



新世纪高职高专教改项目成果教材
Xinshiji Gaozhi Gaozhuān Jiāogǎi Xiàngmù Chéngguó Jiāocái

农业机械

林宏明 主 编

李漫江 副主编



新世纪高职高专教改项目成果教材
Xinshiji Gaozhi Gaozhuan Jiaogai Xiangmu Chengguo Jiaocai

农 业 机 械

林宏明 主 编
李漫江 副主编

高等教育出版社

内容简介

本书是新世纪高职高专教改项目成果教材。

本书根据高等职业教育“以服务为宗旨,以就业为导向,注重实践能力培养”的要求编写而成。本书共有九章,包括内燃机、拖拉机、农用电动机、耕作机械、种植机械、灌溉机械、植保机械、园艺园林机械和收获机械等。每章后附有实训和复习思考题。在内容上简要介绍理论知识,重点介绍常用农业机具的应用常识和实践训练项目。

本书注重应用,强调技能,适应了高职高专院校课程结构调整的需要。

本书可作为高等职业院校(包括五年制高职院校)、高等专科院校、成人高等院校的农学、园艺、园林及植物生产相关专业的教材,也可供其他相关人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

农业机械 / 林宏明主编. —北京:高等教育出版社,
2006.1

ISBN 7-04-018093-6

I. 农... II. 林... III. 农业机械-高等学校:
技术学校-教材 IV. S22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 143785 号

策划编辑	张庆波	责任编辑	贺玲	封面设计	李卫青	责任绘图	朱静
版式设计	王莹	责任校对	王效珍	责任印制	孔源		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京铭成印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 10.25
字 数 240 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006 年 1 月第 1 版
印 次 2006 年 1 月第 1 次印刷
定 价 13.40 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 18093-00

出版说明

为认真贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》和《面向21世纪教育振兴行动计划》，研究高职高专教育跨世纪发展战略和改革措施，整体推进高职高专教学改革，教育部决定组织实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》（教高〔2000〕3号，以下简称《计划》）。《计划》的目标是：“经过五年的努力，初步形成适应社会主义现代化建设需要的具有中国特色的高职高专教育人才培养模式和教学内容体系。”《计划》的研究项目涉及高职高专教育的地位，作用、性质、培养目标、培养模式、教学内容与课程体系、教学方法与手段、教学管理等诸多方面，重点是人才培养模式的改革和教学内容体系的改革，先导是教育思想的改革和教育观念的转变。与此同时，为贯彻落实《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》（教高〔2000〕2号）的精神，教育部高等教育司决定从2000年起，在全国各省市的高等职业学校、高等专科学校、成人高等学校以及本科院校的职业技术学院（以下简称高职高专院校）中广泛开展专业教学改革试点工作，目标是：在全国高职高专院校中，遴选若干专业点，进行以提高人才培养质量为目的、人才培养模式改革与创新为主题的专业教学改革试点，经过几年的努力，力争在全国建成一批特色鲜明、在国内同类教育中具有带头作用的示范专业，推动高职高专教育的改革与发展。

教育部《计划》和专业试点等新世纪高职高专教改项目工作开展以来，各有关高职高专院校投入了大量的人力、物力和财力，在高职高专教育人才培养目标、人才培养模式以及专业设置、课程改革等方面做了大量的研究、探索和实践，取得了不少成果。为使这些教改项目成果能够得以固化并更好地推广，从而总体上提高高职高专教育人才培养的质量，我们组织了有关高职高专院校进行了多次研讨，并从中遴选出了一些较为成熟的成果，组织编写了一批新世纪高职高专教改项目成果教材。经过近两年的努力，已经有40个系列、165种教材出版。这些教材结合教改项目成果，反映了最新的教学改革方向，很值得广大高职高专院校借鉴。

新世纪高职高专教改项目成果教材适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

高等教育出版社

2005年1月25日

前 言

农业机械是农业种植类专业的一门专业必修课，其主要任务是讲授农业生产中常用机械与设备的结构、工作过程、操作技能及维护技术，使学习者能正确、高效地运用各类农业机械为农业生产服务。

随着农业高等教育的发展和农业新技术、新品种的运用，农业机械新技术、新设备的应用对高等职业教育提出了更新、更高的要求。根据教育部《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》的有关精神和高职高专的人才培养目标、培养模式和培养途径，紧紧围绕培养高等技术应用型专门人才的要求，本着基础知识必需够用、注重实训的原则编写了本书。

本书主要内容包括内燃机、拖拉机、农用电动机、耕作机械、种植机械、灌溉机械、植保机械、园艺园林机械和收获机械等。本书侧重于讲授农机具的基本结构和工作过程，选择典型机型作为切入点，使学生在掌握基本知识的基础上掌握操作技能；本着基础知识必需够用、注重实训的原则，力求精简内容，并与实践教学紧密衔接。为了便于学习者掌握主要内容，每章设有学习目标、学习提示、复习思考题和实训。

本书由广西农业职业技术学院、江苏经贸职业技术学院和陕西杨凌职业技术学院的相关专业教师合作编写。林宏明（广西农业职业技术学院）编写前言和第三章；李漫江（江苏经贸职业技术学院）编写第一、五、九章；刘一（陕西杨凌职业技术学院）编写第二、四、七章；黄卫萍（广西农业职业技术学院）编写第六、八章。全书由林宏明统稿，由东北农业大学贾富国审阅。

