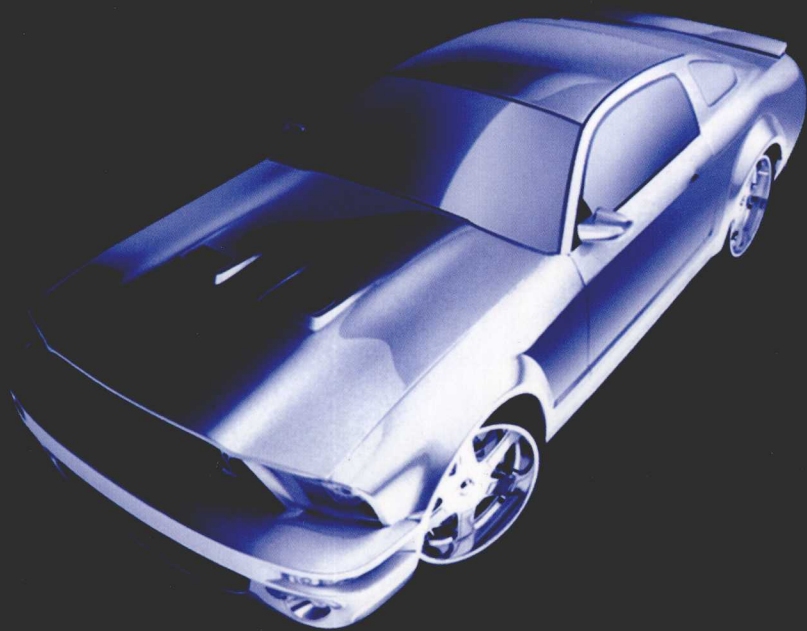


普通高等教育汽车车身设计学科方向规划教材

汽车 模型制作

○ 王宏雁 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育汽车车身设计学科方向规划教材

汽车模型制作

主 编 王宏雁

参 编 杨振宇 魏 清 毛启禹

主 审 杜子学



机械工业出版社

本书系统地讲述了现代汽车车身造型过程中各种模型的制作方法。

全书共分4章,内容包括汽车模型制作概论、汽车外模型制作、汽车内饰模型制作以及样车试制等,简要介绍了汽车模型的作用、制作历史、发展趋势和样车试制技术,着重而详细地讲述了不同材料的外模型和内饰模型的制作方法。

本书力求反映现代汽车模型制作所涉及的材料、工具、技术、过程、方法和手段,取材丰富,图文并茂,结合大量的实际制作经验,深入浅出地、具有十分可操作性地指导学生学习有关汽车模型制作的基础知识。本书为车身工程专业和车辆工程专业本科教材,也可作为汽车造型工程师提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车模型制作/王宏雁主编. —北京:机械工业出版社,2008.5

普通高等教育汽车车身设计学科方向规划教材

ISBN 978-7-111-23804-1

I. 汽… II. 王… III. 汽车—模型—制作—高等学校—教材

IV. U46

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第040577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:赵爱宁 责任编辑:赵爱宁 版式设计:霍永明

责任校对:张玉琴 封面设计:王伟光 责任印制:李妍

唐山丰电印务有限公司印刷

2008年5月第1版第1次印刷

184mm×260mm·6.75印张·149千字

标准书号:ISBN 978-7-111-23804-1

定价:15.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379712

封面无防伪标均为盗版

普通高等教育汽车车身设计学科方向

教材编审委员会

主任：北京理工大学

林逸

副主任：吉林大学

张君媛

清华大学

周青

重庆交通大学

杜子学

上海交通大学

陈关龙

机械工业出版社

林松

委员：湖南大学

曹立波

同济大学

高云凯

江苏大学

朱茂桃

合肥工业大学

张代胜

扬州大学

陈靖芯

燕山大学

韩宗奇

武汉理工大学

乐玉汉

中国农业大学

张红

河南科技大学

谢金法

南京林业大学

郑燕萍

秘书：机械工业出版社

赵爱宁

机械工业出版社

冯春生

序

汽车被称为“改变世界的机器”。由于汽车工业具有很强的产业关联度，因而被视为一个国家经济发展水平的重要标志。进入 21 世纪以来，随着国民经济的持续增长，轿车逐渐进入家庭，我国汽车工业进入空前的快速发展时期，已经成为国民经济的支柱产业。在“十五”末期，我国汽车年产量已达到 570 多万辆，在世界排名由第 11 位跃居第 3 位，已经成为世界汽车生产、消费和保有量大国。汽车工业正在成为拉动我国经济增长的发动机。汽车工业的繁荣，使汽车及其相关产业的人才需求量大幅度增长。与此相适应，作为高层次人才培养基地的汽车工业高等教育也得到了长足发展。据不完全统计，迄今全国开办汽车类专业的高等院校已达百余所。

虽然近几年中国汽车工业得到快速发展，市场需求稳步增长，汽车产能迅速扩大，技术水平不断提升，多元化资本进入汽车产业，但是从可持续发展的战略高度仔细分析我国汽车工业现状，仍然存在很多限制因素。中国汽车产品的质量和技术水平与国际水平存在着很大的差距，汽车产业自主开发能力十分薄弱。从未来发展趋势看，打造我国自主品牌、开发核心技术是我国汽车工业的必然选择。

