

全国高等农业院校试用教材

林 学 概 论

河北农业大学主编

农业经济管理专业用

农业出版社

全国高等农业院校试用教材

林 学 概 论

河北农业大学 主编

农业经济管理专业用

农 业 出 版 社

主 编 赵锡如

编写人员 (以姓氏笔画为序)

冯巾帼 米 锐 胡庆恩

主 审 张正崑

审稿人员 关君蔚 孙时轩 刘一樵

王九龄 钱耀明 李志增

全国高等农业院校试用教材

林 学 概 论

河北农业大学 主编

* * *

责任编辑 蔡文淇

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787·1092毫米 16开本 21印张 452千字

1985年7月第1版 1985年5月北京第1次印刷

印数 1—7,700册

统一书号 4144·570 定价 3.70元

前 言

本书是在 1981 年 7 月全国高等农业院校农经管理专业教材研究讨论会上决定编写的。1982 年 11 月，农牧渔业部委托河北农业大学编写。1983 年 1 月召开了编写会议，提出了编写大纲。

本书于 1983 年 7 月完成初稿。全书共分十章，着重阐述森林生态、树木学、林木栽培、主伐与更新和森林抚育等基本原理。并增加森林效益一章，以增强对森林的认识。11 月 25 日在北京林学院召开了审定会。

本书在编写过程中，北京林学院范济洲教授、张正崑副教授、关君蔚教授、孙时轩、刘一樵、王九龄副教授、北京农业大学辛德惠副教授、中国林业科学研究院钱耀明博士、河北林业专科学校裴保华、郑均宝副教授、李志增讲师和山东农学院梁玉堂副教授等，为教材提供了宝贵的意见，对充实本教材做出了积极的贡献。

由于时间仓促，水平有限，书中错误在所难免，衷心希望读者提出宝贵意见，以便今后进一步修改和补充。

编 者

1984 年 8 月

目 录

绪 论	1
第一章 森林概念及其效益	4
第一节 森林概念	4
第二节 森林的直接效益	4
第三节 森林的间接效益	6
第四节 利用森林防治大气污染	12
第二章 森林环境	20
第一节 光因子	20
第二节 温度因子	29
第三节 水分因子	38
第四节 土壤因子	49
第五节 生物因子	55
第六节 地形因子	60
第七节 大气因子	66
第三章 森林群落的演替	71
第一节 森林群落结构特征	71
第二节 森林群落的发生和演替	78
第三节 森林分布	84
第四章 森林生态系统简述	96
第一节 生态系统的一般概念	96
第二节 生态系统的生物种群	98
第三节 生态系统的能量流	100
第四节 生态系统的物质循环	104
第五章 主要树种简述	109
第一节 针叶树种	109
第二节 阔叶树种	132
第三节 灌木树种	193
第六章 种子与苗木培育	203
第一节 林木种子	203
第二节 采种和调制	210
第三节 种实贮藏	213
第四节 种子休眠与催芽	216
第五节 苗圃的建立	219

第六节 苗圃整地和施肥	221
第七节 苗木的培育	223
第八节 苗木出圃	235
第七章 造林的基本理论与技术	238
第一节 造林区划	238
第二节 造林树种选择与适地适树	241
第三节 人工林的组成	245
第四节 造林地与造林整地	249
第五节 造林密度与种植点的配置	260
第六节 造林方法	267
第七节 幼林抚育	275
第八节 造林地的检查验收	276
第八章 森林抚育间伐	278
第一节 抚育间伐的概念和目的	278
第二节 抚育间伐的理论基础	279
第三节 抚育间伐的种类和方法	282
第四节 抚育间伐的技术要素	287
第五节 抚育间伐的效果	293
第六节 次生林的经营	294
第九章 森林主伐与更新	301
第一节 皆伐与更新	302
第二节 渐伐与更新	308
第三节 择伐与更新	309
第四节 采伐、集材对伐前更新的影响	311
第五节 采伐迹地的清理	313
第六节 矮林作业	314
第七节 中林作业	317
第十章 森林防火	320
第一节 森林火灾的发生	320
第二节 森林火灾的预防	323
第三节 森林火灾的发现与扑救	326

