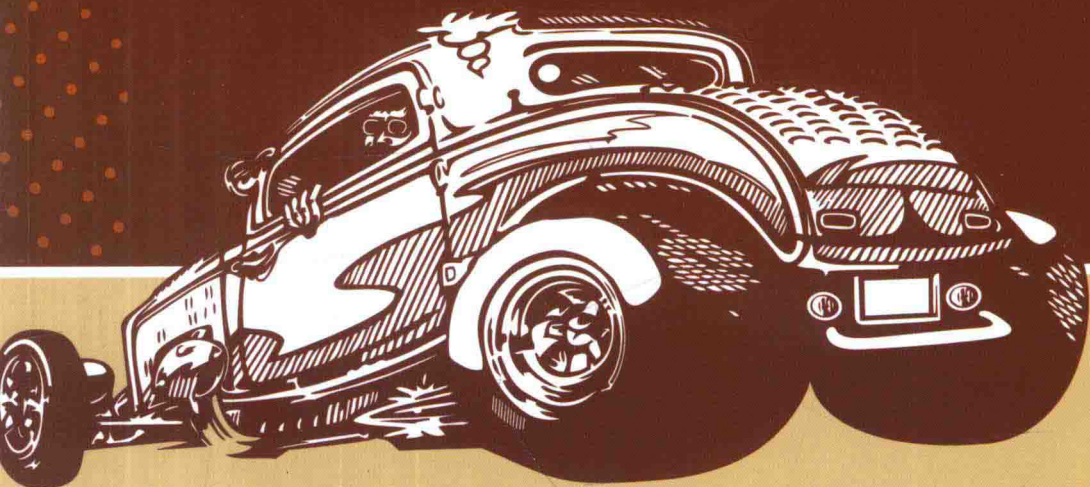


VEHICLE



汽车类（图解版）职业教育精品规划教材

汽车发动机构造与拆装

董顺志 主编

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

汽车发动机构造与拆装

主 编 董顺志

副主编 江东昀

内 容 简 介

本书根据汽车类专业教学标准及从事汽车职业的在岗人员对基础知识、基本技能和基本素质的需求,结合汽车专业人才培养的目的,重点介绍汽车发动机总体认识及发动机拆装前的准备,曲柄连杆机构的构造与拆装,配气机构的构造与拆装,冷却系统的构造与拆装,润滑系统的构造与拆装,燃油供给系统的构造与拆装、进排气系统的构造与拆装。

全书讲解清晰、简练,配有大量的图片,明了直观。本书按照汽车维修作业项目的实际工艺过程,结合目前职业院校流行的模块化教学的实际需求,理论联系实际,重视理论,突出实操。

本书适合作为职业院校汽车专业教材,也可作为汽车售后服务站专业技术人员的培训教材。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机构造与拆装 / 董顺志主编. — 北京: 北京理工大学出版社, 2016.8

ISBN 978-7-5682-2653-0

I. ①汽… II. ①董… III. ①汽车-发动机-构造-教材 ②汽车-发动机-装配(机械)-教材 IV. ①U464

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 171959 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京佳创奇点彩色印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 10.75

字 数 / 245 千字

版 次 / 2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

定 价 / 31.00 元

责任编辑 / 封 雪

文案编辑 / 封 雪

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

前言

截至2015年6月,我国汽车保有量已经突破了1.63亿辆。在这种形势下,汽车维修、售后服务以及汽车销售人才所存在的缺口问题越来越严重。特别是建立在先进传感技术基础上的故障诊断系统在各种汽车上大量应用之后,各种现代化检测诊断仪器和维修技术也应运而生,现代汽车已发展成为机电一体化的高科技载体。这给汽车维修业带来了极大的机遇和挑战,同时也对汽车维修人员的技术水平提出了更高、更新的要求。

同时,为了解决学生学不懂、学习兴趣不浓、教材内容枯燥乏味,老师不好教等问题,北京理工大学出版社特邀请一批知名行业专家、学者以及一线骨干老师结合新的专业教学标准,规划出版了该套图解版汽车职业教育系列教材。

本系列教材坚持如下定位:

- ◇ 以就业为导向,培养学生的实际运用能力,以达到学以致用为目的;
- ◇ 以科学性、实用性、通用性为原则,以使教材符合职业教育汽车类课程体系设置;
- ◇ 以提高学生综合素质为基础,充分考虑对学生个人能力的提高;
- ◇ 以内容为核心,注重形式的灵活性,以便于学生接受。

本系列坚持理论知识图解化的基本理念,教材配有大量的插图、表格和立体化教学资源,介绍了大量的故障诊断、维修服务和营销案例。

- ◇ 在内容上强调面向应用、任务驱动、精选案例、严控质量;
- ◇ 在风格上力求文字简练、脉络清晰、图表明快、版式新颖;
- ◇ 在理论阐述上,遵循“必需”、“够用”的原则,在保证知识体系相对完整的同时,做到知识讲解实用、简洁和生动。

汽车发动机结构虽然复杂、类型繁多,但目前各国生产的商业化汽车,除了部分新能源汽车外,仍然是主要以活塞式内燃机为动力的传统结构,各个组成系统或者部件的结构形式虽然不同,但功能要求相同。本书通过对典型汽车发动机的实例进行结构和原理的分析阐述,然后再介绍一些特殊的结构和功能特点,从而使读者在较为深入地掌握汽车发动机结构一般规律的基础上,能够举一反三、触类旁通。

