

· 面向“十二五”高等教育课程改革项目研究成果

# 汽车构造

QICHE  
GOUZAO

凌凯汽车资料编写组 组编  
陈 波 主编



YZLI0890104329

 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

面向“十二五”高等教育课程改革项目研究成果

# 汽车构造

QI CHE GOU ZAO

凌凯汽车资料编写组 组编

主 编：陈 波

参 编：毛彩东 于海东 蔡永红 蔡志乾  
徐银泉 冀冠慧 赵宝军 邓冬梅  
李丽娟 钟利兰

 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

## 内 容 简 介

本书是模块化系列教材之一,系统地介绍了汽车各个系统的组成、其主要部件的结构和工作原理等问题。全书共分8个课题,首先简单介绍轿车的一般知识,再分为汽车发动机、汽车传动系统、汽车行驶系统、汽车转向系统、汽车制动系统、汽车车身和汽车电器。

本书采用大量图表说明代替文字阐述,讲解详细、分析透彻、由浅入深、层层深入。本书可供高等院校汽车运用与维修专业师生教学使用,也可供汽车使用、维修、检测技术人员参考。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车构造 / 陈波主编. —北京:北京理工大学出版社, 2011.6  
ISBN 978-7-5640-4315-5

I. ①汽… II. ①陈… III. ①汽车-构造 IV. ①U463

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第032102号

---

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京市兆成印刷有限责任公司

开 本 / 710毫米×1000毫米 1/16

印 张 / 12.75

字 数 / 221千字

版 次 / 2011年6月第1版 2011年6月第1次印刷

印 数 / 1~1500册

定 价 / 29.00元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 边心超

---

图书出现印装质量问题,本社负责调换

# 出版说明

近年来,随着我国汽车行业的不断发展,汽车保有量呈现出迅猛增加的趋势,汽车维修、售后服务以及汽车销售人才所存在的缺口问题也越发明显。特别是建立在先进传感技术基础上的故障诊断系统在各种汽车上大量应用之后,各种现代化检测诊断仪器和维修技术也应运而生,现代汽车已发展成为机电一体化的高科技载体。这给汽车维修业带来了极大的机遇和挑战,同时也对汽车维修人员的技术水平提出了更高、更新的要求。

为适应企业和市场对人才需求的变化,满足社会对技能型人才的需求,北京理工大学出版社特邀请一批知名行业专家、学者以及一线教学名师,规划出版了这套“面向‘十二五’高等教育课程改革项目研究成果”系列教材。

作者在编写之际,广泛考察了各校学生的学习实际,本着“实用、适用、先进”的编写原则和“通俗、精炼、可操作”的编写风格,着力培养能直接从事实际工作、解决具体问题、维持有序工作的应用型人才。

本系列教材坚持如下定位:

- 以就业为导向,培养学生的实际运用能力,以达到学以致用目的;
- 以科学性、实用性、通用性为原则,以使教材符合汽车类课程体系设置;
- 以提高学生综合素质为基础,充分考虑对学生个人能力的提高;
- 以内容为核心,注重形式的灵活性,以便学生易于接受。

本系列教材配有大量的插图、表格和大量的图片资料,介绍了大量的故障诊断、维修服务和营销案例。

- 在内容上强调面向应用、任务驱动、精选案例、严把质量;
- 在风格上力求文字简练、脉络清晰、图表明快、版式新颖;
- 在理论阐释上,遵循“必需”、“够用”的原则,在保证知识体系相对完整的同时,做到知识讲解实用、简洁和生动。

本系列教材可作为高等教育应用型本科院校汽车类相关专业的课程教学用书,也可作为相关行业从业人员的培训和参考用书。

# 前 言

我国汽车产业迅速发展，亟需大量汽车技术服务与汽车商务人才。汽车构造是汽车类专业必修的一门专业基础课，它对后续的多门汽车专业课程学习影响极大。

汽车构造虽然类型繁多、复杂，但是目前世界各国生产的商业化汽车，仍然是活塞式内燃机为动力的传统结构。各组成系统或部件的结构形式虽然不同，但功能要求相同。本教材是通过对典型汽车进行结构和工作原理的分析阐述，并且在讨论整车及各个组成系统或部件时，都特别注意阐述整体功能要求以及各组成部件之间在结构和功能上的有机联系。

