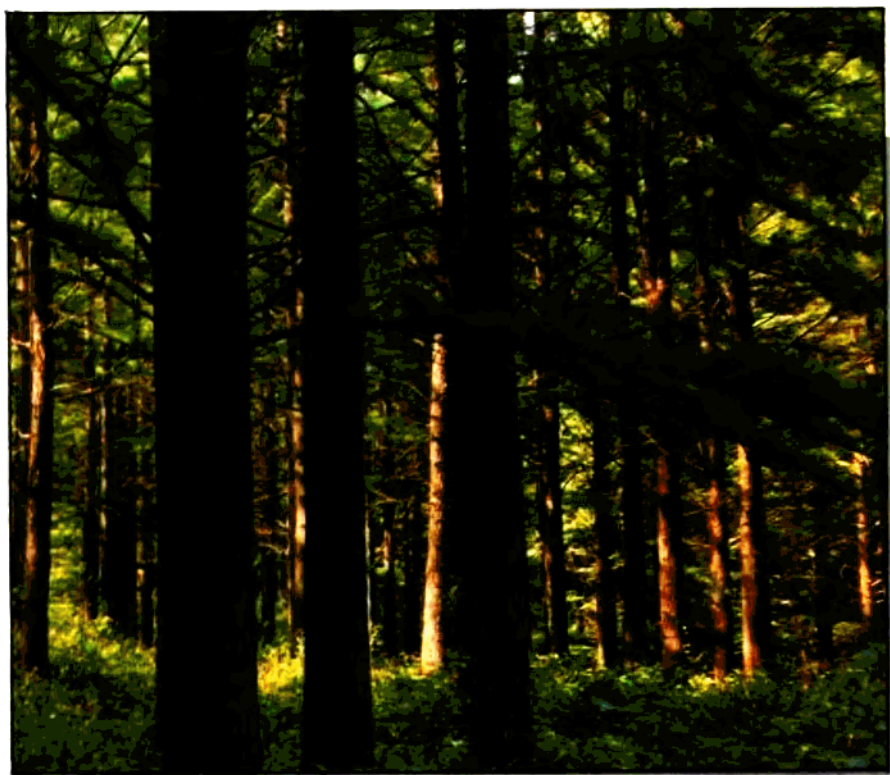


当代林业技术

赵体顺 李树人 闫志平 卢琦 主编



黄河水利出版社

主 编	赵体顺	李树人	闫志平	卢 琦
副主编	魏立栋	周可义	任国兰	张存义
	赵裕厚	赵丰璞	吴玉洲	田光合
	王理顺	郭拾显	沈新志	王 楠
	袁雷生	赖郑华	杨朝兴	赵 勇
	卢畅峰	曹冠武		

编著者 (依姓氏笔画为序)

丁善民	马 浩	马爱慈	马爱霞
马群智	王中华	王中奎	王合中
王均明	王建文	王 楠	王理顺
王翠云	亓建农	白继光	卢 琦
卢畅峰	田光合	史广敏	刘进社
刘艳霞	齐宗俭	任永红	任国兰
任凝辉	闫志平	李长欣	李东成
李国华	李建斌	李树人	李春风
李斌超	李景山	乔保水	何守华
陈百川	陈成林	陈德成	杨 丽
杨朝兴	杨新生	张存义	张松山
张国柱	张春松	张超英	张美莲
张惠勤	沈新志	吴玉洲	吴宏图
尚忠海	胡长宏	周可义	苗作谦
郑安平	姚 方	赵义民	赵丰璞
赵 兴	赵体顺	赵金学	赵 勇
赵裕厚	饶相如	徐 忠	徐虎智
郭拾显	郭焕政	袁雷生	聂宏善
曹冠武	龚长武	温拥军	董启元
赖郑华	潘武战	魏立栋	

序

森林是陆地生态系统的主体,是人们赖以生存的必要条件。发展林业、保护森林是保护环境、促进持续发展和社会进步的一项伟大事业。

人口、资源、环境是当今世界关心的热点。世界环境问题主要表现为气候变暖、臭氧层破坏、生物多样性锐减、大气污染和酸沉降、水污染和淡水资源危机、有毒废弃物污染、土壤退化、水土流失、土地沙漠化以及噪声污染等。据联合国环境署统计,全世界每年有 600 万 hm^2 土地沦为沙漠、250 亿 t 表土流失。所有这些问题都与每年从地球上消失 1800 万 hm^2 森林有密切关系。森林的急剧减少造成了生态环境的恶化,导致自然灾害频繁发生;恶化了的生态环境又加剧了森林的消失,从而陷入了越来越严重的恶性循环。为此,科学家们发出了拯救世界环境的紧急呼吁。90 年代以来,国际社会召开了一系列有关林业的国际会议。1992 年在巴西召开的联合国环境与发展会议,通过了《21 世纪议程》和《关于森林的原则声明》等重要文件,大会强调指出森林是环境保护的主导,森林持续发展是经济持续发展的重要组成部分。这次大会后,美国等许多国家相继制定了《21 世纪议程林业行动计划》。中国也制定了《21 世纪议程林业行动计划》,其主要宗旨就是确保我国林业持续发展,不断满足国民经济发展和人民生活水平的提高对森林的物质产品和生态环境功能日益增长的需要;并从保证实现国家战略目标的大局出发,从经济、社会可持续发展的目的出发,提出了到 2010 年初步建立一个比较完备的林业生态体系和林业产业体系,到 21 世纪中叶,全面建成两大体系的宏伟目标。我国的林业建设经过 40 多年的艰苦努力,取得了很大成绩,但是,我国森林资源总量不足,森林覆盖率低,木材及其林副产品供需矛盾突出,森林经营管理粗放,森林资源破坏和有林地逆转问题仍很严重,远远不能适应国民经济建设和社会发展的需要。因此,必须加快林业建设速度,在短期内取得突破性的大发展。

