

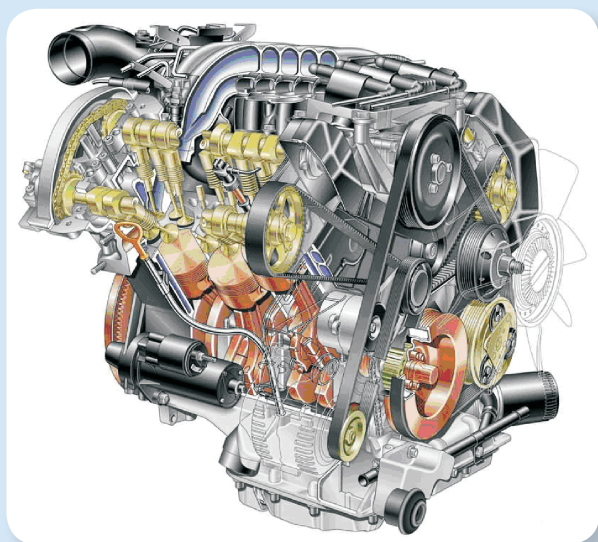
# 项目一 发动机的总体构造与维修基础

## 项目概述

汽车由发动机、底盘、车身和电器四大部分组成。当前在汽车领域大量使用的发动机一般为往复式内燃机，该类发动机具有热效率高、体积小、重量轻、便于移动及起动性能好等优点。它通常由曲柄连杆机构、配气机构、燃油供给系统、进排气系统、润滑系统、冷却系统和起动系统等组成，此外汽油机还有点火系统。发动机的主要功能是通过燃烧燃料，对外输出动力，驱动汽车行驶，是汽车的动力来源。发动机的动力性能、燃油经济性能、排放性能、噪声水平等直接决定或者间接影响着汽车整车的相关性能。

随着科学技术的进步，汽车发动机设计、制造所采用的新结构、新技术、新材料、新工艺日新月异，与此同时也给汽车的使用、保养和故障诊断方法以及检修流程带来新的挑战。

本项目主要围绕汽车发动机的总体构造及工作原理、发动机维修常用工具和量具进行概述，让学生了解和掌握汽车发动机的组成和基本原理及汽车发动机维修、保养和故障诊断过程中使用的工具、装置和操作规程，为汽车发动机实训课程的操作打下基础。



## 任务1 发动机的总体构造与工作原理认识

### 学习目标

1. 知道汽车发动机的主要分类。
2. 知道发动机主要机构和系统的功能。
3. 能描述发动机的基本术语及基本概念。
4. 能描述四冲程发动机的工作原理和主要性能指标。

### 导入

在加油站，我们经常可以看到汽油或者柴油的醒目标志，可是为什么有的汽车需要加汽油，而有的汽车要加柴油呢？这说明不同汽车发动机燃烧的燃料是有差异的。那么汽车发动机有哪些类型？其基本构造和工作原理又是如何呢？

### 知识准备

#### 一、汽车发动机的典型分类

一般而言，汽车发动机可以根据如下特征进行分类：

##### 1. 按所用燃料分类

按所用的燃料分类，可分为液体燃料发动机（汽油机、柴油机等）和气体燃料发动机（如天然气发动机、液化石油气发动机等）。

##### 2. 按气缸数及其排列方式分类

只有一个气缸的发动机称为单缸发动机，有两个以上气缸的发动机称为多缸发动机，如双缸、三缸、四缸、五缸、六缸、八缸、十二缸等都是多缸发动机。现代车用发动机多采用四缸、六缸、八缸发动机。

按照气缸排列方式分类，发动机可分为直列式、V型、对置式等。直列式发动机的各个气缸排成一列，一般是垂直布置的；V型发动机把气缸排成两列，两列之间的夹角一般小于 $180^\circ$ ，通常为 $90^\circ$ ，若两列之间的夹角为 $180^\circ$ ，则称为对置式发动机。

##### 3. 按工作循环的冲程数分类

对于往复式活塞式发动机，可以根据每一工作循环所需活塞冲程数来分类。在发动机内，每一次将热能转变为机械能，活塞都必须经过进气、压缩、做功、排气这样四个冲程，完成一个工作循环，简称四冲程。把曲轴转两圈（ $720^\circ$ ），活塞往复四个单程完成一个

工作循环的发动机称为四冲程发动机；把曲轴转一圈（ $360^\circ$ ），活塞往复两个单程即完成一个工作循环的发动机称为二冲程发动机。汽车发动机广泛使用四冲程发动机。

#### 4. 按发火方式分类

按发火方式分类，可分为压燃式发动机与点燃式发动机，如图1-1-1所示。柴油的特性是在同样的条件下其自燃点比汽油的自燃点低，因此采用压燃式发火。一般可通过高压喷油泵和喷油器将柴油直接喷入发动机的气缸内，使柴油在气缸内与压缩空气均匀混合后，在高温高压下得以自燃，这种发动机称为压燃式发动机，以柴油机最为典型。

汽油的特性是其自燃温度要比柴油高，因此常采用点燃式发火。利用火花塞发出的电火花强制点燃汽油与空气的混合气，使其发火燃烧，这种发动机称为点燃式发动机，以汽油机最为典型。

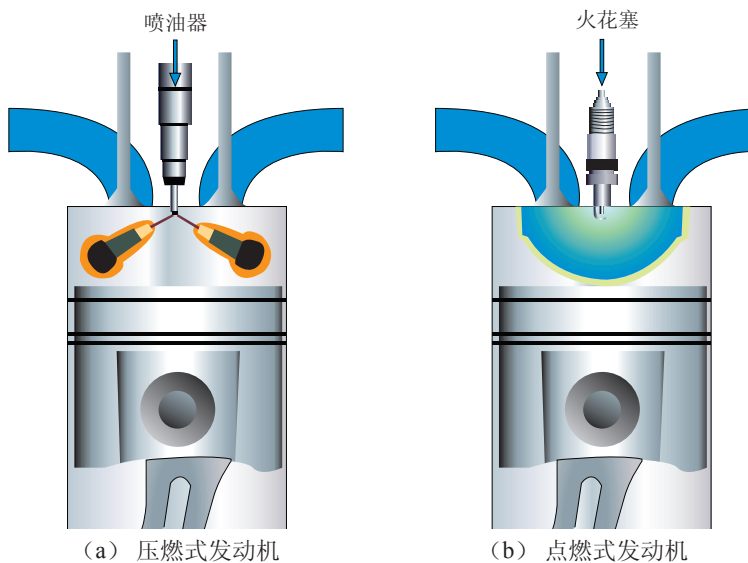


图 1-1-1 压燃式发动机和点燃式发动机

汽油机与柴油机各有特点：汽油机转速高，质量小、噪音小；柴油机压缩比大，热效率高，动力性能、经济性能比汽油机好。

#### 5. 按冷却方式分类

根据冷却方式不同，发动机可以分为水冷式和风冷式两种。水冷发动机是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的；而风冷发动机是利用流动于气缸体与气缸盖外表面散热片之间的空气作为冷却介质进行冷却的。水冷发动机冷却均匀，工作可靠，冷却效果好，被广泛应用于现代车用发动机。

