



面向“十二五”汽车类专业高职高专国家规划教材

汽车发动机构造与维修

QICHE FADONGJI GOUZAO YU WEIXIU

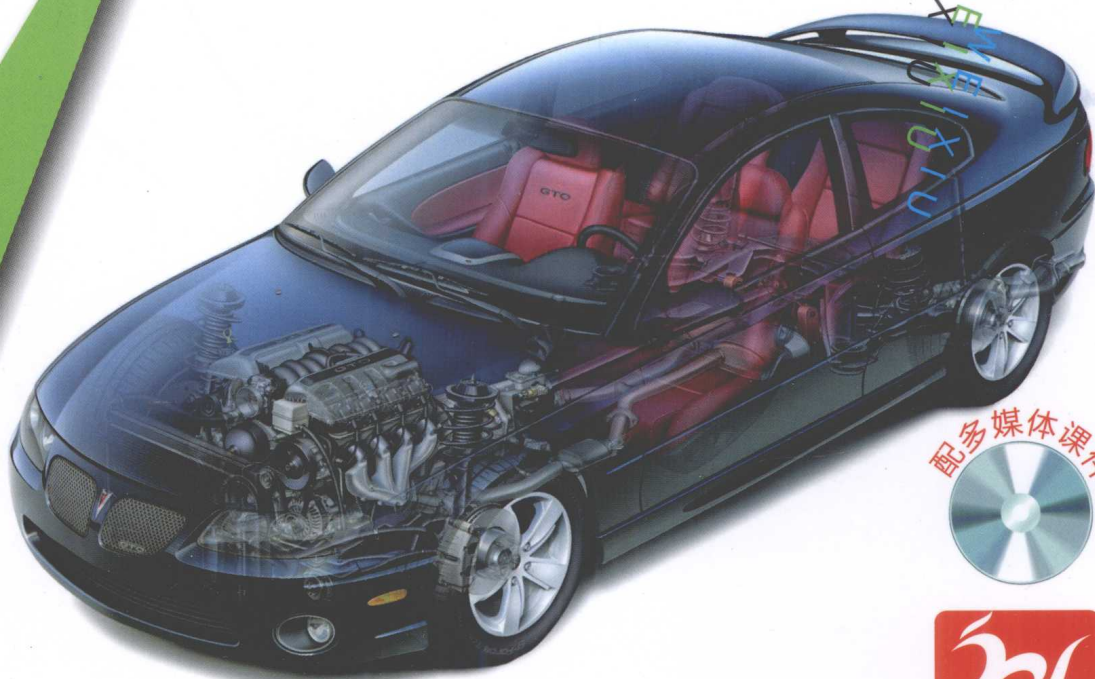
主 编 王治平

主 审 朱志宏

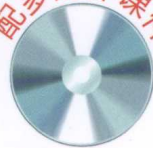
QICHE FADONGJI GOUZAO

QICHE FADONGJI GOUZAO

QICHE FADONGJI GOUZAO



配备媒体课件



凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社



凤凰职业教育

面向“十二五”汽车类专业高职高专国家规划教材

汽车发动机构造与维修

王治平 主 编
朱志宏 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

汽车发动机构造与维修 / 王治平主编. —南京:
江苏科学技术出版社, 2010. 8
面向“十二五”汽车类专业高职高专国家规划教材
ISBN 978 - 7 - 5345 - 7351 - 4

I. ①汽… II. ①王… III. ①汽车—发动机—构造—
高等学校: 技术学校—教材②汽车—发动机—车辆修理—
高等学校: 技术学校—教材 IV. ①U472. 43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 129719 号

汽车发动机构造与维修

主 编 王治平
主 审 朱志宏
责任编辑 汪立亮
特约编辑 潘旺林
责任校对 郝慧华
责任监制 曹叶平

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 盐城市华光印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 18
字 数 400 000
版 次 2010 年 8 月第 1 版
印 次 2010 年 8 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978 - 7 - 5345 - 7351 - 4
定 价 38.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

内容简介

本书主要包括发动机构造与维修的基础知识、曲柄连杆机构、配气机构、发动机冷却系统、发动机润滑系统、电控汽油喷射系统、柴油机供给系统、汽油机点火系统、发动机的装配与磨合等内容,系统地讲解了汽车发动机各系统的结构、原理、检修与故障诊断等内容。

