



高职高专规划教材  
Gaozhi Gaozhuan Guihua Jiaocai

# 汽车构造

主 编 王世震  
副主编 石美玉  
主 审 孙凤英



 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



高职高专规划教材

# 汽车构造

主 编 王世震  
副主编 石美玉  
参 编 吴宗保 祁翠琴  
金 英 邱全进  
段兴华 孙晓娜  
张广栋  
主 审 孙凤英



机械工业出版社

本书共五篇,包括二十五章,主要内容有:汽车发动机的工作原理和总体构造、曲柄连杆机构、配气机构、汽油机燃油供给系统、柴油机燃油供给系统、进排气系统及排放控制装置、冷却系统、润滑系统、点火系统和起动系统;汽车传动系统、离合器、变速器、分动器、万向传动装置、驱动桥;汽车行驶系统、车架、车桥、车轮与轮胎、悬架;汽车的控制系統;汽车车身及其附属装置。

本书可作为各类职业技术学院、高职高专汽车贸易及相关专业师生的教学用书,也可作为汽车驾驶员与维修人员、汽车营销人员及汽车爱好者的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车构造/王世震主编.—北京:机械工业出版社,2004.7

高职高专规划教材

ISBN 7-111-14899-1

I.汽... II.王... III.汽车-构造-高等学校:技术学校-教材 IV.U463

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第068612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:王世刚 赵爱宁

责任编辑:王振国 版式设计:霍永明 责任校对:李秋荣

封面设计:饶薇 责任印制:李妍

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004年8月第1版第1次印刷

787mm×1092mm<sup>1/16</sup>·21印张·519千字

定价:30.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

# 高职高专汽车类专业系列 教材编委会

<b>主任:</b> 天津交通职业学院	靳和连
<b>副主任:</b> 天津交通职业学院	林为群
机械工业出版社	王世刚
承德石油高等专科学校	王世震
黑龙江工程学院	孙凤英
长春汽车工业高等专科学校	李春明
江西交通职业技术学院	邹小明
<b>委员:</b> 北京汽车工业学校	么居标
河南机电职业技术学院	娄云
辽宁省交通高等专科学校	张西振
辽宁省交通高等专科学校	毛峰
承德石油高等专科学校	郝军
河北工业职业技术学院	顾振华
郑州工业高等专科学校	李焕锋

# 前 言

中共中央、国务院在第三次全国教育工作会议上，做出了“关于深化教育改革，全面推进素质教育的决定”的重大决策，明确提出要大力发展高等职业教育，培养一大批具有必备的理论知识和较强的实践能力，适应生产、建设、管理、服务第一线急需的高等技术应用性专门人才。为此，教育部召开了关于加强高职高专教学工作会议，进一步明确了高职高专是以培养技术应用性专门人才为根本任务，以适应社会需要为目标，要体现地区经济、行业经济和社会发展的需要，即用人的需求。

“教书育人，教材先行”，教育离不开教材。机械工业出版社组织全国 11 所职业技术学院有多年高职高专教学经验的老师编写了高职高专汽车电子技术专业、汽车贸易专业两套教材。

两套教材是根据高中毕业 3 年制（总学时 1600~1800 学时）、兼顾 2 年制（总学时 1100~1200 学时）的高职高专教学计划需要编写的。在内容上突出了基础理论知识的应用和实践能力的培养。突出针对性和实用性，强化实践教学。

本教材从实际出发，较为系统地对现代汽车的结构进行了阐述。本书分为五篇，共二十五章，内容包括汽车发动机、汽车传动系统、汽车行驶系统、汽车控制系统、汽车车身及附属装置等。考虑到从事汽车贸易的特点，本书在内容选取上遵循“宽而浅”的原则。宽——教材的覆盖面较宽，涉及到的知识点较多，以轿车为主，兼顾货车。浅——教材以基本结构、基本工作原理以及特点为重点，对零件的详细结构不做过深的要求。注意从整车的角度出发，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。注意各种不同结构形式之间不同特点的比较。

本教材图文并茂，深入浅出，通俗易懂，专业教学时数为 80~100 学时。也可作为汽车类专业培训教材和汽车驾驶员、汽车维修技术人员的入门及提高书籍。

本书由王世震任主编，并编写总论、第一、二、三、六章及负责全书的统稿工作；石美玉任副主编并编写第四、五、十一、十二、十五、十六章，邱全进编写第七、八章，金英编写第九、十章，祁翠琴编写第十三、十四章，吴宗保编写第十七、十八、十九、二十、二十一章，段兴华编写第二十二、二十三章，孙晓娜编写第二十四、二十五章，张广栋编写附录。

