



“十三五”精品规划教材



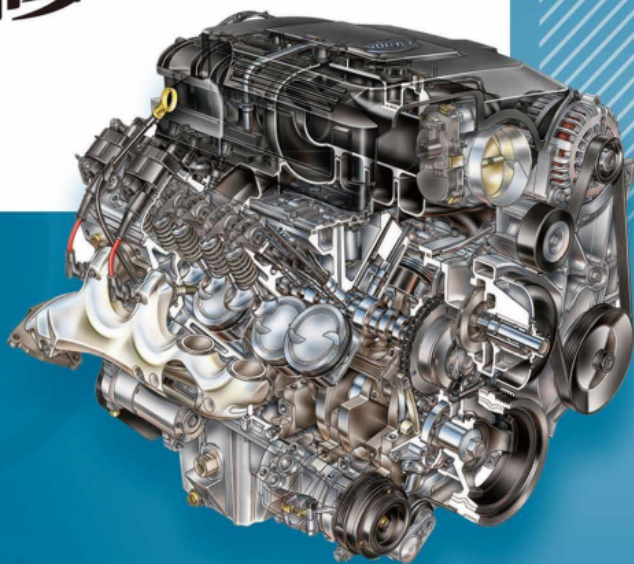
汽车发动机构造与维修

QICHE FADONGJI GOUZHAO YU WEIXIU

QICHE FADONGJI GOUZHAO YU WEIXIU

汽车发动机 构造与维修

主编◎吴天林 程宏贵 朱杰



长江出版传媒
湖北科学技术出版社

“十三五”精品规划教材

汽车发动机构造与维修

主 编	吴天林	程宏贵	朱 杰
副主编	刘 宇	谢小明	唐伍林
	王春雨	曾洪彪	冉 煜
	宋学斌	熊国位	李 刚
	孙小林	崔朝训	高华建
	关锦煌		
参 编	罗 俊	林仕发	程 韬
	徐振川	肖前蔚	李建华
	董 维		

湖北科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机构造与维修 / 吴天林, 程宏贵, 朱杰主编. — 武汉 : 湖北科学技术出版社, 2016.5
ISBN 978-7-5352-8835-6

I. ①汽… II. ①吴… ②程… ③朱… III. ①汽车—
发动机—构造②汽车—发动机—车辆修理 IV.
①U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 116951 号

责任编辑:王小芳

封面设计:胡博

出品策划:兹恒(北京)教育科技有限公司

电话:010-59755276

出版发行:湖北科学技术出版社

地 址:武汉市雄楚大街 268 号

邮编:430070

(湖北出版文化城 B 座 13-14 层)

网 址:<http://www.hbstp.com.cn>

印 刷:北京明兴印务有限公司

邮编:101300

787×1092

1/16

13.5 印张

320 千字

2016 年 6 月第 1 版

2016 年 6 月第 1 次印刷

定价:37.90 元

版权所有,翻印必究。本书如有印装问题,可找发行部门更换。联系电话:18611372266

前 言

汽车工业在我国得到飞速发展,已成为我国的支柱产业。发动机作为汽车上最重要的总成之一,其结构和技术被越来越多的人熟知。在汽车维修企业以及各大品牌 4S 店的日常维修工作任务中,关于发动机的维修和保养任务是非常重要的部分。同时,在国内绝大多数学校的汽车类专业课程中,“汽车发动机构造与维修”也是核心专业课程之一。因此,对于学生而言,如何学好发动机的构造知识、如何掌握发动机的检修技能以及如何完成发动机的常规作业任务至关重要。

为适应课程改革要求,本书编写过程中,结合职业教育的特点,结合维修企业对技能型人才素质和能力的要求,以维修企业技术岗位典型工作过程为导向,学生完成工作任务为教学载体,理论实践一体化教学模式为基础,设计了 8 个项目,内容包括发动机总体构造与维修安全知识、曲柄连杆机构的构造与维修、配气机构的构造与维修、冷却系统的构造与维修、润滑系统的构造与维修、燃油供给系统的构造与维修、空气供给系统和排气系统的构造与维修、汽车发动机的保养,每个项目包含一个或若干个实际的工作任务,每一个工作任务又包含一个或几个理论和实践技能的核心知识点。突出了实践能力的培养。

由于编者的水平有限,书中难免存在不足之处,恳请各位专家、同行及读者批评指正。

编 者



目 录

项目一 发动机总体构造与维修安全知识	(1)
任务一 发动机总体构造和工作原理	(1)
任务二 汽车维修个人安全知识	(17)
任务三 工具设备的使用安全及环境安全	(21)
项目二 曲柄连杆机构的构造与维修	(32)
任务一 曲柄连杆机构的认知	(32)
任务二 水泵 V 带的检查与更换	(44)
任务三 汽缸盖衬垫的更换	(47)
任务四 活塞连杆组件的检查与更换	(57)
项目三 配气机构的构造与维修	(65)
任务一 配气机构的认知	(65)
任务二 正时齿带的更换	(79)
任务三 正时链的检查与更换	(83)
任务四 气门间隙的检查与调整	(98)
项目四 冷却系统的构造与维修	(102)
任务一 冷却系统的认知	(102)
任务二 冷却液的检查与更换	(109)
任务三 水泵的检查与更换	(111)
任务四 节温器的检查与更换	(113)
项目五 润滑系统的构造与维修	(115)
任务一 润滑系统的认知	(115)
任务二 机油及机油滤清器的检查与更换	(122)
项目六 燃油供给系统的构造与维修	(126)
任务一 燃油供给系统的认知	(126)
任务二 燃油滤清器的更换	(132)
任务三 喷油器的检查与更换	(135)
项目七 空气供给系统和排气系统的构造与维修	(138)
任务一 空气供给系统和排气系统的认知	(138)
任务二 加速踏板拉索的检查与更换	(143)



