

工业产品设计丛书

产品设计 模型制作

张荣强
主编



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

工业产品设计丛书

产品设计模型制作

张荣强 主编



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

· 北京 ·

(京)新登字 039 号

内容提要

模型制作是表达设计师的构思与创意的工具,也是产品设计和建筑设计不可缺少的基本功。本书全面系统地介绍了产品模型制作的方法与步骤,内容包括模型制作设计方法,泥塑模型、石膏模型、纸模型、塑料模型的制作,以及快速成型技术简介,为便于读者拓宽知识面,特别介绍了建筑模型制作的方法和实例。本书是作者多年教学、研究经验的总结,方法和实践并重,可读性强,易学易用。本书对于工业设计、艺术设计或其他有关专业人员都有参考价值,并可作为大中专院校、职业院校及成人教育相关专业教材。

图书在版编目(CIP)数据

产品设计模型制作/张荣强主编. —北京:化学工业出版社, 2004. 8

(工业产品设计丛书)

ISBN 7-5025-6086-6

I. 产… II. 张… III. ①工业产品-模型-设计
②模型(建筑)-制作 IV. ①TB476②TU205

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 089859 号

工业产品设计丛书

产品设计模型制作

张荣强 主编

责任编辑:李玉晖 任笑杰

责任校对:战河红

封面设计:关 飞

*

化学工业出版社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话:(010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京方嘉彩色印刷有限责任公司印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 880mm×1230mm 1/16 印张 4½ 字数 97 千字

2004 年 10 月第 1 版 2004 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6086-6/TB·78

定 价: 20.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

《工业设计丛书》编委会

主 编 周小儒

编 委 周小儒 傅 凯 张荣强 沙 强
杨盛钦 崔 晋 张 瑜 吴海红
倪 勇 何灿群 袁 浩 董佳丽
腾 鹏 王伶俐 束新水 王 念
朱仁洲 高 民 陈钧锴 孟 刚
李 伟 李安东 曹剑文 刘 玮
彭 岚 张永志 吴 杰 沈 兰
王昌景 陈静娴 鲁金忠 吴巨龙
骆雪松 刘耀先 王 萍 曹国红
郑曦阳 殷 遐

编写单位 南京工业大学
南京林业大学
南京农业大学
南京师范大学
南京艺术学院
江苏工业学院
江苏大学
南京航空航天大学
南京工业职业技术学院
江苏技术师范学院
南京铁路职业技术学院
常州纺织工业职业技术学院

出版者的话

随着通信、家电、汽车等行业的发展，工业产品设计越来越受到关注。产品制造商希望籍此提高市场竞争力，求学者被其技术与艺术的结合所吸引，越来越多的各类院校纷纷开设相关专业。现代工业设计从造型设计发展到产品设计，需要综合运用美术、机械学、材料学、工程学、美学、心理学、经济学、计算机等多学科的知识，对设计者的素质和能力提出了很高的要求。同时，需求的推动，使得知识更新和技术进步的速度越来越快。设计者亟需开阔视野，撷取最新设计理念，掌握现代设计技术。反映新知识，介绍新技术，启发新思路，正是这套《工业产品设计丛书》的出版意图。

《丛书》的各分册围绕产品设计展开，有的阐述相关理论问题，提供必需的基础知识，如《产品设计人机工程学》、《产品设计机械工程基础》、《产品设计心理学》；有的讲解设计所需的技能和工具，提供练习的入手途径，如《产品设计效果图》、《产品形态设计基础》、《计算机辅助工业产品设计》、《产品设计模型制作》；有的剖析范例，让设计者从中揣摩技巧，如《产品设计与模具图集》。这些书篇幅适中，内容精练，可以供工业产品设计人员阅读，也可以作为各类院校相关专业课程的教材或参考书。

