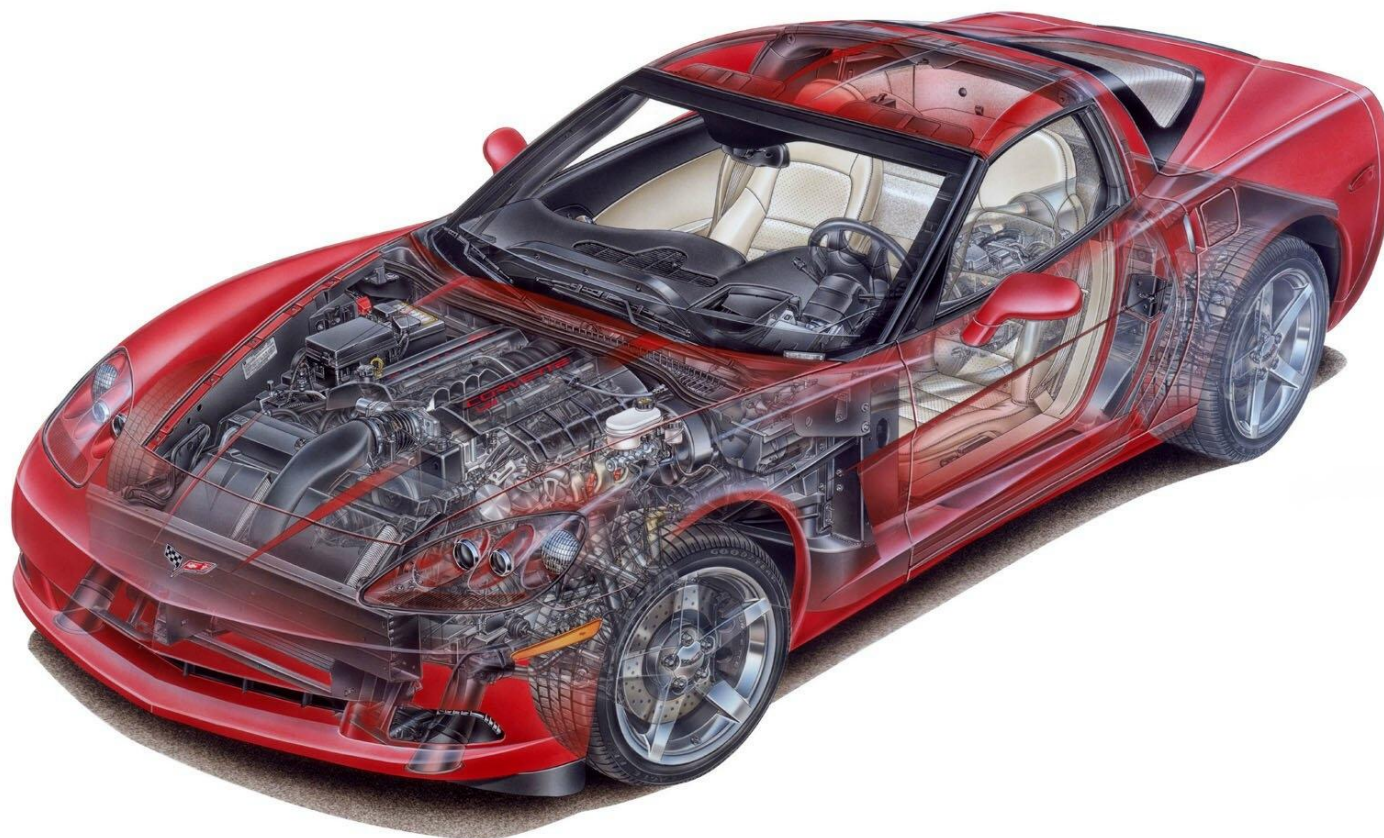


# 第1章 发动机工作原理和总体构造

- 基本术语
- 四冲程汽油机工作原理和总体构造
- 四冲程柴油机工作原理和总体构造
- 发动机的总体结构和分类

## 汽车的组成



## §1.1 概述

### 一、发动机的定义：

发动机是将某一种形式的能量转变成机械能的机器。

现代汽车大多使用往复活塞式内燃机。它将燃料在发动机气缸内部进行燃烧，把产生的热能转变成机械能。

### 二、发动机的分类：

#### 1、按燃料的使用不同分：

液体燃料发动机 { 汽油机  
                          { 柴油机

气体燃料发动机 { 压缩天然气发动机(CNG)  
                          { 液化石油气发动机(LPG)



2、按完成一个工作循环所需行程数

- 四行程发动机
- 二行程发动机

3、按冷却方式不同

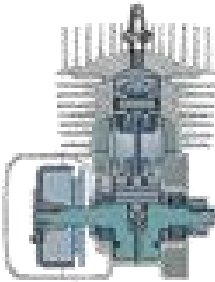
- 水冷发动机
- 风冷发动机

四冲程



水冷

两冲程



风冷

#### 4、按气缸数及排列方式

单缸发动机  
多缸发动机

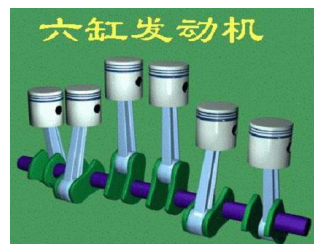
单列式  
V型  
对置式



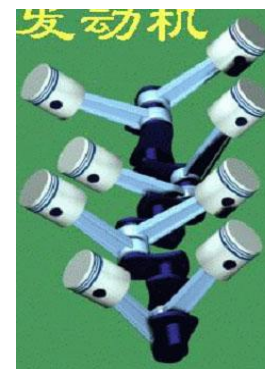
单缸



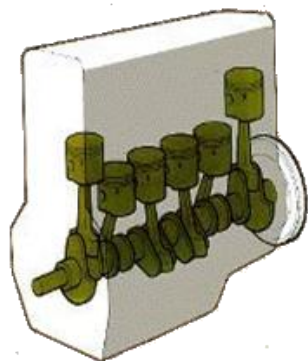
多缸



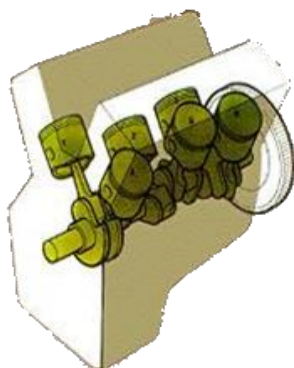
六缸发动机



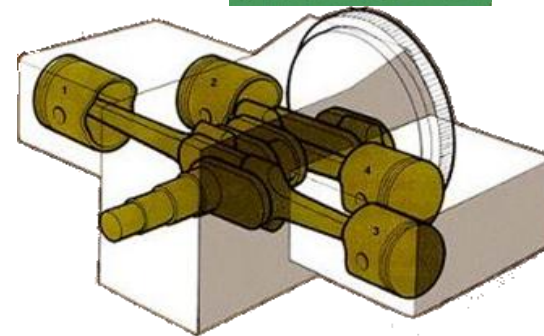
发动机



单列式



V型



对置式



- ◆ 5、按着火方式分 { 点燃式发动机（如汽油机、气体燃料发动机）  
压燃式发动机（如柴油机）。
  
- ◆ 6、按进气方式分 { 自然吸气式发动机（非增压式发动）；  
强制吸气式（增压式发动机）。





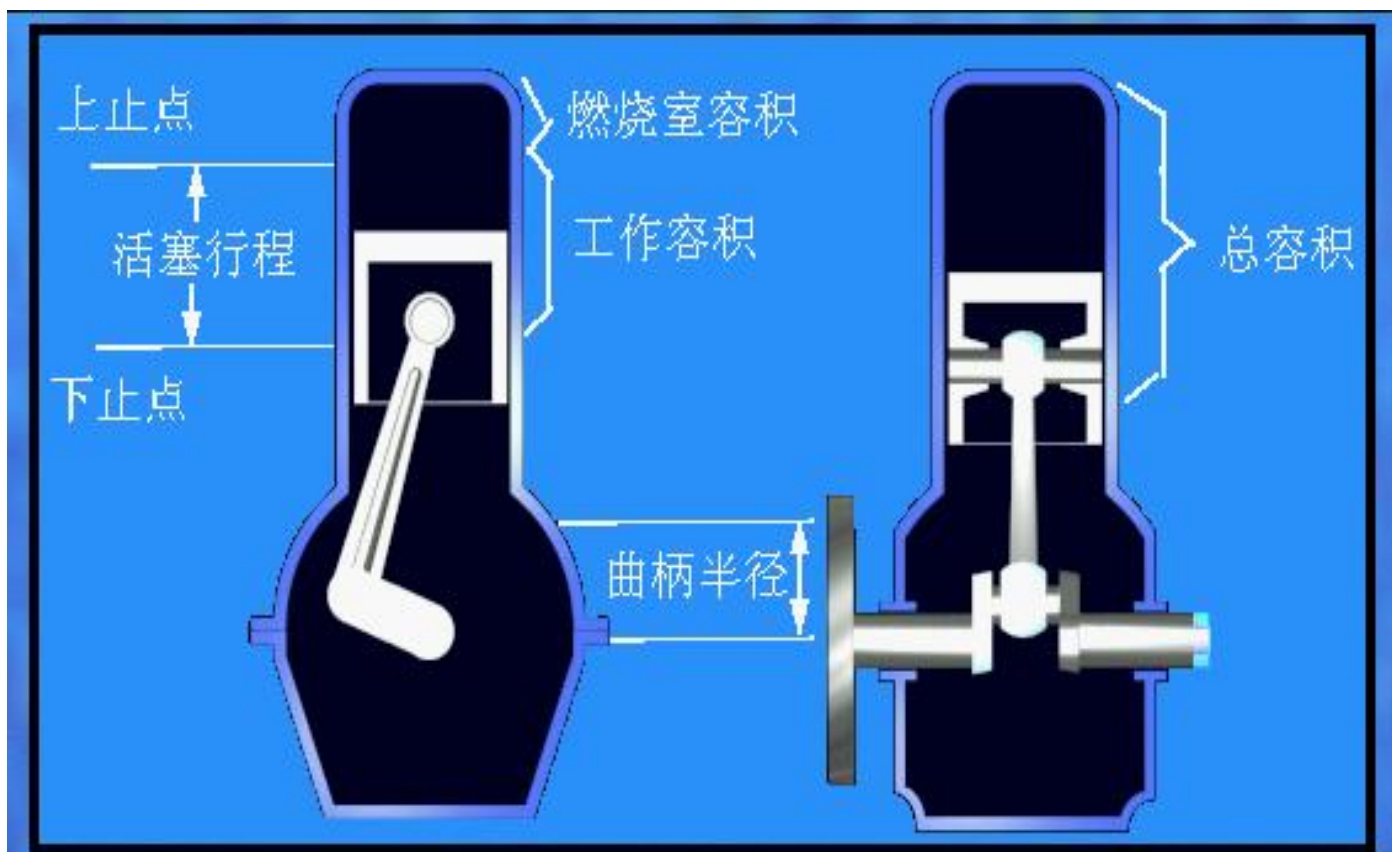
- ◆ 7、按活塞运动方式分
  - 往复活塞式内燃机
  - 旋转活塞式内燃机