项目八 汽车发动机的保养	(146)
任务一 发动机保养的认识	(146)
任务二 汽车发动机保养的内容	(147)
汽车发动机构造与维修工作页	(153)
任务一 认识汽车维修常用的手工工具及其使用	(154)
任务二 认识汽车维修的专用工具及其使用	(156)
任务三 认识汽车维修的常用量具及使用	(158)
任务四 观察汽车的总体构造	(161)
任务五 发动机拆装和总体结构的认识	(163)
任务六 认识并拆装机体组	(167)
任务七 认识并拆装活塞连杆组	(169)
任务八 认识并拆装曲轴飞轮组	(172)
任务九 认识并拆装气门组	(176)
任务十 认识并拆装气门传动组	(179)
任务十一 调整气门间隙	(182)
任务十二 拆装并检修机械式汽油泵	(186)
任务十三 认识并检修汽车发动机传感器	(188)
任务十四 拆装并调整传统柴油喷射系统的喷油器	(189)
任务十五 拆装并检修水泵	(194)
任务十六 拆装并检修节温器	(196)
任务十七 拆装并检修机油泵	(200)
任务十八 点火系统的维护	(204)
任务十九 清洗发动机水套和散热器中的水垢	(207)
参考文献	(210)



项目一 发动机总体构造与维修安全知识

任务一 发动机总体构造和工作原理

一、发动机的分类

发动机就是将某种能量转化为机械能的机器，现代汽车发动机一般都属于内燃机。内燃机与外燃机相比，具有热效率高、体积小、便于移动、起动性好等优点，因而被广泛应用。

（一）按照使用燃料分类

按使用燃料的不同，汽车发动机可以分为汽油发动机、柴油发动机、CNG 发动机、LPG 发动机、双燃料发动机。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；另外，还有以液化石油气或天然气为燃料的其他代用燃料发动机。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。如图 1-1 所示各种汽车发动机。

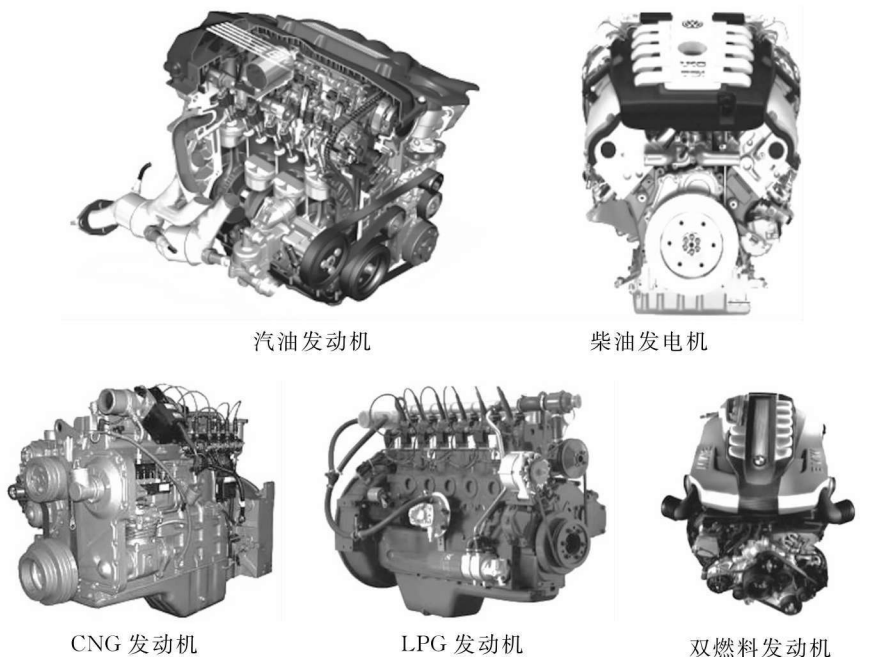


图 1-1 汽车发动机



(二) 按照点火方式分类

按照点火方式的不同，汽车用发动机可分为点燃式和压燃式两种。点燃式发动机是利用高压电火花点燃汽缸内的可燃混合气来完成做功的，如汽油机；压燃式发动机是利用高温、高压使汽缸内的可燃混合气自行着火燃烧来完成做功的，如柴油机。

(三) 按照行程分类

发动机按照其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机，如图 1-2 所示。把曲轴转两圈，活塞在汽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，活塞在汽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。

