

汽车运用与维修专业（方向）教学改革创新型精品教材  
汽车类高端技能人才 | 理实一体化系列教材


# 汽车发动机 构造与维修（活页式）

QICHE FADONGJI GOUZA0 YU WEIXIU

主 编 胡晶晶 袁玉龙 祁玉红



哈尔滨工业大学出版社  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

 畅想博文

# 目 录

## 项目一 发动机总体概述

任务一 发动机总体认知 .....	2
任务二 发动机基本术语 .....	7
任务三 发动机工作原理 .....	10
任务四 内燃机型号编制规则及发动机特性 .....	15
实训一——发动机总体结构认知 .....	23

## 项目二 曲柄连杆机构检修

任务一 曲柄连杆机构认知 .....	28
任务二 机体组检修 .....	29
任务三 活塞连杆组检修 .....	39
任务四 曲轴飞轮组检修 .....	53
任务五 曲柄连杆机构常见故障检修 .....	60
任务六 曲柄连杆机构新技术 .....	65
实训二——活塞连杆组拆装 .....	70
实训三——活塞环三隙的测量 .....	74
实训四——气缸磨损度的测量 .....	77
实训五——曲轴飞轮组拆装 .....	81

## 项目三 配气机构检修

任务一 配气机构认知 .....	86
任务二 气门组检修 .....	89
任务三 气门传动组检修 .....	98
任务四 配气机构常见故障检修 .....	105
任务五 配气机构新技术 .....	109
实训六——正时皮带的检查与更换 .....	114



## 项目四 汽油机燃油供给系统检修

任务一 汽油机燃油供给系统认知 .....	119
任务二 汽油机燃油供给系统工作原理 .....	127
任务三 汽油机燃油供给系统常见故障检修 .....	139
任务四 汽油机燃油供给系统新技术 .....	147
实训七——发动机燃油压力测量 .....	154

## 项目五 柴油机燃油供给系统检修

任务一 柴油机燃油供给系统认知 .....	159
任务二 柴油机燃油供给系统工作原理 .....	164
任务三 柴油机燃油供给系统常见故障检修 .....	169
任务四 柴油机燃油供给系统新技术 .....	172
实训八——柴油机燃油系统测试 .....	180

## 项目六 冷却系统检修

任务一 冷却系统认知 .....	186
任务二 冷却系统工作原理 .....	189
任务三 冷却系统常见故障检修 .....	194
任务四 冷却系统新技术 .....	197
实训九——水泵、节温器拆装 .....	202

## 项目七 润滑系统检修

任务一 润滑系统认知 .....	208
任务二 润滑系统工作原理 .....	211
任务三 润滑系统常见故障检修 .....	219
任务四 润滑系统新技术 .....	222
实训十——机油泵拆装 .....	230

## 参考文献

# 项目一 发动机总体概述



## 情景导入

一辆大众朗逸轿车行驶 3 000 km, 服务站通知车主到店进行首次保养, 维修技师对该车进行了相关的维护和检查, 汽车发动机部分重点进行了润滑系统、冷却系统和燃油系统的检查。



## 项目目标

### 知识目标

1. 了解发动机的整体结构。
2. 了解汽油机、柴油机的基本工作原理。
3. 了解发动机各组成部分的功能。
4. 了解发动机的主要技术参数和各参数的含义。

### 技能目标

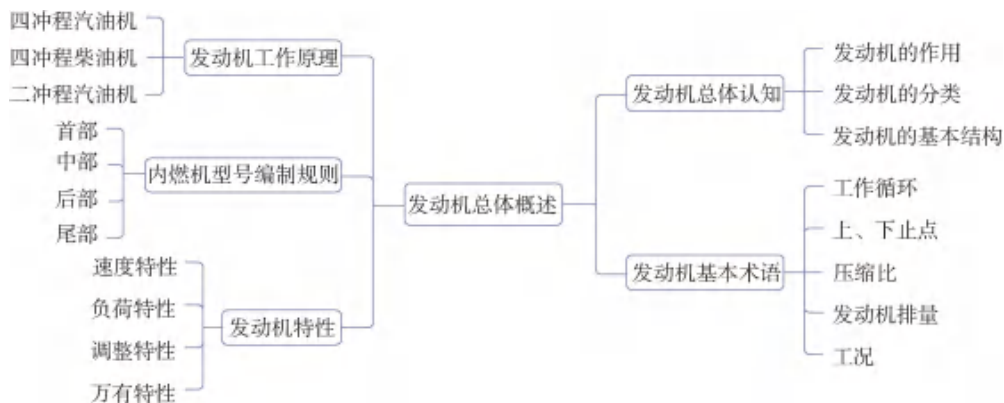
1. 能识别不同类型的发动机结构。
2. 能识别发动机两大机构和五大系统的位置。
3. 能在车辆上找出发动机的铭牌并识别其型号。

### 思政目标

1. 通过原理构造的学习培养学生对汽车技术的学习兴趣。
2. 通过发动机发展史的学习培养学生的民族自豪感, 激发学生的爱国热情。



## 知识拓展图





视频讲解

## 任务一 发动机总体认知

### 一、发动机的作用

发动机是汽车的动力源，是将其他形式的能量转变为机械能的机器。发动机的作用是把输入气缸内燃烧产生的热能转变为机械能并输出机械动力。现代汽车发动机应用最广泛、数量最多的是水冷式四冲程往复式内燃机，其具有结构紧凑、体积小、质量轻和容易起动等许多优点。因此，内燃机（尤其是活塞式内燃机）被极其广泛地用作汽车动力。一般来说，大多数型号汽车的发动机通常安装在车头箱中，如图 1.1 所示。



图 1.1 发动机的位置及外形

### 二、发动机的分类

#### （一）按使用燃料分类

发动机按使用燃料可分为汽油发动机、柴油发动机和其他燃料发动机三类。汽油发动机易起动、质量小、噪声小，但动力储备较小，经济性差，适用于中、小型车辆；柴油发动机动力性好、经济性好，但质量大、噪声大、维修复杂，适用于中型以上载重车；其他燃料发动机主要指天然气发动机、压缩天然气发动机、液化石油气发动机这几种，其燃料经济性好、排放污染小，一般适用于轿车和城市客车。

#### （二）按点火方式分类

发动机按点火方式可分为点燃式发动机和压燃式发动机。点燃式发动机主要依靠电火花点燃混合气，例如汽油机；压燃式发动机则是利用压缩空气产生的高温点燃混合气，例如柴油机。

### (三) 按冷却方式分类

发动机按冷却方式可分为水冷发动机和风冷发动机（图 1.2）。水冷发动机利用在气缸体和气缸盖冷却水套中进行循环的冷却液作为冷却介质进行冷却，其冷却均匀、工作可靠、冷却效果好，被广泛地应用于现代车上；风冷发动机利用流动于气缸体与气缸盖外表面散热片之间的空气作为冷却介质进行冷却。



图 1.2 发动机按照冷却方式分类

### (四) 按工作行程分类

发动机按工作行程可分为二冲程发动机和四冲程发动机。二冲程发动机指发动机在一个循环工作过程中，活塞往复两个行程并对外做功一次的发动机。这种发动机结构简单、经济性差、排气污染较大，适用于轻便摩托车；四冲程发动机是指在一个循环工作过程中，活塞往复四个行程并对外做功一次的发动机，其动力性好、经济性好、排气污染较小，在汽车上广泛使用。

### (五) 按气缸数目分类

发动机按气缸数目可分为单缸发动机和多缸发动机。仅有一个气缸的发动机称为单缸发动机；有两个以上气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。现代车用发动机多采用四缸、六缸、八缸发动机。

### (六) 按气缸排列方式分类

发动机按气缸排列方式可分为直列式发动机、V型发动机和水平对置发动机，如图 1.3 所示。



(a) 直列式发动机



(b) V型发动机



(c) 水平对置发动机

图 1.3 按照气缸排列方式分类

直列式发动机所有气缸排成一个平面，其气缸排列方式历史最悠久、应用范围最广，它的优点是缸体和曲轴结构简单，只使用一个气缸盖，制造成本较低、稳定性高、低速扭矩特性好；缺点是发动机不适合高速运转，不能通过提升转速的方式来提升功率，所以总功率较低。直列式发动机气缸数从单缸至六缸不等，一般用字母 L 表示，后面加上气缸数，例如 L3、L4、L5、L6 等。

