



国家级职业教育规划教材
劳动保障部培训就业司推荐

高等职业院校汽车检测与维修技术专业

汽车发动机构造与维修

GH

Qiche Jiance Yu Weixiu Jishu Zhuanye

劳动保障部教材办公室组织编写

GaodengZhiyeJishuYuanxiao



中国劳动社会保障出版社



国家级职业教育规划教材
劳动保障部培训就业司推荐

高等职业院校汽车检测与维修技术专业

汽车发动机构造与维修

刁毓亮 主编
陈德阳 主审

GZ_H

Qiche Jiance Yu Weixiu Jishu Zhuanye

GaodengZhiyeJishuYuanxiao



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机构造与维修/刁毓亮主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2008

汽车检测与维修技术专业国家级职业教育规划教材

ISBN 978-7-5045-6725-3

I. 汽… II. 刁… III. ①汽车-发动机-构造-专业学校-教材②汽车-发动机-车辆修理-专业学校-教材 IV. U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 013859 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 18.25 印张 419 千字

2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷

定价: 29.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

前言

为了满足高等职业院校培养汽车检测与维修技术专业高等技术应用型人才的需要,劳动和社会保障部教材办公室组织一批教学经验丰富、实践能力强的教师与行业、企业的一线专家,在充分调研的基础上,编写了汽车检测与维修技术专业教材20余种。

在教材的编写过程中,我们力求做到以下几点:

第一,从汽车制造、维修企业岗位要求分析入手,结合多年高等职业院校培养高等技术应用型人才的经验,确定课程体系、教学目标和教材的结构与内容,强化教材的针对性和实用性。

第二,以国家职业标准为依据,使教材内容涵盖《汽车修理工》等国家职业标准的相关要求,便于“双证书”制度在教学中的贯彻和落实。

第三,根据以汽车底盘、发动机、电气系统的拆装、检测与维修等技能为主线、相关知识为支撑的编写思路,精练教材内容,切实落实“管用、够用、适用”的教学指导思想。

第四,根据学校的教学设备和汽车行业的发展趋势,合理安排教学内容。在使学生掌握典型汽车的相关知识和拆装、检测、维修技能的基础上,介绍其他车型,尤其介绍能够体现先进技术的相关内容,既保证教材的可操作性,又体现先进性。

第五,按照教学规律和学生的认知规律,以实际案例为切入点,并尽量采用以图代文的表现形式,降低学习难度,提高学生的学习兴趣,从而达到好教、好学的目的。

在上述教材的编写过程中,得到了有关省市教育部门、劳动和社会保障部门以及一批高等职业院校的大力支持,教材的诸位主编、参编、主审等做了大量的工作,在此我们表示衷心的感谢!同时,恳切希望广大读者对教材提出宝贵的意见和建议,以便修订时加以完善。

劳动和社会保障部教材办公室

2007年3月

简介

本书为国家级职业教育规划教材，由劳动和社会保障部培训就业司推荐。

本书根据高等职业技术学院教学实际，由劳动和社会保障部教材办公室组织编写。本书主要内容包括：发动机总体认识及基本原理、曲柄连杆机构、配气机构、冷却系、润滑系、汽油机燃料供给系、柴油机燃料供给系、发动机的总装与调试、发动机综合故障诊断等。

本书为高等职业技术学院汽车检测与维修技术专业教材，也可作为成人高校、本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校的汽车检测与维修技术专业教材，或作为自学用书。

本书由刁毓亮主编，金君堂、刘金峰参编，陈德阳主审，刘锐参审。

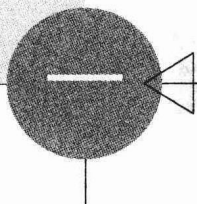
目录

模块一 发动机总体认识及基本原理	(1)
课题一 发动机的总体认识	(1)
课题二 发动机基本原理	(6)
模块二 曲柄连杆机构	(13)
课题一 机体组的结构与检修	(13)
课题二 活塞连杆组的结构与检修	(27)
课题三 曲轴飞轮组的结构与检修	(49)
课题四 曲柄连杆机构的拆装	(61)
模块三 配气机构	(67)
课题一 配气机构的组成与气门间隙的调整	(67)
课题二 气门组零件的结构与检修	(74)
课题三 气门传动组零件的结构与检修	(90)
课题四 配气机构的拆装	(101)
模块四 冷却系	(108)
课题一 冷却系的组成及大小循环	(108)
课题二 冷却系主要部件的检修	(113)
模块五 润滑系	(130)
课题一 认识润滑系	(130)
课题二 润滑系主要部件的检修	(139)
课题三 润滑系的故障诊断与排除	(152)



