



普通高等教育“十五”国家级规划教材




面向 21 世纪 课程 教材  
Textbook Series for 21st Century

# 汽车构造 第2版

(上册)



吉林大学 陈家瑞 主编

 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育“十五”国家级规划教材  
面向 21 世纪课程教材

# 汽车构造

第 2 版

(上册)

主 编	陈家瑞	
副主编	张建文	
参 编	高 莹	于秀敏
	林学东	刘玉梅
	马天飞	宋传学
	姚为民	冯 原
主 审	边耀璋	



机械工业出版社

本书通过对活塞式内燃机汽车的各总成、部件的典型结构实例之分析,系统阐述了现代汽车的构造和工作原理。本书分上、下册,包括五篇二十六章。上册为总论和第一篇汽车发动机;下册为其余四篇,介绍了汽车传动系统、行驶系统、转向系统、制动系统、车身、仪表、照明及附属装置等的构造和工作原理。在选用典型结构的实例时,尽量采用国产轿车的结构图,删除了第1版中一些中、重型货车的陈旧结构图。本书还结合安全和排放法规的要求,编写了汽油直接喷射和进、排气系统及发动机有害排放物的控制,以及安全转向柱和防抱死制动装置等内容。

本书为高等院校汽车工程类(车辆工程、汽车车身设计、汽车服务工程、汽车运用与维修等)专业教材,也可作为高职高专、职大、成教等汽车工程专业教材,并可供汽车工业部门、汽车运输部门的工程技术人员参考,还可供具有中等以上文化和科技理论基础的汽车修理工及驾驶员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车构造.上册/陈家瑞主编.—2版.—北京:机械工业出版社,2005.1

普通高等教育“十五”国家级规划教材.面向21世纪课程教材  
ISBN 7-111-07927-2

I. 汽... II. 陈... III. 汽车-构造-高等学校-教材 IV. U463

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第117635号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)  
责任编辑:赵爱宁 版式设计:张世琴 责任校对:李秋荣  
封面设计:王伟光 责任印制:杨曦  
北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行  
2005年3月第2版第2次印刷  
787mm×1092mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub>·22.25印张·6插页·543千字  
定价:32.00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)68326294  
封面无防伪标均为盗版

# 第1版前言

本书为全国高等学校机械工程及自动化专业的“九五”规划教材，并于1997年被原国家教育委员会立项为“九五”国家级重点教材。本书全面而系统地阐述汽车整体及部件的结构和工作原理，以作为高等院校有关专业的教材，也可以供汽车制造、汽车运用及修理、汽车运输管理等方面的工程技术人员，以及具有中等以上文化和科技理论基础的汽车修理工及驾驶员参考。

汽车结构复杂、类型繁多，但是目前世界各国生产的商业化汽车，仍然是以活塞式内燃机为动力的传统结构。虽然各个组成系统或部件的结构形式不同，但功能要求相同，因此编写时仍沿用了原《汽车构造》的体系。它是通过对国产汽车，特别是国产轿车有限的几种实例进行分析阐述，使读者较为深入地掌握汽车结构的一般规律，以期取得举一反三，触类旁通的效果。在讨论整车及其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。在介绍各种不同结构形式时，首先通过一种比较常见的，具有代表性的典型实例，说明在一般使用条件下，为满足主要功能要求而采取的一般结构措施，然后再介绍在某些特定条件和要求下发展而来的某些形式的结构及功能特点。在选用典型实例时，尽量采用国产轿车的结构图，删除中、重型货车的陈旧结构图，但没有合适的轿车结构图时，只好采用中、重型货车的结构图或保留原书的某些图。

