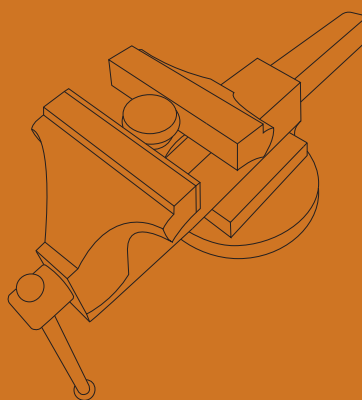


高等院校产品设计专业系列教材

产品设计模型 制作与工艺 (第四版)

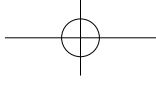
兰玉琪 殷增豪 周添翼
编著



Design

清华大学出版社
北京

Production and Technology of Product
Design Model (Fourth Edition)



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,保障产品从研发顺利过渡到正式生产阶段。本书共分为11章,内容包括产品模型概述,产品模型制作材料的选择与应用,产品模型制作常用的工具、设备及安全防护,使用聚氨酯、纸质、石膏、油泥、塑料、木质等材料进行设计表达的方法与步骤,以及快速成型技术与产品模型制作,产品模型表面涂饰等,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。

本书可作为高等院校产品设计、工业设计专业的教材,也可作为产品设计师、工业设计师及设计爱好者的参考手册。

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。举报:010-62782989, beiqinuan@tup.tsinghua.edu.cn。

图书在版编目(CIP)数据

产品设计模型制作与工艺 / 兰玉琪, 殷增豪, 周添翼编著. —4版. —北京: 清华大学出版社, 2024.4

高等院校产品设计专业系列教材

ISBN 978-7-302-65838-2

I. ①产… II. ①兰… ②殷… ③周… III. ①产品设计—模型—高等学校—教材 IV. ①TB472

中国国家版本馆 CIP 数据核字 (2024) 第 060092 号

责任编辑: 李 磊

装帧设计: 陈 侃

版式设计: 孔祥峰

责任校对: 成凤进

责任印制: 沈 露

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <https://www.tup.com.cn>, <https://www.wqxuetang.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦A座 邮 编: 100084

社 总 机: 010-83470000 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 装 者: 三河市铭诚印务有限公司

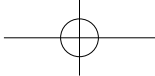
经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm 印 张: 10.75 字 数: 261千字

版 次: 2007年11月第1版 2024年4月第4版 印 次: 2024年4月第1次印刷

定 价: 69.80元

产品编号: 102059-01



编委会

主 编

兰玉琪

副主编

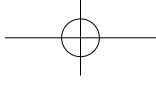
高雨辰
高 思

编 委

邓碧波 白 薇 张 莹 王逸钢 曹祥哲 黄悦欣
杨 旻 潘 弢 张 峰 张贺泉 王 样 陈 香
汪海溟 刘松洋 侯巍巍 王 婧 殷增豪 李鸿琳
丁 豪 霍 冉 连彦珠 李珂蕤 廖倩铭 周添翼
湛禹西

专家委员

天津美术学院院长	贾广健 教授
清华大学美术学院副院长	赵 超 教授
南京艺术学院院长	张凌浩 教授
广州美术学院工业设计学院院长	陈 江 教授
鲁迅美术学院工业设计学院院长	薛文凯 教授
西安美术学院设计艺术学院院长	张 浩 教授
中国美术学院工业设计研究院院长	王 昀 教授
中央美术学院城市设计学院副院长	郝凝辉 教授
天津理工大学艺术设计学院院长	钟 蕾 教授
湖南大学设计与艺术学院副院长	谭 浩 教授



序

设计，时时事事处处都伴随着我们。我们身边的每一件物品都被有意或无意地设计过或设计着，离开设计的生活是不可想象的。

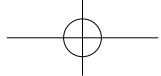
2012年，中华人民共和国教育部修订的本科教学目录中新增了“艺术学-设计学类-产品设计”专业。该专业虽然设立时间较晚，但发展迅猛。

从2012年的“普通高等学校本科专业目录新旧专业对照表”中，我们不难发现产品设计专业与传统的工业设计专业有着非常密切的关系，新目录中的“产品设计”对应旧目录中的“艺术设计(部分)”“工业设计(部分)”，从中也可以看出艺术学下开设的“产品设计专业”与工学下开设的“工业设计专业”之间的渊源。

因此，我们在学习产品设计前就不得不重点回溯工业设计。工业设计起源于欧洲，有超过百年的发展历史，随着人类社会的不断发展，工业设计发生了翻天覆地的变化：设计对象从实体的物慢慢过渡到虚拟的物和事，设计方法越来越丰富，设计的边界越来越模糊和虚化。可见，从语源学的视角且在不同的语境下厘清设计、工业设计、产品设计等相关概念，并结合对围绕着我们的“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全面地还原工业设计的本质，有利于人们进一步理解它。从时代性和地域性的视角对工业设计的历史进行解读并不仅仅是为了再现其发展的历程，更是为了探索工业设计发展的动力，并以此推动工业设计的进一步发展。人类基于经济、文化、技术、社会等宏观环境的创新，对产品的物理环境与空间环境的探索，对功能、结构、材料、形态、色彩、材质等产品固有属性及产品物质属性的思考，以及对人类自身的关注，都是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为人类社会的进步做出了哪些贡献？工业发达国家的发展历程表明，工业设计带来的创新，不但为社会积累了极大的财富，也为人类创造了更加美好的生活，更为经济的可持续发展提供了源源不断的动力。在这一发展进程中，工业设计教育也发挥着至关重要的作用。

随着我国经济结构的调整与转型，从“中国制造”走向“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。党的二十大报告为我国坚定推进教育高质量发展指出了明确的方向。艺术设计专业的教育工作应该深入贯彻落实党的二十大精神，不断创新、开拓进取，积极探索新时代基于数字化环境的教学和实践模式，实现艺术设



计的可持续发展，培养具备全球视野、能够独立思考和具有实践探索能力的高素质人才。

未来，工业设计及教育，以及产品设计及教育在我国的经济、文化建设中将发挥越来越重要的作用。因此，如何构建具有创新驱动能力的产品设计人才培养体系，成为我国高校产品设计教育相关专业面临的重大挑战。党的二十大精神及相关要求，对于本系列教材的编写工作有着重要的指导意义，也将进一步激励我们为促进世界文化多样性的发展做出积极的贡献。

