

北京郊区造林讲义

〔上册〕

李文杰

北京市农业学校

1988.2.

目 录

第一篇 森林的基本知识

第一章 森林的效益.....	1
第一节 森林对工业建设的作用.....	2
第二节 森林是改善农业生产条件的自然屏障.....	3
第三节 森林对环境保护的作用.....	5
第四节 森林在美化风景和增加旅游资源方面的作用.....	6
第二章 森林的基本特征.....	8
第一节 森林的概念与结构.....	8
第二节 森林的特征.....	12
第三章 森林与生活环境的关系.....	19
第一节 气候因子与森林.....	20
第二节 土壤因子与森林.....	25
第三节 各生态因子对森林作用的基本规律.....	30
第四章 森林蓄积量的测定.....	38
第一节 立木材积的测定.....	38
第二节 林分蓄积量的测定.....	36
第五章 森林的种类.....	42

第二篇 人工林的培育

第六章 人工林培育的基础.....	45
第一节 人工林培育的基本要素——造林地.....	45
第二节 人工林培育的基本技术措施.....	53
第七章 油松人工林的培育.....	57
第一节 油松的生物学和生态学特性.....	57
一、生物学特性.....	57

二、生态学特性.....	60
第二节 油松采种.....	68
一、培育母树林的途径和措施.....	68
二、采种、调制和贮藏.....	64
第三节 油松育苗.....	65
一、油松平地苗圃育苗.....	65
二、油松山地育苗.....	73
三、油松营养钵育苗.....	82
第四节 油松造林方法.....	85
一、进行细致的整地.....	85
二、油松造林应有合理的结构.....	89
三、要进行精心栽植.....	93
(一) 播种造林.....	93
(二) 植苗造林.....	102
第五节 油松幼林抚育.....	113
一、油松造林后对造林地土壤的管理.....	115
二、油松造林后对幼树的管理.....	11
第六节 油松幼林保护.....	11
一、松毛虫的防治.....	117
二、松针卷叶的防治.....	118
三、松树红蜘蛛的防治.....	120

第一篇 森林的基本知识

第一章 森林的效益

森林是陆地最庞大、最复杂的一个生态系统，有着最强大的生产力。

世界上陆地面积为 149×10^6 平方公里。现在世界上森林面积仍有 50×10^6 平方公里（不包括疏林和灌木林）占陆地面积的 33.67%。草原面积为 24×10^6 平方公里，占陆地面积的 16.1%。农地面积为 14×10^6 平方公里，占陆地面积的 9.5%。从这些数字看到森林是陆地最大的生态系统。

从生物量上看，在陆地生态系统中，森林拥有最大的生物量。以亚热带和热带荒漠的生物量最小，为 2.5 吨/公顷；极地荒漠、温带荒漠为 2.5~5 吨/公顷；冻原 12.5~2.5 吨/公顷；北方针叶林为 300—400 吨/公顷；温带阔叶林、亚热带森林为 400—500 吨/公顷；热带雨林集中了最大的生物量为 500 吨/公顷。森林每公顷生物量为农田或草本植物群落的 20—100 倍。

从光合作用制造有机物产量上看，据估计整个地球每年约为 8.3×10^{10} 吨，其中海洋为 3.0×10^{10} 吨，约占 64%。在陆地生态系统中又以森林居首位，为 2.84×10^{10} 吨，其余部分才由草本植物和栽培植物所制造。

不同生态系统转化光能的数量亦是不同的。据计算，海洋中的植物光合作用每年贮存的能量为 5.7×10^8 千卡/平方公里；陆地上植物光合作用每年贮存的能量平均约为 10.23×10^8 千卡/平方公里。

