

应用型本科汽车类专业“十二五”规划教材

汽车车身结构 与设计

智淑亚 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

应用型本科汽车类专业“十二五”规划教材

汽车车身结构与设计

智淑亚 主 编



机械工业出版社

本书全面介绍了汽车车身结构和车身设计的基本知识和基本设计方法。全书共8章,内容包括车身概论、汽车车身结构、汽车车身结构分析与设计、基于人机工程学的车身布置设计、汽车造型与空气动力学、车身结构碰撞安全性、车身结构有限元分析和汽车车身材料与结构轻量化。

本书融合多学科知识点,力求反映现代技术和设计方法在车身设计中的应用,在内容上注重理论联系实际,突出应用性,取材丰富,图文并茂,阐述深入浅出,通俗易懂,以使学生学以致用。本书可作为高等院校车辆工程专业本科生教材或教学参考书,也可作为机械类相关专业本科生选修教材,还可作为汽车行业工程技术及研究人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车车身结构与设计/智淑亚主编. —北京:机械工业出版社, 2014.9

应用型本科汽车类专业“十二五”规划教材

ISBN 978-7-111-47989-5

I. ①汽… II. ①智… III. ①汽车-车体结构-高等学校-教材②汽车-车体-设计-高等学校-教材 IV. ①U463.82

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第214586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:赵海青 责任编辑:赵海青

版式设计:霍永明 责任校对:陈立辉

封面设计:路恩中 责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2014年11月第1版第1次印刷

184mm×260mm·20.75印张·496千字

0001—2500册

标准书号:ISBN 978-7-111-47989-5

定价:49.00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 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

车辆工程方向教材编审委员会

- | | | |
|------|---------|-----|
| 主任： | 河南科技大学 | 张文春 |
| 副主任： | 南昌工程学院 | 林谋有 |
| | 鲁东大学 | 于京诺 |
| 委员： | 沈阳理工大学 | 赵海波 |
| | 上海电机学院 | 陆忠东 |
| | 金陵科技学院 | 智淑亚 |
| | 金陵科技学院 | 付香梅 |
| | 黑龙江工程学院 | 于春鹏 |
| | 哈尔滨理工大学 | 贾冬开 |
| | 九江学院 | 黄 强 |
| | 广西工学院 | 黄雄健 |
| | 沈阳大学 | 凌永成 |
| | 河南工业大学 | 吴心平 |

汽车服务工程方向教材编审委员会

- | | | |
|------|--------------|-----|
| 主任： | 上海建桥学院 | 陈永革 |
| 副主任： | 武汉科技大学 | 赵英勋 |
| | 长春工业大学 | 刘兰俊 |
| | 北京运华天地科技有限公司 | 廖 明 |
| 委员： | 江汉大学 | 李素华 |
| | 黑龙江工程学院 | 于春鹏 |
| | 吉林农业大学发展学院 | 吴 明 |
| | 金陵科技学院 | 付香梅 |
| | 浙江师范大学 | 曹红兵 |
| | 黑龙江东方学院 | 贾冬开 |
| | 九江学院 | 丁志华 |
| | 九江学院 | 代红梅 |
| | 九江学院 | 徐玉红 |
| | 上海建桥学院 | 裘文才 |
| | 同济大学 | 陈昌明 |
| | 同济大学 | 陈传灿 |
| | 上海大学 | 何忱予 |

交通运输方向教材编审委员会

主任：长安大学	陈焕江
副主任：浙江师范大学	曹红兵
鲁东大学	宋进桂
山东交通学院	戴汝泉
委员：沈阳理工大学	赵海波
上海建桥学院	朱 列
吉林农业大学	吴 明
黑龙江工程学院	于春鹏
鲁东大学	陈 燕
山东交通学院	李景芝

从 书 序

进入 21 世纪以来,我国高等教育得到了迅猛发展,已经进入了大众化的发展阶段,全国高等教育的毛入学率已达到 20%,上海、北京等高等教育发达地区的毛入学率已经超过 50%,率先进入了高等教育大众化的发展阶段。