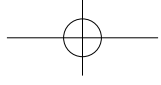
由于产品设计与工业设计之间的渊源，且产品设计专业开设的时间相对较晚，因此针对产品设计专业编写的系列教材，在工业设计与艺术设计专业知识体系的基础上，应当展现产品设计的新理念、新潮流、新趋势。

本系列教材的出版适逢我院产品设计专业荣获“国家级一流专业建设单位”称号，我们从全新的视角诠释产品设计的本质与内涵，同时结合院校自身的资源优势，充分发挥院校专业人才培养的特色，并在此基础上建立符合时代发展要求的人才培养体系。我们也充分认识到，随着我国经济的转型及文化的发展，对产品设计人才的需求将不断增加，而产品设计人才的培养在服务国家经济、文化建设方面必将起到非常重要的作用。

结合国家级一流专业建设目标，通过教材建设促进学科、专业体系健全发展，是高等院校专业建设的重点工作内容之一，本系列教材的出版目的也在于此。本系列教材有两大特色：第一，强化人文、科学素养，注重中国传统文化的传承，吸收世界多元文化，注重启发学生的创意思维能力，以培养具有国际化视野的创新与应用型设计人才为目标；第二，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，积极探索国家级一流专业的教学体系、教学模式与教学方法。教材中的内容强调产品设计的创新性与应用性，增强学生的创新实践能力与服务社会能力，进一步凸显了艺术院校背景下的专业办学特色。

相信此系列教材的出版对产品设计专业的在校学生、教师，以及产品设计工作者等均有学习与借鉴作用。

天津美术学院国家级一流专业(产品设计)建设单位负责人、教授



前言

党的二十大报告为我国坚定推进教育高质量发展指出了明确的方向。在此背景下，本教材编写组以“加快推进教育现代化，建设教育强国，办好人民满意的教育”为目标，以“强化现代化建设人才支撑”为动力，以“为实现中华民族伟大复兴贡献教育力量”为指引，进行了满足新时代新需求的创新性教材编写尝试。

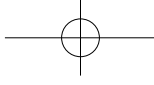
工业设计是制造业的先导行业，在工业产品的开发过程中发挥着重要的作用。工业设计师通过将科技与艺术完美结合，不断设计、创新产品并引导未来生活方式，从而提高人们的生活质量，改善人们的生活品质；通过对多学科知识体系的综合运用，创造性地构思了既具备科技因素，又富含艺术气息和文化内涵的新的产品设计概念。

然而，优秀的设计创意、设计概念的提出，并不是工业产品设计所追求的最终目标，产品设计最终要以符合人们需要的、合理的产品形式表现出来。而在这个过程中，产品模型发挥了巨大的作用。

在产品开发阶段，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的构思或图样，对产品的形态、结构、功能及其他产品特征进行设计表达，形成的实体或虚拟的模型。这是将抽象的概念转化为具象的可视化物象的过程，是从含糊、笼统转化为清晰、了然的过程。

在产品设计中，设计师通过产品模型的制作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、传达设计理念，更主要的是通过产品模型制作过程，可以帮助设计师分析和解决如产品形态、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，设计师在对形态、色彩、结构、材质等设计内容进行具象化的整合过程中，不断地表达其对设计创意的体验，为交流、讨论、评估及进一步调整、修改和完善设计方案，检验设计方案的合理性提供了有效的参考。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，也是保障产品正式生产的重要前提。

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，在产品设计的研发阶段，经常使用手工模型、数字化模型等方法进行设计表达。手工制作的模型具备直观效果，能够直接进行设计体验，通过触觉体验增强对于材料和空间的感



知，在制作过程中更容易产生设计想法，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、推进设计方案与展示设计内容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AutoCAD、UG、Rhino、Pro-E、SolidWorks等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，可以自动、直接、快速、精准地将设计思想转变为可视化模型，从而对产品进行快速评估、修改及功能实验，大大缩短了产品的研制周期，在设计中发挥着重要的作用。每种模型都有不同的特点与价值，在各个设计阶段发挥着不同的作用，作为一名工业设计师，应熟练掌握和应用产品模型制作的方法，根据不同的设计需要采取不同的模型和制作方式来体现设计构想。

产品设计模型作为一种便捷且合理的设计与表现方法，在设计行业得到广泛运用。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，设计师只有充分认识到产品模型制作的重要性，才能在设计实践中借助模型完善产品设计。

本书提供了配套的教案、教学大纲、PPT课件，扫描右侧二维码，推送到邮箱，即可下载获取。

本书由兰玉琪、殷增豪、周添翼编著。张喜奎、潘澍、罗显冠、潘润鸿等也参与了本书的编写工作，在此表示衷心感谢！

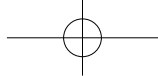
由于作者水平所限，书中难免有疏漏和不足之处，恳请广大读者批评、指正。



教学资源

编 者
2024.1

V



目录

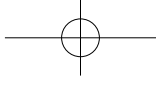
CONTENTS



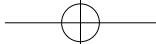
第一部分		第2章 产品模型制作材料的选择与应用	
产品模型制作基础		19	
第1章 产品模型概述	3	2.1 产品模型制作常用材料及其特性	20
1.1 产品模型的相关概念	4	2.1.1 油泥	20
1.1.1 产品模型与产品原型	4	2.1.2 石膏粉	21
1.1.2 手工模型与数字模型	4	2.1.3 纸类	21
1.1.3 产品模型的迭代	5	2.1.4 塑料类	21
1.2 产品模型的作用与意义	6	2.1.5 橡胶类	23
1.2.1 产品模型的构建是创造性的设计实践过程	6	2.1.6 木材类	24
1.2.2 产品模型的构建是协调新产品研发问题的有效方法	7	2.1.7 金属类	24
1.2.3 产品模型是设计的实物依据	11	2.2 产品模型制作材料的应用	25
1.3 产品模型的类型与用途	12	2.2.1 概念构思模型的常用材料	26
1.3.1 概念构思模型	12	2.2.2 功能实验模型的常用材料	26
1.3.2 功能实验模型	13	2.2.3 交流展示模型的常用材料	28
1.3.3 交流展示模型	14	2.2.4 手板样机模型的常用材料	28
1.3.4 手板样机模型	15	2.2.5 产品模型制作综合案例	29
1.4 产品模型的制作原则	16	2.3 本章作业	31
1.4.1 经济性原则	16	思考题	31
1.4.2 便捷性原则	16	实验题	31
1.4.3 目的性原则	17		
1.5 本章作业	18	第3章 产品模型制作常用的工具、设备及安全防护	33
思考题	18	3.1 常用加工工具和设备	34
		3.1.1 裁切类工具	34
		3.1.2 锯割类工具和设备	34
		3.1.3 锉削、磨削类工具和设备	36
		3.1.4 钻削、车削类工具和设备	39