十六大以来，党中央明确提出要把推动自主创新摆在全部科技工作的突出位置，把提高自主创新能力、建设创新型国家作为调整经济结构、转变增长方式、提高国家竞争力的中心环节，这对我国高等教育的办学体制、机制、模式和人才培养理念等都提出了全新的要求。

为了满足新形势下对汽车类高等工程技术人才培养的需求，在中国机械工业教育协会机械工程及自动化学科教学委员会车辆工程学科组的领导下，成立了教材编审委员会，组织制定了多个系列的普通高等教育规划教材。其中，为了解决车身开发方面的创新型人才培养中教材短缺、滞后等问题，组织编写了“普通高等教育汽车车身设计学科方向规划教材”。

本系列教材在学科体系上适应普通高等院校培养开发研究创新型人才的需求；在内容上除选择反映车身开发方面的基础理论和共性技术，如汽车车身设计、汽车造型设计、汽车车身试验学、汽车空气动力学、汽车人机工程学以外，还注重介绍反映当前国际汽车车身开发方面的新理论、新技术和新工艺，如汽车车身制造工艺学、汽车车身 CAD/CAM 技术、汽车车身 CAE 基础、汽车碰撞安全与乘员保护、汽车车身电子技术等；在教学上强调加强实践环节。

相信本系列教材的出版将对我国汽车类专业的高等教育产生积极的影响，为我国汽车行业创新型人才培养模式作出有益的探索。由于我国汽车工业还处于快速发展阶段，对人才不



断提出新的要求，这也就决定了高等教育的人才培养模式和教材建设也处于不断变革之中。我们衷心希望更多的高等院校加入本系列教材建设的队伍中来，使教材体系更加完善，以更好地为培养汽车专业人才的高等教育事业服务。

中国汽车工程学会 常务理事

中国机械工业教育协会车辆工程学科组 副主任

林逸

前 言

汽车造型是市场成功的关键因素之一，特别是轿车。汽车造型不仅需要符合工程技术的要求，更重要的是需要符合人们的审美观和时代所追求的审美时尚，并且这种要求在目前百花齐放的汽车市场上表现得日益强烈。它不仅决定了销售市场的好坏，还决定了该车型生命周期的长短，所以车身造型设计越来越多地被关注，造型设计中模型制作的方法也影响着车型的开发周期和投资。

本书是围绕着车身造型中模型的制作方法展开的，主要从汽车模型在汽车设计中所起的作用，它的制作历史、现状和发展趋势入手，结合实例详细介绍汽车实物模型（包括外模型和内饰模型）的制作方法、汽车模型的种类及其制作材料与工具、胶带图的做法、油泥模型的制作步骤，以及当今最先进的虚拟模型。

学习本课程之前必须学过汽车专业的基础课程，对汽车构造有所了解，并具备一定的美学基础知识。

本书是普通高等教育汽车车身设计学科方向规划教材之一，适用于汽车车身工程专业和车辆工程专业本科高年级学生和研究生，也可供汽车造型设计工程师参考。通过本课程的学习，让学生了解汽车模型制作的过程，学会一些手工制作方法，懂得合理选择制作工具；通过练习，为将来从事车身设计工作打下基础；引导学生了解进一步提高车身开发技术的方向。

本书由同济大学汽车工程学院王宏雁教授主编，杨振宇、魏清、毛启禹参编。全书共分4章。在编写过程中得到同济大学城市规划学院工业设计系殷正声教授的大力支持，在此表示感谢。

本书由重庆交通学院机电与汽车工程学院院长杜子学教授主审，他为提高本书的质量付出了心血，提出了宝贵的意见，特此表示感谢。

由于受水平和条件所限，书中难免有不妥和错漏之处，欢迎使用本书的师生和广大读者批评指正。

编 者

目 录

序

前言

第一章 概论

- 第一节 汽车造型设计的过程 2
- 第二节 汽车模型制作的作用 5
- 第三节 汽车模型制作的历史 7
- 第四节 现代汽车模型制作 8
- 第五节 汽车模型制作的发展趋势 10

第二章 汽车外模型制作

- 第一节 汽车模型概述 13
- 第二节 工具的选用 14
- 第三节 胶带图的制作 17
- 第四节 油泥模型的制作方法 19

第三章 汽车内饰模型制作

- 第一节 汽车内饰设计概述 42
- 第二节 汽车内饰三维设计概述 43
- 第三节 汽车内饰模型 45
- 第四节 汽车内饰模型的制作方法 48
- 第五节 汽车内饰模型的装饰 73

