

GUOYUAN JIXIE YU ZHUANGBEI

果园

© 刘俊峰 主编

机械与装备

GUOYUAN JIXIE YU ZHUANGBEI



河北科学技术出版社

主 编 刘俊峰
副主编 刘洪杰 李建平
编 者 刘俊峰 刘洪杰 李建平 刘伟霄 冯晓静
钱 稷 周 娟

图书在版编目 (C I P) 数据

果园机械与装备 / 刘俊峰主编. — 石家庄: 河北
科学技术出版社, 2012. 11
ISBN 978 - 7 - 5375 - 5531 - 9

I. ①果… II. ①刘… III. 果园 - 农业机械 IV.
①S22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 260074 号

果园机械与装备

刘俊峰 主编

出版发行	河北科学技术出版社
地 址	石家庄市友谊北大街 330 号 (邮编: 050061)
印 刷	石家庄燕赵创新印刷有限公司
经 销	新华书店
开 本	850 × 1168 1/32
印 张	6
字 数	150 000
版 次	2012 年 11 月第 1 版 2012 年 11 月第 1 次印刷
定 价	15.00 元

前 言

我国是世界苹果的主要生产国之一，苹果产业在区域经济发展和农民增收中占有重要的地位。由于我国果园机械起步较晚，果园作业环节多以人工为主或部分利用农业大田农具代替和辅助人工作业，作业效果差、效率低下。随着林果种植面积的不断扩大，加之，近些年农村劳动力的紧缺，果园农作环节机械化要求日益强烈。随着我国现代农业产业技术体系的发展，果园规模化种植和规范化管理，为果园机械的发展提供了更加广阔的应用空间，果园机械化已成为果树栽培与管理向现代化方向发展非常重要的一个方面。为了适应和推动现代果树产业的发展，依托“国家现代苹果产业技术体系”和“国家公益性行业科研专项”科研项目，我们编写此书，旨在研究和甄选适合我国现代果园种植模式的果园作业机械，供果园从业人员使用参考。

本书在借鉴传统果园机械的基础上，结合果树矮砧密植栽培模式，介绍了比较典型的果园机械品种和基本结构与使用知识，穿插介绍了“国家现代苹果产业技术体系”、“国家公益性行业

科研专项”课题组研发的部分果园机械以及国内外果园机械前沿产品。在本书的编写过程中参阅了一些著作、教材和国外资料，特此向有关单位和作者表示诚挚的谢意。由于时间仓促和作者水平所限，书中难免有错误和不足之处，敬请读者批评指正。

编者

2012 年 10 月

目 录

概述	(1)
第一章 苗圃机械	(6)
第一节 起苗机	(6)
第二节 栽植机械	(14)
第三节 断根施肥机	(18)
第四节 苗木扎捆机	(23)
第二章 建园机械	(25)
第一节 果园耕地机械	(25)
第二节 旋耕机	(43)
第三节 圆盘耙	(51)
第三章 果园管理机械	(59)
第一节 多功能果园管理机	(59)
第二节 开沟机	(61)
第三节 割草机	(65)
第四节 绿肥压青机	(69)
第五节 多功能作业平台	(70)
第六节 果树修剪机械	(73)
第七节 割灌机械	(83)

第八节 果园枝条处理与利用	(87)
第四章 果园喷滴灌系统与设备	(95)
第一节 喷滴灌用离心泵	(95)
第二节 果园喷灌系统	(105)
第三节 果园滴灌系统	(126)
第五章 果园病虫害防治机械与安全	(142)
第一节 弥雾机	(142)
第二节 喷药机械	(148)
第三节 驱鸟器	(160)
第四节 诱虫灯	(163)
第五节 园艺作物病虫害防治机械操作与安全	(171)
第六章 果园环境监测与控制装备	(177)
第七章 果园机械化新技术介绍	(181)
参考文献	(185)

概 述

所谓果园机械作业是指在果树栽培管理及果品生产各项作业中，用机械代替人力操作的过程。果园机械主要包括动力机械、苗木培育机械、果树管理机械、病虫害防治机械、果园灌溉机械、果品收获及加工机械等。我国是世界第一大水果生产国和世界第一大水果消费国，2008 年我国水果总产量已超过 6000 万吨，约占全球产量的 14%。水果种植业的迅速发展提升了果园机械的市场需求。

一、国内外果园机械现状

法国在 19 世纪中叶首先使用喷雾器防治葡萄病虫害，此为果园机械使用的开始。20 世纪 40 年代，欧美各国将大田使用的和配套的农机具，经改制后用于果园作业。一般用于农田耕作的土壤耕作机械都可以在果园耕作中使用。但是，具有特殊结构或附加装置的果园专用耕作机械更为重要和方便。它们必须尽量靠近果树树干进行作业，或者可以同时行间或株间作业。20 世纪 60 年代以来，果园机械发展较快，相继试制了多种果园专用的动力机械和作业机械，包括不同功率的果园拖拉机系列及其相应的配套机具，使果园生产由人力操作逐渐转向机械化操作。同时进行了适应果园机械化作业要求的栽培方式改革。

美国、意大利、日本、法国、前西德等都是果树生产先进的国家，果园已从修筑梯田、开渠、耕作、挖苗、栽种、灌溉、施肥、修剪、喷药到果实的采收、分级、洗果、涂蜡、包装、运

输、加工等工序都实现了机械化。它们在实现果园机械化方面采取了许多措施,较早就注意于农业与农机相配合的工作、果树栽培的管理方式,以便于实现机械化。如果树的矮化密植,不论苹果或柑橘多数实行篱壁形整枝等。这种以篱壁形为主的整枝方式(调整树冠内部的枝条密度和枝条更新仍需手工修剪),不仅可提高光能利用和便于机械化操作,而且使之可以采用跨行机械,在篱壁树行上进行。这种机械只需相应地更换配件,即可一械多用,可以进行喷药、喷肥、修剪、采收等作业。

日本现在已有用电子计算机控制喷雾设计进行喷水、喷肥、喷药,至于果品分级、包装、贮藏、运输中,电子计算机和自动化的应用则更为普遍。美国个别大果园已由电子计算机分析果园经济效益,拟定最佳方案,以减低成本,减少劳力,增加收入。

有国外的经验可以看到,果树生产中很重要的一个问题是:必须改造农机适应果树生产的要求,同时也要改造果树生产使之适应机械化、自动化的要求。采取措施,使果树生产条件标准化,如果树品种、果园道路、株行距、树型等等要规格一致。这个措施如果得以实行,将能大大加速实现果园机械化。

中国果园生产机械化的历史较短。20世纪50年代才推广使用手动喷雾器,60年代中期开始发展动力喷雾机。1970年后,在引进国外机械的同时,陆续研制成功苗圃机械、果园中耕除草机、液压剪枝升降平台、果园风送弥雾机以及果品收获机、果品分级清选机等,促进了果园机械化的发展,但整体发展水平和普及率较低,与国外先进水平仍有很大差距,研究和发 展适合我国种植现状的果园机械仍有很大的发展空间。

二、发展果园机械的意义

果树生产是农业生产的重要组成部分,因为使用机械而增进生产,增加效用,具有直接价值。从国外各地区果园的经验,使

用机械果园对生产有下列几个作用：

- (1) 增强了抵抗自然灾害的能力，促使果园高产、稳产。
- (2) 由于使用机械，对于保农时、免农忙，提高果园农事作业效率发挥了重要作用。
- (3) 提高了劳动生产率，单位面积用工减少，对于发展多重经营，增加农民收益，以及提高农村科学水准，也发挥了重要的作用。

三、果园机械种类

果园机械一般分为动力机械和作业机械两大类。果园用动力机械主要是各种拖拉机和同作业机械配套的内燃机。专用的果园拖拉机有两种类型：一种类型的体型较小、重心低、转弯半径小，适用于果树行间作业；另一种类型具有 1m 以上的离地间隙，适用于跨越果树行间作业。果园作业机械主要有下列种类：

1. 果园耕作机械 除一般农田耕作用的土壤耕作机械都可用于果园耕作外，还有具有特殊结构或附加装置的果园专用耕作机械，其工作部件尽量靠近果树树干进行作业，或能同时进行行间及株间作业。如一种果园犁是在一般铧式犁的尾部，附装一组活动犁体，前端有一触杆。当拖拉机牵引果园犁在行间前进作业，触杆同树干接触时，可通过连杆、自动离合器结合等装置，使附装犁体提升，从而绕过树干，而在行间耕作的果园犁主体部分不受任何影响。另一种果园偏置犁是犁体安装在偏牵引装置后面，从而使犁体能靠近果树耕作，减少树干两侧未耕地的宽度。果园偏置圆盘耙是非对称的双列配置耙，耙的中心线偏离拖拉机的牵引线或悬挂点，因而在作业时可使耙片接近树干而拖拉机距树干较远，避免损伤果树，多用于在果园行间进行松土除草。果园中耕机的两侧设有安装锄铲的活动框架，当中耕机前面的触杆碰到树干时，可使活动框架在水平面内作回转运动，从而使锄铲

绕过树干；当触杆离开树干，则活动框架作反向回转，锄铲回复到原来位置，继续进行株间作业。

2. 苗圃培育和树苗种植机械 包括苗圃或苗床播种、挖苗、树苗移栽和种树等项作业使用的机械，大多可使用通用播种机。专用于林业及果树苗圃的苗床播种机，其工作幅宽同苗床的宽度相适应，机器沿苗床行进而设有导向装置，其开沟、播种与覆土装置均与一般播种机相同，有的在开沟、播种器前装设有平整床面或垄顶的装置。果树苗木出圃或假植时使用的起苗机，由拖拉机牵引或悬挂。作业时，切开苗垄土堡并切断苗根和松碎土堡，然后由人工或机械从松碎的土堡中检出苗木。有大、小苗起苗机两种。小苗起苗机适宜于挖掘 60cm 左右高、主根直径在 2cm 以内的树苗，挖苗深度达 32cm。大苗起苗机的挖苗刀装在机架的一侧，上面没有横梁，以便使树苗顺利通过，有些还安装有与挖苗刀对称配置的铧式犁，在挖苗的同时翻耕苗圃土壤。

3. 果园病虫害防治机械 各种手动式、背负式和担架式喷雾、喷粉机械均适用于苗圃及果树的病虫害防治。各种弥雾机和飞机喷雾、喷粉也在果园中使用。

4. 果树修剪机械 有两类：一类是整株几何修剪机。是在拖拉机上安装可以上下升降、左右转动的外伸作业臂，臂端装有液压驱动的切割器。根据切割器的类型不同，又分为往复割刀式修剪机、旋转刀盘式修剪机和切割器由两排圆盘锯组成的圆盘锯式修剪机三种。一类是单枝修剪机具。包括各种手动修枝剪、修剪果树上部枝条的高枝剪、切割较粗枝干的折叠刀式锯、动力圆盘锯和动力链锯等。近年来出现的液压伺服修枝剪，适于修剪葡萄树藤和娇嫩的果树。自动升降作业台是在农用拖拉机上装设由立柱和伸缩臂支撑的作业台，可将修枝人员升运到需要的工位去进行修剪作业。伸缩臂由液压机构控制，可改变其长度和仰角。立柱下端装有摆动机构，可使立柱左右转动，从而改变作业台的

位置和高度，并使作业台面始终与地面基本上保持平行。

5. 果园灌溉机械 各种喷灌设备和滴灌设备均可用于果园的灌溉作业，并可实现供水时间、供水量的自动控制。喷灌方式有树冠喷灌和树下喷灌两种：树冠喷灌还可清洗树叶上的尘土；树下喷灌只将水滴喷洒在树下地面，避免在叶面上留存水分造成对某些树种的危害。喷灌设备还可用于果园喷施液态化肥、农药和除草剂，并可用于防霜冻及夏天降温。滴灌设备的毛管和滴头的配置形式有沿着树行和环绕树干两种。前者适用于幼小果树或株距小的果园；后者适用于树体高大的果树品种。

第一章 苗圃机械

第一节 起苗机

起苗是苗木栽培管理的重要环节之一，起苗质量的好坏直接关系到苗木后期的生长发育，从而关系到苗木质量和结果时间。采用机械起苗不但能有效保证起苗的质量、统一标准，而且可以大大提高起苗效率，节省劳力。因此，机械起苗是实现果园机械化作业、保证优质苗木的第一步。

机械起苗就是当拖拉机牵引起苗机前进时，起苗刀切入苗床（或苗垄），在切开土堡同时，切断苗根和松碎土堡，然后由人工或机械从松土中捡出苗木。

目前国内所用的起苗机绝大多数是悬挂式，根据所起果苗的规格不同可分为小苗起苗机和大苗起苗机两种。起苗后的捡苗、分级和包装等工序还需要由人工完成。在国外，有的起苗机上装有抖动装置或敲打苗根的装置，用以增加苗根与土壤的分离程度。至于起苗、捡苗、分级、包装多工序联合作业机，许多国家都在研究，但工作可靠使用最多的还是起苗机。

为保证果苗质量，机械起苗时应满足下述各项技术要求：

- （1）起苗深度应符合掘苗技术要求，一般是在 15 ~ 35cm。
- （2）保证切口整齐，不可有撕断根系现象。
- （3）起苗时不可产生土堡翻转和土壤位移现象，以免埋苗和伤苗。起后苗木应当仍然直立于松土中以便于人工捡苗。

一、小苗起苗机

悬挂式小苗起苗机（图 1-1）主要由悬挂架、起苗刀、碎土板、连结螺杆和主梁组成。

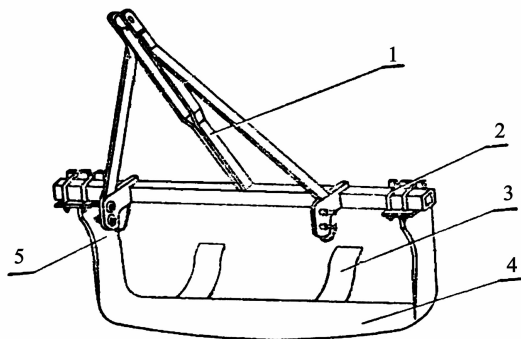


图 1-1 XML-126 型悬挂式小苗起苗机

1. 悬挂架 2. 主梁 3. 碎土板 4. 起苗刀 5. 刀柱

悬挂架和主梁用于传递牵引力和悬挂力，也是固定工作部件的梁架。由扁钢和角钢焊合而成。起苗机的升降是由拖拉机的液压系统控制。

起苗刀是起苗机的主要工作部件。用于切开土垡、切断根系和松碎土垡。切土刀固定在刀柱上，如此可以节省优质钢材，当刀片磨损需要磨修或更新时拆换方便（有些起苗机的起苗刀的切土切片和刀柱是整体的）。起苗刀是三边切土刀，也称 U 形刀。由一个水平刃和两个垂直刃组成。由于三刃对称，起苗作业时受力较平衡，工作较平稳，不易产生撕断根系现象。由于刀上面的横梁限定了通过苗木的高度，因此这种刀型多用于小苗起苗机。

碎土板装在起苗刀的后部，也称延长板。碎土板的作用是进一步松碎土垡。当切开的土垡经过碎土板时，土垡被再次挤压、松碎促进根、土分离，捡苗时就可以省力。碎土板与水平面之间

的夹角可以调节，用以调节碎土能力。当土壤比较黏重时，应该增大碎土角提高碎土板的碎土能力。在国外，为了增加根、土分离效果，在起苗机上另装抖土器。机器前进时，起苗刀起出的苗木升运到抖土器上，苗根上的土壤被上下抖动的链杆敲落，从而为捡苗工序创造良好条件。

有的起苗机在碎土板下面装有铸铁尾轮，用以支撑起苗刀，减少起苗刀与沟底间的摩擦阻力。调节尾轮的高低位置可以改变起苗刀的入土角，即改变了起苗刀的入土能力。

连结螺杆的作用是调节起苗深度。

小苗起苗机的适用范围依具体机型决定，若水平切土刀与主梁间的距离大，其起苗高度就大些，一般起苗高度在 60cm 左右（自根的切口到秋梢的高度）。所切主根直径在 2cm 以内。起苗深度可达 32cm。若起更高更粗的果苗时，就应该采用大苗起苗机。

二、大苗起苗机

大苗起苗机所起苗木较高，为保证苗木顺利通过，在水平起苗刀的上面设有横梁。如图 1-2 所示，大苗起苗机的起苗刀是由一个水平刃和两个垂直刃组成的三刃切土刀。只有一个垂直刀柱装在机架的旁侧。

各部件的作用如下：

机架：是联结各部件的骨架，由 12 号、10 号槽钢焊接而成。

悬挂架：用来与拖拉机悬挂装置相连。上悬挂点与下悬挂点间隔距离较大。

起苗刀：是主要工作部件，呈 U 形，由主刃和左右两个侧刃组成。为了保证刀刃锋利和耐磨，刃口部分由 45 号锰钢制成。

延长板：是支持犁体或保持工作时的稳定。

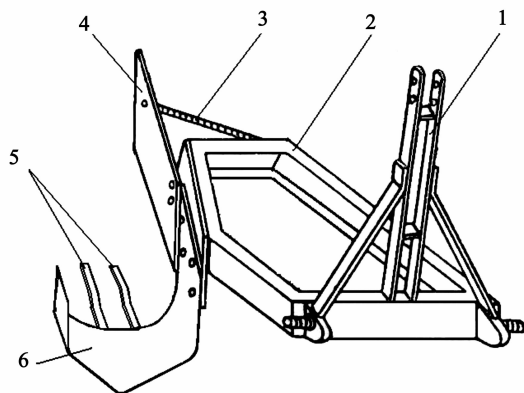


图 1-2 悬挂式大苗起苗机

1. 悬挂架 2. 机架 3. 侧板调节杆 4. 侧板 5. 延长板 6. 挖苗刀

侧板：由调节螺杆调节侧板偏角的大小，用以抵消侧压力，保持犁体横向的稳定性。

碎土杆：利用其曲线交错的外形，造成土壤波浪式的起伏，实现碎土的目的。

由于起苗刀在机架的一侧，起苗作业时，整机所受的扭转力矩较大。因此大苗起苗机的整机平衡是一项很重要的问题。若平衡不好，机器就不能正常作业，产生起苗刀“跑偏”出床（出垄）、漏起、伤苗等现象。

图 1-3 为现代苹果产业体系机械岗位研制开发的大苗起苗机，为保证大苗起苗机正常作业，提高作业稳定性，在起苗刀另一侧需要安装一个入土深度可调的阻力铲，用以抵消部分扭矩增加稳定性。根据不同的起苗阻力，调节阻力铲入土深度就可以改变阻力铲的平衡作用的大小，其基本技术参数见表 1-1。

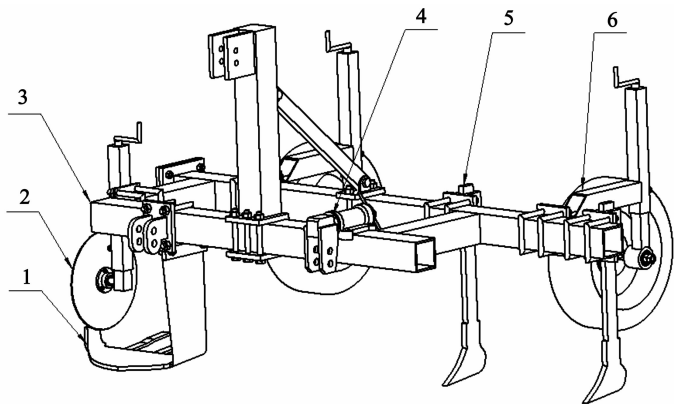


图 1-3 大苗起苗机

1. 起苗刀 2. 圆犁刀 3. 机架 4. 耕宽调节器 5. 阻力铲 6. 限深轮

表 1-1 大苗起苗机技术参数

名 称	参 数
总体尺寸: (Lmm × Bmm × Hmm)	2670 × 1700 × 1530
配套动力: (kW)	4 驱轮式或履带式拖拉机, 功率≥58.88
作业方式:	悬挂机组作业
起苗宽度: (mm)	500
起苗深度: (mm)	250 ~ 400 (可调)
作业速度: (m/s)	1.2 ~ 3.0
作业效率: 棵/s	10 ~ 20

三、起苗机犁刀切土角与水平刃间角

犁刀切土角 α 是犁刀刃面与水平面的夹角 (图 1-4), α 角一般取 $10^{\circ} \sim 18^{\circ}$ 为适宜。 α 角过大时会增加土壤刃面的正压力和摩擦力, 从而增加工作阻力。 α 角过小时则不易入土, 抬土作用也不显著, 起不到松土碎垡作用。

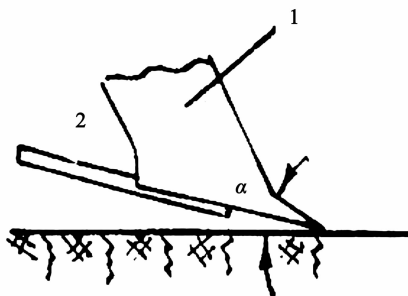


图 1-4 犁刀切土角

1. 犁刀 2. 延长板

U 形犁刀的水平刃间夹角 2γ (图 1-5) 的存在可使工作时产生一定的滑切作用, 以减小工作阻力。窄工作幅的 2γ 角可相应比宽幅犁刀小些。幅宽大的起苗犁其犁刀 2γ 角过小时, 会使刀尖过于突出, 使犁刀在工作时所受弯矩较大, 会影响犁刀的寿命。

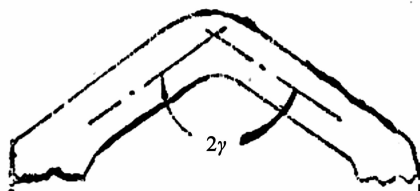


图 1-5 水平刃夹角 2γ

四、起苗机的操作与保养

(一) 使用与调节

(1) 准备: 使用前应选择好配套动力, 并细致检查悬挂装置上的各部分, 调节螺丝必须完整灵活, 如螺丝锈死必须检修。

(2) 挂犁: 要达到左右平、前后直。首先把犁悬起来, 用提升杆的调节螺丝把犁调平, 然后用限位链把犁调正, 使刀柱与

前进方向平行。犁挂好以后要先在空地上试犁，大体找好深浅消除侧压力。

(3) 入垄插犁：起大苗犁工作时，拖拉机是在起完苗的空地上行走。每块地可以由两侧向中间（向右转弯）依次起苗；也可以由中间向两侧（向左转弯）起苗（图 1-6）。

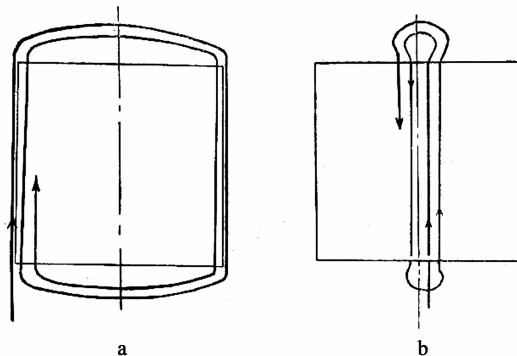


图 1-6 起苗行走方法

a. 右回转由两侧开始起苗 b. 左回转由中间开始起苗

每块苗地事先应留好机耕道路。如苗地没有空地可事先用人工在苗地两侧或中间起出两条空垅，然后用大苗犁往返作业。开始时先把车开到苗行的左侧，把车调正，让犁刀对准苗行。起步时先将液压手柄放在“浮动”位置使犁自由落下，然后再起步作业。犁的入土行程一般需要 2~3m，所以应在离苗 2~3m 以外插犁以免伤苗。如果地头较短距离不够也可在起步之前把犁调深些，起步之后视犁刀入土够深时，再逐渐调到原来位置上。如果地头较硬，可预先将地头横切几刀以便入土。

(4) 深浅调节：是通过上拉杆丝杠来调节深浅，靠犁底来控制平衡的。转动上拉杆丝杠使其缩短，犁就加深；反之，使上拉杆伸长，犁就变浅。实质是改变牵引角度的大小。

(5) 侧压力的调节：由于犁刀装在拖拉机的后右侧，当拖

拉机带起苗犁工作时产生一个右向旋转的扭力，即所说的侧压力。据经验犁刀制成偏斜，可以克服一部分侧压力。另外还装有可调的侧板，根据不同的土壤情况把侧板向左调成一个角度。硬实的土壤偏角可小一些；松软的沙土偏角则应大些，用拉筋的螺丝在工作中试验调节。调好的犁在工作中应该像正牵引那样平稳、走直线，没有侧压力。

（二）使用保养注意事项

（1）起苗机组需要二人操作：一名驾驶员和一名熟悉使用要领的机具手。机具手在后面观察起苗作业情况并随时调节深浅，发生故障时及时通知驾驶员停车排除。

（2）起苗犁在工作时要使液压手柄处于“浮动”位置作业，不许用“压降”位置强迫入土。在一般情况下也不得用“中立”位置将起苗犁限位固定，否则会引起犁体变形，失去正常的工作性能。

（3）苗地或地头如有粗大树根或石头应加以清除，否则会引起机具损坏。

（4）犁刀用过一个时期以后，特别是在沙石较多的土壤中作业，犁刀刃口容易磨钝，工作阻力会显著增加，宜及时锉磨刃口，使其经常保持锋利。

（5）起苗作业结束后，应对起苗犁的犁体和犁刀进行检修，犁刀表面要涂油防锈。

（6）根据不同的土壤和苗木大小，做好起苗机与动力设备的配套。

（三）可能出现的故障、原因及排除方法

常见故障、原因和排除方法见表1-2。

表 1-2 常见故障、原因和排除方法

故障现象	可能的原因	排除方法
起苗机不处于水平状态	左右悬挂吊臂长度不合适	调整悬挂吊臂的长度
	上拉杆长度不合适	调整上拉杆的长度
起苗深度过深过浅	液压油缸的限位块位置不合适	调整限位块的上下位置
	限深轮的高低不合适	调整限深轮的高低
拖拉机压苗	起苗机相对于拖拉机的位置靠左	调整上下悬挂点的左右位置
起苗机与拖拉机的前进方向不垂直	耕宽调节器的长短不合适	调整耕宽调节器的长短

第二节 栽植机械

栽植机按机器的机械化程度可分为人工投苗栽植机、半自动化栽植机和自动化栽植机三种。我国生产的是前两种，在国外已有自动化栽植机。按栽植苗木的大小，栽植机可分为大苗栽植机和小苗栽植机两种。前者主要用于营造防护林带，后者主要用于苗圃果苗移植。

栽植机的工作过程是：首先开出深度和宽度符合栽植技术要求的植树沟，然后将苗木或插条按规定株距放入植树沟中。苗木在植树沟中应处于直立状态。再用下层湿土埋上苗木根系，压实根系周围的松土。耙松表层松土，以便减少水分蒸发。必要时也可以在植树同时进行施肥和喷洒除草剂。为了完成上述工作，植树机上设有相应的工作部件和辅助部件。

一、栽植机的工作部件

栽植机的主要工作部件有开沟器、栽植装置、覆土压实装置等。在未耕地上用的植树机，为了切开和翻开草皮及腐殖质层，在开沟器前边还应该装设犁刀和双壁犁。

1. 开沟器 开沟器一般都有箱形延长侧板，其作用是防止投苗前土壤落入沟中，并使投苗装置从中通过。常见的开沟器有锐角形、钝角形和圆盘形三种。锐角箱形开沟器由弯形支柱、铲尖和两块箱形侧板组成，入土角为锐角。这种开沟器入土能力强，最大开沟深度为 30cm，沟宽为 10cm，能保证土层不乱，由下层湿土覆盖苗根。但因侧板前部的立刃呈弯刀状，故容易粘土和被植物根系缠绕。在草少的已耕地上作业效果较好。

钝角箱形开沟器的组成与锐角箱形相似，入土角为钝角。工作时不是利用铲尖开沟，而是靠前棱挤压成沟，遇到障碍物时，可从上面滑过，不易被杂草缠绕。最大开沟深度是 25cm，沟宽约 8cm，适宜栽小苗。

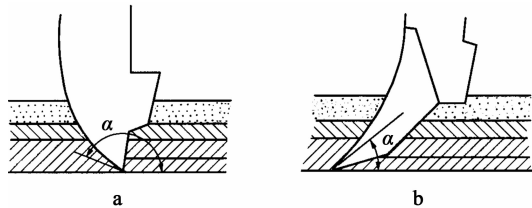


图 1-7 开沟器

a. 钝角式 b. 锐角式

圆盘形开沟器由两个球面圆盘组成。两圆盘的前下方为靠合点，上方装有挡土板，以防干土落入沟中。在圆盘之间有护苗箱，用来保护苗木不被旋转的圆盘碰伤。开沟规格与锐角形相同，越过障碍物的能力很强，不易挂草，在圆盘两侧可安装刮土板，故适用范围较广，可在黏湿土壤上作业。

2. 栽植装置 栽植装置应既能夹紧幼苗，又不损伤幼苗；幼苗落入沟中时，对地面的相对速度为零；株距和栽植深度一致，并可调节。栽植装置一般有三个部分，即夹持幼苗的夹苗器、将幼苗送到栽植沟的传送装置和定时打开苗夹的开夹装置。开夹滑道和放苗台等组成如图 1-8。转盘以不同分度排列着数排孔眼。使用时，株距的调整可按不同要求将夹苗器固定板固定在适当的排孔中，也可通过改变行走轮与转盘的传动比来进行。夹苗器由两个可以开闭的叶片组成，借扭簧的作用使其处于常闭状态，栽植深度与夹苗器在转盘各排孔的安装位置有关。当安装在圆盘的外围孔眼时，栽植就深；反之，当安装在靠近圆心的孔眼时，栽植就浅。开夹滑道由两块平行的弧形板组成，其位置可调。弧形板的下端与转盘的垂直半径一致，上端与水平半径一致。

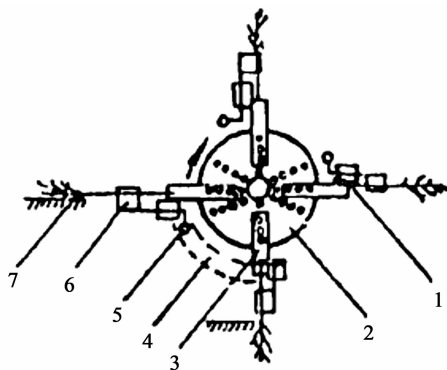


图 1-8 转盘式栽植装置

1. 夹苗器组件 2. 转盘 3. 固定板 4. 开夹滑道
5. 滚轮 6. 夹苗器 7. 果苗

工作时，当夹苗器随转盘转至放苗台后，夹苗器的滚轮进入开夹滑通，借扭簧的作用迫使夹苗器张开，投苗员向苗夹投苗。当夹苗器离开放苗台时，滚轮处于滑道之外，这时扭簧使夹苗器

闭合，完成投苗工序。带有苗木的夹苗器转到垂直于地面位置时，滚轮又进入滑道，苗夹张开，苗木根部由开沟器两侧板之间投入栽植沟中，然后覆土压实。

转盘式栽植装置结构简单，工作可靠，适应性强，在国内外栽植机上得到广泛应用。对植树沟中的苗木进行覆土，并将沟中的松土压实，有圆盘形、圆锥形、圆柱形、橡胶轮等多种形式（图 1-9）。球面圆盘形能切碎和疏松沟壁，因此，多与钝角形开沟器配合使用。锥形对根系两侧面和垂直方向的压实作用较好，多与锐角开沟器配合使用。圆柱形压实作用好，覆土作用差，多与覆土板配合使用。橡胶轮因内部充气，胎形可随地面变化，不易粘土，镇压效果好。覆土压实装置的压实力，可通过调整轮距来调节。圆盘形和锥形用于早期的栽植机，现有栽植机中采用的主要是圆柱形和橡胶轮两种。

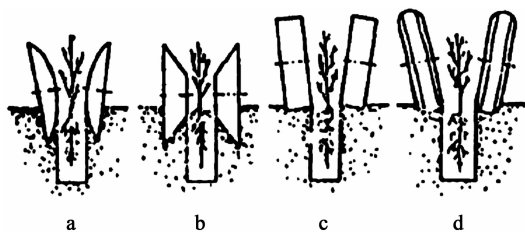


图 1-9 覆土镇压装置

a. 圆盘形 b. 锥形 c. 圆柱形 d. 橡胶轮

二、栽植机的使用与调整

作业前，应检查转盘和链条是否有轴向移动或径向跳动；镇压轮转动是否灵活并对称于栽植沟；镇压轮的间距应保证栽裸根苗时能充分压实，栽钵苗时不破坏钵土损伤根系。调整工作如下：

1. 株行距调整 如果机组同时栽植两行以上秧苗，应按类

似播种机开沟器的安装方法安排开沟器的间距和位置。株距的调整可借助改变转盘（或链条）上夹苗器的数量或改变转盘与行走轮间的传动比来进行。

2. 夹苗器开闭时间调整 改变滑道的位置，务必使夹苗器当秧苗直立沟中开始培土时打开，喂入秧苗后随即关闭。

3. 栽植深度和浇水量的调节 蔬菜类作物栽植后，根系应埋入土中2~5cm，果树苗应埋得深些。用升降镇压轮调节覆土深度时，应保证植苗装置转盘的离地间隙不得小于2~3cm。浇水量在连续浇灌的情况下由开关控制，而在定点、定量浇灌的情况下，可借改变浇水器的容量进行调节。工作中，应对栽植机及时进行技术保养，工作季节之后，除进行一次保养工作外，还应拆下容易粘土的部件，予以清洗，必要时表面涂以黄油。

第三节 断根施肥机

一、断根施肥的原理和作用

为控制苗木主根生长，促进侧根和须根的生长，获得生育健壮、根系发达、木质化充分的壮苗，在苗木生育期要进行切根。苗木通过移植，截断了主根，促进并增加侧根和须根生长，抑制了苗木高生长，降低了苗木的茎根比值，苗木成活率也较高。切根在7月中、下旬进行，用起苗犁（去掉碎土板）从苗床（垄）表土下10~15cm深处切断主根。切后要及时灌透水，以利于苗木根系迅速恢复生长。切根后可适量追施磷、钾肥。切根苗比不切根苗根系发达，苗木成活率高。

在矮化中间砧苹果苗培育中单芽嫁接育苗方法应用较多，为控制苗木主根生长，促进侧根和须根的生长，获得生育健壮、根系发达、木质化充分的壮苗，对矮化中间砧半成品苗在培育的第二年秋季进行断根作业。断根不仅促进新根再生，对新根的延长

生长也有促进作用，断根结合剪枝新根总数虽然稍低，但断口附近有大量新根，而且非断口处新根长度值高，并且增强了光合作用，减少生长冗余，蒸腾失水减少；断根后及时灌透水，适量追肥，以利于苗木根系迅速恢复生长，使得栽植成活率高。断根吸收的二价态有效铁大量运往叶片，而整根吸收的铁较多淀积于根内。若采用人工断根、倒栽作业，劳动强度大、效率低、成本高；采用机械化断根施肥作业，可以省略断根后的倒栽作业工序，保持苗木断根前后的生长环境不变，促进成活，提高工作效率，减轻劳动强度，降低成本。

矮化中间砧苗可发挥实生砧抗逆性强和矮化中间砧段矮化作用的双重效应，用它嫁接苹果品种可增大我国果树栽培面积，提高产量。以实生砧作基础，其上嫁接矮化砧并留有一定长度的枝段作中间砧，在中间砧上嫁接苹果品种的成苗，称为矮化中间砧成品苗；尚未嫁接苹果品种的砧苗，称为矮化中间砧半成品苗。

矮化中间砧苹果苗的培育方法有单芽嫁接、双芽靠接、分段芽接和二重枝接四种方法。其中单芽嫁接育苗的步骤为：第一年春播普通砧木种子，得到实生苗，秋季芽接矮化砧；第二年春季剪砧得到矮化砧苗，秋季嫁接苹果品种芽片；第三年春季剪砧，秋后育成矮化中间砧苹果苗。如果采用普通砧快速育苗的方法，在第二年夏季接品种芽片，秋后即可得到矮化中间砧成品苗，使得育苗周期由三年缩短为两年。

良种壮苗是果树早产、丰产、优质的前提。苗木质量的好坏、品种的优劣，不仅直接影响栽植后的成活、生长发育、产量和品质，也将影响果园的经济效益。依据苹果栽培及生长的生物学特性，结合果树园艺专家的建议，对苹果矮化中间砧半成品苗苗木实施断根施肥的园艺技术要求为：断根施肥机进行行间作业时，切断苹果苗的主根系，断根深度 150 ~ 300mm，深度一致；断根作业时不乱土层，不翻土，土壤弥合好；断根作业时机具通

过性好，不被杂草缠结；工作稳定性好，操作灵活，断根行距可根据不同的苹果苗种植模式灵活调整。

苹果苗断根施肥机的工作原理是在园艺要求的合理深度部位，切断基苗主根，保证切口整齐，不能产生土堡移动和翻转现象，同时施加底肥，促发侧根发育，培育壮苗，提高苗木根系发育质量和作业生产效率。

二、断根施肥机结构

断根施肥机是果树育苗过程中，对幼苗管理培育的专用机械，其目的是把老细根切断，促进根系更新换代，具有次年果树生长快、结果多的优点。苹果苗木断根施肥机（现代苹果产业体系果园机械岗位设计）主要由机架、肥箱、地轮、断根铲和限深轮组成，其结构示意图和结构简图分别如图 1-10、图 1-11 所示。

矮化中间砧半成品苗切根施肥机的机架上安装肥箱，机架前部装可调限深轮，机架中部装切根装置，地轮通过铰接支板和压紧弹簧连接在机架尾部，脚踏板焊接在机架尾部，地轮与排肥器间为链传动。切根装置的铲柄上部通过螺栓固定在机架安装板上，铲柄的中下部前面开有刃口，铲柄后上部装有排肥管，铲柄的下端装有铲底板、铲刃，铲刃通过沉头方颈螺栓连接在铲底板上。

苹果苗断根施肥机主要由机架、肥箱、地轮、断根铲和限深轮组成。机架为整体焊接结构，其悬挂机构为可调式，通过上悬挂孔和下悬挂孔与拖拉机悬挂装置连接成刚体一起运动，地轮转动，通过链传动驱动肥箱的排肥器，排肥轮排出肥料通过导肥管和排肥管施入土壤，实现施肥作业。地轮在入土工作后转动，协助维持机架平衡稳定，切根铲随同机架一起运动，在可调限深轮的调节下保持规定的切割深度和切割断口，实现切割根茎作业。

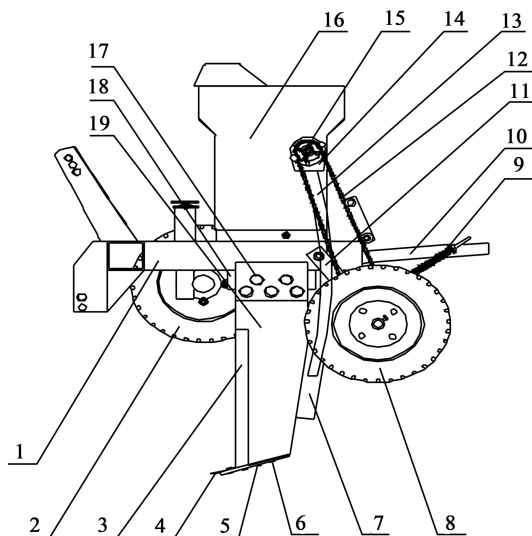


图 1-10 断根施肥机结构示意图

1. 机架 2. 限深轮 3. 刃口 4. 铲刀 5. 铲底板 6. 沉头方颈螺栓 7. 排肥管 8. 地轮 9. 压紧弹簧 10. 脚踏板 11. 支板 12. 链条 13. 导肥管 14. 排肥轮 15. 排肥器 16. 肥箱 17. 螺栓 18. 安装板 19. 铲柄

该机的悬挂通过性、入土能力、切根稳定性是技术关键，机架悬挂机构和切根铲是该机型的核心部件，它们的结构形式和配置直接影响机组通过性能，影响作业入土能力和工作阻力。保证工作可靠和合理减阻是该机型的技术难点，为了寻求最佳结构配置，在保证零部件和结构高强度的前提下，尽量减少机架和铲体重量，减小工作阻力，提高入土性能和工作稳定性能。为此研发了 U 型、L 型、双铲翼型三种类型的断根施肥机样机，设计可调悬挂装置可分别配套动力泰山-30、上海-50、福田欧豹 700 三种类型拖拉机。

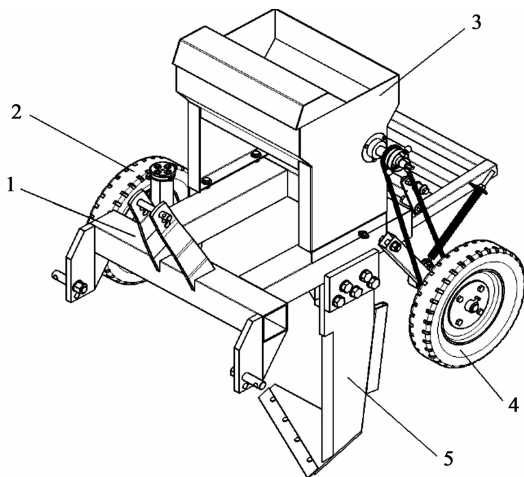


图 1-11 断根施肥机结构简图

1. 机架 2. 限深轮 3. 肥箱 4. 地轮 5. 断根铲

三、结构参数与性能指标

(一) 断根施肥机结构参数

1. 断根铲底板的结构参数 苹果苗圃基地的矮化中间砧半成品苗的苗木行距为 300mm 和 550mm 间隔种植，断根铲底板的长度至少为 425mm，选择断根铲底板长度为 450mm；断根工作时为减小工作阻力，铲底板形状选择梯形结构，两边宽度分别为 70mm 和 220mm。铲底板的入土角为 18° ；在铲底板的前端加工成 45° 斜面，便于安装断根铲刀。