在高等教育大众化发展阶段,受教育者和社会对高等学校的要求趋向于多元化和复杂化,对人才的认识和评价标准趋向于多样化,它的发展必然要求高等教育理念、办学形式的多元化和高等学校办学层次、类型的多样化。我国传统的“精英式”高等教育理念、“研究型”高等学校办学模式和“学术性”人才培养模式在高等教育大众化阶段受到了严重挑战。也就是说,高等教育大众化在提高适龄青年接受高等教育比例的同时,使教育的对象、目标和教育结构发生了变化,接受高等教育的人具有了不同的类型和不同的特点,这就需要高等教育具有不同层次和不同类型,因此,产生了学校设置的不同类型和不同定位。应用型本科人才的培养正是在这种情况下越来越得到社会的重视。

为适应社会对应用型人才的需求,对高等学校尤其是新建本科院校来说,应用型本科人才的培养工作重任在肩。应用型本科如何定位、分类和发展,是国内教育界非常关注的问题。定位于职业取向的应用型大学,既有普通本科教育的共性,又有区别于普通本科的自身特点,它更加注重的是实践性、应用性和技术性。有人认为,“后劲足、上手快”,即基础知识比高职高专学生深厚、实践能力比传统本科生强,是本科应用型人才最本质的特征,但是由于类型多而复杂,应用型本科院校之间缺乏横向交流和适用于应用型人才培养的针对性教材一直是制约院校发展的瓶颈。

2011 年 12 月,围绕应用型本科人才培养和教材开发,机械工业出版社牵头在上海建桥学院召开了“汽车类专业应用型本科示范教材”开发研讨会。上海建桥学院、上海电机学院、鲁东大学、九江学院、长安大学、河南科技大学、南昌工程学院、黑龙江工程学院、武汉科技大学、山东交通学院、河南工业大学、长春工业大学、哈尔滨理工大学、沈阳理工大学、浙江师范大学、吉林农业大学、金陵科技学院等来自全国 20 多所设有汽车类专业的应用型本科院校的 30 多位汽车专业系主任和骨干教师参加了此次会议。此次会议组建成立了“全国汽车类专业应用型本科院校联盟”,审议并通过了“全国汽车类专业应用型本科院校联盟”章程和联盟理事会工作细则,确定了教材联编共同的思路。

在此次会议上,与会代表对汽车类专业应用型本科的培养方案、专业建设、教材建设等问题进行了深入而广泛的探讨,并成立了教材编审专家委员会,对教材编例、内容组织、教材体系等多方面问题进行了探讨。

本套教材具有如下特点:

- 强调以知识为基础,以能力为重点,知识、能力、素质协调发展。具体培养目标强调学生综合素质和专业核心能力的培养。

- 内容组织和体现形式符合学生认知和技能养成规律，体现以应用为主线。
- 体现行业需求、职业要求和岗位规范，尤其是要注意紧跟技术更新。
- 注重对学生分析能力、判断能力、创新能力和沟通能力的综合能力培养。
- 配套开发了课程设计指导和实训教学指导书，配备多媒体教学课件，打造立体化教材。

本套教材附赠多媒体课件、练习题答案等教学资料供任课老师采用，可在机械工业出版社教材服务网（www.cmpedu.com）免费下载或拨打编辑热线（010-88379353）获取。

虽然本套教材的各参编院校在应用型本科人才培养和教学改革方面进行了有益的探索，但限于认识水平和工作经历，教材中难免仍有许多不足之处，恳请各位专家、同行和广大使用本套教材的师生给予批评指正。

应用型本科汽车类专业“十二五”规划教材编委会

前 言

近年来,随着我国汽车工业的飞速发展,人们对汽车安全性、舒适性、可靠性以及造型美观和个性化的要求越来越高。车身作为汽车的三大总成之一,越来越显示出其重要性;汽车行业将需要大批应用型、技能型和创新型的汽车车身方面的技术人才。近几年,随着应用型本科院校的不断发展,许多院校设置了车辆工程专业,并开设了“汽车车身结构与设计”课程。目前,适用于本课程能反映本领域技术发展的教材较少,且主要侧重于车身设计,理论性较强,难度较大,主要适用于车身设计本科及研究生相关专业。适用于应用型本科车辆工程专业及机械类相关专业的车身结构与设计教材匮乏。由于应用型本科车辆工程专业及机械类相关专业毕业生大多不直接从事车身设计工作,但又需要掌握和了解车身结构及车身设计的一些基础知识,因此,只能开设学时较少的选修课来满足要求。本书就是为了适应应用型本科院校的教学要求和我国汽车工业高速发展的需要而编写的。2011年12月,金陵科技学院机电学院车辆工程系智淑亚副教授参加了在上海由机械工业出版社主办的全国“汽车类专业应用型本科示范教材”开发研讨会,与机械工业出版社商议,承担了本教材的主编工作。