出版者的话

同时出版的还有《设计基础丛书》，包括《设计素描》、《设计色彩》、《平面构成》、《立体构成》、《色彩构成》；和《平面设计丛书》，包括《包装设计》、《展示设计》、《文字设计》、《广告设计》、《室内环境设计》、《企业形象设计》、《印刷工艺设计》。

这套丛书由南京工业大学艺术设计学院的周小儒老师提议，后又组织南京工业大学、江苏大学、南京林业大学等高校的几位编者讨论定题，分工编写。编者们长期工作于教学一线，既有传道授业的经验，也一直在身体力行设计实践，积累了丰富的素材，对设计思维的培养和方法技巧的驾驭有着切身的体会，希望能够以这套丛书帮助读者了解工业产品设计的各方面知识，为深入学习和从事设计工作打下良好的基础。

对丛书内容、形式的意见和建议，在学习、工作中碰到的新问题，欢迎读者向我们提出来。我们将博采众长，继续出版更好的图书，满足读者的需求。

2004年4月

前言

模型制作是产品设计过程中一个重要的阶段。设计师通过模型制作,将设计理论应用于实践中,使图纸上的平面设计构思成为现实。模型制作能力的培养,不仅是为了提高动手制作能力,更重要的是为了提高创造能力和对形态、结构、功能设计的分析能力。现在,计算机辅助设计系统,使产品设计达到了高度的精确和标准化,同时,计算机辅助制造、快速成型、数控加工等各项先进技术给产品设计带来了快速、精确、经济、直观的全新设计方式。但是,传统手工模型制作至今仍然具有计算机技术不可替代的作用和优势,应该在将来相当长的时间内被保留下来,与计算机技术一道使产品设计技术更臻于完善。本书从最基本的方面入手,结合大量的实例详细地介绍了各种制作方法和特点,内容全面丰富,语言简练概括,有过程步骤,有分析归纳,具有学习和参考价值。

本书稿的讨论和修改,得到了南京工业大学、南京航空航天大学、江苏理工大学、南京农业大学、南京艺术学院、南京林业大学等同行的指点和帮助,对此表示感谢。另外,本书选用了南京林业大学机电学院工业设计系学生制作的产品模型和建筑模型,在此对被选用作品的作者表示谢意。

本书第3章、第5章、第6章的文字稿由南京林业大学机电学院工业设计系刘玮编写,其他章节均由张荣强编写。由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免有错误和疏漏之处,敬请读者批评指正。

编者

2004年7月

目 录

第 1 章 模型制作概述	1
1.1 模型制作概念和意义	1
1.2 模型制作的分类	2
1.3 模型制作的材料	3
第 2 章 模型制作设计方法	5
2.1 平面设计形式	5
2.2 立体设计形式	6
2.3 模型制作步骤	6
2.4 模型制作的成型方法	6
2.5 产品模型制作的原则	7
第 3 章 泥塑模型加工与制作	8
3.1 模型的材料和配件	8
3.2 模型设计和制作实例	11
第 4 章 石膏模型加工与制作	15
4.1 模型的材料和调制	15
4.2 石膏模型的成型方法	16
4.3 石膏模型的翻制	16
4.4 石膏模型制作实例	16
4.5 石膏模型的表面处理	21
第 5 章 纸模型的制作与加工	22
5.1 纸模型加工材料与工具	22

5.2	纸模型设计与制作实例	24
第 6 章	塑料模型的制作与加工	30
6.1	塑料模型的材料与加工工具	30
6.2	塑料模型设计与加工实例	35
6.3	模型表面的处理	37
6.4	塑料模型的制作案例	38
第 7 章	建筑模型制作	40
7.1	建筑模型概述	40
7.2	建筑模型的类型	40
7.3	模型制作工具	41
7.4	建筑模型的设计与制作	42
7.5	建筑模型的制作步骤	43
第 8 章	快速成型技术介绍	45
8.1	快速成型技术概述	45
8.2	快速成型方法	46
8.3	快速成型技术的发展	48
8.4	快速成型系统图例	50
第 9 章	模型作品示例	53
参考文献	59

