

# 车 身 造 型

## 3.1 概 述

轿车被誉为运动着的“雕塑”，具有超凡的艺术魅力。轿车车身色彩丰富、形态各异，形成人们生活中一道绚丽的风景线，为人们的生活增加了动感和美感。汽车造型师通过车身造型将这一冰冷的机械注入了生命和灵魂，给人愉悦感乃至震撼感，并形成一种文化和时尚，越来越多的人成为爱车族和车迷。

成功的汽车艺术造型既体现着一个国家、民族的风格和人文素质，也是美学、科学技术完美结合的工艺品。车身造型是世界各大汽车厂树立形象、创造品牌、争夺市场的重要因素，一个汽车产品的声誉越来越取决于其美学造型的影响。

车身造型是车身设计的重要环节，在汽车总布置完成后，车身的主要轮廓和外形尺寸就基本确定，接下来就可以对车身进行造型。车身造型主要是在汽车基本外形的基础上构造曲线、曲面、填充色彩和内外装饰件等，给汽车赋予具体的形象。

车身造型是一个极具特色的综合性创作过程，是科学技术与艺术技巧高度融会交织的过程。在汽车造型过程中，既要考虑结构、性能、制造工艺等科学技术因素，也要考虑美学因素和社会因素，需要综合分析，权衡各因素的作用和影响。制作车身数字化外形模型是现代车身造型的关键工作之一，该模型是车身结构设计、模具(工装)设计、工艺设计等环节的依据，对车身开发各环节均具有重要影响。

### 3.1.1 造型开发的主要内容

汽车开发中的造型开发涉及车辆可视部分的全部领域，在商品规划概念的基础上，策划确定总布置、造型和色彩，在造型中体现出符合用户价值观的表现。

造型开发工作不仅只是造型，而且涉及质量、人体工程学和舒适性的改善。设计和商品规划部门联手商讨设定空间和视野方面的一系列计划，提出提高舒适性和方便性的结构及装备方案等也都是与规划、设计部门联合进行的。

根据汽车的部位，造型开发业务可分为以下几个部分。

- (1) 外形造型：主要设计汽车外部的基本形状、保险杠和前照灯等主要部件。
- (2) 室内造型：从驾驶室或乘客室内空间的人机工程学的角度出发，进行室内乘员和设施的布置；进行内饰件的设计。
- (3) 色彩造型：车身颜色、室内总体色彩的设计以及内饰材料、织物花纹样式和涂料开发的设计。

(4) 零部件造型: 项目中所采用的通用件(外饰包括轮辋、倒车镜、手柄类等,内饰包括方向盘、音响、IT设备等)的造型。

(5) 标牌装饰造型: 汽车所使用的品牌标记、车名标识及室内各种装备等标识设计。

(6) 感性质量造型: 追求提高用户在观察、触摸、使用时所实际感觉到的感观上的品质。

(7) 模型开发: 造型开发所使用的小比例模型、全尺寸油泥模型、塑料模型的开发及数字模型、造型数字数据的制作。

此外,还有车展所展出的概念车的开发等。极为重视造型的概念车多由造型部门从造型的视点出发,开发概念、功能并提出方案及进行设计。

造型活动最终目的是:对商品来说应使其基本功能成立,同时从美学的观点出发,建立综合的体系及秩序。

### 3.1.2 汽车车身造型的要求

车身造型的任务是实现艺术和技术的紧密结合,使美学融于科学技术中,是以确定汽车的优良形态为主要目标的创造性工作,是汽车总布置和车身总布置基本确定以后进一步使汽车获得具体形状和艺术面貌的过程。确定车身造型的四个基本要素包括机械工程学、美学、空气动力学和人机工程学。

现代车身结构设计应该满足以下要求:

