

目 录

前 言

第一章	森林抚育间伐概述.....	1
第一节	什么叫森林抚育间伐	1
第二节	森林抚育间伐的目的	2
第三节	森林抚育间伐的意义和作用	4
第二章	森林生长发育特点与抚育间伐的关系.....	11
第一节	森林生长发育阶段性特点与抚育间伐的关系	11
第二节	林木自然分化和自然稀疏特点与抚育间伐的 关系	18
第三节	林木分级与抚育间伐的关系	22
第三章	森林抚育间伐的 <u>种类和方法</u>	26
第一节	森林抚育间伐的种类	26
第二节	森林抚育间伐的方法	28
第四章	森林抚育间伐的技术要点.....	40
第一节	需进行抚育间伐的森林类型	40
第二节	森林抚育间伐的起始期和结束期	41
第三节	森林抚育间伐的间隔期	46
第四节	森林抚育间伐的强度	49
第五节	合理选择间伐木	60
第六节	森林抚育间伐作业的季节	61

第五章	人工整枝和摘芽.....	63
第一节	人工整枝	63
第二节	摘芽.....	70
第六章	其它林种的抚育间伐.....	73
第一节	母树林的抚育间伐	73
第二节	防护林的抚育间伐	80
第三节	竹林的抚育间伐	84
第七章	森林的综合培育.....	88
第一节	森林综合培育法的概念和内容	88
第二节	森林综合培育法的特点和好处	90
第三节	森林综合培育的方法	91
第八章	森林抚育间伐规划设计.....	102
第一节	外业调查规划	103
第二节	作业设施选设和设计施工	114
第三节	内业设计	115
第九章	森林抚育间伐作业施工和检查验收.....	119
第一节	作业施工前的准备工作	119
第二节	作业施工质量	120
第三节	检查验收和评比	121
第十章	森林抚育间伐科学实验.....	126
第一节	试验研究的主要内容	126
第二节	试验地的设置	129
第三节	试验标准地的复查	130
第四节	试验效果的分析	131

第一章 森林抚育间伐概述

第一节 什么叫森林抚育间伐

森林有多种类型。从起源来看，有天然林、人工林、人工天然混交林；从森林的种类和经营目的来划分，有用材林、防护林、经济林、薪炭林、特种用途林等。不论是哪一种或哪一类森林（部分特用林除外），从幼龄阶段（人工林从幼林抚育结束后）起到成熟前这一过程中，按照森林自然稀疏的规律和培育目的需要，每隔一定时期伐除部分林木。这种措施就叫做森林抚育间伐。

抚育间伐是森林经营工作中的一项重要森林经营培育措施，既能促进林木生长，又能生产一部分木材，所以又称“中间采伐利用”，简称“间伐”。抚育间伐，也可以理解为以抚管培育为主要目的的中间采伐利用。近代一些林业经营水平较高的地方，特别是营造培育速生丰产林，在森林生长过程中进行抚育间伐的同时，还因地因林制宜采取综合性培育措施，例如施肥、灌溉、排涝、深翻改土、修枝、除萌以及割除影响主林木生长的藤蔓、灌木等。这些综合性培育措施，在实际生产中也常统称为抚育间伐或作为成林抚育的内容之一。

森林抚育一词从狭义来说,习惯上一般仅指抚育间伐(又叫成林抚育)而言。从广义来说,则包括幼林抚育和抚育间伐两个阶段。但是这两个不同的生产阶段往往容易被人们混淆。幼林抚育,是在已造林(更新)尚未成林的幼林林地上进行抚育的生产措施,一般包括从造林更新后的当年或第二年开始,直到幼林郁闭时为止。而抚育间伐是指幼林郁闭以后至成熟林采伐前一个龄级为止,这一阶段进行抚育采伐的森林经营生产措施。虽然有的林分也需要同时采取除草、松土、割藤、施肥、浇水等措施,但主要是进行抚育间伐,给保留下来的林木创造良好的生长环境。通过抚育间伐伐除一部分林木也可以获得一部分木材加以利用。因此,幼林抚育与抚育间伐这两个阶段,不论是从生产过程、阶段、目的和内容上来看,既密切联系又有区别,不能混淆。

