



**苏州久富农业机械有限公司**  
SUZHOU JOFAE AGRICULTURAL MACHINERY CO., LTD

# 发动机基础知识

营业服务部·培训课

# 目 录

安全操作规范

发动机基础知识

常用工具的使用

常用油品的相关知识

# 安全操作规范

# 安全操作规范-1



\* 阅读使用说明书



\* 穿合适的服装



\* 加油时严禁烟火



\* 禁止酒后驾驶

## 安全操作规范-2



\* 注意机器周围



\* 废油废水勿随意处理



\* 安全驾驶



\* 卡车运输

# 安全操作规范-3



\* 坡道行驶的注意事项



\* 装卸车时的注意事项

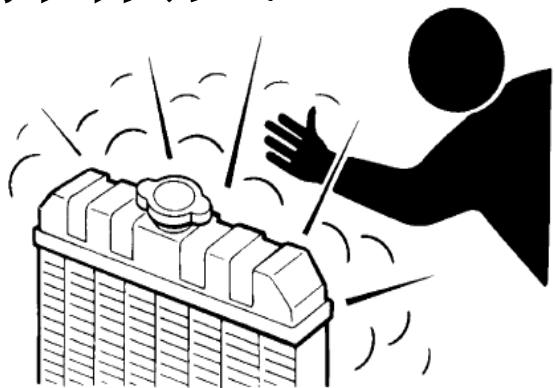


\* 注意翻车



\* 坡道行使

## 安全操作规范-4



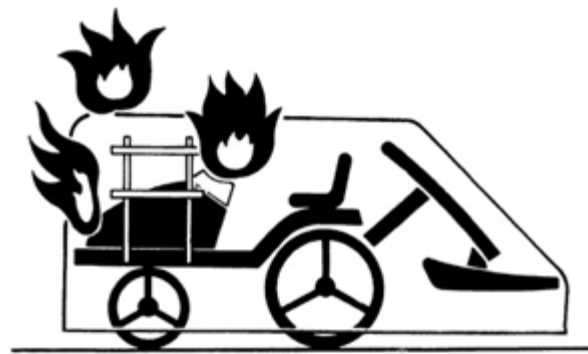
\* 防止烫伤



\* 勿接触运转部分



\* 蓄电池的使用



\* 使用后的保养

# 发动机基础知识

发动机概述

发动机的常用术语

发动机的工作原理

发动机性能指标与特性

发动机的总体结构

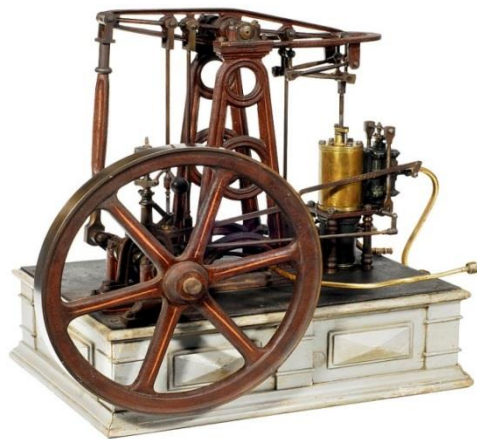
发动机产品名称和型号编制规则

# 发动机概述

# 发动机概述

## 综述和基本概念

- 1、**发动机**：是将燃料燃烧释放的热能转变成机械能的机械；  
凡是将燃料燃烧所产生的热能转变成机械能的机器统称为**热力发动机**，简称**发动机**。
- 2、**热力发动机分类**：根据燃料燃烧部位不同分为：



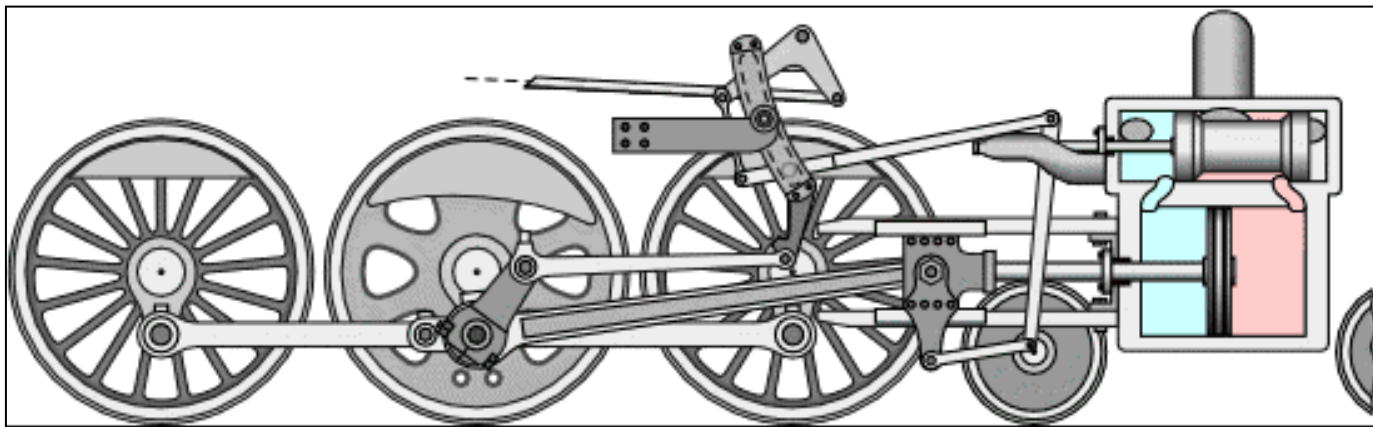
(1) 外燃机



(2) 内燃机

# 发动机概述

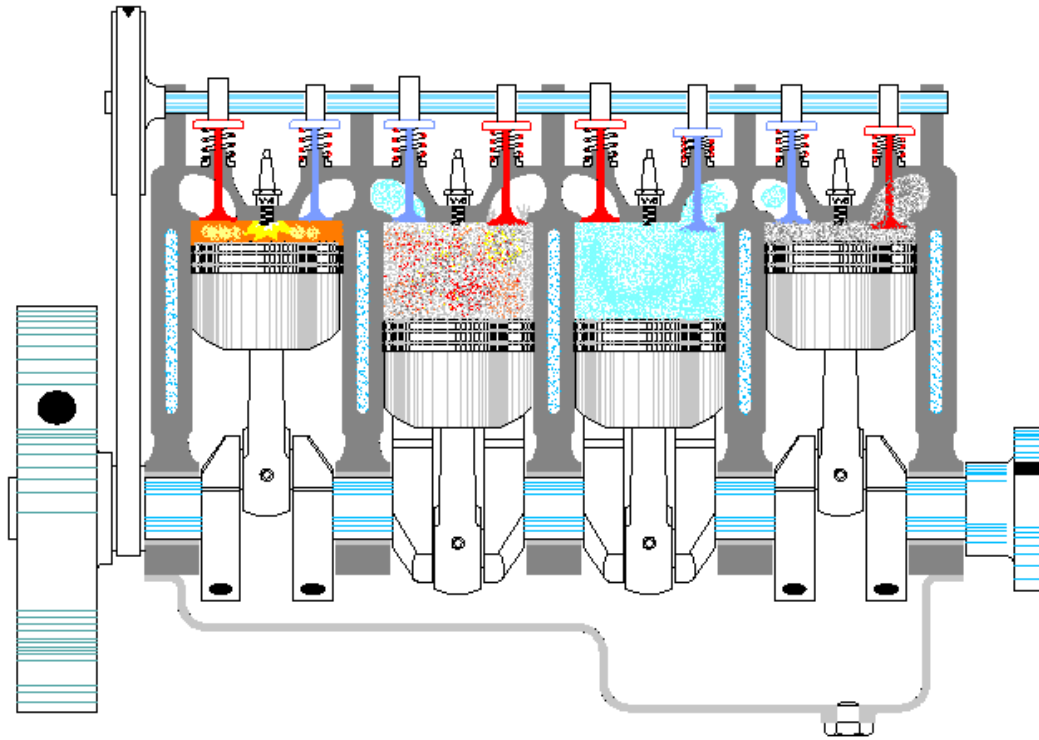
外燃机：



燃料在发动机外部燃烧的称为外燃机，如蒸汽机、汽轮机等等

# 发动机概述

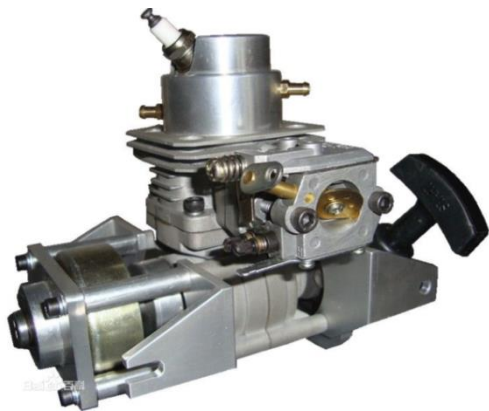
内燃机：



燃料直接在发动机内部燃烧的称为内燃机，如柴油机、汽油机等等。

# 发动机概述

## 1、按所用燃料分：



汽油机



柴油机



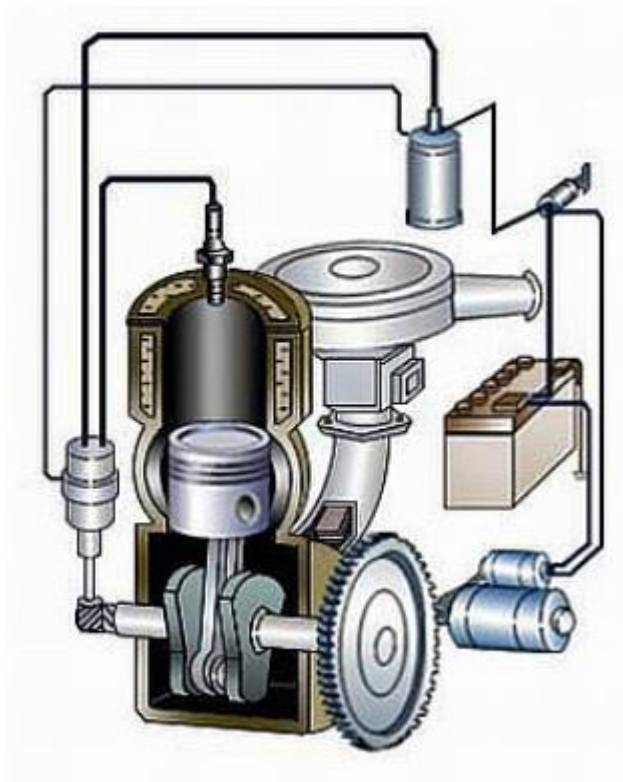
石油液化机



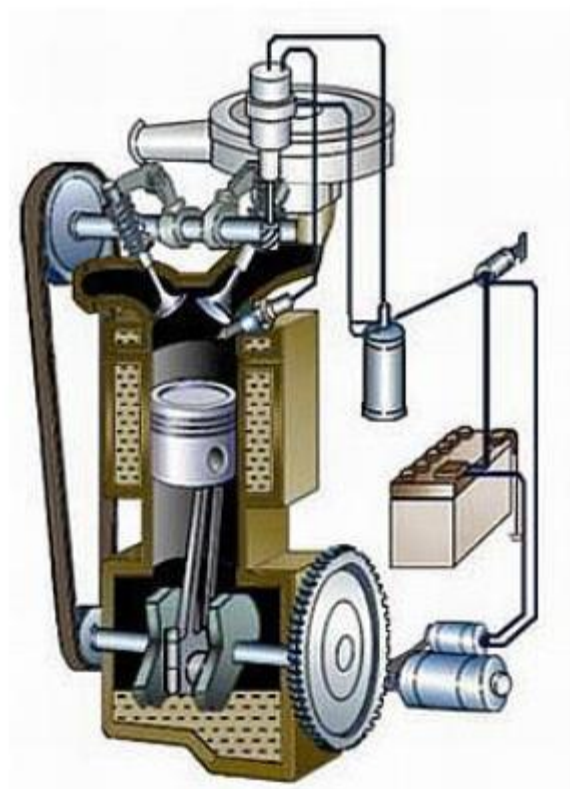
沼气机

# 发动机概述

## 2、按循环行程数分：



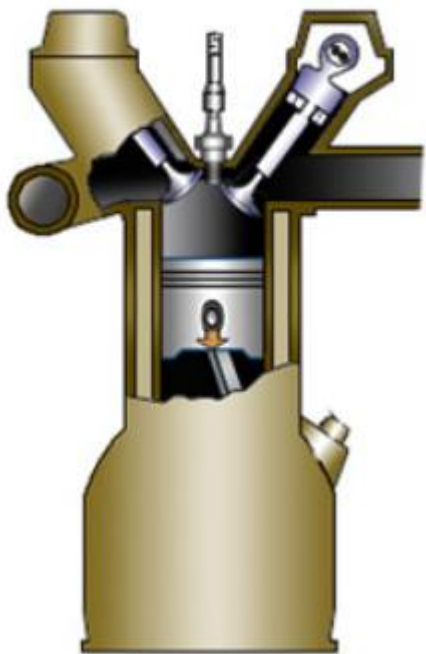
两行程发动机



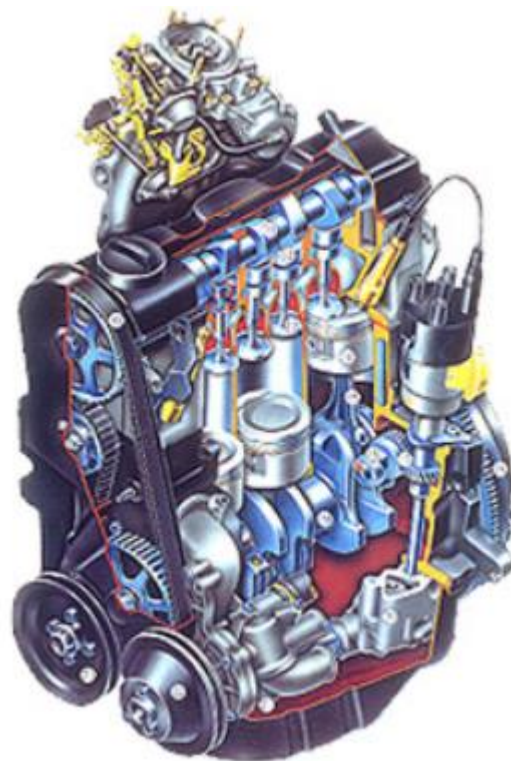
四行程发动机

# 发动机概述

## 3、按气缸数分：



单缸发动机



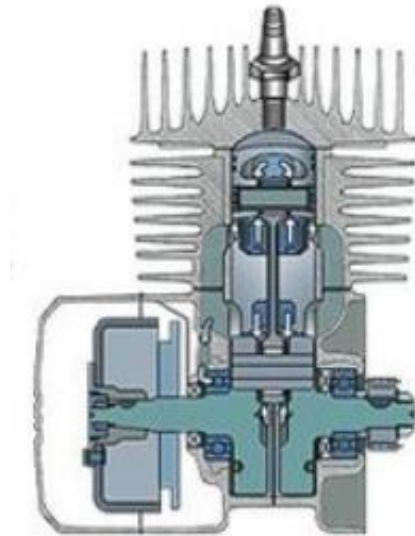
多缸发动机

# 发动机概述

## 4、按冷却方式分：



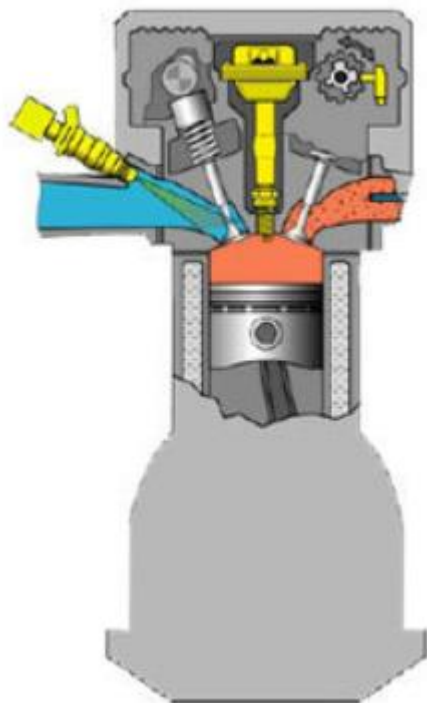
水冷发动机



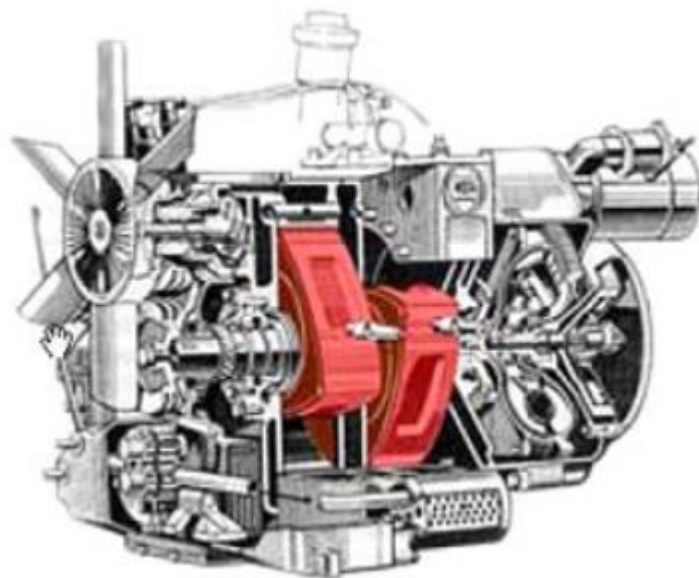
风冷发动机

# 发动机概述

5、按活塞运动方式分：



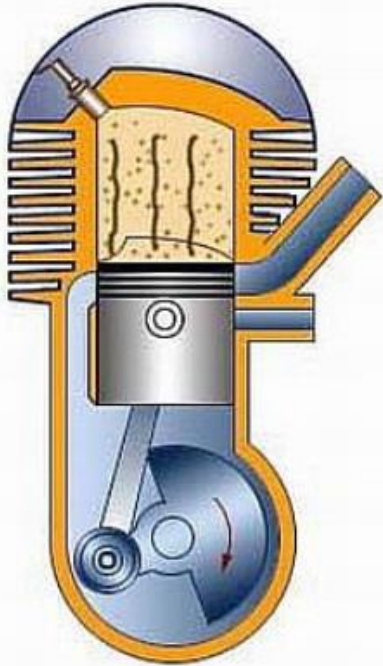
往复活塞式



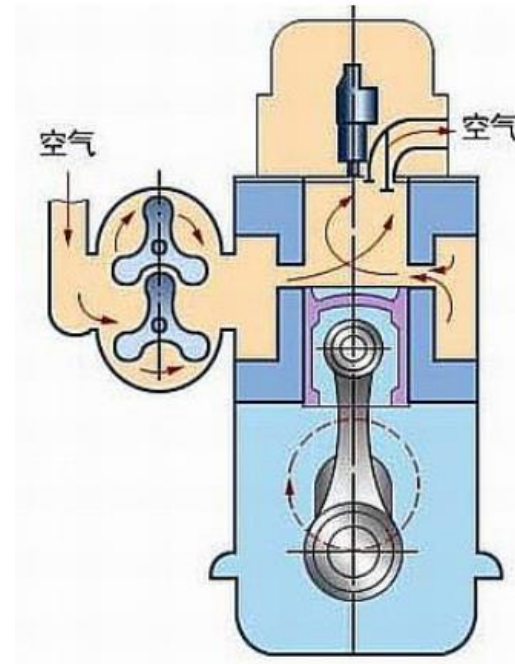
转子活塞式

# 发动机概述

## 6、按进气方式分：



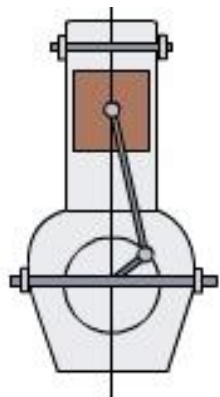
自然吸气式



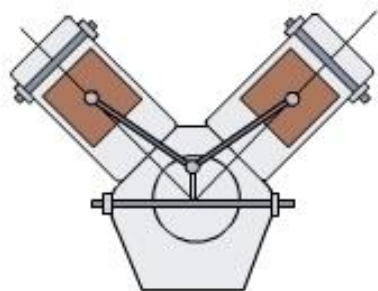
涡轮增压式

# 发动机概述

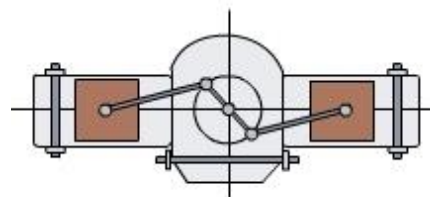
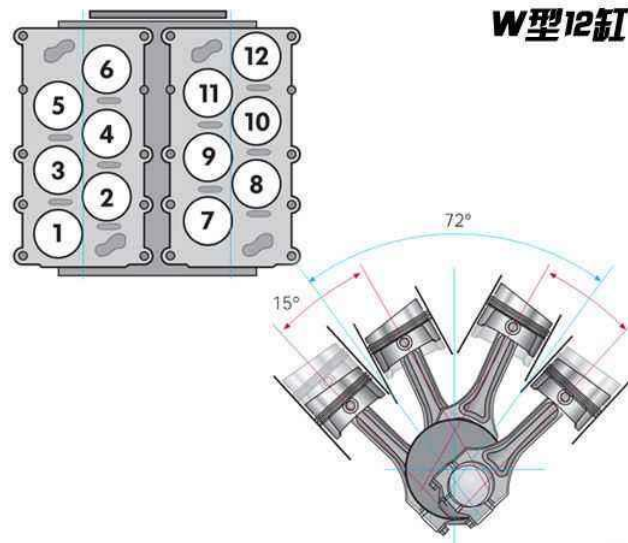
## 7、按气缸排列方式分：



直列式



V型



水平对置式

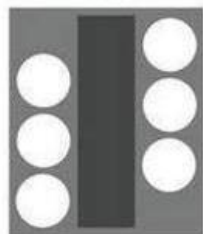
# 发动机概述

8、按气缸排列方式分：

I4



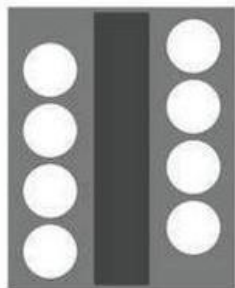
V6



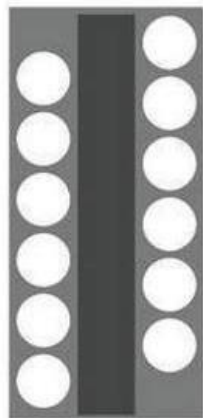
VR6



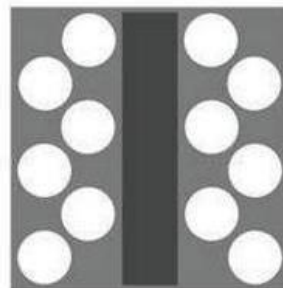
V8



V12



W12



# 发动机常用术语

# 发动机常用术语

1. 上止点：活塞离曲轴回转中心最远处，通常指活塞上行到最高位置。
2. 下止点：活塞离曲轴回转中心最近处，通常指活塞下行到最低位置。
3. 活塞行程(S)：上、下两止点间的距离(mm)。
4. 曲柄半径(R)：与连杆下端(即连杆大头)相连的曲柄销中心到曲轴回转中心的距离(mm)。曲轴每转一转，活塞移动两个行程。
5. 气缸工作容积(V<sub>h</sub>)：活塞从上止点到下止点所让出的空间容积(L)。

$$V_h = \pi D^2 S / (4 \times 10^6) \quad (L)$$

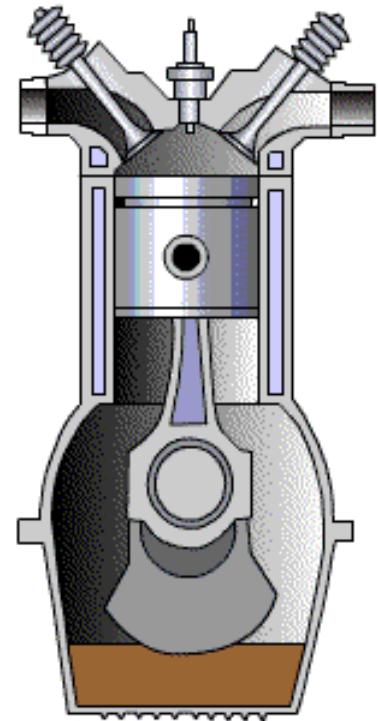
式中：D——气缸直径(mm)。

6. 发动机排量(V<sub>L</sub>)：发动机所有气缸工作容积之和(L)。设发动机的气缸数为i，则  $V_L = V_h \cdot i$  (L)
7. 燃烧室容积(V<sub>C</sub>)：活塞在上止点时，活塞上方的空间叫燃烧室，它的容积叫燃烧室容积(L)。
8. 气缸总容积(V<sub>a</sub>)：活塞在下止点时，活塞上方的容积称为气缸总容积(L)。它等于气缸工作容积与燃烧室容积之和，即  $V_a = V_h + V_C$
9. 压缩比(ε)：气缸总容积与燃烧室的比值，即

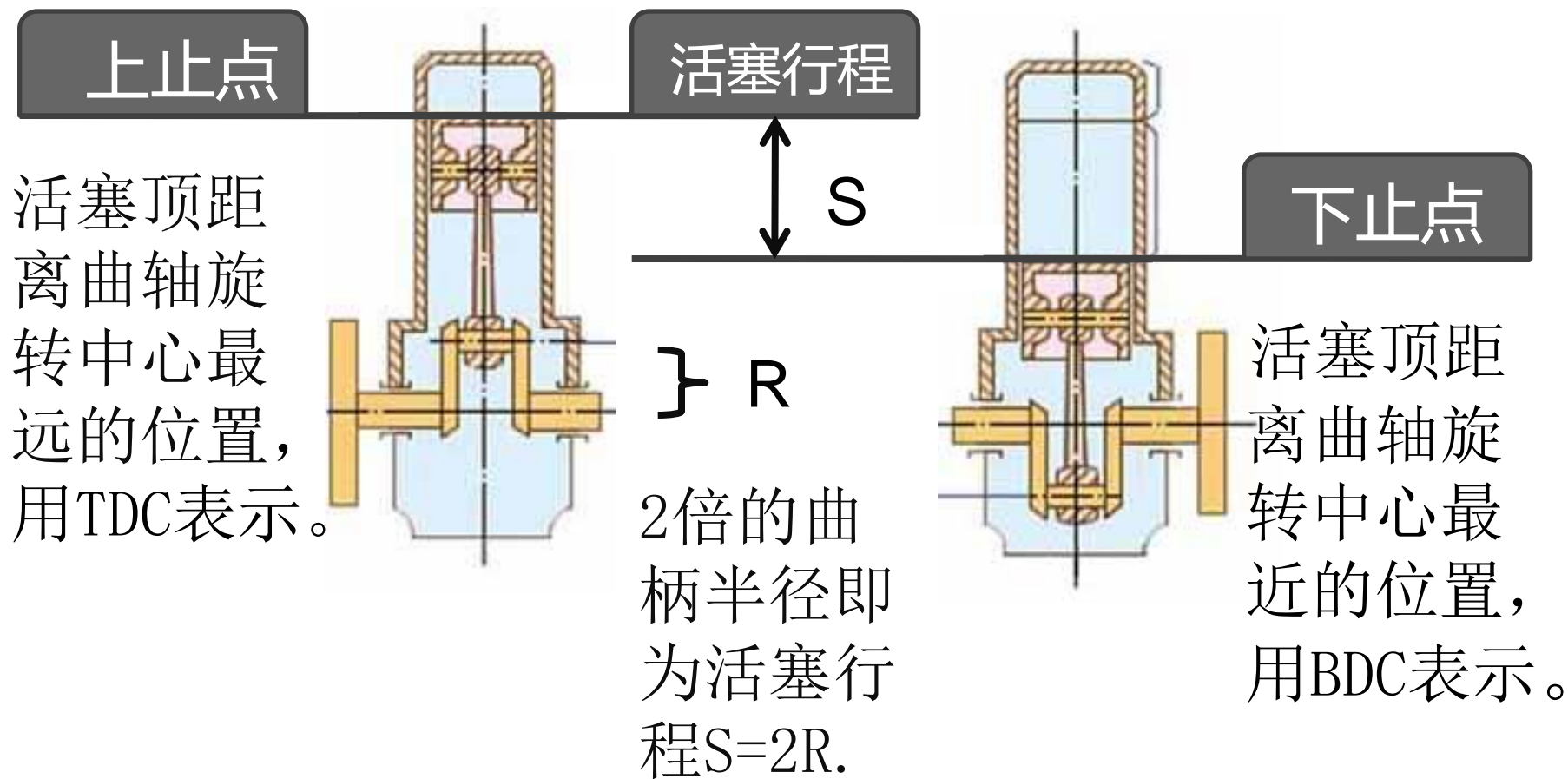
$$\epsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_h + V_c}{V_c} = 1 + \frac{V_h}{V_c}$$

它表示活塞从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。一般汽油机的压缩比为6~10，柴油机的压缩比为15~22。

10. 发动机的工作循环：在气缸内进行的每一次将燃料燃烧的热能转化为机械能的一系列连续过程(进气、压缩、做功和排气)称发动机的工作循环。
11. 二冲程发动机：活塞往复两个行程完成一个工作循环的称为二冲程发动机。
12. 四冲程发动机：活塞往复四个行程完成一个工作循环的称为四冲程发动机。
13. 升功率：功率与排量之比，代表了发动机的先进性能。



# 发动机常用术语



# 发动机常用术语

燃烧室容积

汽缸工作容积

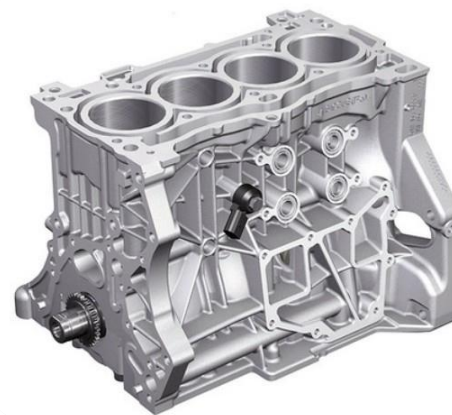
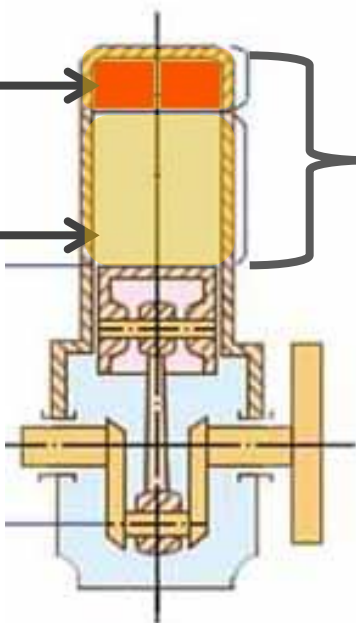
汽缸总容积

压缩比：

汽缸总容积与燃烧室容积之比。

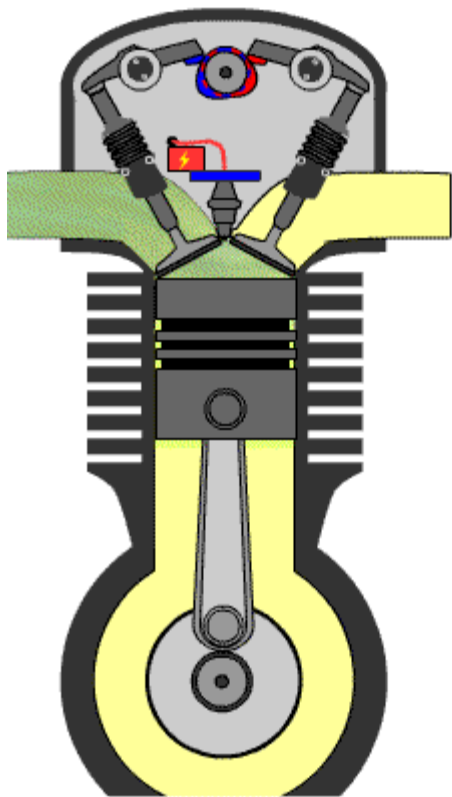
汽油机 7~10

柴油机15~22



发动机工作容积

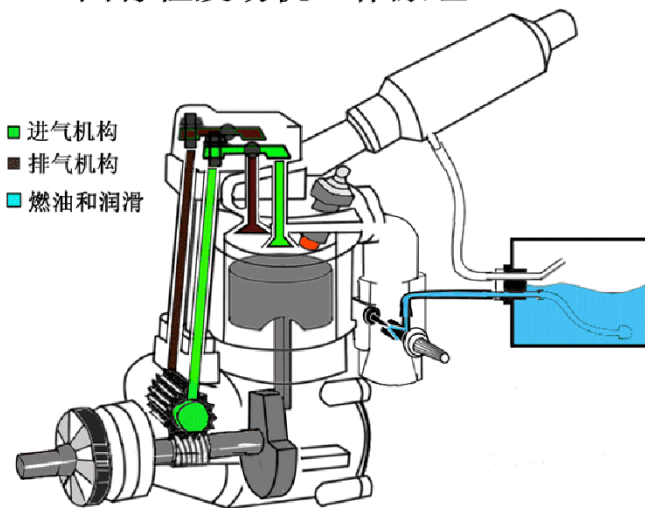
## 发动机常用术语



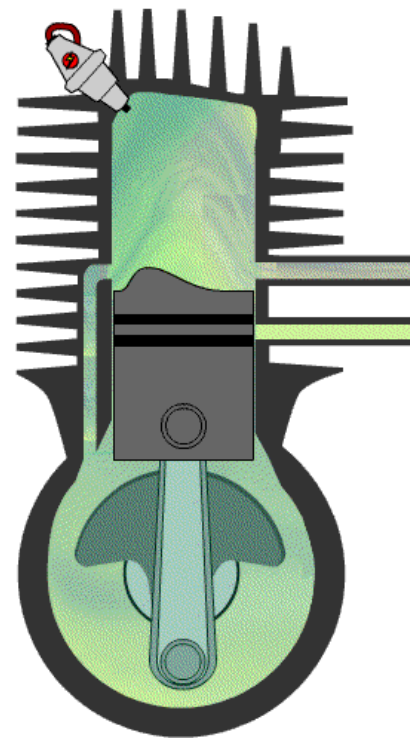
发动机的工作循环：在气缸内进行的每一次将燃料燃烧的热能转化为机械能的一系列连续过程（进气、压缩、做功和排气）称发动机的工作循环。