目 录

第 1 章 模型制作概述

1.1 模型制作概念和意义

模型制作是运用木材、石膏、塑料等材料，采用合适的结构及相应的工艺，以三维实体的形式表达产品的设计构思、形态和构造。模型制作同时也是整个设计过程中不可缺少的分析、评价的手段。

对于一名设计师而言，通过模型制作，将设计理论运用于实践，把社会科学、视觉艺术、美学、人机工程学进行综合，应用到产品设计中，使美的构想从图纸表达成为现实。快速、简洁、精致、恰到好处的模型制作，是设计者技巧和能力的体现，如同手绘图形、计算机三维设计软件使用、色彩构成设计等一样，是一个设计师的重要的基本功。

模型与平面图纸都是设计交流的重要语言，用于表达构思方案、检验设计的可行性。模型的空间效果好，直观性最强，易于接受和判断。在工业设计中，模型制作不能简单地理解为单纯的外表造型，或模仿照搬别人的产品，也不是多余的工作，而是以创新精神开发新产品，制作出新的立体形象。它需要进一步研究完善设计方案，检验设计的合理性，

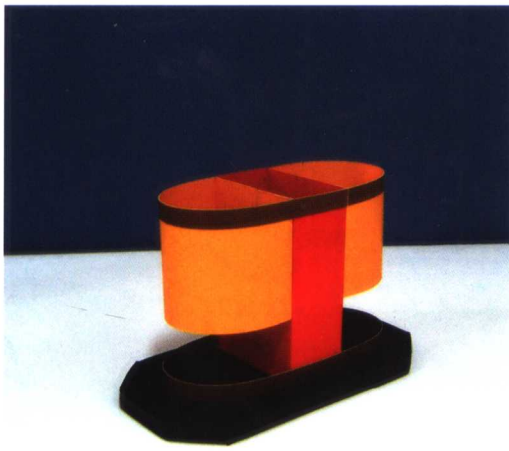


图 1-2 纸模型 1



图 1-1 建筑模型

为后期的生产提供充分的依据。其作用有以下几点：①记录构思，用易于加工的材料制作草模，使设计构思得以明确的表达，并由真实的形态得到新的感受，以利于构思的进一步发展；②研究形态，用模型检查设计是否符合预期的效果，因为模型可以真实准确地反映出物体的形态、结构、色彩、比例和美感；③检查分析内部结构的合理性和可行性，尤其是零部件之间的安装和布置，这种检查会发现设计中的问题，以求得到合理的方案；④模型表达作为实物进行展示，使消费者能直观地感受到产品的真实性，了解其中的意义，根据自己喜好作出判断，并对设计推敲和评估有直接的影响。

1.2 模型制作的分类

模型制作主要是对设计预想的实物进行按比例展现，它超越了平面图、透视图、效果图、



图 1-3 纸模型 2

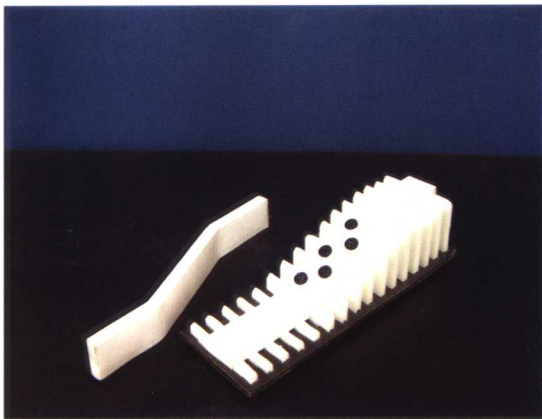


图 1-4 纸模型 3

电脑动画所能表达的效果，是一种介于设计图纸和实际产品之间的空间表达，它将二者联系起来，从设计师的角度，分析在空间条件下产品形态的变化。具体的分类可以按照设计阶段的用途和材料进行区分。

