

全国高等林业院校教材

林业生态工程学

王礼先 王斌瑞 编著
朱金兆 余新晓

中国林业出版社

全国高等林业院校教材

林业生态工程学

王礼先 王斌瑞 编著
朱金兆 余新晓

中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

林业生态工程学/王礼先等编著. —北京:中国林业出版社,1998.9

全国高等林业院校教材

ISBN 7-5038-2048-9

I. 林… II. 王… III. 森林-生态系-环境保护-森林工程-高等学校-教材 IV. S77

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 19242 号

中国林业出版社出版

(100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

北京龙华印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

1998 年 10 月第 1 版 1998 年 10 月第 1 次印刷

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:18.5

字数:446 千字 印数:1~2000 册

定价:17.50 元

前 言

1995年10月,林业部高等林业院校环境保护类专业指导委员会根据该类专业人才培养方案的需要,确定申报编写、出版《林业生态工程学》教材。1996年1月,林业部人事教育司将《林业生态工程学》作为重点教材列入出版计划,并责成北京林业大学承担编写任务。本教材主要内容包括:“林业生态工程学”的定义、范畴、理论基础;国内外林业生态工程发展历史与现状;全国林业生态工程规划与布局;不同类型区林业生态工程的建设原理与技术;综合效益监测与评价方法;工程信息管理等。本教材是根据我国林业生态工程的理论与实践而编写的,国内尚无同名教材出版。国外虽有水土保持造林技术、农田防护林营建技术方面的教材,但是均未形成统一的林业生态工程学体系。前苏联有《森林土壤改良学》教材,但是该教材的重点是不同区域森林土壤的改良问题,而我国的林业生态工程强调生态、经济与社会效益的结合,为国民经济的可持续发展服务。

在水土保持与荒漠化防治专业人才培养方案中,强调要综合治理,生物与工程相结合,实现对水土流失地区水土资源与环境的保护、改善和合理利用。《林业生态工程学》教材的编写与出版,为该专业的教学改革与提高人才培养质量,创造了有利条件。

自1978年以来,我国政府陆续立项开展了三北、长江中上游、沿海、平原绿化、太行山绿化、防沙治沙、淮河太湖流域、黄河中游、辽河流域、珠江流域等防护林体系林业生态工程建设,“七五”、“八五”、“九五”期间,在国家科学技术委员会的主持下,立项研究并取得了一大批我国林业生态工程建设的理论与技术成果,为本教材的编写奠定了基础。本教材的编写,除满足教学需要外,还可供有关生产、科研及管理单位参考。

本教材特色如下:

1. 适应前国家计划委员会主持编制的“全国生态建设规划”(1996~2050)及前林业部编制的“全国林业生态建设规划”(1996~2050)的需要,为推动我国林业生态建设及建立林业生态体系服务。

2. 适应面向21世纪教学改革的需要。国家教育部立项研究“高等农林院校环境生态类本科人才培养方案及教学内容和课程体系改革的研究与实践”,在已确定的环境生态类水土保持与荒漠化防治专业人才培养方案中,“林业生态工程学”被列为主要的核心专业课程。

3. 教材内容的创新性。参加本教材编写的人员均系“七五”、“八五”、“九五”全国林业生态工程攻关项目的主要专题负责人,具有比较丰富的林业生态工程的教学与科研经验,掌握大量的第一手资料。在本教材编写过程中,把已取得的新资料、新观点、新理论编入教材之中,体现本教材的创新性。

4. 社会效益。本教材不仅适用于高等农林及工科院校的环境生态类专业人才培养,而且可以作为参与全国生态环境建设广大科技人员的参考用书。

本教材由北京林业大学水土保持学院王礼先教授主编。第一、三章由王礼先教授编写,第二、四章由余新晓教授编写,第五、六章由王斌瑞教授编写,第七、八章由朱金兆教授编写。毕华兴副教授与张志强博士、张光灿博士参加了部分编写工作。全书由王礼先教授统稿,并经关君蔚院士主审。

在编写本教材过程中,引用了大量文献中的研究成果、数据与图表。参考文献列于各章正文之后,在此谨向文献作者们致以深切的谢意。

我国的林业生态工程建设自新中国成立以来已经取得了举世瞩目的成就。本教材的编写人员力图将国内外这个领域的新经验、新成果、新理论编入教材之中,但是,由于《林业生态工程学》教材的编写在国内尚属首次,加之限于我们知识水平与实践经验,缺点、错误在所难免,衷心期望读者对本教材提出批评、指正,以便今后在教学中改进与提高。

