

[实用汽车维修丛书]

汽车

顾建国 主编

发动机维修



人民交通出版社

实用汽车维修丛书

QICHE FADONGJI WEIXIU

汽车发动机维修

顾建国 主编

人民交通出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机维修/顾建国主编.-北京:人民交通出版社,1999.3

(实用汽车维修丛书)

ISBN 7-114-03335-4

I. 汽车… II. 顾… III. 汽车-发动机-车辆修理 IV. U47

2.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 11884 号

实用汽车维修丛书

汽车发动机维修

顾建国 主编

版式设计:刘晓方 责任校对:王秋红 责任印制:杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号)

各地新华书店经销

北京牛山世兴印刷厂印刷

开本:850×1168 $\frac{1}{32}$ 印张:14.375 字数:375 千

1999 年 9 月 第 1 版

1999 年 9 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001-3000 册: 定价:28.00 元

ISBN 7-114-03335-4

U · 02386

实用汽车维修丛书编委会成员

主任委员：段铁树

副主任委员：汪祖年 张子政 蒋学诤

主 编：蒋学诤 李家本 汪祖年 张子政
范镜清

秘 书 长：陈世斌

委 员：范瑞亭 杜跃华 徐生文 许焕国
王春胜 许佑安 范景华 邢录珍
郝泽民 马云龙 郝友军 郝永克
郭大建 周志忠 赵文彦 梁附生
朱和林 李福民 冯永平 齐士杰
王恒章 张召堂 杜金瑞 郑怀卷

序

改革开放的春风吹得神州大地繁花似锦,道路运输这个园地上奇葩异卉竞相争春,一片繁荣景象。原来支持着我国道路运输业的解放、东风、黄河等为数不多的几种车型增加了数以百计的新伙伴,汽车保有量猛增到 1300 万辆。车型繁多,车辆的技术结构也发生了巨大的变化。客车、轿车、卧铺客车、专用车、特种车、重型车、小型车、集装箱车、柴油汽车等车型的比例逐渐扩大,从而改变了从前那种缺重少轻、缺柴少专、缺高少轿、车型单调的局面。世界上先进汽车均为我所用。我国的汽车工业也根据市场需要,引进国外先进技术,生产出性能先进的各式各样型号的汽车。不少汽车生产广泛采用了电脑技术、新材料、新装备、新结构、新工艺等最新科技成果。从而使汽车修理无论从修理的观念,还是有关修理的工艺、设备、检测以及修理制度、方法、标准等均发生了变化。因而,过去以指导修解放、东风汽车为主的修理书籍、资料均变得陈旧,不能适应生产的需要,迫切需要有一套新的修理丛书指导汽车修理工作和培训修理从业人员。这一观念并盼尽快实现,成为我省几位曾编写过修理丛书的老工程技术人员和人民交通出版社领导和编辑同志们的共识,开始策划这一工作,并立即得到河北省交通厅领导的重视。经人民交通出版社与交通厅领导共同研究,决定成立丛书编写的领导机构,调动全省交通系统的积极性,成立编委会,并委托河北省公路学会具体负责编写工作,列入河北省公路学会的工作计划。在交通厅领导的大力支持下,丛书的编写工作从策划阶段迅速进入了具体运作阶段。

汽车修理业在我省是比较发达的,曾经积累了大量的经验,尤其是“双革”活动创造了许多修理机工具和修理工艺,对提高汽车修理质量、提高效率、减轻劳动强度起到了积极作用。六七十年

代,张家口汽车修理厂因“双革”成绩显著而被交通部树为样板厂。我省的工程技术人员也曾参加过一些汽车修理丛书的编写,有的还出版了专著,在汽车修理行业中有一定的影响。但是,面对运输车辆已发生如此巨大变化的现实,深深产生一种落后感和空白感。感到编写这套丛书不仅仅为了满足当前生产的需求,而且也是承前启后,培养和检阅我省技术骨干的需要。通过编写丛书,认真总结改革开放以来的新经验,对提高理论和实践水平,提高修理业的整体水平,具有深远的意义。

经过丛书作者广泛搜集资料、精心筛选典型经验、认真绘图、几经修改、历时两年,呈现在读者面前的是一套崭新的汽车修理丛书。这套丛书力求做到新颖、简明、实用,图文并茂,排版考究;力求将修理工作中的小经验、小诀窍、有用的修理数据汇集书中,体现我国汽车修理的特色。

