

中国高等院校艺术设计专业

国家级实验教学中心精品课程规划教材

工业设计 教程

Textbook

Design



NLIC 2970651041

第二卷

主 编:杜海滨 | 北方联合出版传媒(集团)股份有限公司

副主编:薛文凯 | 辽 宁 美 术 出 版 社

中国高等院校艺术设计专业

国家级实验教学中心精品课程规划教材

工业设计 教程

Textbooks for Industrial Design



NLIC 2970651041

主 编:杜海滨 | 北方联合出版传媒(集团)股份有限公司
副主编:薛文凯 | 辽 宁 美 术 出 版 社

主 编：杜海滨

副 主 编：薛文凯

参编人员：(按姓氏笔画排列)

王 琳 田 野 孙 兵 刘成龙 张克非

张 安 陈江波 李雪松 岳广鹏 胡海权

高 凡 曹伟智 焦宏伟 魏靖野

图书在版编目(CIP)数据

工业设计教程.第二卷/杜海滨主编.一沈阳:北方联合出版传媒(集团)股份有限公司 辽宁美术出版社,2010.5
中国高等院校艺术设计专业国家级实验教学中心精品课程规划教材

ISBN 978-7-5314-4517-3

I.①工… II.①杜… III.①工业产品-造型设计-高等学校-教材 IV.①TB47

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第100167号

出 版 者：北方联合出版传媒(集团)股份有限公司

辽宁美术出版社

地 址：沈阳市和平区民族北街29号 邮编：110001

发 行 者：北方联合出版传媒(集团)股份有限公司

辽宁美术出版社

印 刷 者：辽宁彩色图文印刷有限公司

开 本：889mm×1194mm 1/12

印 张：22 $\frac{1}{3}$

字 数：350千字

出版时间：2010年6月第1版

印刷时间：2010年6月第1次印刷

装帧设计：洪小冬 彭伟哲

责任编辑：彭伟哲 洪小冬 童迎强 严 赫

光 辉 宋柳楠 郝 刚

技术编辑：鲁 浪 徐 杰 霍 磊

责任校对：张亚迪 徐丽娟 黄 鲲

ISBN 978-7-5314-4517-3

定 价：225.00元

邮购部电话：024-83833008

E-mail: lnmscbs@163.com

http://www.lnpgc.com.cn

图书如有印装质量问题请与出版部联系调换

出版部电话：024-23835227

前言

《工业设计教程》由鲁迅美术学院工业设计系组织编写，经过周密准备，悉心编写，终告完成。并被列为中国高等院校艺术设计专业国家级实验教学中心精品课程规划教材。

本套教材共由设计基础、专业设计、实践创新三个卷本组成，每卷通过规范的章节描述，从设计基础——设计方法——设计实践三个主要方面系统地介绍了相关课程的开设目的、教学要求、重点内容和作业指导等，并紧密结合课题实际，从设计创新、理论分析、实践创新等环节逐渐展开、细化、深化到教学的全过程。其目的就是要从理论到实际对工业设计教学进行全面的、系统的深化和整合。力图打造一部特色鲜明、具有创新意识、符合当今工业设计教育发展趋势的高质量专业教材。同时，为了进一步发挥教材的实际作用，提高学习效率，书中力求以清晰的题目、简明的论述、生动的案例、贴近实际的练习为核心。着重强调教学与实践过程的调查、分析、评估和验证，将学习内容融入到教科书中的各个章节，帮助学生建立完整的知识结构和专业架构，以科学的态度、敏锐的思维和有效的方法在学习与实践中发现、解决问题。

本教材中采用的大部分教学实例是鲁迅美术学院工业设计系多年来积累的教学研究成果，以及在参与国内外各项设计比赛活动中精选出来的优秀佳作，其中许多作品是首次发表，非常具有典型性、代表性和原创性，不仅易于理解，而且更直观更具有说服力（其中，计算机辅助设计部分还专门制作了数据光盘演示内容，使教学过程更具有互动性和可视性，便于学习和掌握）。在教材的编排上，我们充分注意把知识传播和实际教学以及学生阅读习惯与图文版式有效结合起来，成为追求完美教学的好帮手，以提高学习的质量与效率。同时期待广大读者和致力于探索我国工业设计教育发展之路的同仁有所启发与参考，在相互吸纳、相互融合中，持续发展，共同提高。

本套教材是一部集体合作之著，全体作者为之付出了相当大的努力。由于时间所限、学养所限，其中难免存在不足和缺失之处。在此，我们期望来自各方专家学者及学生们的宝贵意见，以便今后补充和修改。

王海濱
2010年2月

目录

>> 第一部分

材料与应用 / 007 曹伟智

概 述 / 008

第一章 材料的概论 / 009

第二章 常用材料 / 011

第三章 复合材料 / 023

第四章 新材料 / 025

>> 第二部分

空间立体形态设计基础 / 029 王 琳

概 述 / 030

第一章 概述空间立体形态的概念 / 031

第二章 空间立体形态的分类 / 035

第三章 材料、结构、工艺与立体形态 / 038

第四章 几何立体形态的设计 / 048

第五章 有机形态的设计基础 / 060

>> 第三部分

设计程序与方法 / 073 田 野

概 述 / 074

第一章 设计思维与创意方法 / 075

第二章 产品调查与资料分析 / 087

第三章 方案表达与设计展示 / 094

第四章 样机制作与综合评价 / 104

>> 第四部分

应用人机工程学 / 113 胡海权

概 述 / 114

第一章 人体测量及其应用 / 115

第二章 人体感知 / 133

第三章 人和环境 / 139

第四章 人机系统设计 / 143

>> 第五部分

产品语意学 / 155 李雪松

概 述 / 156

第一章 产品语意学概述 / 157

第二章 产品语意符号研究 / 162

第三章 产品语意学在产品设计中的应用 / 167

第四章 产品语意学的研究方法 / 171

第五章 设计案例 / 175

第六章 设计赏析 / 183

>> 第六部分

产品仿生学 / 191 杜海滨 曹伟智

概 述 / 192

第一章 仿生设计概论 / 193

第二章 仿生设计的方法 / 197

第三章 仿生物的产品设计 / 210

第四章 生物意象特征的产品仿生 / 241

>> 第七部分

设计表述 / 255 田 野

概 述 / 256

第一章 设计表达概述 / 257

第二章 设计表达分类 / 260

第一部分 >>>>>

材料与应用 /

曹伟智

课程名称 _ 材料与应用

课程时间 _ 54学时

教学目的 _ 使学生掌握常用设计材料的基本类型、基本属性、材料特性及材料的加工工艺与应用。通过科学、系统的方法深入分析其本质内涵，并从理性的角度提升和认知材料与设计的关系。

