

高等职业教育“十二五”规划教材
21世纪高等职业教育汽车类规划教材

QICHE DIANKONG
FADONGJI JISHU

汽车电控 发动机技术

(上册)

刘 军 苏 健/主 编
陈 礼 全 勇/副主编



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

高等职业教育“十二五”规划教材
21 世纪高等职业教育汽车类规划教材

汽车电控发动机技术(上册)

主 编 刘 军 苏 健
副主编 陈 礼 全 勇

内容提要

本书注重系统性、实用性,涉及内容较深、范围较广,将大量案例分析和理论探讨相结合,注重理论与实际相结合,注重故障的分析,在维修理论上力求有所突破,技能上与岗位要求紧密结合。本书主要介绍了世界汽车的发展史以及我国汽车发展的几个阶段,还有汽车的定义,发动机的工作原理和总体构造,曲柄连杆机构、配气机构、进排气系统、润滑系统、冷却系统、供给系统、启动系统的相关构造、组成和典型故障及故障排除方法,发动机综合维修。

本书可作为汽车维修人员的培训教材,也可供广大汽车维修工自学提高之用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电控发动机技术.上册/刘军,苏健主编. —天津:天津大学出版社,2013. 1

高等职业教育“十二五”规划教材 21 世纪高等职业教育汽车类规划教材

ISBN 978-7-5618-4605-6

I. ①汽… II. ①刘… ②苏… III. ①汽车—电子控制—发动机—高等教育—教材 IV. ①U464

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 021411 号

出版发行 天津大学出版社
出 版 人 杨欢
地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)
电 话 发行部:022-27403647
网 址 publish.tju.edu.cn
印 刷 廊坊市长虹印刷有限公司
经 销 全国各地新华书店
开 本 185mm×260mm
印 张 7.5
字 数 187 千
版 次 2013 年 3 月第 1 版
印 次 2013 年 3 月第 1 次
定 价 22.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

进入 21 世纪,轿车成为我国汽车大家庭的主体,已经快速进入百姓家庭。国内大量新型轿车的问世,国外进口轿车的大量涌入,使车辆故障及其检测变得更加复杂。结合我院(四川科技职业学院)教学实情和国家对高职高专学生的具体要求,本书在简要介绍当代汽车发动机构造、原理的基础上,对汽车发动机控制技术进行介绍。

本书对汽车电控发动机技术中常见疑难故障进行概括、总结和归纳,从中找出故障的规律性,帮助维修人员提高故障诊断的技巧。书中特别对各种传感器及关键电控元件的位置和作用、彼此间的关系、应检测的数据,常见故障的原因、诊断与检测方法等,作了详尽的阐述,使读者能举一反三,学会综合运用各种检测手段,对电喷发动机燃油系统、点火系统、怠速控制系统、控制单元以及各种综合性故障进行快速诊断与检测,以达到在最短的时间内准确诊断故障的目的。

本书注重系统性、实用性,涉及内容较深、范围较广,并将大量案例分析和理论探讨相结合,注重理论与实际相结合,注重故障的分析,在理论上力求有所突破,技能上与岗位要求紧密结合。本书可作为汽车维修人员的培训教材,也可供广大汽车维修工自学提高之用。

本书由刘军、苏健任主编,陈礼、全勇任副主编,杨开毅、赵峰、李红梅、何雪琴参编。书中难免出现疏漏错误或不妥之处,敬请读者批评指正。

编者

2013 年 1 月

目 录

绪论	(1)
0.1 汽车的定义	(1)
0.2 汽车总体构造	(1)
0.3 汽车的类型	(2)
0.4 汽车工业的发展概况	(2)
思考题	(8)
第 1 章 发动机的工作原理和总体构造	(9)
1.1 概述	(9)
1.2 发动机的工作原理	(15)
1.3 发动机的总体构造	(17)
思考题	(17)
第 2 章 曲柄连杆机构	(18)
2.1 概述	(18)
2.2 机体组	(18)
2.3 活塞连杆组	(27)
2.4 曲轴飞轮组	(35)
2.5 主轴承异响的维修	(41)
思考题	(41)
第 3 章 配气机构	(42)
3.1 概述	(42)
3.2 配气相位	(44)
3.3 气门组	(45)
3.4 气门传动组	(50)
3.5 可变配气机构	(55)
思考题	(61)
第 4 章 进排气系统	(62)
4.1 进气装置	(62)
4.2 排气装置	(63)
思考题	(68)
第 5 章 润滑系统	(69)
5.1 概述	(69)
5.2 润滑系统的组成及工作过程	(69)
思考题	(78)

