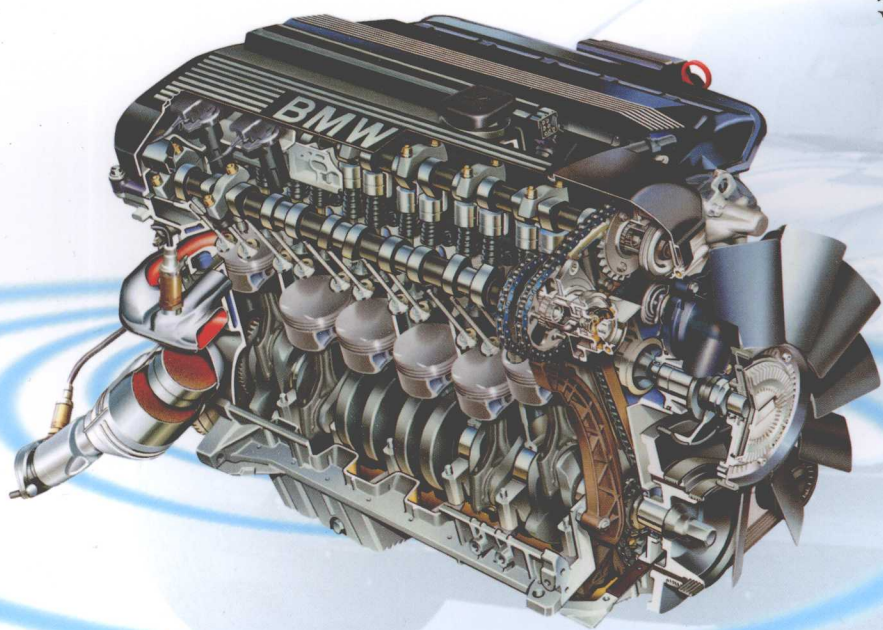


中等职业教育汽车运用与维修专业课程改革规划新教材

全国著名汽车维修教育专家 朱军 李东江 联袂领衔打造

汽车发动机 构造与检修

张永学 主编
孙五一 主审



凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

中等职业教育汽车运用与维修专业课程规划新教材

汽车发动机构造与检修

张永学 主编

孙五一 主审

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机构造与检修 / 张永学主编. —南京: 江苏科学技术出版社, 2009. 7

中等职业教育汽车运用与维修专业课程改革规划新教材

ISBN 978 - 7 - 5345 - 6553 - 3

I. 汽… II. 张… III. ①汽车—发动机—构造—专业学校—教材②汽车—发动机—车辆修理—专业学校—教材 IV. U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 099837 号

汽车发动机构造与检修

主 编 张永学

主 审 孙五一

责任编辑 汪立亮

责任校对 郝慧华

责任监制 张瑞云

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路1号A楼, 邮编: 210009)

网 址 <http://www.pspress.cn>

集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市湖南路1号A楼, 邮编: 210009)