本书力求做到文字准确、简练、流畅，符合规范要求，插图正确，文图配合恰当，内容阐述循序渐进，富有启发性，并便于自学。

本书内容包括总论及五篇二十五章。由陈家瑞任主编，编写成员（分工）为：李卓森（总论、第二十四章）、林明芳（第一章、第二章、第三章、第四章、第十三章、第十四章）、蒋兴阁（第五章、第六章、第七章、第八章、第九章、第十二章）、马淑芝（第十章、第十一章）、李红英（第十五章、第二十一章）、宋传学（第十六章）、陈家瑞（第十七章、第二十二章、第二十三章、第二十五章）、张宝生（第十八章、第十九章、第二十章）。全书分上、下两册出版，上册为总论、第一篇（第一章~第十二章）；下册为第二、三、四、五篇（第十三章~第二十五章）。吉林工业大学汽车学院还将为本书制作多媒体教学软件。

在本书编写过程中，全国高等学校机械工程及自动化专业教学指导委员会汽车与拖拉机专业指导小组给予本书关怀与指导，并于1999年12月在北京组织召开了审稿会，与会专家和主审西安交通大学边耀璋教授提出了许多宝贵意见和建议，对提高本书质量给予了很大帮助，在此致以衷心的感谢。

本书在编写过程中，承蒙第一汽车制造厂、长春汽车研究所、天津中国汽车技术研究中心、一汽-大众汽车有限公司、上海大众汽车有限公司、神龙汽车有限公司、第二汽车制造厂、济南汽车制造厂、北京汽车摩托车联合制造公司、南京汽车制造厂、中国重型汽车集团



公司技术发展中心、一汽轿车股份有限公司、一汽吉林轻型车厂、第一汽车制造厂化油器厂、一汽金杯汽车股份有限公司等单位的大力支持和帮助，并提供了有关图样及资料，谨此致谢。

本书的出版得到了上海发展汽车工业教育基金会、乐泰（中国）有限公司以及吉林工业大学教材建设基金会的资助。

最后，殷切期望广大读者对书中误漏之处予以批评指正。

吉林工业大学  
《汽车构造》编写组  
2000年5月于长春

## 第2版前言

本书是普通高等教育机电类“九五”和“十五”国家级规划教材，于1997年被原国家教育委员会立项为“九五”国家级重点教材，并于2003年获吉林大学优秀教材一等奖。本书是由吉林大学汽车工程系（原吉林工业大学汽车工程系）编写，机械工业出版社出版的《汽车构造》的修订版。本书全面系统地阐述了汽车总体及其各总成部件的结构和工作原理，以作为高等院校有关专业的教材，也可以供汽车设计制造、汽车运用及修理、汽车运输管理等相关方面的工程技术人员，以及具有中等以上文化和科技理论基础的汽车修理工及驾驶员参考。

汽车结构复杂、类型繁多，但是目前世界各国生产的商业化汽车，仍然是以活塞式内燃机为动力的传统结构。虽然各个系统或总成部件的结构形式不尽相同，但功能要求相同，因此本书仍沿用了第1版的体系。通过对国产汽车，特别是国产轿车有限的几种实例进行了结构和工作原理分析，力求使读者深入系统地掌握汽车结构的一般规律，以期取得举一反三、触类旁通的效果。在讨论整车及其各个组成系统或部件时，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。在介绍各种不同结构形式时，首先通过一种比较常见的、具有代表性的典型实例，说明在一般使用条件下，为了满足主要功能而采用的一般结构措施，然后再介绍在某种特定条件和要求下发展而来的某些形式的结构及功能特点。在选用典型实例时，尽量采用国产轿车的结构图，删除了第1版中一些中、重型货车的陈旧结构图。

本书名词术语和计量单位符合国家相关标准和规范的要求，力求做到文字准确、简练、流畅，插图清楚、正确，文稿、图稿配合合理，内容阐述条理清晰，富有启发性，便于读者自学。