本书共分为7个课题。包括汽车发动机总体认识及发动机拆装前的准备、曲柄连杆机构构造与拆装、配气机构构造与拆装、冷却系统的构造与拆装、润滑系统的构造与拆装、燃油供给系统的构造与拆装、进排气系统的构造与拆装。

本书图文并茂、通俗易懂，适合作为职业院校汽车专业教材，也可作为汽车售后服务站专业技术人员的培训教材。

由于作者水平有限，书中可能会有疏漏和不妥之处，欢迎读者批评指正。

编 者

目录

● 课题一	发动机总体认识及发动机拆装前的准备	1
任务一	发动机总体认识	1
任务二	安全防护与拆装工具的认识	16
● 课题二	曲柄连杆机构的构造与拆装	25
任务一	曲柄连杆机构的认识	26
任务二	曲柄连杆机构的拆装	45
● 课题三	配气机构的构造与拆装	63
任务一	配气机构的认识	63
任务二	配气机构的拆装	82
● 课题四	冷却系统的构造与拆装	99
任务一	冷却系统的认识	99
任务二	冷却系统的拆装	106
● 课题五	润滑系统的结构与拆装	114
任务一	润滑系统的认识	114
任务二	润滑系统的拆装	125
● 课题六	燃油供给系统的构造与拆装	134
任务一	燃油系统的认识	134
任务二	燃油系统的拆装	142
● 课题七	进、排气系统的构造与拆装	149
任务一	进、排气系统的认识	149
任务二	进、排气系统的拆装	157

课题一

发动机总体认识及发动机拆装前的准备

[学习任务]

1. 了解发动机拆装中各工具的名称和作用。
2. 熟悉安全防护知识。

[技能要求]

掌握各工具的使用方法和注意事项。

任务一 发动机总体认识

一、发动机的分类

1. 按使用燃料的不同

根据所用燃料种类,汽车发动机可以分为:液体燃料发动机,主要有汽油发动机(图1-1)、柴油发动机(图1-2)、醇类燃料发动机(图1-3);气体燃料发动机,主要有压缩天然气(CNG)发动机(图1-4)、液化石油气(LPG)发动机(图1-5)、液化天然气(LNG)发动机(图1-6);液-气双燃料发动机,如图1-7所示。



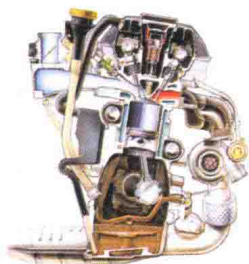
使用汽油为燃料的内燃机称为汽油机;汽油机转速高,质量小,噪声小,起动容易,制造成本低。

图 1-1 汽油发动机



使用柴油机为燃料的内燃机称为柴油机。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。

图 1-2 柴油发动机



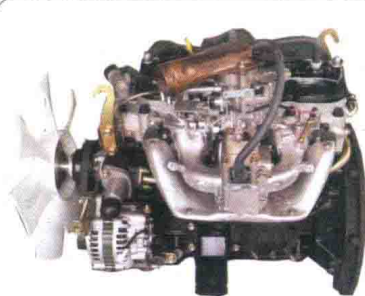
醇类燃料有甲醇和乙醇。醇燃料与汽油的理论空燃比混合气热值较接近，醇燃料的蒸发热高，有内冷及提高容积效率的作用。醇燃料相对汽油燃料的优点是燃烧迅速及时、燃烧温度较低、排温较低、辐射热、排气及冷却水的热损失少。

图 1-3 醇类燃料发动机



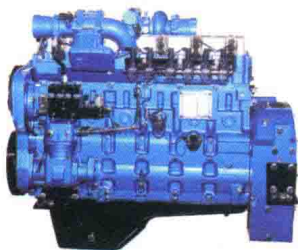
使用压缩天然气 (CNG) 燃料的内燃机称为 CNG 发动机，天然气主要成分为甲烷，燃烧后生成二氧化碳和水，是一种非常安全和环保的能源。

图 1-4 CNG 发动机



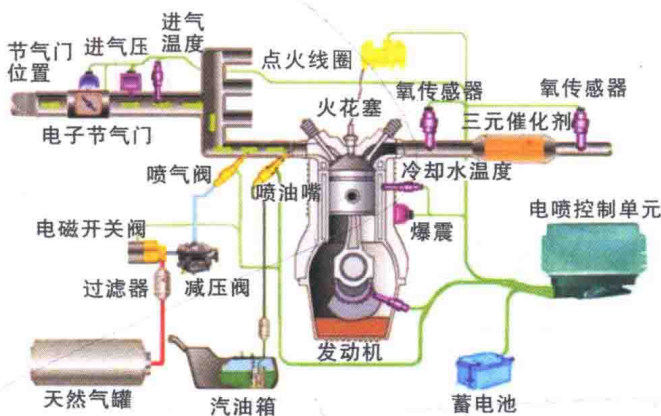
使用液化石油气 (LPG) 为燃料的内燃机为 LPG 发动机，液化石油气具有热值高、热效率高、燃烧充分、排气中一氧化碳、碳氢化合物和硫化物含量低等特点。

图 1-5 LPG 发动机



LNG 即液化天然气，是一种低温液态燃料，可常压存储运输，主要成分是甲烷，在 -165°C 时由气体变成液态，要在低温下保存，保存压力低，安全性比较好，但是保存设备需要耐低温。液化天然气汽车是继 CNG 汽车和 LPG 汽车之后于近年才开始发展起来的一种新型环保汽车，从本质上讲也是天然气汽车，但由于汽车携带的 LNG 比 CNG 具有更大的燃料密度、压力低、所需燃料箱自重轻，汽车一次充气的行驶里程较 CNG 远得多，LNG 又能像油品一样运输，同时具有 CNG 和 LPG 的优点，而克服了它们的缺点，因此具有更强的实用性。