第 6 章 冷却系统	(79)
6.1 概述	(79)
6.2 冷却液与水泵	(79)
6.3 节温器与散热器	(82)
6.4 冷却风扇	(84)
6.5 冷却系统常见故障	(86)
思考题	(87)
第 7 章 供给系统	(88)
7.1 汽车燃料简介	(88)
7.2 燃油输送系统	(89)
7.3 汽油燃烧与空燃比	(90)
思考题	(92)
第 8 章 启动系统	(93)
8.1 概述	(93)
8.2 不同形式的启动机	(94)
8.3 启动系统的检修	(96)
思考题	(98)
第 9 章 发动机综合维修	(99)
9.1 发动机总装与总检	(99)
9.2 发动机常见故障的分析与排除	(106)

绪 论

0.1 汽车的定义

什么是汽车？按照我国的定义是：有自主的动力，有四个或四个以上的轮胎，车头与车厢连为一体，在陆地上行驶的车辆称为汽车。

0.2 汽车总体构造

汽车通常由发动机、底盘、车身、电气设备等部分组成。典型轿车总体构造如图 0-1 所示。



图 0-1 典型轿车总体构造

发动机的功用是使进入汽缸的燃料燃烧而发出动力。发动机一般由曲柄连杆机构、配气机构、启动系统、点火系统(汽油机采用)、润滑系统、冷却系统、燃料供给系统和电子控制系统等组成。

底盘主要由下列部分组成。

- (1) 传动系统：将发动机的动力传给驱动车轮。
- (2) 行驶系统：使汽车各总成及部件安装在适当的位置，对全车起支撑作用和对路面起附着作用，缓和道路的冲击和震动。
- (3) 转向系统：使汽车按照驾驶员选定的方向行驶。
- (4) 制动系统：使汽车减速或停车，并保证汽车可靠地停驻。

电气设备包括电源组、发动机启动系统和点火系统、汽车照明和信号装置、仪表、导航系统、电视、音响、车载电话等电子设备。

0.3 汽车的类型

汽车分为乘用车和商用车两大类,通常所说的轿车归为乘用车,客车和载货汽车归为商用车。

乘用车是指在其设计和技术上主要用于载运乘客及其随身行李的汽车,包括驾驶员座位最多不超过9个座位。

0.4 汽车工业的发展概况

0.4.1 世界汽车发展历史

1886年,德国工程师卡尔·本茨设计制造了第一辆单缸以汽油为燃料的三轮汽车(图0-2),并在1886年1月29日申请专利,人们将这一天定为世界汽车诞生日。同年德国人哥德利普·戴姆勒设计制造出第一辆使用汽油的四轮汽车。由此他们二人被誉为“汽车之父”。

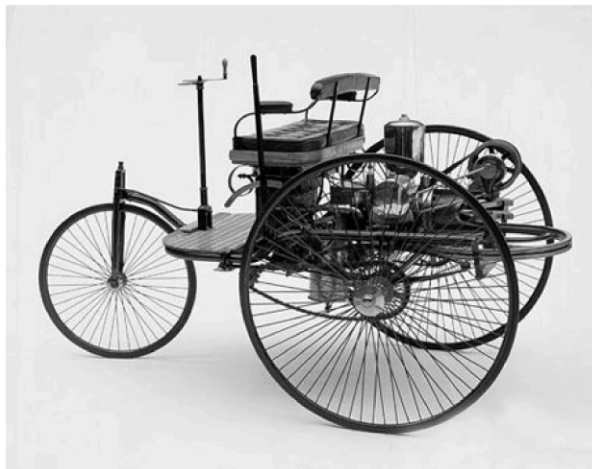


图0-2 第一辆单缸以汽油为燃料的三轮汽车

德国工程师狄赛尔在1892年获得了柴油发动机发明专利,并于1897年制成了实用的四冲程柴油发动机,后来人们把柴油机命名为“狄赛尔发动机”。

美国人亨利·福特于1903年创立了福特汽车公司。福特汽车公司推出了著名的“T”型汽车。在1908—1927年的20年间,“T”型汽车共生产1500万辆,使世界汽车出现了第一个黄金时代,亨利·福特因此被誉为“汽车大王”。