由于编者水平有限，编写时间仓促，教材难免有疏漏和错误，恳请予以指正，以便修订时改正。

《农业机械》编写组

2005年6月

目 录

第一章 内燃机	(1)	第二节 电动机的使用	(51)
第一节 柴油机	(3)	一、电动机的主要性能指标	(51)
一、柴油机的工作过程	(3)	二、电动机的接线法	(52)
二、柴油机的构造	(4)	三、安全用电基本常识	(53)
第二节 汽油机	(19)	四、电动机的维护保养	(54)
一、汽油机的工作过程	(19)	实训 电动机的接线与起动	(54)
二、汽油机的燃料供给系统	(21)	复习思考题	(55)
三、汽油机的点火系统	(24)	第四章 耕作机械	(56)
第三节 内燃机的使用及维护	(25)	第一节 铧式犁	(56)
一、磨合	(25)	一、铧式犁的种类及用途	(56)
二、技术保养	(26)	二、悬挂犁的构造	(58)
三、燃料的使用	(26)	三、悬挂犁的使用	(60)
实训 内燃机的检查调整和操作	(27)	第二节 旋耕机	(61)
实训一 柴油机的检查调整和操作	(27)	一、旋耕机的构造	(61)
实训二 汽油机的检查调整和操作	(31)	二、旋耕机的工作过程	(62)
复习思考题	(33)	三、旋耕机的使用	(62)
第二章 拖拉机	(34)	第三节 耙	(64)
第一节 拖拉机的传动系统	(34)	一、耙的类型和特点	(64)
一、离合器	(35)	二、圆盘耙	(64)
二、变速箱	(36)	第四节 其它耕作机械	(66)
三、后桥	(38)	一、双向犁	(66)
第二节 拖拉机的行走系统、转向系统 和制动系统	(38)	二、深松机	(66)
一、行走系统	(38)	三、中耕机	(67)
二、转向系统	(39)	四、开沟作畦机	(68)
三、制动系统	(40)	实训 耕作机械的使用	(69)
第三节 拖拉机的工作装置与电气 设备	(41)	实训一 铧式犁的使用与调整	(69)
一、工作装置	(41)	实训二 旋耕机的使用	(70)
二、电气设备	(45)	复习思考题	(71)
实训 拖拉机的驾驶操作	(46)	第五章 种植机械	(72)
复习思考题	(47)	第一节 播种机	(72)
第三章 农用电动机	(48)	一、播种机的一般构造	(72)
第一节 电动机的构造及工作原理	(48)	二、播种机的工作过程	(78)
一、电动机的构造	(48)	三、播种作业的监控装置	(78)
二、电动机的工作原理	(50)	第二节 水稻插秧机	(78)
		一、水稻插秧机的构造	(79)
		二、水稻插秧机的工作过程	(82)

第三节 其它种植机械	(83)	复习思考题	(121)
一、水稻抛秧机	(83)	第八章 园艺园林机械	(122)
二、地膜覆盖机	(84)	第一节 油锯与剪枝机	(122)
实训 种植机械的使用	(87)	一、油锯	(122)
实训一 水稻插秧机的使用	(87)	二、剪枝机	(124)
实训二 播种机的使用	(88)	第二节 割灌机与绿篱机	(125)
复习思考题	(91)	一、割灌机	(125)
第六章 灌溉机械	(92)	二、绿篱机	(125)
第一节 农用水泵	(93)	第三节 草坪修剪机	(126)
一、概述	(93)	一、草坪修剪机的构造	(126)
二、离心泵	(93)	二、草坪修剪机的保养	(127)
三、潜水泵	(97)	第四节 挖坑机	(128)
第二节 喷灌系统	(97)	一、手提式挖坑机的构造	(128)
一、固定式喷灌系统	(97)	二、手提式挖坑机的使用	(129)
二、半固定式喷灌系统	(98)	实训 修剪机械的使用	(130)
三、移动式喷灌系统	(98)	实训一 割灌机的使用	(130)
四、喷头	(98)	实训二 草坪修剪机的使用	(130)
第三节 微灌系统	(100)	实训三 绿篱机的使用	(131)
一、滴灌	(100)	复习思考题	(132)
二、微喷灌	(101)	第九章 收获机械	(133)
实训 离心泵的安装、使用及维护	(102)	第一节 谷物收割机	(133)
复习思考题	(103)	一、谷物收割机的一般构造	(133)
第七章 植保机械	(104)	二、谷物收割机的工作过程	(138)
第一节 概述	(104)	第二节 脱粒机	(138)
第二节 喷雾机械	(105)	一、脱粒机的一般构造	(139)
一、手动喷雾器	(105)	二、脱粒机的工作过程	(143)
二、担架式喷雾机	(106)	第三节 联合收获机械	(144)
第三节 弥雾喷粉机	(111)	一、联合收割机	(144)
一、弥雾喷粉机的构造	(111)	二、玉米联合收获机	(147)
二、弥雾喷粉机的工作过程	(113)	三、马铃薯联合收获机	(148)
第四节 其它植保机械	(115)	四、机械推摇采果机	(149)
一、超低量喷雾机	(115)	实训 收获机械的使用	(151)
二、烟雾机	(117)	实训一 脱粒机的使用	(151)
三、静电喷雾机	(119)	实训二 小型联合收割机的使用	(152)
实训 植保机械的使用	(120)	复习思考题	(154)
实训一 喷雾机的使用	(120)	参考文献	(155)
实训二 弥雾喷粉机的使用	(120)		

