

中等职业教育汽车专业技能人才培养规划教材

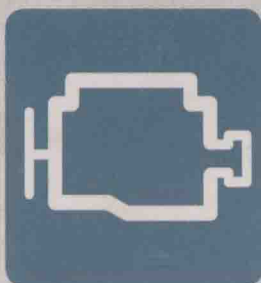
ZHONGDENG ZHIYE JIAOYU QICHE ZHUANYE JINENG RENCAI PEIYANG GUIHUA JIAOCAI

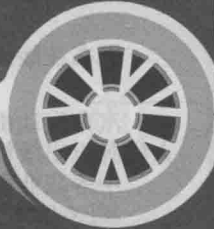


汽车发动机 构造与维修



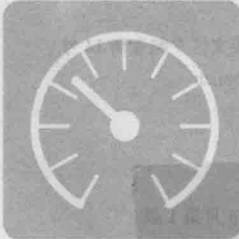
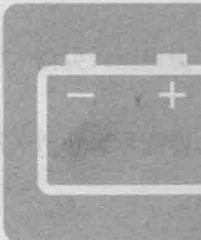
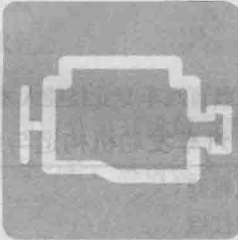
■ 仇雅莉 主编
曾红斌 副主编





汽车发动机 构造与维修

仇雅莉 主编
曾红斌 副主编



图书在版编目 (CIP) 数据

汽车发动机构造与维修 / 仇雅莉主编. — 北京 :

人民邮电出版社, 2010.6

中等职业教育汽车专业技能培训教材

ISBN 978-7-115-22334-0

I. ①汽… II. ①仇… 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. ①U472.43

中国版本图书馆CIP数据核字 (2010) 第076772号

内 容 提 要

本书对发动机的两大机构、五大系统进行了全面描述。全书共分为 10 个模块, 内容包括发动机总论、曲柄连杆机构、配气机构、汽油机燃料供给系、柴油机燃料供给系、润滑系、冷却系、点火系、起动系、发动机装配与磨合。

本书可作为中等职业学校、技工学校汽车大类的专业课教材, 也可供相关从业人员参考。

中等职业教育汽车专业技能培训教材

汽车发动机构造与维修

◆ 主 编 仇雅莉

副 主 编 曾红斌

责任编辑 曾 斌

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

中国铁道出版社印刷厂印刷

◆ 开本: 787 × 1092 1/16

印张: 17

2010 年 6 月第 1 版.

字数: 437 千字

2010 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-22334-0

定价: 28.00 元

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223

反盗版热线: (010) 67171154



随着我国汽车工业的迅速发展以及汽车技术的不断进步,汽车维修行业从业人员的素质要求越来越高。教育部将汽车运用与维修专业人员列为当前四大技能型紧缺人才之一,并启动了“制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”。汽车维修行业就业机会多,发展前景好,受到社会的高度关注。

为适应技能型紧缺人才培养方案的要求和课程改革需要,中等职业学校专业教材的内容和形式都必须进行相应的调整。本书在编写中采用了模块课题模式,较好地将理论学习与实践操作结合在一起,在每一个课题后面都安排了与课题紧密相关的操作项目,力求达到理实一体教学的课程目标。

本书共分10个模块,内容涵盖了汽车发动机总论、曲柄连杆机构、配气机构、汽油机燃料供给系、柴油机燃料供给系、润滑系、冷却系、点火系、起动系、发动机装配与磨合。

根据人才培养方案的要求,本书在编写过程中注重理论与实践相结合,针对目前汽车技术更新速度越来越快的情况,本书内容在立足于成熟的技术和规范的同时,力争把握汽车专业发展前沿,重视新技术、新知识、新规范的介绍和应用,力求做到内容与行业技术在使用上同步更新。

本书适合于中等职业学校汽车运用与维修、汽车检测与维修等相关专业使用,还可供汽车维修工、驾驶员、汽车行业工程技术人员阅读参考。

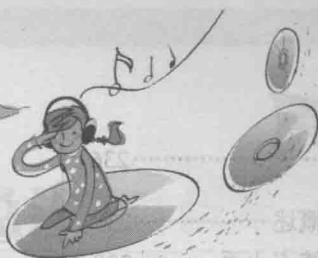
本书由仇雅莉任主编,曾红斌任副主编。仇雅莉编写了模块一至模块四、模块六至模块十,曾红斌编写了模块五。

