

汽车检修 **一学通** 丛书

汽车发动机机械系统 的检测与维修

谭克诚 主编

QICHE FADONGJI JIXIE XITONG DE JIANCE YU WEIXIU



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽车检修一学通丛书

汽车发动机机械系统的 检测与维修

主 编 谭克诚

副主编 杨 琳 林世明



机械工业出版社

本书详细讲解了汽车发动机基本结构、曲柄连杆机构检修、配气机构检修、汽油机燃料供给系检修、柴油机燃料供给系检修、发动机冷却系检修、发动机润滑系检修等基础知识、维修工具、维修和检测方法及步骤。通过学习本书,读者能够熟知汽车发动机的基本结构,正确分析发动机及其各组成部分的工作原理,学会汽车发动机机械系统的使用维护、检测、修理,以及发动机的装配与调试等项目的实际操作方法。

本书是发动机维修新手的重要参考书,也可作为汽车检测与维修技术专业教材,还可作为专业技术人员的工具书及培训参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机机械系统的检测与维修/谭克诚主编.
—北京:机械工业出版社,2010.8(2015.3重印)
(汽车检修一学通丛书)
ISBN 978-7-111-31230-7

I. ①汽… II. ①谭… III. ①汽车—发动机—
机械系统—检测②汽车—发动机—机械系统—车辆
修理 IV. ①U472.43

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第130852号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
责任编辑:连景岩 版式设计:霍永明 责任校对:刘怡丹
封面设计:王伟光 责任印制:乔宇
北京铭成印刷有限公司印刷
2015年3月第1版第4次印刷
184mm×260mm·17.25印张·421千字
5601—6600册
标准书号:ISBN 978-7-111-31230-7
定价:38.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

销售二部:(010)88379649

教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着中国经济的快速发展，我国的汽车工业出现了迅猛发展的势头，汽车正日益广泛地深入到社会生活和人们的日常生活当中，汽车技术也发生了一系列的变化，新结构、新装置、新技术在汽车上不断应用。这就要求培养一大批能够适应汽车工业发展需要的汽车运用与维修人才。

本书充分考虑了目前高等职业教育的特点以及汽车发动机维护、保养、检测与故障诊断对人才的需求，坚持面向市场、面向社会，以能力为本位，以职业发展为导向，以经济结构调整和科技进步服务为原则；注重理论知识与实践技能的有机结合，实践内容与现行行业标准紧密结合。

本书还配有实训指导手册，指导手册中导入国家劳动部的国家技能鉴定题库，将国家技能鉴定题库全部融入到相关的学习模块中去，对职业技能进行强化训练(包括中级、高级及技师项目)。两本书配合使用，对从业人员和汽车专业高职学生的知识掌握、能力提升与素质提高有很大的帮助，力求通过本书的学习，使读者全面掌握发动机机械系统的检测与维修。本书有如下特点：

1. 整合学习体系

将发动机机械系统的检测与维修分成十三章，保证每章的完整性与独立性，每章内容都按构造、原理、拆卸、检测、调试、安装、故障诊断与排除以及考核来进行编排，融“教、学、做”为一体，构建以模块课程为主要特征，以行动导向为主要特点的理论、实践一体化的模式。

2. 理论、实践一体化

本书将理论学习与实践学习融为一体，更有利于提高读者的实际操作能力。

3. 引导读者主动学习

读者通过自己的实际操作填写实训指导手册，并进行数据的处理与分析，把理论知识应用到实践中，提高对理论知识的掌握。

本书有理论、有方法、有工具、有步骤，图文配合，使读者能够全面掌握相关知识。本书由谭克诚任主编，杨琳、林世明任副主编，参加编写的还有彭敏、蓝芳芳。本书的编写得到上汽通用五菱市场与网络部的大力支持，同时也得到东风柳汽售后服务部的悉心指导，在此表示衷心的感谢。