图 1-6 LNG 发动机



可分别使用液、气两种燃料的内燃机为双燃料发动机，如氢/汽油发动机，LPG/汽油发动机，CNG/汽油发动机等。双燃料汽车目前主要是指汽油和压缩天然气 CNG 做燃料的汽车，但不能同时使用，要么用汽油，要么用压缩天然气。

图 1-7 液 - 气双燃料发动机

2. 按照行程分类

发动机按其在一个工作循环期间活塞往复运动的行程数进行分类。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发动机称作四行程发动机，如图 1-8 所示；而活塞往复两个行程便完成一个工作循环的则称作二行程发动机，如图 1-9 所示。

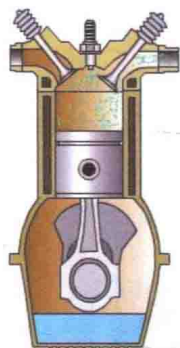


图 1-8 四行程发动机

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内燃机称为四行程内燃机, 汽车发动机广泛使用四行程内燃机。

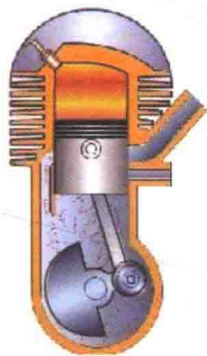


图 1-9 二行程发动机

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内燃机称为二行程内燃机。

3. 按照冷却方式分类

按发动机冷却方式的不同, 汽车发动机分为水冷式发动机和风冷式发动机。以水或冷却液为冷却介质的称作水冷式发动机, 如图 1-10 所示; 以空气为冷却介质的则称作风冷式发动机, 如图 1-11 所示。

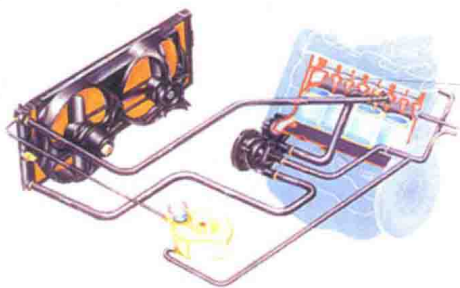


图 1-10 水冷式发动机

水冷发动机是利用在气缸体和气缸盖冷却水套中循环的冷却液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, 被广泛地应用于现代汽车。

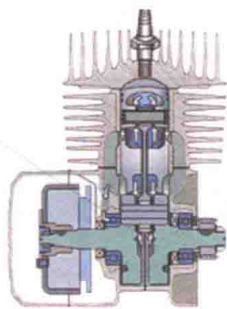


图 1-11 风冷式发动机

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。

4. 按照气缸数目分类

按照发动机气缸体气缸数目的不同, 分为单缸发动机和多缸发动机。仅有一个气缸的发动机称为单缸发动机, 如图 1-12 所示; 有两个及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), 如图 1-13 所示。现代车用发动机多采用四缸发动机、六缸发动机、八缸发动机。