本书由黑龙江工程学院的孙凤英教授担任主审，她对本书的编写、修改提出了许多宝贵意见，在此表示感谢。

本书的编写过程中，参考和借鉴了大量的相关资料和书籍，并得到了许多汽车企业的帮助，在此一并向有关作者和工程技术人员致以诚挚的谢意！

由于编者水平和经验有限，书中难免有错误和不妥之处，敬请广大读者批评指正。

高职高专汽车类专业系列教材编委会

# 目 录

## 前言

总论 ..... 1

## 第一篇 汽车发动机

<b>第一章 发动机工作原理和总体构造</b> ..... 9	
第一节 发动机的分类与基本构造 ..... 9	
第二节 发动机的基本工作原理 ..... 11	
第三节 发动机的主要性能指标 ..... 15	
<b>第二章 曲柄连杆机构</b> ..... 17	
第一节 机体组 ..... 17	
第二节 活塞连杆组 ..... 20	
第三节 曲轴飞轮组 ..... 27	
<b>第三章 配气机构</b> ..... 32	
第一节 配气机构的布置形式 ..... 32	
第二节 配气相位与气门间隙 ..... 34	
第三节 配气机构的主要零件与组件 ..... 35	
<b>第四章 汽油机燃油供给系统</b> ..... 42	
第一节 化油器式汽油机燃油系统 ..... 42	
第二节 汽油机燃油喷射系统 ..... 47	
<b>第五章 柴油机燃油供给系统</b> ..... 70	
第一节 柴油机燃料供给系统的功用与组成 ..... 70	
第二节 柴油机可燃混合气的形成、燃烧与燃烧室 ..... 71	
第三节 燃油供给系统的主要零部件 ..... 73	
第四节 柴油机供给系统的辅助装置 ..... 84	
第五节 柴油机电子控制燃油系统 ..... 85	
<b>第六章 进排气系统及排放控制装置</b> ... 88	
第一节 进气系统 ..... 88	
第二节 排气系统 ..... 92	
第三节 排气净化装置 ..... 94	
<b>第七章 冷却系统</b> ..... 99	
第一节 水冷却系统 ..... 99	
第二节 风冷却系统 ..... 106	
<b>第八章 润滑系统</b> ..... 107	

第一节 润滑系统的功用及润滑方式 ..... 107	
第二节 润滑系统的组成及润滑油路 ..... 108	
第三节 润滑系统的主要零部件 ..... 109	
第四节 曲轴箱通风 ..... 116	
<b>第九章 点火系统</b> ..... 118	
第一节 汽车电源 ..... 118	
第二节 传统点火系统 ..... 120	
第三节 电子点火系统 ..... 128	
第四节 微机控制点火系统 ..... 132	
<b>第十章 起动系统</b> ..... 136	
第一节 起动机 ..... 136	
第二节 起动预热 ..... 141	

## 第二篇 汽车传动系统

<b>第十一章 汽车传动系统概述</b> ..... 143	
第一节 传动系统的功用与组成 ..... 143	
第二节 汽车传动系统的布置形式 ..... 144	
<b>第十二章 离合器</b> ..... 147	
第一节 离合器的功用和要求 ..... 147	
第二节 摩擦式离合器 ..... 148	
第三节 离合器的操纵机构 ..... 151	
<b>第十三章 变速器与分动器</b> ..... 154	
第一节 概述 ..... 154	
第二节 变速器的变速传动机构 ..... 155	
第三节 同步器 ..... 159	
第四节 变速器的操纵机构 ..... 163	
第五节 分动器 ..... 166	
<b>第十四章 自动变速器</b> ..... 169	
第一节 自动变速器的分类与组成 ..... 169	
第二节 液力变矩器 ..... 173	
第三节 行星齿轮传动机构 ..... 174	
第四节 液压自动换档操纵系统 ..... 178	
<b>第十五章 万向传动装置</b> ..... 192	
第一节 概述 ..... 192	
第二节 万向节 ..... 192	
第三节 传动轴和中间支承 ..... 196	

<b>第十六章 驱动桥</b> .....	198
第一节 概述 .....	198
第二节 主减速器 .....	199
第三节 差速器 .....	202
第四节 半轴与驱动桥桥壳 .....	204

### 第三篇 汽车行驶系统

<b>第十七章 汽车行驶系统概述</b> .....	206
<b>第十八章 车架</b> .....	208
第一节 车架的功用及类型 .....	208
第二节 车架的构造 .....	208
<b>第十九章 车桥</b> .....	211
第一节 转向桥 .....	211
第二节 转向车轮定位 .....	215
<b>第二十章 车轮与轮胎</b> .....	218
第一节 车轮 .....	218
第二节 轮胎 .....	222
<b>第二十一章 悬架</b> .....	226
第一节 悬架的功用和分类 .....	226
第二节 弹性元件与典型悬架 .....	227
第三节 减振器 .....	231
第四节 独立悬架与非独立悬架 .....	234
第五节 电子控制悬架系统 .....	243

### 第四篇 汽车控制系统

<b>第二十二章 转向系统</b> .....	247
第一节 概述 .....	247
第二节 转向操纵机构 .....	248
第三节 机械转向器 .....	251
第四节 转向传动机构 .....	254

第五节 动力转向系统 .....	258
第六节 四轮转向系统 .....	263
<b>第二十三章 制动系统</b> .....	268
第一节 概述 .....	268
第二节 制动器 .....	269
第三节 制动传动装置 .....	272
第四节 制动力调节装置 .....	280
第五节 制动助力器 .....	283
第六节 电控防抱死制动系统 .....	285
第七节 辅助制动系统 .....	290

### 第五篇 汽车车身及其附属装置

<b>第二十四章 汽车车身</b> .....	293
第一节 概述 .....	293
第二节 车身壳体及门窗结构 .....	294
<b>第二十五章 车身的附属装置</b> .....	301
第一节 汽车仪表 .....	301
第二节 照明装置与信号装置 .....	306
第三节 空气调节装置 .....	308
第四节 安全防护装置 .....	311
第五节 座椅 .....	314
第六节 车身附件 .....	315
<b>附录 A 国产车辆产品型号及编号</b> 规则 .....	318
<b>附录 B 内燃机产品名称和型号编制</b> 规则 .....	320
<b>附录 C 部分国产车辆结构特征及技术</b> 性能参数 .....	323
<b>参考文献</b> .....	329

