



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



“十二五”江苏省高等学校重点教材

产品造型设计

材料与工艺 第2版

Materials

赵占西 黄明宇 © 主编

and Technics of

Product Modeling Design



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

“十二五”江苏省高等学校重点教材

产品造型设计材料与工艺

第2版

主 编 赵占西 黄明宇

副主编 何灿群 于东玖

参 编 陆建华 黄黎清

主 审 江建民 张远明

机械工业出版社

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材，是工业设计专业的技术基础课用书。

本书以产品造型材料和成形工艺为主线，讲述了设计与材料和成形的关系、造型常用工程材料以及毛坯和零件的各种成形方法，介绍了当今工程材料及成形的新工艺、新技术、新进展，尤其是对近年来发展迅速、在工业设计造型中广泛使用的工程塑料、橡胶、陶瓷、复合材料等内容进行了较多的介绍，并增设了常用工程材料在工业设计中的应用实例分析；为了适应工业设计专门人才培养的需要，增加了最新的快速成形技术和反求工程技术等；在内容描述上，尽可能简洁易懂。

本书共分11章，内容包括：概述，工程材料的性能，表面工程与热处理技术，金属材料成形，有机高分子材料及其成形，无机非金属材料及其成形，复合材料及其成形，切削加工与特种加工，逆向工程与快速成形技术，新材料、新技术与新工艺，产品造型材料与工艺实例。本书内容涵盖了工业设计在工程材料和成形工艺方面所需要的基本知识、基本理论和基本技能。

本书可作为工业设计、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

产品造型设计材料与工艺 / 赵占西, 黄明宇主编. —2版. —北京: 机械工业出版社, 2016.6

普通高等教育“十一五”国家级规划教材“十二五”江苏省高等学校重点教材

ISBN 978-7-111-54059-5

I. ①产… II. ①赵… ②黄… III. ①工业产品-造型设计-高等学校-教材 IV. ①TB472

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第136316号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑: 冯春生 责任编辑: 冯春生 丁昕祯 责任校对: 黄兴伟 肖琳

封面设计: 张静 责任印制: 李洋

北京振兴源印务有限公司印刷

2016年7月第2版·第1次印刷

210mm×285mm·16.5印张·446千字

标准书号: ISBN 978-7-111-54059-5

定价: 43.00元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: 010-88379833

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-88379649

机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网: www.golden-book.com

第2版前言

本书从工业设计专业实际出发,强调实用,突出工程实践,内容适度精练,并注意跟踪科技前沿,合理反映时代要求。与第1版相比,本书在以下几个方面做了改进:

- 1) 根据读者建议,将材料分类中的木材划分到有机高分子材料类。
- 2) 第1版中涉及的国家标准有些已经过时并有新的标准实施,故采用新的国家标准替换了旧标准,以适应技术发展的需求。
- 3) 修订了书中所有图中存在的问题,如指代、标注错位,细节方面的不足等;按照新的图样标注标准标注了加工符号。
- 4) 增加和更换了部分插图。
- 5) 为了使读者更方便、易懂,增减了部分工艺图,简化了部分零件图。
- 6) 将文中别字、错字以及表述错误之处进行了更正。
- 7) 对各种设计材料和成形工艺中非常专业和深奥的部分进行了简化和通俗化处理,以便于设计类专业学生的理解和学习。
- 8) 在第4章增加了“金属材料在工业设计中的应用”。

本书在使用过程中受到了兄弟院校的普遍欢迎,同时他们也提出了很多宝贵意见,修订前也征求了工业设计专业学生的一些意见和建议,在此表示衷心的感谢!