本书内容主要包括总论及五篇二十六章，由陈家瑞任主编，张建文担任副主编。编写成员及分工为：张建文（总论、第十三章、第十四章、第十七章）、高莹（第一章、第二章、第三章、第八章、第九章）、于秀敏（第四章、第五章）、林学东（第六章、第七章、第十二章）、刘玉梅（第十章、第十一章）、马天飞（第十五章、第二十三章、第二十四章）、宋传学（第十六章）、姚为民（第十八章、第十九章、第二十章、第二十一章、第二十二章）、冯原（第二十五章、第二十六章）。全书分上、下两册，上册为总论、第一篇（第一章~第十二章）；下册为第二、三、四、五篇（第十三章~第二十六章）。

本书由长安大学边耀璋教授担任主审，他对本书初稿进行了认真仔细的审阅，并提出了不少宝贵的修改意见。本书在编写过程中，参考了大量国内外相关资料，并承蒙第一汽车集团总公司、长春一汽汽车技术中心、天津中国汽车技术研究中心、一汽大众汽车有限公司、上海大众汽车有限公司、武汉神龙汽车有限公司、第二汽车制造厂、二汽技术中心、济南汽



车制造厂、中国重型汽车集团公司、一汽轿车股份有限公司、南京汽车制造厂、北京汽车摩托车联合制造公司、北京吉普汽车有限公司等单位有关同志的大力支持和帮助，谨此一并表示衷心感谢。

最后，竭诚欢迎使用本书的高校师生、广大读者对书中的误漏之处提出批评指正，交流探讨，以便再版时修改、补充。

吉林大学汽车工程系  
《汽车构造》编写组  
2004年5月于长春



a) 奥拓微型轿车



b) 夏利 TJ7100 微型轿车



c) 捷达王普及型轿车



d) 富康 988 普及型轿车



e) 桑塔纳 2000 中级轿车



f) 红旗 CA7220 中级轿车

彩图 1 轿车 (一)





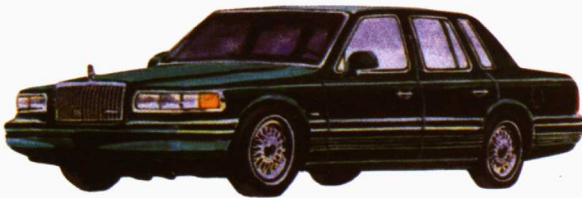
a) 别克·新世纪中高级轿车



b) 红旗 CA7460 高级轿车



c) 凯迪拉克·弗里伍德高级轿车



d) 林肯·城市高级轿车



e) 梅赛蒂斯-本茨 S600 高级轿车



f) 劳斯-莱斯·银刺高级轿车

彩图 2 轿车 (二)