V 型发动机将所有气缸分成两组，把相邻气缸以一定夹角布置一起，使两组气缸形成一个夹角的平面，从侧面看气缸呈 V 形。V 型发动机的主要优点就是高度和长度尺寸小、质量较轻，便于发动机舱布置，气缸体刚性较高，适应高转速运转，可以通过提高转速极限来提升功率，也可以用扩大气缸直径的方式来提升发动机扭矩；缺点是结构复杂，不便于保养维修，需要有两套气缸盖和配气机构，成本较高。V 型发动机气缸数量一般为双数，如 4、6、8、10、12 等，分别用 V4、V6、V8、V10、V12 表示。常见的气缸夹角有 60°、72°、90°、120°，一般 V6 发动机气缸夹角是 60°，V8 发动机气缸夹角是 90°，V10 发动机气缸夹角是 72°，V12 发动机气缸夹角是 60°。

V 型发动机有两个特例——VR 型发动机和 W 型发动机。VR 型发动机就是小夹角 V 型发动机，它的气缸夹角非常小（一般为 15°），两列气缸接近于平行，气缸盖上的火花塞孔几乎在一条直线上。常见的 VR 型发动机都是六缸的，也有少量的五缸机，目前这款发动机主要是大众公司在应用，不过搭载的车型很少。W 型发动机是在 VR 型发动机的基础上研发的，把两个 VR 型发动机以一定角度（通常为 72°）组合在一起，就变成了由四列气缸的 W 型发动机。常见的 W 型发动机就是大众公司的 W12 发动机，搭载在大众公司的大众辉腾、宾利欧陆和奥迪 A8 上。

水平对置发动机的活塞平均分布在曲轴两侧，在水平方向上左右运动。这种水平对称布置的气缸的结构是一种对称稳定结构，共振小、噪声小、平衡性好、运行平顺性好，安装在车上重心低，质量分布均匀，可以把车头设计得又扁又低，增强汽车的行驶稳定性，提升汽车操控性能。

### 三、发动机的基本结构

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“两大机构和五大系统”组成的，两大机构指曲柄连杆

机构、配气机构；五大系统包括燃料供给系统、点火系统、冷却系统、润滑系统，以及起动系统。其中，柴油机无点火系统。发动机基本结构如图 1.4 所示。

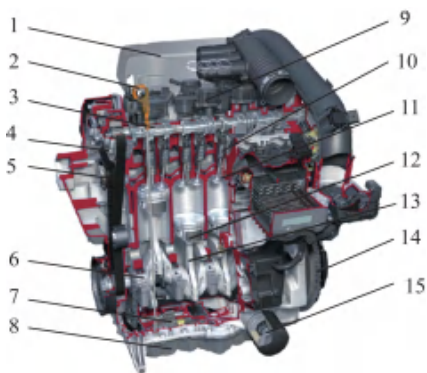


图 1.4 发动机基本结构

- 1—气缸盖罩；2—机油尺；3—凸轮轴；4—凸轮轴正时齿轮；5—正时齿形皮带；  
6—曲轴主轴承；7—机油泵；8—油底壳；9—点火线圈；10—气门弹簧；  
11—气门；12—活塞；13—连杆；14—飞轮；15—机油滤清器

### (一) 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构的功用是将燃料燃烧时产生的热能转变为机械能，通过连杆将活塞的往复运动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（主要包括气缸体、曲轴箱、油底壳、气缸套、气缸盖和气缸垫等不动件）、活塞连杆组（主要包括活塞、活塞环、活塞销和连杆等运动件）和曲轴飞轮组（主要包括曲轴、飞轮、扭转减振器和平衡轴等机构）三部分组成，如图 1.5 所示。

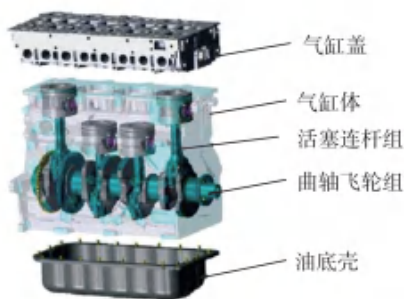


图 1.5 曲柄连杆机构

### (二) 配气机构

配气机构根据发动机工作过程和各缸的工作顺序，定时地打开和关闭进、排气门，使可燃混合气及时充入气缸，并及时从气缸内排出废气。配气机构主要由气门组和气门传动组两部分组成，如图 1.6 所示。

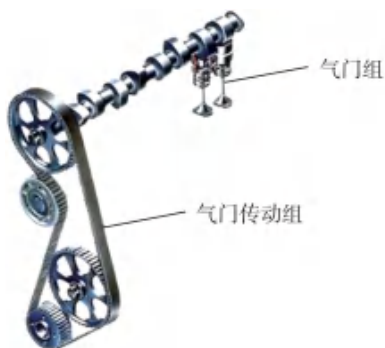


图 1.6 配气机构

### (三) 燃料供给系统

#### 1. 汽油机燃料供给系统

汽油机燃料供给系统的功用主要是根据发动机各工况的不同要求，供给发动机气缸一定浓度和数量的可燃





混合气，并把发动机燃烧做功行程产生的废气经过一定处理后排到大气中。汽油机燃料供给系统由汽油箱、电动汽油泵、汽油滤清器、燃油分配管、喷油器、油压调节器、回油管等组成，如图 1.7 所示。

## 2. 柴油机燃料供给系统

柴油机燃料供给系的功用是完成燃料的储存、滤清和输送工作，按柴油机各种不同工况的要求，定时、定量、定压并以一定的喷油质量将燃料喷入燃烧室，使其与空气迅速而良好地混合和燃烧，最后使废气排入大气。其由柴油箱、输油泵、柴油滤清器、高压油泵、喷油器等组成，如图 1.8 所示。

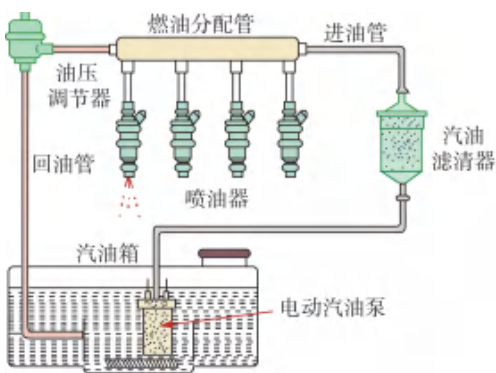


图 1.7 汽油机燃料供给系统

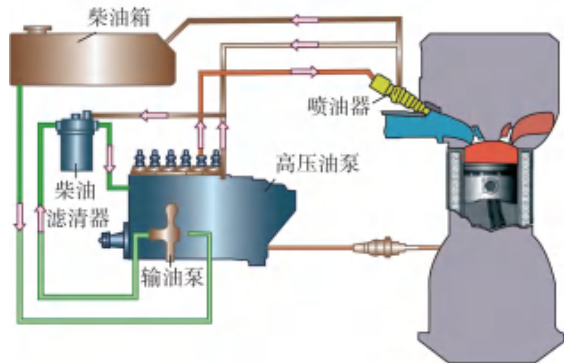
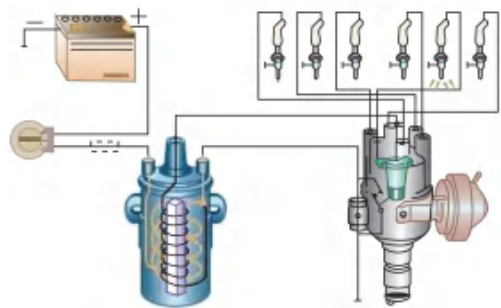


图 1.8 柴油机燃料供给系统

## (四) 点火系统

点火系统的作用是根据发动机的工作顺序(点火顺序)，将低压直流电升压至足够的高压，通过各个缸的火花塞跳火，点燃被压缩的高温高压的可燃混合气，完成做功过程。点火系统主要由蓄电池、点火开关、点火线圈、点火控制模块、火花塞等组成。

按点火时刻的控制方式不同，点火系统可分为传统点火系统、普通电子点火系统和微机控制电子点火系统三种。传统点火系统利用机械装置控制点火时刻，通常由蓄电池、发电机、点火线圈、断电器、分电器、点火提前角



点火系统

图 1.9 传统点火系统结构

调节器、火花塞和点火开关构成，如图 1.9 所示。普通电子点火系统组成与传统点火系统类似，只是用电子元件取代了断电器，其余机械装置仍然保留。微机控制电子点火系统则是一种全电子点火系统，完全取消了机械装置，由电控系统控制点火时刻，这将能更精确地控制点火。

### (五) 冷却系统

冷却系统的功用是将受热零件吸收的部分热量及时散发出去，保证发动机在最适宜的温度状态下工作。发动机的冷却系统有风冷和水冷之分，以空气为冷却介质的冷却系统称为风冷系统，以冷却液为冷却介质的冷却系统称为水冷系统，现代汽车一般采用水冷系统。水冷系统主要由水泵、散热器、节温器、风扇、分水管、气缸体放水阀以及水套等组成，如图 1.10 所示。



