

高等职业教育“十二五”规划教材
汽车专业工作过程导向职业核心课程双证系列教材

Nucleus
新核心

人力资源和社会保障部职业技能鉴定中心 组编

汽车发动机构造与维修

QICHE FADONGJI GOUZAO YU WEIXIU

高 洁 主编



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

高等职业教育“十二五”规划教材

汽车专业工作过程导向职业核心课程双证系列教材

人力资源和社会保障部职业技能鉴定中心组编

汽车发动机构造与维修

主 编 高 洁
副主编 李 博

上海交通大学出版社

内容提要

本书编写以项目式教学为主,内容包括发动机总体构造认识、曲柄连杆机构的构造与检修、配气机构的构造与检修、汽油机燃油供给系的构造与检修、柴油机燃油供给系的构造与检修、发动机冷却系的构造与检修和发动机润滑系的构造与检修等七个项目。每个项目包括若干个任务,辅以案例教学和技能训练,结合大量的配图,内容翔实,重点突出。

本书可作为高职高专汽车检测与维修、汽车运用工程、汽车电子技术等汽车类专业教材,也可作为职业技能培训教材和汽车维修、汽车检测等工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机构造与维修/高洁主编. —上海:上海交通大学出版社,2014

ISBN 978-7-313-12477-7

I. ①汽… II. ①高… 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. ①U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 305610 号

汽车发动机构造与维修

主 编:高 洁

出版发行:上海交通大学出版社

邮政编码:200030

出 版 人:韩建民

印 制:上海颀辉印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

字 数:329 千字

版 次:2015 年 2 月第 1 版

书 号:ISBN 978-7-313-12477-7/U

定 价:38.00 元

地 址:上海市番禺路 951 号

电 话:021-64071208

经 销:全国新华书店

印 张:14.25

印 次:2015 年 2 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话:021-57602918

人力资源和社会保障部职业技能鉴定中心组编
汽车专业工作过程导向职业核心课程双证系列教材编审委员会

■ 顾问

刘康 人力资源和社会保障部职业技能鉴定中心主任
王建平 中国人才交流协会汽车人力资源分会常务副会长、秘书长
余卓平 中国汽车工程学会常务理事、同济大学汽车学院院长、教授、博导
王优强 教育部高等学校高职高专汽车类专业教学指导委员会秘书长、教授、博导
陈关龙 上海交通大学汽车工程学院常务副院长、教授、博导
鞠鲁粤 上海大学巴士汽车学院院长、教授
徐国庆 华东师范大学职教研究所副教授、博士
荀逸中 上汽集团华域汽车有限公司副总经理
任勇 东风日产乘用车公司副总经理
阮少宁 广州元丰汽车销售服务有限公司董事长

■ 名誉主任

谢可滔

■ 编委会主任

李孟强 杨敏 叶军峰 乔本新

■ 委员

(按姓氏笔画为序)

万军海	王长建	王文彪	王会明	王秀贞	王勇	王锋	卢宜朗
叶军峰	宁建华	冯永亮	吕惠敏	朱庆长	朱德乾	乔本新	刘炽平
孙乃谦	严安辉	苏小萍	杨敏	李支道	李孟强	豆红波	沈文江
林月明	罗雷鸣	郑志中	郑喜昭	赵顺灵	胡军钢	钱素娟	徐家顺
谈诚	黄建文	符强	梁刚	梁其续	曾文	谢兴景	谢忠辉
蔡文创	蔡昶文	谭善茂	黎亚洲	潘伟荣	潘向民		

■ 本书编写委员会

主编 高洁

副主编 李博

前言

《国务院关于加快发展现代职业教育的决定》(国发〔2014〕19号)以及教育部等六部委《现代职业教育体系建设规划(2014—2020年)》文件明确提出:现代职业教育是服务经济社会发展需要,面向经济社会发展和生产服务一线,培养高素质劳动者和技术技能人才并促进全体劳动者可持续职业发展的教育类型。要提高人才培养质量就必须坚持校企合作、工学结合,强化教学、学习、实训相融合的教育教学活动,推行项目教学、案例教学、工作过程导向教学等教学模式。

