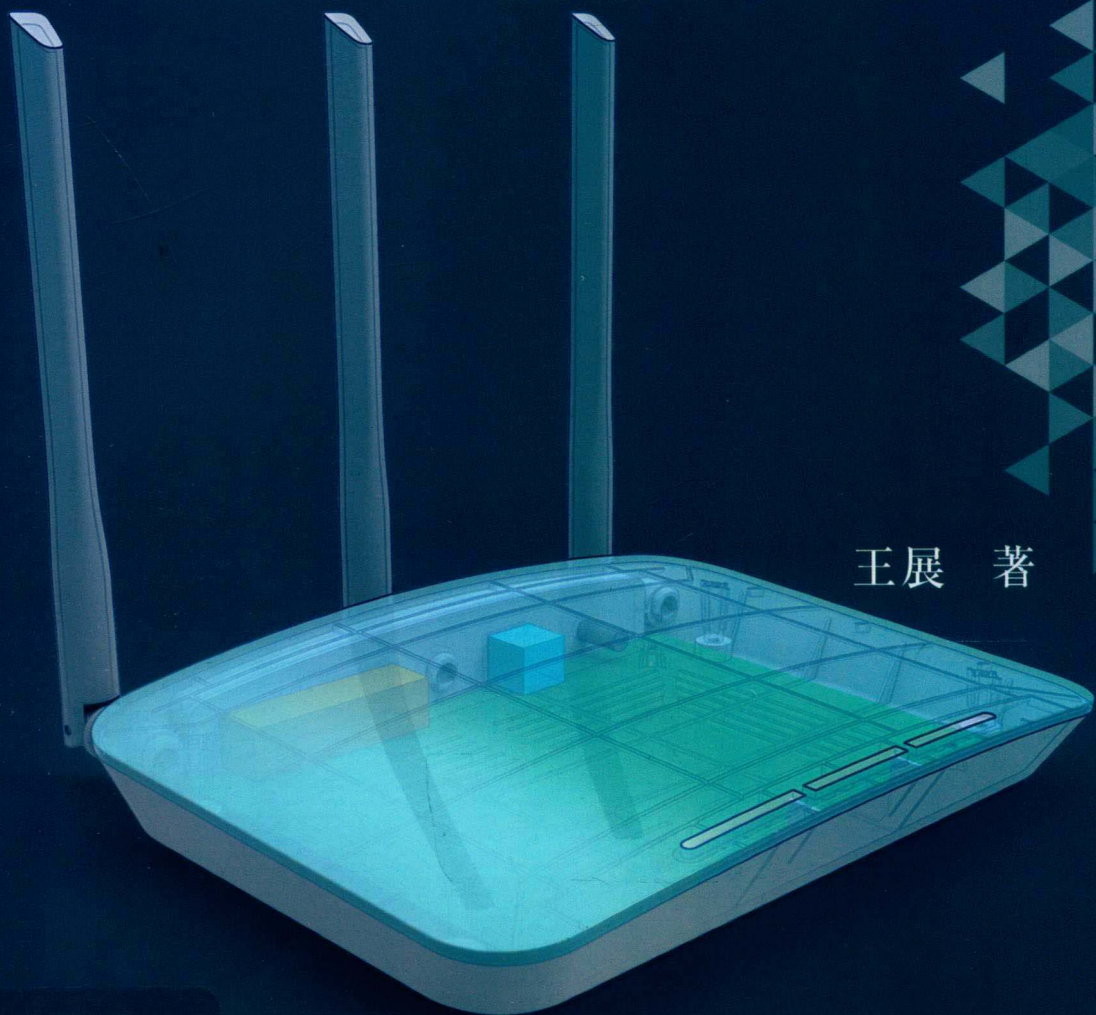


Product Form & Structure
Design by CAD

计算机辅助 产品造型与结构设计



王展 著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

计算机辅助产品造型与结构设计

王展著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以产品设计工程建模软件的应用方法为基础,将产品设计实现方面的知识与之相结合,系统地阐述了产品造型、结构、材料与加工工艺之间的联系,构建了一个“一体化”的关于产品设计实现的方法。本书分为五章,内容包括产品造型、结构与工艺的设计解读,数字模型构建思维与工程软件的基本操作,经典产品造型设计解析与数模重构,塑料产品成型工艺与结构设计的基本方法,钣金产品成型工艺与结构设计的基本方法。通过本书的阅读,读者可以较为系统地了解产品设计与工程实现之间的关系,掌握产品设计工程建模的方法,形成“一体化”的产品设计思维。

本书可供工业设计或机械设计专业技术人员参考,也可作为应用型本科院校的教学用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助产品造型与结构设计 / 王展著. —北京: 电子工业出版社, 2019.3

ISBN 978-7-121-35576-9

I. ①计… II. ①王… III. ①产品设计—计算机辅助设计—应用软件—教材 IV. ①TB472-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 265207 号

策划编辑: 赵玉山

责任编辑: 赵玉山

印 刷: 北京京师印务有限公司

装 订: 北京京师印务有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 15.5 字数: 427 千字

版 次: 2019 年 3 月第 1 版

印 次: 2019 年 3 月第 1 次印刷

定 价: 44.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888,88258888。

质量投诉请发邮件至 zlls@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: (010) 88254556, zhaoy@phei.com.cn。

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

前 言

笔者从事工业设计方面的教学工作多年，主要教授“产品设计”、“产品结构”、“产品设计材料与加工工艺”、“计算机辅助产品设计”等专业课程。根据多年的产品设计实践和教学经验，笔者认为这四门课程在工业设计专业的体系内有着非常紧密的联系，具体表现为：产品外观设计离不开结构设计的支撑，产品结构的实现需要根据产品功能与外观的要求选择合适的材料与加工工艺并且采用合理的结构设计方案，同时现代产品设计大多是依靠计算机实现数字模型的创建然后交付加工流程的。这四门课程最终目的都是解决产品设计实现的问题，而在一般的教学过程中，这四门课程通常分散在不同的学期和阶段，课程间割裂的情况比较严重，学生很难形成关于产品设计实现的完整的知识体系，无法有效地累积设计经验，在某种程度上影响了学生毕业时应具备的专业能力。在笔者看来，无论是概念设计还是创新设计，如果没有实现的可能，那么反映出的决不是设计者想象力的丰富，恰恰是设计者对产品实现系统知识的匮乏。通过长期的教学与实践，笔者发现借助于计算机辅助教学的契机，可以系统地将产品造型设计、产品材料与加工工艺、产品结构方面的知识串联起来，利用计算机辅助设计课程通常开设在其他专业课程之前的时间优势，让学生初步建立一个比较完整的产品设计实现的知识体系，而后通过后继的专业课程对知识点不断地深入学习、熟练运用，为将来的就业和深造打下坚实的产品设计工程基础。

