

全彩印刷

高等院校工业设计专业系列教材

清华大学美术学院院长 鲁晓波

倾力推荐

产品设计 模型制作 与工艺 (第三版)

Production and
Technology of Product
Design Model
(Third Edition)



兰玉琪 张莹 潘弢 张喜奎 编著

清华大学出版社

高等院校工业设计专业系列教材

产品设计模型制作与工艺

(第三版)

兰玉琪 张 莹 潘 弢 张喜奎 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

模型制作是产品设计开发过程中体现设计概念的重要方法和手段, 为产品概念的实现提供了可进行综合分析、研究与评价的实物参考依据, 同时也是实现从产品研发到产品正式生产之前的重要保障。

本书共分 10 章内容, 对产品模型的相关概念、产品模型制作的意义与作用、产品模型的种类与用途、产品模型制作材料选择与应用、产品模型制作常用的工具设备使用方法与安全防护, 以及使用纸质、石膏、油泥、塑料等不同材料进行设计表达的方法与步骤等方面进行了详细的描述, 并结合大量制作案例进行直观表达, 让读者能够轻松掌握相关的知识。

本书内容深入浅出、易学易用, 适合于学习产品设计专业的学生、工业设计师、工业设计公司及设计爱好者阅读。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。

版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

产品设计模型制作与工艺 / 兰玉琪等 编著. —3 版. —北京: 清华大学出版社, 2018

(高等院校工业设计专业系列教材)

ISBN 978-7-302-50965-3

I . ①产… II . ①兰… III . ①产品设计—模型—高等学校—教材 IV . ①TB472

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 190897 号

责任编辑: 李 磊 焦昭君

装帧设计: 王 晨

责任校对: 牛艳敏

责任印制:

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦A座

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:

装 订 者:

经 销: 全国新华书店

开 本: 190mm×260mm

印 张: 9.25

字 数: 273千字

版 次: 2007年11月第1版 2011年11月第2版 2018年9月第3版

印 次: 2018年9月第1次印刷

定 价: 49.80元

产品编号: 068531-01

高等院校工业设计专业系列教材

编委会

主 编

兰玉琪
天津美术学院产品设计学院
副院长、教授

副主编

高 思

编 委

李 津	马 彧	高雨辰	邓碧波	李巨韬	白 薇
周小博	吕太锋	曹祥哲	谭 周	张 莹	黄悦欣
潘 弢	陈永超	张喜奎	杨 旻	汪海溟	寇开元

专家委员

天津美术学院院长	邓国源	教授
清华大学美术学院院长	鲁晓波	教授
湖南大学设计艺术学院院长	何人可	教授
华东理工大学艺术学院院长	程建新	教授
上海视觉艺术学院设计学院院长	叶 苹	教授
浙江大学国际设计研究院副院长	应放天	教授
广州美术学院工业设计学院院长	陈 江	教授
西安美术学院设计艺术学院院长	张 浩	教授
鲁迅美术学院工业设计学院院长	薛文凯	教授



序

今天，离开设计的生活是不可想象的。设计，时时事事处处都伴随着我们，我们身边的每一件东西都被有意或无意地设计过和设计着。

工业设计也是如此。工业设计起源于欧洲，有百年的发展历史，随着人类社会的不断发展，工业设计也经历了天翻地覆的变化：设计对象从实体的物慢慢过渡到虚拟的物和事，设计方法关注的对象也随之越来越丰富，设计的边界越来越模糊和虚化；从事工业设计行业的人，也不再局限于工业设计或产品设计专业的毕业生。也因此，我们应该在这种不确定的框架范围内尽可能全面和深刻地还原和展现工业设计的本质——工业设计是什么？工业设计从哪儿来？工业设计又该往哪儿去？

由此，从语源学的视角，并在不同的语境下厘清设计、工业设计、产品设计等相关的概念，并结合对围绕着我们“被设计”的事、物和现象的观察，无疑可以帮助我们更深刻地理解工业设计的内涵。工业设计的综合性、交叉性和边缘性决定了其外延是广泛的，从艺术、文化、经济和技术等不同的视角对工业设计进行解读或许可以更完整地还原工业设计的本质，并帮助我们进一步理解它。

从时代性和地域性的视角下对工业设计历史的解读，不仅仅是为了再现其发展的历程，更是为了探索推动工业设计发展的动力，并以此推动工业设计进一步的发展。无论是基于经济、文化、技术、社会等宏观环境的创新，还是对产品的物理空间环境的探索，抑或功能、结构、构造、材料、形态、色彩、材质等产品固有属性以及哲学层面上对产品物质属性的思考，或者对人的关注，都是推动工业设计不断发展的重要基础与动力。

工业设计百年的发展历程给人类社会的进步带来了什么？工业发达国家的发展历程表明，工业设计教育在其发展进程中发挥着至关重要的作用，通过工业设计的创新驱动，不但为人类生活创造美好的生活方式，也为人类社会的发展积累了极大的财富，更为人类社会的可持续发展提供源源不断的创新动力。

众所周知，工业设计在工业发达国家已经成为制造业的先导行业，并早已成为促进工业制造业发展的重要战略，这是因为工业设计的创新驱动动力发生了极为重要的作用。随着我国经济结构的调整与转型，由“中国制造”变为“中国智造”已是大势所趋，这种巨变将需要大量具有创新设计和实践应用能力的工业设计人才，由此给我国的工业设计教育带来了重大的发展机遇。我们充分相信，工业设计以及工业设计教育在我国未来的经济、文化建设中将发挥越来越重要的作用。



目前，我国的工业设计教育虽然取得了长足发展，但是与工业设计教育发达的国家相比确实还存在着许多问题，如何构建具有创新驱动能力的工业设计人才培养体系，成为高校工业设计教育所面临的重大挑战。此套系列教材的出版适逢“十三五”专业发展规划初期，结合“十三五”专业建设目标，推进“以教材建设促进学科、专业体系健康发展”的教材建设工作，是高等院校专业建设的重点工作内容之一，本系列教材出版目的也在于此。工业设计属于创造性的设计文化范畴，我们首先要以全新的视角审视专业的本质与内涵，同时要结合院校自身的资源优势，充分发挥院校专业人才培养的优势与特色，并在此基础上建立符合时代发展的人才培养体系，更要充分认识到，随着我国经济转型建设以及文化发展对人才的需求，产品设计专业人才的培养在服务于国家经济、文化建设发展中必将起到非常重要的作用。

