

普通高等教育机电类规划教材

汽车概论

第2版

金国栋 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育机电类规划教材

汽车概论

第2版

金国栋 编著

机械工业出版社

本书是一本融知识性与趣味性为一体的有关汽车基础知识的教材。内容从汽车的产生、演化到未来的汽车和汽车工业；从汽车的分类、性能、基本结构到现代设计方法、试验、制造、贸易和服务；从我国汽车工业的发展历程到前景展望，进行了简洁、系统、准确和全方位的论述。全书内容丰富，知识面广，语言流畅，通俗易懂。本书主要作为高等学校各专业学生了解汽车和汽车产业的全校选修课教材，以及汽车专业本科、专科、高职高专学生的新生教材。对于汽车行业各类人员及具备一定文化知识的汽车爱好者，本书也是一本很好的参考读物。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车概论/金国栋编著. —2 版. —北京: 机械工业出版社, 2009.12

普通高等教育机电类规划教材

ISBN 978 - 7 - 111 - 28622 - 6

I. 汽… II. 金… III. 汽车 - 高等学校 - 教材 IV. U46

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 189944 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: 赵爱宁 责任编辑: 尹法欣 版式设计: 霍永明

封面设计: 王伟光 责任校对: 张玉琴 责任印制: 李 妍

北京振兴源印务有限公司印刷

2010 年 1 月第 2 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 11 印张 · 247 千字

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 28622 - 6

定价: 20.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者服务部: (010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

第2版前言

本书自1997年出版以来,迄今已超过十个年头,期间经过十余次重印,以满足高等学校和高等职业技术学院作为全校选修课或相关专业的汽车知识课程之用。在这过去的十年中,汽车新技术发展迅速,我国的汽车产业经历了跨越式的发展,其产能和规模日新月异,所执行的标准和设计、制造、营销手段也向国际先进水平逐渐靠拢,这使得《汽车概论》第1版的不少内容需要补充和更新,以保持本书所提供知识和信息的及时性、新颖性和前瞻性。

本书第2版除基本遵循前版的构架和内容外,主要在以下方面作了修改。

1) 在第一章中增强了对未来汽车和汽车工业的论述,更全面地预测未来汽车的技术进步和发展特点,使读者的思绪在创新和畅想中徜徉。

2) 在第二章“现代汽车”中补充了有关排放、噪声、安全等方面新法规标准的具体内容,增强从社会可持续发展角度审视现代汽车;汽车的分类按新的标准进行,汽车基本构造中加强了对各种新技术、新结构的介绍。

3) 将“汽车的设计与试验”提前到第三章讲述,增加了并行设计、绿色设计、虚拟样机技术等新的内容,加强了汽车试验中有关碰撞测试的内容。

4) 原“现代汽车工业”这一章更名为第四章“汽车制造、贸易与服务”,在这一章中更新了汽车材料发展的内容,增加了新型复合材料、轻量化材料的介绍;加设了第四节“汽车的贸易和服务”,从汽车市场特点、营销模式和汽车服务等方面分别加以论述。

5) 在第五章“我国的汽车工业”中着重补充了近十年来我国汽车工业的快速发展和自主创新道路的确立,并展望了2009到2020年我国汽车工业的发展前景。

6) 鉴于我国和世界汽车工业重组速度的加快,汽车制造企业的变化有很多不可预见性,因此取消了介绍我国和世界汽车制造企业简况的两个附录;按照现行标准和政策,附录A更改为“车辆识别代号编码和机动车编号规则”,附录B引用了2004年新颁布的《汽车产业发展政策》。

本书这次的修订量约为原书的30%左右,字数比原书略有增加。修订过程中听取了一些使用单位所提出的意见和建议,在此,对他们表示衷心的感谢。

恳切希望使用本修订版的高校师生、广大读者提出批评指正。

编者
2009年9月

第 1 版前言

汽车产业作为我国的重要支柱产业，其发展将带动一大批相关产业，也使越来越多的人接触到汽车及其相关技术。随着轿车逐步进入中国家庭，广大百姓对汽车的兴趣与日俱增。在这种形势下，作为高等学校的学生有必要对汽车和汽车工业有一个概貌性的了解，而对于汽车专业的学生来说，在低年级通过《汽车概论》的学习，可以提高专业兴趣，预先了解专业所涉及的知识结构，从而增强学习的自觉意识和动力。正是考虑到非汽车专业学生扩大知识面和汽车专业学生提前接触专业知识的需要，才编写了这本《汽车概论》教材。概论共分五章，尽可能做到图文并茂、简单明了、涉及面广，以便使学生用 20 学时左右的时间就可接触到与汽车和汽车工业有关的各方面内容。第一章汽车发展史从汽车和汽车工业的演化指明汽车技术的发展动力以及未来汽车所面临的问题。第二章现代汽车重点论证了现代人与汽车密不可分的关系，并对现代汽车的性能要求和基本结构作出一般性的描述。第三章现代汽车工业主要说明现代汽车生产的组织、实施以及汽车工业的规模、特点，使学生对汽车生产、销售、使用中涉及的一些问题有所了解。第四章汽车设计和试验主要针对汽车专业的学生，使他们对汽车设计原则、现代设计方法和各种试验设施建立起一个基本的印象。在我国汽车工业一章中专门就我国汽车工业的历史、现状和发展作一概述，激励学生为中国汽车工业的腾飞作出贡献。

