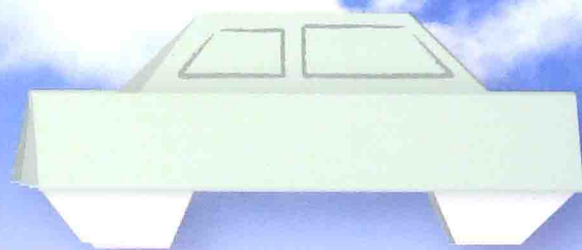


卓越工程师教育培养计划配套教材

车 辆 工 程 系 列



汽车车身结构

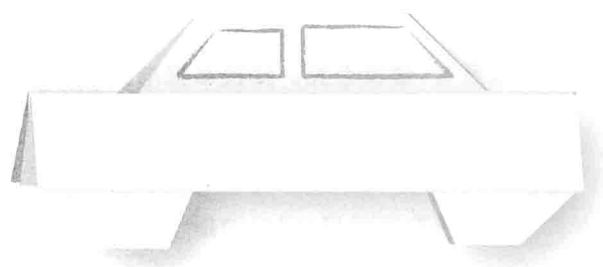
邢彦锋 主编

宋新萍 王岩松 副主编

清华大学出版社

卓越工程师教育培养计划配套教材

车 辆 工 程 系 列



汽车车身结构

邢彦锋 主 编

宋新萍 王岩松 副主编

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

汽车车身结构是车辆(汽车)工程及其相关专业的一门主要专业课程。

本书的主要内容包括:汽车基础知识、汽车车身发展史、汽车车身结构分类、车体结构、汽车前后板制件、车身驾驶舱、汽车座椅、车门系统和通风采暖制冷。本书还深入介绍了汽车车身零部件的特点、分类和作用。

本书力求反映当代先进科技成果在汽车车身上的应用,理论密切联系实际,可供高等学校车辆工程专业、汽车运用专业的本科生及研究生进行汽车车身结构的理论与实践学习、毕业设计时使用,也可供相关工程技术人员参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

汽车车身结构/邢彦锋主编.--北京:清华大学出版社,2014

卓越工程师教育培养计划配套教材.车辆工程系列

ISBN 978-7-302-34757-6

I. ①汽… II. ①邢… III. ①汽车—车体结构—高等学校—教材 IV. ①U463.82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 298509 号

责任编辑:庄红权

封面设计:常雪影

责任校对:赵丽敏

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:9

字 数:220 千字

版 次:2014 年 5 月第 1 版

印 次:2014 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~2500

定 价:22.00 元

产品编号:050364-01

卓越工程师教育培养计划配套教材

总编委会名单

主 任：丁晓东 汪 泓

副主任：陈力华 鲁嘉华

委 员：（按姓氏笔画为序）

丁兴国	王岩松	王裕明	叶永青	刘晓民
匡江红	余 粟	吴训成	张子厚	张莉萍
李 毅	陆肖元	陈因达	徐宝纲	徐新成
徐滕岗	程武山	谢东来	魏 建	

卓越工程师教育培养计划配套教材

——车辆工程系列编委会名单

主 任：陈力华

副主任：王岩松 陈因达

委 员：（按姓氏笔画为序）

马 红	叶永青	华 健	邢彦锋	吴训成
吴伟蔚	张珏成	杨国平	陈凌珊	陈 浩
赵 波	赵晓昱	顾 静		

汽车是促进社会经济发展和提高人类生活质量不可或缺的交通工具。进入 21 世纪以来,我国综合国力进一步增强,人民生活水平不断提高,汽车产业高速发展。2009 年,我国因汽车产销量突破 1300 万辆而成为全球第一汽车产销大国。2010 年,我国汽车产销量均超 1800 万辆,稳居世界第一。2011 年,我国汽车产销量双超 1840 万辆,再次刷新全球历史纪录。2002 年至 2011 年的 10 年间,我国汽车产销量平均增幅超过 22%,汽车产业已经成为我国经济发展重要的支柱产业。

