

“十二五”规划教材·汽车类

汽车发动机构造与维修

QICHE FADONGJIGOUZAO YU WEIXIU

主 编 刘桂光 车 志



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

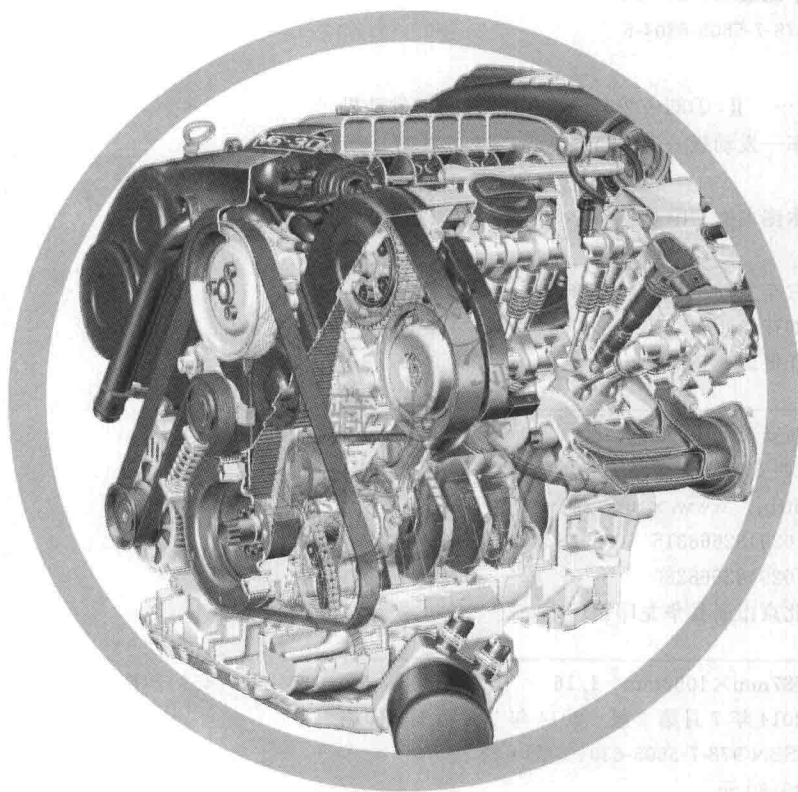
014062481

U464-43
22

汽车发动机构造与维修

主 编 刘桂光 车 志

副主编 郑艳平 冯彩凤 王卓周 宫 亮



北航

C1749602



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书将汽车发动机构造、工作原理与维修有机融合,以轿车为主,系统地介绍了汽车的总体结构、基本工作原理和各总成、部件的结构与工作原理,以及相应的检测、维修方法;突出了现代汽车新技术、新标准和维修方法的介绍;详细地介绍了发动机的曲柄连杆机构、配气机构、燃油供给系统、进/排气系统、冷却系统、润滑系统、点火系统、汽车电源及启动系统的构造和维修,以及发动机增压机构、新能源汽车等新技术;设置了与教学内容相对应的实训教学项目。

本教材编写原则是,根据教育部高等职业学校汽车专业教学标准,工学结合,教学内容项目化,教学过程任务化,以项目导向和任务驱动的理想一体化教学的教学模式进行。本教材可作为高职高专和普通高校汽车专业类教材,也可作成人教育汽车类专业教材,或汽车专业类岗位培训以及中专、技校参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机构造与维修/刘桂光,车志主编. —西安:
西安交通大学出版社, 2014. 6

ISBN 978-7-5605-6304-6

I. ①汽… II. ①刘…②车… 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(2014)第117716号

书 名 汽车发动机构造与维修
主 编 刘桂光 车志
责任编辑 任振国 杨丽云

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路10号 邮政编码 710049)

网 址 <http://www.xjtpress.com>
电 话 (029)82668315 (029)82669096(总编办)
传 真 (029)82668280
印 刷 北京市通县华龙印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16 印 张 18.5 字 数 459千字
版次印次 2014年7月第1版 2014年7月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-6304-6/U·28
定 价 39.80元

