



职业技术学院汽车维修专业职业功能模块教材

汽车发动机（机械部分） 构造与维修



ZHIYE JISHU YUANXIAO QICHE WEIXIU ZHUANYE ZHIYE
GONGNENG MOKUAI JIAOCAI



中国劳动社会保障出版社

职业技术学院汽车维修专业职业功能模块教材

汽车发动机(机械部分) 构造与维修

江苏省盐城技师学院组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车发动机 (机械部分) 构造与维修/盐城技师学院组织编写. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2012

职业技术院校汽车维修专业职业功能模块教材

ISBN 978 - 7 - 5045 - 9898 - 1

I. ①汽… II. ①盐… III. ①汽车 - 发动机 - 机械系统 - 构造 - 高等职业教育 - 教材 ②汽车 - 发动机 - 机械系统 - 车辆修理 - 高等职业教育 - 教材 IV. ①U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 245460 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

中国铁道出版社印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 16.75 印张 383 千字

2012 年 10 月第 1 版 2012 年 10 月第 1 次印刷

定价: 37.00 元

读者服务部电话: 010 - 64929211/64921644/84643933

发行部电话: 010 - 64961894

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010 - 64954652

如有印装差错, 请与本社联系调换: 010 - 80497374

职业技术学院汽车维修专业职业功能模块教材

编写委员会

主任委员：吕成鹰

副主任委员：解子胜

委员：朱 军

王骁勇

华广勇

刘进峰

技术指导：朱 军

李成飞

王一民

施 卫

张荣全

王建林

孙海甲

尤明福

刘 锋

吴卫东

陈 斌

裘玉平

吴 猛

王加和

前 言

为了进一步提高汽车维修专业高技能人才培养质量，我们以国家职业标准为依据，以职业能力为核心，以职业活动为导向，以项目任务为载体，以培养具备较高的职业能力、职业素养和社会能力的高技能人才为目标，组织编写了本套职业技术学院汽车维修专业职业功能模块教材。教材中每个学习项目包括项目引入、项目要求、项目内容、项目实施等环节，内容设计由浅入深、循序渐进，充分体现“做中学”“学中做”的职业教学特色。

在教材的编写过程中，我们力求做到以下几点：

一是突破传统的编写模式。为满足企业对高技能人才的需求，教材突破了传统的“理论知识 + 技能训练”的编写模式，以企业工作岗位的典型工作任务为主线，以岗位工作项目为内容，采用任务驱动的方式，有机融合理论知识和技能操作，实现工学一体的编写模式。

二是构建科学的教材体系。本套教材包含 14 个职业功能模块，模块设计紧贴企业岗位的工作实际，改变了传统的以“构造原理 - 检测维修 - 故障诊断”为主线形成的教材体系。在构建职业功能模块的过程中，我们通过工作任务与职业能力分析，参照汽车维修相关职业标准，将工作项目转化为教学项目，并整合产生可以满足学生综合职业能力培养的职业功能模块。同时，通过教学内容的组合可满足中级和高级等不同层次学生的培养。

三是创新教材的呈现形式。为了提高教材的可读性，我们制作和拍摄了大量高质量的图片，采用以图代文的“连环画”式的表现方法，避免了大段文字的罗列，符合学生的阅读习惯，从而激发学生的学习兴趣，引导学生自主学习。

在整套教材的编写过程中，我们得到了东风悦达起亚汽车有限公司及其 4S 店的专家、技术人员的大力支持。特别感谢解子胜、孙海甲、陈斌、华广勇、吴猛、徐朝勇和刘飞的热心指导，他们从行业、企业技术发展以及人才需求等方面审视教材的教学目标

和教学内容，并提供鲜活的案例，将企业典型生产项目、培训项目和服务流程转化为教材的教学项目。本套教材的编写还得到了全国众多职教专家、课程专家的参与和指导。特别感谢职教专家朱军、王一民、王骁勇、施卫、尤明福和裘玉平，课程专家刘进峰、王建林、吴卫东和王加和为教材编写提出的宝贵意见。恳请广大读者在使用教材的过程中提出改进建议。