本书想要表达的是一种一体化的、缜密的产品设计思维和方法，不追求工程软件应用上的技巧，强调产品造型设计、结构设计的合理性，能够对不同的加工材料和工艺制定相应的数字模型构建策略。本书适合已经进入产品设计专业课程学习的学生阅读，也适合对工业设计感兴趣的工程技术人员阅读。读者应该对产品设计的概念有初步的认识与了解，在此基础上本书通过计算机工程软件的教学，提供了一个整合产品设计知识的平台，教导学生通过工程软件的学习，初步掌握产品设计实现的知识体系，建立比较完整的产品设计的概念。本书尽可能采用案例说明的方式对知识点进行解释，并且由点及面充分发散，让读者能够广泛接触与产品设计相关的知识，相信对启发学习兴趣、增强学习的主动性很有帮助。

工业设计具有艺术性与技术性的双重特征，是一门综合性强、知识面广的复合型学科，又是一门与时俱进、不断变化发展的学科。作为一名工业设计师和设计教育工作者，笔者通过不断学习、实践、教学，总结出一些经验与心得，本书的撰写就是在此基础上完成的。“产品设计”是一个极具内涵的概念，影响设计结果的因素很多，包括文化、历史、管理、策划、市场、用户、成本、工艺等，最终的产品设计实物只是一个结果，采用正确的学习方法，构建完善的产品设计实现方法体系，培养一体化的设计思维才是本书撰写的根本目的。由于作者水平有限，本书存在一些不足之处，恳请广大师生和专家、读者不吝赐教。

王展 2018年11月

目 录

第 1 章 产品造型、结构与工艺的设计解读

- 设计解读 (1)
- 1.1 产品造型解读 (2)
 - 1.1.1 对于产品造型设计的理解 (2)
 - 1.1.2 产品造型设计的过程中应当重点把握的几个问题 (12)
- 1.2 产品结构解读 (15)
 - 1.2.1 产品结构与材料关系的理解 (15)
 - 1.2.2 与产品造型相关的结构基本形式 (15)
 - 1.2.3 产品结构设计的基本原则 (23)
- 1.3 产品展现的主要形式 (23)
 - 1.3.1 造型主导型产品 (23)
 - 1.3.2 结构主导型产品 (26)
 - 1.3.3 造型与结构一体型产品 (27)
- 1.4 产品设计常用材料特性与应用 (28)
 - 1.4.1 塑料 (28)
 - 1.4.2 金属 (29)
 - 1.4.3 陶瓷 (30)
 - 1.4.4 玻璃 (31)
 - 1.4.5 木材 (31)
- 1.5 产品工业设计的主要对象 (32)
 - 1.5.1 生活办公用品类产品 (32)
 - 1.5.2 商业服务类产品 (33)
 - 1.5.3 工业和机械设备类产品 (33)
 - 1.5.4 交通运输工具类产品 (35)
 - 1.5.5 专业型仪器设备类产品 (36)
 - 1.5.6 文体娱乐类产品 (36)

第 2 章 数字模型构建思维与工程软件的基本操作

- 软件的基本操作 (38)
- 2.1 UG NX 10.0 基本介绍 (39)
- 2.2 UG NX 的基本操作界面 (39)
- 2.3 UG NX 建模重要的基本概念 (49)
 - 2.3.1 坐标系 (49)
 - 2.3.2 特征 (49)
 - 2.3.3 草图 (50)
 - 2.3.4 约束 (51)
 - 2.3.5 对象 (51)
- 2.4 产品数字模型的构建思维与基本操作 (51)
 - 2.4.1 草图的绘制 (52)
 - 2.4.2 基本几何体的构建 (57)
 - 2.4.3 基本曲面的构建 (68)
 - 2.4.4 数模的修改 (81)

第 3 章 经典产品造型设计解析与数模重构

- 3.1 鼠标造型正向建模 (86)
 - 3.1.1 鼠标的历史与造型设计分析 (86)
 - 3.1.2 鼠标基础形态的构建 (87)
 - 3.1.3 鼠标基本形态的构建 (95)
 - 3.1.4 鼠标造型细节的构建 (99)
- 3.2 电热水壶造型建模 (104)
 - 3.2.1 电热水壶的发展与造型设计分析 (104)
 - 3.2.2 电热水壶基础形态的构建 (105)
 - 3.2.3 电热水壶主要形态的构建 (112)

| | | |
|-------|-------------|-------|
| 3.2.4 | 电热水壶造型细节的构建 | (117) |
|-------|-------------|-------|

第4章 塑料产品成型工艺与结构

| | | |
|--|---------|-------|
| | 设计的基本方法 | (125) |
|--|---------|-------|

| | | |
|--------|-----------------|-------|
| 4.1 | 产品设计常用塑料 | (125) |
| 4.1.1 | 通用塑料 | (125) |
| 4.1.2 | 工程塑料 | (127) |
| 4.1.3 | 特种塑料 | (128) |
| 4.2 | 塑料加工工艺 | (129) |
| 4.2.1 | 注塑成型 | (129) |
| 4.2.2 | 吹塑成型 | (130) |
| 4.2.3 | 吸塑成型 | (131) |
| 4.2.4 | 挤塑成型 | (131) |
| 4.2.5 | 滚塑成型 | (131) |
| 4.2.6 | 塑料表面处理工艺 | (132) |
| 4.3 | 塑料产品结构设计的一般要点 | (136) |
| 4.3.1 | 塑料件壁厚 | (137) |
| 4.3.2 | 塑料件的脱模斜度 | (137) |
| 4.3.3 | 塑料件的加强筋设计 | (138) |
| 4.3.4 | 塑料件的支柱设计 | (139) |
| 4.3.5 | 塑料件的圆角设计 | (139) |
| 4.3.6 | 滑块与抽芯 | (140) |
| 4.3.7 | 塑料件的开孔 | (140) |
| 4.3.8 | 塑料产品支撑面设计 | (141) |
| 4.3.9 | 塑料产品的嵌件 | (142) |
| 4.3.10 | 塑料产品上的纹理和符号 | (143) |
| 4.4 | 路由器的造型与结构设计 | (144) |
| 4.4.1 | 路由器的造型与结构设计分析 | (144) |
| 4.4.2 | 路由器基础形态的构建 | (145) |
| 4.4.3 | 路由器基本结构与造型细节的构建 | (148) |

| | | |
|-------|--------|-------|
| 4.4.4 | 路由器的装配 | (181) |
|-------|--------|-------|

| | | |
|-----|----------------|-------|
| 4.5 | 塑料产品造型与结构的发展趋势 | (185) |
|-----|----------------|-------|

