



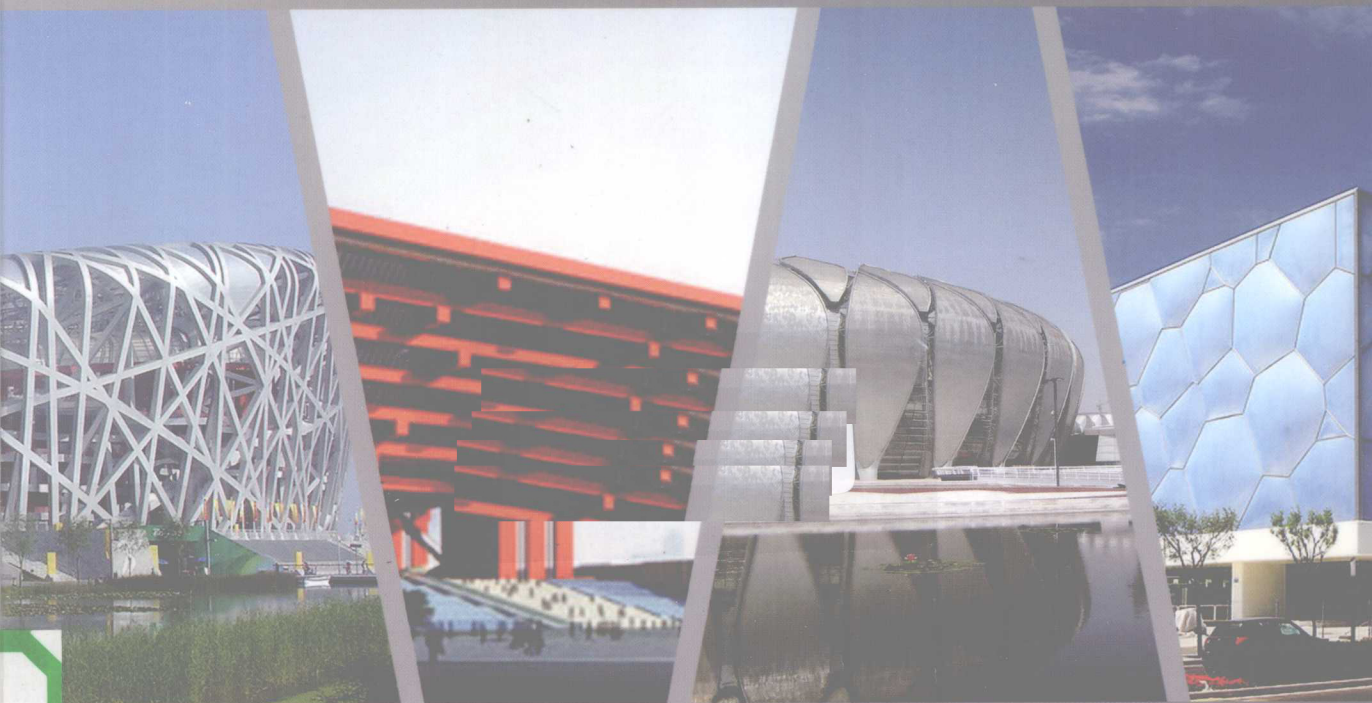
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 工业设计工程基础I

——材料及加工技术基础

第二版

赵英新 姜楠 主编



高等教育出版社

HIGHER EDUCATION PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 工业设计工程基础 I

——材料及加工技术基础

Gongye Sheji Gongcheng Jichu I

——Cailiao ji Jiagong Jishu Jichu

第二版

赵英新 姜楠 主 编  
吕璐璐 张文林 副主编



高等教育出版社·北京  
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

## 内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是在第一版的基础上,全面考虑近年来新材料的发展,并参考教材使用反馈意见修订而成的。本书结合工业设计等相关专业的特点,重点介绍了各种常用材料的特点及其加工技术。

本次修订在各章节中增加了必要的练习题目,以加深学生对本课程内容的理解。题目的选择主要是为了调动学生参与实践设计过程的积极性,寓教于乐,使学生在兴趣的驱使下走向实践,从中获得更多、更完善的知识。

