

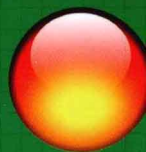
汽车专业技能型教育一体化教材

丛书主编 夏长明

汽车发动机构造 与维修



陈锐荣 编



QICHE FADONGJI
GOUZAO YU WEIXIU



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



汽车专业技能型教育一体化教材

汽车发动机构造与维修

丛书主编 夏长明

丛书副主编 涂潭生 肖楠榕 李锡威 何南昌
陈锐荣 编



机械工业出版社

本书共分六大项目,分别介绍了发动机总体构造、曲柄连杆机构、配气机构、燃料供给系统、冷却系统、润滑系统等的构造认知、检修规程、故障诊断以及案例分析等内容。每个项目都有明确的知识任务、技能任务和能力任务,特别注重理论与实践的紧密结合,内容具有极强的针对性和实用性,旨在切实培养和提高学生的技术应用能力。同时,本书配备了大量的图示说明,使学生按图索骥,更容易理解知识点,完成相应的学习任务。

本书以“认知+技能+能力+实战”的理实一体化教学规律进行编排,内容系统、连贯、完整,具有较强的实用性。

本书主要作为中高级技工类及中高级职业类学校汽车类专业教材,也可供汽车维修从业人员、汽车驾驶人员以及汽车运行管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机构造与维修/陈锐荣编. —北京:机械工业出版社, 2011. 1

汽车专业技能型教育一体化教材/夏长明丛书主编
ISBN 978-7-111-33096-7

I. ①汽… II. ①陈… 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 数据核子(2011)第009110号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:徐 巍 责任编辑:刘 焯

责任校对:申春香 封面设计:路恩中

责任印制:乔 宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2011 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·17.5 印张·432 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-33096-7

定价:38.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

汽车专业技能型教育一体化教材编委会

- 主 任** 谢丽君(广东金桥技工学校校长,博士)
- 副 主 任** 余定安(广东金桥技工学校常务副校长,高级讲师)
李旭东(广东金桥技工学校教务处处长,高级工程师)
- 丛 书 主 编** 夏长明(广东金桥技工学校汽车工程系主任/职业技能鉴定站站长,高级技师/讲师)
- 丛书副主编** 涂潭生(广东金桥技工学校汽修教研室主任,汽车维修高级技师)
肖楠榕(“博学善教,严师益友”优秀教师,广东金桥技工学校汽车维修讲师)
李锡威(广州增城职业技术学校汽车电子维修部部长,高级技师/讲师)
何南昌(广东商学院华商学院机电工程系主任,高级技师/副教授)

广东金桥技工学校简介

广东金桥技工学校是在广州金桥管理干部学院、广州海员学校基础上发展起来的,是隶属于广东省人力资源和社会保障厅的重点技工学校。

学校位于广州市天河区,紧邻奥林匹克体育中心,交通便利,空气清新,环境优美。学校占地面积近百亩,建筑面积约 60000 平方米,是一间具有十几年大专办学经验的综合性职业教育院校。学校设有经济贸易系、机电工程系、汽车工程系、计算机系、外语系、艺术设计系 6 个教学系,拥有各类学生 4000 多人,教职员工 300 多人。

学校以“学用结合,能者为先,做人第一”为教育宗旨,努力锻造学生能力,塑造学生人格。学校的发展引起中国十大教育服务品牌之一的安博教育集团的高度关注。安博教育集团正着力对学校进行全面升级管理,广东金桥技工学校将成为安博教育集团在华南地区重要的职业教育基地。



广东金桥技工学校校长谢丽君博士

序

汽车作为人类历史文明发展的标志,从1886年发明至今,已有100多年的历史。近几年,我国的汽车产销量迅速增长,全国汽车拥有量大幅度上升。世界知名汽车企业的大量涌入,国内汽车企业的迅速发展,合资厂家的不断增加,大大促进了国内汽车技术的进步。汽车保有量的急剧增加,汽车技术的不断更新,使得汽车运用与维修行业的车源、车种、服务对象以及维修作业方式等都已发生了新的变化,使得技能型、应用型的实用人才非常紧缺。为了尽快培养能用、实用、好用的技术人才,我校根据多年来实施“理论-实践一体化教学”的经验,在机械工业出版社汽车分社领导和专家的指导下,组织了多名具有丰富的教学和实践经验的老师编写这套教材来满足教学的需要,并加以全国推广。

本套教材包括《汽车发动机构造与维修》、《汽车底盘构造与维修》、《汽车电器构造与维修》、《汽车车身构造与维修》、《汽车发动机电控系统原理与维修》、《汽车自动变速器原理与维修》、《汽车安全舒适系统原理与维修》、《汽车故障诊断技术》、《汽车营销》及《汽车维修》共十种。

本套教材在编写过程中,力求体现以下特色:

1. 以实际工作任务为驱动,突出以实物、实图、实例、易教易学的一体化教学内容来编写,并在教材的结构内容上彰显:

(1) 结构原理(即认知部分)——以实物、原理图加标注为主,辅以简单必要的文字说明,旨在提高学生对汽车专业知识理解、概括、运用等能力。

(2) 拆检(即技能训练部分)——以原理图和实物为主,加上操作要领、注解、技术要求、注意事项及相关知识链接,旨在提高学生的实际动手能力。

(3) 故障排除(即能力提高部分)——以诊断流程图为主线,突出故障现象及导致故障的原因,使学生能够按图索骥,能够迅速掌握汽车常见故障的诊断排除要领,以提高学生将基本知识和实操技能进行有机结合、综合运用从而转化为解决生产实践中实际问题的能力。

(4) 典型案例分析(即实战演练部分)——以汽车售后服务行业一线技术服务人员在工作实践中总结的成功经验所形成的技术论文为典型案例,配以知名专家的点评,来提高学生的学习兴趣 and 实际应变能力,为学生后期的顶岗实习及进入企业打下坚实基础。

2. 以就业为导向,面向实际,贯彻“一体化教学”特点,全程设计,整体优化。

3. 借鉴国内外职业教育经验,融传统式教学、模块式教学、情境化教学、项目式教学、案例式教学等为一体,顺应现代职业教育制度改革。

4. 面向技工教育,难易适度,图文并茂,深入浅出,通俗易懂。

5. 教材中各知识单元与技能模块力求做到“一体化”,且尽可能以汽车案例展开讲解,来激发学生学习兴趣,以期提高教学质量。

6. 加强针对性和实用性,力求实现理论与实践、教与学、学与用的完美结合。

由于编者水平所限,书中难免出现差错,希望读者在使用过程中及时批评指正。

汽车专业技能型教育一体化教材编委会

前 言

本教材针对汽车职业教育的特点和规律，紧紧围绕高素质技能型人才的培养目标，引导学生主动地获取知识、应用知识、解决问题，让学生不仅仅依靠老师，而更多的是通过自主学习，综合运用知识或探究未知，达到知识扩展的目的。学生通过对项目的研究活动，养成一种积极的、主动的、合作的学习态度，弥补课堂教学上的不足。

一体化教学能够锻炼学生的语言沟通能力和专业表达能力，对学生形成良好的仪容仪表有一定的促进作用，加快学生综合素质的提高。

本教材结构合理、层次清晰，将发动机结构原理与发动机检修知识进行有机结合，并将发动机常见的故障与典型案例进行有效分析，注重实用性。

全书共分六大项目，分别介绍了发动机总体构造、曲柄连杆机构构造与检修、配气机构构造与检修、发动机供给系统构造与检修、发动机冷却系统构造与检修、发动机润滑系统构造与检修等内容。每个项目都有明确的知识任务、技能任务和能力任务，特别注重理论与实践的紧密结合，内容具有极强的针对性和实用性，旨在切实培养和提高学生的技术应用能力。同时，本书配备了大量的图示说明，使学生按图索骥，更容易理解知识点，完成相应的学习任务。

本书以“认知+技能+能力+实战”的理实一体化教学规律进行编排，内容系统、连贯、完整，具有较强的实用性。主要作为中高级技工类及中高级职业类学校汽车类专业教材，也可供汽车维修从业人员、汽车驾驶人员以及汽车运行管理人员参考。

本书编写过程中，得到夏长明等许多专家和同行的热情支持，并参考和借鉴了许多国内公开出版和发表的文献以及网站，在此一并致谢！

由于编者水平有限，书中难免有纰漏甚至错误之处，敬请广大读者给予批评指正！

编 者

目 录

序

前言

项目一 发动机总体构造	1
任务1 发动机的基本知识	2
一、发动机的定义	2
二、发动机的分类	4
三、发动机常用基本术语	12
任务2 内燃机的编号	18
一、内燃机编号规则	18
二、国外内燃机的编号方式	20
任务3 发动机基本结构与工作原理	20
一、发动机的基本构造	20
二、发动机的工作原理	26
本项目小结	32
练习与思考	32
项目二 曲柄连杆机构构造与检修	34
任务1 曲柄连杆机构基本知识	35
一、曲柄连杆机构的作用	35
二、曲柄连杆机构的组成	35
三、曲柄连杆机构的受力分析	36
任务2 机体组的构造与检修	37
一、机体组基本结构组成及工作原理	37
二、机体组的拆检规程及技术要求	43
三、机体组常见故障的诊断与排除	50
四、机体组典型故障案例分析	52
任务3 活塞连杆组构造与检修	54
一、活塞连杆组结构组成及工作原理	54
二、活塞连杆组的拆检规程及技术要求	63
三、活塞连杆组常见故障的诊断与排除	69
四、活塞连杆组典型故障案例分析	71
任务4 曲轴飞轮组构造与检修	72
一、曲轴飞轮组结构组成及工作原理	72
二、曲轴飞轮组的拆检规程及技术要求	81
三、曲轴飞轮组常见故障的诊断与排除	86