3.1.5	电加热类工具和设备	40	4.6	本章作业	72
3.1.6	气动工具、设备	41		思考题	72
3.1.7	度量、画线工具	42		实验题	72
3.2	专用加工工具和设备	43	第5章	纸质材料模型制作	73
3.2.1	油泥专用工具	43	5.1	设计构思表达	74
3.2.2	木工专用工具	47	5.2	绘制展开图	76
3.3	辅助加工工具及材料	49	5.3	裁切构件	77
3.3.1	常用辅助加工工具	49	5.4	构件的折叠与拼装	79
3.3.2	常用辅助加工材料	52	5.5	模型测试	82
3.4	操作环境与安全防护	54	5.6	本章作业	82
3.4.1	操作环境	54		思考题	82
3.4.2	安全防护	54		实验题	82
3.5	本章作业	56	第6章	石膏材料模型制作	83
	思考题	56	6.1	设计构思表达	84
	实验题	56	6.2	搭建浇注型腔	85
			6.3	制作石膏体	87
			6.3.1	调和石膏溶液	87
			6.3.2	浇注石膏体	88
			6.4	雕刻成形	89
			6.4.1	沿主视图轮廓线加工	90
			6.4.2	沿俯视图轮廓线加工	91
			6.4.3	局部形状加工	93
			6.5	本章作业	96
				思考题	96
				实验题	96
第二部分					
产品模型常用材料及制作工艺					
第4章	聚氨酯材料模型制作	59			
4.1	设计构思表达	60			
4.2	基础形状加工	61			
4.2.1	沿主视图轮廓线加工	61			
4.2.2	沿俯视图轮廓线加工	66			
4.3	局部形状加工	69			
4.4	配件加工	70			
4.5	黏结成形	71			

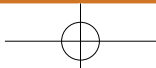


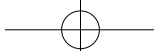
第7章 油泥材料模型制作	97	9.2.1 榫卯结合连接	138
7.1 搭建内骨架	98	9.2.2 预埋件连接	141
7.2 贴附油泥	100	9.2.3 组装零件	142
7.3 形态塑造	102	9.3 本章作业	144
7.3.1 形态的粗略塑造	102	思考题	144
7.3.2 形态的精细塑造	105	实验题	144
7.4 本章作业	113	第10章 快速成型技术与产品模型制作	145
思考题	113		
实验题	113	10.1 快速成型技术概述	146
第8章 塑料材料模型制作	115	10.2 快速成型技术及原理	146
8.1 热塑性塑料的冷加工	116	10.3 数字化建模与快速成型技术结合制作模型	147
8.1.1 塑料板材的冷加工	116	10.3.1 数字化建模技术设计产品造型	147
8.1.2 塑料管材和棒材的冷加工	118	10.3.2 快速成型技术制作实体模型	149
8.1.3 塑料材料的打孔、铣槽及抛光	118	10.4 本章作业	150
8.2 热塑性塑料的热加工	119	思考题	150
8.2.1 塑料板材的热折弯加工	119	实验题	150
8.2.2 塑料板材的多向曲面热压加工	120	第11章 产品模型表面涂饰	151
8.2.3 棒材、管材的热弯曲加工	124		
8.3 塑料模型制作案例	125	11.1 常用的油漆涂料及辅料	152
8.4 本章作业	127	11.2 油漆涂料涂饰注意事项	153
思考题	127	11.3 油漆涂料涂饰方法	154
实验题	127	11.3.1 覆盖纹理的涂饰	154
第9章 木质材料模型制作	129	11.3.2 保留纹理的涂饰	160
9.1 零件加工制作	130	11.4 本章作业	161
9.1.1 板状零件加工与制作	130	思考题	161
9.1.2 条形零件加工与制作	135	实验题	161
9.2 零件的连接	138	后记	162