本书在编写过程中参阅了许多国内外公开出版与发表的文献,在此对相关作者表示感谢。限于编者水平,书中难免有不妥和错误之处,恳请读者提出宝贵意见。

编者

2010年2月

目 录



模块一 发动机总论	1	课题四 进气系统的拆装与检修	99
课题一 发动机总体构造	2	课题五 燃油供给系统的拆装与检修	115
课题二 发动机工作原理	8	课题六 排气系统的拆装与检修	125
模块总结	15	课题七 认识电子控制系统	130
思考与练习	15	模块总结	133
模块二 曲柄连杆机构	17	思考与练习	133
课题一 认识曲柄连杆机构	18	模块五 柴油机燃料供给系	136
课题二 机体组的拆装与检修	21	课题一 认识柴油机燃料供给系	137
课题三 活塞连杆组的拆装与检修	32	课题二 喷油器的拆装与调试	140
课题四 曲轴飞轮组的拆装与检修	45	课题三 喷油泵的拆装与调试	148
模块总结	56	课题四 调速器的拆装与调试	172
思考与练习	56	课题五 输油泵的拆装与检修	188
模块三 配气机构	58	课题六 柴油滤清器的维护	192
课题一 认识配气机构	59	课题七 供油正时的检查与调整	194
课题二 气门组的拆装与检修	65	模块总结	205
课题三 气门传动组的拆装与检修	75	思考与练习	206
模块总结	84	模块六 润滑系	209
思考与练习	84	课题一 认识发动机润滑系	210
模块四 汽油机燃料供给系	87	课题二 润滑系的拆装与维护	215
课题一 汽油机燃料供给系概述	88	模块总结	221
课题二 认识化油器式汽油机燃料供给系	89	思考与练习	221
课题三 认识电控汽油喷射式发动机燃料供给系	96	模块七 冷却系	223
		课题一 认识发动机冷却系	224
		课题二 冷却系的拆装与维护	226
		模块总结	234
		思考与练习	234

模块八 点火系.....236

- 课题一 点火系概述237
- 课题二 认识传统点火系238
- 课题三 认识电子点火系241
- 模块总结246
- 思考与练习246

模块九 起动系.....247

- 课题一 认识起动系248

课题二 认识起动机.....249

- 模块总结255
- 思考与练习255

模块十 发动机装配与磨合.....257

- 课题一 发动机装配258
- 课题二 发动机的磨合与验收263
- 模块总结266
- 思考与练习266



学习目标

- ◎ 能描述发动机总体构造
- ◎ 能识别发动机编号
- ◎ 能解释发动机的基本术语
- ◎ 能阐述发动机的工作原理

汽车要在道路上行驶必须先有动力，而动力的来源就是发动机。发动机性能的好坏是决定汽车行驶性能的最大因素，发动机又称做汽车的心脏。

目前汽车上使用的发动机均属于内燃机，其功能就是将燃料的化学能转变成热能再转变成机械能，而机械能也就是动力，所以发动机是一个能量转换机构，发动机的所有结构都是为能量转换服务的。发动机在将燃料转换成动力的过程中会经过一定的工作程序，而且此程序一直周而复始、连续不断地进行循环。图 1.1 所示为发动机实物外形。



图 1.1 发动机实物外形

发动机伴随着汽车走过了 100 多年的历史，无论是在设计上、制造上、工艺上还是在性能上、控制上都有了很大的提高，但其基本原理仍然未变，发动机的设计者们不断地将最新科技与发动机融为一体，把发动机变成一个复杂的机电一体化产品，使发动机的性能更加完善，各世界著名汽车厂商也将发动机的性能作为竞争亮点。

课题一 发动机总体构造

发动机是一台由多种机构和系统组成的复杂机器。现代汽车发动机结构形式很多，具体构造也多种多样，但由于其基本工作原理一致，从总体功能来看，其基本结构仍大同小异。

基础知识

一、发动机的组成

汽油发动机（简称汽油机）通常是由两大机构、五大系统组成，柴油发动机（简称柴油机）则由两大机构、四大系统组成。两大机构是指曲柄连杆机构和配气机构，五大系统是指燃料供给系、润滑系、冷却系、点火系（柴油机无此系统）和起动系。

