地）计算在内，约占国土总面积的 68.7%，人均农业利用土地也只有 0.5 公顷，为世界人均农用地的 23.8%（表 2—2）。我国人均耕地只及美国的 12%、加拿大的 5%、澳大利亚的 3%，世界平均的 27%。不仅如此，我国耕地资源质量也很差，受各种限制因素制约的耕地高达 60.8%，其中受坡度过大和侵蚀严重的占 18.7%，土质过砂或过粘的占 11%，受洪涝威胁的占 9.2%，盐碱地占 7%，其中还有一些不能再用作耕地，必须退耕还林还牧。此外，后备耕地资源也不足，在现有可供开发的 3535 万公顷的宜农荒地中，质量较好，开发后可用于种植粮食和经济作物的大约也只占 40% 左右，且大多分布在边远地区。也就是说，通过开垦增加人均耕地的潜力已经不大。

表 2—2 我国和世界主要国家人均占有农业用地面积对比

单位：公顷/人

项 目	美国	澳大利亚	加拿大	巴西	中国	世界人均
人均耕地面积	0.86	3.17	1.91	0.28	0.10	0.37
人均林地面积	1.33	7.60	14.00	4.33	0.12	1.03
人均草地面积	1.11	32.03	1.01	1.43	0.29	0.76
人均农、林、牧用地	3.24	42.80	16.93	6.04	0.51	2.16

资料来源：高冠民：《国土学概论》，中国环境科学出版社 1985 年版，第 39 页。

我国耕地资源不仅数量不多，而且分布不均衡。爱辉—兰州—腾冲一线东南的湿润、半湿润地区是我国主要农业区，占全国总面积约 48%，但却集中了全国 93% 的耕地，而且畜牧业比重也较大；在此线西北是我国西北干旱地区和青藏高原高寒区，土地面积占全国总面积的 52%，但耕地却只有 7%。这种耕地资源的不均衡分布必然导致一些地区耕地多人少，一些地区人多耕地少。如广东、福建两省人均只有 0.039 公顷耕地，浙江省人均耕地 0.047 公顷，黑龙江省人均耕地却高达 0.3 公顷，几乎是上述三省的 6—8 倍。人均耕地资源少的省份不得不加大对土地的利用强度，包括增加复种指数、毁林开荒、陡坡开荒，超载过牧等等。土地的生产能力是有一定限度的，无限制的增加土地利用强度，导致土壤肥力下降，土壤盐碱化和沙化，农田生态失衡，难以保持稳定的生产力。这从另一个侧面看到我国可利用土地面积持续减少，质量下降的潜在危险。

## 2. 水资源

我国水资源总量虽然较丰富，但人均拥有量仅有 0.24 万立方米，不足



世界人均拥有量的 1/4，仅相当于美国的 1/5，印尼的 1/7，加拿大的 1/50，居世界第 88 位。日本水资源虽只有我国的 1/6，但人均拥有水量却比我国多 50%（见表 2—1）。从单位耕地水资源拥有量来看也只有 2.85 万立方米/公顷，仅为世界平均数的 3/4。可见，我国是一个贫水国家。在人口不断增长和经济快速发展的双重压力下，今后相当长的时间内将继续面临水资源短缺的困难局面，面临比世界其他地区更为严峻的挑战。

我国水资源不足和降水量低有关。据统计，全国多年平均降水总量约 6 万多亿立方米，折合年平均降水量 650 毫米，低于全球平均年降水的 20%左右。全国降水量地区分布也极不均匀，东南多，西北少，山区多，平原少，降水量的分布趋势是由东南向西北递减。与耕地分布不相适应，长江及其以南地区集中了我国 81%的水资源，而耕地面积仅占全部耕地面积的 36%；黄、淮、海、辽河流域耕地面积占全国的 42%，而水资源总量只占全国的 9%。如以全国平均每公顷耕地拥有的水量为 1 立方米计，则长江和珠江流域分别为 1.60 立方米和 2.68 立方米，而辽河和海、滦河流域只有 0.13 立方米和 0.10 立方米。地区间人均拥有水量差异也很大。以多年平均水量计，全国人均拥有水量为 2600 立方米（为 10 亿人口时人均拥有水量），珠江流域人均拥有水量 4150 立方米，长江流域为 3890 立方米，淮河流域仅 424 立方米，海河流域只有 300 立方米（表 2—3），整个趋势也是由南向北逐渐减少。这种人、水资源和水土资源组合的不平衡，使水资源不足的矛盾更加剧了。全国近 1 亿公顷耕地中只有 4930 万公顷可以灌溉，农业用水每年缺口达 300 亿立方米，受旱面积 1300—2000 万公顷，旱灾频繁。水土资源组合不平衡迫使北方干旱、半干旱地区大量开采地下水，形成区域性超采漏斗，诱发地面沉降和海水入侵、耕地盐化，居民饮水困难等环境地质和生活问题。

表 2—3 我国七大江河的主要特征

河 名	松花江	辽河	海滦河	黄河	淮河	长江	珠江	全国
流域面积 (万平方公里)	52.8	23.2	31.9	75.2	26.2	180.7	41.5	960
多年平均径流量 (亿立方米)	759	151	283	560	530	10000	3070	26000
人口(亿)	0.46	0.28	0.92	0.82	1.25	3.46	0.74	10.00
耕地 (百万公顷)	11.73	4.47	11.33	13.07	12.53	24.00	4.40	100
人均占有水量 (立方米/人/年)	1650	540	308	683	424	3890	4150	2600
每公顷耕地占有水量 (立方米/公顷/年)	28.67	15.00	11.13	19.07	18.80	185.33	310.00	115.56
每公顷耕地年 水量比值	0.25	0.13	0.10	0.16	0.16	1.60	2.68	1.00

资料来源：高冠民：《国土学概论》，中国环境科学出版社 1985 年版，第 103 页。

我国降水量和径流量不仅在地域上而且在时间上分配也不均匀，大部分地区冬春少雨，夏秋多雨。年降水量和径流量主要集中在汛期几个月，华北、西北、东北和西南地区，6—9月为汛期，4个月的降水量可占全年降水量的70%—80%；南方各省一般3—6月或4—7月为雨季，其间雨量占全年降水量的50%—60%。降水量和径流量不仅在年内分配集中，而且年际变化也很大。多雨年份和少雨年份可以相差几十倍。例如，淮河1921年径流量为719亿立方米，1978年的径流量只有27亿立方米，相差26.6倍。另外，许多主要江河都出现过连续多年的枯水期和连续多年的丰水期。我国水资源年内分配不均，水量年际变化大，以及连年枯水或丰水等特点，使可用水资源数量远远小于天然水资源，更加剧了人均水资源的不足。

目前，我国有几百座城市面临缺水的困境，同时也还有几百座城市处在洪水的威胁之下，遭受旱涝灾害的农田每年都有数千万公顷，这些都说明水资源已成为我国经济发展的限制因素。

### 3. 森林资源

我国森林总面积和总蓄积量按人口平均，也远远落后于世界水平值。人均森林面积仅0.11公顷，相当于世界人均的18%，位居世界第120位；人均森林蓄积量为8.5立方米，而世界人均均为75.6立方米，美国为88立方米，分别是我国的8.9倍和10.4倍。人均森林拥有面积少，还表现在森林覆盖率不高。森林覆盖率是衡量一个国家国土资源开发程度和自然生态环境状况的重要标志。森林覆盖率达到一定程度且分布较均匀，方可显著改善农业生产条件，减少自然灾害，美化和净化生活环境和保持生态平衡。近年来我国森林覆盖率虽有所提高，达到13.92%，但与世界森林覆盖率30.6%的平均水平相比，还是有很大差距，同多林国家相比差距更大（表2—4）。

表2—4 中国与世界一些国家森林覆盖率和人均森林面积的比较

项 目	中国	芬兰	朝鲜	日本	瑞典	美国	世界
森林覆盖率(%)	13.92	71	74	68	53	32	30.67
人均森林面积 (公顷)	0.11	4.98	0.91	0.22	2.87	1.34	0.93
人均森林面积比值 (以中国为单位)	1	45.3	8.3	2	26.1	12.2	8.5

资料来源：曲格平、李金昌：《中国人口与环境》，中国环境科学出版社1992年版，第70页。

可见，我国是一个森林资源贫乏，林业不发达的国家。

人均森林资源过少使森林资源承受着沉重的需求压力，造成每年实际采伐量（2亿立方米）大大超过了允许采伐量（0.6亿立方米），采伐量超过生长量，每年森林资源大约减少2%—3%，森林赤字不断扩大（近年有所好转），使得原来就很贫乏的森林资源变得更少。森林的过度采伐还造成生态平衡破坏，自然灾害增加。我国森林资源在地理上的分布又很不均匀，就更加重了这个矛盾。我国森林资源主要分布在交通不便、生产落后的边远山区及江河上游地区。如东北和西南地区，虽然其土地面积只占全国的1/3，却分别集

中了中国森林面积和森林蓄积量的 50%和 75%。而人口稠密、经济发达的华北平原、华东地区，森林面积只占全国森林面积的 4%，人均不足 0.02 公顷，森林蓄积总量为 3.5 亿立方米，人均不到 1 立方米。西北的宁夏、青海、新疆和西藏的中西部、内蒙古的中西部等地区人均森林面积更少，土地占全国总面积的 1/2 以上，森林面积却不足 400 万公顷，只占全国森林面积的 6.2%。

人均森林资源的不足，很难实现林业的平衡发展和永续经营，既不能满足国民经济发展对林业的需求，也很难实现林业与各部门间的比例协调。既不能做到青山长在，永续利用，更难起到涵养水源，防风固沙，调节气候，改善人类生存环境质量的作用。

#### 4. 矿产资源

我国矿产资源的人均占有量居世界第 80 位，不足世界平均水平的一半。按 35 种主要矿产计算，人均占有量也只有世界人均占有量的 60%。不仅如此，我国各种矿产的丰歉程度差异还很大，除钨、铝、锑、稀土、锡、煤、石墨、菱镁矿、滑石等矿产储量较丰富外；铁、锰、铅、铜、铝、锌、镍、金、银、硫、磷、铀、石油等矿产资源丰度一般；而铬、钴、铂族金属，钾盐、硼、金钢石等矿产储量甚少。大宗使用的矿产除煤以外，已探明的储量都不充足。而且大宗矿产，贫矿多富矿少。对经济建设有重要意义的许多矿产资源，如铁、锰、铝、铜、金、硫、磷、铀等，贫矿居多。铁矿保有储量的 86%属含铁品位只有 30%—35%的贫矿；含铜品位大于 1%的铜矿保有储量约占 35%，大于 2%的不到 6%；磷矿保有储量含五氧化二磷大于 30%的富矿仅 6.8%。许多矿产往往是多种矿产共生，矿产物质组分复杂。全国有 1/4 的铁矿、2/5 的金矿、3/4 的银矿、4/5 的有色金属矿均为伴生矿。给开采、利用带来一定难度。这些都给原来人均矿产资源就不丰富的我国经济，带来更多的发展限制因素。应该说，在矿产资源方面我国处于劣势。

我国目前每年矿石采掘量约 50 亿吨，但年人均采掘量仅 4 吨左右。远远低于美国 14 吨的年人均矿石采掘量，但年矿石采掘总量却远远超过美国。这说明，在人口的沉重压力下，我国人均矿产资源不足世界水平 50%的情况下，承受着和欧美这些经济发达的资源大国相同甚至更大的需求压力。这不仅造成资源供给的长期紧张局面，还会诱发出严重的生态环境问题。从经济发展趋势来看，人均矿产资源消耗量还会有相当程度的增长，这将迫使我们不得不再扩大矿产开采和加工，势必更加速了许多矿山的贫化和枯竭，这意味着更严重的矿产资源危机和生态危机。

#### 5. 能源资源

我国能源无论从人均占有量或人均消费量来看都很低。从可采储量计算，按人口平均能源资源量，只相当于世界平均量的 1/2。按人口平均能源消费量约为每人每年 0.8—0.9 吨标准煤，只相当于世界工业发达国家的 7%—17%，比世界平均水平低 60%左右。我国能源分布也极不平衡，如水力资源的 70%分布在人迹罕至的西南地区；煤炭资源 60%以上在华北，这给开采和利用造成相当的难度。

由于人均能源消费量低，农村能源更是严重匮乏。据估计，目前尚有 3 亿多农民用不上电，许多地区的水利设施由于缺电不能发挥效益。生活用煤无法保证，全国农村每年大约需要烧掉 4 亿多吨薪柴和秸秆、900 多万吨牛马粪。即使这样，全国农户平均还有两个月缺少燃料，靠破坏地表植被补给，势必加重水土流失，从而使自然生态环境恶化。

### （三）自然资源是经济发展的物质基础

从长远看，人均农产品的提高和经济发展的潜力，不能不在很大程度上取决于人均自然资源拥有量的多寡。

#### 1. 社会财富的增加最终要靠自然资源的开发

自然资源（自然物质和能量）对人们的生产和生活起着多方面作用，它为人类提供必不可少的生活资料。例如，粮食、蔬菜、水果等是由植物资源提供的；肉、蛋、奶是由动物资源提供的。它还为社会发展提供重要的生产资料，例如，开发土地生产粮食和各种经济作物；开发矿藏以冶炼钢铁和其他金属、非金属生产资料，开发能源以提供动力等等。

社会生产过程就是物质的转化过程，它将自然资源转化为更有价值的、能满足人们需要的各种各样的物质财富。如果没有自然资源所提供的各种各样物质和能量，社会生产则成为无源之水、无本之木，而陷于中断，人类社会就无法维持下去。

#### 2. 自然资源的丰饶程度和开发利用效率，影响着国民经济的发展规模和速度

一个国家的社会经济发展，虽然不完全取决于自然资源的丰饶程度，但在相当程度上受自然资源丰度的制约。资源丰富特别是人均资源丰富，而又分布均匀的国家，社会经济发展就有坚实的物质基础，再加上先进的科学技术和高度的劳动效率，就能保证国民经济迅猛发展。相反，一个国家若资源不足，只能依赖进口，当进口资源能得到保障时，经济就能取得顺利发展；否则，就只能紧缩。可见，经济发展的规模及速度归根到底还得受制于资源的丰度。

一个国家经济发展的效率也极大地受自然资源开发利用方式的制约。如果采取掠夺式利用，又不注意保护环境，就会造成资源破坏，环境污染，土壤肥力下降，耕地面积减少，淡水供应不足，矿产资源、能源短缺，从而进一步加深了资源利用的难度，结果必然要把经济发展的速度降下来。

#### 3. 自然资源为人类提供良好的生态环境

自然资源中的大气、水、生物资源除具有经济价值外，还具有极大的生态效益。它们可以调节区域气候，涵养水源，保持水土，防风固沙，净化大气和水，减少污染，保存物种等等。特别是森林资源，它是大地的生态屏障，保护这些自然资源，可以为人们的生产和生活提供清洁、优美、宁静的环境。

我国是一个地域辽阔，许多资源在总量上居世界前列，但是人均拥有量往往却极不丰富，甚至在世界平均水平之下。例如，人均耕地、林地、草地、淡水资源和矿产资源分别仅为世界人均拥有量的 1/4、1/5、1/4 和 1/2。反映一个国家资源丰度的指标，恰恰是人均占有量和资源密度（即平均每平方公里的资源量）。从以上论述中，不难看出我国既是一个地理大国，却又是一个资源贫国。这是一个不容回避的客观条件。

工业化进程的加快，必然会出现资源愈来愈紧缺，供需矛盾愈来愈尖锐。高强度地开发利用自然资源，结果势必导致如下的恶性循环：不可再生资源短缺 过量开采 资源进一步短缺 进一步过量开采…… 资源枯竭、生态环境恶化；可再生资源短缺 过量开采 资源再生能力下降、生态环境恶化 进一步短缺 进一步过量开采 资源再生能力更进一步下降、生态环境更进一步恶化…… 生态系统崩溃。我们正处在这么一个资源与环境的恶性循

环之中，我国资源贫国的国情是造成上述恶性循环的一个客观原因。正是因为我国是一个资源贫国，特别要求我们自己要正确处理资源与发展的关系，要保护资源，维护好环境，不做对子孙后代不负责任的事。

## 二、经济与科技实力不足

落后的经济与科技也是造成资源浪费、环境污染和生态破坏的另一个客观原因。

### （一）落后的经济发展模式

建国以来，我国经济获得很大发展，但是，由于底子薄，基础差，经济实力不强，技术落后，长期以来不得不采用粗放型经济发展模式。这种发展模式大致有下面几个特征：

（1）通过大量投入物质和能量以资源的高消耗，来换取经济的高增长。

（2）单纯追求国民经济总产值的增加，忽视产品质量的提高，从而产品质量提高十分缓慢，许多大好资源不断转化为低值、低效能产品，降低了资源的价值。

（3）通过外延扩大再生产的方式推动经济的增长，把 90%以上的经济活动建立在消耗不可再生资源的基础上；表现出内涵发展乏力，技术水平停滞，使生产过程产生的环境问题长期得不到解决。

（4）盲目开发自然资源，造成资源的严重浪费及环境的恶化。

粗放型经济发展模式是一种落后的发展模式，是以大量消耗资源、能源为代价求得经济的高速增长，结果必然导致资源和能源的耗竭、环境的污染和生态的破坏。只重视国民经济生产总值数量上的增加，而不重视效益的提高，反过来进一步导致生产技术的落后，生产设备的陈旧。结果是，国民经济生产总值增长得愈多、愈快，资源和能源消耗得愈多，浪费得愈快；环境污染和生态失衡愈发严重。

在我国社会主义经济建设初期，生产建设的规模比较小，经济增长以外延型发展为主的不良后果已经显现，但还不尖锐。随着经济建设日益发展，生产建设规模不断扩大，资源相对不足、环境趋于恶化、资金严重短缺，世界新技术、新产业的浪潮不断向我们冲击的时候，仍然靠大量资源投入来维持经济发展，发展与环境、经济与生态必将陷入恶性循环之中。

### （二）环境问题的支持系统：科学技术落后

人类保护环境的实践证明，环境问题从根本上说是科学技术落后的结果。先进的科学技术可以扩大自然资源的利用范围和可供量，可以提高资源的利用效率，降低物耗，降低单位产出的排污量。例如，1950 年世界探明的石油和天然气储量为 300 亿吨，由于探测技术的进步，90 年代探明石油的储量已超过 2500 亿吨，已探明的煤炭储量也从 4500 亿吨上升到 5700 亿吨，1965 年以来探明的天然气储量增加了 5 倍，总计约 1000 亿吨。科学技术的进步还可以提高资源的利用率和减少排污量。仍然以能源为例，煤炭如采用新技术硫化床燃法，则可将排入大气中的颗粒物减少 99%以上，二氧化硫消除率达 90%，氮氧化物消除率达 56%。如果硫化床燃烧与煤炭气化相结合，不仅可以进一步降低二氧化硫和氮氧化物的含量，而且热效率也可明显提高。热效率提高和排污量的减少具有重要的经济意义：热效率的提高，相当于增加了资源的可供量，从而减少了资源的消耗，缓解了资源短缺的矛盾；排污量的减

少，相当于扩大了环境容量，也就是扩大了人类生存发展的空间，提高了环境的质量。

科学技术的发展还可以为稀缺资源寻找到替代品，避免了环境问题。例如，矿物质燃料是一种稀缺资源，而且它燃烧时还会产生大量二氧化碳，形成地球大气温室效应。核能和可再生能源则可以解决以上问题。特别是可再生能源（如太阳能）比核能更具有成本低和无核污染风险的优点。地球表面每年接受的太阳能大约是世界储藏的矿物燃料和铀矿藏中全部能量的 10 倍。太阳能可以凭藉科学技术通过一定装置转换为电能。太阳能也可以储存在生长的绿色植物中，以燃料的形式加以利用；也可将植物残体进行厌氧发酵，产生沼气，用作燃料或供发电用。科学的发展还可以使氢聚变成为能源。总之，科学的发展使可利用资源的范围更为广泛，资源和环境的压力由此得以减轻。

在农业方面，目前许多地区仍采用落后的大水漫灌和串灌，灌溉水的利用率只有 20%—30%。每年每公顷灌溉用水量达 15 000 立方米之多，超过正常需水量一倍以上。漫灌一般比喷灌多耗水约 30%，比滴灌多耗水 70%，渠系的漏失率一般在 40%—50%左右，有的高达 70%，造成水资源的严重浪费。这不仅使原来就不丰富的水资源白白浪费了，而且还因渗漏，使地下水位上升，造成土壤盐渍化。森林病虫害及森林火灾每年要造成数百公顷森林面积受害，大体相当于同期全国计划内的采伐面积，经济损失十分惊人。伴随出现的物种减少，森林生态系统功能衰退的损失就更难以估量了。美国、日本工业能源利用率在 50%以上，而我国仅为 28%—30%，仅此一项就等于每年把 1 亿多吨的可利用燃料变为废弃物排入环境。我国煤炭产量与美国不相上下，但每年煤灰渣的排放量比美国多 3 倍，达 1 亿多吨，既浪费了大量能源，又产生了大量废弃物，污染了环境。我国生产每吨钢的用水量需要 200—300 吨，其中新水补给量平均 60 吨左右，而发达国家只需 100 吨左右，新补给水量仅 3—5 吨；生产每吨新闻纸用水量我国为 100—300 吨，发达国家仅 50 吨左右；每炼 1 吨石油，我国用水量少则 5—6 吨，多的高达 30 多吨，而发达国家仅仅 0.2 吨。我国工业单位产品耗水量之所以多于发达国家数倍，甚至数十倍，是由于我国水的重复利用率低，目前国外先进企业的水重复利用率为 70%—80%，而我国先进企业的水重复利用率仅为 40%，预计到 2000 年才能达到 60%。在矿产资源开采上，由于技术和设备的落后，也存在严重浪费。对共生矿的综合利用率低，常常采主弃副，甚至采副弃主，使大量宝贵的共生、伴生的矿产资源变成废弃物，而废弃的伴生矿物的价值往往还高于主矿几倍，乃至几十倍。据统计，在 1845 个已开发矿山中，综合利用有用组分达 70%以上的矿山仅占 2%，利用有用组分达 50%的矿山不到 15%，有用组分利用率在 25%以下的却占到 70%左右。我国矿产资源总回收率比发达国家低 10%—25%，铜、铅、锌、镍等金属矿山综合回收率在 10%—30%；而美国、日本等发达国家一般可达 66%—90%，综合回收系数 80%—90%。使有限的矿产资源没有得到充分的利用，不能成为经济建设的有用之材，反而成为污染环境的“三废”。所有这一切的一切，都根源于我国当前落后的科学技术。

### （三）解决环境问题的手段：经济实力

解决环境问题的手段，是要靠一国的经济实力来提供的。

（1）环境保护投资不足。环境保护投资的确定一方面要根据我国环境保

护的目标；另一方面还要考虑国家的财力。在《2000 年中国环境战略研究》中曾提出 3 个可供参考的投资方案。一个是高标准的方案，环境保护总目标是使环境污染基本得到解决。在水污染控制方面污水全部实行二级处理，并达标；大气污染控制方面，城市居民炊事全部煤气化，三北地区城市全部集中供热，工业用煤全部型煤化，烟道脱硫率达到 30%，等等。第二是中标准方案，环境保护总目标是使环境质量有明显好转。在水、大气污染控制等指标都相应地低于高标准方案。第三是低标准方案，环境保护总目标是使环境污染维持现状。各方面污染控制指标更低。以上 3 个方案的投资金额分别占国民生产总值的 2.4%、1.6%、1.0%。在一般情况下，环境保护投资的效益和投资额呈正相关关系。无疑，高标准方案的环境效益最佳，而从实际框算的结果也是如此。所谓环境效益是指由于污染的削减改善了环境质量，从而减少的经济损失。每年从治理水污染和大气污染所得到的环境效益，在三个方案中分别是 1459 亿元、1056.5 亿元和 814.1 亿元，差异十分显著。另外，在节约原材料和能源方面所得到的经济效益，也是随环境保护投资数额的增大而同步增长。由于我国财力不足，“六五”期间全国环境保护投资总额只占同期国民生产总值的 0.56%，“七五”期间只占 0.7%，连低标准方案的投资要求都难以保证，与占国民生产总值的 1.6%和 2.4%的中、高标准方案就相去更远。考虑到国家经济实力的增强和环境保护投资政策的调整和完善，1%的目标今后还是可以实现的。所以在 2000 年以前我国环境保护投资的目标是争取达到占国民生产总值的 1%。表 2—5，为世界主要国家和地区环保投资比重资料。由表中可见，环境保护投资数额的多少与国家的经济实力有着密切关系。

我国目前因为环境治理资金不足，很多污染严重的地区和企业无力进行治理，一些行之有效的污染防治技术和示范工程项目也无法推广。就总体而言，我国的污染治理水平目前仍然较低（表 2—6）。表 2—5 世界主要国家和地区环保投资占 GNP 的比重

国别	时期	占 GNP (%) 比重
全世界平均	1970 — 1980	0.5 — 2
发达国家	1970 — 1980	1 — 2
发展中国家	1970 — 1980	0.5 — 1
东欧	1980	0.67
非洲	1980	0.2
美国	1970 — 1979	2
英国	1970 — 1979	2.4
澳大利亚、法国	1970 — 1979	1.4
日本	1972	1.8
	1975	2.9
原联邦德国	1975 — 1979	2.1
比利时、瑞典	1974	1.0
中国	1981 — 1989	0.65
	1990	0.7

资料来源：曲格平、李金昌：《中国人口与环境》，中国环境科学出版

社 1992 年版，第 45 页。

表 2—6 我国近年来工业污染物的处理情况

年份	工业废水处理率 (%)	燃烧过程消烟除尘率 (%)	工业固体废物处理率 (%)
1985	22.8	—	—
1986	24.3	61.8	13.9
1987	25.7	61.5	10.9
1988	27.0	65.9	11.6
1989	29.9	70.1	9.5
1990	32.3	73.8	8.5

资料来源：曲格平、李金昌：《中国人口与环境》，中国环境科学出版社 1992 年

(2) 经济发达国家可利用本国的经济和科技优势，生产高附加值的高精技术产品，用以换取别国的资源和产品以缓解本国资源的不足。但是我国由于经济不发达，不但不能出口高精技术产品，反而常常是以本国的资源和初级产品换取发达国家的先进机器设备。例如，我国出口产品主要为供食用的动、植物产品、皮革蚕丝、棉花、服装、鞋帽等。生产时往往需要较多土地和其他农业资源，结果使本来就很紧缺的资源变得更为紧缺。我们是在以资源换取先进技术，换取经济的发展。到头来，反而加剧对资源的高强度开发和利用，使经济发展和资源短缺的矛盾变得更为尖锐。

无论是粗放的经济发展模式、落后的科学技术，还是薄弱的经济实力，这三者都不是孤立的，它们互为因果，共同构成了我国环境问题产生的客观原因。



## 第二节 环境问题的透析——主观失误

造成我国环境问题除上述客观原因外，还存在主观上的失误。假使说，客观上的根源可以通过人们的努力，可以在一定程度上得以缓解，那么主观上的失误更是可以通过总结历史经验教训，加以纠正。

### 一、资源观的误区

环境资源无价以及建立在此观点上，不计环境资源的投入及产出效益的核算体系，和自然资源产权模糊，是资源不合理开发利用的主观上的根源。

#### （一）环境资源无价论的恶果

环境是经济物品，环境资源的使用是有代价的。经济学根据物品是否稀缺，将物品分成两类，自由取用物品（又名免费物品）和经济物品。自由取用物品是指数量非常丰富，从而任何使用者都可以无偿使用的物品。经济物品则是指具有稀缺性，使用者必须付出一定代价才能使用的物品。从前，未开垦的土地，清洁的水源和新鲜的空气，曾经被看作自由取用物品。但是，随着人类的不断繁衍和经济的发展，一方面人类对自然资源的需要量越来越大，已远远超出自然界自身的更新能力；另一方面，人类排放到环境中的废弃物也越来越多，先是在个别地区、后来在一国乃至全球范围内超出了环境容量。在这种情况下，良好的环境已成为经济学意义上的稀缺资源，成了经济物品。既然环境资源成了经济物品，那么使用环境资源只能是有代价的，也就是必须付出相应的费用，即环境资源是有价格的。环境资源是经济物品，是有价格的这一规定性具有重大经济意义，一是从补偿的角度看，自然资源的更新速度是有限的。自然环境稀释、分解和同化废弃物的能力也是有限的，假定经济活动中对环境的利用超出上述限度，就会导致自然资源的短缺和环境质量的下降。为了满足经济活动的要求，人类不得不因自然资源短缺和环境质量下降，追加投资以补偿它所造成的损失。诸如可更新自然资源的更新费用，“三废”治理费用等等。如果，环境资源无价，这部分投资就得不到补偿，自然资源短缺及环境质量下降的走向就得不到扭转。二是从资源配置的角度看，在环境资源有限从而不能充分满足经济活动所需要的条件下，给环境确定价格，有偿使用，有利于人们珍惜资源，避免浪费，有效开发，有利于保护环境和废弃物资源化（二次利用）。

但是，在很长的时间里人们一直认为地球上的资源是无限的，可以任意索取，随意开采无偿使用。正是这种自然资源无价的观点，导致了对自然资源的无偿占有、掠夺性开发和浪费使用，以致造成自然资源损毁、生态破坏和环境恶化。例如，1952—1987年我国国民收入增长8.6倍，而能源消耗增长14.88倍，有色金属消耗增长23倍，铁矿石消耗增长24倍。不仅资源的开发利用随着经济的增长而成倍增长，而且与经济发展相伴随的环境污染也越来越严重。仅以1990年与1985年相比，废水排放量增长8%，排入大气的二氧化硫增长14.7%，工业固体废物产生量增加25.2%。每年环境污染所造成的经济损失近千亿元，约占国民生产总值的6.75%。间接损失更加惊人。无数的事例说明，我国资源产业规模相对萎缩、基础原材料产品短缺、加工企业过热膨胀，是与资源无价的错误观念密切相关的。

#### （二）现行国民经济核算体系的缺陷

环境资源是经济社会发展的物质基础，储备的资源也是财富。一个国家的富裕程度，不应仅用国民生产总值来衡量，还应用资源储备来衡量。就像我们说一个家庭富不富，不能光看他每月有多少收入，还要看他有多少家底一样。可是，我们现行的国民经济核算体系，是只注重经济产值及其增长速度，而忽视资源基础和环境条件。这是造成人们单纯追求产值、互相攀比速度，而不顾资源损毁和环境恶化的重要根源之一。沿着这条路子走下去，一个国家可能耗尽其自然资源，严重破坏和污染其生态环境，而国民生产总值随着资源的丧失反而稳步上升。但是，这种国民生产总值的上升是以原有资源大量消耗为代价取得的。结果，可能是总产值的增加部分还抵不上其原有资源的消耗部分，国民经济处在纯亏状态；也许总产值增加部分大于原有资源的消耗部分，但扣除原有资源损耗部分，实际国民经济增长速度并没有像总产值增加的速度那么大。正如一个农民，他为了建造一所房子筹措资金而砍掉自己的一些树木出售，他私人的帐本上就会记下新增资产房子和旧有资产树木的损失。有得有失，一清二楚，这是十分合理的。但是按照现行国民经济核算体系，国民生产总值不仅因为房子的获得而增加，而且还因为树木的砍伐而增加。因为砍树也是一个生产过程，是要计算产值的。结果，一方面是国民生产总值的虚幻增加，另一方面是自然资源的持久减少、生态的破坏和环境的恶化。即经济增长的同时伴随着日益严重的资源基础不断削弱、生态破坏、环境污染。这种现象，称之为经济发展中的资源空心化现象。

用一组指数便可以形象地说明上述虚假繁荣的现象。假设我们选定一个基期年并令该年的国民经济指数为  $G_0 = 1$ ，下一年的净变化量为  $G$ ，则第二年国民经济指数为  $G = (G_0 + G) / G_0$ ；同理，环境资源指数为  $E = (E_0 + \Delta E) / E_0$ 。再设环境经济指数为  $\eta = E/G$ 。由于国民经济不断增长， $G$  总是大于 0，而环境资源不断恶化， $\Delta E$  总是小于 0，所以，总是  $G$  大于 1， $E$  小于 1，而  $\eta$  就更小于 1。若干年下来， $G$  便构成一条向右上方倾斜的曲线， $E$  则是向右下方倾斜的曲线，而  $\eta$  是向右下方比  $E$  下降更厉害的曲线（图 2—1）。长此以往，国民经济虽然不断增长，但其环境资源基础却不断削弱。到达一定程度（如 A 点）后，环境经济指数逐步向 0 趋近，国民经济就会崩溃， $G$  便出现急剧下降趋势。

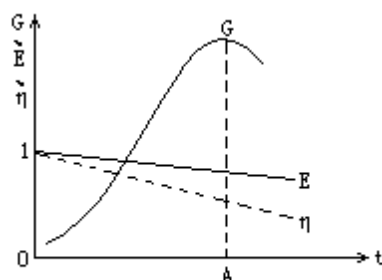


图 2—1 环境经济指数趋势示意

长期以来，我们在理论上总认为没有劳动参与或不能进行市场交易的资源、生态、环境都没有价值，可以任意取用和浪费，不必对其进行什么核算，从而引导人们单纯追求经济产值及其增长速度，结果必然导致乱挖滥采，乱捕滥猎、杀鸡取卵、寅吃卯粮的掠夺性开发和吃老本的粗放经营等等，最终动摇、削弱了经济社会发展的根基。

### （三）自然资源产权模糊

长期以来由于自然资源的产权模糊，形成自然资源似乎无价值，可以无偿使用，从而造成乱砍、乱挖、乱采、滥捕，自然资源受到严重破坏。自然资源是国家的资产，要实现资源产业化，对其实物量 and 价值量进行清查，建立核算体制，并加强管理。要把资源产业的发展作为我国基础产业的基础来抓，要抑制资源需求过旺势头，要把合理开发资源做为一项基本政策；要转变资源产业发展的经济运行机制，变资产无价为有价，变资源无偿使用为有偿使用，把资源产业纳入有计划的商品经济轨道，促使资源产业良性循环；资源产业的所有权和经营权应分离，产权归国家所有。国家应建立相应的管理机构履行对自然资源统一管理职能，实行资源开发监督管理。国家通过资源法规、资源开发利用规划和必要的行政手段，对资源产业实行宏观调控。

经营权可分散到有关开发部门或企业，它们应按市场经济规律办事，不断增加对自然资源的投入、保护和增殖，保持并扩大自然资源总量和供给能力，以满足当代人和后代人在经济社会发展中对自然资源日益增长的需求，保证经济社会长期持续稳定地发展。

## 二、人口一度失控

在社会经济迅速发展，人民生活水平不断提高的情况下，人口数量有一定程度的增长应该说是一种正常的情况，但是由于在相当长的时期内没有充分认识到我国人口问题的严重性和紧迫性，导致人口政策上的多次重大失误，造成了目前人口基数极为庞大，有生育能力年龄人口比重过大，人口增长惯性难以控制的局面。

### （一）空前庞大的人口基数

我国人口的特点是：

#### 1. 绝对数量大，总量增长迅速

1949年我国人口数量为5.4亿，新中国人口的发展就是在这么一个庞大的基数上开始的。由于长时间的社会稳定，加之激励人们多生育的社会经济基础，人口总量增长起来。1994年12月5日，祖国大陆迎来了12亿人口日，从而超过目前世界人口总数的1/5。在建国不到46年的时间里，大陆人口增加了6.6亿，人口数量是建国初期的1.2倍。

12亿人口给我国社会的粮食、教育、住房、就业等带来了全面紧张，对资源的巨大需求和对环境压力，使人口、资源、环境之间的关系变得极为脆弱，更严重的是从1986年起人口增长数量不仅越过国家年度人口控制界标，而且高出“六五”期间的平均增长率，这种恶化态势已为国内外所瞩目。

#### 2. 年龄结构轻，向老龄化发展

在前三次人口普查中，我国人口的年龄结构是15岁以下未成年人口总量超过人口总数的1/3。1990年第四次全国人口普查表明：15岁以下未成年人口占人口总数的27.7%，是典型的年轻型人口结构。人口年龄构成轻，进入和将进入婚育年龄的人口特别多，这意味着未来一个时期内人口的增长速率仍然是很高的。

另外，值得注意的现象是，第四次人口普查时，60岁以上人口达8.59%。上海、北京等大城市已经进入老龄化社会。无论是年龄结构轻，还是老龄化都将增加社会负担，影响经济的发展。

### 3. 农村人口比重大，大城市人口膨胀过快

我国是一个农业大国，农村人口占全国总人口的 78%左右。这样多的农村人口，必然造成对土地等自然资源的巨大压力，同时农村一般文化教育和医疗卫生事业不发达，因而人口素质较低，这些都将给国家现代化带来很大困难。

在人口分布中另一个值得注意的问题是大城市膨胀过快，人口的高度密集，给城市经济发展，社会安定，环境治理和人民身体健康带来一系列不利因素。

### 4. 人口分布不均衡，东西部差异大

从平面分布看，东南部面积占全国总面积的 43%，而人口则占 94.1%；西北部面积占全国总面积的 57%，人口却只占全国总人口的 5.9%。在各区域内部，人口分布也很不均衡，东南地区人口主要集中于长江中下游、珠江三角洲、潮汕地区，成都平原以及华北、辽河平原等地区。西北地区人口也主要集中于农业生产条件较好的河套平原及绿洲地带。

我国人口地理分布不均衡状况同世界人口分布的情况基本一致，即由沿海到内地，由平原向山地、高原人口逐渐稀疏，这是由人类生存对环境的要求所决定的。同时，这种分布趋势也是与经济布局相适应的。社会经济发展和人口分布的明显的地域差异性，必然导致环境问题的复杂性和多样性。

## （二）人口失控带来的环境问题

人口过快地增长是造成资源过度消耗、粮食短缺、环境恶化的基本原因。我国庞大的人口数量通过对粮食、衣着等基本生存条件的巨大需求转化为对农业资源的沉重压力，通过对工业产品的大量需求而导致对矿藏、森林、草原、海洋等资源的过度开发，这一切过程又都转化为对环境质量的严重损害。

人口增长对资源产生的巨大压力表现在：

### 1. 资源的开发利用处于超负荷的状态

为了维持不断加大的人口所需基本生活条件，首先是对农业自然资源需求大幅度上升。以耕地资源为例；很多国家“一年种，二年闲”就可以满足对粮食和农副产品的需求，这种耕作方式对保持土壤肥力，永续利用耕地十分有利。但是在我国，由于人均耕地面积少，人口数量多，对粮食和农副产品的需求始终居高不下，人地矛盾十分尖锐，不仅采用休闲耕作方式根本不可能，而且还要继续提高现在已经很高的复种指数方能满足人们对农副产品的需求。高强度的利用土地，如没有以高投入为前提，必然造成土地肥力的下降。近 10 年我国年人均粮食拥有量一直没有超过 1984 年的 392 公斤。从 1984—1993 年 10 年间粮食增长近 5000 万吨，而人口增加了 1 亿多，粮食增长赶不上人口增长的速度。虽然，有限的土地资源是粮食增长的制约因素，但人口爆炸性增长，是造成人均粮食占有量不能增加的根本原因。

由于人口的增长，人均耕地面积已由建国初期的 0.2 公顷，减少到 0.083 公顷。人地矛盾首先在农产品供需不平衡上反映出来，而农产品供需不平衡又首先在粮食方面表现出来。这是因为，从维持人们生存的角度来说，粮食是所有农产品中效能最高的农产品，其他任何农产品都抵不上粮食。所以，在人地矛盾尖锐时，人们首先要挤掉其他作物，保证粮食生产，导致单一种植粮食的局面出现；当人均粮食拥有量下降时，说明人地矛盾已经发展到了

一个更为严重的新阶段。

解决因人口膨胀而增加的粮食需求，出路有两条：一是在现有土地上进行高技术的集约化经营，不断提高人类对生物和环境的控制能力，建立一个更高水平的人与土地之间的协调平衡关系。一是毁林、毁草开荒，增加耕地面积，实现粮食的供需平衡。

选择哪一条道路，不取决于人们的主观愿望，而取决于经济、科学技术的实力和人口素质。我国的经济实力薄弱，向土地投入的物质和能量少，农业的自我调节能力低；加上科学技术的落后，单产不可能在较短的时间内出现巨大的飞跃。于是，为了解决温饱问题，人们不得不选择通过开荒扩大耕地面积的方式来增加粮食产量这后一条途径。我国人口增长最迅速的地区恰恰是经济比较落后、交通比较闭塞、生态平衡十分脆弱、自然灾害比较严重的半干旱和干旱地区，如山西、陕西、甘肃、宁夏、内蒙、青海、新疆等省区。这些省区 1990 年的人口自然增长率分别为：山西 15.98‰，陕西 16.96‰，甘肃 14.48‰，宁夏 18.82‰，内蒙 13.98‰，青海 16.87‰，新疆 18.62‰，均超过全国人口自然增长率。为了解决吃饭问题，迫于无奈只能开辟那些自然条件较差、生态系统脆弱的边际土地如陡坡地，沙荒地、林地、草原等。这样做的后果势必使水土流失加重，土地沙漠化蔓延；土层日见瘠薄，土壤肥力递减，生态平衡失调。更严重的是随之而来的自然灾害频繁发生：泥石流、山洪、沙暴等不断危及人们的生活和生产。这样，陷入了人口增长

开垦新地 破坏植被 土地退化 单产下降 再垦新地 人口继续增加的恶性循环（见图 2—2）。它将导致两个后果：愈穷愈生，愈生愈穷；愈穷愈垦，愈垦愈穷。这种恶性循环，不仅影响本地区的生态环境，而且还会影响周围、特别是江河下游地区的生态环境。

人口对各种资源所产生的沉重压力造成了生态环境严重破坏的后果，在我国中西部地区尤为严重。

## 2. 环境污染加剧

在相同的社会经济条件和生活水平下，人口增加，对食物、水、能源、其他生活资料以及生产资料的需求也相应按比例增加；与此同时，规模不断扩大的生产过程所产生的废水、废气、废渣等也成比例增加。这清楚地表明，人类的生产和生活活动是造成环境质量恶化的根源，并且这种恶化的程度还要随着人口的增加而加剧。不仅如此，随着经济的发展，人们的消费水平也在不断提高，享受型的消费将大量增加消费品，这意味着向自然界索取的各种自然资源和向环境中排放的废弃物的数量更多。以矿产资源为例，从 18 世纪到 19 世纪，世界消费水平增长了 9 倍，从 1901 年到 1970 年的 70 年间，世界消费水平却增加了 11.5 倍。人类物质财富的增长是以消耗巨大的资源为代价的，这种对资源和环境的破坏性，并不亚于人口增加所带来的破坏，甚至更有过之。二者综合作用的结果，将使资源和环境的破坏呈加速度进行。

人口急剧增长，推动了劳动力供给人口的急剧膨胀，从而突出了劳动力供给与劳动力需求的矛盾。特别是在广大农村出现的大量的剩余劳动力一方面涌向城市，增加了城市基础设施的负荷，严重影响了城市环境质量的改善；另一方面，在城市无力吸收和容纳的情况下，又大量进入了乡镇企业；这两种情况都对我国城乡环境状况产生了极为不利的影响。

据统计，近年来，我国“三废”排放总量中绝大部分来自人口密集的东南部地区。在国土面积不到一半的东南部地区的土地上承载着 90%以上的污

染负荷（表 2—7），这表明，在一定的社会经济条件和生产力水平下，人口密度与污染负荷存在着密切的正相关关系。

表 2—7 1989 年中国东西部污染物排放量的比较

项 目	西部地区		东部地区	
	排放量	比重（%）	排放量	比重（%）
工业废水（亿吨）	9.3	3.7	242.7	96.3
废气总量（亿立方米）	6.302	7.6	76760	92.4
二氧化硫（万吨）	112.9	7.2	1451	92.8
烟尘（万吨）	117.1	8.4	1280.9	91.6
工业固体废物（万吨）	788	15.0	4477	85.0

资料来源：曲格平、李金昌：《中国人口与环境》，中国环境科学出版社 1992 年版，第 176 页。

人口政策的失误，使我们背上了一个甩不掉的沉重包袱。失控的人口引发了人口、资源、环境之间的严重失衡，导致对有限资源的高强度开发利用和生态环境的破坏。

### 三、资源开发利用缺乏合理性

不合理地开发和利用自然资源，主要表现在以木材利用为中心的营林思想：盲目滥垦草原，超载过牧；酷渔滥捕和对耕地的重用轻养、矿产的无序开采等方面。

#### （一）以木材利用为中心的营林思想留下了巨大的森林赤字

以木材利用为中心的营林思想主要表现在把林业当成采掘业，在计划物资、财务、价格等林业管理体制里以木材生产为目的；在制定林业发展目标时，主要是木材生产目标；在向重点林区建设进行投资决策时，也以生产多少木材作为唯一依据；将建设林区的全部内容理解为仅仅是形成木材采运能力的建设，将建设林区变为采伐林区的同义词，将开发林区变为开发森林。在日常经营决策，主要考虑能否完成木材生产的“硬”任务，而完全忽视森林的更新和培育，这样每年采伐量大大超过生长量，结果是使森林失去再生能力，把浩瀚的林海变成光秃秃的荒山。第四次全国森林资源清查（1989—1993 年）与第三次全国森林资源清查（1984—1988 年）的结果相比，用材林中成熟林蓄积量减少了约 2 亿立方米，平均每年出现的森林赤字为 5473 万立方米。由于单纯追求经济效益，一些蓄水保土效益好的阔叶林被毁掉了，出现了毁杂造杉，毁阔叶林造针叶林的现象，致使森林发生逆向更替，多林种、多树种变成了单林种，单树种，多层林变成了单层林，森林的自馈能力下降，生态效益减弱。掠夺式的营林思想还表现在产品销售上，只计采伐成本，不计森林资源消耗的成本，使营林生产长期欠帐。我国森林资源每年产出总价值为 610.1 亿元，投入仅为产出的 1.1% 左右，而在这 1.1% 的投资中，采伐一般占 70% 多，营林仅仅占到 20% 多。由于营林更新造林资金不足，采伐迹地造林越来越少。此外，即使造了林，由于管理不善，树木成活率很低，经常出现“造林不见林”的状况。60 年代以来的 30 年间全国人工造林 0.9

亿公顷，实际保存面积只有 0.28 亿公顷，保存率仅 30.6%。由于森林的更新跟不上采伐，我国森林面积，特别是原始森林资源急剧减少。

以木材利用为中心的思想还表现在只顾完成木材生产任务，而不顾木材的大量损失浪费。例如在林木采代过程中，采伐、选材和加工中有大量剩余物（简称“三剩”），如能充分地利用起来则可节约许多木材。目前我国“三剩”的利用率只有 10%左右，而国外已经达到 40%—50%。为了充分合理利用森林资源，必须大力开展木材综合利用。以刨花板来说，1.3 立方米的碎次材可以生产 1 立方米刨花板，1 立方米刨花板可以代替 3 立方米原木；用 2.8—3.3 立方米的小次材可以生产 1 立方米纤维板，而 1 立方米纤维板，可以代替 5.7 立方米木材。开展木材的综合利用，从更深更广的层次上利用森林资源，不仅可以缓解木材的供需矛盾，而且可使木材增殖。