最近召开的“全国林业科学技术大会”强调指出,要实现今后 5 年、15 年国民经济和社会发展的宏伟目标,林业必须有一个大的发展,努力实现由粗放经营向集约经营的转变、由传统林业向现代林业的转变;加快林业发展的关键在于科技进步,林业生产建设必须依靠科学技术,普遍提高广大林业劳动者的素质,走科教兴林的道路。正当全国林业科学技术大会的春风吹遍祖国大地的时候,由赵体顺、李树人、闫志平、卢琦主编的《当代林业技术》出版了。本书的出版为科教兴林、推广林业先进技术、普及林业科学技术提供了及时的教材。这本书针对林业生产中存在的主要问题,为实现建立比较完备的林业生态体系和林业产业体系的宏伟目标,比较系统地总结了林业生产经验,介绍了当代林业的新理论、新技术和新方法。该书理论联系实际,实用性强,对河南省林业建设有重要的参考价

值。希望这本书在推动河南省林业生态体系和林业产业体系建设,实现由粗放经营向集约经营转变,传统林业向现代林业转变中能起到应有的作用。

在该书出版之际,我怀着激动的心情写了上面的话,祝贺该书的面世,以和读者共勉。

张守印

1995年10月17日

前 言

当今中国的林业正处在一个历史转折关头。随着社会的进步,人们的生态意识、环境意识增强,林业的社会地位提高了,人们对森林和林业的价值观念正在发生转变。最近,林业部提出“高产、优质、高效、持续发展”是当代中国林业发展的总目标,是坚持林业经济效益、生态效益和社会效益统一,充分发挥林业整体效益的必由之路;林业部编制的《中国 21 世纪议程林业行动计划》中提出,到 21 世纪中叶,在全国建立起比较完备的林业生态体系和比较发达的林业产业体系。这为全社会,特别是林业部门、广大林业科技工作者和林业生产者提出了更高、更新的要求。但是,现阶段我国的林业生产力仍然十分低下。提高林业生产力,提高林业综合效益,仍是现阶段林业发展的主要目标。

随着现代科学技术的迅速发展,林业科学技术也有了长足的进步,新理论、新技术、新方法不断出现。为了适应林业发展的新形势,尽快把林业科学技术转变为生产力,我们组织了一批长期从事林业生产及其科学研究和教育的专家、教授、科技工作者,编写了《当代林业技术》一书。

本书以建立林业生态体系及其产业体系为宗旨,立足河南,面向华北中原地区,按照林业生产的全过程,重点总结介绍了当代林业的新理论、新技术及新方法,理论可靠,技术、方法具体实用,是林业生产、教学及科研人员必备用书。

由于时间仓促,水平有限,错误之处,诚望读者不吝赐教。

编者

1995 年 5 月 1 日

目 录

第一章 森林—林业—林业技术	(1)
第一节 森林与森林生态系统.....	(2)
第二节 我国林业概况.....	(9)
第三节 林业技术的发展与展望	(20)
第二章 林木良种选育	(28)
第一节 林木引种	(28)
第二节 选择育种	(32)
第三节 杂交育种	(41)
第四节 无性系育种	(47)
第五节 生物工程技术	(50)
第六节 建立良种基地	(57)
第三章 林木种实	(64)
第一节 林木种子的采集	(64)
第二节 林木种子的品质检验	(71)
第三节 种子贮藏	(92)
第四节 种子的调拨和包装运输	(98)
第四章 育苗	(100)
第一节 苗圃的建立.....	(100)
第二节 整地及施肥.....	(100)
第三节 种子处理与播种.....	(106)
第四节 播种育苗技术.....	(110)
第五节 营养繁殖苗培育.....	(115)
第六节 容器育苗.....	(119)
第七节 塑料大棚育苗.....	(124)
第八节 苗圃化学除草.....	(125)
第九节 苗圃病虫害的防治.....	(127)
第十节 植物激素在苗木生产中的应用.....	(128)
第十一节 苗木出圃.....	(131)
第五章 造林技术概论	(139)
第一节 立地分类与评价.....	(139)
第二节 造林树种的选择.....	(147)
第三节 植苗造林.....	(155)