绪 论

森林是以乔木为主体的一种生物群落。林学概论所研究的范畴主要包括森林生态学、造林学和森林经营管理等几部分。森林生态学是研究生物之间及其周围环境之间相互关系的科学。因此，森林生态学把森林看作一个生物群落，研究构成该群落的各种树木与其它生物之间的相互关系，同时也研究这些生物与它们所存在的外界环境之间的相互作用。森林环境和森林群落是研究森林生态学的主要内容，但由于科学的进展，目前又把森林群落和外界环境一起作为一个生态系统来进行全面的研究。

造林学是论述营造和培育森林的理论及其技术的科学。它所研究的内容包括：良种壮苗的生产，无林地的造林、人工林和天然林的主伐更新，幼林及成林的抚育间伐等理论和技术。

森林是人类非常宝贵的可再生资源。它不仅为人民生活和经济建设提供直接经济效益，而且还有改造自然、美化环境、水土保持、调节气候、保障农田丰收和维持生态平衡的间接效益。

森林的主产品用途很广，数量很大，与经济建设和人民生活紧密相连。例如，建筑、桥梁、造船、矿柱、车辆、家具和造纸工业等均需要大量木材。森林还能提供大量的工业原料：如生漆、桐油、橡胶、单宁、松脂和芳香油等。干果有：板栗、红枣、柿子和核桃等。贵重药材有：杜仲、喜树、三尖杉、五味子、刺五加和枸杞等。

近年来，世界各国对森林的间接效益有了更进一步的研究，并对森林的间接效益进行了经济上的评价。美国估算森林的直接效益与间接效益之比为 1:9，芬兰估算为 1:3。据研究一个国家森林覆盖率在 30% 以上，并均匀分布，才能保障国土的安全和减轻自然灾害。

随着工业的发展，尤其是冶炼、石化和交通运输业的进步，使空气受到严重的污染，如有害气体二氧化硫、氯气、氟化氢、臭氧和二氧化碳等，严重影响着人类的身心健康。另外，水源和土壤的污染、城市噪音，日趋严重。因此，引起世界各国的极大重视，纷纷寻求治理污染的良方。研究结果认为，绿色植物是吸毒制氧的灵丹妙药。一公顷阔叶林，每天可吸收 1,000 公斤二氧化碳，放出 730 公斤氧气。每公斤柳叶杉（干重）每月可吸收 3 克二氧化硫。广州测定，绿化好的街道比没有绿化的街道含尘量可降低 56.7%。森林在环保工作中，具有非常重要的价值。

我国土地辽阔，树种繁多，乔灌木约有 8,000 余种，其中金钱松、水松、油松、水杉、建柏、杜仲、喜树、荔枝、香果、油桐、漆树均为我国独有。杜仲为降血压的特种药材。

喜树(珙桐)可以提取抗癌药物。油桐为重要的工业原料。漆树的生漆可作重要变性漆的原料,广泛用于国防和民用工业。从三尖杉和粗榧中可以制取抗血癌的药物,已成白血病患者希望。

环境对于植物群落的形成、发展、结构和功能的影响,是建立在环境与植物群落的相互促进和互相制约的生态关系上。这种关系已成自然规律,即是植物群落内部、植物和其它生物、植物与环境存在着能量传递、物质循环和信息调解等。我们揭露这种自然规律,是研究植物群落和生态系统理论的基本任务。应用植物群落和生态系统的理论,可以揭示群落的结构、功能、形成和发展以及环境的关系。利用其规律改造群落、利用群落,充分发挥群落的生产潜力。利用群落改造自然环境,以维持其生态平衡。

本学科的主要任务是:阐明森林与环境的相互关系、森林的结构与功能、调解控制原理和森林培育及抚育、主伐更新等理论,为不断扩大森林资源,有效地提高生物产量,充分发挥森林多种效益和维护及建立稳定性强的生态平衡提供科学依据。

