

汽车发动机构造与检修

王永伦 杨晓波 主编



华中科技大学出版社

内 容 简 介

本书共分9个项目,分别为发动机基本知识、曲柄连杆机构、配气机构、汽油机燃料供给系统、柴油机燃料供给系统、润滑系统、冷却系统、点火系统简介、启动系统简介。根据高职高专学生的特点和人才培养目标的定位,本书注重基础理论教育与实际能力培养的结合,力求通俗易懂;注重理论内容和实训内容的实用性。本书适合于高职高专汽车制造与装配技术、汽车检测与维修技术、汽车运用与维修技术、汽车改装技术等专业的师生使用,也可以作为成人高等教育相关课程的教材和相关行业的培训教材,还可供汽车维修人员、驾驶员、汽车行业工程技术人员参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机构造与检修/王永伦 杨晓波 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2011.9
ISBN 978-7-5609-7057-8

I. 汽… II. ①王… ②杨… III. ①汽车-发动机-构造-高等职业教育-教材 ②汽车-发动机-车辆修理-高等职业教育-教材 IV. U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 074192 号

汽车发动机构造与检修

王永伦 杨晓波 主编

策划编辑:张毅

责任编辑:张毅

封面设计:范翠璇

责任校对:李琴

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:武汉佳年华科技有限公司

印 刷:华中科技大学印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:17

字 数:430千字

版 次:2011年9月第1版第1次印刷

定 价:30.00元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换

全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务

版权所有 侵权必究



项目 1 发动机总体构造	/1
任务 1 发动机总体构造	/2
任务 2 发动机工作原理	/7
任务 3 发动机燃料及混合动力汽车	/13
项目 2 曲柄连杆机构	/19
任务 1 机体组	/20
任务 2 活塞连杆组	/32
任务 3 曲轴飞轮组	/47
任务 4 曲柄连杆机构的故障诊断与排除	/60
项目 3 配气机构	/73
任务 1 认识配气机构	/74
任务 2 配气相位	/78
任务 3 气门组的构造与检修	/80
任务 4 气门传动组的构造与检修	/87
任务 5 可变配气相位控制技术简介	/95
任务 6 配气机构的故障诊断与排除	/99
项目 4 汽油发动机燃油供给系统	/107
任务 1 认识汽油发动机燃油供给系统	/108
任务 2 电控喷射式汽油发动机燃油供给系统	/110
任务 3 化油器式汽油发动机燃油供给系统	/116
任务 4 燃油供给系统的构造与检修	/118
任务 5 空气供给系统的构造与检修	/123
任务 6 排气系统的构造与检修	/125
任务 7 汽油发动机的故障诊断与排除	/126
项目 5 柴油发动机燃油供给系统	/133
任务 1 认识柴油发动机燃油供给系统	/134
任务 2 传统柴油发动机燃油供给系统主要部件构造与检修	/139
任务 3 供油正时与辅助装置	/160
任务 4 柴油发动机的故障诊断与排除	/167
任务 5 柴油发动机电控燃油喷射系统	/177



项目 6 润滑系统 /205

任务 1 认识润滑系统 /206

任务 2 润滑系统的故障诊断与排除 /213

项目 7 冷却系统 /221

任务 1 认识冷却系统 /222

任务 2 冷却系统的故障诊断与排除 /234

项目 8 点火系统 /241

任务 1 认识点火系统 /242

任务 2 点火系统的分类和组成 /242

项目 9 启动系统 /253

任务 1 认识启动系统 /254

任务 2 启动机的结构与原理 /255

参考文献 /265



项目

发动机总体构造

【学习目标】

1. 知识目标

- (1) 了解汽车发动机的发展现状及发展趋势；
- (2) 了解汽车常用的发动机类型和布置形式；
- (3) 理解发动机常用术语的基本概念；
- (4) 掌握发动机总体构造及工作原理；
- (5) 了解发动机燃料多样化，以及混合动力汽车的耦合方式。

2. 能力目标

能认知发动机实物上安装的各总成、部件名称及其结构、作用，以及各机构系统的相互连接传动关系。

【项目导入】

发动机是汽车的动力源，它的发展已近130年历史。本项目通过了解国内外汽车发动机的发展等知识，使学生对学习发动机产生浓厚兴趣，加深对发动机总体构造及工作原理的认识。

【项目分析】

掌握汽车发动机的总体构造及工作原理，是本项目的重点和难点。在学习基础理论知识的同时，结合技能训练，直接对汽、柴油发动机实物的总体外观结构和内部结构进行认识了解，弄清发动机各总成、部件的连接安装位置和各机构的相互运动关系。



任务 1 发动机总体构造

一、汽车发动机发展简史

1886年,德国工程师卡尔·本茨研制出世界上第一台单缸二冲程汽油发动机,世界上第一辆三轮汽车也同时诞生;同年,戴姆勒制造出四冲程汽油发动机的四轮汽车。

1897年,德国工程师鲁道夫·狄塞尔研制成功四冲程压燃式柴油发动机,后人为纪念这位发明家,把这种发动机称为“狄塞尔发动机”。

1934年,德国成功研制出汽油喷射式发动机,并应用于军用飞机。

1954年,德国人汪克尔发明了三角转子旋转活塞发动机。

1967年,德国博世公司推出电控燃油喷射装置,于1968年应用在德国大众汽车上。

二、汽车发动机的发展现状及发展趋势

1. 汽车发动机的发展现状

随着人类对环保要求的日益严格,对车用发动机的技术要求也在不断提高。主要体现在以下几个方面。

1) 强化性能、提高可靠性

在燃料上,由于抗爆燃料和电子控制喷射技术的广泛应用,使汽油发动机抗爆性能得到较大改善,压缩比由20世纪70年代的6~8上升到8~9.5,动力性大为提高,同时转速也不断向高速化发展。

