

单元一 发动机概述

单元描述

发动机是汽车的动力源，是把其他形式的能量转化为机械能的机器。汽车发动机是由多种机构和系统组成的复杂机器，现代汽车发动机的结构形式很多，本单元要求会识别各种汽车发动机类型及型号，掌握汽车发动机的工作原理和主要性能指标，了解汽车发动机的组成。

项目一 发动机类型及工作原理

项目导入

汽车发动机类型很多，不同类型的发动机有不同的特点，甚至工作原理也有所不同。通过本项目学习，能了解到不同类型发动机的特点和工作原理，同时掌握发动机的基本结构和术语。

任务一 发动机类型识别



任务目标

知识目标：

1. 理解并掌握发动机的作用；
2. 熟悉发动机的基本分类。

能力目标：

1. 能识别主要发动机的类型；
2. 能比较各类型发动机的特点。



任务描述

针对不同类型发动机，通过标识及外观特征能说出发动机类型及其特点。



知识链接

发动机是汽车的动力源。现代汽车发动机主要采用的是往复式活塞式内燃机。本书所提及的发动机，无特别说明均指往复式活塞式内燃机。发动机的作用是通过燃料在汽缸内的燃烧将化学能转化为热能，再把热能通过膨胀转化为机械能并对外输出动力。汽车发动机的分类方法有很多，按照不同的分类方法可以把发动机分成不同的类型。

一、按照活塞运动方式分类

汽车发动机按照活塞运动方式的不同，可以分为往复式活塞式和旋转活塞式两种。活塞在汽缸内做往复直线运动的发动机称为往复式活塞式发动机（图 1-1）；活塞在汽缸内做旋转运动的发动机称为旋转活塞式发动机，这种发动机又称为三角活塞转子发动机（或转子发动机），还称为米勒循环发动机（图 1-2）。

转子发动机与往复式活塞式发动机相比，具有体积较小、重量轻、重心低、高功率容积比（发动机工作容积较小就能输出较多动力）、曲轴平衡简单、转速高、振动和噪声较低、故障率低等优点。但是其制造成本高昂，耐用性也低于往复式活塞式发动机。转子发动机成功运用于市场产品的仅有马自达 RX 系列跑车。

二、按照所用燃料分类

汽车发动机按照所使用燃料的不同可以分为汽油机和柴油机。使用汽油为燃料的发动机称为汽油机（图 1-3）；使用柴油为燃料的发动机称为柴油机（图 1-4）；另外也有一些发动机使用其他液体或气体（如酒精、植物油、天然气等）为燃料，这些发动机往往根据结构和工作原理也划入汽油机或柴油机之列。

汽油机与柴油机相比较各有特点：汽油机转速高，体积小，质量轻，工作中振动及噪音小，启动容易，制造成本低，但热效率和经济性不如柴油机，适合于中、小型汽车，尤其是高速汽车的使用；柴油机转速低，压缩比大，热效率高，燃料消耗率低，经济性能和排放性能比汽油机好，但体积大、质量重，工作中振动及噪音较大，启动性差（尤其是低温时），价格高，超负荷运转时容易冒黑烟，最大功率时的转速低，适合于载货汽车的使用。但随着发动机电控技术的发展，柴油机在噪音、启动性、排放等方面的缺点逐渐克服，开始越来越多地应用于轿车。



图 1-1 往复式活塞式发动机



图 1-2 旋转活塞式发动机



图 1-3 汽油机



图 1-4 柴油机

三、按照行程分类

汽车发动机按照完成一个工作循环所需的冲程数可分为四冲程发动机和二冲程发动机。曲轴转两

圈(720°), 活塞在汽缸内往复运动四个行程, 完成一个工作循环的发动机称为四冲程发动机(图1-5); 曲轴转一圈(360°), 活塞在汽缸内往复运动两个行程, 完成一个工作循环的发动机称为二冲程发动机(图1-6)。

二冲程发动机体积小、重量轻、功率大、结构简单、可靠性高、价格便宜, 但油耗高、排放高, 主要用于一些对重量、体积和可靠性要求较高的汽车或摩托车; 四冲程发动机体积大、结构复杂、油耗低、排放低, 价格相对较高, 用于大多数汽车。

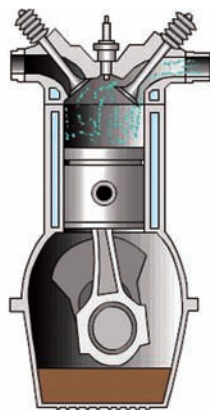


图 1-5 四冲程发动机

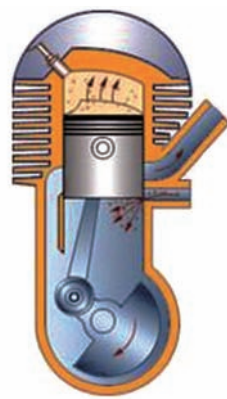


图 1-6 二冲程发动机

四、按照冷却方式分类

汽车发动机按照冷却方式的不同可以分为水冷发动机和风冷发动机。利用在汽缸体和汽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的发动机称为水冷发动机(图1-7); 以空气作为冷却介质的发动机称为风冷发动机(图1-8)。

水冷发动机冷却均匀, 水路和冷却强度可调节, 工作可靠, 冷却效果好, 广泛地应用于现代车用发动机。风冷发动机结构简单, 质量轻, 维护和使用方便, 对气候变化适应性强, 启动快, 不需要散热器, 但缸体和缸盖刚度差, 振动大, 噪声大, 容易过热。主要应用于对于质量要求轻的一些小型发动机、某些军用汽车、个别载货汽车及缺水地区。



图 1-7 水冷发动机



图 1-8 风冷发动机

五、按照汽缸数目分类

汽车发动机按照汽缸数目的不同可以分为单缸发动机和多缸发动机。仅有一个汽缸的发动机称为单缸发动机(图1-9); 有两个以上汽缸的发动机称为多缸发动机(图1-10)。汽车发动机常用缸数有3、4、5、6、8、10、12、16缸等。

单缸发动机工作平稳性差, 转速波动大, 振动大, 且随着转速或排量的增加而增大, 但其结构简单, 重量轻, 结构尺寸小, 制造成本较低, 维护方便。多缸发动机在同等缸径下, 排量和功率较大; 在同

