

# 园林机械

主编:程祥之

ZHONGZHIZHI



东南大学出版社

# 园 林 机 械

程祥之	主 编
许林云	副主编
郑加强 杨家富	编 著
张沂泉 周宏平	

东南大学出版社

## 内 容 提 要

本书阐述了园林植物和树木栽培中使用的主要作业机械(设备)的构造、工作原理和使用方法。内容包括:第一章 园林动力机械;第二章 温室机械和设备;第三章 挖坑机;第四章 树木修剪机;第五章 草坪养护机械;第六章 人工喷泉及园林喷灌设备;第七章 园林病虫害防治机械。各章后均有自学指导。书末有测试题及参考答案,最后有考试大纲。

本书通俗易懂,内容深入浅出,便于广大农村青年自学,亦可供城市和建筑等环境设计专业的有关人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

园林机械/程祥之主编. —南京:东南大学出版社,  
2000.5

(农村自学考试实验区教材丛书)

ISBN 7-81050-638-2

I. 园… II. 程… III. 园林机械 IV. TU986.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 22482 号

东南大学出版社出版发行  
(南京四牌楼 2 号 邮编 210096)

出版人:宋增民

江苏省新华书店经销 南京化工大学印刷厂印刷

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:13.25 字数:330.7千字

2000年5月第1版 2000年5月第1次印刷

印数:1—1550册 定价:20.00元

## 出版前言

高等教育自学考试制度在我省实施 10 多年来,已先后开考了文、理、工、农、医、法、经济、教育等类 50 多个本、专科专业,全省共计 300 余万人报名参加考试,已有 11.4 万人取得毕业证书。这项制度的实施,不仅直接为我省经济建设和社会发展造就和选拔了众多的合格人才,而且对鼓励自学成才、促进社会风气的好转,提高劳动者的科学文化素质具有非常重要的意义。10 多年来的实践证明,自学考试既是一种国家考试制度,又是一种基本的教育制度,受到广大自学者和社会各界的欢迎,产生了巨大的社会效益,赢得了良好的社会声誉。

为了贯彻落实党的十五届三中全会精神,深入实施科教兴省战略,探索建立为我国农村经济与社会发展培养人才的新路子,我省经全国高等教育自学考试指导委员会批准,从 1999 年开始开展农村高等教育自学考试实验区的试点工作。这是一项全方位的试点工作,我们将在专业设置、自学教材和考试形式等方面进行重大改革,使高等教育自学考试制度更加适应农村经济发展和人才培养的要求。

自学考试制度是建立在个人自学基础上的教育形式,而个人自学的基本条件是自学教材。一本好的自学教材不仅可以使自学者“无师自通”,还对保证自学考试质量具有重要作用。对农村自学者来说,由于缺少“名师指点”和自学者之间的相互交流,自学相当困难,除了要有一本高质量的自学教材外,还需要有与之配套的自学指导书,以便帮助自学者系统地掌握教材的内容,达到举一反三、触类旁通、提高自学效率的目的。因此,我们在农村自学考试实验区教材建设中,试图探索一种教材编写的新路子,将教材内容与自学指导有机地融合在一起,使自学者更加容易地理解和掌握教材的内容;同时,打破常规教材编写追求系统性、完整性的界律,针对我省当前农村经济发展的实际状况,把农村经济发展、农民发家致富需要的知识和理论写进教材中去,使之成为农村自学者学习科学文化知识、提高自身素质的教科书,成为指导农业生产和农民致富的科学手册。

农村自学考试实验区的教材建设工作是一项基础建设工作,它是我省农村自学考试实验区试点工作取得成功的必要保证。为此,省高等教育自学考试委员会成立了“江苏省农村自学考试实验区专业指导委员会”,具体负责教材建设的规划和编写审定工作。

随着农村自学考试实验区试点工作的进一步展开,我们将有计划、有步骤地组织有关高等院校、成人高校、高等职业学校、中等农业专科学校以及行业主管部门中业务水平较高、教学经验丰富、了解农村情况、熟悉自学考试特点和规律的专家、学者,编写一批既适合自学特点又适应农村经济建设和社会发展需要的自学教材,以满足农村自学者的需要。我们相信,随着农村自学考试实验区教材的陆续出版,必将对我省农村自学考试事业的发展,为农村培养“留得住、用得上”的应用型、复合型人才,加快农村现代化建设起到积极的促进作用。

编写适应农村经济建设和社会发展需要的自学教材,是一项探索性的工作,需要在实践中不断总结和提高,为使这项有意义的工作能取得事半功倍的效果,希望得到社会各方面更多的关心和支持。

由于作者对自学考试特点和农村实际情况了解的深度有限,书中不当之处在所难免,敬请广大读者惠予指正。

**江苏省高等教育自学考试委员会办公室**

一九九九年四月

# 前 言

本书是根据江苏省农村自学考试实验区自学教材编写计划而编写的。它可以作为园林绿化专业(专科)的专业课《园林机械》的教材,也可作为高等院校有关专业的教学参考书,并可供从事园林机械使用和园林及市政管理工程技术人员参考。