在编写过程中，参考了大量的著作和文献资料，在此一并向有关作者、编者表示真诚的感谢。

由于作者水平有限，书中不妥或错误之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言	
第一章 总论	1
第一节 国产汽车产品型号	1
第二节 汽车总体构造	3
第三节 汽车行驶基本原理	5
思考题	6
第二章 发动机构造及工作原理	7
第一节 汽车发动机类型	7
第二节 往复式内燃机	9
第三节 发动机构造	14
第四节 发动机产品名称和型号	19
第五节 发动机性能指标和特性	20
思考题	24
第三章 汽车发动机维修基础知识	25
第一节 汽车技术性能	25
第二节 汽车零件的磨损	26
第三节 汽车修理和维护制度	30
第四节 汽车维修常用工具与检测设备	32
思考题	51
第四章 气缸体的构造与维修	52
第一节 曲柄连杆机构	52
第二节 气缸体的构造	54
第三节 气缸体的检测与维修	59
思考题	73
第五章 气缸盖的构造与维修	74
第一节 气缸盖的构造	74
第二节 气缸盖的检测与维修	78
第三节 气缸垫的构造与维修	80
第四节 油底壳与发动机支承	81
思考题	82
第六章 活塞连杆组的构造与维修	83
第一节 活塞的构造	83
第二节 活塞的检测与维修	89
第三节 活塞环的构造	90
第四节 活塞环的检测与维修	96
第五节 活塞销的构造与维修	97
第六节 连杆的构造与维修	100
思考题	109
第七章 曲轴飞轮组的构造与维修	110
第一节 曲轴的构造	110
第二节 曲轴的检测与维修	119
第三节 飞轮的构造与维修	130
思考题	132
第八章 配气机构的构造与维修	133
第一节 配气机构的功用及组成	133
第二节 气门间隙与配气相位	139
第三节 气门组的构造与维修	145
第四节 气门传动组的构造与维修	160
思考题	168
第九章 汽油机燃油供给系的构造与维修	170
第一节 汽油及其使用性能	170
第二节 发动机燃油供给系	171
第三节 发动机电控燃油供给系的构造与维修	175
第四节 发动机燃油供给系辅助装置构造与维修	184
思考题	185
第十章 柴油机燃油供给系的构造与维修	186
第一节 柴油机燃油供给系	186
第二节 柱塞喷油泵式燃油供给系的构造与维修	190
第三节 输油泵和柴油滤清器的构造与维修	201
第四节 喷油器的构造与维修	205
第五节 调速器的构造与维修	211
第六节 分配式喷油泵的构造与维修	215

思考题	223	第二节 水冷系的构造与维修	238
第十一章 进、排气系统的构造		思考题	249
与维修	224	第十三章 润滑系的构造与维修	251
第一节 进气系统构造与维修	224	第一节 润滑系的功用及组成	251
第二节 排气系统构造与维修	230	第二节 润滑系的构造	254
第三节 进、排气管总成的维修	233	第三节 润滑系的检测与维修	260
思考题	234	第四节 润滑剂	264
第十二章 冷却系的构造与维修	235	思考题	266
第一节 冷却系的功用及组成	235	参考文献	267

第一章 总 论

第一节 国产汽车产品型号

一、国产汽车产品型号

国产汽车型号应能表明其厂牌、类型和主要特征参数等。该型号由拼音字母和阿拉伯数字组成，分为首部、中部和尾部3部分，如图1-1所示。

首部由2个或3个拼音字母组成，是识别企业名称代号，如CA代表一汽，EQ代表二汽，BJ代表北汽等。

中部由4位阿拉伯数字组成，分为首位、中间两位和末位3部分，其含义如表1-1所示。

尾部由拼音字母或拼音字母加上阿拉伯数字组成，可表示变型车、专用汽车。

专用汽车分类代号用3个汉语拼音字母表示，第一个字母反映车辆结构特征，后两个字母表示用途特征。结构特征代号有：X表示厢式汽车，G表示罐式汽车，Z表示专用汽车，T表示特种结构汽车，J表示起重举升汽车，C表示仓栅式汽车。用途特征代号用专用汽车具体用途的两个汉字的汉语拼音首字母表示。

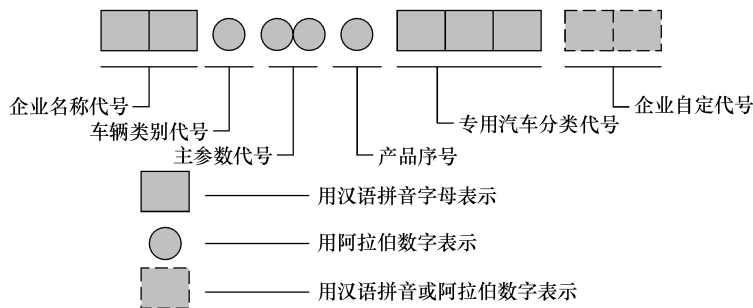


图 1-1 汽车产品型号

表 1-1 汽车型号中部 4 位阿拉伯数字的含义

首位数字(1~9)表示车辆类型		中间两位数字表示各汽车的主要特征参数	末位数字
1	货车	数字表示汽车的总质量/t 汽车总质量超过 100t 允许用 3 位数字	企业自定产品序号
2	越野汽车		
3	自卸汽车		
4	牵引汽车		
5	专用汽车		
6	客车	数字 × 0.1m 表示车辆的总长度 汽车长度大于 10m 以数字 × 1 表示	