而森林生态系统贮存的能量约为 23.3×10^8 千卡/平方公里，又是最多。

由此可见森林是整个陆地生态系统中重要的组成部分，是自然界物质循环和能量转化的枢纽。

现在我们把森林的效益概括的叙述如下：

第一节 森林对工业建设的作用

一、木材是国防、建筑、造船、运输、煤炭等工业的重要材料，在四化建设中占有重要的地位。世界上把木材、钢铁、石油、煤炭总称为四大原材料，所以国民经济各部门离不开森林，两者有着相互协调的联系。我国当前木材生产还是短线，存在着供需矛盾日趋尖锐的趋势，今后相当长的时间内森林在工业建设中承担着源源不断供给优质木材和其他林副产品的任务，而且需要的数量将与日俱增。据统计计算：每建筑1000平方米各种结构的房屋，约需100—300立方米木材；新建一公里铁路，需1800根枕木（即300—320立方米木材）；每采煤一吨需原木0.025立方米，所以采1000吨煤，就需用22—25立方米木材作矿柱。

二、木材还是一些工业部门的基本原料。据统计：造一吨高级纸依据不同的制法，需用木材2.9—6立方米；一立方米木材可制成150多公斤人造丝或人造毛，相当于7.5亩棉花产量或30万个蚕茧的出丝量，或20—30头羊的年产毛量。

三、木材经过化学加工，还可为有机合成化学工业提供醋酸、丙酮、糠醛、酒精等多种原料，木纤维素溶解后的胶液可做各种工业品，如胶卷、电木、唱片、绝缘板等。据统计一立方米松木可生产2.6公斤木精，11公斤醋酸，63公斤木焦油，16公斤松节油，5公斤

松香以及120公斤木炭。

四 经过机械加工或物理加工处理，则可制成常用的人造板（胶合板、刨花板、纤维板等）或层积塑料、压缩木等高级品，硬度赛似钢铁但轻而价廉，是国防工业与尖端技术部门的重要材料，可做轴承、齿轮、飞机螺旋桨以及耐高压的绝缘材料。

五 森林的副产品种类也特别多，在社会主义建设中也具有重要的意义，如橡胶、软木、拷胶、漆、桐油、樟脑、松香、松节油、白蜡等都是重要的工业原料。茶油、核桃、榛子、板栗等又有很高的食用价值，有木本粮油之称。

此外森林还可以提供一定数量的肉类，各种珍贵的毛皮和药材。

第二节 森林是改善农业生产条件的自然屏障

一 森林有增加降水调节气候的功能。林木具有很强的蒸腾作用，根据测定，每公顷阔叶林，一个夏季要蒸腾240吨水，所以森林上空常有大量的水汽。由于水分蒸腾和蒸发消耗大量热能，因而森林上空在夏季的气温较无林地区要低，这样森林上空湿度增大，温度降低，水蒸汽容易饱和，凝结成云而促成降雨。这就是“云从林中起，雨靠林绿落”的道理。如我国雷州半岛过去荒凉干旱，解放后经过大力造林，森林覆盖率增加到36%，平均降雨量较老林时增加了32%。辽宁朝阳地区林业站观测结果，也证明有林地区比无林地区或少林地区的降雨量要多30%左右，国外也有类似的报导，所以森林在调节大地的水分平衡上是“活的调节器”。

二 森林有涵养水源、保持水土的重大功能

森林的枝叶可以截留降雨，使地表免受直接冲击，同时森林土壤

表面有着丰富的枯枝落叶层，具有很强的吸水性和透水性，保证了降水迅速被枯枝落叶层吸收，因此森林可以减少地表径流，防止土壤冲刷，调节河川流量。如我国河南省济源县莽河上游，过去是荒山秃岭，水土流失严重。解放后造林和封山育林90多万亩，郁闭成林后，日降雨量30毫米，土不下坡，水不出沟；降雨50—90毫米，三天后沟口才见混水，很快又变成细水长流。该县李八庄乡有74条沟，以前只有四条沟有水，造林后，60条沟有了长流水。1979年8月河南中部发生特大暴雨，三天降雨量达800—1000毫米。在这次暴雨中板桥和石漫滩两水库大坝决口，造成严重灾害，而薄山和东风两个水库都安全渡过了洪峰。原因是板桥和石漫滩上游及水库集水区的森林覆被率仅20%左右，且多是幼龄林；而薄山、东风两个水库的上游及水库集水区的森林覆被率达90%以上，拦截了下泻雨水，延缓了洪水入库时间，起到了保护库身和大坝的作用。总之森林蓄水防止冲刷的作用是十分明显的，所以群众总结说“山上多种树，等于修水库，雨多它能吞，雨少它能吐”是十分形象的。