图 1-12 单缸发动机



图 1-13 多缸发动机

5. 按照气缸排列形式分类

按发动机气缸的布置方式，汽车发动机有直列、V形和对置三种常见形式，如图 1-14 所示。

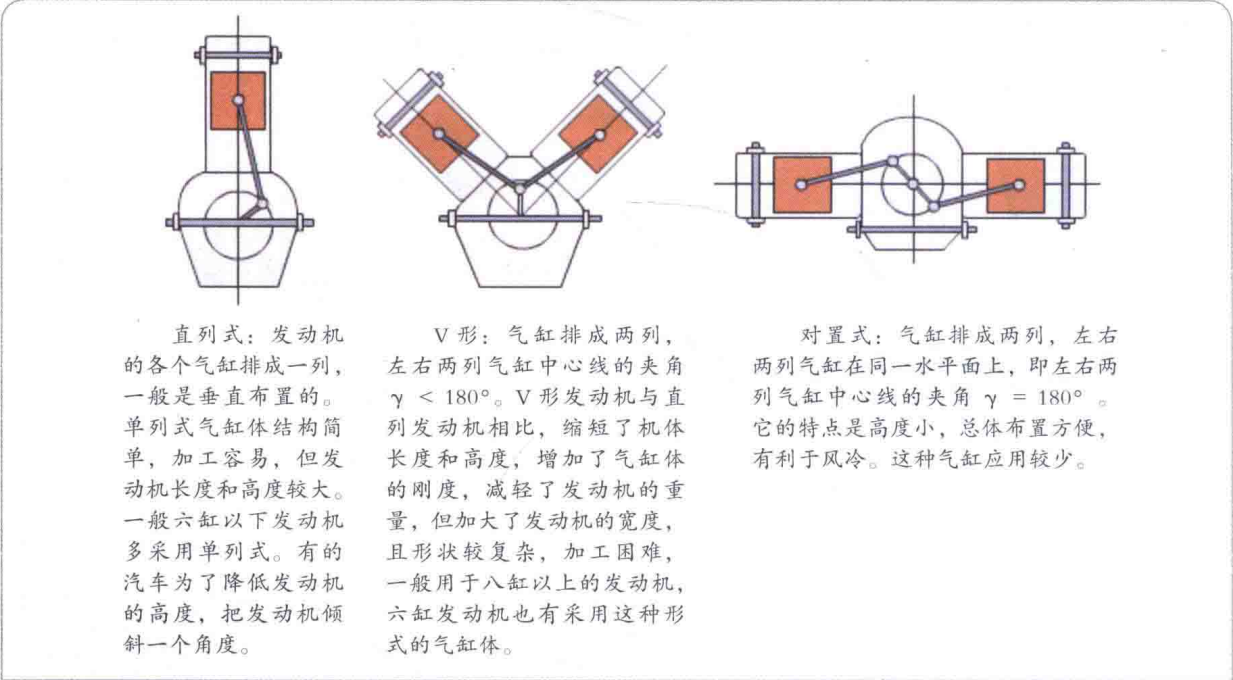


图 1-14 多缸发动机气缸排列形式

6. 按照进气状态分类

按进气状态不同，发动机分为自然吸气（非增压）式发动机（图 1-15）和强制进气（增压式）发动机（图 1-16）。



图 1-15 自然吸气（非增压）式发动机

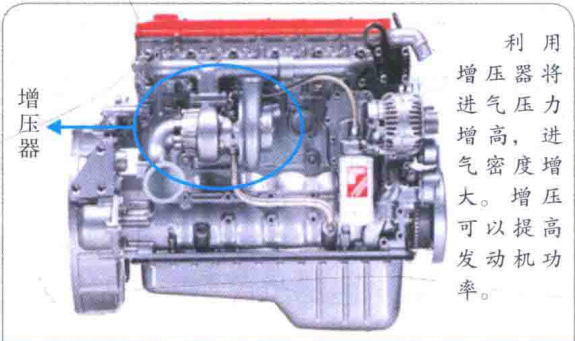


图 1-16 强制进气（增压式）发动机

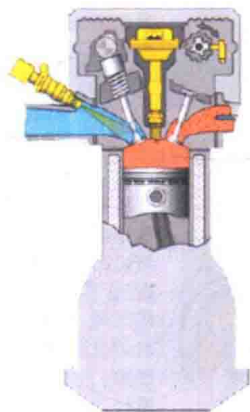
7. 按照活塞的工作方式分类

按活塞工作方式的不同，发动机可分为往复活塞式发动机（图 1-17）和转子活塞式（图 1-18）发动机。



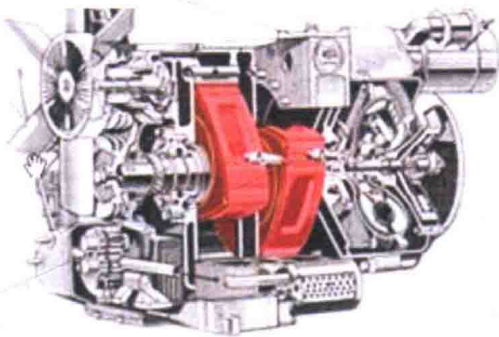
8. 按照供油方式分类

汽油发动机按供油方式不同,还可分为化油器式汽油机燃油供给系统(图 1-19)和电喷式汽油机燃油供给系统(图 1-20)。



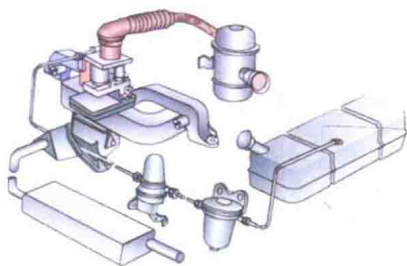
往复式发动机也叫活塞发动机,是一种利用一个或者多个活塞将压力转换成旋转动能的发动机。活塞往复运动形式的发动机的活塞在气缸内做往复的直线运动,通过曲轴把活塞的直线运动转化为曲轴的旋转,一般的发动机都采用这种形式。

图 1-17 往复活塞式发动机



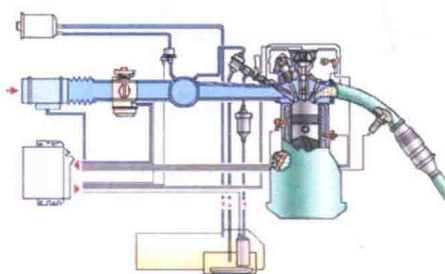
转子发动机是通过活塞在气缸内的旋转来带动发动机主轴(即普通发动机的曲轴,因为不是弯曲的故不再叫曲轴)旋转的。

图 1-18 转子活塞式发动机



化油器靠发动机进气流形成的负压吸取并雾化汽油用于燃烧做功;化油器式发动机供油是利用设置在节气门上方的喉管,气流通过喉管时产生负压,将汽油从主喷管连续吸出,进入发动机进气歧管,流入气缸。

图 1-19 化油器式汽油机燃油供给系统



电喷发动机全称为电子控制汽油喷射式发动机,它由进气系统、燃油系统、电控系统等组成。它是根据安装在发动机进气系统及机体上的传感器所感知的信息,提供给计算机控制系统,精确计算出发动机在各种工况下所需的供油量,并向喷油器提供所需脉冲频宽,然后将有一定压力的燃油通过喷油器喷入进气歧管或气缸。它与化油器式发动机相比,突出的优点是能准确控制混合器的质量,保证气缸内的燃料燃烧完全,使废气排放物和燃油消耗都能降下来,使它具有比化油器发动机强很多的环保性。同时它还提高了发动机的充气效率,增加了发动机的功率和扭矩。