此系列教材的定位与内容以两个方面为依托：一、强化人文、科学素养，注重世界多元文化的发展与中国传统文化的传承，注重启发学生的创意思维能力，以培养具有国际化视野的复合型与创新型设计人才为目标；二、坚持“科学与艺术相融合、创新与应用相结合”，以学、研、产、用一体化的教学改革为依托，积极探索具有国内领先地位的工业设计教育教学体系、教学模式与教学方法，教材内容强调设计教育的创新性与应用性相结合，增强学生的创新实践能力与服务社会能力相结合，教材建设内容具有鲜明的艺术院校背景下的教学特点，进一步突显了艺术院校背景下的专业办学特色。

希望通过此系列教材的学习，能够帮助工业设计专业的在校学生和工业设计教学、工业设计从业人员等更好地掌握专业知识，更快地提高设计水平。



天津美术学院产品设计学院
副院长、教授



前言



工业设计是制造业的先导行业，在工业产品设计中发挥着重要的作用。工业设计师通过将科学与艺术的完美结合，不断为人们设计、创新和引导未来生活方式，通过对多学科知识体系的综合运用，创造性地构思了既具备科技因素，又富含艺术气息和文化内涵的新的产品设计概念，符合人们需要的、合理的产品设计概念最终要以产品的形式表现出来。

在产品的设计开发阶段，通常情况下使用产品模型描述设计概念、展现设计内容。产品模型是根据产品设计不同阶段按构思内容或设计图样对产品的形态、结构、功能及其他产品特征进行设计表达而形成的实体或虚拟产品模型。

在产品的设计过程中，模型制作是体现设计概念的重要方法和手段，设计师通过产品模型制作过程不但能将设计概念具象化，以此表达设计思想、展现设计内容，更主要是通过产品模型制作过程可以帮助设计师分析和解决例如产品形态、人机尺度、功能实验、结构分析、材料运用、加工工艺等诸多设计要素之间的关系问题。模型表现与制作过程实际是设计的再深入过程，通过产品模型能够不断修改与完善设计内容，提前预测、反馈和获取重要的设计指标，尽量避免设计中非合理性因素的出现。产品模型制作为产品概念的实现提供了可进行综合分析、研究与评价的实物参考依据，同时，产品模型制作也是实现从产品研发到产品正式生产之前的重要保障。

产品模型始终跟随产品设计的全过程，每一阶段的设计所使用的模型有各自的作用与价值。目前，在产品的设计研发阶段，经常使用手工模型、数字化模型、快速成型技术等方法手段进行设计表达。手工制作模型具备直观效果，能够直接进行设计体验，制作过程中更容易开发出早期的设计想法，具有即时调整与快速表达设计构思的优势，是表达设计构思不可或缺的重要方法。随着计算机技术的不断发展，产品设计中利用CAD软件虚拟构建产品模型，实现虚拟表现、虚拟测试、虚拟实验过程，已经成为产品开发的新方式，在设计中发挥着重要的作用。通过快速成型技术可有效提高模型制作的效率与真实性。每种类别的模型都有各自的价值，在不同的设计阶段发挥不同的作用，作为一名工业设计师应熟练掌握和应用。

产品设计模型制作作为一种非常便捷且十分合理的设计与表现方法，如何在设计阶段通过产品模型综合展现未来产品的设计内容是设计师设计能力的重要体现。设计师不要简单地将模型制作过程理解为只是将二维内容转化成三维实体的过程，倘若如此，模型制作过程便失去了真正的含义，只有充分认识到产品模型制作的重要意义，才能在设计实践中借助产品模型完善设计过程。

本书由兰玉琪、张莹、潘弢、张喜奎编著，邓碧波、马彧、陈永超、李巨韬、汪海溟、寇开元、吕太锋、谭周、周旭、龙泉等也参与了本书的编写工作。由于作者水平所限，书中难免有疏漏和不足之处，恳请广大读者批评、指正。

本书提供了PPT教学课件资源，扫一扫右侧的二维码，推送到自己的邮箱后即可下载获取。



编者

目录

第1章 产品模型概述

1

- 1.1 产品模型的相关概念····· 1
 - 1.1.1 产品模型与产品原型····· 1
 - 1.1.2 产品模型的类型····· 1
 - 1.1.3 产品模型的“迭代”····· 3
- 1.2 产品模型制作的意义与作用····· 3
- 1.3 产品模型的种类与用途····· 9
 - 1.3.1 概念构思模型····· 9
 - 1.3.2 功能实验模型····· 10
 - 1.3.3 交流展示模型····· 12
 - 1.3.4 手板样机模型····· 13
- 1.4 产品模型的成型原则····· 13
 - 1.4.1 经济性原则····· 13
 - 1.4.2 便捷性原则····· 14
 - 1.4.3 目的性原则····· 14
- 1.5 本章作业····· 16
 - 思考题····· 16

第2章 产品模型制作材料的选择与应用

17

- 2.1 产品模型制作常用材料及特性····· 17
 - 2.1.1 油泥····· 17
 - 2.1.2 石膏粉····· 18
 - 2.1.3 纸类····· 18
 - 2.1.4 塑料类····· 18
 - 2.1.5 橡胶类····· 20
 - 2.1.6 木材类····· 21
 - 2.1.7 金属类····· 22
- 2.2 产品模型制作材料的应用····· 22
 - 2.2.1 概念构思模型的常用材料····· 22
 - 2.2.2 功能实验模型的常用材料····· 23
 - 2.2.3 交流展示模型的常用材料····· 25
 - 2.2.4 手板样机模型的常用材料····· 26
 - 2.2.5 不同设计阶段使用不同材料制作不同种类的模型案例····· 26
- 2.3 本章作业····· 28
 - 思考题····· 28
 - 实验题····· 28

第3章 产品模型制作常用的工具、设备及安全防护

29

- 3.1 常用的加工工具和设备····· 29
 - 3.1.1 裁切类工具····· 29
 - 3.1.2 锯割类工具和设备····· 30
 - 3.1.3 锉削、磨削类工具和设备····· 31
 - 3.1.4 钻削、车削类电动工具和设备····· 34
 - 3.1.5 电加热类工具和设备····· 35
 - 3.1.6 气动工具、设备····· 36
 - 3.1.7 油泥专用工具、设备及辅助材料····· 38
 - 3.1.8 常用的木工工具····· 41
 - 3.1.9 常用的辅助类工具····· 43
 - 3.1.10 常用的度量、画线工具····· 46
- 3.2 常用的辅助加工工具及材料····· 47

