

高等院校工业设计规划教材

产品设计 材料与工艺

CHANPINSHEJICAILIAOYUGONGYI

贺松林 姜勇 张泉 / 编著



- 详细分析产品设计材料的各种特性与加工工艺特点
- 详细讲解各种材料的特性、加工工艺及技术手段
- 直击新材料、新工艺在产品设计中所带来的艺术魅力



电子工业出版社

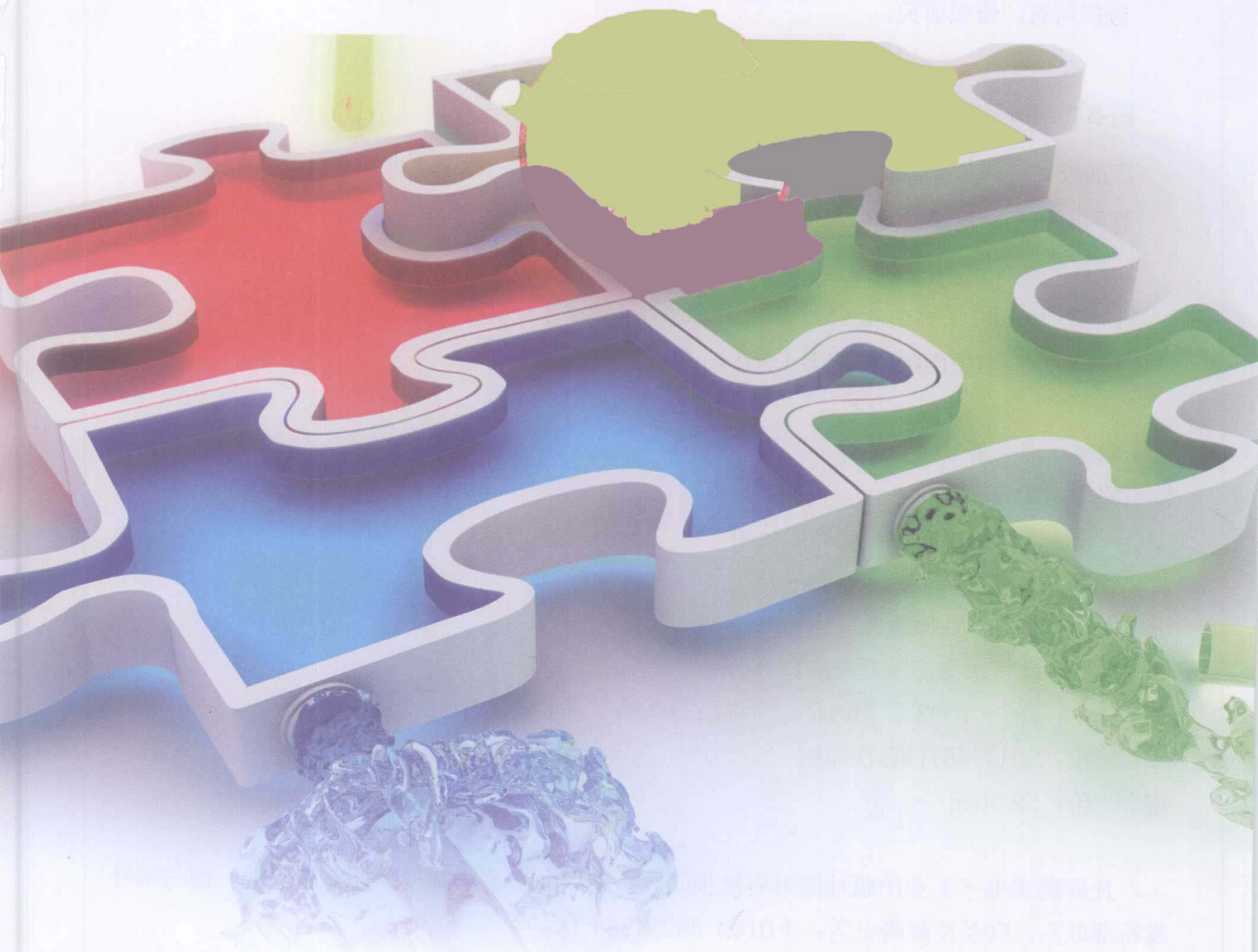
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

