

高职高专汽车类专业“教”、“学”、“做”一体化教材



汽车发动机 机械系统检修

主
编

李
文
言



合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

高职高专汽车类专业“教”、“学”、“做”一体化教材

汽车发动机 机械系统检修

主 编 李文言
副主编 周巧玲
参 编 杜 松 王 瑞

合肥工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机机械系统检修/李文言主编. —合肥:合肥工业大学出版社,2014.9
ISBN 978-7-5650-1928-9

I. ①汽… II. ①李… III. ①汽车—发动机—机械系统—车辆检修—高等职业教育—教材 IV. ①U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 192001 号

汽车发动机机械系统检修

李文言 主编		责任编辑 汤礼广 石金桃	
出 版	合肥工业大学出版社	版 次	2014 年 9 月第 1 版
地 址	合肥市屯溪路 193 号	印 次	2014 年 9 月第 1 次印刷
邮 编	230009	开 本	787 毫米×1092 毫米 1/16
电 话	理工编辑部:0551—62903087 市场营销部:0551—62903198	印 张	9.75
网 址	www.hfutpress.com.cn	字 数	220 千字
E-mail	hfutpress@163.com	印 刷	合肥学苑印务有限公司
		发 行	全国新华书店

ISBN 978-7-5650-1928-9 定价:23.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。

前 言

本书是高等职业教育汽车类专业课程改革成果之一。本书按照学习情境教学模式编排教材内容体系，以任务驱动的学习方式引导学生学习专业知识和专业技能，精简过多的理论，鼓励学生多从事实践学习；专业理论知识的选择以“简单易懂、基本应用”为原则，力争使本书具有理论、实践一体化的特色。

本书系统地介绍了汽车发动机曲柄连杆机构、配气机构、柴油机燃料供给系统、发动机冷却系统、发动机润滑系统的基础理论知识和常见故障的诊断与排除方法以及发动机的装配调试与磨合试验等内容。本书将这些教学内容归纳为6个学习情境，每个学习情境均按照“学习目标”、“情境描述”、“案例引入”、“任务实施”、“学习评价”的思路进行编排，其中在任务实施中又为每个学习情境安排了符合学生认识规律的三个学习任务，即“相应系统的认知”、“故障诊断”和“故障排除”，三个学习任务相辅相依。

本书为高等职业院校汽车类专业的专业课程教材，也可作为汽车维修的培训教材，还可供汽车维修从业人员学习时参考。

本教材由安徽交通职业技术学院李文言担任主编，周巧玲担任副主编，杜松、王瑞参与编写。其中杜松编写学习情境一，王瑞编写学习情境二，周巧玲编写学习情境三、学习情境四，李文言编写学习情境五、学习情境六。

本书由安徽交通职业技术学院杨柳青、阚萍担任主审。两位主审在百忙之中对本书进行了认真审读，并提出很多宝贵的修改意见，在此对他们致以衷心的感谢。

本书在编写过程中得到了安徽省高等学校省级质量工程项目省级“汽车运用与维修（群）教学团队”项目（201006255750）和国家骨干院校汽车运用与维修重点专业建设项目的资助。

由于编写时间仓促，加之水平有限，因此本书中的错误和不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者



目 录

学习情境一 发动机动力不足检修	(1)
任务一 曲柄连杆机构认知	(1)
任务二 发动机动力不足诊断	(25)
任务三 发动机动力不足排除	(28)
学习评价	(40)
学习情境二 发动机异响检修	(41)
任务一 配气机构认知	(41)
任务二 发动机异响诊断	(50)
任务三 发动机异响排除	(54)
学习评价	(57)
学习情境三 发动机水温异常检修	(59)
任务一 发动机冷却系认知	(59)
任务二 发动机水温异常诊断	(69)
任务三 发动机水温异常排除	(71)
学习评价	(73)
学习情境四 发动机机油压力异常检修	(74)
任务一 汽车发动机润滑系认知	(74)
任务二 发动机机油压力异常诊断	(84)
任务三 发动机机油压力异常排除	(86)
学习评价	(88)



学习情境五	传统柴油机起动困难故障检修	(89)
任务一	传统柴油机燃料供给系认知	(89)
任务二	传统柴油机起动困难故障诊断	(115)
任务三	传统柴油机起动困难故障排除	(117)
学习评价		(128)
学习情境六	发动机装配与调试	(129)
任务一	发动机拆卸	(129)
任务二	发动机装配	(134)
任务三	发动机磨合与检验	(138)
学习评价		(141)
参考文献		(150)



学习情境一 发动机动力不足检修

学习目标

- (1) 了解发动机的基本功用、类型及组成。
- (2) 掌握四冲程发动机的工作行程。
- (3) 掌握曲柄连杆机构的构造与工作原理。
- (4) 能够对发动机动力不足故障进行正确的故障诊断及排除。