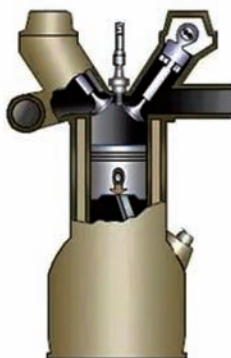


图 1-9 单缸发动机

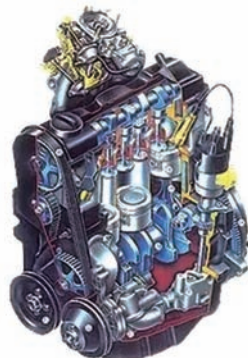


图 1-10 多缸发动机

等排量下，多缸发动机的缸径小，允许转速高、升功率大，运转平稳，振动与噪声较小。现代汽车都采用多缸发动机。

六、按照汽缸排列方式分类

汽车发动机按照汽缸排列方式的不同分为 L 形、V 形、H 形和 W 形四种。所有的汽缸均按同一角度排列成一个平面的发动机称为 L 形（直列式）发动机（图 1-11）；所有的汽缸分成两组，呈 V 字形夹角排列在两个平面的发动机称为 V 形发动机（图 1-12）；将 V 形发动机每侧汽缸再进行小角度的错开，从侧面看汽缸呈 W 字形的发动机称为 W 形发动机，W 形发动机是德国大众专属的发动机技术（图 1-13）；V 形发动机左右两列汽缸之间的夹角等于 180° 的 V 形发动机又称为 H 形（水平对置式）发动机（图 1-14）。

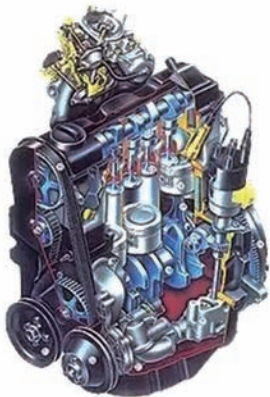


图 1-11 L 形发动机

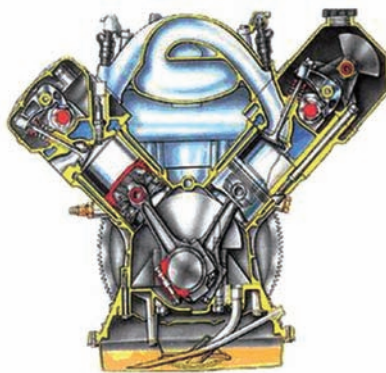


图 1-12 V 形发动机

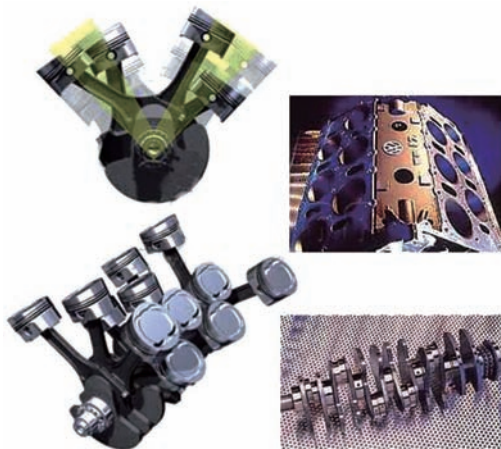


图 1-13 W 形发动机

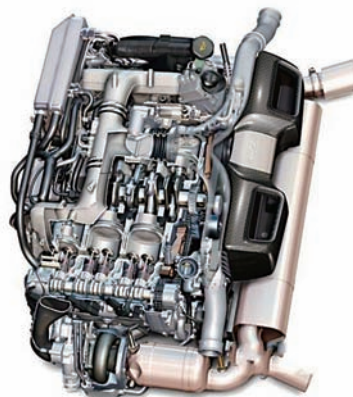


图 1-14 H 形发动机

L 形（直列式）发动机结构简单、体积小、制造成本低，但是 L 形发动机随着缸数的增加长度也将增加，缸数、最大功率同时也受到限制，主要有 L3、L4、L5、L6 形。几乎所有中档以下的国产车及采用四缸发动机的车型都是 L 形发动机。宝马的 L6 发动机在技术含量、性能表现上是直列发动机的极致。

V 形发动机缩短了机体的长度和高度，高度的降低可以减小汽车的迎风面积，提高汽车的空气动力学性能；长度的缩短可以增加驾乘舱的空间，还可以扩大汽缸直径和汽缸数来提高发动机的排量和功率。V 形发动机振动较小，运转平顺。但 V 形发动机结构复杂、制造成本高、保养和维修较为困难。V 形发动机从 V3 到 V5、V6、V8、V10、V12、V16 都有，排气量可以从很小做到很大。

W 形发动机比 V 形发动机的长度更短，重量更轻，体积更小。但 W 形发动机结构过于复杂，制造成本高，其宽度更大，发动机室更满。W 形发动机是大众的专利技术，只有大众集团旗下的顶级车型上才使用 W 形发动机，目前主要有 W12 和 W16。

H形（水平对置式）发动机的汽缸平放，降低了机体的高度和汽车的重心，增强了汽车的行驶稳定性和操控性；H形发动机较V形发动机运转平顺性更好，油耗更低、功率损耗更小。但水平对置发动机的结构复杂，造价和养护成本高，而且由于重力作用，在活塞的上侧润滑效果较差。富士 WRX-Si 和保时捷 911 车都采用的是水平对置发动机。

七、按照进气系统是否采用增压方式分类

发动机按照进气系统是否采用增压方式可以分为自然吸气（非增压）式发动机和强制进气（增压）式发动机两种。将空气预先压缩后再供入汽缸的发动机称为强制进气（增压）式发动机（图 1-15）；空气未经压缩直接供入汽缸内的发动机称为自然吸气（非增压）式发动机（图 1-16）。

发动机增压可以分为机械增压、气波增压、废气涡轮增压、复合增压四种，其中废气涡轮增压是利用发动机排出废气的惯性冲力来推动涡轮室内的涡轮，涡轮带动同轴的叶轮压送空气。增压使进入燃烧室内的空气量增多，发动机的功率及扭矩可增大 20% ~ 30%。但采用增压技术后对发动机强度、机械加工精度、装配技术等要求更严格。

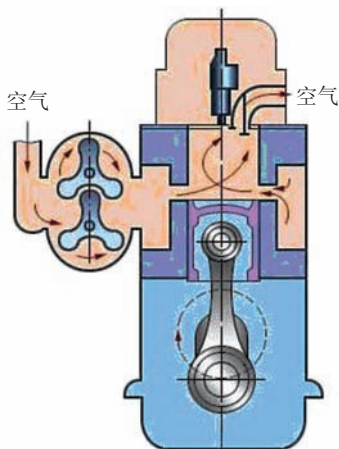


图 1-15 增压式

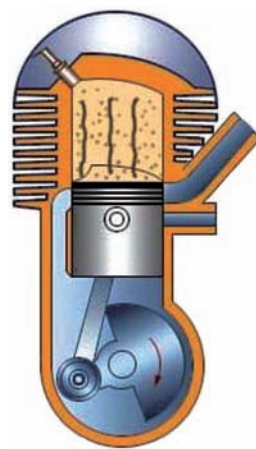


图 1-16 自然吸气式



学生工作页

在校园内随机搜索 10 辆不同汽车，通过观察汽车外观和网络查询获取信息并完成下表。

序号	汽车品牌	活塞运动方式	所用燃料	冲程数	冷却方式	汽缸数目	汽缸排列	是否增压	主要特点
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									



