

汽车造型设计

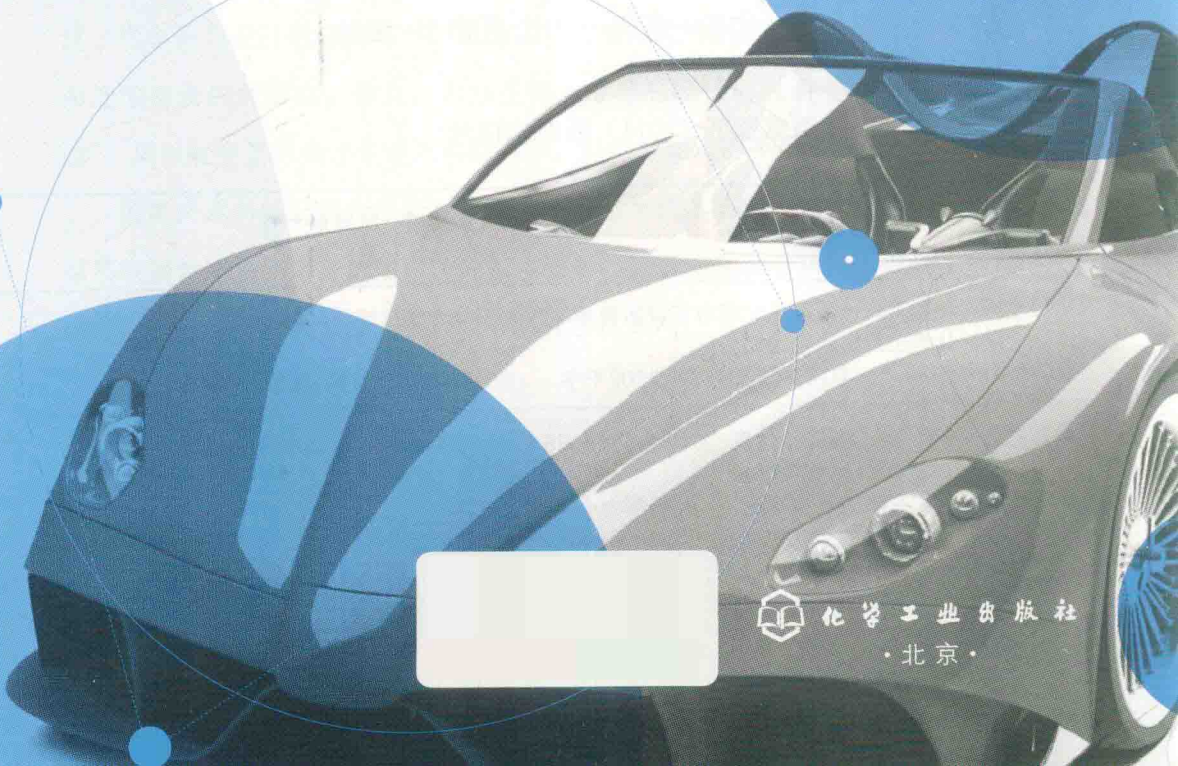
岑华 王峥 段胜峰 编著



 化学工业出版社

汽车造型设计

岑华 王峥 段胜峰 编著



化学工业出版社

·北京·

本书围绕“交通与人”，从安全性、舒适性、视觉传递性出发，介绍了汽车造型设计的基础知识、设计方法、检验标准和经典赏析，重点讲解了汽车车身造型设计的人机工程学、车身内部外部设计要点、工程设计的步骤和方法。为加强工程性，适应教学要求，本书通过“汽车知识加油站”帮助设计专业人员补充相关的工程知识；通过习题引导读者应用本书讲述的知识要点思考工程设计的相关问题，指导设计实践。

本书可供机械、工业设计、车辆工程等专业相关课程教学使用，也可供汽车车身设计人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车造型设计/岑华, 王峥, 段胜峰编著. —北京: 化学工业出版社, 2015. 1

ISBN 978-7-122-22398-2

I. ①汽… II. ①岑…②王…③段… III. ①汽车-造型设计 IV. ①U462.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第275518号

责任编辑: 李玉晖
责任校对: 宋 玮

文字编辑: 张绪瑞
装帧设计: 张 辉

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装: 化学工业出版社印刷厂
787mm×1092mm 1/16 印张8 字数202千字 2015年3月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 49.00元