3.3 操作环境与安全防护	48
3.3.1 操作环境	48
3.3.2 安全防护	49

3.4 本章作业	51
思考题	51
实验题	51

第4章 聚氨酯材料模型制作

52

4.1 设计构思表达	52
4.2 基础形状加工	53
4.2.1 主视图投影轮廓加工	53
4.2.2 沿俯视图轮廓线加工	57
4.3 局部形状加工	59

4.4 配件加工	61
4.5 黏结成型	62
4.6 本章作业	62
思考题	62
实验题	62

第5章 纸质材料模型制作

63

5.1 设计构思表达	63
5.2 绘制展开图	65
5.3 裁切	66
5.4 构件的立体折叠	68

5.5 设计内容测试	71
5.6 本章作业	71
思考题	71
实验题	71

第6章 石膏材料模型制作

72

6.1 设计构思表达	72
6.2 搭建浇注型腔	73
6.3 浇注石膏体	75
6.3.1 调和石膏溶液	75
6.3.2 浇注石膏体的方法	76
6.4 雕刻成型	77

6.4.1 沿主视图投影轮廓加工	77
6.4.2 沿俯视图投影轮廓加工	78
6.4.3 局部形状加工	80
6.5 本章作业	83
思考题	83
实验题	83

第7章 油泥材料模型制作

84

7.1 搭建油泥模型内骨架	85
7.2 贴附油泥	87
7.3 形态塑造	89
7.3.1 形态的粗略塑造	89

7.3.2 形态的精细塑造	92
7.4 本章作业	99
思考题	99
实验题	99

第8章 塑料材料模型制作

100

8.1 热塑性塑料的冷加工	100
8.1.1 板材的冷加工	100
8.1.2 管材、棒材的冷加工	102
8.1.3 塑料材料上打孔、铣槽及 抛光	102
8.2 热塑性塑料的热加工	103
8.2.1 塑料板材的热折弯成型	103

8.2.2 塑料板材的多向曲面热压 成型	104
8.2.3 棒材、管材热弯曲成型	117
8.3 塑料模型制作案例	108
8.4 本章作业	110
思考题	110
实验题	110

第 9 章 木质材料模型制作

111

- | | | | |
|-------------------|-----|------------------|-----|
| 9.1 加工构件..... | 111 | 9.2.2 预埋件结合..... | 123 |
| 9.1.1 板状构件加工..... | 111 | 9.2.3 组装..... | 125 |
| 9.1.2 条形构件加工..... | 116 | 9.3 本章作业..... | 126 |
| 9.2 构件的结合..... | 119 | 思考题..... | 126 |
| 9.2.1 榫..... | 119 | 实验题..... | 126 |

第 10 章 产品模型表面涂饰

127

- | | | | |
|-----------------------|-----|---------------------|-----|
| 10.1 模型常用涂饰材料及辅料..... | 127 | 10.2.3 木模型表面涂饰..... | 135 |
| 10.2 表面涂饰方法..... | 129 | 10.3 本章作业..... | 137 |
| 10.2.1 石膏模型表面涂饰..... | 129 | 思考题..... | 137 |
| 10.2.2 塑料模型表面涂饰..... | 132 | 实验题..... | 137 |

后记..... 138

《第 1 章》

产品模型概述



1.1 产品模型的相关概念

产品模型是根据产品设计的不同阶段，按构思内容或设计图样对产品的形态、结构、功能及其他产品特征进行设计表达而形成的实体或虚拟模型。

如图 1.1 所示为使用聚氨酯硬质发泡材料经表面涂饰制作的汽车模型。



图 1.1

1.1.1 产品模型与产品原型

产品模型也称产品原型，都是用于描述产品、服务或系统的初始三维呈现的术语。

各行各业都有自己的产品，每个行业进行新的产品开发都有一个从概念向现实转化的过程，能够承载概念的任何事或物都可以称为产品原型。例如，UI 设计师的界面使用流程策划、工程师设想的结构连接状况等，都可称为产品原型。由于产品原型在产品设计中所包含的范围和内容更广，因此这个术语在产品设计中应用得越来越广泛。

产品模型始终跟随产品设计的全过程，每一阶段的设计所使用的模型都有各自的作用与价值，模型主要是用来描述产品外观及各种功能的设计内容，通过模型验证设计的合理性并寻求解决方案。

1.1.2 产品模型的类型

目前，在产品设计中经常使用如下几种类型的模型进行设计表达，每种类型的模型都有各自的价值，

在不同的设计阶段发挥不同的作用。

1. 手工模型

通过手工的方式并借助工具、设备对材料进行加工制作的模型，习惯上称为手工模型。

2. 数字模型

使用计算机技术、通过 CAD 软件建立的产品虚拟模型称为数字模型。

通过数字模型可以虚拟表现产品的功能、结构、装配关系等设计内容。如图 1.2 所示为使用 UG 工程软件建立的空气净化器产品数字模型，通过数字模型虚拟表达产品各零部件的结构及零件之间的装配关系等。

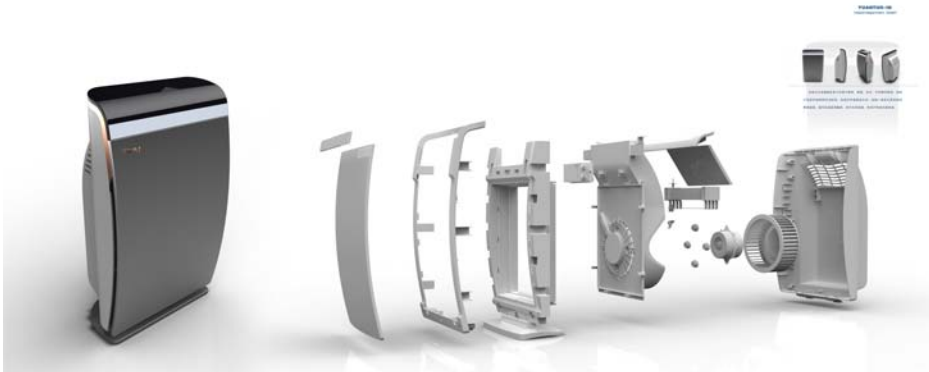


图 1.2

3. 快速成型

快速成型 (Rapid Prototyping, 简称 RP) 是 20 世纪 80 年代末出现的涉及多学科、新型综合性的先进制造技术,是在 CAD/CAM(计算机辅助设计 / 计算机辅助制造) 技术、激光技术、多媒体技术、计算机数控加工技术、精密伺服驱动技术以及新材料技术的基础上集成发展起来的高新制造技术。其应用领域非常广泛,快速成型技术也为产品模型制作提供了新的成型与设计应用的方法,如图 1.3 所示。



图 1.3

4. 不同类型的模型在设计环节中的转换使用

每种类型的模型都有各自的价值，在不同的设计阶段发挥不同的作用。

在产品设计研发阶段，手工制作模型具备直观效果，能够直接进行设计体验，制作过程中更容易开发出早期的设计想法，具有即时调整与快速表达设计构思的优势，是表达设计构思不可或缺的重要方法。

