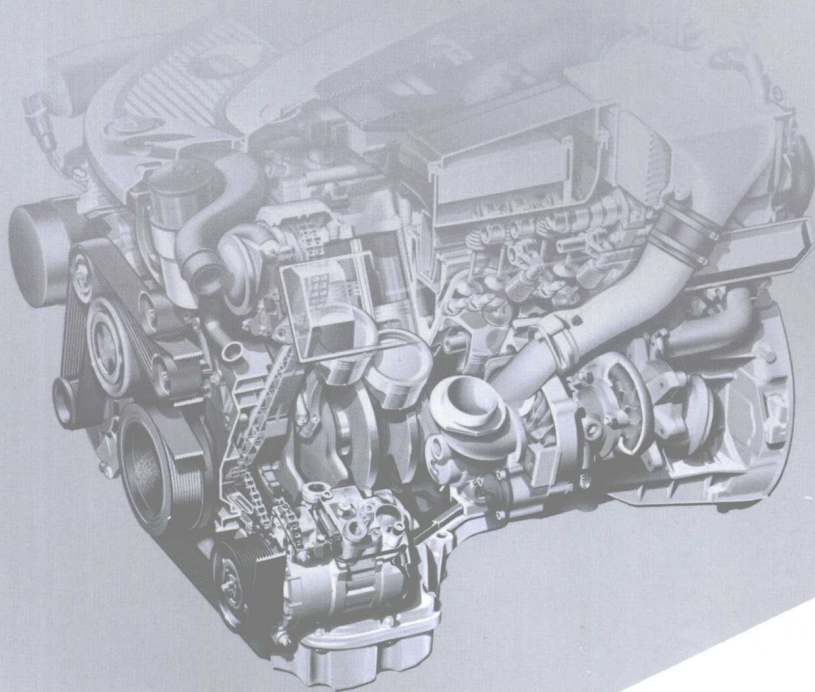


21 世纪高职高专汽车类专业规划教材

汽车发动机构造与维修

崔树平 主编



武汉理工大学出版社
WUTP Wuhan University of Technology Press

21 世纪高职高专汽车类专业规划教材

汽车发动机构造与维修

主 编 崔树平
副主编 郭清华 张亚军
主 审 刘 瑾

武汉理工大学出版社

内容简介

本书围绕现代发动机的维修作业,将各个总成的结构、工作原理、检修、故障诊断和排除等内容融为一体,突出机、电维修技术的紧密结合,注重知识应用和职业技能训练的针对性。书中实例均选用目前国内市场上的主流车型,以求学以致用。本书以汽车发动机各功能系统构成各个单元,各个单元分设为若干个课题和具体工作任务,有利于实施项目教学。

本书既适合高职高专汽车类专业教学使用,也可以作为成人教育或汽车技术人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机构造与维修/崔树平主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2008.8

21世纪高职高专汽车类专业规划教材

ISBN 978-7-5629-2669-6

I. 汽…

II. 崔…

III. ①汽车—发动机—构造—高等学校—教材

②汽车—发动机—车辆修理—高等学校—教材

IV. U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 124103 号

出 版: 武汉理工大学出版社(武汉市洪山区珞狮路 122 号 邮编:430070)

发 行: 武汉理工大学出版社发行部

印 刷: 安陆市鼎鑫印务有限责任公司

开 本: 787×960 1/16

印 张: 22.25

字 数: 456 千字

版 次: 2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 1-3000 册

定 价: 36.00 元

(本书如有印装质量问题,请向承印厂调换)

21 世纪高职高专汽车类专业规划教材

编审委员会

主 任 崔树平 雷绍锋

副主任 胡 勇 刘俊萍 许崇霞 王福忠 袁建新
孙东升 刘永坚

委 员 (按姓氏笔画顺序排列)

方应明 王贵槐 王 浩 牛艳莉 石社轩

吉武俊 刘鸿建 宋作军 张亚军 李津津

娄 洁 姚道如 贾丽冬 梁朝彦

总责任编辑 王兆国

秘书长 徐 扬

Foreword

前言

21 世纪中国迎来了汽车市场跨越式的发展,汽车保有量的快速增加使汽车后市场迅速扩大,技能型人才紧缺推动了职业教育的蓬勃发展。与此同时,为满足环保、节能、安全和舒适性的要求,新技术、新材料和新工艺使现代汽车的结构不断改进与完善,汽车逐渐步入智能化高级控制阶段,汽车发动机教材必须紧跟时代步伐,不断地推陈出新。

