

越往前进，艺术越要科学化，同时科学也要艺术化。两者从山麓分手，回头又在山顶汇合。

（法）福楼拜

设计汽车就是卖创意。

（意）乔治亚罗

21 世纪高等学校新理念教材建设工程

汽车造型设计

韩忠浩 主 编
田国红 何 辉 副主编

东北大学出版社
· 沈 阳 ·

© 韩忠浩 2005

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车造型设计 / 韩忠浩主编. — 沈阳 : 东北大学出版社, 2005.1
(21 世纪高等学校新理念教材建设工程)

ISBN 7-81102-112-9

I. 汽... II. 韩... III. 汽车—造型设计 IV. U462

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 006914 号

出 版 者 : 东北大学出版社

地址 : 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编 : 110004

电话 : 024—83687331 (市场部) 83680267 (社务室)

传真 : 024—83680180 (市场部) 83680265 (社务室)

E-mail : neuph @ neupress.com

http : // www. neupress. com

印 刷 者 : 沈阳市政二公司印刷厂

发 行 者 : 东北大学出版社

幅面尺寸 : 184mm × 260mm

印 张 : 9.75

字 数 : 256 千字

出版时间 : 2005 年 1 月第 1 版

印刷时间 : 2005 年 1 月第 1 次印刷

责任编辑 : 王兆元

责任校对 : 李 莉

封面设计 : 唐敏智

责任出版 : 杨华宁

定 价 : 24.00 元

前 言

汽车工业是我国新时期的支柱产业，正处于现代化大规模发展阶段。从汽车设计行业情况看，汽车造型设计是汽车产品设计的最重要的一环。它直接影响产品的型式、性能和销售。当其他条件相同时，汽车外型的设计是影响产品生命力的最主要原因之一。汽车不仅仅是一个代步工具，而且也是一件精美的艺术品，在给人提供方便的同时，也给人以艺术享受。目前在汽车造型方面缺乏系统的教材，而且相应的参考资料又较难收集，本书就是在这种情况下编写的。汽车造型设计在汽车产品开发中是十分重要的。作者在总结多年教学实践工作，并参考国内外同行的一些研究成果的基础上，以技术美学为依据，对汽车造型的表现方法、模型的制作以及汽车车身外型及内饰造型设计等进行了详细论述，同时对汽车造型设计发展过程、造型规律及目前的流行型式作了初步的探讨。在本书的最后就汽车外型的影响因素及发展趋势进行了简要的论述。本书还引入了大量图片，其中有最新的2004年新款车及概念车，对问题论述及引用的资料也属汽车世界最新、最前沿的内容。

本书是在辽宁工学院《汽车造型艺术》讲义的基础上，通过多年的教学实践，并参考国内外有关研究成果及大量图片而编写的。本书内容包括11章，由韩忠浩任主编，田国红、何辉任副主编，编写成员（分工）为：韩忠浩（第1，3，8，10，11章）；田国红（第2章）；方宇（第4章）；焦宏伟（第5章）；李鸿钧（第6章）；何辉（第7章）；王超，王治家（第9章）。全书由韩忠浩、田国红、何辉负责统稿。由乌秀春博士审核和校对。在编写过程中，还得到了硕士研究生常怀德、亓立成等同学的大力协作和辽宁工学院及汽车与交通工程学院领导的重视

与大力支持，在此致以深切的感谢。

本书可作为高等院校汽车专业及工业设计专业的教材，亦可作为从事汽车车身设计的工程技术人员的参考书。

尽管我们做了很大的努力，由于经验不足，学识水平有限，时间仓促，书中肯定会存在不足甚至错误，欢迎阅读本书的同行们不吝赐教。

编 者

2004年10月

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 汽车造型设计的特点、任务和要求	1
1.2 汽车外形发展史	3
1.3 本课程的基本特征及内容.....	13
1.4 汽车造型设计师的知识技能.....	14
第 2 章 汽车外形分类及造型设计方法	16
2.1 汽车车身形体分类及特点.....	16
2.2 汽车造型的工作过程及方法.....	26
第 3 章 汽车造型的美学基础	30
3.1 汽车造型的形式美法则.....	30
3.2 视错觉的利用与矫正.....	38
3.3 汽车造型的技术美要求.....	42
第 4 章 汽车造型表现技法	44
4.1 透 视.....	44
4.2 汽车表现技法概述.....	46
4.3 汽车表现技法的基础训练.....	49
4.4 汽车设计草图.....	52
4.5 汽车效果图.....	56
第 5 章 汽车模型制作技法	64
5.1 概 述.....	64
5.2 模型材料.....	65
5.3 模型工具.....	66
5.4 汽车油泥模型制作.....	69
5.5 汽车石膏模型制作.....	73
5.6 汽车仿真材料模型制作.....	74