版权所有 违者必究



前言

FOREWORD

汽车造型设计

这本书与其说是教材，不如说是笔者前10年设计实践与后10年教学工作的小结，是站在教师岗位对过去10年的车身造型设计的小结。四川美术学院设计学院副院长段胜峰先生为本书内容把握了大的方向、并参与了撰写工作，笔者从思考到提笔都与段教授的督促分不开。同时，此书也是笔者与曾经共事的工程师——王峥先生的再度合作。在此，一并感谢！

汽车工业在我国的发展前景促进了工业设计专业对交通机具专题课程的研究。《汽车造型设计》一书从车身造型为原点进行了较深入的探讨。本书以“交通与人”的关系为思考线索，通过编者曾经参与的车身设计实践为案例阐述了汽车造型设计的相关环节，以图文并茂的方式特别突出、详尽地分析了车身造型审美的关键点。并且，本书在每一章节后都精心设有“汽车知识加油站”，用以补充艺术类学生对汽车动力学、结构等知识的不足。

很高兴本书的三位合作者充分体现了艺术与技术协调合作的精神。希望本书不仅阐述清楚了车身造型设计的基本要素，更能引发读者对工业设计使命的思考。再次感谢对该书提供了真诚帮助的各界友人！

岑华

2015.1



汽车造型设计

目录 contents

第一章 汽车造型设计基础	001
第一节 交通与人	001
第二节 车身与人	002
一、车身的含义与构成	002
二、车身设计制造的要素	005
第三节 车身与底盘	010
一、连接方式与结构分类	010
二、各种车身结构主要应用的范围	012
第四节 车身与附件	014
一、汽车车身结构	014
二、车身的特殊附件	015
第五节 车身与造型	016
一、功能与造型	016
二、制造工艺与造型	016
第六节 车身与市场	018
汽车知识加油站一	021
习题	024
第二章 汽车造型设计方法	025
第一节 汽车设计与车身造型设计	025
一、汽车设计与车身造型设计的关系	025

二、车身造型设计概述	026
汽车知识加油站二	028
第二节 车身造型设计中的人机工程学	030
一、概述	030
二、汽车Package设计方法	030
三、正确对待数据	032
第三节 车身外部造型设计	032
一、概述	032
二、外形设计“硬点”及空气动力学	032
三、前围设计	034
四、侧围设计	037
五、后围设计	039
六、顶部设计	040
七、前围、侧围、后围及顶部的造型整体性	041
八、外部造型设计相关技术要素	042
汽车知识加油站三	045
第四节 车身内部造型设计	045
一、概述	045
二、驾驶区	046
三、乘员区	052
四、载货区(可变空间的设计理念)	055
五、车内棚壁与地板装饰	056
六、车内饰品与车用香品	058
汽车知识加油站四	059
第五节 车身色彩及表面处理	061
一、色彩与造型	061
二、立体色彩搭配	062
三、色彩的视觉重心	064
四、车身色彩安全性	064
五、车身色彩与工艺	065
习题	065
第六节 配套图与模型制作	065
一、全尺寸胶带图	066

二、油泥模型	067
第七节 整车工程设计	068
一、车身总体设计图	068
二、车身造型数据生成	069
三、发动机工程设计	069
四、白车身工程设计	069
五、底盘工程设计	069
六、内外饰工程设计	069
七、电气工程设计	070
第八节 车身结构与工艺	070
一、车身结构	070
二、车身材料的加工工艺	072
第九节 样车试制	075
第十节 汽车设计展望	076
习题	077
第十一节 汽车造型设计实战	077