一、填空题

1. 汽车发动机按照活塞运动方式的不同,可以分为_____和_____两种。
2. 汽车发动机按照所使用燃料的不同可以分为_____和_____。
3. 汽车发动机按照完成一个工作循环所需的冲程数可分为_____发动机和_____发动机。
4. 汽车发动机按照冷却方式的不同可以分为_____和_____两种。
5. 汽车发动机按照汽缸数目的不同可以分为_____发动机和_____发动机。
6. 汽车发动机按照汽缸排列方式的不同分为_____、_____、_____和_____四种。
7. 发动机按照进气系统是否采用增压方式可以分为_____式发动机和_____式发动机两种。

二、判断题

1. 水冷发动机冷却均匀,工作可靠,冷却效果好。 ()
2. 同等缸数的V形发动机比L形发动机要紧凑。 ()
3. 只有柴油机才能使用增压方式。 ()
4. 转子发动机由于工作原理不同,所以不需要经过进气、压缩、做功、排气这四个过程。 ()

三、名词解释

1. 增压发动机
2. L形发动机
3. V形发动机
4. H形发动机
5. W形发动机

四、问答题

1. 转子发动机的特点有哪些?
2. L形(直列式)发动机和V形发动机的特点各有哪些?
3. 二冲程发动机的特点是什么?
4. 单缸发动机有哪些优缺点?

任务二 发动机基本术语

任务目标

知识目标:

掌握发动机的基本术语。

能力目标:

理解发动机的基本术语。

任务描述

在发动机构造学习和维修实践操作中经常会涉及发动机方面的相关专业术语，本任务主要理解发动机基本术语的含义。

知识链接

一、上止点

活塞在汽缸内作往复直线运动时，当活塞运动到距离曲轴旋转中心最远时活塞顶所处的位置，称为上止点（图 1-17）。

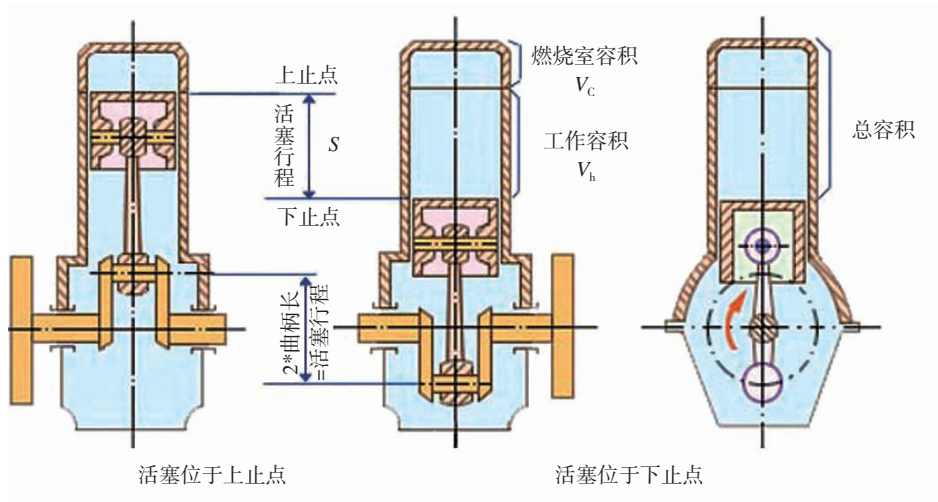


图 1-17 发动机的基本术语

二、下止点

活塞在汽缸内作往复直线运动时，当活塞运动到距离曲轴旋转中心最近时活塞顶所处的位置，称为下止点（图 1-17）。



上止点



下止点



活塞行程

三、活塞行程

活塞从一个止点到另一个止点所移动的距离,即上、下止点之间的距离称为活塞行程。一般用 S 表示,对应一个活塞行程,曲轴旋转 180° (图 1-17)。



汽缸工作容积

四、曲柄半径

曲轴旋转中心到曲柄销(连杆轴颈)中心之间的距离称为曲柄半径,一般用 R 表示。通常活塞行程为曲柄半径的两倍,即 $S=2R$ (图 1-17)。



燃烧室容积

五、汽缸工作容积

活塞从一个止点运动到另一个止点所扫过的容积,称为汽缸工作容积(图 1-17)。一般用 V_h 表示:

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

式中: D —— 汽缸直径,单位 mm;

S —— 活塞行程,单位 mm。



汽缸总容积

六、燃烧室容积

活塞位于上止点时,其顶部与汽缸盖之间的容积称为燃烧室容积(图 1-17)。一般用 V_c 表示。

七、汽缸总容积

活塞位于下止点时,其顶部与汽缸盖之间的容积称为汽缸总容积。一般用 V_a 表示(图 1-17)。

汽缸总容积就是汽缸工作容积和燃烧室容积之和,即 $V_a = V_c + V_h$ 。



发动机排量

八、发动机排量

多缸发动机各汽缸工作容积的总和,称为发动机排量。一般用 V_L 表示:

$$V_L = V_h \times i$$

式中: V_h —— 汽缸工作容积;

i —— 汽缸数目。



压缩比

九、压缩比

压缩比是指气体压缩前的容积与气体压缩后的容积之比值,即汽缸总容积与燃烧室容积之比称为压缩比。压缩比表示了汽缸内气体的压缩程度,发动机实际的压缩比往往受汽缸密封程度的影响而改变。一般用 ε 表示。

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

式中: V_a —— 汽缸总容积;

V_h —— 汽缸工作容积;

V_c —— 燃烧室容积。

通常汽油机的压缩比为 $6 \sim 10$,柴油机的压缩比较高,一般为 $16 \sim 22$ 。



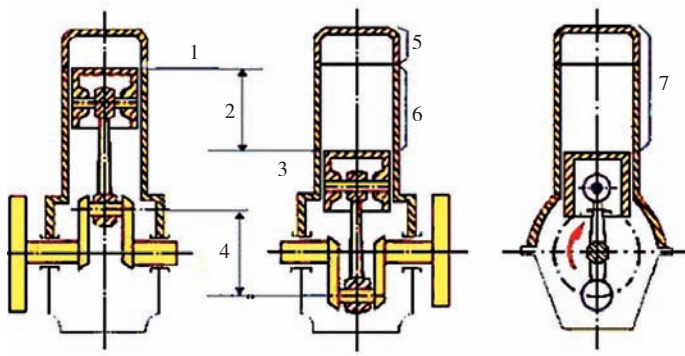
工作循环

十、工作循环

发动机完成进气、压缩、做功和排气四个过程叫发动机的一个工作循环。即每一个工作循环都包括进气、压缩、做功和排气过程。

学生工作页

结合所学的知识，完成下面的表格。



活塞位于上止点

活塞位于下止点

索引	说明
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

项目测评

一、判断题

1. 多缸发动机各汽缸的总容积之和，称为发动机排量。 ()
2. 活塞上、下止点间的汽缸容积称为发动机排量。 ()
3. 活塞行程是指上、下两止点之间的距离。 ()
4. 活塞行程是曲柄旋转半径的 2 倍。 ()
5. 汽油机的压缩比小于柴油机的压缩比。 ()
6. 活塞处于下止点时活塞上方的容积称为工作容积。 ()
7. 活塞处于上止点时活塞上方的容积称为燃烧室容积。 ()
8. 活塞总容积越大，发动机的功率就越大。 ()