第5章 钣金产品成型工艺与结构

| | | |
|--|---------|-------|
| | 设计的基本方法 | (188) |
|--|---------|-------|

| | | |
|-------|---------------------|-------|
| 5.1 | 工业设计领域常用的金属加工工艺 | (189) |
| 5.1.1 | 铸造加工工艺 | (189) |
| 5.1.2 | 压力加工工艺 | (189) |
| 5.1.3 | 切削加工工艺 | (192) |
| 5.2 | 钣金加工工艺 | (194) |
| 5.2.1 | 下料 | (194) |
| 5.2.2 | 打磨 | (196) |
| 5.2.3 | 折弯 | (196) |
| 5.2.4 | 压铆与铆接 | (197) |
| 5.2.5 | 焊接 | (199) |
| 5.2.6 | 再次打磨 | (200) |
| 5.2.7 | 表面处理 | (200) |
| 5.3 | 钣金工艺设计的基本原则 | (204) |
| 5.4 | UG 钣金建模环境与钣金基础建模 | (205) |
| 5.5 | 汽车充电桩的造型与结构设计 | (219) |
| 5.5.1 | 汽车充电桩的造型与结构设计分析 | (219) |
| 5.5.2 | 汽车立柱式交流充电桩基础形态的构建 | (220) |
| 5.5.3 | 充电桩结构细节的构建 | (224) |
| 5.6 | 钣金产品造型与结构的发展趋势 | (240) |
| 5.6.1 | 围绕工艺展开产品造型的设计模式长期存在 | (240) |
| 5.6.2 | 与其他材料工艺搭配进行设计创新 | (241) |

第1章

产品造型、结构与工艺的设计解读

2015年10月,国际设计组织(The World Design Organization, WDO)宣布了工业设计的最新定义:(工业)设计旨在引导创新、促发商业成功及提供更好质量的生活,是一种将策略性解决问题的过程应用于产品、系统、服务及体验的设计活动。它是一个跨学科的专业,将创新、技术、商业、研究及消费者紧密联系在一起,共同进行创造性活动,并将需解决的问题、提出的解决方案进行可视化,重新解构问题,并将其作为建立更好的产品、系统、服务、体验或商业网络的机会,提供新的价值以及竞争优势。(工业)设计通过其输出物对社会、经济、环境及伦理做出回应,旨在创造一个更好的世界。^①

根据这个最新的定义,我们发现工业设计的内涵和外延发生了巨大的拓展,甚至“服务”、“商业模式”也成为了设计的对象。纵观工业设计的发展历程,出现边界如此宽泛的定义并不意外,而是历史的必然。一般认为现代工业设计根据应用场景的不同主要有三个层次的应用,分别是生产型工业设计、营销型工业设计和策略型工业设计。生产型工业设计强调产品设计过程与生产工艺的紧密结合,确保产品造型和结构的生产可实现性和成本控制能力;营销型工业设计把设计同市场营销策略与营销活动相结合,通过用户研究的方式充分发掘客户需求,“设计”也成为了产品营销策略的一部分,通过设计可以达到精准营销的目的;策略型工业设计已经成为公司发展战略的重要组成部分,设计活动可以助力公司管理,优化公司资源,打造核心产品优势,通过设计活动创造、发展出新的商业模式已经成为可能,甚至可以通过设计获得大大超越产品本身的价值。需要注意的是,这三个层次的工业设计根据不同的应用场景,在当前的设计环境中是同时存在的,并且不论哪个层次,产品设计始终是产品或服务成功的基础。目前,工业设计主要有以下几个发展趋势:(1)设计对象的范围愈加宽泛,产品+服务的模式越来越普遍;(2)多学科交叉成为产品设计创新的基础,设计与人文、技术性学科的结合愈加紧密;(3)工业设计对产品形象的凸显作用愈加明显,对品牌价值的贡献越来越大。虽然(工业)设计的外延在不断拓展,但不管怎样,前提都是把产品本身的设计工作做好,从工业设计的角度就是把产品的造型、结构、工艺的问题以及它们之间关系的问题处理好。

产品的造型设计重点解决的是产品外观形式的塑造问题,从手工艺品到工业产品都是以实体形态的形式呈现的,产品结构的表达是客观存在的,既保证了产品造型的顺利实现又确保了产品功能的实现,因此产品的造型设计与结构设计是相辅相成的,在设计过程中必须一并考虑。同时,产品外观与结构的实现又绕不开加工工艺的问题,因此在产品造型与结构设计前也需要进行“顶层设计”,将产品造型、结构与工艺的问题系统考虑,通过规划为设计活动确定切实可行的技术路径,避免给后续的设计实现留下隐患而导致设计工作的失败。

^① <http://wdo.org/about/definition>.

