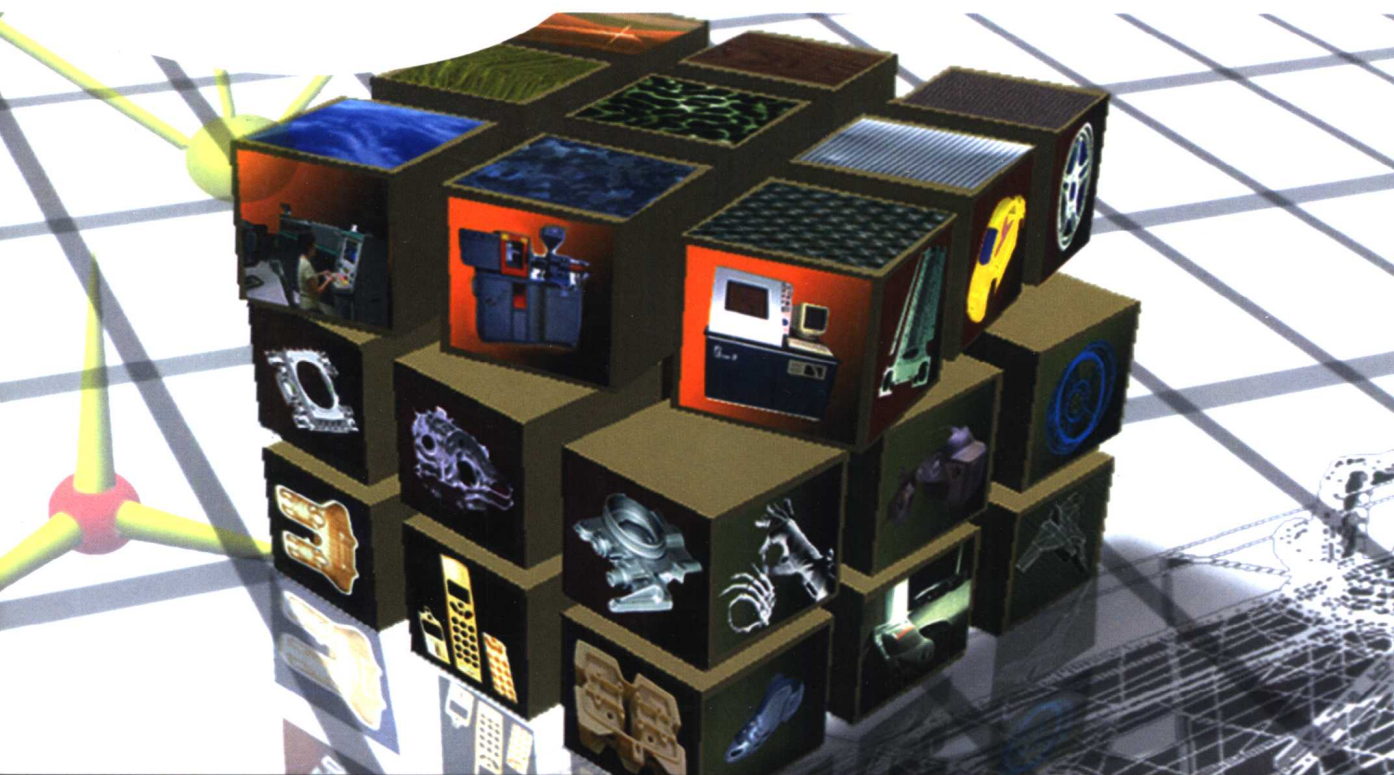


普通高等教育机电类规划教材



Industrial Design

工业设计工程基础

昆明理工大学 徐人平 主编



 **机械工业出版社**
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育机电类规划教材

工业设计工程基础

主 编	徐人平				
副主编	何邦贵	魏镜弢			
参 编	杨维平	孙东明	余 敏	朱 龙	
	李淑兰	张晓龙	苏 海	李淑敏	



机械工业出版社

“工业设计工程基础”是工业设计高级专门技术人才和管理人才必修的一门专业技术基础课程。

本书以“重基础、低重心、广知识、少学时、精内容、宽适应”作为编写的指导思想,介绍了工业设计工程基础知识体系,且为了适应 21 世纪对人才培养的需要,大幅度地增加了新材料、新工艺、新技术方面的内容,如快速成形技术、反求工程技术和虚拟现实技术等。

本书共分十个部分,内容包括绪论、工程材料基础、机械制造技术基础、艺术铸造基础、快速成形技术基础、塑料及其成型基础、反求工程基础、连接成形基础、表面工程基础与虚拟现实基础等;以介绍工程上常用的三种成形方法(去除成形法、堆积成形法和静尺寸成形法)的知识为基础,配合造型材料知识、表面技术知识和数字化设计知识,涵盖了工业设计在工程基础方面所需要的基本知识、基本理论和基本技能。

本书是普通高等教育机电类规划教材,可作为工业设计、艺术设计以及其他设计类专业教材,也可供从事工业设计和艺术设计的技术人员和管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工业设计工程基础/徐人平主编. —北京:机械工业出版社, 2003.7

普通高等教育机电类规划教材

ISBN 7-111-12638-6

I. 工… II. 徐… III. 工业设计—高等学校—教材 IV. TB47

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 060630 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:邓海平 版式设计:霍永明 责任校对:程俊巧

封面设计:陈沛 责任印制:闫焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm^{1/16}·22.75 印张·562 千字

0 001—4 000 册

定价:34.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

设计是一种创意转变为现实的过程。工业设计活动最终要创造出某种用途的以现代工业手段生产的产品,所以工业设计不仅要合理构思能够实现特定功能的切实可行的方案,要寻找符合广大消费者审美情趣能为广大消费者所接受的形态与质感,而且要用确切的表达方式,将设计思想转化为可供生产的图样或软件,最终能够进行生产操作,完成产品制造。因此,工业设计师必须熟悉与设计对象相关的工程基础知识。

面对 21 世纪科技、经济与社会的飞速发展和日趋激烈的市场竞争,为了适应高等教育改革形势和宽口径工业设计人才培养模式以及建立新的课程体系的需要,按照普通高等学校工业设计专业教学指导分委员会制定的工业设计专业本科设置基本条件的要求,“工业设计工程基础”已成为工业设计专业的专业课程和必修课程。我们在总结了近 20 年来教学探索与实践经验的基础上,根据工业设计近年来发展动向和研究成果编写了这本教材。