第一章 内 燃 机

本章提要：本章主要讲述内燃机的种类、组成和柴油机、汽油机的构造、工作过程及使用、维护和检查调整方法，并介绍了燃料的使用等知识。

学习目标：

1. 了解内燃机的种类及组成。
2. 熟悉柴油机、汽油机各部分构造。
3. 掌握柴油机、汽油机的正确使用方法。
4. 掌握柴油机、汽油机的常规检查、调整方法。

学习提示：

1. 通过拆装和观察，了解内燃机构造。
2. 通过多媒体课件和实际观察，掌握内燃机及各部件的工作。
3. 通过实训，掌握内燃机的操作，并能排除常见故障。

内燃机是指燃料在气缸内部燃烧，将释放出的热能转化为机械能，并对外输出动力的机器。

内燃机的种类很多，按不同特征分类如下：

- (1) 按活塞运动方式分为往复活塞式和回转活塞式。
- (2) 按每循环活塞行程数分为四冲程发动机和二冲程发动机。
- (3) 按使用燃料分为汽油发动机、柴油发动机和多种燃料发动机。
- (4) 按可燃混合气点火方式分为点燃式发动机和压燃式发动机。
- (5) 按发动机冷却方式分为水冷发动机和风冷发动机。
- (6) 按发动机气缸数分为单缸发动机和多缸发动机。
- (7) 按气缸布置形式分为直列式发动机、卧式发动机和 V 型发动机、对置式发动机。

内燃机的有关名词如下：

- (1) 上止点：活塞距离曲轴回转中心最远处时，活塞顶部所处的位置，如图 1-1 所示。
- (2) 下止点：活塞距离曲轴回转中心最近处时，活塞顶部所处的位置。
- (3) 活塞行程：上、下止点间的距离。用符号 s 表示。
- (4) 曲轴半径：连杆下端与曲轴的连接中心至曲轴回转中心的距离 R 。
- (5) 工作容积：活塞从上止点到下止点所经过空间的容积，也称气缸排量 V_h ，它由缸径 D 和活塞行程 s 决定。
- (6) 气缸总容积：活塞处于下止点时，活塞顶部与气缸盖之间的容积，用符号 V_a 表示。
- (7) 燃烧室容积：活塞处于上止点时，活塞顶部与气缸盖之间的容积，用符号 V_c 表示。
- (8) 压缩比：气缸总容积与燃烧室容积之比 ε 。

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_c + V_h}{V_c} = 1 + \frac{V_h}{V_c}$$

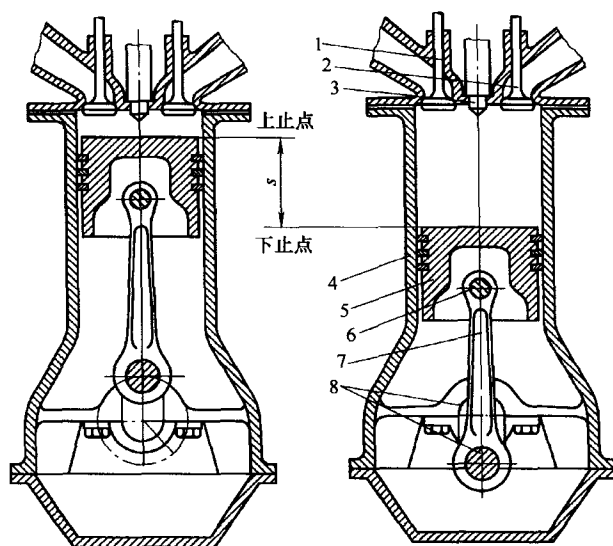
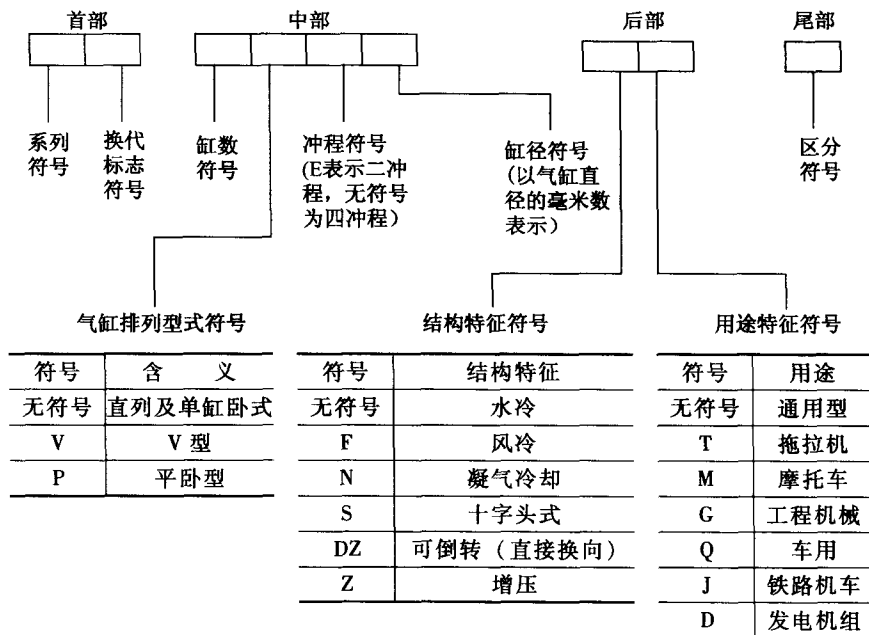