第四节	直播造林·····	(170)
第五节	分殖造林·····	(171)
第六节	飞播造林·····	(173)
第七节	封山育林·····	(181)
第八节	幼林抚育·····	(183)
第九节	造林施工设计·····	(189)
第十节	幼林检查及造林实绩核查·····	(195)
第六章	主要林种营造技术·····	(201)
第一节	速生丰产用材林·····	(201)
第二节	农田防护林·····	(211)
第三节	防风固沙林·····	(228)
第四节	水土保持林·····	(234)
第五节	经济林·····	(241)
第七章	森林保护·····	(254)
第一节	林木病害及其防治·····	(254)
第二节	林木虫害及其防治·····	(267)
第三节	森林植物检疫·····	(279)
第四节	森林防火·····	(288)
第八章	森林经营与主伐更新·····	(298)
第一节	森林抚育间伐·····	(298)
第二节	次生林经营技术·····	(312)
第三节	低产林改造·····	(314)
第四节	森林采伐方式·····	(315)
第五节	伐木·····	(318)
第六节	打枝和造材·····	(322)
第七节	伐区作业方式与集材·····	(323)
第八节	伐区清理·····	(326)
第九节	采伐流水作业工艺·····	(328)
第九章	森林测量·····	(330)
第一节	常用仪器的使用与校正·····	(330)
第二节	平面图测绘·····	(332)
第三节	地形图应用·····	(339)
第四节	常用林业图的绘制·····	(345)
第五节	面积求算·····	(348)
第六节	渠道测量·····	(351)
第七节	林区公路测量·····	(359)
第十章	测树·····	(366)
第一节	单株树木材积的测定·····	(366)

第二节	林分蓄积量和材种出材量的测定·····	(373)
第三节	生长量测定·····	(380)
第四节	森林生物量测定·····	(394)
第五节	地位指数表的编制方法·····	(398)
第六节	数量化地位指数表的编制方法·····	(406)
第七节	林分密度管理图的编制方法·····	(410)
第十一章	森林调查规划设计·····	(418)
第一节	规划设计调查(二类调查)·····	(418)
第二节	专业调查·····	(444)
第三节	森林经营方案的编制·····	(476)
第十二章	园林绿地规划设计·····	(493)
第一节	城镇绿化·····	(493)
第二节	农村居民点绿化·····	(522)
第三节	房舍立体绿化·····	(523)
第四节	森林公园的规划设计·····	(527)
第十三章	自然保护区与森林公园的建设及管理·····	(534)
第一节	自然保护区的任务及类型·····	(534)
第二节	自然保护区的建设·····	(536)
第三节	自然保护区的管理·····	(540)
第四节	我国自然保护区的建设与管理情况·····	(543)
第五节	我国森林公园开发建设情况·····	(559)
第十四章	林产品的加工技术·····	(562)
第一节	木制品的生产与加工·····	(562)
第二节	人造板生产·····	(564)
第三节	油漆工艺·····	(571)
第四节	林产化工·····	(575)
第十五章	森林多种经营·····	(584)
第一节	食用菌栽培技术·····	(584)
第二节	林间中草药栽培技术·····	(609)
第十六章	林业技术经济评价·····	(618)
第一节	林业技术经济效益的指标体系·····	(618)
第二节	林业技术经济效益的评价方法·····	(619)
第三节	建设项目的经济评价·····	(623)
第四节	营林生产技术经济分析·····	(636)
参考文献	·····	(645)

第一章 森林—林业—林业技术

在4亿年以前,地球的陆地上到处是坚硬的岩石和枯黄的沙土,找不到生命的踪迹。在距今4亿年前后,海洋中的生物登陆成功,使沿海地带形成了茂密的森林。森林继续向内陆延伸,使陆地表面大部分为森林覆盖,陆地上成了绿色的森林世界。

森林的出现,很快地改善了陆地上的生态环境和地球表面的大气成分,给其他生物创造了良好的生存条件,人类在森林的保护下也诞生了。

人类一旦登上地球的生命舞台,很快就成了地球的主人。人类开始构木为巢、结网捕鱼、发展畜牧、开垦农田,逐步走上了文明生活。自从人类进入文明社会之后,森林首先成为人类的经营产业。最初人们只是单纯地利用木材,以后又发展了林产化工和林副产品的利用。森林的形成是一个漫长的过程,但人类对森林的开发则是朝夕瞬间。这样,陆地上的森林很快被开发殆尽。

森林是人类生活的重要财富,同时又是人类生存的保护伞和环境调节器。失去了森林,给人类带来了一系列的灾难,这样人类才认识到森林是自己生存的朋友。森林保护人类,人类离不开森林,从而使单一开发利用森林的方式发展到营造、经营与开发利用相结合的道路,这就形成了林业。

林业是一个含义很广的概念。简言之,林业是培育和保护森林以取得木材和其他林副产品的生产事业。林业包括营林与森林工业两大部分。其主要任务是营造森林、扩大森林资源和提高森林覆被率;科学地经营和管理现有的天然林和人工林,保护和合理开发利用森林,以满足社会发展的需要。同时,发挥森林的生态效益,不断改善人类的生态环境和促进农牧业和其他产业的发展,也是林业的重要内容。