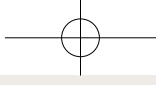


第一部分

产品模型制作基础







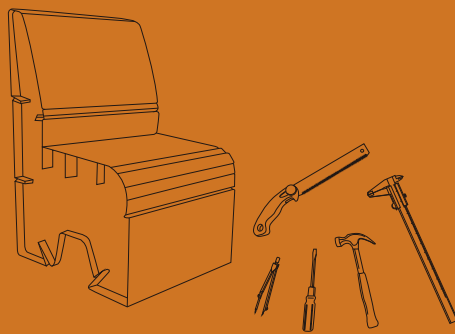
第1章

产品模型概述

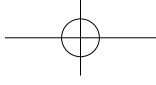
主要内容：产品模型的概念、种类和用途，以及产品模型制作的原则与意义。

教学目标：明确产品模型制作是表达设计内容、验证设计要素的重要方式。

学习要点：了解产品模型的种类和用途。



Product Design



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,从而形成的实体或虚拟模型。

使用聚氨酯硬质发泡材料,经表面涂饰制作的汽车模型,如图1.1所示。

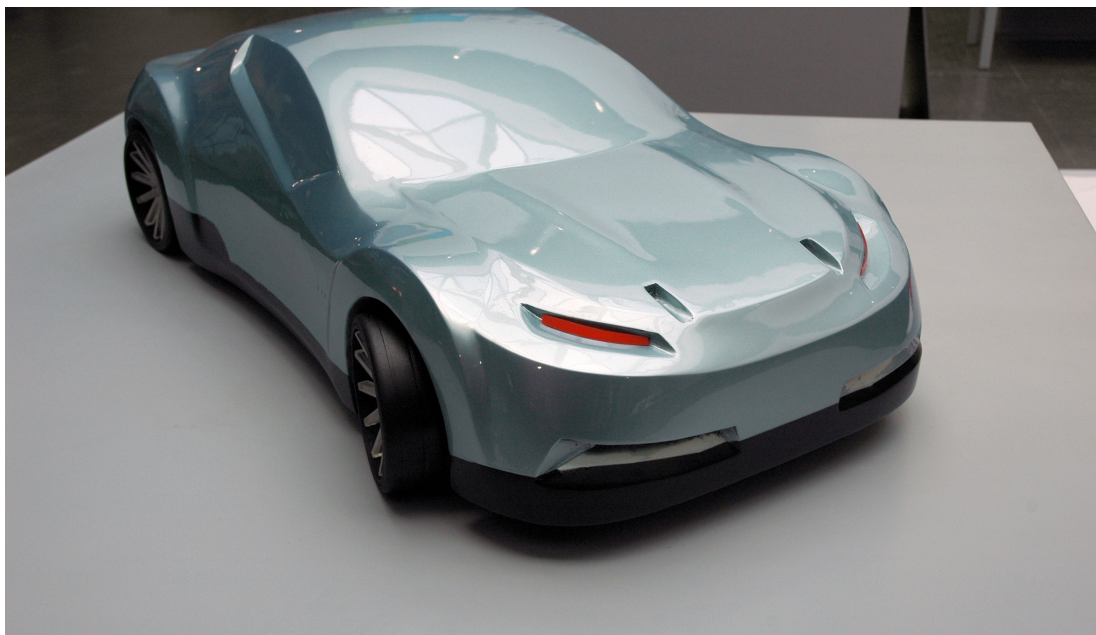


图1.1

1.1.1 产品模型与产品原型

在产品设计行业,产品模型也称为产品原型,它是一种用于描述产品、服务或系统各阶段三维呈现的术语。

每个行业对于新产品的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,都可以称为产品原型。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实践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,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最优的解决方案。设计的每一阶段,所使用的产品模型都有各自的作用与价值。

1.1.2 手工模型与数字模型

目前,在产品设计中经常使用如下两种类型的模型进行设计表达,每种模型都有各自的价值,并在不同的设计阶段发挥作用。

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而成的模型，习惯上称为手工模型。制作手工模型的常用材料有油泥、石膏、木材、金属等。

在产品设计研发阶段，手工模型具备直观效果，设计人员能够直接快速地完成设计体验，制作过程中更容易开发出早期的新设计想法。手工模型具有即时调整与快速表达设计构思的优势，是展示设计概念不可或缺的重要载体。

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，如通过CAD、UG、Pro-E等软件建立的模型。

通过数字模型可以模拟产品的功能、结构、装配关系等设计内容。如图1.2所示，使用UG工程软件建立的空气净化器产品的数字模型，以虚拟形式表达了产品各零部件的结构及相互之间的装配关系。

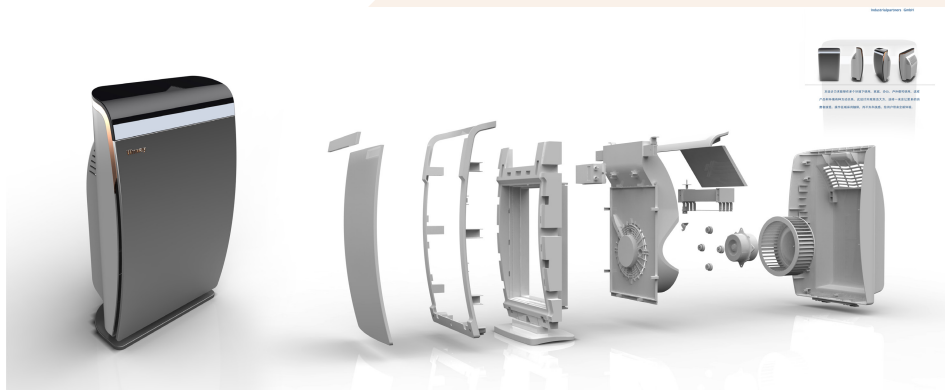


图1.2

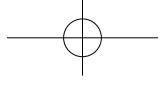
随着计算机技术的不断发展，产品设计中利用CAD软件虚拟构建产品模型，实现虚拟表现、虚拟测试、虚拟实验的过程，已经成为产品开发的新方式，在设计中发挥着重要的作用。例如，利用数字模型绘制产品级的外观展示效果、借助虚拟建模的精确性模拟组合零件之间的干扰、借助工程软件的有限元分析功能虚拟测试产品受力情况下的变形等。

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。作为产品设计师，应该熟练掌握实体模型和虚拟模型的制作方法，并且可以灵活运用在产品设计中，根据产品特点自如转换模型，发挥各自的优势，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

迭代的基本含义为“在一个过程中不断重复、持续推进”，即重复执行程序中的循环，直到满足某条件为止。在产品设计中，每个新版本的模型通常被称为旧版本的迭代，即在上一个产品模型基础上的更新。

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，模型会随着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取代。