图 1-20 电喷式汽油机燃油供给系统

二、发动机的总体构造

发动机是汽车的动力源,给汽车提供动力的部件,是汽车的核心总成。它先将燃料燃烧,使燃料的化学能转化成热能,最终转变为机械能并输出。目前汽车广泛使用的是往复式四行程内燃式发动机。发动机的总体构造如图 1-21 所示。

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,无论是四行程发动机还是二行程发动机,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，都必须具备以下一些机构和系统。

汽油机由两大机构和五大系统组成，即由曲柄连杆机构、配气机构、冷却系统、润滑系统、燃料供给系统、点火系统和起动系统组成。

柴油机由两大机构和四大系统组成，即由曲柄连杆机构、配气机构、冷却系统、润滑系统、燃料供给系统和起动系统组成，柴油机是压燃的，不需要点火系统。

1. 曲柄连杆机构

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、曲轴飞轮组等组成，如图 1-22 所示。

2. 配气机构

配气机构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气缸，并使废气从气缸内排出，实现换气过程。一般由气门组、气门传动组、气门驱动组组成，如图 1-23 所示。

3. 冷却系统

冷却系统的功用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、水箱、节温器等组成，如图 1-24 所示。

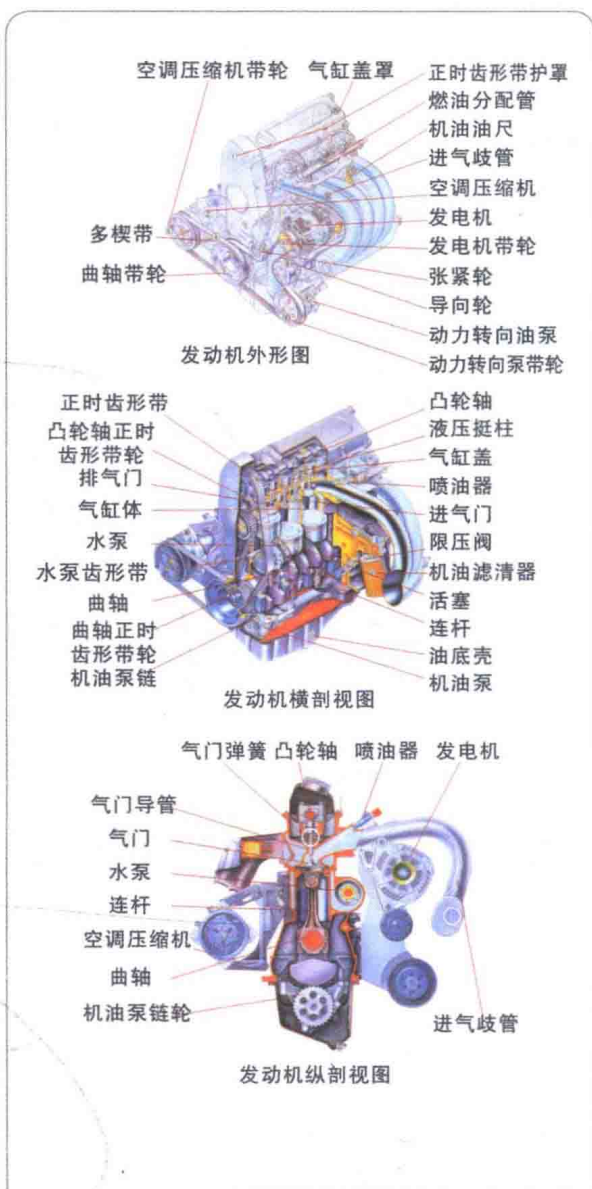


图 1-21 发动机的总体构造

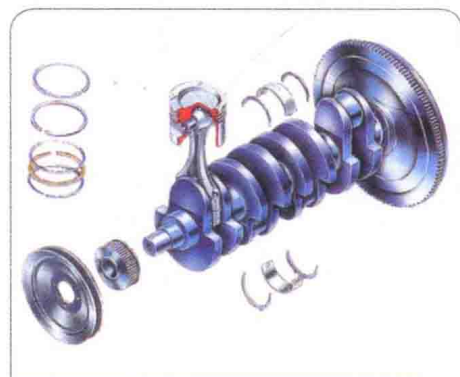


图 1-22 曲柄连杆机构



图 1-23 配气机构

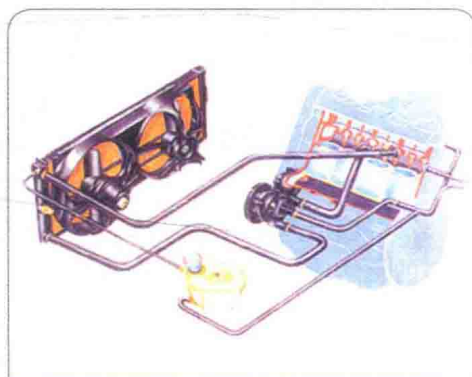


图 1-24 冷却系统

4. 润滑系统

润滑系统的功用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。润滑系统通常由润滑油道、机油泵、机油滤清器和一些阀门等组成,如图 1-25 所示。

5. 燃料供给系统

燃料供给系统如图 1-26 所示。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,供入气缸,并将燃烧后的废气从气缸内排出到大气中去。电喷汽油机的燃油系统主要由油箱、电动汽油泵、燃油滤清器、燃油压力调节器、喷油器等组成;化油器式汽油机的燃油系统主要由油箱、汽油泵、燃油滤清器、化油器等组成。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。柴油机电控共轨燃油喷射系统主要由输油泵、高压供油泵、油轨、喷油阀、燃油压力传感器、限压阀等组成。