随着计算机技术的不断发展，产品设计中利用 CAD 软件虚拟构建产品模型，实现虚拟表现、虚拟测试、虚拟实验过程，已经成为产品开发的新方式，在设计中发挥着重要的作用。例如，利用数字模型绘制产品级的外观展示效果、借助虚拟建模的精确性模拟组合零件之间的干扰测试、借助工程软件的有限元分析功能虚拟测试产品静负荷受力情况下的变形分析等。

利用快速成型技术可提高模型制作的效率，辅助设计表达的能力比较强，只需电脑连通数控加工设备即可实现制作过程；快速成型技术的应用可加快产品从研发到批量投产的周期，提高了企业产品在市场上的快速响应能力。

作为产品设计师，应该在实体模型和虚拟模型之间实现自如转换，发挥各自的优势，应学会驾驭不同的表现手段和方法来服务于设计。

1.1.3 产品模型的“迭代”

较上一个模型的更新，每个新版本通常被称为一个“迭代”。

产品模型的改进一直伴随整个设计流程，随着设计的不断深入，模型会随设计内容的更新不断发生变化，逐渐被更完善的“迭代”模型所替代。

如图 1.4 所示为电源插头的模型“迭代”。通过模型的“迭代”，表达更为完善的设计内容。

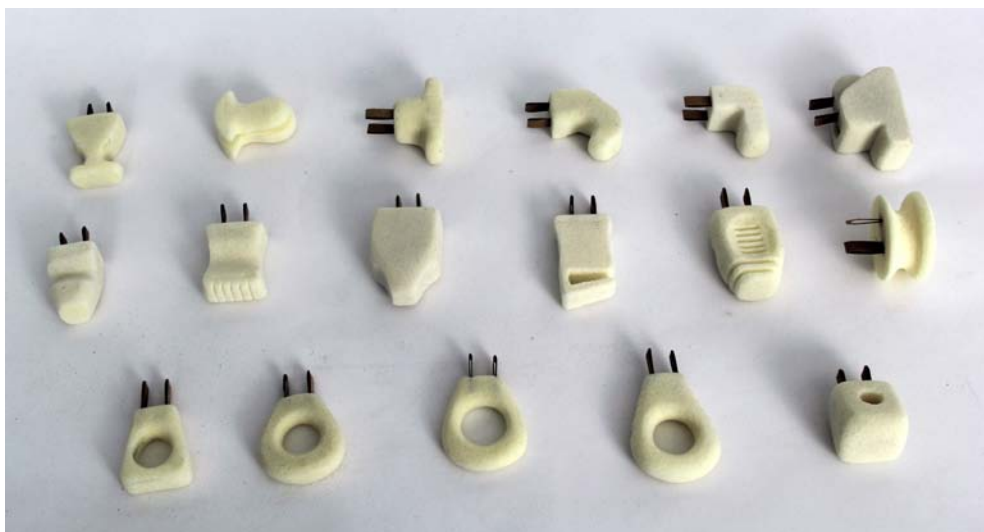


图 1.4

1.2 产品模型制作的意义与作用

工业设计师通过对科学与艺术的完美结合以及多学科知识体系的综合运用，创造性地构思了既具备科技因素，又富含艺术气息和文化内涵的设计概念。符合人们需要的、合理的产品设计概念的最终目的是要转化为被人们使用的产品。产品模型制作的意义与作用在于能够使产品设计概念实体形象化、通过产品模型实现向真实产品的过渡与转化。

1. 产品模型的构建是创造性的设计实践过程

一个产品概念要转变成一件真正的产品需要进行大量的前期工作，不仅仅只是停留在纸面设计或是在电脑上绘制效果图那样简单。从设计到生产要经历复杂的过程，其间会遇到很多问题。例如，如何在设计研发过程中尽量避免出现设计缺陷、如何防止在投产阶段出现生产方面的问题、如何最大限度地降低研发成本等。通常情况下，设计师在设计阶段就会及时将产品概念形象化，使概念成型为“产品”，并以该“产品”为介质，用于综合表现设计内容，这个介质就是产品模型。设计研发过程中通过产品模型的构建过程，实现了从产品概念到产品现实的转化过程。

产品模型在现代工业产品设计过程中发挥着重要作用，与二维平面表现方式截然不同，由于产品模型是以一个真实空间体的形式出现，所以能够立体、全方位地展示设计内容，能给人们非常强烈的直观感受。在设计阶段通过产品模型的构建过程，设计师首先具备了立体表达设计内容的能力，通过产品模型表达产品设计方案，使设计内容具备了真实的体验感。

模型制作与表现的过程实际上是设计的再深入过程，以产品模型为介质进行设计实践活动，不但可以成为表达、分析、评价和验证设计的实物依据，更为重要的是通过产品模型的构建过程能够不断激发设计师的设计联想，结合对新学科知识、新技术、新材料在设计中的应用，创造性地进行产品设计研发。用产品模型综合表达设计内容是设计师设计创新能力的重要体现。

如图 1.5 所示为座椅设计。经过前期的草图设计方案分析和功能试验，从众多方案中选择有效方案进行设计表现，通过模型制作过程逐渐掌握立体表现方法，同时对材料特性、加工工艺、生产流程等应用方面收获更多。