本教材是模块化系统教材之一，模块化教学是根据职业需求和岗位要求而设置教学项目，同时将知识系统和技能系统化整为零，合而为一，使学员能做到学一样会一样。模块化教学是一种简化技术理论，强化职业实践的实用性教学，它对理论教学的要求是将抽象深奥的知识简单化、形象化和感性化，使学员能够感知、认知，并联系实际，融入实践，同时在实践教学中结合理论认识能将实践认知与经验总结为理论。这样，在学中做，在做中提高，巩固知识，强化技能。

本教材共8个课题，分别是课题一概述、课题二汽车发动机、课题三汽车传动系统、课题四汽车行驶系统、课题五汽车转向系统、课题六汽车制动系统、课题七汽车车身和课题八汽车电器。

该教材主要突出实图实例及原理、检测、维修与理论结合，适用于各高等院校汽车类专业的教学用书，也可作为从事汽车技术、管理及维修人员的参考用书。

编 者

# 目 录

## 概述

### → 课题一 1

#### 任务一 轿车的一般分类 1

#### 任务二 轿车的整体结构 3

#### 任务三 汽车的行驶原理 5

## 汽车发动机

### → 课题二 7

#### 任务一 发动机的结构与原理 7

##### 一、发动机整体结构 7

##### 二、发动机分类 8

##### 三、发动机基本构造 11

##### 四、发动机常用术语 13

##### 五、发动机工作原理 14

#### 任务二 机体组 19

##### 一、汽缸体 19

##### 二、汽缸套 21

##### 三、汽缸盖 22

##### 四、油底壳 23

##### 五、汽缸垫 24

#### 任务三 曲柄连杆机构 25

##### 一、活塞连杆组 25

##### 二、曲轴飞轮组 27

#### 任务四 配气机构 29

##### 一、气门组 29

##### 二、气门传动组 30

#### 任务五 进排气系统 33

##### 一、进气系统 33

##### 二、排气系统 35

#### 任务六 燃油供给系统 36

##### 一、汽油机供给系 37

##### 二、柴油机供油系 39

#### 任务七 点火系统 42

##### 一、传统点火系统 42

##### 二、普通电子点火系统 42

##### 三、微机控制的点火系统 43

##### 四、点火系统组成部件 44

#### 任务八 润滑系统 46

#### 任务九 冷却系统 50

#### 任务十 启动系统 54

##### 一、启动系统的组成 54

##### 二、启动过程 56

|            |    |
|------------|----|
| 课题小结·····  | 57 |
| 思考与练习····· | 57 |

## 汽车传动系统

### → 课题三 58

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 任务一 传动系统的功能、组成<br>和种类····· | 58 |
|----------------------------|----|

|              |    |
|--------------|----|
| 任务二 离合器····· | 61 |
|--------------|----|

|                  |    |
|------------------|----|
| 任务三 变速器与分动器····· | 65 |
|------------------|----|

|              |    |
|--------------|----|
| 一、手动变速器····· | 65 |
| 二、自动变速器····· | 73 |
| 三、分动器·····   | 86 |

|                 |    |
|-----------------|----|
| 任务四 万向传动装置····· | 88 |
|-----------------|----|

|              |    |
|--------------|----|
| 任务五 驱动桥····· | 91 |
|--------------|----|

|            |    |
|------------|----|
| 课题小结·····  | 96 |
| 思考与练习····· | 96 |

## 汽车行驶系统

### → 课题四 97

|             |    |
|-------------|----|
| 任务一 悬架····· | 97 |
|-------------|----|

|             |     |
|-------------|-----|
| 任务二 车架····· | 102 |
|-------------|-----|

|             |     |
|-------------|-----|
| 任务三 车桥····· | 103 |
|-------------|-----|

|                |     |
|----------------|-----|
| 任务四 车轮与轮胎····· | 105 |
|----------------|-----|

|            |     |
|------------|-----|
| 课题小结·····  | 107 |
| 思考与练习····· | 107 |

