

林业



译丛

国外营林机械

裴克编译



中国林业出版社

林 业 译 丛

林业译丛(6)

国外营林机械

裴克 编译

中国林业出版社

封面设计：星 池

林业译丛(6)

国外营林机械

裴克 编译

中国林业出版社出版(北京西城区刘海胡同七号)
新华书店北京发行所发行 昌黎县印刷厂印刷

850×1168毫米大32开本 6印张 140千字
1986年10月第1版 1986年10月昌黎第1次印刷

印数 1—1,000册

统一书号 15046·1190 定价 1.80元

前 言

1978年编者曾根据国外期刊和图书中有关资料编译了《国外营林机械》一书，由中国林业出版社于1980年10月出版。1978年以后，国外的营林机械化又有了新的发展。为此，编者根据近几年来苏联林业期刊上的有关文章编译成这本专集，共11篇。本书对近几年来国外营林机械的发展概况及营林作业中一些主要工序的机械化作了介绍，可供各级林业职工、林机工作者以及林业院校师生参考。

由于编者水平有限，疏漏和不当之处，希读者批评指正。

编 者

1984.12

目 录

国外营林机械化的概况.....	(1)
以新的营林机械装备林业.....〔苏〕А.И.Тищенко	(15)
苏联1981—1990年间的营林机械系列.....	
.....〔苏〕Г.А.Ларюхин	(20)
营林拖拉机.....〔苏〕А.Б.Кляцко	(27)
播种机械的现状和发展趋势.....	(32)
起苗机械.....	(57)
营造防护林作业的综合机械化.....	
.....〔苏〕В.В.Цернышев Ю.М.Сериков	(38)
森林更新时林地清理作业的机械化.....	(97)
采伐迹地森林更新作业的机械化.....	
.....〔苏〕П.П.Корниенко	(114)
旋转式中耕机在采伐迹地人工林中进行中耕抚育的情况	
.....	(122)
苏联的新型营林机械.....	(135)

国外营林机械化的概况

近年来由于木材需要量的增长和对森林生态环境保护的迫切要求，森林更新和荒地造林绿化愈来愈引起各国的重视。为此，一些林业和工业比较发达的国家都很重视发展营林作业的机械化。但由于营林作业的地形复杂，工序繁多，作业地点分散和年中作业期间短等原因，与农业机械化和森林采伐机械化相比营林机械化的水平还是很低的，而且各种营林作业的机械化程度也不平衡。为了有计划地发展营林作业机械化，有秩序地研制营林机械，一些国家对包括营林作业机械化在内的整个林业机械化的发展作了全盘的规划，对林业机械制定了系列或体系。如苏联根据制定的规划在第十个五年计划内，林业生产方面的动力设备增加了40%，设备基金增加了50%，每个林业工人的平均动力装备功率为15kW。在这个五年计划期间，拖拉机和汽车的更新率各为52%和35%。目前林业部门所属工厂成批生产的林业机器、森林消防机器、森林调查仪器、车床、低质木材和采伐剩余物及制材废料的加工设备共有100种以上。1981年主要营林作业的机械化水平为：整地93.7%，播种和植树53.1%，人工林抚育59%。1990年上述各种营林作业的机械化水平计划达到96%、73%和80%。

苏联由1957年开始制定林业机械系列，以后每五年修改一次。按照所制定的林业机械系列在1976—1980年间共试制了37种新型机械，工厂成批生产的有27种，交国家进行验收的有14种。1981—1990年间的林业机械系列是在吸收国内外最新科学成就和

总结经验的基础上制定的。在系列中按照不同地形条件对主要的林业作业工艺、作业机组的动力和作业机具的类型，林业技术要求和作业机组的结构技术要求等作了规定。在这个林业机械系列中有203种机械由林业部门所属工厂制造，有153种机器由其他部门供应。