014040870 高等院校工业设计规划教材

TB472-43
116

产品设计 材料与工艺

贺松林 姜勇 张泉 / 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

内容简介

为了适应21世纪新形势,工业设计专业对设计材料及加工工艺的要求,我们在总结多年教学实践经验的基础上编写了本书,全书共七章。前三章主要讲述材料的分类、材料的物理、化学、力学性能、材料的表面处理、材料的质感等材料的共性问题。后四章分别讲述金属材料、塑料、木材、玻璃的性能、特点与加工工艺等问题。本书作为工业设计专业的教材,力求文字简洁,通俗易懂,不过多地涉及材料的物理、化学、力学等方面的专业理论。书中配置了大量的设计实例和图片,使读者能够更直接地感觉到材料与加工工艺在产品设计中的应用和艺术魅力。

本书适合作为高等院校工业设计专业的教学用书,同时也适合从事工业设计的读者参考阅读。

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

产品设计材料与工艺 / 贺松林, 姜勇, 张泉编著. —北京: 电子工业出版社, 2014.5

高等院校工业设计规划教材

ISBN 978-7-121-22762-2

I. ①产… II. ①贺… ②姜… ③张… 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(2014)第059267号

责任编辑: 田 蕾

特约编辑: 赵海红

印 刷: 北京嘉恒彩色印刷有限公司

装 订: 北京嘉恒彩色印刷有限公司

出版发行: 电子工业出版社

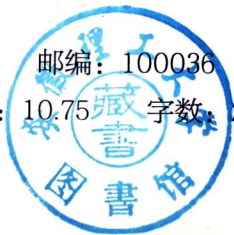
北京市海淀区万寿路173信箱

邮编: 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 10.75 字数: 275.2千字

印 次: 2014年5月第1次印刷

定 价: 52.00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。

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

服务热线: (010) 88258888。

参与本书编写的人员有: 黄成、焦玉琴、范波涛、李华、沈学会、刘春媛、王建华、田蕴、毛斌、张岩、黄晓燕、李达、梁惠萍。

丛书编委会成员

(排名不分先后)

赵 博	戚 彬	王建华	刘春媛	隋凌燕
贺松林	姜 勇	张 泉	李 达	徐淑芳
艾 萍	王天健	李 艳	张蓓蓓	姜洪奎
崔闽清	史淑慧	刘 进	范波涛	李 华
沈学会	尚 凯	陈 旭	黄晓瑜	庾 萍
田 蕴	毛 斌	王馥琴	叶德辉	孙宁娜
张 凯	贾红晨	刘志刚	黄晓燕	许 强

出版说明

DESCRIPTIONS

艺术学院与机械工程学院中相关专业均可选取本套教材。

主要专业

本套教材可服务的专业主要有：工业设计、产品设计、模具设计与制造、数控加工与制造4个专业。

专业名称	专业培养目标
工业设计专业	系统地掌握本专业必需的基本理论知识和必备的基本技能及方法，具有较强的实践动手能力，适应全国经济建设和社会发展需要，适合具备汽车、家电、家居饰品、首饰等产品造型设计能力的高级应用型专门人才学习
产品设计专业	掌握本专业必需的基础理论与技能，具有独立创新和一定的审美能力，具有较强的产品电脑设计和造型设计能力，具备现代工业产品造型设计、产品包装设计、产品生产管理等各方面能力的高素质技能型人才
模具设计与制造专业	培养模具设计与制造的高级应用型技术人才，毕业生可从事企业生产所需模具及其工装的设计与制造、模具装配与调试、模具企业经营与管理等工作
数控加工与制造专业	掌握本专业的 basic 技术知识，具有扎实的理论基础、精湛的操作技术，具备解决复杂工艺难题的能力，可作为熟练掌握数控加工工艺和数控加工程序编制方法，熟练进行数控加工设备的操作和维护的生产第一线技术骨干和生产现场的技术带头人的参考书

教材特色

- 创新性——突出科技与艺术的结合，体现现代工业设计领域的新技术、新材料、新工艺，引领未来工业设计领域的发展趋势。
- 系统性——涵盖工业设计专业的所有学科，特别是新兴学科，对于新开本专业的院校具备一定的指导性。
- 实用性——突出以人为本的理念，强调培养个人能力为目标，注重针对学院培养实用性人才策略。
- 环保性——教材内容强调绿色、环保、节能理念，并具有可持续发展性。
- 延展性——教材编写者均为业内知名教师与一线设计名家，后续可以为广大教师与学生提供完善的交流学习平台。