集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>

经 销 江苏省新华发行集团有限公司

照 排 南京展望文化发展有限公司

印 刷 南京京新印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 16.5

字 数 380 000

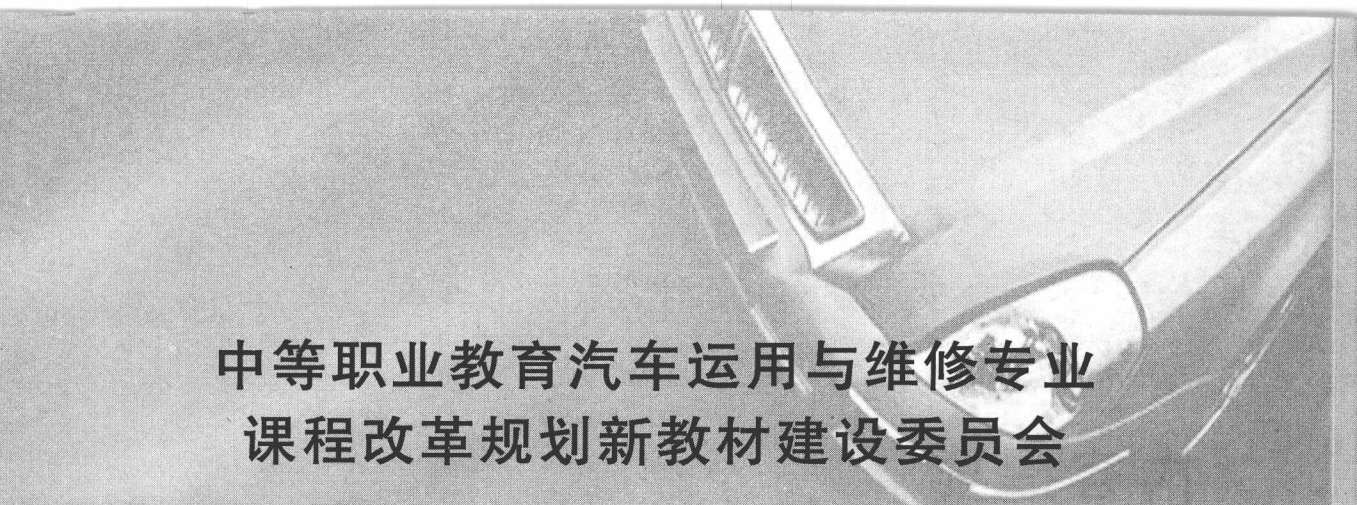
版 次 2009年7月第1版

印 次 2009年7月第1次印刷

标准书号 ISBN 978 - 7 - 5345 - 6553 - 3

定 价 33.00 元

图书如有印装质量问题,可随时向我社出版科调换。



中等职业教育汽车运用与维修专业 课程改革规划新教材建设委员会

(按姓氏笔画排序)

专家委员

朱 军

李东江

主任委员

石 锐

朱国苗

杨建良

副主任委员

丁 鹏

焦福才

张永学

委 员

王家淮

王骁勇

占百春

田光均

皮治国

任惠珠

朱芳新

刘伟俭

刘志宏

寿培聪

宋良玉

邹龙军

杜盛强

周乐山

胡号利

高光明

徐新春

谢永东

程师苏

解太林

阚 萍

高群钦

徐 黎

汪立亮

南京交通技师学院

安徽省汽车工业学校

苏州建设交通高等职业技术学校

江苏科学技术出版社

蚌埠汽车工程学校

郑州交通职业学院

合肥大联合汽车职业培训学校

南京交通技师学院

苏州建设交通高等职业技术学校

蚌埠汽车工程学校

广东轻工业技师学院

无锡汽车工程学校

盐城生物工程学校

常州交通技师学院

淮安市高级职业技术学校

安徽省汽车工业学校

南京市职业教育教学研究室

蚌埠鑫宇职业技术学校

淮安生物工程高职校

金陵职业教育中心

徐州经贸高等职业学校

蚌埠鑫宇职业技术学校

芜湖汽车职业技术学校

仪征工业学校

巢湖职业技术学院

盐城市教育科学研究院

安徽交通职业技术学院

解放军汽车管理学院

安徽省汽车工业学校

江苏科学技术出版社

秘 书 长
副 秘 书 长

内容提要

本教材是中等职业教育汽车运用与维修专业课程改革规划新教材,是在教育部颁布的《中等职业学校汽车运用与维修专业教学指导方案》的基础上,并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准进行编写的。本书主要内容包括:发动机总体构造,曲柄连杆机构,配气机构,化油器式燃油供给系统,柴油机燃油供给系统,进排气系统及排气净化装置,发动机冷却系统,发动机润滑系统,发动机点火系统,及发动机的装配与磨合。

本教材可作为中等职业学校汽车运用与维修专业教学用书,也可作为相关行业岗位培训教材或自学用书。

前 言

近 本教材针对中职教育的特点和规律,紧紧围绕高素质技能型人才的培养目标,以能力为本位,以工作过程为导向,引入了全新的任务驱动式教学模式。本教材结构合理、层次清晰,将发动机结构原理与发动机检修知识进行了有机结合,强化了知识性与实践性的统一,注重实用性。全书共分10个单元,分别介绍了发动机总体构造、曲柄连杆机构、配气机构、化油器式燃油供给系统、柴油机燃油供给系统、进排气系统及排气净化装置、发动机冷却系统、发动机润滑系统、发动机点火系统及发动机的装配与磨合等内容。每个项目都有明确的知识目标和任务目标,并在恰当的地方添加进知识链接和知识扩展,使得老师的教学和学生的自学能够更加容易;同时,对结构原理等理论知识以够用为度,并配备了大量的图示说明,使学生按图索骥,更容易理解知识点,完成相应的任务及项目的学习。