1.1 产品造型解读

工业设计是一门古老而年轻的学科，说它年轻，是因为作为一门学科，它从 20 世纪 20 年代才开始确立，说它古老，是因为它是人类设计活动的继承和延续。人类设计活动的发展大致可以分为三个阶段：设计萌芽阶段，主要指旧石器时代，原始社会时期人类的生产活动受到自然条件的限制，制造石器一般都是就地取材，拣拾石块打制成合适的工具；手工艺设计阶段，主要指新石器时代到工业革命之前，用手工劳动或运用简单的生产工具从事生产活动；工业设计阶段，主要指采用工业设备大批量地生产各种产品。从 20 世纪开始，由于新技术、新材料和新工艺的发展给产品功能带来了极大的提升和拓展，现代设计的先驱们也开始了对现代设计的探索，于是主张功能第一、突出现代感和摒弃传统样式的现代设计发展起来。1919 年，德国“包豪斯”的成立标志着现代设计教育的诞生，对世界现代设计的发展产生了深远的影响，也进一步推动了工业设计的发展。真正确立工业设计在工业界地位的是美国，美国对于世界设计的最重要贡献就是发展了工业设计，把工业设计带入了职业化、多元化、高度商业化的发展道路，并以科技和时尚引领了国际工业设计的潮流。1929 年，由于美国股票市场崩溃导致经济大萧条，1933 年，美国的国家复兴法冻结了物价，使得产品生产企业无法在价格层面进行竞争，只能通过产品的功能和外观样式吸引客户，可以说那时的工业设计就是作为产品造型塑造的方法和工具而存在的。

进入 21 世纪以来，产品同质化的现象愈加明显，不同品牌的同类型产品形态类似、功能相近、价格区间重合、竞争激烈的状况不胜枚举。产品想要在激烈的市场竞争中占有一席之地，造型设计必然需要体现一些与众不同的特点，造型设计的成功与否将直接影响消费者对产品的印象。通过产品造型设计凸显产品特征、增强消费者对产品的认知和识别能力无疑是避免产品同质化和强化产品形象的有效方法。随着企业对工业设计理解和运用水平的不断提高，越来越多的企业开始在进行产品造型设计时将技术、文化因素进行协同考虑，以丰富产品造型的文化内涵和技术内涵，提升产品造型设计多维度的价值。

1.1.1 对于产品造型设计的理解

1. 产品造型的来源

通过研究发现，人们生活中绝大多数产品的造型都是逐渐进化而来的。就从人们的日常生活用品来看，大部分日用品的使用历史可以追溯至上千年前，比如桌椅、橱柜、碗、筷、水杯等，上百年使用史的产品更为常见，如钟表、自行车、汽车、飞机等。人们对这些产品的使用一直在延续，而且总体看来，在整体造型的设计方面变化不大，足以证明这些产品的形态是通过实践检验，被证明在功能方面是足够优秀的，而且技术的进步给它们带来了制作材料、加工技术以及批量化生产能力的提升。同时随着设计理念的发展、设计风格的变换，这些日用品通过丰富的造型设计给人们带来了不同的视觉感受。因此在设计生活日用品时，必须充分研究人们使用产品时对应的行为特征以及产品的发展历史，对于具有颠覆性的设计，比如在使用方式上改变很大的设计要小心谨慎，下面以自行车的设计为例说明这一观点。自行车是人类发明的最成功的人力机械之一，法国人西夫拉克 1790 年发明了木制自行车，只有两个轮子而没有传动装置，人骑在车上用两脚蹬地驱车向前滚动。英国人罗松于 1874 年在此基础上装上了链条和链

轮,用后轮的转动来推动车子前进。1886年英国人詹姆斯把自行车前后轮改为同样大小(见图1-1-1),使车型与现代自行车基本相同,如图1-1-2所示。一百多年后的今天,自行车已经发展出了公路车、山地车、休闲车等十几个类别,但整体造型和技术原理没有根本性的变化。

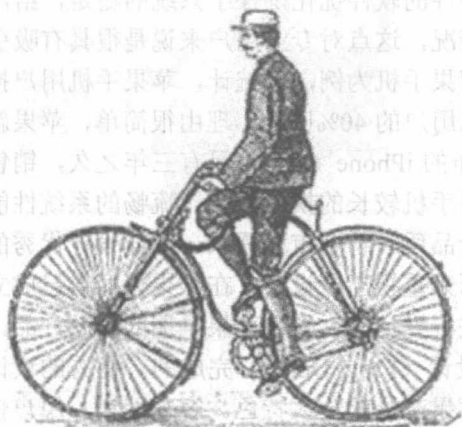


图 1-1-1 詹姆斯修改后的自行车



图 1-1-2 现代自行车

2. 产品是使用价值物化的表达

产品与艺术品本质的区别在于其使用价值的高占比,人们购买产品的主要目的在于实现产品的使用价值,只不过在精神文明和物质文明愈加发达的今天,人们除了要求产品能够实现使用价值,对产品的美学价值也提出了要求。不可否认工业设计的初衷是为了提升产品外观对消费者的吸引力,但在实际的设计过程中,工业设计对产品外观的优化往往会间接带来产品结构与功能的优化,产品的使用价值也能够得以进一步提升。但是,需要看到的是,工业设计并不是大部分消费者选购产品的优先条件,对绝大多数消费者而言,产品的功能、使用体验、品牌、售价等才是决定因素。西门子公司在手机领域曾经也是主流厂商之一,一度推出过不少经典手机产品,2001年上市的3618手机是当年最炫的三防手机,2003年推出的SL55手机是世界上第一款滑盖手机,当然在工业设计方面,西门子手机也是一流的,如图1-1-3所示。然而基于对当时手机市场发展的预期,2003年,西门子创立了一个新的手机品牌Xelibri,如图1-1-4、图1-1-5所示,西门子认为“游戏规则已经改变”,“移动电话市场已经迎来设计革命”,未来手机将成为人们随身的装饰品之一,手机款式的设计将决定产品的价值,相对而言技术和功能已经基本成型,不再是吸引消费者的主要因素。要知道在2003年,这样的手机造型设计绝对是十分大胆的,就算以今天的眼光来看依然是十分惊艳的,并且不是以概念机而是以量产机的形式推向了市场。然而在那时,彩屏手机越来越成为手机的主流配置,黑白屏的Xelibri即便对于普通消费者而言也有点落伍了,更不用说那些作为目标人群的时尚人士了。教训是惨痛的,随着Xelibri品牌昙花一现,加上西门子手机本身战略上的问题,2006年西门子最终退出了手机市场,错过了后来智能手机高速发展的黄金十年。

普遍认为,苹果公司的系列产品(见图1-1-6)是世界上最优秀工业设计的代表之一,消费者对简约精致的苹果风格认同度很高。众所周知,苹果产品的溢价是比较高的,即便如此还是有不少“果粉”一如既往地为其买单。苹果产品主要有以下特点:(1)苹果产品与同类产品相比具有较大的技术优势,是行业的领先者。以苹果手机搭载的A系列手机芯片来说,对于每一代芯片,苹果一般从3年前就开始着手架构设计,从A4到如今的A12,性能往往都是领先于