第二节 森林抚育间伐的目的

森林为什么要进行抚育间伐呢?主要是为了通过抚育间伐调整林分组成、改善林木生长环境和卫生状况,达到促进林木生长,提高林木质量、生长量,增强和发挥森林多种效益等目的。同时还可以通过抚育间伐生产一部分木材和其他林产品。但由于经营目的不一样,林种不同,林龄阶段不同,抚育间伐的目的、任务也各不相同。

森林抚育间伐的目的,综合归纳起来,主要有以下几个方面。

①通过留优去劣,调整林分的树种组成,使目的树种在

林分内占一定比重。为保留林木生长发育创造良好的条件。在天然林、天然次生林和采伐迹地更新的人工林中，通常有几种或多种树种组成，起源不同，稀密不均，不同树种混交生长在一起，互相竞争。通过抚育间伐，逐步淘汰一部分非目的树种，既调整林分的树种组成，又为目的树种的生长创造适宜的生长环境。

②调节林分密度，合理安排保留林木的营养面积和空间。随着林木的生长发育，单位面积上林木的相对密度不断增加。通过抚育间伐，及时进行调整，保证林木在每个发育阶段都能保持适宜的密度，得到相应的营养面积和空间，以利林木正常生长。

③缩短林分中目的树种的培育周期（即工艺成熟期、数量成熟期），加速保留林木的生长，增加单位面积的总生长量，提高生长率。

④利用森林自然分划的规律提前进行中间利用。及时采伐利用自然稀疏过程中将被自然枯损浪费的林木，降低枯损率，提前生产一部分木材，支援国家建设，增加经济收入，实行以林养林。

⑤改善、提高保留林木的木材质量和工艺价值，提高规格材、好材的比重，增加单位面积上立木蓄积量的干材出材率。

⑥改善林分卫生状况，增强林木对病虫害、雪压、风折等各种自然灾害的抵抗能力。

⑦巩固提高森林的各种防护效益以及森林的其他多种社会效益。

⑧对经济林进行抚育间伐及综合性培育管理，可以提高经济林各种林产品的产量和质量。

第三节 森林抚育间伐的意义和作用

森林的生长过程很长，少则十几年，多至几十年、几百年，是收获期很长的一项生产。从林业生产周期来看，用材林一般分为造林更新、经营管理、采伐利用三个阶段，其中两头的时间较短，中间的经营管理阶段时间最长。防护林、特种用途林等林种的经营管理阶段的时间则更长。而抚育间伐则是森林经营管理过程中一项非常重要的培育措施。国内外的经验证明，对幼龄林、中龄林进行抚育间伐，可以说是一举数得，不仅有利于集约经营森林，促进林木生长，多快好省地培育后备森林资源，而且也是进行中阔利用增产木材，为改变“森林过伐”状况，调减森林资源消耗量的有效途径。同时，又是挖掘林业潜力，搞活林业经济，增加收入，实行以林养林、以短养长的必要手段。因此，抚育间伐是关系到营造培育森林能否实现速生丰产，能否巩固造林更新、封山育林成果，能否更好地发挥森林多种效益的一项关键性措施。一些林业先进国家，已经把能否按森林生长规律和集约经营的要求，及时进行抚育间伐和间伐产材量占总产材量的比重，作为衡量经营水平高低的一项重要标志。一些森林经营水平较高的国家，抚育间伐产材量占总产材量的比重一般在50%左右。例如英国占70%，日本占40%，芬兰、瑞典占40—50%。

我国森林资源少，急待抚育间伐的幼龄林、中龄林比重大，欠帐多，加上木材又供不应求，因此开展抚育间伐工作，就更具有特别重要的意义。

抚育间伐的作用是多方面的，概括起来主要有以下几个方面：

①森林抚育间伐能促进林木生长，提高单位面积产材量，缩短成材期。

我国不少林区的生产实践和科学研究的初步成果证明，不论是南方、北方，不论是人工林、天然林，通过比较合理的抚育间伐，都能够起到促进保留林木的胸径和单株材积生长，提高单位面积产材量，并缩短成材期的作用。