# 总 论

1886年，德国人卡尔·奔驰获得了第一个内燃机汽车制造专利，从此人类社会进入了现代汽车时代，见图0-1。

作为交通工具的汽车和由此形成的庞大的汽车产业，深刻地影响和改变了人们的生活。汽车承担着全世界65%以上的货运量和80%以上的客运量。制造汽车需要的材料多达4200多种，汽车和汽车制造每年消耗全球46%的石油、24%的橡胶和25%的玻璃，汽车制造已成为一个国家工业生产能力和科学技术水平的综合象征，带动着钢铁、机械、电子、橡胶、玻璃、化工、石油等许多行业的发展，它对国民经济发展有1:2.9的辐射效益，对劳动就业有1:7的带动效应（全世界约有4亿人直接或间接地为汽车服务）。

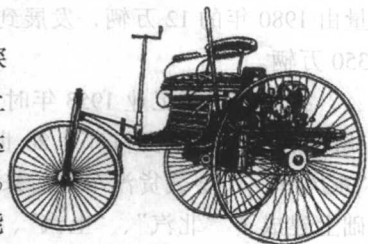


图0-1 世界上第一辆汽车

## 一、国内外汽车工业发展简述

19世纪末20世纪初，欧美一些主要资本主义国家相继完成了工业革命，随着生产力的大幅度提高，要求交通运输工具也要有相应的发展。同时，石油工业的发展，已能提供足够的燃料，机械工业的发展也提供了先进的加工设备。因此，从德国人本茨和戴姆勒于1886年制造出第一辆内燃机汽车开始，法国于1890年，美国于1893年，英国于1896年，日本于1907年，俄罗斯于1910年，相继制造出了汽车，使世界汽车工业有了日新月异的变化。从19世纪末到第一次世界大战爆发的20多年里，发达国家的汽车工业已初步形成，其中最具有代表性的是德国和美国。

德国从1886年开始，汽车工业迅速发展，到1901年，已有12家汽车制造厂，年产汽车884辆。7年以后，汽车制造厂猛增至53家，年产汽车5547辆，不仅能供应国内市场，而且有大量的产品销往世界各地。到1914年，德国汽车年产量已达到2万辆，汽车保有量达到10万辆。

美国的第一辆汽车是由杜瑞亚兄弟于1893年制造的。1896年，亨利·福特制造出了自己的第一辆汽车。1903年，福特汽车公司成立，同年推出福特A型车。1908年，著名的福特T型车问世，该车采用直列四缸发动机，功率14.1kW，其结构紧凑、设计简单、容易驾驶、价格低廉。图0-2所示为1909年生产的福特T型车。

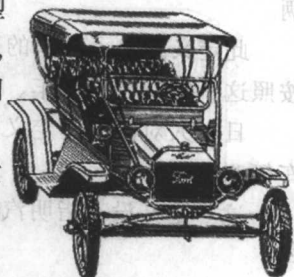


图0-2 1909年生产的福特T型车

20世纪20~90年代，虽然受到两次世界大战的影响，但是世界汽车工业，无论是制造技术还是设计水平，都得到了突飞猛进的发展。除欧美各国外，发展最快的是亚洲的日本和韩国。

日本的汽车工业在1941年时已有年产5万辆车的能力，但受到第二次世界大战的影响，1945年时年产下降到7000多辆。但他们不甘落后，奋发图强，1955年就达到年产15万辆。自1960年开



始，日本大力发展轿车工业，在质量、节油及成本上下功夫，并革新企业管理模式，鼓励职工关心企业经营，使汽车产量在 20 年内增长 10 倍，到 1980 年时达到年产 1104 万辆，一度超过美国而成为世界第一汽车生产大国。

韩国的汽车工业起步于 20 世纪 60 年代，从一开始国家就给予了必要的保护、正确的引导和有力的支持，很快地形成了以大型企业集团为骨干的汽车工业产业体制，再加上企业的自律和竞争，积极自主开发具有国际竞争力的新车型，提高国产化率，推进出口，使汽车产量由 1980 年的 12 万辆，发展到 1988 年的 108 万辆，突破百万大关，1996 年的产量又达到了 350 万辆。

我国的汽车工业 1953 年时从零起步，开始建立第一汽车制造厂，三年后便生产出国产“解放牌”中型载货汽车。20 世纪 60 年代建设了第二汽车制造厂，生产我国独立设计的“东风牌”中型载货汽车。后来又建设了“川汽”、“陕汽”等重型汽车厂，还在修理厂的基础上建成了“北汽”、“上汽”、“南汽”、“济汽”等一批骨干企业。但汽车的品种在过去的长时间内“缺重少轻”，更无轿车工业。鉴于这种情况，国家在“七五”规划中提出“要把汽车工业作为重要的支柱产业，争取有一个较大的发展”，又决定“高起点、大批量、专业化”地发展轿车工业，并把第一汽车制造厂、第二汽车制造厂和上海、北京、天津、广州等地定为轿车生产基地，引进国外车型及先进技术与资金，强调要认真消化吸收，培养自行开发能力，加速国产化。到 1992 年，我国的汽车产量突破百万大关，达到 106 万辆，到 2003 年，汽车产量达到 444.4 万辆，其中轿车 109 万辆。

自汽车问世百余年来，特别是从汽车产品的大批量生产及汽车工业的大发展以来，汽车已为世界经济的发展、为人类进入现代生活，产生了无法估量的巨大影响，为人类社会的进步做出了不可磨灭的巨大贡献。到 2002 年，全世界汽车年产量达到 5700 多万辆，总保有量超过 7.5 亿辆。

## 二、汽车的定义及分类

### （一）汽车的概念

什么是汽车？这是个看起来非常简单、却很难回答的问题。但是，出于对汽车及交通运输管理的需要，每一个国家都必须给出一个明确的定义。有些国家甚至把对汽车的定义与争夺汽车发明权联系起来。

