

Design

高等院校
工业设计
专业教材

材料工艺学

主编
郑建启



DDENG
ANXIAO
NGYE
SHEJI
ZHUANYE
JIAOCAI



湖北美术出版社

DESIGN

ISBN 7-5394-1247-X



ISBN7-5394-1247-X
TB · 4 定价: 30.00元



高等院校工业设计专业教材

材 料 工 艺 学

主 编 郑建启

湖北美术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

材料工艺学 / 郑建启主编.

—武汉: 湖北美术出版社, 2002.3

高等院校工业设计专业教材

ISBN7-5394-1247-X

I. 材…

II. 郑…

III. 工程材料—工艺学—高等学校—教材

IV. TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 010038 号

责任编辑: 查加伍 戴建国

封面设计: 梁 巍

版式设计: 戴建国

责任校对: 肖锐闻

责任印制: 程业友

材料工艺学 © 郑建启 主编

高等院校工业设计专业教材

出版发行: 湖北美术出版社

地 址: 武汉市武昌黄鹄路 75 号

电 话: (027) 86785529 86778389

邮政编码: 430077

印 刷: 湖北恒吉印务有限公司

开 本: 889mm × 1194mm 1/16

印 张: 9 印张 字数: 180 千字

印 数: 2500 册

版 次: 2002 年 5 月第 1 版 2002 年 5 月第 1 次印刷

ISBN 7-5394-1247-X/TB · 4

定 价: 30.00 元

内 容 简 介

《材料工艺学》是工业设计专业的一门必修课程。本书综合了多年来教学适应性要求和师生们设计实验的体会,侧重研究了产品设计中各要素之间的关系。系统而简明的阐述了工业设计应用材料中的基本种类,材料属性,成型工艺,装饰工艺,选材目的及其产品质感特征。

为适应专业教学的需要,剔除了构成材料的分子结构和原料配制比量等内容,拓宽了选择材料的种类与加工工艺等信息量。

全书分为上、下两篇。上篇为产品设计与材料工艺,主要内容及作者为:产品设计材料工艺概论(郑建启),金属材料与工艺(胡飞),有机高分子材料与工艺(刘杰成),合成高分子材料与工艺(郑建启、胡飞),无机非金属材料与工艺(何丽华),纤维复合材料与工艺(程倩),发展中的新材料(李琳),产品设计程序与选材方法(胡飞);下篇为产品表面装饰工艺,主要内容及作者为:产品的涂装工艺(郑建启),电镀工艺(刘杰成),金属的氧化与着色工艺(胡飞),产品表面的其他装饰工艺(何丽华、程倩)。附录彩色案例简析。

本书可作为大专院校工业设计专业及艺术设计类专业的教学用书,也可供从事工业设计职业的设计技术人员参考。

绪 论

自有了人类就有了设计。无论是古代传奇的女娲抟黄土作人,神农因天之时、地之利制耒耜,还是举世闻名的“四大发明”,乃至民间巨匠如鲁班、马钧、黄道婆等为本行业发展做出的卓越贡献,都向我们昭示:人类任何创造都离不开设计。

从木石器到陶器,从青铜器到铁器,从机器到电器,就人类文明的发展阶段而言,各个特定时代的“造物”都忠实地展示了人类所谋求的生存方式从简单到复杂,由低级向高级的发展过程。特定时代的“造物”作为用具,也再现了那个时代的社会生产力和生产关系、生产者和消费者、技术和艺术、实用和审美等关系所体现的社会价值、经济价值和艺术价值。

诚如世界是由物质构成的一样,一切人工制品都是一定材料所组成的。材料是人类造物活动的基础,作为宇宙大千物质世界中的一部分,材料的特性使其能适用于结构、器件、用具、机器等产品,例如金属、陶瓷、生漆、木材、纤维、半导体、聚合物、复合材料等等。莫里斯·科恩在为《材料科学与材料工程基础》一书中所作的序言中写道:“我们周围到处都是材料,它们不仅存在于我们的现实生活中,而且也扎根于我们的文化和思想领域。”事实上,材料与人类的出现和进化有着密切的联系,因而它们的名字已作为人类文明的标志,例如:石器时代、青铜时代和铁器时代。人类利用和制造材料的历史可以上溯至人类诞生的初始阶段,当人开始有意识的选择或捡取一段树枝当作支撑物或工具,使用石头制造石器时,人与材料就发生了一种互为关系。这里,材料一方面成为造物的物质基础和构成物品的基本内容,另一方面也成为人们实现自己目的和理想的中介物、对象物,而与人形成一种密切的联系。

