

# 产品模型制作

主编  
副主编  
参编

付治国  
王华杰  
万晓燕  
李程

宋明亮  
张春彬  
陈雨凯

张艳平  
任鹏程  
李鼎



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

# 前言 Foreword

在产品的设计与研发过程中，模型制作具有非常重要的作用。模型制作既是产品设计过程的一个关键环节，也是表达设计思想与创意的立体形式。不同于设计的平面表达，模型可以直观地展示出产品设计的外观、结构、材质、尺寸等符号形式，很好地传达设计理念，促进设计师与技术人员、用户、厂家之间的交流与探讨。

从模型制作的目的与使用场景来看，不同的模型可以满足不同的用途。所使用的材料不同，制作工具与过程差异也很大，如研讨模型、功能模型、结构模型、展示模型与实验模型，就是基于目的与使用的分类。另外，模型制作可以更好地锻炼学生理解与处理形体之间、结构之间、材料与色彩之间的关系，培养空间造型能力，提升综合素质。

本书共11章，第1章讲述了产品模型制作的功能、意义与原则；第2章至第10章分别讲述纸质模型、泡沫塑料模型、石膏模型、油泥模型、ABS塑料模型、玻璃钢模型、金属材料模型、木质模型、手板模型的特点、制作工具、制作工艺与制作过程；第11章简单介绍了3D模型打印技术。

本书的第1章、第4章、第7章由付治国编写，第2章、第8章、第9章由宋明亮编写，第3章由张艳平编写，第10章由王华杰编写，第5章由王华杰、张艳平共同编写，第6章由任鹏程编写，第11章由张春彬编写。万晓燕参与石膏模型部分文字与图片的编辑工作，陈雨参与金属饰品加工案例编写，李鼎参与“四大天王”纸质模型案例编写，李程参与灯具手板模型案例编写，陈凯参与头盔玻璃钢模型案例编写。全书由付治国统稿，主编为付治国、宋明亮、张艳平，副主编为王华杰、张春彬、任鹏程。

本书内容简洁，具有较强的实用性。除了讲述模型制作材料的特性、制作工具与

成型特征外，还配有详细制作过程案例，直观、易懂。

本书编写过程中，为了保证内容的专业性，引用了一些设计师的作品和部分网络图片与文字资料，由于各种原因，没能及时联系到所有作者，万望海涵。

本书在编写过程中得到了孙凯、张威媛、贾芳、魏征等同仁的帮助与指导，姜易寒同学为本书图片处理做了大量工作，在此一并感谢！

由于编者水平有限，书中不当之处恳请广大读者批评指正。

编 者

# 目录 Contents

## 第1章 产品模型制作概述 / 001

- 1.1 模型制作的意义与功能 / 001
- 1.2 模型的分类 / 004
- 1.3 模型制作注意事项 / 011

## 第2章 纸质模型制作 / 014

- 2.1 纸质模型概述 / 014
- 2.2 纸质模型主流制作软件及加工工具 / 015
- 2.3 纸质模型制作案例 / 016
- 2.4 瓦楞纸模型制作专题 / 023

## 第3章 泡沫塑料模型制作 / 032

- 3.1 泡沫塑料模型概述 / 032
- 3.2 泡沫塑料模型制作成型工艺 / 034
- 3.3 泡沫塑料模型制作案例 / 035

## 第4章 石膏模型制作 / 044

- 4.1 石膏模型概述 / 044
- 4.2 石膏模型制作成型工艺 / 045
- 4.3 石膏模型制作工具 / 048
- 4.4 石膏模型制作案例 / 051

## 第5章 油泥模型制作 / 064

- 5.1 油泥模型概述 / 064
- 5.2 油泥模型特点及制作流程 / 065
- 5.3 油泥模型制作工具和材料 / 066
- 5.4 油泥模型制作案例 / 068

## 第6章 ABS塑料模型制作 / 089

- 6.1 ABS塑料模型概述 / 089
- 6.2 ABS塑料模型制作工具和设备 / 089
- 6.3 ABS塑料模型加工工艺 / 095

## 第7章 玻璃钢模型制作 / 111

- 7.1 玻璃钢模型概述 / 111
- 7.2 玻璃钢模型制作成型工艺 / 112
- 7.3 玻璃钢模型制作材料、工具、设备与流程 / 113
- 7.4 玻璃钢模型制作案例 / 116

## 第8章 金属材料模型制作 / 139

- 8.1 金属材料的分类 / 139
- 8.2 金属加工方法与工艺 / 140
- 8.3 金属饰品加工案例 / 142

## 第9章 木质模型制作 / 147

- 9.1 木材的特性 / 147
- 9.2 常用的木材 / 148
- 9.3 木材加工工艺 / 151
- 9.4 木材加工设备 / 152
- 9.5 木质玩具课程教学作业案例 / 156

## 第10章 手板模型制作 / 165

- 10.1 手板模型概述 / 165
- 10.2 手板模型成型工艺与流程 / 165
- 10.3 手板模型制作工具和材料 / 166
- 10.4 手板模型制作案例 / 167