图书如有印装质量问题,请与印厂联系调换。电话:(010)89565588

投稿热线:(029)86224954

读者信箱:jdlgy@yahoo.cn

版权所有 侵权必究

前 言

中国汽车工业协会 2014 年 1 月 9 日发布了 2013 年全国汽车产销数据,据中汽协统计,2013 年全年汽车产、销分别为 2 211.68 万辆和 2 198.41 万辆,这是中国汽车产销量第一次突破 2 000 万辆,也是连续第五年位居全球第一。我国汽车工业已进入总量较高的平稳发展阶段。随着我国汽车行业飞速发展,汽车专业人才需求范围日益扩大,汽车后市场对汽车服务技术人员的素质和技能水平要求越来越高。为了适应汽车市场发展对汽车专业人才培养目标要求,目前我国具有汽车专业的高等院校均开设了《汽车发动机构造与维修》必修专业课程,编者将多年汽车制造和维修实践经验与汽车专业高等教育理念相结合,编写出符合当代高等教育的《汽车发动机构造与维修》教科书供汽车专业教师、学生和技术人员使用。

教材采用项目为导向,任务为驱动的工学结合内容编写方式。从创作思想、课程内容设计、训练项目等方面体现了高等教育以能力为本位,以工作情境引导,创建学习目标。通过阅读和专项训练,学生在学习过程中将体会到学习就是“工作”的教学情境,能够充分认识到所学的知识就是为达到工作(岗位)目标所要求的能力,理论知识与实际工作岗位知识运用完全连接。经过多年的教学实践印证,选择本教材的教学内容和教学方法从事教学,汽车专业的毕业生择业和就业率都有大幅度提升。

本教材是多位教师和汽车行业专家合作的成果,是各位作者课程教学与实践的结晶。本书项目 1、2、3、4 由广州城建职业学院刘桂光和车志编写(担任主编);项目 5、6 由忻州职业技术学院宫亮编写(副主编);项目 7、8、9 由广东有道汽车有限公司郑艳平和广州城建职业学院冯彩凤编写(副主编);项目 10、11 由广州力电机车有限公司王卓周编写(副主编)。

本教材编写过程中参考了国内外有关著作、论文、相关汽车网络资料,借鉴了不少汽车企业有价值的成果,在此谨向原作者和企业表示由衷的感谢!对支持本教材编写的领导和专家表示衷心感谢!

由于水平有限,因此书中不足之处在所难免,恳请同行、专家、学者及广大读者批评指正。

编 者

2014 年 3 月于广州

目 录

项目 1 汽车整体结构与发动机总体构造	1
任务 1.1 汽车整体结构认知	1
任务 1.2 发动机总体构造与工作原理	6
实训项目 1 汽车整体结构与发动机总体构造认知	19
项目 2 曲柄连杆机构的构造与检修	21
任务 2.1 曲柄连杆机构认知	21
任务 2.2 曲柄连杆机构组件与零件结构	25
任务 2.3 曲柄连杆机构的检修	44
实训项目 2 曲柄连杆机构的拆装	49
项目 3 配气机构的构造与检修	52
任务 3.1 配气机构认知	52
任务 3.2 配气机构的组件和零件	57
任务 3.3 气门间隙及配气定时	64
任务 3.4 配气机构的检修	66
任务 3.5 可变气门配气机构认知	75
实训项目 3 配气机构的检修	77
项目 4 汽油机燃料供给系统构造与检修	79
任务 4.1 电控汽油机燃料供给系统认知	79
任务 4.2 电控汽油发动机空气供给系统	82
任务 4.3 电控汽油发动机燃油供给系统	101
任务 4.4 电控汽油发动机排气系统	104
任务 4.5 电控汽油发动机燃料供给系统检修	108
任务 4.6 电控汽油喷射系统检修	110
任务 4.7 汽油直喷式燃油系统	113
实训项目 4 汽油机燃料供给系统的检修	117
项目 5 柴油机燃料供给系统构造与检修	120
任务 5.1 柴油机燃料供给系统认知	120