本书附有 DVD 光盘,盘中将各种常用金属材料、非金属材料的加工方法和设备以视频和图片的形式展现,着重介绍不同材料、不同加工方法的特点以及设计中要注意的问题,声、光、色俱佳,使学生有亲临现场的感觉,深入浅出、一目了然,起到了提高授课效率、压缩学时以及提高学生素质的目的。

本书可作为高等学校工业设计专业的教材,也可作为其他相关设计专业的教材,亦可供相关的工程技术人员参考。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

工业设计工程基础. 1, 材料及加工技术基础 / 赵英新, 姜楠主编. —2版. —北京: 高等教育出版社, 2010. 7  
ISBN 978-7-04-029488-0

I. ①工… II. ①赵… ②姜… III. ①工业设计-高等学校-教材②工程材料-设计-高等学校-教材③工程材料-加工-高等学校-教材 IV. ①TB47②TB3

中国版本图书馆CIP数据核字 (2010) 第109502号

策划编辑 肖银玲 责任编辑 李瑞芳 封面设计 杨立新  
版式设计 马敬茹 责任校对 王效珍 责任印制 韩刚

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100120

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司  
印 刷 中原出版传媒投资控股集团  
北京汇林印务有限公司

开 本 787×1092 1/16  
印 张 11.75  
字 数 280 000

购书热线 010-58581118  
咨询电话 400-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landraco.com>  
<http://www.landraco.com.cn>  
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2005年6月第1版  
2010年7月第2版  
印 次 2010年7月第1次印刷  
定 价 42.40元 (含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 29488-00

## 第二版前言

经过近30年的发展，我国的工业设计已经走向成熟。在这漫长的发展过程中，我们越来越认识到工业设计对一个企业、一个地区，乃至一个国家的发展有着举足轻重的作用。国家领导人多次亲笔为工业设计题词，呼吁各行各业重视工业设计。中央电视台等相关媒体，在新闻联播、焦点访谈、经济视角等节目中也连续报道工业设计发展的相关内容。正是有了国家领导人和政府相关部门的大力扶持，才有了工业设计今天的大好形势。

百年一遇的经济危机大潮席卷全球，又一次惊醒了我们，没有创新的产品，没有独立的知识产权，企业很难正常发展。对此大家形成了共识，唯有工业设计才是帮助企业走出困境、赢得持续发展的动力。人们从来没有像今天这样，对工业设计表现出如此高的热情。

实践证明，一名好的设计师必须是既懂技术又懂材料的工程师。因为任何一种产品都是需要通过加工制造完成的，仅仅局限在效果图的创意阶段，而不了解加工制造过程，严格地说还不是一名合格的、真正的设计师。工作中经常会遇到这种情况，由于设计师的创意脱离生产实际而被修改得面目全非，甚至被放弃。如果是在改革开放之初，我们对设计师的定义仅仅局限在对“形”和“色”的理解上，造型成了唯一。那么，今天我们就应该把设计师的职责定义在创新生活、创新工作上。也就是说，由于设计师的努力，创造出一种新的产品，从而改变了人们的生活甚至生存方式。如今天的通信网络、高速运输工具等就是例证。

毫不夸大地说，设计是从材料开始的。有了材料，有了加工，设计才有了基础。正是因为如此，我们才编写了本书，以帮助在校大学生了解各种材料的特性和加工工艺。

本书是在第一版的基础上，听取大家的意见做了较大修改，使其更细致、更完善。其中第1章概论，补充了各种设计的概念；第2章金属材料的性能及加工技术，不仅增加了金属材料的种类，而且补充了新的加工方法；第3章塑料的性能及加工技术，内容修改较大，不仅对塑料的分类重新进行了划分，而且增加了新的加工方法；第4章橡胶的性能及加工技术，补充了橡胶的作用和应用领域；第5章复合材料的性能及加工技术，补充了新的复合材料种类；第6章玻璃的性能及加工技术，补充了玻璃的应用实例和加工方法；第7章木材的性能及加工技术、第8章其他材料的性能及加工技术等章节也都做了调整和补充。为开阔学生视野，本次修改还增加了第10章发展中的新材料。为了提高学生的实践能力，书后附有DVD光盘，该光盘详细介绍了各种常用材料的加工设备、加工过程以及设计中应该注意的问题，使学生有亲临现场之