第6章 汽车色彩设计	76
6.1 色彩的基本知识.....	76
6.2 人的色彩视觉.....	83
6.3 色彩规律在汽车设计中的运用.....	85
6.4 汽车色彩设计的基本要求.....	86
6.5 汽车色彩设计的处理方法.....	87
第7章 汽车造型技巧	88
7.1 汽车的比例.....	88
7.2 汽车的动感和视觉规律.....	89
7.3 车身线形的组织技巧.....	92
7.4 车身的光学艺术效果.....	94
第8章 汽车造型设计	97
8.1 轿车的外形设计.....	97
8.2 客车的外形设计	107
第9章 汽车的装饰设计.....	110
9.1 汽车装饰的类别与特点	110
9.2 实用装饰件设计	110
9.3 纯装饰件设计	119
9.4 汽车标志设计	121
第10章 汽车室内设计	127
10.1 对汽车室内设计的要求.....	127
10.2 仪表板的造型设计.....	127
10.3 座椅造型设计.....	131
10.4 门护板造型设计.....	133
10.5 方向盘及手柄的造型.....	135
第11章 汽车外形的发展趋势	139
11.1 影响汽车外形的因素.....	139
11.2 各种新型汽车介绍.....	141
11.3 城市用车的新概念.....	145
参考文献.....	148

□ 第 1 章 绪论

1.1 汽车造型设计的特点、任务和要求

汽车造型设计是汽车车身设计的开始。一般情况下,在进行汽车总布置设计时,就已经把汽车的基本型式确定下来了。其后的外形设计是初步构思外形,它是整个汽车设计的开始,也可以说它是整车设计最初阶段的一种构思。汽车工业的初级阶段并没有造型设计。它是在性能逐渐完善、有一定的生产技术水平和规模、而且产品与人民生活密切相关时,才形成的汽车设计必不可少的过程。它属于工业产品造型的一个重要分支。

1.1.1 汽车造型设计的特点

① 首先要满足汽车产品的实用功能要求,并充分体现产品功能的科学性和先进性。它是以理论研究、汽车主要零部件的发展水平为基础的。

② 要充分反映社会、科学、技术和物质文化生活的面貌,表现人们文化修养和心理素质,反映民族精神和审美要求,具有强烈的时尚性。

③ 汽车产品的造型应具有物质功能与精神功能的双重特性。它不同于一般的工艺品,应有使用价值,表现物质功能的特征,又具有艺术感染力,满足人们的审美要求,表现精神功能的特征,是技术与艺术的统一。

④ 要充分反映力学、材料学、机构学的新成就,体现最新物质材料、先进结构、先进工艺的特征。

⑤ 需要研究和协调汽车产品与环境,保证产品对人的生理、心理、功效、安全等因素的适应性。

⑥ 汽车产品造型是多专业、多学科的配合,也是产品开发、生产、销售等多个环节的密切协调。

1.1.2 课程研究的任务

汽车造型设计包括外貌设计和室内装饰设计两部分。

(一) 汽车外貌设计

汽车的外貌取决于下面一些因素。

① 汽车的总布置和车身的总布置。不同用途的汽车总布置设计是不同的,即使同一类车,因其用途和性能要求不同,所选各总成的类型及尺寸不同,经过总布置设计,汽车各部分总成的相对位置和乘客室的尺寸即可以确定,按这些总成的外部轮廓并考虑到适当的间隙,就可以确定汽车的基本形状。另外优先保证的性能要求不同,总体布置是有区别或是不完全相同的,因此就决定了汽车车身设计也是不同的。这是决定汽车造型不同的重要原因。

在这一阶段中,汽车造型设计人员尚不能做具体的艺术工作,因为汽车型式与汽车的结构有密切的关系,对于同一类型、同一级别的汽车,会有相似的结构,因而其体量关系也极

为相似。汽车造型设计人员的任务是与总布置设计人员共同合作,调整汽车的基本尺寸,以便使汽车各部分体量关系更为匀称协调,符合比例规律。

② 汽车的总布置与匀称美观有时是矛盾的,不能使汽车因追求完美的比例而损害汽车的功能,同样也不能想像在一个比例尺寸完全不协调的结构上可以制造一个完美的车身形体,汽车造型设计人员与结构设计人员应深入掌握双方要求的要点,密切配合,从整车的实用与美观的双重要求出发,合理地解决各种矛盾。

③ 汽车表面形状,主要是汽车车身的表面覆盖件的形状,它构成了汽车的雕塑形象。这一阶段要解决的正是美学和样式问题、车型的继承性和风格问题。要使汽车有精确的线条和外形,并具有完美的雕塑形体。