图 1.2 所示为某汽油发动机总体构造图，下面以此为例介绍发动机的组成。

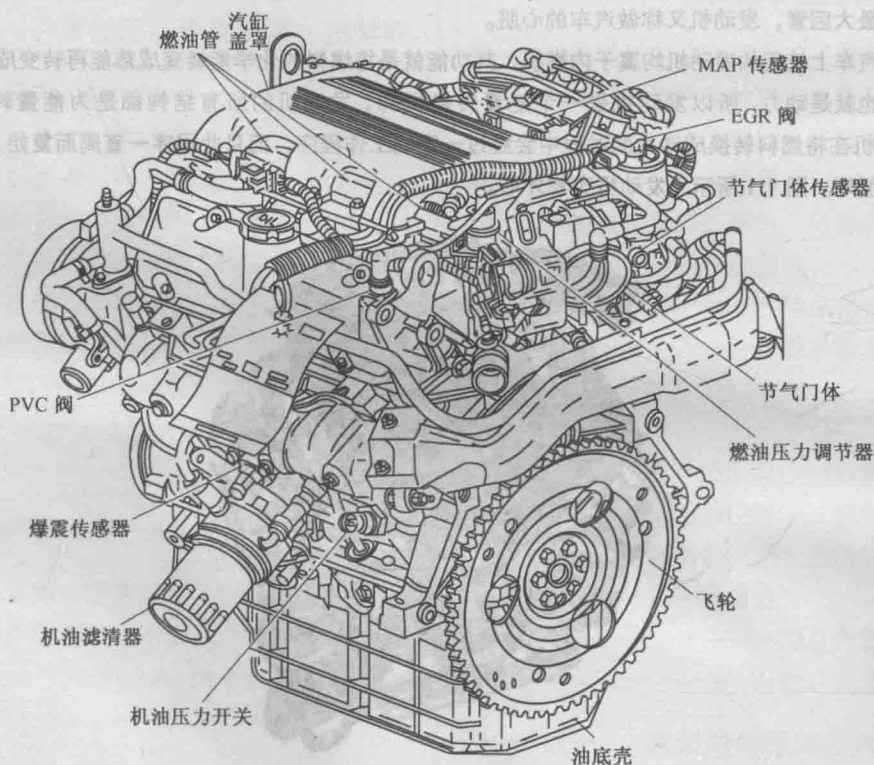


图 1.2 发动机总体构造

1. 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构的作用是将燃料燃烧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转变为曲轴的旋转运动而对外输出动力。

曲柄连杆机构由机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组 3 部分组成,如图 1.3 所示。

(1) 机体组包括汽缸体、曲轴箱、汽缸盖、汽缸垫、油底壳等。其中汽缸体还是发动机各机构、各系统的装配基体,其本身的许多部分分别是曲柄连杆机构、配气机构、供给系、冷却系和润滑系的组成部分。

(2) 活塞连杆组包括活塞、活塞环、活塞销、连杆等。

(3) 曲轴飞轮组包括曲轴、飞轮、扭转减振器等。

2. 配气机构

配气机构的作用是使可燃混合气及时充入汽缸并及时将废气从汽缸中排出。配气机构由气门组及气门传动组组成,如图 1.4 所示。

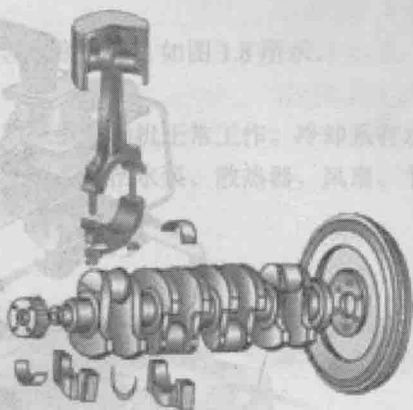


图 1.3 曲柄连杆机构

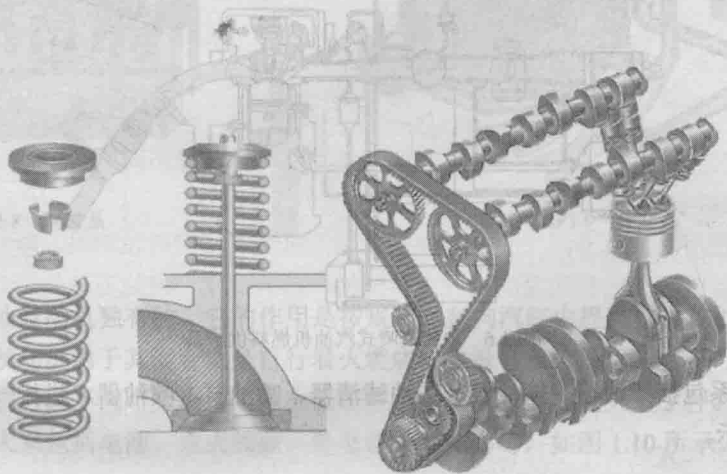


图 1.4 配气机构

(1) 气门组包括进气门、排气门、气门导管、气门弹簧、气门弹簧座、锁片等。

(2) 气门传动组包括凸轮轴、挺柱、推杆、摇臂、正时齿轮等,其零件的多少取决于配气机构的型式。

3. 燃料供给系

燃料供给系的作用是将一定浓度和数量的可燃混合气(或空气)供入汽缸以供燃烧,并将燃烧生成的废气排出。

汽油机和柴油机由于使用的燃料及燃烧过程不同,其燃料供给系在结构上有很大差别。而汽油机燃料供给系根据混合气的形成方式不同又可分为传统化油器式和电控直喷式两种。

传统化油器式汽油供给系包括汽油箱、汽油泵、汽油滤清器、化油器、空气滤清器、进排气管、排气消音器等,如图 1.5 所示。

电控直喷式汽油机供给系在传统供给系的基础上取消了化油器,取而代之的是电子控制单元、各种传感器和执行器,能精确控制空燃比,使发动机性能得到提高,如图 1.6 所示。