本教材由郑州交通职业学院组织编写,张永学担任主编并负责统稿。参加本书具体编写的人员有张永学(郑州交通职业学院,单元1和单元)、朱清山(黄淮学院,单元3和单元8);王书勤(河南省交通职业中专,单元5)、申琳(河南省交通职业中专,单元4、单元6和单元7)、郜晓民(河南省焦作交通职业中专,写单元9)、臧继雪(河南省焦作交通职业中专,单元10)等同志。全书由马鞍山职业教育中心孙五一老师主审。在本书编写过程中先后得到黄淮学院、河南省交通职业中专、河南省焦作交通职业中专等单位及朱军、李东江两位老师的大力支持和帮助,在此对他们表示衷心的感谢,也对所参考著作和文献的作者表示最诚挚的谢意。

由于时间仓促,加之编者水平有限,书中存在的不妥和错误之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2009年6月

目 录



单元1 发动机总体构造	001
项目 发动机的总体认知与拆卸	005
任务一 发动机的结构认知	005
任务二 发动机的拆卸	011
单元2 曲柄连杆机构	015
项目一 机体组的构造与检修	015
任务一 机体组结构认知	015
任务二 机体组的检修	023
项目二 活塞连杆组构造与检修	029
任务一 活塞连杆组结构认知	029
任务二 活塞连杆组的检修	038
项目三 曲轴飞轮组的构造与检修	049
任务一 曲轴飞轮组的构造认知	049
任务二 曲轴飞轮组的检修	057
单元3 配气机构	066
项目一 气门组构造与检修	071
任务一 气门组的结构认知	071
任务二 气门组主要零部件的检修	075
任务三 气门密封性检验	079
项目二 气门传动组零件的结构与检修	081
任务一 气门传动组零件结构认知	081

任务二 气门传动组的检修	087
项目三 配气机构的检查与调整	091
任务一 气门间隙的检查与调整	091
任务二 配气相位的检查与调整	093
单元4 化油器式燃料供给系统	101
项目一 汽油供给装置的结构与检修	105
任务一 汽油供给装置结构认知	105
任务二 汽油供给装置的维护与检修	107
项目二 化油器的构造与检修	110
任务一 化油器的结构认知	110
任务二 化油器的拆装与检修	116
单元5 柴油机燃料供给系统	119
项目一 喷油器的结构与检修	122
任务一 喷油器的结构认知	122
任务二 喷油器的检修与试验	124
项目二 喷油泵的结构与检修	127
任务一 喷油泵的结构认知	127
任务二 喷油泵常见故障及检修	137
项目三 燃料供给装置和调速器的结构与检修	141
任务一 燃料供给装置认知	141
任务二 调速器的结构认知	145
任务三 调速器常见故障及检修	147
单元6 进排气系统及排气净化装置	150
项目一 进气系统及增压装置的结构与检修	150
任务一 进气系统及增压装置的结构认知	150
任务二 涡轮增压器的使用与检修	156
项目二 发动机排气及控制装置的结构与检修	158
任务一 排气装置的结构认知	158
任务二 发动机排放控制系统的检修	163
单元7 发动机冷却系统	167
项目一 散热器的结构与检修	169

任务一 散热器的结构认知	169
任务二 散热器的检修	170
项目二 水泵的结构与检修	172
任务一 水泵的结构认知	172
任务二 水泵的检修	173
项目三 冷却强度调节装置的检修	174
任务一 冷却强度调节装置认知	174
任务二 冷却强度调节装置的检修	177
单元 8 发动机润滑系统	179
项目一 机油泵的结构与检修	181
任务一 机油泵的结构认知	181
任务二 机油泵的检修	183
项目二 机油滤清装置的结构与检修	187
任务一 机油滤清装置认知	187
任务二 机油滤清装置的检修	189
任务三 发动机润滑油的检查与更换	190
单元 9 发动机点火系统	193
项目一 传统点火系的结构与检修	198
任务一 点火系主要部件的结构认知	198
任务二 传统点火系主要部件的检修	205
任务三 传统点火系的检查和调整	211
项目二 电子点火系的结构与检修	215
任务一 电子点火系的结构认知	215
任务二 电子点火系主要部件的检测与调整	219
项目三 微机控制点火系结构与检修	222
任务一 微机控制点火系的结构认知	222
任务二 微机控制点火系的检测	230
单元 10 发动机的装配与磨合	237
任务一 发动机装配	237
任务二 发动机的磨合	252
参考文献	256



知识链接

一、发动机的性能指标

发动机的性能指标用来表征发动机工作性能特点,并用来评价发动机工作性能的好坏。发动机常见的指标有动力性指标、经济性指标、排放性指标、强化指标和可靠性指标、耐久性指标等。