④ 美学和样式问题,既取决于空气动力学在汽车外形设计中的应用,又取决于人们对审美的要求,以及各国家、民族、甚至生产厂家的具体风格,还取决于车身表面大型覆盖件的生产工艺。

⑤ 汽车车身表面覆盖件的生产工艺,主要包括冲压、焊接、装配等,是能否使汽车的雕塑形象付诸实施的关键。因此汽车造型设计人员要与工艺人员密切联系,掌握工艺生产规律,除了在造型上想办法尽量合理外,还要求工艺人员更好地利用生产中可能利用的条件和采用先进的工艺技术,最大限度地满足造型上的要求。

⑥ 汽车的外部装饰,有水箱罩、保险杠、车灯、车轮轮辋外罩、电镀条、标志的形状和位置以及车身的色彩处理等。汽车的外部装饰,除了要考虑使汽车的外部艺术面貌更完整以外,还要考虑到材料工艺问题,如塑料、电镀、喷漆、装配等。

汽车经过生产使用若干年后,可能要对某外貌进行修改设计,并且还要考虑到车身“三化”问题,协调艺术设计与“从标准化元件——非标准化整体”的设计原则之间的关系。

(圆) 汽车室内装饰设计

汽车的室内装饰一方面是仪表盘、方向盘、座椅以及操纵手柄和门把手等附件的造型,另一方面是覆盖材料的选择,包括纺织品、皮革制品、塑料制品、板材等。还要考虑它们的质感和色彩对人产生的心理和生理的影响,以充分发挥材料的装饰性能。

另外,汽车的室内设计还包含一个重要的内容就是人机工程学问题,各部分的尺寸大小、部件及手柄等的相互关系及位置,是十分重要的。

5.1.2 汽车造型设计应满足的要求

(员) 使汽车具有完美的艺术形象

汽车的艺术形象应突出国家、地域、民族的特点,如美国汽车豪华、舒适、气派;日本汽车简约、明快;德国汽车精良、实用等。我国汽车的艺术形象应表达出我国人民的精神面貌,反映出我国科学技术水平、文化水平及人民的气质,应为大多数人所理解、利用和喜爱。我国汽车外形应表现出朴实、含蓄、大方的特点。

汽车的艺术形象,不仅表现在汽车的形体上,还表现在汽车装置及附件上,如座椅、灯具、各种覆饰品、各种仪表、电器等诸多附件上。需要用美学准则和艺术手法进行巧妙的设计和加工。在汽车造型设计中,还直接运用绘画、雕塑等艺术技巧。因此,各种艺术意识形态、各种艺术创作手法和技巧都会对汽车的艺术形象产生不同程度的影响。造型设计师应努力探讨各种工业产品造型的特点,研究各种艺术创作方法和技巧,并作为借鉴,提高汽车造

型设计水平。

(圆) 使汽车具有良好的空气动力特性

汽车外形的发展史就是汽车性能的提高和空气动力学在汽车上的具体体现过程。当汽车以高速穿过空气时, 气流就像一股强劲的飓风作用在车身上, 是对汽车的行驶状态影响的主要因素。因此, 汽车有良好的空气动力特性是十分重要的。既要使汽车有合理的外形以尽可能减少空气阻力, 还要使汽车有良好的空气动力稳定性, 使汽车能安全行驶。

(獠) 汽车车身具有良好的工艺性

汽车车身由许多大型覆盖件构成。在汽车造型设计时, 应充分考虑这些零件的制造工艺, 如合理分块, 尽量减少拉延深度, 减少冲压工序, 简化冲模结构, 并使零件具有良好的焊接工艺性等。

(源) 应保证汽车有良好的适用性

汽车造型必须保证汽车结构合理, 保证乘坐安全舒适、操作方便、视野良好等要求。既要避免迁就产品功能、忽视艺术的偏向, 也要避免脱离功能、严重损害功能的唯美偏向。造型设计师与结构设计师应密切配合, 尽量使完美的艺术形象体现在合理的车身结构上。

(缘) 应考虑材料的装饰效果

汽车车身上采用多种材料, 如钢铁、有色金属、玻璃、纺织品、皮革、工程塑料、橡胶、木材、纸、油漆等。造型设计师应深入了解各种材料的性能、工艺方式, 并正确选用, 以表现装饰效果。

室内造型设计的趋势是愈来愈广泛地采用软覆饰材料。近年来, 聚氨酯、聚氯乙烯、尼龙等工程塑料, 各种合成纤维以及复合材料等新型材料的普遍应用, 既减轻重量, 简化结构工艺, 安全舒适, 又使汽车室内艺术面貌焕然一新。