本书可作为高等职业院校汽车运用与维修专业领域的教学用书,亦可供汽车维修技术人员学习参考和汽车维修职业培训用书。

前 言

随着我国经济的高速发展,人民生活水平的大幅提高,轿车已逐步进入百姓家庭,汽车的社会保有量增加迅速,对汽车维修服务的需求也越来越广泛。由于汽车上应用的新技术、新结构、新工艺越来越多,掌握现代汽车维修技术的人员较为缺乏,为了满足社会对汽车维修人员的需求,考虑到目前高职学生的现状,本教材本着理论简明、实践突出的原则,系统地介绍了现代汽车发动机的构造、主要零部件的检修以及常见故障的诊断方法,力求语言通俗易懂、图文并茂,使初学者能够较快地学习掌握。

本教材主要包括:发动机工作原理与总体构造、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、电控汽油喷射系统的构造与维修、柴油供给系统的构造与维修、汽油机点火系统的构造与维修、发动机的装配与磨合。

本书由安徽机电职业技术学院王治平副教授主编,许昌职业技术学院楚宜民副教授担任副主编。本书共分九个章节,第1章、第9章由王治平老师编写,第2章、第3章由刘明岩老师编写,第4章、第5章由王连广老师(许昌职业技术学院)编写,第6章由刘李健老师编写,第7章由楚宜民老师编写,第8章由张钱斌老师编写。全书最后由朱志宏高级工程师主审。

由于时间仓促、编者的精力和水平有限,书中难免存在一些误漏之处,诚望广大读者批评指正。

编者

2010年6月

目 录

第一章 发动机构造与维修基础知识	001
第一节 发动机的构造	001
第二节 发动机维修基础知识	010
第二章 曲柄连杆机构	018
第一节 概述	018
第二节 机体组	018
第三节 活塞连杆组	025
第四节 曲轴飞轮组	037
第五节 曲柄连杆机构的维修	045
第六节 曲柄连杆机构常见故障诊断	061
第三章 配气机构	067
第一节 概述	067
第二节 气门组	070

第三节	气门传动组	074
第四节	配气相位	079
第五节	配气机构的维修	085
第六节	配气机构异响诊断	092
第四章	冷却系统	096
第一节	概述	096
第二节	冷却系主要部件的构造	098
第三节	冷却系统的维修	107
第四节	冷却系统常见故障诊断	111
第五章	润滑系统	115
第一节	概述	115
第二节	润滑系统主要零部件的构造	118
第三节	润滑系统的维修	123
第四节	润滑系统常见故障诊断	126
第六章	电控汽油喷射系统	129
第一节	概述	129
第二节	电控汽油喷射系统的组成原理	135
第三节	电控燃油喷射系统常见故障诊断	159
第七章	柴油供给系统	166
第一节	概述	166
第二节	喷油器	171
第三节	喷油泵	174
第四节	调速器	179
第五节	喷油提前角调节装置与供油正时	186
第六节	柴油机燃料供给系统的辅助装置	190
第七节	柴油发动机燃料供给系统常见故障诊断	197
第八章	点火系统	206
第一节	概述	206
第二节	普通电子点火系统	207

第三节	电控点火系统·····	219
第四节	点火系统的检修·····	238
第五节	电子点火系统常见故障诊断·····	254
第九章	发动机的装配与磨合 ·····	258
第一节	发动机的装配·····	258
第二节	发动机的磨合·····	273
参考文献	·····	277

第一章 发动机构造与维修基础知识

知识要点

发动机的基本工作原理、术语,发动机的分类和类型、总体结构、汽车发动机型号编制规则、发动机的主要性能指标。

学习目标

1. 理解发动机的基本工作原理、熟悉常用术语;
2. 掌握发动机维修常用工具和量具的使用方法;
3. 了解发动机的编号规则、主要性能指标和工作特性。

第一节 发动机的构造

汽车的动力大多来源于汽车发动机,目前绝大多数汽车发动机是往复式活塞式内燃机,它将燃料燃烧的热能转变为机械能,故又称为热力机。发动机是汽车的心脏,发动机性能的好坏直接影响汽车的动力性、经济性和安全性。