在结构上,二气门发动机的传统结构正逐渐被三气门、四气门发动机所代替,五气门的发动机也已投入使用。顶置凸轮轴和电控技术的应用使发动机高速化成为可能并逐步实现。增压技术使发动机功率、油耗指标有显著改善。柴油发动机增压技术已十分成熟,电子喷射技术的应用也使汽油发动机的增压变得容易解决。

目前,国际上对汽车可靠性和寿命的要求越来越高,发达国家车用柴油发动机大修期达到8 000~10 000 h,我国发动机可靠性和大修里程仅为发达国家的1/2左右。

2) 排放低污染化

汽车在给人类创造财富和方便的同时,汽车发动机有害排放对环境的污染和人类健康的危害正日趋严重。随着汽车保有量的剧增,排放污染已引起世界各国的高度重视,纷纷采取技术措施和出台严格的标准法规应对。

我国发动机制造技术水平不高,使得排放污染更加严重。1983年,我国颁布了汽油发动机、柴油发动机废气排放标准,但这个标准对CO、HC和炭烟的限制标准过低,对NO没有进行规定。1989年又颁布了轻型汽车废气排放标准。当然,与发达国家相比,排放标准还是比较低。

3) 发动机结构V形化

目前,国际上的发展趋势是四缸以上的发动机用“V”形取代“直列式”。如桑塔纳、奥迪、



捷达、凌志、马自达、高尔夫等一些车型都已采用了V形结构发动机。V形结构发动机由于纵向尺寸短、整体刚度好、变形小,加工中容易保证精度要求,因而比多缸直列发动机在汽车总体布置上占有明显优势;此外,V形发动机有利于扩大缸径、长度和增加缸数,使之可以构成功率范围更广泛的系列产品。

2. 汽车发动机的发展趋势

汽车排放的废气对环境的严重污染、石油资源面临枯竭、苛刻的环保要求,使世界各国对汽车发动机的研究、改造与开发从未停止。汽车发动机的发展趋势主要表现在以下几方面。

(1) 更多地采用直喷柴油发动机。汽油发动机在较长时期内仍占重要地位,但直喷柴油发动机将会得到更大发展,更多地采用缸内直接喷射;同时,新型燃烧系统将会得到更快发展,并更多地采用分层充气。

(2) 更多地采用长冲程发动机,即 $s/D > 1$ 的发动机。长冲程可使发动机结构更紧凑,工作更可靠,燃气混合更均匀,有利于组织燃烧,减少传热损失。

(3) 普遍采用多气门设计。在换气、供油、增压及冷却等方面,更普遍地采用多气门可变控制技术。

(4) 更多地采用排气净化新技术、新工艺,更多地依赖发动机排气净化处理装置,更注意新型三元催化剂、碳烟微粒过滤器及汽油发动机碳氢化合物分离器等装置的研究与开发。

(5) 发展小型发动机增压、中冷及强化技术。

(6) 采用陶瓷等轻质、减磨、隔热等新型材料,以及低散热技术。如陶瓷汽缸体、汽缸盖。

(7) 采用微机综合控制,实现较全面的发动机性能优化与控制。

(8) 进一步发展多种燃料、双燃料汽车发动机,以及同时使用两种以上燃料技术。

(9) 逐步实现由燃料汽车向电动汽车的发展过渡。研发更适合于混合动力驱动用的结构紧凑、质量小、排量小的发动机。

(10) 二冲程汽车发动机也将受到重视。

(11) 进一步研究改进燃气涡轮,以及三角活塞式转子发动机在汽车上的应用。

(12) 进一步发展发动机及汽车轻量化技术。

三、发动机的组成

发动机是一种由多种机构和系统组成的复杂机器,是汽车的“心脏”,要完成能量转换,实现工作循环,并保持长时间连续正常工作。

现代汽车发动机的具体结构形式多种多样,但由于它们的基本工作原理和总体功能相同,故基本结构大同小异。通常都由两大机构五大系统组成,即曲柄连杆机构、配气机构、燃料供给系统、冷却系统、润滑系统、启动系统、点火系统(汽油发动机独有,柴油发动机无此系统)。

图1-1所示为典型发动机的结构剖视图。

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机构。其功能是将燃料燃烧所产生的热能推动活塞作直线运动,通过连杆使曲轴产生旋转运动并输出转矩和动力;然后,