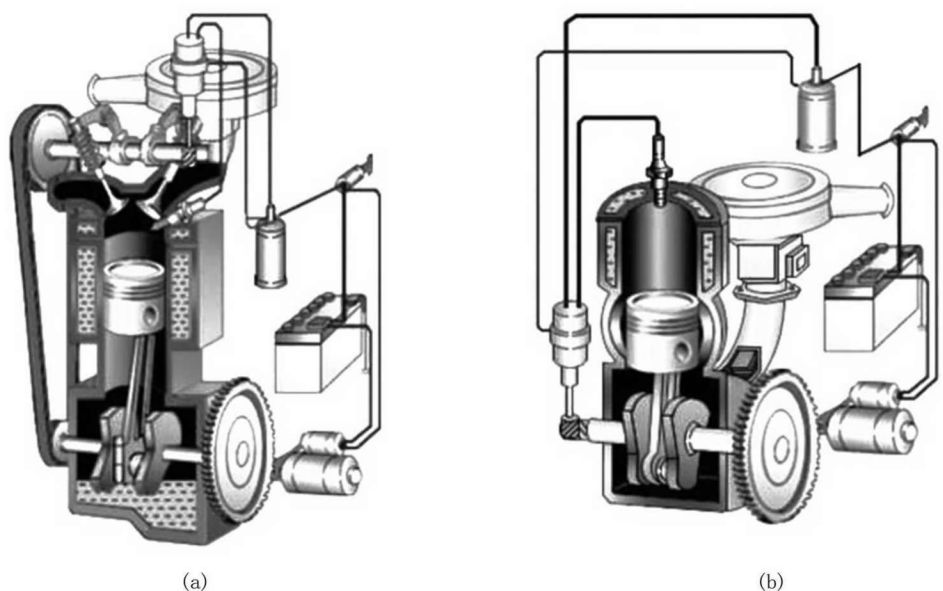


图 1-2 发动机按照行程分类

(a) 四行程 (b) 二行程

(四) 按照冷却方式分类

发动机按照冷却方式不同可以分为水冷发动机和风冷发动机，如图 1-3 所示。水冷发动机是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，而风冷发动机是利用流动于汽缸体与汽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，被广泛地应用于现代车用发动机。

(五) 按照汽缸数目分类

发动机按照汽缸数目不同可以分为单缸发动机和多缸发动机，如图 1-4 所示。仅有一个汽缸的发动机称为单缸发动机；有两个或两个以上汽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、六缸或八缸发动机。

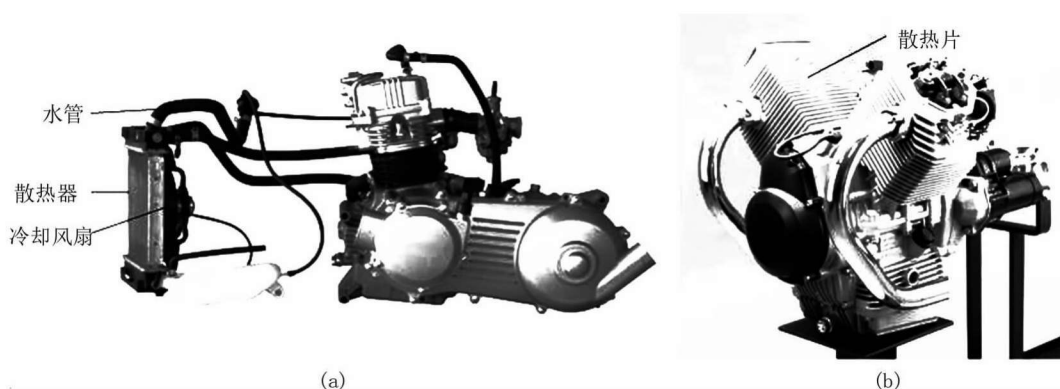


图 1-3 发动机按照冷却方式分类

(a) 水冷 (b) 风冷

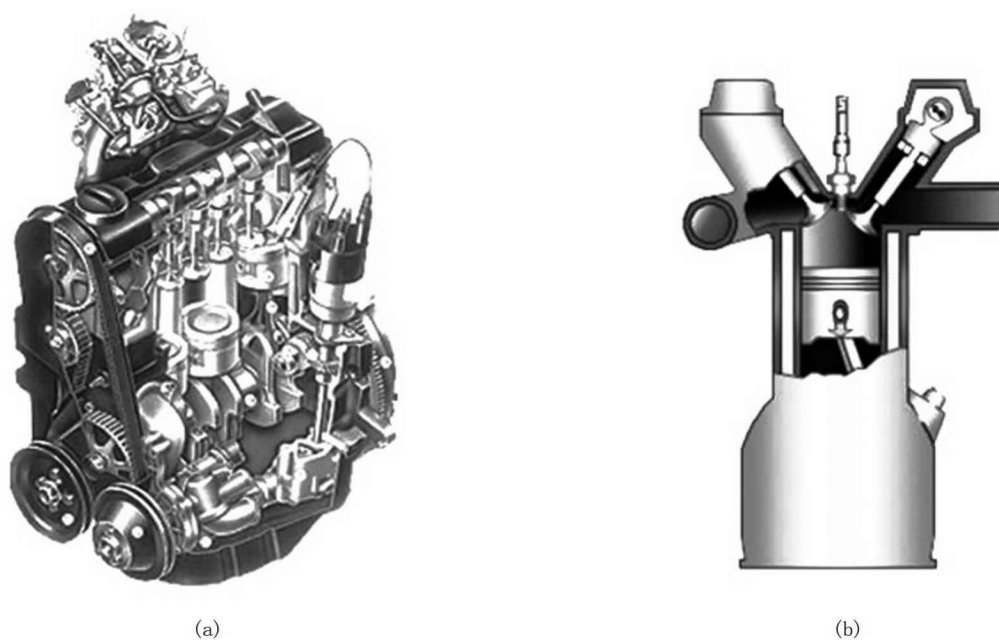


图 1-4 发动机按照汽缸数目分类

(a) 多缸发动机 (b) 单缸发动机

(六) 按照汽缸排列方式分类

发动机按照汽缸排列方式不同,可分为直列式发动机、V形发动机、对置式(卧式)发动机和W形发动机,如图1-5所示。将V形发动机的每侧汽缸再进行小角度的错开(如帕萨特W8的小角度为 15°),就成了W形发动机,或者说W形发动机的汽缸排列形式是由两个小V形组成一个大V形。

(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式(增压式)发动机,如图1-6所示。汽油机常采用自然吸气式,柴油机为了提高功率