(续)

首位数字(1~9)表示车辆类型	中间两位数字表示各汽车的主要特征参数	末位数字
7	轿车	企业自定产品序号
8	(暂缺)	
9	半挂车或专用半挂车	

下面举例说明汽车型号表示方法：

1) BJ2020SG：BJ 代表北京汽车制造厂，2 代表越野汽车，02 代表该车总质量为 2t，0 代表该车为第一代产品，SG 为企业自定代号。

2) TJ7131U：TJ 代表天津汽车制造厂，7 代表轿车，13 代表排气量为 1.3L，1 代表该车为第二代产品，U 为企业自定代号。

3) EQ2080：EQ 代表中国第二汽车制造厂，2 代表越野汽车，08 代表汽车总质量为 8t，0 代表该车为第一代产品。

4) BK6180B：BK 代表北京客车厂，6 代表客车，18 表示车的长度是 18m，0 代表该车为第一代产品，B 为企业自定代号。

5) SGM7161LXAT：SGM 代表上海通用，7 代表轿车，16 代表排气量为 1.6L，1 代表该车为第二代产品，LXAT 为企业自定代号，其中 AT 表示自动挡。

6) SVW7144Ali：SVW 代表上海大众，7 代表轿车，14 代表排气量为 1.4L，4 代表该车为第 5 代产品，Ali 为企业自定代号。

二、车辆识别代码(VIN)

车辆识别代码 VIN(Vehicle Identification Number)，是汽车制造厂为了识别而给每一辆车指定的一组代码。VIN 码由 17 位字母、数字组成，又称 17 位识别代码。VIN 码具有全球通用性、最大限度的信息承载性和可检索性，已成为全世界识别车辆唯一准确的“身份证”。它包含着车辆生产厂家、生产日期以及技术参数等诸多相关信息。

车辆识别代码由三个部分组成：第一部分(1~3 位)是世界制造厂识别代码(WMI)；第二部分(4~9 位)是车辆说明部分(VDS)；第三部分(10~17 位)是车辆指示部分(VIS)。

1. 世界制造厂识别代码(WMI)

全球所有汽车制造厂都拥有一个或多个世界制造厂识别代码(WMI)，该代码由三位字符(字母和数字)组成，如中国一汽大众为 LFV，上海大众为 LSV，它包含以下信息：

1) 第一个字符表示地理区域，如非洲、亚洲、欧洲、大洋洲、北美洲和南美洲。

2) 第二个字符表示一个特定地区内的一个国家。美国汽车工程师协会(SAE)负责分配国家代码。

3) 第三个字符表示某个特定的制造厂，由各国的授权机构负责分配。

如果某制造厂的年产量少于 500 辆，其识别代码的第三个字符就是 9。

2. 车辆说明部分(VDS)

车辆说明部分(VDS)用于提供说明车辆一般特性的资料。第 4~8 位表示车辆特征，第 9 位为校验位，通过一定的算法防止输入错误。

例如：轿车应表示出其种类、系列、车身类型、发动机类型及约束系统类型；货车应表示出其型号或种类、系列、底盘、驾驶室类型、发动机类型、制动系及车辆额定总质量；客

车应表示出其型号或种类、系列、车身类型、发动机类型及制动系。

3. 车辆指示部分(VIS)

这部分是制造厂为区别不同车辆而指定的一组字码。这组字码连同 VDS 部分一起, 足以保证每个制造厂在 30 年之内生产的汽车的识别代码具有唯一性。第 10 位为车型年份, 即厂家规定的型年(Model Year), 不一定是实际生产的年份, 但一般与实际生产的年份之差不超过 1 年; 第 11 位为装配厂; 第 12~17 位为顺序号。

举例: LSVFA49J732045131 中, LSV 是厂家代码, F 是车辆品牌/类型, A 是车身类型, 4 是车身系列, 9 是约束系统/制动系, J 是发动机类型/驱动形式, 7 是检验位, 3 是年份, 2 是装配厂, 后边 6 位是生产顺序号。