第四章 样车试制

- 第一节 样车 79
- 第二节 样车试制技术 86

参考文献

第一章 概 论

传统的汽车车身设计过程是基于手工设计完成的，其特点是整个过程通过实物、模型、图样、样板等来传递信息，至少进行 1:5 油泥模型、全尺寸油泥模型和样车制作等阶段；还要利用 1:5 油泥模型、1:1 全尺寸油泥模型以及实车进行三次风洞试验，考察其外形的空气动力学性能。随着计算机技术的发展，高速图形终端和工作站的出现，使 CAD/CAE/CAM 等现代设计方法得以应用于车身设计中。这种方法的一个主要工作是利用计算机辅助几何设计 (CAGD) 方法来进行车身几何造型设计，即在计算机上建立一个车身表面模型，以部分取代传统设计中的三维实体模型。但是，即便是采用以计算机辅助的现代车身设计方法，在一个车型的开发过程中也不能完全没有实体模型的制作，只是为了缩短开发时间和降低开发成本，用计算机的数学模型替代一部分实体模型。

目前，较为常见的汽车造型设计流程中，汽车模型制作（尤其是油泥模型制作）是不可或缺的重要一环。汽车模型制作是将汽车平面草图立体化的过程。它提供了一个立体的汽车形态，在此基础上确定方案或进一步推敲外形的优缺点就比较容易了。

在模型制作阶段有很多的制作方式可供选择，而将油泥模型作为首选，是由汽车造型设计的特殊性和油泥本身具有的特点所决定的。首先，汽车外形相对复杂，它由许多光滑的曲面组合而成，这就要求一种可以灵活生成各种曲面的制作方法。相对于其他方法，油泥可以方便地被刮切成任意的形态，非常适合表现汽车曲面制作。其次，汽车外形设计不可避免地有许多反复的过程，要对模型作反复的推敲修改，这需要模型本身具有重复可塑性。油泥模型的特点恰好符合这样的要求：①与普通材料不同，油泥经过加温，其硬度会迅速降低，得到相当好的柔软性，特别适合重塑；②温度回落，其硬度又很快恢复，适合对细节的刻画；③这个过程还可以多次反复，丝毫不影响油泥本身的质量。再次，汽车外形设计对表面质感的光滑要求极高，一些普通材料的表面无法满足要求，而油泥的质感细腻光滑，符合近乎严酷的表面要求。从制作时间上来看，油泥模型也是比较快捷的一种。因此，它自然地成为目前汽车造型设计模型制作的主要手段。

当然，近年来计算机辅助设计发展迅速，尤其是新开发的虚拟现实技术也给实体油泥模型制作的必要性带来了疑问。计算机三维建模有快速、精确等优势。但是与实体模型相比，数字建模的灵活性还是比较低，实时数字影像也远未达到完美的程度，这种差距在人机交互方面就更为明显。因此，即使在汽车和数字技术都相当发达的国家，油泥模型制作技术还将长期被置于不可动摇的地位。



第一节 汽车造型设计的过程

1. 收集资料信息形成造型设计概念

任何新型轿车的构思，都是建立在旧款车或者其他车辆的基础上，经借鉴、继承和改进而形成的，这里面包括消费者对汽车的意见和期望。每年在世界各地举办的汽车展览会，以及来自于汽车销售市场的信息反馈，都是设计开发部门资料信息来源的“源泉”。例如，在我国第一辆概念车“麒麟”设计前期，就对五个城市的汽车用户做过调查，汇集了各地不同人群对汽车的需求信息，才着手进行图样设计。目前时兴的品牌轿车“四位一体”的专营销售中，其中一项重要的工作就是“信息反馈”，其作用之一就是为厂家开发新产品提供依据。厂商依据信息反馈分析新产品的设计理念。

2. 造型构思效果图

汽车造型设计中绘制的造型构思效果图，将设计师对新车形状的构思反映在图面上，其内容有整车的形状、色彩、材料质感及反光效果等，作为开发人员表述造型的构思和初步选型的参考。

效果图由具有工业造型技术能力的开发人员完成，采用水彩、彩铅或者素描等方式绘制。效果图分为车身造型效果图和车身内饰效果图两种，车身造型效果图要表现出车型前脸、侧面和尾部三者的关系，同时也要表现出车门拉手、后视镜、刮水臂、车牌位置等结构细节。车身内饰效果图主要表现出仪表板、中控台、门护板、座椅及相互之间的空间位置关系。由于车厢内部难以用一面图表达清楚，所以有些效果图是针对某些部件位置而单独绘制的。

效果图是“纸上谈兵”的操作，可以有多种方案供选择，换句话说要有许多幅效果图供选择，边修改边完善，如图 1-1 所示。

3. 模型制作

从“纸上谈兵”到实物实体的第一步，就是将设计构思实物化，将纸面的东西用形体表现出来，让设计人员进行更细致和具体的探讨。第一步就是选择确定几幅效果图，依图制作缩小比例的汽车油泥模型

或石膏模型，称为缩比模型，比例为 3:8

(美、英等英制国) 或者 1:4、1:5 等。缩比模型的好处就是可以反复修改，成本低廉。如果一开始就做全尺寸模型，并在大模型上反复修改，就会消耗大量的时间和人力。由于现代轿车生产的规模化，任何设计上的错误都会导致巨大的损失和浪费，因此设计师在缩小比例的模型(图 1-2)上进行研制是必不可少的一环工作。