为了更好地适应汽车专业领域技能型紧缺人才的市场需求,我们积极地进行了课程教学改革的探索。在几年教学改革实践基础上,我们组织编写了体现职业教育特色的发动机教材:

1. 围绕汽车发动机的维修作业,将各个总成的结构、工作原理、检测维修、故障诊断和排除等内容融为一体,突出机电维修技术的紧密结合,注重知识应用和职业技能训练的针对性。

2. 以发动机各功能系统为单元,将各单元分设若干个课题和工作任务,以便于按项目实施教学。每个课题都列有学习目标和考核要求,各单元中的顾客问题解答、典型故障案例分析旨在提供分析和解决问题的思路。内容中穿插有引导文,用以指导阅读和思考。

3. 书中实例力求选用目前国内市场上的主流车型,以求学以致用,并尽量反映国内外汽车发展的新结构和新技术。

4. 书中尽量采用图表说明问题,文字表述注重深入浅出,通俗易懂。

本书由崔树平任主编,郭清华、张亚军任副主编。参加编写人员及分工情况如下:山西机电职业技术学院崔树平(单元1),宋志平(单元2);河南工程学院马建辉(单元3、6),杨建伟(单元4、5);广西机电职业技术学院黎盛寓(单元7、8);山西机电职业技术学院张亚军(单元9);河南职业技术学院郭清华(单元10);全书由崔树平统稿。广州本田雅特汽车销售服务有限公司刘瑾审阅本书并进行了修改。

本书在编写过程中,参考和引用了一些汽车专著和相关教材,在此谨向有关作者表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不当之处,恳请各位读者批评指正。

编 者

2008 年 3 月

Contents

目 录

单元 1 发动机总体构造与工作原理	1
课题 1.1 发动机的总体构造与分类	1
课题 1.2 四冲程发动机的常用术语与工作原理	8
课题 1.3 国内外发动机型号识别	14
单元 2 发动机维修常用工具和量具	18
课题 2.1 常用工具	18
课题 2.2 常用量具及量表	28
课题 2.3 常用电路检测工具	35
单元 3 曲柄连杆机构	41
课题 3.1 机体组	41
课题 3.2 活塞连杆组	49
课题 3.3 曲轴飞轮组	61
课题 3.4 曲柄连杆机构故障典型案例分析	71
单元 4 配气机构	73
课题 4.1 配气机构的结构	73
课题 4.2 配气机构主要零部件的结构	79
课题 4.3 配气相位	103
课题 4.4 发动机可变气门正时技术	107
课题 4.5 配气机构故障典型案例分析	118
单元 5 汽油机传统燃料供给系	120
课题 5.1 汽油机燃料供给系结构及混合气形成	120
课题 5.2 汽油机燃料供给系的主要零部件	127
课题 5.3 汽油油量指示电路原理	137

课题 5.4 供油系故障典型案例分析·····	141
单元 6 汽油机燃油电子控制系统 ·····	144
课题 6.1 电控汽油喷射系统·····	144
课题 6.2 各类传感器及执行器·····	156
课题 6.3 电控汽油机辅助系统的电子控制·····	185
课题 6.4 电控汽油喷射系统故障典型案例分析·····	194
单元 7 润滑系 ·····	196
课题 7.1 润滑系及润滑剂·····	196
课题 7.2 润滑系的组成及油路·····	202
课题 7.3 润滑系的主要零部件·····	206
课题 7.4 曲轴箱通风系统·····	219
课题 7.5 润滑系报警电路·····	221
课题 7.6 润滑系故障典型案例分析·····	232
单元 8 冷却系 ·····	235
课题 8.1 冷却系的基本常识·····	235
课题 8.2 冷却系的组成及循环路线·····	238
课题 8.3 冷却系的主要零部件·····	243
课题 8.4 冷却风扇电路控制原理·····	251
课题 8.5 冷却系故障典型案例分析·····	254
单元 9 点火系 ·····	257
课题 9.1 传统点火系统的构造·····	257
课题 9.2 电子控制点火系·····	267
课题 9.3 点火波形·····	273
课题 9.4 微机控制点火系·····	279
课题 9.5 点火系故障典型案例分析·····	287
单元 10 柴油机燃料供给系 ·····	290
课题 10.1 柴油机燃料供给系及燃料·····	290
课题 10.2 柴油机燃料供给系低压油路主要部件的结构与检查·····	300
课题 10.3 柴油机燃料供给系高压油路主要部件的结构与检查·····	306
课题 10.4 调速器与喷油提前器的结构与检查·····	323
课题 10.5 燃料供给系故障典型案例分析·····	342
参考文献 ·····	347

