

Design
Methods and Techniques of
Modern Industrial Products



现代 工业产品设计 方法和技术

祝燕琴 宋 姣 主编



化学工业出版社

Design
Methods and Techniques of
Modern Industrial Products

现代 工业产品设计 方法和技术

祝燕琴 宋 姣 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

《现代工业产品设计方法和技术》从提升工业产品设计能力出发,阐述产品设计中所涉及的知识结构,包括产品设计理论基础、产品设计工程基础及设计软件操作。在强化基础的同时,针对企业的实际需求,注重产品设计的应用,如产品数据资料重建问题、产品的改良设计等,并从众多具体实例出发进行解析,以期获得事半功倍之效。

本书可作为全国职业院校技能大赛工业产品设计的指导用书,也可作为中等职业院校、高职高专院校工业设计专业的教学用书,还可供企业从事产品设计的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代工业产品设计方法和技术/祝燕琴,宋姣
主编. —北京:化学工业出版社,2018.1
ISBN 978-7-122-31142-9

I. ①现… II. ①祝…②宋… III. ①工业产品
产品设计-教材 IV. ①TB472

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第299442号

责任编辑:旷英姿
责任校对:陈静

文字编辑:王海燕
装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:高教社(天津)印务有限公司
710mm×1000mm 1/16 印张13³/₄ 字数316千字 2018年2月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:54.00元

版权所有 违者必究

党的十九大报告指明我国社会的主要矛盾已经转化为人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾。提供高品质产品和服务是满足人民的美好生活的基本需要。这对工业设计提出更高要求，也必将为工业设计界迎来前所未有的发展机遇。工业设计是以工业品为主要对象，综合运用工学、人机工程学、美学、心理学、经济学、社会学等理论方法，对功能、结构、形态、色彩及包装等综合优化的创新活动。

与发达的西方国家相比，我国的工业设计起步虽晚，但发展迅速。2006年，我国《国民经济和社会发展规划“十一五”规划纲要》第一次出现“工业设计”，随后写入“十二五”“十三五”的发展规划纲要。这足以说明我国高度重视工业设计，特别是在国家实施创新驱动发展中的地位和作用。各地也相继出台扶持政策，加快并促进了工业设计发展，工业设计逐渐成为“大众创业万众创新”的新亮点。

创新是民族的灵魂，更是企业赖以生存和发展的核心竞争力。职业院校同样承担创新型技术技能人才培养的使命。为了加快职业院校工业产品设计人才的培养，教育部从2010年开始，在全国职业院校技能大赛设立“计算机辅助设计（工业产品设计CAD）”赛项。该赛项促进了职业学校工业产品设计人才的培养，也促进了艺术设计、计算机应用和机械设计等专业的跨界融合，促进了实践教学的内容、手段和方法的改革，提升了职业学校师生创新思维、职业技能和素养。

目前行业内的计算机辅助工业设计师、产品模型制作师等岗位急需职业院校学生，但是职业院校的人才培养面临着两个主要问题：一是工业设计师资不足，二是适合于职业院校学生进行产品创新设计训练的教材缺乏。本书汇集了祝燕琴老师及其团队近20年来教学、科研和大赛指导经验的积累，正好可以弥补职业院校的不足。

祝老师爱生如子，为人师表，关注学生全面发展，深受学生喜爱。教学中注重因材施教，方法灵活，善于启发学生创新思维。她指导众多学生参加全国大学生工业设计大赛、中国高等院校设计艺术大赛、全国刘海粟大师赛、全国职业院校技能大赛，学生中获一等奖15人，二等奖13人，三等奖4人。因此，她本人

也于2015年获得全国职业院校技能大赛先进个人，2016年获得全国大学生工业设计大赛优秀指导教师，2015年、2016年两次获得江苏省技能大赛先进个人等荣誉称号。

该书用具体案例强化工业产品设计基础理论知识的掌握，同时注重工业产品设计创新实践能力的提升。充分考虑到职业院校学生特点，教学模块设计包含任务描述、学习目标、基础知识、训练练习等。训练目标明确，并且配有针对性实践训练内容和案例。

