

林业机械

(营林机械理论与计算)

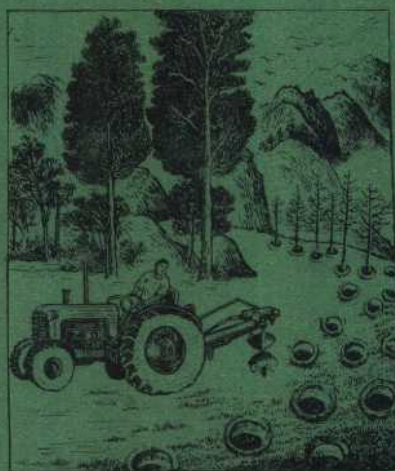
中国林业出版社

全国高等林业院校试用教材

林业机械

(营林机械理论与计算)

东北林学院 主编



林业机械设计与制造专业用

中国林业出版社

目 录

第一章 营林机械的特点和发展趋势	(1)
第一节 营林机械的工作条件	(3)
第二节 对营林机械设计制造方面的要求	(3)
第三节 营林机械的分类	(4)
第四节 营林机械的发展趋势	(5)
第二章 育苗机械	(7)
第一节 铧式犁	(8)
一、犁体工作面	(8)
二、牵引式犁的升降调节机构	(18)
第二节 作床机	(24)
一、作床机的一般构造	(24)
二、步道犁的设计	(25)
第三节 播种机	(28)
一、树木种子的特点和林业技术对播种机的要求	(28)
二、播种机的类型和一般构造	(30)
三、种子箱	(31)
四、排种装置	(38)
五、号种管	(42)
六、开沟器	(48)
七、覆土装置	(51)
八、排种装置的传动机构	(51)
第四节 起苗机	(52)
一、挖土装置	(58)
二、振动式挖土刀	(64)
三、杆式抖土输送机	(67)
第三章 采伐迹地清理和整地用机械	(59)
第一节 清除灌木用机械	(59)
一、清除灌木用机械的类型	(59)
二、铲式除灌木机的受力分析和计算	(61)
三、带式割灌木机	(68)
第二节 拔根机械	(65)
一、清除伐根的方法	(68)

二、对拔根机的要求和拔根机的类型	(65)
三、拔根阻力	(66)
四、推齿式拔根机	(69)
五、杠杆式拔根机	(71)
六、其他拔根机具	(74)
第三节 梳根机	(75)
第四节 推土机	(76)
一、推土机的类型和构造	(76)
二、推土铲的主要数据	(78)
三、推土机的工作阻力和所需功率	(80)
四、推土机主要部分的计算	(81)
第五节 采伐迹地用整地机械	(82)
一、沟状整地	(82)
二、双壁型的结构特点	(84)
三、起土整地犁	(85)
四、圆盘式工作部分的计算	(85)
五、林业用旋耕机	(90)
第四章 割灌木机	(92)
第一节 割灌木机的类型及设计要求	(92)
一、背负式割灌木机的类型	(92)
二、割灌木机的设计要求	(92)
第二节 背负式割灌木机的一般构造	(94)
一、背负式割灌木机的一般构造	(94)
二、软轴式割灌木机的特点	(97)
三、割灌木机的一机多用	(99)
第三节 割灌木机的传动系统	(100)
一、离合器的类型、结构和计算	(100)
二、传动轴的计算	(110)
三、减速器的计算	(112)
第四节 割灌木机工作头的设计	(117)
一、割灌工作头的设计	(117)
二、割草工作头的设计	(119)
第五节 割灌木机的减振消声措施	(123)
一、割灌木机的振动	(123)
二、振动的测定单位和振动的测定方法	(123)
三、解决振动问题的措施	(125)
四、噪声问题	(128)
第五章 挖坑机	(130)
第一节 挖坑机的类型及设计要求	(130)
一、林业技术对挖坑机的要求	(130)

二、挖坑机的类型·····	(180)
第二节 挖坑机的钻头·····	(181)
一、钻头的主要类型·····	(181)
二、螺旋型钻头的主要参数·····	(182)
三、挖坑机钻头升土理论分析·····	(188)
四、螺旋钻头的设计和计算·····	(142)
第三节 悬挂挖坑机·····	(153)
一、悬挂方式的选择·····	(154)
二、绘制机动图·····	(155)
三、挖坑机重量的确定·····	(156)
四、悬挂机构的结构设计·····	(156)
五、传动装置·····	(156)
六、减速装置·····	(159)
七、钻头入土速度调节·····	(160)
八、配套动力的选择·····	(161)
九、国产悬挂挖坑机的主要技术规格·····	(161)
第四节 手提式挖坑机·····	(162)
一、国产手提式挖坑机类型及技术规格·····	(164)
二、手提式挖坑机的工作原理·····	(164)
三、整地型钻头的工作·····	(165)
四、减速器·····	(166)
第六章 植树机·····	(170)
第一节 植树机的类型和一般构造·····	(170)
第二节 开沟器·····	(171)
一、锐角箱型开沟器·····	(171)
二、钝角箱型开沟器·····	(175)
三、圆盘开沟器·····	(175)
第三节 栽植装置·····	(176)
一、栽苗机构·····	(176)
二、遮苗装置·····	(184)
第四节 覆土压实装置·····	(187)
第五节 几种植树机的结构特点·····	(190)
第七章 幼林除草松土机·····	(195)
第一节 除草松土机的类型、构造和设计要求·····	(196)
一、除草松土机的类型·····	(196)
二、一般构造·····	(196)
三、除草松土机的设计要求·····	(201)
第二节 锄铲式除草松土机·····	(208)
一、锄铲松土的工艺过程·····	(208)
二、工作部件的类型及其基本参数·····	(205)