图 1.10 冷却系统

### (六) 润滑系统

润滑系统的功用是将润滑油供给到做相对运动的零件表面，以减小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。润滑系统由油底壳、机油泵、机油集滤器、润滑油道、机油滤清器、机油加注口等组成，如图 1.11 所示。

### (七) 起动系统

起动系统的作用是通过起动机将蓄电池的电能转换成机械能，起动发动机运转。起动系统主要由蓄电池、点火开关、起动继电器、起动机等部件组成，如图 1.12 所示。

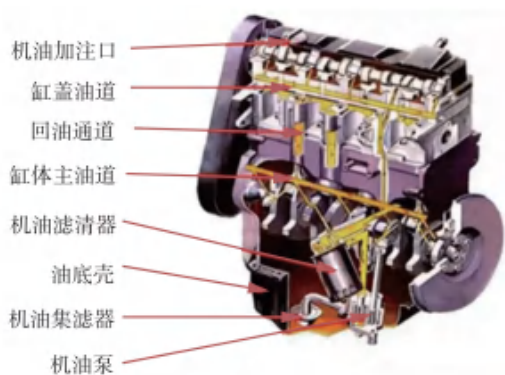


图 1.11 润滑系统



图 1.12 起动系统

## 任务二 发动机基本术语



发动机基本术语是发动机理论知识学习的基础，可以通过图 1.13 来帮助

视频讲解



理解和记忆。

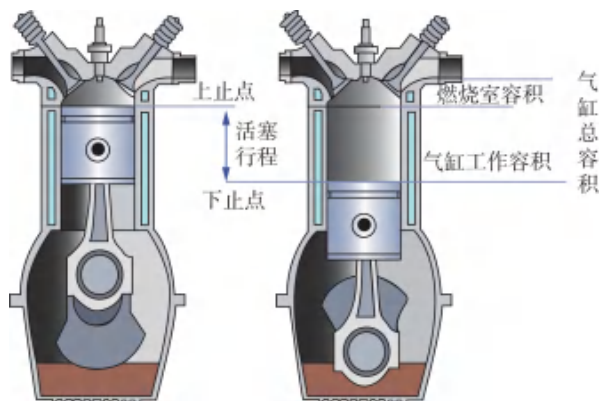


图 1.13 发动机基本术语示意图

## 一、工作循环

活塞式内燃机的工作循环是由进气、压缩、做功和排气四个工作过程组成的封闭过程。每次经过这四个工作过程，发动机将燃料燃烧的热能转变为机械能，称为发动机的一个工作循环。

## 二、上、下止点

如图 1.13 所示，活塞顶离曲轴回转中心最远处为上止点，即活塞最高位置（Top Dead Center, TDC）；活塞顶离曲轴回转中心最近处为下止点，即活塞最低位置（Lower Dead Center, LDC）。在上、下止点处，活塞的运动速度为零。

## 三、活塞行程

上、下止点间的距离  $S$  称为活塞行程，每经过一个活塞行程，曲轴旋转  $180^\circ$ 。

## 四、曲轴半径

曲柄销中心到曲轴回转中心的距离称为曲轴半径，曲轴每回转一周，活塞移动两个活塞行程。对于气缸中心线通过曲轴回转中心的内燃机，其  $S=2R$ 。

## 五、气缸工作容积 ( $V_h$ )

上、下止点间所包容的气缸容积称为气缸工作容积，一般用  $V_h$  表示，单位为 L。

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

式中  $D$ ——气缸直径 (mm)；

$S$ ——活塞行程 (mm)。

## 六、燃烧室容积 ( $V_c$ )

活塞位于上止点时, 活塞顶面以上、气缸盖底面以下所形成的空间称为燃烧室, 其容积称为燃烧室容积, 也称为压缩容积。

## 七、气缸总容积 ( $V_a$ )

活塞位于下止点时, 活塞上方的容积称为气缸总容积。显然, 气缸工作容积与燃烧室容积之和为气缸总容积。

$$V_a = V_c + V_h$$

## 八、压缩比 ( $\varepsilon$ )

气缸总容积与燃烧室容积之比称为压缩比。压缩比的大小表示活塞由下止点运动到上止点时, 气缸内的气体被压缩的程度。压缩比越大, 压缩终了时气缸内的气体压力和温度就越高。

$$\text{压缩比} = \frac{\text{气缸总容积}}{\text{燃烧室容积}} = \frac{\text{燃烧室容积} + \text{气缸工作容积}}{\text{燃烧室容积}} = 1 + \frac{\text{气缸工作容积}}{\text{燃烧室容积}}$$

通常, 汽油机的压缩比为 6~10, 柴油机的压缩比为 16~22。

## 九、发动机排量 ( $V_L$ )

内燃机所有气缸工作容积的总和称为发动机排量。

$$V_L = V_h i$$

式中  $i$ ——气缸数目。

## 十、工况

发动机在某一时刻的运行状况简称工况, 以该时刻发动机输出的有效功率和曲轴转速表示, 曲轴转速即为发动机转速。

## 十一、气门数

气门数即单缸进、排气门数总和。目前轿车发动机普遍采用每缸多气门结构, 用来提高进、排气的效率, 有利于提高发动机转速和功率。

## 十二、输出功率

发动机单位时间内所做的功称为输出功率。输出功率一般用千瓦 (kW) 来表示, 发动机的输出功率同转速关系很大, 随着转速的增加, 发动机的功率也相应提高, 但是转速再上升以后, 功率反而呈下降趋势。最高输出功率反映了发动机高转速的性能。



### 十三、扭矩

发动机从曲轴端输出的力矩称为扭矩，其单位为  $N \cdot m$ ，最大扭矩一般出现在发动机的中、低转速范围，之后随着转速的提高，扭矩反而会下降。

## 任务三 发动机工作原理



视频讲解

现在绝大多数汽车采用活塞式内燃机作为汽车发动机，内燃机的作用是将燃料与空气进行混合在气缸内燃烧，推动活塞往复运动再带动曲轴旋转，从而将化学能转变为机械能向汽车提供动力。

### 一、四冲程汽油机

活塞在气缸内往复四个行程（曲轴旋转两周）完成一个工作循环的发动机，称为四冲程发动机。四冲程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。

#### （一）四冲程汽油机工作原理

四冲程汽油机将空气与汽油以一定比例混合成良好的混合气，在进气行程被吸入气缸，经压缩点火燃烧而产生热能，燃烧后的气体所产生的高温高压作用于活塞顶部，推动活塞做直线运动，同时通过连杆、曲轴飞轮机构而变为旋转的机械能，对外输出功。

#### （二）四冲程汽油机工作过程

通过可燃混合气的吸入、压缩、膨胀做功和废气排出四个行程，完成一个工作循环，然后又是进气、压缩……周而复始，连续不断，这就是四冲程汽油机的工作循环，如图 1.14 所示。

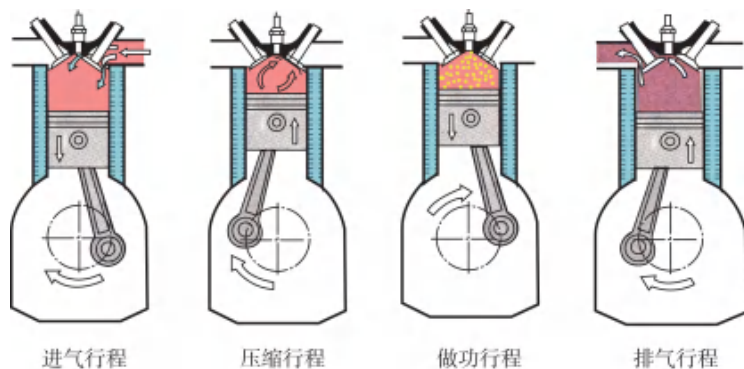


图 1.14 四冲程汽油机工作过程

### 1. 进气行程

曲轴带动活塞从上止点向下止点运动，此时进气门开启，排气门关闭，活塞上方的气缸容积增大，气缸内压力从而降到大气压以下，即在气缸内造成真空吸力。经滤清的空气与喷油器喷射出的汽油形成的可燃混合气经进气管道和进气门被吸入气缸，在这个过程中，曲轴转过了 $180^\circ$ ，活塞从上止点到达下止点。由于进气系统有阻力，进气结束时气缸内气体压力约为 $0.075\sim 0.09\text{ MPa}$ 。进入气缸内的可燃混合气，因为与气缸壁、活塞顶等高温机件表面接触并与前一循环留下的高温残余废气混合，所以温度可升高到 $370\sim 440\text{ K}$ 。

