

# 现代汽车新技术

陈学深◎主编

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

普通高等教育汽车类专业精品系列教材

# 现代汽车新技术

主 编 陈学深

主 审 王海林

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

## 内 容 简 介

本书是为应用型本科院校汽车类专业学生编写的教材,在介绍必要理论知识的基础上,引入了前沿的汽车新技术,使学生通过本书学习,在掌握基础理论知识的同时,也对汽车前沿技术有所掌握。

本书主要内容包括概论、汽车发动机新技术、新能源汽车、传动系统新技术、悬架系统新技术、转向系统新技术、制动系统新技术、主动安全控制新技术、被动安全控制新技术等9个章节。本书可作为高等院校汽车相关专业学生的参考教材,也可作为从事汽车相关行业工作人员的参考资料。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目 ( C I P ) 数据

现代汽车新技术 / 陈学深主编. --北京:北京理工大学出版社, 2021. 11 (2021. 12 重印)

ISBN 978-7-5763-0684-2

I. ①现… II. ①陈… III. ①汽车工程-高等学校-教材 IV. ①U46

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2021) 第 231502 号

---

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

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)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68944723 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市天利华印刷装订有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 11.5

字 数 / 250 千字

版 次 / 2021 年 11 月第 1 版 2021 年 12 月第 2 次印刷

定 价 / 35.00 元

责任编辑 / 张鑫星

文案编辑 / 张鑫星

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李志强

---

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

经过这些年的发展，汽车产业已经成为支撑并拉动我国经济持续快速发展的重要产业之一，其发展日新月异。当前市面上的汽车朝着电动化、智能化、无人化等方向不断发展，而在发展过程中，涌现了许多新技术、新方案。为了适应汽车相关行业工作人员的需求，提高他们的汽车新技术理论水平，作者结合多年的教学改革和积累的教学经验编写本书。

本书的特点：

(1) 全书根据汽车不同系统或技术编排章节，同时根据教学实践体会，对一些重点、难点或需提示的内容进行了必要的文字说明，方便读者能够更快速、更深入理解相关内容。

(2) 本书内容围绕汽车基础知识，以简单而典型的例子作为载体引入汽车新技术，让读者可以在原有理论知识基础上，吸收新的知识，从而加深对汽车新技术的理解。

(3) 本书着重阐述了汽车新技术的结构组成，详尽分析了新技术的作用及工作原理，并通过与以往汽车所采用的技术做对比，方便读者从不同的角度了解新技术的优势，提升对新技术的认识。

(4) 本书采用了大量图片，并结合相关文字对图片的内容进行分析，力求深入浅出、通俗易懂、文字简练、直观形象，大大提高了书本内容的可读性，有利于降低读者在阅读时的门槛。

本书由陈学深主编，王宣霖、周保池、方根杜参加了部分图形绘制和资料收集工作。王海林审阅了全书，并提出了很多宝贵的意见，在此表示感谢。限于编者水平，书中不当之处在所难免，欢迎读者批评指正。

编 者  
2021年5月

<b>第 1 章 概论</b> .....	1
1.1 汽车技术发展概况 .....	1
1.2 现代汽车发展新趋势 .....	8
<b>第 2 章 汽车发动机新技术</b> .....	10
2.1 发动机进排气控制 .....	10
2.2 双火花塞点火 .....	16
2.3 缸内直喷技术 .....	19
2.4 稀薄燃烧技术 .....	21
2.5 可变压缩比技术 .....	23
2.6 可变气缸技术 .....	26
2.7 汽车起动/停止系统 .....	29
2.8 新型柴油机燃烧及排放控制技术 .....	32
<b>第 3 章 新能源汽车</b> .....	35
3.1 电动汽车 .....	35
3.2 混合动力汽车 .....	39
3.3 燃料电池汽车 .....	42
3.4 太阳能汽车 .....	47
<b>第 4 章 传动系统新技术</b> .....	50
4.1 双离合器自动变速器 .....	50
4.2 双质量飞轮 .....	55
4.3 无级变速器 .....	61
4.4 电控机械式自动变速器 .....	66
<b>第 5 章 悬架系统新技术</b> .....	70
5.1 空气悬架 .....	70
5.2 可调阻尼减振器 .....	73
5.3 主动悬架 .....	76