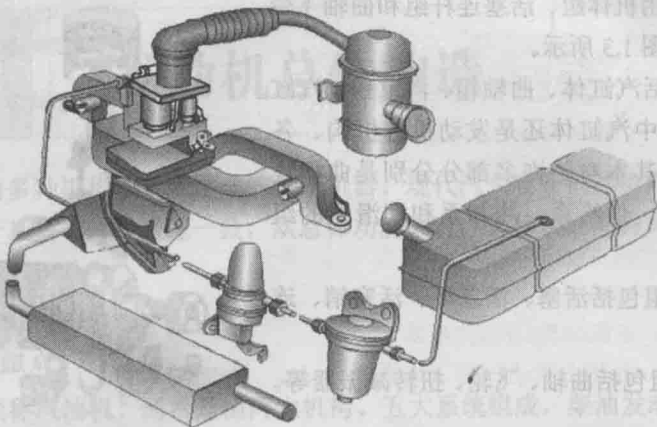


图 1.5 化油器式汽油机燃料供给系

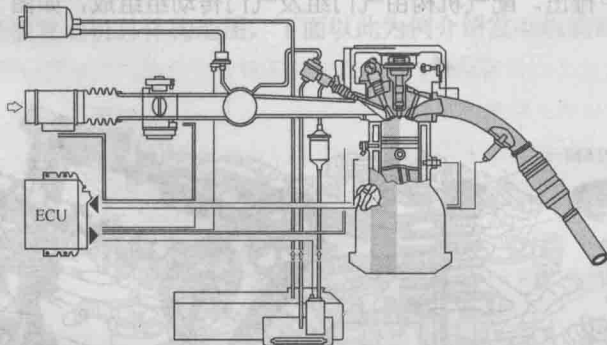


图 1.6 电控直喷式汽油机燃料供给系

柴油机供给系包括柴油箱、输油泵、柴油滤清器、喷油泵、喷油器、进排气管、空气滤清器等，如图 1.7 所示。

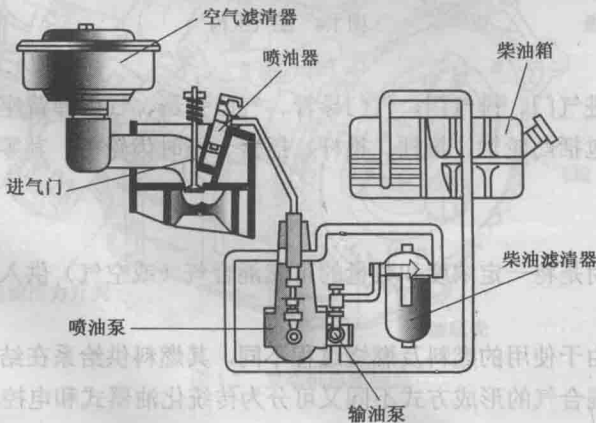


图 1.7 柴油机燃料供给系

4. 润滑系

润滑系的作用是将润滑油送至各个摩擦表面，以减轻机件的磨损，并清洗、冷却摩擦表面，

延长发动机的使用寿命。

润滑系包括机油泵、机油滤清器、润滑油道、限压阀、油底壳等，如图 1.8 所示。

5. 冷却系

冷却系的作用是将受热机件的热量散到大气中去，从而保证发动机正常工作。冷却系有水冷却系和风冷却系两种，现代汽车一般都采用水冷却系。水冷却系包括水泵、散热器、风扇、节温器、水套等，如图 1.9 所示。