同行旗舰芯片的。(2) 苹果公司的产品质量稳定、故障率低, 适合专业用户。从早期的苹果电脑开始, 苹果的用户大部分为专业用户, 目前来看虽然 iPhone、iPad 用户数量占到了大多数, 但像 Mac 系列的电脑、工作站依然拥有大量的专业级用户。虽然软硬件闭环的产品策略使得苹果一度面临严重的危机, 但从系统角度来看, 针对硬件的软件优化确保了系统的稳定, 给用户带来了流畅的使用体验, 几乎不会发生系统崩溃的情况, 这点对专业用户来说是很具有吸引力的。(3) 从长期来看, 苹果的性价比不低。还是以苹果手机为例, 据统计, 苹果手机用户换机周期最长, 使用三年及三年以上的占到了苹果手机总用户的 40% 以上, 理由很简单, 苹果新款手机往往使用两年以上还不会落伍, 2015 年苹果发布的 iPhone 6s 距今已有三年之久, 销售状况依然良好, 相对于搭载安卓系统的手机来说, 苹果手机较长的换机周期、流畅的系统性能也是消费者非常看重的因素。(4) 具有优秀的工业设计品质。符合市场需求、工业设计优秀的产品终究能在激烈的市场竞争中脱颖而出。苹果公司历来重视工业设计, 在苹果公司自己成立工业设计部之前, 很多产品都是委托专业的设计公司进行设计的, 翻看苹果早期的电脑产品, 很多设计工作都是委托美国著名的设计公司——青蛙设计 (Frog Deign) 完成的。优秀的设计不能仅仅停留在产品造型层面, 将美学与功能结合是苹果产品的一大特色。客观而言, 用户使用工业设计优秀的产品, 也间接提升了欣赏水平、培养了美学素养。



图 1-1-3 西门子经典手机产品

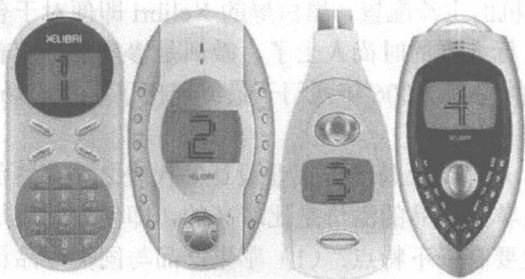


图 1-1-4 西门子 Xelibri 品牌系列产品 1



图 1-1-5 西门子 Xelibri 品牌系列产品 2

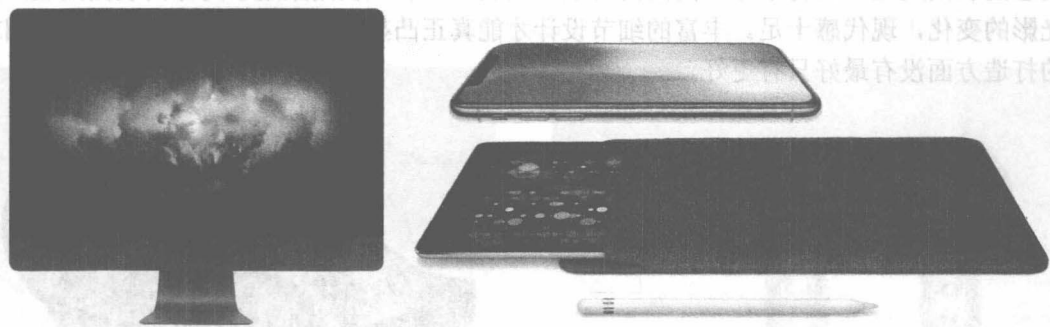


图 1-1-6 2018 年苹果最新产品

3. 产品造型设计的难点在于细节的处理

前面已经讲过，生活中的绝大多数产品的造型都是“进化”后的结果，不同厂家间的同类型产品往往在整体构造上大同小异，但在设计细节的处理上区别很大。比如家用电吹风，通过百度图片搜索引擎搜索“电吹风”三个字，搜索出的电吹风在整体造型上几乎如出一辙，如图 1-1-7 所示。造成这样结果的主要原因在于产品原理构造成熟、用户对电吹风的使用方式已经基本固定，因此在进行产品造型设计的时候更加需要通过产品外观细节的处理来与其他同类型产品形成差异。



图 1-1-7 通过百度搜索到的关于电吹风的图片

首先是造型设计的主要特征，以戴森的电吹风与飞利浦的电吹风为例，两者的造型设计风格特征迥异。戴森的造型设计语言类似于苹果系列产品，如图 1-1-8 所示，机体设计采用比较几何化的处理方式，造型简洁、干练，飞利浦电吹风的设计则明显采用了有机、仿生的设计风格，造型自然流畅，如图 1-1-9 所示。其次是产品细节设计的处理，两款产品的细节造型与各自的整体风格保持了一致性，装饰性与功能性相互融合。戴森电吹风的细节设计整齐、均匀、对称，体现了很好的秩序感；飞利浦电吹风的细节设计考虑到了人机工程的因素，同时造型语言丰富，显得十分生动。再次，材质的处理也发挥了显著的作用，戴森的电吹风采用了亚光金

属质感的表面处理,显得干净、简约而精致;飞利浦的吹风机则采用了烤漆的表面处理,凸显了光影的变化,现代感十足。丰富的细节设计才能真正凸显设计的功力和价值,在产品细节设计的打造方面没有最好只有更好。