二、名词解释

1. 上止点
2. 下止点
3. 活塞行程
4. 曲柄半径
5. 汽缸工作容积
6. 燃烧室容积
7. 汽缸总容积
8. 发动机排量
9. 工作循环
10. 压缩比

任务三 发动机工作原理



知识目标:

1. 掌握四冲程发动机的工作原理;
2. 了解四冲程发动机的工作循环过程。

能力目标:

1. 能够结合实物, 准确认知主要零部件名称;
2. 能描述各工作行程的区别。



发动机类型较多, 因此工作原理也有所差异。理解发动机的工作原理, 对后面发动机的构造及维修的学习具有很重要的引导作用。



发动机是一种将燃料燃烧产生的热能转变成机械能的机器。这个能量转换必须经过进气、压缩、做功、排气四个过程, 这四个过程叫作发动机的一个工作循环, 工作循环不断地重复, 就实现了发动机连续运转。曲轴转两圈 (720°), 活塞上下往复运动四次完成一个工作循环的发动机, 称为四冲程发动机。而把完成一个工作循环, 曲轴转一圈 (360°), 活塞上下往复运动两次的发动机称为二冲程发动机。

一、四冲程汽油机的工作原理

1. 进气行程

汽油机随着曲轴的旋转, 活塞从止点向下止点运动, 这时进气门打开, 排气门关闭 (图 1-18)。进气过程开始时, 汽缸内残存有上一循环未排净的废气, 随着活塞下移, 汽缸内容积增大, 压力减小, 当压力低于大气压时, 在汽缸内产生真空吸力, 可燃混合气或纯空气 (缸内直喷汽油机) 经空气滤清器、进气管道、进气门等被吸入汽缸。

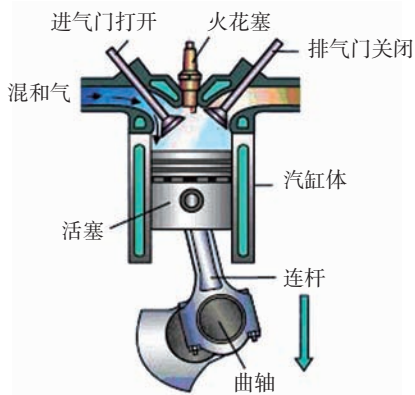


图 1-18 进气行程

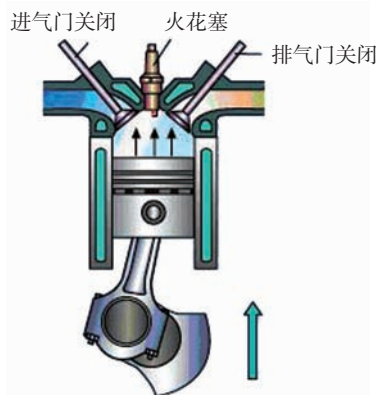


图 1-19 压缩行程



四行程
工作过程



进气行程

2. 压缩行程

活塞在旋转曲轴的带动下，从下止点向上止点运动（图 1-19），这时进气门和排气门都关闭，汽缸内形成封闭容积，进入汽缸内的可燃混合气受到压缩，当活塞到达上止点时气体压力约为 $0.6 \sim 1.2\text{MPa}$ ，温度可达 $600 \sim 700\text{K}$ （约 $326.85 \sim 426.85^\circ\text{C}$ ）。

3. 做功行程

当活塞接近压缩行程上止点（即点火提前角）位置时，火花塞产生电火花点燃混合气并迅速燃烧，这时进气门和排气门保持关闭，汽缸内的气体温度和压力急剧升高，推动活塞从上止点向下止点运动，通过连杆使曲轴旋转并输出机械能（图 1-20）。

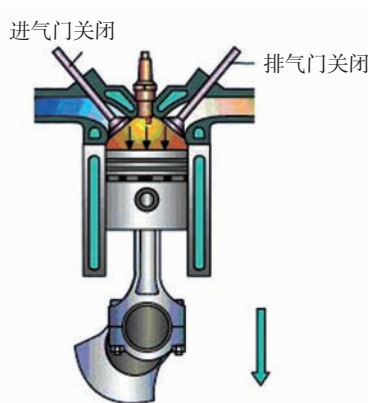


图 1-20 做功行程

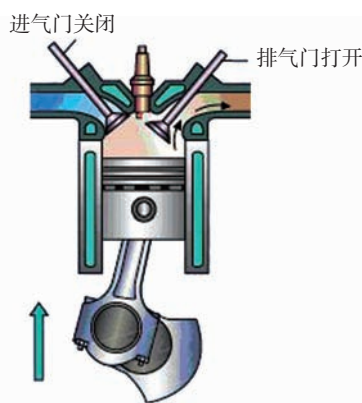


图 1-21 排气行程

4. 排气行程

当做功接近终了时，排气门开启，进气门仍然关闭（图 1-21），靠废气的残余压力先进行自由排气，活塞到达下止点再向上止点运动时，继续把废气强制排出到大气中去，活塞越过上止点后，排气门关闭，排气行程结束。

曲轴继续旋转，开始了下一个新的工作循环。

二、四冲程柴油机与四冲程汽油机的主要区别

① 汽油机一般是在汽缸外形成可燃混合气（缸内直喷汽油机除外），而一般柴油机是在汽缸内形成可燃混合气。

② 在压缩行程，柴油机的压缩比大，而汽油机的压缩比小。

③ 点火方式不同，柴油机使用压燃式，汽油机使用点燃式。

④ 柴油机和汽油机燃烧室的构造不同。

⑤ 柴油机转速低，汽油机转速高。

柴油机工作可靠，寿命长，燃油消耗率低，使用经济性好，有一定的功率储备，能适应短期超载工作，一般噪声较大。汽油机噪声和振动小，但燃油消耗率高，经济性较差。

三、二冲程发动机的工作原理

二冲程汽油机的工作循环也是由进气、压缩、做功、排气四个过程组成，但它是在曲轴旋转一圈（ 360° ），活塞上下往复运动的两个行程内完成的。因此，二冲程发动机与四冲程发动机工作原理不同，结构也不一样。

曲轴箱换气式二冲程汽油机的工作过程，这种二冲程汽油机的汽缸体上开有高度不同的三排孔，利用这三排孔分别在一定时刻被活塞打开或关闭来进行进气、换气和排气。当活塞向上运动到将三排孔都关闭时（图 1-22a），活塞上部形成了密闭的空间并开始压缩混合气，此时压缩过程开始；活塞继续上行，活塞下方进气孔开始打开，可燃混合气进入曲轴箱，此时进气过程开始（图 1-22b）；活塞接近上止点时，火花塞点燃混合气，气体燃烧膨胀，推动活塞向下运动，此时做功过程开始（图 1-22c），随后进气孔关闭，曲轴箱内的混合气受到压缩，当活塞接近下止点时，排气孔打开，排出废气，此时排气过程开始；活塞再向下运动，换气孔打开，