a) 松花江 HFJ6350 微型客车



b) 解放 CA6440 轻型客车



c) 京华 BK6820LPG 中型客车



d) 上海 SK6115KHP2 大型客车



e) 上海 SK6142 铰接式客车



f) 金陵 JLY6121 双层客车

彩图 3



a) 华利 TJ1010 微型货车



b) 解放 CA1020 轻型货车



c) 解放 CA1092 中型货车



d) 东风 EQ1090 中型货车



e) 黄河 JN1171 重型货车



f) 北京 BJ2020SY 轻型越野汽车



g) 切诺基轻型越野汽车



h) 东风 EQ2080 中型越野汽车



i) 斯达-斯太尔重型越野汽车

彩图 4 货车与越野汽车

# 世界各国名车标徽识别

 通用	 上将(美)	 凯迪拉克(美)	 别克(美)	 别克(美)	 凤凰(美)	 雪弗兰(美)
 旁蒂克(美)	 福特(美)	 美洲狮(美)	 费尔蒙特(美)	 林肯(美)	 雷鸟(美)	 君主(美)
 野马(美)	 水星(美)	 道奇(美)	 顺风(美)	 奔驰(德)	 奥迪(德)	 保时捷(德)
 宝马(德)	 欧宝(德)	 大众(德)	 雷诺(法)	 雪铁龙(法)	 标致(法)	 菲亚特(意)
 托马索(意)	 篮旗(意)	 林宝坚尼(意)	 阿尔法·罗米欧(意)	 布加迪(意)	 法拉利(意)	 玛沙拉蒂(意)
 劳斯莱斯(英)	 本特利(英)	 罗孚(英)	 美洲豹(英)	 莲花(英)	 沃尔沃(瑞典)	 绅宝(瑞典)
 吉姆(俄)	 拉达(俄)	 伏尔加(俄)	 丰田(日)	 凌志(日)	 皇冠(日)	 本田(日)
 本田极品(日)	 日产(日)	 王子(日)	 公爵(日)	 三菱(日)	 铃木(日)	 斯巴鲁(日)
 大发(日)	 马自达(日)	 日野(日)	 现代(韩)	 大宇(韩)	 起亚(韩)	 斯柯达(捷)

# 目 录

第2版前言	
第1版前言	
总论	1

## 第一篇 汽车发动机

<b>第一章 发动机的工作原理和总体构造</b>	
构造	18
第一节 发动机的分类	18
第二节 四冲程发动机的工作原理	19
第三节 二冲程发动机的工作原理	24
第四节 发动机的总体构造	28
第五节 发动机主要性能指标与特性	34
第六节 内燃机产品名称和型号编制规则	38
思考题	40
<b>第二章 曲柄连杆机构</b>	41
第一节 概述	41
第二节 机体组	43
第三节 活塞连杆组	54
第四节 曲轴飞轮组	70
思考题	78
<b>第三章 配气机构</b>	79
第一节 气门式配气机构的布置及传动	79
第二节 配气定时	89
第三节 配气机构的零件和组件	92
思考题	102
<b>第四章 汽油机供给系统</b>	103
第一节 汽油机供给系统的组成及燃料	103
第二节 简单化油器与可燃混合气的形成	106
第三节 可燃混合气成分与汽油机性能的关系	108
第四节 化油器的各工作系统	113
第五节 化油器类型	120
第六节 汽油供给装置	124
第七节 汽油喷射系统	130
思考题	142
<b>第五章 柴油机供给系统</b>	144
第一节 柴油及其使用性能	144
第二节 柴油机供给系统的组成	146
第三节 喷油器	150
第四节 柱塞式喷油泵	154
第五节 分配式喷油泵	164
第六节 调速器	168
第七节 电控柴油机喷射系统	179
第八节 柴油机燃油供给系统的辅助装置	183
第九节 发动机的进气系统	186
第十节 发动机的排气系统	191
思考题	193
<b>第六章 发动机有害排放物的控制系统</b>	194
第一节 汽车发动机的有害排放物	194
第二节 汽油机的排放控制装置	196
第三节 其他排放物的控制系统	201
第四节 柴油机的排放控制系统	203
思考题	208



<b>第七章 车用发动机的增压系统</b> .....	209	第一节 概述	251
第一节 概述	209	第二节 传统点火系统组成与工作	
第二节 机械增压	211	原理	253
第三节 涡轮增压	214	第三节 点火时刻	257
第四节 气波增压	220	第四节 传统点火系统主要元器件的	
思考题	222	结构	258
<b>第八章 发动机冷却系统</b> .....	223	第五节 电子点火系统	269
第一节 冷却系统的功用及组成	223	第六节 微机控制点火系统	279
第二节 冷却液	224	第七节 汽车电源	291
第三节 散热器	225	思考题	302
第四节 冷却风扇	229	<b>第十一章 发动机起动系统</b> .....	304
第五节 节温器	233	第一节 概述	304
第六节 水泵	235	第二节 起动机	308
第七节 变速器机油冷却器	236	第三节 减速起动机和永磁起动机	316
思考题	237	思考题	320
<b>第九章 发动机润滑系统</b> .....	238	<b>第十二章 新型车用发动机</b> .....	321
第一节 润滑系统的功用及组成	238	第一节 转子发动机	321
第二节 润滑剂	240	第二节 燃气涡轮增压发动机	332
第三节 机油泵	243	第三节 电动及混合动力汽车	337
第四节 机油滤清器	247	第四节 代用燃料发动机	343
第五节 机油冷却器	250	思考题	350
思考题	250	<b>参考文献</b> .....	351
<b>第十章 发动机点火系统</b> .....	251		