例如，据福建省洋口林场对7年生杉木人工林进行抚育间伐后4年调查测定，胸径年平均生长量比对照区分别增加51%（中度）、74%（强度）；间伐后10年调查测定，杉木单株材积生长率比对照区增加36%（间伐强度为36.5%）至64%（间伐强度为50%）。该场1957年营造的杉木人工林，1963年抚育间伐，1973年调查，每亩蓄积量12.6立方米。而未抚育的对照区为9.1立方米，抚育比不抚育蓄积量增多38%。

②抚育间伐能改善林分结构，提高森林质量。

抚育间伐后的林分，经过留优去劣，使目的树种和生长旺盛、干形通直、材质优良的林木比重增加，改善了林分结构，显著地提高了林木质量。主要表现在增加单位面积上生产规格材、经济材的比重，提高木材的形质、理化机械性能和工艺性能。因此，也相应地提高了森林的经济价值。

例如，辽宁省本溪市林科所，对12年生落叶松林进行抚育

间伐试验，间伐后6年调查，胸径10厘米以上的林木株数的比例，由抚育间伐后占保留株数的14%增加到51%，胸径6—9厘米林木的比例由82%下降为47%；而没有进行抚育间伐的对照区，胸径10厘米以上的林木比例，由原来的12%仅增加到29%，比抚育间伐的试验区少22%，并出现13%的枯死木。对18年生红松人工幼龄林进行抚育间伐，伐后5年调查，可以生产小径材、中径材和电柱的林木株数，分别占林分总株数的4.4%、11.1%和55.7%。而未进行抚育间伐的对照区内，则多为小径级林木，没有能够生产电柱材的林木。

据研究观察，经过抚育间伐的林分，木材材质也有一定的变化和提高。例如年轮宽度增加，晚材的百分率加大，增加了木材容积重和硬度；木材纤维长度加长，机械组织加强，阔叶树木材的强度加大，木材管胞和导管的长度增大，输导组织加强，特别是针叶树木材强度提高。但是如果抚育间伐强度过大，也会使木材质量降低。

③抚育间伐有利于改善林内卫生状况，增强抗御自然灾害的能力。

森林常遭到风、雪、雨淞（又叫过冷雨）、病、虫等自然灾害，特别是未经抚育间伐生长过密的幼、中龄林受害最重。据研究，在幼、中龄林阶段，由于林木的密度较大，降雪后林冠承受雪的压力比密度低的林分大。每公顷林冠受到雪压的重量可达到500多吨，林木胸高断面上每平方厘米承受的压力约达2.5公斤。中龄林以后，随着林木的稀疏，每公顷林冠受到雪压的重量降低到300吨左右，林木胸高断面积上每平方厘米承受的压力也降到0.5公斤左右。

许多实例证明经过抚育间伐的林分，由于林木密度减小，改善了林分卫生状况，清除了易于受害的病虫害木，健壮林木比重增加，林冠郁闭度减小，提高了林分对自然灾害的抗性和林分的稳定性，有利于减少风、雪、病、虫等自然灾害的危害，或者受灾程度较轻。

例如，辽宁省湾甸子实验林场，在1972年5月一场大雪后调查，经过抚育间伐的16年生落叶松人工林，抗雪压、风倒的能力大大增强，平均受害率仅为13.5%，而未进行抚育间伐的林分则为70%。同时，由于抚育间伐的强度不同，受害的情况也不一样。据该场调查，强度间伐区雪压树干弯曲的被害林木占立木株数的3.3%，中度间伐的占10.7%，弱度间伐的占26.5%，而未经抚育间伐的对照区树干被压折断、倾倒、弯曲等被害林木株数占79.2%（详见表1）。

又据四川省林科所调查，未经抚育间伐的杉木林对照区受蛀干害虫危害的林木达40.2%，间伐强度39.2%的林分，虫害木占2.2%，而间伐强度56.3—62%的林分，基本无虫害。这说明抚育间伐改善了林内卫生条件，显著增强了林分对病虫害的抵抗能力。