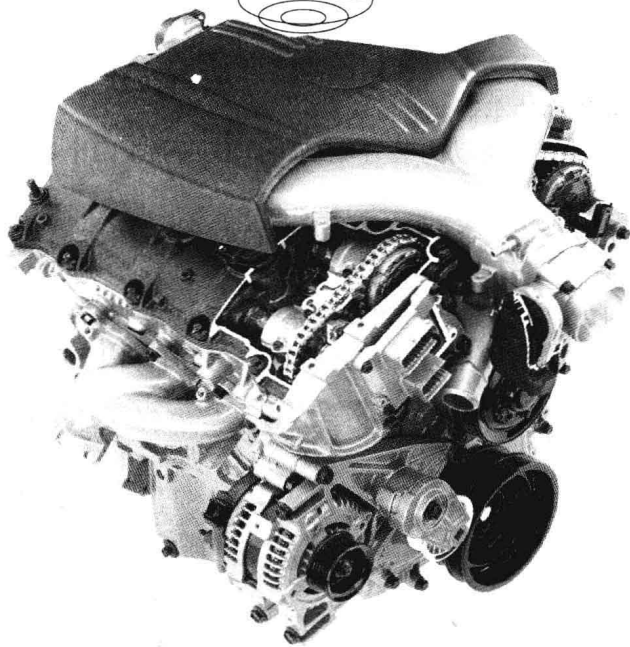
四、曲轴飞轮组典型故障案例分析	87
本项目小结	89
练习与思考	90
项目三 配气机构构造与检修	91
任务1 配气机构基本知识	91
一、配气机构的功用与分类	91
二、配气机构的工作原理	98
三、配气正时相关术语	101
任务2 气门传动组构造与检修	105
一、气门传动组结构组成及工作原理	105
二、配气机构的拆检	112
三、气门传动组常见故障的诊断与排除	123
四、气门传动组典型故障案例分析	123
任务3 气门组构造与检修	126
一、气门组结构组成及工作原理	126
二、气门组的拆检规程	129
三、气门组常见故障的诊断与排除	137
四、气门组典型故障案例分析	138
本项目小结	140
练习与思考	140
项目四 燃料供给系统构造与检修	142
任务1 汽车燃料供给系统概述	143
一、汽车燃料分类	143
二、汽油燃烧与空燃比的关系	144
三、进排气系统主要部件的结构原理	145
四、电子控制汽油喷射系统	148
五、汽车燃料供给系统主要部件的结构原理	161
任务2 汽油机燃料供给系统主要部件拆检	164
一、燃油供给系统检修	164
二、空气供给系统检修	167
三、燃料供给系统常见故障的诊断与排除	170
四、汽油机燃料供给系统典型故障案例分析	171
任务3 柴油机燃料供给系统	173
一、柴油机燃料供给系统结构组成及工作原理	173
二、柴油机燃料供给系统部件检修	196
三、柴油机燃料供给系统常见故障诊断与排除	205
四、柴油机燃料供给系统典型故障案例分析	210
本项目小结	214
练习与思考	215



项目五 发动机冷却系统	218
任务1 冷却系统结构组成及工作原理	218
一、冷却系统的功用和分类	218
二、冷却系统的组成	219
任务2 冷却系统主要部件的拆检	228
一、水泵	228
二、散热器	232
三、节温器	234
四、检查冷却系统的密封性	235
任务3 冷却系统常见故障的诊断与排除	236
任务4 冷却系统典型故障案例分析	238
本项目小结	240
练习与思考	241
项目六 润滑系统构造与检修	242
任务1 润滑系统认知	243
一、润滑系统形式	243
二、润滑系统工作原理	245
任务2 润滑系统主要部件的拆检	253
一、机油泵	253
二、机油滤清器	255
三、机油压力表	257
任务3 润滑系统常见故障的诊断与排除	258
任务4 润滑系统典型故障案例分析	260
本项目小结	262
练习与思考	262
附录 汽车维修通用量具及其使用方法	264
参考文献	271

项目一 发动机总体构造

汽车发动机是将燃料与空气混合，使混合气在气缸内进行燃烧，将热能转变为机械能，推动活塞运动，从而带动曲轴旋转，为汽车行驶提供动力源的一种机械。



【学习目标】

- ◇ 掌握发动机的总体构造
- ◇ 了解内燃机的编号规则
- ◇ 理解发动机常用术语的基本概念
- ◇ 掌握四冲程发动机的工作原理
- ◇ 能比较四冲程汽油机与四冲程柴油机工作循环的异同点
- ◇ 能叙述二冲程发动机工作循环的特点



任务1 发动机的基本知识

一、发动机的定义

1. 发动机相关知识链接——各国对汽车的不同定义

(1) 美国对汽车的定义 汽车是指由本身携带的动力驱动(不包括人力、畜力和风力), 装有驾驶操纵装置的, 在固定轨道以外的道路或自然地域上运输客、货或牵引其他车辆的车辆。