一、汽车发动机的分类

汽车发动机的种类有很多,按照不同的特征可有以下几种分类:

1. 按使用燃料分类

按照所使用的燃料不同可分为汽油机、柴油机和气体燃料发动机等。以汽油为燃料的称为汽油机,以柴油为燃料的称为柴油机,以天然气、液化石油气和其他气体作为燃料的称为气体燃料发动机。

2. 按工作循环所需活塞行程数分类

根据每一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和二冲程发动机。活塞在汽缸内往复四个行程完成一个工作循环的发动机称为四冲程发动机,活塞在汽缸内往复两个行程完成一个工作循环的发动机称为二冲程发动机。目前汽车发动机多采用四冲程发动机。

3. 按着火方式分类

发动机所使用的燃料不同,其着火方式也不相同。利用火花塞发出的电火花点燃可燃混合气的称为点燃式发动机(汽油机属于此类),利用汽缸内的空气被高度压缩后所产生的

高温高压使燃料自行着火燃烧的称为压燃式发动机(柴油机属于此类)。

4. 按冷却方式分类

发动机按照冷却方式的不同可分为水冷发动机和风冷发动机。利用在汽缸体和汽缸盖冷却水套中循环的冷却介质进行冷却的发动机称为水冷发动机,利用流动于汽缸体和汽缸盖外表面散热片之间的空气进行冷却的发动机称为风冷发动机。水冷发动机冷却均匀、工作可靠、冷却效果好,现代车用发动机多采用水冷发动机。

5. 按汽缸数分类

发动机按照汽缸数可分为单缸发动机和多缸发动机。只有一个汽缸的发动机称为单缸发动机,有两个以上汽缸的发动机称为多缸发动机。现代车用发动机多采用四缸、六缸、八缸、十二缸发动机。

6. 按汽缸的布置形式分类

多缸发动机按照汽缸的布置形式可分为直列式发动机、对置式发动机、V形式发动机。直列式发动机的各个汽缸排成一列,一般是垂直布置的。V形式发动机汽缸排成两列,其汽缸中心线的夹角小于 90° 。对置式发动机两列汽缸中心线的夹角等于 180° 。

7. 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)和直接喷射式发动机等。

8. 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、四冲程往复式活塞式内燃机,其中汽油机用于轿车和轻型客、货车上,而大客车和中、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、货车发动机中应用越来越广。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,近年来增压发动机应用越来越广。

二、汽车发动机的总体构造

各种四冲程往复式活塞式发动机的基本工作原理相似、基本结构也大同小异。如图1-1所示,发动机通常具有下列机构和系统。

1. 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构包括汽缸体、汽缸盖、活塞、连杆、曲轴和飞轮等机件,是发动机借以产生动力,并将活塞的往复直线运动转变为曲轴的旋转运动而输出动力的机构。