编 者

1998-05

目 录

前 言

第一章 绪论	(1)
第一节 林业生态工程的概念与类型	(1)
一、生态工程的概念与类型	(1)
二、林业生态工程的概念与特点	(2)
三、林业生态工程的主要内容和类型	(3)
第二节 生态环境问题与林业生态工程的作用	(4)
一、生态环境的概念	(4)
二、我国的生态环境问题	(5)
三、林业生态工程的作用	(7)
第三节 我国古代的林业生态工程	(12)
一、生物资源的保护与合理利用	(12)
二、农林牧综合经营	(12)
三、因地制宜, 适地适树.....	(13)
四、造林地土壤改良工程.....	(13)
五、种群匹配, 复合经营.....	(13)
六、食物链原理在林业中的利用	(14)
第四节 国内外林业生态工程现状	(14)
一、我国林业生态工程现状	(14)
二、国外林业生态工程现状	(17)
第五节 我国林业生态工程存在的问题与对策	(18)
一、存在的问题	(18)
二、对策.....	(19)
第六节 本课程与其他课程的关系	(21)
主要参考文献	(22)
第二章 林业生态工程学的理论基础	(23)
第一节 现代生态学与景观生态学理论	(23)
一、生态系统学理论	(23)
二、生态环境脆弱带理论.....	(30)
三、景观生态学理论	(32)
四、生态系统的恢复与重建理论	(35)
第二节 生态经济学理论	(40)
一、生态经济学与生态经济系统	(40)
二、生态经济系统的基本理论	(41)
第三节 系统科学与系统工程学理论	(47)
一、系统与系统论	(47)

二、系统工程方法	(48)
第四节 可持续发展理论	(52)
一、可持续发展	(52)
二、可持续发展评价及其原理	(53)
第五节 环境科学理论	(56)
一、环境及其特征	(56)
二、环境系统	(57)
三、环境质量	(60)
第六节 水土保持学理论	(63)
一、水土保持学	(63)
二、水土保持的基本原则	(64)
三、水土流失综合治理措施体系	(64)
第七节 防护林学理论	(65)
一、防护林	(65)
二、防护林体系	(69)
主要参考文献	(72)
第三章 全国林业生态工程建设总体规划	(73)
第一节 我国资源与环境状况	(73)
一、地形条件	(73)
二、土地资源	(74)
三、水资源	(78)
四、气候资源	(81)
五、生物资源	(83)
六、环境状况	(84)
第二节 生态环境类型区划	(86)
一、区划方法	(86)
二、区划结果	(86)
第三节 全国林业生态工程的规划与布局	(88)
一、三北防护林体系建设工程	(89)
二、长江中上游防护林体系建设工程	(93)
三、沿海防护林体系建设工程	(94)
四、平原绿化工程	(95)
五、太行山绿化工程	(97)
六、防沙治沙工程	(98)
七、淮河太湖流域综合治理防护林体系建设工程	(100)
八、黄河中游防护林工程	(101)
九、辽河流域综合治理防护林体系建设工程	(103)
十、珠江流域综合治理防护林体系建设工程	(106)
主要参考文献	(107)

第四章 林业生态工程的规划设计	(108)
第一节 概述.....	(108)
第二节 规划设计的理论依据与指导思想.....	(109)
一、理论依据	(109)
二、指导思想	(109)
三、规划设计的任务、内容和程序.....	(110)
第三节 规划设计的基础工作.....	(112)
一、系统诊断与环境辨识	(112)
二、建设区域现状调查	(113)
第四节 规划设计方法.....	(118)
一、制定长远建设目标与总体规划.....	(118)
二、造林树种选择	(120)
三、造林技术措施设计	(121)
四、种苗规划设计	(122)
五、编制规划设计文件	(123)
第五节 专项工程造林规划设计.....	(125)
一、黄土丘陵区防护林	(125)
二、治沙造林	(127)
三、飞播造林	(129)
四、经济林基地建设	(130)
第六节 规划设计的综合评价.....	(132)
一、评价原则	(133)
二、主要评价方法	(133)
主要参考文献.....	(135)
第五章 山丘区林业生态工程建设技术	(136)
第一节 山丘区水土保持林体系及其配置模式.....	(136)
一、山丘区水土保持林体系	(136)
二、水土保持林体系的配置模式	(137)
第二节 坡面水土保持林配置.....	(138)
一、坡面水土保持(或水源涵养)用材林	(138)
二、护坡薪炭林	(139)
三、复合林牧护坡林	(141)
四、山地农林复合经营	(143)
第三节 水文网与侵蚀沟水土保持林.....	(144)
一、土质沟道水土保持林	(144)
二、石质沟道水土保持林	(145)
第四节 水库、河岸防护林.....	(146)
一、水库防护林	(146)
二、河岸防护林	(147)