5.4	磁流变悬架 .....	81
5.5	馈能式悬架 .....	85
<b>第 6 章</b>	<b>转向系统新技术 .....</b>	<b>91</b>
6.1	动力转向系统 .....	91
6.2	四轮转向系统 .....	102
6.3	线控转向系统 .....	107
<b>第 7 章</b>	<b>制动系统新技术 .....</b>	<b>110</b>
7.1	制动辅助系统 .....	110
7.2	电控制动系统 .....	114
7.3	驱动防滑控制系统 .....	117
7.4	电子制动力分配系统 .....	125
<b>第 8 章</b>	<b>主动安全控制新技术 .....</b>	<b>129</b>
8.1	电子稳定程序 .....	129
8.2	自适应巡航控制系统 .....	132
8.3	轮胎气压监测系统 .....	135
8.4	汽车自动制动系统 .....	138
8.5	汽车夜视辅助系统 .....	143
8.6	汽车自适应前照明系统 .....	146
8.7	安全预警技术 .....	151
<b>第 9 章</b>	<b>被动安全控制新技术 .....</b>	<b>158</b>
9.1	智能安全气囊 .....	158
9.2	侧面安全气帘 .....	161
9.3	智能安全带 .....	163
9.4	行人保护系统 .....	164
9.5	头颈保护系统 .....	169
9.6	汽车吸能系统 .....	170
9.7	汽车事故自动报警系统 .....	175
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>177</b>

# 第 1 章

## 概 论



### 1.1 汽车技术发展概况

#### 1.1.1 汽车的诞生与发展

蒸汽机汽车于 1769 年诞生，随后法国德·罗夏在 1862 年提出了等容燃烧的四冲程内燃机，其工作循环方式为进气、压缩、做功、排气，并在 1862 年 1 月 16 日被法国当局授予了专利。1876 年德国青年工程师 N. A. 鄂图制成了第一台往复式活塞式内燃机。之后欧洲各地迅速出现改进的内燃机，并且被装在汽车上。

现代汽车的标志是内燃机作为动力。为了纪念 1884 年法国人爱德华·德马拉·德布特威尔制造出第一辆内燃机汽车，1984 年巴黎举行了内燃机汽车诞生百年庆典。德国人卡尔·本茨制造出第一辆带煤气发动机的三轮汽车，并于 1886 年 1 月 29 日申请德国皇家专利局专利证书第 37435 号，因此，1986 年德国也举办了汽车百年诞辰庆典。卡尔·本茨的三轮汽车如图 1-1 所示。

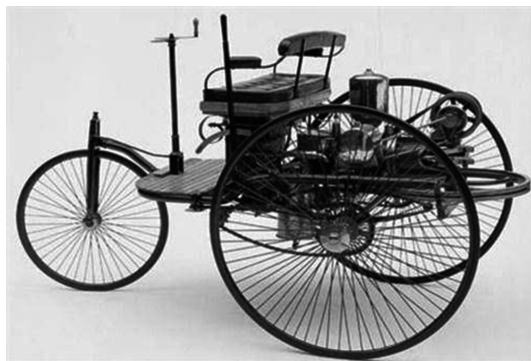


图 1-1 卡尔·本茨的三轮汽车

同年，德国人戈特利布·戴姆勒制成了四轮内燃机汽车，如图 1-2 所示。汽车发明的漫长过程中，许多人为之做出了不同的贡献。如今，全世界都以卡尔·本茨申请汽车专利作为汽车诞生的标志，因此人们称卡尔·本茨为“汽车之父”。

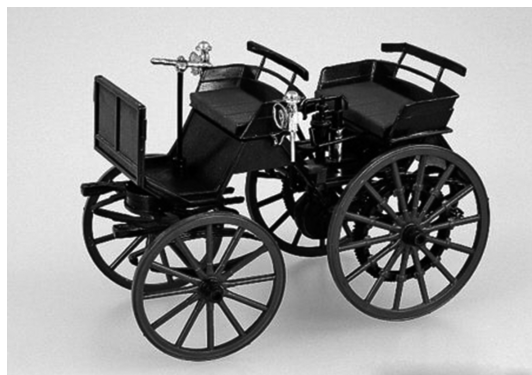


图 1-2 戈特利布·戴姆勒的四轮内燃机汽车

1893 年，德国工程师 R. 狄塞尔在其论文《转动式热机原理和结构》中，首次论述了柴油发动机原理。柴油机的实用机型在 1897 年制成，但由于其笨重，柴油机轻量化进展较慢，因此大量用于汽车是 20 世纪中叶以后。

