

单元一 发动机总体构造及检修基础知识



教学建议

1. 教学环境：要求在理论实践一体化的专业教室中完成，最好能实现小班制教学。
2. 教材使用：
 - (1) 任务实施——实训任务，先由教师示范关键步骤，再由学生根据具体步骤完成实训任务；也可由学生自行探索，教师在组织过程中根据需要示范和讲解。
 - (2) 知识链接——必要的理论知识，建议采用多媒体动画教学。
 - (3) 思考与练习——趁热打铁，对刚学的知识进行巩固。



知识目标

1. 了解发动机总体构造、原理和常用术语，掌握发动机各组成部件的名称、作用及结构。
2. 熟悉发动机维修常用工具设备及其使用方法，了解安全规范知识。
3. 熟悉各种发动机维修常用工量具，并说出它们的名称和作用。
4. 了解发动机维护和修理的工艺。
5. 了解发动机维修的安全操作规范。



能力目标

1. 拆装方法正确。
2. 能认识发动机各主要部分的名称和作用。
3. 能认识发动机各附件的位置和相互间的关系。
4. 能正确地选取和使用常用工量具。



情感目标

1. 体验安全生产规范，遵守操作规程，感受合作与交流的乐趣。
2. 在项目学习中逐步养成自主学习新知识、新技术的良好习惯。
3. 在操作学习中不断积累维修经验，从个案中寻找共性。



项目 发动机的拆装



任务要求

拆装发动机，熟悉发动机各主要组成名称及作用。

作业时间：160min。



情境创设

教师把学生带到实训室，指导学生对发动机进行拆装，在拆装中对发动机的基本知识进行学习，同时学习操作的方法，以及相关的理论。也可以播放发动机拆装视频，激发学生学习的兴趣。

教学资料准备：教学用发动机的使用说明书、维修手册等。



任务实施

一、工作安排

养成合作完成工作任务的习惯，请你将工作分工与完成时间记录在表 1-1-1 中。

表 1-1-1 组员工作分工表

姓名	任务分工	完成时间	备注



二、汽车发动机总成的拆卸

1. 汽车举升

- (1) 将车辆停放在举升器内，关闭点火开关，断油（图 1-1-1）。
- (2) 使举升器的四个举升臂与车辆支撑点相接触。
- (3) 举升车辆，当车辆的四个车轮被举升至刚离开地面时，用手摇动车身，检查车辆支撑牢固情况。
- (4) 车辆举升到所需高度后，检查各支点的固定情况，确认安全后再进行其他作业。
- (5) 拆装过程中根据需要随时调整举升高度。下降时应先确认车辆不会压到人和其他物体。车下作业时，禁止过度用力推动车辆，以防车辆从撑脚上滑下。

2. 电器附件及导线插接器

- (1) 先后拆下蓄电池的负极、正极，取下蓄电池。
- (2) 旋松蓄电池支架紧固螺栓，拆下蓄电池支架（图 1-1-2）。



图 1-1-1 汽车举升

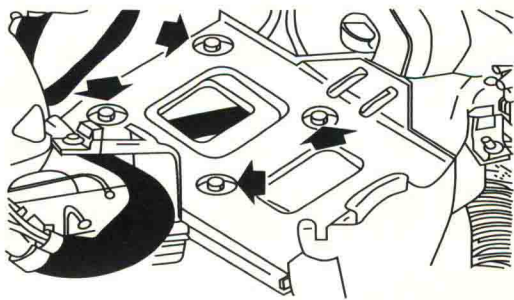


图 1-1-2 拆卸蓄电池支架

- (3) 拔下电动散热风扇上的导线插接器（图 1-1-3）。

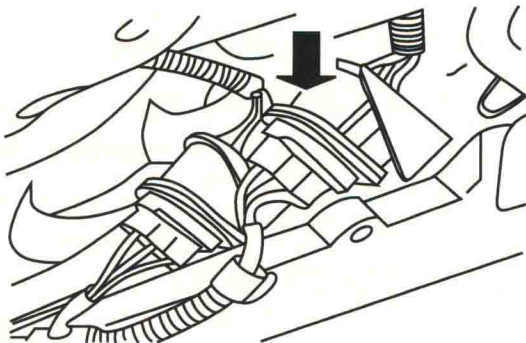


图 1-1-3 拔下电动散热风扇上的导线插接器



(4) 拔下热敏开关和发电机上的导线插接器（图 1-1-4）。

(5) 拔下水温传感器、机油压力报警器、爆振传感器、氧传感器、转速传感器、霍尔传感器等传感器的导线插接器。

(6) 拔下活性炭罐电磁阀的导线插接器（图 1-1-5），取下活性炭罐电磁阀。

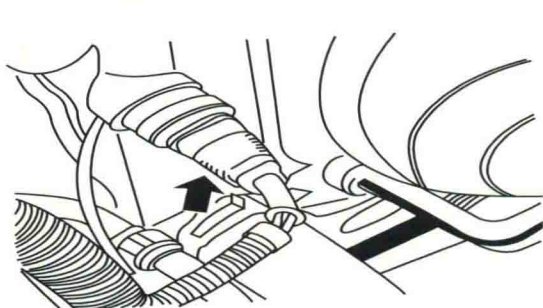


图 1-1-4 拔下热敏开关上的导线插接器

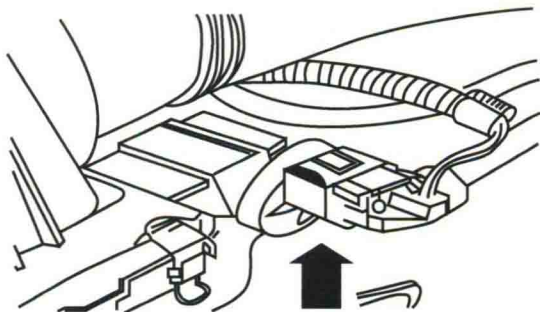


图 1-1-5 拔下活性炭罐电磁阀的导线插接器

(7) 拆下发动机控制单元（ECU）导线插接器。

(8) 拔下变速器上的车速传感器和倒车灯开关导线插接器。

3. 放净发动机冷却液和润滑油

(1) 放置好盛油容器，拆下油底壳放油螺栓，放净油底壳中的润滑油，然后装回放油螺栓。

(2) 在发动机下放置一容器放出冷却液，松开散热器水管抱箍，拆下散热器水管。

(3) 拆下电动散热风扇的固定螺栓，拆下风扇和散热器。

4. 拆下发动机周围的连接装置

(1) 拔下通往炭罐电磁阀和真空助力器的真空软管。

(2) 拆下空气滤清器至节气门体之间的进气软管。

(3) 拔下空气流量计导线插接器，并拆下空气流量计（图 1-1-6）。

(4) 取下空气滤清器侧的装饰罩和空气滤清器盖，并取下空气滤清器滤芯。

(5) 拆下进气歧管罩的固定螺栓，取下进气歧管罩。

(6) 拆下曲轴箱通风软管。

(7) 拆下节气门操纵拉索（图 1-1-7）及其支架。

(8) 拆下暖风热交换器的冷却液软管（图 1-1-8）、膨胀水箱。

(9) 拔下燃油分配管上的进油管和回油管（图 1-1-9）。注意：燃油系统是有压力的，在打开系统之前先在开口处放置抹布，然后小心地松开接头以泄放压力，防止燃油喷出。

