

附光盘

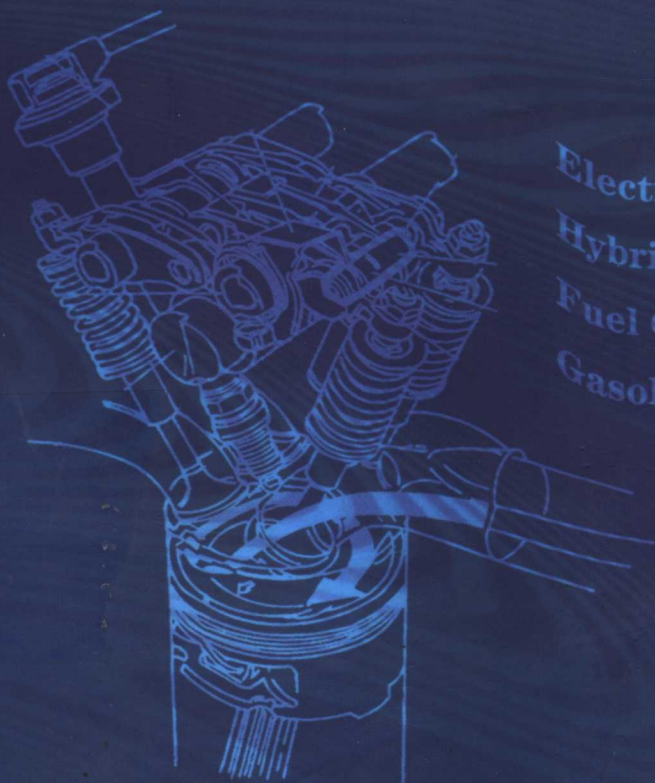
面向21世纪课程教材

汽车类教学改革规划教材

汽车构造与原理

(上册 发动机)

蔡兴旺 主编 蔡锐彬 主审



Electric Vehicle
Hybrid Electric Vehicle
Fuel Cell Electric Vehicle
Gasoline Direct Injection



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

面向 21 世纪课程教材
汽车类教学改革规划教材

汽车构造与原理

(上册 发动机)

主 编 蔡兴旺

副主编 黄炳华 欧阳惠芳

参 编 付晓光 王 斌 余志兵

主 审 蔡锐彬

光盘制作 蔡兴旺 刘 群 付晓光

王 斌 余志兵



机械工业出版社

序

21世纪是中国实现社会主义现代化和家用汽车普及化的世纪。当前,我国汽车产业正处在建国以来最好的快速发展时期,正朝着建成国民经济支柱产业高歌猛进。培养造就一大批振兴中华汽车工业所需要的各级科技人才,正是教育界责无旁贷的历史使命。

随着市场对汽车需求的多元化、现代化,在各国政府不断强化的有关汽车安全、环保、节能和防盗等法规、标准的推动下,现代汽车新结构、新技术、新工艺、新材料层出不穷,使现有的汽车专业教材显得陈旧,急需改革、更新。

汽车构造与原理方面的教材,是各类汽车专业学生最主要的专业基础课。作为一本面向21世纪的培养技能和应用型人才规划教材,《汽车构造与原理》成功地融合了传统教材中有关“汽车构造”、“汽车发动机原理”和“汽车理论”的基本内容,注入了现代汽车各种成熟的新结构、新技术,对每种汽车零部件的结构、功用和工作原理,均作了深入浅出的论述,并辅以多媒体教学手段,使之更显得形象生动、图文并茂、易学易懂,是一本名副其实的面向21世纪、适合培养高技能高应用型人才的新教材。

本人有幸对本书予以审核并受托代序,恳望使用本书的老师同学们和业内诸君,对本书中的疏漏不当之处不吝指正,使之日臻完善。

蔡锐彬

于广州华工园

前 言

我国汽车产业的迅速发展,急需大量汽车技术服务与汽车商务类人才。汽车构造与原理是汽车类各专业必修的一门专业基础课程,它对后续的多门汽车专业课程学习影响极大。在广东省教育厅教学研究课题立项支持下,我们进行了多年的教学改革探索,以国家教委的“面向21世纪深化职业教育教学改革的原则意见”等文件精神为指导,编写了本书。