以木材利用为中心的林业经营体系难以使森林发挥在陆地生态平衡中的主体作用。森林具有保持水土、涵养水源、防风固沙；调节气候、保护农牧业生产、维持生态平衡、美化和绿化人类环境等多种功能。日本政府 70 年代初，曾对林业的“绿色效益”进行调查，在总价值中生态效益的价值占 93%，直接经济价值只有 7%。美国的科学家也认为，森林的生态效益与经济效益之比为 9 : 1。我国山西省林业部门计算，森林社会生态效益与经济效益之比为 10 : 1。但是，我国长期以来对森林的生态效益不够重视，只开发森林多种功能中的一个功能——木材，其结果是出现以下两个恶性循环：

一是森林集中过伐 森林资源减少 限制计划内产量 木材供应不足 计划外采伐量不断增加 造成更大规模的集中过伐，其结果是森林资源愈砍愈少。

二是森林面积愈来愈少，质量愈来愈低 生态平衡遭到严重破坏 自然灾害频繁 农业产量不稳，农产品严重不足 毁林开荒 森林面积进一步减少……如此循环往复，森林资源不断减少，生态环境持续恶化，这就是由木材生产为中心的思想带来掠夺式利用森林资源的恶果。

## （二）盲目滥垦和超载放牧，草原破坏严重

在相当长的一段时期内，牧区和半牧区“以牧为主”的方针受到干扰，片面强调“牧区向农区过渡”以及各地区都应“以粮为纲”。在这种错误方针指导下，牧区为了做到粮食自给，将大约 2700 万公顷的草原开垦，改作粮田。我国草原大部分都分布在内蒙、新疆等干旱地区，年降雨量在 400 毫米以下，不适宜作物生长。从降水分布状况来看，如果没有灌溉，草原开垦后，不仅作物生长不好，反而会引起大面积的草原沙化。例如，内蒙的伊克昭盟累计开垦近 70 万公顷草原，结果沙化面积由 150 多万公顷扩大到 450 多万公顷，沙化土地占到这个地区草原面积的 80%。宁夏盐池县由于开垦草原，沙化面积增加近 2 倍。据有关部门的资料显示，开垦草原 1 公顷将造成 3 公顷的沙化土地。开垦草原的结果是大风和沙暴加剧，生态环境恶化，造成“农业吃牧业，风沙吃农业”的严重恶果。牧草是畜牧业的物质基础。在一定条件下，单位草原面积的载畜量是一定的，如果牲畜头数过多，草原会因超载放牧而引起退化和沙化。我国多年来是将年末存栏数作为畜牧发展好坏的主要指标，而对出栏率、商品率和畜群周转率重视不够，结果造成不考虑草原生产力，盲目增加牲畜头数，导致严重的超载放牧，不但不能达到发展畜牧业的目的，反而损害畜牧业的发展。据我国北方 10 个牧业省区统计，1978

年大小牧畜总存栏数为 8666 万头，比 1949 年的 2916 万头净增 5750 万头，平均每头混合畜占有可利用草场面积由 1949 年的 7.6 公顷下降到 1978 年的 2.7 公顷。有的地方甚至 0.46—0.52 公顷就养一头羊。内蒙古草原的理论载畜量为 6949 万绵羊单位，如果按草场 60%—70% 利用率计算，理论载畜量为 4837.5 万绵羊单位。而目前全区每年维持着 7000 万绵羊单位，超过理论载畜量的 45%。由于大多数牧区草场普遍超载放牧，不仅不能实行季节牧场的轮换放牧制度，反而常常是终年在一处放牧，从早春牧草萌发开始吃到第二年早春，造成草场质量下降和草原退化。例如，呼伦贝尔盟新巴尔虎旗莫勒格尔河沿岸，50 年代时草层高度达 60 多厘米，每公顷鲜草在 6000 公斤以上，其中禾草占 70%，而现在以禾草为主的原始植被已经消失，禾草只占 10%—20%，草高仅 10 多厘米，产量降至 1125—2250 公斤/公顷。目前全区约有 1/3 的草原退化。草原退化以后，植被种类成分及其生态环境条件也会发生一系列变化。在严重退化的地段上，草原上原有的建群种已消失，取而代之的是牲畜不食的一些毒、杂草。多年生牧草消失了，一年生杂草大大增加。由于多年生牧草减少和草层覆盖度变小，草原地区的气候出现干旱化，土地沙化。

草场退化，牧草质量下降，明显影响着畜牧业的发展。牛羊经常处于半饥饿状态，产肉量和产毛量都大大降低。我国草地资源拥有量，大体与美国相似，可是草原畜牧业经营水平和肉奶、皮毛的产量两国却相距甚远。美国草原畜牧业每年提供的牛羊肉 90 亿公斤，占全国肉类总产量的 70% 左右。而我国草原畜牧业所提供的牛羊肉，在全国肉类总产量中只占 10%。

我国草场普遍退化的另一个原因是国家对草原的投资甚少，国家每年投入于草地建设的资金不过 1 亿元，平均每公顷草地为 0.3—0.4 元。这少得可怜的钱，大部分还都用于救灾和支持基建项目，广大草原实际上长期没有投入。

这种掠夺式利用草地资源的后果是严重的，它造成全国草原普遍退化、沙化和盐碱化，畜牧业生产水平极低而且不稳定，从而影响到国民经济的发展。

### （三）过度捕捞，海洋渔业资源受到严重破坏

我国的海洋渔业从 60 年代末期以来，由于捕捞强度过大，捕捞量虽然逐渐上升，但质量却大大下降，传统的优质经济鱼类的比例逐渐减少，低质小杂鱼的比例增多。出现这种情况的原因，从根本上说是由于对海洋生物资源的生长发育和生态规律缺乏认识。不能进行科学捕捞，实行捕捞与养殖结合，错误地认为海洋渔业就是海洋捕捞，渔业资源是取之不尽、用之不竭的；又认为“有水就有鱼，增船就增产”，因此把发展海洋渔业生产等同于增加捕捞工具，加大捕捞强度，结果必然造成了渔业资源的枯竭，产量下降，特别是优质鱼种产量的下降。例如，60 年代渔船吨位增加 43%，马力增加 3.8 倍，但即使按最高年份计算，捕捞数量也只增加 13%。随着渔船的增加，作业方式也从原有的拖、围、流、张、钓等多种作业，逐渐演变为以底拖网为主的较单一的作业，使近海渔业资源朝着低龄化、小型化、低质化方向演变。原来的优势鱼种，大小黄鱼、带鱼、乌贼即通常所说的四大经济鱼种自 1960 年以来都衰退得十分迅速，特别是大、小黄鱼的产量显著下降，已不能成为主要的捕捞对象。

据估算，我国近海渔业资源最佳年可捕量为 280—330 万吨，现在已达到



400 多万吨，因而引起渔获物组成和种群生态发生恶性变化，目前这种变坏趋势仍在发展。由于市场对水产品需求量和渔价上涨，近海捕捞仍然失控，大大超过生物资源的再生能力。近年来由于黄海、渤海的渔业资源破坏严重，已经形不成鱼汛。辽宁、河北、山东、江苏、浙江、福建、上海六省一市的大量渔船集中在舟山地区，争捕经济鱼种，加上使用现代技术和捕捞工具，给这一地区的渔业资源带来毁灭性的灾难。他们不分鱼类的生长阶段，把幼鱼、小鱼都打了上来；还盲目地提出哪里有鱼哪里捕的口号，不分时间和地点地“主动出击”，捕杀了大量的产卵亲鱼，仅普陀县小黄鱼的产量，就由 1957 年历史上最高年产量的 58 万担降到 1985 年的 1.2 万担，其中还包括有许多大黄鱼的幼鱼。对海洋渔业资源的保护已迫在眉睫。

掠夺式的资源开发利用绝不仅仅限于森林、草原和渔业等方面，除此之外还表现在开采矿产资源时盲目追求矿石产量，而不计开回来采率，采矿贫化率和选、冶、加工的回收率等等。这不仅破坏了当代人的生存环境和经济发展的后劲，也给我们的子孙后代留下一个满目疮痍的生存环境。

#### 四、经济发展与环境建设的不协调

我国自建国以后，经过 3 年国民经济恢复时期，从 1953 年就开始了大规模的经济建设，每年国家都集中了大量财力、物力、人力用于经济建设，这是非常正确的。因为社会主义国家的根本任务就是要大力发展生产力，就是由社会主义基本经济规律的要求所决定的，一切经济活动的最终目的都是为了不断满足人民群众日益增长的物质和文化生活需要。在我国这样一个经济比较落后的国家中，要达到产品极大丰富，必须使生产和技术水平不断提高，保证生产力不断发展。一方面是量的扩大，即增加生产能力，运输能力和生产性设施；另一方面是质的提高，即不断用先进技术装备改造国民经济各个部门，使产品不仅是在数量上获得增长，而且在品质上也要不断提高。我国是在贫困和落后的基础上建立起社会主义制度的，我们面临的任务是迅速将我国建成社会主义现代化强国。为了在经济方面迅速赶上发达国家，建设速度是一个重要问题。基于这种心理，在建设初期特别是 50 年代中后期，我们急于求成，片面追求经济增长的高速度。为此，计划安排的基本建设项目过多，生产能力增长过急，以过大的基本建设规模来保证经济高速增长，最后导致经济发展速度超过了国家能够提供的财力、物力和技术力量，造成材料、能源、资金全面紧张，通货膨胀，财政赤字、物价上涨，难以为继，以致不得不紧缩、调整、整顿，整个国民经济总是处在周期性的波动中，最终影响经济发展速度和人民生活的改善与提高。

我国目前由于科学技术落后，经济发展还处在大量消耗资源的粗放型生产模式。在这种生产模式下，经济发展得越快，就意味着向生态环境索取的资源越多，向环境排放的废物也越多，也就是说，这是以牺牲环境和资源为代价来换取经济增长的。如果我们不能及时认识到这种高速增长对环境的破坏，长此以往，将给我们当代人和子孙后代带来无穷的后患。

历史上 we 有过这种惨痛的教训。最为典型的事例就是从 1958 年开始的 3 年“大跃进”。当时我国实行了一条急于求成，单项生产指标（如粮食、钢铁）突进的经济冒进战略。以高指标、瞎指挥、浮夸风、“共产风”为主要标志的极左错误思想在全国严重泛滥，使国民经济陷入了严重困难的境地，国家和人民遭受了重大损失。

与此同时，它还给物力、财力、人力造成极大的浪费，资源、生态和环境受到严重破坏。仅以钢铁为例，1958年生产合格钢只有800万吨，在1396万吨生铁产量中，土铁达416万吨。而绝大部分土铁、土钢质量很差，难以加工和使用，白白浪费了许多资源。在生产这些土铁、土钢的过程中，大量砍伐树木，过量开采矿石，造成滥采、滥伐和滥挖，这不仅严重地破坏了森林资源、生物资源和矿产资源，而且还破坏了许多地方的地貌和景观，给生态环境带来一系列的影响，在此后的十几年，甚至几十年内也难以恢复。

在“大炼钢铁”，“大搞群众运动”的方针指导下，“小土群”小高炉，土法炼铁、炼钢的群众运动遍地开花。这些设备简陋、任意布点的小工业群，造成极严重的环境污染。工业“三废”任意排放，许多地方出现浓烟弥漫、污水肆溢，渣滓遍野的局面。这种冒进战略违背了经济规律和生态规律，尽管只有3年时间，却给我国经济和自然资源、环境带来一次全国范围的浩劫。

社会物质生产所需要的物质材料、能源都来自自然界，各种生产所产生的废弃物又都排放于自然界。特别是在我国经济还处于资源消耗型的粗放生产模式中，每生产一个单位的产品都要比资源节约型的集约生产模式所消耗的资源 and 能源要多得多，而排放于环境的污染物也要多得多。从50年代初到80年代中期的30多年中，社会总产值增加了15倍，人口增长了1倍，向大气中排放污染物增加了100多倍。也就是说社会总产值增长1倍，污染就要增加6—7倍；人口增加1倍，污染增加100倍。这种以牺牲环境为代价的高速经济增长，可能在一段时间里会出现令人陶醉的繁荣，但它的背后却在酝酿着一场更大的危机。因为它破坏了经济发展的物质基础——资源和环境。当人们从经济繁荣的喜悦中清醒过来的时候，会看到自己生存的空间却被破坏了，而且要治理这些破坏了的环境需要花费比当时防治高出几倍，甚至十几倍的费用。这个代价是高昂的。经济的高速发展要与环保投资的增加同步发展。改革开放以来，在警惕超高速发展和逐步增加环保投资方面，都有了明显的进步。但经济过热的阴影仍时有出现，环保治理投入仍然不足。1973—1980年环保投资为5.04亿元，“六五”期间增加到169.6亿元，占同期国民生产总值的0.56%，到“七五”期间有了较大增加，环保增至477.4亿元，占同期国民生产总值的0.71%，“八五”期间治理污染的投资大约占到同期国民生产总值的0.8%。虽然我国的环保投资逐年增加，但与发达国家环保投资占国民生产总值的2%—4%相比差距仍然很大。目前，我国环境污染虽然没有随着经济翻番而同步相应恶化，局部还有所改善，但从总体来看，环境仍在继续恶化，形势非常严峻，在某些方面已经接近甚至超过工业发达国家五六十年代公害泛滥时期的污染程度，对此必须要有清醒的认识。严重的污染情况主要表现在：一是大气污染日趋严重，在全国500多座城市中，大气质量符合国家一级标准的不足1%。1993年二氧化硫排放量大于1700万吨，位居世界第一位，二氧化碳和氟氯烃的排放量居世界第二位。二是水域污染不断加剧，全国每年排放污水360亿吨，其中生活污水占一半，95%未经处理直接排入江湖。三是城市垃圾日见增多，全国每年生产垃圾8000万吨，垃圾围城愈演愈烈。四是噪声污染普遍超标。我国经济发展虽然起步较晚，但环境污染程度已超过美、日等发达国家，这样的发展是很难持久的。

到2000年要基本控制我国环境继续恶化的势头，必须提高污染治理的投入。据许多专家研究，必须将环保投资提高到占同期国民生产总值的1%—1.5%，即1990—2000年环保投资要达到2200—3000亿元，才有可能实现预

期的目标。从国外经验看，将污染治理的投入由目前的 0.8%逐步提高到 1.5%，不会影响我国经济的持续快速健康发展。即使对经济发展速度稍有影响，但为经济持续稳定的发展也是必须这样做的。

### 第三节 挑战与机遇并存

#### 一、传统发展模式受到挑战

在已经或基本实现工业化的发达国家中，其经济发展模式是由两个机制来维系的。首先是由对生活资料的高消费来刺激经济的高速增长；其次是用对资源（尤其是不可再生资源）的高消耗来支撑经济的高速增长。这是一种以高投入、高消耗为其发展的基本途径，以高消费、高享受为其发展目标和动力的发展模式，它在给人类社会创造了巨大的物质财富的同时，却又给人类造成生存与发展的多重危机。

第二次世界大战以后，出现了一系列新独立的发展中国家。这些国家都把推进本国的工业化进程当作基本国策，把加速经济增长视为最紧迫的头等任务，普遍实行了赶超发达国家的发展战略，即以追求国民经济生产总值高速增长为中心的传统经济发展战略，走通过高投入、高消耗来支撑国民经济生产总值高速增长的发展道路。但是，实行这一发展战略的结果，却出现了“有增长，无发展”的现象，其中一些国家还陷入经济社会与生态环境循环恶化的境遇之中。

这一切都表明，传统经济发展模式已走到了尽头。人们已经看到，现代发展如果继续沿着这种“高投入、高消耗、高消费”传统发展模式走下去，将会导致毁灭人类的生存与发展的严重后果。

我国过去的许多年所实行的经济发展战略，在实质上也是以追求国民经济生产总值高速增长为中心的传统经济发展战略，并借助于高度集中的计划经济体制来提供实现赶超发达国家的工业化的必要条件。在这种发展战略和经济体制下，就只能采用数量粗放型的经济发展模式。投入多、消耗高、产出少、质量差、浪费大、污染重、效益低成了这种经济发展模式的突出弱点与不治之症，从而成为我国长期以来经济发展中一切矛盾和困难的焦点。

80年代以来，随着我国经济改革的进展，经济发展战略发生了重大转变。在经济发展战略指导思想上，企图改变过去片面追求高速增长为中心的发展战略，制定包括经济、社会、人口、资源、环境、生态在内的持续稳定协调发展的战略方针，努力推进由数量粗放型向质量集约型的转换。可是，后来的经济发展实际表明，这个转换基本没有实现，传统发展模式仍旧处于主导地位，仍旧在低技术水平、低结构水平和低管理水平的基础上，不得不以消耗高于发达国家几倍的资源、能源来维持庞大的国民经济体系和落后的经济发展模式。以下的统计数字可以表明这种状况：1989年与1952年相比，国民收入增长11.38倍，而钢材消耗增长28.21倍；能源消费量增长17.91倍，都大大超过国民收入增长的倍数。如将其中1985年与1953年相比就更为明显，国民收入增长9.6倍，而能源、铁矿、有色金属的消耗却分别增长14倍、24倍和23倍。1981—1989年间国民收入增长率为355.88%，全社会投资增长率为454.23%，产出系数只有0.783%，还不到一个百分点。

单纯追求国民经济生产总值的传统发展战略还表现在对产品质量的漠不关心。1990年上半年全国重点企业的产品质量稳定提高率由1989年同期的73%下降为66.7%；市场抽查商品合格率为55%，与工业发达国家98%的工业品合格率相差很远。根据国家技术监督局的抽查结果，从1985—1990年，企业中不良品（包括废品、次品和返销品）的损失率约为产值的10%—15%，仅

以 10% 计算，每年因产品质量差而造成的损失就达 1 000—2 000 亿元。这不仅是经济的损失，也是资源的浪费。

近年来，我国增长率均在 10 个百分点以上（1992 年和 1993 年分别是 12.8% 和 13.4%），这样高速增长主要是靠投资需求所拉动，也就是说，它是高投入为代价的。面对当今世界出现的人口、资源、环境等诸多问题的威胁，面对工业化国家已开始将其经济发展战略转向资源集约型的形势，传统经济发展模式从来没有像今天这样受到如此激烈的挑战。

## 二、抓住发展战略转变的机遇

### （一）持续发展是时代的最强音

80 年代伊始，为了解决当代人类面临的三大挑战：南北问题、裁军与安全、环境与发展，联合国大会成立了由当时西德总理勃兰特、瑞典首相帕尔梅和挪威首相布伦特兰为首的 3 个高级专家委员会，分别发表了《共同的危机》、《共同的安全》、《共同的未来》3 个纲领性文件。3 个文件不约而同地得出了为克服危机、保障安全和实现未来都必须实施持续发展战略的结论，一致指出“持续发展”是 21 世纪不论发达国家还是发展中国家正确处理与协调人口、资源、环境、经济相互关系的共同发展战略，是人类求得生存和发展的唯一选择。由于“持续发展”关系到当今人们的生产和生活，关系到人类的生存和发展，关系到经济的持久增长，关系到社会安全繁荣，这一战略一经提出立即引起了国际社会的重视与关注，被各国政府和各国际组织接受和加以传播。

持续发展的主体是人的全面发展。这种战略的最终目的是要实现人类发展的全面需求，即物质需求、精神需求和生态需求。持续发展否定了把经济发展作为发展的唯一目标，把国民生产总值增长作为衡量发展的唯一尺度，把自然环境作为取之不尽的“资源供奉者”和存放废物的“垃圾桶”的传统发展思想和战略，强调发展既是经济持续，又是生态持续和社会持续等多元持续发展。持续发展强调当代人在追求当今发展的同时，要努力做到使自己的机会与后代人的机会相等。所以，持续发展的实质，是为了解决经济社会发展需求的无限性与自然资源供给能力有限性之间的矛盾。

持续发展与传统的发展战略是相对立的，是在对传统发展思想进行深刻反思基础上的彻底否定。由于传统发展战略是以高投入、高消耗为其发展的重要手段和途径，以高消费、高享受为其发展的目标和推动力，因而片面强调发展的经济目标，经济发展速度和发展数量，忽视对资源的保护与污染的防治以及人口、生态、资源与发展之间的协调，最终导致严重的生态危机，如气候变暖、臭氧层破坏、酸雨污染、土地沙漠化、生物物种锐减、海洋与淡水资源的污染等。同时，传统发展战略使国家之间的差距日益拉大，发展中国家依然面临着贫困、饥饿、疾病和文盲等困境。然而，持续发展追求的不仅仅是几个地方或几年内的发展，而是在整个地球从现在到将来的持续发展。这种思想和声音在 1992 年 6 月召开的联合国环境与发展大会上成了时代的最强音，并在会议发表和签署的五个重要文件和协议中得到了全面系统地体现。

### （二）改革开放带来了活力

1978 年 12 月中国共产党召开了十一届三中全会，作出了把工作重点转

移到社会主义现代化建设上的战略决策，这是具有历史意义的转折。这一转折也把我国的环境保护事业带入了一个新时期。

在贯彻执行改革开放、搞活经济的政策以来，国民经济进入了高速发展时期。1990年同1980年相比，国民生产总值由4470亿元增加到17400亿元，国民收入由3688亿元增加到14300亿元。按可比价计算，从1980年至1990年，我国国民生产总值和国民收入的平均年增长分别为9.6%和8.7%。从国民经济总量说，我国1986年居世界第9位，1988年居世界第8位。这一时期，我国的整体经济实力的增强是极为明显的。由于解决环境问题必须依赖于一定的经济基础，离开了一定的经济条件，环境的保护和改善就成了无源之水、无本之木。因此，经济实力的增强，对解决环境问题提供了十分有利的条件，从而增强了解决环境问题的能力。

改革开放，促进了我国环境保护工作全面而有成效地开展，使得环境质量状况维持在比较平稳的状态。万元工业产值的工业废水排放量、固体废弃物生产量有所下降，工业废水排放达标率、工业废气净化率、工业固体废弃物综合利用率均有较大提高。城市环境综合整治初见成效。城市和广大农村的居住条件和居住环境有了一定改善。平原绿化和沿海绿化建设进展较快，特别是被称为“世界生态工程之最”的三北防护林工程体系，到1994年已完成人工造林1077万公顷，成为中国的一条“绿色万里长城”。8亿农民的生活有所改善，减轻了对自然植被的破坏。到1989年，我国建立各种生态类型的自然保护区606个，总面积约4000万公顷，有效地保护了一批珍稀濒危物种。

改革开放的春风终于打开国门，人们摆脱了“左”的和僵化的思想束缚，广泛地了解世界，也让世界了解我们。工业发达国家从60年代末70年代初就大力开展了环境治理工作，美国、英国、日本、德国在70年代中拿出大量资金用于环境污染治理和自然资源的保护，环境保护费用占到同期国民生产总值的2%—3%。化工行业是污染环境较严重的行业，为消除污染，用于化学工业的环境保护投资很高。以日本为例，1975年，化学工业环保投资接近同期化工基建投资总额的1/3。环境治理工作收到很好的成效，50年代受到严重污染成为死河的欧洲莱茵河、泰晤士河，经过积极的治理，现在已逐步恢复原貌，河中已有鱼类游弋。美国80年代汽车排放碳氢化合物和一氧化碳的数量比60年代减少90%，氮氧化物减少70%，饮用清洁水的人由1961年的42%增加到1974年的61%。自90年代以来，不少国家工业界人士的态度发生了重大变化，他们看到工业污染既破坏自然资源，又损害人体健康从而危及人类的生存与发展的生态环境基础，这使他们意识到工业污染一方面会制约工业本身的发展，另一方面还严重影响着企业的声誉，损害了企业的社会形象，因此兴起一股企业环保热。他们不满足于对污染的点源治理，进一步提出要变革传统的生产方式，将污染消灭在生产过程之中。联合国环境规划署称这种变化是工业与环境对抗的冰雪消融时代。正如美国《企业与环境》一书的作者乔格·温特所说：“总经理可以不理睬环境的时代已经过去了”，“公司必须善于管理生态环境，才能赚钱。”总之，人类已经开始探索生态与经济相协调发展的绿色道路，这是现代发展的潮流与必然趋势。

---

方磊主编：《中国环境与发展》，科学出版社1992年版，第9页。

《迈向21世纪——联合国环境与发展大会文献汇编》，中国环境科学出版社1992年版，第178页。

十几年来，我们打开了国门与美、英、日、法、瑞典、荷、丹、比等国家进行科技合作和交流。联合国环境署、联合国开发署、联合国亚太经社理事会、联合国教科文组织、世界粮农组织和世界卫生组织等给予我们多方面的技术支持和经济资助。世界银行、亚洲银行还帮助我们开展区域环境整治及环境管理试点研究工作。中美合作的宣威肺癌病因研究及大气污染对儿童肺功能影响研究已取得良好成果；美国的环境自动监测系统、土地处理技术；丹麦的氧化沟及旋转喷雾烟气脱硫技术已在我国应用。英国乌邦公国 38 头麋鹿已定居在北京和安徽；在联合国环境署、联合国开发署和世界银行的支持下，经过有关部门和中外专家的相互配合与共同努力，完成了《中国生物多样性保护行动计划》的编制工作；等等。这些都为我国的科技发展，环境治理，自然生态保护起到了积极的推动作用。当然，我国的环境治理经验，特别是我国传统农业中维护生态平衡的优秀技术也帮助了世界的持续农业建设，引起了国际上的广泛重视。

### （三）我国政府和广大群众对环境保护的重视

1978 年第五届全国人民代表大会所通过的宪法首次列入环境保护的内容。其中明确规定：“国家保护环境和自然资源，防治污染和其他公害。”“国家保障自然资源的合理利用，保护珍贵的动物和植物。”80 年代初，国家又明确提出，保护环境是我国的一项基本国策，并作为各项建设和社会事业发展必须长期坚持的一项重要指导原则。将环境问题提高到关系国家安危、民族兴亡的高度来看待。在基本国策指导下，制定出我国环境保护事业的战略方针，即坚持经济建设、城乡建设、环境建设同步规划、同步实施、同步发展和经济效益、社会效益、环境效益相统一的方针，为处理与解决经济发展与环境保护找到一条正确的道路。10 多年来，我国经济发展速度很快，国民总产值翻了一番，但是环境状况基本维持在 80 年代的水平，没有进一步恶化，就是有力的证明。

在总方针的指导下，还制定了一套适合我国国情的具体政策和措施。首先，为了防止环境进一步恶化制定了预防为主、防治结合；谁污染谁治理，谁开发谁保护和强化管理的环境政策，对保护环境起了积极作用。其次，制定和实施了环境保护的法律、法规。1979 年颁布了《中华人民共和国环境保护法（试行）》，从此环境保护开始走上法制化轨道。随后又颁布了一系列保护环境和资源的法律、法规和标准，组成了较完整的环境法规体系。第三，把环境保护纳入了国民经济和社会发展规划，加强了环保计划的可行性。第四，进一步控制人口增长，减缓了环境压力。近年来人口出生率有较大幅度下降，人口自然增长率稳定在 11‰—14.4‰，低于世界平均增长率，使我国第三个生育高峰期间，人口没有过快增长。按 1970 年实际增长率（25.83‰）推算，到 1994 年等于少出生 3 亿人。这不仅为社会节约了 3 万亿元的抚养金，同时在减轻资源消耗和环境压力方面也具有巨大的战略意义。第五，广泛开展了环境保护宣传教育，提高了全民环境意识。自 70 年代以来，我国政府还在各个领域内利用广播、电视、电影等多种宣传教育手段，在城乡广泛开展环境保护的宣传教育活动，普及了环境知识。特别是 1980 年 3 月，为了贯彻我国《环境保护法（试行）》和普及环境科学知识，开展了全国规模的环境教育，并把每年 3 月定为“环境宣传日”，做到常年不懈地宣传，大大提高了广大群众的环境意识，人人都开始关注环境问题，并对生活环境质量提出

更高的要求。人们要求在清新、安静、优美的环境中工作和学习；要求有清洁、安全的食物和饮用水，为此人们开始审视自己周围的一切，对于我国的人口、资源、环境、经济发展的现状产生了强烈的环境忧患意识。

这一切都为我们改善环境质量，保护生态平衡，坚持持续发展的发展战略提供了有利条件。为了我们这一代人，也为了下一代人生活得更美好，让我们抓住机遇，去开创新的道路。



### 第三章 绿色的世界（一）

#### 第一节 发展与环境的统一

##### 一、人与自然的辩证关系

早在 200—300 万年前，随着人类的出现，便有了人和自然的关系，开始了人类的发展史。人们依赖自然，结成一定的社会关系，并使用工具，在劳动中认识和改造自然，使自然界的面貌发生了有利于人类的巨大变化。随着科学技术的进步，人类改造自然的手段和能力不断增强，并不断开拓出文明的新时代。然而人类对自然界的作用又是有限度的，违背自然规律，就要受到自然界的惩罚。当前人类正面临着复杂且紧迫的人口爆炸、粮食不足、资源枯竭、能源危机和环境污染问题。地球是人类赖以生存的唯一星球，它一方面要为人供应越来越多的食物、资源和能源；另一方面却在不断降低生产潜力。这种矛盾已存在，近几十年来越演越烈，已构成全球性问题。因此，我们必须研究人和自然的关系，遵循自然规律，自觉地调节和控制人与自然界间的物质和能量交换，以保持人和自然的协调发展。

##### （一）大自然孕育了人类

自然界的非生命物质在其自身长期发展过程中，产生了生物，人类则是由生物中最高级的哺乳动物——类人猿进化而来，劳动使类人猿变成了人。人类的诞生是物种进化链条上的质变和飞跃。因此，可以说人是从自然界中分化出来的，是自然界的一部分，是一个具有新质的自然存在物。正如恩格斯所说的“我们连同我们的肉、血和头脑都是属于自然界，存在于自然界。”

人体组织的组成元素及其含量，同地壳所含元素之间有相关性。人类作为具有生命活动的个人的总和，它具有与其他生物一样的生物属性，即出生、发育成长、繁殖、衰老以至死亡的生命全过程，以及遗传变异和全部生理机能等受生物学规律所支配的一切属性。这些自然属性是人类生存和发展的自然基础，不依社会生产方式而转移。

人类不仅具有生物属性，更为重要的还具有社会属性。因为作为社会主体的人与动物在获取生活资料的方式上有本质区别。恩格斯说：“人类社会和动物社会的本质区别在于，动物最多是搜集，而人类能从事生产。”而人们从事物质资料生产总是在一定的社会生产方式下进行的，人们怎样从事生产劳动，生活资料怎样在社会成员间进行分配，是由不同社会生产方式下生产力发展水平和生产关系的性质决定的。人是社会的基本生产力，又是生产关系及一切社会关系的承担者。所以就实质而言，人不是单个人所固有的抽象物，在现实性上，它是一切社会关系的总和，这就决定了人还具有社会属性。这是人的本质属性。

思维和意识是物质世界高度发展的产物，人区别于动物的一个特殊本质，就在于人会思维，有意识。人类通过思维可以认识自然规律，并正确地运用自然规律，去能动地改造自然，逐渐创造一个适合于人类需要的人工自

---

恩格斯：《自然辩证法》，人民出版社 1971 年版，第 159 页。

《马克思恩格斯全集》第 34 卷，人民出版社 1972 年版，第 163 页。

然。人类在认识、改造自然的过程中，同时也认识、改造和发展了自我。劳动使猿变成人类，产生和发展了人类文明。

人的自然属性、社会属性和思维属性在人的实践活动中达到有机统一。这种统一决定了人类不是消极地适应自然，而是能动地改造自然。

## （二）自然界对人类的制约

人和自然界之间存在着辩证关系，既相互依存，互为条件，又相互制约。既是对立又是统一。自然界对人类的制约主要表现在：

### 1. 人类依赖于自然界

人类始终依赖自然界提供的各种自然资源和生存空间。如果一个人的寿命按 60 年计算，一生中大约要从自然界吸收空气 324 吨、水 54 吨、食物 32.4 吨，同时排出重量大体相当的废物。人类的生存空间是由生物和非生物两类物质组织成的。它们分别自成系统，又相互联系，构成自然界的大锁链。人是自然锁链中的重要一环，依靠自然锁链所提供的环境和资源，维系自己的生存和发展，离开自然界就不会有人类。

人类生存的非生命环境由大气圈、水圈和岩石圈等非生命物质构成。大气圈供给人类及其他生物所必需的碳、氢、氧、氮等元素，是风雨霜雪等气候现象出现的主要场所。它能防止地表温度的剧烈变化、水分的散失以及强烈的紫外线和各种宇宙射线的射入。大气圈是包括人类在内的一切生物的天然保护伞。

水圈特别是原始的海洋，是生命的发祥地，它向人类提供生命得以维持的重要物质，包括矿物质资源、潮汐能和食物。空气和水的质量还直接影响着人类的健康状况和寿命。

岩石圈不仅向人类提供了各种矿物资源，而且在长期的风化和生物的作用下，形成了类型不同的各种土壤，成为植物生长的基地。为人类源源不断地提供食物、能源和必要的生存空间。人类的生存发展须臾离不开非生命环境。

人类也离不开生命物质所构成的环境。地球上最初出现的生命经过长期演化发展成为包括植物、动物、微生物在内的生生不息、欣欣向荣的生物圈。生物圈中的植物、动物、微生物环环相扣形成有机的自然锁链。这种基于吃与被吃关系所形成的能量转化的锁链，叫做食物链。食物链可分两类，即捕食食物链和腐食食物链。前者是由绿色植物、食草动物、食肉动物组成。绿色植物是生产者，通过光合作用把周围环境中摄取的无机物合成为有机物，将光能转化为化学能。为动物提供有机食物、能量和氧气；食草动物是初级消费者，它主要靠吃植物得到营养和能量；食肉动物是次级消费者，以食草动物为食物。人类是最高级的消费者，它既取食植物，又取食动物，获得人体所必需的能量和营养。

腐食食物链是由活有机体到死有机体，再到微生物的一条食物能量转化锁链。微生物是分解者，它对动植物残体进行分解，从中获得自身生存所需的营养与能量，并将复杂的有机物转变成简单的无机物，释放出能量，归还给土壤和大气，供植物和微生物利用。微生物维持了营养元素的循环利用，保证了自然界的蓬勃繁荣。可见，生物圈中植物、动物、微生物三者相互依存，形成了一个奇妙的组合，只要三者缺一，自然界将重新回到荒芜的无生命状态。例如，没有微生物，地球将被动植物遗体所堆满，人类将失去良好

的生存场所；而且阻塞了有机界和无机界之间物质循环的通道。没有绿色植物，自然界将失去物质和能量的来源，消费者和分解者都将无法生存。总之，繁荣的生物圈是人类获取生命物质的场所和生产建设原料基地。破坏了繁荣的生物圈也就不复会有人类的生存。

## 2. 自然界制约人类经济发展所必需的资源

在古代，人口增长缓慢，社会生产力水平低下，人控制自然的能力十分有限，因而并不感到自然界为人类所提供的生存资源匮乏的问题，似乎自然资源是无限的。直到近 200 年来由于人口的激增，科学技术的发展，生产规模的扩大以及人们追求物质文化生活享受的欲望不断增长，人类向自然界索取的资源越来越多，自然资源的稀缺性显示出来了。

自然资源支付能力的有限性，取决于自身的特点。自然资源可分为不可再生资源 and 可再生资源。前者用一点少一点，用后不能再补充。由于人类需要量的激增和开采速度加快，这些资源正在迅速减少，有的已面临枯竭的前景。据美国环境质量委员会和国务院的研究报告《公元 2000 年的地球》提供的资料表明，世界几种矿产品量的预期使用年限分别为：锌 19 年，硫 23 年，铅 25 年，铜 36 年，铁矿石 62 年，铬 80 年，石油 30 年。

可再生资源如果能做到用养结合，就可不断再生，永续利用。但可再生资源的再生能力是有一定限度的，如果消耗量超过再生量，无限地开发，也会衰竭。另外，它们的再生也需要一定的环境条件，如果环境受到污染和破坏，再生过程就会中断。例如，森林是一种再生资源，19 世纪，地球上原始森林有 55 亿公顷，由于砍伐量超过再生量和酸雨的破坏，现在已减少到 26 亿公顷，而且还在以每年 2000 万公顷的速度急剧减少。据预测，到 2020 年全球原始森林面积大概只剩下 18 亿公顷。

总之，自然界为经济的发展提供各种资源，但是自然资源既是有限的，又是无限的，如果利用不合理，超过了自然资源的支付能力，将会严重影响人类的生存和经济的持续发展。

## （三）人类对自然的改造——人工自然的形成

人类依赖于自然界，但又和生物圈中其他生物不同，不只是简单地依赖自然界的施舍，而且有积极地改造自然和支配使其服务于人类的能力。人类对自然的改造是通过社会生产劳动实现的，就是通过制造和使用工具，变自然物为适合自己需要的物质。人类在改造和干预天然自然的过程中，创造了属于人的自然，就是人工自然，又称作人造自然和社会自然。它包括人驾驭、改造自然的手段，人创造的自然产品，人所支配和改造的自然环境以及自我改造的人自身。

### 1. 人工自然的产生

首先，生产劳动构成人与自然进行物质交换的现实基础，是人工自然出现的基本条件。自然界的自然物质和能量只有转化为人所需要的物质资料时，人工自然才会出现。其次，人工自然是在人类社会生产技术不断发展过程中产生的，科学技术发展的历史，就是人工自然产生和发展的历史。

远古时期，人类以采集果实、捕获动物为生，历经各种自然力所带来的灾难。经过漫长的岁月，逐渐积累了对自然的认识，制造出原来没有的劳动工具，生产了自然界原来没有的物质产品。但是，他们从自然界得到的绝大部分仍是自然界中现成的、直接的产物。

畜牧业和种植业的兴起，虽说改变了人对自然的直接消费关系，产生了人工自然，但初始产品仍然保持了其直接的自然属性，人对自然界的影响依旧是微小的。直到现代科学技术的出现，特别是机器生产的发展，人与自然相互作用的性质和规模，发生了变化，人们开始在相当程度上由简单地消费自然界的天然物质，转变为从根本上加以改造和加工，赋予非天然属性。人类相继生产出煤、石油、电力、铁、木材等，开辟出能源和材料的新时代。这表明人工自然的家族成员越来越多，人类利用自己的智慧，不断唤醒了沉睡的自然力为自己造福，以往那种人与自然关系中简单的直接消费关系，日益为人类改造和支配自然的新型关系所取代，创造出适合自己生存的特殊环境——人工自然。

## 2. 人工自然的扩展

随着科学技术的发展，社会生产对自然过程的影响不论在广度及深度上都扩大和加深了，制造出不胜枚举的自然界从未有的人造物，诸如轮船、火车、汽车、飞机，扩大了人类活动的空间；化肥、农业机械，不仅为农业大幅度增产创造了条件，而且还把农民从繁重的体力劳动中解脱出来；人们还制造了水泥、玻璃、药品等人类生活必需品，发明了电灯、电话、电报和无线电技术，人类开始进入把电用于动力、照明、通讯为基础的文明生活。

由于原子能、电子计算机、空间技术和生物工程的出现，人类对自然界的改造，进入一个崭新的阶段。由于物理学的发展使人类的认识深入到原子核内部。它帮助人们掌握了原子能，使人的体力放大了千百万倍，从根本上解决了工农业生产和人民生活所需要的能源问题，展示了光辉前景。电子计算机的发明，改变了以往一切工具都不过是人体四肢器官的延长和对体力的部分解放的旧模式，扩大了人的智力。作为人类思维的辅助工具，帮助人们从事更复杂、更富于创造性的劳动。现代空间科学技术的出现，为人类开发宇宙空间，增辟了改造自然的新场所。生物工程是将生命科学的知识用于工农业生产，人们可以有目的地改造生物本身，它不仅快速培育出高产、优质、抗病虫害性能强的优良作物品种和畜禽品种，还为人工合成生命奠定了基础，给工业、农业、医学领域带来革命性变革，无限地拓宽人工自然的领域。

总之，现代科学技术革命的崛起，使人工自然从微观到宏观，从地上到地下，从陆地到海洋，从地球到太空不断扩展。人工自然产品不断增多，改造自然的手段不断增强，整个自然界正在变为以人类为中心，服从于人类的真正的人工自然界。

### （四）人类改造自然的两重性

人工自然的出现及扩展，极大地改善了人们的物质生活条件。但是，人们对自然规律的认识有一个过程，在创造和扩展人工自然的活动中不能不有很大的盲目性和随意性。随着生产工具的不断改进和生产力的发展，同时也给自然界带来严重破坏。能源和各种矿产资源大规模开采，对森林乱砍滥伐，地下水的无节制开采，等等。许多资源逐渐减少，甚至衰竭，相继出现了能源危机、淡水匮乏、森林消失、耕地锐减、粮食短缺等。加之，工业的废弃物向环境无节制地排放，大大超过自然界所能承受的限度，造成环境污染，生态失衡。人们的物质享受需求，助长了对自然界的掠夺和破坏，使人类及其他生物生存的环境明显恶化。人类走向反面，在改造自然的过程中付出了极昂贵的代价，遭到自然界广泛而严酷无情的惩罚。

## 二、实现经济与环境的协调发展

人类活动是多种多样的，但经济活动是最主要的。回顾人类经济社会发展的历史，可以看到人们与自然环境的关系经历了一个曲折的过程。

### （一）人类与自然关系的三个发展阶段

第一阶段是蒙昧阶段，当时人类处在早期社会，对自然界无能为力，只能单纯从属于自然，而不能改造自然。人类的生产活动与自然界处在一种低水平的协调状态。第二阶段人们能够发挥主观能动性来改造自然，但又逐渐走向另一个极端，片面认为自然资源几乎是取之不尽，用之不竭的；可以任意支配，任意索取而不会遭到惩罚。高度发展的社会生产力成了对自然进行掠夺的手段，人与自然相互对立。只有进入第三阶段后人类才学会了比较全面地认识自然。自然界向人类提供财富的能力是有限的；人们改造和利用自然界的能力在一定时期内也是有限的。人们只有在充分地利用自然的同时，也积极保护自然，才可能从自然界获得丰富的生产资料和生活资料，促使人类经济社会迅速而持续地发展；否则，自然资源就会枯竭，人类经济社会的发展将会中断。所以人与自然不应对立而应和睦相处。

当前，人类与自然的关系正处在从对立转向和谐的前夕，人类面临严峻挑战。由于人类活动的不断膨胀，以及人口、资源、环境与经济的不协调发展，使人与自然之间的不和谐程度不断扩大。它一方面表现在人均资源占有量逐渐减少，人与资源的矛盾越来越紧张；另一方面，与经济发展相对应，环境质量却日益恶化，生态平衡受到严重破坏。除非人类从根本上改变观念，认识社会的整体性，自然支持系统的有限性和发展的协调性，人与自然的裂痕将无法弥合。

中国是一个人多地少，资源相对短缺的国家，人与自然的矛盾本来就特别突出。目前又进入经济高速发展时期。到新世纪初我国人口量将接近土地资源承载极限；人均重要资源占有量将进一步下降，自然资源供需矛盾愈加严峻；污染物排放不断增加，环境恶化进一步加剧；本世纪末到新世纪初，将进入自然灾害频繁时期。上述问题将对我国的经济形成不可忽视的刚性制约，人与自然的紧张关系不可能在短时期内消除。因此，逐步缓解人与自然的矛盾比其他任何国家更为迫切。建立人与自然和睦相处关系的关键在于正确地认识自然和正确地对待自然。

### （二）经济与环境协调发展的理论依据

#### 1. 自然的整体性

所谓整体性是指自然界中各种物质系统之间，相互联系，彼此制约，通过不断的物质交换和能量转化，把人类——资源——环境紧密地联系在一起，形成一个有机的统一整体；并在发展过程中，保持相互协调和相互补偿，从而使自然界这个巨大的系统保持相对的稳定。伟大的生物学家达尔文，在他不朽的巨著《物种起源》中，讲述了一个生态学上的经典故事：“猫与三叶草。”英国盛产三叶草，它是牛的主要饲料。野蜂是三叶草的传粉者。三叶草所以在英国生长繁茂，是因为这个国家盛产野蜂。但田鼠喜欢吃野蜂的蜜和幼虫，常常捣毁蜂房，于是影响了三叶草的授粉。村镇中养有许多的猫，猫吃田鼠，所以村镇附近，野蜂巢比别处多，三叶草在那里也生长茂盛。这就为养牛业的发展提供了好条件。这样，养猫多的地方田鼠就少，野蜂多，

三叶草生长茂盛，养牛业得以发展；否则，养牛业就不发达。养牛也通过野蜂、田鼠与猫发生了关系。这个故事表明自然界中事物与事物之间存在着相互联系、相互制约的关系，把自然界联成一个有机整体。

在历史上我国的黄土高原曾经是森林繁茂、水草丰美的地方，成为中华民族的摇篮。有人估算，当时的森林覆盖率大约为 53%，后来由于人口增加，对粮食、木材和燃料的需求量增加，不得不毁林开荒。森林面积大幅度减少，逐渐演变为今天的童山秃岭、“黄土高坡”。森林覆盖率下降为 5%左右，造成大面积水土流失，土层变薄，土壤肥力下降；泥沙淤塞水库和河流，黄河下游河床每年抬高 8—10 厘米，形成地上“悬河”，发生经常性决堤改道；森林的减少又导致气候条件变坏，水、旱灾害频仍。黄河流域生态条件的恶化是自然界整体性的另一个典型例证。类似的事例比比皆是：美国和前苏联，盲目大规模开垦草原，砍伐森林种植作物，结果分别造成 30 年代和 60 年代的“黑风暴”。埃及阿斯旺水坝造成尼罗河两岸的绿洲失去肥料来源，土壤盐渍化日益严重，地中海由于缺乏来自尼罗河的有机、无机营养，浮游生物锐减，从而造成近海沙丁鱼的严重减产，使富饶的渔场被毁，等等。

可见，人类作为自然界这巨大系统中的重要一员，在开发利用自然资源和自然环境时，必须将自然界的整体性作为基本出发点，全面权衡人类活动对自然界的影响以及生态系统改变后对人类的反作用。否则，将会危及人类自身的生存和发展。

## 2. 生态系统的平衡性

自然界不仅是一个整体，而且各系统间及系统内各要素间，是保持相对平衡的。

生态系统是生命系统和生存环境在特定空间的结合。在生物与生物之间不断进行着能量交换、物质循环和信息传递，构成相互联系、相互作用的相对稳定的整体。生态系统是自然界的一个基本功能单位，小至一个池塘，一块草地；大到整个地球生物圈。

生态系统是由两大部分组成的，即生命系统和非生命系统。非生命系统包括：水、二氧化碳、氧、氮、矿物盐类等无机物和蛋白质、碳水化合物、脂肪等有机物；太阳辐射能、温度等气候因素。非生命系统为生物的生存提供了所需要的环境因素。

生命系统根据取得能量方式的不同，可分为生产者、消费者和分解者。三者以营养关系为纽带，紧密联系在一起，形成食物链和食物网，它是生态系统中能量流动和物质循环的基础。食物链上各个环节被称作营养级。位于食物链开端的是第一级，绿色植物居此，食草动物属第二营养级，第一级食肉动物居第三营养级，第二级食肉动物居第四营养级；分解者细菌或真菌为第五营养级，一般食物链为 4—5 级。各营养级之间物质流动保持精巧的平衡，前者的产品是后者的原料，不存在废物。物质在这个过程中循环往复，永不间断。

生态系统中营养级之间的能量转移效率大约为 10%左右。顺营养级次序，每一级的生产率、有机体的个体数目以及生物量都比前一级急剧地减少，形成著名的“生态金字塔”。它表明生态系统中各营养级之间的生物量比例是协调的。位于“生态金字塔”基部的生产者数量最大，各级消费者则逐级减少，人位于“生态金字塔”的顶部，其所需食品皆来自生态系统的各营养级。我们可以用一个十分形象，但并不十分精确的比喻来概括：即大约 1000