往复式

转子式

## § 1.2 发动机的基本术语

- ❖ 上止点
- ❖ 下止点
- ❖ 活塞行程 (S)
- ❖ 曲柄半径 (R)





❖ 气缸工作容积 ( $V_h$ ):

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

D——气缸直径mm

S——活塞行程mm

❖ 发动机排量 ( $V_L$ ):  $V_L = V_h \times i$

❖ 燃烧室容积 ( $V_c$ )

❖ 气缸总容积 ( $V_a$ ):  $V_a = V_h + V_c$

❖ 压缩比: 压缩前气缸中气体的最大容积与  
压缩后的最小容积之比称为压缩比。用 $\epsilon$ 表示。



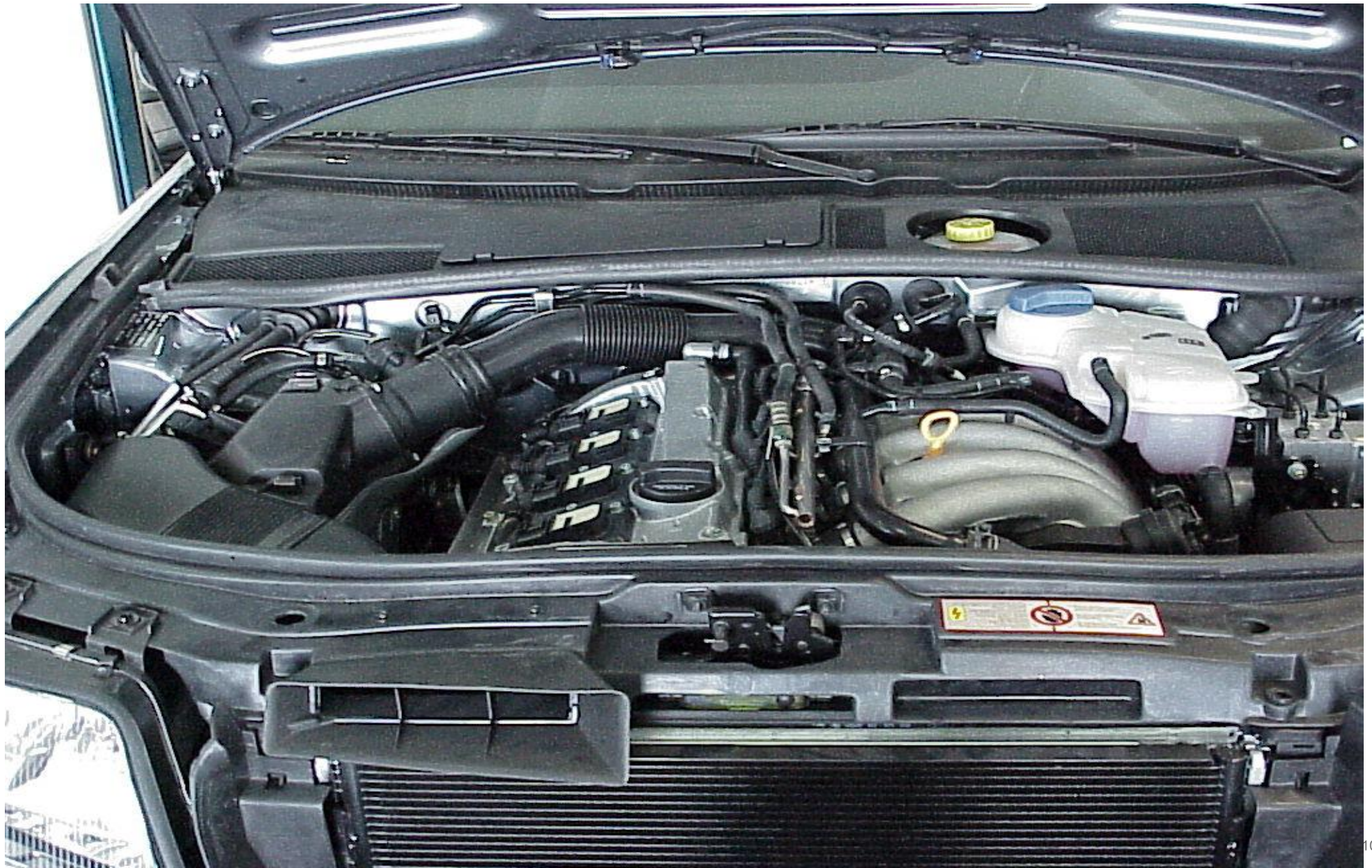
$$\begin{aligned}\varepsilon &= V_a / V_c \\ &= (V_h + V_c) / V_c \\ &= 1 + V_h / V_c\end{aligned}$$