# 发动机常用术语

四行程发动机工作原理



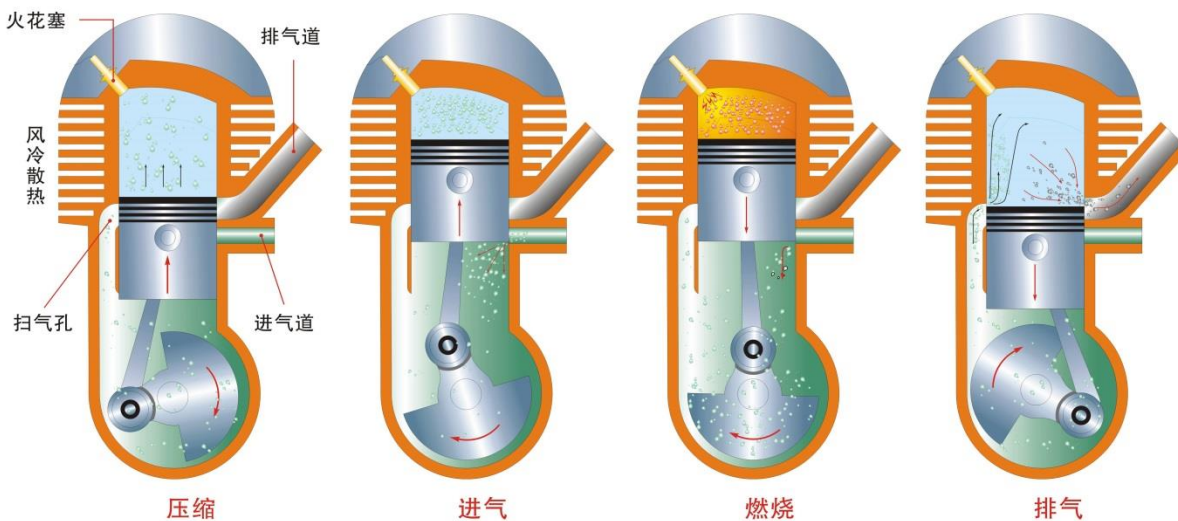
四冲程发动机一个工作循环曲轴旋转720度。



二冲程发动机一个工作循环曲轴旋转360度。

# 发动机常用术语

## 二冲程汽油发动机工作原理图



### 第一行程：压缩/进气

活塞向上运动，将三排气孔都关闭，活塞上部开始压缩。  
当活塞继续向上运动时，活塞下方打开了进气孔，可燃混合气体进入曲轴箱内。

### 第二行程：燃烧/排气

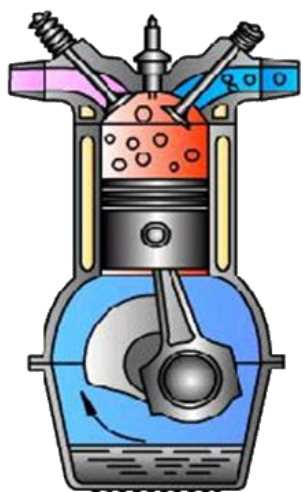
当活塞接近下止点时，火花塞产生火花点燃混合气体，混合气体燃烧膨胀产生巨大的热能推动活塞向下运动。活塞继续向下运动，进气孔关闭，曲轴箱的可燃混合气体受到压缩，当活塞接近下止点时，排气孔打开，气体排出。

现在只有少量专业赛道竞技用摩托车还使用二冲程发动机，另外，还有一些小型的通机产品如油锯、割草机、发电机、船外机、修路用的一些机械还会使用二冲程发动机。

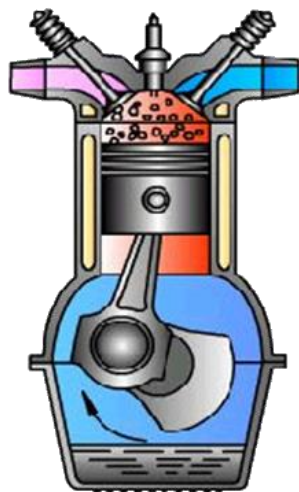
# 发动机工作原理

# 发动机的工作原理

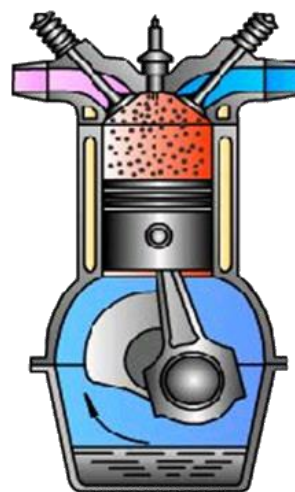
## 单缸汽油机的工作原理



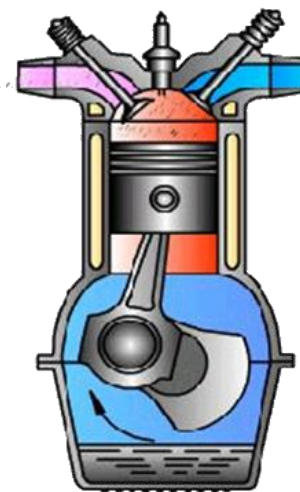
进气行程



压缩行程



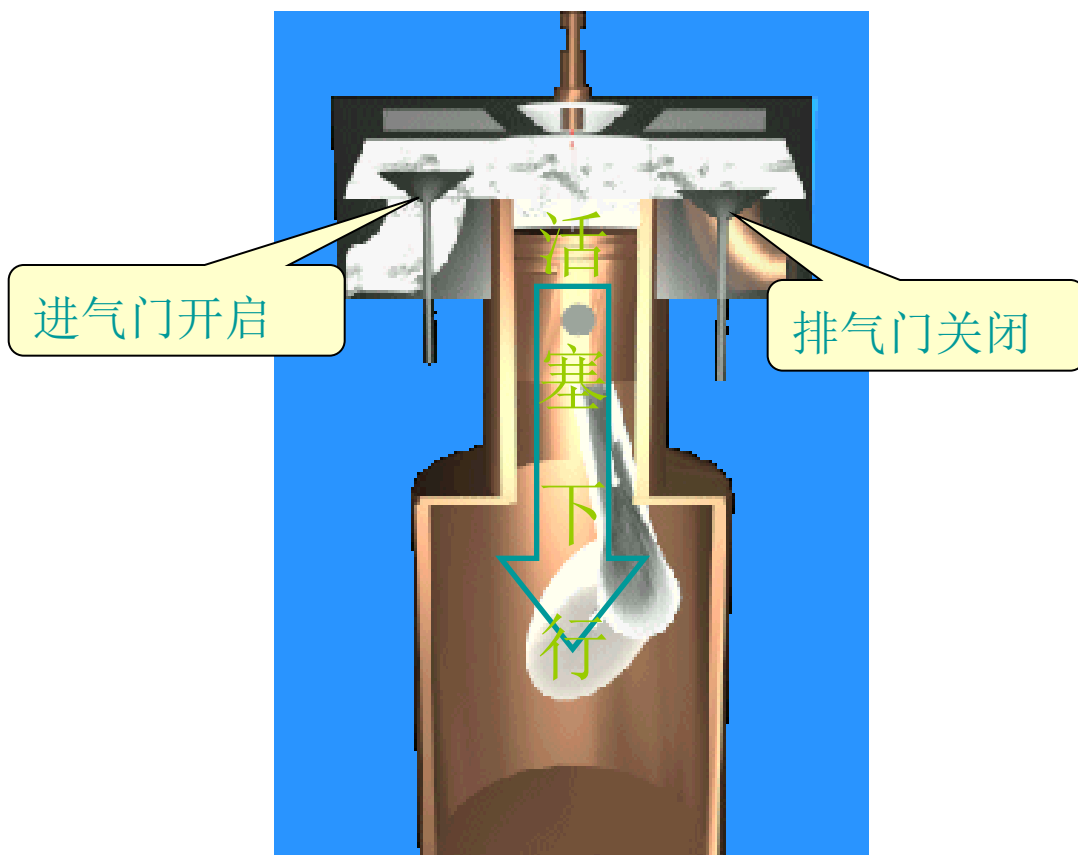
做功行程



排气行程

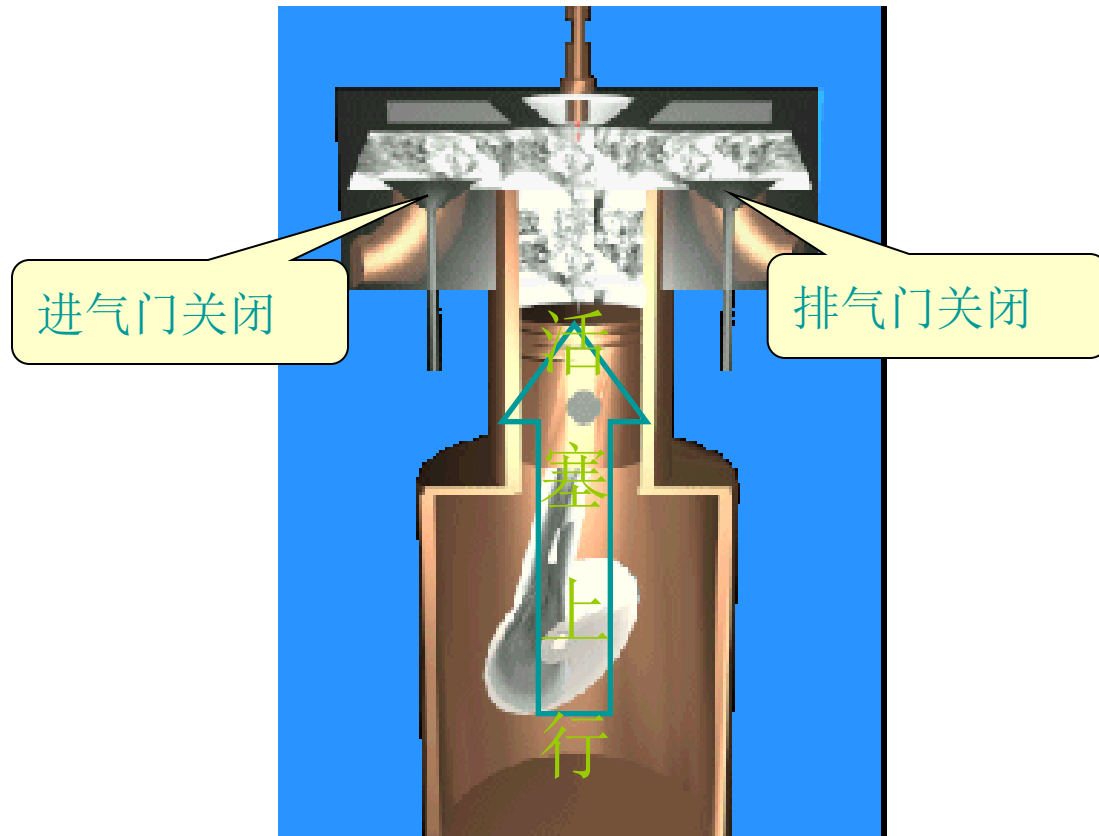
# 发动机的工作原理

## 进气行程：

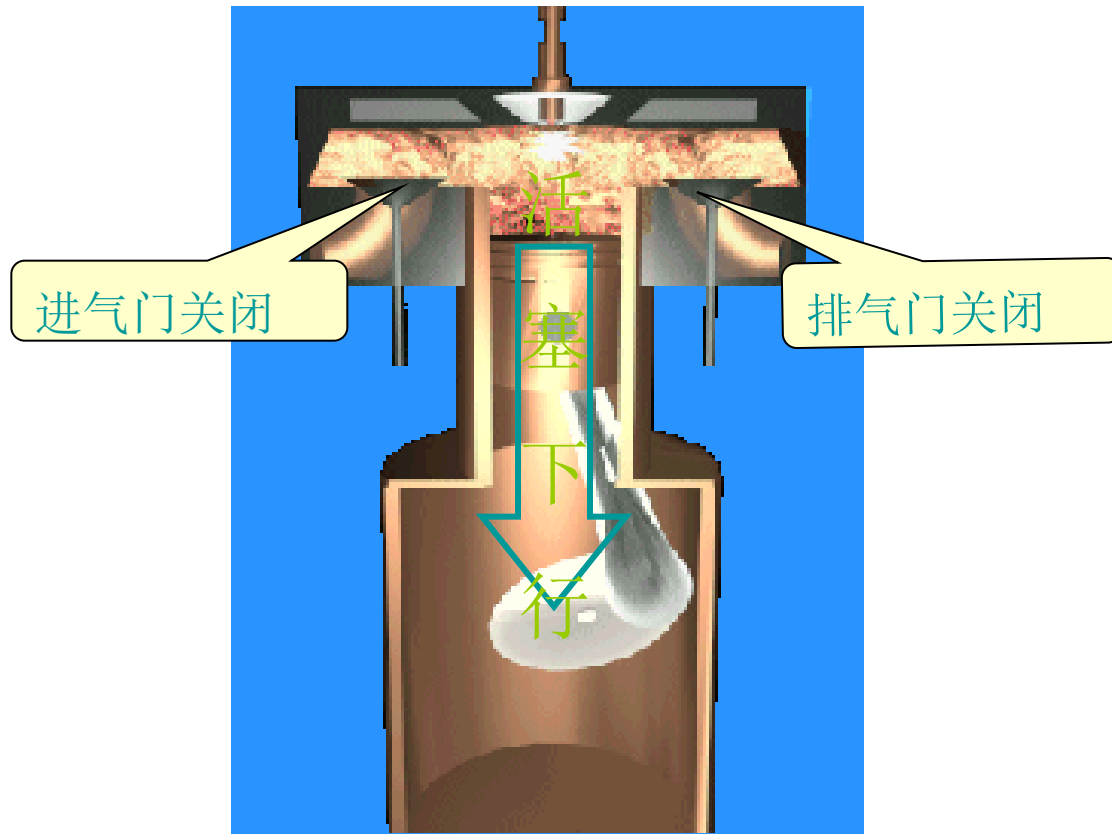


# 发动机的工作原理

## 压缩行程：

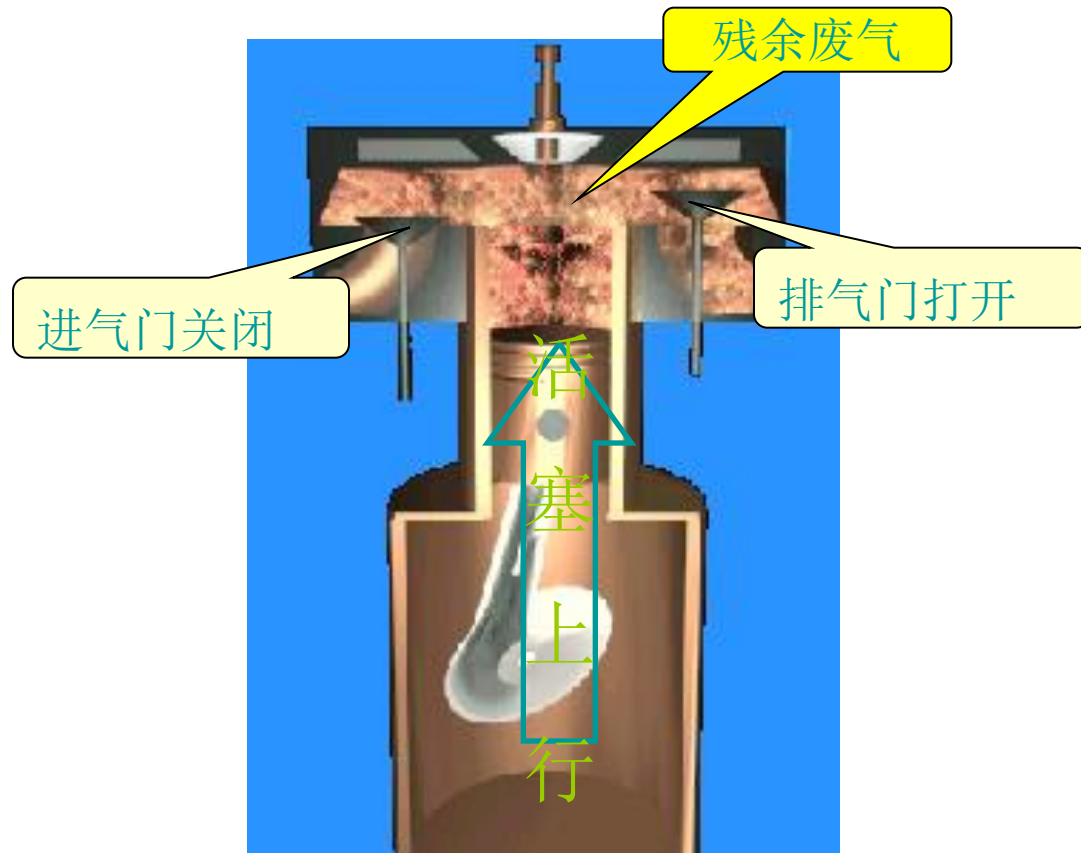


# 发动机的工作原理 做功行程：

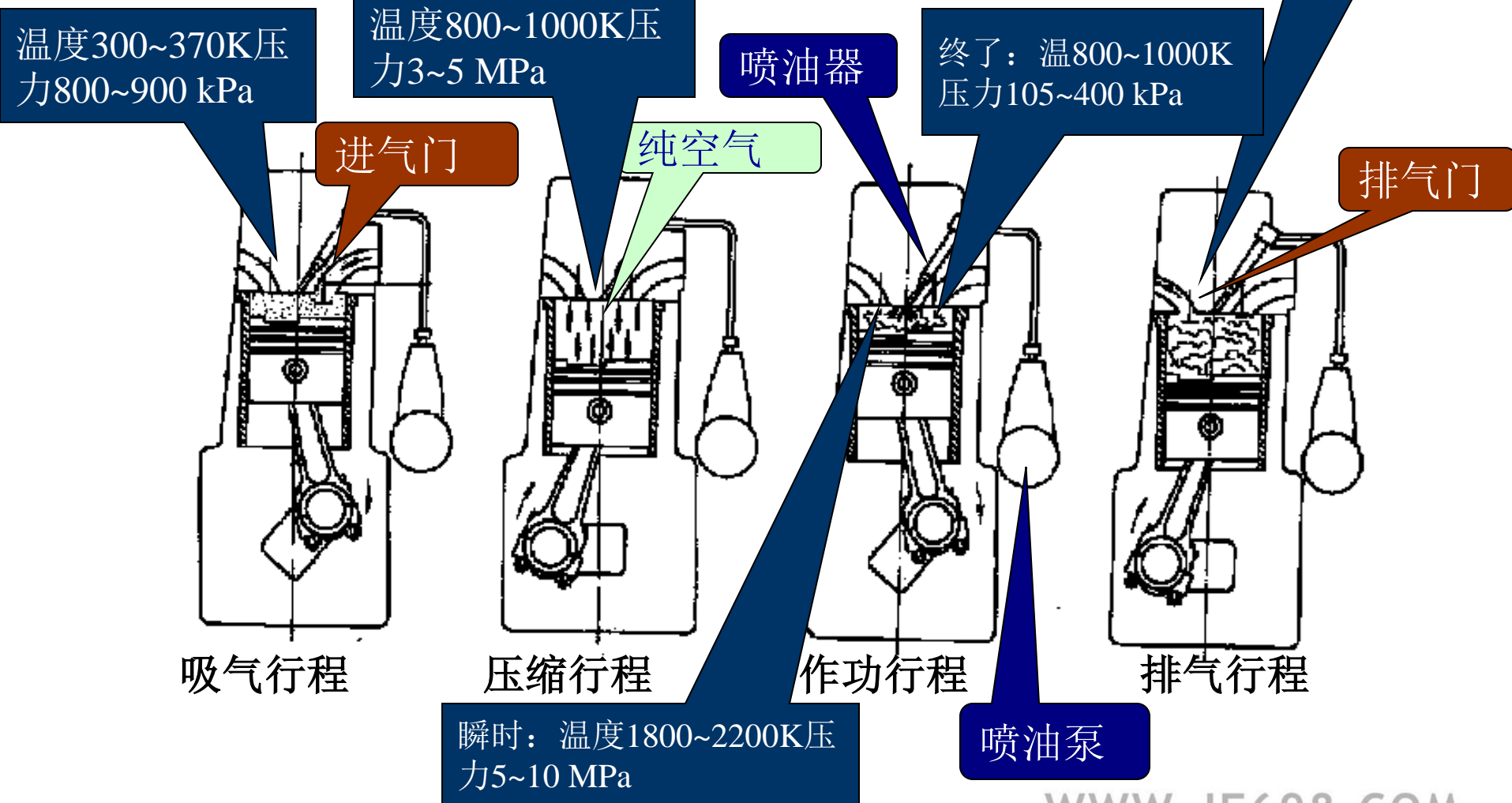


# 发动机的工作原理

## 排气行程：



# 四冲程柴油机的工作原理



# 发动机的工作原理

**四冲程柴油机工作原理：**四冲程柴油机和四冲程汽油机工作原理一样，每个工作循环也是由进气、压缩、做功、排气四个行程组成，但是柴油和汽油性质不同，柴油机在可燃混合气的形成、着火方式等与汽油机有较大的区别。

- 1、进气行程：**它不同于汽油机的是进入气缸的不是混和气而是纯空气。
- 2、压缩行程：**不同于汽油机的是压缩的是纯空气，且由于柴油机压缩比大，压缩终了的温度和压力都比汽油机高，压力可达3MPa—5Mpa，温度可达800~1000K。
- 3、做功行程：**此行程与汽油机油很大不同。压缩行程末喷油泵将高压柴油经喷油器呈雾状喷入气缸内的高温空气中，迅速气化并与空气形成可燃混和气，因此此时气缸内的温度远高于柴油的自燃温度（约为500K左右），柴油自行着火燃烧，且以后的一段时间内边喷射边燃烧，气缸内温度、压力急剧升高，推动和活塞下行做功。
- 4、排气行程：**与汽油机排气行程基本相同。

# 发动机的工作原理

## 总结

1. 发动机自行运转之前需要外力完成进气和压缩两个冲程，通常用人力、电动机等带动发动机曲轴和运转。

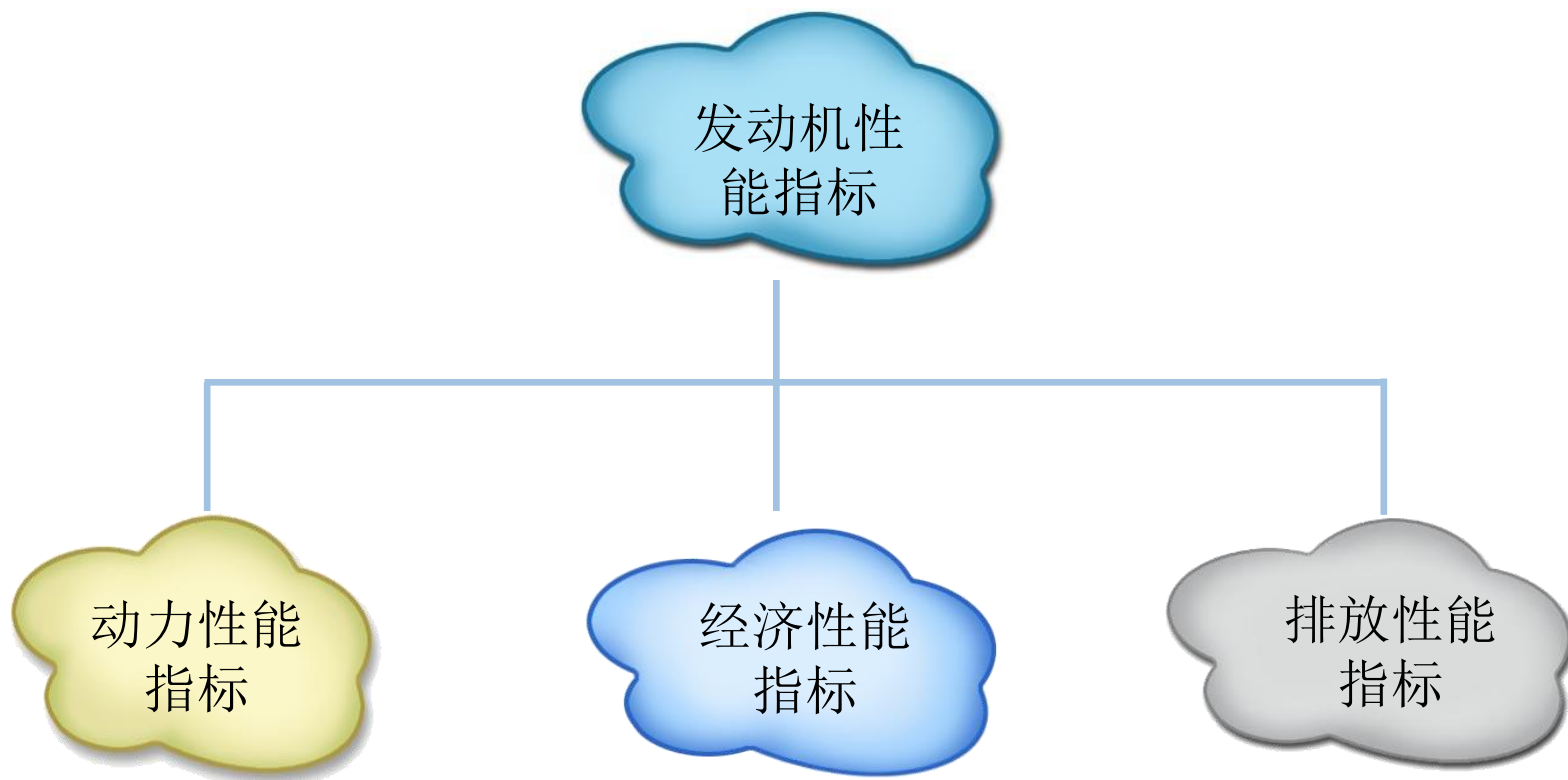
2. 在四个冲程中只有做功冲程是活塞带动曲轴转动，其他三个冲程都是曲轴带动活塞运动。

3. 四冲程发动机一个工作循环曲轴旋转 $720^{\circ}$ ；活塞上、下运动四次。

# 发动机主要性能指标与特性

# 发动机的主要性能指标与特性

发动机的性能指标是用来衡量发动机性能好坏的标准。



# 发动机的主要性能指标与特性

## 动力性指标

### 1、有效转矩 $T_e$ (N.M)

定义：发动机通过飞轮对外输出的转矩。由测功机测得,其值与发动机曲轴所受到的阻力矩相等。

### 2、有效功率 $P_e$ (KW)

定义：发动机通过曲轴或飞轮对外输出的功。它等于有效转矩和曲轴转速的乘积。

### 3、发动机转速 $n$ (r/min)

定义：指发动机曲轴每分钟的转数。

# 发动机的主要性能指标与特性

## 经济性指标

### 1、有效燃油消耗率 $b_e$

定义：发动机每发出1KW有效功率，在1h内所消耗的燃油质量（以g为单位）。

定义式： $b_e = B/P_e * 10^3$  （g/KW. h）

其中 B：发动机在单位时间内的耗油量（kg/h），可在实验中测得。

## 排放性能指标

### 1、排放烟度

### 2、有害气体（CO,HC,NO<sub>x</sub>）排放量

### 3、噪音

# 发动机的主要性能指标与特性

**发动机特性：**发动机的主要性能指标有效扭矩 $T_e$ ，有效功率 $P_e$ ，有效耗油率随其运转工况(负荷、转速)变化而变化的关系称为发动机的特性。

**速度特性：**性能指标随发动机曲轴转速变化的关系。

**负荷特性：**性能指标随负荷变化的关系。

**特性曲线：**用来表示发动机特性的曲线，它是评价内燃机的一种简单、直观、方便的形式。

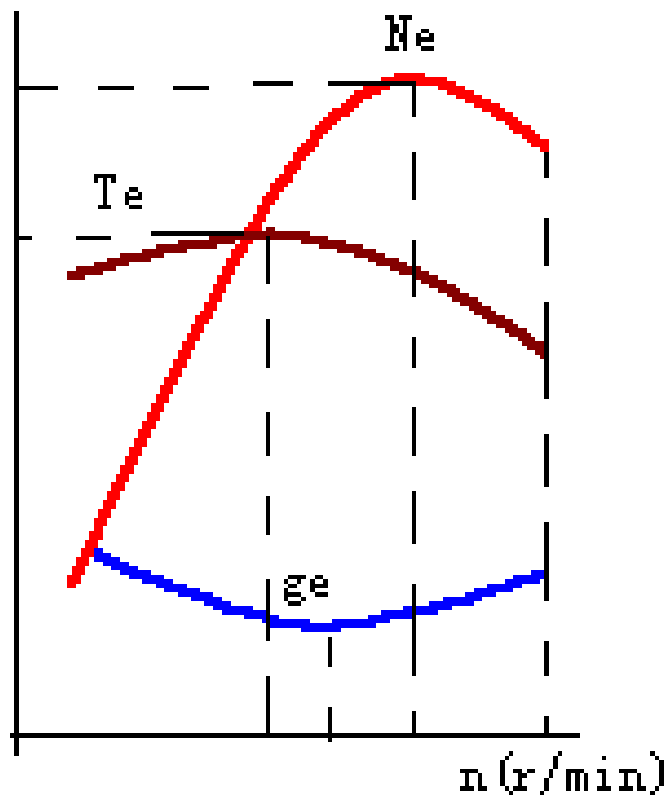
**发动机速度特性曲线：**发动机的性能指标 $T_e$ ， $P_e$ ， $g_e$ ，随发动机转速 $n$ 变化的规律。

# 发动机的主要性能指标与特性

## 速度特性曲线图：

外特性：节气门全开时的速度特性。

部分特性：节气门不全开的任意位置所得到的速度特性。



有效功率

有效扭矩

燃油消耗率

# 柴油与汽油的不同-1

## 一、挥发性

汽油易挥发，柴油不易挥发。所以去加油站，我们闻到的很大味道就是汽油味儿，不是柴油味儿。

## 二、与空气的混合性

汽油易与空气混合，是啊，易挥发就是容易进入空气中，汽油当然容易与空气混合，这就是为什么汽油发动机会用到缸内直喷、分层喷射等方式，进一步优化汽油和空气的混合，混合之后燃烧就更充分了。

柴油则不容易跟空气混合，所以**柴油机**燃烧容易不充分，燃烧不充分就有部分成分没烧完，变成黑色的碳颗粒排放出来，所以柴油车容易冒黑烟，容易味道大，但技术成熟燃烧良好的柴油发动机，是不会冒黑烟的，味道还比汽油发动机更小。

## 柴油与汽油的不同-2

### 三、燃烧方式

汽油分子比较小，活跃燃点低，[汽油机](#)混入理想比例的空气，压缩到10左右[火花塞](#)点燃就是比较理想的状态，柴油因为含碳高，需要更多空气，也不容易被[火花塞](#)点燃，所以要用15~18倍的压缩比，将柴油混合气压缩（气体压缩后温度会升高）至燃烧。就是说，汽油发动机是[火花塞](#)点燃，柴油发动机没有火花塞，是压燃的。

### 四、排放特点

汽油燃烧剧烈温度高，未充分燃烧的化合物会部分高温离解，主要排放物是一氧化碳、碳氢化合物和氮氧化合物。

柴油发动机内空气更多，但因为混合不如汽油充分，缺氧的区域会容易产生碳烟，就是老旧的柴油大车急加速、冷启动时浓烟滚滚的原因。也因为空气更多，柴油发动机排放的一氧化碳和碳氢化合物反而不多，颗粒物和氮氧化物是柴油排放的主要物质。

# 发动机的总体结构

# 发动机的总体结构

发动机是一部由许多机构和系统组成的复杂机器，一般四冲程发动机由两大机构五大系统组成。

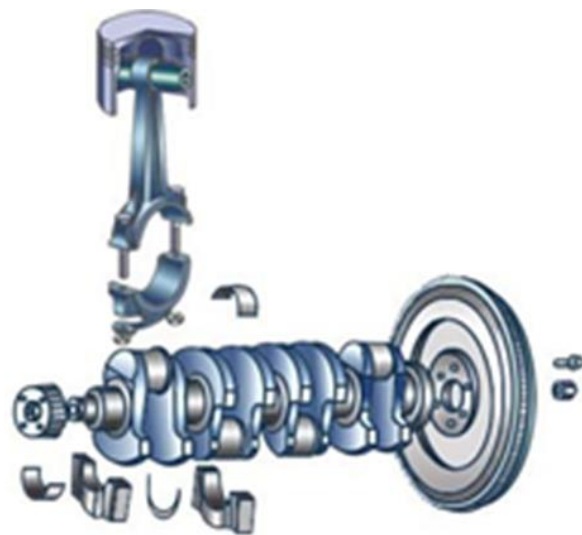
- 一： 曲柄连杆机构
- 二： 配气机构
- 三： 燃油供给系
- 四： 冷却系
- 五： 润滑系
- 六： 起动系
- 七： 点火系（汽油机）

## 曲柄连杆机构的功用及组成

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转变为曲轴的旋转运动而对外做功。

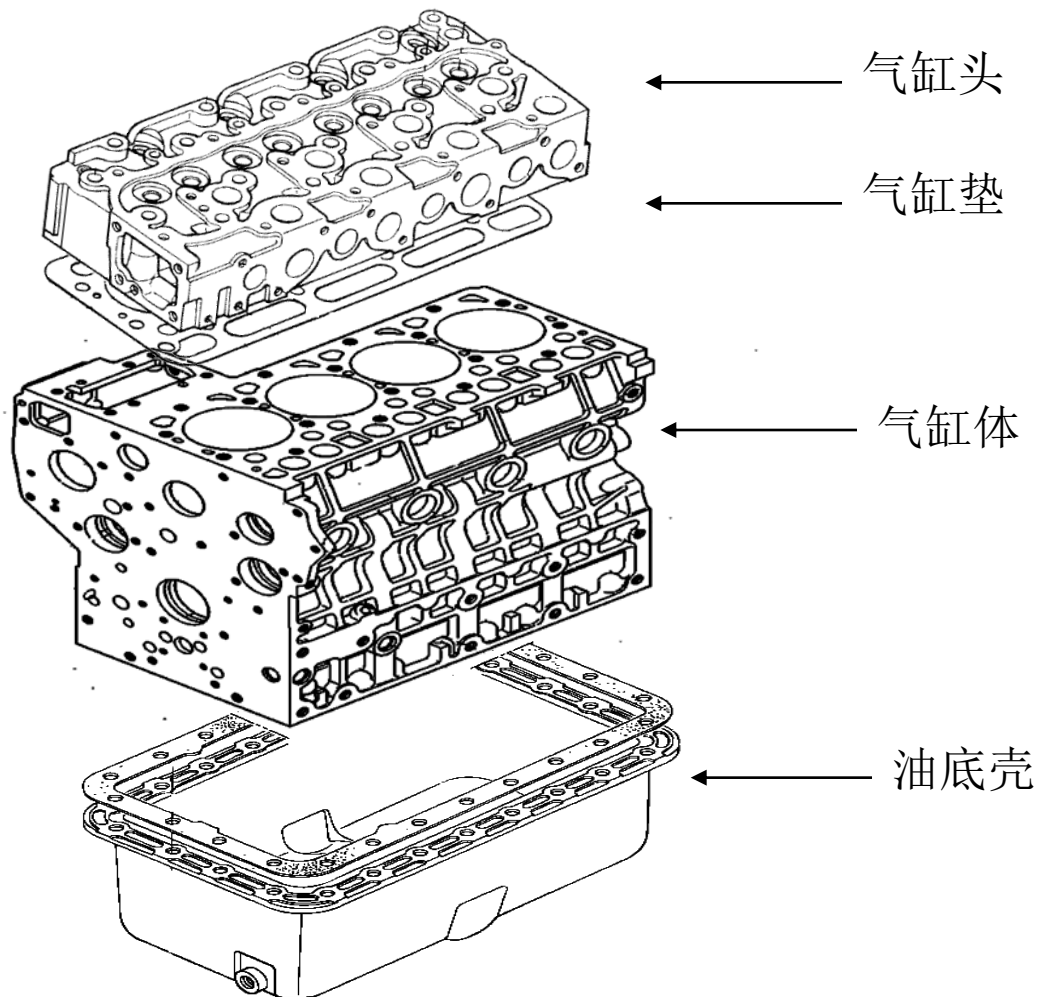
曲柄连杆机构由以下三部分组成：

- 1、机体组
- 2、活塞连杆组
- 3、曲轴飞轮组



# 机体组的功用及组成

## 机体组



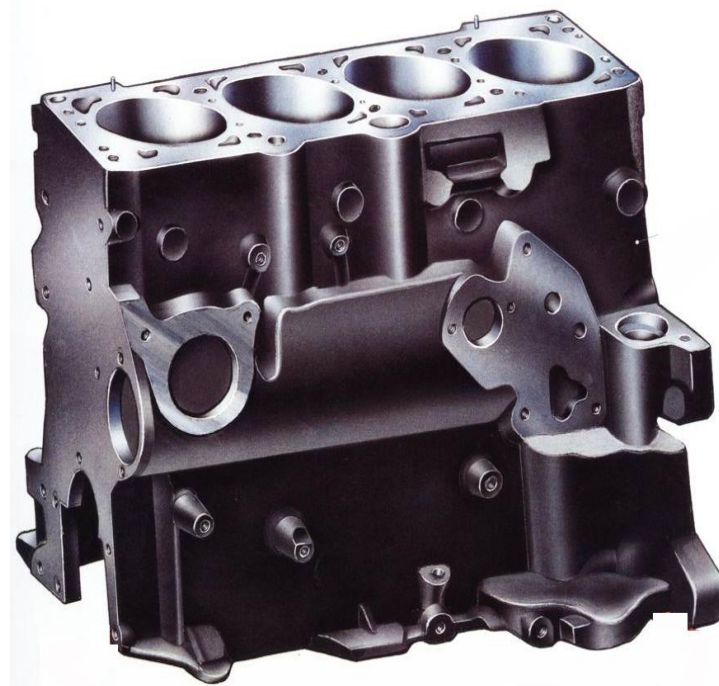
# 机体组的功用及组成

## 机体组

**作用：**构成发动机的骨架，是发动机各机构和各系统的安装基础。

### 构造特点：

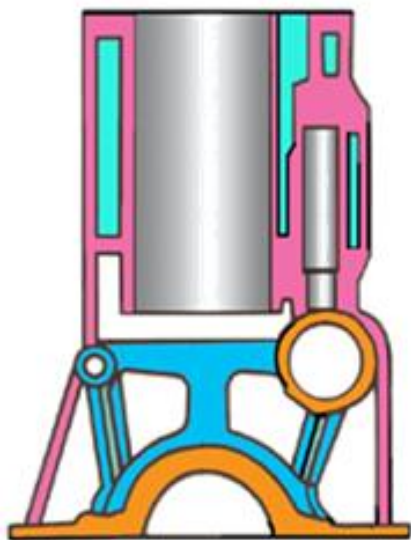
- ★一般用灰铸铁铸成。
- ★气缸体上部的圆柱形空腔称为气缸。
- ★下半部为支承曲轴的曲轴箱。
- ★气缸体应具有足够的强度和刚度。