1.2.1 形态观察模型

形态观察模型又称草模，是指设计初期阶段，将设计构想用立体的块体记录下来。其中仅对产品的形态、大小、比例进行初步的塑造，以作为后面阶段三维实物参考。它的特点是用概括的方式表现产品的风格、大致布局，重点强调整体概念，如长、宽、高等尺寸，粗略的凹凸关系，不进一步表现细节、装饰、色彩。一般而言，草模是为某个设计构思而制作，可以在此过程中作出一系列的不同的形态造型，作为比较和评估。材料上应该用易于加工成型的为主，如纸、泡沫塑料、黏土、油泥、石膏等。

1.2.2 功能模型

此类模型主要用来研究产品的一些物理性能、力学性能以及人机关系，又可作分析检验产品的依据。要求设计对象各个零部件按设计

要求制作，并且互相配合，在一定的条件下做试验，测数据，以此作为后续设计的依据。

1.2.3 展示模型

展示模型采用真实的材料，用准确的尺寸，作出与实际产品几乎一样的模型，用以表现形态、色彩、表面的材质等特征，作为产品的样品进行展示，是模型制作的高级阶段。其真实感强，有良好的可触性，追求合理的人机关系、美的外形，尤其注重外观的完整性和视觉、触觉的效果，是介于设计与生产制造之间的实物样品。设计师可借此模型与模具设计制造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。



图 1-5 塑料模型

1.3 模型制作的材料

模型制作可用的材料很多，一般取易于画线、切割、雕刻、粘接、装饰、塑造，还要求有一定的强度，不易变形的材料。常用的材料有如下几种。

1.3.1 黏土

用它加工制作模型的优点是取材容易，价格低，可塑性好，修改方便，并且可以反复使用。缺点是较重，细部难以刻画，干后易变形，产生裂纹，不好保存。但是黏土加工模型方便、快捷，可随时修改，所以常用于制作体积小的构思阶段的草模。



图 1-6 油泥模型

1.3.2 油泥

其特点是可塑性好，加热软化后可自由塑造修改。不易干裂变形，易于连接回收，重复使用，细部表现亦可进行，适合制作小巧而形状独特的产品模型。它的缺点是较重，怕碰撞，不能挤压，不易涂色。一般也只用来制作草模或设计方案中的概念模型。



图 1-7 石膏模型

1.3.3 石膏

石膏材料做模型，具有一定的强度，不易变形走样，成型容易，细部雕刻方便，可涂色彩，价格低，便于长期保存。用石膏制作的模具可以对模型原作形态进行忠实翻制。缺点是较重，怕碰撞挤压。一般用于制作体积不大、形态不太复杂、细部刻画不多的模型。

1.3.4 硬质泡沫塑料

硬质泡沫塑料一般作绝缘材料和包装材料，易于加工并且材质松软，价格低，具有一定的强度。缺点是怕重压碰撞，不易进行精细的加工，不好修补，不能直接涂色，表面多孔，美感差。一般制作形状不复杂，形态较大的产品模型或草模。

1.3.5 塑料板材

塑料板材一般有有机玻璃板、PVC板、ABS板。

有机玻璃板的品种和规格很多，常见的有透明和不透明之分。透明的有茶色、白色、淡蓝、淡绿等，不透明的有瓷白色及红、黄、蓝、绿等颜色。由于材质硬，难以处理好细部，一般不用于形态变化多、曲面复杂的模型。



图 1-8 ABS 模型

真实性，并且 ABS 材料就是现代工业产品的材料，产品模型与真实的产品外观没有区别，仅少个机芯而已。因此，塑料模型在模型制作中占有重要的地位，应该说它是最佳的模型表现形式。

PVC 板为白色，不透明，常用厚度有 0.5mm、1mm、2mm、3mm、4mm、5mm，弯曲性优于有机玻璃。易于加工，小的裁纸刀都可以刻穿，连接性好。但是它的结构密度不高，烘烤压模时要随时掌握材料烘软的程度，喷漆表面不够细腻。