2. 断根铲刀的结构参数 为顺利切断矮化中间砧半成品苗的主根，延长断根铲刀的使用寿命，断根铲刀采用锰钢制成。断根铲刀的前端开刃口，后部加工成 45° 斜面，通过沉头螺钉安装于铲底板上。

3. 断根铲的铲柄高度 苹果苗圃基地的矮化中间砧半成品

苗的苗木高度为 600 ~ 800mm 不等, 根据机具在田间作业不损伤苗木茎秆的要求, 铲柄高度为 900mm, 其中断根工作铲柄高度 150 ~ 300mm。

（二）断根施肥机性能指标

断根施肥机的总体性能指标见表 1 - 3。

表 1 - 3 断根施肥机性能指标

名 称	参 数
总体尺寸 (Lmm × Bmm × Hmm)	1200 × 700 × 1300
配套动力 (kW)	22.1kW (30 马力)
作业方式	悬挂作业
行距 (m)	0.65 (可调)
切割宽度 (m)	0.45 ~ 0.55
切根深度 (m)	0.15 ~ 0.30 (可调)
施肥量 (kg/hm ²)	300 (可调)
排肥排种器形式	外槽轮式
作业速度 (m/s)	1.2 ~ 3
作业效率 (hm ² /h)	1.0 ~ 1.33

第四节 苗木扎捆机

目前对苗木捆扎多采用人工方式, 有的是用轻工、食品、外贸、邮电、化工、纺织等行业的包装机替代进行苗木捆扎, 但这些包装扎捆机多为卧式操作, 在捆扎苗木过程中容易在工作台面上积聚土堆, 增加了人工清理工序, 甚至一些土块、树根进入捆包带导向槽内无法清理, 强行清理造成拉紧机构损坏等, 严重影响作业质量, 降低工作效率。结合苹果树苗的特点, 将用于纸箱、木箱、书刊等软硬包及方形、筒状、环状构件捆包的扎捆机

改造成立式扎捆机，解决了捆扎苗木中工作台上积聚土堆的问题。图 1-12 为苹果苗木扎捆机（现代苹果产业体系果园机械岗位设计）结构示意图。

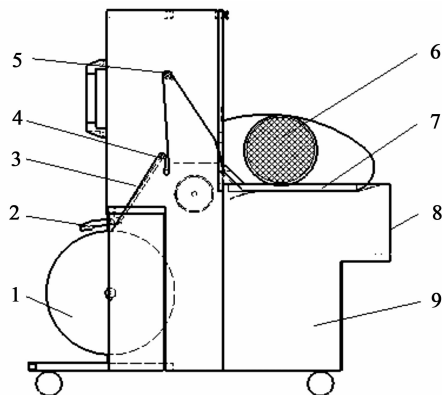


图 1-12 苗木扎捆机结构示意图

1. 带盘 2. 刹车片 3. 导带杆 4. 导带轮 5. 导带轮
6. 捆包物 7. 带槽 8. 操作面板 9. 大架

将捆包物放在扎捆机的工作台面上，调整适当的供带长度，机器自动供带，操作者将捆包带绕过捆包物，将带头沿着导向槽插入直至触动微动开关，右刀便立即上升，将带头顶住，随之带子被收紧后，另一端也被上升的左刀顶住，中刀立即上升，将带子切断，与此同时，表面温度约 180°C 的热刀伸入上下层带子的中间，使聚丙烯包装带表面热熔，随后热刀迅速退出，中刀继续上升，将热熔处的打包带压紧，使接头焊接牢固。最后，中刀、右刀、左刀下降将带子释放，前后经过约 1.5s ，完成一次捆扎过程。

第二章 建园机械

耕地和整地是果园建园的重要环节。用犁耕地的目的是翻转耕作土层、松碎土块、改善土壤结构、增强吸水能力，并将杂草、残根、肥料耕翻入下层，以创造果树良好的生长发育条件。犁耕后的土块还比较大，地面起伏还不够平，所以必须进行整地，以进一步破碎土块、松碎表土和平整地面。耕整地机械包括犁、旋耕机和圆盘耙等。

第一节 果园耕地机械

一、犁的型式及其应用特性

犁是果园生产中的主要耕地机械。犁的型式很多，其中以铧式犁应用最广，它适用于各种土壤。铧式犁按犁体数分为单铧犁、双铧犁、三铧犁、四铧犁和五铧犁等；按与拖拉机的挂接方式又分为悬挂犁、牵引犁、半悬挂犁和直联式犁。

（一）悬挂犁

犁架的前端与拖拉机悬挂机构连接。犁的起落和耕深调节由拖拉机液压机构操纵；空行时悬挂在拖拉机后面，犁的重量由拖拉机承担。悬挂犁的重量轻，机动灵活，适于果树行间耕作（图2-1）。

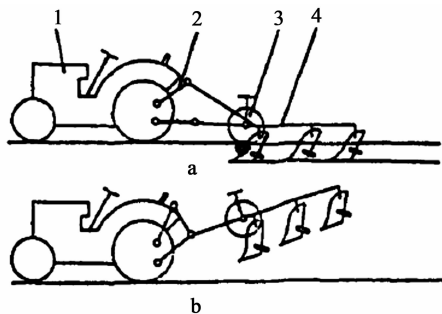


图 2-1 悬挂犁简图

a. 工作状态 b. 运输状态

1. 拖拉机 2. 悬挂机构 3. 限深轮 4. 悬挂犁

（二）牵引犁

犁的前端通过牵引装置与拖拉机连接，犁的起落由起落机构控制。空行时犁的重量由犁轮承担。牵引犁的结构比较复杂，耗用钢材多，机组灵活性差。为使树干周围的土壤都能得到耕翻和疏松，一般均在牵引犁上装备偏牵引装置，以满足果园耕地需要。

（三）直联式犁

犁的前端通过两根插销与 GN121 型手扶拖拉机的牵引装置相连接（图 2-2）。这种犁耕机组，体积小、机组短、机动灵活性好，耕深可达 16 ~ 20cm，很适合南方小规模果园的耕作要求。

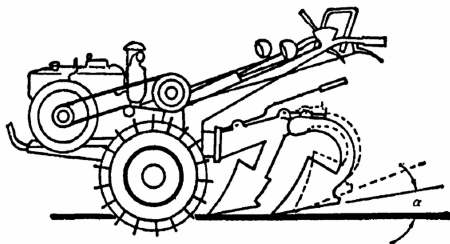


图 2-2 直联式犁

二、铧式犁的一般构造和工作过程

铧式犁是通用犁，可用于大多数作业条件下耕地，在果树苗圃、果园中也得到广泛使用，其耕深在 20 ~ 27cm。铧式犁主要由工作部件和辅助部件两部分组成。主犁体是主要的工作部件；辅助部件包括犁架、悬挂架（或牵引装置）、调整机构 and 限深轮等（图 2-3）。

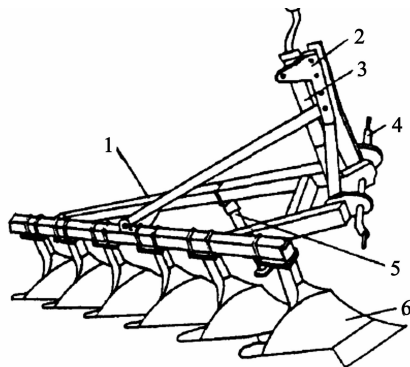


图 2-3 悬挂铧式犁

1. 犁架 2. 悬挂架 3. 调节装置
4. 悬挂轴 5. 支撑杆 6. 犁体

（一）主犁体

主犁体的作用是切割、破碎和翻转土堡。主犁体由犁铧、犁壁、犁柱和犁侧板等组成（图 2-4）。

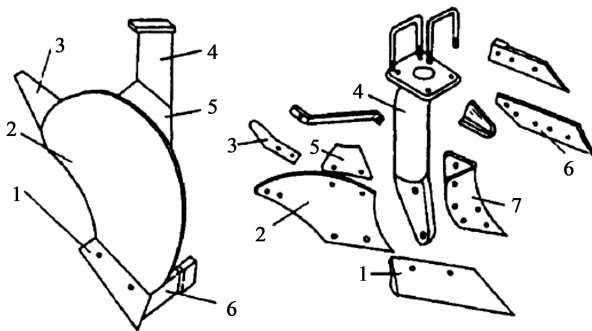


图 2-4 主犁体

1. 犁铧 2. 犁壁 3. 犁壁延长板 4. 犁柱 5. 滑草板 6. 犁侧板 7. 犁托

1. 犁铧 犁铧又称犁铲，其主要作用是入土和切土，并将土堡抬起引向犁壁。犁铧由铧尖、铧翼、铧刃和胫刃等部分组成。工作时，铧尖首先入土，然后胫刃从垂直方向切土并形成沟墙，铧刃从水平方向切土并形成沟底，犁铧把切出的土壤抬开至犁壁。犁铧所承受的土壤阻力约为犁体阻力的一半，极易磨损。犁铧有梯形、凿形和三角形三种（图2-5）。

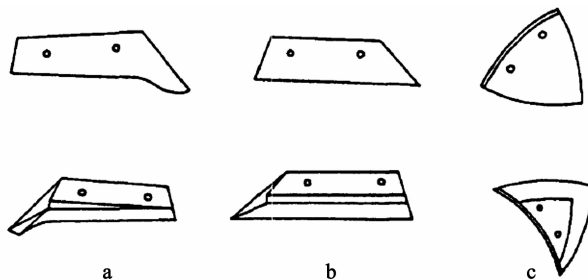


图2-5 犁铧

a. 梯形犁铧 b. 凿形犁铧 c. 三角形犁铧

(1) 梯形犁铧：呈梯形状，铧背后靠近刃口处有加厚备用材料，供铧刃磨损后锻伸使用。适用于较疏松的土壤耕作。

(2) 凿形犁铧：铧尖突出如凿，入土性能好，铧尖插入沟底以下10mm，伸入沟墙5mm。适用于黏土或新开垦的果园地耕作。在疏松土壤耕作时，阻力会增大。铧背后刃口处附近有备用钢材，供铧刃磨损后锻伸修复用。

(3) 三角形犁铧：呈等腰三角形。有两个刃口，入土性能好，但犁后地沟底不平，沟墙倾斜。手扶拖拉机配套用的直联式犁采用三角形犁铧。

2. 犁壁 位于犁铧的后上方，是一个光滑曲面，起碎土和翻土作用。犁壁由于结构形式的不同，可分为整体式、组合式和栅条式三种，而以整体式用得最多。犁壁胫刃部分最易磨损，为了在胫刃磨损后不必更换整块犁壁，将犁壁分成两块，成为组合

式犁壁。栅条式犁壁多用于水田或黏重土壤，手扶拖拉机采用栅条式犁壁。

3. 犁侧板 犁侧板又称犁床，位于犁铧后的左侧。工作时，犁侧板沿着沟墙滑动以支持犁体和平衡侧压力，使犁能稳定地工作；犁侧板还有防止沟墙崩塌的作用。犁侧板为长方形，其末端因受压力较大，易于磨损，装有可更换的犁踵。在多铧犁上，只有最后一个犁体的犁侧板上装有犁踵。

4. 犁托和犁柱 犁托的作用是连接犁铧、犁壁、犁侧板和犁柱。犁柱是犁体和犁架的连接件。犁托将犁铧、犁壁、犁侧板连成一体，再与犁柱相连接，犁柱接在犁架上，这样就构成犁的整体。

在黏重土壤或生荒地耕作时，通常在主犁体的前面安装圆犁刀，以切断植被，减少阻力。圆犁刀在耕作中沿垂直方向先行切开土壤，以减少主犁体铧刃的磨损，并压紧沟壁，保证沟壁整齐，防止沟壁塌落。

（二）辅助部件

1. 犁架 犁架是犁的基架，用来安装犁体和其他辅助部件，并向工作部件传递动力。

2. 悬挂装置 悬挂装置由悬挂架和悬挂轴组成，用来与拖拉机的悬挂机构连接。悬挂轴又叫曲拐轴，两端制成相隔 180° 的曲柄销，作为两个下悬挂点，分别与轮式拖拉机左、右下拉杆相连。在正常耕作时，曲拐轴的右端应向下，左端应向上。当犁由于偏牵引而造成重耕或漏耕时，可以通过手柄转动曲拐轴或直接左右移动曲拐轴进行调节。

3. 限深轮 限深轮的作用是调节耕深。由轮子、调节机构和调节手柄等组成。提升限深轮，则耕深增加；反之，则耕深减少。限深轮只适用于采用高度调节耕深的拖拉机，如果拖拉机采用力调节，应将限深轮拆除或升至最高位置。

三、犁的安装检查与使用调整

(一) 安装检查

在使用前，应先对犁的技术状态进行外部检查，以保证耕地质量和作业效率。

1. 犁体检查 犁体表面要求光滑，犁铧与犁壁接缝不应大于 1mm。犁壁不应高于犁铧，但犁铧不能高过犁壁 2mm。沉头螺钉不得超过工作面，但下凹也不应超过 1mm。垂直间隙是指犁侧板的前端与沟底的垂直距离（图 2-6）。凿形犁铧为 16~9mm，梯形犁铧为 10~12mm。水平间隙是指犁侧板前端与沟墙的垂直距离（图 2-6），凿形犁铧的水平距离为 8~15mm，梯形犁铧为 5~10mm。随着铧尖与犁侧板的磨损，间隙会变小。当垂直间隙小于 3mm 或水平间隙小于 1.5mm 时，应更换犁铧和犁侧板。

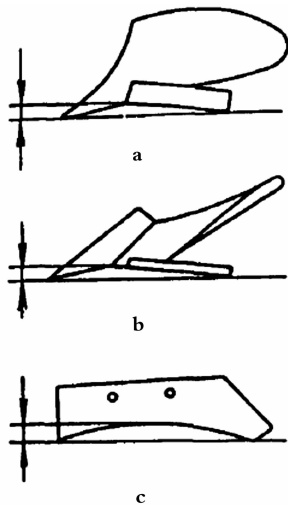


图 2-6 犁的安装与调整

a. 垂直间隙 b. 水平间隙 c. 铧刃间隙

2. 总装检查 各部分的螺栓（或螺帽）应拧紧。各调节机构应灵活。各犁体应在同一支撑平面上，高度差不超过 5mm，若超过规定值，应检查犁柱和犁架是否变形，如果变形应换修。各犁铧尖应在一直线上，偏差不应超过 10mm。各犁体前后距离应符合技术要求，以免造成漏耕或重耕。

（二）悬挂犁的使用调整

1. 耕深调整 耕深调整与拖拉机液压系统的构造有关。液压系统构造不同，耕深调整方法也不同。主要有以下三种：

（1）高度调节法：高度调节法调节耕深是通过限深轮来实现的。使用时，液压操纵手柄放在“浮动”位置。转动限深轮手柄，即可将限深轮升或降。限深轮的下轮缘相对于犁体支撑面高度即为耕深，所以叫高度调节法。由于限深轮在未耕地滚动，悬挂犁可随地面起伏而上下运动，能保持一定耕深。

（2）力调节法：力调节法又叫阻力调节法。有力调节液压系统的悬挂犁机组，调节时将耕深手柄向下推，耕深增大；反之，耕深变小。耕深调好后，应将手柄固定。工作时液压系统根据阻力大小自动调节深浅。阻力大时，犁自动升起一些（耕深小些）；反之则自动下降一些，保持犁的阻力基本不变。

（3）位调节法：利用改变位调节操纵手柄的位置来控制农具与拖拉机的相对位置，进行农具升降和深浅调整。此法限于地面平坦、土壤比阻变化不大的田块中使用。

2. 犁架水平调整 耕地时，犁架必须保持前后、左右呈水平状态，才能保证前后犁耕深一致。

（1）纵向水平调整：可通过拖拉机悬挂机构的上拉杆来调节；若前犁浅、后犁深，可缩短上拉杆；反之，则伸长上拉杆。

（2）左右横向水平调节：可通过拖拉机悬挂机构右提升杆的长短来调节。伸长或缩短右提升杆，使右边耕深变深或变浅。

3. 入土角调整（图2-7） 犁的入土角是犁开始入土时犁的支撑面与地面的夹角，一般为 $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$ 。当犁达到规定耕深时，犁的支撑面应保持水平。若犁不入土，可通过缩短上拉杆的长度以增大入土角。但缩短上拉杆会影响前后犁的耕深一致性，因此调节上拉杆时，应两者兼顾，在达到耕深一致的前提下，应尽量增大入土角，以增强入土性能，缩短入土行程，减小地头长度，

提高耕地质量。

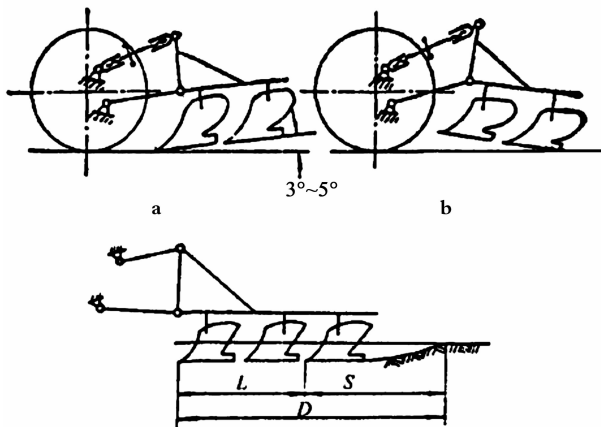


图 2-7 犁的入土调整

a. 正确的调整 b. 不正确的调整

D 总入土行程 L 前后犁间距 S 后犁入土行程

4. 耕幅调整 犁的耕宽由犁体数和单犁体耕宽所决定。IL-525型悬挂铧式犁，其单个犁体耕宽为 25cm。但在实际耕作时，犁的耕宽往往发生变化，造成漏耕和重耕，发生漏耕的表象是犁的实际耕宽大于设计总耕宽，发生重耕的表象是犁的实际耕宽小于设计总耕宽。所谓犁的耕宽调整，就是改变第一犁体的实际耕宽，使之符合设计所规定的尺寸。只有当第一犁体的实际耕宽达到正确的尺寸时，才能使犁的总耕宽达到设计要求。当犁绕拖拉机顺时针偏转时，虽然表面上看起来总耕宽增加了，但犁体间却存在着漏耕；反之，就存在着重耕。第一犁体漏耕或重耕的主要原因是犁相对于拖拉机的横向位置配合不当，可以通过转动耕宽调节手柄来调节。调整的具体方法是：

(1) 当第一犁体发生漏耕，造成总耕宽增加时，应转动耕宽调节手柄，使曲拐轴发生转动，右曲拐轴转向前方，左曲拐轴

转向后方,此时,应能观察到犁铧尖相对于拖拉机作顺时针转动,实际效果是使犁铧尖相对于犁侧板向已耕地方向作一定偏转。这样调节后,犁在工作时,犁侧板比原先有较多的压入沟墙量,因而产生额外的沟墙反力作用在犁侧板上,打破了原先造成漏耕的平衡力系,该反力在犁的前行过程中推动犁侧板使犁绕拖拉机作逆时针转动,随着转动,犁侧板压入量逐渐减少,沟壁作用于犁侧板的反力也逐渐减少,直到建立新的平衡。在此新平衡力系的作用下,犁的漏耕得以消减。

(2) 当第一犁体发生重耕,造成总耕宽减少时,应按照与漏耕调整相反的方法调整,以消减重耕。

(3) 应根据具体情况,反复调整,使第一犁体不漏耕、不重耕。由此可见,耕宽调整完全是依靠增减犁侧板相对于沟墙的反力,并由犁相对于拖拉机作转动而达到的,在悬挂机构下拉杆限位链已呈拉紧状态下,不能采用上述方法调整耕宽。

另外,横向移动悬挂轴也可达到消除重耕和漏耕的目的。当将悬挂轴向右横移,即向已耕地横移时,可消除漏耕;当将悬挂轴向左横移,即向未耕地横移时,可消除重耕。

5. 偏牵引调整 当机组存在着偏转力矩,并使拖拉机产生自动摆头的情况,称为偏牵引现象。调整偏牵引是通过调节下悬挂点相对犁架的位置来实现的。当拖拉机发生向右偏转现象时,应将左下悬挂点沿横向向右平移一些;当拖拉机发生向左偏转现象时,应将右下悬挂点向左平移一些。但当左下悬挂点横移后,就会引起犁体间的重耕或漏耕,所以必须根据情况转动耕宽以调节手柄,以保持耕宽不变。

综上所述,横移悬挂轴(或左下悬挂点)不仅是调节耕宽的一种方法,也是调节偏牵引的方法。这两种调整在实践中的配合方法是:在试耕调整时,首先转动耕宽调节手柄使耕宽符合要求。此后,若发现偏牵引现象严重,拖拉机操向困难,再通过横

移下悬挂点来克服,同时进行相应的耕宽调整,经反复调整才能达到耕宽合适而又无偏牵引现象的状态。

6. 正位调整 正位调整的目的是保持犁体正向前进。如果在工作中犁体偏斜前进,造成阻力增加,耕作质量恶化时,就应进行正位调节,犁的正位调节应根据犁体偏斜的原因来进行。如果是由于牵引线过于偏斜,应适当改变牵引线的方向,以改善犁的工作状况。如果是因为土壤过于松软,犁侧板压入沟墙过深而造成偏牵引,就应加长犁侧板以增加犁侧板和沟墙的接触面积,或在犁侧板与犁托间放置垫片,以增大犁侧板与前进方向的偏角,使犁体走正。

(三) 直联式手扶拖拉机犁的使用调整

以栅条(图2-8)型手拖犁为例介绍其调整方法。

1. 耕深调节 一般通过改变犁的入土角达到。调节时转动耕深调节手柄,使后犁柱尾部向上或向下移动。尾部向上抬,犁尖朝下,耕深增加;尾部向下移,犁尖向上,耕深减少。

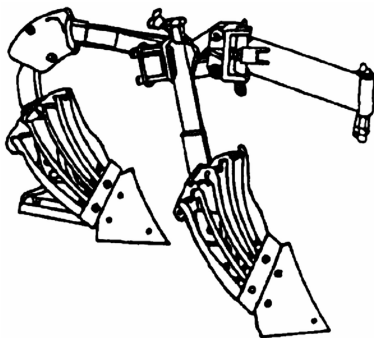


图2-8 栅条犁

2. 前后犁耕深一致性调整

耕作时,犁和拖拉机成刚性连接,在耕作过程中,拖拉机一只轮子在已耕好的地沟里,另一只轮子在未耕地上,因此犁和拖拉机成倾斜状态,造成前后犁耕深不一致,形成沟底不平。另外,前后犁耕深不一致,会引起机组走偏;一般是前犁太深,机组向右走偏;后犁太深,机组向左走偏。因此,必须进行耕深一致性调节。调节时,先松开前犁柱托架上的锁紧螺母,再转动前

犁耕深调节手柄，使前犁体上升或下降。前犁体上升，前犁耕深变浅；前犁体下降，前犁耕深变深。调节合适后再拧定锁紧螺母。

3. 机组直线行驶性调节 当机组进行犁耕作业时，一般情况下左右调节螺钉与连接头间的间隙为 $1 \sim 1.5\text{mm}$ （图 2-9）。间隙过小或过大均不合适。但当耕第一犁和第二犁时，或是耕有些弯曲的带状田时，为随时可以修正耕作方向，可将这个间隙适当放大。正常耕作时，实际上应把机组调节得有略向左偏走（未耕地一边）的趋势，这样拖拉机的右轮在犁沟行走时能贴着沟墙前进，既不会爬上沟墙，也不会向已耕地偏走，保持直线行走。当发现机组向右偏行，应调长右边调节螺钉（间隙减小），相应地缩短左边调节螺钉（间隙变大）；当发现机组向左偏行，应调长左边调节螺钉，缩短右边调节螺钉。调节方法是：松开调节螺钉上的锁紧螺母，再转动调节螺钉，调节合适后，再拧定锁紧螺母。

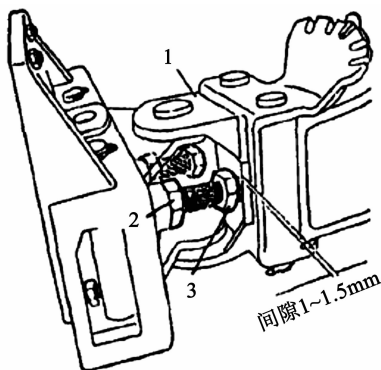


图 2-9 直线行驶性调节

1. 连接头 2. 锁紧螺母 3. 调节螺钉

4. 耕宽调节 为充分发挥机组耕作效率，在拖拉机动力许可和不造成漏耕的前提下，可适当调大幅宽。土壤松软，耕幅可

调大；土壤坚硬，耕幅应调小。调节方法是：松开横梁上的锁紧螺钉，将门形卡向内移动，前犁也随之向内移动，耕幅减小；门形卡向外移动，前犁也随之向外移动，耕幅变大。调整合适后再拧定锁紧螺钉。

5. 偏耕调节 一般情况下偏移手柄应放在齿板中间位置。当耕到地边，为减少残留地边和适应不同轮距拖拉机耕作，可压下偏移手柄向左或向右移动，使手柄前面的方形块嵌入齿板的右面或左面齿槽中，犁也就跟着向左或向右偏移达到偏耕的目的。应注意，犁偏耕后，耕作中机组易走偏，应小心操作，并适当调整机组直线行驶性能。

6. 犁体曲面的调整 为适应不同田块需要，犁体曲面是可以调整的。改变犁壁连接盘上部调节支架插销的位置，以及犁壁调节支架上部长孔在犁柱上的位置，如图 2-10 所示，可以得到三种犁体曲面。

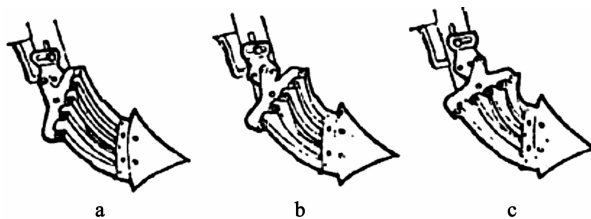


图 2-10 三种不同犁体曲面

a. 窄垡性好 b. 一般 c. 翻土性好

(1) 犁柱上固定螺钉处于长孔左端（按机组前进方向），插销在下部 3 个孔中的最右边孔（图 2-10a），这时犁体曲面呈窄垡型，犁的窄垡性能好，断条架空性好，有利于晒垡，适合于土壤含水量高的果园耕作。

(2) 将螺钉固定于中间，插销也在中间孔中（图 2-10b），犁体曲面呈通用型，一般土壤情况下比较常用。

(3) 固定螺钉处于最右端，插销在最左边孔中（图 2-

10c)，这时犁体曲面呈翻垡型，曲面扭曲大，翻土性能好，有利于覆盖绿肥、杂面。这种犁体曲面较适合于种植绿草的果园中耕地。

必须注意，前后犁的犁体曲面要调整一致。且在调整后，机组直线行走性能会受到影响，也应作相应调整。

四、耕地方法与耕地质量检查

（一）犁耕作业方法

1. 犁耕机组的行走方法 一般铧式犁（除双向铧外）都是向右侧翻土，所以机组耕地时都采用回形作业方法，常用的行走方法有以下几种：

（1）内翻法：机组先从地块中心线左侧开犁，耕到地头起犁，按顺时针方向转弯，在中心线右侧回犁，依次耕回。犁耕后，地块两边留有耕沟，地块中间形成一条垄台，该法又称为闭垄法，适合于小地块或中间低洼的果园耕地（图2-11a）。

（2）外翻法：机组先从地块右侧开犁，耕到地头起犁，按逆时针方向转弯到地块左侧回犁，依次耕完，耕完后在地块中间形成一条耕沟，所以该法又叫开垄法。它适用于中间较高的地块（图2-11b）。

（3）套耕法：采用外翻法或内翻法耕地时，机组在地头转弯较多，操作不便，空行程多，耕作效率不高。大块地采用套耕法可以避免转弯，便于操作，减少地头宽度，提高作业质量和效率。套耕法是把耕地划为4个小区，机组先由第一小区右侧入犁，从第三小区左侧回犁，采用内翻法耕完第一、第三小区，然后再用内翻法绕第三小区耕完第二、第四小区（图2-11c）。

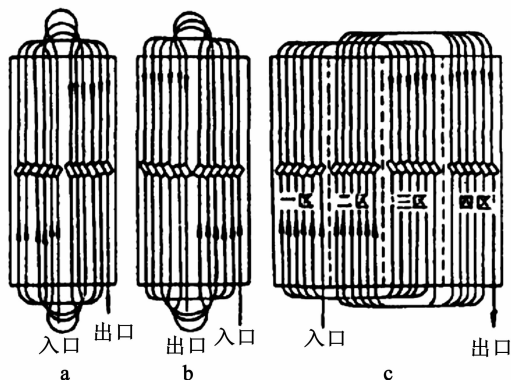


图 2-11 耕地方法

a. 内翻法 b. 外翻法 c. 套耕法

(4) 不规则地块的耕法：在实际耕地时，常遇到一些不规则地块，应根据地块具体形状采取不同的耕法。

①三角形地耕法（图 2-12a）。一般采用外翻法，耕前应在三角形的中线两侧留出回转地带，在回转地带两侧插上标杆。机组先从右边入犁，耕到回转地带起犁，再转到左边落犁，最后耕中间剩下的回转地带和底边的地头。该耕法在中间有墒沟，要注意收墒。

②梯形地耕法（图 2-12b）。一般梯形地块可看做是砍去顶尖的三角形，应按上述三角形耕法操作。如果梯形地块较大，也可以把它划为长方形和三角形分别耕翻，先用内翻法耕完长方形，再用外翻法耕完三角形。

③刀把地和长短地耕法（图 2-12c）。根据地块的形状，可以划分成两块地，分别耕翻。

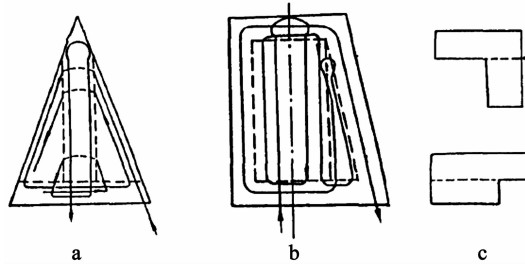


图 2-12 特殊地块耕法

a. 三角地耕法 b. 梯形地耕法 c. 刀把地耕法

2. 耕地头线 开墒机组进入地块后，首先要根据标杆耕出一端的地头线，另一端的地头线随机组开墒过去后再耕。耕地头线不仅便于犁的起落操作，而且使犁更易入土，提高耕作质量。在土壤干硬的情况下，地头线可耕深一些；反之，可耕浅一些。

耕第一犁叫做开墒。开墒的好坏对作业质量和效率有很大的影响。开墒时拖拉机要走得慢一些，精力集中看标杆，要走正走直。如果开墒弯曲不直，就会引起耕地宽幅不一致，或者留下三角形地块，造成许多麻烦。开墒前，要将第一犁调浅约半个耕深，如果需要耕后地形成中间高的垄形地，采用外翻法开墒要选在垄脊处；采用内翻法开墒要选在垄沟处。如果希望耕后地块平整，应采用双开墒

法（图 2-13），即从地块中心用外翻法向两边各耕一犁，然后再用内翻法重耕一犁来填平中间的墒沟，以后继续用内翻法耕地。用该法耕地后

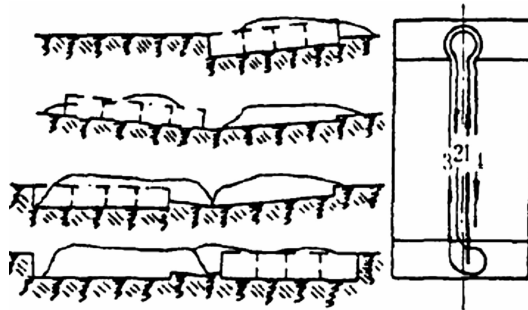


图 2-13 双开墒法

不漏耕，地表平整，缺点是开墒处作物的残茬和杂草显得较多。

3. 入墒与接墒 开墒以后机组转入正常作业，此时应将第一犁调回正常位置，使犁在耕作中处于水平状态，保证耕深一致。

(1) 入墒机组每完成一个行程的耕翻以后，在地头回转进入另一个行程耕作叫做入墒。入墒前必须把机组摆正，才能保证耕作质量，如果机组未摆正而导致过早入墒，会在右侧产生漏耕；若入墒过迟，会在左侧产生漏耕。

(2) 接墒机组沿前一行行程的犁沟耕作，新耕的土壤与已耕的土壤接合叫做接墒。正确的接墒，应使第一犁始终满幅工作，保持地面平整。若第一犁耕幅不足，耕后地表会出现凹陷；若第一犁耕幅过大，会形成耕不透而出现地表凸起，两者都影响耕地质量。

4. 耕地头与收墒

(1) 地头的耕法：地块耕完后，应根据留下地头的情况来确定耕翻的方法。

对于没有地边线的地头，当地边较长时，一般采用内翻法或外翻法单独耕地头，转弯时到已耕地中呈歪“g”字形。这种方法在带头留有沟和垄，机组转弯不方便。当地边较短时可采用倒退移行的办法耕地头，每次耕翻后起犁，倒车空行回去，然后接前犁行程耕翻。这样可减少地头 and 垄，机组不用拐弯，空行程也不一定比转弯时多。

对于有地边线的地头宜采用联耕法。在耕完主要耕区后，可绕已耕地再将地头处和两侧的地边一起回转翻耕，必须在每次耕到四角处时起犁转弯。用该法可以做到内耕接垄、外耕到边，耕后地表平整，不破坏已耕地的质量。

(2) 收墒：最后一犁会产生犁沟，会对后继作业有影响，常需人力来填平。为使墒沟较小，地表较平，应注意收墒的方

法。采用内翻法时，墒沟留在地边，易掌握，只需在最后一犁收墒时稍微耕浅一点即可。采用外翻法收墒较为困难，收不好会在地中间留下一条大沟，应适当将犁的耕深调浅一点，耕完最后一犁再回耕一次，这样留沟较小，地表较平。

5. 犁耕前的田间准备工作 耕前应到现场查看地块大小、地面形状、坡度变化及有无障碍物等情况，因地制宜进行田间准备工作。

(1) 对于能清除的障碍物要清除，如石块、沟、埂等；对于不能清除的障碍物，如水井、石碑、喷灌用竖管等，应做出标记，作业时要留心注意，以免损坏机具。

(2) 根据地面的形状和坡度大小确定耕地方向，对于长短边相差较大的地块，为提高作业效率，一般应顺着地块的长边耕作。对于坡地，应根据土壤渗水情况、坡度大小，选择横坡向或斜坡向耕作。

(3) 根据地块的大小、形状和耕地方向划分耕作小区，机组在大块地上耕作应划分为几个小区，每个小区要规划成长方形，一般长宽比为4~8较合适。长地块小区可宽些，短地块小区可窄些。

(4) 确定开墒线、地头线和地边线位置并插上标记。开墒线是为了使机组采用内翻法时第一犁走正走直，在与小区中线偏半个耕幅处，沿机组行走方向插上标杆。地头线作为起落犁的标志，可使地头耕翻整齐，便于机组转弯时操作，地头线要与地边平行，使地头宽度保持一致，以减少耕地时留边留角，具体宽度大小与机组的转弯半径有关。地边线是在采用内翻法或套耕法耕作时，为减少机组空行，便于把地头 and 地边一起联耕而留设的，地边线与地头线应同宽，并插上标杆。

(三) 犁耕作业注意事项

犁耕作业中，为保证耕地质量和安全生产，应注意以下

事项:

(1) 开墒后,右驱动轮入沟,必须对犁进行水平调整,以保证耕后地表平整、覆盖严密。

(2) 耕地速度要因地制宜,一般土壤可用2挡或3挡工作,土壤坚硬可用慢挡工作,但不可用慢挡进行超负荷工作。

(3) 耕地时如临时遇到特大阻力,驱动轮打滑不能前行,应将犁稍稍提起,待通过该地段后再恢复原来的耕深。

(4) 对于手扶拖拉机,在犁耕中若发生偏斜应该用手推拉扶把,尽可能不要用捏转向手柄的方法保持直线行驶,否则会产生打滑,甚至陷车。

(5) 耕到地头时,先减小油门,再升犁转弯;转弯后轮子入沟再落犁,加大油门耕作;禁止在犁未升起时转弯。

(6) 倒车时,必须将犁升至最高位置,以免损坏犁铧或其他部件。

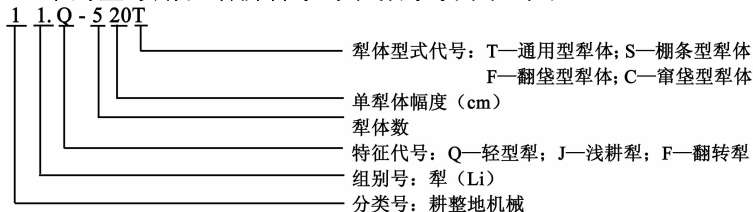
(7) 机组在田间移动时,一般应使用低速、低挡。在道路上运输时,应将犁升到最高位置。

(8) 一切保养、调整和故障排除,都必须在停车、落犁的情况下进行,防止任何事故的发生。

五、犁的型号与维护保养

(一) 犁的型号

犁的型号用汉语拼音字母和数字表示如下:



（二）犁的维护保养

犁的维护保养是延长犁的寿命，提高作业质量和效率的重要措施。其维护保养要点如下：

（1）及时清除黏附在犁体上的泥土和杂草；每次耕作前，应对润滑处加润滑油。

（2）每次作业完毕，应检查各零部件的紧固状态，拧紧所有松动的螺母、螺栓。

（3）每工作 60 ~ 100h 后，需做定期保养。主要包括检查犁铧、犁壁和犁侧板的磨损情况，磨损严重的应及时换修，犁铧刃厚超过 2mm 须更换或磨刃；润滑犁的轴承和调节机构，须调整间隙。

（4）保管存放前，除进行保养外，还应将整台犁清洗干净，犁铧、犁壁、犁侧板和丝杆应涂防护油并贴纸，放置于地势较高处或机库内。

第二节 旋耕机

一、旋耕机的构造与工作过程

（一）旋耕机的构造

旋耕机主要由机架、传动系统、旋转刀轴、刀片、耕深调节装置和罩壳组成（图 2-14）。

1. 刀轴和刀片 刀轴和刀片是旋耕机的主要部件。刀轴由无缝钢管制成，轴上焊有刀座或刀盘。刀座按螺旋线排列焊在刀轴上供安装刀片。

2. 机架 由中央齿轮箱、左右主梁、侧边传动箱和侧板等组成。侧边传动箱多配置在左侧，因为旋耕机在拖拉机上一般为偏向右侧悬挂，这样两边重量较均衡。

3. **传动部分** 由拖拉机动力输出轴传来的动力经万向节传给中间齿轮箱，再经侧边传动箱驱动刀轴回转。有的旋耕机采用中间齿轮箱驱动刀轴回转。我国旋耕机系列采用齿轮-链轮传动和全齿轮传动两种方式。

4. **辅助部件** 辅助部件包括悬挂架、挡泥罩、平土板等。悬挂架用以与拖拉机挂接；挡泥罩和平土板用来防止泥土飞溅和进一步碎土，并可保护人员安全，改善工作条件。

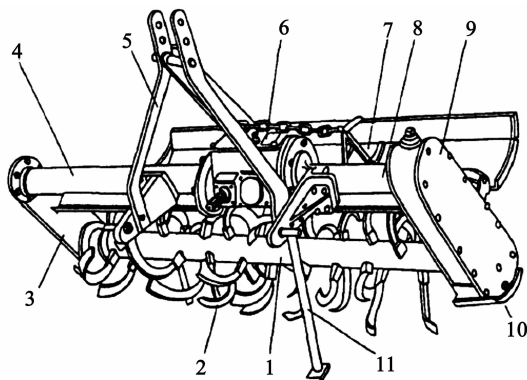


图 2-14 1G-150 型旋耕机

1. 刀轴 2. 刀片 3. 右支臂 4. 右主梁 5. 悬挂架 6. 齿轮箱
7. 罩壳 8. 左主梁 9. 转动箱 10. 防磨板 11. 撑杆

(二) 旋耕机的工作过程与工作特点

旋耕机是一种用拖拉机动力驱动工作部件耕作的机具，工作时，刀片一方面由拖拉机动力输出轴驱动作回转运动，一方面随机组前进作直线运动。刀片在回转过程中切下土堡，随即向后方抛出，土堡撞击到罩壳和平土拖板而破碎，再回落至地面。旋耕一次能完成耕耙作业，相当于耕一次地再耙一次。工作过程如图 2-15 所示。

