

Qiche Gongchengxue Jichu

# 汽车工程学基础

肖生发 罗永革 陶健民 编著  
刘少康 车向东

人民交通出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车工程学基础/罗永革等编著.-北京:人民交通出版社,1999.9

ISBN 7-114-03479-2

I.汽... II.罗... III.汽车工程 IV.U46

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第37203号

汽车工程学基础

肖生发 罗永革 陶健民  
刘少康 牟向东 编著

版式设计:刘晓方 责任校对:刘高彤 责任印制:杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街10号 010-64216602)

各地新华书店经销

北京京华印刷制版厂印刷

开本:787×1092  $\frac{1}{32}$  印张:6.625 字数:148千

1999年9月 第1版

1999年9月 第1版 第1次印刷

印数:0001-3000册 定价:12.00元

ISBN 7-114-03479-2

U·02494

## 内 容 提 要

本书介绍了汽车的基本结构及工作原理、汽车性能、汽车使用知识、汽车电控技术等方面的内容，可作为汽车专业低年级大中专学生、非汽车专业大中专学生、工程技术人员和管理干部的教材和参考书。

# 前 言

当今社会，汽车已成为人们日常生活中不可缺少的部分，因而有众多的人士需要了解汽车的有关知识。为满足这样的需求，由湖北汽车工业学院汽车工程系肖生发、罗永革、陶健民、刘少康、牟向东五位老师编写了本书。本书介绍了汽车的基本结构及工作原理、汽车性能、汽车使用知识、汽车电控技术等方面的内容。力求覆盖面广，满足各类读者的需要。本书选材新颖、通俗易懂，可作为汽车专业低年级大中专学生、非汽车专业大中专学生、工程技术人员和管理干部的教材和参考书，也可作为汽车爱好者、私家车拥有者以及汽车行业相关人士的读物。本书的出版得到李莹、刘珂路、姚胜华、刘成武等同志的大力协助，在此谨致谢意。对于书中不足与疏漏之处，诚挚欢迎读者批评指正。

编 著 者

1999 年 7 月

# 目 录

第一章 总论	1
第一节 汽车的概念	1
第二节 汽车发明简史	4
第三节 世界汽车工业略史	9
第四节 中国汽车工业略史	12
第五节 汽车的类型与组成	13
第二章 汽车发动机	27
第一节 概述	27
第二节 发动机工作原理和总体构造	29
第三节 曲柄连杆机构	40
第四节 配气机构和进排气系统	47
第五节 汽油发动机燃料供给系	56
第六节 柴油发动机燃料供给系	62
第七节 发动机润滑系	69
第八节 发动机冷却系	73
第三章 汽车底盘	77
第一节 汽车传动系	77
第二节 汽车行驶系	91
第三节 汽车转向系	99
第四节 汽车制动系	103
第四章 汽车电气设备	109
第一节 汽车蓄电池	110
第二节 交流发电机及调节器	113

第三节	发动机起动系·····	116
第四节	汽油机点火系·····	120
第五节	汽车灯系·····	125
第六节	车用仪表及报警装置·····	127
第五章	汽车车身·····	128
第一节	概述·····	128
第二节	载货汽车的车身·····	129
第三节	客车的车身·····	132
第四节	轿车的车身·····	135
第六章	汽车的基本性能·····	138
第一节	汽车的动力性·····	138
第二节	汽车的燃料经济性·····	139
第三节	汽车的安全性·····	144
第四节	汽车的舒适性·····	151
第五节	汽车的机动性·····	152
第七章	汽车运行材料·····	154
第一节	汽车燃料·····	154
第二节	汽车润滑材料·····	158
第三节	汽车用工作液·····	166
第四节	汽车轮胎·····	171
第八章	汽车电子控制与电动汽车·····	177
第一节	汽车采用电子技术的现状·····	177
第二节	汽油发动机控制系统·····	180
第三节	电子控制汽车制动防抱死装置·····	185
第四节	主动与半主动悬架系统·····	189
第五节	电控机械式自动变速器·····	191
第六节	电动汽车简介·····	195
参考文献	·····	203