1930年,德国人波尔舍设计了“甲壳虫”型汽车,如图0-3所示。



图 0-3 “甲壳虫”型汽车

现代汽车技术的发展方向如下:

- (1) 安全可靠,应用防抱死系统(ABS)、驱动防滑系统(ASR)、电控稳定程序(ESP)、电子巡航系统(CCS)、安全带、安全气囊(SRS)等;
- (2) 无分电器点火(DLI)、废气再循环(EGR)、电控燃油喷射系统(EFI)、气门升降(VVT-i)等;
- (3) 节约能源;
- (4) 整车轻量化;
- (5) 降低轮胎的滚动阻力;
- (6) 降低空气阻力;
- (7) 变速器多挡化;
- (8) 代用燃料;
- (9) 电动化。

0.4.2 我国汽车发展历史

中国土地上领到第一号汽车行驶牌证的汽车是 1903 年输入的美国产“奥斯莫比尔牌汽车(Oldsmobile)”(图 0-4),其所有者为上海富商。现存于北京的最早的小客车是 1908 年袁世凯献给慈禧太后的,车轮是木制的,外面包着实心橡胶轮胎,采用转向盘、转向带和梯形结构控制行驶方向,照明用煤油灯,喇叭是手按的。

中国对制造汽车的尝试始于奉系军阀张学良支持下,于 1928 年聘请美国技师指导,在沈阳北大营军工厂成功仿造的美国万国牌载重汽车,1 年中装出 10 辆。

1936 年中国政府曾有计划与德国奔驰公司合作,成立官办“中国汽车制造公司”,拟先组装汽车、后制造汽车。翌年,抗日战争爆发,此议遂搁置下来。直到 1949 年国民党离开大陆,中国仍只有汽车使用和修理业。

新中国成立后,中国汽车产业才得以建立和发展。中国汽车产业的发展过程可以分成三个阶段:创建阶段、独立自主发展阶段和对外开放阶段。

1. 创建阶段

1953—1958 年是中国汽车产业的创建阶段,长春第一汽车制造厂的建成是这一阶段的



图 0-4 奥斯莫比尔牌汽车

标志。这一阶段的特点为建设工作是在苏联的全面援助下进行的,产品由苏联引进,工艺流程由苏联设计,主要设备由苏联提供,连厂房设计也是由苏联方面承担的。长春第一汽车制造厂的设计能力为年生产汽车 3 万辆,产品是载重 4 t 的载货汽车和相应的越野车。长春第一汽车制造厂于 1953 年奠基,1956 年从流水装配线上开出第一台“解放牌”汽车(图 0-5),1958 年生产汽车 16 000 辆。



图 0-5 新中国第一辆 CA10 型载货汽车

2. 独立自主发展阶段

1958—1984 年是中国汽车产业的第二阶段。1958 年左右,中苏关系恶化。中国汽车产业与其他经济部门一起进入自力更生的时期。在初步形成了自己的基础工业之后,我国各地纷纷仿造和试制了多款汽车,逐渐形成了几个较有规模的汽车制造厂。除长春第一汽车制造厂外,较大规模的还有南京汽车制造厂、北京汽车制造厂等。1958 年,北京汽车制造厂研制了中国人的第一辆轿车,起名“井冈山牌”,开进了中南海,如图 0-6 所示。从此,中国汽车产业进入了一个新的发展阶段——独立自主、自力更生的发展阶段。这一阶段标志性的成果是第二汽车制造厂的建设。

20 世纪 60 年代,我国又陆续生产了上海牌轿车(图 0-7)、跃进汽车(图 0-8)、红旗轿车



图 0-6 井冈山牌汽车

(图 0-9) 等。



图 0-7 上海牌轿车

1964 年国家开始筹建第二汽车制造厂,从当时的政治、军事和经济建设观点出发,选择湖北省西北部山区(现今十堰市)建厂。全国相关行业大协作,1966 年开始动工,几十个工厂散布在 80 km 的山沟里。1978 年开始批量投产,主要产品是中国人自己开发的载重 5 t 的东风牌载货汽车,如图 0-10 所示。20 世纪 80 年代中期达到年产中型载货汽车 10 万辆以上的规模,成为国内生产规模最大的企业,并且产品深受用户欢迎。第二汽车制造厂的工厂