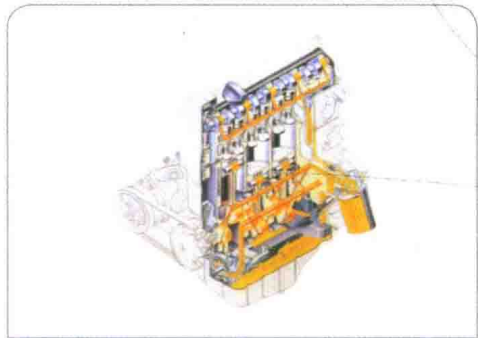


图 1-25 润滑系统

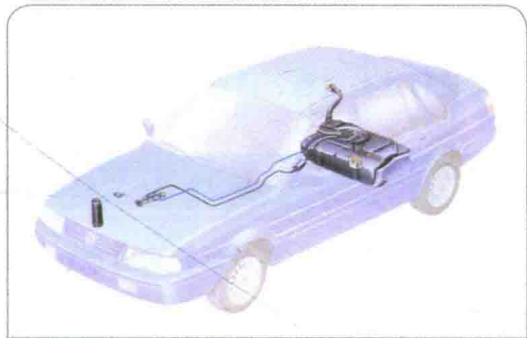


图 1-26 燃料供给系统

6. 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,点火系统通常由蓄电池、发电机、分电器、点火线圈和火花塞等组成,如图 1-27 所示。

7. 起动系统

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,使活塞做往复运动,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。如此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。起动系统一般由起动机、电磁开关、起动开关等组成,如图 1-28 所示。

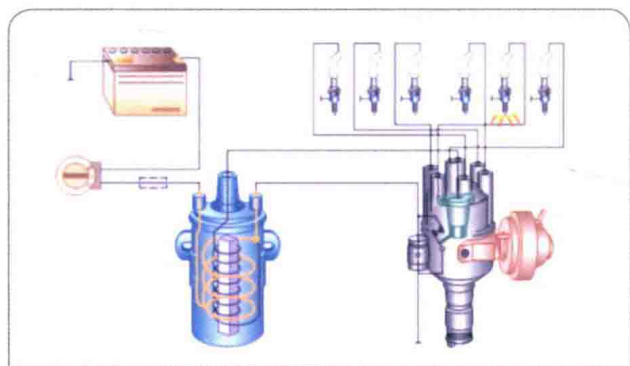


图 1-27 点火系统

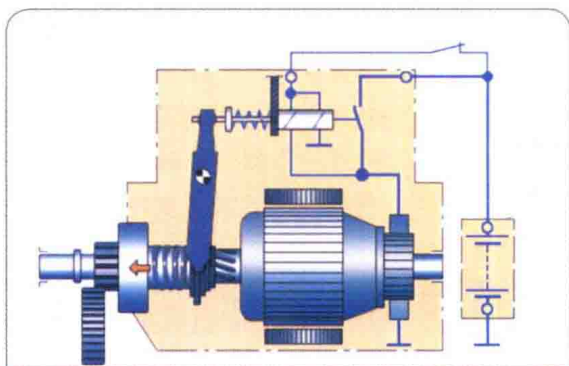


图 1-28 起动系统

三、发动机基本术语

1. 工作循环 (图 1-29)

活塞式内燃机的工作循环是由进气、压缩、做功和排气四个工作过程组成的封闭过程。只有周而复始地进行这些过程，内燃机才能持续地做功。

2. 上、下止点 (图 1-30)

活塞顶离曲轴回转中心最远处为上止点，活塞顶离曲轴回转中心最近处为下止点。在上、下止点处，活塞的运动速度为零。

3. 活塞行程 (图 1-31)

上、下止点间的距离 S 称为活塞行程。曲轴的回转半径 R 称为曲柄半径。显然，曲轴每回转一周，活塞移动两个活塞行程。对于气缸中心线通过曲轴回转中心的内燃机，其 $S = 2R$ 。

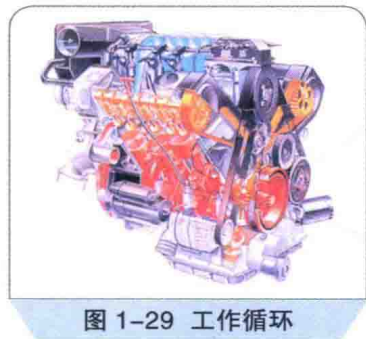


图 1-29 工作循环

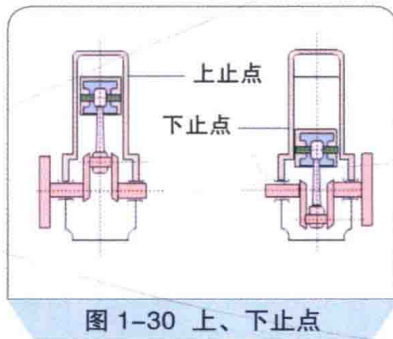


图 1-30 上、下止点

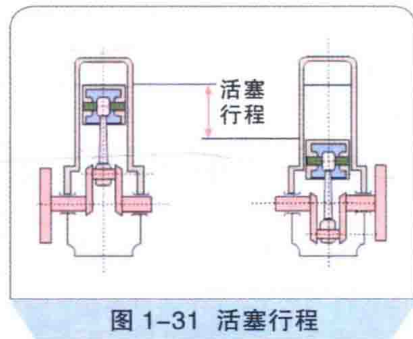


图 1-31 活塞行程

4. 气缸工作容积 (图 1-32)

上、下止点间所包容的气缸容积称为气缸工作容积。

5. 发动机排量 (图 1-33)