### 2. 压缩行程

活塞在曲轴的带动下从下止点向上止点运动，此时进、排气门关闭，气缸容积逐渐减小，可燃混合气被压缩，直到活塞到达上止点时结束。压缩结束时，气缸内的压力（气缸压力）高达 $0.6\sim 1.2\text{ MPa}$ ，温度可达 $600\sim 850\text{ K}$ 。压缩比对发动机性能的影响很大，在发动机技术状况良好的情况下，发动机的压缩比越大，混合气燃烧越迅速，同样排量的发动机功率就越大，经济性就越好。但受汽油抗爆性等因素的影响，压缩比过高会导致混合气在缸内爆燃和表面点火等不正常燃烧现象出现，进而造成发动机过热、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

在压缩行程即将结束时，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，缸内气体的温度和压力迅速升高，最高压力可达 $5\text{ MPa}$ ，最高温度可达 $2\ 200\sim 2\ 800\text{ K}$ 。在高温高压气体的作用力推动下，活塞从上止点向下止点运动，活塞下移通过连杆使曲轴做旋转运动，产生扭矩而做功。输出的机械能部分用于维持发动机本身继续运转，其余用于对外做功。此时曲轴又转过了 $180^\circ$ 。

### 4. 排气行程

在做功行程结束时，排气门打开，进气门仍关闭，因废气压力高于大气压而自动排出，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。活塞到达上止点，排气行程结束。排气结束时，缸内压力为 $0.105\sim 0.115\text{ MPa}$ ，温度为 $900\sim 1\ 200\text{ K}$ 。

综上所述，四冲程汽油发动机经过进气、压缩、做功、排气四个行程，完成一个工作循环。这期间活塞在上下止点间往复移动了四个行程，相应地曲轴旋转两圈（ $720^\circ$ ），进排气门各打开一次，发动机做一次功，发动机完成一个工作循环，接着又开始了下一个新的工作循环。

由于在这四个行程中只有一个行程对外做功，其他三个行程都要消耗能量，因此发动机需要一个大惯量的飞轮来储存能量，在不做功的行程中带动曲轴旋转。



## 二、四冲程柴油机

### (一) 四冲程柴油机工作原理

四冲程柴油机的工作循环同样包括进气、压缩、做功和排气四个行程，在各个活塞行程中，进、排气门的开闭和曲柄连杆机构的运动与汽油机完全相同。柴油机与汽油机的不同点在于燃料采用柴油，为压燃式结构，无火花塞；汽油机吸入气缸的为可燃混合气，而柴油机吸入气缸的为纯净空气，柴油由喷油器直接喷入气缸，与压缩后的高温空气混合并进行自燃。

### (二) 四冲程柴油机工作过程

四行程柴油机每个工作循环都经历进气、压缩、做功、排气四个行程，如图 1.15 所示。由于柴油机燃料使用柴油，其黏度比汽油大，不易蒸发，但自燃温度低，所以点火方式是压燃式。进气和压缩行程中气缸内都是纯净空气，其压缩比比汽油机高得多（一般为 16~22），压缩终了时，气缸内的空气压力可达 3.5~4.5MPa，同时温度大大超过了柴油自燃温度，故柴油喷入气缸后，在很短时间内与空气混合后便立即自行发火燃烧。在高压气体推动下，活塞向下运动并带动曲轴旋转而做功，废气同样经排气门排入大气。

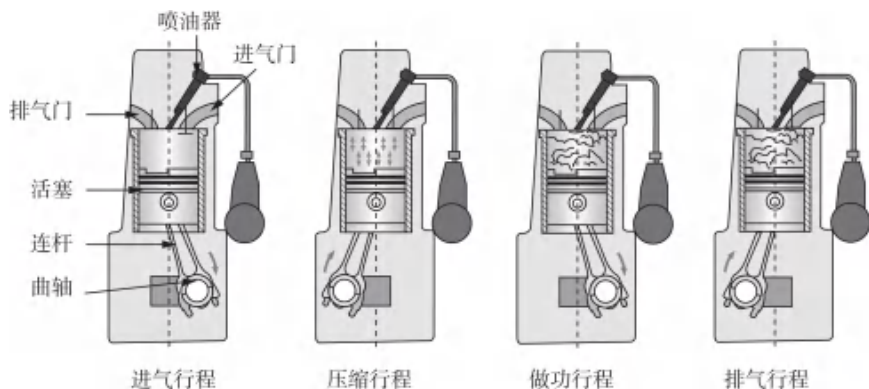


图 1.15 四冲程柴油机工作过程

## 三、二冲程汽油机

二冲程汽油机的工作循环是在两个活塞行程即曲轴旋转一周的时间内完成的。在四冲程汽油机中，常把排气过程和进气过程合称为换气过程；在二冲程汽油机中，换气过程是指废气被新气从气缸内扫除并取代的过程。这两种内燃机工作循环的不同之处主要在于换气过程。二冲程汽油机工作过程如图 1.16 所示。

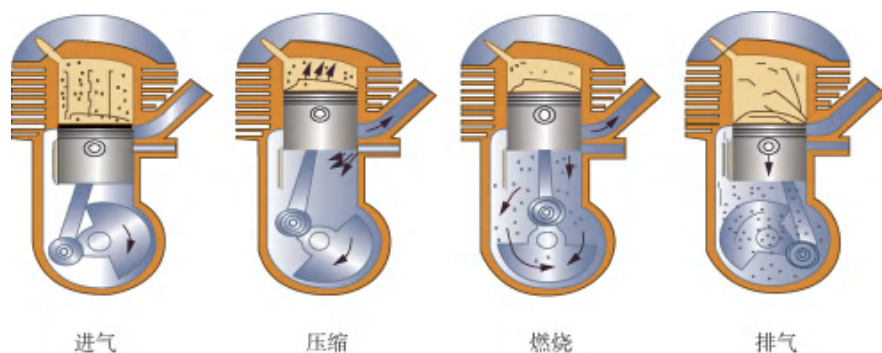


图 1.16 二冲程汽油机工作过程

### (一) 第一行程

活塞在曲轴带动下由下止点移至上止点。当活塞还处于下止点时，进气孔被活塞关闭，排气孔和扫气孔开启。这时曲轴箱内的可燃混合气经扫气孔进入气缸，扫除其中的废气。随着活塞向上止点运动，活塞头部首先将扫气孔关闭，扫气终止。但此时排气孔尚未关闭，仍有部分废气和可燃混合气经排气孔继续排出，称为额外排气。当活塞将排气孔也关闭之后，气缸内的可燃混合气开始被压缩。直至活塞到达上止点，压缩过程结束。

### (二) 第二行程

活塞由上止点移至下止点。在压缩过程结束时，火花塞产生电火花，将气缸内的可燃混合气点燃，燃烧气体膨胀做功。此时排气孔和扫气孔均被活塞关闭，唯有进气孔仍然开启。空气和汽油经进气孔继续流入曲轴箱，直至活塞裙部将进气孔关闭为止。随着活塞继续向下止点运动，曲轴箱容积不断缩小，其中的混合气被预压缩。此后，活塞头部先将排气孔开启，膨胀后的燃烧气体已成废气，经排气孔排出。至此做功过程结束，开始排气。随后活塞又将扫气孔开启，经过预压缩的可燃混合气从曲轴箱经扫气孔进入气缸，扫除其中的废气，开始扫气过程。这一过程将持续到下一个活塞行程中扫气孔被关闭时为止。

## 四、四冲程汽油机与柴油机、四冲程与二冲程内燃机的对比

### (一) 四冲程汽油机与四冲程柴油机的对比

从以上分析的汽油机、柴油机工作原理及四冲程发动机工作过程可以看出，四冲程汽油机与四冲程柴油机的共同点如下：

(1) 每个工作循环曲轴转两周 ( $720^\circ$ )，每一行程曲轴转半周 ( $180^\circ$ )，进气行程是进气门开启，排气行程是排气门开启，其余两个行程进、排气门均关闭。





(2) 四个行程中，只有做功行程产生动力，其他三个行程是为做功行程做准备工作的辅助行程，虽然做功行程是主要行程，但其他三个行程也不可缺少。

(3) 发动机运转的第一个循环，必须有外力使用曲轴旋转完成进气、压缩行程，着火后，完成做功行程，之后依靠曲轴和飞轮储存的能量便可自行完成后面的行程。此后的工作循环中，发动机无需外力就可自行完成。

除了以上共同点外，二者还有一定的区别，两者不同之处如下：

(1) 混合气的形成方式不同。汽油机的汽油和空气在气缸外混合，进气行程进入气缸的是可燃混合气。而柴油机进气行程进入气缸的是纯净空气，柴油在做功行程开始阶段喷入气缸，在气缸内与空气混合。