林业生产事业的发展,逐渐积累了林业的生产经验和林业科学知识,这样就逐渐形成了林业技术。林业技术就是指人们在长期的林业生产实践过程中,逐渐积累起来的林业生产经验和林业科学知识。

林业技术是林业生产实践经验的总结。这种实践经验又反过来指导着林业的生产实践活动,促进着林业生产事业的发展。现在人们认识到,科学技术是生产力,并且是第一生产力。林业技术同样是一种强大的生产力,并且在林业生产实践及林业发展中起着决定作用。因此,学习林业技术、掌握林业技术、普及林业技术、发展林业技术,是促进林业发展的关键所在。

森林、林业和林业技术,它们是互有区别又相互联系的三方面。林业技术是为林业生产事业服务的,而林业生产事业又以森林为主要对象。因此,学习林业技术必须对森林和林业有所了解。

第一节 森林与森林生态系统

一、森林的概念与森林的结构

(一) 森林的概念

一提到森林，人们往往以“森林”一词的象形结构来理解森林的含义。三木为“森”，二木为“林”，将森林看作是树木的集合体。这一理解很不全面。我国常用“只见树木，不见森林”这一成语，来批评那些片面观点的认识者。可见，人们早已认识到几株树木不等于森林。

那么，究竟什么是森林呢？对森林概念的认识，自古到今有一个由浅到深、由表面到本质的认识过程，这在我国史书上有不少论述。当前，不同学者对森林的概念理解也有差别。通过归纳与分析认为：森林是以大量乔木为主体的、有相当大面积的、密集生长的、对周围环境有一定影响的生物群落。

对上述概念，可从下面几个方面来认识：

其一，森林是以大量乔木为主体的。这是森林群落最主要的特点，也是其区别于其他生物群落的主要标志。在森林群落中，乔木占据最大物理空间，其生物量 and 生产力都占绝对优势，因此说乔木是森林的主体。当然，灌木林也属森林的类型之一，但它属特殊的一种森林形式。如果为灌木林者，必须在“林”字之前加“灌木”定语来说明，以与“乔木为主体”加以区别。

其二，森林应有相当大的面积，乔木应是密集生长的群体。这是森林在量与质的方面的标志。没有相当大的面积，就构不成森林环境；没有密集生长的树木，就不能称为群体，稀疏的树木不属于森林。

其三，森林对周围环境有一定影响，这是森林的特有功能。树木干高参天，根深入地，枝叶繁茂，每时每刻与周围环境都有大量物质和能量的交换，对周围的大气、水文、土壤有一定影响，在保护周围生态环境方面有特殊作用。当前，人类开始利用森林这一特点来改造自然环境。当然，其他生物群落对周围也可能有影响，但与森林相比则小得多。

其四，森林属于一种生物群落。这里的“生物”，指的是森林包含的成分。它不仅有大量的乔木，还包括有许多灌木、草本植物、动物和微生物。“生物群落”指的是森林中所有生物个体与个体之间、种群与种群之间、生物与环境之间是一个相互作用、相互联系的有机整体。这个有机整体既受环境、人为的影响和制约，又受内在生物之间的影响与制约，因而是发展变化的。

(二) 森林的结构

森林是一种生物群体，这种群体有一定的结构。森林的结构可分为层次结构、成分结构和年龄结构等，通过其结构来认识森林的特点。

1. 森林的层次结构

根据有机物层次在空间的分布，通常将森林的层次分为乔木层、下木层、活地被物

层、死地被物层和层外植物层。将森林整体划分为若干层次，称为森林的层次结构。下面分述各个层次的作用和特点。

(1) 乔木层：乔木层是森林中所有乔木构成的有机物层。这一个层次最高，覆盖在森林群体的上部。乔木层是森林的主体，它决定着森林的外貌，对森林下层植物的组成、林内生态环境起着支配作用。它的经济价值最高，在森林的生物量中占绝对优势，为林业经营的主要对象。

在乔木层内，根据林木高度差异及数量多少，又可分为单层林、复层林和连层林。

单层林是指只有一个林层的林分。林木高度比较一致，相差不超过 20%，如人工林、阳性树种构成的天然林多为单层林。

复层林是指具有两个或两个以上林层的林分。不同林层高度差超过 20%。在复层林中，其数量、蓄积量和覆盖面积最大的层次称主林层，相应数量、蓄积量和覆盖面积较小的层次称次林层或副林层。在天然林内或多种经营的人工林多为复层林。

热带雨林内树种很多，不同的高度都长满了树木，没有明显的层次，所以称连层林。

(2) 下木层：在乔木层下面是下木层。下木层是由灌木和达不到乔木层高度的小乔木的总称。这一层距乔木层在高度上相差较大。下木层是构成森林的重要部分，它可以给幼苗幼树遮荫，阻截地表径流，减少土壤蒸发，保护土壤，其落叶可以提高土壤肥力，在林中起到有益作用。但是，下木过于稠密时会影响幼苗幼树的生长。