公斤的浮游植物能生产 100 公斤的浮游动物，而 100 公斤浮游动物才能生产 10 公斤左右的鱼，而 10 公斤的鱼大致是人生长 1 公斤机体所需要的能量。

由此可见生态系统是一种复杂的、动态的系统。在一个稳定的生态系统中，各要素之间呈现一种相对动态平衡状态，即通常称的生态平衡。生态平衡包括结构上的平衡和功能上的平衡。前者是指组成要素生产者、消费者和分解者构成完整的营养结构，生物种群在数量上和比例上保持相对的平衡，并具有典型的食物链关系；后者是指物质和能量的输入输出之间达到平衡，能量流动符合“生态金字塔”规律。

生态平衡是由生态系统自身的自动调节能力和环境因素共同来维系的。生态系统的自动调节能力取决于组成生态系统物种的生物潜能。处于平衡状态的生态系统，实际上是生物潜能和环境阻力的动态平衡。物种的生物潜能是指该物种自身繁殖能力和使该物种数量增多的所有因素，包括物种的繁殖率、传播和迁移能力，逃避和对付不利环境条件的能力等。环境阻力则是指该物种生存和发展的环境因素，它包括食物、养分、水分的数量；气候条件的优劣；病虫害、寄生生物的状况以及同一环境中与其他生物的竞争。物种的潜能和环境阻力决定着生态系统的平衡和变化。当环境阻力小于生物潜能时，组成该物种的个体数量就增加；否则，就减少。这种变化直接影响着生态系统的稳定程度。在一个生态平衡的系统中，每个物种的生物潜能和环境阻力都处在恰到好处的动态平衡之中。

一般来说，结构和功能比较复杂的、多样性程度高的生态系统，抗干扰的能力也强。而结构简单的生态系统，自我调节能力就小，对外界的干扰比较敏感而脆弱。农田生态系统多是单一作物系统，完全依赖人工的扶持，抵御外界干扰的能力很低，例如当病虫害大量发生时，就会受到毁灭性打击；相反在自然生态系统中，动植物的种类多，病虫害发生后，由于系统中有许多竞争者，还有天敌的抑制，所以受害的规模一般不会太大，可见多样性程度高的生态系统对环境干扰的抵御能力也相对地要高些。

生态系统的自我调节能力是有一定限度的，不管什么样的生态系统，即使那些极其复杂的生态系统，其内在自我调节能力和对破坏因素的忍耐力也都是有限的。一旦超过这个限度，调节就会失效，生态就会失衡。自我调节能力的限度，在生态学上称为“生态阀限”。一旦生态失衡，轻者营养结构破坏，食物链断裂，“生态金字塔”营养级紊乱，系统功能失调，物质和能量流动中断，生物量下降，生产力衰退；重者将导致整个生态系统的崩溃。当前，全球面临的人口膨胀，森林破坏，草原退化，水土严重流失，土地的荒漠化和盐渍化，动植物物种的锐减乃至灭绝，无不是生态失衡的种种表现。生态失衡的造成并不需要太多的时间，但生态平衡的恢复，却要假以时日，有的没有几代人的努力不能见效。因此，人们在从事经济活动时，要自始至终牢记捍卫生态平衡的原理，保持人和自然的和谐相处。

### 3. 环境与发展的统一性

人类必须将环境与经济社会发展结合起来考虑，决不能以牺牲环境为代价。这是因为：

首先，环境是经济发展的基础。大气、水、海洋、土地、矿藏……是环境要素，也是资源，是生产力的重要因素；同时，环境又是人们生活的场所，环境质量的好坏对生产力最活跃的因素——劳动者的身心健康有直接的影响。所以说保护或破坏环境，就是保护或破坏生产力，改善环境就是发展生

产力。环境作为经济、社会发展的物质条件，作为经济发展的基础，它既可以直接地促进经济的发展，也会阻滞经济的发展，到底起促进还是阻滞作用，取决于环境的优劣。

其次，经济是环境的主导。经济发展对环境产生两方面的影响：一是积极影响。就是通过经济与环境的协调发展，使生态环境得到保护，资源得到合理、永续利用；增加环境投入，发展环保产业和新技术，提高人们的环保意识等，促使环境保护事业的发展。二是消极作用。不恰当的经济的发展，导致资源和生态环境的破坏。可见，环境是经济发展的基础。环境与经济两者既是矛盾的又是统一的，只要处理得当，统一的方面可占主导地位，两者相辅相成，共同推进人类的福利事业。

经济发展影响环境的主要因素有资源分配方式和经济发展方式。

(1) 资源分配方式是指资源在不同所有者之间的分配及比重。资源分配方式包括资源的流动方式，资源使用期的长短，资源的有偿或无偿使用等几个方面，这些方面处理不当，就不能照顾不同经济集团的经济利益，调动各方面的积极性，就会造成资源的浪费和破坏，以及环境的污染，不利于经济发展和环境保护。因此解决好这个问题至关重要。

在上述不同的资源分配方式中，不论哪一种方式，都有一个资源有偿使用或无偿使用的问题。长期以来，人们被传统的发展模式所禁锢，一直把环境和自然资源看成是上帝的恩赐，是无价值的，可以无偿占有，任意使用，导致对自然资源的掠夺使用与环境的破坏。要从根本上改变这种资源使用上的不合理状况，必须树立资源有价值的观念。对资源的有偿使用会推动资源的综合开发和节约利用；合理配置和优化管理；利用现代技术，挖掘资源潜力。这是一种利用经济手段来实现经济发展与环境统一的方法，实践证明是行之有效的。

在更新资源价值观的同时，还要更新资源的消费观。人们的生活消费可以分为两方面，一是消费生产活动所创造的物质产品；二是消费优美的生活环境，如清新的空气，充足的阳光，优美的山林和绿地，干净的街市，以满足人们的心理和精神的需要。长期以来，人们只重视物质产品的消费，无休止地改造自然，掠夺资源，结果，经济高速发展，物质产品的消费水平有了改善，但环境却恶化了。这种物质产品消费水平的提高是用环境恶化为代价换来的。从长远看，已经获得的物质消费水平的提高也是不能巩固和长久维持的。旧的消费观念应当改变，要适度抑制人们对物质产品的过多追求和过高消费，宁愿在一定时期内适当降低经济发展速度，达到经济与环境的协调发展，并激发人们对环境的享受意识。我国人民今天正为提高物质消费水平而奋斗，应让每一个人都明白在消费中应包括对“物质产品”的消费和对“环境”的享用两部分，树立起新的消费观念。

(2) 经济发展方式。经济发展方式也可分为两种：一种是靠大量投入资源和资金发展生产的粗放经营模式，或称作物质资源投入型经济发展方式，其结果是资源的开发利用超过了资源的再生能力，造成资源的枯竭。大量资源的投入又造成大量废料的产出，污染环境，造成经济与环境的失衡。另一种是以科技进步为先导，使资源、能源充分利用的集约经营模式。它既可以提高经济效益，同时又可以减少资源的消耗及废弃物对环境的污染。

集约经营的本质特征是由外延扩大再生产转向内涵扩大再生产，从资源消耗型的粗放经营转向资源节约型的集约经营，这种经营的特点是最大限度



地节约资源和能源，加强综合利用，使废料再资源化；重视对自然环境的合理利用和保护，讲求生态效益、经济效益和社会效益的同步发挥。

实行集约经营模式的核心是对现代科学技术的利用。现代科学技术能不断揭示出自然界的发展规律，既为我们正确认识生物圈的动态平衡机制提供理论武器，也为有效地调控生物圈的动态平衡，综合防治环境污染提供必要的手段。例如。燃煤引起空气污染，从产业革命开始就随之出现了，直到本世纪 50 年代初轰动世界的伦敦烟雾事件，人们依靠科学技术才揭示了它的危害性。但当时人们对燃煤污染束手无策。后来，随着科学技术进步，才了解到对原煤进行洗选加工、改变燃烧利用方式、采取必要的净化处理，燃煤引起的污染是可以解决的。现在，把煤炭变成像天然气、石油那样比较干净的气体和液体燃料也成了现实。

科学技术是我们根据自然科学技术规律和社会经济发展规律建立资源利用率高、“三废”排放量少的“清洁无害工厂”的技术基础；是建立充分利用太阳能和土地资源，充分利用生物种群之间共生互养关系，使物质在系统内循环利用，能量转换效率高、无废物的生态农业技术基础；还能帮助设计综合利用自然资源，化废为宝，实现物质闭路循环，基本上不向环境排放废物的理想工艺流程；提供无污染和低污染的新能源、新工艺、新设备；还可以设计生物圈内生物资源合理利用和积极保护，保持生物种群恰当比例和合理结构的硬软件工程；制定控制人类自身发展的科学规划；还可以提供抗污染树种、草种；通过生物所特有的吸附、富集、摄食、分解等功能净化污染物，改善环境质量的技术等。科学技术的不断进步已经并必将继续为协调经济与环境间的矛盾开辟无限光辉的前景。目前，一场旨在保护地球生态环境，实现人与自然协调、持续发展的绿色浪潮正席卷社会、经济、政治、文化各个领域，推动了人们思维方式、生产方式和生活方式的根本变革。我们要举起双手，热烈地迎接这个充满大变革时代的到来。

## 第二节 未来农业——生态农业

### 一、对传统农业和石油农业的扬弃

#### (一) 什么是生态农业

生态农业是在扬弃传统农业和石油农业的基础上诞生的。在人类历史上，农业经历了原始农业、传统农业和现代农业三个发展阶段，现在站在第四个发展阶段即生态农业的入口处。

原始农业是农业发展史上的最早阶段，农具是石制、骨制和木制的。采用刀耕火种和游走种植的耕作制度，依靠弃耕自然恢复地力，生产力水平十分低下。随着炼铁技术的进步和畜牧业的发展，原始农业逐步被传统农业所代替。传统农业的生产工具是铁制农具，由畜力牵引；依靠轮作和牲畜粪肥来恢复土壤肥力。由于铁制农具和有机肥料的引进，大幅度提高了农业生产力。18世纪末、19世纪初，随着产业革命在西欧和美国的兴起，带来了农业技术革命。石油能源和机械技术在农业中得到普遍应用；现代化工工业中合成的化学肥料，成了农业中主要肥料来源，打破了传统农业的封闭式物质循环，大幅度地提高了施肥量；现代生物及农业科学成果排挤了传统农业的自然选育品种，定向地培育出优良的农业生物品种；在生产组织上的专业化、社会化、规模经营和现代管理手段的采用等，标志着一个新的农业时代的到来，这个农业是建立在现代工业和现代科学技术基础之上的，故称之为现代农业。

现代农业投入的燃料、化肥、农药、除草剂、饲料等都是石油为能源的产品，故现代农业又称石油农业。石油农业的出现是农业历史上的伟大革命，它极大地提高了农业的劳动生产率和土地生产率，是迄今为止效率最高的、产品最丰盛的农业。

石油农业在促进农业生产力巨大飞跃的同时，也逐渐暴露出许多严重的弊端。概括起来有以下几个方面：

#### 1. 消耗大量能源

石油农业产品大幅度增长，是以物质和能量的高投入为代价的。全世界能耗1985年比1950年增长了6.9倍。农业能耗效率低是耗能多的一个重要原因，在水稻生产中，美国每消耗一单位能量的化石燃料只能获得1/5的回报，而在以人畜力为主的墨西哥，效率是美国的50倍。

#### 2. 环境污染严重

近50年来，世界化肥用量增加了60倍，农药32倍。过量施用化肥不仅破坏了土壤结构，还使土壤中积累了大量硝酸盐，进入人体后变成亚硝酸盐，使血液丧失输氧功能和导致癌症，使胎儿畸形。含有铅、砷、汞的农药和有机氯杀虫剂等化学物质对环境的污染比化肥更严重，它在环境和农产品中残留期长，脂溶性高，一旦进入食物链，则会沿着食物链富集、浓缩。生物寿命愈长，在体内富集、浓缩的农药愈多，最终导致生物中毒死亡。农药还大量毒杀害虫的天敌，许多益鸟、益兽正濒临绝灭，天敌日益减少，害虫的抗逆能力却相对地增加了。

#### 3. 农业资源遭到严重破坏，走向枯竭

现代农业是一种高投入高产农业，它依靠大量地消耗石油、森林、淡

水、土地、动植物物种等人类赖以生存和发展的重要资源来维持生产的运转和消费。人类为此付出了昂贵的代价。

鉴于这些弊端，越来越多的人参加到寻找农业新出路的行列中来。生态农业就是在这样的历史背景下诞生的，是在吸取传统农业和现代农业的精髓，扬弃其糟粕的基础上建立起来的。

英国生态农业专家 M.K. 奥尔辛顿 1981 年在他所写的生态农业一书中对生态农业基本概念和技术进行了比较详细的阐述。他认为生态农业是一种生态上保持平衡，能量上自我维持，低输入，经济上有生命力的小型农业。具体地说生态农业就是在农业生产中合理安排种植业、养殖业和加工业，使物质得到合理地循环利用，太阳能和生物能得到高效率的转化，从而提高生物产品的生产率、利用率和能量的转化率，最终达到改善农业生态环境，提高农业资源再生能力的目标。它恰好弥补了现代农业和传统农业的缺陷，所以生态农业的出现是农业的又一次革命，也可以说是农业发展的第四阶段。

生态农业的出现标志着人类对农业生产最本质特征的全面了解和把握。农业是以有生命的农业生物为对象，利用土地为基本生产资料进行生产。农业生产必须以动物、植物有机体的自然生长过程为依托，遵循生物体自身生长发育的自然规律。而动植物的生长发育又必须有一定的自然环境条件，只有适宜的自然环境，动植物才能生长发育良好，提供稳定而高额的农畜产品。生态农业正是重视遵循自然规律、重视生物因素与环境因素的协调、重视生态平衡与物质循环利用的农业。生态农业以生态学理论为指导，把生物与环境的和谐统一看作是发展农业的基础，这在农业发展历程中是一个质的飞跃。

## （二）生态农业的特点

### 1. 生态农业能充分利用与增殖自然资源

自然资源是指光、热、水、气、土壤、野生生物等。自然资源是农作物赖以生存和发展的自然基础，其中太阳能是系统内能量的主要来源。生态农业要求提高光能的利用率，使一切可以种植绿色植物的地面和水面都布满高产绿色植物，以截获更多的太阳能；选用转换太阳能效率高的优良品种，提高单位面积光合产量；充分利用生物种群之间的共生互养关系，合理配置农业生物，建立合理的立体农业结构，以充分利用水、土、光、热资源；在提高植物生物产量的同时，提高一、二级消费者的转化效率，增加肉、奶、蛋等食品的生产。

### 2. 生态农业系统是一个开放的系统

传统农业主要是依靠系统内部的物质循环和能量流动而获得产品，基本是一个封闭或半封闭式的系统，输出系统外的物质、能量的规模和数量有限，外部投入的物质也很少。生态农业系统一方面向系统外输出大量的农产品，以满足经济发展和人民生活的需要；另一方面除主要利用太阳能和有机肥料外，还需从系统外投入一定数量有机能和无机能，如人力、机械力、电力、化学物质等。以维持系统中物质、能量输入、输出的平衡，不断提高农业产量。所以生态农业是一种集约经营的农业。它既保留了传统农业的优点，又吸取现代石油农业的合理成分；它既吸收传统农业的优良技术，也不排斥现代农业中的高技术，使二者结合起来，扬二者之长，避二者之短。它还是一个高产出的系统，从而推动农业生产走向商品化、专业化和社会化。

### 3. 生态农业是建立在现代科学技术基础上的生产体系

生态农业是一种科技高投入的技术密集型的农业生产体系。科学技术是合理开发利用农业资源，保护农业生态环境，加快农业生态建设的根本保证。生态农业运用生物技术、生态工程技术提高太阳能的固定效率和利用率，建设以节地、节水为中心内容的高效、低耗、少（无）污染的人工生态系统。生态农业根据生态科学原理，既注意提高农业生物的种性，又注意合理地投入物质和能量，讲求投入的生态经济效益。它通过人工调控，建立能量合理流动、物质合理循环的食物链，做到生产过程和生产出的产品无污染和少污染。所以生态农业能在提供丰富的优质农副产品的同时，保持农业生态系统的动态平衡，达到生态效益、经济效益、社会效益的统一。

从 80 年代起，我国的一些农业生态专家，进行了生态农业的试验，并在全国广泛开展了试点工作。据统计，到 1991 年全国已有县级生态农业试点 100 个，乡镇级试点 300 个，村、场级试点 500 个，创出许多农业生产的优化模式和一批经济、生态效益俱佳的典型。其中北京大兴县的留民营村、浙江省肖山县的山一村和江苏省泰县的河横村等均被联合国环境规划署评选为“全球 500 佳”先进单位。生态农业这个现代化农业发展模式正在从理论的殿堂走向实践的田野。

#### （三）生态农业系统的结构

任何一个系统都是具有一定的结构和功能的有机整体，生态农业系统也不例外。系统的结构是指组成该系统的各要素之间的内在联系，生态农业系统由农业生物子系统和环境子系统所组成，即以各生物群体间及生物群体同环境要素间的营养关系（即食物链关系）为基础组成。农业生物子系统包括农作物、森林、畜禽、鱼类及野生动植物、微生物等要素所组成的生物群落结构。环境子系统包括土壤、水、光、热、气候、矿物元素所组成的非生物的环境系统结构。任何一个生态农业系统的结构都是由多层次、多度量、多子系统结构复合而成的网络结构。

生态农业系统的结构组合方式反映了农业生物子系统中各生物要素和环境子系统中诸环境要素的复杂组合方式及数量比例关系；同时，还反映了各组成要素在空间（平面的和立体的）和时间上的内在联系。不同的组合方式就形成了不同的生态农业结构。只要这些组合方式符合生态和经济的规律，就形成合理的生态农业结构。可见，人们只要按照生态、经济规律，运用系统方法，对上述各方面进行总体规化运筹和系统优化，就有可能使生态农业系统的结构达到最优化。

#### （四）生态农业系统的功能

功能是由结构决定的而又反作用于结构。生态农业系统的基本功能有三：物质循环、能量流动和价值增殖功能。

生态农业系统的物质循环功能表现为食物链（生产加工链）的循环。这一循环不论在任何一个具体的生态农业系统中都是通过生产者——消费者——还原者——环境——生产者——消费者——还原者再进入环境的过程，周而复始，循环不息。在物质循环的各个环节上都要产出农、林、牧、渔主产品和副产品，并从系统外投入一些经济物质如化肥、农药等。不论产出物及投入物经过生产、流通、消费都要产生废弃物，最终都会以各种方式重新进

入环境系统。

生态农业系统的能量流动。太阳能是生态农业系统的重要能源。它通过绿色植物的光合作用将光能转变成生物能。这种自然能量的流动也是沿着食物链进行的，具有流动的单向性和递减的特点。除自然能量外，生态农业还要从系统外引入经济能流，如化石能、沼气能、电能、机械能和生物能。系统中的自然能和经济能相结合和转化，与石油农业相区别，各种有机废弃物中的自然能经发酵后可转变为沼气能；由石油转化成的化肥，投入土壤后，在作物生长过程转化为自然能。生态农业要使这种能量的投入和转化在数量上和方式上以有利于人类为目标有效地运行。

生态农业系统的价值运转过程同时也是价值再生产的过程。人们按照一定的生态、经济规律组成种植业、养殖业和农副产品加工业，并投入一定的资金和生产资料，构成了价值的投入。在生产周期完成时，生产出产品出售，实现其价值。或将这些产品经过加工后再出售。生态农业能保证生产过程中价值的产出量远远大于价值的投入量，实现增殖。

## 二、无废弃物的农业

生态农业的首要任务是生产食物、饲料、燃料和肥料；不仅如此，还要使在生产食物、饲料、燃料和肥料的同时所产生的废弃物质仍然能为人类所利用，成为无废弃物的农业。农业上的废弃物主要是秸秆、杂草、人畜粪便等，传统的处理方法是丢弃或直接烧掉或作为肥料直接还田，都是一种极大的浪费。如果把秸秆、树叶等经处理作为发展畜牧业的饲料，牲畜粪便制沼气，既增加了饲料、能源和肥源，又减少了环境污染。因此，要充分运用食物链加环技术，合理组织农业生产，控制食物链方向，从而使生物能多级利用，有机废弃物再循环，建立一个生物种类较多，食物链结构合理，能流、物流运动较快的农业生态系统。

物质多级循环利用的类型是多种多样的，根据生产结构的物质循环方式，主要可分为以下几种类型。

### （一）桑塘物质循环类型

主要有以下几种模式

#### 1. 桑（草）基鱼塘循环模式

桑（草）基鱼塘是一种较完善的充分利用水陆资源的种养模式。“塘”就是池塘，“基”是指把各个池塘隔开的土埂。基上种桑（草）叫做桑（草）基。桑基鱼塘的物质流程是：基上的桑树是有机物质的生产者，它吸收水肥，利用光能和二氧化碳生产桑叶；蚕是一级消费者，吃桑叶生产蚕茧，排出蚕粪（蚕沙）；池塘中的鱼类是二级消费者，吃蚕沙、蚕蛹，实行有机物质的转化；鱼的排泄物和其他植物残体，被微生物分解，形成富含有机质和各种营养元素的塘泥。塘泥肥力高，肥效长，是施于桑基的好肥料，再进入新的循环。鱼塘中又由于鱼的种类不同，形成食物链的不同环节。这就是水陆互补、动植物相互作用的物质循环利用人工生态系统。如把鱼塘的堤埂、堤坡改种饲草，即形成草基鱼塘。以草养鱼，塘泥肥田肥草，既节省了商品精饲料，降低养鱼成本，又可减少水域污染，有效防治鱼病。鱼塘以放养草食性鱼类为主，适当搭配滤食性和杂食性鱼类。

#### 2. 桑蚕猪鱼循环模式

这与桑基鱼塘不同之处在于蚕桑废弃物和蚕蛹，不直接喂鱼，先喂猪，猪粪下鱼塘养鱼，蚕沙含有丰富的蛋白蛋、脂肪和维生素等，是猪的优良饲料。用蚕沙制作配合饲料喂猪，不仅成本低，而且可以提高瘦肉率。猪粪入鱼塘后，能繁殖大量浮游生物，作鱼饲料。放养鱼多为鲢、鳙等滤食性鱼类。通过加入饲养猪这一环节，进一步提高物质转化效率。

### 3. 蔗鱼菇循环模式

是在传统的桑基鱼塘基础上形成。在鱼塘的基埂上种甘蔗，榨糖；蔗糖渣用于培养食用菌；蔗尾、蔗叶喂鱼；塘泥和菇渣肥蔗。

基塘型物质循环如图 3—1。

## （二）种植业、林业和菌类循环类型

主要有以下几种模式

### 1. 作物、食用菌循环模式

利用大田作物的桔秆、谷物糠麸、棉籽壳、蔗糖渣等培养食用菌。食用菌在高秆作物行间培养，菌丝在生育过程中分泌的各种酶，促进了有机质的分解，生产食用菌留下的菌渣含有作物需要的多种物质，作为肥料施入土壤，有利于培肥土壤和被农作物吸收。

### 2. 林木、食用菌循环模式

利用适合食用菌生产的林木躯体或木屑作为原料培养食用菌，菌渣和制菌废弃物作为林木的肥料。

## （三）种养沼物质循环类型

将沼气引入物质循环，成为解决当前农村能源短缺的重要措施，主要的模式有：

### 1. 粮鸡猪沼循环模式

利用粮食制作配合饲料喂鸡，鸡粪回收，经过处理后喂猪，猪粪入沼气池发酵产生沼气，供生活和生产用能，沼液沼渣回收作为粮食作物的肥料。

鸡的消化道短，排泄快，饲料消化率仅为摄入量的 20%左右，大部分营养物质随粪便排出体外。另外，鸡的肠道内有一些特殊的微生物，在生物合成作用下，能产生菌体蛋白，从而使鸡粪的蛋白质含量达到甚至超过鸡饲料本身的含量。经发酵后的鸡粪与其他饲料混合喂猪，营养全面，适口性好，可节约精饲料 50%左右；还能促进猪的生长，缩短育肥期达 1—2 个月之多，成功地做到饲料回收再度利用和减少鸡粪对环境的污染。

在物质循环系统中，沼气发挥枢纽作用，把系统中的种植业、养殖业和人们生活所产生的各种废物有机联系起来，促进了农林牧副渔业的发展，缓和了农村中燃料、肥料、饲料之间的矛盾。因此，是农业生态系统良性循环中不可忽略的重要环节，又是解决当前农村能源不足的有效手段。

### 2. 作物猪沼食用菌（鱼）循环模式

饲料喂猪，猪粪产生沼气，沼渣、沼液培养食用菌，菌渣肥田，沼液喂猪。它既不占用农村作为燃料、饲料的桔秆，又可产生出营养丰富的食用菌。

喂猪的沼液取用投料一个月后的上层清澈部分，据测定除含有氨基酸、蛋白质和糖类外，还含有多种微量元素，营养比较全面。沼液经过长期厌氧发酵，各种病原菌和寄生虫卵被杀灭，是安全的饲料。添加沼液喂猪，可以促进猪的生长，缩短育肥期，节省饲料。

沼渣是有机废弃物经厌氧发酵后的残留物，它实际上是沼气微生物的集合体，是一种菌体蛋白质，因而沼渣中含有氮、磷、钾和丰富的菌体蛋白质，是培养食用菌的良好培养剂。菌渣还可肥田。

此外，也有把沼渣、沼液或菌渣直接作饵料，投放鱼塘，培养浮游生物饲喂塘鱼，鱼塘又为鸭子提供活动场所，鸭粪入塘作鱼的饵料；塘泥施于农田作肥料。

### 3. 沼菌蚯蚓畜禽循环模式

动物蛋白饲料缺乏是我国养殖业发展的瓶颈。如果在食物链中引进生产动物蛋白的环节，必将促进养殖业的发展。利用沼渣培养食用菌，菌渣养蚯蚓。蚯蚓是一种极好的动物蛋白质饲料，鲜蚯蚓蛋白质含量占体重的 8%—12%，干体可达 70%，50 公斤干蚯蚓相当于 150 公斤国产丙级鱼粉或 180 公斤大豆；还含有多种氨基酸，营养价值很高，是畜禽、鱼类的优质饲料。用蚯蚓喂畜禽，生长速度可加快 30%—100%。蚯蚓粪也含有蛋白质、脂肪等营养物质，是良好的蛋白质补充饲料和高效优质的有机肥料。

### 4. 鸡（貂）猪蛆循环模式

鸡粪喂猪，猪粪养蝇蛆，蝇蛆喂鸡（貂）等畜兽，既可解决蛋白质饲料来源，又减少粪便对环境的污染。蝇蛆干体蛋白质含量高达 60%，含粗脂肪 12.6%和相当丰富的多种维生素、微量元素，还含有一定量的抗菌性活蛋白。用它代替部分蛋白质饲料不但成本低，畜禽生长快，还能增强抗性。

### 5. 种菌畜禽沼循环模式

利用作物的秸秆、甘蔗渣、棉籽壳等种植业的有机物废弃物做培养基，栽培食用菌，菌渣做畜禽的饲料，畜禽粪入沼气池发酵产生沼气，沼气肥入农田做肥料。

食用菌是异养型植物，对植物残体的转化效率高。可利用食用菌的降解作用，将有机废弃物中的纤维等物质转化为营养丰富、易被吸收的菌渣。菌渣疏松多孔，质地细腻，适口性好，再加上残渣中残留的菌丝体，能促进畜禽对复杂有机物的吸收，所以是良好的畜禽饲料。

种、养、沼结合的物质循环如图 3—2。

## （四）种养加沼物质循环类型

在种植业和养殖业之外又引进了加工业，把种植业、养殖业和加工业联成一个较完善的生态农业体系。其中种植业和养殖业是基础，沼气是联系物质循环的枢纽。加工业是联系种植业和养殖业的桥梁，也是系统与外界联系的窗口。加工过程中产生的各种废弃物也参加系统的物质循环，从而增加了系统组分结构的复杂性，保证了资源的充分利用，减少了进入环境的污染物，各地根据当地资源和产业结构的实际，可以创造出多种不同的物质循环和价值增殖模式。例如：

### 1. 豆类制品猪沼循环模式

豆类加工成豆制品出售，副产品做饲料喂猪、鱼等，猪粪入沼气池，沼渣（液）还田。豆类含有丰富的营养，经过加工，经济效益可成倍增长。副产品如豆渣、粉渣含有丰富的粗蛋白和钙、磷等营养元素，是不可多得的好饲料。也有在食物链中引入食用菌，即利用沼渣培养食用菌，菌渣喂猪、喂鱼，形成多级生产，食物链结构更为完善。

### 2. 薯淀粉柠檬酸钙猪沼循环模式

薯经提取淀粉后的粉渣可以生产柠檬酸钙，提取柠檬酸钙后的曲渣是猪的优良饲料；薯蔓也是猪的青贮饲料。猪粪入池产生沼气，沼渣、沼液肥田。

### 3. 粮糖（酒）猪沼循环模式

粮食可加工成饴糖或酒类，副产品糖糟、酒糟是猪的好饲料，猪粪入沼气池，沼渣（液）肥田。

也可将粮加工产生的糠、麦麸与部分作物秸秆经加工后做饲料。畜牲粪便和部分秸秆产生沼气供民用及工业企业用；沼渣（液）一部分进入鱼塘，一部分加工后做猪饲料，一部分入农田；鱼塘的塘泥又是农田的肥料。

通过这种多层次的利用，使农村各业相互依存，相互促进，形成一个良性循环有机整体。综合利用不仅促进了系统内农业和养殖业的发展，净化了环境，更重要的是改变了农田施肥结构，有效地保护了土壤资源，增加了农业生产后劲。现将获得“全球 500 佳”奖的北京留民营村模式图示意如下（图 3—3）：

## 三、合理利用生态位的农业

生态位是指生态系统中各种生态因子都具有明显的变化梯度，这种变化梯度中能被某种生物占据利用或适应的部分称之为其生态位。例如荒山上的乔木树，树冠中有食叶昆虫存在，为鸟类提供了一个合适的生态位；林冠下的弱光照、高湿度给喜阴植物造成了一个合适的生态位；枯枝落叶层又给小动物（蚯蚓、蠕虫等）提供了适宜生态位。生态农业的立体种植（养）则是通过生物种群的匹配，使农业形成一个具有种群多样性的完整而稳定的复合生态系统，从而充分利用多层空间生态位，使有限的光、热、气、水、肥资源合理利用，减少资源浪费，增加生物产量。

### （一）立体共生集约农业的功能

是指在有限的土地（水域）面积内，分层次把具有共生、共栖关系或相间无害的多种农业生物群体组成立体生产网状结构。它加厚了单位面积上空间的利用层，环境资源（光、温、水、养分等）得到充分利用；处于不同生态位的多种生物群体在空间上合理组合，发挥了生物间互利共生作用。从而建立一个空间上多层次利用、时间上多序列的结构，获得较高的经济、生态效益。其有以下几方面的功能和效益：

（1）充分利用当地农业资源，进一步提高光能利用率和土地利用率。组合在立体农业中的生物种群，根据它们的形态、生理特点，给它们提供适合的生态位，充分利用各层次光照、温度、水分和营养元素，以达到提高光能、土地和水体利用率的目的。

（2）利用多种农业生物间的食物链关系，提高生物间的物质循环利用，以较少的经济投入，换取较多的产品输出，提高生产效能。

（3）广泛利用生物作用，维持农田和农业生态系统的生态平衡，提高土地用养水平和农用地的生产力。

（4）有利于增加农业生物和农产品的种类，使农业生态系统的物种数量增加，增强农业生态系统的稳定性和抗灾能力，有利于农业结构的调整和产品多样化。

### （二）立体共生集约农业的类型

立体共生集约农业主要有以下五种类型：



### 1. 立体种植业

它是指植物间混套作的多层次结构。可分为：

(1) 以粮食和经济作物为主的间套作。如小麦 = 花生 (或甘薯)、小麦 = 玉米、小麦 = 棉花 + 大豆、玉米 + 大豆 - 晚稻等。

(2) 以蔬菜为主的间套作。固定菜地可周年种植多种生育季节不同的短生长期蔬菜，采用多层次的间套作种植结构。冬季在塑料大棚内栽培，充分利用棚内空间多层立体间套种植。也有粮食作物或经济作物与蔬菜间套种，这是使各种作物地上和地下部分分别同处于同一层，或不同层，以充分利用光照、热量和土壤中的水、肥等资源。

(3) 林果为主的间套种。利用幼年林果空地间作粮食作物、经济作物和蔬菜。以短养长，提高经济效益。或以林木为主，进行林粮、林草、林药间作。如北方半干旱平原地区的泡桐与小麦、棉花间作，枣与小麦、花生、甘薯、棉花间作；南方水稻种植区有池杉与水稻间作；云南西双版纳的胶茶间作，上层橡胶树，第二层是肉桂和萝芙木，第三层是茶，最下层是中药砂仁。复合人工群落太阳辐射年吸收量比单一胶园高 3.8%，比单一茶园高 7%；胶园风速比单一胶园下降 56.1%；地表冲刷减轻，土壤理化性状改善，而且茶树冠起窝风蓄热作用，可减轻橡胶树寒害；上层橡胶树冠适当遮阴，满足茶树耐阴喜湿的习性，又能减轻春寒对茶树的危害。胶茶都有各自生存的适宜生态位，从而形成增产和高效群落。

### 2. 以种植业为主，兼顾养殖业的立体农业

(1) 稻(蔗)田立体种养。如稻(蔗)萍鱼、稻鸭、稻蛙等类型。以稻萍鱼为例，稻田水面放养红萍，水体养鱼，红萍喂鱼、鱼粪和红萍肥田。水稻为鱼类提供适宜栖息的生存环境，鱼类吃掉害虫和杂草，减少水稻纹枯病和稻飞虱危害，既充分利用了稻田光、热、水、气资源，又促进了稻田物质循环和能量转化，发挥互利作用。

(2) 林(果)地立体种养。包括在果园内或林下种食用菌，养鸡、养猪和林区养鹿等。利用果园内的光照弱、湿度高、风速低的特点，接种适宜于该生态位的食用菌，食用菌收获后的菌渣可做肥料，食用菌生长期释放的二氧化碳是果树光合作用的要素。林内养鸡可以减少饲料和林地有害昆虫，鸡粪又可提高土地肥力，相互创造适宜的生态位。

### 3. 立体养殖

分为水体立体养殖和陆地立体圈养。

水体中的各层光照、含氧量和浮游生物量都不相同。通过放养生态位不同的鱼类，形成层次结构丰富的垂直结构，充分利用水体、饲料资源，提高鱼塘生产力。鱼塘上层喂养草食性鱼类——草鱼，草鱼的粪便和吃剩的饲料可促进浮游生物繁殖，为滤食性鱼类花鲢、白鲢提供了饲料。花鲢、白鲢摄食浮游生物和细菌，使水质变清，有利于草食性鱼类的生活。花鲢、白鲢的粪又是下层鲢鱼、鲤鱼的饲料。鲢鱼、鲤鱼适应低浓度氧，又可利用其他鱼类食剩的饵料，因而也可保护水质。各层鱼类互为对方创造了良好的生态位。水体上层放养鸭，中层养鱼，下层养珠蚌；鱼、蚌、鳖立体养殖等，都是水体立体养殖的具体事例。

陆地立体圈养是充分利用空间，节约圈棚材料，并充分利用废弃物而设

计的一种空间共生立体养殖。如上层养鸡，下层养猪，底层为蚯蚓池或鱼塘。

#### 4. 基塘型立体农业

桑基鱼塘即为一例。

#### 5. 庭院立体种养

充分利用房前屋后和庭院隙地经营种植业和养殖业，形成多层次的立体结构。例如葡萄（瓜果）——蔬菜（花卉）——食用菌（蚯蚓）的空间立体种养。

### 四、创造良好生产环境的农业

生态农业通过各种农业生物创造良好的农业生产环境。

#### （一）森林的生态效应

森林是陆地生态系统的主体，是农业生态平衡的保障。它的生态效应主要有：

##### 1. 涵养水源，保持水土

茂密的林冠可以截留降水 20%—30%，枯枝落地层及活的地被物可使 50%—80% 的降水渗入到林地土层内，减少了地表径流和土壤冲刷。每公顷林地比裸露地可多蓄水 300 多立方米。1000 公顷的森林涵养的水量，相当于一个容量为 30 万立方米的水库，故有“绿色水库”之称。由于森林涵养水源的作用降低了洪水期河流水量，增加了枯水期河流流量，从而缩小了河流洪枯比值，减轻了水旱灾害。

##### 2. 调节气候，增加雨量

林木所截留的水分，通过林地、林冠的蒸发和蒸腾作用，将水分散失在空中增加了林内和周围地区的空气湿度，一般比无林地高 10%—20%；同时也不同程度地提高了降水量。如广东的雷州半岛，过去林地面积很少，到 70 年代森林面积比解放初增加了 1.7 倍，降水量也随之增加了 32%。

##### 3. 防风固沙，保护农田

天然林或农田防护林带可以减低风速，稳定流沙，保护农田。当前进的风遇到林木后，一部分经过摩擦、碰撞，减弱了风力；大部分风遇到林木阻挡，被迫向高空吹去，然后再逐渐回到地面，风势被削弱。被削弱的风势，还未恢复到原来风势时，又遇到第二条林带。经过几次这样的阻挡，强风变成弱风，甚至无风了。据测定，农田防护林背风面的风速很小，直到距离树高 20—25 倍时，风速才恢复到原风速的 75%。

##### 4. 净化空气，防治污染

森林是氧气的发生器和二氧化碳的吸收器。1 公顷阔叶林，一昼夜可吸收 1 吨二氧化碳，放出 0.73 吨氧气，大面积的森林阻止了大气中二氧化碳含量的持续上升。工矿和交通车辆不断向大气排出大量有害气体和尘埃，通过森林的吸收、阻滞和过滤可以净化空气。每年每公顷树冠可吸收尘埃 30—70 吨。

##### 5. 提供燃料，增加肥源

许多林木的树叶是良好的饲料，既可用于畜牧业，又增加了有机肥源。薪炭材有助于解决我国农村中能源的短缺，以利生态平衡的恢复。所以在一切可以种植林木的地方应植树造林，改善生态环境。在大于 30° 的坡地山头上种植防护林，保持水土，涵养水源；在农田四周种植农田防护林，改善农

田小气候，保持农作物免受自然灾害；在风沙危害的地区营造防风固沙林，可达到固定流沙的目的；在水土流失严重的地区，营造水土保持林；在沿海和大江河的沿岸，建造沿海防护林、护岸林、防浪林等。从总体上保护生态环境，控制生态失衡。

## （二）草原、草山生物的生态效应

草原、草山上的生物主要是各种天然牧草和人工牧草，以及放牧的多种食草牲畜和多种野生动物。牧草生长快，茎叶茂盛，根系发达，种植后可以使地面很快被覆盖，有很强的保持水土固定流沙的功能。在北方，草地的保土作用比作物大 40—110 倍，在降水多的地区则为作物的 300—800 倍，保水作用为农田的 1000 倍。

禾本科牧草须根很多，固土能力强；豆科牧草的根部有根瘤菌，能固定空气中氮素，草木樨每年每公顷可固氮 127.5 公斤，苜蓿为 330 公斤。实行两者间作和混播，可起到固土和肥土的功能。

## （三）农田生物的生态效应

农田生物中主要是人工种植和放养的生物，如粮食作物、经济作物和养地作物，以及鱼类、蛙类和害虫的天敌。其次，还有自然界的多种昆虫、病原菌、土壤微生物等。所有这些生物组成一个复杂的农田生物系统，影响周围无机环境。

### 1. 对土壤肥力的影响

农田生物是土壤有机质和养分的主要来源，又是土壤肥力的调节者。生态农业重视生物的养地作用，主要措施是在轮作中安排豆科等养地作物或种植绿肥，实行水旱轮作、以及大量施用有机肥等。据湖南吴淑珍研究，春花生与晚稻轮作，收花生后土壤中速效氮比早稻田增加 22.2%，速效磷增加 5.4 倍，速效钾增加 3.8 倍。春玉米间作大豆与晚稻连作也有类似效果。水旱轮作可以显著改善土壤理化性状，提高土壤肥力。农作物秸秆、糠、麸或加工后的各种饼肥，经做饲料、沼气原料和食用菌培养剂等以后再还田，是很好有机肥料。豆科绿肥及红萍也是很好的有机肥料，可以显著提高土壤肥力。

### 2. 保持水土和改善农田小气候

修筑梯田或等高耕种，或密植作物与中耕作物相间带状种植，可以减少地表径流，保持水土，特别是修筑水平梯田、挖水平阶、培地埂等改变局部地形的工程措施与种树种草、等高种植农作物等生物措施结合，以生物措施为主的综合治理山区小流域，效果更为显著。合理的作物种植的方式和种植密度对改善农田小气候有显著作用，特别是有利于改善作物群体内的小气候环境。

### 3. 净化环境

农田土壤微生物不仅能分解有机质，为农田土壤增加速效养分，而且有很强的净化能力。污水经预处理后，用于灌溉农田，其中很多有毒物质可被土壤吸收，并被微生物分解。酚、氰和对硫磷等，在土壤中只需几天就可完全被分解净化。

## 五、重视生物防治的农业

在自然生态系统中，存在着激烈的生物种间的竞争和相克关系，一个物种往往是另一种物种的天敌，存在捕食与被捕食关系。在生态农业系统中，

人类正是利用生物相克关系，人为地为生物种群实行调节。生物防治正是这种关系的运用。它利用某些生物（包括昆虫、螨类、蜘蛛、脊推动物、细菌、真菌、线虫和病毒）、或生物的代谢产物来控制乃至消灭病、虫、草害的发生。生物防治既是一种预防性措施，又能直接杀伤病虫害，特别是当形成一定数量稳定的天敌种群之后，甚至可以收到一劳永逸的理想效果。

生物防治具有安全、持久和经济等特点。安全性表现在对人、畜健康和环境没有损害；天敌的寄生和捕食专业性强，只对其赖以生存的少数有害生物寄生和捕食，不会侵扰其他非目的物种（包括其他天敌）。持久性表现在没有特殊因素的干扰下，对害虫的发生有长期的抑制作用，还随害虫密度的增加而增加。经济性根源于天敌是一种用之不竭的自然资源，种类多，分布广，便于就地取材，综合利用。费用低于化学防治费用，约低 1/3 到 3/5。生物防治可以不用或少用化学农药，减少环境污染。

生物防治主要是利用寄生性、捕食性天敌、病原微生物和微生物制剂等以虫治虫、以菌治虫、以菌治菌以及动物治虫。

### （一）以虫治虫

以虫治虫就是利用天敌昆虫防治害虫。途径有：增殖天敌。包括饲养、释放和改变环境条件以增殖天敌昆虫。天敌的保护。一切农业生产活动都应有利于天敌的繁衍，要选用对天敌杀伤力最小的药剂，降低用药浓度、注意用药时间和方法。从异地引入天敌。

人工大量繁殖和定期释放天敌，以虫治虫已成为生物防治重要内容。天敌昆虫当中最重要的类群，首推各种寄生蜂。据科学家估计，全世界寄生蜂有 6 万余种，中国有 5000 种之多，突出的是赤眼蜂和金小蜂。中国有赤眼蜂 18 种，是卵寄生蜂，寄主范围广泛。中国 1951 年就开始系统地利用赤眼蜂防治甘蔗螟虫，1958 年在广东顺德县建立了第一个赤眼蜂站。目前已扩展到用来防治玉米螟、稻纵卷叶螟、松毛虫等十多种害虫。其优点是：人工繁殖简易省工，不需复杂设备；具有强大的繁殖力，只要能控制一定的温湿度，全年均可繁殖；能寄生多种农林害虫；使用安全，成本低，效果好，无污染等，受到世界各国普遍重视。除赤眼蜂外，还有丽蚜小蜂、金小蜂、蚧小蜂等寄生性天敌昆虫。丽蚜小蜂主要寄主是温室白粉虱，最早在英国使用成功，中国于 1978 年从英国引入，在北京用它控制温室蔬菜的白粉虱，获得成功。金小蜂主要用于防治棉花红铃虫。在长江中下游地区一年可发生 11—12 代。蚧小蜂主要用于防治果树上的粉蚧。

除寄生性的天敌外，还有捕食性的天敌昆虫，如草蛉、瓢虫、捕食螨等。草蛉是一种分布很广的捕食性昆虫，主要以蚜虫、介壳虫、红蜘蛛、粉虱以及多种鳞翅目害虫的卵和幼虫为食。在自然界中对害虫种群数量的消长起着显著的控制作用。瓢虫在中国约有 100 种左右，幼虫和成虫均可捕食蚜虫、介壳虫、壁虱等，是自然界控制害虫大量发生的有效天敌。捕食螨是一种资源极丰富的天敌，已知的种类有 800 余种。可捕食棉花、豆类、果树、茶叶、蔬菜等作物的有害螨和红蜘蛛。

### （二）以微生物治虫

被利用的微生物种类很多，有细菌、真菌、病毒、立克次体、原生动物和线虫等。据统计，伴随昆虫发生的微生物共有 1165 种，对人类和高等动植

物无害。目前常用的有细菌制剂——苏云金杆菌类、真菌制剂——白僵菌、绿僵菌和病毒制剂——核多角病毒。

#### 1. 苏云金杆菌类

是国内外研究最多、应用最广的一类细菌杀虫剂，它能够防治 150 多种害虫，主要是鳞翅目的害虫。如青虫菌可用来防治菜青虫、玉米螟、稻包虫、稻纵卷叶螟；杀螟杆菌可用来防治三化螟；松毛虫杆菌可用来防治松毛虫，效果一般均在 80%—90%。

苏云金杆菌能在人工培养基上生长良好，易于工厂化大量生产，这种制剂安全、无毒，不污染环境，是比较经济的微生物杀虫剂，还可以与少量的杀虫剂混用。敏感昆虫吞食或接触后，食欲减退、停食，行动迟缓，上吐下泻，经过 1—2 天即死亡。其孢子在昆虫死前死后均能感染其他昆虫，已在我国正式投产，成批量生产。

#### 2. 白僵菌

属于真菌类生物农药。目前国内外已经发现 530 余种真菌能使害虫生病致死，尤其是在温暖多雨的季节，防治效果好。白僵菌可防治玉米螟、高粱条螟、大豆食心虫、松毛虫等害虫。它的孢子接种到虫体后，在温、湿度条件适宜时，6—8 小时即可萌发，长出菌丝。菌丝穿透害虫的表皮，进入体内，在体内不断地繁殖。害虫体内于是充满菌丝，导致得病虫害死亡。绿僵菌是另一种重要的治虫真菌，主要用于防治金龟子。

白僵菌对人畜无害，但对家蚕有致病力，蚕区要慎用。

#### 3. 病毒

利用病毒防治害虫是近年才发展起来的。目前已知能杀灭昆虫的病毒有 320 多种，我国已报道的有 50 多种，主要寄生于鳞翅目、膜翅目昆虫，以及果树上的叶螨类。生产上已经加以应用的有 40 多种，有 20 余种已大量生产使用，用于防治棉铃虫、甘蓝夜蛾、粘虫、松叶蜂、松毛虫。昆虫病毒具有高度专一性，对人畜无害，而且效力持久，应用方便。病毒粒子进入害虫细胞后，不断繁殖，反复感染，直至染病昆虫死亡。死亡昆虫体腔破裂，病毒粒子随风、雨传播，可长时间控制害虫种群的发展。病毒病多在幼虫期发生，虫龄越小，越容易感染。