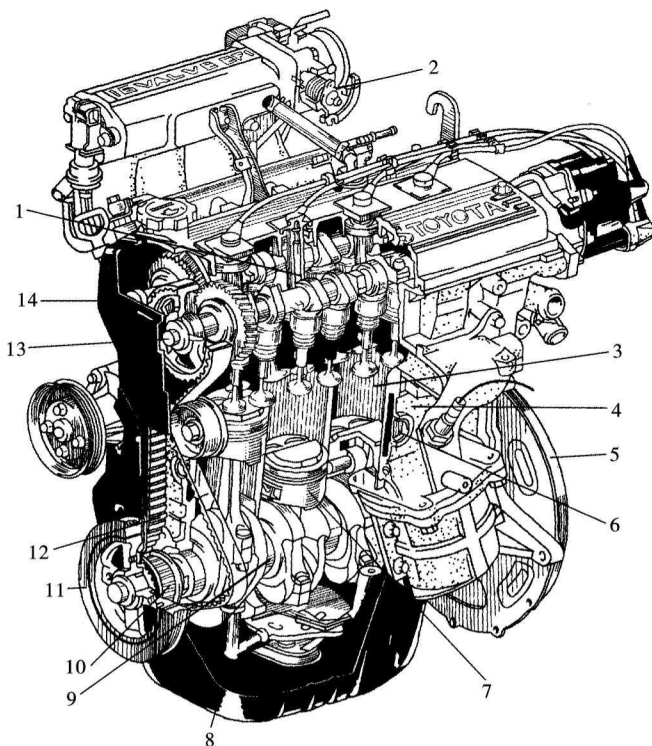


图 1-1 典型发动机结构剖视图

1—火花塞；2—节气门；3—汽缸；4—汽缸体；5—飞轮；6—水套；7—活塞；8—油底壳；
9—曲轴；10—正时同步带轮；11—曲轴 V 带轮；12—正时同步带；13—凸轮轴；14—汽缸盖

通过飞轮储存的能量(惯性力)释放,又把曲轴的旋转运动转换成活塞的直线运动,如此周而复始。

曲柄连杆机构主要由机体组、活塞连杆组、曲轴飞轮组三部分组成。

2. 配气机构

配气机构的功能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,使可燃混合气及时进入汽缸,并及时将废气从汽缸内排出,实现换气过程。

配气机构大多采用顶置气门式配气机构,由气门组和气门传动组两大部分组成。

3. 燃料供给系统

汽油发动机燃料供给系统分为传统化油器式和电控直喷式两种,其功能是将一定浓度和数量的可燃混合气均匀地送入汽缸,以供燃烧做功并将燃烧后生成的废气排出。

柴油发动机燃料供给系统分为传统喷射式和电控喷射式两种,其功能是将空气和柴油先后分别均匀地分配送入各个汽缸,在燃烧室内形成混合气并燃烧做功,再将燃烧后生成的废气排出。

无论是汽油发动机还是柴油发动机,无论是传统式还是电控喷射式发动机,燃料供给系统都由燃料储存输送装置和废气排放装置两大基本部分组成。电控喷射式汽油发动机取消了化



油器,汽、柴油发动机都增加了电控单元(ECU)、各种传感器和执行器,从而更精确地控制供油质量。

4. 润滑系统

润滑系统的功能是将清洁的润滑油送至进行相对运动的各零件摩擦表面,以减轻机件的磨损,并对零件表面进行清洗和冷却,延长发动机的使用寿命。

润滑系统主要由机油泵、油底壳、机油滤清器、润滑油道和一些阀组成。

5. 冷却系统

冷却系统的功能是将受热机件吸收的部分热量及时散发到大气中,保证发动机在合适的温度下正常工作。

发动机可分为水冷式和风冷式两种,现在多数使用水冷式。水冷式发动机的冷却系统主要由水泵、水套、风扇、散热器(水箱)、节温器等组成。

6. 点火系统

点火系统的功能是按规定时刻使火花塞电极间产生电火花,点燃汽缸内的可燃混合气。

点火系统是汽油发动机独有的系统,其控制方式分为传统点火系统和电子控制点火系统两种。传统点火系统由电源(蓄电池、发电机)、点火线圈、分电器、火花塞等组成;电子控制点火系统则增加了电控单元(ECU)、传感器和执行器等。

7. 启动系统

启动系统的功能是使静止状态的发动机启动并转入自行运转状态。

启动系统主要由电源(蓄电池)、启动机及操纵控制装置等组成。

四、发动机的分类

发动机分类方式很多,按不同的分类方式可把发动机分成不同的类型,主要分类如表 1-1 所示。

表 1-1 发动机的分类

按燃烧位置分	内燃发动机	按冷却方式分	水冷式发动机
	外燃发动机		风冷式发动机
按内部运动类型分	往复式发动机	按汽缸排列分	单行直列式发动机
	转子发动机		双行 V 形排列发动机
按使用燃料不同分	汽油发动机	按气门布置位置分	顶置气门式发动机
	柴油发动机		侧置气门式发动机
按工作循环分	四冲程发动机	按汽缸数分	单缸发动机
	二冲程发动机		多缸发动机

现代汽车发动机应用最广、数量最多的是水冷四冲程往复式汽、柴油内燃机。轻型汽车、小型客车、微型车、轿车一般采用汽油发动机,中、重型车多采用柴油发动机。

五、发动机型号及含义

目前,世界各国对发动机的编号还没有一个统一的规则,因此,各国制造的发动机型号中的字母、数字代表的含义不尽相同。为便于管理和使用,我国颁布了国家标准 GB/T725—1991,对我国生产的内燃机名称、型号编制方法作了明确规定。标准规定内燃机名称按所采用的主要燃料来命名,型号由阿拉伯数字和汉语拼音字母组成,具体如图 1-2 所示。