汽油发动机压缩比为9-11、柴油发动机压缩比为16-22

❖工作循环：由进气、压缩、做功、排气等四个工作过程组成的封闭过程。







## § 1.3 发动机的总体构造

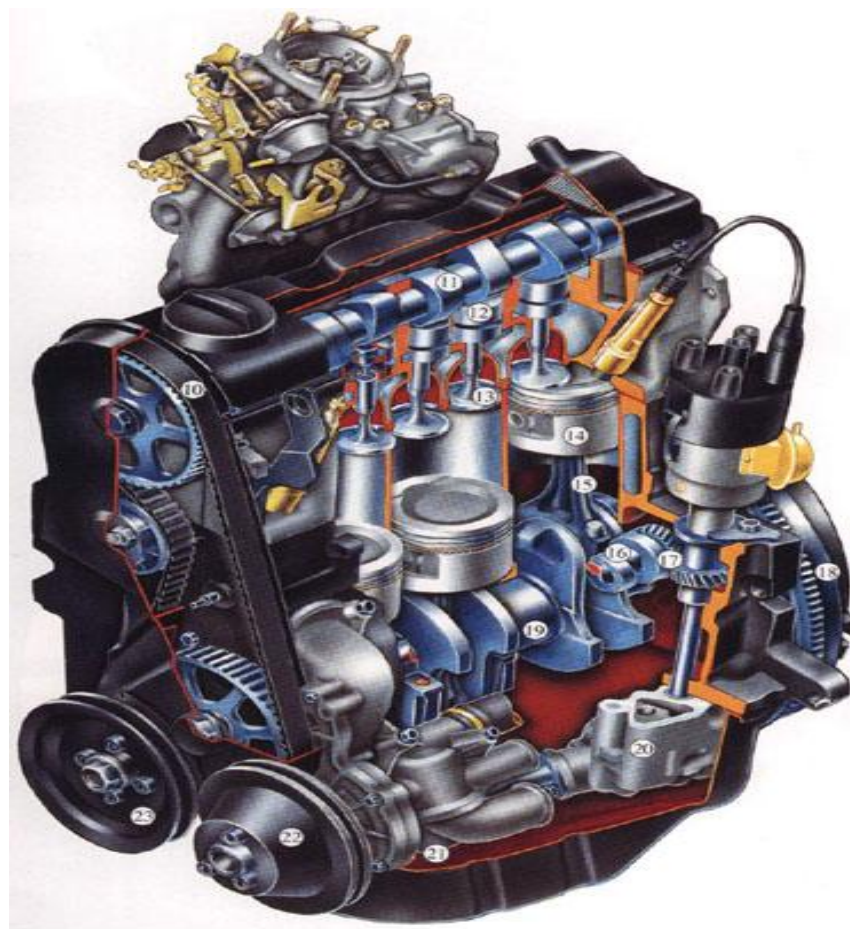
### 1、汽油发动机（点燃式）

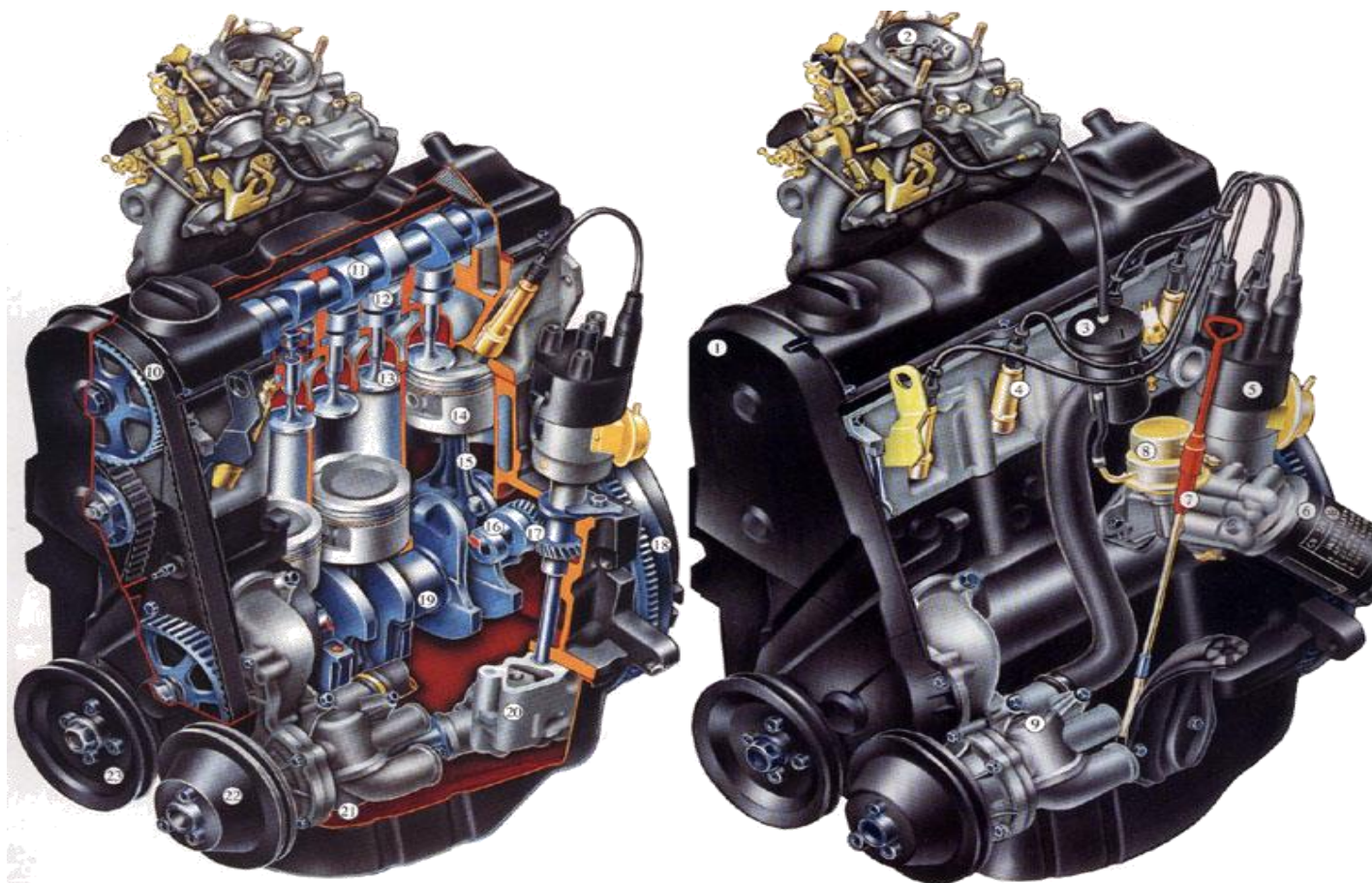
#### ◆ 两大机构

曲柄连杆、配气机构

#### ◆ 五大系统

点火系、 起动系、 供给系  
润滑系、 冷却系

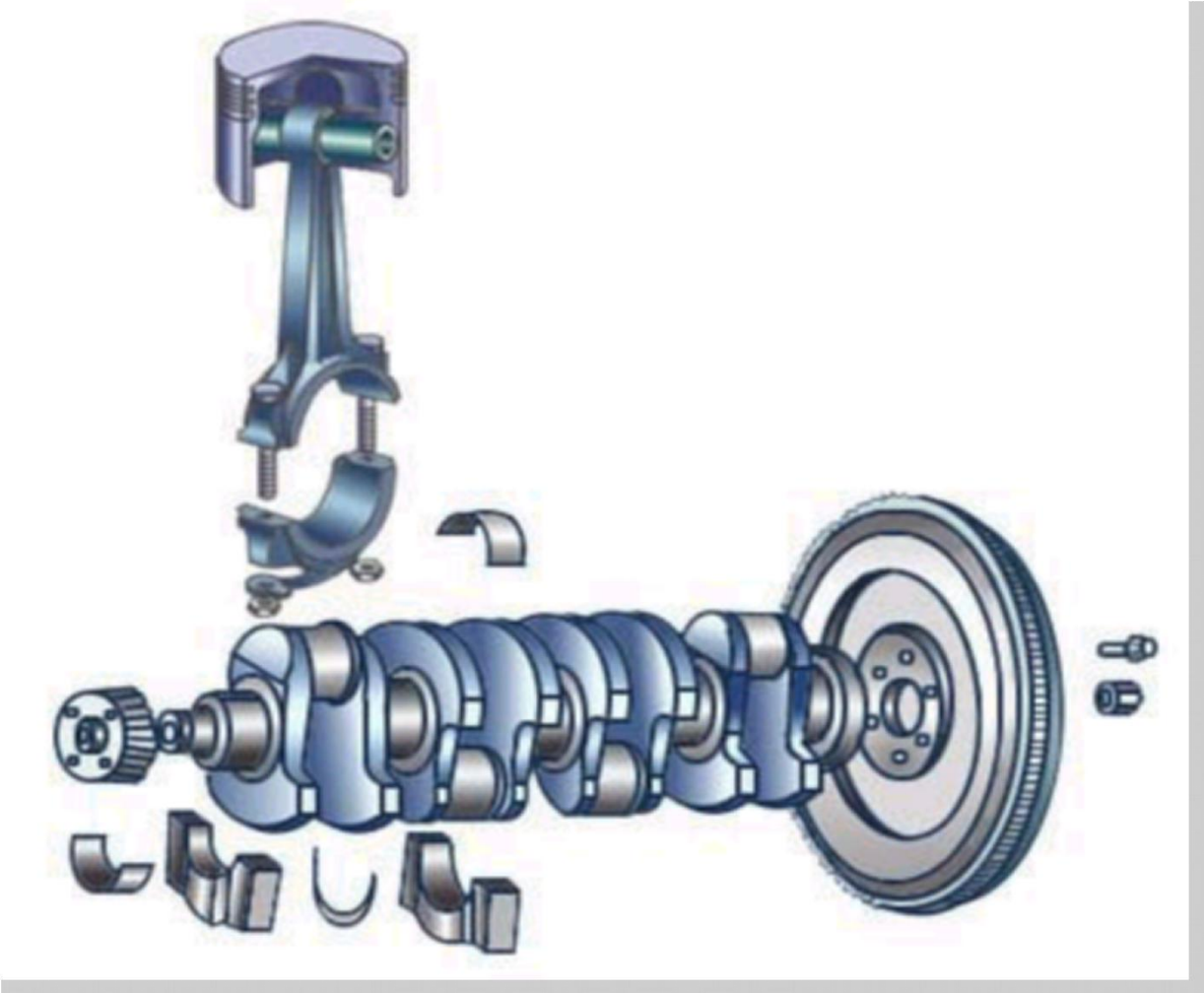




1. 正时齿形带护罩 Timing toothed belt shield
2. 化油器 Carburetor
3. 油气分离器 Fuel-air separator
4. 火花塞 Spark plug
5. 分电器 Distributor
6. 机油滤清器 Oil filter
7. 油尺 Dipstick
8. 汽油泵 Fuel pump
9. 水泵组件 Water pump unit
10. 正时齿形带与带轮 Timing toothed belt & pulley
11. 凸轮轴 Camshaft
12. 液压挺柱 Hydraulic tappet
13. 气门 Valve
14. 活塞 Piston
15. 连杆 Connecting rod
16. 中间轴 Intermediate shaft
17. 齿轮传动 Gear drive
18. 飞轮 Flywheel
19. 曲轴 Crankshaft
20. 齿轮式机油泵 Gear type oil pump
21. 机油集滤器 Oil pump strainer
22. 水泵带轮 Water pump pulley
23. 曲轴带轮 Crankshaft pulley