我们根据汽车检测与维修专业技术领域和职业岗位(群)的任职要求,参照相关的职业资格标准,结合目前汽车维修行业实际需求,编写了这本汽车检测与维修专业高素质劳动者和技术技能人才教学用书。本书在编写过程中,充分考虑高职学生的能力特点,认真总结了国内汽车专业院校多年来的专业教学经验,吸收了一些高职院校汽车发动机构造与维修教材中知识的实用性和针对性优点,形成了如下特点:

(1) 以“一体化”课程为主,理论教学与实践教学相统一,使学生在 学习过程中做到了“学中做”和“做中学”。

(2) 以项目教学为主,依据专项能力培养确定知识目标和能力目标,使人才培养过程做到认知与行动的统一。

(3) 以案例教学为辅,利用汽车维修企业实际解决的故障案例分析作为课堂教学的补充,便于实现教学过程与生产过程的对接。

(4) 配以大量的技能训练,充分体现岗位工作能力的需求,凸显以职业需求为导向,实现了课程内容与职业标准的对接。

《汽车发动机构造与维修》是汽车检测与维修专业领域高素质劳动者和技术技能人

人才培养的核心课程。全书共分7个学习项目,由河南机电职业学院高洁担任主编,李博担任副主编。其中,项目1,2由高洁编写;项目3由李博编写;项目4由冯如只编写;项目5由胡丰收(任务5.1和5.4)、李宁(任务5.2和5.3)编写;项目6由薛姣编写;项目7由朱永存编写。

由于时间仓促和水平有限,且课程改革正处于研究探讨阶段,尚无成熟的经验可以借鉴,书中存在的不妥和误漏之处,恳请使用本教材的教师和学生予以批评指正。本书参阅了大量论著和文献,不管文后是否列出,均向文献作者表示诚挚的谢意。

编 者

目 录

项目 1	发动机总体构造认识	001
任务 1.1	发动机类型与总体构造	001
任务 1.2	发动机基本术语与工作原理	008
任务 1.3	发动机的性能指标及型号编制规则	014
项目 2	曲柄连杆机构的构造与检修	020
任务 2.1	机体组的构造与检修	020
任务 2.2	活塞连杆组的构造与检修	029
任务 2.3	曲轴飞轮组的构造与检修	047
项目 3	配气机构的构造与检修	061
任务 3.1	配气机构概述	061
任务 3.2	气门组的构造与检修	072
任务 3.3	气门传动组的构造与检修	082
项目 4	汽油机燃料供给系的构造与检修	100
任务 4.1	汽油机燃料供给系概述	100
任务 4.2	电控燃油喷射系统的构造与检修	105
项目 5	柴油机燃料供给系的构造与检修	121
任务 5.1	柴油机燃料供给系概述	121
任务 5.2	柴油机燃料供给系低压油路的构造与检修	130
任务 5.3	柴油机燃料供给系高压油路的构造与检修	136
任务 5.4	调速器的构造与检修	158

项目 6	发动机冷却系的构造与检修	172
任务 6.1	冷却系概述	172
任务 6.2	冷却系的构造与检修	176
项目 7	发动机润滑系的构造与检修	193
任务 7.1	润滑系概述	193
任务 7.2	润滑系的构造与检修	203
	参考文献	218

项目 1

发动机总体构造认识

【情景导入】

一辆汽车进厂修理,客户反映该车发动机存在故障需要进行全面的检测。维修技师接车后首先对该车型的发动机型号、结构、工作方式、运行参数等资料进行登记,并查阅相关维修手册确定具体要求,然后对发动机总成的各方面性能进行逐一的检测。

【学习目标】

- (1) 了解发动机的作用和不同类型。
- (2) 掌握发动机的总体结构和工作原理。
- (3) 理解发动机各种参数指标的含义。
- (4) 能够熟练进行发动机总成就车拆装。
- (5) 能借助网络、文件资料等手段查阅发动机型号、规格、性能资料等信息。
- (6) 养成认真负责、安全文明和团队协作的职业素养。