压缩行程



做功行程



排气行程



二冲程汽油机的工作过程

受到压缩的混合气便从曲轴箱经换气孔流入汽缸内，并扫除废气，此时换气过程开始（图 1-22d）。

曲轴继续旋转，开始了下一个新的工作循环。

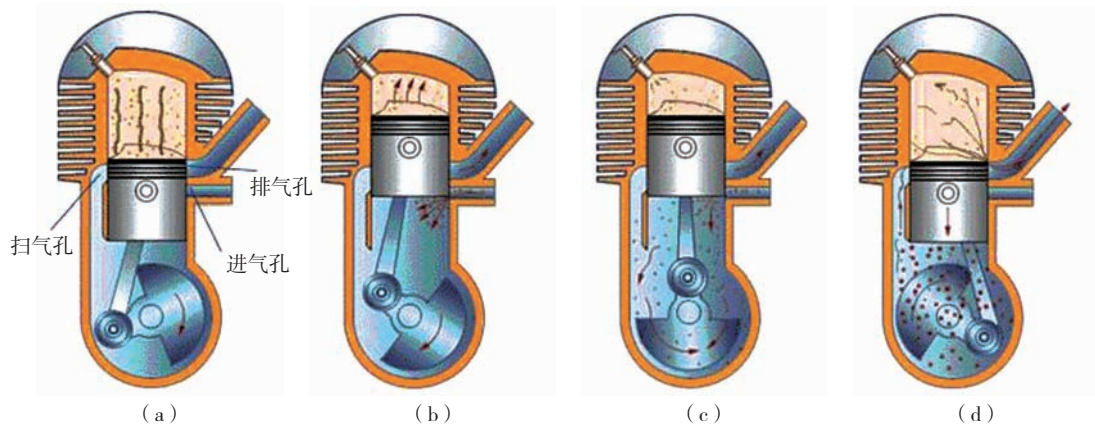


图 1-22 二冲程发动机工作原理



转子发动机
的工作原理



转子发动机的工作原理

转子发动机是由德国科学家汪克尔发明的，全称为三角活塞转子发动机，是一种特殊的活塞式发动机。转子发动机的活塞是一个凸弧边三角形，当转子在近似椭圆的缸体内旋转时，弧边三角形的三个顶点与缸壁保持接触，从而使转子弧面同缸壁之间形成三个相互分隔的工作室。这三个工作室的容积大小随转子的转动而周期性变化，转子每旋转一周，各个工作室都能完成一次进气、压缩、做功、排气四个的工作过程（图 1-23），这四个步骤同活塞往复式发动机的四个冲程相对应，从而形成完整的工作循环。

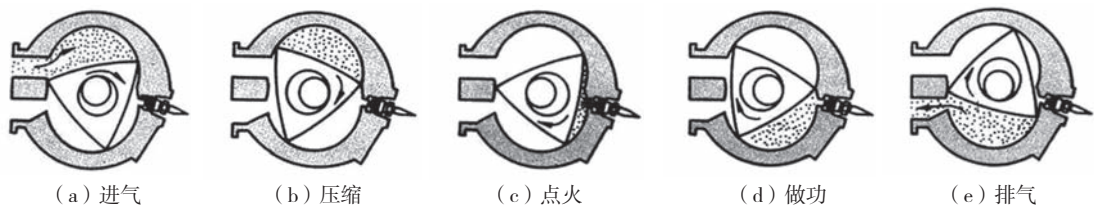

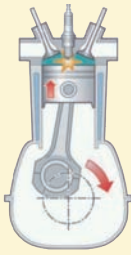
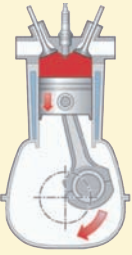



图 1-23 转子发动机工作过程

学生工作页

结合所学四冲程汽油机工作过程的知识点，完成下面的表格。

冲程	第一冲程	第二冲程	第三冲程	第四冲程
工作循环	新鲜空气和燃油被吸入汽缸并进行混合。此过程：活塞从_____往_____运行；进气门_____，排气门_____	可燃混合气被压缩，在活塞即将到达上止点前，可燃混合气被火花塞点燃。此过程：活塞从_____往_____运行；进气门_____，排气门_____	被火花塞点燃的可燃混合气释放出热能。此过程：活塞从_____往_____运行；进气门_____，排气门_____	燃烧的废气被排出汽缸。此过程：活塞从_____往_____运行；进气门_____，排气门_____。排气结束后四冲程过程又重新开始
示意图				

项目测评

一、判断题

- 四冲程柴油机的一个工作循环包括进气、压缩、做功、排气四个行程，但曲轴转一周。()
- 曲轴箱换气式二行程汽油机，汽缸上有三排孔，这三排孔的高度是一样的。()
- 柴油机在汽缸外形成可燃混合气，而一般汽油机则在汽缸内形成可燃混合气。()
- 四冲程发动机在压缩冲程中进、排气门都是开启的。()
- 汽油机有点火系统，而柴油机没有点火系统。()
- 在工作循环中，汽油机的进气终了压力稍高于大气压。()

二、名词解释

- 四冲程发动机
- 二冲程发动机

三、问答题

- 试分析汽油机和柴油机各有哪些特点？
- 简述四冲程柴油机的工作过程。
- 简述四冲程汽油机的工作过程。
- 简述二冲程汽油机的工作过程。

项目二 发动机基本结构认识

项目导入

了解发动机的整体结构组成及各部分作用，对于发动机整体构造有初步的认识。

任务 认识发动机基本结构



任务目标

知识目标:

掌握发动机的基本组成。

能力目标:

1. 能够结合实物准确认识发动机的主要组成;
2. 能够简要描述发动机各主要组成部分的功用。



任务描述

保证发动机持续正常工作，完成能量转换，实现工作循环，都必须具备特定的基本结构和系统。本任务就是要了解发动机的基本组成。



知识链接

发动机是一种由许多机构和系统组成的复杂机器。无论是汽油机还是柴油机，要完成能量转换，实现工作循环，保证连续正常工作，都必须具备以下一些机构和系统。

一、曲柄连杆机构

曲柄连杆机构（图 1-24）是发动机实现工作循环，完成能量转换的传动机构。在做功行程中，活塞承受燃气压力在汽缸内作直线运动，通过连杆转换成曲轴的旋转运动，并从飞轮对外输出动力。而在进气、压缩和排气行程中，飞轮释放能量又把曲轴的旋转运动转化成活塞的往复直线运动。一般由机体缸盖组、活塞连杆组和曲轴飞轮组等组成。