2. 配气机构

配气机构主要由进气门、排气门、凸轮轴、凸轮轴正时齿轮等组成。其作用是将足量的新鲜空气充入汽缸并及时地从汽缸中排出废气。

3. 燃料供给系统

化油器式汽油机的燃料供给系统主要由汽油箱、汽油泵、汽油滤清器、空气滤清器、进排气歧管、排气消声器等组成。汽油直接喷射式汽油机的燃料供给系统包括汽油箱,汽油泵,

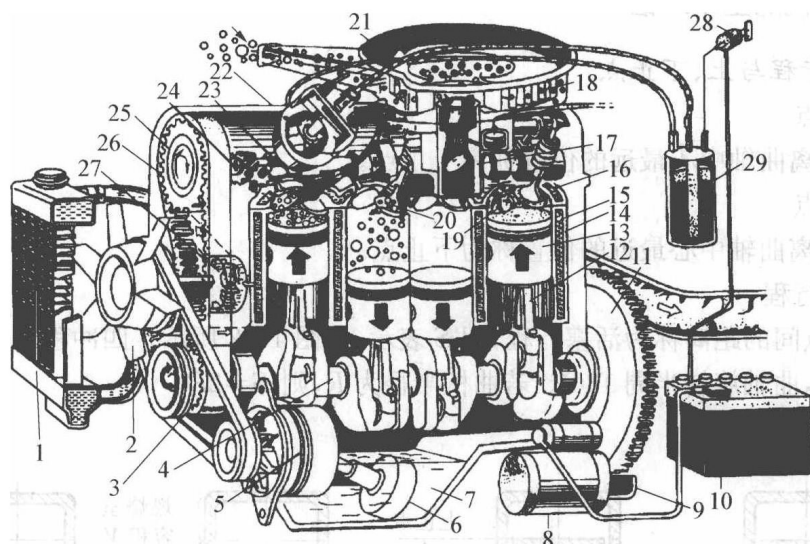


图 1-1 发动机总体构造

- 1—散热器;2—冷却风扇;3—曲轴正时齿轮;4—曲轴;5—发电机;6—机油滤清器;7—油底壳;
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—空气滤清器内芯;19—排气门;20—进气门;
21—空气滤清器壳;22—分电器;23—火花塞;24—凸轮轴;25—凸轮轴正时齿轮;
26—凸轮轴正时齿带;27—水泵;28—点火开关;29—点火线圈

汽油滤清器,汽油压力调节器,喷油器,空气滤清器,空气流量计,水温、进气温度、曲轴位置、节气门开度、车速、爆震等传感器,电控单元(ECU),各种执行器,进排气歧管,排气消声器等部件。柴油机燃料供给系统由柴油箱、输油泵、柴油滤清器、喷油泵、喷油器、空气滤清器、进排气歧管、排气消声器等组成。

4. 润滑系统

发动机的润滑系包括机油泵、集滤器、限压阀、润滑油道、机油滤清器、油底壳等机件。其作用是减小摩擦,降低机件磨损,并部分冷却摩擦零件,清洗摩擦表面。

5. 冷却系统

发动机的冷却系统分为水冷式冷却系统和风冷式冷却系统两种。水冷式冷却系统包括散热器、风扇、水泵、节温器、水套等机件。其作用是将多余的热量散发到大气中,使发动机始终处于正常的工作温度。风冷式冷却系统主要由风扇、散热片等组成。

6. 点火系统

发动机的点火系统主要由电源、点火线圈、分电器和火花塞等组成。其作用是由压缩冲程接近结束时所产生的高压电火花,点燃混合气。

7. 启动系统

启动系统主要由启动机及附属装置组成,其作用是使静止的发动机启动并转入自行运转。

汽油发动机由上述两个机构和五个系统组成。柴油发动机由于其混合气是自行着火燃烧的,没有点火系统,因而柴油机是由两大机构和四个系统组成。

三、汽车发动机的基本术语

1. 活塞行程与上、下止点

(1) 上止点

活塞顶距离曲轴中心最远的位置称为上止点。

(2) 下止点

活塞顶距离曲轴中心最近的位置称为下止点。

(3) 活塞行程

上、下止点间的距离称为活塞行程,用 S 表示,如图 1-2 所示。四冲程发动机的活塞每运动一个行程,曲轴旋转半周 180° 。若曲柄半径为 R ,则 $S=2R$ 。

