

高职高专汽车运用与维修专业规划教材

安 军 周 文 杨 纲 编 著

汽车发动机机械 系统检测与维修

QICHE FADONGJI JIXIE
XITONG JIANCE YU WEIXIU



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

汽车发动机机械系统检测与维修

安军 周文 杨纲 编著

重庆大学出版社

内 容 简 介

本教材集中体现高等职业教育示范建设课程改革的最新成果,从职业岗位工作过程入手组织教学,注重职业特点又融入教学规律。全书共分为五个学习情境,分别是认识发动机;发动机异响的检测与维修;发动机水温异常故障的检测与维修;发动机机油压力不正常的检测与维修;发动机动力不足故障的检测与维修。本书旨在培养学生对职业岗位能力,是一本很好的职业教育特色教材。

本书主要针对高等职业教育汽车运用与维修、汽车检测与维修或汽车运用技术等专业或相关专业使用,也可以成为成人高等教育、汽车技术培训以及相关技术人员学习的主修教材。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机机械系统检测与维修/安军,周文,杨纲编著. —重庆:重庆大学出版社,2012.8
高职高专汽车运用与维修专业系列教材
ISBN 978-7-5624-6797-7

I. ①汽… II. ①安…②周…③杨… III. ①汽车—发动机—机械系
统一检修—高等职业教育—教材 IV. ①U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 125879 号

汽车发动机机械系统检测与维修

安军 周文 杨纲 编著

策划编辑:周立

责任编辑:文鹏 版式设计:周立

责任校对:任卓惠 责任印制:赵晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617183 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:13.75 字数:343千

2012 年 9 月第 1 版 2012 年 9 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-6797-7 定价:25.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前 言

为贯彻《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》,全面实施“职业教育和培训创新工程”,积极推进课程改革和教材建设,为职业教学和培训提供更加丰富、多样和实用的教材,更好地满足职业教育改革与发展的需要,我们紧跟当前职业教育最新发展理念,紧密结合目前汽车维修行业的实际需要,积极采用“理实一体”的教学手段,编写“理实一体”教学模式的教材。

《汽车发动机机械系统检测与维修》一书正是在这一需求下由贵州交通职业技术学院汽车工程系组织一批具有丰富理论和实践经验的专业教师编写而成。在编写过程中,为更好地贯彻“理实一体”的教学手段,将《汽车发动机机械系统检测与维修》一书所需的基础理论知识的旧体系打散,注意围绕职业技能进行内容的取舍,重新提炼出新的知识结构,避免深奥难懂的枯燥论述,注重实用性。

发动机是汽车和工程机械最主要的总成之一,是动力的来源。由于发动机结构复杂,工作条件差,故障率最高,从而导致发动机技术状况发生根本性的改变。发动机技术状况的变化,主要表现在故障增多、性能变坏和损耗增加上。

《汽车发动机机械系统检测与维修》一书共划分成五个学习情境:分别是认识发动机;发动机异响的检测与维修;发动机水温异常故障的检测与维修;发动机机油压力不正常的检测与维修;发动机动力不足故障的检测与维修。每个学习情境学习内容均按照“故障现象—结构与工作原理—故障检测与修复—相关技能拓展—自我评估”循序渐进的学习过程逐步深入。在“故障检测与修复”环节严格按照汽车维修的实际工作流程,遵照“六步法”组织教学,从简单到复杂,从单一到综合进行排序。旨在使学生通过学习掌握汽车检测与维修的基本原理和方法,具备汽车检测和维修实际操作的基本能力。

本书由贵州交通职业技术学院安军教授(情境三、四)、周文工程师(情境一、五)和杨纲高级工程师(情境二)执笔编写,并由安军组织统稿。在编写过程中参阅了大量的文献资料,编者对这些提供原始资料的作者表示由衷的感谢。同时,由于编者水平有限,加上汽车使用地区差异性的客观存在,书中的不足或错误在所难免,敬请读者不吝指教!

编 者

2012年5月

目 录

学习情境1 认识发动机	1
一、发动机总体结构认识	1
二、发动机工作原理	6
三、发动机检修工量具的使用	10
学习情境2 发动机异响故障的检测与维修	21
学习任务一 机体组异响故障的检修	21
一、故障现象	21
二、机体组的结构与工作原理	21
三、机体组异响故障检测与修复	26
四、相关技能拓展	33
学习任务二 曲柄连杆机构异响故障的检修	35
一、故障现象	35
二、曲柄连杆机构结构与工作原理	35
三、曲柄连杆机构异响故障检测与修复	41
四、相关技能拓展	48
学习任务三 配气机构异响的检修	50
一、气门组异响的故障现象	51
二、气门组的组成与工作原理	51
三、气门组异响故障检测与修复	58
四、气门传动组异响的故障现象	64
五、气门传动组的组成与工作原理	64
六、气门传动组异响故障的检测与修复	69
七、相关技能拓展	72
学习情境3 发动机水温异常故障的检测与维修	79
学习任务 发动机水温异常故障的检修	79
一、故障现象	79
二、冷却系的结构与工作原理	79
三、发动机冷却系统故障检测与修复	87
四、相关技能拓展	91