第三章 车身设计与检验相关标准

087/

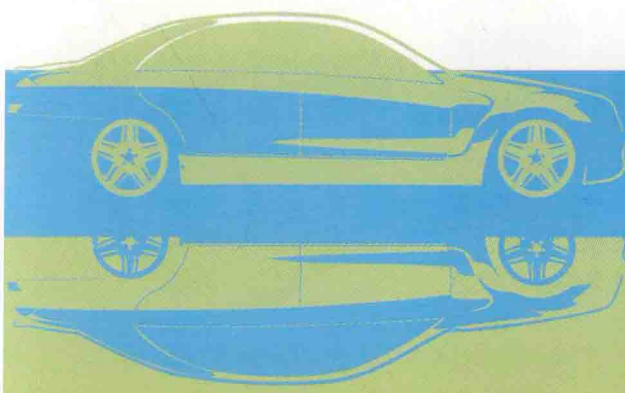
第一节 设计标准与检验标准	087
一、设计标准	087
二、汽车检验的部分国家标准与部颁标准	088
第二节 检验机构与手段	095
一、测量	096
二、路试(试验场、道路)	096
三、非常规试验	096
习题	096

第四章 汽车造型设计赏析

097/

参考文献

122/

A stylized illustration of a car in shades of green and blue, positioned on the left side of the page. The car is shown from a side profile, with its wheels and body lines clearly defined. It is set against a background of horizontal lines in light green and blue.

第一章

汽车造型设计基础

第一节 交通与人

交通系统是城市规划必不可少的组成部分，它就如人体的血管一样必须分布合理，否则城市里有的“器官”就会供血不足。北京为了缓解市区交通严重拥堵问题，出台了一系列交通法规，车辆拥堵确实有所缓解，但公交、地铁却负荷大增，北京从“首堵”变成了“首挤”，人们出行仍然不便。城市-道路-车-人是个系统问题。公交城市化、轨道网络化、生活区与工作区同交通干线三者的科学配置或许是我们城市交通发展的有效途径，但公交车、商务巴士、私家车、货车等各类车型又该如何与城市交通系统和谐共生呢？汽车共享网站是否能成为我们未来出行的最佳方式呢？以人为本、可持续发展的价值观该如何落实到车身造型的设计方案呢？行进前方的路况、及时的交通信息能否顺利传递给驾乘人员，传递方式的交互式模式是否够人性化？……这些都是设计师应该思考的问题。例如奥迪侧向辅助系统可以在驾驶者转换车道时为其提供帮助，如果侧向辅助系统探测到其他车辆，它会通过安装在后视镜中的一个LED显示灯告知驾驶者；如果驾驶者在准备转换车道时启动了转向指示灯，但是没有注意到相邻车道中的其他车辆，该系统就会通过LED发送一个闪光信号来警告驾驶者（见图1-1、图1-2）。

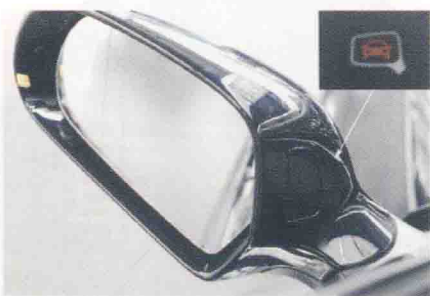


图 1-1 奥迪侧向辅助系统（一）

一辆车里的人并不是只和这辆车产生关系，车里车外的人与车都是运转中的交通系统里的一份子，因此，人与车的互动性将是我们研究的主题，IT行业与交通机具的联姻必然是汽车设计的方向。新能源技术的革新也将成就车身造型的突破。造型设计师的视野范围不是近距离凝视某一事物，而是远距离观全局。

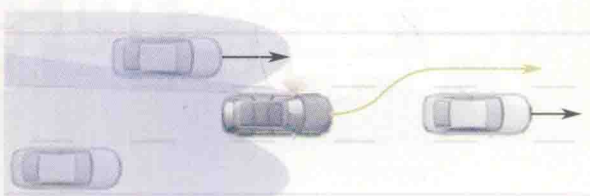


图 1-2 奥迪侧向辅助系统（二）

第二节 车身与人

一、车身的含义与构成

汽车车身是指安装在汽车底盘上各种特种箱形构件和覆盖件的总称。它的主要作用是：为驾驶员提供便利的工作环境，为乘客提供安全舒适的乘坐环境和活动场所，为运载的货物提供合适的运载空间，为发动机和底盘部件提供必要的覆盖、隔离和保护。现代汽车车身还起到美化环境、减少空气阻力、提高燃料经济性和行驶安全性的作用。