本书在2008年列入普通高等教育“十一五”国家级规划教材之后,于2011年被评为江苏省高校精品教材,2014年列入“十二五”江苏省高等学校重点教材(编号:2014-1-056)。

感谢机械工业出版社、河海大学、南通大学、江苏大学、广东工业大学在本书编写过程中给予的大力支持。

由于编者水平有限,虽竭尽全力但书中仍难免有错误与欠妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

第1版前言

本书是根据教育部高等学校工业设计专业教学指导分委员会 2006 年全国工业设计专业教育研讨会的精神,为适应我国当前高等教育专业改革和按学科培养学生的需要进行编写的,是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书是根据设计学科培养目标,以研究常用工程材料及成形方法为主的综合性技术基础课教材。本书对教学内容进行了精选、拓宽与优化,以常用工程材料性能、用途以及结构与成形方法工艺性为主线,讲述工程材料的性能、用途以及各种成形方法,内容包括工程材料的性能,材料表面处理,金属液态成形,金属塑性成形,材料连接成形,塑料、橡胶、陶瓷等非金属材料、复合材料成形以及快速成形技术和反求工程技术等,并介绍了当今材料成形的新工艺、新技术和新进展。

设计是由创意转变为现实的开始。工业设计活动最终要用某种材料、以某种手段创造出某种质感和用途的产品,所以工业设计不仅要合理构思,提出实现特定功能的、切实可行的方案,并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,最终能够进行成形生产,完成产品制造。因此,工业设计师必须熟悉与设计对象密切相关的材料、成形、结构等基础知识。

为加强对学生能力素质的培养,以适应工业设计发展的需要,针对宽口径专业培养目标,吸收相关院校教改和课程建设的成果,以及其他同类教材的优点,本书在以下几个方面做了探索:

- 1) 取材范围广,比较全面地阐述了常用工程材料及其各种成形方法。
- 2) 注重应用。全书以常用设计造型材料、零件结构工艺性与成形工艺适应性为主线,突出了结构工艺性、成形方法的实施、优缺点比较、适应的零件结构形状特点和适用条件等内容。
- 3) 强化了产品结构设计的要求、常用成形方法的选择思路及实例分析,以及在选择成形方法时应具有的质量、成本、环保等工程意识。
- 4) 内容力求做到深入浅出,文字准确简洁,较少涉及微观和深奥理论与原理的内容。
- 5) 各章后面附有复习思考题,可供学生在学习中思考。

学习本书内容之前,应修完“工程制图”“工程训练”等先行课程。

建议本书理论教学学时数为 48 学时,具体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,各章的教学学时数建议如下:



章节	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	总计
学时	1	4	6	10	6	4	2	6	4	2	3	48

本书可作为普通高等院校工业设计、艺术设计类专业的教科书，也可供相关工程技术人员参考。

本书由赵占西担任主编，黄明宇、何灿群、于东玖担任副主编。第1、2、3、4章由赵占西、于东玖编写，第5、6、7章由何灿群、黄黎清编写，第8、9、10章由黄明宇、陆建华编写，第11章由全体编写人员共同编写。全书由赵占西统稿。

本书由东南大学江建民教授、张远明教授担任主审，多位专家对书稿提出了许多宝贵意见，谨此表示衷心感谢。

感谢机械工业出版社、河海大学、江苏大学、南通大学在本书编写过程中给予的支持。

由于编者水平有限，书中定有许多错误与欠妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第2版前言	
第1版前言	
第1章 概述	1
1.1 产品设计与材料及加工技术	2
1.1.1 产品设计与材料	2
1.1.2 产品设计与加工技术	3
1.2 产品设计选材及成形原则	3
复习思考题	5
第2章 工程材料的性能	6
2.1 工程材料的力学性能	7
2.1.1 强度	7
2.1.2 塑性	8
2.1.3 硬度	8
2.1.4 韧性	9
2.1.5 疲劳强度	10
2.1.6 蠕变	10
2.2 工程材料的分类及用途	10
2.2.1 金属材料	11
2.2.2 有机高分子材料	34
2.2.3 无机非金属材料	34
2.2.4 复合材料	35
复习思考题	36
第3章 表面工程与热处理技术	37
3.1 表面工程概述	38
3.2 热处理	38
3.2.1 热处理概述	38
3.2.2 退火和正火	39
3.2.3 淬火和回火	40
3.2.4 表面淬火和化学热处理	41
3.3 表面工程技术方法与工艺	42
3.3.1 电镀	42
3.3.2 化学镀	46
3.3.3 热浸镀	47
3.3.4 热喷涂	49