任务 5.2	柴油发动机燃料供给系统主要部件	127
任务 5.3	柴油供给系统的其他装置	141
任务 5.4	柴油机电子控制系统	142
实训项目 5	柴油机燃料供给系统拆装与检测调试	150
项目 6	汽车发动机冷却系统构造与检修	154
任务 6.1	冷却系统认知	154
任务 6.2	水冷却系统主要部件构造	157
任务 6.3	风冷却系统	166
任务 6.4	电子控制发动机冷却系统	167
任务 6.5	冷却系统维护与检修	171
实训项目 6	发动机冷却系统拆装与调整	176
项目 7	润滑系统与维修	181
任务 7.1	润滑系统认知	181
任务 7.2	润滑系统主要部件	186
任务 7.3	润滑系统的检修	194
实训项目 7	发动机润滑系统检测	197
项目 8	汽车发动机增压机构	200
任务 8.1	发动机增压机构认知	200
任务 8.2	机械增压	203
任务 8.3	涡轮增压	207
实训项目 8	发动机增压器故障诊断与排除	218
项目 9	电控发动机点火系统的构造与检修	220
任务 9.1	电控发动机点火系统认知	220
任务 9.2	电子点火系统的组成及工作原理	222
任务 9.3	汽油机电控点火系统的主要部件及功能	224
任务 9.4	汽油机电控点火系统的功能	233
任务 9.5	汽油机电控电子点火系统的检修	236
实训项目 9	发动机点火系统的检测及诊断	242
项目 10	汽车电源及起动系统构造与检修	245
任务 10.1	蓄电池的构造与维护	245
任务 10.2	汽车发电机构造与检修	248
任务 10.3	发电机电压调节器构造	252
任务 10.4	起动系统	256

实训项目 10 起动系统检修实训	260
项目 11 新能源汽车	266
任务 11.1 电动汽车	266
任务 11.2 燃气汽车	275
任务 11.3 太阳能汽车	282
实训项目 11 新能源汽车总体结构认识	287
参考文献	288

项目 1 汽车整体结构与发动机总体构造



能力目标

- (1) 能够说出汽车分类形式、整体结构组成以及各部分的作用。
- (2) 能够说明四冲程汽油发动机总体构造与工作原理。
- (3) 能够陈述汽车发动机的几个性能指标。



知识目标

- (1) 了解汽车的分类形式、整体结构组成以及各部分的作用。
- (2) 熟悉四冲程汽油发动机总体构造与工作原理。
- (3) 理解汽车发动机的几个性能指标的含义。



项目描述

要完成本项目的学习任务，达到目标要求，首先经过本项目理论学习，了解汽车的分类形式、汽车整体结构以及各部分的作用；熟悉四冲程汽油发动机总体构造与工作原理；理解汽车发动机的几个性能指标的含义。然后与实践教学结合，对照汽车整体和发动机总体实物现场教学，直观的认知汽车总体结构和发动机的总体构造，明确本课程学习的主要内容和学习目的。

任务 1.1 汽车整体结构认知

1.1.1 汽车的定义

汽车是指以汽油、柴油、天然气等燃料或者以电池、太阳能等新型能源由发动机作动力的运输工具。一般具有四个或四个以上车轮，不依靠轨道或架线而在陆地行驶的车辆。汽车通常被用作载运客、货和牵引客、货挂车，也有为完成特定运输任务或作业任务而将其改装或经装配了专用设备的专用车辆，但不包括专供农业使用的机械。全挂车和半挂车并无自带动力装置，它们与牵引汽车组成汽车列车时才属于汽车范畴。

按照最新国家标准 GB725—8-2012 定义，汽车由动力驱动，具有四个或四个以上车轮

的非轨道承载的车辆，主要用于：载运人员和/或货物（物品）；牵引载运货物（物品）的车辆或特殊用途的车辆；专项作业。

本术语还包括：

- (1) 与电力线相联的车辆，如无轨电车；
- (2) 整车整备质量超过 400 kg 的不带驾驶室的三轮车辆；
- (3) 整车整备质量超过 600 kg 的带驾驶室的三轮车辆。

1.1.2 汽车的分类

汽车按用途分为普通运输汽车、专用汽车和特殊用途汽车。

1. 普通运输汽车

(1) 轿车：用于载送人员（5 人）及其随身物品且座位布置在两轴之间的车辆

按照发动机排量划分有微型轿车（1 L 以下）、轻级轿车（1~1.6 L）、中级轿车（1.6~2.5 L）、中高级轿车（2.5~4 L）、高级轿车（4 L 以上）。

(2) 客车：具有长方形车厢，主要用于载送人员（9 人以上）及其随身行李物品的汽车。

按照长度划分有微型客车（不超过 3.5 m）、小型客车（3.5~7 m）、中型客车（7~10 m）和大型客车（10 m 以上）。

(3) 货车：主要用于运送货物的车辆。

按照载重量划分有微型货车（1.8 t 以下）、轻型货车（1.8~6 t）、中型货车（6~14 t）、重型货车（14 t 以上）。

现行国标 GB/T3730.1—2001 将汽车分为乘用车和商用车。

乘用车（不超过 9 座）分为普通乘用车、活顶乘用车、高级乘用车、小型乘用车、敞篷车、仓背乘用车、旅行车、多用途乘用车、短头乘用车、越野乘用车、专用乘用车等 11 类。