内燃机汽车从 1895 年 6 月 11 日开始了辉煌的时代，这一天在法国巴黎举行了世界首届汽车拉力赛。参赛的汽车有 22 辆，其中 6 辆是蒸汽机汽车，1 辆是电动汽车，其余都为内燃机汽车。只有 9 辆汽车比赛结束时跑完全程，其中 8 辆是内燃机汽车，另一辆无记录，这结果宣告了内燃机汽车的绝对胜利。蒸汽机汽车由此逐渐退出市场，直到 1923 年停止生产。

汽车技术的发展主要由两个部分组成，一是内燃机技术的迅速成熟；二是车辆本身的发展。发动机功率的增加可以提高汽车行驶速度，动力大，加速快，行驶也快；除此之外，要求可以良好地控制车辆，包括方向准确控制和迅速制动，从而保证高速行驶安全、舒适，同时要求拥有良好的减振、避振，这些性能都是车辆技术的发展。

20 世纪的汽车技术不断发展进步，在汽车发展史上建立了几个里程碑，对汽车演变产生了重要影响。

19 世纪末，法国的帕纳尔·勒瓦索公司将发动机装在汽车前部，通过离合器、变速装置和齿轮传动装置把驱动力传到后轮，这种方案后来被称为“帕纳尔系统”。人们称这种方案为常规方案，载货汽车一直沿用这种方案。

戴姆勒公司的埃米尔·那利内克于 1901 年 3 月参加了“尼扎赛车周”车赛，并用女儿的名字“梅塞德斯”作为汽车的牌号登记。这种新赛车战胜了所有的对手，一鸣惊人。法国汽车俱乐部的秘书长保罗·海昂说：“我们进入梅赛德斯时代。”

1908 年 10 月 1 日，美国底特律开始生产一种以“福特”命名的汽车，型号为“T 型”，如图 1-3 所示，这成为汽车技术史上的第二个里程碑。这种少见的汽车推动了一个新的工业时代的到来，工人们首次用大批量生产的部件在流水线上组装汽车。大批量流水

生产的成功，不仅使家庭轿车变为现实，而且使 T 型车成为有史以来最普遍的车种。到 20 世纪 20 年代，全世界一半以上的注册汽车都是福特牌。福特汽车公司创造了一个巨大的永久性汽车市场，带动了全球汽车产业的发展。



图 1-3 美国 1908 年福特 T 型车

继亨利·福特之后，1934 年 3 月 24 日出现了一种新型的汽车结构，这使安德烈·雪铁龙在法国树起了汽车史上的第三个里程碑。一款名叫 7A 的前驱动汽车问世，前轮驱动、无底盘的车身结构、通过扭杆实现单轮减振以及液压制动等集中在一辆汽车上，并批量生产。这种前轮驱动汽车，成为轿车设计的潮流，直到今天也没有过时。

图 1-4 所示大众 1939 年为“甲壳虫”型汽车，于 1939 年 8 月正式投产，并在之后打破了福特 T 型汽车的产量纪录，累计生产 2 150 万辆，独领风骚 70 年。如今，大众汽车公司再度推出“新甲壳虫”（New Beetle），其优点是结实耐用，不讲究奢华而且价格大众化。