(一) 动力性能指标

动力性能指标指曲轴对外作功能力的指标,包括有效扭矩、有效功率和曲轴转速。

1. 有效扭矩

有效扭矩指发动机通过曲轴或飞轮对外输出的扭矩,通常用 T_e 表示,单位为 $N \cdot m$ 。有效扭矩是作用在活塞顶部的气体压力通过连杆、传给曲轴产生的扭矩,并克服了摩擦、驱动附件等损失之后从曲轴对外输出的净扭矩。

2. 有效功率

有效功率指发动机通过曲轴或飞轮对外输出的功率,通常用 P_e 表示,单位为 kW。有效功率同样是曲轴对外输出的净功率。它等于有效扭矩和曲轴转速的乘积。发动机的有效功率可以在专用的试验台上用测功器测定,测出有效扭矩和曲轴转速,然后用下面公式计算出有效功率。

$$P_e = T_e \frac{2\pi \cdot n}{60} \times 10^{-3} = \frac{T_e \cdot n}{9550} (\text{kW})$$

式中: T_e ——有效扭矩, $N \cdot m$;

n ——曲轴转速, r/min 。

3. 转速

转速指发动机曲轴每分钟的转数,单位为 r/min 。发动机产品铭牌上标明的功率及相应转速称为额定功率和额定转速。按照汽车发动机可靠性试验方法的规定汽车发动机应能在额定工况下连续运行 300~1 000 h。

(二) 经济性能指标

通常用燃油消耗率和百公里等速耗油量来评价内燃机的经济性能。燃油消耗率是指单位有效功的燃油消耗量,也就是发动机每发出 1 kW 有效功率在 1 h 内所消耗的燃油质量

(以 g 为单位),燃油消耗率通常用 g_e 表示,其单位为 $g/kW \cdot h$,计算公式如下

$$g_e = \frac{1000G_T}{P_e} \quad (g/kW \cdot h)$$

式中: G_T ——每小时的燃油消耗量, kg/h ;

P_e ——有效功率, kW 。

很明显,有效燃油消耗率越小,表示发动机曲轴输出净功率所消耗的燃油越少,其经济性越好。通常发动机铭牌上给出的有效燃油消耗率 g_e 是最小值。

百公里等速耗油量是指汽车在道路上等速度(经济速度)行驶每百公里消耗掉的燃油。单位为:升/百公里或 $L/100 km$ 。

(三) 环境指标

环境指标主要指发动机排气品质和噪声水平。由于它关系到人类的健康及其赖以生存的环境,因此各国政府都制定出严格的控制法规,以期削减发动机排气和噪声对环境的污染。当前,排放指标和噪声水平已成为发动机的重要性能指标。

排放指标主要是指从发动机油箱、曲轴箱排出的气体和从汽缸排出的废气中所含的有害排放物的量。对汽油机来说主要是废气中的一氧化碳(CO)和碳氢化合物(HC)含量;对柴油机来说主要是废气中的氮氧化物(NO_x)和颗粒(PM)含量。通过发动机台架试验,采用专门的测试设备,按有关标准制订的测试方法测得这些含量。汽车排放对人类生态环境的危害已日益受到重视,自 20 世纪 70 年代以来,美国、日本、欧盟等发达国家和地区都已先后制订出越来越严格的法规,限制汽车的排放。因此,排放指标是和有关法规联系在一起的。其中美国,尤其是美国加利福尼亚州的汽车排放法规最为严格,一直是世界汽车工业界(特别是轿车工业界)追求的目标。在国外,欧洲 IV 号排放标准已经于 2005 年 1 月 1 日通过形式认证,并于 2006 年 1 月 1 日通过一致性认证。在我国,北京从 2004 年 1 月 1 日起,将机动车的尾气排放标准由欧洲 I 号改为欧洲 II 号;在 2005 年 12 月 23 日发布新标准:自 2005 年 12 月 30 日起,正式执行国家第三、四阶段机动车排放标准(相当于欧洲 III 号、IV 号排放标准);其中,对轻型汽油车和轻型燃气汽车实施国 III 排放标准;对重型柴油发动机和重型燃气发动机(重型汽车)实施国 III 排放标准。

噪声是指对人的健康造成不良影响及对学习、工作和休息等正常活动发生干扰的声音。由于汽车是城市中的主要噪声源之一,而发动机又是汽车的主要噪声源,因此控制发动机的噪声就显得十分重要。如我国的噪声标准(GB/T18697—2002)中规定,轿车的噪声不得大于 79dB。

二、发动机工作的基本术语

工作循环:发动机的工作过程是一个连续、周期性地 将燃料燃烧产生的热能转化为机械能的过程。发动机每一次将热能转化为机械能,都必须经过进气、压缩、作功及排气四个连续的过程来实现,每进行一次这样的过程叫做一个工作循环。