第二节 汽车总体构造

汽车通常由发动机、底盘、车身和电气设备 4 部分组成。典型的轿车总体构造如图 1-2 所示。

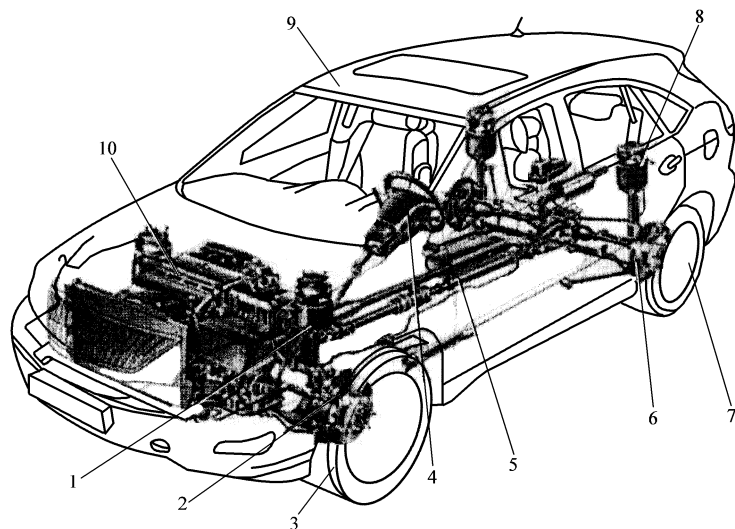


图 1-2 汽车的总体构造

1—前悬架 2—前桥 3—前轮 4—转向盘 5—传动轴 6—后制动器
7—后轮 8—后悬架 9—车身 10—发动机

1. 发动机

发动机的作用是使输入气缸的燃料燃烧而输出动力。现代汽车广泛应用往复式活塞式内燃机, 它一般由机体、曲柄连杆机构、配气机构、燃油供给系、冷却系、润滑系、点火系(汽油发动机采用)、起动系等部分组成。

2. 底盘

底盘接受发动机的动力, 使汽车产生运动, 并保证汽车按照驾驶员的操纵正常行驶。底盘由下列部分组成:

1) 传动系。将发动机 10 的动力传给车轮 3 和 7。传动系包括离合器、变速器、传动轴

5、主减速器及差速器、传动轴(半轴)等部分。

2) 行驶系。使汽车各总成及部件安装在适当的位置,对全车起支承作用和对路面起附着作用,缓和道路冲击和振动。它包括支承全车的承载式车身9、前悬架1、前轮3、后悬架8、后轮7等部分。

