

PUTONG GAODENG JIAOYU GONGYE SHEJI ZHUANYE

“SHIERWU” GUIHUA JIAOCAI

普通高等教育工业设计专业“十二五”规划教材

丛书主编 刘振生 丛书主审 李世国

Materials and Processes of Product Design



产品设计材料与工艺

主编 陈思宇 王军

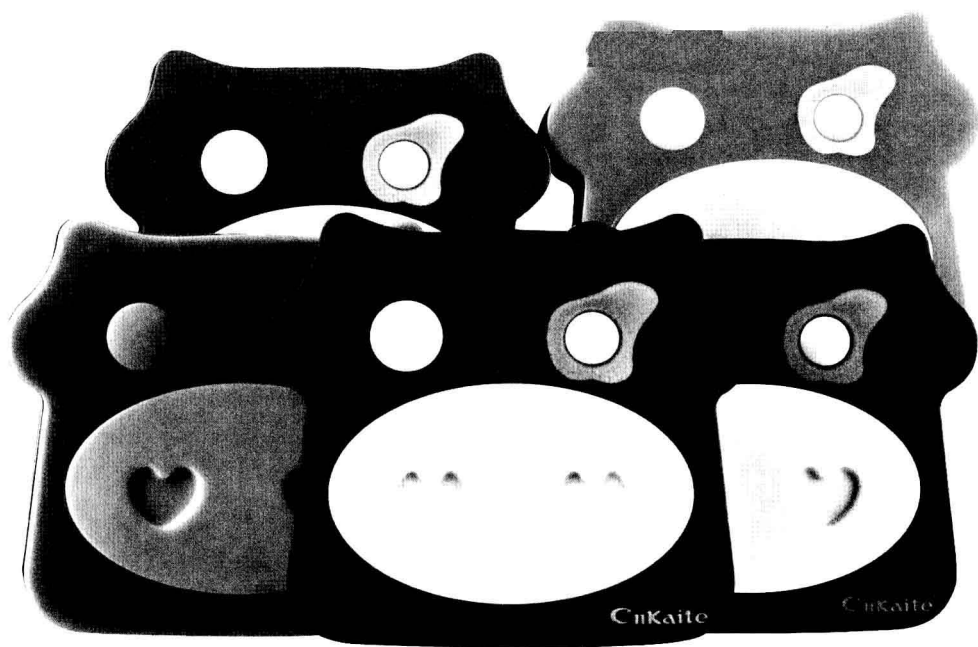


中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

普通高等教育工业设计专业“十二五”规划教材

产品设计材料与工艺

主编 陈思宇 王军



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本教材中除了讲述常用产品设计材料的基本特性和常用加工工艺外,还增加了材料的表面装饰技术内容,结合大量的设计案例,分析了材料的特点及应用方法,其中许多案例为目前市场流行的工艺或产品。

本教材共分8章:第1章概论;第2章塑料与加工工艺;第3章金属与加工工艺;第4章木材与加工工艺;第5章陶瓷与加工工艺;第6章玻璃与加工工艺;第7章新型材料;第8章产品设计材料与工艺实训。

本教材适用于工业设计和产品设计专业的师生作为专业课教材,也可供有兴趣的读者作为参考。

图书在版编目(CIP)数据

产品设计材料与工艺 / 陈思宇, 王军主编. — 北京:
中国水利水电出版社, 2013.5
普通高等教育工业设计专业“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5170-0844-6

I. ①产… II. ①陈… ②王… III. ①产品设计—高等学校—教材 IV. ①TB472

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第089087号

书 名	普通高等教育工业设计专业“十二五”规划教材 产品设计材料与工艺
作 者	陈思宇 王军 主编
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京时代澄宇科技有限公司
印 刷	北京嘉恒彩色印刷有限责任公司
规 格	210mm×285mm 16开本 11.25印张 285千字
版 次	2013年5月第1版 2013年5月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	48.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