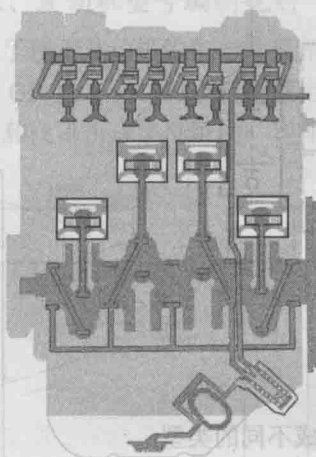


图 1.8 润滑系

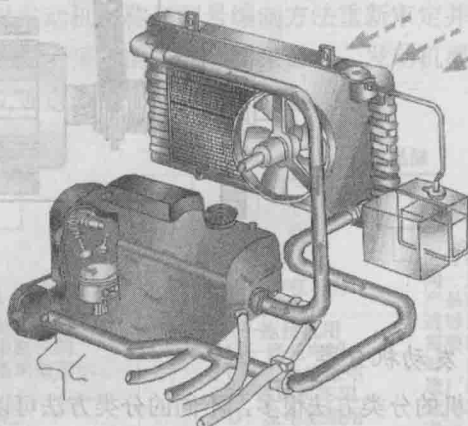


图 1.9 冷却系

6. 点火系

点火系是汽油发动机独有的，它的作用是按规定时刻向汽缸内提供电火花以点燃汽缸中的可燃混合气。柴油发动机由于其混合气是自行着火燃烧，故没有点火系。

点火系按控制方式不同可分为传统点火系、电子点火系和电控点火系 3 种。

(1) 传统点火系包括电源、点火线圈、分电器、火花塞等，如图 1.10 所示。

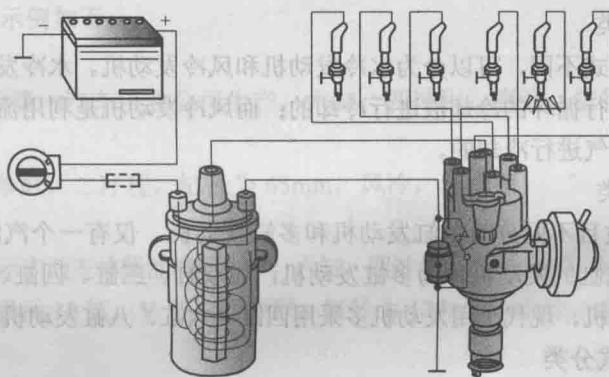


图 1.10 点火系

(2) 电子点火系在传统点火系的基础上增加了信号发生器和点火控制器。

(3) 电控点火系则包括各种传感器、电子控制单元、执行器（点火器、点火线圈、火花塞）等。

7. 起动系

起动系的作用是将静止的发动机起动并转入自行运转。起动系包括起动机及其附属装置等,如图 1.11 所示。

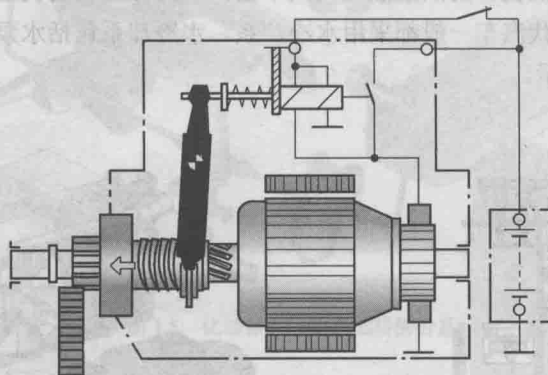


图 1.11 起动系

二、发动机分类

发动机的分类方法很多,不同的分类方法可以把发动机分成不同的类型。

1. 按所用燃料分类

发动机按所使用的燃料不同可分为汽油机、柴油机和气体燃料发动机。以汽油为燃料的发动机称为汽油机;以柴油为燃料的发动机称为柴油机;以天然气、液化石油气和其他气体为燃料的发动机称为气体燃料发动机。

2. 按冲程分类

发动机按照其一个工作循环中活塞往复运动的冲程数进行分类,可分为四冲程发动机和二冲程发动机。发动机每完成一个工作循环,活塞运动 4 个冲程的发动机称为四冲程发动机,而活塞运动两个冲程便完成一个工作循环的则称为二冲程发动机。

3. 按冷却方式分类

发动机按照冷却方式不同,可以分为水冷发动机和风冷发动机。水冷发动机是利用在汽缸体和汽缸盖冷却水套中进行循环的冷却液进行冷却的;而风冷发动机是利用流动于汽缸体与汽缸盖外表面散热片之间的空气进行冷却的。

4. 按汽缸数目分类

发动机按照汽缸数目不同分为单缸发动机和多缸发动机。仅有一个汽缸的发动机称为单缸发动机;有两个以上汽缸的发动机称为多缸发动机,如双缸、三缸、四缸、五缸、六缸、八缸、十二缸等都是多缸发动机。现代车用发动机多采用四缸、六缸、八缸发动机。

5. 按汽缸排列方式分类

发动机按汽缸排列方式分类,可分为直列式发动机、V 型发动机、W 型发动机、对置式发动机。

6. 按进气系统是否采用增压方式分类

发动机按进气系统是否采用增压方式可以分为自然吸气(非增压式)发动机和强制进气(增压式)发动机。若进气是在接近大气状态下进行的,则为非增压发动机或自然吸气式发动机;若

利用增压器将进气压力增高，进气密度增大，则为增压发动机。增压可以提高内燃机功率。

7. 按活塞的工作方式分类

发动机按活塞工作方式可分为往复式发动机和转子发动机。往复式发动机的活塞在汽缸内作往复的直线运动，通过曲轴把活塞的直线运动转化为曲轴的旋转，一般的发动机都采用这种形式。转子式发动机是通过活塞在汽缸内的旋转来带动发动机主轴（即普通发动机的曲轴，因为不是弯曲的故不再叫曲轴）旋转的。

三、发动机型号编制规则

为了便于发动机的生产管理 and 使用，我国对发动机名称和型号编制方法重新审定并颁布了国家标准 GB/T725—1991。标准规定：发动机名称按所采用的主要燃料来命名，发动机型号由阿拉伯数字和汉语拼音字母组成，其排列顺序和意义规定如图 1.12 所示。

