

辽东山区高效林业

主编 刘明国

辽宁大学出版社

前 言

高效林业是一种完全摆脱传统林业单一经营木材模式的全新经营体系，在对林区资源全面认识和评价的基础上，对生物和非生物资源进行综合开发、集约经营，优化林业生态系统结构，建立以森林资源培育和木材生产为中心的多产业复合体系。实现最佳的经济、生态和社会效益，特别是近中期经济效益，是林业适应市场经济、摆脱经济危困、资源危机的根本途径。

本书包括高效林业理论基础和实用技术两部分。在理论基础部分，作者在总结自己多年实践及国内外研究成果的基础上，系统完整地高效林业概念、基本原理及发展途径进行了论述。在实用技术部分，重点就适合辽东山区的高效林业技术进行了详细介绍，包括天然次生林经营，速生丰产林、经济林培育，林区养鹿，中国林蛙养殖，柞蚕放养，林间种药，食用菌栽培，小流域综合开发利用等。这些技术是辽东山区发展林业经济、农民致富的关键所在。当然也适用于其它同类地区。本书内容实用，技术先进，具有鲜明的科学性和可操作性，不仅农民看过会做，还可供林业技术人员参考，同时也可作为高校补充教材。

本书在编著和出版过程中，得到辽宁省林业厅、本溪满族自治县县委、县政府、林业局的大力支持，沈阳农业大学周学安教授给予很大帮助，秦力博士审阅了部分稿件。同时参阅了大量的有关文献。对以上单位、个人及参考文献的作者表示衷心的感谢。

由于时间仓促，作者水平有限，书中难免存在不足之处，敬请读者批评指正。

编 者

1997年9月

目 录

第一章 高效林业的理论基础	(1)
第一节 林业生态系统生产力.....	(1)
第二节 高效林业的基本原理.....	(9)
第三节 发展高效林业的途径	(22)
第二章 天然次生林	(39)
第一节 天然次生林的概念、类型及特点	(39)
第二节 天然次生林经营类型划分	(44)
第三节 天然次生林抚育间伐技术	(45)
第四节 人工诱导阔叶红松林	(52)
第五节 天然次生林立体经营技术	(62)
第三章 速生丰产林	(67)
第一节 概述	(67)
第二节 速生丰产林的培育技术	(68)
第三节 速生丰产林的定向培育	(85)
第四章 经济林	(91)
第一节 板栗	(91)
第二节 尖把梨.....	(105)
第三节 榛树.....	(117)
第五章 林区养鹿	(131)
第一节 鹿的品种与繁育.....	(131)
第二节 鹿的饲养管理.....	(136)
第三节 鹿茸增产技术.....	(155)

第四节	鹿茸的采收与加工	(159)
第五节	鹿病防治	(163)
第六章	中国林蛙	(169)
第一节	中国林蛙的生物学特性	(170)
第二节	中国林蛙的食物	(173)
第三节	中国林蛙的繁殖	(175)
第四节	中国林蛙半人工养殖	(178)
第五节	中国林蛙全人工养殖	(188)
第六节	中国林蛙的捕捞和加工	(191)
第七节	中国林蛙的利用	(194)
第七章	柞蚕	(198)
第一节	柞蚕的生物学特性	(198)
第二节	柞蚕品种	(200)
第三节	柞蚕制种技术	(203)
第四节	柞蚕放养技术	(208)
第五节	柞蚕病虫害及其防治	(218)
第六节	蚕场建设与管理	(230)
第八章	林间种药	(237)
第一节	人参	(237)
第二节	北细辛	(258)
第九章	食用菌	(266)
第一节	菌种制作	(266)
第二节	香菇栽培	(272)
第三节	黑木耳栽培	(287)
第四节	滑菇栽培	(292)
第五节	平菇栽培	(296)
第六节	金针菇栽培	(303)
第十章	小流域综合开发利用	(309)
第一节	辽东山区小流域综合开发利用概述	(310)