情境描述

维修技师在汽车检修过程中经常遇到发动机动力不足的故障现象，而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部分。它提供燃烧场所，把燃料燃烧后产生的气体作用在活塞顶上的膨胀压力转变为曲轴旋转的转矩，不断输出动力，所以当气缸出现缸压不足、缸垫不密封、活塞环咬死或对口、活塞配缸间隙过大等都会导致发动机出现动力不足现象。

案例引入

一辆大众帕萨特，客户反映车辆在高速或爬坡时动力明显不足，加大油门车速不能随之迅速提高，排气管感觉沉闷，行驶无力，油耗直线上升，维修技师要求排查发动机故障。

任务实施

任务一 曲柄连杆机构认知

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部件。在做功冲程中，它将燃料燃烧产生的热能推动活塞往复运动，由曲轴旋转运动转变为机械能，从而对外输出动力；在其他冲程中，则依靠曲柄和飞轮的转动惯性，通过连杆带动活塞上下运动，为下一次做功创造条件。



一、发动机功用、类型和组成

1. 发动机的功用

发动机是把化学能转化为机械能的机械。

2. 发动机的类型

汽车发动机广泛采用内燃机。内燃机是将燃料在其燃烧室中燃烧所产生的热能直接转化为机械能的一种动力机械，分为旋转活塞式和往复活塞式两大类。目前普遍使用往复活塞式内燃机作为汽车的动力装置，其结构如图 1-1 所示。根据不同的分类方法，往复活塞式内燃机又可分为很多种。