该书内容深入浅出，兼容并蓄，注重教材适用性。书中提供了多种设计方法和思路供学习借鉴，方便学生理论联系实践，掌握产品设计理论、创新方法与路径，可以很好地启发学生的创造性思维。

吴访升

2017年11月14日于南京

产品设计创新和表达能力是工业设计人员在工作中必须具备的基本素质。“工业产品设计”这门课程也是工业设计等专业进行岗位能力培养的一门重要的专业课程。它集理论和实践为一体,满足学生将来在工业产品设计、产品模型制作等岗位中对设计创新能力和模型制作能力的要求。

本书的主要内容包括:

(1) 产品设计的基本概念和相关要素。通过本书的学习,熟悉产品设计中的形态、色彩和人机的设计要求,了解产品设计的基本概念,掌握基本的产品创新设计方法。

(2) 材料和工艺的基本知识。作为产品设计师,必须对产品设计的材料和工艺要有充分的了解,否则会影响产品的可行性。通过本书的学习,读者能够掌握与产品设计相关的材料和工艺的知识,为产品设计打下良好的基础。

(3) 产品设计建模软件Inventor的操作方法和实例演练。产品创新设计思维需要运用合适的表现方法来展现,作为功能全面的三维设计软件,Inventor可以实体建模、二维图纸智能输出、渲染动画、曲面设计、参数化管理等,能够方便、快速、有效的表达产品创意,并为产品的开模制造提供了很好的支撑。本书的第三章和第四章主要是介绍Inventor的基本操作方法和设计案例的建模过程。通过本书的学习,读者能够掌握Inventor的操作方法,掌握完整的产品设计表现方法。

(4) 产品改良设计方法。产品改良设计是一种在现有产品的基础上进行的一种工业产品造型设计,是对现有的产品进行优化、充实和改进再开发的一种设计方法。这种方法对于企业来说是一条投入少、风险小、见效快的捷径,也是很多企业普遍采用的方法。通过本书的学习,读者可以掌握基于产品外观和使用功能的改良设计方法,能够根据企业的要求、产品的特点从事产品的改良设计。

(5) 产品创新设计方法。产品创新对于企业来说具有非常重要的意义,它能够根据预测未来的发展变化,来改善企业的产品结构和经营状况,它是企业在激烈竞争中保持领先的法宝。通过本书的学习,读者可以了解产品创新设计的特征,

掌握产品创新设计的方法，可以从事新产品开发设计方面的工作。

本书编写具有以下特点：

（1）在内容组织上，本书从提升工业产品设计能力出发，阐述产品设计中所涉及的知识结构；在强化基础的同时，针对企业的实际需求，更注重产品设计的应用，将理论与实践结合。

（2）在表现形式上，本书使用了大量的产品设计的案例，浅显易懂、循序渐进，趣味十足，对学习产品设计有很好的指导作用。

（3）在书的构架上，本书内容包含任务描述、学习目标、基础知识、训练练习等环节，各个环节紧凑，塑造了一个比较完整的教学体系。全书共分六章，根据学生的基础情况，在教学安排上既可以作为一个教学阶段安排，也可以分两个阶段来安排教学内容。

本书的参考学时为64 ~ 96学时，建议采用理论实践一体化教学模式教学。本书由多名具有丰富教学经验和从事工业产品设计的教师共同编写。全书由祝燕琴、宋姣任主编，滕佳华、贺玲花、张洪良任副主编，李漪、张磊、张雪、谷娟参编。