第二节	小流域综合利用的规划和经营管理·····	(312)
第三节	辽东山区小流域综合利用的 几种模式·····	(317)
第四节	小流域综合利用中的若干问题 及解决措施·····	(324)
主要参考文献·····		(328)

林业生态系统是人类为了自身的生存、发展和繁荣而创建的一个符合人类需要的林业生产体系。在创建过程中改变了自然环境，建立了林业生产环境，占有了为数有限的物种，使其经济性状得到不断的加强，提高了少数种群的利用率。

2. 管理者

林业生态系统是在人类管理下运转的。管理的本质就是对系统的调节与控制，其手段主要是通过增加能量、物质和科技投入，左右林业系统的行为。

3. 享用者

人类是林业生态系统的享用者。所谓享用不仅限于木材，还包括各种各样的非木材产品。

(二) 生物系统

森林生态系统的生物，从高达百米的林木到电子显微镜下才能看到的细菌、病毒，是难以计数的。虽然它们形态各异、大小不一，但在生态学上可以根据其所需的营养来源分为生产者、消费者和还原者三大类群。

生产者 生产者以绿色植物为主，其主要特征是能利用太阳光能、水、二氧化碳及其它元素生产出有机物质，也称之为初级生产者。

消费者 指以初级生产者为食的大型异养生物，主要是动物，也称为次级生产者。

还原者 指以动植物残体及其它有机物为食的小型异养生物，也称为分解者。包括细菌、真菌等微生物。

从另一种意义上讲，林业生态系统的生物还可以分为驯化生物和自然生物两种。驯化生物源于自然生物，其经济性状比较发达、生产力比较高，适于人工管理。另一方面，其抗逆性和自我存在能力受到削弱，受环境条件左右较大；同驯化生物相比，自然生物具有较强的抗逆性和适应能力。从目前来看，大多数自然生物的经济性能较差，尤其是木材生产能力。但有些

野生资源确有一定的开发潜力和较高的经济价值，如中草药、食用菌、野生花卉、香料植物、山野菜、野果、林蛙、柞蚕等经济动植物。自然生物在林业上占很大比重，尤其是天然林，全面合理地开发这些森林资源是提高林业生产力的重要手段。

(三) 环境系统

林业生态系统的环境分为自然环境、人工环境和社会环境三大类。

自然环境 林业生态系统的自然环境主要是由大气环流和地理位置所构成的水、肥、气、热、光等的不同组合，包括气候条件、地质地貌条件、地形条件、土壤条件等。在一个区域内往往体现为立地类型和立地质量。

人工环境 环境是生物生长发育的外界因素，它本身是一个有诸多因素所组成的综合体，它们对生物的影响不仅有单因子作用，更重要的是有两个以上因子的综合作用。在林业建设的大部分地区往往都存在着1~2个影响植物生长发育的限制因子，这些限制因子是人工生态系统建造成败与效益高低的关键。通过人工环境的建造，克服限制因子，是提高林业生态系统稳定性和生产力的重要手段。常见的人工环境有：水土富集工程（鱼鳞坑、水平阶、梯田、截流沟等）、排水工程（明沟、暗管、基塘等）、防风（沙）工程（防风障、草方格等）、保水工程（化学保水剂应用、塑料薄膜覆盖、覆草保墒、压石保水等）、躲盐工程（高垄、台田等）。

社会环境 林业生产是社会经济活动的一部分，其产品部分或大部分都输往社会，是社会经济系统的输入；发展生产所需的部分资金、原材料、技术等需要由社会供应。所以林业生态系统实质是一个生态经济系统。在研究林业生态系统时，经济规律是不容忽视的。