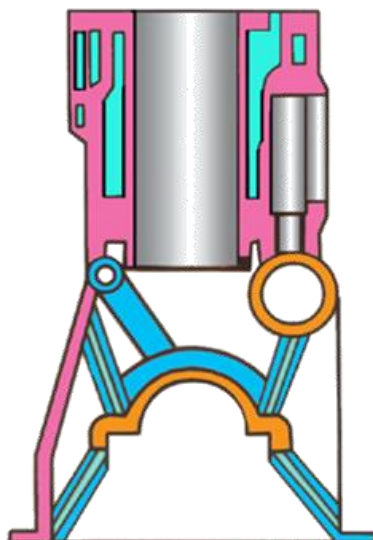
# 气缸体分类

按气缸体与油底壳安装平面位置不同分

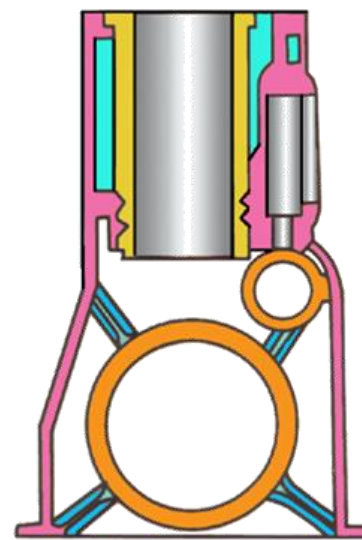
平分式



龙门式



隧道式

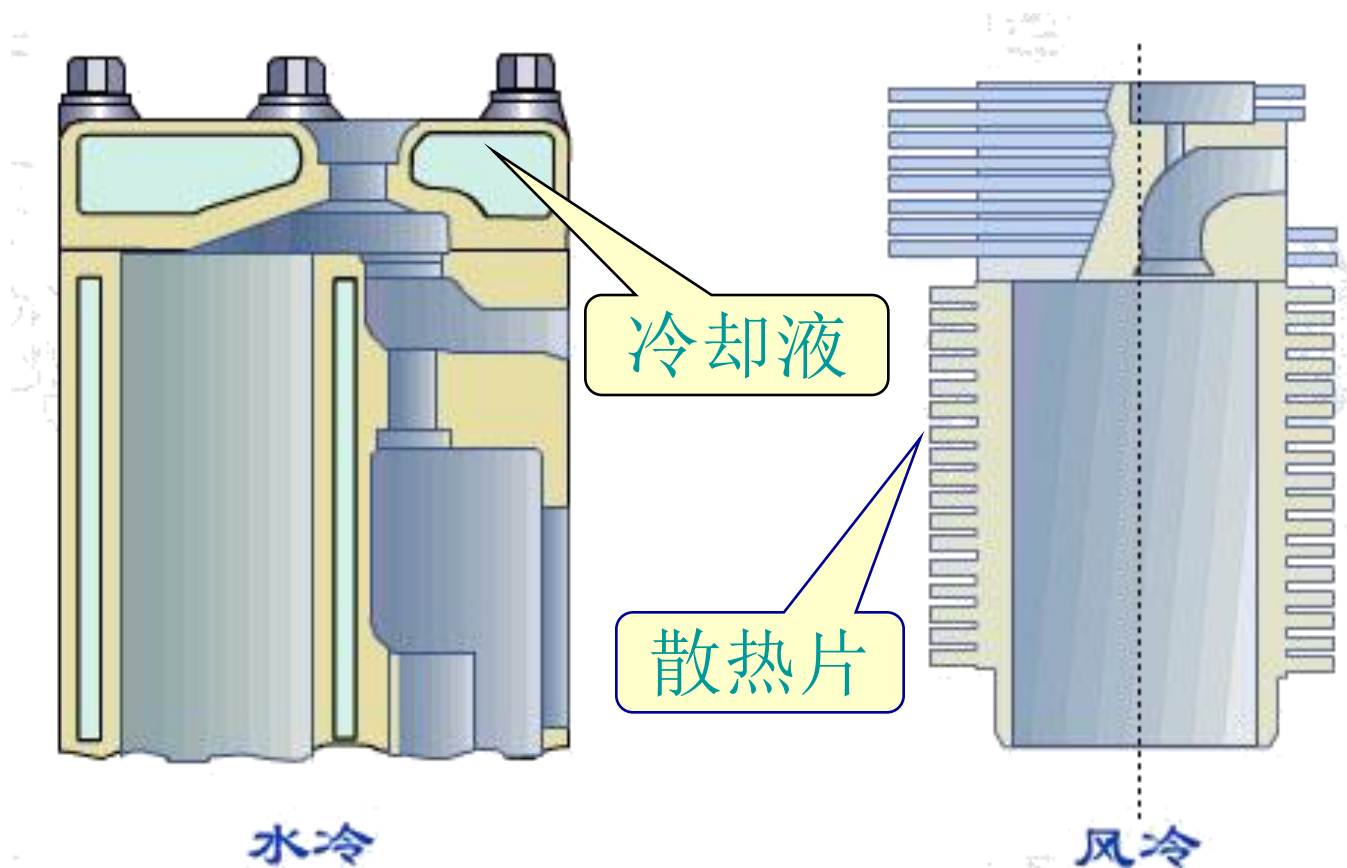


# 气缸体分类

名 称	特 点	优 点	缺 点
平分式	油底壳安装平面和曲轴旋转中心在同一高度。	机体高度小，重量轻，结构紧凑，便于加工，曲轴拆装方便。	刚度和强度较差。
龙门式	油底壳安装平面低于曲轴的旋转中心。	强度和刚度都好，能承受较大的机械负荷。	工艺性较差，结构笨重，加工较困难。
隧道式	气缸体上曲轴的主轴承孔为整体式。	结构紧凑、刚度和强度好。	加工精度要求高，工艺性较差，曲轴拆装不方便。

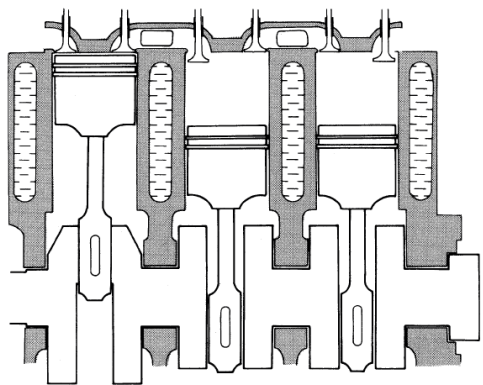
# 气缸体分类

冷却方式分为

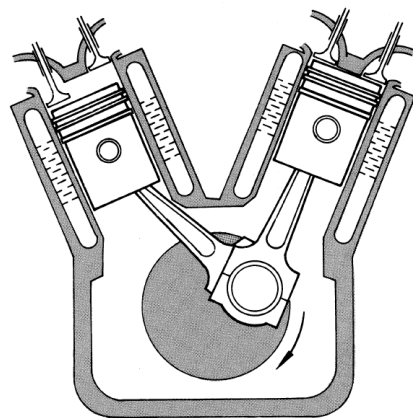


# 气缸体分类

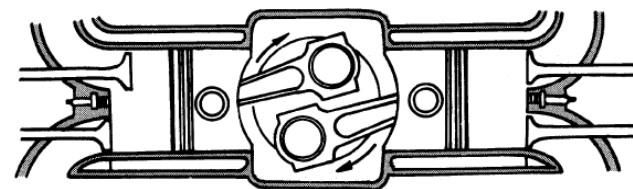
根据气缸的排列方式分



直列式



V型



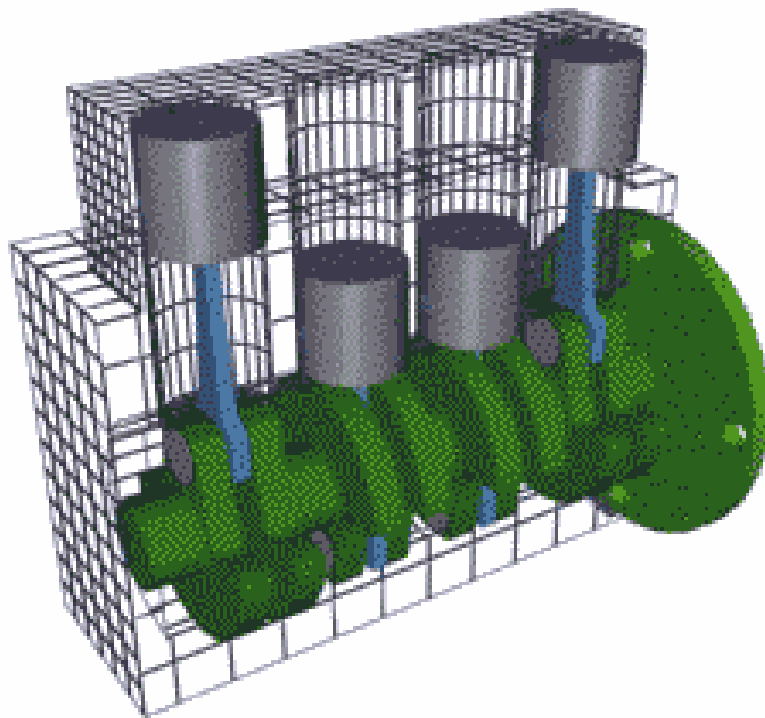
对置式

# 气缸体分类

各个气缸排成一列，  
一般是垂直布置的。

单列式气缸体结构简单，  
加工容易，但发动机长度和高度较大。  
一般六缸以下发动机多采用单列式。

## 直列式

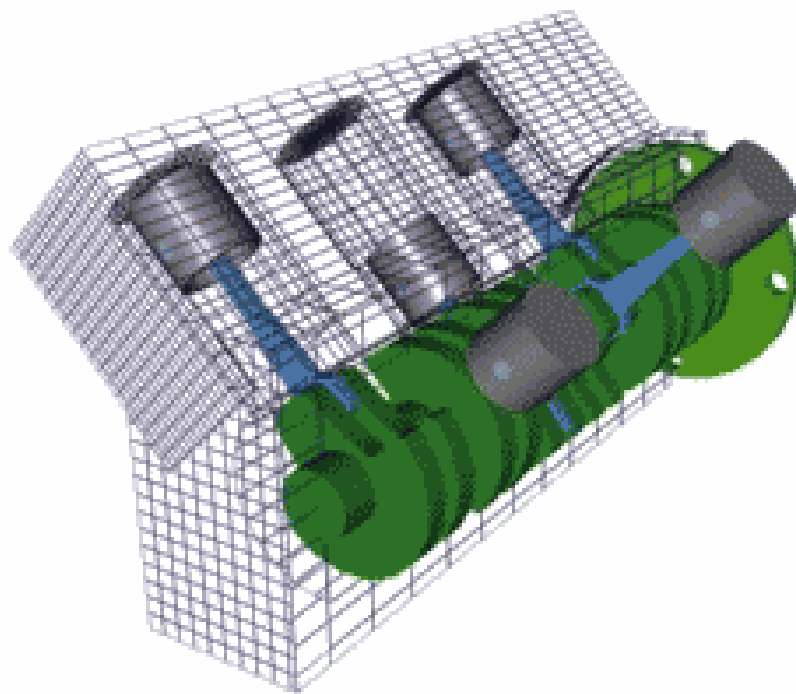


# 气缸体分类

气缸排成两列，左右两列气缸中心线的夹角 $\gamma < 180^\circ$

缩短了机体长度和高度，增加了气缸体的刚度，减轻了发动机的重量，但加大了发动机的宽度，且形状较复杂，加工困难

V型

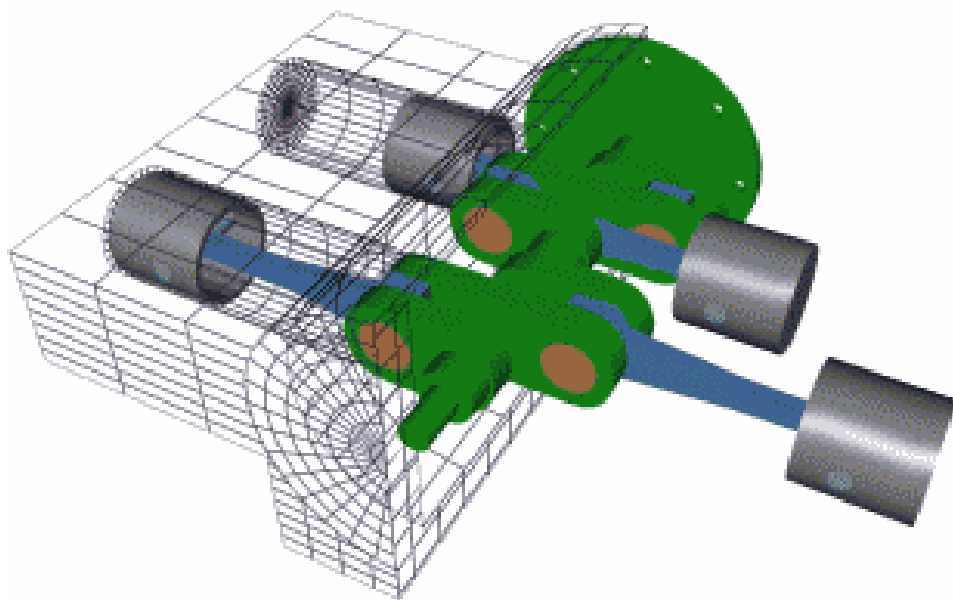


# 气缸体分类

气缸排成两列，左右两列气缸在同一水平面上，即左右两列气缸中心线的夹角  $\gamma=180^\circ$

高度小，总体布置方便，有利于风冷。

## 对置式



# 气缸体分类

根据气缸套形式分



整体式



干式



湿式

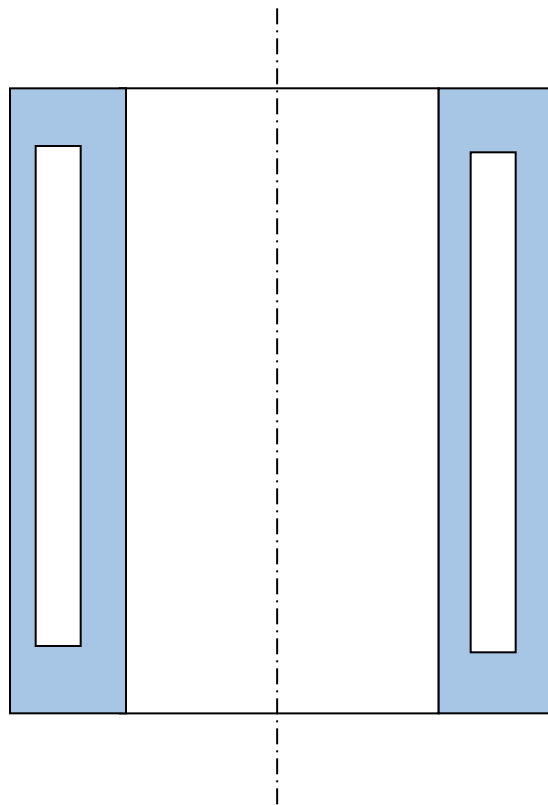
# 气缸体分类

## 整体式气缸套

**定义：**气缸直接镗在气缸体上。

**优点：**整体式气缸强度和刚度都好，能承受较大的载荷。

**缺点：**这种气缸对材料要求高，成本高。



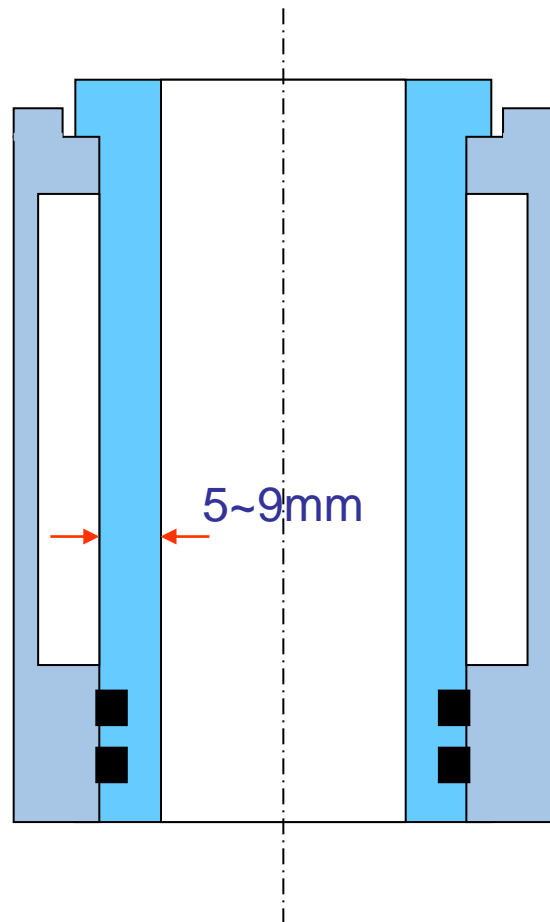
# 气缸体分类

## 湿式气缸套

**定义：**气缸套装入气缸体后，其外壁直接与冷却水接触，壁厚一般为5~9mm。

**优点：**散热良好，冷却均匀，加工容易，通常只需要精加工内表面，而与水接触的外表面不需要加工，拆装方便。

**缺点：**强度、刚度都不如干式气缸套好，而且容易产生漏水现象。



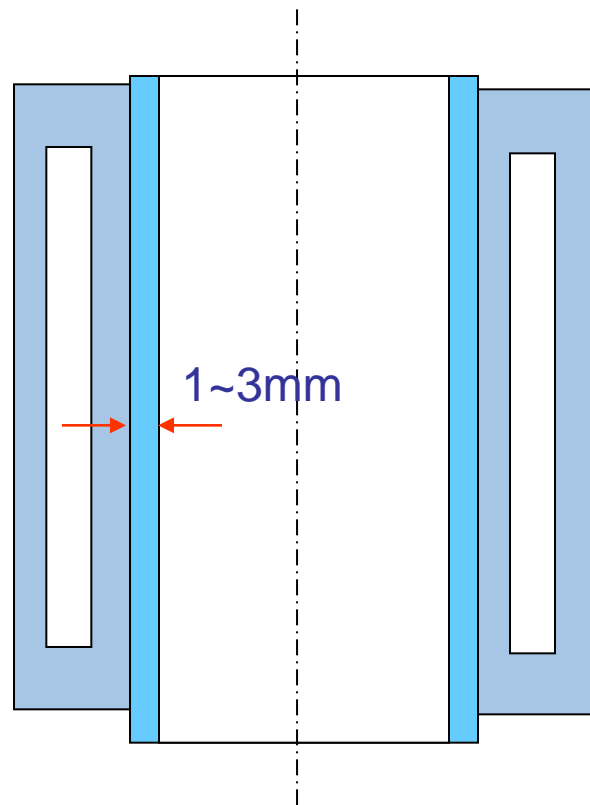
# 气缸体分类

## 干式气缸套

**定义：**气缸套装入气缸体后，其外壁不直接与冷却水接触，而和气缸体的壁面直接接触，壁厚较薄，一般为1~3mm。

**优点：**具有整体式气缸体的优点，强度和刚度都较好。

**缺点：**加工比较复杂，内、外表面都需要进行精加工，拆装不方便，散热不良。



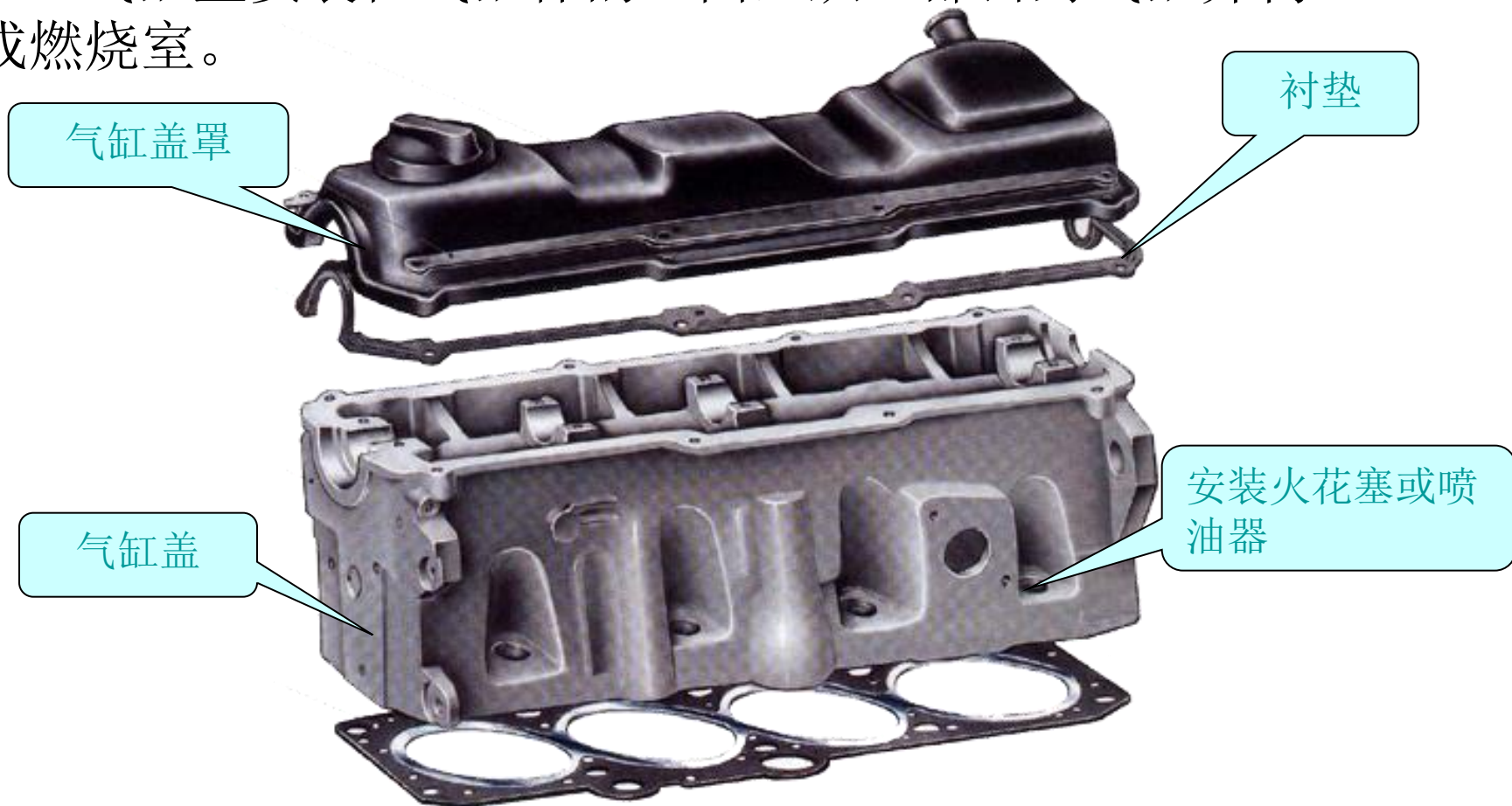
## 油底壳（下曲轴箱）

- 油底壳的作用：用来贮存润滑油，并封闭上曲轴箱
- 油底壳内装有稳油挡板
- 放油螺塞上装有永久磁铁
- 在上下曲轴箱接合面之间装有衬垫

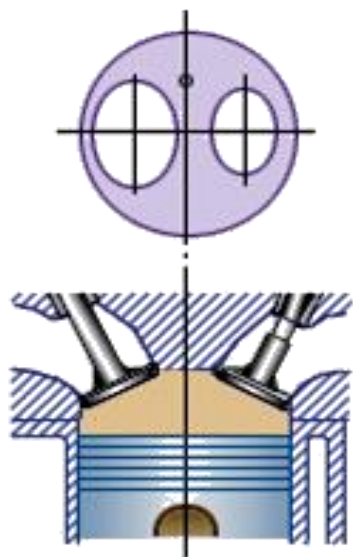


# 气缸盖

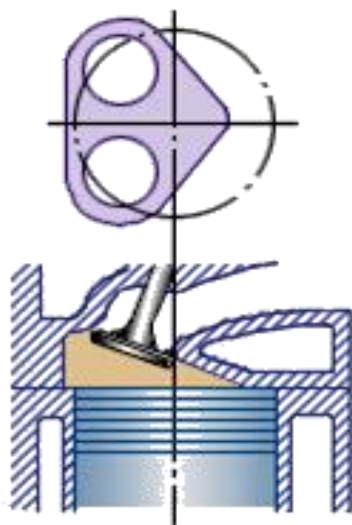
气缸盖安装在气缸体的上面，从上部密封气缸并构成燃烧室。



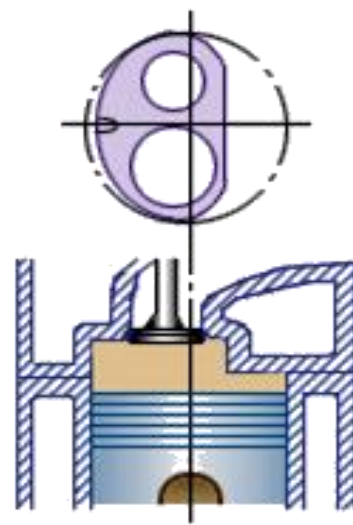
# 气缸盖



半球形

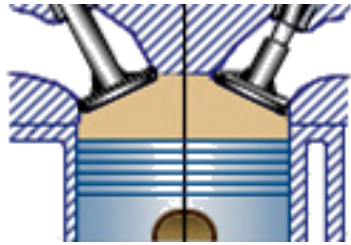
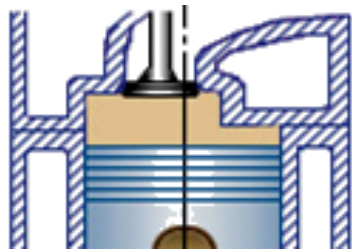
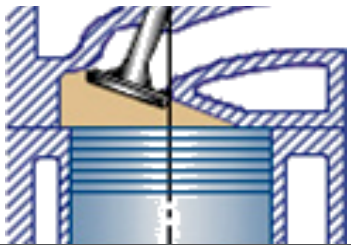


楔形



盆形

# 气缸盖

名称	特点	示意图	应用
半球形	结构紧凑，火花塞布置在燃烧室中央，火焰行程短，故燃烧速率高，散热少，热效率高。		桑塔纳 夏利 富康
楔形	结构简单、紧凑、散热面积小、热损失少；火花塞置于燃烧室最高处，火焰传播距离长。		切诺基
盆形	气缸盖工艺性好，制造成本低，但因气门直径易受限制，进、排气效果要比半球形燃烧室差。		捷达 奥迪

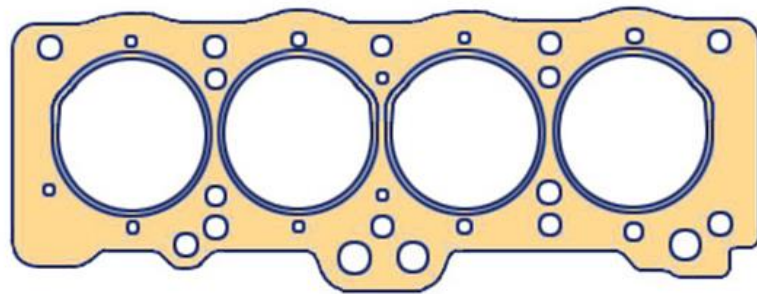
# 气缸垫

## 一、气缸垫的作用：

气缸垫装在气缸盖和气缸体之间，它的主要功用是弥补加工误差，保证气缸盖与气缸体接触面的密封，防止漏气，漏水和漏油。

## 二、安装注意点：

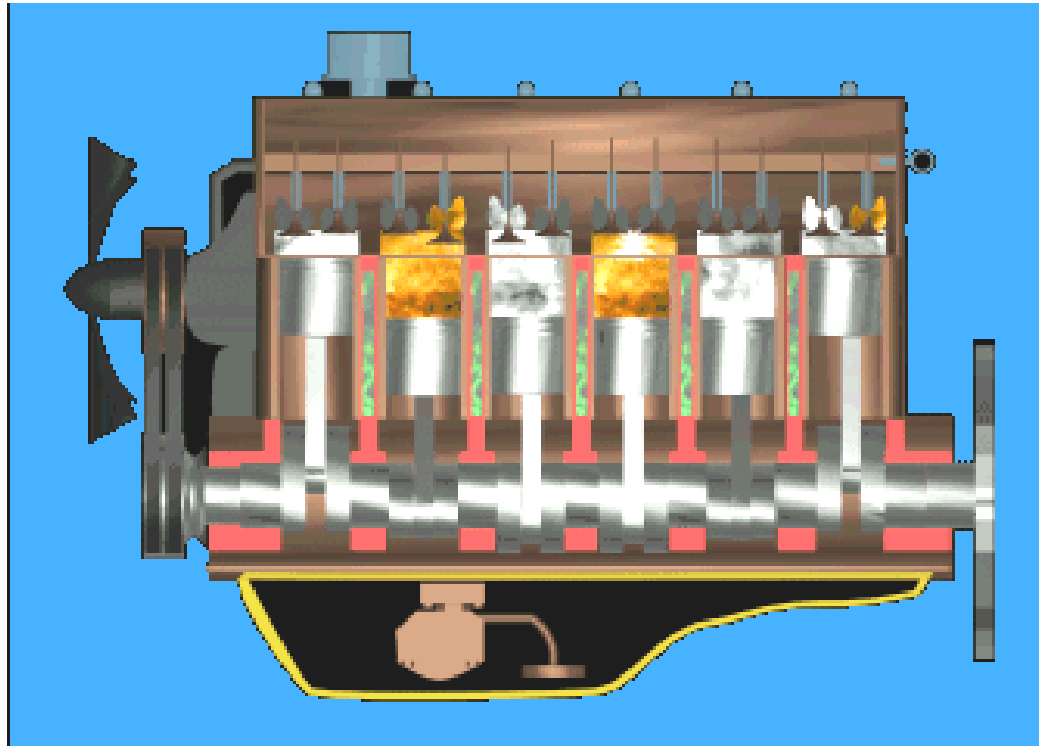
- 1、首先要检查气缸垫的质量和完好程度。
- 2、其次要严格按照说明书上的要求上好气缸盖螺栓，由中央对称地向四周扩展的顺序分2~3次进行，最后一次拧紧到规定的力矩。



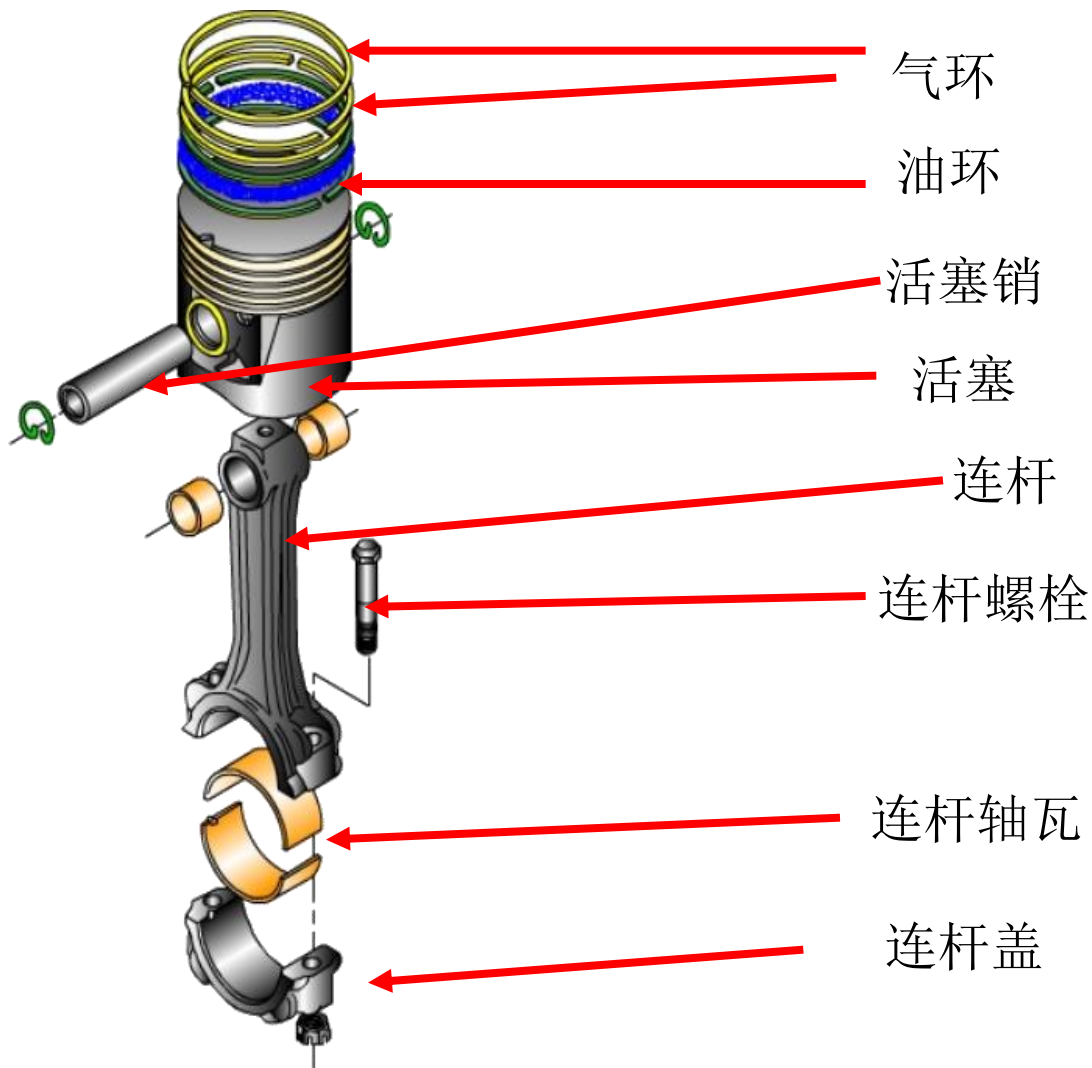
汽缸垫

# 活塞连杆组

活塞连杆组是将活塞的往复运动变为曲轴的旋转运动，同时将作用于活塞上的力转变为曲轴对外输出转矩，以驱动车轮转动，它是发动机的传动件。



# 活塞连杆组



# 活塞

- 1、功用：承受气体压力，并通过活塞销和连杆驱使曲轴旋转。
- 2、工作环境：高温、散热条件差；顶部工作温度高达600~ 700K，且分布不均匀；高速，线速度达到10m/s， 承受很大的惯性力。活塞顶部承受最高可达3~5MPa（汽油机）的压力，使之变形，破坏配合联结。
- 3、材料： 铝合金：质量小 导热性好； 灰铸铁