根据课程的特点，为教师开发了相关配套教学资源，以教材为核心，从教师教学角度出发，为教师提供了PPT教学课件、电子教案与学时分配建议表，可以大大提高教师的教学效率。

根据每本教材的不同，有针对性地为学生提供相关的练习素材与拓展训练，方便学生练习使用。为了方便使用本套教材授课的教师与本套教材编写专家沟通，特创建了“教师授课交流QQ群，可容纳1000名教师同时在线交流”。获取以上教学支持的方法如下：

电子邮件：ina@fecit.com.cn;kdx@fecit.com.cn

联系电话：010-88254160

教师QQ群号：218850717（仅限教师申请加入）

前 言

设计是由创意转变为现实的过程，工业设计是以创造出具有某种用途，并以现代工业化手段生产的产品为目的的，而材料及加工工艺是产品设计的物质基础。产品设计是通过材料及加工工艺转化成实体产品的。材料以其自身的特性影响着产品的设计，材料通过自身的物理、化学、力学等性能，保证和维持了产品的形态和功能，产品使用者直接所视和触及的只能是材料。任何一个产品设计，都必须在选用特定的材料的基础上进行，都必须使材料的性能与加工工艺及使用要求相一致，才能实现其目的。随着社会的进步，新材料、新工艺也会不断出现，而每一次新材料、新工艺的出现，都会给产品设计提供新的条件，给设计带来飞跃式发展，产生新的设计风格，新的产品结构和新的功能。而新的设计构思对材料和工艺也提出了更新和更高的要求，也就促进了材料科学和新技术的发展。

为了适应21世纪新形势，工业设计专业对设计材料及加工工艺的要求，我们在总结多年教学实践经验的基础上编写了本书，全书共七章。前三章主要讲述材料的分类、材料的物理、化学、力学性能、材料的表面处理、材料的质感等材料的共性问题。后四章分别讲述金属材料、塑料、木材、玻璃的性能、特点与加工工艺等问题。本书作为工业设计专业的教材，力求文字简洁，通俗易懂，不过多的涉及材料的物理、化学、力学等方面的专业理论。书中配置了大量的设计实例和图片，使读者能够更直接地感觉到材料与加工工艺在产品中的应用和艺术魅力。

由于编者水平有限，书中难免有不当之处，敬请读者批评指正。

编著者

目 录

第1章 概述	1
1.1 产品设计与材料	2
1.2 设计材料的分类	5
1.2.1 按材料的加工度来分	5
1.2.2 按材料的物质结构来分	7
1.2.3 按材料的形态来分	7
1.3 设计材料的性能	8
1.3.1 材料的物理性能	8
1.3.2 材料的力学性能	11
1.3.3 材料的化学性能	13
复习思考题	13
第2章 材料的表面处理	15
2.1 材料表面处理的目的	16
2.2 材料表面处理的分类	16
2.3 表面预处理	17
2.3.1 表面预处理的目的是	17
2.3.2 表面清理方法	17
2.4 镀层被覆	19
2.4.1 电镀	19
2.4.2 常用金属表面镀覆	20
2.5 有机涂装	22
2.5.1 有机涂料	22
2.5.2 常用涂装方法	26
2.6 珐琅被覆	30
2.7 金属的表面改质处理	31
2.7.1 化学处理	31
2.7.2 阳极氧化处理	32
2.8 表面精加工	32
复习思考题	33
第3章 设计材料的质感	35
3.1 质感原理	36
3.2 质感的分类	36
3.2.1 触觉质感和视觉质感	36
3.2.2 自然质感和人为质感	37
3.3 质感设计	38
3.3.1 质感设计在产品中的作用	39
3.3.2 质感设计的法则	39