日本的森林多分布在地，不同坡度的山地需要不同的动力设备。日本根据山地的坡度和适于该地形条件的动力对整个林业作业制定了林业机械体系。林业机械的研制按照制定的机械体系进行。日本将林业机械分成三种体系，第一为拖拉机机械体系，第二为架线机械体系，第三为单轨机械体系，第四为其他机械体系。在 5° — 15° 坡度的山地采用以一般履带式和轮式拖拉机为动力机械，配以各种牵引式和悬挂式营林机械的拖拉机式机械，可以完成林地清理、整地植树、幼林除草、间伐和打枝等各种作业。在 20° 左右的坡地上则使用行走装置可以根据山地坡度自动调平的山地拖拉机。在拖拉机机械体系中由于拖拉机有较大的功率，所以很多机械采用同时能完成多种工序的联合机型式。架线式机械体系用于 20° 以上的坡地，以架线为动力设备，配以清林、整地、植树、割草、间伐和打枝等作业机械。单轨式机械体系同样用于 20° 以上的坡地。其他机械体系则包括飞机、直升飞机、气球、重力架线等设备。通过上述四种机械体系，可以使主要的营林作业实现机械化。

解决林业生产综合机械化的关键是要有适于林业作业条件的动力机械。苏联、美国、瑞典和加拿大等国林业作业的主要动力是轮式和履带式拖拉机和越野汽车。但由于迄今所使用的拖拉机多为农业和工业用拖拉机或其改型，不但通过性和稳定性不符合林业的要求，在总体配置上也不能合理地安装各种作业需要的工作装备。因此，各国都在研制新型的林业专用拖拉机。根据国

外林业拖拉机的使用经验和发展来看，轮式拖拉机和履带式拖拉机都有其优越性，不能偏废。林业作业的特殊条件对林业拖拉机提出了一些特殊要求，如由于拖拉机要在坡度变化较大的山地和采伐迹地作业，拖拉机必须有较好的纵向和横向稳定性能，具有能越过伐根等障碍物的超越性能，地隙要大，下面的机件要有保护装备；在林冠下工作的拖拉机则要求外形尺寸小，灵活性大等。传统的轮式拖拉机的前轮负担重量只有30%，而林业机械一般都比较重，且多为悬挂式，牵引阻力也比较大，所以这种前轮负担重量小的轮式拖拉机的操纵性能低，不适于林业作业。一般拖拉机驾驶室配置在后方不便于安装林业作业所需要的工作装备。苏联在1980年参考国内外农业拖拉机和其他部门专用拖拉机的使用和制造经验制定了林业拖拉机型谱，并列入了1980—1990年间的林业机械系列中。型谱由履带式和轮式拖拉机组成，履带式拖拉机的拉力级为30—40kN，轮式拖拉机的拉力级为6—20kN。轮式拖拉机主要用于抚育采伐、森林消防和运输；履带式则用于林地清理、整地等繁重林业作业。

林业拖拉机的改进有以下几个方面：增加功率，采用耐用的常啮合齿轮式变速箱；加固后桥和终减器，增设了减速装置，将工作速度降到0.38km/h；加固行走装置，采用弹性悬架，扩大了支重轮的摆幅，采用前后液压悬挂装置和可变转数的动力输出轴；增设了绞盘、轻型自卸车箱和装载板等可以更换的作业装备；驾驶室采取防震和防噪措施；增添括雨器，座席可以根据驾驶员身高进行调节。林业轮式拖拉机采用相同轮径的全轮驱动式，前轮负重增加到60—70%，驾驶室移到前后轮中间，后面可以安装绞盘机、种子箱、水泵和车箱等各种作业装备，以及前述履带式拖拉机上所采取的各种改进措施。

