

汽车发动机构造与维修

廖朝晖 李丽馨 张忠良 主编



北京邮电大学出版社



普通高等职业教育“十三五”规划教材

汽车发动机构造与维修

主 编	廖朝晖	李丽馨	张忠良
副主编	王晓怡	张 欣	赵明菲
	宋美霞	曹 旭	
编 委	郭 宇	张万奎	邢荣胜 张宝方



北京邮电大学出版社
[www. buptpress. com](http://www.buptpress.com)

内 容 简 介

本书编写时考虑到职业教育的特点,紧密结合汽车运用与维修领域的职业需求进行内容组织,争取做到内容精炼、重视应用,更突出技能的培养,适用于“理实一体化”教学模式。

本书共十个项目,主要内容有发动机基本知识、曲柄连杆与配气机构、电控汽油喷射系统、柴油机燃料供给系统、润滑与冷却、发动机装配及新能源汽车介绍。

本书适用于高等职业教育汽车运用与维修专业教材,也可作为相关行业参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机构造与维修 / 廖朝晖, 李丽馨, 张忠良主编. -- 北京: 北京邮电大学出版社, 2017. 8

ISBN 978-7-5635-5154-5

I. ①发… II. ①廖… ②李… ③张… III. ①汽车—发动机—构造—教材②汽车—发动机—车辆修理—教材 IV. ①U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 173609 号

书 名: 汽车发动机构造与维修

著作责任者: 廖朝晖 李丽馨 张忠良 主编

责任编辑: 满志文

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号 (邮编: 100876)

发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷:

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 11.75

字 数: 292 千字

版 次: 2017 年 8 月第 1 版 2017 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-5154-5

定 价: 28.00 元

• 如有印装质量问题, 请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

前 言

汽车已经逐渐成为我们生活中的必需品,随着我国汽车工业和汽车技术的飞速发展,大量高智能新技术装备汽车,对汽车类人才提出了更高的要求。当今,汽车类人才需要具备更全面的专业知识及较强的创新能力和学习意识,具备较强的动手能力及可持续发展的潜力。作为肩负为社会和区域经济培养高技能人才的汽车职业院校应不断深化教材改革,创新教学模式,努力提高教育教学质量。而开发适合区域经济发展的专业,设置适合就业岗位的课程体系,抓好专业教材体系建设,是提高教育教学质量的一项重要工作。作为一所主要培养汽车检测与维修领域高技能人才的汽车高职院校,我们有责任和义务在汽车技术教材建设方面做点努力。为此,我院组织了 11 名教师,根据国家人社部颁发的《汽车修理工国家职业标准》及《高职院校教学计划大纲》的要求,按照汽车修理工中、高级培养目标要求组织编写了这本《汽车发动机构造与维修》。以后陆续要编写系列教材《汽车底盘构造与维修》和《汽车电气构造与维修》。

本系列教材的编写总结了多年来高职汽车专业教学经验和方法,根据高职汽车专业学生未来从事的岗位需求设置知识结构,以培养适应汽车行业需要的高质量技能型人才的教学思想来组织编写,融入了我院 2013 年 9 月开始探索的汽车类专业课“理实一体化”和体现“教学工作过程”教学改革经验与成果,教改的重要成果之一是课题立项和编著本教材。本教材本着实用性和够用性的原则,努力做到通俗易懂、深入浅出、注重实践、任务明确,并进一步结合当前汽车维修企业的生产实际而编写的,具有较强的针对性。本教材以技能为主线,理论与技能有机结合,重在教会学生掌握必需的专业知识和技能。教材中对当前汽车的新知识、新技术、新结构、新工艺也有全面的阐述,使学生能学到更多的新知识和新技术。在每个项目后附有思考复习题,可供教师和学生参考。

教材专业适应性强,使用面广。由于本教材是兼顾中高级工程师培养培训要求编写的,故凡汽车类专业,不管是必修课程还是选修课程,不管是主打专业还是相关专业,不管是修理技术人员还是专业教师均可根据情况选用、参考、学习。

教材理实结合紧密,在强调理论的同时,注重理论知识在实践中的应用,突出技能的培养,适用于“理实一体化”教学模式,通俗易懂。教材图文并茂,文字朴实,易学易懂,有利于激发学生和读者的学习兴趣。现代汽车种类繁多,本教材以一般与典型相结合的方式,系统的阐述了现代汽车发动机各系统和机构的结构、工作原理、维修和故障诊断技术。

本教材共分 10 个项目,主要内容包括:发动机基本知识、曲柄连杆与配气机构、电控汽油喷射系统、柴油机燃料供给系统、润滑与冷却、发动机装配及故障诊断。本教材最后一个项目加入了新能源汽车介绍。