模块六 汽油机燃料供给系	(155)
课题一 汽油机燃料供给系的组成	(156)
课题二 可燃混合气浓度对发动机工作的影响	(159)
课题三 汽油机非正常燃烧的危害	(163)
课题四 燃油供给装置的检修	(167)
课题五 进气与排气系统的故障分析	(180)
 模块七 柴油机燃料供给系	 (189)
课题一 柴油机燃料供给系的组成及故障排除	(189)
课题二 喷油器的调试与检修	(195)
课题三 柱塞式喷油泵的调试与检修	(204)
课题四 VE 型喷油泵的调试与检修	(219)
课题五 调速器的调试与检修	(230)
课题六 输油泵的检修	(236)
课题七 柴油机辅助装置的检修	(242)
 模块八 发动机的总装与调试	 (251)
课题一 发动机的总装	(251)
课题二 发动机的磨合	(260)
课题三 发动机竣工验收	(264)
 模块九 发动机综合故障诊断	 (269)
课题一 汽缸密封性的诊断	(269)
课题二 发动机工作不正常时的故障诊断	(276)

模 块



发动机总体认识及基本原理

课题一 发动机的总体认识

◎ 技能点

- ◇ 初步认识发动机各组成部分的名称
- ◇ 认识发动机在汽车中的位置

◎ 知识点

- ◇ 汽油机的两大机构、五大系统
- ◇ 柴油机的两大机构、四大系统

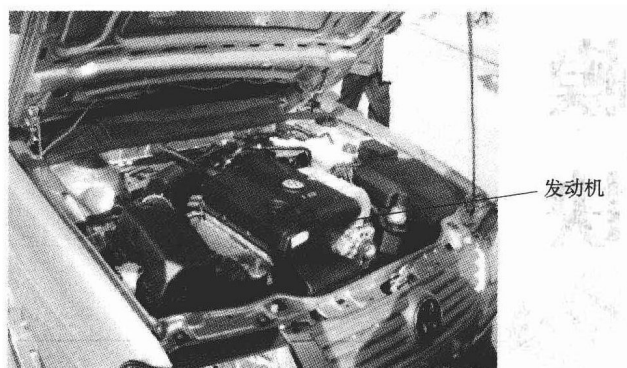


任务引入

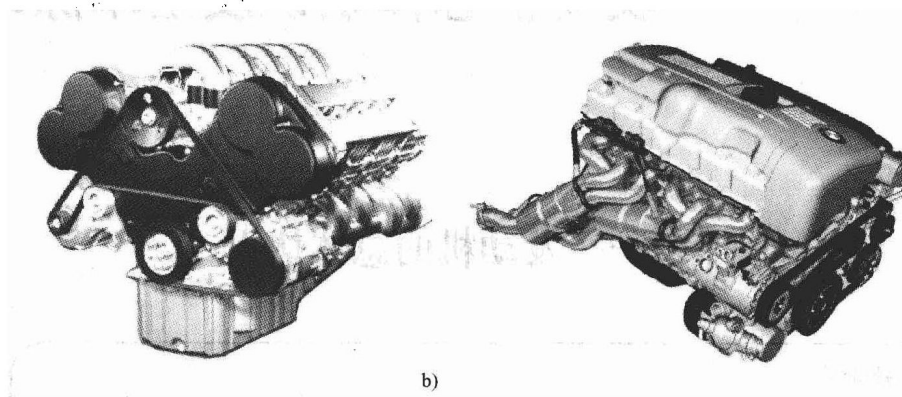
汽车发动机是汽车的动力源泉，为整个汽车提供动力。

一般来说，除个别型号的汽车外，发动机通常安装在车头箱中（见图 1—1a），它们的外形如图 1—1b 所示。

汽车出现故障时，很多时候是由于发动机故障引起的，这就需要对发动机进行检修。检修时，要对发动机部件进行拆装，这就要求我们了解发动机的组成情况，以及各部分的主要作用，判断和分析故障存在的点，从而排除故障。



a)



b)

图 1—1 汽车发动机位置及外形

a) 发动机的位置 b) 发动机外形



相关知识

一、发动机的组成

发动机的结构形式很多，即使是同一类型的发动机，其具体构造也是各种各样的。但就其总体结构而言，基本上都是由如下的机构和系统组成：曲柄连杆机构、配气机构、燃油供给系、润滑系、冷却系、点火系（汽油机）和起动系。