# 第一章 总 论

## 第一节 汽车的概念

### 一、汽车的概念

汽车是人类社会文明合乎逻辑的产物，是人类科学技术的结晶。

车是一切现代陆地车辆的基础。车的发明可追溯到远古。动力机械的发明使之跃升为现代化的工具，并发展成为一个庞大的家族。汽车是这个家族中的一支。

图1-1所示各种车辆的概念及其相互差异的主要特征。

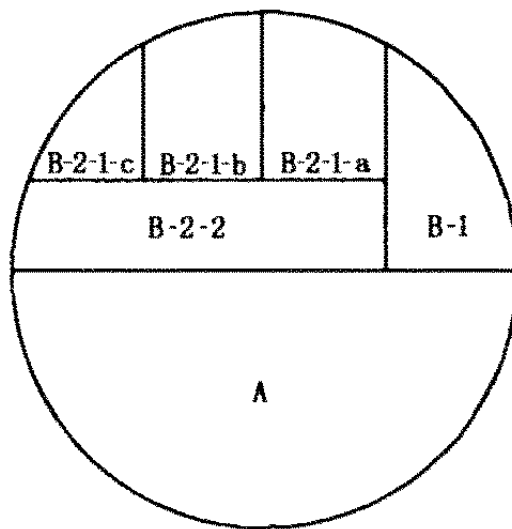


图1-1 各种车辆的概念

A——非机动车辆

B——机动车辆

B-1——固定轨道或带固定架线车辆（铁路和有轨电车、无轨电车）

B-2-1-a——越野车辆

B-2-1-b——摩托车

B-2-1-c——公路运输车

B-2-2——工程机械

图 1-1 的整个圆圈表示车的概念，轮-轴结构是人类科技史上最重要发明之一。车的概念的基本点是以车轴和车轮为基本结构用作运输工具的机械。

图 1-1 中之 A 为非机动车辆。上半圆为机动车辆，是在 A 的基础上，以原动机替代人力或畜力而诞生的新的交通工具。因此，带有原动机在陆地上行驶的车辆，就构成现代机动车辆的概念 B。

机动车辆很快分为两支：一支是有固定轨道或固定架线的车辆，现代铁路系、电气化铁路或城市无轨电车属此类 (B-1)；另一支是无固定轨道车辆 (B-2)。

无固定轨道车辆再分为两支。一支是以利用机动车高速运动为主要功能的交通工具 B-2-1，即现代的汽车家族。另一支是以某种特定功能为主的可以自己行走的工程车辆 B-2-2。例如：以田间作业、拖曳农业机具为主要功能的拖拉机；以特定工程作业为主，如挖掘、发电、推土、铲运等作业，可以自己行走的工程机械等。这类车辆既不以载人或载货为主要目的，通常也不要高的行驶速度，因而一般不在公路上高速行驶。

作为现代交通工具的车辆中，可细分为三个分支。B-2-1-a 分支是专门用于松软地面（路面松软，未经人工修整或

铺设，或者草草修整）的车辆，统称越野车辆。B-2-1-b 分支是指各种摩托车，2 轮或 3 轮摩托。B-2-1-c 是指在经过人工修整、并铺设路面上行驶的车辆，即现代公路运输车。在世界各国现代的关于汽车的定义，大体上是指这个范围，即 B-2-1 所界定的概念。

人类有时提出多种要求，因而出现了跨越各种界限的新产品。对汽车附加深度要求，产生了水陆两栖车。对汽车附加飞行的要求，诞生了飞行汽车。履带车辆实际上是自带轨道的车辆，是 B-1 类与 B-2 类的综合。所有这些特殊结构都复杂而昂贵，只使用于特殊场合。

## 二、汽车的功能与价值

汽车具有什么功能取决于人们的需要。人们需要什么，就可以设计和制造符合这种需要的汽车，而汽车的价值则取决于人们怎样利用汽车的功能。

汽车的功能分为基本功能和扩展功能两种。

汽车的基本功能是作为陆地交通工具，即客运和货运的交通工具。

汽车功能的扩展有两种含义，一种是指技术意义上的功能扩展，一种是指社会意义上的功能扩展。

在汽车既能承重运载，又能高速运动的基础上，按照人们的需要对汽车进行改装或附加若干装备，汽车就有了各种各样的功能。例如：装上装甲成为装甲汽车，装上雷达成为雷达车，改装为通讯车、救护车、消防车……。这就是汽车功能在技术上的广泛扩展方式，各种各样功能的汽车已成为现代社会不可缺少的工具。