图 1-4 大众 1939 年“甲壳虫”型汽车

1959年面世的“迷你”(MINI)由于采用了前轮驱动和横置式发动机,车长3.05 m,宽1.4 m,质量仅630 kg,从而触发了汽车技术的一场革命。这种小型车在取得“观念上的突破”的同时,还在汽车赛中取得成就,其中在蒙特卡洛汽车赛中三次夺魁。由于上述成就,微型轿车成为汽车家族的重要成员。法国雷诺汽车公司在20世纪80年代创造了多用途厢式车(Multi-Purpose Vehicle, MPV),其中Espace牌MPV以其新颖的车厢布局设计引起了车坛的轰动。MPV车内每个座椅都可独立调节,可以做成多种形式的组合,既是乘车形式,又可组合成有小桌的小型会议室。从车厢座椅位置的固定到可调,从固定空间布局到可变空间布局,标志着汽车使用概念上的变革。受MPV设计概念的启发,现代汽车上又出现了运动型多用途车(Sport Utility Vehicle, SUV),它具有轿车和轻型卡车的特点,在MPV与SUV的基础上,又出现了近年风靡全球的休闲车(Recreation Vehicle, RV)热潮。休闲车在外形上突破了传统轿车三厢式的布局,车厢空间具有多用途、富于变化和适应性广的特点。正因为MPV的出现,才使汽车设计者突破了旧的框架,设计出从专用性到多样性的各种各样的家庭汽车。

由于汽车上大量应用计算机技术、现代设计理论、现代测试手段、新材料、新工艺、新技术等诸多技术,因此现代汽车已发展成为高新科技产品,可以说汽车也是科学技术发展水平的标志。特别是微电子技术在汽车上的应用,大大改善和提高了汽车的性能,例如,电子控制的发动机点火系统和供油系统、缸内直喷技术、电动节气门技术、柴油机高压共轨电控燃料喷射、可变涡轮增压技术、系统变速器的电子控制系统、电子驱动力调节系统、防抱死制动系统、智能悬架、速度感应式转向系统、电子车厢温度调节系统、电控防撞安全系统、电子防盗系统、卫星导航系统等。现代汽车技术发展正朝着安全、环保、节能、智能方向发展。

### 1.1.2 世界汽车工业的发展

德国的汽车公司自卡尔·本茨制造出第一辆三轮汽车以后大量涌现。其中,戴姆勒-奔驰汽车公司是世界上历史最悠久的汽车公司。其前身奔驰汽车厂成立于1886年,戴姆勒公司成立于1890年,两家公司于1926年合并为戴姆勒·奔驰汽车公司。

19世纪后期,欧洲产生了汽车产业,使西欧成为世界上唯一的汽车生产地。进入20世纪后,汽车生产传到美国,当时在底特律集中了一批工匠,形成了美国制造中心,很快,美国的产品销往全世界,并取代欧洲成为世界汽车产业中心。一直到20世纪60年代美国生产的汽车占世界总量的70%~80%。由于第二次世界大战结束后欧洲经济的快速恢复发展,使70年代欧洲(指当时称欧共体)汽车产量可以与美国抗衡。同时,日本汽车工业也在高速发展,到20世纪80年代形成美国、西欧(主要是英、法、德、意四国)、日本三足鼎立之势,世界汽车产业中心由一个中心变成三个中心,各自的实力基本相当,世界其他地方的汽车产业无不与这三大中心有关。

日本、北美和欧洲各占1980年世界汽车总产量的25%左右,其余25%是所有其他国家汽车产量的总和。目前,世界汽车年产量已经超过6 000万辆,汽车保有量达到7.8亿辆。

北美、日本和欧洲工业国家除了是世界汽车产业中心，还是吸收汽车的主要市场，称为传统汽车市场。迄今为止，传统汽车市场也仍是世界汽车市场的主体。不过到 20 世纪 80 年代，传统市场基本上达到了饱和，因而汽车厂商急于向第二、第三世界开拓新市场。另一方面，许多国家经济迅速发展，促使汽车需求大增，最终形成了汽车工业全球化趋势。

由于 20 世纪八九十年代全球化的推进，全球汽车市场不断扩大，使得汽车生产基地向第二世界甚至第三世界的国家扩散。许多国家和地区请外商直接在本国设厂，或与外资合作设厂，同时采取多种方式与汽车工业国合作并引进技术设备。亚洲的韩国、南美洲的巴西和欧洲的西班牙是第二批汽车产量较大的国家。中国和印度这时也开始引进汽车和汽车生产技术。