如图1.3所示,电源插头模型的迭代,表达了更为完善的设计内容。

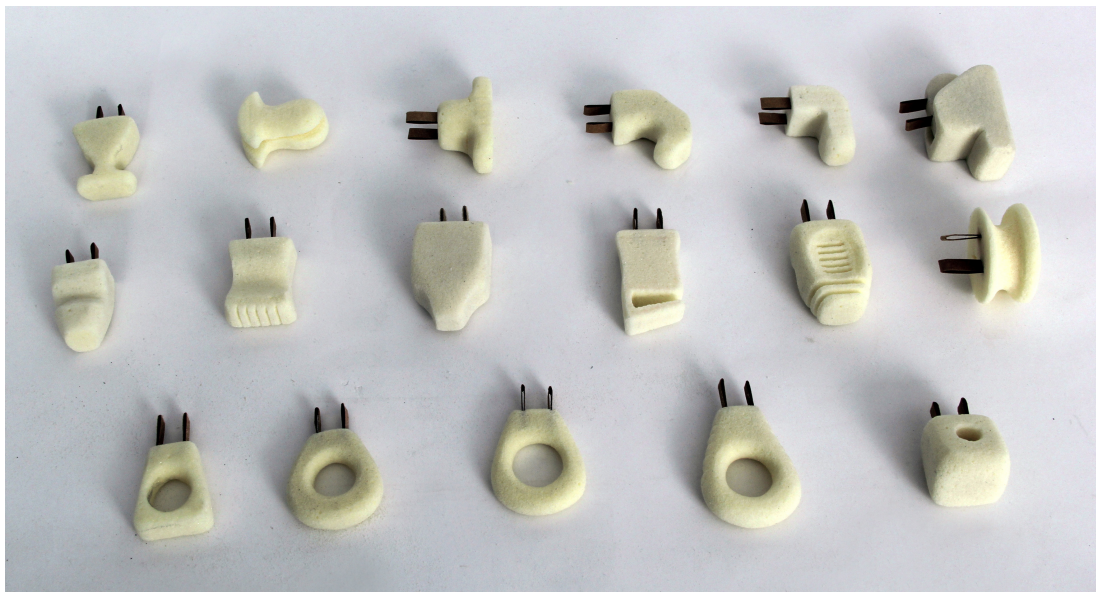


图1.3

1.2 产品模型的作用与意义

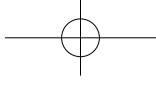
产品设计的最终目的是要转化为被人们使用的产品。因此,制作产品模型的作用与意义,在于能够使产品设计概念转化为形象化的实体,通过产品模型实现向真实产品的过渡与转化。

1.2.1 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,不只是停留在纸面设计,或是在计算机上绘制效果图那样简单。从设计到生产要经历复杂的过程,其间会面临很多问题。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,使概念转化为“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可实现从产品概念到产品现实的转化。

产品模型在现代工业产品设计过程中发挥着重要的作用,与二维平面表现方式截然不同,由于产品模型是以一个三维实体的形式出现,所以能够直观、全方位地展示设计内容。在设计阶段,通过产品模型的构建过程,设计师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,不仅可以提供表达、分析、评价和验证设计的实物依据,而且更为重要的是通过产品模型



的构建过程能够激发设计师的设计联想,结合新学科知识、新技术、新材料,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1.4所示,座椅的设计经过前期草图设计方案的分析和功能试验,从众多方案中选择有效方案进行设计表现,设计师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、生产流程等方面也有了更多的认识和理解。

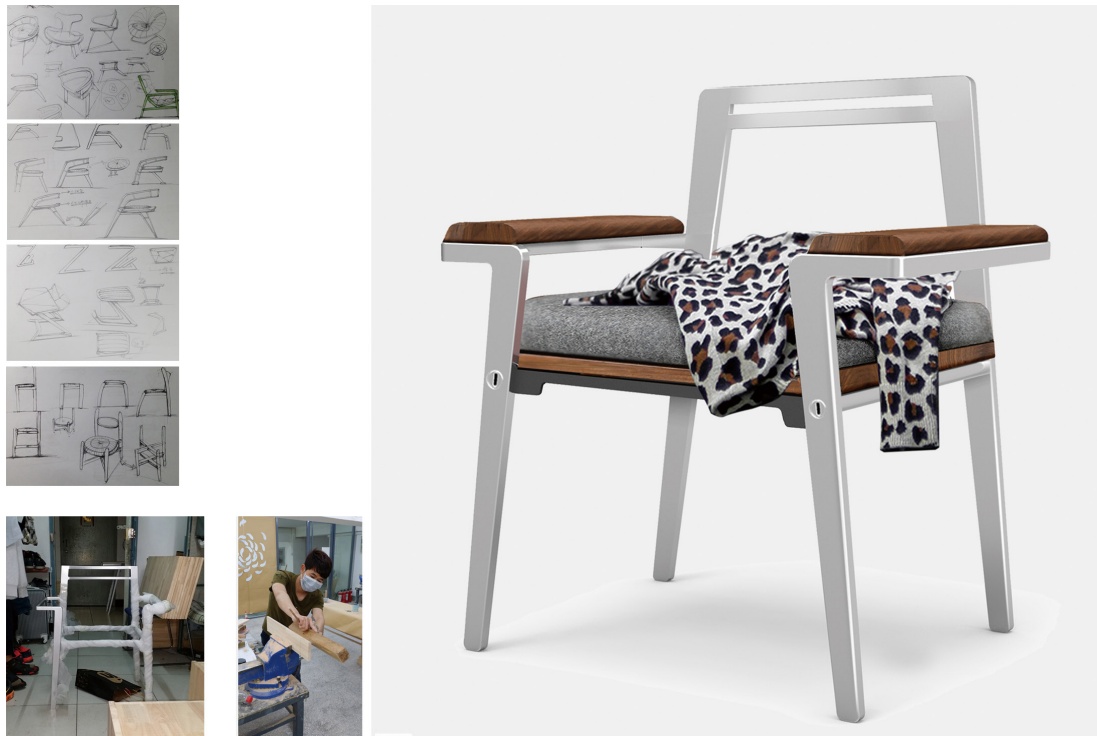


图1.4

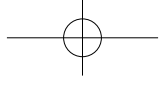
1.2.2 产品模型的构建是协调新产品研发问题的有效方法

产品开发过程中存在许多未知或未解的问题,越复杂的产品设计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,产品模型的构建是产品从研发到正式生产整个流程的关键环节与重要保障,产品模型的构建过程是协调和解决新产品研发中出现的系列问题的过程,是一种合理、有效的设计方法。

借助产品模型设计团队可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,因此作为一种综合表现设计内容的载体,产品模型可用于表达和模拟产品的外观、功能、结构,协调和解决各设计要素之间的关系,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,进而循序渐进地提出协调和解决问题的方案与设想。



下面以图1.5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1.5

作为一名工业设计师，想要解决人们现实生活中遇到的问题，为人们创造更加美好的生活方式，就要具备敏锐的观察问题和发现问题的能力，并针对这些问题和潜在需求不断提出设计概念。如图1.6所示，以故事板的表达方式提出概念设想。