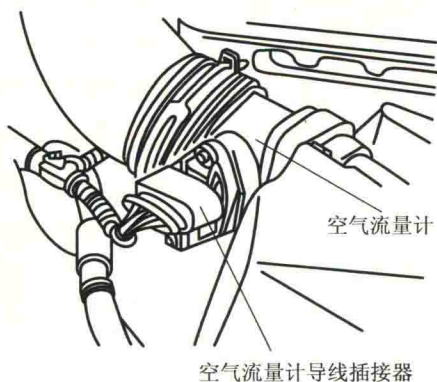


图 1-1-6 拆下空气流量计

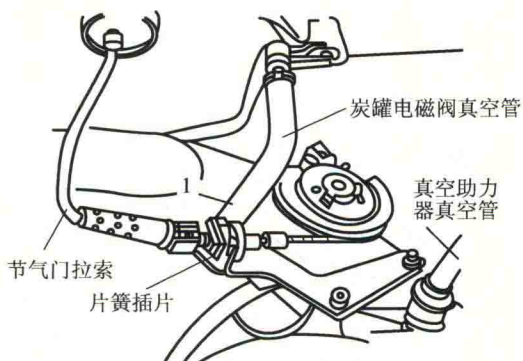


图 1-1-7 拆下节气门操纵拉索

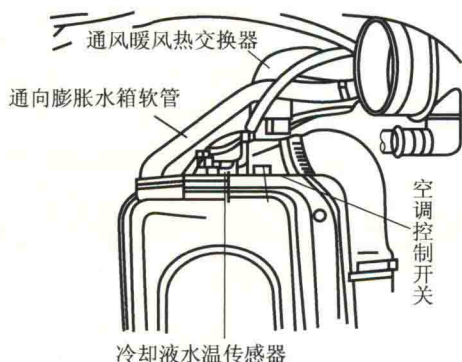


图 1-1-8 拆下暖风热交换器的冷却液软管



图 1-1-9 拆下进油管 and 回油管

5. 拆下发动机的附件和固定螺栓，吊出发动机

(1) 松开空调压缩机与支架的连接螺栓，取下传动带。拆下传动带前做好转动方向标记，装复使用时应按原方向装回，以免损坏传动带。

(2) 移开空调压缩机并用绳子将其固定在副梁上。不要让空调软管承受空调压缩机重力，以防拉坏软管。

(3) 使用扳手顺时针方向扳动张紧轮（图 1-1-10）。

(4) 从发动机上取下传动带，从张紧轮上取下销钉。

(5) 松开动力转向液压泵传动带轮的螺栓，取下传动带轮。

(6) 从支架上拆下动力转向液压泵，并将其固定在发动机舱内一侧。

(7) 旋下进排气歧管的连接螺栓。

(8) 旋下所有发动机与车身的固定螺栓。

(9) 从变速器壳体上拆下起动机。

(10) 用变速器托架托住变速器底部，旋下发动机与变速器的固定螺栓，留一只螺栓固定。使用小吊车和发动机吊架吊住发动机的吊耳。松开变速器上的最后一只螺栓，吊出发动



机(图 1-1-11)。

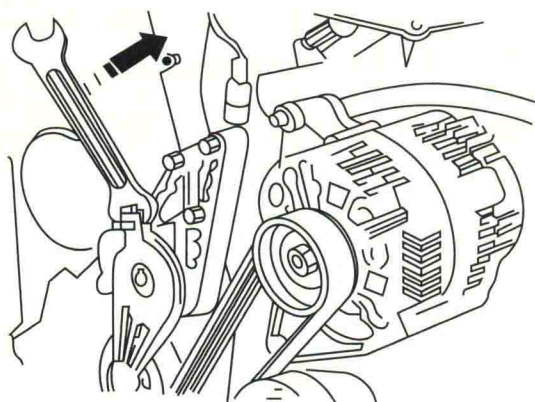


图 1-1-10 用专用工具扳动张紧轮

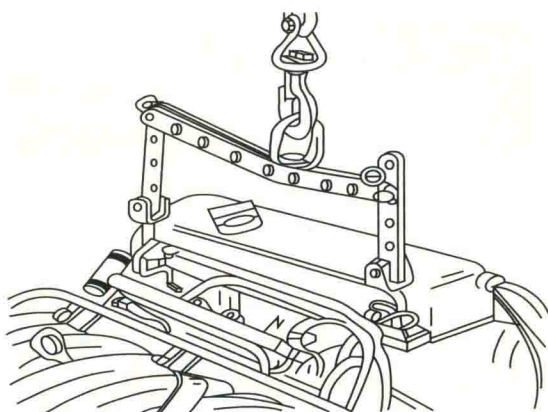


图 1-1-11 吊出发动机

三、发动机总成的主要分解步骤及注意事项

1. 发动机总成的主要分解步骤

发动机附属设备→气缸盖→油底壳→活塞连杆组→曲轴飞轮组→分解活塞连杆组→分解曲轴飞轮组。

(1) 拆卸同步带(图 1-1-12):

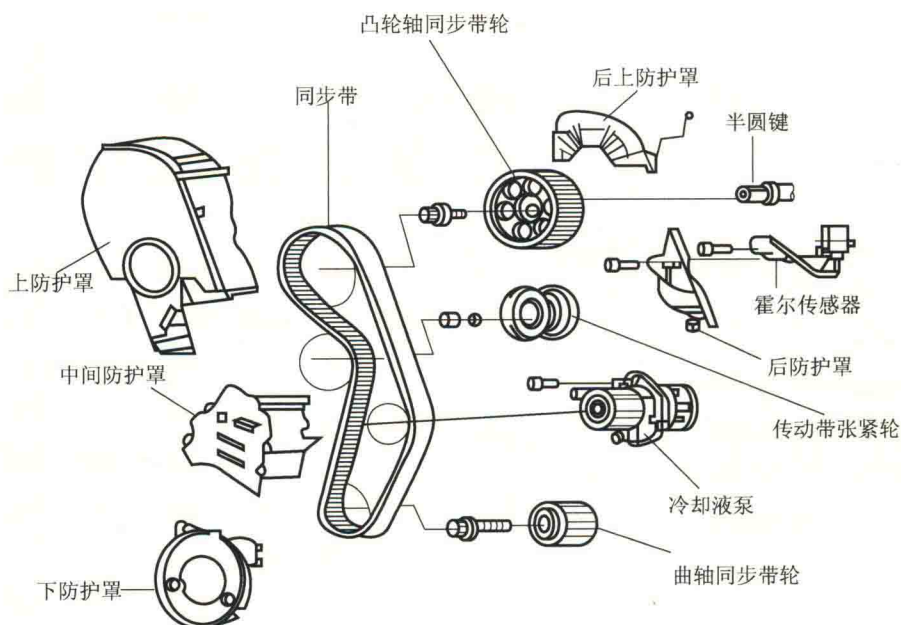


图 1-1-12 同步带分解

①使第一缸活塞处于上止点位置, 对准正时标记。



- ②拆卸同步带防护罩。
- ③拆下曲轴传动带轮。
- ④用专用工具松开同步带张紧轮，取下同步带。

(2) 拆卸进、排气歧管 (图 1-1-13) :