本书按照园林栽培工艺顺序编写,重点介绍了温室及容器育苗设备、栽植机械(挖坑机)、园林植物养护(树木和草坪的修剪、灌溉和病虫害防治)机械及喷泉设备。现代园林机械都配备有性能优良的动力机械。本书首先介绍了内燃机和拖拉机的基本知识,再根据章节体例要求,提出了各章的学习目的和要求,指出了自学过程中应注意的问题;同时布置了适量的练习题,以帮助自学者巩固和掌握所学知识和理论。

书中主要讲述了园林机械的基本结构和原理,反映了我国在 20 世纪 90 年代的园林机械设计、制造和使用水平。机械的结构和原理是机械使用的基础。通过学习本教材,学生可以初步了解主要的园林机械,初步具有使用机械的基本知识,能够应用所学知识组织园林生产。

书后附有《自学考试大纲》,供讲授和自学之用。

我们编写面向农村自学实验区教材尚缺乏经验,加之时间紧迫,囿于水平,书中错误难免,希望读者多提宝贵意见,以便修订。

编 者

2000 年 1 月 31 日

# 目 录

绪论	(1)
第一章 园林动力机械	(3)
第一节 内燃机	(3)
第二节 拖拉机	(17)
第三节 液压传动概述	(23)
自学指导	(26)
练习题	(29)
第二章 温室机械和设备	(31)
第一节 温室的种类和结构	(31)
第二节 温室的人工气候调节设备	(35)
第三节 温室的辅助设备	(42)
自学指导	(47)
练习题	(50)
第三章 挖坑机	(52)
第一节 便携式挖坑机	(53)
第二节 悬挂式挖坑机	(57)
第三节 挖坑机的钻头	(61)
自学指导	(66)
第四章 树木修剪机	(68)
第一节 修枝剪和剪枝机	(68)
第二节 绿篱修剪机	(73)
第三节 轻型油锯	(75)
第四节 高空作业车	(79)
自学指导	(84)
练习题	(86)
第五章 草坪养护机械	(88)
第一节 便携式割灌机	(88)
第二节 手推式和手扶自走式草坪割草机	(95)
第三节 驾乘式草坪割草机	(104)
第四节 其它草坪养护机械	(111)
自学指导	(119)
练习题	(121)
第六章 人工喷泉及园林喷灌设备	(123)
第一节 人工喷泉设备	(123)
第二节 草坪喷洒设备	(129)

第三节	温室灌溉设备	(134)
第四节	水泵、管道及附件	(140)
	自学指导	(149)
	练习题	(150)
<b>第七章</b>	<b>园林病虫害防治机械</b>	<b>(153)</b>
第一节	高射程喷雾车	(153)
第二节	机动喷雾机	(156)
第三节	烟雾机	(162)
第四节	手动喷雾器	(167)
	自学指导	(170)
	练习题	(172)
	<b>练习题答案要点</b>	<b>(174)</b>
	<b>测试题</b>	<b>(183)</b>
	<b>测试题答案要点</b>	<b>(185)</b>
	<b>参考文献</b>	<b>(186)</b>
	<b>后    记</b>	<b>(187)</b>
	<b>考试大纲</b>	<b>(189)</b>

# 绪 论

科技飞速发展和人类对生活质量要求的提高将是 21 世纪两个最显著的特点。为了改善人的生活质量,环境保护已成为当今十分重要的任务。而发展园林事业能起到美化和改善环境的双重效果,势将日益受到国人的重视。此外,园林生产也是一种产业,发展园林事业对促进经济发展有着不可低估的作用。目前,一个规模大、范围广的园林工程建设高潮已经在我国逐步形成。

园林工程包括园林的建造和管理两个方面。不能想象,如此规模大、范围广的园林工程仅靠手工能够完成。因此,在园林工程建设中使用园林机械已是势在必行。这将为加快工程进度,保证工程质量,提高树木成活率,降低作业成本而创造条件。

机械是人的五官和四肢的延伸。在我们这个文明社会中各式各样的机械正在改变我们生活的方式和质量,推动着社会的进步。园林机械即是指在园林作业中使用的机械和设备。现代园林是以绿色植物作为主体,因此园林机械中很大一部分是用来培育、栽种和维护树木、花卉和草坪的机械和设备。它具有机械的一般构造,例如它们都具有动力、机架、传动装置、工作装置和操纵装置等。但它更具有农业机械、林业机械和工程机械的特点,例如它们除了上述装置外,还有行走装置;特别是它们的工作装置参与土壤、流体和物料的切削或加工,都具有共同的理论基础。而且有的本身就属于上述各类机械,只不过用来完成园林作业而已。园林工程师不但要掌握生物栽培的理论和技能,而且要懂得园林产品的大规模生产方法。而这种规模生产是以机械的参与为其主要特征的。它们已构成园林生产系统的一个重要组成部分。因此,园林工程师应具有园林机械的基本知识,这样他们才能使园林机械与园林生产工艺有机地结合,并应用于生产中,以取得大的经济效益。

我们这个社会正在飞速的变化,机械设计和制造技术也在不断发展。园林机械发展有如下特点:

(1) 发展高生产率的机械:为提高园林作业劳动生产率,必须提高作业机械的生产率。因此,在生产中和大功率拖拉机配套的作业机械增多,机械的工作幅宽相应加大,机器的工作速度普遍提高。

(2) 发展联合作业机械:所谓联合作业机就是一台机器在一次行程中同时完成两种以上的作业项目。许多园林机械都有联合作业机的功能,如草坪松土、施肥机即是一例。采用这种方式,可以充分发挥机器的动力,节约时间,提高生产率。

(3) 发展多用途机械:这就是将一台机械经过改装能进行多种作业,如在挖掘机的动臂上可以安装挖掘斗、起重吊钩或挖坑钻头;在割灌机上安装不同的工作装置,可以完成割灌木、割草,也可以配备小水泵来抽水。这样用一台主机即可完成多种作业,提高了机器的利用率,降低了作业成本。

(4) 发展小动力机械:宅旁绿地的建设和管理面广而量大,多由居民个人完成,需要大量结构简单,性能可靠、造型美观的手提或背负式的小型动力机械。它们可以完成挖坑、松土、修剪、吹扫、喷灌等多种作业。这些小型机械一般都向微型化发展,并具有易起动、噪声低、少污染等特点。

(5) 发展工厂化生产:工厂化生产有利于实现生产过程的自动化、电气化,既可缩短生产周期又可提高劳动生产率,保证向市场提供高质量的园林产品。

(6) 采用先进的科学技术:随着现代科学技术的发展,在园林机械中将愈来愈多地采用气压传动、液压传动,并采用电子技术、计算机及各种传感器,实现对机器工作特性的检测和控制。例如,一些药剂喷洒装置能用计算机自动控制车辆的行走速度和喷头与地面的距离,以使喷量各处保持一致;某些大型草坪割草机的驾驶室为密封式,装有空调设备,能改善驾驶员的劳动条件;在培养种苗和花卉的大型温室中采用传感器调节室内的湿度和温度等。

(7) 采用新材料新工艺:如采用聚乙烯、聚丙烯制造药箱、管道及阀门等,避免了零件的腐蚀,减轻了重量,同时简化了工艺,降低了成本。

(8) 产品系列化、标准化和通用化:由于在机电产品制造中采用“三化”,机器系列型号比较完整,可以满足各种不同条件的需要,生产批量易于提高,产品成本可以降低,维修比较方便。

(9) 园林机械发展与农业和林业科学的相互配合:由于园林机械的工作对象是树木、草和花卉,而且它们种类繁多,特性不一,单靠作业机器来满足园林技术要求就有一定的困难,因此需要与农业和林业科学配合来发展园林机械。往往农业和林业栽培技术的改变也会使作业机械的结构变得简单。例如采用容器育苗或无土栽培技术就使得工厂化生产种苗成为可能,也使播种设备变得简单。

总之,我们生活在一个技术飞速进步的时代,每天都感受到它前进的步伐,并享受到它带来的利益。在生活和生产中,我们对机械的依赖程度与日俱增。本书中提到的一些机械,例如发动机和拖拉机、与它们具有相同原理的汽车、工程机械和草坪割草机等已经进入或即将进入我们的生活和生产中。为此,我们必须了解或熟悉它们。

本书主要介绍园林机械的种类、功用、基本结构、工作原理和安全使用要点。这些是园林工程师必须具备的基础知识。

在书中,还列举了一些主要园林机械的型号和参数,以便进行机器选型时参考。但是,由于篇幅有限,本书无法编入过多的机器使用方面的材料,如果读者需要了解机器的详细使用方法,可在学习本书的基础上,进一步学习机器使用说明书及有关的书籍。还应该强调,园林机械学是一门应用科学,实践性很强,读者在学习本书的过程中,应创造条件多看、多用这些机械,才能更好地掌握书中内容,取得较好的学习效果。

# 第一章 园林动力机械

## 第一节 内燃机

### 一、发动机的工作原理

#### (一) 概述

园林机械主要采用往复式活塞式发动机作为动力。凡是把燃料在气缸内燃烧时所产生的热能,转换为机械能而作功的机器,叫做内燃发动机,简称内燃机。

#### 1. 发动机的分类

发动机的种类很多,常根据其某一特点来分类:

- (1) 按使用的燃料种类,可分为汽油发动机和柴油发动机等。
- (2) 按燃料着火方式,可分为点燃式发动机和压燃式发动机。
- (3) 按完成工作循环的行程数,可分为四行程发动机和二行程发动机。
- (4) 按气缸数,可分为单缸和多缸发动机(双缸、三缸、四缸、六缸……等)。
- (5) 按气缸的排列型式,可分为立式、卧式、对置和V型发动机。
- (6) 按发动机的冷却方式,可分为水冷发动机和风冷发动机。

#### 2. 发动机的总体结构

发动机是一部由许多机构和系统组成的复杂机器。发动机的结构形式很多,同一类型的发动机其具体构造也是各式各样的,但无论哪种形式的发动机,其总体结构可归纳为以下几个部分:

(1) 机体:机体的作用是作为发动机各机构、各系统的装配基础,而其本身的许多部分又分别是曲柄连杆机构、配气机构、燃料供给系、冷却系和润滑系的组成部分。气缸盖和气缸体的内壁共同组成燃烧室的一部分,是承受高温、高压的机件。