3) 转向系。使汽车按驾驶员选定的方向行驶。它由带转向盘4的转向器及转向传动装置组成,有的汽车还有转向助力装置。

4) 制动系。使汽车减速或停车,并可保证驾驶员离去后汽车可靠地停止。它包括前轮制动器、后轮制动器以及控制装置、传动装置和供能装置。

3. 车身

车身是驾驶员的工作场所,也是装载乘客和货物的地方。它包括车前板制件(俗称车头)、车身9,还包括货车的驾驶室和货箱以及某些汽车上的专用作业设备。

4. 电气设备

电气设备包括电源组、发动机起动系和点火系、汽车照明和信号装置、仪表、导航系统、电视、音响、电话等电子设备、微处理机、中央计算机及各种人工智能的操控装置等。

为满足不同使用要求,不同汽车的总体构造和布置形式各不相同。按发动机和各总成的相对位置不同,汽车的布置形式通常有图1-3所示5种。

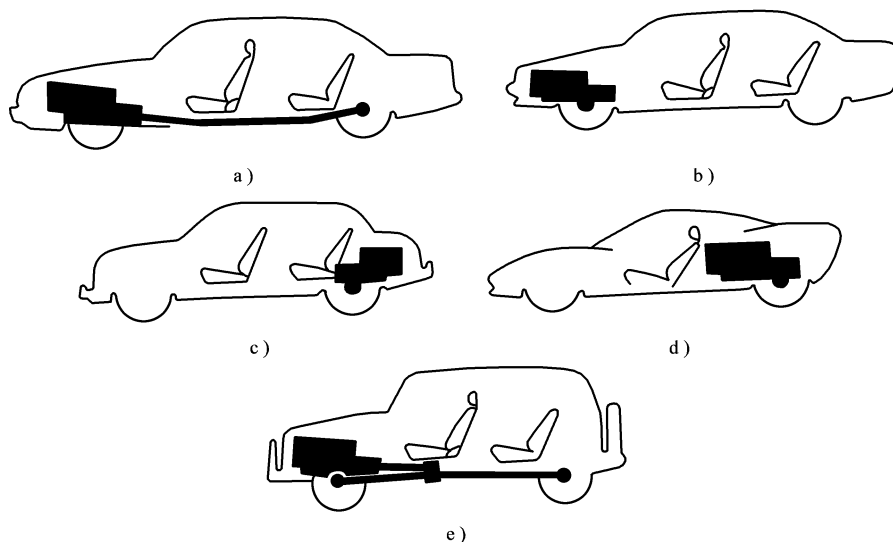


图1-3 汽车的5种布置形式

a) FR式 b) FF式 c) RR式 d) MR式 e) AWD式

1) 发动机前置后轮驱动(FR)是传统的布置形式。大多数货车、部分轿车和部分客车采用这种形式。

2) 发动机前置前轮驱动(FF)是在轿车上常用的布置形式,具有结构紧凑、减小轿车质量、降低地板高度、改善高速行驶时的操纵稳定性等优点。

3) 发动机后置后轮驱动(RR)是目前大、中型客车常用的布置形式,具有降低室内噪声、有利于车身内部布置等优点。少数轿车也采用这种形式。

4) 发动机中置后轮驱动(MR)是目前大多数跑车及方程式赛车所采用的形式。由于这

类汽车采用功率和尺寸很大的发动机，将发动机布置在驾驶员座椅之后和后轴之前，有利于获得最佳轴荷分配和提高汽车的性能。此外，某些大、中型客车也采用这种布置形式，把配备的卧式发动机装在地板下面。

5) 全轮驱动(AWD)是越野汽车普遍采用的驱动形式，通常发动机前置，在变速器后面装有分动器，以便将动力分别输送到全部车轮上。

第三节 汽车行驶基本原理

要使汽车行驶，必须具备两个基本行驶条件：驱动条件和附着条件。

1. 驱动条件

汽车必须有足够的驱动力以克服阻力。汽车的驱动力由发动机发出，经由传动系传到车轮上，形成转矩 M_t ，使车轮旋转。由此，在驱动轮与地面接触处向地面施加一个力 F_0 ，其数值为 M_t 与车轮半径 r 之比：

$$F_0 = \frac{M_t}{r}$$

与此同时，地面对车轮施加一个与 F_0 数值相等、方向相反的反作用力 F_t ，如图 1-4 所示， F_t 就是驱动力。

注：为便于说明问题，将 F_0 和 F_t ，分别绘在不同的物体上，其实它们应在同一条直线上。汽车行驶总阻力 ΣF 包括滚动阻力 F_r 、空气阻力 F_w 和上坡阻力 F_i ： $\Sigma F = F_r + F_w + F_i$ 。

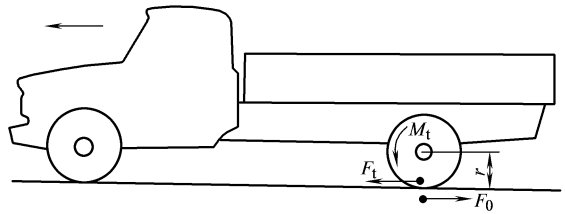


图 1-4 驱动力产生示意图

滚动阻力 F_r 主要由车轮滚动时轮胎与路面变形而产生，空气阻力 F_w 是由汽车行驶时与其周围空气的相互作用而产生，上坡阻力 F_i 是汽车重力沿坡道的分力。

汽车行驶的过程是驱动力克服各种阻力的交替变化过程：当 $F_t = \Sigma F$ 时，汽车匀速行驶；当 $F_t > \Sigma F$ 时，汽车速度增加，同时空气阻力也随车速的增加而急剧增大，在某个较高速处达到新的平衡然后匀速行驶；当 $F_t < \Sigma F$ 时，汽车减速乃至停驶。这时，如果要维持较高的车速，就需要加大发动机的输出功率或将变速器换入较低的档位以维持较大的驱动力。

2. 附着条件

驱动力的最大值一方面取决于发动机可能发出的最大转矩和变速器换入最低档时的传动比，另一方面又受到轮胎与地面的附着作用限制。

当汽车在平整硬路面上行驶时，轮胎与路面存在摩擦力，这个摩擦力阻碍车轮滑动，使车轮能够正常地向前滚动并承受路面的反作用力——驱动力。如果驱动力大于摩擦力，车轮与路面之间就会发生滑动。在松软地面上，除了轮胎与地面的摩擦之外，还有嵌入轮胎花纹凹部的软地面凸起部分的抗滑作用。由附着作用所决定阻碍车轮滑动的力的最大值称为附着力，用 F_ϕ 表示。附着力与车轮承受垂直于地面的法向力 G 成正比：