由于编者水平有限，书中疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正，以便今后修订完善。

编者

2017年11月

01 第一章 产品设计理论基础 /1

第一节 产品设计概述 /1

- 一、工业设计与产品设计 /1
- 二、产品设计的特征 /2
- 三、产品设计的领域 /3
- 四、产品设计的基本要求 /4

第二节 产品设计与形态 /6

- 一、产品形态的基本要素 /7
- 二、产品形态设计的形式美法则 /11
- 三、产品形态的创新 /14

第三节 产品设计与色彩 /16

- 一、色彩的三要素 /17
- 二、色彩的心理感觉 /18
- 三、产品的色彩设计 /19

第四节 产品设计与人机工程学 /21

- 一、什么是人机工程学 /21
- 二、产品设计中的人机工程学 /21
- 三、产品设计中的人机工程学分析 /22
- 四、显示与控制装置设计 /22
- 五、座椅设计 /22
- 六、手握式工具设计 /23

02 第二章 常用的产品设计材料及加工工艺 /26

第一节 金属材料及其加工工艺 /26

- 一、金属材料的固有特性 /26
- 二、金属成型加工工艺 /27
- 三、常用的金属材料及其应用实例 /29

第二节 塑料及其加工工艺 /32

- 一、塑料的组成 /33
- 二、塑料的分类 /33
- 三、塑料的特性 /33
- 四、塑料的成型加工工艺 /35
- 五、塑料制件的结构设计 /36
- 六、产品设计中塑料材料应用实例 /38

第三节 木材及其加工工艺 /40

- 一、木材概述 /40
- 二、木制品的加工工艺 /41
- 三、木材的表面处理 /42
- 四、人造板材 /43
- 五、产品设计中木材材料应用实例 /44

第四节 陶瓷及其加工工艺 /46

- 一、陶瓷概述 /47
- 二、陶瓷的基本性能 /48
- 三、陶瓷的成型工艺 /49
- 四、产品设计中陶瓷材料应用实例 /52

第五节 玻璃及其加工工艺 /54

- 一、玻璃的分类 /54
- 二、玻璃的基本性能 /55
- 三、玻璃的加工工艺 /55
- 四、常用的玻璃品种 /56
- 五、产品设计中玻璃材料应用实例 /58

