

全国高等林业院校教材

营林机械理论与计算

(第2版)

黄仁楚 主编

中国林业出版社

全国高等林业院校教材

营林机械理论与计算

(第 2 版)

黄仁楚 主编

林业机械设计与制造专业用

中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

营林机械理论与计算/黄仁楚主编. -2版. -北京: 中国林业出版社, 1995.12

全国高等林业院校教材

ISBN 7-5038-1502-7

I. 营… II. 黄… III. 营林机械-基础理论-高等学校: 专业学校-教材 IV. S776.2

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第10009号

中国林业出版社出版

(100009 北京西城区刘海胡同7号)

北京市卫顺印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

1996年5月第2版 1996年5月第1次印刷

开本: 787毫米×1092毫米1/16 印张: 23.25

字数: 412千字 印数: 1—1000册

定价: 17.85元

第1版前言

本书是根据1977年12月制订的全国高等林业院校林业机械设计与制造专业教学计划和1978年4月全国高等林业院校林业机械设计与制造专业教材会议制订的教学大纲编写的。由东北林学院林业机械教研室裴克同志主编，南京林产工业学院营林机械教研组主审。本书的第一、二、三、六章由裴克同志编写，第四章由南京林产工业学院营林机械教研室周永钊同志编写，第五、九章由北京林学院林机教研室卢希诚同志编写，第七、八章由南京林产工业学院营林机械教研组李泽远同志编写。

由于编者水平有限，不足之处在所难免，诚希使用本书的同志提出宝贵意见，以便进一步完善和提高。

1981年12月

第2版前言

1983年出版的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》已使用十多年了。随着林业科学技术的发展、国家新标准及有关专业标准的贯彻执行,以及林业生产的需要;又根据当前拓宽专业面及适应性广的要求,加之目前各高等林业院校的林业机械专业教学计划不完全相同及所执行的教学大纲也各有侧重面,要编写一本适合南北方不同类型林业机械区划的营林机械教材,困难较大。经过使用旧教材的各高等林业院校间交换意见和一年多的酝酿讨论,新修改编写的这部教材是以营林作业各类典型机械的一般构造、工作原理和设计理论为主,在内容上除保留旧教材中一些目前应用较多、有代表性的机械之外,增加了一些新的章节,如:种子采集和调制机械、森林防火机械和营林机械运用原理等,并将教材改名为《营林机械理论与计算》。

本书由东北林业大学黄仁楚教授主编,周永钊、茅也冰任副主编,东北林业大学裴克教授任主审兼顾问。黄仁楚教授编写前言、绪论、第一章、第二章的第一节、第五节,第四章(除第四节)和第六章的第三节;南京林业大学周永钊教授编写第三章、第六章的第一节、第二节和第七章;北京林业大学茅也冰副教授编写第二章的第二节、第四章的第四节和第八章;内蒙古林学院闻长复教授编写第二章的第三节、第四节和第五章。

由于编者的水平所限,坦诚地希望本书的读者提出宝贵意见,以便进一步完善和提高。

编者

1991年12月

目 录

第2版前言

第1版前言

绪论	1
第一节 营林机械的工作条件	2
第二节 营林机械设计制造的要求	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
第一章 林地清理机械	6
第一节 除灌机	6
一、除灌机的类型	6
二、铲式除灌机的受力分析和计算	7
三、带式割灌工作部分	9
四、回转式切割工作部分	10
第二节 除根机械	12
一、清除伐根的方法	12
二、对拔根机械的要求和拔根机的类型	12
三、拔根阻力	13
四、推齿式拔根机	15
五、液压杠杆式拔根机	16
六、其他拔根机械	18
第三节 梳根机	20
第四节 伐根清理机	21
第五节 推土机	21
一、推土机的类型和构造	21
二、推土机的主要数据	23
三、推土机的工作阻力和功率计算	24
第二章 整地机械	26
第一节 铧式犁	26
一、铧式犁的类型	26
二、铧式犁的一般构造	26
三、犁的工作部件	28
四、犁体工作面设计	33
五、犁的辅助部件	40
六、犁耕机组	49
第二节 林用旋耕机	60