拔出喷油器上的插接器并取下喷油器；拔下高压分缸线；拆下气缸盖上的软管和冷却液管；拆除进、排气歧管连接螺栓，取下进、排气歧管。

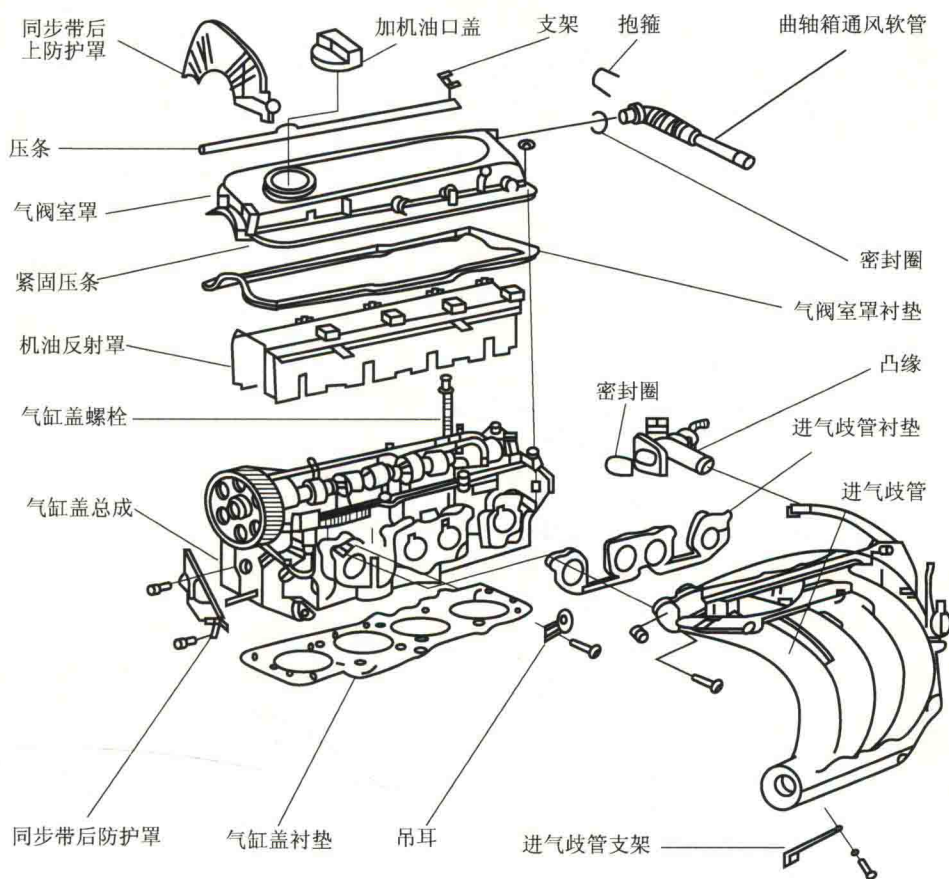


图 1-1-13 进气歧管及气缸盖分解

(3) 拆卸气缸盖 (图 1-1-13) :

- ①拆下同步带后防护罩，旋下气阀室罩螺母。
- ②拔下水温传感器、机油传感器的插接器、后防护罩及霍尔传感器。
- ③按规定顺序松开气缸盖螺栓并取下气缸盖。

(4) 拆卸凸轮轴 (图 1-1-14) :

- ①拆下凸轮轴同步轮并取下半圆键。
- ②拆下轴承盖并取下凸轮轴。

(5) 拆卸曲轴飞轮组 (图 1-1-15) :

- ①拆除油底壳。

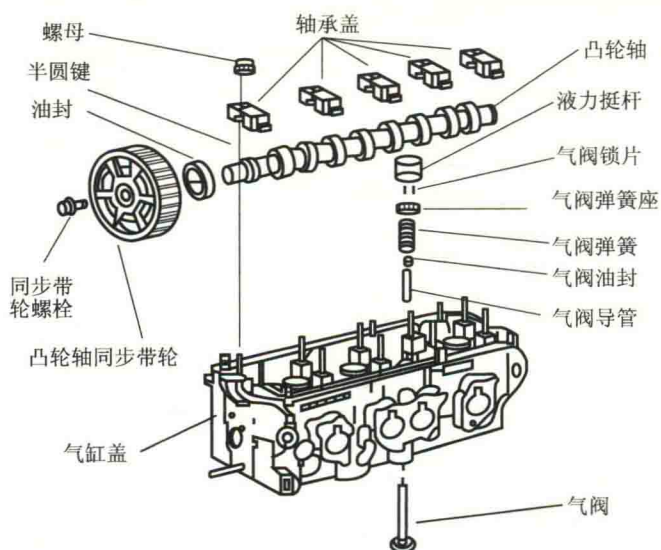


图 1-1-14 凸轮轴及气阀、液力挺杆分解

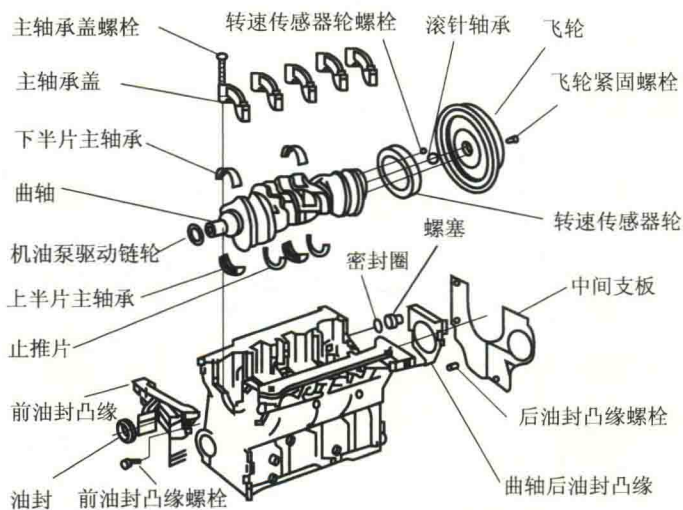


图 1-1-15 曲轴飞轮组分解

- ②拆卸链轮和机油泵总成（图 1-1-16）。
- ③用专用工具拆下飞轮和曲轴后滚针轴承。
- ④拆下活塞连杆组件。
- ⑤拆下冷却液泵（图 1-1-17）。
- ⑥拆下曲轴同步带轮、油封凸缘。
- ⑦按规定顺序松开曲轴主轴承盖螺栓，并取下曲轴。