4. 胶带图

当缩比模型的形状确定后，就将模型的轮廓曲线放大至 1:1，用胶带图的形式表现

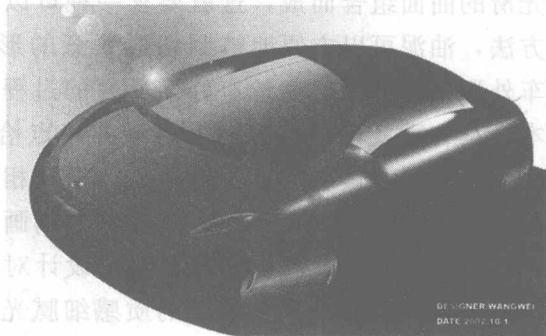


图 1-1 车身造型效果图



出来。所谓胶带图,是指用不同宽度和不同颜色的胶带在标有坐标网络的白色图板上,粘接上模型轮廓的曲线和线条,使汽车整个轮廓、布置尺寸、发动机位置、车架布置及人体样板都可以在图中显示出来。胶带可以随时粘接或撕下,因此胶带图也可以随时修改,十分方便。设计人员根据胶带图进行修改和调整,轿车的轮廓曲线就基本确定了,如图 1-3 所示。



图 1-2 制作小比例汽车模型

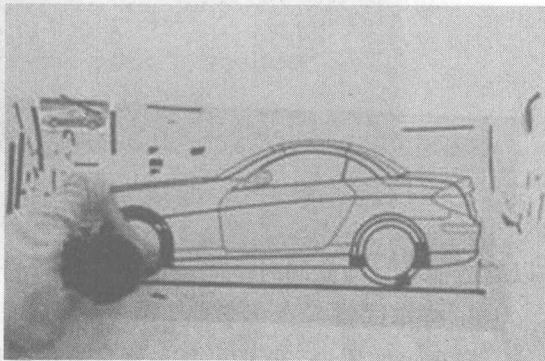


图 1-3 制作胶带图

5. 全尺寸油泥模型

全尺寸是指 1:1 比例,全尺寸油泥模型就是指按照实车尺寸制作的模型。模型的轮廓曲线和尺寸都是按照严格的要求制作出来的,设计人员可以对车身表面的细节部分进行比较和修改,设计的检验已进入“模拟作战”阶段。全尺寸油泥模型分为外部模型和内部模型,是车身造型设计中最关键的阶段,要求以极其认真和细致的态度去工作,任何一项细部的造型都不能马虎,因为这个全尺寸油泥模型是今后正式产品的依据。

全尺寸油泥模型(图 1-4)是高仿真产物,车轮一般会采用真的轮胎和轮毂,因为车轮对整个车型有十分重要的影响;车身附件,如前照灯、刮水器臂都会安置在各自的位置上;有些模型表面还喷涂油漆,与真车相似。因此,车厂对新产品的检测,也就从全尺寸油泥模型正式开始。检测中最重点的一项,就是用车身外部模型进行风洞试验,以考察和检验它的空气动力学性能。试验的主要内容是模拟车速在 100~200km/h 的状态下,测试阻力、升力、侧向力、俯仰力矩、侧翻力矩和偏航力矩等数据,设计人员对车身模型的空气动力学状态进行研究和分析,以对整车空气动力学性能进行最优化设计。

6. 主图板

全尺寸油泥模型完成之后,车身表面轮廓经过测量之后转化为数据,根据数据绘制成平面图形——主图板。主图板表示出整车的轮廓线及关键部件之间的配合关系,设计人员可以对主图板上的车身表面线条作光滑平顺的修改。至此,汽车的造型设计工作基本结束了,此后将进入样车的制造与检验。