（一）广义车身

广义车身包括除底盘（包括驱动系、悬挂系、行走系、大梁等）外的所有部分。图 1-3 中，解剖透视可以看见水箱，发动机（发动机包括发电机、启动机、水泵），变速箱，转向器，轮胎，油箱，排气管，减震器等，这些均为底盘部分，其余的就是广义的车身。又如图 1-4 中，除蓝色部分以外的大梁、发动机、变速箱、转向器、轮胎、减震器、钢板弹簧等属于底盘的部件，其余的未见部分就属于广义的车身。

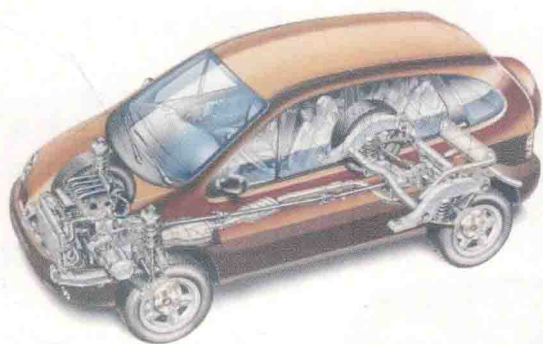


图 1-3 两厢轿车的底盘与车身的透视效果

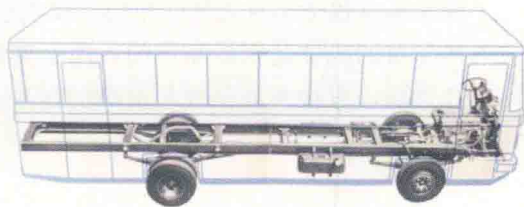


图 1-4 客车的底盘与车身透视效果

驾驶人员和乘客通常不会跟底盘部分发生直接关系，只有驾驶人员通过转向器和变速器操纵杆与底盘发生联系。底盘的性能和特性都是需要通过车身传递给车内的驾驶人员和乘客的（见图1-5～图1-7）。



图 1-5 双动力轿车车身内部透视效果



图 1-6 微型车的车身与乘客的关系剖解

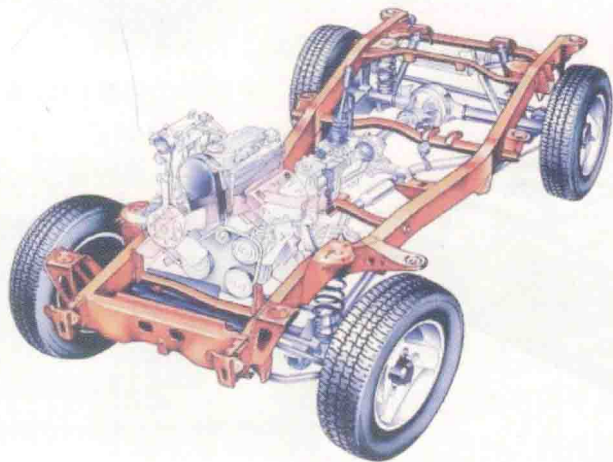


图 1-7 越野车底盘透视效果



(二) 狭义车身

狭义车身包括车身壳体、车门、发动机盖、行李厢盖等部件的白车身。

白车身的壳体是钢板制作的、用于支撑钢板覆盖件的支撑构件，这些支撑件具有特殊结构和形状，有很高的强度与很好的耐冲击性，这是白车身的重要特点和主要作用（见图1-8～图1-12）。