图 1-1 内燃机工作简图

- 1—进气门；2—排气门；3—喷油器；4—气缸；
5—活塞；6—活塞销；7—连杆；8—曲轴

为了便于内燃机的生产、管理和使用，我国于 1991 年颁布了《内燃机产品名称型号编制规则》（GB 725—1991）。根据此规则内燃机型号表示方法如下：



型号编制举例:

汽油机:

(1) BN492QA——北京内燃机总厂制, 四缸, 直列, 四冲程, 缸径 92 mm, 水冷, 车用, 第一次改进型。

(2) CA6102——第一汽车制造厂制, 六缸, 直列, 四冲程, 缸径 102 mm, 水冷, 通用型。

柴油机:

(1) 495A——四缸, 直列, 四冲程, 缸径 95 mm, 水冷, 通用型, 第一次改进。

(2) TY295——洛阳拖拉机研究所设计, 二缸, 直列, 四冲程, 缸径 95 mm, 水冷, 通用型。

第一节 柴 油 机

一、柴油机的工作过程

柴油机的基本工作原理是柴油在气缸内进行燃烧, 形成高温、高压气体推动活塞运动, 并通过连杆带动曲轴对外输出动力, 将燃料的热能转变为机械能。

(一) 单缸四冲程柴油机的工作过程

曲轴转两周, 活塞经过四个行程完成一个工作循环的内燃机称为四冲程内燃机。

单缸四冲程柴油机的工作过程, 如图 1-2 所示。

1. 进气行程

进气行程如图 1-2a 所示, 曲轴转第一个半周, 曲轴运转带动活塞由上止点向下止点运动, 排气门关闭, 进气门开启。活塞运动过程中, 活塞顶部空间逐渐增大, 压力降低, 新鲜空气经进气门被吸入气缸。进气行程终了时, 进气门关闭, 此时气缸内气体压力约为 $0.08 \sim 0.095$ MPa, 温度为 $300 \sim 350$ K。

2. 压缩行程

压缩行程如图 1-2b 所示, 曲轴转第二个半周, 推动活塞由下止点向上止点运动, 此时, 进、排气门均关闭, 气缸内气体被压缩, 温度和压力不断升高。压缩终了时, 气缸内气体压力为 $3 \sim 5$ MPa, 温度为 $750 \sim 1\,000$ K (柴油自燃温度为 600 K)。

3. 作功行程

作功行程如图 1-2c 所示, 在压缩过程终了时, 喷油器将高压柴油呈雾状喷入气缸, 与高温、高压气体混合成可燃混合气, 并在高温下自行着火燃烧, 放出大量的热量。此时, 进、排气门仍都关闭, 气缸内温度和压力急剧升高, 压力高达 $6 \sim 9$ MPa, 温度为 $1\,800 \sim 2\,300$ K。高温、高压气体推动活塞向下运动, 通过连杆带动曲轴转第三个半周, 对外作功。当活塞运动到下止点时, 作功过程结束。作功终了时, 气缸内气体压力为 $0.2 \sim 0.5$ MPa, 温度为 $1\,050 \sim 1\,400$ K。

4. 排气行程

排气行程如图 1-2d 所示, 曲轴转第四个半周, 带动活塞从下止点向上止点运动。此时,

排气门开启，进气门关闭。在气体压力差及活塞的推动下，废气经排气门排出。排气终了时，气缸内气体压力约为 0.1 ~ 0.12 MPa，温度为 700 ~ 900 K。

排气过程结束后，活塞完成了四个行程，柴油机完成了一个工作循环。下一循环接续上个循环，使柴油机不断运转，对外输出机械能。

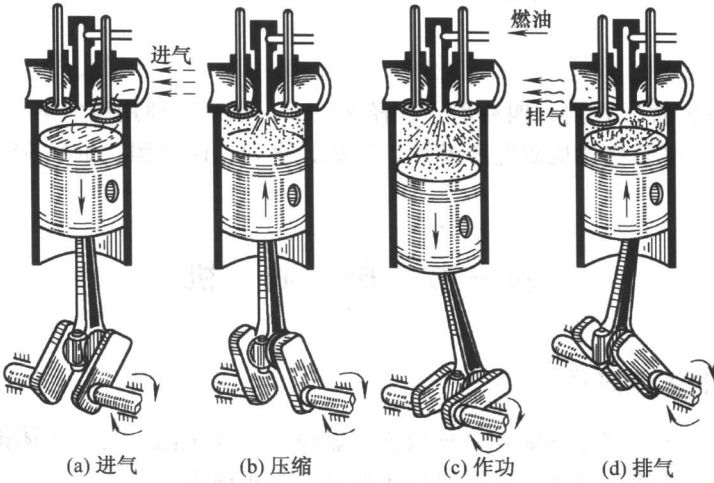


图 1-2 单缸四冲程柴油机的工作过程

(二) 多缸柴油机的工作过程

多缸柴油机具有两个或两个以上的气缸。工作时，各缸的作功过程按照一定的顺序交替进行，可使曲轴均匀地旋转，这个顺序称为柴油机的工作顺序。拖拉机上普遍采用四缸内燃机，曲轴每转两周，四个缸按工作顺序轮流作功一次，各缸依次完成一个工作循环。