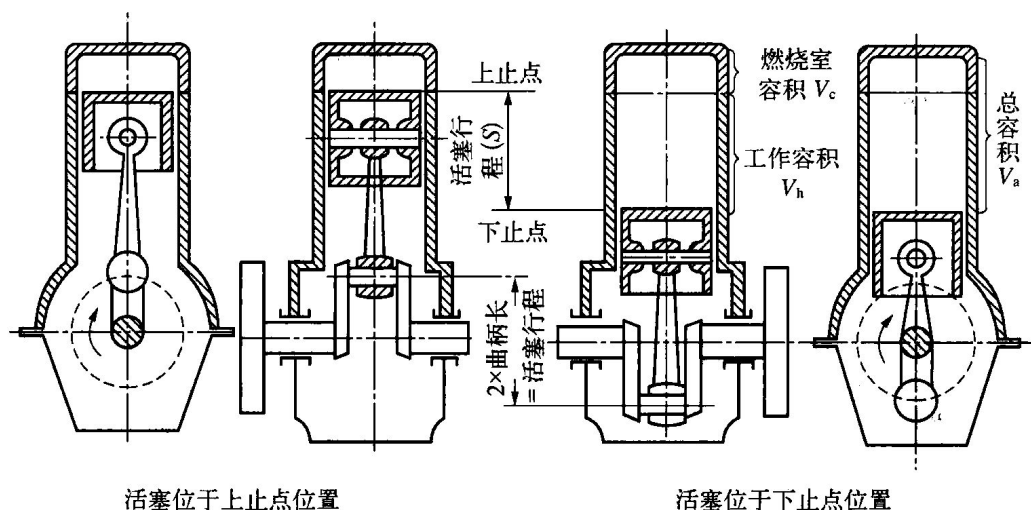


图 1-2 发动机的常用术语

2. 汽缸容积

(1) 燃烧室容积

活塞位于上止点时,活塞顶上方的空间称为燃烧室容积,用 V_c 表示。

(2) 汽缸工作容积

活塞从上止点运动到下止点所扫过的容积称为汽缸工作容积,用 V_h 表示(单位为 L)。

$$V_h = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot S \times 10^{-6} (\text{L})$$

式中 D ——汽缸直径(mm);

S ——活塞行程(mm)。

(3) 发动机工作容积

多缸发动机各缸工作容积的总和称为发动机工作容积或发动机排量,用 V_L 表示。若发动机的汽缸数为 i ,则:

$$V_L = V_h \times i$$

(4) 汽缸总容积

活塞位于下止点时,活塞上方的整个空间称为汽缸总容积,用 V_a 表示。汽缸总容积等于汽缸工作容积与燃烧室容积之和,即

$$V_a = V_c + V_h$$

3. 压缩比

汽缸总容积与燃烧室容积之比称为压缩比,用 ϵ 表示,即

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

ϵ 表示活塞从下止点运动到上止点时,汽缸内气体被压缩的程度,也表示缸内气体膨胀时体积变化的倍数。各种不同类型发动机对压缩比的要求各不相同,一般柴油机的压缩比较高($\epsilon = 16 \sim 22$),汽油机则较低($\epsilon = 6 \sim 9$,有的轿车 $\epsilon = 9 \sim 11$)。

四、发动机简单工作原理

发动机将燃料燃烧产生的热能转变成机械能,需要经过进气、压缩、作功和排气四个工作过程才能够实现。进气——将可燃混合气(或新鲜空气)引入汽缸;压缩——将进入汽缸的可燃混合气(或新鲜空气)体积缩小;作功——在压缩接近终点时点燃可燃混合气(或将柴油高压喷入汽缸内形成可燃混合气并引燃);可燃混合气着火燃烧,膨胀推动活塞下行实现对外输出动力;排气——将燃烧后的废气排出汽缸。下面简单介绍四行程发动机的工作原理和工作过程。

1. 四行程汽油机的工作原理

四行程汽油机的运转是按进气行程、压缩行程、作功行程和排气行程的顺序不断循环反复进行的,如图 1-3 所示。

(1) 进气行程

进气过程开始时,活塞位于上止点,活塞由曲轴带动从上止点向下止点运动,这时排气门关闭,进气门打开。随着活塞下移,汽缸内容积增大,压力减小,当压力低于大气压时,在汽缸内产生真空吸力,空气经空气滤清器并与化油器供给的汽油混合成可燃混合气,通过进气门被吸入汽缸,直至活塞向下运动到下止点。在进气过程中,受空气滤清器、化油器、进气管道、进气门等阻力影响,进气终了时,汽缸内气体压力略低于大气压,约 $0.075 \sim 0.09 \text{ MPa}$,同时受到残余废气和高温机件加热的影响,温度达到 $370 \sim 400 \text{ K}$ 。实际上汽油机的进气门是在活塞到达上止点之前打开,并且延迟到下止点之后关闭,这样便可以吸入更多的可燃混合气。

(2) 压缩行程

压缩行程开始时,进气门和排气门全都关闭,汽缸内成为封闭的容器,活塞由曲轴带动从下止点向上止点运动,汽缸内的可燃混合气受到压缩,压力和温度不断升高,当活塞到达上止点时压缩行程结束。此时气体的压力和温度主要随压缩比的大小而定,可燃混合气压力可达 $0.6 \sim 1.2 \text{ MPa}$,温度可达 $600 \sim 700 \text{ K}$ 。