四冲程发动机:曲轴旋转两周,活塞往复四个行程完成一个工作循环的,称为四冲程发动机。

二冲程发动机:曲轴旋转一周,活塞往复两个行程完成一个工作循环的,称为二冲程发

动机。

上止点：活塞顶部离曲轴回转中心最远处，即活塞的最高位置。

下止点：活塞顶部离曲轴回转中心最近处，即活塞的最低位置。

活塞行程(S)：上下止点之间的距离即为活塞行程，用 S 表示，如图 1-1 所示。

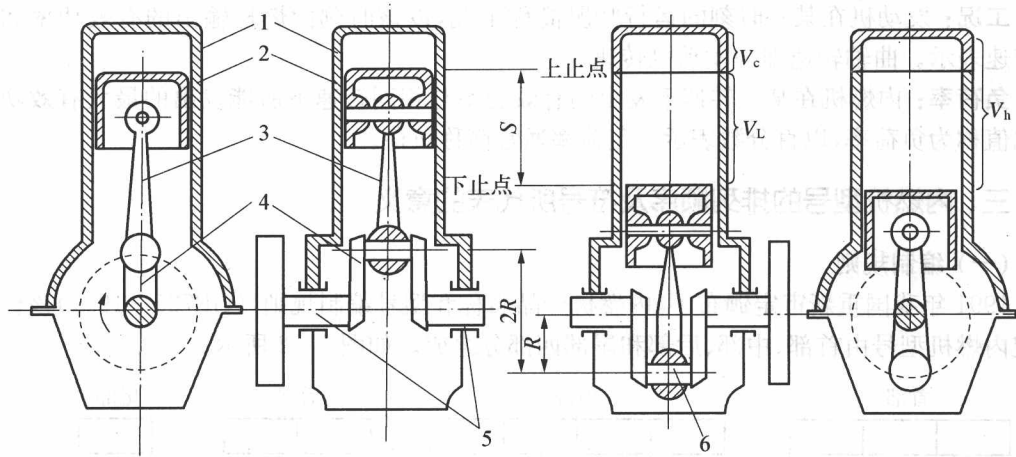


图 1-1 发动机基本术语示意图

1—汽缸 2—活塞 3—连杆 4—曲轴曲柄 5—曲轴主轴颈 6—曲轴连杆轴颈

曲柄半径(R)：曲轴与连杆大头的连接中心至曲轴的回转中心的距离。显然，对于四冲程发动机来说，曲轴每转一周，活塞移动两个行程，对于汽缸中心线通过曲轴回转中心的发动机，其 $S = 2R$ 。

汽缸的工作容积(V_h)：活塞从上止点到下止点所扫过的容积称为汽缸工作容积或汽缸的排量，用符号 V_h 表示。

$$V_h = d^2 \pi S / 4 \times 10^6$$

式中： d ——汽缸直径，mm；

S ——活塞行程，mm；

V_h ——汽缸工作容积，L；

发动机排量(V_L)：发动机所有汽缸工作容积之和。

设发动机的汽缸数为 i ，

$$V_L = V_h \cdot i$$

燃烧室容积(V_c)：活塞在上止点时，活塞上方的空间叫燃烧室，它的容积叫燃烧室容积。

汽缸总容积(V_a)：活塞在下止点时，活塞上方的容积称为汽缸总容积。它等于汽缸工作容积与燃烧室容积之和，即

$$V_a = V_h + V_c$$

压缩比(ϵ)：汽缸总容积与燃烧室容积的比值，即：

$$\epsilon = V_a / V_c = 1 + V_h / V_c$$

它表示活塞由下止点运动到上止点时,汽缸内气体被压缩的程度。压缩比越大,压缩终了时汽缸内的气体压力和温度就越高。但是,压缩比过大,汽油机会产生爆燃和表面点火等不正常的燃烧。一般车用汽油机的压缩比为7~10,柴油机的压缩比为15~22。