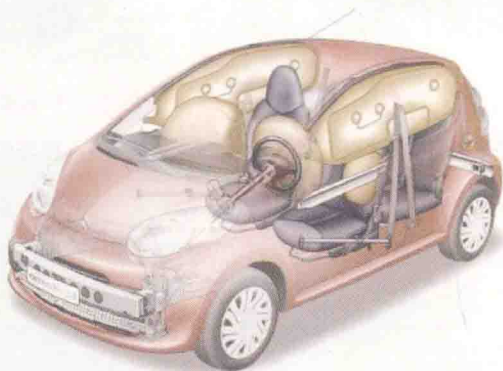


图1-8 A00级轿车白车身透视效果



图1-9 北京切诺基2020白车身局部



图1-10 车身壳体

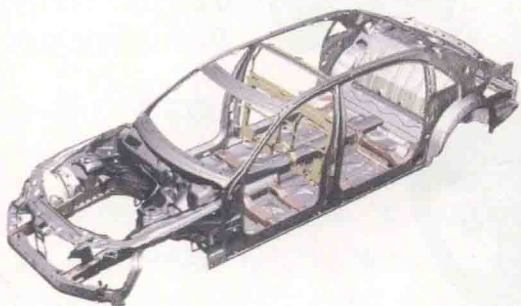


图1-11 轿车车身壳体总成



图1-12 大客车白车身壳体



二、车身设计制造的要素

(一) 安全性

汽车被称为“改造世界的机器”。一方面拥有快捷、舒适的正面效应；另一方面，也给人类带来了较大的负面效应。交通事故就是其中最严重、危害最大的负面效应之一，这是我们每天都要面对的“现代文明病”。

车身安全性能的首要要素就是碰撞后尽量减小严重变形的可能。为此，我们有两件关键的事情要做，一是保持车身刚性，二是分散撞击能量。保持车身刚性的基本办法就是加强车身的强度，例如采用高强钢及加强结构，诸如四门防撞钢梁和横向加强梁等；而能量分散机构则和车身的结构息息相关。能量分散指把碰撞时产生的能量导向车身的其他位置以避免人在车内的二次碰撞，这里最重要的是靠车身把撞击产生的大部分能量吸收掉。否则，车身再坚固，车内乘员还是会受到二次撞击。就如拿一个不锈钢的盒子上装鸡蛋，再把盒子扔到水泥地上，盒子一点不变形，鸡蛋还是会碎的道理一样。但是若在盒子内外包裹足够多的海绵等具有柔性、弹性的材料，鸡蛋碎的可能性就小很多了。因此，车身必须要有类似盒子上包的海绵那样的材质结构，这就是吸能装置，如内部的安全气囊。目前安全气囊也应用到了车身外。车身除乘员舱以外的几乎所有结构都具备吸能特性，有的车型会根据碰撞速度不一样而设计有几级碰撞吸能区。车身吸能和车身刚性二者必须刚柔并济才能保持车身的安全性能。碰撞测试就是检测车身安全的一个重要手段。

汽车安全性配置按照事故发生的前后基本可以分为主动安全和被动安全两大类。汽车的主动安全性是指事故将要发生时汽车防止事故发生的能力，而被动安全则是指事故发生时车辆保护成员和步行者，使损失降到最小的能力。为预防汽车发生事故，避免人员受到伤害而采取的安全设计，称为主动安全设计，如ABS、EBD、TCS等都是主动安全设计。它们的特点是提高汽车的行驶稳定性，尽力防止车祸发生。其他像高位刹车灯、前后雾灯、后窗除雾等也是主动安全设计。车辆的被动安全系统归纳起来可分为安全车身结构和乘员保护系统，其中安全车身结构主要是为了减少一次碰撞带来的危害，而乘员保护系统则是为了减少二次碰撞造成的乘员损伤或避免二次碰撞。我们常说的安全带、安全气囊、儿童安全座椅、转向系防伤机构等都是被动安全装置。

汽车安全性能设计在不断完善，但更多针对的是车内驾驶人员与乘员，我们还应增加汽车保护行人的功能，鼓励购买对行人保险系数大的汽车，比如车头低的车型。例如，法国雪铁龙公司生产的一款车就具备保护行人装置，车头发生撞击后，其发动机盖接近前挡风玻璃一端会上升15cm，形成更大斜坡，进一步缓解对行人的撞击力。我们是否还可以设计软性前盖或前置气囊呢？就像防弹衣材质所具有的弹性，外人撞击其上不会有太大伤害，但身着防弹衣的人也不会受到伤害。目前，车内防护装置一般有以下几种。