旋耕机的工作特点是碎土能力较强，耕后地表平整、土壤细碎、土肥掺和好，工作时会产生向前的推力，有利于机组的防陷

及提高通过性。其缺点是消耗功率较大、耕深浅、覆盖不好，不利于消灭杂草，适用于老果园耕作。

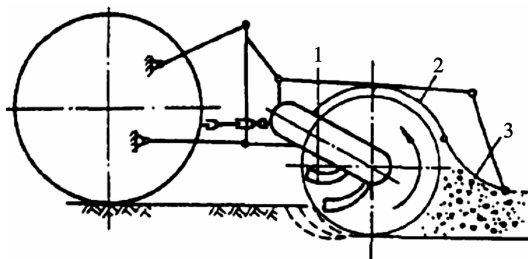


图 2-15 旋耕机的工作过程

1. 刀片 2. 罩壳 3. 平土拖板

二、旋耕机的安装与调整

(一) 旋耕机的安装

1. 刀片的选择 刀片的型式较多，常用的有凿形刀和弯刀两种。应根据土质情况选择使用。凿形刀为直钩形，入土能力强，抛翻土性能差，容易缠草，适用于杂草少和稍板结的土壤。弯刀的头部弯曲，外圆弧处有较长的刃口，切割能力强，有自清作用，不易缠草，有一定的抛翻能力，适用于一般果园地耕作。

2. 刀片的安装 凿形刀的安装无特殊要求，一般是在刀轴上按螺旋线均匀排列，用螺钉固定在刀座上。弯刀有右弯刀和左弯刀之分，刀片安装不对会影响耕作质量和机组寿命。

一般根据作业要求有三种安装方法。

(1) 交错安装法：除两端的弯刀向内安装外，其余的刀片均为左右交错安装，即在同一截面上安装左右弯刀各一把（图 2-16a）。该安装法刀轴受力对称，耕后地表平整，适于平作。

(2) 向内安装法：从刀轴中间开始，左边全部安装右弯刀，右边全部安装左弯刀。该安装法不产生漏耕，机具跨沟作业时，

部分土块落入沟中，起平沟作用（图 2-16b）。

（3）向外安装法：从刀轴中间开始，左边全部安装左弯刀，右边全部安装右弯刀，但在刀轴的两端，右边安装左弯刀，左边安装右弯刀。这样安装作业后，在地块中央形成一条浅沟（图 2-16c）。

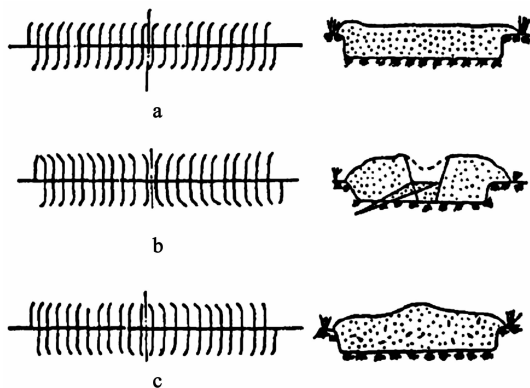


图 2-16 刀片的安装

a. 交错安装法 b. 向内安装法 c. 向外安装法

3. 旋耕机与拖拉机的悬挂 安装 1G-150 型、1G-120 型、1G-175 型旋耕机与四轮拖拉机的液压悬挂机构采用标准的三点悬挂连接，其挂接安装步骤是：

（1）倒车对准悬挂架中部，提升悬挂杆至适当高度，倒车至能与旋耕机左右悬挂销连接为止。

（2）先挂接左边的悬挂杆，再挂接右边的悬挂杆，装好插销。

（3）挂接上拉杆，插好插销；安装万向节，插好插销，将开口销锁定。

4. 旋耕机与手扶拖拉机的安装连接 手扶拖拉机出厂时，旋耕机一般是安装在拖拉机上的，由于犁耕和运输时才把旋耕机

拆下换成牵引装置。手扶拖拉机安装旋耕机时，应先收拢前支撑架，使拖拉机前倾着地，以防止变速箱齿轮油溢出。再卸下牵引装置，将旋耕机抬起对正，用螺栓固定在拖拉机变速箱后端。

（二）液压悬挂式旋耕机的使用调整

1. 旋耕机左右水平调整 将旋耕机降低，使刀尖接近地表，视其左右刀尖离地高度是否一致，若不一致，则需调节右悬挂杆的长度，使刀尖离地高度一致，使刀轴水平，以保证左、右耕深一致。

2. 旋耕机前后水平调整 将旋耕机降到要求耕深时，观察万向节传动轴夹角是否小，万向节传动轴与第一轴是否接近水平，如果万向节传动轴夹角过大，应调节上拉杆使两轴接近水平，以保证万向节传动及整个机组在有利的条件下工作。

3. 旋耕机提升高度的调整 由于万向节传动轴夹角在旋耕作业时不准大于 $\pm 10^\circ$ ，在地头转弯时，不准大于 30° ，故地头转弯时只需提升刀尖离地 $15 \sim 20\text{cm}$ 即可；如遇过沟埂或路上运输需要提升得更高时，必须切断动力；为防止意外，在田间工作时要求作最高位置的限制，即在位调节手柄上用螺钉拧紧限位。

4. 耕深调节 上海-50型、江苏-50型拖拉机是华东地区的主力机型，现以上述两种机型为例，介绍耕深调节。

（1）旋耕时禁止使用力调节，以免损坏旋耕机，必须使用位调节，即将力调节手柄置于“提升”位置。

（2）旋耕机下降时，位调节手柄必须向前下方移动；反之，旋耕机上升。

（3）当旋耕机下降至规定的耕深后，用定位轮将手柄挡住，以保证旋耕机每次都下降到相同的耕深。

5. 碎土性能的调节 旋耕机的碎土性能与机组前进速度和刀轴转速有关。当机组前进速度一定时，刀轴转速快，土块细碎，刀轴转速慢，土块粗大；当刀轴转速一定时，机组前进速度

快，土块粗大，机组前进速度慢，土块细碎。“50 型”拖拉机的动力输出轴有 540r/min、720r/min 和 1000r/min 三挡。1G-150 型、1G-175 型旋耕机采用调换齿轮的办法能获得低速和高速。与动力输出轴的三个低挡相对应，换上低速齿轮，旋耕机能获得 198r/min、199r/min 和 204r/min 三种刀轴转速，适用于轻质土壤果园地耕作。调换齿轮时，仅需打开旋耕机中间齿轮箱的后盖，换上所需的齿轮即可。

机组前进速度的选择原则是：拖拉机不能超负荷，碎土质量达到农艺要求，沟底、地表平整。一般情况下，上海-50 型、江苏-50 型可用 1 挡速度耕作黏性土壤的果园地，用 2 挡速度耕作轻质土壤的果园地。

6. 旋耕机组的起步 发动柴油机，将旋耕机提升到刀尖离地 15~20cm，接合动力输出轴，转动 1~2min，挂上拖拉机挡位，逐步松开离合器踏板；同时操纵拖拉机液压升降调节手柄，使旋耕机逐步入土，随之加大油门，直至正常耕深为止。

（三）手扶拖拉机用旋耕机的使用调整

1. 耕深调整 旋耕机的耕深调节是通过升降尾轮的高度来达到的。当耕深变化不大时，顺时针转动尾轮手柄，使尾轮螺杆缩短，尾轮上升而使耕深增大，反向调节，耕深减少。如果要求的耕深变化较大，用转动尾轮手柄无法达到目的时，应松开紧固手柄，使尾轮外套管上升或下降，上升耕深增大，下移耕深减少。调整合适后，拧紧紧固手柄。

2. 碎土性能调节 一般情况下，第一遍旋耕作业时，机组用前进 1 挡或 2 挡，耕第二遍时用 3 挡。刀轴的转速常用慢挡，耕第二遍时，可用快挡。

三、旋耕作业方法

(一) 耕作方法

1. 梭形作业法 (图 2-17a) 机组由地块的一侧进入, 往返旋耕。该法简单易行, 但拖拉机每次耕到地头要转小弯, 效率不高。

2. 套耕法 (图 2-17b) 耕完第一趟后, 每隔一个耕宽, 耕第二趟, 再隔一个耕宽耕第三趟, 如此耕完后再回耕余下的部分。

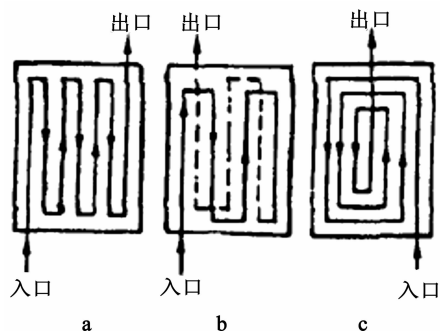


图 2-17 旋耕机作业方法

a. 梭形作业法 b. 套耕法 c. 回耕法

3. 回耕法 (图 2-17c) 机组从地块的一侧进地后, 沿着地块的四周进行绕行旋耕, 逐渐缩小未耕区, 最后由地块中间耕出。该法空行程少, 耕后地表平整、漏耕少。

(二) 旋耕机作业中的注意事项

(1) 出车前, 应检查万向节两端的 5 个插销是否装好, 刀管轴和刀片是否变形, 是否紧固、安全。

(2) 旋耕时, 应先接合动力输出轴, 再挂上工作挡, 在柔和地松放离合器踏板的同时, 使旋耕刀片慢慢入土, 并逐步加大

油门。禁止在起步前先开旋耕机入土或猛然入土，以免损坏零件或造成发动机熄火。

(3) 地头转弯或倒车时，必须升起旋耕机，使刀片离开地面；否则会使刀片变形、断裂，甚至使旋耕机损坏。

(4) 工作中如发现异常杂声或金属敲击声，应停车查明原因，排除故障后方可继续工作。

(5) 每工作 3 ~ 4h，应停车检查刀片是否松动或变形。检查或排除故障时，必须停车熄火，以免发生事故。

(6) 工作时，旋耕机后面和机子上禁止站人。

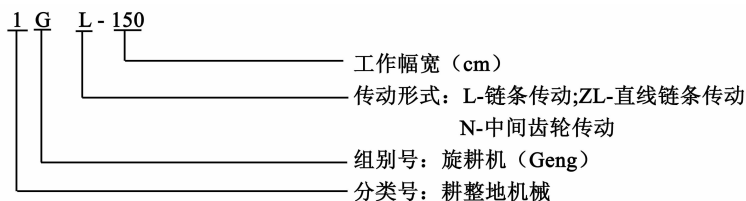
(7) 田间转移或过田埂时，应切断动力输出轴的动力，并将旋耕机升到最高位置。转移距离较长时，必须用锁紧装置将旋耕机固定住。

(8) 远距离运输时，应拆除万向节，并禁止在旋耕机上坐人或放置重物。

(9) 停车时，应使旋耕机着地，不许仍保持悬挂状态。

四、旋耕机的型号与维护保养

(一) 旋耕机的型号



(二) 维护保养

1. **每班保养** 清除刀轴、轴承座等处的积土、油污和缠草；检查并拧紧各连接部分螺母、螺钉；检查润滑情况，向刀轴轴承座加注润滑油脂。

2. 工作 100h 后的保养 执行每班保养内容；50h 后检查传动箱润滑油质量，发现变质、脏污现象应立即更换；检查刀片磨损情况，若刃厚超过 2mm，应更换新刀片；检查链条并调整链条紧度。

3. 工作 500h 的保养 彻底清除旋耕机上的油污；拆下全部刀片，检查矫正，涂好润滑油脂保存；拆下刀轴，用柴油清洗两端轴承，若有损坏须更换新品并安装，加注新润滑脂；放尽箱内润滑油，清洗传动箱，然后在箱内加柴油，用小油门行走 1min 左右，放尽柴油，再换新润滑油。

4. 存放 除执行上述保养内容，还应将旋耕机从拖拉机上拆下，进行整修后再放入室内。

第三节 圆盘耙

一、圆盘耙的构造及其工作过程

（一）圆盘耙的类型及配置方式

圆盘耙有重型、中型和轻型三种。重型耙片直径为 660mm，适用于开荒地及黏重土壤的耙地，也可用于以耙代耕作业，耙深可达 18cm。中型耙片直径为 560mm，适用于黏性土壤的耕后碎土，也可用于一般土壤的灭茬耙地，耙深可达 10cm。轻型耙的耙片直径为 460mm，适用于一般土壤的耕后碎土，也可用于轻土壤的灭茬耙地，耙深可达 10cm。根据耙与拖拉机的挂接方式又分为牵引式、悬挂式和半悬挂式三种。

一定数量的耙片组成耙组，耙组可以配置成对置式和偏置式。对置式耙组对称地配置在拖拉机后方中心线两侧（图 2-18a，图 2-18b），单列对置耙组耙地时从中间向外抛土；双列对置耙组是在单列耙组的后面添置两个与前列方向相反的耙组，后列耙组从外向内抛土，土壤被作用了两次而使了两次而使地面

更平整。偏置式圆盘耙有前后两列耙组（图 2-18c），一列耙组向右翻土，另一列耙组向左翻土，耙组可以配置在拖拉机的中心线右侧或左侧，作业后地表平整，特别适合于果园作业，但由于其偏置，其侧向力不易平衡，调整较困难，机组只能单向转弯。

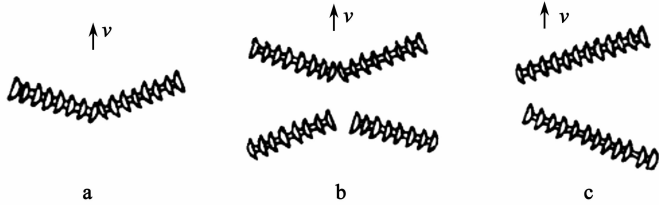


图 2-18 耙组排列方式

a. 单列对置式 b. 双列对置式 c. 双列偏置式

（二）圆盘耙的构造与工作过程

圆盘耙一般由耙组、耙架、角度调节器、牵引或悬挂装置等部分组成。南方果园以悬挂式偏置圆盘耙应用较广，以此为例介绍其结构组成（图 2-19）。

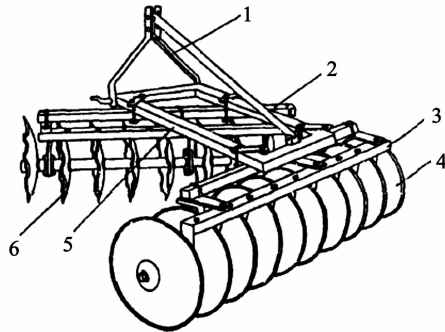


图 2-19 悬挂式偏置圆盘耙

1. 悬挂架 2. 横梁 3. 刮泥装置 4. 圆盘耙组 5. 耙架 6. 缺口耙

1. 耙片 耙片是耙的主要工作部件，其曲面为球面的一部分，其边缘磨成刃口，中间有方孔。圆盘耙片分为全缘耙片和缺

口耙片两种(图2-20)。全缘耙片工作时边缘刃口切土、切草,圆盘的球面具有一定的翻土能力;缺口耙片入土、切土和碎土能力均强于全缘耙片,适用于黏重土质果园或新垦荒地。一般重型耙多采用缺口耙片,轻型耙多采用全缘耙片,有的耙采用两种耙片,前列用缺口耙片,后列用全缘耙片。

耙片工作时,耙片刃口平面垂直于地面,在拖拉机的牵引力下滚动前进,其回转平面与机组前进方向呈 α 角(图2-21),该角称为偏角。耙片

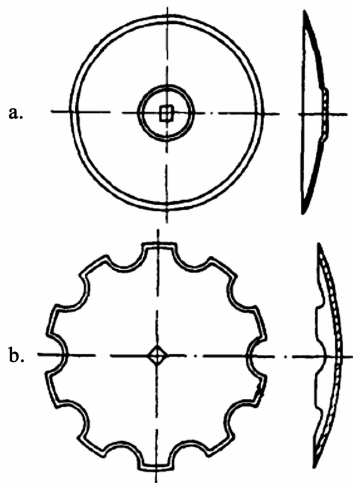


图2-20 耙片

a. 全缘耙片 b. 缺口耙片

滚动前进时,在重力和土壤阻力的作用下切入土中,并达到一定耙深。耙片作业时向前滚动,可以看成是滚动和移动的复合运动。耙片回转一周的复合运动可分解为由A点到B点的滚动和由B点到C点的侧向移动。耙片在滚动中刃口切碎土块、草根及作物残茬等;在移动中,在耙片刃口和球面的综合作用下,进行推土和铲土,土壤沿球面上升至一定高度后跌落,从而使土壤破碎,并有一定的翻土覆盖作用。当偏角 α 减小时,推土、铲草、碎土及翻土能力减弱,入土性能变差,耙深变浅;反之,当 α 在一定范围内增大时,推土、铲草、碎土和翻土能力增强,入土性能好,耙深变深。缺口圆盘耙的入土和碎土性较好。

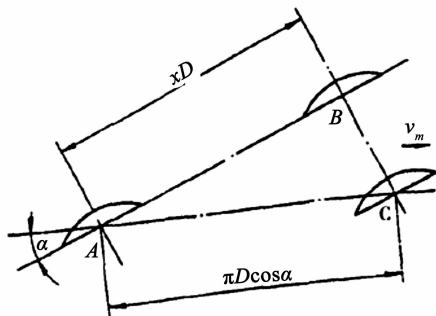


图 2-21 耙片运动分解示意图

2. **耙组** 耙组由方轴把耙片等联成一体而构成。为了防止耙片在方轴上外移，方轴的一端装有外垫，另一端制有螺纹，用螺母将耙片固定，并用锁片将螺母锁住，防止其松脱。耙片间装有间管或轴承间管，以保持耙片间的相对位置。

3. **耙架、悬挂架** 耙架用来安装圆盘耙组、调节机构和悬挂架等部件。耙架用型钢或管材焊接而成。悬挂架由上悬挂人字架、下悬挂销座和撑杆组成。拖拉机上拉杆与悬挂架的上悬挂点相连，两下拉杆与下悬挂点的悬挂销相接。

4. **偏角调节器** 偏角调节器用于调节圆盘耙的偏角，偏角越大，入土愈好，耙得愈深。土壤湿度大时，偏角宜调小，以免造成耙片粘土和堵塞。为保持耙深稳定，偏角调好后必须锁定。悬挂式偏置耙采用丝杠式调节器。

二、耙的安装检查与使用调整

(一) 安装

1. **耙片的安装** 缺口耙耙片的安装，应按着一个耙片的缺口对着相邻耙片的凸齿的顺序安装在方轴上。

2. **轴承的安装** 安装耙组必须弄清轴承的位置，凡 10 个耙片的耙组，轴承位置均在第一、第六、第八间管处；11 个耙片

的耙组，轴承位置均在第二、第七、第九间管处（安装次序算）。安装轴承时，还必须注意黄油嘴方向要一律向右并使轴承上盖凹面与圆盘耙片凹面方向相同。

3. 间管的安装 间管两端大小不等，安装时应使间管的大头与耙片凸面相接，小头与凹面相接。

4. 悬挂耙与拖拉机的连接 参照旋耕机与拖拉机的悬挂安装步骤进行。

（二）耙的技术状态检查

（1）统一耙组的耙片刃口着地点应在同一直线上，高度偏差应小于5mm；各耙片间距应相等，偏差应小于8mm。

（2）耙片不应变形，刃口厚度不大于0.5mm。如果刃口有缺损，一个耙片上的缺损处不应超过3处，且缺损处的宽度和长度均不能大于15mm。

（3）方轴应正直，耙片不得在方轴上晃动。

（4）耙架不应有变形或开焊；各连接螺钉都应紧固，不得松动。

（三）耙的调整

1. 耙深调整 悬挂耙的耙深调整是通过转动丝杆来改变耙的偏角 α ，从而达到深度调整的目的。调整时，操纵拖拉机液压调节手柄将耙稍稍提起，脱离地面，然后转动耙的偏角调节装置，若需加大耙深，应使偏角 α 增大；若需调浅耙深，应使偏角 α 减小。

2. 水平调整 耙地时，必须使耙保持前后、左右呈水平状态，才能保证前后深一致。

（1）纵向水平调整通过调节拖拉机悬挂机构的上拉杆的长度来调节。

（2）左右水平调整通过调节拖拉机悬挂机构右提升杆的长

度来调节。

三、耙地作业方法与质量检查

（一）耙地作业方法

根据地块的形状和大小以及不同的农技要求，应采用不同的耙地方法。常用的几种耙地方法如下：

1. **梭形耙法** 机组沿着犁耕的方向，往返依次顺耙，最后横耙地头（图 2-22a）。采用该耙地方法，耙地方向与犁耕方向平行，工作阻力小，操作简单，适用于轻质土壤，但碎土作用弱，地表耙得不平、不透，一般较少采用。

2. **套耙法** 相当于套圈顺耙。其特点与梭形耙法相似，适用于较大地块的作业（图 2-22b）。

3. **回形耙法** 机组绕圈顺耙，为防漏耙，最后四角要用梭形耙法往返一次（图 2-22c）。该法适用于土质疏松的较小地块。

4. **交叉耙法** 机组沿对角线耙两次，相当于斜耙。该耙法碎土和平土效果较好。适用于较大地块，尤其是黏重土壤。如果地块为正方形，其行走路线如图 2-22d；若地块为长方形，其行走路线如图 2-22e。

5. **三角形地块耙法** 机组从三角形地块的一角向地块中心行进（图 2-22f）。

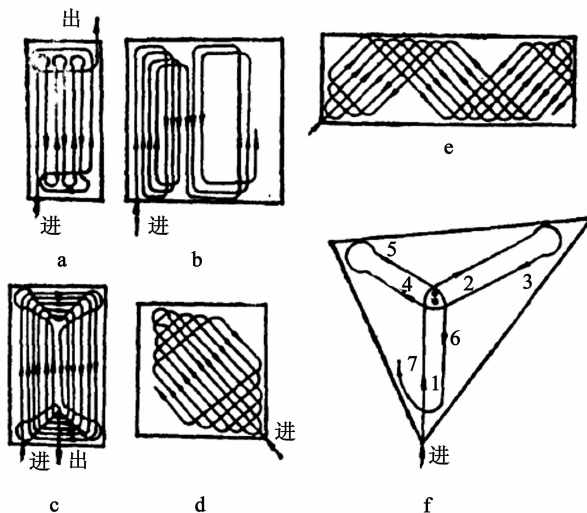


图 2-22 耙地方法

a. 梭形耙法 b. 套耙法 c. 回形耙法 d、e. 交叉耙法 f. 三角形地块耙法

(二) 作业质量检查

1. **耙深检查** 测量耙架平面到耙片支撑面的距离以及耙架平面到地表的距离，这两个距离的差值就是耙地深度。检查时，按地块对角线取若干点，求出各点测量的平均值，就是该地块的平均耙深。

2. **地表破碎状态检查** 在耙后的地块内按对角线取数点，在每点上取 1m^2 的正方形，数出大于 5cm 的土块数，如果每平方米面积内的数目大于 5，则碎土质量不合格。

3. **地表平整状态检查** 在耙后地块内，按对角线方向取 10 点，每点取 1m^2 扩，将 1m 长的直杆平放在检测点，测量直尺距地面不平整值，同时求出 10 点的平均值，即为该地块的不平整值。

4. **漏耙、拖耙和出沟状态的检查** 在耙后地块内，按对角

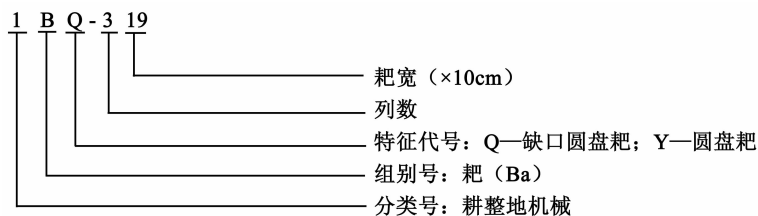
线方向目测，若无明显的漏耙和凹凸处，即为合格。

（三）耙地作业注意事项

- （1）作业前后要仔细检查各部件的紧固情况，清除杂物，各转动部件应转动灵活。
- （2）作业中耙架上不允许坐人。
- （3）悬挂耙机组在转弯和后退时必须将耙提起。
- （4）夜间作业，前后照明设备要良好。
- （5）作业中，禁止用手清除工作部件上的黏附物。
- （6）在拖拉机停车或耙与拖拉机脱开后，才可进行修理和保养。

四、耙的型号与维护保养

（一）耙的型号



（二）耙的维护保养

（1）每班保养作业后，应将耙上的泥土、缠草清除；检查并紧固各螺栓，及时更换损坏变形的零件，刃口厚度大于 1mm 后，须磨刃或更换；作业中至少要向轴承内加注两次润滑油脂；暂时不用时，应停放在干燥处。

（2）长期停放彻底清除各处泥土，更换或修理所有损坏变形的零部件；拆开耙组轴承，用柴油清洗，或换新的轴承，重新组装后，注满油脂；将耙片涂上润滑油后，用木板搁好，放入室内保存。

第三章 果园管理机械

第一节 多功能果园管理机

田园管理机也称为万能管理机，是专门为果园、菜地、温室大棚、丘陵坡地和小块地（水、旱田）作业而设计的农机产品。机具有重量轻、油耗低、相对功率大、结构紧凑、机动性强、操纵轻便灵活的特点，可爬坡、越埂、阶梯性强。是伴随设施农业和园林经济作物的发展而发展起来的适于果园和温室大棚作业的小型机械。其发动机动力一般为 $4.4 \sim 6.6\text{kW}$ ($6 \sim 9\text{Hp}$)。用于旋耕等果园作业的多功能管理机一般分为标准型和无轮型两种类型。

一、标准型多功能管理机

它的结构与小型手扶拖拉机配套旋耕机后的结构相似，标准型多功能管理机结构如图 3-1 所示，主要由柴油机或汽油机、底盘和旋耕刀辊组成。

田园管理机一般包括机架、可调高低扶手，机架上设有（风冷或水冷）柴油机或汽油机，机架和扶手上设置有变速箱，变速箱的输出轴上设置有能够沿轴移动的驱动轮或链轨。多功能田园管理机操作灵活，可根



图 3-1 标准型多功能管理机

据作业条件和操作者的身高，在 24° 范围内随意调节扶手高度（图 3-2）。特别设计了在塑料棚内等复杂作业环境中的理想操作手柄。扶手在水平面内可以旋转 360° （图 3-3），可以根据作业要求迅速调整扶手角度。扶手能与前进方向固定成 90° ，特别适合于倾斜地或塑料棚内作业。

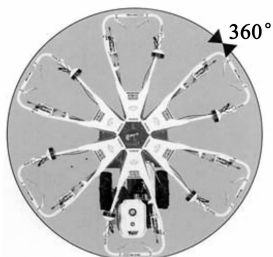


图 3-2 多功能田园管理机高度调节 图 3-3 多功能田园管理机水平调节

二、无轮型多功能管理机（半轴型微耕机）

无轮型多功能管理机基本结构如图 3-4，主要由风冷柴油机或汽油机、机架、离合器、变速箱总成、旋耕刀辊或驱动轮组成。其特点是在驱动方轴上对称安装旋耕刀取代驱动轮，在牵引架上挂接阻力铲即可进行旋耕作业，所以称之为无轮型多功能管理机。



图 3-4 无轮型多功能管理机外形图

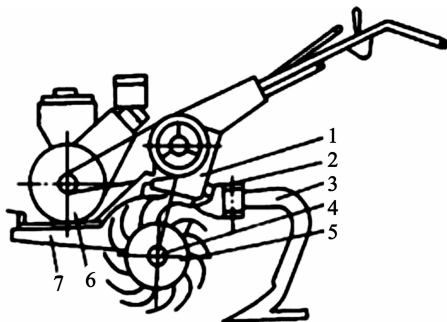


图 3-5 无轮型多功能管理机结构图

1. 变速箱总成 2. 牵引架 3. 中耕器阻力铲 4. 驱动方轴
5. 驱动轮或旋耕机组 6. 发动机 7. 机架

无轮型多功能管理机结构小巧，操作灵活，操纵手柄可进行高低调整和水平 180° 或 360° 调整，适合在果园和路边有树木的地方使用，可以耕作大型机械不便于作业的狭小地块。

田园管理机可与多种工作部件配合（图 3-6）进行喷药、喷淋、收割、起垄、铺膜、打孔、开沟、施底肥、除草碎土等作业，工作稳定可靠，使用寿命长，维修方便。

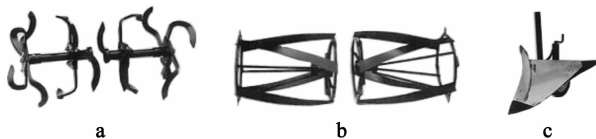


图 3-6 多功能田园管理机工作部件

- a. 旋耕刀 b. 割草刀 c. 犁

第二节 开沟机

一、开沟机

果园土壤沟施肥料，一般都是在每棵果树两侧，在根系集中分布层稍远和稍深处各挖一条连续的或断续的、宽和深在 $30 \sim$

40cm 的沟，用以施入各种有机肥。这样的沟用人工挖很费劲。W45D 挖穴（沟）机是一种消耗动力少和外形结构小的新型挖沟机，由华南热带作物机械研究所设计。它悬挂于轮式拖拉机的后方，利用拖拉机的动力能挖 $80\text{cm} \times 45\text{cm} \times 45\text{cm}$ （长 $\times$ 宽 $\times$ 深）长方形的沟，作为施肥压青沟；也可挖直径为 75cm、深 75cm 的圆形土穴作为橡胶树定植穴；如配上不同规格的钻头，可挖果树定植穴、立杆穴和顺果树水平根生长方向挖施肥穴等。W45D 型挖穴（沟）机在作为挖沟机时的状态如图 3-7 所示。其主要工作部件为两个双头螺旋的小钻头，一个左旋，一个右旋，直径均为 40cm。左旋钻头装在减速箱伸出的前轴上，右旋的装在后轴上。当拖拉机动力输出轴为 720r/min 时，通过减速箱减速，两轴均以 280r/min 的速度旋转，但转向相反。

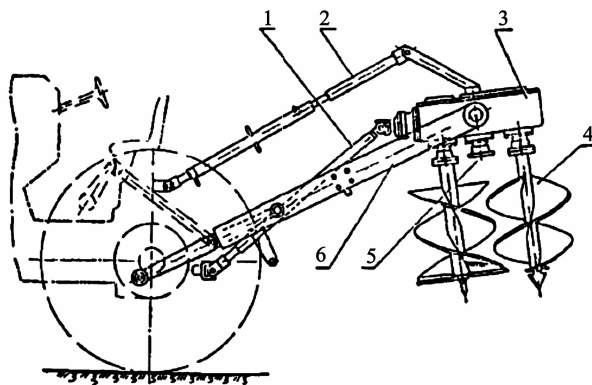


图 3-7 W45D 挖穴（沟）机挖沟时的总成

1. 传动轴 2. 上拉杆 3. 减速箱 4. 小钻头 5. 接大钻头处 6. 机架

这种挖沟机的结构简单，使用操作方便、可靠，生产率较高（每小时能挖沟 120 ~ 160 个），成本低。用 W45D 型挖穴（沟）机挖沟，机器的安装和使用注意事项如下：

（1）前后两个钻头的刀片应互成 90° 角安装，以保证切土的

平衡性及螺旋叶片重叠的可靠性。

(2) 在正常情况下上拉杆的长度应为 115cm。根据地形等情况可适当调整其长度,使钻头由浅到深,挖沟时基本与地面保持垂直,从而减少钻头和洞穴的挤压,并可改善洞穴的质量。

(3) 应先结合动力使钻头旋转后,才操纵油压机构慢慢放下钻头,同时增大油门,直到挖穴深度。提升钻头则应先将油门减小,降低钻头转速,然后使钻头边慢速旋转边提升,以防止钻头的摆动。如转移距离较大时,提起钻头后应切断动力,再移至下一个沟位。

(4) 如果挖坚硬的土壤或黏土时,应降低钻头下降速度,并在挖沟过程中视情况而定提升钻头的次数,以免损坏刀片和减少机具的震动。当钻头碰上树根或石块时,应立即将钻头升起,待清除障碍物后再往下钻。若转速高,已使钻头卡在树根或石块上时,应先切断动力,扳手在传动方轴上作反向扳动。如果此法无效,则只能用人工挖出来。千万不能用开动拖拉机或开倒车或猛结合离合器等方法来松动障碍物,否则将不可避免地会使钻头弯曲或损坏其他机件。

图 3-8 所示为德国麦利欧农机公司制造的一种锥形螺旋开沟机,能开多种型式的沟。它后悬挂于 18.8kW 拖拉机,由拖拉机动力输出轴直接驱动工作部件旋转开沟。工作部件由两段旋向相反的螺旋面组成,螺旋面的周缘具有切土刃和耐磨的刀尖。其上方装有挡土板,后部装有深度调节尾板和两片沟壁修整板。还配有抛土挡板和沟底清理器等附件,供各种作业使用。

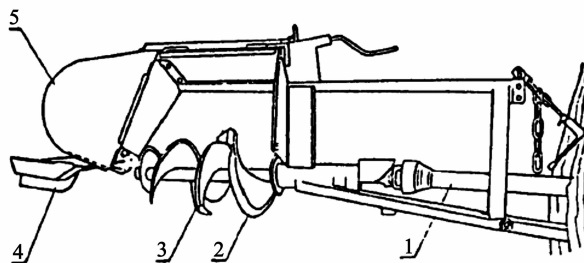


图 3-8 锥形螺旋开沟机 (德国制)

1. 动力输出轴 2. 螺旋叶片 3. 切土刀尖 4. 调节尾板 5. 沟壁修整板

图 3-9 为现代苹果产业体系机械岗位设计的适应于中等行距和矮化密植果园的开沟机。工作部件为卧锥螺旋型和链条弯刀式，采用拖拉机液压悬挂方式。由拖拉机动力输出轴传入动力，带动工作部件旋转，从而完成开沟作业。

整机由机架、开沟刀、液压泵、螺旋搅龙、抛土挡板总成等组成。由链条弯刀完成开沟作业。通过液压装置调节开沟的深度。抛土挡板总成可使抛出的土回落在肥沟的附近，便于回埋。

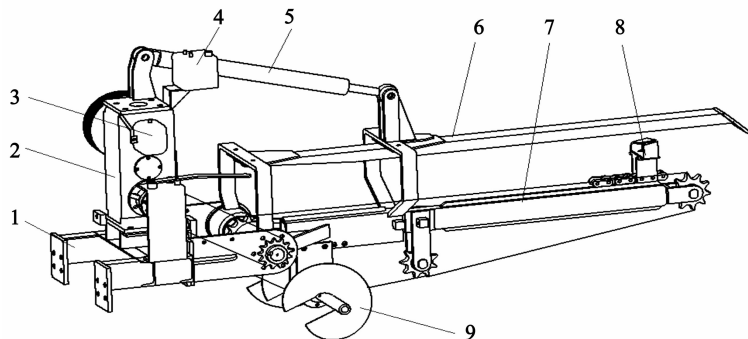


图 3-9 开沟机结构示意图

1. 机架 2. 变速箱 3. 液压泵 4. 油箱 5. 液压缸 6. 主梁
7. 链条支撑梁 8. 开沟刀 9. 搅龙

开沟机可与 22.5 ~ 48.75kW 拖拉机配套使用，它是在普通

拖拉机上通过安装超低速变速器实现低速缓行，从而使沟深上下统一，宽度左右匀称。开沟宽度根据开沟刀的大小不同在 20 ~ 30cm，深度可调，最大开沟深度为 60cm，开沟速度每小时可达 150 ~ 600m。所开沟形沟直、壁陡，沟深和沟宽统一，具体参数见表 3 - 1。

表 3 - 1 开沟机参数

名 称	参 数
外形尺寸（Lmm × Bmm × Hmm）	3200 × 1150 × 1100
配套动力（kW）	14. 72
开沟宽度（mm）	200 ~ 300
开沟深度（mm）	300 ~ 600
作业速度（m/h）	150 ~ 600

小型园林开沟机采用自走形式，适应于苗圃对小型树苗开沟施肥作业，开沟深度一般小于 0. 5m，结构简单，操作方便，图 3 - 10 为一小型开沟机，采用小型柴油机为动力，主要参数如下：

- 动力：4. 13kW
- 开沟宽度：100mm
- 开沟深度：305mm
- 开沟链线速度：102m/min
- 开沟速度：80 ~ 120m/h



图 3 - 10 小型园林开沟机

第三节 割草机

果园内间作绿肥，是丰富果园肥料、改善果园土壤和调节果园生态的好方法，有利于果树生长和结果等。在各种绿肥营养物

质含量最多时将其割下，直接压在树下土壤中或另选地挖坑压制成肥料。

割草机有三种，即甩刀式（图 3 - 11a）、往复式（图 3 - 11b）、圆盘式（图 3 - 11c）。

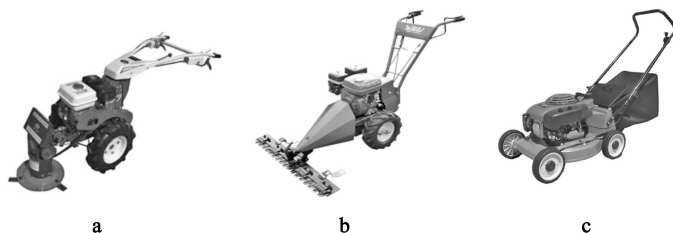


图 3 - 11 果园割草机

a. 甩刀式 b. 往复式 c. 圆盘式

目前使用最多的是圆盘式，它具有结构简单、故障少、不易堵塞、效率高等优点。我国生产的机力 1.2 型牧草收割机即为一种旋转式割草机，可用于收割绿肥。图 3 - 12 所示为四方牌工农 - 12 型手扶拖拉机配套的牧草收割机，是定型产品，采用由浙江四方集团生产的国优名牌拖拉机作为动力。其主要工作部件是两个回转体，由刀盘、刀片、锥形送草盘、送草鼓等组成，完成切割、拔草、输送三个工艺过程。

刀片将草割断后，锥形送草盘利用旋转摩擦力将草拔倒，并提升一个高度，然后由送草鼓以 18.3m/s 的圆周速度将草向后输送。在两个回转体对旋的作用下，使割下的草成 $50 \sim 60\text{cm}$ 宽的条铺放在机器的后方。两个回转体是由拖拉机的动力输出轴通过半交叉和全交叉三角胶带传动，等速内旋。刀盘的直径为 500mm ，在盘的周缘相隔 90° 等距安装 4 把割刀，两组割刀有 30mm 重叠量，最终构成 1.2m 割幅，切割速度为 33m/s 。为保证割茬高度和防止割刀触地插入土中，在刀盘下设有滑板，并在割草机的前右方设有一个仿形轮，可上下调节，保证割茬高度为

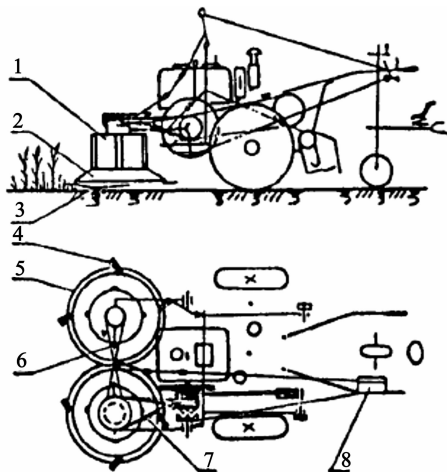


图 3-12 机力 1.2 型旋转式割草机

1. 送草鼓 2. 锥形送草鼓 3. 滑板 4. 割刀 5. 刀盘 6. 全交叉胶带
7. 半交叉胶带 8. 升降离合器操作盘

40~50mm。这种割草机的主要缺点是工作时打土及驾驶员劳动强度较大。

图 3-13 为现代苹果产业体系果园机械岗位设计，适用于矮砧密植园、新建幼龄园和老园间伐提干改造园圆盘式除草控草机。该机机动灵活，自走随行，遇障即停，茬高三挡可调，自走式果园专用割草机主要技术参数见表 3-2。

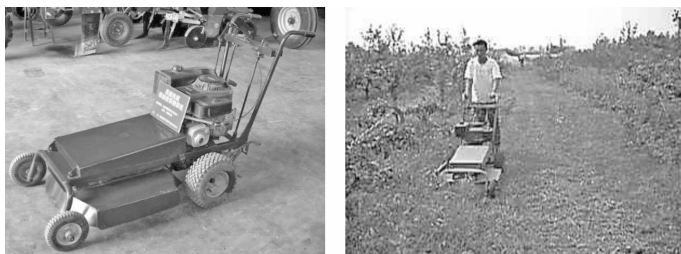


图 3-13 割草控草机

表 3-2 割草机技术参数

名 称	参 数
外形尺寸 (Lmm × Bmm × Hmm)	1200 × 800 × 1100
配套动力 (kW)	7
作业方式	自走式
割幅宽度 (mm)	600
茬高 (mm)	50 ~ 150 (可调)
作业速度 (m/s)	1.0 ~ 1.3

为了减少化肥的不利影响,探讨有机农业的可行性,西欧、日本、美国等地开始在果园进行覆草与埋草试验,如覆盖稻草、割草深埋等技术。果园覆草埋草一定程度上促进了土壤有机质的增加,果园生草法就是人工全园种草或果树行间带状种草,所种的草是优良多年生牧草;全园或带状人工生草,也可以是除去不适宜种类杂草的自然生草,生草地不再有除刈割以外的耕作,人工生草地由于草的种类是经过人工选择的,它能控制不良杂草对果树和果园土壤的有害影响,是一项先进、实用、高效的土壤管理方法。

生草长起来覆盖地面后,根据生长情况,及时刈割。草的刈割管理不仅是控制草的高度,而且还有促进草的分蘖和分枝,提高覆盖率和增加产草量,割下的草覆盖树盘。和普通割草机不同,果园的覆草物理机械性质多样,地形条件复杂,割茬高度经常根据季节或草种和果园条件改变,因此有些特殊结构。主要有回转切割器和甩刀割器割草机两种,如图 3-14 所示。