2. 注意事项

- (1) 起动发动机时, 应遵照操作规程, 注意安全。



- (2) 正确使用工具。
- (3) 分解发动机总成时应首先断电和清除燃油，并按正确的工艺和步骤分解。
- (4) 各缸液力挺杆不要相互混淆。
- (5) 检查活塞连杆组、曲轴主轴承上的位置标志，以防装错。

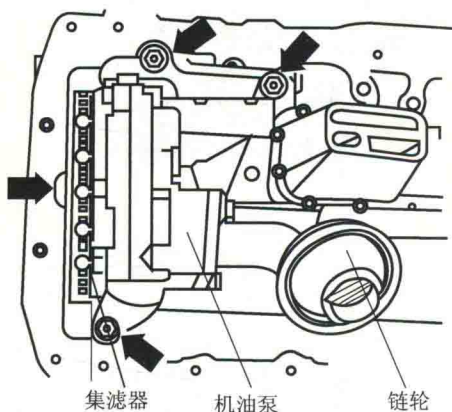


图 1-1-16 链轮和机油泵

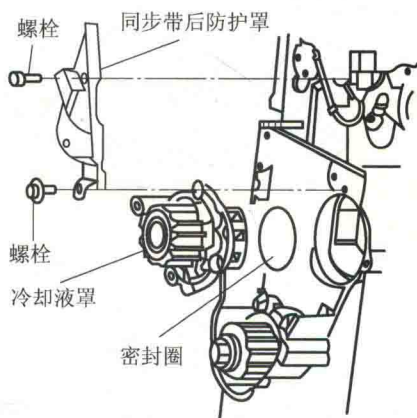


图 1-1-17 冷却液泵总成



知识链接

一、发动机总体构造

发动机是将其他形式的能量转变为机械能的某种机械装置。现代汽车发动机主要使用内燃机，如汽油机和柴油机。内燃机每实现一次热功转换，都要经历一系列连续的工作过程，构成一个工作循环，否则就不能实现热功转换。发动机的构造如图 1-1-18 ~ 图 1-1-20 所示。

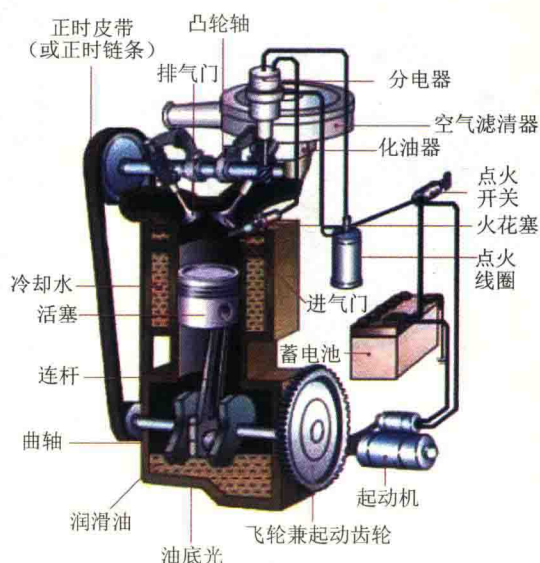
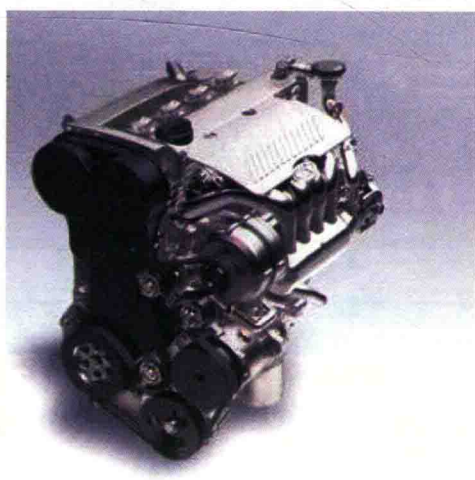


图 1-1-18 四冲程汽油发动机结构简图



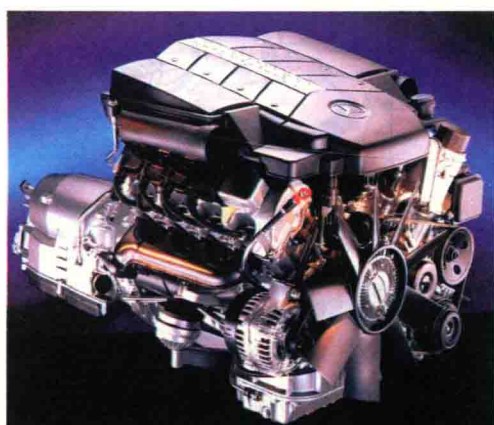
(a) 五菱 465 发动机



(b) 丰田 8A 发动机



(c) 宝马发动机



(d) 奔驰发动机

图 1-1-19 汽油发动机总成

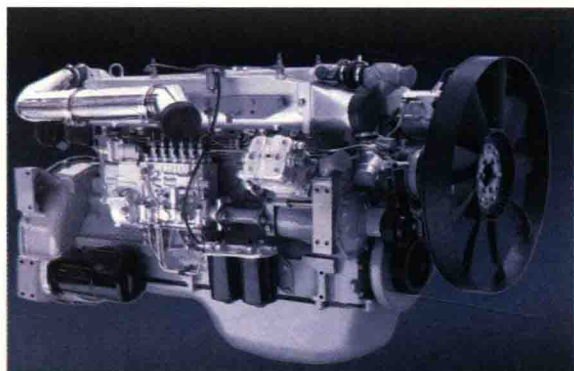
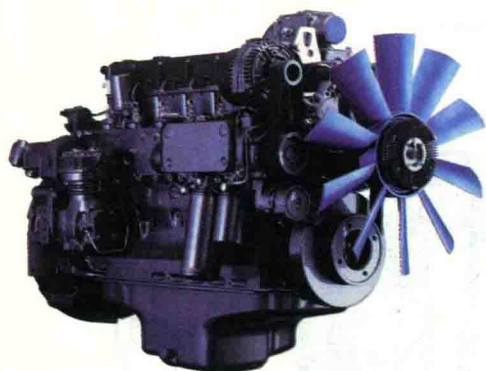