如图 1—2 所示为一台桑塔纳 3000 型四缸四冲程汽油机的立体结构图，下面以它为例来介绍发动机的一般构造。

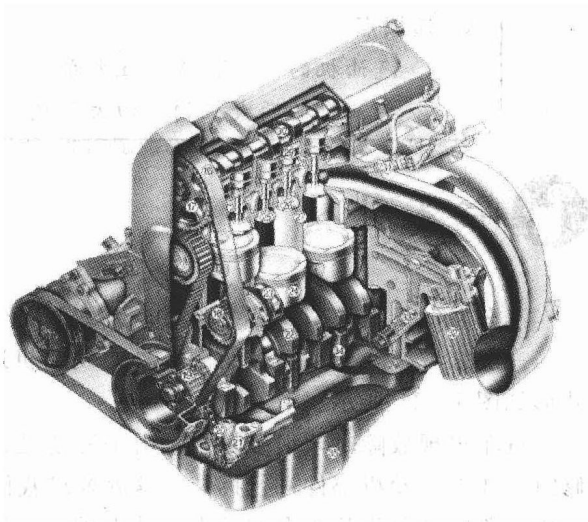


图 1—2 桑塔纳 3000 发动机纵剖图



1. 曲柄连杆机构

如图 1—3 所示，曲柄连杆机构由机体组（图中未标出）、活塞连杆组和曲轴飞轮组三部分组成。它的作用是将燃料燃烧时产生的热能转变为活塞往复运动的机械能，再通过连杆将活塞的往复运动变为曲轴的旋转运动，从而对外输出动力。

2. 配气机构

配气机构主要由气门组和气门传动组两部分组成，如图 1—4 所示。它的主要作用是使可燃混合气及时充入汽缸，并及时从汽缸内排出废气。

3. 燃油供给系

燃油供给系由汽油箱、电动燃油泵、燃油滤清器、喷油器、空气滤清器、进气管、排气管、排气

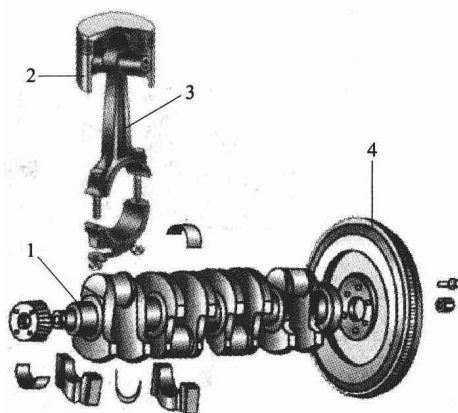
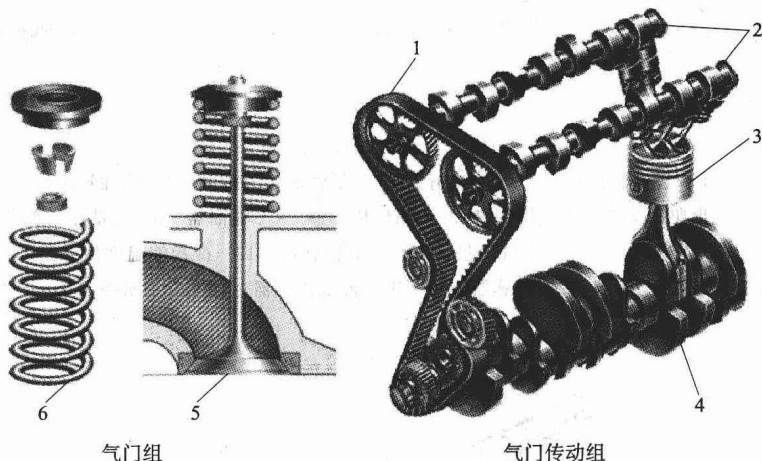


图 1—3 曲柄连杆机构

1—曲轴 2—活塞 3—连杆 4—飞轮



气门组

气门传动组

图 1—4 配气机构

1—正时齿形带 2—凸轮轴 3—活塞 4—曲轴 5—气门 6—气门弹簧

消声器（图中未画出），以及一系列传感器等组成，如图 1—5 所示。它的作用是把汽油和空气混合成合适的可燃混合气供入汽缸，以供燃烧，并将燃烧生成的废气排出发动机。

4. 点火系

点火系由供给低压电流的蓄电池、发电机（图中未画出）、发动机控制单元（ECU）、带点火控制器的点火线圈、高压线及火花塞等组成，如图 1—6 所示。它的作用是保证按规定时刻及时点燃汽缸中被压缩的可燃混合气。

5. 冷却系

冷却系主要由水泵、散热器、节温器、风扇、分水管、汽缸体放水阀以及水套（图中未画出）等组成，如图 1—7 所示。它的功用是把机件的热量散发到大气中去，以保证发动机正常工作。