## 第11章 3D模型打印技术 / 190

- 11.1 3D打印技术概述 / 190
- 11.2 典型的3D打印技术 / 192
- 11.3 3D模型打印案例 / 196

## 参考文献 / 202

# 第1章

# 产品模型制作概述

产品模型制作是产品设计过程与产品商品化过程中的一个重要环节，它是以某种材料立体化、直观地展示出产品的外观、尺寸、人机关系、结构、功能、色彩、材质、肌理等符号特征。它是表达设计创意、修正产品设计的一种表现手法，也是展示产品设计、验证产品设计的一种立体形式，还是设计师与技术人员交流研讨的实物依据，更是促进设计学科教学的一门重要课程（图1-1）。



图1-1 交通工具模型

## 1.1 模型制作的意义与功能

### 1.1.1 模型制作对于产品设计的意义与功能

在产品模型设计的程序中，一类是平面表现形式，也就是在平面图纸上画出设计构思、定案分析、初步效果、结构、尺寸、细节分析等预想图；另一类是立体表现形式，即实物产品模型。制作产品模型可以解决平面设计中不能解决的许多空间方面的问题，弥补二维设计表现形式的不足。通过三维的立体模型，可以使设计对象更直观具体，可以让人从不同的角度去观察产品造型的各种关系，如形体转折过渡、结构与形体分割、流畅度、局部与整体的关系、局部与局部的关系，以及人机界面、材料与结构的关系等。通过深入分析造型、功能、结构、使

用、生产上的有关问题，使产品设计进一步优化。

谢大康教授在《产品模型制作》一书中认为模型制作具有说明性、启发性、可触性和表现性四个功能。说明性：以三维的形体来表现设计意图与形态，是模型的基本功能；启发性：在模型制作过程中以真实的形态、尺寸和比例来达到推敲设计和启发新构想的目的，为设计人员不断改进设计提供有力依据；可触性：以合理的人机工程学参数为基础，探求感官的回馈、反应，进而选取合理化的形态；表现性：以具体的三维形体、详实的尺寸和比例、真实的色彩和构造，从视觉、触觉上充分满足形体的形态表达需要，反映形体与环境之间的关系，使人感受到产品的真实性，从而更好地促进设计师与消费者对产品意义的理解。

### 1.1.2 模型制作对于课程教学的意义

学生通过模型制作的学习，可以更全面地理解、掌握、运用工业设计专业知识，培养良好的专业素养，具体体现在以下几方面：

(1) 培养正确使用量具、工具、加工设备的技能。根据加工材料的不同，模型制作需要使用大量不同种类的量具、工具与加工设备，这些是完成模型制作的基础。正确合理地使用量具、工具与加工设备可以大大提高模型制作效率，也可以使得制作出来的模型更符合设计要求。不论是量具、手动工具、电动工具，还是加工设备，都应有相应的操作方法与操作规程。要正确使用工具包括抓握工具的姿势，工具与工件应保持的角度，操作的力度，做功的方向，同时还要注意身体的位置和手、脚的姿势正确。在操作加工设备时，尤其要严格遵守安全操作规程。如果采用错误的操作方式，会导致加工精度降低，效率降低，加工出不符合要求的废品，严重时会导致量具、工具或加工设备的毁坏，引发安全事故等。

另外，正确使用量具、工具、加工设备还包括对它们的维护与保养。学生要养成爱护工具的习惯，在使用完工具后，要及时擦拭干净，有些工具还要涂抹防锈油以防生锈，然后分类放入工具箱内。为防止设备性能劣化，降低设备失效的概率，实验室管理人员需要制定设备维护与保养计划等。

(2) 培养工业设计制图、识图的技能。工业设计制图是工业设计师必须掌握的一门设计表达语言，要求设计师具备良好的空间形象思维能力，空间几何问题的图解能力、分析能力，空间形体的图示表达能力，绘制和阅读工程图样的基本能力等。工业设计制图的主要适用对象是产品外观，包括总装图、部装图、零件图、产品爆炸图、专利制图、外观图等工业设计专业用图。工业设计的学科交叉性要求设计师熟练掌握制图技能、除了教科书的理论学习外，可以通过模型制作实践积累经验。在模型制作过程中，学生要自己设计、自己制图，然后将设计方案根据图样进行表现。此外，还要掌握在平面图上进行放样的技能、在空间模型上进行画线的技能等。通过实践，可以大大提高制图、识图技能，熟悉和理解制图原理、制图方法、制图规范等。

(3) 培养产品测绘的技能。产品测绘是工业设计师必须掌握的一种方法，通过对现有产品的测绘、分析，以印证、巩固和提高课堂所学的产品设计思想、原理及方法，加深对产品形

态、结构、材料、加工工艺及创新思维的理解,培养与提高科学实验的基本素质,逐步培养提出问题、分析问题和解决问题的能力。在此基础上,通过查阅有关文献,进行具有研究性或创新性的设计实践。产品测绘综合了量具使用、机械制图、设计分析等技能要素,而产品测绘与模型制作在上述技能要素的要求方面具有很多共通性,因此通过模型制作实践可以在很大程度上提高产品测绘的技能。

(4) 培养对材料、工艺的把握能力。材料是模型制作的基础,也是产品成型的基础,学生通过模型制作实践,对不同种类材料的物理性能、机械性能、化学性能、加工工艺性能、表面涂装工艺性能等特征将产生亲身体会,这些经验的积累对产品设计的选材大有帮助。