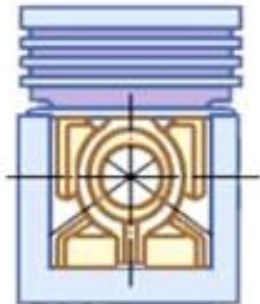
活塞应具备的特点	A 刚度和强度应足够大，传力可靠。
	B 导热性能好，耐高压、高温、磨损
	C 质量较小，尽可能减少往复惯性力

# 活塞顶部

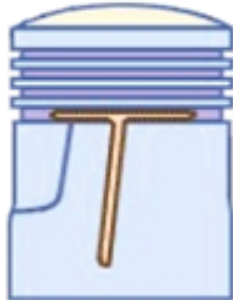
## 活塞顶部形状



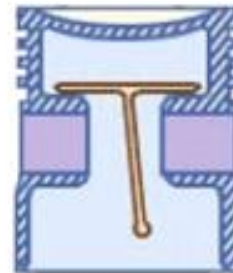
平顶



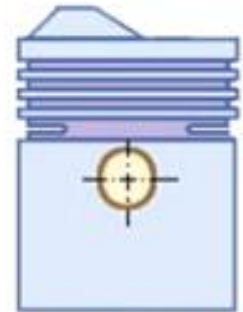
凸顶



凹顶



成型顶



# 活塞顶部

活塞



用以安装活  
塞环的部位。

# 活塞头部与活塞环

**活塞环：**是具有弹性的开口环，分为气环和油环。

**气环的作用：**密封活塞与汽缸壁之间的间隙，防止汽缸内的气体窜入曲轴箱

**油环的作用：**将汽缸壁上多余的机油刮回到油底壳，防止进入燃烧室。

**气环的种类：**（根据端面形状）

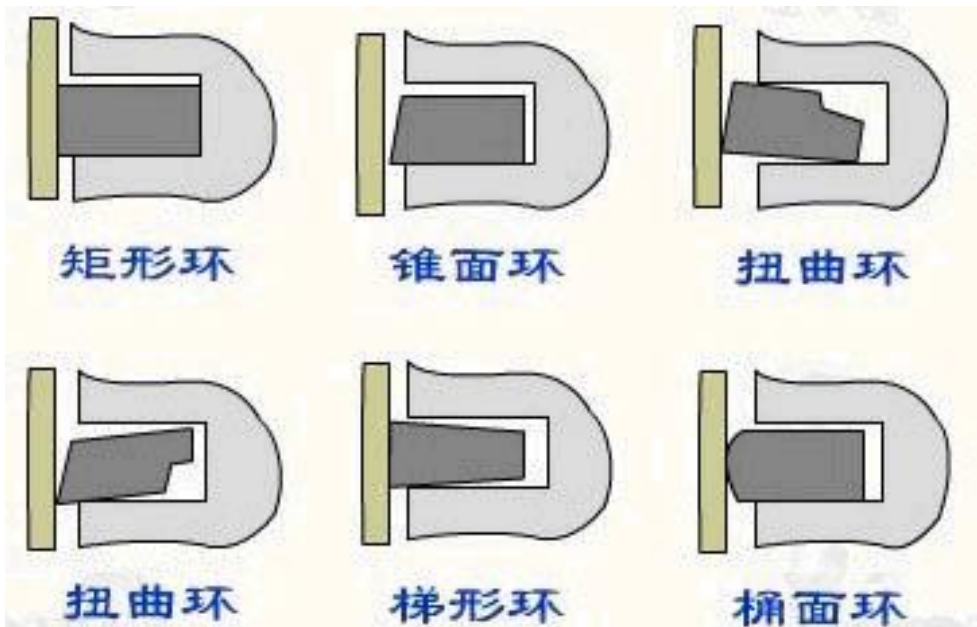
矩形环、扭曲环、锥面环、梯形环和桶面环

**油环的分类：**

普通油环和组合油环两种

# 活塞环的形状

## 气环的形状



# 活塞环的形状

## 油环的形状



普通油环



组合油环

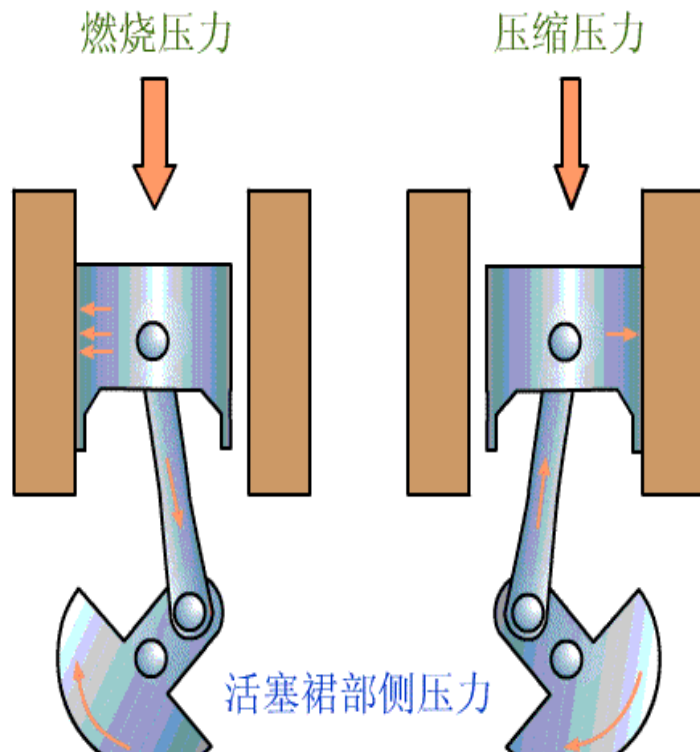


组合油环

# 活塞裙部

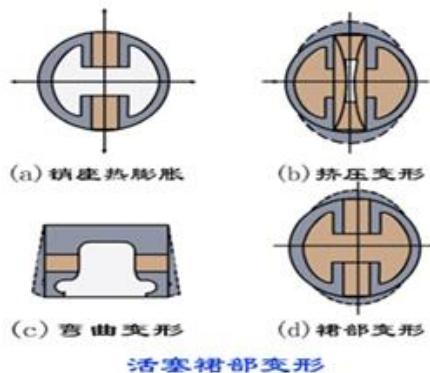
**位置：**从油环槽下端起至活塞最下部的部分，包括销座孔。

**作用：**对活塞在气缸内的往复运动起导向作用，并承受侧压力，防止破坏油膜。

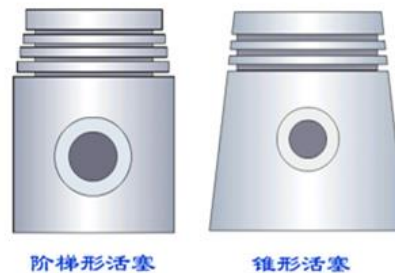


# 活塞裙部

活塞裙部做成椭圆形状



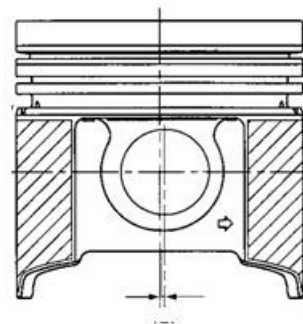
活塞制成上小下大的阶梯形、锥形



活塞裙部开槽



活塞销孔中心线偏离活塞中心线

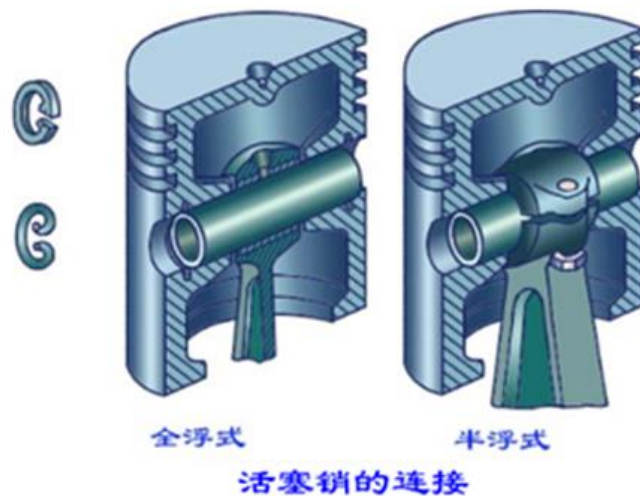
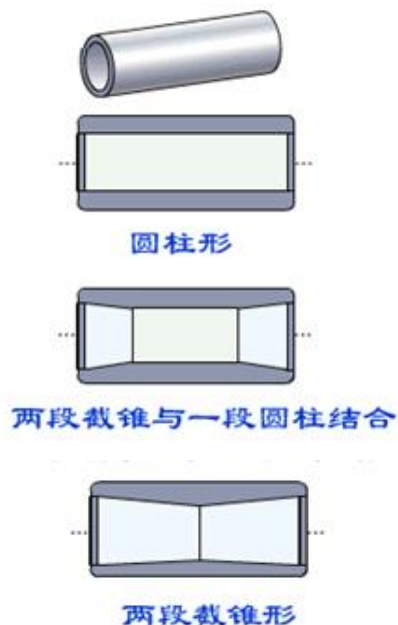


# 活塞销

作用：连接活塞和连杆小头，并把活塞承受的气体压力传递给连杆。

活塞销与活塞销座孔及连杆小头连接配合：

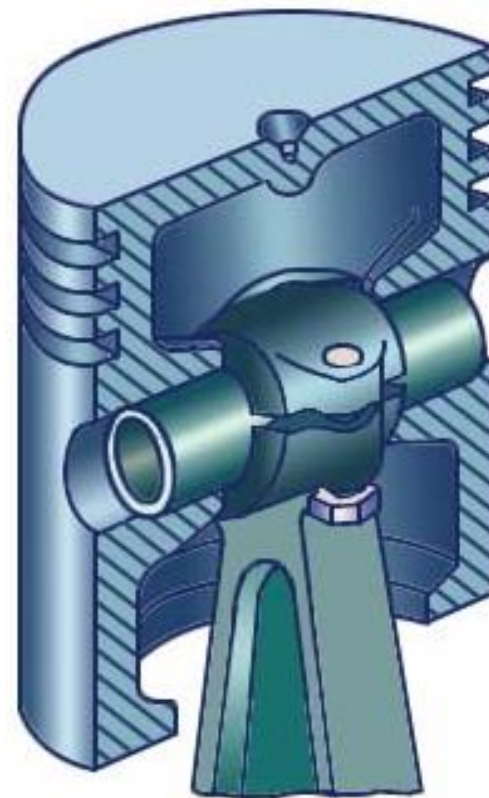
全浮式（工作时自由转动）、半浮式。



# 活塞销

## 半浮式活塞销

活塞销与活塞销座和连杆小头之间只有一者可以自由旋转另一者相互固定的连接形式，活塞销只能在两端销座内作自由摆动。

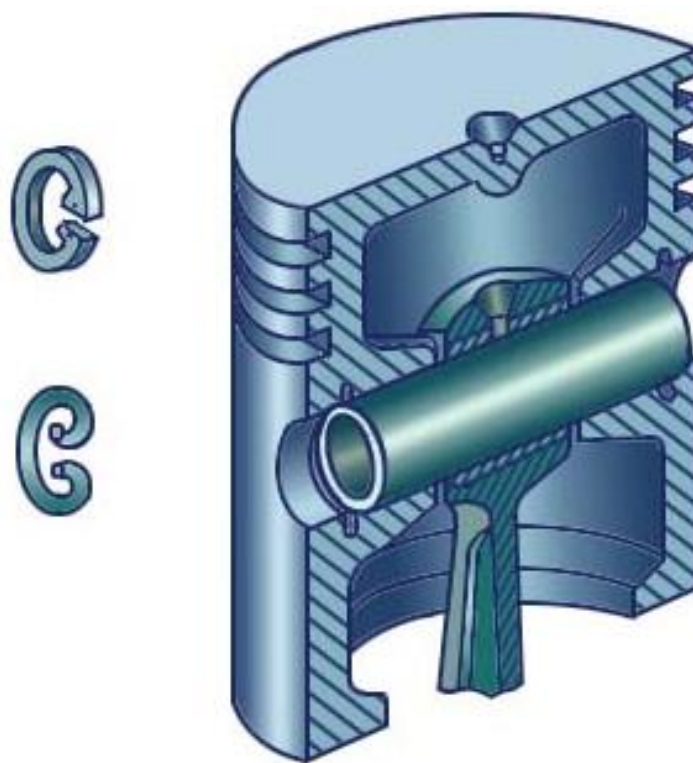


半浮式

# 活塞销

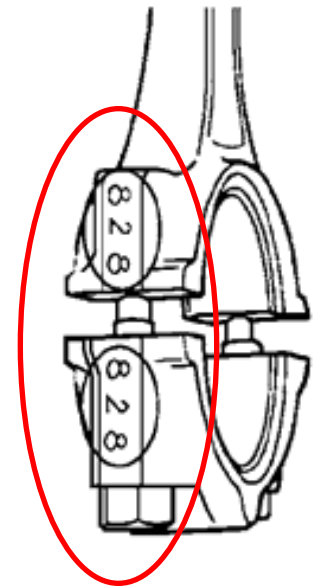
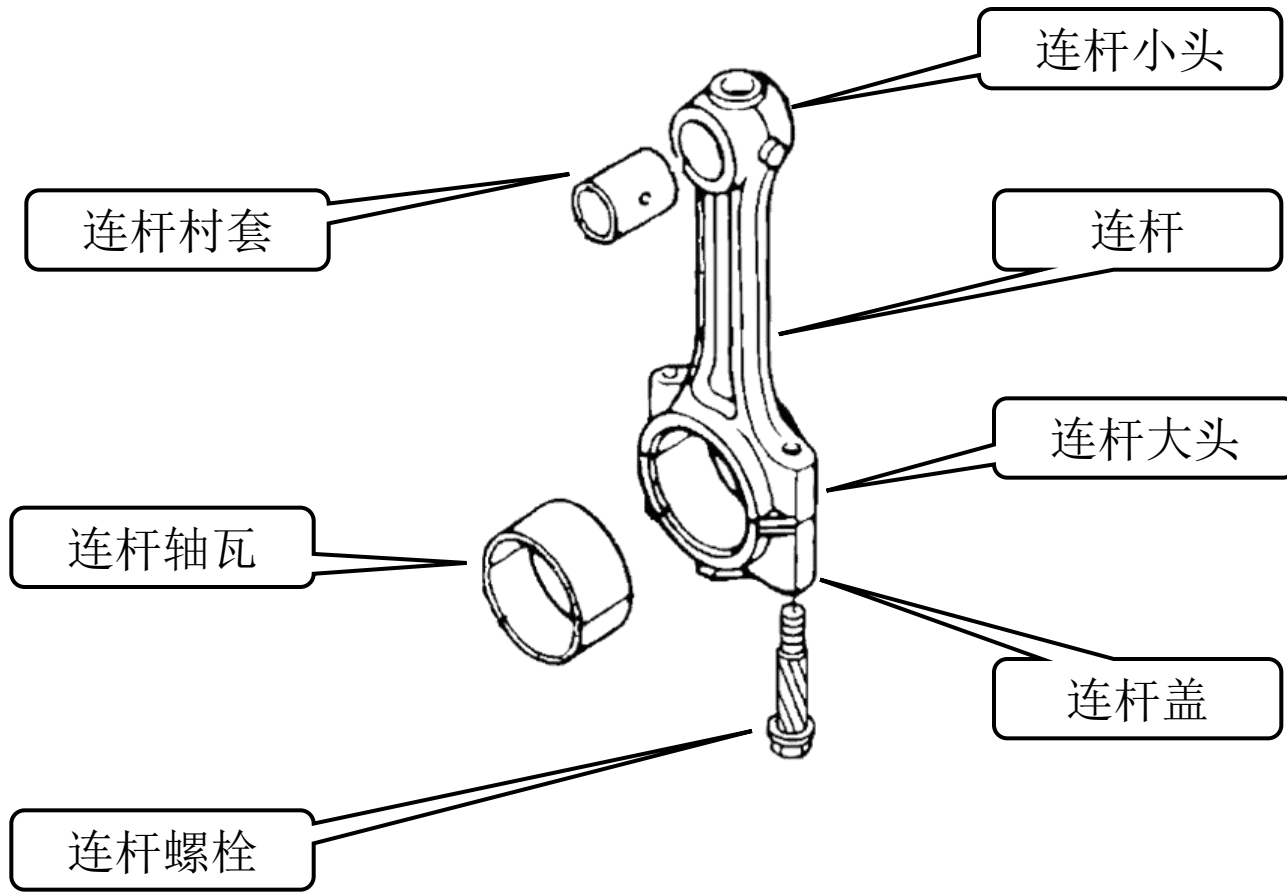
## 全浮式活塞销

能在连杆衬套和活塞销座中自由摆动，当发动机工作时，活塞销、连杆小头和活塞销座都有相对运动，使磨损均匀。



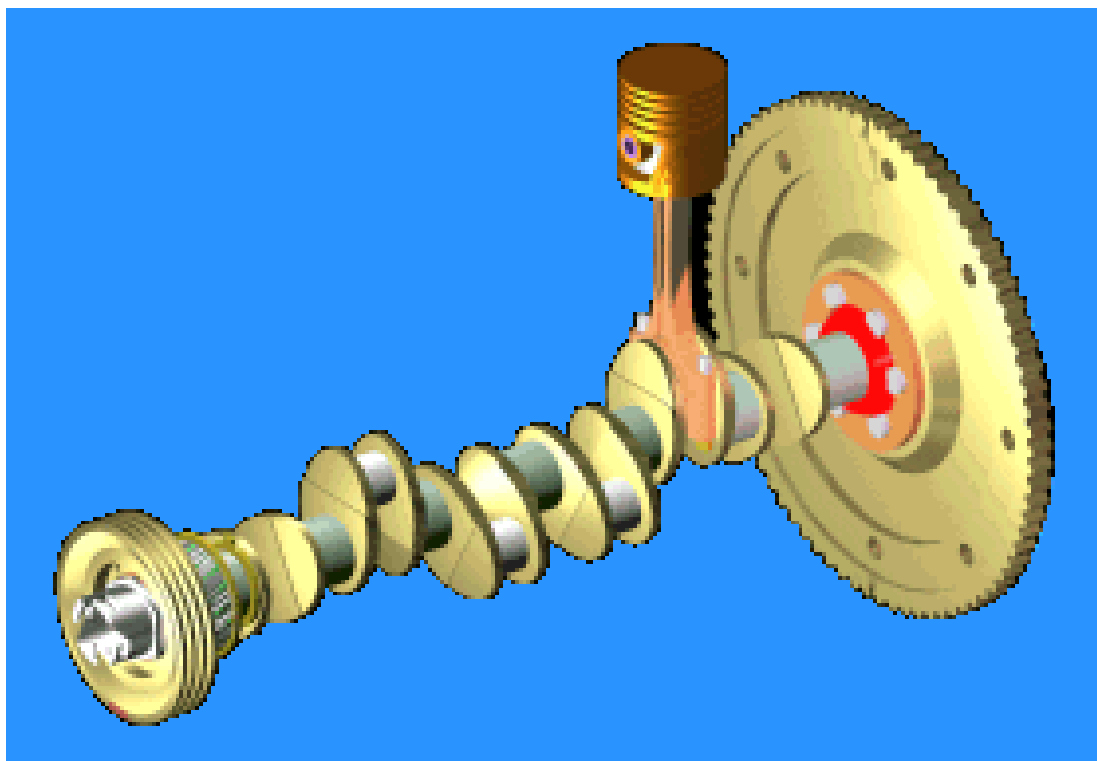
全浮式

# 连杆



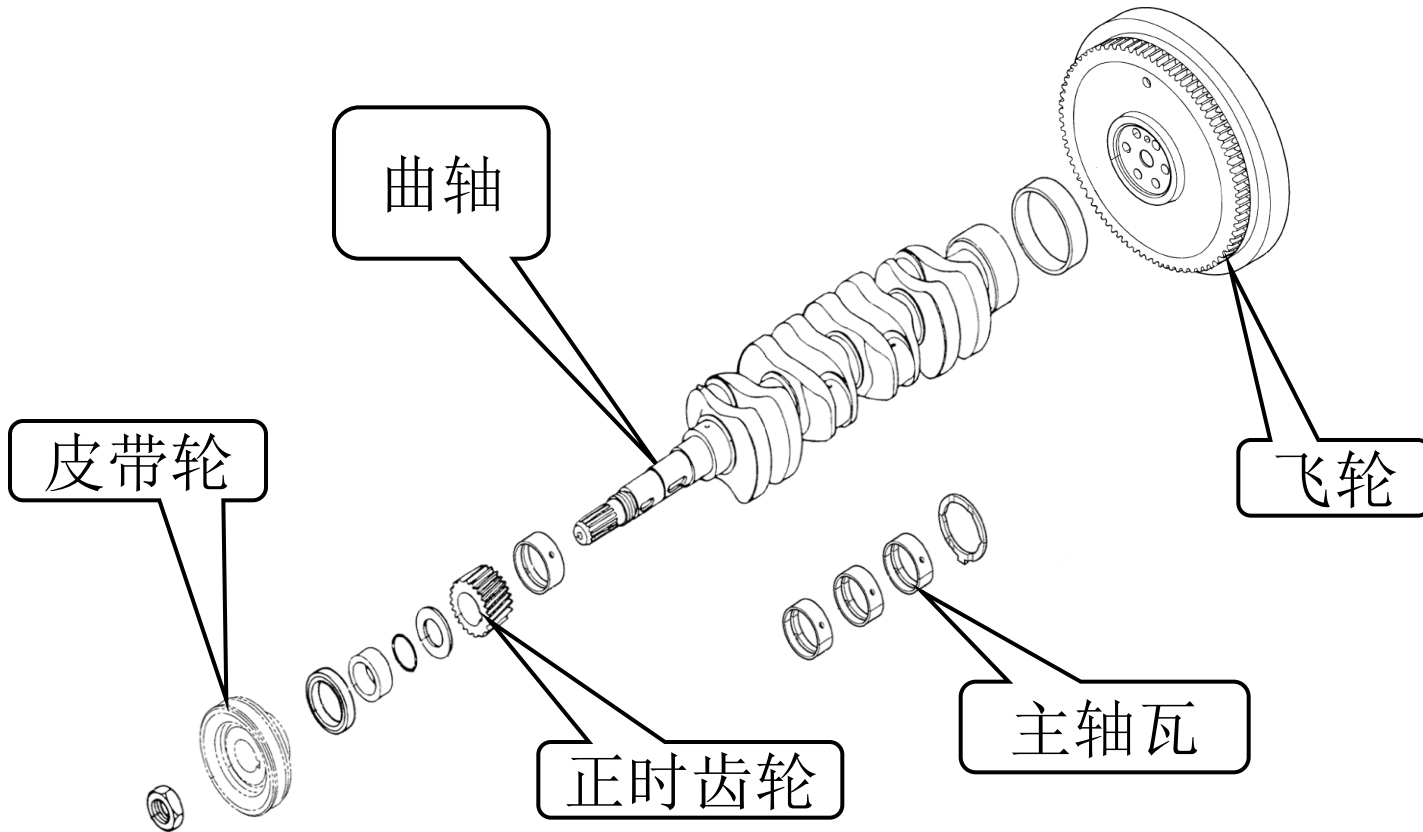
## 曲轴飞轮组

功用：把活塞连杆组传来的气体压力转变为扭矩对外输出。  
还用来驱动发动机的配气机构及其他各种辅助装置。



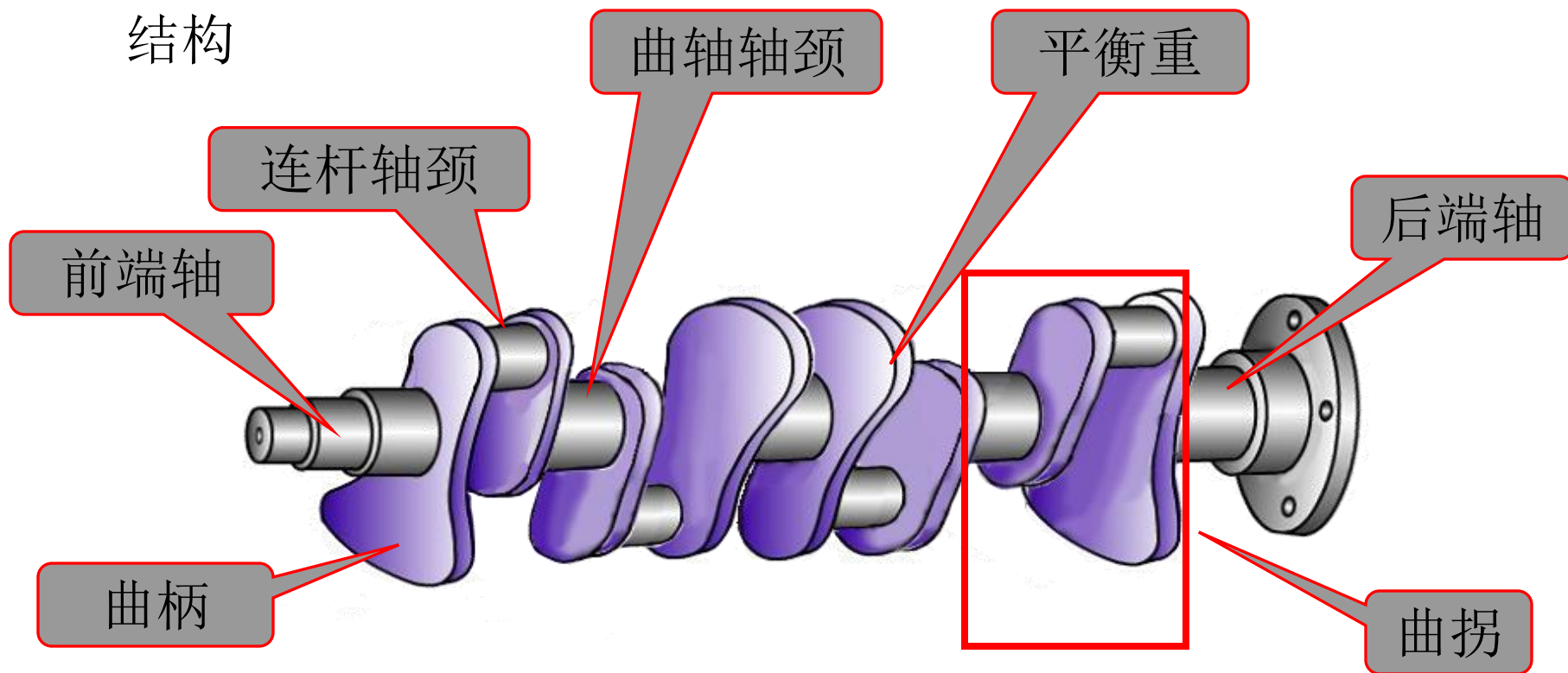
# 曲轴飞轮组

曲轴飞轮组的构成



# 曲轴飞轮组

结构



曲拐：由一个连杆轴颈和它两端曲柄及主轴颈构成。

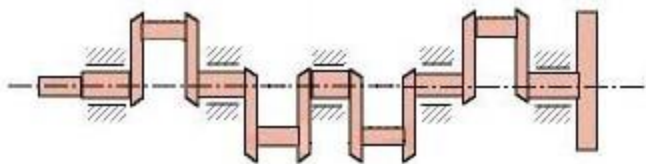
注：曲轴的曲拐数取决于汽缸的数目和排列方式。

# 曲轴飞轮组

主轴颈是曲轴的支承部分(主轴承)。

每个连杆轴颈两边都有一个主轴颈，称为全支承曲轴；

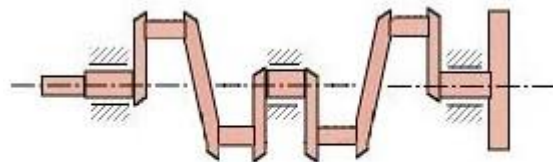
主轴颈数比气缸数目少或与气缸数目相等称为非全支承曲轴。



全支承曲轴

优点

提高曲轴的刚度和弯曲强度，减轻主轴承的载荷



非全支承曲轴

优点

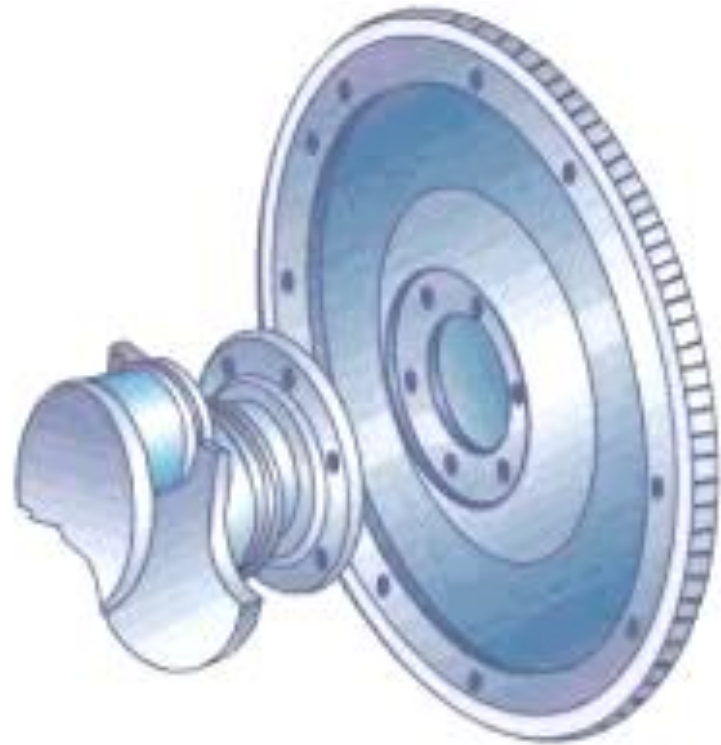
缩短了曲轴的长度，使发动机总体长度有所减小

# 曲轴飞轮组

## 飞轮

### 功用：

- ◆ 贮存能量；
- ◆ 启动时对内传输传力；
- ◆ 运转时对外传动力。

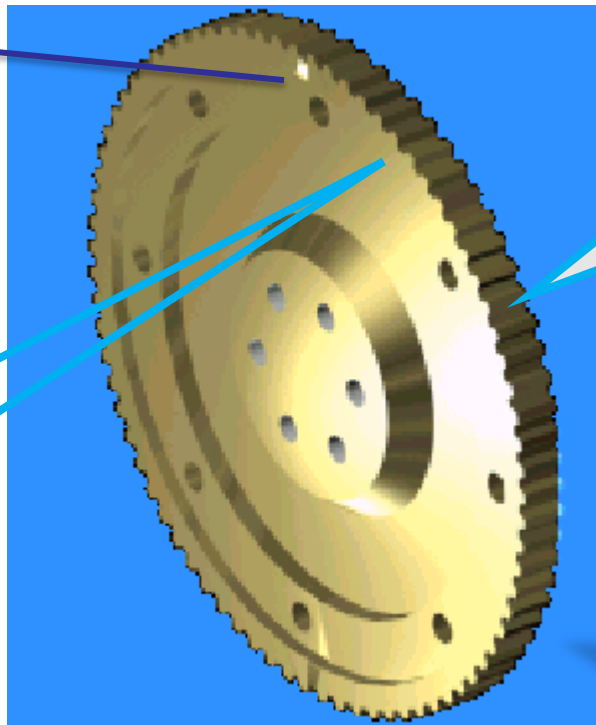


# 曲轴飞轮组

## 飞轮

一缸上止  
点记号

飞轮边缘部分做得厚些，可以增大转动惯量。



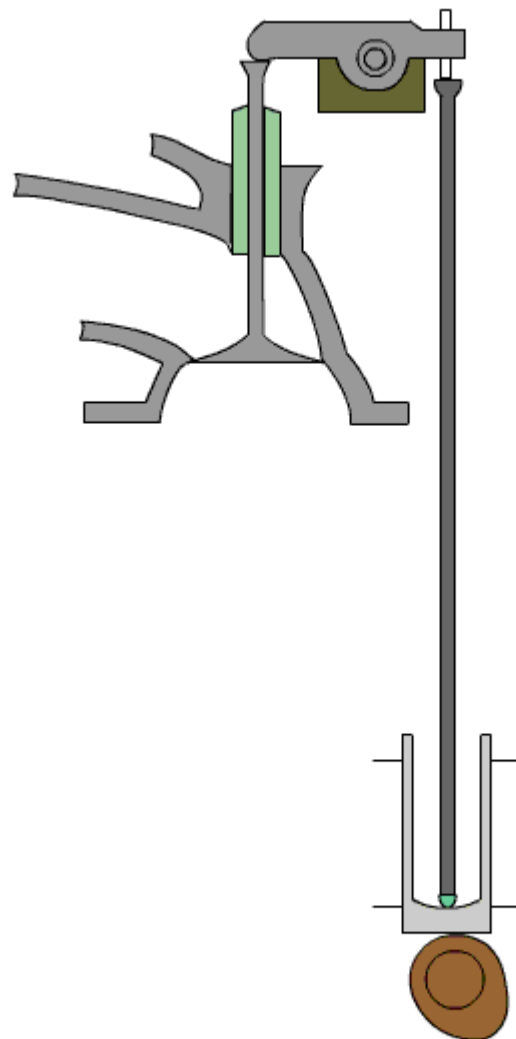
齿圈在发动机启动时与起动机齿轮啮合，带动曲轴旋转。

飞轮与曲轴之间应有严格不变的相对位置。通常用定位销和不对称布置的螺栓来定位。

# 配气机构

## 配气机构的作用

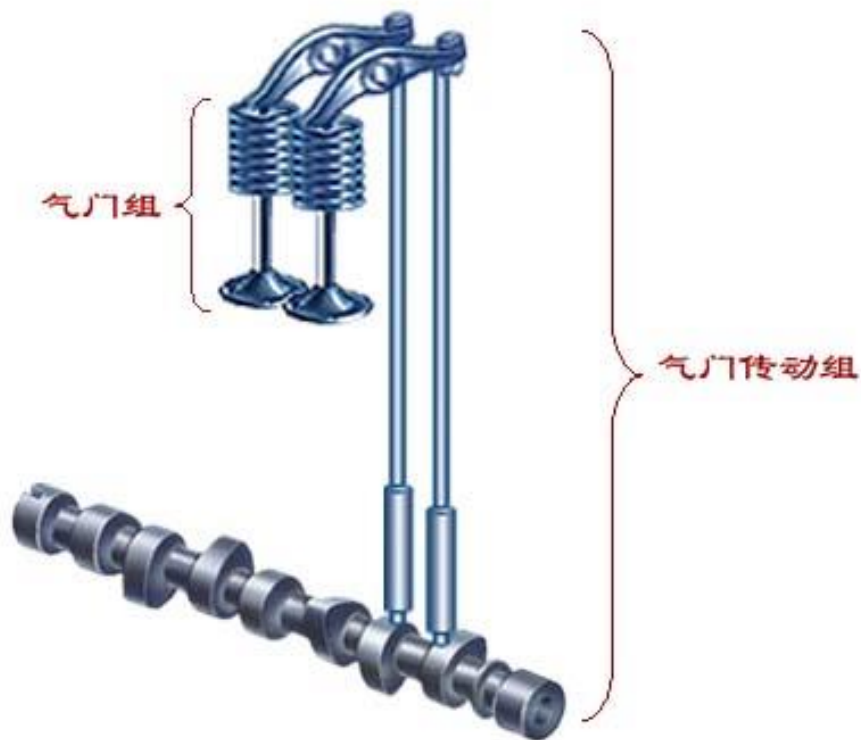
是根据发动机的工作顺序和工作过程，定时开启和关闭进气门和排气门，使可燃混合气或空气进入气缸，并使废气从气缸内排出，实现换气过程。