本书以“重基础、低重心、广知识、少学时、精内容、宽适应”作为编写的指导思想。全书以工业设计工程基础的知识体系为中心,以工程上现用的三种成形方法(去除成形法、堆积成形法和净尺寸成形法)的知识为基础,配合造型材料知识、表面技术知识和数字化技术知识,涵盖了工业设计在工程基础方面所需要的基本知识、基本理论和基本技能。为了适应 21 世纪人才培养的需要,书中增加了新材料、新工艺、新技术方面的内容,如快速成形技术、反求工程技术和虚拟现实技术等,反映了工业设计工程基础理论和应用技术的最新发展。

为了便于教学,本书编写时力求做到内容深入浅出,文字准确简洁。本教材建议的理论教学学时数为 100~120 学时,具体的教学内容各学校可根据教学需要进行取舍或指定学生自学,各章的教学学时建议如下:

章节	绪论	1	2	3	4	5	6	7	8	9
学时	4	18~20	18~22	10~12	8~10	8~10	8~10	8~10	8~10	10~12

本书是普通高等教育机电类规划教材,可作为工业设计、艺术设计以及其他设计类专业教材,也可供从事工业设计和艺术设计的技术人员和管理人员参考。

本书由徐人平任主编,何邦贵、魏镜弢任副主编。其中绪论由徐人平编写,第 1 章由魏镜弢编写,第 2 章由孙东明编写,第 3 章由朱龙编写,第 4 章由杨维平、徐人平编写,第 5 章由何邦贵、张晓龙、李淑敏编写,第 6 章由何邦贵、徐人平、苏海编写,第 7 章由李淑兰编写,第 8 章由余敏编写,第 9 章由张晓龙编写。全书由何邦贵、徐人平统稿。

限于水平和时间关系,书中不足和错误之处恳请读者批评指正。

编 者
于云南昆明

目 录

前言

绪 论 1

- 0.1 造型材料知识 2
- 0.2 成形工艺知识 3
- 0.3 表面技术知识 5
- 0.4 数字化技术知识 7

第 1 章 工程材料基础 11

- 1.1 工程材料概述 11
 - 1.1.1 工业设计与工程材料 12
 - 1.1.2 材料的分类与性能 13
 - 1.2 金属材料 26
 - 1.2.1 金属材料的性能 26
 - 1.2.2 金属的结构 30
 - 1.2.3 金属的结晶和同素异构转变 31
 - 1.2.4 合金的晶体结构 32
 - 1.2.5 铁碳合金 33
 - 1.2.6 钢的常用热处理方法 36
 - 1.2.7 钢铁材料 39
 - 1.2.8 艺术铸造合金 49
 - 1.3 非金属材料 53
 - 1.3.1 橡胶 53
 - 1.3.2 陶瓷材料 55
 - 1.4 复合材料 57
 - 1.4.1 复合材料的一般知识 57
 - 1.4.2 复合机理 60
 - 1.4.3 复合材料的成形方法 61
 - 1.4.4 树脂基复合材料 62
 - 1.4.5 金属基复合材料 63
 - 1.4.6 其他复合材料 64
- 思考题与习题一 65

第 2 章 机械制造技术基础 66

- 2.1 金属切削过程 66
 - 2.1.1 刀具材料与角度 66

- 2.1.2 切屑的形成过程与切屑的种类 69

- 2.1.3 积屑瘤的形成及其对切削过程的影响 70

- 2.1.4 切削力和切削功率 72

- 2.1.5 切削热和切削温度 73

- 2.1.6 刀具磨损和刀具寿命 74

- 2.1.7 切削用量的合理选择 75

2.2 机械加工工艺 77

- 2.2.1 工件的定位原理 77

- 2.2.2 工件的定位基准及选取原则 78

- 2.2.3 毛坯的选择及加工余量的确定 80

- 2.2.4 零件的工艺分析 81

- 2.2.5 生产过程、工艺过程和生产类型 81

- 2.2.6 工艺路线的拟订 83

- 2.2.7 工艺文件的编制 84

- 2.2.8 典型零件工艺过程 84

- 2.2.9 机械加工精度 86

- 2.2.10 机械装配过程 94

2.3 机床的分类及其运动分析 99

- 2.3.1 机床的分类 99

- 2.3.2 零件表面的切削加工成形方法 101

- 2.3.3 主要机床简介 104

2.4 模具设计与制造 115

- 2.4.1 模具概述 115

- 2.4.2 模具制造的基本要求与特点 116

- 2.4.3 金属模具制造 119

2.5 先进制造技术与工艺概述 123

- 2.5.1 先进制造技术概述 123

- 2.5.2 先进制造工艺概述 127

- 2.5.3 先进制造工艺在先进制造

技术 (AMT) 中的地位	128	4.3.2 层合实体成形制造	171
2.5.4 先进制造工艺的特点	129	4.3.3 丝状材料选择性 熔覆	172
2.5.5 先进制造工艺的技术发展 趋势	129	4.3.4 粉末激光烧结	173
思考题与习题二	131	4.3.5 其他技术	174
第 3 章 艺术铸造基础	132	4.4 快速成形技术的应用	176
3.1 艺术铸造概述	132	4.4.1 快速模型	176
3.1.1 艺术铸造简述和特点	132	4.4.2 快速模具	180
3.1.2 艺术铸造方法及适应范围	134	4.4.3 快速精铸	185
3.2 艺术铸造模	135	4.4.4 快速制造	187
3.2.1 蜡模	135	思考题与习题四	189
3.2.2 石膏模	137	第 5 章 塑料及其成型基础	190
3.2.3 橡胶模	138	5.1 塑料成型概述	190
3.2.4 环氧树脂模	139	5.1.1 塑料及其特性	190
3.2.5 低熔点合金模	140	5.1.2 塑料成型加工特点	196
3.3 艺术铸造工艺设计	141	5.1.3 塑料的成型过程	197
3.3.1 艺术铸造结构设计	141	5.2 塑料的成型方法	198
3.3.2 浇注系统	141	5.2.1 注射成型	198
3.3.3 冒口、冷铁和铸肋	143	5.2.2 挤出成型	201
3.4 艺术铸造成形方法	145	5.2.3 压制成型	204
3.4.1 砂型铸造	145	5.2.4 其他成型方法	207
3.4.2 泥型铸造	146	5.3 塑料制品的结构工艺性	208
3.4.3 熔模铸造	146	5.3.1 成型工艺对制品几何形状 的要求	209
3.4.4 石膏型铸造	149	5.3.2 塑料螺纹和齿轮	212
3.4.5 陶瓷型铸造	151	5.3.3 塑料制品中的嵌件	214
思考题与习题三	152	5.4 塑料模具	215
第 4 章 快速成形技术基础	153	思考题与习题五	218
4.1 工业设计中的设计模型	153	第 6 章 反求工程基础	219
4.1.1 设计模型概念	153	6.1 反求工程概念	219
4.1.2 设计模型分类	154	6.1.1 工业设计与反求 工程	219
4.1.3 设计模型制作	157	6.1.2 反求工程的定义	221
4.1.4 设计模型功能	162	6.1.3 反求工程的基本 方法	221
4.2 快速成形技术	162	6.1.4 反求工程的内容	223
4.2.1 快速成形技术的 概述	162	6.1.5 反求工程技术的评价 标准	224
4.2.2 快速成形技术的 特点	169	6.1.6 反求工程的作用	224
4.3 快速成形方法	170	6.2 实体数据测量与反求	
4.3.1 液态光敏聚合物选择性 固化	170		