## 汽车转向系统

### → 课题五 108

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 任务一 转向系统的组成和类型<br>····· | 108 |
|-------------------------|-----|

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 任务二 转向操纵机构····· | 111 |
|-----------------|-----|

|              |     |
|--------------|-----|
| 任务三 转向器····· | 112 |
|--------------|-----|

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 任务四 转向传动机构····· | 115 |
|-----------------|-----|

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 任务五 转向助力系统····· | 118 |
|-----------------|-----|

|            |     |
|------------|-----|
| 课题小结·····  | 120 |
| 思考与练习····· | 120 |

## 汽车制动系统

### → 课题六 121

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 任务一 制动系统的功能、分类<br>和组成····· | 121 |
|----------------------------|-----|

|              |     |
|--------------|-----|
| 任务二 制动器····· | 123 |
|--------------|-----|

### 任务三 制动传动机构.....127

### 任务四 制动防抱死装置 (ABS) .....135

课题小结.....137

思考与练习.....137

## 汽车车身

### →课题七 .....138

#### 任务一 车身壳体、车前板制件 及车门、车窗.....138

##### 一、车身壳体.....138

(一) 车身壳体按受力分类.....138

(二) 车身壳体结构.....139

##### 二、车门、车窗及其附件和密封...141

(一) 车门.....141

(二) 车窗.....142

#### 任务二 车身附属装置及安全防 护装置.....144

##### 一、车身附属装置.....144

(一) 通风装置.....144

(二) 通风、暖风、冷气联合装置...144

##### 二、座椅.....145

##### 三、安全防护装置.....146

(一) 车外防护装置.....146

(二) 车内防护装置.....148

课题小结.....151

思考与练习.....151

## 汽车电器

### →课题八 .....152

#### 任务一 汽车电源.....152

##### 一、蓄电池的结构与原理.....153

##### 二、蓄电池的充电.....153

(一) 充电时蓄电池正负极性的识别.....154

(二) 充电方法.....154

##### 三、保险装置.....156

##### 四、继电器.....158

##### 五、发电机、起动机.....159

(一) 发电机的构造与原理.....159

(二) 起动机的构造与原理.....165

#### 任务二 汽车车身附属电器.....167

##### 一、汽车照明系统.....167

##### 二、汽车信号报警系统.....172

##### 三、汽车仪表系统.....177

#### 任务三 汽车电动辅助装置.....180

##### 一、电动刮水器.....180

##### 二、风窗玻璃洗涤器.....183

##### 三、电动车窗.....184

##### 四、电动后视镜.....185

##### 五、电动座椅.....186

##### 六、中央门锁.....189

课题小结.....192

思考与练习.....192





## 课题一 概述

### ○ 学习目标与要求

掌握汽车的一般分类方法及整体结构，了解汽车行驶的原理。

轿车是由福特命名的。1906年福特公司推出的箱型汽车，采用封闭车身，安全舒适，当时流行的叫法是封闭式小型车。1915年福特和几位助手共同商议之后，给这种车起名叫“轿车”。也是因为这种车酷似过去人们使用的轿子而得名，轿车又叫“小卧车”“小客车”或“小轿车”，英国人把小型汽车叫“沙龙”。轿车是汽车大家族中数量最多、普及最广、影响最深远、最受个人和家庭欢迎的一种车。它使用起来方便灵活，运行速度快，深受人们的喜爱。