(2) 曲柄连杆机构:曲柄连杆机构是发动机的主要运动部件,其作用是将活塞在气缸中的往复运动变为曲轴的旋转运动而输出动力。

(3) 配气机构:配气机构的作用是使可燃混合气及时充入气缸并及时从气缸排出废气。

(4) 燃料供给系:汽油发动机供给系的作用是把分别经过过滤的汽油和空气混合成比例适当的可燃混合气供入气缸,以备燃烧,并将燃烧后的废气排出气缸外。柴油机供给系的作用是把经过过滤的柴油和空气按规定的时间分别供入气缸,并将燃烧后的废气排出气缸外。

(5) 润滑系:润滑系的作用是将润滑油供给作相对运动的零件以减少它们之间的摩擦阻力,减轻机件的磨损,并部分地冷却摩擦零件,清洗摩擦表面。

(6) 冷却系:冷却系的作用是及时带走受热零件吸收的热量,以保证发动机正常工作。

(7) 点火系:点火系(汽油机)的作用是将低压电变成高压电,并按规定的时间及时点燃气缸中的混合气。柴油机无点火系,有的柴油机为便于冷天起动安装预热装置。

(8) 起动系:起动系的作用是利用外力使静止的发动机起动并转入自行运转。发动机一般都由上述两大机构和五大系统所组成。

### 3. 内燃机名词简介

图 1-1 为单缸发动机工作示意图。圆柱形的活塞装在圆筒形的气缸内,并可沿气缸中心线作往复运动,活塞经活塞销和连杆与曲轴相连接,因此,活塞作往复运动时就可带动曲轴作旋转运动。曲轴的一端安装有飞轮。气缸上方装有气缸盖,使活塞顶部与气缸之间构成密封的空间作为燃烧室。气缸盖上安装有进、排气门。

活塞上下运动一次可推动曲轴转一圈。活塞在最高处(离曲轴中心最远)的位置叫上止点;在最低处的位置叫下止点,上止点与下止点之间的距离称为活塞行程(常用  $S$  表示)。曲轴每转半圈(即  $180^\circ$ ),相当于一个行程。曲轴与连杆下端的连接中心至曲轴中心的距离称为曲柄半径用  $r$  表示,则  $S = 2r$ 。

活塞在上止点时,活塞顶上面的空间容积称为燃烧室容积,用  $V_c$  表示。活塞从上止点到下止点所扫过的气缸容积称为气缸工作容积,一般用  $V_h$  表示。活塞在下止点时,活塞顶上的空间容积,即工作容积与燃烧室容积之和称为气缸总容积,用  $V_a$  表示:  $V_a = V_c + V_h$ 。

气缸总容积与燃烧室容积之比值称为压缩比,用  $\epsilon$  表示:  $\epsilon = V_a / V_c$ 。压缩比是表示气体在气缸内被压缩的程度。柴油机的压缩比一般为  $16 \sim 20$ ,汽油机的压缩比一般为  $5 \sim 9$ 。

### (二) 四行程发动机

发动机工作时要经历进气、压缩、作功、排气四个过程,每完成这四个过程叫做一个工作循环。曲轴转两周,活塞经过四个行程完成一个工作循环的发动机称为四行程发动机。

#### 1. 单缸四行程柴油发动机的工作原理

柴油机的基本工作原理,是将高压的柴油喷到气缸的高温空气里去燃烧,产生很高的压力推动活塞,经过连杆使曲轴旋转,它将柴油燃烧后的热能转化为机械能。

下面对照图 1-2 柴油机工作过程简图来讨论柴油机的工作过程。

(1) 进气行程:如图(1-2(a))所示,活塞从上止点向下止点移动,进气门开启,随着活塞的向下运动,空气从进气门被吸入气缸,当活塞到达下止点时,进气门接着关闭,进气行程就完成了。在进气终了时气缸内的气体压力低于大气压力。

(2) 压缩行程:如图(1-2(b))所示,活塞从下止点向上止点移动,此时进、排气门均关闭,进入气缸的空气被压缩,温度和压力迅速提高,当活塞到达上止点时,气缸内空气的体积压缩到原来的  $1/\epsilon$ (如 S195 型柴油机的压缩比为  $20:1$ ,则空气体积压缩为原来的  $1/20$ )。 $\epsilon$  愈大气体压缩后的体积就愈小,压缩终点的压力和温度就愈高,这时压缩混合气的温度大大超过了柴油的自然温度,为柴油的燃烧创造了条件。

(3) 作功行程:如图(1-2(c))所示,当压缩行程接近终了、活塞接近上止点时,喷油器将柴油以很高的压力喷入气缸,粉碎成雾滴,雾状柴油与被压缩后的高温空气混合而自行着火燃烧,放出大量热能。此时由于进、排气门仍关闭着,气缸内气体的温度和压力骤增,高温