方法	225	第 8 章 表面工程基础	285
6.2.1 引言	225	8.1 表面工程概述	285
6.2.2 主要的测量方法	226	8.1.1 表面工程的基本涵义及其 分类	285
6.3 产品三维 CAD 模型的重建与后 处理	230	8.1.2 表面工程技术在国民经济 中的地位与作用	287
6.3.1 引言	230	8.1.3 表面工程技术的发展 趋势	287
6.3.2 工业设计中自由曲面 重构	231	8.2 表面预处理	288
6.3.3 CAD 模型的建立	235	8.2.1 概述	288
6.4 反求工程在工业设计中的 作用	237	8.2.2 碱液清洗	288
6.4.1 产品设计系统中的反求 工程	237	8.2.3 溶剂清洗	289
6.4.2 运用反求工程进行改进设 计的几种方法	239	8.2.4 水剂清洗	291
6.4.3 反求工程对工业设计的 推动作用	242	8.2.5 化学除锈	291
思考题与习题六	244	8.2.6 机械清理	293
第 7 章 连接成形基础	245	8.2.7 表面精整	295
7.1 连接成形概述	245	8.3 有机涂装	296
7.2 焊接成形工艺	246	8.3.1 概述	296
7.2.1 概述	246	8.3.2 涂料产品分类、命名 和型号	296
7.2.2 工业设计中常用的焊接方 法简介	248	8.3.3 各类涂料品种的性能及 用途	302
7.2.3 焊接材料	253	8.3.4 涂装表面的预处理	307
7.2.4 金属材料的焊接	254	8.3.5 常见涂装方法及其 特点	308
7.2.5 焊缝缺陷及焊接残余应力 与变形	259	8.3.6 涂料的干燥	310
7.3 粘接成形工艺	263	8.3.7 编制涂装工艺规程的基 本知识	313
7.3.1 概述	263	8.4 电镀工艺	315
7.3.2 接头设计	266	8.4.1 概述	315
7.3.3 被粘接物的表面 处理	268	8.4.2 电镀工艺过程中的镀前处理 和镀后处理	316
7.3.4 胶粘剂的粘接工艺	269	8.4.3 常用金属表面装饰 电镀	317
7.3.5 胶粘剂的选择	272	8.4.4 非金属电镀	321
7.3.6 胶粘剂的分类方法	275	8.5 其他表面技术简介	323
7.3.7 胶粘剂简介	276	8.5.1 化学镀	323
7.4 其他连接工艺	277	8.5.2 电刷镀	324
7.4.1 螺纹连接	277	8.5.3 热喷涂	324
7.4.2 铆接	282	思考题与习题八	325
7.4.3 弹性嵌卡连接	284		
思考题与习题七	284		

第 9 章 虚拟现实基础	326	9.4.2 虚拟现实开发工具	340
9.1 虚拟现实概述	326	9.4.3 分布式虚拟现实 系统 DVR	342
9.2 虚拟现实与工业设计	328	9.4.4 协同虚拟现实系 统 CVR	343
9.3 虚拟现实系统	329	9.4.5 虚拟空间会议系 统 VST	343
9.3.1 视觉输出设备	330	9.5 可视化技术	345
9.3.2 跟踪装置	333	9.6 多媒体技术	348
9.3.3 其他辅助设备	334	思考题与习题九	353
9.4 虚拟现实系统开发技术与 实现	337	参考文献	354
9.4.1 虚拟现实建模语 言 VRML	338		

绪 论

“21 世纪是设计的世纪”，这是著名华裔物理学家杨振宁博士和德国哲学家沃尔夫冈·韦尔施先生不约而同对人们的提醒。

设计从广义上说是指为了达到某一目的，从构思到建立一个切实可行的实施方案，并用明确的手段表达出来的系列行为。这一目的既可以是精神性的，也可以是物质性的，所以设计不论在精神财富或在物质财富的创造中都起到了重要的作用。可以说，设计活动就是人类文明的创造活动。

设计本身是一门古老的技术，也是一门年轻的学科。一般情况下，也把设计理解为对各类造物活动的规划。工业革命以后，各行各业都开始了由手工业作坊式生产向机械化分工作业的转变。同时，也导致了工业设计从工艺美术中分离出来，独立成一门崭新的学科。

工业设计，顾名思义是指对以工业手段生产的产品所进行的规划与设计，使之与使用者之间取得最佳匹配的一种创造性活动。这种创造性活动也包括对既有工业产品进行改型，使其更符合人的各种使用要求，进一步提高产品的使用价值，使有用的东西更加有用。这种创造性活动不是出人意料甚至令人吃惊的艺术家的创造，也不仅仅是以工程的合理结构来实现客观功能的工程师的创造，而是在现代人的生活方式与社会观念的基础上综合了功能、材料与技术等而形成的技术美学思想指导下的创造，是设计师的创造，它提倡在平凡之中创造出通向明天的崭新形式。