## II 第二版前言

感——看得见、记得牢、体会深，以达到事半功倍的效果。

本书由山东大学赵英新、扬州大学姜楠任主编，山东工艺美术学院吕璐璐、山东大学张文林任副主编。参加编写工作的人员还有：王艳东、朱海荣、李月恩、史慧丽、张志强、汪海波、周鼎、谭磊、杨守坤、张雨滋、余荷萍、卢姝羽、毛剑秋、安大地、杜宝磊、谢建闯、徐凤琴等。

重庆大学张成忠教授认真审阅了全书，书后所附的DVD光盘（赵英新主编，王艳东副主编）在拍摄过程中得到了山东大学电教中心、章丘炊具机械总厂焦念磊厂长以及山东电视台的大力支持，在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平所限，书中错误与不当之处在所难免，敬请指正。

编 者

2010年5月

# 第一版前言

“产品设计是科学技术的载体”，一种新技术诞生之时，也许就是一种新产品的投入之日。

然而，产品的出现，必须具备两个条件。其一是材料，其二是加工技术。两者缺一不可。作为一名设计师，既要熟悉各种材料的性能，又要掌握不同的加工技术，才能胜任本职工作。基于此，我们为设计类学生编写了本教材。

本书共分为9章，每一章都详细介绍了各种材料的性能、加工技术的特点、应用范围以及注意的问题。文中配有大量图片，一目了然，便于理解，以求达到事半功倍的效果。

每一页面中还留有空白，让学生记事，便于日后复习之用。应避免乱涂乱画，以保持页面始终清新整洁。

同时，为了使教学中设计与加工紧密联系，使学生的实践能力得到提高，成为社会所需要的合格设计师。我们专门编辑了一套DVD光盘与教材配合使用。

该DVD光盘介绍了各种常用金属材料及非金属材料（塑料、木材、玻璃、复合材料等）的加工方法和设备以及设计中应注意的问题，使学生有亲临现场之感，从而达到课堂上、书本中所无法达到的效果，真正实现既提高学生素质又压缩学时的双重目的。

本书由山东大学赵英新教授任主编，山东建工学院李月恩任副主编，山东大学史慧丽、山东旅游职业学院吕璐璐参编。重庆大学张成忠教授任主审。

限于水平，错误与不当之处在所难免，欢迎批评指正。

编者

2004年12月

# 目 录

第1章 概论 .....	1
1.1 概述 .....	1
1.2 产品设计、工艺美术设计和机械设计 .....	5
1.2.1 工艺美术设计 .....	5
1.2.2 机械设计 .....	6
1.2.3 产品设计 .....	8
1.3 产品设计选用材料的基本原则 .....	10
1.3.1 使用性原则 .....	10
1.3.2 工艺性原则 .....	10
1.3.3 性价比原则 .....	12
习题 .....	16
第2章 金属材料的性能及加工技术 .....	17
2.1 概述 .....	17
2.2 常用金属材料的特性 .....	18
2.3 金属材料的分类 .....	20
2.3.1 黑色金属 .....	21
2.3.2 有色金属 .....	23
2.4 金属的常用加工技术 .....	33
2.4.1 铸造技术 .....	34
2.4.2 切削加工技术 .....	37
2.4.3 特种加工方法 .....	47
2.4.4 金属压力加工技术 .....	61
2.4.5 轧制工艺 .....	71
习题 .....	76
第3章 塑料的性能及加工技术 .....	77
3.1 概述 .....	77
3.2 塑料的特性 .....	79
3.3 塑料的分类 .....	80
3.3.1 热塑性塑料 .....	80
3.3.2 热固性塑料 .....	91
3.4 塑料制品的成型技术 .....	97
3.4.1 成型工艺 .....	98
3.4.2 注意事项 .....	107
3.4.3 塑料件在装配中的问题 .....	111
3.4.4 塑料件表面装饰处理 .....	112
习题 .....	118
第4章 橡胶的性能及加工技术 .....	119
4.1 概述 .....	119
4.2 常用橡胶性能与分类 .....	119