学习情境4 发动机机油压力异常的检测与维修	96
学习任务 发动机机油压力异常故障的检修	96
一、故障现象	96
二、发动机润滑系统的结构与工作原理	96
三、发动机润滑系统故障检测与修复	102
四、相关技能拓展	107
学习情境5 发动机动力不足故障的检测与维修	110
学习任务一 汽油发动机动力不足故障的检修	110
一、故障现象	110
二、汽油机供给系机构的结构与工作原理	110
三、汽油发动机动力不足故障检测与修复	117
四、相关技能拓展	122
学习任务二 柴油发动机动力不足故障的检修	124
一、故障现象	124
二、柴油发动机的结构与工作原理	124
三、柴油发动机故障检测与修复	143
四、相关技能拓展	149
附录 任务工单	154
任务工单1 发动机机体组异响的检修	154
任务工单2 发动机曲柄连杆机构异响故障的检测与维修	160
任务工单3 发动机配气机构异响故障的检测与维修	167
任务工单4 发动机水温异常故障的检测与维修	177
任务工单5 发动机机油压力异常的检测与维修	184
任务工单6 汽油发动机动力不足故障的检测与维修	192
任务工单7 柴油发动机动力不足故障的检测与维修	200
任务工单8 发动机大修综合实训	207
参考文献	214

学习情境1 认识发动机



学习目标

1. 掌握发动机、内燃机的概念和汽车用发动机特点。
2. 熟悉汽车用发动机的分类方法和类型。
3. 掌握发动机的总体构造和工作原理。

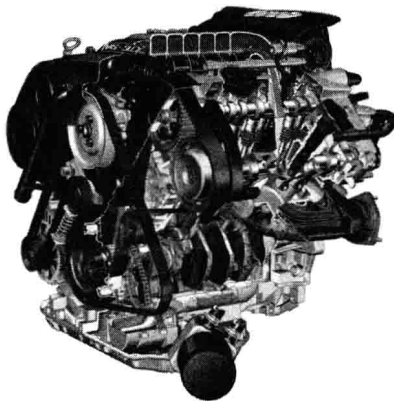


技能要求

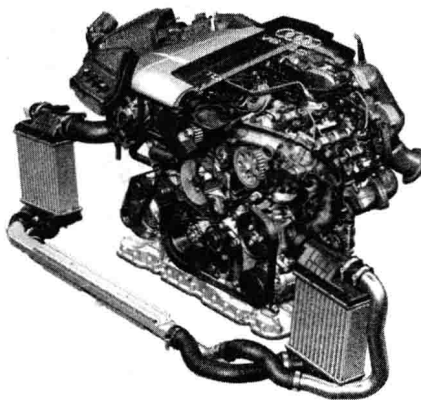
熟练掌握汽车发动机的总体拆装和工量具的使用。

一、发动机总体结构认识

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燃烧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。发动机是一部由许多结构和系统组成的复杂机器,其结构形式多种多样,但由于基本工作原理相同,所以其基本结构也就大同小异。发动机的总体结构图如 1.1 所示。