- (1) 应充分体现实用性、科学性和艺术性的完美结合。
- (2) 整体造型要协调、和谐,保证统一完整的艺术效果。
- (3) 车身造型的艺术形象应有强烈的时代气息,应给人以美的享受和艺术感染。
- (4) 在车身造型设计过程中,需运用绘画、雕塑等各种艺术技法和手段。
- (5) 汽车造型应使汽车具有良好的空气动力性、实用性等性能。

### 3.1.3 现代车身造型的发展趋势

伴随着社会科技的不断前进,现代汽车造型也在迅速变革与发展。机械工程学、人机工程学、空气动力学和现代化制造方法的发展促使汽车造型不断更新、完善,传统与创新艺术风格的有机结合也影响着造型的美学实践。

#### 1. CAD/CAM/CAE 一体化技术的应用

近代数学、力学以及电子计算机技术的发展,使车身设计发生了根本的变化,传统的车身设计耗费大量人力的绘图工作、粗略的估算或依赖于经验设计的方法已经被抛弃,代之以电子计算机的应用为中心的车身设计计算与曲面造型方法,使车身的技术性能大大提高并大大缩短了设计开发周期。以计算机辅助几何设计为基础的 CAD/CAM 一体化系统标志着车身制造工艺的现代化,例如用数控机床加工冲模以及配备数控机械手的车身装焊流水线等设施,保证了汽车车身的生产质量。精心设计,精心制造,必然获得精巧的产品。

## 2. 新型工程材料的应用

新型工程材料的应用使汽车的面貌焕然一新。近年来在汽车上越来越多地使用铝制零部件,其最大的优点是减轻质量。铝制件虽然比钢件厚度大一些,但仍可使零部件减重50%左右。工程塑料的用量也在逐年大幅增加,1969年每辆轿车的塑料平均用量约10kg,现在的用量已超过100kg。塑料制品易于成型和着色,使设计和造型有较大选择余地。例如,国外聚氨酯泡沫塑料在汽车上的用量占塑料用量的首位(约占1/3),其密度与弹性可在很大范围内按需要进行生产,除了制成软覆饰材料外,还可以制成半硬或硬的零件、板、壳、车身外部护条、保险杠等。在2017年上海国际车展上展出的Vulcano Titanium(Titanium,钛)跑车就是应用新材料的典范(图3-1)。该车车身大面积使用了钛合金和碳纤维材料。本应用于飞机的耐高温材料如今也大规模用在了Vulcano Titanium车身上,这样金属材质的外观让这款车充满了未来感。

## 3. 人机工程学的应用

现代汽车总布置的新理念是把发动机和底盘各种机件尽量推向汽车的边沿以及把四个车轮推向汽车的四角,以便最大限度地增大中部乘坐空间。在普及型轿车上,这种新的布置方法对造型的影响特别明显,使得汽车的头部和尾部变得短小,汽车造型别具一格。如图3-2所示为人机工程学在车身造型中的应用范例。



图 3-1 Vulcano Titanium



图 3-2 人机工程学在车身造型中的应用范例

## 4. 空气动力学的应用

近年来,为适应圆滑平顺的外形发展趋势,推出了平滑化设计(Flush Design)的新式车身结构,需要使车身的各个构件尽量靠近车身的理论表面,例如将各种外伸零部件隐入车身之内,使前照灯的灯罩和前后挡风玻璃曲面与车身曲面连续并尽量齐平,使侧窗玻璃镶嵌在窗框的外侧等,如图3-3、图3-4所示。

## 5. 小巧车型的推广

随着拥有汽车的人数增加,以及社会生活方式的变化,双座、小巧的轿车车型将会备受青睐,如图3-5、图3-6所示。同时,汽车停放时为了减少两侧之间的距离,开启宽度过大的垂直转轴式车门有可能被翻转式车顶、旋翼式车门和推拉式车门所取代,分别如图3-5、图3-7、图3-8所示。