图 1-1-8 戴森 Supersonic 电吹风



图 1-1-9 飞利浦 HP8115 型电吹风

4. 产品造型是多方条件制约的结果

影响产品造型的因素很多,绝大多数产品的造型都受到了包括功能设定、使用方式、工艺、成本等多方条件的制约。

(1) 产品功能设定与使用方式的制约

大部分时候,产品的功能和使用方式决定了产品的基本造型,比如,目前很多银行根据提升服务效率减少人工成本的需求,大量使用自助柜员机取代柜台的人工服务。银行网点采用的自助柜员机(见图 1-1-10)包含身份验证、摄像、银行卡业务办理、密码输入、凭条打印、回单打印等功能,用户可以使用自助柜员机办理大部分的柜台业务。要使用户获得良好的使用体验,就要重点考虑设备人机工程方面的问题,比如触摸屏的大小、高度及倾角大小,各类功能装置的排布位置要符合客户的操作习惯,同时要考虑银行网点空间利用率的问题,因此机器的尺寸也不能太大。要满足以上的功能要求,设备内部元器件的设计排布就显得尤其重要了,需要综合考虑元器件相互制约的因素,这样留给设备造型设计的发挥空间就很有有限了,如图 1-1-11 所示。

又比如电视机,经过了几十年的发展,电视机已经由显像管技术全面转为 LED 显示技术甚至激光技术,但是电视机的整体造型似乎一直没有突破。理论上说进入液晶时代以后,液晶面板的形状在工艺实现上并没有局限性,圆形、三角形、菱形都可以由加工好的大面板切割而来,但在实际生活中异形面板的电视却很少见,如图 1-1-12 所示。这一现象的产生主要有以下几个原因:(1)异形面板材料的损耗率高,从大面板上进行切割时矩形的材料利用率最高;(2)电视机的主要功能是将电视台发出的高频电视信号通过解码还原成视频和音频,而视频的规格基本是矩形的,如果用异形屏幕播放要么图像不全,要么图像缩小,都会影响观感;(3)观众观看电视的习惯也是重要原因,行为习惯的力量是强大的,电视机从 1925 年诞生至今,其基本形态一直是矩形,尽管技术的发展提升了图像的品质,但基本形式没有发生改变,即使有的电视机采用了最新的曲面屏技术,但从观众的角度看过去依然是矩形的。再比

如对门把手造型的设计考虑主要是从人机工程角度出发的,是由人的抓握以及施力方式决定的,因此不管风格、装饰性如何,其基本的造型特征都十分接近(见图1-1-13、图1-1-14)。

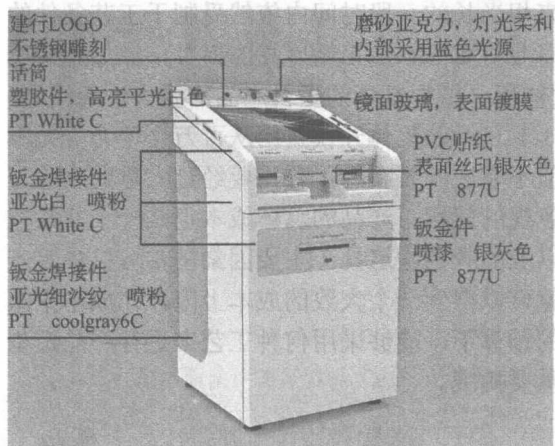


图 1-1-10 银行自助柜员机

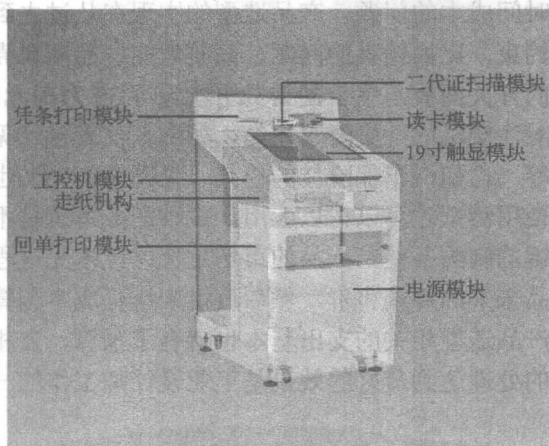


图 1-1-11 自助柜员机主要功能模块



图 1-1-12 通过百度搜索到的关于电视机的图片

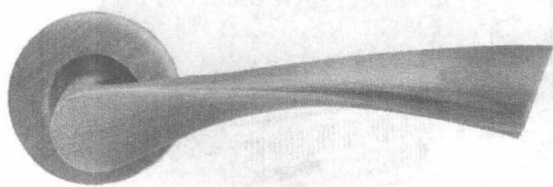


图 1-1-13 经典门把手设计

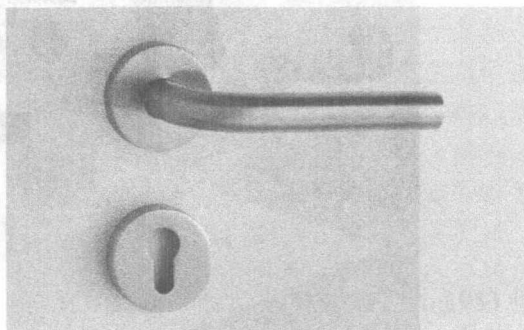


图 1-1-14 现代简约风格门把手设计

1.1.2 (2) 产品工艺和成本的制约

产品工艺因素是很大的一个制约条件，产品制造工艺的选择不仅有工艺风险的问题，也有时间成本的问题。产品造型的实现在从过去到未来相当长的一段时间内依然受制于工艺条件的约束，比如模具的问题。高质量的产品塑料壳体需要材质好、加工精度高的模具，比如施耐德开关面板，单个模具费用就超过 30 万美元；大体积、结构复杂的塑料产品需要大型的模具，对注塑机的规格要求也高，如汽车仪表台（见图 1-1-15）的整体开模费用从百万至千万美元不等，再如汽车保险杠的模具（见图 1-1-16）也价值不菲。同时新的工艺需要经过大量的实验与使用测试才可以得以应用，故时间成本也是不容忽视的问题。产品的总体成本也是一个非常关键的制约条件。产品的市场定位、技术先进程度以及品牌档次这几个主要因素基本可以锁定产品未来的终端售价，然后反过来进行成本测算，就可以得到一个大致成本上限，在成本中跟产品造型相关的支出基本也就有了预算，在相应的预算下，能够采用何种工艺来进行产品造型的处理达到最好的效果是工业设计师工作的一项重要挑战。