图 1-1-20 柴油机发动机总成

以下主要讲述汽油发动机。

发动机是多机构和系统组成的复杂机器，即使是同一类型的发动机，其具体构造也是多种多样的，但就其总体功能而言，汽油发动机基本都由两大机构和五大系统组成，即曲柄连杆机构、配气机构、冷却系、润滑系、点火系、起动系和燃料供给系。



1) 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构主要由气缸体与曲轴箱组、活塞连杆组和曲轴飞轮组三个部分组成,如图 1-1-21 所示。其功用是把曲轴的旋转运动变为活塞的直线往复运动并对外输出动力。

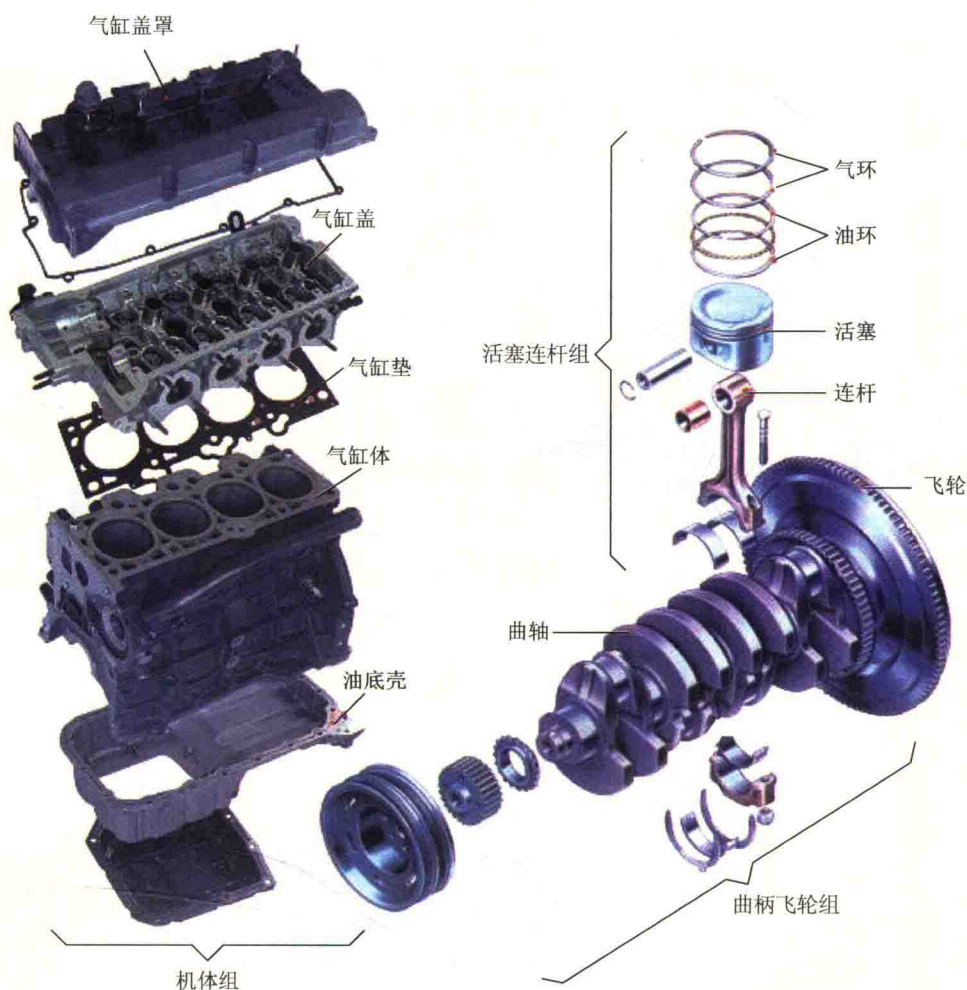


图 1-1-21 曲柄连杆机构

2) 配气机构

配气机构主要由气门组和气门传动组两个部分组成,如图 1-1-22 所示。其功用是使可燃混合气适时吸入气缸并及时将气缸内的废气排出。

3) 冷却系统

冷却系统主要包括水泵、风扇、分水管、散热器、水套和节温器等,如图 1-1-23 所示。其功用是将受热机件的热量散发到大气中去,以保证发动机正常工作。

4) 润滑系统

润滑系统主要由油底壳、机油泵、集滤器、机油滤清器、润滑油道、限压阀、机油压力传感器、机油压力表、温度表等组成,如图 1-1-24 所示。其功用是将润滑油供给做相



对运动的零件以减少它们之间的摩擦阻力，减轻机件的磨损，并对发动机内部起到冷却、清洗、密封和防锈的作用。

5) 点火系统

点火系统主要由蓄电池、起动机、分电器（内含配电器、断电器、点火提前装置等）、点火线圈、高压线、火花塞等组成，如图 1-1-25 所示。其功用是产生高压电并按规定时刻点燃气缸中的可燃混合气。