汽车的动力来源于发动机。发动机就是将燃料燃烧产生的热能转换为机械能的机器。汽车发动机的结构复杂,种类繁多,现应用比较广泛的为汽油机、柴油机和气体燃料发动机。所有的发动机都具有曲柄连杆机构、配气机构、润滑系、冷却系,燃料供给系和起动系等六个部分,汽油机有独特的点火系和电子控制系统。本项目将介绍发动机的不同类型和总体构造、发动机基本术语和工作原理以及发动机的性能指标等知识。

任务 1.1 发动机类型与总体构造

【任务描述】

针对该进厂维修的汽车发动机进行认识,判断其类别、工作方式和各部分构件的安装位置及作用。

【知识准备】

1.1.1 汽车发动机的分类

汽车发动机的种类有很多,按照不同的特征有以下几种分类。

笔记

1. 按活塞运动方式分类

活塞式内燃机可分为往复活塞式(见图 1-1)和旋转活塞式(见图 1-2)两种。

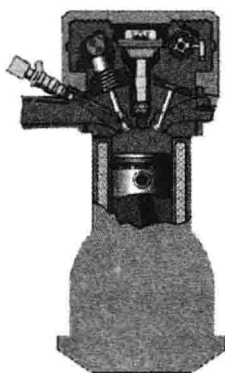


图 1-1 往复活塞式内燃机

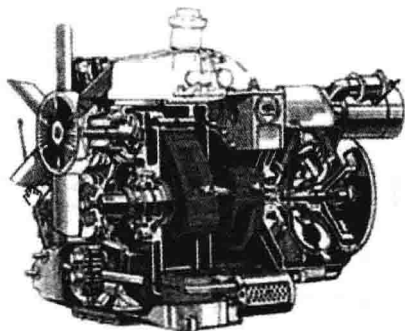


图 1-2 旋转活塞式内燃机

2. 按使用燃料分类

活塞式内燃机主要分为汽油机(见图 1-3)、柴油机(见图 1-4)和气体燃料发动机三类。以汽油和柴油为燃料的活塞式内燃机分别称作汽油机和柴油机。使用天然气、液化石油气和其他气体燃料的活塞式内燃机称为气体燃料发动机。

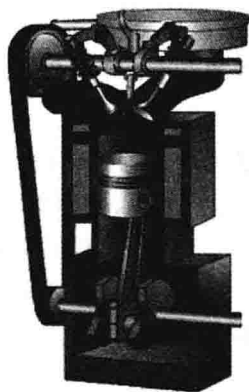


图 1-3 汽油机

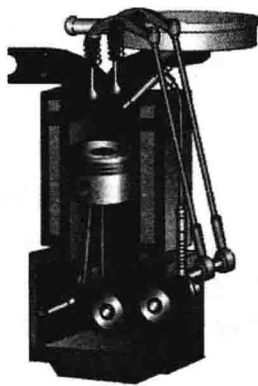


图 1-4 柴油机

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),利用气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. 按工作循环期所需活塞行程数分类

往复活塞式内燃机可分为四冲程和二冲程往复活塞式内燃机。活塞式内燃机每完成一个工作循环,便对外做功一次,不断地完成工作循环,才使热能连续地转变为机械能。在一个工作循环中活塞往复四个行程的内燃机称为四冲程往复活塞式内燃机(见图 1-5),而活塞往复两个行程便完成一个工作循环的则称为二冲程往复活塞式内燃机(见图 1-6)。