#### 想一想：

汽车发动机除了使用汽油、柴油、天然气、液化石油气作为燃料之外，还可以使用什么作为燃料？

## 二、发动机的组成

汽油机通常包括曲柄连杆机构、配气机构、燃油供给系统、冷却系统、润滑系统、点火系统、进排气系统、起动系统等，柴油机无点火系统。如图1-1-2所示。

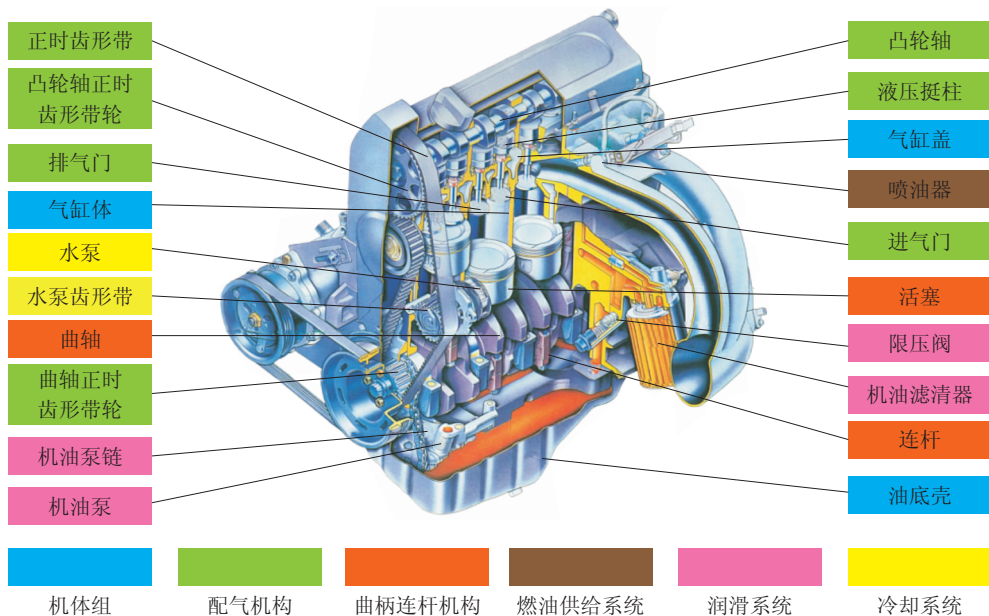


图 1-1-2 发动机的组成

### 1. 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构的功能是实现发动机的工作循环，完成能量转换过程。它由机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组等组成，如图1-1-3所示。在做功冲程中，活塞承受气缸内燃气压力并做直线运动，通过连接到曲轴上的连杆，将该直线运动转换成曲轴的旋转运动，从曲轴对外输出动力。

机体组中，气缸体是构成发动机的骨架，是发动机各机构和各系统的安装基础。缸盖安装在气缸体的上面，密封气缸上部并与活塞顶部和气缸一起构成燃烧室，此外还有气缸盖罩、油底壳等共同构成了机体组。

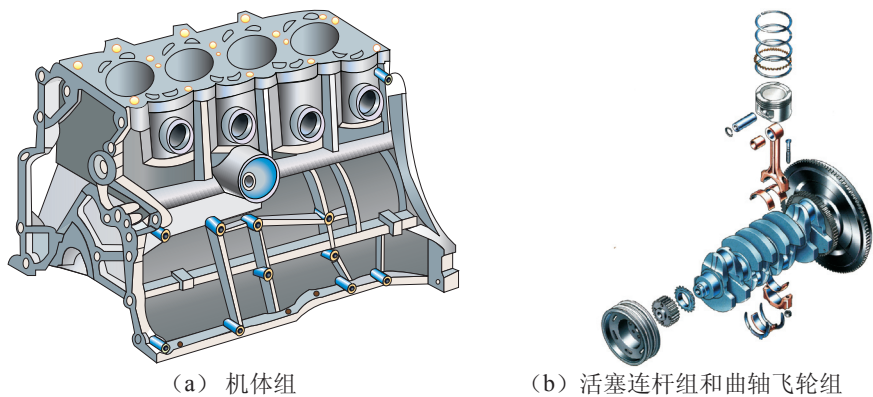


图 1-1-3 曲柄连杆机构

## 2. 配气机构

配气机构的功能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气缸, 并使废气从气缸内排出, 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组成, 如图1-1-4所示。

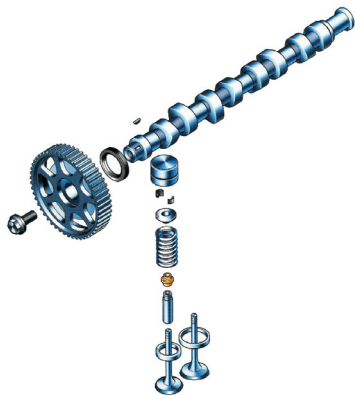


图 1-1-4 配气机构

## 3. 燃油供给系统

燃油供给系统的功能是根据发动机工况的需求, 定时定量供应合适的燃油进入发动机气缸。对于汽油机而言, 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混合气, 供入气缸, 并将燃烧后的废气从气缸内排出到大气中去; 而对于柴油机而言, 其燃料供给系统的功用是把柴油和空气分别供入气缸, 在燃烧室内形成混合气并燃烧, 最后将燃烧后的废气排出。如图1-1-5所示。

## 4. 冷却系统

冷却系统的功能是将受热零件吸收的部分热量及时散发出去, 保证发动机在最适合的温度状态下工作。水冷发动机的冷却系统通常由冷却水套、水泵、风扇、水箱、节温器等组成。如图1-1-6所示。

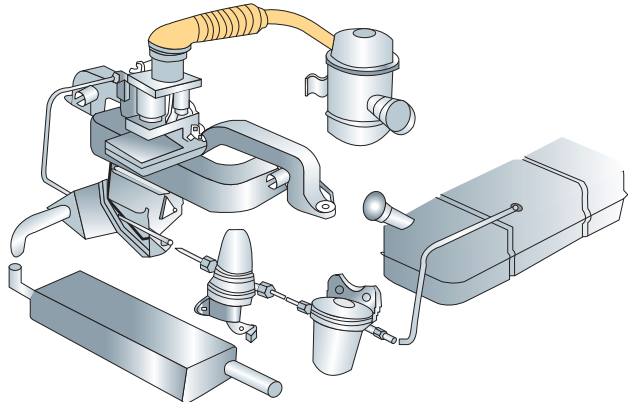


图 1-1-5 汽油机燃油供给系统

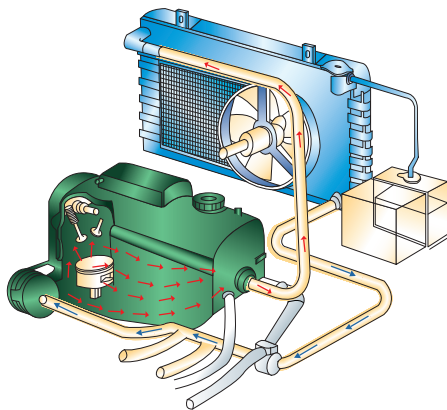


图 1-1-6 冷却系统

## 5. 润滑系统

润滑系统的功能是向做相对运动的零件表面输送定量的清洁润滑油, 以实现液体摩擦, 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。润滑系统通常由油底壳、润滑油道、机油泵、机油滤清器等组成。如图1-1-7所示。