1.1 汽车外形发展史

1.1.1 汽车外形发展的影响因素

汽车外形的确定取决于如下几个因素: 机械工程、人机工程、空气动力学以及电子学等, 各个学科的发展和完善促进了汽车外形的发展。

汽车主要要求动力性、舒适性、安全性和经济性。在此前提下, 首要的问题是机械工程要求, 其中发动机和底盘的设计、各部件的布置和安装一直是汽车发展的一个重要方面。完成总布置设计之后, 可根据发动机、变速器的大小和驱动形式确定大致的车身形式, 然后涉及车身的设计与制造, 这些都属于机械工程的范畴。

其次是人机工程要求。汽车是由人来驾驶和乘坐的, 必须保证安全性和舒适性。首先要确保乘员的空间, 保证乘坐的舒适性、驾驶的方便性, 并尽量确保驾驶员的视野性, 另外还包括上下车的方便性。从广义上讲, 人机工程还包括对步行者安全性的保证, 它涉及到车身外部的尺寸和形状问题。

机械工程和人机工程起着决定汽车基本骨架的作用, 应该说是来自于汽车内部对车身设计及造型设计的制约。

电子学在汽车上的应用, 为汽车的多功能化及性能的提高, 提供了必要的条件。如制动安全性、操纵性及乘坐舒适性等, 使汽车的性能得到了很大的提高。随着汽车工业的发展,

电子学将是影响汽车工业的最重要的学科之一，它对汽车外形，特别是汽车室内造型有很大的影响。

随着车速的提高，空气动力学尤为重要，主要还是侧重在空气动力学的应用。分析表明，汽车所受到的空气阻力与汽车行驶速度的平方成正比，因此必须在车身外形上下工夫，尽量减少空气阻力。空气阻力分为汽车横截面积所决定的迎面阻力，以及由车身外形所决定的形状阻力，这些都是与汽车造型密切相关的。从空气动力学的角度出发，还有升力的问题和受横向风时的不稳定问题，它们都是影响汽车外形发展和设计的重要因素。

此外，一个国家、一个民族、一个厂家乃至一个设计者都有各自的特色，这也同样影响了汽车造型。只是在具体表现形式上有微妙的变化。

总之，协调以上诸要素，是汽车造型设计者的首要任务，也是促进汽车发展的重要因素。

上述各要素，在汽车工业发展的不同时期都有所侧重。比如，在汽车制造技术尚未成熟的初期，机械工程学要素是其重点，使汽车能行驶即可。随着科学技术的不断进步，就逐步开始尝试把诸要素统一于汽车上。

研究汽车造型的演变历史，就会发现，同一时代的汽车造型，总是有共同之处，一般可大致分为五个阶段，即箱型汽车、甲虫型汽车、船型汽车、鱼型汽车和楔型汽车。现以轿车为例予以叙述。

1.1.1 汽车外形的发展过程

(1) 箱型汽车

1886年德国工程师戈特利布·戴姆勒（Gottlieb Daimler）制造的戴姆勒一号车被认为是世界第一辆汽车，如图 1-1 所示。该车是发动机后置、后轮驱动的四轮车，后轮比前轮约大一倍，利用转向拉杆转向，速度为 4 公里/小时左右。曾经有人把当时的汽车称为“没有马的马车”，这就是箱型汽车的原始型。

原始的箱型汽车，发动机功率仅有 0.5 匹，能乘坐 2 人，当时的汽车只是绅士贵族的娱乐工具。

由于车速的提高，迎面风使乘员难以忍受，因此需要考虑改变汽车的外形。1891年美国福特公司制造的 A 型车，在该车坐席前设一块挡风板，如图 1-2 迎面来的风遇到挡风板，便向上方吹去，吹不着车上的乘员。

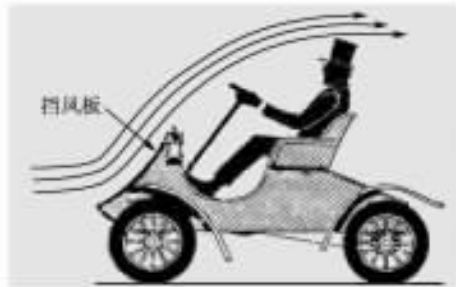


图 1-1 戴姆勒一号 图 1-2 挡风板的功用

后来，又在汽车上设置风挡玻璃，没有车门，发动机前置，发动机为双缸，速度可达此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

