

普通高等教育高职高专艺术设计专业规划教材

工业设计应用材料

(附教学辅导光盘)

林润惠 编著

MATERIALS
FOR INDUSTRIAL
DESIGN'S
APPLICATIONS

普通高等教育高职高专艺术设计专业规划教材

工业设计应用材料

(附教学辅导光盘)

林润惠 编著

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

工业设计应用材料/林润惠编著. —北京: 中国轻工业出版社, 2007. 2

普通高等教育高职高专艺术设计专业规划教材

ISBN 978-7-5019-5794-1

I. 工… II. 林… III. ①工业设计-工程材料-高等学校②技术学校-教材 IV. TB47 TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 156494 号

内 容 简 介

本书是专为普通高等教育高职高专艺术设计类专业编写的规划教材。

本教材针对艺术设计类专业设计所涉及的对象, 介绍了金属、陶瓷、玻璃、石材、宝石、塑料、橡胶、纤维与纺织品、皮革与裘皮、纸与纸板、植物材料、动物材料、涂料、胶黏剂、复合材料、新材料与其他有关工业设计材料的性能与应用范围。对材料的加工方法和表面处理也作了较系统的介绍。为了使学生能掌握材料的选用, 还介绍了材料的选用原则, 并以塑料材料为典型范例, 对如何选用材料作出说明。书中所述既有传统的材料, 也有高科技材料。

本书可作为高职高专艺术设计类专业如产品造型设计、包装装潢设计、服装设计、玩具设计、旅游用品设计、环境艺术设计、首饰设计等专业的教材, 也可作为同类院校的培训教材以及作为有关设计人员的参考书。

策划编辑: 林 媛 王立平

责任编辑: 林 媛 责任终审: 滕炎福 封面设计: 刘 鹏

版式设计: 马金路 责任校对: 李 靖 责任监印: 胡 兵 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 三河市世纪兴源印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2007 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17.25

字 数: 419 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-5794-1/TB·051 定价: 34.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-85119817 65128898 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

50911J4X101ZBW

前言

工业设计所涉及的材料,针对不同的产品有不同的选择,问题是如何能正确地选择材料。

目前有关材料书籍,大多数都难以避开过于专业的编写。

艺术设计类学生需要的是宽的知识面,而并非像工科学生那样去了解材料详尽的物理与化学性质。针对这一特点,本教材的编写注意避开过于专业化的词汇与公式,尽量从工业设计的角度出发,深入浅出,基本上不从深度进行探讨,而尽量从广度方面进行编写,希望通过本门课程的学习,使学生能对工业设计应用材料有一个初步的认识,并在此基础上逐步对材料有所掌握,最终能对材料有所应用。在材料的分类上并不拘泥于系统的分类方法,而是从实用的角度,对工业设计所涉及的十多类材料分别作出介绍。

书中既介绍了传统的材料,也介绍了现代的新材料;既有中国特有的材料,对国外的新材料亦尽量收入本书。在内容方面,既有材料的介绍,也有材料的加工方法;加工方法方面,有传统的加工方法,也有现代的新的加工方法。

由于科技的发展,新材料不断涌现,因此,材料也不是一个一成不变的东西,更需要在今后的学习与工作中注意材料的科技发展,关注材料市场的变化,不断对材料市场进行调查,获取应用材料的新资料、新信息,通过了解新材料,激发创作的灵感,使之有更多更好的设计产生。

本教材由广州大学的赵延伟教授担任主审。

为了让读者更好地学习,本书将笔者长期在世界各地搜集的各类工业设计应用材料的彩色图片置于随书附送的光盘中,读者可通过阅读光盘中的图片得以了解各种材料是如何应用于各种不同的场合的。

在本教材编写期间,广东轻工职业技术学院艺术设计学院刘境奇教授和桂元龙副教授为本教材提供了有关资料并对本教材的编写与出版给予了大力的支持与帮助,赖晶亮老师在编辑图片光盘方面提供了编写程序工作,在此表示感谢。

由于编者水平所限,本书难免会存在缺点与错误,恳请广大读者给予批评指正。

编著者
2007年1月

目 录

绪论	1
第一章 金属	6
第一节 金属的性能与在工业设计中的应用	6
第二节 钢铁	7
第三节 有色金属与合金	9
第二章 陶瓷	14
第一节 概述	14
第二节 釉彩	16
第三节 陶瓷的成型	18
第四节 陶瓷制品介绍	21
第三章 玻璃	23
第一节 概述	23
第二节 玻璃制品	26
第三节 玻璃的成型技术	28
第四节 玻璃的后期加工	30
第四章 石材	31
第一节 概述	31
第二节 火成岩	31
第三节 沉积岩	32
第四节 变质岩	33
第五节 其他石材	34
第五章 宝石	40
第一节 概述	40
第二节 宝石各论	42
第三节 宝石的应用	62
第四节 宝石习俗	65
第六章 塑料	67
第一节 概述	67
第二节 各类塑料	67
第三节 塑料的加工与成型	77
第七章 橡胶	83
第一节 概述	83
第二节 各类橡胶	83
第三节 橡胶的加工	87
第四节 各类橡胶制品	88