课程重点 _ 组织课堂讨论，培养学生从理论和实践角度深化对材料的特性及加工应用的认识、理解与研究，加强实验数据、科学规律、把握事物的内在联系，启发学生的创新意识。

作业要求 _ 在课程思考题的理解与分析基础上，针对某特定设计材料进行市场调查与分析，进行现有材料收集与简单加工，并制作设计调查报告书。

学 分 _ 2学分

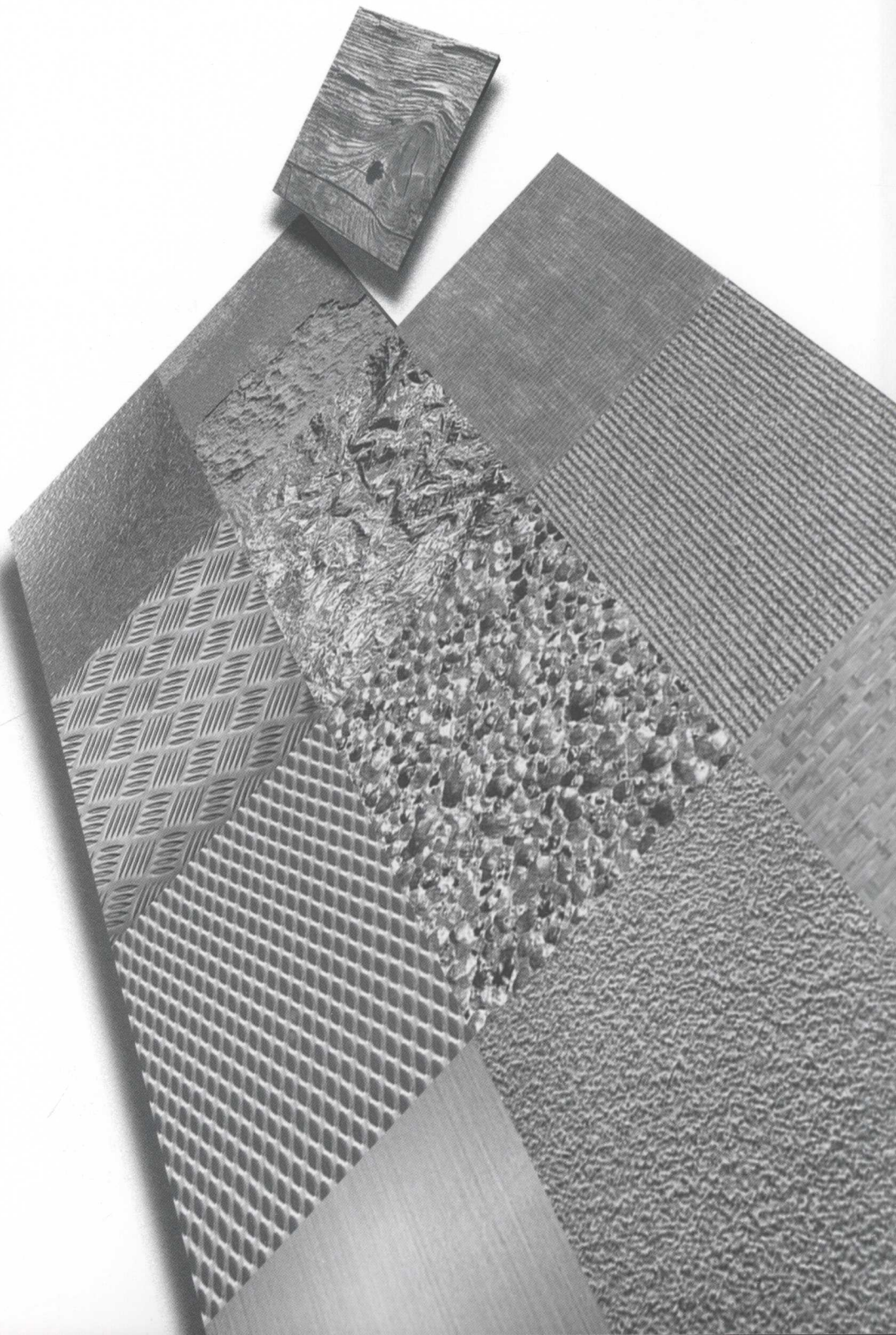
概述

设计是人类为了生存和发展而进行的一种造物活动，人类的造物活动离不开材料。材料概念的生成是人类活动的物质基础，是在天然生成且尚未加工的自然物质（称为原料），经过人为加工处理后所产生的物质。材料发展的历史就是人类发展的历史，也就是人类通过改变自然物的形态和性能而形成人造物的过程。材料的发展历程也映射出材料的发展规律与特性，诉诸着不同时代的文化、经济和生活方式。

从设计的角度来理解和运用材料是对客观物质世界的认知过程，也是对人类发展和社会进步提升的过程。每当新材料、新工艺、新技术的出现都会带给设计以新的飞跃，它是人类对材料的概念与认识不断理解、深入、再现的意识反映。

工业革命以后，合成材料、半导体材料、高分子材料、环保型材料、复合材料到各种新材料的不断发展与应用，是人类对材料认识的跨越，是科学技术发展和创造的结晶，它极大地推动了人类文明的进程。材料固有的不同的性能特征，提升了应用领域材料的使用效率和使用范围，所以对材料真正意义上的理解和认知，是对设计者理解力和表现力的综合验证。

通过本课程的学习，让学生深入了解和掌握常用材料的发展、基本类型、基本属性、设计材料的特性及材料合理、有效的使用。从理性的逻辑需求出发，感知设计材料及应用对产品设计的理解和再认识。本课程主要围绕材料的性能与特性、常用材料、复合材料、新材料等相关内容展开，面对产品设计类专业的教学特点，有针对性地作以重点阐述，以便学生能够准确、快捷地融入和把控。通过科学、系统的方法学习，应达到认知材料的基本特性及其应用，从本质上加深对材料内涵的理解。同时从设计角度就材料感性属性进行分析掌握，并从理论和实践角度全面提升对材料的认识、理解、研究，进而培养学生对材料及应用的更深入的了解，让学生清晰认知材料与设计的关系。



第一章 材料的概论

第一节 材料与产品设计的关系

设计是一种造型的活动，是人类在生存与发展中有意识地运用各种工具和手段，将材料加工成具有一定形状的实体，使其成为具有使用价值的物质过程。人类的造物活动离不开材料，也就是明确地提出了，材料是人类活动的基本物质基础。从产品的出现，人类就在不断地追求产品的内容与形式的完美结合。我们在设计产品时，必须合理有效地利用各种材料的特性及加工技术，以切实的角度深入理解与探寻材料与设计的结合，可见设计与材料之间是密不可分。

