



040053

陈瑞贤 编著

森林机械化抚育间伐

黑龙江省森林工业总局 营林局 组织编写
科技处

封面设计：周玉民



前 言

为适应林业现代化发展的需要，积极推广林业机械科技成果，促进森林抚育间伐机械化的发展，我们组织部分科技人员，在深入调查研究，广泛搜集资料的基础上，结合营林生产实际，编写了〈森林机械抚育间伐〉一书，供林业战线广大机务人员、管理干部、科技工作者阅读参考，该书对林业院校师生及林业机务管理人员的技术培训，亦有一定教学参考价值。

本书以介绍国内森林机械化抚育间伐经验为主，亦适当介绍了国内外森林抚育间伐机械化的先进经验及发展状况。书中对森林机械化抚育间伐的基础理论、技术要素、作业方式及森林间伐集材机械的构造原理、运用管理、操作技术、生产工艺等作了较系统的阐述。

本书由黑龙江省带岭林科所陈瑞贤、周桂英同志共同编写。张洪太、李永兴、王海春、朱明伦等同志参加了部分插图绘制工作。本书曾邀请黑龙江省森工总局及有关科研、教学、生产单位的同志进行了审查。

中国林科院科技情报所、林业部哈尔滨林机所、林业部桂林林机厂、林业部泰州林机厂及浙江林科所等单位曾为本书的编写提供资料，给予帮助，在此一并表示深切感谢。

由于我们水平有限，经验不足，书中缺点和错误在所难免，恳切希望广大读者批评指正。

黑龙江省森林工业总局 营林局
科技处

1984年

目 录

第一章 概 论	1
第一节 森林抚育间伐的作用和效果	1
第二节 森林抚育间伐机械化的特点	5
第三节 森林抚育间伐机械化现状与趋向	6
一、我国森林抚育间伐机械化现状	6
二、我国森林抚育间伐机械化趋向	9
三、国外森林抚育间伐机械化概况	11
第二章 森林机械抚育间伐	16
第一节 抚育间伐的基本理论与技术要素	16
一、抚育间伐与森林生长期的关系	16
二、抚育间伐的种类与方法	19
三、抚育间伐的开始期	30
四、抚育间伐的间隔期	33
五、抚育间伐的结束期	36
第二节 抚育间伐的典型机械	36
一、割灌机	36
二、打枝机与轻型油锯	54
第三节 机械化抚育间伐工艺	63
一、间伐作业方式的选择	63
二、间伐强度的确定	64
三、采伐木的选择	67
四、典型机械间伐工艺介绍	71

第三章 营林拖拉机集材	76
第一节 营林拖拉机的评定	76
一、营林拖拉机的评价指标	76
二、营林集材拖拉机的基本要求	80
第二节 国内典型营林集材拖拉机	83
一、〈营林—35〉拖拉机	83
二、〈金龙—252L〉拖拉机	88
三、拖拉机的集材工艺装置	95
第三节 营林拖拉机的技术使用	100
一、拖拉机的试运转	100
二、拖拉机的使用和调整	101
三、拖拉机主要技术使用指标的确定	114
四、拖拉机的安全技术规则	119
五、拖拉机的存放	120
第四节 营林拖拉机间伐集材工艺	121
一、拖拉机集材的准备作业	121
二、拖拉机集材的工艺过程	124
三、拖拉机集材的技术经济效益	129
第四章 绞盘机集材	134
第一节 间伐集材绞盘机概述	135
一、间伐集材绞盘机的基本要求	135
二、间伐集材绞盘机的类型	135
三、间伐集材绞盘机的主要性能参数	136
第二节 国内典型间伐集材绞盘机	140
一、固定式绞盘机	140
二、移动式绞盘机	156

第三节	绞盘机间伐集材工艺	162
一、	绞盘机间伐方式	162
二、	绞盘机间伐集材的辅助设施	163
三、	绞盘机间伐集材工艺	165
第五章	索道集材	167
第一节	间伐集材索道概述	168
一、	间伐集材索道的特点与要求	168
二、	间伐集材索道的分类	168
三、	几种间伐集材索道的技术性能	169
第二节	间伐集材索道的基本组成	169
一、	间伐集材索道用钢索	170
二、	间伐集材索道用跑车	176
三、	间伐集材索道用滑车	177
四、	间伐集材索道用索具	179
第三节	间伐集材索道的架设与维护	181
一、	索道架设的准备作业	181
二、	索道的架设	182
三、	索道的试运	187
四、	索道的维护与安全技术	187
第四节	间伐集材索道的典型生产工艺	191
一、	松紧式索道的典型生产工艺	191
二、	间伐集材索道的生产效率	197
三、	间伐集材索道的生产组织	199
第六章	半机械化工具集材	201
第一节	钢索回空集材	202
一、	钢索自动回空集材	202