造型、材料、色彩是构成一件产品的三要素。制作模型要求设计师必须具备绘制图纸、看图识图的基本能力,能根据设计图纸的要求选择合适的材料以及工艺进行模型制作。模型制作是一种经济、实用的创作活动,是设计表现的重要手段。最终的设计理念必须依靠材料和工艺表现出来。新材料的出现必然导致新工艺、新工具的产生。要制作好模型,设计师必须具备对新材料、新工艺的充分了解及灵活应用能力。

(5) 准确理解产品结构。制作结构模型时,学生首先要对产品结构的功用、成型原理、形式、尺寸、结构强度、刚度等有全面的了解,然后根据产品结构知识,运用适合的材料与工艺制作产品模型。因此,通过模型制作实践可以深切理解产品结构的本质。

(6) 培养对设计的整体把握能力。制作模型时,首先要学会如何规划和控制设计与尺寸之间的关系,了解设计与设计图纸之间的关系,能对模型进行目测,学会整体地看待设计问题。在这个过程中,应该培养对空间的理解及想象能力,能将设计图纸(二维)转变为设计模型(三维);能对模型制作的整体流程有充分把握,并能预知可能会出现的问题及想出应对问题的办法;学会整体地看待设计问题,如设计与材料问题、设计与工艺问题、设计与生产问题、设计与营销问题等;结合以往制作模型的经验,坚持以设计图纸为标准制作模型,杜绝不严谨的工作态度;学会从多方面、多角度去观察、理解、分析模型,最终达到“模型为设计服务”的目的。

(7) 培养学习及互相学习的能力。模型制作是学生与老师进行设计沟通的重要阶段,很多现实问题都会在模型制作的时候出现和解决。如选择材料、模型制作应注意的问题等。模型制作也是学生对自己设计知识掌握情况的一次检验。

模型制作一般是以小组为单位或个人单独进行的,每位同学都必须参与。在模型制作时应该学会协作和沟通,在与同学、老师交流时,大家互相学习,共同进步。

(8) 培养安全生产意识。模型制作所使用的材料,如木材、纸材、塑料、黏结用的胶粘剂、稀释溶剂、油漆与涂料等,大多数是易燃、有毒物质。因此,必须特别注意防火、防毒的安全问题。在制作模型特别是大型模型时,需要用到较多的加工设备和工具,为了防止事故发生,必须严格遵守安全操作规程。模型制作中的安全问题与工程生产的要求一样,是关系到生命安全的大事,绝对不能马虎,因此在学生阶段就必须培养这种意识。

(9) 培养耐心、细致、严谨、吃苦耐劳的工作态度。模型制作的过程是一个艰苦、有序和复杂的工作过程,需要设计制作者具有认真、耐心、细致、严谨、持之以恒、精益求精的工作



态度。既要有艺术和美学素质，又要掌握动手操作的技能；既要善于创造性地开展工作，又要善于群体协作，共同配合。

模型制作是一项艰苦而充满挑战的工作，要求设计师既保持吃苦耐劳的精神，也有乐观的心态与正确的工作态度。态度决定成败，设计师只有热爱自己的专业，踏踏实实地去工作，才能成为一个具有职业责任感和社会责任感的专业设计人才。

## 1.2 模型的分类

产品从设计构思到推向市场，需要设计师通过不同的模型来表现设计意图、完善设计方案、说服客户。模型的种类很多，可按照用途、制作材料、加工工艺、制作比例、表现范畴等进行分类。

### 1.2.1 按用途分类

模型按用途分类，可分为研讨型模型、展示模型、结构模型、功能实验模型与样机模型。

#### 1. 研讨型模型

研讨型模型又称草模、构思模型，是产品设计初期阶段的一种重要的设计表现形式。它是根据设计构思过程中所画的设计草图、概念性的方案制作出来的模型，是设计构思、设计草图的一种立体表现形式，一般也称为概念模型或推敲模型。由于设计草图不可能解决模型上很多具体的问题，如大的形态处理，各部分之间的比例、结构、空间关系等，所以还必须制作设计模型，进一步进行设计、调整和分析。实际上研讨型模型的制作是产品设计初期的一个重要步骤，如果初期的方案没有选好，对后期的设计过程影响是非常巨大的。

研讨型模型的制作也是对设计草图的进一步推敲，它可以把脑海中的形象快速、直观地表现出来，可以弥补草图或平面设计的不足。

研讨型模型的制作材料，一般选用油泥（橡皮泥）、黏土、泡沫板和纸板等，如图1-2、图1-3所示。研讨型模型具有加工制作容易、可以反复进行修改的特点。一般设计人员可结合设计草图进行设计，在方案论证时制作出预想的形态来，通过模型对方案进行反复推敲和修改，直到满意为止。