培养造就一大批适应汽车产业发展需求的人才队伍,是保障我国汽车产业长期繁荣与持续发展的关键。伴随我国汽车产业的高速发展,汽车人才的短缺问题日益凸显。这不仅反映在人才培养数量上不能满足需求,而且体现在人才培养质量上存在较大差距。国外高校的汽车专业教育更加强调学生的动手能力和实践能力,学生有很多机会到汽车企业和制造车间进行实践锻炼,所以其开发创新能力更强。改革开放以来,我国的高等工程教育取得了巨大成就,但也存在人才培养模式单一,缺乏多样性和适应性,工程教育中工程性缺失、实践环节薄弱,评价体系导向重论文、轻设计、缺实践等问题。走中国特色新型工业化道路、建设创新型国家、建设人才强国等已经成为教育界和企业界的共识,这对高等工程教育改革提出了迫切要求。教育部于 2010 年开始实施的“卓越工程师教育培养计划”就是要培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才,为国家走新型工业化发展道路、建设创新型国家和人才强国战略服务。

上海工程技术大学车辆工程专业以服务国家和地区经济建设为宗旨,始终坚持学科链、专业链对接产业链的办学模式。2010 年,车辆工程专业被列为教育部“卓越工程师教育培养计划”首批试点专业。为满足车辆工程专业“卓越工程师教育培养计划”的需要,上海工程技术大学车辆工程专业的骨干教师与上海汽车工业(集团)公司和上海交运(集团)公司的技术骨干合作编写了“卓越工程师教育培养计划”车辆工程专业系列教材。该系列教材包括《汽车发动机构造》、《汽车底盘构造》、《汽车车身结构》、《汽车理论》、《汽车设计》、《汽车工程测试基础》、《现代汽车制造工艺学》(配习题集)、《汽车车身制造工艺》、《UG CAD 教程》、《汽车造型基础》、《车辆工程英语精读教程》、《车辆工程英语听力教程》、《汽车专业英语》等。

系列教材在编写过程中,按照理论与实践相结合的原则,参阅了大量的中外文参考书籍和文献资料,吸收和借鉴了现有部分教材的优点,参考了汽车企业的相关材料。系列教材强



调理论联系实际,体现“面向工业界、面向世界、面向未来”的工程教育理念,以社会对汽车车辆工程人才的需求为导向,以实际的汽车车辆工程为背景,以汽车工程技术为主线,着力于提升学生的工程素质,强化培养学生的工程能力。系列教材具有基础性、系统性、应用性等特点,能够满足车辆工程专业“卓越工程师教育培养计划”的教学目标和要求。

上海工程技术大学 陈力华

2012年1月

随着现代汽车工业的不断发展,车身工程作为汽车的重要组成部分,越来越受到人们的重视和关注,它是整个汽车零部件的载体,其质量占整车质量的40%以上。为了适应当前汽车工业发展的需要,我们组织编写了本书。

本书系统地阐述了汽车车身的发展简史,详细分析了汽车车身结构的分类,不同车型、材料的优缺点,主要零部件的特点、分类和作用,使学生可以逐步获得汽车车身结构和制造工艺的基本知识,提高学生解决实际工程问题的能力,为学生从事车辆工程方面的工作奠定一定的工艺基础,为后续专业课程的学习和相关的实践环节打好基础。

本书由邢彦锋主编,宋新萍和王岩松副主编。在本书的编写过程中得到了上海工程技术的卢鑫、李学星和肖涛等同志的帮助和支持。本书在编写过程中参阅了大量国内外同行的专著、教材、网上在线资料等,在此一并表示感谢。