给出了汽车的用途, 但没有指明动力装置的形式, 也没有对车轮数目进行限制。按照这一定义, 摩托车、拖拉机均属于汽车, 而装甲车、坦克等都不属于汽车。

(2) 日本对汽车的定义 不依靠架线和轨道, 带有动力装置, 能够在道路上行驶的车辆。

没有指明汽车的用途。照此定义, 在道路上玩耍的儿童玩具汽车也属于汽车。

(3) 德国对汽车的定义 汽车是使用液体燃料, 用内燃机驱动, 具有3个或3个以上轮子, 用于载运乘员或货物的车辆。

(4) 中国对汽车的定义 由动力装置驱动, 具有四个或四个以上车轮的无轨道、无架线的自行车辆叫汽车。

主要用于载运人员或货物; 牵引运输人员或货物; 特殊用途。

2. 发动机的基本概念

通俗来讲: 发动机就是发出动力的机器, 是汽车的心脏, 是汽车动力的源泉, 是将一种能量(如热能、电能、太阳能等)转变为机械能的装置, 如图1-1所示。

目前, 大部分汽车采用的是内燃机。它将燃料燃烧产生的热能转变为机械能, 通过飞轮向外输出动力, 并通过底盘的传动系和行驶系驱动汽车行驶。

内燃机是热力发动机的一种, 其特点是将液体或气体燃料在发动机气缸外部或内部均匀混合后, 最终在气缸内部燃烧而产生热能, 然后再转变成机械能。

内燃机具有重量轻、体积小、热效率高、便于移动以及起动性能好等优点, 因而广泛

应用于飞机、舰船以及汽车、拖拉机、坦克等各种车辆上。但是, 内燃机一般要求使用石油燃料, 同时排出的废气中所含有害气体成分较高。内燃机的应用如图1-2所示。