本书涉及多学科交叉知识,书中综合了结构设计、空气动力学、人机工程学、造型艺术、工程材料及工艺等多学科知识。本书以车身结构与车身设计基本方法为主线,将涉及的多学科知识串联起来且融入于车身中,并使内容模块化,各模块密切相关又相互独立,方便学习。在本书编写中,力求将深奥的理论基础化、通俗化,以应用为主线,将理论与实践紧密结合,突出实用性;注重吸收现代汽车车身设计发展的新知识、新技术、新工艺、新方法和新成果;通过导读、阅读材料及案例分析等形式,增强可读性与趣味性。本书获得2013年金陵科技学院精品教材立项。通过本课程的学习,学生可以掌握车身结构并学会分析其结构,了解车身开发流程,掌握车身总布置要求及设计的基本方法,了解汽车造型设计要求及其与空气动力学的关系,了解车身结构如何满足碰撞安全性和轻量化要求,学会车身结构有限元分析方法。

本书的编写既是编者多年来教学和实践经验的概括和总结,同时引用了许多优秀教材和研究成果的结晶与精华。全书由金陵科技学院智淑亚主编并统稿,共8章,第1、2、3、5、6章由智淑亚编写,第4章由金陵科技学院孟妍妮编写,第7、8章由金陵科技学院李鸿秋编写,同时金陵科技学院凌秀军,奇瑞汽车股份有限公司高级工程师王璐参加了部分内容的编写工作,全书由金陵科技学院鞠全勇教授主审。在本书编写过程中,得到长安福特南京公司、奇瑞汽车有限公司等企业的大力支持与帮助;在出版过程中,也得到机械工业出版社的大力支持,在此一并表示最诚挚的敬意与感谢!由于编者水平有限,书中难免有不妥和错漏之处,诚恳欢迎使用本书的师生和广大读者批评指正。

编 者

目 录

丛书序

前言

第1章 车身概论	1
1.1 车身发展概况	1
1.1.1 马车形车身	2
1.1.2 箱形车身	2
1.1.3 甲壳虫形车身	2
1.1.4 船形车身	3
1.1.5 鱼形车身	4
1.1.6 楔形车身	5
1.1.7 子弹头形车身	5
1.2 车身设计特点	6
1.2.1 车身设计主要特点	6
1.2.2 车身设计的技术要求	6
1.3 现代汽车车身开发流程与设计方法	7
1.3.1 现代汽车车身开发流程	7
1.3.2 现代汽车车身设计内容与方法	15
1.4 现代汽车车身设计技术及发展趋势	16
1.4.1 现代汽车车身设计技术	16
1.4.2 现代汽车车身技术发展趋势	19
第2章 汽车车身结构	22
2.1 轿车车身的结构类型	22
2.1.1 按承载形式分	23
2.1.2 按车身外形分	27
2.1.3 按级别分	28
2.2 汽车车身详细结构	34
2.2.1 车身结构组成	34
2.2.2 车身壳体结构	35
2.2.3 车身壳体总成	36
2.2.4 车身前板制件	39
2.2.5 行李箱盖及铰链机构	42
2.2.6 车身附件	44
2.2.7 车身内外装饰件	46
2.2.8 通风、暖气及空调装置	47
2.3 轿车车门	49
2.3.1 车门的性能要求	49