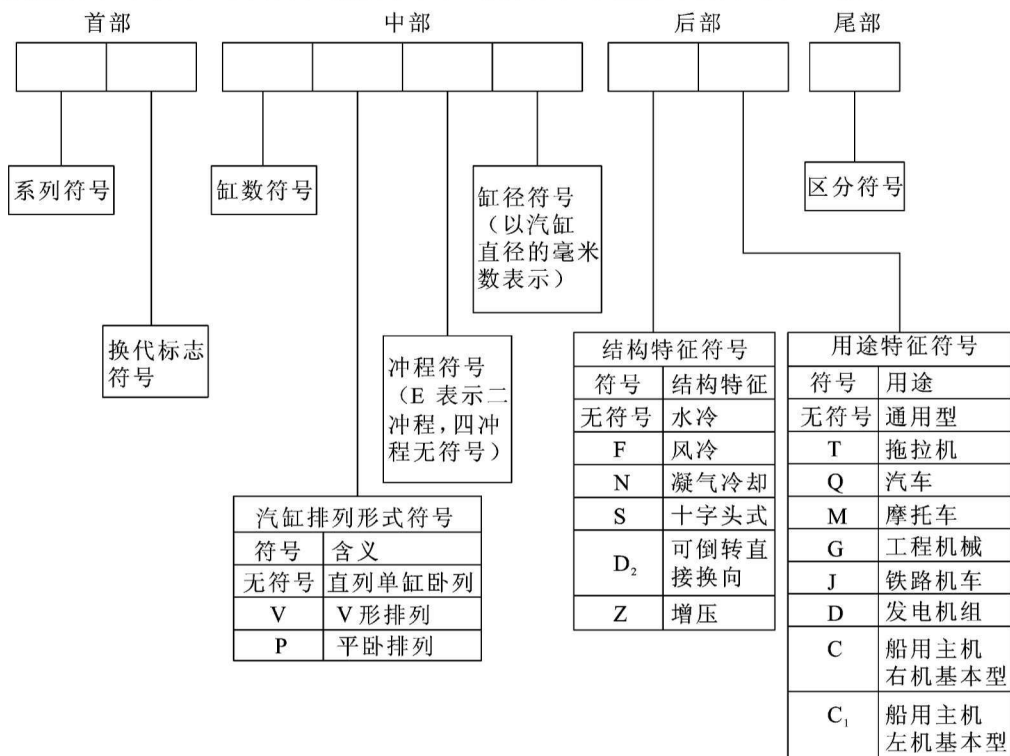


图 1-2 内燃机型号编制规则

内燃机型号含义识读示例如下。

(1) 汽油发动机。

CA6102:表示一汽集团公司生产的 6 缸、直列、四冲程、缸径 102 mm、水冷通用型发动机。

EQ6100Q-1:表示二汽生产的 6 缸、直列、四冲程、缸径 100 mm、水冷车用第一种变形发动机。

1E65F:表示单缸、二冲程、缸径 65 mm、风冷通用型发动机。

(2) 柴油发动机。

6135Q:表示 6 缸、直列、四冲程、缸径 135 mm、水冷车用发动机。

12V135ZG:表示 12 缸、V 形排列、四冲程、缸径 135 mm、水冷、增压、工程机械用发动机。

六、发动机在汽车上的布置形式

为满足不同使用要求,发动机及汽车的总体布置可有不同形式。现代汽车按发动机相对



于底盘的安置位置,有以下几种布置形式。

1. 发动机前置后轮驱动(FR)

这是一种传统的布置形式,应用较广泛,除越野汽车外,适用于其他各类型汽车,如大多数货车、部分乘用车和部分客车采用这种布置形式。特点是爬坡性能好,但传动轴及距离较长。

2. 发动机前置前轮驱动(FF)

大多数乘用车采用此布置形式。具有结构简单紧凑、整车质量小、高速行驶时操纵稳定性好等优点;但爬坡性能差。豪华乘用车一般不采用。

3. 发动机后置后轮驱动(RR)

大、中型客车和少数乘用车采用此布置形式。具有室内噪声小、空间利用率高等优点。

4. 发动机中置后轮驱动(MR)

方程式赛车、大多数跑车采用此布置形式。将功率和尺寸很大的发动机布置在驾驶员座椅与后轴之间,有利于获得最佳轴荷分配,提高汽车性能。少数大、中型客车也采用这种布置形式,把卧式发动机安装在车厢底板下面。

5. 发动机前置全轮驱动(XWD)

全轮驱动是指汽车所有车轮都是驱动轮,这是越野汽车的特有布置形式。一般将发动机布置在汽车前部,动力经离合器、变速器、分动器、传动轴分别到达前后驱动桥,最后传到前后驱动轮,使汽车行驶。一般情况下,汽车仅需后轮驱动,需要时,操纵分动器手柄使齿轮啮合,便可使前轮同时驱动。此布置形式越野性能好,但结构比一般汽车复杂。