第八章 纤维与纺织品	92
第一节 概述	92
第二节 纤维	92
第三节 纺织品	98
第九章 皮革与裘皮	116
第一节 概述	116
第二节 皮革	116
第三节 裘皮	120
第十章 纸与纸板	123
第一节 概述	123
第二节 主要设计用纸品种与应用	125
第三节 纸品、纸艺与手抄纸	127
第四节 合成纸	136
第十一章 植物材料	138
第一节 木材	138
第二节 竹材	145
第三节 草类材料	147
第四节 其他植物材料	149
第五节 人造木材	150
第十二章 动物材料	152
第一节 牙材料	152
第二节 骨材料	153
第三节 角材料	154
第四节 甲壳材料	155
第五节 其他动物材料	155
第六节 昆虫标本制作	157
第十三章 涂料	158
第一节 概述	158
第二节 一般涂料	160
第三节 特种涂料	169
第四节 美术涂饰	172
第十四章 胶黏剂	178
第一节 概述	178
第二节 各类胶黏剂	182
第十五章 复合材料	198
第一节 概述	198
第二节 复合材料	199
第十六章 新材料与其他材料	208
第一节 高强材料	208
第二节 蓄光型发光材料	208

第三节	抗菌材料·····	212
第四节	智能材料·····	213
第五节	纳米材料·····	215
第六节	无纺布·····	217
第七节	特殊材料与其他材料·····	218
第十七章	材料加工与表面处理·····	224
第一节	材料加工·····	224
第二节	表面处理·····	233
第十八章	材料选用原则·····	242
第一节	材料选用依据·····	242
第二节	各类材料的选择·····	245
第三节	选材的一般方法·····	251
第十九章	材料选用范例·····	252
第一节	塑料制品材料选用·····	252
第二节	材料资料的查阅与收集·····	263
参考文献	·····	264

绪 论

材料是一切工业设计的载体。没有材料,所有美好的设计只会存在于我们的脑袋之中。自从人类开始征服自然以来,就一直与材料建立了密不可分的关系。直到如今,社会的发达与进步,要求提供更多更好的材料以满足日益增长的需要,而科学技术的进步,又为人类提供了丰富多彩的材料。在人类发展的舞台中,材料已从不起眼的角色,转变成关键性的决定角色。

人类从茹毛饮血到懂得利用火,使人类生存所依赖的材料从植物、石头一下飞跃为陶瓷和青铜,生产关系也逐渐从奴隶社会变为封建社会。铁的出现,又使生产力得到极大的发展,生产力的发展,导致生产关系也逐渐发生变化。可见,材料这个东西是多么神奇而又令人神往!

材料是人类一切生产和生活活动的物质基础,是生产力的标志,被看成是人类社会进步的里程碑。因为对材料的认识和利用的能力,决定着对社会的形态和人类生活的质量。所以历史学家往往用制造工具的原材料来作为历史分期的标志。一部人类文明史,从某种意义上说,也可称之为世界材料发展史。我们只要考察一下从石器时代、青铜器时代、铁器时代,直到目前的信息时代的历史发展轨迹,就可以明显地看出材料在社会进步中的巨大作用。为什么石器时代绵延数十万年之久?因为人类当时只能利用岩石、木材、兽皮、骨骼等天然材料并进行粗糙的加工,生产工具相当落后,所以社会发展极其缓慢。青铜器曾经显赫一时,但又很快被铁器所取代,原因是铁材料的性能比铜优越,资源比铜更丰富,加工制造比铜更容易。19世纪发展起来的现代钢铁材料,推动了机器制造工业的飞速发展,为20世纪的物质文明奠定了基础。近50多年以来,合成橡胶、合成塑料、合成纤维和各种各样的合成高分子材料,如雨后春笋般地涌现出来,曾经“在历史上起过革命性作用的”(恩格斯语)钢铁,已经无法满足人类日益增长的物质和文化生活的需要。20世纪50年代以锗、硅单晶材料为基础的半导体器件和集成电路技术的突破,使人类跨入现代信息社会,对社会生产力的提高,起了不可估量的推动作用。由此可见,每一种新材料的发现,每一项新材料技术的应用,都会给社会生产和人类的生活带来巨大的改变,把人类文明推向前进。