三、锄铲的设计	(209)
四、锄铲的配置和安装	(212)
五、起落调整和转向机构	(215)
六、牵引阻力的计算	(217)
第三节 旋耕式除草松土机	(220)
一、旋耕的工作原理	(220)
二、主要性能参数的确定	(221)
三、旋耕刀片的设计	(228)
四、刀片在刀轴上的排列	(282)
五、旋耕阻力和功率计算	(288)
第四节 圆盘式除草松土机	(233)
一、圆盘的轴向间距	(238)
二、圆盘组力的平衡	(234)
第五节 株间除草松土装置	(236)
一、机械式株间除草松土装置	(286)
二、液压式自动避让除草松土机	(287)
第八章 病虫害防治机械	(239)
第一节 病虫害防治机械的构造和工作原理	(239)
一、喷雾机	(239)
二、喷粉机	(244)
三、背负式机动弥雾喷粉机	(246)
四、喷烟机	(249)
五、飞机喷雾、喷粉设备	(252)
第二节 喷雾机主要工作部件的理论与计算	(254)
一、液泵	(254)
二、喷雾装置	(262)
三、搅拌器	(272)
第三节 喷粉机、弥雾机主要工作部件的理论与计算	(274)
一、离心式风机的基础理论	(274)
二、自由射流的基本原理	(287)
三、离心式风机设计计算举例	(290)
四、轴流式风机的基础理论	(296)
五、轴流式风机设计计算举例	(300)
第九章 喷灌机械	(305)
第一节 喷灌的特点	(305)
第二节 喷灌系统的组成和分类	(306)
一、移动式喷灌系统, 分为移动管道式和移动喷灌机组两类	(306)
二、移动式喷灌机组	(306)
三、固定式喷灌系统	(307)
四、半固定式喷灌系统	(307)

第三节 喷灌的主要技术要求.....	307)
一、喷灌强度.....	(307)
二、水滴直径	(308)
三、喷灌均匀度	(309)
第四节 喷 头	(309)
一、喷头的性能	(309)
二、喷头的种类和工作原理	(310)
三、射流式喷头的水力学原理	(314)
四、摇臂式喷头的结构	(319)
第五节 水泵	(321)
一、离心泵的工作原理	(321)
二、水泵性能的主要参数、比转数及性能曲线	(321)
三、自吸泵和自吸装置	(327)
第六节 喷灌系统的规划设计	(331)
一、管路(渠系)布局和喷头的布置选择.....	(331)
二、设计步骤和方法	(333)
三、固定式喷灌系统设计举例	(341)

第一章 营林机械的特点和发展趋势

近十几年,由于木材需要量的迅速增长和为改善人类的生活环境,国内外都很重视营林作业机械化的发展。由于营林作业的种类繁多,作业地点地形复杂,作业面积大而零散,作业条件变化大,与农业机械化和森林工业相比,营林作业的机械化水平仍是很低的,而且各种作业的机械化程度也很不平衡。

营林作业包括树木种子的采集和调制,苗木培育,造林,促进森林天然更新,幼林抚育、施肥、打枝,森林病虫害防治,抚育采伐和森林防火等,为了实现营林作业的全面机械化约需300种营林机械。

营林作业机械化的发展可以分成单项作业机械化,全面机械化,单机自动化和全面自动化四个阶段。目前营林机械化比较先进的国家,如瑞典、美国、加拿大和苏联等也都处于第一阶段或由第一阶段向第二阶段过渡。在某些作业方面已经实现了自动化,如芬兰在容器育苗,瑞典在植树机方面。

目前机械化程度比较高的营林作业有苗圃育苗、平原地区造林和森林病虫害防治。苗圃育苗和平原地区造林两种作业由于地势平坦,除了可以利用一些农业机械以外,林业专用机械也比较容易设计。病虫害防治作业则可以利用农业上使用的各种化学防治机械,最薄弱的环节是树木种子的采集和处理作业。

采集树木种子的方法有两种,一种是自生长的立木上采种,另一种是伐倒木上采种。自立木上采种除了利用各种简单的爬树器以外,最安全的方法是用升降台将采种人员提升到树冠处。最近不少国家多在试验利用摇树机抖落树木种子的方法。

自针叶树球果提取种子多用烘裂法。加热的方法有火焰加热,电热加热和日光加热三种。有的国家已经采用大规模的多种工序连续作业的球果调制自动线,包括预烘、烘裂、取种、清种、选种、除翅、消毒和包装等全部工序。