$$F_\phi = G \times \phi$$

由此可知，附着力是汽车所能发挥驱动力的极限，其表达式为：

$$F_t \leq F_\phi$$

此式称为汽车行驶的附着条件。

综上所述，要保证汽车正常行驶必须满足两个条件：一是发动机有足够的功率；二是驱动轮与路面间要有足够的附着力。

在冰雪或泥泞的地面上，由于附着力很小，汽车的驱动力受到附着力的限制而不能克服较大的阻力，导致汽车减速甚至不能前进。即使加大节气门开度或换入低档，车轮只会滑转而驱动力不会增大。为了增加车轮在冰雪路面的附着力，可采用特殊花纹的轮胎、镶钉轮胎或者在普通轮胎上绕装防滑链。非全轮驱动汽车的附着重力仅为分配到汽车驱动轮上的那一部分汽车总重力，而全轮驱动汽车的附着重力则为全车的总重力，因而其附着力较前者显著增大。

思考题

1. 车辆识别代码分成几部分？分别表示什么含义？
2. 汽车行驶过程中的阻力有哪些？什么是附着系数？
3. 试解释汽车 CA7460 和 BJ2020 两种型号各个部分的含义。
4. 为什么绝大多数货车都采用前置发动机后轮驱动的形式？

第二章 发动机构造及工作原理

第一节 汽车发动机类型

汽车发动机的分类如下：

1. 按活塞运动方式分类

按活塞运动方式不同，活塞式内燃机可分为往复式活塞式和旋转活塞式两种。前者活塞在气缸内作往复直线运动，后者在气缸内做旋转运动。汽车发动机多为往复式活塞式内燃机。

2. 按活塞行程数分类

对于往复式活塞式内燃机，每一次能量转换都必须经过将可燃混合气或空气吸人气缸，并对其进行压缩后，使可燃混合气着火燃烧而膨胀做功，再将生成的废气排出气缸这样一个连续的工作过程。该过程称为发动机的一个工作循环。根据每个工作循环所需活塞行程数可将往复式活塞式内燃机分为四冲程发动机与二冲程发动机。汽车发动机广泛采用的是四冲程发动机。

3. 按使用燃料分类

按照发动机所使用燃料的不同，可分为汽油机、柴油机和气体燃料发动机等。以汽油和柴油为燃料的活塞式内燃机分别称为汽油机和柴油机，使用天然气、液化石油气和其他气体燃料的活塞式内燃机称为气体燃料发动机。

4. 按着火方式分类

发动机所使用的燃料不同，着火方式也不相同，具体可分为点燃式发动机(汽油机属于此类)和压燃式发动机(柴油机属于此类)。

5. 按冷却方式分类

按照冷却方式的不同，发动机可分为水冷发动机和风冷发动机(图 2-1)。水冷发动机利

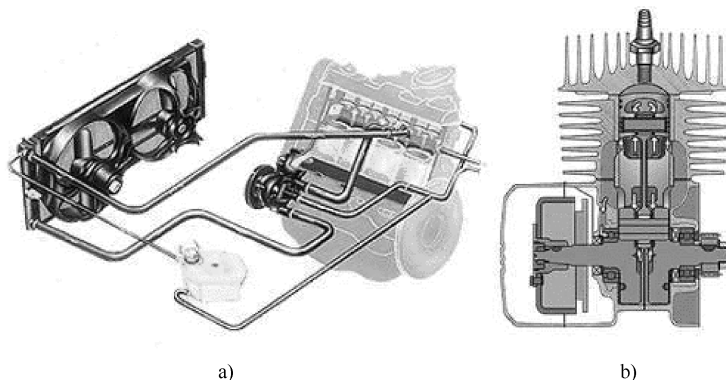


图 2-1 按照冷却方式不同分类

a) 水冷发动机 b) 风冷发动机

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；风冷发动机利用流动于气缸体和气缸盖外表面散热片之间的空气作为冷却介质进行冷却。水冷发动机冷却均匀、工作可靠、冷却效果好，被广泛应用于现代车用发动机。

6. 按气缸数分类

发动机按照气缸数可分为单缸发动机和多缸发动机，如图 2-2 所示。现代车用发动机多采用四缸、六缸、八缸、十二缸发动机。

7. 按气缸的布置分类

多缸发动机按照气缸的布置不同可分为直列式发动机(图 2-3a)、对置式发动机(图 2-3b)、V 型发动机(图 2-3c)、W 型发动机等。直列式发动机的各个气缸排成一列，一般是垂直布置的。若为了降低高度，有时把气缸布置成倾斜的(斜置式发动机)，甚至水平的(卧式发动机)。具有两列气缸，两列之间的夹角小于 180° (一般为 90°)呈 V 形布置的发动机，称为 V 型发动机，两列之间的夹角等于 180° 时称为对置式发动机。