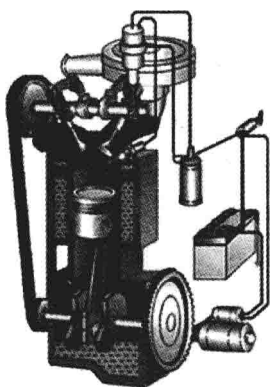


图 1-5 四冲程内燃机

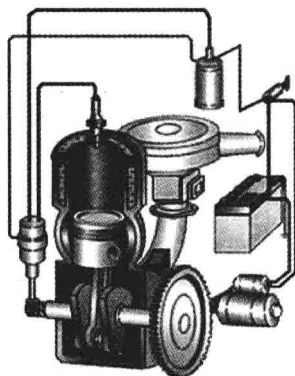


图 1-6 二冲程内燃机

5. 按冷却方式分类

活塞式内燃机分为水冷式和风冷式两种。以水或冷却液为冷却介质的称为水冷式内燃机(见图 1-7),而以空气为冷却介质的则称为风冷式内燃机(见图 1-8)。

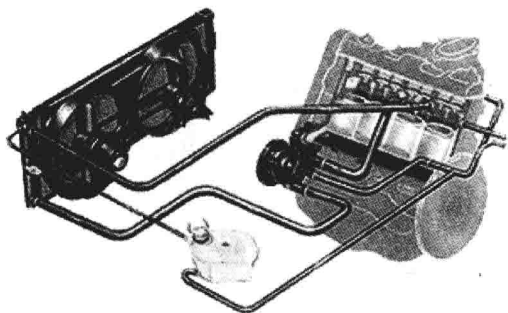


图 1-7 水冷发动机

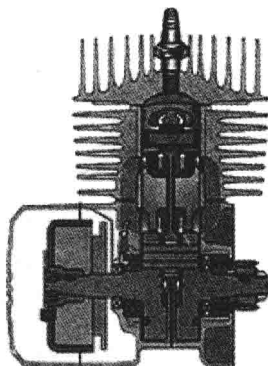


图 1-8 风冷发动机

6. 按照气缸数目分类

发动机可以分为单缸发动机和多缸发动机。仅有一个气缸的发动机称为单缸发动机(见图 1-9);有两个以上气缸的发动机称为多缸发动机(见图 1-10)。如双缸、三缸、四缸、五缸、六缸、八缸、十二缸等都是多缸发动机。现代车用发动机多采用四缸、六缸、八缸发动机。

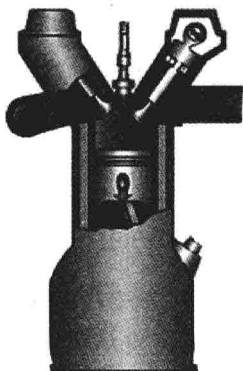


图 1-9 单缸发动机

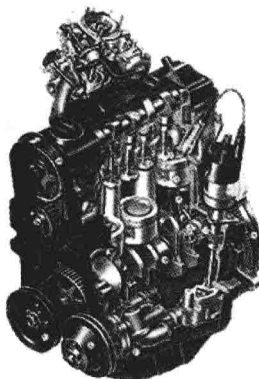


图 1-10 多缸发动机

笔记

7. 按照气缸排列方式分类

多缸发动机按照气缸排列方式可以分为直列式、V型、对置式和W型(见图1-11)。直列式发动机的各个气缸排成一行,一般是垂直布置的;V型发动机把气缸排成两列,两列之间的夹角 $<180^{\circ}$ (一般为 90°)称为V型发动机,若两列之间的夹角 $=180^{\circ}$ 称为对置式发动机;现代发动机采用的W型,是把气缸排成三列,三列之间形成一定的夹角。

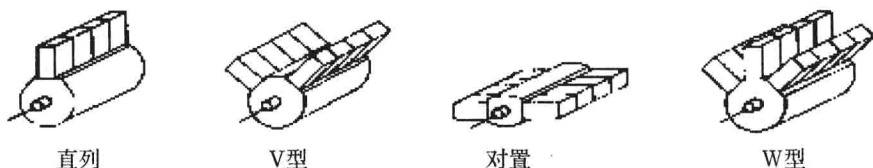


图 1-11 气缸排列方式

8. 按进气状态分类

按进气状态不同,活塞式内燃机还可分为增压和非增压两类。若进气是在接近大气状态下进行的,则为非增压内燃机或自然吸气式内燃机(见图1-12);若利用增压器将进气压力增高,进气密度增大,则为增压内燃机(见图1-13),增压可以提高内燃机功率。