1. 机体缸盖组

（1）功用

- ① 吸收发动机运行过程中产生的各种作用力。

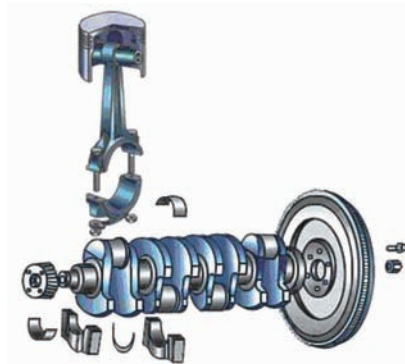


图 1-24 曲柄连杆机构

- ② 对燃烧室起到密封作用。
- ③ 对机油和冷却液起到密封作用。
- ④ 固定曲轴连杆机构、配气机构以及其他部件。

(2) 组成

机体缸盖组主要由气门室罩盖、汽缸盖、汽缸体、油底壳和密封垫等零件组成,如图 1-25 所示。

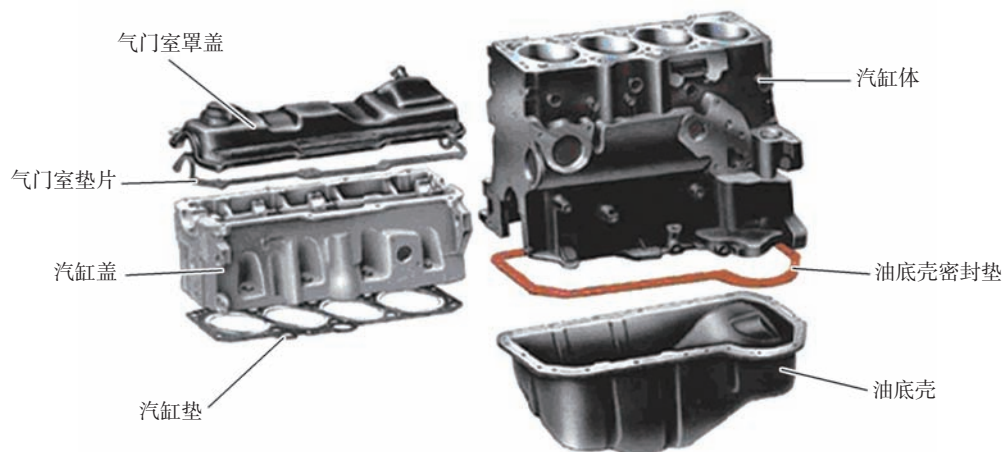


图 1-25 机体缸盖组

2. 活塞连杆组

(1) 功用

活塞连杆组是发动机中的主要运动组件。其功用是将活塞的往复直线运动转变成曲轴的旋转运动以及将作用在活塞顶上的气体压力转变为曲轴转矩。

(2) 组成

活塞连杆组主要由活塞、活塞环、活塞销、连杆、连杆轴瓦等组成,如图 1-26 所示。

3. 曲轴飞轮组

(1) 功用

曲轴飞轮组的功用是把活塞连杆组传来的气体压力转变为转矩,然后通过飞轮对外输出动力,飞轮将贮存做功行程的部分能量,使曲轴的旋转角速度和输出转矩尽可能均匀。

(2) 组成

曲轴飞轮组主要由曲轴、飞轮、扭转减震器、皮带轮、正时齿轮(或链轮)等组成,如图 1-27 所示。

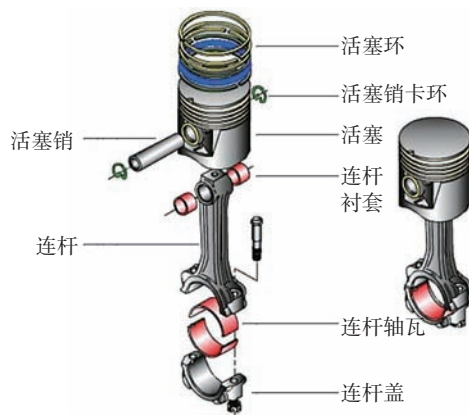


图 1-26 活塞连杆组

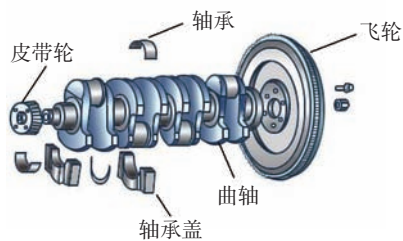


图 1-27 曲轴飞轮组

二、配气机构

配气机构（图 1-28）的功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汽缸，并使废气从汽缸内排出，实现换气过程。配气机构大多采用顶置气门式配气机构，一般由气门组和气门传动组等组成。

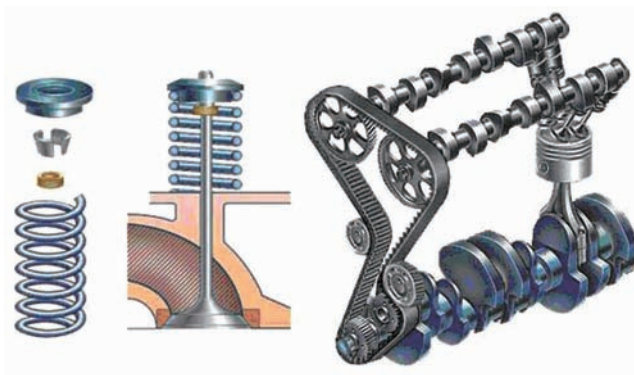


图 1-28 配气机构

三、燃料供给系统

汽油机燃料供给系统的功用是根据发动机的要求，配制出一定数量和浓度的可燃混合气，供入汽缸，并将燃烧后的废气从汽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汽缸，在燃烧室内形成可燃混合气并燃烧，最后将燃烧后的废气排出。一般由燃油供给装置（图 1-29）、空气供给装置（图 1-30）和废气排除装置（图 1-31）等组成。

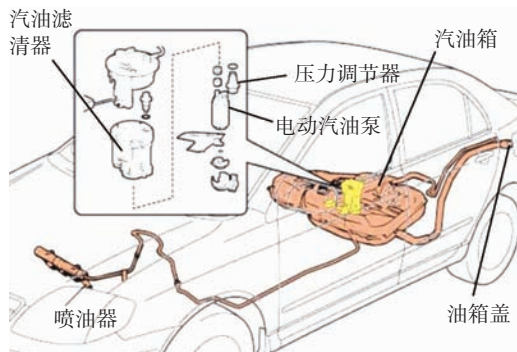


图 1-29 燃油供给装置



图 1-30 空气供给装置

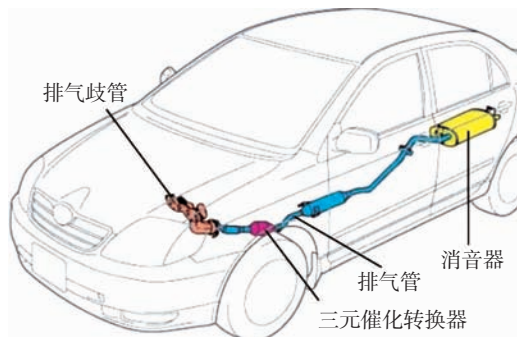


图 1-31 废气排除装置

四、润滑系统

润滑系统（图 1-32）的功用是向作相对运动的零件表面输送定量的清洁润滑油，减小摩擦阻力，减轻机件的磨损，并对零件表面进行清洗和冷却。润滑系通常由润滑油道、机油泵、机油滤清器和一些阀门等组成。