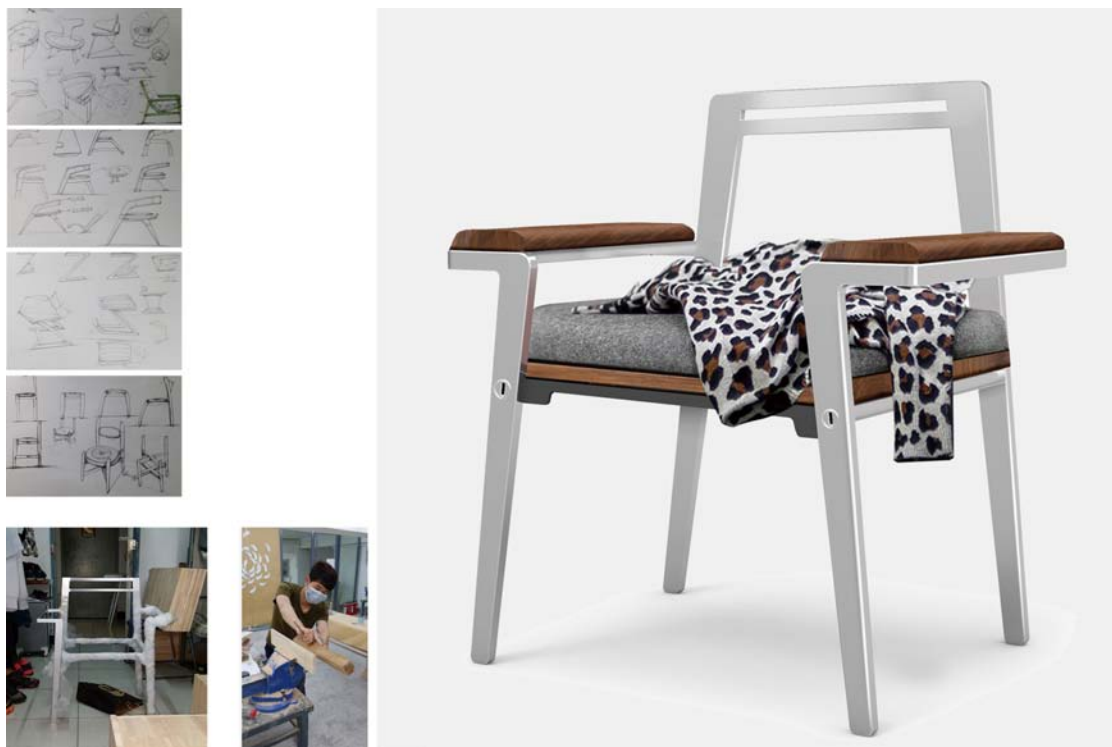


图 1.5

2. 产品模型的构建是综合协调新产品研发问题的有效方法

产品开发过程中会存在许多未知或未解的问题，越复杂的产品设计所涉及的规则和原理也就越多，多种问题的交织使得设计变得错综复杂。

长期的设计实践证明，产品模型是实现从研发到正式生产之前的关键环节与重要保障，产品模型的

构建过程就是协调和解决新产品研发中出现的系列问题的过程，产品模型的构建是一种合理、有效的设计方法。

通过产品模型可以使设计团队进行面对面的交流与探讨，通过交流不断拓展设计思路。由于产品模型能给人以直观的设计感受，将产品模型作为一种综合表现设计内容的载体，用于表达和模拟产品的外观、功能、结构，协调和解决各个设计要素之间的关系问题，如形态设计、功能实验、结构应用、人机测试、材料运用、制造工艺等。

在设计过程中，使用模型对设计内容进行反复推敲，能及时找出设计中存在的缺陷与问题，进而可以有顺序、渐进地提出协调和解决问题的方案与设想。

另外特别提醒的是，设计师将模型制作、草图表现和电脑制作有机结合，在产品研发阶段综合三者进行表达设计，是现代产品设计师必备的专业基础能力。

下面以如图 1.6 所示的桌面空调设计方案为例，简述产品模型制作在设计研发阶段所发挥的作用与意义。



图 1.6

作为一名工业设计师，要学会在生活中具有敏锐的观察问题、发现问题的能力，通过对现实生活中存在的问题和潜在需求，不断提出设计概念，通过产品作为概念载体，解决人们现实生活中存在的问题，以及为人们创造更加美好的生活方式。

如图 1.7 所示为以故事板的表达方式提出概念设想。

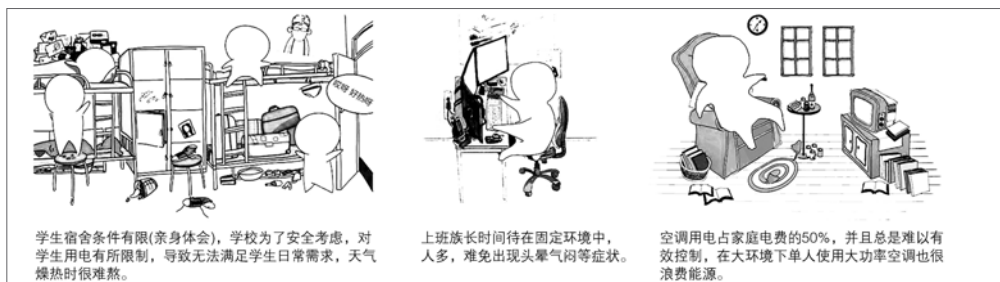


图 1.7

概念提出后,在设计初期应进行广泛调研,并以此为基础进行深入分析与研究。设计的每个阶段要经过头脑风暴不断地对问题、需求进行交流与研讨,以寻求最佳解决问题的机会点,如图 1.8 所示。



图 1.8

通过对问题的分析、归纳与总结,逐渐展开深入研究,提出对未来产品的设计设想,如图 1.9 所示。

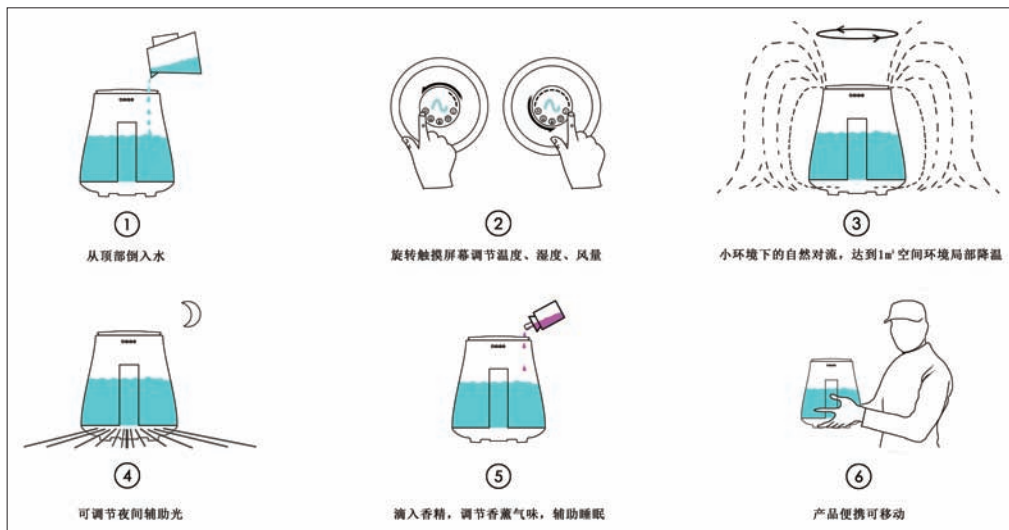


图 1.9

不同设计阶段要使用不同种类的模型表达设计内容,通过模型对形态、结构、功能、使用环境等构思内容进行模拟表现与实验,以验证设计的可行性。产品模型要经历多次“迭代”并伴随设计的全过程,如图 1.10 至图 1.14 所示。

