



21世纪新农村建设科技丛书

(最新版)

现代 农业常用机械的 使用与技术管理

马荣朝 吕小荣◎编著

Xiandai

Nongye Changyong Jixie De
Shiyong Yu Jishu Guanli



读得懂、学得快、用得上的技能培训用书

四川农业大学、西南农业大学、重庆大学等农业专业机构的教授、专家联合编写



原子能出版社



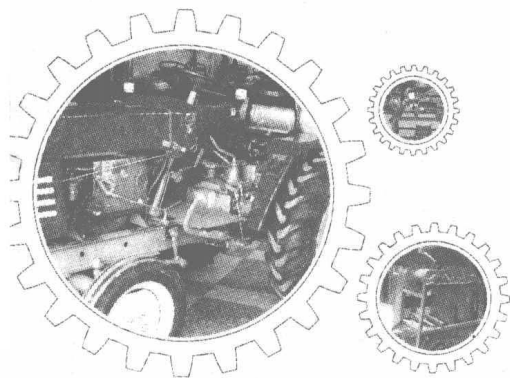
21世纪新农村
建设科技丛书

现代 农业常用机械的 使用与技术管理

马荣朝 吕小荣◎编著

读得懂、学得快、用得上的技能培训用书

“现学现用”最适合新农村建设的必备实用工具书



图书在版编目(CIP)数据

现代农业常用机械的使用与技术管理/马荣朝,吕小荣编著. —北京:原子能出版社,2010.4

ISBN 978-7-5022-4868-0

I. 现… II. ①马…②吕… III. ①农业机械—使用②农业机械—技术管理 IV. S22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 065479 号

现代农业常用机械的使用与技术管理

出版发行 原子能出版社(北京市海淀区阜成路 43 号 100048)

策 划 大江文汇

责任编辑 侯茸方

印 刷 唐山新苑印务有限公司

经 销 全国新华书店

开 本 700mm × 960mm 1/16

印 张 16

字 数 200 千字

版 次 2010 年 6 月第 1 版 2015 年 1 月第 2 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5022-4868-0 定 价 29.80 元

网址: <http://www.aep.com.cn>

E-mail: atomep123@126.com

发行电话: 010-68452845

版权所有 侵权必究

前 言

“农业的根本出路在于农业机械化”，这是为西方农业发达国家所证明的事实，也是当今中国广大农村正在进行的伟大实践。目前，中国正处在农业机械化水平全面发展和提高的阶段，虽然各地的农业机械化水平差别较大，但适用高效的农机是“农业、农村、农民”的共同需求。农业机械化的实质是将现代先进的科学技术运用到农业生产的经济发展和技术提高的过程，农业机械是科学技术的载体，农民是农业生产的主体；农业生产不仅需要适用的农业机械，而且需要用这些科学技术知识武装的有技术会运用的新型农民。

本书的编写立足现在我国农业机械发展的实际，以农村广大农民朋友为对象，以普及和传播农机技术知识为目的，从目前农业生产所使用的农业机械中选出一些具有代表性的常用机械进行介绍，兼顾理论，突出运用，力求达到浅显易懂的效果，以满足广大农民朋友的需求，同时可作为农林大专院校学生和相关农机技术人员的参考书目。

本书主编为四川农业大学马荣朝和吕小荣，参加编写人员有四川农业大学吴维雄、张黎骅、西南大学李云伍、吴达科、吉林大学曾百功等。由于编者水平有限以及时间仓促，书中难免存在一些不足和谬误之处，恳请广大读者批评、指正，提出宝贵建议。



2010年4月

目 录

第一章 农用动力机械	1
第一节 内燃机	1
第二节 拖拉机及农用汽车	40
第三节 感应式异步电动机	64
第二章 现代农业生产机械	73
第一节 耕地和整地机械	73
第二节 种植机械	95
第三节 植保机械	107
第四节 排灌机械	122
第五节 收获机械	144
第三章 加工机械	169
第一节 砻谷机	169
第二节 碾米机	172
第三节 磨粉机械	176
第四节 粉碎机械	179
第四章 榨油机械与设备	184
第一节 概述	184



第二节 螺旋榨油机	185
第五章 现代农业机械化管理技术	190
第一节 农业机械管理概论	190
第二节 农机户的管理	194
第三节 农机机务管理	197
第四节 农机油料管理	214
第五节 农村机电提灌站管理	227
第六节 农业机械技术推广	233
第七节 农业机械化统计	241