材料工业始终是世界经济的重要支柱,随着社会的进步,材料的内容正在发生重大的变化,一些新型材料和相应技术正在不断代替或局部代替传统材料。材料既古老又年轻,既普通又深奥。说“古老”,是因为它的历史和人类社会的历史同样悠久;说“年轻”,是因为时至今日,它依然保持着蓬勃发展的生机;说普通,是因为它与每一个人的衣食住行息息相关;说“深奥”,是因为它包含着许多让人充满希望又充满困惑的难解之谜。可以毫不夸张地说,世界上的万事万物,就其和人类社会生存与发展关系密切的程度而言,没有任何东西可以与材料相比。

在科学技术发达的今天,材料在扮演一个什么样的角色呢?一方面,继续作为功能性材料,是生活、生产的必需物质;另一方面,作为意识、思想、感情表达的一种形式,以

更深的层次与内涵探讨人类社会的文化。在物质丰富到一定的程度、解决温饱问题不再是首要问题后，人类在使用材料方面的考虑亦变得更复杂。用什么材料代表着一种思维，一种文化，一种民族意识，一种修养，一种审美价值观，一种社会文明，一种情怀。这类行为所包含的思维非专业人士所能理解，而一旦作品问世，其效果对普通大众来说，又是那么容易引起共鸣。其中奥妙是什么？除了作品的造型设计是关键因素之一外，来自对材料的深入研究，是不容忽视的。在人类的生存进入一个需要文化氛围，生存质量需要提高的时代，对设计材料选用的马虎，便意味着设计的失败。

材料的选用权利，仅仅是属于工程师吗？否！一切工业设计师，都应考虑所设计的产品用何种材料，以最合适的选择达到最佳效果。一方面，要考虑材料的功能是否达到设计的功能需要，满足其物理、化学、机械性质等方面的要求。另一方面，要考虑所选用的材料是否能表达设计的高层次的要求，包括各种感情、文化等的表达。再者，应从经济角度包括价值和使用价值考虑选用何种材料，三者缺一不可。成功的设计，是将三者作出巧妙的、有机的结合。

一、材料的定义与分类

材料是能为人类制造有用物品的物质。具体地说，如金属、木头、塑料、纸张、石头等皆是。这是一类具有不同质感、肌理、颜色、光泽以及具有不同的物理、化学性质的物质。现代的设计材料，包括各种传统的材料，亦包括一些以前不曾出现过的新型材料，甚至连空气、水等一些难于捉摸或成型的物质也成了设计材料库中的座上客。

组成世界的化学元素只有 109 种，由这 109 种元素所构成的无机物却有几十万种之多，而由碳、氢、氧元素为主所组成的有机化合物却有几百万种之巨。当然，并非所有的物质都适合于作为设计材料使用，能入材料库的物质亦只是部分，但数量也大到不得了。如何在这浩瀚的材料世界中对其进行分类？不同的观察角度有不同的分类方法。

(1) 按材料的化学组成分类 可分为金属材料（如钢铁、青铜等）、无机非金属材料（如大理石、玻璃等）、有机高分子材料（如塑料、合成橡胶等）三大类。

(2) 按材料的使用特性分类 可分为结构材料（如建筑材料等）和功能材料（如装饰材料等）两大类。

(3) 按材料的来源分类 可分为天然材料（如木头、石头等）、加工材料（如纸张、棉布等）、合成材料（如塑料、合成纤维等）。

(4) 按材料的组合分类 可分为单一材料（如环氧树脂等）、复合材料（如玻璃钢等）两大类。

分类的方法依据不同的观察角度有多种，此处并未能完全介绍，但对一般设计师而言，分类太细并无实际意义。

二、工业设计材料的特性

材料工程师的任务，在于研究现有的材料性能，扩展其应用领域，发明和制造出性能各异的新材料。而工业设计师则是考虑如何正确选用适当的材料去从事新产品或包装的开发与设计，而不是去发明或制造新材料。因此，工业设计材料学要解决的是对应用材料的研究与应用。

作为工业设计材料，具有如下基本特性：

1. 感觉物性

感觉物性是指通过人的触觉和视觉对材料作出的综合印象。材料是一种信息传达的媒体。当你看到一块石头时，你会马上联想到它的坚硬、冷峻与稳重；而在看到一块海绵时，你将会联想到它的柔软、舒适与疏松。这种综合印象包括人的感觉系统是由于生理刺激对材料作出的反映，或者由人的知觉系统从材料表面得出的信息。这种感觉包括客观感觉和主观感觉。客观感觉如钢铁，恐怕没有多少人会认为钢铁是柔软的，一个多数人的意识为大家容易接受的见识已作为基本准则，而由于各人的经历、学识、文化、修养、民族、属性及习惯等的不同，对材料的生理感受和心理感受是完全不相同的。