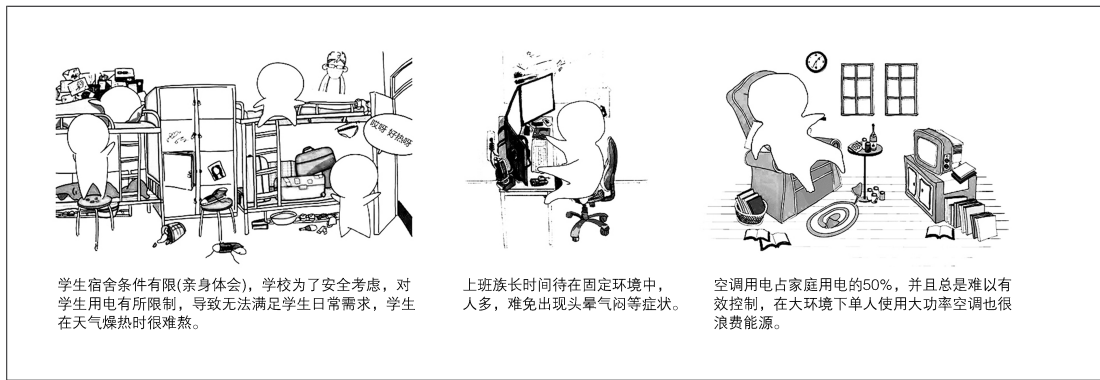


图1.6

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就问题、需求进行交流与研讨，以寻求设计灵感，如图1.7所示。



图1.7

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1.8所示。

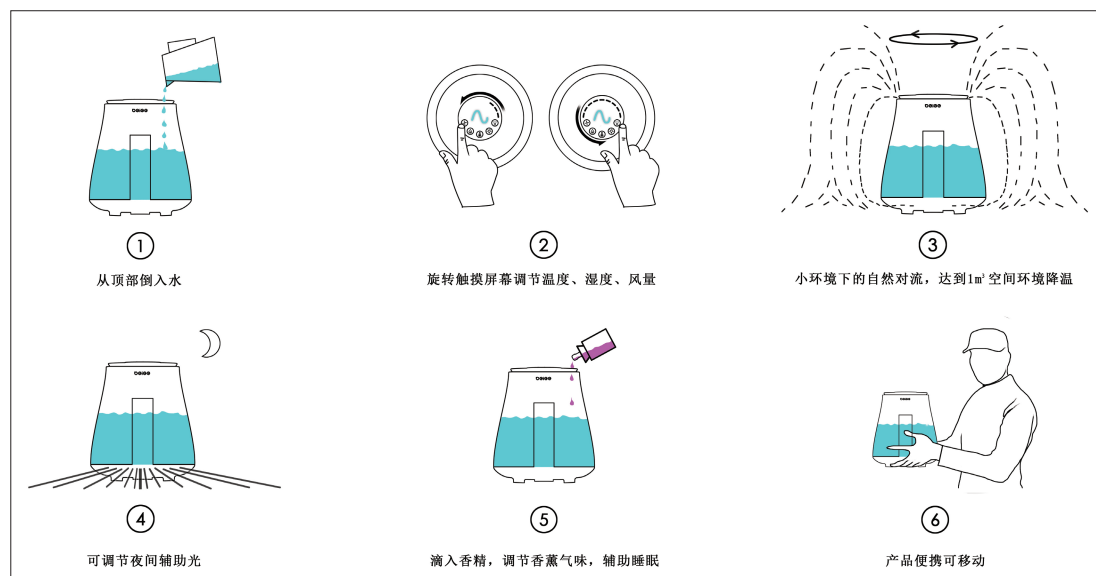


图1.8

通过模型表达产品形态设计，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，如图1.9所示。

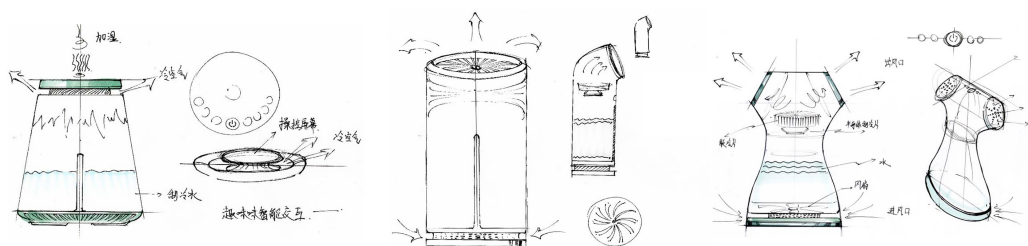


图1.9

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。在设计的全过程中，产品模型要经历多次迭代，如图1.10所示。