03 第三章 产品设计软件操作基础 /60

第一节 Autodesk Inventor 软件概述 /60

第二节 Inventor 中二维草图的绘制 /63

- 一、草图的绘制 /63
- 二、草图的编辑 /66
- 三、草图的约束 /68

第三节 零件建模 /73

- 一、草图特征 /73
- 二、放置特征 /79
- 三、定位特征 /84

第四节 产品设计中的零部件装配技术 /89

- 一、部件环境的基本操作 /90
- 二、约束 /91

第五节 表达视图 /96

- 一、表达视图介绍 /96
- 二、创建表达视图的一般流程 /96

第六节 工程图 /98

- 一、工程图视图 /99
- 二、工程图标注 /103

第七节 产品渲染 /108

- 一、场景、灯光、材质与照相机设置 /108
- 二、渲染图像 /112
- 三、渲染动画 /113

04 第四章 产品数字资料重建实例/117

第一节 电吹风的制作 /117

第二节 豆浆机制作 /132

05 第五章 产品改良设计 /162

第一节 产品改良设计概述 /162

- 一、什么是产品的改良设计 /162
- 二、为什么要进行产品改良设计 /163

三、产品改良设计包含的内容 /163

第二节 产品外观的改良设计 /165

- 一、调整产品的外形 /166
- 二、更新产品的色彩 /172
- 三、改善产品的材料 /173

第三节 产品使用功能的改良设计 /174

- 一、对使用功能的改进 /176
- 二、对产品功能进行增减 /177

第四节 典型产品改良设计案例 /178

- 一、用户调研 /179
- 二、设计研究 /181
- 三、方案设计 /182

06 第六章 产品创新设计 /186

第一节 关于产品的创新设计 /186

- 一、什么是产品的创新设计 /186
- 二、产品创新设计的意义 /187

第二节 产品创新设计的特征 /188

- 一、创新收入的非独占性 /188
- 二、产品创新的不确定性 /189
- 三、产品创新的市场性 /189
- 四、产品创新的系统性 /189

第三节 产品创新设计思维的种类 /190

- 一、想象思维 /190
- 二、顺向性创新思维 /192
- 三、逆向性思维 /193
- 四、仿生思维 /195
- 五、发散思维 /195

第四节 典型产品创新设计案例 /197

案例一：古筝造型设计 /197

案例二：儿童益智玩具设计 /201

参考文献 /203

第一章 产品设计理论基础

第一节 产品设计概述

任务描述

产品设计是工业设计的核心，是工程技术与美学艺术相结合的一种现代设计方法。本任务将简要介绍产品的概念和特征、产品设计的领域和基本要求。

学习目标

1. 了解什么是产品设计；
2. 熟悉产品设计的特征；
3. 了解产品设计的领域；
4. 熟悉产品设计的基本要求。

基础知识

一、工业设计与产品设计

工业设计作为人类设计活动的重要部分，是现代科学技术与人类文化艺术相结合，以现代化工业生产为基础的一门新兴实用学科。它作为一种现代设计方法，已成为关系到人们生活、工作、生产、劳动等多方面的重要设计活动之一。

工业设计起源于18世纪末19世纪初的欧洲，在当时由于一系列纺织机器的发明与蒸汽机的广泛应用，使得自18世纪中叶发展起来的工业革命达到了高潮。随着工业化的发展，也使当时的人们看到了广阔的前景，工业化生产给人们带来了价廉实用的产品，提高了人们物质生活水平。人们在丰富多彩的工业化产品中，似乎在重新审视着手工业产品的优劣性。在这样两难的情况下，人们必须寻找到一种新的途径用以解决人与机器、人与产品之间的矛盾。为此，工业设计便应运而生了。它经历了莫里斯的手工艺美术运动、新艺术风格、包豪斯的现代主义设计运动等近一个多世纪的历史进程，到今天已初步形成了一

个较为完整的设计体系。

目前工业设计被广泛采用的定义是国际工业设计协会联合会（ICSID）在1980年的巴黎年会上为工业设计下的修正定义：“就批量生产的工业产品而言，凭借训练、技术知识、经验及视觉感受而赋予材料、结构、形态、色彩、表面加工及装饰以新的品质和资格，叫做工业设计”。广义地理解工业设计，应该包括产品造型以及围绕产品的包装、广告、商品展示等二维的和三维的视觉传达设计方面的内容。更深层次上来说，广义的工业设计，是企业的市场开发、市场实现的重要手段之一，它已经成为联系技术与应用、企业与消费者、现实与未来的重要桥梁。狭义地理解工业设计即为工业产品造型设计，也叫产品设计，就是围绕产品的材料、构造、形态、色彩、表面加工及装饰而赋予特定产品以新的品质。本书讨论的主要是狭义的工业设计，即产品设计。

产品设计是工业设计的核心内容。所谓产品，是指人类生产制造的物质财富，它是由一定物质材料以一定结构形式结合而成的，具有相应功能的客观实体，是人造物，而非自然形成的物质，也不是抽象的精神世界。产品设计不是单纯的外形设计，而是更为广泛的设计与创造活动，它不仅包括产品形态的艺术性设计，而且包括与实现产品形态及实现产品规定功能有关的材料、结构、构造、工艺等方面的技术性设计。在整个设计过程中，产品形态、结构、材料、工艺与使用功能的统一，与人的心理、生理相协调，将始终是设计者研究和解决的主要内容。

综上所述，产品设计是工程技术与美学艺术相结合的一种现代设计方法。它不同于传统的工程设计，因为它在充分考虑产品结构性能指标的同时，还须充分考虑产品与社会、产品与人的生理和心理相关的文化要素；它不同于一般的艺术设计，因为它在强调产品形态艺术性的同时，还必须强调产品形态与功能、材料、结构、工艺相统一而产生的实用价值。所以，产品设计是一门综合性学科，是现代工业、现代科技和现代文化发展到一定阶段的必然产物。