在产品设计中材料感受物性的认识是非常重要的。如果能合理地运用和安排材料的感受物性，将会给产品造型带来新的特色。例如木材具有温暖感，利用木材的天然纹理和芳香味制成的家具给人以舒适美好和自然的感觉。天然大理石、花岗岩具有的美观、光洁，给人以稳重、雄伟、庄严的感觉，多用于各种高档建筑、名胜古迹的修复及地铁、园林等公共场所建设。灰黑色的钢铁表面给人以单调沉闷之感，但经过化学处理得到的彩色不锈钢在保持同样金属光泽下却具有色彩鲜艳、柔和之感，可直接应用于仪器仪表、家用电器及精密机械的制造上，外观效果是相当不错的。又如铝材表面做腐蚀、氧化、抛光、喷砂等处理后均可产生不同的质感和装饰效果，这说明一种材料经过不同的加工处理，给人的感觉是完全不同的。不同的材料如金属和塑料经过同样的处理也会产生完全一致的视觉质感，这给产品设计带来选材的多样性。

2. 环境耐候性

这是指设计材料应能适应环境条件。经得起自然因素的变化和周围介质的破坏作用，即不因外界因素的影响或袭击而发生化学变化，以致引起材料内部构造改变而出现退色、粉化、腐朽甚至破坏。充分了解材料本身所具有的这种性质，合理地使用和保护材料是设计中应注意的问题。例如外装材料和内装材料所处的环境是完全不相同的，因此需要采用不同的设计材料。室外产品长期暴露，一年四季受到日晒、风沙、雨水、冰雪的侵蚀，还有微生物、紫外线的破坏作用。而且高原、沙漠、热带、亚热带、寒带等不同地区的气候变化对设计材料提出更高的要求。内装材料多少也受到温度、湿度的一定影响。有时在材料表面采用防护（涂装、电镀等）措施可以防止基体腐蚀，提高耐候性。

3. 加工成型性

材料通过加工成型才能成为产品，并体现出设计者的设计思路。容易加工和成型的材料是设计的最佳选择材料，也是衡量设计材料好坏的重要因素之一。不同的材料有不同的加工成型方法。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（如车、钻、镗、磨、铣、刨等）等方法制造出许多机械设备和日用产品。木材至今仍然是一种优良的造型材料，用途极广。这是由于木材具有易锯、易刨、易打孔、易组合等加工成型特性，加之木材表面的纹理能给人淳朴、自然、舒适的感觉。塑料制品的品种和数量日益增多，这不仅是由于塑料的原料易得，性能优良（如重量轻，绝缘性好，耐腐蚀，耐药品，绝热性等好性能），表面富有装饰效果和不同质感，还因为塑料的可塑性特别强，几乎可以采用任何方法自由加工成型，塑造出几何形体非常复杂的产品，因而易体现出设计者的构思要求，故它已成为当代设计中不可缺少的重要设计材料。

4. 表面工艺性

任何设计都不能直接使用基材或毛坯。而应通过一系列的表面处理,改变材料表面状态,其目的除得到防腐蚀、防化学药品、防污染、提高产品的使用寿命外,还可提高材料的表面装饰效果,获得美观的外形,提高产品的经济价值。不同的材料有不同的表面工艺处理方法,从而赋予材料表面多种外观特征。根据材料的性质和产品使用环境,正确选择表面处理和表面装饰工艺是提高产品外观质量的重要途径。

材料表面处理的方法很多,如涂料涂装(空气喷涂、浸涂、淋涂、无空气喷涂、粉末静电喷涂等),金属镀层(电镀、化学镀、熔融镀、真空镀、离子镀、喷镀等),金属着色(化学转化、化学沉积、电解沉积等),铝及铝合金的化学氧化、阳极氧化,以及热喷涂、打磨、抛光等。通过表面处理和装饰都能给产品以新的魅力。