编者感谢周良弼教授对本书所作的仔细审阅，感谢雷国璞教授对编写工作所提出的有益建议，感谢凌求志、钟学敏等同志所参与的部分工作。

本书篇幅不大但涉及面宽，在内容上难免以偏概全，加之编者水平所限，其疏漏谬误之处敬请读者不吝指正。

编 者
1996 年 10 月

目 录

第2版前言

第1版前言

第一章 汽车发展史	1
第一节 汽车的产生和演化	1
第二节 汽车工业的发展	14
第三节 未来汽车与汽车工业	20
第二章 现代汽车	27
第一节 现代汽车与人类社会	27
第二节 汽车的分类与性能要求	32
第三节 汽车的基本构造	50
第三章 汽车设计与试验	95
第一节 汽车的设计要求	95
第二节 汽车的现代设计方法	97
第三节 汽车的试验	104
第四章 汽车制造、贸易与服务	112
第一节 现代汽车工业的特点	112
第二节 汽车制造工艺与材料	119
第三节 汽车生产的组织与实施	128
第四节 汽车的贸易和服务	136
第五章 我国的汽车工业	144
第一节 我国汽车工业的历史	144
第二节 我国汽车工业的前景	150
附录A 车辆识别代号编码和机动车编号规则	153
附录B 汽车产业发展政策	157
参考文献	168



汽车发展史

第一节 汽车的产生和演化

随着国民经济的蓬勃发展，汽车已成为当前极为重要的交通运输工具。从全世界范围来看，目前还找不出一个无汽车的现代社会的特例。汽车工业在带动其他各行各业的发展中，已日益显示出其作为重要支柱产业的作用。

说到汽车，人们自然不会陌生，立即会想到道路上随处可见的各种汽车。然而，要讲出汽车的确切定义却不那么容易，事实上各国对汽车的定义也不尽相同。

在我国，按 2001 年发布的国家标准的定义，汽车是指由自身装备的动力驱动，具有四个或四个以上车轮的非轨道承载的车辆。通常它被用作载运客、货和牵引客、货挂车，也有为完成特定运输任务或作业任务而将一般汽车经改装或装配了专用设备的专用车辆，但不包括专供农业使用的机械。全挂车和半挂车并无自带的动力装置，它们与牵引汽车组成汽车列车时才属于汽车范畴。有些进行特种作业的轮式机械，如轮式推土机、铲运机、叉式起重机（叉车）以及农田作业用的轮式拖拉机等，在少数国家被列入专用汽车，而在中国则分别被列入工程机械和农业机械之中。我国现在的汽车术语中把与电力线相连的车辆，如无轨电车，以及整车整备质量超过 400kg 的三轮车辆也包括在汽车中。

在美国，汽车（Motor Vehicle）是指由本身的动力驱动（不包括人力、畜力），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。

在日本，汽车是指自身装有发动机和操纵装置的不依靠轨道或架线能在陆上行驶的车辆。摩托车、带发动机的助力自行车、三轮摩托在日本均属汽车范畴。

汽车从被发明到今天已经历了一百余年，它对人类社会所起的作用是任何其他东西都不能替代的。2005 年全世界的汽车保有量达到 8 亿辆。我国的汽车保有量近年来也高速增长，1993 年达 800 万辆，2005 年迅速升至 3300 万辆。当我们享受着汽车给我们带来的便利时，或当汽车开过留下的一股尘烟使您抱怨其造成的污染时，您也许会问，汽车是如何产生的？它又将怎样发展？下面就概要介绍汽车产生和演化的历史。

一、愿望与设想时期

蒸汽汽车是在 18 世纪后半期开始进入实用阶段的。到了 19 世纪末期已有了制作得非常精巧的汽车问世。可以说这些技术是产生今天以内燃机为动力的现代汽车的母体。从这个意义上讲，不断发展并一直延续至今的汽车的历史是与蒸汽汽车的历史密切相连的。沿



着这条线索向前探寻，汽车的历史也可以说是人类探求动力的历史。

汽车作为交通运输工具的最大特征就是使用车轮在道路上自在地行走。使车轮旋转而产生移动的方式与拉雪橇那样的移动方式相比，可以用很小的力移动很重的东西，并能较容易地进行加速、制动、转向等控制，还能减少轮胎接地部分与路面间的摩擦。汽车行走的力学原理主要取决于车轮，因此车轮也可以作为探讨汽车起源的一条重要线索。

人类自从用两条腿在地球上直立行走以来，步行速度约 $4 \sim 6\text{km/h}$ ，且一般只能搬动 $20 \sim 30\text{kg}$ 质量的重物。充满智慧的人类很快就知道如何饲养和驯化狗、牛、马等牲畜，并骑上或由它们拖动以代步。这样使行走速度提高到 30km/h 左右，还可以搬动 $100 \sim 200\text{kg}$ 质量的重物。以后人类又知道如何利用雪橇和滚轮，继而发明了车轮。在人类历史中，最初制造出车轮与车轴的组合并依靠畜力驱动的车辆，约在 $3000 \sim 3500$ 年以前的美索不达米亚（西南亚一个古代文化发祥地）文明时期。但是，若以前面对汽车所作出的定义，不使用人力或畜力，在车辆上装备人工制作的动力装置驱动车轮回转的车辆，那是在很久以后的 15 世纪文艺复兴时期才开始萌芽。例如，约在 1480 年，维西（Leonardo da Vinci）根据时钟原理制作了弹簧车，荷兰人史蒂文构思了风力车。到了 17 世纪，在 1670 年左右牛顿（Isaac Newton）提出了利用蒸汽喷射的反冲力推动的喷气式汽车的设想。而比利时耶稣会传教士费尔顿（Pater Vewton）则制作了一个将蒸汽吹在风叶上而产生驱动力的冲击式蒸汽轮车模型。然而，由于当时技术水平的限制，在那个时代汽车只停留在构想与模型的阶段。

到了 17 世纪后期，利用火药爆发力、蒸汽压力、活塞运动机构等技术和发明被纷纷提出，终于促成了 1705 年纽可门（Thomas Newcomen）的活塞往复运动压板式蒸汽机作为扬水泵而付诸实用。接着，在 1759 ~ 1769 年间，瓦特（James Watt）进一步改良了蒸汽机，将利用蒸汽冷凝产生真空从而产生动力的方式改为直接利用蒸汽压力的方式，制成了以曲轴变往复运动为回转运动的人类最初的通用动力机械，使蒸汽机进入了实用时期，同时也加速了依靠自身的动力驱动车轮回转的车辆诞生前的胎动。