丛书作者来自全省各地,且大多在领导岗位上,日常工作繁忙,除了正常的书稿工作外,还要在经费、时间、人员与资料的组织和协调等方面花费大量的精力,在整个编写过程中,他们勤奋耕耘,默默奉献,认真负责,精益求精,充分展现了我省交通系统工程技术人员的职业风范和传统本色。作者所在单位也给予许多方便和支持,许多汽车修理厂无私提供资料、核对数据,为丛书如期出版作出努力,体现了我省的集体攻关精神。相信这套丛书的出版将使汽车修理从业人员获得良师益友,提高修理水平;同时,盼望通过这套丛书的出版能够激发起更多的专家、学者以及广大工程技术人员写作的热忱,为汽车修理业及时地编写出更多更好的修理丛书。

段铁树

前 言

人们一谈到汽车的性能,就一定会将其与发动机的性能指标联系起来。汽车的动力性、经济性、可靠性、排放性和噪声都与发动机的性能指标有关,其功能、作用、地位之大,远远超过了它的外形结构与尺寸,汽车发动机的构造与维修也理所当然地形成了一篇大文章。

考虑到本书的编写任务及读者对象,深入浅出地表述发动机的构造原理与维修便成了作者认真追求的目标,尤其是在突出新技术、新结构和实践性方面,作者着实下了很大的力量。如果您能够耐心读下去,相信会有这方面的收获。

本书第一、二章由唐山市公安局交警指挥中心的迟俊明编写;第三、四章由唐山市交通局运输管理处刘玉祥编写;第五章由河北省公路学会陈士斌编写;第七章由唐山一运(集团)公司董国才编写;第六、八章由河北省高速公路客运有限公司顾建国编写。全书由顾建国负责统稿和审校,河北省快速货运有限公司马振玲负责检查与校对。

本书的编写得到了丛书编写委员会各位领导和老师们的大力帮助和认真指导,出版社的编辑同样也为成书付出了大量的心血,在此我们谨向他们致以深深的谢意!

作 者

目 录

第一章 汽车发动机概述	1
第一节 基本构造与工作原理.....	1
第二节 主要参数与工作性能	16
第三节 燃料的燃烧与排放	20
第二章 曲轴连杆机构的构造与维修	28
第一节 缸体与缸盖	28
第二节 活塞连杆组合件	51
第三节 曲轴与飞轮的结构与维修	78
第四节 常见故障的诊断与检修	93
第三章 配气机构的构造与维修	99
第一节 配气机构的基本构造	99
第二节 配气机构的零件和组件.....	103
第三节 发动机配气相位.....	112
第四节 配气机构的维修.....	114
第五节 气门间隙的检查与调整.....	138
第四章 发动机润滑系的构造与维修	143
第一节 润滑系的作用与润滑油的分类.....	143
第二节 润滑系的构造与作用.....	146
第三节 典型发动机润滑系统概要	156
第四节 润滑系的故障诊断与维修	164
第五章 发动机冷却系的构造与维修	173
第一节 冷却系的组成及工作原理.....	173
第二节 冷却系的检查与维修	190
第三节 冷却系的故障诊断与排除	199

第六章 汽油机燃料供给系的构造与维修	204
第一节 可燃混合气的形成与要求	205
第二节 化油器的构造与维修	213
第三节 燃料供给装置的构造与维修	239
第四节 进、排气系统及其排气净化装置	244
第五节 液化石油气燃料供给装置	256
第六节 燃料供给系常见故障的诊断与排除	265
第七章 柴油机燃油系统的构造与维修	271
第一节 工作原理与柴油的燃烧	271
第二节 辅助装置的构造与维修	275
第三节 喷油泵的构造与维修	282
第四节 调速器的构造与维修	303
第五节 喷油器的构造与维修	317
第六节 供油提前角自动调节器	325
第七节 供油系统的故障诊断与排除	329
第八章 汽油机燃料喷射装置的构造与维修	342
第一节 燃料喷射装置概要	342
第二节 燃料喷射装置的构成与工作原理	347
第三节 进气装置的构造与维修	353
第四节 供油装置的构造与维修	372
第五节 混合气控制装置的构造与维修	401
第六节 燃料喷射装置的故障诊断与排除	415
参考文献	447

