

项目1

发动机总体构造认知



学习目标

- (1) 掌握发动机的总体构造。
- (2) 理解发动机常用术语的基本概念。
- (3) 知道内燃机的编号规则。
- (4) 掌握四冲程发动机的工作原理。



1.1 发动机总体构造

1.1.1 发动机组成

发动机是一台由多种机构和系统组成的复杂机器。虽然现代汽车发动机的结构形式和具体构造多种多样,但其工作原理基本一致,从总体功能来看,基本结构也大同小异,都是由两大机构和五大系统组成,即曲柄连杆机构、配气机构、燃料供给系统、冷却系统、润滑系统、启动系统、点火系统(柴油机没有)。

重点: 发动机由两大机构、五大系统组成。

1. 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构由机体组、活塞连杆组、曲轴飞轮组三部分组成,其作用是将燃料燃烧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

对外输出动力。

2. 配气机构

配气机构由气门组及气门传动组组成,其作用是使可燃混合气及时充入气缸并及时将废气从气缸中排出。

3. 燃料供给系统

汽油机燃料供给系统和柴油机燃料供给系统由于使用的燃料和燃烧过程不同,在结构上有很大差别,其中汽油机燃料供给系统根据混合气的形成方式不同又可分为传统化油器式和电控直喷式两种。其作用是将一定浓度和数量的可燃混合气(或空气)连续供给气缸以供燃烧,并将燃烧生成的废气排出。

4. 冷却系统

冷却系统有水冷却系统和风冷却系统两种,现代汽车一般都采用水冷却系统。其作用是将受热机件的热量散到大气中,从而保证发动机正常工作。

5. 润滑系统

润滑系统的作用是将润滑油不间断地送往各个摩擦表面,以减少摩擦阻力和减轻机件的磨损,并清洗、冷却摩擦表面,延长发动机的使用寿命。

6. 启动系统

启动系统的作用是将静止的发动机启动并转入自行运转。

7. 点火系统

点火系统是汽油发动机独有的,按控制方式不同又分为传统点火系统和电子控制点火系统两种。其作用是按规定时刻向气缸内提供电火花以点燃气缸中的可燃混合气。由于柴油发动机的混合气是自行着火燃烧的,故没有点火系统。

1.1.2 发动机分类

汽车发动机,这里专指汽车用往复式内燃机,按照不同的方法可以分成不同的类型。

1. 按点火方式分类

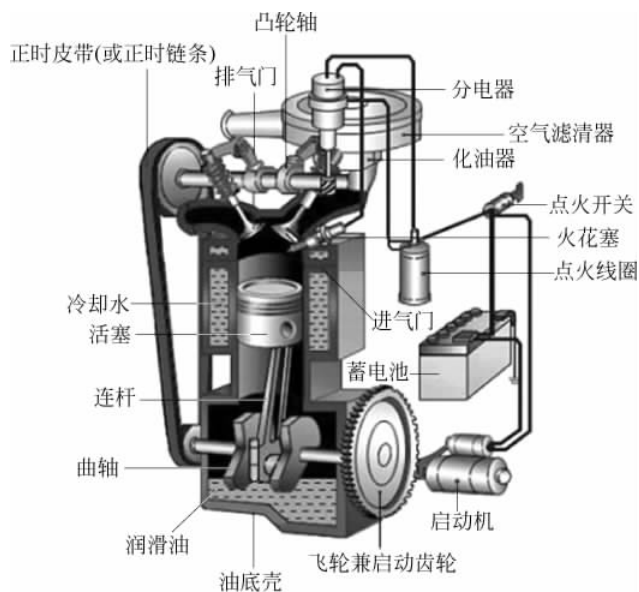
发动机所使用的燃料不同,点火方式也不相同,可分为点燃式发动机(汽油机属于此类)和压燃式发动机(柴油机属于此类)。