图 3-3 Toyota 丰巢概念车



图 3-4 布加迪 gangloff 概念车



图 3-5 起亚 pop 概念车

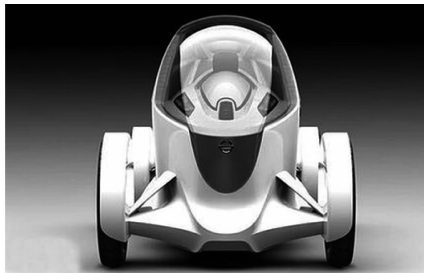


图 3-6 纯电动概念车



图 3-7 奔驰旋翼车门



图 3-8 劳斯莱斯后拉式车门

## 3.2 车身造型基础和方法

### 3.2.1 汽车造型程序总论

汽车造型设计流程根据企业的不同,其细节也略有不同,但大致可分为以下几个步骤:

- (1) 造型规划;
- (2) 先行造型;
- (3) 生产造型。

多数企业先于上述步骤,确定了商品规划,据此再启动造型开发。与其他产品一样,经

过造型规划到生产造型的过程,从抽象的概念到具体的形状、草图及各种模型等的采用选择,均按照流程的各个步骤进行,经过最高管理层的最终决定而确定可进行生产的造型。

传统的造型方法是以手工劳动为基础的,这样会耗费大量的人力和物力,延长了设计开发的周期,并且设计精度也不易保证。所以现代汽车造型越来越趋向于数字化。随着科技的不断发展,计算机辅助造型(CAS)已经被应用到包括汽车在内的许多领域。现代化汽车造型技术越来越多地使用计算机辅助造型技术,从而提高效率,降低成本。

## 3.2.2 车身造型流程

### 1. 造型规划

在推进造型开发时,首先必须决定的是商品规划,包括使用地、目标用户、品牌作用及定位,以明确这些商品的性能及市场定位为目的,由专门的规划部门纵观全公司的商品结构确定商品规划。

#### 1) 车型定位

企业经营活动的目的是获取最大的经济效益,只有其产品在市场上畅销才能实现这一目标。因此,在制定企业产品开发计划之前必须进行市场调查,根据市场需求情况,进行车型定位,密切关注市场的动向,仔细分析社会的经济形势,掌握用户对产品的使用需求。正确的车型定位是企业成功的前提。

#### 2) 可行性分析

通过调查市场情况、企业的技术条件、工艺分析、成本核算等,预测该种车型是否符合需要,对比竞争企业同类车型情况,分析企业的技术工艺能力,需要什么样的生产规模,能否收到较大的经济效益等。

可行性分析之所以重要,在于要充分考虑到各方面的影响因素,明确产品开发的方向。否则,不经过周密的调查研究与论证,盲目草草上马,轻则造成产品先天不足,投产后问题成堆,重则造成产品不符合需求,在市场上滞销,带来重大损失。

#### 3) 设计任务书

设计任务书须经国家机关或企业最高领导批准,作为一项指令向设计部门下达,用以确定生产纲领、考虑拨款和投资等。设计任务书包括对产品技术指标的描述,车型、各个主要尺寸、主要质量指标、主要性能指标及各个总成的形式和性能等具体要求,以及设计开发进度时间表。

#### 4) 造型人员的配备及资料的准备

首先要任命项目负责人,其次要配备相关工作人员。较完善的造型人员配备应包括造型师、色彩花纹设计师、实物模型师、三维数字模型师和逆向工程师。

准备资料包括相关国家和行业的标准和法规、获取与造型相关的布置图和控制尺寸以及可以用于借鉴和参考的同类产品信息。

据此,造型部门进入具体的造型工作,开始实施造型规划。在充分了解商品规划要求的基础上,考虑造型的趋势及用户的偏好、造型战略及视觉认同性,提出具体的造型规划。该造型规划作为造型概念,成为以后的造型开发方针。