1998 年以德国戴姆勒-奔驰公司兼并美国克莱斯勒公司为标志，人们普遍认为一场跨国的汽车工业资产重组浪潮开始了，通俗的说法叫作全球化。一般认为这是 20 世纪末世界社会经济发展的大趋势，从科学技术上说是寻求进一步规范化的必然。

20 世纪末的汽车企业兼并重组浪潮，大致采取了三种形式：第一种形式为注入资金，即一家企业向另一家企业注入资金，取得部分产权，或协议相互注入同等额度的资金，如雷诺公司和日产公司采取协议相互注入资金；第二种形式为合并，即原来的两家企业合并为一家企业，如戴姆勒-奔驰公司和克莱斯勒公司的合并；第三种形式为收购，收购方获得全部或大部分产权，如通用公司收购大宇公司、福特公司收购沃尔沃公司等。这次兼并重组浪潮的特点在于：基本不改变原有产业组织框架进行资本重组，企业力量对比发生了深刻变化，但被兼并的公司仍具有法人资格的企业形式保留下来，兼并者与被兼并者的目标和利益都得到一定程度的满足。

汽车的生产制造离不开其他行业的基础，同时汽车产业的发展又会拉动相关行业的发展。汽车生产的原材料包括有色金属、钢铁、橡胶、工程塑料、纺织品、玻璃、木料、涂料等众多材料；汽车制造涉及机械制造、冶金、石油、化工、电子、电力、轻工业等工业部门；汽车后市场还涉及汽车的运输、销售、商业、金融、旅游、服务等第三产业。汽车产业的发展带动着整个国民经济的快速发展，汽车产业无疑成为发达国家的支柱产业。

现代化的设计手段和生产手段造就了现代化的汽车产品。目前，全球信息网、计算机辅助造型、计算机辅助设计、计算机辅助工程分析、计算机辅助制造、计算机辅助试验、计算机集成制造系统、虚拟实现系统等一大批先进技术都广泛应用在汽车设计与制造上，促成了并行工程的实现，真正做到技术数据和信息在网络中准确的传输与管理，实现无图样化生产和制造柔性化，不但大大提高了工作效率，缩短了开发周期，而且提高了产品的精度和质量，降低了生产成本。汽车产业的发展必将促进科学技术的繁荣昌盛。

### 1.1.3 中国汽车工业的发展

中国土地上第一辆汽车是 1903 年从美国输入的奥斯莫比尔牌小汽车，并取得第一号汽车行驶牌证，其所有者为上海富商。现存于北京的最早的小客车是 1908 年袁世凯敬献

给慈禧太后的。

中国的汽车制造开始于1928年，在张学良支持下，聘请美国技师指导并在沈阳北大营兵工厂成功仿造了美国“万国”牌载重汽车，1年中装出10辆。

1936年中国政府曾有计划与德国奔驰公司合作，成立官办“中国汽车制造公司”，拟先组装汽车、后制造汽车。但是由于抗日战争爆发，使此计划遂搁置下来。

新中国成立后，中国汽车产业才得以建立和发展。中国汽车产业的发展过程可以分成三个阶段：创建阶段、独立自主发展阶段和对外开放阶段。

### 1. 创建阶段

1953—1958年是中国汽车产业的创建阶段，其中最重要的标志是长春第一汽车制造厂的建成。这一阶段的建设工作是在苏联的全面援助下进行的，产品由苏联引进，工艺流程由苏联设计，主要设备由苏联提供，连厂房设计也是由苏联方面承担的。第一汽车制造厂设计的生产能力为年生产汽车3万辆，产品是载重4t的载货汽车和越野车。从1953年第一汽车制造厂奠基，到1956年从第一汽车制造厂流水装配线上开出第一台“解放”牌汽车，再到1958年生产汽车16000辆，可看到中国汽车产业初步形成了自己的基础并开始逐步发展。第一台“解放”牌汽车如图1-5所示。



图 1-5 第一台“解放”牌汽车

### 2. 独立自主发展阶段

1958—1984年是中国汽车产业发展的第二阶段。1958年左右中苏关系恶化，中国汽车产业进入独立自主发展阶段。在初步形成了自己的基础工业之后，我国各地纷纷仿造和试制了多款汽车，逐渐形成了几个较有规模的汽车制造厂，例如南京汽车制造厂、北京汽车制造厂等。1958年北京汽车制造厂研制了中国的第一辆轿车并开进了中南海，起名“井冈山”牌。从此，中国汽车产业进入了一个新的发展阶段——独立自主、自力更生的发展阶段。这一阶段的标志性成果是第二汽车制造厂的建设。