汽车驱动情况常用 4×2 、 4×4 、 6×4 等表示,前一位数表示汽车车轮总数,后一位数表示汽车驱动轮数。

任务2 发动机工作原理

发动机是汽车的最主要总成之一。其作用是将燃料雾化并与空气混合后在汽缸内燃烧产生热能,推动活塞往复直线运动,通过连杆使曲轴旋转,从而将化学能转变成热能,热能转变成机械能而对外输出动力。

一、发动机基本术语

发动机基本术语如图 1-3 所示。

1. 上止点(TDC)

上止点指活塞运动到最高位置时其顶面所处的位置。

2. 下止点(BDC)

下止点指活塞运动到最低位置时其顶面所处的位置。

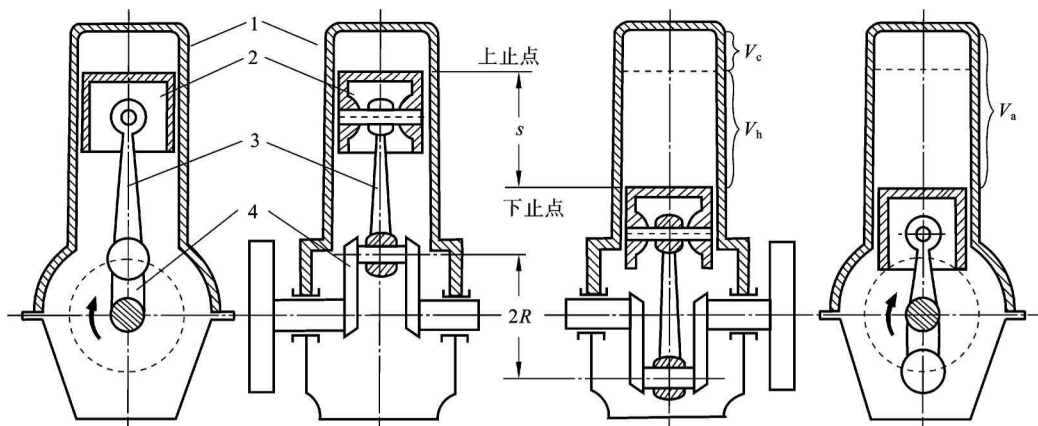


图 1-3 发动机常用术语图示

1—汽缸;2—活塞;3—连杆;4—曲轴; s —活塞行程; R —曲柄半径;
 V_c —燃烧室容积; V_a —总容积; V_h —工作容积

3. 曲柄半径(R)

曲柄半径指曲轴连杆轴颈中心线与主轴颈中心线的距离,用 R 表示,单位为 mm。

4. 活塞行程(s)

活塞行程指上止点和下止点之间的距离,用 s 表示,单位为 mm。活塞每一次由一个止点运动到另一个止点的过程,称为一个行程(冲程)。显然,四冲程发动机曲轴每旋转 180° 则完成一个行程,即

$$s=2R$$

5. 汽缸工作容积(V_h)

汽缸工作容积指活塞从一个止点运动到另一个止点(即一个行程)所扫过的容积(即汽缸圆面积与活塞行程的乘积),用 V_h 表示,单位为 L(升)。

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

式中: V_h ——汽缸工作容积,L;

D ——汽缸直径,mm;

s ——活塞行程,mm。

6. 燃烧室容积(V_c)

燃烧室容积指活塞位于上止点时,活塞顶面上方的空间容积,用 V_c 表示,单位为 L(升)。由于燃烧室没有统一的形状,故无一定公式计算。

7. 汽缸总容积(V_a)

汽缸总容积指活塞位于下止点时,活塞顶面上方的全部空间容积,用 V_a 表示,单位为 L(升)。显然,包括工作容积和燃烧室容积,即

$$V_a = V_h + V_c$$



8. 发动机排量(V_L)

发动机排量指发动机所有汽缸工作容积之和,用 V_L 表示,单位为 L(升)。对于多缸发动机有

$$V_L = V_h i$$

式中: i ——发动机汽缸数。

发动机排量是一个很重要的特征参数,轿车就是以此参数进行分级的。微型, $V_L \leq 1.0$;普通级, $1.0 < V_L \leq 1.6$;中级, $1.6 < V_L \leq 2.5$;中高级, $2.5 < V_L \leq 4.0$;高级, $V_L > 4.0$ 。

9. 压缩比(ϵ)

压缩比指汽缸总容积与燃烧室容积之比,用 ϵ 表示。

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

压缩比用来衡量空气或混合气被压缩的程度,它影响发动机的热效率。汽油发动机压缩比一般为 6~10;柴油发动机压缩比较高,为 16~22。

10. 工作循环

发动机完成进气、压缩、做功、排气四个过程称为一个工作循环。

四冲程发动机曲轴需旋转 2 圈(720°)才能完成一个工作循环;二冲程发动机曲轴只需旋转 1 圈(360°)就能完成一个工作循环。

二、四冲程发动机的工作原理

四冲程发动机是指曲轴旋转 2 圈(720°),活塞往复运动四次完成一个工作循环的发动机。汽油发动机和柴油发动机由于所用燃料不同,工作过程也存在一定差异。

1. 四冲程汽油发动机工作原理

四冲程汽油发动机的工作循环由进气、压缩、做功、排气四个行程组成。单缸四冲程汽油发动机工作原理如图 1-4 所示。

(1) 进气行程。活塞由曲轴带动从上止点向下止点运动时,进气门开启,排气门关闭。活塞在向下运动过程中,汽缸内容积由小变大,形成一定真空度,可燃混合气便通过进气门被吸入汽缸并进一步雾化混合,直至活塞到达下止点时,进气门关闭,停止进气。