7. 零部件设计

以主图板为依据进行车身结构的零部件设计。各零件的边界条件可以从主图板上获得,通过对零件的具体结构设计所确定的截面形状,又可以充实主图板内容。根据零件图,就可

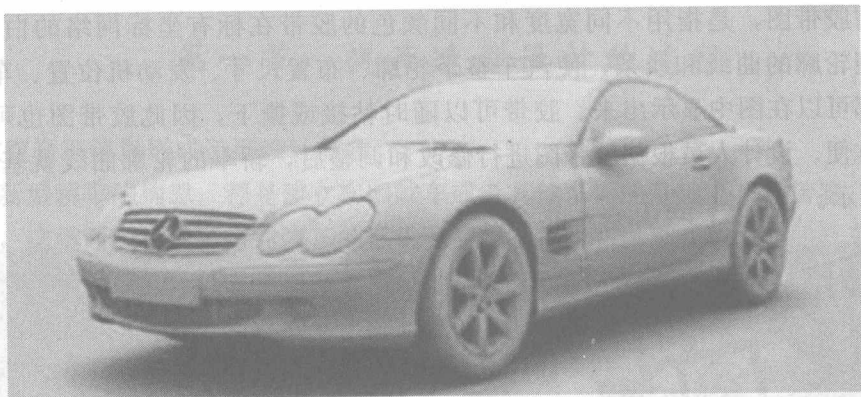


图 1-4 全尺寸油泥模型

以制造样车，与此同时也能验证零件图样的正确性和合理性。

8. 样车试制

样车，如图 1-5 所示，是一辆具有试制性质，能够驾驶运行的汽车。

样车试制仍是一个不断修改的过程，但这种修改是为今后正式投产铺路的。在样车试制阶段，很多在造型设计过程中的不足之处会更真实地反映出来。例如，在绘图或在模型上能够制造的东西，可能在实际生产中会存在工艺上的困难；可能会由于工艺过于复杂、工时耗费过大而成本过高；也可能在装配上产生干涉，造成安装困难等。造型设计人员仍然要跟踪工作，对样车的造型设计进行全面的检查，并根据设计要求进行修改。只有经过多次的反复修改，一辆经得起实际考验的造型方案才能实现，并作为今后生产的依据。

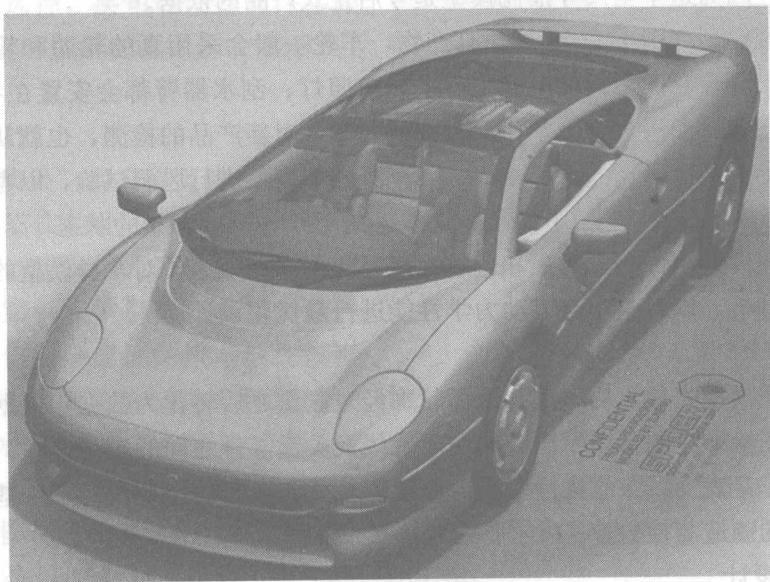


图 1-5 样车



不难看出,汽车造型设计的过程是一个不断探讨、不断修改和不断完善的过程,最后拿到生产线上的图样很可能与最初的构思有很多不一样的地方,甚至大相径庭,这是一种很正常的现象。以上介绍的内容是传统的汽车造型设计方法。这种传统的造型设计过程的最大缺陷是车身曲线需要依靠人力经过绘画——模型——图板等多次反复测量、反复修改才能确定,耗费大量的劳动和时间,而且设计精度也难以保证。因此,用计算机代替部分人的劳动将是必然的趋势,如图 1-6 所示。

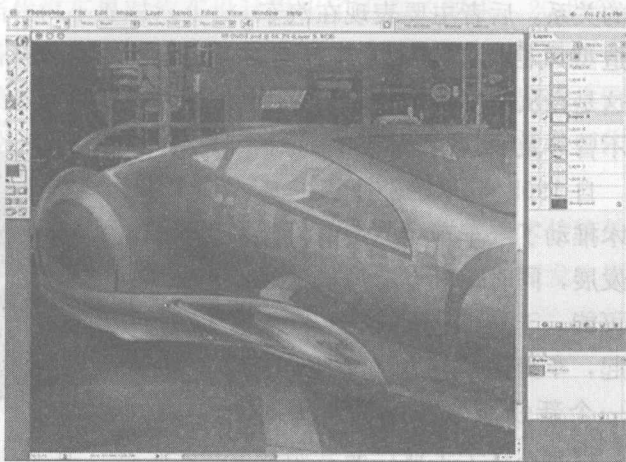


图 1-6 用计算机进行汽车造型设计

第二节 汽车模型制作的作用

一辆汽车从无到有,是一项十分庞大而复杂的系统工程,往往要经历几十个月的时间。作为这项系统工程的一部分——汽车模型制作,既是一项技术,又是一项艺术,它最终决定了我们所能看到的汽车的外形和内饰。汽车模型制作的作用就是将设计构思实物化,将纸面的东西用形体表现出来,让设计人员能够进行更细致和具体的探讨(图 1-7)。