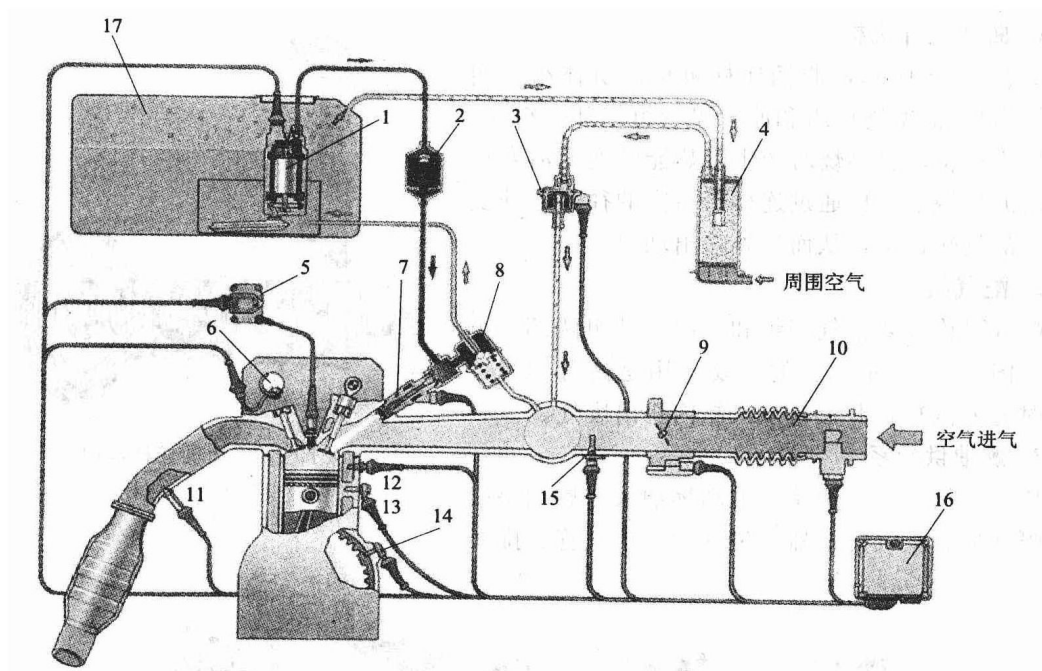


图 1—5 燃油供给系

- 1—电动燃油泵 2—燃油滤清器 3—活性炭罐电磁阀 4—活性炭罐
5—带输出驱动级的点火线圈组件 6—相位传感器 7—喷油器 8—燃油压力调节器
9—节气门体 10—空气流量计 11—氧传感器 12—冷却液温度传感器
13—爆震传感器 14—发动机转速传感器 15—进气温度传感器 16—发动机控制单元 17—汽油箱