汽车，尤其是其中的轿车，因其精良的制作，豪华的装饰，优秀的性能，昂贵的价值，而具有令人瞩目的社会意义

上的扩展功能及相应的社会价值。汽车的高速性扩大了人们的社会活动能力，即人的活动半径和效率大大提高。当一辆车由一个人支配或私有时，则给人提供了充分实现自由意志的条件，这是任何公共交通工具所不具有的功能；现代轿车往往被社会看作个人权力、地位和财富的象征，有时甚至体现个人气质、风度，具有心理享受的功能和价值。最后，现代汽车还具有体育竞技的功能和作为现代工艺品的收藏价值。

## 第二节 汽车发明简史

现代汽车的发明是人类科学技术史中的一个篇章，是合乎逻辑的创新历程。它经历了幻想、探索、诞生和完善四个阶段。

### 一、关于自动行驶车辆的幻想

幻想是人类的特有本能，也是人类文明发展的原动力。

远古的幻想表现为神话，所有古文明中都能找到与自动行驶的车辆有关的神话。例如，太阳神的车、风神的车，“风火轮”等。

科学的幻想是古代科学家的思索。唐朝僧人一行（俗名张瑞，公元677~921年）提出过“激铜轮自转之法，加以火蒸汽运，名曰汽车”的设想。令人惊叹的是短短17个字，勾勒了一台后世蒸汽机汽车的精要，即以火为热源，烧水得汽为工质的“汽车”。

15世纪的意大利文艺复兴同样带来科学技术的巨大飞跃。达芬奇一幅以弹簧储能系统为动力，有动力传递机构的车辆设计图，已不再是一幅艺术画作，而是最早的汽车设计

草图。这是当时钟表工业、机械学的必然反映。这幅图画未付诸制作，因而仍属设想，但已不是幻想，而是跨入机械设计的第一步。

## 二、第一辆自动行驶的风帆车

16世纪，荷兰人西蒙（斯蒂芬迈出了技术史上伟大的一步，他第一次实践了人类关于自动行驶车辆的幻想。

他为一艘双桅帆船装上了车轴和车轮，在风力的驱动下，创造了令人难忘的功绩：28位乘客乘坐其中，该车以34km/h的速度行驶。这辆车切切实实具备现代汽车两个基本要素，即一是车，二有原动机（风帆）。因此，他确实是第一辆原型汽车（图1-2）。