三 森林能够防风固沙，调节小气候，保护农田：

森林有繁茂的枝叶阻挡大风，有发达的根系固结土砂，所以森林是防风固沙的最好材料。由于森林或林带似屏障，一部分气候进入林内受到树干和枝叶的阻挡，以及气流本身的摩擦，使风力相应减弱，另一部分气流沿林缘上升，越过起伏不平的林冠，形成了旋涡、乱流，也耗去部分能量。据测定，一条防护林带，可使树高20—25倍范围内的风速降低一半。此外春秋季节，有林地比无林地的气温高，昼夜温差小，可延长无霜期，使农作物减免霜冻危害。如河南修武县1971—1975年全县实现了林网化以后，绝对最高气温降低4.2℃，蒸汽量减少247.8毫米，平均风速降低20%，干热风天数由10天

减少到6天，无霜期由212天增加到218天，由此可见森林防风固沙，调节小气候，改善农业生产条件的作用是明显的。

第三节 森林对环境保护的作用

森林是改造自然和保护环境的绿色卫士。

一、森林是“氧气制造厂”或“二氧化碳的净化厂”：

大家都知道，空气中二氧化碳的含量为0.03%，氧气为21%。空气中的二氧化碳高于0.05%，或氧气量降低，都会对人体健康有害。现在由于城市人口高度集中，石油、煤炭的燃烧消耗大量的氧气，使许多地方空气中出现二氧化碳含量过高，氧气不足的状态。而林木及其他绿色植物在光合作用中吸收二氧化碳，放出氧气。一般在生长季节的阔叶林，每天每公顷的能吸收1000公斤二氧化碳，制造氧气730公斤。若以成人每人每天呼吸需氧0.75公斤计算，一公顷森林可满足973人需氧量。也就是说只要每人拥有140平方米林地，就可保持大气含氧量的稳定平衡。

二、森林是“天然的吸尘器和滤毒器”：

林木对有毒气体如二氧化硫，氟化氢等有一定吸收能力。据研究每公斤柳杉叶（干重），每月可吸收二氧化硫3克，以每公顷柳叶杉着生干叶20吨计算，每月可吸收60公斤有害毒气。林木枝叶繁茂，还能吸收过滤空气中的尘埃，每公顷云杉林一年能吸尘32吨，松林能吸收36.4吨，水青冈林能吸收68吨。

三、森林是“天然的防疫员”：

在森林里，由于树叶分泌挥发性的植物杀菌素及根系分泌物可杀土壤中的一些病原菌，从而对大气和土壤进行消毒。据报导，水流通过30—40米宽的林带，水中的含菌量可减少二分之一，流径50

米宽的30年生的杨桦混交林后，含细菌量减少90%以上。

四 森林是“噪声的隔音板”

森林对声波也具有吸收能力，可削弱噪音，据苏联学者报导，

50米宽的绿色地带可使交通噪音降低20—30分贝。

总之在环境污染日益严重的工业化时代，森林对人类的生存环境保护发挥着极其重大的作用。

第四节 森林在美化风景和增加

旅游资源方面的作用

我国地域辽阔，历史悠久，名山大川，文物古迹到处都有，在这些山、水、泉、古迹之处，花草、林木为美化风景的素材，是万万不能缺少的，这些名山胜水必有青葱茂林装点方能更显其盛，而古迹珍藏，更需有优雅的园林衬托。近年来，森林游乐观光盛行，建立自然保护区和开辟森林公园，在国内外更如雨后春笋，此外也有专植某类林木以增加欣赏之美感，如北京西山的红叶，南京栖霞的红叶，苏州虎丘的香雪海等莫不以林木花卉为美化风景的材料。

此外森林在国防上也有一定的意义。如胡桃楸是枪托的优良材料，大径云杉加工后是优良的飞机用材，而且森林还有天然堡垒和屏障的作用。

森林在解决燃料这一问题上作用也十分巨大。至今全世界还有1/3的人依赖烧柴作燃料，（约15亿人口）每年大约消耗12亿

立方米木柴，占全部木材产量的一半，其中发达国家占 12.3%，发展中国家占 84.2%。我国现有农村人口八亿多，每年的烧柴量是相当可观的，所以今后解决能源问题，也必须依靠大力发展 炭林才能解决。