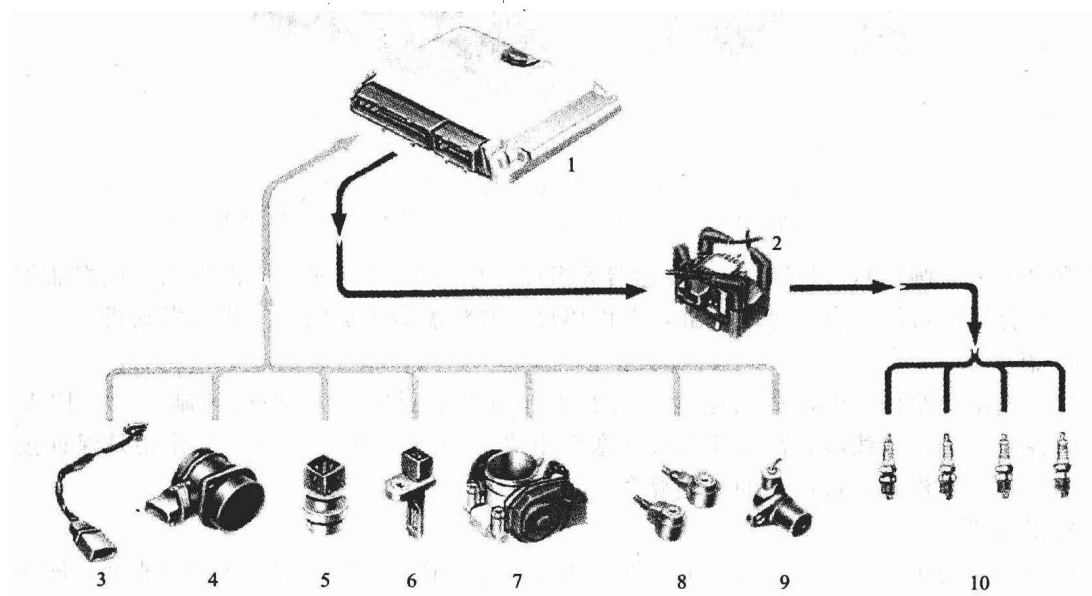


图 1—6 点火系

- 1—发动机控制单元 (ECU) 2—带输出驱动级的点火线圈组件 3—相位传感器
4—空气流量计 5—冷却液温度传感器 6—进气温度传感器 7—节气门体
8—爆震传感器 9—发动机转速传感器 10—火花塞

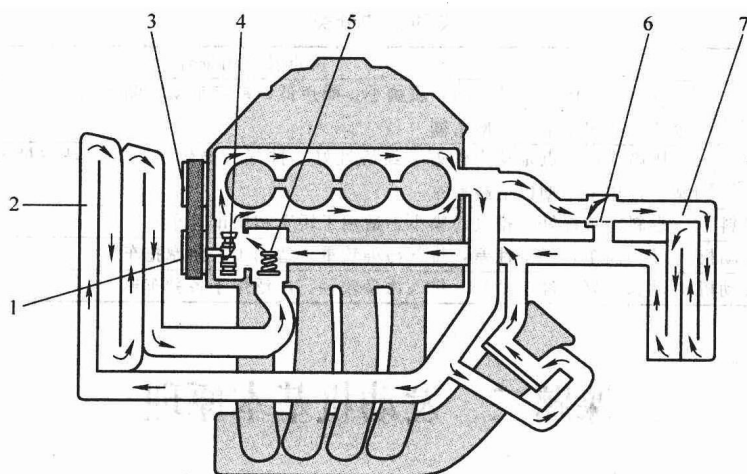


图 1—7 冷却系

- 1—水泵带轮 2—散热器 3—曲轴带轮 4—水泵
5—节温器 6—控制阀 7—暖风装置的热交换器

6. 润滑系

润滑系由机油泵、集滤器、限压阀、润滑油道、机油滤清器等组成。它的功用是将润滑油供给到做相对运动的零件表面，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，清洗零件表面（注：润滑系的组成图见模块五）。

7. 起动系

起动系由起动机及其附属装置组成，如图 1—8 所示。它的功用是使静止的发动机起动，并转入自行运转。

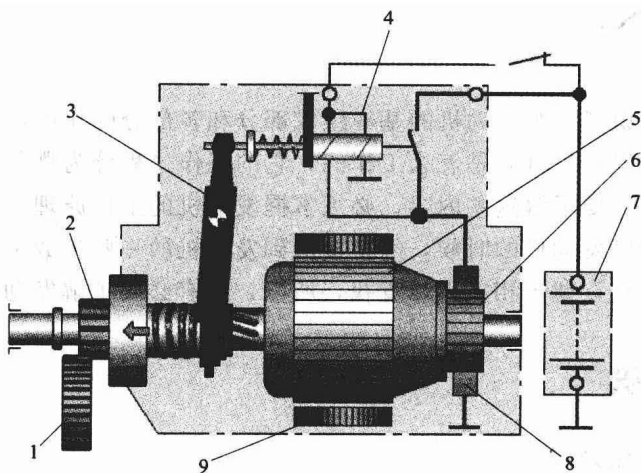


图 1—8 起动系

- 1—发动机飞轮 2—单向离合器 3—拨叉 4—起动开关
5—转子 6—换向器 7—蓄电池 8—炭刷 9—定子绕组

二、发动机的分类

发动机分类见表 1—1。



表 1—1

发动机的分类

类别		特点及应用场合
按使用燃料分	汽油发动机	点燃式,优点是易起动,质量小,噪声低;缺点是动力储备较小,排气污染较重,经济性较差。适用于中、小型车辆
	柴油发动机	压燃式,优点是动力性好,经济性好,排气污染较轻;缺点是质量大,噪声大,维修复杂。适用于中型以上载重车
	其他燃料	燃料经济性好,排气污染小。适用于轿车和城市客车
按工作循环方式分	二冲程发动机	结构简单,经济性差,排气污染较重。适用于轻便摩托车
	四冲程发动机	动力性好,经济性好,排气污染较轻。广泛用于各种车辆