林业苗圃由于面积不大,作业地点集中,地势平坦等有利条件,它的机械化程度在营林作业中是比较高的。在施肥、整地、作床、播种、中耕、追肥、灌水、防治病虫害、切根、挖苗、捆包、装卸和运输等作业方面都在不同程度上实现了机械化。过去苗圃用的育苗机械大部分是农业机械或是由农业机械改装的,但多为单项作业机械。近年来根据苗圃育苗的特点,相继研制了各种苗圃专用的单项作业机械、单项自动化机械和多项作业联合机械,同时也在试用多用机械。

按现在所采用的播种方法,苗木的生长不能保证均一,在起苗后要进行选苗分级。这种播种方法对采用先进的机械化和自动化起苗机非常不利,影响起苗机的进一步改进。为

解决这个问题,最近采用了精确播种,将经过选择的种子,按适当的营养面积等距精确地单粒播下,使每个种子具有相同的生长条件,均一地生长。在起苗后不再需要选苗分级,利于起苗机的自动化。

苗圃的起苗作业是一个比较繁重的作业,不久前国内外所使用的起苗机只是将生长有苗木的土壤挖松,其后的拔苗、选苗和打包等均是手工作业。近来国外则出现了各种不同类型的起苗联合机,它们可以完成挖土、拔苗、抖土、捆苗或装箱等全部作业。

苗木的移植过去一直是手工作业。近来除了采用半机械化的简单移植机外还研制了装有不同递苗和植苗装置的半自动式和自动式移植机。我国研制的自动杨树插条机为这方面弥补了空白。

容器育苗是育苗作业上的新方向。它把过去的室外育苗改为可由人工控制的,便于实行机械化和自动化的室内作业。这种容器苗可以简化造林技术,为植树机的自动化创造了有利条件,有利于苗木的成活和生长。

农田防护林的整地、植树、幼林除草松土和病虫害作业基本实现了机械化。整地作业采用铧式犁、圆盘犁、深耕犁和圆盘耙等。植树机的种类很多,有简单式、半自动式和自动式三类,近来又出现了选择式植树机。

防护林带的树木行间除草松土用幼林行间除草松土机进行。树木行内株间的除草松土比较复杂,长期以来对各种不同的株间除草松土装置进行了试验。目前除了采用机械式株间除草松土装置外,还采用喷洒化学除草剂的方法。

采伐迹地的森林更新采用促进天然更新和人工造林更新两种方法。促进森林天然更新所用的机械有地表松土机和直播机,但首先要用采伐残余物收集机清理林地中的树木枝丫。

人工造林更新所用的机械有拔根机、削根机、梳根机、林地清理机、整地机、植树机、幼林抚育机等。由于采伐迹地的条件特殊,上述机械在结构上都有一定特点。

山地造林根据造林地坡度的大小分别采用不同的整地方法和相应的机械。 3° 以下的缓坡采用全面整地,平原地区营造防护林的机械全部可以使用。 3° — 15° 的坡地采用带式整地。 15° — 20° 的坡地采用块状或穴状整地,可用块状整地机或挖穴机进行整地。 20° — 35° 的坡地为了防止水土冲刷,应采用梯田造林。梯田可用开梯田机开出。在梯田上可以采用一般用整地机械和植树机。为了适应梯田作业的特点,一些国家设计了前后悬挂式梯田作业用的各种机械。

人工林的抚育采伐作业的机械化程度在国内和国外都很低。除了一般常用的油锯外,国外还采用专用于人工林抚育采伐的作业机组,机组上装有发动机发电机组、电锯、打枝机和绞盘机等抚育采伐所需要的各种作业装备。为了将伐下的木材运出,很多国家利用由油锯发动机带动的小型固定式和移动式绞盘机。近来更出现了用无线电控制的小型绞盘机。抚育采伐联合作业机也在研究中。

森林防火用的机械除了森林消防水车和化学消防车以外,还有防火开带机、抛土灭火

机和飞机灭火装置等。

为了提高木材的产量，国外对森林施肥很重视。在这方面使用的机器有装在汽车、拖拉机和飞机上的各种施肥机械。

第一节 营林机械的工作条件

营林机械的工作条件可概括如下：

1. 营林机械的工作对象是具有生命力的种子、苗木和树木，营林机械在完成作业中对于工作对象的生命力不许有破坏作用，如提取和处理树木种子的机械在提取，调制和除翅的工作中不许破坏种子的发芽力，播种机的排种装置不许擦破种子，除草机不许伤害苗木等。

2. 营林机械的工作对象即土壤、苗木和树木等都分布在广大的地区，营林机械要在分布较广的地区内行走中完成作业。

3. 营林机械进行作业的地点很多是山谷坡地，地上生有灌木和乔木，土中有石块、伐根和树根等妨碍机械正常作业的障碍物。这些障碍物有的位于地表，有的埋在地中。

4. 营林机械的作业地点分布较广，不同地点的气候、土壤、地形和树木的情况相差很大，即使在同一地点，营林机械的工作对象也不一样，而且经常变化，如土壤的组成和湿度等。