商用车分为客车、货车和半挂牵引车等 3 类。客车细分为小型客车、城市客车、长途客车、旅游客车、铰接客车、无轨客车、越野客车、专用客车。货车细分为普通货车、多用途货车、全挂牵引车、越野货车、专用作业车、专用货车。

2. 专用汽车

(1) 作业型专用汽车是指在汽车上安装各种特殊设备进行特定作业的汽车。

作业型专用汽车包括救护车、消防车、环卫车、电视广播车、机场作业车、市政建设工程作业车等。

(2) 运输型专用汽车是指车身经过改装，用来运输专门货物的汽车。

运输型专用汽车包括垃圾运输车、冷藏车厢货车、运输沙土的自卸汽车、混凝土运输车、罐车，此外还有挂车、半挂车、集装箱货车等。

3. 特殊用途汽车

(1) 竞赛汽车。

(2) 娱乐汽车：房车、高尔夫球场专用车、海滩游乐汽车等。

汽车按行驶道路条件分为：①公路用汽车；②非公路用汽车：越野汽车和矿山、机场、工地等用汽车。

汽车按行驶机构分为：①轮式汽车；②其他：履带式、雪橇式、气垫式、步行式等。

1.1.3 汽车整体结构

现代汽车一般由发动机、底盘、电气设备、电子设备、车身等部分组成。

(1) 发动机：是汽车的动力源。它由机体、曲柄连杆机构、燃料供给系统、冷却系统、润滑系统、点火系统（汽油发动机用）和起动系统等几部分组成。

(2) 底盘：是汽车的基础，接受发动机发出的动力，使汽车正常行驶。它由传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统等组成。

(3) 电气设备：由电源（发电机和蓄电池）、汽油发动机点火系统、起动系统、照明与信号装置、空调、仪表等组成。

(4) 电子设备：主要有电控燃油喷射系统及微机控制点火系统、电控自动变速器、电控防抱死制动系统（ABS）、电控门锁、自动防盗报警装置、车辆网络系统和汽车音响等。

(5) 车身：是汽车的载体，用以装载驾驶人操纵装置、载客或载货。货车车身由驾驶室和货厢（或封闭式货厢）组成；轿车和客车车身是一个整体，有承载式车身和非承载式车身两种。

轿车总体构造如图 1-1 所示，载货汽车总体构造如图 1-2 所示。

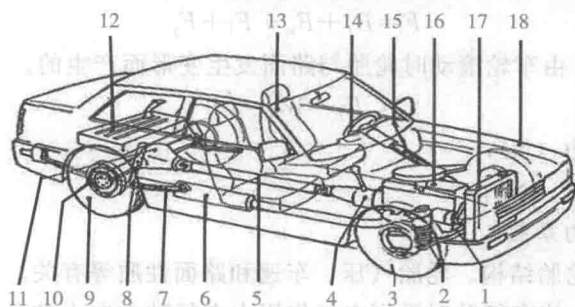


图 1-1 轿车总体构造

- 1—前桥；2—前悬架；3. 前车轮；4—变速器；5—传动轴；6—消声器；
7—后悬架钢板弹簧；8—减震器；9—后轮；10—制动器；11—后桥；12—油箱；
13—座椅；14—方向盘；15—转向器；16—发动机；17—散热器；18—车身

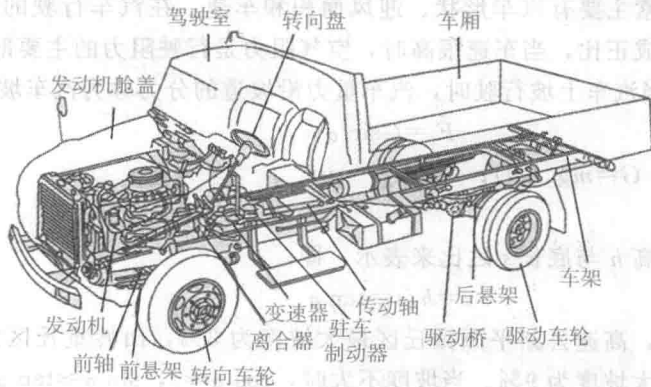


图 1-2 载货汽车总体构造

1.1.4 汽车的行驶原理

1. 汽车行驶的驱动力与行驶阻力

(1) 汽车的驱动力 F_t (见图 1-3) 地面对驱动轮产生反作用力 F_t 推动汽车前进, F_t 称为汽车的驱动力, 即

$$F_t = T_t / r$$

式中 T_t ——作用于驱动轮上的转矩 ($\text{N} \cdot \text{m}$);