## 6. 点火系统

点火系统的功能是确保汽油机在压缩接近上止点时, 在气缸内适时、准确、可靠地产生电火花, 以点燃可燃混合气, 从而燃烧对外做功。在汽油机中, 气缸内的可燃混合气是靠电火花点燃的, 为此在汽油机的气缸盖上装有火花塞, 火花塞头部伸入燃烧室。能够按时在火花塞电极间产生电火花的全部设备称为点火系统。电子点火系统由点火开关、点火

信号发生器、点火线圈、火花塞等部件组成。如图1-1-8所示。

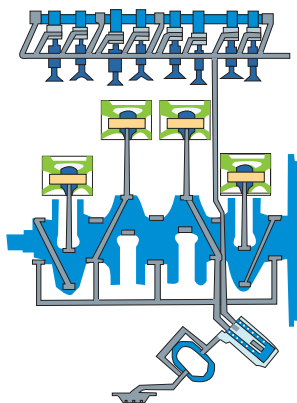


图 1-1-7 润滑系统

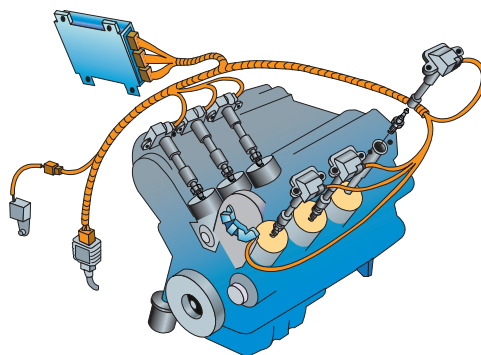


图 1-1-8 点火系统

### 7. 进排气系统

进气系统的功能是尽可能均匀地向各缸供给可燃混合气或纯净的空气，通常由空气滤清器、空气流量计、进气总管、进气歧管等部件组成。排气系统要收集废气，并且以尽可能低的排气阻力、噪声和污染，将废气排到大气，一般由排气歧管、排气管、排气净化装置、排气消声器和排气尾管等组成。如图1-1-9所示。

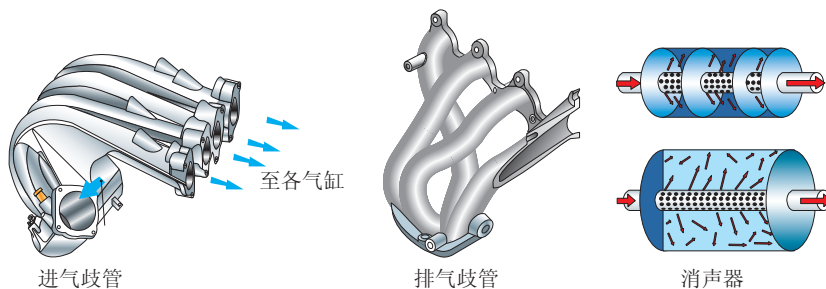


图 1-1-9 进排气系统

### 8. 起动系统

起动系统的功用是将电动机的动力传递给发动机飞轮以起动发动机，而发动机起动后则靠单向离合器自动断开发动机对起动机器的逆向驱动。起动系主要由蓄电池、起动机、起动机继电器、点火开关、单向离合器等组成。如图1-1-10所示。

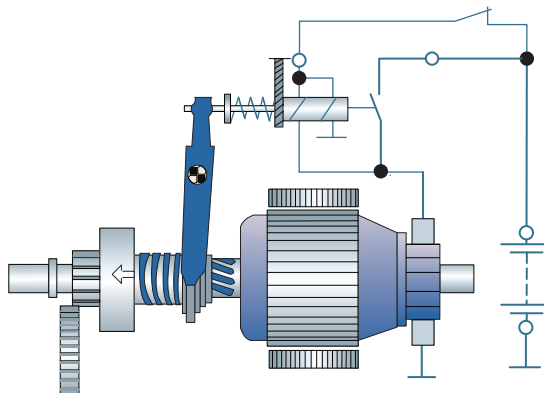


图 1-1-10 起动系统

## 想一想：

1. 典型发动机包括哪些机构和系统？
2. 为什么汽油机需要专门的点火系统，而柴油机不需要？

## 三、发动机的工作原理及性能指标

## 1. 基本术语

如前所述，发动机气缸内装有活塞，活塞通过活塞销、连杆与曲轴相连接。活塞在气缸内做往复运动，通过连杆推动曲轴转动。如图1-1-11所示。

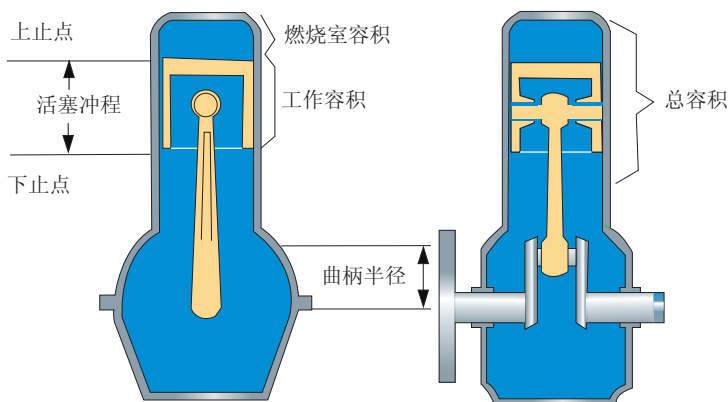


图 1-1-11 发动机的基本术语

其中几个关键术语如下：

**上止点：**活塞顶部离曲轴中心最远处，即活塞最远位置。

**下止点：**活塞顶部离曲轴中心最近处，即活塞最近位置。

**活塞冲程：**气缸上、下止点间的距离，一般用 $s$ 表示。

**曲柄半径：**曲轴与连杆下端的连接中心至曲轴中心的距离，一般用 $R$ 表示。

活塞每走一个冲程相应于曲轴转角 $180^\circ$ 。对于气缸中心线与曲轴中心线相交的发动机，活塞冲程 $s$ 等于曲柄半径 $R$ 的两倍。

**气缸工作容积（气缸排量）：**活塞从上止点到下止点所扫过的容积，称为气缸工作容积，用 $V_h$ 表示。多缸发动机各气缸工作容积的总和，称为发动机排量，用符号 $V_L$ 表示，即

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

式中  $V_h$ ——单个气缸工作容积；

$D$ ——活塞直径；

$s$ ——活塞冲程；

$i$ ——气缸数。

**燃烧室容积：**活塞到达上止点时，活塞顶上部的容积，可用 $V_c$ 表示。

**气缸总容积：**活塞到达下止点时，活塞顶上部的容积，用 $V_a$ 表示，即 $V_a = V_h + V_c$ 。

**压缩比：**气缸总容积与燃烧室容积之比，用 $\varepsilon$ 表示，即 $\varepsilon = \frac{V_a}{V_c}$ ，汽油机一般为7~11，柴油机一般为15~22。

## 2. 发动机的工作原理

### (1) 四冲程汽油机的工作原理

四冲程汽油机的运转按进气冲程、压缩冲程、做功冲程和排气冲程的顺序不断循环往复。如图1-1-12所示。

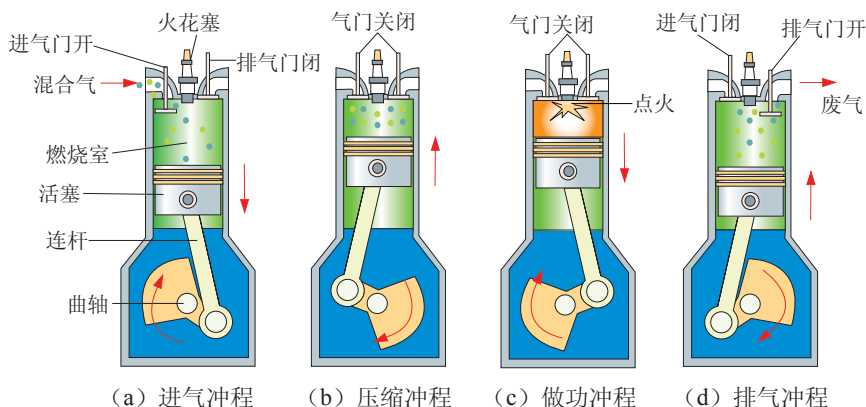


图 1-1-12 四冲程汽油机工作原理

其工作原理如下：

#### ①进气冲程

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。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。