1964年，第二汽车制造厂开始筹建，并从当时的政治、军事和经济建设观点出发选择湖北省西北部山区（十堰市）建厂。1978年第二汽车制造厂开始批量投产，主要产品是由中国人自己开发的载重5t的“东风”牌载货汽车，如图1-6所示。20世纪80年代中期达到年产中型载货汽车10万辆以上的规模，成为国内生产规模最大的企业，产品深受用户欢迎。第二汽车制造厂98%的生产设备是国产设备，而且工厂设计和

工艺设计都是由中国人自己完成的。在当时条件下，第二汽车制造厂的建成可以说是一个奇迹。第二汽车制造厂的建成，标志着中国汽车工业开始依靠自己的力量设计产品、确定工艺、制造设备、兴建工厂，提高了整个中国汽车工业和相关工业的水平，并推动中国汽车工业上了一个新台阶。



图 1-6 载重 5 t 的“东风”牌载货汽车

### 3. 对外开放阶段

20 世纪 80 年代中期，中国发生了一次激烈的争论，主题是“要不要发展轿车消费和轿车生产”。争论的结果是中国需要发展轿车，随后中央做出了我国汽车产业发展中的一项重要决定——建立现代轿车工业。

1984 年，由北京汽车工业公司与克莱斯勒公司共同投资的轿车生产企业成为我国第一家整车制造合资公司，标志着汽车产业进入一个新的发展阶段——对外开放阶段。从此，一大批合资公司在中国诞生。

这一阶段有以下特点：把轿车工业作为发展的重点；引进外资，建立合资企业；引进国外产品、工艺和处理方法，实行高起点、大批量的起步方针，很快形成一定规模；企业初步做到按市场机制运行。

20 世纪 80 年代中期中国汽车产业初步实现与世界产业的接轨。20 世纪 90 年代，由于中国社会经济制度发生了从统一计划经济向社会主义市场经济的重大转变，加入世界贸易组织（WTO），促使中国的汽车产业走上逐渐国际化大循环的道路。

自 1994 年《汽车工业产业政策》发布并执行以来，中国汽车工业的企业生产规模、汽车产销量、产品品种、技术水平、市场集中度等均有了显著的发展。进入 21 世纪，国内外环境发生了深刻变化，中国汽车工业面临着严峻挑战，一些深层次的矛盾和问题也逐渐暴露出来，但同时也有良好的发展机遇。为了促进汽车工业的健康发展，需要有一个具有创新性、前瞻性、科学性，并具有指导意义的产业政策。因此，国家发展改革委员会于 2004 年 6 月 1 日正式颁布实施《汽车产业发展政策》。

与 1994 年《汽车工业产业政策》相比，新颁布的《汽车产业发展政策》具有七个方面的特点：

- (1) 取消了与世贸组织规则和我国加入世贸组织所做承诺不一致的内容。
- (2) 大幅减少行政审批，依靠法规和技术标准，引导产业健康发展。
- (3) 提出了品牌战略，鼓励开发具有自主知识产权的产品，为汽车工业自主发展明确

政策导向。

- (4) 引导现有汽车生产企业兼并、重组，促进国内汽车企业集团做大做强。
- (5) 要求汽车生产企业重视建立品牌销售和服务体系，消除消费者的后顾之忧。
- (6) 引导和鼓励发展节能环保型汽车和新型燃料汽车。
- (7) 对创造更好的消费环境提出了指导性的意见。其具体目标是使我国汽车产业在 2010 年前发展成为国民经济的支柱产业。

1992 年我国汽车年总产量突破 100 万辆，到 2000 年汽车年总产量达到 200 万辆，此间增长 100 万辆用了 8 年。进入 21 世纪，我国汽车年总产量迅猛增加，2002 年突破 300 万辆，2003 年突破 400 万辆，2004 年突破 500 万辆。短短的几年，100 万辆的增长幅度不超过 1 年。