## 任务一 轿车的一般分类

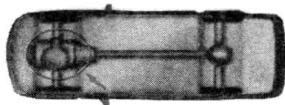
按其发动机功率的大小、外形总体尺寸以及设备和性能状态，分为微型轿车、普及型（轻型）轿车、中级轿车、中高级轿车和高级轿车5个档次，如表1-1所示。

表1-1 轿车的分类

| 档 次       | 发动机排量/L           | 注：<br>发动机排量，<br>是发动机各缸<br>工作容积的总和 |
|-----------|-------------------|-----------------------------------|
| 微型轿车      | 小于等于1.0           |                                   |
| 普及型（轻型）轿车 | $> 1.0, \leq 1.6$ |                                   |
| 中级轿车      | $> 1.6, \leq 2.5$ |                                   |
| 中高级轿车     | $> 2.5, \leq 4.0$ |                                   |
| 高级轿车      | $> 4.0$           |                                   |

按照发动机和各个总成的相对位置和布置形式可以分为：发动机前置后轮

驱动（FR）、发动机前置前轮驱动（FF）、发动机后置后轮驱动（RR）、发动机中置后轮驱动（MR）、全轮驱动（NWD），如图1-1所示。



**发动机前置后轮驱动（FR）**

——是传统的布置形式，国内外的大多数货车、部分轿车和部分客车都采用这种形式。



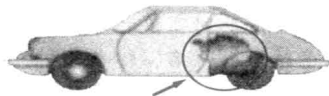
**发动机前置前轮驱动（FF）**

——轿车上逐渐盛行的布置形式，具有减少轿车的质量、降低地板高度、改善高速时的操纵稳定性等优点。



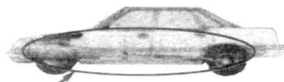
**发动机后置后轮驱动（RR）**

——是目前大、中型客车盛行的布置形式，具有降低车内噪声、有利于在车身内部布置等优点。



**发动机中置后轮驱动（MR）**

——是目前大多数运动型轿车和方程式赛车所采用的布置形式。由于这些车型都采用功率和尺寸很大的发动机，将发动机布置在驾驶员座椅之后和后桥之前有利于获得最佳轴荷分配和最高汽车的性能。



**全轮驱动（NWD）**

——是越野汽车特有的形式，通常发动机前置，在变速器后装有分动器，以便将动力分别输送到全部车轮。

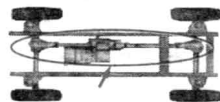


图1-1 汽车的整体布置形式



汽车由发动机、底盘和车身3大部分组成。发动机是汽车的动力；底盘将发动机的动力进行传递和分配，并按驾驶员要求进行行驶；车身是驾驶员操作和容纳乘客及货物的场所。

## 任务二 轿车的整体结构

汽车通常由发动机、底盘、车身、电气设备4大部分组成。典型轿车的整体结构如图1-2所示。

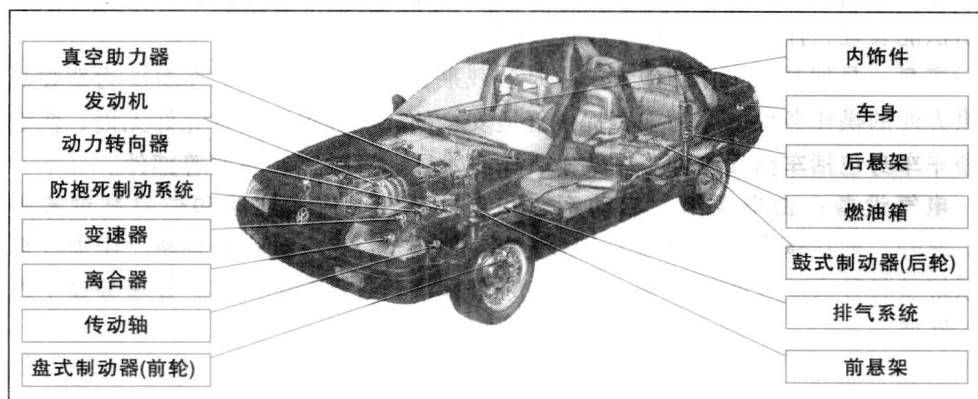
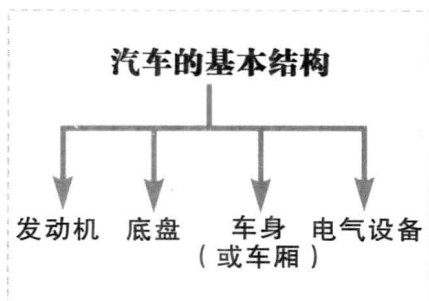