缘~ 四电轴, 但这时仍没有脱离马车造型, 是技术和设计均未成熟的产物。

汽车基本造型的确立是 员缘年福特 裁型汽车。在此之前, 马车造型的汽车, 从整体上看可以称为箱型, 只是没有车门和车篷。

员伍年德国开始制造双缸发动机。员伍年开始生产四缸发动机, 这时才出现了木结构的箱型汽车。但此时的箱型车重量大、成本高, 所以仍以马车造型为主。

真正的箱型汽车是以 员缘年福特公司生产的 裁型汽车开始的。如图 员缘, 它确立了以后汽车的基本造型。

特别是 员缘年福特汽车公司创建了最早的流水作业汽车生产装配线, 并开始装配 裁型 (配 缘) 车, 这种车型由于开始采用当时最先进的大批量生产的组织形式, 加之其结构设计的简化, 因而造价低廉, 这样就有可能把汽车的使用范围推广到更多方面, 汽车不再是上层社会的奢侈品, 而是一般中产阶级和富裕农民的运输工具。因此, 汽车很快进入家庭。

福特公司不但创立了大批量生产汽车的方式, 并且开始考虑到发动机、变速器及车轮系统等, 结构不变, 而仅仅改变车身外形, 即现在所谓的“变型”车。

随着人们生活水平的提高, 人们对汽车各方面的要求也越来越高。为调动用户购买汽车的积极性, 制造者已经注意到了用户对汽车外观的审美要求, 意识到汽车造型对销售的促进作用。同时用户也产生了多样化的要求, 但在当时并未形成汽车造型的整体手段, 仅能局部地改善某些零件的外观, 如在前部散热器罩、翼子板等的形状和轮罩上进行装饰性的改进。

人们使用交通工具是为了更快地到达目的地, 汽车的速度是衡量汽车性能的主要标志之一。提高车速, 就要有相应的大功率发动机, 但这还不够。分析表明, 在汽车高速行驶时空气阻力是一个主要问题。如图 员缘, 车速为 缘电轴左右时, 相对风速 员电轴, 空气阻力还不大成问题。而在设计时速 员电轴以上的汽车时, 则要考虑空气阻力的问题, 赛车是从 员伍年, 实用车是从 员伍年开始考虑了空气阻力问题。

减小空气阻力的方法之一是减小迎风面的面积, 员伍年的汽车车体几乎与马车同高, 为 缘; 员伍年降到 缘, 员伍年为 缘。图 员缘所示为菲亚特汽车车身高度的变化, 可以清楚地看到汽车的高度是逐渐降低的。



图 员缘 员缘年美国生产的福特 裁型汽车

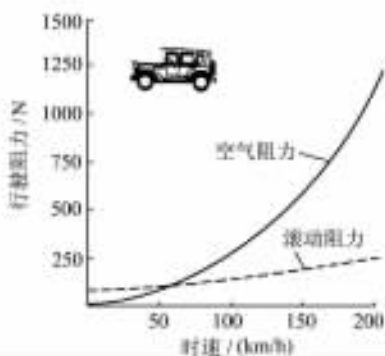


图 员缘 空气阻力与车速的关系



图 员缘 菲亚特汽车车身高度的变化

由于车身内要坐人, 所以车身高度降到 缘~ 缘, 基本上就达到了最低限度。现代

汽车为降低高度，离地间隙已达到1.5m以下，再降潜力就已经不大了。

车身宽度越窄，空气阻力越小。按理说，应该逐渐变窄，但是实际上，却是逐渐加宽，开始只有1.5m左右，不久就扩大到1.8m，横坐两个人的汽车车宽应达到1.8m左右，横坐三人的大型车达到1.8m~2.0m。加宽车身能增加汽车行驶的横向稳定性，但是车身截面积增加，导致空气阻力增大。因此将车身横截面从初期的四方形逐渐变成椭圆形，如图1-1所示。在保证所需空间的同时，减小了截面积，从而降低了空气阻力。



图 1-1 汽车车身横截面的变化

降低车高不仅可以给人以快速的感觉，更重要的是可以减小空气阻力，提高车速。

随着车顶高度的降低，前窗玻璃不断变窄，影响前方视野，乘员也感到十分憋闷，因此靠提高发动机功率来克服空气阻力的传统方法，再一次受到重视，发动机罩很长，但由于前方视野差，驾驶困难，舒适性差，历时10年到15年前后，就很快消失了。箱型汽车与以前相比，棱角部分都变成圆滑过渡了。因为箱型汽车有“移动住宅”的特点，适于作为家庭用车，至今仍有其实用价值。

(圆) 甲虫型汽车

为减小空气阻力，需减小迎风面面积，但是空气阻力还包括形状阻力。它是由汽车外形形状引起的空气涡流所造成的阻力。形状阻力占有很大比重，前窗玻璃、车顶，特别是汽车后部，产生空气涡流，这些涡流起着阻碍汽车前进的作用。人们经常看到行进中的汽车从排气管排出的白烟在汽车尾部缭绕，这就是尾部产生的涡流现象。这种空气涡流如果很强，就是龙卷风，具有极大的能量。汽车产生涡流，需要消耗汽车的发动机的能量。