世界各国在树木种子采集和加工方面的机械化程度都很低。

长期以来，为天然林种子采集而设计的采种人员提升设备都不够理想。现在国外采用的树木种子采集和处理设备有简单爬树工具、可将一个或数个采种人员提升到树冠处的自走式和牵引式升降台、利用振动技术工作的球果和果实抖落机、种子拾取机、装有自动控制温度及湿度的球果烘裂设备和各种种子清选设备等。有的球果抖落机上装有可以展开的接果器。有些国家建立了集中处理针叶树球果的种子处理工厂，可以完成种子入库、清除杂物、烘裂、取种、清净、分散、测径、消毒和包装等一系列工作。这种方式可以保证种子质量。

在苗木培育方面除了目前采用露天育苗的方法以外，人工控制温室快速，育苗和容器育苗在瑞典、芬兰等北欧国家得到了很大的发展。1974年瑞典的容器苗产量达到了1.5亿株，而1970年仅为1800多万株。挪威1976年国有林造林中所用的容器苗占50%。芬兰1974年容器苗产量占苗木总产量的30%。美国和加拿大等国的容器苗生产也在迅速增加。温室育苗的单位面积出苗量比露天育苗多2—3倍，节约种子，也便于采用机械化、电气化和自动化等工厂化生产方式。采用容器苗造林可以延长造林时间，缓和造林季节的紧张程度，造林成活率高，便于采用机械化造林。目前，容器苗的生产已从手工操作发展为机械化、连续化和自动控制的自动线生产。容器苗的造林除了使用手提式植苗筒以外，最近北欧、北美和苏联已设计出能自动投苗的容器苗植树机。露天苗圃育苗作业所用的动力机械主要是6—14kN拉力级的轮式拖拉机、履带式拖拉机和自走底盘。由于苗圃育苗作业与农业中耕作物和蔬菜栽培作业有很多共同之处，所以很多农业和蔬菜机械都可用于林业苗圃，如犁、旋转整地机、耙、施肥机、病虫害防治机具和喷灌设备等。在整个林业作业中林业苗圃育苗作业的机械化程度最高。最近出现的各种振动式机械为进一步提高机械作

业质量开辟了新的途径。如装有振动式工作部分的振动犁、振动齿耙等具有较好的碎土性能、工作阻力小、不黏土等优点。为了充分利用拖拉机的功率和消除前后工序间的间断，在苗圃作业中采用了各种型式的多种工序联合作业机械，如整地作床施肥联合机、中耕追肥联合机等。多用机架也是各国都在研究的一个课题。多用机架就是在一个牵引式和自走式底盘的机架上，可以根据作业需要更换各种不同的工作部分。采用多用机架可以减少机械的台数。配有各种工作部分的自走底盘就是一种自走式多用机架。在播种机方面由于树木种子的粒形、大小差异很大，所以国外生产了各种结构不同的多用播种机，它可以用于大小不同，粒形不同，带翅和经过催化处理的各种树木的种子。为了播松散性不良的种子，播种机也采用了振动技术。精确播种机可以把种子按规定粒数均匀地播在每个穴中，使种子得到良好和相同的营养供给面积，培育的苗木质量好，规格一致，便于采用机械化程度高的起苗联合机进行起苗。过去采用的起苗机只能将苗木根部挖松，而拔苗、抖土、计数和打捆等工作仍为手工操作，劳动量很大。近来新西兰、联邦德国、民主德国和美国都研制了各种机械化程度不同的联合起苗机，能同时分别完成挖苗、拔苗、抖土、选苗、捆苗、计数、装箱、润水和运输等数种工作，显著地提高了挖苗机械化的水平，提高了苗木的成活率。苗木移植机有半自动和自动式两种。自动式苗木移植机由装苗机和栽植机组成。预先利用装苗机把苗木装在苗木带上，然后将卷成卷的苗木带装在移植机上，机器前进时拉带机构拉动苗木带，将苗木按规定的株距栽植在移植区内。但目前使用较多的还是由坐在移植机上的移植员将苗木递向栽植装置的半自动式移植机。自动式移植机要求苗木规格非常规整的苗木。温室育苗多以自走底盘为动力机械，配备旋转整地机、播种机、施肥机和挖苗机等。播种后多用锯屑