3.3.5 高能束技术	50
3.3.6 化学转化膜技术	51
3.3.7 涂料与涂装	52
复习思考题	54
第4章 金属材料成形	56
4.1 金属材料成形概述	57
4.2 液态成形工艺基础	57
4.2.1 砂型铸造	57
4.2.2 特种铸造	63
4.3 塑性成形工艺	68
4.3.1 金属塑性成形基础	69
4.3.2 常用塑性加工方法	69
4.3.3 塑性成形模具	76
4.3.4 塑性成形件结构工艺性	78
4.4 连接成形	80
4.4.1 常用焊接方法与工艺	81
4.4.2 常用金属材料的焊接	86
4.4.3 焊接结构工艺性	88
4.4.4 胶接技术	92
4.5 金属材料在工业设计中的应用	94
复习思考题	97
第5章 有机高分子材料及其成形	99
5.1 有机高分子材料概述	100
5.2 塑料及其成形工艺	101
5.2.1 塑料概述	101
5.2.2 塑料的主要成形方法	103
5.2.3 塑料制品的加工	107
5.2.4 塑料制品的结构工艺性	109
5.2.5 塑料在工业设计中的应用	111
5.3 橡胶及其成形工艺	116
5.3.1 橡胶概述	116
5.3.2 橡胶的成形	117
5.3.3 橡胶的加工	118
5.3.4 橡胶制品的结构工艺性	120
5.3.5 橡胶在工业设计中的应用	120
5.4 木材及其成形工艺	124
5.4.1 木材概述	124
5.4.2 木材成形工艺	127
5.4.3 木材在工业设计中的应用	131
复习思考题	135
第6章 无机非金属材料及其成形	136



6.1 无机非金属材料成形概述	137
6.2 陶瓷及其成形工艺	137
6.2.1 陶瓷概述	138
6.2.2 陶瓷成形概述	139
6.2.3 陶瓷在工业设计中的应用	145
6.3 玻璃及其成形工艺	149
6.3.1 玻璃概述	149
6.3.2 玻璃成形工艺	152
6.3.3 玻璃在工业设计中的应用	157
复习思考题	160
第7章 复合材料及其成形	161
7.1 复合材料概述	162
7.1.1 复合材料的分类	162
7.1.2 复合材料的优点	162
7.2 常用复合材料成形工艺	163
7.2.1 树脂基复合材料成形	163
7.2.2 金属基复合材料成形	166
7.2.3 陶瓷基复合材料成形	168
7.3 复合材料在工业设计中的应用	168
7.3.1 工业设计中常用的复合材料	168
7.3.2 复合材料应用实例	169
复习思考题	173
第8章 切削加工与特种加工	174
8.1 产品设计与制造过程概述	175
8.1.1 产品设计与机械制造	175
8.1.2 生产过程与生产纲领	176
8.2 表面切削加工	178
8.2.1 切削加工质量要求	179
8.2.2 表面切削加工方法	182
8.2.3 产品结构工艺性	191
8.3 数控加工技术	193
8.3.1 数控加工原理与设备组成	193
8.3.2 数控加工设备分类	194
8.3.3 常见数控加工设备简介	196
8.3.4 数控加工的特点与应用	199
8.4 特种加工技术	201
8.4.1 特种加工技术概述	201
8.4.2 电火花加工	203
8.4.3 电火花线切割加工	205
8.4.4 激光加工	206
8.4.5 光化学腐蚀加工	209
8.4.6 其他特种加工方法	211