发动机所有气缸工作容积的总和称为发动机排量。

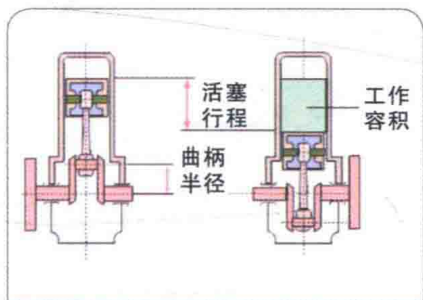


图 1-32 气缸工作容积

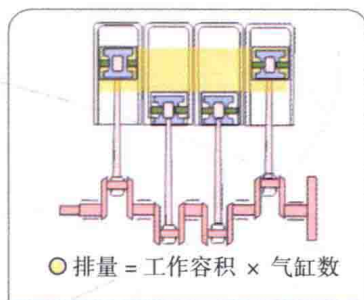


图 1-33 发动机排量

6. 燃烧室容积 (图 1-34)

活塞位于上止点时，活塞顶面以上气缸盖底面以下所形成的空间称为燃烧室，其容积称为燃烧室容积，也叫压缩容积。

7. 气缸总容积 (图 1-35)

气缸总容积为燃烧室容积与气缸工作容积之和。

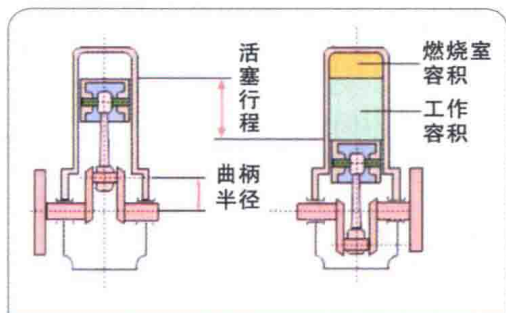


图 1-34 燃烧室容积

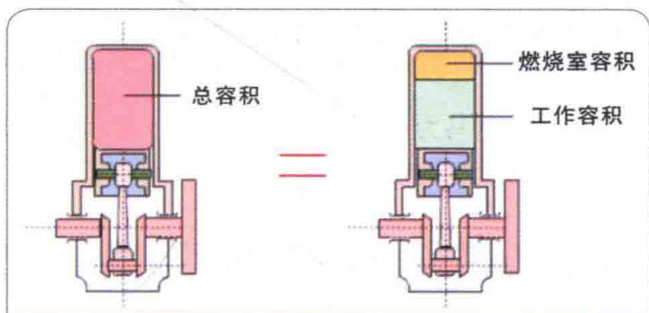


图 1-35 气缸总容积

8. 压缩比 (图 1-36)

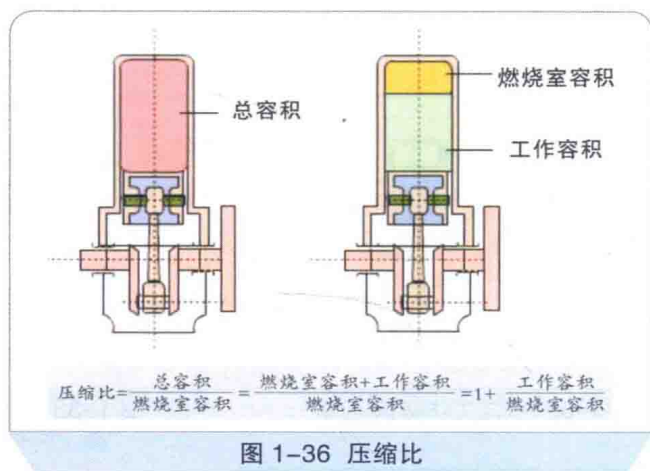
气缸总容积与燃烧室容积之比称为压缩比 e 。压缩比的大小表示活塞由下止点运动到上止点时，气缸内的气体被压缩的程度。压缩比越大，压缩终了时气缸内的气体压力和温度就越高。

压缩比大的发动机，燃烧更迅速、更充分，发出的功率更大，经济性也好一些。但压缩比增大，通常发动机工作时抖振也会明显增大，出现“爆燃”和“表面点火”等不正常燃烧现象的可能性增大。汽车的汽油发动机压缩比是 8:1 到 11:1，柴油发动机压缩比是 18:1 到 23:1。

9. 空燃比

空燃比是表示空气和燃料的混合比。空燃比是发动机运转时的一个重要参数，它对尾气排放、

发动机的动力性和经济性都有很大的影响。



10. 理论空燃比

理论空燃比即将燃料完全燃烧所需要的最少空气量和燃料量之比。燃料的组成成分对理论空燃比的影响不大，汽油的理论空燃比大约为 14.7，也就是说，燃烧 1 g 汽油需要 14.7 g 的空气。一般常说的汽油机混合气过浓过稀，其标准就是理论空燃比。空燃比小于理论空燃比时，混合气中的汽油含量高，称作过浓；空燃比大于理论空燃比时，混合气中的空气含量高，称为过稀。

11. 最大功率

最大功率用马力（PS）或千瓦（kW）表示。发动机的输出功率同转速是相关的，一般随着转速的增加，发动机的功率也相应提高，但是到了一定转速后，功率反而呈下降趋势。

12. 最大扭矩

最大扭矩是发动机从曲轴端输出的力矩，扭矩的表示方法是 $N \cdot m$ ，最大扭矩一般出现在发动机的中转速的范围，随着转速的提高扭矩反而下降。最大扭矩决定着车的提速性能，特别是低速时的加速性。