在美国，汽车的定义是：汽车是由本身携带动力驱动（不包括人力、畜力和风力）的、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。

此定义给出了汽车的用途，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。

日本人对汽车的定义是：不依靠架线和轨道、带有动力驱动装置、能够在道路上行驶的车辆叫汽车。

这一定义没有指明汽车的用途。按照这一定义，在道路上玩耍的儿童玩具汽车也属于汽车。

德国人对汽车的定义是：汽车是使用液体燃料、用内燃机驱动、具有三个或三个以上轮子、用于载运乘员或货物的车辆。

这里特别强调了使用液体燃料的内燃机驱动，因为德国人卡尔·奔驰在 1886 年获得了用

汽油机驱动的三轮汽车的专利。

我国的汽车定义如下：

由动力装置驱动、具有四个或四个以上车轮的非轨道承载的车辆叫汽车。它主要用于：载运人员或货物；牵引载运人员或货物的车辆；其他特殊用途。

此定义排除了摩托车、装甲车、坦克等，但拖拉机、电瓶车等均包括在内。

现在人们通常所说的汽车一般专指由汽油（或柴油）内燃机驱动的汽车。除有特殊说明以外，本书所涉及的汽车仅限于这种狭义的汽车。

## (二) 汽车的分类

汽车自诞生以来，经过 100 多年的演变，已发展成为一个庞大的家族。各种形式、牌号、用途的汽车数不胜数。为了便于叙述和研究，产生了许多种汽车分类法。有按用途分、按大小分、按燃料分，还有按结构形式分类、按驱动方式分类等。不同的分类方法反映了汽车的不同属性。

### 1. 汽车按用途可分成 7 类：

(1) 载货汽车 载货汽车又叫卡车、货车。其作用是载运货物，产量在汽车产品中占第二位，约为世界汽车总产量的 20%。载货汽车一般为两轴，也有三轴的。

载货汽车按总质量的大小又可分为微型、轻型、中型、重型四种：

- ① 微型车 总质量  $m \leq 1800\text{kg}$ ；
- ② 轻型车 总质量  $m > 1800 \sim 6000\text{kg}$ ；
- ③ 中型车 总质量  $m > 6000 \sim 14000\text{kg}$ ；
- ④ 重型车 总质量  $m > 14000\text{kg}$ 。

载货汽车按驾驶室总成的结构

形式可分为长头车和平头车，见图 0-3。长头载货汽车是最常见的结构形式。其优点是便于设计、制造，操纵和维修发动机容易，冬天驾驶室内易于保温，遇到撞车时对驾驶员



图 0-3 长头载货汽车与平头载货汽车

的伤害较小；缺点是汽车轴距和总长较大，视野不太好。平头车则总长较小，自重较轻，视野开阔，但操纵机构复杂，维修发动机不便。为弥补这一缺陷，许多平头车的驾驶室设计成可向前翻转的。

载货汽车按照货厢形式可分为栏板式货车、自卸式货车、厢式货车、罐式货车、平台式货车、篷式货车及牵引一半挂车式货车。

(2) 越野汽车 越野汽车是主要行驶在路况较差或无路地区的特殊汽车。其两轴（四轮）或三轴（六轮）都是驱动轴（轮），称做全轮驱动。越野汽车的驱动力远大于载货汽车，因而通过性能很强，一般作为军用或野外工程用车。但这种车的油耗量也远大于普通民用汽车，见图 0-4。越野汽车按厂家规定的最大总质量可分为轻型越野汽车、中型越野汽车、重型越野汽车和超重型越野汽车。

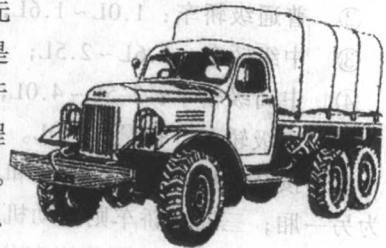


图 0-4 越野汽车

(3) 自卸汽车 自卸汽车可以利用自身的液压装置将

其货厢倾斜，以卸掉厢中的货物，见图 0-5。这种汽车一般用来运输散装货物，可节省人力。自卸车的货厢有后翻和侧翻两种，目前广泛使用的是后翻式。

(4) 牵引汽车与挂车 牵引汽车是专门或主要用来牵引挂车或其他车辆的汽车，见图 0-6；挂车是本身不带动力的车辆。二者组合成汽车列车。

(5) 专用汽车 专用汽车是为完成特定的运输任务或作业任务而设计的汽车。车上装有特殊的设备。专用汽车已发展成庞大家族，具有很多成员。如救护车、消防车、油罐车、垃圾车、洒水车、冷藏车等等。图 0-7 是几种常见的专用车。

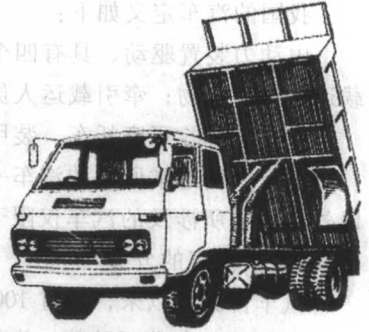


图 0-5 自卸汽车

(6) 客车 客车是用来运送人员及少量行李物品的汽车。具有长方形的车厢和若干座椅。城市公共汽车、长途客车、旅行客车、游览客车及专用客车（例如用于在机场内、外接送旅客的车辆）等均属这一类，见图 0-8。

