

发动机工作原理和总体构造

学习目标

1. 了解发动机作用、基本术语和工作原理；
2. 掌握发动机总体构造和内燃机型号编制规则；
3. 了解发动机主要性能指标和工作特性。

第 1 节 发动机基本工作原理

发动机是将热能转化成机械能的机器。它利用燃料在气缸内燃烧所产生的热能使气体膨胀以推动曲柄连杆机构运动，并通过传动系驱动汽车行驶。图 1-1、图 1-2 为四行(冲)程单缸发动机结构示意图。

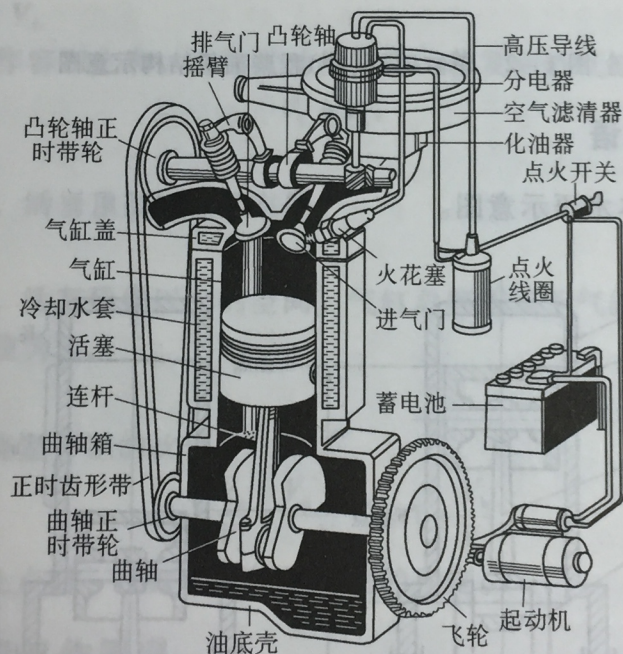


图 1-1 单缸四行(冲)程汽油机结构示意图

现代汽车一般采用往复活塞式内燃机，根据其不同的工作特征和结构可分为：点燃式与压燃式发动机，四行(冲)程和二行(冲)程发动机，汽油机、柴油机和新型燃料发动机，化油器和喷射式发动机，单缸和多缸发动机，风冷和水冷发动机，增压式和非增压式发动机，气门顶置式和侧置式发动机等。目前，现代汽车以采用四行程、多缸、水冷、顶置气门发动机为主。