有采用增压式的。

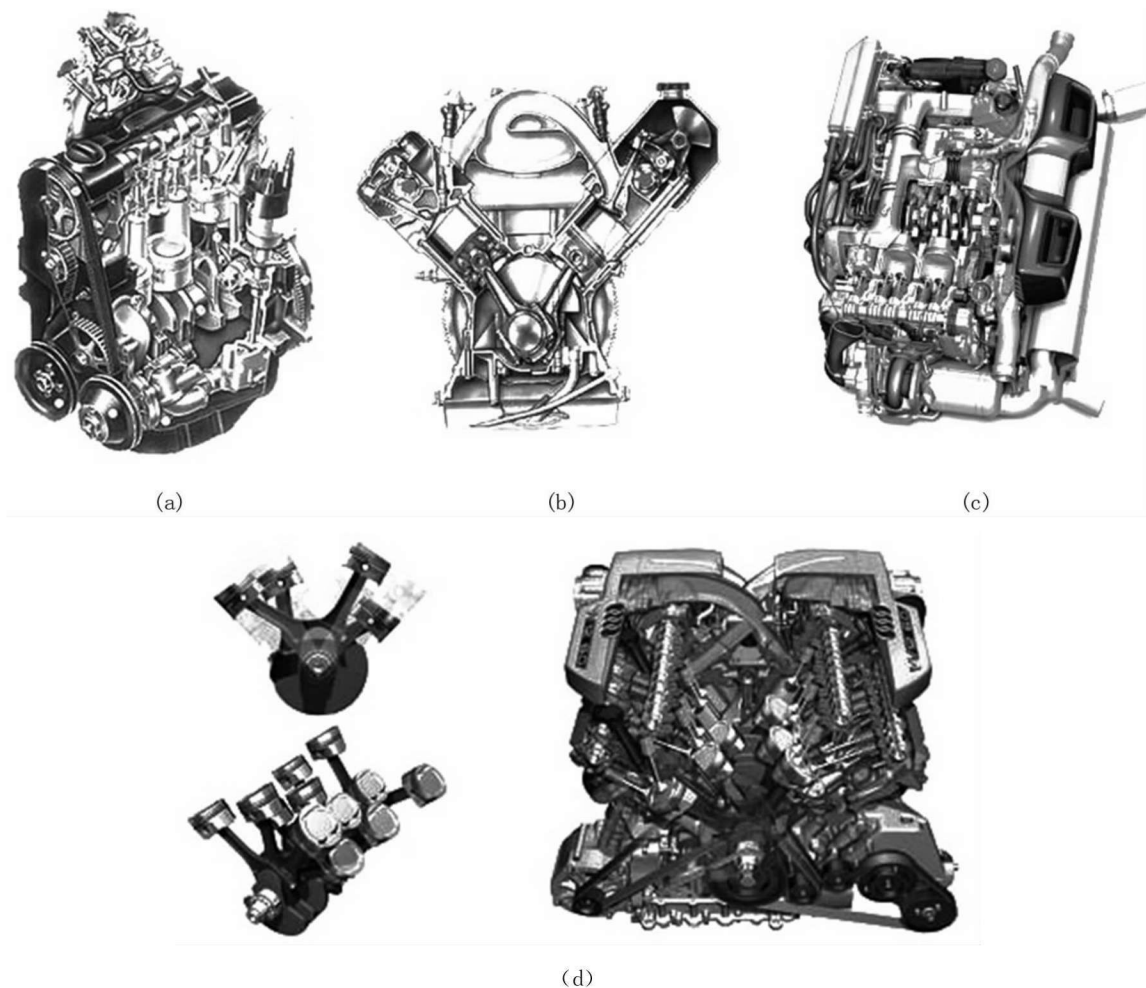


图 1-5 发动机按照汽缸排列方式分类

(a) 直列 (b) V 形 (c) 对置式 (d) W 形

二、发动机的总体构造

发动机是汽车的“心脏”，现代汽车发动机的基本结构都是相似的。汽油机通常由“两大机构、五大系统”组成，柴油机通常由“两大机构、四大系统”组成。如图 1-7 所示为一台汽油机解剖图。

(一) 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、活塞连杆组和曲轴飞轮组等组成，如图 1-8 所示。在做功行程中，活塞承受燃气压力在汽缸内做直线运动，通过连杆转换成曲轴的旋转运动，并通过曲轴对外输出动力，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。