进气行程终了时,汽缸内的气体压力低于大气压力,约为 0.075~0.09 MPa,而缸内气体温度却升高到 97~127 $^\circ\text{C}$,这是因汽缸壁、活塞等高温件及上一循环留下的残余高温废气加热的结果。

(2) 压缩行程。为使可燃混合气迅速燃烧,燃烧前必须对可燃混合气进行压缩,以提高可燃混合气的压力和温度。进气行程结束后,活塞从下止点向上止点运动,汽缸容积由大变小;此过程中进、排气门均关闭,可燃混合气被逐步压缩,压力增大,温度继续升高。

压缩行程终了时,汽缸内压力可达 0.6~1.2 MPa,温度约为 327~427 $^\circ\text{C}$ 。

(3) 做功行程。压缩行程接近终了,火花塞产生电火花点燃混合气并迅速燃烧,气体温度、压力迅速升高膨胀;此时进、排气门仍为关闭状态,气体压力推动活塞从上止点向下止点运

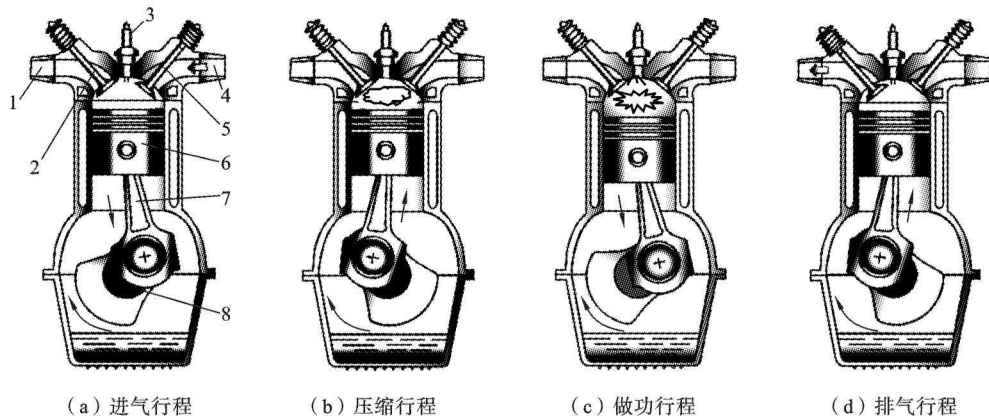


图 1-4 单缸四冲程汽油发动机工作原理示意图

1—排气管;2—排气门;3—火花塞;4—进气管;5—进气门;6—活塞;7—连杆;8—曲轴

动,再通过连杆使曲轴旋转做功,活塞到达下止点时做功结束。

在做功行程中,开始阶段缸内气体压力、温度急剧升高,瞬间压力可达 $3\sim 5\text{ MPa}$,瞬时温度可达 $1\ 927\sim 2\ 527\text{ }^\circ\text{C}$ 。做功行程终了时,压力降至 $0.3\sim 0.5\text{ MPa}$,温度约为 $1\ 027\sim 1\ 327\text{ }^\circ\text{C}$ 。

(4) 排气行程。为使循环连续进行,须将燃烧后产生的废气及时排出。做功行程接近终了时,排气门打开,进气门关闭,曲轴在飞轮惯性力作用下通过连杆推动活塞从下止点向上止点运动,废气在活塞推力和自身残余压力作用下被排出汽缸。当活塞到达上止点后,排气门关闭,排气完成,进气门打开,又开始下一个工作循环。

排气行程终了时,由于燃烧室的存在,汽缸内存有少量废气,加之排气系统阻力,缸内压力略高于大气压,约为 $0.105\sim 0.115\text{ MPa}$,温度约为 $627\sim 927\text{ }^\circ\text{C}$ 。

2. 四冲程柴油发动机工作原理

四冲程柴油发动机每一工作循环也是由进气、压缩、做功、排气四个行程组成。由于柴油发动机和汽油发动机使用燃料不同,在可燃混合气的形成及着火方式上则有很大区别。单缸四冲程柴油发动机的工作原理如图 1-5 所示。

(1) 进气行程。进入汽缸的是纯空气而不是可燃混合气。因进气阻力比汽油发动机小,上一行程残留的废气温度比汽油发动机低,故进气行程终了时的缸内压力约为 $0.075\sim 0.095\text{ MPa}$,温度约为 $47\sim 77\text{ }^\circ\text{C}$ 。

(2) 压缩行程。此行程压缩的是纯空气。因柴油发动机压缩比大,压缩行程终了时缸内压力和温度都远高于汽油发动机,压力可达 $3\sim 5\text{ MPa}$,温度约为 $527\sim 727\text{ }^\circ\text{C}$ 。此温度足以使柴油自行着火燃烧。