(3) 活地被物层：在下木层下面是活地被物层。活地被物是覆盖在林地上的苔藓、地衣、草本植物、半灌木、小灌木的总称。活地被物层具有阻截地表径流、改良土壤的作用，其根系可以固结土壤。活地被物层过于茂密也会影响森林的天然更新和幼苗幼树的生长。

(4) 死地被物层：在活地被物层下面是死地被物层。死地被物层是指覆盖在林地上的枯枝落叶及动植物遗体的总称。死地被物层在森林中有重要作用：

其一，它可以有效地阻截和吸收地表径流，有利于降水的渗透和贮存，改善地表水文状况。

其二，死地被物层是森林的能量库和养分库。通过细菌的分解，使营养物质从枯落物中释放出来，源源不断地供给森林植物吸收和利用，使森林起到“自我施肥”的作用。在细菌分解中，还释放出热量和二氧化碳，有利于幼苗幼树的生长发育。

其三，死地被物如同一层松软的棉被盖在土壤表面，可以防止雨滴对土壤的直接冲击。同时分解的有机质还可以改善土壤的理化性质，促进土壤的形成。

死地被物过厚说明枯落物分解过慢，这样营养物质不能归还到土壤中去，使营养物质循环受到阻碍，土壤贫瘠。同时，对天然更新和幼苗幼树的生长不利。

(5) 层外植物层：层外植物层又叫层间植物层。它是指附着或生长在树干上的地衣、苔藓和藤本植物的总称。这类植物形不成自己的明显层次，因而称层外植物层或层间植物层。这类植物可构成森林的特殊景观，但对林木的生长发育有不良影响，严重者可使林木被绞杀致死。

2. 森林的成分结构

森林的成分结构又称森林的组成，它是指林分树种的蓄积量比。根据林分树种的蓄

积量比，可将森林分为单纯林和混交林两类。

单纯林又称纯林，它是由一个树种构成的林分。如混有其他树种，其他树种的蓄积量不超过林分总蓄积量的10%。单纯林有以下特点：

其一，造林技术简单，且易采用机械化作业；

其二，间伐、主伐容易；

其三，在不良环境条件下适生树种较少，营造单纯林容易成功。

正因为单纯林有以上优点，所以大部分人工林多为单纯林，东北的天然林也有不少是单纯林。

混交林是由两个或两个以上树种构成的林分。在混交林中，有优势树种和伴生树种之分。蓄积量占优势的称优势树种，蓄积量占比重小的称伴生树种。伴生树种蓄积量必须超过林分总蓄积量的10%，才称为混交林。混交林有以下特点：

其一，能充分利用自然条件，生产力高；

其二，有利于土壤改良，土壤比较肥沃；

其三，抗灾能力强（如旱灾、水灾、病虫害等）；

其四，生态效益比较高；

其五，多种经营，多种收入。

由于混交林有上述优点，集约度较高的人工林或自然环境条件较好的天然林多为混交林。

单纯林和混交林各有自己的优点，但也各有自己的不足。单纯林的优点正是混交林的缺点，混交林的优点正是单纯林的不足。从发展趋势来看，随着科学技术和经营水平的不断提高，混交林会得到较大的发展。

3. 森林的年龄结构

森林的年龄结构是指森林主要树种的林木在年龄阶段上的分配状况。林木的年龄通常以龄阶来表示，针叶树种和硬阔叶树种一般20年为一个龄阶，松树、软阔叶树种10年为一个龄阶，速生树种5年一个龄阶。同一林分林木年龄不超过一个龄阶者称同龄林，年龄差超过一个龄阶者称异龄林。

同龄林营造方法比较简单，经营管理技术比较容易，主伐时单位面积出材量较多。同龄林林木高度一致，树木之间彼此可形成侧方庇荫，干形比较通直，天然整枝良好。但同龄林层次结构简单，森林的防护效应较差。人工林和天然林中的阳性树种多为同龄林。

异龄林多为耐荫树种所构成，实行择伐作业的林分亦为异龄林。异龄林光能利用率较高，防护作用和抗灾能力较强，但经营比较困难。

二、森林生态系统

森林不仅是一种生物群落，同时还是一种复杂的生态系统。生态系统的概念和内容，比森林群落更为深刻和复杂。目前，对森林的经营和研究，都是以森林生态系统理论为基础的，各种林业技术也应以森林生态学理论为指导。

（一）森林生态系统的概念

森林生态系统是生态系统的一种特殊类型。要了解森林生态系统的概念，首先要了

解生态系统的含义。关于生态系统的解释，不同学者有不同定义。其中以美国当代生态学家 E·P·Odum 的定义比较全面而深刻。他提出：“生态系统就是包括特定地段中的全部生物和物理环境相互作用的任何统一体，并且在系统内部，能量的流动导致形成一定的营养结构、生物多样性和物质循环”。对这一概念，可从以下几个方面来理解：