二、钢索牵引绞盘·····	204
第二节 轮式车集材·····	205
一、轮式车集材的特点及应用条件·····	206
二、手推车集材·····	206
第三节 爬犁集材·····	208
一、爬犁的应用条件与特点·····	208
二、爬犁的构造及生产工艺·····	208
第四节 塑料滑道集材·····	210
一、塑料滑道的特点及应用条件·····	210
二、木材的滑行理论·····	212
主要参考文献·····	215

第一章 概 论

第一节 森林抚育间伐的作用和效果

抚育间伐是培育森林的一项重要手段。通过抚育间伐可以加速林木生长，缩短成材周期，改善森林卫生状况，提高林木质量，增强林木抵抗自然灾害的能力，获得间伐材，减少木材损失，并能提前获得经济收益。因此，抚育间伐问题已引起世界各国的重视。

我国建国三十多年来，营造了大面积人工林，其中很多已郁闭成林。在这些郁闭的人工林中，普遍开展了抚育间伐工作，取得了较好的成效，其作用和效果，概括起来主要有以下几方面：

一、间伐抚育能促进林木生长

黑龙江省通天一林场，对12年生落叶松进行了间伐试验，8年后的观察表明，适度间伐，直径生长量增加6.8—120.4%，单材积生长量增加18.9—62.7%。吉林省永吉县旺起林场，用15年生落叶松，按选木方式所进行的试验，伐后6年的调查，直径生长率增加26.8—118.6%，单材积生产率增加104—185.6%。各观测因子见表1—1。

间伐抚育由于减少了立木株数，对间伐抚育后能否提高单位面积林分总生长量问题，由于目前缺乏系统的间伐效果试验材料，难予作出肯定性的结论，但据现有的一些阶段性试

验结果认为，如果间伐强度合理，砍伐木选得适当，单位面积总生长量可有所增加。如黑龙江省带岭林业实验局，对14年落叶松进行了间伐试验，伐后10年调查：18%和29%强度抚育区的林分蓄积生长量，分别高于对照区的4%和3.6%；而49%强度抚育区，其生长量仅为对照区的89.2%。

表1—1 落叶松人工林间伐抚育生长效果比较表

间伐方式	间伐强度(%)	胸 径 (厘米)				单 材 积(立方米)				备 注
		伐后	生长量	生长率(%)	生长率增长率	伐后	生长量	生长率(%)	生长率增长率	
砍小留大	38.5	7.6	2.3	30.3	153.8	0.01064	0.01691	86.1	204.0	
砍 两 头	39.2	7.0	2.6	37.1	188.3	0.01703	0.01710	100.4	237.9	
砍小为主	30.7	7.6	1.9	25.0	128.9	0.01715	0.01567	91.4	216.6	
砍大留小	39.0	5.8	2.5	43.1	218.8	0.01137	0.01371	120.5	285.6	
对 照	0	6.6	1.3	19.7	100	0.01562	0.0659	42.2	100	

二、改善林木品质，缩短培育期

据辽宁省本溪市林科所，对12年生落叶松所进行的间伐试验表明：伐后6年，10厘米以上大径木的比例，由伐后当时的14%增加到51%；6—9厘米中径木的比例，由82%下降为47%；而没有间伐的林分，10厘米以上大径木的比例，则由12%增加到29%，并出现13%枯死木。18年生红松人工林间伐后5年的调查是，间伐区内的大径电柱材种，占出材量的比例为4.4%—11.1%—55.7%；没有间伐的林分，却无

大径电柱材。

三、能改善森林环境条件，增加对自然灾害的抵抗能力

据带岭林业实验局调查，经过间伐的林分，林分光照增加2—6倍，提高了气温，使地下15厘米处的温度升高 1°C 以上，使森林植物芽的膨胀期提早1—2天，落叶期推迟1—3天。

据辽宁省湾甸子林场在1972年5月一场大雪后调查，经过间伐的16年生落叶松林，抗雪压、风倒的能力大大增强，平均受害率仅为13.5%，而未间伐的林分则为70%。

四、间伐能促进母树结实

吉林省净月潭实验林场，对20年生樟子松人工林通过间伐改建母树林并进行了间伐强度与结实量的对比试验，据调查，伐后一年，冠幅生长比对照（未间伐）的大5—11倍，直径生长大2—3.9倍，每公顷保留500株母树的，其结实量为最大（表1—2）。