五、冷却系统

冷却系统（图 1-33）的功用是将发动机受热零部件吸收的多余热量及时散发出去，保证发动机在最适宜的温度状态下工作。水冷发动机的冷却系通常由冷却水套、水泵、风扇、水箱、节温器等组成。

六、点火系统

点火系统（图 1-34）的功用是按照汽油机的工作顺序定时产生足够

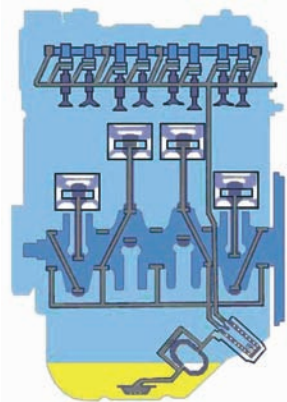


图 1-32 润滑系统

强度的电火花把混合气点燃。点火系统通常由蓄电池、发电机、点火线圈和火花塞等组成。

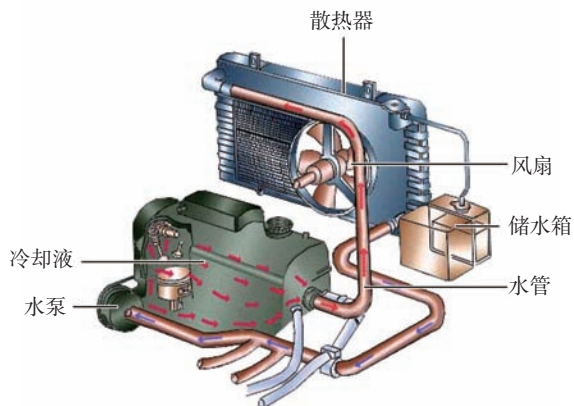


图 1-33 冷却系统

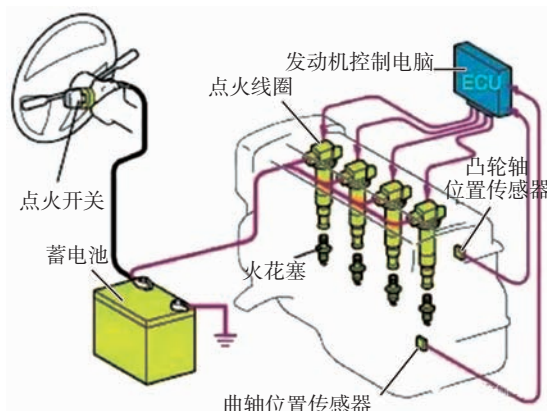


图 1-34 点火系统

七、启动系统

要使发动机由静止状态过渡到工作状态，必须先由外力转动发动机的曲轴，发动机才能自行运转。曲轴在外力作用下从开始转动到发动机开始运转的全过程，称为发动机的启动。完成启动过程所需的装置，称为发动机的启动系统（图 1-35）。

汽油机由曲柄连杆机构，配气机构、燃料供给系统、润滑系统、冷却系统、点火系统和启动系统等两大机构和五大系统组成；柴油机由曲柄连杆机构，配气机构、燃料供给系统、润滑系统、冷却系统、启动系统等两大机构和四大系统组成，柴油机是压燃的，不需要点火系统。

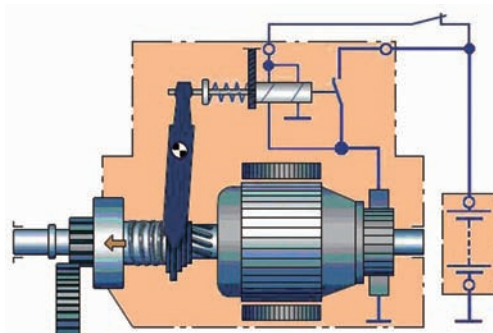


图 1-35 启动系统



一、填空题

1. 曲柄连杆机构由_____、_____和_____等组成。
2. 配气机构一般由_____和_____组成。
3. 水冷发动机的冷却系通常由_____、_____、_____、_____、_____等组成。
4. 燃料供给系统一般由_____、_____和_____等组成。

二、简答题

1. 简述汽油机由哪几部分组成。
2. 简述柴油机由哪几部分组成。

3. 简述配气机构的功用。
4. 简述汽油机燃料供给系统的功用。
5. 简述柴油机燃料供给系统的功用。
6. 简述润滑系统的功用。
7. 简述冷却系统的功用。
8. 简述曲柄连杆机构的作用。

项目三 发动机主要性能指标及编号

项目导入

发动机的性能要通过一定的指标参数来体现；发动机性能、结构特征、主要结构参数及用途等也都通过发动机铭牌编号来进行标识，以便于发动机的生产管理及选择使用。本部分主要了解发动机的性能指标和发动机编号。

任务一 发动机主要性能指标

任务目标

知识目标：

理解并掌握发动机的主要性能指标。

能力目标：

能根据发动机主要性能指标评价发动机性能。

任务描述

查阅相关技术资料了解发动机的主要性能指标参数。

知识链接

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有：动力性能指标、经济性能指标、排放性能指标、可靠性指标和耐久性指标等。

一、动力性能指标

动力性能指标指曲轴对外做功能力的指标，包括有效扭矩、有效功率和曲轴转速。

1. 有效扭矩

有效扭矩指发动机通过曲轴或飞轮对外输出的扭矩，通常用 T_e 表示，单位为 $N \cdot m$ 。有效扭矩是克服了摩擦、驱动附件等损失之后从曲轴对外输出的净扭矩。

2. 有效功率

有效功率指发动机通过曲轴或飞轮对外输出的功率，通常用 P_e 表示，单位为 kW 。有效功率同样是曲轴对外输出的净功率。它等于有效扭矩和曲轴转速的乘积。

3. 转速

转速指发动机曲轴每分钟的转数，单位为 r/min。

发动机产品铭牌上标明的功率及相应转速称为额定功率和额定转速。

二、经济性能指标

通常用燃油消耗率来评价发动机的经济性能。燃油消耗率是指单位有效功的燃油消耗量，也就是发动机每发出 1kW 有效功率在 1 h 内所消耗的燃油质量（以 g 为单位），燃油消耗率通常用 g_e 表示，其单位为 $g/kW \cdot h$ 。

有效燃油消耗率越小，其经济性越好。通常发动机铭牌上给出的有效燃油消耗率 g_e 是最小值。

三、排放性能指标

排放性能指标包括排放烟度、有害气体（CO、HC、NO_x）排放量、噪声等。

四、可靠性指标

可靠性指标是指发动机在规定的使用条件下，在规定的时间内，正常持续工作能力的指标。可靠性有较多地评价方法，如首次故障行驶里程、平均故障间隔里程等。

五、耐久性指标

耐久性指标是指发动机主要零部件磨损到不能继续正常工作的极限时间。



学生工作页

表 1-3 四款车型的技术参数资料

参数 \ 车型	A	B	C	D
	途观（2010 款 1.8TSI 两驱手动都会版）	ix35（2010 款 2.0 自动新锐版）	新君威（2009 款 2.0L 舒适版）	朗逸（2010 款 1.4TSI DSG 运动版）
市场价格	19.98 万	18.38 万	17.99 万	16.28 万
汽缸容积（cc）	1798	1998	1998	1390
排量（L）	1.8	2.0	2.0	1.4
工作方式	涡轮增压	自然吸气	自然吸气	涡轮增压
汽缸排列形式	直列	直列	直列	直列
汽缸数（个）	4	4	4	4
每缸气门数（个）	4	4	4	2
最大功率（kW）	118	120	108	96
最大功率转速（rpm）	4500 ~ 6200	6200	6200	5000
最大扭矩（N.m）	250	194	190	220
最大扭矩转速（rpm）	1500 ~ 4500	4600	4600	1750 ~ 3500
环保标准	国 4	国 4	国 4	国 4