#### ②压缩冲程

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。

#### ③做功冲程

当压缩冲程接近上止点，进排气门处于关闭状态，电火花点燃可燃混合气，混合气燃烧产生的气体压力推动活塞向下止点运动，经连杆使曲轴旋转做功，对外输出功率。

#### ④排气冲程

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。

### (2) 四冲程柴油机的工作原理

与汽油机类似，四冲程柴油机也是按进气冲程、压缩冲程、做功冲程和排气冲程的顺序不断循环往复的。如图1-1-13所示。

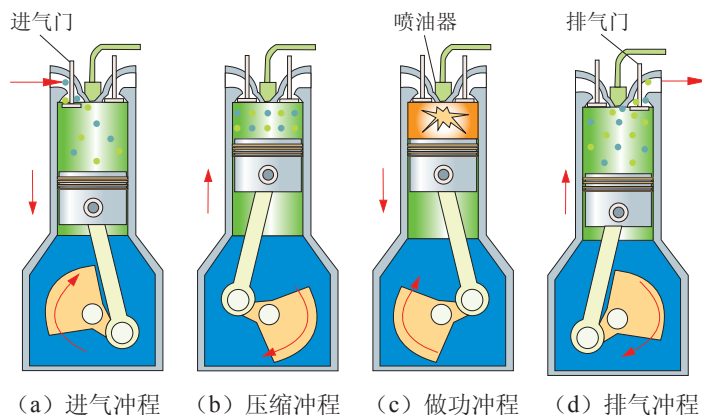


图 1-1-13 四冲程柴油机工作原理

其工作原理如下:

#### ①进气冲程

汽油机在进气冲程中吸入的是可燃混合气, 而柴油机吸入的是纯空气。

#### ②压缩冲程

汽油机在压缩冲程中压缩的是可燃混合气, 而柴油机压缩的是空气。

#### ③做功冲程

压缩冲程末期, 喷油泵将高压柴油经喷油器呈雾状喷入气缸高压、高温的气体中, 迅速形成混合气。混合气在高温高压下自行着火燃烧, 保持边喷射边燃烧的状态, 高温、高压气体推动活塞下行做功。

#### ④排气冲程

排气冲程和汽油机基本相同, 进气门关闭, 排气门开启, 活塞上行, 废气由排气管排出。

相对于汽油来说, 柴油自燃温度低, 所以柴油机在混合气形成、着火方式上和汽油机有明显不同。

### 3. 发动机的主要性能指标

发动机的性能指标用来表征发动机的性能特点, 并作为评价各类发动机性能优劣的依据。发动机的性能指标主要有动力性指标、经济性指标和运转性能指标等。

#### (1) 动力性指标

动力性指标一般包括发动机的有效转矩、有效功率和发动机转速等。

发动机通过飞轮对外输出的转矩称为有效转矩, 用 $T_e$ 表示, 单位为 $N \cdot m$ 。有效转矩与外界施加于发动机曲轴上的阻力矩相平衡。

发动机通过飞轮对外输出的功率称为有效功率, 用 $P_e$ 表示, 单位为 $kW$ 。它正比于有效转矩与发动机转速的乘积。发动机的有效功率可以用台架试验方法测定, 也可用测功器测定有效转矩和发动机转速, 然后用公式计算出发动机的有效功率。

发动机曲轴每分钟的旋转次数称为发动机转速, 用 $n$ 表示, 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。

#### (2) 经济性指标

通常用燃油消耗率来评价发动机的经济性能。燃油消耗率是发动机每发出 $1kW$ 有效功率在1小时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 $g/(kW \cdot h)$ 。很明显, 有效燃油消耗率越小, 表示发动机曲轴输出净功率所消耗的燃油越少, 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。

#### (3) 运转性能指标

运转性能指标包括废气排放、噪声和起动性能等。由于这些性能不仅影响发动机的正常工作, 更关系到人类的健康, 因此, 必须制定共同遵守的统一标准, 并给予严格控制。

**废气排放:** 发动机排放的废气中含有对人体有害的物质, 它对大气的污染已形成公害。为此, 各国采取了许多对策, 并制定相应的控制法规。发动机排出的有害排放物, 主要有氮氧化物( $NO_x$ )、碳氢化合物( $HC$ )、一氧化碳( $CO$ )和排气颗粒等。由于各国条件不同, 限制的标准也不一样。

**噪声:** 发动机的噪声会刺激神经, 使人心情烦躁, 反应迟钝, 甚至导致耳聋, 诱发高

血压和神经系统方面的疾病。汽车是城市主要的噪声源之一，发动机又是汽车的主要噪声源，因此必须加以控制。

**起动性能：**起动性能好的发动机在一定温度下能可靠起动，起动迅速，起动消耗的功率小，起动期磨损少。发动机起动性能的好坏除与发动机结构有关外，还与发动机工作过程有关。

### 想一想：

1. 四冲程发动机工作过程包括哪几个冲程？
2. 发动机的主要性能指标有哪几个？

## 任务实施

### 发动机的总体构造认知

#### 一、器材与设备

解剖发动机或解体发动机总成、发动机拆装翻转架

#### 二、注意事项

遵守实验室规章制度，未经许可，不得移动和拆卸仪器和设备。

#### 三、操作步骤

1. 每班分成若干小组，分两个内容进行实训：一是认识汽车发动机整体及外围部件，二是认识发动机内部主要部件。
2. 几个小组依次轮换，完成实训。
3. 课内实训时以指导老师讲解为主，并以学生提问的形式进行教学互动。课外时间开放实训室。

## 任务2 常用检修工具、量具

### 学习目标

1. 知道并正确选择检修发动机的常用工具。
2. 会使用常用工具和专用工具。
3. 知道常用量具的使用方法。
4. 能保持工具清洁且使用状况良好。

### 导入

每个人都有一颗心脏，如果心脏停止跳动，生命也将随之消失。汽车也不例外，发动机就是汽车的心脏。春夏之交，由于湿度较大，气温时高时低，此时发动机最易受损伤，因此，汽车的保养和检修显得尤为重要。那么，汽车应该怎么保养和检修呢？要用到哪些工具和量具呢？