我国历史悠久,人民勤劳勇敢,在长期生产实践中,创造了丰富的造林经验。早在公元533—544年,全世界最古老的农业科学专著之一,贾思勰的《齐民要术》已经问世,并对造林技术进行了总结。例如,桑、柘、榆、白杨、楮槐、柳、楸、梓、梧桐、泡桐、柞、竹等。其中桑和柘又用于养蚕,竹用于笋之外,其余均用于普通器具,柞为硬材,其它为生长迅速的软材树。《齐民要术》中还记载:“凡栽一切树木,欲记其阴阳,不令转易。阴阳易位则难生。小小栽者,不烦记也”。这时我国的造林技术已发展到了一个相当高的水平。

但我国数千年封建王朝的统治和帝王将相们的奢侈生活,以及大兴土木,使森林遭到严重破坏。随后军阀混战,帝国主义的掠夺,森林资源的破坏程度尤为惨重,使森林面积迅速减少,并且多分布在边远地区。所以,造成我国木材短缺,水土流失严重,水旱灾时有发生。例如,河北和山西两省,水灾唐代每百年为2.8次,到清代增加到5.6次。旱灾唐代每百年为6.6次,而到了清代就增加到了34.2次,水旱灾发生的频率增高,与森林面积大量减少有着密切关系。

全国解放以后,我国的造林事业蓬勃发展,国家对林业也非常重视;1979年中华人民共和国全国人民代表大会常务委员会通过《中华人民共和国森林法》(试行),同时决定每年3月12日为植树节。1980年3月5日中共中央、国务院发出《关于开展植树造林的指示》。以上都说明了林业在国家经济建设中的重要性和深远意义。由于国家对林业的重视,广大群众和林业工作者的积极努力,造林工作取得了很大的进展。

据统计,我国历年造林保存面积为4.2亿亩,四旁植树119亿株,森林面积已发展到18亿亩。造林虽然取得了很大成绩,但由于国土辽阔,森林覆盖率仍然很低,仅有12.7%。每人平均占有森林面积排在世界第120位。如果一个国家的森林面积占30%以上时,并且分布均匀,可以调节气候,减免自然灾害,目前我国离此标准相差甚远,尚需努力。

我国今后营林重点是大力开展植树造林活动,提高造林质量,增加森林覆盖率,大力营造水土保持林,特别是黄河上游及其沿岸。保护好长江上游和高山江河的水源林,加速

建设西北、华北和东北（三北）防护林体系和尽快绿化太行山，使黄龙变绿龙，造福于人民。严禁乱砍乱伐，防止水土流失，对森林进行科学管理。

我国目前在林业工作中，还存在一些问题。例如，抗旱树种的选育，良种基地、苗木质量、适地适树，人工林的抚育采伐强度，主伐方式，快速更新等方面，极待进行深入的科学研究，并将研究成果迅速推广应用。

为了学好“林学概论”这门课，必须学好专业基础课和与林学概论有关的课程。如植物学、土壤学、肥科学、植物分类学、遗传学和生物统计学等各门课程。学习中要培养学生独立思考、理论联系实际、灵活运用、解决实际问题的能力。所以，在教学过程中既要注意到农业经济专业、要求面广、理论性强，又要求有一定的实践性，使学生将来在审定经济计划 and 政策时，具备林业科学和一般生物科学规律方面的知识，同时也要重视讲授技术，使学生参加生产劳动，认识理论与实践统一的重要性。运用所学到的知识，去解决实际问题，如何将科学转变为生产力，来提高经济效益，这是学习本课程的主要目的。

第一章 森林概念及其效益

第一节 森林概念

研究森林的效益首先必须认识森林，森林绝对不是树木的堆积，应当理解为：森林是以乔木为主体的一种生物群落。其中包括植物、动物和外界环境条件，而且三者是不断发展，互为影响的统一体。

森林的生存和发展除受环境条件制约外，还受树木自身的遗传性、变异性和同化作用等所制约。森林的下种更新和自然稀疏衰亡过程是森林群落生存和发展的主要内部矛盾，也是森林的生存和发展的主要动力。