本书由国家自然科学基金项目51105241和上海市自然科学基金项目11ZR1414700提供支持。

由于现代汽车行业发展很快,不断有新的车型和结构出现,因此,本书中的不妥和欠缺之处一定难免,希望专家和读者不吝赐教,以期将此书趋于完善,我们将不胜感激。

编 者

于上海工程技术大学

2013年10月



CONTENTS

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 车身概论	1
1.2 车身的发展历程	2
1.3 车身的主要性能	9
第 2 章 车身的类型	13
2.1 车身按照受力分类	13
2.1.1 非承载式车身(有车架式)	13
2.1.2 半承载式车身	21
2.1.3 承载式车身	22
2.2 车身按照材料分类	30
2.2.1 钢制车身	30
2.2.2 轻金属车身	31
2.2.3 非金属车身	33
2.2.4 车身材料的再利用	34
2.3 车身按照用途分类	34
2.3.1 轿车车身	34
2.3.2 客车车身	35
2.3.3 货车车身	36
2.3.4 特种车	37
第 3 章 车身结构	38
3.1 车身的基本组成	38
3.1.1 车身基础	38
3.1.2 车身的基本组成及作用	38
3.2 车体骨架	51
3.2.1 杆件的设置	51



3.2.2	杆件截面形状与刚度的关系	52
3.2.3	骨架结构中的应力集中	54
3.3	车体板壳零件	55
3.3.1	板壳的构造、过渡和连接	56
3.3.2	板壳的合理分块	56
3.3.3	提高零件的刚度	56
3.3.4	车体的耐腐蚀性	57
3.4	各种车型覆盖件的结构特点	60
3.4.1	轿车车身覆盖件	60
3.4.2	客车车身覆盖件	61
3.4.3	货车车身覆盖件	63
第 4 章	汽车前后板制件	64
4.1	汽车前板制件结构分类及设计要求	64
4.2	汽车前板制件	66
4.3	汽车后板制件	70
4.4	铰链	70
第 5 章	汽车驾驶室	73
5.1	车身驾驶室前围	73
5.1.1	轿车车身前围结构的功能	74
5.1.2	前围结构特点及设计	74
5.2	汽车地板结构	76
5.3	汽车安全玻璃	80
5.4	雨刮装置	82
5.5	车身驾驶室侧围	87
5.6	车顶盖	88
第 6 章	座椅设计	92
6.1	汽车座椅的类型	92
6.2	汽车座椅的设计要求	92
6.3	汽车座椅的结构	93
第 7 章	车门及其附件	98
7.1	对车门设计的要求	98
7.2	车门的结构及其分类	98
7.3	车门附件	101
7.3.1	车门铰链及限位器	101
7.3.2	门锁装置	104

7.3.3	车门玻璃升降器	106
7.3.4	车门的密封	110
7.4	车门布置及运动校核	113
第8章 汽车空调		116
8.1	汽车空调的通风与净化装置	117
8.2	汽车空调的采暖装置	120
8.2.1	采暖装置的种类	120
8.2.2	汽车加热器的设计特点	123
8.2.3	除霜器	126
8.3	汽车空调的制冷装置	127
参考文献		132

绪 论

1.1 车身概论

汽车是机电液气高度一体化的精密产品,随着国民经济的蓬勃发展,汽车已一跃作为当今社会极为重要的交通运输工具。汽车工业作为国民经济的支柱产业,其发展带动了钢铁、材料、机械、电子、化工、轻工等行业的发展。