图 3-14 回转式和甩刀式割草机

第四节 绿肥压青机

果园间作绿肥的另一种利用方法是在种植处就地埋青，这是一项季节性很强的作业，要占用很多劳力，而且劳动强度大，很需要加速实现机械化。近年来南方各省随着农田种植绿肥量的增加，出现了多种绿肥压青机，可借用于果园。现以 LM-50 型绿肥埋青机为例说明埋青机的一般原理和结构。LM-50 型绿肥埋青机的动力可采用四方牌工农-12 型手扶拖拉机，它由工作部件和调节尾轮两部分组成（图 3-15）。

埋青的农业技术要求，是将种有绿肥的土壤挖起并翻转 180°，然后放到一定的位置，即将绿肥扣埋在一定深度的土中。LM-50 型埋青机的工作部件就是根据这一原理设计的。由切刀、夹布橡胶板、推土板、挡土板、开口支撑板等组成。整个工作部件装在拖拉机所配备的旋耕机刀轴上。工作时（图 3-16），切刀将带有绿肥的土壤切下，土壤被橡胶板拖带随刀盘回转到后面翻转 180°，然后落下，绿肥被扣在下边。土壤落下后，被推土板推至切刀回转半径外边，这就避免了后面的切刀转过来将土壤重新翻起，影响埋青效果。工作部分的幅宽为 500mm，共两排、六组刀片，刀盘转速为 188r/min，刀片回转半径为 260mm，翻埋最大深度可达 180mm。调节尾轮部分主要由调节座、尾轮支架和两个铁心橡胶轮组成。它是用来调节翻埋深度，并起后支

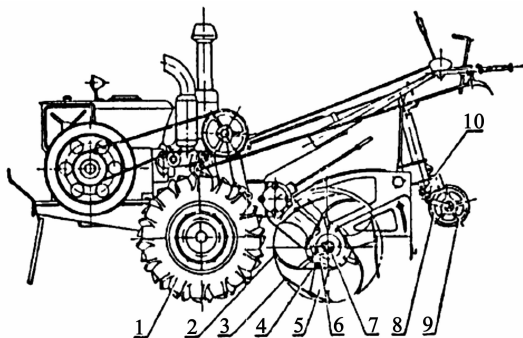


图 3-15 LM-50 型埋青机结构简图

1. 手扶拖拉机 2. 推土板 3. 夹布橡胶板 4. 挡土板 5. 切刀
6. 开口支撑板 7. 刀轴 8. 尾轮支架 9. 铁心橡胶轮 10. 调节座

撑作用，以保持机组稳定。两个尾轮分置两侧，这样不会破坏翻埋过的土面。绿肥埋青机主要存在的问题是受结构限制只能以 1 挡（0.4m/s）作业，效率低。

绿肥也常常用一般铧式犁翻起扣埋于土中，但是对长得高的绿肥，往往扣埋不严，造成营养成分的损失，并易于堵犁影响作业效率。因而，已设计有专用的绿肥犁。它与一般犁的差别主要

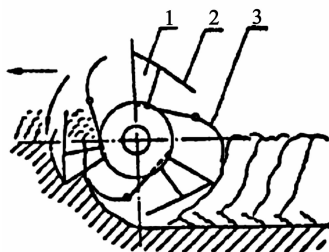


图 3-16 绿肥埋青机

1. 切刀 2. 夹布橡胶板 3. 推土板

在于它加大相邻犁体的纵向距离和犁体底面距犁架下平面的高度，使其有效地改善了扣埋绿肥的性能。

第五节 多功能作业平台

在我国水果的修剪和采摘、套袋等高空作业大多还是用人工来完成，果树的修剪、采摘和套袋等工作量大，劳动强度高，现有的辅助作业设备主要还是高凳、简单的铰链平台等，为了满足

果农需求，果园机械研究人员经过努力，开发出了不同种类的果园作业平台。

新疆机械研究院研制开发的 LG-1 型多功能果园作业机如图 3-17 所示，多功能果园作业机是根据果园生产而设计的一种自走式履带果园作业机械，其体型小、重心底、原地 360° 转向，在果树行间通过性好，可以实现果园物资机械化运输，同时为农业生产、果园机构工作等提供电、气动力。



图 3-17 LG-1 型多功能
果园作业机

1. 主要特点 为果园采摘、果枝修剪等登高作业提供升降平台、气动力和电力输出。带有动力喷雾机和药液箱，并具有物资运输功能。

2. 主要功能 一是多功能果园作业机带有空压机给升降作业台架和气动剪枝工具提供气动力，作业台架具有果园物资运输和升降功能，给果枝修剪、果品采摘等登高作业提供平台和动力。二是多功能果园作业机发电机具备小型移动电站功能，可给农业生产、电动果园机械提供电力，还可家庭照明。三是多功能果园作业机可配备动力喷雾器和药液箱，实现林（田）间自行植保作业。四是多功能果园作业机具有自卸功能，并配有大运输箱，可完成果园、农田及公路果品和物资运输作业。主要性能参数见表 3-3。

表 3-3 产品主要技术规格

序号	项目	单位	规格
1	外型尺寸 (长×宽×高)	mm	2240 × 1057 × 978
2	平台举高度	mm	1500
3	平台举升高度		气动
4	生降平台载质量	kg	200
5	发动机功率	kW	2
6	机具行走速度	km/h	1.4-10 (前进挡 6 个, 倒挡 2 个)
7	气源压力		0.8 MPa
8	发电机输出功率	kW	3 (单相 220V 或三相 380V)
9	国品及物资运输	kg	500
10	整机重量	kg	500

现代苹果产业体系果园机械岗位研制的果园作业平台如图 3-18 所示。

3. 功能与适应性 果园农事辅助作业。适用于矮砧密植园、新建幼龄园和老园间伐提干改造园。

4. 特点与技术性能 果园作业平台以履带式底盘和机械平台为载体, 通过液压控制器控制机器和平台的前后、上下、左右全方位移位, 实现果树高低等各部位的修剪、采摘等。其主要技术指标见表 3-4。



图 3-18 果园作业平台

表 3-4 果园作业平台技术参数

名 称	参 数
外形尺寸 (Lmm × Bmm × Hmm)	3200 × 1300 × 1100
配套动力 (kW)	14.72
油缸压力 (MPa)	3.0
控制方式	液力/电液/电气
行走方式	履带式
升降高度 (mm)	800 ~ 2400

第六节 果树修剪机械

果树修剪方式主要有两种：整株几何修剪和单枝选择修剪。在我国主要是采用单枝选择修剪，就是根据当地的自然条件和树种等特点，按一定原则进行单枝修剪。这是一件技术性很强的工作，作业条件也比较复杂，目前完全由人工完成。在国外，尤其是在葡萄园和采用篱壁式矮化密植栽培技术的果园，多用整株几何修剪，就是用修剪机对树冠按一定的几何形状进行修剪。这种方式作业速度快，但是修剪质量比较粗糙。由于在做几何修剪时，可以除掉阻碍机械通行的枝条，因此修剪后的树形有利于后续作业实现机械化。

一、手动修枝机具

其种类很多，应根据枝条粗细和木质的硬度选用。图 3-19 是一些常见的手动修枝工具。其中截锯用于切断较粗的干枝。修枝剪有长、短柄两种类型：长柄的一种用于剪高处的枝条，剪切时应该用双手操作；短柄的一种有复位弹簧，可单手操作，剪高处的枝条需借助升降台或梯子。折叠锯的功用与截锯相同，可以折叠，携带方便。

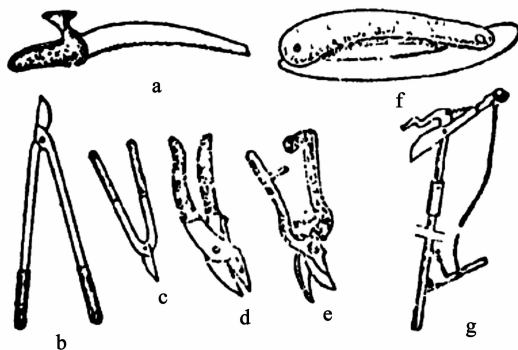


图 3-19 手动修枝机具

a、f. 截锯 b、c、d、e. 修枝剪 g. 高枝剪

二、液压打枝机

液压打枝机可用于对城市园林、经济林、行道树、桑林修枝整形，在森林采伐作业中，可用于伐倒木打枝。与油锯和割灌机相比，它可以避免机器振动对人体的直接危害，所以它是正在发展的一种打枝机具。

液压打枝机由发动机、液体油泵和控制阀、液压油管、打枝剪等组成。有移动式和固定式两种，前者以二冲程汽油机为动力；后者以电能为动力，在森林采伐工作中，只能用集材场的造材台，对集中的伐倒木打枝。

移动式液压打枝机的动力机包括发动机和液压装置（液压油泵和控制阀），它们固定在一个可以背负的机架上，有的机架上还装液压油管的收卷装置。运输时，连同液压剪可由一人背负，携带上山。

液压剪由液压油缸、控制阀操纵手柄、油管接头、固定刀片和动刀片组成（图 3-20）。工作时，手持把手，操纵控制阀，动刀片即在活塞推力作用下绕销轴转动，从而剪断枝条。液压剪

能剪断的枝条直径为 60 ~ 120mm，剪断时间为 2 ~ 18s。有短柄型和长柄型两种。动力机在作业中可以放在地上、挂在树上或背在肩上。

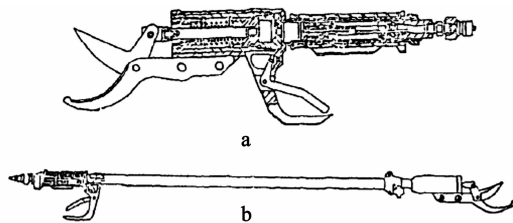


图 3 - 20 液压剪

a. 短柄型 b. 长柄型

三、气动修枝剪

气动修枝剪由固定刀片、动刀片、活塞与活塞弹簧、气动工作缸、滑阀、操纵手把及气管接头等组成（图 3 - 21）。气动工作缸借活塞分成前后两腔，前腔有活塞回位弹簧，顶部有通气孔、活塞杆通孔和固定刀片的支架；后腔借气道与滑阀室的进气孔和泄气孔相通。滑阀由操纵手把控制。工作时，压缩空气经气管接头和气道进入滑阀室，在放松手把的情况下，滑阀被推动向左移，沟通了进气道，使压缩空气进入工作缸的后腔，推动活塞向左移动，并通过活塞杆带动动刀片进行剪切。此时泄气孔被滑阀关闭，故能维持剪切所需的气体压力。握紧手柄时，滑阀向右移动，泄气孔打开，进气孔关闭，后腔的空气排出后不能补充，压力降低，活塞即在回位弹簧作用下向右移动，使动刀片打开，以便进行下一次剪切。

这种修枝剪适用于冠幅较小的果树，其零部件除刀片外，多由铝合金或塑料制成，故重量仅约 0.53kg，剪切力的冲量约达 1500N/s。能剪断的枝条直径在 25mm 以下。

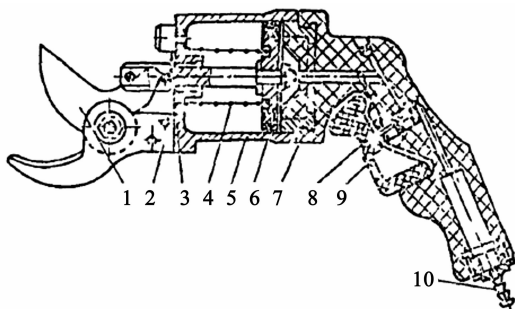


图 3-21 气动修枝剪

1. 动刀片 2. 固定刀片 3. 通气孔 4. 活塞（回位）弹簧
5. 气动工作缸 6. 活塞 7. 壳体 8. 滑阀 9. 手把 10. 气管接头

修剪高大的果树时，可用长柄修枝剪。它由动刀片、定刀片、拉杆、传动隔膜、控制阀操纵杆和气管接头等组成（图 3-22）。

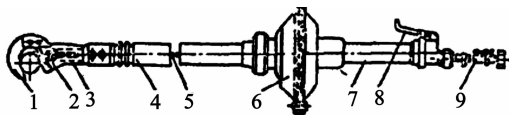


图 3-22 隔膜传动长柄修枝剪

1. 动刀片 2. 定刀片 3. 支架 4. 拉杆套管 5. 拉杆 6. 传动隔膜
7. 把手 8. 控制阀操纵杆 9. 气管接头

这种修枝剪可在树冠高处剪切 25mm 以下的枝条，每分钟剪切速度 40~60 次，在推杆长度 2m，隔膜直径 130mm 的情况下，其重量约 2.9kg。

四、修枝机自动升降台

修枝和采果时，因有的果树比较大，常需要一些辅助机具才能进行工作。常见的有钩子、梯子和升降台等。前两种是古老的工具，但在某些条件下仍难以用其他工具代替它们，所以目前依然采用。自动升降台用于将修枝工人升到较高的工作位置。泰安-I型果树修枝机的自动升降台（图 3-23）较适用于果园。

立柱的摆转范围是 60° ，伸缩臂的最大伸缩范围是 1m，工作台最大升运高度是 5m。修枝剪的开闭由人工操作。在修枝剪手柄内部装有辅助弹簧，用以增加剪切力。

修枝工人操纵安装在工作台上的换向阀手柄，就可以调整工作台的位置。改变立柱的摆角就是调整工作台的左右位置。改变伸缩臂的仰角和长短，即调整了工作台的高低位置。

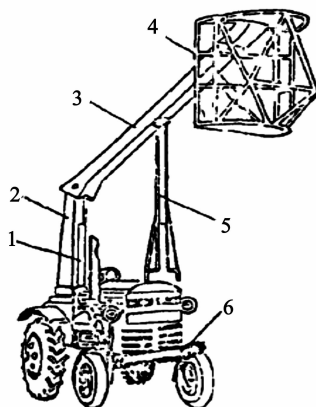


图 3-23 泰安-I 型修枝机自动升降台

1. 液压油缸 2. 立柱 3. 伸缩臂
4. 工作台 5. 前支架 6. 支架座

由于工作台的下面和立柱的上端各装一个随动油缸，因此当工作台升降时，借随动油缸的作用，可使工作台与地面基本保持垂直。由于工作台的位置可以自动调整，剪枝作业时，剪枝工人可以获得最理想的工作位置，因此既能保证作业安全，又可提高工作效率和作业质量。

泰安-I 型修枝机在平川地果园作业稳定性良好，在坡度稍大的果园作业稳定性差。在修枝性能和机组稳定性等方面，还有待于进一步改进和提高。自动升降台在国外也有很多种。如意大利的萨斯马升降台是在四轮车架上，装设 4 个升降台，每个升降台有独立的液压系统单独控制其工作位置。水平方向最大伸出长度可达 7.5m，最大升起高度是 6m，发动机功率是 11.25 ~ 15kW。瑞典的阿弗龙升降台是装在三轮车上，工作台升降由液压系统控制。工作台升降也有用钢索绞盘机控制的，其最大升起高度可达 20m。总之，自动升降台架的具体结构型式较多，其用途也广，除用于修枝作业外，还可用于摘果、采种、架设电线等高架作业。

五、油锯

油锯是我国林区机械化采伐作业中广泛使用的一种动力锯，由于它用汽油机做动力，所以叫油锯。建园中用它来伐除直径较大的乔灌木，也可用在果园管理中伐除较粗的树枝。因此，油锯是建园和果园管理机械中不可缺少的工具之一。其实前面一节所述的割灌机也是一种油锯，是用圆锯片作为锯木的机件，所以是圆锯片式动力锯。但一般所说油锯都是指锯链片锯。我国最常用的油锯都是由一个人操作的。

现以 CY5 油锯为例，说明锯链式油锯的结构原理和使用操作技术。

CY5 油锯系手持动力采伐机具，主要由动力部分、操纵部分和切削部分组成，其外形如图 3-24 所示。工作时，汽油机的动力经离合器传至链轮，带动锯链运动，切削木材、树枝。

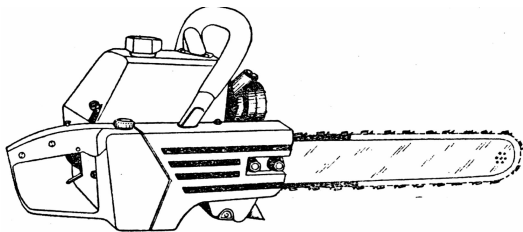


图 3-24 CY5 油锯外形图

（一）动力部分

油锯动力为单缸二冲程、风冷汽油机。其工作原理和一般二冲程曲轴箱换气汽油机一样，但在结构上有所不同，其一是它在曲轴箱进气道外有四方锥体形单向进气阀，阀片由铍青铜制成。汽化器原理图见图 3-25，汽化器法兰上有小孔，安装时，单向阀小孔朝上，与汽化器法兰上小孔对准，使曲轴箱内压差传入汽化器；二是它的发动机上装有固定式启动器和润滑锯链用的油

泵；三是采用由油泵系统、平衡系统和加速泵系统组成的 Q2 型泵膜片式汽化器，这种汽化器可使发动机在任意空间位置上均能正常供油。本发动机工作时，曲轴箱内的正负压差传到泵膜一侧，引起泵膜振动，将燃油箱中的混合油通过泵膜上的两个小舌阀吸入油腔，并经针阀送入平衡膜一侧的平衡油箱内，平衡膜的另一侧与大气相通，以平衡系统压力。

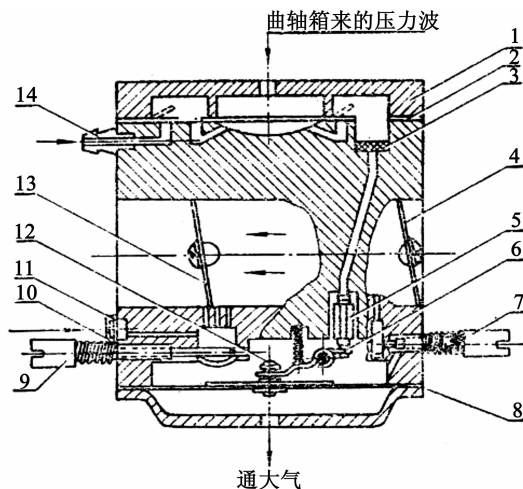


图 3-25 汽化器原理图

1. 泵盖 2. 泵膜 3. 滤网 4. 阻风阀门 5. 针阀
6. 平衡杠杆 7. 主油针 8. 平衡膜 9. 怠速油针 10. 加速泵盖
11. 加速泵膜 12. 铆钉 13. 节流阀门 14. 接头

当发动机怠速运转时，节油阀门和节油阀轴上通往加速泵的通气孔都处于关闭位置，主喷孔停止喷油，加速泵也停止工作。这时只依靠怠速喷孔喷油，维持发动机的怠速运转。在加速时，随着节流阀门的逐渐开启，节流阀轴上的通气孔也逐渐打开，曲轴箱的压力并分两路，一路仍然传至油泵系统；另一路则传至加速泵膜一侧，迫使加速泵膜来回振动，将加速泵膜另一侧的燃油

压回到怠速油道中，增加过渡喷孔喷出的燃油量，使加速时的混合气变浓，改善发动机的加速性能。加速泵原理见图 3-26。

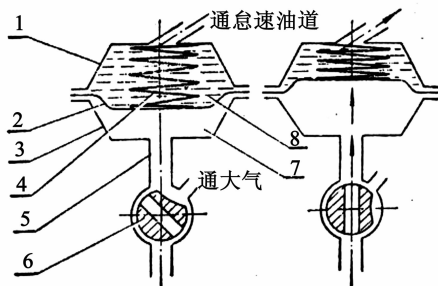


图 3-26 加速泵原理图

1. 加速泵油室 2. 加速泵膜 3. 泵盖 4. 回位弹簧 5. 气道
6. 节流阀 7. 加速泵膜另一侧 8. 油

当节流阀全面打开时，加速泵膜虽然还是处于振动状态，但是由于它产生的压力不足以克服主喷孔和怠速喷孔之间的压差和来自主油道的细长油路中作泵吸现象，并不起加浓怠速油道的油量。当发动机停止运转时，平衡膜两侧处于平衡状态，针阀压靠于阀座，堵住来自油泵部分的燃油。

（二）操纵部分

操纵部分由前手把、机体上的后手把、扳机、启动限位按钮及停火开关组成。前手把的外面套有橡胶套。扳机是控制汽化器的节流阀门开度的。启动限位按钮安装在后手把上，其作用是当启动时，使油门处于半开位置。停机时按停火开关，使磁电机短路停机。

（三）切削部分

油锯切削部分主要由锯链、导板、插木齿和防屑罩组成。

1. 锯链 锯链是油锯进行锯木的切削部件。锯链的形状与自行车链条相似，是一种板状有活动关节的链条，所有链环具有几种不同的几何形状，按一定次序交替排列起来，铆接在一起，

形成一个闭合的链条。在驱动链轮的带动下，沿着锯板的导轨作高速循环运动进行锯木。

CY5 油锯的锯链是万能锯链（图 3-27），万能锯链也叫刨刀式锯链，它只有一种锯齿，叫刨旋齿（或叫 r 形齿），分左刨旋齿和右刨旋齿两种，齿刃的形状是圆形的。其水平部分叫做水平刃，垂直部分叫做垂直刃。万能锯链的节距为 10.26mm。锯切时，木材在互相垂直的两个方向上都被切断。垂直刃的作用相当于直齿式锯链的切齿，水平刃的作用相当于清理齿。

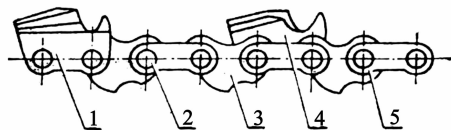


图 3-27 万能锯链

1. 右刨旋齿 2. 链轴 3. 中导齿 4. 左刨旋齿 5. 连接片

如图 3-28 所示，万能锯链横向锯木时（垂直于树干的方向），r 型齿的垂直刃进行端面切削，形成锯口的两个侧壁，其水平刃进行横向切削，将屑片刨起，形成锯口的底面，由于水平刃有 35°的倾斜角，所以锯木时，r 型齿的垂直刃和木材先接触，把木纤维切断，然后再由水平刃进行切削，并将锯屑排出锯口。

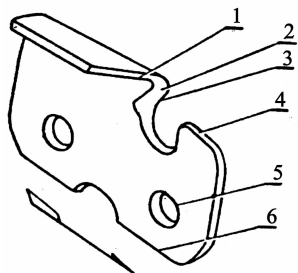


图 3-28 刨旋齿的构造

1. 水平刃 2. 垂直刃爬棱
3. 垂直刃 4. 限量齿
5. 铆钉孔 6. 齿尾

纵向锯木时（顺着树干的方向），r 型齿的水平刃进行端面切削，形成锯口的底面，其垂直刃进行横向切削，形成锯口的两个侧壁。由于 r 型齿的水平刃和垂直刃都是斜刃磨锯齿，它们能进行端面切削，所以 r 型齿不但适用于横向锯木，也适用于纵向锯

木。因而使用万能锯链锯木，木纤维不管是斜的还是横的，都可以有效地进行锯截。在 r 型齿上还有一个不带切削刃的限量齿，锯木过程中它只在木材表面滑动，其作用是使屑片厚度保持不变，以免造成油锯发动机过载。

2. 导板 导板是用合金钢制成的薄板，用于张紧和支撑锯链进行锯木。本机所用的导板为悬臂式，锯木时，导板的头部可以伸到树木以内旋转锯截。悬臂式导板分带导向轮和不带导向轮两种。CY5 油锯为不带导向轮的整体式导板，结构上比较简单，刚性大，锯链绕过导板端部时摩擦阻力较大，消耗功率较多，且导板端部磨损过甚。为了增加导板耐磨性，在导板端部堆焊耐磨合金包头。

导板两侧有沟槽，用来引导锯链运行。为了保证锯链和导板能够紧密地贴合在一起，导板的外形曲线采用抛物线的一段。

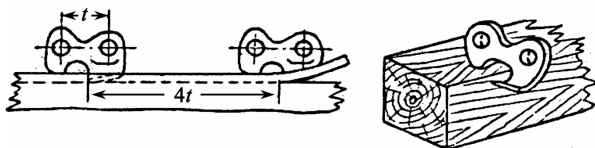


图 3-29 万能锯链工作原理图

t ——链轴轴距

导板作成两侧对称的形状，在其锯木的一侧磨损以后，可以把它调转过来继续使用。导板尾部开有长槽，用螺栓把导板固定在机体上。锯链的张力靠改变导板位置来调整。

导板尾部有润滑油孔，通过它将润滑油从油箱压入导板槽沟，对导板和锯链进行润滑。

3. 插木齿和防屑罩 插木齿似张开手指状，位于锯链旁，固定在机体上，锯前，先将插木齿的最下面一个齿插入树干，使锯平稳，然后慢慢加大油门。防屑罩为一薄铁板制成，罩在锯链后部，用以控制锯屑方向。

（四）离合器

离合器装在发动机曲轴的一端，用它将发动机动力直接传递给锯木机构的链轮。工作时，离合器接合，保证可靠地传递动力，在锯链卡阻时，离合器能自动切断动力，从而保护发动机不致熄火和因过载而损坏。当发动机怠速运转时，离合器自动分离，锯链不运转，从而减少磨损，保证工人安全。因此在油锯上离合器不仅是重要的传动部件，也是重要的安全装置。

（五）使用技术和注意事项

（1）新油锯必须经过 30h 中小负荷磨合以后才能全负荷运转。

（2）使用前要检查锯链紧度，用手指向上拉锯链，可将锯链抬起 10mm 左右为合适。

（3）锯木之前，首先要使插木齿靠紧在树干上，然后使锯齿轻轻地接触树干，等锯板进入树干中以后，再逐渐加大送锯力，油门也随着送锯力的加大而加大。

（4）如果发生夹锯或卡锯现象，可将导板在锯口中左右活动一下，轻者就可以排除。如果仍然不能消除，就要在锯口中加楔，增加锯口宽度，以便抽出油锯。

（5）油锯使用后，应放在干燥、避雨和避晒的地方。

第七节 割灌机械

割灌机可用于割除果园堰埂和边角上的杂草与灌木，收割果园中的间种作物和绿肥。软轴割灌机也可割除果树病株的枝条等。用割灌机修剪果树时应特别注意工作头能否通过枝条间隙，以免割伤保留的枝条。日本的海狸牌割灌机备有专用的修枝锯，其锯片略小于割灌机的锯片，可一只手操作，比较灵活。修剪高处的枝条时，需用梯子和升降台等辅助设备。

割灌机有手持型和手扶型两大类。后者是把割灌机装在手推车上，对于坡度大、地形复杂的山区，显然不够灵活。我国目前生产的都是手持型，其中又依传动部件的不同分为软轴的和硬轴的两种。软轴割灌机的发动机可以背负，切割部件可以平行于地面进行作业。硬轴割灌机的某些性能不如软轴型，但制造容易，且硬轴比软轴耐久可靠。

一、割灌机的构造和工作原理

割灌机组成见图 3-30。发动机多采用 IE-40F 型汽油机。其传动系统包括离合器、中间传动部分和减速器等。

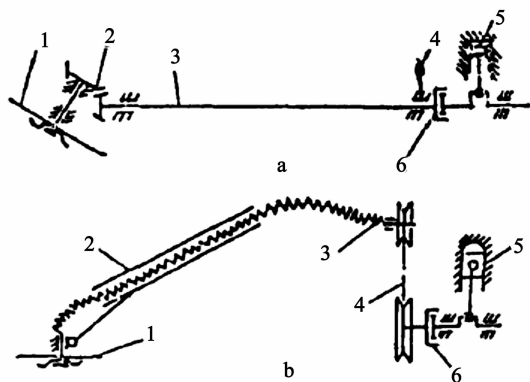


图 3-30 割灌机简图

- a. 硬轴机 1. 锯片 2. 锥齿轮 3. 传动轴 4. 挂节点 5. 发动机 6. 离合器
b. 软轴机 1. 锯片 2. 软轴套管 3. 软轴 4. 传动皮带 5. 发动机 6. 离合器

(一) 离合器

它的作用是将发动机发出的动力传递给割灌机的工作部分。割灌机采用离心滑块式离合器。当发动机转速达 $2800 \sim 3200 \text{ r/min}$ 时，在离心力作用下，离合器将汽油机的动力传给传动轴。当发动机的转速小于 2800 r/min 时，由于离心力减弱，离合器不

能传递动力。当工作部件受到特大阻力（如卡锯）时，发动机转速降低，离心块的离心力减小，离合器就不能传递动力，以免造成发动机高速停车或损坏机器，此时应及时关小油门，抽出锯片。

（二）工作部件

割灌机备有各种圆锯片和刀片（图 3-31）。圆锯片用于切割直径为 3~18cm 的灌木和立木。三刃刀片和双刃刀片主要用于切割直径在 3cm 以下的杂草、嫩枝条和小灌木等。三刃刀片是将 3 片刀片均匀地布置在刀盘上，刀盘有正反面之分，刻有“上”记号的一面安刀片，另一面安防卷圈。双刃刀片每片有 4 个刃口，可以翻转调头使用，刀片的固定孔为长槽，用于调节刀片在刀盘外的伸出长度。切割嫩草时，刀片外伸量可大些，切割老或硬的枯枝、杂草时可短些，但必须使各刀片伸出长度相等。

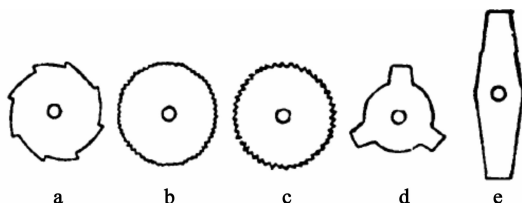


图 3-31 刀片型式

a. 8 齿圆锯片 b. 80 齿圆锯片 c. 40 齿圆锯片 d. 三刃刀片 e. 双刃刀片

工作部件还安有下托盘和防卷装置。下托盘主要用来保护锯片或刀盘，防止碰撞地上石块等障碍物。有自由式和非自由式两种。自由式下托盘（图 3-32a）工作时，托盘本身不随锯片或刀盘旋转，能适应地形、地物自由转动，使机器操作灵活。在锯割较大直径的树木时，不采用下托盘。

防卷装置用来防止被割物卡入锯片（或刀盘的压板）与心轴之间，其外表圆滑，形状如碟，装配时与刀盘固定在一起。其直径比心轴大得多，故可将杂草阻隔于心轴之外。

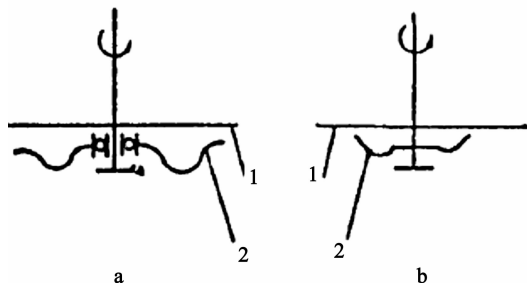


图 3-32 下托盘简图

a. 自由式 b. 非自由式

1. 刀盘（或锯片） 2. 下托盘

（三）操纵部分

操纵部分包括手油门、把手、联结器。发动机着火后，用手油门逐渐加大油门，随着发动机转速的提高，自动离合器结合，带动传动轴通过一对锥形齿轮，将发动机的旋转运动变为圆锯片或刀盘的水平旋转运动，进行锯切工作。机器的转速靠手油门控制。

二、割灌机的使用

启动前应注意：混合油要按一定比例并经搅拌过滤后方可加入油箱；检查齿轮箱中润滑油油面；检查锯片或刀盘、刀片是否紧固，安装方向是否正确。发动机启动后，应先怠速运转几分钟，待机器达到正常温度后方可进行工作。如低转速时锯片也转动，则需调整离合器弹簧。工作时应根据作业项目、负荷大小而改变油门大小。割杂草、小灌木时，可左右摆动连续切割；割直径 3~8cm 的小树时，只能由一方单向切割；割直径在 8cm 以上的小树时，应按树倒下的方向，先锯下口，然后伐倒。工作中严禁以冲击砍切直径在 3cm 以上的立木，工作中锯片不得碰石头或金属物件。卡锯时，应关小油门，抽出锯片，再继续工作。工

作时周围 3m 以内禁止站人。刀片和锯片磨损后应及时锉磨。对于新机子，应按规定进行磨合，然后方可正式使用。软轴割灌机使用时，应注意切割方向。因为软轴系由多层钢丝绕成，切割时应使阻力矩的方向与最外层钢丝绕向相同，即阻力矩只能使外层钢丝绕紧而不是放松。

第八节 果园枝条处理与利用

果业在我国农业生产中占据着重要的位置，果业的发展不但满足了市场的需求，而且成为农民致富的重要手段，但果园残枝利用一直是困扰果园的一项难题。在我国，大多数林果树木每年都需修剪枝条，还有一部分果林通过高接换优等手段进行品种更新，这样就会产生相当多的残枝，修剪残枝除了山区农民作为燃料做饭外，大量修剪残枝无法消化。大部分残枝不可避免地被堆放在田边、路旁和宅院附近，影响农民生活环境和果树虫害传播以及引发火灾等隐患。解决好果业发展中的残枝治理和资源化利用问题对于果业的健康发展、农民致富具有十分重要的意义，同时也是保护农村生态环境、提高农民生活质量的需要。

一、果园修剪树枝资源情况

在我国，大多数林果树木每年都需修剪枝条，还有一部分果林通过高接换优等手段进行品种更新，这样就会产生相当多的残枝，另外，市区街道及公路两侧绿化带的树木每年也需要修剪，加起来数量相当可观。单从果树修剪来看，果树主栽品种桃、苹果、梨一般种植 30 ~ 45 棵/亩，每棵树每年剪枝量根据树龄不同，低幼果树一般每亩年剪 50 ~ 100kg，进入盛果期，苹果、梨一般每亩年剪 100 ~ 150kg，桃一般每亩年剪 250 ~ 400kg，如果果树采用高接换优等手段进行果树品种更新，以及果树 17 ~ 20 年就要进行砍伐更新一次性产生的残枝量会成倍增加。我国现有

果园面积约 15 500 万亩，以每亩修剪枝条 300 千克/亩计算，年修剪枝条高达约 4650 万 t，修剪枝条的开发利用有着极其广阔的前景。

二、修剪树枝利用现状

现在修剪树枝主要作为农村燃料，特别是在山区，液化煤气等清洁燃料还较少，农民做饭还是使用传统的干柴，这些地区修剪下来的枝条，大部分被果农整理打捆、运送回家，解决燃料问题。抽样调查显示，每年薪柴和剪下果枝其中 70% 用于烧柴 30% 丢弃，另外，还有一部分比较粗大的树枝和果园更新的果树干被烤鸭店收购。

目前，随着农村生活条件的改善，除了山区外大部分平原地区的农户很少使用干柴做饭，果枝无法消化。残枝的其他用途开发较少，用量不大，而且残枝价值低，收集出售不经济，果农不愿做。这些都使残枝面临着越来越多的废弃，再加上现在一般都是规模果园，残枝量集中，由残枝造成的问题也会越来越严重。大部分残枝不可避免地堆放在田边、路旁和宅院附近，极易产生不良后果。一是由于残枝带有许多病原菌，极易诱发虫害、威胁果品生长。二是干燥的树枝露天堆放，腐烂后易产生细菌污染土质和水源，也容易造成火灾，影响农民生活环境。三是一些残枝被散放在田边沟渠等处，容易造成河道堵塞等。因此，修剪树枝的综合利用具有明显的经济效益和社会效益。

三、修剪树枝处理和利用技术

（一）有机肥转化

树枝是植物根部吸收养分造就而成的有机物，含有丰富的有机质和植物养分，如表 3-5 所示。目前，对修剪树枝有机肥转化主要有两种利用方式，一种是将果树枝条粉碎，将粉碎后的木

屑均匀铺放在果树下的地面上进行自然腐化，一方面可以防止果园杂草生长、保持土壤水分，同时，底部先腐烂的残枝慢慢腐烂，并缓慢释放养分从而形成有机肥料。此方法相对简单易行，但过程较为缓慢，所铺厚度 2cm 粉碎修剪树枝全部转化成肥料，大概需要 2~3 年时间。另一种是用粉碎的枝条做基质与腐土混合堆腐，制作有机肥。为了利于腐化，将修剪树枝粉碎至 2~5mm，调节其含水率 40% 左右，选用菌种丰富的腐土按 4:1 的比例混合堆腐，在农村，可以加入适量餐厨垃圾和沼气残液来增加发酵菌种。通过混合物料中存在的好氧性微生物的生物代谢作用，不断分解有机物料，产生二氧化碳和水，同时产生热量使温度上升，一般在 24~48h 内，堆肥物料内温度就可以升至 55~65℃，维持此温度一段时间，就可以杀死蛔虫卵、大肠杆菌等有害病菌。经过 10~15 天的高温发酵过程，混合物料在菌种的分解作用下，树枝、落叶的结构被破坏，转化成富含植物营养物的腐殖质，其中的养分如氮、磷、钾，以及各种微量元素钙、镁、锰、铜、锌等被释放出来，以各种游离形态存在，供给植物养分吸收。再经过一段时间的自然堆置熟化，堆肥物料水分进一步挥发，一些难分解的有机物如木质素、纤维素得到进一步腐殖质化和矿质化，形成稳定的有机质。经过堆腐形成的肥料可直接覆盖于果园地面或在树冠外缘地表开沟施肥。据测算，用这种方法生产 1t 有机肥，可消耗果树枝条 0.4t 左右，是果树修剪树枝的有机肥转化的主要利用方式

表 3-5 修剪枝条主要营养参数一览表

枝条直径 (cm)	氮 (N) %	磷 (P) %	钾 (K) %	钙 (Ca) %
30 ~ 35	0.35	0.055	0.69	0.81
25 ~ 30	0.39	0.052	0.50	0.72
15 ~ 25	0.48	0.057	0.75	0.68

利用果园修剪树枝粉碎制作有机肥,经过高温灭菌处理用于香菇栽培在我国一些地区取得了较好的成果,据北京平谷示范区的果树下种植香菇为例,面积已有 6.7hm^2 ,每亩可利用脱毒处理的碎枝干近 4t ,总需求量为 400t 左右。同时,在河南西峡县和陕西杨凌等地都有利用果树树枝培养香菇的报道。苹果树枝屑有充分的碳源和氮源供给菌丝体生长发育,为香菇实体合成有机物创造了条件。采用苹果树枝屑袋栽培香菇,菌丝体生长快,产量高,便于集中管理,经济效益可观。随着香菇种植效益的稳定提高,可以在其他地区的果园种植推广这种利用方式,吸引更多的农户参与生产。扩大种植面积,对果园修剪枝干的需求量也会相应增多。

(二) 压缩成型燃料

美国在 20 世纪 30 年代就开始研究压缩成型燃料技术,并研制了螺旋压缩机及相应的燃烧设备,我国从 20 世纪 80 年代开始研究生物质燃料技术,并取得了初步成果。压缩成型燃料技术分为湿压成型、热压成型和炭化成型技术三种。对于果园修剪树枝而言,粉碎后的树枝颗粒在压力作用下常温变形较小,难以压缩成型,但修剪树枝本身的木质素含量高,在高温下软化能起黏结作用,因此,其成型反而容易。所以,修剪树枝多采用热压成型技术来制作成型燃料。热压成型工艺中采用的致密成型设备主要有螺杆挤压式成型机、机械驱动活塞冲压式成型机、液压驱动活塞冲压成型机和压辊式颗粒成型机等几种形式,由于螺杆挤压成型技术发展较早,压缩成型燃料多采用此技术。螺杆挤压成型机利用螺杆挤压生物质,靠外部加热,维持成型温度为 $150 \sim 300^\circ\text{C}$,使木质素、纤维素等软化,挤压成生物质压块。启动时成型部件和物料温度低于成型温度,因此需要用电热元件加热成型部件。运行中,根据成型部件温度变化,由温控器自动控制温度于设定温度。为避免成型过程中原料水分的快速汽化造成成型

块的开裂和“放炮”现象发生，一般将原料的含水率控制在 8% ~ 12%。成型压力的大小随原料和所要求成型块密度的不同而异，一般在 4.9 ~ 12.7kPa，成型燃料形状通常为直径一致的空心燃料棒。其工艺过程一般可分为原料粉碎、干燥混合、挤压成型和冷却包装等几个环节。其制作工艺流程如图 3-33 所示。

将修剪树枝粉碎压缩制作燃料，可广泛用于人民生活、饮食服务业，如采暖、烧饭、烘烤食品。在农村任何柴灶都可燃烧，四口之家一餐饭需 1kg，添加一次即可做成，而且黑烟少，火力旺，燃烧充分，不飞灰，干净卫生。另外，压缩成型燃料可以作为发电厂燃料来替代燃煤或燃油发电，发展前景广阔。



图 3-33 树枝粉碎热压成型工艺

（三）修剪树枝气化炭化

生物质气化作为一种高效洁净的使用方法，在提高物质利用率及减少污染方面有重要作用，它是生物质热化学能转化中最重要的一种形式，生物质气化后利用率是直接燃烧的 3 ~ 5 倍。生物质作为气化原料和煤相比，具有更好的反应性，其挥发成分含量高、H/C 和 O/C 比高、灰分含量较低、空隙率大、孔径大。这些性质使生物质成为气化的理想原料。近些年来，农业废弃物气化技术在我国取得了长足发展，已经在部分乡村成功应用。农业废弃物气化既解决了农作物废弃物对农村环境的污染问题，又解决了农村燃料问题，是一项很好的农村实用技术。和其他生物质（如稻壳或秸秆）相比，修剪树枝具有含碳量高、热值高、灰分含量极少的优点，是秸秆气化装置最好的燃料，作为气化原料的修剪树枝需要干燥，使其含水率小于 15%，粉碎长度 20 ~ 50mm，粒径不大于 20mm。为了提高气化效率，可采用硫化床气化炉进行气化，产气率高，而且气化后所剩的木炭也具有很高