4.3 橡胶制品的成型工艺 .....	123
习题 .....	126
<b>第5章 复合材料的性能及加工技术 .....</b>	<b>127</b>
5.1 概述 .....	127
5.2 复合材料的性能特点 .....	128
5.3 复合材料的分类 .....	128
5.4 常用复合材料 .....	129
5.5 新型复合材料 .....	130
5.6 复合材料的成型与加工技术 .....	130
习题 .....	132
<b>第6章 玻璃的性能及加工技术 .....</b>	<b>133</b>
6.1 概述 .....	133
6.2 玻璃的分类与用途 .....	133
6.3 玻璃的成型与加工工艺 .....	135
习题 .....	138
<b>第7章 木材的性能及加工技术 .....</b>	<b>139</b>
7.1 概述 .....	139
7.2 木材的分类 .....	139
7.3 木材的加工成型方法 .....	142
7.4 常用木材 .....	144
7.4.1 原木 .....	144
7.4.2 各种人造板材 .....	144
习题 .....	146
<b>第8章 其他材料的性能及加工技术 .....</b>	<b>148</b>
8.1 陶瓷 .....	148
8.2 石材 .....	151
8.3 竹材 .....	152
8.4 藤材 .....	153
8.5 石膏 .....	155
8.6 油泥 .....	156
8.7 黏土 .....	156
习题 .....	157
<b>第9章 涂料及其应用 .....</b>	<b>158</b>
9.1 概述 .....	158
9.2 涂料的成分 .....	160
9.3 涂料分类与涂饰工艺 .....	160
9.4 涂料代号 .....	161
9.5 涂料应用举例 .....	161
习题 .....	163
<b>第10章 发展中的新材料 .....</b>	<b>164</b>
10.1 纳米材料 .....	164
10.2 绿色材料 .....	165
10.3 智能材料 .....	166
10.4 新能源材料 .....	167
习题 .....	168
<b>附图 .....</b>	<b>170</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>176</b>



### 1.1 概述

工业设计与工程材料有着非常密切的关系。因为设计师的目的就是将创意变成具体的物品，而物品则是需要用不同的材料制作的。从这个意义上讲，材料就是设计师意图的真实表达，甚至可以说，没有材料就没有设计。

材料的种类非常丰富，粗略估计已达40万种之多，而且每年还以5%~6%的速度增加。在这里可以把设计师常用的材料称为工程材料，包括金属材料、高分子材料、复合材料和陶瓷材料四大类。如果再继续分的话，还可以分成结构用材料，如壳体、支承等；功能用材料，如形状记忆合金、弹性材料（作芯片用）等。相比之下，工业设计师更关注结构用材料。

为了认识上的方便，将各种工程材料的组成用图1.1来表示。

其中，金属材料是最常用的材料，因为它来源广泛，加工技术成熟，如机床机身、齿轮齿条、电器及运输工具的壳体等都离不开金属材料，如图1.2、图1.3所示。

复合材料由两种或两种以上的不同材料合成，因此，它也就具有各种组合材料的优点。如其在刚度、耐腐蚀性等方面就比单一材料好得多。自然界就存在着天然复合材料，如木材就是纤维素和木质素的复合物，而钢筋混凝土则是由钢筋、水泥、砂子和石子由人工混合而成的复合材料，还有纤维增强陶瓷物、橡胶轮胎以及常用的玻璃钢等都是复合材料（图1.4至图1.6）。

高分子材料是一种有机合成材料，它是由分子量特别高的大分子化合物组成，是近年来运用量最大的一种工程材料。主要分为三大类：塑料、合成橡胶、合成纤维。尤其是塑料制品在生活中无处不在。它具有成型容易、尺寸精确（模具加工）、成本低等优点，越来越受到人们