# 配气机构

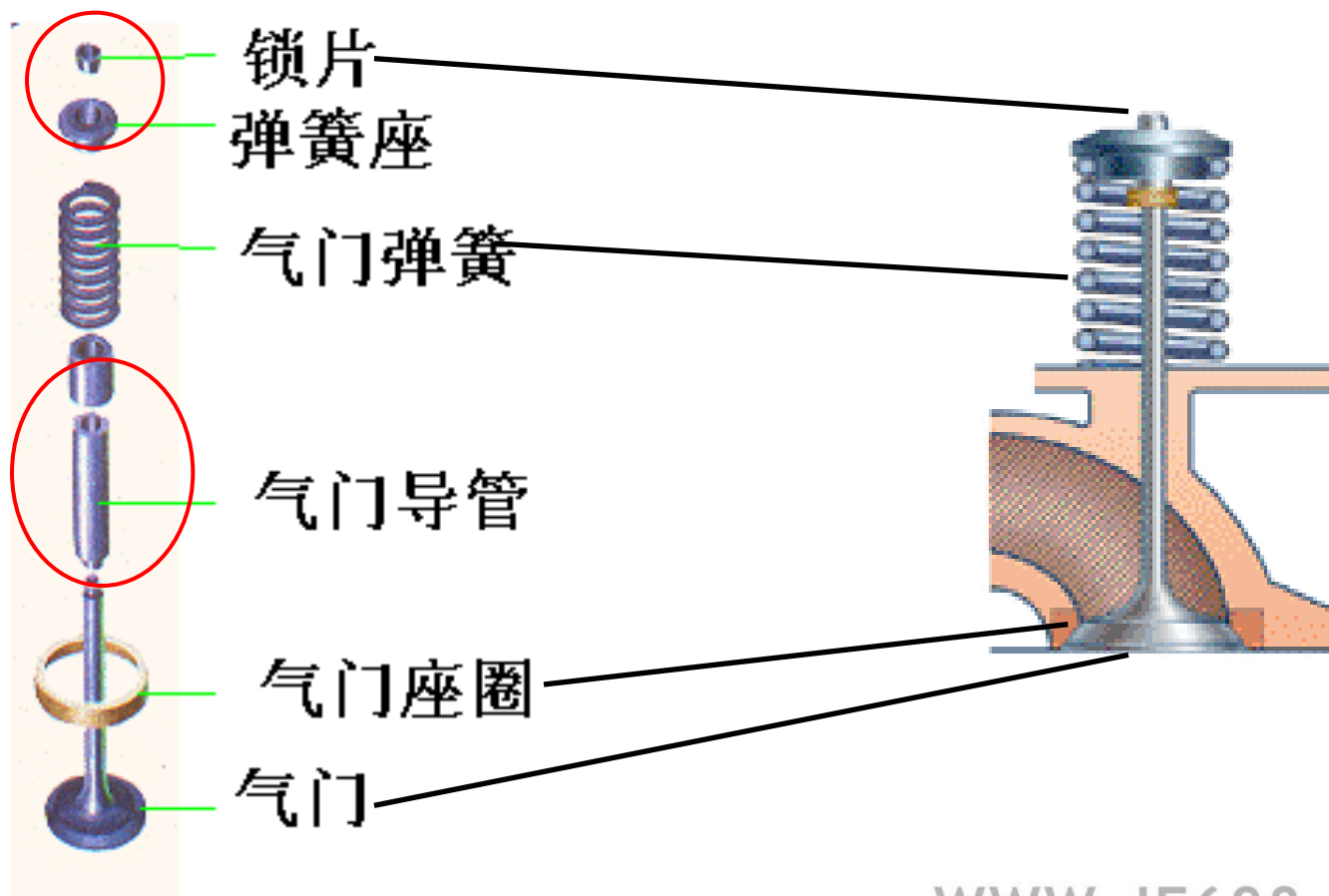
配气机构的构成：

配气机构组成

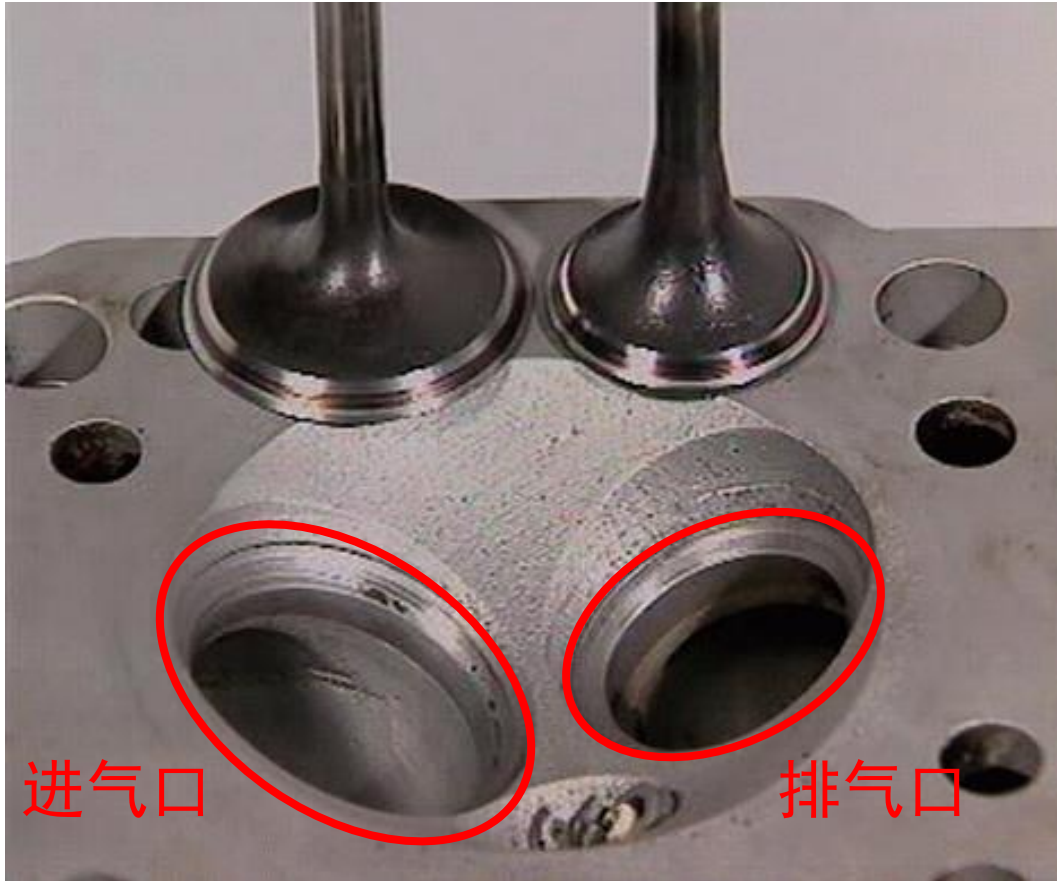


# 气门组

气门组的结构：



# 配气机构

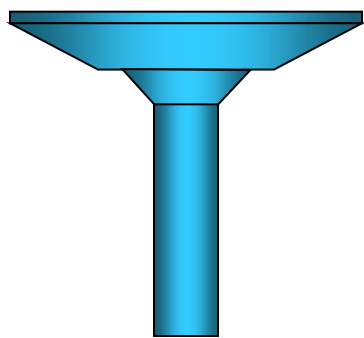


目的：  
为了增加进气量，  
提高燃烧效率，  
获得更好的动力  
输出。

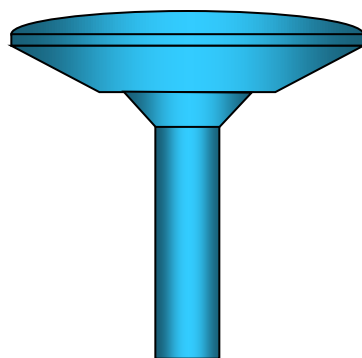
# 配气机构

气门的主要类型：

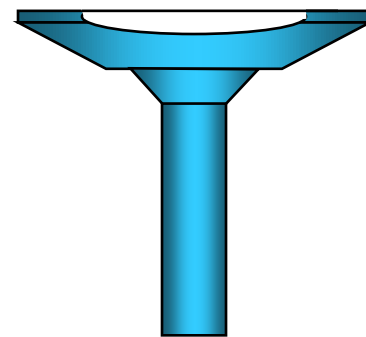
气门是气体进、出燃烧室通道的开关，并承受冲击力、高温冲击、高速气流冲击。



平顶式

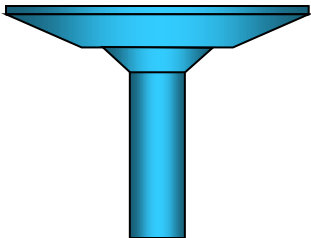
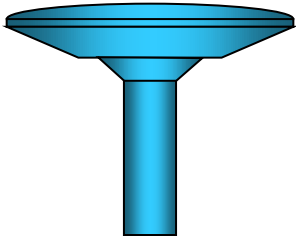
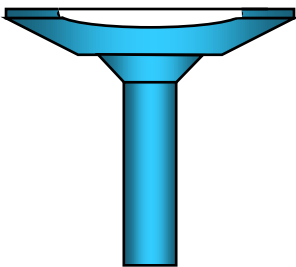


凸顶式



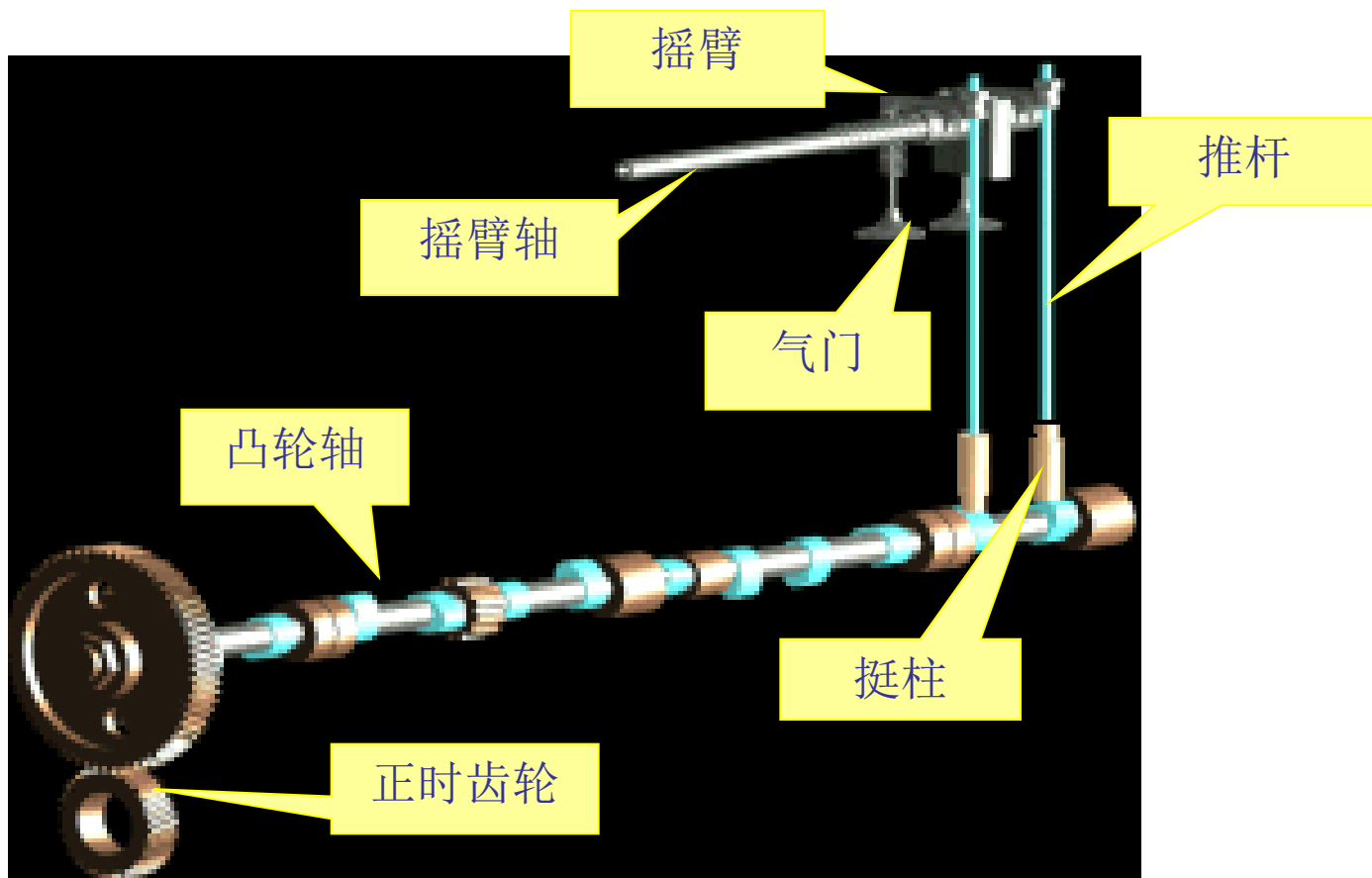
凹顶式

# 配气机构

类型	图示	特点
平顶式		结构简单，制造方便，吸热面积小，质量也较小，进、排气门都可采用。
凸顶式 (球面顶)		适用于排气门，因为其强度高，排气阻力小，废气的清除效果好，但质量和惯性力大加工较复杂。
凹顶式 (喇叭顶)		凹顶头部与杆部的过渡部分具有一定的流线形，可以减少进气阻力，但其顶部受热面积大，故适用于进气门，而不宜用于排气门。

# 气门传动组

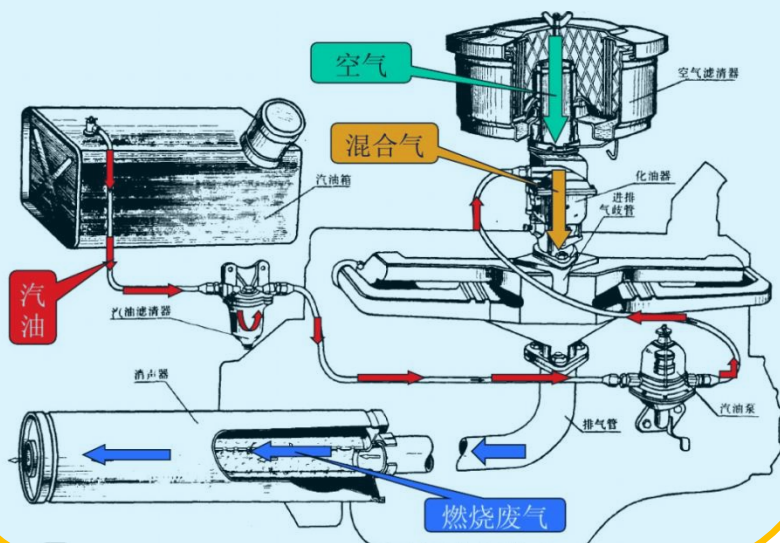
定时驱动气门开闭，并保证气门有足够的开度和适当的气门间隙。



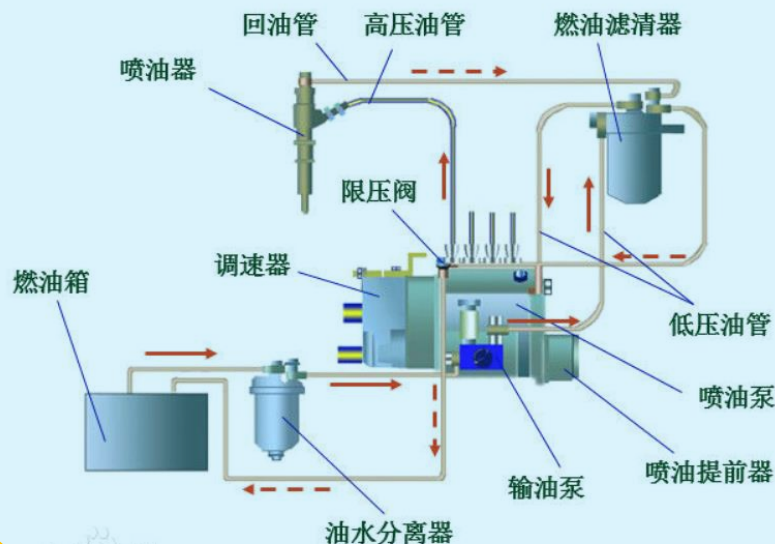
# 燃料供给系统

燃料供给系统的功用：

汽油机燃料供给系的功用是根据发动机的要求，配制出一定数量和浓度的混合气，供入气缸，并将燃烧后的废气从气缸内排出到大气中去。



柴油机燃料供给系的功用是把柴油和空气分别供入气缸，在燃烧室内形成混合气并燃烧，最后将燃烧后的废气排出。



# 燃料供给系统

## 燃油供给系的组成：

燃油供给装置：柴油箱、输油泵、柴油滤清器、喷油油泵、喷油嘴等。

（汽油箱、输油泵、汽油滤芯、油水分离器、化油器）

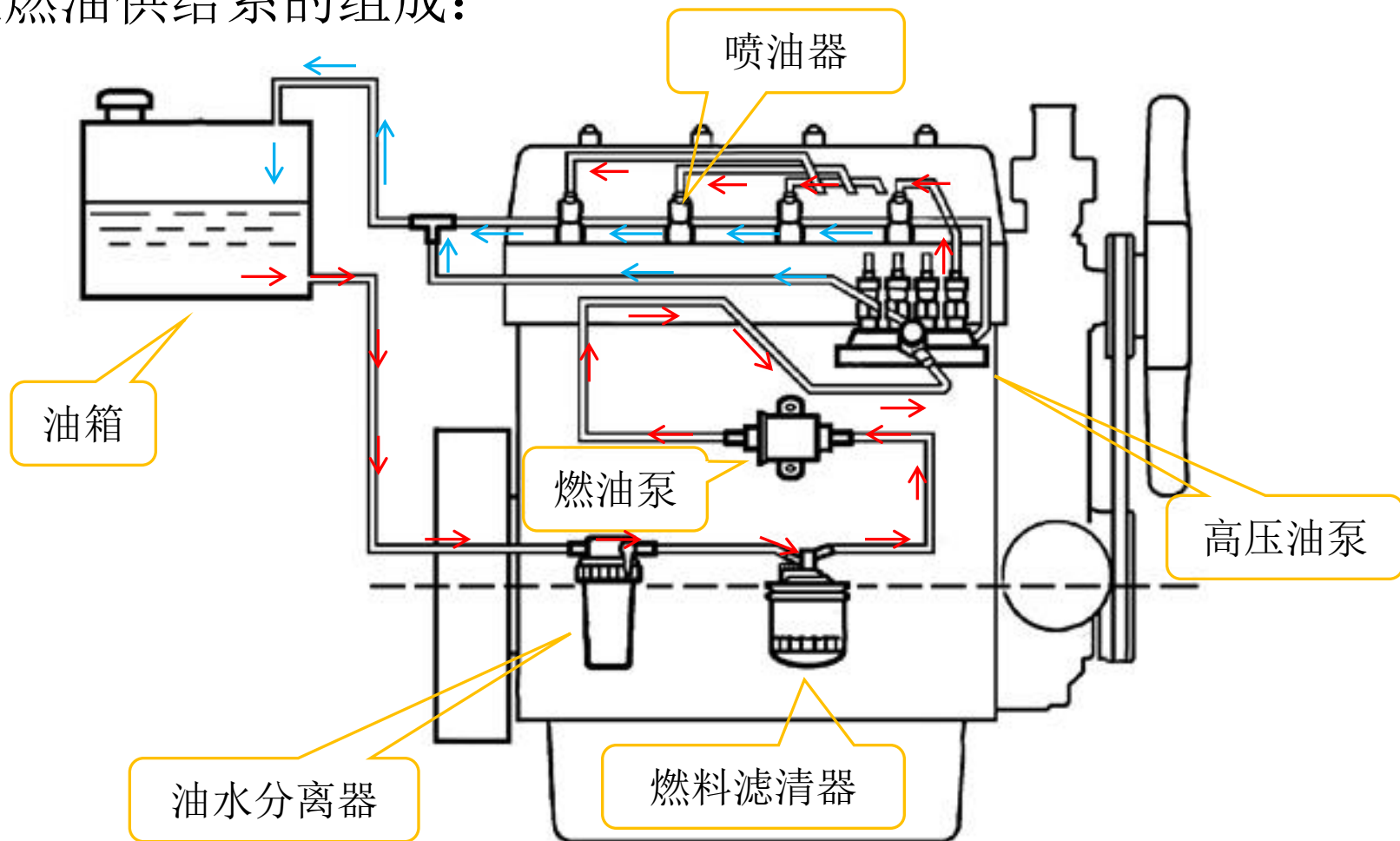
空气供给装置：空气滤清器、进气管道。

废气排出装置：排气管道、消音器。

混合气形成装置：燃烧室。

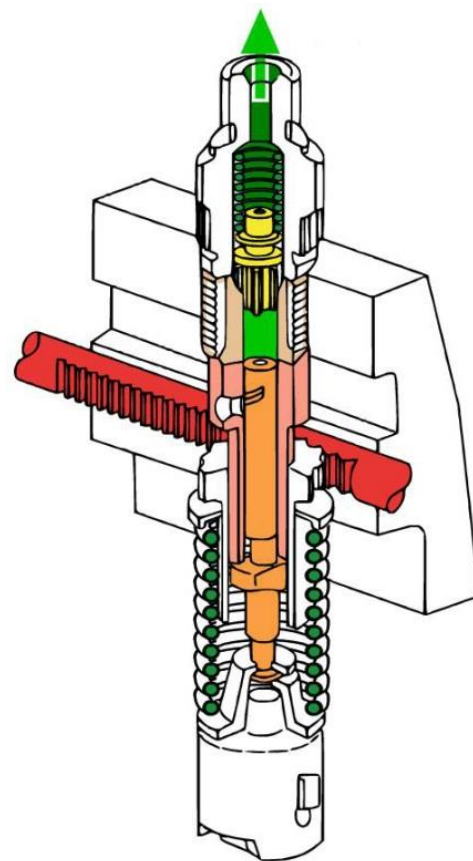
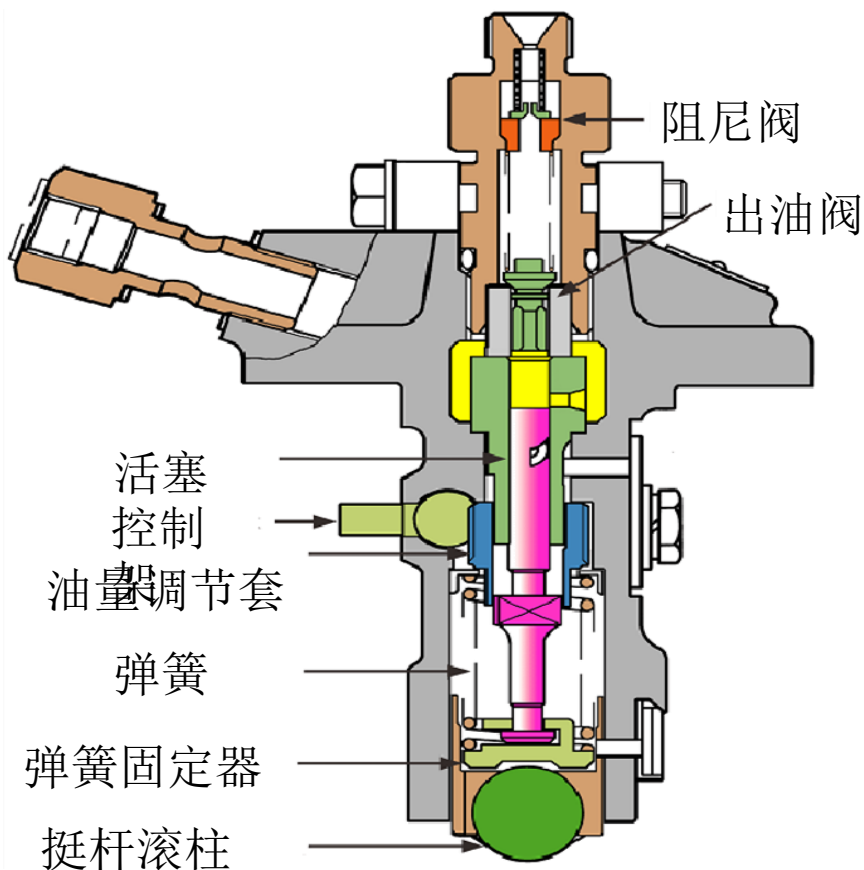
# 燃料供给系统

柴油机燃油供给系的组成：



# 燃料供给系统

喷油泵又称高压油泵，功用是提高燃油压力，并根据柴油机工况的要求，将一定量的燃油在准确时间内喷入燃烧室。



# 燃料供给系统

## 高压油泵



单体泵

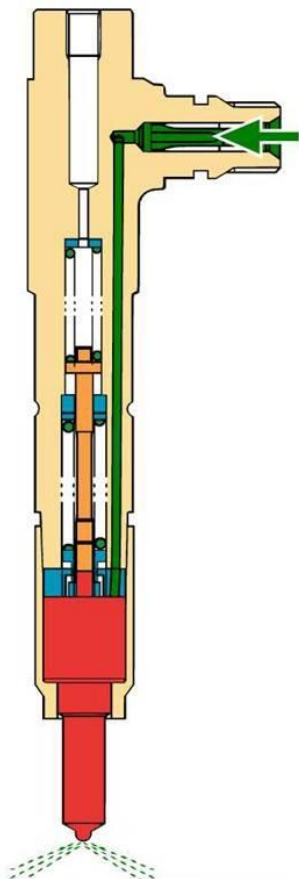


整体泵

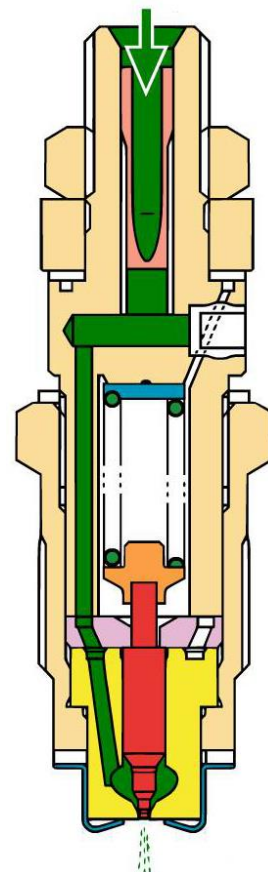
# 燃料供给系统

## 喷油器的分类

孔式喷油器



轴针式喷油器



# 燃料供给系统

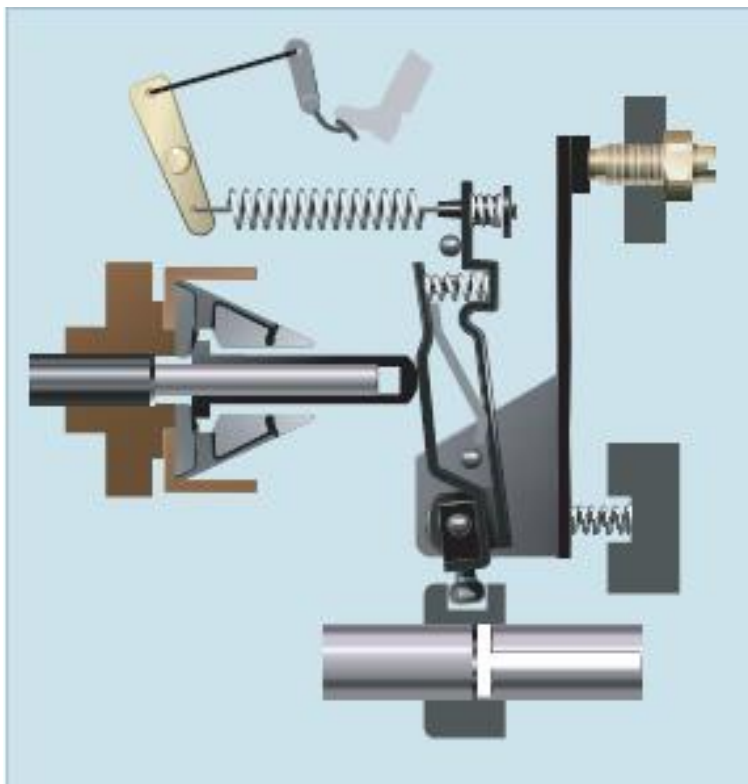
喷油器的技术要求：



- 1、雾化均匀。
- 2、具有一定的喷射压力和射程，及合适的喷射锥角。
- 3、断油迅速、无滴漏现象。

# 燃料供给系统

## 调速器



- (1) 防止柴油发动机超速运转，控制最高转速。
- (2) 保证在最低转速下能稳定运转，控制最低稳定转速。
- (3) 根据负载变化自动调节应用于发动机的燃油量，调速器可以保持发动机速度恒定。

# 燃料供给系统

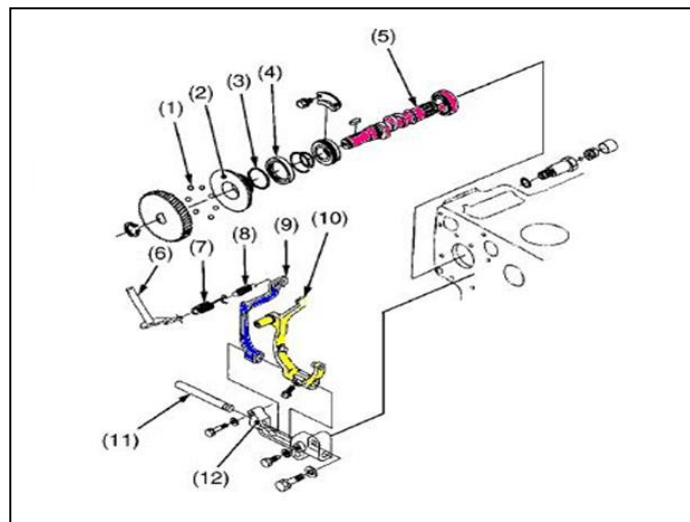
## 调速器分类

根据调速器工作原理分：

机械式、气动式、液压式、电子式

根据转速作用范围分：

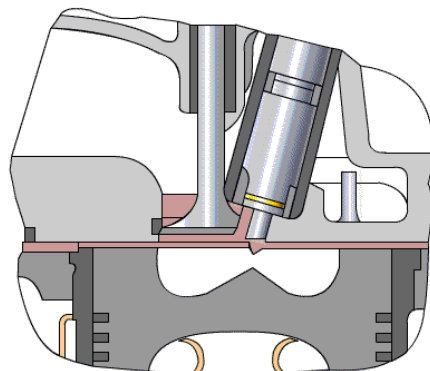
单程式、两速式、全程式



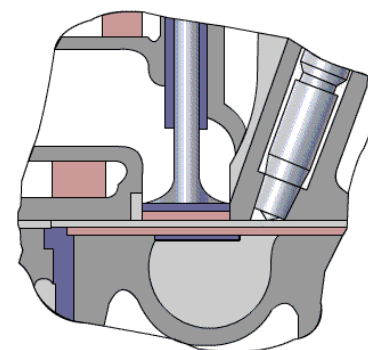
# 燃料供给系统

燃烧室分类:

直喷式燃烧室  
ω 型  
球型

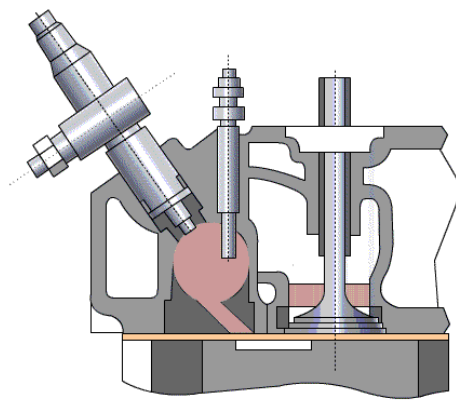


ω型燃烧室

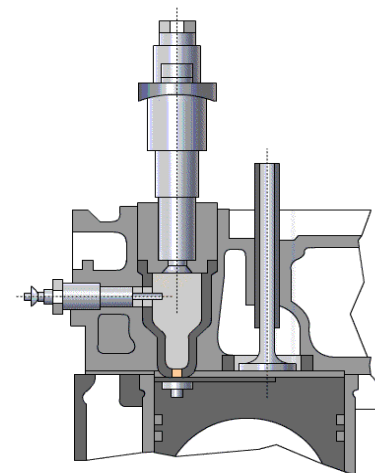


球型燃烧室

分隔式燃烧室  
涡流室燃烧室  
预燃式燃烧室



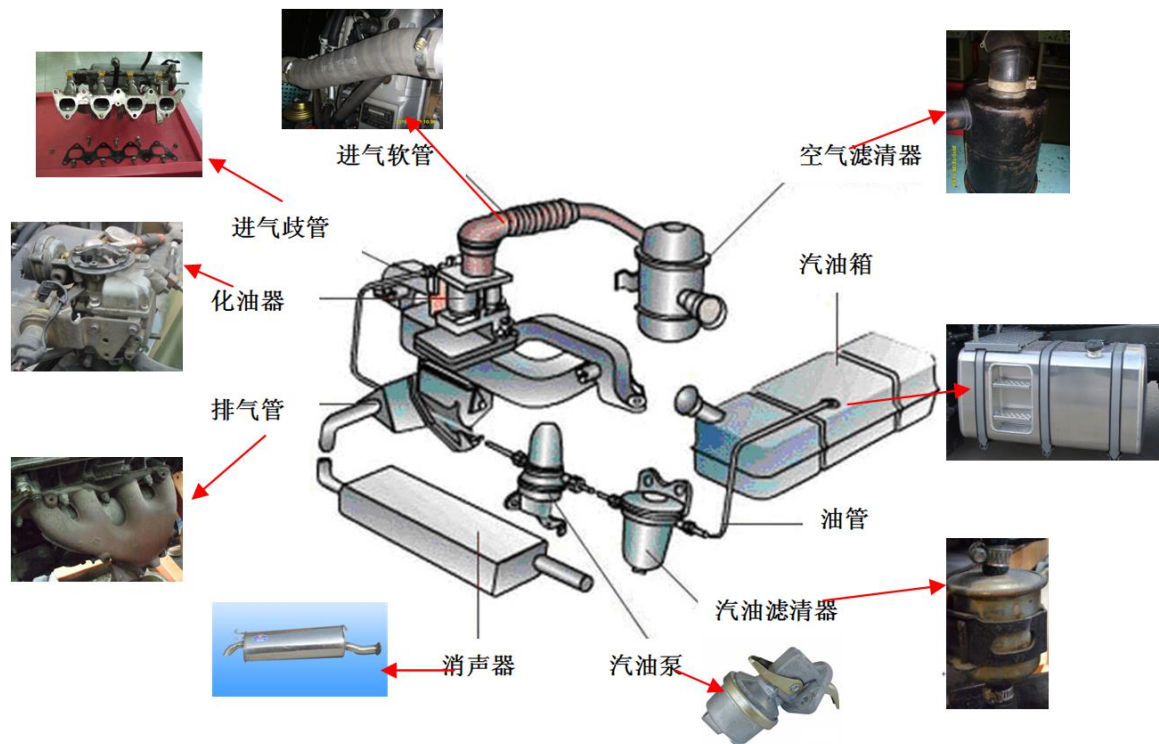
涡流室式燃烧室



预燃室式燃烧室

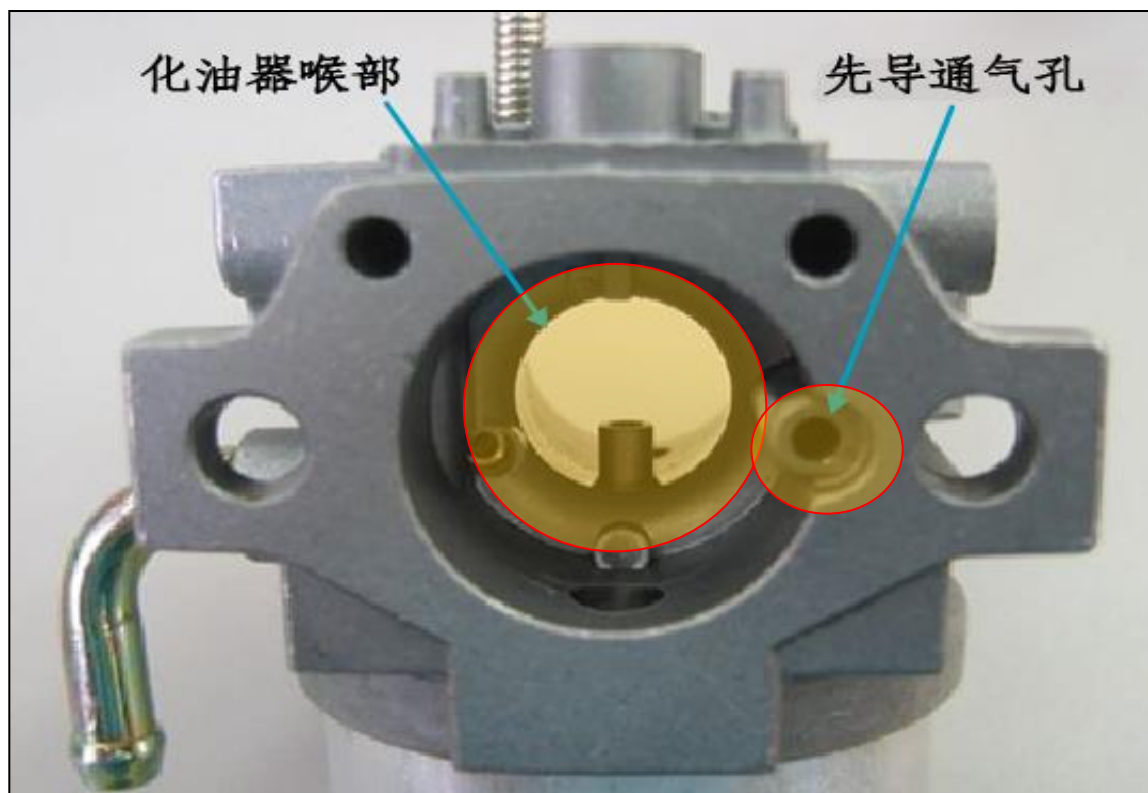
# 燃料供给系统(汽油)

汽油发动机燃油供给有：汽油箱、输油泵、汽油滤芯、油水分离器、化油器等组成



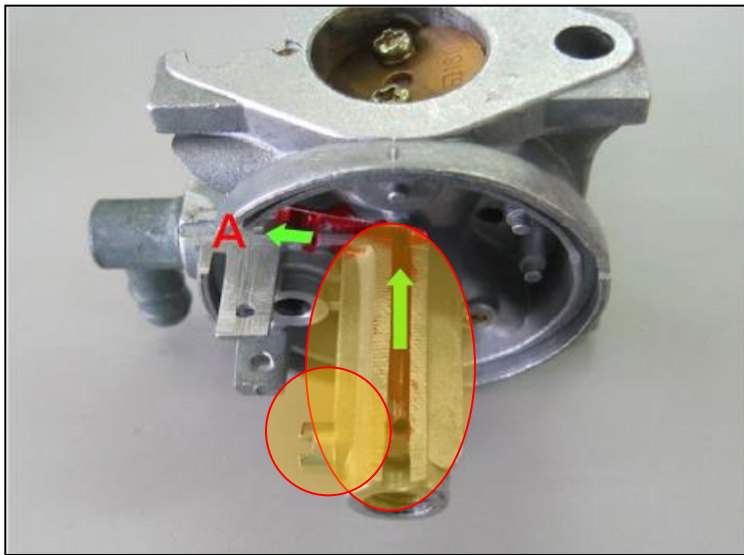
# 燃料供给系统(汽油)

## 化油器内部构造



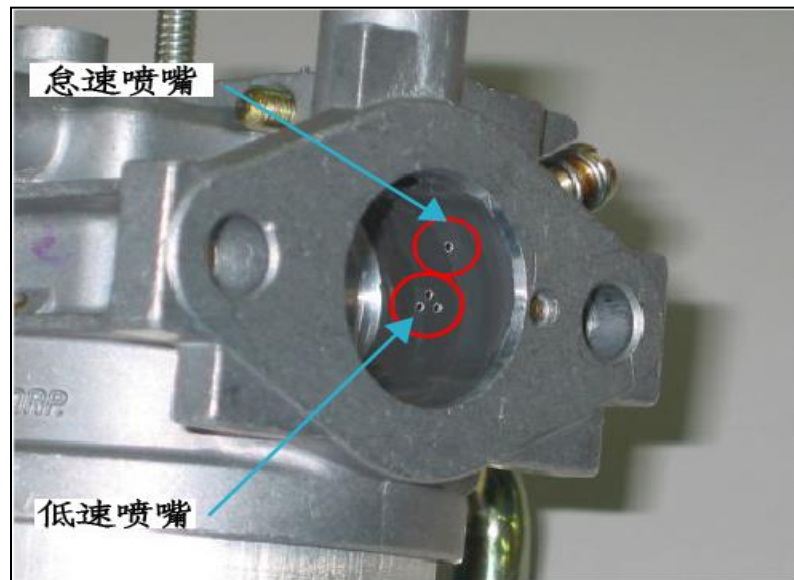
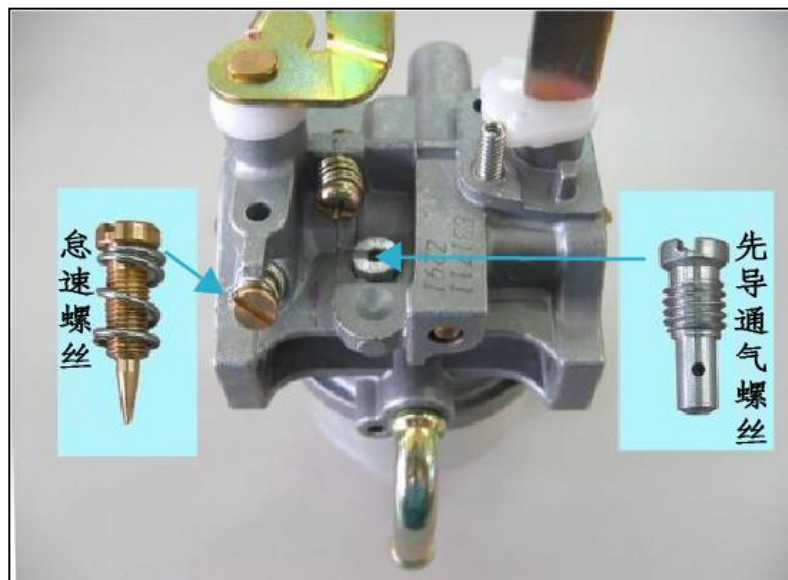
# 燃料供给系统(汽油)

## 化油器内部构造



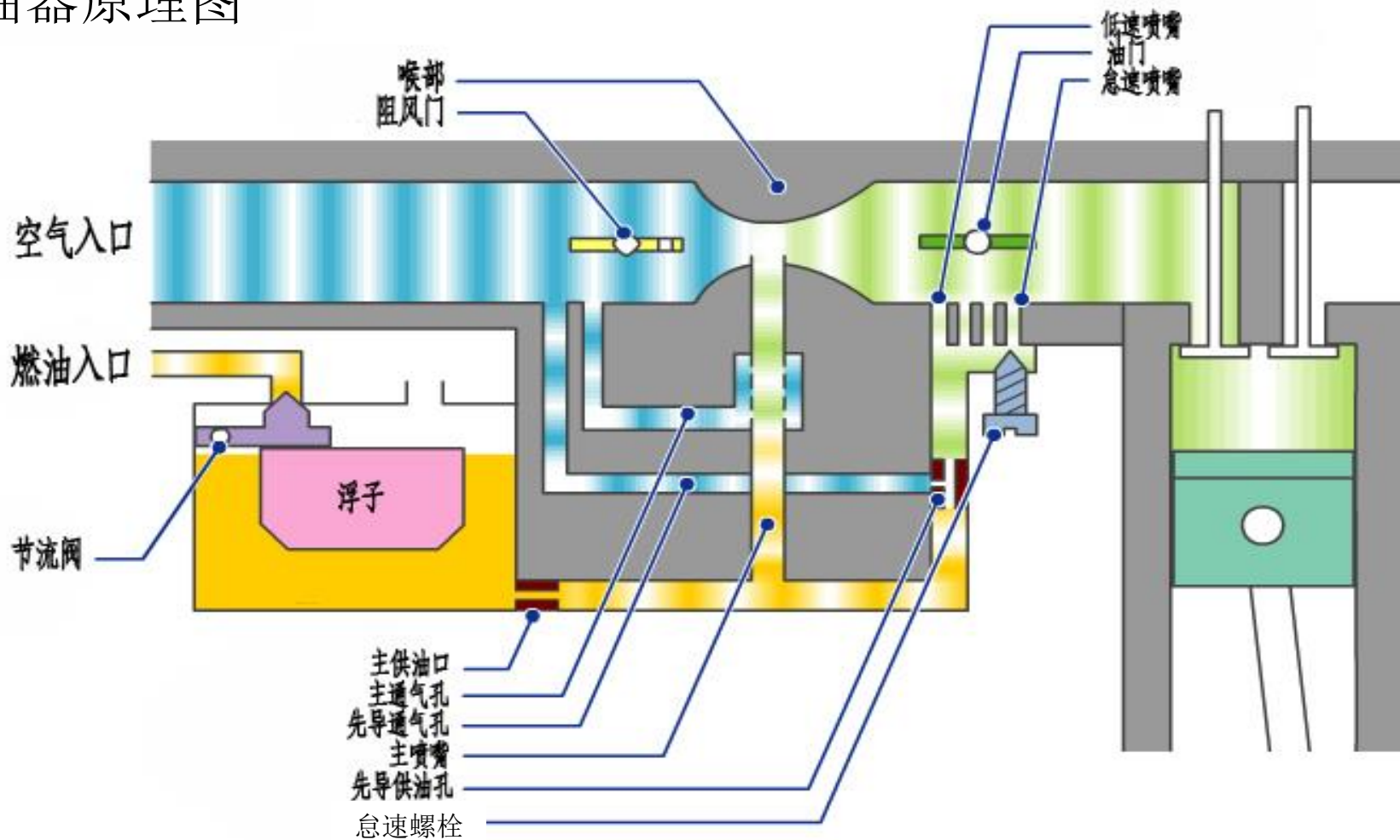
# 燃料供给系统(汽油)

## 化油器内部构造



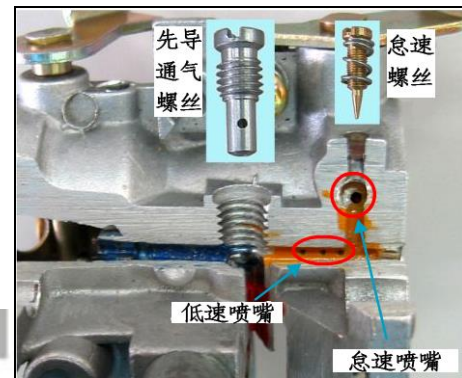
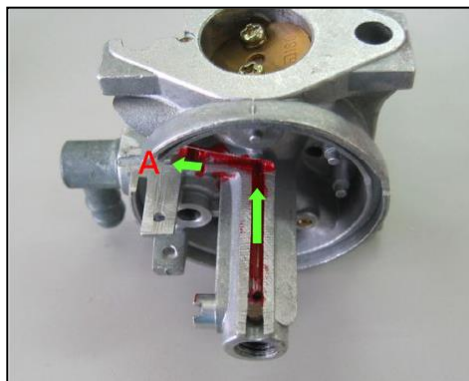
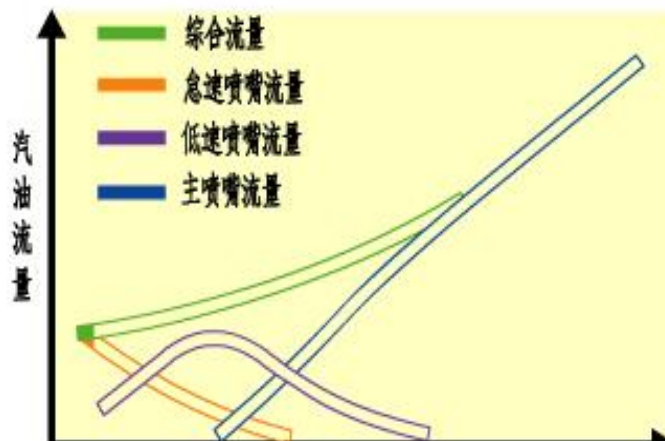
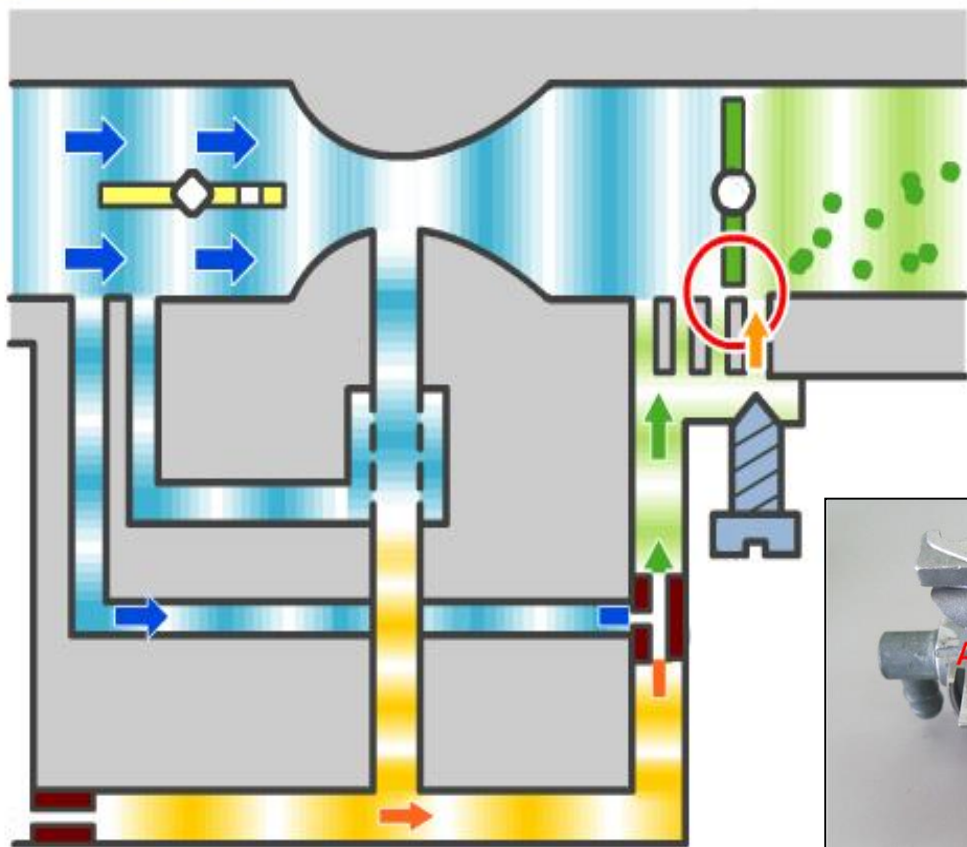
# 燃料供给系统(汽油)

## 化油器原理图



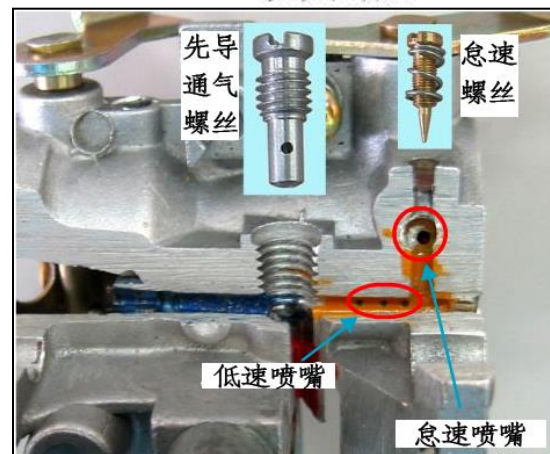
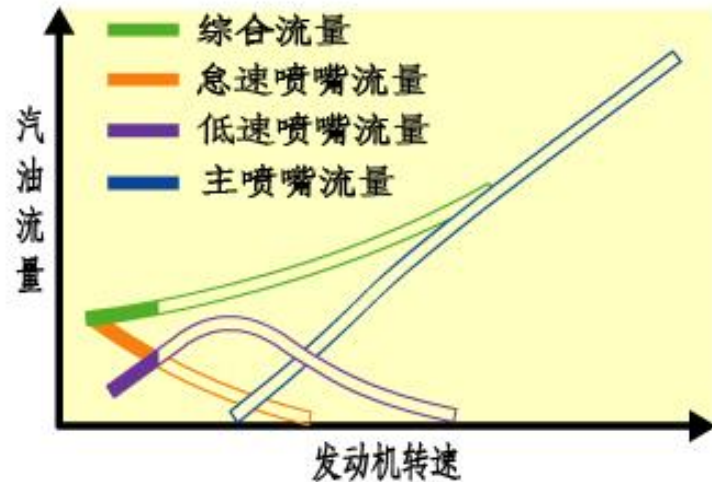
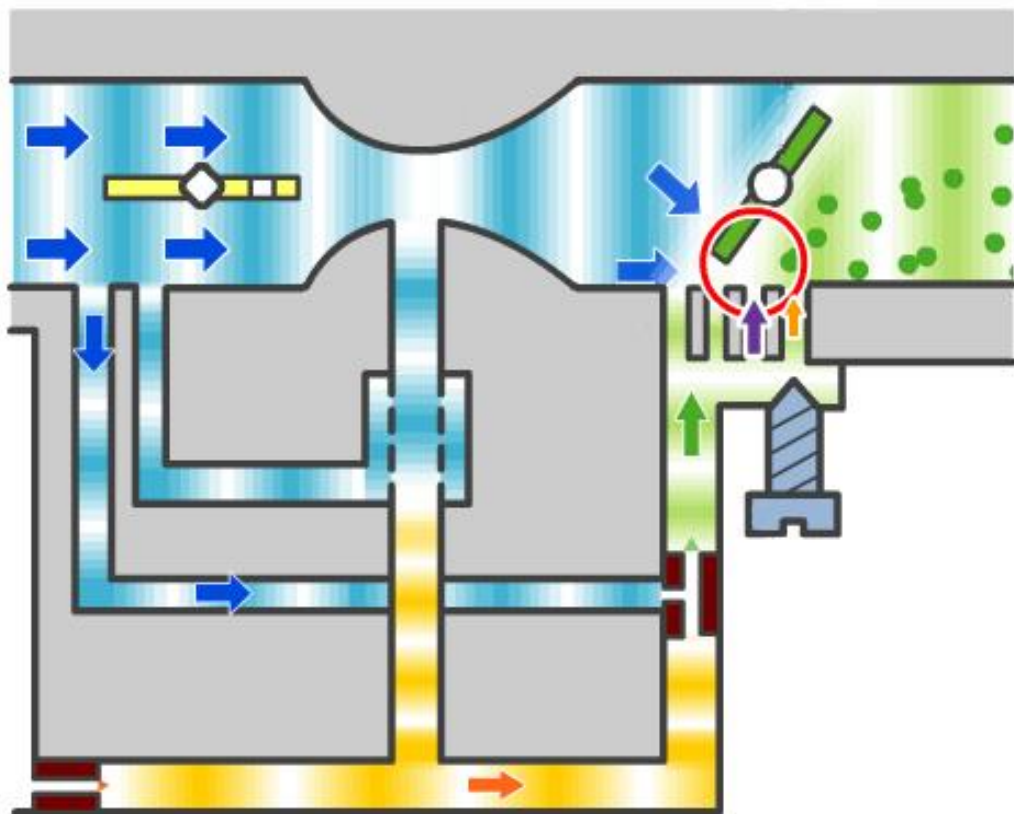
# 燃料供给系统(汽油)

怠速状态



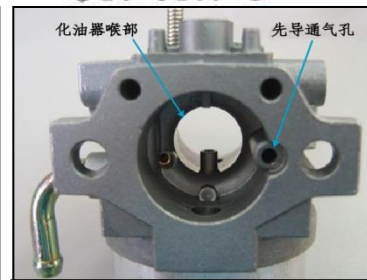
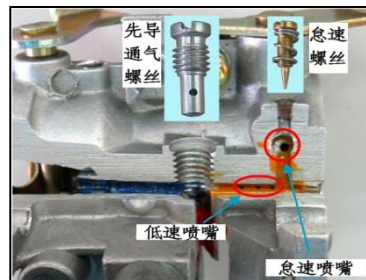
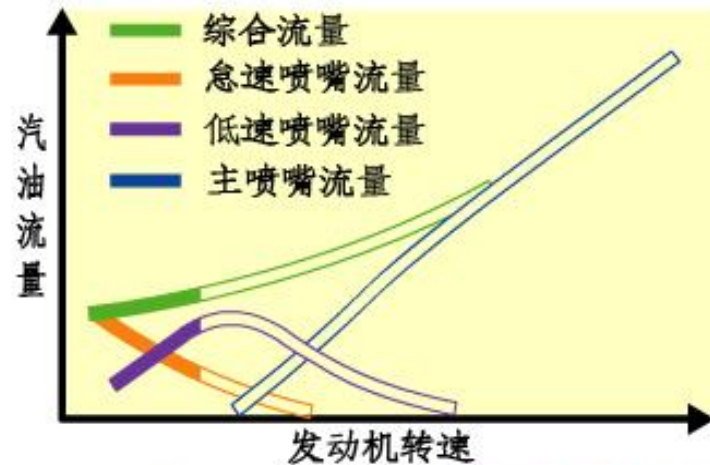
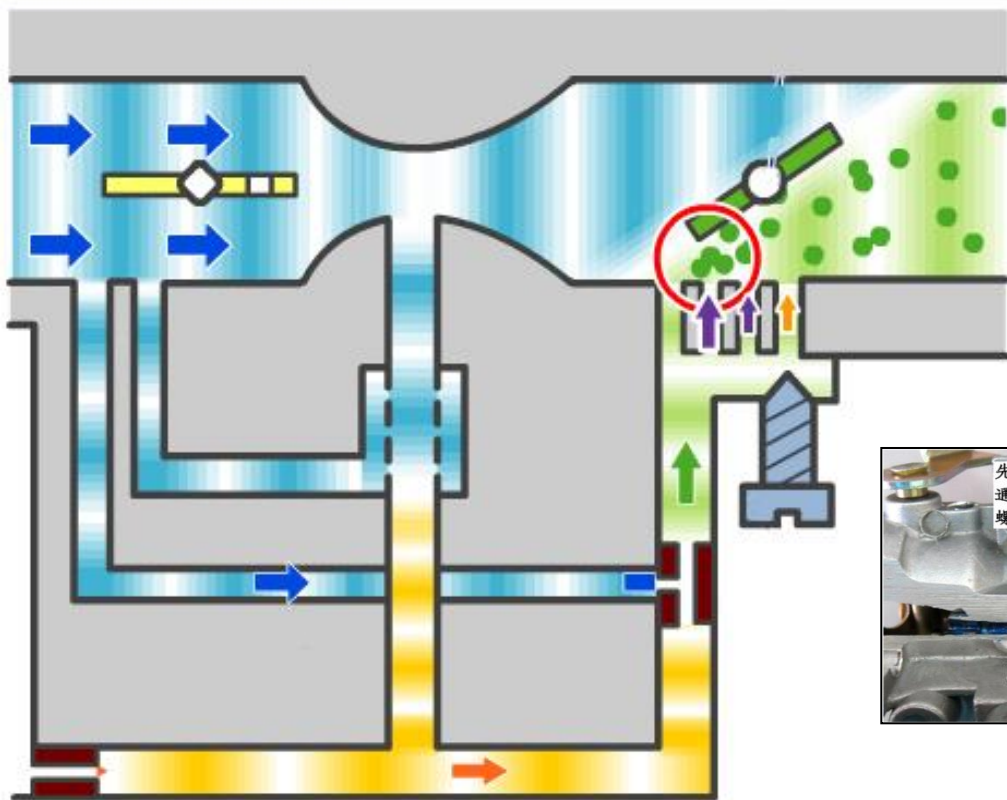
# 燃料供给系统(汽油)

怠速~低转速



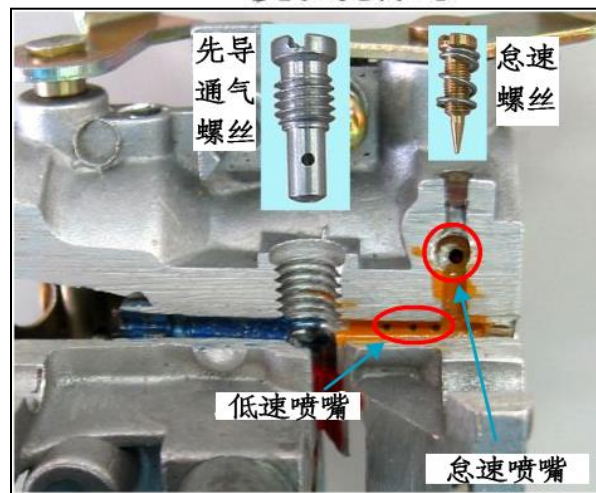
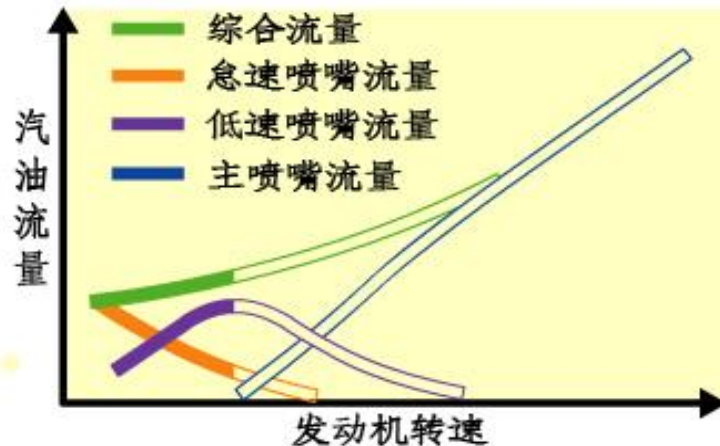
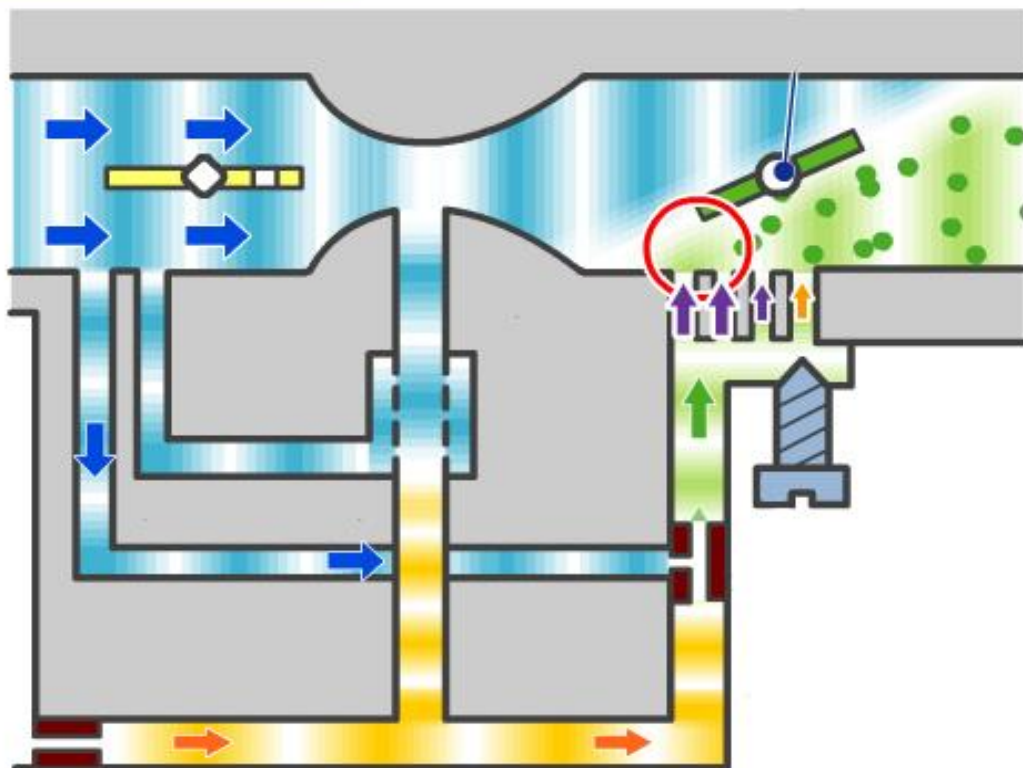
# 燃料供给系统(汽油)

低转速



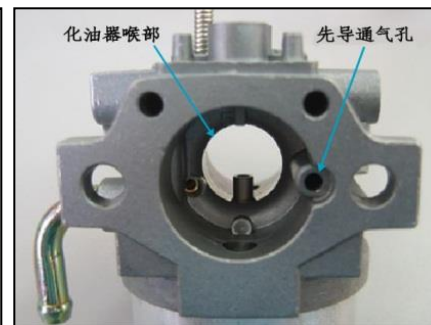
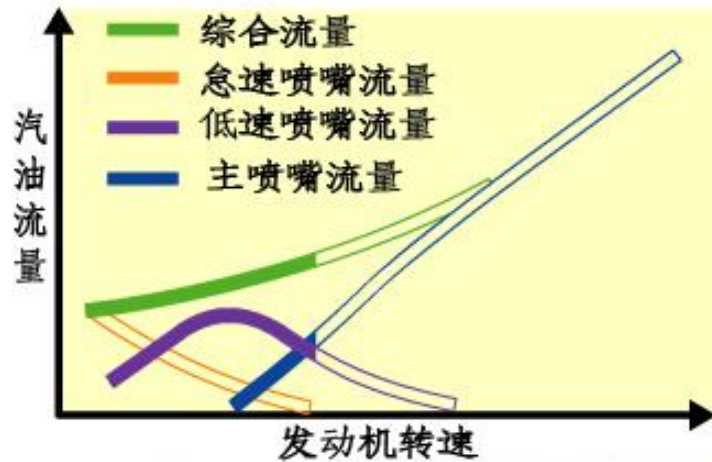
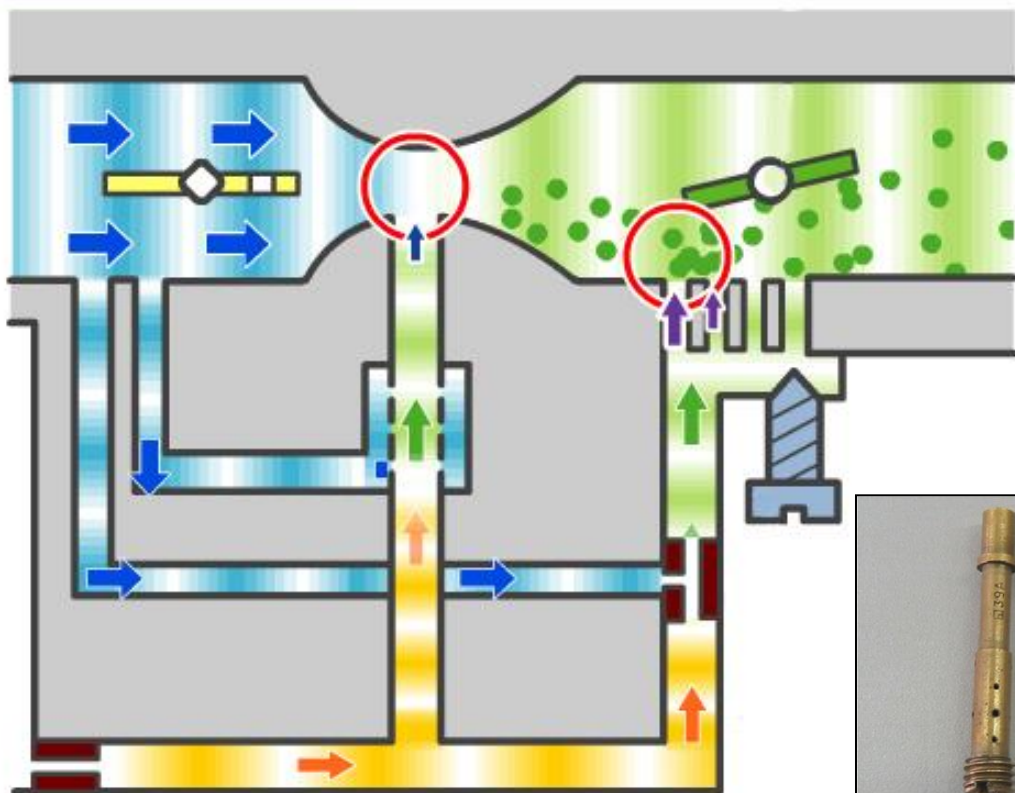
# 燃料供给系统(汽油)