第一章 农用动力机械

第一节 内燃机

一、内燃机的类型

(一) 内燃机的分类

将燃料燃烧所产生的热能转变为机械能的机器称为热力发动机（简称热机）。燃料直接在机器气缸内部进行燃烧的热机称为内燃机。

内燃机按使用的燃料不同，可分为柴油机、汽油机、煤气机等；按燃料着火方式不同，可分为压燃式和点燃式；按完成一个工作循环的行程数不同，可分为四行程和二行程；按气缸数目不同，可分为单缸和多缸；按气缸的排列形式不同，可分为直列式、卧式和V式；按冷却方式不同，可分为水冷和风冷等。

(二) 内燃机的型号和系列

1. 内燃机的系列为了减少机型、统一规格、简化生产和维修、降低生产成本等起见，我国按气缸直径不同将内燃机分成几个系列。在同一系列中，包括缸数不同的多种机型。例如95系列柴油机有195、295、395和495等型号。用这样的产品系列，可满足生产上不同功率级内燃机的不同用途的要求。

2. 内燃机的型号根据国家制定的内燃机产品名称和型号编制规则（GB 725—1991）如图1-1所示。

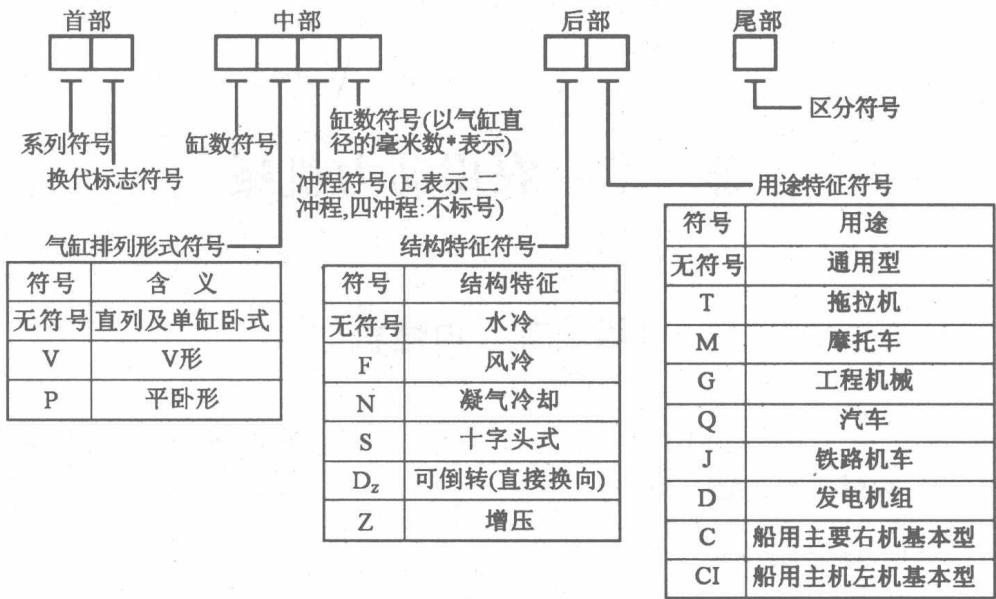
内燃机产品名称均按其采用的主要燃料命名，例如柴油机、汽油机、煤气机等。

内燃机型号由阿拉伯数字（以下简称数字）和汉语拼音文字的首位字母（以下简称字母）组成。

例如：495柴油机，表示四缸，四行程，缸径95mm，水冷通用式柴油机。



1E40F 汽油机，表示单缸，二行程，缸径 40mm，风冷汽油机。



* 缸直径的毫米数取整数。

图 1-1 内燃机的型号

二、内燃机的工作过程

(一) 基本名词和术语

图 1-2 为单缸往复式活塞式内燃机的工作简图，分别表示活塞在气缸内做上下往复运动的两个极限位置。

上、下止点：活塞顶面距曲轴旋转中心最远处为上止点。活塞顶面距曲轴旋转中心最近处为下止点。

活塞行程：活塞在上、下止点之间移动的距离称为活塞行程，也称活塞冲程，它等于曲轴的曲柄半径的两倍，显然，曲轴旋转一周，活塞运动两个行程。

燃烧室容积：活塞在上止点时，活塞顶上方的封闭容积。

气缸总容积：活塞位于下止点时，活塞顶上方的封闭容积，常用符号 V_a 。

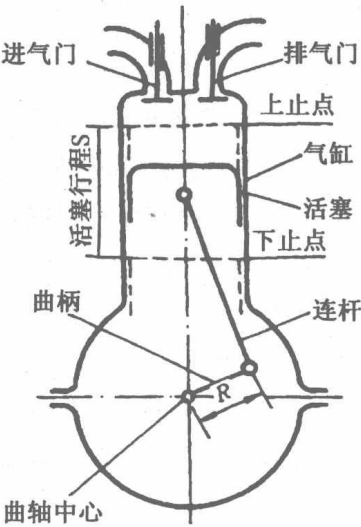


图 1-2 内燃机示意图

表示。它等于燃烧室容积与气缸工作容积之和。

压缩比：气缸总容积与燃烧室容积之比。压缩比表示气体在气缸内被压缩的程度。目前柴油机的压缩比一般为 $16 \sim 22$ ，汽油机的压缩比一般为 $7 \sim 10$ 。