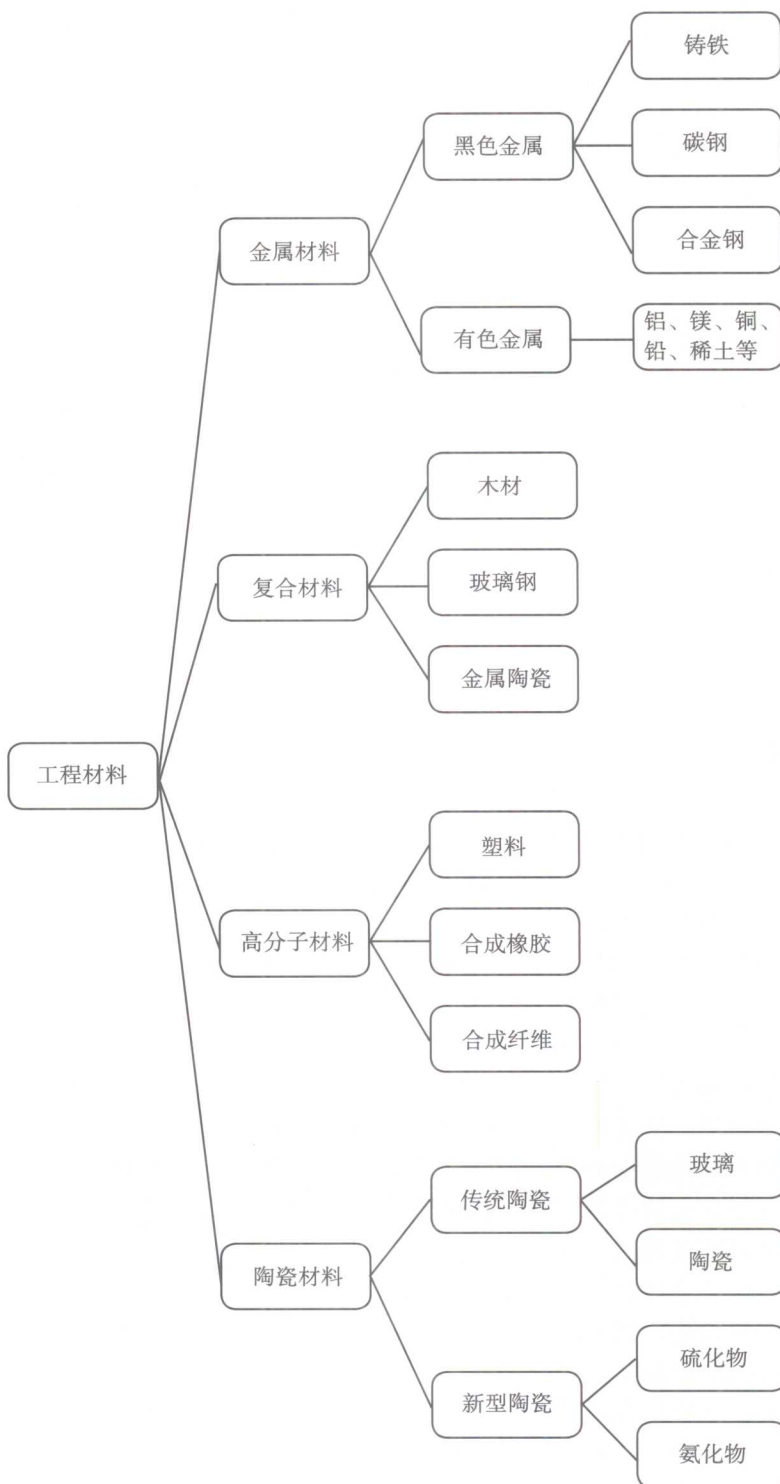


图1.1 工程材料组成



图1.2 德国Chiron四轴数控加工中心



图1.3 和谐号动车组



图1.4 EVA 橡木砧板



图1.5 新加坡可再生混凝土公共座椅

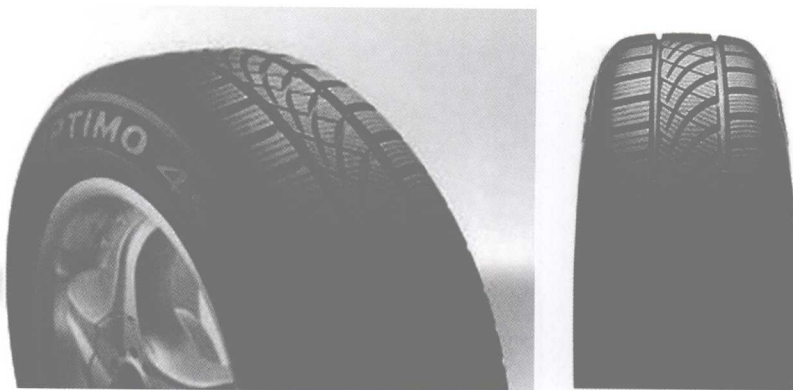


图1.6 HANKOOK (韩泰) 轮胎

的喜爱。工业设计师应该熟悉塑料的特性和成型工艺，以便在设计中更好地利用这种材料。电视机、飞机的外壳、汽车的灯具、建筑物的门窗等都是塑料制品在生活中的广泛应用（图1.7至图1.9）。