工况: 发动机在某一时刻的运行状况简称工况,以该时刻内燃机输出的有效功率和曲轴转速表示。曲轴转速即为发动机转速。

负荷率: 内燃机在某一转速下发出的有效功率与相同转速下所能发出的最大有效功率的比值称为负荷率,以百分数表示。负荷率通常简称负荷。

三、内燃机型号的排列顺序及符号所代表的意义

(一) 编制规则

1991年我国重新审定颁布了《内燃机产品名称和型号编制规则》(GB725—1991)该标准规定内燃机型号由首部、中部、后部和尾部四部分组成。如图1-2所示。

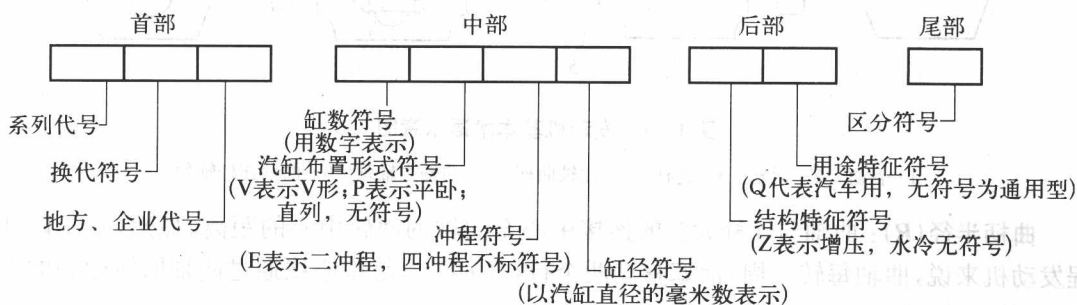


图1-2 发动机型号编制规定

(二) 编制举例

1. 汽油机

1E65F——表示单缸,L型(汽缸布置形式,即直列),二冲程,缸径65mm,风冷,通用型汽油机。

CA6102——表示第一汽车制造厂制造,六缸,L型,四冲程,缸径102mm,水冷,汽车用。

EQ6100-1——表示第二汽车制造厂制造,六缸,L型,四冲程,缸径100mm,水冷,汽车用,第二代变型产品。

2. 柴油机

6135Q——表示6缸,L型(汽缸布置形式,即直列),四冲程,缸径135mm,水冷,汽车用柴油机。

10V120FQ——表示10缸,V型,四冲程,缸径120mm,风冷,汽车用柴油机。

R175ND——表示单缸,L型,四冲程,缸径75mm,凝气冷却,发电用(R表示175的换代标志符号)。

495T——表示四缸,L型,四冲程,缸径95mm,水冷,拖拉机用。

12VE230ZCz——表示12缸,V型,二冲程,缸径230mm,水冷,增压,船用主机,左机基本型。

项目 发动机的总体认知与拆卸



知识目标

1. 了解发动机的类型。
2. 掌握发动机的总体构造。
3. 理解四冲程汽油机、柴油机的工作原理。
4. 掌握发动机的工作顺序。



任务目标

1. 能够正确使用各类拆装工具。
2. 按照正确的拆装工艺步骤拆卸发动机。
3. 能按顺序摆放,做好装配标记。

任务一 发动机的结构认知

一、发动机的分类

汽车的动力来源于发动机,发动机是将某种能量转换为机械能的机器。目前为止,除为数不多的电动汽车外,汽车发动机都是将燃料燃烧产生的热能转化为机械能的装置,或简称热机。现代汽车所用的发动机都是内燃机(燃料在发动机汽缸体体内燃烧并进行能量转化),除了个别是转子式的发动机外,绝大多数是往复活塞式的发动机。

往复活塞式发动机就是利用活塞在汽缸内做往复运动,将燃料燃烧产生的热能转化为机械能的机器。

往复活塞式发动机按照不同的方法进行分类如下:

1. 根据完成一个工作循环期间活塞运动的行程数进行分类

按完成一个工作循环期间活塞运动的行程数分为四冲程发动机和二冲程发动机。

活塞式发动机完成一个工作循环,便对外做功一次,不断地完成工作循环才能将热能连续地转化为机械能。在一个工作循环中活塞往复四个行程、曲轴旋转 720° 的发动机称为四冲程往复式活塞式发动机。而在一个工作循环中活塞往复两个行程、曲轴旋转 360° 的内燃机称为二冲程往复式活塞式发动机。