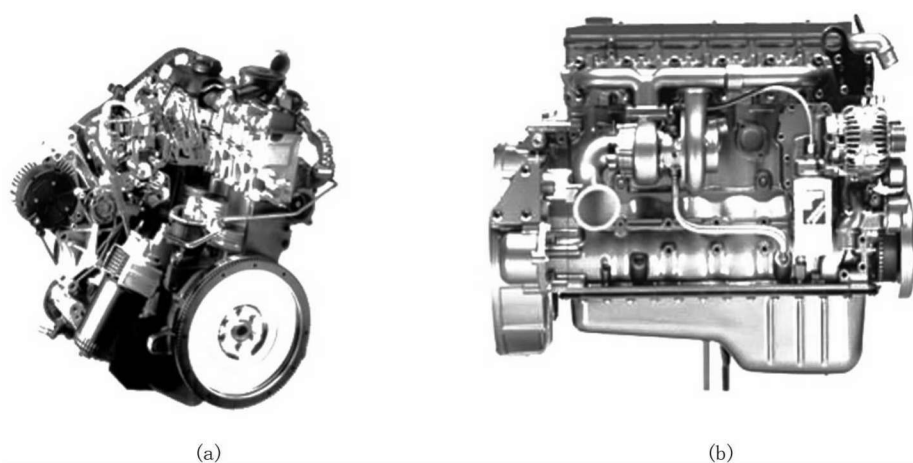


图 1-6 发动机按照进气系统是否采用增压方式分类

(a) 自然吸气式发动机 (b) 强制进气式发动机

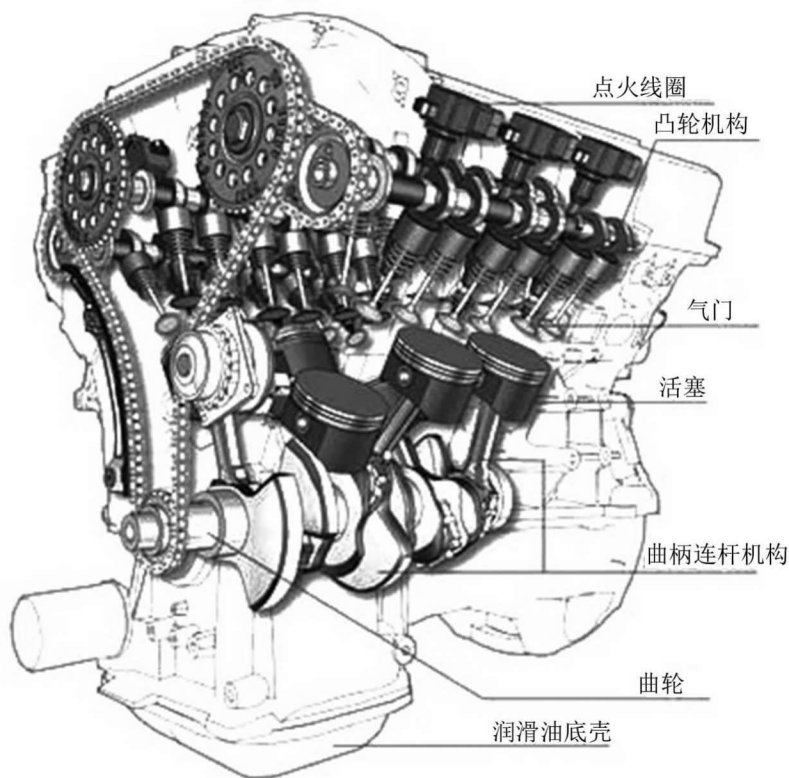


图 1-7 汽油机解剖图

(二) 配气机构

配气机构的作用是根据发动机的工作顺序和工作过程，适时地打开和关闭气门，使可燃混合气或新鲜空气进入汽缸，并使废气从汽缸内排出。配气机构一般由气门组和气门传动组组成，如图 1-9 所示。