r ——车轮半径 (m)。

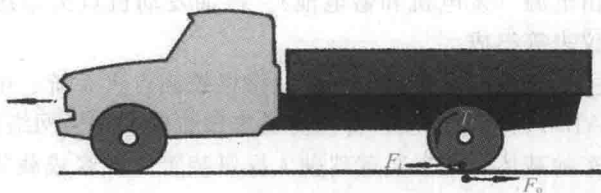


图 1-3 驱动力与行驶阻力

(2) 汽车的行驶阻力 F 。汽车行驶时需要克服各种阻力, 即

$$F = F_f + F_w + F_i + F_j$$

1) 滚动阻力 F_f : 由车轮滚动时轮胎与路面发生变形而产生的。

$$F_f = W_t \cdot f$$

式中 F_f ——滚动阻力 (N);

W_t ——车轮载荷 (N);

f ——滚动阻力系数。

滚动阻力系数与轮胎结构、轮胎气压、车速和路面性质等有关。

2) 空气阻力 F_w 。汽车行驶时受到空气作用力在行驶方向上的分力称为空气阻力。它由压力阻力与摩擦阻力两部分组成。

压力阻力是空气作用在汽车外表面上的法向压力的合力在行驶方向的分力。

摩擦阻力是由于空气的黏性在车身表面产生的摩擦作用的阻力。

影响空气阻力的因素主要有汽车形状、迎风面积和车速。在汽车行驶的速度范围内, 空气阻力与车速的平方成正比, 当车速很高时, 空气阻力是行驶阻力的主要部分。

3) 坡度阻力 F_i 。当汽车上坡行驶时, 汽车重力沿坡道的分力称为汽车坡度阻力, 即

$$F_i = G \sin \alpha$$

式中 G ——汽车重力, $G = mg$ (N);

α ——坡度角。

道路的坡度是以坡高 h 与底长 s 之比来表示, 即

$$i = h/s = \tan \alpha$$

我国公路标准规定, 高速公路平原微丘区最大坡度为 3%, 山岭重丘区为 5%; 一般四级路面山岭重丘区最大坡度为 9%。当坡度不大时, $\cos \alpha \approx 1$, $\sin \alpha \approx \tan \alpha = i$, 则

$$F_i \approx Gi$$

4) 加速阻力 F_j 。汽车加速行驶时, 需要克服汽车质量加速运动时的惯性力, 这就是加速阻力。汽车的质量越大, 加速阻力越大。

2. 汽车行驶方程及驱动条件

汽车行驶的动力方程

$$F_t = F_f + F_w + F_i + F_j$$

当汽车驱动力等于滚动阻力、空气阻力和坡度阻力之和时, 汽车匀速行驶; 当驱动力大于后三者之和时, 汽车才能起步或加速行驶; 当驱动力小于后三者之和时, 则汽车无法起步或减速行驶。

汽车的行驶的驱动条件为

$$F_t \geq F_f + F_w + F_i$$

3. 汽车行驶的附着条件

(1) 汽车行驶的附着条件。附着力 F_φ : 地面对轮胎的切向反作用力的极限值。它与驱动轮法向反作用力 F_z 成正比, 即

$$F_\varphi = F_z \varphi$$

式中 φ ——附着系数。

汽车行驶的附着条件: 地面切向反作用力不能大于附着力。

$$F_i \leq F_\varphi = F_z \varphi$$

驱动-附着条件: 汽车行驶必须同时满足驱动条件和附着条件, 即为

$$F_f + F_w + F_i \leq F_t \leq F_\varphi$$

(2) 汽车附着力影响因素分析:

1) 附着系数 φ 。主要取决于路面的种类和状况、轮胎结构、气压等使用条件。

硬路面的附着系数较高。但当路面有尘土覆盖或潮湿后, 附着系数显著下降。

轮胎的结构及材料对附着系数的影响也很显著。细而浅花纹的轮胎在硬路面上有较好的附着力, 而在松软地面上花纹宽而深的轮胎则可获得较大的附着系数。

低气压、宽断面和子午线轮胎, 与地面接触面积大, 附着系数比一般轮胎高。

当车速提高时, 附着系数下降。

在严寒冬季冰雪路面行驶的车辆易打滑, 为了增加附着力, 可采用特殊花纹的轮胎或在轮胎上绕防滑链。也可以在路面撒砂等应急措施。

2) 驱动轮的法向反作用力 F_z 。该作用力与汽车的总体布置、行驶状况及道路的坡度有关。

对于两轮驱动的汽车, 只有作用在驱动轮上的反作用力才能产生附着力。而该反作用力与汽车整体重力在两车轮上的分配比例有关。全轮驱动汽车的所有车轮都是驱动轮, 附着力最大。

后轮驱动的汽车在加速或上坡时, 驱动轮的法向反作用力增加。前轮驱动的汽车相反。

任务 1.2 发动机总体构造与工作原理

1.2.1 发动机的类型

1. 发动机的定义

发动机(engine)是一种能够把其他形式的能转化为机械能的机器,包括如内燃机(汽油发动机等)、外燃机(斯特林发动机、蒸汽机等)、电动机等。如内燃机通常是把化学能转化为机械能。发动机既适用于动力发生装置,也可指包括动力装置的整个机器(如汽油发动机、航空发动机)。发动机最早诞生在英国,所以,发动机的概念也源于英语,它的本义是指那种“产生动力的机械装置”。

2. 内燃机分类

内燃机的分类方法很多,按照不同的分类方法可以把内燃机分成不同的类型。

(1) 按照所用燃料分类。内燃机按照所使用燃料的不同可以分为汽油机和柴油机(见图 1-4)。使用汽油为燃料的内燃机称为汽油机;使用柴油机为燃料的内燃机称为柴油机。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。

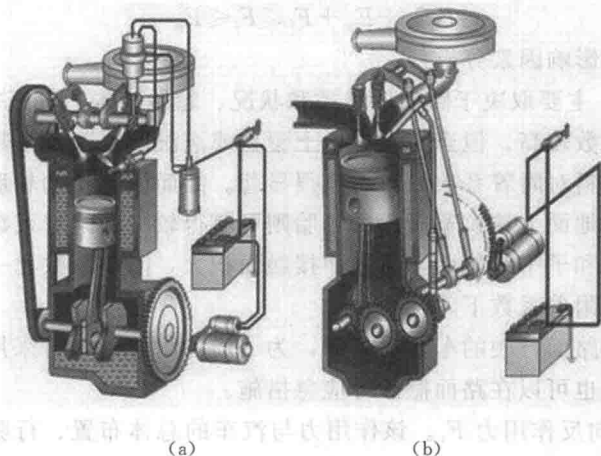


图 1-4 汽油机和柴油机

(a) 汽油机; (b) 柴油机

(2) 按照行程分类。内燃机按照完成一个工作循环所需的行程数可分为四行程内燃机和二行程内燃机(见图 1-5)。把曲轴转两圈(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;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内燃机称为二行程内燃机。汽车发动机广泛使用四行程内燃机。

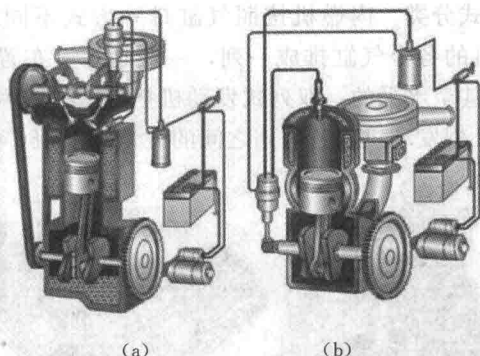


图 1-5 四行程和二行程内燃机

(a) 四行程; (b) 二行程

(3) 按照冷却方式分类。内燃机按照冷却方式不同可以分为水冷发动机和风冷发动机(见图 1-6)。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,被广泛地应用于现代车用发动机。

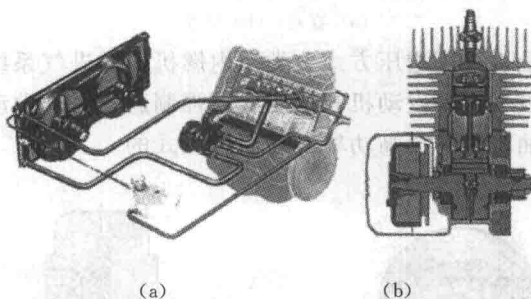


图 1-6 水冷和风冷发动机

(a) 水冷; (b) 风冷

(4) 按照气缸数目分类。内燃机按照气缸数目不同可以分为单缸发动机和多缸发动机(见图 1-7)。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、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。