(2) 点火方式不同。汽油机的可燃混合气用电火花点燃，柴油机则是自燃，所以又称汽油机为点燃式内燃机，称柴油机为压燃式内燃机。

总体来说，汽油发动机和柴油发动机都属于内燃机，都是燃烧燃料后通过推动气缸内活塞做往复运动来将燃料中的化学能量转换为驱动车辆前进的机械能量，因此两者的工作原理大体是相同的。汽油发动机与柴油发动机的最主要的区别在于燃料物理特性所导致的点火方式的差别，从而表现出各自不同的热效率、经济性以及特点等，详见表 1.1。

表 1.1 汽油发动机和柴油发动机的异同

	汽油发动机	柴油发动机
燃料	汽油	柴油
燃料挥发性	较强	不易挥发
点火方式	点燃	压燃
压缩比	一般 $\leq 10$	一般为 16~22
热效率	35%	45%
经济性	柴油机较高，比汽油机节油 15%~30%	
特点	体积小、质量轻、起动性好、价格便宜，最大功率时的转速高，振动及噪声小	可靠性高、比较笨重、体积较大、成本较高、振动噪声大，柴油不易蒸发，冬季冷车时起动困难
应用	载客汽车、轿车	大、中型载重货车，高级轿车

## (二) 四冲程内燃机与二冲程内燃机的对比

(1) 二冲程内燃机曲轴每转一周完成一个工作循环，做功一次。当曲轴转速相同时，二冲程内燃机单位时间的做功次数是四冲程内燃机的两倍。

(2) 二冲程内燃机的换气过程时间短，仅为四冲程内燃机的 1/3 左右。另外，进、排

气过程几乎同时进行，利用新气扫除废气，新气可能流失，废气也不易清除干净。因此，二冲程内燃机的换气质量较差。

(3) 曲轴箱换气式二冲程内燃机没有进、排气门，这使结构大为简化。

## 任务四 内燃机型号编制规则及发动机特性

### 一、内燃机产品的名称及型号编制规则

通常，在汽车出厂的时候，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。

发动机型号或铭牌一般位于发动机机体上（图 1.17），为了便于内燃机的生产管理和使用，国家标准《内燃机产品名称和型号编制规则》（GB/T 725—2008）中对内燃机的名称和型号做了统一规定。

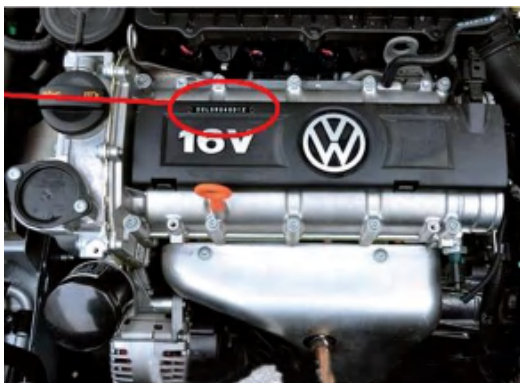


图 1.17 发动机编号位置

#### （一）内燃机的名称和型号

内燃机均按所使用的主要燃料命名，例如汽油机、柴油机、煤气机等。

内燃机型号由阿拉伯数字和汉语拼音字母组成，内燃机型号由以下四部分组成：

(1) 首部。首部为产品系列符号和换代标志符号，由制造厂根据需要自选相应字母表示，但需主管部门核准。

(2) 中部。中部由缸数符号、气缸排列形式符号、冲程符号和缸径符号等组成。

(3) 后部。后部为结构特征和用途特征符号，用字母表示。

(4) 尾部。尾部为区分符号。同一系列产品因改进等原因需要区分时，由制造厂选用适当符号表示。



## (二) 内燃机型号的排列顺序及符号所代表的意义

内燃机型号的排列顺序及符号所代表的意义如图 1.18 所示。

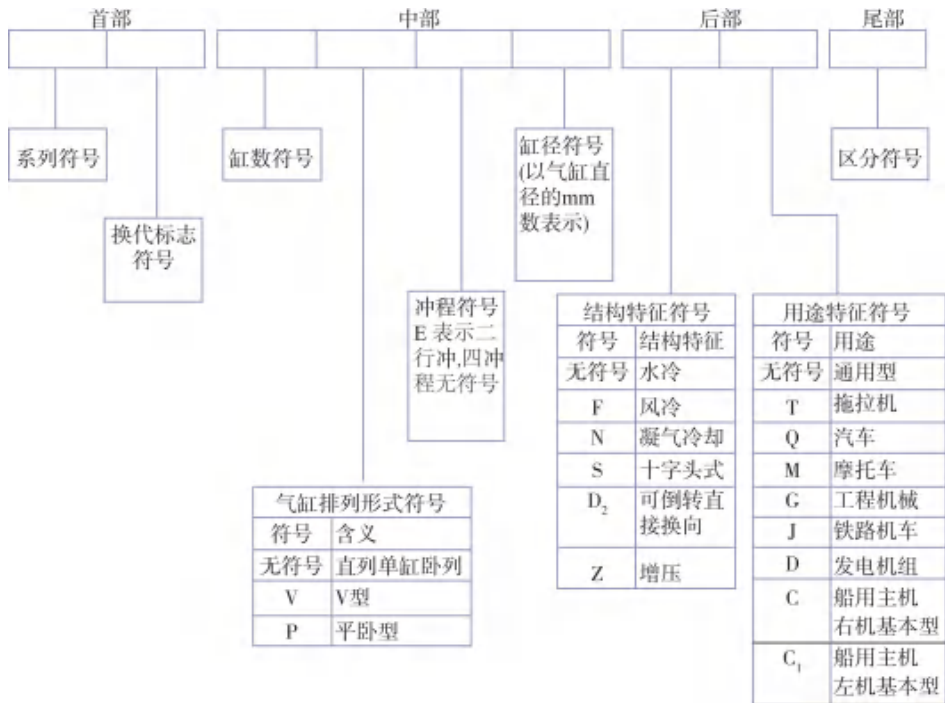


图 1.18 内燃机型号的排序顺序及符号所代表的意义

## (三) 型号编制举例

### 1. 汽油机

1E65F: 单缸, 二冲程, 缸径为 65 mm, 风冷通用型。

4100Q: 四缸, 四冲程, 缸径为 100 mm, 水冷车用。

4100Q-4: 四缸, 四冲程, 缸径为 100 mm, 水冷车用, 第四种变型产品。

CA6102: 六缸, 四冲程, 缸径为 102 mm, 水冷通用型, CA 为系列符号。

### 2. 柴油机

195: 单缸, 四冲程, 缸径为 95 mm, 水冷通用型。

495Q: 四缸, 四冲程, 缸径为 95 mm, 水冷车用。

X4105: 四缸, 四冲程, 缸径为 105 mm, 水冷通用型, X 为系列符号。

6120Q-1: 六缸, 直列, 四冲程, 缸径为 120 mm, 水冷车用, 第一种变型产品。

12V135Z: 十二缸, V 型, 四冲程, 缸径为 135 mm, 水冷, 增压, 通用型。

## 二、发动机特性

### (一) 发动机的主要性能指标

发动机的性能指标用来表征发动机的性能特点，并作为评价各类发动机性能优劣的依据。发动机的性能指标主要有动力性指标、经济性指标、环境指标、可靠性指标和耐久性指标。

#### 1. 动力性指标

动力性指标是表征发动机做功能力大小的指标，一般用发动机的有效扭矩、有效功率、转速、平均有效压力和升功率等作为评价发动机动力性好坏的指标。

##### (1) 有效扭矩。

发动机对外输出的扭矩称为有效扭矩，记作  $T_e$ ，单位为  $\text{N} \cdot \text{m}$ 。有效扭矩与曲轴角位移的乘积即为发动机对外输出的有效功。

##### (2) 有效功率。

发动机单位时间对外输出的有效功称为有效功率，记作  $P_e$ ，单位为  $\text{kW}$ ，它等于有效扭矩与曲轴角速度的乘积。发动机的有效功率可以用台架试验方法测定，也可用测功器测定有效扭矩和曲轴角速度，然后用公式计算出发动机的有效功率  $P_e$ 。

$$P_e = T_e \cdot \frac{2\pi n}{60} \times 10^{-3} = \frac{T_e n}{9\,550}$$

式中  $T_e$ ——有效扭矩 ( $\text{N} \cdot \text{m}$ )；

$n$ ——曲轴转速 ( $\text{r}/\text{min}$ )。

##### (3) 转速。

发动机曲轴每分钟的回转数称为发动机的转速，用  $n$  表示，单位为  $\text{r}/\text{min}$ 。转速的高低关系到单位时间内做功次数的多少或发动机有效功率的大小，即发动机的有效功率随转速的不同而改变。因此，在说明发动机有效功率的大小时，必须同时指明其相应的转速。