图 0-8 跃进汽车



图 0-9 红旗轿车

设计和工艺设计都是中国人自己完成的,98%的生产设备是国产设备。在当时条件十分困难的中国,第二汽车制造厂的建成可以说是一个奇迹。

3. 对外开放阶段

20 世纪 80 年代中期,中国发生了一次激烈的争论,主题是要不要发展轿车消费和轿车生产。争论的结果是中国需要发展轿车,中央决定建立现代轿车工业,这是我国汽车产业发展中的一项重要决定。

这一阶段有以下特点:把轿车工业作为发展的重点;引进外资,建立合资企业;引进国外产品、工艺和管理方法,实行高起点、大批量的起步方针,很快形成一定规模;企业初步做到按市场机制运行。

20 世纪 80 年代中期开始的改变使中国汽车产业初步实现与世界产业的接轨。20 世纪



图 0-10 东风牌载货汽车

90 年代,中国社会经济制度发生了从中央统一计划经济向社会主义市场经济的重大转变,并且开始融入国际经济大循环,加入世界贸易组织(WTO)的谈判取得成功。中国的汽车产业也逐渐走上国际化大循环的道路。

自 1994 年《汽车工业产业政策》发布并执行以来,中国汽车工业有了长足发展,企业生产规模、汽车产销量、产品品种、技术水平、市场集中度均有显著进步。

进入 21 世纪,国内外环境发生了深刻变化,中国汽车工业既有良好的发展机遇,又面临着严峻挑战,同时一些深层次的矛盾和问题也逐渐暴露出来。要促进汽车工业的健康发展,需要有一个具有创新性、前瞻性、科学性,并具有指导意义的产业政策。国家发展和改革委员会于 2004 年 6 月 1 日正式颁布实施《汽车产业发展政策》。

与 1994 年《汽车工业产业政策》相比,新颁布的《汽车产业发展政策》具有七个方面的特点:

- (1) 取消了与世贸组织规则和我加入世贸组织所做承诺不一致的内容;
- (2) 大幅度减少行政审批,依靠法规和技术标准,引导产业健康发展;
- (3) 提出了品牌战略,鼓励开发具有自主知识产权的产品,为汽车工业自主发展明确政策导向;
- (4) 引导现有汽车生产企业兼并、重组,促进国内汽车企业集团做大做强;
- (5) 要求汽车生产企业重视建立品牌销售和服务体系,消除消费者的后顾之忧;

(6) 引导和鼓励发展节能环保型汽车和新型燃料汽车;

(7) 对创造更好的消费环境提出了指导性意见。

其具体目标是使我国汽车产业在 2010 年前发展成为国民经济的支柱产业。

1992 年我国汽车年总产量突破 100 万辆,到 2000 年汽车年总产量达到 200 万辆,此间增长 100 万辆用了 8 年。进入 21 世纪,我国汽车年总产量迅猛增加,2002 年突破 300 万辆,2003 年突破 400 万辆,2004 年突破 500 万辆。短短的几年,100 万辆的增长幅度缩短到 1 年。从 1984 年到 2005 年,我国汽车年总产量由 31.6 万辆提高到 570 万辆,21 年内增长 17 倍,其中乘用车由 0.6 万辆提高到 393 万辆,21 年内增长 654 倍。中国逐步成为世界汽车生产大国。

在总体发展目标上,我国要在 20 年左右的时间里成为世界上最大的汽车生产国,同时努力成为汽车技术强国之一。

思 考 题

(1) 我国第一辆汽车是哪一年生产的?

(2) 汽车由哪几部分组成?

(3) 历史上谁被誉为“汽车之父”?