汽车由发动机、底盘、车身、电气系统四大部分组成,如图 1-1 所示。所谓车身,直观地说就是人们无论在车内还是在车外一眼就能看见的那部分。

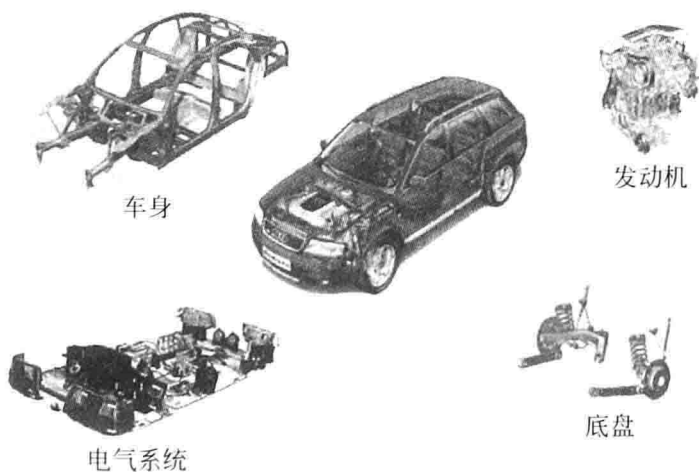


图 1-1 汽车四大组成

车身通常被描述为装在汽车底盘上、用来运输货物或人的特殊结构,是汽车的重要组成部分,又称为车身总成。如载运乘员和行李的轿车车身和客车车身,运输货物的货车车身。另外按运载对象或作用不同还可分为消防车车身、机场用车车身、自卸车车身、液罐车车身、垃圾车车身、邮政车车身、冷藏车车身、洒水车车身等。事实上,无论什么车型,车身的存在是显而易见的,只是汽车车身结构、型式和用途不同而已。

汽车车身不仅是驾驶员、乘客、货物的承载体,而且是最为直观的工业艺术产品,是工业技术水平、工艺精良、品牌传承、时尚艺术、环保节能及工业艺术造诣等方面的综合体现。

车身应给驾驶员提供便利的工作条件,给乘员提供舒适的乘坐条件,保护他们免受汽车



行驶时的振动、噪声、废气的侵袭以及外界恶劣气候的影响,并保证完好无损地运载货物且装卸方便。轿车车身上的一些结构措施和设备还应有助于安全行车,并能减轻事故的后果。

车身应保证汽车具有合理的外部形状,在汽车行驶时能有效地引导周围的气流,以减少空气阻力和燃料消耗。此外,车身还应有助于提高汽车的行驶稳定性和改善发动机的冷却条件,并保证车身内部良好的通风。

轿车车身是一件精致的综合艺术品,应以其明晰的雕塑形体、优雅的装饰件和内部覆饰材料以及悦目的色彩使人获得美的感受,点缀人们的生活环境。

随着汽车生产新技术的发展、新工艺的改进和新材料的出现,以及汽车使用范围的不断扩大,各种新型车身不断出现。不同用途的车辆,车身的型式千差万别、所用材料也各不相同。但总体来说,轿车车身、客车车身和普通载货车车身无论在结构上,还是在制造和维修工艺上,都较具有代表性,本书主要以这三类汽车的车身为代表,分析和阐述不同类型汽车的车身结构。

1.2 车身的发展历程

汽车已经发展成为一种普及的现代化的交通运输工具,它以其具有动感的造型特点,加上装饰和色彩,既可以美化市容、点缀大自然环境,又能给人以美的享受和强烈的精神感染,它已成为人们喜闻乐见以及与生活息息相关,不可缺少并且具有双重功能的工艺美术品。

汽车车身造型是随着汽车工业的发展而逐渐发展起来的。它已由早期对汽车车身那种附加的美化工作逐步发展成为探讨车身的整体艺术形象、研究和利用各种日新月异的材料装饰性能及其生产方式的学科,同时还需权衡车身造型对整车结构、性能和工艺的影响。

世界各国汽车(特别是轿车)车身造型的流行式样在不断更新、变幻莫测,令人眼花缭乱、目不暇接,但如果加以仔细琢磨,总能找出其共同的基本趋势,从而做出预测。车身造型的发展与车身的生产方式、使用要求以及时代特征等都有密切关系。可以认为,汽车的更新换代(主要是车身)大体上为8~10年一个周期。考虑到当前汽车车身的造型,就必须“以史为镜”回溯到20世纪70年代、60年代、50年代以致更早,但是这种周期决不是简单的重复,每一次变型都会在风格、线条、材料、装饰、色调等方面出现新的花样。例如,19世纪末在马车库托化的基础上诞生了汽车,在较长一段时间里,汽车的外形基本上沿袭马车的造型(这时就根本上谈不上有车身)。20世纪的10年代,由简陋的帐篷布逐步发展成带有木质框架的箱形车身。20年代,由于机床制造业的发展,开始采用薄板冲压件焊接结构箱形车身。进入30年代以后,随着车速的增高,车身造型较注重于流线型,其外形近似于甲壳虫,给人以臃肿笨拙的感觉,车身上的过渡表面较多,覆盖件采用深拉延,冲压工艺性差。40年代初,由于第二次世界大战的影响,民用汽车的生产几乎处于停顿状态。50年代,美国以战胜国的优越地位,经济上迅速腾飞,因受当时社会风气和时尚的影响,生产的轿车过分讲究豪华的内外装饰,车身造型过于矫揉造作、过于堆砌,给人以画蛇添足之感。为了改善空气动力稳定性,其车身尾部还装设有尾翅。而欧洲大陆(以意大利和德国为代表)生产的轿车则崇尚朴素简练,车身上的棱线突出而形成浮雕式结构。60年代以来,随着冷冲压技术水平的提高以及各种新型材料(塑料和复合材料)的涌现,车身上去掉了多余的过渡表面,整个车