在设计过程中，设计师从朦胧构思的萌芽，直至发展形成切实可行的完整方案，不仅要考虑市场因素，而且随时都要思考设计的是什么？如何去制造？用什么方法制造？这 3 个问题同等重要，设计最终能否成功，是否具有市场竞争力，归根结底取决于这 3 个重要问题的正确解决与最佳选择，这恰恰体现了设计师的价值和综合素质之所在。在这 3 个问题中，如果第一个问题可以用市场营销学的知识来回答的话，那么后两个问题则需要工程实践和工程技术知识来解决。

工业设计的这种性质决定了它是覆盖面很宽的交叉学科，需要工程技术、经济管理、设计艺术、人机工程与人文社会科学的有机结合。作为一名设计师，必须具备对人与物关系的根本理解，具备丰富的人文社会素养、广阔的设计视野、科学的思维能力以及对造型艺术的高度敏感性，尤其是需要具备工程专业知识、技能以及广泛的工程技术经验，才能胜任工业设计的任务，实现工业设计的理念。

工业设计是人与科技之间的桥梁，是研究人与物的关系。从实际看，工业设计师必须熟悉与设计对象相关的工程材料、加工方法以及计算机、信息技术等方面的知识。换句话说，工业设计师要有广泛的工程技术经验。具体地讲，在工业设计中，构成产品结构形态和实现使用功能的基础条件，是合理地选用先进的造型材料和恰当的成形方法及实施获得满意的表面质量和优良外观效果的表面处理工艺。而工业设计师要快速方便地完成设计任务，又必须熟悉 CAID（计算机辅助工业设计）。因此工业设计师在具有必要的数理知识、力学知识和计算机应用基础知识的基础上，还必须具有造型材料知识、成形工艺知识、表面技术知识和

数字化技术知识。工业设计工程基础的知识体系如图 0-1 所示。

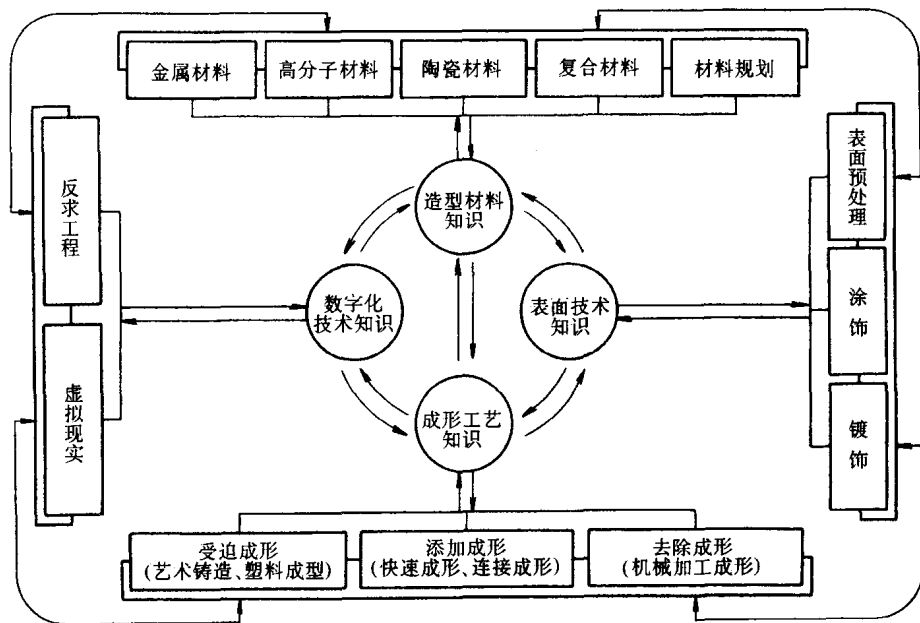


图 0-1 工业设计工程基础的知识体系

0.1 造型材料知识

设计与造型材料之间存在着极为重要而又密切的关系。

一方面材料是设计中重要的造型要素，材料不仅维持产品的功能形态，是实现设计所不可缺少的物质基础，而且材料的选择反过来也影响设计的结果。

另一方面，材料与设计的相关程度又远在一切造型要素之上，材料是设计的产品直接为使用者所视及和触及的惟一要素，工业设计中的功能与形态都必须由加工后的材料予以实现。

设计中的材料规划和工业设计师具备的材料知识，如图 0-2 所示。

从设计产品角度出发，设计师可以根据产品所需的要求选用合适材料，在无合适的现有材料时，开展材料研究，在改进现有材料的基础上，进行材料结构设计，开发能满足产品性能要求的新材料。

从原始材料角度出发，设计师可以根据材料所具有的特性，发挥材料的特长，进行材料推广，开发传统应用之外的新工艺和新的应用途径，同时实现新设计产品的功能。

从工业设计的内涵来看，它包含着两个方面内容：功能设计与形式设计。材料不仅是功能设计而且也是形式设计的主要处理对象，设计的结果由加工后的特定材料性能来保证。设计在很大程度上取决于材料的本质特性。一般情况下，工业设计师对设计产品的目标意图和功能特性是明确的，所以关键的问题是对材料的性能有全面的了解和客观的评价，以及使材料特性与产品功能之间建立正确的匹配关系。