单元1 发动机总体构造与工作原理

课题1.1 发动机的总体构造与分类

学习目标	1.掌握发动机的总体构造; 2.熟悉发动机的分类。
考核标准	应知:发动机的总体构造和发动机的分类; 应会:发动机各系统名称和功用。

【顾客问题】我刚买车不久,在驾车和保养过程中经常遇到一些问题,因不懂发动机的有关知识,有时还闹出笑话。我想知道汽车发动机的构造和原理,这对发动机的正确使用和维护保养有帮助。

1.1.1 发动机的基本结构

发动机是一种进行能量转换的动力机器,目前广泛使用的发动机是往复式活塞式内燃机,它将燃料的化学能转换成机械能。图1-1所示为往复式活塞式内燃发动机的基本结构示意图,其工作原理是:燃料与空气混合后进入发动机,在发动机的内部燃烧并产生热能,热能迅速膨胀推动活塞移动,活塞通过连杆推动曲轴转动。这种旋转动力可以驱动汽车行驶,也可以驱动其他机械作功。

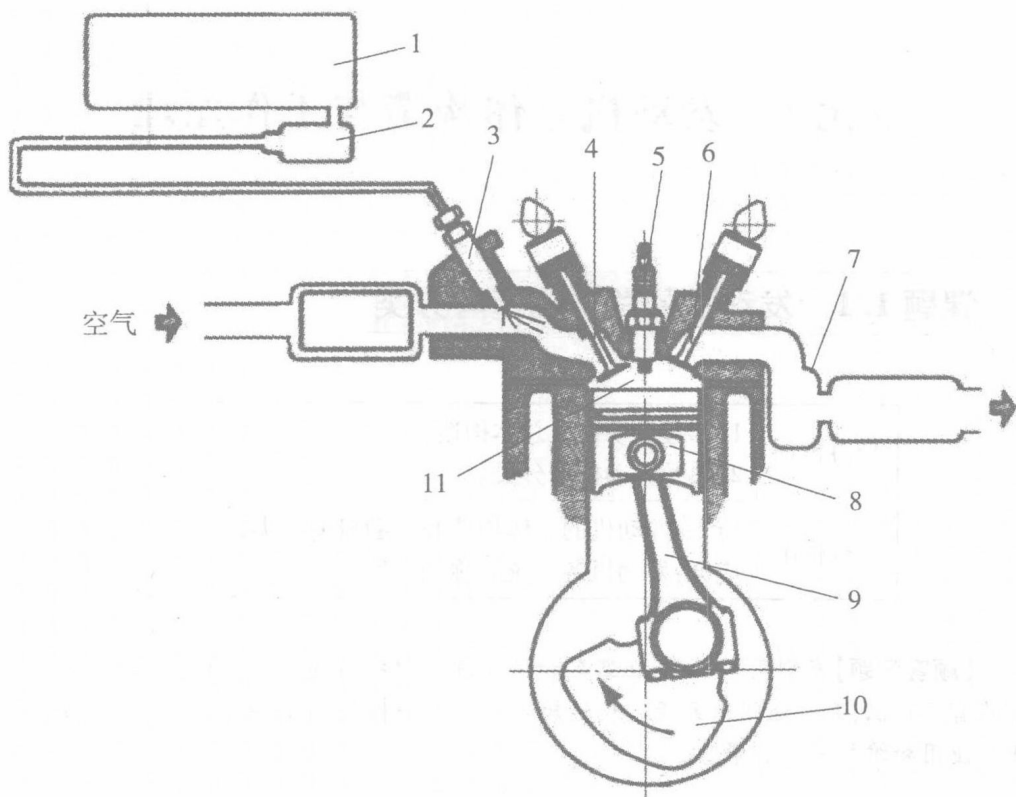


图 1-1 发动机的基本结构示意图

1-燃油;2-燃油泵;3-喷油器;4-进气门;5-火花塞;
6-排气门;7-排气管;8-活塞;9-连杆;10-曲轴;11-燃烧室

1.1.2 发动机的总体构造

一台完整的发动机由许多机构和系统组成,如图 1-2 所示。这些机构和系统保证发动机能够实现能量转换,并长时间连续正常工作。

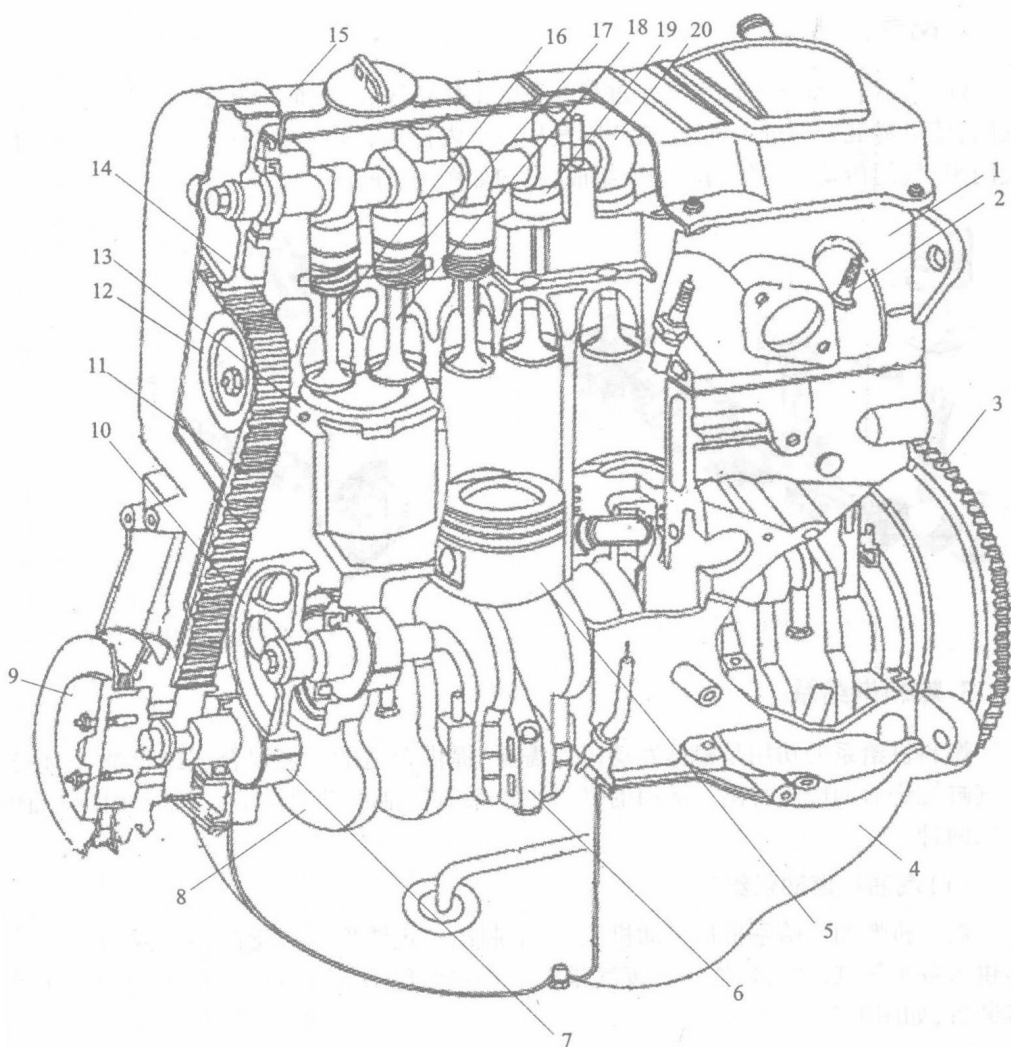


图 1-2 一汽奥迪 100 型轿车发动机结构图

1-气缸盖;2-火花塞;3-飞轮;4-油底壳;5-活塞;6-连杆总成;7-曲轴轴承;8-曲轴;
9-曲轴带轮;10-曲轴正时齿轮;11-正时平带;12-张紧轮;13-气缸体;14-凸轮轴正时齿轮;
15-凸轮轴罩;16-排气门;17-气门弹簧;18-进气门;19-液力挺杆总成;20-凸轮轴