设计材料除上述特点外还必须考虑材料的选择与加工工艺应具有无毒、低公害、易装卸、可回收、废材易处理和综合利用等特性。

三、材料科学技术的发展

材料如同人类的知识、生活空间、食品、能源一样,都是公认的人类基本资源之一。在人类发展史上,人们在制取和利用各种材料的过程中已经从对材料表面的观察和技术经验的积累,通过相关科学的发展和现代化精密仪器的测试分析技术,发展到对材料的由表面深入到本质的带有普遍规律性的认识和理论指导,进而诞生了 20 世纪 50 年代所形成的有关材料成分、结构、工艺和它们的性能与用途之间的有关知识开发和应用的科学,即材料科学与工程。在社会生产和生活中不仅合理有效地使用材料,扩大材料的用途和使用寿命,而且还不断为新技术的发展提供新的材料。与此同时新材料的出现与应用又给产品造型提出新的设计要求。例如为发展能源工业所提供的耐高温、耐腐蚀和磨蚀的各种工程陶瓷材料,当用于柴油机、燃气轮机等高温热机上,可耐 1300~1500℃ 高温。用半透明的氧化铝陶瓷制成的高亮度钠灯管,寿命长,发光效率为普通高压汞灯的 2 倍。用于导弹、飞机、卫星方面的碳纤维,具有强度高、刚性好、抗疲劳、耐振动、抗烧融和自润滑性的优异性能,而且成型方便,已成为许多工业国家优先开发的新材料之一。碳纤维在汽车工业中的需求量也是在不断增加,用碳纤维制成的汽车弹簧,碳纤维增强塑料制成的车身,质量轻,刚性好,经久耐用,由此也必将随之出现新的汽车造型风格。

借助于声、光、热、电、磁等敏感反应的能够对信息和能量进行获取、传送、转换、存储和处理等具有特殊功能的所谓无机非金属功能材料,正受到当代社会日益重视而得以发展。这类功能材料能对人所不易察觉的许多细微变化作出反应。此外还有具有形状记忆的镍钛合金(在某一温度下进行塑性变形后,再加热到某一特定温度,又能自动回复到其原始的几何形状),功能薄膜对光、信息完成的许多电子学功能,功能高分子膜(如聚偏氯乙烯)用于制造高传真微音器,用于光纤通信的超纯石英光导纤维,以及激光材料、钕钛合金超导材料、硼纤维、碳纤维、碳化硅等复合材料,硅橡胶(用于人造肾脏、人造心脏瓣膜、输血导管等),以及新型高强度建筑材料(如高强轻质混凝土、石膏板、塑料等)。总之,随着材料科学的发展,各种新材料的涌现,如合成新材料、复合材料、陶瓷材料、特殊功能材料等都将逐步取代目前常用的钢铁、水泥、木材等常用材料,对材料在各种温度和介质条件下的强度等性能也要求更稳定、更可靠和精确。在未来的科学技术领

域中，新型的具有特殊使用功能的各种材料的开发将会更有力地促进社会生产和新技术、新工艺、新设计的发展。

在世界各国普遍关注环境保护的背景下，如何使用环保、无污染、节能的材料设计产品，是摆在当代设计师面前的一个难以回避的问题。所设计的产品，最终能达到国际环保标准的要求，真正成为“绿色产品”，亦即努力做到：产品从摇篮到坟墓的过程为环境带来的负荷是最小的。这是设计师的一项重要任务。因此，选择合适的材料，既能满足产品的功能性，又能达到“绿色产品”的标准，是任何一个设计者都要考虑的。这不仅是产品占领国外市场的必要条件，还体现出一种文明，使产品的属性有了更多的内涵，使消费者更易于接受，从而达到完美的境界。这既体现出通过完美设计实现从多方面为人类造福的宗旨，也符合世界各国可持续发展的标准。

第一章 金 属

第一节 金属的性能与在工业设计中的应用

在现有的各类产品中，有不少零件或配件是用金属制作的，金属是现代工业产品造型设计中最重要的材料之一。为了保证产品的功能性，在设计时需正确选用金属材料。只有对金属材料的性能有所了解，才能使所选用的材料符合设计要求。

金属材料的性能分为两类，一类是在使用过程中表现出来的性能，称为金属材料的使用性能，如机械性能、物理性能、化学性能等；另一类是在制造和加工过程中表现出来的性能，如铸造性能、锻造性能、焊接性能、切削加工性能和热处理性能等。

一、金属材料的机械性能

金属材料的机械性能，是指金属材料在外力作用下表现出来的变形和抗变形特性，是材料抵抗外力作用的能力，因而也称之为力学性能。

1. 静力强度

在缓慢加力的条件下测得的金属材料抗变形和抗断裂的能力，称为金属材料的静力强度。由于载荷性质的不同，静力强度可分为抗拉伸强度、抗压强度、抗弯强度、抗剪强度及抗扭强度等。各种强度之间有一定的联系，而通常以抗拉强度为最基本的强度值，通过拉伸试验测定抗拉强度，是确定金属材料机械性能的一种最重要的方法。

2. 塑性

塑性是指材料在断裂前产生永久变形而不被破坏的能力。材料的塑性通常采用伸长率和断面收缩率两个指标来表征。

3. 硬度

硬度是衡量材料软硬程度的指标，表示材料抵抗局部变形和破坏的能力，是重要的力学性能指标之一，通过硬度试验测得。生产和科研应用最广泛的硬度试验方法有：布氏硬度试验和洛氏硬度试验。