的利用价值。在北京平谷应用表明,气化炉运转起来每千克果树枝可以产约 2m^3 可燃气,一个四口之家每天需燃气 $5 \sim 6\text{m}^3$,消耗树枝 3.5kg 。另外,对于压缩成型的棒材和修剪直径较大树枝可以在缺氧的条件下进行直接炭化处理,制作木炭,可广泛应用于工业冶金、食品烧烤、家庭取暖等领域,有较好的发展前景。

(四) 为制作板材、造纸等企业提供原材料

修剪下来的果树枝经过打碎、刨片、干燥、拌胶、铺装、热压等程序后,可用来生产建筑板材,用盘式削片机加工的精片可以供应造纸厂制作木浆使用。在上海和河北等地都有用修剪树枝制作板材成功的企业案例。为了能够充分利用枝条,树枝的粉碎和储运是必不可少的环节,都需要一种枝条粉碎设备,重点研制开发或引进、试验不同生产能力的枝条粉碎机,满足不同规模果园的需要是推广果园修剪树枝的关键。同时,修剪树枝的回收利用,很大的费用在运输和存储环节上,为了减少运输和存储成本,提高果园修剪树枝的利用效率,要在划定果园的经济半径区域内建立修剪树枝加工企业,在此基础上,逐渐配备枝条粉碎机,使这些地区的大部分残枝实现粉碎、包装运输或就地分散消化,不仅解决了果园残枝对环境的污染,同时为相关企业提供一种可靠价廉的生产原料,不失为一项一举两得的公益事业。

四、果园修剪枝条利用机械与设备

目前国内修剪枝条利用机械主要集中于树枝粉碎设备,国内有些厂家及科研机构对树枝粉碎设备进行了研究和开发,旨在为废弃树枝的处理及资源化利用提供相应的技术支撑,促进城市的环境保护工作。

图 3-34 为南京农业大学设计的修剪枝条粉碎机,该机主要由机架、喂入装置、粉碎装置和动力驱动系统组成。其中喂入装置、粉碎装置和动力驱动系统为本机的关键部件。

喂入装置的功能是将树枝匀速推进到粉碎装置中，并在粉碎过程中扶持树枝。为了适应喂入不同直径的树枝，喂入装置采用“浮式”工作原理：喂入滚轮组件（包括喂入滚轮、喂入轮轴、轴承、支撑滑块及驱动液压马达）可以在垂直滑道内上下浮动，喂入滚轮由液压马达驱动，液压马达的进油管和回油管采用软管，以适应喂入滚轮组件的上下浮动。树枝从左侧喇叭形喂入口喂入，被喂入滚轮圆周上的齿条咬住，向粉碎装置方向拖动；同时，喂入滚轮沿着滑道向上滑动，树枝被拖入喂入滚轮和喂入装置底板之间，并沿喂入滚轮外圆周下端面切线方向向粉碎装置推进。此后，喂入滚轮组件靠重力作用始终压在树枝上，以适应树枝直径的变化。树枝前端进入粉碎装置开始粉碎后，喂入滚轮继续压在树枝上，在切削过程中起扶持和送料作用。

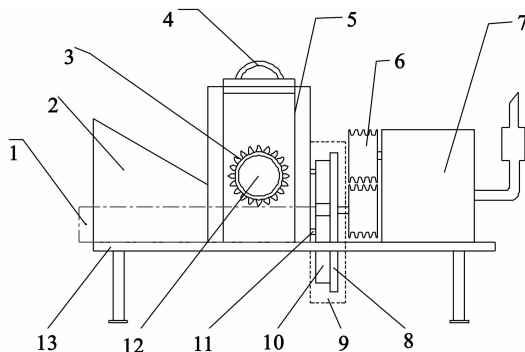


图 3-34 修剪枝条粉碎机

1. 树枝 2. 喂入口 3. 喂入滚轮 4. 喂入滚轮组件 5. 滑道 6. 皮带轮
7. 发动机 8. 刮板 9. 料箱 10. 刀盘 11. 切刀 12. 液压马达 13. 机架

粉碎装置主要由两把切削刀、刀盘和两片刮板组成。两把切削刀径向安装在刀盘的左端面，间隔 180° ，刀刃与刀盘端面的间隙为 10mm，用于控制树枝的粉碎程度。刮板径向安装在刀盘的右端面上，随刀盘一起高速旋转，产生高速气流将切下的木屑

通过排料管排出。除了作为切削刀的刀架外，刀盘还起飞轮储存能量的作用，保证切削刀切削较粗的树枝时产生足够大的切削力。树枝粉碎机的动力选用 30kW 的柴油机，通过三角皮带传动直接驱动粉碎装置。喂入装置通过液压系统驱动，液压系统的液压油泵也是通过三角皮带传动，调速阀和换向阀分别控制液压马达的转速和正反转，以控制树枝的喂入速度及树枝的喂入和退出。控制阀与液压马达之间通过软管连接，以适应喂入装置的上下浮动。

该机能粉碎最大直径达 200mm 的树枝，生产率较高，产生木屑可达 $2.8\text{m}^3/\text{h}$ 。

第四章 果园喷滴灌系统与设备

果园灌溉主要有喷灌、滴灌和微喷等灌溉技术。果园建设中合理采用灌溉技术不仅具有科学管理计划用水、节水省劳力的作用，改善田间小气候等功效，并起到高效增产的效果。

第一节 喷滴灌用离心泵

一、离心泵的构造与工作原理

（一）离心泵的类型与性能特点

离心泵是利用叶轮旋转扬水的水泵。这种水泵因其流量小，扬程高，类型规格多而成为果园生产中，尤其是喷滴灌系统里应用广泛的主要泵型。离心泵按叶轮的数量分为单级泵和多级泵；按吸水的方式分为单吸泵和双吸泵；按轴的安装型式分为立式泵和卧式泵。果园生产中应用的泵型有两种：一种是单级单吸离心泵（如 IBIS 泵），它是单个叶轮，单侧吸水，悬臂安装的卧式离心泵；一种是喷灌离心泵和喷灌自吸离心泵（如 BPP 型和 BPZ 型泵），是专用于喷灌系统的离心泵。

（二）离心泵的构造和工作原理

1. 一般构造 离心泵主要由叶轮、泵体、轴与轴承、密封装置与支架组成（图 4-1）。

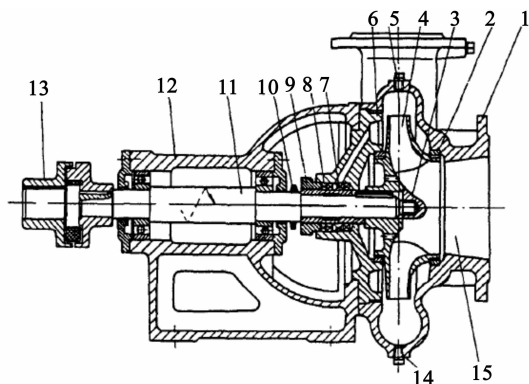


图 4-1 离心泵的构造

1. 泵体 2. 减漏环 3. 叶轮固定螺母 4. 叶轮 5. 放气螺塞 6. 后盖
7. 水封环 8. 填料 9. 填料压盖 10. 挡水圈 11. 泵轴 12. 托架
13. 联轴器 14. 放水螺塞 15. 吸入室

(1) 叶轮对水做功，实现能量形式的转换，把动力机的机械能传递给水，转变成水流的动能和压能。其结构型式有闭式、半开式和开式三种（图 4-2）。闭式叶轮适用于清水；半开式叶轮适用于污水；开式叶轮适用于浆液或粪水。

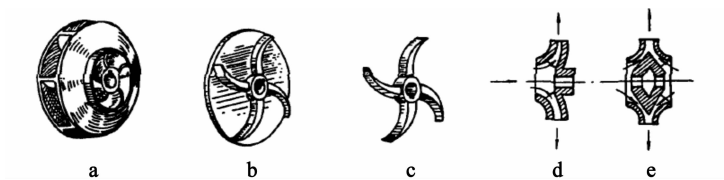


图 4-2 叶轮结构与型式

- a. 闭式叶轮 b. 半开式叶轮 c. 开式叶轮 d. 单吸泵叶轮 e. 双吸泵叶轮

(2) 内腔与叶轮外缘间的过水断面呈由小到大的渐变的蜗旋形流道，用于汇集叶轮甩出的水并形成水流，消除涡流与紊流，使水流降速增压，最大限度地将水流的动能转化为压能（图 4-3）。

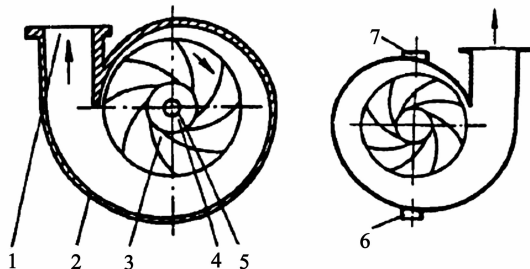


图 4-3 泵体

1. 出水口 2. 泵壳 3. 叶轮 4. 进水口 5. 泵轴 6. 放气螺塞 7. 放水螺塞

(3) 轴与轴承：单吸泵的轴的一端安装叶轮，另一端安装联轴器或皮带轮，中部用轴承支撑。双吸泵的轴中部安装叶轮，两侧由轴承支撑，一端的端头安装联轴器。轴承一般采用滚动轴承，少数采用滑动轴承。

(4) 密封装置用于减小轴与泵体轴孔间的间隙，减缓泵内压力水沿轴的渗漏。常用的密封装置有填料密封和橡胶密封。大中型离心泵还另采用其他密封措施。

2. 工作原理 离心泵的工作分压水和吸水两个过程（图4-4）。

(1) 压水过程启动前，需向泵内灌水，使叶轮浸在水中。启动后，叶槽中的水随叶轮转动，受离心力的作用，水沿叶片切线

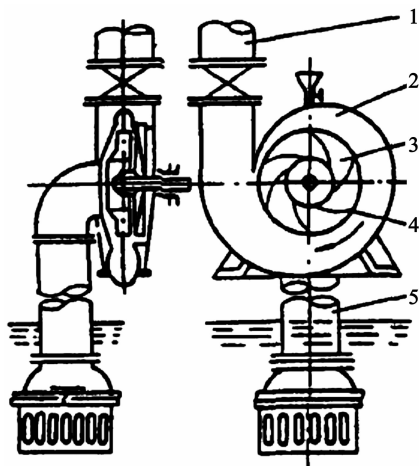


图 4-4 离心泵的工作原理

1. 出水管 2. 泵壳 3. 叶轮
4. 叶片 5. 吸水管

方向以高速甩入泵体蜗道，并最终形成具有较高压力的水流，沿出水管流向高处。

(2) 吸水过程叶轮叶槽中的水被甩离开，在叶轮的中心处形成真空，而水源的水面受到大气压的作用，在压力差的作用下，水沿进水管被吸入到泵内叶轮处。叶轮连续转动，水泵的吸水与压水过程连续进行，水源源不断地被提往高处。

(三) 自吸离心泵的构造和工作原理

1. 结构特点 自吸离心泵是在单级单吸离心泵的基础上做两项改进设计而成的(图4-5)。首先是将泵体的进水口位置增高，构成一贮水室，使叶轮淹没在水中；其次是将泵体增大，并在泵体内部设置一隔板，将原来一个流道隔成内外两个流道，泵体出口处膨大，构成气水分离室，使气水混合物降压脱气。

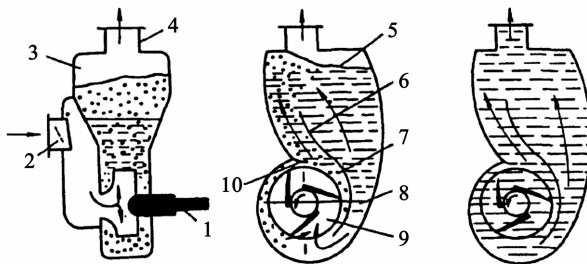


图4-5 自吸离心泵的结构与工作原理简图

1. 泵轴 2. 吸水口 3. 泵体 4. 出水口 5. 气水分离室 6. 隔板
7. 内流道 8. 外流道 9. 叶轮 10. 泵舌

2. 工作原理(同离心泵)

(1) 吸气混合过程叶轮旋转将叶槽中的水甩至蜗室，叶轮中间形成真空，进水管中的空气被吸入叶轮并被叶轮甩入叶轮四周的水，与水混合，形成气水混合物。

(2) 脱气回水过程气水混合物压力增高后被压出蜗室，经内流道进入气水分离室。由于容积增大，压力下降，气体逸出，

而水则下沉，经外流道进入叶轮处。两过程连续进行，利用贮水室内少量的水反复与进水管中的空气混合并排出泵体。最终进水管中压力下降，在内外压差作用下，水充满进水管和叶轮，水泵开始正常泵水。

二、水泵的工作性能

（一）水泵的性能参数

水泵的铭牌上标有流量、扬程、功率、效率、转速和允许吸上真空高度等，它们用以表示水泵的性能参数，标志水泵的性能。

1. **流量** 水泵在单位时间内的出水量称为流量。用符号 Q 表示，单位为 m^3/h ， L/s 。

2. **扬程** 水泵使水流获得压能后所能达到的扬水高度，即水泵在理论上能够将水扬送的高度称为扬程，也称总扬程，用符号 H 表示，单位为 m ，水泵的铭牌和产品目录上标示的扬程值为总扬程。由于水流经管道时会消耗一些能量，引起扬程损失，使水泵的实际扬程小于理论总扬程。

3. **允许吸上真空高度** 用符号 H_0 表示，单位为 m 。 H_0 值是表示水泵吸水能力的参数，也是确定水泵安装高度的依据。水泵吸水时，叶轮吸水口处的真空度在理论上可以将水吸上的高度叫吸上真空高度。该值理论上最高可达 10.33m 水柱高。但是，当吸水口处的真空度达到一定值（压力下降至某值）时，原来溶解于水中的空气因溶解度下降而逸出，在水中形成气泡。当这些气泡进入压力增高的叶槽时就会破裂并重新凝结，气泡周围的水以很高的速度向气泡破裂后的空间运动并互相撞击，产生很大冲击力，使水泵产生噪音和振动，水泵的流量、扬程和效率会急剧下降，叶片表面会因疲劳产生剥蚀损坏，这种现象叫汽蚀现象。必须限制吸上真空高度不能超过某值，以免产生汽蚀现象。

通过试验确定出某一泵型不发生汽蚀现象的真空高度叫允许吸上真空高度。 H_0 值不能直接用于确定水泵安装高度, 即实际吸水扬程, 必须扣除吸水管路的损失, 水泵的实际安装高度如果超过上述计算值, 就会造成吸上真空高度超过允许吸上真空高度而产生汽蚀现象, 甚至吸不上水。

4. 功率和效率

(1) 有效功率: 水泵在单位时间内把一定质量的水扬送到一定高程所做的功为有效功率。也就是指水泵传给水流的输出功率, 用符号 P 表示, 单位为 W。

(2) 轴功率: 指由动力机输入水泵轴的功率, 即输入功率, 用符号 P_z 表示, 单位为 W 或 kW。水泵工作时, 由于轴与轴承的摩擦和挤压, 水流的外漏和回流而耗用部分功率, 使输出的有效功率 P_x 小于水泵的输入功率 P_z 。

(3) 效率: 表征水泵轴功率转化为有效功率的程度, 是衡量水泵经济性能的参数, 也是选用和使用水泵的重要依据。效率就是指有效功率与轴功率比值的百分数。

5. 转速 用符号 n 表示, 单位为 r/min , 水泵的铭牌和产品目录中标示的转速为额定转速。水泵的转速改变时, 其流量、扬程和功率将相应地按比例发生变化。在使用中, 不应让水泵的转速超过额定转速, 以免引起动力机超负荷。转速一般不超过额定值的 5%, 即降低转速, 可使水泵得到不同的性能指标, 使水泵的工况范围扩大; 但转速下降太多, 将使水泵效率降低, 甚至抽不出水。

(二) 水泵的性能曲线

当水泵转速一定时, 调节改变水泵的流量, 则水泵的扬程、轴功率、效率和允许吸上真空高度等参数都将随之变化。其变化规律通过实验测得。各类型水泵通过实验, 测出在额定转速下其扬程、轴功率、效率等随流量变化的关系, 并以曲线形式表示,

称之为水泵的性能曲线或特性曲线。各类水泵的性能曲线汇编在《水泵产品样本》中，作为选用和使用水泵的技术资料。

1. 性能曲线 图 4-6 是 IS50-32-125 型离心泵的性能曲线，其变化规律如下：

(1) 流量—扬程曲线 ($Q-H$)：表征离心泵的扬程随流量变化的关系。流量小，则扬程大；随着流量增大，则扬程渐小。因为水泵流量增大时，泵内流速增加，引起损失扬程增加，导致扬程下降。

(2) 流量—功率 ($Q-P$) 曲线：表征轴功率随流量变化的关系：流量减小，则轴功率下降；流量增大，则轴功率增加，因为随着流量增大，扬程下降不多，流量与扬程的乘积仍然增大，导致轴功率上升。

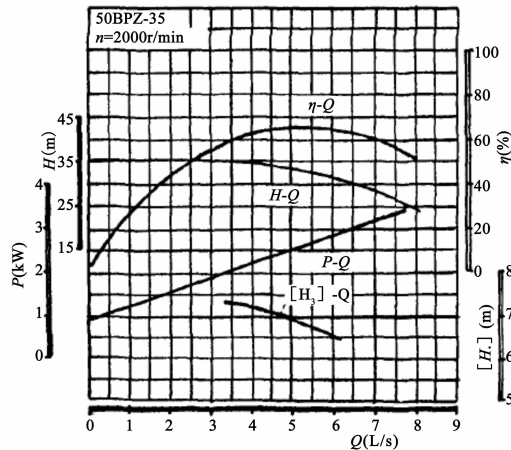


图 4-6 离心泵性能曲线图

(3) 流量—效率 ($Q-\eta$) 曲线：表征效率随流量变化的关系：当流量为零时，效率也为零；随着流量增大，效率也渐增；当流量达到设计值后，流量增大，效率却逐渐降低。

2. 性能曲线的应用 根据水泵的性能曲线，可合理选用和

正确使用水泵。

(1) 合理选用水泵：当水泵在效率最高点（高效点）对应的扬程和流量下工作时最经济，此工作点称为高效工况点。为了扩大水泵的适用范围，在高效点的两侧，效率较高的一段标定为工作范围，在 $Q-H$ 曲线上用两条波折线表示，此范围称为高效工况区，简称高效区。在选用水泵时，应使设计扬程值在性能曲线标示的高效区内，以期获得较高的工作效率和经济性能。以满足生产需要的设计扬程值和设计流量值为依据，在《水泵产品样本》或产品目录中水泵型号的选择应首先满足扬程值的要求，使设计扬程值尽量与水泵高效点的扬程值接近，不宜超出高效区范围；若不能与高效点的扬程值一致，则应选在高效点扬程值至低扬程值的范围内较好，以使水泵在实际工作中更能适应扬程的变化。扬程值选定后再核对其对应的流量值是否与设计值一致。对用于地面灌溉系统中的水泵，在不影响轮灌周期的情况下，流量值的选定可大也可小，并通过调整水泵每次开机时间来满足灌水量要求。对用于喷滴灌系统中的离心泵，所选流量值只可偏大，不可偏小。因为偏小可能会影响喷滴灌系统的轮灌周期，且会使喷头工作压力下降，影响喷灌质量；流量偏大可以通过关小闸阀调节或缩短喷洒时间。但仍应尽量选择流量接近设计值的水泵以降低配套功率。

(2) 正确使用水泵：从离心泵的 $Q-P$ 曲线看，当流量为零时，轴功率也为零，因此离心泵应关闭闸阀启动，以减轻动力机的启动负荷。由于离心泵的轴功率随流量增大而增大，高扬程水泵在低扬程区工作时，虽可增加流量，但水泵轴功率也增大，可能造成动力机超载。在这种情况下，应关小闸阀，减小流量，以降低轴功率，避免动力机超载。

三、离心泵的运用技术

(一) 离心泵的选配

离心泵的选配包括两个方面的内容：一是根据喷灌或滴灌系统所需的流量和扬程选择具有与之相适应额定流量和额定扬程的离心泵；二是根据离心泵的额定转速和轴功率选配合适的动力机。离心泵动力机组只有在离心泵铭牌上所标注的额定转速、额定流量、额定扬程及动力机铭牌所标注的额定转速、额定功率等参数下运行，才能在满足灌溉要求的前提下，达到高效率及使用经济性的要求。

1. 流量和扬程的选择 首先要计算出系统所需的流量和扬程，而后在离心泵性能规格表中选择相适应的泵型。对于固定式和半固定式喷灌系统、滴灌系统，扬程和流量的计算比较复杂，一般应交由专业工程技术人员进行。泵的选型也应按照前面所述的原则进行，或可交由工程技术人员选定。

另外，在选择水泵时，还要结合地形、水位高低及海拔高度选择适当的允许吸上真空高程及动力机铭牌所标注的额定转速、额定功率等参数下运行，才能在满足灌溉要求的前提下，达到高效率及使用经济性的要求。一般海拔每增高 1000m，泵的实际允许吸上真空高度比其铭牌所标注的值要减低 1m，因此，所选泵的允许吸上真空高度应大于实际所需的吸上真空高度才能适用。

2. 动力机的选配 包括选择动力机的类型、额定功率、额定转速等内容。在有电源的地区应尽量选用电动机，在没有电源的地区或移动式喷灌系统中才采用柴油机。动力机的功率和转速的选择也很重要。若功率选大了，会造成电力或油料的浪费，经济性不好，且易发生事故；功率选小了，会造成动力机带不动，或长期超负荷，损坏动力机。若动力机转速选大了，当其转速超过水泵额定转速 10% 时，水泵很快就会损坏；但动力机转速过

低，水泵的流量、扬程都显著下降，甚至抽不上水，一般规定不允许水泵在低于额定转速 50% 的情况下工作。

对于固定式、半固定式喷灌系统和滴灌系统的动力机选配请专业工程技术人员进行；对于移动式喷灌机组，其水泵、动力机及其他辅助装置均由厂家配好，无须自行选配，买回即可使用。

（二）水泵的安装

1. 安装场地的选择 应选择土质坚固、干燥并有足够平坦面积的地方，以利操作维护。尽量靠近水源，以降低吸水扬程。

2. 压水管的安装 喷滴灌系统的压水管直接与系统的干管相接，可看成是干管的一部分。压水管应安装牢固，根据需要采用多个支撑固定压水管，防止由于机组的震动引起管道系统的破坏。

3. 吸水管的安装 所选吸水管的内径应大于水泵进口内径，采用变径管连接。吸水管上的任一点，不得高于水泵进口，否则会造成吸水管内空气排不尽，造成出水量不足或抽不出水。吸水管的正确安装如图 4-7。

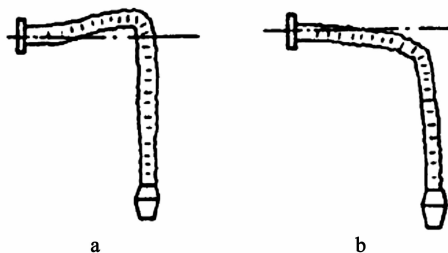


图 4-7 吸水管的安装

a. 错误 b. 正确

4. 吸水管和弯头及底阀的连接处 此处应垫片后再拧紧螺钉，以免漏气。

5. **水泵与动力机的连接** 两者要有共同的底座，且应安装在同一平面上；泵轴与动力机轴须同心，否则会损坏机件、浪费动力。

（三）离心泵的使用

1. **启动** 应向吸水管及泵壳内灌满水，将空气排尽再启动；压水管装有闸阀的水泵，启动前应将闸阀关闭，待水泵转速达到正常后才慢慢打开闸阀，调节到所需流量。闸阀关闭后，水泵的运转时间不应太长，不宜超过 3min，以避免引起水泵发热。

2. **停车** 压水管有闸阀，应先关闭闸阀，使水泵进入空转状态后再停车；如压水管上没有闸阀，则应慢慢降低转速后再停车，以防止水柱突然倒流回泵内而损坏机件。冬季停车后，应放尽泵内及管内的水，以防冻裂泵壳及管道。

3. **安全操作** 运行中应注意听机组声音是否正常，若有不正常的声音，要停车检查，排除故障后再启动。注意轴温，以不烫手为宜，一般不超过 50℃，每工作 800 ~ 1000h，应更换新润滑油。检查填料压盖的松紧度，一般以每分钟渗出 30 ~ 50 滴水为宜，这样可起到密封和冷却的作用；填料压得过紧或过松对水泵工作都不利。水泵运行时，切勿触及任何转动部件。

第二节 果园喷灌系统

一、喷灌在果园中的运用特点

喷灌是利用一种专用设备将水由水源加压后输送到果园，并喷射到空中，散碎成细小雨滴降落到果树及地表，类似于天然降雨实施灌溉的方法。喷灌最早产生于 19 世纪末，在 20 世纪 40 年代以后，开始应用于蔬菜、果园、苗圃、公园等一些经济价值较高的作物，现在已广泛地应用于果园灌溉。喷灌在果园中的主要应用特点是：

(1) 喷灌利用管道输水, 适应性强。对于地形复杂、坡度较大的山丘地果园, 只需作少量的土地平整就可以实施喷灌, 省去了大量的建园土方工程, 省时省工, 提高了土地利用率。

(2) 与地面灌溉相比, 喷灌对果园地浇得更均匀、全面。恰当控制喷灌强度〔(单位时间内喷洒在单位面积上的水量, 或单位时间内喷洒在灌溉地上的水深 (mm/h))〕和喷灌时间, 可以不产生地表径流和深层渗漏, 避免造成水土流失, 还可大幅度地提高水的利用率。采用喷灌可省水 30% ~ 50%, 对于透水性强的沙质土和类似性质的土壤, 省水将更多。

(3) 喷灌能根据土壤的性状和透水性的大小, 合理地调节水滴的大小和喷灌强度, 达到严格控制土壤水分, 保持土壤肥力, 防止土壤板结, 避免造成冲刷。在土壤盐碱化地区, 则通过控制喷灌对土壤的湿润深度, 消除水的深层渗漏和防止地下水位上升发生土壤次生盐碱化。

(4) 喷灌不仅可以满足果树生长对水分的要求, 还能改变果树的生长环境, 如大气温度、湿度和地面空气湿度等, 使果园的土壤和小气候产生有利于果树生长的条件。从树顶往下喷洒的树冠喷灌法, 还可以冲刷掉果树叶面的灰尘, 有利于果树的呼吸和光合作用。

(5) 喷灌的使用范围还可以进一步扩大, 可用于喷洒肥料、喷施农药、防霜冻及热干风, 以及用于果树休眠期喷施除草剂等。

果园喷灌的上述特点, 将导致果品增产并获得较高的经济效益。如德国在果园、蔬菜、经济作物区的 800 个喷灌站, 由于产量的增加而经济收入增加, 98% 的站在 2 年后收回了投资。我国许多果园是山地、丘陵地、沙地、河滩地、盐碱地, 在这些果园里采用喷灌具有其突出的优越性, 是值得重视推广和加速发展的一种灌溉方法。喷灌也有局限性, 首先是受风力的影响大, 在

3~4级以上的风力下工作，水滴被风吹走，喷灌均匀性大为降低；其次是在空气相对湿度过低时，水的蒸发损失可达10%；其三是喷灌后地表湿润，深层则不足；其四是需要一定的机械设备，初始投资较高。

二、喷灌系统的组成

喷灌系统由水源、水泵动力机组、管道系统和喷头组成。有的还配有行走、测量和控制等辅助设备。

（一）水泵动力机组

一般采用柴油机作为动力，对于有现成电源可用的果园，应首先采用电动机作为动力；与拖拉机配套的喷灌机由拖拉机动力输出轴驱动水泵。喷灌常用的是离心泵，且大多数为自吸泵。

（二）管道系统

管道系统包括管道和管道接头。管道是喷灌系统和喷灌机的重要组成部分，用以将水输送到喷头。应根据管网要承受的水压力、外力等因素，结合各种管材的优缺点、性能规格和适用条件来选择，还应考虑单价、使用寿命和市场供应等情况。目前工程中使用较多的管材种类有石棉水泥管（JG22-64）、PVC管（SG78-75）、PE管（GB6674-86）、铸铁管和水煤气钢管（YB234-65）等，它们主要用于固定式、半固定式喷灌系统中作为输水干管和支管。移动式喷灌系统中的管道多采用重量轻的铝合金管、橡胶管、帆布水龙带、塑料管、锦纶塑料管等，我国目前使用较多的是塑料管和锦纶塑料管。固定管道中使用的是通用的管件接头，可根据所用的管道尺寸规格在市场上购得。在移动式和半固定式喷灌系统中，支管要由人工搬运移动，为减少拆卸和安装的时间、减轻劳动强度，多采用快速或半快速接头，根据实际需要，它们都能在当地农机公司购得。

管材选择、管径确定以及接头的选用通常应遵循如下技术要求，即应能承受设计所要求的工作压力；应有足够大的内径，内壁尽量光滑，以减少压力损失；便于运输，易于安装和施工；移动管道应轻便、耐撞击、耐磨和能经受风吹日晒。

固定式和半固定式喷灌系统所用的管道和接头型号杂、数量大，选配所涉及的技术复杂，最好请专业工程公司或技术人员设计选配。移动式喷灌系统的管道已由生产厂家配好，无需另外选配。

（三）喷头

喷头又称洒水器，是喷灌系统的主要组成部分。它将具有一定压力的水流喷射到空中，形成细小的水滴并均匀地散布在所控制的灌溉面积上。喷头的性能直接影响喷灌的质量。喷头的种类很多，按其工作压力和控制范围的大小可分为低压（近射程）喷头、中压（中射程）喷头和高压（高射程）喷头；按结构和喷洒工作特性分为固定散水式喷头和旋转射流式喷头。

1. 固定散水式喷头 又称漫射式喷头。其特点是在喷灌过程中，所有部件相对于竖管是固定不动的。水流在全圆周或部分圆周（扇形）同时散开。其结构简单，没有旋转部分，水流分散，水滴细，射程短，要求的工作压力低，常用于果园、公园、草地、苗圃和温室等处；另外还适用于时针式和平移式等喷灌系统上，以节约能源。固定散水式喷头按结构型式分为折射式、缝隙式、离心式和孔管式。

（1）折射式喷头（图4-8）：水流由喷嘴垂直向上喷出，遇到散水锥即被击散成薄水层，沿四周射出，在空气阻力作用下即形成细小水滴散落在四周地面上。折射式喷头有内支架式（图4-8a）、外支架式（图4-8b）和扇形（图4-8c）三种。

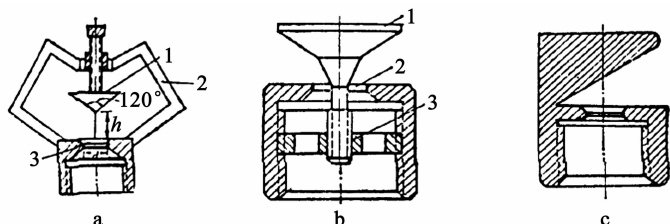


图 4-8 折射式喷头

a. 内支架折射式 b. 外支架折射式 c. 扇形折射式

1. 散水锥 2. 喷嘴 3. 支架

(2) 缝隙式喷头 (图 4-9a): 在管端开有一条缝隙 (宽度为 2~6mm), 当水流在压力作用下流过缝隙时, 被散成细小水滴。

(3) 离心式喷头 (图 4-9b): 由喷管和带喷嘴的蜗形外壳构成, 水流沿切线方向进入蜗壳, 经喷嘴喷出的水膜具有较高速度, 向四周散开, 在空气阻力作用下被粉碎成水滴, 散落于四周。其优点是在工作压力低的情况下可获得较好的雾化。

(4) 孔管式喷头 (图 4-9c): 由一根或几根较小的管子组成, 在管子的顶部分布一些小喷水孔, 孔径仅为 1~3mm。根据小孔分布型式分为单列孔管和多列孔管。孔管式喷洒可自行制作, 使用方便, 但其喷射水流较细各孔口的工作压力分布不均匀, 易堵塞, 故雾化质量不高。

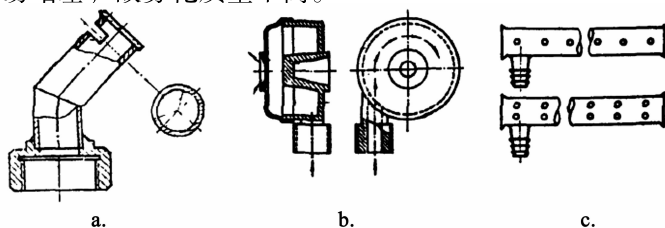


图 4-9 喷头的结构型式

a. 缝隙式 b. 离心式 c. 孔管式

2. 旋转射流式喷头 主要由喷嘴、喷管、转动机构和扇形机构等部分组成。据其转动机构的不同特点，分为摇臂式、叶轮式和反作用式三种，根据是否装有扇形机构分为全圆喷头和作扇形喷洒的喷头。

摇臂式喷头结构简单，型号齐全，有全国联合设计的 PY1，PY2 和 PY3 系列喷头，还有由中国喷灌技术开发公司组织开发的中喷 1 号（ZY1）和中喷 2 号（ZY2）系列喷头。它们是目前应用最广的喷头。下面简要介绍摇臂式喷头的结构和工作原理。

（1）摇臂式喷头的构造：主要由喷头体、驱动机构和换向机构组成（图 4-10）。

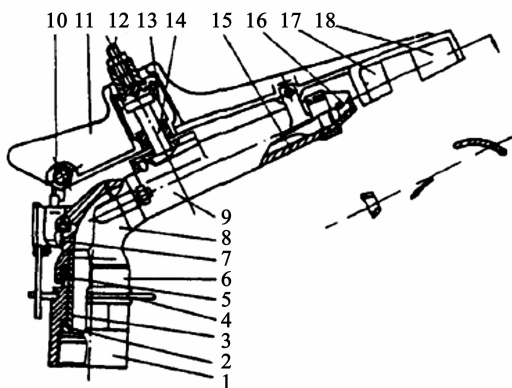


图 4-10 摇臂式喷头

1. 轴套 2. 减磨密封圈 3. 空心轴 4. 限位环 5. 防沙弹簧 6. 弹簧罩
7. 扇形机构 8. 弯头 9. 喷管 10. 反转钩 11. 摇臂 12. 调节螺钉
13. 摇臂弹簧 14. 摇臂轴 15. 稳流器 16. 喷嘴 17. 偏流板 18. 导水板

喷头体由弯头、喷管与喷嘴构成并与空心轴联成一体，构成流道。喷管与喷嘴呈渐缩的锥形管，使水平滑地向喷嘴流动并将水流的压能转化为动能。喷管内还设有稳流器，用以消除水流经弯头后产生的涡流和横向水流。喷嘴是易损件，磨损后影响喷灌

质量，常配有备件供更换。一些喷头采用双喷嘴或三喷嘴，用于改善水量分布状态。

转动密封装置由空心轴与轴套构成。轴套与管道连接，固定不动；空心轴与弯头连接，能在轴套内转动，使喷头能旋转。密封装置有橡胶密封圈，用于封闭空心轴与轴套间的间隙，防止漏水。

驱动机构由摇臂、摇臂轴、摇臂弹簧等组成，用于驱动喷头体转动和粉碎射流。摇臂由摇臂体、偏流板和导水板构成。导水板承受水流冲击而使摇臂摆动，弹簧用于使摇臂回摆。

换向机构由换向器、反转钩、限位环或限位销组成，用于使喷头换向转动而作扇形喷洒，又称扇形机构。有扇形机构者称为扇形喷头，无扇形机构者称全圆喷头。换向器固定于喷头并随之转动。常用的摆块式换向器由摆块、弹簧、拨杆等组成（图4-11）。反转钩固定在摇臂上并随之摆动。限位环或限位销固定在轴套上不动，用于限制喷头作扇形喷洒的转动角度。

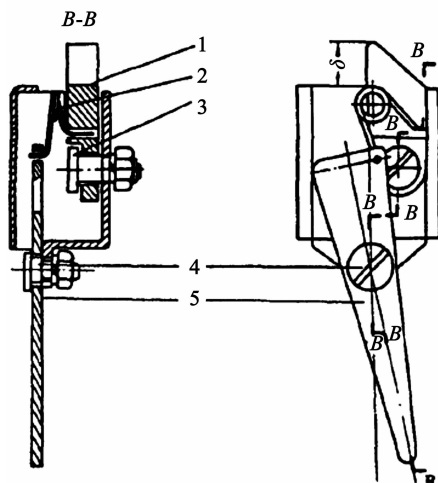


图4-11 摆块式换向器

1. 摆块 2. 换向弹簧 3. 摆块轴
4. 拨杆轴 5. 拨杆

（2）摇臂式喷头的工作原理：压力水流经喷头流道到达喷嘴，压能转化成动能，使水流高速喷出，形成射流。射流的水柱与摇臂拍击并与空气撞击、摩擦而粉碎成水滴洒落地面。射流经偏流板折射至导水板，冲击导水板后向右折射，摇臂在射流冲击

下外摆转动并将摇臂弹簧扭紧。摇臂在弹簧力作用下回摆,偏流板先进入射流水柱,受到冲击而使摇臂加速回摆,摇臂撞击喷头体,使喷头体转动 $3^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 。导水板再次受到射流冲击外摆,进入第二个往复摆动过程。摇臂受射流的作用,摆动、撞击反复进行,使喷头间歇旋转。调节摇臂弹簧的紧度可以调节摇臂的摆幅和拍击频率。喷头体转动至换向器的拨杆碰到限位环或限位销时,拨杆拨动换向弹簧使摆块突出,摇臂尾部的反转钩撞击摆块使喷头体反转,拨杆拨动弹簧使摆块回缩,反转钩不撞击摆块,喷头体正转。调节限位环或限位销位置,可改变喷头作扇形喷洒的范围。摇臂式喷头在有风、受震动以及安装不水平(或竖管倾斜)的情况下旋转速度不均匀,影响到喷灌质量。一般情况下,该喷头在固定式喷灌系统中运行可靠。

三、喷灌系统的类型及其选用

为分别适应不同地形与使用条件,喷灌系统有多种类型。按系统获得工作压力的方式分为机压式喷灌系统和自压式喷灌系统;按系统中喷头是定点喷灌还是边喷边移动分为定喷式喷灌系统和行喷式喷灌系统。较普遍的是按系统的主要组成部分在喷灌季节的可移动程度,分为固定式喷灌系统、移动式喷灌系统和半固定式喷灌系统。

(一) 固定式喷灌系统

除喷头外,其他设备均作固定安装。水泵动力机组安装在固定泵房内,干管和支管埋入地下,竖管安装在支管上并高出地面,喷头固定或轮流安装在支管上作定点喷洒。该系统操作简便,生产率高,可实现自控,便于结合施肥和喷药,占地少。但设备投资大,竖管影响机耕,且须由专门的工程技术人员,最好是由当地农机公司或专业工程队进行规划、设计和施工。该系统适用于坡度较大的丘陵区 and 灌水期长且频率高的作物或经济作

物，如蔬菜、茶园、果园和苗圃等。

(二) 移动式喷灌系统

常被称为喷灌机。组成该系统的全部设备均可移动，仅需在田间设置水源。喷灌设备能在不同地点轮流使用，设备利用率高、投资少，普遍应用于中小果园。缺点是移动费力、路渠占地多。按喷头的数目分如下两种型式：

1. 单喷头移动喷灌系统 由水泵动力机组、一根输水软管和一个喷头组成的移动式机组，在田间按一定间距布设水源（塘、井或明渠）。机组依水源移动作定点单喷头喷洒。按机组移动方式分为手抬式、推车式、拖拉机牵引式和悬挂式等。图4-12所示为江苏金坛喷灌机厂生产的手推车式喷灌机组。

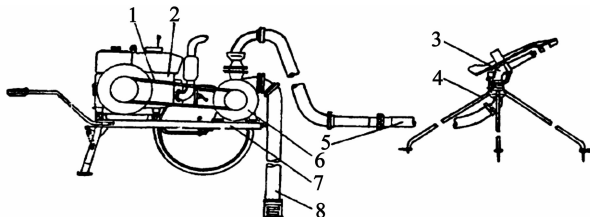


图4-12 手推式喷灌机组

1. 传动装置 2. 柴油机 3. 喷头 4. 支架 5. 压水管
6. 离心泵 7. 机架 8. 吸水管

2. 多喷头（管道式） 移动喷灌系统（图4-13）

由水泵动力机组、一根或多根管道和装在管道上的多个喷头组成的移动式机组。需在园间设置水源（水渠或水塘）。机组移动并作定点多喷头喷洒。与单喷头系统相比，其突出优点是可采用