1. 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构是发动机进行能量转换和实现工作循环的主要构件。它由活塞连杆组、曲轴飞轮组和机体组等组成,结构如图 1-3 所示。

2. 配气机构

配气机构是根据发动机工作过程和各缸工作顺序,定时地打开或关闭进气门和排气门,使可燃混合气进入气缸,或使废气从气缸内排出,从而实现换气过程。它通常由气门组、气门传动组和气门驱动组组成,结构如图 1-4 所示。

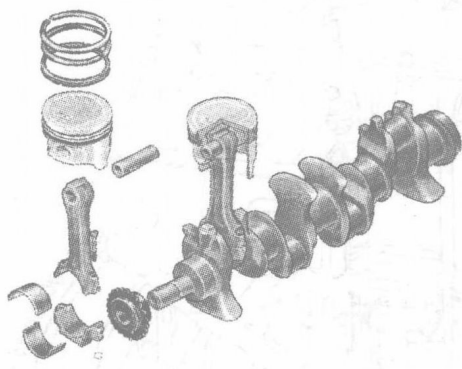


图 1-3 曲柄连杆机构

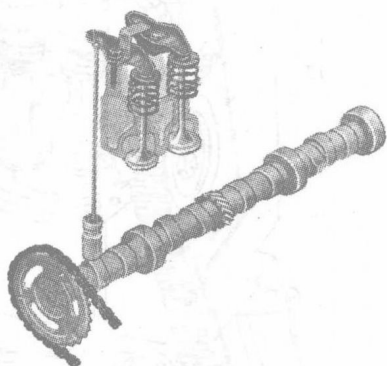


图 1-4 配气机构

3. 燃料供给系

燃料供给系的功用是根据发动机的需要,提供合适的可燃混合气或燃油,并将各个气缸燃烧后的废气排出。常用的燃料供给系有汽油机燃油供给系和柴油机燃油供给系两种。

(1) 汽油机燃油供给系

汽油机燃油供给系根据发动机工况,配制出一定浓度和数量的可燃混合气,均匀地供入各个气缸,并将燃烧后的废气排出。它主要包括供油、进气、混合、排气和控制等装置,如图 1-5 所示。

(2) 柴油机燃油供给系

柴油机燃油供给系则是把空气和柴油分别均匀地供入各个气缸,在燃烧室内形成混合气并进行燃烧,最后将燃烧后的废气排出。

4. 润滑系

发动机中相对运动零件表面之间会产生摩擦、发热和磨损,润滑系的功用就是向这些零件表面之间输送清洁的润滑油,以实现液体摩擦,减小零件之间的摩擦阻力和磨损,并对零件表面进行清洗和冷却。润滑系由润滑油道、机油滤清器、机油泵和一些阀等组成,如图 1-6 所示。

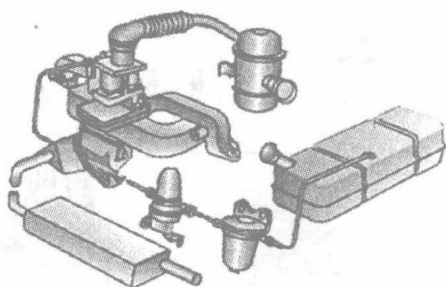


图 1-5 汽油机燃油供给系

5. 冷却系

冷却系的功用是将受热零件的一部分热量及时散发到大气中,保证发动机在适宜的温度下正常工作。水冷发动机的冷却系通常由冷却水道、水套、水泵、水箱、风扇、节温器等组成,如图 1-7 所示。