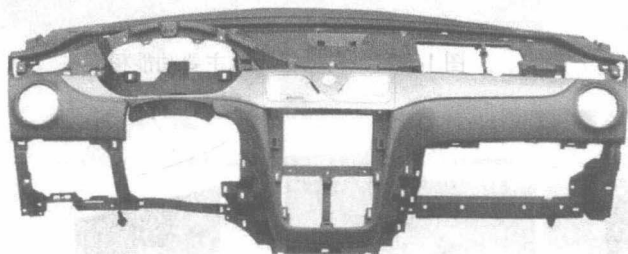


图 1-1-15 汽车仪表台

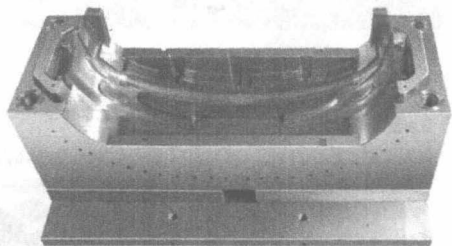


图 1-1-16 汽车保险杠模具

很多工业设计大师的作品亦留下了他们所在时代生产条件的烙印，比如德国工业设计大师迪特·拉姆斯（Dieter Rams）曾经阐述他的设计理念是“少，却更好”（Less, but better），堪称伟大，与今天苹果简约精致的设计理念如出一辙，如图 1-1-17 所示。通过对比图 1-1-18 和图 1-1-19 可以看到，产品设计呈现出的质感与造型细节的表达反映出的差距主要是由技术和工艺造成的结果。在迪特·拉姆斯先生工作的年代，数控加工中心（CNC）尚未普及，三维打印技术还没有出现，铝阳极氧化工艺还没有应用于普通家电产品。



图 1-1-17 迪特·拉姆斯作品（图片来自灵感日报）

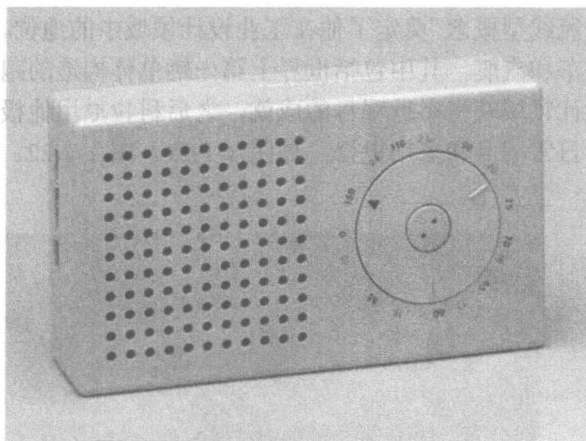


图 1-1-18 拉姆斯设计的收音机(图片来自灵感日报)



图 1-1-19 iPod 音乐播放器

5. 产品造型的创新需要大胆的设想

在大机器生产时代初始,因受制于加工工艺和技术条件,在产品造型处理的问题上方法有限,即便如此人们在产品形式创新方面的追求依然孜孜不倦。我们可以假设自己与工业设计大师们同处于一个时代,从他们的作品中可以感受到创新的勇气和想象的力量。

美国的工业设计之父雷蒙德·罗维在1936年改造了宾夕法尼亚铁路局设计的S-1火车车头,摒弃了数量庞大且加工繁杂的铆钉连接,而是采用焊接技术,使得火车头的外形完整流畅,极富科幻色彩,简化维护操作的同时也降低了成本,如图1-1-20所示。1967年到1973年间,罗维被美国宇航局聘为常驻顾问,参与土星-阿波罗空间站的设计。为了确保在极端失重情况下宇航员的心理与生理的安全与舒适,雷蒙德大胆设计出模拟重力空间,开设能远望地球的舷窗,使三名宇航员在空间站中舒适地生活了90天。

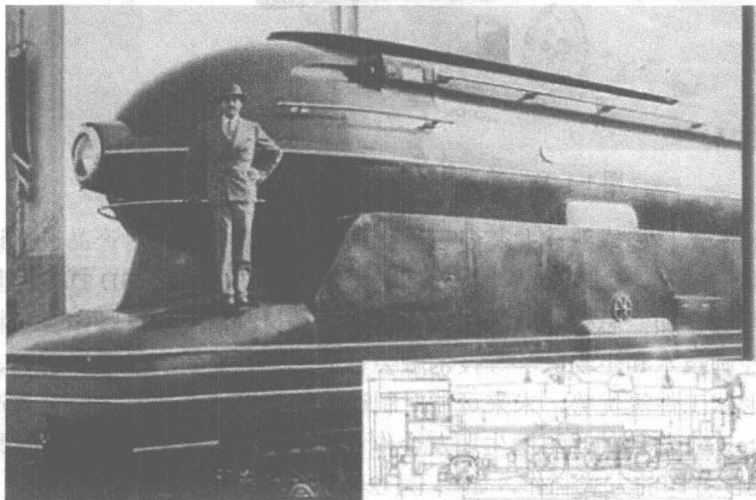


图 1-1-20 雷蒙德·罗维为宾夕法尼亚铁路局设计的 S-1 火车车头

德国工业设计大师卢吉·科拉尼早年在柏林学习雕塑,后到巴黎学习空气动力学,1953年在美国加州负责新材料项目。这样的经历使他的设计具有空气动力学和仿生学的特点,表现出强烈的造型意识。当时的德国设计界努力推进以系统论和逻辑优先论为基础的理性设计,而科拉尼则试图跳出功能主义圈子,希望通过更自由的造型来增加趣味性,他设计了大量造型极为

夸张的作品并逐步成为世界著名的设计大师，“流线型概念”奠定了他在工业设计领域中的地位。早在 20 世纪 50 年代，他就为多家公司设计跑车和汽艇，其中包括世界上第一辆单体构造的跑车 BMW700，20 世纪 60 年代，他又在家具设计领域获得举世瞩目的成就，之后科拉尼用他极富想象力的创作手法设计了大量的运输工具、日常用品和家用电器，如图 1-1-21、图 1-1-22、图 1-1-23 所示。