覆盖。温室中装有人工降雨设备，也可喷洒肥液。

防护林的营造，根据造林地点的不同分别采用不同的整地方式和整地机械。8°以下的缓坡地利用一般农业用犁进行全面整地。8—12°的坡地利用一般犁或梭式犁进行带状整地，土堡向坡下方向翻。12—20°的坡地采用向左右两侧翻堡的双壁犁进行开沟松土，用犁开梯田、耕窄带、作平台和修筑梯田的整地方法。35°的坡地则利用推铲式开梯田机筑出反坡梯田。苏联最近制造的TC—2.5型组合推铲式开梯田机可在40°以下的坡地开出2.5m宽的梯田。它的推铲由固定部分和活动部分两部组成。与单铲式开梯田机相比，它的工作阻力小，机器行走稳定。另一种新式开梯田机采用旋转螺旋片式推土装置，螺旋片由拖拉机动力输出轴带动旋转，可在30°无石块的坡地上开出3.5m宽的梯田。在开出的水平梯田和反坡梯田上用松土机、植树机和中耕机进行整地、植树和幼林中耕作业。在20°以下的坡地和梯田上，也采用拖拉机悬挂式挖坑机挖直径为15和30cm的植树坑。最近的拖拉机悬挂式挖坑机开始采用液压强制入土式土钻。这种挖坑机的钻头入土速度快，可以减少刃部的磨损和减少悬挂式机构所承受的压下负荷。在有冲刷沟的坡地上，由于开梯田机难于工作，则使用台地整地机沿坡面作出水平台地。苏联的ПН—1—0.8型作台挖坑机的工作部分悬挂在履带式拖拉机的后方，由拖拉机动力输出轴带动旋转。工作时机器沿坡面向下行走，造台时拖拉机停止不动，利用悬挂机构将工作部分转轴调成铅直位置，并使之下降，在坡面上开出水平台地，并在台地中间挖出植树坑。这种机器可开出直径为1m的台地，植树坑直径30cm，深30cm。每小时可开160—180个水平台地和植树坑。护田林多采用植树造林，很少采用直播造林。根据不同造林地的情况，分别采用不同工艺过程的植树机。在干旱地区使用带开灌水沟装置或装有向栽植苗木定量灌水

的植树机。沙地和灌木丛沙地则使用整地植树联合机。这种机器工作时利用装在前方的双壁犁将草皮和灌木丛切开，并翻到两侧，然后由后面的橇形刀和松土铲开出植树沟并耕松土壤，最后由栽植装置将苗木栽在土中。沙丘则利用大苗植树机，它可以栽植高2.5m的大树苗，开沟深度为10cm。沙漠地区利用撒播机撒播梭梭树种子。拖拉机和大型机器不能通过的地方则利用手提式挖坑机或容器苗栽植器栽植苗木。国外的手提式挖坑机多为一机多用，即以油锯发动机为动力配备一套可以更换的挖坑钻头和打枝部分等。为了减少由于振动和噪音所引起的职业病，国外对振动和噪音都制定了标准，超过标准的不准在市场上出售。

森林更新能否实行机械化要根据采伐迹地的情况、土壤条件和采伐迹地的混杂程度而定。每公顷森林采伐后所剩下的倒木、采伐剩余物、灌木和树根等最多可达到50m³，约占木材蓄积量的15—20%。对这些采伐残余物不进行清理，各种机械就很难工作，甚至不能工作。国外对采伐迹地采用两种清理方法，一种是将采伐残余物自迹地上运走，第二种方法是将采伐残余物切碎，撒在迹地上，令其腐烂。第一种方法中又分全面清理和带状清理两种方式。全面清出采伐迹地上的伐根、灌木和采伐残余物需要很大的劳动量，而且采伐残余物也是很好的肥料，所以这种全面清理的方法已不多用。比较合理的方法是带状清理，具体作法是将准备造林带上的采伐残余物、倒木、大石块推开，切断带上的树根，以便植树机的开沟器能够工作；拔出造林带上的伐根、大灌木丛，并将它们推到造林带的两侧，填平伐根穴。在进行上述各种作业时应尽量不使地表的腐殖质被推走，清理的造林带宽度不小于2m。在清理造林带中的伐根时只需拔出小伐根，大伐根由于难于拔出，而填平伐根穴又需要很大的劳力，所以一般是绕不过不拔。第二种清理林地的方法是将采伐残余物用切碎机切碎。