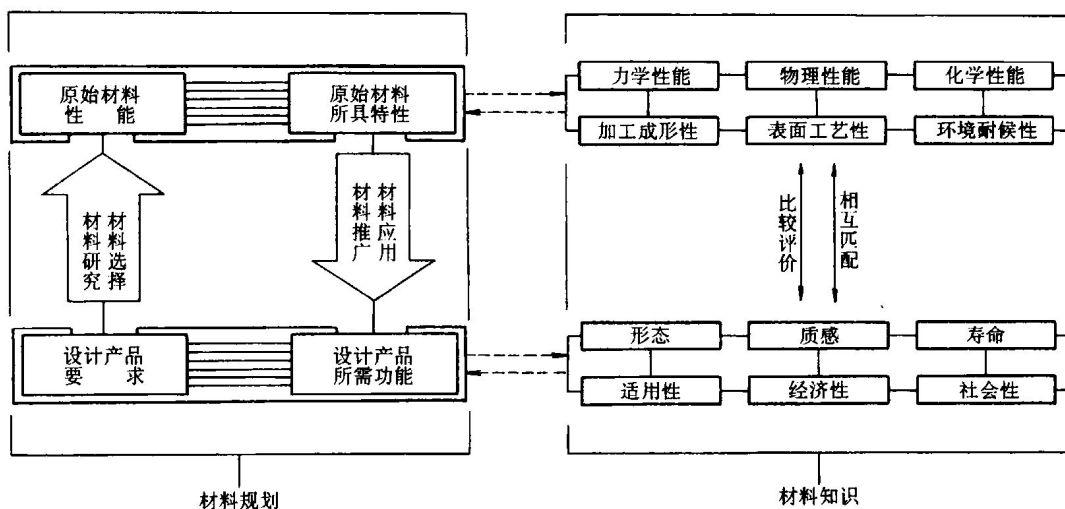


图 0-2 设计中的材料规划和工业设计师具备的材料知识

材料不仅要与功能设计还要与形式设计取得良好的匹配，这一匹配如图 0-3 所示。材料的性能分为 3 个层面：其核心部分是材料的物质性能；中间层次是人的感觉器官能直接感受的材料性能，主要是部分物理性能；其外层是材料性能中能直接赋之于视觉的表面性能。产品功能设计所要求的是与核心部分的材料物质性能相匹配。在形式设计中除了造形之外，还必须考虑与使用者的触觉和视觉相匹配。一般触觉要求的是与材料的中间层次的物理性能相匹配，而视觉要求的是与材料的表面性能相匹配。

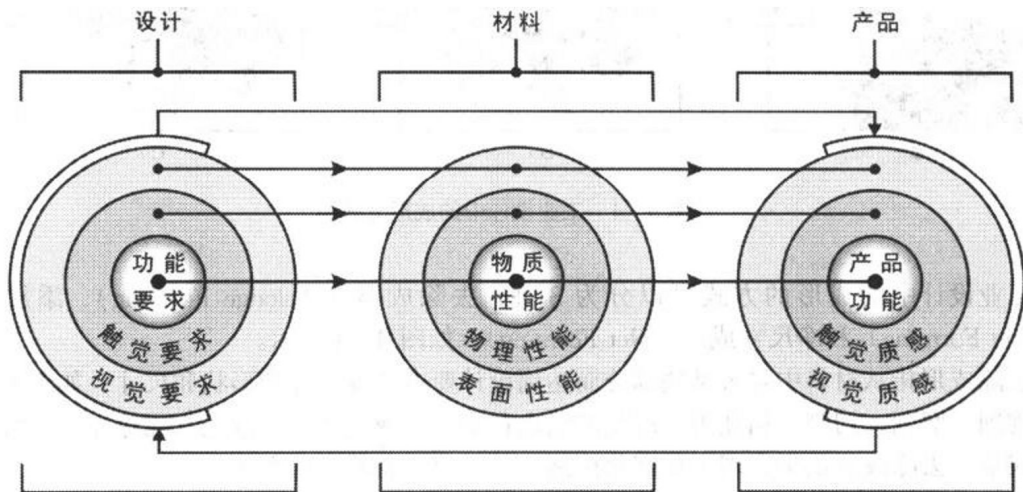


图 0-3 材料与设计和产品之间的关系

综上所述，工业设计师不论是为了功能设计还是形式设计，都需要掌握材料知识，使之与设计相匹配。工业设计师的材料知识，将在设计过程中进行设计创意时发挥重要作用。

0.2 成形工艺知识

形态可以说是设计诸要素中最能够迅速、直接观察到的了，因此它是影响工业设计质量

的重要因素之一。产品形态的形成在工业设计中除了受到功能、设计艺术、价值规律和商业约束之外，在很大程度上要依赖于成形工艺。

成形工艺是工业设计中结构形态设计物化的手段，任何产品的造型都要受成形工艺的制约。无论何种设计，要使其成为一件现实的产品，都必须经过各种成形工艺的加工和制造。再完美的造型、再先进的结构，如果忽略了产品的成形工艺性，就有可能无法进行加工和生产，或者即使能够制造出来，但所花费代价太高。因此，作为设计师，除了要尽可能使自己设计的产品具有美观的外形和良好的使用性能之外，还必须十分重视产品结构的成形工艺性，考虑实现造型的可能性，而不能把这看作仅仅是制造工程师的任务。

每一种成形工艺，只适合一定范围的材料、结构和形状的产品加工，即只有符合相应成形工艺性要求的造型结构形态，才能完整、准确地被制造出来。通常一种造型结构形态的实现，往往需要按工艺性要求进行有序组合的多种成形方法来完成。不同材料其成形工艺不同，不同造型结构其成形工艺也不同；同一材料、同一造型又可以用多种不同成形工艺来完成。在进行造型设计时，既要考虑社会上各种不同需求，同时也要考虑生产方式，既要尽可能降低成本，又要适应不断增加的个性化需求。因而工业设计师不仅要具有材料知识，而且也要熟悉成形方式。

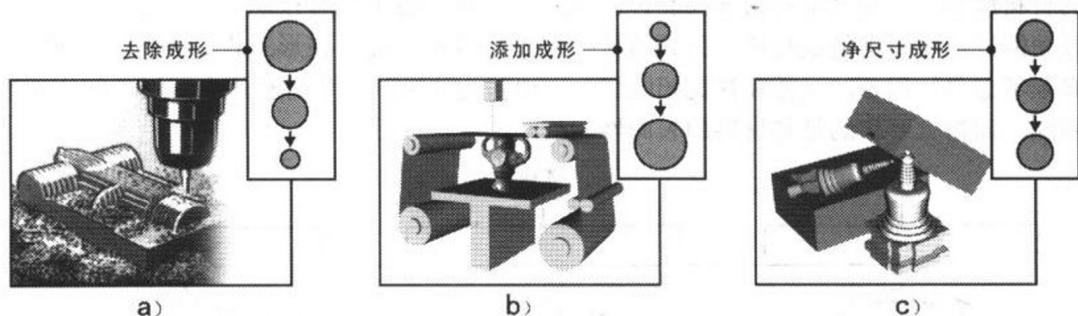


图 0-4 工业设计中的成形方式

工业设计中的成形的方式可以分为 3 种：去除成形（Dislodge Forming）、添加成形（Adding Forming）和净尺寸成形（Net Forming），如图 0-4 所示。

去除成形指从材料中除去某些部分而达到设计要求的零部件的形状和尺寸，如车削、铣削、刨削、磨削、切割、钻孔等。现代的电火花加工、激光切割、激光打孔等加工方法也是去除成形。去除成形最早实现了数字化控制，是目前主要的成形方式。