二、汽车早期探索时期

（一）蒸汽汽车

毫无疑问，世界上最初可载人的自备动力的车辆就是蒸汽汽车了。最早的一辆是法国人居纽（Nicolas Joseph Cugnot）在 1769 年制造的。这是一辆用来拉炮的蒸汽三轮车，一个硕大的铜制锅炉被放置在前轮的前方，蒸汽用燃烧柴禾来产生，它进入两个汽缸，使两个活塞交替运动，由于没有曲轴，故活塞的作用力通过车爪传给前轮。由于锅炉、汽缸等机件的重量都加在前轮上，使得方向操纵十分困难。这辆车试车时时速仅 3.6km/h ，只行驶了 1km 左右就发生锅炉爆炸，汽车失去了控制，结果车仰人翻，还撞坏了路边房屋的墙壁，车子本身亦受到严重损坏。尽管如此，这毕竟使汽车朝实用化方向迈出了第一步，开创了轮式车辆用自备动力装置进行驱动的新纪元。第二年，亦即 1770 年，这辆车经过修整作为世界上第一辆汽车，至今珍藏在巴黎的国家技术及机械品博物馆内（图 1-1）。

在成功的刺激下，英国人也开始跃跃欲试。蒸汽汽车发展的舞台由法国转到了英国。英国人提出了各种各样的新设想。从 1787 年开始，英国人也对蒸汽汽车感兴趣了。但是

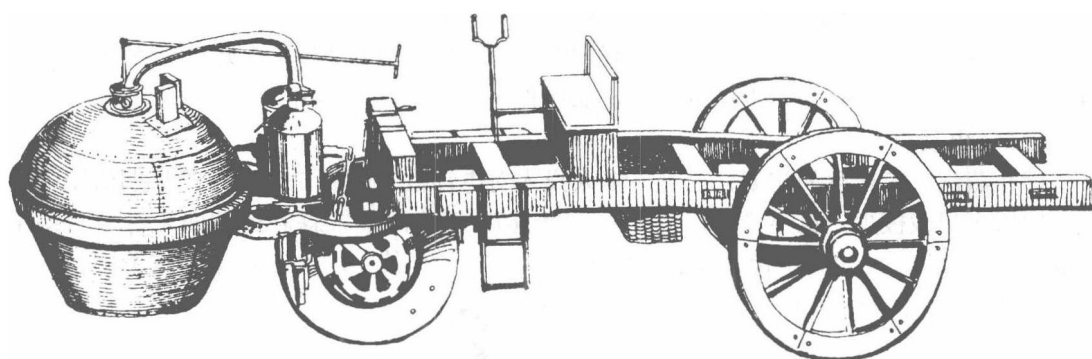


图 1-1 1770 年居纽的蒸汽汽车

直到 1800 年为止，仍没有真正实用的蒸汽汽车问世，究其原因恐怕是蒸汽机所发动力与机构的重量之比实在太小。进入 19 世纪，在实验的基础上，设计与制作都有了进步，逐渐地开始有实用的蒸汽汽车问世。1803 年以制作蒸汽机车而著名的英国人脱威迪克 (Richard Trevithick) 制造了一辆能载数名乘客的蒸汽汽车，这辆车的试制成功无疑对汽车的实用化起了推进作用。1825 年美国古涅 (Goldsworthy Gurney) 制造了一辆被认为是最早投入运行的车辆，这辆蒸汽汽车在相距 15km 的格斯特夏与切罗腾哈姆间作有规律的运输服务，跑完单程的时间约 45min。1827 年，汉考克 (Walter Hancock) 在其公共汽车的侧面写上了行车路线以及所经过的地名，使城市间定时往返的公共汽车的使命更加明确。以后的几年内，伦敦街头出现了图 1-2 所示的公共汽车，这一时期可算是蒸汽汽车的黄金年代，标志着蒸汽汽车已进入实用化时期。

蒸汽汽车在当时被称为无马马车，显然对马车运输业产生了威胁，因而引起了马车业主们的反对。另一方面，蒸汽汽车笨重，操作不便，在车辆数增加的同时，交通事故和锅炉爆炸的事故也时有发生；加之锅炉燃烧所排出的煤灰、黑烟对沿街住户和行人造成危害，也引起了市民们的不满。因此，在 1865 年英国制定了著名的“红旗法规”。该法规规定蒸汽

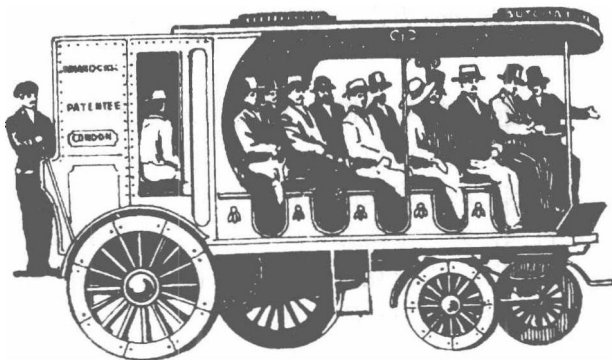


图 1-2 1835 年伦敦街头的蒸汽公共汽车

汽车必须有两人以上参加驾驶，车前方约 55m 处必须有人高举红旗或红灯开路，示意车马、行人避让，车速限制为郊外 6.4km/h，市区 3.2km/h。1895 年，在人们对汽车交通的呼声不断高涨的情况下，“红旗法规”被废止。但在“红旗法规”生效期间，在英国发展起来的蒸汽公共汽车便停滞不前，甚至出现了衰退，汽车发展的舞台移向了法国、德国



和美国,蒸汽汽车也随时代而进步。19世纪末、20世纪初,燃料也由煤转为使用石油,行驶时速不断增加,至50km/h左右,操作简便性和乘坐舒适性也大为改善。当然这些与1839年固特异(Charles Goodyear)提出的加硫橡胶的利用和1845年英国工程师汤姆逊(Robert William Thompson)发明的充气轮胎所作出的贡献是分不开的。