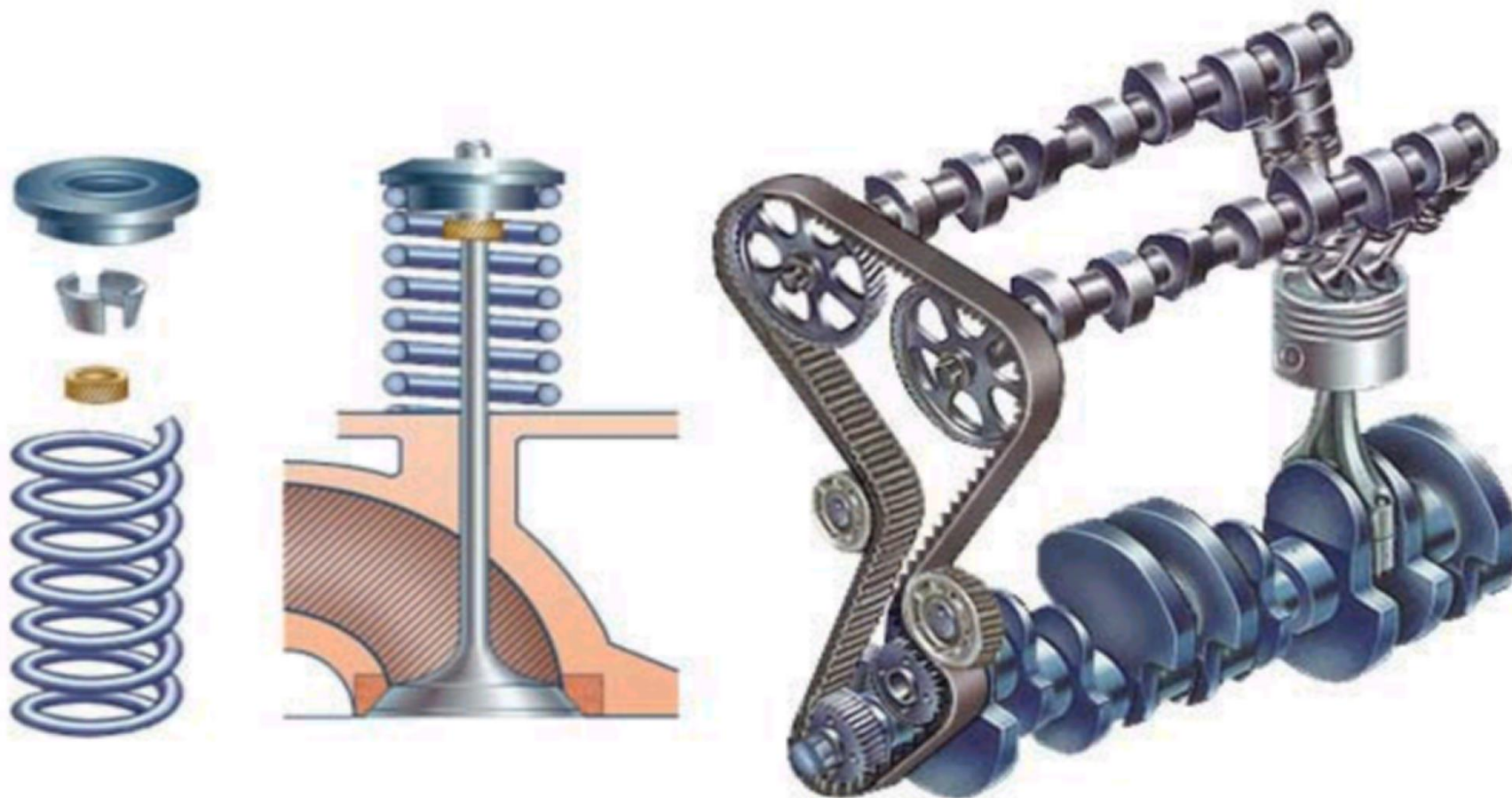
桑塔纳发动机结构示意图

# 曲柄连杆机构

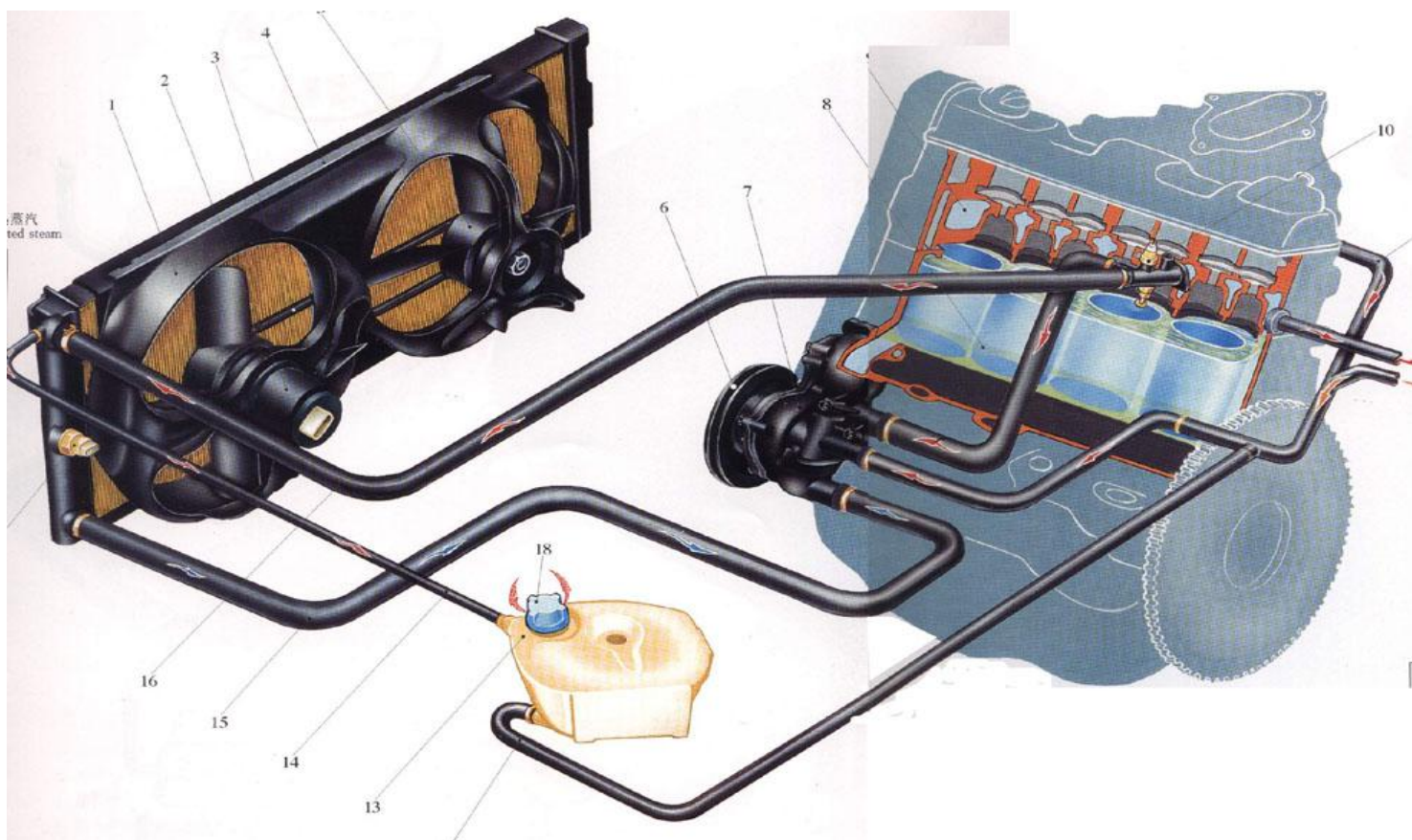




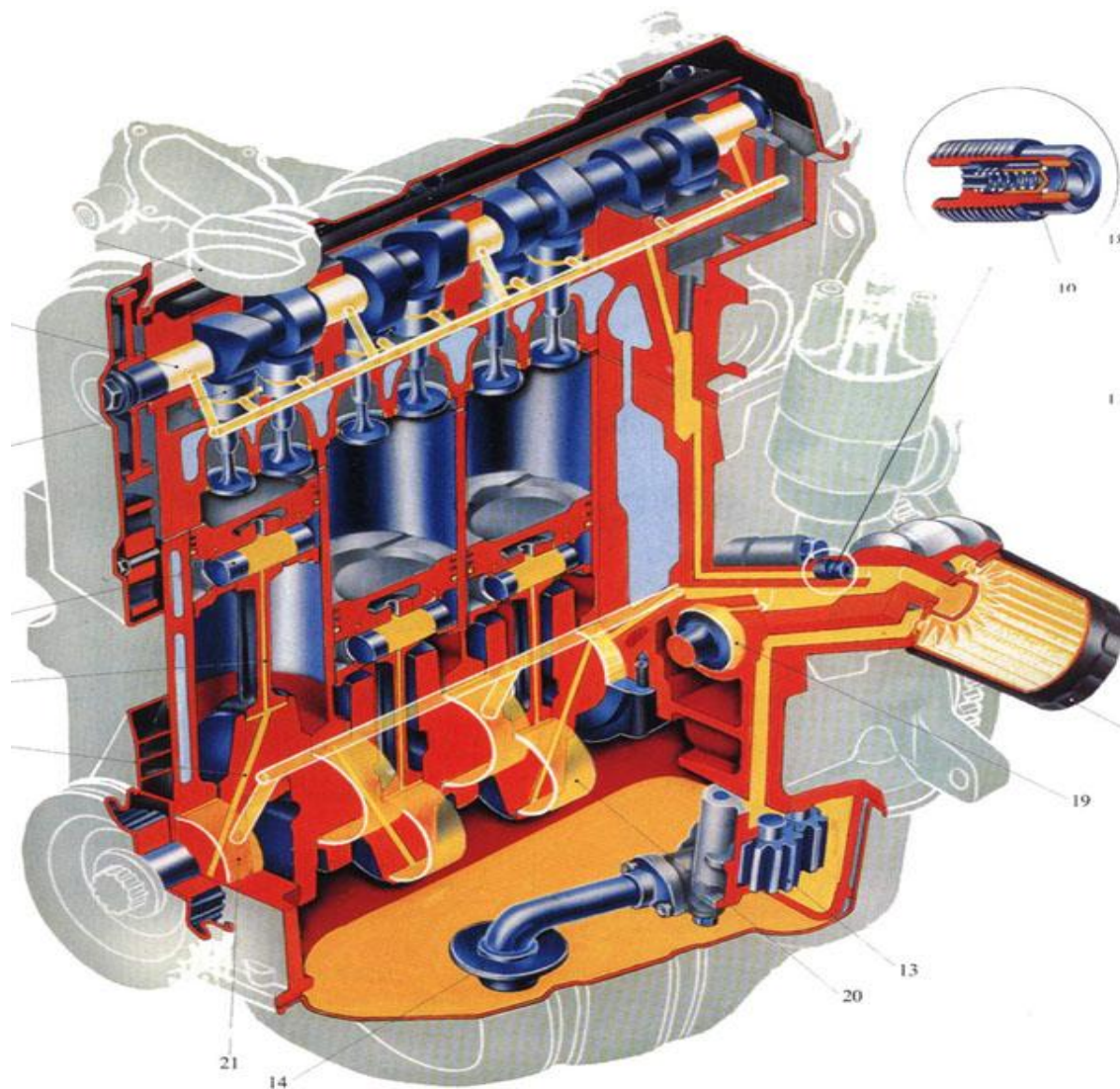
# 配气机构



# 发动机冷却系

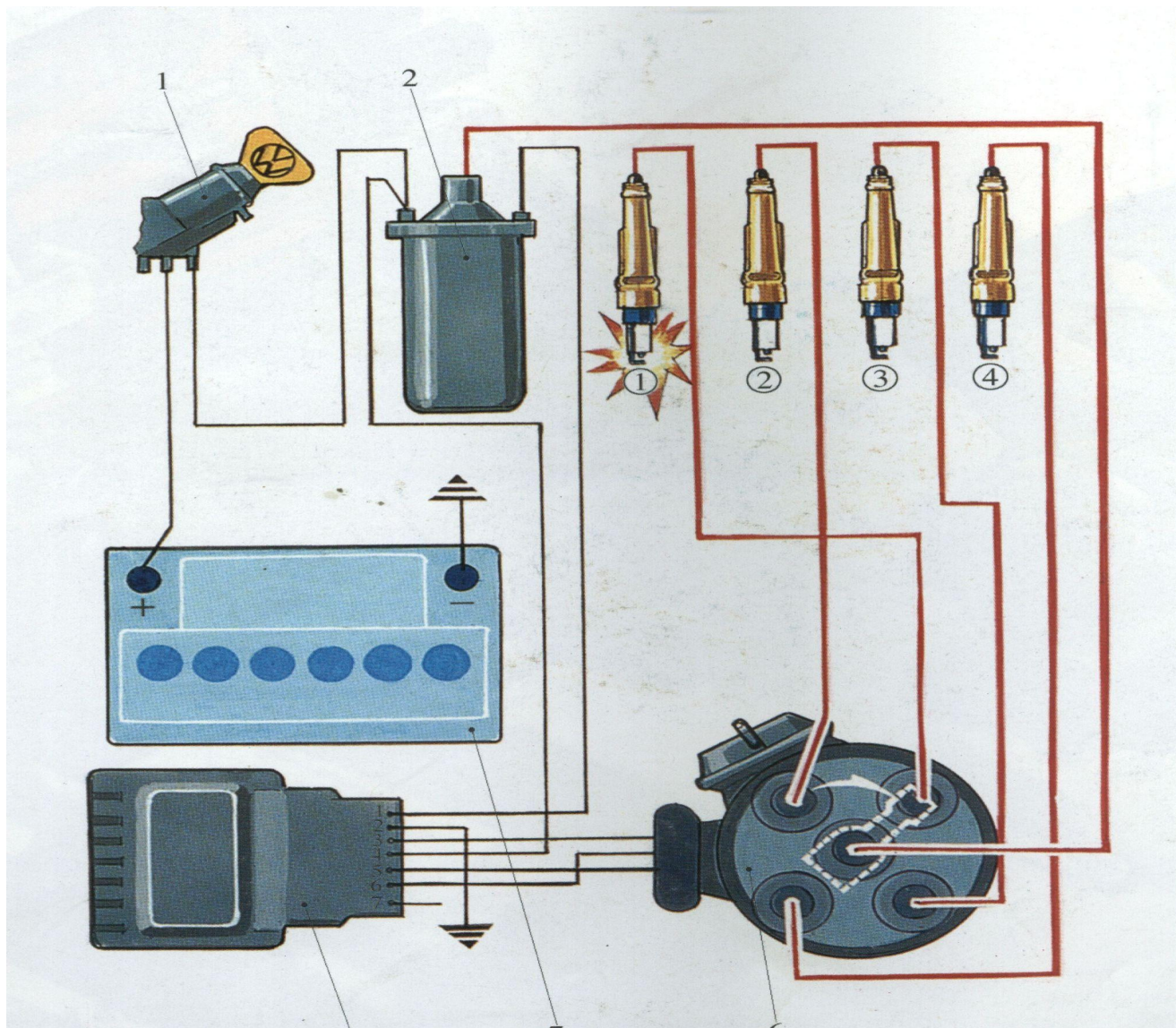


# 发动机润滑系



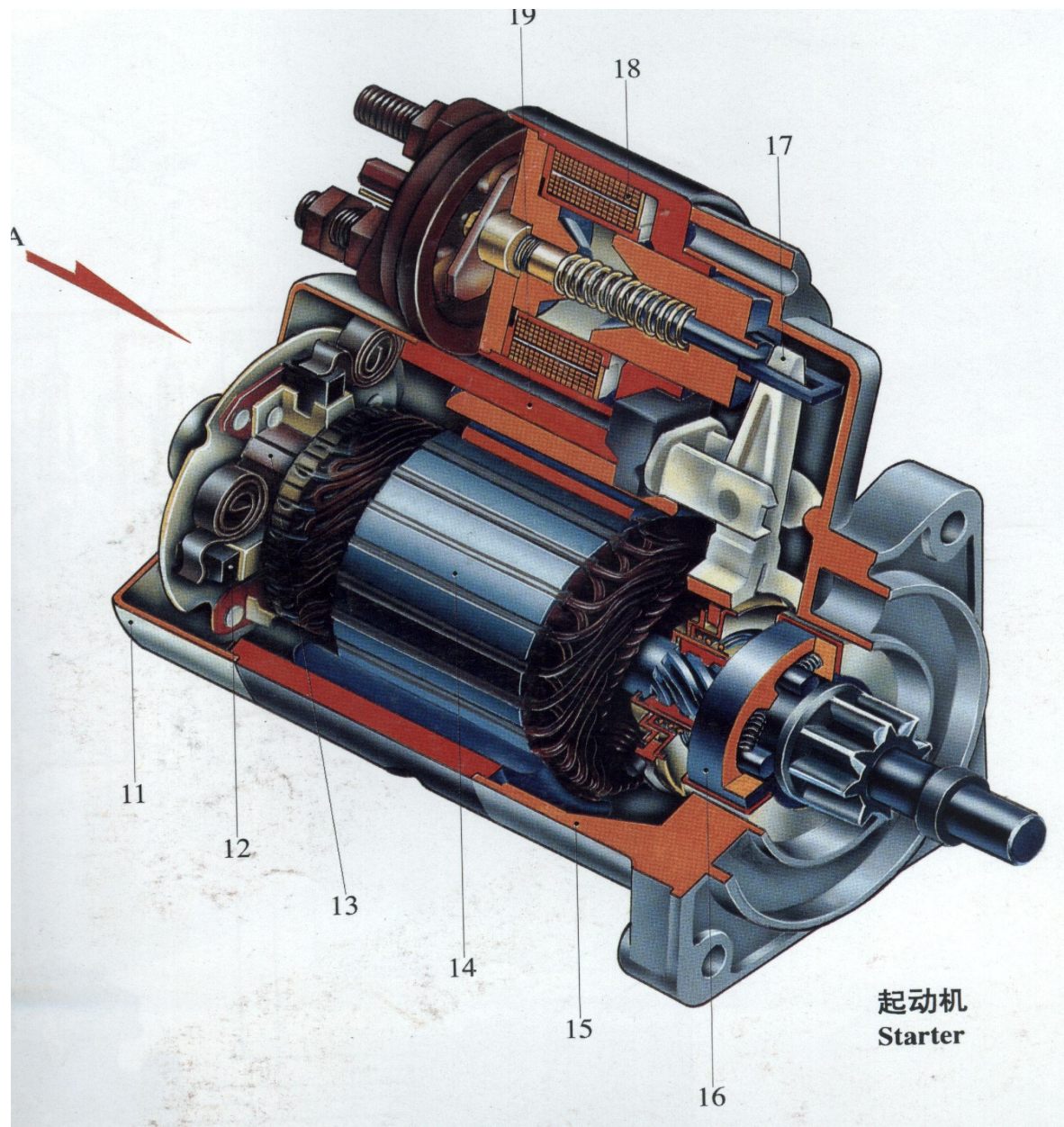