片撒在地面上。这种方法广泛用于美国、英国和民主德国。碎木机前进时碎木装置将采伐残余物、倒木、灌木丛等切碎或击碎，并将一部分碎片压到地中，在撒有木片的清林带上，一般采用深层耕翻，或采用选择式植树机栽植树木。

把采伐残余物作为综合利用材料，为了便于运输，国外采用枝丫压捆或压块装置将蓬松杂乱的枝丫压成便于运输的捆状和块状，用运输车辆运出。苏联正在ЗИЛ型汽车的基础上研制用于推集、压块、装车和卸车的运输车，每次可运2650kg的枝丫。切碎的木片也可以用木片运输车运出作为综合利用的材料。但总的来看，伐区采伐残余物利用的不多，多数是留在采伐迹地内，令其腐烂增加土壤的肥力。国外多利用改装的推土机推集采伐残余物。法国清林用推集机的推铲与前进方向成一锐角，推铲下边焊有松土齿，它只能将枝丫推走，而将地表腐殖质层留在原地。苏联则利用推齿式挖根机清理造林带，挖根机有四个挖根齿，齿间距离为440mm，最大入土深度400mm。苏联使用的另一种枝丫处理机，每个工作季节可以清理500ha。它可将枝丫等采伐残余物堆积成高1.2m、宽2.5m的长条堆。为了加速枝丫的腐烂，拖拉机将堆积的枝丫压实。这种枝丫处理机的生产率为手工作业的8倍。

将造林带上的采伐残余物直接切碎的清理作业用碎木机的工作部分有转刀式、甩刀式、甩锤式和刀滚式等不同的型式。这些工作部分多采用铰链式联接方式，当甩刀和甩锤等碰到伐根等障碍物时可以缩回，避开障碍物以防止工作部分发生损坏。英国制造的采伐残余物推集切碎机在清林带上前进时，直径在20cm以下采伐残余物和切下的小伐根的地上部分经喂入装置进入切碎滚筒，被切碎滚筒表面的硬质合金刀切碎，并抛撒在地面上。美国使用的一种清林多用机，在前进中可以切断和切碎直径15cm

以下的灌木和幼树，每班生产率为1.2ha。

伐根的处理是林地清理作业中用工量最大的一种工序。由于全面拔根要消耗大量的人力和物力，所以现在一般只采用带状拔根。处理伐根的机械根据处理装置的作用可以分成推力式、杠杆式、振动式和旋切式四种。推力式挖根机的构造简单，利用拖拉机的推力将伐根挖出，在挖根时拖拉机要承受很大的冲击力。杠杆式挖根机利用杠杆原理挖根，拔根反力由支承板传到地面，可以拔出较大的伐根。上述两种挖根机挖出伐根后地上都会留下巨大的根穴，需要回土填平，而且会使地表腐殖质产生移动。振动式拔根机由振动器和抓具组成，抓具装在振动器下方，振动器振动时抓具也随之一起振动。苏联的AKП 1型振动式挖根机是在TДТ—55型拖拉机的基础上设计的。振动式抓具吊在长8m的工作臂上。振动器由两个装有偏心锤的转轴组成，由液压马达带动旋转，振动频率为15—20Hz，振幅35mm，偏摆力可达29000N。挖根时抓具利用加压油缸插入伐根下方深550mm处，将伐根抓紧，然后利用液压千斤顶将抓具顶起。在油液千斤顶的推力和振动器所产生的偏摆力的合成作用下将伐根拔出，拔出的伐根几乎不带土壤。用这种振动式拔根机拔根时，可使拔根力减少25—30%，抖土率为75—90%，形成的根穴很小，不需回土填平。美国Forester公司制造的振动式拔根机与上述相似。挖出一个直径150cm的伐根大约需要一分钟。瑞典制造的一种振动式拔根机上还装有可将伐根劈成四瓣的劈刀。拔根时先将侧根切断，并将伐根劈开，然后拔根，这样可以减少拔根阻力。拔出的伐根用专用的运输车运走。运输车车箱箱底成栅格状，由液压系统带动振动，装入车箱中伐根上的土壤在振动和伐根互相碰撞的作用下，脱离伐根从栅格漏下。由于振动，伐根可以互相靠紧，能充分利用车箱容积。这种运输车也可以用于运输采伐残余物和木片等。