病毒只能在活细胞内生长，故多用饲养昆虫的方法培养病毒：在自然界采回昆虫，进行接种增殖；在田间对害虫喷洒病毒，然后通过收回死虫提取；人工饲养昆虫接种增殖。

#### 4. 线虫

线虫可以寄生虫体内，并致死寄主，目前已有 100 余种。被线虫寄生的昆虫，体色变褐、体变软、体液多、不腐烂。国际上美、法、加、捷、印度、前苏联等已用于防治鳞翅目、双翅目、鞘翅目、膜翅目等多种害虫。我国尚处在试验阶段。

### （三）以脊椎动物治虫

脊椎动物中鸟、禽、蛙、鱼可以捕捉害虫。蛙类主要以昆虫为食，而且绝大部分是农林害虫，一只蛙一年可消灭害虫 1 万只左右。我国鸟类中，捕食害虫的约有 570 余种，据研究，一只成年杜鹃一天可捕食 300 多条松毛虫；一只成年灰喜雀一天可捕食 200 多条松毛虫。

养鱼灭虫是我国的传统经验。稻田养鱼除可以消灭蚊虫外，还可以吞食

稻苞虫、稻飞虱的幼虫，并可减轻稻田纹枯病的危害。稻田养鸭在我国已有700多年历史，可以达到中耕除草、松土施肥、除虫的目的。鸭子捕食昆虫的能力很强，特别是对防除稻纵卷叶螟、稻飞虱、稻叶蝉、粘虫、蝗虫、三化螟等的效果显著。棉田中养鸡，可以防治棉田的棉铃虫、红铃虫、金龟子等害虫。既可代替农药，减少农田污染，又可提高经济效益。

#### （四）以微生物治病

利用有益微生物或由它们产生的抗菌素来防治农、林作物病害，不仅能直接杀死病菌，还能诱发植物的潜在抗性。例如利用细菌——蛭弧菌，直接消灭菜豆叶烧病、柑桔溃疡病、番茄青枯病、白菜软腐病、水稻白叶枯病的病原细菌。美国利用真菌间的颉颃作用和重复寄生，防治蔬菜、花生、马铃薯的枯萎病。我国利用放线菌所产生的抗菌素防治禾谷类作物的黑穗病和棉花苗期的病害；利用木霉菌寄生在纹枯病菌上，防治水稻纹枯病和马铃薯黑胫病等。此外，还可以利用人工免疫方法提高作物本身的抵抗力。人工免疫就是利用亲缘关系较近的微生物或某一菌群中不能致病的菌系，先接种到作物上，诱发作物的抵抗力，但并不危害作物本身。我国利用人工免疫方法防治苹果炭疽病取得成功。在病毒中，利用弱毒系的干扰作用，防治强毒系所致的病毒（番茄花叶病、青椒病、番茄病毒病、苹果花叶病等）也获得了成功。

#### （五）以菌、虫、草除杂草

早在40年代美国就利用单食性的小甲虫防除杂草，获得成功；澳大利亚还利用螟虫类昆虫和粉蚧除治繁殖速度很快的仙人掌类的植物；前苏联利用全花甲虫控制豚草。昆虫灭草的功能是多方面的，或直接吃掉杂草；或使杂草的长势变弱而被作物所抑制；或破坏了杂草的花和种子，使繁殖力受损害；或造成伤痕为病原微生物侵染打开缺口，使杂草发病致死。

以菌杀草在我国也取得成功，例如用“鲁保一号”真菌防治大豆菟丝子，防治效果达到85%以上，但不危害大豆和其他农作物，对人畜也无害。

利用某一种植物的密度抑制杂草生长，就是以草治草。广东省东莞市1982年在柑橙园内引入适应性强、繁殖快的白花草防治杂草，有效地抑制了杂草的生长，并起到保土增肥、防晒增温、调节果园内小气候的作用。白花草还有利于柑橙红蜘蛛天敌绥螨繁殖，因而减少了化学农药的施用量，减少农药在果实中的残留。

我国自然天敌种类多，分布广，数量大，是人类可以利用的极宝贵的自然资源。可是，目前益鸟益兽益虫的数量在逐渐减少，有的甚至濒于灭绝，主要原因是由于人类的乱捕乱猎、农药危害、栖息地和生存环境的破坏，以及敌对生物的伤害等。这已引起严重关切，采取的保护措施有：

##### 1. 严禁滥捕乱猎

一些有益于农业的生物鲜美可口，有些可提供珍贵皮毛、药物，有些可供观赏，因而遭到滥捕乱猎，必须通过宣传教育和严格贯彻执行有关的法令，对其严加保护，尤其对有益于农业的动物幼体和鸟卵更应保护。

##### 2. 人工繁殖放养

人工繁殖放养野生有益农业动物是保护和利用天敌的重要手段。例如，通过人工繁殖放养若干野生动物如蛙类、鸟类、赤眼蜂等加以保护利用。

### 3. 增加绿色植被和建立自然保护区

天敌多栖息和生活在森林、草原、草丛、田野和沼泽地带。森林被伐，植被破坏，沼泽消失，河水干枯，天敌丧失了栖息地，断绝了食物来源，被迫迁居或改变食性直至冻死饿死，也有相互残杀，或被人类追捕杀害。植树造林，保护植被，建立田间绿色通道，并划出一定范围的自然保护区，恢复栖息、生活的环境，有利于野生有益生物的生存和发展。

### 4. 减少农药对天敌的危害

施用农药尽管消灭了害虫，同时也伤害了害虫的天敌，所以应尽量少用农药，如必须使用农药时也应采取措施保护天敌。保护措施有 将天敌保护在施药区以外，如田边、路边、灌渠边和河边。 根据昆虫不同发育阶段对农药敏感的差异选择农药使用时间，通常寄生天敌的成虫对杀虫剂敏感，而食植昆虫的若虫、幼虫对农药比成虫更为敏感，施药应安排在害虫敏感而天敌不敏感时期。 根据取食方式不同选择用药，由于天敌一般不取食植物，故施用内吸剂农药为好，尽量减少农药施用量，只需将害虫量压制在经济阈值以下，以利保护天敌。

生物防治最积极之点就是它充分利用自然控制因素。因而生物防治对其他能增强自然控制的措施取兼容并蓄的方针，如农田中的间混套种，轮作，换茬；使用抗病虫害的作物品种，合理施肥、用水等。对自然控制因素有矛盾的化学农药、除草剂等，只有在没有替代办法时，才加以采用。

## 六、重视开发利用可再生能源的农业

可再生能源，包括生物质能、沼气能、太阳能、水能、风能和地热。

### （一）薪材林

以生产薪材为主要经营目标的林种称为薪材林，是良好的生物质能。薪材几乎不含硫，不污染环境，是一种比较干净的优质能源；薪柴燃烧后的灰分少，还可作为肥料回田；薪材的木质素含量高，单位容积的热值大，含水低，燃烧价值远远高于秸秆等其他生物质能；使用方便、安全、价格低廉。林木立地条件要求不严格，耐瘠薄，能适应恶劣的气候；萌发能力强，依靠森林的不断生长和萌芽更新，可以达到一次种活，年年有收益。

薪材林种植技术简单，容易掌握，大多采用速生树种，如大叶相思、桉树造林后第二年就可以采伐，5—7 年就能提供大量烧柴；旱柳、枫杨长到 5—6 年每公顷可提供 15 吨左右薪材。有人估算，在我国南方，每户利用四旁闲地、荒坡种 0.1 公顷的薪材林，3 年后可解决烧柴 30%，5 年解决 70%，10 年可全部解决燃料问题。经营薪材林时，一般还要考虑以下几方面问题：多种经营、综合利用。例如，可种植与用材相结合的乔木林；在选用树种时除考虑取得薪材外，还应考虑树皮、树叶、树根的综合利用。如桉树不仅可作薪炭材，其细枝、叶片还可生产桉油。 选用繁殖力强、生物量大、热质高的树种，如各种杨树、松、桉、大叶相思、铁刀木、柳、沙棘等。 作业简单，运输方便，易于销售。

目前，国际上对生物质能的利用，不是直接用作燃料，而是通过加工和转换后再作燃料。例如将生物质与低热质化石燃料混合加工，制造出能量密度大，储运、使用方便的燃料。现代生物质利用的重点，是通过热解气化、厌氧发酵制取醇类和沼气燃料。我国 1991 年农村能源建设工作要点中也提出

“做好生物质能的固化、气化转换技术开发试点，尽快推出商品化产品”的要求。在开发薪材林能源时，要重视提高用能的热效率，推广节能炉灶、省柴灶、省煤灶，热效率可提高20%—30%，比旧式炉灶节约燃料一半左右。

## （二）沼气能

沼气能是生物质经厌氧微生物发酵而产生的能量，是一种先进的能源。

农作物直接利用太阳能产生有机物质，并把太阳能转变成为化学潜能贮存在有机物中，这些有机物就是农产品。农作物主产品中约贮有全部植物能量的1/3到1/2，秸秆等副产品中约有1/2到1/3。主产品供人食用后，只摄取其中的部分能量，多数在粪便中排出；畜禽对植物能的利用也是如此。如不利用大量秸秆、青草、树叶和人畜粪便中的能量，是极大的浪费。在利用这些废弃物以取得能量的办法中，沼气是最佳的选择。

有机废弃物中含有碳、氢、氮、磷、钾各种元素。经厌氧发酵，微生物将有机质中可作燃料的碳、氢和可作肥料的氮、磷、钾分离开，碳、氢化合成甲烷，即沼气，作燃料，氮、磷、钾和有机质保留下来作肥料。秸秆直接燃烧，热能利用率只有10%，而制成沼气可高达60%。每公斤桔杆含热为3400大卡，直接燃烧的有效值为340大卡，制成沼气燃烧可高达660大卡，提高热能利用率94%。有机废弃物制成沼气既可提高热能利用率，又充分利用了不能直接用于燃烧的有机物（如人畜粪便）中所含的能量。

大力发展畜牧业是生态农业的主要内容。目前由于农村大部分地区饲料、燃料均较紧张，阻碍了畜牧业的发展。沼气则可协调饲料、肥料的矛盾。沼气还可作照明，或育雏鸡（鸭）保温所需燃料。沼液养鱼、喂猪，节省饲料，增加产量。

发展沼气还有利于环境保护。沼气燃烧后几乎无有害物质污染大气。垃圾、粪便等投入沼气池，改善了环境卫生，蝇蚊失去了滋生的条件，减少了疾病的传播；病菌、虫卵经沼气发酵后，即被杀死。可见沼气池发酵切断了有害虫、菌传播途径，保证了人畜健康。

施用沼肥可减少化肥施用量，从而减轻了化肥对环境的污染；沼气解决了农村燃料问题，为森林的恢复创造了条件，也就为天敌提供了适宜的生长环境。同时沼气发酵杀死了许多害虫的卵和病菌，也就减少了农药的用量，间接地保护了环境。可见农村创办沼气是减轻和消除环境污染、创造最佳生态环境的重要措施。

## （三）开发利用其他可再生能源

我国农村有着丰富的水力资源，发电潜力很大。小型水力发电设备和技术简单，安装容易，操作方便；投资少，成本低，且长期受益；要求的落差小，耗水少，溪流、泉水、大中型水库的渗漏水均可拦蓄发电；工期短，见效快。水电是一种无污染又洁净的能源，它对改善环境、发展水产养殖业、扩大灌溉面积、改善人民生产和生活条件，都有良好的作用。

为了不因水土流失而淤塞水库，要在建站流域集水面积内种树种草，使绿色植被覆盖率达60%—70%以上。

太阳能是地球上取之不尽、用之不竭、无污染、可自由利用的能源之一，在矿质能源缺乏，太阳能资源又极丰富的地区，更是一种值得开发利用的能源。太阳能除解决生活上用电和取暖外，在生产上也得到广泛的应用。主要



有：（1）太阳能温室，用于冬春种菜、育苗，保存热带稀有植物；用于猪牛舍的采暖。（2）塑料大棚，用于水稻育秧、育苗、种菜，也有将鸡舍、猪圈、沼气池和种菜结合起来置于大棚之中。（3）地膜覆盖，用于水稻、玉米、棉花、花生、蔬菜的大田种植。（4）太阳能干燥器，用于干燥谷物、种子、蔬菜、干果、茶叶、烟草、药材等。（5）太阳能水泵用于提水。

风能是自然界广泛存在的、取之不尽的、来源广、无污染、易于建设的可再生能源。建设规模可大可小，在人口居住分散，远离电网，交通不便的边远地方，宜于推广小型风力发电。风力发电的缺点是有风才有电，是一种季节性能源，应与水能、太阳能配套，做到资源互补，合理利用。

地热是另一种再生能源。我国高温地热资源主要分布在西藏、云南和台湾，高温地热区可以发电为主，综合利用地热；中低温地热资源量大，分布面广，可用来发展种植业、养殖业和畜牧业。地热可与太阳能结合，用于玻璃温室和塑料大棚中，发展蔬菜种植；或用于热带鱼（罗非鱼）和鱼苗的繁殖和越冬。总之，生态农业是无废弃物、合理利用生态位、创造良好生产环境、采用生物防治、重视开发生物能源和可再生能源的农业，生态农业为农业的未来描绘出清晰的轮廓。

## 第四章 绿色的世界（二）

### 第一节 未来的工业——绿色工业

工业革命开创了机器大生产的新时代。以机器生产为代表的现代工业的出现，使世界面貌发生了根本性变化，工业已成为支配社会物质生产的主导力量。现代工业与现代农业一样，其发展模式是建立在以消耗化石燃料和不可再生资源的基础之上的。结果，导致全球性的资源短缺、能源危机、环境污染和生态破坏。旧的发展模式已难以为继，人类正处在历史的抉择关头。正如巴西环发大会通过的《21世纪议程》中所指出那样：“地球所面临的最严重的问题之一，就是不适当的消费和生产模式，导致环境恶化，贫困加剧和各国的发展失衡。”“若想达到适当的发展，需要提高生产的效率以及改变消费，以最高限度地利用资源和最低限度地产出废弃物，这将要求工业化国家重新制定发展模式……”

毋庸讳言，我国社会主义工业化过去和现今也是采用了以大量消耗资源、能源为特征的传统工业发展模式，投入多、消耗高、产出少、消费大、效益低、污染严重。“我国环境与发展十大对策”中明确指出：“当前影响环境质量的主要污染物来源于工业生产。”提出必须改变传统的工业发展模式。可见，变革我国现存的工业发展模式已势在必行。绿色工业就是生态与经济协调发展的可持续性的未来工业新模式，是开拓我国现代工业新文明的必由之路。

绿色工业也称作生态工业，它是指合理、充分、节约地利用资源和能源，对物质进行多层次综合再利用，对生态环境和人体健康损害最小的工业发展模式。这种模式与传统模式的最显著的区别是它力求把工业生产过程纳入全球生态系统中的物质循环系统，把生态环境优化作为衡量工业发展的质量和程度的基本标志。

#### 一、工业发展的新模式——绿色生态工业

##### （一）生态工业的理论依据

物质循环利用原理是生态工业的理论依据。工业生产过程就是物质转化过程，工业生产所具有的物质转化功能是指利用原料制取产品，赋予商品使用价值。原料取自自然资源与环境，经生产产出产品（商品）及废料，产品经使用后也将变成废弃物，最终都弃之于环境。这里体现了社会生产和再生产的过程是人类和自然之间进行物质转化的过程。这一过程与生态环境相联系，是它的生态属性。随着科技进步、人口增加而引起的生产和消费的不断扩大，生产和生活排泄物也会不断增加。它们返回自然，积累于环境，成为生态环境恶化的主要物质因素。排泄物积累超过生态系统的自净能力，就会破坏人与自然之间物质转化的生态关系，导致环境污染，生态失调；同时也引起了资源的耗竭，这是决定我们必须对废料资源进行循环利用的客观要求，也是必须从根本上改变工业发展模式的理论依据。

废料是可以通过新的生产发展模式变为新的生产要素。根据物质循环和物质转化的规律，废料经过人类的再利用，投入新的生产过程，可以转化为同一生产部门和另一生产部门新的生产要素，再回到生产和消费的循环中。

原来的废料变成了既有使用价值又有价值的物质资源。采用生态工艺的工业发展模式就可把一切进入生产中的原料和辅助材料的利用率提高到最大限度，将废弃物的排放量降低到最小限度，从根本上解决了工业污染和减缓了资源耗竭这两个核心问题，杜绝了生态环境问题的产生。

## （二）什么是生态工业

生态工业在不同地区和国家有不同的提法，如欧洲国家称为“少废无废工艺”工业，日本称为“无公害工艺”工业，美国则名之为“废料最少化”、“减废技术”、“污染预防”、“绿色工艺”、“清洁生产”、“环境完美工艺”工业，也有称为生态可持续性工业。我国则称生态工业。生态工业的提出已有十几年的历史，但至今没有完整的统一的定义。1991年，联合国工业与发展组织总结了十几年世界生态工业发展的经验，明确指出：“生态可持续性工业”，就是“在不损害基本生态进程的前提下，促进工业在长期内给社会和经济利益做出贡献的工业化模式”，这就把生态环境的改善作为工业发展模式的基本内容肯定下来。概括起来，生态工业包含有以下的含意。

### 1. 摆正人与自然的关系

人类作为生物圈的成员必须与自然实行和谐共存，协调相处。

### 2. 工业系统应是一个良性生态经济系统

工业活动的目标不是单纯地追求工业企业内部经济性，而是大系统的整体经济性，讲求生态效益与经济效益的统一。

### 3. 从充分利用资源角度看待废料

据前苏联统计，全部原料转化成产品的部分 25—30 年前仅占全部原料的 1%—2%；15—20 年前达到 5%—10%；1984 年也仅上升到 28.6%，即大部分原料转化成了废料。所以应该将废料看成是由于某种原因而未加利用或未尽利用的原料。工业生产应以原料的综合利用为中心，考察原料开发——产品——设计——生产——消费——回收资源的全过程，实现原料在各个可能层次上的闭合循环，达到废弃物无害化和资源化，将消极被动的终端污染处理改变为积极主动的生产全过程污染控制，从根本上减少工业生产的负效应。

### 4. 根据生态学原理、规划、组织和管理区域的生态、生产和生活

即从当地环境负荷出发确定生产的规模；同时根据确定的生产规模有计划地调节人口数量和消费水平。

生态工业包括以下三方面的内容：

#### 1. 采用清洁的能源

包括常规能源的清洁利用，可再生能源、新能源的开发，和各种节能技术。我国是一个燃煤大国，开发煤炭清洁利用技术和开发、使用清洁能源是实现生态工业生产的重要内容。

#### 2. 采用清洁的生产过程

尽量少用、不用有毒有害的原料，积极开发危险性小或能用较安全方法处理以及有利于资源永续利用的替代品；实行少废、无废工艺，采用高效设备，更有效地使用各种资源，利用二次资源作原料，实现原料再循环利用；减少生产过程的各种危险性因素，如高温、高压、低温、低压、易燃、易爆、强噪音、强振动等。

#### 3. 生产清洁的产品

节约原料和能源，少用昂贵和稀缺的原料；产品在使用过程中以及使用

后不含危害人体健康和破坏生态环境的因素；包装合理，易于回收、复用和再生；具有合理的使用功能和寿命。

上述三方面的内容，都是为了实现以下两个目标：一是通过资源的综合利用、短缺资源的代用、二次资源的利用等，减缓资源的耗竭；二是减少废料和污染物的生成和排放，促进工业产品的生产、消费过程与环境的长期承载能力相适应，降低整个工业活动对人类和环境的危害，最终实现投入少、消耗低、产出多、质量优、生态与经济协调发展的理想生态工业。

### （三）实现生态工业的主要途径

社会生产和再生产过程中，在投入一定数量资源的条件下，取得的物质产品越多，则产出的废弃物就越少。可见污染物是在生产过程中产生的。因而减少排废量、消除污染，要着眼于生产过程。

#### 1. 合理利用资源

资源的合理利用是建立可持续生态工业模式的核心，合理利用的中心在于对资源的综合利用。实现原料的综合利用，首先要对原料进行正确的鉴别，列出目前和将来有用的组分，制定出将其转变为产品的方案。工业原料往往都具有多种成分，在传统的工业生产模式中，仅利用其中“有用的组分”，其余成了废料。如燃煤发电只利用了其中的化学能，其他碳、硫化物、氮化物、无机物等组分在燃烧时转化为废气和废渣排入自然界，污染了环境。生态工业则要求以资源为中心，围绕资源的综合利用，开发各种加工流程，建立企业群落。例如，建立以下企业群落，实现煤的综合利用：发电厂在煤矿区建设坑口电站，降低煤炭的运输费用，就地使用低热值劣质煤和洗选煤，减少劣质煤对环境的污染。建材厂，综合利用石灰石、粘土、陶瓷土资源和煤矸石以及发电厂的粉煤灰生产建筑材料。煤化工厂，回收煤炭燃烧过程中所产生的化工副产品。如把煤炭进行气化、脱硫，产生低热值煤气，供燃气——蒸气联合循环发电；在气化过程中，同时回收苯、酚、焦油，乙烯等化工产品；或将煤先空气干馏，所得半焦用于发电，干馏过程中获得焦油、烃等化工产品。还可建立水法冶金厂，提取煤灰中的铝等。水处理厂，组织水闭路循环，提高水的重复利用率。利用废热进行养鱼和种植蔬菜等。国外还正在研究将烟道中的二氧化硫和氮氧化物加工成化肥，将二氧化碳制成聚合物，使原料中的各个组分都转化为产品，没有废弃物排放于环境。

资源综合利用要有整体最优化的观念。例如矿物往往是共生或伴生在一起的，利用时必须对资源进行综合勘探、综合评价、综合开发、综合利用。如果只开采本部门所需矿种，弃其他矿种于不顾，不仅严重浪费资源，而且也破坏了环境。

#### 2. 改革工艺和设备

通过工艺和设备的改革可以实施无废或少废的清洁生产。

现代科学技术飞速发展，新的科技成果不断涌现，为实现工业生产工艺生态化提供了可能。大致可以分为以下几种类型：

（1）采用完全不同的加工原理和技术，从根本上改革原有的工艺和设备，彻底地解决物耗高、污染重的问题。例如将废铝制造成再生铝材的工艺，

传统方法是采用二次重熔工艺，能耗高，而且化学成分不能保证，有较多压余，回料多、材料利用率低、废水排放多。改用新的连续挤压工艺，在节能、降耗、减污及产品质量方面与旧工艺相比都有了根本性的变化（表 4—1）。

表 4—1 制造再生铝材的新旧工艺技术指标对比

指 标	旧工艺	新工艺
废铝料（公斤/吨·产品）	1150	1004
原料总费用（元/吨·产品）	10350	9036
电耗（千瓦小时/吨·产品）	2000	600
水耗（吨/吨·产品）	27	1
废水排放量（立方米/吨·产品）	5.6	1

又如硝酸的生产，传统的工艺是在铂网上催化氧化氨，生成二氧化氮，仅利用了氨中的氮，原料组成中的氢却转化成水，被浪费了。利用等离子体化学过程可以直接利用空气中的氮和氧制取硝酸，因而节省了合成氨所需的原料——氢，也就等于节省了制取氢时所用的天然气、重油或固体燃料等宝贵原料。

现代科学技术开创了不少新的物理化学过程，包括电化学有机合成、等离子体化学过程、膜分离过程、光化学过程、新型的催化过程及生物化学过程等，它们正在成为新工艺的主体，越来越多地在生产过程中创建生态化工艺。

(2) 在原有工艺的基础上，针对其中的薄弱环节，革除或调整某些工序，使流程合理化，达到降耗减污的目的。例如丁二烯的制取，仅仅对制取丁二烯的丁烯氧化脱氢装置中的反应部分进行改造，就能收到良好的效果。一是用 B—O<sub>2</sub> 铁系催化剂（丁二烯选择性 91%）代替原来的钼系催化剂（丁二烯选择性为 80%）；二是用两段轴向绝热固定反应器代替原来的硫化床反应器。这两种措施都有效地提高了原料的利用率，降低了能耗、水耗及催化剂的损失，抑制了副反应，降低了醛、酮、酸的生成，使废水中的 COD 浓度大幅度下降，同时也降低了产品成本，经济效益显著。

(3) 不改变现有工艺，只改变某些工艺条件或操作参数，减少以至消除废物的产生和排放。例如，乙二醇是以乙烯和纯氧为原料，在银催化剂作用下，纯氧直接氧化乙烯得到环氧乙烷，再将环氧乙烷进行高温水合，制取乙二醇。但原来工艺是采用直接蒸气加热，废水中 COD 含量大。新工艺将直接蒸气加热改为间接蒸气加热，污水排放总量降低 9%，COD 排放总量降低 40%；虽然原、辅料和能源输入总量基本未变，但由于产量增加，使单位产品的物耗、能耗都有所下降；“三废”中流失的原辅料减少，节约了资源，减少了污染。

(4) 使用高效设备，提高工效，降低能耗，消除泄漏，减少流失。例如生产合成洗涤剂的主要原料为烷基苯磺酸及烷基苯磺酸钠，由于引进三氧化硫磺化装置工艺路线技术先进，产品质量有很大提高，原料总费用降低 6.4%。旧装置比新装置的水耗、废水排放量和 COD 产生量分别高出 420 倍、

---

COD：化学需氧量，指水体中能被氧化的物质在规定条件下发生化学氧化时消耗的氧化剂量，是评价水体受有机物污染程度的指标之一。

87 倍和 610 倍。而且旧工艺中每生产 1 吨产品要产出 1 吨多 70%浓度的废硫酸，浪费大，大大增加了处理费用。

(5) 采用新原料。乙炔是有机合成工业的重要原料，过去都是采用典型的多废、耗能型工艺，通过电石与水反应制取。电石的生产需要高温和粉碎，从而消耗大量能源和产生大量粉尘；电石中含有硫化物和磷化物等杂质，电石与水反应生成的乙炔气中含有硫化氢和磷化氢等有害气体；电石水解还会产生大量的碱性废水和含氢氧化钙的废渣，难以处理。而乙烯则采用气态烃为原料，用管式炉裂解法生产，污染少、耗能低，整个生产过程的经济效益和生态效益都很好。所以，60 年代以来，乙烯和丙烯逐渐取代了乙炔，成为基本有机化工最重要的原料。

### 3. 实现物料闭路循环

物料闭路循环的基本特征是将主体流程中产生的废物或废热加以收集、处理和利用，可以有多种类型。例如，将废水、废气中流失的物料回收后作为原料返回流程中；将生产过程中产生的废料经适当处理后作为原料或原料的替代物返回原生产流程中或作为其他生产过程的原料，加工成其他产品；组织闭路用水循环，等等。

在工业生产过程中比较容易实现的物料闭路循环是闭路用水循环，实现无废水排放。合理的工业用水原则应该是：供水、用水、净水一体化。净水的目的不是排而是用。将经过处理的废水，根据分类供水原则，输送到工厂各部分再利用。从理论上说实现闭路循环用水的工厂可以不向环境中排放废水，只需补充少量蒸发和漏失掉的水量即可。例如，通常每生产 1 吨钢，需净水 100—150 吨。当实现循环用水后，水的循环利用率达到 90%以上，每生产 1 吨钢只需补充 5 吨水。闭路用水循环在当今世界水资源紧缺的情况下，已成为工业生产的必然趋势。1970—1980 年间美国的工业循环用水率为 67%，到 1985 年上升到 87%，预期到 2000 年达到 96%。我国上海杨浦木材厂实行水循环利用，水的利用率也达到 96%，不仅消除了污染，还降低了成本。

净水的同时，一般还提取有用组分，制成产品或转化为二次资源。污水中污染物一般有几类：第一类是悬浮物，这类废水经过沉降、过滤、离心等方法处理后，即可循环利用。第二类是经济价值较高的物质，可以回收利用。如从造纸厂的废液中回收碱和热量，从化肥厂的含氰废水中回收黄血盐。第三类含有 BOD 的废水，这类污染物易被微生物分解。处理后的回收物可做饲料和肥料，回收水的水质仅次于饮用水，是良好的水资源。第四类是含有难分解的有机物和有毒有害的重金属类物质的废水，如制革厂、农药厂、电镀厂、特殊玻璃厂等的废水。我国现行法规严格限制各类废水的排放，提倡按污染物的性质在厂内各车间以至某一设备内分别进行必要处理，并在厂内重复利用各种废水，不得排出厂外，除非在处理达标后始准排放。建立闭路用水循环，要保证水质不影响产品质量，不损害设备和管道，也不危害操作人员的身体健康。

### 4. 改进产品设计

工业污染不仅发生在产品生产过程中，有时更严重地发生在产品的消费过程中，即产品本身成为重要的污染源。如低效率的工业锅炉，破坏臭氧层

---

BOD：生化需氧量，指地面水体中微生物分解有机化合物过程中消耗的溶解氧，是评价水体有机物污染的主要指标。

的氟里昂，强致癌的多氯联苯，危害农业生物的化学农药等。因此，产品的设计不能仅仅从经济效益出发，还要顾及它的生态效益；不但要考虑它在消费中的使用性能，还要关心产品报废后的去向。目前，一些传统产品之所以被淘汰，往往不是由于经济原因，而是出于生态原因。如农药 DDT、666 已被禁止生产，含铅汽油在一些国家也已停止生产，社会要求不断开发符合生态要求的新产品，如光解塑料、水溶性涂料、不使用氟里昂的电冰箱等。这就要求将产品的生产过程和消费过程看成一个整体，力求把原料——工业生产——产品使用——废品——弃入环境这一开环模式变成原料——工业生产——产品使用——废品——二次原料资源的闭环系统，使原料，特别是不可再生的原料资源进入社会后，能在生产消费过程中实现多次循环利用，同时在循环中不致污染环境。利用二次资源的重要性已被许多国家所认识，在一些国家钢铁生产中有 70%—75%的原料来自废钢铁；一半的纸张是用废纸生产的。

开发清洁新产品有以下途径：

(1) 产品的全新设计。采用新材料、新工艺、新技术、使产品在生产、使用过程中甚至使用之后产生的废品对人体健康和生态环境无害；降低产品的物耗、能耗；减少加工工序。

(2) 调整产品结构，优化生产。严格限制和禁止能源消耗高，资源浪费大、污染严重的产品生产，大力发展质量效益型、科技先导型、资源节约型的产业及产品。

(3) 产品的恰当使用功能和恰当使用寿命。

(4) 简化包装，并采用再生材料制成的以及能多次使用的包装材料，减少垃圾的来源和对环境的负荷。

(5) 推行绿色产品标志制度，引导培育绿色消费市场。绿色产品标志用来标明产品从生产、使用、回收处置的整个过程符合特定的环境保护要求，对生态环境无害或损害极小，产品报废后，有利于再生和回收利用。在市场经济条件下，实行绿色产品标志，有利于开展环境保护工作。

#### 5. 创建无废工业区

以当地的优势资源为中心，组织跨部门，跨行业的无废工业区，根据生态经济学原理科学规划，合理布局，建立适宜的产业结构，并把各部门的生产有机联系起来，形成生产链或生产网，协同发展相互促进，保证资源的综合利用，并消化各种废料和废品，在总体上实现物料的循环利用，取得区域的最大经济效益和生态效益。

绿色生态工业是我们未来的工业，是我们当前以及今后相当长历史时期要为之奋斗及促其实现的伟大理想。在生态工业建设的历史长河中，由于原有现代工业的存在，旧的污染源还比比皆是；新建的生态工业工艺由于科学技术的不完善，还可能产生新的污染。因此，当前摆在我们面前的除了要从积极方面建设生态工业的任务外，还有从消极方面治理污染源的艰巨使命。

## 二、污染源的治理

污染源的治理包括两方面内容，即控制新污染源的产生和对老污染源的治理。

### (一) 控制新污染源的产生

1973年我国确定了环境保护以预防为主方针。以预防为主就是预先采取防范措施，在工业生产过程中，尽量少产生对环境污染或破坏的物质。这是解决环境问题的最好办法。在开发建设项目时，实行环境影响评价和“三同时”制度就是控制新污染源产生，以预防为主的政策体现。

#### 1. “三同时”制度

“三同时”制度是指工业中，新建、扩建、改建项目和技术改造项目中的防治污染和其他公害设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产的制度。它是防止我国环境质量继续恶化，实行工厂清洁生产的一项有效的经济办法和法律手段。

“三同时”制度的主要内容是：

(1) 项目的设计阶段。在提供的可行性报告中应有环境保护的专门论述，说明建设项目的周围环境状况，项目建成后的主要污染源、污染物和资源开发可能引起的生态变化，控制污染的初步方案，包括环境保护设计的依据，环境保护设施及简要工艺流程，对生态变化的防范措施等。

(2) 建设项目施工阶段。环境保护设施必须与主体工程同时施工。在施工过程中，应保护施工现场周围的环境，防止对自然环境及周围生活环境的污染和危害。

(3) 建设项目竣工阶段。建设单位必须向负责审批的环境保护部门提交“环境保护设施竣工验收报告”，说明环境保护设施运行的情况、治理的效果、达到的标准。经环境保护部门验收合格并发给合格证后，方可正式投产。

“三同时”制度具体地体现了预防为主的方针，把环境保护设施作为建设项目的有机组成部分，有效地控制住建设项目对环境的有害影响。

#### 2. 环境影响评价制度

环境影响评价是对可能对周围环境造成不良影响的重大工程项目，事先进行调查、预测和评价，制定防止和减少环境损害的最佳方案。《中华人民共和国环境保护法》明确规定，“建设污染环境的项目，必须遵守国家有关建设项目环境保护管理的规定。建设项目的环境影响报告书，必须对建设项目产生的污染和对环境的影响做出评价，规定防治措施……”等。它的主要工作是编制环境影响报告书，其内容有：

(1) 对建设项目产生的污染和对环境质量产生的影响做出评价，包括对周围地质、水文、大气、水、土壤，以及其他自然资源、名胜古迹、居民生活区等环境质量产生的影响。

(2) 建设规模、性质、选址是否合理，是否符合环境保护的要求。

(3) 提出切实可行的防治污染和环境破坏的对策优化方案，落实治理工艺、主要设备选型、环境工程投资估算等。

环境影响评价制度的推行，收到了明显效果。首先，对建设项目提出了防治污染的措施，控制了新污染源，和“三同时”制度一同成为贯彻“预防为主”方针的主要制度。近年来对环境有影响的大中型建设项目100%的执行了环境影响评价制度。在沿海地区，为使建设项目环境管理跟上经济建设的步伐，开展了区域环境评价，使环境评价制度有了新的发展。80年代国民生产总值增长了一倍多，而污染没有随之翻番，万元工业总产值工业废水排放量和固体废弃物产生量都在减少，工业废气净化率得到提高。所有这些成绩的取得与两项制度的推行有很大关系。第二，实行环境影响评价制度的步骤和程序都贯穿在建设项目的各个阶段，从而使建设项目包含有环境保护的内



容，实现了发展经济与保护环境的协调。

“三同时”制度和环境影响评价制度本身也还存在许多问题需要进一步解决。例如，两项制度基本上是以单项点源治理为主、分散控制，各个污染源都要上一套治理装置，很不经济。其次，只要求进行无害化处理，强调“浓度达标”，而忽略了控制污染物排放总量。就一个个污染源来说，已达到排放标准，但如果污染源数量多，还有可能对其所在区域的环境增加污染负荷。第三，强调了治理设施，忽略对资源的综合利用。应同时强调工艺改革、技术进步、节能、节水，节约原材料，实现清洁生产。

## （二）对老污染源的控制

环境是一种公共物品，谁都可以无偿使用，无偿享受，可以无节制地向它排放污染物而不必付出代价。这是环境污染日趋严重的经济学方面的根源。为了改变这种局面，70年代初期世界经济合作与发展组织提出了“污染者负担”的原则，通过采用经济手段来保护环境这个公共物品。我国也于70年代末期，对原有的老工矿企业提出了“谁污染谁治理”的原则。根据这一原则实行了以下几方面制度。

第一，排污收费制度。所谓排污收费制度是指在全国范围内，对污水、废气、固体废物、噪声、放射性等各类污染物的各种污染因子，按照一定标准收取一定数额的费用。排污费可以计入生产成本，排污费由国家集中起来专款专用，主要用于重点污染源治理。

排污费有两种：即超标排污费和非超标排污费。我国对水、气、固体废物、噪声、放射性物品都规定了允许排放的标准，浓度超过标准者收费，即超标排污费。目前我国是以征收超标排污费为主。所收缴的排污费的一部分（不超过80%）由各地设立专项基金，以有偿使用方式，用于治理重点污染源及环境综合性治理。

第二，限期治理制度。限期治理是以污染源调查、评价为基础，以环境保护规划为依据，突出重点，分期分批地对污染危害严重、群众反映强烈的污染物、污染源、污染区域采取限定治理时间、治理内容及治理效果的强制性措施。

第三，技术改造。环境治理根本出路还在于依靠技术改造控制工业污染。工艺技术落后，设备陈旧是老企业产生污染的主要原因。因此，中国面临着繁重的工业技术改造任务，通过技术改造，调整产业结构，使企业技术装备、工艺设施的水平得以提高，减少污染物排放。例如，“七五”期间，化工部通过技术改造，将工艺落后及污染严重的汞法制烧碱、铁粉还原法制苯胺、乙炔法制醋酸改造为离子膜法、加氢还原法、乙炔还原法后，减少了污染，甚至没有污染物产生。通过技术改造控制污染的费用来自工矿企业的技术改造费用，并且不得低于技术改造总费用的7%。

总之，十多年来，在环境保护方面采取了不少措施，取得了一定成绩，但总体环境恶化的趋势还没有根本扭转。究其原因，最根本的是我国工业发展一直沿袭粗放经营的传统发展模式，工矿企业的扩大再生产和工业技术改造重外延发展、轻内涵挖潜，只重视上新项目，扩大企业生产能力，忽视技术改造、设备更新和提高效益。这种传统的工业发展模式以大量消耗资源为基础，能源利用率很低，只有28%—30%，比发达国家低20多个百分点。结果，随着我国社会生产和消费日益扩大，越来越多的物质和能量从自然

环境中取走，引起能源、资源短缺、供需矛盾日益尖锐；同时所产生的污染物，也越来越多地返回到大自然中，严重污染环境，企业生态环境负荷越来越重。

另一个原因在于我国控制污染的侧重点放在过程末端排放的处理与处置上。我国污染物排放标准就其制定原则来讲是以环境质量标准或地区（流域）环境规划目标为依据，但其本质主要是为控制污染终端处理而设定的。无论是制定或执行国家综合排放标准，还是地方排放标准，都是以过程终端排放处理技术和费用为准则。可以说，达标排放的污染控制政策，是当今我国工业污染控制的主体，它贯彻在各项环境管理制度中。环境影响评价制度和“三同时”制度，也是使一切新建、扩建、改建、技改等建设项目的污染控制设施能满足达标排放为要求；排污收费制度是以控制污染终端排放污染物达标为目的；限期治理是对严重影响环境质量的重点污染源，施加的强制性限期治理达标排放措施。所有这些制度和措施均不同程度地受到末端处理、达标排放的污染控制总政策的影响和束缚。

诚然，这个污染控制总政策，在过去一段时间里是正确的，实践证明对环境质量的改善是有效的。但是，这种立足于末端治理的政策并没有消除造成污染的根本原因，对于遏制污染增长的势头，在局部地区或一段时间内可以发挥一定作用，但不能从根本上解决污染问题。从经济效益看，末端治理的投资和运行费用高，给企业带来沉重负担，资源得不到有效的利用。例如，北京市轻工、化工、纺织三个工业局的实践证明，1万元投资如用于生产过程控制，可削减6吨COD，同样投资用于末端治理，只能削减2吨COD，投资效益相差3倍。末端处理忽视全过程控制，把一个完整的污染产生、控制、排放系统人为地割裂开来，使工业生产中，生产与环境保护形成两张皮，长期难以改变。显然，末端控制、达标排放的观念必须转变，要把控制点由末端移向生产过程的首端，进行生产全过程控制。全生产过程控制可以节约原材料、水资源、能源和人力资源，少污染和无污染，生产成本低，投资可在短期内回收。实现全生产过程控制实质上就是要使企业发展由外延扩大再生产为主转到内涵扩大再生产为主的轨道上来，走以提高效益为中心的技术进步的新路，从资源消耗型的粗放经营转变为资源节约型的集约经营，实现由数量型传统发展模式向效益型发展模式的转变。这是解决我国生态环境问题的必由之路。

全过程控制是和生态工业相通的。

### 三、积极发展环保产业

环境保护产业是国民经济结构中以防治环境污染、改善生态环境、保护自然资源为目的所进行的技术开发、产品生产、产品流通、信息服务、工程承包等一系列活动的总称。它包括环保工业，为防治污染和保护生态提供物质资料的行业；环境工程与软件服务业，向社会提供环保工程技术成套服务及其他“软件”产品的行业；自然生态保护产业，以自然生态为对象，开展各种以保护为主的生产、经营活动的行业。我国环保产业开创于70年代初期，经过近20多年的发展已初具规模，已开发出一批具有一定水平的环保技术和产品。广泛应用于水、气、渣、噪声污染的治理和环境监测，资源综合利用等领域。有的已达到或接近80年代国际水平。

#### （一）发展环保产业是生态工业的需要

进入 90 年代以来，全球性产业结构的新趋势，就是向资源利用合理化、废物产生减量化的生态工业发展模式转换。转换需要科学技术装备的支持，环保产业应运而生，它拥有巨大的市场，市场反过来又进一步推动环保产业的大发展。

发展环保产业也是产业结构调整的需要。高投入、低产出，资源、能源消耗高的产业逐步消亡，符合环保要求的“绿色标志产品”受到消费者的欢迎。环境意识成了人们在挑选商品时的决定性准则，对商品的环境影响进行从“摇篮到坟墓”的全过程的控制。当前，国际上一些大公司正在大力调整产品和产业结构，抓紧研制绿色产品，争先举起了建立“工业新文明”的旗帜。可以断言，具有绿色标志的产品，在不久的将来将风靡世界。一个以绿色产品为特征的新的全球性产业结构调整正在到来。随着绿色产品为特征的产业结构调整，必然会掀起以绿色产品的研究和开发为特征的环保产业的兴起。

环境保护事业的发展要依靠环境保护产业的支持。国际环境活动不仅重视环保的政策、战略、法规和标准，更加重视达到标准和减少污染的先进技术和设备。因为没有先进的科学技术装备这个物质基础，环境保护就没有根基。管理、科技、环保产业构成环保系统的有机组成部门，形成了一个整体。

## （二）依靠科学技术进步发展环保产业

科学技术是第一生产力，科技兴则国兴。一个产业的兴旺繁荣同样需要依靠科技。环境保护产业是一项崭新的事业，科技含量高，更要走科技与生产相结合的道路。依靠新科技、新工艺、新创造、新发明才能壮大发展，充满活力。环保产业既要重视开发那些当前急需解决的实用技术，例如，高效低耗的工业生产技术、投资少效益高的污染治理技术、资源综合利用技术、节能节水技术和生态保护技术；又要注意发展高新技术，要用微电子、生物工程、新能源等高新技术，改造传统的工艺和设备，提高环保产业的科技水平，赶超世界水平。

科技成果转化实用的环保新产品、新设备、新材料的一个重要手段是发展属于第三产业的环保科技服务体系，包括系统分析、工程设计、技术咨询、技术服务、情报信息等服务活动。一些发达国家由于环保第三产业的迅速发展，极大地推动了环保产业的发展，环保第三产业在环保产业中所占的比重已成为衡量环保产业发展水平的一个重要标志。我国环保第三产业还处于起步阶段，由于科研和生产之间缺少中间环节，科技成果找不到厂家，厂家又找不到急需的技术，阻碍了环保产业的发展。当前急需快速发展环保第三产业，形成一定的社会服务活动，提供灵活多样的技术服务，将环保的先进技术转化为现实的生产力，实现其环境效益和经济效益。

经济特区、经济技术开发区和高技术开发区更应积极创办环保高新技术企业 and 环保第三产业，注意提高环保产业的比重，尤其是高新技术在环保产业中的比重。在有条件的地方还可创办环保高新技术开发区，实现环保产业商品化、产业化和国际化。

环保产业在自立更生的基础上，还要扩大国际交往与合作。要认真学习、大量引进和消化国外环保产业的先进技术和管理经验，加速我国环保产业的发展。

## （三）调整环保产业的产业结构、产品结构，提高产品质量

我国环保产业起步晚、底子薄、多数规模小、工艺设备落后、资金分散、产品成套化、系列化程度低，形成规模生产的企业不多，产品结构也不尽合理，重复盲目生产现象严重。为了改变这种状况，各地政府在制订环保产业发展计划，健全各种宏观调控手段时，要把控制污染所急需的技术和装备作为环保产业优先发展的产品。对技术力量薄弱、生产工艺落后、产品质量低劣的企业，要切实进行调整，杜绝重复生产，促使品种配套和系列化，形成合理的产品结构；帮助技术力量雄厚、管理水平高的企业组建环保产业集团，向专业化、社会化方向发展。要充分利用大专院校、科研单位的科技优势和大中型企业设备好、生产能力强的优势，创造条件促成这两种优势的结合，形成一支强大的环保产业队伍，带动国内环保产业向高水平发展。

环保工业产品的质量是衡量整个环保产业发展水平的重要标志，也是关系到环保设施建成后能否正常运行、发挥治理效益的关键。为此应建立环保产品质量保障体系，完善质量监督机制。

#### 四、乡镇企业的崛起与环境问题

##### （一）乡镇企业的腾飞

进入 80 年代以来，主要分布在我国农村的乡镇企业，包括从事工业、农业、建筑业、交通运输业、商业、服务业等行业迅猛发展，正在快速地改变农村经济的面貌。

##### 1. 乡镇企业促进了农村经济繁荣

1991 年全国乡镇企业产值达到 1.16 万亿，占全国社会总产值的 1/4，占农村社会总产值的 2/3。我国社会总产值从 1 000 亿元达到 1.1 万亿元用了 31 年的时间，而乡镇企业仅用了 8 年时间。乡镇工业产值就达到 8700 亿元，占全国工业总产值的 1/3，相当于 1987 年国营工业的规模。1991 年乡镇企业创汇 180 亿美元，占全国的 1/4。乡镇企业的异军突起，为繁荣农村经济和全面发展整个国民经济，做出了重要贡献。

##### 2. 为农村剩余劳动力找到了出路

1993 年，乡镇企业已安置农村剩余劳动力 1.23 亿人，占农村剩余劳动力的 50%以上，比国营企业还多安排就业劳动力 2300 万人。农村剩余劳动力向非农业转移，就可以为土地的适度规模经营和农业现代化创造条件。

##### 3. 农村实现小康有赖于乡镇企业

乡镇企业是农民收入的重要来源，1992 年全国农民人均纯收入 784 元，其中从乡镇企业中得到的收入为 193 元，占全部农民人均纯收入的 1/4；农民净增加的 75.5 元收入中来自乡镇企业的有 48 元，占 63.5%。按到 2000 年全国农民人均纯收入达到 1 100 元作为实现小康目标计，从 1990 年到 2000 年的 10 年内，农民人均纯收入必须每年递增 5%，这个任务单靠农业是难以实现的，必须大力依靠乡镇企业。