四缸四冲程柴油机的工作顺序有 1—3—4—2 和 1—2—4—3 两种。

四缸四冲程柴油机的工作顺序为 1—3—4—2 时，各缸的工作情况见表 1-1。

表 1-1 四缸四冲程柴油机的工作顺序为 1—3—4—2 时各缸的工作情况

曲轴转角	各缸工作情况			
	第 1 缸	第 2 缸	第 3 缸	第 4 缸
0° ~ 180°	进气	压缩	排气	作功
180° ~ 360°	压缩	作功	进气	排气
360° ~ 540°	作功	排气	压缩	进气
540° ~ 720°	排气	进气	作功	压缩

二、柴油机的构造

柴油机由曲柄连杆机构、配气系统、燃料供给系统、润滑系统、冷却系统和起动装置等组成。

(一) 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构由机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组等组成。

1. 机体组

机体组由气缸体、曲轴箱、气缸套、气缸盖、气缸垫等零件组成。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。

(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。水冷内燃机的气缸体内铸有冷却水套；曲轴箱常分上、下两部分制造，上曲轴箱与气缸体铸成一体，称为机体，下曲轴箱内储存机油，称为油底壳。风冷内燃机的气缸体外铸有散热片；曲轴箱常与气缸体分开铸造。四冲程内燃机的曲轴箱内储有润滑油，有通气管与大气相通，以减轻活塞运动阻力并防止机油变质；二冲程内燃机的曲轴箱兼作换气用，密封严密，不存放机油。

(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。其工作条件恶劣，极易磨损，需定期修理和更换。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。

气缸套分湿式和干式两种。湿式气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密封圈，以防冷却水漏入曲轴箱内，如图 1-3 所示。干式气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。

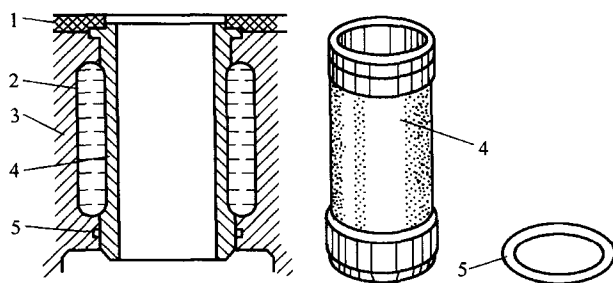


图 1-3 湿式水冷气缸套

1—气缸垫；2—水套；3—气缸体；4—气缸套；5—橡胶密封圈

(3) 气缸盖和气缸垫 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部构成燃烧室。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。风冷内燃机的气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。气缸盖和气缸体用螺栓连接，气缸盖螺母必须按规定的顺序和扭矩均匀拧紧。

2. 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 1-4 所示。活塞承受气体膨胀压力作高速直线往复运动，通过连杆将其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 活塞是一个圆筒形零件如图 1-5 所示，它的功用是与气缸盖共同构成燃烧室，承受气体压力，并将此压力通过活塞销传递给连杆，以推动曲轴旋转。因为活塞是在高温、高压、高速的交变载荷条件下进行工作的，所以要求活塞有足够的强度和刚度且重量轻、

导热性好。目前，广泛采用铝合金材料制造。

活塞的构造可以分为顶部、防漏部、裙部和销座四部分。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成各种形状的凹坑，以利于可燃混合气的形成与燃烧。防漏部有若干个环槽，槽内装有活塞环，起密封作用。裙部起导向作用并承受气缸对活塞的侧压力。活塞销座用以安装连接活塞和连杆的活塞销。

(2) 活塞环 活塞环分为气环和油环。气环又称压缩环，用来保证气缸和活塞间的密封，防止漏气；并将热量传递给气缸壁散发出去。油环的作用是刮除气缸壁上多余的润滑油，防止其窜入燃烧室，并将适量的润滑油均匀地涂抹在气缸壁上，形成一层油膜，改善气缸与活塞间的润滑条件。

活塞环一般用耐磨合金铸铁制成，它是一种弹性开口圆环。自由状态下，其外径大于气缸内径，安装后形成良好密封。

(3) 连杆 连杆的功用是连接活塞和曲轴，并传递动力。连杆分为小头、杆身和大头三部分。小头内有钻有润滑孔的耐磨衬套，润滑油由孔注入以润滑活塞销。大头内有连杆轴瓦，与曲轴的连杆轴颈相连，一般做成分开式，便于拆装。连杆大头与连杆盖有装配记号，拆装时不得装错。连杆轴瓦及杆身一般设有供润滑用的油孔和油道。杆身与连杆盖有特制螺栓相连接，安装时须按规定扭矩分几次均匀拧紧并锁紧螺母，防止松脱。

(4) 活塞销 活塞销把活塞和连杆铰接起来，将活塞所受的力传递给连杆。活塞销一般是用合金钢制成的空心圆柱体。活塞销一般采用“全浮式”安装，与连杆小头铜套为动配合。