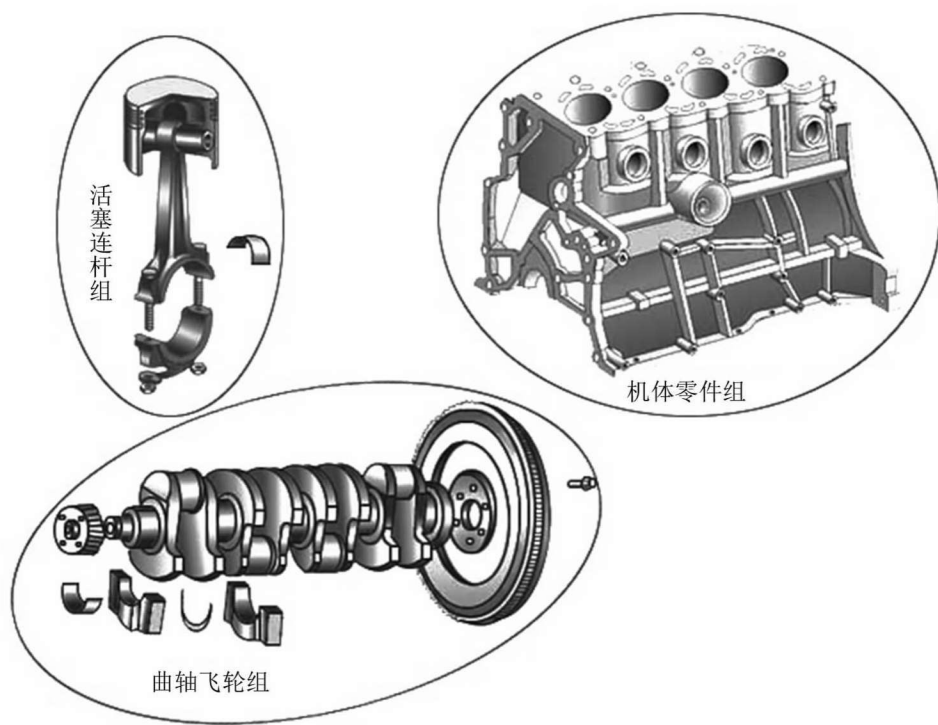


图 1-8 曲柄连杆机构的组成

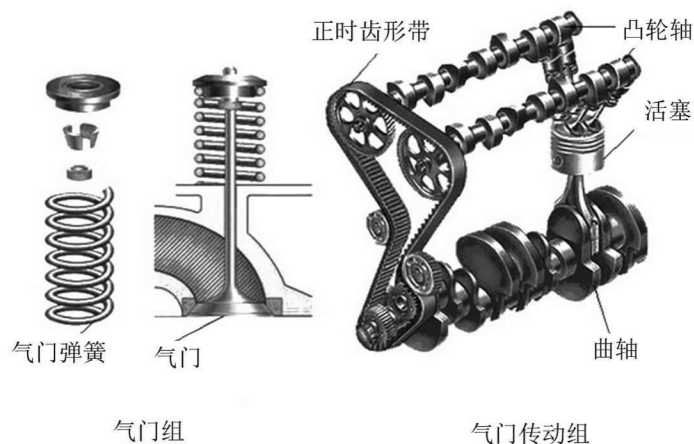
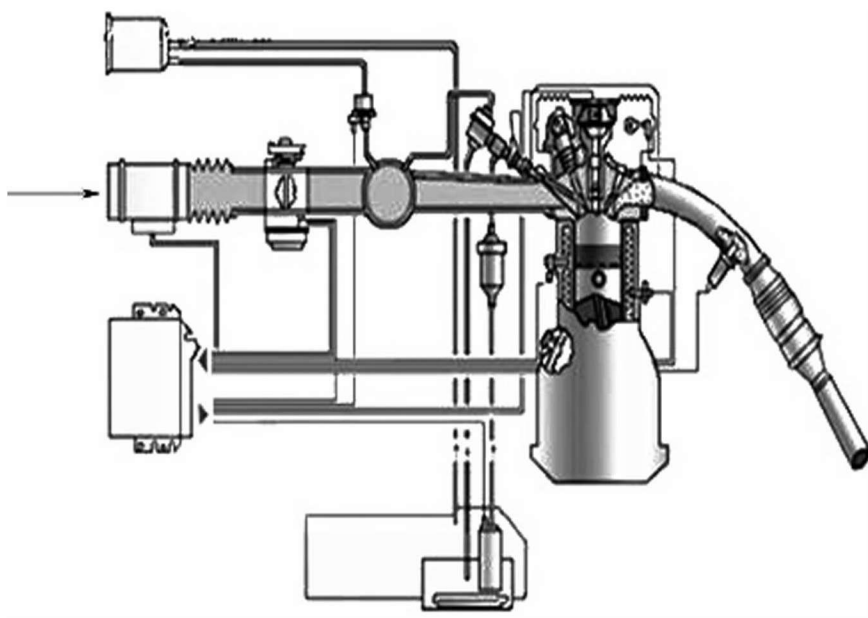


图 1-9 配气机构

(三) 燃料供给系统

汽油机燃料供给系统的作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；柴油机燃料供给系统的作用是把柴油和空气分别供入汽缸，在燃烧室内形成混合气并燃烧，最后将燃烧后的废气排出。发动机燃料供给系统，如图 1-10 所示。汽油机燃料供给系分化油器式燃油供给系统和汽油喷射式燃油供给系统，柴油机燃料供给系分传统机械式柴油喷射系统和电控柴油喷射系统。



汽油机电控燃油喷射系统

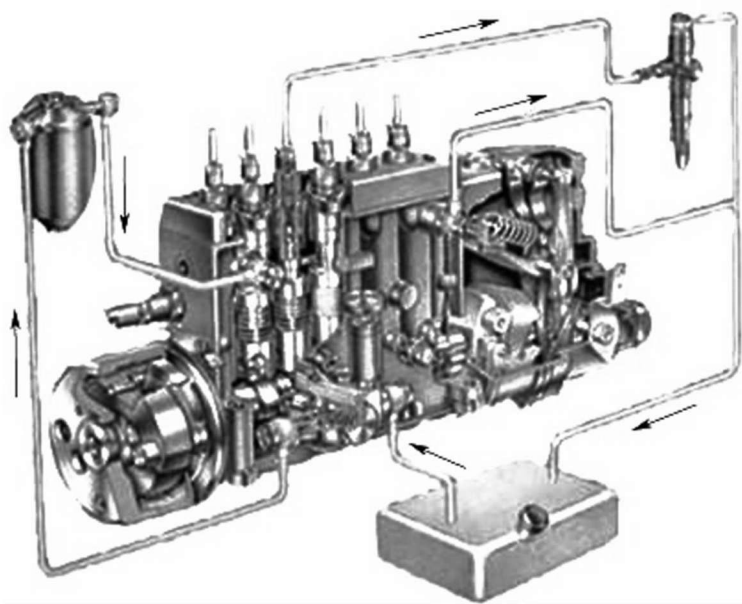


图 1-10 柴油机燃料供给系统

(四) 润滑系统

润滑系统的作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、机油集滤器、机油泵和机油滤清器等组成，如图 1-11 所示。

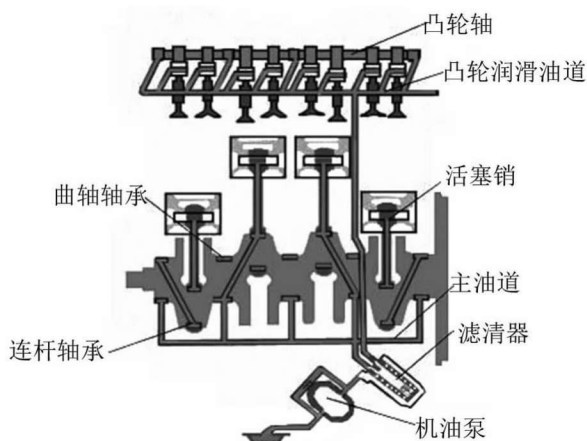


图 1-11 润滑系统

(五) 冷却系统

冷却系统的作用是将受热零件吸收的部分热量及时散发出去，以保证发动机在最适宜的温度状态下工作。冷却系统有水冷式和风冷式两种，水冷发动机的冷却系统通常由冷却水套、水泵、风扇、散热器、膨胀散热器和节温器等组成，如图 1-12 所示。