课题二 发动机基本原理

◎ 技能点

- ◇ 根据活塞、气门等零部件的运动,确定发动机的工作循环

◎ 知识点

- ◇ 发动机的基本术语
- ◇ 汽油机的工作原理
- ◇ 柴油机的工作原理
- ◇ 发动机的铭牌



任务引入

上一课题已经认识了汽车发动机的基本组成部分和各部分的作用,这使我们在表象上认识了发动机。那么,发动机具体是怎么工作的,它的工作过程分为哪几个阶段?汽油是怎样转化为汽车动力的呢?要了解这些内容,必须掌握发动机的工作原理。

另外,在后期维修发动机的时候,经常接触到发动机的一些参数和尺寸,这些参数可能会在发动机铭牌中找到,便于相关人员查找,所以,还有必要了解发动机的铭牌。



相关知识

一、发动机的基本术语

在学习发动机工作原理之前,必须掌握发动机的一些参数名称,也就是基本术语。例如,活塞行程和止点、汽缸容积和压缩比等。如图 1—9 所示为单缸四冲程汽油机的参数名称和位置。

1. 活塞行程与止点

活塞顶距离曲轴旋转中心最远的位置称为上止点,通常指活塞的最高位置;活塞顶距离



曲轴旋转中心最近的位置称为下止点,通常指活塞的最低位置。

上、下止点之间的距离称为活塞行程,用 S 表示(见图 1—9)。

曲轴每转动半周(即 180°)相当于一个活塞行程,若用 R 表示曲柄半径(即由曲轴旋转中心到曲柄销中心的距离),则:

$$S=2R$$

即曲轴每转一周,活塞完成两个行程。

2. 汽缸容积

(1) 汽缸工作容积 (V_h): 活塞从上止点到下止点所扫过的容积称为汽缸工作容积或汽缸排量,用 V_h 表示,单位为 L。其计算公式为:

$$V_h = \frac{\pi D^2}{4} S \times 10^{-6}$$

式中 D ——汽缸直径, mm;

S ——活塞行程, mm。

(2) 燃烧室容积 (V_c): 活塞在汽缸内做往复直线运动,当活塞位于上止点时,活塞顶上面的空间称为燃烧室容积,用 V_c 表示,单位为 L。

(3) 汽缸总容积: 活塞位于下止点时,活塞顶上部的全部汽缸容积称为汽缸总容积,用 V_a 表示,即:

$$V_a = V_c + V_h$$

(4) 发动机工作容积 (V_L): 多缸发动机所有汽缸工作容积的总和称为发动机工作容积或发动机排量,用 V_L 表示。若发动机的汽缸数为 i ,则 $V_L = V_h \cdot i$ 。

3. 压缩比 (ϵ)

汽缸总容积与燃烧室容积之比称为压缩比,用 ϵ 表示。

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

ϵ 表示活塞从下止点移到上止点时,汽缸内气体被压缩的程度。现代汽车发动机的压缩比,汽油机一般为 6~9 (有的轿车可达 9~11),柴油机一般为 16~22。

二、汽油机的工作原理

下面以目前最常用的四冲程汽油发动机为例,来讲解发动机的基本工作原理和相关知识。发动机的工作原理是将燃料燃烧的热能转化成机械能,四冲程发动机是指活塞在汽缸内往复四个行程完成一个工作循环的发动机,每个工作循环中的四个活塞行程分别为进气行程、压缩行程、做功行程和排气行程。在此过程中,发动机的曲轴旋转两周,进、排气门各开闭一次。

1. 进气行程

进气行程如图 1—10a 所示。在进气行程中,进气门打开,排气门关闭,转动的曲轴带动活塞从上止点向下止点运动,缸内容积增大,压力降低而形成真空,将混合气吸入汽缸。由于进气系统的阻力,进气终了时缸内气体的压力略低于大气压力,约为 0.075~0.09 MPa,温度为 370~400 K。