5. 各种营林机械的作业都有一定的作业季节，有的作业每年只有10—30天。如春季播种作业的时间为10—15天左右，造林的时间为20天左右。所以营林机械在一年中的作业时间是比较短的。

6. 很多以土壤为工作对象的营林机械的工作部分经常处于磨耗的条件下，如植树机的开沟器、铧式犁的犁铧等。

7. 营林机械的作业地点多为山谷坡地、沙荒沙丘、采伐迹地和林冠下等不便行走的地方。所以营林机械的工作幅和工作速度都受到限制，不能过大。

第二节 对营林机械设计制造方面的要求

根据营林机械作业的特点，在设计制造营林机械时应考虑以下各项。

1. 在确定营林机械的结构方案时，首先应把满足林业技术的生物学要求作为最基本的要求，其他指标，如生产率、机械化程度等都要在满足生物学要求的基础上来考虑。

2. 由于营林机械要在起伏变化很大的山谷坡地上行走中进行作业，所以营林机械的结构应简单、坚固、行走灵活、通过性强，从这个角度来看悬挂式和自走式机器具有较大的优越性。

3. 由于营林机械的工作部分的工作对象大多是组成变化很大的土壤, 其中多有石块、伐根、树根和粗细不等的树木, 工作阻力变化很大。为了防止机器的损坏, 增加机器的工作可靠性, 其零件应尽量采用热处理进行强化。为了避免超负荷时造成的机件损坏, 机器上应采用适当的安全装置和保护装置。

4. 同一种营林机械的工作条件随工作地点和时间的不同而有变化。所以营林机械应有相应的调节装置和可以更换的工作部分。如在犁上应配备不同的犁铧和犁刀, 播种机上配备可换的传动齿轮等。

5. 由于各种营林作业的季节较短, 单一工序机械在一年中的使用时间很少。为了增加营林机械的使用期限, 提高其经济性, 采用多种作业用机架是一项有效的措施。在多用机架上可以根据不同的作业要求更换不同的工作部分。如在苗圃用多种作业机架上配备整地、中耕、施肥和播种等可以更换的工作装置。这种多用机架可在不同的时间用于不同作业, 增加了机器在一年中的使用期限。但在设计多种作业用机架时, 不能为了无限制地追求“多用性”, 而使机器的结构过于复杂, 以致引起使用费用和制造费用的增加。

6. 经常磨损的工作部分, 如犁铧、犁壁、除草铲、开沟器和割灌机刀片等应采用耐磨优质材料和自磨刃, 以增加工作部分的使用期限和减少磨刃时间。犁铧、开沟器等磨耗大的工作部分也可以采用组合式结构, 磨耗时只需更换其中的一部分。

7. 由于营林机械的工作速度和工作幅都受到限制, 不能很大。为了充分利用拖拉机的牵引功率, 可以采用多种工序联合作业机, 这种机械能同时完成数种前后互相连续的作业, 如同时完成整地、作床和播种三种作业的联合机, 同时完成除草松土、追肥和打药三种作业的除草松土追肥打药联合机等。采用多种工序联合作业机可以减少机械的型号, 节省材料和减少机组的行走次数。

第三节 营林机械的分类

营林作业的内容很广, 其中包括采集和调制种子、培育苗木、直播造林、植树造林、森林天然更新促进、幼林抚育、森林抚育采伐、防治森林病虫害和森林防火等各方面。每一个方面又由许多不同的工序组成, 如培育苗木就由苗圃整地、施肥、作床、播种、除草松土、灌溉和起苗等作业组成。植树造林根据造林地的不同又分为沙荒造林、平原造林、采伐迹地造林等。不同造林地的造林方法也不相同, 如采伐迹地的植树造林就包括拔除伐根、清理采伐残余物、整地、植树, 幼林除草松土和抚育采伐等。由于营林作业的内容很多, 所以所用的营林机械的类型也很多, 如按单一工序作业机械计算, 营林作业所需要的机械约为300种左右。营林机械可以根据使用的动力, 工作时的状态, 完成工序的多少, 完成作业的内容和工作部分的动作情况进行分类。

一、按动力可分为人力、小型机动式和拖拉机式三种。如手推苗圃除草机、背负式小型机动割灌机和拖拉机牵引式喷雾机等。

二、根据工作时的状态可分为固定式、移位式和移动式三种。移动式中又分为拖拉机牵引式、拖拉机悬挂式、自走式和背负手提式。大型种子调制设备和水泵站为固定式。一些人工喷灌机则属于移位式，它在一个地点喷灌完了后移向另一地点。营林机械大部分是移动式，即在不断移动中完成作业，如拖拉机牵引犁、悬挂式除草松土机、自走式喷雾机和背负式割灌机等。