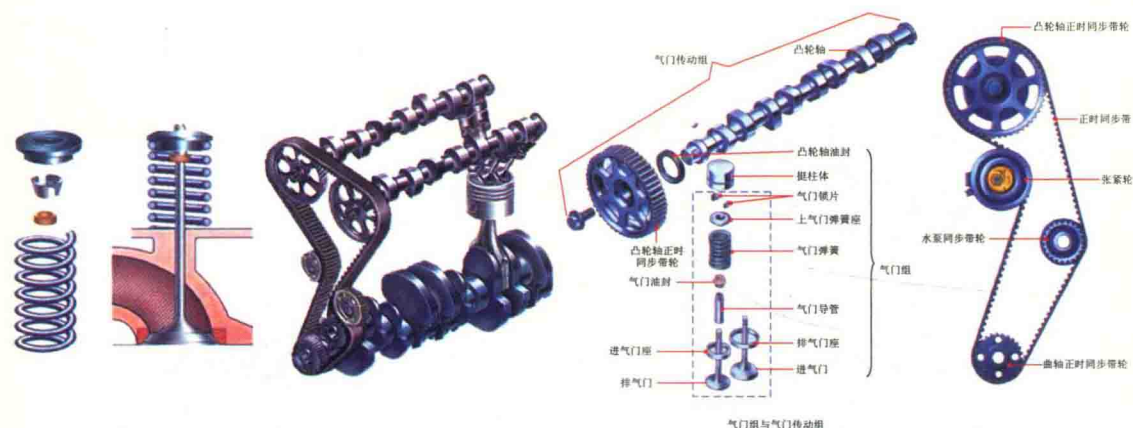


图 1-1-22 配气机构

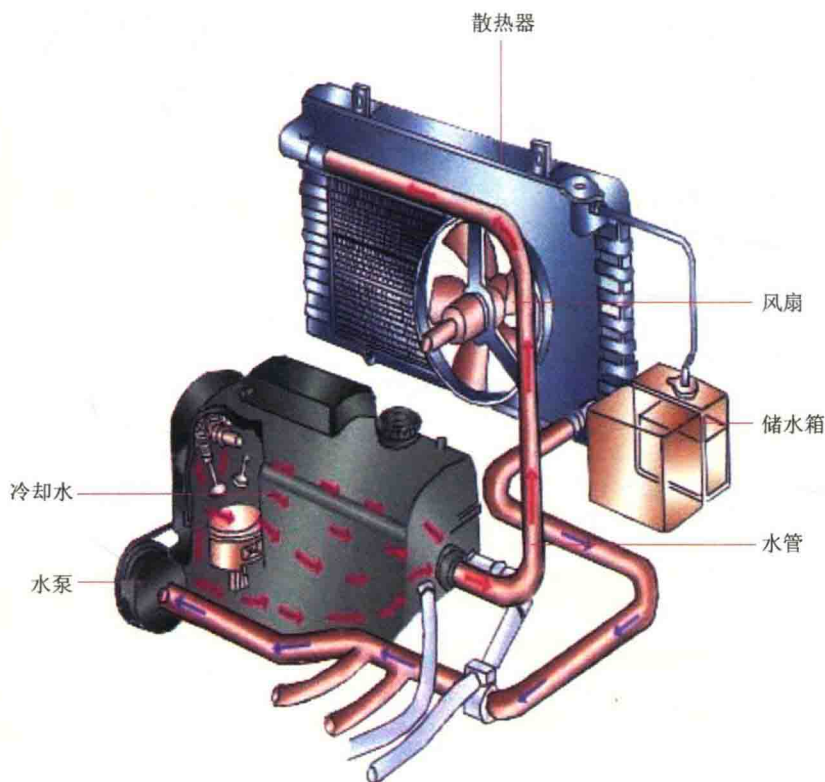


图 1-1-23 冷却系统

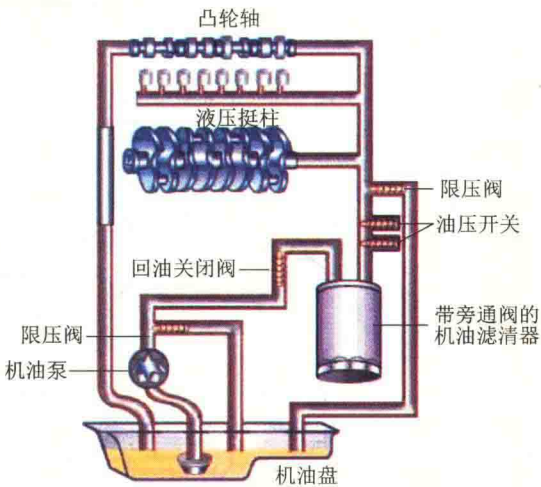
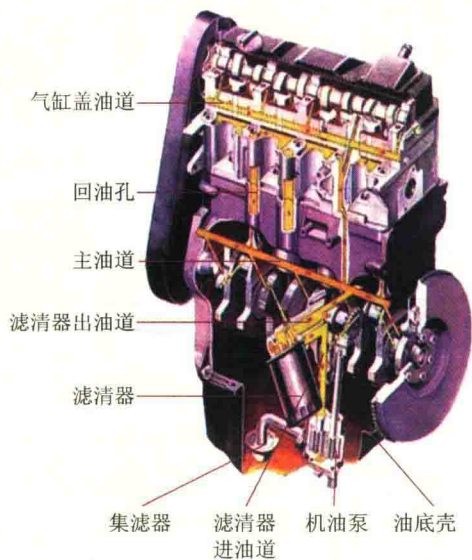


图 1-1-24 润滑系

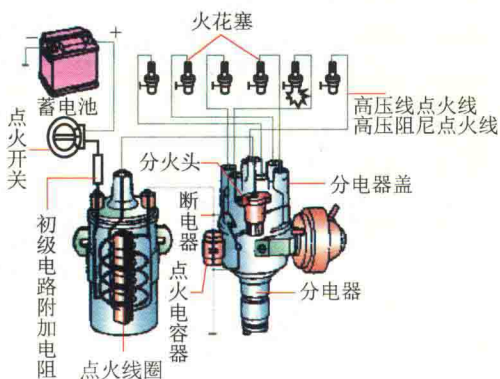
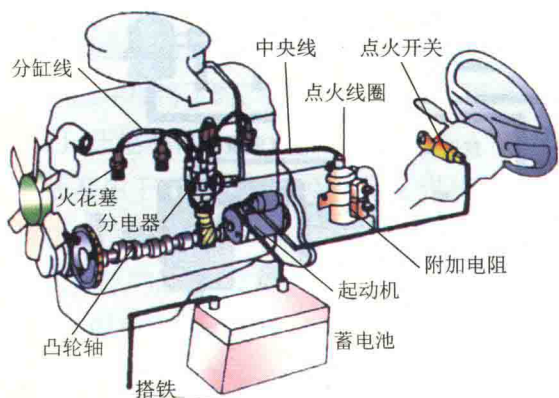


图 1-1-25 点火系统

6) 起动系统

起动系统主要由起动机及其附属装置组成，如图 1-1-26 所示。其功用是使静止的发动机起动并转入自行运转。

7) 燃料供给系统

燃料供给系统主要由油箱、汽油泵、汽油滤清器、化油器（电喷发动机使用电控燃油喷射装置）、空气滤清器、进排气管、消声器等组成，如图 1-1-27 所示。其功用是把汽油与空气混合为合适的可燃混合气，由配气机构供入气缸燃烧，然后将燃烧产生的