# 总 论

汽车自 19 世纪末诞生至今 100 余年期间，汽车工业从无到有，以惊人的速度发展，写下了人类近代文明史的重要篇章。汽车是数量最多、最普及、活动范围最广泛、运输量最大的重要的现代化陆地交通工具。目前，全世界有几亿辆汽车在陆地上行驶，并且以每年几千万辆的速度增长。可以断言，没有哪种机械产品像汽车那样对人类社会产生如此广泛而深远的影响。

## 一、汽车工业的发展概况

### (一) 国外汽车工业的发展

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。石油工业和机械工业的发展已能提供足够的燃料和先进的加工设备。因此，继德国人卡尔·本茨和哥德里普·戴姆勒分别于 1886 年先后成功地发明世界上第一辆三轮内燃机汽车和第一辆四轮内燃机汽车以后，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，使世界汽车工业得到了日新月异的变化。

汽车虽然诞生在欧洲，但美国依靠优越的资源 and 自然条件以及宽松的政策，又利用欧洲遭受第一次世界大战破坏的时机，使汽车工业迅速崛起，并超过了欧洲，从 20 世纪初至 70 年代的几十年间，汽车产量一直遥遥领先。日本汽车工业在第二次世界大战前规模较小，但在 20 世纪 60、70 年代，依靠引进国外的先进技术和科学的经营管理方法，使汽车工业迅猛发展，后来者居上，先后逐个超过意大利、英国、法国、德国等一些老牌的汽车工业国，并曾于 1980~1993 年期间，汽车年产量超过美国而跃居世界第一位。

目前，全世界汽车年产量已超过 5500 万辆，总保有量超过了 6.5 亿辆。据资料介绍，1997 年产量最多的国家依次是美国、日本、德国、法国、韩国、加拿大、西班牙、巴西、英国、意大利、中国、墨西哥、俄罗斯、瑞典、澳大利亚等。表 0-1 所示为世界汽车主要生产国 1993~1997 年的汽车年产量统计，表 0-2 所示为世界汽车主要生产国 1992~1996 年的汽车保有量统计，表 0-3 所示为 2001 年世界汽车制造厂年产量前十位排名，表 0-4 所示为 2002 年世界汽车生产国年产量前十位排名。

表 0-1 世界汽车主要生产国 1993~1997 年的汽车年产量统计 (万辆)

国家	1993 年	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年
美国	1089.8	1226.3	1197.1	1183.2	1214.9
日本	1122.8	1055.4	1019.7	1034.7	1097.5
德国	403.2	435.6	466.9	484.3	502.3



(续)

国家	1993 年	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年
法国	315.6	355.8	347.5	359.1	383.0
韩国	205.0	231.2	252.6	281.3	281.8
加拿大	224.7	232.2	241.7	239.7	257.8
西班牙	178.8	214.2	233.3	241.3	256.2
巴西	139.1	158.3	162.9	180.4	206.7
英国	156.9	169.5	176.5	192.4	193.6
意大利	127.7	153.4	166.8	154.5	181.7
中国	129.6	135.3	145.2	147.4	158.2
墨西哥	108.1	112.2	93.6	122.3	132.2
俄罗斯	161.9	112.4	108.9	103.7	571.1
瑞典	33.7	43.5	49.0	43.3	46.0
澳大利亚	30.5	33.8	31.9	32.5	34.9
世界总计	4683.6	4935.1	4984.3	5208.5	5517.6

表 0-2 世界汽车主要生产国 1992 ~ 1996 年的汽车保有量统计 (万辆)