汽油沸点低,容易汽化和点燃。因此,汽油机采用高压电火花点火,使空气和汽油混合形成的可燃混合气燃烧做功(图 1-1(a))。

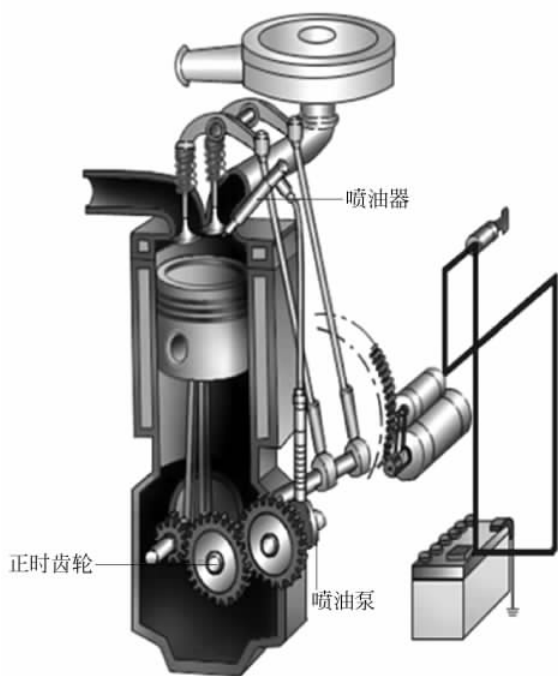
柴油与汽油相比馏分较重,不易汽化和点燃。但柴油在高温、高压下的自燃温度低。因此,柴油机采用压缩空气的办法提

对照发动机台架,找出发动机两大机构及五大系统的组成和结构。

高压力和温度,使压缩空气温度超过柴油的自燃温度,这时再喷入柴油,经短暂的油气混合过程后自行发火燃烧(图 1-1(b))。这一构想是德国人狄塞尔发明的,所以柴油机又叫狄塞尔发动机。



(a) 点燃式发动机示意图



(b) 压燃式发动机示意图

对照图 1-1,总结汽油机和柴油机结构上的不同。

图 1-1 按点火方式分类

2. 按使用燃料分类

根据所用燃料种类,活塞式内燃机主要分为汽油机、柴油机和气体燃料发动机(使用天然气、液化石油气和其他气体燃料的活塞式内燃机)三类。

汽油和柴油都是石油精炼后的液体产品,化学成分相似,但又不完全相同,是汽车发动机的传统燃料。

非石油燃料称作代用燃料。燃用代用燃料的发动机称作代用燃料发动机,如酒精发动机、氢气发动机、甲醇发动机等。代用燃料最终能否在汽车上大规模使用取决于许多因素,诸如获取这些代用燃料的方法及生产成本,是否便于在汽车上储存和携带,以及是否有利于改善环境等。

3. 按冷却方式分类

发动机按照冷却方式的不同可分为水冷发动机和风冷发动机,如图 1-2 所示。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;风冷发动机利用流动于气缸体和气缸盖外表面散热片之间的空气作为冷却介质进行冷却。水冷发动机冷却均匀、工作可靠、冷却效果好,被广泛应用于现代汽车发动机。

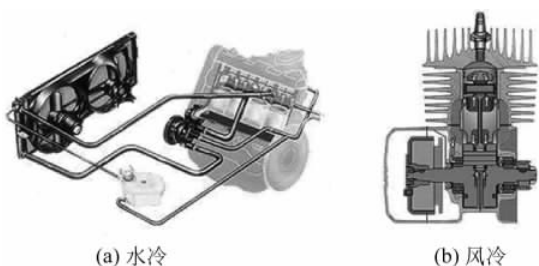


图 1-2 水冷发动机和风冷发动机

4. 按进气状态分类

发动机按照进气状态可分为自然吸气(非增压式)发动机和强制进气(增压式)发动机,如图 1-3 所示。若进气是在接近大气状态下进行的,则为非增压发动机,汽油机常采用这种形式;若利用增压器将进气压力提高,则为增压式发动机,柴油机普遍采用了增压式。