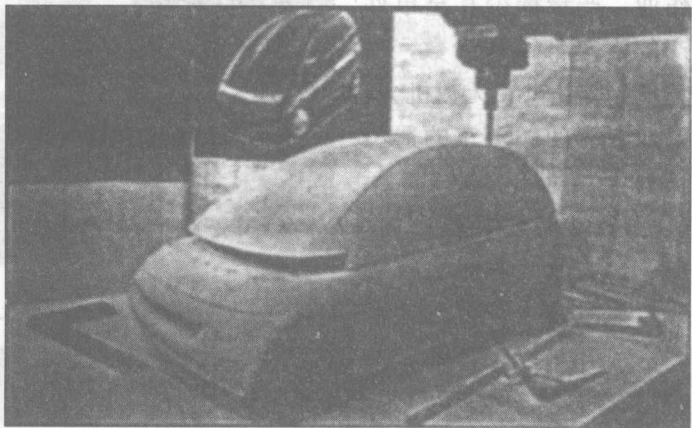


图 1-7 汽车模型的制作

设计师勾画出优美的线条、个性鲜明的造型和风格独特的内饰,使汽车成为一件艺术品。设计师在诠释他对美的理解时,并不能完全异想天开,他的设计必须满足结构功能、工程技术、制造工艺、人机工程等多方面的要求,才可能被实现。因此,设计师与模型制作师、工程师之间的相互沟通十分重要。汽车模型制作,是使汽车从艺术设计转化为工业产品的极为重要的环节。

了解汽车设计业的历史与汽车设计的大致过程,有助于对汽车模型制作有更为明晰的认识。

汽车自 19 世纪末诞生后的最初 20 多年里,其发展进步主要表现在底盘技术方面,车身一直是沿用马车的厢式车身造型(图 1-8)。随着底盘结构的不断完善,人们逐渐意识到车身



对于改进汽车性能（速度、油耗和使用特性等）也有着重要的作用，更与汽车的销售有着直接的关系。后者主要表现在汽车的造型风格、产品形象等方面，而这是在从前的机械技术研究中所不曾涉及的领域。

自 1905 年开始，冲压成形技术推动了汽车车身造型的设计和发展，同时使汽车造型设计成为可能。于是，从 20 世纪 20 年代起，车身设计成为汽车研究中的一个新领域。可以说从那时起，汽车，这个工业产品开始被赋予文化内涵，汽车设计作为一个兼具技术和艺术要求的行业而诞生。

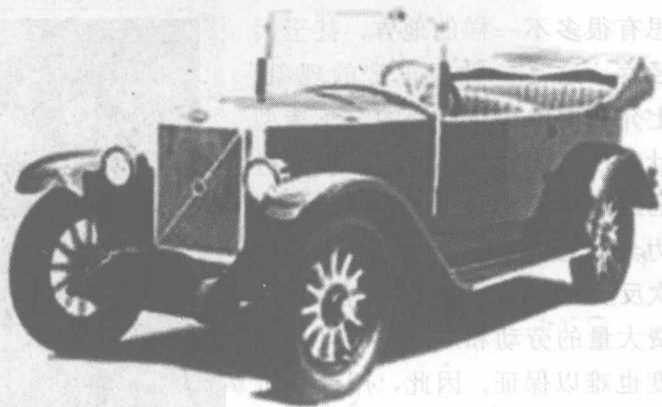


图 1-8 厢式车身造型

20 世纪 50~70 年代是汽车设计业的黄金时期。当时美国正处于鱼型车时代，欧洲则兴起船型车，是一个非常讲究风格化的年代。当时的车身生产主要采用小规模的工作坊作业，产量稀少甚至单件生产的汽车都不在少数，为汽车设计业提供了无数机会。如果现在去回顾汽车的造型发展史，20 世纪 50~70 年代仍是历史上最百花齐放、经典辈出、令人难以忘怀的年代。那时的一种汽车造型如图 1-9 所示。

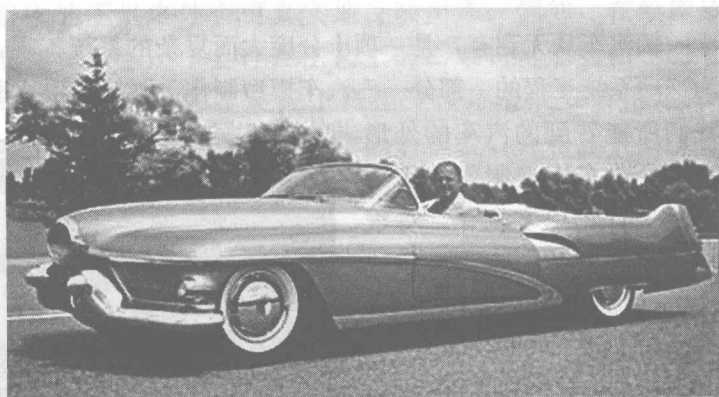


图 1-9 20 世纪 50~70 年代的一种汽车造型

随着汽车的性质由奢侈品向生活必需品转变，加上 20 世纪 70 年代的世界石油危机，汽车的成本成为厂家必须面对的问题，于是具有良好成本效益的生产方式被广泛应用。从 20 世纪 70 年代开始，大批量生产的汽车普遍采用冲压成形的承载式车身，如图 1-10 所示，传统小规模精工作业逐渐被取代，汽车产品系列被精简，单一型号汽车的