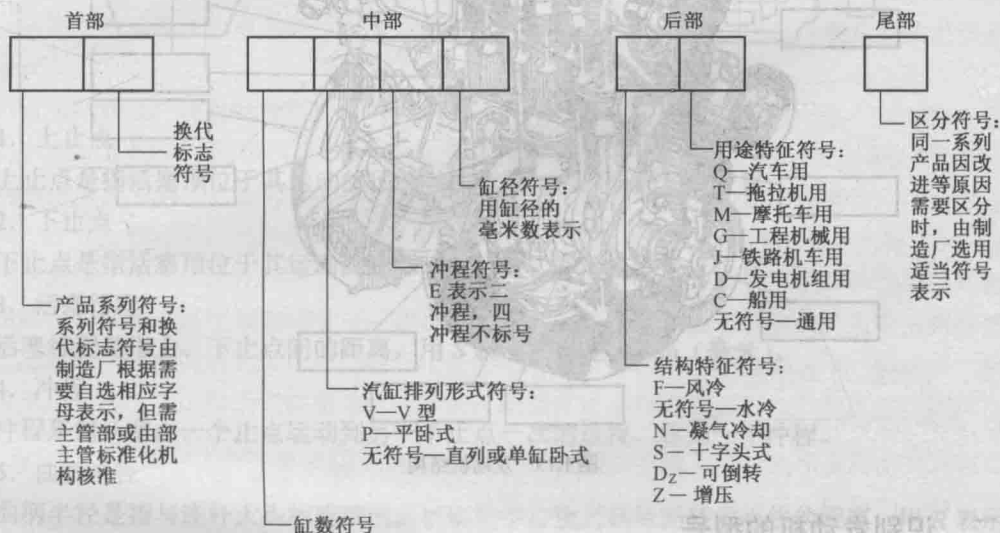


图 1.12 发动机型号编制规则

发动机型号编制示例如下。

汽油机：

CA6102——表示第一汽车工业公司生产，六缸，四冲程，直列，缸径为 102mm，水冷，通用型。

1E65F——表示单缸，二冲程，缸径为 65mm，风冷，通用型。

柴油机：

YC6102Q——表示广西玉林柴油机厂生产，六缸，四冲程，直列，缸径为 102mm，水冷，汽车用。

12V135ZG——表示 12 缸，V 型，四冲程，缸径为 135mm，水冷，增压，工程机械用。

课题实施

1. 观察发动机，填写发动机各部分的名称和作用。
2. 根据发动机分类方式说出你观察到的发动机的型式。
3. 记录观察到的发动机型号，并写出其含义。

操作一 识别发动机的各个部分

在图 1.13 中填写发动机各零件的名称，并说出其作用。

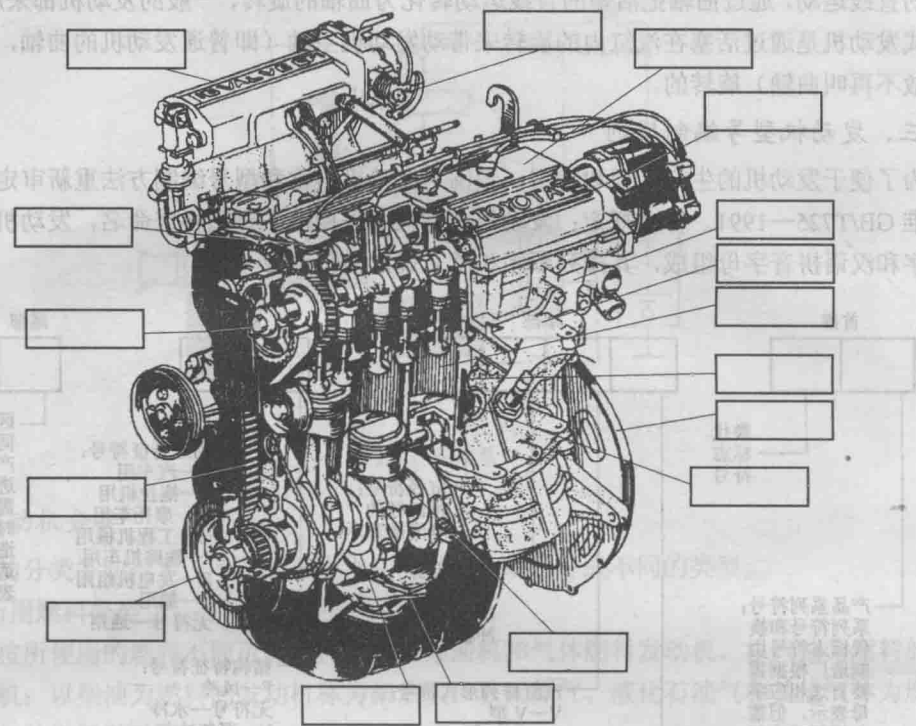


图 1.13 发动机结构

操作二 识别发动机的型号

写出下列型号的含义：

EQ6100-1——

12VE230ZC₂——

462Q——

课题二

发动机工作原理

发动机工作时，将燃料的化学能通过燃烧转变为热能，进而推动活塞往复运动来带动曲轴旋转，将热能转变为机械能向汽车提供动力。

基础知识

一、发动机基本术语

发动机基本术语示意图如图 1.14 所示，下面介绍其具体含义。

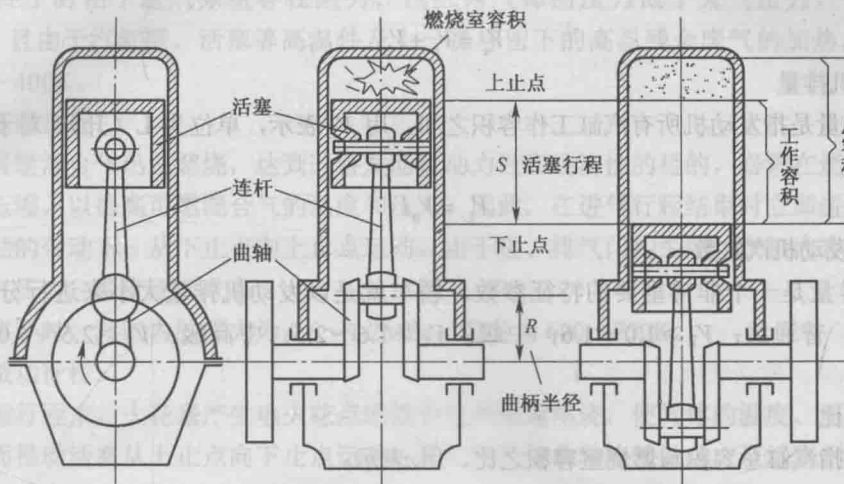


图 1.14 发动机基本术语示意图

1. 上止点

上止点是指活塞顶位于其运动的顶部时的位置，即活塞的最高位置。

2. 下止点