(1) 安全带 传统的安全带主要有两点式和三点式两种。两点式只固定乘员的腰部，不能固定上半身，一般不用在前座。三点式在两点的基础上加一根斜跨到肩部固定上半身



的带子，固定带子的固定点有三处，它可固定乘员的上半身，提高了安全性。今天的安全带技术已经大大改进，由原来的机械预紧模式改为电子限力预紧模式。机械预紧模式只是有锁住效果且有延迟，而电子式不仅能准确地锁住安全带，还能收紧安全带以保证人的身体尽可能靠近椅背。电子式安全带与安全气囊合用一套控制设备，当碰撞发生时，安全带自带的一个收紧装置（也是利用化学品爆炸产生的瞬间冲击力收紧安全带卷收器）会先于安全气囊工作，这样可以更有效地保护乘客。目前，五点安全带也已在民用车上推广。安全带是汽车安全领域的根基。伴随安全带出现的安全设备如警示灯和警示音也应运而生。驾乘人员在没系安全带时会自动进入限速模式，有的车型甚至拒绝行驶。而一些高端车型则有安全带自动约束装置，只要把车门打开，安全带会自动移动到合适位置形成一个“套”，驾驶员只有钻进“套”这一个选择，否则车就原地不动。

(2) 安全气囊 安全气囊可以有效地减轻车辆撞击时人员头部的受伤，与安全带一起对前排乘员提供有效的保护。近年来，为提高安全性，有些汽车还设置了侧面气囊系统。其工作原理为：当传感器侦测到撞车时产生的强烈信号并传递出来；气体发生器根据信号指示产生点火动作，点燃固态燃料并产生气体（多为氮气）向气囊充气，使气囊迅速膨胀，当膨胀起来后气囊又立即泄气，防止乘员在撞上它以后反弹回来的二次伤害。

(3) 头枕 头枕是汽车后部受撞击时限制人的头部向后甩动的安全装置，头枕可降低颈椎受伤的可能性。

(4) 安全玻璃 如夹层玻璃（最适合于前挡风玻璃的安全玻璃），发生碰撞时不会散落而造成二次伤害。

(5) 门锁与门铰链 汽车的门锁与门铰链应有足够的强度，以避免行进过程中车门开启造成乘员被甩出车外的危险。此外，事故发生后车门仍能打开。

当然汽车安全的装备远远不止这些，除了以上谈到的应用相对较广的安全系统，奔驰的注意力辅助系统，沃尔沃的城市安全系统（见图1-13），平视显示系统、发动机下沉技术的运用等也是值得关注的重点。

有数据统计表明，市内交通75%的追尾事故都发生在大约30km/h的速度下，而沃尔沃



图1-13 沃尔沃的城市安全系统

的这项“城市安全”系统，则正是这些事故的克星：当车辆的速度达到30km/h时，这套系统就会自动启动，通过前风挡上的光学雷达系统监视交通状况，尤其是车头前6m内的情况。当前车刹车、停止或者有其他障碍物的时候，这套系统首先会自动在刹车系统上加力，以帮助驾驶员在做动作前缩短刹车距离；或者它还可以通过调整方向盘，来改变车辆行驶路径，以避免障碍物。当然，如果距离障碍物已经很近，这套系统会自动紧急刹车而无需驾驶员的操作。



车辆在高速行驶时，特别是夜间高速行驶时，驾驶员可能会低头观看仪表显示或观看中控台的音响等显示，此时如果前方遇有紧急情况就有可能因来不及采取有效措施而造成事故。为避免这种情况发生，有的车辆上装配了抬头显示（HUD）系统（见图1-14），它可以将有关信息显示在前风挡玻璃的驾驶员平视范围上，且显示位置、显示亮度可调，这样可以避免低头看仪表，从而缩短眼球对前方的视觉盲区时间，对减少因低头走神引起的事故有着重要的价值。



图1-14 雪铁龙C6的抬头显示器

汽车碰撞时因为车身前端变形，发动机很可能直接冲向驾驶室，车内乘员受伤害的可能性会陡增。因此，有了一个断臂自救的技术——发动机下沉。采用下沉技术，发动机会斜着向地面运动，着地后阻力增大会减缓发动机的冲击力，另外发动机的冲击点降低，会在车身下面形成一个支撑点，从而把驾驶室“抬”起来，这样不仅不会侵占驾驶室的生存空间，还因抬高驾驶室而有利于乘员获救。