ABS 又称工程塑料，ABS 板表面硬度高，尺寸稳定，耐化学物质，电性能好，有特殊的成型能力。表面可电镀、喷漆。烘烤压模成型的温度控制在 120~170℃。ABS 板是最理想的模型制作材料。

塑料模型较适合表面效果要求较高的产品，如家用电器、日常用品等。但是塑料加工成型需要一定的工具和设备，尤其是曲面的成型过程中，工艺复杂，材料成本高，制作技术要求也高。塑料材料所具有的优点是其他材料所不可替代的。一旦材料选定后，就要考虑用这种材料来获得产品的制作工艺、模型最终要表达的形态、色彩的效果，以及最后的立体效果。

由于塑料板模型在感观上能表达达到接近产品的

第2章 模型制作设计方法

模型设计与制作是产品造型设计的继续，是产品设计过程中的一种重要的表达形式，是设计者按照设计意图，创造表达出来的立体形象。在设计初期阶段，由构思草图作出草模，以研究处理构思草图中无法解决的产品形态上的空间问题。比如，凹凸变化、各部分的结构比例尺寸、细部的曲线曲面动态表达、造型的总体效果，以及考虑不成熟的部分和视觉误差等。所有这些都可以在模型制作中进行调整、修正、补充。因此，模型制作过程是一个设计和实践紧密结合的过程，是一个设计者技巧智慧和创造力充分发挥的过程。对产品而言，是一个从无到有、从平面到立体的逐步完善的过程。



图 2-1 建筑模型

2.1 平面设计形式

设计者将自己的构思，先在图纸上绘制出来，如：草图、多面正投影图、效果图；再作版面设计，包含内容为：市场调查、构思草图、色彩图、效果图、三视图、图形设计意图的文字补充。

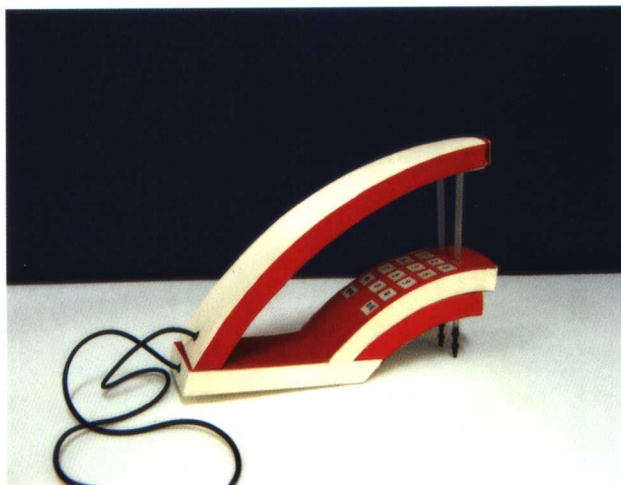


图 2-2 纸模型

2.2 立体设计形式

在平面形式完成之后，再选用各种造型材料，运用相应的加工技术，制作模型，克服平面视觉的局限性，以真实地反映产品直观的立体、色彩、质感、人机关系等空间造型的总体效果。立体模型已成为工业设计中的一种重要的设计表达形式，在设计中得到广泛应用。

2.3 模型制作步骤

从多种平面设计的图形中，找出最好的方案，准备好工具，用普通材料先作出草模。如果模型较大，还需先作模型骨架，然后再加工。草模做好后，要进行观察分析，再进一步制作概念模、结构模、展示模，经过评议审核后定型。之后，还需多次修改检测，最后涂饰完成模型制作。由于模型制作费时费工，有时候在对设计影响不大的情况下，只作草模和展示模型，甚至仅作展示模型。

2.4 模型制作的成型方法

(1) 切割雕塑法 凡是以较为容易成型的黏土、油泥、石膏、硬质泡沫塑料为基础的材料，多以手工的方法作切割、雕塑、锉、刨、刮削成型，适合做简单、小型的产品模型。可以看成是在一个或几个基本形体上，进行挖切加工后得到的新的形体，是一种减法成型的方法。