一、旋耕机的类型	60
二、旋耕机的构造及工作过程	60
三、旋耕机的运动分析	62
四、旋耕刀片	64
五、旋耕机的功率计算	70
第三节 挖坑机	72
一、挖坑机的设计要求及类型和一般构造	72
二、挖坑机螺旋型钻头的升土理论	75
三、螺旋型钻头的设计和计算	87
四、挖坑机的悬挂机构	95
五、手扶式整地挖坑机	98
第四节 圆盘整地机械	103
一、圆盘整地机械工作原理、类型及构造	103
二、圆盘工作部件的主要参数	106
三、圆盘工作部件受力分析	117
第五节 其它整地机械	119
一、沟状整地	119
二、双壁犁的结构特点	121
三、起垄整地犁	121
第三章 种子采集和调制机械	122
第一节 种子采集机械	122
一、种子和球果的采集方法	122
二、种子和球果的采集机械和工具	123
三、种子和球果采集方法的选择	130
四、1ZZ-200型振动采种机	130
第二节 种子调制机械	134
一、种子调制机械的工作原理	134
二、球果调制机械	137
三、其他种子调制机械	141
四、林木种子裹衣原理及其设备	142
第四章 育苗机械	146
第一节 筑床机	146
一、筑床机的一般构造	146
二、步道犁的设计	147
第二节 林业播种机	150
一、林木种子的特点和林业技术对播种机的要求	150
二、播种机的类型和一般构造	151
三、种子箱	152
四、排种装置	154
五、导种管	161
六、开沟器	162
七、覆土装置	168

八 排种装置的传动机构	168
第三节 苗木移植机	168
第四节 喷灌设备	169
一、概述	169
二、喷灌的主要技术参数	174
三、喷头(喷水器)	177
四、喷灌用水泵	184
五、喷灌系统的规划设计	191
六、滴灌	201
七、微喷灌	205
第五节 起苗机	207
一、挖苗装置	208
二、振动式挖苗刀	209
三、杆式抖土输送机	211
第六节 切根机	212
第七节 容器苗装播机	212
第五章 造林机械	214
第一节 植树机	214
一、植树机设计要求、类型和一般构造	214
二、开沟器	215
三、栽植装置	220
四、覆土压实装置	230
五、几种植树机的结构特点	233
第二节 直播造林机械	236
第六章 抚育机械	237
第一节 割灌机	237
一、割灌机的类型、构造和设计要求	237
二、传动系统的设计计算	239
三、割灌机振动研究	248
第二节 幼林除草松土机	256
一、除草松土机的类型、构造和设计要求	256
二、锄铲式除草松土机	260
三、仿形机构	269
四、锄铲式幼林除草机受力分析	272
五、株间除草方法及其装置	274
第三节 抚育间伐及其机械	276
一、概述	276
二、抚育间伐机械化工艺	277
三、抚育间伐的几种集材机械	279
第七章 森林防护机械	282
第一节 森林防火灭火机械	282
一、林火概述	282

二、森林防火灭火原理与机具	284
三、风力灭火机设计	295
四、森林消防车设计	299
第二节 病虫害防治机械	301
一、病虫害防治机械的构造和工作原理	301
二、喷雾机主要工作部件的理论与计算	311
三、风机理论与计算	322
第八章 营林机械运用原理	342
第一节 营林作业机组运用原理	342
一、机组动力性的合理利用	342
二、机组的运用指标	345
三、机组的编制	347
第二节 营林机械化作业的生产工艺	349
一、机组的生产过程	349
二、作业前的机具准备	350
三、造林机械化作业的工艺	351
第三节 营林机械的合理选择与配备	356
一、中国林业机械化区划	356
二、林业机械系统	356
三、营林机械的选择与配备	357
参考文献	363

绪 论

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、作业条件变化大等特点,营林机械化与农业机械化和森林工业相比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、加拿大和俄罗斯等也都处于第一阶段或由第一阶段向第二阶段过渡,只是在某些作业方面实现了自动化,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,最薄弱的环节是林木种子的采集和调制作业。

采集林木种子的方法有两种,一种是从生长着的立木上采集,另一种是从伐倒木上采集。从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。最近不少国家采用利用振动采种的方法。

自针叶树球果中提取种子多用烘裂法。加热的方法有火焰加热、电加热和日光加热三种。有的国家已经采用大规模的多工序连续作业的球果调制自动线,包括预干、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比较高。在施肥、整地、作床、播种、中耕、追肥、灌溉、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,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很不利,影响了起苗机的进一步改进。为了解决这个问题,最近采用了精密播种,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,目前国内外所使用的起苗机主要是将生长有苗