江苏省盐城技师学院
2012 年 10 月

■ 内 容 简 介

本书以东风悦达起亚赛拉图轿车为主要车型，主要内容包括：发动机总成的认知及附件拆装，发动机配气机构的认知及拆装，发动机曲柄连杆机构的认知及拆装，润滑系、冷却系的认知及拆装，发动机装配调试等。

本书可供职业院校汽车维修、汽车检测与维修、汽车运用工程、现代汽车技术等专业使用，也可供职工大学、成人教育学校和自学使用。

本书由刘锋主编，杭晓林、张弛副主编，吴会成、董志明、王慧、王力、蒋华健参加编写，王骁勇主审。

目 录

项目一 发动机总成的认知及附件拆装/1

- 任务1 发动机总成的认知 2
- 任务2 发动机总成的拆装 14
- 任务3 发动机外围部件的拆装 27

项目二 发动机配气机构的认知及拆装/56

- 任务1 发动机配气机构的认知 57
- 任务2 配气机构的拆装 63
- 任务3 配气机构的检测 101

项目三 发动机曲柄连杆机构的认知及拆装/120

- 任务1 曲柄连杆机构的认知 121
- 任务2 曲柄连杆机构的拆装 134
- 任务3 曲柄连杆机构的检测 166

项目四 润滑系、冷却系的认知及拆装/188

- 任务1 润滑系、冷却系的认知 189
- 任务2 润滑系、冷却系的拆装 196

项目五 发动机装配调试/212

- 任务1 零件的清洗 213
- 任务2 发动机装配 223
- 任务3 发动机调试 251

项目一 发动机总成的认知及附件拆装



项目引入

有人把引擎称为发动机，其实，发动机是一整套动力输出设备，包括变速齿轮、引擎和传动轴等，可见引擎只是整个发动机的一个部分，但却是整个发动机的核心部分，因此把引擎称为发动机也不为过。随着科技的进步，人们不断地研制出不同用途、多种类型的发动机，但是，不管哪种发动机，它的基本任务都是以某种燃料燃烧来产生动力。

本项目将从发动机的构造入手，主要讲解发动机的结构、外围部件的组成及拆装方法。在完成的同时，应能熟练使用常用与专用工具，为深入学习后续内容打下基础。



项目要求

1. 能够熟练地掌握发动机的结构和工作原理。
2. 能熟练地拆装发动机外围部件。
3. 能熟练地掌握发动机的类型与基本术语。
4. 了解国产内燃机的编号规则。
5. 熟悉发动机各零部件的安装位置及相互连接关系。
6. 具有制订工作计划和实施的能力。
7. 具有独立工作的能力。
8. 具有协调合作的能力。



项目内容

1. 发动机总成的认知
2. 发动机总成的拆装
3. 发动机外围部件的拆装



项目实施

发动机总成的认知及附件拆装是汽车维修人员必须掌握的基础之一，也是进行发动机大修的前提。本项目具体分三个工作任务来实施。

任务1 发动机总成的认知

任务目标

1. 认识发动机的作用、类型和组成。
2. 全面了解和掌握发动机的结构与工作原理。
3. 熟悉发动机的常用术语。
4. 了解国产内燃机的编号规则。
5. 了解发动机在汽车上的安装位置。



任务引入与分析

汽车发动机是汽车的动力源泉，为整个汽车提供动力。一般来说，除个别型号的汽车外，发动机通常安装在车头箱中。

汽车出现故障时，很多时候是由发动机故障引起的，这就需要对发动机进行检修。检修时，需对发动机部件进行拆装，这就要求维修人员了解发动机的组成，以及各部件的主要作用，分析判断故障存在的点，从而排除故障。

如图 1-1-1 所示为发动机总成。



任务实施与评价

任务准备

知识准备

汽车发动机的机械部分在使用过程中会因自然磨损而逐渐出现故障，因而必须对发动机实施定期与不定期的维护与修理。检修时，要对发动机进行拆装，这就要求维修人员了解发动机的组成部分，以及各部分的作用，必须了解发动机每个系统及这些系统间的相互关系，进而判断和分析故障的存在点，从而排除故障。