内燃机根据其将热能转化为机械能的主要构件的结构形式不同, 可分为活塞式内燃机和燃气轮机两大类。

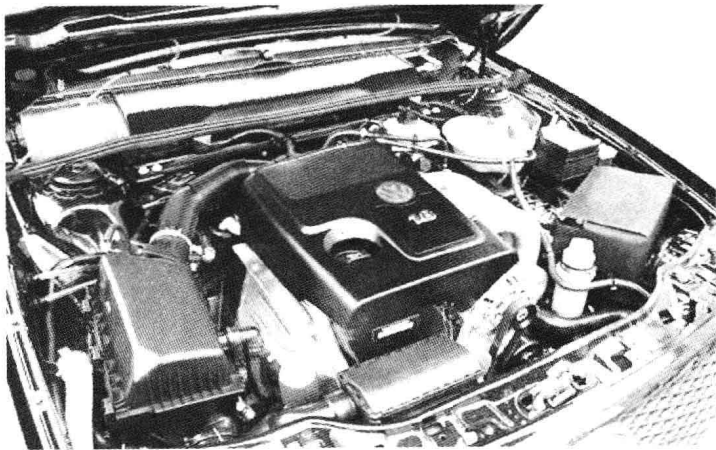


图1-1 汽车上的发动机

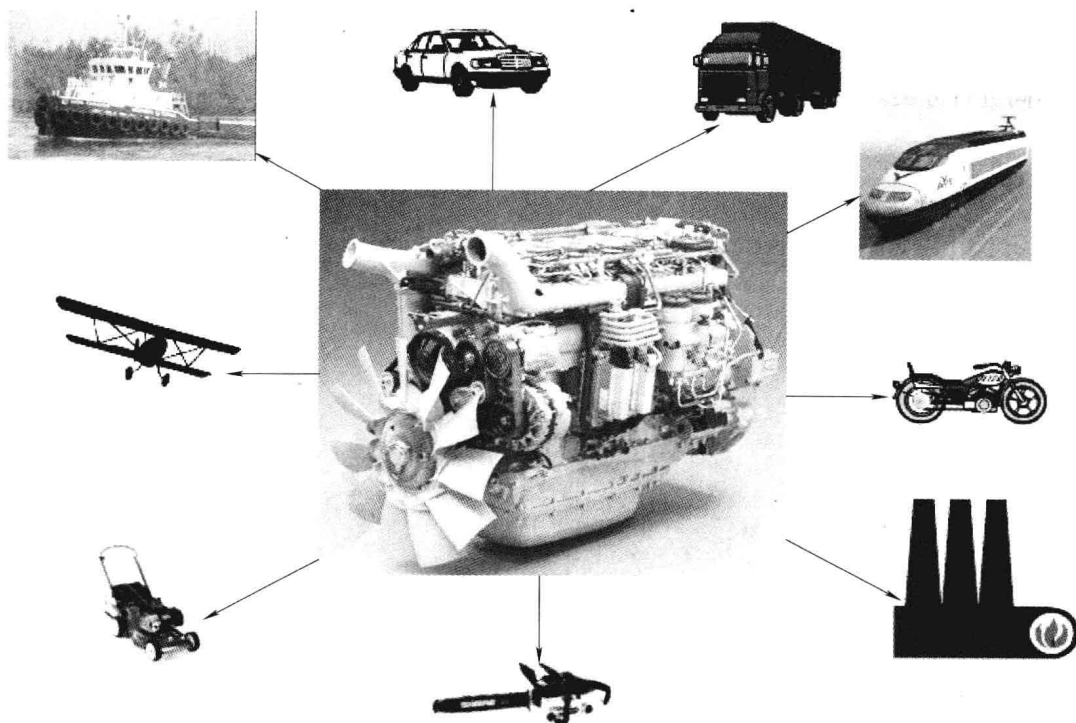


图 1-2 内燃机应用

活塞式内燃机又可按活塞运动方式分为往复式活塞式(图 1-3)和旋转活塞式(图 1-4)两种。目前,汽车上广泛采用的是往复式活塞式内燃机。

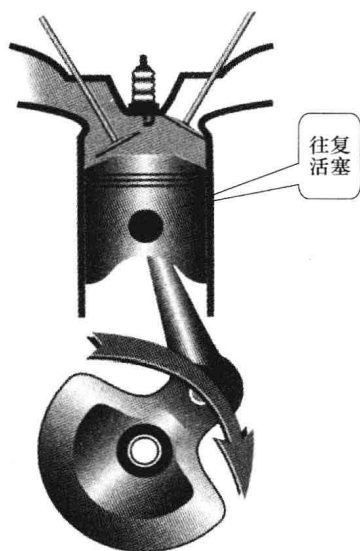


图 1-3 往复式活塞式内燃机

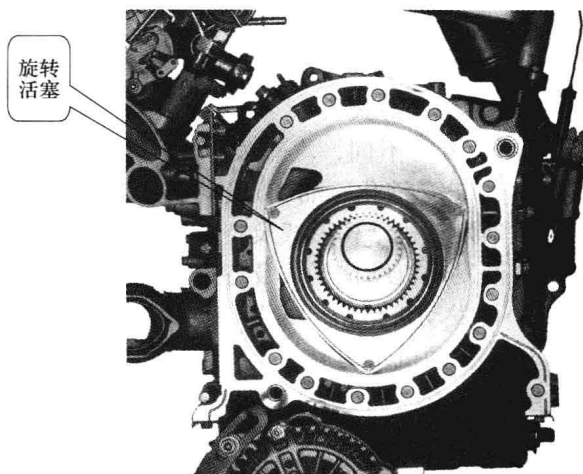


图 1-4 旋转活塞式内燃机



二、发动机的分类

汽车用内燃发动机一般按图 1-5 所示,按燃料种类、行程、气缸排列方式以及冷却方式等的不同进行分类。

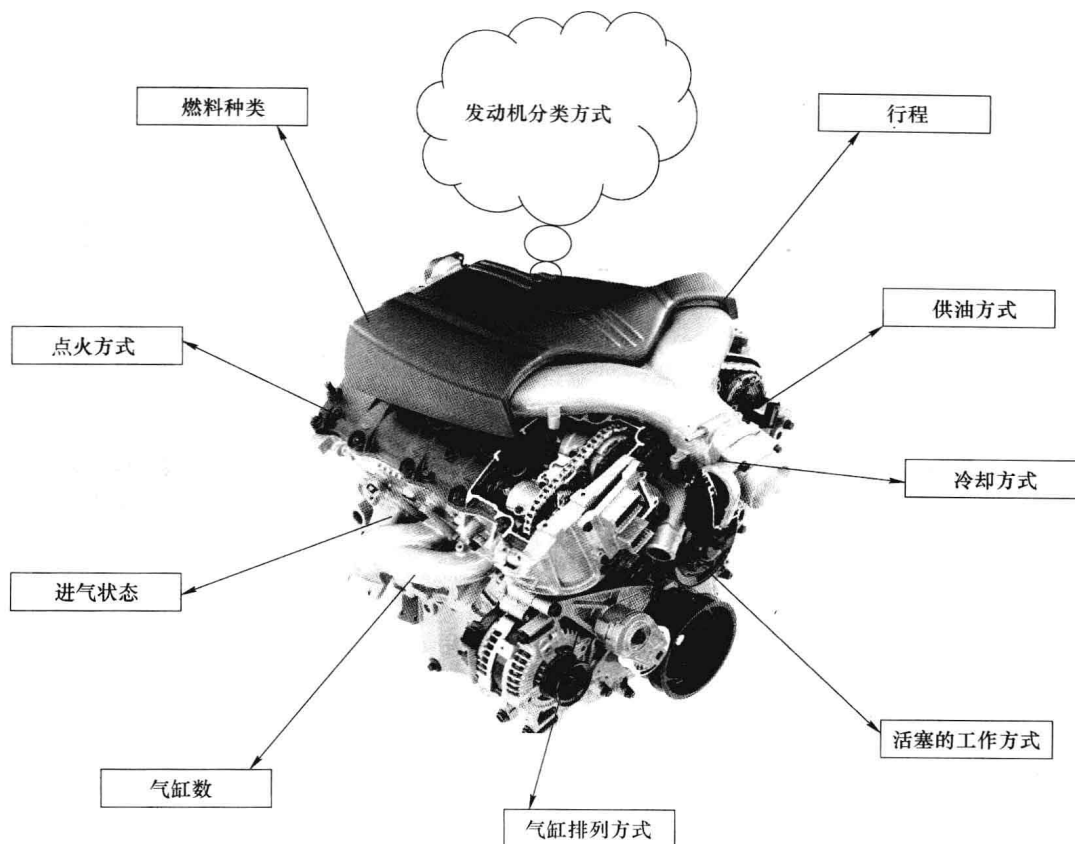


图 1-5 汽车发动机主要分类依据

1. 按使用燃料分类

按使用燃料的不同,汽车发动机可以分为汽油发动机、柴油发动机、CNG(压缩天然气)发动机、LPG(液化石油气)发动机、双燃料发动机。

- 1) 汽油发动机结构形式及特点如图 1-6 所示。