1857年，卡门在以一定速度范围流动的水中立起一根柱子，发现柱子后部产生涡流。1874年，德国人保尔·亚莱用风洞对有名的卓别林号飞艇进行了空气阻力研究，证明正面形状和侧面形状对空气阻力的影响很大。物体所受的空气阻力与迎面面积成正比，并与速度的平方成反比。而亚莱更进一步引进了物体形状决定的空气阻力系数的概念。空气阻力的计算如下：

$$F = C_d \cdot S \cdot v^2$$

式中， F 为空气阻力， S 为迎面面积， v 为物体的速度， C_d 为空气阻力系数。

亚莱发现，前端方形的物体比前圆后尖的物体的空气阻力系数要大得多，从而找到了减小形状阻力的途径。

1899年，美国密执安大学的雷依教授采用风洞和模型汽车，测出各种车身的空气阻力系数，结果如图1-2所示。不久，有更多的航空流体力学学者从事汽车车身空气阻力的研究，其成果被大量地应用到汽车设计上。

汽车车身制造技术的进步也起到了很大的作用，以往的车身是在木制骨架上蒙盖铁板或布，但自从有了汽车钢板冲压技术以后，就开始生产具有许多柔和曲线的流线型车身。甲虫型汽车就是在这样的情况下出现的。

1900年，大量生产的克莱斯勒·气流牌小客车首先采用流线型。该车侧面形状与雷依教授风洞试验的第三种模型相似，如图1-3所示。该车使以往分散的发动机罩、前翼子板、头灯

等成为一体，消除凸凹部分，但仍保留前翼子板，并设有上下车脚踏板，保险杠向前突出，这就是甲虫型汽车的初型。

流线型车身的“甲虫型车”的大量生产是 1938 年从伏克斯瓦根（Volkswagen）开始的，如图 1-1 所示。该车车身重视机能与合理性，因此同福特的 T 型车一样有较强的生命力，甲虫型车曾持续了整整 15 年；伏克斯瓦根从 1938 年起连续生产了 15 年。德国的波尔舍（Porsche）博士采用轻便的扭杠弹簧，后置小型风冷水平对置四缸发动机，从而使甲虫的自然美被如实地运用到车身造型上。

甲虫型汽车也有明显的缺点。尽管它具有流线型，空气阻力较小，但是与箱型汽车相比，乘员的活动空间明显变得狭小，特别是后排乘员，头顶上

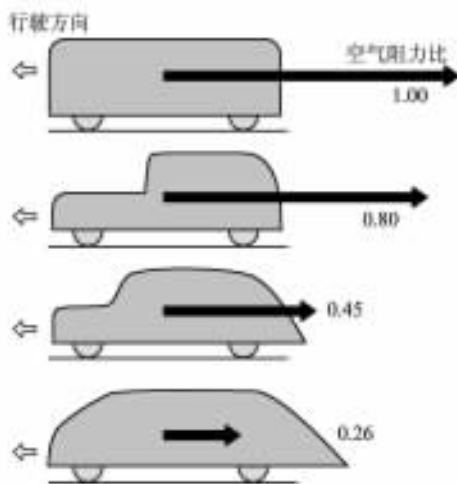


图 1-1 雷依教授进行的空气阻力的研究



图 1-2 1938 年克莱斯勒·气流牌小客车和伏克斯瓦根·甲虫型小客车

几乎没有空间。它的另一个缺点是对横向风的不稳定性。所谓横向风稳定性，就是风力怎样作用于车身侧面的问题。当横向风作用在车身侧面时，汽车纵截面的形状决定风的作用中心，即风压中心。横向稳定性问题就是由风压中心与车身重心的相互位置而产生的。

箱型汽车的纵断面，明显是后部大，风压中心在车身重心之后。但甲虫型汽车，因追求流线型，风压中心向前移，位于车身重心之前。受到横向风的影响时，箱型车开始是随风偏离行使路线，但接着是车尾继续随风偏移，而车头则转向迎风，最后使车子回到原来的路线。甲虫型车受到横向风作用后，车身前部随风偏离原来的行使路线，如图 1-2 所示，因此是不稳定的。特别是车速超过 100 公里/小时后，容易失去行使的稳定性。同时，甲虫型汽车忽略了人机工程学。

1.1.2 船型汽车

在第二次世界大战中发展起来的人机工程学被应用于汽车上，福特公司于 1945 年开发出了福特 T 型车，如图 1-3 所示。它与甲虫型车有很大的区别。第一次驾驶该车的驾驶员，被其轻便的操纵性所倾倒，后排的乘员则对其舒适性惊叹不止。应该说在汽车设计上，以人为主体的设计思想，是从这时开始的。即让设计师置身于驾驶员及乘员的位置，来设计便于操纵、乘坐舒适的汽车，并从理论上解释了两轮之间的乘坐位置的颠簸最小，采用了将整个车室置于两轮之间的设计方法，前方为发动机室，后部为行李舱，这样非常接近于船的造型，故称