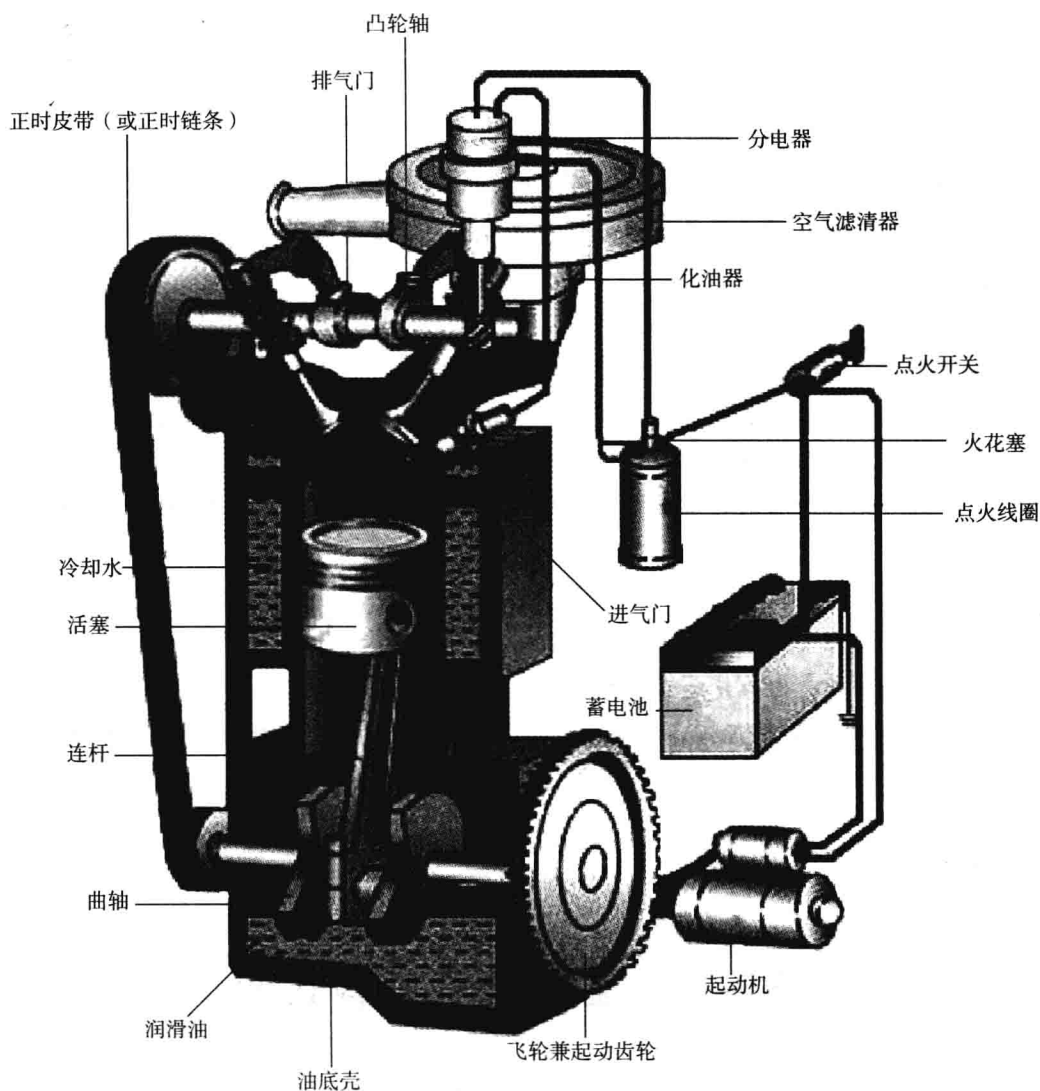


图 1-1 往复活塞式内燃机结构

(1) 按照所用燃料分类可以分为汽油机和柴油机 (如图 1-2 所示)。

(2) 按照行程可分为四冲程内燃机和二冲程内燃机 (如图 1-3 所示)。

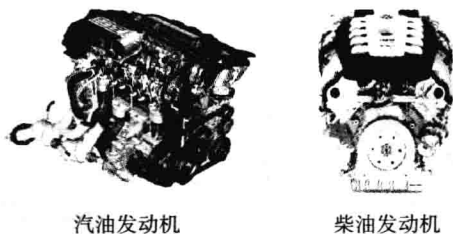


图 1-2 按燃料分类

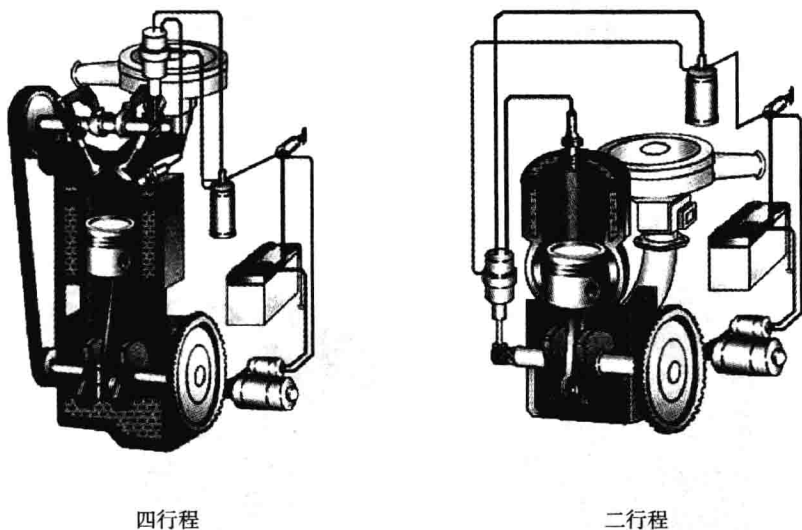


图 1-3 按行程分类

(3) 按照冷却方式可以分为水冷发动机和风冷发动机（如图 1-4 所示）。

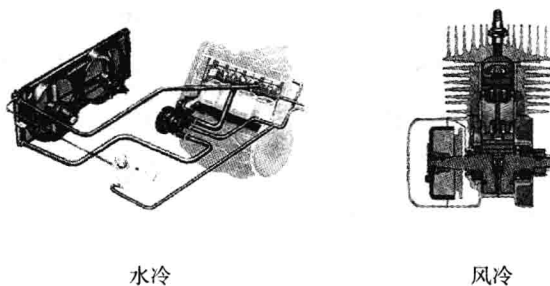


图 1-4 按冷却方式分类

(4) 按照气缸数目可以分为单缸发动机和多缸发动机（如图 1-5 所示）。

(5) 按照气缸排列方式不同可以分为单列式和双列式（如图 1-6 所示）。

(6) 按照进气系统是否采用增压方式可以分为自然吸气式发动机和强制进气（增压

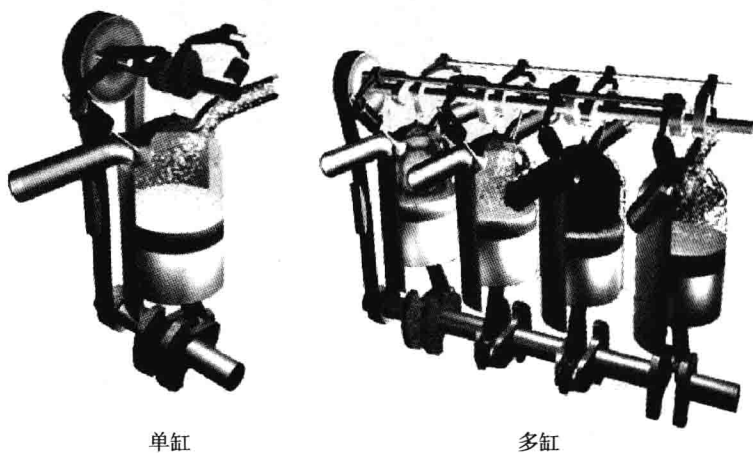


图 1-5 按气缸数分类

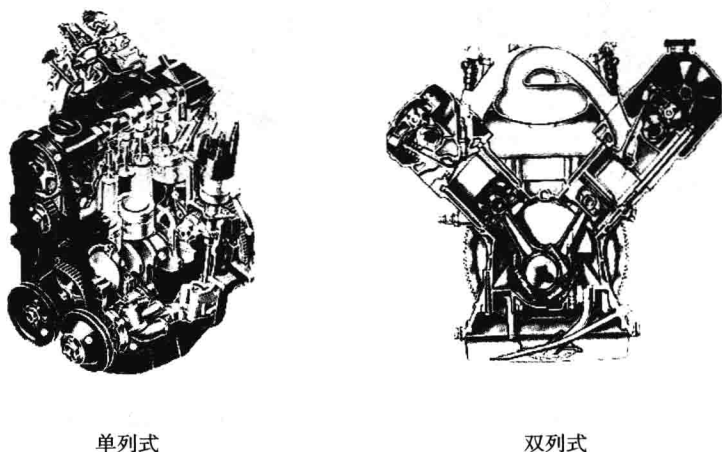


图 1-6 按气缸排列方式分类