如图 1.10 所示为通过模型表达产品形态设计。形态设计应围绕产品功能、操作方式、结构连接、

生产工艺、材料应用等方面进行设计表达与分析。

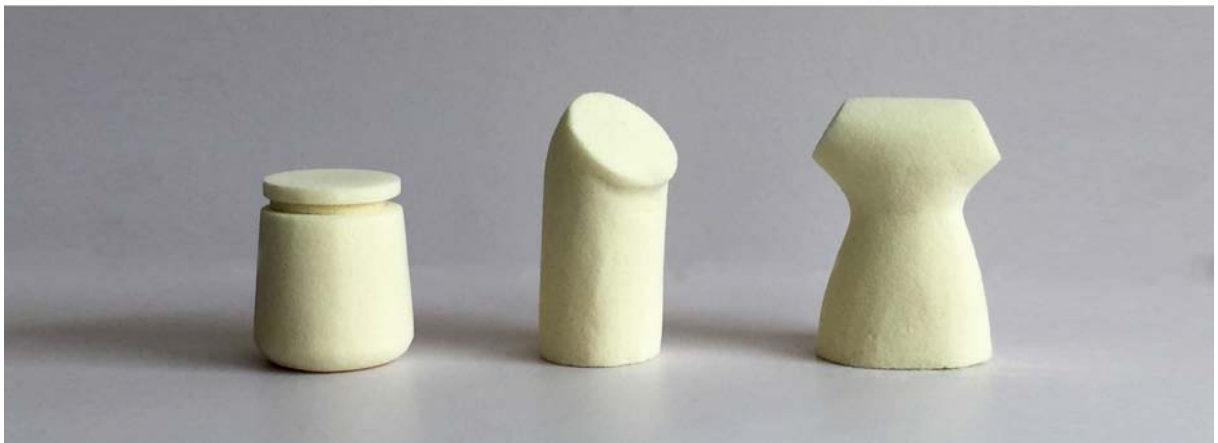
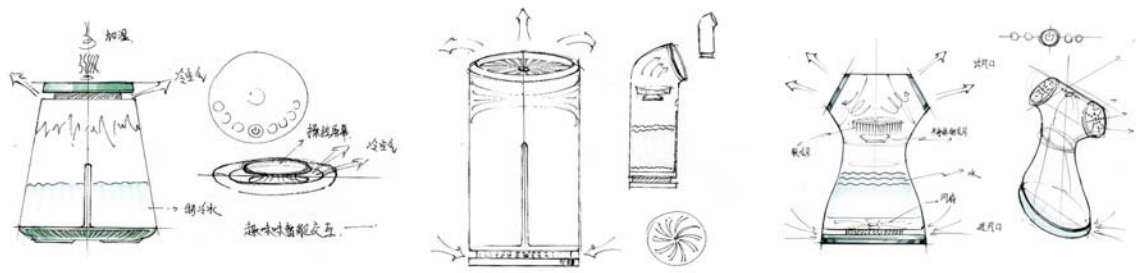


图 1.10

如图 1.11 所示为模型内部所需的元器件及功能构件。

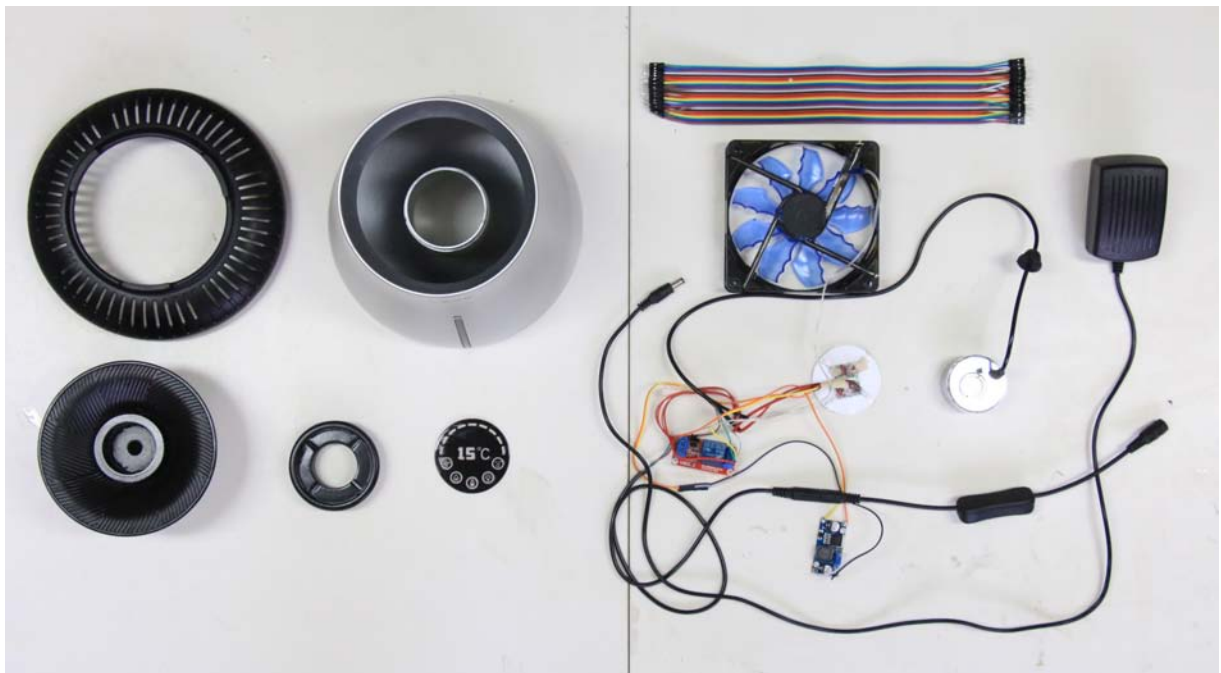


图 1.11

如图 1.12 所示为通过 CAD 计算机辅助设计建立的数字模型，通过数字模型对产品的工作原理、

内部连接结构、标准元器件的布局、电机安放位置及装配方式等内容进行设计表达与分析、研究。

在综合分析的基础上最后确定设计方案,使用3D打印快速成型技术打印成型,将元器件装配后进行实际试验与测试,如图1.13所示。



图 1.12



图 1.13

如图 1.14 所示为配色方案设计。



图 1.14

3. 产品模型的构建是交流、评价、展示、验证设计的实物依据

为避免因设计失误而造成的各种损失,在产品正式投产之前,可借助产品模型实现设计师之间的设计交流,也可以形成设计师、客户、用户之间的互动。产品模型是交流、评价、展示、验证设计的实物依据,用于满足三方之间的不同需求。