往复活塞式内燃机所用的燃料主要是汽油或柴油，由于汽油和柴油存在不同性质，因而在发动机的工作原理和结构上有差异。

（二）单缸四行程柴油机的工作过程

柴油机的基本工作原理是：先将新鲜空气吸入气缸并压缩，然后将柴油以高压喷射到燃烧室内，利用被压缩后的高温空气使柴油着火燃烧。高温、高压的燃气推动活塞做功，使柴油机运转，把柴油燃烧产生的热能转变为机械能。其工作过程如下：

1. **进气行程**（图 1-3a）曲轴转第一个半圈，即曲轴转角从 $0^\circ \sim 180^\circ$ ，使活塞由上止点向下止点移动，活塞上部的气缸容积增大，压力低于大气压力。此时进气门打开，排气门关闭，在压力差作用下，新鲜空气被吸入气缸，直到活塞移到下止点，进气終了，进气门关闭。

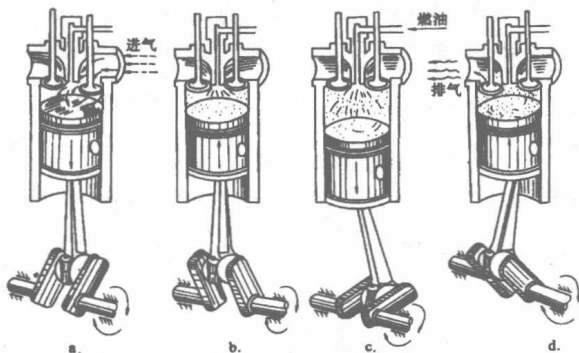


图 1-3 单缸四冲程柴油机工作过程示意图

a. 进气行程 b. 压缩行程 c. 做功行程 d. 排气行程

在进气过程中，由于进气流受空气滤清器、进气管及进气门等阻力及进气时间短的影响，使进气終了时气缸内的气体压力略低于大气压力，约为 $78.5 \sim 88.3 \text{ kPa}$ ($0.8 \sim 0.9 \text{ kg/cm}^2$)。因新鲜空气从燃烧室壁等处吸收热量，缸内气体温度可达 $50 \sim 80^\circ\text{C}$ 。

2. **压缩行程**（图 1-3b）曲轴转第二个半圈，即曲轴转角从 $180^\circ \sim 360^\circ$ ，活塞由下止点向上止点移动。此时进、排气门均关闭，气缸内的气体被压缩，温度和压力不断升高。

压缩終了时，气体被压缩在燃烧室容积内，这时气体的压力达 $2940 \sim 4900 \text{ kPa}$ ，温度达 $480 \sim 750^\circ\text{C}$ ，为柴油喷入气缸后能自行着火燃烧创造了良好的条件。

3. **做功行程**（图 1-3c）曲轴转第三个半圈，即曲轴转角从 $360^\circ \sim 540^\circ$ 。



此时进、排气门均关闭。由于压缩行程终了时，气缸内压缩空气的温度，超过柴油的自燃温度（柴油的自燃温度约为 250°C ）。高压柴油从喷油器喷入燃烧室，迅速与空气混合，着火燃烧。此时燃料燃烧放出大量热能，使气缸内气体压力急剧升高到 $5900 \sim 8800\text{kPa}$ ，温度升高到 $1530 \sim 1930^{\circ}\text{C}$ 。高温高压气体迫使活塞从上止点向下止点移动，通过连杆转动曲轴，这样柴油和空气燃烧所产生的热能变为活塞、曲轴的机械运动，向外输出机械能，实现热能转变为机械能的过程。随着活塞下移；气缸内的压力和温度逐渐降低。做功行程终了时，气缸内气体压力约为 $290 \sim 580\text{kPa}$ ，温度降至 $750 \sim 950^{\circ}\text{C}$ 。

4. 排气行程（图 1-3d）曲轴继续转第四个半圈，即曲轴转角从 $540^{\circ} \sim 720^{\circ}$ ，使活塞再次由下止点向上止点移动。此时，排气门打开，进气门关闭。因废气本身压力高于大气压力，在压力差和活塞推送下，经排气门排出气缸。由于排气管道有阻力，废气不可能排除干净。当排气终了时，气缸内气体压力约为 $103 \sim 123\text{kPa}$ ，温度约为 $420 \sim 520^{\circ}\text{C}$ 。