2.3.2	车门结构组成	49
2.3.3	车门结构形式	58
2.4	客车车身	59
2.4.1	客车车身类型	60
2.4.2	客车车身的承载形式	61
2.4.3	客车车身结构	63
2.5	货车车身	68
2.5.1	货车类型	69
2.5.2	货车车身结构特点	70
2.5.3	货车车身结构	71
第3章	汽车车身结构分析与设计	75
3.1	车身结构总体分析与设计	76
3.1.1	车身结构的总体设计要求	76
3.1.2	车身结构的划分	76
3.1.3	车身结构件的分析与设计	77
3.1.4	车身覆盖件的结构分析与设计	80
3.1.5	车身焊接工艺	83
3.1.6	车身产品分块	85
3.1.7	轿车车身的整体结构设计	86
3.2	车身结构强度与刚度分析	87
3.2.1	车身承受的主要载荷	87
3.2.2	车身主要失效形式	88
3.2.3	车身结构强度	89
3.2.4	车身结构刚度	93
3.3	车身结构的动力学性能设计	95
3.3.1	车身振动特性	95
3.3.2	车身结构动力学性能	99
3.4	车身强度与刚度试验	102
3.4.1	车身静态试验	102
3.4.2	车身动态试验	107
第4章	基于人机工程学的车身布置设计	111
4.1	车身总布置要求	111
4.1.1	车身总布置的设计原则	112
4.1.2	车身总布置的性能要求	112
4.1.3	车身总布置设计的主要内容	113
4.2	车身布置设计中的人机工程学	124
4.2.1	汽车人机工程学的定义	125
4.2.2	汽车人机工程学的研究内容与方法	125
4.2.3	汽车人机工程学中的人体基本特性	127
4.2.4	车身布置设计中人体测量数据的选择	134
4.3	车身内部人机设计辅助工具	135

4.3.1 H点装置	135
4.3.2 眼椭圆	143
4.3.3 头廓包络	151
4.3.4 驾驶人手伸及界面	155
4.3.5 数字化人体模型	159
4.4 车室内部布置设计	160
4.4.1 基于人机工程学的车室内部布置设计	160
4.4.2 车室内部人机界面设计	173
第5章 汽车造型与空气动力学	186
5.1 汽车造型设计特点和要求	187
5.1.1 汽车造型设计特点和内容	187
5.1.2 汽车造型设计要求	188
5.2 汽车空气动力学基本知识	189
5.2.1 汽车空气动力学的研究内容	190
5.2.2 汽车的空气动力	190
5.2.3 空气在汽车周围流动的物理特性	195
5.2.4 空气阻力与其他因素的关系	199
5.2.5 汽车内部设备的冷却和散热通风	200
5.3 空气动力特性在车身造型设计中的应用	201
5.3.1 车身外形设计的局部优化	201
5.3.2 车身外形设计的整体优化	206
5.4 轿车的空气动力性试验	207
5.5 汽车造型设计方法	209
5.5.1 汽车传统造型设计方法	209
5.5.2 现代汽车造型设计方法	214
5.5.3 现代汽车造型设计发展趋势	215
5.5.4 汽车造型设计的制约因素	216
第6章 车身结构碰撞安全性	218
6.1 汽车碰撞安全性	218
6.1.1 汽车的主动安全性	219
6.1.2 汽车的被动安全性	220
6.2 汽车碰撞形式及乘员伤害	221
6.2.1 汽车碰撞形式	221
6.2.2 汽车碰撞时的乘员伤害	222
6.3 汽车安全技术法规与新车评价规程	225
6.3.1 汽车技术法规和标准	225
6.3.2 各国汽车安全技术法规	226
6.3.3 新车评价规程	230
6.4 车身抗撞性安全设计	232
6.4.1 与抗撞性相关的车身结构特点	232
6.4.2 车身抗撞性设计要求	233

6.4.3	车身抗撞性设计内容	236
6.4.4	基于碰撞安全性的主要结构设计	243
6.5	汽车碰撞性试验与模拟分析	252
6.6	汽车安全性新技术	252
6.6.1	主动安全性新技术	253
6.6.2	被动安全性新技术	256
6.6.3	未来汽车的主动安全性	259
6.6.4	未来汽车的被动安全性	259
第7章	车身结构有限元分析及优化设计	261
7.1	有限元方法概述	261
7.1.1	有限元方法的基本原理	263
7.1.2	有限元方法求解基本步骤	263
7.1.3	有限元软件简介	264
7.1.4	有限元软件分析基本过程	267
7.2	车身有限元模型的建立	270
7.2.1	车身建模的简化原则	271
7.2.2	车身有限元分析难点及解决方法	273
7.3	有限元法在车身结构分析中的应用	274
7.3.1	车身有限元分析	275
7.3.2	有限元法在车身强度分析中的应用	279
7.3.3	有限元方法在车身刚度分析中的应用	280
7.3.4	有限元方法在车身模态分析中的应用	280
7.3.5	有限元方法在汽车抗撞性分析中的应用	281
7.3.6	有限元方法在车身结构优化分析中的应用	283
7.4	基于 ANSYS 的车身有限元分析及优化设计实例	285
7.4.1	客车车身骨架截面形状的优化	285
7.4.2	客车车身骨架总质量优化	285
7.4.3	仿真分析	288
第8章	汽车车身材料与结构轻量化	292
8.1	车身结构轻量化的意义	292
8.2	车身轻量化的实现途径	293
8.2.1	采用新材料实现汽车轻量化	293
8.2.2	采用新工艺实现汽车轻量化	303
8.2.3	通过合理化结构实现汽车的轻量化	309
8.3	车身轻量化设计实例	311
8.3.1	车身轻量化的评价指标	312
8.3.2	车身结构轻量化设计方法	312
8.3.3	车身结构的优化设计模型	313
8.4	车身轻量化面临的主要问题	314
	参考文献	317