图1.7 诺基亚蓝牙耳机

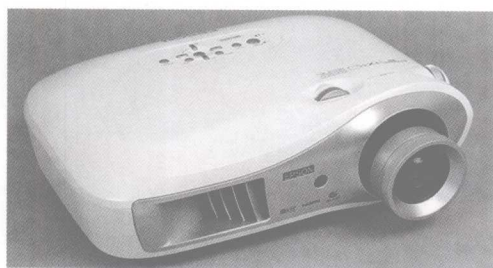


图1.8 爱普生投影仪

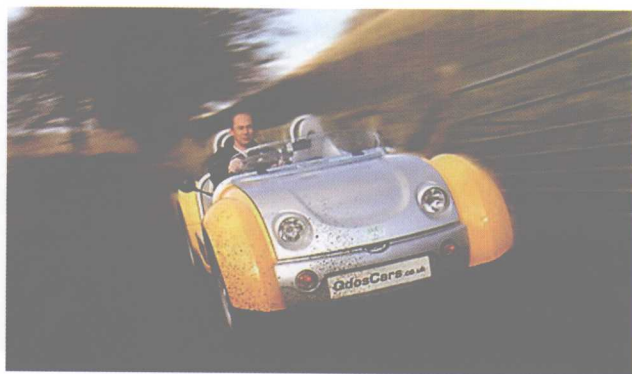


图1.9 法国研制的全塑料汽车

陶瓷材料属于无机非金属材料，它是一种天然或人工合成的粉状化合物，经过成型和高温烧结而成。由于它具有高硬度、高耐磨性、高耐蚀性和绝缘性而得到广泛应用。如卫生洁具、输电线路的绝缘材料、汽车发动机中的火花塞等（图1.10、图1.11），都是由陶瓷材料制成的。它分为普通（天然硅酸盐）陶瓷和特种（人工合成的高纯度原料）陶瓷两种。