式) 发动机 (如图 1-7 所示)。

(7) 根据点火方式不同, 发动机可分为点燃式和压燃式两种 (如图 1-8 所示)。

3. 发动机组成

汽油机主要包括两大机构和五大系统, 它们是曲柄连杆机构、配气机构、燃料供给系、润滑系、冷却系、点火系和起动系。

(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 (如图 1-9 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行程, 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 (如图 1-10 所示)。

(3) 燃料供给系: 汽油机燃料供给系的功用是根据发动机的要求, 配制出一定数量和

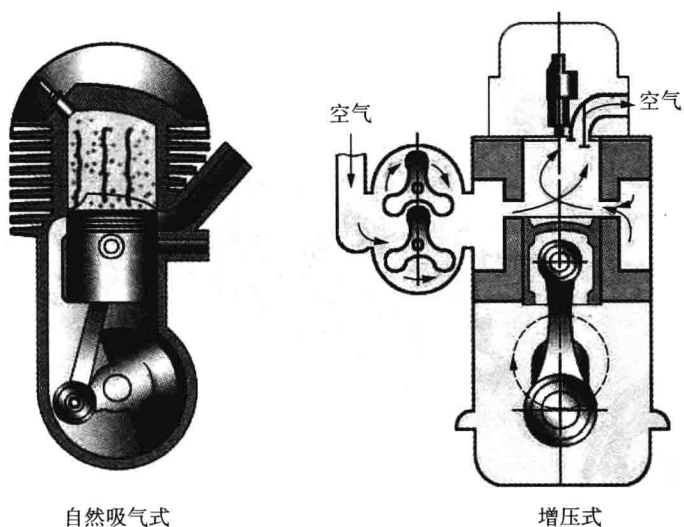


图 1-7 按是否增压分类

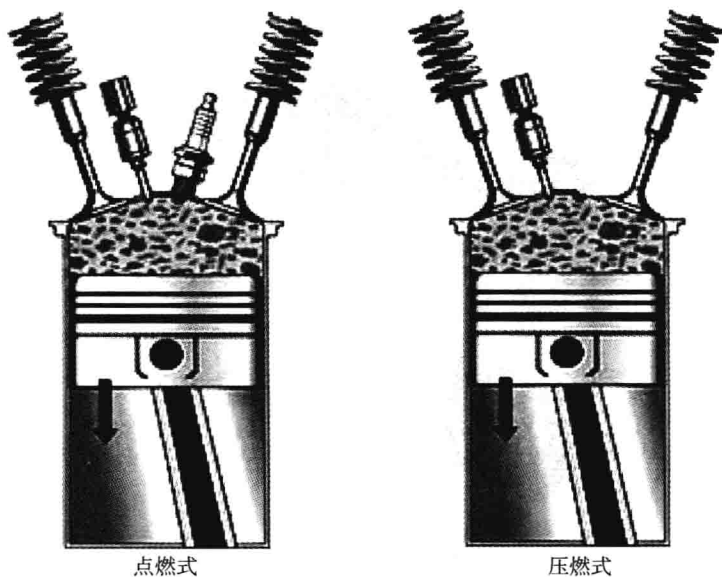


图 1-8 按点火方式分类

浓度的混合气，供入气缸（如图 1-11 所示）。

（4）润滑系：润滑系的功用是向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（如图 1-12 所示）。