从 1984 年到 2005 年，我国的汽车年总产量增长了 17 倍，由 31.6 万辆提高到 570 万辆，其中乘用车增长了 654 倍，由 0.6 万辆提高到 393 万辆；中国逐步成为世界汽车生产大国。

在总体发展目标上，我国要在 20 年左右的时间里成为世界上最大的汽车生产国，同时努力成为汽车技术强国之一。

## 1.2 现代汽车发展新趋势

随着科学技术的不断发展，各种汽车新结构、新技术不断涌现。目前，汽车发展已经显现了新的趋势。

### 1. 汽车能源向多元化发展

进入 21 世纪以来，人类面临的最紧迫的问题是环境问题和世界性的能源危机。一方面，汽车尾气的大量排放加剧了环境污染。汽车排放物中的有害气体如一氧化碳、碳化氢、碳化物、铅和可吸入颗粒物等是城市大气污染的罪魁祸首。另一方面，汽车已成为能源的最大消费者。据统计，每年汽车用电量要占世界石油总产量的九成。此外，目前内燃机的热效率低下，燃料燃烧产生的热量只有 35%~40% 可用于汽车行驶。在这种形势下，探求新能源的工作已成为当务之急。到目前为止，世界上已经推出了以甲醇、乙醇等作为代用燃料的燃料电池汽车、太阳能汽车以及电动和混合动力等新能源汽车。

### 2. 汽车电子化、智能化

随着现代电子技术的飞速发展，计算机技术和控制技术越来越广泛地应用在汽车上，使得汽车更加智能化。目前，计算机技术和电控技术在发动机、传动系统、悬架系统、转向系统均有不同程度的应用，从而显著提高了汽车的使用性能，提升驾驶员的驾驶体验。

### 3. 汽车安全性的提升

自汽车问世，全世界因车祸丧生的人数已超过第二次世界大战中的死亡人数，死亡人数已超过2 000万，致残的人数有4亿~5亿。中国官方统计数字报告，每年因道路交通事故死亡的人数超过10万，伤残人数达到50万；每5 min约有一人死亡，每1 min都会有一人因为交通事故而伤残。每年因交通事故造成的经济损失达数百亿元。

因此，如何提高汽车的安全性成为人们关注的问题。提高汽车安全性包括以下两方面：一是如何减少事故对人员的伤亡，即被动安全性；二是如何避免发生事故，即主动安全性。

### 4. 自动驾驶的发展

公路等级的不断提高，高速公路的迅速发展，汽车行驶速度的大幅提高，汽车保有量的大量增加，都意味着交通系统对人们驾驶技术的要求越来越高。另外，交通事故的频发无疑在深刻地影响着人们的日常生活。在汽车技术开发领域，人们普遍认为技术比人类更可靠，而作为高新科技水平代表之一，自动驾驶满足了让人们汽车技术发展的迫切需求。因此，自动驾驶被各大汽车企业提上研究日程，被国内外科研机构作为研究重点并投入大量的人力和物力。除此之外，自动驾驶和车联网相结合，形成一个庞大的移动车联网，能大幅提高公路的通行能力，大量减少公路交通堵塞和拥挤，降低汽车油耗，可使城市交通堵塞和拥挤造成的损失减少。



## 第 2 章

# 汽车发动机新技术



### 2.1 发动机进排气控制

汽车进排气系统的主要工作是排出气缸内燃料燃烧后产生的废气，并向气缸内尽最大量充入新鲜的空气，以增加可燃混合气的总量，进而提高发动机的输出转矩与功率。其中，汽车进气系统负责将新鲜空气尽可能多地充入气缸内，并尽可能平均每个气缸的进气量，通常由节气门、空气滤清器、进气管等组成。汽车排气系统是指收集并且排出废气的系统，一般由排气管、排气歧管、排气温度传感器、催化转换器、汽车消声器和排气尾管等组成。