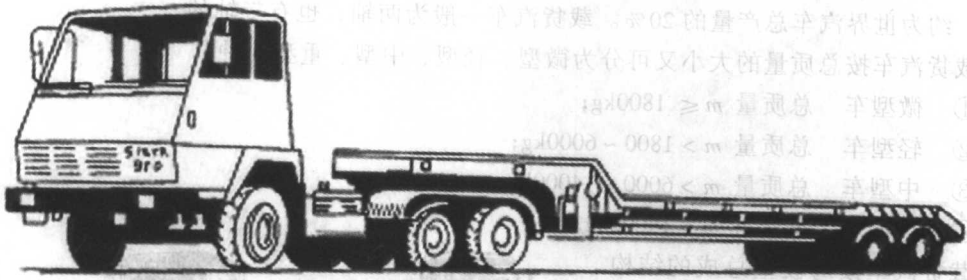


图 0-6 牵引汽车与挂车

客车根据总长分为微型、轻型、中型、大型和特大型客车。

客车按车身形式可分为长头客车、短头客车、厢型客车、流线型客车、铰接式客车和双层客车。

(7) 轿车 轿车是汽车产品中产量最大的一种，约占世界汽车总产量的 70% 以上。轿车也是用来运送人员和少量行李的。与微型客车相比，其座位数更少，一般不超过 5 人。

轿车按发动机排量（气缸工作容积）的大小分为微型、普通级、中级、中高级、高级轿车五级。

① 微型轿车：排量  $< 1.0L$ ；

② 普通级轿车： $1.0L \sim 1.6L$ ；

③ 中级轿车： $1.6L \sim 2.5L$ ；

④ 中高级轿车： $2.5L \sim 4.0L$ ；

⑤ 高级轿车：排量  $> 4.0L$ 。

轿车按结构形式分为两厢式和三厢式，见图 0-9。两厢式是发动机仓为一厢，乘员和行李为另一厢；三厢式轿车则发动机、乘员、行李各占一厢。

2. 按汽车燃料的不同将汽车分为汽油车、柴油车、液化气汽车等。

3. 汽车按驱动形式的不同分为单轴（两轮）驱动、两轴（四轮）驱动和多轴（全轮）

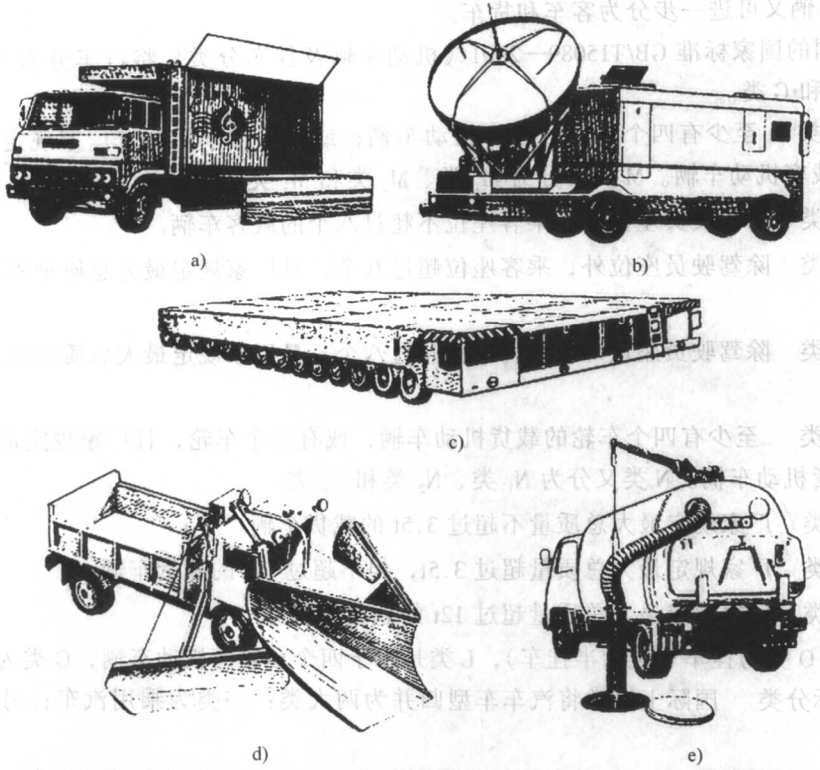


图 0-7 专用汽车

a) 舞台车 b) 卫星电视转播车 c) 500t 大型平板车 d) 铲雪车 e) 地井污泥吸排车

驱动等。

4. 我国的国家标准 GB/T3730.1—2001《汽车和挂车类型的术语和定义》将汽车分为：

(1) 乘用车 在其设计和技术特性上主要用于载运乘客及其随身行李或临时物品的汽车，包括驾驶员座位在内最多不超过 9 个座位。它也可以牵引一辆挂车。



图 0-8 客车

乘用车又可进一步分为普通乘用车、活顶乘用车、高级乘用车、小型乘用车、敞篷车、仓背乘用车、旅行车、多用途乘用车、短头乘用车、越野乘用车、专用乘用车。其中普通乘用车、活顶乘用车、高级乘用车、小型乘用车、敞篷车、仓背乘用车也可俗称轿车。



图 0-9 轿车

a) 两厢轿车 b) 三厢轿车

(2) 商用车辆 在设计和技术特性上主要用于运送人员和货物的汽车，并且可以牵引挂车，包括驾驶员座位在内座位数超过 9 座。

商用车辆又可进一步分为客车和货车。

5. 我国的国家标准 GB/T15089—2001《机动车辆及挂车分类》将汽车分为 M 类、N 类、O 类、L 类和 G 类。

(1) M 类 至少有四个车轮的载客机动车辆；或有三个车轮，且厂家规定最大总质量超过 1t 的载客机动车辆。M 类又分为 M<sub>1</sub> 类、M<sub>2</sub> 类和 M<sub>3</sub> 类。