身外形朝向简单化方向发展,车身覆盖件(如顶盖、侧后翼、地板等)形成较复杂的整体,整个车身的造型既体现流线型而又更趋简练含蓄、挺拔大方。70年代初以来出现的石油危机,突出了轻量化和节能问题,其后,具有低空气阻力的紧凑型轿车(compact car)应运而生。

1. 早期的马车时代

19 世纪末到 20 世纪初,世界上相继出现了一批汽车制造公司,除戴姆勒和奔驰各自成立了以自己名字命名的汽车公司外,还有美国的福特公司、英国的罗尔斯罗伊公司、法国的标致和雪铁龙公司、意大利的菲亚特公司等。当时的汽车外形基本上沿用了马车的造型,如图 1-2~图 1-6 所示。因此,当时人们把汽车称为无马的“马车”。

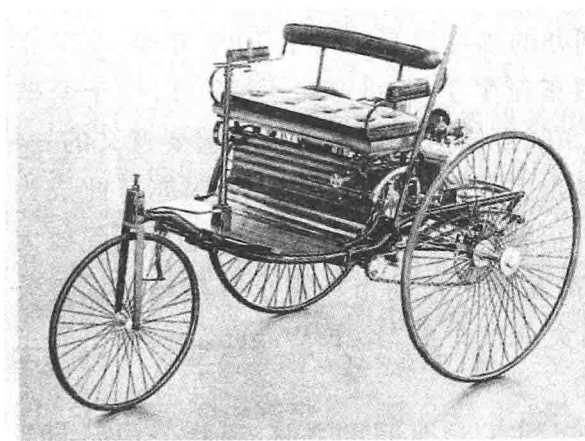


图 1-2 早期奔驰汽车(1894 年)

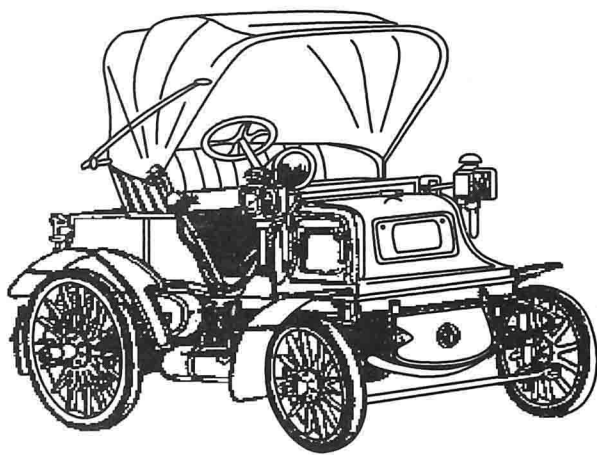


图 1-3 戴姆勒汽车(1897 年)