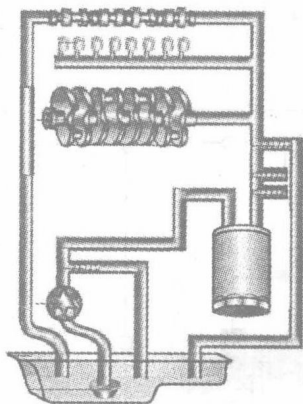


图 1-6 润滑系

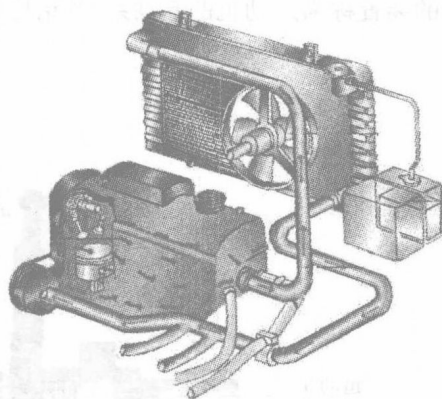


图 1-7 冷却系

6. 点火系

汽油机的气缸盖上装有火花塞,火花塞头部产生的电火花用来点燃燃烧室内的可燃混合气。能够使火花塞电极间定时产生电火花的全部设备称作点火系,它主要由火花塞、分电器、点火线圈、蓄电池、发电机等组成,如图 1-8 所示。

7. 起动系

发动机要由静止状态进入到工作状态,需要先有外力来转动发动机曲轴,带动活

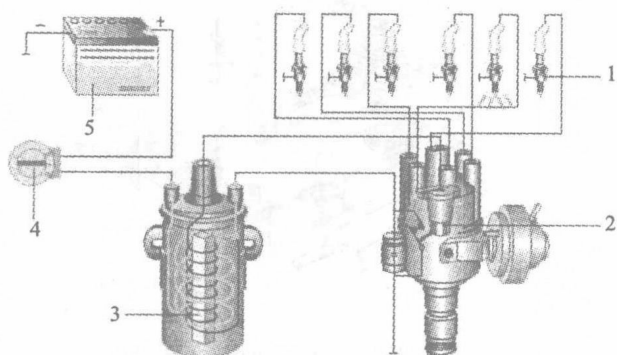


图 1-8 汽油机点火系

1-火花塞;2-分电器;3-点火线圈;4-点火开关;5-蓄电池

塞做往复运动吸入可燃混合气,并使气缸内的可燃混合气燃烧做功,进而推动活塞运动使曲轴旋转,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行怠速运转的过程,称为发动机的起动过程;完成起动过程所需的装置称为发动机的起动系,其结构原理如图 1-9 所示。

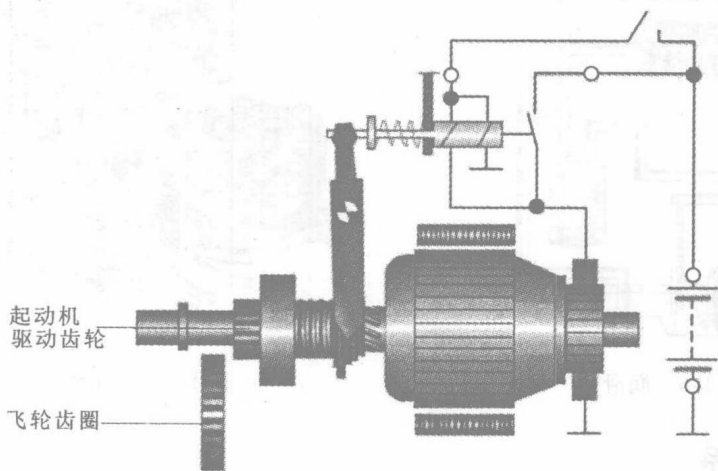


图 1-9 起动系

由上述内容可知,汽油发动机由两大机构和五大系统组成;由于柴油在发动机内是压燃的,不需要点火系,因此柴油发动机由两大机构和四大系统组成。

1.1.3 发动机的分类

发动机有很多种不同的分类方法,下面介绍几种常见的分类方法。

1. 按所用燃料分类

所用燃料为汽油的发动机称作汽油机,所用燃料为柴油的发动机称作柴油机。近几年增加较快的还有气体燃料发动机、醇类燃料发动机和多燃料发动机。

提示:汽油机质量轻、转速高、噪音小;柴油机比汽油机经济性好、排放污染较低;天然气发动机和醇类燃料发动机节约石油资源、排放污染低。

2. 按冷却方式分类

发动机按冷却方式不同分为水冷发动机和风冷发动机。水冷是使用冷却液作媒介对发动机进行冷却的方法;风冷则是利用流动空气对发动机体表面进行散热。相比较而言,水冷冷却均匀、冷却效果好且工作性能稳定可靠,因此汽车上广泛应用水冷发动机。

讨论:为什么风冷发动机汽车在沙漠地区较为多见?