（5）冷却系：冷却系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（如图 1-13 所示）。

（6）点火系：在汽油机中，当活塞到达压缩上止点时，产生电火花点燃气缸内的可燃混合气，实现混合气的迅速燃烧膨胀，从而推动活塞向下运动做功（如图 1-14 所示）。

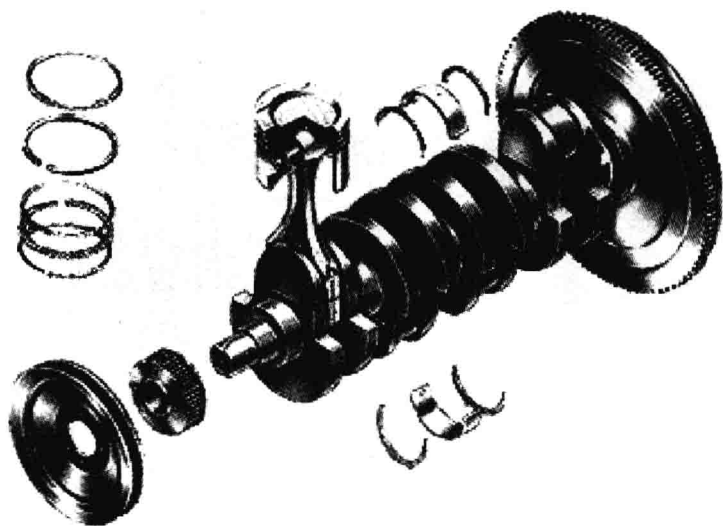


图 1-9 曲柄连杆机构

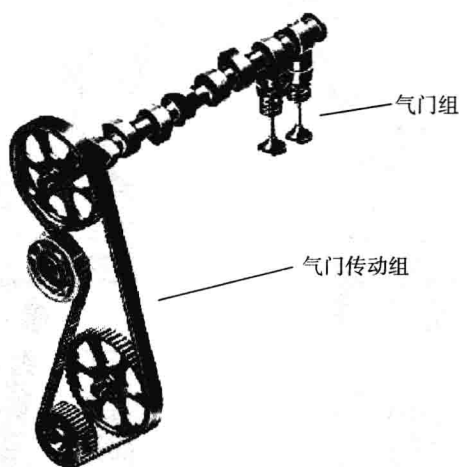


图 1-10 配气机构

(7) 起动系：使发动机由静止状态过渡到工作状态，完成起动过程（如图 1-15 所示）。

4. 发动机常用术语（如图 1-16 所示）

(1) 上止点 TDC：活塞在气缸里做往复直线运动时，当活塞向上运动到最高位置，即活塞顶部距离曲轴旋转中心最远的极限位置，称为上止点。

(2) 下止点 BDC：活塞在气缸里做往复直线运动时，当活塞向下运动到最低位置，即活塞顶部距离曲轴旋转中心最近的极限位置，称为下止点。

(3) 活塞行程 S：活塞上、下止点间的距离称为活塞行程。曲轴每转动半周（即 180° ），相当于一个行程。

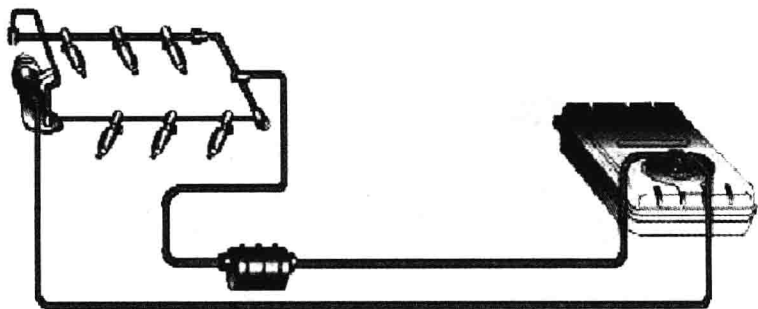


图 1-11 燃料供给系

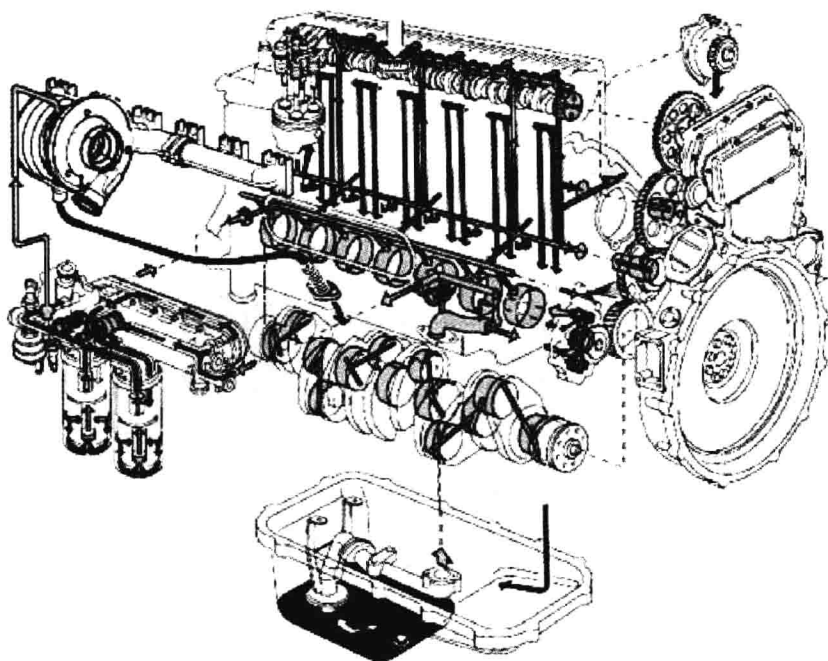


图 1-12 润滑系

(4) 曲柄半径 R : 曲轴旋转中心到曲柄销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 2 倍, 即 $S=2R$ 。