伐根铣削机是一种很有发展前途的伐根处理机械。采用这种机械可以为以后的整地、植树、幼林抚育作业的机械化创造有利条件。苏联的MYII—14型伐根铣削机的工作部分，装在TДТ—55型拖拉机的工作支架端部，铣刀头为截圆锥形，由拖拉机动力输出轴通过万向轴带动绕垂直轴旋转。铣刀头在水平面内的摆幅为2.6m，铣刀头每分钟转数为730转。铣削下的木片被抛出35m，每小时可铣削80个伐根。

在清理灌木丛和改造次生林作业方面，除了使用前面介绍的各种枝丫切碎机以外，还有专门用于清除灌木的机械。美国和新西兰长期以来利用重30吨的牵引式和自走式刀滚碎木机切碎灌木和采伐残余物。美国的自走式刀滚碎木机有三个压滚，压滚表面装有楔形切刀，每个压滚由单独的电动机带动转动。压滚长约2m，工作速度为6 km/h。法国《尼科拉斯》公司生产的除灌机为甩锤刀式，可将直径75mm的灌木和枝丫打碎。美国Royal公司制造的灌木切碎机由20个钢盘组成，钢盘中间穿有四根甩刀轴，轴上套有马蹄形甩锤刀。钢盘每分钟旋转1800转，工作幅1500mm，可以切碎直径150mm的树木和枝丫。

清理后的采伐迹地根据土壤和水分情况分别采用不同的整地方式。排水良好的沙壤土采伐迹地采用开沟或带状松土的整地方式，苗木栽植在沟中松土带上。季节性潮湿的壤土采伐迹地则采用翻垡和起台式整地。苗木栽植在土垡和土台上。常年潮湿的采伐迹地则采用翻大土垡并开排水沟的整地方式，苗木栽植在翻过的土垡上。采伐迹地多用拖拉地悬挂式单体犁和双壁犁进行沟状整地。带状松土则使用圆盘犁和旋转整地机。圆盘犁多为两列，前列向外翻土，后列向内翻土。苏联的ΦИЛ—0.8型旋转整地机悬挂在JIXT—55或ДТ—75M型拖拉机的后方，由拖拉机动力输出轴带动工作。机上装有摩擦式安全离合器，当旋转刀碰到伐

根等障碍物时，安全离合器切断动力的传递，保护旋转刀，不使其发生损坏。这种旋转整地机还可以用于促进森林天然更新的松土和开防火带，工作幅为0.8m，每小时的生产率为3km。苏联还生产一种专门用在采伐迹地上同时进行切碎采伐残余物、萌芽条、灌木丛、小伐根和带状松土的旋转式整地机。它的工作部分是装有菌形刀的旋转筒，工作幅为0.8m，松土深度20cm，小时生产率为0.4—0.6km。在开出的沟中和松土带上可以用各种半自动或自动式植树机栽植裸根苗和容器苗。有些植树机上备有大小两种开沟器，大开沟器上带除草器、用于栽植移植苗，小开沟器用于栽植播种苗。由于移植苗的成活率高，对杂草的竞争力强，可以减少幼林除草次数，近来国外愈来愈多地采用移植苗造林，苏联还用橡实播种机直接将橡实播在沟中，进行播种造林。