低转速~



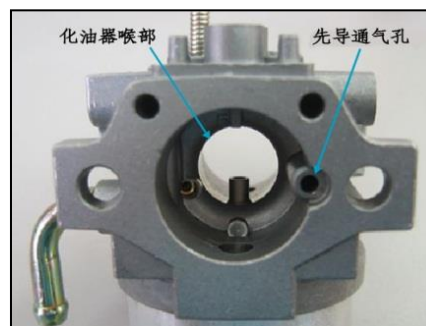
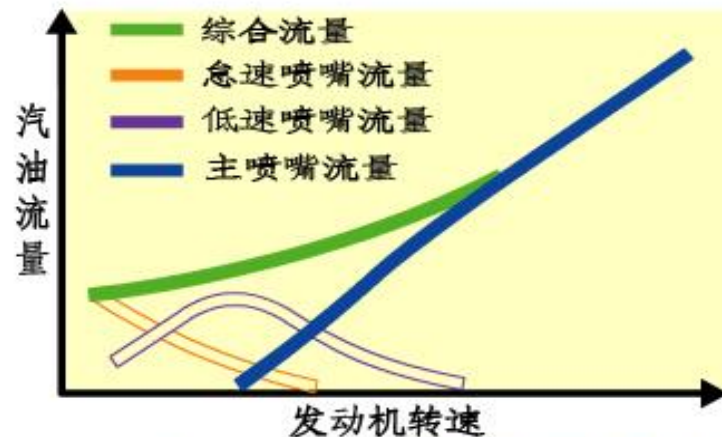
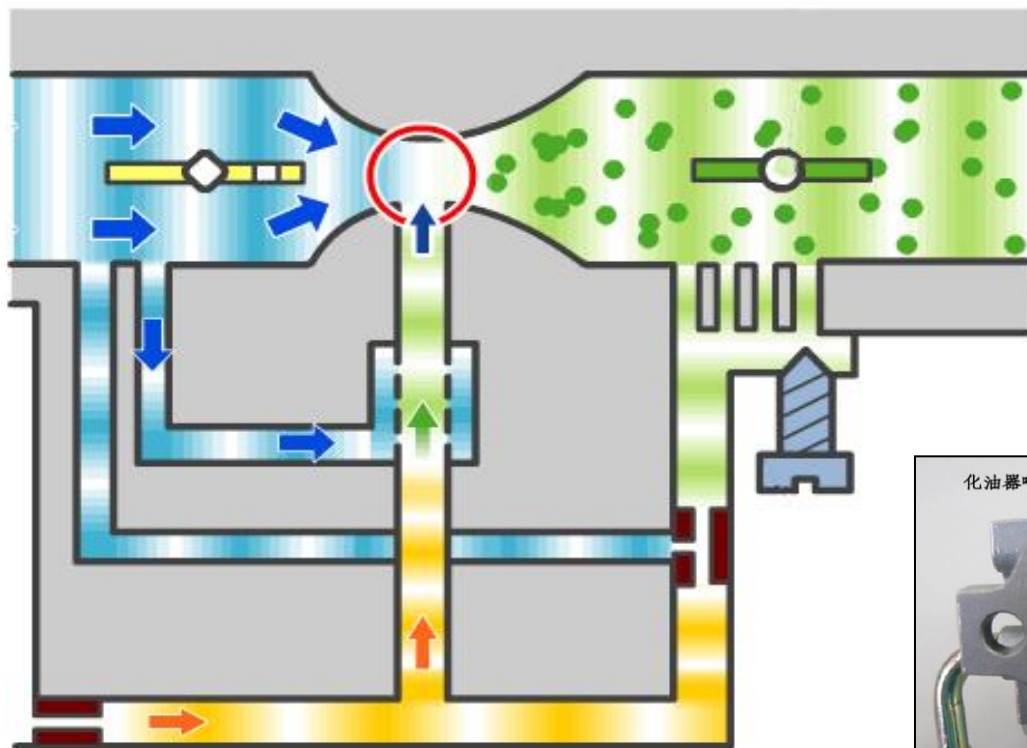
# 燃料供给系统(汽油)

低转速~中等转速



# 燃料供给系统(汽油)

高转速



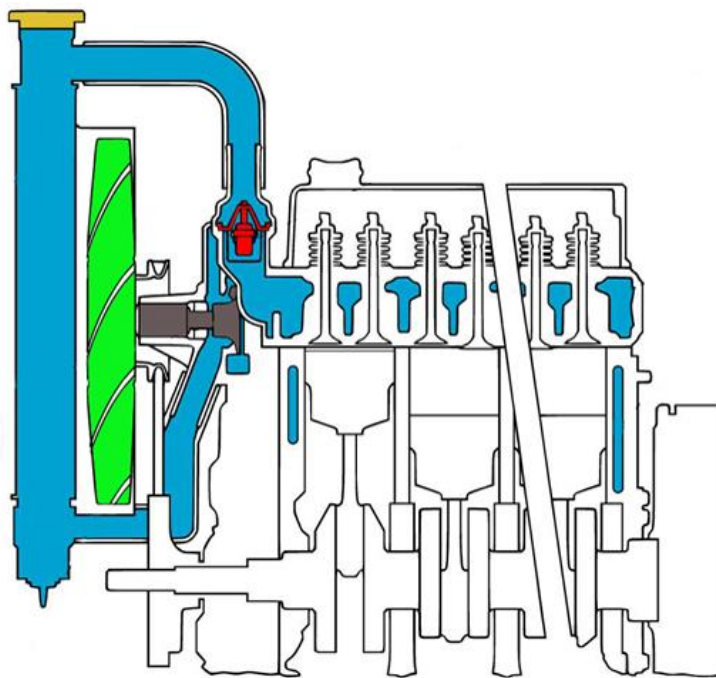
# 冷却系

## 一、冷却系的功用：

冷却系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。

## 二、冷却系的组成：

- (1) 散热器
- (2) 水泵
- (3) 冷却风扇
- (4) 节温器
- (5) 气缸头
- (6) 气缸体



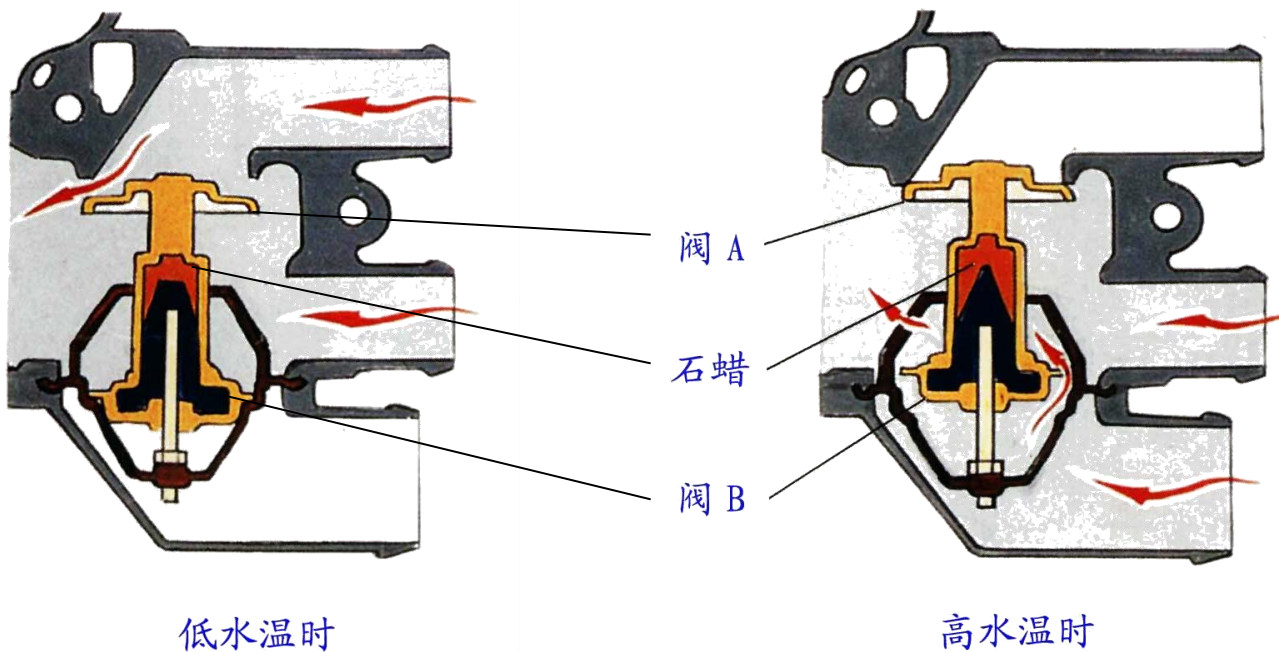
# 冷却系

## 蜡式节温器



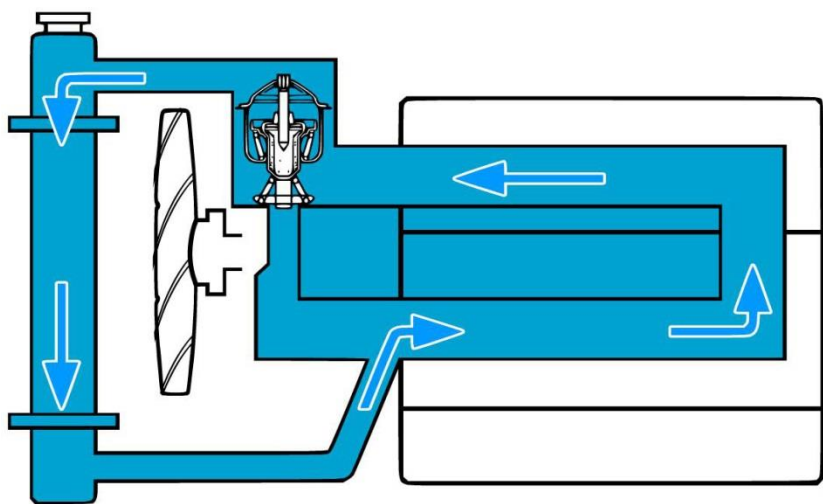
# 冷却系

## 节温器工作原理

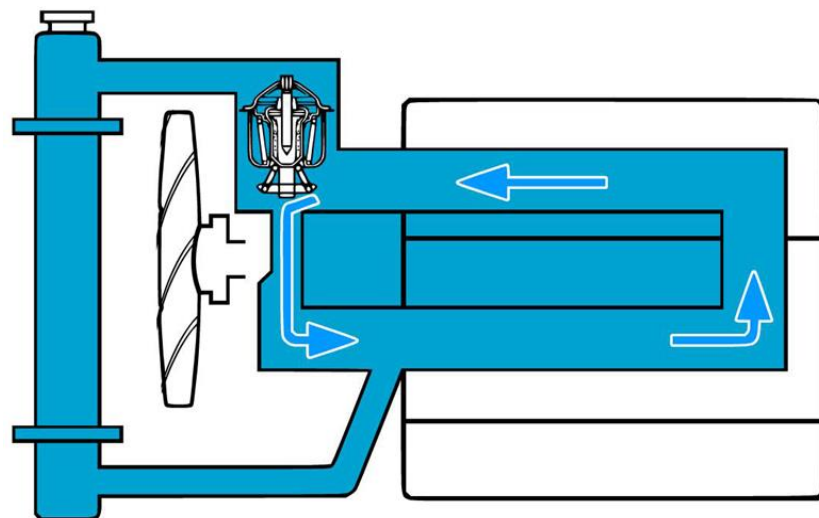


# 冷却系

发动机冷却水循环：



大循环

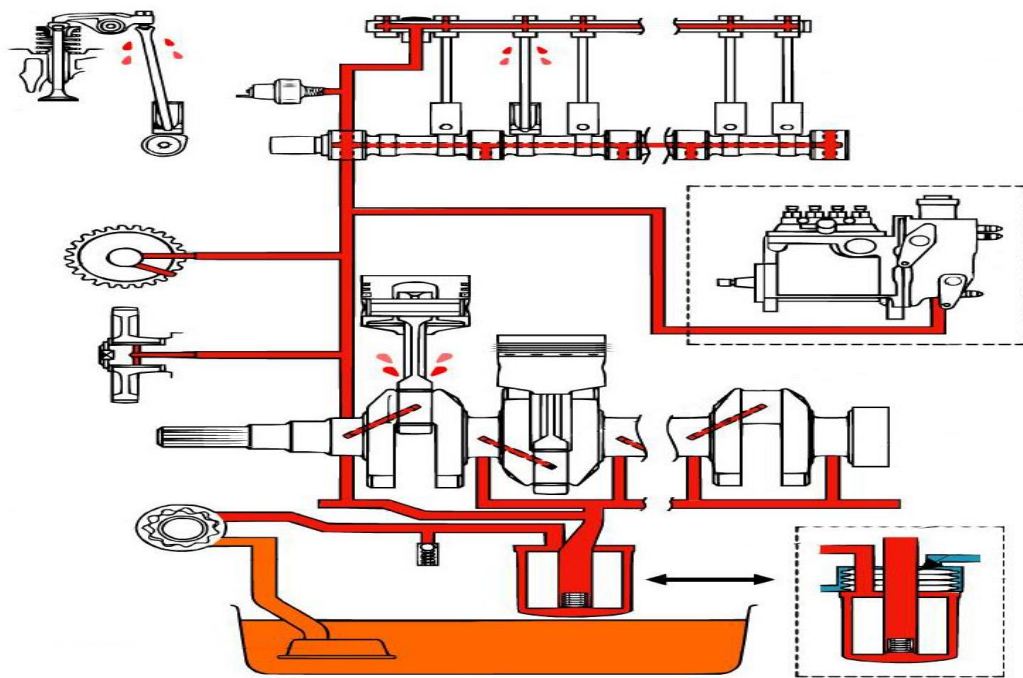


小循环

# 润滑系统

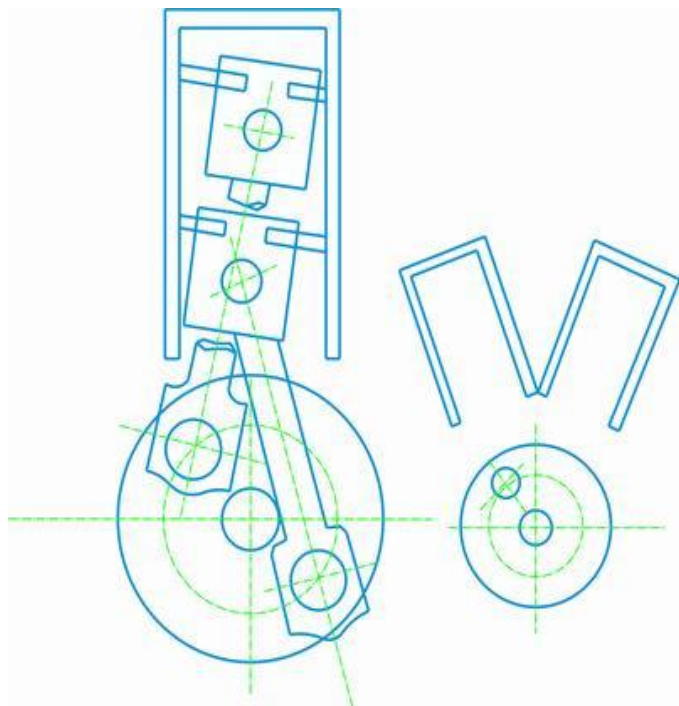
润滑系的作用：

- (1) 润滑作用
- (2) 清洗作用
- (3) 冷却作用
- (4) 密封作用
- (5) 防锈蚀作用
- (6) 减震缓冲作用



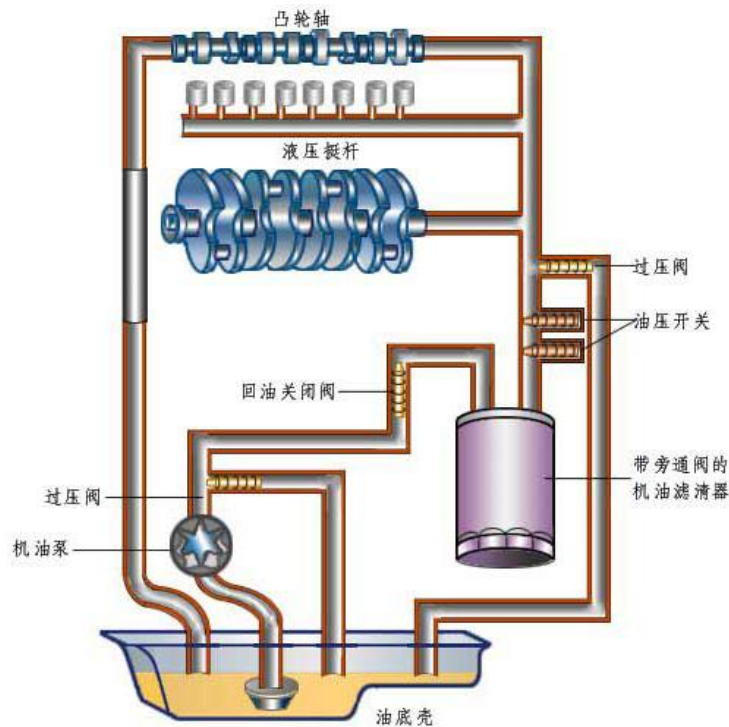
# 润滑系统

## 飞溅润滑



利用发动机工作时运动零件飞溅起来的油滴或油雾来润滑摩擦表面。

## 压力润滑

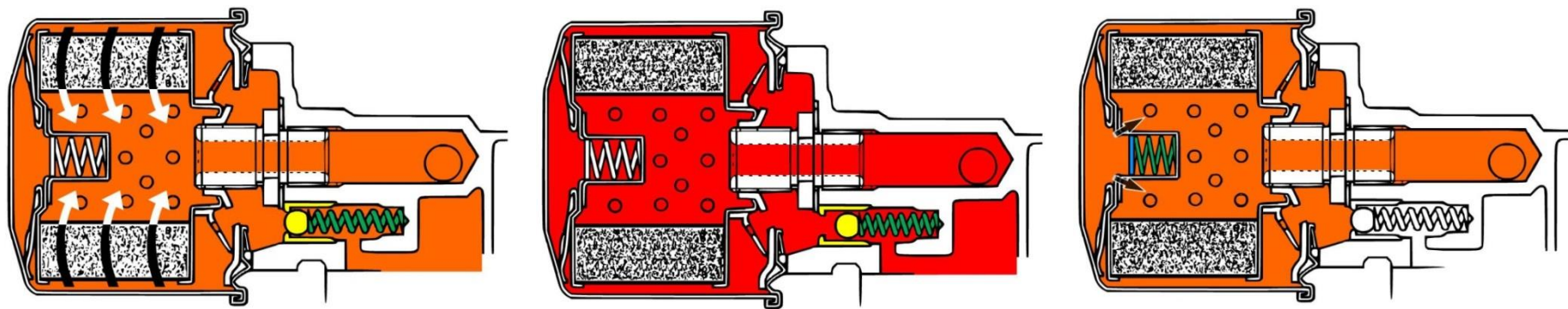


利用机油泵，将具有一定压力的润滑油源源不断地送往摩擦表面。

# 润滑系统

## 滤清器

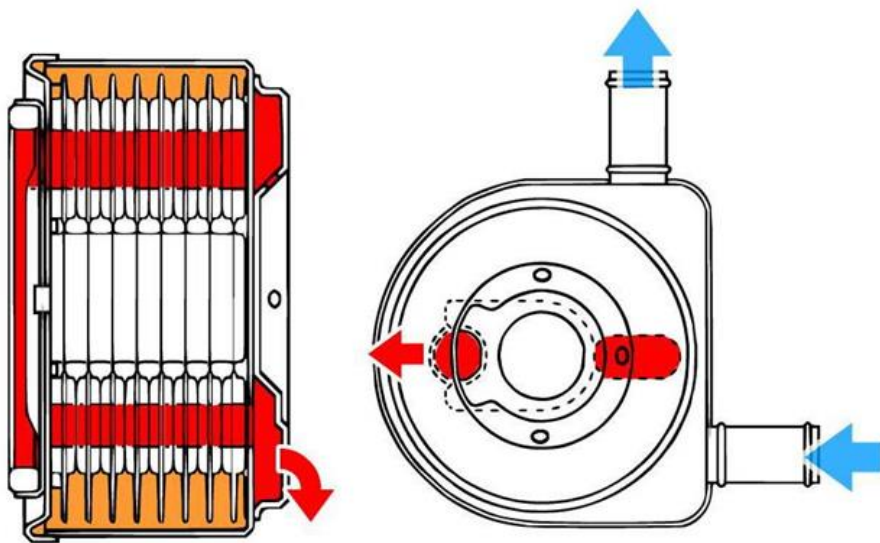
过滤机油中的杂质，提高机油清洁度。



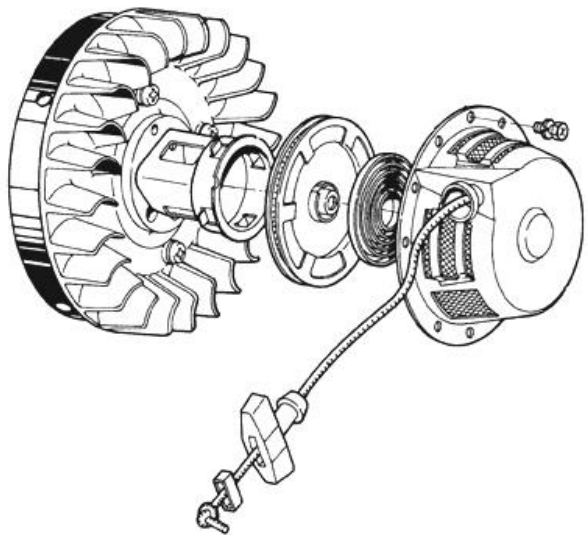
# 润滑系统

## 机油散热器：

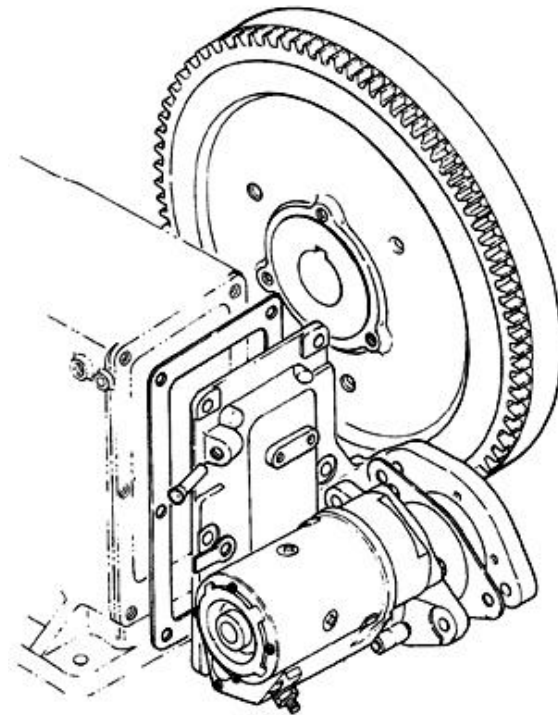
为使润滑油保持在最有利的范围内工作，保持润滑油具有一定的粘度，装置有机油散热器以便对润滑油进行冷却。使机油保持在最有利的温度范围内工作。一般安装在发动机冷却系散热器的前面。



# 起动系统

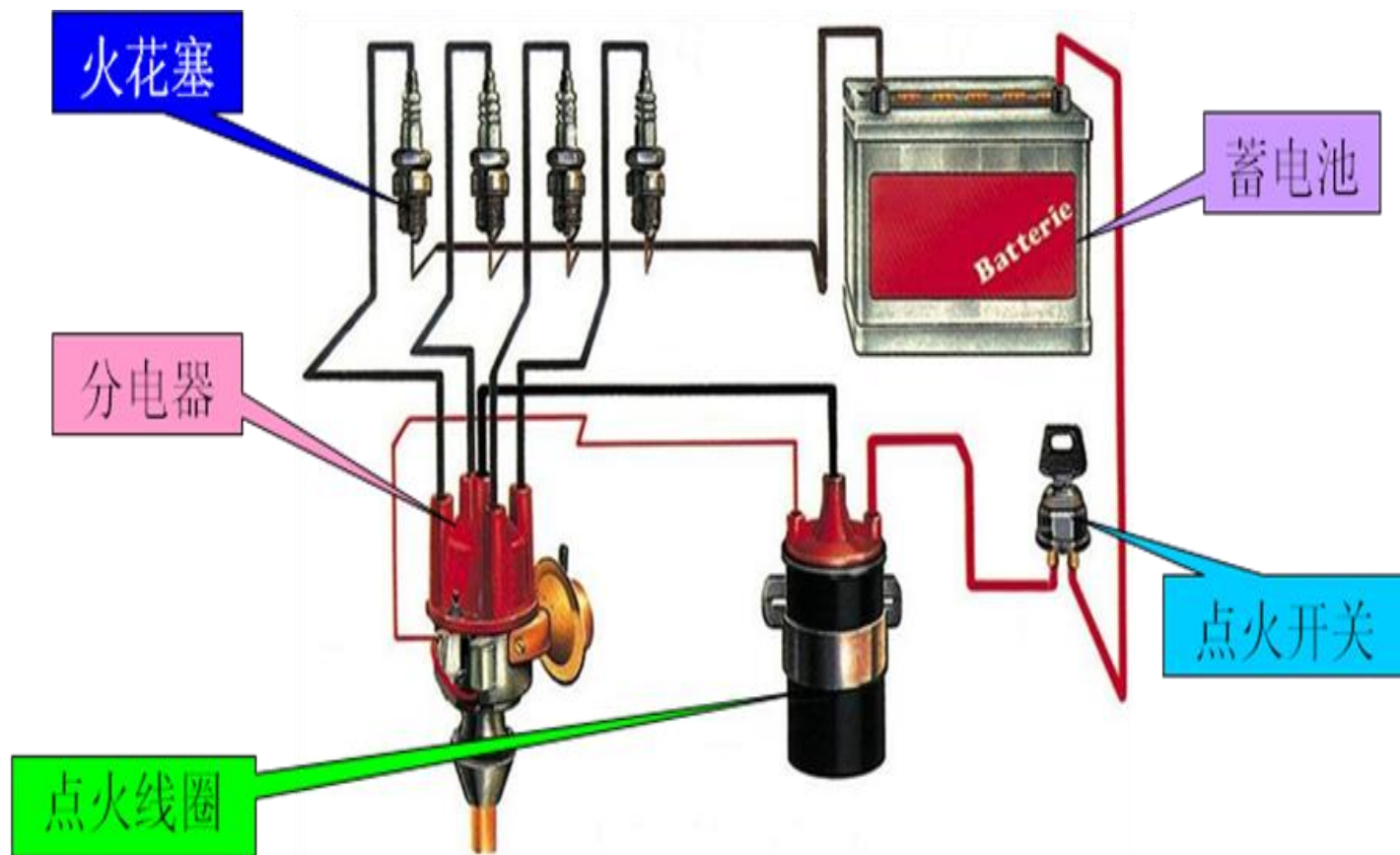


人力起动

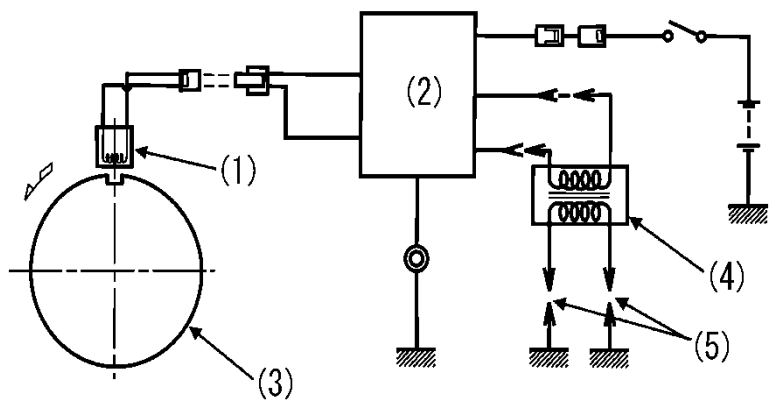


电动机启动

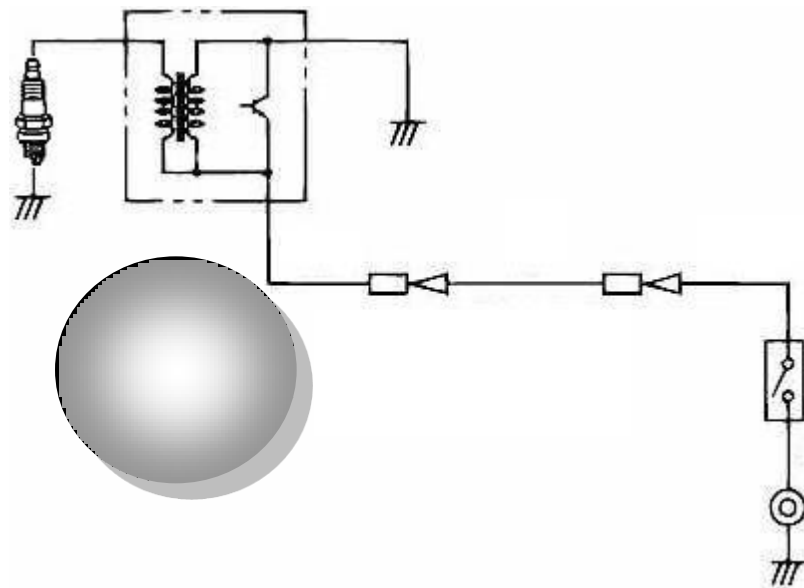
# 点火系统



# 点火系统



蓄电池点火系



磁电机点火系

# 多缸四冲程发动机的工作顺序

多缸发动机，它是由若干个相同的单缸排列在一个机体上共用一根曲轴输出动力所组成。

多缸发动机是在曲轴转角 $720^\circ$ 内(四冲程)各缸都要象单缸发动机一样完成一个工作循环。为了使发动机运转平稳，各缸做功间隔角大都均等。如四冲程六缸发动机各缸做功间隔角为 $\Psi = 720^\circ / 6 = 120^\circ$ 即曲轴每转 $120^\circ$ 就有一个缸做功，各缸做功行程略有搭接，这样发动机运转较单缸发动机平稳得多。另外，由于各缸的做功行程为其它缸的准备行程提供动力，所以贮存能量的飞轮也较单缸发动机小得多。四缸发动机从理论上讲做功冲程就已连续，而六、八缸发动机都有做功重叠，且缸数越多、重叠得就越大，发动机运转得就越平稳。

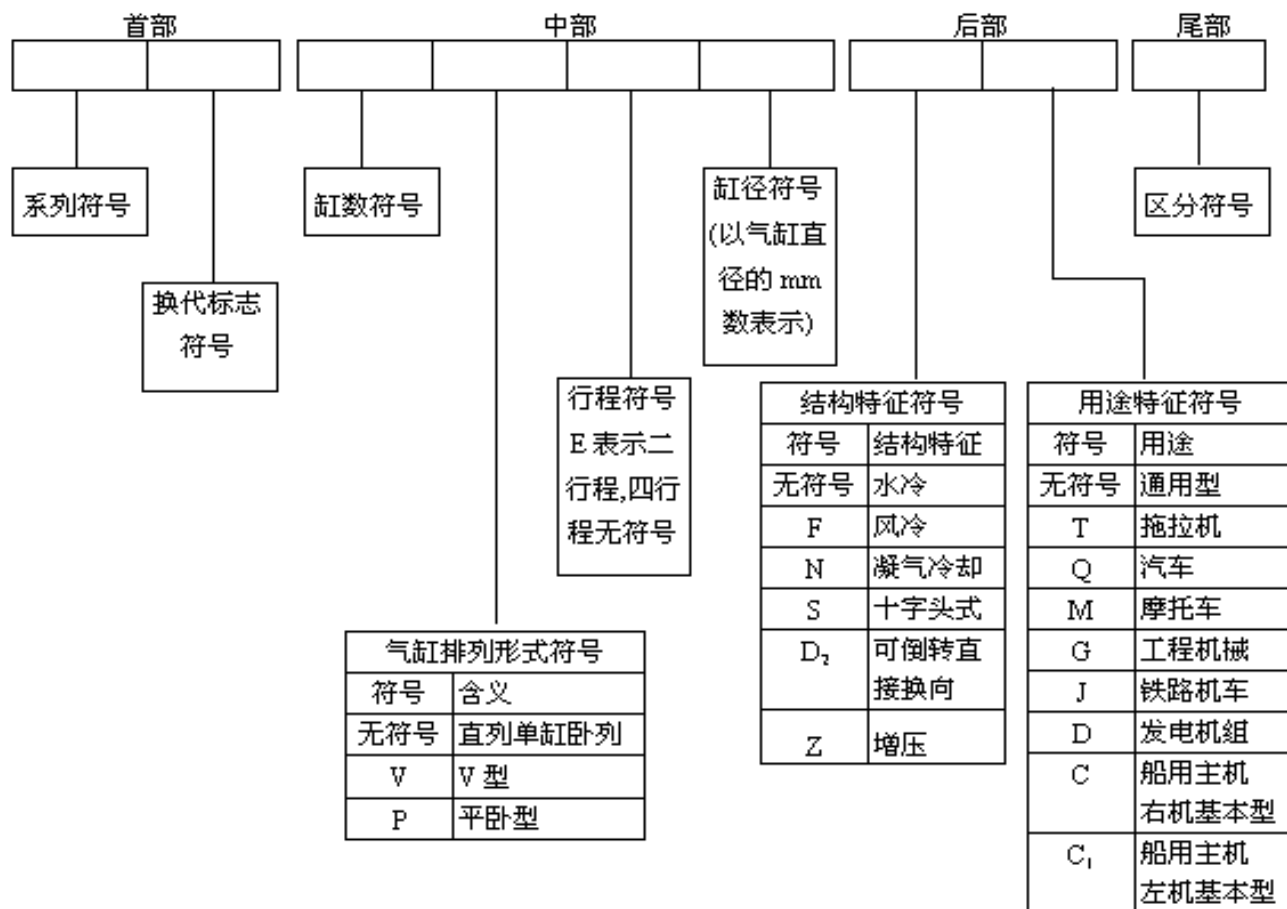
各缸做功行程顺序（据机器平衡性及各缸机械负荷和热负荷的均匀性）：

直列四缸：1-3-4-2； 1-2-4-3

直列六缸：1-5-3-6-2-4； 1-4-2-6-3-5

# 发动机名称和型号编制规则

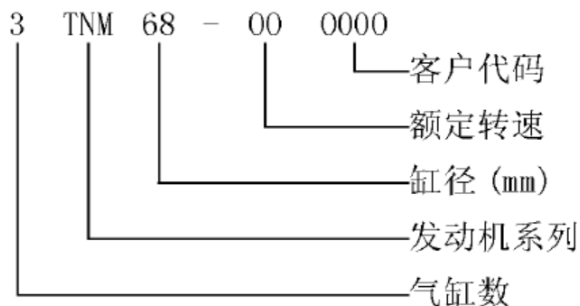
## 国内发动机的型号



# 洋马发动机型号识别

## 规格

## 型号说明



## 发动机转速规格

符号	可使用的发动机转速	用途
VH	3200 ~ 3600rpm(min <sup>-1</sup> )	割草机、工程机械、工业机械
VM	2000 ~ 3000rpm(min <sup>-1</sup> )	农用机械、工程机械、工业机械
CH	3000 ~ 3600rpm(min <sup>-1</sup> )	2 极发电机组、灌注泵
CL	1500 ~ 1800rpm(min <sup>-1</sup> )	4 极发电机组、灌注泵