# 发动机点火系

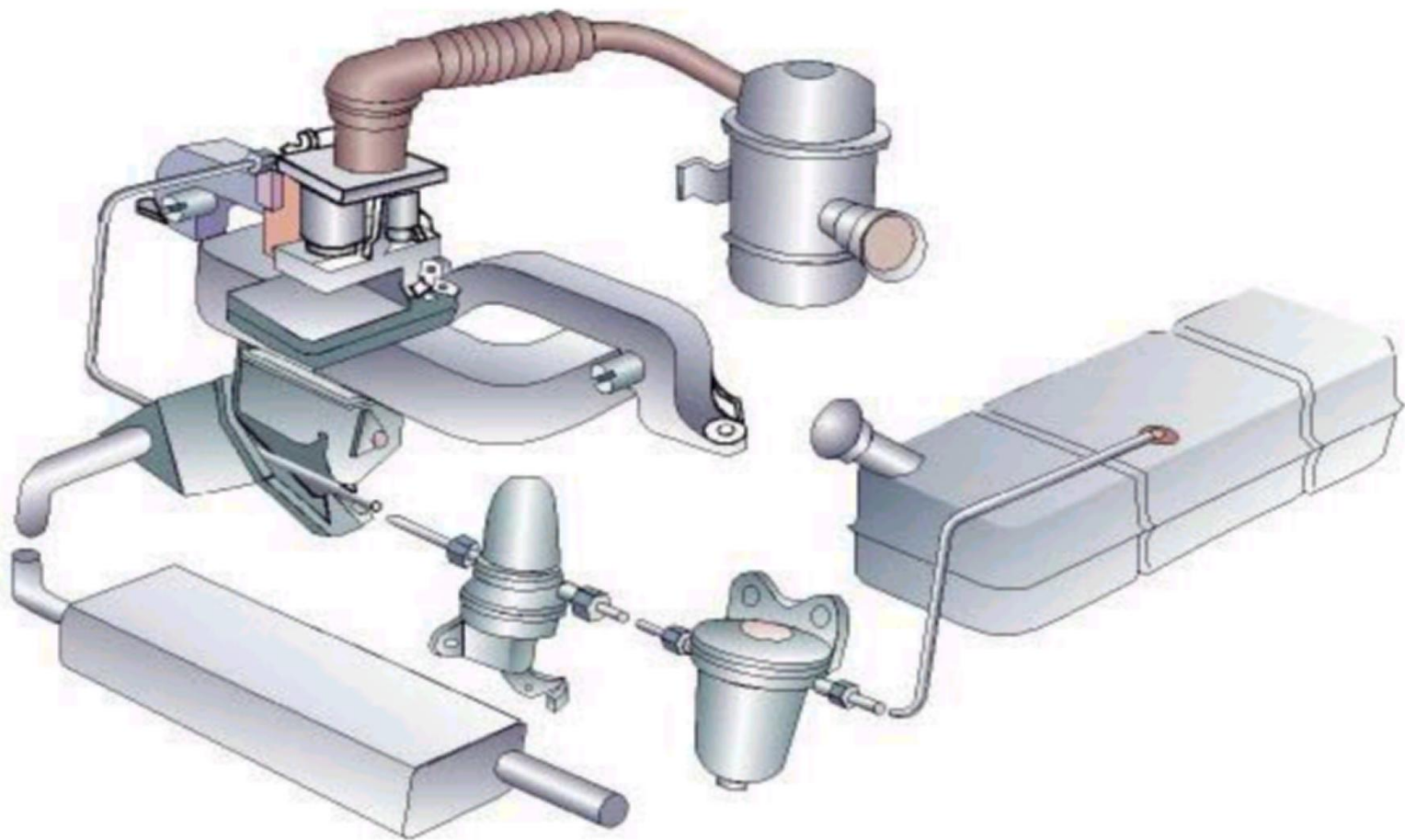




起  
动  
系



# 燃料供给系





## 2、柴油发动机（压燃式）

### ◆ 两大机构

曲柄连杆、配气机构

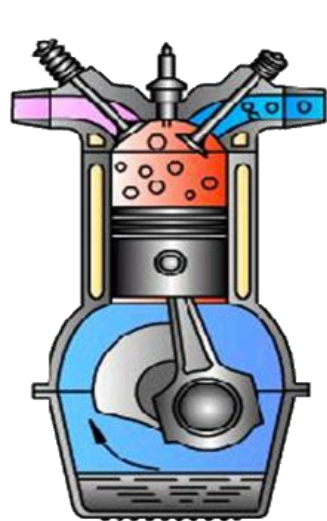
### ◆ 四大系统

起动系、 供给系

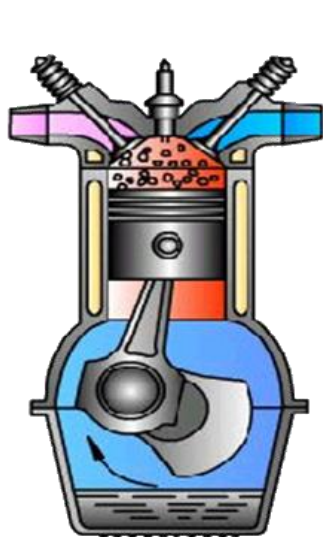
润滑系、 冷却系



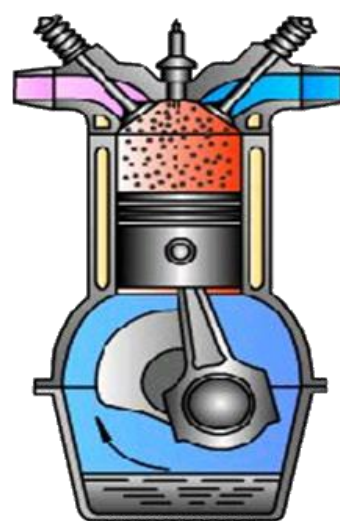