3.3.3 质感设计的综合运用原则	41
复习思考题	41
第4章 金属材料与成型工艺	43
4.1 金属材料概述	44
4.2 金属材料的成型工艺	45
4.2.1 铸造成型	46
4.2.2 塑性成型工艺	49
4.2.3 金属的焊接	53
4.3 切削加工	58
4.3.1 切削加工运动和切削要素	58
4.3.2 金属切削机床	60
4.3.3 车削加工	62
4.3.4 钻削加工	62
4.3.5 铣削加工	64
4.4 常用金属材料	67
4.4.1 铸铁	67
4.4.2 碳素钢	68
4.4.3 合金钢	69
4.4.4 有色金属	71
4.5 金属材料在产品中的应用	76
复习思考题	84
第5章 塑料及加工工艺	85
5.1 高分子聚合物基础知识	86
5.1.1 高分子聚合物的特点	86
5.1.2 高分子聚合物的分子结构	87
5.1.3 大分子的聚集态结构	87
5.1.4 高分子聚合物的力学状态	88
5.1.5 高分子聚合物的分类与命名	89
5.2 塑料的基本特性	90
5.2.1 塑料的组成	90
5.2.2 塑料的分类	92
5.2.3 塑料的主要特性	93
5.3 塑料的成型加工工艺	94
5.3.1 注塑成型	94
5.3.2 挤出成型	97
5.3.3 压制成型	98
5.3.4 吹塑成型	99

5.3.5	发泡成型	102
5.3.6	压延成型	103
5.3.7	塑料的二次加工	104
5.4	常用塑料材料	108
5.4.1	通用塑料	108
5.4.2	工程塑料	110
5.4.3	增强塑料	113
5.4.4	泡沫塑料	114
5.5	塑料在产品中的应用	115
	复习思考题	122
第6章	木材及加工工艺	123
6.1	木材的构造与特性	124
6.1.1	木材的构造	124
6.1.2	木材的缺陷	124
6.1.3	木材的特性	125
6.2	木材的工艺特性	126
6.2.1	木材的成型加工	126
6.2.2	木制品的装配	128
6.2.3	木制品的表面装饰技术	130
6.3	常用木材	132
6.4	木材在产品中的应用	136
	复习思考题	141
第7章	玻璃及加工工艺	143
7.1	玻璃的特性	144
7.2	玻璃的分类	145
7.2.1	成分分类	145
7.2.2	性能分类	145
7.3	玻璃的加工工艺	146
7.3.1	压制成型	146
7.3.2	吹制成型	146
7.3.3	拉制成型	147
7.3.4	压延成型	148
7.3.5	玻璃的热处理	149
7.3.6	玻璃的二次加工	149
7.4	常用玻璃	151
7.4.1	通平板玻璃	151
7.4.2	加工玻璃	151

7.4.3 新型玻璃	153
7.5 玻璃在产品设计中的应用	154
7.5.1 艺术玻璃制品	155
7.5.2 玻璃器皿	156
7.5.3 玻璃家具	157
7.5.4 玻璃在建筑中的应用	158
复习思考题	160
参考文献	161

第1章 概述

本章重点:

- ◆ 产品设计与材料的关系, 材料的几种分类方法, 概括讲述了材料的物理、化学、力学性能。

学习目标:

- ◆ 掌握材料在产品设计中的作用, 材料的几种分类方法, 在产品设计中应了解材料的哪些性能。



图 1-1-1 长方体

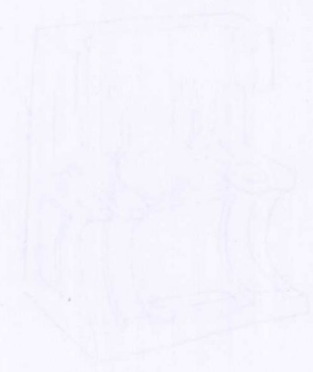


图 1-1-2 椅子

1.1 产品设计与材料

设计是人类文明的创造活动，设计是指人们为了达到一定的目的，从开始构思到创立一个可以付诸实施的方案，并把这个方案用一定的手段表现出来的整个过程。设计的目的是可以是物质性的，例如，设计一把椅子；也可以是精神性的，例如，一个美术作品。设计在人类的物质财富和精神财富的创造活动中都起到了重要作用。

人们的设计多种多样，如建筑设计、机械设计、艺术设计等，而产品设计是指对工业生产的产品进行的规划与设计，设计是收集信息、综合信息、创造新信息的过程，产品则是这一过程完成的最终结果。

产品设计是一种造型计划，是人们在生产中有意识地运用各种工具和手段将材料加工或塑造成可视的、可触及的、具有一定形状的实体，使之成为具有使用价值和商品特性的物质，材料是实现产品设计的载体，设计和材料是紧密相连的，不可分割的。