研讨型模型主要表现大的形态，对细节或局部尺寸不要求非常精细，因此具有成型快速、简洁、大方等特点。

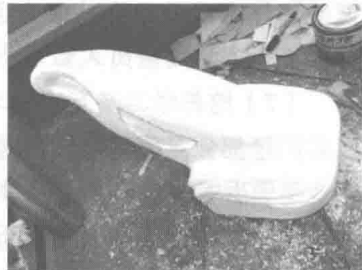


图1-2 泡沫研讨型模型



图1-3 油泥研讨型模型

## 2. 展示模型

展示模型也称外观模型。它具有外观逼真、色彩和谐、比例尺寸精确等特点。它一般和产品效果图、三视图作为一个完整的设计出现,具有很强的展示性与视觉冲击力,同时也具有广告的功能。展示模型是模拟产品真实形态、色彩、质感等设计制作的外观模型,为下一步开模具提供了立体形象,是产品造型设计最直观、最立体的体现。同时,也为设计者进一步修改完善产品提供了条件,为产品开发的定案论证提供实物依据。

展示模型所用材料一般以塑料板材、油泥等为主,如图1-4、图1-5所示。展示模型的表面涂饰应采用喷漆、装饰等工艺,外观应具有逼真、装饰性强的效果。

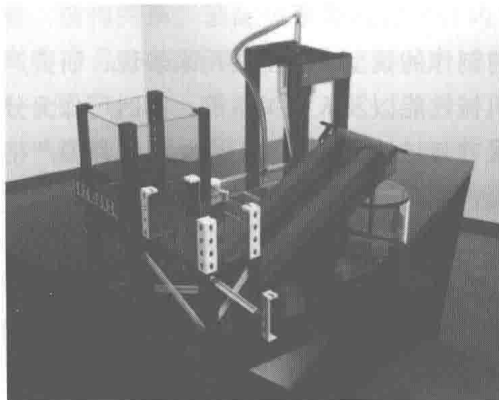


图1-4 矿器塑料模型



图1-5 交通工具油泥模型

## 3. 结构模型

结构模型是用来研究产品造型与结构关系的,这类模型要求将产品各构件的造型、内部结构、外部结构、连接结构、配合方式、形状尺寸、位置尺寸、过渡形式等清晰地表现出来,如图1-6所示。

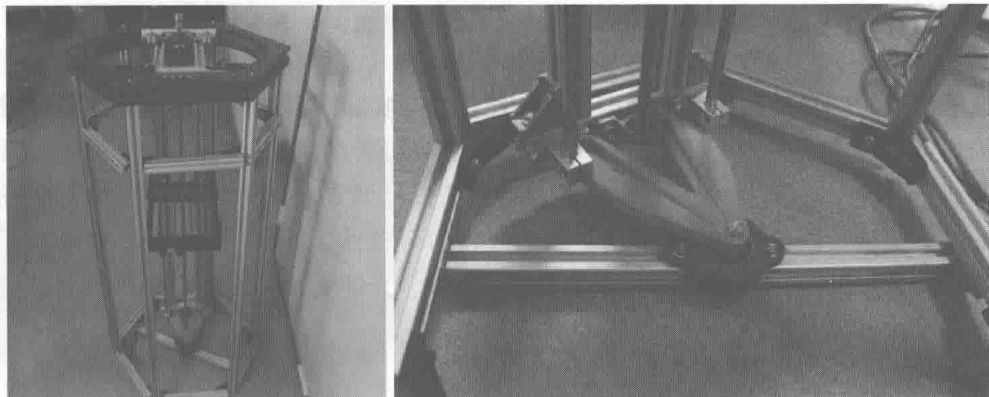


图1-6 自动化快递派送车整体及局部结构模型

结构模型的制作通常选用与产品使用的材料相同或接近,但不影响结构表现的材料,其精度要求高,制作难度大,构件的强度、刚度、尺寸要求与实际产品一致或非常接近,通常对表面肌理、色彩、装饰、文字等不做过多的要求。结构模型方便设计师与工艺结构工程师进行交

流、评估,设计师通过与工艺结构工程师讨论,对模型进行修正。因此,结构模型有利于设计师和工艺结构工程师理解产品结构,从而提高结构设计和工艺设计等的效率。同时还可以防止出现工艺结构的纰漏,如零部件干涉,大构件强度不足引起的变形,尖细形零件应力集中产生的变形,材料收缩导致无法装配或不便装配等。

当然在一些软件下,干涉问题是可以检查出来的,对于有经验的工程师来说,常见的结构不合理的构件也能及时发现。但是,产品设计中经常会出现新的结构形式,对其风险的估计不足会导致后续生产过程出现严重问题。因此,制作结构模型、研究探讨产品的工艺结构问题,其意义是重大的。

#### 4. 功能实验模型

功能实验模型是在展示模型制作完成后,开模具前制作的模型。它主要用来表现、研究产品的形态与结构,产品的各种构造性能、物理性能、机械性能以及人机关系等,同时可作为分析、检验产品的依据。功能实验模型的各部分组件的尺寸与结构上的相互配合关系,都要严格按照设计要求进行确定。然后在一定条件下做各种试验,并测出必要的数据作为后续设计的依据。功能实验模型如图1-7、图1-8所示。