在发动机产品标牌上规定的有效功率及其相应的转速分别称为标定功率和标定转速。发动机在标定功率和标定转速下的工作状况称为标定工况。标定功率不是发动机所能发出的最大功率，它是根据发动机用途而制定的有效功率最大使用限度。同一种型号的发动机，当其用途不同时，其标定功率值并不相同，有效扭矩也随发动机工况而变化。因此，汽车发动机以其所能输出的最大扭矩及其相应的转速作为评价发动机动力性的一个指标。

##### (4) 平均有效压力。

单位气缸工作容积所做的有效功称为平均有效压力，记作  $p_{me}$ ，单位为  $\text{MPa}$ 。显然，平均有效压力越大，发动机的做功能力越强。



### (5) 升功率。

升功率是指在额定工况下，发动机每升气缸工作容积所发出的功率，它是从发动机有效功率的角度对其气缸工作容积的利用率所作的总评价，它与平均有效压力和转速的乘积成正比。升功率越大，发动机的强化程度越高，发出一定有效功率的发动机尺寸越小。升功率是评定发动机动力性能和强化程度的重要指标之一。

## 2. 经济性指标

发动机经济性指标包括有效热效率和有效燃油消耗率等。

### (1) 有效热效率。

燃料燃烧所产生的热量与其转化的有效功的比的百分数称为有效热效率，记作  $\eta_e$ 。显然，为获得一定数量的有效功，所消耗的热量越少，有效热效率越高，发动机的经济性越好。

### (2) 有效燃油消耗率。

发动机每输出 1 kW 的有效功所消耗的燃油量称为有效燃油消耗率，记作  $b_e$ ，单位为  $g/(kW \cdot h)$ 。

$$b_e = \frac{B}{P_e} \times 10^3$$

式中  $B$ ——发动机在单位时间内的耗油量 ( $kg/h$ )；

$P_e$ ——发动机的有效功率 ( $kW$ )。

显然，有效燃油消耗率越低，经济性越好。

## 3. 环境指标

环境指标主要指发动机排气品质和噪声水平。由于它关系到人类的健康及其赖以生存的环境，因此各国政府都制定了严格的控制法规，以期削减发动机排气和噪声对环境的污染。当前，排放指标和噪声水平已成为发动机的重要性能指标。

### (1) 排放指标。

排放指标主要是指从发动机油箱、曲轴箱排出的气体和从气缸排出的废气中所含的有害排放物的量。对汽油机来说主要是废气中的一氧化碳 (CO) 和碳氢化合物 (HC) 含量；对柴油机来说主要是废气中的氮氧化物 ( $NO_x$ ) 和颗粒 (PM) 含量。

### (2) 噪声水平。

噪声主要指对人的健康造成不良影响及对学习、工作和休息等正常活动产生干扰的声音。由于汽车是城市中的主要噪声源之一，而发动机又是汽车的主要噪声源，因此控制发动机的噪声显得十分重要。例如，我国的噪声标准《声学 汽车车内噪声测量方法》(GB/T 18697—2002) 中规定，轿车的噪声不得大于 79 dB (A)。

## 4. 可靠性指标和耐久性指标

可靠性指标是表征发动机在规定的使用条件下，在规定的时间内正常持续工作能力的指标。可靠性有多种评价方法，如首次故障行驶里程、平均故障间隔里程等。耐久性指标

是指发动机主要零件磨损到不能继续正常工作的极限时间。

## （二）发动机的特性

所谓的发动机特性，是指发动机的性能指标随发动机调整情况和运转工况而变化的规律，表示其变化规律的曲线称为发动机特性曲线。一般发动机有速度特性、负荷特性、调整特性、万有特性这几个特性。由于柴油机和汽油机有很大的区别，所以二者的特性曲线也有所不同。下面主要介绍一下常见的汽油机的几个特性。

### 1. 汽油机的速度特性

所谓的速度特性，是指在发动机点火系统和燃油供给系统调整到最佳的条件下，在节气门开度不变时，发动机的有效功率、有效扭矩、有效燃油消耗率随发动机转速而变化的关系，表述上述关系的曲线称为速度特性曲线。节气门全开时的速度特性称为发动机的外特性，它表示发动机的最高性能；节气门部分开启时的速度特性称为发动机的部分特性。

从图 1.19 中可以看出，随着发动机转速的增加，有效扭矩逐渐增大，当出现最大扭矩后逐渐下降，且下降程度越来越大，整个曲线呈中间高、两边低的中凸形状。

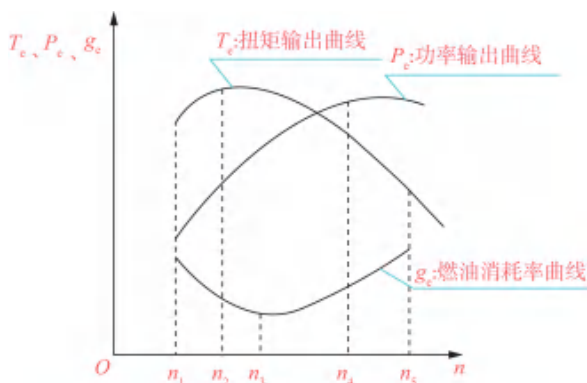


图 1.19 汽油发动机外特性曲线

### 2. 汽油机的负荷特性

所谓的发动机负荷特性，是指在发动机转速不变的条件下，燃油经济性指标随发动机负荷而变化的关系。由于汽油机的负荷调节方式是“量调节”，即控制进入发动机的混合气的数量多少，因此研究负荷特性可以了解在各种负荷条件下发动机的经济性，从而确定在何种负荷率下发动机的经济性最好。

### 3. 汽油机的调整特性

发动机的性能指标随调整情况而变化的关系称为调整特性。对于汽油机来说，主要有点火提前角调整特性和燃料调整特性，即改变点火提前角和燃油标号，发动机的功率和扭矩也会发生一定的变化。对于现在的电控燃油喷射发动机来说，点火提前角是自动控制的，无须调整，所以点火提前角调整特性已经无须考虑。燃料调整特性主要是指发动机使用不同标号的汽油，动力性和经济性都会有一定的变化，一般来说，使用的汽油标号越高，发动机的动力性和经济性越好。

### 4. 汽油机的万有特性

发动机的速度特性和负荷特性只能反映发动机在某一个工况下的发动机性能，但是发动机在实际运行中工况变化范围是非常大的，因此为了综合评价发动机在各种工



况下的性能，人们引入了万有特性的概念。万有特性曲线就是将发动机的多条性能曲线综合在一张坐标图上，全面地描述发动机的各种性能。如图 1.20 所示，横坐标表示发动机转速，纵坐标表示有效扭矩或者平均有效压力，图中的各条曲线表示的是等油耗率曲线和等功率曲线。

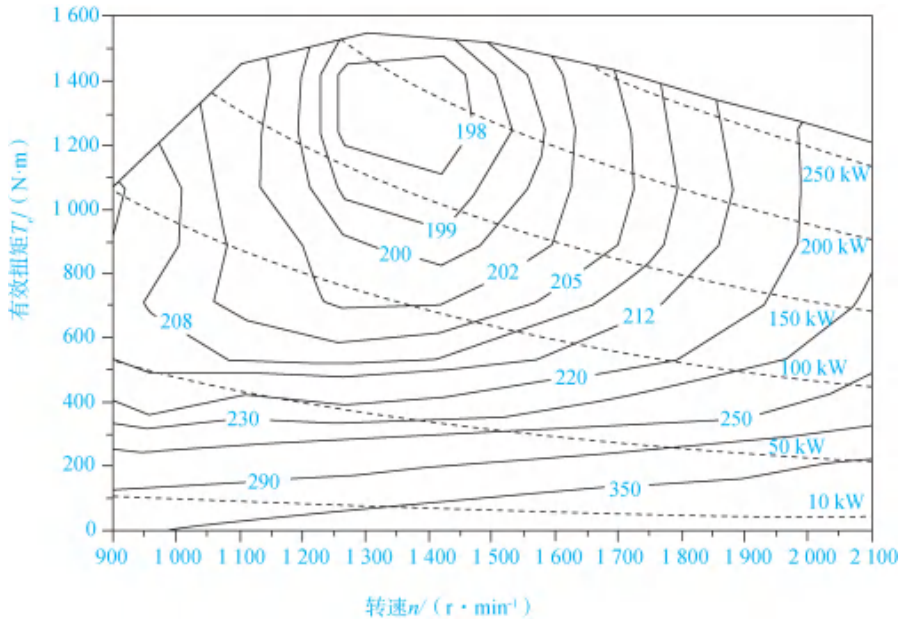




图 1.20 汽油发动机万有特性曲线

### (三) 发动机的“扭矩”和“功率”

在介绍某一车型时，其技术参数中的扭矩和功率通常就是最大扭矩和最大功率，而发动机铭牌上标明的功率及相应转速则称为额定功率和额定转速，额定功率一般要小于最大功率，按照汽车发动机可靠性试验方法的规定，汽车发动机应能在额定工况下连续运行 300~1 000 h。