本书根据学生的认识规律和理论联系实际及模块化教学等原则,改变传统的汽车构造与汽车原理分开成册编写的作法,将“构造”与“原理”合二而一,有机融合。教学试验结果很受学生欢迎,收到了较好的教学效果。

本书强调知识的应用,形成新教材的运用体系;立足于以人为本,注意培养学生对基础理论的应用能力、理论联系实际的能力、实际操作能力、自学能力和创新能力等综合素质。

本书内容紧密联系现代汽车新技术,以轿车为主,大量更新、增补了汽车各种电子控制技术(如EFI、DLI、ABS、ASR、AT、ETS、EDS、SRS、CCS、SSS、GPS及可变配气正时和气门升程电控系统VTEC)、新一代高压共轨电喷柴油机、直喷汽油机、燃气汽车、电动汽车等新结构、新技术、新车型的介绍。本书编排力求新颖、活泼、图文并茂,符合学生的学习特点。本书有配套的课件光盘,提供了大量文本、彩图、动画和视频,形象生动地展示了现代汽车各总成及零部件的构造与工作原理,可供教师直接用来进行多媒体教学和学生自学,极大地方便了教师备课、授课和学生课外学习。

本书各章提供了可供参考的教学目标与要求,教学内容采用模块化编排,各类学校可根据具体培养目标进行调整。

本书由蔡兴旺教授任主编,负责总论、第1章、第6章和第11章的编写工作,并负责统稿;由华南理工大学蔡锐彬教授主审。参加本书编写工作的还有:深圳职业技术学院黄炳华(第5章、第7章),顺德职业技术学院付晓光(第9章),广州汽车工业集团总公司欧阳惠芳(第2章),韶关学院汽车系王斌(第3章、第10章)、余志兵(第4章、第8章、第12章)。光盘制作有蔡兴旺、刘群、付晓光、王斌、余志兵等。

本书编写及光盘制作过程中,得到广东省教育厅、机械工业出版社、清华大学、华南理工大学、韶关学院、深圳职业技术学院、广州白云职业技术学院、顺德职业技术学院、广州汽车工业集团总公司的大力支持与帮助,在此深表感

谢。

由于水平所限，书中误漏之处难免，诚恳期望得到同行专家和广大读者的批评指正。

《汽车构造与原理》编写组

本书常用缩略语和符号表

ABS——防抱死制动系统	HC——碳氢化合物
A/F——空燃比	HEV——混合动力电动汽车
ASR——驱动防滑装置	H_u ——燃料低热值 (kJ/kg)
AT——自动变速器	I ——电流 (A)
B ——发动机每小时消耗的燃油质量 (kg/h)、 汽车轮距 (mm)、磁场强度 (A/m)	i ——气缸数
b_e ——燃油消耗率 (g/(kW·h))	ISC——怠速控制
CA——曲轴转角 (°)	KS——爆燃传感器
CAN——汽车多路传输系统	L ——汽车轴距 (mm)
CCS——电子巡航系统	L_F ——汽车前悬 (m)
CNGV——压缩天然气汽车	L_R ——汽车后悬 (m)
CO——一氧化碳	LPGV——液化石油气汽车
C_m ——活塞平均速度 (m/s)	m ——质量 (kg)
D ——气缸直径 (mm)	M ——电磁转矩 (N·m)
DIS——无分电器点火系统	MPI——多点燃油喷射
DLI——无分电器电子点火系统	n ——转速 (r/min)
DOHC——双顶置凸轮轴	NO_x ——氮氧化物
ECD——电控柴油机	OBD-II——第二代车载自诊断系统
ECU——发动机电控单元	p ——压强 (MPa)
EDS——电子差速锁	p_{me} ——平均有效压力 (kPa)
EFI——电控燃油喷射	P_e ——升功率 (kW/L)
EGR——废气再循环	P_e ——发动机有效功率 (kW)
EI——电子点火	Q_1 ——燃料中所含的热量 (kJ)
ETS——电子驱动力调节系统	R ——汽车转弯半径 (m)
EV——蓄电池电动汽车	r ——车轮半径 (m)
f ——滚动阻力系数、频率 (Hz)	R_H ——霍尔系数
FCEV——燃料电池汽车	s ——活塞行程 (mm)
F_f ——滚动阻力 (N)	SOHC——单顶置凸轮轴
F_i ——坡度阻力 (N)	SPI——单点燃油喷射
F_t ——汽车驱动力 (N)	SRS——辅助约束系统 (即安全气囊)
F_w ——空气阻力 (N)	SSS——速度感应式转向系统
F_ϕ ——附着力 (N)	SVC——可变压缩比
G ——汽车重力 (N)	T ——温度 (K)
GDI——汽油机缸内直接喷射	T_0 ——标准大气温度 (K)
GPS——全球卫星定位系统	T_e ——发动机外阻力矩 (N·m)
	T_e ——发动机有效转矩 (N·m)