(5) 气缸工作容积 V_h : 活塞从一个止点运动到另一个止点所扫过的容积, 称为气缸工作容积。

(6) 燃烧室容积 V_c : 活塞位于上止点时, 其顶部与气缸盖之间的容积称为燃烧室容积。

(7) 气缸总容积 V_a : 活塞位于下止点时, 其顶部与气缸盖之间的容积称为气缸总容积。气缸总容积是气缸工作容积和燃烧室容积之和。

(8) 发动机排量 V_L : 发动机各气缸工作容积的总和, 称为发动机排量。

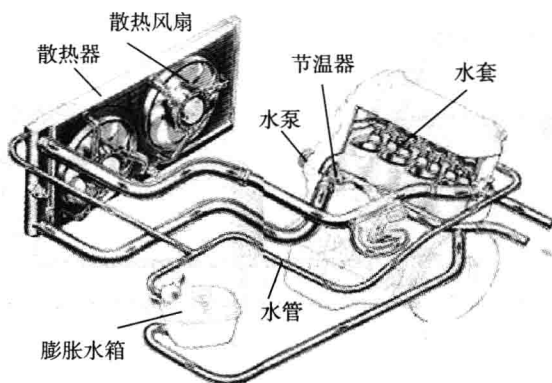


图 1-13 冷却系

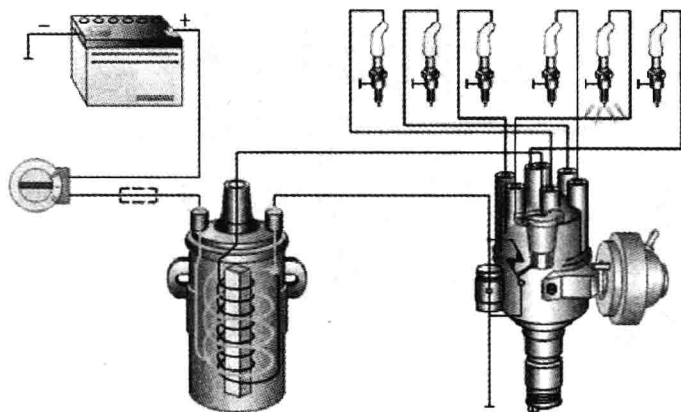


图 1-14 点火系

(9) 压缩比 ϵ : 压缩比是发动机中一个非常重要的概念, 压缩比表示气体的压缩程度, 它是气体压缩前的容积与气体压缩后的容积之比, 即气缸总容积与燃烧室容积之比。

$$\epsilon = V_a / V_c$$

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

(10) 工作循环: 完成进气、压缩、做功和排气 4 个行程叫一个工作循环。

二、四冲程发动机工作原理

1. 四冲程汽油发动机的工作原理

(1) 进气冲程 (intake stroke)

活塞在曲轴的带动下由上止点移至下止点。此时进气门开启, 排气门关闭, 曲轴转动 180° 。在活塞快速移动过程中, 气缸容积逐渐增大, 气缸内气体压力逐渐降低到小于大气压, 气缸内形成一定的真空度, 产生虹吸作用。空气和汽油的混合气通过进气门被吸入气