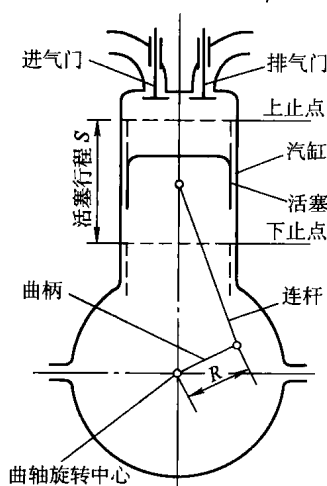


图 1—9 四冲程发动机名词术语

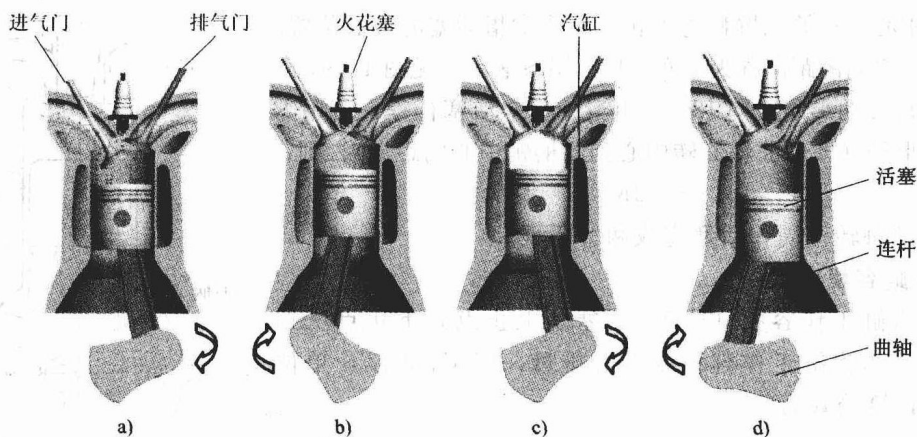


图 1—10 发动机工作原理

a) 进气行程 b) 压缩行程 c) 做功行程 d) 排气行程

2. 压缩行程

压缩行程如图 1—10b 所示。为使吸入汽缸内的可燃混合气迅速燃烧，放出更多的热量，从而使发动机发出更大的功率，必须在混合气燃烧前对其进行压缩，使其容积变小，温度升高。为此，在进气终了时便立即进入压缩行程。在此行程中，进、排气门均关闭，曲轴推动活塞定时由下止点向上止点移动一个行程。此时，混合气压力高达 $0.6 \sim 1.2 \text{ MPa}$ ，温度可达 $600 \sim 700 \text{ K}$ 。

发动机的压缩比越大，则混合气燃烧越迅速、发动机发出的功率大、经济性就好。但压缩比过大，会导致爆燃和表面点火等不正常燃烧现象的出现，从而造成发动机过热、功率下降、油耗增加等一系列不良后果。因此，在提高汽油机压缩比时，必须防止爆燃和表面点火现象的发生。

3. 做功行程

做功行程如图 1—10c 所示。在压缩行程接近终了时，火花塞产生电火花点燃混合气，此时进、排气门仍关闭。由于混合气迅速燃烧，使缸内气体的温度和压力迅速升高，最高压力可达 $5 \sim 9 \text{ MPa}$ ，最高温度可达 $2200 \sim 2800 \text{ K}$ 。在高温高压气体的作用力推动下，活塞向下止点运动，活塞下移通过连杆带动曲轴旋转，产生转矩而对外输出做功。发动机至此完成了一次将热能转变为机械能的过程。

4. 排气行程

排气行程如图 1—10d 所示。混合气燃烧后成为废气，应从汽缸中排出，以便于下一工作循环得以进行。因此，当做功行程接近终了时，排气门打开，进气门仍关闭，因废气压力高于大气压力而自动排出。此外，当活塞越过下止点上移时，还靠活塞的推挤作用强制排气。活塞到上止点时，排气行程结束。

至此，发动机完成一个工作循环，接着又开始了一个新的工作循环。此循环周而复始地进行，发动机便产生连续的动力。

三、柴油机的工作特点

四冲程的柴油机（又称压燃式发动机）和汽油机一样，每个工作循环也经历进气行程、



压缩行程、做功行程和排气行程四个阶段。但由于柴油机使用的燃料是柴油，其黏度比汽油大，不易蒸发，而其自燃温度却比汽油低，故可燃混合气的形成及点火方式都与汽油机不同，其工作原理如图 1—11 所示。