为了防止活塞销的轴向窜动，在活塞销座两端用弹性卡环（活塞销挡圈）嵌在销座卡环槽中加以轴向定位。

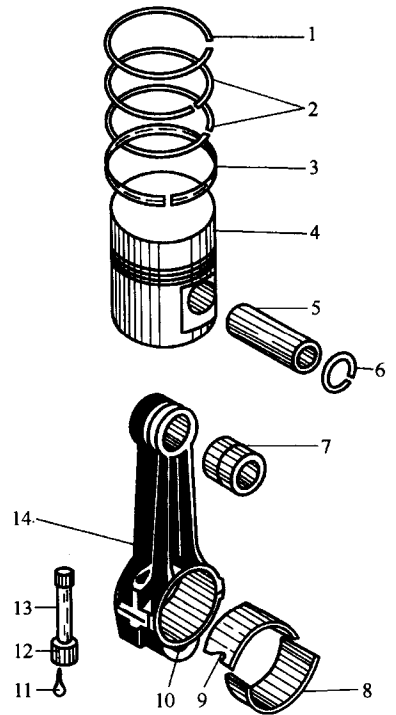


图 1-4 活塞连杆组

- 1、2—气环；3—油环；4—活塞；
5—活塞销；6—活塞销挡圈；
7—连杆小头铜套；8、9—连杆轴瓦；
10—连杆盖；11—开口销；
12—连杆螺母；13—连杆螺栓；
14—杆身

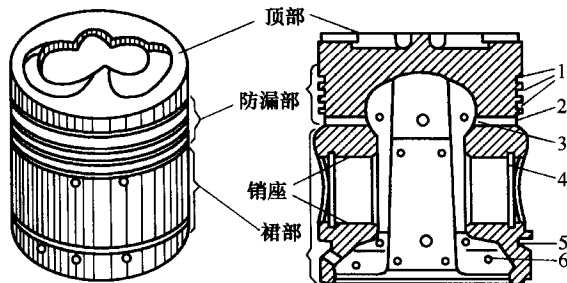


图 1-5 活塞外形及剖视图

- 1—气环槽；2、5—油环槽；3、6—油孔；4—销座卡环槽

3. 曲轴飞轮组

曲轴飞轮组由曲轴、飞轮、正时齿轮、传动带轮等零件组成，如图 1-6 所示。

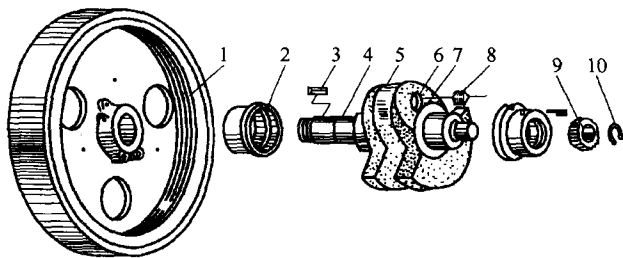


图 1-6 单缸柴油机的曲轴飞轮组

1—飞轮；2—主轴承；3—键；4—主轴颈；5—连杆轴颈；6—离心净化室；
7—曲柄；8—螺塞；9—正时齿轮；10—挡圈

(1) 曲轴 曲轴承受活塞连杆组传来的力，并将其转变为转矩对外输出；另外，还通过齿轮、传动带轮驱动其它机构和系统工作。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。

曲轴由主轴颈、连杆轴颈、曲柄、前端和后端等组成，前端装有正时齿轮等零件，后端凸缘用于固定飞轮。曲轴上有润滑油的油道。连杆大头连接在连杆轴颈上。曲柄连接主轴颈与连杆轴颈，在其相反方向加有平衡重块以使曲轴运转平稳。

(2) 飞轮 飞轮安装在曲轴后端，用以蓄放能量，使曲柄连杆机构越过上、下止点和完成辅助行程，保持曲轴旋转均匀，并使曲轴易于起动和克服短时超负荷。有的飞轮外缘上压有一个齿环，作用是在柴油机起动时，与起动齿轮啮合带动曲轴旋转。飞轮轮缘上常刻有上止点、供油提前角等刻线。

(二) 配气系统

配气系统用于定时地向气缸供给新鲜气体和排出废气，协助曲柄连杆机构实现工作循环。它由进、排气系统，配气机构和减压机构组成。有的内燃机还设有增压器，以增加气缸的充气量。

1. 配气机构

配气机构的功用是按照柴油机工作循环的需要，定时开启和关闭进、排气门，及时完成换气过程，并在压缩和作功过程中保持气缸的密封。

四冲程内燃机采用气门式配气机构，按气门安装位置不同，配气机构分为顶置式和侧置式两种。四冲程柴油机常采用顶置式配气机构。它由气门组、传动组和驱动组组成。其工作过程：柴油机工作时，曲轴旋转，通过正时齿轮带动凸轮轴旋转，凸轮的凸起部分将挺柱、推杆顶起，再通过摇臂将气门打开。当凸轮的凸起部分转过挺柱平面时，气门在气门弹簧的作用下立即关闭，如图 1-7 所示。

(1) 气门组 气门组由气门、气门导管、气门座、气门弹簧、锁片等组成，用来保证气门与气门座紧密配合，防止漏气，如图 1-8 所示。

气门用来控制进、排气道的关闭，多选用耐热耐磨的优质合金钢制造。气门由气门头和气门杆组成，分别与气门座与气门导管配合。气门头锥角一般为 45° ，也有 30° 的，锥面中部有一个 $1.5 \sim 2.5 \text{ mm}$ 的密封带。气门杆尾部制有槽或孔，用来安装气门锁片或锁销，以固定气门。气门座