二、产品设计的特征

产品设计具有物质产品和艺术作品的双重特征。作为物质产品，它具有一定的使用价值，即物质功能，这种物质功能往往是由产品的实用性和科学性予以保证的。说它又是艺术作品，是因为产品造型具有一定的艺术感染力，使人产生如愉悦、兴奋、舒适、安宁等感觉，满足了人们的审美需要，表现出精神功能的特征。但是产品的物质功能与精神功能是紧密联系在一起的，产品一旦失去物质功能，产品的精神功能也随之丧失。这是产品设计与其他艺术作品的不同之处。因此产品设计既不同于工程技术设计，又区别于艺术创作。如汽车设计，在设计进程中有两种不同的认知：一种从工程学的角度认为设计应偏重于工程和技术；另一种则从审美角度认为汽车设计应偏重于外形美。事实上汽车设计既离不开工程，也离不开美的设计，因为人们对汽车既有动力、速度和安全的要求，也有舒适、外形美的要求（如图1-1所示）。

产品设计的活动需要多专业、多工种甚至多学科的共同协作，同时受功能、物质和经济等条件的制约。所以，产品造型不是单纯的艺术创作，而是功能技术和艺术创作完美结合的结果，产品在具有实用性、科学性的同时，应该具备艺术性（如图1-2、图1-3所示）。所以，产品设计不同于一般艺术，具有科学的实用性，才真正体现了产品的物质功



图 1-1 跑车

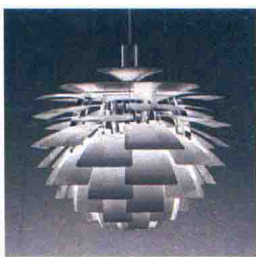


图 1-2 PH灯



图 1-3 蛋椅

能；具有艺术化的实用性，才能体现出产品的精神功能；某一时代的科学水平与该时代人们的审美观点结合在一起，就反映了产品的时代性。

三、产品设计的领域

1. 日常用品类

日常用品包括家用电器、家用机器、炊饮器具、家具、照明设备、卫生洁具、旅行用品、玩具等（如图 1-4 ~ 图 1-6 所示）。



图 1-4 吸尘器



图 1-5 水龙头



图 1-6 眼镜

2. 商业、服务业用品类

商业、服务业用品包括计量器具、自动售货机、电话机、电话亭、办公用品、医疗器械、电梯、传递设备、标志等（如图 1-7 ~ 图 1-9 所示）。



图 1-7 电话



图 1-8 医疗检测仪

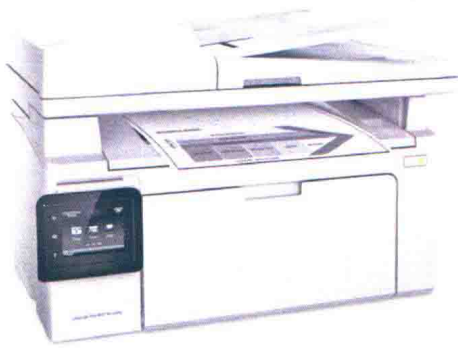


图 1-9 复印机

3. 工业机械及设备类

工业机械及设备包括机床、农用机械、通信设备、仪器仪表、计算机设备、传递系统、起重设备等（如图1-10～图1-12所示）。



图1-10 铣床



图1-11 电脑主机



图1-12 挖掘机

4. 交通运输类及其附属设施

交通运输类及其附属设施包括各种车辆、水上运输船只、飞机、航天器和道路照明设施等（如图1-13～图1-15所示）。



图1-13 摩托车



图1-14 灯具



图1-15 飞机舱

四、产品设计的基本要求

产品设计是为人类的使用进行的设计，设计的产品是为人所服务的。产品设计必须满足以下的基本要求。

1. 功能性要求

现代产品的功能有着比以前更丰富的内涵，包括物理功能——产品的性能、构造、精度和可靠性等；生理功能——产品使用的方便性、安全性、宜人性等；心理功能——产品造型、色彩、肌理和装饰诸要素给予人的愉悦感等；社会功能——产品象征或显示个人的价值、兴趣、爱好和社会地位等（如图1-16～图1-18所示）。