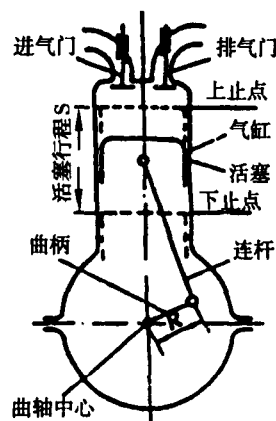


图 1-1 发动机工作示意图

高压的气体推动活塞迅速向下止点移动,通过连杆带动曲轴旋转而对外做功。当活塞被推到下止点时,做功行程结束。

(4)排气行程:如图(1-2(d))所示,活塞从下止点向上止点移动,此时排气门打开,进气门仍关闭着。气缸内燃烧后生成的废气,随着活塞上移,从排气门排出。当活塞到达上止点时,排气行程结束。

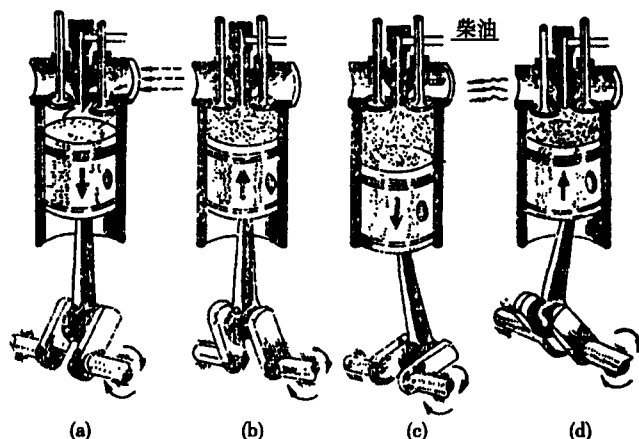


图 1-2 单缸四冲程柴油机工作过程简图

由上述可知,单缸四行程柴油机要完成由进气、压缩、做功(燃烧、膨胀)、排气组成的一个工作循环,活塞必须上下运动各两次(也就是四个行程),曲轴转动两周,进、排气门各开一次,且它们的动作和活塞在气缸中的位置也就是曲轴的转角要有密切的配合。排气行程结束时,活塞再次从上止点向下止点移动,上述各过程又重复进行,如此周而复始,使柴油机得以连续不断地工作。

## 2. 单缸四行程汽油发动机的工作原理

汽油机的基本工作原理,是将汽油与空气混合成的可燃混合气吸人气缸,在活塞的压缩下使之温度升高,在接近压缩终了时,火花塞产生一个高压电火花,点燃高温高压的可燃混合气,产生很高的压力推动活塞,经过连杆使曲轴旋转,它将汽油燃烧后的热能转化为机械能。图 1-3 表示单缸四行程汽油机的工作过程简图。

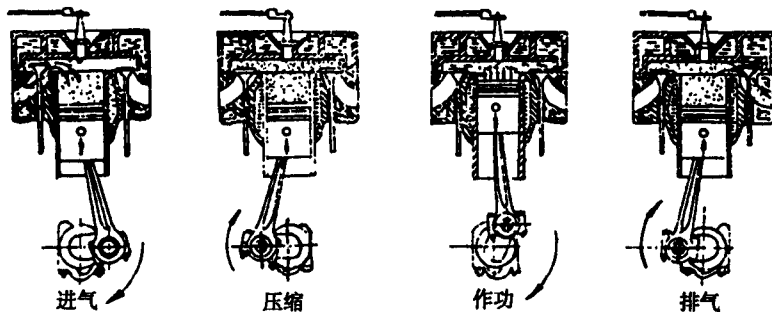


图 1-3 单缸四冲程汽油机工作过程简图

单缸四行程汽油机和单缸四行程柴油机一样,活塞在气缸内上、下止点间移动四次,曲轴转两周,完成一个工作循环,它们的基本不同点是在于可燃混合气的形成和点火方式。其工作过程如下:

(1) 进气行程:进气行程开始前,化油器先将汽油和空气混合成可燃混合气。当活塞从上止点向下止点移动时,气缸内容积增大,压力降低,产生真空吸力,这时进气门打开,排气门关闭,在气缸内外压力差的作用下,可燃混合气由化油器经进气门被吸人气缸,活塞到达下止点时,进气门关闭,进气行程结束。

(2) 压缩行程:活塞从下止点向上止点移动,由于此时进、排气门均关闭,气缸内的混合气被压缩,温度和压力不断升高。

(3) 作功行程:活塞上行至压缩终了时,火花塞适时地跳出高压电火花点燃混合气,燃烧速度很快,燃烧延续的时间很短,燃烧后,气体的体积迅速膨胀,产生很大的压力,推动活塞向下止点移动,使曲轴旋转,将热能变为机械能而对外做功。