汽油发动机



柴油发动机

图 1.1 发动机总体结构

1. 发动机分类

- ①按使用燃料的不同,发动机分为汽油机、柴油机、单燃料燃气发动机、两用燃料发动机、



混合燃料发动机等。

②按活塞运动方式的不同,发动机分为往复活塞式和旋转活塞式(转子式)。

③按一个工作循环所需的行程数不同,发动机可分为四冲程和二冲程发动机。

④按冷却方式的不同,发动机可分为水冷式和风冷式。

⑤按混合气着火方式的不同,发动机可分为点燃式和压燃式。

⑥按汽缸布置方式的不同,发动机可分为对置式发动机、直列式发动机、斜置式发动机和V形发动机。

⑦按进气方式的不同,发动机可分为增压和非增压。

汽车上常用的是四冲程、水冷式、往复活塞式、多缸发动机。

2. 发动机的基本构造

两大机构:曲柄连杆机构、配气机构。

五大系统:冷却系、润滑系、燃料供给系、点火系、启动系。

汽油机通常由上述两大机构五大系统组成,如图 1.2 所示;柴油机通常由上述两大机构和四大系统组成(无点火系)。

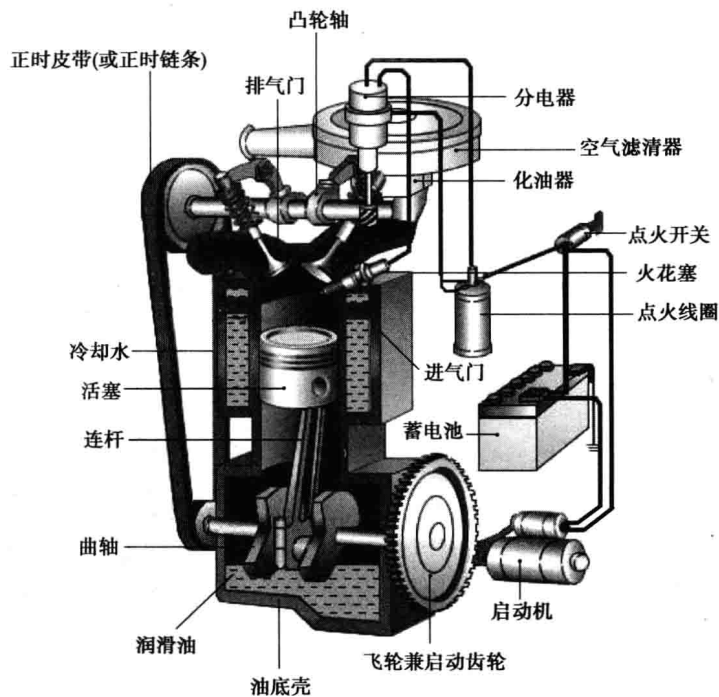


图 1.2 发动机的基本构造

(1) 曲柄连杆机构

①功用:是往复活塞式发动机实现热功转换的主要装置。