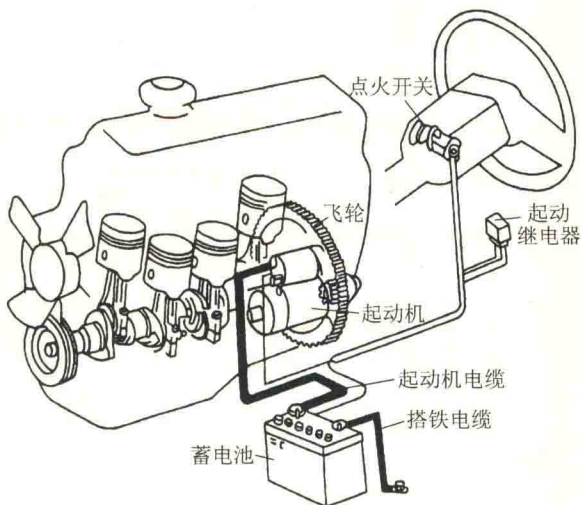


图 1-1-26 起动系统



废气排出发动机。

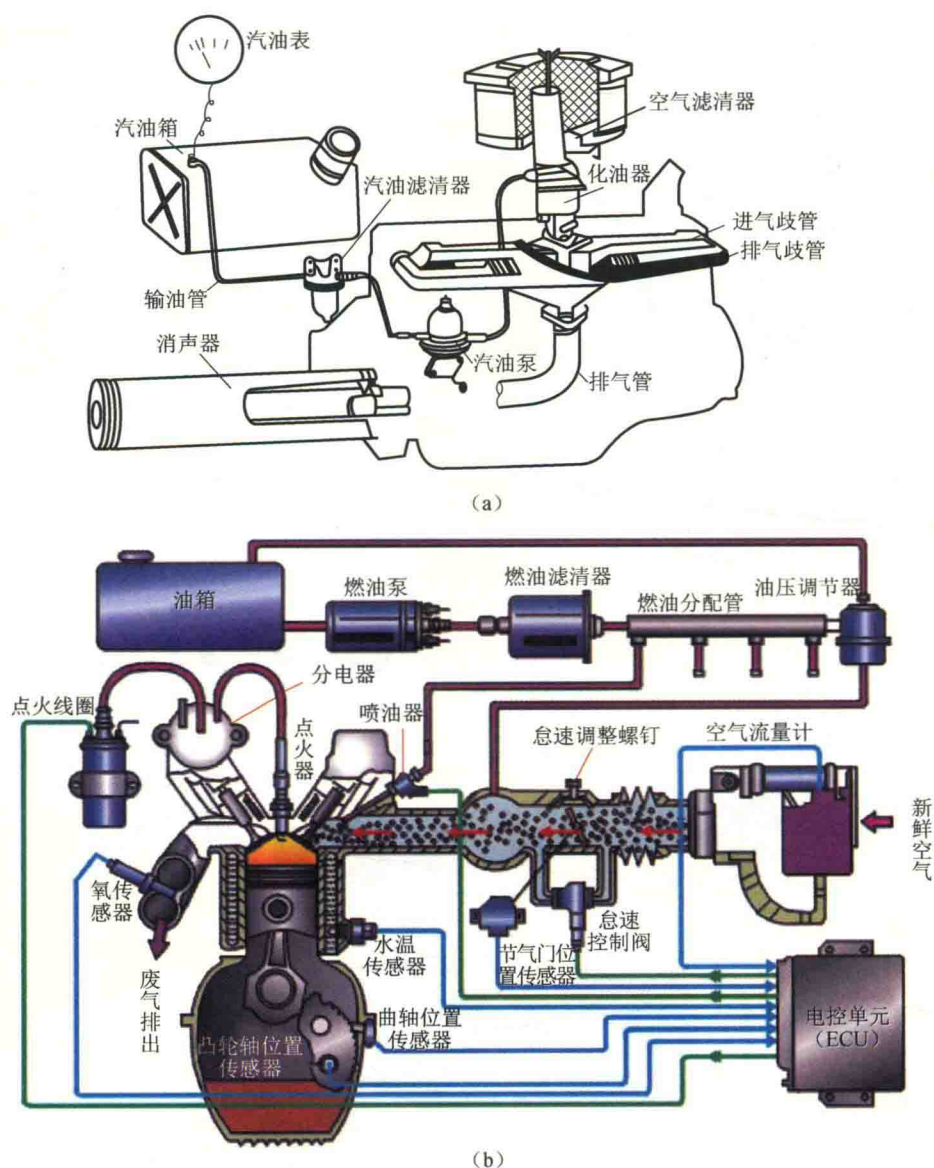


图 1-1-27 燃料供给系

(a) 化油器式；(b) 电控燃油喷射式

二、发动机的基本工作原理

1. 四冲程发动机的工作原理

四冲程汽油机的一个工作循环由进气、压缩、做功、排气四个冲程组成，如图 1-1-28 所示。

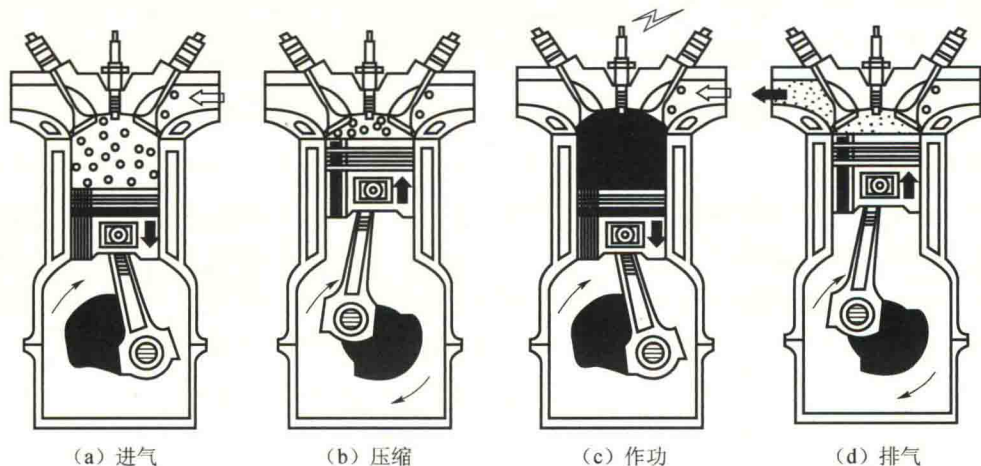


图 1-1-28 四冲程汽油机工作原理

1) 进气冲程

曲轴带动活塞由上止点向下止点移动，此时，进气门开起，排气门关闭。活塞在运动过程中，气缸的容积由小增大，气缸内的气体压力下降，形成一定的真空度而产生吸力，新鲜可燃混合气由进气通道被吸入气缸，当活塞移动到下止点时，气缸内已充满了新鲜可燃混合气。此冲程终了时，缸内压力为 $0.075 \sim 0.09\text{MPa}$ ，温度为 $370 \sim 400\text{K}$ 。

2) 压缩冲程

活塞由下止点向上止点移动，进排气门关闭。曲轴推动活塞向上移动，气缸内容积逐渐减小，气体被压缩，气缸内的混合气压力与温度随之升高，直至活塞抵达上止点。此冲程终了时，缸内压力可达 $0.6 \sim 1.2\text{MPa}$ ，温度可达 $600 \sim 700\text{K}$ 。

3) 做功冲程

进排气门关闭，火花塞点火，可燃混合气迅速燃烧使气缸内的气体温度、压力迅速上升，高温、高压气体推动活塞由上止点向下移动，通过连杆带动曲轴旋转，输出动力。此冲程中，缸内压力可高达 $5 \sim 9\text{MPa}$ ，温度可高达 $2200 \sim 2800\text{K}$ 。

4) 排气冲程

进气门关闭，排气门打开，活塞从下止点移动到上止点，废气在自身压力作用和随着活塞上行的推动下被排出气缸。由于排气时遇有阻力，因此在排气终了时，不可能将废气排净，这部分留下来的废气称为残余废气。排气终了时，缸内压力为 $0.105 \sim 0.115\text{MPa}$ ，温度为 $900 \sim 1200\text{K}$ 。