4. 韧性与疲劳

许多零件常在冲击载荷或交变载荷作用下工作，对于这些承受冲击载荷的零件，其性能不能用静载荷作用下的指标来衡量，因为即使是采用强度较高的材料，在冲击载荷作用下也会发生断裂。因此要考虑其抵抗冲击载荷的能力，韧性和疲劳就是在动载荷作用下测定的金属力学性能。韧性是指材料抵抗冲击载荷破坏的能力，而疲劳是指零件在交变应力作用下过早发生破坏的现象，疲劳强度是指材料经受无数次应力循环而不被破坏的最大应力值。

二、金属材料在工业设计中的应用

在工业设计中，金属材料是所有材料中最主要和最基本的结构材料，也是现代工业产

品设计得以实现的最重要的物质技术条件。由此可说在现代工业设计中,几乎没有不涉及金属材料的。例如一辆卡车,其重量的76%为金属材料,其中钢铁为车重的2/3。从构成现代工业产品外观质量的角度来分析,金属材料也是最主要和应用最广泛的结构材料。由于金属及其合金在力学、物理学、化学和加工工艺等方面有一系列特殊的优异性能,使得它不仅可以保证产品使用功能的实现,而且,可以赋予产品一定的美学价值,使产品呈现出现代风格的结构美、造型美和质地美。

根据产品的功能要求,材料需保证其性能的实现。例如铸铁材料具有良好的力学性能、铸造成型工艺性和低廉的价格,因此广泛用来制作机械产品的底盘、机体、外壳、支架、台座、底架等复杂的成型结构零件。可以根据产品使用要求和造型风格的要求,制造出所需要的任意形状。在用铸铁材料获得零件的毛坯后,经热处理、机械加工、表面涂镀等装饰处理之后,即可得到所需形状和尺寸的零件。例如利用铸铁材料弹性小、具有抗震、减震和耐磨、自润滑性等特点,制成机械性能要求不高,而刚性要求大的底座;利用铸铁材料铸造工艺性能好、生产工艺简单、易于切削加工等性能,制造内部结构复杂,而又具有流畅、圆润外形的外壳。铸铁材料加工表面的银灰色及其刀具痕迹、不加工表面涂覆处理的色彩,以及电镀表面的光泽,相互辉映,构成了机械产品特有的色彩和肌理效果。

不少精密与小型的零件,要求重量轻而本身受载荷不大,可考虑用铝合金制造。如电动工具、显微镜、仪器、飞机和汽车中的工具、设备上的零件等。铝合金通过一定的压力进行铸造,可获得壁厚很薄、表面细腻光滑、形状复杂的压铸成型铸件。

在现代工业设计中,产品造型趋向于以平直—平面为主,采用曲直刚柔结合,追求简洁、明快、理性的风格,所以,钢、铝等金属合金型材,在产品设计中的应用日趋扩大,很多过去采用铸造方法成型的零件或大型构件,现常改为焊接结构代替,并取得良好效果。

根据金属的机械、物理、化学等性质,在工业设计中需精心挑选,尤其是在众多的品种中找寻产品所需之材料,并充分考虑其经济等因素,使之所选择的金属或合金能满足设计要求,既满足产品的功能性,又能满足其外观、手感等要求。

第二节 钢 铁

一、钢铁材料的分类与特点

1. 铸铁

含碳量在1.8%~4.0%之间,多数铸铁中的碳以石墨形式出现,石墨的形状对性能影响很大。铸铁有很高的耐压强度、耐腐蚀性和良好的铸造性、消震性和切削性,且价格低廉、工业中应用十分广泛。其中球墨铸铁的强度和韧性与钢相近。加入不同的合金元素后可成为耐热铸铁、耐蚀铸铁和耐磨铸铁等。在可能的条件下“以铁代钢,以铸代锻”可产生巨大的经济效益,一直是工业生产中的趋势之一。

2. 碳素钢

含碳量在0.10%~1.3%之间的铁-碳合金,随含碳量增加,强度硬度提高,塑性韧性和可焊性下降。低碳钢(含0.10%~0.25%碳元素)用作大型构件;中碳钢(含

0.25%~0.55%碳元素)强度、塑韧性综合性能高,做一般机械零件;含0.6%~0.7%碳元素的钢用于做弹簧;高碳钢(含0.7%~1.3%碳元素)硬度高,用于做工具。

3. 合金钢

(1) 合金结构钢 多数是在中碳钢中加入少量合金元素,主要目的是提高强度,可分为低合金高强度钢、渗碳钢、氮化钢、超高强度钢、弹簧钢等。钢的强度提高,其使用量即减少,可靠性增大,而且可以满足特殊重要场合的需要。