一、发动机的作用

发动机是汽车的动力装置，是汽车的动力源，是汽车的心脏。发动机是将某种形式的能量转化为机械能的机器。目前的传统发动机都是将燃料的化学能转变为热能，



图 1-1-1 发动机总成

产生的热能通过活塞的往复直线运动直接转变为机械能，并通过底盘的传动系和行驶系产生驱动力，从而驱动汽车行驶。

二、发动机的分类

内燃机根据其将热能转变为机械能的主要构件的形式，可分为活塞式内燃机和燃气轮机两大类。前者又可按活塞运动方式分为往复活塞式内燃机和旋转活塞式内燃机两种。往复活塞式内燃机在汽车上应用最为广泛，也是本项目的学习重点。

内燃机具有热效率高、结构紧凑、体积小、质量轻和容易起动的优点，因而广泛用作汽车动力装置。汽车发动机（主要指车用往复活塞式内燃机）的分类方法很多，按照不同的分类方法可以把汽车发动机分成不同的类型。

1. 根据所用燃料不同可分为汽油机和柴油机

内燃机按照所使用燃料的不同可分为汽油机和柴油机（图 1-1-2）。汽油和柴油都是石油制品，是汽车发动机的传统燃料。使用汽油为燃料的内燃机称为汽油机，使用柴油为燃料的内燃机称为柴油机。汽油机在工作时，汽油与空气混合形成的可燃混合气输入到气缸内被压缩，火花塞产生的高压电火花使被压缩的可燃混合气燃烧而做功，所以汽油机也称为点燃式发动机。柴油机在工作时，由于气缸的高温高压空气（高于柴油的自燃点）使喷入的雾状柴油自燃，所以柴油机也称为压燃式发动机。汽油机与柴油机比较各有特点：汽油机转速高，质量小，噪声小，起动容易，制造成本低；柴油机压缩比大，热效率高，经济性能和排放性能都比汽油机好。

2. 根据一个工作循环内活塞的行程数不同分类

内燃机根据完成一个工作循环所需的行程数可分为四冲程发动机和二冲程发动

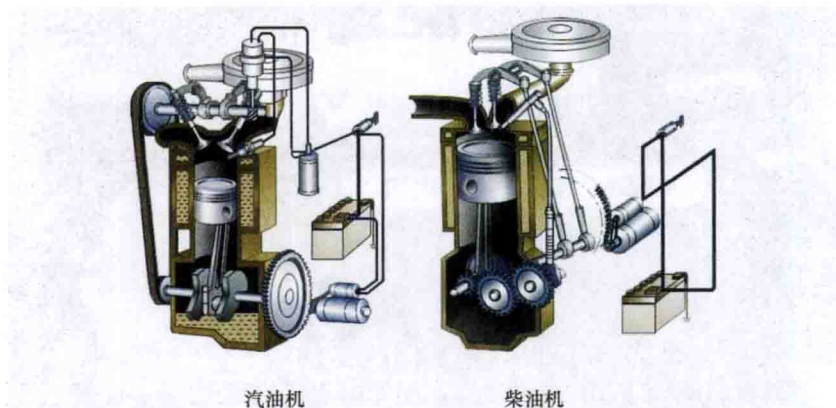


图 1-1-2 根据不同燃料分类

机。曲轴转两圈（ 720° ），活塞在气缸内上下往复运动四个行程，完成一个工作循环的发动机称为四冲程发动机；而把曲轴转一圈（ 360° ），活塞在气缸内上下往复运动两个行程，完成一个工作循环的发动机称为二冲程发动机。汽车发动机广泛使用四冲程发动机，二冲程发动机在汽车上的应用很少。

3. 根据冷却方式的不同分类

内燃机按照冷却方式的不同可分为水冷式发动机和风冷式发动机（图 1-1-3）。水冷式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；而风冷式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。水冷式发动机冷却均匀、工作可靠、冷却效果好，现代汽车发动机中绝大多数采用水冷式发动机。