第1章 车身概论

学习目标

1. 了解车身发展概况
2. 掌握轿车车身设计特点和方法
3. 熟悉现代车身开发流程和设计技术

学习要求

知识要点	能力要求	相关知识
轿车车身设计特点	掌握轿车车身设计特点和技术要求	安全、节能、舒适、环保等
车身传统设计方法	了解车身传统设计方法的特点	油泥模型、总布置图
车身现代设计方法	熟悉现代车身开发流程和设计技术	概念设计、技术设计

【导读】纵观世界汽车工业史，可以看出现代汽车是按“底盘—发动机—车身”的顺序逐步发展完善起来的，其发展过程在很大程度上取决于当时的科学技术和物质条件。汽车的更新换代、改型改装、产品促销等在很大程度上取决于车身。车身工程是汽车工业中发展迅速的一个分支。

从19世纪末到20世纪初期，汽车设计师把主要精力都用在汽车机械工程学的发展和革新上。到了20世纪前半期，汽车设计者们开始着手从汽车外部造型上进行改进，并相继引入了空气动力学、人机工程学以及工业造型设计等概念，力求让汽车能够从外形上满足各种年龄、各种阶层，甚至各种文化背景的人的不同需求，使汽车从一个冷冰冰的机械变成具有非凡魅力的艺术品。

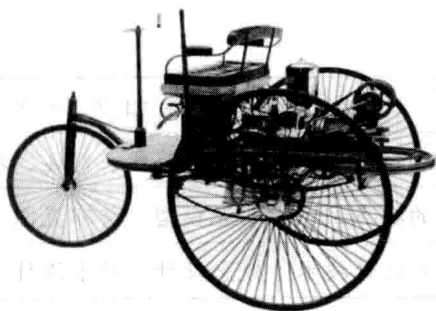
1.1 车身发展概况

汽车车身是实现汽车功能的重要系统，车身的设计与制造水平将影响整车的动力性、操纵性、平顺性、安全性、舒适性和经济性。特别是轿车车身，它在很大程度上影响汽车的质量和市場销售。近年来，随着汽车工业的飞速发展，人们对汽车安全性、舒适性、可靠性、耐久性和造型美观性的要求越来越高。汽车车身不同于一般的机械产品，有其自身的特点和设计要求。本章主要以轿车车身为例，以车身特点为导向，以它的发展历程和发展趋势为主线，介绍车身的演变及车身研发流程，并概述传统与现代车身设计方法的特点。

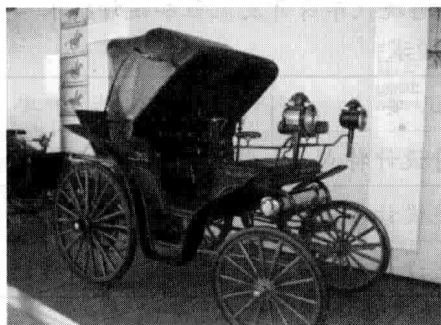
轿车车身在发展过程中，最富有特色、最具有直观性的首先是车身外形的演变，它主要经历了具有里程碑意义的7个阶段，分别是马车形车、箱形车、甲壳虫形车、船形车、鱼形车、楔形车和子弹头形车。