(2) 合金工具钢 主要有刀具钢、高速钢、量具钢、模具钢、轴承钢等。多数是在高碳钢中,加入适当的合金元素,进一步提高其硬度和耐磨性,作为工具材料占有极为重要的地位。在工具材料中,硬质合金也是一大类材料,它们是以很高硬度的金属碳化物颗粒,如碳化钨、碳化钛等和少量金属微粉如镍、钴等用粉末冶金方法,热压烧结并加工成切削刀头,有较高的硬度和耐磨性;模具钢又分为冷作模具钢和热作模具钢。

(3) 特殊钢 主要包括不锈钢、耐热钢、低温钢和电工用钢等。不锈钢主要加入合金元素铬(12%以上),可在表面形成一层致密的氧化膜,使其耐蚀性提高。根据基体组织不同可分为马氏体不锈钢(含0.1%~0.4%碳元素,含13%铬元素)、铁素体不锈钢(含碳元素小于0.12%,含铬元素大于17%)、奥氏体不锈钢(含碳元素小于0.1%,含铬元素17%,含镍元素大于8%),在铁-铬或铁-铬-镍的基础上再加入少量的钼、铜、钛等合金元素进一步提高耐蚀性。对于最主要的奥氏体不锈钢来说,把含碳量降低到0.03%以下,耐蚀性更佳。因此超低碳不锈钢成为重要发展方向之一。耐热钢是在不锈钢的基础上发展起来的,用于750℃以下的受力件。继续提高合金含量得到铁基高温合金,可在低于960℃以下的温度使用。金属间化合物是近些年发展起来的一类耐热材料,其使用温度介于高温合金和高温结构陶瓷材料之间,例如镍-铝、钛-铝等,有些已取得突破性进展,开始进入实用阶段。

二、各种应用型材

1. 黑铁皮

低碳钢薄钢板是指含碳量 $\leq 0.25\%$ 的薄钢板,俗称黑铁皮。在包装工业中广泛应用于制桶、制罐。在家电制造业中,黑铁皮被广泛用于制造家电产品,如电冰箱外壳、微波炉外壳、洗衣机外壳等,也用于汽车车身生产。

2. 白铁皮

镀锌薄钢板简称镀锌板,俗称白铁皮,是在低碳薄钢板上镀上一层锌作为防护层,因而使钢板的防腐能力大大提高,镀锌板大致分为电镀锌板和热浸镀锌板。包装工业上多采用热镀锌板制造各种容量的桶和特殊用途的容器,其特点是耐腐蚀性和密封性良好。电脑制造业中有采用其制造电脑主机的机箱。

3. 马口铁皮

镀锡薄钢板简称为镀锡板,俗称马口铁。它是两面镀有纯锡的低碳钢薄钢板,以热浸工艺镀锡的称热浸镀锡板,以电镀工艺镀锡的称电镀锡板。金属罐头所用的镀锡板都是电镀锡板,它与热浸镀锡板相比,具有镀锡均匀、耗锡量低、质量稳定、生产率高等优点。

镀锡钢板主要用于罐头底盖、罐身、皇冠盖、三片罐身、啤酒罐底盖等。

一般的罐头食品可采用镀锡板制成容器直接装灌,但有的食品由于腐蚀性较大(如番

茄酱),有的由于和锡作用容易引起变色(如杨梅),有的由于含硫量较高,会引起黑色硫化物(如一些水产品),因此对于上述一些产品所用的镀锡板都采用在板的一面涂布一层很薄的涂料,通常只有几微米厚,这样把内容物与镀锡层隔绝开来,从而保证罐头食品在储存期内符合标准要求。可用于罐头内壁的涂料的类型很多,常用的有:环氧酚醛涂料、酚醛涂料、乙烯涂料等。

4. 镀铬薄钢板

镀铬薄钢板是表面镀有铬和铬的氧化物的低碳钢薄钢板。它的商品名称为铬型无锡薄钢板,简称镀铬板,镀铬薄钢板是为减少用锡量而发展起来的一种新材料,它的抗腐蚀性能比不上镀锡板,外观光泽也较差,但成本比镀锡板便宜,表面涂膜的附着力良好,其抗蚀性能优于锡涂料板。

第三节 有色金属与合金

一、铝及铝合金

1. 纯铝

铝及铝合金是工业中用量最大的有色金属,铝具有较优良的特性。纯铝密度小,约为 2700kg/m^3 ,相当于铜的三分之一,属轻金属,熔点 660°C ;铝的导电、导热性优良,仅次于铜,其电导率约为铜的64%;铝在结晶后具有面心立方晶格,具有很高的塑性,可进行各种塑性加工;纯铝为银白色,在大气中铝与氧的亲合力很大,能形成一层致密的氧化膜,隔阻空气防止进一步氧化,因此在大气中有良好的抗氧化性,但氯离子和碱性物质都能破坏铝的氧化膜,不耐酸、碱、盐的腐蚀。