(4) 排气行程:活塞从下止点向上止点移动,这时排气门打开,进气门关闭,燃烧后的废气由于活塞的排挤从排气门排出缸外。

排气行程结束,当活塞再次从上止点向下止点移动时,上述过程又重复进行。

### 3. 多缸四行程发动机的工作原理

从单缸四行程发动机工作原理中可知,曲轴转两周,只有一个行程是活塞推动曲轴旋转的作功行程,其余三个行程,不仅不作功,相反都要靠曲轴带动活塞移动,是消耗功的,因此发动机运转不平衡,震动较大。为了克服这一缺点,就必须配置一个大飞轮,以便在作功行程时储存能量,平衡转速。但飞轮过大不仅会增加机器的重量,而且还要增加功率的消耗,为克服此矛盾,一般在中等马力以上的发动机,多采用四行程多缸发动机,因为在多缸发动机中,各气缸的作功行程是相互交替进行的,这种各气缸完成同一行程(如作功行程)的顺序,称为发动机的工作顺序。如果把各气缸依次编号,则四缸四行程发动机的工作顺序有1—2—4—3和1—3—4—2两种;六缸四行程发动机的工作顺序有1—5—3—6—2—4和1—4—2—6—3—5两种。作功的间隔应力求均匀,故多缸四行程发动机每缸的作功行程平均分布在曲轴转两周的720°转角内。

### 4. 柴油机、汽油机的比较

与柴油发动机相比较,汽油机具有转速高、结构轻巧、制造方便、工作平稳、起动容易等优点。在小型园林机械中(如草坪割草机等),都以汽油发动机为动力。而柴油机则由于压缩比高,燃气的膨胀充分,膨胀终了温度低,热量利用较好,故柴油机较省油,经济性好。但是,柴油机的压缩压力和最高燃烧压力比汽油机大得多,对受力零件强度要求高,又具有几对精密零件,使制造成本和维修成本较高,多用作拖拉机的动力机。

### (三) 单缸二行程汽油发动机的工作原理

二行程发动机是指曲轴旋转一周,活塞经过两个行程完成一个工作循环的发动机。

图1-4所示为单缸二行程曲轴箱回流扫气式汽油机的工作原理简图。这种发动机的特点是没有进、排气门,在气缸壁上开有进气孔、排气孔和换气孔,靠活塞在气缸内的移动来开闭这三个气孔并完成进气、排气和换气的任务。其工作过程如下:

第一行程:活塞从下止点向上止点移动时,活塞先关闭换气孔,接着关闭排气孔,当三个气孔全被活塞关闭时,活塞顶部压缩上一循环时进入气缸的可燃混合气,使体积逐渐变小。与此同时,活塞下方密闭的曲轴箱内容积增大,压力渐渐减小,当活塞上移到将进气孔开启位置时,在内外压力差的作用下,可燃混合气从化油器经进气孔被吸入曲轴箱。当活塞上移到接近上止点时,火花塞产生电火花点燃被压缩在燃烧室中的混合气。燃烧后的高温高压气体迅速膨胀,迫使活塞以极高的速度向下止点移动而作功。

第二行程:活塞从上止点向下止点移动,当活塞下行至其下边缘关闭进气孔时,活塞下方密闭曲轴箱内的可燃混合气受到压缩。活塞继续下行,当其顶部离开排气孔时,废气便从排气孔经消音器排出气缸。接着换气孔开启,曲轴箱内受到预压的可燃混合气便经换气孔充入气缸内。由于新鲜混合气充入气缸具有一定压力,而且活塞的凸顶结构具有导向作用使得新鲜混合气能驱逐气缸内的废气继续排出。因此换气孔也称驱气孔。以新鲜气体驱除废气称换气,这种换气方式就称为曲轴箱换气或称曲轴箱回流扫气。

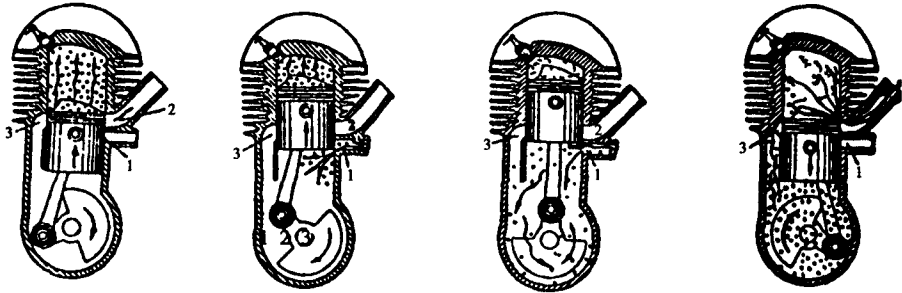


图 1-4 单缸二行程汽油机的工作原理简图

1. 进气孔 2. 排气孔 3. 换气孔

由上述可知,二行程汽油机的工作循环虽也包括:进气、压缩、作功、排气等过程,但不像四行程发动机那样界线分明,而是在活塞的两个行程中交替出现这些过程的。就气缸来说,当它在作功行程时,曲轴箱内的可燃混合气则被预压,气缸内的进气和排气则是在作功行程末相继进行的。

#### (四) 二行程与四行程发动机比较

从上述二行程和四行程发动机的工作原理中可知:二行程发动机结构比较简单,尺寸小,重量轻;二行程发动机曲轴转一周就作功一次。因此,当气缸工作容积、压缩比和曲轴转速都相同时,二行程的功率,理论上为四行程的两倍;也由于作功频率大,二行程发动机的工作比较平稳。但由于在二行程发动机中,排除废气的效能差,影响新鲜混合气的充入量;而且它是利用充入新鲜混合气驱除废气排出气缸的,一部分刚充入的新鲜混合气容易与废气相混排出气缸而损失掉,因此,二行程发动机的经济性比四行程发动机低,而且实际上二行程发动机的功率也只等于四行程发动机的 1.5~1.6 倍。