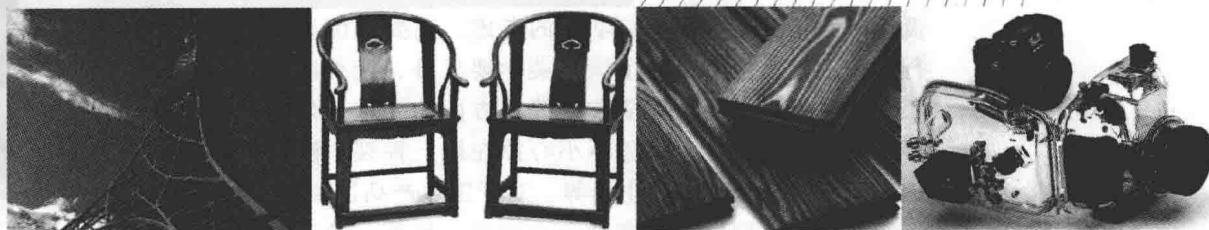


复习思考题	216
第 9 章 逆向工程与快速成形技术	217
9.1 逆向工程	218
9.2 快速成形技术	226
复习思考题	232
第 10 章 新材料、新技术与新工艺	233
10.1 新材料	234
10.2 新技术	238
10.3 新工艺	239
复习思考题	241
第 11 章 产品造型材料与工艺实例	242
11.1 2008 北京奥运会火炬	243
11.2 法拉利 458 Italia 跑车	245
11.3 赫尔曼米勒公司的 Mirra 椅设计	249
参考文献	252

第1章

概述

- 1.1 产品设计与材料及加工技术
- 1.2 产品设计选材及成形原则





1.1 产品设计与材料及加工技术

1.1.1 产品设计与材料

材料是设计和制造的物质基础,材料已由单一的木材、陶瓷、玻璃和金属发展到越来越丰富的塑料、复合材料等。基本功能相同的产品,由于采用了不同的材料和加工工艺,就可以带来巨大的形态变化,随后是外观和功能的变化。例如音箱外壳,用木质层板来做,因受到材料特性和加工工艺的制约,一般会做成矩形,如果外壳要做出弧度就有一定的难度。但是如果用工程塑料来做音箱外壳的话,就很容易用注塑成型的方法实现曲面造型。

机器、建筑物、交通工具、生活用品等都是由材料构成的。工业设计就是要依据对产品功能和外观的需求选择适当的材料,设计它们的结构与形式,确立它们的组合方式等。因此,在工业设计活动中必须考虑材料的性质与特点。

1. 材料与工业设计的关系

材料与工业设计的关系特点有:材料是工业设计的物质基础,材料与工业设计相互促进,材料科学是工业设计的基础。

(1) 材料是工业设计的物质基础 由于任何产品都是由材料组合而成,任何设计都必须建立在可选用材料的基础上,因此设计师在提出符合美学的造型设计时,必须同时考虑现有材料是否可以通过特定的制作工艺达到设计要求。

(2) 材料与工业设计相互促进 材料的发展常常会给工业设计带来突破性的发展,图1-1所示的自由女神像的设计就是这样的例子,当时人们对金属材料的高强度等性质已有比较清楚的认识,金属材料也步入大规模的工业化生产,能够提供充足、价格合理的各种铜及钢铁型材。雕像高46m,加基座为93m,重达225t,由金属铸造,铜像内部的钢铁支架由建筑师维雷勃杜克(WeiLei Duke)和后来建造巴黎埃菲尔铁塔闻名于世界的法国工程师居斯塔夫·埃菲尔(Gustave Eiffel)设计制作。整座铜像以120t的钢铁为骨架,80t铜片为外皮,以30万只铆钉装配固定在支架上。女神右手高举象征自由长达12m的火炬,左手捧着刻有《独立宣言》,脚下是打碎的手铐、脚镣和锁链。她象征着自由、挣脱暴政的约束。另一方面,新的设计思想的提出,对材料的发展提出了新的要求,也促进材料研究人员探索和发展新材料,如消费者非常喜欢的黄金饰品,它不仅满足人们的审美要求,而且化学稳定性极好,但是价格十分昂贵,难以大批量使用,在市场需求的推动下,研究人员研制了仿金装饰材料,解决了这一问题。所以说工业设计与材料的发展是相互促进的。

(3) 材料科学是工业设计的技术基础 设计师在进行工业产品设计时,不仅要有造型美学上的考虑,还要考虑设计的合理性和可行性。也就是说材料除了满足美学要求外,能否满足使用性能、加工工艺、价格合理、环境友好等各方面的要求,如移动电话的外壳要考虑一定的韧性,以免不小心掉在地上摔裂,洗衣机的外壳要考虑在潮湿的环境下不会生锈等。对于工业产品还要考虑的性能诸如:强度、硬度、韧性、耐磨性和光泽等。另外,设计能否实现还要看