(3) 做功行程。此行程与化油器式汽油发动机区别很大。压缩行程终了,喷油泵将高压柴油经喷油器呈雾状喷入充满高温高压空气的燃烧室内,被迅速汽化并与空气混合,因缸内温度远高于柴油着火温度(约为 $227\text{ }^\circ\text{C}$),混合气立即自行着火燃烧,此后一段时间内边喷边混合边燃烧,缸内压力和温度急剧升高,推动活塞做功。

在做功行程中,瞬间压力可达 $5\sim 10\text{ MPa}$,瞬时温度可达 $1\ 527\sim 1\ 927\text{ }^\circ\text{C}$ 。做功行程终了

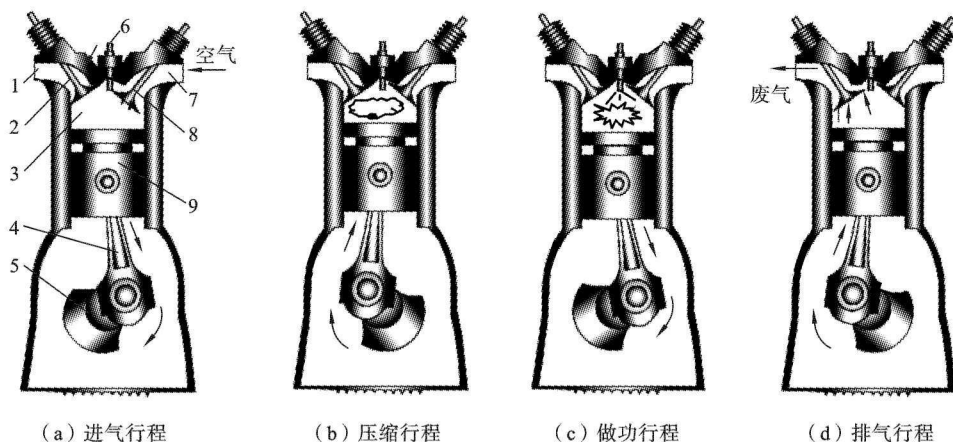


图 1-5 单缸四冲程柴油发动机工作原理示意图

1—排气管;2—排气门;3—汽缸;4—连杆;5—曲轴;6—喷油器;7—进气管;8—进气门;9—活塞

时,压力约为 $0.2\sim 0.4\text{ MPa}$,温度约为 $927\sim 1\,227\text{ }^\circ\text{C}$ 。

(4) 排气行程。此行程与汽油发动机基本相同。排气行程终了时,汽缸内压力约为 $0.105\sim 0.125\text{ MPa}$,温度约为 $527\sim 727\text{ }^\circ\text{C}$ 。

三、汽、柴油发动机特点比较

四冲程汽油发动机和柴油发动机相比较,它们既有共同点也有不少差别,归纳如下。

1. 共同点

(1) 两种发动机每完成一个工作循环,曲轴均旋转 2 圈(720°),每个行程均旋转 $1/2$ 圈(180°);各行程中,两种发动机同一行程的进、排气门开启和关闭情况相同。

(2) 两种发动机在四个工作行程中只有做功行程产生动力,其余三个行程均为做功行程做准备,都得消耗一定能量。

(3) 两种发动机在停机状态下,都必须靠外力(启动机)启动后方能进入自行运转。

2. 区别点

(1) 柴油发动机无点火系统,故无点火系统故障。

(2) 汽油发动机混合气在汽缸外形成,进气行程中吸入汽缸的是可燃混合气;柴油发动机混合气在汽缸内形成,进气行程中吸入汽缸的是纯空气。

(3) 汽油发动机压缩行程终了时,靠火花塞产生的电火花强制点燃;柴油发动机压缩行程终了时,高压喷入的雾化柴油靠高温高压空气与之混合并自行着火燃烧。

(4) 柴油发动机因压缩比高,燃油消耗率平均比汽油发动机的低 30% 左右,故柴油发动机经济性较好。

(5) 柴油发动机转速比汽油发动机的低、质量大,制造和维修费用高。

(6) 汽油发动机工作噪声比柴油发动机的小,启动容易,工作稳定,操作省力,加速性能好,适应性强,制造和维修费用较低,但排放污染比柴油发动机的大。



四、二冲程发动机工作原理

二冲程发动机是指曲轴旋转 1 圈(360°), 活塞往复运动二次完成一个工作循环的发动机。其工作循环仍包括进气、压缩、做功、排气四个过程。下面以二冲程汽油发动机为例介绍。