第一章 汽车发动机概述

汽车的动力来自发动机。现在汽车所用的发动机主要是内燃机,它利用燃料在气缸内部燃烧后产生的热能使气体膨胀以推动曲轴连杆机构运转,并通过传动系统驱动汽车行驶。

第一节 基本构造与工作原理

发动机是将某种形式的能量转换成机械动能的机器,根据使用要求有多种结构形式。可以说,不仅仅是不同类型发动机的结构形式不同,即使是同一类型的发动机,其具体构造也不尽相同。

一、发动机的类型和组成

1. 发动机的类型

汽车发动机按照使用燃料不同可分为汽油发动机(简称汽油机)和柴油发动机(简称柴油机)。一般的汽油机是通过化油器使汽油与空气混合后被吸入发动机的气缸内,再用电火花使它点燃发热作功,所以叫化油器式发动机或简称汽油机。也有将汽油直接喷射到气缸内(或喷射到进气管内)与吸人气缸的空气混合,再用电火花使之点燃作功,所以称其为燃料喷射式发动机。

柴油机一般是通过喷油泵、喷油器将柴油直接喷入发动机气缸,与早已被吸人气缸中的经过压缩后达到高温、高压的空气混合,柴油直接喷入气缸后自燃爆发而作功,所以柴油机又叫作压燃式发动机。