5. 按燃料供给方式分类

发动机按燃料供给方式可分为化油器式发动机、燃油多点喷射式发动机、燃油缸内直喷式发动机等。

6. 按冲程分类

往复活塞式内燃机按其在一个工作循环期间活塞往复运动

查找资料,总结汽油机与柴油机各自的优点及缺点。

查找资料,说明风冷发动机使用时有哪些注意事项。

查找资料,列举常用的使用增压式发动机的车型。

有关二冲程发动机的更多内容后续会有介绍。

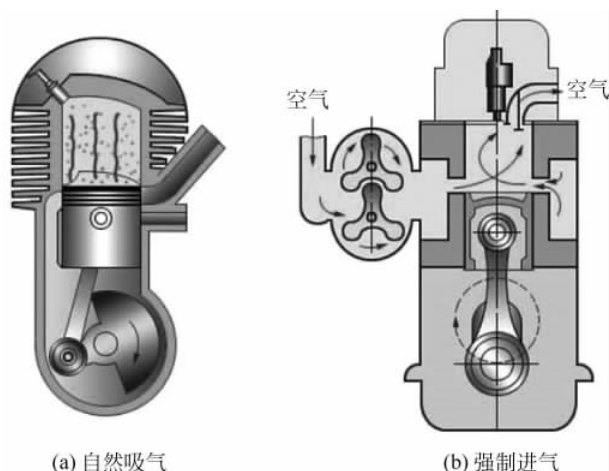


图 1-3 自然吸气发动机和强制进气(增压式)发动机

的行程数进行分类。活塞式内燃机每完成一个工作循环,便对外做功一次,不断地完成工作循环,才能使热能连续地转变为机械能。在一个工作循环中活塞往复四个行程的内燃机称作四冲程往复活塞式内燃机;而在一个工作循环中活塞往复两个行程的内燃机则称作二冲程往复活塞式内燃机,其结构原理如图 1-4 所示。

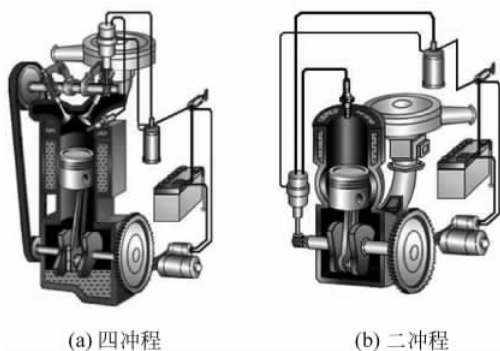


图 1-4 四冲程发动机和二冲程发动机

7. 按气缸数及布置分类

发动机按照气缸数及布置的不同可分为单缸发动机、多缸发动机、直列式发动机、对置式发动机、V 型式发动机、斜置式发动机、卧式发动机、星形发动机等。现代汽车多采用四缸、六缸、八缸、十二缸发动机。直列式发动机的各个气缸排成一列,一般是垂直布置的。若为了降低高度,有时把气缸布置成倾斜的(斜置式发动机),甚至水平的(卧式发动机)。具有两列气缸,且两列之间的夹角小于 180° (一般为 90°) 呈 V 型的发动机,称为 V 型式发动机。两列之间的夹角等于 180° 时称为对置式发动机。

列举使用各种排列方式的发动机的车型。

查找实训车辆发动机铭牌,解释其编号含义。

1.1.3 发动机产品名称和型号编制规则

为了便于发动机的生产管理和使用,我国于1991年对发动机名称和型号编制方法进行了重新审定并颁布了国家标准——《内燃机产品名称和型号编制规则》(GB/T 725—2008),该标准的主要内容如下。