图1-16 电吹风

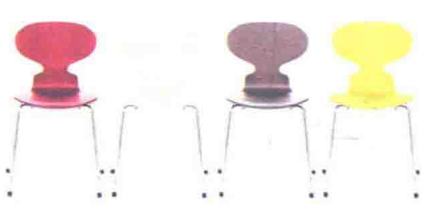


图1-17 蚁椅



图1-18 水壶

2. 审美性要求

产品必须通过其美观的外在形式使人得到美的享受。现实中绝大多数产品都是满足大众需要的物品,因而产品的审美不是设计师个人主观的审美,只有具备大众普遍性的审美情调才能实现其审美性。产品的审美,往往通过新颖性和简洁性来体现,而不单是依靠过多的装饰才成为美的东西,它本身必须是在满足功能基础上的美好的形体(如图1-19~图1-21所示)。



图1-19 玻璃杯



图1-20 电话



图1-21 鼠标

3. 经济性要求

除了满足个别需要的单件制品,现代产品几乎都是供多数人使用的批量产品。产品设计师必须从消费者的利益出发,在保证质量的前提下,研究材料的选择和构造的简单化,减少不必要的劳动,以及增长产品使用寿命,使之便于运输、维修和回收等,尽量降低企业的生产费用和用户的使用费用,做到价廉物美。这样才能既为用户带来实惠,最终也为企业创造效益(如图1-22~图1-24所示)。



图1-22 自行车



图1-23 椅子



图1-24 灯具

4. 创造性要求

设计的内涵就是创造。尤其在现代高科技、快节奏的市场经济社会,产品更新换代的周期日益缩短,创新和改进产品都必须突出独创性(如图1-25、图1-26所示)。



图1-25 鞋架



图1-26 APPLE电脑

5. 适应性要求

设计的产品总是供特定的使用者在特定的使用环境使用的。因而产品设计不能不考虑产品与人的关系、与时间的关系、与地点的关系。产品必须适应这些由人、物、时间、地点和社会诸因素构成的使用环境的要求, 否则, 它就不能生存下去。

除此之外, 产品设计还应该是易于认知、理解和使用的设计, 并且在环境保护、社会伦理、专利保护、安全性和标准化诸方面, 也必须符合相应的要求(如图1-27~图1-29所示)。



图 1-27 血压仪



图 1-28 汽车



图 1-29 椅子

应用训练

产品设计的特征是什么? 产品设计要满足哪些基本要求?

第二节 产品设计与形态

任务描述

形态是产品设计中的一个重要因素, 是产品与功能的中介, 没有形态的中介作用, 产品的功能就无法实现。本任务将介绍产品形态构成的基本要素, 以及产品形态构成的形式美法则和形态创新方法, 掌握这些美学法则和创新方法, 将有助于设计师创造出新颖、实用的产品形态。

学习目标

1. 了解什么是产品形态的基本要素;
2. 熟悉形态构成的形式美法则;
3. 熟悉产品形态创新设计的方法;
4. 能运用形态创新的方法进行产品形态设计。

基础知识

一、产品形态的基本要素

形态是传达信息的第一要素。所谓形态,是指由内在的质、组织、结构、内涵等本质因素延伸到外在表象因素,通过视觉而产生的一种生理、心理过程。它与感觉、构成、结构、材质、色彩、空间、功能等要素紧密联系。

点、线、面是造型艺术的基础,是设计的基本要素。产品形态是以产品的外观形式出现的,任何一件产品形态无论简单或复杂程度如何,都是由最基本的形态要素点、线、面构成的。这些形态要素,反映在产品的外部形态方面,表现为不同的特性、形式与组合,构成了千变万化的产品形态。

1. 点元素

点是视觉可见的最小的形式单元,最简洁的设计形态。点在几何学上被界定为没有面积只有位置的几何图形。但在产品设计中的点,作为最简洁的设计形态,是具有一定形状和微小面积的构成要素。