丛书编写委员会

主任委员：刘振生 李世国

委 员：（按拼音排序）

包海默	陈登凯	陈国东	陈江波	陈晓华	陈健	陈思宇
杜海滨	董佳丽	段正洁	樊超然	方迪	范大伟	傅桂涛
巩森森	顾振宇	郭茂来	何颂飞	侯冠华	胡海权	姜可
焦宏伟	金成玉	金纯	喇凯英	兰海龙	李德君	李奋强
李锋	李光亮	李辉	李华刚	李琨	李立	李明
李杨	李怡	梁家年	梁莉	梁珣	刘驰	刘婷
刘刚	刘军	刘青春	刘新	刘星	刘雪飞	卢昂
卢纯福	卢艺舟	罗玉明	马春东	马彧	米琪	聂茜
彭冬梅	邱泽阳	曲延瑞	任新宇	单岩	沈杰	沈楠
孙浩	孙虎鸣	孙巍	孙巍巍	孙颖莹	孙远波	孙志学
孙正广	唐智	田野	王军	王俊民	王俊涛	王丽
王丽霞	王少君	王艳敏	王一工	王英钰	王永强	邬琦姝
奚纯	肖慧	熊文湖	许佳	许江	许坤	薛川
薛峰	薛刚	薛文凯	谢天晓	严波	杨梅	杨骁丽
杨翼	姚君	叶丹	余隋怀	余肖江	袁光群	袁和法
张焱	张安	张春彬	张东生	张寒凝	张建	张娟
张莉	张昆	张庶萍	张宇红	赵锋	赵建磊	赵俊芬
钟蕾	周仕参	周晓江	周莹			

本书编委员

主 编：陈思宇（浙江农林大学）

王军（浙江农林大学）

副主编：潘荣（浙江理工大学）

徐秋莹（南昌大学）

晏合敏（南昌航空大学）

傅桂涛（浙江农林大学）

陈金平（浙江树人大学）

陈国东（浙江农林大学）

段正洁（浙江农林大学）

普通高等教育工业设计专业“十二五”规划教材 参编院校

清华大学美术学院

江南大学设计学院

北京服装学院

北京工业大学

北京科技大学

北京理工大学

大连民族学院

鲁迅美术学院

上海交通大学

杭州电子科技大学

山东工艺美术学院

山东建筑大学

山东科技大学

东华大学

广州大学

河海大学

南京航空航天大学

郑州大学

长春工程学院

浙江农林大学

兰州理工大学

辽宁工业大学

浙江树人大学

南昌航空大学

天津理工大学

哈尔滨理工大学

中国矿业大学

佳木斯大学

浙江理工大学

青岛科技大学

中国海洋大学

陕西理工大学

嘉兴学院

中南大学

杭州职业技术学院

浙江工商职业技术学院

义乌工商学院

郑州航空工业管理学院

中国计量学院

中国石油大学

长春工业大学

天津工业大学

昆明理工大学

北京工商大学

扬州大学

广东海洋大学

南昌大学

主编简介

陈思宇，男，1980年5月生，浙江农林大学工业设计系主任，硕士，副教授。

主要从事竹木和眼镜类产品设计与开发。已发表相关研究论文20余篇，参编教材12部，主持各类课题20余项。

序

Foreword

工业设计的专业特征体现在其学科的综合性、多元性及系统复杂性上,设计创新需符合多维度的要求,如用户需求、技术规则、经济条件、文化诉求、管理模式及战略方向等,许许多多的因素影响着设计创新的成败,较之艺术设计领域的其他学科,工业设计专业对设计人员的思维方式、知识结构、掌握的研究与分析方法、运用专业工具的能力,都有更高的要求,特别是现代工业设计的发展,在不断向更深层次延伸,愈来愈呈现出与其他更多学科交叉、融合的趋势。通用设计、可持续设计、服务设计、情感化设计等设计的前沿领域,均表现出学科大融合的特征,这种设计发展趋势要求我们对传统的工业设计教育作出改变。同传统设计教育的重技巧、经验传授,重感性直觉与灵感产生的培养训练有所不同,现代工业设计教育更加重视知识产生的背景、创新过程、思维方式、运用方法,以及培养学生的创造能力和研究能力,因为工业设计人员的能力是发现问题的能力、分析问题的能力和解决问题的能力综合构成的,具体地讲,就是选择吸收信息的能力、主体性研究问题的能力、逻辑性演绎新概念的能力、组织与人际关系的协调能力。学生这些能力的获得,源于系统科学的课程体系和渐进式学程设计。十分高兴的是,即将由中国水利水电出版社出版的“普通高等教育工业设计专业‘十二五’规划教材”,有针对性地为工业设计课程教学的教师和学生增加了学科前沿的理论、观念及研究方法等方面的知识,为通过专业课程教学提高学生的综合素质提供了基础素材。