本教材由大连汽车职业技术学院的廖朝晖、李丽馨、张忠良任主编,大连汽车职业技术学院的王晓怡、张欣、赵明菲、宋美霞、曹旭任副主编。具体分工为:项目一和项目五由张忠

良编写,项目二由赵明菲编写,项目三由王晓怡编写,项目四和项目十由廖朝晖编写,项目六由张欣编写,项目七由宋美霞编写,项目八由李丽馨编写,项目九由曹旭编写。郭宇、张万奎、邢荣胜、张宝方等也参与了部分模块的编写与校正。

本教材在编写过程中借鉴和参考了国内大量相关资料,并得到了大众一汽技术部、广汽本田、丰田技术部 4S 店和很多教师的大力支持与帮助,请教了北京邮电大学出版社编辑部的老师,参考和采用了许多专家提供的建议和技术资料,在此一并表示感谢!

由于编者的经历和水平有限,书中难免存在一些误漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

项目一 认识了解发动机构造与性能	1
任务1 发动机的基本概述和工作原理	1
一、发动机的基本术语	2
二、四冲程发动机的简单工作原理	3
三、二冲程发动机的简单工作原理	5
任务2 发动机的总体构造	7
一、发动机概述	7
二、发动机的基本构件	7
任务3 发动机的性能与特性	11
一、发动机的主要性能指标	11
二、发动机的特性	12
项目二 曲柄连杆机构故障的构造与维修	16
任务1 曲柄连杆机构概述	16
一、曲柄连杆机构的作用及组成	16
二、工作条件及受力分析	16
任务2 机体组的构造与工作原理	18
一、气缸体和曲轴箱	18
二、气缸盖与气缸垫	21
三、机体组常见故障及检修	22
任务3 活塞连杆组个构造与工作原理	24
一、活塞	24
二、活塞环	27
三、活塞销	29
四、连杆	30
五、活塞连杆组的检修	31
任务4 曲轴飞轮组的构造与工作原理	33
一、曲轴	33
二、扭转减振器	38
三、飞轮	38
四、曲轴飞轮组的检修	38
项目三 配气机构的构造与维修	41
任务1 认识配气机构的组成与工作原理	41

一、配气机构的组成及分类	41
二、工作原理	42
三、气门间隙	42
任务2 气门组构造与维修	43
一、构造组成	43
任务3 气门传动组构造与维修	44
任务4 可变配气相位	46
一、配气正时的概念及作用	46
二、配气相位的相关概念及作用	46
三、配气正时的重要性	47
项目四 电控汽油喷射系统构造与维修	49
任务1 认识汽油喷射系统	49
一、电喷汽油机分类	49
二、电控汽油喷射系统的优点	51
三、电喷汽油机燃料供给系的组成和工作过程	52
任务2 电喷式发动机空气供给系统各主要部件构造及维修	54
一、进气系统的作用和组成	54
二、空气供给系统的主要部件构造与维修	55
任务3 电喷式发动机燃料供给各主要部件构造及维修	63
项目五 柴油机燃油供给系统的构造与维修	70
任务1 认识柴油机燃料供给系统	70
一、柴油机燃料供给系统的组成	70
二、柴油机的燃料使用性能指标	71
任务2 柴油机燃烧特点和燃烧室	72
一、柴油机可燃混合气的形成	72
二、柴油机可燃混合气的燃烧过程	73
三、燃烧室	74
任务3 喷油器的构造与维修	77
一、喷油器的作用	77
二、常见的喷油器	77
三、喷油器的检修	78
四、喷油泵	79
任务4 调整器的构造与工作原理	87
一、调速器的作用	87
二、调速器的种类	88
三、调速器的构造及工作原理	88
任务5 柴油滤清器和输油泵的构造与维修	95
一、柴油滤清器	95

二、输油泵的构造	96
三、输油泵的检修与调试	98
任务6 喷油提前角调节装置和供油正时的调整	99
一、喷油提前角的调节装置	99
二、供油正时的检查与调整	102
任务7 柴油燃料供给系统常见故障诊断和排除	104
一、油泵常见故障	104
二、调速器常见故障	105
三、输油泵常见故障	105
四、喷油器常见故障	106
五、喷油提前角调节器常见故障	107
六、柴油机运转过程中燃料供给系统常见故障	107
项目六 润滑系统的构造与维修	109
任务1 认识润滑系统	109
一、润滑系统的作用和润滑方式	109
二、润滑系统的组成及油路	110
三、润滑剂的种类及选用	111
任务2 润滑系统主要部件的构造与维修	112
一、机油泵	112
二、机油滤清器	115
三、机油散热器	117
四、机油尺	117
任务3 润滑系统的常见故障与诊断	117
一、润滑系统的维护	117
二、润滑系统的常见故障诊断	118
项目七 冷却系统构造与维修	121
任务1 认识冷却系统	121
一、冷却系概述	121
二、水冷系的组成	123
三、冷却水系的工作原理	123
四、冷却液	125
任务2 冷却系主要部件的构造与维修	126
一、散热器的构造和检修	126
二、水泵的构造和检修	129
三、节温器	130
四、冷却风扇	132
任务3 冷却系统维护	134