图1-2 典型轿车整体结构示意图



**发动机：**是汽车的“心脏”，是车辆行驶的动力源。

**底盘：**是汽车的基础（骨架），由传动系统、行驶系统和制动系统组成，而与其相关的所有机件都装在底盘上。

**车身：**是载体，用以安置驾驶员、乘客或货物。

**电气设备：**是由电源（蓄电池、发电机）、启动系统、点火系统以及照明、信号等用电设备构成。

**发动机：**使用供入其中的化学能的燃料燃烧而发出动力。目前，国内外汽车采用的动力装置大多数为活塞式内燃发动机，它一般由机体组、曲柄连杆机构、配气机构、供给系统、冷却系统、润滑系统、点火系统（汽油发动机采用）、启动系统等部分组成。



**底盘：**接受发动机的动力，传递动力，使汽车产生动力，并保证汽车按照驾驶员的操纵正常行驶。**底盘由传动系统、行驶系统、转向系统、制动装备等部分组成。**

**传动系统的功用：**将发动机的动力传递给驱动车轮。传动系统包括离合器、变速器、传动轴、驱动桥（含主减速器、差速器及半轴）等部件。

**行驶系统的功用：**将汽车各总成及部件连成一个整体并对全车起承担作用，以保证汽车正常行驶。行驶系统包括车架、前轴、车桥壳体、车轮（转向车轮和驱动车轮）、悬架（前悬架和后悬架）等部件。

**转向系统的功用：**确保汽车按照驾驶员选择的方向行驶。转向系统由转向盘的转向器及转向传动装置组成。

**制动装备的功用：**使汽车迅速减速或停止，并保证驾驶员离去后汽车能可靠地停住。每辆汽车的制动装备都包括若干个相互独立的制动系统，每个制动系统都由供能装置、控制装置、传动装置及制动器组成。

**车身：**是驾驶员工作的地方，也是装载乘客和货物的场所。车身应为驾驶员提供方便的操作条件，并为乘客提供舒适安全的环境和保证货物完好无损。典型的轿车车身包括车前板制件（车头）、车身本体、驾驶室、车厢等部件。

**电气设备：**由电源组、启动系统和点火系统、汽车照明和信号装置等组成。此外，现在越来越多的汽车上都装有各种电子设备，如微处理机、中央计算机系统及各种人工智能装置等，用它们来管理汽车各部分的工作，显著提高了汽车的性能。



汽车行驶受到驱动条件、附着条件、行驶阻力等影响,本任务将介绍这3者之间的关系。

## 任务三 汽车的行驶原理

要使汽车行驶,必须使汽车具备两个基本行驶条件:驱动条件和附着条件。

### 1. 驱动条件

汽车必须有足够的驱动力以克服各种行驶阻力。

汽车的驱动力由发动机产生。发动机发出的转矩经由传动系统传到车轮上的转矩 $M_t$ ,力使车轮旋转。由此,在驱动轮与地面接触处向地面施加一个力 $F_0$ ,其数值为 $M_t$ 与车轮半径 $r$ 之比:

$$F_0 = M_t / r$$

与此同时,地面对车轮施加一个与 $F_0$ 数值相等、方向相反的反作用力 $F_t$ (图1-3)。 $F_t$ 就是驱动力。

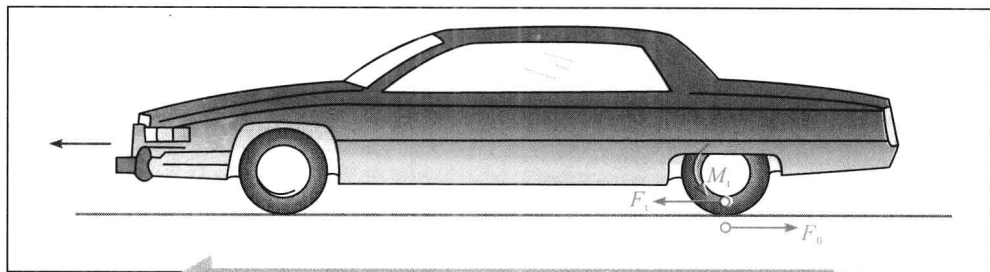


图1-3 驱动力产生示意图

(为便于说明问题,将 $F_0$ 与 $F_t$ 的作用点分别绘在不同的位置处,其实它们应在同一直线上)

汽车的行驶总阻力 $\Sigma F$ 包括滚动阻力 $F_r$ 、空气阻力 $F_w$ 和上坡阻力 $F_i$ :

$$\Sigma F = F_r + F_w + F_i$$



滚动阻力 $F_f$ 主要是由于车轮滚动时轮胎与路面变形而产生,空气阻力 $F_w$ 是由于汽车行驶时与其周围的空气相互作用而产生,上坡阻力 $F_i$ 是汽车重力沿坡道上的分力。

汽车行驶的过程如下。

汽车行驶的过程是驱动力克服各种阻力的交替变化过程。当 $F_t = \sum F$ 时,汽车匀速行驶;当 $F_t > \sum F$ 时,汽车速度增加,同时空气阻力亦随车速的增加而急剧增大,在某个较高速度处达到新的平衡然后匀速行驶;当 $F_t < \sum F$ 时,汽车减速乃至停止,这时,如果要维持较高的车速,就需要加大发动机的输出功率或将变速器换入较低的挡位以维持较大的驱动力。

## 2. 附着条件

驱动力的最大值,一方面取决于发动机可能发出的最大转矩和变速器换入最低挡时的传动比;另一方面又受轮胎与地面的附着作用限制。

当汽车在平整干硬路面上行驶时,车轮的附着作用是由于轮胎与路面存在着摩擦力。这个摩擦力阻碍车轮的滑动,使车轮能够正常地向前滚动并承受路面的反作用力——驱动力。如果驱动力大于摩擦力,车轮与路面之间就会发生滑动。在松软地面上,除了轮胎与地面的摩擦之外,还加上嵌入轮胎花纹凹部的软地面凸起部所起的抗滑作用。由附着作用所决定阻碍车轮滑动的力的最大值称为附着力,用 $F_\psi$ 表示。附着力与车轮承受垂直于地面的法向力 $G$ (称为附着重力)成正比( $\psi$ 为摩擦系数):

$$F_\psi = G \cdot \psi$$

由此可知,附着力是汽车所能发挥驱动力的极限,其表达式为:

$$F_t \leq F_\psi$$

此式称为汽车行驶的附着条件。

在冰雪或泥泞地面上,由于附着力很小,汽车的驱动力受到附着力的限制而不能克服较大的阻力,导致汽车减速甚至不能前进,即使加大节气门开度或换入低挡,车轮只会滑转而驱动力不会增大。为了增加车轮在冰雪路面上的附着力,可采用特殊花纹的轮胎、镶钉轮胎或在普通轮胎上绕装防滑链,以提高对冰雪路面的抓着作用。非全轮驱动汽车的附着重力仅为分配到驱动轮上的那一部分的汽车总重力,而全轮驱动汽车的附着重力则为全车的总重力,因而其附着力较前者显著增大。