1. 二冲程汽油发动机的工作原理

二冲程汽油发动机与四冲程汽油发动机在结构上的主要区别是没有进、排气门, 取而代之的是进气孔、排气孔和换气孔。单缸二冲程汽油发动机工作原理如图 1-6 所示。

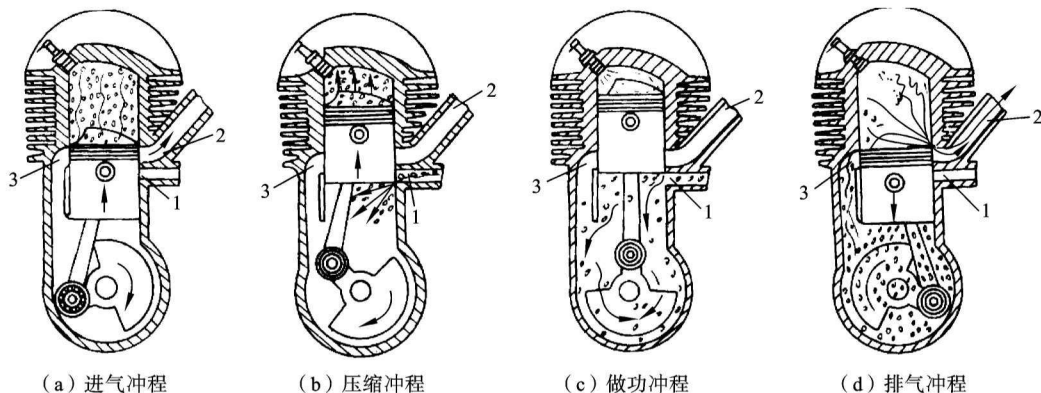


图 1-6 单缸二冲程汽油发动机工作原理示意图

1—进气孔; 2—排气孔; 3—扫气孔

(1) 第一行程。当活塞由曲轴带动从下止点向上止点移动至关闭换气孔和排气孔时, 已进入汽缸的新鲜混合气被压缩到上止点, 压缩结束; 与此同时, 随着活塞上行, 其下方曲轴箱内形成一定真空度, 当活塞上行至进气孔开启时, 新鲜混合气被吸入曲轴箱。

在第一行程中, 活塞上方换气、压缩, 活塞下方进气, 先后完成了压缩、进气两个过程。

(2) 第二行程。活塞接近上止点时, 火花塞产生电火花点燃被压缩的可燃混合气, 推动活塞下行做功; 当活塞下行至关闭进气孔, 曲轴箱内的混合气被预压缩, 继续下行至排气孔开启时, 燃烧后的废气靠自身压力从排气孔排出; 随后换气孔开启, 曲轴箱内经预压缩的混合气进入汽缸, 并排除汽缸内的残余废气。这一过程称为换气过程, 它将一直延续到下一行程活塞再上行关闭换气孔和排气孔时为止。

在第二行程时, 活塞上方做功、换气, 活塞下方预压混合气, 先后完成了做功、排气两个过程。换气过程跨越了第一和第二行程。

2. 二冲程发动机的特点

(1) 经济性较差。因为进、排气过程几乎是重叠进行的, 所以在换气过程中有混合气损失和废气难以排出的缺点。

(2) 输出功率大。与四冲程发动机相比, 当两种发动机转速相等时, 二冲程发动机完成一个工作循环曲轴只转一圈, 其做功次数却比四冲程发动机多了一倍。与同排量四冲程发动机相比在理论上输出功率应是四冲程发动机的 2 倍, 但因换气时的混合气损失, 实际上只有 1.5~1.6 倍。



(3) 结构简单。因为没有气门机构。

任务3 发动机燃料及混合动力汽车

现代汽车发动机燃料主要是石油制品中的汽油和轻柴油。虽然有不尽如人意之处,但从1886年第一辆汽车问世到一百多年后的今天,不可否认,汽油和柴油仍然是综合性质优良的汽车基本能源。现今在研发取代汽油和柴油应用于汽车发动机的新能源虽已取得了突破性进展,但要全面使用还有一定过程。

一、发动机燃料多样化

汽车是消耗石油资源最多的机电产品之一,也是最大的环境污染源之一。石油资源总有一天会枯竭,开发汽车代用燃料、改善能源结构、发展新能源汽车,已成为许多国家的重大研究课题。

发展新能源汽车特别是零污染的电动汽车,已是大势所趋。我国已明确将新能源汽车产业定为现阶段国家战略性新兴产业发展的重点方向之一。

目前研发的汽车汽、柴油代用燃料主要有:压缩天然气(CNG)、液化石油气(LPG)、甲醇、乙醇、煤气和氢气等。下面作简要介绍。

1. 压缩天然气汽车

发动机以压缩天然气作为燃料的汽车称为压缩天然气汽车。天然气的主要成分是甲烷(CH_4)。按储存压力和形态分类有:常压气态、高压气态、高压液态,分别称为常压天然气、压缩天然气和液化天然气。目前,汽车代用燃料的主要应用形式是压缩天然气。

压缩天然气发动机的燃料供给系统包括:压缩天然气钢瓶、截止阀、压力表、电磁阀、减压阀、混合器等。

目前,压缩天然气汽车在全世界得到了广泛的推广和应用,特别是在城市公交客车上。汽车用压缩天然气国家标准(GB 18047—2000)的发布实施,我国有不少城市规定并已实施在公交车、出租车改用压缩天然气,以减少排放污染。

2. 液化石油气汽车

发动机以液化石油气为燃料的汽车称为液化石油气汽车。液化石油气是以丙烷(C_3H_8)和丁烷(C_4H_{10})为主要成分的石油产品。汽车常用车用丙烷和车用丙丁烷混合物两种液化石油气。

液化石油气汽车的发动机燃料供给系统包括:储气瓶、电磁阀、预热器、混合器等。

目前,全世界液化石油气汽车应用也较广。我国颁布了汽车用液化石油气的行业标准SY 7548—1998。

3. 氢气汽车

发动机以氢气为燃料的汽车称为氢气汽车。氢气燃烧后生成水,无疑是一种“绿色”能源。