发动机通过飞轮对外输出的扭矩称为有效扭矩，用  $T_e$  表示，单位为  $N \cdot m$ 。有效扭矩与外界施加于发动机曲轴上的阻力矩相平衡。发动机通过飞轮对外输出的功率称为有效功率，用  $P_e$  表示，单位为 kW，它等于有效扭矩与曲轴角速度的乘积。有效扭矩的最大值称为最大扭矩，有效功率的最大值称为最大功率。关于扭矩和功率的含义，通俗一点讲，扭矩好比百米赛跑选手在起跑点蹲撑，蓄势待发，准备冲向前那一刹那的冲劲；而功率就是维持这股劲可以越跑越快，一直跑到终点的能力。发动机的扭矩象征其气缸一口气所能吸进的油气量，这个吸气量是会随油门开度的加大和发动机转速的逐渐升高而增加的，但是它不会一直变大，到达某一转速它就会达到颠峰，这就是平时人们所说的最大扭矩。

 项目小结 

1. 发动机的作用是把输入气缸内燃烧产生的热能转变为机械能并输出机械动力。现代汽车发动机应用最广泛、数量最多的是水冷式四冲程往复式活塞式内燃机。

2. 发动机的分类方式有按使用燃料分类、按点火方式分类、按冷却方式分类、按工作行程分类、按气缸数目分类、按气缸排列方式分类等。

3. 发动机主要由“两大机构和五大系统”组成，两大机构指曲柄连杆机构、配气机构；五大系统包括燃料供给系统、点火系统、冷却系统、润滑系统，以及起动系统。其中，柴油机无点火系统。

4. 活塞式内燃机的工作循环是由进气、压缩、做功和排气四个工作过程组成的封闭过程。每次经过这四个工作过程，即为发动机的一个工作循环。

5. 活塞顶离曲轴回转中心最远处为上止点，活塞顶离曲轴回转中心最近处为下止点，上、下止点间的距离  $S$  称为活塞行程，每经过一个活塞行程，曲轴旋转  $180^\circ$ 。

6. 上、下止点间所包容的气缸容积称为气缸工作容积；活塞位于上止点时，活塞顶面以上气缸盖底面以下的容积称为燃烧室容积；活塞在下止点时，活塞上方的容积称为气缸总容积。气缸总容积与燃烧室容积之比称为压缩比，内燃机所有气缸工作容积的总和称为发动机排量。

7. 四冲程汽油发动机经过进气、压缩、做功和排气四个行程，完成一个工作循环。这期间活塞在上下止点间往复移动了四个行程，相应地曲轴旋转两圈（ $720^\circ$ ），进排气门各打开一次，发动机做一次功，发动机完成一个工作循环。

8. 四冲程柴油机的工作循环同样包括进气、压缩、做功和排气等四个行程，在各个活塞行程中，进、排气门的开闭和曲柄连杆机构的运动与汽油机完全相同，但二者混合气的形成方式不同，点火方式也不同。

9. 内燃机均按所使用的主要燃料命名，内燃机型号由阿拉伯数字和汉语拼音字母组成，内燃机型号由首部、中部、后部和尾部四部分组成。



10. 发动机的性能指标用来表征发动机的性能特点，并作为评价各类发动机性能优劣的依据。发动机的性能指标主要有动力性指标、经济性指标、环境指标、可靠性指标和耐久性指标。

11. 动力性指标是表征发动机做功能力大小的指标，一般用发动机的有效扭矩、有效功率、转速、平均有效压力和升功率等作为评价发动机动力性好坏的指标。

12. 发动机特性是指发动机的性能指标随发动机调整情况和运转工况而变化的规律，表示其变化规律的曲线称为发动机特性曲线。一般发动机有速度特性、负荷特性、调整特性和万有特性这几个特性。





 课后习题 

1. 四冲程汽油机和四冲程柴油机在工作循环方面的相同点有哪些？
2. 什么是燃烧室容积、气缸工作容积、气缸总容积？
3. 什么是发动机排量？
4. 四冲程汽油机的工作过程是怎样的？
5. 四冲程汽油机和四冲程柴油机在可燃混合气形成方式上有什么不同？
6. 四冲程汽油机和四冲程柴油机在点火方式上有什么不同？
7. 四冲程内燃机与二冲程内燃机相比有何异同？
8. 内燃机的型号由哪几部分构成？
9. 发动机的动力性指标有哪些？分别代表什么含义？



## 实训一——发动机总体结构认知

### 一、实训目的

1. 学生通过实训能准确说出发动机的基本构造。
2. 学生通过实训能理解发动机的工作原理。
3. 学生通过实训能学会正确使用相关工具。
4. 通过实训培养学生的团结协作意识及精益求精的工匠精神。

### 二、技能要求

1. 能识别不同类型的发动机结构。
2. 能基本识别发动机两大机构和五大系统的位置。
3. 能在车辆上找出发动机的铭牌并识别其型号。

### 三、安全事项

1. 正确使用工具。
2. 在教师指导下严格按照操作规范进行拆装和检查。
3. 台架固定和定位可靠。

### 四、实训准备

请根据实训项目查询资料，将所需工具设备填入下表。

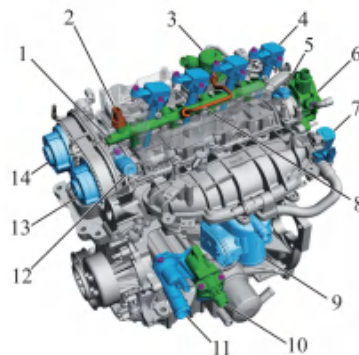
序号	工具名称	规格型号



### 五、结构认知

1. 请写出图一中所标部件的名称。

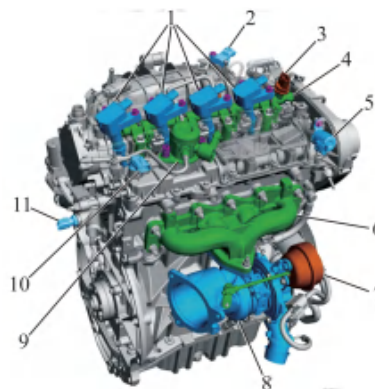
- (1) \_\_\_\_\_;
- (2) \_\_\_\_\_;
- (3) \_\_\_\_\_;
- (4) \_\_\_\_\_;
- (5) \_\_\_\_\_;
- (6) \_\_\_\_\_;
- (7) \_\_\_\_\_;
- (8) \_\_\_\_\_;
- (9) \_\_\_\_\_;
- (10) \_\_\_\_\_;
- (11) \_\_\_\_\_;
- (12) \_\_\_\_\_;
- (13) \_\_\_\_\_;
- (14) \_\_\_\_\_。



图一

2. 请写出图二中所标部件的名称。

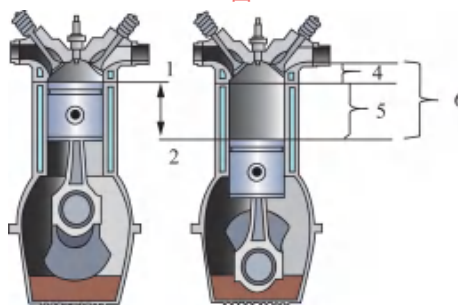
- (1) \_\_\_\_\_;
- (2) \_\_\_\_\_;
- (3) \_\_\_\_\_;
- (4) \_\_\_\_\_;
- (5) \_\_\_\_\_;
- (6) \_\_\_\_\_;
- (7) \_\_\_\_\_;
- (8) \_\_\_\_\_;
- (9) \_\_\_\_\_;
- (10) \_\_\_\_\_;
- (11) \_\_\_\_\_。