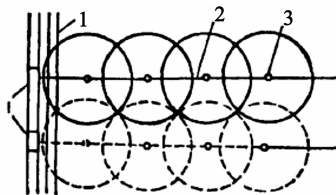


图4-13 管道式移动喷灌系统示意图

1. 机行道 2. 移动管道 3. 喷头

低压小喷头，能耗低、雾化好、受风影响小和喷灌质量高。

（三）半固定式喷灌系统

该系统（图4-14）综合了固定式和移动式喷灌系统的优点，克服了两者的部分缺点，将水泵动力机组和干管固定安装，只移动装有若干喷头的支管，干管上每隔一定距离设有给水栓给支管供水。支管和喷头反复使用，减少了管材与喷头的用量，节省了投资，但要在喷灌后的泥泞中移动支管，劳动强度仍较大，为此可采取以下措施：一是选用轻便管材和附件；二是每个系统多配备几组支管，等地面稍干后依次移动；三是使支管能自走。果园常用的支管能自走的半固定式喷灌系统有滚移式、绞盘式等。它们一般在大面积喷灌中得到应用，多适用于大规模果园。

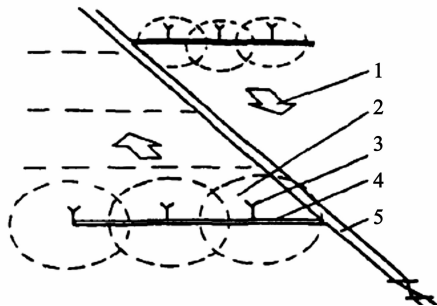


图4-14 半固定式喷灌系统示意图

1. 支管移动方向 2. 单个喷头喷洒面积 3. 竖管与喷头 4. 支管 5. 干管

四、喷头的选用与布设

大中型固定式、半固定式喷灌系统的建设需要较大的投资，而且一旦建成之后就不易更改，如果建成后不符合果园使用要求，就不能发挥其优势，无法获得应有的投资回报，造成经济损失。因此，若需建设大中型固定式、半固定式喷灌系统，应该先向当地农机公司或农业工程技术部门咨询，请专业工程技术人员

作规划设计，并由专业工程单位施工；也可直接与有关喷灌设备生产厂家联系，由他们负责规划设计、施工安装，通常厂家还会免费提供技术培训和相关服务。

喷头是喷灌系统的关键，喷头的选用与布设是否合适，直接影响到喷灌系统的资金投入和喷灌质量。因此，作为果园的生产者和经营者，以及相关的管理和技术干部，必须掌握喷头选用与布设的相关知识，才能对喷灌系统的建设提出合理的技术要求，参与从规划设计到施工安装的整个建设过程，并进行必要的资金使用和工程质量监理，以尽可能少的资金获得尽可能高的工程质量，并对建成后的喷灌系统实施正确的使用管理和维护。

（一）喷灌系统灌水质量指标及其确定

喷灌系统的灌水质量指标，也称为系统的技术要求，用来衡量系统灌水质量的高低，也是设计规划喷灌系统的基本参数。主要有喷灌强度、喷灌均匀度和水滴打击强度三项指标。

1. 喷灌强度 喷灌强度是指单位时间内喷洒到单位面积上的水深，用 p 表示，单位为 mm/h 。根据选用喷头以及系统规划的要求，需引入点喷灌强度、组合平均喷灌强度和允许喷灌强度三个概念。

（1）点喷灌强度：指在单位时间 t （h）内，喷洒到极小面积上的水深 h （mm），单位为 mm/h 。点喷灌强度是计算喷灌均匀度的依据，也是衡量喷灌质量的重要指标。为做到喷灌时地面不产生积水和径流，必须使喷灌强度小于土壤的入渗速度。通常用测量点喷灌强度与土壤的入渗速度作比较鉴定。固定式喷头为连续喷洒，可用瞬时测量的点喷灌强度作比较。旋转式喷头作间歇喷洒，喷灌水有较长的时间下渗，所以可加大瞬时喷水量。测定时，应以旋转一周或往复一次的时间测量和计算。

（2）组合平均喷灌强度：组合平均喷灌由若干个工作压力相同的同一型号的喷头按某一组合型式安装后作喷洒，其中受到

所有这些喷头喷洒的公共面积上的平均喷灌强度就是组合喷灌强度。组合喷灌强度是衡量整个系统喷灌质量的重要指标，即为达到整个系统内不产生宏观上的径流和积水，应保证组合喷灌强度小于土壤的入渗速度，即土壤的允许喷灌强度。组合平均喷灌强度 p 的计算公式是：

$$p = \frac{100Q}{ab}$$

式中： Q ——喷头的喷水量（ m^3/h ）；

a ——支管方向上的喷头间距（ m ）（图 4-15）；

b ——支管间距（ m ）（图 4-15）。

（3）允许喷灌强度：是指喷灌时不产生地表径流和积水时的土壤的吸渗速度，单位为 mm/h 。设计喷灌系统时，要求系统的组合喷灌强度不大于土壤的允许喷灌强度，以免产生径流与积水，在喷头选定及组合方式确定后，应核算组合喷灌强度是否小于允许喷灌强度，若不符合要求，应重选喷头或重新确定喷头的组合间距。组合喷灌强度小于允许喷灌强度是指宏观上不产生径流和积水，而实际上，在各点处的喷灌强度或瞬时喷灌强度远大于允许喷灌强度值。

土壤的允许喷灌强度主要由土壤的质地决定，可由表 4-1 查得。在坡地上，允许喷灌强度值应按表 4-2 的系数作相应地降低。

表 4-1 各类土壤的允许喷灌强度 （ mm/h ）

灌溉定额	土壤质地				
	沙土	沙壤土	壤土	黏壤土	黏土
5	69.5	52.5	46.0	35.8	27.7
10	49.4	38.8	35.1	28.1	22.8
20	35.1	28.8	26.8	21.0	18.6

续表

灌溉定额	土壤质地				
	沙土	沙壤土	壤土	黏壤土	黏土
30	18.7	14.2	12.9	19.1	16.8
40	35.0	21.4	20.5	17.3	15.0
50	14.4	16.0	18.8	16.0	14.4
60	20.4	18.0	17.5	15.0	13.2

表 4-2 坡地允许喷灌强度降低系数 C 值表

地面坡度/%	<5	5~8	9~12	13~20	>20
C/%	0	20	40	60	75

2. 喷灌均匀度 喷灌均匀度是指喷灌面积上的水量分布的均匀程度，常用均匀度系数表示，均匀度系数值的大小对作物生长影响较大，它是衡量喷灌质量的重要指标。均匀度系数的确定实际上是一个经济问题。提高均匀度系数就意味着提高设计标准，工程造价也随之增大；若均匀度系数选择过低，就会引起果树减产。确定均匀度系数应从各类型喷灌系统的单位造价、不同果品的市场价格和对灌水均匀度的敏感程度等诸多因素考虑。应根据果园试验数据进行经济分析，可确定最经济的设计均匀度系数。因此，要确定最优均匀度系数，首先要有足够的田间试验资料，即不同果树在不同均匀度系数下的产量。通常这些资料奇缺，在这种情况下，一般要求喷灌系统均匀度系数不低于 75%，行喷式喷灌系统不应低于 80%。

3. 水滴打击强度 水滴打击强度是指单位受雨面积内水滴对土壤或作物的打击动能。水滴打击动能过大，会打击作物的花蕾、嫩芽甚至枝叶，破坏土壤的团粒结构。水滴打击强度测定方法复杂，常采用相近的指标来代替。目前较多地采用雾化指标 P_d 值。

$$P_d = \frac{100H}{d}$$

式中： H ——喷头的工作压力（kPa）；

d ——喷嘴的直径（mm）。

《喷灌工程技术规范》中规定“喷嘴为圆形且不带碎水装置的喷头”才能使用 P_d 值作为设计依据，并规定不同作物的 P_d 指标值如下：蔬菜及花卉为 4000 ~ 5000；粮食作物、经济作物及果树为 3000 ~ 4000；牧草、饲料作物、草坪及绿化林木为 2000 ~ 3000。对于带粉碎针和碎水器的喷头，上述指标应作相应降低。

（二）喷头的选用

据灌溉制度、作物的种类和生产特点、地块形状、土壤条件等情况，从喷头的性能规格表中选取。所选喷头应满足系统主要灌水质量指标的要求。实际上，选择喷头是一个反复进行的工作，不大可能仅凭一次选择就能达到要求。在实践中，一般先据雾化指标选取喷头，再校核。在喷头流量、雾化指标等满足系统要求的情况下，应尽量选用小工作压力的喷头，以降低水泵动力机组的投资。若灌区地面坡度较大，应按压力分区采用大小不同的喷头，但为便于管理，不应选取太多规格的喷头。

（三）喷头的布置

喷头的布置包括组合型式、支管方向、喷头沿支管的间距和支管间距。喷头的布置是喷灌系统的关键步骤。

1. 喷头的组合形式 常见的有正方形、矩形、正三角形和等腰三角形（图 4-15）。

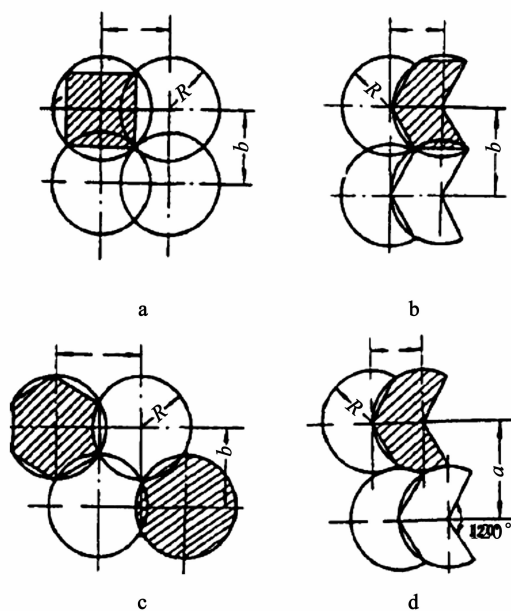


图 4-15 喷头的布置型式

a. 正方形 b. 正三角形 c. 矩形 d. 等腰三角形

2. 确定喷头组合间距的方法 目前世界上普遍采用的方法有几何组合法、修正几何组合法、经验系数法、修正简单分析法和计算机模拟特性曲面法。下面介绍两种方法。

(1) 修正几何法：表 4-3 和下式用来确定组合间距。

表 4-3 喷头组合间距

组合方式	支管间距 b	喷头间距 a	有效控制面积
正方形	$1.42R$	$1.42R$	$2R \times R$
正三角形	$1.5R$	$1.73R$	$2.6R \times R$
矩形	$1.73R$	R	$1.73R \times R$
等腰三角形	$1.87R$	R	$1.87R \times R$

表中 R 由下式计算:

$$R = KP_1$$

式中: K ——系数, 取 $0.7 \sim 0.9$ 。固定式系统可取 0.8 , 多风地区取 0.7 , 也可由试验确定。

P_1 ——喷头射程, 由喷头性能规格表中查得。

采用该方法可保证所有面积能被喷头湿润面积所覆盖, 且有一定的重叠, 适用于多风、水压不稳和不规则地块情况下使用。其缺点是不易恰当地选取 K 值及没有同时考虑到均匀度的要求。

(2) 经验系数法: 各喷头制造商通常在样本中给出每种喷头适用的组合间距, 实践中可以采用。国内一些单位据试验资料归纳, 提出相应的经验系数, 按照 $a = C_a R$ 和 $b = C_b R$ 确定组合间距。表 4-4 中的系数适用于整个 P_v 系列喷头, 能达到 80% 以上的均匀度, 而且其他类似的喷头亦可参考此表布置。

表 4-4 C_a 与 C_b 概值

风力等级	风力 (km/h)	C_a	C_b
1	1.11 ~ 5.4	1.00	1.30
2	5.8 ~ 11.9	1.00 ~ 0.80	1.30 ~ 1.20
3	12.2 ~ 19.4	0.80 ~ 0.60	1.10 ~ 1.00

确定喷头组合方式应同时考虑以下四项要求: 一是组合后均匀度系数应大于设计要求; 二是整个田块上不发生漏喷, 或漏喷面积百分数在允许值以下; 三是组合平均喷灌强度不大于土壤允许喷灌强度; 四是设备投资和运行费用最低。修正几何法和经验系数法没能很好地满足上述四项要求, 即没能真正考虑组合以后的组合均匀度; 未能作很好的经济分析; 未能同时考虑土壤的允许喷灌强度, 需作校核。电子计算机模拟特性曲面法在确定组合间距时, 能同时满足四项要求, 因而能得到最佳的组合间距。然而该方法需较多的数据资料, 这些资料的收集很困难, 也很难精

确，且具体使用该法时也很复杂，因而实际运用还很罕见。该方法代表喷灌技术发展的一个方向，应用前景广阔。当前实践中仍以采用修正几何法和经验系数法为主。

3. 喷头组合型式的选择

(1) 在风向较为稳定的地区，宜选用矩形或等腰三角形的组合形式，使平行于风向的间距大些，垂直于风向的间距小些。用修正几何法时，三角形布置比矩形经济些。

(2) 在风向多变、没有主风向的地区，宜使用正方形或正三角形的组合形式，且正三角形布置比正方形经济些。

4. 支管方向的确定 在平地上，支管的布置应与地边平行；在坡地上，支管应与坡度方向平行；在有风时，支管应与风向垂直，以增大支管间距，减少支管用量。

五、喷灌系统的使用与管理

喷灌是一种先进的灌水技术，然而只有在正确使用和管理的条件下，它的优越性才能充分地显示出来，也才能以较高的经济效益弥补其投资大、运行费用高的缺点。

(一) 用水管理

主要包括制订出一年中的用水计划和用水时间表。即根据灌区各种果树一年中各个时期对水分的需求、果园的土质、气候特点、土壤水分的变化规律以及喷灌设备的作业效能，确定果园的灌水日期、每次灌水量、灌水间隔时间和每次灌水历时，从而列出轮灌次序和日进程表，使喷灌工作有计划、有次序地进行，发挥喷灌设备的最大效能，减少水的浪费，降低运行成本。上述工作一般是在农业技术人员的指导下进行或可根据当地果园生产的实际经验，必要时还可咨询喷灌工程技术人员或参照同一地区的果园喷灌系统的成熟做法进行。每次灌水历时 t 可按下式计算，对于喷灌机，灌水历时即为喷头在每个位置上应喷的时间。

$$t = \frac{Am}{1000Q\eta}$$

式中： t ——灌水历时（h）；

A ——喷头的有效控制面积（ m^2 ）。各种喷头组合型式的 A 值可从表 4-3 中的 a 值和 b 值计算求得；对于移动式喷灌机， $A = \pi R^2$ ， R 为喷头的射程，从喷头的性能规格表中查得；

Q ——喷头的流量（ m^3/h ），从性能规格表中查得；

m ——灌水定额（ mm ）；

η ——喷灌水利用系数，考虑水的蒸发、漂移和茎叶截留造成的水量损失，取 0.7~0.9。干燥、风大时， η 取大值；空气湿度大，风小时， η 取小值。

（二）喷灌系统设备的使用和管理

（1）系统启动前，应将总阀关闭，打开准备灌水的管道上的所有排水阀门排气，然后再启动水泵。待水泵正常运转后，慢慢地开启总阀，向管路中充水，充水时间应根据管道系统的大小而定，一般不能小于 15min。然后，再逐个关闭排水阀，使管道内压力逐渐升到工作压力，此过程至少需 10min。

（2）开始喷水作业前，要逐个打开喷头。禁止同时突然开启所有喷头，以防管路中出现负压，破坏管道。

（3）喷灌作业中应经常观察喷头工作情况，发现问题及时解决。

（4）在安装、拆卸、搬运、移动管道和喷头时，应按规定路线和位置有次序地进行，避免损坏果树、踩实土地。安装管道、支架等应正确、稳定、可靠，不得歪斜。在有风而使喷灌出现漏喷的情况下，应进行补喷。风力在 3~4 级以上时应停止喷灌。

（5）应经常检查水源，及时清除杂物，防止系统堵塞。

（6）喷灌季节结束后，应对系统进行全面检查，所有阀门

应涂油防锈，喷头、移动的管道及配件都要清洗、擦干，转动部位必须擦油。拆下的零部件应放在库房内保管。

(7) 水泵、喷头的使用、维护及故障排除，可参照使用说明书进行。

六、喷灌设备在果园中的其他用途

喷灌设备除用于果园喷灌外，还可根据生产实际施化肥、喷农药、防霜冻和降高温等。

(一) 喷施化肥、农药

将化肥溶液或农药溶液注入喷灌系统即可在喷灌的同时实现施化肥或农药。常用的注入方法有两种，第一种方法就是在水泵的吸水管上再装一个较细的吸水管，用于吸化肥或农药溶液，水泵在吸水的同时将化肥、农药溶液一起吸入，经加压后注入喷灌系统，由喷头喷洒，但该方法会由于化肥或化学药剂流经水泵，引起水泵叶片和其他部件的腐蚀。第二种方法就是采用专门的注入装置将化肥或农药注入有压的输水道中。

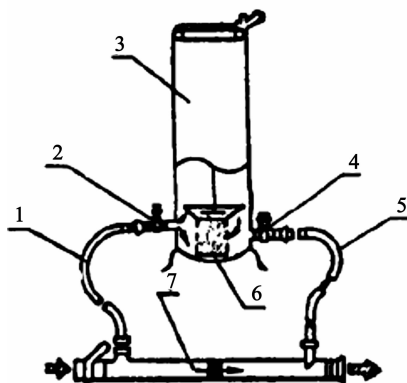


图 4-16 密封式注肥器

1. 进水管 2. 闸阀 3. 密封贮液罐 4. 出液阀 5. 出水管 6. 过滤器 7. 减压阀

图 4-16 是一种注肥器，它通过减压阀在管道的进口和出口间造成压力差，把密封罐里的化肥溶液吸入喷灌系统。使用第二种方法喷施化肥、农药，应注意以下几点：

(1) 在喷洒化肥前，最好先对土壤和果树喷洒 30min 以上的

清水，待它们淋透后，再将减压阀“7”关小，然后打开闸阀“2”，最后打开出液阀“4”，这样一来化肥溶液就进入了喷灌系统。

(2) 必须选用那些不会发生沉淀的化肥或农药，以免造成喷头堵塞。因而施化肥主要适用于喷施氮肥和钾肥。磷肥大多不能溶于水，而且除沙质土壤外，它在土壤中向下移动得很慢，难以达到果树根部，磷肥不适宜于喷灌系统。

(3) 贮液罐内的药剂或化肥应边用边混，以防止发生药、水分离。

(4) 应准确控制喷洒量，以免发生流失而造成浪费。

(5) 系统的管道和配件应有防腐蚀能力；作业完毕后必须先关闭出液阀“7”，再关闭闸阀“2”，最后关闭出液阀“4”，待继续喷灌 10min 后再停止喷灌，以达到用清水清洗喷灌系统，防止腐蚀系统管道和配件之目的。

(二) 防霜冻

防霜冻和降高温是一种改变果园间小气候，创造有利于作物生长的先进灌水技术。在国外，通过大量的试验和应用后总结认为：利用喷灌法防霜冻，既简单干净又节省费用。喷灌防霜冻法有两种：

(1) 间接法：是在白天天气尚好的时候进行，通过湿润土壤来实现防霜冻。该法无需在全面积上同时喷水，在气温不低于 $-2 \sim -3^{\circ}\text{C}$ 的情况下，在地表以上 20 ~ 30cm 范围内起作用。因而，它只对低矮果树起作用。

(2) 直接法：适用于所有果树。该法是通过果树直接加温，使其维持 $0 \sim 0.5^{\circ}\text{C}$ ，从而保持果树免受冻害。采用该法必须整个面积上同时连续地向果树喷灌，而且一般要求连续喷三个夜晚。为此，第一，要求用固定式喷灌系统；第二，必须有足够的水源。

喷灌防霜冻的原理是：如果寒冷到来时，将果树喷湿，那么果树表面的温度与所喷的水拉平，接着是周围的空气很快把水和果树冷却到 0°C ，之后是果树枝、叶、花上的水层开始凝结成薄冻层，水在凝结时放出大量的热，一部分散入空气，另一部分被果树的枝、叶和花所吸收，从而使植株细胞的温度保持在冻点以上。因而尽管气温较低，甚至 $-3\sim-6^{\circ}\text{C}$ ，植株也不会受冻害。由上述防霜冻的原理可知，在寒冷到来直至结束之前，必须不断地向果树喷水，才能保证不受冻害。

喷灌防霜冻的效果主要取决于喷灌强度和均匀度，如果喷灌强度太大，会使果树上形成大量的冰，可能将树枝压折。根据国外试验资料，在喷灌防霜冻时，寒冷程度相同、风速不大的情况下，适宜的喷灌强度因果树的高度和果园的覆盖率不同而变化，但差别不太大。对于低矮的果树为 $1.5\sim2.5\text{mm/h}$ ；高大的果树为 2.0mm/h ；覆盖率低的葡萄需 $2.0\sim2.5\text{mm/h}$ 。在同样的条件下，因寒冷强度不同，适宜的喷灌强度变化范围较大，如当温度降至 -4.5°C 时，喷灌强度应为 2mm/h ，至 -7°C 时应达到 4.5mm/h 。当利用喷灌防止由于冷风引起的冻害时，必须采用更大的喷灌强度。同样，在一般情况下，对处于风口的果园以及处于果园外围的果树，应加大喷灌强度。喷灌强度参考值为：一般情况下，喷灌强度取 $2\sim3\text{mm/h}$ ，喷头转速以 $1\sim2\text{r/min}$ 为佳，采用 $4.0\sim4.5\text{mm}$ 的喷嘴直径、 $4.0\sim4.5\text{kg/cm}^2$ 的工作压力，以使水滴直径较小，水滴分布均匀。此外，如果采用摇臂式喷头，其扭转弹簧应有防护罩，以免冻结弹簧，影响喷头旋转。

在灌区应设置一温度计，当气温降至 0°C 前稍早一点的时候，立即开始喷灌，直至形成的冰层全部融化，喷灌才能停止。

（三）降高温

降温喷灌是利用水的汽化，吸收果树周围的热量以降低果树

温度，改善果园小气候。它一般被用来防止因干热风袭击而引起气温急剧升高，造成果树凋萎、落花落蕾的一种灌水方法。必须在干热风到来之前开始喷灌，采用喷几分钟、停十几分钟的间歇性喷灌措施，否则效果不佳。降温喷灌还有延迟果树开花和提高果品质量的功效。

第三节 果园滴灌系统

一、滴灌在果园中的运用特点

滴水灌溉简称滴灌。它是在高度控制土壤水分、营养、含盐量及病虫害等条件下，种植中耕作物、果树、瓜菜等作物的一种先进的灌溉技术。它的基本原理是：将水加压、过滤，必要时连同可溶性化肥（或农药）一起，通过管道输送至滴头，以水滴形式，适时、适量地向植株根系供水分和养分。滴灌在果园中的应用特点如下：

（1）滴灌能精确地按果树需要供水，水滴在果树主要根系活动区，使那里的土壤保持在有利于果树生长的最佳含水状态。滴灌只湿润果树根区，果园里其他土壤是干燥的，对于成年果园，仅占滴灌总面积的10%~50%；对新栽植的果园仅为1%~2%，因此，滴灌可大量地节省水资源。我国许多果园试验证明，滴灌用水量仅为地表灌溉的 $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{5}$ ，喷灌用水的 $\frac{2}{3}$ 。

（2）可以利用咸水滴灌。滴灌由于细水长流，能使果树根系附近的土壤经常保持湿润，土壤中的盐分经常处于稀释状态，而且盐分被继续滴入土壤中的水的前进锋面推至湿润区的边缘，从而维持果树根系主要部位的土壤含盐浓度较低，因而滴灌可以用含盐量达3g/L以上的水（一般只允许0.6g/L）。

（3）滴灌是利用管道输水，因而不仅具有喷灌的主要优点，而且由于滴灌系统所要求的水压低，一般仅为喷灌系统的 $\frac{1}{3}$ ，

滴灌只需配备较低的动力，应用轻型干、支管，以塑料管代替金属管，使滴灌系统的投资大为降低，仅为喷灌的 1/3，而且运行管理简单，省工、省力又省时。

滴灌最适合应用于果树、蔬菜、棉花等园艺作物和经济作物，将会在具有洁净水源的干旱缺水地区、土壤渗漏严重的地区、丘陵山区和水资源紧缺的经济发达地区得到优先发展。我国很多地区试验证明，滴灌能增加果品产量，提高果品品质，经济效益极为显著。例如在浙江，柑橘采用滴灌，亩增产 42% ~ 100%；在辽宁盛产苹果的旅大地区，采用滴灌后，苹果增产 16% ~ 67%。

我国水资源贫乏，干旱、半干旱地区占国土面积的 1/2，人均水量只相当于世界均值的 1/4，美国的 1/5，加拿大的 1/50。按单位耕地面积占有水量计算，只相当于世界平均值的 1/3 ~ 1/2；并且，我国适合采用滴灌的果园面积大，按 1985 年统计资料，我国有果用瓜地 1379.9 万亩，果园 4100 万亩，所以在我国推广发展滴灌技术很有必要。另一方面，我国石油资源丰富，石化工业强大，滴灌设备原料来源充足；近二十几年来，我国引进了国外的一些先进滴灌技术和设备，培养了一批技术骨干和管理队伍，加之从中央到地方都十分重视推广节水灌溉技术，滴灌技术在我国的发展前景十分广阔。

二、滴灌系统的类型与组成

滴灌系统按系统加压方式分为机压式和自压式，机压式采用水泵加压向系统供水，适用于平原地区；自压式是利用地形落差向系统供水，适用于丘陵山区。按设备安装状态分为固定式滴灌系统和移动式滴灌系统，移动式滴灌系统中所有设备都作固定安装。该系统的毛管和滴头用量多，设备投资大，适宜于经济条件好、产品价值高、灌水频繁的作物；移动式滴灌系统中的首部枢

组、干管和支管作固定安装，毛管和滴头作移动进行轮灌，该系统毛管和滴头的用量少、投资低，但用工量大。

滴灌系统由水源、首部枢纽、输配水管网和滴头组成（图 4-17）。首部枢纽有水泵动力机组、化肥罐、过滤器和量测控制设备等；输配水管网包括干管、支管、毛管以及管道接件、控制调节设备等。

一个完整的滴灌系统，包括从水源到滴灌受水点的全部设备，除其中的一部分为专用设备外，其余为给水系统的通用设备，可以参考喷灌系统。这里重点介绍滴灌系统的专用设备即滴头。

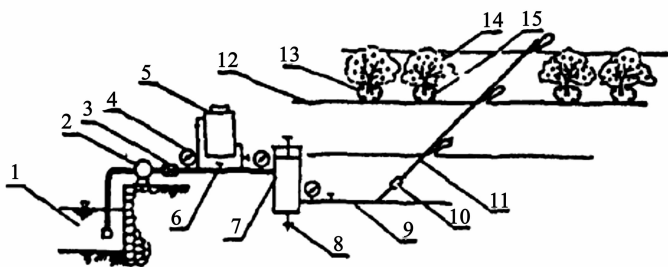


图 4-17 滴灌系统的组成

1. 水源 2. 水泵动力机组 3. 流量计 4. 压力表 5. 化肥罐 6. 阀门
7. 过滤器 8. 排水管 9. 干管 10. 流量调节阀 11. 支管 12. 毛管
13. 滴头 14. 果树 15. 短引管

（一）滴头

滴头被称为滴灌系统的“心脏”，其施水性能的优劣决定着滴灌系统的质量。压力水流由毛管进入滴头，经滴头减压，以稳定、均匀的小流量施入土壤，逐渐湿润作物根层。滴头的种类很多，有多种分类方法。如根据流道内水流状态、结构型式、与毛管的连接方式等分类。根据在田间的施水特点，滴头可分为线源滴头和点源滴头。果园滴灌主要使用点源滴头，有如下几种：

1. 长流道滴头 有微管滴头、层流型螺旋流道管式滴头和紊流型迷宫管式滴头。

(1) 微管滴头 (图 4-18a) 又称发丝滴头, 是一根插进毛管壁孔的微细塑料管, 其内径为 $0.7 \sim 1.5\text{mm}$, 国产微管滴头内径为 0.95mm , 工作压力为 $2.5 \sim 12\text{m}$ 水柱, 长度为 $1 \sim 4\text{m}$ 。该滴头优点是可将其切割至适当长度以校准和调节流量, 造价也低, 但易老化和堵塞, 施工安装麻烦。

(2) 层流型螺旋流道管式滴头的种类繁多, 就其与毛管的连接方式, 可分为过流式 (图 4-18b) 和旁插式 (图 4-18c)。过流式滴头需剪断毛管安装, 毛管长且昼夜温差大时易发生滴头拔脱。由于该滴头水流流态为层流, 故易堵塞。

(3) 紊流型迷宫管式滴头 (图 4-18d) 由美国 Aglifin 公司制造, 其特点是采用迷宫流道, 使通过的水流呈紊流状态, 消能效果好, 减少了堵塞机会。

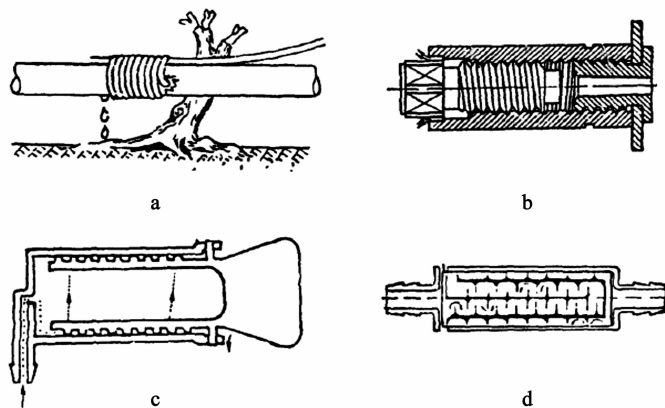


图 4-18 长流道滴头

a. 微管滴头 b. 过流式 c. 旁插式 d. 迷宫管式

2. 孔口式滴头 孔口式滴头利用小嘴或小孔口产生的局部

阻力来消能降压，使连续的压力水流变成水滴后进入土壤。孔口式滴头有单出水口孔口滴头、涡流型孔口滴头和自冲洗补偿式滴头。

(1) 单出水口孔口滴头（图 4-19a）的特点是结构简单，过水断面大，不易堵塞，用料省、成本低，与毛管连接可靠，但流量大，均匀度欠佳。

(2) 涡流型孔口滴头（图 4-19b）的水流进入时形成涡流，由于水流的旋转，离心力迫使水流趋向涡流体边缘，在涡流中心产生一低压区，在此处的出口压力低，水流量小，但流道小，易堵塞，需提高过滤器标准和精心管理。

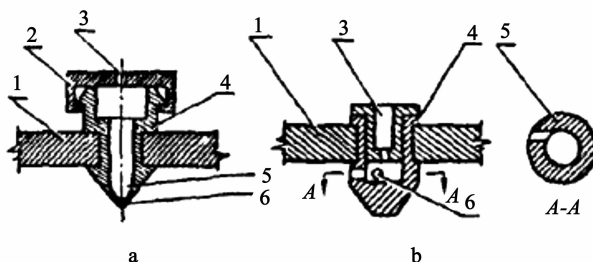


图 4-19 孔口式滴头

a. 单出水口滴头 b. 涡流型滴头

1. 毛管管壁 2. 滴头罩 3. 出水口 4. 滴头体 5. 减压孔 6. 进水口

(3) 自冲洗补偿式滴头具有压力补偿功能和自冲洗能力，具有流量稳定、不易堵塞的优点（图 4-20）。

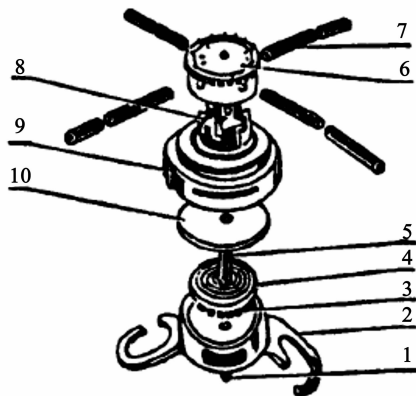


图 4-20 自冲洗补偿式滴头

1. 进水管口 2. 固定爪 3. 齿形过滤膜 4. 螺纹圆盘 5. 带槽中心轴
6. 滴头盖 7. 分水管 8. 分水插头 9. 可拆封闭盖 10. 弹簧橡皮膜

3. 内藏滴头式 滴灌管在滴灌系统中,毛管和滴头的用量很大,二者分别生产,在现场由人工安装,工作量极大,且安装质量不易保证,回收和再铺设很困难且易损坏。滴头和毛管合为一体的内藏滴头式滴灌管解决了上述难题,且满足农作物模式化栽培的需要。

该滴灌管如果滴头间距小,即为线源滴头,反之为点源滴头。它性能好,使用寿命长,适用范围广,价格高。图 4-21a 是德国生产的滴灌管,其原理类似于缠绕在毛管上的微管滴头。图 4-21b 是意大利,公司生产的滴灌管,利用紊流消能,内径均匀一致且管壁光滑,制造精度高,性能良好。另外,美国 NE-TAFIM 公司也生产多种型号和规格的内藏式滴灌管。

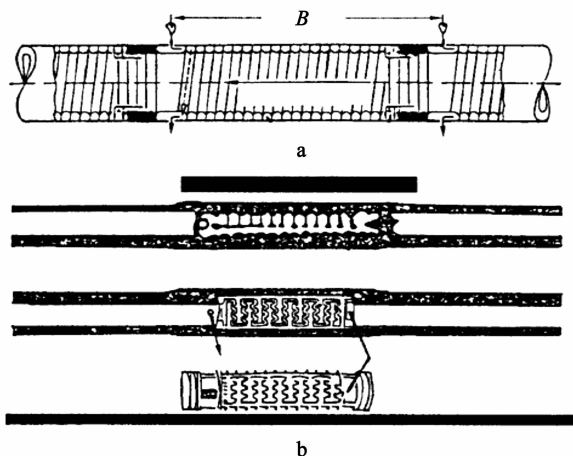


图 4-21 滴灌管

a. 毛管与滴头合一的滴灌管 b. 内藏紊流型滴头滴灌管
B 为出水口间距

(二) 过滤器

滴头由于出水孔口细小而易堵塞，所以滴灌系统对水质的要求较高，过滤器是保证滴灌系统正常工作的关键设备。它安装在化肥罐后方，用以滤去水中的悬浮物质。常用的过滤器有滤网式、离心式和沙砾式。

1. 滤网式过滤器 (图 4-22) 由外壳和缠有滤网的内心构成。滤网有两层，由尼龙丝、不锈钢或含磷紫铜 (可抑制藻类生长) 制成。使用中，滤网容易堵塞而增大水力损失，故应经常清洗。

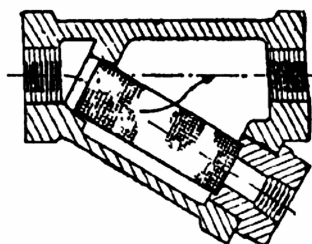


图 4-22 滤网式过滤器

2. 离心式过滤器 (图 4-23)

由锥形筒和排沙装置构成。进

水管沿锥形筒切线安装，水流进入后产生旋转运动，离心力使质量较大的沙粒、杂质分离，沿内锥面下沉，水经出水管从上口流出。它不能清除悬浮物质和有机质。

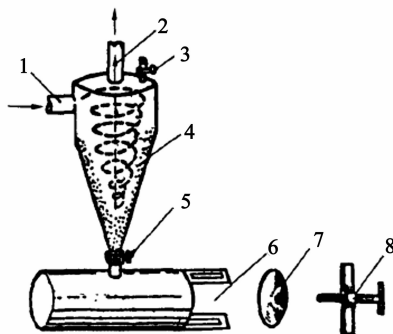


图 4-23 离心式过滤器

1. 进水管 2. 出水管 3. 放气阀 4. 沙粒 5. 闸阀
6. 排沙口 7. 压盖 8. 压盖杠杆

(三) 施肥装置

通过施肥装置将化肥溶解后注入管道系统，随水滴入土壤，不仅省工，而且施肥均匀，能充分发挥肥效。向管道注入化肥的方法有压差原理法、泵注法或文丘里法。

1. 压差式施肥罐 罐的进水管和出液管与干管并联，干管上设有减压阀。将化肥加入罐内，密闭罐口，适当关小减压阀，减压阀前后的干管中形成压力差，干管中的部分水流经进入水管入罐，溶解化肥，肥液经出液管进入干管。为防止肥液逆流腐蚀水泵，干管上设有单向逆止阀。肥料罐应有良好的密封，能承受压且耐腐蚀。

2. 泵注法 常使用活塞泵或隔膜泵向滴灌系统注入肥料。其优点是肥液浓度稳定，施肥质量良好，但价格较高。

3. 文丘里法 使用文丘里注入器向干管中注入肥料，结构

简单，造价低，适合于小型滴灌系统。文丘里注入器的结构与原理类似于植保机械上使用的射流式混药器。

（四）控制设备

用于控制管道系统中的流量和压力。通常设有监测装置和控制装置。监测装置有流量表、压力表和真空表；控制装置设有闸阀、气阀和流量调节器。

（五）管道与接件

管道与接件用以组成输水配水网。滴灌系统中，过滤器以下都应避免使用钢管、铸铁管或水泥等易于产生化学反应或锈蚀的管道。塑料管是滴灌系统的主要用管，主要有聚乙烯管、聚氯乙烯管和聚丙烯管。这三种材料的滴灌管材，我国均实现大批量生产，规格系列达11种。将各级管路连接为一整体的部件称为管接件。各种规格的管材均有相应的接件，主要的品种有接头、三通、弯头、螺纹接头、旁通和堵头等。所有接件均已大量国产化。

三、滴头的选用及其在果园中的布置型式

（一）设计用水率的确定

只要滴灌系统能满足果园高峰需水要求，就能满足其生育期的灌水要求，所以就用高峰用水量作为设计用水率。滴灌条件下的高峰用水量，国内现有的试验资料很少，只有通过计算确定，以地面灌或喷灌最高耗水量估算：

$$W = K_r m A$$

式中：W——滴灌设计用水率（L/日）；

m——地面灌或喷灌最高耗水率（mm/日）；

A——计算面积（m²）；

K_r——覆盖影响系数，由表4-5选用。

表 4-5 覆盖影响系数的推荐值

覆盖率	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
K_T	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.00

(二) 滴头的选用

1. 滴头流量的确定

$$q = \frac{WT}{t\eta n}$$

式中： q ——滴头流量，点源滴头（L/h），线源滴头（L/hm）；

W ——设计用水率，点源滴头 [L/（日×株）]，线源滴头 [L/（日×条）]；

T ——一种灌水周期（日）；

t ——每次灌水历时（h）；

η ——滴灌水利用率，取 0.9~0.95；

n ——点源滴头每株所配滴头数（个），线源滴头为其长度（m）。

2. 滴头结构型式的选择

（1）根据作物情况选择：蔬菜、瓜果或粮食等条播种植作物，沿种植行布设滴头，应选用线源滴头，即各种型式的滴灌带；果树特别是中等间距或大间距果树，应选择点源滴头。

（2）根据土壤质地选择：轻质土壤，水分扩散范围大，可选用流量较大的滴头，使用中控制其滴水时间；重质土壤，其渗透性差，宜选用较小流量的滴头。

（3）从经济角度考虑：应尽可能地选用小流量滴头，并相应地增加灌水历时，这样就可以减少水泵动力机组的投资。

(三) 滴灌系统的布置

滴灌系统的布置包括首部枢纽、输配水管网、管网辅助部件

的布置以及毛管和滴头的布置。首部枢纽是滴灌系统的操作控制中心，常布置在水源处，最好布置在灌区中央，这样可缩短输水距离，节省管材和动力。

干、支管的布置取决于水源、地形及作物分区。丘陵山区干管多沿山脊布置，支管垂直于等高线，从两边向毛管配水；平坦地区，支、干管应尽量双向控制，以节省管材。辅助部件包括排气阀、进气阀、闸阀、调压阀和流量调节器等。进、排气阀安装在较高处的干、支管上；干、支管进口处应安装闸阀；流量调节器安装在支管进口处。毛管和滴头的布置是滴灌系统的关键，需考虑诸多因素；植株特征、土壤质地、水质和农业技术等，并且应充分重视农民在长期生产实践中总结出来的经验。下面就不同的树种来重点介绍毛管和滴头的布置方式。

果树特别适宜于滴灌。设计果树滴灌系统时，应综合考虑树木的大小、根系特点、土壤、农业技术及土壤水分状况对作物产量和质量的影响。对于老果园，开始采用滴灌时应慎重地进行试验，宜采用点源滴头；对于小间距果园，可采用较厚管壁的塑料滴灌带。滴灌系统必须与果树栽培技术和种植间距相适应。从滴灌系统设计考虑，按栽植间距将果树分为小间距果树（株距小于3m）、中等间距果树（株距3~6m）和大间距果树（株距大于6m）。

1. 小间距果树 小间距果树如葡萄，毛管的布置方式是沿作物行铺设一根毛管，滴头在果树的两边作对称布置，距果树0.2~0.5m（图4-24）。

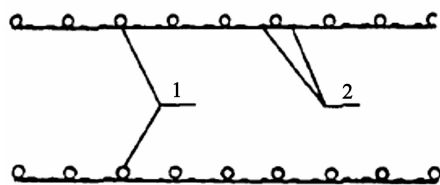


图4-24 小间距果树滴头的布置型式

1. 葡萄植株 2. 薄膜滴灌管

2. 中等间距果树 中等间距果树如苹果、梨、桃、杏等新

果园。这类作物滴灌系统的布置方式是：顺种植行埋设一条支管，支管上安装绕树的毛管，滴头绕果树环形排列，距树干 1m。在黏重土壤上每棵树至少需 4 个滴头，在中等质地土壤上每棵树需 5~6 个滴头（图 4-25a）。