这套教材从工业设计学科的理论建构、知识体系、专业方法与技能的整体角度,建构了系统、完整的专业课程框架,此种框架既可以被应用于设计院校的工业设计学科整体课程构建与组织,也可以应用于工业设计课程的专项知识和技能的传授与培训,使学习工业设计的学生能够通过系统性的课程学习,以基于探究式的项目训练为主导、社会化学习的认知过程,学习和理解工业设计学科的理论观念,掌握设计创新活动的程序方法,构建支持创新的知识体系并在项目实践中完善设计技能,“活化”知识。同时,这套教材也为国内众多的设计院校提供了专业课程教学的整体框架、具体的课程教学内容以及学生学习的途径与方法。

这套教材的主要成因,缘于国家及社会对高质量创新型设计人才的需求,以及目前我国新设工业设计专业院校现实的需要。在过去的20余年里,我国新增数百所设立工业设计专业的高等院校,在校学习工业设计的学生人数众多,亟须系统、规范的教材为专业教学提供支撑,因为设计创新是高度复杂的活动,需要设计者集创造力、分析力、经验、技巧和跨学科的知识于一身,才能走上成功的路径。这样的人才培养目标,需要我们的设计院校在教育理念和哲学思考上作出改变,以学习者为核心,所有的教学活动围绕学生个体的成长,在专业教学中,以增进学生的创造力为目标,以工业设计学科的基本结构为教学基础内容,以促进学生再发现为学习的途径,以深层化学习为方法、以跨学科探究为手段、以个性化的互动为教学方式,使学生在高校的学习中获得工业设计理论观念、专业精神、知识

技能以及国际化视野。这套教材是实现这个教育目标的基石，好的教材结合教师合理的学程设计能够极大地提高学生的学习效率。

改革开放以来，中国的发展速度令世界瞩目，取得了前人无以比拟的成就，但我们应当清醒地认识到，这是以量为基础的发展，我们的产品在国际市场上还显得竞争力不足，企业的设计与研发能力薄弱，产品的设计水平同国际先进水平比仍有差距。今后我国要实现以高新技术产业为先导的新型产业结构，在质量上同发达国家竞争，企业只有通过设计的战略功能和创新的技术突破，创造出更多自主品牌价值，才能使中国品牌走向世界并赢得国际市场，中国企业也才能成为具有世界性影响的企业。而要实现这一目标，关键是人才的培养，需要我们的高等教育能够为社会提供高质量的创新设计人才。

从经济社会发展的角度来看，全球经济一体化的进程，对世界各主要经济体的社会、政治、经济产生了持续变革的压力，全球化的市场为企业发展提供了广阔的拓展空间，同时也使商业环境中的竞争更趋于激烈。新的技术及新的产品形式不断产生，每个企业都要进行持续的创新，以适应未来趋势的剧烈变化，在竞争的商业环境中确立自己的位置。在这样变革的压力下，每个企业都将设计创新作为应对竞争压力的手段，相应地对工业设计人员的综合能力有了更高的要求，包括创新能力、系统思考能力、知识整合能力、表达能力、团队协作能力及使用专业工具与方法的能力。这样的设计人才规格诉求，是我们的工业设计教育必须努力的方向。