项目八 发动机的装配和调试	138
任务1 发动机的装配与调整	138
一、装配与调整的前期准备	138
二、各总成的装配与调整	139
三、发动机总装	141
四、发动机主要附属件的装配	143
五、收拾场地及工装	144
任务2 发动机的磨合	144
一、磨合的作用和过程	145
二、磨合的规范	145
三、磨合质量的评价	146
项目九 发动机的故障判断与排除	147
任务1 发动机一般故障的判断与排除	147
一、先电后油再机	148
二、先简后繁	148
任务2 汽油发动机的一般故障判断与排除	148
一、发动机起动困难或不能起动	148
二、发动机运转不良	150
任务3 柴油发动机的一般故障判断与排除	152
一、发动机起动困难或不能起动	152
二、发动机运转不良	152
项目十 新能源汽车	153
任务1 认识新能源汽车	153
一、新能源汽车的定义	153
二、新能源汽车的分类	153
三、发展新能源汽车的必要性	155
任务2 不同类型新能源汽车	158
一、纯电动汽车	158
二、增程式电动汽车	163
三、混合动力汽车	165
四、燃料电池汽车	173
任务3 其他新能源汽车	176
一、燃气汽车	176
二、生物燃料汽车	177
三、氢燃料汽车	178
四、太阳能汽车	179

项目一 认识了解发动机构造与性能



本章概述

发动机是将某一种形式的能量转换为机械能的机器,其作用是将液体或气体的化学能通过燃烧后转化为热能,再把热能通过膨胀转化为机械能并对外输出动力,本章主要讲述发动机的总体构造方面的相关知识及其基本的工作原理。