(二) 电动汽车

就在蒸汽汽车产生的初期,已有许多人投入对电动汽车的研制中。尽管早期研制电动汽车的历史记载极少,也不详细,但一般认为1873年英国戴维森制造的四轮卡车是最早的电动汽车。19世纪80年代,在法国已制造了多辆名符其实的电动汽车。在美国,爱迪生和福特都对电动汽车的开发作出了很大贡献。19世纪90年代,电动汽车有了较快的发展,于1898年创立的哥伦比亚电气公司当时曾生产了500辆电动汽车。1899年,法国的杰那茨(Camille Jenatzy)驾驶着电动汽车创造了时速105km/h的最高车速记录(见图1-3)。同年,美国生产了1575辆电动轿车。在以后的20年间,电动汽车与蒸汽汽车展开了竞争。但无论是电动汽车还是蒸汽汽车,最后都在竞争中让位于

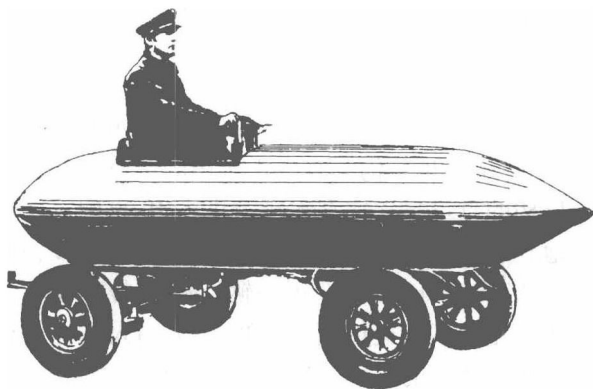


图1-3 1899年杰那茨驾驶的电动汽车

后起之秀——内燃机汽车。其主要原因是电动汽车一次充电的续驶里程太短,而且蓄电池的质量和体积都很大,在车上为安放电池使室内空间过于狭小。对蒸汽汽车来说,则存在给水繁琐、起动时为达到必要的蒸汽压力所需时间太长以及存在安全性和公害方面的缺陷等。

三、近代汽车的诞生与技术发展期

(一) 近代汽车的诞生(1886)

蒸汽汽车的缺陷促使人们寻求一种质量轻、功率大、可直接使燃料在气缸中燃烧作功的内燃机来作为汽车动力。1838年,英国人巴尼特(Barnett)研制了原始的两冲程煤气机,后来英国人克拉克(Clerk)试图进一步完善它,但都未能投入实际应用。1860年,法国人雷诺尔(Etienne Lenoir)终于制成了第一辆可供实用的常压煤气发动机,并申请了专利。当时的煤气机无压缩行程,煤气用电火花点火燃烧而产生动力。由于无压缩行程,这种发动机的热效率很低。1862年,法国人罗彻斯(Beau de Rochas)发表了四冲程发动机循环理论(该理论今天仍为内燃机所采用),并取得四冲程的专利。1876年,一直从事煤气机试验的德国人奥托(Nicolaus August Otto)运用循环理论,试制成功了第一台活塞与曲柄相组合,将煤气与空气的混合气经压缩冲程后再点火燃烧的往复式四冲程煤气机,为提高内燃机热效率开辟了新途径。这种内燃机利用活塞往复运动形成的四冲程,将进气、压缩、燃烧膨胀、排气四个过程融为一体,使内燃机结构简化、整体紧凑。为了纪念



奥托对内燃机发展所作的贡献，人们称这种循环为奥托循环。奥托本人的那个试制车间后来发展为道依茨发动机公司。

随着石油开始取代煤气，以及汽油气化性能好这一特点被研究者所注意，在奥托四冲程煤气机和梅巴克关于汽化器设想的基础上，1883年德国人戴姆勒（Daimler）研制出一台比以往大型低速煤气机的转速（通常为200r/min以下）高得多的小型高速汽油机（当时达800r/min以上）。它是一台空气冷却的单缸机，其热效率有了大幅度的提高。1885年，戴姆勒将其制作的汽油机装在一辆自行车上进行了试验。这台汽油机是水冷四冲程单缸机，排量为0.27L左右，输出功率约0.37kW，最高转速约600r/min。它被垂直固定在车架上，据说车速约12km/h，行驶了6km左右。这辆车至今保存在斯图加特的戴姆勒—本茨博物馆内（见图1-4）。就在那一年，另一位德国人本茨（Carl Benz）研制成功一台单缸两冲程汽油机，并将其装在一辆三轮车上于1886年进行了公开试车。这辆车可以说是近代汽车的原型。该车的单缸机排量为0.576L，输出功率约0.52kW，转速为300r/min，车速约15km/h，并具备了近代汽车的一些基本特点，如：火花点火、水冷循环、钢管车架、后轮驱动、前轮转向、带制动手把等。这辆车现保存在慕尼黑科学博物馆内（见图1-5）。