第五节 水土保持林营造技术	(149)
一、重点地区水土保持林的适生树种	(149)
二、造林技术措施	(150)
主要参考文献	(155)
第六章 平原与风沙区林业生态工程建设技术	(156)
第一节 农田防护林的营造	(156)
一、平原地区的自然灾害与造林概况	(156)
二、农田防护林的效益	(157)
三、窄林带、小网格类型农田防护林的构成	(164)
四、平原地区以护田林网为主体的综合防护林体系	(167)
五、主要平原区的适生树种与配置	(168)
六、造林技术措施	(169)
第二节 沿海防护林的营造	(176)
一、沿海地区的自然灾害与防护林营造概况	(176)
二、沿海防护林体系的规划设计技术	(179)
三、沿海特殊立地类型造林技术	(186)
第三节 治沙造林	(189)
一、我国沙漠、沙地概况	(190)
二、治沙造林成效及综合治沙经验	(194)
三、固沙造林技术	(202)
第四节 农林复合经营技术	(206)
一、农林复合经营的特点与发展	(206)
二、农林复合经营系统的分类	(207)
三、农林复合经营的规划设计	(210)
四、我国农林复合经营的几种主要类型	(216)
主要参考文献	(219)
第七章 林业生态工程综合效益评价	(221)
第一节 林业生态工程综合效益	(221)
一、综合效益的基本含义和理论基础	(221)
二、综合效益研究的现状	(229)
三、综合效益研究的内容与方法	(236)
第二节 林业生态工程综合效益评价方法	(243)
一、评价指标体系	(243)
二、综合效益评价与预测系统	(251)
主要参考文献	(259)
第八章 林业生态工程信息管理	(260)
第一节 信息管理基础	(260)
一、管理信息系统(MIS)	(260)
二、地理信息系统与遥感技术	(263)

三、计算机网络	(268)
第二节 林业生态工程区域性信息管理	(271)
一、空间信息的获取	(272)
二、区域性林业生态工程信息管理系统	(274)
第三节 林业生态工程信息管理网络	(279)
一、回顾与展望	(279)
二、信息管理系统网络的分级与建立方法	(280)
主要参考文献	(286)

第一章 绪 论

第一节 林业生态工程的概念与类型

一、生态工程的概念与类型

马世骏教授 1986 年在《中国的农业生态工程》一书中指出：“工程是指人类设计的、具有一定结构的工艺系统。生态工程则是应用生态系统中物种共生与物质循环再生原理，结合系统工程中最优化方法，设计的分层多级利用物质的工艺系统。生态工程的目标就是在促进自然界良性循环的前提下，充分发挥物质的生产潜力，防止环境污染，达到经济效益与生态效益同步发展。”

王如松教授 1997 年 7 月 25 日在《中国科学报》海外版发表的《生态工程与可持续发展》一文中指出：“生态工程是一门着眼于生态系统持续发展能力的整合工程技术。它根据生态控制论原理去系统设计、规划和调控人工生态系统的结构要素、工艺流程、信息反馈关系及控制机构，在系统范围内获取高的经济和生态效益。不同于传统末端治理的环境工程技术和单一部门内污染物最小化的清洁生产技术，生态工程强调资源的综合利用、技术的系统组合、科学的边缘交叉和产业的横向结合，是中国传统文化与西方现代技术有机结合的产物。”

生态工程的关键在于生态技术的系统开发与组装。它不同于传统技术与高新技术的地方，在于着眼于生态系统整体功能与效率，而不是单个产品、部门、单种废弃物或单个问题的解决；强调当地资源和环境的有效开发以及外部条件的充分利用，而不是对外部高强度投入的依赖；强调技（技艺）与术（谋术）的结合、纵与横的交叉以及天与人的和谐。与高新技术相比，生态工程投资少、周期短、技术精度和人员素质要求不太高，其实质是用经济手段解决环境问题，从系统整合中获取资源及废弃物开发的综合效益。