材料是产品设计过程中的一种重要设计表现形式，材料与产品设计的结合集中地反映了产品设计领域的最新设计手段和方法。因此，从材料与设计的关系上分析，具体体现在以下三个方面。

一、材料是产品设计的物质基础。

任何产品的矗立，完全是各种材料的组合而形成的，材料是产品的主要承载，同时也是人类认知产品的主要途径。可见产品设计思想的提出，都是建立在材料这一物质基础之上的选择与链接。

二、材料与产品设计的互动

产品设计中，对新材料的开发与应用成了提高产品效用和开发产品新功能的重要因素。新材料的出现与发展，常常会给产品设计带来意想不到的创意灵感，会给设计思潮带来突破性的发展；同时，各种设计思想的提出，往往会对材料的发展提出更高的要求，也促进了新材料的探索与开发。可以说，材料与产品设计的协同与发展是社会推进的必然结果。

三、材料性能与产品感受

由于不同的材料具有各自不同的性能特征，因而一旦材料被应用到产品时，就会对产品的形态、构造乃至视觉上产生相应的影响。因为，不同的材料有着不同的加工工艺和成型工艺，而不同的加工工艺将会对产品的外观印象起到直接的作用。也就是说，不同的材料在同一产品上的应用，会有着不同的视觉感受；而同一材料的不同加工工艺付诸产品时，也会产生不同的视觉效果。这就要求在进行产品设计的材料选择时，设计者不仅要有美学上的考虑，还要对设计的合理性和可行性进行具体分析，不要在盲目的选择材料中，散失了产品所应有的特性。

第二节 材料的感受特性

材料的感受特性是材料给人的总体感觉和印象，是人们通过视觉、触觉、听觉及味觉对材料形成生理刺激的主观感受。人们正是通过这些感觉器官和大脑思维得到对不同材料所产生的感觉特征，传达着特定的材料表层和更深层的信息和内涵，即我们所说的质感。图1-1-1为不同材料的质感表现效果。

一、材料的质感

1. 触觉材质感

触觉材质感是人们通过手和皮肤触及材料而感知到材料的表面特性，它是一种被动式的感知和体验。触觉的感知是一种复合的心理构成，只有在接触之后才能将事物的信息传递给大脑，直接把触觉记忆体现为触觉或运动感觉，达到一种全新的内在满足和体验，它呈现出的是综合性的主观印象。说到触觉，人们首先联想到的就是手指尖与材料表面的接触，其实人的每一寸皮肤都很敏感，并不局限于感觉器官，而覆盖于我们整个身体的表面。触觉的生理构成由温觉、压觉、痛觉、位置觉、震颤觉等组成，它引起的心里感觉是非常准确的。根据材料表面的特性体验来感悟触觉的刺激性，形成了舒适的触觉质感和厌恶的触觉质感，如凹凸不平的沧桑、坚硬冰凉的冷峻、顺滑丝软的高雅，使皮肤产生不同的触觉质感。相对触觉来说，较视觉更加真实而细腻，是一种特殊而直接的感觉反映。

2. 视觉材质感

视觉材质感是靠视觉来感知的材料表面特征，通过捕捉外界信息和了解材料表面感受，经大脑综合处理后产生对材料表面特征的直接印象。材料的表面特性对视觉器官的刺激，决定了视觉感受的差异性。

3. 自然材质感

自然材质感是材料本身所固有的质感，是由材料的元素成分与微观结构所决定的，它直接表露材料的固有成分、物理化学特性和表面肌理等物面特征。它相对于材料表面进行技术和艺术加工处理而形成的人为质感而言，更具亲切和温馨感。

4. 人为材质感

人为质感是人有目的地对材料表面进行技术性和艺术性加工处理，改变其表面特征，使其形成一种全新的设计质感。它突出人为的工艺特性，强调工艺性和技术创造性。

二、材料的色彩

色彩是设计中最具感性的元素，它完全依附于材料这个载体，使材料淋漓尽致地发挥出特有的魅力，强调和衬托其材质感。这里主要针对材料的固有色彩和人为色彩来展现。

1. 材料的固有色彩也称自然色彩

它是产品设计中所运用的重要元素，在设计中要充分发挥和保留材料固有色彩的美感，运用巧妙的设计手法来加强和充实设计对接，丰富其美感功能和设计表现力。

2. 材料的人为色彩

它是根据产品设计的需求对材料表面进行着色处理，用以调节材料固有色彩与设计的契合。在强化和烘托材料美感的同时，要注意材料着色中色彩的明度、纯度、色相及自然肌理的把控力。在产品设计时，固有色彩和人为色彩的选用，要因材施艺，要根据多方面的因素去确定，同时相似色材料和对比色材料的运用，在材料的设计组合上也是有效的补充。

三、材料的肌理

1. 自然肌理

自然肌理是材料自身所固有的肌理特征,它包括天然材料的自然形态肌理(如木材、石材、皮革等)和人工材料的形态肌理(如钢铁、塑料、纸张等)。

2. 再造肌理

再造肌理是为满足产品设计的需要,运用各种加工手段改变材料原有的表面材质特征,形成一种新的人为肌理特征,它是材料自身非固有的肌理形式的体现。同时材料肌理的组合与运用在产品设计的效果表达上也是非常重要的途径,可根据设计需求来探求同一肌理材料、相似肌理材料和对比肌理材料的组合,来协调和体现产品外观的整体美感。

四、材料的光泽

光泽是材料表面的一种肌理特征,也可以说是光的视觉特征。我们知道光线投射到物体表面,不同的材料表面对光的反射角度、强弱会得到不同的视觉效果,这种通过感觉反射到材料表面的光线而产生的美感,是人们认知材料的主要方式。

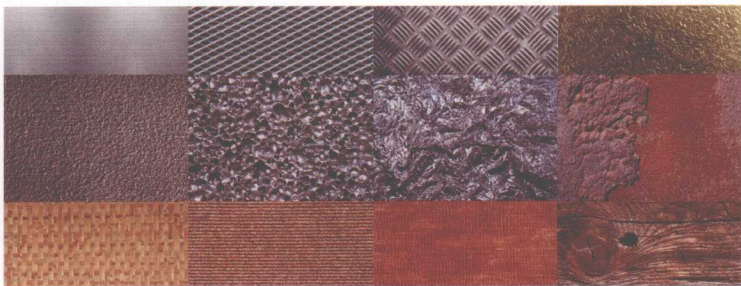


图1-1-1

第三节 材料的形态特征

材料的存在是界定在形态基础之上的,作为材料的形态因素,承载着不同的信息和感觉特征。可具体划分为自然形态下的天然材料和经过人工处理的再造形态。自然形态的材料是天然原材料的状态下无定态的形状保留,如树木、竹藤、岩石等;再造形态是将天然的原材料经过物理或化学的加工手段,制作具有一定性能和形状的新材料。