②组成:包括机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组,如图 1.3 所示。

(2) 配气机构

①功用:使可燃混合气及时充入汽缸并及时从汽缸中排出废气。

②组成:包括进气门、排气门、挺杆、推杆、摇臂、凸轮轴和正时齿轮等,如图 1.4 所示。

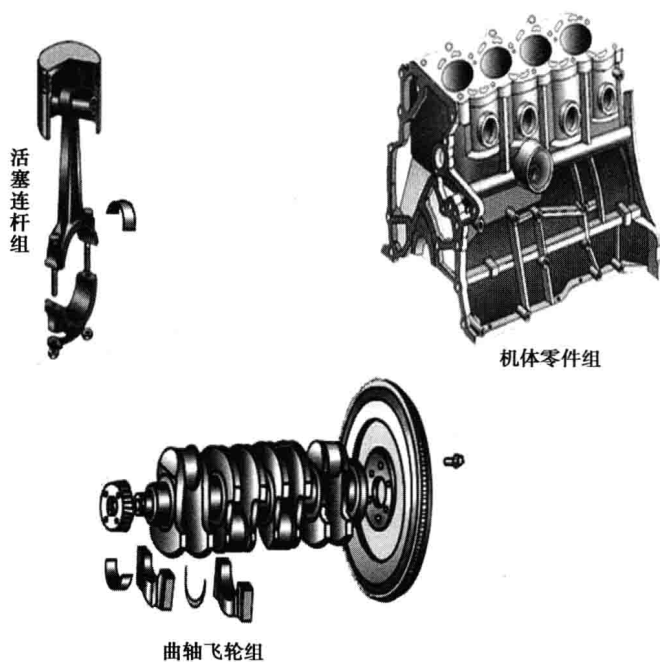


图 1.3 曲柄连杆机构

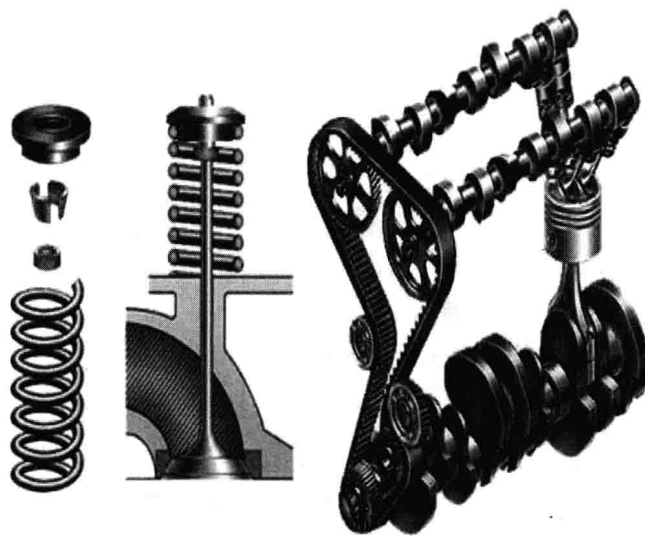


图 1.4 配气机构

(3) 燃料供给系

①功用:向发动机提供燃料和空气,并排除缸内废气。

②组成:包括燃料供给装置和进、排气装置,如图 1.5 所示。

(4) 冷却系

①功用:把受热零件的热量散到大气中去,以保证发动机正常工作。

②组成:包括水泵、散热器、风扇、分水管和水套等,如图 1.6 所示。

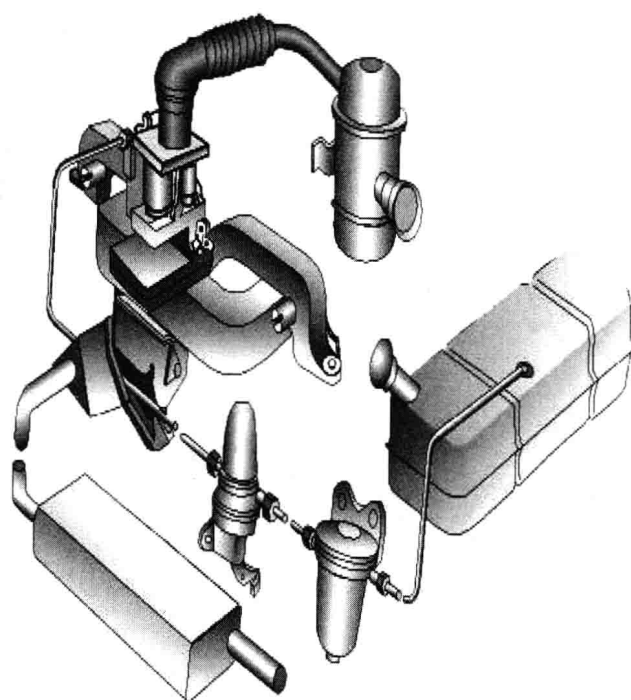


图 1.5 燃料供给系

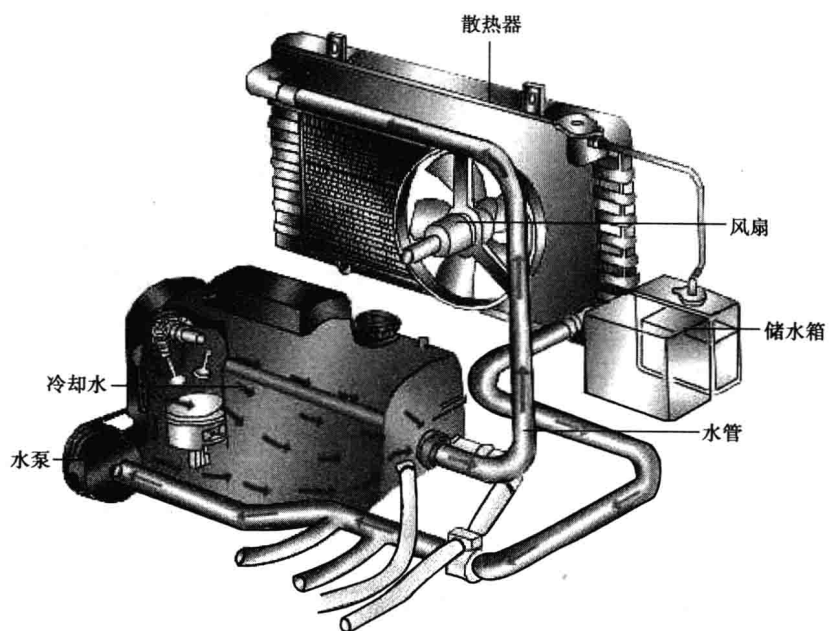


图 1.6 冷却系

(5) 润滑系

①功用: 润滑、冷却、清洗、密封和防腐等。

②组成:包括机油泵、滤清器、限压阀和油道等,如图 1.7 所示。