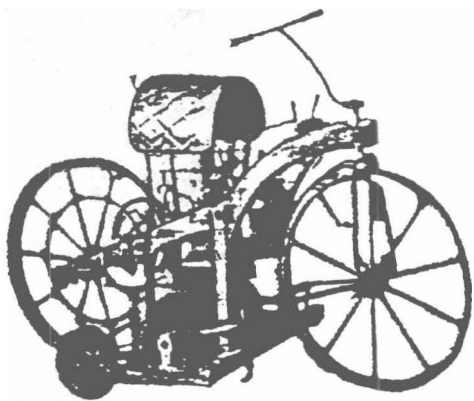


图1-4 1885年戴姆勒的装有汽油机的自行车

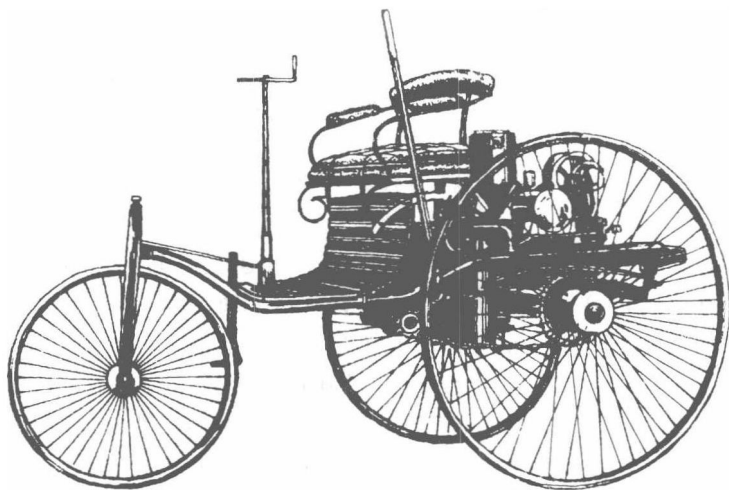


图1-5 1885年本茨制造的装有汽油机的三轮汽车

人们一般把1886年作为汽车诞生年，也有些学者把本茨制成第一辆三轮汽车的1885年作为汽车诞生年。1886年，戴姆勒将他制造的排量为0.46L、功率0.82kW、转速650r/



min 的发动机装在一辆据说由美国制造的马车上，最高车速达到 18km/h。这辆车被公认为是世界上第一辆汽油发动机驱动的四轮汽车（见图 1-6）。

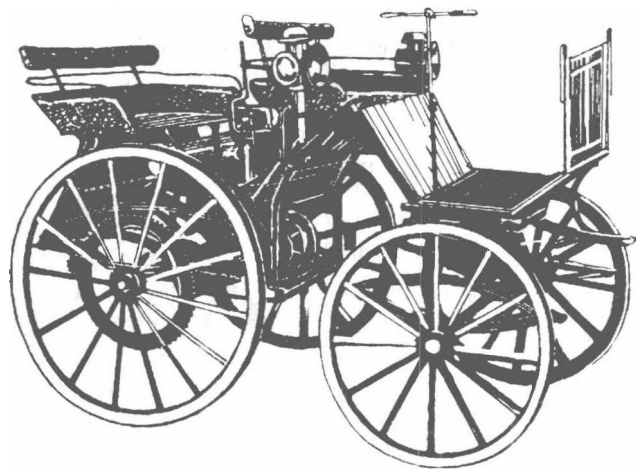


图 1-6 1886 年戴姆勒的装有汽油机的四轮汽车

（二）汽车结构基本完善（1886~1935）

汽车刚发明时，并没有马上在各式路面车辆中显示很强的竞争力。蒸汽机因为有较长的发展历史，比起发展初期的汽车还要完善得多。20 世纪初，美国销量最大的还是蒸汽汽车。当时的蒸汽机已经可以造得很小，蒸汽汽车车架用管型钢，整车总质量只有 350kg，行驶车速可达 40km/h。运转比当时的汽车平稳得多，而且不需要变速器。在当时的多次汽车大赛中，都是蒸汽汽车夺得第一，以致很多人认为蒸汽汽车会和汽车有一样的发展前途。蒸汽汽车的最大缺点是起动困难，起动一次有 21 个步骤，需要 45min。

20 世纪初，电车也比汽车发展得充分。电车有两种，一种是电池驱动的，一种是有线电车。1900 年，在美国各大城市总共有 300 多辆电池车在行驶，其中有双座的小轿车，也有 5t 的卡车。但是电池车也有缺点，一是电池成本太高，二是电池充电一次只能行驶 80km，故而只适于在距离短、更换电池方便的市区行驶。英国的一些城市长期靠电池车递送邮件、报纸、牛奶、面包。有轨电车 1882 年首先出现在德国，1901 年第一条公共有轨电车线路在德国的萨克森建立。以后欧洲各国相继建立公共电车线路。1923 年，在英国的沃尔弗汉普顿造出了第一辆无轨电车。不管有轨无轨，这种电车都要通过车顶上面的辫子与电线相接，只能走固定线路并且不能超车，所以最适于城市公共交通。

汽车经过几十年的发展完善，才在路面车辆中占据了主导地位。本茨的汽车从发动机到驱动车轮用传动带传动，后来又出现了链条。在挠性连接部件出现以后，即传动力的两部件之间允许有位置和距离的变动，才普遍采用了传动轴接锥齿轮的传动方式（见图 1-7）。

车用汽油机的逐渐完善得益于汽油气化与点火问题的解决。内燃机的冷却最初是用一根长而弯的管子让水循环流动来实现的。1901 年，迈巴赫发明了蜂窝状的冷却水箱，为内燃机的高效率冷却打下了基础。