(1) 发动机产品名称均按所采用的燃料命名,例如柴油机、汽油机、煤气机、沼气机、双(多种)燃料发动机等。

(2) 发动机型号由阿拉伯数字和汉语拼音字母组成。

(3) 发动机型号包括以下四部分。

① 首部: 为产品系列符号和(或)换代标志符号,由制造厂根据需要自选相应字母表示,但需主管部门或由部门主管标准化机构核准。

② 中部: 由缸数符号、行程符号、气缸排列形式符号和缸径符号组成。

③ 后部: 结构特征和用途特征号,以字母表示。

④ 尾部: 区分符号。同一系列产品因改进等原因需要区分时,由制造厂选用适当的符号表示。

发动机型号的排列顺序及符号所代表的意义规定如图1-5所示。

查找实训车辆,将其发动机编号记录下来并解释其含义。

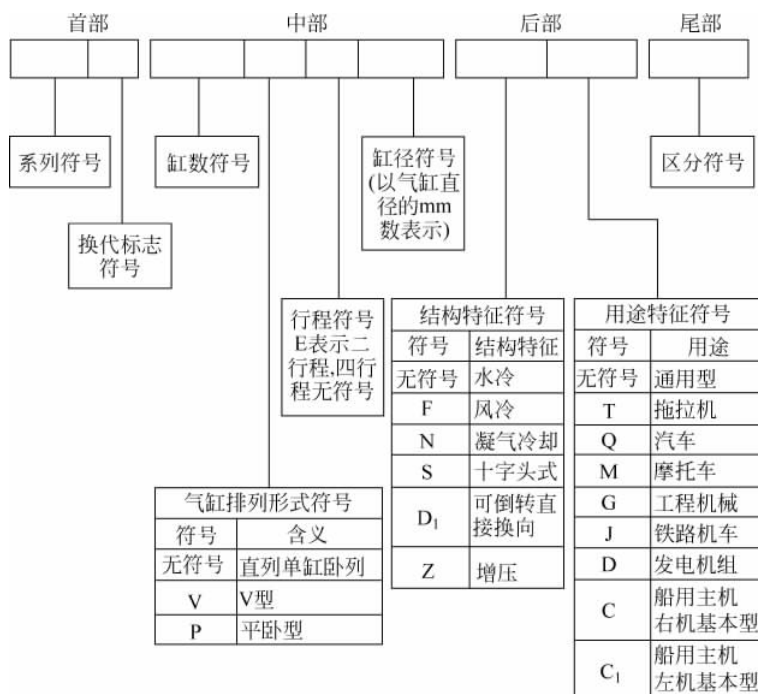


图 1-5 发动机型号的排列顺序及符号所代表的意义

型号编制示例如下。

柴油机：

165F——单缸，四冲程，缸径 65mm，风冷。

R175——单缸，四冲程，缸径 75mm，水冷，通用型（这里取 R 表示 175 的换代标志符号）。

R175ND——单缸，四冲程，缸径 75mm，凝气冷却，发电用（R 含义同上）。

X4105——四缸，四冲程，缸径 105mm，水冷（这里取 X 表示系列代号）。

495T——四缸，四冲程，缸径 95mm，水冷，拖拉机用。

12V135ZG——12 缸，V 形，四冲程，缸径 135mm，水冷，增压，工程机械用。

6E135C——6 缸，二冲程，缸径 135mm，水冷，船用（或右机）。

汽油机：

1E65F——单缸，二冲程，缸径 65mm，风冷，通用型。

6100Q——六缸，四冲程，缸径 100mm，水冷，汽车用。

1.2 发动机工作原理

发动机是将其他形式的能量转化为机械能的机器，主要包括电力发动机（简称电动机）、热力发动机（简称热机）等。根据燃料的燃烧位置，热机可分为外燃机和内燃机两种。1765 年，英国人瓦特发明的蒸汽机就是一种外燃机。内燃机可分为燃气轮机和活塞式内燃机，其中，活塞式内燃机又可分为往复活塞式内燃机和旋转活塞式内燃机（又称转子发动机）两种。当今在汽车上应用最为广泛的是往复活塞式内燃机。