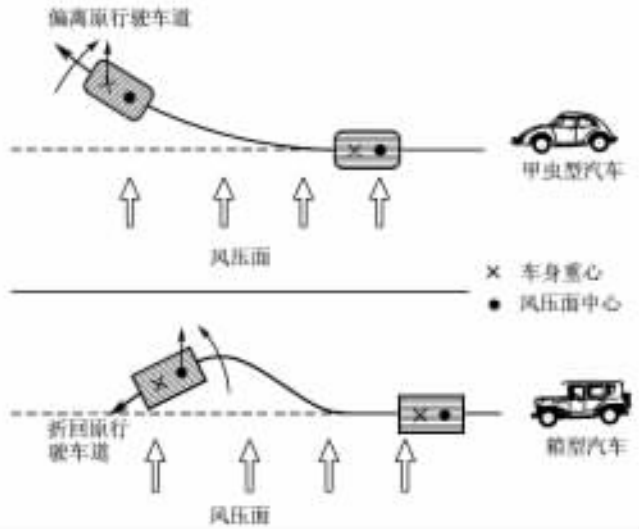


图 员圆瑶 甲虫型汽车和箱型汽车的横风稳定性

之为船型汽车。

如图 员圆瑶(葬), 这种船型汽车的室宽就是车身的宽度, 而且发动机罩与前翼子板形成一体; 以往是两翼子板带乘车踏板, 因此车室的宽度较车身窄很多, 如图 员圆瑶(遭)。而船型汽车在不增加长度的情况下, 扩大了车身的空间。后翼子板与行李舱也成为一体, 使得车身侧面从前到后成为一个平面, 减小了侧面的形状阻力。



图 员圆瑶 员939年的福特灾愿型小客车



(a)



(b)

图 员圆瑶 前翼子板处理方法的演变

船型汽车的视野性也比甲虫型车好得多, 除了四角上的窗框影响视线外, 四面都可以看到外面, 因此福特灾愿受到了顾客的欢迎。该车既考虑了人机工程学, 又考虑了空气动力学的影响, 对今后的车身外形影响很大。

船型车如果采用普通发动机前置, 风压中心大体上与汽车重心一致。与甲虫型车比较, 增加了车身的纵向面积, 从而使风压中心后移, 增加了高速行驶的稳定性。

其次进行的就是改善驾驶员的视野性。甲虫型车全盛时期大约为 员缘年, 而船型汽车从 员939年开始, 已历经 缘0多年, 仍在沿用。证明了这种平直外形确实是十分优秀的, 没有什么可改的。以后, 又在视野性上进行了一些改进, 即前后窗的倾斜度逐渐加大, 以减小空气阻力。员939年以前, 前后窗没有倾斜, 基本上是垂直的。注重了空气动力学之后, 其倾斜

角逐渐加大。甲虫型汽车的背部形状一般称为“滑背”（*溜背*），船型的称为“阶梯背”（*阶梯背*），比其倾斜度更大的称为“半斜背”（*半斜背*）或斜背（*斜背*），如图 1-1 所示。斜背式汽车已接近后面将要介绍的鱼型车。

另外是采用大圆弧风挡玻璃，将风挡玻璃由驾驶员的前方扩展到侧面，视野性大大改善。后来有将这种玻璃应用于后窗，取得了良好的效果。

但是这种玻璃流行了 10 余年，后来由于立柱强度不够，撞车或倾翻事故时，容易发生车身弯曲和车顶分离的危险。

后来还出现过后窗玻璃的反倾斜的造型，但不久也被淘汰了。

1.1.1 鱼型汽车

船型汽车有人机工程学方面的优越性，因此具有强大的生命力，成为世界汽车的基本车型。但是船型车尾部过分向后伸出，并形成阶梯状，也会产生空气涡流，尽管它没有箱型车严重。因此由阶梯状的标准型，逐渐将后车窗倾斜，倾斜的极限，即成为苗条的鱼型。斜背式车身就是鱼型车身的典型。

鱼型车亦属于流线型，它与甲虫型车相比，有两方面要注意：一是鱼型是由船型演变而来的，它考虑了人机工程学的应用；二是这期间汽车风洞试验的方法发生了相当大的变化。因此，斜背式是以更深入的科学研究为基础的新式流线型。甲虫型汽车没有考虑到路面的影响，随着汽车风洞试验方法的进步，逐步制造出经过锤炼的流线型。在充分考虑汽车特有的诸条件的基础上，建立了新的汽车流线型理论体系，斜背式就是这样的研究成果。