人类的文化发展史,尤其是物质文化的历史说明,一个社会是否进步,科学技术水平是重要标志。而且,在科学技术水平的衡量标准中,材料科学的进展是尤为显著的象征。

铜器无疑是人们经过若干年的寻找和实践所发现进而利用的,从此诞生了青铜文化。材料从某一方面来说似乎决定着历史,历史学家们习惯于把人类文明形成的文化形态用不同的材料来表示,一方面,它说明了材料对于人类文明形成的伟大贡献和价值,它表明一种新材料无疑代表了人类的一种新文化与新文明,在人类文明发展史的初期尤其是这样;另一方面,它说明了人类发现利用材料经过了一个渐进的发展阶段。从石器时代到青铜时代、铁器时代,这不仅仅是材料品质的变化,它更反映了人类的初期文明正是通过不断发现和制造新材料而发展的。当然,随着人类文明的发展,对材料的认识和使用已越来越广泛的涉及到各方面,以至于无法用一种材料的发现与发明来代表或表示一种文明、文化了。进入21世纪,材料对于人类的生存和发展依然是至关重要的,它作为现代文明的三大支柱之一,它在一定程度上往往决定着社会发展的方向。

材料的性能决定了该材料的内部结构。不同的内在结构决定着材料不同的物理与化学性能,如金属的分子结构决定着金属的刚性和延展性,生漆的内在结构决定着它的液体质和覆盖性。工艺是在各种材料自身特性的基础上发展成的一整套与之相应的处置技术。或者说,材料的特性决定了一定的工艺加工方法和艺术方法。如金属加工的锻炼、浇铸、锻打、退火、淬火、镶嵌、金银错等;木工艺中的锯、刨、凿、镑、钉、榫接等;纤维工艺中的编、织、绣、纺、捻、揉、搓等一系列

与之相应的工艺技术，都建立在不同材料客观性能的基础上。

材料与工艺技术之间的关系，实际上是人对材料自然属性的遵从和把握的关系。《考工记》载“轮人为轮，斩三材必以其实”。制作车轮的工匠，选伐用于辐、牙等部件的木材必须注意季节，朝阳的木材要在冬天砍伐，背阳的木材要在夏天砍伐，并做好阴阳向背的标志，以利加工时选择，使其成器后不至于变形。因此，在工艺上，人对材料自然规律的遵从并不是被动的，而是主动的，是支配与遵从的结合。这种积极主动性使人类能突破材料的某些限制并改变材料的某些自然属性为人所用。陶瓷的发明便是人类改变自然材料——土的自然性质的杰出例证。人类第一次以自己的力量改变了材料原有的自属性，使之成为一个全新的物种。

工艺与材料相辅相成，息息相关。材料，是工艺的材料，工艺是处置利用材料的工艺。人们利用科技手段对材料的内部结构以及外观进行变化和改造，使天然材料具有更广泛的适应性。古代西方建筑使用的石材，如今已经被钢筋混凝土所代替。钢筋混凝土的强度和技术性质，诚如意大利建筑师P·L·奈尔维所说，是一种可以抗拉的人造的“超级石材”。又如，在现代工艺设计中，除利用木材纵向强度等有利因素外，人们采用胶合的方法来改善木材本身结构中不利的各向异性，如胶合板，使其纵向强度分布在两个方向上；纤维板，单个木材纤维被分开并混乱的分布在版面上；颗粒板、小木板或木屑被混乱的分布在板内并彼此粘合在一起等等。由于这种改进，家具、漆器尤其是大型漆屏风、传统家具等就避免了因木材干燥后而导致的吸缩开裂、涨缝和变形等问题。

在材料与人的关系中，材料除了必须具有一定的强度、硬度、韧性等使用功能外，还在视觉、听觉、触觉等感受层次上与人发生更深刻的联系。在相当长的历史过程中人类逐步建立了一种对材料质的感受性，这种感受性有时成为一种习惯性，突出表现为一种敏感性，与人的日常经验和联想结合在

一起，从而成为美感的一部分。粗糙的石材容易让人产生艰涩、困难、沉重、大度的感觉，从而体察到一种男性的阳刚之美；相反，细腻的瓷器往往给人一种精心、细致、光洁、莹润的女性的柔美之情。