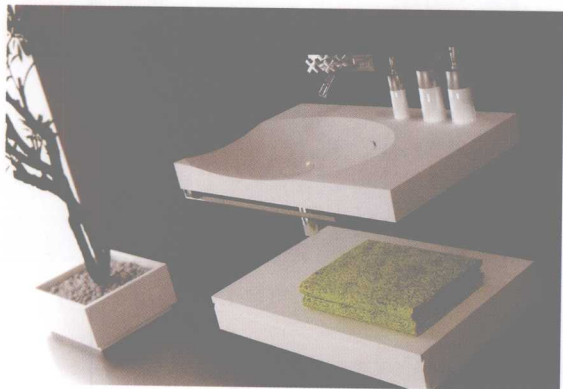


图1.10 DNA+ 洁具

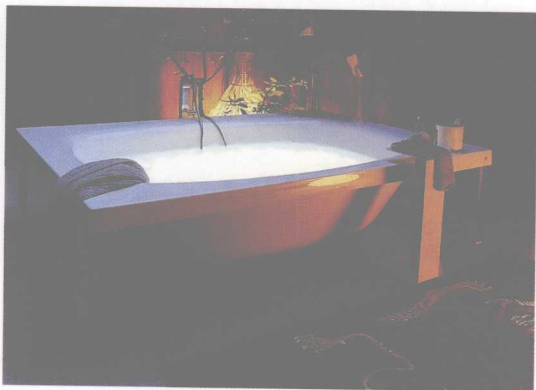


图1.11 kositalia洁具

目前，陶瓷材料、金属材料和高分子材料被称为三大固体材料。

结合工业设计专业的特点，我们将在书中有针对性的讲解。不仅讲材料的特性和成型方法，还要讲视觉感受（结合大量的特色图片），以便提高同学们的审美水平，这就是该书与其他相关教材的不同之处。

## 1.2 产品设计、工艺美术设计和机械设计

在工作中我们经常会遇到各种设计，譬如：工艺美术设计、机械设计、产品设计等，它们之间有什么区别与联系呢？在此，有必要给大家明确解释，以便于设计工作的顺利进行。

### 1.2.1 工艺美术设计

工艺美术设计发展的历史悠久，它强调的是技艺和精神享受。像花瓶、摆件、雕塑等都源于工艺美术设计。工艺美术作品能装饰生活，突出美的享受，但其功能单一，机械化加工水平低，自身不能再创造产生新的价值，强调手工艺水平是它们的特点。图1.12至图1.14为工艺品的经典作品。





图1.12 景泰蓝



图 1.13 贝雕工艺品



图1.14 根雕《傲》

### 1.2.2 机械设计

机械设计是由工程师承担的任务，主要完成各种功能的实现。如发动机的点火、动力的产生、齿轮齿条力的输出等。机械设计解决的是纯技术方面的问题，但这也是产品中最核心的问题。产品的更新换代主要还是依靠这种纯技术的改变而实现的。图1.15至图1.18所示为机械类产品。