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联合起苗机，它们可以完成挖土、拔苗、抖土、掘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苗木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苗木移植机。我国研制的苗木移植机和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。容器苗可为植树机的自动化创造有利条件，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防治作业基本实现了机械化。整地作业采用铧式犁、圆盘犁、深松犁等。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、铣根机、梳根机、伐根集堆机，及各种整地机、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。 $3^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 的坡地采用带式整地。 $15^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 的坡地采用块状或穴状整地，可用块状整地机或挖坑机进行整地。 $20^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 的坡地为了防止水土冲刷，应采用筑梯田造林。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。

人工林的抚育间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绞盘机。近来还采用无线电控制的小型绞盘机。抚育间伐联合作业机也在研究和试用中。

森林防火用的机械除了森林消防车以外，还有开防火带机、抛土灭火机和飞机灭火装置等。

为了提高木材的产量，国外很重视森林施肥。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，如提取和调制林木种子的机械在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、苗木和树木等的分布地区很广，营林机械要在较广的地区内，在行走中完成作业。

(3) 营林机械进行作业的地点很多是山谷坡地，地面上有灌木和乔木，土壤中有石块、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，有的埋在地下。

(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比较短。

(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损的条件下作业，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 营林机械设计制造的要求

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要求：

(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的行走中作业，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结构组成变化很大的土壤，其中含有石块、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，增加机器工作的可靠性，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所变化。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，采用多种作业用的通用机架是一项有效的措施。在通用机架上可以根据不同的作业要求更换不同的工作部分。如苗圃中可在多用机架上配备整地、中耕、施肥和播种等可以更换的工作装置。这种通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。但在设计多种作业通用机架时，不能为了无限制地追求“多用途”，而使机器的结构过于复杂，以致引起使用费用和制造费用增加。

(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刃磨时间。犁铧、开沟器等磨耗大的工作部分也可以采用组合式结构，磨损后只需更换其中的一部分即可。

(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、培养苗木、直播造林、植树造林、促进森林天然更新、幼林抚育、森林抚育采伐、森林病虫害防治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。营林机械可以根据所用的动力，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。

按动力可为人力、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。

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、自走式和便携式。大型种子调制设备和水泵站为固定式。一些人工喷灌则属于移位式，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。

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

根据作业机的内容可分为：

- (1) 树木种子采集和调制机械：采种机、球果干燥机、去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、筑床机、化肥撒播机、厩肥撒肥机、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：挖坑机、筑梯田机、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、烟雾机和土壤消毒机等。
- (10) 森林防火机械：开带机、灭火机、抛土机和点火器等。

(11) 抚育间伐机械。

(12) 园林机械。

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。前种机械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

(1) 采用可以一机多用的多种作业通用机架。采用多种作业通用机架可以增加机器的使用时间，节省大量金属材料。

(2) 采用多工序联合作业机。采用多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。

(3) 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，减小转弯半径，操纵灵活。

(4) 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。采用装有自动栽植装置的植树机不仅省去了植苗员，而且可以保证植树质量和提高植树机的作业速度。

(5) 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。

(6) 改善操作人员的工作条件。根据人类工效学的研究成果，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。

(7) 采用远距离遥控操纵技术，在一些适当的机器上采用远距离遥控操纵技术，以减少危险性和改进工作人员的作业条件。

第一章 林地清理机械

林地清理的目的是为了在采伐迹地上进行森林的人工更新,开辟森林苗圃和修筑道路等。林地清理包括铲除灌木、伐木、清除伐根、堆集和运出伐根、树木和采伐剩余物以及平整拔除伐根后所留下的坑穴等作业。

伐木一般使用油锯、电锯以及推土机和联合作业机。灌木利用各种除灌机除去,也可以用灌木犁把灌木翻在地面上,用重型圆盘耙耙碎,使其腐烂。近年来一些国家采用灌木粉碎机将小树和灌木切碎或打碎,撒布在地上。也有采用喷洒化学药剂的方法清除树木。

清除伐根是林地清理作业中比较繁重的作业,在不同的工作条件下需采用不同的作业方法和机器。在拖拉机可以通行的地方可使用大型除根机,在拖拉机难于通行的地方则可采用绞盘式拔根机,在不便采用机械的地方还可以利用炸药将伐根炸出,也可以向伐根喷洒化学腐蚀剂,使伐根腐烂。拔根后留下的坑穴可用推土机推平。采用拔根的方法清除伐根时,拔根的阻力很大,同时伐根会带走大量的肥沃土壤,地面留下很大的坑穴。近来出现了伐根铣削机。这种机器是利用绕垂直轴或水平轴旋转的铣刀将伐根的地上部分铣下,以便后续的机械化作业能顺利地进行。