## 2. 先行造型(超前造型)

确定了造型规划后,下一步便是先行造型。在这一步中,以前述的商品规划的要求及造型规划为基础,提出多个造型概念及意见,同时探索向生产造型转移的方向性。在此明确造型的方向性并与相关人员(规划、造型、设计、营销等)统一认识,对平稳地进行生产造型足极为重要的。造型部门提出的概念范围不仅仅停留在创意上,还涉及车辆基本布置的各部位功能及方便使用的各个细节,此时,需要进行技术开发的造型概念并提前加以发掘,所以先行造型有很重要的作用。特别是在对汽车结构比例及操作性影响极大的总体布置的开发中,需要较长的时间及大额的投资,因此造型部门与设计部门间的充分协调是必不可少的。以生产为前提的项目则另当别论。以长期的视点来研究未来的造型及商品趋势也是先行造型的任务。对此,多以研究开发部门与商品规划部门协作的方式进行开发,并将概念车在车展上展出,对其反响进行分析并反馈给生产造型部门。

## 3. 生产造型

在先行造型阶段明确了造型的方向性并解决了技术方面的课题及收益性等问题之后,开始启动以实际生产、销售为目的的生产车的造型工作。

根据新产品开发规划及概念设计,确定车身总体布置方案,并使之视觉化,绘制出车身总布置草图。在确定车身总布置方案时,可充分体现新结构、新技术、新材料和新工艺等的应用,设计师可进行多种方案的可能性探讨,并从中选出最符合概念设计要求的方案。造型设计部门进行车身外形的构思,并绘制外形设计概念图,以提供外形设计方案,同时确定出车身造型的具体性格,从而在先行造型阶段确定的造型方向性的基础上,在更为严格的条件中进行造型创意,从多个草图方案中选择出几个最有希望的草图方案。

根据车身总布置方案和外形构思,进行车身 1:5 布置图设计,确定出车身外形尺寸和内部布置尺寸。但近年来将此替换为以二维 CAD 数据制作的数字模型。另外,与大画面显示及立体投影显示的虚拟现实(VR)技术匹配,实现了油泥模型较难进行的初期阶段全尺寸研究以及具有与实际车辆相同状态和质感的真实商品形象研究。图 3-9 为车身总布置图。

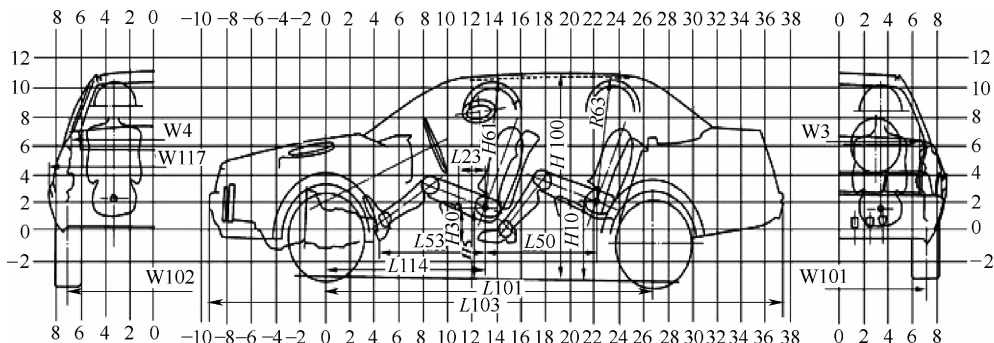


图 3-9 车身总布置图

再根据 1:5 车身布置图确定的车身外形,绘制车身外形透视效果图和 1:5 立面效果图。从 1:5 的车身布置图上取得车身外廓各截面轮廓线样板,依据 1:5 立面效果图等设计资料,雕塑 1:5 油泥模型。油泥模型是在审议确认的造型效果图的基础上进行雕塑的,

是车身外形立体形象的进一步探讨。油泥模型比效果图更能反映设计人员的意图,并可进行风洞试验以初步认识车身外形的空气动力性能,同时也可作为销售部门研讨的依据。并以车身布置尺寸作为必要条件,依据风洞试验结果分析,进行模型的立体形象塑造,不断修正车身外形,最终完善1:5车身布置图和模型。