教学目标

1. 了解发动机的作用、常用术语和基本工作原理;
2. 了解发动机的类型、编号规则和总体构造;
3. 了解发动机主要性能指标和工作特性。

任务 1 发动机的基本概述和工作原理

图 1-1 为单缸四冲程汽油机的简单结构示意图;图 1-2 为单缸四冲程柴油机的简单结构示意图。

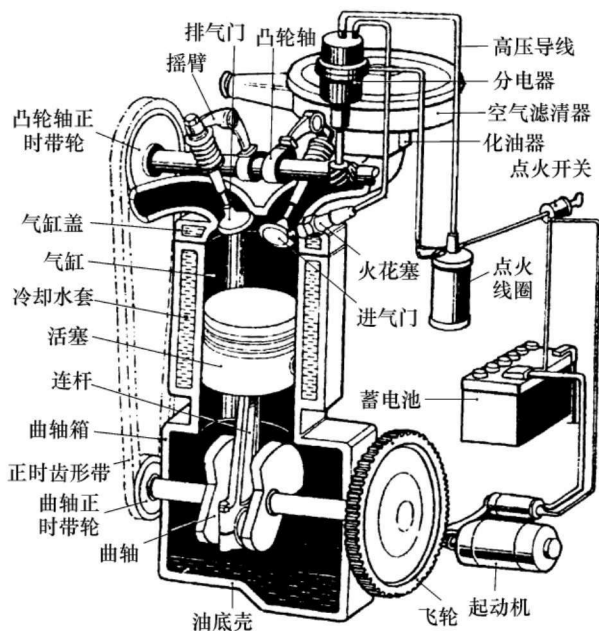


图 1-1 单缸四冲程汽油机的简单结构示意图

一、发动机的基本术语

如图 1-3 所示为发动机基本术语示意图。

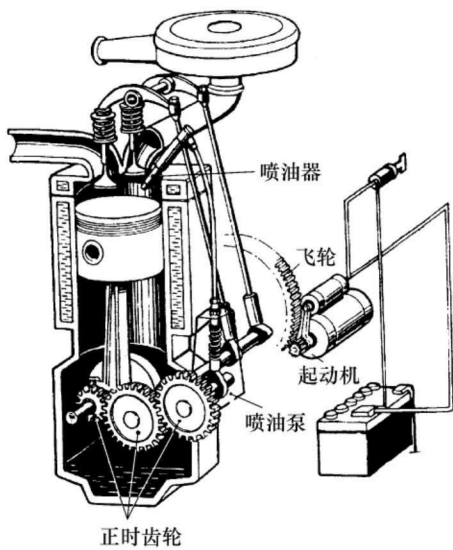


图 1-2 单缸四冲程柴油机的简单结构示意图

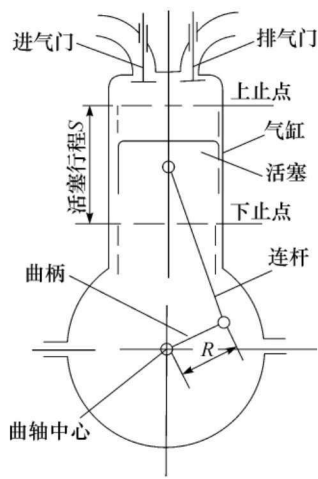


图 1-3 发动机基本术语示意图

1. 上止点

上止点是指活塞离曲轴回转中心的最远处，即活塞的最高位置。

2. 下止点

下止点是指活塞离曲轴回转中心的最近处，即活塞的最低位置。

3. 曲柄半径(R)

曲柄半径是指与连杆大端相连接的曲柄销的中心线到曲轴回转中心线的距离。显然，曲轴每转一周，活塞移动两个行程，即 $S=2R$ 。

4. 活塞行程(S)

活塞行程是指上、下两止点间的距离，单位： mm (毫米)。活塞由一个止点移到另一个止点运动一次的过程称为行程。

5. 气缸工作容积(V_h)

气缸工作容积是指活塞从上止点到下止点所让出的空间的容积。其计算公式为

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

式中： V_h ——气缸工作容积，单位为 L ；

D ——气缸直径，单位为 mm ；

S ——活塞行程，单位为 mm 。

6. 发动机工作容积(V_L)

发动机工作容积是指发动机所有气缸工作容积的总和，也称发动机的排量。若发动机的气缸数为 i ，则 $V_L = V_h i$ 。

7. 燃烧室容积(V_c)

燃烧室容积是指活塞在上止点时,活塞顶上面空间的容积,单位为 L。

8. 气缸总容积(V_a)

气缸总容积是指活塞在下止点时,活塞顶上面空间的容积(L)。它等于气缸工作容积与燃烧室容积之和,即 $V_a = V_h + V_c$ 。

9. 压缩比(ϵ)

压缩比是指气缸总容积与燃烧室容积的比值,即

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

二、四冲程发动机的简单工作原理

发动机经过进气、压缩、做功和排气四个连续的过程,将热能转变为机械能,每进行一次这样的过程就是一个工作循环。因此,凡是曲轴旋转两周,活塞往复四个行程完成一个工作循环的,就称为四冲程发动机。

1. 四冲程汽油机的简单工作原理

四冲程汽油机的工作循环是由进气、压缩、做功和排气四个行程所组成的。图 1-4 所示为单缸四冲程汽油机工作循环示意图。

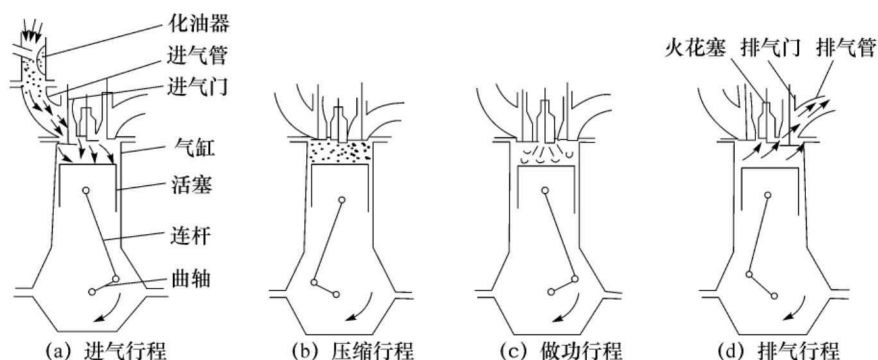


图 1-4 单缸四冲程汽油机工作循环示意图

(1) 进气行程活塞由曲轴带动从上止点向下止点运动。此时,排气门关闭,进气门开启。活塞移动过程中,气缸内容积逐渐增大,形成一定的真空度,于是经过滤清的空气与化油器供给的汽油混合形成可燃混合气,通过进气门被吸入气缸,待活塞到达下止点时,进气门关闭,停止进气。

由于进气系统存在进气阻力,进气终了时气缸内气体的压力低于大气压力,为 0.075~0.09 MPa。由于气缸壁、活塞等高温件及上一循环留下的高温残余废气的加热,气体温度升高到 370~440 K。