④抚育间伐有利于改善森林环境，提高森林的防护效能和多种效益。

适度的抚育间伐对森林光照强度、温度、湿度、土壤肥力等自然环境条件的影响，向着对林木生长发育有利的方向变化，有利于提高森林的防护效能和多种效益。

经过抚育间伐的林分，林木株数减少，林冠郁闭度下降，使林内光照强度增加1（中度间伐）至2（强度间伐）

表1 辽宁省湾甸子实验林场落叶松人工林不同间伐强度雪压受灾情况对照表

单位:株/亩

抚育间伐强度	平均每亩立木株数	受害林木情况							
		倾 倒		折 断		弯 曲		合 计	
		株数	%	株数	%	株数	%	株数	%
强 度	148					5	3.3	5	3.3
中 度	169					18	10.7	18	10.7
弱 度	192	1	0.5			50	25.0	51	26.5
对 照	250	14	5.6	11	4.4	173	69.2	198	79.2

注:①1972年5月15日降雪

②1972年5月5日调查受灾情况

③该林分是1956年春季造林,树种是长白落叶松,初植密度每亩441株

④地点:辽宁省清源县湾甸子实验林场大映沟

倍,使林内空气、土壤的湿度、温度也相应地发生变化。在夏季间伐后林内温度提高,林内降雨量增加5—15%。有利于死地被物的分解,提高土壤的肥力,促进保留林木的生长,有利于提高和更好地发挥森林的防护效能和多种效益。安徽省黄山茶林场在7—8年生杉木林内观察,在生长季节晴天,未经抚育间伐的对照区(亩均400株)林下平均光照强度仅为空旷地光照强度的0.8%;抚育间伐强度30%(按株数计算)的实验区,林下光照强度比对照区增加3—4倍;抚育间伐强度40%的实验区增加10倍,抚育间伐强度50%的实验区增加30倍,为空旷地光照强度的24.6%。林下温度也相应发生变化,抚育间伐强度30%的实验区,冬春季节的白天气温比对照

区高 $0.3-0.6^{\circ}\text{C}$ ，地温高 1°C ；强度 $40-50\%$ 的实验区气温高 1°C 左右，地温高 $1.5-2.4^{\circ}\text{C}$ 。由于林内光照增强，温度提高，早春林木形成层活动比未间伐的对照区提早 $5-10$ 天，相对地增加了林木生长量。根据福建洋口林场观察，中强度抚育间伐后的 17 年生杉木林，平均每平方米叶面积年生长林木干材 0.32 公斤，比未抚育的对照区 0.15 公斤增加一倍多。黑龙江省带岭林业局观察的资料证明，经过中度抚育间伐的林分，林内光照强度比对照区增加 $2-6$ 倍，气温也相应提高，林地下 15 厘米处的温度升高 1°C 以上，使森林植物芽苞的膨胀萌动期提前 $1-2$ 天，落叶期推迟 $1-3$ 天。

⑤通过抚育间伐，可以生产一部分木材，有利于缓和木材供需矛盾。条件好的地方，有的还能增加部分收入，实行以林养林。

据一些地方的生产和实验资料来看，通过抚育间伐，平均每亩可生产木材 0.5 立方米左右，其中规格材 0.3 立方米左右。但由于各种类型林分的具体情况不同，抚育间伐的出材量则差别很大。一般幼龄林不出材或只出一些小材、烧柴等；中龄林一般每亩可产材 1 立方米左右。

黑龙江省带岭林业实验局， 1964 年对 14 年生落叶松进行首次抚育间伐，平均每亩生产坑木、车立柱、小杆等木材 31 根，收入 10.42 元，支出 7.73 元，纯收入 2.69 元。第二次抚育间伐平均每亩生产小径材 56 根，收入 87.56 元，支出 13.61 元，每亩纯收入 73.95 元（详见表 2 ）。

需要特别说明的一点是，凡是抚育间伐有纯收入的地方，多数是中龄林出材量较多，同时还要作到加强组织管

表2 黑龙江省带岭林业实验局落叶松人工
林抚育间伐收支概况表
(平均每亩)