1) M<sub>1</sub> 类 除驾驶员座位外，乘客座位不超过八个的载客车辆。

2) M<sub>2</sub> 类 除驾驶员座位外，乘客座位超过八个，且厂家规定最大总质量不超过 5t 的载客车辆。

3) M<sub>3</sub> 类 除驾驶员座位外，乘客座位超过八个，且厂家规定最大总质量超过 5t 的载客车辆。

(2) N 类 至少有四个车轮的载货机动车辆；或有三个车轮，且厂家规定最大总质量超过 1t 的载货机动车辆。N 类又分为 N<sub>1</sub> 类、N<sub>2</sub> 类和 N<sub>3</sub> 类。

1) N<sub>1</sub> 类 厂家规定最大总质量不超过 3.5t 的载货车辆。

2) N<sub>2</sub> 类 厂家规定最大总质量超过 3.5t，但不超过 12t 的载货车辆。

3) N<sub>3</sub> 类 厂家规定最大总质量超过 12t 的载货车辆。

另外，O 类为挂车（包括半挂车），L 类是少于四个车轮的机动车辆，G 类为越野车。

6. 国际分类 国际上通常将汽车车型归并为两大类：一类为乘用车；另一类为商用汽车。

乘用车主要指轿车，一般也将与轿车近似的汽车，如轿车的各种变型车、轻型越野汽车也包括在乘用车内。

对轿车国际上按照发动机排量分为微型轿车、小型轿车、中型轿车、大型轿车和超大型轿车五级。

乘用车以外的汽车统称为商用汽车，因此种类很多，一般分为三类，即载货汽车、载客汽车和特种汽车。

### 三、汽车总体构造

汽车是由数百个总成、上万个零部件装配而成的复杂的机动交通工具。不同车型的结构千差万别，其动力装置、运送对象和使用条件也不相同，汽车的总体构造可以有很大差异。但它们的总体构造都是由发动机、底盘、车身及其附件、电气设备四部分构成，专用汽车还有其专用设备。图 0-10 所示为一种轿车的结构图。

1. 发动机 发动机是汽车的动力源。其主要作用是使燃料燃烧，将热能转变成机械能输出，以驱动汽车行驶，或供车上的机电设备使用。当前汽车发动机广泛采用的是活塞式汽油内燃机和柴油内燃机。汽油内燃机由两大机构和六大系统组成，即曲柄连杆机构、配气机构、燃料供给系统、进排气系统、润滑系统、冷却系统、点火系统和起动系统。柴油内燃机则由除点火系统外的两大机构和五大系统组成。一辆汽车上一般只有一台发动机，有些汽车装有双动力，既有内燃机（汽油机或柴油机）又有电动机或电池。

2. 底盘 底盘是汽车的骨架，用来支撑车身和安装所有部件，同时将发动机的动力传递到驱动轮，还要保证汽车按照驾驶员的意志正常行驶。底盘由传动系统、行驶系统、转向系统、制动系统四部分组成。作为汽车的基体，发动机、车身、电气设备及各种附属设备都

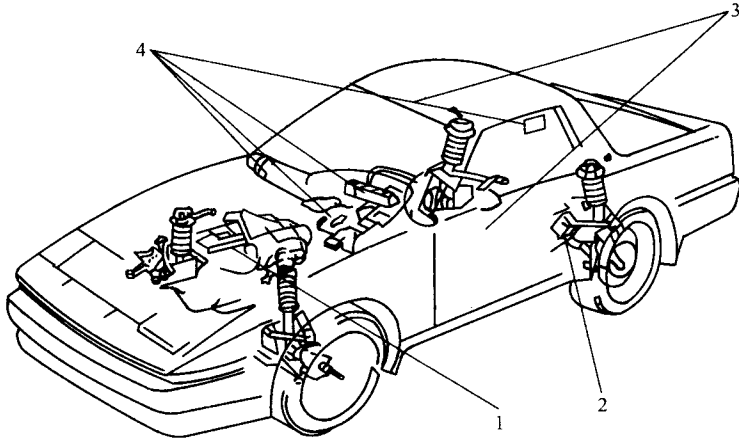


图 0-10 轿车结构

1—发动机 2—底盘 3—车身与车身附件 4—电气设备

直接或间接地安装在底盘上。

3. 车身与车身附件 车身的作用主要用来覆盖、包装和保护汽车零部件，提供装载货物的空间，以及对驾驶员和乘员提供舒适的乘坐环境。对于不同的车型，车身的结构形式和作用也不同。载货汽车的车身由发动机仓、乘员室（驾驶室）和货厢三个独立的部分构成。轿车和客车车身一般是整体壳体，有承载式车身和非承载式车身之分。

车身附件是安装于车身之上的附属设备，如座椅、空调、挡风玻璃刮水器、玻璃升降器、音响、通信设备等。

4. 电气设备 电气设备包括电源、灯光照明系统、点火系统、起动系统、仪表、传感与报警装置、自动检测装置等。

上述四部分是汽车正常工作必不可少的组成部分。专用汽车和特殊汽车除此之外还有其专用和特殊装备，如油罐车有油罐、油泵和计量装置等。这些一般都不是汽车学研究的对象。

#### 四、汽车的主要参数

1. 汽车的最高车速 随着汽车性能特别是主、被动安全性能的提高，公路路面的改善和高速公路的发展，汽车的最高车速普遍有所提高。它与汽车的类型、用途、道路条件、自身的安全条件和发动机功率的大小等有关，并以汽车行驶的功率平衡为依据来确定。