油泥模型的造型制作完成后,制作与实际车辆相同的硬质模型(塑料模型),向最高管理层提出方案。在获得认可之后,从造型的最终形状到细节零件以三维CAD数据的形式提供给下一道工序。

### 3.2.3 车身造型方法

#### 1. 构思草图

构思草图是速写画,用来记录造型师的灵感。构思草图通常是素描画,可用铅笔、钢笔或塑料水笔等工具作画,图纸幅面以A4(或A3)较为适宜。构思草图必须以总布置设计所定出的基本尺寸和形状为依据。造型师绘制构思草图应有自己的特色,甚至形成自己的风格。图3-10为素描构思草图。

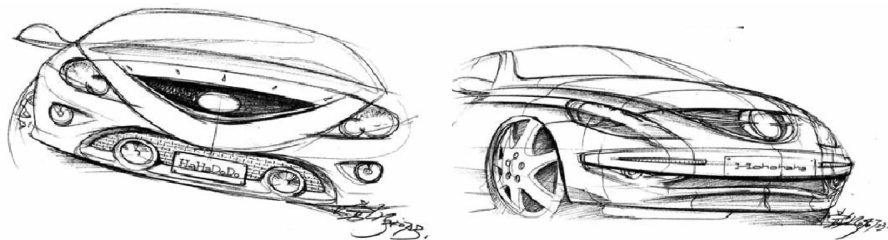


图3-10 素描构思草图

在此阶段所谋求的是探寻可提供目前所没有的新价值的取向及崭新的创意,在满足设计及法规的诸条件的基础上,必须能保持其创意。另外,在有限的时间内,探索出良好的创意并极尽所能地表现出来,将其魅力展示给人们,才是极为重要的。

#### 2. 效果图

彩色效果图是较为完整地表达汽车造型效果的绘画,是在大量构思草图中筛选出优秀的方案,进一步绘成正规的效果图,既可以从中验证造型师对新车的造型构想,又可以作为互相研讨和交流的参考,最后还可以作为汽车选型的依据。彩色效果图通常可以反映整车外形、室内造型以及局部造型,如图3-11所示。

绘制效果图的目的是表现造型的思想。近代西方绘制车身造型效果图时多采用彩色水笔和喷笔,可大大提高绘画速度与表现效果。有的效果图还可以用于产品销售宣传,但此类效果图与设计用效果图目的不同。设计用效果图强调如实表现实际效果,如图3-11所示。

效果图经常使用1:5、1:10或1:2比例。有些设计部门为表现真实的感觉而绘制全尺寸效果图。此外,在对产品进行局部改进,或对某一细节部分造型进行研究对比时,也应绘制效果图,甚至绘制全尺寸效果图,以更可靠地表达设计思想。效果图对产品开发前期的