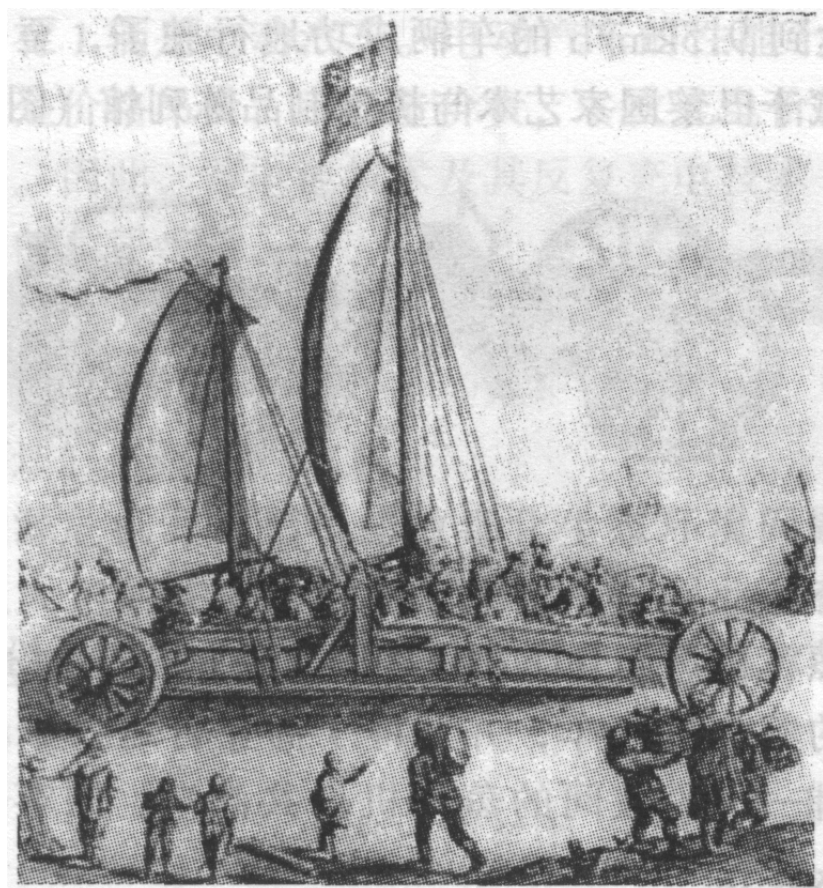


图 1-2 西蒙的风帆车

尽管风力来源不稳定，西蒙的风力汽车不能继续发展成为现代汽车，风能利用至今仍旧是一个研究课题，不排除将

来全部或部分利用风力驱动汽车的可能性，因此，西蒙的风力车具有开创性意义。

### 三、蒸汽机汽车史（1769~1929）

1765 年是蒸汽机诞生之年。随着蒸汽机不断的完善化，它迅速被应用于一切可能的场合，将它应用于车辆驱动是十分自然的事。

1769 年法国炮兵工程师 N·J·库诺首先制成第一辆蒸汽机汽车。这是一辆三轮式车辆，蒸汽机锅炉在前方，准备用于牵引大炮。由于车辆很笨重，操纵困难，在其最初的行驶中不幸撞墙而毁坏，引起“全巴黎大笑”。但他并未退缩，两年之后再造两台蒸汽汽车，他成功了。这是两辆载重 4~5t、速度达到 9.5km/h 的车辆成功地行驶了，至今其中一辆车仍珍藏于巴黎国家艺术与机械制品陈列馆（图 1-3）。

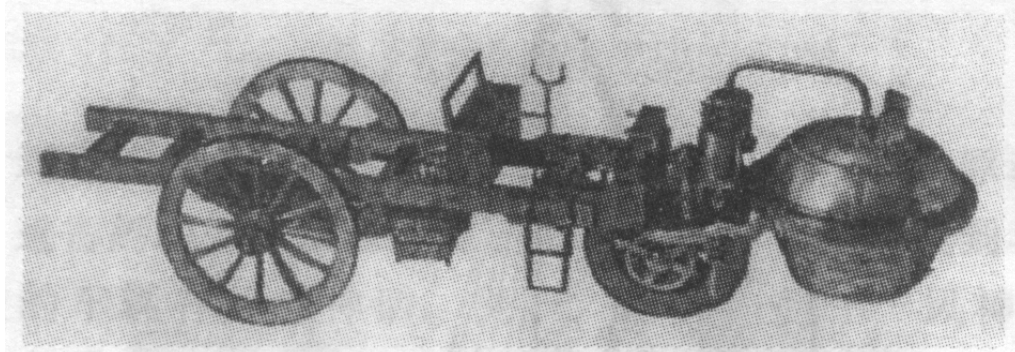


图 1-3 库诺的蒸汽机汽车

各种蒸汽机汽车立即发展起来，西方各国纷纷开发和制造了自己的蒸汽机汽车，并开辟了商业营运业务。1831 年英国利物浦——伦敦间的蒸汽机公共汽车，乘客达 22 人。车速达 32km/h。

最大的蒸汽机汽车生产国是美国。其中美国洛克姆比尔公司属大型厂家，在 1899~1902 年的 3 年间，生产出 4000 辆蒸汽机汽车，当时美国全国有 8000 多辆。

迫使蒸汽机退出汽车动力的是它与内燃机竞争的失败。汽车因其总体积和质量的限制，需要体积小而功率大的动力。内燃机很快超过了蒸汽机。1929年，美国最后一辆蒸汽机汽车出厂。蒸汽机在其它动力领域仍旧得到极大的发展，直到本世纪中叶。

#### 四、电动汽车史

电磁现象的发现，电动机和发电机的发明，最后是蓄电池的诞生创造了电动汽车问世的全部条件。能量存储密度较大的铅酸蓄电池诞生于1860年。1873年英国人汉·达比德逊完成了第一台电动汽车。

1895年巴黎举行的第一次汽车拉力赛上，参赛汽车22辆中，至少有1辆是电动汽车。电动汽车的性能十分优越。但致命弱点是价格昂贵，不仅造价贵，一次充电价甚至相当于新车价格。因此，蓄电池技术及其反复充电技术一直是电动汽车发展的主要难题。

电动汽车的无可比拟的优越性使之一直保持一定的生命力，并广泛用于某些特定场合。如地下室、库房、坑道作业——一切不适宜内燃机的地方。

石油能源危机和内燃机排放毒化生态环境问题的尖锐化，再次把人们的注意力投向电动汽车。因此，有人预言21世纪可能是电动汽车的时代。现在世界各国都下很大投资开发电动汽车。