##### 4. 乡镇企业中有一些企业已经制造出具有国内和国际一流水平的高质量产品

这些优质产品的问世，从一个侧面反应出乡镇企业灵活的机制和生命力。乡镇企业蓬勃的发展，还给国营大中型企业在市场竞争中以压力，同时

也为增强国营企业的活力提供了可借鉴的经验，对推动我国社会主义市场经济体制的建立起了积极的作用。

乡镇企业的迅速发展，不可避免地会产生一些矛盾和问题，突出的是环境污染问题。乡镇企业污染的特点是：

(1) 乡镇企业绝大多数生产规模小、资金少、基础设施落后，不具备治理工业“三废”的条件；再加上缺乏人才和先进技术，能源浪费严重；缺乏环保设施，有的即使有了，因管理不善，操作失误，实际效果不佳或不能正常运转。

(2) 环境意识差，重经济效益，轻环境效益。重污染行业往往利润高，劳动力密集，城市工业难以经营，所以易被乡镇企业决策者所接受。例如，电镀、造纸制浆、化工、印染，甚至国家有关法规明文禁办的土焦、土硫磺等也进入广大乡镇企业，造成环境的污染。据环保部门的典型调查，有污染的乡镇企业占乡镇企业总数的40%，其中重污染的占10%，中度的占10%，轻度的占20%。

(3) 乡镇企业发展过快，“三废”排放量也相应地快速增加，治理跟不上。据统计，1985年乡镇工业废水排放量约161.1亿吨，废气排放量6400亿立方米，工业废渣产生量为5000万吨，分别占全国工业废水、废气、废渣排放量的6.3%、9%和9.5%；到1990年乡镇工业废水排放量为18.3亿吨，废气为1.22亿立方米，工业废渣为1.15亿吨，增长速度相当快。乡镇企业的“三废”排放量超过了环境容量；加上干部素质低，单纯经济观点，不重视治理，缺乏严格管理；一些污染物超标，达到惊人的地步，引起群众的严重不满。乡镇企业已成为恶化广大城乡生产和生活环境的重点污染源，严重制约着乡镇企业生态经济系统的良性运转。

## (二) 乡镇工业发展与环境保护

乡镇工业对环境污染，引起举国上下的关注。1985年中央在“七五”规划的建议中指出：“各地举办乡镇企业，应当主要依靠自身的资金积累，量力而行，稳步前进，减少盲目性，并注意防止对环境的污染。”1991年中共中央在《关于进一步加强农业和农村工作的决定》中明确指出：“积极发展乡镇企业……对粗制滥造、污染严重、浪费和破坏资源的企业，应抓紧治理。”所以对乡镇企业一方面要保护其合法权益，发挥其积极作用；另一方面对它的污染环境问题不容忽视，乡镇企业在开发利用自然资源和物质再生产过程中，必须走与生态环境协调发展，保持生态平衡的道路，实现自身持续、稳定的发展。

### 1. 乡镇企业应合理布局

布局不合理是农村环境污染的重要原因，乡镇企业合理布局是指要解决一个地区内没有统一的合理规划，工厂与居民区相混杂，工业分布杂乱，分散的地理分布格局。抓好县、乡镇和行政村的环境保护规划，应着重解决四个问题：一是明确各小城镇、乡镇、各种特殊功能区和广大农村的近期及远期的环境质量目标；二是根据各功能区的划分，明确各功能区内乡镇工业发展方向和工业结构调整措施；三是根据环境污染现状，明确达到环境质量目

标的措施；四是根据经济发展程度建立工业小区，制定小区计划和规划。

对重污染行业应根据当地气象、水文、地形等自然条件，集中起来，建设本乡镇的工业小区，以便集中治理。工业小区选址时要考虑对环境、文物古迹和居民的影响。在居民稠密区、水源保护区、名胜古迹、风景游览区、疗养区、自然保护区、蔬菜和水产保护区内不准建设污染环境的乡镇企业。工业小区要和居民区保持一定距离，配置在居民区常年主导风向的下风向，或者主导风向的两侧；远离取水口或在水流方向的下游地区。排放大气污染物的企业也应设置在工业区中的下风向或主导风向的两侧；排放废水的企业最好相对集中，便于对废水实行统一处理；有噪声振动的企业应设置在远离居民区、学校、医院和政府机关办公的地区。

在工业区中，相同或类似的污染行业在安排厂址时可相对集中。这样，各厂排放的工业废弃物可以实行集中处理，保证达标排放；另一方面克服了各工矿企业自有一套环保设施、资金分散、重复建设、规模小、处理水平不高、改善环境质量效果不明显的弊病。例如，纺织工业中的印染、漂洗；食品工业中的屠宰、深加工、包装、冷藏等。它们在生产中所产生的污染因子相同，便于污染物集中处理。如，浙江奉化县建立污水处理厂，集中处理食品厂、皮革厂等 5 个厂的废水。改变了过去 5 个厂污染一条河，使下游 46 个村 5 万多群众有水不能吃，有河不能洗的状况，而且使每吨污水的基建投资费用减少 50—300 元，每吨污水的处理费用比各企业分散处理也低。又如，山东泰安市有 78 家小造纸厂准备成立造纸集团，集中制纸浆，分散造纸。集中制浆后安装回收碱的装置，处理所产生的含碱废水。既解决了小造纸厂的污染问题，又取得好的经济效益。

## 2. 合理调整产业结构

调整产业结构是控制环境污染的重要措施，要执行国务院 1984 年颁布的《关于加强乡镇、街道企业环境管理规定》不准从事污染严重的生产项目以及噪声振动严重扰民的工业项目，已建成的要进行调整，分别采取关、停、并、转措施。所以，乡镇企业要坚决淘汰能耗、物耗高，污染严重的产业，积极发展低消耗、低污染和高技术密度的产业。乡镇工业的发展不能超越环境的承受能力；对城市转嫁的严重污染环境的产业要严格限制，使产业结构调整的方向符合综合利用当地资源和保护生态平衡的要求。乡镇企业中，应鼓励发展基本无污染的产业。例如，服装加工、纺织、水泥、建筑制品加工、木器加工、玩具制作、小型机械加工以及农副产品为原料的手工艺品等。虽然这些行业增值少、利润低，但是只要有一定规模，还是有相当经济效益的，而且这些是劳动密集型行业，对劳动者的技术要求不高，生产原料又多是农副产品，十分适合在农村发展。此外，可吸收外资办一些两头在外（原材料、产品销售在境外）无污染或少污染的加工工业。有条件的还可以发展一些污染少的技术密集型产业。特别要提出的是应大力发展乡镇企业第三产业。第三产业是无污染和少污染的产业，主要包括商业、交通运输、邮电通讯、饮食、旅游、各种咨询服务业、文化体育事业、金融保险业、房地产业等。大力发展乡镇企业第三产业不仅是优化农村产业结构、保护环境的需要，也是推动农村商品经济向更大范围和更高层次发展的需要。当前发展的重点是：

投资少，收效快，就业容量大，适合农民兴办的行业； 发展与城乡经济

和社会发展以及与人民生活密切相关的行业； 为农村第一、二产业提供产前、产中、产后服务的行业； 促进商品流通，繁荣市场的行业； 提高农民素质和生活质量的服务行业。除了上述传统第三产业外，还要着重发展包括信息、技术、咨询等在内的现代第三产业。对于污染严重，近期又无法治理的企业应实行关、停、并、转、迁。广东顺德县在这方面做出了榜样。顺德糖厂是国内大糖厂之一，也是该县污水排放量最大的厂。附属糖厂的造纸厂产生的污水量占全糖厂污水排放量的 50%。因而控制造纸厂的污水排放量是解决全县污水的关键。为彻底消除造纸污染和解决蔗渣（造纸原料）的出路，顺德糖厂停止了造纸生产，关闭造纸厂。蔗渣采用于法生产工艺，改产微粒板，没有废水排放。顺德县还采取同样措施关停了桂洲镇 32 个有机玻璃厂和勒流镇 18 家污染严重的厂。

### 3. 强化技术改造和技术进步工作

河南省对乡镇企业的小造纸厂作了一个调查，看出小造纸厂由于设备简陋，技术水平低，排污量比大中型造纸厂高出数倍（见表 4—2）。经技术改造后，一吨纸耗水量由 4500 吨减少到 100 吨左右，一吨纸排放废水量由 430 吨下降到 120 吨，排放废水中悬浮物浓度由 2000 毫克/升下降到 500 毫克/升。造一吨纸麦草消耗量由 1.6 吨减少到 1.2—1.4 吨。可见进行技术改造、淘汰落后的设备和工艺、增添必要的净化设施，是乡镇企业控制环境污染的必由之路。

### 4. 认真推行各项环境管理制度

仅仅在规划布局、调整产业结构和科技进步等方面做出有利于环境的选择还是不够的，乡镇企业还应该认真执行国家和地方环境保护法规，贯彻各项环境管理和环境监督制度，环保部门在审批新建、改建、扩建乡镇企业项目时，要与大中型企业一样，坚决认真地执行“三同时”制度，防治污染的设施要与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。必须严格执行建设项目环境影响报告书（表）制度，确保企业选址合理。要严格贯彻谁污染谁治理的原则。对排污企业要进行排污申报登记，排放的污染物达到国家或地方“三废”排放标准，又在总量控制以内的，环保单位给以颁发“排污许可证”，对其排污予以核实认可。对超总量排放或超浓度排放的企业，不但要征收超标排污费，还要限期治理。要建立监督检查制度，提高乡镇企业环保治理设施运转率和排放废弃物的达标率。

表 4—2 乡镇造纸厂与大中型造纸厂

指标	大中型造纸厂 (碱)回收	乡镇小造纸厂 (不回收碱)
万元产值废水排放量(吨/万元)	760	1700
生产吨纸 BOD 排放量(吨/天)	0.15—0.25	0.45—0.65
生产吨纸 COD 排放量(吨/天)	0.08—0.11	0.20—0.35

### 污染排放比较

对引进的建设项目（三资企业的建设项目）必须严格执行国务院关于加强对外经济开放地区环境管理的有关规定。项目建成后，其污染物的排放必须达到国家和地方规定的标准，不得把国外的污染转移到国内来。对产品中含有在自然环境中不易分解和能在生物体内蓄积的剧毒污染物或者有强致癌物成分的项目，以及污染严重的生产项目，噪声振动严重扰民的项目均不予审批。



## 第二节 未来的城市——清洁、优美的城市

### 一、城市是一个复合人工生态系统

城市是人类聚集的中心，是人类社会经济、政治、科学、文化发展到一定阶段的产物，物质文明和精神文明的荟萃地，社会的精神中枢。城市生态系统是一个以人为中心的自然、经济与社会的复合人工生态系统。它是多层次、多要素组成的复杂大系统，科学家估计城市生态系统包括的要素数量多达 108。它的第一个层次包括自然生态系统、经济系统和社会系统，它们又分别由若干子系统和要素组成。

自然生态系统包括城市居民及其赖以生存的基本物质环境，其组成要素有：太阳能、大气、淡水、气候、土地、矿藏、景观和生物等，在生物中人是主体。经济系统包括工业、农业、交通、运输、贸易、金融、建筑、通讯、科技等子系统，涉及生产、分配、流通、消费各个环节。社会系统涉及城市居民的物质生活与精神生活，如居住、饮食、供应、医疗、旅游以及文化、教育、艺术、宗教、法律等要素。三个子系统间相互渗透、彼此制约，组成一个整体。

城市生态系统集中了生产力最先进、最重要的部分，代表着国民经济发展水平与方向，因而它的发展状况，可作为一个国家社会经济发展水平的重要标志。

城市生态系统与自然生态系统比较具有以下的特点：

#### （一）人类是城市生态系统的核心

人类是城市生态系统的主要组成部分，对城市生态系统的发展起着决定性作用。人们可以根据自己的意图来改造城市面貌、结构和发展方向，特别是人们的经济活动可以使系统维持动态平衡，也可以导致平衡失调。

人类是城市生态系统的消费者，处在营养级倒金字塔的顶端。在自然生态系统中，由绿色植物、食草动物、食肉动物及大型食肉动物组成金字塔营养结构。但在城市生态系统中，城市居民数量大，绿地面积极其有限，绿色植物所占比例少。例如我国城市绿地覆盖率 1992 年为 21.0%，人均公共绿地为 4.5 平方米，多数城市周围及郊区没有大面积郊区森林，随着城市化的发展，城市人口的生物现存量大大超过城市绿色植物的生物现存量，食草与食肉动物也相当少，呈倒金字塔形的营养结构。如表 4—3 及图 4—1。在城市生态系统中“生产者”少于“消费者”。因此城市生态系统的独立性差，依赖性强。它依靠农田生态系统输入粮食，依靠草地生态系统输入肉、奶，依靠矿山生态系统输入燃料或原料，依靠河流、湖泊、水库生态系统输入淡水、水产品，并依靠其他生态系统接纳它所排出的废物，是一种很脆弱的生态系统。它完全依靠人们的经济活动对其进行调节，如果经济活动与环境关系协调，经济规律与生态规律统一，则系统处于良性循环，系统维持动态平衡，否则，则会导致系统内各组成部分之间的平衡失调。

#### （二）城市生态系统是大容量大流量的开放系统表 4—3 北京和东京的人类与植物生物量之比

	A：人类生物量 (吨/平方公里)	B：植物生物量 (吨/平方公里)	A/B
北京(城区)	976	120	8/1
东京(市区)	610	60	10/1

资料来源：张元端、黄昌然：《城市环境综合整治》，中国文化书院出版，第77页。

城市生态系统是一个非封闭的生态系统，它是一个最大又最集中地消耗自然资源的生态系统，又是最集中地向自然界排放各种废弃物的系统。城市生态系统本身不能提供自身所需的能源和物资，必须由系统外输入城市居民需要的大量食物等生活资料，例如为了供应北京市居民所需要的最低限度的谷物和动物蛋白质，要有大于北京市区十几倍甚至几十倍的农田。工业生产需要的原材料和公共设施需要的建筑材料都要从系统外输入。城市又是将自然界大量物质进行大规模加工，转化为千千万万的新形态的产品，供本系统或输送到系统之外消费。在物质形态转化的同时，又有大量的价值和社会财富输出。城市也是大量能源的消费者，城市对能源需求的不断扩大，不仅因为城市人口和工业的增长；还由于人们生活方式和工业生产性质的改变。例如，机器运转、车辆行驶、房屋照明、家用电器的引进都引起城市人均能源消费量的剧增。城市工业生产产生的“三废”和居民生活产生的垃圾、粪便等需要向系统外排放。可见，作为一个生态系统的城市具有庞大而复杂的网络体系，在其自身运转中与自然进行大量的物质和能量交换。从表4—4中，我们可以部分地看出城市生态系统运转的大容量、大流量、高密度、高速度。由于城市生态系统和其他生态系统有着密切的频繁的大量的物质和能量交换关系，它一旦失去平衡，不仅

表4—4 1990年全国467座城市运输情况

项目	地区	市区
铁路客运量(万人)	91113	77029
铁路货运量(万吨)	137022	108866
公路客运量(万人)	592766	431296
公路货运量(万吨)	413014	305929
水运客运量(万人)	23883	16842
水运货运量(万吨)	78889	54842
沿海港口货运吞吐量(万吨)	47605	46296
内河港口货运吞吐量(万吨)	44619	33697
民用航空客运量(万人)	16039583	15515447
民用航空货运量(吨)	363804	356332

资料来源：1991年国家统计局城市社会经济调查总队编：《中国城市统计年鉴》，中国统计出版社1991年版。

自身受害，而且祸及其他生态系统。

在城市生态系统中，除物质和能量的交换外，还有信息和价值的交换。

大量分散的无序的信息输入该系统，经加工后成为有序的信息输出。信息把城市生态系统中的各要素联成一个整体，使系统中物质和能量流动的方向得到调节和控制。价值流是随着城乡商品生产和交换而发展起来的，是以货币为表现形式的一种运动形式。在系统中随着商品的交换而输入或输出。

但是，城市生态系统又是一个不完全的开放系统，还原功能、自我调节、修复和维持发展能力比较差，这就需要从控制人口、加强城市基础设施建设、环境保护等方面创造人工化环境，以增强城市生态系统的反馈机制和自我调节能力。

### （三）城市生态系统是高度人工化的生态系统

城市是人类按照自己的意愿，用自己的智慧和劳动将自然环境经长期加工改造而成的。城市中鳞次栉比的建筑物代替茂密的森林，纵横交错的街道代替了绿色的原野，沥青混凝土代替了疏松的土壤，道路桥梁代替了自然的地物地貌。在城市中建立了大量的工厂，五光十色的产品充斥商场。它积聚了人们政治经济文化活动，成长为政治经济文化中心。人作为城市唯一的主宰，19世纪工业革命后城市聚集了开发自然的力量，人类在城市中不断创造着光辉灿烂的文明，同时也聚集着“三废”、生活垃圾等所产生的公害。由于生产和生活、交通日益积聚，消耗了大量能源；向空气排放大量污染物，改变大气成分，使许多城市终日弥漫着有毒气体；向水体排放大量污水，使许多河流变黑变臭，鱼虾绝迹；由于人口、工业和建筑物的密集，城市温度具有明显的“热岛效应”，年平均温度比郊区高出0.6—1.3℃；同样由于人口与工业的密集，造成水源危机、地面沉降、住房缺乏、交通拥挤；城市空气中，年相对湿度较农村低，表土密实不通气，土壤由于建筑垃圾与石灰含量高而呈碱性。这样的环境条件，既不利于绿色植物和其他生物生长；也不利于人类自身的生活。

城市环境污染最突出地表现为四大公害：大气污染、水体污染、固体废弃物污染和噪声污染。城市居民长期生活在被污染的环境中，引起慢性中毒，不仅影响自身的健康和寿命，甚至还可能影响到子孙后代。癌症的发病率随着化学工业的发展呈上升趋势。据世界卫生组织公布的45个国家和地区的資料中，有32个国家和地区肿瘤死亡率已成为城市中占第一位的死亡原因。根据上海1973—1975年统计的肺癌死亡资料，远郊区是市中心区的34.5%，城市肺癌发病死亡率比农村要高出3倍。

这个一切都按照人的意志建造起来的系统，仍然要受自然生态系统的一般规律的制约，人类仍是生物圈中的一员，人类的生存和发展仍然要受自然规律的约束。城市生态系统如果违背了自然生态系统的一般规律，造成生态失衡，就会把人类带入灾害之中。

## 二、塑造无污染的清洁城市

城市化已成为当前世界发展的一个普遍趋势，城市数量不断增加，规模不断扩大，不仅有几百万人的特大城市，还有上千万人的超级特大城市，并已出现了城市群和城市带。预计到本世纪末，世界城市人口将发展到32亿，约占总人口的一半。我国也不例外，自改革开放以来，城市化进程明显加快。从1980年到1992年，城市由223个增加到517个，增加了132%，全国城市建成面积由7200平方公里增加到12400平方公里（1990年），增长72%；

非农业人口由 0.95 亿增加到 1.64 亿，增加了 72.6%。城市化是以城市人口增加、规模扩大、经济集聚为显著特征的。在人们尚未认识和掌握城市生态规律和环境规律时，城市化带有自发性和盲目性，人们通过规划、布局、合理组织生产，配置资源，调整结构来重建城市环境的能力还相当脆弱。在有限的城市地域空间内，人口的增长和工业的发展，必然会超出环境的自净能力；交通拥挤，废弃物堆积，空间狭小，市区不断蚕食郊区，生态屏障受到破坏，最终导致环境严重污染，环境质量下降；数以万计的化学品被合成，最终又返回环境，对生命有机体造成有害影响，与环境污染有关的疾病发病率明显上升，甚至引起遗传基因的变异。目前，尽管部分城市和重点地区的环境质量稍有改善，但相当数量大中城市的环境呈恶化趋势。京、津、沪、辽东、苏南城市带均属我国污染严重地区。城市环境质量的恶化，制约了经济的持续发展，危害了广大人民的身体健康。据估算全国因水污染造成的直接经济损失在 370 亿元以上。大气污染严重的京津沪及东北一些城市，肺癌的标化死亡率比大气污染轻的城市高出 50%左右。解决城市环境污染问题已迫在眉睫。

要解决以上问题，首先应搞好规划。

### （一）制定规划，改善城市结构

规划是指导城市建设和管理的总体蓝图，在城市建设中居于首要的位置。城市规划应首先确定城市的性质和规模，城市的性质确定以后，方可确定城市经济发展的方向和产业结构。例如，北京在确定为是全国政治、文化中心的性质以后，也就规定了今后不再发展重工业。杭州、桂林、苏州被确定为旅游城市后，也就同时决定了这些城市要控制工业的发展，特别是污染型工业的发展。工业城市也要根据各自的情况，规定工业发展的方向，避免污染型工业过分集中和盲目发展。城市规模一般应根据“控制大城市，合理发展中等城市，积极发展小城市”的发展原则加以规划。规模过大，不仅加剧污染，而且能源、水源、交通、住房负担过重。所以城市规模不应过大。

解决城市环境问题，还应合理调整产业结构和改善工业布局。工业布局最主要的问题是工业过分集中。目前，我国集中在 40 个大城市中的工业总产值就占了全国工业总产值的 65%，其中 13 个大城市和特大城市的工业产值几乎占全国的一半，应该逐步疏散；改善工业布局还包括将那些处于不合理位置（在市区、居民区、水源区和风景游览区内）的工厂迁走，使它们不致于影响城市的环境质量。此外，还要对不合理的工业结构进行调整，将严重污染的工业和产品转变为无污染和轻污染的工业和产品，对那些浪费大、污染严重、长期得不到治理的必须分别实行关、停、并、转、迁的措施。

城市环境规划是城市规划的重要组成部分。城市发展建设不但要有经济发展和城市建设目标；同时也必须要有明确的环境目标。城市建设必须与经济建设、环境建设同步规划、同步实施，同步发展。

主要应注意以下三条。城市规划应建立在有远见的、动态平衡的基础上，避免可能导致某一生态环节中断的危险出现，创造出优美、舒适、生态健全的生活、工作和游憩的环境；要处理好与功能、结构，地方特点、传统风貌和技术因素相适应的城市物质形态，达到精神与物质的融合，内容与形式的统一，与大自然相协调的人工环境；城市与环境的物质交换中（包括资源利用和废弃物排放），不能超过环境的承受能力。

城市环境规划当前的主要内容是综合防治生产和生活造成的大气污染、水污染、固体废弃物污染和噪声污染。

## （二）综合治理大气污染

### 1. 卫星上“看不见”的城市

本溪是我国主要原材料和钢铁生产基地，然而 1979 年联合国环境规划署的资源卫星照片上看不见这个城市。在本溪 43.2 平方公里的市区中却分布着 420 家工厂，其中排污企业竟达 200 家之多。每年要排放有害气体 947 亿立方米，烟尘 9.1 万吨，工业粉尘 12.2 万吨，二氧化硫 10.5 万吨，滚滚的烟尘形成一个巨大的气盖，严严实实地扣在本溪市的上空。难怪在卫星照片上，本溪只是一片白烟，成了“看不见”的城市。本溪人民深受环境污染的危害。呼吸道发病率居全国之首，肺癌发病率达 0.3486‰。恶劣的环境不仅危及本溪人的身体健康，也严重制约了本溪的经济发展。

大气污染不仅是本溪一个城市的问题，从全国看，只在局部地区有所改善，多数城市呈恶化趋势。我国目前工业发展水平大体上相当于发达国家 60 年代初的水平，大气环境污染程度与 60 年代公害泛滥时期也相当。特别是冬季采暖期更为突出。一些城市总悬浮微粒和二氧化硫浓度已达到伦敦烟雾事件起始值。如遇到不利于扩散的天气条件，就会出现重大烟雾事件。

### 2. 煤烟型大气污染

空气污染的危害程度主要取决于空气污染物的浓度。城市中，人口和工业过于集中，每天排放成千上万吨污染物，如果没有自净能力，受污染的空气很快就能使人中毒。但城市生态系统有许多消除污染的自净机制。例如，植物可通过一系列的生理生化反应中和、分解、降解有毒物质；空气中的固体颗粒可以与水汽结合，或随降水落到地面；还有一部分化学物质可以生成新的无毒物质；随着空气的流动和大气环流使一部分污染物通过稀释或扩散达到自净。但城市过于集中、过大，这种稀释和扩散作用就有困难。还有位于狭谷地区的城市，一旦出现逆温，污染物就会罩在城市上空，滞留不动，增加污染物的浓度，产生危害。

我国城市大气污染量是以二氧化硫、微粒为代表的煤烟型污染，来源于燃煤。我国在能源结构中煤炭占 76.12%，工业能源结构中煤占 73.9%，烧煤设备又以中小型为主，热效应低，耗能高，多数无脱硫除尘装置，“三废”排放量大，而且是低空排放，更加剧了城市空气污染。城市居民用煤每年约消耗 1.5 亿吨，这是居民区的主要污染源。解决这种“煤烟型”污染，控制城市大气污染，应从城市能源结构和燃烧方式入手。中国是一个发展中国家，经济能力有限，目前不可能把城市的用煤全部变成煤气使用，更不可能变成电能。当前应走综合治理的道路。一方面改革煤炭的利用方法和燃烧设备；另一方面改革燃料结构。前者有以下措施：

（1）推广节能高效设备。淘汰落后的锅炉和燃烧装置，推广高效节能锅炉。如推广流化床和循环流化床小型锅炉，可使热效率提高到 80%—85%，加入固硫剂后，可脱二氧化硫 80%，降低氮氧化物 50%—60%。

（2）推广型煤。目前许多地方仍以燃烧原煤和粉煤这种落后的方式使用燃煤，不仅浪费能源，而且污染环境。推广型煤则是一种适合我国目前经济条件，既节约煤炭又减少污染，既投资少又见效快的一种环保有效措施。所谓型煤就是将原煤经简单加工，根据不同要求，做成不同形状的燃料。例如，

蜂窝煤、煤球是民用型煤。型煤燃烧充分，热效率高。一般说，节煤 15%以上，减少烟尘排放量 50%以上，多环芳烃排放量减少 50%，一氧化碳排放量减少 70%—80%，提高热效率 10%—20%。若在型煤中掺进少量固硫剂，还可脱除 50%—60%的二氧化硫。目前民用型煤正以年产 5000 万吨的规模，从大中城市走向县城和乡镇，预计本世纪末城乡人民生活用煤可基本实现型煤化。但耗煤最多，排污最大的工业和民用锅炉，仍基本上使用原煤燃烧，今后应积极采取强有力的措施推广工业型煤。

(3) 集中供热。改变目前分散、落后的供热方式，成为由企业间或地区性的供热中心集中提供热水和采暖供热。在北方城市，实行热电联产供热和集中锅炉供热，与分散的小锅炉相比，具有投资省、热效率高、节约能源和利于集中进行烟气净化的优点，所以是一种节约能源、改善环境、利国利民的重要措施。调查统计表明，电热联产供热，每 1 万平方米每天可节约标准煤 393 公斤，就全国现已建成的热电机组计算，每年即可节约标准煤 1000 多万吨，价值 15 亿元以上，大大改善了环境。北京东郊工厂集中区实行集中供热后，冬季采暖期，每立方米大气中的二氧化硫浓度为 0.009 毫克，而没有实行集中供热的市中心为 0.27 毫克。集中供热还可以减少烟尘量和垃圾。据测算，1 吨煤如分散燃煤产生的烟尘是集中燃烧的 2—3 倍。风速对烟尘的扩散有重要的作用，离地面越高，风速越大，烟尘稀释扩散也就越快。可见，地面大气污染的浓度与排烟高度的平方成反比。通过提高烟囱的高度，使烟尘得到稀释。集中供热，用的是大锅炉，烟囱高，因而扩散烟尘的效果好。在人口集中的城市，特别是北方的冬季，有的城市居民用煤量甚至超过工业用煤。在这些城市，采用集中供热就更为迫切。到 1985 年底，北方 120 多个城市中已有 40 多个城市建成集中供热设施。城市集中供热面积在“七五”期间也有很大增长，从 1985 年的 27 000 万平方米，增加到 1989 年的 19 400 万平方米，增加了 6.19 倍。

(4) 高硫煤矿区发展洗煤、筛煤分厂。我国是世界上唯一以原煤计量的国家，将原煤直接出售使用，是管理落后的一种表现。通过煤炭洗选加工可使原煤中的灰分和硫分等杂质得以清除，既节约了资源运输费用，又保护了环境。我国原煤中灰分含量平均约占 23%，含硫量为 1.72%。每年生产的 6 亿多吨原煤中，硫分含量超过 2%的高硫煤约占 1/6，四川、贵州、广西、山东等地煤炭的含硫量高达 5%。燃烧时，煤中的硫大部分进入大气，这是这些地区酸雨严重的重要原因。高硫煤如经过水洗后，可把占总量一半左右的硫铁矿和灰分留在水和矸石中，城市就能用上比较干净的煤，并提高燃煤热值（煤中的灰分每降低 1%，相当于提高热值 1.6%）。

煤炭经洗选加工，还不能全部清除污染物。因此，还必须采用除尘和烟气脱硫措施，使排出的烟尘达到国家规定标准。

煤炭与石油、天然气、水电等能源相比，是一种“肮脏”的能源，有害物质和废渣多。例如，煤的灰分量为 5%—20%，石油为 0.2%，天然气中灰分更少。解决城市大气污染从根本上说，应改革城市燃料结构。

(5) 改革城市燃料结构。煤气与固体和液体燃料相比是最方便、最干净、热效率最高的优质燃料。1 吨气体燃料用于锅炉加热，可取代 1.3 吨重油和 2.6 吨煤炭；作为民用燃料，热效率要比烧煤高出 3 倍，可取代 7 吨民用煤，同时消除了民用煤对低空的污染。所以，应积极发展城市煤气与利用工矿企业所产生的可燃气、矿井的瓦斯气、油田的伴生气等，扩大气体燃料的比重。

在没有现成气源可资利用的地区，可用煤生产煤气。这十多年来，城市燃料结构已有很大变化，城市居民用气体燃料的普及率已由“五五”期间的15.2%，提高到1993年的57.0%。深圳、珠海、烟台、威海、海口等城市的普及率已在94%以上，计划本世纪末有50个重点城市基本普及气体燃料。

炊事电气化不仅是消除污染、改善环境的根本措施，也是合理利用能源，提高经济效益的重大措施。城市居民每户每天平均炊事耗煤4公斤，如用电代替，只需4度，以每度电耗煤0.4公斤计，可节煤50%以上，而且费用低廉。如果采用水电费用更省。据研究，如在黄河大峡修建一座年发电1000亿度的电站，就可以解决兰州100多万人口的照明、炊事和取暖用电，投资10年内可收回，这不仅彻底解决了兰州市的环境污染，每年还可节约煤50多万吨。在污染严重、水电资源又丰富的地区，要尽早做到炊事电气化。

此外，还要加强对核能、地热能、太阳能、潮汐能、风能、沼气等新能源的开发利用。

(6) 积极开展余热的综合利用。工业余热量大，仅据冶金行业估算，可利用的余热每年达500万吨标准煤。化工、轻工、建材、电力等部门，都有大量的余热可资利用。余热可用于取暖、养殖等。例如，首钢利用余热取暖，去掉了40多个锅炉，一个采暖期就节煤2.4万吨，减少了大量废物排放，改善了大气质量。

### 3. 光化学烟雾

主要污染源是交通工具和工业排放出的废气。尤其是汽车废气，危害更大。美国是汽车密度很高的国家，产生的汽车废气也多，占有有害排出物总量的60%。洛杉矶每天要排出1000吨碳氢化合物、433吨氮氧化物和4200吨一氧化碳，是世界城市中最先出现光化学烟雾的地方。日本东京也曾在1970年发生了持续整整一个夏季的光化学烟雾事件，使2万人患了眼病。

我国城市交通以发展公共交通为主，但近年来，城市客、货车和私人汽车不断增加，对大气质量产生了很坏的影响。兰州已出现了光化学烟雾事件。防治光化学烟雾的办法是改革对工业排出废气中氮氧化物的处理和改革交通运输工具及燃料。汽车尾气主要来自汽油的燃烧，如采用无铅汽油、液化天然气、氢气等代替汽油作燃料，是减少尾气量的有效措施；改进汽车内燃机结构或安装漏气回流管、补燃器和废气净化器等，都可减少漏气和废气的排放，从而减少大气污染。

## (三) 综合治理城市水污染

### 1. “贫血症”与“败血症”并存

我国淡水资源短缺，地表水径流量约2.6万亿立方米，地下水资源约8000亿立方米，冰川年平均融水量约500亿立方米。目前可供利用的水资源总量每年约1.1万亿立方米，而实际用水总量已接近可利用水资源的一半，数量相当可观。我国多年人均年径流量2700立方米，仅相当于世界人均占有量的1/4，居世界第88位，相等于美国1975年的人均实际用水量（2528立方米）。无论从淡水资源总量、人均占有水资源量来看，我国都是一个缺水的国家。目前全国不少城市都存在水源不足，有300多个城市供水紧张，日缺水量达1000万立方米以上，其中严重缺水的城市有50个。如大连市人均占

有量仅为 50.36 立方米,为全国人均占有量的 1.8%;昆明市人均占有量为 900 立方米,只相当南方人均占有量的 1/5。

从水质看,工业废水及废水中有害物质的排放虽得到有效控制,但随着城市人口的增加,生活污水每年以 70%的速度增长,有机污染呈发展趋势;大江大河的支流,特别是流经城市的河流河段有机污染严重,湖泊富营养化问题日益突出。我国饮用水资源受污染的状况也十分严重,据有关部门统计,我国有 65%以上的人口饮用不合标准的水,由于饮用不符合卫生要求的水而导致的疾病有 50 多种。水污染每年造成的经济损失在 300 亿元以上。这使本来就患有“贫血症”的淡水资源又患上了“败血症”,加剧了水资源危机,严重地制约着社会经济的持续发展,威胁着人民的健康与生存。

北京地处半干旱的华北平原,水资源严重匮乏。人均占有量大约 400 立方米,为世界平均值的 1/25,在 120 个国家和地区的首都和首府中名列百位之后。北京近年人口迅速增加,已发展到 700 多万,工厂企业达数千家。特别是在北京盲目发展重工业,使重工业的比重远远超过轻工业,跑到全国所有重要工业城市,如上海、天津、武汉的前面,接近主要重工业城市沈阳。其中特别是首都钢铁公司和燕山石油化工公司,严重污染了北京的大气和水源(包括地下水)。北京市废水总排放量每年 8 亿多吨,有一半以上的废水没有经过处理直接排入水体,污染了北京市的水环境。北京地表水中主要污染物有有机物、氨氮、挥发酚和油类。目前,已有 44 个河段受到污染,许多河段的 COD 和 BOD 超标,氨氮全部超标,这些有害物质有的超标数倍、十数倍甚至数百倍,可见,地表水污染的严重程度。

地表水的不足迫使人们大量开采地下水,局部地区开采量超过补充量,地下水位逐年下降,北京有些地方水位以平均每年 1 米以上的速度下降,形成漏斗,漏斗面积达 1000 多平方公里。漏斗上方地层中原来被水占据的空间变成了空隙,造成地面沉降。东郊八里庄一带地面下沉累计已达 532 毫米,平均下降速率为每年 31 毫米。上海、天津、西安、石家庄、太原、沈阳、广州等地也都出现地面沉降,沉降速度每年达 10—14 厘米。

地面污水下渗,有毒有害物质对地下水的污染也日趋严重。酚、氰、砷、汞、铬、硝酸盐等物质都已有析出,水的硬度及有害物质超标率达百分之十几之多。

## 2. 节约用水

我国城市一方面用水紧张,另一方面浪费水的现象又很严重,表现在工业用水定额高,无计划,管理不善,节水措施不力。今后工业用水一定要做到用水有计划、有定额,排水有计划,回水有指标,以降低单位产品耗水量。此外,还要鼓励企业清污分流,提高水的重复利用率,减少废水排放量。

重复利用水资源必须实行分类供水,优水优用,一水多用。在城镇和工矿企业中,装备两套以上供水系统,根据需要,供应相应水质的水。例如,对饮用水和接触人体的洗涤水,供优质水,专设供水系统;经过二级处理后的净化水可作冲洗厕所、绿地灌溉、洗汽车、洒洗道路、补充冷却水、回灌地下水之用。在处理时,应根据不同用途对水的要求,决定处理的水平和建立相应的不同规模及形式的中水道系统。

城市地下水供水管道的漏失,也是用水浪费的一个重要方面。一个城市的供水管道少则几百公里,多则几千公里。一个城市每天需供水量为几十万吨,城市供水管道的漏水率一般都在 5%—10%,有的城市高达 15%。例如,大



连市每天供水 30 万吨，以漏水率 10%计，每天因漏水而损失的水就达 3 万吨之多。假如全国城市供水管道的漏水率减少 1%，则全国减少的漏失水量就足够一个大城市居民生活用水的需要，相当于建成一个日供水几十万吨的给水工程。

实行节约用水还要进行有效的管理。首先，要进行全民宣传教育，认清水资源短缺的严峻形势，逐步形成保护水、节约用水的良好社会风尚。其次，实行统一管理，城市的水源应全部纳入用水计划，实行计划用水，定额供水，装表计量；对超量用水部分实行累进加价收费，或减少供水，直到停止供水；对计划内节约部分，要给以奖励。

### 3. 控制污染

通过技术改造、“三废”资源化及征收排污费等措施，尽可能把污染物控制在生产过程中，或延伸线上，以达到最大限度压缩排污量的目的，这是控制水污染的积极途径。

对用水量大，污染严重，又无有效治理措施的企业，要采取关、停、并、转；改变产品结构，多生产对环境无害或少害的产品；对用水量大的新建工业要严格控制。

要按照水体功能，在饮用水源附近划定保护区，在区内植树造林，涵养水源；并按距离水面远近实行分级管理，离水面近的地区管理应比远处严格；水源上游比下游严格。一般在保护区内严禁建设一切污染水源的项目，不允许开辟旅游点。对地下水资源应限制超采开发；超量开采地区，应鼓励有条件的单位，实行冬灌夏用，通过人工回灌，以调蓄地下水资源。

## （四）固体废弃物资源化

固体废弃物与污水、废气一样是人类生产、生活活动的代谢产物。在自然生态系统中，固体废弃物是依靠生态系统内部的物质循环达到平衡，自然界的净化能力足以担负该系统内的净化。然而，现代化大城市集中了大量人口和工业，产生的固体废弃物无论在数量、还是在性质方面，都远远超过了城市地区的自然净化能力。据统计，我国城市 1992 年已堆积工业垃圾 60 亿吨，生活垃圾 5 亿吨，每年还有约 1 000 多万吨粪便垃圾运不出城。这就必然造成固体废弃物的积累，既占用土地资源（1992 年占地面积 5.4 亿平方米），又污染环境，传播疾病，严重影响居民身心健康。因此，人们必须补充自然界净化能力，以减轻其对城市环境的损害。城市对固体废弃物的收集和处理就是对自然净化能力的补充。这是一种在废弃物的产生和处理上比例协调、时间上不间断的环境卫生运转体系，是现代化城市建设必不可少的组成部分。

城市固体废弃物从来源看，有工业固体废弃物和生活垃圾，从它的化学性质看，可分为有机废弃物和无机废弃物。

### 1. “垃圾庄园”——生活垃圾的再利用

城市生活垃圾处理的方法不外乎卫生填埋、焚烧、填海、造地、高温堆肥。由于我国垃圾处理方法落后，许多城市已被垃圾所包围。在天津的河北区，每天要将 750 多吨垃圾运往垃圾处理场，10 多年来，在 220 亩土地的垃圾处理场上已堆积了高 10 多米、占地 147 亩的垃圾山。通过分析垃圾的成分，发现垃圾中阻燃物多，热值低，不适宜焚烧；仿效日本填海造地，不符合我国国情，大规模填埋占地多，况且天津无山沟洼地，也不适宜采用。但垃圾

中含有机质（我国一般含量为 17%—30%），如果加以利用，将有利于农业生产。所以，最好的办法是将垃圾经高温发酵、无害化处理，制成肥效高的有机肥料回归农田。其关键措施是实现垃圾筛选机械化及无害化处理。垃圾处理场的同志们研制成功了移动式垃圾筛选机，筛选腐熟垃圾的日工效是 150 吨，日产有机肥 120 吨，是人工筛选工效的 50 倍。进场的新垃圾经筛选后立即用腐熟垃圾覆盖，并迅速压实，在高温微生物作用下，不到半个月肥堆内部温度可达 60℃ 以上，再经 10 多天时间，各种病菌和虫卵都被杀死，即制成了无害化的高效有机肥。天津河北区垃圾处理场仅用半年多的时间就消灭了 10 多年的垃圾大山。全天津市 6 个区的垃圾场全部推广这种垃圾处理方法，做到了日产日消。垃圾山被消灭，腾出了场地，用来开辟副食生产基地，养猪养鸡，种植果树和蔬菜，并用垃圾制品做肥料和饲料，垃圾场变成了郁郁葱葱的菜园、果实累累的石榴园，笔直的白杨树列于马路的两边，花草掩映，蝶飞燕舞，成了一座美丽的庄园。

从天津的垃圾庄园，我们得到启示，城市垃圾处理得当，不仅不是废物，不会污染环境，而且可以变废为宝，即垃圾资源化，转化为重要的生产资料，有益于人类。

垃圾资源化可以定义为：通过各种方法从垃圾废物中回收或制取物质和能源，将废物转化为同一生产部门或其他生产部门新的生产要素，同时达到保护环境的目的。城市垃圾资源模式如图 4—2。

城市每年除了产生 8000 万吨的垃圾外，还要清运近 2800 万吨的粪便，对人口聚集的城市来说，也是一个不可忽视的环境问题。粪便中含有丰富的氮、磷、钾等植物需要的营养元素，它是有机肥料的重要肥源。但粪便中含有大量肠道传染病的病菌和寄生虫卵，如处理不当，易传播疾病，污染环境，危害健康。解决办法：首先要将城市厕所改建为水冲式，粪便排放实现管道化，并修建粪便处理场，进行高温发酵，无害化处理。为了节约资金，可实行粪便、垃圾、污水合并处理，将三者混合堆沤发酵，经无害处理后可制成优质的有机肥料。目前我国垃圾粪便无害化处理能力还很低，不及 8.5%（1991 年），应大力发展无害化处理厂。

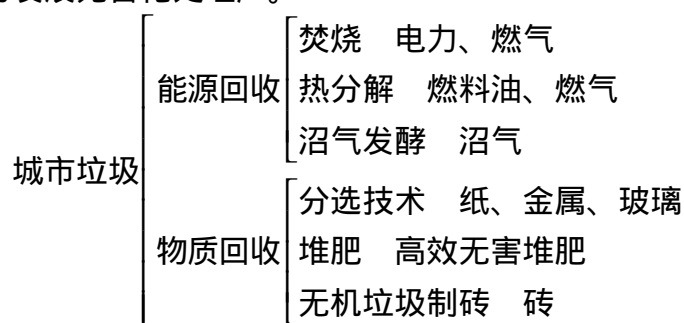


图 4—2 城市垃圾资源化模式

## 2. 城市生活垃圾的综合处理

（1）减少垃圾中的煤灰渣。我国城市居民取暖做饭以燃煤为主，垃圾中煤灰渣一般可占生活垃圾的 20%—50%，并有随纬度增高而增加的趋势。这种垃圾如不进行分选，直接施入农田，煤灰渣对土壤结构有严重破坏作用。长期使用造成土壤保水、保肥能力下降。根本解决办法，应从改变城市燃料结构入手，增加集中供热面积来减少垃圾中的煤灰渣。

(2) 垃圾分选。城市应逐步实行垃圾分类收集制度，首先在煤气使用普及率高的地区试行。经分选后，一部分垃圾，如废纸、玻璃、塑料、金属等可变废为宝；一部分有机质含量较多的垃圾，混渗粪便、污水后，进行高温发酵，堆沤成优质有机肥料；填埋无用的垃圾，如煤灰渣等。

(3) 卫生填埋。我国垃圾中，占比重 50% 以上的无机物应实行卫生填埋。填埋时，为防止污染地下水，应在垃圾堆与地面之间建立隔离层，并将雨水和腐烂后形成的污水引入污水管，净化后排出。在卫生填埋的基础上，按城市规划建设垃圾公园，这不仅处理了垃圾，又增添了城市绿地和可供游览的地区。

(4) 垃圾焚烧厂。垃圾焚烧要选用发热量在 3200 千卡/公斤以上的垃圾。我国城市垃圾的发热量一般为 600—1100 千卡/公斤。但随着人民生活水平的提高，热量会不断增加。目前，我国每年大约生产 8000 万吨左右的生活垃圾，如发热量按每公斤 800 千卡计算，这些垃圾的潜能可达  $5.6 \times 10^{10}$  千卡。1992 年，深圳从日本引进一套垃圾焚烧装置，建成我国第一座垃圾焚烧厂。从总体上说，我国垃圾焚烧还主要用于医院，特别是传染病院和科研单位的特殊垃圾，单独收集、严格管理、集中焚烧，但今后这是一个可供采用的垃圾处理方法。

(5) 生产厂家回收。如废电池、牙膏皮和外包装可以以旧换新或由厂家回收。国家应制定固体废弃物管理法，规定凡可回收利用的一律应回收，对违法者（生产厂）应征收废物排放处置费。

(6) 制造建筑材料。城市垃圾中，无机材料可用来制造建筑材料。

### 3. 工业垃圾的综合处理

工业垃圾种类繁多，大体上分为矿业废渣和工业废渣。其分类如表 4—5。

我国资源综合利用水平仍然很低，每年排放的工业废渣 6 亿多吨，综合利用率在 40% 左右，其中粉煤灰综合利用率为 27%，煤矸石综合利用率为 20%，每年还有约 300 万吨废钢铁，600 万吨废纸，200 万吨废玻璃，70 万吨废塑料，30 多万吨废化纤和 30 多万吨废橡胶未被利用。这些未被利用的工业垃圾，露天堆放，占用大量田地，风吹雨淋，污染周围环境。有些工业废渣甚至直接排入河流湖泊，污染水源。

表 4—5 工业垃圾分类

工业废渣	冶金渣：高炉渣、钢渣、有色金属渣、铁合金渣等
	燃料渣：粉煤灰、炉渣、渣渣等
	化工渣：塑料废渣、石油废渣、酸碱渣等
矿业废渣	选矿渣：煤矸石、废弃矿石
	尾矿渣：铁矿渣

综合利用可以化害为利，创造出新的财富。鞍钢在这方面做出了很好的成绩，他们每年从综合利用中回收铁粉 65 万吨，黄血盐 300 吨，硫酸 1200 吨，亚硫酸铁 1800 吨，防腐油 500 吨，废钢铁 45 万吨，利用余热节煤 8 万吨，从中创造了数量相当可观的利润。可见，开展工业废弃物的综合利用，是消除污染，化害为利的积极途径。

工业废渣的量，化学成份复杂，有的还具有毒性，因而回收的途径也

不同。大致有以下方法：提取各种金属，例如，从硫铁矿烧渣中，提取有色金属，从含汞废物中回收汞，从煤矸石焙烧中生产聚合铝。利用煤矸石、燃料渣、钢渣、粉煤灰、高炉渣制造各种建筑材料，如各种砖、水泥、墙体砌块等，也可做道路修筑材料。钢渣可用做冶炼溶剂和磷化肥的原料。粉煤灰可做隔热建筑材料、橡胶、塑料、油毡等化工产品的填充材料、钙镁磷肥的原料；还可从中提取微珠、漂珠等对工业有用的成分；或用于回填废矿坑、洼地造田。塑料废料加热加压后，可再成型为再生塑料，或将其粉碎、溶解、冷却后，提取石油。废轮胎可制造再生胶，再生轮胎等。这些有用的废渣可列入全国物资调配计划，作为资源分配使用。一时利用不完的，应妥善堆存，作为后备用物资。