通过产品模型可以对产品的造型形态、表面色彩、材质肌理等外部特征进行展示;通过产品模型可以完成对人机关系的综合研究与分析;通过产品模型可以制订产品生产工艺路线、进行生产成本核算等。以产品模型作为依据既能综合体现设计内容,以确保未来产品能够正常发挥预期作用,也能为产品正式投产之前对各种设计指标的测试与评估提供实物验证依据,通过模型最终确定是否可以批量生产。因此,产品模型在设计中发挥着重要的作用。

如图 1.15 所示是一款儿童衣物处理机方案设计。经过对儿童衣物处理机设计方案的多次调整与改进,最终确定设计方案,产品具有自动定时、温度调节、紫外线杀菌等作用。



图 1.15

通过模型制作对各项设计指标进行综合验证，也用于进行交流、评价与展示，给客户、用户更为直观的设计感受。

1.3 产品模型的种类与用途

根据产品模型在各个设计阶段所发挥的实际作用，可以将其分为概念构思模型、功能实验模型、交流展示模型和手板样机模型 4 种类型。这样的分类方法对解决设计过程中的设计创意与技术现实两大主题之间的矛盾尤为有效，因为产品创意的实现需要技术现实的支撑，而设计过程中由于技术现实的假想和参数问题可能会限制设计的创新，所以将模型进行阶段性区分能使每一类型模型在不同设计阶段发挥不同的作用，设计过程中应该要逐渐学会运用不同形式的产品实体模型解决不同设计阶段存在的问题，虽然每类模型可以单独去研究使用，但它们之间又存在着关联性，掌握不同种类的制作方法，能最大限度地实现优化设计的过程。

1.3.1 概念构思模型

概念构思模型是将初期概念、想法以三维形态快速、概括表达的基础表现模型，用于概念的延伸与拓展。

在概念转化的初期阶段，设计师经常在二维平面上用设计草图进行概念表达，作为一种概念表达方式以探讨概念延伸和拓展的可能性，体现出快速、简便的优势。与设计草图表达概念有所区别的是概念构思模型既具备了立体化、可视性表达的优势，又具备了设计体验性与触摸性。

由于概念构思模型主要用于快速体现设计初期的许多概念构想，此阶段可以大量构建概念构思模型进行分析比较，为设计师提供分析、对比和探讨的依据，目的是将初始的概念进行拓展与延伸，在此过程中往往能够激发设计师的联想，甚至能够引发初始概念的新突破，实现创新性的新概念产生。

概念构思模型主要用于形态、结构、功能等基本构思内容的体现,不必拘泥于模型的完整度与精细度。

如图 1.16 所示为园林修剪刀设计。模型构建使用了废旧的塑料玩具球和硬纸板快速制成一把园林修剪刀模型,用于快速表达设计构思。



图 1.16

如图 1.17 所示为电动助力车电池盒设计。使用黏土、聚氨酯硬质发泡材料制作模型,目的是快速表达形态、连接方式等设计构思内容。



图 1.17

1.3.2 功能实验模型

功能实验模型是验证产品功能设计合理性的模型,具有模拟、体验、实验、测试等作用。

为确保产品功能设计的合理性,应借助功能实验模型对产品的功能设计内容进行模拟实验与测试分析。

功能实验模型侧重于实验与体验,不必一味追求产品外在的效果表现,通过功能实验模型可以完成

诸如：人机尺度分析与体感体验；结构设计与结构连接方式检验；产品危险性与安全标准测试；材料受力测试（如对材料进行强度实验、震动实验、拉伸与抗弯实验、抗疲劳实验等）；进行风洞实验测试风阻系数、气动噪声等实验内容。

通过在早期设计流程中进行此类实验测试，能够使系统建立起以用户为中心的使用需求框架，只有经过实验过程所反馈出的实际数据和感受，才能准确评判功能设计指标是否达到要求。

如图 1.18 所示为调色盒设计。调色盒的设计概念是解决色料在使用时颜色容易互相混合的问题，设想是既可以单独使用保持色料的纯度，又可以在使用以后相互连接在一起便于收纳和保存。此模型的制作就是研究单独的颜色盒之间的插接方式与连接关系。



图 1.18

如图 1.19 所示为脚部电脑操作器设计。设计构思是考虑上肢残疾人对电脑使用的需求问题，设想使用下肢进行操作，在设计中对脚部与设备的接触形态研究、操作方式研究，要借助功能实验模型进行试验与测试，以获得最合理的使用效果。



图 1.19

1.3.3 交流展示模型

交流展示模型是侧重效果展示模型，具有交流、展示与产品推广等作用。

交流展示模型用于重点表现产品的外部特征，模型应真实表现出未来产品的外观形态、色彩、肌理效果、结构连接等外部特征。

交流展示模型要求制作精细，无论使用何种表现材料、采用何种加工制作方法，只要能够仿真表现出未来产品的外在设计效果，使之具有展示、宣传、交流、评价的作用，交流展示模型便达到了制作的目的。

这些最终的外观型模型同样具有多种用途，比如在确定最后的大批量生产投资之前，向客户展示最终的外观型模型有助于签订订购合同。这些模型也可以展示在展销会上，或者拍成专业的产品照片，用于新产品发布会等。

如图 1.20 所示为投影阅读器设计。通过展示模型模拟体现一种新的阅读方式，具有概念表达、交流说明、宣传推广等作用。



图 1.20

如图 1.21 所示为电子导盲手杖设计。通过展示模型将电子导盲手杖上运用的科技内容进行概念传达、宣传与推广。同时对导航、定位、语音播报等功能特征进行描述。



图 1.21

1.3.4 手板样机模型

手板样机模型是指产品批量生产之前的手工产品样机。

手板样机模型是产品模型制作的最高级表现形式，是产品正式投产之前的最后迭代模型。无论是对产品的外部还是内部都应有严格的表现要求，应该完全按照综合改进后的设计指标真实、准确地表达与制作，目的是为产品正式批量生产之前提供综合验证设计的依据。

利用手板样机模型可进行生产前期各项设计指标的综合测试与评定，例如标准化审查与审核、产品工艺路线确定、材料消耗工艺定额核定、工艺文件设计、编制等。通过样机模型发现的各种问题还要进行总结，继续修改设计和工艺。样机模型既降低了设计成本，又缩短了生产实验周期。

如图 1.22 所示为电动自行车设计。制作车架时管材的直径、壁厚都是按照实际设计要求进行选用，目的是进行车架的震动实验，以监测车架的疲劳强度；车架护罩通过 3D 打印技术成型，通过对 3D 打印的车架护罩进行模具设计分析等。