排气冲程结束时，活塞又回到了上止点，完成一个工作循环。如此周而复始，发动机就能够连续不断地运转。

在四冲程柴油机的一个工作循环中，与汽油机不同之处在于柴油机在进气冲程吸入的是纯空气；在压缩冲程即将结束时，由喷油器向气缸内喷入柴油，柴油在气缸内迅速雾化蒸发并与空气混合形成可燃混合气，在高温高压条件下开始燃烧。其他方面与汽油机相同。



2. 二冲程发动机的工作原理

活塞在气缸内往复运动两个行程即曲轴旋转一周完成一个工作循环的发动机，称为二冲程发动机。二冲程发动机与四冲程发动机相比，具有运转平稳、噪声低、维护方便且成本低等特点，并且在相同的容积下，转速相同时功率较大，假如平均有效压力相同，则理论上功率为四冲程发动机的 2 倍（实际功率也能达到 1.5 ~ 1.6 倍）。

二冲程汽油机的工作原理如图 1-1-29 所示。

(1) 活塞由下止点往上止点运动，完成进气和压缩过程。当活塞由下止点向上止点运动而全部关闭进气孔和排气孔时，开始压缩在上一循环进入气缸内的新鲜可燃混合气。同时，活塞下方的曲轴箱内压力下降而形成真空度，在真空吸力作用下，新鲜可燃混合气从进气孔被吸入曲轴箱内。当活塞上行将要临近上止点时，可燃混合气被压缩温度和压力上升，由于火花塞点燃可燃混合气。燃烧膨胀的气体推动活塞向下运动，活塞即通过连杆、曲轴做功。

(2) 活塞由上止点向下止点运动，完成做功和排气过程。在活塞由上止点向下止点运动时，进气孔逐渐被关闭，曲轴箱内的可燃混合气体被预先压缩。当活塞继续下行时，排气孔开起，废气在剩余压力的作用下排出气缸，曲轴箱内被预先压缩的新鲜可燃混合气体便通过换气孔进入气缸，由于进气气流的作用，气缸内的废气被进一步排出气缸。至此发动机完成了一个工作循环。

二冲程柴油机的工作原理与二冲程汽油机的工作原理相似。

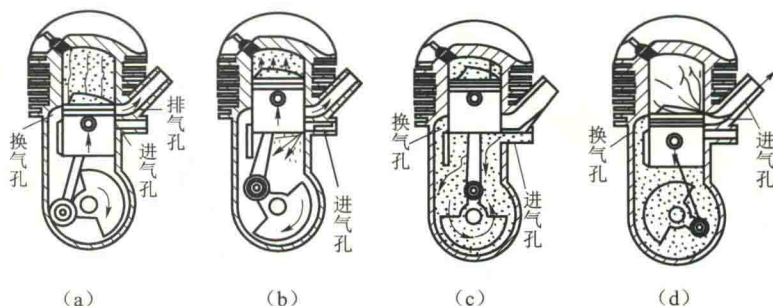


图 1-1-29 二冲程汽油机的工作原理

(a) 压缩；(b) 进气；(c) 做功；(d) 排气

三、发动机的相关概念

发动机的相关概念如图 1-1-30 所示。

- (1) 上止点——活塞顶部距离曲轴回转中心最远处，即活塞的最高位置。
- (2) 下止点——活塞顶部距离曲轴回转中心最近处，即活塞的最低位置。
- (3) 活塞行程 (S) ——活塞在上、下止点间的运行距离。

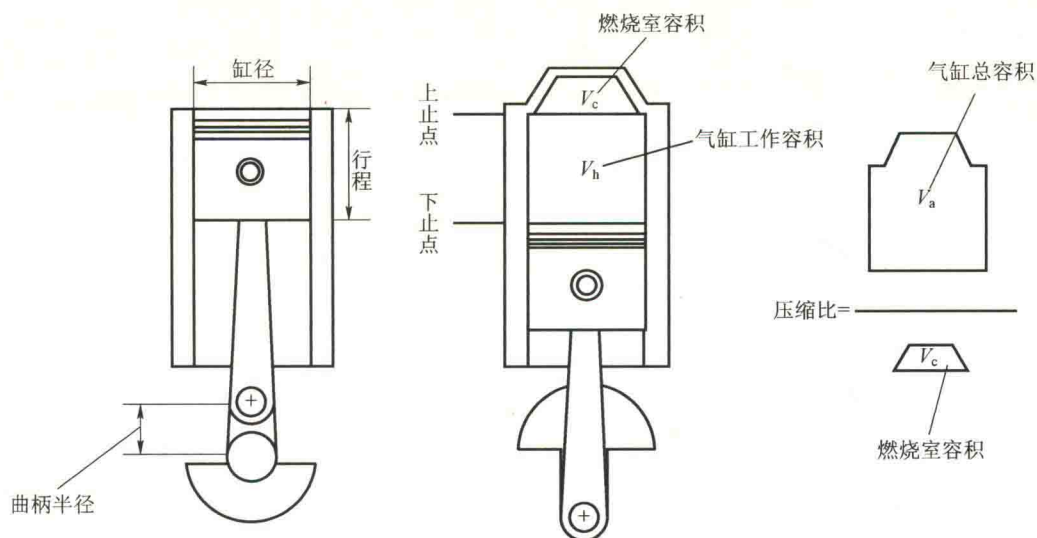


图 1-1-30 发动机的相关概念

(4) 曲柄半径 (R) ——曲轴上连杆轴颈的轴线到曲轴主轴颈轴线 (曲轴回转中心) 间的距离。曲柄半径也称曲柄销回转半径。

曲轴每转一周, 活塞运动两个行程, 即 $S = 2R$ 。

(5) 气缸工作容积 (V_h) ——活塞从上止点到下止点所经过的容积, 即

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

式中: D ——气缸直径, mm。

(6) 发动机工作容积 (V_1) ——发动机所有气缸工作容积之和, 也称为发动机排量。设发动机的气缸数为 i , 则:

$$V_1 = V_h i$$

(7) 燃烧室容积 (V_c) ——活塞在上止点时, 活塞顶与气缸盖之间的容积, 称为燃烧室容积。

(8) 气缸总容积 (V_a) ——活塞在下止点时, 活塞顶上方整个空间的容积, 称为气缸总容积。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容积的比值, 如图 1-1-30 所示, 即

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

压缩比表示活塞由下止点运行到上止点时, 气缸内气体被压缩的程度。在气缸工作容积和缸数相等的条件下, 压缩比越大, 功率就越大。一般汽油机的压缩比为 $6 \sim 10$, 而柴油机的压缩比为 $15 \sim 22$ 。