T_{eb} ——标定工况转矩 ($N \cdot m$)	δ_1 ——瞬时调速率
T_{emax} ——外特性曲线上最大转矩 ($N \cdot m$)	δ_2 ——稳定调速率
T_i ——汽车驱动轮上的转矩 ($N \cdot m$)	ε ——压缩比
V ——体积 (m^3)、电压 (V)	η ——热效率
VIN——车辆识别代码	η_v ——充气效率
VTEC——可变正时和气门升程电控装置	θ ——点火提前角、喷油提前角、配气相位角 ($^\circ$)
V_a ——气缸总容积 (m^3)	π_b ——增压比
V_c ——气缸燃烧室容积 (m^3)	τ ——冲程系数
V_s ——气缸工作容积 (m^3)	φ ——附着系数、曲轴转角 ($^\circ$)、发动机增压度
V_{st} ——发动机的排量 (L)	ϕ ——转速波动率、转速储备系数
W_e ——发动机有效功 (kJ)	ϕ_a ——过量空气系数
W_i ——汽车车轮载荷 (N)	ϕ_{nTq} ——适应性系数
4WD——4 轮驱动	ϕ_{Tq} ——转矩储备系数
α ——空燃比	Φ ——磁极磁通 (Wb)
β ——纵向通过角 ($^\circ$)	ω ——曲轴角速度 (rad/s)
γ_1 ——接近角 ($^\circ$)	
γ_2 ——离去角 ($^\circ$)	

目 录

序

前言

本书常用缩略语和符号表

总论	1
0.1 汽车简介	2
0.2 汽车分类及代号	10
0.3 汽车主要技术参数	15

0.4 汽车行驶的基本原理	18
总论小结	21
复习思考题	22
补充阅读材料 1	22
补充阅读材料 2	23

第 1 篇 汽车发动机构造与原理

第 1 章 发动机基本结构与 工作原理	25
1.1 四冲程发动机基本结构 与工作原理	26
1.2 二冲程发动机结构特点 与工作原理	31
1.3 内燃机分类及型号	33
1.4 发动机性能指标	36
1.5 汽车发动机总体组成	39
本章小结	41
复习思考题	41
补充阅读材料	42

第 2 章 曲柄连杆机构与机 体组件	43
2.1 曲柄连杆机构的运动与 受力	44
2.2 机体组件	46
2.3 曲柄连杆机构	50
本章小结	66

复习思考题	66
-------------	----

第 3 章 换气系统与换气过 程	69
3.1 换气系统的作用与组 成	70
3.2 配气机构	75
3.3 四冲程发动机的换气过 程	86
3.4 四冲程发动机的充气效 率	88
3.5 发动机可变进气控制技 术	89
3.6 发动机废气涡轮增压	94
本章小结	100
复习思考题	100