## 二、发动机的主要构造

### (一) 曲柄连杆机构(图 1-5)

曲柄连杆机构是发动机进行工作循环,实现能量转换的机构。它的主要功用是把活塞在气缸内的直线往复运动,转变为曲轴的旋转运动而作功,即把作功行程时,燃气作用在活塞上的力转变为曲轴的扭矩,以带动工作机械作功。在进气、压缩和排气三个行程时,又由曲轴的旋转运动使活塞作直线往复运动,保证发动机工

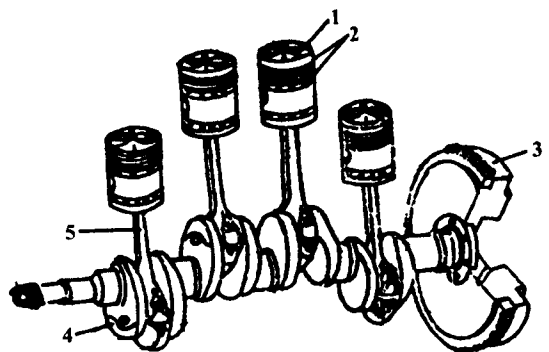


图 1-5 曲柄连杆机构简图

1. 活塞 2. 活塞环 3. 飞轮 4. 曲轴 5. 连杆

作循环的不断进行。

曲柄连杆机构主要由三部分组成,即气缸体曲轴箱组、活塞连杆组和曲轴飞轮组。

(1) 气缸体曲轴箱组:它包括气缸盖、气缸垫、气缸体曲轴箱等零件。其主要功用是承受发动机的主要负荷,并在其中安装发动机的主要机构和系统。

气缸体是发动机的主体,是安装其它零部件和附件的支承骨架。曲轴箱分上下两部分,上曲轴箱用来安装曲轴。为了增加气缸体的刚度,水冷式发动机的气缸体和上曲轴箱常铸成一体,简称气缸体;下曲轴箱用来贮存机油,故又称油底壳。如图 1-6 所示。

气缸是一个圆柱形的空腔,是发动机进行工作循环的地方,其内壁引导活塞作往复运动,并通过气缸壁散去本身所接受的爆发余热。由于气缸承受高温、高压和活塞的侧压力,润滑条件差,因此要求气缸耐高温、耐磨,有较高的光洁度,与活塞严密配合,防止漏气。

润滑条件差,因此要求气缸耐高温、耐磨,有较高的光洁度,与活塞严密配合,防止漏气。气缸盖用来封闭气缸体的上端面。为保证气缸盖和气缸体紧密贴合,在两者之间装有由铜皮包石棉制成的气缸垫,用缸盖螺母固紧,以防漏水和漏气。气缸盖上相应每个气缸都有进排气门座、进排气门导管、喷油器孔座,进气和排气通道等。此外气缸盖内有互相连通的水套,端面上有水孔与气缸体上的水孔相连通。如图 1-7 所示。

(2) 活塞连杆组:它包括活塞、活塞环、活塞销、连杆等零件。活塞直接承受燃气膨胀的压力,通过活塞销、连杆再传给曲轴。如图 1-8 所示。

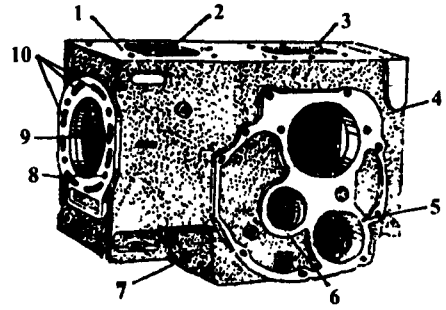


图 1-6 195 型柴油机的气缸体

1. 气缸体 2. 接水箱的孔 3. 接水箱的孔
4. 曲轴安装孔 5. 平衡轴安装孔 6. 凸轮轴安装孔 7. 放油塞孔 8. 气缸盖螺栓孔 9. 气缸套安装孔 10. 水套