重点：发动机基本术语。

1.2.1 发动机基本术语

发动机基本术语如图 1-6 所示。

1. 上止点

上止点（TDC）是指活塞顶位于其运动的顶部时的位置，即活塞的最高位置。

2. 下止点

下止点（BDC）是指活塞顶位于其运动的底部时的位置，即活塞的最低位置。

3. 活塞行程

活塞行程是指上、下止点间的距离，用 S 表示，单位为 mm。活塞由一个止点运动到另一个止点一次的过程，称为一个冲程。

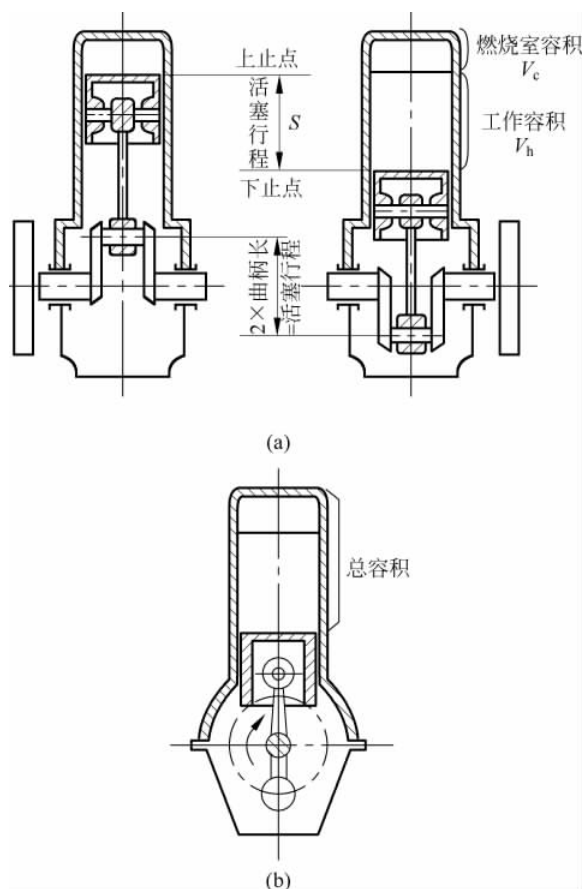


图 1-6 发动机基本术语示意图

4. 曲柄半径

曲柄半径是指与连杆大头相连接的曲柄销的中心线到曲轴回转中心线的距离,用 R 表示,单位为 mm 。显然,曲轴每转一周,活塞移动两个冲程。

难点: 气缸工作容积、燃烧室容积及总容积的含义。

5. 气缸工作容积

气缸工作容积是指活塞从一个止点移动到另一个止点所扫过的容积,用 V_h 表示,单位为 L 。显然有

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

式中: V_h ——气缸工作容积, L ;

D ——气缸直径, mm ;

S ——活塞行程, mm 。

6. 燃烧室容积

燃烧室容积是指活塞位于上止点时,活塞顶上方的气缸空间容积,用 V_c 表示,单位为 L 。

7. 气缸总容积

气缸总容积是指活塞位于下止点时,活塞顶上方的气缸空间容积,用 V_a 表示,单位为L。显然有

$$V_a = V_c + V_h$$

8. 发动机排量

发动机排量是指发动机所有气缸工作容积之和,用 V_L 表示,单位为L。对于多缸发动机,显然有

$$V_L = V_h i$$

式中: i ——发动机气缸数。

发动机排量是一个非常重要的特征参数,轿车就是以发动机排量大小分级的。微型: $V_L \leq 1.0$;普通级: V_L 为 $1.0 \sim 1.6$;中级: V_L 为 $1.6 \sim 2.5$;中高级: V_L 为 $2.5 \sim 4.0$;高级: $V_L > 4.0$ 。

列举常见的各级别车型及其排量。

9. 压缩比

压缩比是指气缸总容积与燃烧室容积之比,用 ϵ 表示。

压缩比用来衡量空气或混合气被压缩的程度,影响发动机的热效率。一般汽油发动机压缩比为 $6 \sim 10$,柴油发动机的压缩比较高,为 $16 \sim 22$ 。

10. 工作循环

发动机完成进气、压缩、做功、排气四个过程,称为一个工作循环。

划分工作循环各行程。

1.2.2 四冲程发动机工作原理简介

四冲程发动机是指曲轴转两圈(720°),活塞往复运动四次完成一个工作循环的发动机。由于汽油机和柴油机在使用的燃料等方面有所不同,工作行程也存在差异,以下分别介绍这两种发动机的工作原理。