早在 3000 多年前，中华民族就已形成了一套鲜为人知的“观乎天文以察时变，观乎人文以功成天下”的人类生态理论体系，包括道理（即自然规律，如天文、地理、水文、气象等）、事理（即对人类活动的合理规划管理，如中医、农事、军事、家事等）和情理（即社会行业的准则，如伦理、法律等）。中国社会正是靠着对这些天时、地利、人和关系的整体认识，靠着物质循环再生、社会协调共生和修身养性自我调节的生态观，维持着其几千年稳定的社会结构，形成了独特的生态工程技术。90 年代以来，在以马世骏院士为首的中国生态学家的倡导下，我国城乡生态工程建设蓬勃发展，农业、林业、渔业、牧业及工业生态工程模式如雨后春笋涌现，取得了显著的社会、经济和环境效益，得到各级政府的广泛支持和群众的积极参与，获得国际学术界的好评。在许多典型示范区，通过生态工程建设，农村能源问题、粮食增产问题、环境治理问题及农村剩余劳力问题都获得了较好的解决。

从实践中可以看出，生态工程主要类型可划分为 3 种。

（一）能量与物质的多级利用技术

生态系统生产力的高低,决定于能量与物质的合理利用。相同的能量物质,在不同结构的生态系统中,转化率不同,关键在于能量与特质的多级利用。在生态系统和生态经济系统中,这种多级利用又可以分为以下2种。

1. 自然资源的多层次利用

自然资源如光、热、水、土、气,在一定自然地理条件下是一个相对“常量”。为了提高某一区域生态系统的生产力,关键在于多层次利用自然资源。植物群落,特别是乔、灌、草组成的植物群落是这些自然资源理想的利用转化者。因此,设计和建造优质、稳定的以木本植物为主体的植物生态系统,实现能量、物质的多层次利用,是生态工程的重要内容之一。

2. 生物产品的多级利用

自然生态系统的生物产品,对人类社会而言有经济产品与非经济产品之分。其中,经济产品(如木材、粮食、肉类)是可为人类直接利用的,而非经济产品(如枯枝落叶、草类、动物排泄物)则要经过各种途径返回自然界。设计和建造优质、稳定的生态系统,使这些不能直接被人类利用的非经济生物产品,经人工选择的营养级生物种群转化成多种经济产品,也是生态工程的重要内容。

(二) 资源再生技术

由于物质的高度富集,人类的生活与生产活动中,会不断产出有害的“废物”,如污水、废气、垃圾、养殖场的排泄物,都会给环境造成严重污染,成为人类生存的“公害”。将这些废弃物作为一种可利用的资源,使它们净化再生,也是生态工程的重要任务之一。

(三) 共生、互生、抗生关系利用

自然生态系统中生物种群之间,存在着共生、互生与抗生关系。共生、互生关系是指生物种群之间的互利共生与偏利共生关系。抗生关系是指不容并存的“敌对”关系。巧于利用这种共生、互生与抗生关系,维持优化的人工复合生态系统,也是生态工程的重要内容。

二、林业生态工程的概念与特点

林业生态工程是生态工程的一个分支。根据我国林业生态工程建设实践,我们提出的初步概念如下:林业生态工程是根据生态学、林学及生态控制论原理,设计、建造与调控以木本植物为主体的人工复合生态系统的工程技术,其目的在于保护、改善与持续利用自然资源与环境。

林业生态工程包括传统的森林培育与经营技术,但是,它又与造林和森林经营有以下区别:

(1) 传统的造林与森林经营是以林地为对象,在宜林地上造林,在有林地上经营。而林业生态工程以包含多种地类的区域(或流域)为对象。造林与森林经营的目的在于设计、建造与调控人工的或天然的森林生态系统,而林业生态工程的目的是设计、建造与调控某一区域(或流域)的人工复合生态系统,例如农林复合生态系、林牧复合生态系统。

(2) 传统的造林与森林经营在设计、建造与调控森林生态系统过程中,主要关心木本植物与环境的关系,林地上木本植物的种间关系以及林分的结构功能、物流与能量流。而林业生态工程主要关心整个区域人工复合生态系统中物种共生关系与物质循环再生过程,以及整个人工复合生态系统的结构、功能、物流与能量流。

(3) 传统的造林与森林经营的主要目的在于提高林地的生产率,实现森林资源的可持续

利用与经营。而林业生态工程的目的在于提高整个人工复合生态系统的经济效益与生态效益,实现生态系统的可持续经营。

(4) 传统的造林与森林经营的设计、建造与调控森林生态系统过程中只考虑在林地上采用综合技术措施,而林业生态工程需要考虑在复合生态系统中的各类土地上采用综合措施。人们常说的“山水田林路综合治理”,就是这种意思。