2. 汽车的加速时间 指汽车加速到一定车速所需要的时间。汽车由起步并换档加速到一定车速  $v_a$  的时间称为“ $0 \sim v_a$ ”的换档加速时间；而在直接档下由车速为 20km/h 加速到某一车速  $v_a$  的时间，称为“ $20 \sim v_a$ ”的直接档加速时间。它们均为汽车加速性能的重要衡量方法和动力性能的重要指标。轿车的加速性能常用“ $0 \sim 100\text{km/h}$ ”或“ $0 \sim 80 \text{ km/h}$ ”的换档加速时间来评价。中、高级轿车的“ $0 \sim 100\text{km/h}$ ”换档加速时间约为 8 ~ 15s，普通级轿车为 12 ~ 25s。

3. 汽车的燃料消耗量 汽车在良好的水平硬路面上以直接档满载等速行驶时的百公里最低燃料消耗量  $Q$  (L/100km)，称为汽车的“百公里最低燃料消耗量”，是汽车的燃料经济性常用的评价指标。单位汽车总质量的百公里最低燃料消耗量，又称为汽车的“单位燃料消耗量 (L / (100km·t))”。

4. 汽车的最小转弯半径 最小转弯半径  $R_{\min}$  是指当转向盘转至极限位置时由转向中心至前外轮接地中心的距离。它反映了汽车通过小曲率半径弯曲道路的能力和在狭窄路面上或场地上调头的能力。其值与汽车的轴距、轮距及转向车轮的最大转角等有关。

5. 汽车的制动距离 汽车的制动距离是指在良好的试验跑道上和规定的车速下紧急制动时由踩制动踏板起到完全停车时的距离。我国通常以 30km/h 和 50km/h 车速下的最小制动距离来评比不同车型的制动性能。对于紧急制动时的踏板力，货车要求不大于 700N，轿车要求不大于 500N。

6. 汽车的最小离地间隙 最小离地间隙属于汽车的通过性能参数，此外还有接近角、离去角及纵向通过半径等。这类参数的取值主要根据汽车的类型和道路条件来确定。

7. 汽车的装载量 轿车的装载量即其载容量，是指其最多乘坐人数，并以座位表示。微型和普通级轿车一般有 2~4 座；中级及以上的轿车多为 5 座，少数有 7 座。长途客车和旅游客车也是以座位数表示其载容量，而城市公共交通用大客车的载容量则还应加上额定的站立乘客数。

载货汽车的装载量系指该车在良好的硬路面上行驶时所装载货物的质量的最大限额。通常以  $t$  表示其单位。它是由汽车制造厂根据设计确定的。当汽车在碎石路或其他非良好硬路面上行驶时，装载量应适当减少。越野汽车的装载量是指它在越野行驶或在土路上行驶的装载量。

8. 汽车的整备质量 汽车的整备质量就是汽车经整备后在完备状态下的自身质量，即指汽车在加满燃料、润滑油、工作油液（如制动液等）及发动机冷却液并装备（随车工具及备胎等）齐全后但未载人、载货时的总质量。

由于在设计方法、产品材料、制造工艺以及道路状况等方面的不断完善，汽车的整备质量有不断减少的趋势。因为这样不仅可以降低造价，而且也是降低汽车燃油消耗的重要途径。

9. 汽车的总质量 汽车的总质量是指已整备完好、装备齐全并按规定载满客、货时的汽车质量。除包括汽车的整备质量及装载质量外，载货汽车还应计入驾驶室装满人的质量，轿车和长途客车还应计入行李的质量，如有附加设备还应考虑附加设备（非常规随车装备）的质量。载客按每人 65kg 计；行李质量，轿车按每人 5~10kg 计，长途客车按每人 10~15kg 计，城市客车不计行李质量。

10. 汽车的整备质量利用系数 载货汽车的整备质量利用系数是载货汽车的装载量与其整备质量之比。它表明单位汽车整备质量所承受的汽车装载质量。显然，此系数越大表明该车型的材料利用率及设计与工艺水平越高。

11. 汽车的质量利用系数 载货汽车的装载量与其干质量之比，称为载货汽车的干质量利用系数，简称质量利用系数。汽车的干质量是指未加燃料、润滑油、工作油液、发动机冷却液和附属设备时的汽车质量。这一系数能更准确地反映汽车的金属和材料在货物运输中的贡献或利用率。

12. 汽车的轴荷分配 汽车的轴荷分配是指汽车空载和满载时的整车质量分配到各个车轴上的百分比。它是汽车的重要质量参数，对汽车的牵引性能、通过性能、制动性能、操纵性能和稳定性等主要使用性能以及轮胎的使用寿命，都有很大的影响。

# 第一篇 汽车发动机

## 第一章 发动机工作原理和总体构造

发动机是汽车的动力源，是把某一种形式的能量转变成机械能的机器。一般地，汽车发动机广泛采用内燃机，近年来也有采用燃料电池作为汽车动力的。

内燃机是将燃料（汽油、柴油、煤气等）在其燃烧室中燃烧所产生的热能直接转化为机械能的一种动力机械。内燃机分为旋转式和活塞式两大类。旋转式内燃机又称为燃气轮机，主要用于航空方面；燃气直接作用在活塞上，动力由输出轴输出，称为活塞式内燃机。内燃机与外燃机相比，具有结构紧凑、体积小、质量轻和容易起动等许多优点。因此，活塞式内燃机被广泛地用作汽车动力。