森林的更新和衰亡过程是与外界环境紧密相连，同时共存。森林对环境有一定的要求，（土壤厚度、养分和水分等）。因此，也有适应环境的能力。森林适应外界环境的过程，往往也是改造环境的过程。例如，由桦木组成的森林群落常常发生在空旷地上或火烧迹地上。由于桦木群落的形成，枯枝落叶层加厚，土壤肥力增加，林内湿度加大，为耐阴树种云杉和冷杉在林冠下更新创造了条件，使环境得到改造。由桦木纯林发展成异龄混交林，由低生产力阶段发展到高生产力阶段。因此说森林受环境的制约，同时也影响着一定范围内的外界环境。

不同林型特点决定着动物的组成，同时也为各种动物提供了食物及隐蔽场所。森林的存在还为幼小动物创造了发育成长的必要条件。例如，在红松林内松鼠和榛鸡的数量与红松的种子年有密切的关系，常常是在种子年之后松鼠和榛鸡的数量明显地增加。榛鸡冬季在赤杨林和桦木林内越冬，它们的主要食物是赤杨和桦木花序及芽子。星鸦白天在红松林内寻食，夜间在云冷杉林内寄宿，并将红松种子带入云杉和冷杉林内，为红松播种。森林中生活着大量的鸟类以森林害虫为食，抑制了虫害的发生。所以动物也是组成森林的一部分，它们是互为依存。

第二节 森林的直接效益

森林是重要资源，是人类宝贵财富，素有“绿色金子”之称。森林不仅能提供木材、能源和多种多样的林副产品，而且还是保持生态平衡的主要组成部分。

森林还对保障农业丰收、涵养水源、防风固沙、调节小气候、防治大气污染和净化空气等方面，均有较好的效能。美化城镇环境、阻尘杀菌、减少疾病、增进人的身心健康，

为人类提供精神财富，这又是森林的一个重要贡献。

森林的效益包括两个方面，一是直接效益，二是间接效益。直接效益是指木材及其副产品的利用。而间接效益是指森林本身独特的有利特性及其间接的有益影响。

一、森林的主产品

森林的主产品就是指木材而言。木材是国家经济建设重要原料，其价值仅次于钢铁、煤和石油。同时也是重要能源。

工业建设方面需要大量木材，例如，修建铁路、公路、桥梁和矿山建设等。据统计，生产一吨纸浆需要 3.5—5.5 立方米木材。

国防方面。国防施工需要大量木材。飞机、军舰、枪枝和车船均需要特种木材。

文体方面。很多乐器和体育器材都离不开木材。

家庭所用木材的数量就更大了，日常生活中处处离不开木材。在某种程度上钢铁代替不了木材，尤其是用于绝缘方面。木制家俱比钢铁家俱美观，接触舒适。钢铁家俱冬天触之冰冷，特别是在寒冷地区使人望而生畏。

总之，木材在国民经济中占有重要地位。我国主要木材产地有：黑龙江，内蒙古，吉林，云南，新疆，浙江，甘肃和台湾等省（区）。在世界上，有许多国家林业生产在国民经济中占有重要地位，如芬兰、瑞典、挪威和加拿大等国，芬兰 1969 年出口物资中林产品占 65%，瑞典 1969 年林产品出口额占总出口量的 30%。加拿大十大工业中纸浆工业占第一位，1971 年林产品的出口额高达 31 亿加元。所以，林业是国民经济重要组成部分，不可忽视。

二、森林的副产品

森林还为人类提供了丰富多彩的副产品。我国横跨热寒温各带，地理条件优越，树种繁多，林副产品极其丰富。

木本粮油树种：有世界驰名的迁西板栗，沧州的金丝小枣、柿子和杏扁（仁用杏的一种）等。食用油类树种有：核桃、油茶、木蓼、文冠果等。产工业用油类树种有：乌桕和桐油等均著称于世。