第 4 章 汽油机燃料供给与 燃烧	103
4.1 汽油机对燃料供给系的 基本要求	104

4.2 汽油机燃料供给系的基 本组成	106	补充阅读材料	226
4.3 化油器	111	第 7 章 汽油机点火系统 ...	229
4.4 汽油机的燃烧过程	118	7.1 汽油机对点火系统的基 本要求	230
4.5 影响燃烧过程的因素	120	7.2 传统点火系统	232
4.6 发动机的排气污染	125	7.3 电子点火系统	242
本章小结	132	7.4 微机控制的点火系统	249
复习思考题	133	7.5 汽车电源	256
补充阅读材料	133	本章小结	267
第 5 章 电控汽油喷射系 统	135	复习思考题	267
5.1 概述	136	补充阅读材料	268
5.2 电控汽油机空气供给系 统	142	第 8 章 发动机冷却系统 ...	271
5.3 电控汽油机燃油供给系 统	150	8.1 冷却系统的作用及类 型	272
5.4 电控汽油机电子控制系 统	156	8.2 冷却系统的基本组成	275
本章小结	170	8.3 冷却系统工作原理	284
复习思考题	171	本章小结	285
第 6 章 柴油机的燃料供给 与燃烧	173	复习思考题	286
6.1 柴油机混合气的形成	175	补充阅读材料	286
6.2 柴油机燃料供给系统组 成	179	第 9 章 发动机润滑系统 ...	287
6.3 柱塞式喷油泵	183	9.1 润滑系统的作用与类 型	288
6.4 分配式喷油泵	193	9.2 润滑系统的组成	288
6.5 调速器	198	9.3 润滑剂	294
6.6 喷油器及燃油喷射	208	本章小结	296
6.7 柴油机的燃烧过程	214	复习思考题	297
6.8 电控柴油喷射系统	216	第 10 章 发动机起动系 统	299
本章小结	225	10.1 起动系统作用、方式和 基本组成	300
复习思考题	226	10.2 电起动机	301

10.3 减速起动机与永磁起动机	309	复习思考题	326
10.4 低温起动与预热	313	第12章 新型汽车发动机	327
本章小结	315	12.1 电动汽车	328
复习思考题	316	12.2 燃气汽车	337
第11章 发动机特性	317	12.3 太阳能汽车	342
11.1 基本概念	318	12.4 直接喷射式汽油机	343
11.2 发动机调节特性	319	本章小结	346
11.3 发动机性能特性	320	复习思考题	347
11.4 发动机性能指标的校正	325	补充阅读材料	347
本章小结	326	参考文献	348

总 论

教学目标与要求

- 掌握汽车的总体组成
- 掌握汽车的分类
- 了解汽车代号
- 了解汽车对人类的影响
- 知道汽车的发展与现状
- 掌握汽车的主要技术参数
- 掌握汽车的主要性能指标
- 掌握汽车行驶的基本原理

教学重点

- ※汽车的总体组成与分类
- ※汽车的主要技术参数
- ※汽车的主要性能指标
- ※汽车行驶的基本原理

教学难点

- ▲附着力与附着系数的概念
- ▲汽车行驶的附着条件

0.1 汽车简介

0.1.1 汽车总体组成

汽车 (motor vehicle) 是由动力驱动、一般具有四个或四个以上车轮的非轨道承载车辆, 主要用于载运人、货物及一些特殊用途。

汽车通常由发动机、底盘和车身三大部分组成 (图 0-1)。

发动机是汽车的动力源。

现代汽车发动机主要采用的是往复式活塞式内燃机, 负责将燃料燃烧所产生的热能转化为机械能。它一般由机体组件、曲柄连杆机构、换气系统、燃油系统、润滑系统、冷却系统、点火系统和起动系统组成。

底盘负责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 (加速、减速、转向、制动等)。它一般由传动系、行驶系、转向系和制动系等组成。

车身是驾驶员操作和容纳乘客及货物的场所。一般由车身本体、开启件 (门、窗、行李箱和车顶盖等)、附件 (座椅、内外饰、仪表电器、刮水器、洗涤器、空调等) 和安全保护装置 (安全带、安全气囊等) 组成, 货车及专用车辆还有货箱及专用设备。