图二

3. 请写出图三中发动机常见术语的名称。

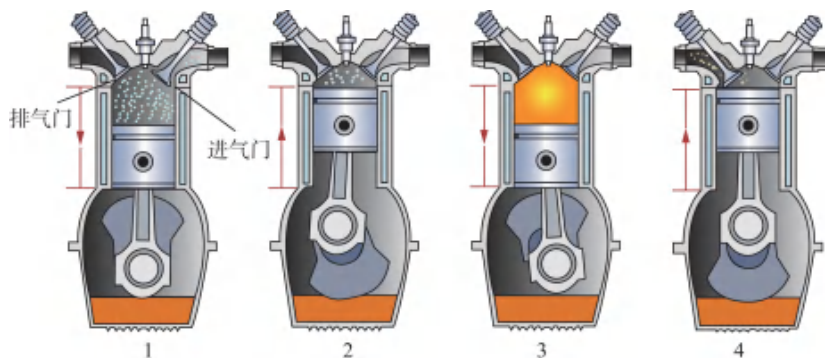
- (1) \_\_\_\_\_;
- (2) \_\_\_\_\_;
- (3) \_\_\_\_\_;
- (4) \_\_\_\_\_;
- (5) \_\_\_\_\_;
- (6) \_\_\_\_\_。



图三

4. 根据图四中发动机的工作状态，写出对应的发动机工作循环过程。

- (1) \_\_\_\_\_ ；
- (2) \_\_\_\_\_ ；
- (3) \_\_\_\_\_ ；
- (4) \_\_\_\_\_ 。



图四

## 六、根据发动机的工作原理回答以下问题

1. 结合发动机的工作循环完成下表。

发动机工作过程运动情况及气缸内温度与压力的变化情况				
活塞行程	活塞运动	气门开闭情况	气缸压力	气缸温度
进气行程				
压缩行程				
做功行程				
排气行程				

2. 解释以下发动机术语。

上止点：



气缸工作容积：

压缩比：

工作循环：

发动机排量：

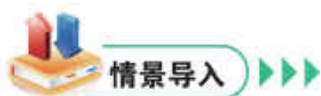
## 七、总结评价

根据自己的实操表现填写下表。

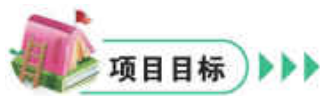
注意：自我评价和小组评价分为优秀、良好、合格、不合格四个等级。

序号	作业说明	作业内容	自我评价	小组互评	评价记录
1	作业准备	1. 发动机总成台架安全检查			
		2. 通用及专用工具检查			
		3. 场地、发动机总成外观检查及清洁			
2	操作过程	1. 操作步骤正确			
		2. 选择正确的工具、仪器			
		3. 零部件摆放整齐有序			
		4. 正确记录测量值			
		5. 会正确查阅维修手册			
4	6S 情况	1. 正确穿戴工装			
		2. 设备总成、工具、场地的及时整理清洁			
		3. 人身及设备安全			
5	熟练程度	操作的熟练程度			

# 项目二 曲柄连杆机构检修



一辆大众帕萨特轿车行驶了  $1.8 \times 10^5$  km，车主反映该车现在油耗高、动力不足、机油消耗严重。经检查该车气缸压力偏低，需要更换活塞环及气缸套。



## 知识目标

1. 了解曲柄连杆机构的基本组成。
2. 了解曲柄连杆机构各组成元件的功能。
3. 了解发动机的做功顺序。

## 技能目标

1. 能参考维修手册熟练掌握曲柄连杆机构的拆装。
2. 能参考维修手册熟练进行曲柄连杆机构机械零件状态的检查。
3. 能建立汽车机械零件故障分析的基本思路。

## 思政目标

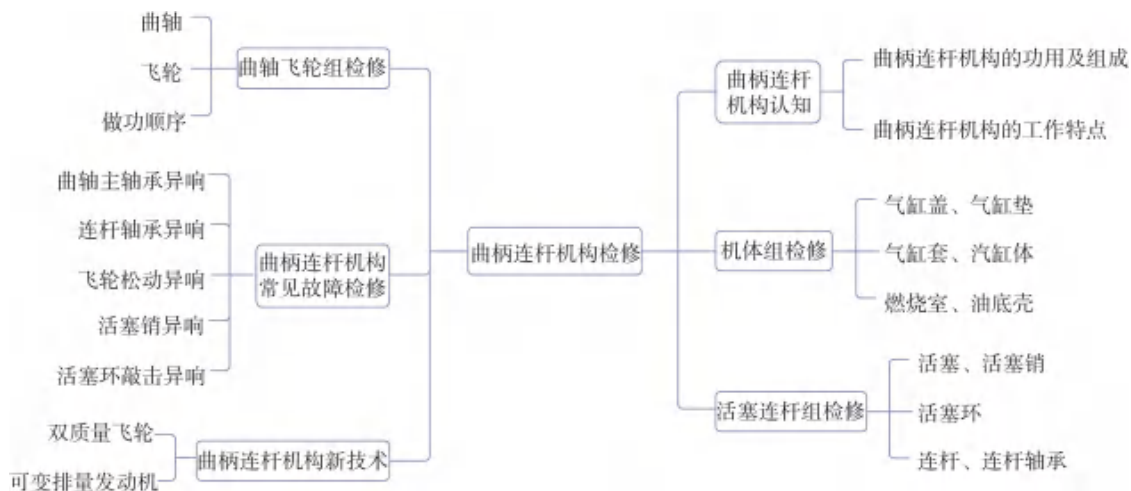
1. 通过检修工艺的学习培养学生精益求精的工匠精神。
2. 通过拆装练习培养学生的规范操作和安全意识。
3. 培养学生团队协作和自主学习及分析问题解决问题的能力。



本项目对应国家“1+X”职业技能等级证书《汽车运用与维修（含智能新能源汽车）1+X证书制度—职业技能等级标准》，1-1 汽车动力与驱动系统综合分析技术（中级）动力系统检修模块、1.1 缸盖和气门机构维修、1.2 缸体和曲轴活塞组件维修等任务的知识 and 技能要求。



知识拓展图



视频讲解

## 任务一 曲柄连杆机构认知

### 一、曲柄连杆机构的功用及组成

#### (一) 曲柄连杆机构的功用

曲柄连杆机构的功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而对外输出动力。

#### (二) 曲柄连杆机构的组成

曲柄连杆机构主要由机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组三部分组成。其中，机体组主要包括气缸体、曲轴箱、气缸盖、气缸垫等不动件；活塞连杆组主要包括活塞、活塞环、活塞销和连杆等运动件；曲轴飞轮组主要包括曲轴和飞轮等机件。曲柄连杆机构示意图如图 2.1 所示。

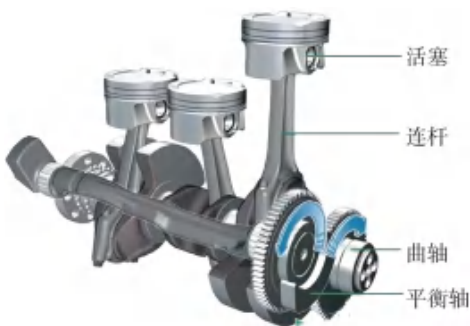


图 2.1 曲柄连杆机构示意图



## 二、曲柄连杆机构的工作特点

曲柄连杆机构的工作特点是：发动机工作时，曲柄连杆机构直接与高温、高压气体接触，曲轴的旋转速度很高，活塞往复运动的线速度相当大，同时，曲柄连杆机构工作时还与可燃混合气和燃烧废气接触，且受到化学腐蚀作用，润滑困难。可见，曲柄连杆机构的工作条件相当恶劣，它要承受高温、高压、高速和化学腐蚀作用，此外，还要承受各种交变力的作用。



视频讲解

## 任务二 机体组检修

机体组主要由气缸盖、气缸垫、气缸体、气缸套、曲轴箱和油底壳等机件组成。发动机机体是发动机的装配基体，它支撑着发动机的运动件，安装着各种附件，承受着发动机工作时产生的内、外作用力。因此，机体需要有足够的强度，以承受在标定负荷甚至在一定超载负荷下的各种作用力；有足够的刚度，使发动机在工作时各部分的变形小，且对于冷却液、润滑油和燃烧气体有良好的耐腐蚀性。



理论知识

### 一、气缸盖

#### (一) 气缸盖的功用与组成

气缸盖的主要功用是封闭气缸上部，并与活塞顶部和气缸壁一起构成燃烧室。气缸盖安装在气缸体的上面，它经常与高温高压燃气相接触，因此要承受很大的热负荷和机械负荷。水冷发动机的气缸盖内部制有冷却水套，缸盖下端面的冷却水孔与缸体的冷却水孔相通，利用循环水来冷却燃烧室等高温部分。

气缸盖上还装有进、排气门座，气门导管孔，用于安装进、排气门，还有进气通道和排气通道等。汽油机的气缸盖上加工有安装火花塞的孔，而柴油机的气缸盖上加工有安装喷油器的孔。顶置凸轮轴式发动机的气缸盖上还加工有凸轮轴轴承孔，用以安装凸轮轴。气缸盖示意图如图 2.2 所示。



图 2.2 气缸盖示意图



图 2.3 单体气缸盖