## § 1.4 四冲程汽油发动机工作原理



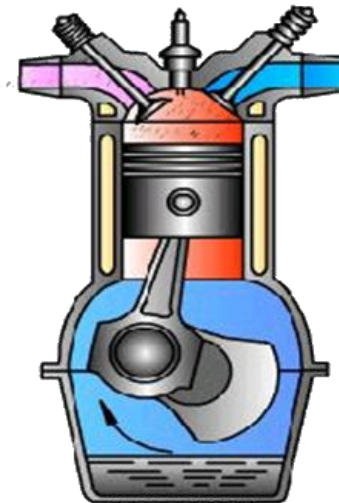
1. 进气行程



2. 压缩行程



3. 做功行程



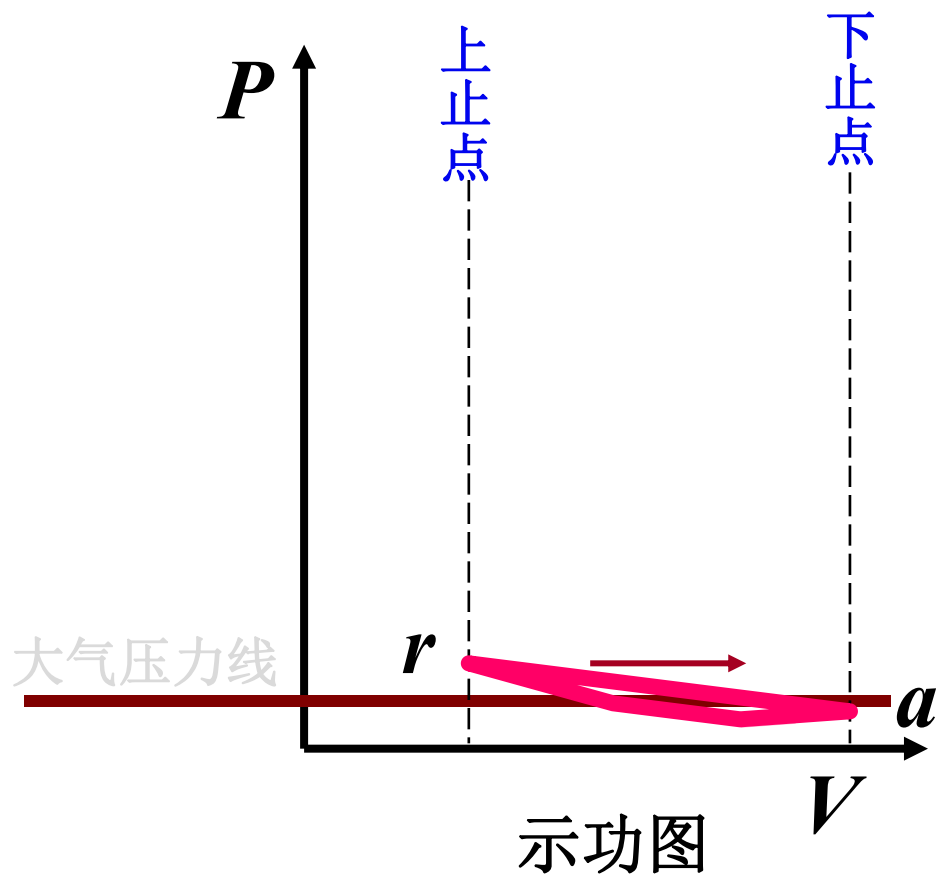
4. 排气行程

# 1、进气行程

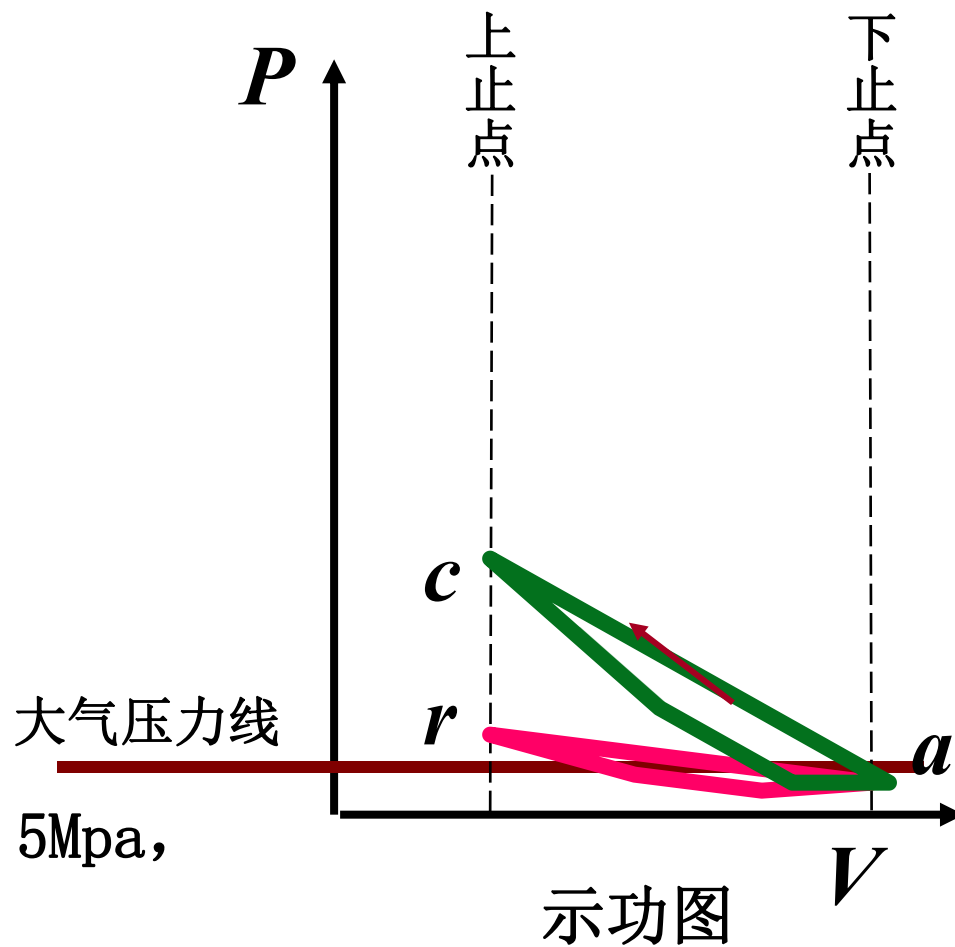
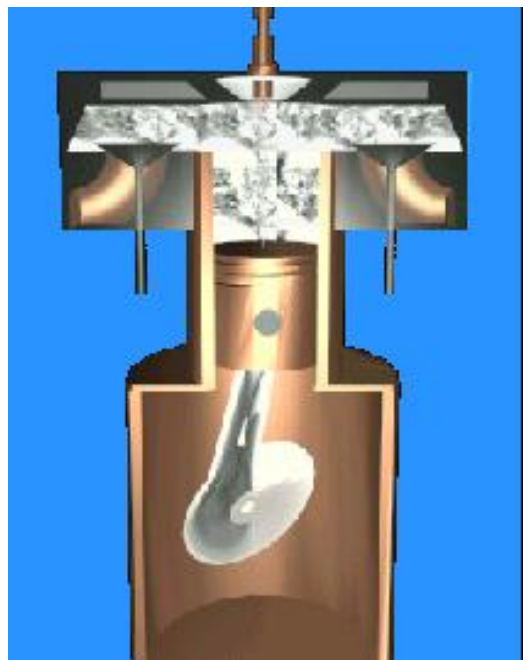