图1-1 自由女神像



能否通过一定的成形加工技术完成对材料的加工。

2. 不同材料与产品设计的关系

不同材料的性质不同,如色彩、光泽、形态、成形工艺等,不同材料在产品造型中的应用也不同。

金属材料在产品中的应用可以从色彩、光泽、肌理、形态等方面得到体现。金属的色彩可以分为固有色彩和人为色彩。固有色彩是产品的重要因素,设计中必须发挥材料固有色彩的美感属性,而不能削弱和影响材料功能的发挥,可以应用对比、点缀等手法加强固有色彩的美感属性,丰富其表现力。由于金属加工和表面处理的不同,肌理的变化十分丰富,因此在进行设计时要合理运用,充分发挥金属的肌理美等。

因为塑料可以使产品的造型取得良好的艺术效果和经济效果,因而在工业产品造型设计中得到越来越多的应用。塑料的外观可变性大,可塑出不同表面肌理。

木材由于不同的树种会产生不同的特性,不同产地、季节也会产生不同的特性、纹理,有的适合制成桌子,有的适合制成椅子,不同的加工方式、不同的木材有不同的应用方式。

3. 产品设计中的表面处理

材料的表面纹理和质感是工业设计的重要方面,是对工业产品造型设计的技术性、艺术性的总体体现,表面纹理和产品的艺术表现形式有调和与对比等,是指材料表面整体与局部、局部与局部的配比关系,任何工业设计产品的外观结构都是由一系列特定的表面组合而成,工业设计既要对产品的外观进行结构设计,还必须考虑其组成表面的制造特征,好的设计不仅要有好的、合理的外观和结构,其组成表面还必须通过一定的加工工艺制造出来,所以产品设计师必须了解必要的加工工艺的基础知识。如:金属成形工艺的液态成形(铸造)、塑性加工、连接成形(焊接)、粉末冶金等;塑料加工工艺的注射成形、挤出成形、吹塑成形、压制成形、压延成形等;木材加工的凿削、刨削等。不同加工方法适用不同的材料,有不同的特点,制造成本也不同。所以产品设计中还必须考虑整个产品的成形工艺性,并设计合理的、经济的加工方式。

1.1.2 产品设计与加工技术

任何产品都需要经过特定的加工工艺制作才能完成。选用不同的材料就需要采用不同的加工方法,如热加工成形、冷加工成形、注塑和快速原型技术等。为了保证设计的合理性和加工的经济性,在进行产品设计时就应预先考虑到其加工技术问题。

1.2 产品设计选材及成形原则

在产品设计中,当材料性能难以满足产品使用要求时必须改进设计。此外,工程材料往往是各向异性的,因此结合使用材料时的取向和产品力学分析使材料性能得以最优发挥也是设计选材的重要因素。

1. 使用性原则

主要考虑满足产品本身功能、性能。包括材料的常规力学性能、疲劳断裂性能、抗复杂环境侵蚀的性能,对特殊机电产品采用特殊材料,如压电陶瓷材料、功能梯度材料、各种纳米材料等的特殊性能。材料性能指标往往受当前材料科学发展的局限,设计选材时必须了解材料的各种特性。

2. 工艺性原则

在设计阶段考虑材料的可加工性可以提高产品的经济性、减少能耗和制造过程中不利副产品的产生。例如,使用粉末冶金成形技术制造齿轮等外形复杂、加工精度要求高的部件,在强度和寿命要求可以满足的情况下能够显著提高工效、降低成本。

3. 性价比原则

材料的性价比是制约设计选材的一个重要因素。但在全生命周期设计中不能单纯看材料价格,而应当全面分析材料的使用效能。

4. 环保性原则

绿色材料的概念已经得到设计者的认可,材料在使用过程中对环境的影响、废弃后的可降解性等是全生命周期设计中必须考虑的因素。

绿色环保材料应该能够提高效能,延长生命周期,降低产品的淘汰率;减少对环境有破坏和污染材料的使用,避免使用有毒材料;材料的使用单纯化、少量化,尽量避免多种不同材料的混合使用;选用废弃后能自然分解并为自然界吸收的材料;选用可回收或者能重复使用的材料等。

闹钟的环保设计和废旧自行车零件的再利用如图 1-2 所示。

5. 美学性原则

工业产品的美主要体现在两个方面,一个是产品外在的感性形式所呈现的美,称为“形式美”,另一个是产品内在结构的和谐、有序而呈现出的美,称为“技术美”。无论外在易感知的形式美,还是内在不易感知的技术美,两者的要素是相互联系的。当把这两方面的要素有机结合时,就可以达到产品真正的美。