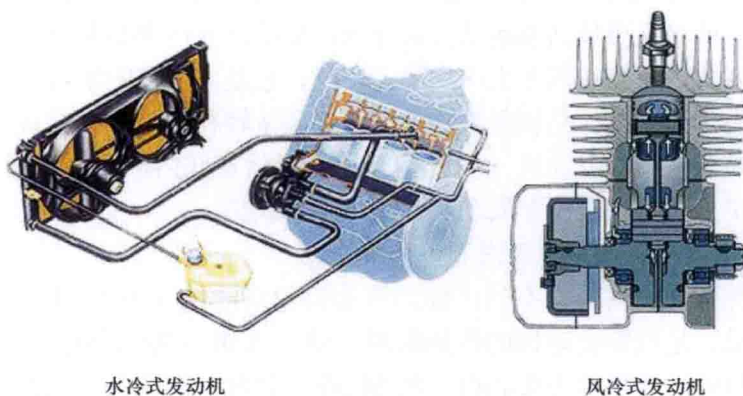
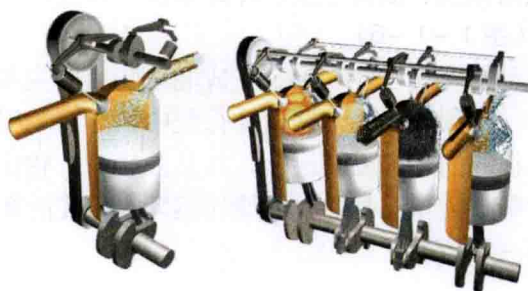


图 1-1-3 根据冷却方式分类

4. 根据气缸数目不同分类

内燃机按照气缸数目的不同可分为单缸发动机和多缸发动机（图 1-1-4）。仅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、四缸、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。



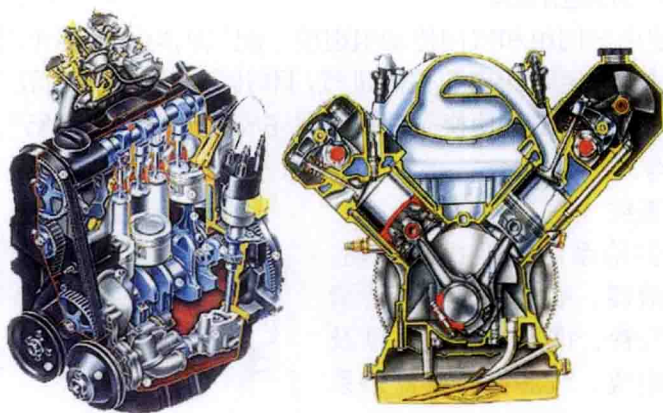
单缸发动机

多缸发动机

图 1-1-4 根据气缸数目分类

5. 根据气缸排列方式不同分类

在多缸发动机中, 气缸的排列形式决定了发动机的外形尺寸和结构特点, 并影响汽车的总体布置情况。内燃机按照气缸排列方式的不同可分为单列式和双列式 (图 1-1-5)。单列式发动机的各个气缸排成一行, 一般是垂直布置的。但为了降低高度, 有时也把气缸布置成倾斜的; 双列式发动机把气缸排成两列, 两列之间的夹角 $< 180^\circ$ (一般为 90°), 称为 V 形发动机, 一般多用于六缸或六缸以上的发动机; 若两列之间的夹角 $= 180^\circ$, 称为水平对置式发动机。



单列式 (直列式)

双列式 (V形)

图 1-1-5 根据气缸排列方式分类

三、发动机的基本构造

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, 无论是四冲程发动机还是二冲程发动机, 无论是单缸发动机还是多缸发动机, 要完成能量转换, 实现工作循环, 保证长时间连续正常工作, 都必须具备一些机构和系统。

发动机的结构形式很多, 即使是同一类型的发动机, 其具体构造也是不一样的, 但就其总体而言, 汽车发动机基本是由两大机构和五大系统组成的, 即由曲柄连杆机

构、配气机构和燃料供给系统、润滑系统、冷却系统、点火系统和起动系统组成。

1. 曲柄连杆机构（图 1-1-6）

曲柄连杆机构是发动机实现工作循环、完成能量转换的主要运动零件。它由机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组等组成。在做功行程中，活塞承受燃气压力在气缸内作直线运动，通过连杆转换成曲轴的旋转运动，并从曲轴对外输出动力。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直线运动。