现在人们利用计算机模拟方法可以得到汽车稳定性和变形的参数，根据这些参数进行各种冲击试验而设计提供乘员更高的安全性保障措施。但值得注意的是：被动安全特征能够减少危险，但危险并不会永远消失。现代汽车制造企业常利用高性能计算机来检测新车型的防撞性能，如利用计算机辅助工程CAE（Computer Aided Engineering）。CAE能够帮助设计者提高工作效率。设计和车身形状的细节可做成可视化的效果，在实际生产制造之前就可以进行反复修改，从而降低时间成本、生产成本。在CAE模型制作之后，将其转成为有限元（FE）模型：车身结构是由最简单的几何体单元组成的网络构成，单元节点数能达到80000个。计算机将这些节点连接起来，并把材料的厚度以及其他特性参数输入程序，进行极其复杂的计算，然后就能够模拟出车身在遭受来自各个方向和变化的作用力时的变形行为。这种测试方法取代了真车检测的某些程序。

在工业产品中，交通工具是处于运动状态的产品。轮船、飞机以及火箭等都是非陆地运行的工具，因此，重点是考虑行进阻力的减少以及平稳性和安全性等，同时造型方面的要求明显较陆行交通工具低，因为这类交通工具在运行时通常远离人们的视线，最为关键的是，它们的普及率远不如大众消费品——汽车，并且，技术难度增加了造型难度。

陆行交通工具中火车由于是在固定路线上行驶，并且由于其运输特点决定了它是长距离、大跨度行驶，因此大多数时间其外观也是远离人们视线的。地铁更是沉于地下，人们对其外观造型的要求也远不如汽车等陆路交通工具。

汽车以及摩托车、自行车等这些陆行交通工具是短距离运输工具，长时间在人们的视线内，同时与人的接触距离非常近，造型的要求自然高。

陆路交通工具的安全通常会影响到驾乘人员及周围人群的人身安全。而轮船、飞机以



及火箭等都是非陆地的运行工具，其安全通常只会影响到驾乘人员。这就是说，这些交通工具的内部造型、舒适度等要求要远远高于人们对其外部的造型要求。不过，或许正因为如此的心态导致了诸如2011年的“7·23”甬温线特别重大铁路交通事故的发生。交通安全应该是一个系统安全问题，技术合格并非等同于相应的管理合格、配套设施合格。

就汽车类的交通工具而言，造型设计与安全性要求都非常高，究竟侧重造型还是安全呢？毫无疑问后者要放在第一位。

以丰田公司2010年年初的召回门来看，即便是一个设计得精美绝伦的汽车踏板，如果安全得不到保证，那么它的实用价值将为零。

（二）舒适性

噪声、振动和舒适性是衡量汽车舒适程度的指标，是汽车用户最直接最重要的主观评价内容。噪声（noise）、振动（vibration）、舒适性（harshness）统称为车辆的NVH问题。随着汽车普及率的提高，汽车NVH性能必将成为用户选择的重要衡量标准。

驾驶区的舒适主要是指人在驾驶车辆时，各种不断变化的操控动作易于把控，并且长时间保持坐姿，操控也不易产生疲劳感，更不会因为操控动作的不断变化，而影响驾驶的安全。这个舒适性的要求是指在符合人体工程学基础上的美学要求，包括每个功能部件及功能部件之间符合人体工程学的前提下视觉的舒适性（见图1-15）。不难想象姚明这样身材的人，坐在奥拓车上驾驶是什么感受，当然旁观者的感受也不言而喻了。

乘坐区的舒适主要是指人在乘坐车辆时，处于非工作状态，不会因为车辆路面的变化而产生疲倦，尤其是躯干和下肢的活动空间能够有所调整变化（见图1-16）。如同姚明乘坐奥拓，我们知道头发紧贴汽车顶棚，膝盖弯曲紧靠前排座椅的乘坐空间，无论如何都不会被消费者接受。这也就是为什么奔驰、宝马、林肯、凯迪拉克等高级车被大家尊崇以及加长型的所谓房车是舒适和享受的象征。



图1-15 驾驶区的操控设置要符合人在工作状态下的工程要求



图1-16 后排乘坐者的舒适性主要是座间距以及人在非工作状态下的，符合工程要求



(三) 视觉传递性

视觉传递性指外部感观效果。如宝马这个品牌的外观同这品牌具有很强的一致性——力量、稳健、成熟（见图1-17），奇瑞QQ这个品牌的外观同其名字一样——青春、活力、小巧（见图1-18）。