(2) 压缩行程。进气行程结束时,活塞在曲轴的带动下,从下止点向上止点运动,气缸内容积逐渐减小,由于进、排气门均关闭,可燃混合气被压缩,待活塞到达上止点时,压缩结束。气缸内气体被压缩的程度称为压缩比。压缩比越大,则压缩终了时气缸内气体的压力和温度就越高,燃烧速度也越快,因而发动机发出的功率越大,经济性也越好。几年以前汽油发动机压缩比一般为 6~10,如今普遍都在 9~12 之间。

压缩行程中,气体压力和温度同时升高,并使混合气进一步均匀混合,压缩终了时,气缸内的压力为 $0.6\sim 1.2\text{ MPa}$,温度为 $600\sim 800\text{ K}$ 。

(3) 做功行程。在压缩行程末,火花塞产生电火花点燃混合气,并迅速燃烧,使气体的温度、压力迅速升高而膨胀,从而推动活塞从上止点向下止点运动,通过连杆使曲轴旋转做功,待活塞到达下止点时做功结束。

在做功行程中,开始阶段气缸内气体压力、温度急剧上升,瞬间压力可达 $3\sim 5\text{ MPa}$,瞬时温度可达 $2\,200\sim 2\,800\text{ K}$ 。

(4) 排气行程。在做功行程终了时,排气门打开,进气门关闭,曲轴通过连杆推动活塞从下止点向上止点运动,废气在自身剩余压力和活塞推动下,被排出气缸,待活塞到达上止点时,排气门关闭,排气结束。

排气行程终了时,由于燃烧室容积的存在,气缸内还存有少量废气,气体压力也因排气系统存在排气阻力而略高于大气压力。此时,压力为 $0.105\sim 0.115\text{ MPa}$,温度为 $900\sim 1\,200\text{ K}$ 。

2. 四冲程柴油机的简单工作原理

四冲程柴油机与四冲程汽油机一样,每个工作循环也是由进气、压缩、做功和排气四个行程组成。但由于所使用燃料的性质不同,可燃混合气的形成和着火方式与汽油机有很大区别。下面主要叙述柴油机与汽油机工作循环的不同之处。图 1-5 所示为单缸四冲程柴油机工作循环示意图。

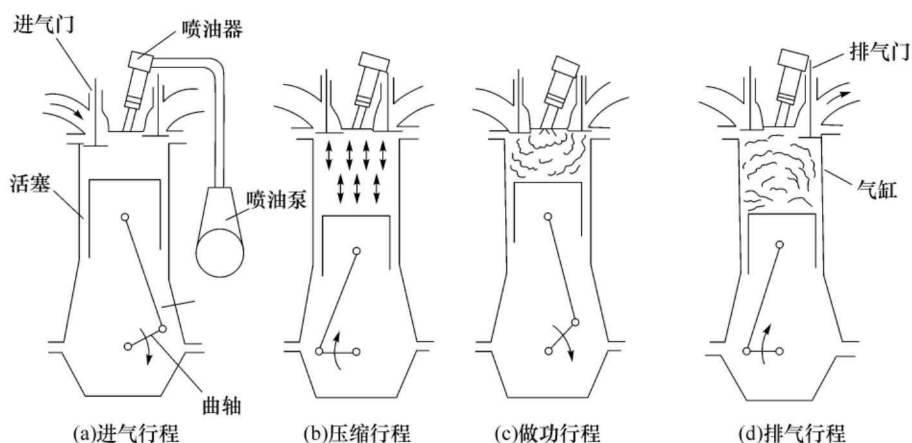


图 1-5 单缸四冲程柴油机工作循环示意图

(1) 进气行程。进气行程不同于汽油机的是进入气缸的不是可燃混合气,而是纯空气。由于进气阻力比汽油机小,上一行程残留的废气温度也比汽油机低,进气行程终了的压力为 $0.075\sim 0.095\text{ MPa}$,温度为 $320\sim 350\text{ K}$ 。

(2) 压缩行程。压缩行程不同于汽油机的是压缩纯空气,由于柴油的压缩比大,一般为 $15\sim 22$,压缩终了的温度和压力都比汽油机高,压力可达 $3\sim 5\text{ MPa}$,温度可达 $800\sim 1\,000\text{ K}$ 。