### 知识准备

#### 一、汽车检修通用工具

汽车检修通用工具是维修汽车必备的物质条件。在修理工作中，工具的使用正确与否，对提高工作效率和汽车的修理质量有重要意义。因此，修理人员必须熟悉汽车检修常用工具和工具的维护保养知识。汽车检修通用工具主要包括套筒、扳手、钳子和螺丝刀等。

##### 1. 套筒

套筒是拆卸螺栓最方便、灵活且安全的工具。使用套筒不易损坏螺母的棱角。套筒呈

短管状，一端内部呈六角形或十二角形，用来套住螺栓头；另一端有一个正方形的头孔，该头孔用来与配套手柄的方榫配合。如图1-2-1所示。



图 1-2-1 套筒

### (1) 套筒的规格

按所拆卸螺栓的扭矩和使用的工作环境不同，可将套筒分为大、中、小三个系列，并以配套手柄方榫的宽度来区分。常见的有6.3mm系列、10mm系列和12.5mm系列，如使用英寸表示，则对应为1/4in系列、3/8in系列和1/2in系列。如图1-2-2所示。



图 1-2-2 套筒规格

### (2) 套筒的类型

除常见的标准套筒外，还有很多特殊套筒，如六角长套筒、旋具套筒等。头部制成特殊形状的螺栓、螺母，就必须采用专用套筒进行拆卸。

图1-2-3所示为六角长套筒，其深度比标准套筒深2~3倍，是汽车维修工作中最常用的改型套筒之一。



图 1-2-3 六角长套筒



图 1-2-4 旋具套筒

旋具套筒与配套手柄配合，组合成各式各样的螺丝刀或六角扳手，用来拆卸螺栓头为特殊形状的螺栓或扭矩过大的小螺钉。如图1-2-4所示。

随着汽车制造技术的发展，汽车中内六角及内六花螺栓的使用越来越多。如果要拆卸这种螺栓，就必须使用专用的内六角和内六花扳手。如图1-2-5所示。



图 1-2-5 内六角和内六花扳手



图 1-2-6 旋具套筒与棘轮扳手

在使用螺丝刀紧固开有一字或十字的螺钉时，容易发生上浮现象，拧紧力受到限制。因此在汽车上内六角和内六花螺栓的使用量不断增加。

旋具套筒与不同手柄配合会起到不同作用。可用棘轮扳手实现快速旋拧，也可接上接杆加长使用，对普通螺丝刀无法拧动的螺钉可以施加较大扭矩。如图1-2-6所示。

### (3) 套筒的配套工具

#### ① 扭力扳手

扭力扳手主要用于有规定扭矩值的螺栓和螺母的装配，如气缸盖、连杆、曲轴主轴等处的螺栓。常用的扭力扳手有指针式和预置力式两种。

指针式扭力扳手结构相对简单，它有一个刻度盘，当紧固螺栓时，扭力扳手的杆身在力的作用下发生弯曲，通过指针的偏转角度大小表示螺栓、螺母的旋转程度，其数值可通过刻度盘读出。使用指针式扭力扳手时，应注意左手在握住扳手与套管连接处时，不要碰到指针杆，否则会造成读数不准。如图1-2-7所示。



图 1-2-7 指针式扭力扳手及其使用方法

预置力式扭力扳手可通过旋转手柄，预先调整设定扭矩，达到设定扭矩时，该扳手会发出警告声响以提示用户。当听到“咔哒”声响后，立即停止旋力以保证扭矩正确，当扳手设在较低扭力值时，警告声可能很小，所以应特别注意。如图1-2-8所示。



图 1-2-8 预置力式扭力扳手及其使用方法

### ②棘轮手柄

棘轮手柄是最常见的套筒手柄。套筒手柄是装在套筒上用于扳动套筒的配套手柄，如果没有配套手柄，套筒将无法独立工作。

棘轮手柄头部设计有棘轮装置，在不脱离套筒和螺栓的情况下，可实现快速单方向的转动。通过调整锁紧机构可改变其旋转方向：将锁紧机构手柄调到左边，可以单向顺时针拧紧螺栓或螺母；将锁紧机构手柄调到右边，可以单向逆时针松开螺栓或螺母。如图1-2-9所示。

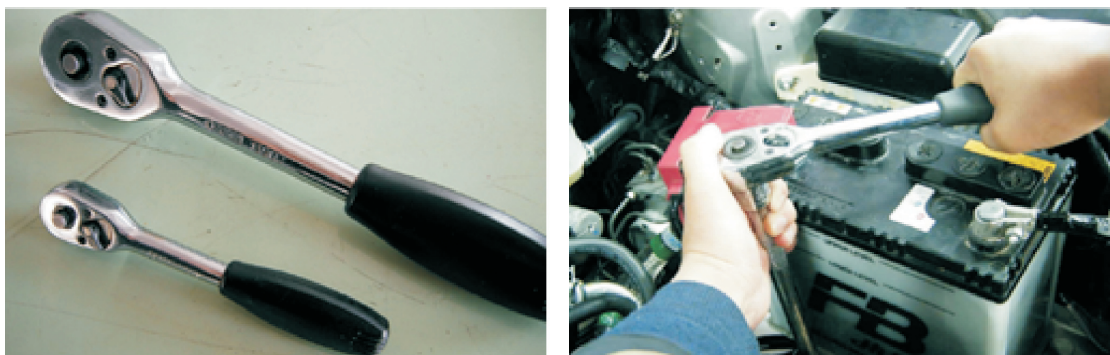


图 1-2-9 棘轮手柄及其使用方法

### ③快速摇杆

快速摇杆俗称摇把，是旋动螺母最快的配套手柄，但不能在螺母上施加太大的扭矩，主要用于拧下已经松动的螺母，或者把螺母快速旋上螺栓。使用快速摇杆时，左手握住摇杆端部，并保持摇杆与所拆卸螺栓同轴，右手握住摇杆弯曲部，迅速旋转。如图1-2-10所示。

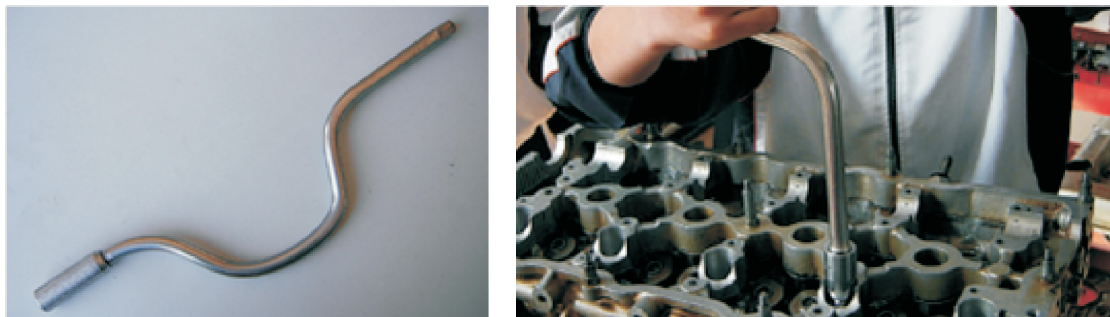


图 1-2-10 快速摇杆及其使用方法

## 2. 扳手

扳手是汽车修理中最常用的一种工具，主要用于扭转螺栓、螺母或带有螺纹的零件。扳手种类繁多，常见的有梅花扳手、开口扳手、组合扳手、活动扳手等。在拆卸螺栓时，应按照“先套筒扳手、后梅花扳手、再开口扳手、最后活动扳手”的选用原则进行选取。