- 2) 柴油发动机结构形式及特点如图 1-7 所示。
- 3) CNG 发动机结构形式及特点如图 1-8 所示。
- 4) LPG 发动机结构形式及特点如图 1-9 所示。
- 5) 双燃料发动机结构形式及特点如图 1-10 所示。

2. 按行程分类

按发动机工作行程的不同,汽车发动机又可分为四冲程发动机与二冲程发动机。如图 1-11a、图 1-11b 所示。

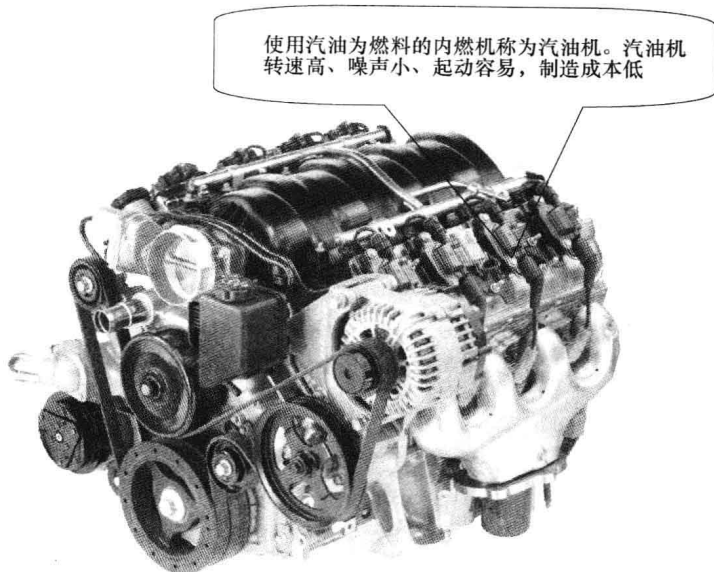


图 1-6 汽油发动机结构形式及特点

使用柴油为燃料的内燃机称为柴油机。柴油机压缩比大、热效率高，经济性能和排放性能都比汽油机好

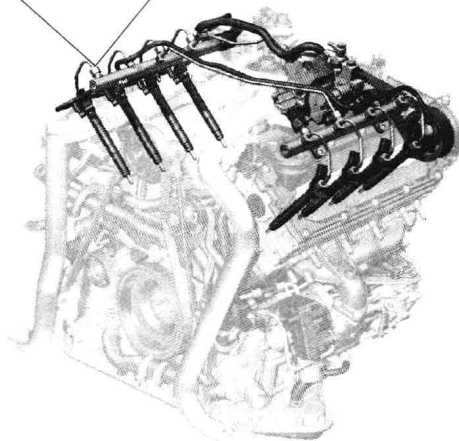


图 1-7 柴油发动机结构形式及特点

3. 按冷却方式分类

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。

1) 水冷式发动机结构形式及特点如图 1-12a 所示。

2) 风冷式发动机结构形式及特点如图 1-12b 所示。

4. 按气缸数目分类

按发动机气缸体气缸数目的不同，发动机又可分为单缸、双缸及多缸发动机，如图 1-13a、图 1-13b、图 1-13c 所示，分别列举了直列四缸、五缸、六缸，V 形六缸、八缸、十二缸以及 W 形十二缸等多缸发动机。