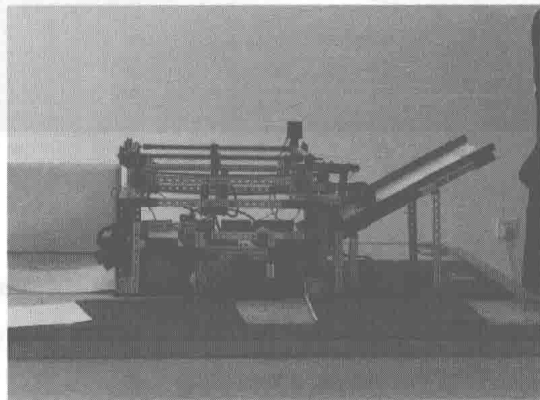


图1-7 全自动盖章机模型

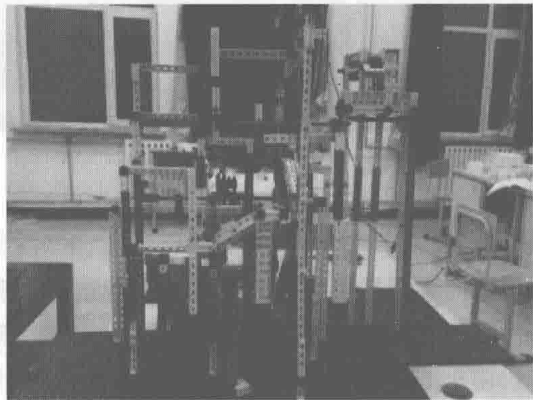


图1-8 阶梯式货物分离机模型

以电子产品为例,其功能实验模型所有功能都应与实际产品功能相同,并且能进行演示。功能实验模型制作完成后,还要进行一系列的实验测试,分析和研究各部分之间的关系,判断模型在物理、化学、力学等方面的性能是否达到了设计要求。从外观造型结构上进行冲击、震动、颠落等实验,以检验外观结构方面的可靠性、合理性以及电、声、光、安全性。对整机进行通电、盐雾、潮湿、机械等各种物理、化学、声、光等实验,测试出各种数据、指标、参数,以便后期进行综合分析。

#### 5. 样机模型

样机模型是产品正式批量生产之前,在产品的功能结构、材料、形态、色彩、文字标识符号及涂装工艺、内在性能、外在质感都已经确定,各项指标都已符合生产技术及工艺要求的情况下运用各种方式制作而成的“单件产品”。之所以称为“单件产品”,就是说样机模型的各个零部件的加工精度和表面的色彩、质感、肌理都要达到真实产品的要求。因此其制作成本费用是很高的。样机模型可作为产品样品进行展示,是模型制作的高级阶段。

样机模型对于整体造型、外观尺寸、材质肌理、色彩、机能的提示等，都必须与最终设计效果完全一致，要求能完全表达设计师的设想，各部分的尺寸必须准确，各部分的配合关系必须表达清晰，各部位的材质及质感必须能真实地表现产品的形态。

样机模型可以选择加工精度高的机床进行加工，也可以选用现代制造技术进行数字化加工，还可以选用手工加工。不过手工加工的精度相对要低很多，表现效果也存在很多缺陷，而且成本高。在有条件的情况下通常选用前两种加工手段。样机模型可以用来检验真实产品给人的视觉感受与触觉感受，实际测试真实产品的物理性能、机械性能、工作性能、使用性能、加工工艺性能、结构关系、装配关系等综合设计内容，也可以进行真实产品市场销售前景预测和生产成本预算等，如图1-9所示。

样机模型可用于摄影宣传，制作宣传广告、海报等，把实体形象传达给消费者。设计师可用此模型与模具设计制作人员进行制造工艺的研讨，估计模具成本，进行小批量的试生产。所以这类模型是介于设计与生产制造之间的实物样品。

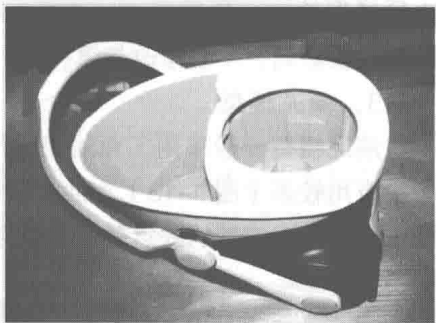


图1-9 实物样机模型

## 1.2.2 按制作材料分类

模型按制作材料分类，可分为纸质模型、木质模型、油泥模型、泡沫塑料模型、ABS塑料模型、石膏模型、玻璃钢模型、金属材料模型等。

### 1. 纸质模型

纸质材料有硬纸板、黄板纸、卡纸、铜版纸、吹塑纸、进口美术用纸等（图1-10、图1-11），一般用于家具模型制作。纸质模型的优点是取材容易、价格低廉、易成型、质量轻。纸质模型的缺点是怕压、怕潮湿、易变形；如果模型较大，易变形，模型内部要做支撑骨架防止变形；着色效果一般，表面精细度不够。