三、根据完成作业的多少分为单一工序作业机械、多种作业通用机架和多种工序联合作业机三种。

四、根据作业的内容可分为：

1. 树木种子采集和调制机械：采种机、球果烘裂机、除翅机和种子清选机等。
2. 容器育苗机械。
3. 苗圃育苗机械：整地机械、作床机、化肥施肥机、厩肥施肥机、播种机、除草松土机、化学除草机、喷灌机、切根机、起苗机、移植机和选苗机等。
4. 清理林地机械：拔根机、伐根旋切机、采伐残余物清理机、碎木机。
5. 采伐迹地造林机械：整地机、植树机、幼林除草松土机。
6. 促进森林天然更新机械：地被搔松机、播种机。
7. 沙地造林机械：深层松土机、植树机和松土除草机等。
8. 山地造林机械：挖穴机、开梯田机、整地机、植树机、除草松土机等。
9. 病虫害防治机械：喷雾机、喷粉机、喷烟机和土壤消毒机等。
10. 森林防火机械：开带机、灭火机、抛土机和点火器等。

五、根据工作部分的动作情况分为活动式工作部分与不动式工作部分两种。前种机器的工作部分与机架间有相对运动，如旋耕机，后种机械的工作部分与机架间没有相对运动，如铧式犁。

第四节 营林机械的发展趋势

一、采用可以一机多用的多种作业机架 采用多种作业机架可以增加机器的使用时间，节省大量金属材料。

二、采用多种工序联合作业机 采用多种工序联合作业机可以充分利用拖拉机的功率，节省金属材料，减少机组的行走次数。

三、采用悬挂式机械 由于营林作业的地形多为山谷坡地，树木丛生，且有伐根等障碍物。采用悬挂式机械可以提高机组的通过性能，减少转弯半径，操纵灵活。

四、采用自动化的工作装置 采用自动化的工作装置除了可以减轻工作人员的劳动强度外，还可以改进作业质量和提高生产率。如采用装有自动栽植装置的植树机不只省去了植苗员，而且可以保证植树质量和提高植树机的作业速度。

五、采用液压技术 采用液压技术可以改进机器的结构，减轻机器的重量，增加机器

工作的可靠性和改善操作人员的工作条件。

六、改善操作人员的工作条件 根据人体机械学的研究成果,采用合理的结构和舒适的驾驶室和坐位,减少振动和噪声,防止操作人员工作疲劳和产生职业病。

七、采用远距离操纵和遥控技术 在一些适当的机器上采用远距离操纵和遥控技术,以减少危险和改进工作人员的作业条件。

参 考 文 献

1. 国外营林机械 林业出版社 1980
2. 国外林业概况 科学出版社 1974
3. 林业文摘 林科院科技情报所
4. 机械化林业 日本林业机械化协会
5. Forsttechnische Informationen
6. Лесное Хозяйство

第二章 育苗机械

林业苗圃由于面积比较小，作业集中，地势平坦等有利于采用机械的条件，育苗作业的机械化程度在造林作业中是比较高的。其中的施肥、整地、作床、播种、追肥、浇水、防治病虫害、切根、起苗、装卸和运输等作业都在不同程度上实现了机械化。过去苗圃作业所用的机械多是借用农业机械或改装的农业机械，且大部分是单项作业机械。随着林业机械研制工作的发展，近来根据苗圃育苗的技术特点相继研究和制造了各种苗圃专用的机械。由于苗圃作业的种类很多，而且每种作业的作业期限又都很短，如作床机和播种机每年只用10—30天左右，为了增加机器的使用时间和减少机型目前各国都在研究多项作业联合机和多用机器。多项作业联合作业机就是把苗圃育苗作业中前后互相连续的几项作业由一台装有多种工作部分的机械一次完成，如整地作床联合机，中耕追肥联合机等。采用这种多项作业联合作业机除了可以减少机器设备的数目外还可以减少机组的行走次数和充分利用拖拉机的功率。多用机械由一套可以更换的整地、作床、播种和起苗等数种不同的工作部分和机架组成，可根据不同作业的需要将不同的工作部分装在机架上。采用多用机械可以减少机器数目和节省金属材料。

整地作业除了使用一般的犁、耙以外，近来出现了具有活动式工作部分的整地机械如旋耕机，往复运动铧式耕地机、摆动钉齿耙和联合犁等。这些机械多为悬挂式，活动式工作部分由拖拉机或自走底盘的动力输出轴带动工作。这种具有活动式工作部分的整地机械的松土效果好，工作阻力小。

苗圃中苗木的培育时间较长，在起苗时苗木根系要带走一定量的土壤，会造成土壤肥力的大量减少。因此苗圃每年要施大量肥料。根据肥料的不同分别采用不同的施肥和装载机械，如厩肥撒布机、厩肥装载机、化肥撒布机、石灰撒布机和追肥机等。

苗圃播种除利用一般的播种机外，近来出现了作床施肥播种联合机、播种开灌水沟联合机等。也有的国家在试用混合液播种机。混合液播种机就是将种子、肥料、除草剂和水混合在一起进行播种。这种播种机由于没有机械式排种装置，所以不会损伤种子。播下的种子由于有足够的营养和水分所以种子发芽快、出苗齐、成活率高，在风天也可以播种。