0.1.2 汽车对人类的影响

汽车具有高速、机动、舒适、使用方便等优点, 备受人们青睐。它极大地方便了人们的生活, 提高了劳动生产率, 有效地促进了国民经济发展。2003 年世界 500 强前 10 名中, 汽车公司就占了 30%。因此许多国家都把汽车产业作为国家的支柱产业。

汽车产业的发展, 能有力地拉动一个国家的国民经济的综合发展 (图 0-2)。有资料报道, 每年汽车行业约消耗世界钢铁总产量的 24%、橡胶的 50%、石油的 46%。日本经济高速发展的 15 年间, 汽车工业产值增长了 57 倍, 从而带动国民经济增长了 36 倍。同时汽车产业的发展, 还能有效地促进城市的现代化建设, 促进劳动就业。在美国, 每六个就业岗位就有一个与汽车有关。有专家预测, 到 2030 年, 我国汽车相关产业从业人数将达一亿

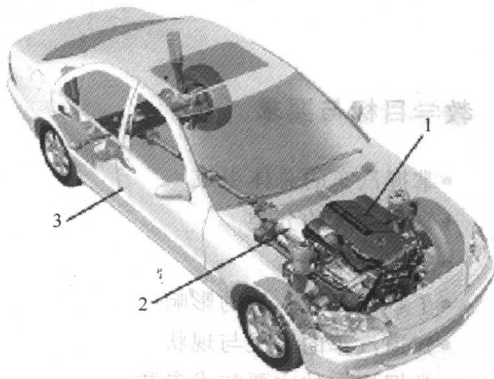


图 0-1 汽车总体组成

1—发动机 2—底盘 3—车身

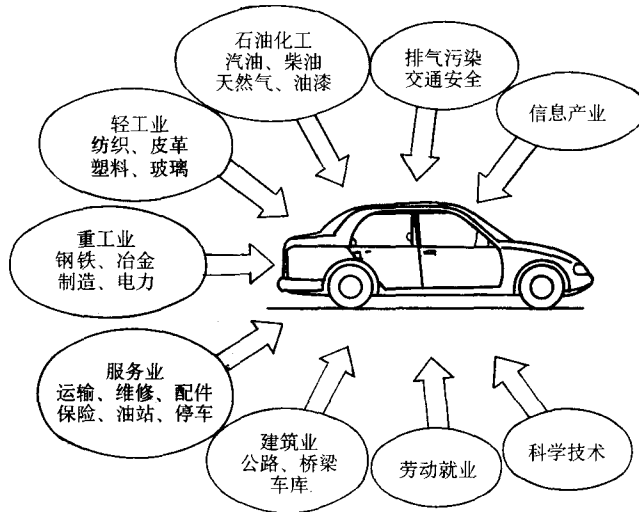


图 0-2 汽车产业的作用

人以上。

汽车产业的发展，还能有力地推动科学技术的发展。汽车是集声、光、机、电、热、电子、化工、美工于一身的高科技产品，也是世界上惟一的一种零件以万计、产量以千万计、保有量以亿计、售价以万元计的商品，其巨大的市场潜力，使它成为各种高新技术争相应用的强大载体。同时，汽车产业是现代企业科学管理的集中体现，是大批量、高效率、专业化、标准化产业的代表。

有资料分析指出，汽车产业是一个 1:10 的产业，汽车产业 1 个单位的产出，可以带动整个国民经济总体增加 10 个单位的产出，可见汽车产业对社会、对人类的巨大贡献。但是，事物都是一分为二的，在看到汽车对人类的巨大贡献的同时，也应该看到它的负面影响。全世界每年有 40 多万人死于车祸，1200 万人受伤，造成巨大的经济损失；全世界 6 亿多辆汽车，每年向大气排放有害气体 7 亿多吨，严重污染了大气，危害人们的身体健康。如何趋利避害，是人类的共同目标，也是汽车技术发展的重要任务。