以上四个行程，完成了柴油机的一个工作循环。下一个工作循环的进气行程紧接着上一个工作循环的排气行程。这样，一个工作循环接着一个工作循环，使柴油机不断运转，将柴油燃烧产生的热能持续不断地转变为机械能，对外输出做功。

（三）单缸四行程汽油机的工作过程

汽油机的基本工作原理是，先将汽油和新鲜空气组成可燃混合气吸入气缸并压缩，然后用电火花点火，使混合气燃烧。高温、高压的燃气推动活塞做功，使汽油机运转，把汽油燃烧产生的热能转变为机械能。

汽油机专门设置了点火系统，在气缸盖上装有火花塞，在进气管上装有化油器，如图 1-4 所示。

单缸四行程汽油机每个工作循环也经过进气、压缩、做功、排气四个行程，与柴油机不同的是：

1. 进气行程 进入气缸的不是纯空气，而是空气和汽油的混合气。当空气流经汽化器时，具有很高的速度，把汽油吸出、吹散，使汽油和空气混合成混合气，然后进入气缸。在进气终了时，气缸内的气体压力约为 $73.6 \sim 88.3\text{kPa}$ ，温度约为 $80 \sim 250^{\circ}\text{C}$ 。

2. 压缩行程 压缩的是混合气，其压缩比较小，压缩终了时缸内的气体压力远低于柴油机，约为 $780 \sim 1370\text{kPa}$ ，温度为 $230 \sim 430^{\circ}\text{C}$ 。

3. **排气行程** 接近终了时, 火花塞及时放出电火花点燃混合气。由于其压缩比较柴油机低, 气缸内气体最高压力也较低, 约为 $2940 \sim 4410 \text{kPa}$, 而其最高燃烧温度则比柴油机高, 约为 $1930 \sim 2530^\circ\text{C}$ 。排气终了时的废气, 压力约为 $103 \sim 108 \text{kPa}$, 温度约为 $430 \sim 830^\circ\text{C}$ 。

(四) 单缸二行程内燃机的工作过程

曲轴旋转一周, 活塞经过两个行程完成进气、压缩、做功和排气一个工作循环的内燃机称为二行程内燃机。

二行程汽油机采用气孔—曲轴箱换气方式。其结构特点是在气缸壁上开有进气孔、排气孔和换气孔, 由活塞往复运动来控制其开闭。进气孔连通曲轴箱和进气管, 换气孔连通曲轴箱和气缸, 排气孔使气缸与排气管相通, 其曲轴箱是密闭的。

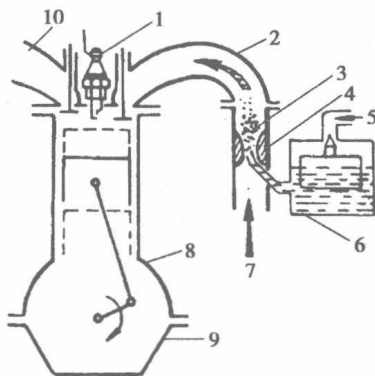


图 1-4 单缸汽油机结构图

1. 火花塞 2. 进气道 3. 混合气 4. 汽化器 5. 汽油
6. 浮子室 7. 空气 8. 机体 9. 油底壳 10. 排气道

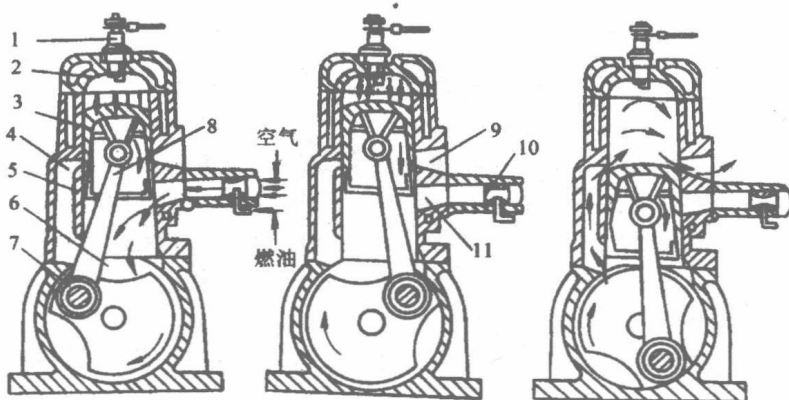


图 1-5 二行程汽油机工作简图

1. 火花塞 2. 气缸盖 3. 活塞 4. 换气口 5. 气缸体 6. 曲轴箱
7. 曲轴 8. 连杆 9. 排气口 10. 化油器 11. 进气口

二行程内燃机的曲轴每转一周便做一次功, 在工作容积和转速相同的条件下, 其功率理论上应是四行程内燃机的两倍; 且运转均匀平稳, 结构简单, 重量轻。但由于二行程内燃机不易排尽废气, 热效率低, 实际功率约为四行程内