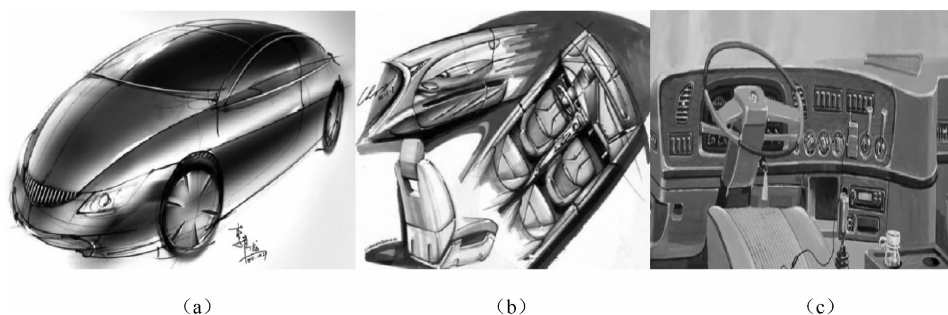


图 3-11 效果图

(a) 整车; (b) 室内; (c) 仪表板

造型构思具有重要意义。

### 3. 数字模型、比例模型

此阶段的工作是将纸面上的二维创意转变为三维的作业。在此阶段,通过将纸面上所描绘的比例与实际尺寸相比照,可更进一步接近现实,同时对形状进行推敲。

此时,采用被称为工业油泥的特殊黏土制作比例模型,但最近为缩短开发周期及提高模型精度,采用计算机虚拟二维模型已成为主流。在此阶段,应采用可轻易地对立体模型进行变更修正的灵活性较强的手段,对模型进行多次研究及修正。

采用油泥制作比例模型时,根据厂家的不同,有采用 5:1 尺寸的,也有采用 4:1 尺寸的。以往在制作油泥模型时,采用胶带图的方法,将侧视的轮廓、车身中心部的前视截面、计划图外形线及特征线等信息反映在坐标纸上,如图 3-12 所示,这是为确定油泥模型的框架,向模型师提供的信息、工具。在此所描绘的各截面线、特征线必须符合二维的原则。因此,为谋求其整合性,制作胶带图便成为一项极为辛苦的作业。

在制作数字模型时,不需要制作胶带图,可直接在计算机终端上制作线条。此外,在数字模型的制作中,确定了一条线时,与各视图(三面视图)匹配的三维线瞬时形成,同时可便利地对其线条是否是符合构想的线段进行评价。从这个意义上来说,与制作胶带图相比,数字模型可称为可以高效、准确地进行尺寸管理的工具。

在此阶段,利用数字模型及比例模型可大体上把握汽车形状的优点,反复进行以便确认是否准确地表现出了造型目标,如图 3-13 所示。



图 3-12 胶带图

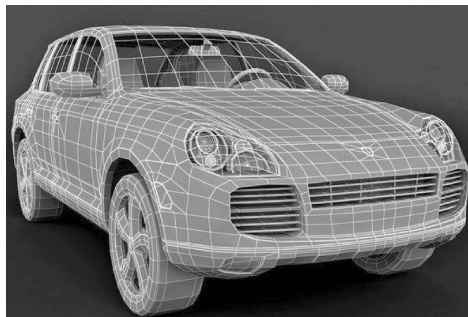


图 3-13 数字模型

从此阶段开始,造型师应与油泥模型师及数字模型师协同作业,共同进行面的丰满感、强度感、顺滑程度的加与减及线条的三维配置等与造型题目相关的效果上的平衡。另外,进行是否与实际形状完全整合的确认,在二维图中所描绘的比例能否实际在三维中实现,在二维图中无法表现的模糊的部分怎样进行整理,在不断进行这样修正的同时逐渐增强作为汽车的实体感。

在此阶段,无须过多地考虑硬件要求(设计上的限制条件)在数字模型中的反映,应在创意二维的表现方面倾注力量。

#### 4. 全尺寸模型

在利用上述的数字模型及油泥模型确定了造型创意的大方向并确认了造型题目的定位后,便可进入1:1全尺寸模型的制作。根据比例模型检测的数据,以三维面数据为基础,使用NC加工设备(数控设备)加工1:1全尺寸模型,如图3-14所示。

##### 1) 提案阶段

以1:1模型为基础,在实际尺寸的距离、空间上对造型进行确认,同时逐渐完善细部线条及面。在此阶段的作业中,在进行面的细微差别的调整及维持造型创意的同时,应考虑设计方面的要求、法规的要求及制造要求等各种条件,并将其反映在模型上。

另外,在该阶段所提出的方案数量应压缩在2~3个方案内,对造型的定位进行最终的判断。作为提案阶段的最终节点,确定向实际制品转移的最终方案并进行最终审查。模型应做到可准确地判断方案成为实际车辆时能多大程度地反映出造型定位的水平。