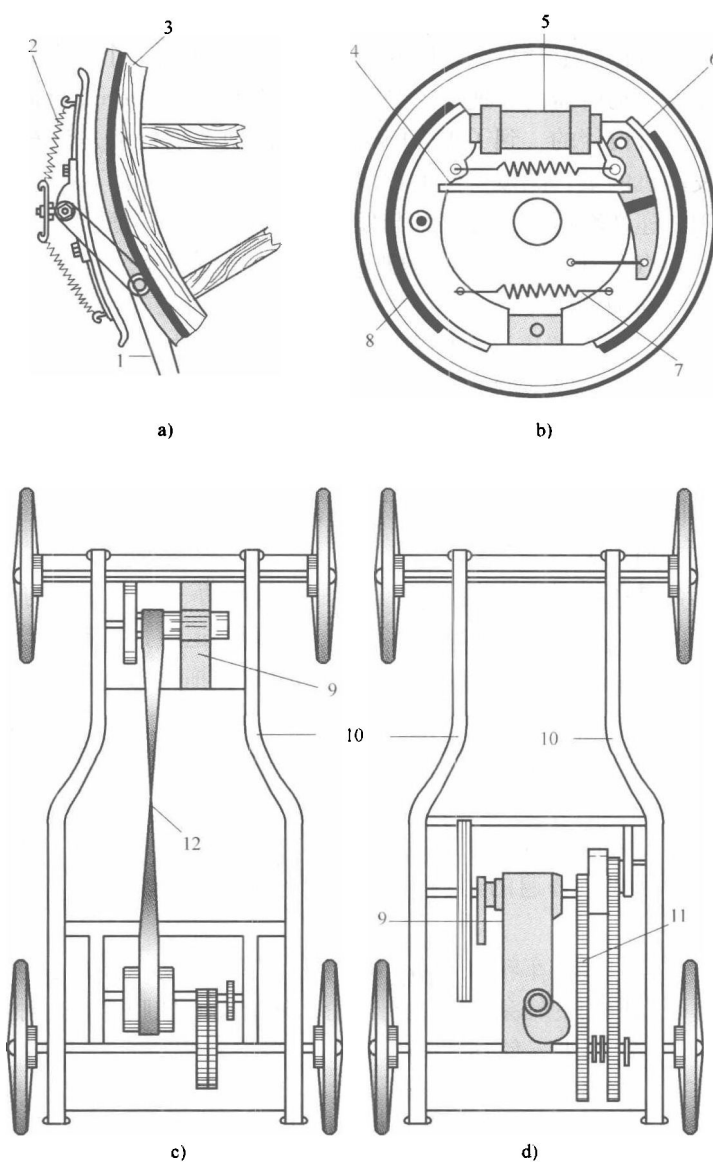


图 1-7 早期的汽车制动与传动装置

a) 匙型刹车 b) 鼓动制动器 c) 皮带驱动 d) 链条驱动

1—操作杆 2—弹簧 3—车轮 4—平衡棒 5—车轮分泵 6—制动蹄片

7—回位弹簧 8—制动鼓 9—发动机 10—底盘 11—链条 12—皮带

早期的汽车是靠手摇转动曲轴来起动发动机的。这种方式既费力又不方便，需要有两个人配合。最初消除手摇起动的设想是将压缩空气按点火顺序依次送进各缸以使曲轴转动。压缩空气是靠发动机工作时带动一个气泵而储存的，它除了用于起动发动机外，还可给轮胎充气及带动千斤顶工作。但是这种起动方法并不成功。1917 年，美国凯迪拉克公



司研制了第一个电起动器，它是用一个小电动机转动与曲轴相联的飞轮来起动发动机的。这项发明的关键在于认识到电动机能在瞬时超负荷运转，所以一个小电动机就可以带动曲轴转动至发动机点火起动所需的转速。这是由凯特林（C. F. Kettering）研究发现的，开始用的电动机是为点钞机设计的。到了1930年，虽然摇动手柄仍然是汽车的一个附件，但是摇动曲轴起动发动机的事，除极偶然的情况外，已经不大出现了。

汽车靠传动轴传递功率后，在传动轴与发动机之间安置了变速箱，使发动机在一定的转速范围内工作，而汽车可以有不同的行驶速度。变速箱靠齿轮传动，主动齿轮与发动机连接，从动齿轮与驱动轴连接，行驶中的换挡会由于两个齿轮的转速不同而啮合困难，强行啮合就有打齿的危险。为解决这一问题，人们在变速箱的前后各装一个离合器。换挡时，用这两个离合器将变速箱中的齿轮轴与发动机和驱动轴都脱开。但是由于惯性，两齿轮转速达到同步还得有一段时间，再加上两个离合器配合操纵很复杂，使行驶换挡仍非常困难。1929年，也是凯迪拉克公司首先研制出同步器，它是通过同步器中锥面相互摩擦使两个齿轮转速相同时才允许啮合。这样只要有一个离合器就行，换挡时既轻便又不打齿，换挡时间也大大缩短了。

汽车制动器起初是照搬马车上的结构，即用手刹带动一个单支点的摩擦片来抱住后轮。但是汽车所需的制动力要比马车大得多，而且汽车倒退时这种制动器常常失灵。当时一些汽车在底部安装一根拖针，当汽车在坡路上下滑时，拖针会扎入地下使车停住。后来在车上又增加了脚刹，控制传动轴的转动。1914年开始出现轮内鼓式制动器（见图1-7）。1919年，法国海斯柏诺-索扎公司制成用脚踏板统一控制的四轮鼓式制动器，并由变速箱驱动一个机械伺服机构来增加制动力，使制动效果大为改善。1921年，美国的杜森伯格公司又推出了液压助力器，由一个主液压缸来放大制动力；以后又出现了气动助力的制动器。制动装置逐渐形成了普遍的用脚刹控制轮边制动，手刹控制传动轴制动的结构形式。

影响汽车舒适性的主要是车轮和道路。初期的汽车还有使用实心木轮的，但很快大部分汽车都采用了自行车所用的辐条式的铁制车轮，外套实心橡胶轮。这种实心轮当车速超过16km/h时，车就会跳起来，使司机和乘客颠簸得无法忍受。在苏格兰兽医邓洛普于1888年发明了用于自行车的充气轮胎后不久，1895年，法国的米其林兄弟（Andre and Edouard Michelin）就制造出了用于汽车的充气轮胎。当时这种轮胎虽然改善了汽车的舒适性，但漏气问题却成了司机最头痛的事。当时汽车轮子还是不可拆卸的，所以补胎和换胎都要费很多时间。为了解决这个问题，先是出现了辅助轮缘（Stepney）。当轮胎漏气后，靠这个轮缘行驶到最近的修车场去更换轮胎；后来出现了可拆卸的车轮，轮胎分为内胎外胎两层，外胎中用金属丝予以加强，从而使轮胎寿命大大增长，更换轮子也成了一件比较容易的事了。到了20世纪20年代后期，一般妇女都能完成换车轮的工作。