在气缸内进行的每一次将热能转化为机械能的过程叫作发动机的一个工作循环。如按完成一个工作循环中活塞运动的行程来

分类,可分为四冲程发动机和二冲程发动机。一般汽车上使用的发动机是四冲程发动机。

如按冷却方式来分类,有水冷式发动机和风冷式发动机两种,一般的汽车都采用水冷式发动机。

如按气缸排列的方式来分类,有直列和 V 型两种,其中直列发动机较为普遍(图 1-1)。

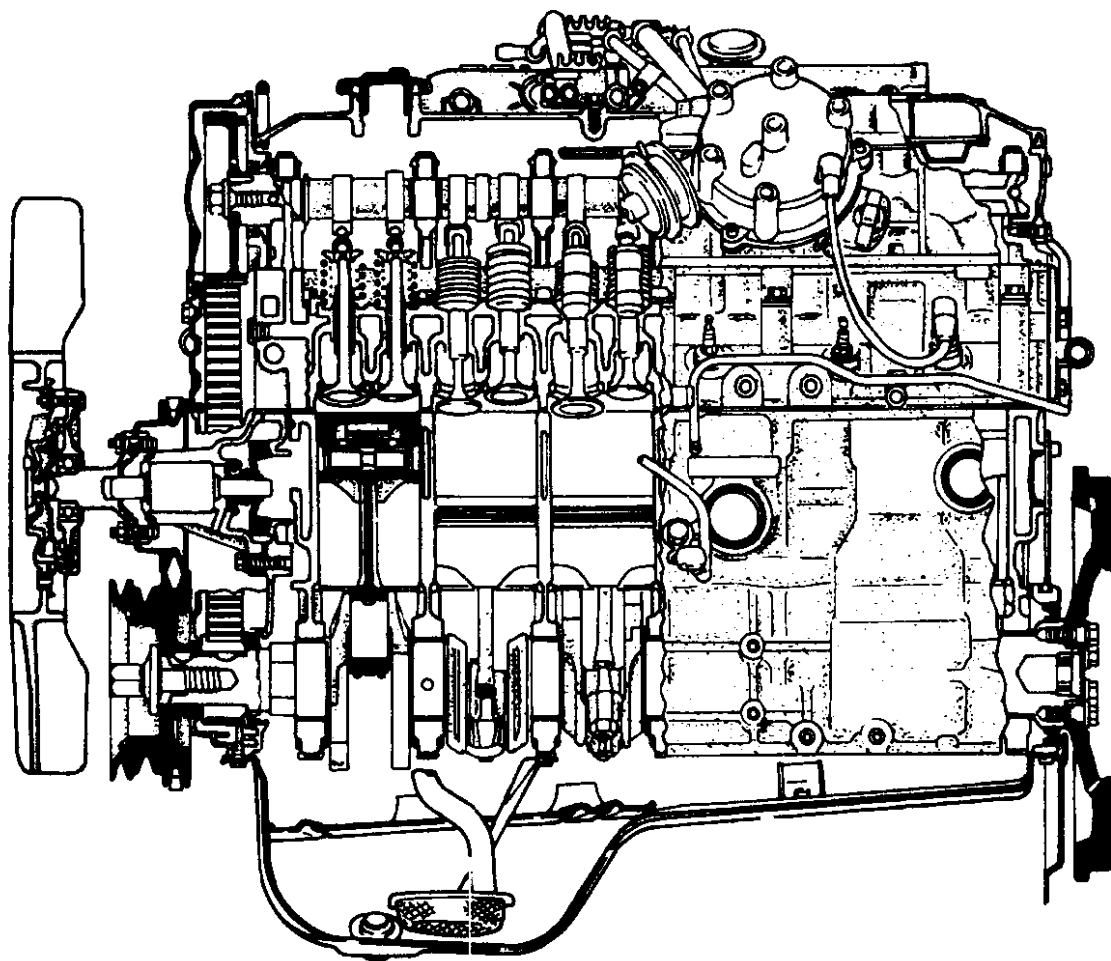


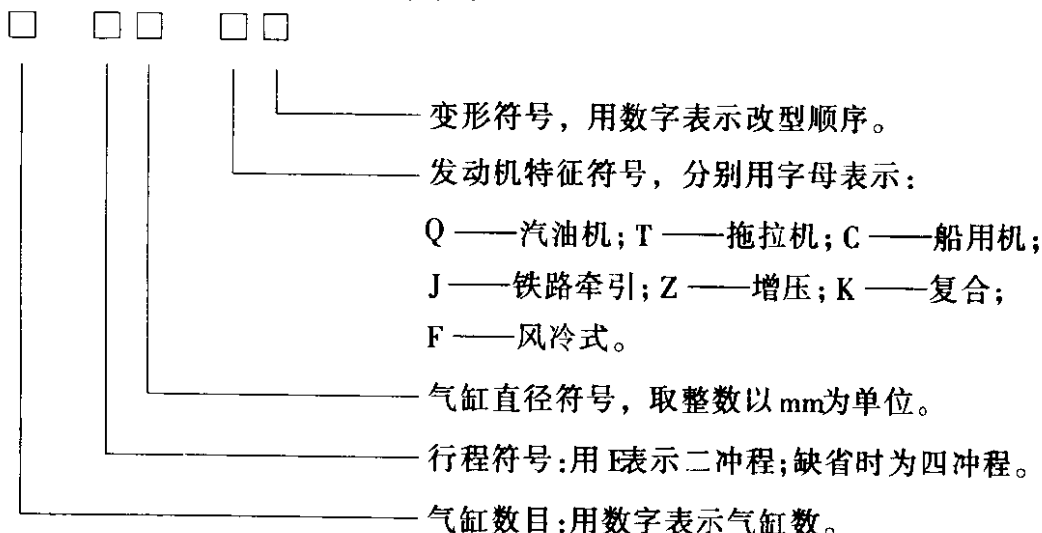
图 1-1 直列四冲程六缸发动机(顶置凸轮轴)

直列式发动机如按气缸布置的方式来分类可分为立式和倾斜式两种。一般的汽车发动机采用立式布置。有些发动机倾斜布置是为了降低高度,如天津华利(大发)汽车发动机或为了便于部件的维修而适当倾斜一定的角度,如上海桑塔纳汽车发动机装车时倾斜 20° ,以便于分电器等零件的维修。

有些发动机采用增压器以提高进入气缸的空气或可燃混合气容量,从而达到提高发动机动力性、经济性的目的,一般称这类发

动机为增压式发动机;不采取增压措施而靠自然吸气的叫作非增压式发动机。汽油机上一般不采用增压措施,有些较大功率的柴油则采用了涡轮增压装置。

按照国家标准,对发动机的型号有统一规定,由阿拉伯数字和汉语拼音文字的首位字母组成。发动机型号由三部分组成:首部用数字表示气缸数;中部为缸径由数字表示,如果是二冲程发动机则在发动机缸径前加字母 E;尾部表示发动机特征符号及变型符号。具体规定及格式如下所示:



如:492Q 型发动机表示四缸 92mm 直径的汽油机。

2. 发动机的组成

为了便于研究,通常将汽车发动机分为三大部分五个系统。三大部分分别为机体、曲轴连杆机构和配气机构。五个系统分别为润滑系、冷却系、燃料供给系、点火系和起动系。这些部分或系统虽然负担着不同的功能、起着不同的作用,但又是密切关联和互相结合的。