一、颗粒材料

主要指粉末与颗粒状等细小形状的物体。

二、线状材料

材料的长度远远大于其横截面时称线状材料,设计中常用的有钢管、钢丝、铝管、金属棒、塑料管、塑料棒、木条、竹条等。

三、面状材料

面材是产品设计使用最多的材料形状,面材材料是以较大的展开面积和较小的厚度的形态特征而广泛应用于产品设计中,具有很大的包容、延展的视觉特性。设计中所用的板材有金属板、木板、塑料板、合成板、

金属网板、皮革、纺织布、玻璃板、纸板等。

四、块状材料

块状材料在三维空间上具有一定的相关尺寸,是一种封闭的实体形态。块状的形态特征表现为重量特性和强度特性,形成视觉上的沉稳、紧凑的视觉效果。设计中常用的块材有木材、石材、泡沫塑料、铸钢、铸铁、铸铝、油泥、石膏等。

五、型材

具有一定截面形状的加工成型的材料称为型材。型材因其使用的范围,可加工成不同的截面,具有很好的力学性能。常用的型材有型钢材、不锈钢型材、铝型材、铜型材、塑料型材等。它的横截面形状有圆管、方管、角形、工字形、槽形及截面形状较复杂的专用型材等。

第四节 材料的基本性能

一、材料的物理和化学性能

1. 材料的物理性能

(1) 材料密度:是指材料在自然状态下单位体积的质量,即 $\rho = m/v$ 表达方式为: ρ ——材料的密度,单位为 kg/m^3 。

m ——材料的质量,单位为 kg 。

v ——材料的体积,单位为 m^3 。

(2) 熔点:金属由固态转变为液态时的温度称为熔点。纯金属都有相对固定的熔点,熔点低于 700°C 的金属称为易熔金属,如锡、铅等。熔点高于 700°C 的金属称为难熔金属,如钨、钼、钒等,常用来制造耐高温的火箭、导弹、燃气轮机等领域的零部件。

(3) 导热性:材料在单位时间内传热量性能与程度称为导热性。导热性通常用热导率来衡量,热导率越大,导热性越好。金属的导热性要高于合金,相对银的导热性最好,其次铜、铝。热导率的符号为 λ ,单位为 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。

(4) 导电性:材料传导电流的能力称为导电性。通常用电导率或电阻率来衡量材料的导电性,电导率越大,材料的导电性越好;电阻率正与电导率相反,电阻率越大,材料的导电性越差。金属的导电性要高于合金,相对银的导电性最好,其次铜、铝。电导率高的铜、铝适宜制造电线和导电零部件;电导率低的金属或合金铁、钨、钼多用于制造电热元件。部分陶瓷也是电的良导体,多用于半导体材料。电阻率的符号为 ρ ,单位为 $\Omega \cdot \text{m}$ 。

(5) 热膨胀性:材料由于其温度变化会产生膨胀或收缩的特性称为热膨胀性。一般以材料的体积变化来计算,材料受热时膨胀,冷却时收缩,材料的体积也随之发生变化增大或缩小。在材料的热膨胀系数上,高分子材料变化的最大,金属材料次之,陶瓷材料变化的最小。

(6) 耐燃性:材料抵抗和承载火焰与高温的性能称为耐燃性。根据材料耐燃能力和高温下变形程度可分为耐燃材料、难燃材料和易燃材料。

(7) 磁性:是指金属材料在磁场中被磁化而反映出磁性强弱的性能。可分为在外磁场中被强烈磁化的铁磁性材料,如铁、钴、镍等;在外磁场中被微弱磁化的顺磁性材料,如锰、铬、铝等;能抗拒或减弱外磁场对材料的磁化作用,如铜、锌、铅等。

2. 材料的化学性能

材料的化学性能主要表现在材料抵抗环境介质的化学腐蚀和电化腐蚀的抗蚀性上,它包括材料抵抗环境的耐腐蚀性,抗氧化性和耐候性等。在材料的化学性能上,玻璃和陶瓷材料抗蚀性最好,高分子材料次之,金属材料最差。

二、材料的力学性能

力学性能是指材料抵抗外力作用的能力,即材料在外力作用下产生变形的质量指标。不同材料的荷载表现出不同的力学性能,如强度、硬度、弹性、塑性、脆性与韧性等。

1. 强度

指外力作用下材料抵抗塑性变形和断裂的最大能力。材料在外力荷载较小时,会产生弹性变形;荷载大时,材料会产生塑性变形直至断裂。材料的强度一般以抗拉强度作为基本的强度指标,也就是通过拉伸试验来测定。材料抵抗外力破坏作用的最大能力称为材料的极限强度。材料的强度除以密度称为比强度。

2. 硬度

硬度是其他物体对材料表面所载压的承受能力,反映材料局部塑性变形的能力。硬度是直接的使用性指标,测定时以材料在使用过程中表面所产生的划痕、凹坑及磨损程度来评定其硬度。此外硬度与强度还存在一定的内在联系,常通过测量材料的硬度来估算强度。

3. 弹性

在外力作用下材料会产生相应的变形,解除外力后材料恢复原有形状的性能称为材料的弹性。材料所能承受的弹性变形量越大,则材料的弹性越好。

4. 塑性

在外力作用下材料发生相应形状和尺寸的永久变形,但不产生断裂,这种能承受永久变形的能力称为材料的塑性。材料在永久变形量中不出现断裂现象,是评判材料塑性高低的标准。往往在材料的使用中过高地追求塑性,会降低材料的强度。

5. 脆性与韧性

脆性与韧性以材料的断裂现象而判定的,脆性材料是指材料未断裂之前无塑性变形或微小的塑性变形现象,或发生很小塑性变形导致破坏的现象。如:玻璃、铸铁等。韧性断裂是指材料在断裂前产生较大塑性变形的断裂现象,具有这种性能的材料称为韧性材料。

三、设计材料的工艺特征

1. 加工成型性

加工成型包括熔融状态下的一次加工(称为型)和材料的车、钳、铣、

刨、削、镀覆等工艺的二次加工(称加工)。钢铁的加工工艺性能优良,而且成型方法很多,可采用铸造、锻压、焊接、切削加工等方法制造出各种产品。

2. 环境形状保持性

材料的合理使用与保护是设计中应考虑的主要问题。很多材料因外界环境和周围介质的影响而发生物理、化学变化,引起材料内部构造的改变而出现褪色、腐蚀等现象,出现材料性能的改变。

3. 表面工艺性

设计中为完善材料表面的装饰效果和美观的外形,往往通过一系列的表面制作与处理,使材料的表面性能与状态进行改变。也就是在不改变材料的基本成分和强度的条件下,通过物理和化学手段赋予材料表面以特殊的性能,从而提高其产品的使用价值和经济价值。