### (1) 梅花扳手

梅花扳手两端呈花环状，其内孔由两个正六边形相互同心错开 $30^\circ$ 而成。很多梅花扳手都有弯头，常见的弯头角度在 $10^\circ\sim 45^\circ$ 之间，从侧面看旋转螺栓部分和手柄部分是错开的。这种结构便于拆卸装配在凹陷空间的螺栓、螺母，并可以为手指提供操作间隙，以防止擦

伤。在使用梅花扳手时，左手推住梅花扳手与螺栓连接处，保持梅花扳手与螺栓完全配合，防止滑脱，右手握住梅花扳手另一端并加力。如图1-2-11所示。



图 1-2-11 梅花扳手及其使用方法

### (2) 开口扳手

开口扳手两头均为U形的钳口，可套住螺栓或螺母六角的两个对向面。开口扳手主要适用于无法使用套筒扳手和梅花扳手操作的位置。因为有些螺栓或螺母必须从横侧插入，此时开口扳手可以做到，而梅花扳手则不行。使用时，先将开口扳手套住螺栓或螺母六角的两个对向面，确保扳手与螺栓完全配合后才能施力。施力时，一只手推住开口扳手与螺栓连接处，并确保扳手与螺栓完全配合后，另一只手大拇指抵住扳头，另外四指握紧手柄部往身边拉扳。当螺栓、螺母被扳到极限位置后，将扳手取出并重复前面的过程。如图1-2-12所示。



图 1-2-12 开口扳手及其使用方法

### (3) 活动扳手

活动扳手也称可调扳手，适用于尺寸不规则的螺栓、螺母，它能在一定范围内任意调节开口尺寸。一个可调扳手可用来代替多个开口扳手。活动扳手由固定钳口和可调钳口两部分组成，扳手的开度大小通过调节螺杆进行调整。使用活动扳手时，应先将活动扳手调整合适，使活动扳手钳口与螺栓、螺母两对边完全贴紧，不存在间隙。使用时，要使活动扳手的可调钳口部分受推力、固定钳口受拉力，只有这样施力，才能保证螺栓、螺母及扳手本身不受损害。如图1-2-13所示。

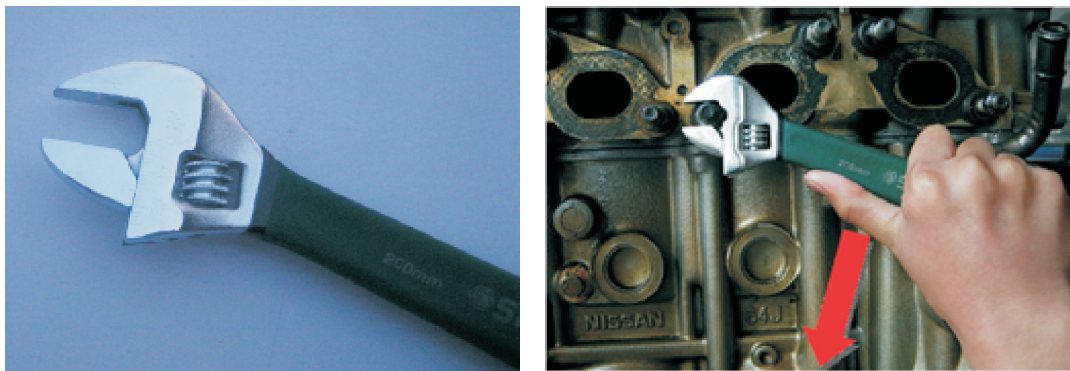


图 1-2-13 活动扳手及其使用方法

### 3. 钳子

钳子用于弯曲小的金属材料，夹持扁形或圆形零件，切断软的金属丝等。在汽车维修中，常用的钳子有钢丝钳、尖嘴钳、鲤鱼钳和斜口钳等。

钢丝钳是最常见的一种钳子，用来切断金属丝或夹持零件。尖嘴钳的钳口长而细，特别适合在狭窄空间里使用。如图1-2-14所示。

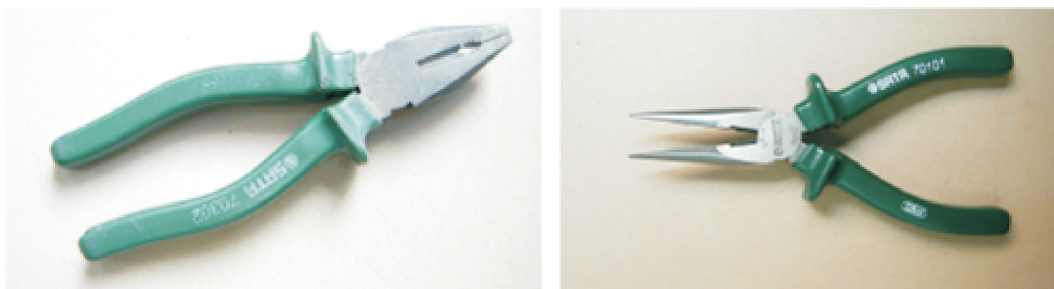


图 1-2-14 钢丝钳与尖嘴钳

鲤鱼钳也称鱼嘴钳，主要用于夹持、弯曲和扭转工件。斜口钳也称剪钳，主要用于切割金属丝或导线。如图1-2-15所示。

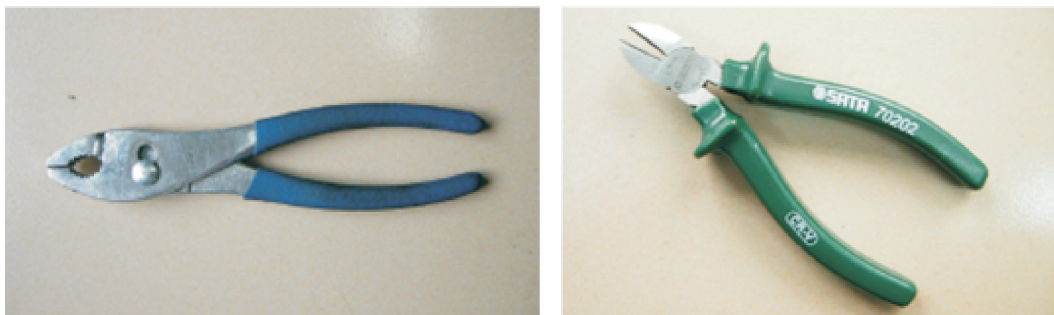


图 1-2-15 鲤鱼钳与斜口钳

### 4. 螺丝刀

螺丝刀俗称改锥或者起子，主要用于旋拧小扭矩、头部开有凹槽的螺栓和螺钉。螺丝刀的类型取决于其本身的结构及尖部的形状，常用的有一字螺丝刀和十字螺丝刀。一字螺丝刀用于单个槽头的螺钉，十字螺丝刀用于带十字槽头的螺钉。如图1-2-16所示。



图 1-2-16 螺丝刀及其使用方法

想一想：

拆装一台发动机，需要用到哪些工具？

## 二、汽车检修测量工具

### 1. 钢直尺

钢直尺是最基本的测量工具，由薄钢板制成，一般用于精度要求不高的测量，可以直接测量出工件的尺寸。如图1-2-17所示。



图 1-2-17 钢直尺

### 2. 钢卷尺

通常，钢卷尺的刻度单位与钢直尺的的刻度单位相同。钢卷尺按其结构可分为自卷式卷尺和制动式卷尺两种。钢卷尺由一条薄的、富有弹性的钢带制成，其整条钢带上刻有长度标志。如图1-2-18所示。