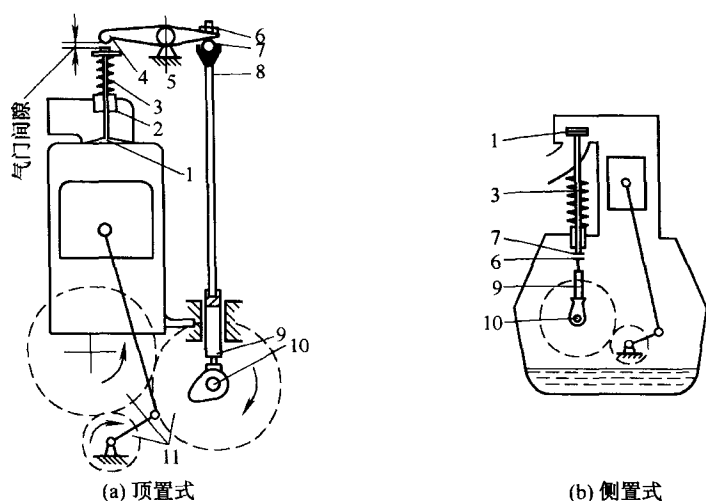


图 1-7 配气机构

1—气门；2—气门导管；3—气门弹簧；4—摇臂；5—摇臂轴；6—固定螺母；
7—调节螺钉；8—推杆；9—挺柱；10—凸轮轴；11—正时齿轮

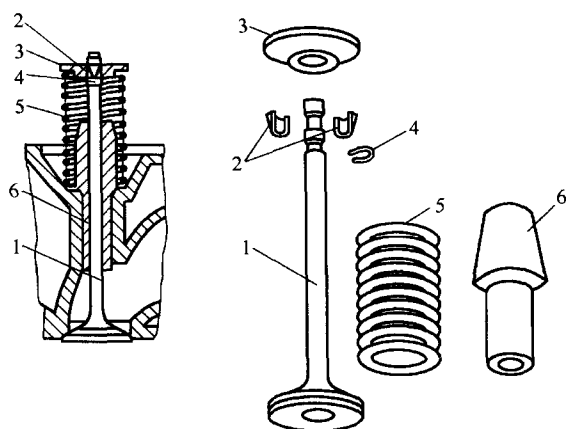


图 1-8 柴油机的气门组

1—气门；2—锁片；3—弹簧座；4—挡圈；5—气门弹簧；6—气门导管

可直接在气缸盖上加工，也可用耐热钢、优质铸铁制成座圈，再压入气缸盖。气门导管用来保证气门往复运动的直线性，使气门和气门座能正确配合。它一般采用灰铸铁或球墨铸铁制造，也有用铁基粉末冶金加工的。气门弹簧用于使气门和气门座紧密贴合，自动关闭气门。

(2) 传动组 传动组包括挺柱、推杆和摇臂总成，侧置式配气机构只有挺柱。它是按凸轮外形形状随着凸轮转动而传递动力。挺柱用于使凸轮回转运动变成往复直线运动，其头部呈凹球形与推杆接触，将推力传递给推杆，圆盘形底盘与凸轮接触。摇臂将推杆传来的力作用于气门杆端，以推开气门，其一端装有调整螺钉，用以调整气门间隙。

(3) 驱动组 驱动组由凸轮轴和正时齿轮组成，用来控制气门的启闭时刻和开启高度。

凸轮轴上有进、排气凸轮及支承凸轮轴的轴颈，其前端装有正时齿轮。正时齿轮由曲轴正时齿轮驱动。四冲程内燃机每一工作循环进、排气门各开一次，即曲轴转两周，凸轮轴转一周。

2. 配气相位与气门间隙

用曲轴转角表示的进、排气门开、闭时刻和持续时间称为配气相位，其对应的环形图，称为配气相位图（图 1-9）。图中 α 为进气门早开角， β 为进气门迟关角， γ 为排气门早开角， δ 为排气门迟关角。整个进气过程延续时间为 $180^\circ + \alpha + \beta$ ，整个排气过程延续时间为 $180^\circ + \gamma + \delta$ 。

进、排气门早开和迟关，是为了使柴油机进气充分、排气彻底。

进气门早开，可使进气过程中在进气门处有较大流通断面，从而减少进气阻力，使新鲜气体顺利地充入气缸，进气门早开角 α 一般在 $0^\circ \sim 40^\circ$ 曲轴转角之间。进气门迟关，可利用气流的惯性，使气缸多充入新鲜空气，进气门迟关角 β 一般在 $20^\circ \sim 60^\circ$ 曲轴转角之间。

排气门早开，可提前排气并减少排气行程消耗的功，增大排气量，排气门早开角 γ 一般在 $30^\circ \sim 80^\circ$ 曲轴转角之间。排气门迟关，可利用气流的惯性，多排出废气，排气门迟关角 δ 一般在 $10^\circ \sim 35^\circ$ 曲轴转角之间。

由图 1-9 可以看出，排气门迟关角 δ 在下一工作循环中的进气行程中，而进气门早开角 α 在上一工作循环中的排气行程中，使得两气门在一段时间内同时打开，这一现象称为气门叠开。气门叠开角一般在 $\alpha + \delta$ 曲轴转角范围内，转速高的内燃机，叠开角大一些。

不同的内燃机有不同的配气相位，由配气正时齿轮的正确啮合位置和规定的气门间隙来保证。

气门间隙是指内燃机处于冷态，当气门关闭时，气门杆末端与摇臂或挺柱与气门杆末端间的间隙，其作用是保证气门关闭严密。如果没有气门间隙或间隙过小，当内燃机工作时，零件受热膨胀会使气门被顶开，造成气门关闭不严，引起功率下降和性能恶化。但如果气门间隙过大，将使气门晚开早关，导致进气不足和排气不净，同时还会引起摇臂与气门杆末端产生撞击噪声和磨损加剧。因此，柴油机工作时，要定期检查气门间隙，使其在规定数值的范围内。