思考题:

1. 材料的感受特性主要体现在哪些方面?
2. 怎样理解材料的基本性能?并针对几种材料的不同性能加以分析。

第二章 常用材料

第一节 金属材料

金属材料是现代工业设计活动中应用最为广泛的材料。金属及其各类合金材料种类繁多,具有强度高、延展性好、易于加工等一系列优良的物理及化学性能,赋予它有很高的使用功能和美学价值,是产品设计得以实现的最主要的物质条件。

一、金属材料的物理、化学特性

1. 金属材料是晶格结构的固体,有固定的熔点和凝固点,具有良好的延展性。
2. 金属材料是热与电的良导体,绝缘性较差。
3. 金属材料表面具有特殊的光泽,但缺乏色彩。
4. 金属与其他金属或氢、碳、硼、磷等非金属元素在熔融状态下形成合金,以改善其金属的性能。
5. 金属密度比较大,化学性能活跃,易于氧化而生锈,产生腐蚀。

二、通常把金属材料分为黑色金属和有色金属两大类

1. 黑色金属

黑色金属是指铁和铁的合金,包括铁、锰、铬及它们的合金。如生铁、铸铁、钢铁合金等。钢和铁均是以碳为主要添加元素的铁碳合金。

(1) 铁:通常讲铁材料指的是各种生铁和铸铁,而不是纯铁元素。铁是指碳含量大于2%的铁碳合金,它是炼钢和铸造的原材料。铁的含碳量高其硬度也高,同时塑性低而脆。

(2) 铁合金:铁合金是铁和其他定量金属元素的合金。它是炼钢的主要

原料。按铁合金所含的元素及用量,主要有锰铁、硅铁和铬铁。图1-2-1为铁合金材料的烤炉制品。

(3) 钢:我们所说的钢是指轧制成各种钢材的钢,它是碳含量小于2%的铁碳合金。钢具有较高的强度和良好的塑性,属于韧性材料的一种,可进行塑性加工。钢的含碳量越高则硬度越高,强度也越高,但塑性和韧性也降低。

① 碳素钢:碳素钢也称碳钢,是指含碳量小于2%的铁碳合金。碳素钢除含碳外一般还含有少量的硅、锰、硫、磷等元素。常用的碳素钢有碳素结构钢和碳素工具钢。碳素结构钢分为普通碳素结构钢和优质碳素结构钢,其含碳量小于0.8%。普通碳素结构钢强度相对低,但具有很好的焊接性能、塑性和韧性,主要用于钢板、型钢、棒钢的制作。优质碳素结构钢具有较高的强度和弹性、良好的塑性和韧性及很好的冷成型性和焊接性能,主要制作零件、齿轮、模具、弹簧等。碳素工具钢是不含合金元素的高碳钢,其含碳量在0.65%—1.35%范围内。碳素工具钢经过热处理后,可以得到较高的硬度和耐磨性,可以用来制造各种五金工具、磨具和量具。

② 合金钢:是碳素钢和其他金属熔炼而制成的各种类型的合金钢,提高了碳素钢的性能,用来制造高性能的工具和零件。在钢中除含有铁、碳和少量的硅、锰、磷元素以外,还含有一定量的钼、镍、铬、钒、钛、硼、铝、稀土等合金元素,这种钢称为合金钢。常用合金钢有合金结构钢、合金工具钢、弹簧钢、轴承钢、不锈钢耐酸钢等。

③ 不锈钢:也称不锈钢耐酸钢,是指抵抗大气和化学介质腐蚀中具有高稳定性、不容易生锈和耐酸性的钢。不锈钢材料具有很好的耐腐蚀、加工成型及强韧的特殊性能外,还可进行抛光、喷沙、压花、化学蚀刻、上色等表面装饰处理。不锈钢在含铬量大于12%时,就有了不锈钢的特点,如果在这种钢中在加入9%的镍,就形成无磁性的不锈钢。因其特有的金属光泽、美观性和长久使用的性能,而广泛使用于建筑、家居器具、医疗器械、仪器仪表等领域。图1-2-2不锈钢材料的容器。

钢材根据断面形状一般分为钢板、钢管、型钢及钢丝四大类。

① 钢板:钢板是用热轧或冷轧方法生产的表面积很大的扁平钢材。钢板按其表面特征可分为普通钢板、镀锌钢板、镀锡钢板、复合钢板和涂层钢板。钢板按厚度分为薄板(0.2mm—4mm)、中板(4mm—20mm)、厚



图1-2-1

板(20mm—60mm)、特厚板(大于60mm),钢板的宽度一般在500mm—1400mm之间。这里把宽度比较小、长度很长可成卷的薄板称为钢带。

② 钢管:钢管是具有相同壁厚的空心形状钢材,具有很好的力学性能,它的直径一般在0.3mm—650mm之间,管壁厚度因用途不同而不等。各种钢管的品种规格很多,常用的有输送管、薄皮管、无缝管、不锈钢管等。按断面有无缝又分为焊接钢管和无缝钢管两大类。

a. 焊接钢管:用带钢焊制成型、断面有接缝的钢管。

b. 无缝钢管:由整块金属制成,断面没有接缝的钢管。无缝钢管有圆形和方形、椭圆形、三角形、六角形、星形等多种异形。

③ 型钢:根据断面形状,型钢分简单断面型钢和复杂断面型钢(异型钢)。简单断面型钢指圆钢、方钢、扁钢、角钢等;复杂断面型钢指工字钢、槽钢、钢轨、冷弯型钢等。

④ 钢丝:钢丝通常指的是用热轧线材为原料,经过冷态拉拔加工而成的。由于钢丝材料应用广泛,可在其断面形状和用途上进行分类。

a. 断面形状上:有圆形、方形、椭圆形、三角形和各种异形,尺寸在0.1mm—8mm以下多种。

b. 用途上:可分为普通钢丝、顶锻钢丝、弹簧钢丝、结构钢丝、工具钢丝、钢丝绳用钢丝、电阻合金钢丝等。

2. 有色金属

有色金属又称非铁金属,除黑色金属铁、锰、铬以外的金属及合金都叫做有色金属。有色金属及其合金的种类很多,虽无法与钢铁材料的大量使用相比,但有其自身的特性,而广泛应用于现代工业及生活中。我们把有色金属归纳为五大类:轻有色金属、重有色金属、贵金属、半金属、稀有金属。

(1) 常用的有色金属

① 轻有色金属:轻有色金属通常指密度在 $3.5\text{g}/\text{cm}^3$ 以下的有色金属,包括铝、镁、锂、钠、钾及其合金等,它们普遍具有密度小,化学活性大的特点,广泛应用于航空、车辆、仪器仪表、日用品、建筑装饰材料等。图1-2-3为轻有色金属及其合金的产品外观造型。