其一，生态系统是一定环境条件下的产物，一定的环境条件下生物与环境通过相互作用和相互适应构成一个统一体，这个统一体就是生态系统。

其二，在生态系统内，能量流动（传递）决定着生态系统的结构和功能。能量流动指的是太阳能通过植物光合作用固定后，再以化学能的形式传递给动物和微生物，最后以热的形式释放到环境中去。

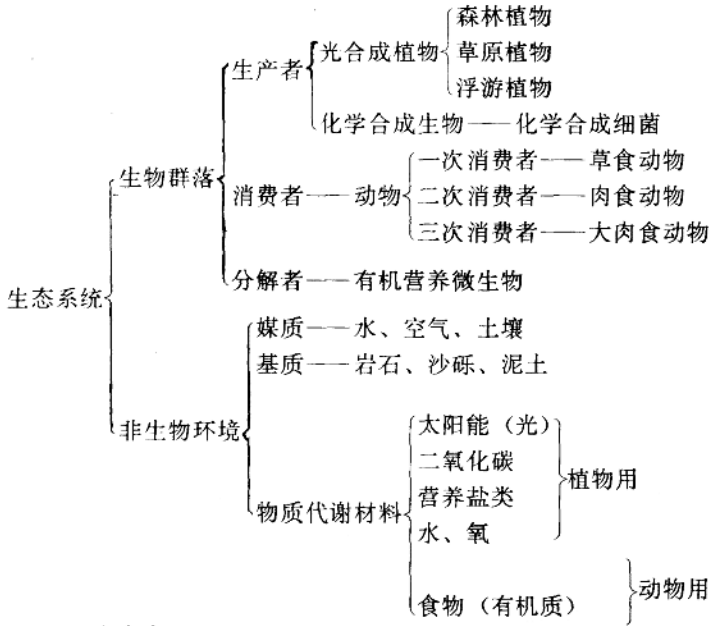
其三，能量流动使生态系统成为一种营养结构，营养的传递形成了生物的多样性。

其四，生态系统营养结构的实质是能量的流动和物质的循环，能量流动是物质循环的推动者。

森林生态系统是生态系统的一种类型，它是一种以森林为主体的生态系统。

（二）森林生态系统的结构

森林生态系统的成分十分复杂，它包括一定森林地段内所有的乔木、灌木、草本植物、动物和微生物，以及与上述生物有影响的大气、光照、水分、土壤等无机环境。生态系统的各种成分，按照营养层次关系的有序排列形成生态系统的结构。根据营养层次的关系，生态系统可分为初级生产者（绿色植物）、消费者（动物）、还原者（微生物）和无机环境四部分。其结构图如下：



1. 初级生产者

初级生产者主要指能够固定太阳能的所有绿色植物。它们将太阳能固定下来，贮存

起来,然后再传递出去。初级生产者是生态系统的基础,是生态系统食物链的起点。没有绿色植物就没有生态系统,一切动物和人类就失去了食物源。

2. 消费者

消费者是指以绿色植物为食料的各种动物,也包括大型菌类。根据其营养关系可分为若干营养级。

在生态系统内,消费者有三种作用:

其一,具有物质转化作用。动物可将简单的物质(糖、淀粉等)转化成复杂的物质——蛋白质、脂肪、氨基酸等,还可将人类不能利用的植物纤维素转化成人类可以食用的有机物。

其二,消费者构成生态系统的生物多样性,使生态系统的生物成分丰富多彩。

其三,可促进物质循环。动物取食植物体后,通过消化可将复杂的有机物变为简单的有机物排泄到环境中去,加速了物质的循环。

3. 分解者

分解者又称还原者,主要为微生物。它可以将各类有机物分解成无机物,同时释放出能量,使生态系统内贮存的物质和能量归还给环境,使生态系统保持着正常的物质循环和能量流动。

4. 非生物环境

非生物环境是生态系统存在的条件。初级生产者的所有物质和能量都取自环境,同时,还参加生态系统的物质循环和能量流动。环境条件的优劣,还直接影响着生态系统的生物多样性和生产力。

(三) 森林生态系统的特征

生态系统是一个有机体,这个有机体也和生物有机体相似,具有许多功能和特征。生态系统的特征具体表现如下:

1. 生态系统的功能性

生态系统如同一台机器、一个工厂,可以做工,可以生产产品。森林生态系统通过树木和其他植物的光合作用将水和二氧化碳合成有机物,生产出木材、油料、果实等多种产品;动物利用植物产品进一步对物质的转化加工合成,生产出肉类、皮毛、奶和蛋等多种产品。环境愈优越,生态系统愈完整,结构愈复杂,生产的产品愈丰富,生产力愈高。