(3) 做功行程。此行程与汽油机有很大差异,压缩行程末,喷油泵将高压柴油经喷油器呈雾状喷入气缸内的高温高压空气中,被迅速汽化并与空气形成混合气,由于此时气缸内的

温度远高于柴油的自燃温度(约 500 K),柴油混合气便立即自行着火燃烧,且此后一段时间内边喷油边燃烧,气缸内压力和温度急剧升高,推动活塞下行做功。

做功行程中,瞬时压力可达 5~10 MPa,瞬时温度为 1 800~2 200 K,做功行程终了时压力为 0.2~0.4 MPa,温度为 1 200~1 500 K。

(4) 排气行程。此行程与汽油机基本相同。排气行程终了时的气缸压力为 0.105~0.125 MPa,温度为 800~1 000 K。

由上述四冲程汽油机和柴油机的工作循环可知,两种发动机工作循环的基本内容相似。每个工作循环曲轴转 2 周(720°),每一行程曲轴转半周(180°)。四个行程中,只有做功行程做功,其他三个行程是为做功行程做准备工作的辅助行程,都要消耗一部分能量。发动机启动时的第一个循环,必须有外力将曲轴转动,以完成进气和压缩行程;当做功行程开始后,做功能量便通过曲轴储存在飞轮内,以维持以后的行程和循环得以继续进行。

三、二冲程发动机的简单工作原理

1. 二冲程汽油机的简单工作原理

二冲程发动机工作循环也包括进气、压缩、做功和排气四个过程,但它是在活塞往复两个行程内完成的。图 1-6 所示为二冲程汽油机的工作循环图。

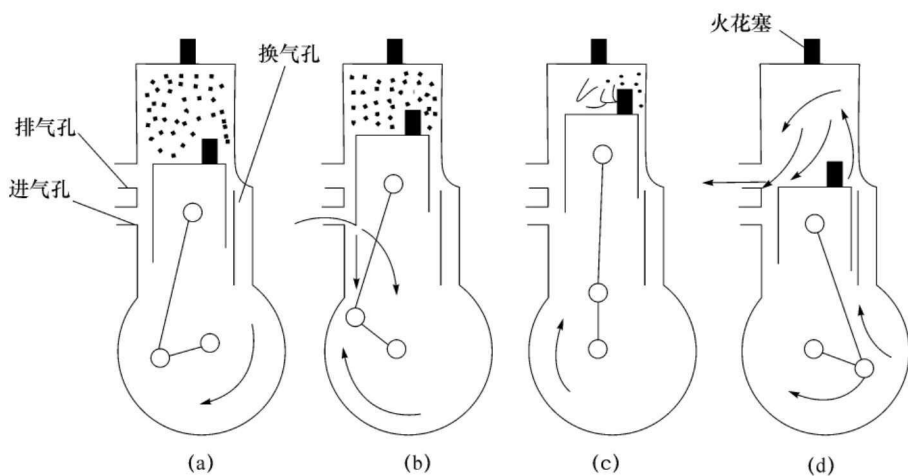


图 1-6 二冲程汽油机的工作循环图

(1) 第一行程。活塞由曲轴带动从下止点向上止点移动,当活塞上行至关闭换气孔和排气孔时[图 1-6(a)],已进入气缸的新鲜混合气被压缩,活塞继续上移至上止点时,压缩结束;与此同时,活塞上行时,其下方曲轴箱内形成一定的真空度,当活塞上行到一定位置时,进气孔开启[图 1-6(b)],新鲜的混合气被吸入曲轴箱。至此,第一行程结束。

(2) 第二行程。活塞接近上止点时,火花塞产生电火花,点燃被压缩混合气,燃烧形成的高温、高压气体推动活塞下行做功[图 1-6(c)],当活塞下行到关闭进气孔后,曲轴箱内的混合气被预压,活塞继续下行至排气孔开启时[图 1-6(d)],燃烧后废气靠自身压力经排气孔排出;紧接着,换气孔开启,曲轴箱内经预压的混合气进入气缸,并排除气缸内残余废气,这一过程称换气过程,它将一直延续到下一行程活塞在上行关闭换气孔和排气孔时为止。活塞下行到下止点时,第二行程结束。

由上两个行程可知,第一行程时,活塞上方进行换气、压缩,活塞下方进行进气;第二行程时,活塞上方进行做功、换气,活塞下方预压混合气。换气过程跨越两个行程。

2. 二冲程柴油机的简单工作原理

二冲程柴油机工作循环与汽油机的主要不同之处是进入气缸的是纯空气,废气则由专设的排气门排出。带有换气泵的二冲程柴油机的工作循环图如图 1-7 所示。换气泵的作用是将新鲜空气压力提高到 $0.12 \sim 0.14 \text{ MPa}$ 后,经气缸外部的空气室和气缸壁上的一圈进气孔进入气缸内。