② 重有色金属:重有色金属通常指密度在 $3.5\text{g}/\text{cm}^3$ 以上的有色金属,包括铜、铅、



图1-2-3



图1-2-2 图片来自www.arhtml.com

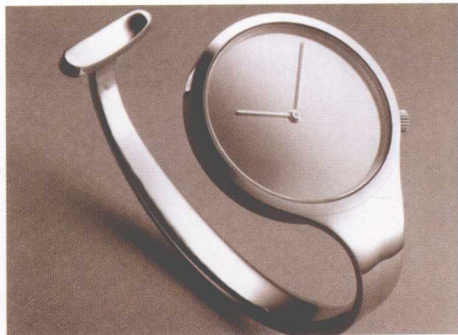


图1-2-4

锌、锡、镍、钴、汞及其合金等。根据各种重有色金属的特性,广泛应用于军工、船舶、电子、电气、建筑装饰材料等(图1-2-4)。

③半金属:半金属通常指物理化学性质介于金属与非金属之间的有色金属,包括有硅、砷、硒、碲及其合金等。这类金属具有不同的特性,如硅是半导体的主要材料,砷是非金属,但又能传热导电。

④稀有金属:稀有金属通常是指在自然界中含量很少或难以从原料中提取的有色金属。包括有钨、钛、铀、钼、钽、钒、镨及其合金等。因其稀有的特性只在一些重要领域使用,如航空、电子、船舶、精密仪器等高新技术产业方面。

⑤贵金属:贵金属通常指地壳中含量少,难于开采和提取,物理化学性能稳定,价格较贵的有色金属。包括金、银、铂及其合金等。他们的共同特点是:密度大,化学性能稳定,具有高度的可锻性和可塑性,良好的导电性和导热性(铂元素除外)。贵金属广泛应用于民用、电器、电子、航空、高温仪表等(图1-2-5)。



图1-2-5 为金和铂金属及其合金材料制作出来的精美首饰。在美妙悦目的视觉感观下,透露出重金属材料尊贵而玄妙的自然光泽。

2. 有色金属合金

由一种有色金属作为基体,加入其他金属或非金属所组成的具有某些特定性能的物质称为有色金属合金。合金有很多优于纯金属的性质。如纯铝的强度相对低,其硬度的局限无法在结构材料中使用,加入铜、镁、硅等元素形成硬铝合金,强度比纯铝高6倍之多,而被广泛地用于航空、机械和建筑等。

(1) 铝及铝合金:铝是地壳中储量最丰富的金属元素之一,其产量仅次于钢铁。纯铝具有很好的机械性能,有良好的延展性、导电性、导热性、耐热性等。铝材料表面呈银灰色的金属光泽,密度为 $2.7\text{g}/\text{cm}^3$,熔点为 660°C ;导电性仅次于银、铜、金。纯铝的硬度与强度较低,且不耐酸、碱、盐的腐蚀;使它的用途受到限制,主要用于制造导线和民用器具等强度要求不高的产品。

以铝为基础,加入铜、镁、锰、硅、锂、稀土等其他元素成为铝合金,铝及铝合金是在有色金属中使用量最大的一种材料。常见的铝合金有铝镁合金、铝铜合金、铝硅合金、铝锰合金等。铝合金的加工性能好,表面可进行抛光、喷砂、上色、微蚀处理等质感装饰;且塑性高、重量轻、强度高、耐腐蚀、易于成型加工等性能,被广泛用于车辆、飞机、日用品建筑装饰材料等产品中。图1-2-6为铝合金材料的产品造型。



图1-2-6 图片来自www.designuu.com

(2) 铜及铜合金:铜的表面呈玫瑰红色,表面在形成氧化亚铜后呈紫色,故纯铜又称紫铜。纯铜的密度为 $8.9\text{g}/\text{cm}^3$,熔点为 1083°C ;纯铜的物理化学性能明显,具有很高的导电性和导热性;化学性能稳定、机械性能良好、易熔接、同时具有较强的抗蚀性、可塑性和延展性,易于成型加工。

以铜为基体的合金均称为铜合金。铜合金的品种很多,如黄铜、青铜及白铜等。黄铜是以锌为主要添加元素的铜合金,表面颜色随锌元素含量的增加由金黄色变成淡黄色;此外还有铅黄铜、铝黄铜、锰黄铜、硅黄铜等。青铜是以锡为主要添加元素的铜合金,表面颜色呈青灰色,还有添加其他元素的铅青铜、铝青铜、铍青铜、硅青铜等。白铜是以镍为主要添加元素的铜合金,其表面颜色呈银白色,因色泽与银相仿,故白铜也称假银。铜合金具有很好的塑性和加工性能,比纯铜更高的强度、耐蚀性和弹性。广泛应用于日用品、军工、飞机、船舶、电器产品等。图1-2-7为铜合金的产品,其中水龙头是以铜元素为基体材料的产品。



图1-2-7

(3) 镁及镁合金:镁在地球的储量仅次于铁和铝,密度为 $1.7\text{g}/\text{cm}^3$,熔点为 650°C 。以镁为基本的合金常称为镁合金。镁及镁合金最主要的特点是密度低,比铝轻 $1/3$;能承受较大的冲击载荷;具有很好的切削加工性能和抛光性能。其缺点是耐蚀性、铸造性能差。采用镁合金材料能够减轻重量、提高效率、节省能源,作为重要的结构材料在航空、导弹、汽车、计算机、仪表、通信等领域应用(图1-2-8)。



图1-2-8 图片来自www.designuu.com

④钛及钛合金：钛是一种银白色的金属，它的储量是铜、铅、锌、镍总量的16倍之多，涉及提炼困难，使应用受到了一定的限制，它的密度为 $4.5\text{g}/\text{cm}^3$ ，熔点为 1668°C 。钛合金是一种很特别的金属，它的强度与钢接近、其强度比任何合金都高，且质地轻盈有突出的耐蚀性和塑性，被誉为“未来的金属”。钛合金广泛应用于航空、航海、电子、化工、医疗、民用等领域（图1-2-9）。



图1-2-9 图片来自www.designuu.com

第二节 木材材料

木材是由裸子植物和被子植物的树木天然生长的有机材料，它是工业产品中普遍使用的一种材料，是人们生活不可缺少的再生绿色资源。因此对其特性、性能、加工方法与使用的了解是非常重要的。

一、木材的特征

木材和其他材料相比，质轻而强度大，密度适中，具有很好的柔韧性；同时具有多孔性、向异性、易燃性、湿胀干缩性和生物降解性等特性；从其合理使用和发挥性的角度，木材主要有以下特征。