苗圃的苗间除草和松土采用机械除草松土与化学除草相结合的方法。苗木行间采用机械除草松土，行内则利用喷洒除草剂的方法消灭杂草。机械除草松土除采用锄铲式工作部分外，还使用旋转锄式工作部分。

苗圃起苗是苗木培育的最后一道作业，不久以前起苗作业还是利用简单挖苗机将苗木挖松，以后的拔苗、计数和捆苗都是手工作业。这种作业方法不但生产效率低，而且工作

非常繁重。近来各国都在研究各种结构不同的起苗联合作业机。有的联合机可以完成挖苗、拔苗两种作业，有的可以完成挖苗、拔苗、抖土、计数、捆苗和装箱等多种作业。挖绿化用大苗木则使用油压铲刀式挖大苗机。这种机器可以挖植树穴、挖大苗和在近距离内运输苗木。

苗木的移植过去一直是手工作业，也使用由手工植苗的，只装有开沟器、培土器和压实滚的简单移植机。近来国外出现了与自动植树机工作原理类似的自动苗木移植机。

在苗圃病虫害防治方面使用一般的农业喷粉机、喷雾机、弥雾机、喷烟机和土壤注射器等化学防治机械。

容器育苗是育苗作业的一个革新，它把田间育苗改为可由人工控制的，便于实行机械化和自动化的室内作业，同时又简化了造林技术，为植树机的自动化创造了条件，有利于苗木的成活和生长。

第一节 铧式犁

铧式犁是苗圃常用的一种耕地机械，它的工作部分是由犁铧、犁壁和地侧板组成的犁体、犁刀、前小犁和深耕铲组成的。犁刀在垂直方向切开土壤，犁铧在水平方向切开土壤，切下的土垡沿着犁壁工作面上升，被犁壁推翻到侧方并使之松碎。犁铧、犁壁和地侧板固定在犁柱上，形成犁体，用螺丝和卡子固定在犁架上。前小犁装在主犁体前方，用于将地表草皮层切下，翻到沟中。深耕铲装在主犁体后方，用于耕松主犁体下面的土壤。根据铧式犁与拖拉机间的挂接方法分成牵引式、悬挂式与半悬挂式三种。牵引式犁有自己的支持轮和提升机构，在运输时整个犁由支持轮支持，改变支持轮与机架间的相互位置可以调节耕地深度。悬挂式犁的结构比牵引式犁简单，它直接悬挂在拖拉机的悬挂装置上，本身没有支持轮和提升机构。半悬挂式犁的后面装有支持轮，前端悬挂在拖拉机的悬挂装置上，运输时由后支持轮和拖拉机悬挂装置负担全犁重量。悬挂式犁结构简单，重量轻，机动灵活，适于苗圃的整地作业。

一、犁体工作面

(一) 犁体工作面的种类和性能 林业技术对耕地的主要要求是松碎土壤，将地表土壤深埋在地中。一个发展的三面楔可以满足上述要求。目前所使用的铧式犁体工作面就是由一发展的三面楔形成的(图2—1)。将犁体工作面放在空间直角坐标内，使其前进方向与坐标的OX轴方向一致，则犁体工作面上任意一点A都是以点A为顶点的，具有 α 、 β 和 θ 角的微小三面楔。纵向垂直面与犁体工作面的交线mm在A点的切线与水平面间的夹角即为 α 角，横向垂直平面与犁体工作面的交线nn在A点的切线与水平面间的夹角即为 β 角，过A点的水平面与犁体工作面的交线qq与前进方向间的夹角便是 θ 角。交线qq在由水平直线构成线形成的犁体上是一条直线。无数具有不断变化的 α 、 β 和 θ 角的这种微小三面楔便形成

一个曲面。这种曲面在土壤中移动时便可将土壤切开，向一侧推移并使之松碎。土壤被松碎和推移翻转的程度则依 α 、 β 和 θ 三个角度的变化情况而定。

根据犁体工作面对土壤的松碎和翻转性能的不同，分为圆筒型、熟地型、半螺旋型和螺旋型四种。圆筒型具有较强的碎土性能，而翻转性能小；螺旋型则相反，翻转土壤性能强，碎土性能小。熟地型和半螺旋型的碎土和翻土性能处于圆筒型和螺旋型之间，既有一定的碎土性能又有一定的翻土性能。熟地型近于圆筒型，半螺旋型则近于螺旋型。在粘性不大，草根少的地上，由于土壤容易松碎，应采用熟地型，草根较多的粘质土则宜采用螺旋型。