1. 比较四款车型（表 1-3），完成下面表格。

车型比较项目	根据性能进行排序
动力	
油耗	
转速	
环保	
综合评价	

2. 比较上述任务实施的四款车型的相关参数，思考排量大的汽车是否功率就一定大？为什么？



项目测评

一、填空题

1. 发动机的主要性能指标有_____指标, _____指标和_____指标。
2. 动力性能指标主要包括有效_____、有效_____和_____。
3. 排放性能指标包括_____、_____排放量、_____等
4. 有效功率通常用_____表示, 单位为_____。
5. 有效扭矩通常用_____表示, 单位为_____。

二、判断题

1. 有效燃油消耗率越大, 其经济性越好。 ()
2. 发动机的有效扭矩越大动力性越好。 ()
3. 发动机的有效功率越大经济性越好。 ()
4. 发动机的有效扭矩越大经济性越好。 ()
5. 通常发动机铭牌上给出的有效燃油消耗率 g_e 是最大值。 ()

三、选择题

1. 发动机有效转矩的单位为 ()
A. N.m B. kg.m C. kW D. kN.m
2. 发动机产品上标明的功率及相应转速称为 ()
A. 有效功率和曲轴转速 B. 额定功率和额定转速
C. 最大功率和最高转速 D. 以上都不对
3. 通常用 () 来评价发动机的经济性能。
A. 燃油消耗量 B. 燃油消耗率 C. 油耗 D. 百公里耗油量
4. 发动机排放性能指标不包括 () 等。
A. 排放烟度 B. 有害气体排放量 C. 噪声 D. 黑烟大小

四、名词解释

1. 发动机的性能指标
2. 动力性能指标
3. 燃油消耗率
4. 转速
5. 额定功率
6. 额定转速

任务二 发动机编号识别



任务目标

知识目标:

掌握发动机编号的组成以及所代表的意义。

能力目标:

识别发动机编号。



任务描述

根据发动机铭牌上的编号能了解发动机的主要参数、特征及用途。



知识链接

为便于发动机的生产管理 and 使用, 国家标准 (GB725—2008) 《内燃机产品名称和型号编制规则》中对发动机的名称和型号作了统一规定。

一、发动机型号的排列顺序及符号所代表的意义

发动机型号的排列顺序及符号所代表的意义规定如图 1-34 所示。

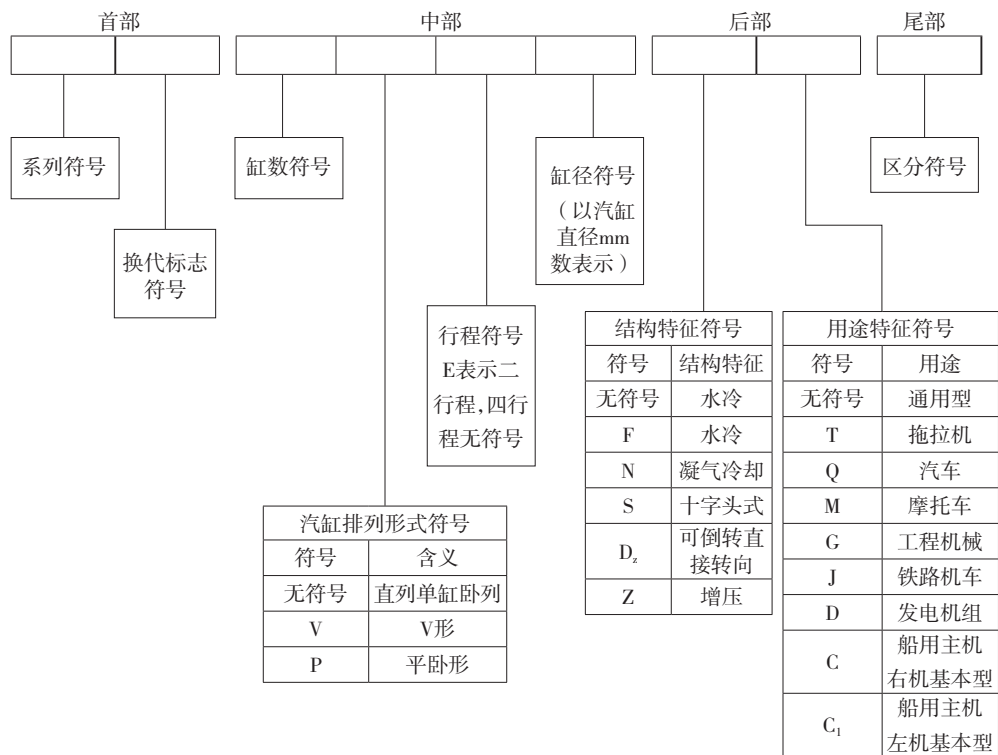


图 1-34 发动机型号的排列顺序及符号所代表的意义

二、发动机的名称和型号

发动机名称均按所使用的主要燃料命名，例如汽油机、柴油机、煤气机等。

发动机型号由阿拉伯数字和汉语拼音字母组成。发动机型号由以下四部分组成：

- ① 首部：为产品系列符号和换代标志符号，由制造厂根据需要自选相应字母表示，但需主管部门核准。
- ② 中部：由缸数符号、冲程符号、汽缸排列形式符号和缸径符号等组成。
- ③ 后部：结构特征和用途特征符号，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，由制造厂选用适当符号表示。

三、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：表示四缸，四行程，缸径 100mm，水冷车用。

CA6102：表示六缸，四行程，缸径 102mm，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。

495Q：表示四缸，四行程，缸径 95mm，水冷车用型。

X4105：表示四缸，四行程，缸径 105mm，水冷通用型，X 表示系列代号。



项目测评

一、填空题

1. 1E65F 发动机表示 _____ 缸，_____ 行程，缸径 _____，冷却方式为 _____ 冷。
2. CA6102 发动机表示 _____ 缸，_____ 行程，缸径 _____，冷却方式为 _____ 冷。
3. 8V100 发动机表示 _____ 缸，_____ 行程，缸径 _____，汽缸排列方式为 _____，冷却方式为 _____，适用范围 _____。

二、简答题

1. 解释汽油发动机型号 CA488 的含义。
2. 解释柴油发动机型号 12V135 ZG 含义。