工业原料：生漆、橡胶、松脂、紫胶、白蜡、单宁等，都是国家重要出口物资。

芳香油类树种：玫瑰、松树、桂花、桉树、八角、樟树等。

贵重中药树种：杜仲、金鸡纳、喜树、合欢皮、酸枣仁、黄连、刺五加、小檗和三尖杉等。

林下珍贵草本中药类：人参、天麻、三七、沙仁等。

以上林副产品用途广，经济价值高，在经济建设和人民生活中占有重要地位。出口国际市场享有盛名。

第三节 森林的间接效益

随着社会的发展和科学的进步,人类对森林有了更新的认识,从过去只把森林当作“原料库”走向了重视森林的间接效益。世界各国都对森林的间接效益进行了经济评价:芬兰一年生产木材的价值为 17 亿马克,而森林提供的间接效益为 53 亿马克,比木材的价值大三倍。美国的直接效益与间接效益之比为 1:9 (国外林业生产水平和科技进步,科学出版社 1974)。因此,有些国家宁可进口木材,不破坏生态平衡,因为生态平衡不能进口。

一、森林涵养水源和保持水土的作用

森林结构复杂,往往是由多层结构组成,有乔木层、灌木层、活地被物层和死地被物层等等。这些层次均对降水有阻留作用,首先是乔木林冠截持降水,第二层是灌木林冠截持降水,第三是活地被物层,第四是死地被物层,经过四道关卡降水才能到达土壤表面。尤其是死地被物层能吸收大量的水分,使地表径流转变为缓慢的地下径流。森林通过以上过程,减少和调节地表径流,以发挥其涵养水源和保持水土的效益。

据北京林学院阎树文等在“广西大明山林区不同森林类型水源涵养机能的计量化研究”一文中指出:研究总面积 86,607.2 公顷,其中有林地面积为 55,169.8 公顷,全林区降雨共计 122,996.3 万吨,其中被林地吸收为 103,316.9 万吨,吸收率为 84%,这充分表现出森林涵养水源的作用。又据日本林野厅 1972 年森林多种效益计量调查报告中指出:森林土壤中的贮水量每年约有 2,300 亿吨,相当于日本琵琶湖满水量的 8 倍。森林已破坏的地区,土壤流失量比有良好森林环境的地区多 6—8 倍,有时高达 10 倍。

但是森林的类型不同,枯落物层的持水状况差异很大,详见表 1—1。

表 1—1 不同森林类型枯落物层持水量情况表

(阎树文等 1982)

森林类型	观测项目	枯落物层厚度 (厘米)				枯落物干重 (吨/公顷)	最大持水量 (吨/公顷)	最大持水率 (%)
		总厚度	未分解层	半分解层	分解层			
天然林		20	3	3	14	94.5	270.0	285.7
天然次生林		6	2	3.5	0.5	13.2	33.8	256.1
马尾松混交林		8	4	1.5	2.5	38.6	105.1	272.3
木莲								
马尾松林		6	2	2	2	36.1	109.2	302.5
杉木林		3	2	1	0	13.9	27.5	197.8
草坡		1	0	1	0	1.3	2.0	153.8

由表 1—1 可以看出,森林枯落物有极大的吸水力,一般为其本身干重的 2—3 倍。所以,森林具有强大涵养水源作用。谚语说:“山上多栽树,等于修水库,雨天它能吞,晴天它能吐。”以上谚语证明了我国人民对森林涵养水源的作用早有正确的估价。

据考证,我国西北黄土高原上在西周时期森林为 4.8 亿亩,森林覆盖率为 53%,从秦朝开始建都西安,森林屡遭破坏,到解放前夕,森林不到三千万亩,森林覆盖率已下降到 3%。所以,我国西北水土流失严重,自然灾害频繁与森林覆盖率下降有密切关系。1981 年,四川省发生特大洪灾,给国家和人民的生命财产造成了严重的损失。据有关部门初步估计,农作物受灾面积 1,251 万亩,粮食减产 30 亿斤,直接经济损失高达 25 亿元。造成以上灾害的主要原因是,长江上游森林遭到严重破坏,水土流失严重,一遇暴雨,山洪暴发,一泻千里,势不可挡。

由于破坏了森林,失去保水固土能力,因而遭到大自然的惩罚。当生态平衡得到恢复时,森林发挥出保水固土的本能时,人民将会受益。例如,1975 年 8 月,河南驻马店地区三天内降雨近 1,000 毫米,使板桥和石漫滩水库大坝决口,造成极大灾难;而满山、东风两水库却经住了洪峰冲击而安然脱险。这两处水库的条件相同,降雨量相等,为什么得到不同的结果呢?其主要原因之一是,被冲毁的两个水库周围的森林覆盖率只有 20%,而安然无恙的两个水库周围森林覆盖率竟高达 90% 以上,充分说明森林在消除水患和保护水利工程方面确有重大的作用。