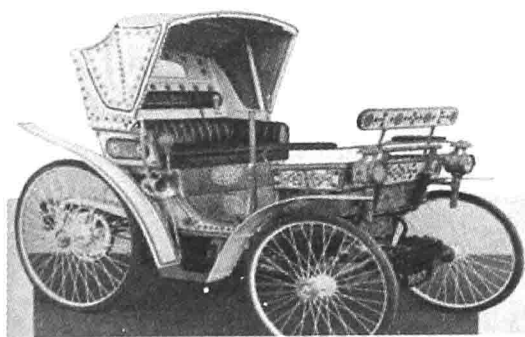


图 1-4 标致汽车

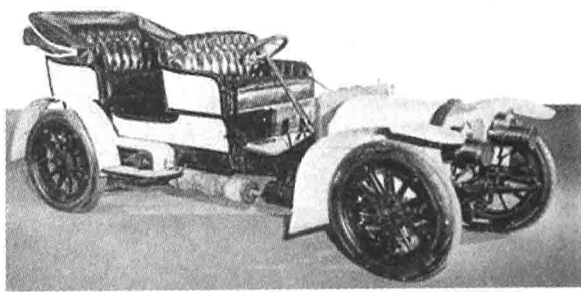


图 1-5 梅赛德斯汽车

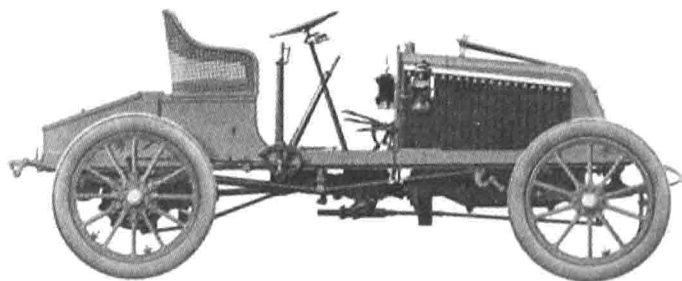


图 1-6 雷诺汽车(1902 年)

1890 年,德国奔驰公司生产的维洛牌(VELO)车首先开始采用橡胶充气轮胎。维洛牌小客车是奔驰公司初期著名的小客车。

1889 年,法国标致公司成功研制齿轮变速器、差速器,并在 1891 年首先采用前置发动机后轮驱动。1891 年摩擦片式离合器也在法国开发成功。

1890 年法国的雷诺 1 号车,采用密闭箱式变速器、万向节传动轴和伞齿轮主减速器。1902 年法国的狄第安采用了流传至今的狄第安后桥半独立悬架。由于法国人的不断改进,使早期汽车的性能大大提高。其后德国在 1893 年发明了化油器,1896 年英国首先采用石棉制动片和方向盘等,这些都为汽车的进步做出了贡献。

2. 厢形车

福特厢形车(T 型车)是美国人亨利·福特创办的福特汽车公司于 1908 年至 1927 年推出的一款汽车产品(见图 1-7)。第一辆成品 T 型车诞生于 1908 年 9 月 27 日,位于密歇根州底特律市的皮科特(Piquette)厂,它的面世使 1908 年成为工业史上具有重要意义的一年:T 型车以其低廉的价格使汽车作为一种实用工具走入了寻常百姓之家,美国亦自此成为了“车轮上的国度”。该车的巨大成功来自于亨利·福特的数项革新,包括以流水装配线大规模作业代替传统个体手工制作,以及支付员工较高薪酬来拉动市场需求等措施。福特公司也曾推出分期付款计划辅以销售,这类似于德国大众汽车的“KdF-Wagen”(大众甲壳虫的前身)采取的策略,但是这项计划被认为并不成功。

早在从 1903 年亨利·福特创办福特汽车公司到 T 型车问世之前,福特公司已制造了数个车型和原形车。虽然起始编号是 A 型车(1903—1904),但是从 A 型车到 T 型车之间并没有 19 个型号。紧列 T 型车之前的是福特 S 型车(N 型车的升级版),然而由于某些原因,T 型车的下一代产品并不是 U 型车。1927 年福特公司推出了 A 型车(1927),公司将其解释为与过去诀别,A 寓意着新的开始(A 型车(1903—1904)与 A 型车(1927)是两种不同的车型),亨利·福特想让它成为一个转折点。此时,福特的竞争对手克莱斯勒公司的第一辆普利茅斯汽车(1928)被命名为 U 型车。如图 1-7 和图 1-8 所示为两款厢形车。