### 第一节 发动机的分类与基本构造

#### 一、分类

活塞式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。

1) 按活塞运动方式的不同可分为往复式活塞式内燃机和旋转活塞式内燃机两种。前者活塞在气缸内作往复直线运动，后者活塞在气缸内作旋转运动。

2) 按所用燃料的不同可以分为汽油机、柴油机和气体燃料发动机。使用汽油的内燃机称为汽油机，使用柴油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，起动容易，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。

3) 按内燃机完成一个工作循环所需的行程数可分为四冲程内燃机和二冲程内燃机。曲轴旋转两圈（ $720^\circ$ ），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内燃机；而曲轴旋转一圈（ $360^\circ$ ），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内燃机。汽车发动机广泛使用四冲程内燃机。

4) 按内燃机冷却方式的不同可以分为水冷式发动机和风冷式发动机。水冷式发动机是利用冷却液作为冷却介质进行冷却的；而风冷式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。水冷式发动机冷却均匀，工作可靠，冷却效果好，被广泛应用于现代车用发动机。

5) 按内燃机气缸数目的不同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；有两个以上气缸的发动机称为多缸发动机，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。



6) 按内燃机气缸排列方式的不同可分为单列式和双列式。单列式发动机的各个气缸排成一列，一般是垂直布置的，但为了降低高度，可把气缸布置成倾斜的甚至水平的；双列式发动机把气缸排成两列，两列之间的夹角小于 $180^\circ$ （一般为 $90^\circ$ ）时称为V形发动机，两列之间的夹角等于 $180^\circ$ 时称为对置式发动机，见图1-1。

7) 按内燃机进气系统是否采用增压方式可以分为自然吸气（非增压）式发动机和强制进气式（增压式）发动机。汽油机常采用自然吸气式。

除上述分法外，带有电控单元的称电控发动机，采用化油器方式形成可燃混合气的汽油机称为化油器式汽油机，而采用汽油喷射方式形成可燃混合气的汽油机称为汽油喷射汽油机。

例如，上海大众桑塔纳 LX 型轿车用的 1.8L JV 型发动机为四行程、单列式、四缸、自然吸气、水冷、化油器式汽油机，而桑塔纳 2000GL 型轿车用的 1.8L AFE 型发动机为四行程、单列式、四缸、自然吸气、水冷、电控汽油喷射式汽油机。

又如，长春一汽奥迪 100 2.6E 型轿车用的 2.6L 发动机为四行程、V 形、六缸、自然吸气、水冷电控汽油喷射式汽油机。

再如，南京依维柯 Turbo Daily 各种轻型车用的 2.5L 索菲姆 8140.27 型发动机为四行程、单列式、四缸、废气涡轮增压、水冷柴油机。

## 二、基本构造

发动机由曲柄连杆机构、配气机构和燃料供给系统、进排气系统、润滑系统、冷却系统、点火系统、起动系统等组成，见图1-2。

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。它由机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组等组成。

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，使可燃混合气进入气缸，并使废气从气缸内排出，实现换气过程。配气机构一般由气门组、气门传动组和气门驱动组组成。

3. 燃料供给系统 汽油机燃料供给系统的功用是根据发动机的要求，配制出一定数量

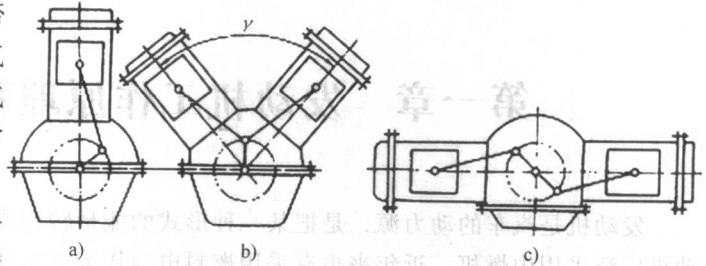


图 1-1 多缸内燃机的排列形式

a) 单列式（直列式） b) V 形 c) 对置式

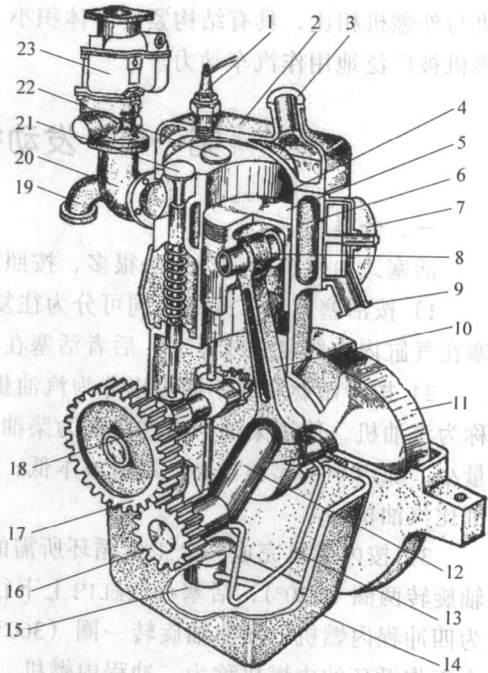


图 1-2 单缸汽油机构造简图

1—火花塞 2—气缸盖 3—出水口 4—气缸  
5—活塞 6—水套 7—水泵 8—活塞销 9—进  
水口 10—连杆 11—飞轮 12—曲轴 13—机油  
管 14—曲轴箱 15—机油泵 16—曲轴正时齿轮  
17—凸轮轴正时齿轮 18—凸轮轴 19—排气管  
20—进气管 21—进气门 22—排气门 23—化油器