2. 配气机构（图 1-1-7）

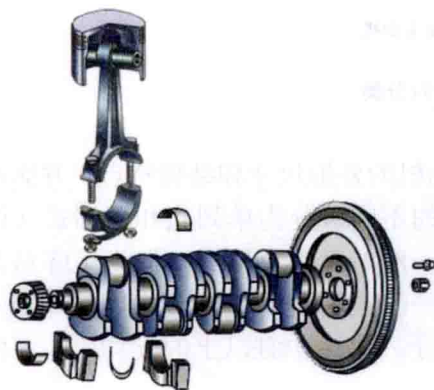


图 1-1-6 曲柄连杆机构

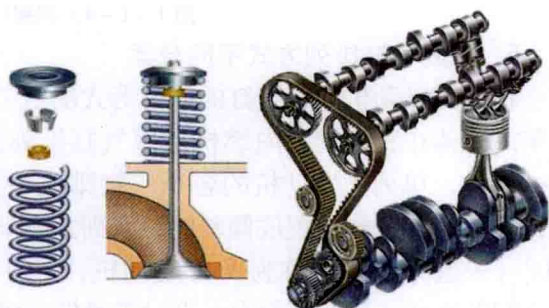


图 1-1-7 配气机构

配气机构主要由气门组和气门传动组组成。配气机构的主要作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，并及时使废气从气缸内排出，使换气过程顺利完成。现代汽车的配气机构大多采用顶置气门式配气机构。

3. 燃料供给系统（图 1-1-8）

汽油机燃料供给系统主要由汽油箱、汽油泵、汽油滤清器、喷油器、空气滤清器、进气管、排气管、排气消声器，以及一系列传感器等组成。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混合气，输入气缸，并将燃烧后的废气从气缸内排到大气中去；柴油机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。

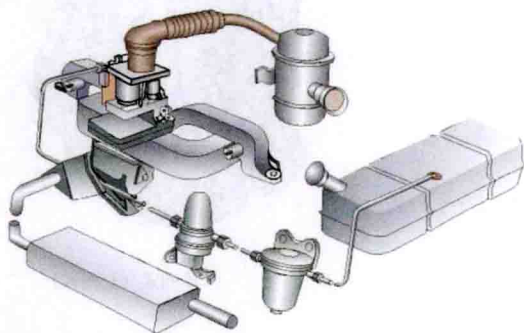


图 1-1-8 燃料供给系统

4. 润滑系统（图 1-1-9）

润滑系统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，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。润滑系统通常由润滑油道、机油泵、集滤器、机油滤清器和一些阀门等组成。

5. 冷却系统 (图 1-1-10)