进气终了时气缸内压力为0.074~0.093Mpa，温度上升至353~403K

**示功图**：表示活塞在不同位置时气缸内气体压力的变化情况。



## 2、压缩行程

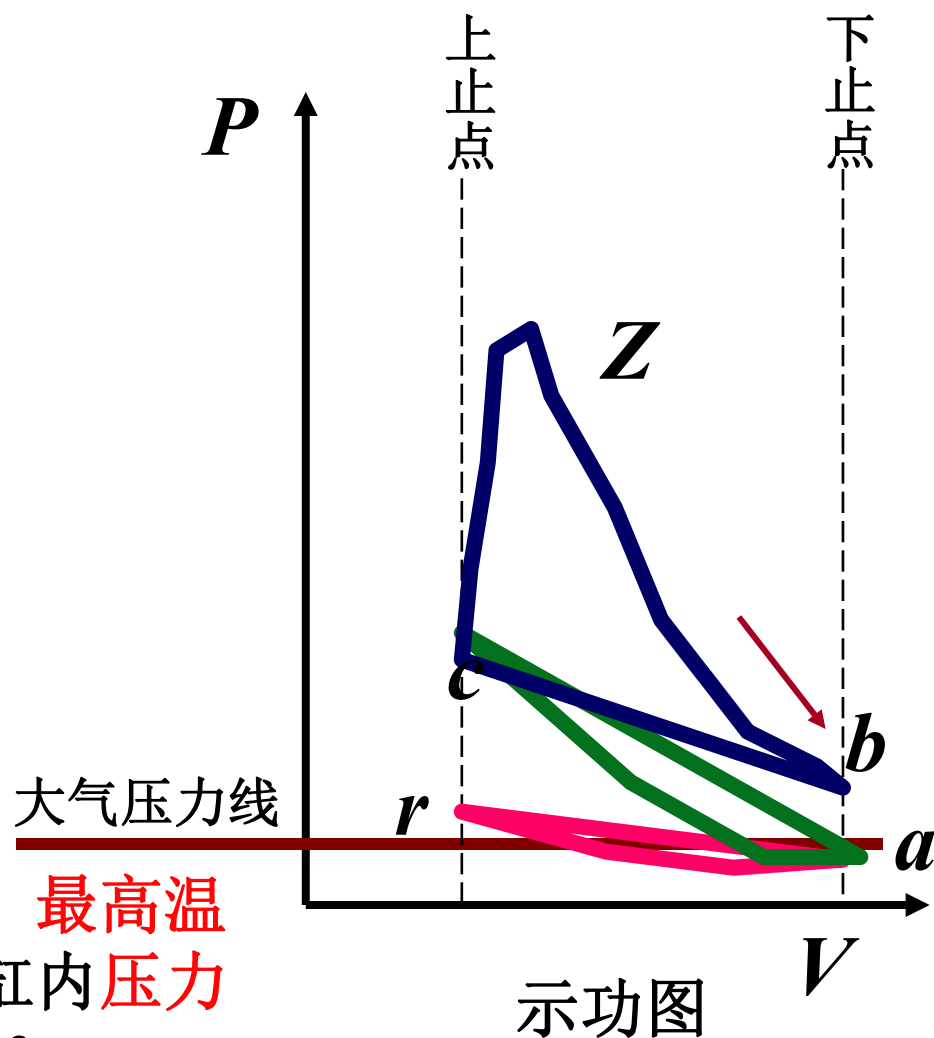


压缩终了时气缸内压力上升至0.6~1.5Mpa，  
温度继续上升至600~700K。

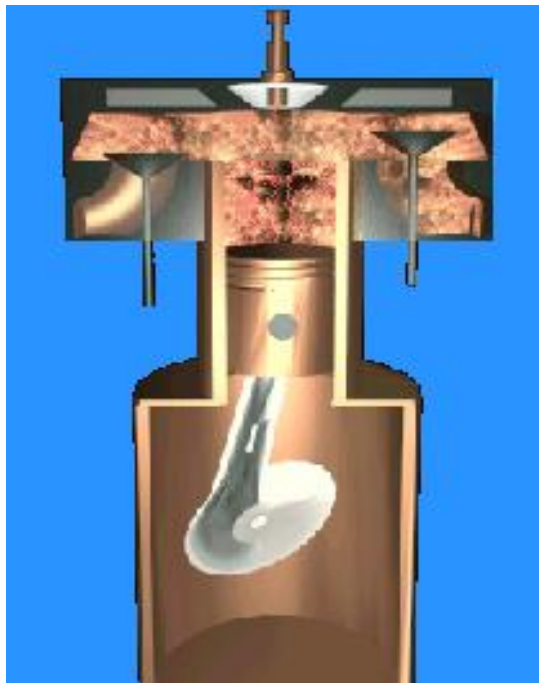
### 3、做功行程



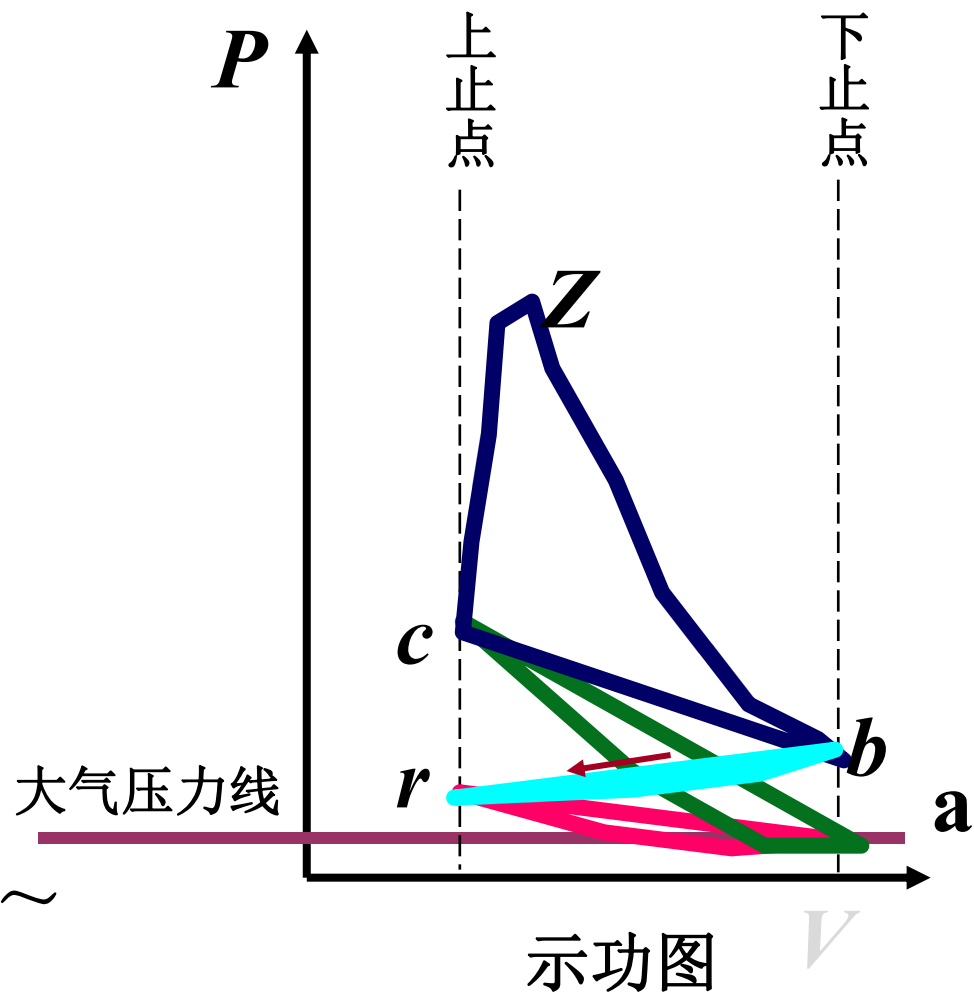
做功中气缸内**最高压力**可达3~5Mpa, **最高温度**可达2200~2800K; 做功终了时气缸内**压力**下降至0.3~0.5Mpa, **温度**下降至1300~1600K。



## 4、排气行程



排气终了时气缸内压力下降至 $0.102 \sim 0.120 \text{Mpa}$ ，温度下降至 $900 \sim 1200 \text{K}$

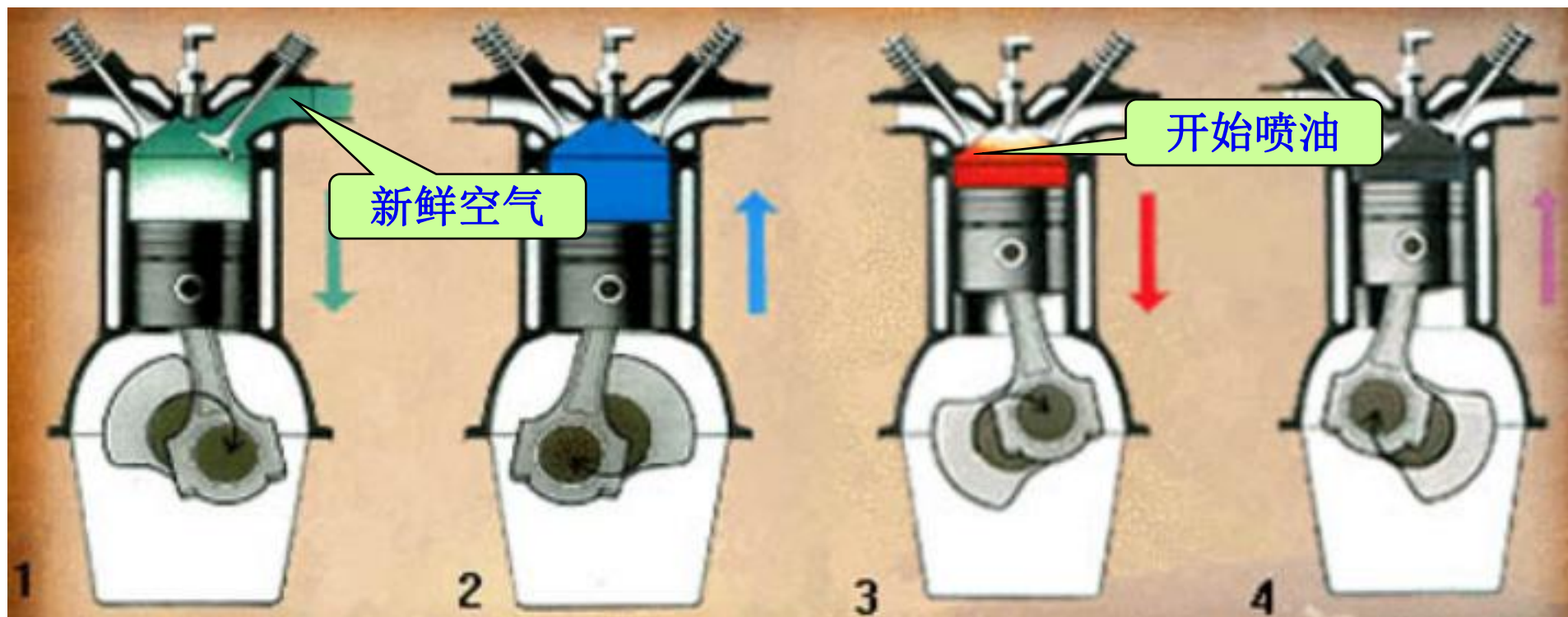




## 四冲程汽油发动机工作状态

	进气门	排气门	气体状态	温度/压力
进气行程	开	闭	混合气	370~400K/0.08~0.09MP
压缩行程	闭	闭	压缩气体	600~750K/0.6~1.5MPa
做功行程	闭	闭	高温燃气	2200~2800K /3~6.5MPa 1300~1600K/0.3~0.5MPa
排气行程	闭	开	废气	900~1200/0.105~0.115MPa