1) 机体

机体包括气缸体、气缸盖、气缸衬垫、曲轴箱、油底壳等。一般水冷式发动机气缸体与曲轴箱铸成一体,统称为气缸体;而风冷式发动机和少数柴油机则分开铸造。气缸体连同曲轴箱是机体的主体,机体顶面安装缸盖,组成燃烧室。同时,机体又是发动机各机构、各系统和一些部件的安装基础,其本身的一些部分又分别是曲

轴连杆机构、配气机构、润滑系、冷却系和燃料供给系的组成部分,因此,本书将机体部分合并并在曲轴连杆机构中论述。

2)曲轴连杆机构

曲轴连杆机构包括活塞、活塞环、活塞销、连杆组、曲轴组和飞轮等。它是将气缸中燃烧爆发的气体热能转变为动能的机构,并由活塞的往复运动转变为曲轴的旋转运动而输出动力,实际上就是输出转矩,从而输出功率。

3)配气机构

配气机构包括气门、气门弹簧、摇臂、摇臂轴、凸轮轴,传动机构采用链传动或齿带传动。配气机构的功能是适时地向气缸供给可燃混合气并排出气缸内燃烧后的废气;对于柴油机来说,向气缸供给的是空气。

4)润滑系

润滑系包括机油泵、集滤器、滤清器、机油压力调节装置以及曲轴与气缸体中钻出的油道等,有的发动机还有机油散热器。润滑系的功能是将润滑油加压后循环地供给到各机件的运动摩擦表面,以减小阻力并带走摩擦部分产生的热量和清除其产生的磨屑和杂质等。

5)冷却系

水冷式发动机的冷却系包括水泵、节温器、风扇、散热器以及气缸体与气缸盖里铸出的水套等;风冷式发动机的冷却系包括风扇、导流装置和气缸体与气缸盖外表面上铸出的散热片等。它的功能是把发动机承受高温机件的热量传散到空气中去,使发动机能保持正常的工作温度。

6)燃料供给系

汽油机的燃料供给系包括汽油箱、汽油滤清器、汽油泵、化油器、空气滤清器、进排气歧管和消声器等。它的功能是按发动机的需要将汽油和空气混合成合适浓度的可燃混合气供入气缸以备燃烧,并将燃烧后的废气排出。

汽油机燃料喷射装置主要包括电动汽油泵、滤清器、输油泵、

压力调节器、燃油分配器、喷嘴和控制装置等。

为了控制汽油机排气对环境的污染,汽油机上还装有各种类型的排气净化装置。柴油机的燃料供给系包括柴油箱、输油泵、柴油滤清器、喷油泵调速器总成、喷油器、空气滤清器、进排气歧管和消声器等,它的功能是将柴油适时地以高压状态喷入燃烧室,与高压、高温的空气混合发生燃烧并排出废气。增压式柴油机的燃料供给系还包括增压器。

7)点火系

汽油机点火系的功能是按规定时刻产生火花及时地点燃可燃混合气。柴油机则没有点火系统。

传统的点火系包括供给低压电流的蓄电池和交流发电机及调节器,将低压电流变成高压电流的断电器和点火线圈,分电器把高压电流按规定时刻接通到各气缸火花塞上。

现代高速汽油机对点火系要求很高,加上排气净化等的严格限制,晶体管点火装置已普遍推广使用。

8)起动系

汽车发动机都采用直流、低电压起动装置。起动系包括电源(蓄电池以及车上充电用的发电机及调节器等)、电磁式操纵机构、起动机和仪表等。起动系的功能是用来起动发动机,使发动机能由停机状态到起动状态以便使发动机运转。

二、发动机的排量和压缩比

1.发动机基本术语

1)行程

活塞在气缸内运动的极端位置叫作止点:活塞顶到达气缸最上端的位置叫上止点;活塞顶到达气缸最下端的位置叫下止点。

活塞在气缸中由一个止点运动到另一个止点间的距离叫活塞行程(也叫冲程),一般以 S 表示。一个活塞行程相当于曲轴转动半圈。所以活塞行程的数值等于曲轴主轴颈中心到连杆轴颈(又叫曲柄销)中心距离 R 的两倍,即 $S = 2R$ 。图 1-2 是基本术语说