从宏观上讲，工业设计人才培养的重要性，涉及的不仅是高校的专业教学质量提升，也不仅是设计产业的发展和企业的效益与生存，它更代表了中国未来发展的全民利益，工业设计的发展与时俱进，设计的理念和价值已经渗入人类社会生活的方方面面。在生产领域，设计创新赋予企业以科学和充满活力的产品研发与管理机制；在商业流通领域，设计创新提供经济持续发展的动力和契机；在物质生活领域，设计创新引导民众健康的消费理念和生活方式；在精神生活领域，设计创新传播时代先进文化 with 科技知识并激发民众的创造力。今后，设计创新活动将变得更加重要和普及，工业设计教育者以及从事设计活动的组织在今天和将来都承担着文化和社会责任。

中国目前每年从各类院校中走出数量庞大的工业设计专业毕业生，这反映了国家在社会、经济以及文化领域等方面发展建设的现实需要，大量的学习过设计创新的年轻人在各行各业中发挥着他们的才干，这是一个很好的起点。中国要由制造型国家发展成为创新型国家，还需要大量的、更高质量的、充满创造热情的创新设计人才，人才培养的主体在大学，中国的高等院校要为未来的社会发展提供人才输出和储备，一切目标的实现皆始于教育。期望这套教材能够为在校学习工业设计的学生及工业设计教育者提供参考素材，也期望设计教育与课程学习的实践者，能够在教学应用中对它做出发展和创新。教材仅是应用工具，是专业课程教学的组成部分之一，好的教学效果更多的还是来自于教师正确的教学理念、合理的教学策略及同学习者的良性互动方式上。



2011 年 5 月

于清华大学美术学院

前言

Preface

材料是社会进步和人类文明的物质基础。设计通过材料得以实现，材料通过设计得以提高自身价值。

产品设计是一个系统工程，也是将创意物化的过程，而创意的物化必须依附于材料，产品设计材料与工艺的重要性不言而喻，所涉及的材料也是五花八门。根据设计实践及教学经验，本教材主要从常用材料着手，就基本特性、成型工艺、面饰工艺等进行了讲述。本教材主要关注以下几点。

(1) 用材和选材同等重要。选择了好的材料如果用不好，即使再优秀的创意也是枉然。要用好材料就必须熟悉材料的加工工艺和面饰工艺，所以本书除了讲述常用设计材料的基本特性和常用加工工艺外，还增加了材料的表面装饰技术内容。

(2) 脱离设计实践的材料教学不可取。材料只有应用起来才能体现它的价值，脱离设计实践，纯粹的材料性能教学学生会感觉枯燥乏味。本教材匹配了大量的设计案例，分析了材料的特点及应用方法。

(3) 材料是发展的。随着新材料、新工艺的不断涌现，必定会影响产品设计的方式、方法、流程等，本教材许多案例为目前市场流行的工艺或产品。

本教材共分8章，第1章概论；第2章塑料与加工工艺；第3章金属与加工工艺；第4章木材与加工工艺；第5章陶瓷与加工工艺；第6章玻璃与加工工艺；第7章新型材料；第8章产品设计材料与工艺实训。第8章内容为作者的教学总结，所涉及案例均为浙江农林大学工业设计学科学生作品，谈不上教学经验，分析也不一定透彻，只望抛砖引玉，让产品设计材料与工艺课程教学更为完善。

在这里首先感谢丛书主编刘振生老师的中肯建议；感谢丛书主审李世国老师的细心审核；感谢潘荣教授、邵千均教授的无私帮助。

感谢教务处及学院领导提供的帮助；感谢百利威产品研发中心的历届学生为本教材提供的设计案例；感谢胡利明总经理提供的实践平台；感谢家人的理解与支持。

该教材受浙江农林大学出版基金立项资助（项目号：2013300005）。

材料科学交叉性强，信息量大，同时，新材料、新工艺发展迅速，本教材无法一一详述，加上编者水平有限，难免存在疏漏及不当之处，敬请读者批评指正。

编者

2013年1月

目 录

Contents

序

前言

第 1 章	概论	001
1.1	产品材料与设计	002
1.2	材料的分类	004
1.3	产品设计材料应具有的特征	007
	作业与思考题	012
第 2 章	塑料与加工工艺	013
2.1	塑料概述	013
2.2	塑料的组成	015
2.3	塑料的分类	016
2.4	塑料的一般特性	018
2.5	塑料的成型工艺	020
2.6	塑料产品的面饰工艺	031
2.7	塑料制品设计原则	035
2.8	常见塑料代号	046
2.9	塑料制品设计案例解析	048
	作业与思考题	052
第 3 章	金属与加工工艺	053
3.1	金属概述	053
3.2	碳钢	054
3.3	钢的热处理	056
3.4	其他常用合金材料	059
3.5	金属的成型工艺	062
3.6	金属的面饰工艺	068
3.7	金属制品设计案例解析	070
	作业与思考题	073