项目 次 别	抚育间伐强度	用工量 (日/人)	支出 金额 (元)	生产材 木 材 (根)	收入 金额 (元)	纯收入 金额 (元)
第一次	29%	3.22	7.73	31.07	10.42	2.69
第二次	21%	2.67	13.61	56.67	87.56	73.95
合 计	—	5.89	21.34	87.74	97.98	76.64

理，努力降低作业成本，而且抚育材的销路好，价格合理。如果只进行幼龄林抚育间伐，由于出材量很低，再加上木材价格不合理，大都是入不敷出。

第二章 森林生长发育特点 与抚育间伐的关系

森林在生长发育过程中，具有自然分化、自然稀疏及生长发育的阶段性等特点。森林经营工作中因地制宜地掌握、运用各类型森林生长发育过程中的这些规律、特点，才能把抚育间伐等安排得及时、合理、更有成效。

第一节 森林生长发育阶段性特点 与抚育间伐的关系

森林的整个生长发育过程，从幼龄林到成熟林所需要的时间，因树种组成、气候条件、土壤条件以及人为的经营管理措施不同，有很大的差别。一般从发生、发展到衰老要经过几十年、上百年或几百年的漫长过程。例如在北方寒冷地区及西南、西北高山地区的森林，从幼龄林到成熟林往往需要一、二百年，而在南方有些速生树种只需二、三十年。不同地区、不同类别的森林从幼龄林到成熟林的时间，虽有很大差别，但都要经历几个基本的生长发育阶段，或叫不同的生长发育期。森林在不同的生长发育阶段，具有不同的森林形态和结构，林木之间、林木与环境之间的矛盾也各不相同。因此，

在不同的生长发育阶段，需要采取不同的经营措施，不同的抚育间伐方法，以便促进林木更快更好地生长。根据林分生长发育过程中林木相互之间、林木与环境之间相互作用的情况和不断变化的特点，一般概括为六个生长发育阶段。即森林形成阶段（幼龄林）、森林速生阶段（近中龄林或成龄林）、森林成长阶段（中龄林）、森林近熟阶段（近熟林）、森林成熟阶段（成熟林）和森林衰老阶段（过熟林）。

1. 森林的形成阶段

不论是人工林或天然林，在森林形成的初期，幼林往往呈散生或丛团状生长，林冠尚未相互接近。随着林木的逐渐生长，树冠开始相互交接，林冠开始郁闭，并逐步形成幼龄林的环境，但尚不具备完整的森林环境。这一时期，通常处于幼龄林阶段，这个阶段的生长特点是：幼树已处在扎根生长期，根系生长很快，一般超过地上部分，而地上部分生长虽然较缓慢，但随着年龄的增长逐渐加快。根系生长与地上部分生长速度保持一定的比例关系。根系发展的好或差，直接关系到能否较快成林、成材、正常生长。因此，这一阶段的幼林抚育管理工作，要着重加强林地管理，促进根系正常生长发育，为成林、成材打好基础。

在这个阶段，林木很大程度上是单独和立地环境发生联系，林木相互之间的有益或不利作用不显著，单株林木与杂草、灌木的竞争能力和对外界环境的适应能力很差，易遭受气候、土壤、杂草等不利环境条件的影响。因此，这个阶段森林的性状和特点很不稳定。在混交林中初期生长快的树种，树冠迅速扩大，逐步形成郁闭、因而可能抑制、淘汰其他初

期生长慢的树种。在树种单一的纯林中，过密的杂草、灌丛也可能严重抑制幼树的生长。因此，这一阶段特别是前期在进行幼树抚育和加强土壤管理的同时，也需要通过综合性抚育间伐措施，改善幼树生长环境，调整林分的树种组成，促进幼树正常生长。经营水平较高的人工林，还可以同时采取锄草、松土、施肥、灌水、除藤、割灌、整枝、摘芽等综合性培育措施。