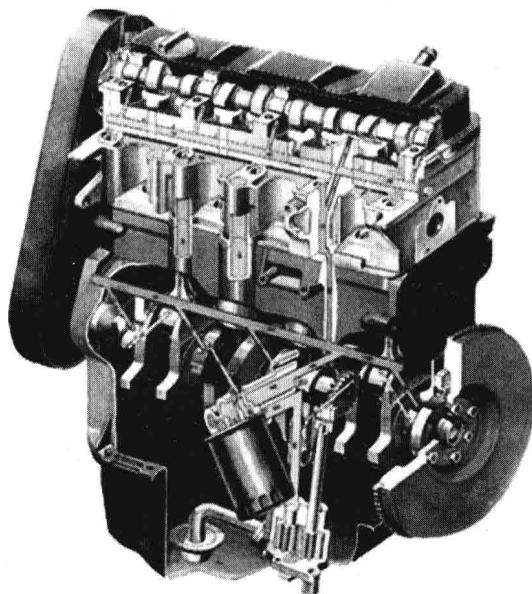


图 1.7 润滑系

(6) 点火系

①功用:按规定时刻及时点燃汽缸内被压缩的可燃混合气。

②组成:包括电源(蓄电池和发电机)、点火线圈、分电器和火花塞等,如图 1.8 所示。

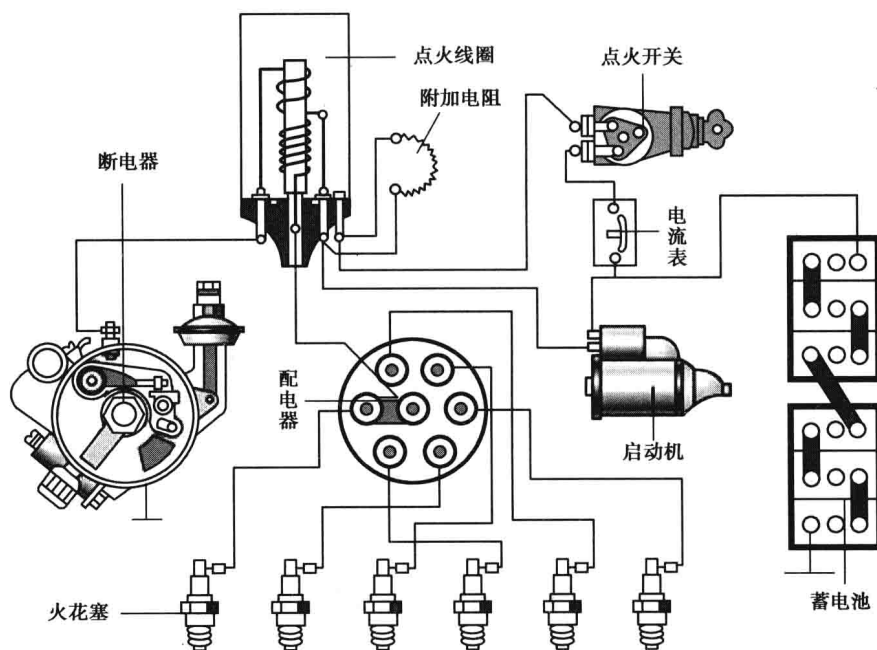


图 1.8 启动系统



(7) 启动系统

①功用:使发动机由静止状态进入到正常工作状态。

②组成:包括蓄电池、启动机、启动继电器、点火开关等,如图 1.8 所示。

二、发动机工作原理

1. 基本术语(如图 1.9 所示)

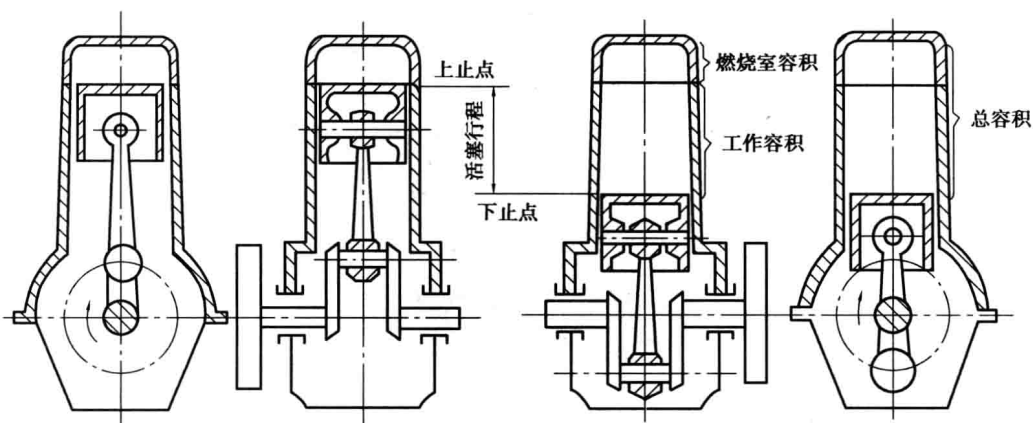


图 1.9 发动机基本术语

(1) 上、下止点

活塞顶离曲轴回转中心最远处时的位置称为上止点;活塞顶离曲轴回转中心最近处时的位置称为下止点。

(2) 活塞行程(S)

上、下止点之间的距离称为活塞行程。

(3) 曲柄半径(R)

曲轴上连杆轴颈轴线与曲轴主轴颈轴线之间的距离称为曲柄半径。活塞行程为曲柄半径的两倍,即 $S=2R$ 。

(4) 汽缸工作容积(V_h)

活塞从一个止点运动到另一个止点所扫过的容积称为汽缸工作容积或汽缸排量,单位为 L,即:

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

式中 D ——汽缸直径,mm;

S ——活塞行程,mm。

(5) 燃烧室容积(V_c)

活塞在上止点时,活塞顶与汽缸盖之间的容积称为燃烧室容积,单位为 L。

(6) 汽缸总容积(V_a)

活塞在下止点时,活塞顶上方的容积称为汽缸总容积,单位为 L。显然,汽缸总容积是汽缸工作容积与燃烧室容积之和,即:

$$V_a = V_c + V_h$$

(7) 发动机排量(V_L)

多缸发动机各汽缸工作容积之和称为发动机排量,单位为L,即:

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

式中 V_h ——汽缸工作容积,L;

i ——汽缸数目。

(8) 压缩比(ε)

汽缸总容积与燃烧室容积之比称为压缩比,即:

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

式中 V_a ——汽缸总容积,L;

V_h ——汽缸工作容积,L;

V_c ——燃烧室容积,L。

目前,一般车用汽油机的压缩比为6~10,柴油机的压缩比为15~22。

(9) 工作循环

在汽缸内每完成一次热能与机械能的相互转换,所经历的一系列连续过程称为发动机的一个工作循环。

2. 发动机工作原理

发动机将热能转变为机械能的过程,是经过进气、压缩、做功和排气四个连续的过程来实现的,每进行一次这样的过程就叫一个工作循环。凡是曲轴旋转两圈,活塞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。曲轴旋转一圈,即活塞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。

(1) 四冲程汽油机的工作原理(如图1.10所示)

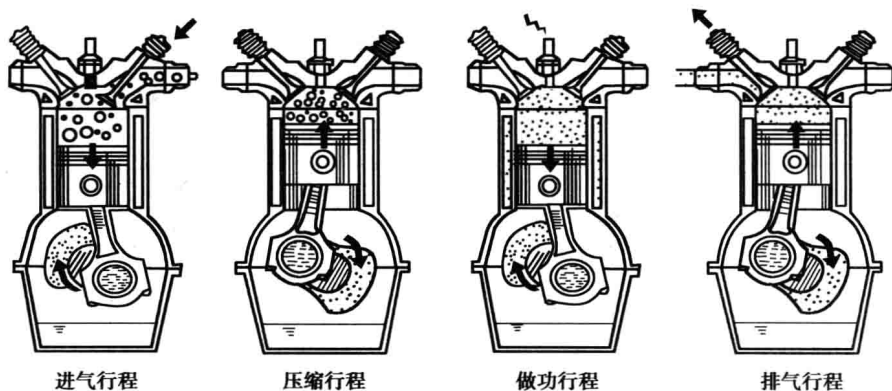


图 1.10 四冲程汽油机的工作原理

1) 进气行程

此时,曲轴带动活塞从上止点向下止点运动,进气门开启,排气门关闭。活塞移动过程中,汽缸内容积逐渐增大,气压逐渐减小,于是可燃混合气通过进气门被吸入汽缸,直至活塞到达

下止点,进气门关闭时结束。

由于进气系统存在进气阻力,进气终了时汽缸内气体的压力将低于大气压力,为 $0.075 \sim 0.09 \text{ MPa}$ 。由于汽缸壁、活塞等高温件及上一循环留下的高温残余废气的加热,气体温度将升高到 $370 \sim 440 \text{ K}$ 。

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,汽缸内容积逐渐减小。此时进、排气门均关闭,可燃混合气被压缩,至活塞到达上止点时压缩结束。压缩过程中,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,汽缸内的压力为 $0.6 \sim 1.2 \text{ MPa}$,温度为 $600 \sim 800 \text{ K}$ 。

3) 做功行程

在压缩行程末,混合气被火花塞产生电火花点燃,并迅速燃烧,气体的温度、压力迅速升高,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,至活塞到达下止点时结束。

做功开始时,汽缸内气体压力、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

在做功行程接近终了时,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在活塞推动下,被排出汽缸,至活塞到达上止点时,排气门关闭,排气结束。因排气系统存在排气阻力,排气冲程终了时,汽缸内压力略高于大气压力,为 $0.105 \sim 0.115 \text{ MPa}$,温度为 $900 \sim 1\,200 \text{ K}$ 。

(2) 四冲程柴油机的工作原理(如图 1.11 所示)