三、林业生态工程的主要内容和类型

(一) 林业生态工程的主要内容

林业生态工程的目标是建造某一区域(或流域)的以木本植物为主体的优质、稳定的复合生态系统。林业生态工程的主要内容可划分为以下3个部分。

1. 生物群落建设工程

这是把设计的种群按一定的时间顺序或空间顺序定植或安置在复合生态系统之中。例如各种农林复合生态系统、农牧复合生态系统。生物种群的合理选择与匹配是建造人工生态系统的前提。林业生态工程的主要种群可以是乔木,也可以是灌木,甚至草类。

2. 环境改良工程

人工复合生态系统主要在非森林环境中建造。为了保证植物(包括作物)正常生长发育,必须改良当地立地条件。例如改善造林立地条件的各类蓄水整地工程、径流汇集工程、风沙区沙地造林采用的人工沙障、防止各类侵蚀的水土保持工程、地面覆盖保墒、吸水剂应用、低湿地排水工程等。目的在于为复合生态系统的建造提供一个良好的环境条件。在一些严重退化的困难立地条件下,不采用环境改良或治理工程,就很难建造稳定的复合生态系统。

3. 食物链工程

食物链工程包括生产性食物链与“减耗”性食物链。生产食物链可以有效地利用绿色植物产品或加工剩余物转化成经济产品。例如有人在太行山区采用肉鸡、肉鹅、肉兔等作为林业生态工程的生产性食物链,取得了较好的经济效益。广东省珠江三角洲的桑基鱼塘,用鱼作为生产性食物链已有几百年成功的历史。

“减耗”型食物链在国内外也都有很多成功的范例。例如山东日照市利用人工放养灰鹊雀控制森林病虫害效果显著。太行山区利用人工放养益鸟控制林冠害虫的效果也很显著。

食物链在林业生态工程中的应用,其本身又是建造人工生态系统工作的一部分。例如,用柞蚕代替食叶害虫,用蜜蜂代替野蜂,用驯化的草食动物代替野生草食动物等。这样有利于提高生态系统的总体效益。

(二) 林业生态工程的类型

根据生态系统工程在某一固定区域建设的目的、结构与功能,林业生态工程可划分为以下几种类型:

- (1) 山丘区林业生态工程;
- (2) 平原区林业生态工程;
- (3) 风沙区林业生态工程;
- (4) 沿海林业生态工程;
- (5) 城市林业生态工程;
- (6) 水源区林业生态工程;

- (7) 复合农林业生态工程;
- (8) 防治山地灾害林业生态工程;
- (9) 自然保护区林业生态工程。

第二节 生态环境问题与林业生态工程的作用

一、生态环境的概念

生态环境是指影响人类生存与发展的水资源、土地资源、生物资源以及气候资源数量与质量状况的总称。生态环境亦可简称环境。

所谓生态环境问题,是指人类为其自身生存和发展,在利用和改造自然界的过程中,对自然环境破坏和污染所产生的危害人类生存的各种负反馈效应。导致生态环境问题的原因,可分为两大类,一是不合理地开发和利用自然资源而对自然环境的破坏,即通常所指的生态破坏问题,如滥伐森林、陡坡开垦等造成的水土流失、土地退化、物种消失等;二是因工农业发展和人类生活所造成的污染,即环境污染问题。在有的地区,环境问题可能以某一类为主,但在更多的地区都是两类问题同时存在。

如何解决全球生态环境问题和实现可持续发展,是目前国际政治和国际关系探讨的“热点”事务。世界观察研究所所长莱斯特·布朗说,今后几十年“在世界新秩序中,发挥领导作用的很可能是建立在保护环境基础上能持久发展的经验,而不是军事上的强大”。他认为,谁抓住世界新秩序的旗号,谁在生态环境问题上主动采取行动,谁就能在今后的国际舞台上起到领导作用。联合国环境规划署(UNDP)前执行主任托巴尔博士说“冷战已结束,环境问题一跃而成为世界之榜首”。