二、森林调节气候和保护国土安全的作用

前人将森林认识过程划分为三个阶段:森林主宰人类,人类破坏森林,人类主宰森林。当进入人类主宰森林时代之后,首先对森林各种功能特性进行了研究。例如,美国弗诺(Fernow)、哈林顿(Harrington)和阿贝(Abbe)等人在 1893 年就提出:森林影响的问题,并较系统地叙述了森林对各种环境因子的影响。此后各学者对有林地与无林地各项气象要素进行了研究,并积累了丰富的数据,证明有林与无林两种环境大不相同。一般夏季和白天林内的气温比林外低 1—3℃,冬季和夜间则相反。林内相对湿度和绝对湿度在各种条件下均高于林外。风速则在任何条件下林内均低于林外。

据赵锡如在 1981—1982 年,对易县晓新村森林效益的研究,结果如表 1—2。

表 1—2 有林地与无林地温度变化状况

项目 温度(°C) 月份	柏 林	油 松 林	荒 山	差数 = 柏 + 松 - 荒山
2	1.11	1.66	0.34	+ 1.05
7	25.41	25.85	26.57	- 0.94

根据表 1—2 看,冬季林内地温比林外温度高 1.05℃,夏季林内地温比林外低 0.94℃。证明森林对地表温度也有调节作用。

另外,还对蒸发量进行了研究,其结果如表 1—3。

由表 1—3 得知,油松林蒸发量比荒山平均降低 1.63 毫米,侧柏林蒸发量比荒山平均

表 1—3 有林地与无林地土壤蒸发量 (毫米)

(赵锡如 1982)

项 目 月 份	油 松 林	侧 柏 林	荒 山	差数 = 荒山 - $\left(\frac{\text{油松} + \text{侧柏}}{2}\right)$
1	1.08	1.17	1.57	0.45
2	0.55	1.04	1.45	0.66
3	1.71	1.75	2.93	1.20
4	4.04	3.73	6.50	2.62
5	5.77	4.86	8.69	3.38
6	4.70	3.76	7.45	3.21
7	2.85	2.43	3.57	0.93
平均	2.96	2.81	4.59	1.71

降低 1.78 毫米,林地比荒山平均蒸发量降低 1.71 毫米。侧柏林比油松林蒸发量降低 0.15 毫米。当然,森林类型和密度对蒸发量也有较大的影响。总之,证明森林对蒸发量也具有调节作用。

哈塞尔 (K. Hasel) 认为,一个国家森林覆盖低于 20% 者,称森林覆盖率低,20—33% 者为中,50% 以上者为高。并认为,一个国家森林覆盖率低了,木材不能自给,国土难保安全。我国的森林覆盖率只有 12.7%,因此,我国需要大力增加森林的覆盖率,以保国土的安全。失去了森林也就失去了保护作用,必然促使河流泛滥泥沙千里。如长江上游森林遭到破坏后,据调查目前嘉陵江、沱江和涪江每年水土流失 2.5 亿多吨,相当于流失掉 160 万亩良田的五寸表土,使国土受到损失。

三、森林能提高湿度和增加降水作用

森林虽然不能改变大气环流,地理位置和海拔高度,但能提高局部空气湿度,增加局部降雨。据统计,森林可增加降雨 5—20%,有时可达 30%。森林能够增加降雨量的原因,主要是增加了大气中水蒸气的含量。如一亩阔叶林,一个夏季能蒸散 167 吨以上的水,比同等面积的农田大 20 倍。所以,森林地区上空水蒸气含量大,比无林地区多,空气湿度一般比农田高 5—10%,有时可达 20%。森林枝叶反射和吸收大量太阳辐射,再加上林木的蒸腾作用,消耗了大量的热量。尤其是在夏季有森林地区,空气湿度大,水蒸气容易饱和和凝结、易成云致雨。另外,平流空气向林区移动,遇到森林后被迫上升,由于森林上空温度低,垂直变换运动加强,林冠上层湿空气上升,在上升过程中受冷降温,水汽凝结成云,并下降为雨。所以林区多云、多雾、多雨。小兴安岭林区谚语有:“伊春、伊春,十天九阴,一天不阴布满乌云”。这生动的反映了林区多雨的状况。