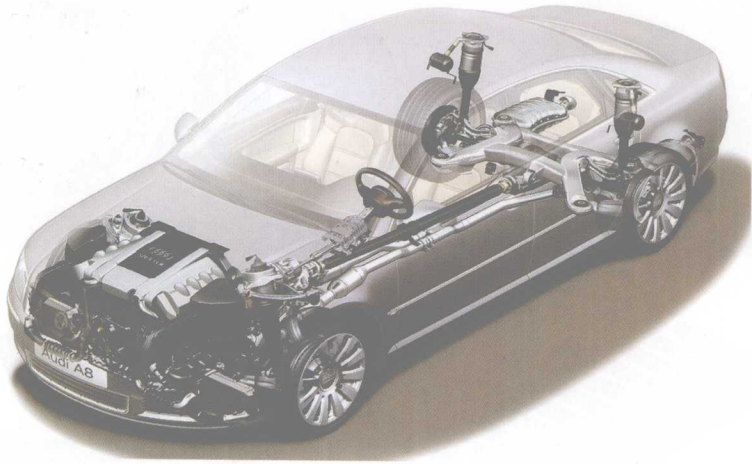


图1.15 奥迪A8轿车机械结构

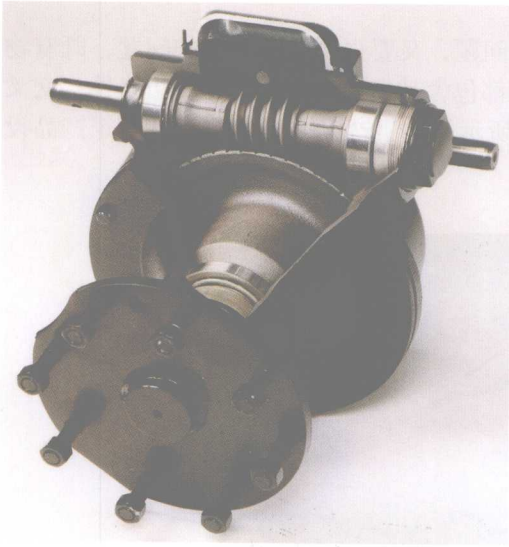


图1.16 Valley减速器



图1.17 第六代大众高尔夫轿车发动机



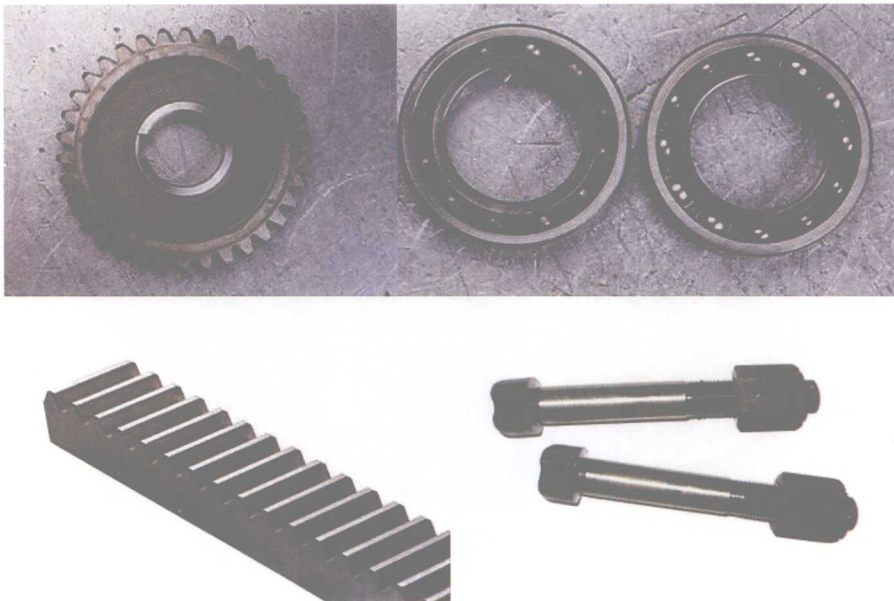


图1.18 常见的机械零部件

### 1.2.3 产品设计

产品设计是一个综合性的概念，它既要强调功能问题，又要强调审美宜人的问题，既有物质的也有精神的，这种设计是将工艺美术与机械设计都包含其中。所以，它是门边缘性、交叉性的学科，越来越受到人们的重视。图1.19至图1.23所示为整机产品，这类产品就属于产品设计。设计师将产品的功能和艺术美有机地融为一体。



图 1.19 阿斯顿马丁轿车



图1.20 飞利浦剃须刀



图1.21 SONY 播放器



图1.22 松下滚筒洗衣机

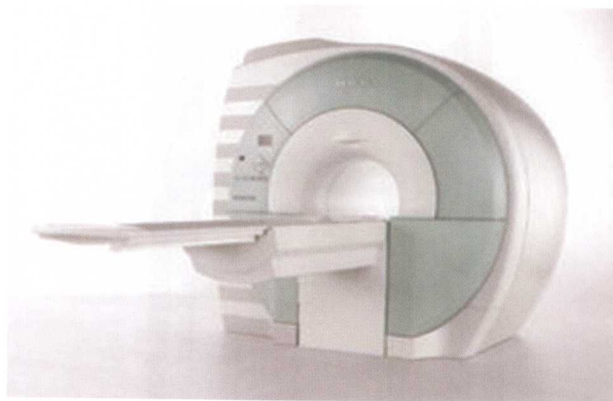


图1.23 西门子核磁共振仪

以上叙述，可以归纳如下：

工艺美术设计——强调精神艺术的作用，意在达到美的享受。

机械设计——强调功能、原理的问题，解决的是产品与产品之间的关系。

产品设计——强调的是舒适、宜人，将艺术美与使用功能有机结合，设计的重点是协调人与产品之间的关系。

不难看出，工业设计主要的任务还是产品设计。