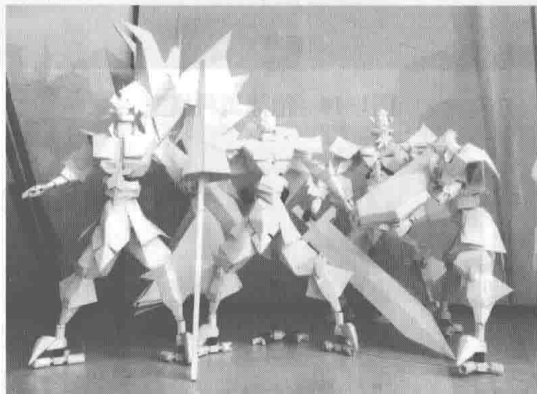


图1-10 人体纸质模型

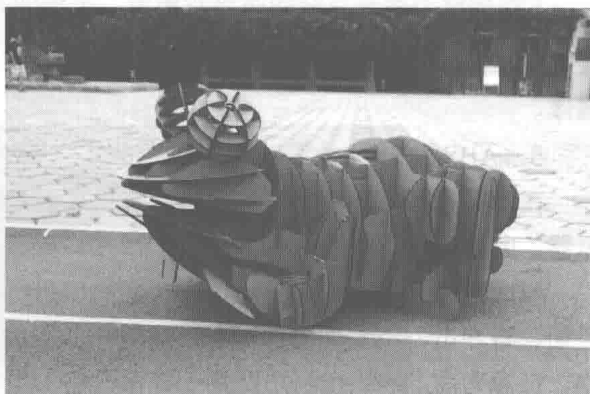


图1-11 瓦楞纸模型

## 2. 木质模型

木质模型选材广泛，一般选取材质软、带韧性、纹理较细、易加工、变形小、木节少的木质材料（图1-12）。木质模型的优点是质轻、强度好、不易变形、涂饰方便。木质材料宜用来做较大模型。木质模型的缺点是费工、成本高、易受温度与湿度影响、不易修改与填补。

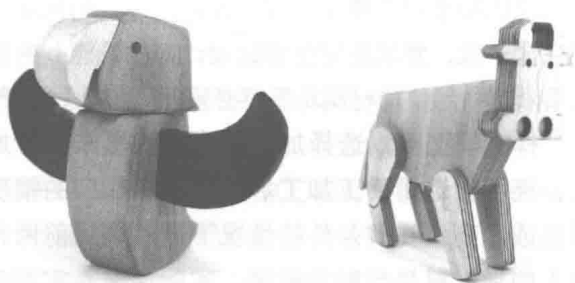


图1-12 木质模型

## 3. 油泥模型

油泥模型一般采用工业油泥制作，适用于大部分形体。油泥在制作交通工具模型与家电模型中应用较多（图1-13）。油泥模型的优点是可塑性好、修改方便、可回收利用、易取材、价格低廉。油泥模型的缺点是不易保存、油泥干后易变形开裂。



图1-13 汽车油泥模型

## 4. 泡沫塑料模型

泡沫塑料宜用于制作形状不太复杂，形体较大、较规整的模型（图1-14）。常用电热切割器进行切割处理。泡沫塑料模型的优点是质量轻、易成型、不变形、易取材、价格低廉、易保存。泡沫塑料模型的缺点是怕碰，不易细致加工，不易修改，不能直接着色，遇酸、碱易被腐蚀，须做隔离层处理，如涂刷虫胶清漆。

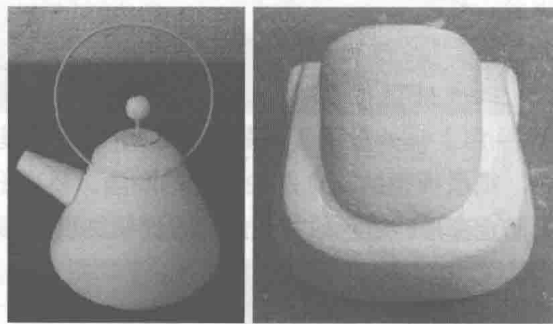


图1-14 泡沫塑料模型

## 5. ABS 塑料模型

在产品塑料模型中，ABS塑料和有机玻璃是最常用的材料，可制作交通工具、电视机、显示器、电话机等模型（图1-15）。

ABS塑料不透明，溶于氯仿。典型的ABS塑料模型具有优良的耐热性、耐光性、耐电性，坚韧，耐冲击，不易燃烧，可电镀和着色，用钩刀切割下料，用烤箱、电炉或电吹风加热可变软，任意弯曲。ABS塑料广泛用于电信设备（电话、手机）、电冰箱、吸尘器、打字机、计算机、电风扇、电吹风以及汽车的方向盘、仪表盘、外壳、手柄模型。

有机玻璃常用来制作模型的透明部分或仿玻璃材质。



图1-15 ABS塑料模型

### 6. 石膏模型

石膏模型的优点是成本低廉、成型容易、雕刻方便、易涂装、易于长期保存（图1-16）。石膏适用于制作各种要求的模型，便于陈列展示。石膏模型的缺点是较重、怕碰压，不易连接与制作细节，不好装饰。

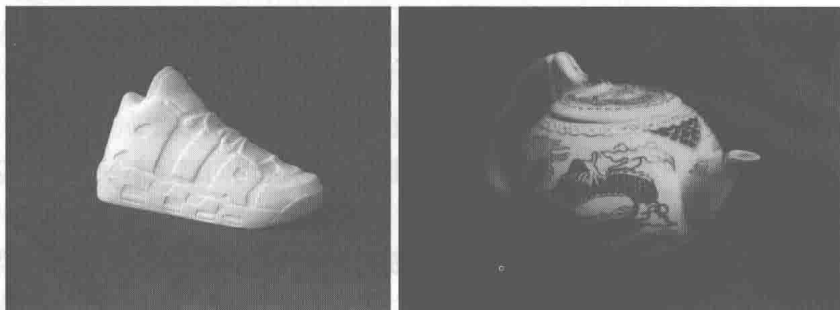


图1-16 石膏模型

### 7. 玻璃钢模型

玻璃钢主要是由玻璃纤维与合成树脂（热固性树脂）两大类材料制成的，以玻璃纤维为增强材料、合成树脂为基体或黏结剂，加入促进剂、固化剂进行固化成型，通常采用手工方法制作（图1-17）。玻璃钢模型的优点是质量轻、比强度高、耐腐蚀、电绝缘性能好、耐瞬时超高温性能好、容易着色、能塑造任意曲面和复杂的形态。玻璃钢模型的缺点是制作费时费工、弹性模量低、长期耐温性差、层间剪切强度低、刚性较差、易出现热收缩现象、受力不均易发生变形。