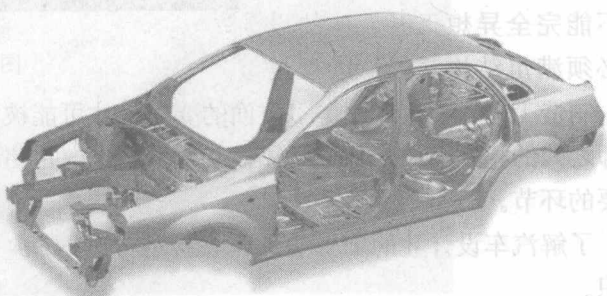


图 1-10 承载式车身



产量大大提高,使汽车设计业的发挥空间逐步缩小。

正因为发展机会已大不如从前,当代汽车界对汽车设计提出了更高的要求。20 世纪 90 年代能够立足的汽车设计公司,都具备从意念到产品的全面开发能力,提供从市场分析、方案设计、模型制作、零部件设计以至模具开发的一系列服务,部分公司还具备一定的生产能力。他们拥有的用于设计开发的专用设备足以媲美大型汽车制造商,而长期从事设计工作所累积的经验和人文素质则是他们的立足之本。

目前,世界汽车设计业的核心位于意大利都灵地区,当地有无数具有优良技术传统的钣金冲压工匠以及长期从事汽车设计的大小规模工作坊,可提供世界一流的设计、开发、原型车制作等服务(图1-11)。

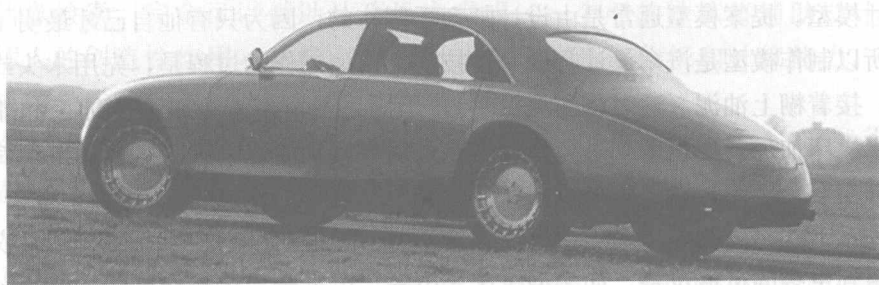


图 1-11 工作坊设计的汽车造型

欧洲车厂传统上都将新车型的设计工作交给设计公司进行。虽然到现在几乎所有车厂都具备了独立研发的能力,但委托设计往往是更高效的方法。美国、日本的车厂偶尔也会成为他们的客户,但数量远比不上欧洲车厂。近年来,韩国车厂在委托设计方面表现得最为积极。

第三节 汽车模型制作的历史

1. 石膏木板时期

从前面简述的汽车设计发展历史,可以看到在汽车发展的最初阶段并没有汽车设计的概念,直到汽车的机械性能得到进一步完善后,人们才开始关注汽车外形的设计。为了在汽车定型前能够更直观地察看外形、进行细节的修改,汽车模型在整个汽车外形设计中的作用显而易见。图 1-12 所示为最早

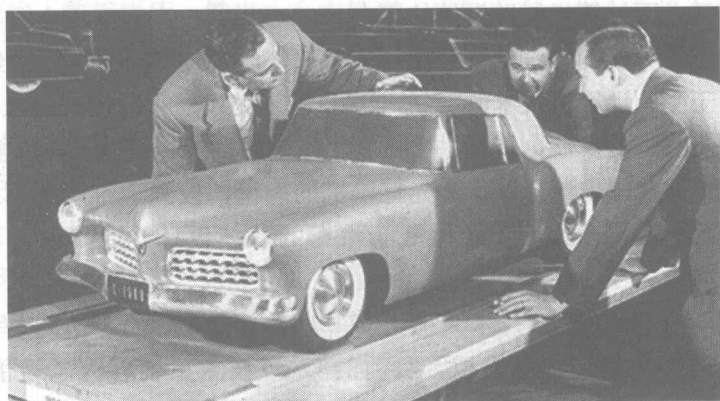


图 1-12 石膏木板汽车模型



的 20 世纪二三十年代石膏木板汽车模型。

2. 油泥应用

通用汽车公司最早将油泥模型应用于汽车设计。70 多年前,公司的创始人厄尔将雕刻家的油泥引进工作室,用以建立三维模型。与当时流行的石膏木板相比,油泥的延展性使模型师和设计师们拥有更大的设计灵活性。

油泥是工业造型专用的黏土,质地像较硬的橡皮泥,但油泥不能揉捏变形,要改变其形状必须用刀去切和刮。油泥对温度很敏感,高温时软而粘,低温时则硬如石头,最佳加工温度为 30°C 左右。因此,制作油泥模型的环境最好有空调,不然就要“看天行事”了。

按制作目的,油泥模型可分为小比例(1:4 或 1:5)的提案模型和用于生产评估的 1:1 全尺寸模型。提案模型通常是由设计师亲手制作的,因为只有他自己才最明了设计的每个细节,所以制作模型是汽车设计师的必备技能。模型制作的过程是,先用木头或发泡材料等做骨架,接着糊上油泥(这时将油泥加热),干固后就可以进行表面的加工和雕琢。初步轮廓一般用机床加工,再用手工进行细加工,最后磨光和涂装。一个这样的模型制作,一般耗时 2 个月左右。