明图。

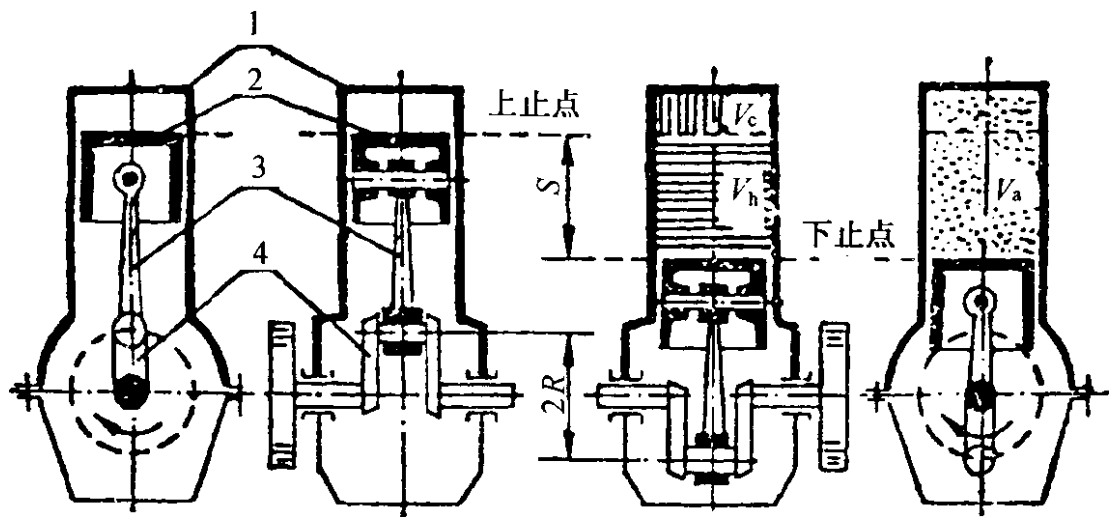


图 1-2 发动机基本术语说明

1-气缸;2-活塞;3-连杆;4-曲轴

2) 排量

当活塞位于上止点时,活塞顶上部的全部容积,叫作燃烧室容积,又叫压缩容积或气缸余隙容积,用 V_c 表示。活塞由上止点移到下止点时,在气缸内所让出来的容积叫作气缸工作容积,用 V_h 表示。如气缸直径用 D 表示,以毫米(mm)为单位,活塞行程 S 也以毫米(mm)为单位,则气缸工作容积按下式计算:

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

多缸发动机各气缸工作容积的总和叫发动机工作容积,又叫发动机排量,以 V_L 表示,显然

$$V_L = V_h \times i = \frac{\pi D^2 S_i}{4 \times 10^6} \quad (L)$$

式中 i 为气缸数。

3) 压缩比

当活塞位于下止点时,活塞顶上部的全部容积,叫作气缸总容积,用 V_a 表示。显然,总容积是燃烧室容积 V_c 和气缸工作容积 V_h 之和,即: $V_a = V_c + V_h$ 。

气缸总容积与燃烧室容积之比叫压缩比,用 ϵ 表示,即:

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

压缩比表示气缸中气体被压缩的程度。对于汽油机,压缩比越大,在压缩终了时,气缸中混合气的压力和温度就越高,燃烧速度也越快,从而提高了对热能的利用效果,经济性也越好、越省油。但压缩比过高时,会产生爆震或爆燃,使发动机性能下降,甚至会造成机件的损伤。为避免产生爆震,汽油机的压缩比一般为 6~9。随着技术的发展,汽油抗爆性的提高,高标号汽油的推广使压缩比也将朝着较高的方向发展,小客车有的已达 9~11。

对于柴油机,压缩比越高,经济性同样也越好。但压缩比越高,气缸的爆发压力也越大,这不仅要求提高机件的强度,而且如果压缩比过高会使发动机的工作变得粗暴。目前,柴油机的压缩比一般为 15~23。

2. 主要技术参数计算示例

东风 EQ1090 型汽车用 EQ6100 型汽油机气缸直径 $D = 100\text{mm}$, 活塞行程 $S = 115\text{mm}$, 缸数为 6 缸, 分别计算发动机排量 V_L 和压缩比 ϵ 。

$$V_L = \frac{\pi D^2 S_i}{4 \times 10^6} = \frac{3.14 \times 100^2 \times 115 \times 6}{4 \times 10^6} = 5.42\text{L}$$