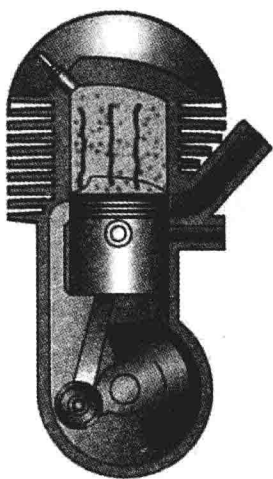


图 1-12 自然吸气式内燃机

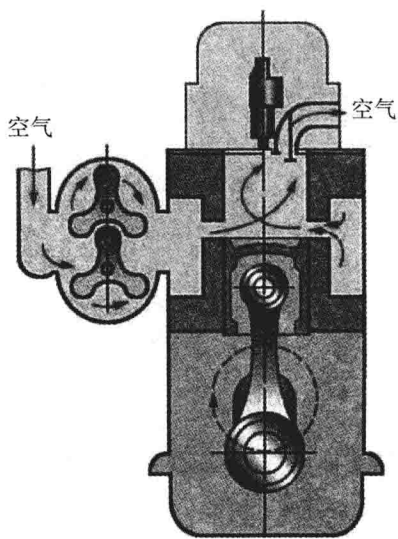


图 1-13 增压内燃机

目前,应用最广、数量最多的汽车发动机为多缸、水冷、四冲程往复活塞式内燃机,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。

1.1.2 发动机的总体构造

发动机是一种由许多机构和系统组成的复杂机器。无论是汽油机,还是柴油机;无论是四行程发动机,还是二行程发动机;无论是单缸发动机,还是多缸发动机,要完成能量转换,实现工作循环,保证长时间连续正常工作,都必须具备以下一些机构和系统,如图1-14所示。

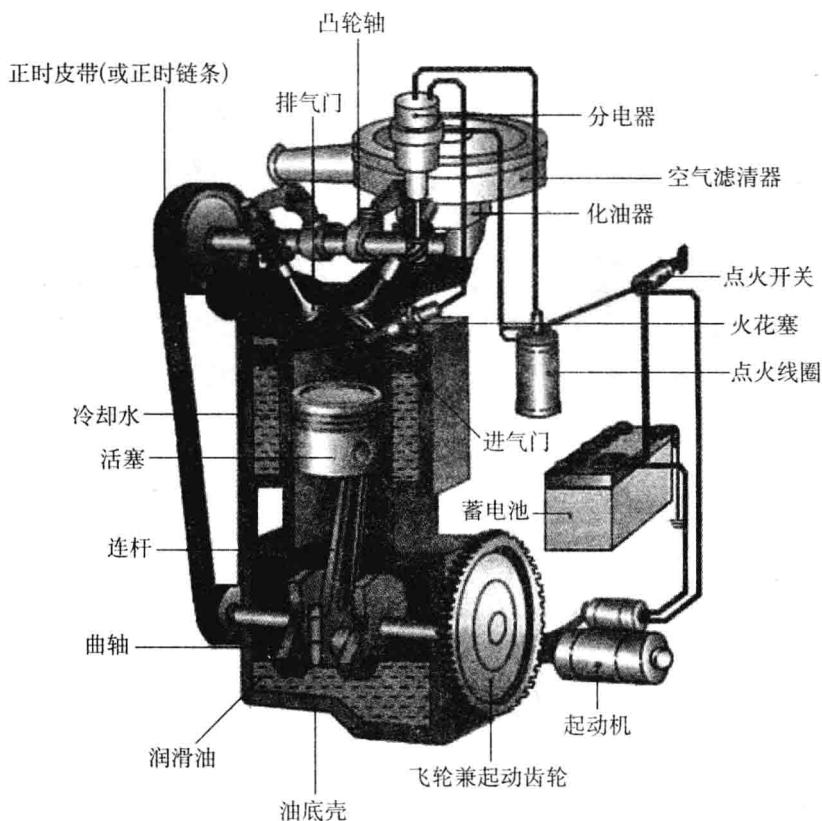


图 1-14 发动机总体构造

汽油机由以下两大机构和五大系统组成,即由曲柄连杆机构、配气机构和燃料供给系、润滑系、冷却系、点火系、起动系组成;柴油机由两大机构和四大系统组成,即由曲柄连杆机构、配气机构和燃料供给系、润滑系、冷却系、起动系组成。