伐根拔出后,地中仍留有大量的侧根,这些侧根既妨碍幼树根部的生长,又不利于机械化作业的顺利进行,所以在拔出伐根后还要将留在地中的侧根拉出。

用各种型号的集堆机将采伐剩余物堆集成条堆或圆堆,然后烧毁或任其自然腐烂,也可以运出,作为综合利用的原料。有些国家则采用灌木粉碎机将采伐剩余物打碎或切碎,任其自然腐烂,以增加土壤的肥力。

由于林地中树木粗细不一,分布不均,所以林地清理机械的工作负荷变化很大,因此林地清理机械的工作部分要求有较大的强度。

第一节 除 灌 机

一、除灌机的类型

除灌机根据其工作部分的形式可分为装有固定式工作部分的除灌机和装有活动式工作部分的除灌机两种类型(图1-1)。前者的工作部分装在拖拉机的前方,多为铲式,工作时随同拖拉机一起作向前运动。后者的工作部分除了随同机器一起前进外,对于机架还作相对的直线或旋转运动。

图1-1中之1的工作部分为成 60° 夹角的两个铲刀,在拖拉机推力的作用下沿地面向前移动,用其锐利的铲刀刃部将灌木沿地面铲断。

图1-1中之2的工作部分为一重量较大的圆辊,表面装有与圆筒母线成一角度的切刀。拖拉机牵引圆辊前进时,带有切刀的圆辊便将小树和灌木压倒在地上,并用切刀将它们切碎,

压入地中，使之腐烂。

图 1-1 中之 3 的工作部分为一圆锯，它除了用于锯除灌木外，还可用于抚育采伐。这种工作部分可以装在拖拉机和手扶拖拉机上，也可以做成便携式，由小型发动机带动工作。

图 1-1 中之 4 的工作部分是割刀，由曲柄连杆机构带动作直线往复运动。由于割刀是由曲柄连杆机构驱动工作，所以有较大的惯性力，因此其工作速度受到限制。图中的 5 和 6 工作部分也属于旋转式工作部分，5 是绕垂直轴旋转、6 是绕水平轴旋转。图中 5 所示的转刀在旋转时，由于外端和内端的转动半径不同，所以靠近刀轴处的切割速度很小，不足以切断灌木，而会产生缠草现象。为了防止这种现象可采用一种正方形割刀，将刀片装在正方形刀盘的四个角上。

图 1-1 中之 7 的工作部分是绕水平轴旋转的刀锤，水平轴旋转时，在离心力的作用下，刀锤甩开，将所碰到的灌木粉碎。这种甩垂式工作部分的特点是当刀锤碰到不易折断的粗大树木时，刀锤可以避开树木，防止机器损坏。

图 1-1 中的 1、2 为固定式工作部分，3~7 为活动式工作部分。

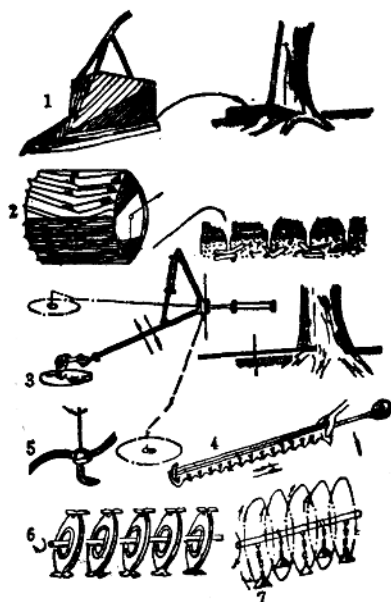


图 1-1 除灌机工作部分的类型

1. 铲刀 2. 刮板 3. 圆锯 4. 往复式割刀
5. 6. 旋转式割刀 7. 刀锤

二、铲式除灌机的受力分析和计算

铲式除灌机的铲刀工作部分须能将灌木完全铲断。铲刀工作时不许使树干发生折裂和弯曲，以免树木从铲刀下面滑过去，也不允许将灌木连根拔出，因为这样会使所拔下的树木挂在铲刀上，影响铲刀的正常工作的。