对无法利用又有毒、有害的固体废弃物应进行堆埋。堆埋场应选在人烟稀少的山沟内，采用全封闭处理方式，堆埋过程不应污染环境。

### 三、塑造宁静、园林化的城市

#### （一）改善人类的声环境

声音在我们生活的世界中无处不在，它可以帮助我们借助于听觉熟悉周围环境，进行信息传递；优美的音乐可以使人精神愉快，消除疲劳。但声音过强则会妨碍或危害人们的工作、学习、思考和休息，甚至危害人体的健康。这种人们不需要的、使人感到讨厌和烦躁的声音通常称为噪声。50年代以来，随着现代工业的发展，机器的功率越来越大，转速越来越高，噪声也越来越强；随着交通运输规模迅猛扩大，城市人口急剧增长，噪声源也越来越多，影响人体健康，已成为世界公认的社会公害。噪声与前三种污染相比，有它的特点：对人体健康的危害有长期的遗留性。例如，会引起人们的慢性疾病、器质性病变及损害神经系统。噪声是一种能量的污染，没有污染物质，它的能量最后转变为空气中的热能。在污染源停止运转后，污染就立即消失。以波动形式通过空气传播，并具有很强的绕射能力，因而是“无孔不入”，难以防范。突发的噪声能使人们“迅雷不及掩耳”难以回避，人耳器官没有自身保护功能，随时都有遭到袭击的可能，所以，具有难避性。

##### 1. 噪声的危害

50年代，我国城市噪声尚不严重，70年代噪声总声能量约翻了一番，噪声强度直线上升，平均每年提高0.5—1分贝。70年代10年间，城市交通噪声增加6—8分贝，市区噪声白天平均上升5分贝，从而引起群众的强烈不满。目前我国城市人口有2/3暴露在较高的噪声环境下，有将近30%的人，在难以忍受的噪声环境下生活。噪声的危害是多方面的：

（1）损伤听力。当你进入较强噪声中时，会出现暂时的听力下降。如果长年累月在强噪声下工作，内耳器官将发生器质性病变，成为噪声性耳聋。一般说，长期在90分贝以上的噪声环境下工作，有可能发生噪声性耳聋。如织布工、发动机试车工，如不采取噪声控制措施，噪声性耳聋的发病率可达50%—60%，甚至90%以上。合肥市曾对暴露于76分贝下的交警107人体检，表明轻度听力受损的占11%。

（2）非听觉性危害。在噪声的影响下，可能诱发其他的疾病。噪声作用人的中枢神经系统，使人的基本生理过程——大脑皮层的兴奋与抑制的平衡失调。久而久之，就会导致头痛、脑胀、昏晕、耳鸣、多梦、失眠、心慌、

抵抗力减弱和全身无力等症状。在医学上，这些症状统称为神经官能症。

噪声对心血管系统的影响也很大，它使交感神经紧张，心动过速，心律不齐，还能使血压增高，血管痉挛。近年一些医学家认为，噪声可以导致冠心病和动脉硬化。噪声还会导致人们的胃功能紊乱和胃溃疡，表现为食欲不振，恶心，肌体无力，体质减弱等现象。

(3) 干扰正常生活。在所有公害中，噪声的污染面最大。它导致人们烦恼、急躁和干扰睡眠，影响正常生活。据在北京对大量居民的调查，高烦恼率和睡眠干扰率与环境噪声有密切关系，如表 4—6。在南京当白天的噪声达 50 分贝、夜间达 40 分贝时，有 50% 的居民反映吵闹，上海烦恼度的阈值为 58.8 分贝，干扰睡眠的阈值为 48.2 分贝。对我国十大城市进行的统计，噪声诉讼案件占环境诉讼案件的比率 1979 年为 29.7%，1980 年为 34.2%，1981 年上升为 44.8%。

表 4—6 高烦恼率、睡眠干扰率与噪声级的关系

噪声级(分贝)	35	40	45	50	55	60	65	70	75
高烦恼率(%)	—	5.6	14.8	28.0	39.1	52.6	79.4	86.2	94.7
睡眠干扰率(%)	18.2	23.1	38.3	67.9	77.9	96.2	100	100	

资料来源：改善生态环境研究课题组：《改善生态环境》，学术书刊出版社 1989 年版，第 108 页。

(4) 噪声降低劳动生产率，引起意外事故。在噪声的刺激下，人们的注意力不易集中，工作易出差错，从而影响工作速度和质量。如电话交换台的噪声从 50 分贝降到 30 分贝，差错将减少一半。注意力分散还易引起严重工伤事故。

(5) 噪声还能损害建筑物以及使仪器仪表失灵。近年来由于航空事业的发展，航空噪声对建筑物有很大损害，可以震碎民房的窗玻璃，使烟囱倒塌，墙开裂，瓦损坏等。工厂中的机器和城市施工的噪声对附近建筑物都有不同程度影响。在极强的噪声下，甚至会使灵敏度很高的自控、遥控仪器、仪表设备失灵。

## 2. 城市噪声的声源

城市噪声来源主要有以下几类：交通噪声(占 37%)、社会噪声(占 25%)、工业噪声(占 22%)、施工噪声(占 6%)和其他噪声(占 10%)。

交通噪声：包括各类交通运输工具发出的噪声。这是一种流动声源，因而对环境的影响面最广，在城市噪声中最突出。许多国家研究的结果都表明，城市噪声中 70% 来自交通噪声，车辆密度大的一些国家尤为严重。根据吴国曾在全国进行的噪声影响调查，交通噪声中以公路噪声扰人尤为严重。其主要污染源是汽车。据对 47 个城市的观测，全国平均白天的声级为 59 分贝，夜间为 49 分贝。与工业发达国家相比，我国虽然汽车数量少得多，但噪声却低不了多少。如日本的东京，机动车数量为苏州的 600 倍，而东京的交通噪声只比苏州高 2 分贝。

铁路噪声的影响面比公路要小，但噪声的强度和振动则比汽车大。空中交通发达的国家，飞机噪声已成为各方面严重关注的公害，特别是喷气式飞

机的噪声很强，甚至会引起地面建筑物的破坏，许多国家不允许这种飞机在城市上空飞行。大型机场也都建在远离城市的郊区。我国航空事业还很不发达，但由于机场位置和航道选择不妥，有些城市如西安、广州航空噪声已开始突出，成为潜在的环境问题。

工业噪声：工业噪声也是城市环境噪声的主要来源，它不仅直接对工人带来危害，而且对附近居民影响很大，特别是市内的工厂，扰民更为严重。工业噪声主要有两大类：一类是气动源，如发电厂的大型锅炉、大型鼓风机等，噪声级在 110—150 分贝；另一类是振动源，如凿岩机、锻锤冲击，噪声级可达 120 分贝，轧钢机为 92—107 分贝，织布机为 80—103 分贝。工业噪声是造成职业性耳聋的主要原因。

建筑施工噪声：施工中的机器设备，许多是高噪声的，施工周期往往一般较长，面广，对周围居民的干扰很大。

社会生活噪声：社会活动和日常家庭生活噪声也是普遍存在的。它包括娱乐场所、车站码头、菜市场、体育场、青少年活动场所，以及在家庭娱乐、生活中由电视机、收音机、录音机、洗衣机等家用电器等造成的噪声。这些机器的噪声一般在 35—85 分贝之间。

根据我国城市噪声调查，多数城市的社会噪声的户外平均声级大约是 55—60 分贝。

### 3. 城市噪声的控制

表 4—7 我国城市环境噪声标准

适用区域	昼间 (分贝)	夜间 (分贝)
特殊住宅区	45	35
居民、文教区	50	40
一类混合区	55	45
商业中心、二类混合区	60	50
工业集中区	65	55
交通干线道路两侧	70	55

指商业与居民混合区。

指工业、商业、少量交通与居民混合区。

(1) 城市环境允许的噪声标准。要对城市噪声进行控制，必先制订噪声标准。目前，国际组织以及我国政府都已制定噪声标准。国际标准化技术委员会声学委员会推荐的城市环境噪声标准是：住宅区室外噪声的基础标准为 35—45 分贝，夜间应再减少 5 分贝，深夜减少 10—15 分贝。对不同地区的环境噪声规定为：市区为 40—50 分贝，商业区为 50—60 分贝，城市中心繁华区为 55—65 分贝，工业区为 60—70 分贝。我国国务院环境保护领导小组 1981 年公布的《城市区域环境噪声标准》中规定如表 4—7。

表 4—8 是人们主观感觉的噪声级。

表 4—8 噪声级

主观感觉	听闻	极静	安静	较静	较吵	很吵	痛阈	无法忍受
噪声级 (分贝)	0—5	5—20	20—40	40—65	65—90	90—115	115—130	130以上
声源		消声 室内	轻声 耳语	一般 说话	较吵 街道	很吵的马 路、电锯	球磨机高 射炮	喷气飞机 喷口、大 炮附近

(2) 城市规划。合理的城市规划，有利于控制城市噪声。规划内容有：  
控制城市人口：人们的活动量是噪声的声源。许多国家采用卫星城的办法控制市中心城市人口密度，收到一定成效。

小区规划：从控制噪声的要求出发，制定小区规划。在规划中，根据城市功能分区，做到“闹静隔离”。工业区、商业区、交通干道等吵闹区，应与医疗区、住宅区、文教区等安静区分离开。利用噪声随距离而衰减的特性，布置各个不同功能小区。吵闹区与安静区之间应尽可能有缓冲地带予以隔离。例如，工业区与居民区之间可布置较不吵闹的商业区；交通干线与住宅区之间可设置绿化地带等。

建筑物布局：要考虑采用使环境噪声级达到最小的建筑物布局。住宅、行政大楼等本身并不是强烈的噪声源，它的平面布置主要应考虑防止外来噪声干扰，尽可能与交通干线保持适当距离，并用围墙、绿化地带等辅助手段加以隔离，以减弱噪声干扰。楼房应垂直于交通干线，在临街一侧布置隔墙、走道、楼梯等建筑物，以减弱噪音对楼房内部的干扰。

对铁路、公路等交通运输工程，应严格区分快慢车道和人行道。交通量大的地区，应采用立体交叉、单行道、交通信号联锁装置等，保证车辆匀速前进，减少刹车、停车发动及低档转速发出的噪声。

(3) 噪声的控制措施。声源、传声途径和接受者是构成声音的三要素，控制噪声也必须从这三方面着手，从声源上降低噪声，在声音传送途径上加以控制，在接受点进行防护。1978年的第十届国际噪声控制会议提出，80年代是“从声源控制噪声”的年代，即将发声大的设备改造成发声小或不发声的设备，这是一种最积极最彻底地根治噪声的措施。它可以通过改进机械设备的结构、材料，改革工艺、操作方法，以及提高加工精度和提高设备的装配质量等方面来降低噪音。事实表明，这方面的潜力是很大的。例如，我国近年研制成一种可降低交通噪声的新型汽车喇叭，指向性强，在车辆正前方有明显的警告效果，而车辆的两侧和后方声响低，减少了对周围环境的干扰。

如果难以从声源上降低噪音，就需要在噪声传播途径上加以控制。例如，采用“闹静隔离”的设计原则，以缩小噪声干扰范围；利用噪声源与接受区之间的自然地形地物（如山坡、山丘、深沟、建筑物等）降低噪声。建筑物内部房间配置合理，可减轻噪声干扰。一定宽度的绿化带也可衰减噪声达3.5—7.5分贝。

依靠上述方法仍不能控制噪声危害时，可以利用消声、吸声、隔声等声学方面措施控制噪声。吸声是指声源发出的声波遇到表面饰以吸声材料的墙面、顶棚和地面时，反射声就会被吸收掉，相应的噪声也就降低了。玻璃棉、矿渣棉、泡沫塑料、毛毡、木丝板、软质纤维板及微孔吸声砖等多孔性的材

料，都可用作吸声材料。

消声器是一种允许气流通过而阻止或减弱声能传播的装置。近年来，我国已研制成功各种消声器，如通风空调消声器、鼓风机进排气消声器、燃气轮机消声器、飞机发动机试车消声器等，并已形成系列化产品，经工业上使用性能良好。

表 4—9 噪声声学控制技术措施应用举例

现场噪声情况	合理技术措施	降噪效果(分贝)
车间噪声设备多，且分散	吸声处理	4—12
车间工人多，噪声设备台数少	隔声罩	20—30
车间工人少，噪声设备台数多	隔声室	20—40
进气、排气噪声	消声器	10—30
车辆噪声	消声器、屏障	15—25

应用隔声结构减弱噪声的传递，使吵闹的噪声环境与安静的环境分离开，这种方法称为隔声。常用的隔声结构有隔声间、隔声罩、隔声屏等。一个隔声结构通常是由许多隔声元件组成的，如隔声室由隔声门、窗、墙、顶棚以及通风消声器组成。

常用的噪声声学控制措施适用场合及降噪效果如表 4—9。

此外，还有噪声接受点防护，接受点防护多为个人防护，根据不同对象，制订不同容许的噪声级。常用的防护工具有：耳塞、耳罩、防声棉、头盔等。利用隔声原理，阻挡噪声传入耳内，以保护听力。

## (二) 塑造园林化的绿色城市

巴黎是美丽的，特别是贯穿巴黎的中轴线——爱丽舍田园大街，更以它大量点缀的水面、绿地、花园和行道林荫构成的红花绿叶相衬的明快城市景观给你留下深刻的印象。在这条大街上有罗浮宫、玛德琳大教堂和凯旋门等历史性建筑物，它们与百花丛生、芳草遍地，令人满目生绿的大片绿地交相辉映，使人处于清静、幽雅和谐之中。法国人对树木与人类生存环境的密切关系，有着深刻、独特的认识。难怪有一位巴黎人曾指着位居巴黎东西两端的波罗涅森林公园和梵桑斯森林公园说：“这是我们巴黎的肺叶。”

为什么说森林是城市的肺叶呢？

### 1. 森林具有对城市的负反馈调节作用

城市生态系统是一个反馈系统，对外界的干扰，在一定限度内有自我调节的能力，维持系统的相对平衡。城市在人们进行生产和生活时，一方面生产出产品；另一方面也生产废弃物，污染环境。一部分污染物随大气、水体而扩散，迁移到系统之外，一部分留在城市系统内。这部分污染物质如在生态阈值限度内，系统可以自我净化，这就是系统的负反馈调节。系统的自净能力来自两方面，一是通过城市的大气、水体、土壤、微生物的物理稀释与扩散，生物化学的分解、降解与中和达到净化的目的；二是通过城市中以树木为主体的包括花卉、草坪及地被植物等组成的园林绿地等绿色植物的一系列生态效应，对污染物质起到净化作用，调节城市环境。通过负主要反馈调节作用，使城市环境质量达到洁净、舒适、优美、安全。

### 2. 森林、绿地的肺叶效应



城市生态学家早已指出，绿色植物在建立城市生态系统中，占有极其突出的地位，绿化城市能够防止风沙、净化空气、降低噪声，改善城市的小气候，制造新鲜的氧气。

植物是制造氧气的工厂。地球上原始的大气圈中，主要成分是二氧化碳，没有氧气。今天地球的大气圈中约有  $1.2 \times 10^{25}$  吨氧气，这是地球上出现生物以后，特别是能进行光合作用的绿色植物出现后，在 32 亿年的漫长岁月中逐渐积累起来的。绿色植物利用太阳能将二氧化碳和水在叶绿体中合成碳水化合物，并把体内的水分解为氢和氧，把多余的氧气释放到大气中，这个过程称作光合作用。绿色植物的光合作用是吸收二氧化碳，释放氧气；绿色植物同时又有呼吸作用，呼吸作用是吸收氧气放出二氧化碳。两者比较，放出的氧气比吸收的氧气要多 20 倍左右。

城市由于人口和工业密集，必然要消耗大量氧气，积累二氧化碳，在有风的情况下，通过大气交换可以得到补偿和更新。如在没有风或风速在每秒 2—3 米以下时，大气交换很不充分，必将造成城市局部地区供氧不足，给人体健康带来危害。据北京市园林科研所 1984—1986 年夏季的观察，绿化覆盖率 30% 以上的和平里小区和空军大院，空气中二氧化碳浓度平均为百万分之 398—430，而绿化率不到 10% 的南线阁平均值在百万分之 600 以上。迄今为止，任何发达的生产技术都还不能代替绿色植物的作用，只有城市中存在有一定比例的森林绿地，才能保持大气中氧气与二氧化碳的平衡。

城市中的绿地面积应与人口数量保持一定比例。每个成年人每天需要消耗 0.75 公斤的氧气，排出近 1 公斤的二氧化碳，每公顷森林每天可吸收 1000 公斤二氧化碳，生产 730 公斤氧气。因而每个城市居民必须保证有 10 平方米的森林或 50 平方米面积的绿地。

空气中 60% 的氧气来源于绿色植物，地球上绿色植被每年要向大气补充  $70 \times 10^9$  吨氧气。正因为如此，地球上虽有亿万生物的呼吸和物质的燃烧、分解，不断向大气释放二氧化碳，消耗氧气，大气中的氧气仍一直保持在 20.95% 左右。但是，近代人口增长过快、大量化石燃料的燃烧以及大面积热带森林被砍伐，导致全球性二氧化碳含量增加，造成了威胁人类生存的温室效应，正在引起各方面人士的重视。

城市大气中含有大量的细菌，植物正好是天然的灭菌能手和滤毒器。1 公顷桧柏林一昼夜可以分泌出 30 公斤杀菌素，杀死大量结核菌、赤痢、伤寒和白喉等病原菌。松树是结核菌的死对头。据调查，林区空气中的细菌数量，只有无林区的 1%，而闹市区空气中细菌要比绿化区多 7 倍以上，据测定，北京王府井、海淀镇等闹市区，空气中的含菌量为中山公园的 6—8 倍；香山公园停车场的含菌量是香山公园内的 2 倍。

城市大气中含有 1000 种以上的污染物，不仅影响日照，还是形成酸雨的根源，直接影响农作物生长，也危害人体健康。在大气污染浓度不超过植物受害的临界浓度和临界时间时，植物能吸收大气中的某些有害物质，如氟化氢、二氧化硫、二氧化氮、氨等，减轻空气污染。1 公顷落叶乔木的叶子全年可以吸收 72 公斤二氧化硫，松柏类为 120 公斤。桧、槭、桂香柳、加拿大杨等能吸收空气中的醛、酮、醚和致癌物质安息香吡啉等有毒气体。侧柏、臭椿、桑、白皮松、华山松等可吸收氟化氢，在市内栽种这些植物，将有利于人们的健康。据报道，一条稠密的林带对减轻工业区空气污染的效果是：30% 的二氧化硫、35% 的一氧化碳、29% 的苯酚。每公顷森林平均一年能吸收氮

氧化物 0.38 吨、臭氧 96 吨、铅 266 克。

植物的叶片对粉尘有阻挡、过滤和吸附作用。每公顷林木可滞留粉尘数量因树种不同而异，云杉林每年可滞留粉尘 32 吨，松林为 36.4 吨、水青冈林为 64 吨。经雨水冲洗后，粉尘落入地面，树叶继续发挥滞尘作用。绿化区的空气含尘量在五六月间比空旷地少 25%—38%；即使冬季树叶已脱落，空气含尘量也可减少 18%左右；在夏季，一条宽 36 米的阔叶林带，在距树高 10 米的范围内几乎没有尘埃。北京市卫生防疫站（1976 年）对北京市不同用地飘尘浓度作了测定，表明绿地上空的飘尘量最少（表 4—10）。

植物是噪音的消除器。城市可利用树冠的反射、吸音等作用降低噪音，一般能吸收音量的 26%。据测定；宽 4 米、高 2.7 米的绿篱墙，可减少噪声 6 分贝。在城市的道路两旁，栽种乔灌结合的林带，在工厂周围广种树木，对减轻噪音、保护工人和附近居民健康都有好处。实践证明阔叶树由于枝叶茂密，吸音、隔音效果比针叶树好，由乔灌草结合构成的多层林带比单层林带好。在高层建筑群的街道两旁种树，由于树的吸声作用可减少混响声。身居闹市的人们在工作之余，需要一个安静、清洁的环境，消除疲劳。

表 4—10 北京市不同用地飘尘浓度比较

（单位：毫克/立方米）

时间 用地类型	6 月	2 月	12 月	平均
公共绿地	0.135	0.337	0.507	0.356
工业区	0.222	0.544	0.760	0.508
商业区	0.344	0.604	0.702	0.550
散居居民点	0.199	0.463	0.654	0.439
对照点（十三陵）	0.102	0.176	0.204	0.161

资料来源：于志熙：《城市生态学》，中国林业出版社 1992 年版，第 139 页。

### 3. 植被可以改变小气候

城市园林绿地在夏季有明显的降温作用，树木有茂密的树冠，树冠可以吸收 35% 的太阳辐射，并将 20%—25% 的太阳辐射反射回天空，而城市建筑材料中的沥青仅为 4%、鹅卵石为 3%。植被本身的蒸腾作用也会消耗掉一部分的热量，从而降低了温度。一般有林地的温度比空旷地要低 3—5。根据在北京、郑州、杭州、南京四地的观测，夏季绿地的降温效果如表 4—11。

植物的蒸腾作用还提高了周围空气中的湿度。城市园林绿地可形成局部微风。白天，建筑群气温高，热空气上升，绿地上空气温低，冷空气下降，绿地向建筑群吹进凉爽的新鲜空气，起着微小的竖向通风作用。

绿地可以减少地表径流。在城市里，绿地损失的自然降水只有建筑物的 1/3 左右。当雨水落在树木上，除枝叶截流外，一部分由根吸收，50% 以上的水被渗入地下贮存起来，这是干旱

表 4—11 北京等四地夏季绿地的降温作用

地点	绿地比非绿化地日平均气温降低( )	绿地与非绿化地平均最高气温降低( )
北京	0.6—2.4	1.6
郑州	3.6	6
杭州	2.7	—
南京	1—3	3—4

地带城市地下水的重要源泉。城市地表多数是水泥、沥青路面，不透水，雨水降落后不能用以补充地下水源，大约 40%的降水都经蒸发和径流而损失掉。绿地过少，会使某一地区自然水循环系统遭到破坏，最后导致地下水短缺。如果把北京市的裸露地全覆盖上植物，每年可减少水的损失 1723 吨，其中约有 1206 万吨渗入地下，对城市自然水循环起到良好保护作用。

总之，城市设有一定比例的绿地，可以使城市环境幽雅，空气清新，使人们感觉舒适，心旷神怡。因此，目前世界上许多国家都很重视城市的绿化、美化、香化，建设园林式的城市。

#### 4. 城市绿地定额的确定

确定合理的绿地面积，应从城市园林绿地的功能出发，考虑不同类型绿地的游人容量和绿地的生态效应；同时，还要从实际出发，综合考虑不同城市的人口状况、土地利用状况和经济发展水平。

城市绿地的功能之一，是供人们休闲娱乐。在繁华闹市居住的居民向往自然，希望在闲暇时间到公园绿地欣赏自然风光。据世界 49 个城市统计，公园绿地人均 10 平方米以上的占 70%，最高的是瑞典的斯德哥尔摩市达 80.3 平方米。美国城市人均公园绿地面积为 30 平方米，人口密度极高的日本国 1980 年人均绿地也达到 4.1 平方米。前苏联和日本学者认为，一个游人在公园中至少应有 60 平方米的活动面积，节日城市居民中大约有 10%的人出外游玩。因此推算每个居民至少应有 6 平方米的公园面积。

我国公园和公共绿地面积偏少。据李嘉乐等人的资料，北京 1980 年 9 个大型公园在节假日每个游人仅有活动面积 21.7 平方米，5 个小型公园夏季假日每个游人仅有活动面积 11.17 平方米，如以每人 60 平方米为标准，则相距甚远，并由此导致我国公园游人负荷量过大。据 1992 年统计资料，公园平均每平方米的利用率杭州为 16.5 人次、上海 15.7 人次、哈尔滨 4.9 人次、武汉 4.1 人次、石家庄 3.9 人次、北京 3.6 人次、西安 3.3 人次。1992 年我国主要城市绿化状况如表 4—12。

表 4—12 1992 年我国主要城市绿化状况

城市名称	城市园林 绿地面积 (公顷)	公共绿地 (公顷)	建成区绿地 覆盖率(%)	人均公共绿地 面积(平方米)	公园面积 (公顷)	年游人数 (万人次)
全国	533816	61233*	21.0	4.5	45741	100583*
北京	13655	3546	28.5	6.3	2822	10168
天津	1993	1109	13.5	2.5	651	4295
石家庄	988	252	22.5	2.4	116	457
太原	3273	591	27.5	3.8	411	526
沈阳	18032	1743	23.6	4.7	1266	2100
长春	4007	1285	36.7	7.4	342	342

(续表)

城市名称	城市园林 绿地面积 (公顷)	公共绿地 (公顷)	建成区绿地 覆盖率(%)	人均公共绿地 面积(平方米)	公园面积 (公 454 顷)	年游人数 (万人次)
哈尔滨	3409	818	26.2	3.3	454	2205
西安	1950	352	30.2	1.8	311	1036
郑州	1817	402	34.6	3.5	306	769
上海	3284	848	19.9	1.1	564	8833
南京	9204	1490	39.5	7.0	1419	2189
武汉	4473	772	29.9	2.3	406	1674
广州	38039	1505	34.0	5.0	1213	611.6
重庆	2328	221	12.6	1.0	206	399
成都	1995	377	27.7	2.1	339	3107
昆明	1810	371	15.4	3.1	342	1300
杭州	1034	430	19.8	3.8	253	4163
神州	1516	407	21.7	4.5	380	574
南昌	1259	298	21.6	2.7	213	746
济南	2788	694	29.4	4.9	296	977

\* 为 1991 年数据。

资料来源：国家统计局编，《中国统计年鉴（1993）》，中国统计出版社 1993 年版，第 693、700 页。

中国环境年鉴编委会编，《中国环境年鉴（1992）》，中国环境科学出版社 1993 年版。第 261 页。

根据北京市航空遥感监测获得的资料，进行回归分析，结果表明，空气中的总悬浮颗粒物、苯并(a)芘的污染浓度都与绿化覆盖率呈负相关。根据绿化覆盖率与污染浓度相关系数数值可以推算出绿化覆盖率增加时，各种污染物浓度下降的数值。当绿化覆盖率达到 50%时，该地区绝大部分污染物都可以得到净化。根据北京市的绿化覆盖率图与气温等温线图还可看出高温度地区都在没有大块绿地地区。绿地覆盖率每增加 10%，气温降低的最高值可达

2.6%，夜间可达 28%。因此，当绿化覆盖率达到 50%时，气温可下降 13%。如果北京市夏季最高温度为 36℃，绿化覆盖率达 50%的地区可降低气温 4.7℃，基本上可消除城市“热岛效应”。可见，城市绿化率能达到 50%是最理想的。

我国目前城市绿化率普遍不高，据 1986 年 343 个城市的资料，建成区绿化覆盖率超过 30%的仅 27 个城市；20%—29%的有 57 个城市。许多大城市如上海、天津、重庆、昆明、杭州等 1992 年绿地覆盖率都不及 20%。因而我国要求绿地率达到 25%，绿化覆盖率 30%，人均公共绿地 6—9 平方米，是既合乎科学要求，又适合我们的实际情况的。当然。要实现这一目标，还有相当长一段路要走。

#### 四、建设基础设施完善的城市

城市基础设施是指城市生产和生活中共同需要的若干基本条件。它是经济正常运转和社会生活正常进行的基本条件之一，城市基础设施建设必须和现代化的城市经济建设取得协调发展。我国当前在这方面积累的问题最多，自十一届三中全会以后，国家拿出比任何时期都多的资金投入城市基础设施建设，新建了一批与社会生产和人民生活息息相关的供水排水、燃气热力、邮电通讯、道路桥梁、园林绿化、公共交通、环境卫生等基础设施，还有计划地对老城区逐步实施了整体性改造。许多城市还开展了环境综合整治活动，即以排水为主的水环境治理，以垃圾粪便收集、清运、综合利用为主的卫生环境治理，以除烟降尘为主的大气环境治理，以园林绿化为主的生态环境建设和保护，收到了明显的成效（表 4—13）。但是，由于城市人口增长过快，城市建设几起几落，以致目前城市基础设施仍然比较落后，欠帐很多。如城市供水紧张，道路短缺，交通拥挤，住房紧张，供热和用气普及率低，绿地面积少，电话通讯率也低。

表 4—13 建国以来我国城市基础设施能力增长情况

项目	单位	1952	1978	1986	1993	指 数			
						1952	1978	1986	1993
城市数	座	157		353	570	100		225	363.1
城市人口	万人	4238		12258	42932.3	100		289	1013.0
工业总产值	指数	100	918.9	2483.7	8026.7	100	918.9	2483.2	8026.7
自来水供水能力	万吨/日	266.6	2158.9	10407.9	14580.4 (91)	100	809.8	3904	5469 (91)
下水道长度	公里	7027	19556	34352	75207	100	278.3	489	1070.3
公共交通工具	辆	3515	25839	45446	88950	100	735.1	1293	2930.6
煤气普及率	%	1.08	13.9	28.52	57.0	100	1287	2640	5277.8
市内电话	万部	29.53		443.5	2019.5	100		1502	6838.8
城市公园	公顷	5050	15229	24887.2	48621	100	301.6	493	962.8
每万人拥有公共厕所	座			8.3	5.9				
集中供热面积	万平方米			9907	27651 (1991年)			100	273.1 (1991年)

资料来源：中国环境年鉴编委会编：《中国环境年鉴（1992）》，中国环境科学出版社 1992 年版，第 256、266、267 页。

国家统计局编：《中国统计年鉴（1994）》，中国统计出版社 1994 年版，第 295、296、298、312 页。

从国外看，由于各国原有基础设施水平不一，经济发展的先后有别，因而经济发展与基础设施的关系大致可以分为三种类型。一是超前型，即基础设施的发展走在生产建设的前面，城市的功能得到发挥，各项经济社会活动，包括工、商、贸、科技、文化等得以开展，城市成了开放型、多功能、社会化、现代化的经济中心，从而为迎接经济的大发展奠定基础；二是平行型，即基础设施与经济建设同步发展；三是滞后型，即基础设施发展速度慢于经济建设的发展速度，结果制约了城市经济发展。我国当前只能采取基础设施与经济建设同步发展的方针，这是因为基础设施底子薄，建设需要的资金量大，国力还难以承担。根据 1985 年统计，每增加 1 亿元城市工业总产值，要求城市基础设施提供工业用水 113 万吨，城市热气 72.85 亿千焦耳，市政、民用电 410 千瓦/每小时。城市每兴建 1 亿平方米住宅，要求同步建设城市供水 2000 万吨/日，污水处理 180 万吨/日，道路 4700 万米，公交电汽车 6000 辆，公共绿地 5600 公顷，生活垃圾清除和无害化处理 260 万吨/年的基础设施。从长远看，随着经济发展，国力充实，应实行超前型，取得经济发展的主动权。

作为一个现代化城市，其基础设施的目标模式是什么呢？

#### 1. 建立现代化的综合立体交通体系

道路是城市的骨架，交通是城市的脉络。只有有了完整的道路骨架，城市才能形成它的形态；只有脉络清晰了，城市中人流、物流才有畅通的渠道，现代化的城市应逐渐建立与经济和社会发展相适应的、布局得当、结构合理的道路系统，和比较完善的城市交通设施。目前世界各国为了减少地面交通的拥挤，改善城市的环境污染，都采取向地下和地面空间发展的城市快速轨道交通。城市快速轨道交通是指有固定轨道和准确运行时间的交通工具。它既不同于有轨电车，也不同于一般市郊铁路旅客列车。其线路型式可以是凌空通过市街的高架线路，也可以是地面平铺式线路，也可以是地面以下的地下线路，一般以地下线路为主，并均以立交通过市区和道口。其运行速度高于公共汽车和电车。它具有速度快、运量大、运行时间准确、乘坐舒适、造价低、污染少等特点。现代化城市交通总的走向要向综合化、立体化方向发展，即由地铁、轻轨、无轨电车、公共汽车、小汽车、摩托车、自行车等交通工具共同行驶；由地下、地面、高架和多种立交组成的综合立体交通体系，并具有电子计算机技术和自动化控制的交通管理系统，为现代化城市提供畅通、便利、迅速、安全的城市交通网络。

据 1993 年底的统计资料，全国城市已有公共汽、电车 8.9 万辆，平均每万人拥有 6.0 辆，铺装道路长度达 10.5 万公里，每万人拥有 6.3 公里，远远不能满足经济发展和人民日常生活的需要。要从根本上解决我国城市交通存在的严重问题，不能单纯地从拓宽和延长线路、增加车辆着眼，应该建立综合化、立体化交通体系。我国一些大城市已经开始着手进行综合化、立体化、现代化城市交通和快速轨道交通的建设，并取得巨大的进展。

#### 2. 建立稳定可靠的城市水源和科学的给排水系统

现代化城市必须建设稳定可靠的城市水源，以满足城市在一定时期内经济发展和人民生活用水的需要。对城市饮用水水源要加强管理，按水体功能，划定保护区。严禁超采地下水，维护城市水资源的动态平衡。要按节水原则规划设计，建设现代化给排水系统，特别要重视城市自来水厂建设，提高城市自来水供水普及率（1993 年城市用水普及率已由 1990 年的 89.2% 提高到 93.1%）。在给水中，除了以生活用水为主的上水系统外，还应增加供绿化、消防及部分工业用水的“中水”系统。在排水系统中，应强化清、污分流，加速污水处理设施建设，提高污水处理率，推广处理后污水回用技术。要提倡有偿使用城市污水设施，减轻城市水体污染。在工程规划中，应考虑彻底改变地下管网系统，建设地下管道沟，替代现在的地下管线，把上水、中水、下水管线，甚至煤气、供热、电力、电讯管线，全部置于地下管道沟中，以便日常检查维修。

#### 3. 提高燃气普及率和集中供热率

燃气和集中供热是城市能源中两个重要系统，作为现代化城市民用燃气普及率应在 90% 以上，并能满足工业生产的需要。而我国在 1993 年全国城市供燃煤气量为 194 亿立方米，普及率仅 57.0%；供热普及率 1992 年只有 12.08%。故应新建和改造现有供气、供热站，多途径提高供气、供热能力。

#### 4. 建立绿化为主的城市生态系统

必须大幅度提高城市绿化水平，种好树木花草，植物造景，建成布局合理的园林绿地系统。城市市区裸露地面都应绿化，建成充满情趣的、清洁优美的园林化城市。

#### 5. 建立完善的环卫设施体系

要建立对城市垃圾、粪便进行清扫、收集、运输、处理，结构上、比例上协调，时间上不间断的环境卫生运转体系。要设置足够数量的标准化垃圾箱，实现垃圾运输密闭化，要建立垃圾转运站和垃圾处理场、卫生填埋场，做到垃圾日产日清。城市要修建足够数量的水冲式厕所，实现粪便管道排放。城市垃圾和粪便无害处理率应提高到 50%—70%。

#### 6. 建立现代化的信息通信系统

现代化的信息通信系统是城市现代化的重要标志之一。随着科学技术的不断发展，信息通信系统也得到了飞速的发展，它已经从简单的邮件输送发展到以电子计算机、光导纤维、卫星传输等先进技术为主要手段的自动信息通信系统。发达的信息通信系统将成为城市经济活动的关键和枢纽，先进的信息通信系统将成为管理的重要手段。现代化的信息通信系统还会增加城市的开放度，家庭信息终端等现代化信息手段正在彻底改变城市居民的工作和生活。就当前说，我国首先应提高城市的电话普及率，据《人民日报》1994年10月26日报导，目前全国已有约700个城市开通了程控电话，有1500座城市实现了国内长途电话直拨，约950座城市实现了国际电话直拨，可通世界190多个国家和地区，此外还要提高电报、电传普及率。

#### 7. 加速解决住房问题

住房紧张，人均住房面积偏小或单位房间人数偏多对人们的身心健康都有很大影响。有人认为住房过挤与自杀率、结核病、性病和精神病的发病率、死亡率以及少年犯罪率有着密切的相关关系。所以，加快住房制度的改革和住房建设，直接涉及到社会稳定、政治安定和国民经济的持续、快速、健康发展。

1991年底，我国城市实有住宅面积为9.8亿平方米，人均6.9平方米。但是，由于原来居住水平低，人口增长快，欠帐过多，特别是目前已进入青年婚龄高峰期等原因，城市居民住房仍然十分紧张，大城市、尤其是特大城市缺房户与无房户比例很大。加速住宅建设速度更是迫在眉睫。

1980年邓小平同志提出出售公房、调整租金，提倡个人买卖建房的房改总体设想后，我国城镇住房制度改革取得了可喜的进展，到1993年底，全国已有104个地级以上城市建立了住房公积金制度；一些城市和单位加大租金改革力度，稳步出售公有住房；通过集资建房、合作建房等多种形式，加快解危解困，使城镇居民的居住水平有明显提高。城镇居民的住房商品化观念开始形成。1990年房改领导小组会议提出，到本世纪末，初步建立起新的城镇住房制度，使城镇居民住房达到小康水平。

#### 8. 具有安全、可靠的城镇防灾、减灾设施

城市是人口和工业十分密集地区，一旦遭受自然灾害及人为灾害的袭击，损失往往十分惨重，许多城市都曾为此付出重大代价。因此，现代化城市都应根据具体情况建立起防止各种自然和人为灾害的系统，包括防洪、防火、防震、防空袭、防原子袭击设施，以及减轻灾害后果的设施，以保证城市在各种不利情况下能继续生存和发展。



## 第五章 路在脚下

### 第一节 绿色世界靠人们自己去创造

生态农业、绿色工业和清洁优美的城市不会自己到来，要靠人们去创造。人们要通过制定绿色世界的蓝图、政策、法规的引导，科学技术的保证以及环境道德、教育等环节来有计划地控制环境污染和生态破坏，有目的地改善城乡环境质量，建设一个五彩缤纷的绿色世界。而要把所有这些环节在一个统一的目标下粘合起来，形成人们的统一行动，有赖于管理。管理是人类的一种自觉的控制活动。环境管理从广义上讲是指在环境容量允许的条件下，按照系统论的理论和方法，遵循经济规律和生态规律，运用法律、经济、行政、技术、教育等手段，对人类的社会经济活动进行管理；狭义上讲是指管理者为实现预期的环境目标，对经济、社会发展过程中对环境所造成的破坏进行调节和控制。

#### 一、实现绿色世界的蓝图

良好生存环境的实现，仅仅依靠消极的治理是不够的，必须采取积极的措施，防患于未然。环境规划就是预防环境污染和资源破坏的有效形式。它是根据自然资源和环境状况，结合人口、经济和其他事业的发展要求，经过综合平衡制定出来的，它包括对社会、经济、生态和环境的统筹安排，体现出各事业间固有的联系。

##### （一）生态与环境规划的内容

根据当前生态与环境保护的重点，包括以下内容：

###### 1. 工业污染控制规划

工业污染的废弃物是我国目前环境污染物的主要来源，它在环境污染中所占的比重比西方工业发达国家还高。所以，控制工业污染是一项不容忽视的长期任务。工业污染控制规划主要是两方面：一是对现有工矿企业的污染控制规划，是工业污染控制的重点；二是对计划新建工业企业的污染控制规划。由于我国经济管理体制的特点，各地区的污染控制规划应与各行业污染控制规划并存，因此，应把行业控制与区域控制结合起来，条条控制与块块控制结合起来，以便更有效地控制工业污染。

我国工业部门多，从行业污染控制规划看，具有以下部门：以控制废水、废气、废渣污染物和要求提高“三废”利用率为重点的行业有：钢铁工业，有色冶金工业，化学工业，轻工业，石油工业，石油化工工业，纺织工业，电力工业，煤炭工业，机械工业，(11)兵器工业，(12)核工业，(13)航空业，(14)造船工业，(15)电子工业，(16)建材工业，(17)铁路运输工业；其中特别要对重金属污染实行控制的有：有色冶金工业，轻工业中的电镀行业，兵器工业，电子工业，造船工业。以控制噪声污染为重点的有：纺织工业，机械工业，铁路运输工业。以控制放射性物质为重点的有核工业。

对污染控制的要求因企业规模和地点不同而异。一般大中型企业的要求要严于小型企业；新建企业严于老企业；处在市区、居民区、风景游览区、水源保护区的企业要严于其他地区；排放重金属、剧毒危害物的企业要严于

排放一般污染物的企业。在污染防治规划中，应提出技术改造的要求，规定企业要采用低污染或无污染的高新技术和工艺；要重视企业的合理布局，对处于水源保护区等敏感区的企业，要提出关、停、并、转、迁的要求；要强调区域的综合治理，如污水集中处理、工业“三废”的综合利用等；企业和地区内要实行绿化。

新建工业企业的污染控制规划主要包括：采用先进的低（无）污染技术和工艺，进行清洁生产，将污染控制在生产过程之中；根据环境特点，合理布局，要执行环境影响评价制度，对于虽然投资效果好，但对周围环境会造成严重污染或破坏生态平衡的企业必须另选地址；在工业建设中还应坚决贯彻执行“三同时”制度，使一切新建企业在投产全过程始终符合环境保护的要求。通过以上规划措施有效控制新污染源的产生。

在工业污染控制规划中，要特别注意对小型工业企业污染的控制。要将县办企业、乡镇企业和城市街道企业大量发展所带来的新的环境问题，作为重要内容列到规划中去。

## 2. 城市污染控制规划

城市是我国目前污染最集中最严重的地区，控制城市污染不言而喻成了环境规划的重要内容。城市污染控制规划是区域环境规划的主要组成部分，是一切行业规划的依据。主要包括以下几方面：

（1）布局规划：按照环境特点实行功能分区，其中要特别注意合理安排工业布局。一个人民生活居住、社会活动和经济活动布局合理的城市，才会有良好的城市环境。

（2）污染控制规划：要从质量标准和污染物排放标准出发，制定污染控制规划。环境质量标准是在一个较长的时期（5年、10年、20年）内要达到的环境目标；污染物排放标准是为了达到环境质量标准而制定的近期（3年、5年）目标。在制定这两种标准时，既要求达到一定的环境质量，维护生态平衡，促进经济持续发展和保护人体健康；又要考虑到当时国家经济实力的可能。

（3）污染物排放标准有两种指标体系：一是污染物浓度标准，一是污染物总量标准。前者是对污染物浓度做出规定，这种标准易于监测和管理，对于控制污染物的排放有一定作用，我国目前主要实行的是这种标准。但这种标准一般不规定排入环境中的污染物数量，这就有可能出现排污口排放的污染物符合规定标准，但由于污染物数量过多，环境污染仍很严重。为了有效控制总量，环境质量指标应逐步转向总量控制标准。总量控制标准是以一个地区的环境自净能力为依据而制定的，根据总量控制要求，将污染指标逐级分解到排污单位。实行污染物总量控制要求有严密的科学管理制度。总量控制标准已在我国开始试行。

（4）能源环境规划：我国燃料以煤为主，它是引起大气污染的重要原因。这种燃料结构在短期内难以改变，能源环境规划必须从这一现实出发。控制燃煤引起的环境污染规划主要包括以下内容：对城市供应含硫、含灰分少的高质量煤；在煤炭使用方法上要求大力推广添加石灰的型煤，以减少二氧化硫对大气的污染；在供热方式上应积极推行区域集中供热，城市电厂应积极推行热电联供，这是节约煤炭减少污染的有效手段；降低分散锅炉在城市能源消耗中的比重；煤气化是解决城市大气污染的根本出路，积极筹集资金分期分批实现煤气化。以上诸项都要有在规划期内实现的具体指标。

(5) 水源保护规划：水质污染是我国城市普遍存在的环境问题，在北方缺水地区尤为突出。对城市水源地要严加保护，在江、河、水库、湖泊的上游和四周地区要严禁建设向水体排放污染物的企业；对水资源不丰富的城市，要合理选择工农业生产结构，要控制那些用水量大的工农业建设项目。对于因抽取过量地下水而发生地面沉降的城市要做出回灌规划。针对不同工业，规定出在规划期内要达到的循环用水指标。要做出污水处理规划，包括建设生物塘，一、二级污水处理厂，区域污水处理厂等工程，集中处理工业和生活污水。

(6) 噪声控制规划：噪声是大中城市普遍存在的环境问题，特别是交通噪声是城市噪声的主要来源，要制定出规划期内达到的指标，对敏感区要有更严格规定。对有些噪声源如工厂，主要是调整布局，要对一时难于搬迁的工厂，提出控制要求，限期达标。

(7) 固体废弃物污染治理规划：固体废弃物中除矿山开发的尾矿外，主要都集中在大中城市周围。固体废弃物应作为宝贵的资源，充分加以综合利用，变废为宝。对大量废渣要做出综合利用规划，规定出规划期内分期利用量指标；对工业和生活消费中的固体废弃物，要有收集、分类、处理利用的规划；对生活中产生的有机垃圾要有收集和处理规划；对于难于利用的垃圾，要做出堆积和填埋的规划。

(8) 绿化规划：城市绿地少是我国城市环境质量差的一个重要原因。植树种草提高人均绿地面积是改善环境面貌的重要措施。要规定出在一定时期内（如5年）要达到的指标，包括公园、街心公园、路旁植树、庭院绿化的指标，以及城市、郊区、荒山、丘陵、沟壑或其他类似地区营造片林的指标。

### 3. 水域污染控制规划

水质保护要抓重点，就全国而言，重点是长江、黄河、珠江、淮河、海河、松辽等六大水系；每个省（自治区）、市、县也都应确定自己的重点，针对重点水域制定出保护规划。水域污染控制规划可分为污染源控制规划和工业布局规划。前者是指对侵入水域的污水来源实行控制的规划，它是根据水域的自净能力做出水域对污染物的容纳能力（数量），再将控制数量指标分解到各个河段，直到排污单位，这是总量控制在水域的应用。后者是指在水域周围控制对水质有污染的项目的建设规划。

### 4. 生态环境建设规划

为建立一个适应国民经济可持续发展的良性生态系统，必须加快生态环境建设步伐。生态环境建设规划包括造林绿化、防沙治沙、水土保持、草地建设、农业环境、自然保护区和矿产的规划。

(1) 林业生态建设：其目的是要建立一个比较完备的林业生态体系，使森林在整个国土上呈现为布局合理、结构稳定、功能齐全、整体效益最佳状态。当前，我国林业生态建设规划集中体现在全国十大林业生态工程（“三北”、长江中上游、沿海、黄河中游、淮河太湖流域、珠江流域、辽河流域防护林体系和太行山、平原绿化工程以及速生丰产用材林基地）建设的近期和中长期规划上。此外，还要在规划中重点抓好新建市和城镇的绿化美化，以及山区、沙区的治理和综合开发工作，充分发挥林业的优势，拓展其发展空间。规划还要与山区、沙区经济发展、脱贫致富相结合，建设优质、高效的大林业，解决林业发展的动力机制。

(2) 防沙治沙建设：为减缓荒漠化面积的进一步扩大和急剧南侵的势

头，要加大风沙区建设的力度。在风沙危害最严重的“三北”等地区进行以保护和扩大林草植被为中心、生物措施和工程措施相结合的风沙治理，做好“三北”防护林营造工程、防沙治沙防止草地退化、沙化治理工程的规划。

(3) 水土保持建设：我国黄土高原和长江中上游地区是水土流失严重的地区，要对其进行保水保土的建设，制定出治理、开发的近期、中期和长期规划。以小流域或山系为单元，大力修建水平梯田、淤地坝等保水保土工程，并大力营造水土保持林、水源涵养林、经济林等，增加林草植被，加快水土流失综合治理。