产品设计虽然具有很强的艺术性，但它与纯艺术是不同的，纯艺术只是从美学角度出发，其作品只追求美和观赏性，而产品设计则不仅追求美，还要有使用价值和商品特性，并且还要能实现工业化生产。例如：人们设计一把椅子，不仅要求椅子美观，而且还要用一定的材料将其制造出来，使其具有使用价值——供人们坐在上面，同时还要考虑其制造批量、制造成本、使用寿命、销售价格等因素。以上各因素都与材料是密不可分的，都与材料的物理、力学、化学性能紧密相连的。因此作为产品设计者，必须了解各种材料的物理、化学、力学等性能和不同材料的成型方法，以及各种成型技术的特性，才能设计出既美观又实用的产品。

翻开人类的历史，我们不难发现，设计的发展和材料的应用是相辅相成的。以椅子为例，不难看出椅子设计造型的变化与发展和椅子的材料的应用与发展是相辅相成、相互影响、相互促进和相互制约的。如图 1-1 所示是古希腊大理石椅子，石材是脆性材料，所能承受的压力远远高于所能承受的拉力，另外加工也比较困难，只好采用落地式结构，整个造型显得很厚重。如图 1-2 所示是明代木制椅子，由于木材易于加工，形成了框架式结构，它有 4 条腿支撑，形成框架后再安装坐板、背板和其他装置。

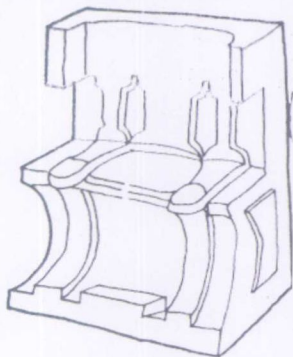


图1-1 大理石椅子



图1-2 明代木椅

如图 1-3 所示是非利浦·斯塔克 (Philippe Starck) 设计的塑料椅子, 充分利用了塑料的可塑性, 一次注射成型, 色彩鲜艳造型美观, 并可堆叠, 给使用和存放带来了许多方便。