图 1-2 闹钟的环保设计和废旧自行车零件的再利用

形式美是指构成事物的外在属性(如形、色、质等)及其组合关系所呈现出来的审美特性,它是人类在长期劳动中所形成的审美意识。在产品造型设计中必须遵循这些规律,加以灵活运用。任何艺术作品,离开形式美,美就会失去魅力,不能起到感染人的作用。

形式美首先展示的是材质美。在人类社会漫长的发展历史中,人们总是在不断地发现、发明新的材料,并利用它们来创造周围的一切。这些造物材料在人类文明的进程中,往往被赋予了文化内涵和美学属性,不同材质蕴涵着不同的情感,它们构成了五光十色的大千世界。

材料的美学属性包括:材料美的自然属性、材料美的科技属性和材料美的社会属性等。

材料美的自然属性体现在材料的情感联想性和材料的真实性、材料的自然生命性和材料的纯净性等方面;材料美的科技属性体现在材质的光学效应美和材质的工艺美两个方面;材料美的社会属性主要体现在材料的绿色性和材料的亲和性等方面。

例如,在产品设计中材质亲和力较强的是丹麦家具,它十分讲究采用天然材料,如木材、皮革、藤条等。一般木质家具多不上油漆,而采用磨光上蜡的工艺,以保持木材的自然纹理与质感。普通丹麦人的家居设计大都十分简洁而实用。由于偏爱自然色彩与质感,给人一种温馨、宜人的感受,为家庭成员渡过漫长而寒冷的北欧严冬提供了重要的心理依托。

优秀的设计离不开优美的材质,但不是说材质的美感可以凌驾于其他设计要素之上,



产品的美感是造型、材质、功能、风格的平衡与和谐。

技术美是科学技术与美学艺术相融合的新的物化形态。技术美是物质生产领域的直接产物,反映的是物的社会现象,艺术美是精神生产领域的直接产物,反映的是人的社会现象。

归纳起来讲,美学性原则应该体现在功能美、结构美、工艺美、材质美和舒适美五个方面。

(1) 功能美 功能美指产品良好的技术性能所体现的合理性,是科学技术高速发展对产品造型设计的要求。技术上的良好性能是构成产品功能的必要条件。

(2) 结构美 结构美是产品依据一定原理而组成的具有审美价值的结构系统。结构是保证产品物质功能的手段,材料是实现产品结构的基础。同一功能要求的产品可以设计成多种结构形式,若选用不同的材料其结构形式也可产生多种变化。结构形式是构成产品外观形态的依据,结构尺寸是满足人们使用要求的基础。

(3) 工艺美 工艺美指产品通过加工制造和表面涂饰等工艺手段所体现的表面审美特性。工艺美的获得主要是依靠制造工艺和面饰工艺两种手段。制造工艺主要通过机械精整加工后所表露出的加工痕迹和特征。装饰工艺通过涂料装饰或电化学处理以提高产品的力学性能和审美情趣。

(4) 材质美 材质美指选取天然材料或通过人为加工所获得的具有审美价值的表面纹理,它的具体表现形式就是质感美。质感按人的感知特性可分为触觉质感和视觉质感两类。触觉质感是通过人体接触而产生的一种快乐或厌恶的感觉。视觉质感是基于触觉体验的积累,凭视觉就可以判断它的质感而无须再直接接触。

(5) 舒适美 舒适美指人们在使用某产品的过程中,通过人机关系的协调一致而获得的一种美感。舒适美主要是通过人的生理感受(如操作方便、乘坐舒适、不易产生疲劳等)和心理感受(如形态新颖、色调调和、装饰适当等)两方面来体现的,其中更侧重生理上的感受。