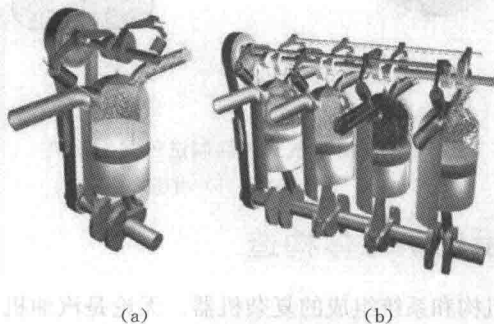


图 1-7 单缸和多缸发动机

(a) 单缸; (b) 多缸

(5) 按照气缸排列方式分类。内燃机按照气缸排列方式不同可以分为单列式和双列式(见图 1-8)。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甚至水平的;双列式发动机把气缸排成两列,两列之间的夹角小于 180° (一般为 90°)称为 V 型发动机,若两列之间的夹角等于 180° 称为对置式发动机。

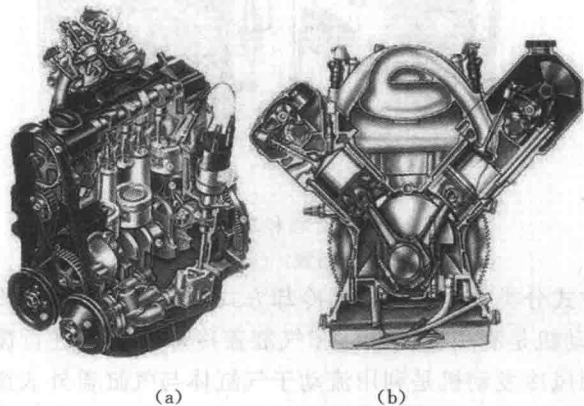


图 1-8 直列和 V 型发动机

(a) 直列; (b) V 型

(6) 按照进气系统是否采用增压方式分类。内燃机按照进气系统是否采用增压方式可以分为非增压式(自然吸气式)发动机和增压式(强制进气式)发动机(见图 1-9)。汽油机常采用非增压式;柴油机为了提高功率有采用增压式的。

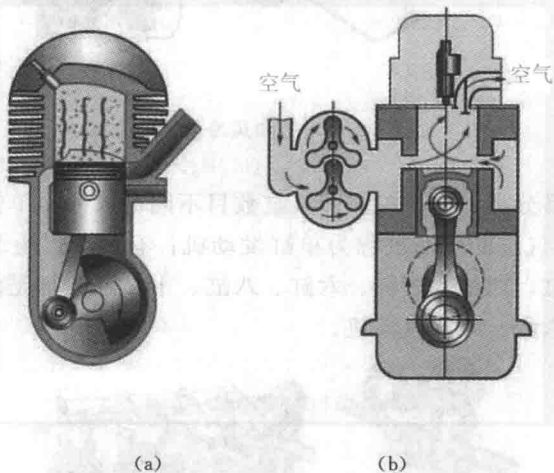


图 1-9 自然吸气式和强制进气式发动机

(a) 非增压式; (b) 增压式

1.2.2 四冲程发动机总体构造

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。如图 1-10 所示。

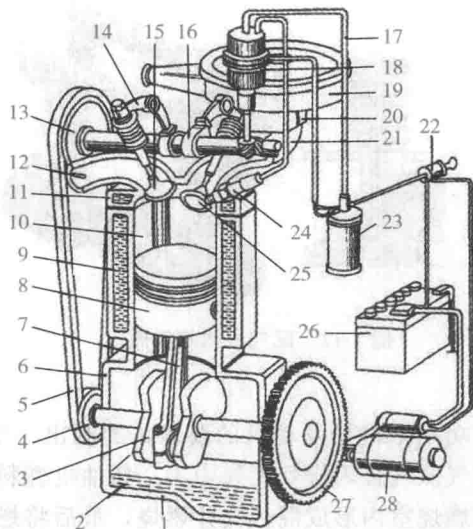


图 1-10 四冲程发动机总体构造示意图

- 1—油底壳；2—机油；3—曲轴；4—曲轴同步带轮；5—同步带；6—曲轴箱；7—连杆；
8—活塞；9—水套；10—汽缸；11—汽缸盖；12—排气管；13—凸轮轴同步带轮；14—摇臂；
15—排气门；16—凸轮轴；17—高压线；18—分电器；19—空气滤清器；20—化油器；21—进气管；
22—点火开关；23—点火线圈；24—火花塞；25—进气门；26—蓄电池；27—飞轮；28—起动机