#### 五、内燃机汽车史

1862年法国B·D·罗杰斯提出一种四冲程的内燃机循环的理论。1876年德国青年工程师N·A·鄂图以曲柄连杆机构实现了罗杰斯的设想，制成第一台往复式活塞式内燃机。这台有

4hp (2.94kW) 的汽油机具有 25 的压缩比，转速 250r/min，有效效率达到 12%~14% 是空前的高效率。以后欧洲各地迅速出现改进的内燃机，并且被装上了汽车。

实际上无法确定究竟是谁第一个装出带有内燃机的汽车。现在世界上公认德国人卡尔·本茨是现代汽车的发明者，是指他申请领到 1886 年 1 月 29 日德国皇家专利局的专利证书——一辆带煤气发动机的三轮汽车（专利第 37435 号）（图 1-4）。同年，另一位德国工程师戈特利布·戴姆勒发明了四轮汽车（图 1-5）。实际上，1884 年法国人也申领过以内燃机为动力车辆的专利。其它未申领过专利的尝试也不在少数。总而言之，19 世纪 80 年代是现代内燃机汽车诞生的年代。

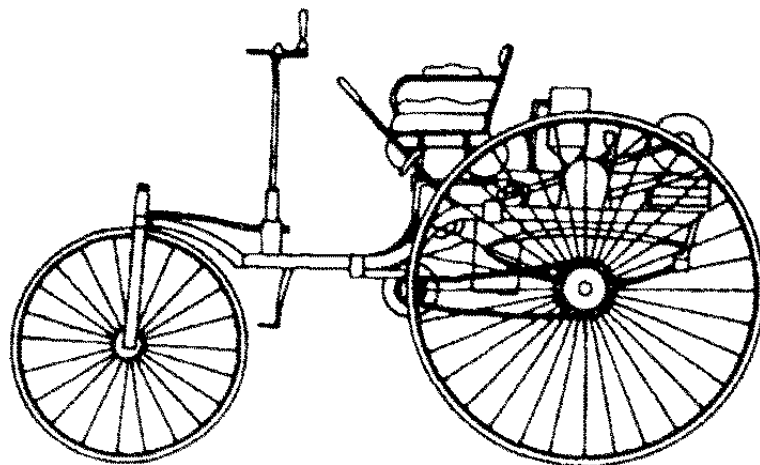


图 1-4 卡尔本茨的三轮车

1893 年德国工程师 R 狄塞尔改变思路，发明不用外源点火的压燃式内燃机循环，1897 年制成实用的柴油机。早期的柴油机较笨重，在汽车上尚无力与轻巧的汽油机竞争。

内燃机汽车诞生之初并非完善，真正辉煌的时代从 1895 年 6 月 11 日开始，这一天在法国巴黎举行世界首届汽车拉力赛。据记录，参赛汽车 22 辆，其中 1 辆是电动汽车，6 辆是蒸汽机汽车，其余为内燃机汽车。竞赛路段是巴黎到

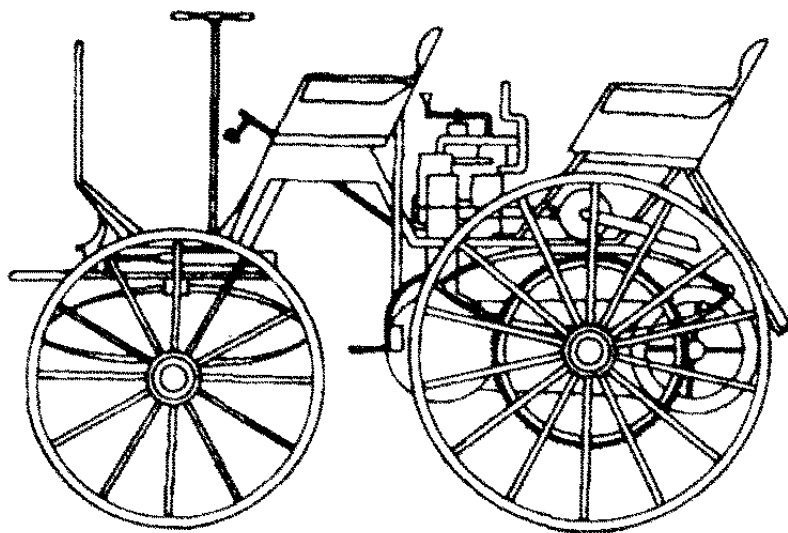


图 1-5 戈特利布·戴姆勒的四轮车

波尔多的往返里程。比赛结果有 9 辆汽车跑完全程，其中 8 辆是内燃机汽车，另 1 辆无记录。这一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。