点的形状通常有圆形、椭圆形、方形、尖状形、圆方组合形等,具有明确中心、标量、集中、醒目的特性。不同形状、大小的点给人不同的视觉感受、情感象征。

在产品设计中运用点可以采用重复、渐变、对比等变化手法来构成生动活泼的节奏和韵律变化的效果。

(1) 重复 是指同样或近似的形态重复的出现。点的重复在产品设计中的应用较多,点的重复能使产品富有韵律感、节奏感。

(2) 渐变 是指形态有规律地逐渐变动,从而产生节奏感和韵律感。在产品设计中,点的渐变形式是多方面的。如点的大小、疏密、粗细、距离、方向、位置、层次的变化,还有颜色的深浅、明暗都可以产生渐变效果。

(3) 对比 是形态相互比较,求差异,使互异的形态强调、突出。在进行产品设计时,可以用点的对比来使产品的某些部位突出、醒目,加强其视觉效果。



图1-30是一个花洒的设计,在多个同心圆上布置了多个点状出水口,形成了发射的图形,绿色的出水口既有语意识别性,又让人心情愉悦。

图1-31是一个交流器,主体形态为圆柱形,点的运用创造出了强烈的艺术效果,使产品形态个性更为突出。

图1-32是一个遥控器设计,不同形式、不同的组合方式的点的运用使得产品的语意表达准确,便于操作,同时又富有韵律感。



图 1-30 花洒



图 1-31 交流器



图 1-32 遥控器

2. 线元素

线是点运动的轨迹。线是一切形象的基础，是决定形态基本性格的重要因素。自然界和人为的各种线可以归纳为直线和曲线两种。不同的线形具有不同的情感色彩，曲线显得柔和，直线则刚硬，曲直相间的线形富有节奏感，体量变化表达律动，由线生成面，由面生成体，线具有丰富的表达语言。产品的内在功能虽然没有什么变化，但通过线形变化会形成总体感观不同的风格。那么在产品设计中应如何运用线条呢？

(1) 线形是一种形象语言 在产品设计中可以针对不同的产品功能特征寻找到线形组合关系予以表达。例如微电子产品的精密感可以用刚挺的直线、微妙的大弧度线面、饱满的弧面交替表达；机械工具的精密构造可以用直挺的切面、有机的弧面、吻合的手感曲面交叉表达；家用轿车的现代时速感可以用线面的流畅、主体面的多变线形中见细微的过渡表达等等。

(2) 要掌握线形变换组合连接的技巧 在产品设计中，要注重单根线条的个性，注重以线延展形成面的转折变化，还要注重运用线条在大的面积和结构上的分割效果，在大面积的平整面上运用适当的线条能够表现出一定的起伏关系，在产品外壳部件的连接处运用线条能够表现出生动的变化，会给产品增加活力和动感。现在许多电子产品都充分运用线条来表现产品的视觉特征和美感。

(3) 要掌握不同背景要求下的各种产品的表现特性 微电子技术的空前发展，形成了一些具有规范符号特征的象征性线形；崇尚休闲生活品质的潮流，产生了随意交错表达的线形个性；精密加工技术的发展，带来了微妙渐变的细腻过渡的线形风格。要善于借鉴每个产品系统中的成功线形表达原理，在此基础上线形的表达力才会更洗练、更强烈。

案例分析

图 1-33 是 Wizz 电磁驱动车，该车车架由优美、流畅的曲线构成，富有动感。车轮毂的装饰也采用线状造型，整车形成了一个流动的造型，既美观又体现了车的速度感。

图 1-34 是西班牙设计师 Sergi Devesa 设计的“Zen”灯具，该设计是由线形的金属材料构成，创造出了一种独特的结构形态，不同密度的线形形成了不同的光照艺术效果。

图 1-35 是一个利用新颖合成材料与金属框架结合组成的椅子。椅子的座面利用材料的弹性编织而成，纷繁复杂的线形产生了犹如鸟巢的视觉效果，表达了设计师崇尚自然、追求舒适及和谐的设计理念。