(4) 草地生态建设：草地建设可分三个方面：一是加快“三北”地区、特别是重点牧区“三化”（退化、沙化、碱化）草地的治理；二是建设高标准人工草地；三是主要水系中上游和南方草山对天然草地的培育、改良和复壮；对此要做出近期和中长期规划。

(5) 自然保护区建设：为加快建立和完善全国自然保护区网络，要加强自然保护区的建设，制定出类型齐全、布局合理、面积适宜的自然保护区建设规划。特别应加强对珍稀濒危野生动植物、热带亚热带物种丰富地区自然保护区的建设，和草原与草甸、海洋与海岸、湿地等生态系统，以及地质和古生物遗迹自然保护区的建设。

(6) 农业环境污染规划：重点是控制化学农药和污水灌溉的规划。应根据作物的种类提出对有机氯农药污染的控制要求，并提出控制和取代有机氯农药品种的规划。控制污水灌溉规划则要对排放污水单位提出对污水水质的要求，对灌溉农田规定灌溉作物种类和灌溉面积的规划。

对矿产资源要实行综合勘查，统一规划，合理开采，综合利用，要制定出开采回采率、选冶加工回收率、复垦率的指标。

## 5. 生态及环境科学技术规划

先进的科学技术是实现近期和长期环境保护规划和生态平衡的保证，环境科学研究工作必须走在前面。环境科学技术规划要结合我国国情，走中国式道路。制定科学规划的依据是国家近期和长期生态及环境规划目标。在计划安排上，要正确处理近期与长期、应用技术与基础理论的关系，瞻前顾后，统筹安排。科学规划的内容要突出重点，既是当前迫切需要解决的问题，又是具有长远方向性的问题。

## 6. 环境教育规划

主要包括各行各业的生态及环境保护教育、常规学校的生态及环境保护教育、专门人才的培养教育、生态及环境管理干部的业务教育以及对全社会的生态及环境宣传教育的规划。

### (二) 生态及环境保护规划的种类

生态及环境保护规划可分为长期（10年以上）、中期（5年）、短期（1年）3种，以便与国民经济规划相协调。中、长期规划具有特别重要的作用，因为污染控制和生态环境改善需要多年方能看出结果，如果没有科学的、切实的中、长期计划加以控制，难以实现既定目标。

生态及环境保护的长期规划（远景规划）是一个指明方向和目标的发展纲要，主要包括生态及环境变化趋势、主要生态及环境领域应达到的环境目标和所采取的重大政策、技术措施。例如，到2000年我国的环境目标是“到本世纪末，环境污染基本得到控制，重点城市的环境质量有所改善，生态恶

化的趋势有所缓和，使环境与社会、经济的发展相协调，为实现我国生态系统的良性循环，城乡环境清洁优美的环境目标打下基础。”中期规划是根据长远规划并结合国家每个时期的经济状况编制的，其基本职能是实行宏观调控。它是控制污染、改善生态及环境的最重要的规划。规划的目标、措施和进度应该具体、定量化，责任划分明确，便于考核和检查。在中期规划中国家对各地区和有关部门只下达主要指标和要求，各地区和各部门据此制定具体的实施规划。

生态及环境保护的年度计划是中、长期规划在各年度的具体实施。中期规划提出的目标和要求要在年度计划内体现出来。年度计划要以地方或部门的当年环境保护实际状况为基础；与国民经济和社会发展规划、现行环保制度和措施紧密结合；与国家、部门和地方的产业政策相配套；计划中重要指标要求予以落实。年度计划要有相应的生态及环保投资和生态建设项目、污染治理工程项目作保证，并充分考虑企业技术进步的作用，所以具有宏观指标和微观指标有机结合的显著特点。从宏观方面看年度的总体指标既是控制指标，又是上级计划的执行指标；从微观方面看，对宏观指标进行分解，并落实到企业、车间、班组等单位。因此，确定计划指标既是规定环境管理的目的，又是实施环境管理的手段。因此，要求计划指标必须科学、可行、具体、具有可操作性。

### （三）环境保护规划的指标

环境保护规划必须列出表示环境质量和数量的指标，便于执行和考核，也易于与国民经济发展相协调。根据当前环境保护的重点，在中、短期规划中可列出以下三方面指标：

#### 1. 工业污染控制指标

根据工业污染物排放标准确定各地区废水、废气、粉尘、废渣等的排放量和排放率。

#### 2. 城市污染控制指标

包括大气（含二氧化硫、飘尘）、水（含有机物、重金属和水循环利用率等）、噪声（噪声强度）、固体废弃物（综合利用）等控制指标。

#### 3. 水域污染控制指标

主要是水质标准。各水域还可根据水质情况和不同用途列入其他控制指标。

### （四）生态及环境统计工作

生态及环境统计资料是编制规划的重要依据，生态及环境规划必须建立在全面、及时、准确的资料基础之上；同时又反映规划的执行状况，是监督规划实现的重要手段。因此，保护生态环境还必须做好环境统计工作。

### （五）环境预测

环境的变化是可以预测的，科学的预测是做出正确决策的先决条件和制定环境规划的依据。根据经济和社会发展的趋势，运用定性和定量的预测方法，可以制定出正确而切合实际的环境规划。有了环境预测，人们方可以掌握环境保护的主动权，不必等待问题出来了再去解决，而事先采取预防措施，防患于未然。经济应用数学和电子计算机技术的发展，为科学的环境预测提供了有力的工具，环境规划更为科学和可靠了。

## 二、实现绿色世界的战略思想和政策体系

编制绿色世界的蓝图不仅只在生态及环境规划中确定一系列生态及环境质量指标和措施，更重要的还在于规划中体现的生态及环境保护战略思想和政策。

### （一）环境保护是基本国策

所谓国策就是立国之策、治国之策、兴国之策，它与国家兴衰、民族存亡、社会发展紧密相连。环境保护之所以成为一项基本国策是因为环境和自然资源是经济发展和人民生活的物质基础，是生存和发展之本。直接关系到国家经济建设的成败，社会的安定和人民能否安居乐业这样一些关系到全局性、长期性和决定性的问题。保护环境、维护生态平衡是保证工农业持续发展的前提；保护资源、不断提高环境质量，减少污染是经济持续发展的重要基础；创造清洁适宜的生活环境和自然环境是人类生存必备的基本条件。因此，保护环境是我国的一项基本国策。特别是我国人口众多，人均资源占有量不多，为发展提供的空间有限，环境负荷重；而且目前环境污染严重，资源不断被破坏和浪费，有限资源更加短缺；这样严峻的环境现实也要求我们必须把保护环境放到基本国策的高度来加以对待。

### （二）环境保护的战略思想

经济建设和环境保护协调发展是环境保护工作的基本战略思想。我国不能走工业发达国家走过的“先污染，后治理”的道路；也不能走工业发达国家现在所走的用高投资、高技术来控制环境的道路。因为“先污染，后治理”在初期虽然节省了污染治理费用，可用更多资金去发展经济。但在随之而来的环境污染面前将要付出几倍、几十倍、甚至上百倍的相当于初期污染治理费用的代价去消除污染的后果。特别对中国这样一个人口众多、基础工业规模庞大的国家而言，付出的巨大经济和社会代价是无法估价的。并且给后代留下难以估量的“环境赤字”，最终将阻碍经济发展。

环境保护发展的真正动力不应来自环境污染的压力，而应是经济发展的需求和促进。因此，强调环境保护与经济发展相协调，并不是要改变经济发展的中心地位和主导作用，而是要求环境保护要服务于经济发展，符合经济发展的客观要求；同时在规划经济发展时，经济发展绝对不能超过环境容量的负担能力，超过了自然界的自净能力和自然资源的再生能力就会引发环境问题。经济发展一定要注意维护环境和资源的生产能力、恢复能力和补偿能力，在经济承受能力的范围内，应拿出适当数量的资金用于改善环境，保护资源。按照系统论的观点，协调的目的不是达到经济和环境两个子系统各自的最优发展，而是最大程度地发挥二者之间相互促进作用，以最佳组合形式获得整个经济——环境系统的最佳表现。

实施这一战略思想，首先是把环境规划纳入国民经济和社会发展规划，使经济建设、社会发展和环境保护从总体上得到协调，我国在已制定的“六五”、“七五”和“八五”国民经济和社会发展规划中都列入了环境保护的篇章，规定在经济建设的同时，防治工业污染，保护江河湖泊和海洋水质，保护和改善城市和农村环境，保护和改善生态环境等方面的目标和任务，并提出了包括政策、法规、监督管理和资金在内的各项措施，成为对各项建设进行管理、调节和控制的童要依据，有效推动环境保护事业的发展。从“六

五”开始,各部门、各地区的经济发展计划中也都有了环境保护内容。从1992年开始还把环境保护年度计划纳入地方国民经济和社会发展规划。这样使环境保护计划与国民经济和社会发展规划同步编制、同步下达实施、同步检查考核成为可能。不仅如此,在各企业的生产计划中也开始列入环境保护计划,使这一战略思想落实到各企业的生产活动中去。总之,环境保护要贯穿在整个生产过程,从计划协调到组织实施到监督管理;从中央有关部门到地方各级部门到企业生产过程的各个环节,都要贯彻经济发展与环境保护相协调的战略思想,做到经济建设、城乡建设和环境建设同步规划,同步建设,同步发展。

其次,在安排国民经济发展速度时,要适当,不可过热,要照顾到环境保护和资源保护的投资规模。从长远看毫无疑问,国民经济发展速度和环境、资源保护两者是统一的,只有国民经济发展速度加快了,国家综合经济实力增强了,环境和资源保护的投资规模才能加大,这是水涨船高的关系;同样,只有保护好环境和资源,才能为加快国民经济发展速度提供雄厚的环境和资源基础。但是,我们在看到两者在长远上完全一致的同时,还应看到在短期内两者在投资规模上又是有矛盾的,发展经济投资安排多了,环境与资源保护投资就少了;反过来也一样,环境与资源保护投资安排多了,经济发展投资就少了。这就要求统筹兼顾、合理安排两者的投资规模。

长期以来,人们一向十分重视国民经济发展速度,总是千方百计增加投资,保速度,从而压缩了环境和资源保护投资规模。这样后果是很危险的,事物要走向反面,到那时再要想高速度也不可复得。因此,在规划国民经济发展速度的同时,要考虑环境和资源保护投资的增长速度。必要的时候,要减少经济发展投资来保证环境与资源保护投资。也就是说牺牲一些国民经济发展速度来保证环境和资源不受破坏。这样,从表面上看来,经济发展速度下降了,但实际上经济走上了良性持续发展的道路,到头来,经济发展不是慢了,实际上是更加速了。

第三,加强经济快速发展中的资源开发利用的规划管理。把节约资源、提高资源利用率作为国家资源开发利用总体战略的一项主要目标,做到节流与开源并重。如果对各种资源,特别是能源、水资源、重要矿产、耕地等的利用效率没有大的提高,仅靠外延式扩大开发新的资源,是无法弥补资源严重短缺局面的。对自然资源应坚持开发利用与保护增殖并重。对可更新资源如生物资源,应本着永续利用的原则,把开发利用的强度限制在资源更新的能力限度之内,同时要加强对它们的培育增殖。对不可更新资源如矿产资源,要严格按计划开采,坚决禁止乱挖、滥采,同时要节约利用,努力提高资源综合利用率,减少资源消耗。积极寻找资源替代品。要加强对废物的回收转化工作,使废物资源化。

总之,要使资源的开发利用和经济发展统一、协调起来。

### (三) 环境保护的政策

#### 1. 预防为主,防治结合的政策

以预防为主是环境问题本身的特点决定的。人类的生产和生活活动总是要产生废弃物进入环境,必然要污染环境。所以必须预先采取防范措施,尽量不产生或少产生污染环境的物质。据工业发达国家计算,工业总产值翻一番,污染负荷要增加20倍,而且事后治理污染比事先预防污染所花的费用又

要多 20 倍。我国在 80 年代初做过不完全统计，环境污染造成的经济损失每年达 690 亿元，部分自然生态环境破坏的经济损失每年为 265 亿元，占当时工农业总产值的 14%。这就是说当年生产的工农业总产值中有高达 14% 的部分因为环境污染而白白付之东流。环境破坏的后果不仅仅表现在当年的经济损失上，而且长期存在，持续毒化环境。有的污染物要经过迁移转化之后才发生有毒作用。例如，排入水体的汞，要经过十多年之后才逐渐转化为对人畜有害的甲基汞；有的污染物可以和另一种污染物发生协同作用，这种协同作用产生的后果大大超过原先两种污染物分别所造成的危害；有的污染物可以通过食物链不断富集，浓度增大，毒性增大；有些污染物引起的疾病很难治疗。所以污染一旦形成，在短期内很难消除，不经过几十年甚至上百年，生态环境难以恢复。因此，环境治理必须强调预防，但是对过去 40 多年中已经造成的环境污染和生态破坏必须积极治理。不治理就谈不上保护环境，更谈不上环境的改善。所以我们的政策是：预防为主，防治结合。

实现这一政策要求在社会经济发展的同时，采取积极主动措施，力求防患于未然。在工业化过程中，加强对新污染源的控制；在国土资源的开发建设中，采取保护性措施，避免对自然资源和生态环境造成大的破坏。

## 2. 谁污染谁治理的政策

这是针对工矿企业单纯追求小单位的眼前利益，把自己造成的对环境污染的治理责任推给政府和社会而采取的一项政策，这一政策明确了治理污染的责任者。这样，就避免了污染者不治理，又由于财政紧张而政府难以承担环境治理责任所造成的污染长期得不到治理的弊病。这一政策的实行还促进了企业进一步加强管理，不断推进技术进步的责任感。

## 3. 强化环境管理的政策

中国是发展中国家，经济还很不富裕，环境治理目标和方式都不能脱离国家经济所能承受的能力。根据我国工业典型调查的分析，有一半左右的环境污染是由于管理不善造成的。因此，加强管理就可做到少花钱也能解决大问题。这个政策的基点是充分发挥行政的、法律的、经济的、教育的各种管理手段的作用，使有限的资金发挥出最大的效益。

传统的环境管理局限于局部地区的污染防治上。自 1972 年斯德哥尔摩人类环境会议以后，人们对环境管理的认识深化了，环境管理进入了一个新阶段。它的主要特点是：扩大了环境管理的范围，把防治局部地区的环境污染与保护大自然的生态平衡联系起来，研究合理利用和合理开发自然资源成为环境管理的重要内容；把正确处理人口、资源、环境、发展四者相互关系作为环境管理的指导方针，只有揭示出这四大问题间的相互制约、相互影响的关系，才能从整体上采取防治环境污染和破坏的对策。

强化环境管理的主要措施是：制定法规和标准，为各行各业提供应遵循的准则；制定鼓励减少污染，改善环境，合理利用和保护资源的经济与技术政策，迅速推进环境科学技术；建立完善的环境管理体制，健全环境管理机构，建立包括国家、省、市、县、乡镇五级环境保护机构，并在前三级建立科研、监测、宣传教育等配套机构，以加强监督管理。

据专家预测，当前要控制住环境污染的进一步发展，治理资金不得少于国民生产总值的 1.5%。但我国实际投入的环保投资只占国民生产总值的 0.7%



—0.8%左右。1982年以来的十年中，国民生产总值增长了1.3倍，但环保投资并没有相应增加，而环境质量基本保持稳定，没有出现令人担忧的环境污染翻番的局面，主要靠的是加强管理。可见强化管理在发展经济、保护环境起着卓越的作用。

### 三、绿色世界运行的规范

#### （一）用法律手段保证绿色世界的建设和正常运行

除了制定环境规划和确定实现绿色世界的战略和政策外，法律是调整人与人、人与自然的关系，保证绿色世界的建设和运行的重要武器。它规定了人们在环境保护方面所产生的社会关系中享有的权利和承担的义务，集中表达了国家和人民当前和长远的利益，为全社会建立了生产活动和社会活动的规范，因而是一切公民都必须遵循的行为准则。环境问题一旦进入神圣的庄严的法律殿堂，向污染环境、破坏生态的行为宣战，就有了强大的后盾。

##### 1. 环境法的作用

环境法是国家调整人们在开发、利用、保护和改善环境的活动中所产生的各种社会关系的法律规范的总和。它保护的主体包括：影响人类生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然因素的总体及其各个组成部分。其根本的目的是协调人类与环境的关系，保护当代人和子孙后代的健康、安全和幸福；保证经济和社会的持续发展。环境法主要起两种作用：

（1）直接协调人与环境的关系。通过对环境违法行为的法律责任的规定，达到保护环境和资源的目的。如防治废气、废水、固体废弃物、恶臭物质排放的规定，和保护土地、森林、海洋、野生动植物、矿产资源等自然资源要素的规定。保护对象正在不断增加，英国在80年代初，通过了一项保护蝙蝠和蝙蝠巢的法令就是一例。

（2）协调由环境保护而引起的个人与个人、团体与团体、个人与团体之间的各种社会关系。依照行政和司法程序处理环境纠纷，既保证了社会的安定，又起到了保护环境的作用。环境纠纷案既有个人与企业的，也有企业与企业，乃至国家与国家的。美国的“石棉官司”就是个人与企业间纠纷的典型例子。洛杉矶一名退休工人赫德布洛姆，原在汽车库工作，由于长期吸入汽车石棉刹车垫筒散发出来的石棉尘埃，引起肺癌。他根据环境法向法院起诉，最后胜诉，获得巨额赔偿费。接触过石棉产品的人不计其数，因而这场官司在全美引起连锁反应，就此提出的诉讼案达几万起，使石棉制造商们惊恐不安。为了加强石棉的安全使用，美国环保部门宣布，从1987年2月起，先在屋顶、化学地板、胶板、水泥、衣服等五个范围内禁止使用石棉，10年后全面禁止使用。可见，环境法的建立和实施，既保护了环境，又维护了社会安定。

##### 2. 环境法的理论依据

环境法的理论依据是环境权。环境权是法律关系主体在其存在的环境方面所享有的权利的总和。依据权利享有主体不同，可分为公民环境权、法人环境权和国家环境权。

公民环境权是指全体社会成员都享有在清洁、适宜的环境中生活和工作的权利。公民有权参与创设、改变其生活环境的权利；公民有权参与环境管理，可以检举揭发破坏环境的违法行为，监督各级政府和环保部门是否认真

履行在保护环境方面所承担的义务；公民在环境权受到侵害时，有权请求法律保护。公民的环境权是一项不可剥夺的基本权利，是公民拥有完全人格的必备条件。

法人环境权是指法人在其活动中享有的与环境有关的各项权利，是法人得以生存和发展的基本权利。首先，法人的环境权是依据法律赋予法人依法进行正常社会活动的权利；不赋予环境权就会影响其正常发展和妨碍正常活动。一方权利的实现是以他方义务的履行为前提的，不赋予法人环境权，会使受害法人失去控诉的法律依据，从而也就等于放纵了人们破坏污染环境的行为。其次，法人享有参与环境管理的权利，并对国家环境管理机关有实行监督的权利。

国家环境权是国家权利在环境保护方面的具体体现，是基于国家的保护环境和合理利用环境资源这一基本职能而产生的。它包括管理权、禁止权和合理利用权，是国家行使保护、改善以及合理利用环境这一职能必备的权利。从国际关系角度看，国家有保护本国环境不受侵害的权利，这是国家主权的一部分；从国内角度看，国家依法对于环境有关的行为进行调整、监督和控制，管理本国的环境是国家的职责；对环境破坏者而言，国家以环境权享有者身份制裁环境破坏者。因而无论从对国内还是对国外关系看，国家环境权都是基于国家主权而产生的。

目前由于历史的原因，我国环境法律制度在立法、执法以及司法等方面有关公民环境权的保障是很不完全的，只偏重于国家集中代表公民对环境进行管理，并且强调今后还要进一步强化国家的管理。由于公民环境权并没有明确的法律地位，在环境法的实施过程中也就难以结合公民的要求，体现群众的需要，限制了法律的功效；限制了群众对环境保护工作监督权的实现；公民对侵犯其环境权利的行为请求保护的权利也难以实现。由于环境法的理论核心是环境权，在法律制度中确立公民环境权的法律地位，具有非常重大的意义。首先，保证了公民依法行使自己的权利，有效地参与环境保护活动，避免环境管理活动和人民群众的需要脱节，实现公众对环境管理工作的监督作用。其次，公民可以依据自己的环境权能，请求司法机关的保护，惩罚环境污染的肇事者，赔偿所造成的财产、身体和精神上的损失。第三，进一步完善环境法律制度，有利于环境保护工作的深入开展。

### 3. 我国环境法的体系

从 70 年代开始，我国开始加强环境立法，除在国家根本大法——宪法中列入保护和自然资源条款外，还制定了一批法律、法规、环境标准和行政规定。目前，我国已形成了较完善的环境法体系，环境保护走上了法制轨道。

环境保护法体系是整个国家法律体系的重要组成部分，同时又是一个相对独立的法律部门，有它自己的完整体系。我国环境保护法体系可以分为两类：一类是专门性环境立法，是直接以保护和改善生活环境和生态环境，防治污染和其他公害为目的的。例如：《环境保护法》、《大气污染防治法》等。另一类是相关性环境立法，主要是有关自然资源的立法。其中一类是以经济利益为出发点，关于开发利用自然资源为内容的；另一类是以环境效益为出发点，关于保护和改善环境的条款。例如《森林法》、《草原法》等。

我国环境法体系一共包括九个方面，即：宪法、环境保护基本法、环境保护单行法规、环境保护标准、环境保护行政管理机构组织法规、民法、刑

法、经济法中有关环境保护的法规、地方环境保护法规、国际环境保护条约。这里着重阐述宪法和环境保护基本法。

(1) 宪法。宪法有关环境保护方面的规定，是我国环境保护法的立法依据和指导原则。1978年颁布的《中华人民共和国宪法》把保护环境作为一项基本国策和治国原则写入宪法。1982年修改后的新宪法又作了更充实、更明确的规定：“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。”环境保护法和自然资源保护法都是根据宪法制定的。

(2) 环境保护法。环境保护法是环境领域的基本法律，又是制定单项环境保护法规的基本依据。环境保护法将环境作为一个整体，对环境保护的方针、政策、基本原则、基本法律制度做出全面系统而原则的规定。它的法律地位仅次于宪法，在环境立法体系中处于高层次的地位，故称为“环境保护基本法”。它的内容包括以下几方面：

——规定了立法目的和国家的基本环境政策。环境立法的目的是“保护和改善生活环境和生态环境，防治污染和其他公害，保障人体健康，促进现代化建设的发展”。为了实现这一目的而确定的国家基本环境政策是“经济建设与环境保护协调发展”。这是社会经济发展规律和自然生态规律在法律上的反映。为了实施这一基本环境政策，必须把环境保护规划纳入国民经济和社会发展规划，使经济发展和环境保护从总体上求得协调。所以环境法规定“国家制定的环境保护规划必须纳入国民经济和社会发展规划，国家采取有利于环境保护的经济、技术政策和措施，使环境保护工作同经济建设和社会发展相协调”。为此，国家鼓励环境保护科技研究和教育事业的发展。

——明确了国家对环境保护的责任和防治原则。环境法明确规定了保护、改善环境和防治环境污染与公害的责任者是国家各有关部委及各级人民政府，他们对辖区内的环境质量负有责任和应采取保护和防治措施；预防为主、防治结合和污染谁治理的政策，污染者负担消除和治理污染的费用和对受害者所受损失的赔偿；等等。环境法作为实现环境政策的工具，将这些成熟的政策以法的形式规定下来。

——规定了公民、法人的环境保护方面的权利和义务。环境问题与每个人息息相关，环境质量的好坏涉及到每个人的健康、幸福、安全和尊严，关系到千家万户及子孙后代的事情。同时要彻底解决环境污染和生态破坏问题，必须依靠全体群众。环境保护法第六条规定“一切单位和个人都有保护环境的义务，并有权对污染和破坏环境的单位和个人进行检举和控告”；“开发利用自然资源，必须采取措施保护生态环境”；“产生环境污染和其他公害的单位，必须采取有效措施，防治在生产建设或其他活动中产生的废气、废水……等对环境的污染和危害”。同时还要求排放污染物的企事业单位必须按规定申报登记，对“排放污染物超过国家和地方规定的污染物排放标准的企事业单位，依照国家规定缴纳超标准排污费，并负责治理”。环境保护法的这些规定是每个单位和个人在保护环境方面必须履行的起码职责。

环境保护法还对违反环境法者规定了法律责任，包括行政责任、民事责任和刑事责任。这是法律得以有效实施的保障，是国家强制力的主要体现。此外，还规定了国家和个人对环境进行监督管理的制度，一般包括三方面内容：一是监督治理；二是监督搬迁；三是监督各项环境法律制度的执行，如“三同时”等制度的执行。环境监督管理不仅是国家进行环境保护的基本手段，还是人民群众积极参与环境管理切实可行的形式。

保护和改善环境与保护自然生态是我国环境保护的两大任务。前者已有《环境保护法》这个基本法律；到目前我国尚没有自然保护的基本法律，有待于完善。

(3) 环境保护单行法规。是在《环境保护法》基础上进一步制定的，有以保护生态环境和自然资源为内容的；有以防治污染因子为内容的。前者已形成森林法、草原法、矿产资源法、渔业法、土地管理法、水法、野生动物保护法和水土保持法 8 个资源法和一系列的条例、法规。后者有海洋环境保护法、水污染防治法、大气污染防治法、固体废物污染环境防治法和一个有关噪声方面的条例。

(4) 环境保护标准。包括环境质量和污染物排放标准。环境保护标准是我国环境保护法规和方针政策的准绳，环境法律和政策的贯彻执行是通过一系列环境保护标准去指标化、定量化、具体化。所以它是环境保护法律和方针政策正确有效执行的保证。环境保护标准只有国家和省级部门有权制定。在污染排放方面，省级部门可以制定严于国家的标准。目前我国已有 200 多项环境保护标准。

此外，还有地方环境保护法规和国际环境保护条约。前者是根据宪法和环境保护法制定的，主要是把国家的法律具体化、地方化，符合各地实际情况，对于因地制宜发展地方环保事业起着积极的作用。后者是指我国参与并签定的一系列国际条约。我国对国际公约所采取的基本原则是：支持国际社会为保护世界环境所做的努力，承担经我国签字的国际环境条约中规定的义务。同时坚持国家主权原则，反对以保护环境为借口干涉别国内政。维护国际合作原则，提倡资金上的合理补偿和科学技术上的国际交流。

#### 4. 使环境保护法真正成为保护环境的卫士

环境保护法制建设主要是指环境立法、执法、守法以及法律监督四个方面的建设。认真执行环境保护法是促使环境质量不断改善的有力保证。因此，在法制建设的同时，要克服有法不依和执法不严的现象。

(1) 执法中存在的问题。不外乎以下几方面。首先，法律、法规不完备。一些环境污染的重要领域，如核污染等领域无法可依。有些法规过于原则，缺乏可操作性。我国环境执法部门除环境保护行政主管部门外，还有海洋、公安、交通、农业、工商等行政部门，各部门又没有明确的界定，分工、职责、权限均不够具体，降低了环境执法的权威和效率。第二，执法手段过于单一，环境法律、法规赋予环境保护执法部门的处罚手段是多种的，但目前主要是罚款，无论是应该轻处以警告，还是重处以停产、停业的都以罚款代之，甚至有“以罚代刑”的。其后果是严重削弱了环境执法功能。第三，现有的环境保护法规不能执行，有法不依，违法不究，这和地方保护主义有关，破坏了环境法制的统一性。这也说明我国尚缺少执行环境保护法律、法规的有效机制。

(2) 严格法制的对策。为了建立和完善我国环境保护法制机制，必须确立法律至上原则，保障执法机关严格依法办事；大力提高执法人员素质，健全对执法渎职制裁的机制，大力提高全民的环境法律意识。此外更重要的是应完备法律、法规，并在其可操作性上下功夫。

首先，要扩大民事诉讼权。环境资源是国家和全体公民的共有财富，所以任何人都可以对污染和破坏环境的行为提起民事诉讼，而限于直接利害关系人。我国环境保护法虽也规定公民对造成污染和破坏环境的单位和个人

有权检举和控告。但由于《民事诉讼法》中规定有“原告是与本案有直接利害关系的公民、法人和其他组织”，人民法院一般不把群众的检举控告作为起诉。这不利于环境的改善和保护，有必要进一步确定公民环境权。

其次，要承认法人是犯罪主体。就公害而论，它是由于企业的活动而出现的，所以首先考虑的是整个企业的过失，其次才是直接责任人员的责任。从保护环境、防治污染和其他公害的需要出发，必须承认法人是犯罪的主体，应有明确的制裁措施。给法人以制裁不仅可以制止公害，而且有助于提高企业的环境道德水准，特别是对那些片面追求利润，忽视环境保护的企业起惩戒的作用。

第三，完善行政处罚制度。我国环境法规虽然规定了行政处罚的内容，但大多不明确不具体，缺乏可操作性，而且行政处罚权的行使没有统一机构，又缺乏必要的监督机制，罚出多门，执法混乱。必须制定一部统一的环境保护行政处罚法，由执行监督的专门机构统一行使，要加强监察机关对环境保护行政执法的监督和环境保护执法机关自身的监督，以维护政纪和执法的严肃性。

第四，强化环境的刑事法律保护。我国目前对严重污染和破坏环境的犯罪行为只是采用依照刑法有关条款追究其刑事责任，远不能适应环境保护事业发展的需要。应在刑法或环境保护法中增加有关危害环境罪的条款和制裁措施，有效地制裁公害犯罪行为。

此外，还要大力提高全民的环境法律意识，确立法律至上观念，监督执法机关严格依法办案，提高执法人员的素质，健全对执法渎职制裁的机构。

## （二）以经济的手段保证绿色世界正常运行

国家对环境的宏观调控手段，除了法律和行政手段之外，还要运用经济手段。特别在市场经济条件下，企业成了独立经济实体。在这新的条件下，光靠行政隶属关系是不够的，政府要更多运用间接管理手段即经济手段。

### 1. 实行经济手段的理论依据

原来，人们并不把环境看成是稀缺性资源，而是任何人都可以自由取用的自然物品。随着人类对自然资源需要量的增加，越来越超过自然界自身的更新能力；同时人类排放到自然界的废弃物也远远超过了环境容量，在这种情况下，可利用资源正在萎缩下去，成了稀缺资源。为了满足经济发展的紧迫需要，国家不得不增加投资，以补偿自然资源的短缺和防止环境质量下降。在现代社会，环境费用在不断地提高。如果在这种情况下，仍然把环境看成是自然物品，没有价值，可以无偿使用，无偿排放污染物，那么处于微观条件下的企业就会通过大量使用环境资源来赢利，也就是说环境污染治理的费用不是由污染者承担。资源破坏后，恢复的费用不是由破坏者承担，统统由国家来承担，这叫环境费用的外部化。

环境和经济不能相协调的根本原因就是费用的外部化问题。外部化的费用没有反映在造成污染的生产者的生产成本中，而由国家和社会去承担。如果国家缺乏必要财力去承担，那就只能由公众健康的损害或者子孙后代受损害为代价来补偿，显然这是极不合理的。

基于以上原因，联合国经济合作发展组织环境委员会于1972年2月首次提出“污染者支付费用”的原则，此后已被许多国家所接受。我国也于1979年将“谁污染谁治理的原则”订入《环境保护法（试行）》中。污染者支付费

用的原则，在经济责任上表现为交纳排污费和以纳税形式用以抵偿环境损失的各种费用，包括排除危害和赔偿受害者损失的费用，以及具有补偿和惩罚双重性质的罚款。所以排污费用的实质是部分社会成员（个人或单位）在生产环节、产品流通环节和消费环节上，污染了属于全社会成员共有的环境，国家将排污者原本应该支付而尚未支付的污染防治费用，通过排污费的形式加以收缴，用以补偿对环境的损失。

## 2. 经济手段管理的具体内容

（1）排污收费。目前我国除污水实行征收排污费和超标排污费的双收费制外，其他只是征收超标排污费。应根据以下原则收缴：超标排污费要略高于排污设备折旧和设施运行费用，以便促使污染者从本身的经济利益出发主动对污染进行治理；超标排放同质等量污染物，征收等价污染费，尽量做到公平合理，又有利于总量控制；同一排污口超排放多种污染因子，实行多因子迭加收费；对污染危害严重的污染因子收费从严，一般污染因子收费略宽，以便抓住主要矛盾，解决环境污染中的突出问题。排污费集中起来，建立治理污染专项基金。

目前我国经济发展水平不高，所征收的排污费是欠量环境补偿形式，即所缴纳的排污费低于污染环境所造成的经济损失，所以缴纳排污费者不免除其应承担的治理污染和赔偿损失的全部责任。这不利于调动企业主动治理环境的积极性，应视国家经济发展和企业经济实力的提高逐步改成全量环境补偿形式。排污费不得逾期不缴，逾期者每天增收滞纳金 1‰；对拒缴者可以处以罚款，并可申请法院强制执行。对缴纳排污费但仍超标排放者，从开征第三年起，每年提高征收标准 5%。在《环境保护法（试行）》公布以后，任何新产生的污染源超标排放污染物者均属于违法，应给予处罚，加倍收费。污染者在治理污染时，首先依靠自有财力，如确有困难可从治理污染专项基金中贷款。

自 1979 年将排污收费制度作为环境保护的一项重要经济手段实行以来，收到了良好的效果。首先促进企业建立健全了环境管理制度，明确各部门的环境责任，控制了跑、冒、滴、漏，降低了原料和能源的消耗；开展对排放物的综合利用和净化处理，不仅减少了污染物的排放量，而且提高了企业的经济效益。其次，企业有了治理污染的专项基金，对治理污染由消极被动转向积极主动。大多数城市污染费用于补助污染治理的资金占该城市同期全部污染治理费的 25%—35%。由于资金落实，加快了污染治理的步伐。

（2）排污许可证制度。排污收费制度有它的局限性：首先，它仅仅控制了企业排放污染物的浓度，但无法控制污染物质对一定区域的输入总量。总量超过环境容量仍然会导致环境恶化。其次，排污收费要求每一个污染源和每一种污染物的排放都不能超标，采用污染物总量控制的方法，可以允许单项污染源（物）超标排放，只要区域内污染物排放总量不超标即可。因而某些难于去除的污染物可超标排放，环境保护费用可用于容易治理的污染或购置廉价的设备，以提高环境治理的效果。第三，目前缴纳的排污费是超标部分对环境损害的补偿费用，事实上是只要排污就会给环境造成损害，污染者都应承担治理费用，而不仅是超标排放部分，总量控制可以解决这个问题。

所谓总量控制，就是在规定时间内，对某一区域或某一企业在生产过程中所产生的污染物最终排入环境的数量的限制。企业在生产过程中排放的污染物总量包括：最终以“三废”形式排放废弃物数量；在生产过程中以跑、

冒、滴、漏等形式排放的数量；以杂质形式附着于产品、副产品、回收品中被带走的数量。区域的排放总量包括区域内工业污染源、交通污染源、生活污染源排放污染物总量之和。

排污许可证制度的做法大概分四个步骤，第一个环节是排污申报登记。目的在于摸清污染源状况，建立动态的污染源档案。这是确定污染物总量的重要基础工作。排污单位应如实填报申报登记表。第二步是污染物总量规划分配。根据该地区的环境容量，推算出允许排放量，再根据经济和技术可行性分析，通过规划方法将允许排放量分配到各企业，以至各排污车间和工段。超出计划分配部分的排污量就是削减量。这一步骤是实行排污许可证制度的核心。因为一个地区科学地确定污染物排放总量控制指标和削减指标的合理分配，是对当地的环境目标、环境容量、经济发展、财政实力、治理技术等进行分析的结果。它实质上是企业污染治理与环境保护目标的协调优化过程。第三步是审核发证。第四步是监督检查。例如上海，如发现企业污染排放总量超过允许排放量时，给予加倍征收超标排污费和罚款等处罚。

排污许可证制度是承认环境是经济物品，因而是有价值的这一理论的应用。从这个基点出发，各企业向环境中排放污染物就应该支付一定的代价，即有偿使用环境。所以在实行排污许可证制度的地方应向排污单位收取排污指标使用费，排污单位缴纳了这笔费用，就意味着购买了排污指标使用权。当治理了污染或由于其他原因不再需要排污时，可以部分或全部有偿转让排污指标使用权给其他企业。

由于排污许可证制度充分利用了经济杠杆作用，产生了积极的效益，主要表现在：降低了区域污染治理的费用，该制度开发了两大潜在的治理资金资源，一是合理利用环境的自净能力；二是利用污染物削减边际费用的差别。在污染治理上存在着治理费用的边际差别，即在超标污染条件下，消除一个污染单位的费用远远超过低污染条件下同样消除一个污染单位的费用，排污许可证制度充分利用了费用上的这种差别，从而大幅度降低了区域治理的费用。加快了达到环境治理目标的速度。该制度追求的是经济上最优、管理上可行的区域治理方案，所需要筹措的治理资金又较少，且能集中资金优先治理重点区域的重点污染源的重点污染物，这对实现环境目标，强化削减污染物，起到了推动作用。有助于区域经济的持续发展。区域内实行总量指标有偿使用和有偿转让，通过总量指标的转让和买卖，在不增加排污总量的前提下，鼓励先进企业兼并落后企业，先进技术代替落后技术，促进了经济的发展。上海在这方面做出了很好的成绩。

(3) 征收资源补偿税和污染税。环境和自然资源是国家财产，国家通过征收资源税和污染税来保护环境和自然资源，使其不受或少受损害是履行财产权的具体表现，也是资源有偿使用的具体体现。从经济学的角度看一个人或一个企业的经济和消费活动，对他人和企业造成非市场性的影响(效应)，称之为环境的外部效应。外部效应有正负之分，前者指的是有益效应，后者指的是不利效应。由于外部效应是非市场性的，所以个人或企业对于他人所造成的负效应不用提供补偿，正效应也取不到报酬。这种状况既不利于协调地区之间利益矛盾，也不利于环境保护。为此，政府应该采取干预措施，即采取税收的方式来改善外部效应所引起的后果，向产生正效应地区付给生态资源补偿费，在产生负效应地区收取污染税。例如，为了保护官厅水库水源的质量，河北省张家口地区几十年来做出了巨大的牺牲，许多工业项目无法

上马，地区依然贫困；受益者是北京。我国西部山西、陕西、内蒙古等省（自治区），是主要矿产资源开发区，他们将最严重的污染留给了自己，而将矿产成品源源不断地运往东部沿海地区。这些地区向全社会提供了外部正效应，应该得到报酬，但是矿产成品的价格中没有包含环境破坏的代价。这种地区之间利益的矛盾如何解决呢？生态环境补偿税和污染税体现了“谁利用谁补偿，谁受益谁付款”的原则。有效地解决了地区间利益矛盾。辽宁省本溪市对煤和生铁已开征生态资源补偿税，原煤每吨 2 元，生铁每吨 15 元，用以补偿资源和环境的消耗；福建省已对煤等 8 种矿产资源征收补偿税；广东省惠东县对基本建设、房地产开发、自来水利用等征收补偿税。征收生态资源补偿税有利于资源更新、增殖和合理配置，抑制了自然资源需求过度膨胀和低效利用。

对于因排放污染物而破坏环境者则应对其征收污染税。环境问题不仅仅局限于一个城市、一个地区，而是扩大到整个区域、整个水系，征收污染税可集中资金，推广环保科技新成果，建设一些跨省市、跨流域的综合防治工程，对整个区域和水系的环境改善是十分有利的。我国 1993 年已先后在广东、贵州两省和柳州、重庆、宜宾、南宁、桂林、宜昌、长沙、青岛、杭州 9 市开征二氧化硫污染税，为大规模治理酸雨筹集资金。污染税还能鼓励人们研究和采用新技术。

目前实行的排污收费不同于污染税，正因为它不是税收，缺乏强制性、固定性。对污染行为的经济约束成了软约束，如排污费缴纳中存在着拖欠和拒缴。如改为征收排污税，除了有强制性的特点外，还可以运用税收的预扣原则，预扣一定比例的税金作“保证金”，把环境保护的具体目标与企业从事生产经营活动的经济利益事前挂钩，形成预防性的硬约束，防患于未然。此外，国家还可以通过对污染者执行累进税率的办法，对其中超过排污许可量者予以经济制裁，促使其产生治污的紧迫感，从而达到削减排污量，控制环境污染的目的。

（4）给予优惠的经济政策。环境保护事业是社会公益性事业，从总体上看经济效益大多不明显，而社会、生态效益十分显著，所以环境污染治理、废物综合利用和自然保护等项目应从投资、信贷、税收、物资供应、价格等方面给予优惠和扶持。例如，给环保事业一定的拨款比例和贷款额度，实行低利率贷款或贴息补偿，免缴能源税、交通税等。在实行优惠政策的同时，还要调整不利于资源和环境保护的政策。过去一直沿用低价格高补贴的做法，这对环境和经济发展都是不利的。今后应纠正对资源及资源产品人为压价的定价实践，逐步按其长期边际成本定价，刺激资源利用者减少占用和消耗资源，鼓励其保护和增殖资源。在森林、土地、水、矿产等领域都应实行这种定价实践。在实行新定价的同时，减少和取消对资源和资源产品使用者的各种补贴，消除其过度占用和消耗行为倾向。取消对资源密集型产业的扶持和保护，尽快跨越资源密集度高的产业阶段。努力发展技术密集和劳动密集产业。

（5）建立环境和资源保护基金。将从各种渠道获得的环境治理、资源保护的经费，建立环境和资源保护基金，以贷款形式有偿使用，按计划用款，按期归还。

### （三）以行政手段保证绿色世界正常运行



## 1. 有效地实行环境监督管理

环境监督是利用行政手段对环境进行管理的方法之一。环境保护部门根据国家的政策、法令、规定、标准、规划的要求，对污染和破坏生态环境的行为加以控制、协调，保护和改善环境。环境监督是环境保护部门最重要的职能，环境规划目标、各种环境整治方案、各种环境法规和要求，都要依靠监督去推动实现，如果没有监督管理，这些都只是一纸空文。监督是强化环境管理的核心，通过监督促进污染治理，同时在监督中又不断完善管理。

环境监督主要有以下几方面内容：对城市中不利于环境保护的工业布局（特别是环境敏感区），环保部门有权提出改善、调整意见，并监督其实施。对新建、扩建、改建项目，要监督执行“环境影响报告书”和“三同时”制度，防止新污染源的产生。认真监督工业企业的技术改造，对能耗高、质量低、污染严重的产品，以及落后的工艺和设备限期淘汰。改造后“三废”要达标排放。对乡镇、街道企业应抓好产品结构、布局和“三同时”制度。对废水、废气、废渣和噪声污染源要建立污染档案，并在调查研究基础上，对重点污染源实行总量控制。自然资源开发过程中，对资源及生态环境破坏的监督。对珍稀物种和自然保护区的监督。对有毒化学品的监督。

做好环境监督的措施有：第一，积极完善环境法律、法规，这是进行环境监督的基本依据。第二，积极修订和制定环境标准，合理、科学的标准是强化环境监督工作的关键。第三，积极做好排污收费工作。第四，健全充实环境保护机构，这是发挥监督职能的基础。第五，培训干部，提高人员素质。

## 2. 积极执行环境目标责任制

它是地方各级政府和污染单位对环境质量负责的行政管理制度。它确定了一个区域、一个部门乃至一个单位环境保护的主要责任者和责任范围，运用目标化、定量化、制度化的管理方法，把贯彻执行环境保护这一基本国策作为各级领导的行为规范。省、市、县、厂长在任期内要实现的环境目标，以签定责任书的形式，具体规定下来。此外，还要建立相应的考核和奖惩办法，根据目标完成情况进行奖惩，并以此作为政绩、业绩考核内容之一。

传统的管理思想是以任务为中心的管理，称为任务管理；目标管理是以目标为中心的管理，是本世纪50年代后期兴起的一种新的管理思想，较任务管理具有明显的优越性。目标管理将任务转化为目标体系，使每个人、每个部门都明确自己的工作目标，按目标导向原则来指导人们的行动，管理由被动转向主动。环境目标是全体人员参加，通过上下级的相互协调确定的，实现目标成为每人的自觉要求。目标尽可能具体化，有利于检查、控制和考核，也利于实现自我控制。可见目标管理的精髓是重视人的管理，人是管理的核心和动力，充分调动人的积极性、主动性和创造性是提高管理成效的根本途径。

人的行为是受动机所支配的，目标是激发人们动机的诱因，通过设置适当的目标，能够激发人们的动机，调动人们的积极性，使目标起到激励作用。首先，要提高全民族特别是领导干部的环境意识，提高对环境目标意义的认识；其次，环境目标要订得不过高，也过低，恰如其分，使它既有激励作用，又不是可望而不可及。还要通过培训、配备必要的设备等措施，提高人们对实现目标的信心。环境目标责任制的责任者主要是政府行政首长和企业法人代表，因而有很强的行政制约力量，层层签定责任书，层层分解环境责

任，使每个层次的领导都要对环境负责，而每位领导又都有任期内为人民办实事、好事的愿望，这就显著加大了目标的激励作用，推动了环境目标的实现。这种因政绩考核而产生的竞争意识和攀比效应，体现了行政制约机制的灵敏性和有效性。加以广泛的社会舆论监督和必要的奖惩手段，就进一步强化了行政制约机制的作用。

### 3. 认真执行限期治理

限期治理是以污染源调查、评价为基础，以环境保护规划为依据，突出重点，分期分批地对污染危害严重、群众反映强烈的污染物、污染源、污染区域采取的限定治理时间、治理内容及治理效果的强制性措施；是政府为保护人民利益，对排污者依法采取的一种行政措施。被限期的企业事业单位必须依法在限期内完成治理任务。

限期治理的对象首先是危害严重的单位，所排放的污染物有毒，对人民的身体健康有直接危害，如冶金、电镀行业所排放含有重金属和酚、氰等有毒物质的废水，医院排放含有致病微生物的水和废弃物。其次，是污染量大的单位，排放的污染物不仅超标，而且排放量大；或者所排放的污染物超出了该区域环境的容量，使环境质量下降。第三，选址布局不合理的单位，如位于饮用水源上游、上风区或城镇人口密集等敏感区。

限期治理不能仅仅从污染点、源治理出发，而应从整个区域环境质量提高的需要出发。可以通过调整布局，或调整经济结构，或集中控制等措施解决环境问题。限期治理应实事求是，先易后难，既考虑到环境保护的需要，又要考虑实际可能。先治理技术成熟、治理工艺过关、资金基本落实的项目。必须坚持“谁污染谁治理”的原则，限期治理的资金，由造成污染的单位自筹或贷款解决。限期治理必须强调突出重点，分期分批治理。

采用限期治理的方法可以提高各级领导干部的环境意识和紧迫感，迫使各企事业单位把保护环境，防治污染列入议事日程，纳入计划，在人、财、物方面做出安排。同时也调动企业筹集治理资金的积极性，使筹集到的有限资金，集中使用，解决突出的环境污染问题。收到投资少、见效快的效果。

## 第二节 牵引绿色世界前进的火车头

### 一、科学技术是社会发展的推动力

#### （一）科学与技术的概念

科学技术是从科技研究的实验中产生的。科技研究是人们模拟自然过程、重复自然现象、发现和利用自然规律的实践活动。科学和技术既有区别又相互联系。科学是人类实践经验的概括和总结，是反映自然、人类社会和人的思维发展规律的理论知识体系。科学的目的不仅是揭示物质运动的规律，而且还要为人类指出如何去改造世界，预见世界未来的发展。技术是人类为了同自然进行物质转换和能量传递，根据科学理论而创造的包括劳动工具、劳动条件、工艺流程以及它们的操作方法和操作技巧的总和。显然，技术意味着人们对自然界有目的的变革，人类对物质的控制和改造。例如将电磁理论转化为电工技术，提高了生产力。