潮湿的采伐迹地的翻垡和起台整地除了翻垡犁以外还采用螺旋型起台整地机。苏制ПЖП—135型林业翻垡犁悬挂的拖拉机前方，可以将两个厚20—30cm，宽70cm的土垡翻向两侧。苗木栽在翻过的两个土垡上。另一种起台犁由左、右翻垡两个犁体组成，两个犁体前后错开，一前一后，工作时两个犁体都将土垡向中间翻，形成一个高25cm的台地，两侧的沟可用于排水。苏制ФЖП—1.2型螺旋整地机由直径600mm的左、右旋螺旋切土滚及松土铲组成，工作幅1.2m，螺旋滚由拖拉机动力输出轴带动旋转，每分钟220转。机器前进时螺旋滚的刃部切入土中16cm深，并将切碎的土壤推向中间，形成20—25cm高的台地，两侧留有排水沟。在台地上用台地植树机栽植苗木。这种植树机上装有圆盘型开沟器，植树后可以保持台地的完整。

常年潮湿采伐迹地上翻过的大土垡要成连续条状，下面紧靠在地面上，排水沟要能将积水排向低地。一般用林业开沟犁进行开沟翻垡。开沟翻垡犁有的将土垡向两侧翻，中间形成排水沟，

有的将两个土堡向中间翻，两侧形成排水沟。两侧形成排水沟中间为高台时，苗木栽在中间高台上，幼林中耕时拖拉机跨高台行走，行走部分有时要走在沟中，工作不便。为了便于拖拉机的行走，苏联设计了可将翻向排水沟两侧的土堡自沟边推向两侧的开沟翻垡犁。用这种犁整地后拖拉机的履带可以走在排水沟两侧的地上。上述各种整地机械均可用于开防火带。在天然下种更新林地使用地表植被搔除机搔松地表植被，促进落下种子迅速发芽。

人工幼林的行间和株间中耕，采用由油压控制的摆动式株间中耕装置的中耕机。工作部分多为圆盘，圆盘的冲角可以根据工作阻力改变，在碰到伐根等障碍物冲角减少为零，圆盘可由其上滚过。此外，也采用喷雾机和烟雾机喷洒除莠剂消灭杂草。

森林抚育采伐是形成合理森林组成和提高木材质量的重要措施，并可获得大量木材。抚育采伐的用工量很大，在整个营林作业中用于抚育采伐的用工量约占40%。目前各国由于缺乏符合森林学要求的技术装备，抚育采伐作业的机械化程度不高。如苏联抚育采伐的机械化水平只有34.3%。目前用于抚育采伐的设备仍是伐木斧、油锯、打枝机、集材绞盘机和电动营林作业机组等。采用上述机械，不但不能完全符合森林学的要求而且还有大量的手工劳动。最近各国都在联合伐木机的基础上研究各种森林抚育采伐用联合机，如立木伐木造材机、圆木拾集机和枝丫集运机等，采用这些机械可以使森林抚育采伐作业全部实现机械化。苏联设计的立木伐木造材机、圆木拾集机和枝丫集运机，都装在同型的全轮驱动拖拉机上。这种拖拉机的外形较小，机动灵活，便于在林中行走。为了增加机器的稳定性，立木伐木造材机工作时夹持装置夹紧在最下一段未伐下的树干上。这种机器可以完成伐木、打枝、造材和集运圆木等工序。锯断的圆木垂直地放在圆木箱中，运到作业道，所以对树木很少损坏。1978年的试验资料指