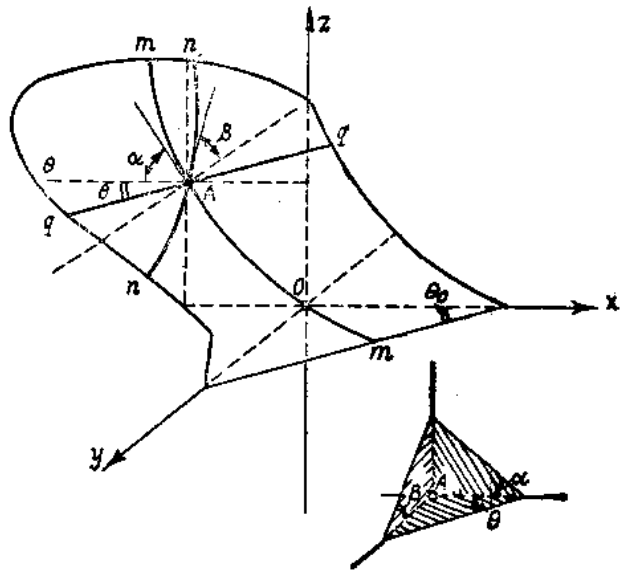


图 2—1 犁体工作面和发展的三面楔

(二) 犁体工作面的形成方法 根据线段运动而形成面的原理，犁体工作面也可以由一个在空间按一定规律而运动的线段形成。目前最常用的犁体工作面是由一条水平直线沿着空间的一条导线按着一定规律向上运动而形成的，用这种方法形成的曲面叫作水平动线扭柱犁体工作面。上述熟地型和半螺旋型犁体工作面便是按这种方法形成的。由于曲面是由一条保持水平位置的直线在空间运动形成的，所以曲面上的土壤容易向后滑动，不易粘着在曲面上。图(2-2)的犁体工作面的构成线为一水平直线，导线位于垂直于铤刃的垂直平面V内，运动的规律则由动线在不同高度时与ZOX坐标面的夹角 $\theta = f(Z)$ 确定。Z为动线距XOY坐标平面的高度。当 $\theta = f(Z) = \text{常数}$ 时，所形成的工作面便为圆筒型。

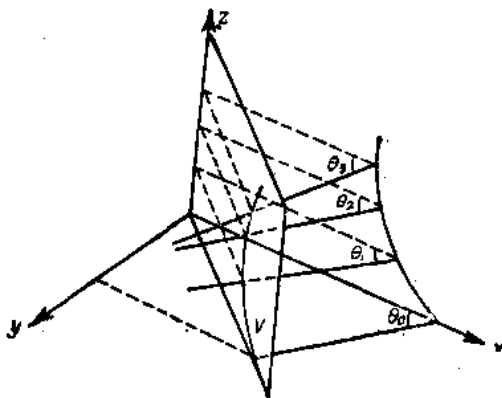


图 2—2 犁体工作面的形成

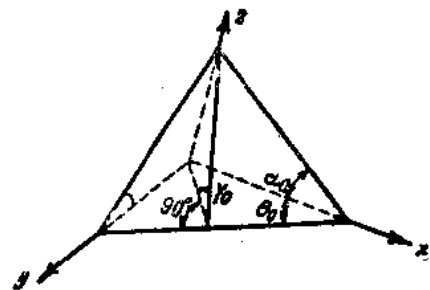


图 2—3 犁体工作面的先行三面楔

(三) 水平动线扭柱型犁体工作面的设计

1. 水平动线扭柱型犁体工作面的基本数据 水平动线扭柱型犁体工作面的基本数据是：切下土堡的宽度和厚度 b 、 a ；犁铧面对沟底的倾角 γ_0 ；铧刃线与沟壁间的夹角，即动线开始时与前进方向间的夹角 θ_0 ，动线与沟壁间夹角 θ 随高度而变化的规律和导线。

(1) 先行三面楔的角度 根据土堡的宽度和厚度 b 、 a 可以确定犁体工作面在横向垂直面的投影外形。 γ_0 和 θ_0 角便决定了犁体工作面最初切入土中并使土堡产生初裂纹的先行三面楔的形状（图2—3）。一般熟地型犁 $\gamma_0 = 25^\circ - 30^\circ$ ， $\theta_0 = 40^\circ - 45^\circ$ ，半螺旋型犁 $\gamma_0 = 20^\circ - 25^\circ$ ， $\theta_0 = 35^\circ - 40^\circ$ 。 γ_0 角过大会增加切土阻力，过小会引起 α_0 的减小，使铧尖过锐，降低强度，而且不利于向犁柱上安装。

(2) θ 角的变化规律 θ 角的变化规律是决定犁体工作面翻土性能的主要因素。 θ 角的变化规律可用 $\theta = f(z)$ 表示， z 为构成线距犁体支持平面的高度。 $\theta = f(z)$ 可用解析方法表示也可用图解法表示。 $\theta = f(z)$ 为一常数时便得出圆筒型犁体工作面。熟地型犁体工作面的 θ 角的变化规律最好是采用曲线（图2—4a）。犁铧与犁壁接触处，或距铧刃大致为50—100毫米高度处的犁壁沟边线最容易与翻过土堡的上边相括，所以这个高度处的构成线的 θ 角采用最小值 $\theta_{\min}$ 。构成线超过此点时， θ 角逐渐增大，在犁壁的最高点达到最大值。 θ 角由 θ_0 到 $\theta_{\min}$ 可按直线关系减少，也可以按抛物线关系变化。由 $\theta_{\min}$ 到 $\theta_{\max}$ 间可按下述方程式所表示的曲线变化