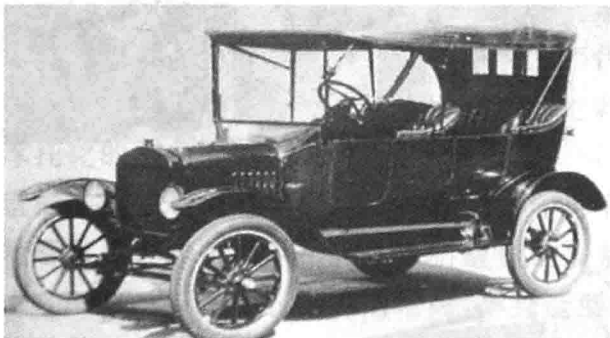


图 1-7 福特厢形车



图 1-8 厢形车

从第一辆 T 型车面世到它的停产,共计销售了 1500 多万辆。它的生产是当时先进工业生产技术与管理典范,为汽车产业及制造业的发展做出了巨大贡献,在 20 世纪世界最有影响力汽车的全球性投票之中,福特 T 型车荣登榜首。图 1-9 所示为国际福特 T 型俱乐部一台业余改装版 T 型车。



图 1-9 国际福特 T 型俱乐部一台业余改装版 T 型车

德国人发明了汽车,美国人把艺术设计因素加入到了汽车设计之中。哈利·厄尔是汽车设计的佼佼者,他进入通用汽车之后为凯迪拉克设计了一款入门级轿车,作为凯迪拉克和别克之间的中间产品。1927 年,凯迪拉克 LaSalle 车型(见图 1-10)问世,这开启了伟大的哈利·厄尔时代。LaSalle 有着圆润的线条和锥形的尾部及修长低矮的轮廓。LaSalle 是通用公司第一辆同时采用款式和工程设计的量产车,这也为汽车设计开创了一个新的纪元,此后的“年度改款”亦成为了汽车厂商的惯用手段。1928 年,哈利·厄尔在汽车设计中引入了镀铬设计,这一技术解决了镍金属装饰的褪色问题。从 20 世纪 30 年代开始,哈利·厄尔建立起的艺术色彩对通用汽车产生了意义深远的影响,通用公司的规模也由此急剧扩张,并逐渐成为最强大的汽车帝国。1938 年,别克 Y Job 车将厄尔的事业推向另一个极致,如图 1-11 和图 1-12 所示。这是世界上第一款概念车,同时也是“船型”车身的开始。哈利将 Job 车型制造成复杂曲面构建而成的流线型车身,在此后的数十年中,这个超前的设计也成为了各家厂商争相模仿的对象。除此以外,Y Job 车型对汽车设计行业最大的贡献还在于黏土模型技术的引入,这使得汽车的外形设计更加灵活多样,该技术直至今日仍被广泛采用。

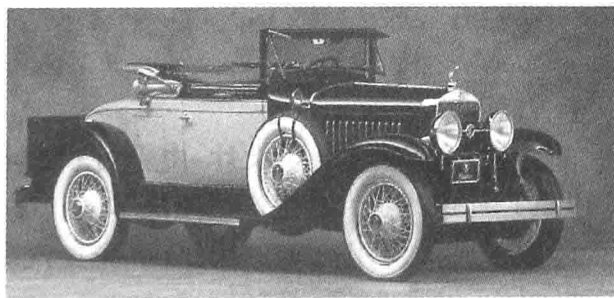


图 1-10 凯迪拉克 LaSalle 车



图 1-11 Y Job 汽车(一)

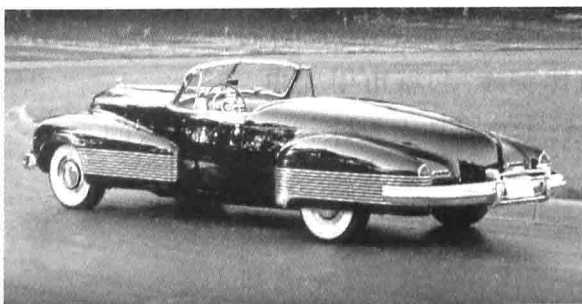


图 1-12 Y Job 汽车(二)