幼树经过一个阶段的扎根期及对环境的适应后，地上部分生长速度逐步加快，树冠开始相互衔接，郁闭成林，整个林分即进入速生阶段。

2. 森林的速生阶段

森林速生阶段的特点是，林木的生长，特别是高生长加快，并达到最旺盛的时期，故又称为干材生长期。在天然林中，阳性树种高生长最快的时期，大都在林龄15年后开始出现，以后又逐年减慢。而耐阴树种高生长最快的时期出现较晚，约在林龄50年左右。在此阶段，整个林分的高度在相对短的时期内迅速增高，致使林分外貌基本定型，并使林冠达到更高的郁闭度，形成较稳定的森林结构。林内光照显著变弱，林地阴湿，林下植被杂草及喜光的灌木相对减少，开始具有典型的“森林环境”。这一时期，已郁闭成林，生产上均称成林阶段，有的把它叫作壮龄林阶段。由于壮龄林还包括中龄林，所以叫做近中龄林或成龄林阶段较为确切。

由于林木生长迅速，林木之间的竞争加剧，进入林木分化和自然稀疏非常激烈的阶段，开始出现枯立木。在此阶段，森林具有较大的可塑性，是森林生长发育过程中一个非

常重要的时期。为给林木高速生长创造良好的环境条件，除继续加强林地土壤管理外，还要及时进行合理的抚育间伐（主要是透光抚育伐），以调整单位面积上林木株数，保持适宜的经营密度。促进林分高生长和自然整枝，这对培育林木形成良好的干形，起着重要的作用。

3. 森林的成长阶段

经过速生阶段以后，森林的外貌及其结构已基本定型，但生长仍很旺盛。这一阶段森林生长发育的特点是高生长渐趋缓慢，直径生长的速度和树冠生长都达到了最旺盛的时期。这个时期的林木具有最大的叶面积，林木生长需要更多的阳光。由于直径生长旺盛，这个阶段材积生长量也达到最旺盛的阶段，一般称作中龄林阶段。这是个材积生长的旺盛期，一直可以延续到森林的近熟期。在此阶段，林木分化和自然稀疏仍在继续进行，但比前一阶段稍有缓和。这时仍应注意森林生长发育变化的情况，对林分及时进行合理的抚育间伐（主要是生长抚育间伐），调整林木密度，保持林内具有适宜的阳光及林木生长所需要的空间，促进林木直径生长，缩短森林的成材期。

4. 森林的近熟阶段

在这一阶段，林木直径和材积生长已趋缓慢，有的林木已开始花结实，森林自然稀疏情况明显减弱，林冠继续郁闭，林木生长比较稳定，通常也叫做近熟林阶段。现在我国大多数地方，此阶段已不再进行抚育间伐，甚至有的已开始进行采伐利用。在经营水平比较高的林区，为了促进林木的直径生长，在大径级林木的比重增加的情况下，仍需要进行适

度的抚育间伐。

5. 森林的成熟阶段

森林进入成熟阶段后，林木生长发育的主要特点是：林木大量开花结实，高生长、直径生长、材积生长量均明显下降，林木在生物学及工艺方面大都已进入成熟期。森林防护效能也趋于稳定成熟。这个阶段林木之间的矛盾已处于缓和状态，森林自然稀疏已基本停止，高度郁闭的林冠逐渐开裂。林下出现天然更新幼苗、幼树。这一时期，通常称为成熟林阶段。在这个阶段，对用材林应及时进行采伐利用（又称主伐），防护林则应进行卫生伐。

6. 森林的衰老阶段

这个阶段的特点是林木已经衰老，林木结实能力和种子质量均已降低，林地幼树越来越多。高生长、直径生长、材积生长基本停止或已经停止。并出现叶量减少，枯梢秃顶等生理衰老特征。林木容易感染病害，枯立木增多，林木枯损率高。这一时期通常被称作过熟林阶段。从经营用材林角度来考虑，将森林保留到这个阶段不及时地进行合理采伐利用是很不合算的。如果既是用材林，同时又兼有重要的防护作用，那就另当别论了。

按照森林生长发育的不同时期划分的六个阶段，每一个发育阶段大体相当于一个龄级。所以森林生长的发育时期，也可以按龄级组进行划分。而龄级和龄级组一般又是按树种、森林起源和地区的不同而分别划分的。森林生长发育阶段与龄级的关系详见表3、表4。

在森林资源调查和林业生产中也有把森林生长发育阶