总之，从人类的生活衣、食、住、行到生存环境，以及国民经济建设的个各方面，都需要森林提供木材和发挥防护作用，特别是当前在自然环境日趋遭受严重危害的今天，深刻的全面的评价与认识森林的作用就更显得必要。

第二章 森林的基本特征

第一节 森林的概念与结构

一、什么是森林？我们先从森林的外貌来看看认识一下：

首先，森林必须是以高大乔木层为主体的植物群体，而且有一定的结构。上层是高大的乔木树种，如松杉类的针叶树，橡栎、桦类的阔叶树，以及高大的竹类。乔木层下面是灌木层，再下面是草本植物以及蕨类植物和矮小的苔藓、地衣等。所以人们不能把草原、荒山草坡、和灌木丛叫森林。

其次，森林必须占有相当宽广的面积。所以不能把公园里的几棵树组成的小树丛叫森林。

再次，森林必须是众多的树在一定面积上具有一定的密度。所以不能把村庄附近的散生树木加在一起叫森林。

以上这些仅仅是从森林的外貌来看，但看到这些还远远没有真正认识森林，森林不仅有如此之外貌，而且其内部也有极其复杂的相互关系，这些关系表现在：

(一) 森林群落（众多树木聚在一起的集合体，这个集合体在今天的生态学上就叫森林群落。）与生态环境之间存在着一定的关系：由于森林占有一定的面积，而且具有一定的密度，因此就形成了一个森林环境，在这样的森林群落内，光线很少，风也很小，而且完全是另一种温度和土壤条件，这个森林环境，直接影响着树木本身的生长发育，这种影响我们看看林木与孤立木的区别就可以清楚的知道（插图一）。

生长在森林里的树木，树干通直高大，树干上下的粗细比较匀称，树冠集中到树干的顶部，树木的冠幅比较小，一般把这种森林里生长的树木叫林木（也叫做立体）。

生长在空旷地上的树木，树干比较低矮，树干下粗上细（经常地把这种现象叫做尖削度大），树冠枝条几乎分散在整个树干上，一般把生长在空旷地上的树木叫做孤立木。

另外森林群落的分布也受生态环境的影响，一般说有什么样的生态环境就会出现什么样的森林。例如我国最南部因为温度高雨量多，就出现热带雨林或季雨林，而北方寒温带地区就出现针叶林（如大兴安岭的落叶松林）。

(二) 森林植物与森林植物之间也存在着一定的关系：首先看看林木与林木之间，林木在生长发育过程中，彼此有着紧密的相互作用。因为林木密集生长在一起，因而林内光少，林木下部枝条在蔽荫的环境下，很快就干枯脱落，这种枝条干枯脱落现象，叫做自然整枝（也叫天然整枝）。另外森林随时间的变化和年龄的增加，单位面积上的株数逐渐减少，这种现象叫自然稀疏，例如松林原来在每公顷林地上天然更新的幼苗有1—2万株，到成熟时期只剩下4—5百株。产生自然稀疏的原因，虽然有个体遗传性的一方面，但主要的还是由于森林郁闭后，林木与林木发生激烈的竞争结果，强者生存下来，弱者被淘汰而死亡。其次森林植物上层与下层之间的关系，由于乔木层的树种不同和株数多少不等，而直接影响林下的灌木层，草本植物的组成和盖度，并影响着林下更新幼苗和幼树的种类和数量。

(三) 森林植物与动物和其他生物之间的关系：人们都知道，有什么样的森林，就会出现什么样的鸟兽、昆虫和土壤微生物。而且森林类型不同发生的病虫害也不一样。如马尾松林和油松林经常发生松毛虫，红松林发生疱锈病，辽宁的落叶松林经常发生早期落叶病等。