## 课题二 汽车发动机

### 学习目标与要求

- (1) 能正确描述发动机基本构造、作用和发动机总体构造。
- (2) 能简述发动机两机构和6系统的作用及组成。
- (3) 能简述发动机的基本工作原理。

发动机是将其他形式的能量转化为机械能的一种机器。现代汽车发动机主要采用的是内燃机，它是将燃料在汽缸内部燃烧产生的热能直接转化为机械能的动力机械。有往复活塞和旋转活塞式两大类。本任务所提到的汽车发动机，若无特殊说明，都是指往复活塞式内燃机。

## 任务一 发动机的结构与原理

### 一、发动机整体结构

发动机是给汽车提供动力的部件，是汽车的核心总成，发动机外观与剖视图如图2-1所示。它先将燃料燃烧，使燃料的化学能转化成热能，最终转变为机械能并输出。目前汽车广泛使用的是往复活塞式四行程的内燃式发动机。

随着科学技术的进步，尤其是电子技术的发展，汽车发动机已经由最原始的机械总成演变成了机电一体化总成，目前大多数发动机不但包括多种电子控制系统（如电子点火系统、电子节气门机构），而且还通过CAN网络技术与其他控制系统（巡航控制系统、ABS防抱死控制和车身控制系统等）相连，实现了全车智能化。