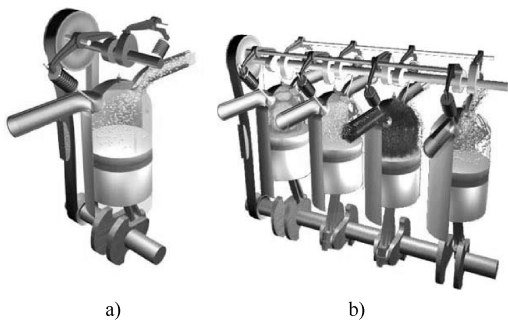


图 2-2 按照气缸数目不同分类

a) 单缸发动机 b) 多缸发动机

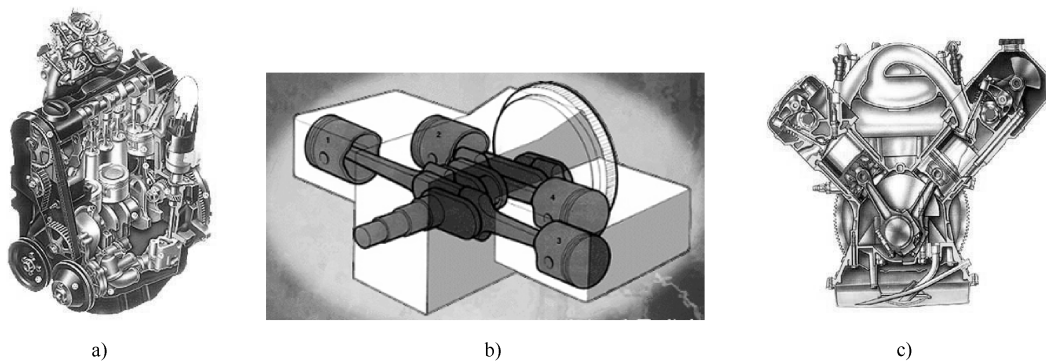


图 2-3 发动机按照气缸排列方式不同分类

a) 直列式 b) 对置式 c) V 形式

8. 按燃料供给方式分类

发动机按燃料供给方式可分为化油器式发动机(目前已很少采用)和直喷式发动机等。

9. 按进气状态分类

发动机按照进气状态可分为增压式发动机和非增压式发动机。

目前应用最广、数量最多的汽车发动机为水冷、四冲程往复式内燃机，其中汽油机用于轿车和轻型客、货车上，而大型客车和中、重型货车发动机多为柴油机。由于柴油机具有燃油经济性及排放性优异等特点，近年来在轿车和轻型客、货车中应用越来越广。随着交通密度的不断增加，对汽车加速性能的要求越来越高，这意味着应该提高内燃机的功率。因此，近年来增压发动机的应用也越来越广。

另外，随着汽车保有量的增加，汽车排放法规也越来越严，混合动力汽车应运而生。

第二节 往复活塞式内燃机

一、基本结构

往复活塞式内燃机的基本结构如图2-4所示。气缸6、7内装有活塞8，活塞通过活塞销与连杆9的小端铰接，连杆的另一端则与曲轴相连，构成曲柄连杆机构。因此，当活塞在气缸内往复运动时，便通过连杆推动曲轴转动。

气缸的顶部用气缸盖密封。在气缸盖上装有进气门和排气门，进、排气门是头部朝下倒挂在气缸盖上的，属于气门顶置式配气机构。通过进、排气门的开闭实现向气缸内充气 and 向气缸外排气。进、排气门的开闭由凸轮轴控制。凸轮轴由曲轴通过正时带或齿轮、链条驱动旋转，凸轮轴与曲轴的转速比为1:2。