第 4 章	木材与加工工艺	074
4.1	木材概述	074
4.2	原木	074
4.3	人造板	081
4.4	竹、藤与加工工艺	087
4.5	木材成型加工工艺	090
4.6	木材的面饰工艺	094
4.7	木制品设计案例解析	099
	作业与思考题	102
第 5 章	陶瓷与加工工艺	103
5.1	陶瓷概述	104
5.2	陶瓷的成型工艺	107
5.3	陶瓷的装饰	112
5.4	陶瓷制品设计案例解析	116
	作业与思考题	121
第 6 章	玻璃与加工工艺	122
6.1	玻璃概述	122
6.2	玻璃的特性	123
6.3	玻璃的分类	124
6.4	玻璃的成型工艺	128
6.5	玻璃制品设计案例解析	132
	作业与思考题	136
第 7 章	新型材料	137
7.1	新型材料概论	137
7.2	纳米材料	137
7.3	人工智能材料	138
7.4	光(热)致变色材料	139
7.5	电磁屏蔽材料	140
7.6	电子纸	141
7.7	轻金属“家族”	142
7.8	可降解的高分子材料	143
7.9	新型工程陶瓷材料	144
7.10	超导材料	145

作业与思考题	145
第 8 章 产品设计材料与工艺实训	146
8.1 产品设计材料与工艺教学思路	146
8.2 产品设计材料与工艺实训设置与安排	147
8.3 产品设计材料与工艺实训案例	148
参考文献	166

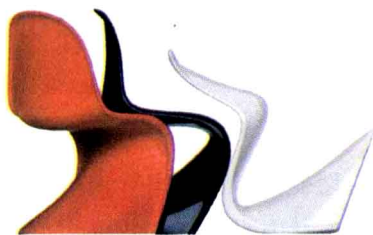
第1章

Chapter 1

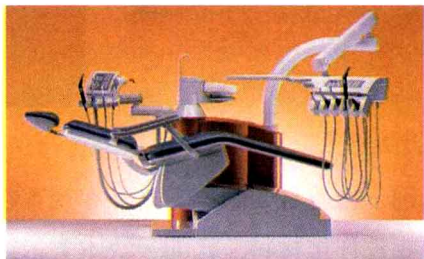
概 论

材料是人类文明的里程碑，是人类赖以生存和发展的重要物质基础。在人类文明的发展历程中，各种新材料和新工艺的不断开发以及利用，推动了社会的发展，从某种角度来看，人类的文明史就是材料的发展史，并以不同特征的材料划分人类不同的历史时期，如石器时代、青铜器时代、铁器时代、高分子材料时代和硅材料时代……由此看出，材料和工艺的进步，造就了人类社会的发展，是人类在生存和生活中不可缺少的部分，代表了人类文明和时代的进步。

在日常生活中，存在着各种各样、种类丰富的产品，它们出现在我们的周围、身边、手中，甚至在身体内部。如假牙、心脏起搏器、固定骨骼用的钢针等，装扮我们的世界，丰富我们的生活，时尚的 ipod，小巧可爱的大众甲壳虫，客厅里舒适的沙发……实用且美观（见图 1-1）。