四、发动机的基本工作原理

1. 四行程汽油机工作原理

四行程往复式活塞式内燃机在四个活塞行程内完成进气、压缩、做功和排气四个过程，即在一个活塞行程内只进行一个过程。因此，活塞行程可分别用四个过程命名。单缸四行程汽油机如图 1-37 所示。单缸四行程汽油机工作原理如图 1-38 所示。

1) 进气行程

活塞在曲轴的带动下由上止点移至下止点。此时排气门关闭，进气门开启。在活塞移动过程中，气缸容积逐渐增大，气缸内形成一定的真空度。空气和汽油的混合物通过进气门被吸入气缸，并在气缸内进一步混合形成可燃混合气。如图 1-38 (a) 所示，进气行程从进气行程上止点开始至进气行程下止点结束。

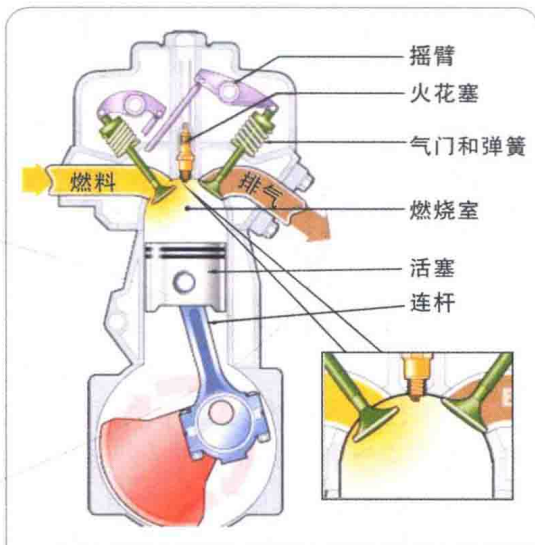


图 1-37 单缸四行程汽油机

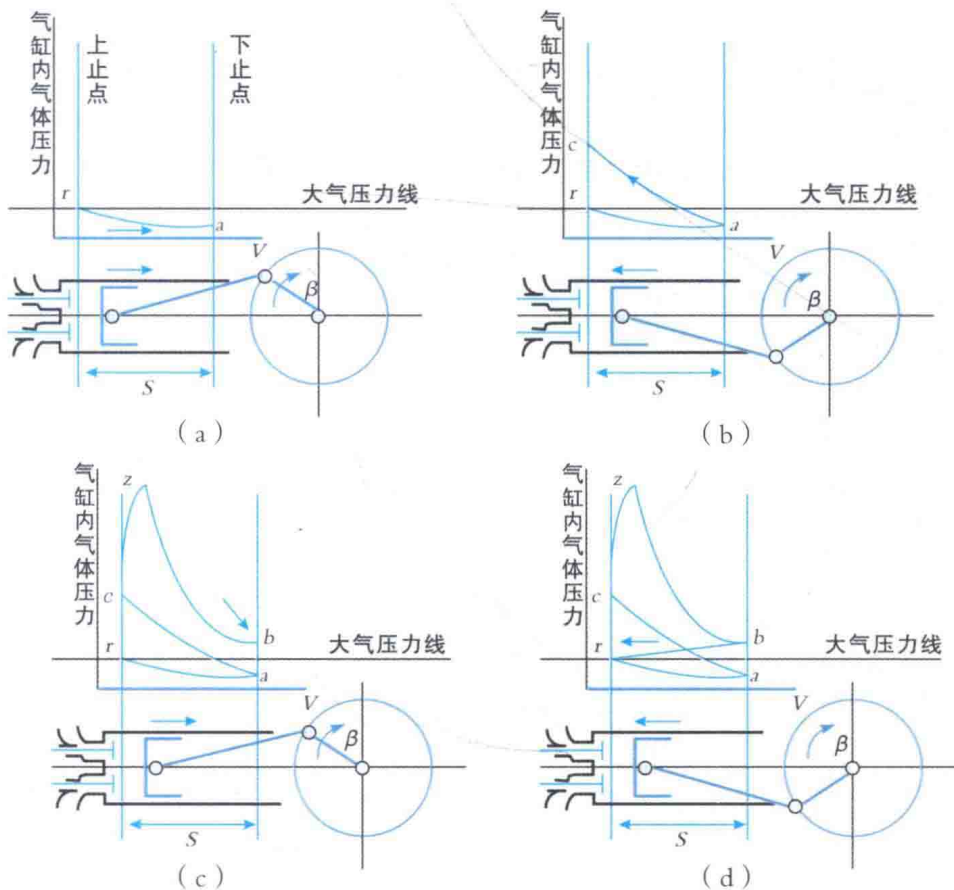


图 1-38 单缸四行程汽油机工作原理

(a) 进气行程；(b) 压缩行程；(c) 做功行程；(d) 排气行程

四行程汽油机经过进气、压缩、做功和排气四个行程而完成一个工作循环。这期间活塞在上、下止点间往复运动四个行程，曲轴旋转两周，即每一个行程有 180° 曲轴转角。

但在实际进气过程中，进气门早于上止点开启，迟于下止点关闭。在排气过程中，排气门早于下止点开启，迟于上止点关闭。即进、排气行程所占的曲轴转角均超过 180° 。（进气门早开晚关的目的是增加进入气缸内的混合气量和减少进气过程所消耗的功。排气门早开晚关的目的是减少气缸内的残余废气量和减少排气过程所消耗的功。减少残余废气量，会相应地增加进气量。）