1972年斯德哥尔摩的人类环境会议至今已有20多年,国际社会关于环境问题认识的一个突出变化就是森林问题日益受到重视,国际化和政治化色彩越来越浓。森林是人类的摇篮,人类从诞生之日起就与森林结下了不解之缘。森林不仅为人类提供了木材和其他林产品,而且还具有涵养水源、保持水土、防风固沙、游憩保健、保护物种等多种作用,给人们提供了一个优美、安谧的生活环境。但随着人口的迅速增长、工农业的不断发展,人类不惜代价地砍伐森林和侵占林地,森林以惊人的速度减少,已严重危及人类的生存环境,同时也制约了经济的发展。全球环境问题如温室效应、生物多样性锐减、水土流失、沙漠化扩大、土地退化、水资源危机、大气污染、臭氧层破坏、噪声污染等都与陆地生态系统主体的森林资源遭受破坏有着直接或间接的关系。1984年罗马俱乐部的科学家们强烈呼吁:“要拯救地球上的生态环境,首先要拯救地球上的森林”。1991年联合国欧共体主席雅克戴洛斯强调:“森林是政治、经济和生态这一新思想的核心问题”。目前,国际社会已开始站在人类命运和地球前途的高度来认识森林的作用和地位。1991年“世界粮食日”的主题是“森林与生命”,联合国粮农组织总干事萨乌马指出:“森林即人类之前途,地球之平衡”,法国前总统密特朗认为:“森林代表着经济、社会和文化财富”,我国前国家科学技术委员会主任宋健指出:“地球是宇宙中的一叶孤舟,是到目前为止我们所知道的唯一能维持生命进化的摇篮,它非常脆弱,地球以外没有人类可以迁移的绿洲。我们没有近邻可以呼救”。

1992年联合国在巴西召开了有172个国家参加的“人类环境与发展大会”,与会各国共同

签署了5个重要公约,将森林摆到了十分重要的位置。《21世纪议程》中指出“森林资源对于发展和环境保护是至关重要的”。《关于森林问题的原则声明》也明确强调:“森林这一主题涉及环境与发展的整个范围内的问题和机会,包括在持续的基础上进行社会经济发展的权力在内”,“森林对于经济发展和维持种种形式的生命是必不可少的”。当前森林问题已成为全球生态环境的核心问题,森林是环境与经济协调持续发展的关键,是人类赖以生存和创造文明的基础。保护和发展森林将成为缓解环境危机和实现经济、社会与环境协调持续发展的根本措施之一。

二、我国的生态环境问题

中国科学院生态环境研究中心在《中国生态环境的预警研究报告》中,对我国生态环境做出了基本评价:“先天不足,并非优越;人为破坏,后天失调;局部有改善,整体在恶化;治理能力远远赶不上破坏速度,环境质量每况愈下,形成了中国历史上规模最大、涉及面最广、后果最严重的生态破坏和环境污染”。中国主要的生态环境问题有以下几方面。

(一) 自然环境先天脆弱

我国是一个多山国家,山区面积约占国土面积的2/3,山区是我国众多江河的源头。由于地形复杂,在重力梯度、水力梯度的外营力作用下易造成水土流失,再加上地质新构造运动较活跃,山崩、滑坡、泥石流危害严重。同时,还有分布广泛、类型多样、演变迅速的生态环境脆弱带,我国沙漠、戈壁、寒漠面积约占国土面积的1/5。特殊的地理位置使我国季风气候显著,雨热同季,夏季炎热多雨,冬季干燥寒冷。我国降水量地区差异和季度变化大,导致全国范围内旱涝灾害频繁,严重影响工农业生产。我国暴雨强度大,分布广,是易造成洪涝、水土流失乃至泥石流、山崩、塌方、滑坡的重要原因。我国北方易形成大风雪天气,在农业上有早、晚霜出现。在我国独特的地质地貌基底上,一旦植被破坏,则水热优势立即会转化为强烈的破坏力量。

(二) 水土流失严重

据调查表明,我国土壤侵蚀面积为367万 km^2 ,占整个国土面积的38.2%。其中水蚀面积179万 km^2 ,风蚀面积188万 km^2 。

三北黄土高原,面积58万 km^2 ,水土流失面积占总面积的79%,土壤侵蚀模数平均达3000 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,沟壑密度达1.3~8.1 km/km^2 ,每年流入黄河的16亿 t 泥沙有80%是来自本区。黄河流域面积为美国密西西比河的73%,而输沙量为该河的5倍以上。燕山、太行山山区水土流失面积占总面积的50%,土壤侵蚀模数1000~1000 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。辽河流域水土流失面积占流域面积的25.9%,平均侵蚀模数2000~3000 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。长江流域水土流失面积已达56万 km^2 ,比50年代增加了55.6%,年流失土壤22.4亿 t 。珠江流域水土流失面积约7.7万 km^2 ,年流失土壤2.3亿 t 。淮河流域水土流失面积5.5万 km^2 ,丘陵、山区的水土流失面积占总面积的54%,年流失土壤1.8亿 t 。