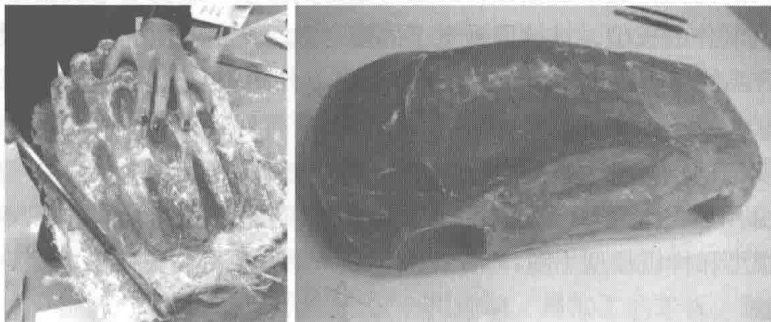


图1-17 玻璃钢模型

### 8. 金属材料模型

金属材料模型的原材料为铝镁合金等金属材料。金属材料适用于笔记本电脑、MP3播放器、CD机、机床、矿山机械设备等模型(图1-18)。金属材料模型的优点是强度高、可焊性好、易涂装。金属材料模型的缺点是加工成型难度大、不易修改、易生锈、笨重、成本高。



图1-18 日本武士银挂坠金属模型

金属材料模型的加工方法有以下两种。

- ①压力加工。轧制、挤压、锻造等。
- ②切削加工。手工(钳工),如画线、锯、锉、钻等;机械(机具加工),如车削、刨削、铣削等。

### 1.2.3 按加工工艺分类

模型按加工工艺分类,可分为手工模型和数控模型。

(1)手工模型。成本低,修改方便,在制作过程中可发现问题、解决问题,及时调整,不断优化设计方案,但制作周期长,精确度不高。

(2)数控模型。根据设备不同又可分为激光快速成型模型和加工中心制作模型。

①激光快速成型模型。优点在于速度快,通过堆积技术成型。缺点在于外表相对粗糙,不能表达最佳效果。

②加工中心制作模型。能精确反映图纸所要表达的信息,采用物理加工成型,原料为工程塑料,具有良好的韧性和强度。

### 1.2.4 按制作比例分类

根据设计研究需要,将真实产品的尺寸按比例放大或缩小而制作的模型称为比例模型。模型按其制作比例大小分类,可分为原尺模型、放尺模型和缩尺模型。

模型制作采用的比例,通常根据设计方案对细部的要求、展览场地及搬运方便程度而定。按放大或缩小比例制作的模型,往往因视觉上的聚与散,产生不同的效果。通常采用的比例越大,模型与真实产品的差距越大,选择适合的比例是制作比例模型的重要环节。

#### 1. 原尺模型

原尺模型是实际比例模型,也称全比例模型,是与真实产品尺寸相同的模型。产品造型设计用的模型大部分用原尺寸制作。根据设计要求、制作方法和所用材料,原尺模型有简单型和精细型,如展示模型和样机模型(图1-19)。

#### 2. 放尺模型

放尺模型即放大比例模型。一些小型的产品由于尺寸较小,不易加工、制作,也不好充分

表现产品设计的细部结构，可以放大比例制作模型。放尺模型多采用2:1、3:1、4:1等整数倍比例进行制作（图1-20）。

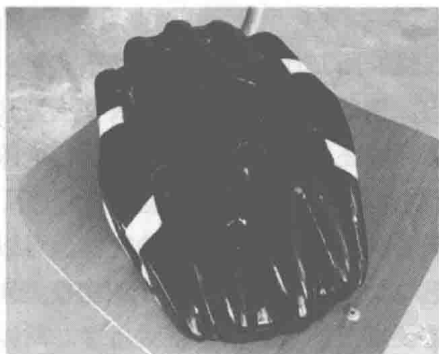


图1-19 头盔原尺模型

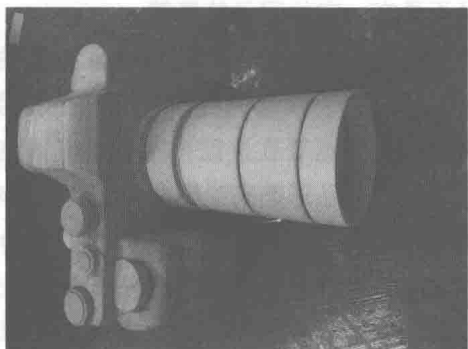


图1-20 相机放尺模型

### 3. 缩尺模型

缩尺模型即缩小比例模型。一些大型的产品，由于受某些特定条件的限制，按实际尺寸制作模型有困难，多制作成缩小比例模型。缩尺模型通常采用1:2、1:3、1:5、1:10等比例进行制作（图1-21）。