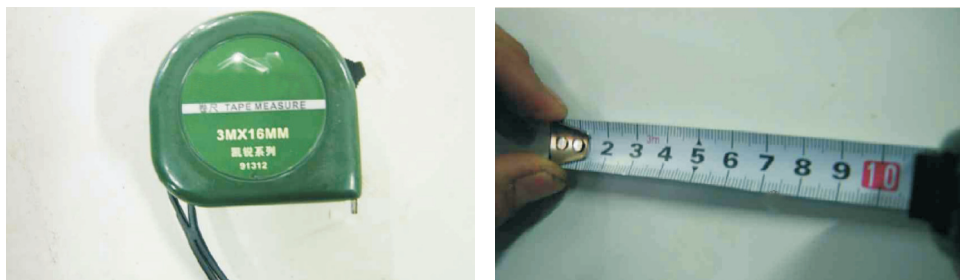


图 1-2-18 钢卷尺

## 3. 直角尺

直角尺一般用于检查工件的内外角或直角度研磨加工核算，不论何种形式的直角尺都由一个短边和一个长边构成。直角尺使用时，将尺座一面紧靠工件基准面，尺杆向工件另一面靠拢。如图1-2-19所示。



图 1-2-19 直角尺及其使用方法

## 4. 厚薄规

厚薄规又称塞尺或间隙片，是一组淬硬的钢条或刀片。这些淬硬的钢条或刀片被研磨或滚压成精确的厚度，通常成套供应。在汽车维修工作中，厚薄规主要用于测量气门间隙、触点间隙和一些接触面的平直度等。它们可以单独使用，也可以将两片或多片组合在一起使用，以便获得所要求的厚度，最薄的一片可以达到0.02mm。使用厚薄规测量时，应根据间隙的大小，先用较薄片试插，逐步加厚，可以一片或数片重叠在一起插入间隙内，插入深度应在20mm左右。如图1-2-20所示。

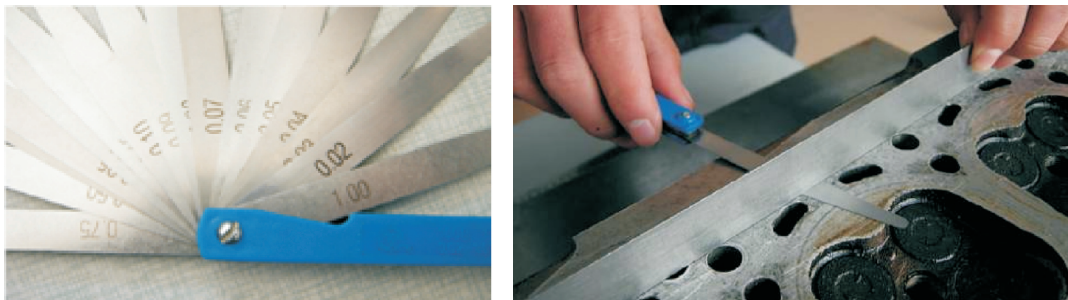


图 1-2-20 厚薄规及其使用方法

## 5. 千分尺

千分尺也称螺旋测微器，是利用螺纹节距来测量长度的精密测量仪器，常用于测量加工精度要求较高的零部件。汽车维修工作中一般使用可以测至1/100mm的千分尺，其测量精度可达到0.01mm。如图1-2-21所示。



图 1-2-21 千分尺

## 6. 游标卡尺

游标卡尺是由一个钢制主刻度尺和一个钢制游动刻度卡尺构成的精密测量仪器，能够正确且简单地进行长度、外径、内径及深度的测量。在汽车维修工作中，0.02mm精度的游标卡尺使用最多。如图1-2-22所示。

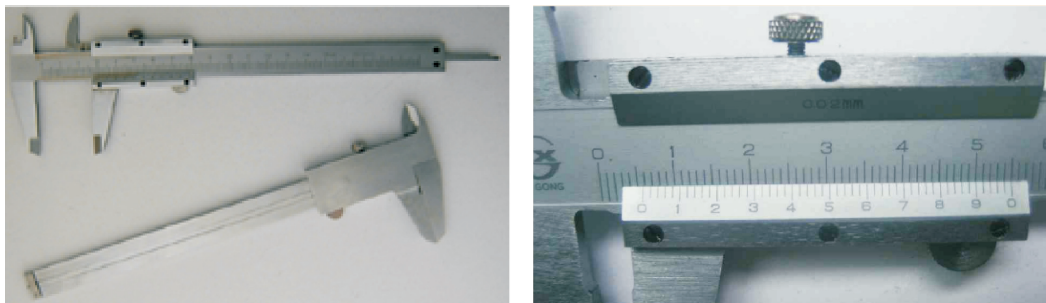


图 1-2-22 游标卡尺

## 三、发动机维修专用工量具

### 1. 量缸表

量缸表又称内径量表或内径百分表，是利用百分表制成的测量仪器，也是用于测量孔径的比较性测量工具。在汽车维修中，量缸表通常用于测量气缸的磨损量及内径。如图1-2-23所示。



图 1-2-23 量缸表

在使用量缸表前，应先使用游标卡尺测量缸径后获得基本尺寸，利用这些长度作为选择合适杆件的参考。量缸表需要经过装配才能使用。首先根据所测缸径的基本尺寸选用合适的替换杆件和调整垫圈，使量杆长度比缸径大0.5~1.0mm。将百分表插入表杆上部，并使其小指针对准零位后锁紧。将外径千分尺调至所测缸径尺寸，并将千分尺固定在专用固定夹上，对量缸表进行校零。在千分尺上调整量缸表替换杆件端长度，使百分比小指针指示为1.0~1.5mm，且当大表针顺时针转动到最大值时，旋转百分表表盘使表盘上的零刻度线与其对齐。

### 小知识：

### 百分表

百分表利用指针和刻度将心轴移动量放大来表示测量尺寸，主要用于测量工件的尺寸误差以及配合间隙。百分表表盘刻度分为100格，当量头每移动0.01mm时，大指针偏转1格；当量头每移动1.0mm时，大指针偏转1周。

### 2. 活塞环钳

活塞环装卸钳主要用于从活塞环槽中取出或装入活塞环。活塞环镶嵌在活塞环槽内，如果想取出或装入，必须克服活塞环的弹力，使活塞环内径要大于活塞直径，才能正常取出。如图1-2-24所示。



图 1-2-24 活塞环装卸钳

### 想一想：

测量发动机的气缸内径，除了用量缸表之外，用游标卡尺可以吗？

## 四、发动机故障诊断仪

### 1. 万用表

常见的万用表有指针式和数字式两种，主要用于电流、电压、电阻以及导线的通断性、电子元件的检测等。如图1-2-25所示。

数字式万用表工作可靠，其最大的优点是可以直接显示测量数据，而指针式万用表的读数则不能直接显示，需要根据量程及指针摆度进行计算。

### 2. 解码器

解码器是能与汽车电脑直接进行信息交流的故障诊断仪，一般分为通用解码器和专用解码器。通用解码器通用性强，能诊断不同车型，价格相对低，但功能相对简单，主要是清除故障码和读取数据流。专用解码器只能诊断本公司生产的汽车，价格高，但功能强大，提供各种交流诊断功能。如图1-2-26所示。