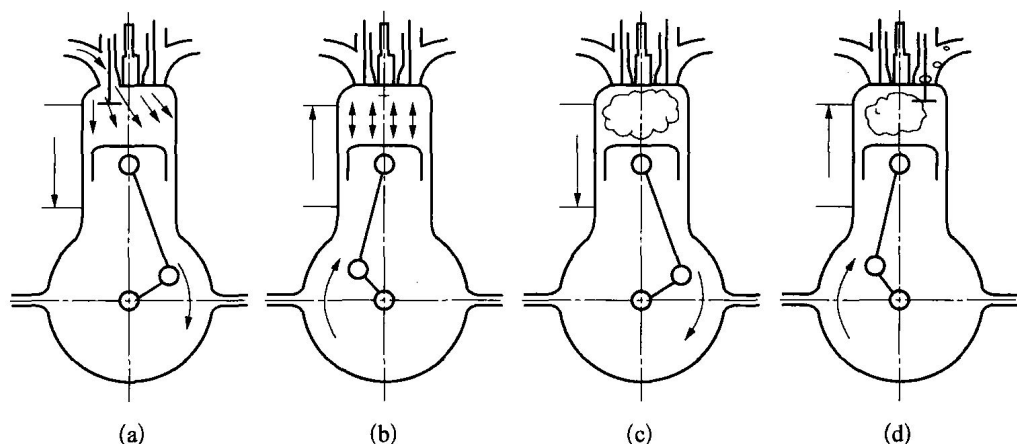


图 1-3 四冲程汽油机的工作原理示意图

(a) 进气;(b) 压缩;(c) 作功;(d) 排气

压缩比越大,压缩终了时汽缸内的压力和温度越高,则燃烧速度越快,发动机功率也越大。但压缩比太高,容易引起爆燃。所谓爆燃就是由于气体压力和温度过高,可燃混合气在没有点燃的情况下自行燃烧,且火焰以高于正常燃烧数倍的速度向外传播,造成尖锐的敲缸声。会使发动机过热,功率下降,汽油消耗量增加以及机件损坏。轻微爆燃是允许的,但强烈爆燃对发动机是有害的。

(3) 作功行程

在这一行程中,进气门和排气门保持关闭。当活塞位于压缩行程接近上止点位置时,火花塞产生电火花点燃可燃混合气,可燃混合气燃烧后放出大量的热使汽缸内气体温度和压力急剧升高,最高压力可达 $3\sim 5\text{ MPa}$,最高温度可达 $2\,200\sim 2\,800\text{ K}$,高温高压使气体膨胀,推动活塞从上止点向下止点运动,通过连杆使曲轴旋转并输出机械功,除了用于维持发动机本身继续运转外,其余用于对外作功。随着活塞向下运动,汽缸内容积增加,气体压力和温度降低,当活塞运动到下止点时,作功行程结束,气体压力降低到 $0.3\sim 0.5\text{ MPa}$,气体温度降低到 $1\,300\sim 1\,600\text{ K}$ 。

(4) 排气行程

当作功接近终了时,排气门开启,部分废气在自身压力作用下自行排出到大气中。当活塞从下止点向上止点运动时,废气被强制排出到大气中,活塞到达上止点后,排气门关闭,排气行程结束。实际上汽油机的排气行程也是排气门提前打开,延迟关闭,以便排出更多的废气。由于燃烧室容积的存在,排气行程不可能将废气全部排出汽缸。受排气阻力的影响,排气终止时,气体压力仍高于大气压力,为 $0.105\sim 0.115\text{ MPa}$,温度为 $900\sim 1\,200\text{ K}$ 。

曲轴继续旋转,活塞从上止点向下止点运动,又开始了下一个新的循环过程。可见四行程汽油机经过进气、压缩、作功、排气四个行程完成一个工作循环,这期间活塞在上、下止点往复运动了四个行程,相应的曲轴旋转了两圈。

2. 四行程柴油机的工作原理

四行程柴油机和四行程汽油机的工作过程一样,每一个工作循环同样包括进气、压缩、作功和排气四个行程,但由于柴油机使用的燃料是柴油,柴油与汽油有较大的差别,柴油黏度大,不易蒸发,自燃温度低,故可燃混合气的形成、着火方式、燃烧过程以及气体温度压力的变化都和汽油机不同。