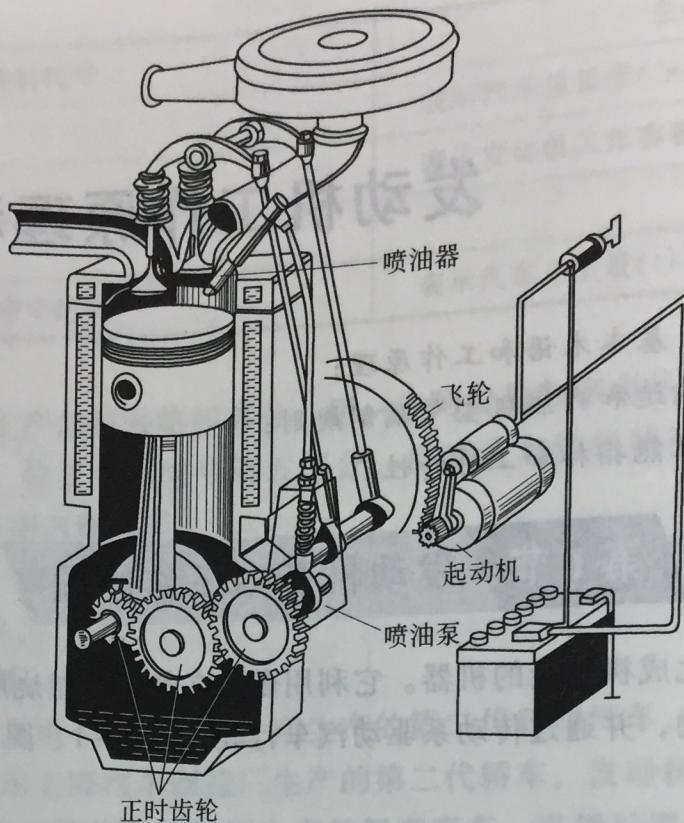


图 1-2 单缸四行程(冲)程柴油机结构示意图

一、发动机基本术语

图 1-3 为发动机基本术语示意图。

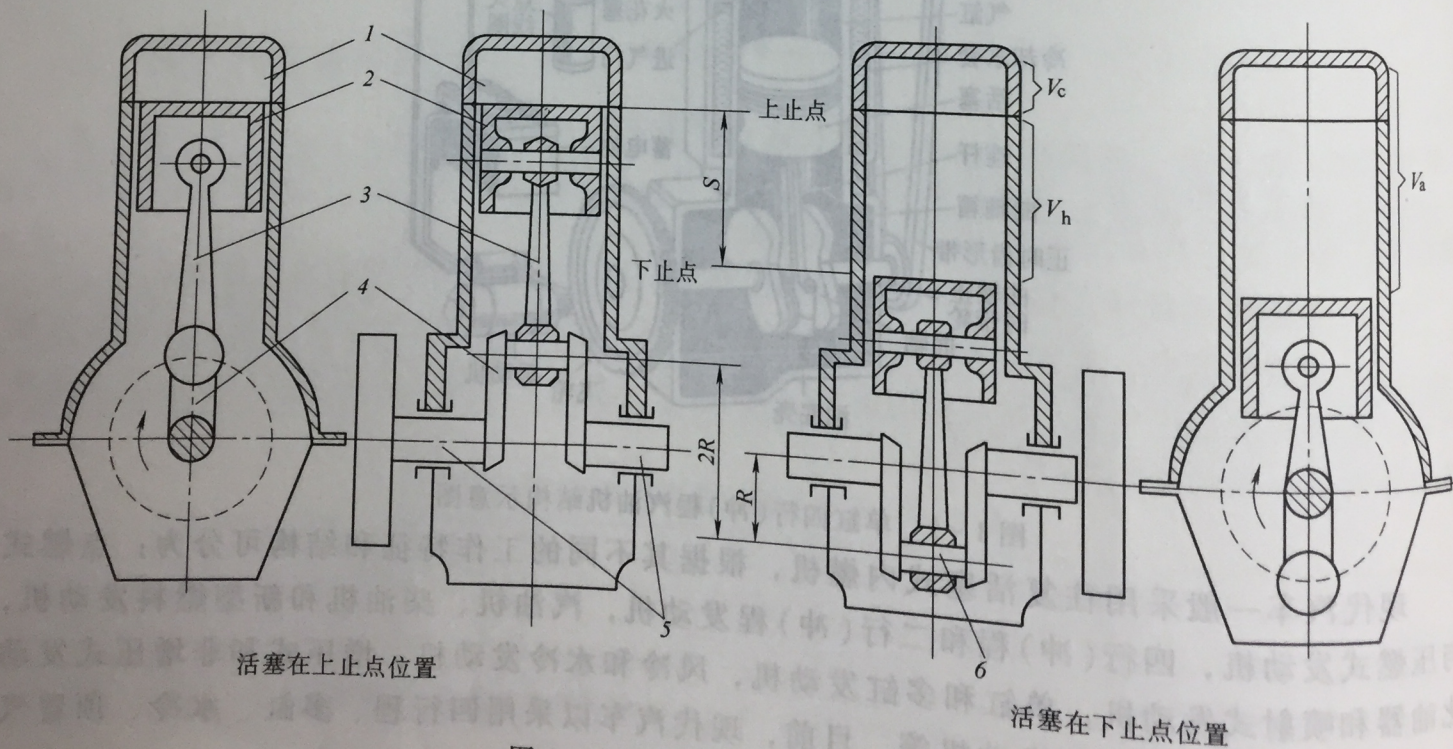


图 1-3 发动机基本术语示意图

1—气缸；2—活塞；3—连杆；4—曲柄；5—曲轴主轴颈；6—曲轴连杆轴颈

1. 上止点

活塞顶部在气缸内的最高位置, 即活塞距离曲轴回转中心最远处。

2. 下止点

活塞顶部在气缸内的最低位置, 即活塞距离曲轴回转中心最近处。

3. 活塞行程 S

指气缸上、下两止点间的距离。活塞从一个止点运动到另一个止点之间的距离称为一个活塞行程, 单位为 mm。

4. 曲柄半径 R

曲轴连杆轴颈中心至曲轴主轴颈中心的距离。由图 1-3 知, 活塞移动一个行程, 曲轴转过半圈(180°), 即 $S = 2R$ 。

5. 气缸工作容积 V_h

指活塞从上止点运动到下止点让出空间所对应的容积。计算公式为

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

式中 D ——气缸直径, mm;

S ——活塞行程, mm;