1.1.1 马车形车身

自 1886 年德国工程师卡尔·奔驰发明第一辆汽车以来,世界各国都争先恐后地生产自己设计的汽车。最初的汽车车身基本上沿用了马车的造型,因此被人们把汽车称为无马的“马车”。当时的汽油机功率太小,一般都只是在木质框架上加装结构简单的敞开式车篷。随着乘坐舒适性要求的发展,车身上加装了挡风板、挡泥板等构件。世界上的第一辆三轮汽车“奔驰一号”和第一辆四轮汽车“戴姆勒一号”都是马和发动机两个动力源互换的产物,如图 1-1 所示。



a) 奔驰一号



b) 戴姆勒一号

图 1-1 世界上最早的汽车

1.1.2 箱形车身

马车形车身很难抵挡风雨的侵袭,美国福特汽车公司在 1915 年生产出一种新型的福特 T 型车,其车室部分像一只大箱子,并装有门和窗,人们把这类车称为“箱形车”,其车身由简陋的帆布篷发展为带有木质框架的箱形车身,这是车身外形设计的开端。箱形车车身高大,室内空间大,然而巨大空间带来了巨大的空气阻力,要想让车速快,最初的简单设想是依靠加大发动机的功率来克服空气阻力,发动机由单缸变成 4 缸、6 缸、8 缸,气缸一列排开,发动机罩也随之变长。箱形车的出现,实现了汽车零件标准化及采用流水线装配方式两大突破,奠定了汽车工业发展到今天的基础,图 1-2 所示为一款福特 T 型车。



图 1-2 福特 T 型车

1.1.3 甲壳虫形车身

随着生活节奏的加快,人们对车速的要求也越来越高。人们已注意到,因为箱形车的空气阻力大,大大妨碍了汽车前进的速度,车身外形设计的主要内容是要减小空气阻力。所以人们开始研究一种新的车型——流线形汽车,流线形车身空气阻力小,有利于提高车速。随着机床制造业和冲压技术的不断完善,使得生产具有柔和光顺曲面的流线形车身成为可能。

1934年,美国克莱斯勒公司生产的“气流”牌小客车,首先采用了流线形的车身外形。1936年,福特公司在“气流”牌小客车的基础上,研制成功林肯·和风牌流线形小客车,如图1-3所示。此车设计精心,具有动感,整个车身呈纺锤形,很有特色。流线形在20世纪30年代几乎就是时尚的代名词,车头变宽,将轮胎包入,前照灯陷入车头,挂在车尾的独立式行李箱也与车尾融为一体,奠定了现代三厢轿车的雏形,完全摆脱了马车的影子。

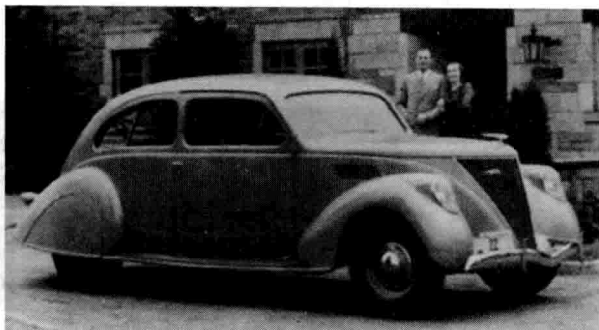


图1-3 林肯·和风牌流线形小客车

流线形车身的大量生产是从德国大众公司的“甲壳虫”开始的,“甲壳虫”的形状符合空气动力学性能,空气阻力小。工程师波尔舍博士最大限度地发挥了甲壳虫外形的长处,使其成为同类车之王,“甲壳虫”也成为该车的代名词,如图1-4所示。大众甲壳虫1939年正式开始生产,简单耐用,便宜省油,迅速成为当时世界上最畅销的车,也奠定了大众汽车今后在汽车界的地位。大众甲壳虫,是汽车史上划时代的经典,也是历史上生产周期最长的一款车。

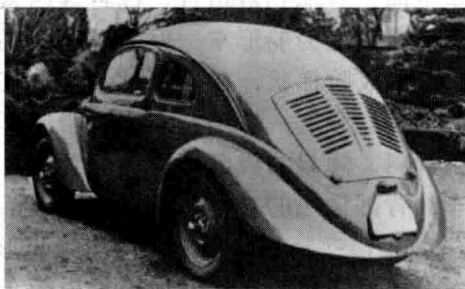


图1-4 德国大众的甲壳虫形轿车

然而,甲壳虫形车的缺点也是显而易见的。与箱形车相比,乘员空间狭小。因车身后部斜度较大,使后排乘员舒适性不好,后方视野变差。高速行驶时,车身会产生升力作用而“漂浮”起来,使前轮与地面的摩擦力减小,驾驶人会感觉转向盘发飘,即使转动转向盘,车辆也不会准确地按所要求的方向行驶,尤其是遇到横风时,车身可能会摆动,有脱离行驶轨道的危险。显然,作用于车身的升力问题不容忽视。