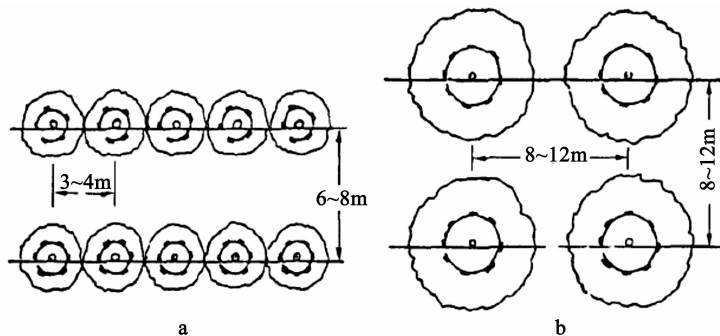


图 4-25 果树滴头布置型式

a. 中等间距 b. 大间距

3. 大间距果树 大间距果树如香梨、核桃等，毛管和滴头的布置方式是：每行树埋设一条支管，支管上安装绕树毛管，呈环形，半径 120~150cm，每棵树需 8~10 个滴头。滴头位置应保持不变，以免根系发育发生变化（图 4-25b）。鉴于滴灌条件下作物根系的分布特点，在严寒和多风地区的多年生作物易受风灾和冻灾，因此在进行滴头布设时，应尽量采用地下滴灌，将滴头埋设在一定土层深度，使湿润区下移，引导根系下扎；在多风区，滴头还应尽量绕作物作对称布设，以免根系偏向一侧易受风吹倒，而且应尽量照顾到在主风向上布设滴头，以增强抗风能力。

四、滴灌系统的使用与管理

滴灌系统的管理较简单，小型系统由果园生产者自行管理即

可；涉及多个果园的较大型的系统应挑选专人负责。这对于延长设备使用寿命，充分发挥系统效益十分重要。

（一）滴灌的用水管理

用水管理是滴灌系统运行管理的中心内容，是提高经济效益的重要方面。用水管理的主要任务是根据土壤水分情况和果树的需水特性确定何时灌水、灌多少水（即灌溉制度）并加以实施。不同的果树以及同一种果树的不同生育阶段对水分的要求是不同的；果树生长地区的气候、土壤等条件不同，果树的耗水量也不一致。比较科学的方法是以土壤水分的消长作为控制指标，尽量把水分控制在最适宜的含水量范围内，为此，需经常测定土壤中的含水量值，当该值降至果树适宜含水量的下限时进行滴灌；滴灌开始后，土壤含水量值上升至适宜含水量上限时，停止灌溉。

土壤水分的测定方法很多，国内外以“张力计法”应用最广。张力计结构简单，不需校准，使用方便，能定点测定土壤含水量的动态变化，测量反应灵敏，并且易于实现自动控制。

1. 张力计简介 张力计用来测定土壤所承受的压力，因为所测压力是负压，故又称负压计。这种负压叫做土壤水分张力，它表征了土壤吸水的难易程度。张力小，果树根系从土壤中吸收水分就容易；张力大，吸收水分就难；张力计结构如图4-26，它的基本原理是：在所需的位置埋入多孔质陶瓷管头，用导管与真空表密封连接，向陶瓷管加满水；当土壤干燥时，土壤从陶瓷管内吸水，张力计内形成局部真空，真空表指示读数；当土壤变湿后，水又被吸回陶瓷管内，真空表读数下降。用张力计读数的对数“ PF ”值表示压力（厘米高水柱）， PF 为1表示负压是100cm水柱， PF 值为2表示负压是200cm水柱，依次类推。

土壤含水量在 PF 等于1.8~3.0为正常生育的有效水分范围，果树在这个土壤含水量范围内能保持高产、稳产。3.0 PF 值是果树生长的受阻水分点（最低水分点）。

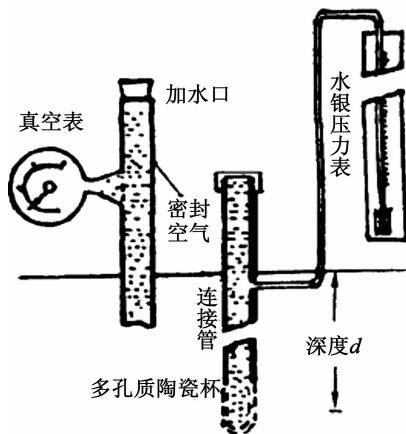


图 4-26 张力计示意图

2. 张力计的安装 安装前，必须对张力计进行校验：取下顶部的橡胶塞，用煮沸冷却后的不含空气的水加满，待无气泡后，塞好橡胶塞，放在空气中让其逐渐干燥，张力计读数升高后将瓷管头放入水中，此时真空表读数应在几秒钟内降低，约三五秒钟后回到零。对于漏气和不回零的张力计应进行修理或标定后才可使用。

最好用一对张力计来测定果树根部的张力，将两个瓷管头分别埋置于主要根系层的上部和下部（图 4-27a）。或用一只张力计埋于果树根系活动层最活跃的深度（图 4-27b）。陶瓷管头不结实，应用钻头钻一直径相当的孔至要求深度，在将张力计插入并必须保持竖直，填好土后再用细棍捣实，使土壤和瓷管头接触良好。

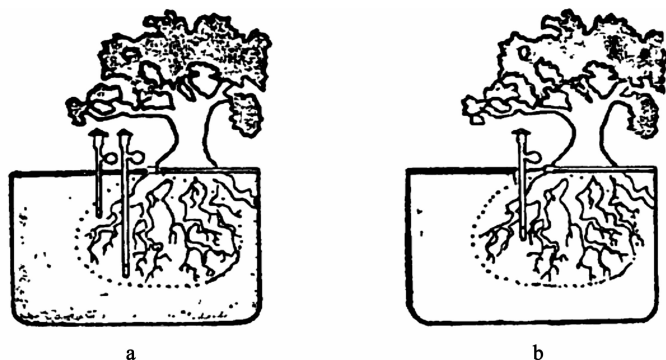


图 4-27 张力计的埋设

3. 张力计的观测 和水分管理张力计埋好后，取下顶部的橡胶塞，灌满凉开水，待无气泡后塞好塞子，1h 后即可观察。连续使用时，当发现仪器上部透明部位没有水或有气泡时，应取下塞子，加水或排气后再重新塞好。读数时应轻敲真空表，使指针达到应有的刻度。一般宜在早晨定时观测，以消除温度对测量精度的影响。

当 PF 值达到 1.8 ~ 3.0 区段的上限时开始灌水，等 PF 接近 1.8 时停止滴灌。但由于不同的树种、不同的生育期对水分的要求不同，气候、土壤对果树耗水的影响也不一致，故合理的滴灌制度应根据当地试验结果或生产实践经验来确定。另外，由于土壤质地不同，其保水率和持水率也不同，因而保证果树正常生育的含水量也不同。

（二）系统的启动

系统启动的正确操作很重要，应按照喷灌系统的启动程序和注意事项谨慎操作，以保证系统的安全运行和使用寿命。

（三）滴灌系统的日常管理

根据果树需水要求，按张力计读数及时开启和关闭滴灌系

统。记录每次灌水时间、灌水历时及灌水量。根据果树生长对养分的要求，在滴灌系统中施加可溶性化肥。注意观察系统的运行情况，及时处理故障，避免系统带“病”运行。保养维护水泵动力机组和首部设备，保持其良好的技术状态。

（四）过滤器的冲洗和反冲洗

无论滴灌系统多么好，水源多清洁，也要在每次灌水后对过滤器进行一次冲洗和反冲洗，以保证系统的正常使用。

（五）滴灌系统的拆卸与保管

滴灌系统的安装往往备受重视，而其拆卸保养工作则受到忽视，造成系统组成部件的损坏和丢失，甚至在拆卸后将设备随意堆放在露天，受风吹、日晒、雨淋，加速老化，使用寿命大大缩短。

（1）支管固定、毛管季节性安装的滴灌系统因支管与毛管间有一段连接管，从连接管卸下毛管后，应将连接管头部用塑料包好埋入土中，埋入深度应大于 30 mm，以免在耕地时损坏。卸下的毛管应一条条地盘卷，不要折扭，做好标记捆扎好，严禁脚踩和地面拖拉。

（2）移动式滴灌系统支管和毛管均据使用要求作季节性安装和拆卸，拆卸时，应轻轻地将支管和毛管拔出，将支管和毛管分别盘卷捆好，做好标记。为了来年的正常使用，应利用冬闲时间将毛管和支管清洗。卸下的其他设备应整齐堆放或悬挂在阴暗的库房内，以防止老化和重压变形。

（3）固定式滴灌系统在冬季来临前打开放水阀，放尽管路及系统一切设施中的水，以防冻裂。到第二年春天，在灌溉季节开始前，应对滴灌系统中所有的设备进行一次全面的清理检查，查看部件是否齐全、完好，若有损坏或短缺，应及时修理或配齐。

第五章 果园病虫害防治机械

第一节 弥雾机

弥雾机又称风送式喷雾机，弥雾机利用高速气流，把药液雾化成更细碎的雾滴并输送到远距离。弥雾机具有极强的穿透力，可以完全笼罩在植物株冠层，药剂不仅均匀地沉降到植物表面，就是背面也会有同样的药物沉积，所以得到充分地利用，提高了药物的杀虫、杀菌作用。相比于普通喷药器械在阴雨天不能喷药的缺点，弥雾机可以在阴雨天气正常喷药，而且不会影响植物的正常生长。

目前我国定型生产适于果园使用的机动弥雾喷粉机，有背负式、担架式、与手扶拖拉机配套和拖拉机牵引的四种类型。使用年代久、应用普遍的是背负式，主要型号有东方红-18型。担架式的有湘江-1.6型，为手扶拖拉机（518-12型）配套的有3MF-12等，为拖拉机（泰山-25型）牵引的有3MF-25型。其中湘江-1.6型为弥雾机，3WF-12型可弥雾和喷粉同时进行。

机动弥雾喷粉机普遍采用气流输粉和气压输液的原理，主要由动力部分、风机、贮药箱、弥雾和喷粉的管路以及喷头等组成。上述各型号除湘江-1.6和3MF-25型采用轴流式风机外，其他均为高压离心式风机，共同的特点是农药不经过风机，从而避免了农药对风机的腐蚀和磨损。与离心式风机相比，轴流式风机具有风量大、射程远、效率高等优点。现以东方红-18型和

3MF-12 型为例说明弥雾和喷粉以及联合弥雾和喷粉的工作原理。

东方红-18 型背负式弥雾喷粉机，如图 5-1 所示。以 1.2kW 汽油机为动力，采用高压离心式风机，由发动机曲轴直接驱动风机轴以 5000r/min 的速度转动。贮药箱既是贮液箱又是贮粉箱，只需在贮药箱内换装不同的部件。喷管主要由塑料件组成，不论弥雾和喷粉都用同一主管，在其上换装不同的部件即可。发动机和风机都是通过减震装置固定在机架上，以减少它们在高速运转时产生的震动传给机架。

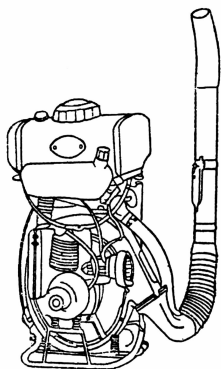


图 5-1 东方红-18 型弥雾喷粉机的外形

弥雾工作原理（图 5-2a）：当发动机曲轴驱动风机叶轮高速旋转时，雾喷粉机的外形风机产生的高压气流，其中大部分经风机出口流向喷管，少部分流经进风阀、软管、滤网到达贮药箱内药液面上的空间，对液面施加一定压力，药液在风压作用下通过粉门、出水塞接头、输液管、开关到达喷嘴（即所谓气压输液）。喷嘴位于弥雾喷头的喉管处，由风机出风口送来的气流通过此处时因截面突然缩小，流速突增，在喷嘴处产生负压。药液在贮药箱内受正压和在此处受负压的共同作用下，源源不断从喷嘴喷出，正好与由喷管来的高速气流相遇。由于两者流速相差极大，而且方向垂直，于是高速气流将由喷嘴喷出的细流或粗雾滴剪切成细小的雾滴直径在 $100 \sim 150 \mu\text{m}$ ，并经气流运载到远方，在运载沿途，气流将细小的雾滴进一步弥散，最后沉降下来。

喷粉工作原理（图 5-2b）：从风机产生的高速气流，大部分经风机出口流向弯头、喷管，少部分经进气阀进入吹粉管。由于风速高、风压大，气流便从吹粉管小孔吹出来，将贮药箱底部的药粉吹松散，并吹向粉门（即所谓气流输粉）。同时由于大部

分高速气流通过风机出口的弯头时，在输粉管口处造成一定的真空度，因此当粉门开关打开时，药粉就能够通过粉门、输粉管被吸入弯头，与大量的高速气流混合，经喷管吹向远方。

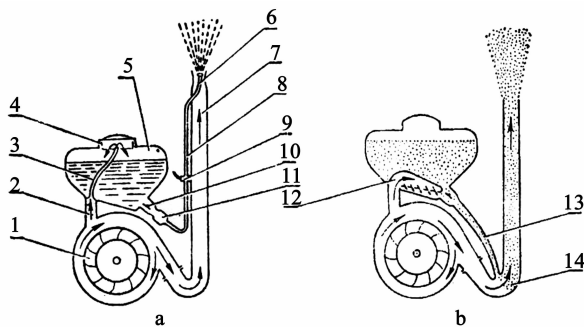


图 5-2 弥雾喷粉机的工作原理图

a. 弥雾 b. 喷粉

1. 风机 2. 进风阀 3. 软管 4. 滤网 5. 贮粉箱 6. 喷头 7、14. 喷管
8. 输液管 9. 开关 10. 粉门 11. 出水塞接头 12. 吹粉管 13. 输粉管

其他型号背负式机动弥雾喷粉机的结构和工作原理基本上与上述的一致。主要差别在：红旗 3-1 型和 3MF-3 型以 2.25kW 汽油机为动力，3MF-4 型以 3kW 汽油机为动力，其他则均以 1.2kW 汽油机为动力。前三者的风机出风口均朝上，弥雾时垂直射程在 10m 以上（静风条件下），其他则出风口朝下，弥雾垂直射程为 7m，因而前三者更能满足对高大树木的喷洒要求。3WF-12 型弥雾喷粉机，如图 5-3 所示，是为 518-12 型手扶拖拉机配套的机具。其结构以及弥雾和喷粉的工作原理与东方红-18 型弥雾喷粉机基本一致。差别在它有两个贮药箱，一个贮粉、一个贮液，风机产生的高速气流不止分两路而是三路喷出，大部分由风机出口经喷管喷出，一部分流入贮粉箱实现气流输粉，小部分流入贮液箱实现气流输液（图 5-4）。弥雾作业时关闭粉箱风门，喷粉作业时关闭液箱风门，需要联合弥雾喷粉时

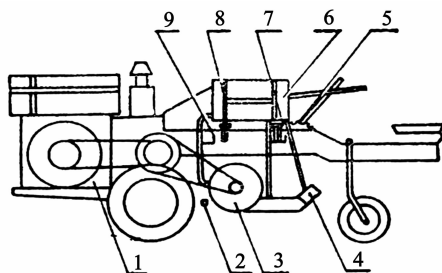


图 5-3 3WF-12 型弥雾喷粉机

1. 发动机 2. 悬挂方梁 3. 风机 4. 喷头 5. 弧齿盘 6. 药箱
7. 药量控制机构 8. 药箱固定架 9. 风量控制机

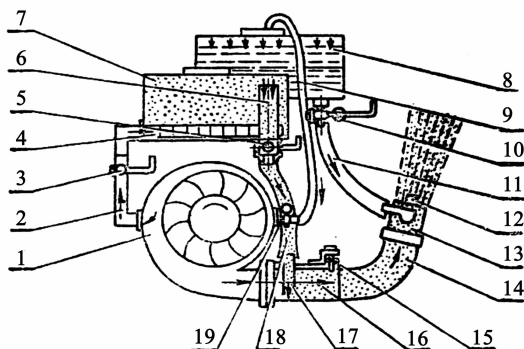


图 5-4 3WF-12 型弥雾喷粉机的工作原理图

1. 风机 2. 粉箱进风管 3. 粉箱风门 4. 吹粉管 5. 药粉阀门 6. 进粉管
7. 贮粉箱 8. 贮液箱 9. 液箱进风管 10. 药液阀门 11. 输液管 12. 喷嘴
13. 喷管 14. 弯管 15. 喷管调整销 16. 接管 17. 下粉管
18. 输粉管 19. 液箱风门

将粉箱风门和液箱风门都打开，这时药粉和药液在气流的作用下分别流入接管和喷嘴，药粉和药液在上压下吸的作用下，在风机高速气流冲击下，经喷管和喷嘴喷射出去，汇合成为雾粒和粉粒的混合流。这就是联合弥雾喷粉的工作原理。超低量喷雾器是弥雾机的一种喷药形式，有手持的和背负式的两种。目前应用的大

多是手持超低量喷雾器，有手摇的和电动的两类，以电动的为多。电动的有以干电池或蓄电池或锌—空电池为电源。主要型号有：电动 I 和 II 型（以干电池为电源），3MD—6 型（以蓄电池为电源），3WCD—5 型（以锌—空电池为电源）。电源不同，但它们的结构和工作原理基本一致。定型投产的机动超低量喷雾机有 WFB—18 型，实质是在东方红—18 型背负式机动弥雾喷粉机的基础上增设超低量喷头而成。

电动—I 型超低量喷雾器，由药瓶、喷头、电气设备和把手等组成，电气设备包括干电池、微型直流电机、电线和开关等。共 8 节 I 号电池盛装在空心把手内，串联后的电压为 12V。微型直流电机固定在喷头上，由电机轴直接驱动喷头的叶轮旋转。喷头即雾化器，主要由前后两个呈圆盘状具有蜂谷的叶轮和流量器等组成，叶轮的外缘刻有 360 个半角锥状小齿。其工作原理如图 5-5 所示，当接通电源开关，微型电机即带动喷头的叶轮以 8000r/min 左右的速度旋转。此时当药瓶内的药液借自重通过流量器以 30~60mL/min 滴入高速旋转的叶轮中部时，药液就在离心力的作用下，迅速形成一层薄膜贴合在叶轮面上，并向圆周方向移动最后沿齿尖切线方向呈一条条细丝状甩出，在克服了药液本身的黏结力和表面张力后，并与空气相作用而雾化成直径为 70 μ m 左右的雾滴，随风飘移扩散之后沉降于要求喷洒的对象上。

WFB—18 型超低量喷雾机，和电动—I 型的工作原理基本一致，差别在它的喷头上除有前后两个齿盘外，在它们的后方还固定有驱动叶片，共 6 片，各具 15°扭转角，并在喷头中部装有分流锥。它的齿盘不是由电动机驱动，而是当风机送来的大量高速气流经喷管进入喷头时，由分流锥导向，使气流呈环状吹出，在吹出喷口时冲击驱动叶片使齿盘以 1000r/min 速度旋转（图 5-6）。通过更换不同直径的喷口可以改变雾滴直径大小或粒谱

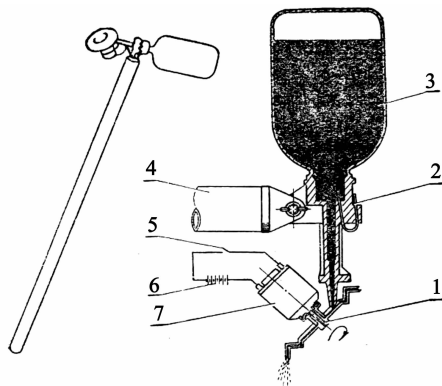


图 5-5 电动 - I 型超低量喷雾器的工作原理图

1. 叶轮 2. 进气管 3. 药瓶 4. 把手 5. 开关 6. 电源 7. 电动机

范围，以适应农业病虫害防治和卫生防疫的不同需要。

手持超低量喷雾器靠自然风力输送雾滴，仅适用于喷洒低矮的果木。如 3MD-6 型有加长手把的可用于喷 3m 高的树；背负式的由于借助气流使雾滴飘移，可用于 7m 高以下的果树，并且由于气流产生一种乱流，来回振动群叶，致使叶子的背面也能粘着一定药粒，增大了药物的覆盖面积。实践证明，这种超低量喷雾机在果园只要应用得当，能达到极好的防治效果。

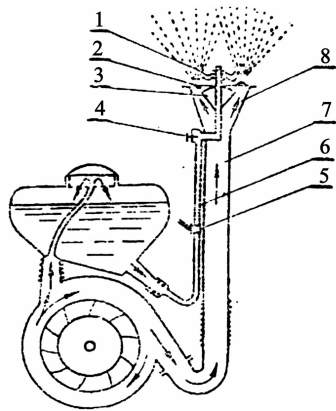


图 5-6 WFB-18 型超低量弥雾机的工作原理图

1. 齿盘组合 2. 驱动叶片
3. 分流锥 4. 调量开关 5. 开关
6. 输液管 7. 喷管 8. 喷头

第二节 喷药机械

一、喷头

喷头是雾化药液的最重要的工作部件，雾滴的大小和均匀性以及药液的分布，都与喷头的型式、结构和配置有关。为了防止腐蚀和耐磨，喷头应由黄铜或青铜制作。液力式喷头主要是利用高压泵对液体施加一定压力，通过喷头进行雾化药液成为雾滴，是目前植保机械中应用最广泛的一种雾化装置。主要有涡流式喷头、扇形喷头、撞击式喷头三种型式。

涡流式喷头：其特点是喷头内制有导向部分，高压药液通过导向部分产生螺旋运动。涡流式喷头根据结构不同分为切向离心式喷头（图 5-7）、涡流片式喷头（图 5-8）和涡流芯式喷头（图 5-9）三种型式。

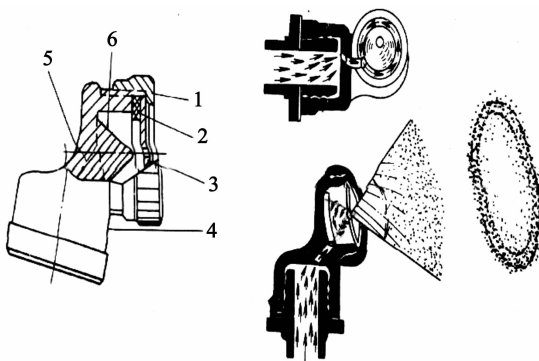


图 5-7 切向离心式喷头结构与工作原理

1. 喷头帽 2. 垫圈 3. 喷孔片 4. 喷头体 5. 输液斜道 6. 锥体芯

切向离心式喷头由喷头帽、喷孔片、喷头体等组成，喷头加工成带锥体芯的内腔和与内腔相切的输液管道。喷孔片的中央有一喷孔，孔径有 1.3mm 和 1.6mm 两种规格。内腔与喷孔片之间

构成锥体芯涡流室。

涡流片式喷头（旋水片式）由喷头片、喷头帽和涡流片组成，在涡流片上沿圆周方向对称地冲有两个贝壳形斜孔。在喷头片与涡流片之间夹有垫圈，由此构成一个涡流室。这种喷头仅用于人力喷雾器上，逐步为切向离心式喷头所代替。

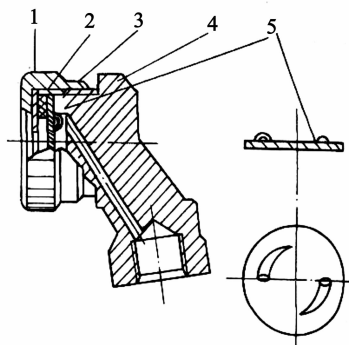


图 5-8 涡流片式喷头

1. 喷头片 2. 垫圈 3. 喷头帽 4. 喷头体 5. 涡流片

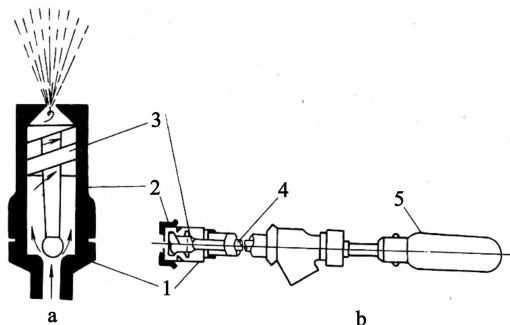


图 5-9 涡流芯式喷头

a. 大田型 b. 果园型

1. 喷头体 2. 喷头帽 3. 涡流芯 4. 推进杆 5. 手柄

涡流芯式喷头（旋水芯式）由喷头体、喷头帽和涡流芯等

组成。有大田型和果园型两种，大田型涡流芯的螺旋槽截面小，与芯顶的夹角小，涡流室浅且一般不可调节，喷孔较小，喷出的雾锥角较大，雾滴较小，喷量较小。果园型的特点与上述相反，且涡流室深浅可调节，故喷量较大，雾锥角可变，射程也可变，雾滴也较大。

单孔式喷头（撞击式）只有一个喷孔，高压液流通过喷孔，高速喷出碰撞在一反射板或直接与空气撞击而雾化，雾化质量较差。主要用于远射程的喷雾，如果树、树木、行道树及稻田的喷药。它由扩散片、喷嘴、喷嘴帽和枪管组成（图 5-10）。

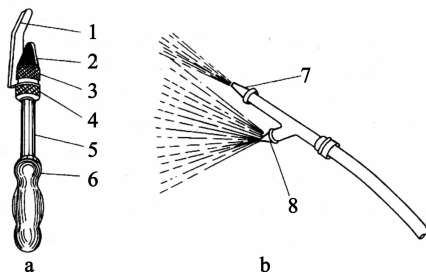


图 5-10 撞击式喷头

a. 远射程喷枪 b. 组合式喷枪

1. 扩散片 2. 喷嘴 3. 喷嘴帽 4. 并紧帽 5. 枪管
6. 手柄 7. 锥形腔孔喷嘴 8. 狭缝式喷嘴

扇形雾喷头是因其喷出的雾面形状像扇面而得名。扇形雾喷头雾化的质量不如圆锥雾式，其喷量大，雾滴直径也较大。多用于喷洒除草剂和肥料上，它由垫圈、喷嘴和压紧螺母组成。在喷嘴上开有内外两条半月形槽，且互相垂直，两槽相切处，形成一正方形的喷孔。

二、果园常见喷药机械

（一）手动喷雾器

手动喷雾器是我国生产最多的一种药械，其型号和品种很多，其结构大致可分为：单管式、背负式、踏板式等。目前应用最普遍的是背负式摇杆喷雾器。

背负式摇杆喷雾器采用直立式活塞泵，在药液桶外的一侧或上方设空气室，其工作原理如图 5-11 所示。当摇动摇杆，通过连杆，驱使塞杆和皮碗在泵筒内作上下运动。塞杆上行时，泵筒内压力下降，药液桶内的药液经吸水管冲开进入球阀被吸入泵筒，这时出水阀处于关闭状态。塞杆下行时，泵筒内的压力增大，则进水阀门关闭，泵筒内的药液冲开出水阀座进入空气室。如此反复，空气室内的药液不断增加，空气被压缩，从而产生一定压力，这时打开与空气室出液管相连的喷杆开关，即可从事喷雾作业。这种类型的喷雾器，只要稍加摇动摇杆就可连续作业，工作压力较压缩式高，最大工作压力可达 $8\text{kg}/\text{cm}^2$ ，且能保持基本一致，因而喷雾质量好、工作效率高。

手动喷雾器的工作压力都不太高、喷雾范围窄、射程短，一般只适用于苗圃、幼龄或矮化的果树和小浆果之类。

（二）机动喷雾机

目前果园应用的机动喷雾机主要有担架式和为手扶拖拉机配套式的两种类型，大量使用的是担架式。

担架式喷雾机，按液泵的型式可分成活塞式和离心式两大类。属于活塞式的有工农-36 型、山城-30 型、支农-40 型等。属于离心式的有解放 18 型和 22 型、丰产远程型等。都以 2.25~3kW 的汽油机作为动力，与液泵等一道固定在钢管制成的机架上，能手抬转移，即称之为担架式喷雾机之来由。这两类

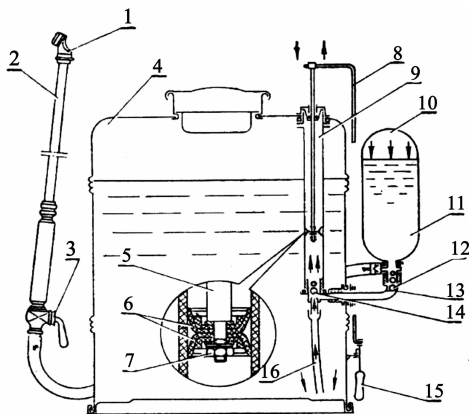


图 5-11 工农-16 型背负式手动喷雾器的工作原理图

1. 喷头 2. 喷杆 3. 开关 4. 药液桶 5. 塞杆 6. 皮碗 7. 螺母
8. 连杆 9. 泵筒 10. 压缩空气 11. 空气室 12. 出水球阀 13. 出水阀座
14. 进水球阀 15. 摇杆 16. 吸液管

喷雾机都具有结构简单、重量较轻、排液量大、射程较远(15 ~ 20m)、工作效率高等特点。但活塞泵式喷雾机的工作压力高于离心泵式(前者在使用喷轮时为 $20 \sim 25\text{kg/cm}^2$, 后者仅为 4.7kg/cm^2), 因而喷雾质量优于后者。目前果区广泛应用的是工农-36 型。

工农-36 型担架式喷雾机是以 165F 汽油机为动力, 采用三缸活塞式液泵, 即在一根曲轴上装有同样的三个活塞泵, 安装的相位角相差 120° , 曲轴每转一圈可泵出药液三次。单缸液泵的工作原理如图 5-12 所示。由发动机通过三角皮带传动, 驱使泵的曲轴旋转, 带动连杆牵引活塞杆和活塞作往复运动。当活塞向左运动时, 平阀压紧活塞上的吸水孔道并推活塞前行, 使活塞右侧的泵室内形成真空, 在大气压力作用下水源的水即经过滤网、吸水管被吸入右泵室; 当活塞右行时, 平阀开启, 右泵室内的水即通过吸水孔道进入左泵室。如此不断反复, 左泵室的水不断增

加，压力上升，势必顶开水阀进入空气室，使空气室内的空气被压缩而产生高压，当达到喷雾压力时打开截止阀到达射流式混药器。在高压（ $15 \sim 20\text{kg/cm}^2$ ）水流通过混药器渐缩喷嘴，于出口处发生压力下降流速增高（ 50m/s ），产生射流。在其射向混药器扩散管口时将其四周的空气也带走，于是混合室内形成真空，母液就从药桶被吸入混合室，与水流混合成均匀的药液，通过扩散管后流速下降、压力又升高，经胶管从喷枪喷出。

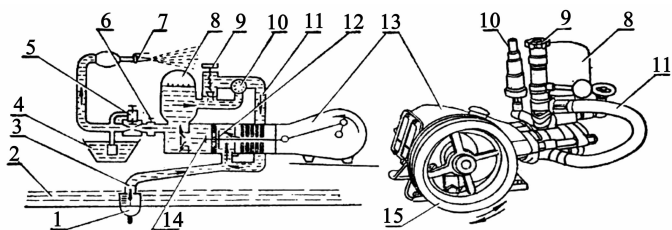


图 5-12 工农-36 型机动喷雾机的工作原理图

1. 吸水滤网 2. 水源 3. 吸水管 4. 母液 5. 混药器 6. 截止阀
7. 喷枪 8. 空气室 9. 调压阀 10. 压力表 11. 回液管 12. 平阀
13. 活塞泵 14. 出水阀 15. 三角皮带轮

从上述的工作过程可知，在使用混药器的情况下，母液不进入液泵，避免了对液泵等零件的腐蚀和磨损，使机器的寿命大为延长，同时可节省劳力，提高生产率。但安装混药器后散失的压力头很大（约为液泵输出压力的 $1/3$ ），当机器距水源较远，使用很长的吸水管路时，压力头损失更大，在胶管长度超过 60m 时，混药器不能正常工作，甚至不起作用、吸不上母液，使用中必须注意。另外，使用混药器必须配以使用喷枪，换用喷嘴部件时应将吸水管直接插入配合好的药液桶内进行工作。

工农-36 型喷雾机液泵的排水量为 $36 \sim 40\text{L/min}$ ，在用喷检时，工作压力为 $15 \sim 25\text{kg/cm}^2$ ，喷雾量可达 30L/min 左右，用于苹果园，用 $7 \sim 8$ 人每天约可喷 800 棵果树。

手扶拖拉机喷雾机，定型生产为果园使用的主要有两种型

号,工农-60型和WJ-24型。前者配套动力为工农-7和工农-11型手扶拖拉机,后者为工农-11和东风-12型手扶拖拉机,都采用三缸活塞式液泵。利用手扶拖拉机为动力,既提高了拖拉机的利用率,又可减轻工人的劳动强度,并且工农-60型上采用了较工农-36型尺寸大的液泵,使泵的排水量提高到 $60 \sim 70\text{L}/\text{min}$,用喷枪时工作压力可达 $20 \sim 30\text{kg}/\text{cm}^2$,可配两支喷枪同时工作,因而提高了工作效率。此外,手扶拖拉机喷雾机能在大多数果园内通行,是适合我国目前果园生产情况的一种喷雾机。工农-60型喷雾机配备有自动混药器,WJ-24型没有,两者的结构和工作原理与工农-36型基本相同。

(三) 果园风送式喷雾机

西方发达国家在20世纪40年代就开始研究利用果园风送式喷雾机代替高压喷枪喷药。风送液力式喷雾技术(air-assisted hydraulic spraying)主要是利用液力先将药液雾化,然后靠风机产生的气流使雾滴进一步雾化并输送到靶标上,利用气流把农药雾滴强制喷入作物株冠层中,携带细小雾滴的气流驱动叶片翻动,使叶面的正反面都能着药,可大幅度地降低农药飘失量。它比一般果园用高压喷雾机的优点是:可节省劳力70%,节省时间30%~80%,节省药物20%。它的一般结构和工作原理如图5-13所示。



图5-13 风送式喷雾机

a. 结构图 b. 作业图

针对新型矮栽密植果园果树喷药需求，苹果现代产业体系河北农业大学果园机械岗位研制成功了风送弥雾打药机，包括悬挂式和自走式两种，自走式打药机结构如图 5-14 所示。

机型结构简单，整机重量轻，操作、维修方便。自走式喷雾机采用焊接整体式机架，安装和固定药液箱、液压泵、风机和喷雾支架，与果园通用动力底盘有机结合在一起。工作时，由拖拉机动力输出轴经取力器和传动轴将动力传至后方的压力泵和轴流风使其工作，压力泵将药箱内的药液通过吸液管吸入泵腔加压后，经排液管压向设置于风机出风口处的环状分配器，由环形布置的喷头雾化成 $150 \sim 300 \mu\text{m}$ 的粗雾滴，然后由风机出风口排出的高速气流进一步雾化成 $100 \mu\text{m}$ 以下的细小雾滴呈扇形风送至机组两侧目标，从而达到弥雾效果，一个行程可完成二行果树内侧的植保作业。液压泵为隔膜泵，压力高，流量稳定，由于采用风机吹雾，雾滴被强大的气流吹至树冠中，枝叶被气流翻动，极大地提高了雾滴的附着率。

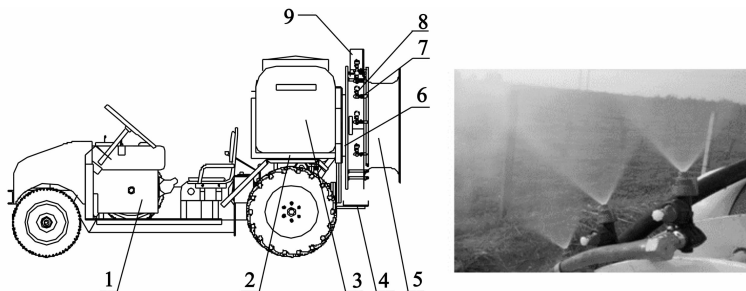


图 5-14 风送果园喷雾机结构与喷雾效果图

1. 动力底盘 2. 机架 3. 药箱 4. 药液回收槽 5. 风机
6. 药液管道 7. 喷头支架 8. 喷头 9. 导流板

(四) 果园自动对靶喷雾机

对靶喷雾是实现高效低污染施药的一种重要方法。所谓对靶

喷雾就是只对目标喷雾，对于非目标不喷雾或者尽量少喷雾。对靶喷雾器械中，目标探测器是一个关键部分。可用于植株目标探测的探测器有光电传感器、超声传感器、微波传感器和图像传感器等。应用自动对靶技术，实现对果树靶标定向精确喷雾，避免果树空档之间的无效喷雾，可以与有动力输出轴的 15kW 以上拖拉机配套使用，农药雾滴有效附着率达到 55%，减少了农药浪费和对环境的污染。图 5-15 为红外线自动对靶喷雾机，自动对靶由红外线发射电路、红外线接收电路和输出电路三部分组成。图 5-15 是由中国农业大学设计的果园自动对靶喷雾机，主要性能参数如下：

靶标识别间距： $\leq 0.3\text{m}$ ；
靶标识别距离： $\geq 2.0\text{m}$ ；
作业最小通过间距： $\leq 3.0\text{m}$ ；
风机出口速度： $20 \sim 225\text{ m/s}$ ；
风机风量： $24\,000\text{m}^3/\text{h}$ 。



图 5-15 果园自动对靶喷雾机

（五）隧道式循环喷雾机

在果园植保作业中，有很多装置被用来减少农药在非靶标区的扩散，隧道式循环喷雾机（Tunnel Sprayer）就是其中一种。隧道式循环喷雾机的研制始于 20 世纪 70 年代，主要集中于欧美等发达国家，图 5-16 的两种循环喷雾机都能对葡萄或篱式矮化果树从两侧和顶部喷药，由拖拉机牵引，并由拖拉机的动力输出轴提供动力。当进行病虫害防治作业时，果树被一个移动的隧道形状的遮罩罩住，雾滴可从遮罩中直接喷施到果树上，没有沉积到叶丛和枝条上的雾滴以及叶面上滴落的雾滴可以被遮罩收集，这些药液汇集到盛液槽中，可以再循环利用，防止农药飘移

和流失，由于其遮罩的特殊形状，这种喷雾机被称为隧道式循环喷雾机。隧道式循环喷雾机主要有两大系统：药液回收循环系统和药液喷施系统，这两个系统都安装在遮罩内部。目前隧道式循环喷雾机主要应用于葡萄、矮化半矮化果树、灌木等冠层尺寸较小的果树病虫害防治。试验证明这种循环方式大大提高了雾滴的穿透性，缺点是冠层外侧沉积的药液量不对称。隧道式循环喷雾机能够大大减少药液飘移和流失，据联邦德国农林生物研究中心（BBA）的检测，隧道式循环喷雾机能够减少农药飘移 90%，因此，隧道式循环喷雾机被列为低飘喷雾机。



图 5-16 两种用于葡萄园和篱式矮化果树的循环喷雾机

（六）静电喷雾

为了提高药液沉附在农作物表面上的百分率，近年来国内外对静电喷雾技术进行了广泛深入的研究。据试验表明，静电力一般对大的颗粒没有多大作用，并能影响从喷施设备到目标物间的基本轨道。但是，如果一个带电的颗粒达到目标区时没有足够的惯性力来引起冲击，电荷即能增加沉附机会，提高雾滴在农作物上沉降率，尤其是对于小颗粒，将会减少飘移的数量，这对微量喷雾来说是十分必要的。

静电喷雾技术是应用高压静电使雾滴充电。静电喷雾装置的工作原理是通过充电装置使雾滴带上一极性的电荷，同时，根据静电感应原理可知，地面上的目标物将引发出和喷嘴极性相反的电荷，并在两者间形成静电场。带电雾滴受喷嘴同性电荷的排

斥，受目标异性电荷的吸引，使雾滴飞向目标各个方面，不仅正面，而且能吸附到它的反面。静电喷头的结构（图 5-17）：喷头座的中央为药液管，周围有倾斜的气管。喷头是由导电的金属材料制成，它是接地的或和大地电位接通，从而使液流保持或接近于大地电位。在雾滴形成区所形成的雾流，其雾滴因静电感应而带电，并被气流带动吹出喷头。喷头壳体是由绝缘材料制成的。高压直流电源的作用是将低压输入变为高压输出，电压可从几千伏到几十千伏的范围内调节。高压电源是一个微型电子电路，其中的振荡器可使低压直流电源变换为低压交流输出；变压器将振荡器的低压交流变换为高压交流输出；整流器将变压器的高压交流输出变换为直流电；调节器用来调节高压交流输出电压，高压电源通过高压引线接到电极上。

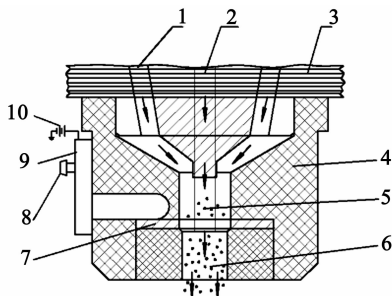


图 5-17 静电喷雾喷头

1. 高压空气入口 2. 高压液体入口 3. 喷头座 4. 壳体 5. 雾滴形成区
6. 雾流 7. 环形电极 8. 调节器 9. 高电压直流电源 10. 12V 直流电源