五、间伐的经济效果显著

黑龙江省通天一林场从1968年开始间伐以来，共生产木材26,000多立方米，经济收入相当于建场以来造林投资的164%。黑龙江省孟家岗林场，在1968—1976年间，通过间伐共生产松木杆250万根，其产值已超过国家造林总投资数。黑龙江省带岭林业实验局，从人工林间伐中生产枕木、车立柱、小杆等，每公顷收入107—552元，支出合计仅为113元。辽宁省湾甸子林场对落叶松人工林进行中度间伐，

每公顷生产木材4.95立方米，1.7米长的小杆990根，扣除生产费用，每公顷收益105元。

表1—2 樟子松人工母树林间伐效果比较表

单位：株·厘米·个

保留株 数/公顷	一年间 树冠半 径增长 率(%)	二年间胸 径增长量	每 公 顷 结 实 数	和对照区的比较值		
				冠幅增长率	胸部增长量	结 实 数
200	11	0.63	9,900	1,100	315	720
300	11	0.77	10,800	1,100	385	786
400	9	0.48	7,200	900	240	524
500	10	0.55	12,350	1,000	275	888
600	11	0.53	7,320	1,100	265	532
700	6	0.42	4,760	600	210	347
800	5	0.40	3,040	500	203	221
对照	1	0.20	1,375	100	100	100

六、缓和木材供需矛盾

通过合理的抚育间伐，可使成材的年限大大缩短，如落叶松可以提前7年进入主伐，红松可提前20年进入主伐。抚育间伐后平均每亩约可出材0.3—1.0米，能为国家提供一定数量的间伐材，这对缓和我国木材供需上的矛盾，具有重要意义。我国目前抚育材所占的比重虽小，但潜力很大。如吉林省大兴沟林业局1973—1978年大面积开展抚育间伐，年抚育材占木材总产量的30%左右，大大减少了成林主伐的采伐

面积。因此，抚育间伐亦是解决集中过伐的一条有效途径。

第二节 森林抚育间伐机械化的特点

森林抚育间伐机械化，与主伐机械化作业相比，有其自身的特点，概括起来，主要有以下几方面：

一、作业的目的是促进林木速生丰产

采运生产的目的，主要是为了获取木材；而森林抚育间伐的根本目的，是为了促进林木的速生丰产，提高保留木的生长量。因此，我们在考虑森林抚育间伐机械化作业方式时，必须从有利于提高林木生长量这一前提出发，即要与营林生产合理的作业方式相适应。

二、作业的对象比较分散

采运生产的对象一般为成过熟林，其采伐量大，分布集中，伐倒木材积较大，故便于机械化作业。而森林抚育间伐的采伐量小，间伐下来的木材材小径细，分布又散（以人工落叶松林为例，其前期的间伐量一般只有10—50米³/公顷）。因而对间伐集材机械的机动灵活性，提出了更高的要求。

三、作业的条件更为复杂

抚育间伐集材，不但要受到山形、地势、坡度、障碍物等采运生产作业所遇到的种种条件的限制，而且还要受到时间和空间的影响。因为，随着时间的推移，林木的生长，其空间的高度在增加，林间的密度—林木的株行距随着径级和

间伐强度而变化，因而对间伐集材机械的要求也在相应起变化。例如，人工林的前期间伐中，对集材机械的主要矛盾在于其林间的通过性能—机械的外形尺寸和机动灵活性；而到了人工林间伐的后期，其主要矛盾便逐渐转移到机械的使用效能—机械的功率和作业效率方面去了。因此，不同的间伐期，对间伐集材机械的要求也不同，也即是说，影响森林机械化间伐集材作业的因素更多，条件也更为复杂。

在抚育间伐作业中，集材是个中心环节。据统计，森林抚育间伐作业中约有70%的工作量在于集材。因此，加速实现森林间伐集材作业的机械化，扭转目前生产上人抬肩扛的落后局面，对提高森林抚育间伐的生产效率，降低间伐作业成本，减轻劳动强度，保证人身安全，促进林木速生丰产，都具有重要的意义。

从森林抚育间伐集材机械化作业方式来看，目前国内外所采用的，主要有营林专用拖拉机集材、绞盘机集材、索道集材、半机械化工具集材和间伐联合机集材等。这几种作业方式各有其特点，从各国森林抚育间伐集材机械化现状来看，以营林专用拖拉机集材在生产上应用最广。各种集材方式的适宜条件和优缺点，可参看表1—3。