第 1 章 发动机的工作原理和总体构造

1.1 概 述

发动机分为内燃机和外燃机两种,汽车发动机为内燃机。

1.1.1 汽车发动机的类型

(1) 按活塞运动方式的不同,汽车发动机分为往复式活塞式发动机和旋转活塞式发动机,如图 1-1 所示。

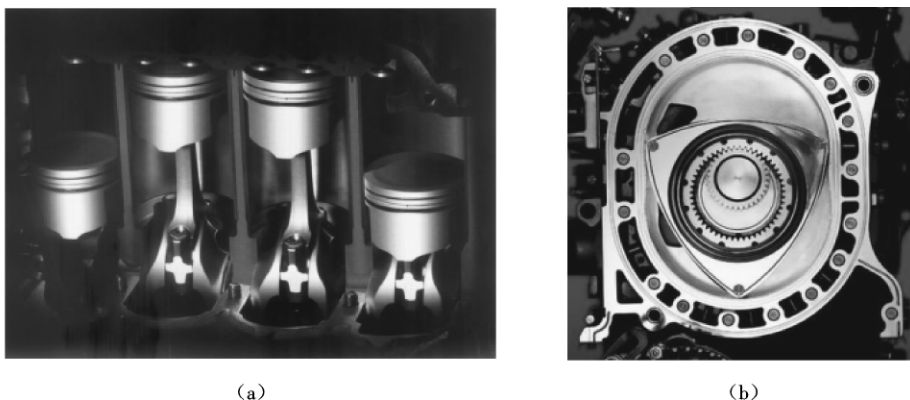


图 1-1 往复式活塞式发动机和旋转活塞式发动机

(a) 往复式活塞式发动机; (b) 旋转活塞式发动机

(2) 按发动机冷却方式的不同,汽车发动机还可分为水冷式发动机和风冷式发动机,如图 1-2 所示。

(3) 按发动机工作行程的不同,汽车发动机又可分为四行程发动机和二行程发动机,如图 1-3 所示。

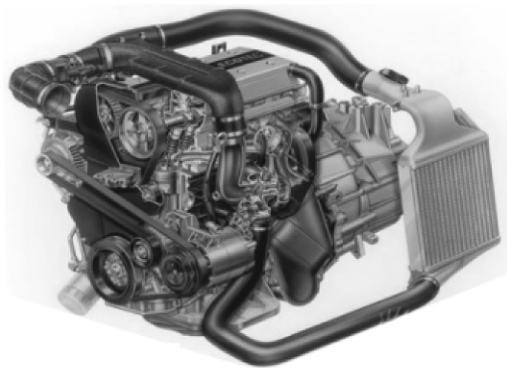
(4) 按发动机汽缸体汽缸数目的不同,汽车发动机又可分为单缸、双缸及多缸发动机。如图 1-4 所示,分别列举了直列四缸、五缸、六缸、V 型八缸以及 W 型十二缸等多缸发动机。

(5) 按发动机汽缸的布置方式不同,汽车发动机有如图 1-5 所示的五种常见形式,分别是直列、斜置、对置、V 型和 W 型。

(6) 按照供油方式的不同,汽油发动机还可分为化油器式发动机与电喷式发动机,如图 1-6 所示。

1.1.2 发动机的基本构造

发动机活塞运动的空间称做汽缸,汽缸表面为圆柱形。构成汽缸的零件叫汽缸体,支撑曲轴的零件叫曲轴箱,汽缸体与曲轴箱统称为机体。



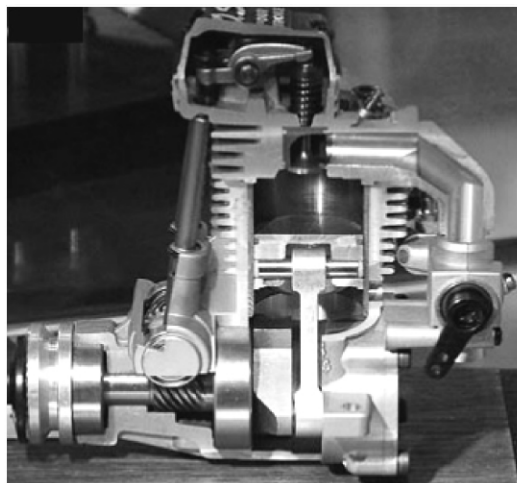
(a)



(b)