燃机的 1.5 ~ 1.6 倍。二行程汽油机中有部分汽油会随废气排出，故耗油率高。

(五) 多缸四行程内燃机的工作过程

由上述可知，无论是四行程内燃机，还是二行程内燃机，在其每个工作循环中，只有做功行程是对外做功的，其余的行程都是辅助行程，它们不仅不对外做功，而且还要消耗一部分能量，用于压缩气体和克服进、排气阻力。这就使内燃机运转不均匀。为了改善内燃机的运转均匀性，单缸内燃机必须在曲轴的端部装上直径大而重的飞轮。用它来贮存做功行程时产生的动能，而在辅助行程释放出来，推动活塞工作。

在多缸机上，各缸共用一根曲轴，各个活塞所承受的燃气压力都推动同一根曲轴旋转。如果将各缸的做功行程合理地错开，就能使曲轴旋转均匀性大大提高，飞轮的尺寸和重量则可大为减小。在多缸机上，各个气缸发生同名行程的顺序，称为多缸机的工作顺序。例如四缸四行程内燃机的工作顺序有 1—3—4—2 和 1—2—4—3 两种，以 1—3—4—2 为常用。各缸的工作循环情况见表 1-1。

表 1-1 四缸四行程内燃机的工作过程

工作顺序	一缸	三缸	四缸	二缸
0° ~ 180°	进气	排气	做功	压缩
180° ~ 360°	压缩	进气	排气	做功
360° ~ 540°	做功	压缩	进气	排气
540° ~ 720°	排气	做功	压缩	进气

三、曲柄连杆机构

内燃机一般由曲柄连杆机构、配气机构、燃料供给系、润滑系、冷却系和起动装置组成。汽油机上设有点火系。

内燃机工作时，曲柄连杆机构、配气机构和燃料供给系（点火系）互相配合，完成工作循环，实现能量转换。润滑系和冷却系为内燃机正常工作提供了必备的条件。起动装置借助外力，将静止的机器转为自行运转。

曲柄连杆机构是内燃机实现工作循环、完成能量转换、改变运动形式并传

递动力的主体机构。在做功行程中，燃气压力推动活塞作往复直线运动，并通过连杆，曲轴转变成曲轴的旋转运动，把活塞所受的推力转变为曲轴上的扭矩。在其他三个行程中，由该机构将曲轴的转动转变为活塞的直线往复运动。

曲柄连杆机构由机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组等组成。

(一) 机体组

机体组由气缸体、曲轴箱、气缸套、气缸盖和气缸垫组成。机体组是内燃机的骨架，是支承和固定内燃机各机构的基础，如图 1-6 为 195 柴油机缸体组的组成。

1. 气缸体和曲轴箱 气缸体用于安装气缸套，曲轴箱用于支承曲轴。水冷式内燃机的缸体内铸有冷却水套；曲轴箱常分上下两部分制造，上曲轴箱与缸体铸成一体，称为机体，下曲轴箱内贮存机油，称为油底壳。风冷式内燃机的缸体外铸有散热片；曲轴箱常与气缸体分开铸造。四行程内燃机的曲轴箱内贮有润滑油，有通气管与大气相通，以减轻活塞运动阻力和机油变质；二行程内燃机的曲轴箱兼作换气用，密封严密，不存放机油。