# 四行程柴油机各行程示意图



进气行程

压缩行程

做功行程

排气行程

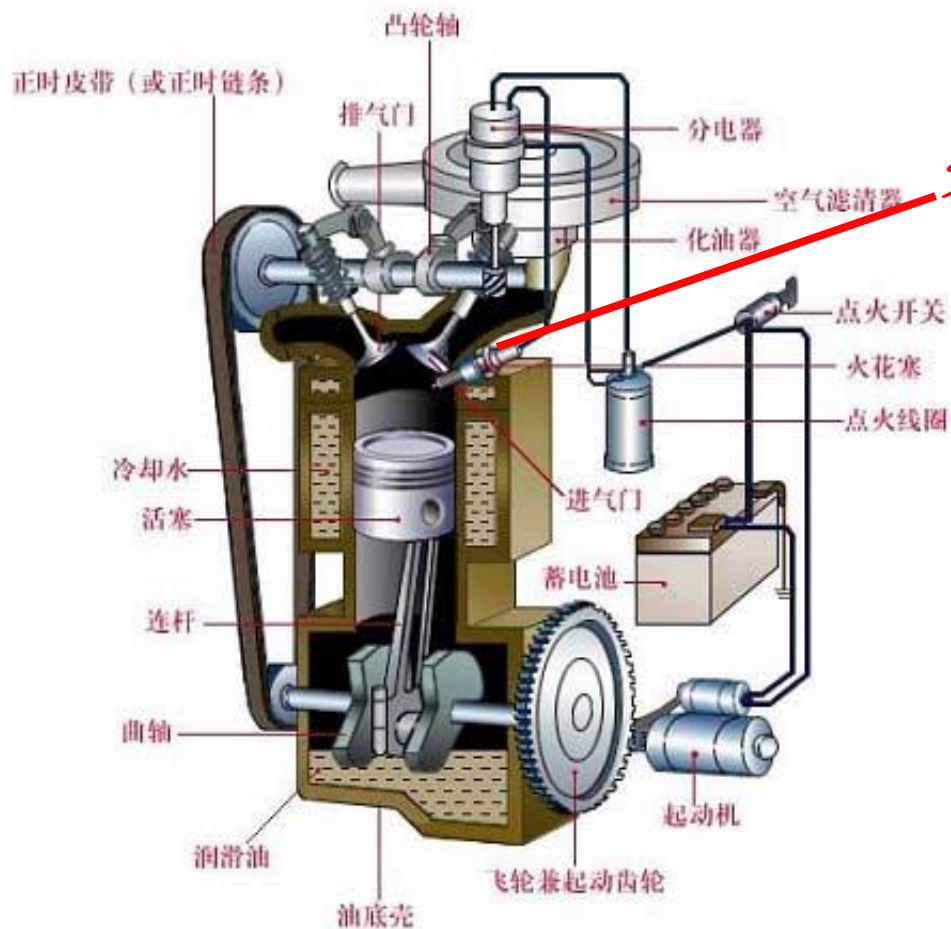


## 柴油机工作时各行程状态参数

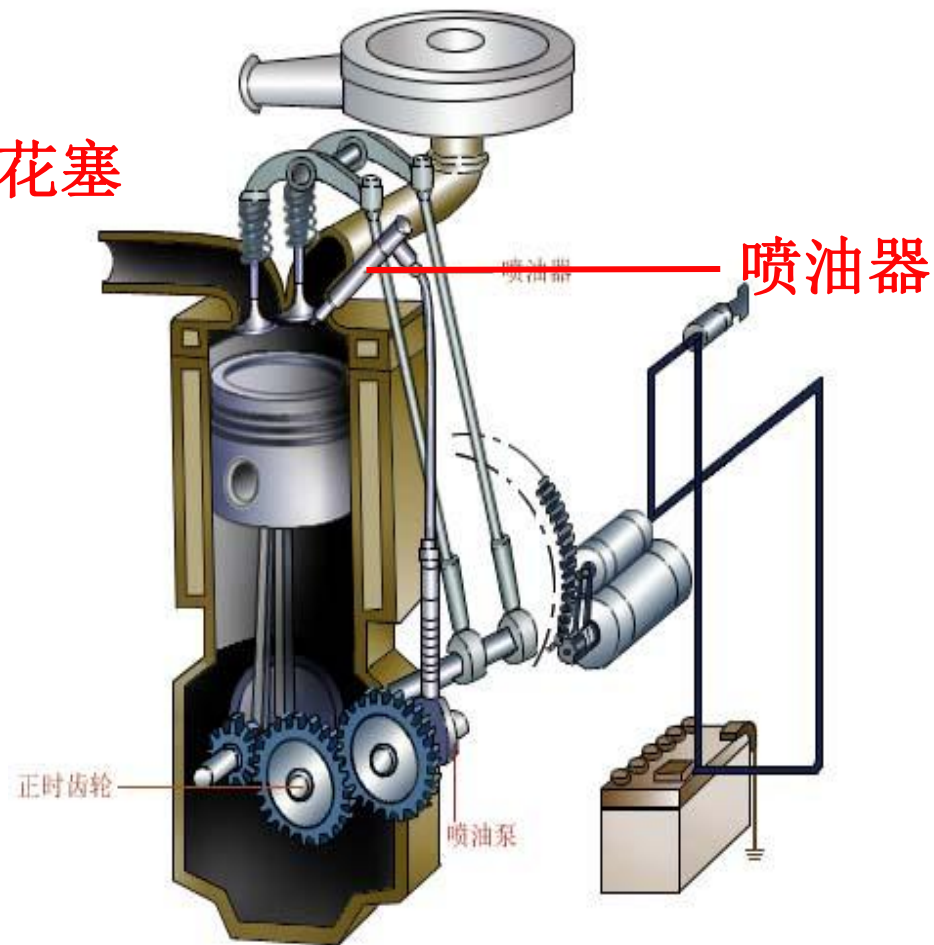
状态 行程	温度(K)	压力
进气行程	320~350	800~900 kPa
压缩行程	800~1000	3~5MPa
做功行程	2200~2800(瞬时最高) 1500~1700(做功終了)	3~5MPa (瞬时最高) 300~500 kPa (做功終了)
排气行程	800~1000	105~125 kPa

# 汽油机和柴油机的图示

四行程汽油机示意图



四行程柴油机示意图



## 汽油机和柴油机的不同点

汽油机	柴油机
汽油与空气缸外混合，进入可燃混合气	进入气缸的是纯空气
电火花点燃混合气	高温气体加热柴油燃烧
有点火系	无点火系
无喷油器	有喷油器

## 汽油机和柴油机的共同特点:

- 1** 每个工作循环曲轴转两周（ $720^\circ$ ），每一行程曲轴转半周（ $180^\circ$ ）。
- 2** 只有做功行程产生动力。



# 思考与练习

- 1、 发动机的定义是什么？
- 2、 发动机的分类如何？
- 3、 什么是发动机的排量、燃烧室容积和压缩比？
- 4、 汽油机和柴油机在可燃混合气形成方式和点火方式上有何不同？它们在结构上有何区别？

# 发动机的主要性能指标

## 一、动力性指标

1、有效转矩：发动机通过飞轮对外输出的转矩称为发动机的有效转矩，用 $T_e$ 表示。

2、有效功率：发动机通过飞轮对外输出的功率成为发动机的有效功率，用 $P_e$ 表示。

## 二者关系

$$P_e = T_e \cdot \frac{2\pi \cdot n}{60} \times 10^{-3} = \frac{T_e \cdot n}{9550} \quad (\text{kW})$$

式中： $T_e$  — 有效扭矩，单位为 $\text{N}\cdot\text{m}$ ；

$n$  — 曲轴转速，单位为 $\text{r}/\text{min}$

## 二、经济性指标

**燃油消耗率：**只发动机每发出1有效功率，在1小时内所消耗的燃油质量，成为燃油消耗率，用 $b_e$ 表示。

## 三、发动机的速度特性

指发动机的功率、转矩和燃油消耗率三者随曲轴转速变化的规律。

## 型号编制举例

### (1) 汽油机

- 1E65F: 表示单缸, 二行程, 缸径65mm, 风冷通用型
- 4100Q-4: 表示四缸, 四行程, 缸径100mm, 水冷车用, 第四种变型产品
- TJ376Q: 表示三缸, 四行程, 缸径76mm, 水冷车用, TJ表示系列符号
- CA488: 表示四缸, 四行程, 缸径88mm, 水冷通用型, CA表示系列符号

### (2) 柴油机

- 195: 表示单缸, 四行程, 缸径95mm, 水冷通用型
- 165F: 表示单缸, 四行程, 缸径65mm, 风冷通用型
- 6135Q: 表示六缸, 四行程, 缸径135mm, 水冷车用
- X4105: 表示四缸, 四行程, 缸径105mm, 水冷通用型, X表示系列代号

# 小 结

发动机	定义	发动机是将某一种形式的能量转变成机械能的机器。	
	分类	按不同的分类方法大致分为四大类	
	常用术语	十个基本术语	
	工作原理 (重点)	汽油发动机	四个行程的工作过程
		柴油发动机	区别于汽油机的工作过程

# 发动机

总体构造：汽油机（两大机构五大系统），  
柴油机（两大机构四大系统）

主要性能  
指标与特性

动力性指标：有效转距，有效功率  
经济性指标：燃油消耗率  
速度特性  
工况与负荷

内燃机名称及  
型号编制规则

熟练识认内燃机名称和规格