V_h ——气缸工作容积, L。

6. 发动机工作容积 V_L

多缸发动机各缸工作容积之和, 也称发动机排量。若发动机气缸数为 i , 则

$$V_L = V_h i$$

7. 燃烧室容积 V_c

指活塞在上止点时, 活塞顶部以上的空间。

8. 气缸总容积 V_a

指活塞在下止点时, 活塞顶部以上的空间。气缸总容积等于气缸工作容积与燃烧室容积之和, 即 $V_a = V_h + V_c$, 单位为 L。

9. 压缩比 ε

指气缸总容积和燃烧室容积的比值

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

表示活塞从下止点到上止点时, 气缸内气体被压缩的程度。

二、四行程汽油机工作原理

四行程发动机曲轴转两圈, 活塞在气缸内依次往复运动经历进气、压缩、作功和排气四个行程, 完成一个工作循环。图 1-4 为单缸四行程汽油发动机工作循环示意图。

1. 进气行程

曲轴带动活塞从上止点向下止点移动, 进气门开启, 排气门关闭。活塞顶部空间增大, 气缸内压力降低到小于外界大气压。空气和汽油经混合形成的可燃混合气通过进气管道、进气门被吸入气缸。由于进气系统有阻力, 进气终了时气缸内气体压力约为 $0.07 \sim 0.09 \text{ MPa}$, 仍低于大气压力。气体在高温机件和残余废气加热下, 温度上升到 $80 \sim 130^\circ\text{C}$ 。

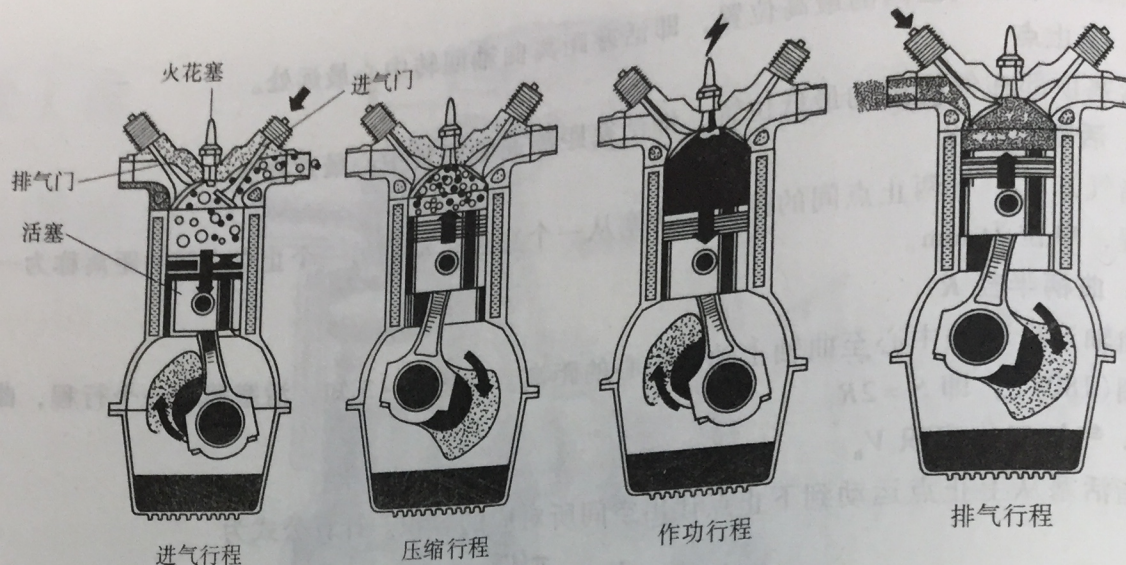


图 1-4 单缸四行程汽油发动机工作循环示意图

2. 压缩行程

进气结束，进排气门都关闭。曲轴带动活塞由下止点向上止点运动，活塞顶部的可燃混合气被压缩。压缩终了时，混合气压力达到 $0.68 \sim 1.47 \text{ MPa}$ ，温度可达 $300 \sim 500 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

3. 作功行程

当压缩行程接近上止点时，进、排气门都处于关闭状态，火花塞发出电火花点燃可燃混合气，混合气迅速燃烧使气体温度和压力急剧升高，推动活塞向下止点运动，经过连杆使曲轴旋转作功，并对外输出功。作功行程中，所能达到的瞬间最高压力为 $4 \sim 6 \text{ MPa}$ ，温度可达 $2000 \sim 3000 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

4. 排气行程

曲轴带动活塞从下止点向上止点运动，排气门打开，进气门关闭。在活塞和废气自身的压力作用下，废气经排气门排出气缸。活塞到达上止点时排气结束。由于排气系统存在一定阻力，燃烧室中会残留少量废气。排气终了时，气缸内气体压力约为 $0.1 \sim 0.12 \text{ MPa}$ ，温度约为 $500 \sim 800 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

三、四行程柴油发动机工作原理

四行程柴油发动机和汽油发动机一样，完成一个工作循环也要经历进气、压缩、作功和排气四个行程，但由于柴油机使用的燃料是柴油，柴油相对于汽油来说，其粘度大，蒸发性差，自燃温度低，所以柴油发动机在混合气形成、点火方式上和汽油发动机有明显不同，下面主要叙述两者之间的不同之处。图 1-5 所示为单缸四行程柴油发动机工作循环。

1. 进气行程

汽油机在进气行程中吸入的是可燃混合气，而柴油发动机吸入的是纯空气。

2. 压缩行程

汽油机在压缩行程中压缩的是可燃混合气，柴油机压缩的是空气。柴油机靠压缩自燃，其