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运动零件,将燃料燃烧时产生的热能转化为推动活塞往复运动的机械能,再通过连杆将活塞的往复运动转变为曲轴的旋转运动,从而对外输出动力。它由机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组等组成,如图 1-15 所示。

2. 配气机构

配气机构的功用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,使可燃混合气或空气进入气缸,并使废气从气缸内排出,实现换气过程。它主要由气门组和气门传动组两部分组成,如图 1-16 所示。

3. 燃料供给系统

汽油机燃料供给系(见图 1-17)的功用是向进气道内或气缸内(缸内直喷)喷入雾化的汽油与空气混合形成可燃混合气,通过电脑控制进入气缸内可燃混合气的数量,并将燃烧后的废气从气缸内排出到大气中去;柴油机燃料供给系(见图 1-18)的功用是把柴油和空气分别供入气缸,在燃烧室内形成混合气并燃烧,最后将燃烧后的废气排出。

笔记

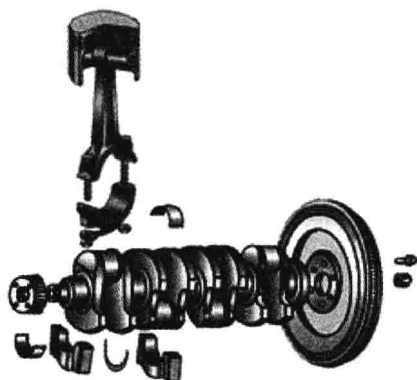


图 1-15 曲柄连杆机构



图 1-16 配气机构

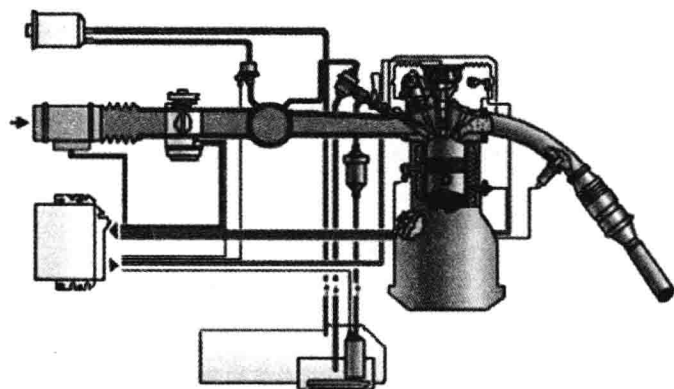


图 1-17 汽油机燃料供给系

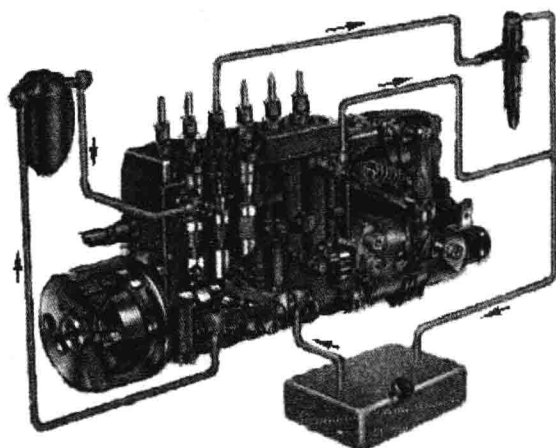


图 1-18 柴油机燃料供给系

4. 冷却系统

冷却系的功用是将受热零件吸收的部分热量及时散发出去,保证发动机在最适宜的温度状态下工作。水冷发动机的冷却系通常由冷却水套、水泵、风扇、水箱、节温器等组成,如图 1-19 所示。