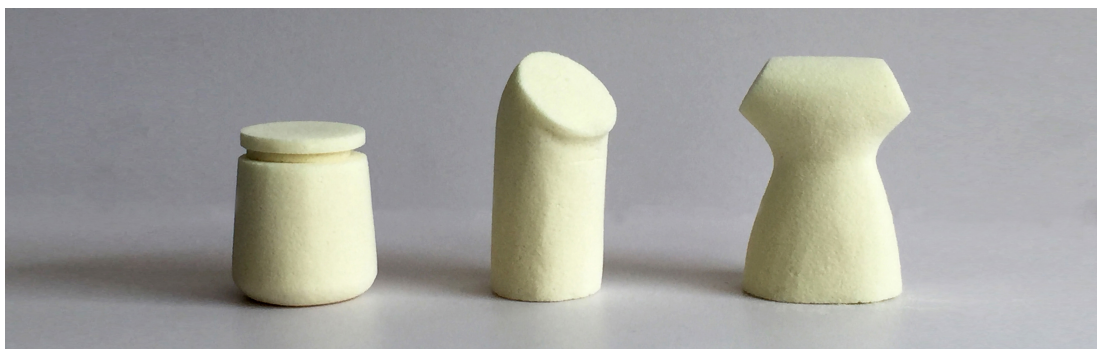


图1.10

完成模型的外部形态设计后，接下来对模型内部所需的元器件及功能构件进行设计，如图1.11所示。

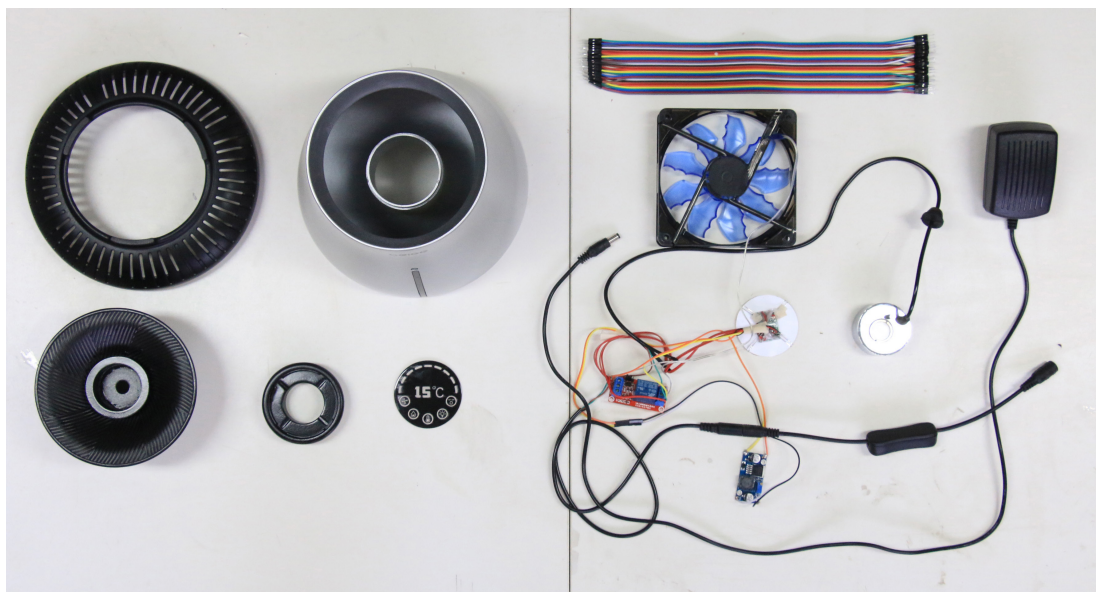
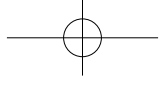


图1.11



通过CAD计算机辅助设计建立数字模型,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进行设计表达与分析研究,如图1.12所示。

在综合分析的基础上确定设计方案,使用3D打印技术将产品打印成形,将元器件装配后进行实验与测试,如图1.13所示。



图1.12



图1.13

产品功能设计完成,进行配色方案设计,如图1.14所示。

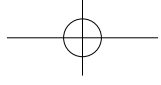


图1.14

1.2.3 产品模型是设计的实物依据

为避免因设计失误而造成损失,在产品正式投产前,设计师之间可借助产品模型进行设计交流,也可以实现设计师、客户、用户之间的互动,满足三方的不同需求。因此,产品模型是交流、评价、展示、验证设计的实物依据。

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;可以完成对人机关系的综合研究与分析;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,也能在产品正式投产前为各种设计指标的测试与评估提供实物验证依据,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，这是一款儿童衣物处理机的设计方案，经过多次调整与改进，最终确定产品具有自动定时、温度调节、紫外线杀菌等功能。



图1.15

通过模型制作，可对产品各项设计指标进行综合验证。模型可用于产品设计的交流、评价与展示，给客户、用户以更加直观的设计感受。

1.3 产品模型的类型与用途

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。这种分类方法对解决设计过程中出现的设计创意与技术实现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的支撑，而技术的滞后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，让每一类模型在不同设计阶段发挥不同的作用，可以保证设计的合理性。

1.3.1 概念构思模型

概念构思模型，是将产品初期的概念和想法，以三维形态快速、概括表达的基础表现模型，作为概念的延伸与拓展。

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，以这种方式

来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相比，概念构思模型既具备立体化、可视性表达等特点，又拥有设计体验性与可触摸性的优势。

在设计初期，可以构建大量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，将初始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，甚至引发初始概念的新突破，实现创新。

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

如图1.16所示，园林修剪刀的模型构建，使用了废旧的塑料玩具球和硬纸板，用于快速表达设计构思。



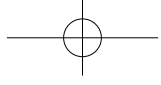
图1.16



图1.17

1.3.2 功能实验模型

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



功能实验模型侧重于实验与体验,通过该模型可以完成诸如人机尺度分析与体感体验,结构设计 with 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),以及风阻系数、气动噪声测试等实验内容。通过在早期设计流程中进行此类实验,能够建立以用户为中心的使用需求框架。只有通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。

图1.18所示的这款调色盒的设计理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,又可以在使用以后连接在一起便于收纳和保存。此功能实验模型的制作是研究单独的颜色盒之间的插接方式与连接关系。

图1.19所示的脚部电脑操作器的设计构思是解决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的研究、操作方式的研究,要借助功能实验模型进行验证,以获得合理的使用效果。



图1.18



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。它用于重点表现产品的外部特征,真实地展现产品未来的外观形态、色彩、肌理效果、结构连接等。

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,便达到了制作的目的。

交流展示模型具有多种用途,比如在确定大批量生产前,向客户展示产品最终外观的模型,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,用于新产品发布等。

如图1.20所示,投影阅读器的设计,通过展示模型模拟一种新的阅读方式,具有概念表达、交流说明、宣传推广等作用。

如图1.21所示,电子导盲手杖的设计所运用的科技内容通过展示模型得到概念传达、宣传与推广,其中包括导航、定位、语音播报等功能。

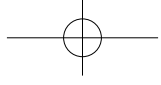


图1.20



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，是产品模型制作的最高级表现形式，也是产品正式投产前最后的迭代模型。手板样机模型无论是对产品的外部还是内部都有严格的表现要求，应完全按照综合改进后的设计指标进行真实、准确地表达与制作，为产品正式批量生产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，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、工艺文件设计等。通过样机模型发现的各种问题要进行总结，用于修改设计和工艺。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，电动自行车的设计，制作车架时管材的直径、壁厚都是按照实际设计要求选用的，目的是进行车架的震动实验，以监测车架的强度。

如图1.23所示，紫外线灯具的设计，对外部形态进行准确表现，当将紫外线灯安装以后，用于检测光线照射的角度与面积。

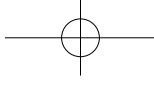


图1.22



图1.23

在设计过程中，设计人员应熟练运用不同形式的产品实体模型解决不同设计阶段出现的问题，每类模型都可以单独使用，但它们之间又存在着关联性，掌握不同种类模型的制作方法，能够最大限度地优化设计过程。



1.4 产品模型的制作原则

产品模型的制作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,才能准确实施模型制作过程,表达设计内容。

1.4.1 经济性原则

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性。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,所以在制作方法上可以不受批量生产方式和正式产品所使用材料的限制,产品模型的制作过程完全可以创造性地运用诸多方式、方法,达到迅速成形的目的。