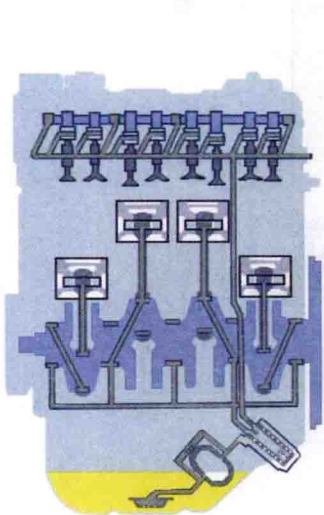


图 1-1-9 润滑系统

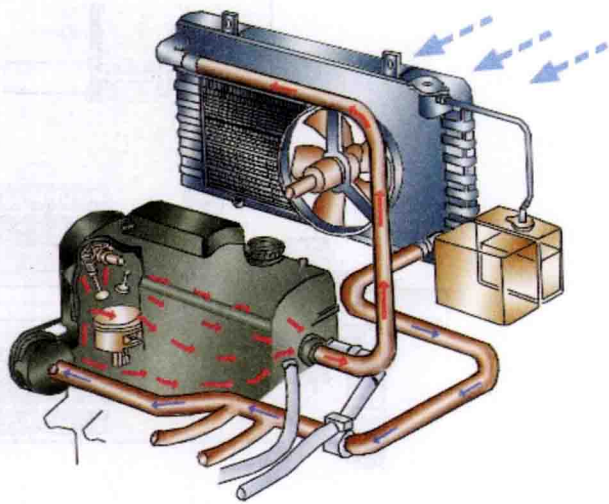


图 1-1-10 冷却系统

冷却系统的功用是将受热部件吸收的部分热量及时散发出去，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统通常由冷却水套、水泵、风扇、散热器、水箱、分水管、节温器等组成。

6. 点火系统 (图 1-1-11)

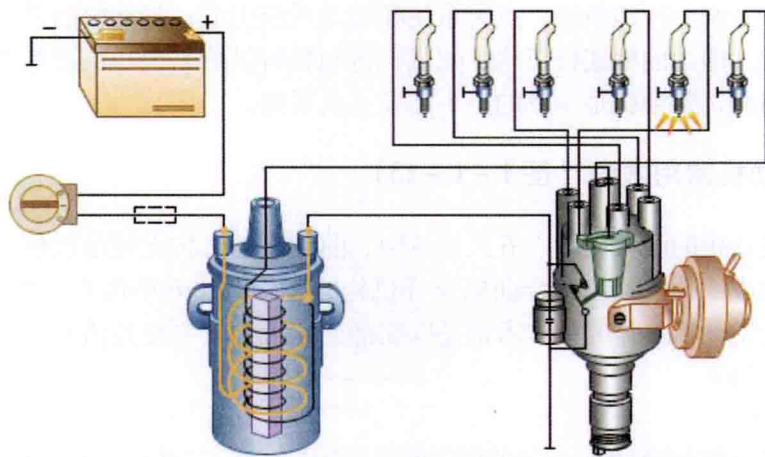


图 1-1-11 点火系统

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内。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。它的作用是保证按规定时刻及时点燃气缸中被压缩的可燃混合气。点火系通常由蓄电池、发电机、发动机控制单元 (ECU)、带点火控制器的点火线圈、高压线和火花塞等组成。

7. 起动系统 (图 1-1-12)

要使发动机由静止状态过渡到工作状态，必须先用外力转动发动机的曲轴，使活

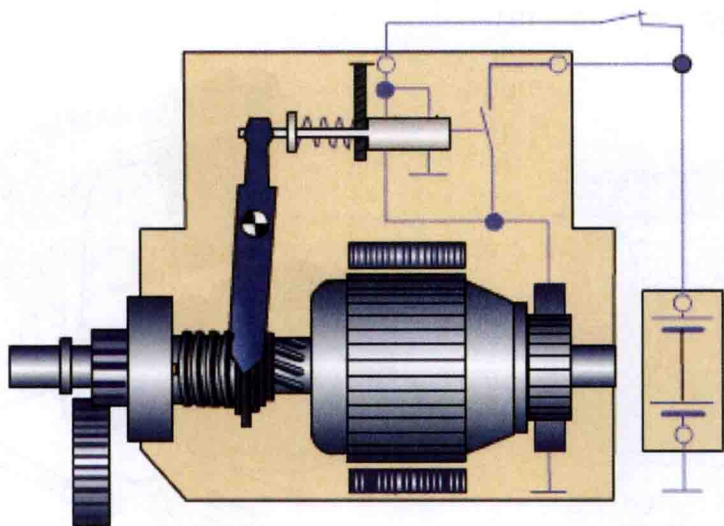


图 1-1-12 起动系统

塞作往复运动，完成进气、压缩行程，使气缸内的可燃混合气燃烧膨胀做功，推动活塞向下运动使曲轴旋转。这样发动机才能自行运转，工作循环才能自动进行。因此，曲轴在外力作用下开始转动到发动机开始自动地怠速运转的全过程，称为发动机的起动。完成起动过程所需的装置，称为发动机的起动系统。