(1) 第一行程。活塞由下止点向上止点移动,在此前,进气孔和排气门均已开启。由换气泵提压后的新鲜空气进入气缸进行换气 [图 1-7(a)]。当活塞上移到进气孔被关闭,排气门此时也关闭,于是进入气缸的空气开始被压缩 [图 1-7(b)]。当活塞上移至接近上止点时,喷油器向气缸内喷入雾状柴油,并自行着火燃烧 [图 1-7(c)]。

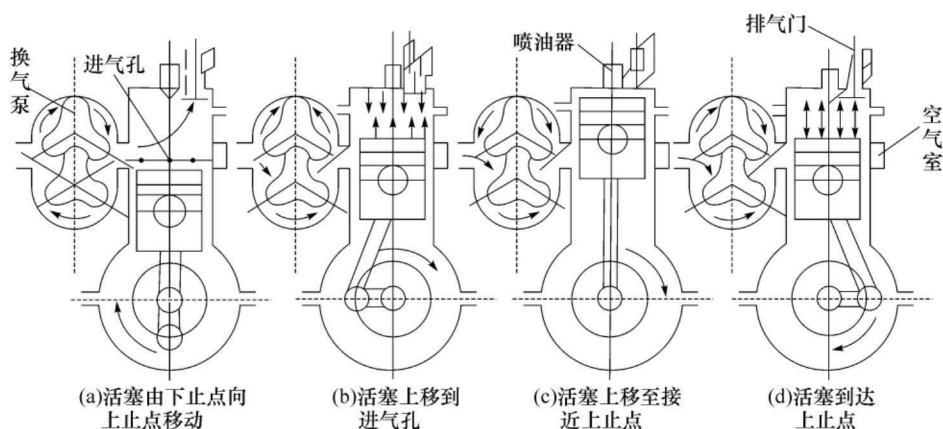


图 1-7 带有换气泵的二冲程柴油机工作循环图

(2) 第二行程。活塞到达上止点后,着火燃烧的高温高压气体推动活塞下行做功。当活塞下行到 $2/3$ 行程时,排气门开,废气靠自身压力排出气缸 [图 1-7(d)],此后,进气孔开启,进行与二冲程汽油机类似的换气过程。



知识库

二冲程发动机的特点:

- 由于进排气过程几乎是完全重叠进行的,所以在换气过程中有混合气损失和废气难以排净的缺点,经济性较差,柴油机由于进入的是纯空气,因此没有混合气损失。
- 完成一个工作循环,曲轴只转一周,当与四冲程发动机转速相等时,其做功次数比四冲程多一倍。因此,运转平稳,与同排量四冲程发动机比较在理论上发出功率应是四冲程发动机的两倍,但由于换气时的混合气损失实际是 $1.5 \sim 1.6$ 倍。
- 二冲程汽油机在摩托车上应用较多,二冲程柴油机由于没有混合气损失,经济性比二冲程汽油机要好,在一些中型汽车上也有采用。

任务2 发动机的总体构造

一、发动机概述

发动机的结构形式多种多样,具体构造千差万别,因此,现代汽车发动机就是一部由许多机构和系统组成的复杂机器。但由于汽车发动机的基本工作原理相同,所以其基本结构也就大同小异。例如,现今最广泛使用的采用汽油和柴油作为燃料的往复式活塞式发动机,虽然具体构造也千差万别,但基本构造是类似的。

汽油机通常由曲柄连杆、配气两大机构和燃料供给、润滑、冷却、点火、起动五大系统组成;柴油机通常由两大机构和四大系统组成(无点火系)。汽油机和柴油机的结构如图 1-8、图 1-9、图 1-10、图 1-11、图 1-12 所示。