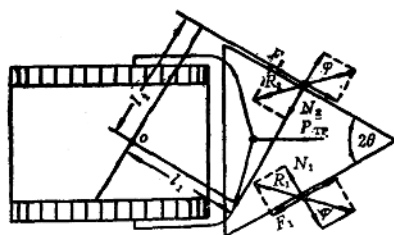


图 1-2 铲刀的推切力

铲刀对树木的推切力 P 视拖拉机的推力 P_{tr} 和铲刀的安装角 θ 而定 (图 1-2)。铲刀在拖拉机推力 P_{tr} 的作用下压向树干，由于铲刀与前进方向成一夹角 θ ，所以铲刀与树干之间产生滑切。树干对铲刀刀部的反作用力由两部分组成，一为与铲刀互相垂直的正压力 N_1 和 N_2 ，另一为沿铲刀刀线的摩擦力 F_1 和 F_2 。其合力各为 R_1 和 R_2 。

设树干对铲刀的反作用力对称地作用在左右两铲刀的中点，则 $R_1 + R_2 = P_{tr}$ 。由图 1-2 可见：

$$N_1 = R_1 \cos \varphi$$

$$F_1 = R_1 \sin \varphi$$

$$F_1 = N_1 \tan \varphi$$

式中: φ ——树干与铲刀间的摩擦角, 一般 $\varphi = 14^\circ$ 。

当左右两铲刀的受力互相对称时, 即 $N_1 = N_2$, $F_1 = F_2$, $R_1 = R_2$,

$$P_{rr} = 2N_1(\sin \theta + \tan \varphi \cos \theta)$$

由此

$$N_1 = \frac{P_{rr}}{2(\sin \theta + \tan \varphi \cos \theta)} \quad 1-1$$

铲刀对树干的作用力 P 与 N_1 大小相等, 方向相反。当左右两个铲刀的受力不对称时, 在极端的情况下, 即只有一侧铲刀铲切灌木。这时树干对铲刀的反力将使机器向一方转动。推动机器转动时的转矩 M_1 为:

$$M_1 = N_1' l_1 - F_1' l_2 \quad 1-2$$

式中:

$$N_1' = \frac{P_{rr}}{\sin \theta + \tan \varphi \cos \theta}$$

$$F_1' = N_1' \tan \varphi$$

使机器向一边转动的转矩将由拖拉机履带与地面间的附着力所产生的转矩来平衡, 每个履带与地面间的附着力 $P_{\text{附}}$ 为:

$$P_{\text{附}} = \frac{1}{2} G \cdot f$$

式中: G ——拖拉机附工作部分的重力。

f ——拖拉机履带与地面间的附着系数。

履带与地面的附着力所形成的转矩 M_2 为:

$$M_2 = \frac{1}{2} G f \cdot a \quad 1-3$$

式中: a ——拖拉机履带中心线间距离。

如 $M_2 > M_1$, 拖拉机便能保持直线前进, 如 $M_1 > M_2$, 拖拉机便被推向一侧。

实际工作中的 N 和 F 是由树木的生长密度和铲刀的实际工作长度决定的, 即

$$N = L_{\text{刀}} \cdot K_{\text{切}} \quad 1-4$$

式中: $L_{\text{刀}}$ ——铲刀的实际工作长度。

$K_{\text{切}}$ ——铲刀的单位长度切割阻力, 软质树木 $K_{\text{切}} = 1200 \sim 1500 \text{ N/cm}$ ($120 \sim 150 \text{ kgf/cm}$), 硬质树木 $K_{\text{切}} = 1800 \sim 2200 \text{ N/cm}$ ($180 \sim 220 \text{ kgf/cm}$)。

铲刀的实际工作长度 $L_{\text{刀}}$ 是经常改变的, 它依铲刀同时接触的树干数目 n 和树干直径 d 而定。由于铲刀不是同时切入树干的直径处, 所以 $L_{\text{刀}}$ 可用下式计算:

$$L_{\text{刀}} = n \cdot d \cdot m \quad 1-5$$

式中: m ——同时切割系数, $m < 1$ 。

n 可按下述方法大致求出。根据标准地的调查资料, 算出每棵树木平均占用面积和树木间的平均距离。然后用一定的比例尺将树木的配置情况划在纸上。将用同样比例尺划出的铲刀放在纸上, 慢慢向前移动, 找出几个不同位置所切割的树木数目, 算出其平均数, 此平均值即为 n 。 d 取树木的平均直径, m 一般为 $0.7 \sim 0.9$ 。

N_1 , F 和 R 求出后即可计算灌木铲除机有关零件的强度。

灌木铲除机的工作幅 B 要与所用拖拉机的推力相适应, 即灌木铲除机的最大工作阻力必须小于拖拉机的最大推力。另一个必须考虑的条件是铲刀的工作幅必须大于拖拉机的外形宽