从系统角度看，以上这些并不是林业生态系统结构的全部

内容，只是系统组成的元素。除此而外，系统结构还应包括这些元素之间的相互制约、相互作用的方式或时间、空间及营养上的联系。

二、林业生态系统生产力

从生态经济学角度讲，生产力是人们以森林资源及其生态环境为基础，利用一定的科学技术，投入相应数量与质量的社会经济资源，在林业生产过程中，将森林自然生产力转化为森林经济生产力，以获得人们生产和生活日益需要的产品和服务的持续能力。从生产力系统观点看，林业生态系统生产力是森林生态经济系统的物质、能量和信息的传递、转换以及价值的形成、转移和增殖的综合功能、质量水平与持久性。

（一）林业生态系统生产力是自然生产力与社会经济生产力的有机结合

林业生产过程是自然再生产过程和经济再生产过程的复合体，物质能量的积累、转换与价值的形成是同步的，所以林业生态系统的生产力也是在自然生产力与经济生产力相互转换和交织过程中体现出来的。森林自然生产力是生态系统所具有的物质和能量的积累、循环、转化的能力，人工干预及外界经济资源的注入，会导致森林生态系统物质循环和能量转换的通道、方式和效率的变动，此时自然生产力转换为经济生产力。而经济生产力也具有连续性，并非一次性效用，林业经济系统的物质和能量在循环转换中也会凝结在森林生态系统中并转换成自然生产力。自然生产力与经济生产力的循环转换过程，即林业生态系统生产力的实现过程。

在林业生态系统中，自然能（物）流是经济能（物）流产生的基础，离开了生态系统的能（物）流就没有经济能（物）流，自然生产力是经济生产力的基础和前提。在一般技术条件和管理水平下，自然生产力高，经济生产力也高，因为自然生产力

高意味着生态系统的物质能量转化效率高，同样社会条件、同样劳动消耗，高转化能力的森林可获得较高的经济产量。

(二) 林业生态系统生产力定量评价

林业生产首先是自然生产过程，林业生物的自然生产力是系统生产力形成的基础。在生态学上，一般将自然生产力分为初级生产力（生产者固定日光能合成有机物的速率）和次级生产力（消费者贮存能量的速率），通常用实物量或能量来表示。在林业系统中，初级生产与次级生产有时是同时存在的，而且人们关心的是其经济产品的产量，因此其自然生产力可以用单位时间单位可利用土地面积上各种植物、动物产品所形成的经济产量所含能量之和来表示，这种能量可以称之为经济能（或有效能）。用公式表示如下：

$$NP = \sum_{i=1}^n (Y_i \cdot Y_i) / S$$

NP：系统自然生产力 Y_i ：第 i 种经济产品折能系数 Y_i ：第 i 种经济产品总产量 S ：系统的可利用土地面积

随着自然生产力的形成，人类劳动的付出，价值随之形成，也就形成了林业生态系统的经济生产力，即在生产中投入一个单位的生产要素如活劳动、土地、生产物资等所取得的产品价值量。可以用单位时间（通常是一年）内每个劳动力所创造的净产值（或纯收入）来表示，用公式表示为：

$$EP = NV / FL$$

EP：经济生产力 NV：净产值或纯收入

FL：系统劳动力

林业生态系统生产力(FSP)是在人类控制下系统的物质能量和信息的传递、转换及价值的形成和增值的综合能力。因此，在考察 FSP 时必须把林业生态系统自然生产力和经济生产力有机地结合起来，结合的方式有很多种，如将林业生态系统生产力定义为自然生产力与经济生产力之和或之乘积。如果将二

者相乘，则有：

$$FSPI = NP \cdot EP = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i \cdot Y_i) \cdot NV}{S \cdot FL}$$

FSPI 为林业系统生产力指数，表示在一个生产年度内单位面积土地上平均每个林业劳动力所生产的经济产品量所含能量及所创造的净产值或纯收入的乘积。

林业生态系统生产力评价既是一个理论问题，又是一个实践问题，对这一问题的研究目前还不很统一，不同的评价方法会得出不同的结果。

三、林业发展的潜力与高效林业

(一) 林业发展的潜力

现代林业发展方式追求的一个重要目标是，使林业发展中蕴含的潜力最大限度地转化为现实供给能力，以满足不断增长的日益多样化的社会需求。目前林业发展潜力转变为现实供给能力的进程缓慢，使现实供给难以满足需求。我国林业具有巨大的发展潜力。