3. 按燃料供给方式分类

按燃料供给方式不同,汽油发动机分为化油器式(喉管吸入式)和电子控制喷射式两种,此外柴油发动机还有直接喷射式。目前汽油机的电子控制喷射系统已取代了传统的化油器,以实现发动机节能和排气净化的要求,可以大大提高发动机的充气效率和功率。

提示:2001年7月起,我国已禁止生产化油器式轿车和5座客车。

4. 按冲程分类

按发动机完成一个工作循环所需冲程数不同可分为四冲程发动机和二冲程发动机,汽车上广泛使用的是四冲程发动机。

提示:本书主要介绍汽车上使用最多的四冲程汽油机和柴油机。

5. 按发动机气缸数分类

按发动机气缸数可分为单缸发动机和多缸发动机,现代汽车多采用四缸、六缸、八缸发动机。

6. 按发动机布置分类

按气缸布置可分为直列式、V形、W形、对置式、斜置式、卧式、星形发动机等。目前,四缸以上的发动机用V形取代直列式是国际发展趋势。

7. 按发动机进气压力状态分类

按发动机进气的状态不同,可将其分为自然吸气(非增压式)发动机和强制进气(增压式)发动机。

课题 1.2 四冲程发动机的常用术语与工作原理

学习目标	1. 掌握发动机的常用术语; 2. 熟练掌握四冲程发动机的工作原理。
考核标准	应知:发动机的常用术语和工作原理。

【顾客问题】有的汽车采用汽油发动机,有的采用柴油发动机,究竟哪种发动机更好?这两种发动机的工作原理相同吗?

1.2.1 发动机的常用术语

为实现燃料产生热能并转换成曲轴的旋转动力,发动机应具有一些最基本的构件。图 1-10 为一个单缸发动机示意图,气缸 3 内装有活塞 4,活塞通过活塞销 8、连杆 5 与曲轴 7 相连。活塞在气缸内作往复运动,从而通过连杆推动曲轴转动。为了吸入新鲜空气,上部设有进气门 1 和排气门 2。

1. 上止点

活塞顶部运动至离曲轴转动中心最远处的极限位置。

2. 下止点

活塞顶部运动至离曲轴转动中心最近处的极限位置。

3. 活塞行程

活塞上、下止点之间的距离,用符号 S 表示,一个活塞行程对应着曲轴转动 180° 。

8. 发动机工作容积

一台发动机各气缸工作容积的总和,称为发动机工作容积,亦称为发动机排量,用符号 V_L (单位:L)表示。若发动机气缸数目为 i ,则

$$V_L = iV_h$$

9. 压缩比

气缸总容积与燃烧室容积比值,即

$$\varepsilon = V_a/V_c = (V_h + V_c)/V_c = 1 + V_h/V_c$$

它表示活塞由下止点移动到上止点时,气缸内气体被压缩的程度。压缩比 ε 越大,则压缩终了时气缸内的压力和温度就越高。目前,一般汽油机的压缩比为 6~10,也有的高达 10 以上;柴油机的压缩比则为 15~22。

例如:一汽奥迪 100 的四缸发动机压缩比为 8.5,而一汽奥迪 100V8 发动机压缩比则为 10.6。

提示:随着技术的不断发展,汽油机的压缩比有逐渐提高的趋势。

1.2.2 四冲程汽油机的工作原理

发动机进行能量转换,每转换一次称为一个工作循环。四冲程汽油机的工作循环由进气、压缩、作功和排气四个行程组成。

1. 进气行程

如图 1-11 所示,曲轴转动带动活塞由上止点向下止点运动,此时排气门关闭而进气门开启。由于活塞下移,气缸内容积逐渐增大,形成一定的真空度,于是燃料与空气形成的可燃混合气经过进气门被吸进气缸;活塞到达下止点时,进气门关闭,进气停止。

进气过程中,燃料供给系、进气管、进气门等处存在进气阻力,进气结束时气缸内压力略低于大气压,为 75~90kPa;由于气缸壁、活塞等高温部件以及上一循环残留高温废气的加热,气体温度为 370~440K。

2. 压缩行程

活塞到达下止点后,进、排气门均关闭,气缸内成为密闭空间;活塞在曲轴的带动下,从下止点向上止点运动,如图 1-12 所示。气缸内的容积逐渐减小,可燃混合气被压缩并进一步均匀混合,活塞到达上止点时压缩结束。