当汽车已经发展起来后，公路却还是由碎石和土填成的，汽车行驶时不仅颠簸，而且扬起大量尘土，后来发现沥青既可以消除尘土又可使路面平坦。1910年，英国成立了“公路署”专门负责修筑沥青公路。1914年又开始出现水泥公路。1924年，意大利首先建造了高速公路，当然它还达不到现代高速公路的标准。1942年，为了战时的需要，德



国修筑了符合现代标准的高速公路。以后，尤其是第二次世界大战之后，欧美各国都相继修筑大量的高速公路，其中美国的高速公路修得最长，共达7万多公里。高速公路的特点是每个行驶方向都有两条以上的行车道，相反方向的行车道之间有草地或灌木的隔离带，行车道之间没有平面交叉，也没有陡坡、急弯和其他不利于汽车行驶的障碍。在高速公路上行驶的汽车车速一般都在80km/h以上，欧洲一些国家车速可超过120km/h，这就使得汽车的运行效率大为提高。

（三）汽车的大量生产和销售（1913 ~ ）

汽车技术的日益成熟使生产销售成为可能。1901年，美国人奥得尔生产和销售了425辆奥斯莫比尔牌（Oldsmobile）轿车，1905年达6500辆。1913年，福特首先发明了科学设计的汽车流水生产线并且很快被其他汽车厂商所仿效而风行一时，从此开始了汽车大量生产的新纪元。福特汽车公司的T型轿车（见图1-8），从1908年到1927年间共生产了1500万辆，这一大量生产的世界纪录，到60年代才为德国大众公司的伏克斯瓦根牌（Volkswagen）甲壳虫式轿车所打破（见图1-9）。据记载，到1923年美国已有2/3的家庭拥有一辆轿车。

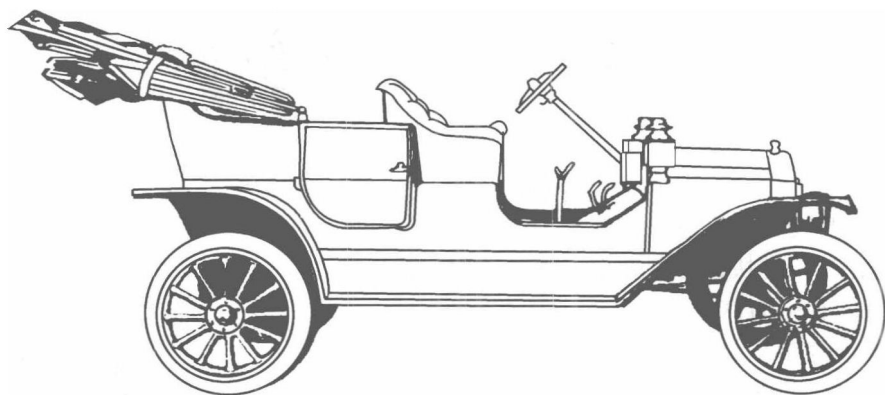


图1-8 1908年开始生产的美国福特T型轿车

为了汽车能大量销售，在1927年以前，汽车技术集中解决经济性（包括购置、使用和维修费用在内）、可靠性和耐久性这类基本要求。例如1915年以前，前轮因转向而没有装设制动装置，而在这以后，出现了机械式四轮制动方式，大大提高了汽车的安全可靠性。1926年，汽车上开始有了液压制动器。为了提高燃油经济性，这一时期汽油机的压缩比有了提高，一些载货车上采用了更省油的柴油发动机。1905年，在美国的圣·路易斯发生了最初的汽车被盗事件，于是发明了带钥匙的点火开关。1911年发明了自动起动机，这大大方便了驾驶员，否则司机每次要下车起动汽车。雨刷、制动灯、反光镜等也逐一在这一时期被开发和使用。1922年，在仪表板上出现了燃油表。1929年出现了车用收音机。渐渐地，现代汽车的基本要素均已具备。