最早问世的斜背式汽车是 1913 年通用汽车公司制造的别克小轿车，1925 年英国阿斯顿·马丁公司生产的斜背式轿车，累计生产了 1000 辆，如图 1-2 所示。

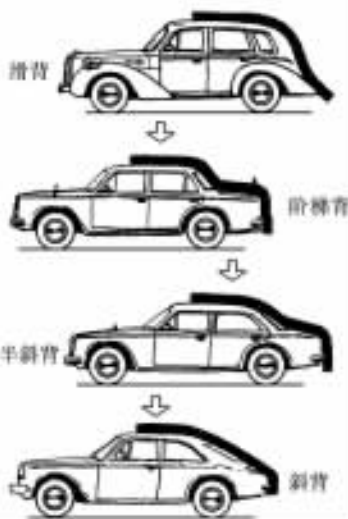


图 1-1 汽车车身背部的演变



图 1-2 英国阿斯顿·马丁

鱼型车与甲虫型车相比，两者的区别在于：首先，二者都属于流线型，但甲虫型车是由箱型车进化而来的，车身高。从空气动力学观点看，前后翼子板和两侧踏板等发生卡门涡流的因素很多。鱼型车是从船型车进化来的，车身低，没有阶梯，前后翼子板与车体几乎成一体，并且鱼型车倾斜比较平缓，尾部较长，围绕车身的气流也比较平顺，不会产生涡流。鱼型车身比甲虫型车低、长、美观，具有鲤鱼造型。它的横截面积小，所以迎风阻力小，形状阻力也小。

其次，鱼型车的后排座椅处于后桥的前方，因此后排摆动小。由于重心低，乘客在汽车

急转弯时也不致倾倒。从驾驶员的角度看，由于后席低，后窗下缘也低，因此后下方视野性好。而甲虫型车的滑背式，一般后席都比较挤，位置正处于后桥上方，摇摆大，位置也高，影响后方视野。

此外，如果两种车的宽度一样，那么鱼型车室要宽敞得多，这是因为甲虫型滑背式车的前后翼子板及两侧踏板占据了一定的空间，而鱼型的车身两侧平坦，车身宽度几乎等于车室宽度。

还有，甲虫型汽车后排座后面的空间只能容纳一个备用轮胎，而鱼型斜背式车是一条平滑的曲线把车顶后缘与行李舱盖连接起来，因此行李箱容积很大。

1957年的顺风牌则完全脱离了过去的流线型，外形优美，此后，鱼型斜背式车基本上限于两门及运动车，因为它产生了新的缺点。首先，鱼型斜背式车的后窗玻璃倾斜太大，与船型阶梯式车相比，后窗玻璃的上下宽度若不扩大两倍，就无法保证后方视野。玻璃面积增大，使得车身重量增加，强度下降，产生结构上的缺陷。另外，由于日光大面积射入车内，在夏季，即使采用大功率率冷风装置，车内温度也很高。

鱼型车还有一个潜在的重大缺点，那就是同甲虫型车一样，对横向风的不稳定性。在时速100公里以上行使时，受到横向风的影响，因而车身摆动，转向不易于控制。不仅如此，作为汽车空气动力学的新课题——升力也在起作用。即在高速行使时，鱼型车产生升力，从而减小了车轮与地面的附着力，遇到横向风时，车体就摆动。

众所周知，飞机是靠作用在机翼上的升力浮在空中的，如果把鱼型车加上翼，与飞机很相似，所以汽车车身上产生升力是不足为奇的。

为了解决横向风稳定性问题，人们可能会想到，只要不把汽车车身做成翼状就可以了，从这一点出发，产生了短尾式，如图1-1-10所示。短尾式就是把鱼型车的后部砍掉一段，使之不成为翼状，即使高速行使，也不会产生直背式那样大的升力，因此对横向风也就比较稳定。这种短尾式多少会产生卡门涡流。但是这种型式主要缺点是车室狭窄，因此它并不是解决横向稳定性的最佳方案。



图 1-1-10 短尾式车身对横风较稳定的机理

后来，经过反复研究，终于找到了不产生升力的车型，即楔型车。

1-1-11 楔型汽车

汽车外形发展到鱼型，获得了空间阻力最小的型式，这已为世人所公认。但同时又产生了更为严重的问题，即升力问题。高速行使时，升力会带来很多问题，特别是方向盘过轻，操纵起来使人感到不安全。同时驱动力（前轮驱动时）下降，会影响到汽车的其他性能。如果是后轮驱动，附着力减小，即后轮腾空会导致驱动力大幅度下降。因此升力问题已不容忽视。

图 1-1-11 所示为车速与升力的关系，甲虫型车的升力系数最大，鱼型车次之，船型车最小。升力的计算公式与阻力的计算公式大致相同，即 $w.ertongbook.com$