图 1-2-25 万用表



图 1-2-26 解码器

## 任务实施

### 发动机维修常用工具和量具的使用

#### 一、器材与设备

常用工具和量具、一台已拆解的发动机

#### 二、注意事项

1. 根据尺寸和位置选择相应的工具。
2. 使用工具时用力要恰当，姿势要正确。
3. 使用后应立即清洗工具并定期保养。

#### 三、操作步骤

1. 寻找不同部位、不同规格的联接螺母、螺栓、螺钉。
2. 选择合适的套筒和旋具的组合、扳手、螺丝刀等，反复练习拆装螺纹联接件。
3. 用百分表、千分尺、游标卡尺等量具测量事先准备的活塞、凸轮轴、曲轴等部件。
4. 操作完毕后将设备、工具等复位。

## 知识拓展

### 汽车维修安全操作规程

1. 车辆修理、保养前，应先进行车辆外部清洗。在工程师、技师的指导下，了解并查明需要处理的机电故障，并落实修理工作配备件。小修项目草拟工作计划，大修项目拟定工作进程方案。

2. 车辆修理作业前，应视情况用举升设备将车辆稳固架牢，不准在各支承点垫放砖块等易碎、易滑物件，严禁车辆同时一边架空，对各着地车轮塞好三角木，防止车轮滑动，杜绝垮塌事故。
3. 拆装发动机、底盘总成时，应仔细检查起重设备性能，确认完好方能使用。
4. 放泄废油时，应用容器接放，不准随地流淌。
5. 不准用手擦拭正在运转的机件。
6. 拆装总成部件时，应按规定使用工具，不准凑合行事。
7. 使用电动设备时，必须遵守安全操作规程，并预先检查其技术状况，确认良好方可使用。
8. 作业完毕，应及时打扫卫生，做到场地清洁干净。
9. 严禁无证开车，无证修理人员一律不准开动车辆，试车时按规定执行。
10. 各种专用设备，未经保管人员和技术人员同意，不准私自动用。
11. 做好车辆检修情况记录及归档工作。
12. 发动机运转时，除必要的检试工作外，禁止进行修理作业。
13. 需要升起车厢进行修理时，车厢要用结实木头或铁管、铁杆等支撑好，同时各车轮都要用三角木等塞住，以防止车子滑动和车厢落下发生意外事故。

### 项目小结

1. 汽油机通常包括曲柄连杆机构、配气机构、燃油供给系统、冷却系统、润滑系统、点火系统、进排气系统、起动系统等，柴油机无点火系统。
2. 曲柄连杆机构由机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组等组成。
3. 配气机构的功能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，并使废气从气缸内排出，实现换气过程。配气机构一般由气门组、气门传动组和气门驱动组组成。
4. 燃油供给系统的功能是根据发动机工况的需求，定时定量供应合适的燃油进入发动机气缸。
5. 水冷发动机的冷却系统通常由冷却水套、水泵、风扇、水箱、节温器等组成。
6. 润滑系统通常由油底壳、润滑油道、机油泵和机油滤清器等组成。
7. 电子点火系统由点火开关、点火信号发生器、点火线圈、火花塞等组成。
8. 进气系统通常由空气滤清器、空气流量计、进气总管、进气歧管等部件组成。排气系统一般由排气歧管、排气管、排气净化装置、排气消声器和排气尾管等组成。
9. 起动系主要由蓄电池、起动机、起动继电器、点火开关、单向离合器等组成。
10. 上止点：活塞顶部离曲轴中心最远处，即活塞最远位置。下止点：活塞顶部离曲轴中心最近处，即活塞最近位置。
11. 活塞冲程即气缸上、下止点间的距离，一般用 $s$ 表示。
12. 活塞从上止点到下止点所扫过的容积称为气缸工作容积；多缸发动机各气缸工作容积

的总和，称为发动机排量。

13. 四冲程发动机的运转按进气冲程、压缩冲程、做功冲程和排气冲程的顺序不断循环往复。
14. 发动机的主要性能指标包括动力性指标、经济性指标和运转性能指标等。
15. 汽车检修通用工具主要有套筒及其配套工具等，量具及诊断装置主要有千分尺、百分表、游标卡尺、万用表、解码器等。

## 项目测试

### 一、判断题

1. 六缸四冲程的发火间隔角为 $180^\circ$ 。 ( )
2. 柴油机也可以采用火花塞点火方式进行工作。 ( )
3. 发动机排量就是气缸工作容积。 ( )
4. 有效功率是发动机通过飞轮对外输出的功率。 ( )
5. 起动系统的作用是将静止的发动机起动并转入自行运转。 ( )
6. 柴油与汽油有较大的差别，柴油粘度大，不易蒸发，自燃温度高。 ( )
7. 四冲程是指每一个工作循环包括进气、压缩、做功和排气四个冲程。 ( )
8. 汽车几乎都是采用六缸发动机。 ( )
9. 发动机的两大机构指的是曲柄连杆机构和配气机构。 ( )
10. 燃烧室容积是指活塞到达下止点时，活塞顶上部的容积。 ( )

### 二、选择题（单、多选）

1. 曲柄连杆机构由（ ）等组成。
 

A. 机体组	B. 活塞连杆组	C. 喷油系统	D. 曲轴飞轮组
--------	----------	---------	----------
2. 压缩比是指气缸\_\_\_\_\_容积与\_\_\_\_\_容积的比值。（ ）
 

A. 工作、燃烧室	B. 总、燃烧室	C. 总、工作	D. 燃烧室、工作
-----------	----------	---------	-----------
3. 上止点是指活塞离曲轴回转中心（ ）处。
 

A. 最近	B. 最远	C. 最高	D. 最低
-------	-------	-------	-------
4. 一般汽油机的压缩比为（ ）。
 

A. 7~11	B. 15~20	C. 16~22	D. 20以上
---------	----------	----------	---------
5. 四冲程柴油机在进气冲程时进入气缸的是（ ）。
 

A. 纯空气	B. 氧气	C. 可燃混合气	D. 纯燃料
--------	-------	----------	--------
6. 四冲程发动机在进行压缩冲程时进气门\_\_\_\_\_, 排气门\_\_\_\_\_。（ ）
 

A. 开、开	B. 开、关	C. 关、开	D. 关、关
--------	--------	--------	--------
7. 在汽车维修中，（ ）通常用于测量气缸的内径。
 

A. 钢直尺	B. 游标卡尺	C. 千分尺	D. 量缸表
--------	---------	--------	--------
8. 气缸工作容积是指（ ）的容积。
 

A. 活塞运行到下止点活塞上方	B. 活塞运行到上止点活塞上方
-----------------	-----------------

C. 活塞上止点、下止点之间

9. 下列系统中，与柴油机相比，哪一个是汽油机特有的？（ ）

A. 起动系统          B. 点火系统          C. 润滑系统          D. 冷却系统

10. 在拧松螺栓的作业中，应首选（ ）。

A. 开口扳手          B. 梅花扳手          C. 套筒扳手          D. 活动扳手

### 三、简答题

1. 简述四冲程发动机的工作原理。
2. 简述发动机的主要性能指标。
3. 简述曲柄连杆机构的作用及其组成。