（四）注重美观和舒适的时期（1935 ~ ）

在解决汽车的有无以后，人们开始追求外形、色彩的多样化以及乘坐的舒适性、操纵

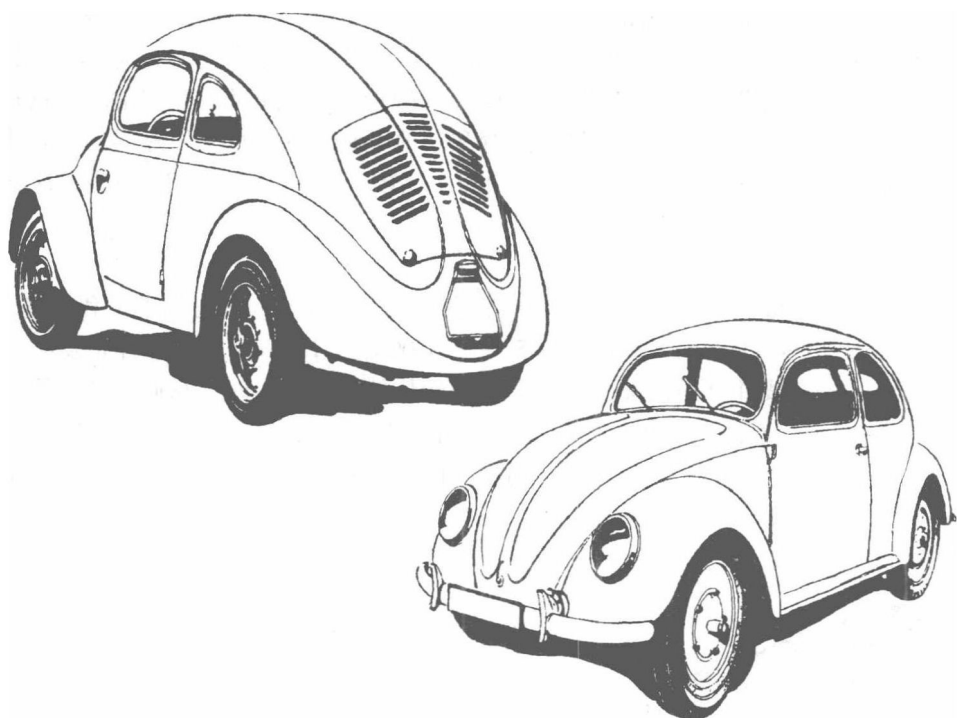


图 1-9 德国大众公司的甲壳虫式轿车

的便利性。车身变得越来越长和低，车体的整体性和刚度增强，其振动和噪声水平不断下降。车型变化越来越快，各种变型车和可选用款式出现。在这里，回顾一下车身的发展是很有意思的。最初的汽车是“无马马车”，汽车车身亦即马车车身，没有考虑对乘员的过多保护。随着车速的提高，首先是迎面风使乘员难以忍受，为此考虑到改变汽车的外形。1903 年，美国福特公司制造的 A 型车是在座席前设一块挡风板，使迎面风经过挡板导流，吹向上方（见图 1-10）。但若汽车行驶速度到 50 ~ 60km/h，则乘员经受着相当于七级风的风力，根本无法睁开眼驾驶，这就开始设计出带篷的汽车。这种马车造型的汽车，从整体上看是四方形的，形似箱子，故称为箱型汽车（见图 1-11）。带窗带门的箱型汽车造型延续至今，就是吉普车。箱型汽车在造型中没有引进空气动力学原

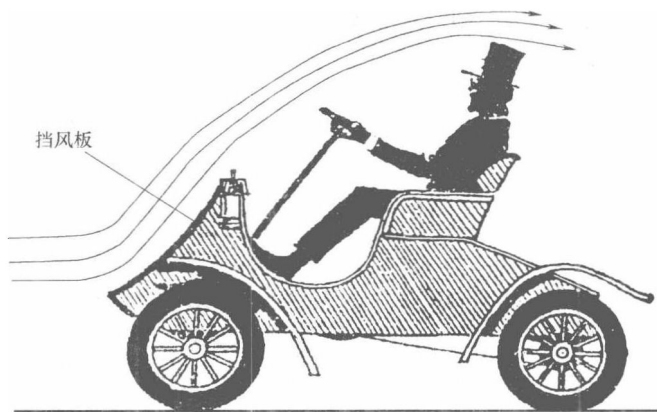


图 1-10 无篷的早期福特汽车

理。这种马车造型的汽车，从整体上看是四方形的，形似箱子，故称为箱型汽车（见图 1-11）。带窗带门的箱型汽车造型延续至今，就是吉普车。箱型汽车在造型中没有引进空气动力学原



理，可以说是技术尚未成熟时代的产物。

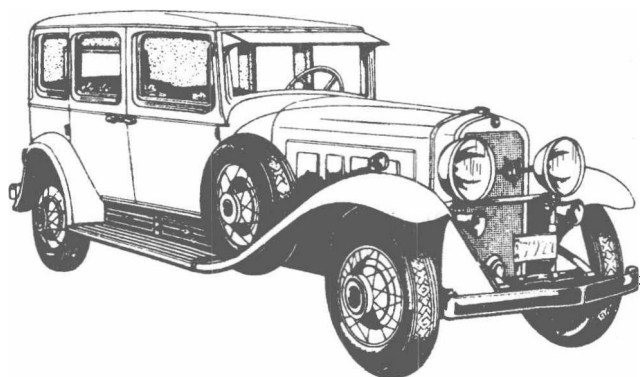


图 1-11 1930 年的美国凯迪拉克 V16 型轿车

随着对空气动力学原理研究的不断深入，以及人们对车型美观多样化追求的增长，从 20 世纪 30 年代起，汽车向流线型发展。如德国大众汽车公司自 1937 年诞生以来，就以生产流线型汽车而著名，前面提到的甲壳虫车型就是其典型。但一开始的流线型车过分强调了车身外型的“高速感”，而忽视了降低空气阻力的真正目的，存在着乘员空间过分狭小、车身过长过矮、对横向风的稳定性差等问题。当然这些问题从现在的眼光看，都能得到相应的解决。甲壳虫车的全盛时期从 1934 年起，大约延续了 15 年时间。1949 年起，无论是美国还是欧亚大陆均风靡船型车身，这种车身是福特汽车公司首先推出的既考虑了机械工程学、流体力学诸因素，又强调了以人为主体的，注重乘员舒适性和驾驶员操纵性的新车型。图 1-12 所示的 1959 年通用汽车的旁蒂克·博纳维尔·维斯达轿车便是这种车型。

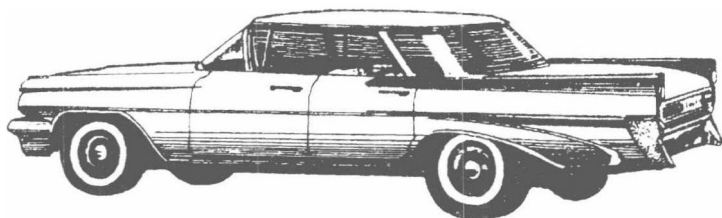


图 1-12 1959 年通用的旁蒂克·博纳维尔·维斯达轿车

为了操纵方便，1937 年的福特车上提供了转向柱换挡机构，1946 年动力操纵的车窗升降机问世，1951 年别克（Buick）等车上提供了动力转向，1955 年在克莱斯勒公司（Chrysler）的汽车上，按键式自动变速选择器代替了原有的选挡杆。在这一时期，为了提高行车安全性，制定了以 48km/h 速度在不平度为 130mm 的卵石路上行驶 8000km 的试验规范，并要求以 80km/h 的车速进行翻车试验，要确保车身的完整性。

（五）注重节能、环保和安全的时期（1960 ~ ）

汽车保有量的不断增加使汽车排放物对人类健康的危害越来越明显。据报导，在美国，车辆排放出的污染物占大气污染物总量的 55%。这些污染物包括 CO、NO_x、未燃烃、