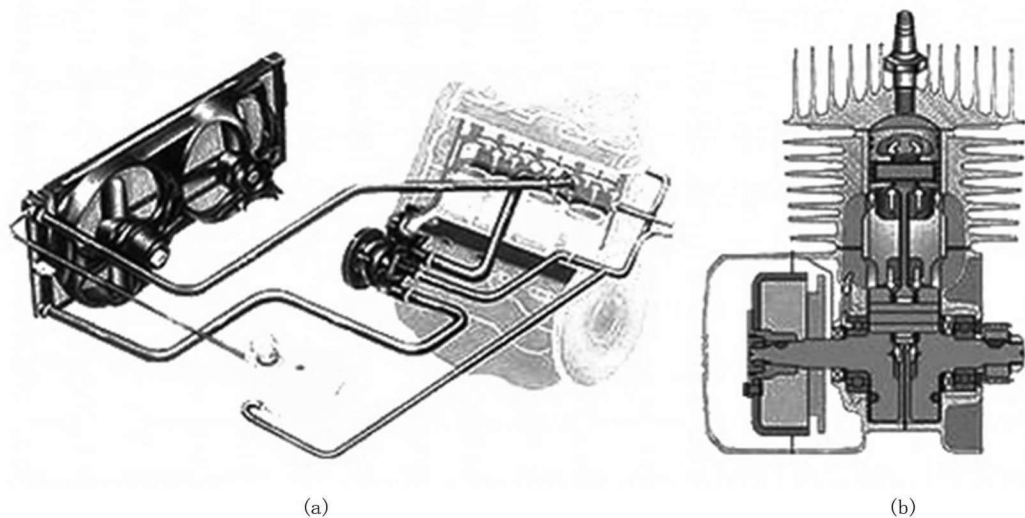


图 1-12 冷却系统

(a) 水冷式 (b) 风冷式

(六) 点火系统 (仅汽油机有)

在汽油机中，汽缸内的可燃混合气是靠电火花点燃的，为此在汽油机的汽缸盖上装有火花塞，并将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。点火系统的作用是根据发动机的工作需要，及时地点燃汽缸内的混合气。点火系统通常由蓄电池、分电器、点火开关、点火线圈和火花塞等组成，如图 1-13 所示。

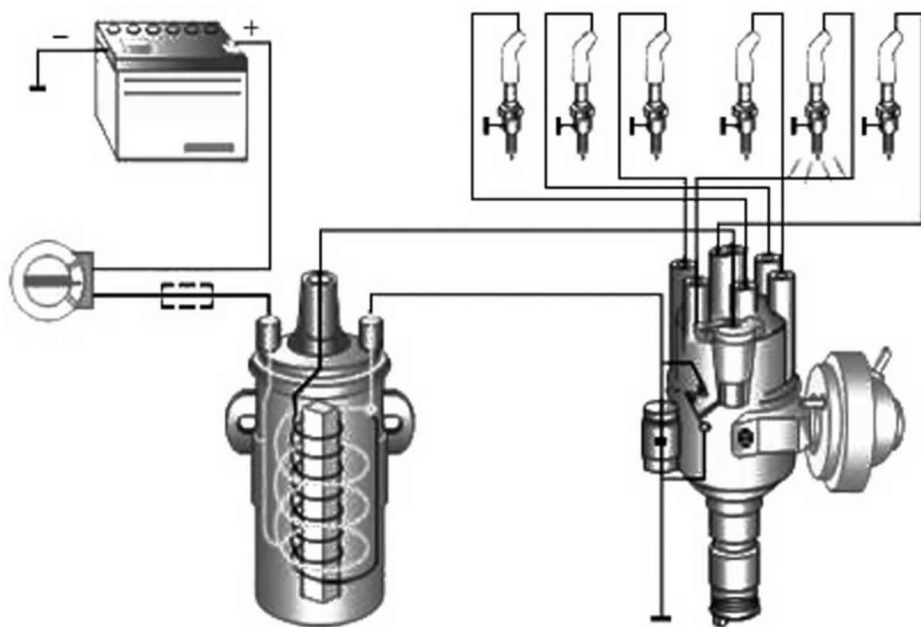


图 1-13 点火系统

(七) 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，使活塞作往复运动，汽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。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。起动系统主要包括起动机和其他附属装置，如图 1-14 所示。

三、单缸发动机结构及常用术语

单缸四冲程汽油机的基本结构如图 1-15 所示，单缸四冲程柴油机的基本结构如图 1-16 所示。汽缸体内圆柱形腔体称为汽缸，内装有活塞，活塞通过活塞销、连杆与曲轴相连接。活塞在汽缸内做往复直线运动，通过连杆推动曲轴做旋转运动。在汽缸盖上装有进、排气门，通过凸轮轴控制进、排气门的开启和关闭，实现向汽缸内充入新鲜可燃混合气（汽油机）或纯空气（柴油机），并将燃烧后的废气排出汽缸。

发动机基本术语如图 1-17 所示。

- (1) 上止点。上止点是指活塞离曲轴回转中心最远处，即活塞的最高位置。
- (2) 下止点。下止点是指活塞离曲轴回转中心最近处，即活塞的最低位置。
- (3) 活塞行程 (S)。上止点与下止点之间的距离称为活塞行程。
- (4) 曲柄半径 (R)。曲轴与连杆下端的连接中心至曲轴中心的距离（即曲轴的回转半径）称为曲柄半径。活塞行程为曲柄半径的两倍，即 $S=2R$ 。
- (5) 汽缸工作容积 (V_h, L)。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或汽缸排量，即