0.1.3 汽车发展简介

1. 汽车的诞生

汽车诞生于 1886 年，是德国人卡尔·弗里特立奇·奔茨（Karl·Friedrich·Benz）（图 0-3）在总结蒸汽汽车和前人经验基础上，设计制造出世界上第一辆装有汽油内燃机的三轮汽车（见彩图页 1），功率为 1.103kW，最高时速 18km/h。并于 1886 年 1 月 26 日获得世界上第一项汽车发明专利，该日子被人们定为汽车诞生日。同一年，德国人哥德里普·戴

姆勒（Gottlieb · Daimler）设计制造出第一辆装有汽油内燃机的四轮汽车（图 0-4）。奔茨和戴姆勒也因此被誉为汽车之父。

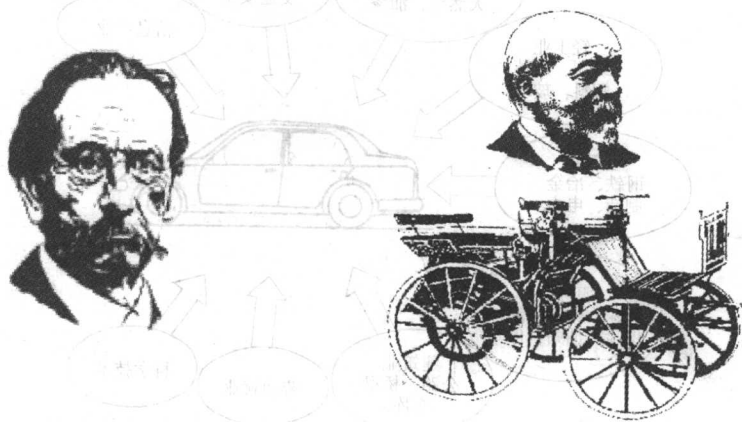


图 0-3 汽车之父奔茨（Benz）

图 0-4 戴姆勒和世界上第一辆四轮汽车

2. 世界汽车工业的发展

汽车的诞生，极大地“缩短”了时间和空间，改变了人们的日常生活，有效地提高了劳动生产率，引起了众多国家重视，纷纷创办汽车制造厂，使汽车工业迅速崛起。世界主要汽车公司（工厂）创建时间见表 0-1。

表 0-1 世界主要汽车公司创建时间

公司	国家	创建时间/年	公司	国家	创建时间/年
奔驰	德国	1887	戴姆勒 - 奔驰	德国	1926
戴姆勒	德国	1890	沃尔沃	瑞典	1927
标致	法国	1889	法拉利	意大利	1929
雷诺	法国	1898	保时捷	德国	1931
菲亚特	意大利	1899	日产	日本	1933
奥迪	德国	1899	大众	德国	1937
福特	美国	1903	丰田	日本	1937
劳斯莱斯	英国	1904	起亚	韩国	1944
通用	美国	1908	本田	日本	1946
宝马	德国	1916	一汽	中国	1953
雪铁龙	法国	1919	现代	韩国	1967
马自达	日本	1920	二汽	中国	1967
克莱斯勒	美国	1925	大宇	韩国	1972

世界汽车工业发展总体经历了创建、发展、全盛、稳定、兼并改组和再发展等过程，可分为以下三个主要阶段。

(1) 汽车快速发展阶段（19 世纪末至 20 世纪 30 年代） 继奔茨和戴

姆勒之后,福特、通用等 20 余家汽车公司相继成立。汽车生产组织形式也由家庭作坊式过渡到大规模、标准化和流水线生产,出现了美国福特和通用等大汽车公司。1913 年,福特公司首次采用流水线生产 T 形汽车,到 1920 年,实现了每分钟生产 1 辆汽车的速度。由于 T 形车(见彩图页 1)经济实用,深受当时人们的欢迎,生产量达 1546 万辆,创下当时汽车单产世界记录。从 1908 ~ 1920 年,全世界汽车保有量的 50% 是 T 形车,为“装在汽车轮子上的美国”立下了不朽功勋。通用公司则采用合作兼并等方法,先后兼并了凯迪莱克、别克、雪佛兰、庞蒂克等 30 多个汽车公司,进行集团化生产,分工协作,到 1927 年成为世界上最大的汽车公司。1984 年公司从业人员达 81.3 万人。这个时期,欧洲忙于战乱,而美国工业发展迅速,人民收入提高,加上政府的政策,使美国的汽车工业得以快速发展,处于世界领先地位。