塑料家具



医疗器械



玻璃制品



轮滑鞋



木制家具



情趣刀架

图 1-1 各种材料制作的产品

是什么塑造了这么多丰富的产品，从而让人类的生活水平得到如此巨大的改善与提高？这就是材料，各种各样不同种类、不同特性的材料。

1.1 产品材料与设计

1.1.1 材料的定义

从广义上讲，材料指人们思想意识之外的所有物质。具体地说是人们用以作为物品的物质，它不仅仅只包括我们传统概念中的钢铁、木材、塑料等普通材料，还包括一些装置、工具、用具等。如用废弃的易拉罐建房子，废自行车零部件制作雕塑（见图 1-2），巧克力制作时装（见图 1-3）等，此时，易拉罐、废弃自行车零部件、巧克力等都属于材料。

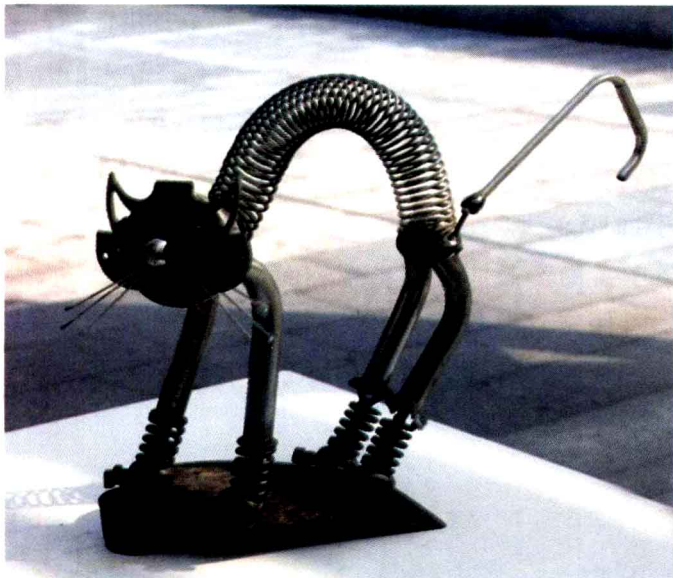


图 1-2 废自行车零部件制作雕塑



图 1-3 巧克力制作时装

物质与材料还是有一定的区别，物质是人的意识之外客观存在的一切事物，只有当某物质被人有目的地用来制造其他物质时，才能被称作材料。比如一块木头，当它在树林中时只是自然界的一棵树木而已，而当人需要制作家具用作原材料时，它才能被称为材料。所以，材料应该是被人有目的地按照一定意图进行使用的物质（见图 1-4 和图 1-5）。

“迈尔新百科全书”对材料是这样阐述的：“材料是由原料中取得的、为生产半成品、工件、部件和成品的初始物料，如金属、石块、木材、皮革、塑料、纸、天然纤维和化学纤维等。”

1.1.2 材料与设计

材料之所以成为材料是与人的设计分不开的，随着材料的进一步发展，材料中设计的成分也越来越多，材料也显得更有价值。

材料之于设计，就好比巧妇手中的米，巧匠手中的砖，有了米，巧妇才能发挥才智，制作出色、

香、味俱全的饭菜；有了砖，巧匠才能发挥想象，修建出美轮美奂的建筑物。生活中，材料是多种多样的，它们有不同质地、色泽和性能，而且随着技术的进步，新材料也层出不穷，这为设计带来了无穷的活力。



图 1-4 冰雕



图 1-5 绒线画（设计者：曹咸青）

如图 1-6 所示为麻型竹原纤维，图 1-7 所示为竹纤维毛巾，它柔软细腻、吸水性强，还具有了竹纤维的杀菌、抑菌功能。如图 1-8 所示为刨切薄竹，而图 1-9 所示则是用刨切薄竹装饰的灯具，使产品具有了竹材的美观、一举突破了原竹开裂、不易加工的技术瓶颈。正因为有许许多多从事新材料、新工艺研究的科技工作者默默的奉献，给设计师带来了无穷无尽的想象空间。