### 第三节 世界汽车工业略史

世界汽车工业史广义地应包括蒸汽机汽车工业史。因为在 19 世纪末，蒸汽机汽车已具有相当规模，据史料记载，美国洛克比姆公司在 1899~1902 年期间生产 4000 辆，全美国约 8000 辆保有量。另一个理由是内燃机汽车在底盘技术上与之有继承的关系。这里的汽车工业史是狭义地指内燃机汽车史。

从工业化生产的角度看，内燃机汽车有幼稚期（1886~1895）、单件生产期（1895~1914）和大生产期（1914~）。

1895 年巴黎首届汽车竞赛宣告内燃机汽车的胜利之前，人们并未承认这种新的“怪物”，甚至藐视它。只有发明家们夜以继日地改进刚刚诞生不久的内燃机及其附配件，发展

石油燃料、润滑剂。因此，实际上没有工业生产可言。

这一时期内燃机迅速由单气缸变为多气缸，转速和压缩比逐渐提高，因而发动机功率迅速增加，汽车最大速度也逐渐提高。

1895年内燃机汽车受到关注，作为最新技术产品和灵活机动的交通工具受到欢迎，逐步形成工业化生产。到1914年之前，欧洲和北美已形成数量极多的制造各种型号汽车的工厂，工厂规模都不足年产万辆。从生产形式上看，属于单件或小批量生产方式。在这一时期内，汽车技术的发展更是惊人。

汽车的最大速度一方面表现其动力的强大程度，另一方面反映其整车操纵技术和安全技术的水平，因此，常常可以作为技术水平的显性指标。1886年本茨第一辆车是16km/h的最大速度，1907年本茨厂的轿车已达95km/h的水平，专门的赛车速度已达150km/h，1909年的赛车达到230km/h。

1914年是现代汽车工业史的另一个里程碑，美国福特汽车公司的汽车流水装配线正式投产，年生产福特T型车30万辆，相当于当时全美300多家生产的总和。由此开始了汽车大生产的历史。

福特汽车公司的生产方式包含三大技术成果，第一是亨利·福特先生关于开发大众化轿车的决策。这个思想一反汽车诞生之后轿车的豪华化趋势，为轿车作为民众交通工具的普及作出了决定性贡献。第二是嫁接了机械制造的标准化思想（有人称之为标准化哲学）和流水化生产组织方式，福特T型车成为世界上以标准化思想和流水组织生产的大众化车辆，具有性能良好、规格统一、便于维修、成本低廉等优势的新产品。1908年的福特T型车售价890美元，1914年流水线生产的T型车售价490美元，1924年更进一步降低到

290 美元。继福特之后出现美国三大汽车公司，产量均以白万辆计。1924 年美国达到每 7 人一辆汽车的高普及度就是这样形成的。

汽车大生产在北美诞生和发展，欧洲和日本在两次大战中受到很大影响，没有形成汽车大生产的能力。欧洲和日本真正开始汽车大生产的局面是 60 年代。

英国工业恢复后，直到 1954 年汽车产量才超过年产百万辆大关，法国是 1958 年才达到年产百万辆，德国是 1956 年。日本在 1956 年仅产汽车 11 万辆，1963 年才超过百万辆线。1980 年日本跃过 1100 万辆大关，成为世界当年第一汽车大国——当年美国实产 800 万辆（生产能力达 1200 万辆，但开工不足）。

1980 年可看作世界汽车工业史上又一个有特征的年份。这一年世界汽车生产形成明确的三足鼎立局面：北美、欧洲共同体和日本，各自产汽车量均为千万辆级。同时，它们又共同构成传统的汽车市场。在市场上形成我中有你、你中有我的剧烈竞争。

另一个特征是传统市场逐渐走向饱和，因此，整个西方汽车工业开始向全世界寻求新市场。于是出现了汽车生产厂向第二世界迁移，汽车技术向全球扩散的局面。在这个趋势之下，第二批汽车生产大国开始出现。

亚洲较成功的是韩国。1961 年韩国汽车生产没有记录；1965 年为百辆；1970 年为 2.8 万辆；1980 年为 12.3 万辆；1993 已跃过 268 万辆，成为世界汽车生产大国之一员。

南美的巴西从 1960 年 13.3 万辆起步，1980 年跃过百万辆线。

以中国、印度、印尼为代表的第三世界国家也正以不同的速度加入这股潮流之中。