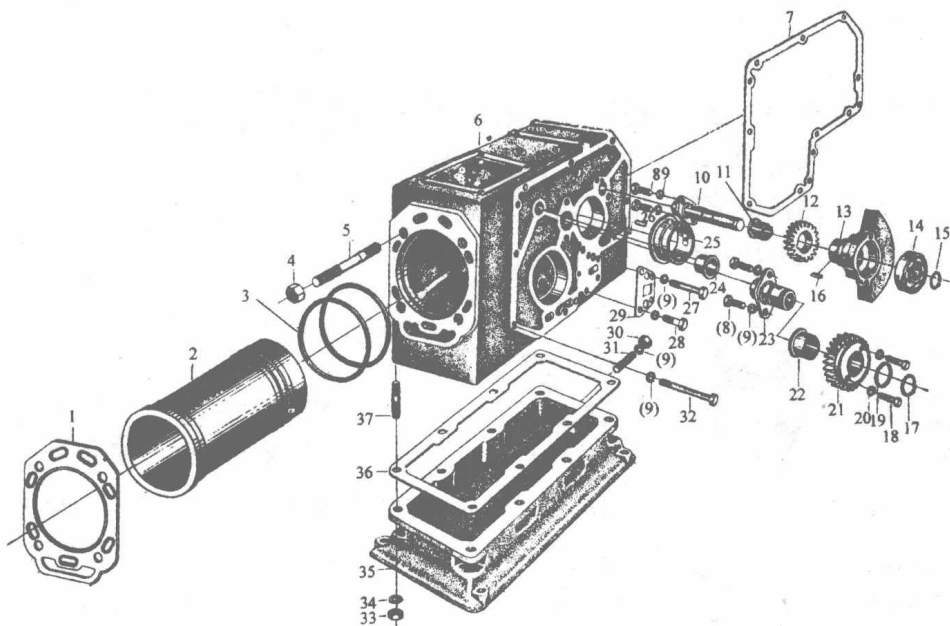


图 1-6 195 柴油机机体组

1. 汽缸盖垫 2. 汽缸套 3. 封水圈 4. 汽缸盖螺母 5. 汽缸盖螺栓 6. 缸体 7. 齿轮室密封垫
8、18、26、28—销子 9、19、34—垫圈 10. 平衡轴 11、22、24、25—衬套 12. 平衡轴齿轮
13. 平衡块 14. 滚动轴承 15、17、20—挡圈 16. 键 21. 中间齿轮 23. 中间齿轮轴
27、32—螺栓 29. 垫片 30、33—螺母 31、37—螺柱 35. 底座 36. 底座垫



2. 气缸套 气缸呈圆筒形，它是燃料燃烧、能量转换的场所，是活塞运动的导轨。它工作条件恶劣，极易磨损，需修理和更换。为降低制造和维修成本，气缸体和气缸分开制造，单独制造的气缸称为气缸套。

气缸套分湿式（图1-7）和干式两种。湿式缸套外壁直接与冷却水接触，散热性能好，应用普遍，但易漏水，故在下定位凸缘处装有橡胶阻水圈，以防冷却水漏入曲轴箱内。干式缸套外壁不直接与水接触，不会漏水，但散热性能差，加工制造困难。

3. 气缸盖和气缸盖“衬垫”

气缸盖用螺栓紧固在气缸体上，二者之间垫有气缸盖衬垫，简称气缸垫，用以封闭气缸上部并与活塞顶构成燃烧室。气缸盖上加工有喷油器或火花塞安装孔座，铸有进、排气道和冷却水道。风冷内燃机的缸盖上还铸有散热片。气缸垫用于密封气

缸盖与气缸体的接合平面，防止漏气、漏水。缸盖和缸体用螺栓连接，缸盖螺母必须按规定的顺序和扭矩均匀拧紧。

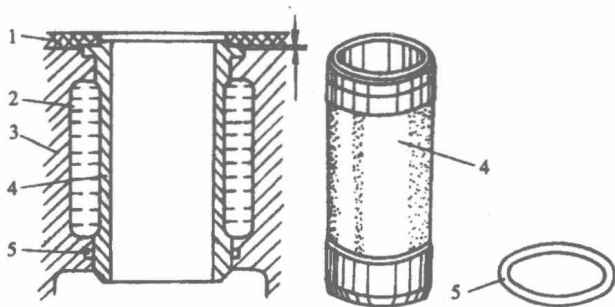


图1-7 湿式水冷氣缸套

1. 气缸垫 2. 水套 3. 气缸体 4. 气缸套 5. 橡胶密封圈

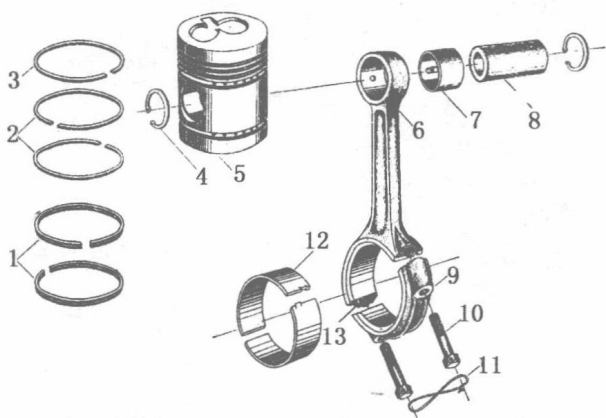


图1-8 活塞连杆总成

1. 油环 2. 第二、三道气环 3. 第一道油环 4. 挡圈 5. 活塞
6. 连杆 7. 连杆衬套 8. 活塞销 9. 连杆盖 10. 连杆螺钉
11. 锁紧铁丝 12. 连杆轴瓦 13. 销