国家	1992 年	1993 年	1994 年	1995 年	1996 年
美国	19036.2	19406.3	19546.9	20044.6	20335.0
日本	6165.8	6326.2	6501.1	6685.3	6880.1
德国	4025.1	4204.4	4287.8	4356.1	4416.7
法国	2684.1	2706.7	2753.2	2793.2	2849.9
韩国	523.1	627.4	740.4	846.9	955.4
加拿大	1701.1	1719.0	1755.0	1754.5	1756.5
西班牙	1587.6	1630.0	1668.7	1728.4	1759.4
巴西	1329.9	1486.0	1492.0	1534.0	—
英国	2683.9	2721.0	2765.1	2817.1	2879.6
意大利	3216.1	3232.7	3260.7	3280.6	3331.6
中国		817.5	941.9	1040.0	1100.0
荷兰	630.3	643.4	657.1	629.0	642.1
比利时	446.6	454.5	463.4	475.4	483.8
瑞典	390.6	388.2	391.2	393.8	398.1
澳大利亚	995.4	1050.6	1040.7	1063.8	—



表 0-3 2001 年世界汽车制造厂年产量前十位排名 (万辆)

名次	汽车制造厂	总部所在国	全部汽车年产量	其中轿车年产量
1	通用公司	美国	758	466
2	福特公司	美国	668	370
3	丰田—大发—日野	日本	592	462
4	大众集团	德国	511	488
5	戴姆勒—克莱斯勒	德国	436	239
6	标致—雪铁龙	法国	310	271
7	本田	日本	267	241
8	现代—起亚	韩国	252	209
9	日产	日本	251	196
10	菲亚特—依维柯	意大利	241	193

表 0-4 2002 年世界汽车生产国年产量前十位排名 (万辆)

名次	国家	年产量	名次	国家	年产量
1	美国	1224	6	韩国	315
2	日本	1026	7	西班牙	285
3	德国	548	8	加拿大	263
4	法国	338	9	英国	182
5	中国	325	10	意大利	179

汽车工业发展的初期，曾有过百家争妍的纷乱局面，经过激烈地竞争、优胜劣汰和兼并改组，逐渐趋于集中垄断。美、日、欧洲等发达国家发展汽车工业的特点是资本集中垄断，利用高科技优势进行自主开发，采取大批量和规模经济的生产方式。例如，美国的通用、福特、克莱斯勒三家汽车公司垄断了美国 90% 以上的汽车生产；世界上 20 家主要的汽车公司垄断了全球 80% 以上的汽车生产（表 0-5）。近 10 余年来，许多发达国家的汽车保有量和需求量已渐趋饱和，汽车工业在 20 世纪 50、60 年代迅速发展的势头已减缓，企业之间竞争激烈，有些企业生产不景气、严重亏损，导致股权转让和兼并改组。各大汽车公司为了在激烈的竞争中生存，一方面采取频繁换型的增强竞争力的手段，采取“动态报废”的刺激购买力的方法；另一方面采取将产品输出变为资本输出的对策，寻求多样化的合作方式，实现跨国经营，进行合资入股、渗透兼并，使汽车生产渐趋国际化。

与此同时，在一些新兴工业国家和发展中国家，由于人民生活水平的提高，致使汽车需求量迅速增长。但由于工业基础薄弱和缺乏自主开发能力，这些国家往往用优惠政策吸引外资，引进先进的技术和装备，进口全拆散（CKD）或半拆散（SKD）零件装车，逐步提高零件的国产化率，进而使零部件自给，以满足国内市场需求，并以此模式发展自己的汽车工业。韩国和西班牙的汽车工业就是采取这种模式成功地发展起来。这两个国家的汽车年产量已超过 200 万辆，在逐步增强自主开发能力之后，其汽车产品已开始打入国际市场参与竞争。此外，巴西、中国和墨西哥亦采取这种模式使汽车工业飞跃发展。