图 1-2 水冷式发动机和风冷式发动机

(a) 水冷式发动机; (b) 风冷式发动机



(a)



(b)

图 1-3 四行程发动机和二行程发动机

(a) 四行程发动机; (b) 二行程发动机

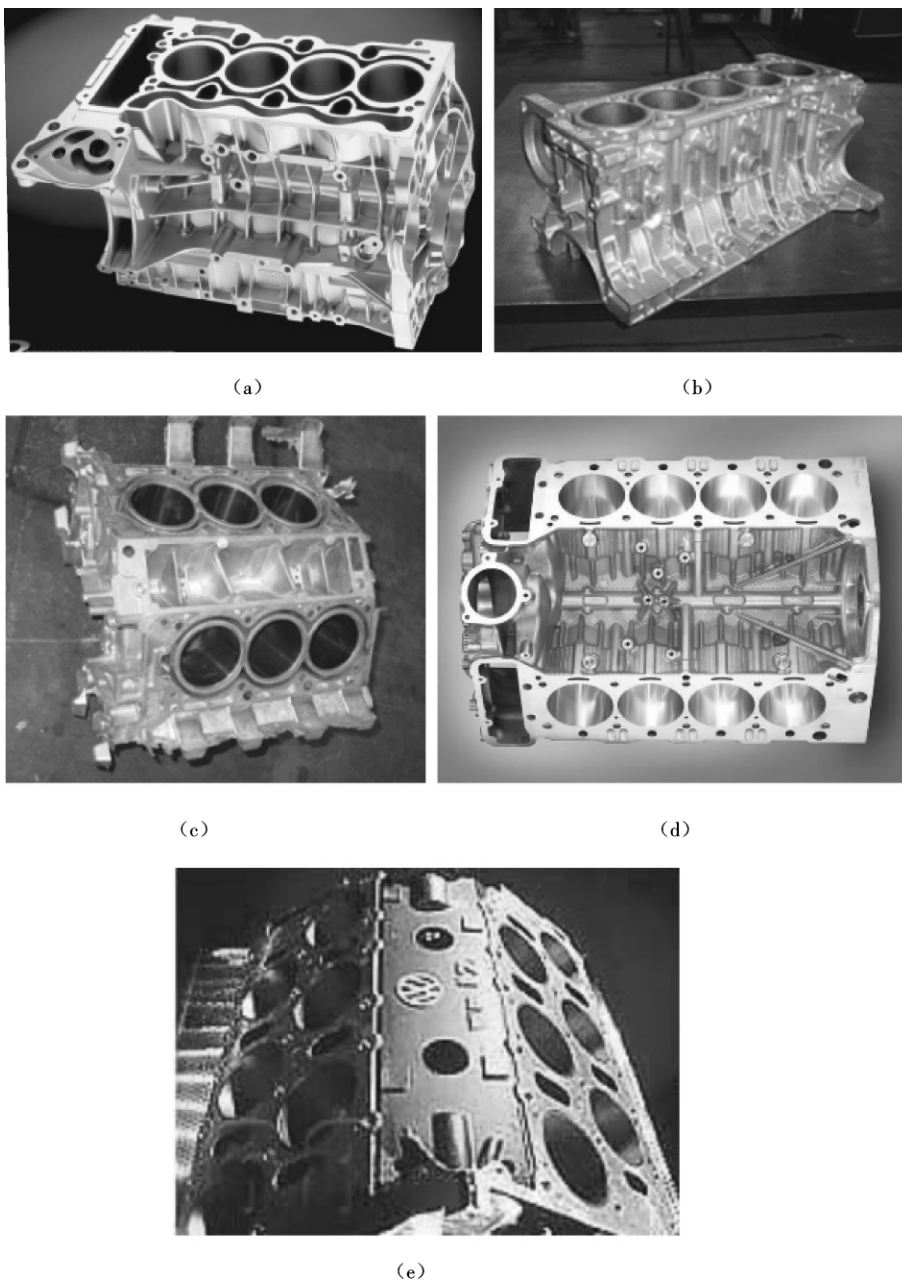


图 1-4 直列四缸、五缸、六缸、V 型八缸以及 W 型十二缸发动机

(a) 四缸; (b) 五缸; (c) 六缸; (d) 八缸; (e) 十二缸