在汽车产量发展的同时,汽车技术也有很大进步,高速汽油机、柴油机、艾克曼式的转向机构、等速万向节、弧齿锥齿轮和双曲面准齿轮传动、带同步器的变速器、四轮制动、液压减振器、充气轮胎和发电机 - 蓄电池 - 起动马达系统都是这个时期发明的。

(2) 汽车发展的全盛时期(20 世纪 30 年代至 70 年代初) 第二次世界大战结束后,欧洲各国也大力发展汽车,西欧汽车产量由战前的 80 万辆猛增到 750 多万辆,增长了近 10 倍。德国大众的甲壳虫牌汽车(见彩图页 1),流线形设计,减少风阻和车尾气体涡流,风靡全球,从 1936 ~ 1973 年共生产 2150 万辆,创下了单产世界记录。其中,高尔夫牌轿车(见彩图页 1),款式新颖齐全,外壳镀锌板,12 年不锈,深受欢迎,已经生产 2000 多万辆,欧洲几乎每个家庭都有 1 辆。在这个时期,日本也迅速崛起,在引进、消化基础上,创造出新车型,产量从 1963 年的 100 多万辆迅速增加到 1970 年的 400 余万辆,其中出口汽车 100 多万辆,1985 年出口汽车达 675 万辆。1980 ~ 1993 年期间年产量超过美国,跃居世界第一。

这个时期的汽车技术主要是向高速、方便、舒适方面发展,20 世纪 50 年代轿车功率已经达到 280kW,最高车速达 200km/h,流线形车身、前轮独立悬架、液力自动变速器、动力转向、动力制动、全轮驱动、低压轮胎、子午线轮胎都相继出现。

(3) 汽车企业兼并改组,汽车产量相对稳定时期(20 世纪 70 年代以后) 这个时期的世界汽车年产量稳定在 4000 ~ 5000 万辆左右。由于发达国家汽车保有量趋于饱和,汽车生产过剩,市场竞争激烈,日美连续发生 5 次贸易战,欧美、欧日贸易摩擦不断。各大公司通过参股、控股、转让、兼并,加速了汽车工业国际化和高度垄断。1998 年 5 月 7 日,德国最大的汽

车工业集团戴姆勒·奔驰公司与美国第三大汽车公司克莱斯勒公司合并，给汽车工业带来了极大震撼。而亚洲的韩国，却在激烈竞争中崛起，汽车工业从 20 世纪 60 年代起步，沿着 KD 装配→零部件国产化→自主开发的发展道路，成功地实现了技术跨越，至 1997 年，汽车总产量、出口量均居全球排名第 5 位，产品覆盖了北美、西欧等 40 多个国家和地区，成为世界汽车产业一个重要的生产基地。

这个时期汽车技术的主要发展方向是提高汽车的安全性和降低排气污染。各种保障安全、减少排气污染的新技术、新车型应运而生，如各种防抱死制动系统、电子控制喷油、电子控制点火、三元催化转化系统、电动汽车等。

3.1 汽车生产现状及发展趋势

从统计数据看，目前世界汽车保有量已达 6.6 亿辆，其中轿车占近 70%。世界平均每千人汽车拥有量为 100 辆，美国千人汽车拥有量达 780 辆，居首位，我国为 16 辆。

2003 年世界汽车年产量达 5500 万辆，产量前 10 名的国家见表 0-2。我国已经跃居世界第 4 位。

表 0-2 2003 年世界汽车产量排名

名次	国家	年产量/万辆	名次	国家	年产量/万辆
1	美国	1208	6	韩国	318
2	日本	1029	7	西班牙	303
3	德国	551	8	加拿大	254
4	中国	444	9	英国	184
5	法国	325	10	巴西	183