如图 1.23 所示为紫外线灯具设计。通过对灯具外部形态的准确表现，当将紫外线灯安装以后用于检测光线照射的角度与面积，通过测试达到照射要求。



图 1.22



图 1.23

1.4 产品模型的成型原则

产品模型的成型与应用要遵循一定的方法和规律，应以快速、经济、实用为基本原则，只有熟练地运用模型材料与模型加工方法，才能够准确实施模型制作过程，准确表达设计内容。

1.4.1 经济性原则

产品模型有自己的成型特征，与产品生产制造有本质区别，产品生产制造是以批量化生产为基础，通过各种生产工艺实现产品的预期，生产要投入很高的成本。

在产品项目设计中，重点工作是研究产品的各项基本设计指标如何通过产品模型真实体现，并借助产品模型验证各种设计指标的可行与否，产品模型主要用于设计表达、实验与测试，由于模型并非是一件最终产品，所以在成型方法上可以不受批量生产方式和正式产品所使用的材料限制，产品模型成型的过程完全可以创造性地运用诸多方式、方法，达到快速成型的目的。

另外，在模型材料的运用方面，应本着既能体现设计意图，也能满足实验要求，又要便于加工的原则，根据设计阶段的要求，合理地运用材料，能有效帮助设计师实现预想目标。

如图 1.24 所示为一款皮具首饰设计。设计之初，用厚纸片制作大量形状，用于形态和连接方式的

研究, 最后选择满意的设计, 以纸样为模板, 在真皮上展开布置。



图 1.24

1.4.2 便捷性原则

一般情况下, 在设计研发阶段, 产品模型制作是以手工操作模式为主, 借助工具设备完成模型加工过程。手工制作过程具有诸多优势: 受加工条件制约小, 可以采取灵活有效的方式进行加工制作; 成型速度快, 能够满足设计中不断变化的要求; 在合理使用模型材料的基础上能有效降低前期设计研发成本, 更为重要的是通过手工制作方式可以更加便捷、快速地开发早期的设计想法, 不断拓展新的设计思路。

因此, 设计阶段采用手工方式进行模型制作是比较经济、实用的模型制作方式, 被设计师广泛采用。

如图 1.25 所示为遥控器方案设计。为尽快表达设计构思, 使用易加工的聚氨酯硬质发泡材料, 采用手工加工方式快速表达设计内容。

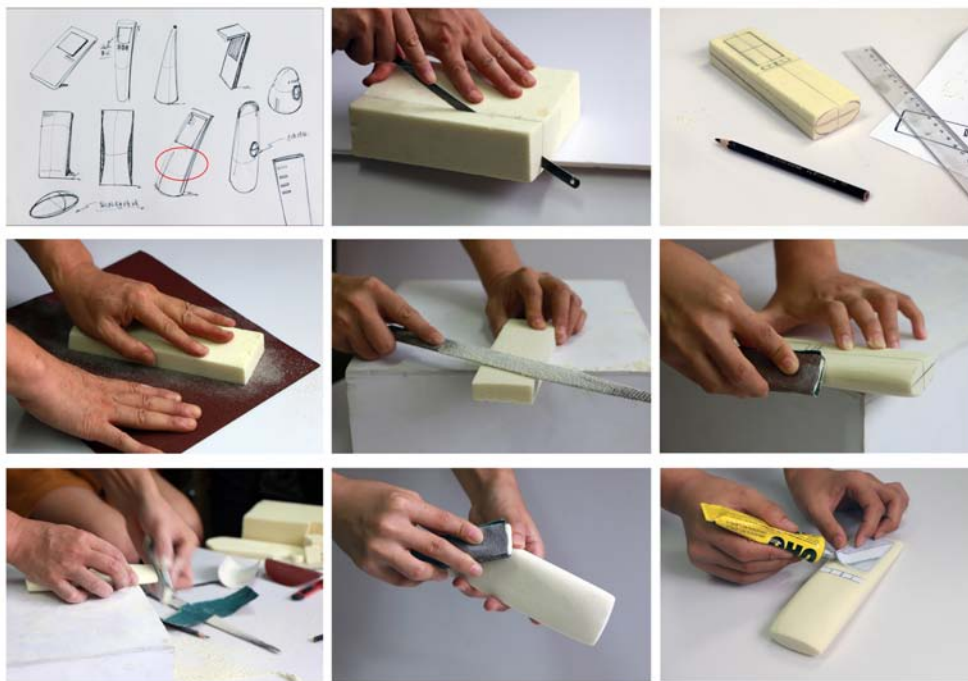


图 1.25

1.4.3 目的性原则

设计过程中需要不断地进行模型制作, 用来表达设计的方方面面, 而各方面的内容都需要在正式生产之前进行实验与测试, 在设计阶段想通过一个产品模型表现全部内容是不可能的。为合理发挥产品模型的作用, 充分体现产品模型在设计中的价值, 制作前要明确把握产品模型在各设计阶段所要研究的内

容以及想要达到的预期目标，合理使用材料及加工方法，使模型有效地发挥实验、测试、验证的作用。

另外，随着设计的不断深化与完善，在产品批量化生产的前期，可以继续通过产品模型制作方式，制作产品各个部件的标准原型用于最后的测试，以最大限度降低生产成本投入，为批量生产做好前期准备。

例如，在研究产品零部件之间的连接结构时，只需要使用替代材料按设计构思把连接原理体现出来即可。

如图 1.26 所示为一款插接式灯具设计。在研究插片之间的插接时，使用硬卡纸进行插接机构实验，以获取最佳的插接结构和照明效果，当继续需要验证连接部位的强度时可换用真实材料进行测试。



图 1.26

再如，为真实体现材料应用效果及安全性测试，在手板样机模型制作过程中直接使用未来产品所需的材料。

如图 1.27 所示为新中式座椅设计，目的是验证材料应用所体现出的形式美感、对金属材料的强度进行测试。



图 1.27

又如,只需要对产品进行宣传、推广,那么可以重点对产品的外观设计内容进行精细制作,可以忽略产品的内部表现,甚至可以做成实心的模型。

如图 1.28 所示为煎蛋器设计,制作的目的是进行产品的宣传与推广,所以在外观制作方面尽量真实显示未来产品的真实面貌。



图 1.28

所以,合理运用产品模型的成型原则,将有助于设计师充分发挥创意性思维,减少不必要的设计失误,通过产品模型不断完善设计,为最终生产做好前期准备。

1.5 本章作业

思考题

1. 产品模型相关概念解读。
2. 产品模型的意义与作用。
3. 产品模型的种类与用途。
4. 对模型制作的本质有何理解?