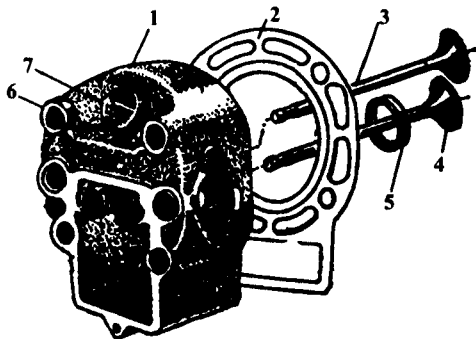


图 1-7 195 型柴油机的气缸盖

1. 气缸盖 2. 气缸盖衬垫 3. 排气门 4. 进气门
5. 进气门座 6. 气缸盖螺栓孔
7. 喷油器安装孔

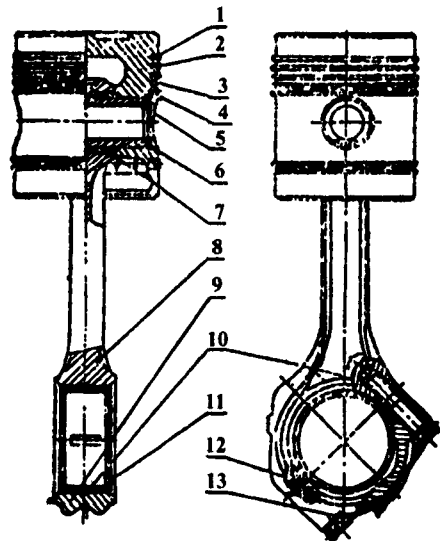


图 1-8 活塞连杆总成

1. 第一道活塞环 2. 第二、三道活塞环 3. 油环
4. 活塞 5. 活塞销 6. 弹性挡圈 7. 连杆衬套
8. 连杆 9. 连杆盖 10. 连杆螺栓
11. 连杆轴瓦 12. 销 13. 锁紧铁丝

活塞在高速往复运动时,要求活塞与气缸壁间有合理的配合间隙,防止发动机热车时活塞膨胀在气缸中卡住;冷车时间隙过大产生活塞敲缸现象。

活塞环分气环和油环两种。气环的主要功用是使气缸保持一定的密封性,防止机油上窜到燃烧室,并将活塞顶部的热量传导至气缸壁。油环用来刮除缸壁上多余的润滑油,并在气缸壁上铺涂一层均匀的润滑油。活塞环是一个具有弹性的开口环,在自由状态下,它的外径大于气缸直径,装入气缸后受到压缩,以一定的压力紧靠在气缸壁上,从而起到密封作用。活塞环的数目与活塞环槽数相等。一般汽油机有 2~4 个活塞环;柴油机有 3~6 个,其中 1~2 个油环。

连杆用来连接活塞和曲轴,将活塞所受的力传给曲轴,并把活塞的往复运动变为曲轴的旋转运动。连杆工作时受到气缸内气体压力、活塞连杆组的往复惯性力和连杆本身摆动力矩的作用。因此要求连杆重量轻、强度和刚度大。

(3)曲轴飞轮组(图 1-9):它包括曲轴、飞轮及装在曲轴上的其它零件。曲轴把活塞连杆组传来的力变为扭矩,带动工作机械旋转而作功。

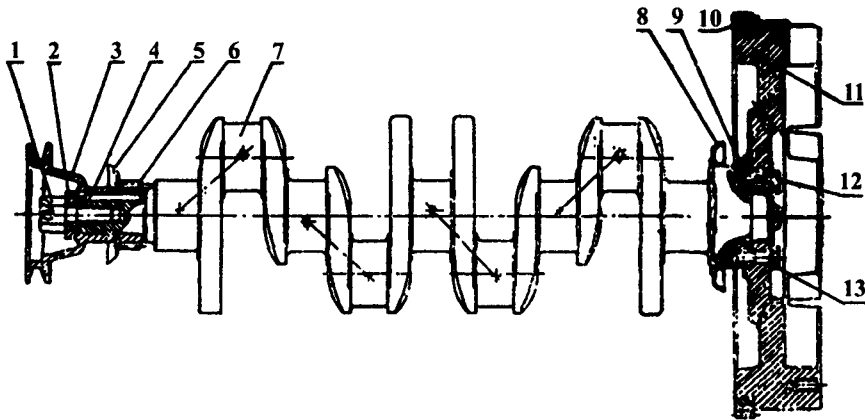


图 1-9 曲轴飞轮总成

1. 起动爪 2. 压板 3. 皮带轮 4. 键 5. 前挡油圈 6. 曲轴正时齿轮 7. 曲轴 8. 后挡油圈  
9. 圆柱销 10. 飞轮齿圈 11. 飞轮 12. 飞轮固紧螺钉 13. 防松垫片

曲轴是发动机的主要机件之一,其任务是把活塞连杆组传来的气体压力转变为扭矩力输出。同时还用来驱动发动机的配气机构及其他辅助装置。

飞轮是一个具有相当重量的铸铁圆盘,用来贮存能量,克服阻力,使发动机运转均匀。有的飞轮上装有起动机传动装置(如飞轮齿圈),用来接受起动力,使发动机开始起动。

## (二) 配气机构

配气机构的作用是按照各气缸的点火顺序和气缸中所进行的工作过程,适时地开闭各缸进、排气门,保证各缸及时吸入空气或可燃混合气,并及时地排除废气。根据气门安装位置的不同,配气机构有侧置式和顶置式两种。侧置式是气门位于气缸侧面,顶置式是气门位于气缸盖上,现代发动机上普遍采用顶置式。这里我们着重介绍顶置式配气机构。

顶置式配气机构由气门组、气门传动组和气门驱动组三部分组成(图 1-10)。当发动机工作时,曲轴旋转,通过正时齿轮带动凸轮轴转动,当凸轮的凸起部分向上时,顶起挺杆和推杆,将摇臂的一端向上顶起,另一端压下气门,气门被打开,气门弹簧压缩。当凸轮轴继续转动,越过凸轮的凸起部分,气门随气门弹簧伸张而关闭。