(三) 荒漠化扩大

我国是世界上荒漠化面积大、危害严重的国家之一,全国荒漠化土地面积262.2万 km^2 ,占国土面积的27.2%,超过全国现有耕地面积的总和。主要分布在新、甘、青、宁、陕、内蒙古、晋、冀、辽、吉、黑等11个省、自治区,形成长达万里的风沙危害线。有近1/3的国土面积受到风沙的威胁,60%以上的贫困县集中在这里。荒漠化扩展速度由50~70年代的每

年 1560km²，增至 80 年代以来的 2460km²。

沙尘暴造成的危害极其严重，如 1993 年 5 月的西北沙尘暴危害 4 省(自治区)110 万 km²，造成 85 人死亡，31 人失踪，伤 264 人，大面积农作物受损，12 万头牲畜死亡和失踪，毁损大量水利设施，直接经济损失达 5.43 亿元。沙尘暴调查表明，凡是植被保护好的地方，灾情相对要轻。宁夏中宁县情况就是一个例证，这次大风从西北向东南刮去，中宁县西北面首当其冲，但由于有完善的农田林网，农作物遭灾极轻，而位于县南的长山头乡农业开发区，光秃一片，已开垦的万亩农田，有相当部分被沙压埋，约占 1/3 的作物颗粒无收。

(四) 水资源紧缺，污染严重

我国降水总量约 6 万亿 m³。但全国现有水利设施供水能力 4 660 亿 m³，实际用水量 4 770 亿 m³，人均占水量仅是世界平均水平的 1/4。预计到 2000 年全国用水总量将超过 7 000 亿 m³，从而进入水资源危机初期。由于我国的季风气候特征，造成水资源在年内、年际变化很大，一些河流出现连枯连丰现象，年径流量的最大值与最小值之比相差几倍或十几倍，如长江、珠江为 4~5 倍，黄河、海河为 14~16 倍。年内雨季集中，造成雨季绝大部分降雨随江河一次性入海，无效水比例大，其他季节河流径流量很少，引起洪水泛滥或供水不足。我国水资源地区分布不协调，东南水量占全国总水量的 82.2%，西北水量仅占 17.7%。主要干旱缺水地区，一是西北内陆河流域；二是黄、淮、海、辽河流域；三是南方高原山丘区；四是辽东等沿海及沿海岛屿。由于大量未经处理的生活与工业废水直接流入江河，造成水质严重污染。

(五) 森林覆盖率低

我国生态环境恶劣、自然灾害频繁的主要原因是森林覆盖率低，分布不均。我国森林主要集中在东北和西南地区，华东、华中、华南地区的森林面积只占全国森林面积 17.96% 左右，华北和西北地区森林则更少。虽然目前我国实现森林面积、蓄积双增长，但森林覆盖率只有 13.92% (世界平均覆盖率为 23%)；在世界 160 个国家中，我国人均面积和蓄积位于 120 位，我国防护林比重不足，防护林面积仅占全国森林面积的 12.2%。

我国区域性防护林过于零星分散，整体功能不强，与保护生态环境的需求不相适应。全国还有 240 万 hm² 宜林荒山有待绿化，186 万 hm² 农田待建防护林网。根据一些国家的经验，防护林应占森林面积的 20%~25% 比较适宜。2000 年中国环境预测项目研究结果表明：我国森林覆盖率应达 30% 左右，专用防护林占森林总面积的 25% 左右为宜。

(六) 天然林生态系统和野生动、植物面临危机

中国是世界上生物多样性最丰富的国家之一，其丰富程度占世界第 9 位。中国的野生动物和植物分别占世界总数的 9.8% 和 9.9%，中国陆地森林生态系统有 16 大类和 185 类，区系丰富，生态类型多，为野生动物栖息和繁衍创造了优越的条件。中国特有属种相当丰富(种子植物有 10 个特有科、321 个特有属、约有 10 000 个特有种；兽类有 1 个特有科、8 个特有属、63 个特有种)。中国陆地的野生动、植物有 80% 以上物种在森林中生存。红树林是热带和亚热带海岸线上一种特殊森林生态系统，一方面有促淤、防浪护堤的作用，被人们誉为“海岸卫士”；另一方面是多种海洋生物栖息场所。我国海南的东北部和东部沿海一带红树林分布广，过去海南曾有 8000hm² 红树林，目前只剩下不足 700hm²。广东、福建沿海大片红树林被破坏。我国的热带森林占国土面积的 0.5%，主要分布在海南和西双版纳等地区。