(1) 进气行程

四行程柴油机在进气行程中吸入汽缸的是纯空气而不是可燃混合气,进气通道中没有化油器,进气阻力小,进气终了时气体压力略高于汽油机而气体温度略低于汽油机。进气终了时气体压力为 $0.0785 \sim 0.0932 \text{ MPa}$, 气体温度为 $300 \sim 370 \text{ K}$ 。

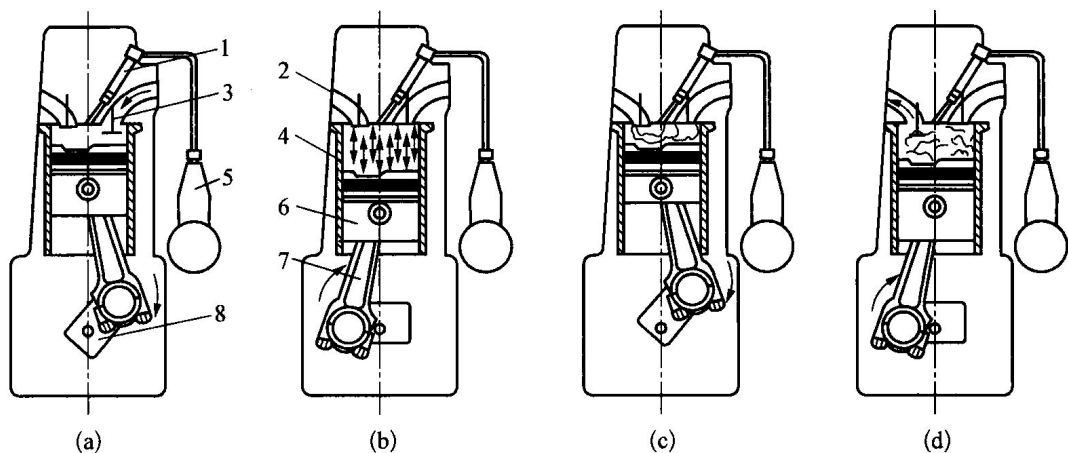


图 1-4 四冲程柴油机工作原理示意图

(a) 进气行程; (b) 压缩行程; (c) 膨胀(作功)行程; (d) 排气行程

1—喷油器; 2—排气门; 3—进气门; 4—汽缸; 5—喷油泵; 6—活塞; 7—连杆; 8—曲轴

(2) 压缩行程

由于柴油机的压缩比比汽油机的压缩比大很多(一般为 $16 \sim 22$), 压缩终了时气体温度和压力都比汽油机高, 大大超过了柴油的自燃温度。压缩终了时, 气体压力为 $3.5 \sim 4.5 \text{ MPa}$, 气体温度为 $750 \sim 1000 \text{ K}$ 。

(3) 作功行程

在压缩行程接近上止点时, 喷油器将高压柴油以雾状喷入燃烧室, 柴油和空气在汽缸内形成可燃混合气, 柴油喷入汽缸后, 在很短的时间内与空气混合后便立即着火燃烧, 柴油机的可燃混合气是在汽缸内部形成的, 而汽油机可燃混合气主要是在汽缸外部的化油器中形成的。柴油机燃烧过程中汽缸内出现的最高压力要比汽油机高得多, 可高达 $6 \sim 9 \text{ MPa}$, 最高温度也可高达 $2000 \sim 2500 \text{ K}$ 。作功终了时, 气体压力为 $0.2 \sim 0.4 \text{ MPa}$, 气体温度为 $1200 \sim 1500 \text{ K}$ 。

(4) 排气行程

柴油机的排气行程和汽油机一样, 废气同样经排气管排入到大气中去, 排气终了时, 汽缸内气体压力为 $0.105 \sim 0.125 \text{ MPa}$, 气体温度为 $800 \sim 1000 \text{ K}$ 。

柴油机与汽油机比较, 柴油机的压缩比高, 热效率高, 燃油消耗率低, 同时柴油价格较

低,因此,柴油机的燃料经济性能好,而且柴油机的排气污染少,排放性能较好。但它的主要缺点是转速低,质量大,噪声大,振动大,制造和维修费用高。在其发展过程中,柴油机不断发扬其优点,克服缺点,提高速度,有望得到更广泛的应用。