苏联多数学者认为,森林能够增加降雨,例如 H. C. 聂斯切洛夫的观测,林地比田野平均增加降水量 17.4%。我国陕西柳林林场造林成林后 10 年,平均降水量比造林前多 20 多毫米。1945 年,伯纳德 (Bernard) 研究刚果盆地森林时,肯定了降雨量决定森林的存在。进入七十年代后,美国麻省理工学院查尼 (J. Charney) 和斯通 (P. Stone) 于

1975 年研究大气环流模式的成果，测出草被覆盖的地面反射率为 14%，裸地的反射率增加为 35%，草被覆盖地平均每天降水 4.5 毫米，而裸地只有 2.5 毫米，因此，确认植被能增加降水。我国气象学家朱炳海认为：川西南和滇西北的广大林区上空蒸发过程，也可能是我国东部降雨区水汽的来源。

关于森林与降水的问题。近来我国以北京林学院汪振儒教授为一方，以中国科学院地理研究所所长黄秉维学部委员为另一方，对森林作用问题展开了热烈的学术讨论。虽然对森林是否影响降水问题，尚未取得完全一致意见，但以汪教授为首的林学家们仍然认为森林对促进降雨有着重要的影响。

四、森林的防风作用与防护林带

世界干旱和半干旱地区约为 45 亿亩，占陆地面积 1/3，但干旱地区的人口只有 1.5 亿左右 (A. Y. Goor, 1976)。这些地区一般是资源丰富，潜力很大，但气候条件恶劣，供水困难，农业生产无保障。要想改变这种恶劣的条件，森林和防护林起着重要的作用。因此，防护林引起了世界各国的重视，美国、日本、苏联等国大量营造防护林。我国于 1978 年开始动工营造“三北”(西北、华北、东北)防护林体系。这是我国林业史上的创举，是兴国民利，造福于子孙万代的大事。

(一) 森林对风的阻挡作用(防风原理) 风遇到林带后，树干和树枝对风产生摩擦作用。由于风有间歇性，树木有弹性，摩擦作用可以连续发生，从而消耗了风的动能。

森林能够改变气流的结构。风通过林墙时，便将原来的大股气流，分散为若干小股气流，它们互相碰击，从而降低了风速。

当风从林外吹来，接近林缘约几百米时，风速开始降低(见表 1—4)。

表 1—4 风从空旷地接近林缘时速度的降低

(《森林生态学》1981)

距离林缘(米)	5	100	150	200	300
风速(米/秒)	1.5	3.2	3.3	4.0	4.7

森林内经常是无风的或有弱风的。因为风进入林内很快失去原有风速，另一部分从林冠上越过，只听松涛响，不见风吹来(见表 1—5)。

(二) 农田防护林带对提高农作物产量的作用 农田防护林带具有明显的防风作用，

表 1—5 风进入林内后速度的降低

(《森林生态学》1981)

林内距林缘距离(米)	34	55	77	98	121	188	266
林内风速为林外风速%	54	45	23	19	7	5	2—3

因此，为农作物创造了有利生长的小气候，保障了农业的丰收。但由于林带的结构不同，气流通过时降低风速的效果也不同（见表1—6）。

表 1—6 不同结构林带的防风效果

(中国科学院林业土壤研究所 1973)

平均风速% 林带结构	位置 0—5	0—10	0—15	0—20	0—25	0—30	平 均
	倍数高	倍数高	倍数高	倍数高	倍数高	倍数高	
紧 密 结 构	25	37	47	54	60	65	48.0
疏 透 结 构	26	31	39	46	52	57	41.8
通 风 结 构	49	39	40	44	49	54	45.8

注：以旷野风速为100%。

所以，对农业作物的产量有显著的影响。根据苏联 Н. М. 米特谢尔道夫和 В. Г. 安托扭克的研究（见表1—7）。

表 1—7 林带与旱年作物的产量*

(Н.М.Митосергов В.Г.Антонюк 1976)