如已知燃烧室容积 $V_c = 0.15\text{L}$, 则

$$\begin{aligned} \epsilon &= 1 + \frac{V_h}{V_c} = 1 + \frac{\frac{\pi D^2}{4 \times 10^6}}{V_c} = 1 + \frac{\frac{3.14 \times 100^2 \times 115}{4 \times 10^6}}{0.15} \\ &= 1 + \frac{3.14 \times 100^2 \times 115}{4 \times 0.15 \times 10^6} = 7 \end{aligned}$$

三、四冲程发动机工作原理

汽油机和柴油机所用的燃料分别是汽油和柴油。汽油的粘度小、蒸发性好;柴油的粘度大、蒸发性差。因此汽油机和柴油机分别采用气缸外部(用化油器或进气道喷射)和气缸内部(用喷油器

直接向气缸内喷射)两种不同的混合气形成方式。

汽油的自燃温度高,柴油的自燃温度低。在压缩行程终了的温度和压力条件下,汽油和柴油的自燃温度分别为 380°C 和 $200 \sim 300^{\circ}\text{C}$,因此汽油机和柴油机分别采用低压缩比并靠外界火源(火花塞)点火和高压缩比柴油自燃的两种不同发火方式。混合气形成方式和发火方式的不同是汽油机和柴油机的基本不同点,可以说两种发动机在工作原理和结构上的差异,都是来源于此。

1. 四冲程汽油机工作原理

四冲程发动机每个工作循环中的进气、压缩、膨胀、排气四个过程,是曲轴旋转两转、活塞在气缸内往复运动四次完成的。图 1-3 是单缸汽油机工作循环示意图。

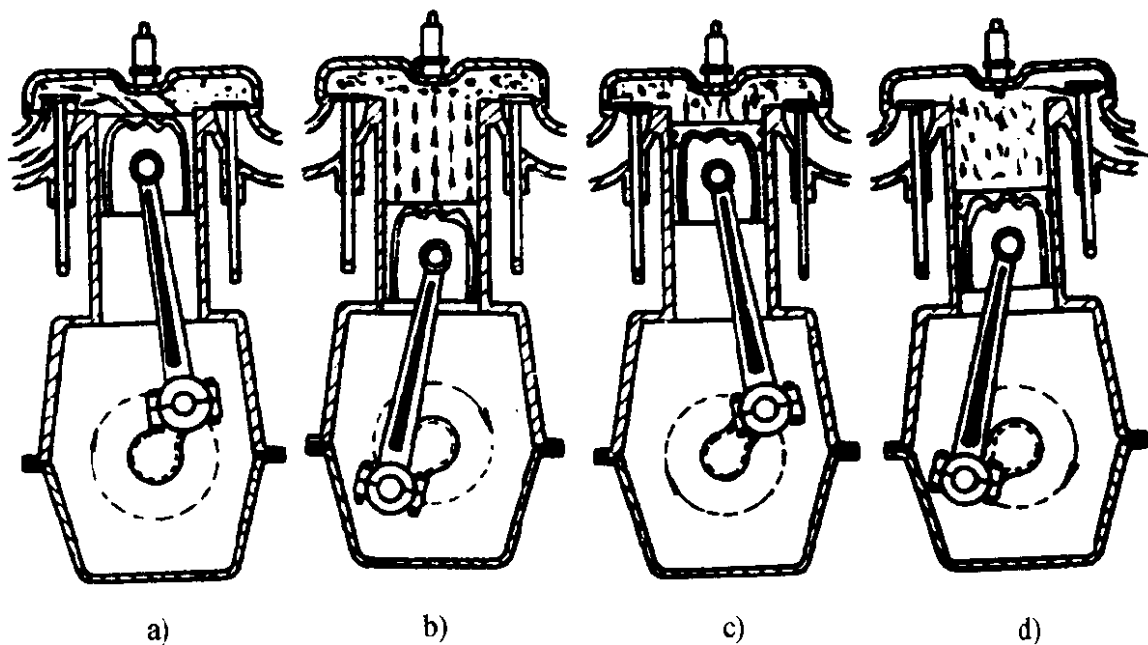


图 1-3 四冲程汽油机工作循环示意图

a) 进气行程; b) 压缩行程; c) 膨胀行程; d) 排气行程

所谓四冲程就是进气行程、压缩行程、膨胀(或做功)行程和排气行程。实际上燃料和空气形成的可燃混合气的燃烧过程也不是瞬时就完成的,而且燃烧过程又是一种特别重要的过程,对此我们将在本章第三节中加以说明,在讲述工作原理时可以认为是一种瞬时现象。

1) 进气行程