中国现有天然林主要分布在东北地区和西南地区，据清查，1975 年其面积为 9 817 万 hm²，到 1985 年面积降为 8 675 万 hm²。天然林生态系统的破坏，致使野生动物栖息繁衍地日

益缩小,加上人为乱捕滥猎,导致物种数量减少和濒临灭绝。据有关资料,中国野生动物有4 000多种处于濒危和受威胁状态,近几十年已绝迹的有麋鹿、野马、高鼻羚羊等10余种,还有20多种濒临灭绝,如华南虎现存仅20~30只,赤颈鹤只有6~10只。中国动、植物种类中,已有15%~20%的物种受威胁,高于世界10%~15%的水平。

(七) 气温呈上升趋势

1992年,全国废气排放量为10.5亿 m^3 (不包括乡镇工业)。其中烟尘排放量1 414万t,比1991年增长7.6%; SO_2 排放量1 685万t,比1991年增高3.9%。中国大范围地区气温上升与此关系紧密。中国近年连续冬暖,最明显的地区是华北、东北、西北地区,平均气温增高了0.3~1.0 $^{\circ}\text{C}$,这将大大加速华北、东北、西北地带干旱化的进展。据地矿部1991年一项研究表明,中国渤海地区目前海面呈持续上升的趋势,将出现浸湿陆地、沿海农田盐渍化、自然生态失调的问题。

三、林业生态工程的作用

环境问题的实质是生态系统的维护问题。全球环境战略的重点将是优先改善或解决与全球环境密切相关的林业生态工程问题。基于对环境保护的新认识,我国环境保护工作的重点应逐步由污染防治转移到整个生态环境的保护与建设。

森林是陆地生态系统的主体和人类赖以生存的重要自然资源,是地球上功能最完善、结构最复杂、生物产量最大的生物库、基因库、碳储库和绿色水库,是维护生态平衡的重要调节器。林业生态工程是国家生态环境保护和整治的基本内容和首要任务,是实现农业高产稳产、水利设施长期发挥功效、减轻自然灾害的重要保障和有效途径。林业生态工程作用的实质是森林对环境的影响。林业生态工程不仅可以保护现有的自然生态系统,而且可以使已破坏的生态系统重建、更新和复壮。

(一) 林业生态工程与土壤侵蚀

森林的枯枝落叶层不仅可以吸收2~5mm的降水,而且可以保护土壤免遭雨滴的冲击。枯枝落叶层腐烂后,参与土壤团粒结构的形成,有效地增加了土壤的孔隙度,从而使森林土壤对降水有极强的吸收和渗透作用。树冠对森林土壤有双重作用,一方面可以减少降水到地面的高度和水量(林冠可吸收10~20mm降水),另一方面林冠截留的降水要积聚到一定程度才降落而且集中在一点上,使得水的破坏力增强但作用不大。森林中有大量的动物群落和微生物群落活动,林木根系强大的固土和穿透作用都能有效地增加土壤孔隙度和抗冲刷能力。森林土壤的稳渗速率一般在200mm/h以上。根据北京林业大学1991~1995年在长江三峡库区的观测研究成果,在人工降雨条件下林地地表径流量明显小于其他地类。马尾松林地平均地表径流系数为0.073,杂灌草坡地为0.163。在场降雨条件下,裸露山坡地表流量是马尾松林地的4.92倍。坡面土壤流失小区观测成果表明,坡度为33 $^{\circ}$ 的松栎混交林地与马尾松纯林地年土壤流失量分别为61.6t/ km^2 及62.6t/ km^2 ,裸荒地(盖度<0.25)为5 519.6t/ km^2 。裸荒地年土壤流失量约为林地的90倍。农耕坡地(24 $^{\circ}$)的年土壤流失量与裸荒地相近,分别为3 400t/ km^2 及3 396t/ km^2 。林地的保土作用与坡度、郁闭度、活地被物盖度以及枯落物数量有关。据中国科学院水土保持研究所观测,在降水量346mm的情况下,林地上每公顷的冲刷量仅为60kg,草地上为93kg,农耕地上为3750kg,在休耕地上为6750kg。据日本的观测资料,森林采伐后的径流量较采伐前增加1.15倍,高峰流量增加1.05倍。四川巫山县森林覆盖率