2003 年世界主要汽车生产国汽车年产量所占比例见图 0-5。

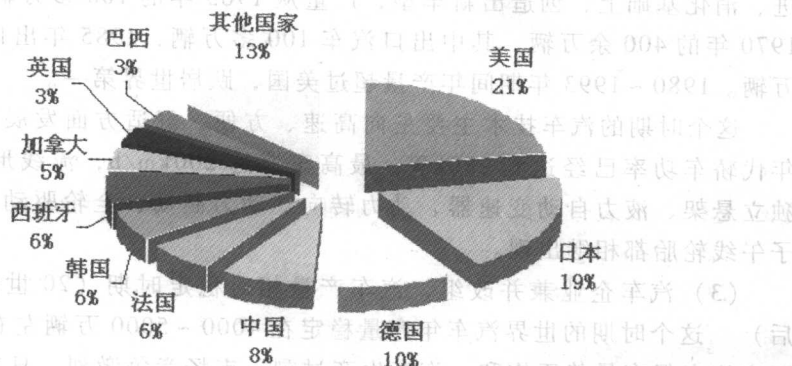


图 0-5 2003 年主要汽车生产国汽车产量比例

2003 年世界汽车制造商汽车产量排名见表 0-3。

表 0-3 2003 年世界汽车制造商汽车产量排名

名次	汽车制造商	年产量/万辆	占全球市场 (%)
1	美国通用	860	15.6
2	日本丰田	678	12.3
3	福特-沃尔沃	672	12.2
4	雷诺-日产	536	9.7
5	德国大众	500	9.1
6	戴姆勒-克莱斯勒	432	7.6
7	标致-雪铁龙	329	6.0
8	本田	297	5.4
9	现代	198	3.6
10	菲亚特	190	3.5

由上述数据分析可见,世界汽车产业已初步形成了“6+4”的格局,即通用、丰田、福特-沃尔沃、雷诺-日产、大众、戴姆勒-克莱斯勒等六大集团公司和标致-雪铁龙、本田、现代、菲亚特等四个独立厂商。六大集团公司 2003 年汽车产量占全球的 66.5%,垄断了全球汽车市场。市场竞争依然激烈,重点在亚洲。由于我国汽车市场潜力巨大,所有上述大汽车集团,均已进入我国。

从汽车技术发展看,围绕轿车的安全、环保、节能和防盗等重要问题,汽车电子控制、智能化日益深化和扩大。在 20 世纪 80 年代初,电子设备只占汽车成本的 2%,而目前已经达到 15%~20%。电控燃油喷射 (EFI)、无分电器电子点火 (DLI)、防抱死制动系统 (ABS)、电子驱动力调节系统 (ETS)、电子差速锁 (EDS)、驱动防滑装置 (ASR)、电控自动变速器 (AT)、安全气囊 (SRS)、电子巡航系统 (CCS)、智能悬架、速度感应式转向系统 (SSS)、三元催化转化系统、故障自诊断系统和各种报警装置几乎都成为现代汽车常见装置,全球卫星定位系统 (GPS)、车载蓝牙技术和多路传输系统 (CAN) 等新技术也被一些汽车采用。同时,汽车新结构^①、新材料^②、新工艺^③和新机型^④等不断涌现。汽车的设计和制造也广泛采用

① 可变配气正时和气门升程电子控制装置 (VTEC)、可变压缩比 (SVC)、可变几何形状增压器和双级式涡轮增压器、自动/手动变速器、陶瓷制动盘等。

② 工程塑料、玻璃钢及新型高强度钢材、铝镁合金复合材料等。

③ 精密锻造、粉末冶金、无屑加工、一次成型等。

④ 蓄电池电动汽车 (EV)、混合动力汽车 (HEV)、燃料电池电动汽车 (FCEV)、压缩天然气汽车 (CNGV)、液化石油气汽车 (LPGV)、太阳能汽车、汽油缸内直接喷射 (GDI)、新一代高压共轨柴油发动机等。