调整气门间隙时，必须将活塞处于压缩行程上止点附近，按各种内燃机的特定记号标志，确定压缩终了上止点的方法，然后进行调整。

3. 减压机构

减压机构用于内燃机起动或保养时，使气门保持在开启位置，以减少曲轴的阻力。柴油机上广泛采用的减压方法是直接压下气门摇臂的长臂端，使气门不受凸轮的控制而始终保持开启，达到减压的目的，如图 1-10 所示。

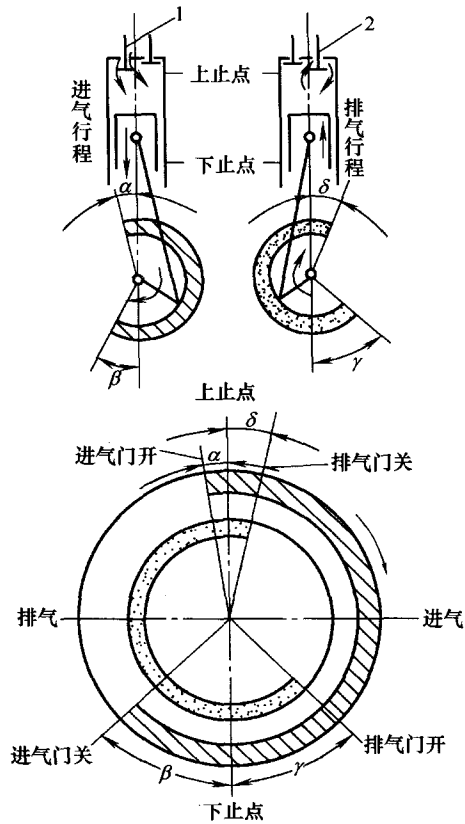


图 1-9 配气相位图

1—进气门；2—排气门

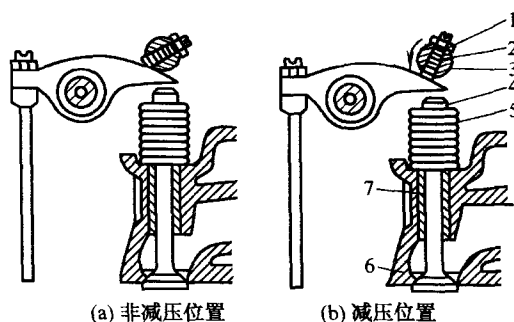


图 1-10 减压机构

1—锁紧螺母；2—调整螺钉；3—减压轴；4—气门杆；
5—气门弹簧；6—气门座；7—气门导管

4. 进、排气系统

进、排气系统向气缸内引进过滤的清洁空气，排出燃烧后的废气，并降低排气噪声。

进气系统由空气滤清器、进气管、进气道组成。空气经空气滤清器过滤后，沿进气管、进气道经过进气门进入气缸。排气系统由排气消声器、排气管、排气道组成。废气经排气门、排气道和排气管，并经排气消声器降低噪声以后排入大气，如图 1-11 所示。

(1) 空气滤清器 空气滤清器用以清除空气的灰尘杂质，让清洁的空气进入气缸，提高内燃机的使用寿命。

空气滤清器过滤空气的方式有惯性式、过滤式和粘附式三种。常用的空气滤清器一般都采用两级过滤式或三级过滤式。三级过滤式空气滤清器是由离心过滤、湿惯性过滤和湿过滤三级过滤装置组成，如图 1-12 所示。空气进入滤清器后，受叶片的导流作用产生高速旋转，空气中较大的尘粒在离心力作用下被抛向进气罩内壁，从进气罩上的小窗口排出，完成第一级离心过滤；随后空气经中心管向下运动，经滤清器储油盘再急转向上，由于空气中尘粒的惯性较大，来不及随气流转向而冲入储油盘，被储油盘内的油吸附，完成第二级湿惯性过滤；急转向上的气流经过滤清器内粘有机油的滤网进行第三级湿过滤，再经进气管进入气缸。

(2) 排气消声器 排气消声器用以减小气缸中高压废气排出时产生的噪声，消除火花，降低气温。它是利用废气经过消声器的孔眼，反复改变气流方向，并通过收缩和扩大流道面积来消除废气的能量，使气流膨胀、减速、降温，从而达到降低噪声、消灭火花的目的。

(三) 燃料供给系统

柴油机燃料供给系统的功用是根据柴油机的工作顺序和负荷要求，定时、定量地将雾化良好的清洁柴油喷入气缸，与经过压缩的空气形成良好的可燃混合气而自行着火燃烧。

柴油机燃料供给系统由油箱、柴油滤清器、输油泵、喷油泵、喷油器及高低压油路组成，如图 1-13 所示。小型柴油机一般不设输油泵，而将油箱置于柴油机上部，靠柴油的重力作用输油。

1. 柴油滤清器

柴油滤清器的功用是除去柴油中的机械杂质，以减少喷油泵、喷油器中精密零件的磨损。柴油机为保证柴油的清洁多设有单级过滤器和粗、细两级过滤器。常用的柴油滤清器有：

(1) 沉淀杯 用以沉淀柴油中的水分，并使柴油中大颗粒杂质得到过滤和沉淀。