1. 四冲程汽油机工作原理

单缸四冲程汽油机的工作循环由进气、压缩、做功、排气四个行程所组成。单缸四冲程汽油机工作循环示意图如图 1-7 所示。

(1) 进气行程

活塞由曲轴带动从上止点向下止点运动,此时,进气门开启,排气门关闭。在活塞向下移动的过程中,气缸内容积逐渐增大,形成一定真空度,于是空气和燃油的可燃混合气通过进气门被吸入气缸,直至活塞到达下止点时,进气门关闭,停止进气。

根据图 1-7, 解释各行程工作过程、活塞运动方向及气缸压力变化情况。

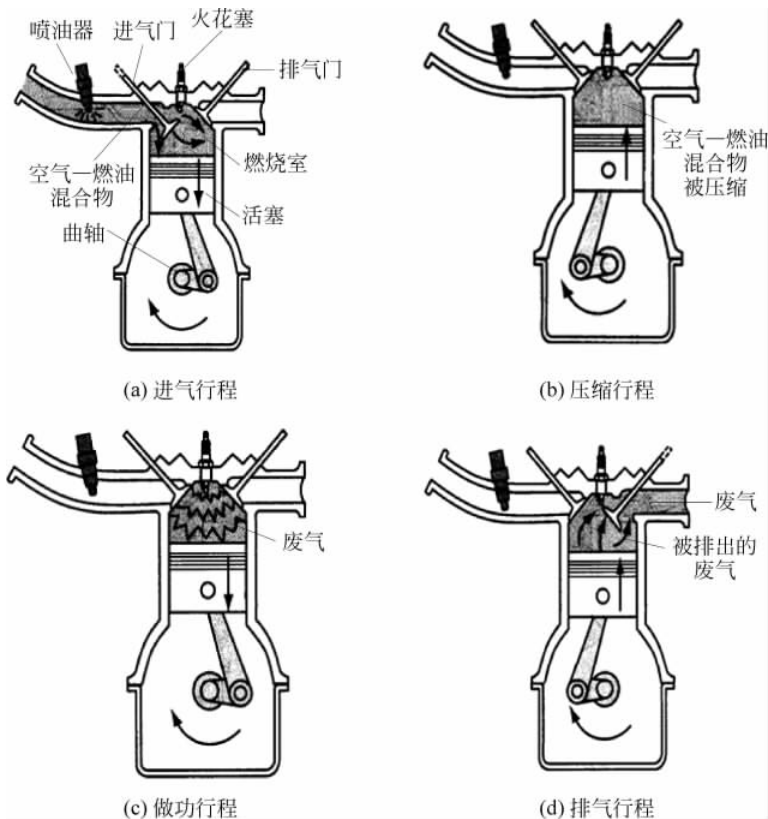


图 1-7 单缸四冲程汽油机工作循环示意图

由于进气系统存在进气阻力, 进气终了时气缸内气体的压力低于大气压力, 为 $0.075 \sim 0.09 \text{ MPa}$ 。由于气缸壁、活塞等高温件及上一循环留下的高温残余废气的加热, 气体温度升高到 $370 \sim 400 \text{ K}$ 。

(2) 压缩行程

为使可燃混合气迅速燃烧, 达到改善发动机动力性和经济性的目的, 必须在燃烧前对可燃混合气进行压缩, 以提高可燃混合气的温度和压力。因此, 在进气行程结束时立即进入压缩行程, 活塞在曲轴的带动下, 从下止点向上止点运动, 由于进、排气门均关闭, 气缸内容积逐渐减小, 可燃混合气压力、温度逐渐升高。

压缩终了时, 气缸内的压力为 $0.6 \sim 1.2 \text{ MPa}$, 温度为 $600 \sim 700 \text{ K}$ 。

(3) 做功行程

在压缩行程末, 火花塞产生电火花点燃混合气并迅速燃烧, 使气体的温度、压力迅速升高而膨胀, 从而推动活塞从上止点向下止点运动, 通过连杆使曲轴旋转做功, 至活塞到达下止点时做