1. 林地潜力

我国现有林业用地面积 2.63 亿公顷，占国土面积的 27.38%，其中有林地面积 1.34 亿公顷，占国土面积的 13.92%，占林业用地面积的 50.9%，而世界发达国家的林地利用率一般都在 90% 以上。从发展角度看，继续扩大森林面积，提高森林对国土的护卫能力及对经济发展的承载能力有着巨大的潜力。

2. 林地生产力潜力

目前我国林地的生产潜力发挥得极不充分，林地生产力与世界水平相比差距较大，我国全部林地平均生长量约为 1.7 立方米/公顷·年，日本为 3.1 立方米/公顷·年，德国为 5.5 立

方米/公顷·年，新西兰为6.6立方米/公顷·年。我国是世界上第一人工林大国，人工林总面积已达3410万公顷，但人工林单位面积蓄积量却只有33.3立方米，全世界人工林单位面积蓄积量平均在100立方米以上，一些人工林经营水平较高的国家如新西兰达到270立方米/公顷。我国林地单位面积产出低的主要原因并不是林地质量差，而是经营水平低。在我国现有林地中，一等地占64.87%，二等地占26.93%，三等地8.20%，一、二等地的比重占到90%以上。这充分说明，我国目前对林地生产能力的利用只是潜力的一小部分，更大的能力还没得到发挥。

3. 森林多种资源利用潜力

林区资源十分丰富，除了有主产品木材资源外，还有丰富的野生动植物、微生物资源，有大量的可开垦荒地、可利用的草原、水资源、风景资源及矿藏资源等。过去由于受单一经营木材生产传统观念的束缚，对这些丰富资源的开发利用没有给予充分的注重，弃富于林、弃富于地、弃富于水的现象还相当普遍。此外，在林区还有大量采伐、造材、加工剩余物，目前我国“三剩”利用率仅为10%，而国外目前已达到50~80%，且已进入全株全树利用阶段。发展多种经营和木材综合利用，提高森林资源利用率和木材综合利用率，将林区多种资源优势转化为经济优势，是解决林业“两危”的重要途径，具有很大的潜力。

4. 结构优化潜力

不同的结构产生不同的效果，目前我国林业从森林资源经营到产业结构均存在着较大的缺陷，并影响着林业多种效益的综合发挥。在森林资源经营结构方面，尽管进行了林种划分工作，但还存在着很大问题，有的划分比例不尽合理，有的划分不准确，有的只是从数字上划分却没有落实，实际上是不分林种、不分功能的单一经营模式。造成森林综合效益低下，三大效益顾此失彼。在产业结构方面，主导产业缺位，产业门类 and

产品数量与森林资源多样性和丰富程度不相称，现有林业产业规模较小、素质较低。调整优化林业结构是提高林业效益的重要途径，并且潜力巨大。

5. 科技经济发展提供的潜力

森林生产力的提高，通常是由于对生态系统增加科技与能量投入的结果。如人工林的速生丰产主要是通过营造高光合效能的树种、建造合理的森林结构以及整地、灌溉、排水、施肥、森林抚育、病虫害防治等各种手段和措施达到目的的。这些措施与手段均以科技和经济发展为基础。目前我国科技水平比较落后，科技成果转化率低，“八五”期间林业科技成果推广转化率为34%，科技对林业发展的贡献率仅为21%。在经济投入方面，根据我国目前国情、林情，还不可能像国外一些国家那样集约经营森林。现在国外一些发达国家林地施肥已是一种育林的常规措施，而我国的集约经营还主要限于人工劳动投入和生物措施方面。随着我国经济的不断发展，对林业的支持能力必将增强，林地生产力将不断得到提高。不论从科技方面还是从经济角度看，我国林业都蕴含着巨大的发展潜力。