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,有效帮助设计师实现预想效果。

如图1.24所示,这款皮具首饰在设计之初,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。

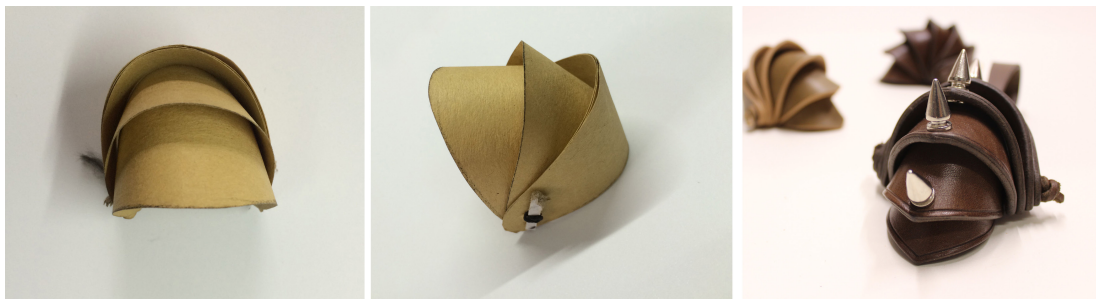


图1.24

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;成形速度快,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,在进行遥控器方案设计时,为尽快表达设计构思,可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。

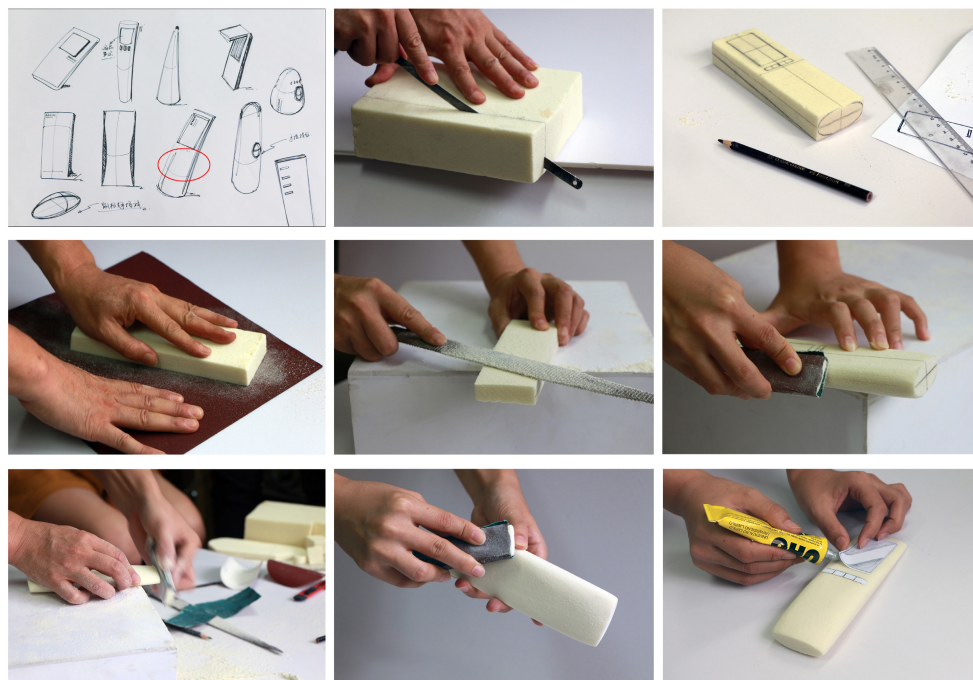
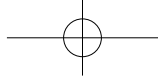


图1.25

1.4.3 目的性原则

在设计过程中，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及想要达到的目标，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。

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，用于最后的测试，以最大限度降低生产成本投入，为批量生产做好准备。例如，在研究产品零部件之间的连接结构时，只需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，这款插接式灯具设计，在研究插片之间的插接时，使用硬卡纸进行插接结构实验，以获取最佳的插接结构和照明效果，当需要继续验证连接部位的强度时，可换用真实材料进行测试。

为真实体现材料应用效果，以及进行安全性测试，在手板样机模型制作过程中，也可直接使用未来产品所需的材料。如图1.27所示，在这款新中式座椅的设计过程中，为了验证材料应用所体现出的形式美感，以及对金属材料的强度进行测试，选择了未来成品

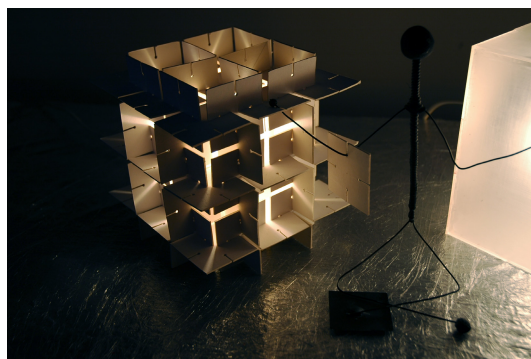
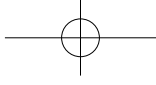


图1.26



所需材料进行模板制作。

如果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,煎蛋器模型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应尽量显示未来产品的真实面貌。



图1.27



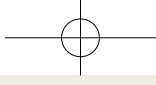
图1.28

遵循产品模型的制作原则,有助于设计师充分发挥创意性思维,减少无谓的设计失误,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. 简述产品模型的作用与意义。
3. 简述产品模型的类型与用途。
4. 理解模型制作的本质。



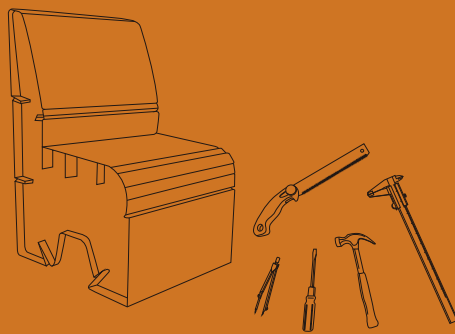
第2章

产品模型制作材料的选择与应用

主要内容：产品模型制作中常用的材料，以及在不同的设计阶段如何使用相应的材料进行设计表达。

教学目标：掌握产品模型制作材料的特性和应用条件，为后续的模型制作打好基础。

学习要点：掌握常用的产品模型制作材料的特性。



Product Design