2. 根据冷却方式的不同进行分类

往复式活塞式发动机根据冷却介质不同,可分为水冷式和风冷式两种类型。

以水或冷却液为介质的称为水冷式发动机,而以空气为介质的称为风冷式发动机。如图 1-3、图 1-4 所示。

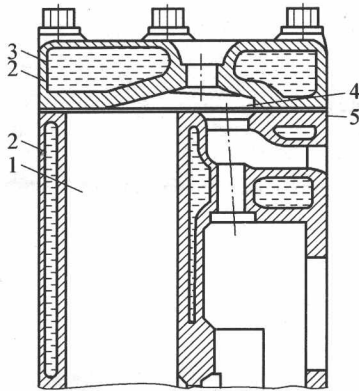


图 1-3 水冷式发动机示意图

1—汽缸 2—水套 3—汽缸盖 4—燃烧室 5—汽缸垫

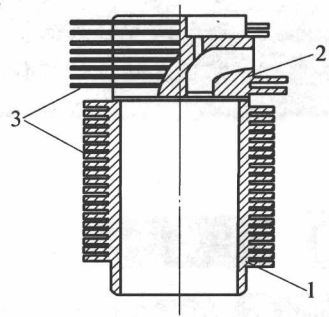


图 1-4 风冷式发动机示意图

1—汽缸体 2—汽缸盖 3—散热片

3. 根据汽缸数的不同进行分类

根据发动机的汽缸数的不同,分为单缸发动机和多缸发动机。

其中多缸发动机按照汽缸的排列形式不同分为直列式、V 形式和水平对置式的发动机。

4. 根据进气状态是否增压进行分类

根据进气状态(进气压力),分为非增压式发动机和增压式发动机两类。进气状态接近大气状态或自然吸气的为非增压式发动机,而利用增压器进气的为增压式发动机。

5. 根据所使用的燃料种类不同进行分类

使用汽油和柴油为燃料的分别称为汽油机和柴油机。使用天然气、液化石油气、醇类和其他气体燃料的内燃机称为代用燃料内燃机。

6. 根据着火方式分类

按照着火方式不同,把发动机分为点燃式发动机和压燃式发动机两类。

汽油机所使用的燃料是汽油,由于燃点(燃烧所需的最低温度)远远高于燃料混合气压缩时的温度,就必须利用火花塞发出的电火花强制点燃燃料混合气,使燃料混合气进行燃烧,这种着火方式称为点燃式。柴油机所使用的燃料是柴油,由于燃点低,在压缩行程快结束时,喷入汽缸的柴油可自行燃烧,这种着火方式称为压燃式。

汽车发动机目前应用最广、数量最多的是水冷、四冲程往复式活塞式发动机。随着人们环保意识的增强和交通密度的不断增加,对汽车的排放性和加速性能要求越来越高,减少排气

污染,节约能源和提高发动机的功率是必须的,所以现在气体燃料的利用技术和增压发动机受到重视,并迅速发展。

二、发动机的构造

汽车发动机的结构复杂,种类繁多,一般由上万个零件组成。汽车发动机现在应用比较广泛的为汽油机和柴油机。但是,从总体上看,其结构基本相同,所有的发动机都是由曲柄连杆机构、配气机构、燃油系统、润滑系统、冷却系统、进排系统及排气净化装置和启动系统组成。

汽油机与柴油机的主要结构区别是:汽油机有点火系统(强制点火着火方式),而柴油机(压燃着火方式)没有,同时燃料系统也不完全相同。如图1-5所示为四冲程汽油发动机结构图,图1-6所示为柴油机结构图。

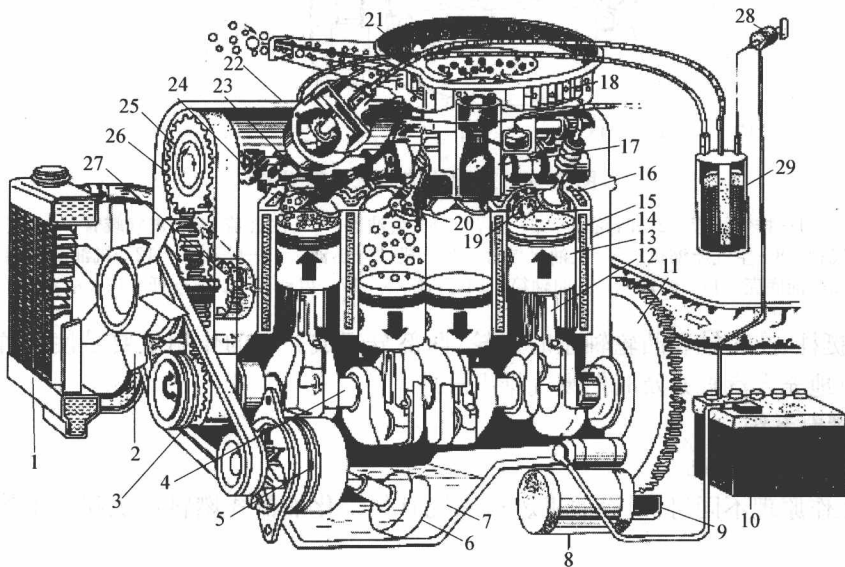


图1-5 四缸四冲程汽油机的基本结构

1—散热器 2—冷却风扇 3—曲轴正时齿轮 4—曲轴 5—发电机 6—机油机滤器 7—油底壳(发动机润滑油) 8—启动机 9—启动机齿轮 10—蓄电池 11—飞轮 12—连杆 13—活塞 14—汽缸体 15—水套 16—汽缸盖 17—化油器 18—空气滤清器滤芯 19—排气门 20—进气门 21—空气滤清器外壳 22—分电器 23—火花塞 24—凸轮轴 25—凸轮正时齿轮 26—凸轮轴正时齿带 27—水泵 28—点火开关 29—点火线圈