(二) 活塞连杆组

活塞连杆组由活塞、活塞环、活塞销、连杆等组成（如图1-8）。活塞承受燃气膨胀压力作高速直线往复运动，通过连杆转变为曲轴的旋转运动，以实现工作循环，完成能量转换。

1. 活塞 活塞用于密封气缸，承受燃气压力并传递给连杆。它在高温、高压、高速的交变载荷条件下工作，

要求其有足够的强度、重量轻和导热性好，目前广泛采用铝合金材料。活塞的构造分顶部、防漏部、裙部和销座四部分（图1-9）。活塞顶部是燃烧室的组成部分，其形状与燃烧室的形状有关，柴油机的活塞顶部制有各种形状的凹坑（图1-10），以利于混合气的形成与燃烧。防漏部切有数道环槽，用以安装活塞环。裙部起导向作用，并承受侧压力。活塞销座用于安装活塞销。

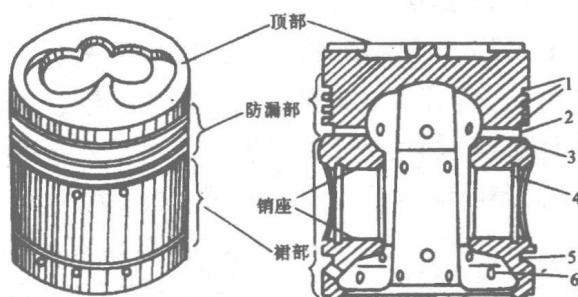


图1-9 活塞结构

1. 气环槽 2. 油环槽 3. 油孔
4. 销座卡环槽 5. 油环槽 6. 油孔

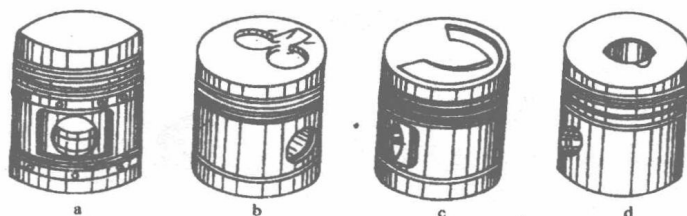


图1-10 活塞顶部形状

- a. 481系列活塞 b. 485活塞 c. 95系列活塞 d. 90系列及495A活塞

2. 活塞环 活塞环分气环和油环（图1-11）。气环又称压缩环，用以保持活塞与气缸间的密封，防止漏气，并将热量传递给气缸壁散发出去。油环的功用是刮除缸壁上多余的润滑油，防止窜入燃烧室，将适量的润滑油均匀地涂抹在气缸壁上，形成一层油膜，改善气缸与活塞的润滑条件。活塞环一般用耐磨合金铸铁制成，它是一种弹性开口圆环，在自由状态下，其外径大于气缸内径，装入气缸后，紧贴缸壁形成良好密封。

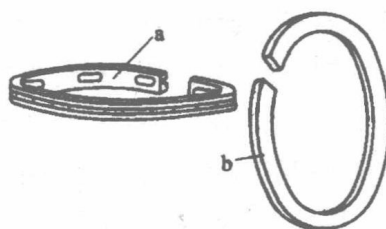


图1-11 活塞环

- a. 油环 b. 气环



3. **活塞销** 活塞销把活塞与连杆铰接起来，将活塞所受的力传给连杆（如图1-12）。活塞销受力大且要求重量轻，一般采用合金钢制成空心圆柱体。活塞销一般采用浮式安装，与连杆小头铜套为动配合。销与销座孔的配合，常温下有紧度，待达到工作温度后，由于活塞销座孔的膨胀比活塞销大，于是销可在销孔中转动，以保证活塞销的磨损均匀。

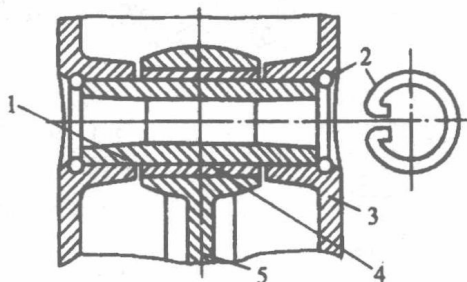


图1-12 活塞销及其组合

1. 活塞销 2. 卡簧 3. 活塞
4. 连杆小头衬套 5. 连杆

4. **连杆**（图1-13）连杆连接活塞和曲轴，在做功行程中把活塞受到的力传给曲轴使之旋转，在其他三个行程中则将曲轴的旋转运动变为活塞的往复运动。连杆承受很大的力，要求强度高、刚性好和重量轻，多用碳钢或合金钢锻造，杆身断面制成工字形。连杆分小头、杆身和大头三部分。小头内压有铜衬套并钻有润滑油孔，润滑油由孔流入衬套以润滑活塞销。大头与曲轴的曲柄销相连，一般做成分开式，以便于拆装；连杆大头内装有轴瓦以减小曲柄销的磨损和摩擦阻力。连杆杆身与连杆盖有特制螺栓连接，安装时须按规定扭矩，分几次均匀拧紧螺母并锁紧螺母。连杆螺栓松脱或拉断将导致严重事故。