#### 2.1.1 发动机进气控制系统

目前，有以下几种能够提高进入气缸空气量的进气控制系统，主要包括进气谐波增压控制系统、动力阀控制系统和可变配气相位控制系统等。

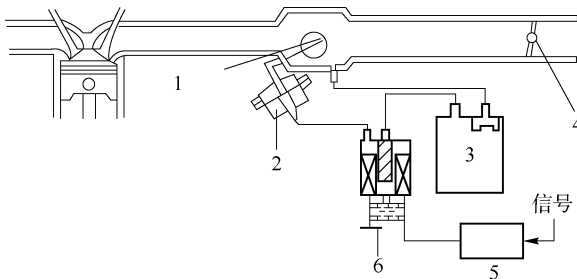
##### 1. 进气谐波增压控制系统

进气谐波增压控制系统提高充气效率的工作原理是利用进气气流惯性产生的压力来提高充气效率。当气体高速流向进气门，如果进气门突然关闭，进气门附近的气体会突然停止流动。但由于气流的惯性作用，此时进气管中的气体仍然会继续流动，导致进气门附近的气体被压缩，使得气压增强。惯性作用结束后，被压缩的气体开始膨胀，向与进气气流相反的方向流动，气压减弱。膨胀气体传到进气管口再次被反射，形成压力波。这种进气压力脉动波与进气门的配气相位相配合，可使进气管内的空气产生谐振，利用谐振效果在打开进气门时形成增压进气效果有利于增加发动机的输出转矩和功率。

当进气管较短时，谐振压力波的波长也较短，有利于发动机在高速范围内输出功率增

加；当进气管较长时，谐振压力波的波长也较长，这样有利于发动机在中、低转速时转矩增加。若随转速的大小变化发动机进气管的有效长度也能做出相应改变，则能使发动机在整个转速范围内充分利用进气谐振效应，可以更有效地提高发动机的动力性。

图 2-1 所示为一种典型进气谐波增压控制系统的结构。在发动机其他结构相同的情况下，在进气管中部增加了真空罐与谐振室、真空电动机、真空电磁阀、转换阀等控制机构。真空罐与谐振室通过单向阀连通，为系统提供真空源；真空电动机经真空电磁阀与真空罐相通，可控制转换阀开和关。当发动机高速运转时，ECU 使真空电磁阀通电，真空罐与真空电动机相通，从而使真空电动机在负压的作用下产生移动而打开转换阀。当发动机低速运转时，ECU 使真空电磁阀断电，真空罐与真空电动机截止，从而使转换阀关闭。此时，进气脉动压力波在最长距离内传递，适宜发动机在中、低转速区域形成谐振增压效果。此时，因为大容量谐振室的参与，压力波在谐振室与进气门之间传播，缩短了其传播距离，高速时的谐振增压效果明显提高。



1—转换阀；2—真空电动机；3—真空罐；4—节气门；5—发动机 ECU；6—真空电磁阀。

图 2-1 典型进气谐波增压控制系统的结构

## 2. 动力阀控制系统

动力阀控制系统的作用是改善发动机的动力性，通过控制发动机进气道的空气流通截面大小，来适应发动机不同转速和负荷时的进气量需求。

动力阀控制系统的工作原理是在进气量较少的高速、小负荷工况下，适当减小进气道空气流通截面，可以有效提高进气的流速，增大进气流惯性，使得发动机的充气效率提高。另外，提高进气流速，能够增强气缸内的涡流强度，有利于低速小负荷工况下的燃烧和热效率的提高，从而改善发动机的低速性能。在进气量较多的高速、大负荷工况下，适当增大进气道空气流通截面，不仅可以减小进气阻力，还可以抑制由进气流速过高而导致的燃烧室内气流扰动，更加有利于改善高速时发动机的性能。

ECU 控制的动力阀控制系统如图 2-2 所示。安装在进气管上的控制进气道空气流通截面大小的动力阀，其开闭由膜片真空气室控制，ECU 根据各传感器信号通过真空电磁阀（VSV 阀）控制真空罐与真空气室的真空通道。当发动机大负荷运转时，进气量较多，ECU 接通真空电磁阀搭铁回路，真空罐中的真空度经真空电磁阀进入膜片真空气室，动力阀开启，进气通道变大。当发动机小负荷运转时，进气量较少，ECU 断开真空电磁阀搭铁回路，真空罐中的真空度不能进入膜片真空气室，动力阀处于关闭位置，进气通道变小。