汽油机由以上两大机构和五大系统组成，即由曲柄连杆机构、配气机构和燃料供给系统、润滑系统、冷却系统、点火系统和起动系统组成；柴油机由以上两大机构和四大系统组成，即由曲柄连杆机构、配气机构和燃料供给系统、润滑系统、冷却系统和起动系统组成，柴油机是压燃的，不需要点火系统。

四、发动机常用术语（图 1-1-13）

在组成发动机的两大机构、五大系统中，曲柄连杆机构无疑是最核心的机构。发动机的其他组成部分都是在配合曲柄连杆机构的工作，起着协助它正常运转的作用。因此用以描述发动机工作的基本术语是以曲柄连杆机构（主要是活塞）在工作时的相应位置来表达的。

1. 上止点

活塞顶部离曲轴旋转中心最远的位置称为上止点，通常指活塞在气缸中的最高位置。

2. 下止点

活塞顶部离曲轴旋转中心最近的位置称为下止点，通常指活塞在气缸中的最低位置。

3. 活塞行程 S (mm)

上、下止点之间的距离称为活塞行程，即活塞由一个止点移动到另一个止点的运动距离，称为一个行程。

4. 气缸工作容积 V_h (L)

活塞从一个止点到另一个止点（一个行程）所扫过的容积称为气缸工作容积，也叫气缸排量。

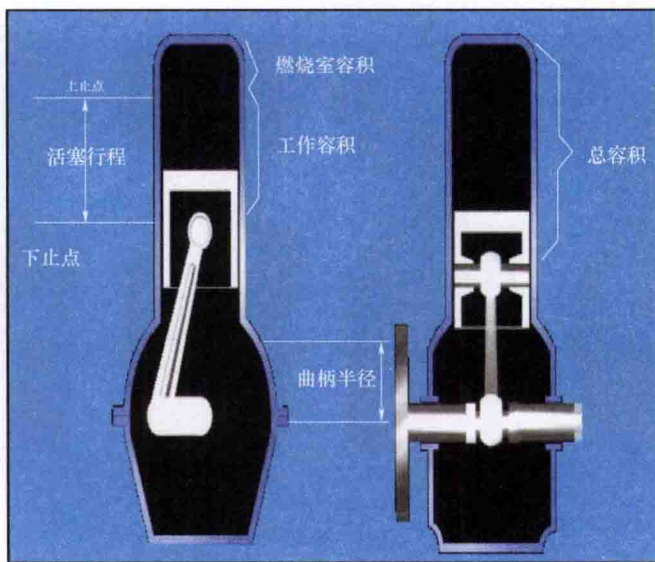


图 1-1-13 发动机常用术语

发动机排量 V_l (L): 多缸发动机中, 各气缸工作容积之和称为发动机排量, $V_l = V_h i$ (i 为气缸数目)。

发动机排量是最重要的结构参数, 它决定了发动机的动力性。

5. 燃烧室容积 V_c (L)

活塞在上止点时, 活塞顶面上方与气缸盖底面之间的容积称为燃烧室容积, 用 V_c 表示, 单位为 L。

6. 气缸总容积 V_a (L)

活塞在下止点时, 活塞顶面上方与气缸盖底面之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 $V_a = V_h + V_c$ 。

7. 压缩比 ϵ

气缸总容积与燃烧室容积的比值称为压缩比。通常汽油机压缩比在 6 ~ 10 之间, 柴油机的压缩比在 16 ~ 22 之间。

五、发动机工作原理 (图 1-1-14)

发动机的工作原理是将燃料燃烧的热能转化为机械能, 四冲程发动机是指活塞在气缸内往复四个行程完成一个工作循环的发动机, 每个工作循环中的四个行程分别为进气行程、压缩行程、做功行程和排气行程。即活塞上下往复运动四次, 发动机的曲轴旋转两周, 实现一次能量转换。

与汽油机相比, 柴油机的混合气是在气缸内部形成的, 可燃混合气是在混合过程中, 利用炽热的空气加热而自行燃烧的, 因此不需要火花塞点火, 也就没有点火系。

六、发动机的型号

1. 国产发动机型号的意义 (图 1-1-15)