易加工、可塑性强：木材可以用机械加工和手工工具加工成各种型面，也可用物理和化学方法，进行弯曲、模压、旋切等加工；可进行各种形式的榫结合、钉结合、各种连接件及胶黏剂结合。

密度小、性能优越：干材密度在 $0.3\text{—}0.7\text{g}/\text{cm}^3$ ；强度高、具有很好的弹性和热稳定性，是良好的热、电的绝缘材料；声音传导及干缩、湿胀性和翘曲变形性小，这些性能都优于金属材料。

装饰性强：木材是天然自然资源，具有天然美丽的纹理和色泽，在着色和涂饰的技术性能上优越，具有特殊的装饰效果。同时环保特性尤为鲜明，是人们所青睐的材料。

木材属于纯天然生长的材料，也有其自然缺陷，主要表现在：

1. 木材生长周期长，肢体结构中有节疤、弯曲等天然缺陷，且不易回收使用。

2. 木材受温度与湿度影响大，材性不稳定，另外在储存、加工中易产生变形、开裂等现象。

3. 木材属易燃性材料、这是木材的最大缺陷。

4. 木材在自然生长和储存中，易受菌、虫的侵蚀。

二、木材的分类

树种的种类繁多，其特性、质地也有很大区别。通常按照树叶的外观形状划分为针叶树和阔叶树两类，也可以把前者称为软木、后者称为硬木（图1-2-10）。

针叶树：针叶树属裸子植物，主要特征在其叶细长、叶脉平行、成硬针状、四季常绿；也有个别树种叶面呈平状、柔软、落叶，材质较软。针叶树材一般树干高大、纹理平顺、材质均匀、易加工、易干燥、开裂和变形较小、适于作结构用材；在建筑、家具、车辆、船舶、造纸及合成木

的加工与使用上比较普遍。常用树种有：红松、樟松、白松、落叶松、柏木、杉木、冷杉、银杏、柳桉等。

阔叶树：阔叶树属被子植物，主要特征在其叶阔，呈网状叶脉；有常绿树，也有落叶树。树干部分一般较短，材质硬且重，强度较大，纹理自然美观；阔叶树木材适用于中高档家具、装饰材料、地板、造纸及合成木的使用。常用树种有：水曲柳、白桦、楸木、柞木、椴木、柚木、花梨木、紫檀、白榆、楠木、橡木、胡桃木等。

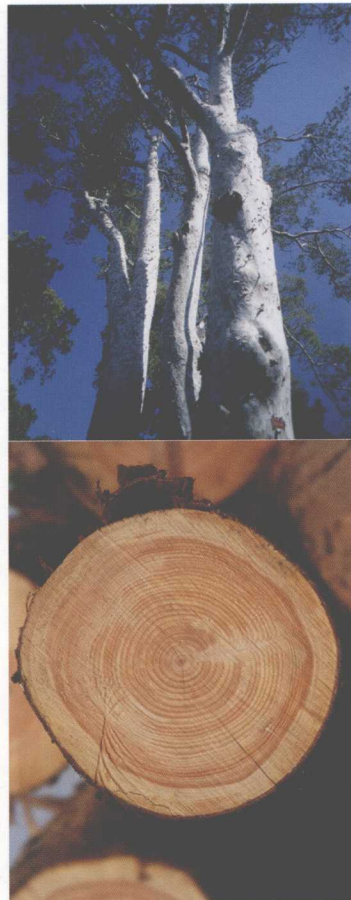


图1-2-10

树种	硬度	特点	性能
红松	软	纹理直、结构粗	耐水、耐磨、易加工
樟松	软	纹理直、结构略粗	易加工
白松	软	纹理直、结构细	质轻、易加工
落叶松	软	纹理直分布不均匀	反坚、耐水
柏木	略硬	纹理直、结构细	耐磨、坚韧
杉木	略软	纹理直、结构细	有弹性、耐久
冷杉	软	纹理直、结构细	装饰性好、易加工
银杏	软	纹理直、结构细	质软、易加工
柳桉	略硬	纹理直、结构略粗	易加工

树种	硬度	特点	性能
水曲柳	略硬	纹理直、结构细	装饰性好、易加工
白桦	硬	结构细	有弹性
楸树	软	色暗、少光泽	收缩小
柞木	硬	纹理斜、结构粗	质坚、收缩大、易裂
椴木	软	纹理直、耐磨	易裂
柚木	略硬	纹理直、美观	含油质、耐久
花梨木	硬	纹理粗、结构细	装饰性好、不易加工
紫檀	硬	纹理斜、结构细腻	质沉、不易加工
白榆	硬	纹理粗	装饰性好、收缩小
楠木	略软	纹理斜、结构细	有香气
橡木	硬	纹理细	质坚、耐磨损
胡桃木	硬	纹理细、质坚	不翘曲、不收缩

三、木材的三切面

从横切面、径切面和弦切面三个切面来观察分析木材的纹理和构造，从而清晰了解各切面木材的性能，并加以合理地使用和规划（图1-2-11）。

1.横切面

垂直于树木生长方向锯开的切面称横切面。表现出环形放射状的年轮切面，横切面的木材硬度大、耐磨损，但易折断、加工后不易获得光洁的表面。

2.径切面

平行于树木生长方向，通过髓心并与年轮垂直锯开的切面称径切面。在径切面上呈相互平行的条状纹理（也称直纹理）。径切板材收缩小、不易翘曲、相对稳定。

3.弦切面

平行于树木生长方向，但不通过髓心锯开的切面称弦切面。在弦切面上形成V字形及曲面的纹理（也称斜纹理、波浪纹理等），花纹美观装饰性好，不足之处弦切板材收缩相对较大、易翘曲变形。



图1-2-11

四、常用的木材

将原木按一定规格经纵向锯割后的木料称为锯材。加工后的锯材按其规格尺寸又分为板材、方材和薄木。

1.板材

当锯材的宽度为厚度的三倍以上时称之为板材。

薄板：厚度在18mm以下。

中板：厚度为19~35mm。

厚板：厚度为36~65mm。

特厚板：厚度在66mm以上。

2.方材

锯材的宽度不足厚度的三倍时称之为方材。图1-2-11为方形木材制作的产品。

小方：宽厚相乘的积在54cm²以下。

中方：宽厚相乘的积在55~100cm²。

大方：宽厚相乘的积在101~225cm²。

特大方：宽厚相乘的积在226cm²以上。

3.薄木

厚度在0.1cm-0.3cm之间的木材称为薄木，厚度在0.1cm以下的称为微薄木。薄木板多用于人造板和家具的饰面装饰，薄木按其加工方法可分为锯制薄木、刨制薄木和旋制薄木（图1-2-12）。