(2) 叠加堆砌法 以搭积木的方式，将一些基本形体堆砌成新的造型实体，是一种加法成型的方法。所作的模型一般是中型体积的产品。

(3) 综合成型法 将以上两种方法互相结合使用，取长补短，常用于制作大型产品模型，如大型机床、医疗器械、交通工具、导弹、飞机、卫星等模型，宜用木材、塑料板材、金属材料为基础来制作。



图 2-3 金属模型



图 2-4 石膏模型

2.5 产品模型制作的原则

2.5.1 合理地选择制作材料

传统的模型制作多用黏土和木材，精度高的采用塑料真空成型，这些都比较大，需加工设备。工序有：塑造、翻模、成型、修补、打磨、抛光、封漆、涂色。纸和硬纸板容易得到，便于加工处理，对工具要求简单，是作草模的理想材料。但是，它的应用范围还是有限的，不可能适用所有的模型制作。泡沫塑料、塑料薄板等材料，重量轻，容易加工，价廉物美。加工塑造大型块体时，可以应用发泡材料代替木材和黏土。

2.5.2 选择模型的制作比例

一般情况下，除非实体的体积非常小而不考虑比例，模型的材料和比例都要同时进行选择。选择时，必须权衡各种因素。小的比例可以节约材料和时间，但是可能会失去许多细节，使细部无法表达清楚。因此，慎重地选择一种既省时又保留重要的细节，并能反映模型整体效果的比例是非常重要的。一般尽可能采用与实际尺寸一样的比例，即 1:1 为好，这样便于设计者从整体上把握产品的形态。大的模型，需要缩小的比例可取：1:2、1:5、1:10、1:15、1:20 等。小的模型，需要放大的比例可取：2:1、4:1、5:1 等。注意：经过比例变化后，模型往往由于视觉的误差而产生与实物的真实形态上的差距。

第3章 泥塑模型加工与制作

3.1 模型的材料和配件

3.1.1 材料

泥有很多不同的类型，有儿童游戏用的橡皮泥，陶瓷用的黏土，艺术家用的拌油塑泥，产品设计部门用的工业油泥（ID）等。



图 3-1 油泥模型 1

泥较石膏质地更软，可塑性强，更易加工成型和修改。泥的性质取决于泥土的成分。泥土实际是矿物粉末与水、黏土和其他材料相混合而成的。制作模型的泥土材料，可以分为水性黏土和油性黏土两大类。

水性黏土是用水与质地均匀细腻的生泥相调和，经反复揉搓形成黏和性强、柔软而不沾手、干湿度适中的熟泥。这种泥取材方便，可塑性大，但随着水分的缺失水性黏土干燥后固化、龟裂，塑造后的模型不宜长期保存。因此，往往将塑造后的模型翻制成石膏模型，以便于长期保存。

油性黏土是一种人工制造的材料，比普通水性黏土强度高、黏性强。油泥是一种软硬可调，

质地细腻均匀，附着力强，不易干裂变形的有色造型材料。油的挥发较慢，不易缺失，性能稳定，制作周期可较长，表面的处理比较细腻。在室温条件下的油泥硬固，需经过烘烤，加热变软后才能使用，可塑性好，可反复多次使用。

由于油泥材料的价格远高于普通黏土材料，在制作较大的油泥模型时，可先用辅助材料做内芯、骨架，使油泥得到经济充分的利用。

辅助材料有木质、金属、塑料、发泡材料等。辅助材料是在制作过程中为增强模型牢固性和经济性而存在的。

油泥、工业油泥都可用于汽车模型，模型油泥是红棕色油泥和 Leon 油泥，两种都属于软性，具有含水量高、黏性强，室温下可加工的特点。工业油泥含有下列成分：

石蜡 9%~10%



图 3-2 油泥模型 2