添加成形又称堆积成形（Stacking Forming），是通过逐步连接原材料颗粒、丝条、层板等，或者是通过流体（熔体、液体或气体）在指定位置凝固定型达到目的，如涂层、固化等，其最大特点是不受成形零件复杂程度的限制。

净尺寸成形又称受迫成形（Forced Forming），是利用材料的可成形性（如塑性等），在特定外围约束（边界约束或外力约束）下，将半固化的流体材料挤压成形后再硬化、定型，或挤压固体材料而达到要求，如浇铸、锻压、冲压、注塑和粉末冶金等，多用于毛坯成形、特种材料或特种结构成形，也可直接用于最终部件成形。

这 3 种成形方式中，去除成形和净尺寸成形属于传统成形方式。在多数情况下，产品成

形难以用净尺寸成形工艺一次达到成品要求,而且成形也会产生工艺废料,如浇冒口、飞翅等。现代去除成形工艺可以由三维 CAD/CAM 软件进行产品造型,生成数控代码,然后通过数控设备加工出所需要的零件来。这种方法可用于批量较大、形状规则的零件。但是,对于形状不规则且内部结构复杂的零件来说,用材料去除成形工艺加工起来很困难,有时甚至不可能。同时,去除成形会产生切屑,材料利用率较低,这时可以采用添加成形工艺进行加工制造。添加成形工艺突破了传统的成形观念,通过快速、自动成形系统与计算机数据模型相结合,能够制造各种复杂形状的原型或零件,可以使生产周期大大缩短,生产成本大幅度降低。

另外还有一种成形方式,即生长成形(Growth Forming),通过模拟、利用自然界中生物发育过程实现材料的生物活性成形。目前在工业设计中还没有应用,但随着生命科学、仿生学、材料科学及制造科学的发展,设计师将来有可能采用这种方式进行生物成形,在此暂不作介绍。

不同的成形工艺,由于具有不同的成形条件和成形范围,对产品的造型结构会有不同的特殊要求。为了实现加工方便、劳动生产率高、材料消耗少和成本低的目标,产品在造型结构上必须服从相应的成形工艺的要求,充分利用不同成形工艺的特点。因此设计师必须熟悉不同材料的工艺性能和各种成形工艺的特点,以确定最合理的结构和造型。

现代设计师还必须是成形工艺领域中最先进技术的理解者。不仅要理解一般的成形加工技术,还应熟悉当今造型领域中的最先进技术,唯此,才能在各种加工工艺中作出精心选择,以获得最适宜的工艺手段和综合技术,从而创造出全新的造型表现,令人耳目一新。

当然,产品成形工艺性的好坏又是相对的。随着新工艺的出现以及生产条件(如生产设备、技术力量的配置等)和生产批量的变化,会有不同的评定标准。而且成形方式不同,在造型形式上也就会产生相应的差异。因此,从成形工艺角度出发,设计师必须根据切实可行的工艺条件和工艺方法进行设计构思,必须使自己的设计能够符合当时、当地的成形工艺生产水平。

0.3 表面技术知识

表面技术是改善和提高产品表面质量的重要手段。经过设计师正确选材和合理设计并达到了成形要求的形体,在其成为产品前还必须经过某种形式的表面处理与加工。表面技术是指对正确、合理设计达到造型要求的形体,经过一系列镀、涂、渗和形、色、质、光、宜人、艺术装饰等方面的加工处理,达到产品理想状态的加工造型过程。经过表面处理和修饰的材料能改善性能,并改变人们对其观察或触摸的印象。

工业产品的表面处理技术,一方面在装饰设计上虽然与绘画、雕塑、工艺美术等纯艺术设计有共性,但它不同于纯艺术设计,它要借助于一定的面饰生产工艺才能达到设计要求,不能完全凭主观想像随心所欲;另一方面,工业设计的表面处理虽与表面特性、表面强化技术有共性,但又不同于仅考虑失效的表面工程,它要借助艺术造型的手段,从对材料表面的局部认识过渡到对具有生命力的造型整体质感的认识,由此产生丰富的心理感受,具有强烈的感染力。因此,只有将面饰工艺同科学性和艺术性有机结合起来,才能获得成功的造

型设计效果和良好的产品防护性能以及强烈的时代装饰性。

特别要注意的是,根据产品的特点,要尽可能从选材、工艺以及整体造型上去体现产品的装饰性,突出具有功能作用的装饰,减少纯粹的装饰。现代产品设计几乎没有一件是纯装饰件,但又给人以强烈的装饰性和时代感。同时产品的表面技术还必须与它的功能特点和使用环境有机结合才有生命力,否则就会既花功夫又不理想。

由于表面处理的方式与手段可以严重影响甚至彻底改变材料的表面力学性能和产品的美学特征及品质,因此,作为设计师必须了解表面处理的各种手段和方法及机器所能发挥的功能和作用,以便在使用中可以得心应手获得想要的目标效果。由此可见,工业产品的表面技术是跨学科跨行业的新兴领域,是多种学科相互交叉渗透与融合形成的一种通用性工程技术。其内涵是在相对廉价的基体材料上对表面施以各种处理,使其获得多功能性(防腐、耐腐蚀、耐热、耐高温、耐疲劳、耐辐射、抗氧化以及光、热、磁、电等特殊功能)的装饰性表面。主要方法是通过利用各种物理的、化学的、物理化学的、电化学的、冶金以及机械的技术或手段,使材料表面得到所期望的成分、组织结构、性能或绚丽色彩的外观、肌理、质感。其实质就是要得到一种特殊的表面功能,并使表面和基体性能具有最佳的配合。

工业设计中的表面技术一般具有双重功能,即防护功能和装饰功能。

一方面要实现对产品表面基体的防护、防腐蚀、耐磨损、防老化等物理性能,延长产品使用寿命。在产品使用过程中腐蚀、磨损等失效现象是普遍存在的,工程上主要从经济和使用可靠性角度来考虑这个问题,也有用廉价的材料定期更换旧的将要失效的部件,这不仅费力费时,而且将破坏整体效果,而表面处理技术通过改变材料表面的成分和结构以及施加覆盖层等方法,可以显著地提高材料及其部件的防护能力。

另一方面要达到对产品美化等装饰性的目的。在原始状态下不同的材料一般具有不同的质感,而相同的材料采用不同的表面处理手段,有时也能产生迥然相异的质感,从而使人产生不同的视觉与触觉感受。