(二) 高效林业

高效林业是一种完全不同于过去单一经营木材的全新经营体系，在对林区资源全面认识和正确评价的基础上，对生物和非生物资源进行综合开发、集约经营，优化林业生态系统结构，建立以森林培育和木材生产为中心的多产业复合体系，实现最佳的经济、生态和社会效益。

事实上，在林业生产中，应用科学技术和集约经营是可以达到优质高产的，而高效则较难，它受制于市场，如果市场需求不能与高产优质同步，就会陷入高产低效，因为供大于求必然跌价，高产优质也就无意义。因此“两高一优”林业关键在于高效。

林业既是产业又是公益事业，因此，高效不能仅仅体现在

森林有形产品上，还必须认识到森林的社会性和环境功能，森林产品和生态功能同步优质高产高效才是完全的高效林业。

第二节 高效林业的基本原理

林业是由森林生态系统与林业经济系统组成的复合生态经济系统，因此高效林业的原理涉及到生态学、生态经济学、系统科学、林学等学科，但主要的还是几条生态学 and 生态经济学原理。

一、系统论原理

(一) 结构决定功能原理

稳定高效的林业生态系统必然是一个和谐的整体，系统各组分之间必须具有适当的量的比例关系、时空秩序和明显的功能上的分工与协调，只有这样才能使系统顺利完成能量、物质、信息、价值的转换功能。系统内不依赖整体而存在的组分所具有的功能称为“元功能”，诸多“元功能”的算术和是系统的“元功能”。各组分按一定秩序组合，形成比系统元功能大得多、或缩小、或可能出现元功能所不具备的新功能，这些功能称之为“构功能”。系统的功能是“元功能”和“构功能”之和。要提高系统功能，就要调节系统结构，提高“构功能”，使得系统的整体功能大于组成系统各组分功能之和。

(二) 林业生态系统是一个开放系统

其本质是人类通过精神生产和物质生产与系统发生物质、能量与信息交流，由于这种无限循环的输入、输出功能，才保持了系统的时间、空间上的有序、稳定状态，并遵循一定规律使系统不断地发展、演化。具有非平衡稳态特征的系统必然是开放系统的耗散结构。对于开放系统，必须伴随着物质、能量的输入和输出，在系统输出产品后及时补充输入物质能量是必

要的，否则就要破坏其稳定与平衡。研究高效林业的关键是：要尽量减少对系统外部营养物质的需要，通过系统内部的多级利用和物质循环利用，使营养物质的投入与产出尽可能维持一个较好的动态平衡，使能量在系统中保持一个高水平的输入、输出的动态稳定，求得经济效益的稳步增长。

二、能量转化原理

生态系统中能量关系，主要表现在以下三个方面：1. 有机物质的合成过程，即生产者（绿色植物）吸收太阳能形成含能量的初级生产者；2. 活有机物质被各级消费者消费的过程；3. 死有机物质被腐生物分解的过程。能量在这三个过程中的转换，称为能量流。能量转换是生态系统的基本功能。

生态系统的能量转换，服从热力学定律。热力学第一定律又称能量守恒定律，即能量可以从一种形式转化为另一种形式，但能量既不能增加，也不会减少。热力学第二定律：①自然界中任何形式的能最终归宿是热能，而且在自然条件下是不可逆的；②任何一种能量的转换，总有一些能量损失掉，一种形式的能绝不会全部转换成另一种形式的能，即任何一种过程的效率都达不到 100%。

生态系统中能量转换、流动主要渠道是食物链及食物链网，能量顺营养级（生产者、消费者）序列向上，逐级地、急剧地、阶梯般地递减。从一个营养级到另一个营养级能量转换效率见图 1-2 和表 1-1。一般来说，能量从一个营养级到另一个营养级的转换效率都很低，约为 10% 左右，即能量经过一个营养级要有 90% 散失掉，此规律即 Linderman 的“百分之十”定律。