下止点是指活塞顶位于其运动的底部时的位置，即活塞的最低位置。

3. 活塞行程

活塞行程是指上、下止点间的距离，用 S 表示，单位为 mm（毫米）。

4. 冲程

冲程是指活塞由一个止点运动到另一个止点一次的过程，称为一个冲程。

5. 曲柄半径

曲柄半径是指与连杆大头相连接的曲柄销的中心线到曲轴回转中心线的距离，用 R 表示，单位为 mm（毫米）。显然，曲轴每转一周，活塞移动两个冲程，即

$$S = 2R$$

6. 汽缸工作容积

汽缸工作容积是指活塞从一个止点移动到另一个止点所扫过的容积，用 V_h 表示，单位为 L（升）。显然有

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

式中： V_h ——汽缸工作容积，L；

D ——汽缸直径，mm；

S ——活塞行程，mm。

7. 燃烧室容积

燃烧室容积是指活塞位于上止点时，活塞顶上方的汽缸空间容积，用 V_c 表示，单位为 L（升）。

8. 汽缸总容积

汽缸总容积是指活塞位于下止点时，活塞顶上方的汽缸空间容积，用 V_a 表示，单位为 L（升）。

显然有

$$V_a = V_c + V_h$$

9. 发动机排量

发动机排量是指发动机所有汽缸工作容积之和, 用 V_L 表示, 单位为 L (升)。对于多缸发动机, 显然有

$$V_L = V_h i$$

式中: i ——发动机汽缸数。

发动机排量是一个非常重要的特征参数, 轿车就是以发动机排量大小来进行分级的。微型: $V_L \leq 1.0$; 普通级: $V_L > 1.0 \sim 1.6$; 中级: $V_L > 1.6 \sim 2.5$; 中高级: $V_L > 2.5 \sim 4.0$; 高级: $V_L > 4.0$ 。