因此,良好的表面处理可以提高产品整体性,对人形成适宜的触感和舒服的心理感,增加产品设计的装饰性、视觉形态和色彩所难替代的形式美,并且通过人为质感弥补和替代自然质感,达到工业设计的多样性和经济性,加强设计的适用性,在满足造型设计需要的前提下,能够节省珍贵的自然材料,从而提高产品的商品价值和市场竞争能力。

工业设计中所采用的表面技术一般可分为3类:表面覆盖技术、表面改性技术和表面削除技术,如图0-5所示。

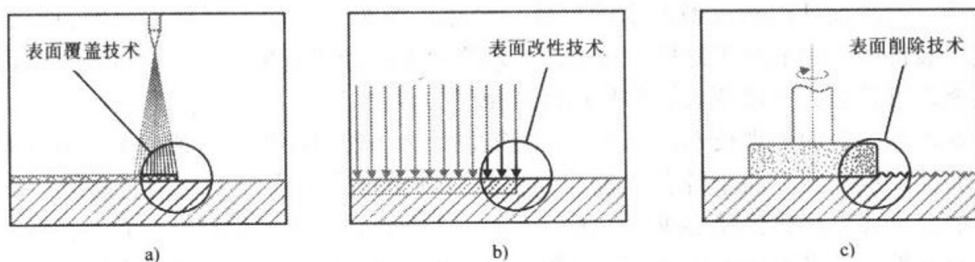


图0-5 工业设计中的表面技术

表面覆盖技术是在原有材料表面堆积新物质的技术,可以由物理的吸附作用形成,如涂漆、贴膜与蒸膜等,也可以由化学结合形成,如电镀、施釉与珐琅等。

表面改性技术是改变原有材料表面性质的技术,可以通过物质扩散,在原有材料表面渗入新的物质成分,如渗碳、渗硼、渗氮等。也可以改变原有材料表面的结构,如退火、激光强化、离子注入、电火花加工和电子束改性等。

表面削除技术是削除或蚀刻原有材料表面的技术,可以是腐蚀、光刻等,也可以是研磨、喷沙磨等。

要注意到造型材料加工成形的同时,也形成一定的表面效果。有时这种质感和表面效果是很有价值的。因此常常要将加工成形与表面处理进行全面考虑和统一处理。

设计师在充分了解材料特性和成形工艺性的基础上,还必须熟悉与该特性和工艺性相适合的表面处理技术。

0.4 数字化技术知识

从历史发展上来看,从来没有一种技术像计算机技术那样对人类历史产生如此深远的影响。人类正在步入数字化时代,尤其是随着信息时代的到来,市场对产品的性能、价格和交货期的要求都更加苛刻,希望产品的设计周期短,品种多样化、趣味化、个性化和批量化。这些都要求企业能够快速开发出高质量的产品以响应市场,满足市场需要,提高企业自身的竞争力。

众所周知,工业设计在新产品开发以及企业经营战略中发挥着重要的作用。产品设计开发时间对产品进入市场以及企业竞争能力将产生巨大的影响。在产品开发设计环节中快速、准确的反应能力是缩短经营循环时间最主要的因素。为了缩短时间,确保设计结果的新颖性、独特性和及时性,设计数据的完整性和准确性,采用数字化技术是提高设计效率的有力手段。因而在新形势下,工业设计的形式和内涵发生了深刻的变化,工业设计的手段和方法也出现了新的趋势。工业设计已由传统的手工设计模式转变为以现代信息技术为依托和主要对象的数字化设计。

数字化设计是指将设计对象的外部形状信息、内部结构信息、制造过程信息和功能实现信息统一起来,进行完全的数字化表述,建立起这些信息之间关系的数学模型和物理模型,实现产品的并行设计与制造。

工业设计中的数字化技术是按照系统工程原理和思想,在与计算机和网络技术不断融合、发展和广泛应用的基础上诞生的,以工业设计理论和方法指导的智能型、创新性产品开发设计技术,它涉及到 CAD、人工智能、计算机图形学、并行工程、优化技术、模糊技术以及人机工程学等新学科和技术领域,在和工业设计相结合后可以有效地开展工业设计领域内的各类创造性活动。与传统的工业设计相比,数字化技术使工业设计在设计方法、设计过程、设计质量和效率等各方面,都发生了质的变化。

工业设计的数字化体系框架可用图 0-6 表示,分成数字化输入、虚拟现实环境中的数字化设计和数字化输出 3 个部分。

数字化输入包括数字化实体建模和数字化反求工程两种方法。数字化实体建模是设计师在具有创新概念的基础上使用计算机将头脑中的隐性知识转化为显性知识的方法,是信息完

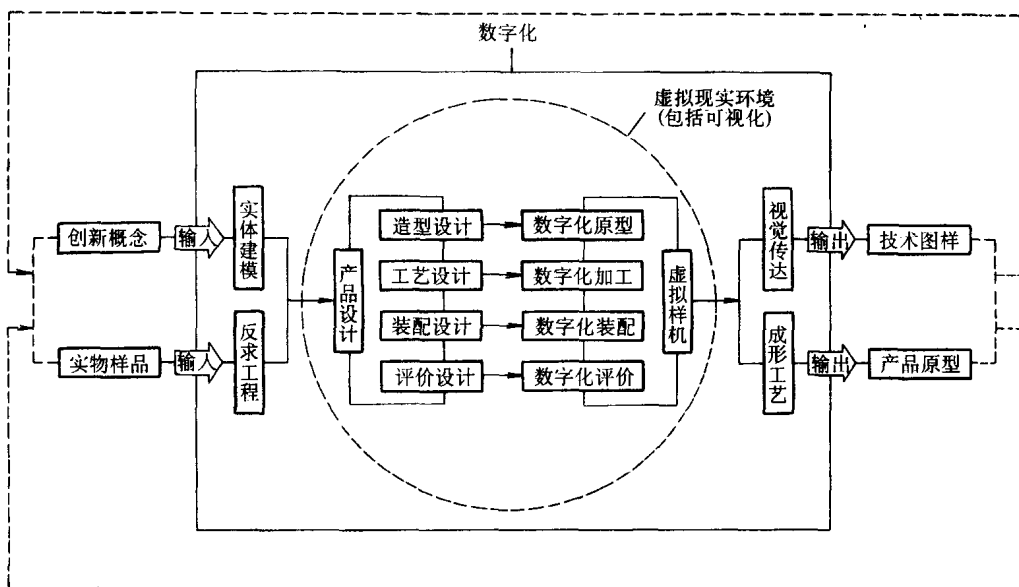


图 0-6 数字化体系框架

整的真实物体的数字表现。实体模型能够非多义性地、完整地描述物体所有的几何特性，具有完整性和确定性。数字化反求工程是设计师在已有实物样品的基础上，使用先进的测量设备从实物造型中快速采集大量的三维坐标点，获取其包含的所有可用信息，并由这些坐标点构造出该物体的 CAD 模型，再现为数字化模型。数字化快速反求可以方便快捷地提取难以用 CAD 设计的形体以及艺术模型的信息，在根据外形复杂的造型物体建立数字化模型方面有其独到的优势。数字化输入不仅提供了描述产品几何形状的数据，而且以计算机能理解的模式提供了反映产品设计意图的数字化信息，从而为数字化详细设计奠定了基础。