1.1.4 船形车身

美国福特公司经过几年的努力,于1949年推出具有历史意义的福特V8船形小客车,开创了汽车造型史上一个崭新的时代,这种车型改变了以往汽车造型的模式,将整个车室置于前后两轮之间,前面为发动机舱,后面为行李箱,使前翼子板和发动机罩、后翼子板和行李箱盖融于一体,前照灯和散热器罩也形成整体,车身两侧形成一个平滑的面,车室位于车的中部,整个造型很像一只小船,所以称为“船形汽车”,如图1-5所示。



图1-5 美国福特V8船形小客车(1949年)

福特V8船形汽车,不仅仅在外形上有所“突破”,还首次把人体工程学应用在汽车的设计上,强调以人为主体的设计思想,让设计师置身于驾驶人及其乘员的位置,设计便于操纵、乘坐舒适

的汽车。船形车不论从外形上还是从性能上来看,都优于甲壳虫形车,不仅减小了侧面的空气阻力,扩大了车内空间,改善了后方视野,而且解决了甲壳虫形汽车横风不稳定的问题。至今该车型仍是汽车的基本造型之一。大众桑塔纳和我国的红旗牌轿车都是典型的船形车,如图 1-6 所示。



a) 桑塔纳2000



b) 红旗牌轿车

图 1-6 典型的船形车

1.1.5 鱼形车身

为了减小空气阻力,提高车速和节省燃料,箱形车演变为甲壳虫形车;为了解决狭小的乘坐空间,考虑到舒适性、视野等因素,甲壳虫形车又逐渐演变为船形车。但船形车的尾部过度向后伸出,形成阶梯状,在高速时会产生较强的空气涡流。为了克服这一缺陷,人们把船形车的后窗玻璃逐渐倾斜,倾斜的极限即成为斜背式,由于斜背式汽车的背部像鱼的脊背,所以称这类车为“鱼形汽车”,如图 1-7 所示。鱼形车与甲壳虫形车相比,属于新一代流线形轿车,前后翼子板与车身几乎成一体,斜背式的倾斜比较平缓,围绕车身的气流较平顺,具有良好的空气动力性能。

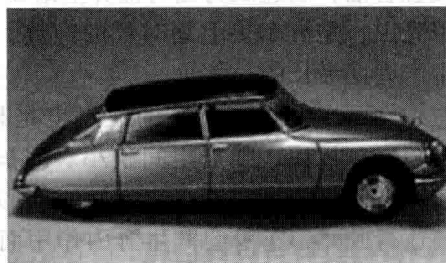


图 1-7 法国生产的鱼形小轿车

但由于鱼形车后窗玻璃倾斜太甚,使车身强度下降。又由于鱼形车发动机前置,车身重心相对前移,风压中心和车身重心接近,对横风产生不稳定性,且由于鱼形车的造型关系,在高速(150km/h 以上)时会产生升力,使车轮附着力减小,从而抵挡不住横风的吹袭,发生偏离的危险。为了克服这一缺点,人们在鱼形车的尾部安上一只翘翘的“鸭尾”以克服一部分升力,这便是“鱼形鸭尾”式车型,如图 1-8 所示。另外,鱼形汽车后方视野性差,车身强度低而车内温度高,目前仅见于两门车和跑车,如图 1-9 所示。



图 1-8 “鱼形鸭尾”式车(保时捷 911 GT2)

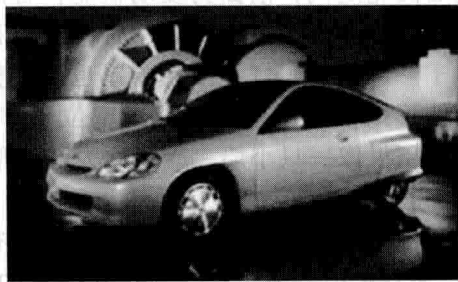


图 1-9 发展中的鱼形车(本田 Insight)