静电喷雾的技术要点首先需要使雾滴带电，同时与目标（农作物）之间产生静电场。静电喷雾装置使雾滴带电的方式主要有三种：电晕充电、接触充电和感应充电。

电晕充电（图 5-18a）：在喷头出口雾化区备有一个或数个电极尖端，在它们附近产生一个高强度电场，利用针状电极电晕放电所形成的离子轰击雾滴，使通过该电场区的雾滴带电。特点

是结构简单，先雾化后充电。

接触充电（图 5-18b）：将雾化元件作为电极，高压电直接连接在即将雾化的药液上。因此，对雾化中的液体直接进行充电，当药液雾化后便带有电荷。特点是充电效率高，结构比较复杂，必须保持设备有良好的绝缘。

感应充电（图 5-18c）：在喷头雾化区设置环状电极，形成感应电场，经喷口雾化的雾滴通过高强度电场时而充电。特点是充电效率不高，充电电压较低，适合于小型手持式喷雾机或背负式机动喷雾机上。

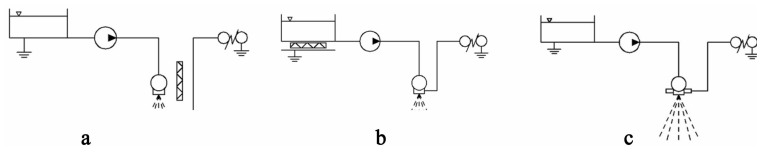


图 5-18 雾滴充电方式

a. 电晕充电 b. 接触充电 c. 感应充电

国外比较注意静电喷雾的基础理论研究。尤其是在充电方式、农药用量、雾滴尺寸、空气相对湿度、温度、运载气流等因素对带电雾滴的沉降效果都做了较深入的室内外试验，并研究成功了一些充电和雾化系统。国外小型静电喷雾机已进入实用阶段，而大田用静电喷雾机尚处于试验研究阶段。

我国静电喷雾技术在农业植保上的应用研究始于 20 世纪 70 年代后期，且多数是以转盘式手持微量喷雾机为基础进行研制的（图 5-19）。

转盘式手持微量静电喷雾器为接触充电方式。其工作原理为：一般用干电池或蓄电池作电源，电源电压为 6V，经过振荡变压，再经倍压整流得到 1 万~2 万 V 的直流高压，直接加在药液出口液管上，滴管是用不锈钢制成，当药液流经滴管时带上电荷，经转盘的高速旋转产生离心力，将药液甩出而雾化成细小带

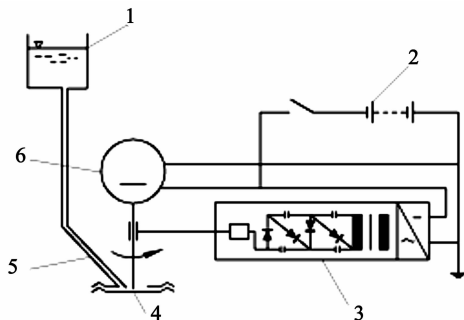


图 5-19 转盘手持式微量喷雾器接触充电示意图

1. 药液瓶 2. 电源 3. 静电发生器 4. 转盘 5. 滴管 6. 微电机

电雾滴。此时转盘与作物之间同时形成一个电场，带电雾滴在电场力作用下到达农作物表面。

随着农业产业结构的调整，高效、环保施药技术成为果园植保管理的迫切需要，静电喷雾能有效地改善雾滴在作物表面的沉积和分布，显著提高作物背面和隐蔽部位的沉积量，减少细小雾滴的飘移和地面无效沉积，节省用药量，提高了防治效果，减少了对环境的污染，具有显著的优势。

第三节 驱鸟器

近年来，随着国家的重视，人们环保意识的增强，野外的自然环境和生态环境越来越好。鸟类生息繁衍的条件也得到了改善，使鸟类种群数目急剧增加。鸟害已经成为林果业、种植业面临的重要问题。据北京市果树产业协会提供的数字，全市果品每年因为鸟害造成的损失达到 4000 万 ~ 8000 万 kg，按果品市场价格计算，相当于一年被鸟吃掉 1 亿多元。而其他水果种主产区（如山东、河北、江苏、浙江、广东）调查的数据显示，由于鸟类啄食，每年果园的损失平均在 10% ~ 15%，个别地区达到 30%，甚至更高。因此，为挽回看不见的损失，科学的驱鸟，防

鸟应引起果农的重视。

一、超声波驱鸟器

超声波驱鸟器，采用的是物理驱鸟法，利用超声波能够有效地将鸟类驱离家居、工作等生产、生活环境。在多次实验中取得的结果证明，如果迫使鸟类不停地听强力的超声波后，鸟类会产生食欲不振、厌食、抽搐等症状，甚至间接导致其死亡。

超声波驱鸟器利用一种超声波脉冲干扰刺激和破坏鸟类神经系统、生理系统，使其生理紊乱以达到驱鸟、灭鸟的最终目的。超声波驱鸟器采用的超声波具有不能穿透障碍物、方向性强、衰减快等的特性，所以使用较大功率的驱鸟器，通过超声波无数次的反射方式进行传播，形成超声波防护网覆盖整个驱鸟空间的，以达到最佳驱除的效果。有关部门研究结果证明：在一定的空间有一定“供养量”，杀死一只鸟，就会多生一只鸟，因此“驱鸟”比“杀鸟”更具有积极意义。

超声波驱鸟器采用变频超声波来驱走害虫，是属于物理方法治理鸟患、虫患等，完全无须依赖化学药物，所以无毒无臭，更会造成二次污染。人耳的听觉范围是 16 ~ 20 000Hz，超声波驱鸟器的超声波的输出的频率一般都在 20 000Hz 以上，对于 20 000Hz 以上频段的频率是人的听觉系统无法产生响应的，所以我们的耳朵根本听不到的，而且超声波驱鸟器的功率都未能达到穿透对人体的能力，所以对人体没有影响。

二、智能语音驱鸟器

智能语音驱鸟器是北京市农林科学院、国家农业信息中心的科研人员历经多年，对我国不同地区、不同季节的鸟害种类的大量调研，以及采集大量这些鸟类天敌的声音，并对这些声音进行筛选和数字化处理，同时吸取国外的先进经验，所研制开发出的

一种适合我国情况的驱鸟设备(图5-20)。

通过播放电子高保真的鸟类或悲哀、或恐惧、或愤怒的声音,达到驱赶农田、果园鸟类的效果,与此同时,该声音也能吸引这些鸟类的天敌(如鹰等)前来猎食,形成了立体式预防鸟害的防护墙,大大提高果园、农田的产量。效果如表5-1所示。



图5-20 智能语音驱鸟器

表5-1 驱鸟器使用效果报告

	樱桃	葡萄	苹果	杏	梨	桃	美国提子
亩产(kg)	1500	3500	2500	1500	1250	2500	1500
不使用驱鸟器损失比例	30%	20%	10%	15%	10%	20%	30%
不使用驱鸟器损失产量(kg)	450	700	250	225	125	500	450
使用驱鸟器减少损失比例	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
使用驱鸟器挽回损失产量(kg)	225	350	125	112.5	137.5	250	225
水果单价(元/kg)	3.5	1.25	1	0.75	0.6	0.5	6.5
使用驱鸟器挽回损失(元)	3150	1750	500	337.5	210	500	5850
10亩果园挽回损失(元)	31500	17500	5000	3375	2100	5000	58500
5年果园挽回损失(元)	157500	87500	25000	16875	10500	25000	292500

三、煤气炮驱鸟器

煤气炮是大家比较熟悉的驱鸟方法,该方法利用煤气爆炸产生的巨大声音把鸟类吓跑。煤气炮的造型多种多样,一开始是发

出单一响声的机器装置，后来渐渐出现了电子控制的随机响声的（图 5-21），就比较有效果了，因为随机的响声让鸟类不知道什么时候会产生让它们害怕的声响。煤气炮的声音比较大，会令鸟类神经紧张，破坏自然生态环境。另外，煤气



图 5-21 煤气炮驱鸟器

炮的发声间隔不能低于 3min，否则反而让鸟类很快适应了这种声音，过多的声响反而效果不佳。煤气炮驱鸟器由于噪音大（噪音达到 115 分贝），为了达到很好的驱鸟效果，需要白天全天候进行放炮，影响周围居民生活，对煤气炮的应用造成了很大限制，应用较少。

第四节 诱虫灯

多种害虫具有趋光性，新中国成立初我们曾大规模用油灯、马灯、汽灯的“万家灯火”诱杀害虫，随着农村电力的发展又改用电灯。

由于人和动物的眼睛对光的反应是不一样的，人眼看不见的光，在某些动物的眼里也许是一种明亮的光，从而引起一系列活动行为反应。据国外研究得知，许多夜间趋光的昆虫对波长为 $3650\text{\AA}$ 左右的光波有较强的趋向性，而黑光灯正是此波长能量很强的光源。人们根据这个道理，从 20 世纪 70 年代开始大力推广黑光灯。

经过试验研究，黑光灯的防治效果明显优于油灯和白炽灯，黑光灯诱集的虫子种类多、数量大，且能消灭有效虫源，对天敌的影响小。

近年来随着电光源技术的发展，又新出现了金属卤化物灯，

它可获得诱杀害虫所需的多种光波。试验表明这种金属卤化物灯光强度大,照射范围广,有较强的紫外光谱线,对害虫有较强的诱集力。

根据治虫灯具的光源和结构的不同,可分为白炽灯、黑光灯、双色灯、高压杀虫灯和卤素灯等。目前农业上使用较多的是黑光诱虫灯和高压杀虫灯。

一、黑光诱虫灯

黑光诱虫灯按供电方式分,有交流黑光灯和直流晶体管黑光灯。交流黑光灯有诱虫效率高、耗电费用省、使用方便、维护简单等优点,但要大面积连片布设交流黑光灯,就要架设大量的电杆电线,投资大,且易发生人畜伤亡事故,因此它在大面积连片布灯中不利于普遍使用。而晶体管黑光灯以蓄电池或干电池作为电源,因而能够在缺乏交流电源的地方使用,无须架设电杆,可根据需要,机动灵活地布灯治虫,但结构比交流黑光灯复杂。

(一) 黑光诱虫灯的结构

1. 交流黑光灯的结构 交流黑光灯由黑光灯管及其配件、防雨罩、挡虫板、收集器和灯架等组成(图5-22)。

(1) 黑光灯管及其配件:黑光灯管的外形与普通日光灯管完全相同,只是灯管内壁所涂的荧光粉不同。其镇流器、起辉器、保险丝盒和开关等配件的规格相符。

(2) 防雨罩:用铁皮等制成,罩在灯管的上端,用来保护灯管及其配件,防止被雨水淋湿。

(3) 挡虫板:用2~4片玻璃或铁皮制成,长度与灯管相同,宽度为6~7cm,便于害虫在扑灯时掉入收集器中。

(4) 收集器与支架:收集器装在灯管和挡虫板的下端,可利用旧缸、木盆等,就地取材,盆的大小以直径1m为宜,盆内放入4~5cm深的水,加入少量的废柴油、煤油或杀虫剂,以杀

死收集到的害虫。支架可用竹竿或木料搭成，悬挂黑光诱虫灯。

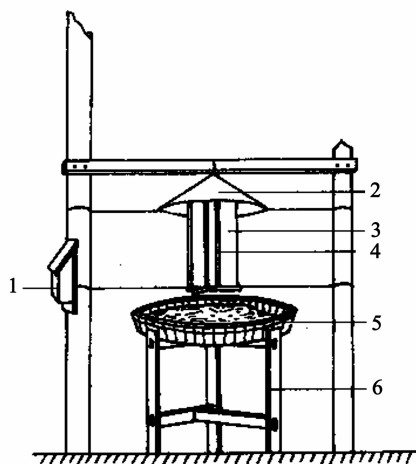


图 5-22 田间安装的交流黑光灯解剖图

1. 电器配件箱 2. 防雨罩 3. 挡虫板 4. 黑光灯管 5. 水盆 6. 木架

2. 晶体管黑光灯的

结构 晶体管黑光灯由黑光灯管、变换器、防雨罩、挡虫板、收集器和灯架等构成（图 5-23）。各种型号的直流晶体管黑光灯灯具都是成型整机。直流好使用直流电，点灯时要附带蓄电池，通过晶体管黑光灯的变换器，将直流低压变换成交流高压，供黑光灯起辉点燃。

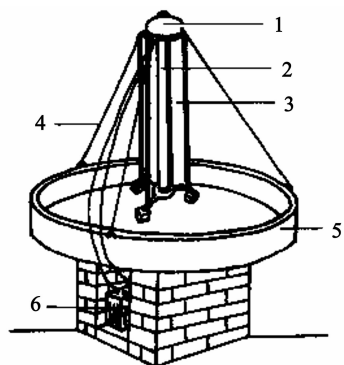


图 5-23 田间安装的晶体黑光灯解剖图

1. 防雨罩及变换器 2. 黑光灯管
3. 挡虫板 4. 铁线 5. 水泥盆 6. 蓄电池

3. 黑光灯诱虫灯的使用

(1) 灯的密度与布局：田间安装黑光灯的密度，主要决定于黑光灯诱捕的有效范围。30W 交流黑光灯的发光强度较大，作用面积也比较大，所以布灯的密度也比较稀，一般是 50 亩地一支灯。20W 晶体管黑光灯的发光强度不及交流黑光灯，所以安装密度较大，现在生产上一般是 25 亩地一支灯。8W 晶体管黑光灯的发光强度更小，现在一般是 10 亩地一支灯。3W 交流灯的发光强度很弱，大约 3 亩地就需一支灯。

对于灯的布局，通过多年来实践证明，黑光灯要连片布灯，灯区面积越大、诱捕害虫的效果越高，因此要打破界限，统一布灯。

晶体管黑光灯有移动灵活的优点，可根据虫情和苗情，临时改变灯的布局，应充分利用这一优点。

(2) 安装黑光灯：交流黑光灯在安装时，应离开电线杆 80cm 以上，以免灯光放电线杆挡去太多，降低诱虫效果，每支灯应安装一个开关，以便维修。供电线路不要用一线一地的方式，同一电力线路上要设一个总开关，以便开关灯。灯具安装高度应视作物种类而定，一般以灯管的下端高出作物 30cm 左右为宜。如安装得过低，使灯光受到作物巡挡，则减少害虫的诱捕数量；如安装的过高，便会扩大收集器的遮光面积，使害虫在灯下栖息的数量增多，同样也会减少诱捕的数量。最好能安装活动灯，以便随作物的生长而升高。

对于晶体管黑光灯，由于其安装灵活，最好能安装在田边空地，离田 10m 左右，可避免灯下作物受害，灯的安装高度与交流黑光灯相同。直流灯在使用时，是把直流灯放在水盆中央，用小砖块将直流灯垫起，灯管下端离开水面 30 ~ 60cm。点灯时，蓄电池安放在水盆下面，避免受日晒雨淋。

(3) 掌握亮灯时机：黑光灯的防治效果与亮灯时间也有十分

密切的关系，掌握合理的亮灯时间还可避免浪费电力，在这个问题上需要结合具体的防治对象。亮灯季节应该符合当地主要害虫的发生时间，通过正确测报成虫发生时间，发动群众点灯诱杀，一般能够收到明显的效果。

(4) 黑光灯与其他光源结合使用：可提高诱虫量。例如：20W 黑光灯与普通 200W 电灯并联，或 20W 黑光灯与 20W 日光灯并联，则由于光照强度加大，照射距离增加，以及两列光波的共同作用，会对许多害虫有强趋性。

(5) 加强管理：经验证明，要搞好灯光防治工作，必须加强管理。“三分装七分管”，实行“三定”（定管灯员、定灯数、定报酬），及时开灯关灯、加水加油、收虫埋虫和维修等，还要对灯下漏网害虫进行施药或人工采卵。

(二) 黑光诱虫灯的保养与故障排除

1. 保养要点

(1) 定期检查灯具各部分有无损坏，电源引线有无漏电现象。

(2) 灯具不用时，应将灯具拆掉，存放于仓库中。

2. 故障排除 交流黑光灯常见故障与排除方法见表 5-2 与表 5-3。

表 5-2 交流黑光灯故障排除方法

故障现象	故障原因	排除方法
接通电源后灯管不发光	1. 保险丝烧断	1. 更换保险丝
	2. 电源开关损坏	2. 更换开关
	3. 线路上某一部分接触不良	3. 依次检查灯管的管脚、起辉器以及整流器等是否接触良好
	4. 灯管灯丝已断	4. 更换新灯管
	5. 起辉器损坏	5. 更换起辉器

续表

故障现象	故障原因	排除方法
灯管两端发亮但不能起辉	1. 起辉器中的并联电容器击穿	1. 可去掉起辉器中的电容器，继续使用或更换起辉器
	2. 电源电压太低	
	3. 灯管已老化	2. 应暂停使用，更换新灯管
	4. 气温太低	

表 5-3 直流晶体管黑光灯故障排除方法

故障现象	故障原因	排除方法
灯管不亮	1. 保险丝烧断	1. 更换保险丝
	2. 电池无电	2. 更换电池或将电池充电
	3. 断路	3. 用电笔检查各连接处并接通
	4. 起辉器损坏	4. 更换起辉器
	5. 灯丝断	5. 将灯管调头
	6. 硅三极管损坏或整流器损坏	6. 更换

二、高压杀虫灯

高压杀虫灯是在黑光灯的周围装上高压杀虫电网，来捕杀害虫的黑光灯。这种灯诱捕效率高、管理方便。缺点是买灯时投资大、耗电费用较高。

(一) 高压杀虫灯的结构

高压杀虫灯的型号很多，但结构原理基本相同。它是在黑光灯外围装上 4000W 高压电网，用它取代水盆杀虫。

高压杀虫灯由黑光灯管及其配件、防雨罩、变压器、保护灯泡、高压电网和灯架组成。

(二) 高压杀虫灯的使用

(1) 高压电网黑光灯是成件产品。安装方法同普通黑光灯一样，但安装高度应高些，至少要离地面 2.5m。高压电网黑光灯如无安全自动控制装置，必须在灯位周围设置防护栏栅，防止人畜接近，以杜绝触电事故发生。

(2) 镇流器和电源开关必须装在火线上，电源线必须牢固可靠，不能使用裸体线，电线的牵拉必须架空而过，切不可从地面上或田里经过，注意用电安全。

(3) 使用中灯具不能淋雨，以免调电造成触电。

(4) 使用高压杀虫灯，因其杀虫电网的电压高达 4000W，尤其要注意用电安全，人畜不可太靠近电网。

(5) 供电线路不要用一线一地的方式。

(三) 高压杀虫灯的主要故障及其排除方法

高压杀虫灯主要故障排除方法见表 5-4。

表 5-4 高压杀虫灯主要故障排除方法

故障现象	故障原因	排除方法
接通电源后灯管不亮	1. 保险丝烧断	1. 更换保险丝
	2. 电源开关损坏	2. 更换开关
	3. 线路上某一部分接触不良	3. 依次检查灯管的管脚、起辉器以及整流器等是否接触良好
	4. 灯管灯丝已断	4. 更换新灯管
	5. 起辉器损坏	5. 更换起辉器

续表

故障现象	故障原因	排除方法
灯管两端发亮但不能起辉	1. 起辉器中的并联电容器击穿 2. 电源电压太低 3. 灯管已老化 4. 气温太低	1. 可去掉起辉器中的电容器，继续使用或更换起辉器 2. 应暂停使用，更换新灯管 3. 更换新灯管
高压电网无电	断路或变压器损坏	用电笔检测或用绝缘起子短路电网。灯泡不亮应检测线路或更换变压器
灯泡一直亮	短路	检查排除

灯光防治既是我国的一种传统方法，同时又引入了近代光电技术，除上述诱虫灯外，人们还研制成功了其他新型灯具——太阳能黑光灯（图 5 - 24）、全自动金属卤化物诱虫灯。太阳能黑光灯利用阳光发电进行工作，管理上省工、省费用，可实现光控、雨控、晚上自动开灯、白天自动关灯、雨天自动关机、过冲过放微电脑自动保护系统。是一种具有方向性的新灯型，但买灯时投资大，有待灯具制造成本大幅度下降。全自动金属卤化物诱虫灯，是一种采用新光源、新技术的灯型，一灯可管千亩地，用交流电源供电，田间布设供电线路不多，有自动化装置，在无人管理的条件下可自动诱捕害虫，平均投资小、费用省，是一种很有前途的灯型。电光源



图 5 - 24 太阳能杀虫灯

器件方面也有很大的发展，有长寿命 20W 黑光灯管、单管双色灯管、小功率高压汞灯，还有大功率的金属卤化物灯，以及高光效率的黑光荧光灯。

第五节 园艺作物病虫害防治机械操作与安全

一、病虫害防治机械操作

以 WFB-18 型喷雾机为例说明病虫害防止喷药过程。

(一) 喷药前的准备

1. **机具检查** 检查喷头各联结部位是否松动，齿盘转动是否灵活，输液系统是否畅通和有无漏药。如有异常现象须及时排除。

2. **农药品种和药液量的选择** 一般来说可按常规喷雾法来选择农药品种，所不同的是必须采用超低量的油剂农药。

3. **药害问题及其测定** 直接喷油剂农药的超低量喷雾法比常规喷水剂农药喷雾法出现药害的可能性较大。但只要按照作业技术要求进行作业，就不会产生药害。

药害测定方法是在需要喷药地块的下风向地角上于 $1 \sim 2\text{m}^2$ 的面积上，用糨糊或曲别针固定上几张呈水平和垂直方向的着色卡片 ($1.5\text{cm} \times 6\text{cm}$)，然后用喷雾机喷药到卡片每平方厘米面积上沉积有 50~60 雾粒为止。过 2~3 天后观察有无药害。

4. **药液流量的测定** 输液孔径的大小、农药种类和周围气温都能影响药液流量，所以喷药前必须进行药液流量的测定。

在贮药箱中加入一定数量的药液之后，把喷头上的齿盘组件及分流锥盖取下，启动汽油机运转至工作状态。再用大量筒或大口瓶套在流药孔轴上以接装流出的药液。然后将开关打开测定 1min，再换算出药液流量 (ml/s)。测定时须注意使喷孔轴高出被喷植株顶端 0.5m。

5. 有效射程（喷幅）和雾粒覆盖密度的测定 顺风向每隔 5m 距离，在苗木顶端固定一行着色卡片（需 6 张以上）形成一个测定带，在相距 10m 处平行于前一带再夹着色纸片，然后喷雾。喷雾后 2min 取回编号的纸片，用 5 ~ 10 倍放大镜观察雾粒覆盖密度。求出离喷头最远处，每平方厘米面积上约有 10 个雾粒的纸片的位置（一般认为 10 个雾粒/cm² 是属于有效覆盖密度）。从这张纸片位置到喷头的距离称为有效射程（喷幅）。在大面积喷射时，就按这个宽度喷射。超低量喷雾机的有效射程为 10 ~ 25m。静风时不小于 10m；1 ~ 2 级风时，可增至 15 ~ 25m；风速超出 5m/s 时，不准喷药。有较大上升气流时不准喷药。风向与走向的夹角小于 45°角时，也不准喷药。

6. 步行速度的计算 根据施药对象确定出单位面积用药量后，结合已测定出的有效射程和药液流量，再用下式计算出步行速度。

$$\text{步行速度 (m/s)} = \frac{\text{药液流量 (ml/s)}}{\text{用药量 (ml/亩)} \times \text{有效射程 (m)}} \times 666$$

一般喷药的步行速度为 0.9 ~ 1.1m/s。

如果通过计算超出以上行走范围时，应当调整调量开关或适当改变有效射程宽度。

（二）喷雾作业操作

（1）将整机安装成喷雾作业状态后先用清水试喷，无漏水现象和机器运转正常后，再换装药液。应注意加液不得过急和过猛，以免从过滤网出气口处外溢，进入风机壳里。药液要洁净，箱盖要盖紧。

（2）机器背负好后，方可调整油门开关，使汽油机稳定在 5000r/min 左右。然后开启药液开关转芯手把（转芯手把朝喷头方向为开，相反方向为关）。手持枪管向一边伸出，弯管向下，保持喷头呈水平状态或有 5° ~ 10°喷射角。风速大时喷射角应小

些或取 0° ；风速小时喷射角应大些。喷头距苗木顶部一般需高出 0.5m。喷向要与风向一致或稍有夹角。在喷雾工作中，注意随时左右摆动喷管，以控制喷幅和均匀性。单位面积喷液量决定于前进速度和药液开关开度的大小。可按下式计算喷药量：

$$W = \frac{V}{F} \times 666.6$$

式中： W ——单位面积上要求的喷药量（L/亩）；

V ——药液有效容积（L）；

F ——一箱药液能喷洒的面积（ m^2 ）。

从上式可知 W 与 V 是已知数据，可算出

$$F = \frac{V}{W} \times 666.6$$

在实际工作中，测得一箱药液喷射面积与上式数据可能不符合。可以通过加快和减慢步行速度和适当转动药液开关转芯角度来调整，直到使其相符为止，以保证喷药质量和防止喷量过大发生药害。

在喷洒大苗或其他高大树木时，须卸下宽幅喷嘴，换上高射喷嘴。喷洒一般苗木或灌木丛时，可将弯管口朝下安装以防药液向上飞散。喷射高大树木，可利用早晨有上升气流的条件，喷射效果较好。

（3）作业行走路线和喷向，是根据风向而定（即风向决定走向）。射程顺序方向从下风向开始喷药。在地头空行时需关闭直通开关并使汽油机低速运转。

（4）药液流量的调节，是根据药液流量的测定和步行速度的计算，对喷头上的调量开关进行调节。

调量开关共分四级。一级流量为 40 ~ 70ml/min，二级流量为 80 ~ 130ml/min；三级流量为 110 ~ 160ml/min；四级流量 120 ~ 200ml/min。

(三) 喷粉作业注意事项

喷粉时添加的粉剂应干燥纯净，不结块。可以在汽油机低速运转下不停车加粉。加药粉后，盖要拧紧并打开风门。背机后待发动机稳定运转片刻，而后调整风门再行喷药。

喷粉量的计算方法与喷雾时相同，如下式：

$$W = \frac{V}{F} \times 666.6$$

式中： W ——单位面积上要求的喷粉量（kg/亩）；

V ——贮粉箱有效容积（L）；

F ——一箱药粉能喷撒的面积（m²）。

上式中 W 和 V 是已知值。可用下式算出 F 值。

$$F = \frac{V}{W} \times 666.6$$

式中 F 值是理论计算值。在实际喷粉作业时一箱药粉所喷的面积与 F 值不符时，可通过改变行走速度或调节粉门大小来使之相符。

在林区进行喷撒时，应注意利用地形和风向。晚间若是利用植物表面露水进行喷粉，效果较好。

使用长喷管喷粉时，先将薄膜从绞车上放出，再加油门以使长喷管吹起来为度，转速不要过高。然后调整粉门喷撒，随时抖动喷管，防止喷管末端存粉，以确保喷粉的均匀性。

停机时，应先关闭粉门或药液开关，再行减小油门而后灭火。

夜间作业时，可利用本机磁电机附有的照明线圈引出线（6V 直流电），装接上相应的灯泡照明。

(四) 常见故障及排除方法

弥雾机常见故障、原因及排除方法见表 5-5。

表 5-5 弥雾机常见故障、原因及排除方法

现象	产生原因	排除方法
弥雾量小 或喷不出	1. 喷嘴堵塞	1. 拧下喷嘴清洗
	2. 开关堵塞	2. 旋下转芯清洗
	3. 进风阀未打开	3. 开启进风阀
	4. 箱盖漏气	4. 盖平, 检查胶圈是否垫平
	5. 发动机转速不够	5. 检查原因, 提高转速
	6. 过滤网透气孔堵塞	6. 使孔畅通
粉量前多后少	本机有此缺陷	开始时用粉门控制喷量
粉量少	1. 粉门未全开	1. 全部打开
	2. 粉湿	2. 换用干药粉
	3. 粉门堵塞	3. 清除堵塞物
	4. 进风阀未全开	4. 使之全开
	5. 转速不够	5. 检查原因, 提高转速
不出药	1. 吹粉管脱落	1. 重新装好
	2. 粉过湿	2. 换干粉
	3. 进气阀未开	3. 及时打开

(五) 维护保养

(1) 班保养: 每班作业后, 检查箱内不可残存药粉或药液。擦去油污和灰尘, 检查和紧固各部螺丝。喷撒粉剂作业时每天须清洗汽化器和空气滤清器, 长喷管不得存粉。

(2) 机具长期存放: 发动机部分按汽油机说明书进行。喷撒部分须将各件上油污灰尘去掉。先用碱水或肥皂水清洗药箱、风机、输液管, 再用清水冲洗擦干。风机壳干燥后, 涂防锈油。各部塑料件不要长期曝晒, 不要弯曲成蛇形管。其他塑料件不得

磕碰、挤压。所有橡胶件应仔细清洗、单独存放，存放中避免变形。全机置于干燥通风处贮存。

二、病虫害防治机械的安全使用要点

使用时必须注意防毒、防火和防止机器事故，尤其是防毒须高度重视。喷施剧毒药剂时，药剂的浓度大、雾粒细，很容易吸入人体引起中毒。应特别注意的事项如下：

（1）操作人员工作时间不宜过长，每3~4人组成一组，轮流操作。

（2）避免逆风作业。作业时须佩戴口罩、眼镜等防护用品，口罩要经常换洗。

（3）作业时不要抽烟、吃东西。应携带毛巾、肥皂。当手和脸及皮肤接触药剂后，应立即洗去。发现中毒症状时，立即就医诊治。工作结束后，应洗脸洗手。

（4）要严格按照规定操作，避免因操作不当产生药害。

（5）防治机械多以汽油作燃料（特别是喷烟机），应注意防火。

第六章 果园环境检测与控制装备

在果园的生产管理中，环境对果树的生长发育、栽培技术的实施、病虫害的预防等产生极其重要的影响。数据采集是环境监测的重要组成部分，但长期以来，果园环境监测普遍采用人工方式，这种传统的数据采集方法耗时耗力，时效性差，而且容易受到干扰，准确性不高。利用现代仪器和电子信息技术可对整个园区的生态环境进行实时监测，随时采集和记录从传感器获得的数据，并对其进行统计和分析等处理，从而实现监测功能。这样就使果园数据采集变得容易，为生产者提供及时准确的信息，便于他们决策管理及顺利开展下一步工作。

一、孢子花粉捕捉器

病害是造成果园减产、绝收的祸首，解除、减轻病害困扰，病害监测预防十分重要。为了真正有效地控制病害发生，首先是要做好对病害发生前的准确预测，以便掌握可靠数据，采取有效措施，对症下药，及时防治。因而，是否能够准确分析、判断即要发生危害的病情，直接影响到果树的生长和果农的根本利益。孢子捕捉器精确检测、捕捉空气中的病原孢子，是有效防治、解除果园病害的得力助手。目前，有报道的相关产品仅有益于大田作物的佳多孢子捕捉器。

为了准确获得现代苹果园病害发生情况，根据苹果病害防控研究室的要求，2008年6月，果园机械岗位研制了针对于苹果园应用的机械式和电子式便携孢子花粉捕捉器，孢子捕捉、花粉

量观测两用。且果园机械岗位结合地处“中国电谷”和“太阳能之城”保定市的技术优势，还开发了太阳能电源于一体的孢子花粉捕捉器等新型节能环保产品，目前正在进行功能试验、优化和生产实际试用，已有部分产品供给了用户，设施仪器样机如图 6-1 所示。

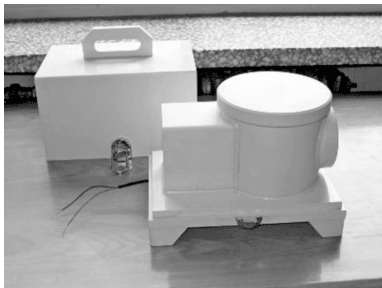


图 6-1 孢子花粉捕捉器

1. 功能与适应性 病害状态监控；花粉捕捉监测。适于各类果园。

2. 特点与技术性能 孢子花粉捕捉器由捕捉盘和吸风器组成，两者共同固定于捕捉仓内，可以避免受到气候的影响，实现全天候的工作。该型式捕捉盘由机械钟驱动，捕捉盘安装于钟外侧，由卡带紧密咬合，每 7 天随钟表转动 1 圈，准确可靠，工作性能稳定。捕捉仓上部有一提手，便于携带。电子式孢子花粉捕捉器，将机械时钟更换为步进电机，设计了相应的控制电路，捕捉盘电机和吸风器电机由捕捉仓内的碱性电池供电，或由外接的 12V 铅酸蓄电池供电。其技术参数见表 6-1。

表 6-1 技术参数

名 称	参 数
风扇电源	12V 蓄电池，或由 12V 变压器连接 220V 电源，或太阳能
运转时间	一块蓄电池连续使用 10 天，两块蓄电池轮换充电
时钟驱动	机械机构
时钟使用周期	连续使用
钟旋转速度	1 圈/7 天
胶带转动距离	约为 2mm/h
吸气量	约为 1L/min
吸气孔方向	向下

二、果园环境监控系统

果园机械岗开发了果园环境监控系统，主要包括主控制器、土壤湿度传感器、温度传感器、光照传感器、水流量传感器、电磁阀等，如图 6-2 所示。其中土壤湿度传感器用来测量果园中多点多位土壤湿度；温度传感器可用来监视果



图 6-2 环境监控系统

园中土壤和大气的温度；光照度传感器用来监测果园中的光照强度，由获取的监测数据和人机指令，通过电磁阀自动调节灌水设施的灌水量或灌水时间。系统可以连接到计算机将采集的数据通过计算机获得实时监控数据，可以实时查看数据、曲线、存储历史记录，可以打印报表及因子变化曲线。

1. 功能与适应性 果园土壤水分等环境因子监测与控制。

适用于盆栽园、滴灌园及各种实施精准管理的标准化果园。

2. 特点与技术性能 直接测量储存土壤水分、光照和温度值，又实时测量每次采样的时间、水分、光照及温度含量数据，对水分时段分布进行分析，计算机存储和分析的各阶段数据可导出、打印报表、提供曲线图表。并按设定自动或指令人工控制灌水。其技术参数见表 6-2。

表 6-2 技术参数

名 称	参 数
外形尺寸 (Lmm × Bmm × Hmm)	400 × 220 × 60
电 源 (V)	220 (或直流 12V)
探头数量 (个)	5 ~ 15

第七章 果园机械化新技术介绍

现代科学技术的发展，促进了园艺生产机械化水平的提高。特别是近一二十年来，随着光电测试技术、自动控制技术、计算机视觉及图像处理技术、机器人技术等高新技术的进步和应用，使园艺机械化向着自动化、智能化方向发展。不仅大大降低了园艺生产的劳动强度，提高了劳动生产率，还提高了园艺产品的产量和品质。下面对果蔬生产中的果品采摘机器人作简单介绍。

目前国外对采摘机械的研究是以采摘机器人为主。20 世纪 70 年代末期，随着计算机和自动控制技术的迅速发展，美国首先开始研究各种农业机器人。自 1983 年第一台采摘机器人在美国诞生以来，历经了 20 多年的研究和试验，以日本为代表的发达国家，包括美国、法国、荷兰、英国、西班牙等国相继试验成功了多种采摘机器人，如苹果、柑橘、番茄、西瓜和葡萄等果实采摘的具有人工智能的机器人。

一、西红柿采摘机器人

日本 Kondo - N 等人研制的西红柿收获机器人由机械手、末端执行器、视觉传感器和移动机构等组成，如图 7 - 1 所示。

西红柿各个果实不一定是同时成熟，并且果实有时被叶茎挡住，收获时要求机械手活动范围大，且能避开障碍物，所以机器人的采摘机械手采用 7 自由度的 SCORBOT - ER 工业机器人，能够形成指定的采摘姿态进行采摘。用彩色摄像机作为视觉传感器来寻找和识别成熟果实，利用双目视觉方法对目标进行定位；移

动机构采用4轮结构,能在垄间自动行走。采摘时,移动机构行走一定距离后就进行图像采集,利用视觉系统检测出果实相对机械手坐标系的位置信息,判断西红柿是否在收获的范围之内。若可以收获,则控制机械手靠近并摘取果实,吸盘把果实吸住后,机械手指抓住果实,然后通过机械手的腕关节拧下果实。



图7-1 西红柿采摘机器人

二、黄瓜采摘机器人

日本 Kondo - N 等人研制的(图7-2)采用6自由度的机械手,能在倾斜棚支架下工作。这种支架栽培方式是专门为机械化采摘而设计的。黄瓜果实倾斜棚的下侧,便于黄瓜与茎叶分离,使检测与采摘更容易。在摄像机前加了滤波片,根据黄瓜的光谱反射特性来识别黄瓜。其末端执行器上装有果梗探测器、切割器和机械手指。采摘时,当机械手指抓住黄瓜后,由果梗探测器寻找果梗,然后由切割器切断果梗。

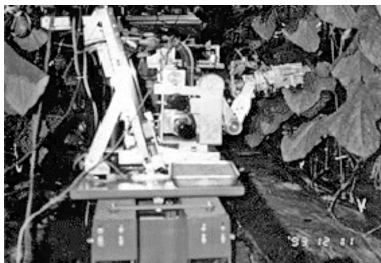


图7-2 黄瓜采摘机器人

片,根据黄瓜的光谱反射特性来识别黄瓜。其末端执行器上装有果梗探测器、切割器和机械手指。采摘时,当机械手指抓住黄瓜后,由果梗探测器寻找果梗,然后由切割器切断果梗。

1996年,荷兰农业环境工程研究所开始研制一种多功能黄瓜收获机器人。该研究在荷兰 2hm^2 的温室中进行,黄瓜按标准的园艺技术种植并使其按照高挂线缠绕方式吊挂生长。该机器人只进行单个收获,收获成熟黄瓜过程中不伤害其他未成熟的黄瓜。该黄瓜采摘机器人由行走车、机械手、视觉系统和末梢执行

器四部分组成。采摘是通过末端执行器来完成，它由机械手和切割器构成；末端执行器和机械手安装在行走车上，行走车为机械手的操作和采摘系统的初步定位服务。整个系统无需人工干预就能在温室工作。该系统在实验室中效果良好，工作速度为 10s/根，但是还不能满足商用的各种要求。

三、草莓采摘机器人

Kondo - N 等人还针对草莓的不同栽培模式（高架栽培模式和传统模式）研制出了相应的采摘机器人。高架栽培模式由于适合机器人作业而得到越来越多的应用。该机器人采用 5 自由度采摘机械手，视觉系统与西红柿采摘机器人类似，



图 7-3 草莓采摘机器人

末端执行器采用真空系统加螺旋加速切割器。收获时，由视觉系统计算采摘目标的空间位置，接着采摘机械手移动到预定位置，末端执行器向下移动直到把草莓吸入；由 3 对光电开关检测草莓的位置，当草莓位于合适的位置时，腕关节移动，果梗进入指定位置，由螺旋加速驱动切割器旋转切断果梗，完成采摘，如图 7-3 所示。

四、多功能葡萄采摘机器人

葡萄采摘机器人（图 7-4）采用 5 自由度的极坐标机械手，末端的臂可以在葡萄架下水平匀速运动。视觉传感器一般采用彩色摄像机，采用 PS 三维视觉传感器效果更佳，可以检测成熟果实及其距离信息的三维信息。在开放式的种植方式下，由于采摘季节太短，单一的采摘功能使得机器人的使用效率太低，因此开

发了多种末端执行器，通过更换不同的末端执行器，能够完成葡萄枝修剪、套袋、药物喷洒和采摘等四种作业。采摘时，用于葡萄采摘的末端执行器有机械手指和剪刀，机械手指抓住果实，剪刀剪断穗柄。



图 7-4 多功能葡萄采摘机器人

果实的采摘是一个季节性较强且劳动密集型较强的工作，由于人口老龄化和农村劳动力越来越少，在单调、繁重、危险的果实采摘作业方面需要高效率、通用化、低成本的采摘机器人技术。目前，农业机器人正在成为机器人的新兴领域，而采摘机器人作为农业机器人的重要应用，具有很大发展潜力。

参考文献

- [1] 高连兴, 刘俊峰, 郑德聪. 农业机械化概论. 北京: 中国农业大学出版社, 2011.
- [2] 孙云蔚, 杨文衡. 果园机械. 上海: 上海科学技术出版社, 1981.
- [3] 徐志刚. 果树机械. 南京: 东南大学出版社, 2000.
- [4] 曹克强. 果树病虫害防治. 北京: 金盾出版社, 2009.
- [5] 张义通. 果树栽培技术 (北方本). 北京: 北京大学出版社, 2007.
- [6] 宋志伟. 果树园艺工培训教程 (北方本). 北京: 中国农业科学技术出版社, 2012.
- [7] 冯杜章, 赵善陶. 果树生产技术. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [8] 中国农业机械化科学研究院. 农业机械设计手册. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2007.
- [9] 耿端阳. 新编农业机械学. 北京: 国防工业出版社, 2011.
- [10] 胡霞. 农业机械应用技术. 北京: 中国农业出版社, 2001.

[11] 农业部农业机械化管理局, 农业部农机推广总站. 中国农业机械化重点推广技术. 北京: 中国农业大学出版社, 2008.

[12] 近藤直(日)编, 乔军, 陈兵旗译. 农业机器人. 北京: 中国农业大学出版社, 2011.

◇责任编辑：王 丽 欣
◇美术编辑：阮 成
◇封面设计：博纳文化

ISBN 978-7-5375-5531-9



定价：15.00 元