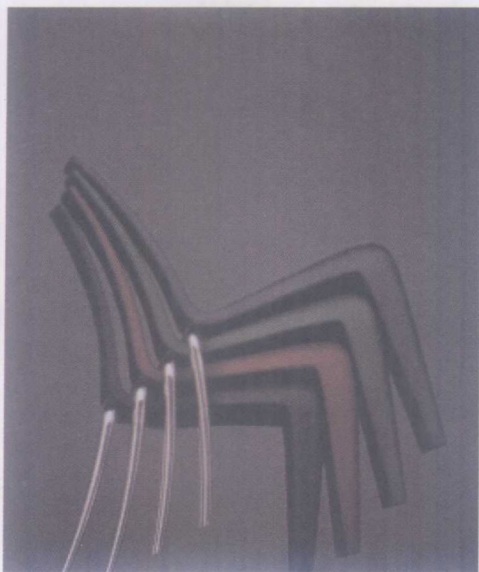


图1-3 塑料椅子

如图 1-4 所示是一把金属椅子, 设计师利用金属可塑性加工的特性把一块平板状的铝材切成所需的尺寸和形状, 冲出装饰孔以减轻重量, 最后弯曲成型。

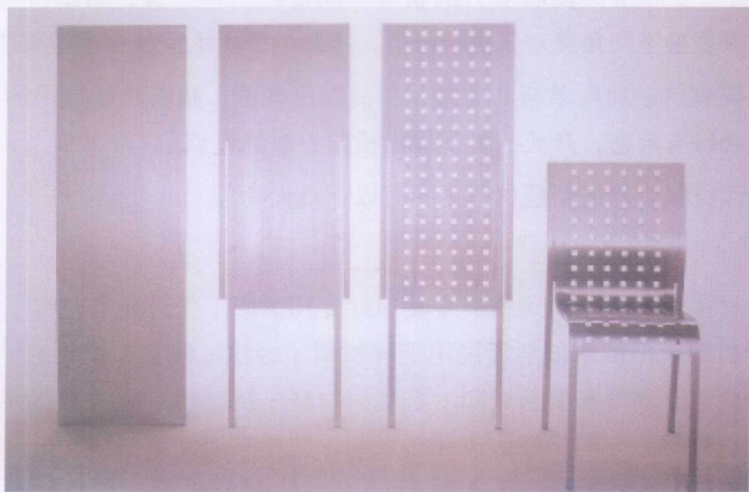


图1-4 金属椅子

从以上几个实例可以看出, 椅子的基本功能是相同的, 但由于材料不同, 材料的特性不同, 椅子的构造也不同。另外, 相同的材料采用的加工工艺不同, 其构造也会不同。如图 1-5 和图 1-6 所示都是木材制造的椅子, 但前者采用传统的卯榫工艺制造, 而后者采用板材弯曲成型工艺制造, 虽然都是木制椅子, 但二者的构造却完全不同。所以, 一件产品的构造与材料、材料的特性及加工工艺是密不可分的, 设计者必须掌握好各种材料及其特性, 了解各种材料的加工工艺, 才能设计出好的产品, 才能成为一名优秀的设计师。



图1-5 卯榫结合木椅



图1-6 弯板木椅

随着科学技术的发展,材料科学也在不断发展,各种各样的有别于传统材料的新型材料也在不断涌现。人们现在通常所说的新型材料是指新出现的或正在发展中的,具有传统材料所不具备的优异性能和特殊功能材料;或采用新技术(工艺,装备),使传统材料性能有明显提高或产生新功能材料;一般认为满足高技术产业发展需要的一些关键材料也属于新型材料的范畴。

新型材料作为高新技术的基础和先导,应用范围极其广泛,它同信息技术和生物技术一起成为21世纪最重要和最具发展潜力的领域。同传统材料一样,新材料可以从结构组成、功能和应用领域等多种不同角度对其进行分类,不同的分类之间相互交叉和嵌套。

新型材料主要有传统材料革新和新型材料的推出构成,随着高新技术的发展,新材料与传统材料产业结合日益紧密,产业结构呈现出横向扩散的特点。

可以作为设计材料应用的新型材料主要有以下几大类:

1. 能源材料

可作为设计材料使用的新能源材料主要包括专用薄膜;先进光电材料;特制光谱塑料和涂层;高温超导材料;低成本低能耗民用工程材料;轻质;便宜、高效的绝缘材料;轻质;坚固;复合结构材料;陶瓷和复合材料;抗辐射材料;抗腐蚀及抗压力腐蚀裂解材料;机械和抗等离子腐蚀材料等。当前研究热点和技术前沿包括高能储氢材料、聚合物电池材料、中温固体氧化物燃料电池电解质材料、多晶薄膜太阳能电池材料等。

2. 纳米材料

纳米材料及技术将成为第5次推动社会经济各领域快速发展的主导技术,21世纪前20年将将是纳米材料与技术发展的关键时期。纳米电子代替微电子,纳米加工代替微加工,纳米材料代替微米材料,纳米生物技术代替微米尺度的生物技术,这已是不以人的意志为转移的客观规律。

纳米材料与科技的研究开发大部分处于基础研究阶段,如纳米电子与器件、纳米生物等

高风险领域,还没有形成大规模的产业。但纳米材料及技术在电子信息产业、生物医药产业、能源产业、环境保护等方面,对相关材料的制备和应用都将产生革命性的影响。

3. 新型有色金属合金材料

主要包括铝、镁、钛等轻金属合金,以及粉末冶金材料、高纯金属材料等。

铝合金:包括各种新型高强、高韧、高比强度、高强耐蚀铝合金,可焊、耐热耐蚀铝合金材料,如Al-Li合金等;镁合金:包括镁合金和镁-基复合材料、超轻高塑性Mg-Li-X系合金等;钛合金材料:包括高温钛合金、高强钛合金、低成本钛合金等;粉末冶金材料:产品主要包括铁基、铜基机械零件、难熔金属、硬质合金等;高纯金属材料:材料的纯度向着更纯化方向发展,其杂质含量达ppb(10^{-9})级,产品的规格向着大型化方向发展。

4. 新型建筑材料

新型建筑材料主要包括新型墙体材料、化学建材、新型保温隔热材料、建筑装饰装修材料等。新型建材的趋势正向环保、节能、多功能化方向发展。其中新型玻璃的发展趋势是向着功能型、实用型、装饰型、安全型和环保型五个方向发展,包括对玻璃原片进行表面改性或精加工处理、节能的低辐射和阳光控制低辐射膜玻璃等;此外,还包括节能、环保的新型房建材料,以及满足工程特殊需要的特种系列水泥等。