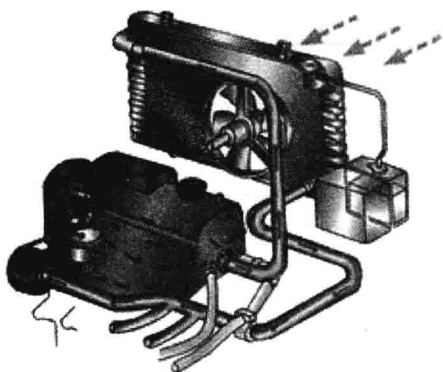


图 1-19 冷却系统

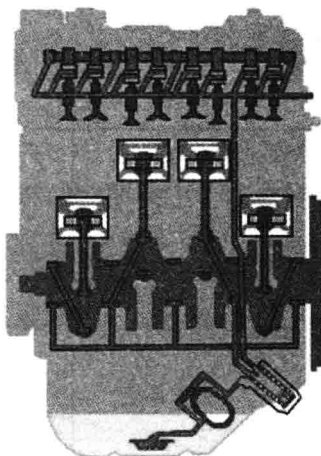


图 1-20 润滑系统

5. 润滑系统

润滑系的功用是向做相对运动的零件表面输送定量的清洁润滑油,以实现液体摩擦,减小摩擦阻力,减轻机件的磨损,并对零件表面进行清洗和冷却。润滑系通常由润滑油道、机油泵、机油滤清器和一些阀门等组成,如图 1-20 所示。

6. 点火系统

在汽油机中,气缸内的可燃混合气是靠电火花点燃的,为此在汽油机的气缸盖上装有火花塞,火花塞头部伸入燃烧室内。能够按时在火花塞电极间产生电火花的全部设备称为点火系,点火系通常由蓄电池、发电机、分电器、点火线圈和火花塞等组成,如图 1-21 所示。

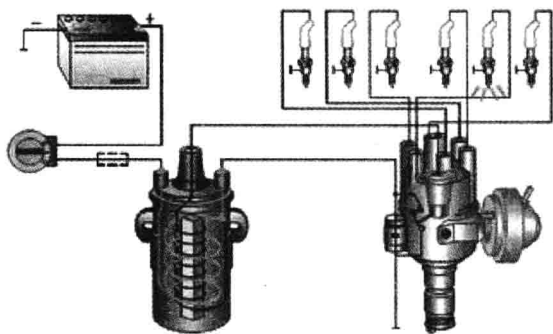


图 1-21 点火系统

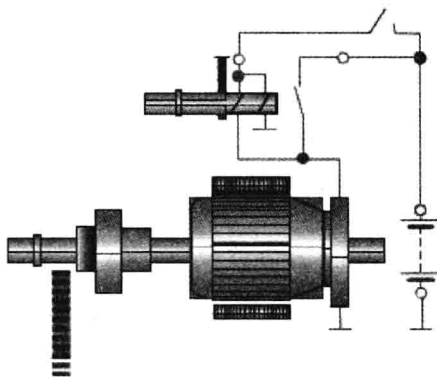


图 1-22 起动系统

7. 起动系统

要使发动机由静止状态过渡到工作状态,必须先用外力转动发动机的曲轴,使活塞做往复运动,气缸内的可燃混合气燃烧膨胀做功,推动活塞向下运动使曲轴旋转。发动机才能自行运转,工作循环才能自动进行。因此,曲轴在外力作用下开始转动到发动机开始自动地怠速运转的全过程,称为发动机的起动。完成起动过程所需的装置,称为发动机的起动系。起动系主要由蓄电池、起动机及附属装置等组成,如图 1-22 所示。