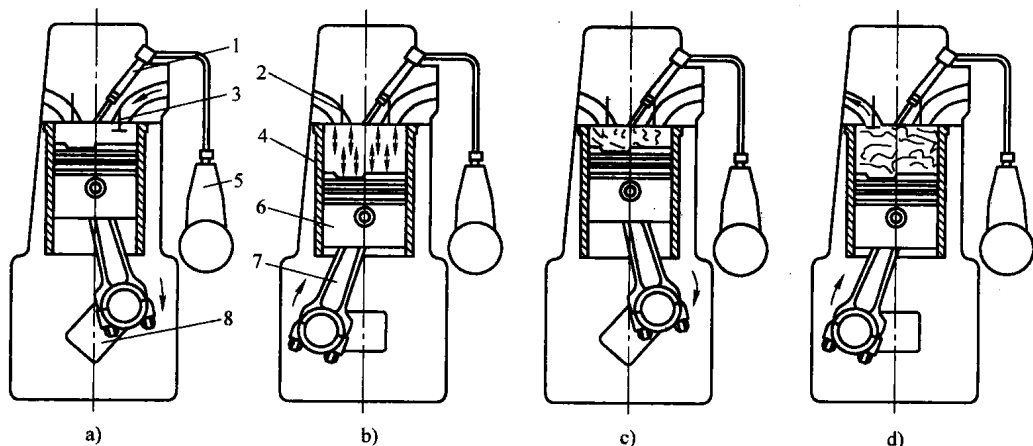


图 1—11 四冲程柴油机工作原理

a) 进气行程 b) 压缩行程 c) 做功行程 d) 排气行程

1—喷油器 2—排气门 3—进气门 4—汽缸 5—喷油泵 6—活塞 7—连杆 8—曲轴

1. 进气行程：与汽油机不同的是进入汽缸的是纯空气。由于进气阻力比汽油机小，上一行程残留的废气温度也比汽油机低，进气行程终了的压力为 $0.075 \sim 0.095 \text{ MPa}$ ，温度为 $320 \sim 350 \text{ K}$ 。

2. 压缩行程：压缩行程仍然是压缩纯空气，由于柴油机压缩比高，压缩终了的温度和压力都比汽油机高，压力可达 $3 \sim 5 \text{ MPa}$ ，温度可达 $800 \sim 1\,000 \text{ K}$ 。

3. 做功行程：在柴油机压缩行程末，喷油泵将高压柴油经喷油器呈雾状喷入汽缸内的高温空气中，迅速汽化并与空气形成混合气，由于此时汽缸内的温度远高于柴油的自燃点温度（约 500 K 左右），柴油便立即自行着火燃烧，且此后一段时间内边喷油边燃烧，汽缸内压力、温度急剧升高，推动活塞下行做功。此行程中，瞬时压力可达 $5 \sim 10 \text{ MPa}$ ，瞬时温度可达 $1\,800 \sim 2\,200 \text{ K}$ ；做功行程终了时压力约为 $0.2 \sim 0.4 \text{ MPa}$ ，温度约为 $1\,200 \sim 1\,500 \text{ K}$ 。

4. 排气行程：排气行程与汽油机基本相同。

因此，总结出柴油机与汽油机的不同之处在于：

1. 汽油机的混合气是在汽缸外部的进气道形成的，而柴油机的混合气是在汽缸内部形成的。汽油机在排气行程时，吸入汽缸的是混合气；柴油机在进气行程时，吸入汽缸内的是纯空气。

2. 汽油机在压缩终了时，靠火花塞打出电火花点燃混合气，而柴油机靠高温使柴油自燃。

四、汽车发动机铭牌

通常，汽车在出厂的时候，发动机都带有自身的铭牌，从铭牌上一般可以看出汽车生产厂家的名称或品牌图案、生产日期、汽车型号、主要参数等内容，汽车修理工和其他从业人员有时可以通过查看发动机铭牌，确认某些参数。



如图 1—12 所示为一汽—大众的汽车铭牌，其识别代码各部分的含义如下：



图 1—12 一汽—大众汽车铭牌

一汽—大众汽车有限公司·中国制造

L F V B A 1 1 G 9 4 3 1 3 3 4 2 5

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17)

第 (1) 位：生产地理地区代码，由 ISO 统一分配，亚洲地区代码：从 J~R，中国定为“L”。

第 (2) 位：生产国家代码，由 ISO 统一分配，中国的代码为：“0~9”和“A~Z”，一汽—大众汽车有限公司使用“F”。

第 (3) 位：生产厂被批准备案的车型类别代码，V。

第 (4) 位：厂定最大总质量分级代码，B。

第 (5) 位：(按驱动车轮和转向盘位置不同) 车型种类代码，A。

第 (6) 位：装配类型代码，1 指装配线上装配。

第 (7) 位：车身类型代码，1。

第 (8) 位：发动机类型代码，G。

第 (9) 位：工厂检验代码，9。

第 (10) 位：车辆年度型(年款)代码，4 指 2004 年。

第 (11) 位：装配工厂代码，3。

第 (12) ~ (17) 位：出厂顺序号代码。第 (12) 位为日历年的末位数字，如：2001 年第 (12) 位为 1，2006 年第 (12) 位为 6，以此类推。第 (13) ~ (17) 位按照每个日历年的生产顺序从 00001~99999 顺序编排(顺序号根据不同装配线和非装配线装配车辆分别编号，可由所在装配车间控制)。

国产汽车内燃机的产品名称和型号编制规则如下：