在虚拟现实环境中的数字化设计涉及造型设计、工艺设计、装配设计、评价设计等产品设计的各个方面，虚拟现实环境可以利用光闸眼镜、数据手套、头盔显示器、力量反馈装置等各种先进的硬件工具及软件技术，使设计师能交互式地观察和深入到系统生成的虚拟世界中，开展各种虚拟设计，并具有自主性、交互性和沉浸感。虚拟现实环境下的虚拟设计实质上就是以虚拟现实技术为基础，以设计产品为对象的设计手段。借助这样的设计手段，设计师可以通过各种传感器与多维的信息环境进行自然的交互，实现从定性和定量综合集成环境中得到感性和理性的认识，从而帮助深化概念、萌发创意。数字化虚拟造型设计使设计师在虚拟的三维环境中利用三维交互设备（例如虚拟雕刻机）与系统进行交互，身临其境地进行形态设计、色彩设计、材质设计 and 人机工程设计等。数字化虚拟加工可以自动生成工艺计划，自动识别加工特征，自动产生 NC 刀具轨道，并定义、预测、测量和分析制造公差，从而在计算机里模拟工厂的整个加工过程。数字化虚拟装配是在全部零件建模完成后，在设计平台上实现模拟装配，获得有关技术集成可靠性、可维护性、工艺性等方面的反馈信息。数字化虚拟评价则更能体现工业设计的特色，可以将各种设计原则、风格描述、人机约束等语意性的东西，通过数字化进行量化，并在综合评价系统中进行美学、造型等方面的分析评价，使工业设计知识对设计过程的指导真正具有可操作性。

数字化输出也可分成两类：一类通过打印机、显示器等数字化视觉传达方式输出产品造型方案，其形式包括产品造型的效果图、设计图样、设计信息、评价信息和工程几何模型等；另一类通过数字化成形工艺完成，先将数据输入到加工设备中去，生产出产品原型，投放市场，再收集有关信息反馈到数字化设计平台，进行再设计。这种方法还可以进一步利用网络和其他平台相联系。把设计、成形、使用 and 用户等各方面资源组织和利用起来，加快信息反馈，及时解决不同部门之间潜在的矛盾和冲突，形成良性循环，进而使设计师能够系统地考虑设计产品生命周期中的所有环节，不断提高设计质量和设计水平。

数字化技术使设计师摆脱了设计表达的繁琐事务，而集中精力于创意和构思，尤其能够在一个虚拟的“真实”环境中，设计师可以通过各种输入输出设备与多维的信息环境进行自然交互，观察设计效果，甚至在虚拟环境中进行漫游，对设计对象进行定性、定量的观察与研究，从而有利于设计师引起设计冲动，加速设计构思，深化设计概念，进行创新思维，塑造富有创造性的艺术形象。因此，设计师必须掌握数字化技术的基础知识。

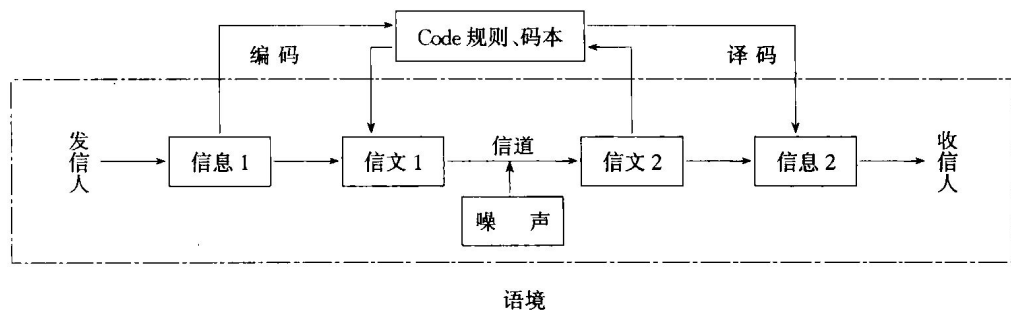


图 0-7 符号和信息传达的关系

进一步从符号学的观点来分析工业设计的认识论与方法论，工业设计是一种传递信息和文化价值的设计系统，是一个从工艺美术符号体系中脱胎而出的工业化时代产品设计的符号系统，其符号实现和信息传达的基本过程如图 0-7 所示。

发信人（设计师）为了使抽象的内容，即信息传递给收信人（消费者）就必须借助于可感的符号，根据规则编制成可感的信文（编码），通过适宜的信道，传送到收信人处，收信人则在感知信文后根据符号规则即可重构信息（译码）。由于某些原因，信道不容许的噪声或规则的缺损，会使收信人或信文失真或信息重构缺少规则的支持。这时传达的语境将在信息重构中发挥作用。

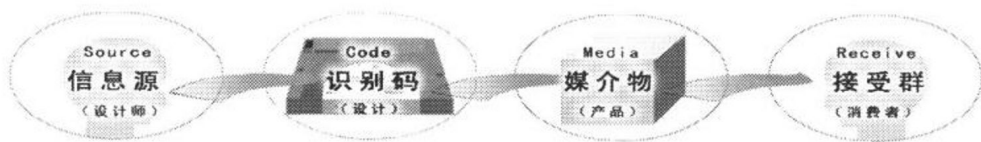


图 0-8 工业设计中的信息传播

工业设计有自己信息传播的 SCMR (Source→Code→Media→Receive) 模式，有一套完整独特的自动译码、编码功能，将设计者的信息提供给消费者识别认可，如图 0-8 所示。