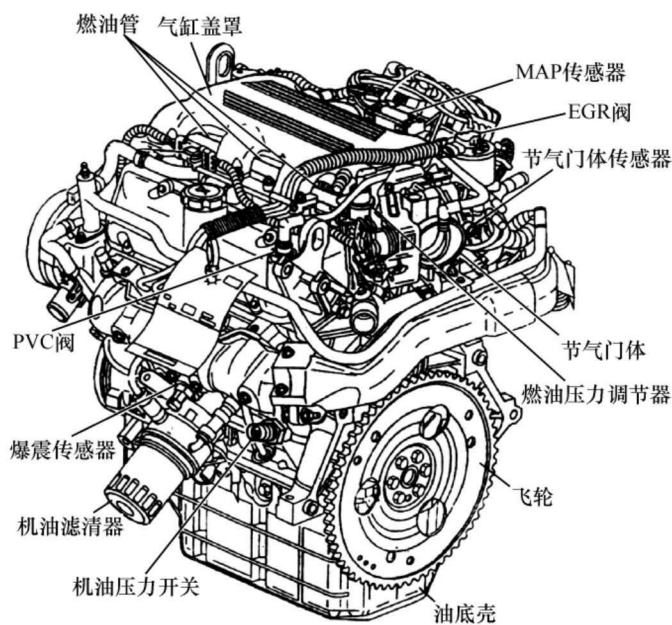


图 1-8 发动机

二、发动机的基本构件

1. 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构是由机体、活塞连杆组和曲轴飞轮组三部分组成的,其作用是将燃料燃烧所产生的热能,经机构由活塞的直线往复运动转变为曲轴旋转运动而对外输出动力。机体还是发动机各个机构、各个系统和一些其他部件的安装基础,并且机体许多部分还是配气机构、燃料供给系、冷却系和润滑系的组成部分。

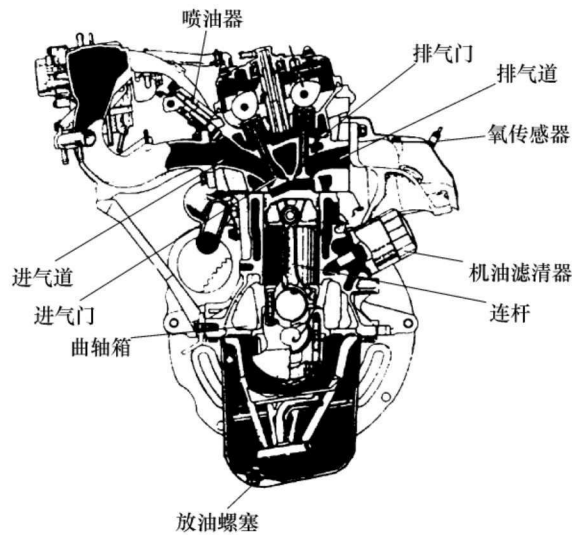


图 1-9 丰田 4E-FE 型四气门汽油喷射式发动机横剖面

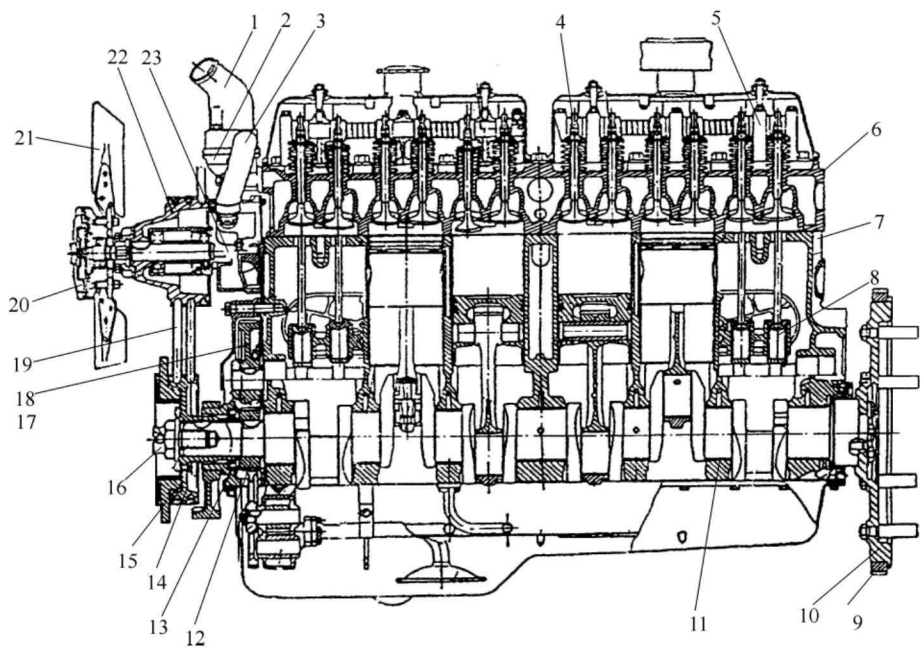


图 1-10 CA6102 型汽油机纵剖面

- 1—节温器出水管;2—节温器;3—小循环连接软管;4—排气门;5—摇臂轴座;6—气缸盖;
7—气缸体;8—挺柱;9—飞轮齿圈;10—飞轮(用于双片离合器);11—主轴承;
12—曲轴正时齿轮;13—曲轴前油封;14—曲轴皮带轮;15—扭振减振器;
16—起动爪;17—正时齿轮室盖;18—凸轮轴正时齿轮;19—传动皮带;
20—风扇离合器;21—风扇;22—风扇皮带轮;23—水泵