3. 柴油机与汽油机的比较

① 汽油机的混合气是在汽缸外部,由化油器或汽油直接喷射系统完成,汽油与空气是先混合后燃烧;而柴油机的混合气在汽缸的内部进行,而且是边喷射边燃烧,混合、燃烧没有明显界限。因此,汽油机和柴油机的燃料供给系统在结构原理上完全不同。

② 汽油机是在压缩冲程结束时,靠火花塞强制点火点燃混合气燃烧做功;而柴油机则是利用压缩冲程结束时,汽缸内部高温高压气体使柴油自行着火燃烧做功,因此柴油机没有点火系统。

③ 柴油机压缩比比汽油机高,燃油平均消耗率比汽油机低,故燃料经济性好,尾气排放污染小;但柴油机转速比汽油机低、质量大、制造和维修费用高,故柴油机一般多用做大型汽车的动力。

④ 汽油机具有转速高、质量小、工作噪声小、启动容易、工作平稳、操作省力、适应性好、制造和维修费用低等特点,故在轿车和中、小、微型汽车上得以广泛应用。

随着柴油机轻量化、高速化,其应用范围正向中、小、轻型汽车甚至轿车扩展。

五、发动机主要性能指标

发动机的性能指标是用来表征发动机性能和特点,衡量性能优劣的。发动机的主要性能指标有动力性能指标、经济性能指标两类。

1. 发动机的动力性指标

动力性能指标是指曲轴对外作功能力的指标,包括有效扭矩、最大扭矩、有效功率和最大功率。

(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 M_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,并克服了摩擦力、驱动附件等损耗之后从曲轴对外输出的净扭矩。

(2) 最大扭矩

最大扭矩表示发动机克服最大阻力的能力,它是有效扭矩的最大值,用 M_{emax} 表示。

(3) 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。

$$P_e = M_e \times n / 9\,550$$

式中 M_e ——有效扭矩, $N \cdot m$;

n ——曲轴转速, r/min 。

(4) 最大功率

最大功率表示发动机最大的工作能力,是有效功率的最大值,用 P_{emax} 表示。

2. 发动机的经济性能指标 g_e

通常用有效燃油消耗率来评价内燃机的经济性能。有效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,有效燃油消耗率通常用 g_e 表示,其单位为 $\text{kg}/(\text{kW} \cdot \text{h})$,计算公式如下

$$g_e = 1000G_T/P_e$$

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同样有效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。

六、发动机的名称和型号编制规则

为了便于发动机的生产管理和使用,我国于 1991 年对发动机的名称和型号编制方法重新审定颁布了国家标准(GB/T 725—1991)。该标准的主要内容如下:

① 发动机产品名称均按所采用的燃料命名,例如柴油机、汽油机、煤气机、沼气机、双(多种)燃料发动机、混合动力发动机等。

② 发动机型号由阿拉伯数字和汉语拼音字母组成。

③ 发动机型号应能反映发动机的主要结构特征及性能,由下列四部分组成:

I. 首部: 为产品系列符号和(或)换代标志符号,由制造厂根据需要自选相应字母表示,但需主管部或由部主管标准化机构核准。

II. 中部: 由缸数符号、汽缸排列形式符号、行程符号和缸径符号组成。

III. 后部: 结构特征和用途特征符号,以字母表示。

IV. 尾部: 区分符号。同一系列产品因改进等原因需要区分时,由制造厂选用适当符号表示。

发动机型号的排列顺序及符号所代表的意义规定如图 1-5 所示。

型号编制示例:

汽油机:

1E65F——表示单缸,二冲程,缸径为 65 mm,风冷,通用型。

CA488——表示中国第一汽车集团公司制造,四缸,直列四冲程,缸径为 88 mm,水冷。

柴油机:

165F——表示单缸,直列四冲程,缸径为 65 mm,风冷。

R175A——表示单缸,直列四冲程,缸径为 75 mm,水冷,通用型(这里 R 表示 175 的换代标志符号, A 为系列产品改进的区分符号)。

X4105——表示四缸,直列四冲程,缸径为 105 mm,水冷(这里 x 表示系列代号)。

495T——表示四缸,直列四冲程,缸径为 95 mm,水冷,拖拉机用。

12 V135ZG——表示 12 缸, V 形排列,四冲程,缸径为 135 mm,水冷,增压,工程机械用。