$$AX^2 - BY - CX^2Y = 0 \quad (2-1)$$

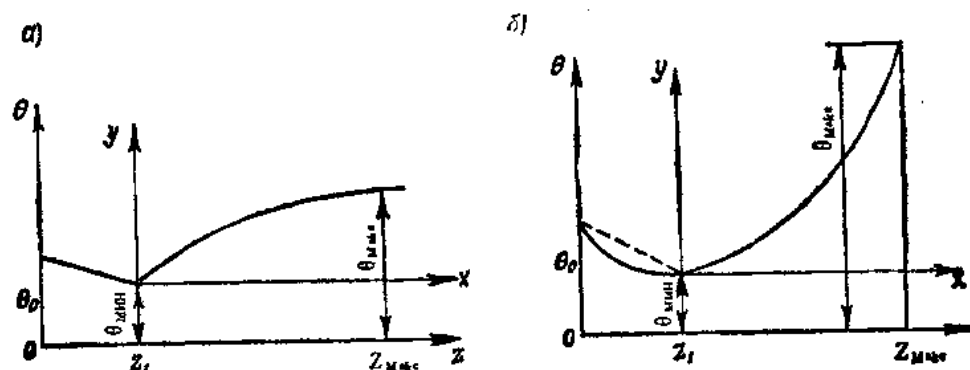


图 2—4 熟地型 (a) 和半螺旋型 (b) 犁体工作面的 $\theta = f(z)$

按照这个曲线， θ 自 $\theta_{\min}$ 处开始迅速增加，随着高度的增加增量渐渐减少，在 $\theta_{\max}$ 附近则不再增加。构成线按这种规律运动而形成的犁体工作面具有足够的碎土性能，犁翼部分也具有足够的翻土性能，在轻质和中质土地上不会产生粘土现象。

根据试验确定(2—1)式中的系数 A 、 B 、 C 各为6.2, 100和1，则(2—1)式可写成：

$$6.2X^2 - 100Y - X^2Y = 0$$

变形后得：

$$Y = \frac{6.2X^2}{X^2 + 100} \quad (2-2)$$

式中：X——由坐标原点到构成线的横坐标（厘米），

Y——以一定比例尺表示 θ 角增量的纵坐标（厘米）。

设计时各构成线距 $\theta = \theta_{\text{мин}}$ 处构成线的距离X是以2.5（或5）厘米的间隔计算的，即X=0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0, 12.5厘米等。将不同的X值代入（2—2）式则得到相对应的Y值，

$$Y_{\text{мин}} = 0$$

$$Y_{\text{мин}+1} = 0.36$$

$$Y_{\text{мин}+2} = 1.24$$

为了确定不同X时的 θ 角必须求出Y与 θ 的比例尺，为此要算出 $\theta_{\text{макс}} - \theta_{\text{мин}}$ 和 $Y_{\text{макс}} - Y_{\text{мин}}$ ，即：

$$\Delta\theta = \theta_{\text{макс}} - \theta_{\text{мин}}$$

$$\Delta Y = Y_{\text{макс}} - Y_{\text{мин}}$$

则比例尺m应为：

$$m = \frac{\Delta\theta}{\Delta Y}$$

比例尺m表示Y坐标的每厘米长度代表多少角度。

然后利用（2—2）式便可算出每个不同高度处的构成线与前进方向间所成夹角：

$$\theta_{\text{мин}} \text{ 已知}$$

$$\theta_{\text{мин}+1} = \theta_{\text{мин}} + mY_{\text{мин}+1} = \theta_{\text{мин}} + m \cdot 6.2X^2 / (X^2 + 100) ;$$

$$\theta_{\text{мин}+2} = \theta_{\text{мин}} + mY_{\text{мин}+2} ;$$

$$\theta_{\text{мин}+3} = \theta_{\text{мин}} + mY_{\text{мин}+3} ;$$

.....

$$\theta_{\text{макс}} = \theta_{\text{мин}} + mY_{\text{макс}}$$

确定全部构成线与沟壁间的夹角 θ ($\theta_0 - \theta_{\text{мин}}$, $\theta_{\text{мин}} - \theta_{\text{макс}}$) 后，便可划出构成线在水平面上的投影。

半螺旋型犁体工作面的 $\theta_{\text{макс}} - \theta_{\text{мин}}$ 比熟地型大， θ 角在这一区间的变化采用下式形状的抛物线（图2—46）：

$$X^2 = 2PY \quad (2-3)$$

采用这种 θ 角的变化规律时，犁壁下部的 θ 角的增量小，犁壁的上部，即犁翼部分的 θ 角的增量，这样可使土堡更好地翻转。

θ 角由 θ_0 到 $\theta_{\text{мин}}$ 之间或按直线变化，如图中虚线所示，或按另一种抛物线 $X^2 = 2P_1Y$ 变化。

系数P根据比例尺m确定。取 $m = 1^\circ / 1 \text{ 厘米}$ ， $Y_{\text{мин}} = 0$ ，则