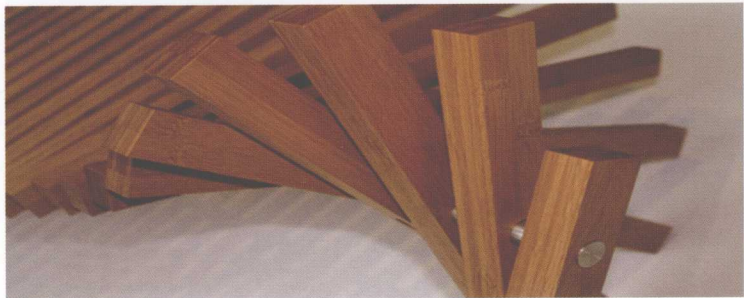


图1-2-12

五、人造板材

人造板材的出现，就是为充分合理地利用木材与提高其使用率。人造板材是利用原木、刨花、木屑、废材及植物纤维等为原料，施加胶黏剂或其他添加剂压制成的板状材料。人造板材具有价格低、幅面大、质地均匀、表面平整光滑、变形小、易于二次加工等优点。人造板的种类很多，常见的有胶合板、刨花板、密度板、纤维板、细木工板、空心板和各种轻质板等。因各种人造板的组合结构不同，可克服木材的胀缩、翘曲、开裂等缺点，故人造板材已代替天然实木广泛应用于工业产品和建筑装饰中。

1.胶合板

胶合板是用三层或多层的薄木板之间按木纹方向互相垂直交错排列，经热压胶合而成的板状材料。胶合板的特点是幅面强度大而平整，不易干裂和翘曲，并且可进行弯曲加工。胶合板能提高木材利用率，是节约木材的一个主要途径。由于其结构的合理性和生产过程中的精细加工，可克服木材的缺陷大大改善和提高木材的物理力学性能，胶合板生产是充分地利用木材、改善木材性能的一个重要方法。胶合板的单层厚度一般以1mm为计量单位。常用的有三合板、五合板等。常见的厚度有：



图1-2-13 图片来自vudn.com



图片来自Davod Kaweckii设计

3mm、5mm、9mm、12mm、15mm、18mm。是家具常用的材料之一，亦可是飞机、船舶、火车、汽车、建筑和包装箱等用材。图1-2-13为胶合板弯曲加工而成的家具制品。

2. 刨花板

又叫微粒板、碎料板。刨花板是利用木质纤维或其他植物纤维为原料切削加工成碎料，再经加胶热压而成的板状材料。刨花板的特点是幅面大、表面平整，具有较好的隔声性和吸音性。缺陷是表面无纹理、强度差不宜开榫和着钉、吸水膨胀，一般不适宜制作较大型或者有力学要求的家具。在工艺方面有可切削性、可胶合性、油漆涂饰性等。刨花板按产品密度分：低密度、中密度和高密度三种；刨花板的规格较多，厚度一般在1.6mm—75mm之间，常以19mm为标准厚度，常用厚度有：13mm、16mm、19mm。主要用于家具、建筑及火车、汽车车厢制造。

3. 密度板

密度板与刨花板加工工艺大体相同，也是以木质纤维或其他植物纤维为原料切削加工成碎料经加胶热压而成，其碎片比刨花板小得多，但强度与表面平整度都比刨花板要好。很好的二次加工性在室内外装饰及家具上普遍使用。按其密度的不同，分为高密度板、中密度板和低密度板。其中、高密度板由于纤维细腻、质软耐冲击，相对于其他人造板来说更好塑形，容易再加工；常用于强化复合地板、烤漆板和吸塑板(模压板)来做基材。中高密度板也是制作家私的一种好材料。密度板的厚度有：5mm、7mm、9mm、12mm、15mm、22mm。图1-2-14为密度板粘接制作的模型。



图1-2-14 学生作业 指导老师：胡海权

4. 纤维板

纤维板分为木质纤维板和非木质纤维板。木质纤维板是用木材加工废料加工制成的。非木质纤维板是由芦苇、秸秆、稻草等草本植物和竹材等加工制成。纤维板是利用木材加工的废料或植物纤维做原料，经过纤

维分离、破碎、浸泡、制浆、施胶、干燥、铺装成型、热压制成的人造板材。纤维板材质构造均匀，强度高而耐磨；耐水性好、不易涨缩和开裂；具有很好的隔热、吸音性能。按密度的不同分为硬质纤维板、高密度纤维板、中密度纤维板和软质纤维板；硬质纤维板常为一面光；中密度纤维板广泛用于建筑和家具生产等行业，亦可用作包装材料；软质纤维板具有良好吸音和隔热性能，主要用于音乐厅、剧院等建筑的吸音结构。纤维板的厚度有：3mm、5mm、9mm、12mm、15mm。

5. 细木工板

细木工板俗称大芯板(夹芯板)。是一种拼合结构的板材，两面表层为三合单面板，粘合一定规格的木条拼接的板芯加胶冷、热压制成的人造板材。与刨花板、中密度纤维板相比，其天然木材特性更顺应人类自然的要求；它具有板面平整、质轻、易加工、握钉力好、不易变形等优点，是室内装修和高档家具制作的理想材料。板芯多用软质木材中的松木、椴木、杨木、杉木等为原料，其结构均匀、变形小、干缩率小；不宜软、硬木材混合作。细木工板在建筑装饰及家具上广泛使用。细木工板一般使用的厚度有：12mm、15mm、18mm。

6. 空心板

空心板与细木工板的区别在于空心板的中间是由空心的木框或其他少量填充物的框构成的，两面再胶压上胶合板或纤维板。空心板的容量轻，表面平整、稳定，有一定的强度，而且有很好的隔热、隔音效果，是制作家具的好材料。

六、装饰设计板材

1. 贴面板

用于装饰的人造板材是普通人造板材经饰面二次加工的产品。按饰面材料区分，有天然实木饰面人造板、塑料饰面人造板、纸质饰面人造板等多种类型。图1-2-15为天然实木饰面人造板制品。



图1-2-15 图片来自www.vudn.com

2. 装饰面板

俗称面板，是用天然木质装饰单板贴在胶合板上制成的人造板。表层的装饰单板是用优质木材精密刨切或旋切成厚度为0.2mm左右的微薄木皮，以夹板为基材，经过胶粘工艺制作而成的具有单面装饰作用的装饰板材。它比胶合板有更好的装饰性能，是夹板存在的特殊方式，正常厚度为3mm。可分为单面装饰面板和双面装饰面板。装饰单板贴面胶合板是室内装修最常使用的材料之一，该产品天然质朴、自然而高贵，可以营造出与人最佳的亲和高雅的居室环境。常见的装饰面板有桦木、水曲柳、枫木、胡桃木、樱桃木等。

3. 科技木饰面板材

科技木饰面板材粘贴在胶合板、纤维板、刨花板等基材上。采用普通树