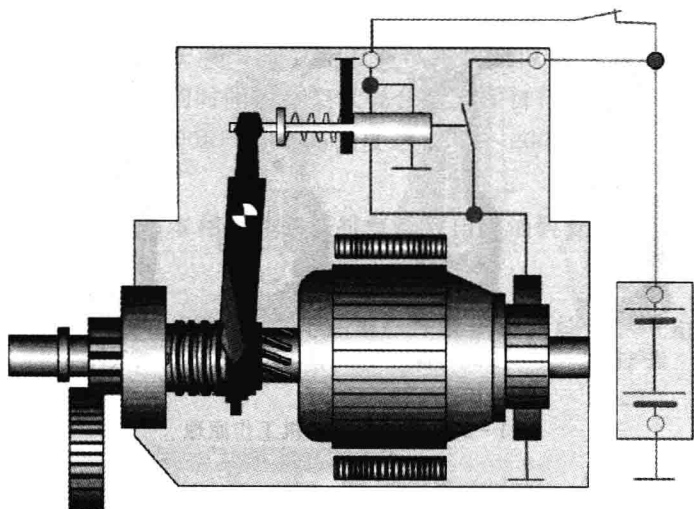


图 1-15 起动系

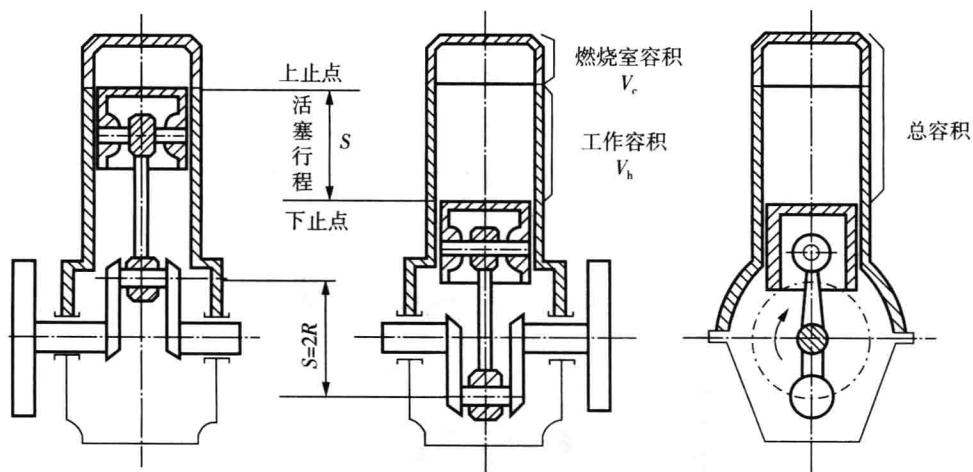


图 1-16 发动机基本术语示意图

缸，并在气缸内进一步混合形成可燃混合气（如图 1-17 所示）。

(2) 压缩冲程 (compression stroke)

压缩冲程时，进气门、排气门同时关闭。活塞从下止点向上止点运动，曲轴转动 180° 。活塞上移时，工作容积逐渐缩小，缸内混合气受压缩后压力和温度不断升高，到达压缩终点时，其压力 p 可达 $800 \sim 2000 \text{ kPa}$ ，温度达 $600 \sim 750 \text{ K}$ 。

(3) 做功冲程 (power stroke)

当活塞接近上止点时，由火花塞点燃可燃混合气，混合气燃烧释放出大量的热能，使气缸内气体的压力和温度迅速提高。燃烧最高压力 p 达 $3000 \sim 6000 \text{ kPa}$ ，温度达 $2200 \sim 2800 \text{ K}$ 。高温高压的燃气推动活塞从上止点向下止点运动，并通过曲柄连杆机构对外输出机械能。

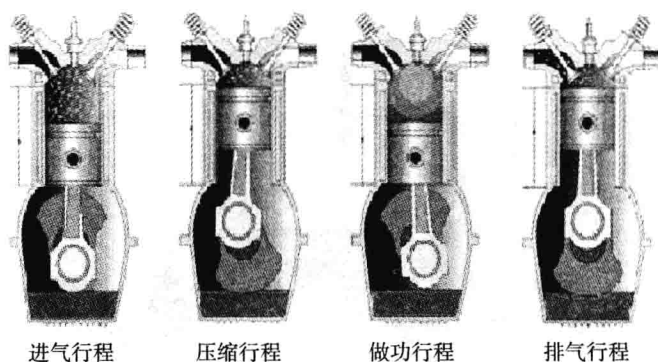


图 1-17 四冲程发动机工作原理

(4) 排气冲程 (exhaust stroke)

排气冲程时，排气门开启，进气门仍然关闭，活塞从下止点向上止点运动，曲轴转动 180° 。排气门开启时，燃烧后的废气一方面在气缸内外压差作用下向缸外排出（自由排气），另一方面通过活塞的排挤作用向缸外排气（强制排气）。