因此,在制作时应将主要装饰如前照灯、散热器格栅、后组合灯、后视镜、车门手把等反映在油泥模型上。

##### 2) 生产车油泥模型阶段

在此阶段,应周密地进行最终选定方案的硬件条件的检查,同时对作为最终产品的美观程度及考虑到在工厂的生产线制造、生产性等细节进行调整。因此,在车身外部及较大部件如保险杠等基本完成之后,装饰的制作便成了造型作业的中心,如图3-15所示。



图 3-14 1:1 提案模型



图 3-15 油泥模型

根据汽车的使用方法及使用环境、气候等的变化,车身及其他部件会产生极微小的偏差。汽车在出厂时虽经过严格的检查,但由于制造上的零部件个体精度差及装配误差,故不能完全满足图纸的要求。考虑到汽车所特有的品质特性及在批量生产时产生的问题,在此阶段进行造型的最佳质量处理是最为重要的。例如,对由于钣金件、塑料件、玻璃、橡胶等

各种材料的伸缩系数不同而引起的凸凹进行早期预测,实施可使零部件接合面看起来较为平滑的面差别处理(预测零部件接合面的偏差,在接合件之间预留间隙)。通过这种最终的面差别处理,修整由于零部件分割线横跨于三维复杂面下引起的间隙不均匀、接缝不良或间隙看起来过大等由形状的不同而产生的造型质量问题也是极为重要的。

### 3) 造型研究/高光点检验

油泥模型所形成的表面如实际的金属般光滑,但由于其材料为黏土,在质感、凝缩感、重量感、色彩及反射率方面与实际车辆相去甚远。因此,在进行各节点的造型确认时,需在油泥模型上敷上一层银灰色的薄膜,使其接近实际车辆的状态。此时,在车窗部位贴上深色系的乙烯染色薄膜、车灯等以具有透明感的图画表现,将差别感控制在最小限度内。

### 4) 确认用模型

经过几轮的确认,在造型完成阶段,以1:1油泥模型为基础,制作确认用模型(看起来与实际车辆相同的塑料模型),如图3-16所示。在制作该确认用模型时,从1:1油泥模型上进行检测,制成数据。此时,以1/100mm单位的精度做成曲面数据,同时进行数据上的重要参数检测。通过获得的数据制作确认用模型。确认用模型是造型的最终确认及细节造型最终确认时的工具,同时也是与后期的试制车进行比较及确认在实际工厂装配的车是否按数据再现了造型最终形状的基础车,确认用模型用于相关部门及广告等信息媒体传播造型理念。



图 3-16 确认模型

### 5) 造型数据的制作

按照通过确认用模型获得承认的造型方案,制作最终的造型数据,下发给设计部门。

### 6) 内饰造型

汽车内饰设计,也就是汽车内部环境设计。汽车行驶在路面上,对于乘员则有两种环境,一是汽车四壁及底、顶构成的相对静止的环境;另一则是由车窗外外部高速运动的街景构成的相对运动的环境。

对于这种特定环境的要求,首先要保证乘员的安全感与稳定感,要保证最佳的操作性与使用性。其次,这个环境应该是舒适恬静的,并应使乘员充分领略到车内环境的和谐美与崭新的现代感。

在决定内饰造型时,须有从目标用户群及其需求引出的以下要素:

- (1) 功能参数;
- (2) 成本参数;
- (3) 心理因数。

以上这些要素统称为商品概念。在缜密地调查这些要素的基础上进行内饰造型开发是极为重要的,在综合考虑下述几个因素的基础上确定汽车的内饰功能参数。同时,考虑其间的平衡是极为重要的。

(1) 安全性。在各种环境下,不同用户所使用的车的内饰被赋予了极高的安全性要求。因此,为了确保用户的安全,防范事故于未然,出现事故时减轻乘员伤害、确保事故后的安全,在内饰造型时,应缜密计划,以确保视野、防止误操作、减轻疲劳、稳定情绪、减少冲击、注