2. 生态系统的开放性

生态系统和一个工厂一样,既有能量和物质的输入,也有产品和能量的输出,是一种开放性的生态系统。要想使其产品增加,必须增加其输入。盲目开发利用会导致生态系统的破坏。

3. 生态系统的控制性

生态系统的控制性是生态系统的主要特征之一,它是指生态系统具有维持自身平衡及抵御外界干扰的能力。生态系统的控制,是通过信息反馈来实现的,即生态系统的输出,反过来又控制其输入。例如,在正常情况下,一定的森林往往保持一定的生物容纳量。如果伐去一部分树木,使生物容纳量减小,这样使森林的更新能力增强,新的幼苗幼树的生长,使生物容纳量又恢复到原来的水平。

生态系统的控制性，还反映在系统内生物与生物之间的关系上。通常，各种生物量保持在一个相互适应的水平上，谁也不能过多或过少。例如，树叶—食叶昆虫—鸟类之间就是这种关系。当昆虫多时，树叶减少，但鸟类增加；树叶减少和鸟类的增加，又导致昆虫减少；昆虫减少又使树叶增加，鸟类减少；树叶增加，鸟类减少又导致昆虫增多。这样，往返相互影响，就使树叶—食叶昆虫—鸟类的数量保持在相对平衡的状态，如图 1-1。

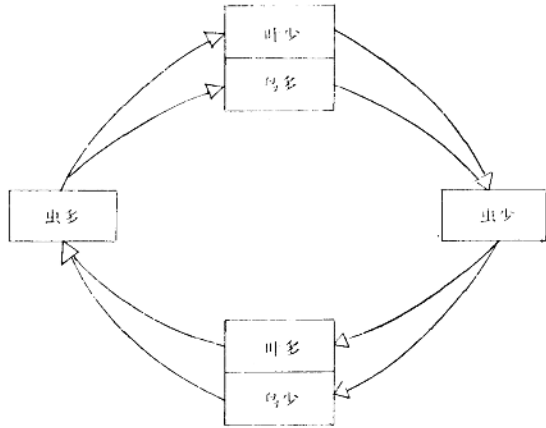


图 1-1 生物间相互控制图

4. 生态系统的演变性

生态系统自身控制的能力是有一定限度的，当外界干扰超过自身控制能力时，生态系统就要发生演变。所谓生态系统的演变，就是从一个生态系统变化到另一个生态系统的过程。人为活动、自然灾害、环境条件的改变等，都会导致生态系统的演变。例如，乱砍滥伐会使森林变为疏林，疏林再破坏变成草坡，草坡再破坏就会变成不毛之地。由高一级的生态系统演变成低一级的生态系统，生态系统的生物量和生产力会逐渐变小。

生态系统的演变也不是无止境的，当演变到生物群落与新的环境条件相适应时，就会达到新的平衡与稳定。

（四）森林生态系统的生产力和生物量

在地球的陆地上，自赤道到极地分布着各种各样的森林类型，主要有热带雨林、热带季雨林、亚热带常绿阔叶林、温带落叶林和北方针叶林等。森林总面积约 48.5 亿 hm^2 ，占陆地总面积的 32.6%，占全球总面积的 9.5%。由于森林面积相当大，生产力高，生物量多，在地球整个生物圈中占有重要位置和作用。

1. 森林生态系统的生产力

森林是一个庞大的生物群落，高度数十米，枝叶繁茂，层次较多，叶面积指数最高，因而具有最高的生产力。全球森林每年生产的生物干重达 737.5 亿 t，每年每公顷平均生产的干物质量为 15.2t，其中热带雨林生产干物质量接近 $22\text{t}/\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ 。森林平均生产力是草地的 2.4 倍，是农耕地的 2.3 倍，是海洋的 9.5 倍（见表 1-1）。

2. 森林生态系统的生物量

生物量即森林的现存量。森林生态系统面积较大，生产力最高，同时树木的寿命长，因而生物量最高。全球森林生物量有 16511 亿 t，为农田和草原（农田、草原生物量为 140 亿 t）生物量的 118 倍，为海洋生物量的 426 倍。在陆地上，森林生物量占绝对优势，占陆地总生物量的 89.9%。

表 1-1

地球表面各生态系统的生产力和生物量

生态系统	面积 (亿 hm^2)	年生产 (干重)		现存量 (亿 t)
		平均生产力 (t/hm^2)	生产量 (亿 t)	
热带雨林	17.0	21.9	372.3	7644.4
热带季雨林	7.5	16.0	120.0	2600.0
温带常绿林	5.0	12.9	64.5	1755.5
温带落叶林	7.0	12.1	84.7	2111.1
北方森林	12.0	8.0	96.0	2400.0
森林小计	48.5	15.2	737.5	16511.0
疏林和灌丛	8.5	7.1	60.4	488.9
热带稀树草原	15.0	9.0	135.0	600.0
温带草地	9.0	6.4	57.6	140.0
冻原和高山	8.0	1.4	11.2	51.1
沙漠和半沙漠	18.0	0.9	16.2	131.1
极端荒漠岩石和冰川	24.0	0.03	0.7	4.4
农地	14.0	6.5	91.0	140.0
沼泽	2.0	30.0	60.0	300.0
湖泊和河流	2.0	4.5	9.0	0.4
陆地小计	149.0	7.9	1177.1	18366.9
大洋	332.0	1.3	431.6	10.0
大陆架	27.0	3.6	97.2	2.8
附生海藻和河口湾	2.0	18.9	37.8	26.0
大洋小计	361.0	1.6	577.6	38.8
全球总计	510.0	3.4	1745.2	18405.7