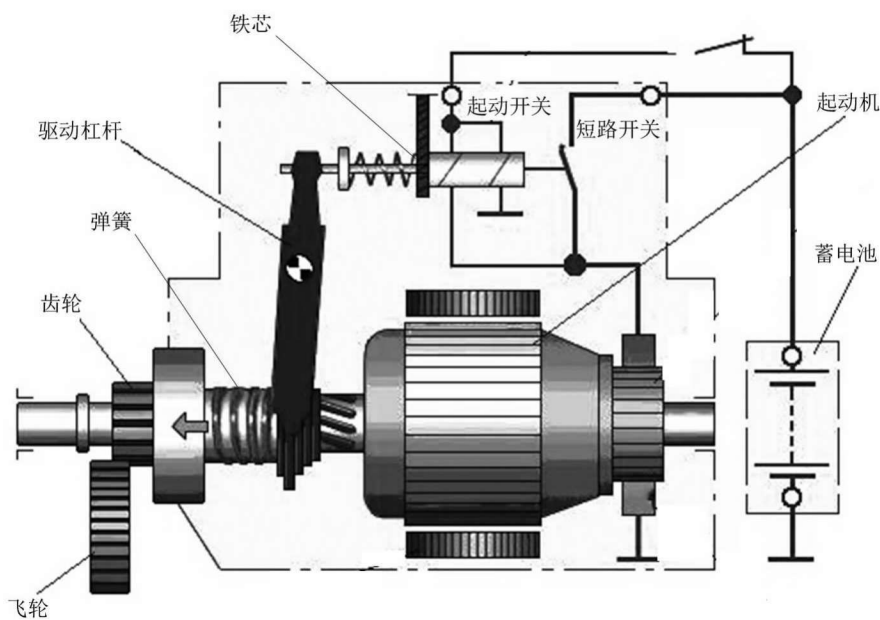


图 1-14 起动系统

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

式中：D—汽缸直径，mm；

S—活塞行程，mm。

(6) 燃烧室容积 (V_c , L)。活塞在上止点时，活塞顶与汽缸盖之间的容积称为燃烧室容积。

(7) 汽缸总容积 (V_a , L)。活塞在下止点时，活塞顶上方的容积称为汽缸总容积。显然，汽缸总容积是汽缸工作容积与燃烧室容积之和，即

$$V_a = V_c + V_h$$

式中：V_c—燃烧室容积，L；

V_h—汽缸工作容积，L。

(8) 发动机排量 (VL, L)。多缸发动机各汽缸工作容积的总和称为发动机排量。即

$$V_L = V_h i = \frac{\pi D^2 S i}{4} \times 10^{-1}$$

式中：V_h—汽缸工作容积，L；

i—汽缸数目。

(9) 压缩比 (ϵ)。汽缸总容积与燃烧室容积之比称为压缩比。

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

式中：V_a—汽缸总容积，L；

V_h—汽缸工作容积，L；

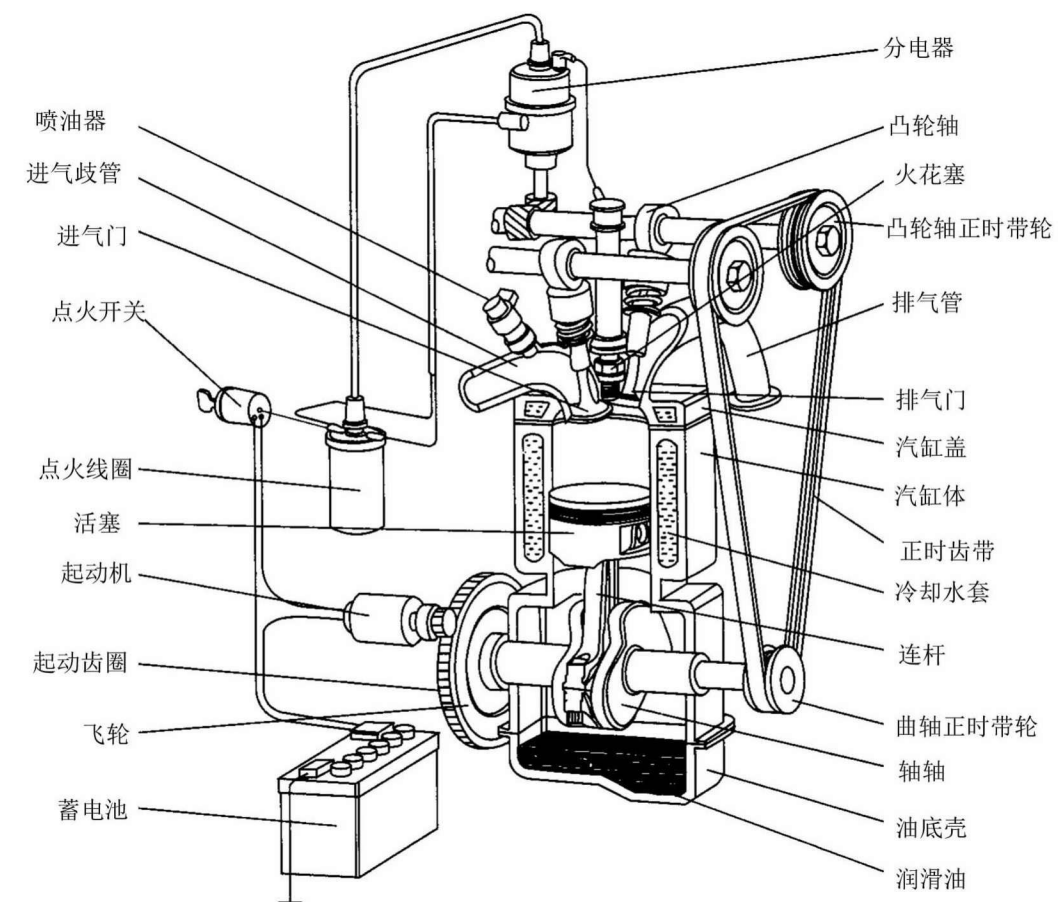


图 1-15 单缸四冲程汽油机结构示意图

V_c —燃烧室容积， L 。

压缩比表示活塞由下止点运动到上止点时，汽缸内的气体被压缩的程度。压缩比越大，压缩终了时汽缸内气体的压力和温度越高。目前，一般车用汽油机的压缩比为 6~11，柴油机的压缩比一般为 16~22。

(10) 工作循环。在汽缸内进行的每一次将燃料燃烧的热能转变成机械能的一系列连续过程（进气、压缩、做功、排气）称为发动机的一个工作循环。

四、发动机的基本工作原理

(一) 四冲程汽油机的工作原理

四冲程汽油机每一个工作循环包括 4 个活塞行程，即进气行程、压缩行程、做功行程和排气行程，如图 1-18 所示。