VH: 可调高速

VM: 可调中速

CH: 恒定高速

CL: 恒定低速

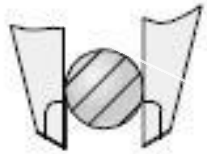
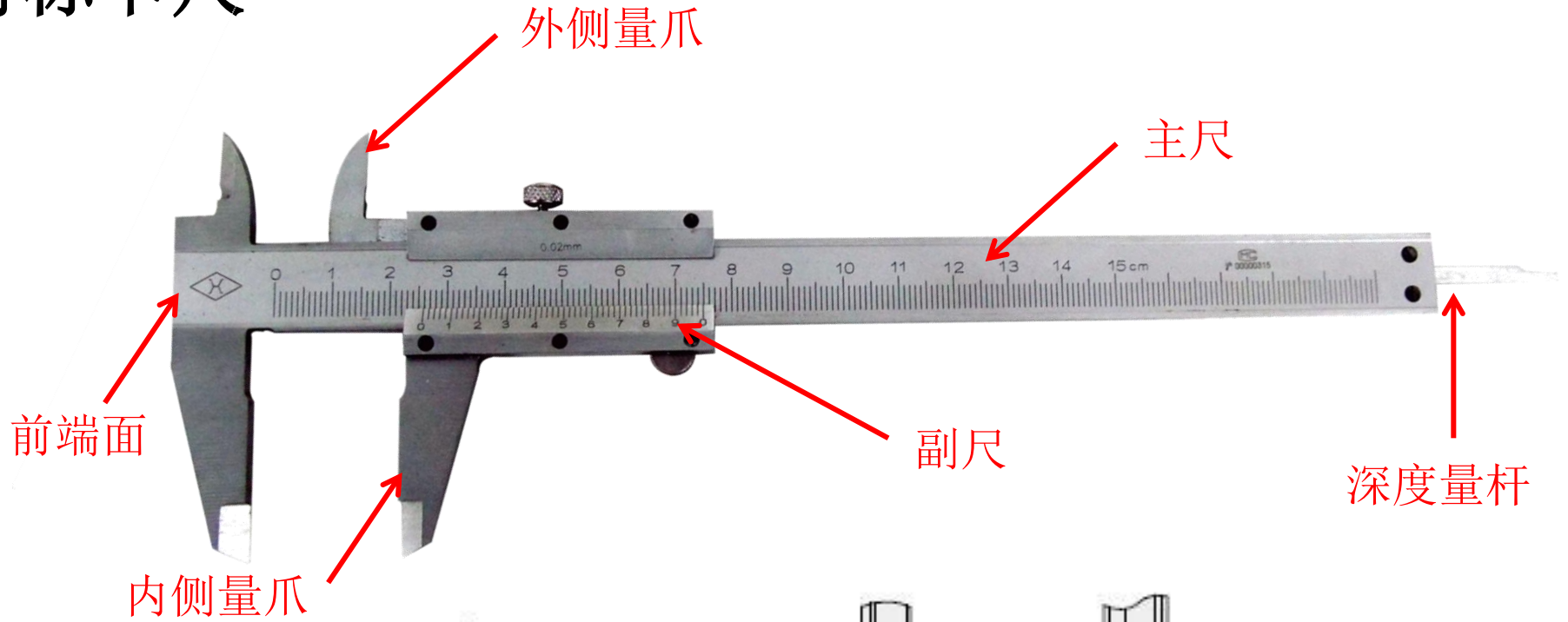
# 发动机常用工具的使用

- 一、塞尺
- 二、游标卡尺
- 三、公斤扳手
- 四、抱箍
- 五、气缸压力表
- 六、转速表

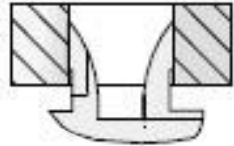
# 塞尺



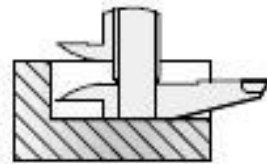
# 游标卡尺



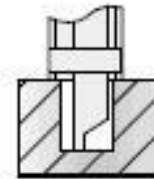
Outside Measurement  
外测量



Inside Measurement  
内测量

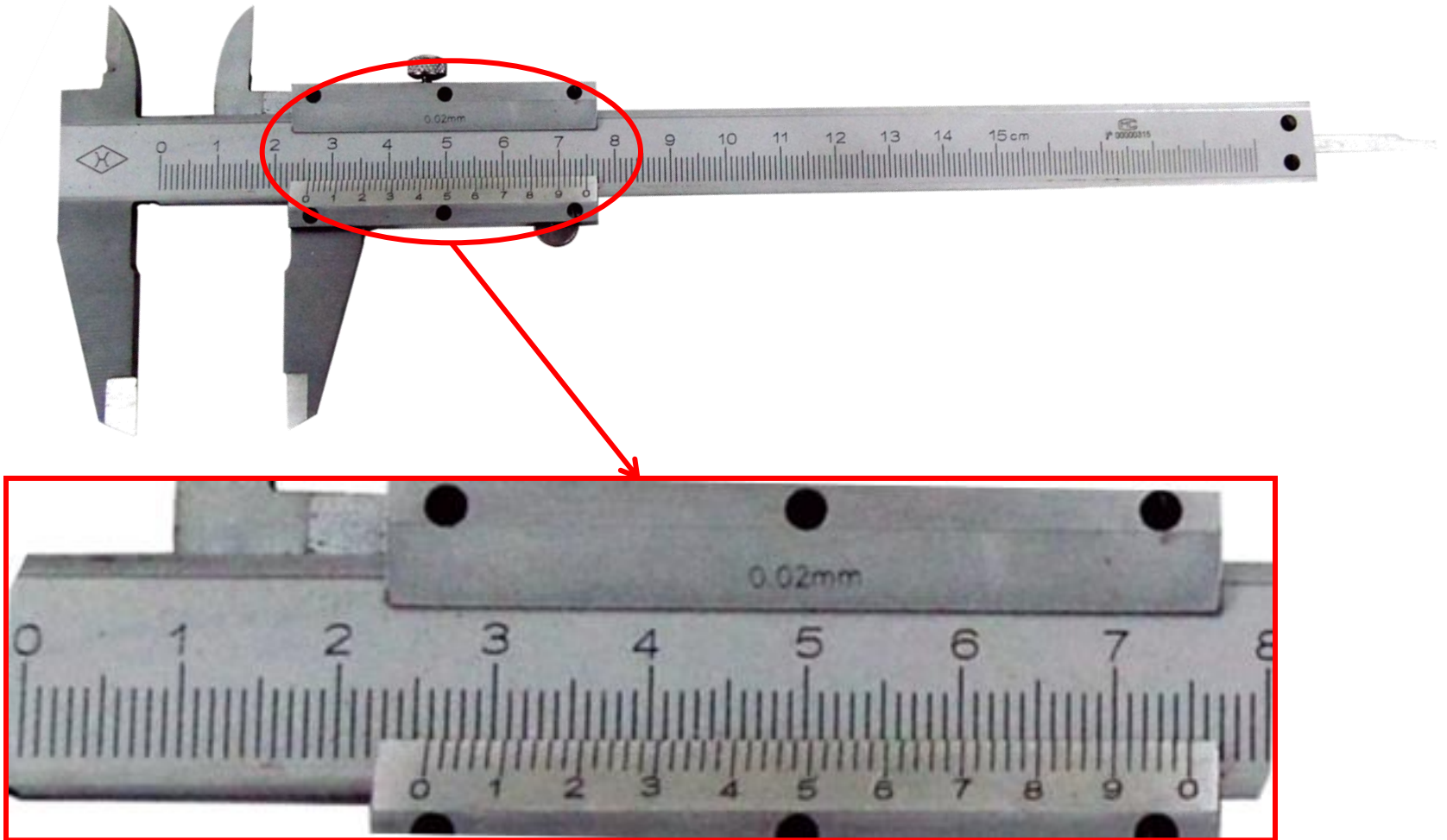


Step Measurement  
台阶测量

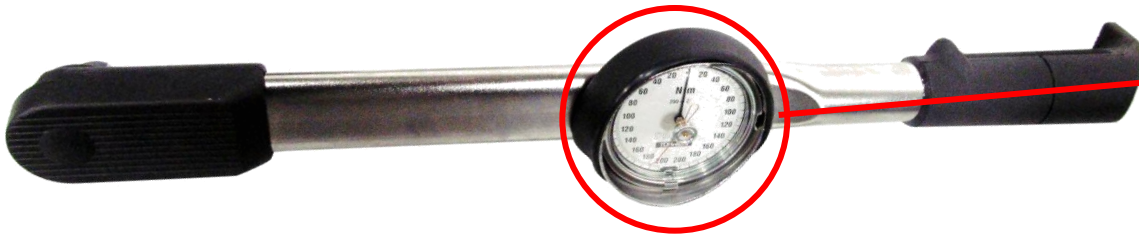
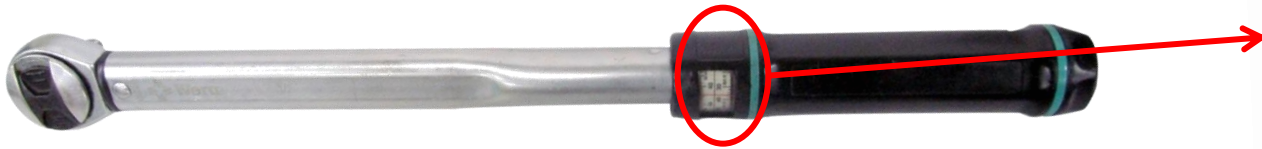


Depth Measurement  
深度测量

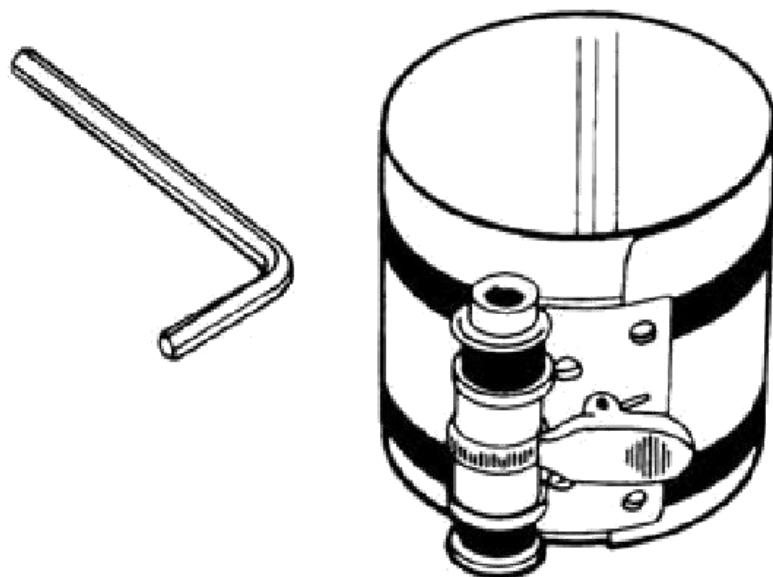
# 游标卡尺



# 公斤扳手



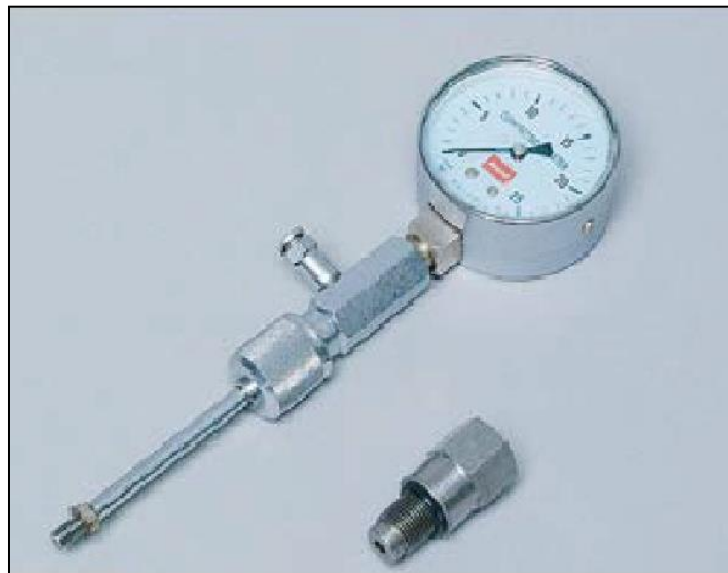
# 抱箍



# 气缸压力表

使用方法：

- 1、拔下所测缸高压线
- 2、拆下所测缸火花塞
- 3、安装气缸压力表
- 4、用起动机带动发动机低速运转
- 5、读取并记录压力表上的压力数值
- 6、依次检查各缸压力值，同时对比压力数值是否符合规定值



# 转速表



反射标记

# 常用油品的相关知识

- 一、机油相关知识
- 二、汽油相关知识
- 三、柴油相关知识
- 四、防冻液相关知识

## 一、机油相关知识

- 1、机油的衡量标准
- 2、机油质量等级的分类
- 3、粘度等级的分类
- 4、粘度与温度的关系

# 机油的衡量标准

## 1、质量等级

- API（美国石油学会）
- JASO（日本汽车标准协会）
- ACEA（欧洲汽车制造商协会）

## 2、粘度等级

- SAE（美国汽车工程师协会）

例：

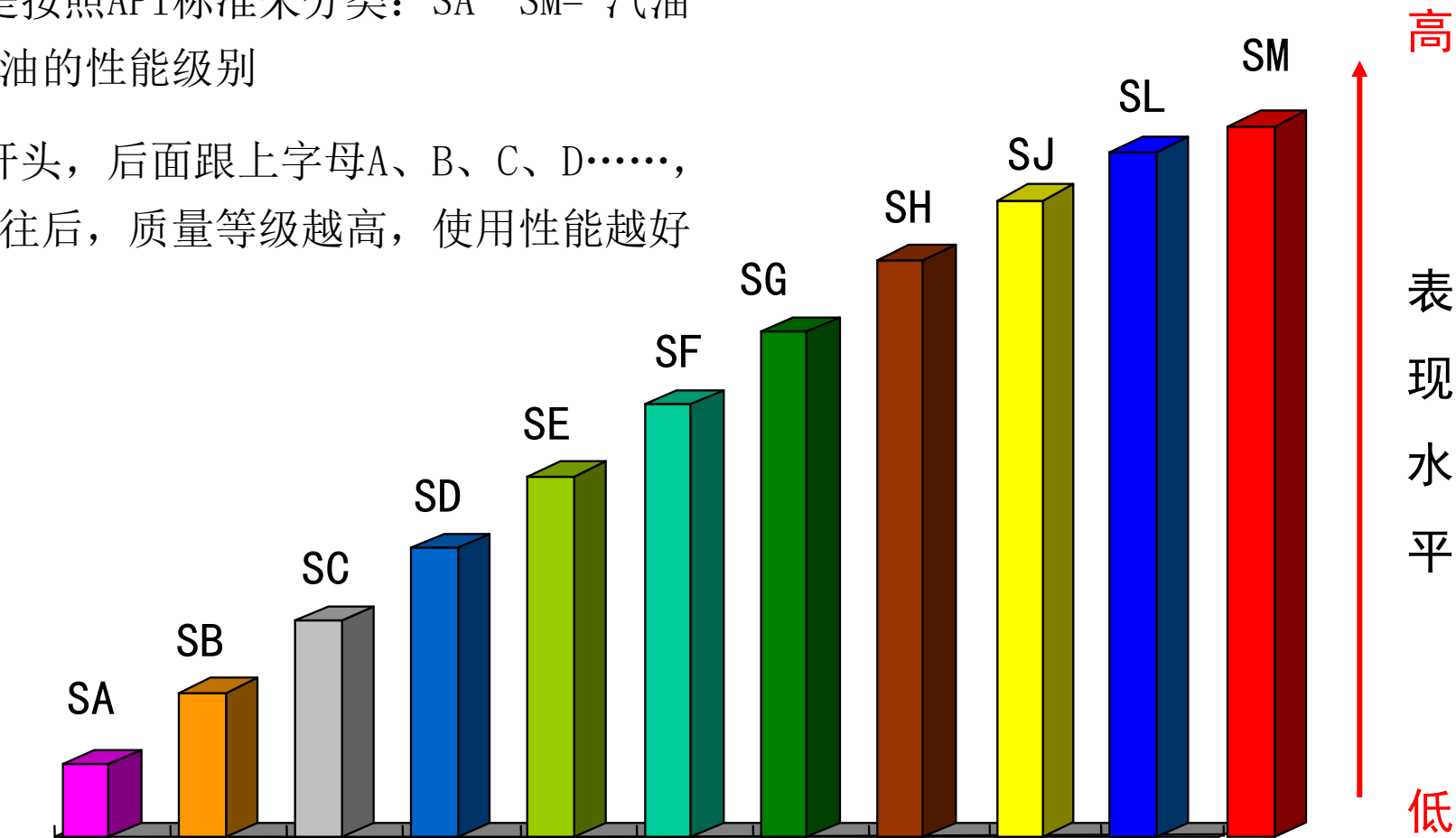
CF 15W-40

（质量等级） （粘度等级）

# 汽油机油质量等级的分类

➤我国是按照API标准来分类：SA - SM= 汽油发动机油的性能级别

➤以S开头，后面跟上字母A、B、C、D……，顺序越往后，质量等级越高，使用性能越好。

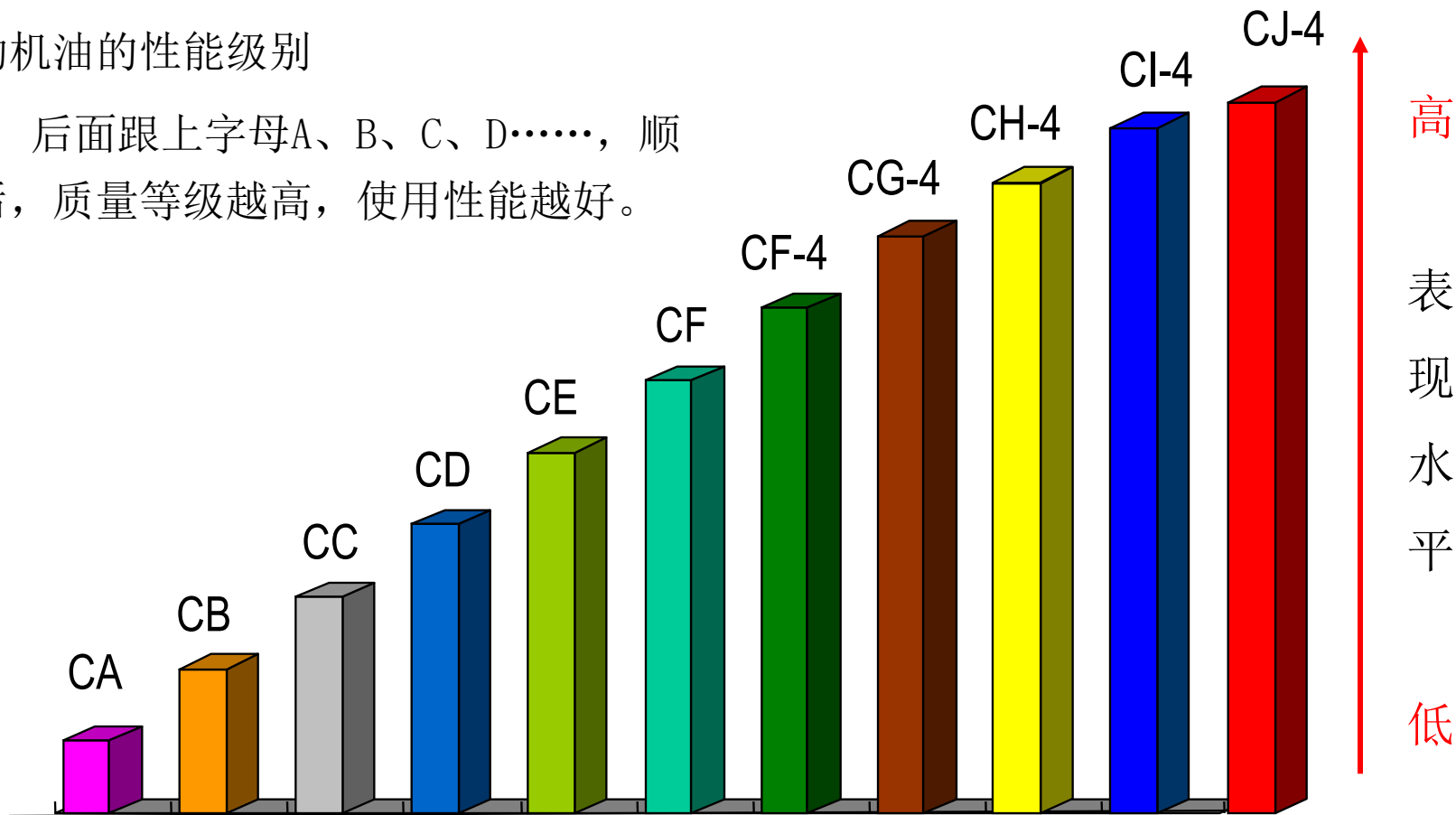


# 柴油机油质量等级的分类

我国是按照API标准来分类：CA - CJ-4

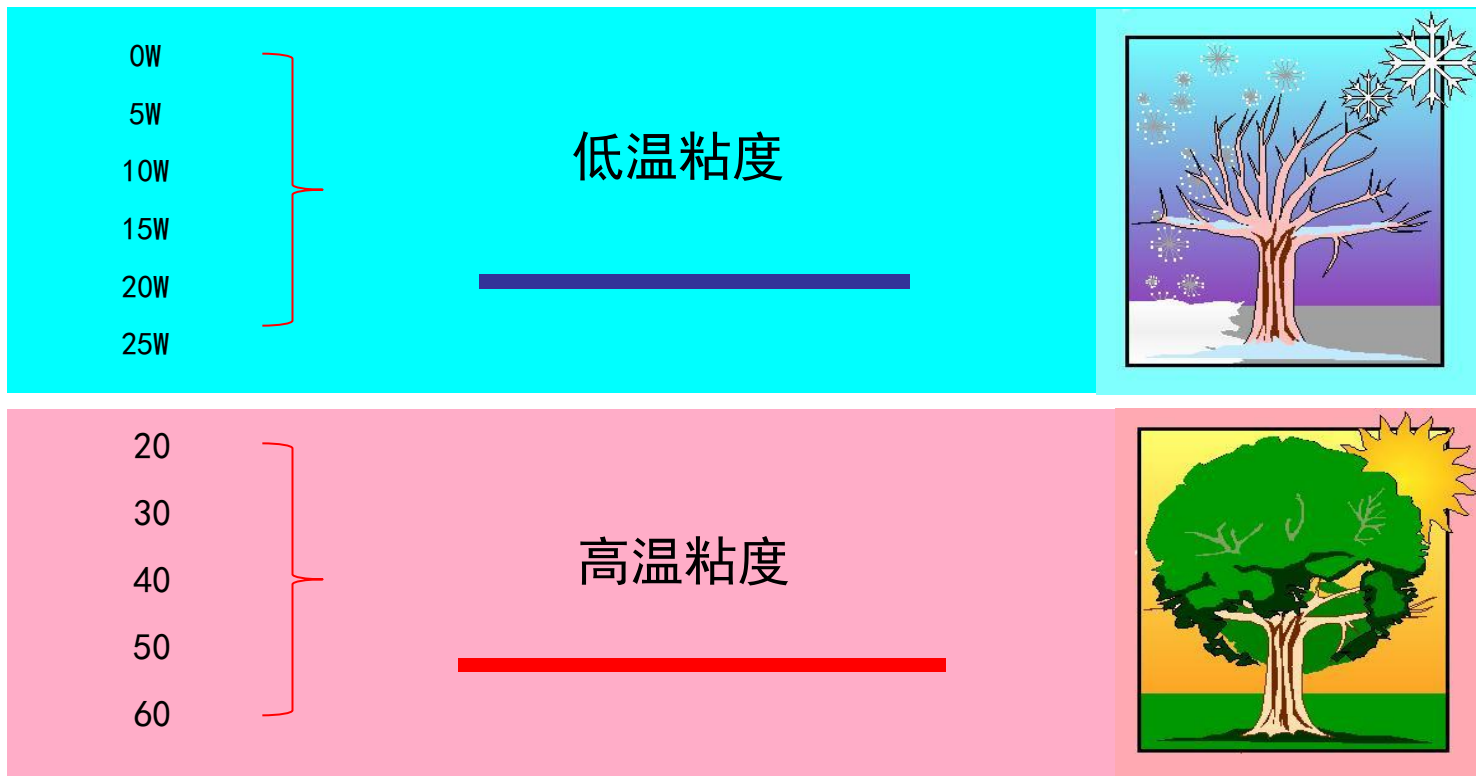
柴油发动机油的性能级别

以C开头，后面跟上字母A、B、C、D……，顺序越往后，质量等级越高，使用性能越好。



# 粘度等级的分类—单级粘度

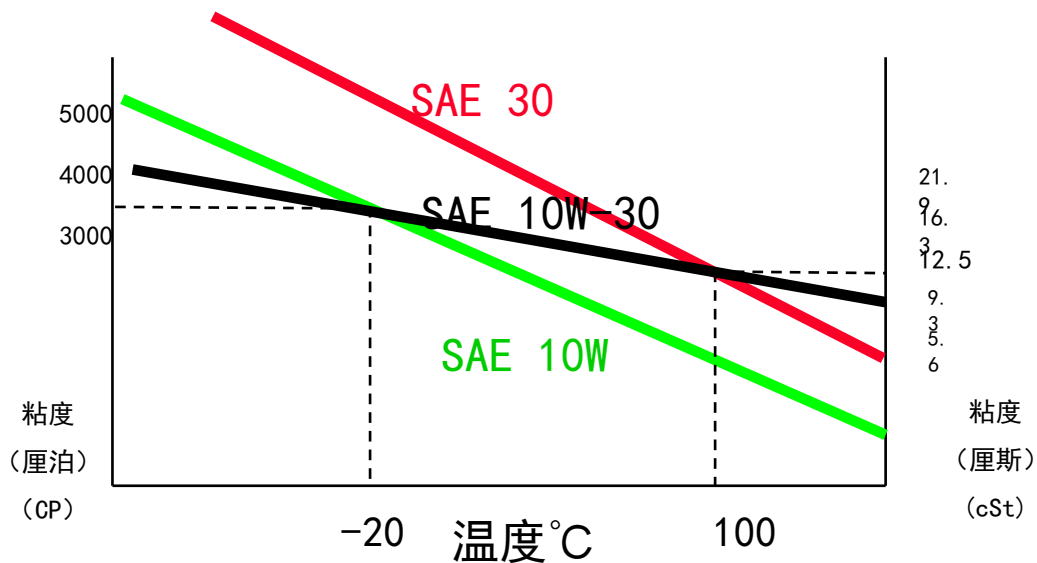
粘度等级分为单级和多级，单级粘度又分为低温粘度和高温粘度：



# 粘度等级的分类—多级粘度

将低温粘度和高温粘度组合起来  
将成为一个多级粘度。

SAE10W-30机油的粘温图:复级机  
油的粘度指数要高于单级油



10W - 30

低温粘度等级，分为0W, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W。数字越小，低温性能越好。

100° C时的粘度等级，分为20, 30, 40, 50, 60，数字越大，粘度越高。

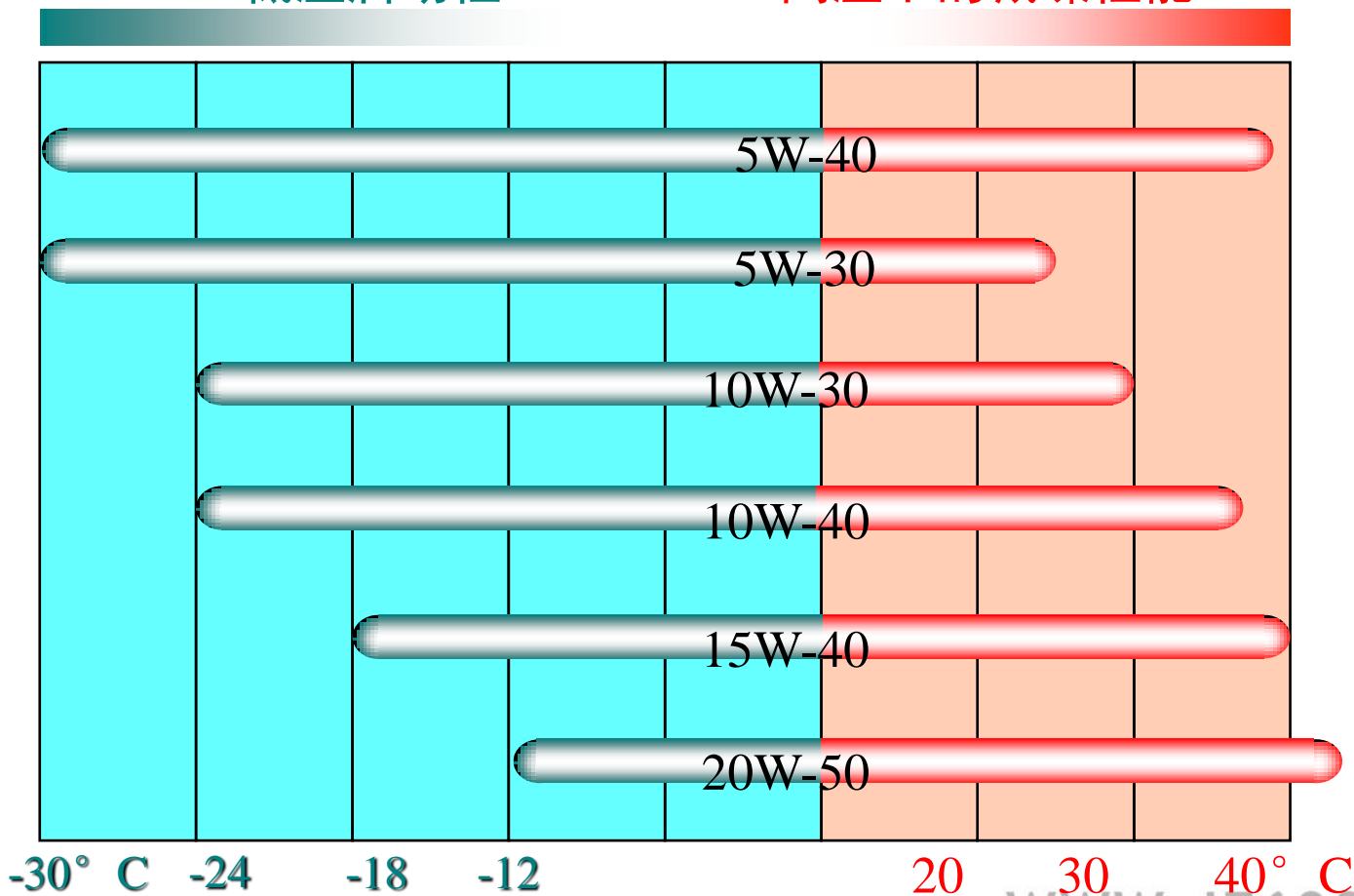
# 机油粘度与环境温度的关系

低温性能

- 燃油经济性
- 低温启动性

- 高温下的润滑性能
- 高温下的减噪性能

高温性能



# 不同粘度等级在同温下的表现



0W-30

5W-30

10W-30

10W-40

15W-40

-35℃时不同粘度润滑油的表现

## 二、汽油相关知识

汽油抗爆性的评价指标是辛烷值，即汽油的标号。它是实际汽油抗爆性与标准汽油的抗爆性的比值。标准汽油是由异辛烷和正庚烷组成。异辛烷的抗爆性好，其辛烷值定为100；正庚烷的抗爆性差，在汽油机上容易发生爆震，其辛烷值定为0。如果汽油的标号为90，则表示该标号的汽油与含异辛烷90%、正庚烷10%的标准汽油具有相同的抗爆性。

较高的压缩比可以使用较高标号的燃油。燃油标号越高，油的燃烧速度就越慢，燃烧爆震就越低，发动机需要较高的压缩比；反之，低标号燃油的燃烧速度较快，燃烧爆震大，发动机压缩比较低。

## 三、柴油相关知识

柴油选用温度比油品牌号要高3~5℃

凝点:

是指在规定的条件下,把油品冷却至停止流动时的最高温度。凝点是用来评价油品低温性能的指标.油品中的蜡含量越多,凝点就越高。

温 度	牌 号
4℃以上	0 #
4℃~ - 5℃	- 10 #
- 5℃~ - 14℃	- 20 #
- 14℃~ - 29℃	- 35 #

## 三、柴油相关知识

柴油的燃烧性能表示它的燃烧平稳性，又称为柴油的抗暴性，通常用十六烷值来衡量。

十六烷值高的柴油，抗暴性能好，燃烧均匀，不易发生爆震现象，使发动机热功效率提高，使用寿命延长；

过高的十六烷值（如大于65）的柴油燃烧会形成黑烟，燃料消耗反而增加；

从使用性和经济性两方面考虑，使用十六烷值（CN）适当的柴油才合理。我国使用的柴油十六烷值 $\geq 45$

我国的轻柴油按凝点划分为10号、5号、0号、-10号、-20号、-35号和-50号七个牌号。

## 四、防冻液相关知识

### 防冻液规格

一般产品按冰点分为：-25、-30、-35、-45、和-50共六个牌号。

乙二醇-水型防冻液：乙二醇是一种无色微粘的液体，沸点是 $197.4^{\circ}\text{C}$ ，冰点是 $-11.5^{\circ}\text{C}$ ，能与水任意比例混合。混合后由于改变了冷却水的蒸气压，冰点显著降低。其降低的程度在一定范围内随乙二醇的含量增加而下降。当乙二醇的含量为68%时，冰点可降低到 $-68^{\circ}\text{C}$ ，超过这个限量时，冰点反而要上升。

# 防冻液的功能

- 1、防冻功能：冰点低，水的冰点是 $0^{\circ}\text{C}$ ，防冻液的冰点可达 $-25^{\circ}\text{C}$ ~ $-60^{\circ}\text{C}$ 。在寒冬季节停车时，能够防止冷却液结冰而胀裂散热器和冻坏发动机汽缸体，同时亦保证随时可以启动发动机。
- 2、防沸功能：防冻液的沸点比水高。在标准大气压下，水的沸点是 $100^{\circ}\text{C}$ ，而防冻液的沸点要高于 $106^{\circ}\text{C}$ ，可有效地防止发动机的“开锅”现象。
- 3、防腐蚀功能：由于发动机的冷却系统中包括钢、铝合金、铸铁、铜及水箱焊接时用的焊锡等几种金属，防冻液长期与这些金属相接触，必须能够对所有这些金属进行保护，使用去离子水及适当的添加剂能防止各种腐蚀出现。能够防止非金属材料如橡胶、塑料的溶解、鼓胀、老化等。
- 4、防止水垢的生产：水垢是在冷却系统内表面上附着有不溶性盐类或氧化物晶体所致。产生水垢的主要物质是硫酸钙、碳酸钙、碳酸镁等，优质的防冻液采用蒸馏水制造，并加有防垢添加剂，不但不生水垢还具有除垢功能。

# 防冻液的组成及其作用

防冻液主要由防冻剂、缓蚀剂、消泡剂、着色剂、防霉剂、缓冲剂等组成。要求防冻液具有较低冰点，较高的沸点，较好的金属防腐性、防气蚀性和防结垢性，不污染环境或对环境污染小，外观色泽透明、无机械杂质、无毒或低毒、药效持久、贮存期长、可在冷却系统内连续工作2~3年而不变质等方面的综合性能。

# 防冻液的配比

按不同的质量比例将乙二醇与水混合，能够得到不同冰点值的混合液，即得到不同冰点值的防冻液，表所示。从表中可以看出，乙二醇水型防冻液的冰点值同乙二醇质量份数不成线性关系。浓度在59%以下时，水溶液中乙二醇浓度升高冰点降低，但浓度超过59%后，随着乙二醇浓度的升高，其冰点呈上升趋势，当浓度达到100%时，其冰点上升至-13℃。

乙二醇浓度	冰点	密度 (20℃)
28.4%	-10℃	1.0340 g/cm <sup>3</sup>
32.8%	-15℃	1.0426 g/cm <sup>3</sup>
38.5%	-20℃	1.0506 g/cm <sup>3</sup>
45.3%	-25℃	1.0586 g/cm <sup>3</sup>
47.8%	-30℃	1.0627 g/cm <sup>3</sup>
50%	-35℃	1.0671 g/cm <sup>3</sup>
54%	-40℃	1.0713 g/cm <sup>3</sup>
57%	-45℃	1.0746 g/cm <sup>3</sup>
59%	-50℃	1.0786 g/cm <sup>3</sup>
80%	-45℃	1.0958 g/cm <sup>3</sup>
85%	-30℃	1.1001 g/cm <sup>3</sup>
100%	-13℃	1.1130 g/cm <sup>3</sup>

# 谢谢大家！



服务热线：400-688-9258