图 1-17 宝马车外观设计



图 1-18 奇瑞QQ车外观设计

汽车造型设计中品牌典型特征的延续性是非常重要的，几乎每个知名品牌都有自己典型的DNA特点，而不是单纯的一个徽记商标。诸如奔驰的细横条的镀铬水箱罩、宝马的方形横8的水箱罩、切诺基的竖式7格栅水箱罩等等。这些汽车造型设计中的重要特点是一代又一代的设计师不断强化的结果。但是每一个产品又都能根据具体产品的体量 and 功能要求一方面维系传统典型结构；另一方面结合产品的具体要求在整体造型设计和局部的线条与曲面的组合上保持一种内在的审美血统。



第三节 车身与底盘

一、连接方式与结构分类

(一) 焊接——承载式

车身与底盘直接连接，连接方式通常是焊接等刚性连接方式，这种连接和承载方式是将车身和底盘连为一体，车身同底盘一起参与承受汽车在行驶过程中的各种载荷。这种连接和承载方式通常应用在轿车和高档大客车上，目的是在保证安全性的前提下，提高乘坐舒适度，使车辆的平顺性得到改善，同时有效增大了车辆的装载空间（见图1-19～图1-23）。

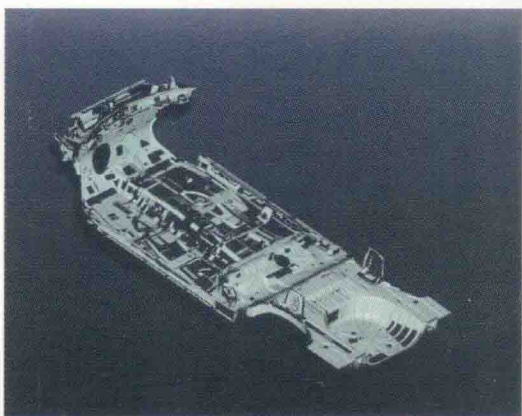


图 1-19 轿车承载车架

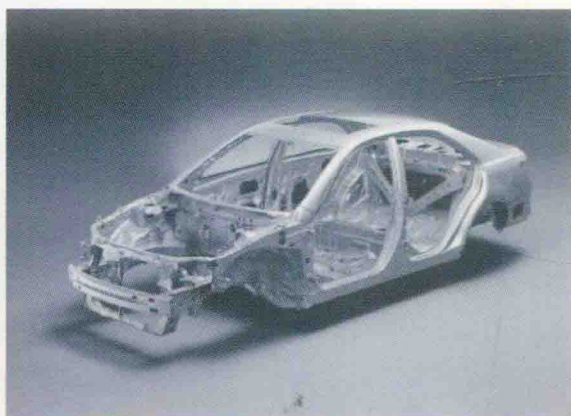


图 1-20 轿车承载车身

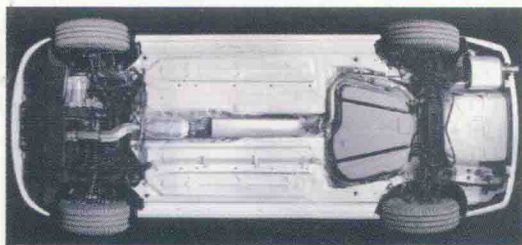


图 1-21 轿车承载车身底部

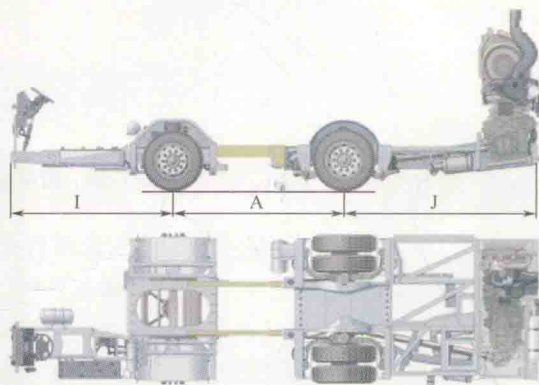


图 1-22 大型客车承载车架

I—前悬；A—轴距；J—后悬