(一) 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构主要由机体组(主要包括汽缸体、汽缸盖、汽缸垫、汽缸套、油底壳)、活塞连杆组(主要包括活塞、活塞环、活塞销和连杆)、曲轴飞轮组(主要包括曲轴、飞轮)三部分组成,是发动机的能量转换机构,又是发动机的运动转换机构。它的作用主要是把燃气作用在活塞顶上的压力转变为曲轴的旋转运动并对外输出动力。

(二) 配气机构

配气机构主要由气门组(主要包括进气门、排气门、摇臂机构、气门弹簧)和传动组(主要

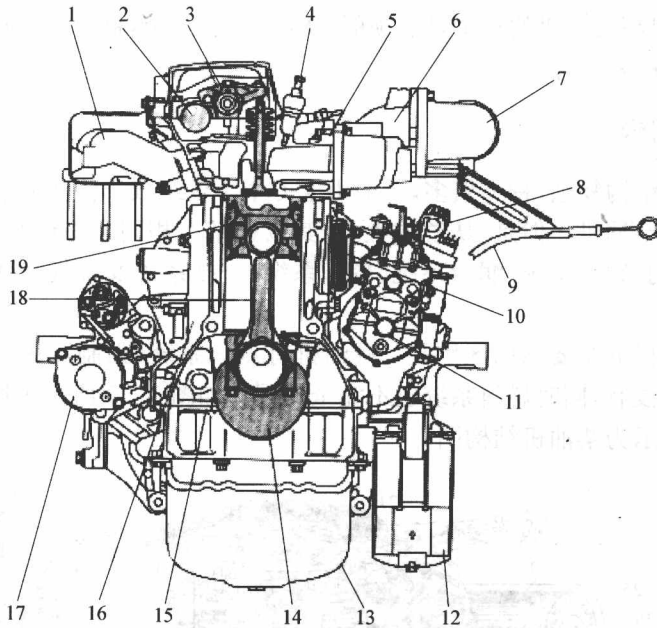


图 1-6 直列式柴油机横剖视图

1—排气歧管 2—凸轮轴 3—摇臂 4—喷油器 5—汽缸盖 6—进气歧管 7—进气管 8—空气压缩机 9—机油尺导管 10—机油散热器 11—喷油泵 12—机油滤清器 13—油底壳 14—曲轴 15—曲轴箱 16—汽缸体 17—启动机 18—连杆 19—活塞

包括推杆、挺柱、凸轮轴和凸轮轴正时齿轮)两部分组成。它的作用主要是使新鲜的混合气或空气适时地充入汽缸并及时把废气排出缸外。

(三) 燃料系统

1. 汽油机燃料系统

根据工作原理不同,目前汽油机燃料系统有传统化油器式燃料系统和电子控制燃料供给系统两类。

化油器式汽油机的燃料供给系主要由汽油箱、汽油泵、汽油滤清器、化油器等组成。其主要作用是将空气与汽油混合为合适的可燃混合气,送入汽缸燃烧。

电子控制燃料供给系统主要由汽油箱、电动汽油泵、汽油滤清器、燃油压力调节器、喷油器以及各类传感器和电控单元(ECU)组成。

2. 柴油机的燃料供给系统

柴油机燃料供给系统与汽油机有很大的差别,它主要由柴油箱、输油泵、柴油机滤清器、喷油泵、喷油器等组成。输油泵从油箱吸入柴油并经滤清后输送到喷油泵,喷油泵将低压柴油提高压力,喷油器在压缩行程接近上止点时将高压柴油以雾状喷入汽缸,柴油在高温空气中自行着火燃烧。

此外,具有进气增压装置发动机,还有进气谐振增压系统、涡轮增压器和中冷器等。

(四) 冷却系统

冷却系统的主要作用是冷却受热机件,使发动机保持正常的工作温度。水冷式发动机冷却系主要由水泵、风扇、节温器、水套、散热器等组成。风冷式发动机冷却系主要由缸体外