使用压缩天然气(CNG)为燃料的内燃机称为CNG发动机,天然气主要成分为甲烷,燃烧后生成二氧化碳和水,是一种非常安全环保的能源

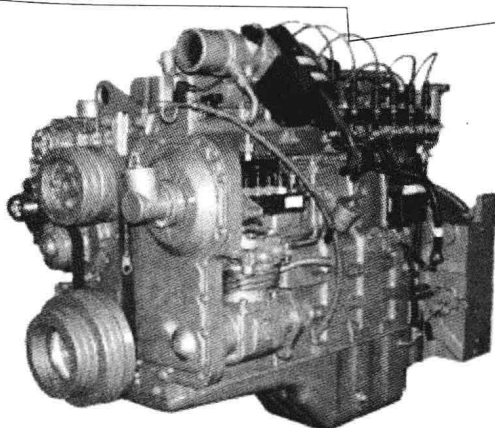


图 1-8 CNG 发动机

使用液化石油气(LPG)为燃料的内燃机称为LPG发动机,液化石油气具有热值高、燃烧充分、排气中一氧化碳、碳氢化合物和硫化物含量低等特点

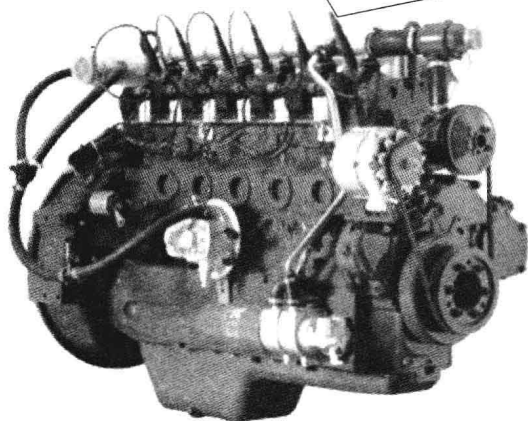


图 1-9 LPG 发动机

可同时使用两种燃料的内燃机为双燃料发动机,如氢/汽油发动机,LPG/汽油发动机,CNG/汽油发动机等

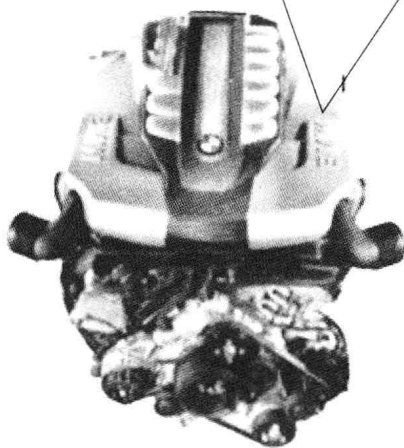


图 1-10 双燃料发动机

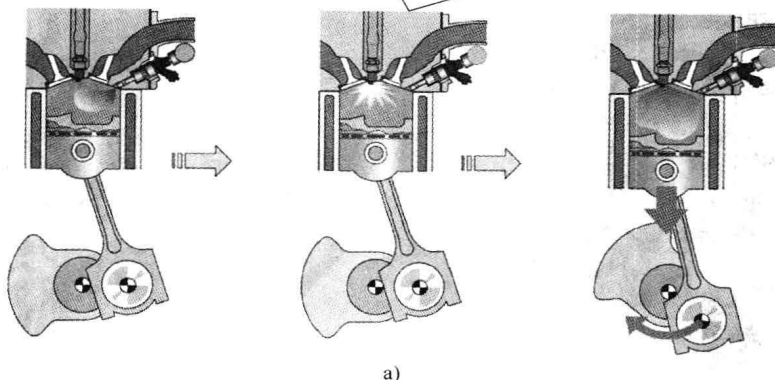
5. 按气缸排列方式分类

按气缸的布置(或排列)方式,汽车发动机有直列、斜置、V形、对置和W形等五种常见形式,分别见下列图示。

- 1) 直列式发动机结构形式及特点如图 1-14 所示。
- 2) 斜置式发动机结构形式及特点如图 1-15 所示。
- 3) V形发动机结构形式及特点如图 1-16 所示。
- 4) 对置式发动机结构形式及特点如图 1-17 所示。

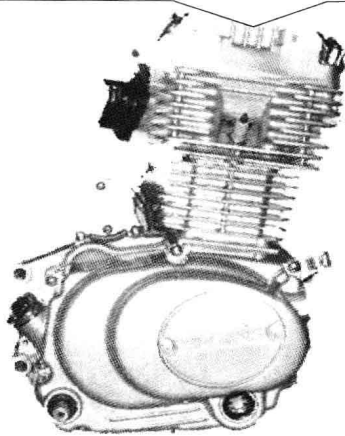


曲轴转两圈(720°), 活塞在气缸内上下往复运动四个行程, 完成一个工作循环的内燃机称为四冲程发动机。汽车发动机广泛采用。做功间隔时间长, 但进排气过程分界明显, 利于制成多缸, 且运转平稳



a)

曲轴转一圈(360°), 活塞在气缸内上下往复运动两个行程, 完成一个工作循环的内燃机称为二冲程发动机。做功间隔时间短, 但进排气过程分界不明显, 不利于制成多缸, 且运转不够平稳。摩托车上使用较多



b)