纯铝的强度很低,不宜作为结构材料使用,一般可用于制作炊具、电线、导电材料及散热材料等。

软包装用的铝箔主要使用的是铝箔的金属光泽、隔光性、隔气性,一定的强度及延展性。根据用途不同,强调的性能也不同。一般可分为以下三类:

第一类:食品药品包装类。以密封为主,主要强调隔气性、隔光性、无毒性。这类铝箔包括药品、准药品(医药器械、医药用品)包装类、食品和准食品(牙膏)包装类。

这类铝箔最重要的技术指标是针孔,特别对 0.02mm 、 0.015mm 的铝箔,由于铝箔作为主要的包装材料,要求不能有针孔。加铝箔和不加铝箔是不同档次的包装,透气透水性相差一百万倍以上,铝箔的遮光性也可以用类似的方法描述。

无毒性无污染是铝箔的主要要求之一,表面洁净无油污,铝箔成分符合食品包装标准要求。目前,软包装铝箔要求生产这种铝箔的轧制油及相关介质不能有毒性,符合食品级卫生标准,表面张力要符合要求,保证复合贴合强度。

机械性能要求也是这类铝箔的特点之一,由于这类铝箔要经历密封热压变形,合适的塑性变形显得很重要,否则,热压密封时就容易开裂。同样,这类铝箔不宜太薄。厚度太薄容易破裂。

第二类:装饰类。以美观为主,主要强调表面光泽均匀。这类铝箔包括:各种印刷外包装、广告等。

这类铝箔主要要求表面洁净、均匀。随着印刷进一步细化,对这类铝箔的要求也进一

步提高，表面光亮亦要求，而且不能有振纹、线条、亮点。单纯的装饰箔正在被真空镀铝膜代替。不过真正的第二类用途的铝箔很少。

第三类介于第一、二类之间，既要一定的密封性又要一定的美观性。主要是香烟、酒、食品的外包装。

这类铝箔能体现出现在铝箔的主要用途，既有密封性，又有美观装饰性。大部分铝箔既用来防潮，遮光，又用来做装饰。这类铝箔主要与纸复合，铝箔在最外面，或在透明层下面，铝箔的金属光泽是这种包装的标志。如前所述，铝箔的遮光、防潮性对该类包装同样可提高几个数量级。但这种铝箔的防潮性和遮光性并不是最主要的指标。所以，铝箔的厚度可以薄一些，目前最薄到 0.006mm。由于厚度减少，针孔会增加。0.006mm 的针孔可以达到 2000 个/ m^2 ，针孔面积也只占十万分之二。因此，就铝箔复合层来说，透气透水透光性较不加铝箔的包装至少降低一万倍。对要求不是很高的包装，这已足够。针孔的危害主要是在复合中引起透胶。

在这类铝箔中，表面的均匀性尤为重要。光泽均匀，无线条，无振痕是基本的要求。而与厚纸板复合的铝箔则要求具有第一类铝箔同样的塑性。

软包装铝箔要求具有平整的板形，均匀的表面，一致的厚度，良好的展开性，洁净的表面，较少的针孔，少而牢固的接头，合适的力学性能。

2. 铝合金

工业纯铝的硬度和强度都很低，不适宜作为结构材料。在铝中加入合金元素后，所组成的铝合金具有较高的强度，所以在机械制造、交通工具、仪器仪表等的制造以及在房屋装修等方面，大量采用各种铝合金。

铝合金分为变形铝合金、硬铝、超硬铝合金、锻铝、铸造铝合金等。

二、镁及镁合金

镁是较轻的一种金属，密度只有铝的 2/3，具有很高的化学活性，易在空气中形成疏松多孔的氧化膜，一般不直接用作结构材料。

与铝相似，镁主要利用合金作为材料使用。镁合金的优点在于：密度小，疲劳极限高，与铝相比，能承受更大的冲击载荷，而耐腐蚀性好（特别耐煤油、汽油等矿物油和碱类的腐蚀），有良好的切削加工性。

由于以上优点，镁合金在航空、无线电通信、仪表行业获得广泛的应用。特别是近年来移动电话和笔记本电脑普及率越来越高，使镁合金的应用产生了新的价值。同时，由于镁合金是最有发展前景的汽车轻量化材料之一，用镁合金代替铝合金制造汽车零件，以减轻汽车自重，在当前世界汽车生产中逐步得以应用。现在流行的笔记本电脑、数码照相机的外壳，不少就是使用了镁铝合金。

三、铜及铜合金

铜及铜合金是历史上应用最早的有色金属。

1. 纯铜

纯铜表面呈紫红色，又称为紫铜。其导电、导热性能好，仅次于银，无磁性。表面能生成氧化膜起保护作用，耐腐蚀性强，塑性和韧性好。常常用于制造电线电缆、铜管及电