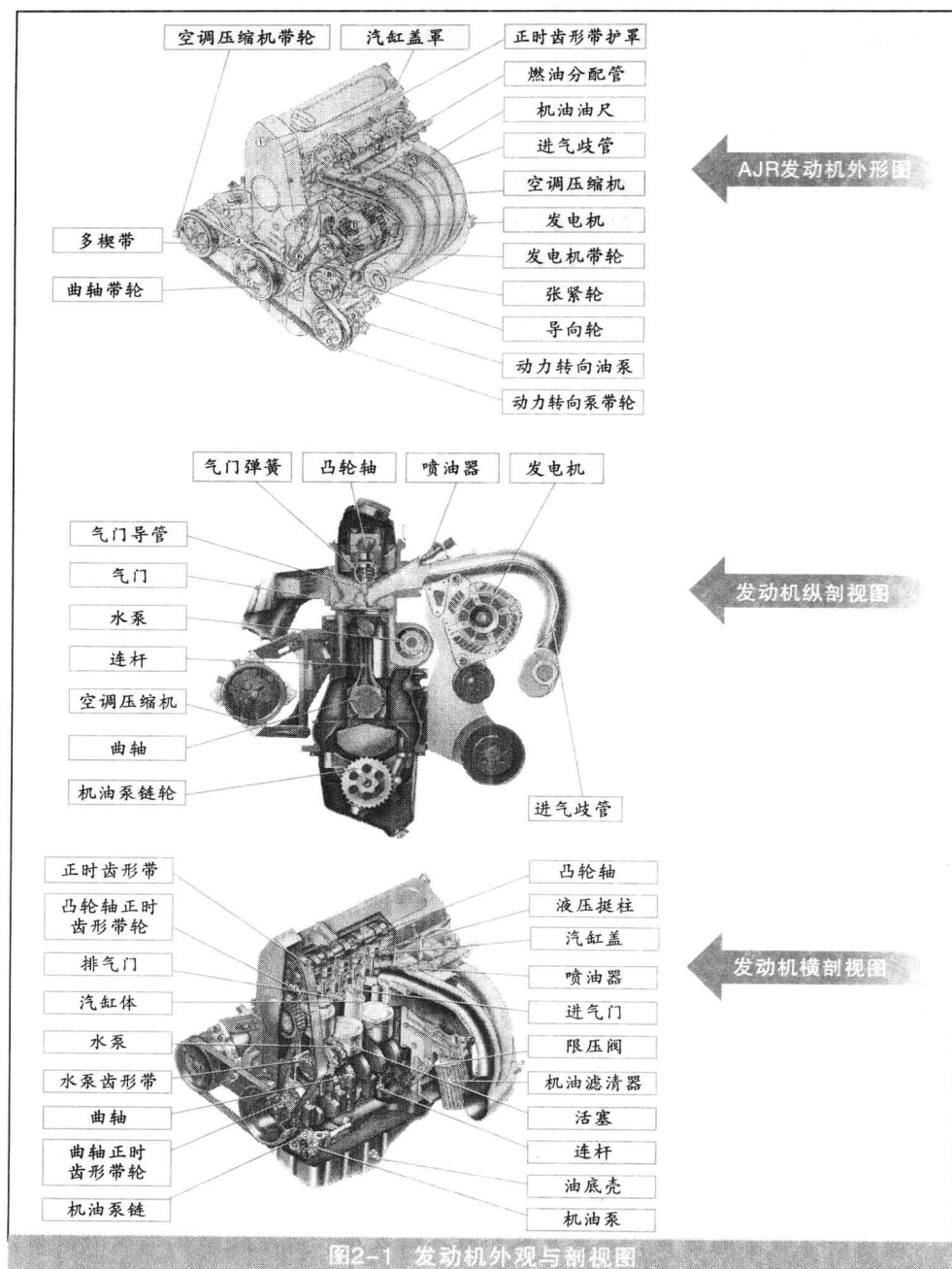


图2-1 发动机外观与剖视图

## 二、发动机分类

内燃机的分类方法很多，按照不同的分类方法可以把内燃机分成不同的类型，下面让我们来看看内燃机的分类情况。





### 1. 按照所用燃料分类

内燃机按照所使用燃料的不同可以分为汽油机和柴油机（图2-2）。使用汽油为燃料的内燃机称为汽油机；使用柴油机为燃料的内燃机称为柴油机。汽油机与柴油机各有特点：汽油机转速高，质量小，噪声小，启动容易，制造成本低；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。

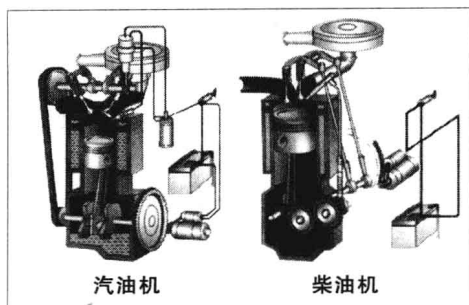


图2-2

### 2. 按照行程分类

内燃机按照完成一个工作循环所需的行程数可分为四行程内燃机和二行程内燃机（图2-3）。把曲轴转两圈（ $720^\circ$ ），活塞在汽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行程内燃机；而把曲轴转一圈（ $360^\circ$ ），活塞在汽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行程内燃机。汽车发动机广泛使用四行程内燃机。

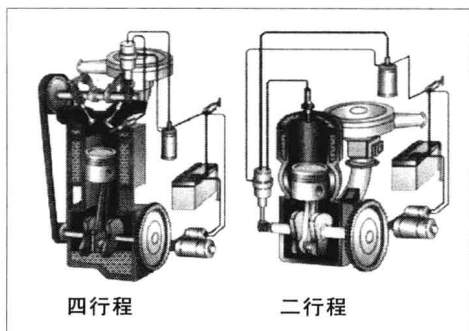


图2-3

### 3. 按照冷却方式分类

内燃机按照冷却方式的不同可以分为水冷发动机和风冷发动机（图2-4）。水冷发动机是利用在汽缸体和汽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的；而风冷发动机是利用流动于汽缸体与汽缸盖外表面散热片之间的空气作为冷却介质进行冷却的。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的发动机。

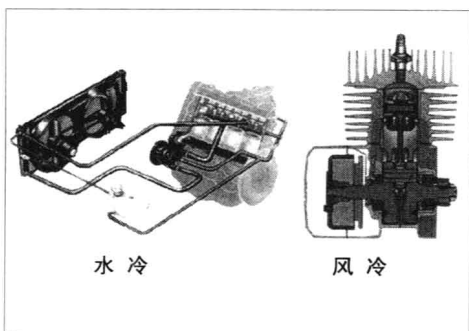


图2-4