5. 生态环境材料

生态环境材料是在人类认识到生态环境保护的重要战略意义和世界各国纷纷走可持续发展道路的背景下提出来的,一般认为生态环境材料是既具有满意的使用性能同时又被赋予优异的环境协调性的材料。

这类材料的特点是消耗的资源 and 能源少,对生态和环境污染小,再生利用率高,而且从材料制造、使用、废弃直到再生循环利用的整个寿命过程,都与生态环境相协调。主要包括:环境相容材料,如纯天然材料(木材、石材等),绿色包装材料(绿色包装袋、包装容器),生态建材(无毒装饰材料等);环境降解材料(生物降解塑料等);环境工程材料,如环境修复材料,环境净化材料(分子筛、离子筛材料),环境替代材料(无磷洗衣粉助剂)等。

生态环境材料研究热点和发展方向包括再生聚合物(塑料)的设计、材料环境协调性评价的理论体系、降低材料环境负荷的新工艺,新技术和新方法等。

1.2 设计材料的分类

产品设计所涉及的材料范围十分广泛,材料的分类方法也很多,下面是几种常用的分类方法。

1.2.1 按材料的加工度来分

设计材料按照人们对其加工的程度可分为如下几种。

1. 天然材料

自然界原本就有未经加工或基本不加工就可直接使用的材料。如棉、麻、丝、毛、皮革、石、木材等，如图 1-7 和图 1-8 所示。



图1-7 木材



图1-8 石材

2. 加工材料

利用天然材料经过不同程度的加工而得到的材料，如纸、水泥、金属、陶瓷、玻璃等。



图1-9 艺术玻璃制品



图1-10 陶瓷制品

3. 合成材料

合成材料又称人造材料，是人为地把不同物质经化学方法或聚合作用加工而成的自然界中不存在的材料，其特质与原料不同，如塑料、合成纤维和合成橡胶等，产品设计中应用最多的合成材料是塑料，如图 1-11 和图 1-12 所示。



图1-11 塑料颗粒

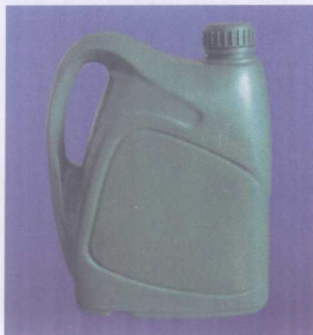


图1-12 塑料制品

4. 复合材料

复合材料是指由两种或两种以上不同性质的材料,通过物理或化学的方法,在宏观上组成具有新性能的材料。各种材料在性能上互相取长补短,产生协同效应,使复合材料的综合性能优于原组成材料,从而满足各种不同的要求。

1.2.2 按材料的物质结构来分

按照材料的物质结构,材料可分为如下几种。

1. 金属材料

金属材料是以金属元素或以金属元素为主构成的具有金属特性的材料的统称,包括纯金属、合金和特种金属材料等。

2. 无机材料

无机材料是由无机物单独或混合其他物质制成的材料,如陶瓷、玻璃等。

3. 有机材料

有机材料通常是指有机高分子材料,如棉、毛、丝、塑料、橡胶等都是最常用的有机材料。

4. 复合材料

复合材料是由两种或两种以上不同性质的材料复合而成的材料。

1.2.3 按材料的形态来分

产品设计材料为了使用和加工方便,往往事先加工成一定的形状,按这些形状材料可分为如下几种。

1. 颗粒材料

主要是指粉末或颗粒状等细小状材料。

2. 线状材料

通常是指如管材、棒材、木条、金属丝、竹条、藤条等细而长的材料,如图 1-13 和图 1-14 所示。

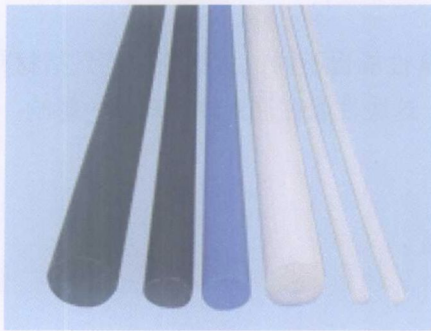


图1-13 线状材料



图1-14 线材的造型