注 引自 Whittaker 和 Likens。

3. 森林生态系统结构最复杂

森林生态系统占据的物理空间最大,层次结构多,生物种群数量大,相互之间构成了复杂的食物链及生命网络,并且是一种比较稳定的生命群体。

4. 森林生态系统的生态效益最高

森林的生态效益,指的是森林以其物理、化学和生物的作用来调节和改善周围环境的能力。森林生态效益的内涵归纳起来有八个方面,即调节气候、涵养水源、保持土壤、防风固沙、净化空气、保护生物资源、美化环境和增进人体健康等。当然,其他生物群落也具有一定的生态效益,如苔原、草地、农田等,但比起森林的作用则小得多。

从以上四个方面来分析,可以确定森林生态系统是地球生物圈的主体。森林生态系统的发展或消减,对整个生物圈及人类生存环境都有着重大的影响。

(五) 生态系统平衡

生态系统平衡又叫生态平衡或自然平衡。它是指生态系统在发展过程中,各种因素(植物、动物、微生物和环境)通过相互制约、转化、补偿、交换等作用,生产者、消费者、还原者和环境之间达到一个相互适应、相互协调和相对稳定状态。对于上述概念可以从以下几个方面解释:

其一,生态系统具有一个发展变化的过程。一个生态系统如同一个生物个体一样,都

有着幼年、中年到成熟阶段。在幼年时期，生物种类与生物量比较小，生物增长速度也比较慢，但由于这时环境负荷力大于生物量，生物则为增长趋势。中年时期，生物种类迅速增加，生物量增加的也比较快，而环境对生物的增长开始有了制约作用。这时生物之间出现了激烈的矛盾，如喜光植物与喜光植物的矛盾，喜肥植物与喜肥植物的矛盾，动物之间的矛盾，捕食者与被捕食者之间的矛盾等。矛盾达到一定程度之后，则通过相互制约、转化、补偿、交换等作用逐渐协调起来。生态系统达到成熟时期，即生物通过上述相互作用达到了相互适应、相互协调的稳定状态。在生态系统内，生物之间各得其所，达到相对稳定，环境负荷力与生物量之间接近，这时就达到了生态平衡。这就是说生态平衡是有条件的，必须待发展到成熟阶段后才有可能。生态平衡还有如下标志：

(1) 结构稳定。结构稳定是指植物与植物之间、动物与动物之间、微生物与微生物之间、生物与环境之间相互适应，并且生产者、消费者、分解者之间在数量上达到相对平衡，构成了复杂的食物链与食物网，形成稳定的系统结构。

(2) 生物量达到最大限度。生态平衡时，生物的容纳量达到了环境最大负荷量，因而生物的种群数量及生物积累量达到最大值，生物资源达到最丰富的程度。

(3) 生产力接近于零。在生态平衡状态下，生物的生产量与其生态系统分解消耗量相对平衡。也就是说能量输入、物质输入量与其输出量相等。只有输入与输出相等，生物容纳量才能保持一个相对的常数。生态系统内能量及物质的输入、输出相等，生物量不再增加，生产力就等于零。这一点是生态平衡的本质。

(4) 生态系统抗干扰能力最强。在生态平衡时，生物种群之间构成一个网状的统一体，在结构上稳定。同时生态系统的自我调控能力强，自我调节的幅度比较宽，对外界干扰（如人为利用、病虫害影响、干旱影响等）具有最大的调节能力，比较容易恢复自身的生态平衡。

(5) 生态效益最佳。生态平衡时，由于生物的容纳量最大，生物对周围环境的调节和改善能力最强，因而可以调节周围气候，保护周围水源和土壤等，使农、牧、渔、副各业得到发展。

在自然状态下，生态平衡有利于保持生态系统及其周围环境的稳定。但是人们经营的生态系统如森林、农田、牧场和鱼塘等，不要求达到生态平衡，达到了生态平衡就失去了森林及农田的生产力，失去了经济效益，是一种不必要的浪费。因此，以经济为目的的人工生态系统，其生物容纳量应低于环境最大容纳量，即要低于生态平衡的生物容纳量，这时才有生产力与经济效益。那么，什么情况下生态系统的生产力最高呢？一般情况下，生态系统生物容纳量占环境最大容纳量的 $1/2 \sim 2/3$ 时生产力最高，经济效益最大。森林生态系统和其他人工生态系统的环境最大容纳量，依立地条件与经营水平来判定，通过研究或实践可以确定。

第二节 我国林业概况

人类历史初期，我国除一些沙漠区以外，其他陆地基本为茂密的森林所覆盖。当时，我国人口密度较小，森林资源丰富，林业主要以开发利用森林资源为主要方式。从周代