图 1-11 按行程分类发动机

a) 四冲程发动机结构与特点 b) 二冲程发动机结构与特点

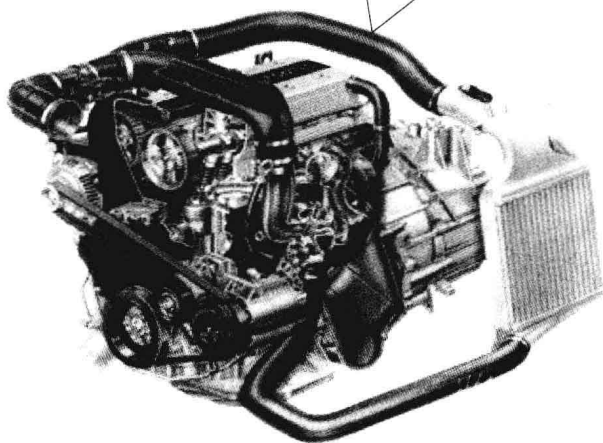
5) W 形发动机结构形式及特点如图 1-18 所示。

6. 按照进气系统是否采用增压方式分类

按照进气系统有无增压装置, 发动机可分为自然吸气(非增压)式发动机和强制进气(增压式)发动机, 分别如图 1-19、图 1-20 所示。

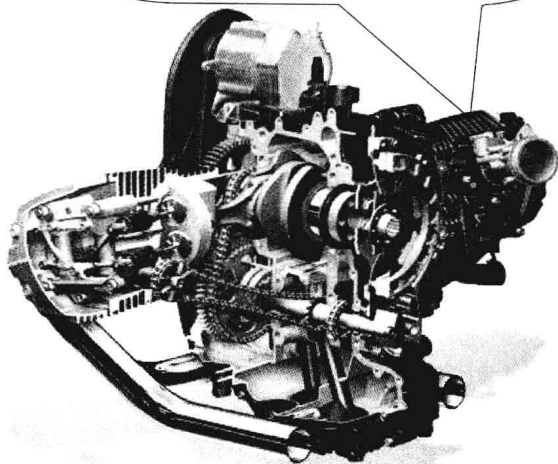


水冷发动机是利用在气缸体和气缸盖冷却水套中进行循环的冷却液作为冷却介质进行冷却。水冷发动机冷却均匀，工作可靠，冷却效果好，被广泛地应用于现代车用发动机上



a)

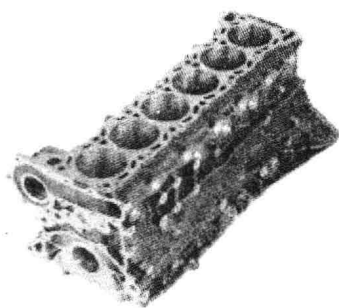
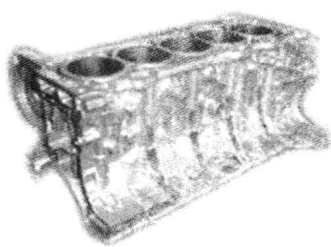
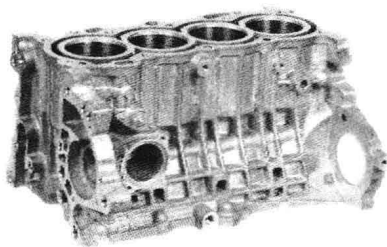
风冷发动机是利用流动于气缸体与气缸盖外表面散热片之间的空气作为冷却介质进行冷却的。风冷发动机冷却效果受外界温度影响较大，冷却不够均匀，且噪声大，大多应用于赛车和摩托车用发动机上



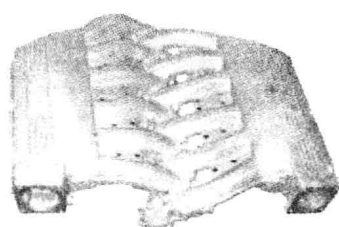
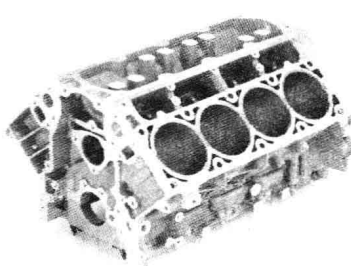
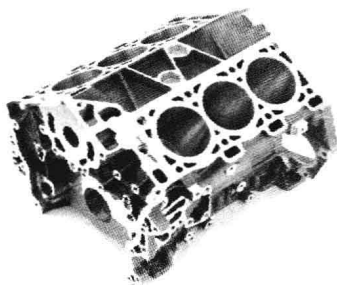
b)

图 1-12 按冷却方式分类发动机

a) 水冷式发动机 b) 风冷式发动机



a)



b)

图 1-13 按气缸数目分类发动机

a) 直列四缸、五缸、六缸 b) V 形六缸、八缸、十二缸