(四) 森林是一个生态系统，而且不停地进行群落演替。森林生物群落，在它生活过程中，生物与生物之间，生物与非生物环境之间，

不断的进行着物质循环和能量流动的相互作用，而且随时间的推移，原有森林群落也会被另一种森林群落所代替，这种现象叫做森林群落演替。例如长江中下游常绿阔叶林被砍伐火烧后会变成草坡或灌木丛，经过一段时间这些草坡会长出马尾松或阳性的阔叶树，再经过一段时间，这些马尾松或阳性阔叶林，又会被耐荫的常绿的阔叶树所更替，这就是森林群落演替。

总之从上述森林的外貌和其内部极其复杂的相互关系看森林的概念应该是“森林是以一个高大乔木树种为主体所组成的生物群落（其中包括植物、动物、和微生物等），这个群落具有一定的植物组成结构，它占有一个比较宽广的面积，在此面积上的林木必须有一定的密度，而这个森林群落与环境（气候和土壤等）之间起着相互作用和相互联系。同时这个森林生物群落各成分之间与自然环境之间不断的进行着物质循环和能量流动的相互作用，而且这个森林群落是处于不断运动发展着的。”

三 构成森林的植物成分：

在森林的概念中，我们提到，森林具有一定的植物组成结构，这种植物组成结构是什么样子，以及各组成植物在森林中所处的地位和作用又是如何呢？

现在我们先来看看森林植物组成结构图（插图二）

人们知道林内生长着许多大小高低不同的植物，这些植物总称为森林植物成分。为了识别森林和确定这些植物成分在营林中所起的作用和所处的地位，就必须把它们分成以下一些层次和种类：

（一）乔木层；它是在森林的最上层，由高大的乔木树种所组

成，在这一层里由于树种作用不同又可分为以下几种：

1、优势树种（又叫建群树种），在混交林里数量占居优势地位的叫做优势树种；其数量不占居优势的叫做从属树种。

2、主要树种和次要树种，在一定条件下，经营价值较高的是我们经营的对象，叫做主要树种；不是经营对象，叫做次要树种。主要树种在天然林里可能是优势树种，也可能不是优势树种。

3、伴生树种（也叫辅佐木），它在生长过程中，能促进主要树种生长或起改良主要树种干形的作用。

(二) 下木层，包括灌木和在当前的立地条件下其生长永远达不到乔木层的灌木状乔木。

(三) 活地被物层。这一层包括草本植物，半灌木（冬季枝条死去，主干可以过冬的灌木），小灌木（生长矮小，但全株可以过冬），苔藓和地衣等。

(四) 层外植物（也叫层间植物），林内有些植物，它并不固定在那一层，例如林内的藤本植物——葛藤附生植物（附在树皮上的蕨类等），寄生植物（如兔丝子）它的根子钻进树皮吸收树木的营养和水分，自己利用绿叶制造有机物。

(五) 幼苗幼树。乔木树种更新起来一年生的小苗叫幼苗，二年生以上，树高达不到林层一半的都叫幼树。

第二节 森林的特征

森林在不同的区域和不同的发育阶段上表现出它的多样性和复杂性。为了认识、区别和经营好森林，必须根据某些指标去衡量和比较森林的不同特征，再根据森林的特征，把森林再划分成若干林分以便经营。

所以林分，就是指森林中某些特征相同的森林地段。

在林业上表示森林特征的指标很多，主要有林木组成，林相，密度，郁闭度，疏密度，林令，林分起源，地位级等几个方面：

• 一 林木组成：是指森林的树木由那些树种组成的。林业上表示树种组成一般以每一树种的蓄积量占林分总蓄积量的比例表示的，用100分法

$$\text{某树种组成比例} = \frac{\text{某树种蓄积量}}{\text{林分总蓄积量}} \times 100$$

如“10松”，就表示为松树的纯林。“8松2橡”就表示松树的蓄积量占林分总蓄积量的十分之一，橡树蓄积量占林分总蓄积量的十分之二。“8松2橡+榎”，就表明榎树蓄积量只占总蓄积量的2—5%，如果榎树的蓄积量占总蓄积量的2%以下时，则榎树前面不用“+”号而改用“-”号。

但是也有时树种组成不是用蓄积量所占的比例来计算，而是用高断面积的比例来计算。在新造林地上，树种组成一般是按照各种树种株数占新造林地上总株数的比例表示的，有时也按各造林树种所占的面积比例来表示。