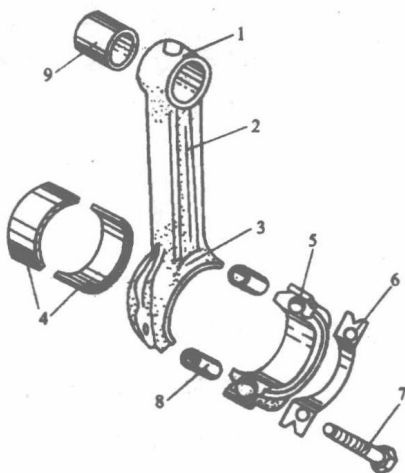


图1-13 连杆

1. 连杆小头 2. 杆身 3. 连杆大头 4. 连杆轴瓦
5. 连杆盖 6. 锁片 7. 连杆螺栓
8. 销套 9. 铜套

（三）曲轴飞轮组

曲轴飞轮组由曲轴和飞轮组成，它承受活塞连杆传来的力，将其变为扭矩对外输出动力，并使内燃机平稳运转。

1. 曲轴 曲轴承受连杆传来的力，转变为扭矩对外输出；同时通过齿轮、皮带轮驱动内燃机其他各机构和系统。曲轴必须有足够的强度和刚度，轴颈表面应耐磨且润滑可靠。曲轴分为主轴颈、连杆轴颈（曲柄销）、曲柄、曲轴前端和曲轴后端（图1-14）。曲轴通过主轴颈支撑在曲轴箱主轴承中，主轴颈中有油道相通，润滑油在内流动以润滑各运动表面。曲柄用以连接主轴颈和连杆轴颈，在其相反方向上加有平衡重块以使曲轴运转平稳。曲轴前端装有正时齿轮、油封装置、皮带轮和起动爪等零件。后端凸缘用于固定飞轮。

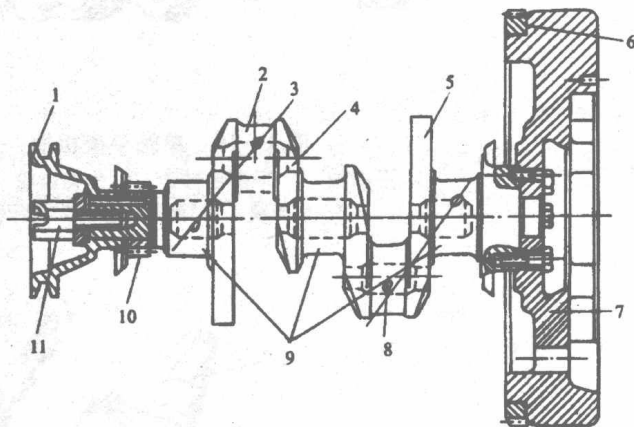


图1-14 柴油机的曲轴飞轮组

1. 三角皮带轮 2. 连杆轴颈 3. 机油孔 4. 曲柄 5. 配重
6. 飞轮齿圈 7. 飞轮 8. 机油腔 9. 主轴颈
10. 正时齿轮 11. 起动爪

2. 飞轮 飞轮用以储存能量，帮助曲柄连杆机构越过上、下止点和完成辅助行程，使曲轴运转平稳，并使内燃机易于起动和克服短时超负荷。飞轮是一个边缘较厚的铸铁大圆盘，用螺栓固定在曲轴后端凸缘上。飞轮上刻有上止点和供油（点火）提前角等记号。

（四）曲柄连杆机构的平衡

曲柄连杆机构作高速往复运动和旋转运动，在运动过程中会产生往复惯性力和离心惯性力。惯性力使内燃机受到额外的载荷和振动，影响整机的性能和寿命。离心惯性力的平衡措施是在曲柄的反向延长线上配置适当的平衡重块，使平衡重产生的离心力与离心惯性力相互抵消。往复惯性力的平衡有单轴平衡法（如图1-15）和双轴平衡法（如图1-16）。其基本原理是通过齿轮驱动铸有偏心重块的平衡轴，平衡轴与曲轴转速相等而转向相反，从而达到平衡往复惯性力的目的。