10. 压缩比

压缩比是指汽缸总容积与燃烧室容积之比, 用 ε 表示。

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

压缩比用来衡量空气或混合气被压缩的程度, 影响发动机的热效率。一般汽油发动机的压缩比为 6~10, 柴油发动机的压缩比较高, 为 16~22。

11. 工作循环

发动机完成进气、压缩、做功、排气 4 个过程, 称为一个工作循环。

二、发动机的工作原理

1. 四冲程汽油机的工作原理

四冲程发动机是指曲轴转两圈 (720°), 活塞往复运动 4 次完成一个工作循环的发动机。

四冲程汽油机的工作循环示意图如图 1.15 所示。

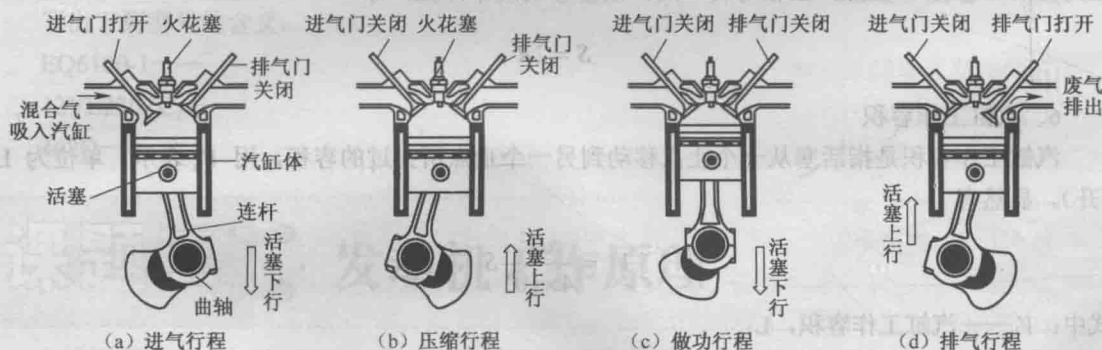


图 1.15 四冲程汽油机工作循环示意图

(1) 进气行程。

活塞由曲轴带动从上止点向下止点运动, 此时进气门开启, 排气门关闭。在活塞向下移动的过程中, 汽缸内容积逐渐增大, 形成一定的真空度, 于是空气和燃油的可燃混合气通过进气门被吸入汽缸, 直至活塞到达下止点时, 进气门关闭, 停止进气。

进气终了时由于进气系统存在阻力，汽缸内气体的压力低于大气压力，约为 $0.075 \sim 0.09 \text{ MPa}$ 。且由于汽缸壁、活塞等高温件及上一循环留下的高温残余废气的加热，气体温度升高到 $370 \sim 400 \text{ K}$ 。

(2) 压缩行程。

为使可燃混合气迅速燃烧，达到改善发动机动力性和经济性的目的，必须在燃烧前对可燃混合气进行压缩，以提高可燃混合气的温度和压力。因此，在进气行程结束时立即进入压缩行程。活塞在曲轴的带动下，从下止点向上止点运动，由于进、排气门均关闭，汽缸内容积逐渐减小，可燃混合气压力、温度逐渐升高。

压缩终了时，汽缸内的压力为 $0.6 \sim 1.2 \text{ MPa}$ ，温度为 $600 \sim 700 \text{ K}$ 。

(3) 做功行程。

在压缩行程末，火花塞产生电火花点燃混合气并迅速燃烧，使气体的温度、压力迅速升高而膨胀，从而推动活塞从上止点向下止点运动，通过连杆使曲轴旋转做功，至活塞到达下止点时做功结束。

在做功行程中，开始阶段汽缸内气体压力、温度急剧上升，瞬间压力可达 $3 \sim 5 \text{ MPa}$ ，瞬时温度可达 $2200 \sim 2800 \text{ K}$ 。随着活塞下行，汽缸容积增大，汽缸内压力、温度逐渐下降，做功终了时，压力为 $0.3 \sim 0.5 \text{ MPa}$ ，温度为 $1300 \sim 1600 \text{ K}$ 。

(4) 排气行程。

为使循环能够连续进行，必须将燃烧产生的废气排出。在做功行程终了时，排气门打开，进气门关闭，曲轴通过连杆推动活塞从下止点向上止点运动，废气在自身剩余压力和活塞推动下，被排出汽缸，至活塞到达上止点时，排气门关闭，排气结束。

排气行程终了时，由于燃烧室容积的存在，汽缸内还存有少量废气，气体压力也因排气系统存在排气阻力而略高于大气压力。此时，压力为 $0.105 \sim 0.115 \text{ MPa}$ ，温度为 $900 \sim 1200 \text{ K}$ 。

2. 四冲程柴油机工作原理

四冲程柴油机的工作循环示意图如图 1.16 所示。

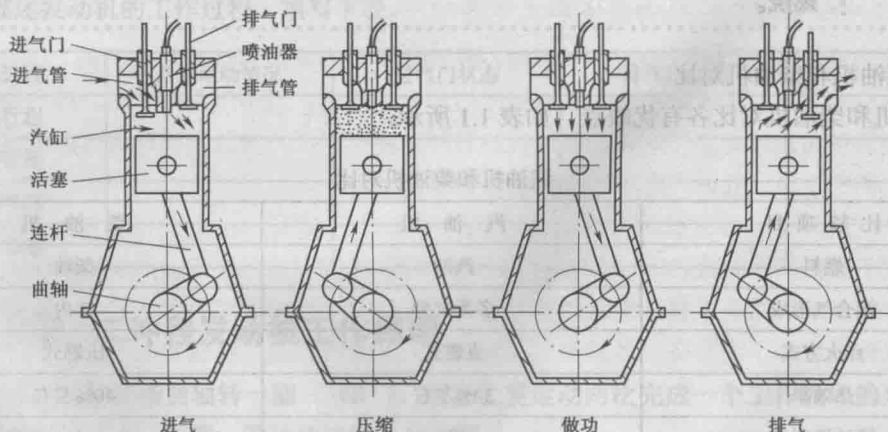


图 1.16 四冲程柴油机工作循环示意图

(1) 进气行程。

进气行程不同于汽油机的是进入汽缸的不是可燃混合气，而是纯空气。由于进气阻力比汽油