按林木组成来说，可将林分分为单纯林和混交林。单纯林由一个树种组成，混交林是由两个以上的树种组成。

在天然林中，所说单纯林只不过是某一乔木树种占绝对优势，其他乔木树种的比例在10%以下即可称为单纯林。一般灌木树种都不算在树种组成里边。

在人工林中，关于树种组成，不仅包括乔木树种，也包括灌木树种，因为有时为了提高林分的稳定性和发挥森林的水源涵养或防护作

用，灌木也是营造的对象，如油松和紫穗槐的混交林就是这样。

三 林相（或称林层、林貌），森林中的各种乔木树和总称为“立木”，“立木”根据树乔状况分出层次来。这种立木树乔的层次称为林相，也叫林层或林貌。按林相来说，林分由一个林乔层构成的（树高差不超过20%）叫做单层林。林分由两个以上的林乔层构成的叫做复层林。如果树干高度和树乔分布参差不齐，无明显层次时，则称为连层林。林层是反映森林结构的一个主要特征指标，如土壤、温度、湿度等条件好的地方一般形成复层林，如我国热带地区的雨林，出现的层次可达4—5层之多，越向北层次越少，在寒带的天然林多为一层。

林分的层次结构是影响林分的抗风力、抗烟害能力、和抗病虫害能力的重要因素。复层林营造的恰当，能提高林木的光合作用效能，能增进土壤肥力，能充分利用空间，从而提高了森林的产量。

三 密度、郁闭度和疏密度，这三者都是反映单位面积上林木的数量指标，但各有不同的意义。

1、密度：是指单位面积上林木株数的多少（如一亩地222株）。密度指标多用来表示人工林的特征，造林时单位面积上栽植的株数，叫造林密度，或叫初植密度。在没有人经营活动的天然林中，密度并不能真正反映出林分的特征，因为在天然林中单位面积上的林木株数随着年龄的增加而减少，这主要是由于林木相互之间的竞争结果，这种株数自然减少的现象叫做自然稀疏。

2、郁闭度：林分郁闭度是指林木树冠投影面积与林地面积的比值，为林地全部被林木树冠所遮盖，郁闭度就是1，如林木树冠遮盖林地的 $\frac{3}{10}$ ，其郁闭度就是0.7。

郁闭度在0.9以上为高度郁闭，0.7~0.8为中度郁闭，0.5

~0.6为弱度郁闭，0.3—0.4为轻弱度郁闭，0.1—0.2弱称为疏林地。造林保存率高或更新整齐时形成的郁闭度大；造林保存率低或更新困难，或遭受过各种自然灾害的森林，它们的郁闭度较小。

林冠的郁闭度可有两种情况，即水平郁闭和垂直郁闭，水平郁闭是指树冠在一个水平面上的相互衔接，单纯林尤其是针叶林常具有这种特点。垂直郁闭指的是从一个水平面来看，树冠相互不衔接，但从林冠的纵断面来看，林冠仍然是郁闭的，复层林时常具有这个特点。

林分郁闭度与年龄也有关系。森林达到一定年龄以后，郁闭度逐渐降低，所以老年林分郁闭度都较低。人为措施如同伐可以临时降低林分的郁闭度，但经过一段时间，留存的林木树冠不断扩大，林分郁闭度又重新增高。

3、疏密度：疏密度是指森林中林木对空间利用的程度。疏密度越大说明林分的生产力越高。当森林中林木的空隙之间再也不能增加一株林木时，这个林分的疏密度为最大，即“1.0”，疏密度以10分效来表示。

为了求得某一林分的疏密度，首先实测该林分中一公顷面积内林木的胸高断面积总和（或蓄积量总和）以及它们的平均树高，用这一胸高断面积的总和与“标准林分”相应树高的胸高断面积总和（或蓄积量的总和）相比，求得的比值即为疏密度。所讲标准林分即为模式林分即为林木对空间利用得最充分的，于一定的树种，年龄和立地条件下，生产力最高的林分，其疏密度为1.0，用这种模式林分数据编制的表，即为林分标准表。

标准表实例： 附表一

油松标准表