笔记

【任务实施】

发动机总体构造认识

项目	实施内容	文字表述	组成部分
发动机总体构造认识	两大机构		
	五大系统		

任务 1.2 发动机基本术语与工作原理

【任务描述】

针对进厂维修的汽车发动机,查阅相关维修手册,找出对其运行的各种参数的标准,最后与实车进行印证。

【知识准备】

1.2.1 发动机基本术语

1. 工作循环

发动机每一次将热能转化为机械能,都必须经过进气、压缩、做功及排气四个连续的过程来实现,每进行一次这样的过程就叫一个工作循环。

2. 四冲程发动机

曲轴旋转两周,活塞往复四个行程完成一个工作循环的,称为四冲程发动机。

3. 二冲程发动机

曲轴旋转一周,活塞往复两个行程完成一个工作循环。

4. 上止点

活塞顶距离曲轴旋转中心最远的位置,称为上止点(见图 1-23)。

5. 下止点

活塞顶距离曲轴旋转中心最近的位置,称为下止点(见图 1-23)。

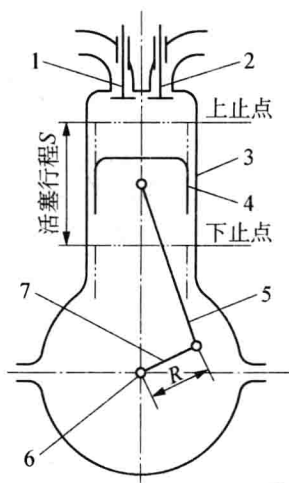


图 1-23 发动机气缸示意图

1—进气门;2—排气门;3—气缸;
4—活塞;5—连杆;6—曲轴中心;
7—曲柄

6. 活塞行程 S

上下止点之间的距离即为活塞行程,用 S 表示(见图 1-23)。

7. 曲柄半径 R

曲轴与连杆大头的连接中心至曲轴的回转中心的距离。显然,对于四冲程发动机来说,曲轴每转一周,活塞移动两个行程,对于气缸中心线通过曲轴回转中心的内燃机,其 $S = 2R$ 。

8. 气缸的工作容积 V_h

活塞从一个止点移到另一个止点所扫过的容积称为气缸工作容积,用 V_h (单位为 L) 表示。

$$V_h = \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 S \times 10^{-6}$$

式中: D 为气缸直径(mm); S 为活塞行程(mm)。

9. 发动机排量 V_L

多缸发动机所有气缸工作容积的总和称为发动机排量,用 V_L 表示。

$$V_L = V_h \cdot i$$

式中: i 为发动机的气缸数。

10. 燃烧室容积 V_c

活塞在气缸内作往复直线运动,当活塞位于上止点时,活塞顶上面的气缸空间为燃烧室容积,用 V_c 表示。

11. 气缸总容积 V_a

活塞位于下止点时,活塞顶上部的全部气缸容积称为气缸总容积,用 V_a 表示。气缸总容积等于气缸工作容积与燃烧室容积之和,即: $V_a = V_c + V_h$ 。

12. 压缩比 ϵ

气缸总容积与燃烧室容积之比称为压缩比,用 ϵ 表示。 $\epsilon = V_a/V_c = 1 + V_h/V_c$ 。 ϵ 表示活塞从下止点移到上止点时,气缸内气体被压缩的程度。压缩比越大,压缩终了时气缸内的气体压力和温度就越高。但是,压缩比过大,汽油机会产生爆燃和表面点火等不正常的燃烧。一般柴油机的压缩比较高($\epsilon = 16 \sim 22$),汽油机的压缩比则较低($\epsilon = 6 \sim 9$,有的轿车 $\epsilon = 9 \sim 11$)。

13. 工况

内燃机在某一时刻的运行状况简称工况,以该时刻内燃机输出的有效功率和曲轴转速表示。曲轴转速即为内燃机转速。

14. 负荷率

内燃机在某一转速下发出的有效功率与相同转速下所能发出的最大有效功率的比值称为负荷率,以百分数表示。负荷率通常简称负荷。

1.2.2 发动机的基本工作原理

往复活塞式内燃机所用的燃料主要是汽油或柴油。由于汽油和柴油具有不同的性质,因而在发动机的工作原理和结构上有差异。