材料的美学表现如图 1-3 所示。



图 1-3 材料的美学表现

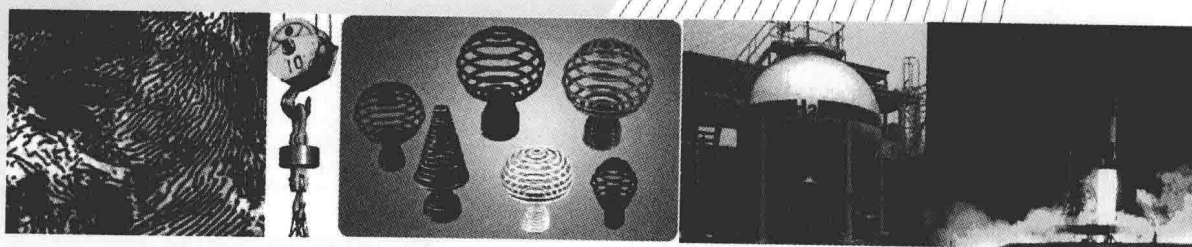
复习思考题

- 1-1 阐述材料与工业设计的关系。
- 1-2 产品设计选材及成形原则有哪些?
- 1-3 产品的美学原则包括哪些方面?

第2章

工程材料的性能

- 2.1 工程材料的力学性能
- 2.2 工程材料的分类及用途





2.1 工程材料的力学性能

生产实践中,由于选材不当可造成产品达不到使用要求或过早失效,因此了解和熟悉材料的性能成为合理选材、充分发挥工程材料内在性能的主要依据。

材料的性能包括使用性能和工艺性能。使用性能是指材料在使用过程中表现出来的性能,它包括力学性能、物理和化学性能等;工艺性能是指材料对各种加工工艺适应的能力,它包括液态成形性(铸造性能)、塑性成形性(锻造性能)、连接成形性(焊接性能)、切削加工性能和热处理工艺性能等。

在机械制造领域选用材料时,大多以力学性能为主要依据。

根据载荷作用性质不同,载荷可分为静载荷、冲击载荷、疲劳载荷三种。

(1) 静载荷 大小不变或变动很慢的载荷,例如:机床主轴箱对机床床身的压力。

(2) 冲击载荷 突然增加或消失的载荷,例如:空气锤锤头下落时锤杆所承受的载荷。

(3) 疲劳载荷 周期性的动载荷,例如:在变载荷作用下工作的各种弹簧等弹性元器件。

力学性能是指材料在载荷作用下表现出来的抵抗力。常用的力学性能指标有:强度、塑性、硬度、韧性和疲劳强度等。

图 2-1 为部分金属部件和建筑钢结构实例。

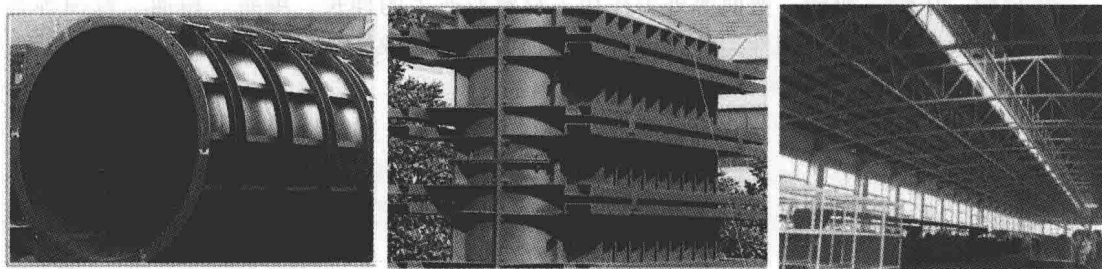


图 2-1 部分金属部件和建筑钢结构实例

2.1.1 强度

材料在载荷作用下抵抗塑性变形或断裂的能力称为强度。按照载荷作用方式不同,强度可分为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度和抗剪强度等。工程上常以屈服强度和抗拉强度作为强度指标。

为了消除受力截面的影响,强度一般用单位面积上所受的力来表示,称为应力。

(1) 上屈服强度(R_{eH})和下屈服强度(R_{eL}) 在外力作用下,材料产生屈服现象的极限应力值,即

$$R_e = F_e / S_0$$

式中, R_e 是屈服强度(MPa); F_e 是产生塑性变形时的力(N); S_0 为试样截面积(mm²)。

屈服强度表示材料由弹性变形阶段过渡到弹-塑性变形的临界应力,是材料对明显塑