第三节 森林抚育间伐机械化现状与趋向

一、我国森林抚育间伐机械化现状

我国目前主要在国营林场实现部分营林机械化，而全国二十多万个社队林场基本上还是手工劳动。全国现有3,923

表1—3 各种间伐集材方式对照表

集材方式 适宜条件	拖拉集材	绞盘集材	索道集材	半机械化工具集材	间伐集材 联合集材
地 势	平坦或起伏不大的 伐区	平坦或起伏较大的 伐区	坡陡或地形复杂的 伐区	平坦(冬季为主) 伐区	平缓伐区
坡 度	20°以下	25°以下	45°以下	17°以下	20°以下
距 离(米)	1,000以下	500以内	1,200以内	300~1,000	1,000以内
主 要 优 缺 点	1. 机动灵活, 可行 2. 减少了伐区生产 3. 生产工人少, 劳动 4. 需修集材道, 准 5. 陡坡和沼泽地区 6. 对地表有一定程 度的破坏。	1. 不需要专门的 2. 对林地破坏 3. 集材距离短, 吸 引面积小。	1. 不受地形和坡 2. 不破坏地表, 不 3. 准备作业复 4. 移动、搬迁不 便。	1. 设备简单, 制 2. 生产工序简 3. 劳动强度大, 生 4. 作业不安全, 危 5. 受地形、坡度 限制性大。	1. 工作效率高; 2. 作业安全可 3. 破坏地表少; 4. 投资大, 成本 高。

个以营林为主的国营林场，其中机械化林场110个，这些林场也只有主要在主要营林作业中使用机械，营林机械化比重只有5%左右。目前，大面积的中幼林抚育间伐作业基本上仍靠手工劳动，森林抚育间伐机械化至今仍处相当落后的状态。但是，近年来随着科技事业的发展和营林生产上的需要，已逐步开展了间伐抚育作业机械的研究和推广工作，试制和鉴定了一批抚育间伐机械。目前在生产中逐步得到推广应用的抚育间伐机械主要有：

泰州林机厂生产的DG—3型割灌机。该机为林业部定型产品，可用于割草、割灌木，锯切直径18厘米以下的林木，可在30°以下坡地进行幼林抚育、林地清理、成林间伐及次生林改造。该厂还生产YJ4型油锯，机重仅7.8公斤，主要用于成林间伐及次生林改造作业。

西北林机厂生产的YH25型及YH25A型轻型油锯于82年10月通过林业部鉴定。主要用于打枝、抚育间伐、造林、清林等作业，对径级不大的林木也可作主伐用。

福建省林科所研制的FBG—1.3型割灌机，用途与上述机型基本相同。其特点是，对地形复杂的山地尤为适用。

抚育间伐作业中，集材是个中心环节。因此，近几年来，国内有不少林机科研和生产单位开展了对间伐集运机械的研究，取得了一定成果。例如，哈尔滨林机研究所研制的营林—35轮式拖拉机，采用了全液压折腰转向、四轮驱动、自锁差速器等先进技术，作业效率较高。黑龙江省带岭林科所与林业部桂林林机厂共同研制的金龙—252L履带式抚育集材机，配备了ST—30间伐集材装置，采用了液压抓钩集

材等先进技术，它取消了索带、免去了助手、简化了工序、提高了工效、整个机组具有体积小、马力足、牵引力大、爬坡能力强等特点，对地面条件恶劣的人工林早期间伐及次生林改造的集材作业颇为适用，现已定型批量生产。又如，吉林省敦化林机厂研制的JC—30履带式营林拖拉机已通过省内鉴定，目前投入了小批量试生产。湖南林机研究所研制的湘林XL—120育林运材车对南方林区的集运作业效果较好。现已通过技术鉴定。表1—4为近年来国内研制的几种间伐材集运机的主要技术参数。

二、我国森林抚育间伐机械化趋向

我国森林资源由于过度消耗，采育比例严重失调，恢复发展森林资源，加强后备资源培育，使中、幼龄林很快地接替即将耗尽的成、过熟林，已是当前林业建设的燃眉之急。而抚育间伐是经营中、幼龄林的重要技术措施，林业部已作出决定，十年内要对急待抚育间伐的中、幼龄林全面抚育一遍，即每年须完成1亿亩的抚育间伐任务。显然，靠目前所采取的手工劳动是难以完成这一艰巨任务的。大力发展抚育间伐机械化势在必行。

我国的抚育间伐机械化发展迟缓，除了过去在认识上缺乏足够重视外，很大程度上是受到自然条件和社会经济因素的制约。今后发展抚育间伐机械化，也必须根据我国的林情、国力，因地制宜，从实际出发，在制订合理的、经济的机械化、半自动化或手工工具作业的抚育间伐工艺的同时，应充分考虑机械的必要性、可行性和经济性，有计划，按步骤地进行，力求做到投资少、见效快、收益大。传统的单工