2. 四冲程柴油机的工作原理

四冲程柴油机和汽油机一样，每个工作循环也是由进气冲程、压缩冲程、做功冲程和排气冲程组成。由于柴油机以柴油作为燃料，与汽油相比，柴油自燃温度低、黏度大不易蒸发，因而柴油机采用压缩终点压燃着火，也叫压燃式点火，其工作过程及系统结构与汽油机有所不同。其工作原理如图 1-18 所示。

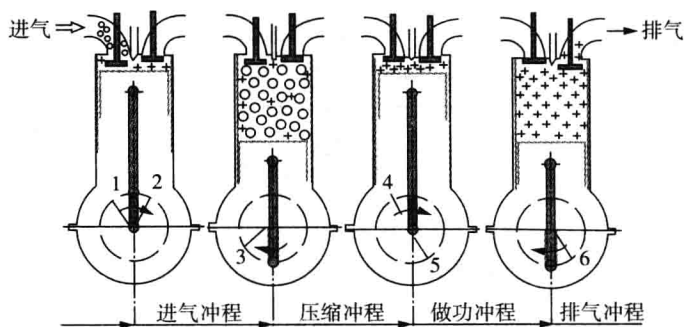


图 1-18 四冲程柴油机工作原理

(1) 进气冲程

进入气缸的工质是纯空气。由于柴油机进气系统阻力较小，进气终点压力 $p_a = (0.85 \sim 0.95) p_0$ ，比汽油机高。进气终点温度 T_a 为 $300 \sim 340\text{K}$ ，比汽油机低。

(2) 压缩冲程

由于压缩的工质是纯空气，因此柴油机的压缩比比汽油机高（一般 ϵ 为 $16 \sim 22$ ）。压缩终点的压力为 $3000 \sim 5000\text{kPa}$ ，压缩终点的温度为 $750 \sim 1000\text{K}$ ，大大超过柴油的自燃温度（约 520K ）。



(3) 做功冲程

当压缩冲程接近终了时,在高压油泵作用下,将柴油以 10MPa 左右的高压通过喷油器喷入气缸燃烧室中,在很短的时间内与空气混合后立即自行发火燃烧。气缸内气体的压力急速上升,最高达 5000~9000kPa,最高温度达 1800~2000K。

(4) 排气冲程

柴油机的排气与汽油机基本相同,只是排气温度比汽油机低。一般 T_r 为 700~900K。

三、机体组的构造

汽车发动机机体组主要由气缸体、气缸盖、气缸垫、曲轴箱、气缸套及油底壳等组成,如图 1-19 所示。

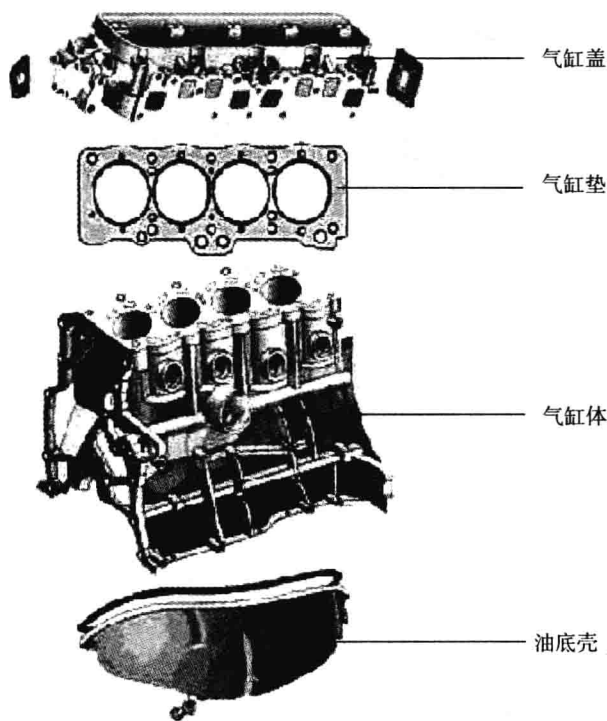


图 1-19 机体组

1. 气缸体

(1) 作用:构成发动机的骨架,是发动机各机构和各系统的安装基础,其内、外安装着发动机的所有主要零件和附件,承受各种载荷。

(2) 要求:必须要有足够的强度和刚度。

(3) 材料:常用的缸体材料是铸铁、合金铸铁和铝合金。

(4) 排列形式:常见的有直列式、“V”形和水平对置式 3 种(如图 1-20 所示)。

(5) 气缸套有干式气缸套和湿式气缸套两类(如图 1-21 所示)。

① 干式气缸套:外壁不直接与冷却水接触,而和气缸体的壁面直接接触,壁厚一般为 1~3mm。