第二次世界大战结束后,哈利·厄尔的汽车设计也插上了“飞翔的翅膀”。1947年,哈利·厄尔从洛克希德(Lockheed)P-38 闪电战斗机上获得启发,次年,凯迪拉克 Sedanet 车型用银光闪闪的镀铬装饰和漂亮的尾鳍征服了世人。1951年,他又设计了别克 LaSabre 车型,其灵感来自军刀(Sabre)战斗机,凹陷的椭圆形水箱格栅与喷气式飞机的进气口极为相似,LaSabre 同样拥有漂亮的尾鳍,这也是 20 世纪 50 年代汽车设计的一大特色。其后,他相继设计了 Firebird 系列车型,设计灵感同样来自喷气式战斗机,虽然形象怪异,但却都是哈利·厄尔梦幻作品的代表。1959年,凯迪拉克推出了有着夸张尾鳍的 Eldorado Biarritz 车型,两盏“火箭”式尾灯摄人心魂,这是哈利·厄尔为通用公司设计的最后一款车型。

3. 甲壳虫汽车

1933年德国的波尔舍(又译保时捷)博士设计了一种类似甲壳虫外形的汽车,这是一款仿生车型的代表,如图 1-13 所示。波尔舍最大限度地发挥了甲壳虫汽车的长处,使其成为同类车中之王,“甲壳虫”也成为该类车的代名词。由于第二次世界大战的原因,甲壳虫型汽车直到 1949 年才真正大批量生产,并以一种车型累计生产超过 2000 万辆的记录畅销世界各地。

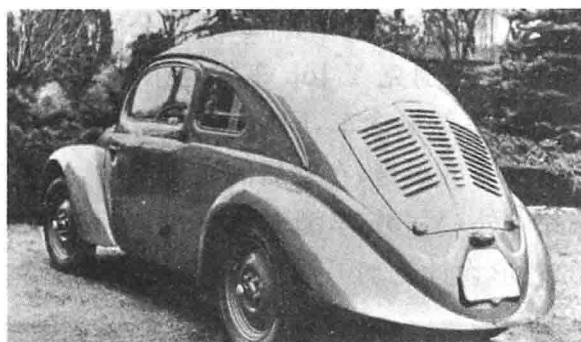


图 1-13 甲壳虫汽车

1939年2月16日,柏林车展上还展出了由费迪南·波尔舍重新设计,由希特勒命名的“KdF-Wagen”。不久,第二次世界大战爆发,大众汽车公司开始大量生产军用汽车。1945年,战争结束,在盟国的监督下,大众汽车公司开始重新生产民用汽车。从此,甲壳虫汽车进入了快速、平稳的发展时期。

1972年2月17日,第 15007034 辆甲壳虫出厂,打破了福特公司 T 型车保持的生产纪录。8月,编号为“VW 1303”的装载 40~50 马力发动机的甲壳虫取代了原有的“VW 1302”,成为主流车型。1973年,大众汽车公司将几款特制型号的甲壳虫投放市场:Jeans 甲壳虫、大甲壳虫、“黑-黄比赛者”和城市甲壳虫。

对于追寻时尚、挥洒个性的成功女性来说,经典时尚的柔美、洒脱个性中的细腻不可或缺,独立自主的选择一样可以经受鉴赏眼光的评判,新甲壳虫显然是她们的最爱。2006 年款新甲壳虫和新甲壳虫敞篷车(图 1-14 和图 1-15),更为引人注目,外观充满更多神采和灵气,优雅的车身比例,圆润而流畅的线条,充满神采灵气的外观,炯炯有神的前后椭圆形大灯,诱人心动的多种明亮色彩,成为新时代新的经典之作。它卓越的安全性、完美的制造工艺以及大众汽车有口皆碑的品质和其悠久的历史,无不彰显了新甲壳虫是经典中的典范。