作 物	林带结构	产 量 (公担/公顷)		增 产 量		林带一侧影 响 距 离 (H) **	HCP _{0.1}
		林 带 间	开 阔 地	公担/公顷	%		
冬 小 麦	通 风	24.9	21.2	3.7	17	25	1.06
	疏 透	27.4	23.8	3.6	15	23	1.85
	紧 密	22.1	19.8	2.2	11	15	0.75
春 小 麦	通 风	24.2	18.8	5.4	29	25	3.07
	疏 透	21.8	18.5	3.3	18	20	2.45
	紧 密	19.3	17.2	2.1	12	17	1.25

* 冬小麦1954—1972年观测平均值，大麦1959—1972年观测平均值。

** H代表树高

由表 1—7 证明农田防护林有提高农作物产量的效果，尤其是在干旱地区，效果更显著。

(三) 果园防风林的效果 果园防风林除与农田防护林具有相同的效益之外，还有提高座果率，有利于昆虫传粉和防止花芽受冻等作用。

防风效果。果树距防风林带的距离不同，其防风效果有明显的差异。经测定结果，果园内比园外平均降低风速 35.7%。下表是通风结构果园防风林的防风效果（见表1—8）。

林带对果园小气候的影响。果园防风林对果园内的小气候有显著的改善作用。据河北农大研究的结果：从三月至五月份，果园内比对照区温度高 0.9℃，相对湿度高 13.3%（以果园中心站为准）。地表最低温度，果园高于对照 1.2℃。零下温度对照区出现 7 次，果园内出现 6 次。对照最低温度为 -3.1℃，果园内中心站则为 -1.9℃，果园内比对照高 1.2℃。

表 1—8 不同树高(H)倍数防风效果观测表
(赵锡如、王九龄《果园防护林效益的初步研究》《北京林业》 1981)

测定项目 树高倍数	观测次数	平均风速 (米/秒)	降低风速 (%)	距林带的距离 (米)	备 注
1 H	913	2.02	8.2	14	H代表树高
5 H	649	1.48	35.1	70	
9 H	513	1.24	48.7	126	
11 H	491	1.12	50.9	154	
平均			35.7		

果园防护林的防风作用。在相同的条件下,有防风林的果园比无防风林的果园,可以减轻花芽霜冻的危害(见表1—9)。

表 1—9 五月鲜桃受霜冻害调查表

果 园 类 别	调 查 花 数 (朵)	受 冻 花 数 (朵)	受 冻 百 分 数 (%)	资 料 来 源
有防风林的果园(仙人桥)	1002	47	4.7	赵锡如 1979
无防风林的果园(平陵)	989	399	40.3	赵锡如 1979
无防风林的果园(农大三场)	687	204	29.7	查霞娟 1979

果园防风林可以提高果树的座果率,降低风速有利蜜蜂传粉,根据赵锡如1979年的调查,有防风林果园(仙人桥)元帅的座果率为37.8%,无防风林的果园(平陵)元帅座果率为33.0%。

果园内蜜蜂的数量与风速有密切的关系(见表1—10)。

表 1—10 蜜蜂数量与风速的关系
(赵锡如、王九龄《果园防护林效益的初步研究》《北京林业》 1981)

蜜蜂数量 时间 风速(米/秒)	9	12	16	合 计
小于0.5	16	33	17	66
0.5—1.0	12	27	12	51
1.0—1.5	7	23	6	36
1.5—2.0	0	21	0	21
2.0—2.5	0	20	0	20
2.5—3.0	0	3	0	3

表1—10指出,风速大于3.0米/秒,蜜蜂基本不活动,最佳传粉风速应当小于1.5米/秒。除风速以外,蜜蜂的数量与时间关系也很密切,12时左右蜜蜂的数量最大。经测定风速证明,果园内的风速比果园外的风速降低35%左右,所以,有防风林的果园为蜜蜂创造了优越的传粉条件,因而提高了果树的座果率。

(四) 林带的防风固沙作用 防护林带降低了风速,也就起到固定流沙的作用。新疆