构成气缸的零件称为气缸体，支承曲轴的零件称为曲轴箱。现代发动机通常将气缸体与曲轴箱铸成一体，称为气缸体—曲轴箱，简称气缸体。

二、基本术语

汽车发动机是一部复杂的能量转换的机器，图2-5所示为发动机工作示意图，从中可看出能量转换机构的最基本组成及其运动关系和一些基本术语。

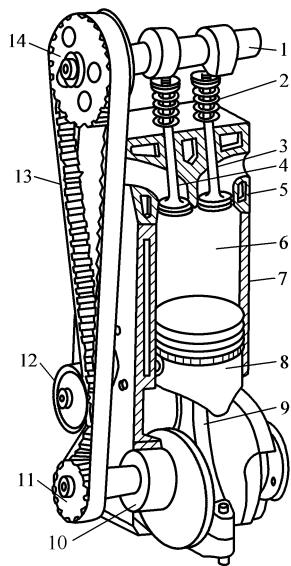


图2-4 往复活塞式内燃机的基本结构

- 1—凸轮轴 2—气门弹簧 3—进气门
4—排气门 5—气缸盖 6、7—气缸
8—活塞 9—连杆 10—曲轴 11—曲
轴带轮 12—张紧轮 13—正时带
14—凸轮轴带轮

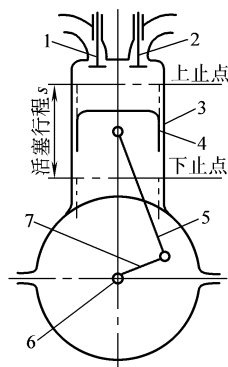


图2-5 发动机工作示意图

- 1—进气门 2—排气门 3—气缸
4—活塞 5—连杆 6—曲轴
中心 7—曲柄

- 1) 上止点。活塞顶离曲轴回转中心最远处，通常指活塞上行到最高位置。
- 2) 下止点。活塞顶离曲轴回转中心最近处，通常指活塞下行到最低位置。
- 3) 活塞行程(s)。上、下两止点间的距离。

4) 曲柄半径(R)。与连杆下端(即连杆大头)相连的曲柄销中心到曲轴回转中心的距离。曲轴每转一圈,活塞移动两个行程。

5) 气缸工作容积(V_s)。活塞从上止点到下止点所让出的空间容积,也称气缸排量。

$$V_s = \frac{\pi D^2 s}{4 \times 10^6} L$$

式中 D ——气缸直径(mm);

s ——活塞行程(mm)。

6) 发动机工作容积(V_L)。发动机所有气缸工作容积之和,也称发动机排量。设发动机的气缸数为 i :

$$V_L = iV_s$$

7) 燃烧室容积(V_c)。活塞在上止点时,活塞顶上面的空间叫燃烧室,它的容积叫燃烧室容积。

8) 气缸总容积(V_a)。活塞在下止点时,活塞顶上面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 $V_a = V_s + V_c$ 。

9) 压缩比(ε): 气缸总容积与燃烧室容积的比值,即

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_s + V_c}{V_c} = 1 + \frac{V_s}{V_c}$$

它表示活塞由下止点运动到上止点时,气缸内气体被压缩的程度。压缩比越大,压缩终了时气缸内的气体压力和温度就越高。一般车用汽油机的压缩比为 6~10,柴油机的压缩比为 15~22。

10) 发动机的工作循环: 在气缸内进行的将燃料燃烧的热能转化为机械能的一系列连续过程(进气、压缩、做功和排气)称发动机的工作循环。

三、工作原理

汽油机是将汽油和空气混合后的可燃混合气吸入发动机气缸内(也有的将汽油直接喷入气缸内),用电火花强制点燃使其燃烧,产生热能膨胀做功。柴油机是利用喷油泵、喷油器使柴油在高压下直接喷入发动机气缸内,并与气缸内已经被压缩的高温、高压空气混合形成混合气,自燃后产生热能而膨胀做功。

1. 四冲程汽油机的工作原理

完成一个工作循环,曲轴转两圈(720°),活塞上下往复运动四次,称为四冲程发动机。四冲程汽油发动机每完成一个工作循环需要经过进气、压缩、做功和排气四个过程,如图 2-6 所示。为了分析工作循环力 p 与对应的活塞不同位置的气缸容积 V 之间的变化关系,通常用发动机循环示功图表示它们的关系。示功图中曲线所围成的面积表示发动机一个工作循环中气体在单个气缸内所做的功。四冲程汽油机的示功图表示活塞在不同位置时气缸内气体压力的变化情况,如图 2-7 所示。

(1) 进气行程 进气行程开始时,进气门开启,排气门关闭,活塞被曲轴带动从上止点向下止点移动一个行程,曲轴由 0° 沿顺时针方向转到 180° 。当活塞从上止点向下止点移动时,气缸内活塞上方的容积增大,压力降低到小于大气压力,产生真空度。这时,可燃混合气经进气歧管、进气门被吸入气缸。由于进气系统有阻力,且进气时间很短,故进气终了时气缸内的气体压力略低于大气压力,压力约为 0.075~0.09MPa。