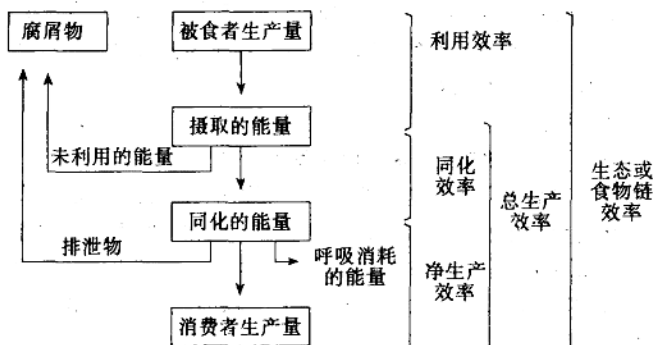


图 1-2

一营养级到另一营养级能量流动图解及每一代谢阶段的能量效率。未利用和排泄的能量仍处于原状，将被其他生物所利用（引自 Ricklefs, 1982）。

林业生态系统的能流特点：

①人类是林业生态系统的唯一消费者，林业生态系统的根本目的就是满足人类对林产品的需求。除人类外，其它所有生物都是向人类提供产品，都具有生产者性质。所以林业生态系统不仅存在初级生产力，还存在次级生产力。②林业生态系统的能源，除太阳辐射能以外，还

表 1-1 能量转换效率的定义

- (1) 利用效率 = $\frac{\text{食物摄入量}}{\text{被食者生产量}}$
- (2) 同化效率 = $\frac{\text{同化的能量}}{\text{食物摄入量}}$
- (3) 净生产效率 = $\frac{\text{生产量}}{\text{同化的能量}}$
- (4) 总生产效率 = $\frac{\text{生产量}}{\text{食物摄入量}}$
- (5) 生态效率 = $\frac{\text{消费者生产量}}{\text{被食者生产量}}$

有一定数量的社会能源投入。在林业生态系统中，人类不是被动地接受食物链的能量，而是进行主动干预，从而增加能量的转化效率，这种干预主要是通过为每一环节提供辅加能的形式来实现的。林业发展早期投入能量只是人和动物劳力，发展到现代的集约林业阶段，除人力、畜力外，还投入机械、人工合

成的农业化学物质（化肥、农药、除草剂…）。现代林业的发展实际上是越来越多的辅加能的投入过程。所以研究林业系统的能量效率，一方面是系统对能量吸收、转化率的高低；另一方面还需研究辅加能量效率。

建立稳定高效的林业生态系统，应注意以下几个方面问题：

（一）提高初级生产者的能量转化效率

这是提高林业生产能力的基础。可以采取优良品种的繁育和森林培育措施的改善等途径得以实现。现在生物圈的平均光能利用率仅为 0.2~0.5%，陆地生态系统中光能利用率较高的森林也不过是 0.5~1.5%，但热带雨林的光能利用率已达 3.8%。因此，如何筛选和培育光能利用率高的品种，模拟和建造高光能利用率的植物群落结构，提供高光能利用率的生态条件，是植物生产上很有价值的研究课题。

（二）减少系统内的能耗，提高各环节的能量转化效率，尤其是如何利用副产品中的能量和物质

自然界的生物产品，对人类社会来讲都有经济产品与非经济产品之分。其中，经济产品可为人类直接利用，而非经济产品则要经过各种途径返回自然界，这种返回过程伴随着物质变化和能量损失。这种过程在自然生态系统中尚属合理的话，在人工生态系统中，对人类社会来说，则是不小的损失。设计建造一种工艺流程，使这些非经济产品经人工选择的生物种群转变成多种经济产品是非常必要的。此外减少系统内的能耗（如降低呼吸消耗、避免病、虫、兽害所引起的损失等）、提高生物产品的收获利用率（如生物量林业等）也是提高能量转化利用率的重要途径。

三、物质循环的平衡原理

物质循环和能量转换是一切生命活动的源泉，也是生态系统的基本功能。物质是不灭的，它总是构成周而复始的通道，而