1:1 的全尺寸模型制作相对更加严谨,因为它将是制作生产用冲压模具的依据。制作过程中使用到更多的机械设备,如大型机床、电钻、电锯等。比较先进的方法是对提案模型进行测量,根据所得数据用自动化数控机床加工出大体轮廓,再以手工细加工。全尺寸模型要求高,所以会由专业的模型师负责。在制作过程中,模型师与设计师互相配合,对实际需求(如风洞试验的结果)和各角度的观感进行细节的修改,直到满意为止。因此,专业模型师在开发中也扮演着十分重要的角色。一般来说,到 1:1 模型定案后,设计师的工作就告一段落了。

第四节 现代汽车模型制作

随着计算机技术的不断发展,汽车设计中对数字技术的应用也越来越多。让我们首先来了解一下计算机辅助设计的历史。

计算机辅助设计(简称 CAD)作为一门学科始于 20 世纪 60 年代初,一直到 70 年代,由于受到计算机技术的限制,CAD 技术的发展很缓慢;进入 80 年代以来,计算机技术得到突飞猛进的发展,特别是微机和工作站的发展和普及,再加上功能强大的外围设备,如大型图形显示器、绘图仪、激光打印机的问世,极大地推动了 CAD 技术的发展,使 CAD 技术进入实用化阶段,广泛服务于汽车的总体设计、造型设计、结构设计、工艺过程设计等环节。

早期的 CAD 技术只能进行一些分析、计算和文件编写工作,后来发展到计算机辅助绘图和设计结果模拟,目前的 CAD 技术正朝着人工智能和知识工程方向发展,即所谓的 ICAD(Intelligent CAD)。另外,设计、分析和制造一体化技术,即 CAD/CAE/CAM 技术以及 CAD 作为一个主要单元技术的 CIMS 技术,都是 CAD 技术发展的重要



方向。

在工业化国家或地区,如美国、日本和欧洲,已基本实现汽车设计与制造 100% 的计算机绘图。各种 CAD 软件的功能越来越完善,越来越强大。我国于 20 世纪 70 年代末开始进行 CAD 技术的大力推广和应用工作,已经取得可喜的成绩,CAD 技术在我国的应用方兴未艾。

计算机辅助设计包括的内容很多,如概念设计、优化设计、有限元分析、计算机仿真、计算机辅助绘图、计算机辅助设计过程管理等。在工程设计中,一般包括两种内容:带有创造性的设计(如方案的构思、工作原理的拟定等)和非创造性的工作(如绘图、设计计算等)。创造性的设计需要发挥人的创造性思维能力,创造出以前不存在的设计方案,这项工作一般应由人来完成。非创造性的工作是一些繁琐、重复性的计算分析和信息检索,完全可以借助计算机来完成。一个好的计算机辅助设计系统,既能充分发挥人的创造性作用,又能充分利用计算机的高速分析和计算能力,即要找到人和计算机的最佳结合点。

汽车的计算机辅助设计可以分为正向设计和逆向设计。所谓正向设计,是指真正的全数字设计,基本可以在计算机上全部完成,目前还没有得到很普遍的应用。应用比较普遍的是逆向设计,这也是为什么说计算机设计到目前为止只是一个辅助手段的原因。这里所说的逆向设计,是指效果图——油泥模型——三维数模——开模——成品的开发顺序。其一般步骤是从效果图开始,然后制作油泥模型,再用激光测量设备扫描,最后是处理出车身轮廓面来,在此基础上再进行详细设计、仿真分析等。

在 1:1 的油泥模型最终定稿后,接下来的工作就是使用激光测量工具对模型进行扫描,以用来生成数字模型。现在的测量设备已经可以通过扫描得到很精确的点云,通过软件处理生成曲面。

把点云变成面,这就是所谓的逆向部分了。使用比较普遍的软件有 CATIA、Imageware (或者 SURFACER) 与 UG 软件。另外,PRO/E 也可以用来作逆向处理,不过一般用在底盘设计中,车身设计中不是特别多见。工程师通过运用这些软件把点云制作成面,然后对面进行曲面光滑,以达到现代汽车设计中 A 级曲面的要求。

最后,很多企业需要将数模输入数控机床,铣出一个主模型。当然也有一些企业将主模型的环节省掉,但这样做是有一定风险的。要知道,车身模具的费用与五轴铣床加工模型的费用相比,有天壤之别。

汽车设计期间还要作一些仿真分析,要用到一些分析软件,比如 MSC、ADAMS、ANSYS、PAMSTAMP、LS-DANA 等,主要作一些运动学和动力学分析、刚度强度分析、碰撞安全性分析等,操纵稳定性也是可以分析的。这些仿真分析贯穿汽车设计的始终,起到验证和指导设计的作用(图 1-13)。

需要特别强调的是,虽然各种数字技术越来越多地应用到汽车模型制作中,减少了实物模型的制作数量,但实物模型仍然是模型制作中不可替代的环节。