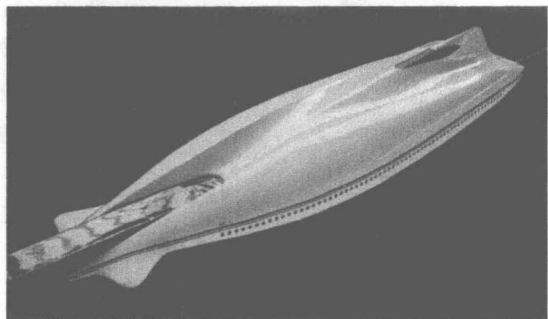


图 1-1-21 科拉尼设计的游艇

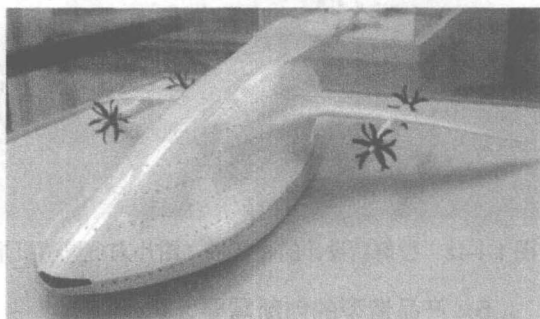


图 1-1-22 科拉尼设计的航空器

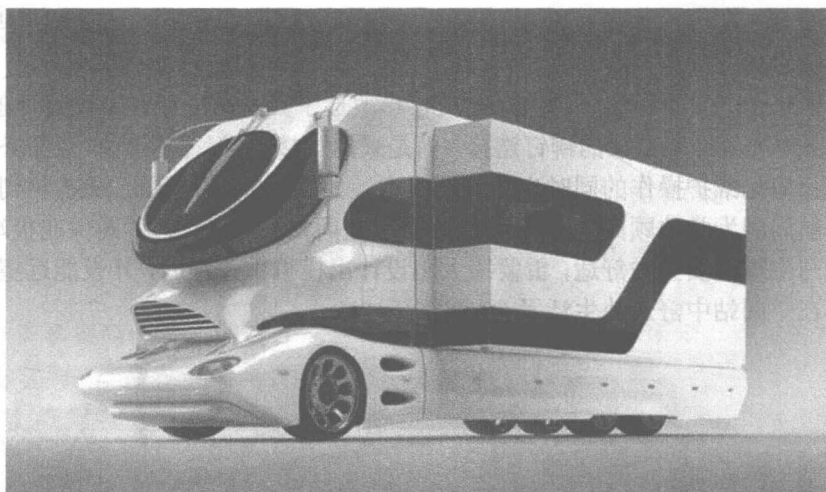


图 1-1-23 科拉尼设计的房车

现今各类加工技术和工艺日趋成熟，尤其是三维打印技术逐渐普及，对产品造型设计来说更容易跳出传统加工工艺的限制，设计师的创意实现能力得到空前的提升。3D 打印的基本原理都是基于“分层制造，逐层叠加”思想的，区别于传统的“减材制造”，3D 打印技术将机械、材料、计算机、通信、控制技术和生物医学等技术融会贯通，具有缩短产品开发周期、降低研发成本和一体制造复杂形状工件等优势，未来可能对制造业生产模式与人类生活方式产生重要的影响。如设计师 Earl Stewart 与他的足科医生朋友合作设计的鞋子，先用三维扫描仪采集客户足部三维数据，再采用 3D 打印的方式制作，如图 1-1-24、图 1-1-25 所示。

需要说明的是，受到加工效率、可靠性、工艺、成本等因素的影响，目前 3D 打印技术在产品生产领域无法进行大规模应用，但在产品研发过程中的样机加工和某些特殊的小批量产品生产领域是可以应用的。目前比较具有应用前景的 3D 打印的主要技术有 5 种。

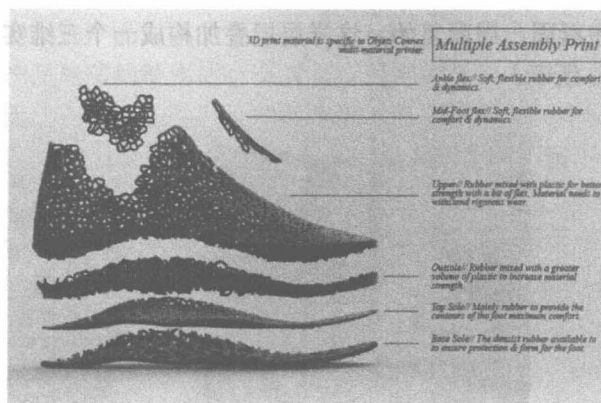


图 1-1-24 根据脚部位置不同打印材质不同



图 1-1-25 3D 打印一次成型的鞋子

(1) FDM 技术

FDM 是“Fused Deposition Modeling”的简写形式，即熔融沉积成型，其技术原理就是利用高温将材料融化成液态，通过可在 X-Y 方向上移动的喷嘴喷出，最后在立体空间上排列形成立体实物，如图 1-1-26 所示。FDM 使用的原材料主要有聚丙烯、ABS 铸造石蜡等。

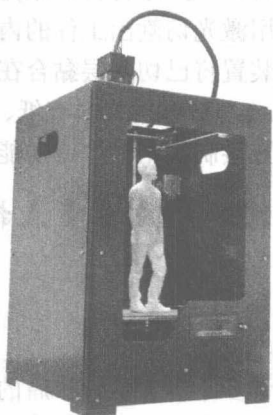


图 1-1-26 FDM 打印机

(2) 3DP 技术

3DP 技术也被称为黏合喷射、喷墨粉末打印。这种 3DP 打印技术的工作方式和传统的二维喷墨打印最为接近。3DP 技术是通过喷头喷出的黏结剂将粉末黏结成整体来制作零部件的。

(3) SLS/SLM 技术

SLS/SLM 技术即激光选区烧结/熔融技术。SLM 是将激光的能量转化为热能使金属粉末成型，其主要区别在于 SLS 在制造过程中，金属粉末并未完全熔化，而 SLM 在制造过程中，金属粉末加热到完全熔化后成型。SLM 工作流程为，打印机控制激光在铺设好的粉末上方选择性地对粉末进行照射，金属粉末加热到完全熔化后成型。然后使工作台降低一个单位的高度，将新的一层粉末铺撒在已成型的当前层之上，设备调入新一层截面的数据进行激光熔化，与前一层截面黏结，此过程逐层循环直至整个物体成型（见图 1-1-27）。SLM 的整个加工过程在惰性气体保护的加工室中进行，以避免金属在高温下氧化。

(4) SLA 技术

SLA 技术，全称为立体光固化成型法（Stereo Lithography Appearance），是将激光聚焦到光