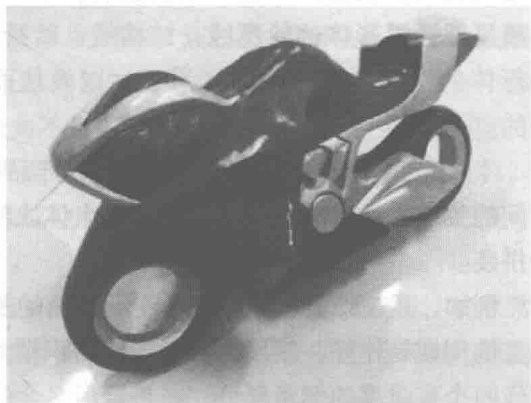


图1-21 摩托车缩尺模型

## 1.2.5 按表现范畴分类

模型按其表现范畴分类，可分为建筑沙盘模型、产品模型、规划模型、军事地形模型、工艺品模型等。

## 1.3 模型制作注意事项

制作产品模型时，其造型和材料、比例等要素密切相关。为了提高产品模型的感知精度，在制作产品模型时要注意以下几个方面：

(1) 合理地选择造型材料。产品模型制作的材料有很多，苯板、纸质材料、塑料、油泥、石膏、玻璃钢等都可以用来表现产品形态。但每种材料的性能、成本、加工工艺、加工设备各不相同。因此，在制作模型之前要充分考虑模型的用途、造型的难易程度，从而选择适合的材料。例如，展示模型或结构模型就不宜用苯板和纸质材料，而应该选择结实、易运输、外观易装饰的塑料和木材等材料。同样，研讨型模型宜选用简单、易加工的苯板、油泥等材料。材料选定后再进一步确定模型比例与尺寸。



(2) 恰当地考虑模型制作比例。模型有原尺模型、放尺模型和缩尺模型,在模型制作之前要根据用途、功能选择合适的比例。另外还要考虑模型制作比例是否便于进一步研究产品设计,是否具有一定的展示效果等。

模型的材料对模型比例有非常重要的关系。因此,除非所制作的对象实体体积非常小,对比例不加考虑外,模型的材料与比例必须同时进行考虑。例如,纸质材料对于大型模型来说并不是首选材料,尽管在模型内部可以设置结构框架,但最终还是会扭曲变形。相反,泡沫塑料对于塑造大型产品形态来说则非常适合。塑料则更适合制作各种比例的展示模型。

当选择一种比例进行模型制作时,设计师必须权衡各种要素,选择较小的比例,可以节省时间和材料,但选择过小的比例,模型会失去许多细节。如1:10的比例对一个厨房模型来说恰到好处,但对于一把椅子来说,特别是在想表现许多重要细节的情况下,就太小了。所以谨慎地选择一种省时而又能保留重要细节,且能反映模型整体效果的比例,是非常重要的。

(3) 把握好产品模型的形态。产品的形态一旦确定,怎样真实、有效地表现出来,是产品模型制作的重点。在产品模型制作中,一方面要确立大的形体关系,保证造型的准确,其精度能通过形体的轮廓线、结构线、转折线、造型分割线等反映出来;另一方面,要把握好形体的块面造型与表面光滑度,以及块面间的转折线。这些对于产品模型制作是至关重要的。

(4) 分解好产品模型制作模块。在产品模型制作的过程中,应首先分析产品的形态和造型之间的关系,适当将一些不同形态的大体块部分进行拆解,分成不同的模块来制作,最后再进行拼装。

例如,用ABS塑料板制作一个有倒角的长方形茶几的侧板时,可以先根据尺寸将四个比较平直的侧板制作好,然后再裁制一块面积稍大一些的板材,按照茶几尺寸分别通过热弯等工艺制作四个有弧度的倒角部分,将热弯后多余的材料部分去除,再将茶几侧面平板与倒角部分分别黏结起来。之所以要将直面与曲面分别制作,是因为在一块较大面积的ABS塑料板上对一个面积较小的局部进行弯折时,往往费时费力、不易加工,或者弯折处的旁边部分有可能会变形而导致整体形态无法达到设计要求。

在模型制作的过程中应将一些不同形态、转折关系的面或者体块分别制作,避免材料的浪费,同时方便加工与操作,提高制作效率。

(5) 考虑模型造型质地,注重真实感,突出设计细节。产品的质地反映产品的触摸感,也是设计材料肌理的体现。设计材料、加工方法、形体表面和装饰处理的不同等都会影响产品质感的表达。

模型制作最重要的目的是要使设计的形态形象化、具象化。在设计过程的初期阶段,许多设计的细节在设计者的脑海中形成,考虑这些细节的构造、材料与效果对于实现模型的真实性的来说是非常重要的。

通常,展示模型比研讨型模型需要更高的真实性,虽然有些模型能够从其所表现出的形态特征上理解其设计的内在寓意,但是材料与真实性仍然有直接的关系。木材、金属和塑料的质地能给模型以相当高的真实性,但是要用泡沫塑料来塑造一个真实性很高的细节模型就很难做到。