科学和技术的关系，一般地说，科学知识是认识物质运动的规律；技术则是改造、武装物质运动的形式和状态。认识物质运动规律是为了发展生产力，生产力的发展又会推动科学技术的不断进步。如此往复，不断升华。

科技研究的实验活动是由相互联系的四部分所组成，即：基础科学研究、应用科学研究、技术发展研究和生产技术研究。基础科学研究是探索自然物质运动变化的共同规律。应用科学研究是为了某种实用目的，运用基础科学研究的成果，根据自然物质具体运动规律，开辟新的科学技术途径的研究。技术发展研究是运用应用科学研究的成果，寻求明确具体的技术方案的研究，其研究结果是取得适用的新产品和新技术。生产技术研究是设备、技术和人的因素以及财经保障条件的研究，这一研究是使技术上的可行性和生产上的经验性相结合的研究，即把科研成果转化为现实生产力的研究。以上四部分相互间不仅相互制约相互影响，而且保持一定的比例，构成整个科技研究实验活动的体系。基础科学可以为技术发展开辟新的道路；应用科学研究是基础科学研究和技术发展研究的中间环节，必须使两者比例恰当，才能进行技术传递；技术发展研究是转化为生产技术的衔接部，花费的力量和投资应该多一些；生产技术研究是如何使其产品经济合理，并得以推广应用，这个阶段难度更大，需要投入更多的力量和资金。例如美国这四部分的投资比例为 1：2：5：50。各部分投资比例协调，则科研进展顺利，否则会直接制约科学技术转化为生产力的速度。我国对科学技术各部分比例如何确定，应根据我国国情和各地区实际情况而定，不能盲目仿效别的国家。此外，科技研究体系中的四个部分还应互相衔接和对口，新技术才能迅速产生；否则，不能形成一个体系，也会影响新技术的产生。

#### （二）科学技术是生产力

马克思关于“劳动生产力是随着科学和技术的不断进步而不断发展的”精辟论述，明确指出了生产力的发展，科学技术起着关键的作用。在历史上，科学技术的每次重大发展，都极大地提高了生产力，使生产有了新的飞跃。第一次技术革命是在 18 世纪后期发生的，以蒸气机的发明和应用为标志，推

动了纺织、机械、煤炭、冶金、造船等一系列产业部门的发展。劳动生产率大幅度提高了，在 1770 年至 1840 年的 70 年间英国平均提高了 20 倍，成了“世界工厂”。第一次技术革命的浪潮迅速由英国波及西欧各国，使整个世界的生产力产生了一次大的质的飞跃。第二次技术革命是在 19 世纪下半叶，是以电的发明和应用为主要标志。电力代替了蒸气动力，生产过程又发生了根本的变化。第三次技术革命发生在 20 世纪的 40 年代末，这次技术革命是以电子计算机、原子能和空间技术的发明和应用为标志，其中计算机的影响最大，它使生产过程向着自动化方向迅速发展，生产效率提高了成千上万倍，并开辟了以机器代替人类脑力劳动的时代。

近几十年来，科学技术以空前的规模和速度应用于国民经济各部门，科学技术对生产力发展的促进作用越来越明显。据统计本世纪初，影响发达国家经济增长和劳动生产率提高的诸因素中，科技因素的贡献为 5%—20%，而现在则上升到 60%—80%。由此可见，科学技术在发展生产力中起着决定性作用。科学技术的作用是以自己的知识、技巧、工艺等，通过渗透到劳动者、劳动资料、劳动对象三个因素中，与它们融合在一起（即物化），从而加强和提高这些因素的素质，来体现它的作用。所以科学技术转化为生产力具体的说就是科学技术的物化。

首先，科学技术增强了劳动者的技能，提高了劳动者的素质。尽管新的技术设备愈来愈多地代替了人的劳动，但设备的制造、调试、维护、检修以及操作仍需要劳动者承担。没有掌握科学技术的简单体力劳动者是无法操纵和创造先进的技术和设备的。劳动者掌握的科学技术越多，能推动的生产资料的量就越大，创造的劳动产品就越多。劳动者掌握科学技术的先进程度和数量多少，与生产力的高低成正相关。人在现代生产中所发挥出来的物质力量主要是科学技术的物化，是智力。因此，用科学技术和知识武装劳动者，使人类劳动逐步地从以体力劳动为主，向以脑力劳动为主转移，这是科学转化为生产力，从而提高劳动生产率的基本途径。

其次，科学技术渗透到劳动资料中，使其数量更多，质量更加精良。劳动资料的变革说到底是不不断用新工具代替旧工具的过程，也是科学在工具上物化的结果。科技在劳动工具上所引起的变革，在过去主要反映在直接操纵工具的劳动者器官的延长上，例如，创造了切削机床、纺织机和收割机，从而延长了人手的功能；创造了汽车、火车和飞机从而延长了人腿的功能。现代科学技术越来越多地体现在扩大人脑的功能上。劳动工具不仅仅是直接操纵工具的劳动者器官的延长、扩张、提高，它主要是社会劳动者智力的结晶，它在改变劳动对象所具有的各种性能，远远超过劳动者劳动器官所固有的功能。从现在科学技术的产物电子计算机来说，随着大规模集成电路的发展，计算机运算速度和贮存能力不断增加，在许多方面已超过人脑相应的功能，使生产在许多方面达到单靠人脑难以达到的水平。特别是各种智能机器、自动生产线。现代控制理论及控制系统在生产中的运用，将使生产的自动化水平达到新的高度。这一进程的继续将使生产过程中人与物的关系发生新的变革。此时劳动者已经无需用自身的劳动器官直接参与生产的具体过程，而是通过自己的智力，运用已经物化的科学技术，让自然物按照人们的意志结合在一起，自动地为创造物质财富而运转。这样就使机器系统发生了革命性变革，在原有机器的三个组成部分（工作机、发动机、运转机）之外，又增加了一个新的部分——控制机，形成了崭新的机器体系，空前提高了劳动生产

率。

第三，科学技术使劳动对象范围扩大，利用层次加深，质量提高。由于科学技术的发展，当今世界天然材料的比重已逐渐减少，被塑料、人工合成纤维、人造橡胶等新的材料生产部门所代替，金属材料、非金属材料、半导体材料、合成材料、复合材料等许多类不断涌现，各类中又有许多种。目前人类认识的化合物就有 400 多万种，在一个世纪前的 1880 年还只有 1200 种。材料的制造技术和材料的质量也不断提高。

科学技术还指导人们更充分地综合利用现有材料，促使劳动对象的利用率不断提高，变废为宝。许多劳动对象过去不能充分利用，而科学的进步，对它的物质结构有了更充分的了解，提高了综合利用的能力。例如，海洋过去只是将它作为饲养海生生物的场所，现在了解到它蕴藏着大量的石油、天然气和锰结核（含镍、铜、钴、锰等品位极高的 20 多种贵金属），海水中可提炼出多种贵重元素，如碘、钠、铯、镁、锂、铀、重氢等，海洋将成为人类的巨大宝库。煤炭不仅是能源材料，而且还是重要的化工原料，可以从其中提炼出苯、甲苯、萘、酚等数百种产品，这些产品可用来制造杀虫剂、染料、香料、糖精和药品等。

工农业生产所排放的废物也是可以利用的，在科学面前废物是相对的，由于化学科学的进步，废物中的有用成分不断被发现，并加以利用。

现代科学提供了大规模进行勘探和开发自然资源的武器，使沉睡的自然资源为发展生产服务。人们只有依靠地质学、矿物学和所掌握的开采技术，地下矿藏才能成为劳动对象。当代空间技术发展，地球资源卫星的发射，为人类进一步找矿、找水，开发和利用自然资源开辟了广阔的前景。

科学技术中的管理科学还可以提高管理水平。生产力并不是各种物质力的简单相加，而是它们相互作用所产生的整体力，管理水平的高低直接影响到整体力的大小。生产管理的职能就是对生产力要素的计划、组织、指挥、协调、监督。其目的就是使生产力各要素得到最佳结合，各要素内部关系更科学地组织起来，从而充分发挥生产力的效能。生产技术现代化和管理现代化是生产现代化不可缺少的两个方面。生产技术的现代化必然要求管理的现代化；而只有管理现代化才能充分发挥现代技术的效率。所以管理越先进、越科学，生产要素结合就越紧密、越协调。先进的管理需要科学为其提供先进物质技术手段，例如，为管理自动化所提供的电子计算机、自动控制装置、无线电话及其他电子设备等。先进的管理还需要科学为其提供理论和方法。60 年代之后，所出现的预测技术、决策理论、价值分析、系统工程等都为管理的科学化提供了条件。管理科学的发展使生产力要素配合得更加协调，从而使生产力水平日益提高。

### （三）科学技术发展的趋势

#### 1. 走向科学的广化、深化和统一化的趋势

广化是指科学作为一个总体系，它的分类更细更宽广。曾有人根据不同的角度和着眼点把研究整个客体世界的科学分为：自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、思维科学、人体科学、军事科学、文艺理论、行为科学 9 个系统，每一系统又有许多分支系统，可见科学的广度。深化是指每类科学的研究都在向纵深的层次、更加完善的程度发展。例如对物质结构的认识，过去人们只认识到分子水平或原子水平，后来又揭示出原子核是由质子和中

子所组成，当前的认识又深刻得多，人们对物质认识到的最深层次是基本粒子。质子、中子、电子都是由基本粒子所构成的。基本粒子内部尚有无限可分的领域。目前人们已发现 200 多种基本粒子。由于基本粒子之间相互作用力很大，需要几十亿伏特的电压才能在自然界激活一个崭新的领域，由于需要极高的能量，局限了人们微观世界更深层次的认识，但随着科学的发展，人们将会掌握更新的方法、手段冲破客观的局限。统一化是指各类学科之间相互结合，互相渗透，趋于综合。近代技术要求科学从不同的角度提供反映客观世界某一方面的规律知识，它们常常是孤立地各自研究本门类的学科，科学的不断分化一直到现代。现代科学的主要特点在于从整体上反映物质世界的规律性，趋向统一化，这是人类认识能力提高和科学本身发展的结果。当前各门学科互相结合、互相渗透的结果，产生了各门学科交叉、汇合和融合的学科，如系统科学、信息科学、生态科学、环境科学和技术经济等。科学正是通过交叉学科把自己连接成一个整体，实现了自然科学自身的飞跃，带来了新的技术革命，推动生产力的进一步变革。

## 2. 科学、技术、生产走向一体化趋势

在古代，科学和生产是作为不同的系统而独立发展的。科学主要跟在生产后面，概括和总结人们在生产技术活动中积累起来的经验。进入本世纪，科学的迅猛发展使其在物质生活中的地位和作用大大增强，日益成为生产发展的关键性因素。科学技术变为走在生产前面，为生产发展创造各种可能的途径，准备各种前提条件，并迅速转化为直接的生产力。这是因为社会化大生产的产业技术已摆脱手工技艺的经验成规，它只有合乎科学原理才能形成生产技术。例如，以电力的发明和利用为标志的第二次技术革命，发电机、电动机、交流电系统等一开始就不是靠经验技能，而是靠科学原理和实验创造出来的；又如，现在的原子能工业、电子工业、激光应用等，也是以核裂变科学技术理论、固体物理、微电子科学技术理论和激光理论为先导和科学实验创造出来的。科学理论和科学实验已成为生产力发展的开路先锋，科学技术正在变成直接的生产力。

## 3. 科学技术转化为生产力的周期日益缩短

科学技术从发明到生产上的应用要有一个转化过程。过去这段转化过程较长，但现在由于科学社会化，生产科学化，生产力大大提高，生产、技术、科学三者之间的关系更加密切了。三者之间互为因果，互相促进，而且转化手段日益先进，大大缩短了从理论科学到技术发展之间的时间距离，科学技术转化为直接生产力的进程越来越快。例如，蒸气机用了 100 年（1680—1780 年），内燃机用了 38 年（1845—1883 年），柴油机用了 19 年（1878—1897 年），喷气发动机用了 14 年（1929—1943 年），电视机用了 12 年（1922—1934 年），晶体管用了 5 年（1948—1953 年），激光应用只用了 1 年。

近年来世界上以电子计算机为中心的包括生物工程、光导纤维、新能源、新材料和海洋开发在内的新的技术革命正在兴起。可以预料，在今后不太长的时间里，将会有崭新的技术出现，转化为生产应用，使生产力发生新的飞跃。

科学技术的飞快发展，提供了解决长期以来困扰人类的全球性资源和生态环境问题的希望。只有依靠科技的进步才能不断开发出在科技水平低下条件下无法利用的新资源；开辟出一个又一个新的替代资源；以及成倍、十几倍提高资源利用率的新工艺新技术，节约使用资源，使资源紧缺的矛盾得以

缓解。只有依靠科学技术，才能治理已有的环境污染，和防止新污染的产生；只有依靠科学技术进步，才能找出新的发展战略去替换资源消耗型的发展战略；长期保持人口与资源的动态平衡，保持经济发展速度和环境资源同步增长；从根本上防止人口、环境、资源问题产生的根源，显现出全人类的新曙光。

以上述的特殊矛盾作为自己特定对象的科学就是环境科学。人类文明延续到今天越来越强烈地呼唤着环境科学的诞生和繁荣。

## 二、环境科学的发展

环境科学产生于本世纪 50—60 年代，是一门发展迅速的学科。它主要研究环境的运动变化规律及其与人类社会间的关系，是研究两者协同演化，持续发展规律的学科。环境科学源于环境问题的出现及人类解决环境问题的迫切需要。随着人口急剧增长和经济高速发展，环境问题日趋严重，各传统学科的学者专家纷纷从不同角度寻求解决问题的办法和途径，于是陆续出现了环境地质学、环境化学、环境物理学、环境医学、环境工程学、环境经济学、环境管理学以及环境哲学等多边缘性、交叉性的分支学科，成为横跨自然科学、社会科学、技术科学三大领域，涉及到宏观和微观两大方面的一门综合性学科。

环境科学在解决环境问题方面做出了以下的贡献。第一，提高了人们的环境意识。环境科学的发展使人们认识到人类的行为引起了环境的变化，而环境变化又反过来影响人类的生存；人们只有认识了环境运动的变化规律，才可以协调人与环境的关系。没有环境科学人类的环境行为就是盲目的，甚至是破坏性的。第二，为彻底解决环境污染提供了可能，在揭示了产生污染的社会、经济原因之后，变现在的粗放型生产模式为资源集约型生产模式，根除产生污染的原因。第三，为资源永续利用提供了可能。首先，环境和自然资源都是稀缺物品，由于微电子技术和生物技术的普遍应用，人们对资源的开发趋于科学化、合理化，使资源得到最合理的配置；其次，改革了传统的生产工艺、设备，提高了资源的利用率和转化率，节约地利用了资源；最后，开展资源更深层次的利用，实现废弃物减量化和资源化。第四，替代资源的出现，用人工合成的材料或贮量更丰富的资源代替那些更稀缺的资源，减少了对环境和资源的压力。第五，更先进、更科学的环境设备、仪器的产生，使有限的环境保护投资发挥更大的环境效益和社会经济效益。

今天人类解决全球性的环境问题，无论是认识和掌握生态环境的变化规律，还是预测未来的变化趋势，提高环境管理决策水平，增强保护和改善生态环境的能力，维护自然资源的永续利用和社会经济与环境的协调、稳定发展等，都要依靠环境科学和生态经济科学，这是历史赋予当代环境科学技术的崇高使命。

中国生态环境保护事业的发展在一定程度上是建立在环境科学技术进步的基础上的，资料表明，科学技术在我国环境污染控制中的贡献率约占 50%，解决环境问题的根本出路在于科技进步。

### （一）当前我国环境科学的重点

#### 1. 基础理论研究

环境科学基础理论对于现代环境科学的整体发展起着奠基作用，代表着

本学科的发展水平。当前要着重加强同国民经济发展密切相关的环境基础理论研究。例如，研究环境经济和环境管理特有的规律，为制定环境政策、战略方针提供依据；研究探索污染物在环境中迁移、转化规律，污染物对人体健康危害的机理及环境毒理学研究，为治理污染，制定环境标准提供依据。基础理论研究的周期长，要重视研究的稳定性和继承性。

#### 2. 广泛开展应用科学技术的研究

当前我国许多带普遍性的环境保护应用技术问题没有得到解决。减少工业污染必须为企业提供先进的技术装备和先进的污染治理技术，以制定出低投资、低消耗、低运营费用、高效益的适合我国国情的技术体系。开展改善农村生态自然环境的应用技术研究，为农民提供科技信息和技术服务。

#### 3. 开展综合性科学的研究

生态及环境问题涉及的面很广，内容十分复杂，有大量未被认识的自然、经济及社会规律和有待开拓的学科领域。依靠单一的学科和部门完成同家重大的环境课题的研究是有困难的，必须依靠多学科、多部门相互协作，组成综合性的科研队伍来完成。例如，酸雨治理涉及酸雨的形成、转移、危害及防治等方面。对酸雨形成机理的研究就需要大气污染化学、界面化学、反应动力学等领域的协同研究；酸雨危害的研究牵涉的面更广，需要地学、生物学、化学、医学等许多科学工作者的合作。又如自然资源开发利用过程中带来的环境和生态系统的变化，如水土流失、土壤肥力衰退、土壤沙化、碱化、草原退化等更不是一个部门和系统所能完成的。生态科学及环境科学的研究要组织自然科学各门类，从基础、应用到开发推广的协作；还应组织自然科学、技术科学、社会科学的协作；还要从战略上、整体上开展人口、资源、生态、发展与环境关系的综合研究，为经济决策、制定生态环境战略提供科学依据。

#### 4. 开展生态及环境预测的研究

生态问题及环境问题是伴随着经济发展而产生的，我国的经济将对未来的环境产生什么影响，应采取怎样的对策，需要有长远性全面性的探索。这要求开展经济发展、人口增长、资源开发利用、生活水平提高、新技术开发等对生态系统及环境影响的预测性研究，为经济社会发展和生态及环境建设提供决策性意见，避免战略上的失误。

### （二）90年代我国生态及环境科学的使命

90年代我国生态及环境科学优先发展的领域和任务是与2000年的中国生态建设及环境保护战略目标相联系的，大体有以下几方面：

#### 1. 生态脆弱地区生态系统改善及恢复的科学研究和技术开发

生态脆弱地区是指自然生态破坏严重，且呈继续恶化趋势的地区。生态环境的破坏容易，恢复难，若不尽早采取措施，可能导致更大规模的生态灾难，成为制约当地经济发展的重要因素。这些地区生态系统类型及恢复重建技术的研究，主要包括：适合该区域气候、地理条件的各类生态系统所存在的问题、产生根源以及控制对策；改善、恢复和维持生态系统良性循环的科学研究和相应的技术手段；生态建设与经济建设相协调的宏观控制研究。

#### 2. 污染治理技术和装备的研究与开发

除研究能够解决量大面广的污染实用技术外，重点是对有毒有害和难降解的生产废弃物的污染影响和管理技术的研究；制定处理、处置规划；研究



开发适合中国国情的处理、处置技术及设施、装备；恢复生态平衡的技术、设施及装备。

### 3. 全球环境变化的科学评价、影响评价和对策的研究

包括研究全球气候变化模式；区域气候变化趋势及其影响的研究；国家对策和防御措施的研究。当前特别要防止全球气候反常，要开展控制二氧化碳排放量、对能源结构系统、提高能源利用率及寻找矿物燃料替代品的研究。此外，还要开展为保护臭氧层，对消耗臭氧物质的替代品和替代技术的研究。

### 4. 对珍稀物种的保护和繁殖以及保护生物多样性的研究

对已通过的科技成果要进行认真评价和筛选，快速推广污染控制的最佳实用技术，加快环保产品的升级换代，尽快地把科学技术转化为现实生产力。

## 三、教育事业是科学技术发展的基础

### （一）教育是提高劳动者质量的重要手段

先进的生态科学及环境科学技术的实施有赖于具有一定科学文化知识的劳动者。劳动者是指在物质资料生产中具有劳动能力的人。劳动能力是劳动者体力和智力的综合。体力是劳动得以进行的物质基础，任何劳动者都必须有一定的体力；劳动者还必须具备一定的智力，智力是劳动得以提高的重要条件，在现代生产力系统中的劳动者应是具有相当生产经验，具有一定的科学知识和劳动技能，能够操纵生产工具或其他技术手段，直接和间接地进行物质资料生产的人。

体力的提高一般通过优生、优育和锻炼，以及随着经济的发展人们在衣、食、住等方面的提高和改善，从而提高劳动者的健康水平，增强劳动者的体质。智力方面则主要通过教育和实践经验的积累，特别是文化教育事业的进步，使劳动者的思维能力、科学文化专业知识提高，从而增强劳动者的智能。

教育指从德、智、体、美四个方面对人进行有计划有目的的训练和培养活动。在不同的历史时期教育的四个方面的地位是不同的。例如，在手工业时期，德育几乎被当成唯一的教育内容。因为当时生产知识以经验形态分散地存在于劳动者个人身上，生产过程本身所要求的科学技术也极为有限。此时，智力的传递以个人对个人，并且往往以传授者本人的直接经验为限度。到了社会化大生产的时代，智力的提高才放到一个比较重要地位。因为这时人们的生产实践经验和知识逐渐系统化，专门的科学技术逐渐形成，这时劳动者要想取得理想的劳动成果，必须进行系统的教育训练。于是通过专门的教育传授文化和科学知识，就成了社会再生产必不可少的手段。现代社会中，社会化和科学化已有更高的水平，科学技术知识已形成庞大体系，生产技术已达到自动化、智能化水平，要进行正常生产就更离不开德、智、体、美的全面教育。特别在我国进行以发展生产力为中心的社会主义建设，需要大批全面发展，具有开拓能力，创造精神，知识广博的人才。这些人才主要靠教育来培养。要发展科学技术，不抓教育不行。

劳动者的劳动能力结构随着生产和科技的发展而不断发生变化，总的趋势是智力因素的作用不断上升，体力因素的作用不断下降；在智力因素中，现代科学知识的作用不断上升，传统经验和劳动技能的作用在逐渐下降。同这种变化趋势相适应，劳动者类型的变化大体归结为：体力型——般文化型——专业科技型。体力型劳动者全凭体力，文化水平低，他们与手工工具相

联系。一般文化型劳动者，有的只具有初浅文化，以体力劳动为主，他们同手工、半机械化技术相适应；还有一些具有较高文化水平，体力劳动已不占主要位置，他们与机械化技术相联系。专业科技型劳动者基本上脱离了体力劳动，同自动化技术相适应。他们以脑力劳动为主，使用现代手段（如电脑）来延长和扩大自己的劳动能力。在今后的生产过程中，脑力劳动的比重和作用也越来越大，对劳动者质量要求越来越高，只有大力增加智力投资，才能适应现代社会科学技术和经济发展的需要。

## （二）积极发展我国教育事业的途径

历史的经验证明了一个国家教育越发达，培养出的专门人才和各方面的专家越多，这个国家潜在的生产力就越大。第二次世界大战后的日本国民经济和科学技术能迅速发展，与他们高度重视教育有密切关系。他们曾说过：“资源少的我国，经历了诸多考验，得以在短期内建成今日之日本，其原因在于国民教育水平和教育普及的高度。”美、德、前苏联国民经济和科技的发展迅速也与他们重视教育密切相关。据美国经济学家计算，美国 1929—1957 年由于教育投资所增加的国民收入为这一时期总额的 33%。据日本文部省计算，日本 1930—1955 年，在增长的国民收入中有 25%是由增加教育投资而取得的。

发展教育首先要抓好基础教育。基础教育是普及性的文化知识教育，它的好坏直接关系到全民文化素质，直接影响着科技专业教育接受的程度。当前我国主要是要搞好普及义务教育。

第二，大力发展职业教育。我国现代化建设不仅需要高级科技专家，而且也迫切需要千百万受过良好职业技术教育的中、初级技术人员、管理人员、技工等。没有一支劳动技术大军，先进的科学技术和先进的设备就不能成为现实的社会生产力。职业技术教育的结构要调整好，逐步建立起从初级到高级，行业配套，结构合理，又与普通基础教育相互沟通的职业教育体系。当前我国技校、中专、高等专科教育以及对厂长、经济师、会计师、工程师各类岗位职业培训，都是对劳动者进行职业教育的重要形式。

第三，建立和完善对科技人员进行继续教育的制度。我国原有科技人员知识结构不尽合理，随着生产和科技的发展，知识逐渐老化，加之世界科技更新加快，新科学、新部门越来越多，不进行继续教育，就不能适应科学技术发展的新形势。要制定对科技人员的再教育制度。

第四，广开门路，多渠道办学。调动各方面积极性，利用各类学校和社会办学力量，根据国家统编教材的要求和企业的需要，举办各种类型的学习班，如函授班、电视教育班、成人自学考试班等，加快人才培养。

### 第三节 做绿色世界合格的公民

人与生态环境的矛盾在一定意义上讲，是人的行为失误造成的。要解决这个矛盾，首先必须调节人的行为，环境保护法的建立是在这方面所做的一种努力。此外，还需要社会道德的约束，即通过信念力量和社会舆论的作用，运用道德规范来调节人对生态环境的行为。人的行为是由思想支配的，从这个意义上说，生态及环境教育被看作是保证社会经济稳定、持续发展的根本前提。1972年，联合国人类环境会议上产生了第一个人类环境宣言，其中提出了“只有一个地球”的口号，教育动员全人类保护生态、环境与资源。自70年代以来，一些发达国家就开始有计划、有步骤地进行生态及环境方面的教育，对提高和普及广大公众的生态及环境意识和推进该国的环境保护事业以及社会经济发展起了十分重要的作用。1987年8月联合国教科文组织和环境规划署在莫斯科召开的国际环境教育和培训会议上，又倡议把本世纪最后十年确定为国际环境教育十年。

我国社会经济正在蓬勃发展，能否实现经济与环境的协调发展，取决于全社会生态及环境意识的提高。环境保护及生态平衡的维持是一项综合性、社会性很强的事业，如果没有全社会的努力，没有广大公众的参与和支持，是不可能见到成效的。因此，必须充分调动社会舆论的力量，广泛深入地开展保护生态环境的宣传教育，让每个人都深刻认识生态平衡、环境保护同经济建设、人民生活及人类生存之间的密切关系，提高全民族的生态意识和环境意识，自觉做一个合格的绿色世界的公民。

生态及环境意识是指人们对生态平衡和环境保护的认识水平，以及为此而不断调整自身的活动和行为，协调人与自然关系的自觉性；同时，也是人们对保护环境维持生态平衡的技能的了解和掌握水平。生态及环境意识现已成为衡量人们文化素质，国家、民族文明程度的重要标准。生态及环境意识的树立和提高极大地促进了人类的生活方式、生产方式和思维方式向着有利于人与环境和谐发展的方向变革，以保护人类赖以生存的地球，实现持续发展的方针。

现代生态及环境意识包括人对生态及环境的认识水平、生态及环境道德、环境教育三部分。

#### 一、提高对生态环境的认识水平

人类的认识是随着科学技术和社会不断发展而不断臻于完善的。在不同历史阶段，人对环境有不同的认识，因而有着不同的行为。在生产力低下的远古时期，生产力水平低下，人们不能摆脱自然的控制和威胁，对自然力产生畏惧、崇拜乃至迷信，把自己看成大自然的奴隶，多以适应环境而谋生存，人类和自然界处于低水平的共生和谐之中。随着科学技术的发展，特别是工业革命以后，社会进入空前繁荣的黄金时代，人类改造自然的能力空前提高，在大自然面前所取得的节节胜利，冲昏了自己的头脑。迷信自己对自然的改造能力是无穷无尽的，可以毫无节制地开发利用自然资源，将自己奉为大自然的主人，自然界只不过是一个可以任人摆布的客体。结果，导致人与自然的尖锐对立。大自然毫不留情地对人类进行报复，环境退化生态失衡成了全球性问题，从天空到地下，从海洋到陆地，人类赖以生存的四大生命系统——森林、草原、渔场和农田都面临着严重的威胁。人类正毁灭自己赖以生存

的空间。这种严峻现实，唤醒了人类的生态及环境意识，人们深刻认识到无视自然是一个历史性的错误。人们怀着忏悔的心情开始重新调整自己的行为方式和前进方向。开始自觉地协调自身与自然的关系，进入重视自然、尊重自然的阶段。目前人类正处在大转变之中，协调人与自然的发展关系，实现经济与生态环境的协调发展，已成为全世界普遍关注的中心，全人类正在为实现这个大转变而采取全球范围的共同行动，形成一股不可阻挡的时代洪流。

## 二、培养生态及环境道德

随着人们对自然认识水平的提高，保护环境维持生态系统的良性循环已开始成了新的伦理道德。生态环境道德的建立是人类首次把善恶、正义、平等传统用于人与人之间关系的道德观念扩大到人与自然的关系到上。保护自然、尊重自然、维护人类生存和经济持续发展成了人类另一个道德准则，成了人类对自然所应该负有的道德责任和义务。我们应该把保护环境和资源作为树立和发扬社会主义道德风尚来对待。那些转嫁污染、浪费资源、破坏生态环境的行为由于它危害物种生存和损害生命维持系统成了不道德的行为，应遭到唾弃。

### （一）生态环境道德的主要特征

生态性：环境保护就是为了促使生态环境循着良性循环的轨道发展，促进经济的持续繁荣。因此，在客观上把是否符合生态规律和经济发展规律的要求，是否把长远利益、整体利益放在首位，来作为规定生态及环境道德行为的准则。

中介性：通常道德是调整人与人之间、团体之间以及个人与社会之间关系的行为准则。生态及环境道德虽然表面上是调整人与自然之间关系的行为准则，实质上仍然是调整人们之间、包括人与企业、企业与企业之间的利益关系。不过，它是以环境为中介，即人们作用于环境，环境发生变化后又作用于他人，形成人——环境——人的连环作用。也就是说作用人与被作用人之间的利益关系和道德关系，通过环境这个中介折射出来。因此，讲生态及环境道德不能只停留在人与环境的关系上，还应更深一步看到通过人们对待生态系统、环境和环境保护政策的态度，直接或间接地反映了人们之间的利害关系。

共同性：生态及环境的影响不分阶级，超越国界，因而更具有全民性和普遍性。人与人、人与自然之间的相互依存，相互制约的关系，决定了人类的每一个成员都应当保护生存环境，保护环境即保护了全社会成员的共同利益。生态及环境道德准则，在不同国家和阶层均可使用，具有社会公德性，因而具有广泛的群众基础，易被全体成员所接受，并为大多数人所遵循。

社会意识对社会存在具有反作用。作为社会意识形态的生态及环境道德建立以后，对环境这个社会存在同样起着能动的改造的作用。人们将根据生态及环境道德的准则来保护环境和资源，维护生态系统的平衡。

### （二）生态及环境道德的内容

生态及环境道德是社会意识形态的一部分，是人们从对待环境的正确行为和态度中总结概括出来的。它包括以下内容。

1. 正确的生态环境价值观、自然资源价值观对人的动机和行为起着支配

## 作用

价值是反映外界物质对人的有用性和功利关系，反映的是主体和客体之间的一种关系。当客体具有满足主体需要的某种功能或效用时，对主体来说客体就是有价值的。环境、资源有无价值长期以来一直是一个没有解决的问题，生态环境价值和资源地位长期无法确立，掠夺性使用资源和污染环境都不必付出代价。直至生态科学和环境科学的发展才改变了生态环境价值观。环境、资源能为人类的生存、发展和享受提供所需要的物质性产品和舒适性服务，对人类来说是有用的。所以环境及资源的价值首先决定于它对人类的有用性，其价值大小则决定于它的稀缺性和开发利用的条件。现在人们已清楚地认识到环境及资源是有价值的。既然是有价值的经济物品，使用它就应付出相应的费用，即有偿使用。

随着社会发展水平和人民生活水平的提高，人们不仅只满足于生存和生理需要的物质因素，而更多的注意精神需要的满足。环境资源价值也包括两部分，即资源提供的物质因素以及环境提供的秀丽景色、清心悦目的风光、清洁的空气等精神因素。随着物质生活水平的提高，精神因素的价值愈来愈高。因此，人们对环境价值的认识、关心和重视程度，以及对其支付的意愿，也随之不断提高。生态环境价值随着人们环境意识的提高，经济的发展和人民生活水平的提高，越来越大。

### 2. 热爱自然，讲究卫生的观念

热爱自然就是要合理利用自然资源，保护生态环境，防止土壤退化和污染，防止植被破坏和水源枯竭，使自然界保持生态平衡；对有重大科学、文化价值的自然景观、自然遗迹要自觉爱护，严禁破坏；爱护各种动植物，反对乱捕滥伐，尤其对珍稀、濒危生物物种严禁捕捉和采伐，使物种保持多样化。要注意环境卫生，保持室内和公共场所清洁，禁止随地吐痰、随地大小便、在公共场所吸烟。要采取有效措施防治环境污染，排污者要承担罚赔责任。

### 3. 环境法制观念

环境保护的一系列法律规定是实现国家环境政策的工具，用法律形式来规范经济、社会活动和人们的行为。环境法所调整的社会关系几乎涉及社会的各个领域，反映了人们对环境认识的深度。因此，人们必须有法律观念，从法律的规定中去判断环境行为的是非、善恶，用环境保护法来规范自己和他人的行为，并在执行中不断提高环境意识。

### 4. 当代人与后代人之间平等的观念

《我们共同的未来》一书中指出：“……过多、过快地开采已过量开采的环境资源，使其过早地耗竭而不能持续到遥远的未来。这种努力，对我们这一代也许有益，但会让我们的子孙承受损失。我们从我们后代那里借来环境资本，并没有打算，也没有可能偿还。后代人可能会责怪我们挥霍浪费，但他们却无法向我们讨债。”这里提出了一个由环境问题而引发的更为深远的社会问题，即当代人与下一代人之间的平等问题。

“这个地球不仅属于我们，还属于我们的孩子，而且最终属于他们”。我们将给我们的后代留下一个什么样的地球？按照《我们共同的未来》提出的“持续发展”的思想，即我们在能够确保满足当代人需要的同时，不危及下一代人的需要。则要求当代人对环境资源的开发利用要合理、适度，只有这样才能为后代留下一个可持续的良好的地球生存环境。因此，必须建立代

与代之间公正而平等的观念，但这种平等的实现是艰难的，因为没有出生的后代是无法表示他们的观点和提出他们的需要的。但是，今天的儿童是所有后代们的代表，为了迎接这严峻的挑战，我们首先要满足今日儿童的需要，要把一切儿童的福利作为所有环境与发展规划和决策的中心加以考虑，并建立起包含有当代人之间、当代与后代人之间机会平等的持续性环境伦理道德观。

生态及环境道德只有被人们所接受，转变成道德品质，才能转化为保护和改善人类生存环境的强大精神动力。任何道德，包括生态及环境道德，都是要靠社会舆论和人们内心信念的力量来维持的。因此，在全社会大力开展生态及环境道德教育和加强生态及环境道德修养，则是一项十分重要的任务。

### 三、开展生态及环境教育

生态及环境问题归根结底是由于人们的盲目无知造成的。生态科学及环境科学可以正确揭示人和环境、经济发展和环境的内在关系，并指导人们的环境行为，所以要想提高全民族的生态及环境意识，必须首先提高广大人民群众的文化素质以及包括生态科学及环境科学在内的科学知识水平。提高人的素质靠生态及环境教育，所以生态及环境教育已是保护生态及环境的重要组成部分，也是社会文明进步的一个重要标志。

《环境与发展 21 世纪议程》中提到“从小学学龄到成年都接受环境与发展教育”，“鼓励大学设立对环境有影响的跨学科课程”。我国现已初步建立了社会教育、专业教育、中小学及幼儿教育，以及在职培训等相配套的生态及环境教育体系。发展学校生态及环境教育是百年大计，是提高全民族生态环境意识的根本途径。在当代面临全球性环境、人口、资源问题严重挑战的时刻，学校教育更显出重要作用。学校教育是面向未来的事业，直接关系到祖国、民族、人类的未来。把生态及环境教育切实纳入学校教育计划，这是人类历史的重任。

生态及环境教育是一项长期的事业，应从儿童抓起。青少年最易接受各种教育，这时期树立生态意识及环境意识，养成良好的道德习惯，必然会使生态及环境宣传教育取得事半功倍的效果。中小学生和幼儿还是下世纪国家建设的主人，他们的生态及环境意识和知识水平的高低决定着我国未来环境质量。应对他们进行热爱自然、热爱动植物的教育，培养他们讲究卫生、保护环境的习惯。教育的方式应该生动活泼，多种多样。例如，在中小学安排生态及环境教育课，举行有关生态科学及环境科学方面的课外活动，如爱鸟护树、环境监督等。还可举办中小學生生态环境方面征文、征画、智力竞赛、论文比赛，生态、环境科学夏令营等活动。利用课内课外多种方式普及生态和环境教育。

干部职工和工程技术人员，是社会经济活动的直接行为者，他们既是生态环境保护的参与者和直接受益者，又可能是生态环境的直接破坏者，因此提高他们的生态环境意识和科学水平至关重要。应当让他们了解生态及环境基本知识、环境法以及有关法规的主要内容，知道保护环境和人类生存发展的关系。特别是要让不同行业、不同地区的群众了解与他们切身利益攸关的生态环境知识和环境法规。可采用报告会、现场参观、电影、电视、广播、撰写科普文章等方式进行宣传教育；也可利用节假日、“六·五”世界环境

日、世界地球日等对他们进行大规模的宣传教育。环境科技工作者不但要有较高程度的环境科学知识，更应当有炽热的保护环境的追求和责任感，要教育他们勇于支持真理，认真揭露和处理违反环境法的事件。

向企业干部职工进行环境保护宣传教育，对促进企业解决污染问题有重要作用。工业污染的防治是环境保护的重点，提高工业企业干部和职工的环境意识，可以帮助企业下决心解决污染。例如辽宁等省在企业中开展评选环境保护“十佳企业”、“十差企业”的活动，就是向污染企业职工进行环保教育的好方式。向污染企业宣传环境保护，一定要突出抓污染大户。

提高各级领导干部的生态意识和环境意识，是搞好环境保护、促使生态系统良性循环的关键。它不仅关系到干部本身，而且还突出表现在对群众生态意识及环境意识的影响，和对环境决策以及生态建设和环境规划、计划的影响。作为领导者必须具有较完整的、系统的、科学的生态及环境思想体系，即较高层次的生态环境意识。它是依赖于环境感性认识的积累和理性的提高而建立起来的。领导干部更应认真学习环境保护的方针、政策、法律、法规，以及掌握系统的科技知识，接受群众的监督。

领导对群众对社会生态环境意识的影响，主要通过两方面：一是榜样的影响，即以领导者的人格道德和榜样的力量去感化教育群众；二是号召、指挥、教育方面的作用。因此，向领导宣传和请领导作宣传必须结合起来，既发挥“威信效应”的作用，又提高领导本人的生态及环境意识。

在这里还应着重提出的是人们的文化素质与生态及环境意识有直接相关的关系。1990年有关部门曾做过一次环境意识调查。结果表明，在受过初等教育的人中有55%认为现在环境问题严重，而在受过高等教育的人中有75%认为环境问题严重。另外，在受过初等教育的人中有84%担心环境污染对自己健康构成威胁，而受过高等教育的人则有96.7%持同样的看法。可见，文化程度越高的人，对我国环境污染和生态破坏的严重性和危害性感受越强烈，他们更易于接受生态及环境知识，更易于培养环境道德，更易于树立生态及环境意识。我国目前12亿人口中受过高等教育的只有2000万，文盲却将近2亿。显然这样一种文化教育现状对培养人们生态及环境意识是十分不利的。可见，提高全民教育水平和提高人们环境意识两者关系多么密切。

#### 四、推行绿色消费运动

绿色消费运动当前正在世界各国蓬勃发展。它是保护环境和维护生态平衡所引起的人们生活方式变革的产物，也是生态及环境意识日益深入人心的结果。随着绿色消费运动的发展，全球正在形成一种“保护环境，崇尚自然”的生活风尚，绿色世界的公民应积极推动绿色消费。

##### （一）绿色产品

本身既不含污染物质，也不会污染环境、破坏生态的产品，都是绿色产品。许多国家成立了绿色产品鉴定委员会，负责检测。凡是从投产到使用到报废这一过程符合保护环境和维护生态平衡要求的，才可以在销售时使用绿色产品标志，绿色产品最早出现在70年代末期的前联邦德国，接着在加拿大、美国、日本、法国、瑞士、芬兰、澳大利亚等国也开始实行绿色产品认可证。1992年欧共体各国达成协议，实行统一的绿色产品认可证，并发放统一的“生态标签”。我国于80年代末开始开发绿色产品，重点是绿色食品，

目前已制定了绿色食品标准，在全国农业系统中开始无公害生产的试点。绿色食品，即安全、营养、无污染的优质食品，通过实施“从土地到餐桌全程质量控制”以保证其质量。已批准 630 余种产品为绿色食品，社会供应量已达 600 多万吨；至于绿色工业品还处在待开发阶段。

随着经济的发展和人们环境意识的提高，绿色产品将逐渐成为人们消费的主流，因而绿色产品也将成为市场的主导产品。绿色产品的生产成本虽然较高，但价格也比同类产品高得多，因而经济效益较好。当前国际上一些大公司已将生产绿色标志产品作为开拓市场、保护产品竞争力的重要手段。可以预见，在未来的绿色市场竞争中，绿色产品将占优势。

## （二）零度包装

目前流行的包装材料和包装方式，不仅造成资源的浪费，而且严重污染环境，如塑料袋、易拉罐等需要一个世纪以上的时间才能分解。为此，一些国家首先在商品包装上实行绿色标志，凡有这种标志的表明都可以回收利用，不致危害环境。现在德国的商品包装 30%有绿色标志，并计划在将来对 90%的商品都实行这种标志包装。这一行动迅速在西方国家推广开来。一些国家已经和准备立法限制易拉罐的制造和使用，并实现零度包装，即不产生任何垃圾的包装方法。这方面的研究，已取得一定的成功。一是利用易分解的物质做包装材料。如德国用淀粉做原料的包装杯，这种杯子吃下去不会增加太多热量，弃置于自然界也很易分解。瑞士发明了一种可食用的盘子，一次使用后，也可做肥料、牲畜饲料和燃料。另一种是包装材料的再利用，例如用再生纸做购物袋；重复使用包装物，如布做的购物袋，用再生塑料制成各种容器等。减少包装材料可减少固体垃圾，据统计，美国仅此一项就可减少固体垃圾总量 10%。

## （三）绿色建筑、绿色旅游

绿色建筑、绿色旅游和绿色食品都是现在崇尚自然，与自然和谐相处的思想指导下兴起的一种潮流，是顺应自然的新的生存方式。

### 绿色建筑

是在高度文明的基础上，带着高新技术文明，回归到自然中去的一种建筑构思。它将建起无任何污染而又绿化美化的住宅区、学校区、厂矿区、办公区、公共娱乐场所等。建筑将全面引进绿色文明，即生态良性循环，人与自然和谐相处，高楼大厦低层化，城市绿化田园化，乡村文明城市化，生活起居简朴化，等等。总之，绿色建筑是一种按照生态平衡原理设计的，人与生物、居栖环境相融合，形成多层次物质循环和能量流动的类型。“生物圈 2 号”就是其典型范例。它仿照地球生态系统建成的大型玻璃和钢结构的温室建筑，在圈内所有生物和人类和谐相处，空气和水等全部物质都将得到循环利用，形成一个良性的自然生态循环系统。

### 生态旅游

旅游往往造成环境破坏。为了改变这种状况，许多国家和地区开发了“生态旅游”。生态旅游是指在旅游区内，人们所到之处，不损害野生动植物，不破坏环境，不破坏社会风俗和人文古迹；使人们回归自然，尽情地欣赏大自然的风光美景；人们可在深山密林中远足，在激流险滩上跋涉，既获得了



知识，陶冶了情操，带来了乐趣，又保护了旅游资源。生态旅游已在许多国家悄然兴起，取得了良好的效果，必将成为当代旅游发展的方向。

### 环境食物

许多生态和环境保护主义者都极力提倡少吃肉或不吃肉。以肉食为主的欧美国家每年每人平均吃肉 100 公斤，谷物产量的 60%用做饲料，喂养畜禽。少吃肉减少了畜禽的饲养量和谷物的消耗量，间接起到保护环境的作用。西欧一些国家，特别是德国已把豆腐、豆制品、粟类煮的稀饭称为“环境食物”。正兴起“多吃豆腐、豆制品，少吃肉”，甚至绝对素食的浪潮。

这种绿色消费运动是整个绿色革命的重要组成部分，正为越来越多的人所接受，就在我们的身边，在日常生活中悄悄地改变着人们的生活方式。

《一千零一夜》中述说过一个渔夫和恶魔的故事。渔夫在海中网起一个瓶子，当他打开这个瓶子的时候，一个庞然怪物从瓶中逸出的烟雾中出现了。它声言要履行誓言：把救它从瓶中出来的人吃掉。但最后，渔夫利用自己的智慧终于诱使恶魔回到瓶子中去，连同瓶子一道重新被扔到海里去。现在，人类正在重复着这个渔夫的故事。人类通过自己的双手创造出当今世界巨大无比的生产力，以硕大无前的臂膀推动着成万、成亿的工厂、火车、轮船、拖拉机、核电站、火箭、电子计算机等日夜不停地运转，生产出比过去高几十倍、几百几千倍的物质财富，以过去所无法想象的速度改善着人们的生活福利。但是人们自己亲手创造出来的巨大无比的生产力，同时也在快速吞噬着地球上的资源，污染着赖以生存的环境，人类生存的基础、子孙后代的幸福正在遭到严重的威胁。人类亲手放出了恶魔，正是这个恶魔现在要反过来吞噬人类自身了。

## 后 记

正当本书付梓之际，党的第十四届中央委员会第五次全体会议在北京召开。会议针对我国当前经济增长中的突出问题，首次明确提出，要积极推进经济增长方式转变，把提高经济效益作为经济工作的中心，“实现经济增长方式从粗放型向集约型转变”，并把这作为今后 15 年经济和社会发展必须贯彻的一条重要方针。

这一方针的提出，为解决我国现代化建设中速度与效益，经济建设与资源环境相协调，实现良性循环提供了指导思想和理论基础。特别是耕地、水和矿产等重要资源的人均占有量很低，且今后随着人口增加和经济发展对资源总量的需求更多，环境保护的难度更大的我国，具有更加深远的、重大的战略意义。我们要更深刻地领会中央的方针，在面临黑与绿的十字路口，坚定地把控制人口、节约资源、保护环境放到重要位置，使经济建设与资源、环境相协调，走持续发展的道路。只要坚持下去，我们可以满怀信心地期望在 21 世纪定会迎来一个绿遍大江南北的春天。

承蒙中国社会科学院何乃维研究员对本书作了全面的审阅，并提出了许多宝贵的修改意见和提供了珍贵的资料；本丛书编委会陈家骥研究员和其他编委也对本书提出了许多宝贵的建议。我们在此表示衷心的感谢！

由于作者能力有限，本书难免有这样和那样的缺点及错误，在此恳切盼望读者批评指正。

王 沅 孙承咏  
1996 年 1 月