由于使用燃料的性质不同,四冲程柴油机的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。

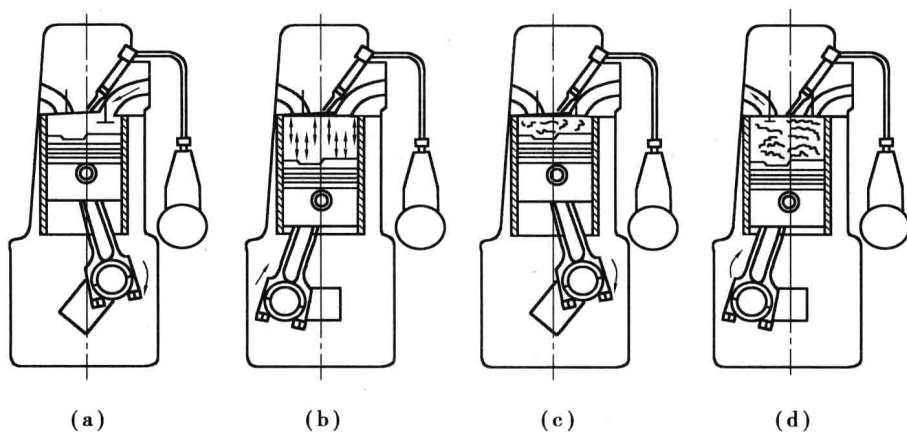


图 1.11 四冲程柴油机的工作原理

1) 进气行程

柴油机进气行程中进入汽缸的不是可燃混合气,而是纯空气。

2) 压缩行程

压缩行程中将进入汽缸的纯空气压缩,由于柴油的压缩比较大,为 $15 \sim 22$,故压缩终了的



温度和压力都比汽油机高,压力可达3~5 MPa,温度可达800~1 000 K。

3) 做功行程

柴油机在压缩行程终了时,喷油泵将高压柴油经喷油器呈雾状喷入汽缸内的高温高压空气中,被迅速汽化并与空气形成混合气。由于汽缸内的温度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,汽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,瞬时温度可达1 800~2 200 K。

4) 排气行程

此行程与汽油机基本相同。

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。四个行程中只有做功行程产生动力,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,以维持以后的循环得以继续进行。

(3) 二冲程汽油机的工作原理(如图1.12所示)

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。

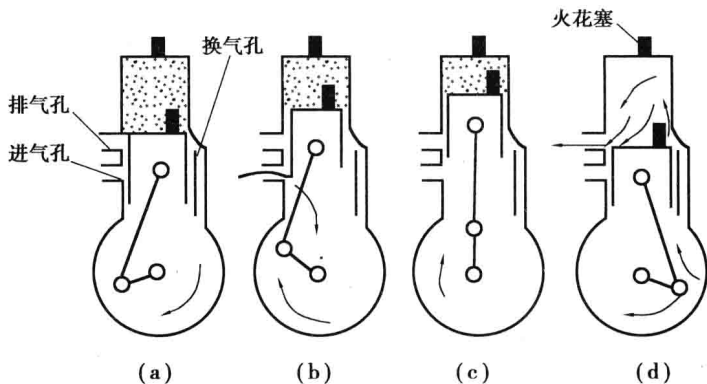


图 1.12 二冲程汽油机的工作循环图

1) 第一行程

活塞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,已进入汽缸的可燃混合气被压缩,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真空度。当活塞上行至进气孔开启时,新鲜的可燃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的可燃混合气。燃烧形成的高温、高压气体推动活塞下行做功。当活塞下行到关闭进气孔后,曲轴箱内的混合气被预压缩;活塞继续下行至排气孔开启时,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汽缸,并排除汽缸内残余废气。这一过程称换气过程,它将一直延续到下一

行程活塞再上行关闭换气孔和排气孔为止。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。

三、发动机检修工量具的使用

1. 手工具

(1) 普通扳手

扳手用以紧固或拆卸带有棱边的螺母和螺栓,常用的扳手有开口扳手、梅花扳手、套筒扳手、活动扳手、管子扳手等。

1) 开口扳手

开口扳手是最常见的一种扳手,又称呆扳手,如图 1.13 所示。其开口的中心平面和本体中心平面成 15° 角,这样既能适应人手的操作方向,又可降低对操作空间的要求。其规格是以两端开口的宽度 s (mm) 来表示的,如 8-10、12-14 等;通常是成套装备,有 8 件一套、10 件一套等;通常用 45 号、50 号钢锻造,并经热处理。其使用要求如下:

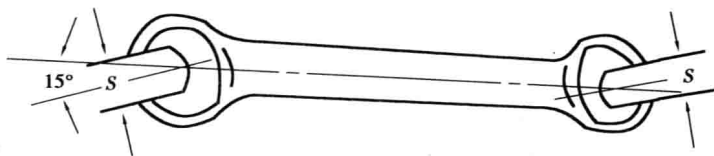


图 1.13 开口扳手

①使用时应选用合适的呆扳手,大拇指抵住扳头,另四指握紧扳手柄部往身边拉扳,切不可向外推扳,以免将手碰伤。

②扳转时,不准在呆扳手上任意加套管或锤击,以免损坏扳手或损伤螺栓螺母。

③禁止使用开口处磨损过甚的呆扳手,以免损坏螺栓螺母的六角。

④不能将呆扳手当撬棒使用。

⑤禁止用水或酸、碱液清洗扳手,应用煤油或柴油清洗后再涂上一层薄润滑脂保管。

2) 梅花扳手

梅花扳手同开口扳手的用途相似。其两端是花环式的。其孔壁一般是 12 边形,可将螺栓和螺母头部套住,扭转力矩大,工作可靠,不易滑脱,携带方便。其结构如图 1.14 所示。使用时,扳动 30° 后,即可换位再套,因而适用于狭窄场合下操作。与开口扳手相比,梅花扳手强度高,使用时不易滑脱,但套上、取下不方便。其规格以闭口尺寸 S (mm) 来表示,如 8-10、12-14 等;通常是成套装备,有 8 件一套、10 件一套等;通常用 45 号钢或 40Cr 锻造,并经热处理。其使用要求如下:

①使用时,应选用合适的梅花扳手。轻力扳转时,手势与呆扳手相同;重力扳转时,四指与拇指应上下握紧扳手柄,往身边扳转。

②扳转时,不准在梅花扳手上任意加套管或锤击。

③禁止使用内孔磨损过甚的梅花扳手。

④不能将梅花扳手当撬棒使用。

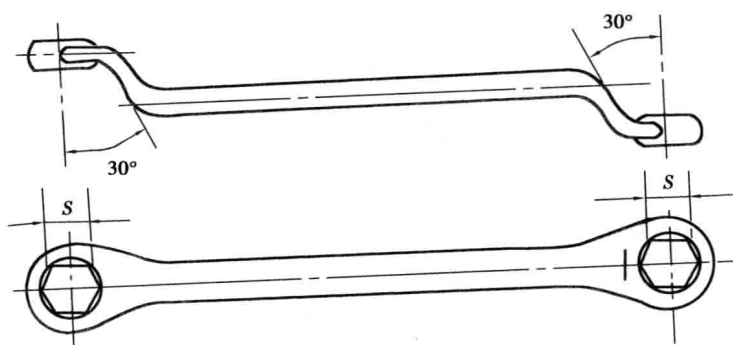


图 1.14 梅花扳手

3) 套筒扳手

套筒扳手的材料及环孔形状与梅花扳手相同,适用于拆装位置狭窄或需要一定扭矩的螺栓或螺母。套筒扳手主要由套筒头、滑头手柄、棘轮手柄、快速摇柄、接头和接杆等组成,如图 1.15 所示。各种手柄适用于各种不同的场合,以操作方便或提高效率为原则,常用套筒扳手的规格是 10 ~ 32 mm。其使用要求如下:

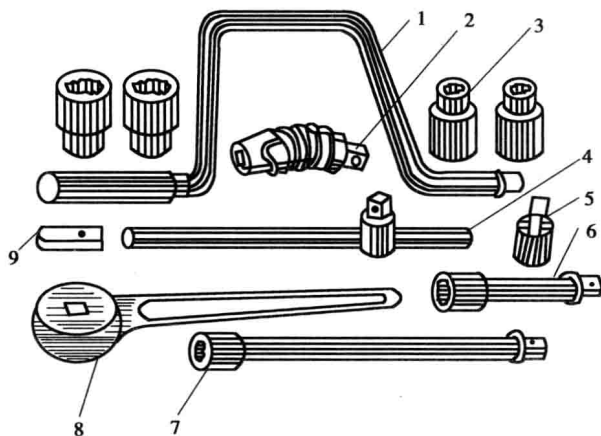


图 1.15 套筒扳手

1—快速摇柄;2—万向接头;3—套筒头;4—滑头手柄;5—旋具接头;
6—短接杆;7—长接杆;8—棘轮手柄;9—直接杆

①使用时,根据螺栓螺母的尺寸选好套筒,套在快速摇柄的方形端头上(视需要与长接杆或短接杆配合使用),再将套筒套住螺栓螺母,转动快速摇柄进行拆装。

②用棘轮手柄扳转时,不准拆装过紧的螺栓螺母,以免损坏棘轮手柄。

③拆装时,握快速摇柄的手切勿摇晃,以免套筒滑出或损坏螺栓螺母的六角。

④禁止用锤子将套筒击入变形的螺栓螺母的六角进行拆装,以免损坏套筒。

⑤禁止使用内孔磨损过甚的套筒。

⑥工具用毕,应清洗油污,妥善放置。

4) 活动扳手

活动扳手的开口尺寸能在一定的范围内任意调整,使用场合与开口扳手相同,但活动扳手