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（见图 1-11）。它由机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组等组成。在作功行程中，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。

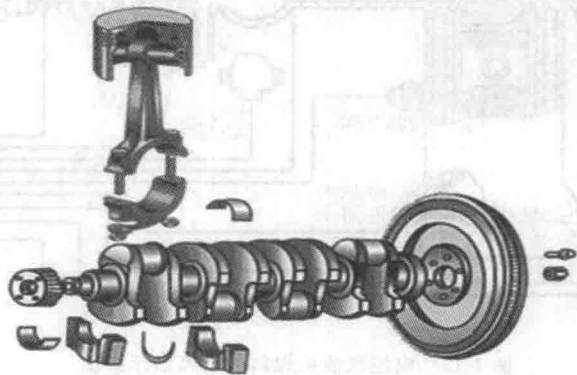


图 1-11 曲柄连杆机构示意图

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。配气机构大多采用顶置气门式配气机构，一般由气门组、气门传动组和气门驱动组组成如图 1-12 所示。

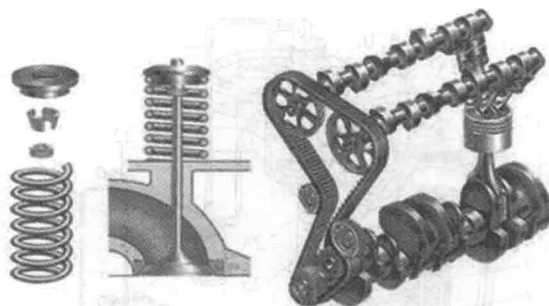


图 1-12 配气机构示意图

3. 燃料供给系统

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。如图 1-13 所示。

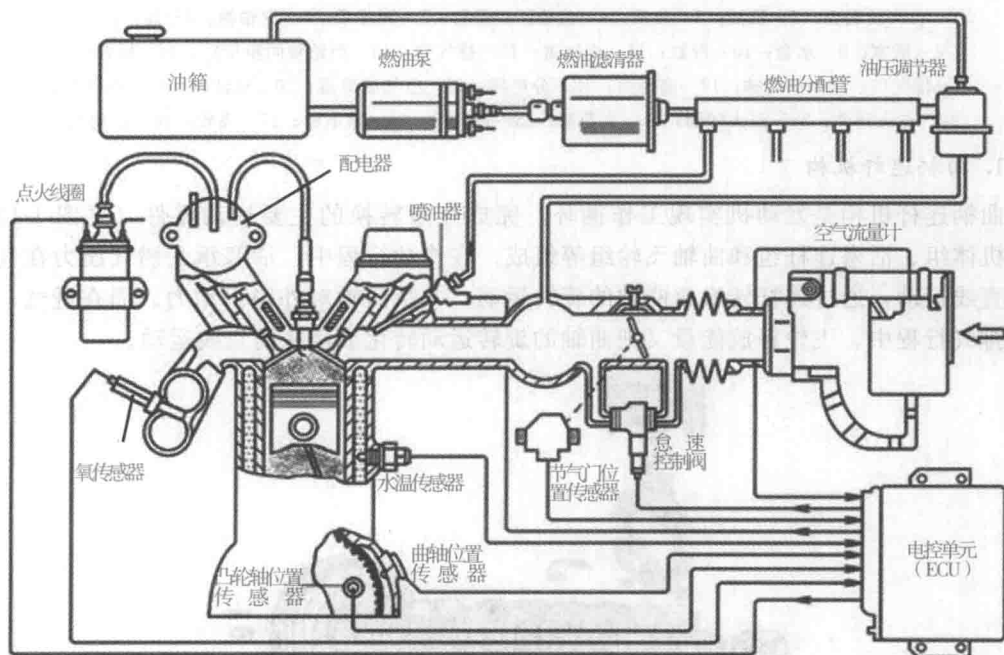


图 1-13 电控汽油机燃料供给系统示意图

4. 润滑系统

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、机油滤清器和一些阀门等组成，如图 1-14 所示。