图 1-6 麻型竹原纤维



图 1-7 竹纤维毛巾

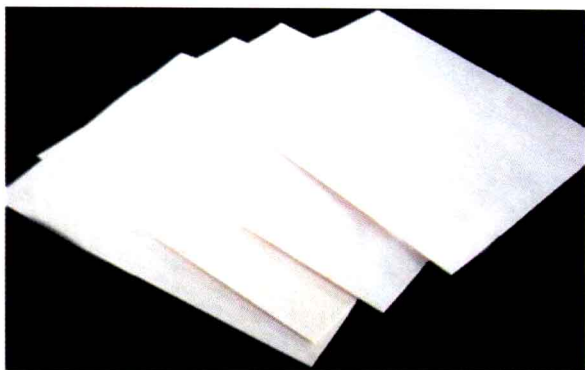


图 1-8 刨切薄竹



图 1-9 刨切薄竹制作的灯具

材料影响着产品的质感、构造、外观造型，影响着消费者的使用体验感受，同时，它还影响着产品的质量与成本。因此，材料与设计的关系是相辅相成的，材料为设计提供物质基础，设计让材料焕发无穷的活力。在设计中，为产品选择合适的材料及工艺就显得尤为重要。

（1）材料是创意物化的基本条件。

创意是指创造出的新意或意境，产品设计的过程也就是创意物化的过程。要将创意物化，就必须通过材料使创意变成实实在在的产品。所以说，材料是创意物化的基本条件，即如果没有材料，创意最多只能称为想法，只能是一种艺术形式。

（2）材料是产品形态的内在基础。

不同的材料具有不同的性能，或坚硬，或柔韧；有轻巧的，有厚重的；有通透的，也有密实的……为产品在形态的塑造上提出了不同的要求。产品的形态需要通过材料作为基础，没有材料的支撑，实体形态就无法构成。

（3）材料是产品功能的体现。

材料某些特性有时候能成为产品功能的一部分。如杯子上的隔热防滑套，就是选用热传导性较低，质地柔软的材料如橡胶等制成。

1.1.3 材料与工艺

如果说材料是产品存在的物质条件，那么工艺就是产品形成的技术条件。工艺是指材料的成型手段，是人们认识、利用和改造材料，并实现产品造型的技术方法。通过优良的工艺过程，材料成为具有一定形状、结构、尺寸和表面特征的产品，从而具有了一定的使用价值和审美价值。产品就是由一定的材料经过一定的加工工艺而制造出来的。

工艺的发展日新月异，设计师要及时了解新工艺，才能抓住时代的脉搏，找到创意实现的最佳方法。在工业设计发展的历程中，每次新工艺的出现，都能为材料的应用注入新的活力，同时也涌现出了一大批划时代的、具有里程碑意义的产品（见图 1-10 和图 1-11）。

1.2 材料的分类

从不同的角度出发，可以将现有材料进行不同的分类。按照材料发展历史进行分类如下。

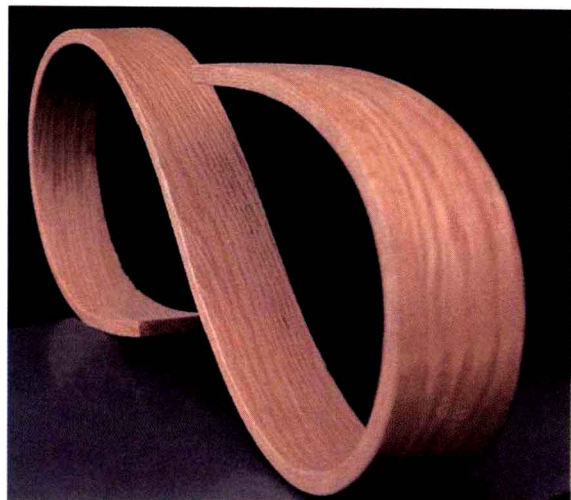


图 1-10 实木弯曲



图 1-11 实木弯曲家具

第一代天然材料：不改变其在自然界中所保持的状态，或只施以低度加工的材料，如木材、石材、毛皮等（见图 1-12）。



木材



石材



毛皮

图 1-12 天然材料

第二代加工材料：指通过冶炼烧结等方法制成的材料，如金属、陶瓷、玻璃等（见图 1-13）。



金属



陶瓷



玻璃

图 1-13 加工材料

第三代合成材料：通过化学合成方法从石油、天然气和煤等矿物资源中提炼出来的高分子材料，如塑料、橡胶等（见图 1-14）。