材料的时间性，其主要表现方式是流行式。工艺史上大多数的材料几乎都有过自己或长或短的流行时代。青铜是青铜时代的流行材料，生漆是战国楚地和秦汉社会的流行材料，铁在春秋战国到秦汉时期开始流行，而棉花则是从元代以后才流行的。随着人类占有的材料日益多样化，材料的流行期越来越短，如近现代的塑料、尼龙等，他们都不断被新涌现出来的材料所代替，当然工艺材料的流行不仅是新型材料的流行，旧材料也能再次流行。

材料还表现出很强的地域性。如竹基本上产于江南，北方则很少。即使是各地都有的材料品种也不尽相同。《考工记》则认为“天有时，地有气，材有美，工有巧。”“燕之角，荆之干，胡之箭，吴越之金锡，此材之美者也。天有时以生，有时以杀；草木有时以生，有时以死；石有时以泐；水有时以凝，有时以泽，此天时也。”天时地气不同，材质就会有差别，如宜兴紫砂、景德镇瓷，广州、北京、苏州的硬木家具，福建、四川的漆器，浙江的蓝印花布等。人在与材料的长期关系中，形成了一定的心理习惯，从而使材料成为一种民俗或风俗性的东西，带有怀旧的意味。在现代高科技的环境中，人们对木质等传统材料的偏爱与向往，也是这种习惯性的表现。

人类造物活动史也是一部不断发现材料、利用材料、创造材料的历史。人们在造物活动中，不仅创造了器物，而且创造了利用材料的方法和经验。随着材料科学的发展，各种新材料层出不穷，并且发生着日新月异的变化，这些都为人们造物创造了更加广阔的天地。作为一名工业设计师了解材料并合理的使用材料将成为其设计过程中一个极其重要的环节，对材料的熟练掌握也是一位合格设计师应具备的职业素质之一。

上篇 产品设计与材料工艺

工业设计是具有实用和精神双重功能造型设计,它不仅要求产品的功能以满足人们工作和生活的需要为目的,而且还要求产品的外观形象给人以美的感觉和艺术享受。因此,理想的产品造型设计,应是善于解决功能、形体、色彩、质感等技术处理与艺术创造有机的结合,成为具有物质和精神两种功能的造型设计。

从视觉艺术的角度看,直接影响产品造型效果的因素大体讲有三个,即形体、色彩和质感,产品的色彩和质感是现实的形态,仅涉及到表面装饰工艺,而形体所联系的是空间与体量的配置,是非现实的形态。要把非现实的形态变为现实形态,就需要通过材料及技术加工的手段来完成。产品设计和制造过程,同时也是将工业原材料加工成产品的过程。

工业设计就是为获得一定功能,借助某些物质而产生新的现实形态。这里所借助的物质就是材料。这种材料一方面在产品造型设计开始就要预定选择;另一方面,在产品设计活动完结后仍留下来,只是这时的材料已改变了原来的形态,成为了新的造型物。从这种意义上说,造型就是将材料进行转化,而转化的方法就是技术或称工艺。因此,工业设计师,在构思新产品设计制造产品及结构部件时,要正确选择实现其设计的物质基础,即使用的材料。

所谓工业产品材料,主要指工业产品外观造型和内部结构所采用的材料。目前来说工业产品材料大致可分为五大类,即金属材料、木材、工程塑料、工业陶瓷和复合材料。本篇将对以上材料与设计的有关问题及选择方法作出阐述。

目 录

绪论	1
----	---

上 篇 产品设计材料与工艺

第1章 产品设计材料工艺概论

1-1	材料与产品设计	1
1-2	产品设计材料的美学基础	5
1-3	材料的性能及基本特性	10

第2章 金属材料与工艺

2-1	金属材料概述	13
2-2	金属材料的性能	14
2-3	产品设计中常用的黑色金属	15
2-4	产品设计中常用的有色金属	18
2-5	金属冷加工工艺	20
2-6	金属热加工工艺	23
2-7	金属材料在产品设计中的应用	25

第3章 有机高分子材料与工艺

3-1	木材的一般特性	26
3-2	产品设计中常用的木材	27
3-3	木工工具	30
3-4	木工机械	35
3-5	木作基本工艺	37
3-6	木制品的加工工艺过程	40
3-7	木材制品的表面前处理	41

第4章 合成高分子材料与工艺

4-1	工程塑料概述	43
4-2	产品设计中常用的工程塑料	47

目 录

4-3	塑料的成型	51
4-4	塑料制件的工艺设计	54
第5章	无机非金属材料与工艺	
5-1	陶瓷材料概述	57
5-2	陶瓷的性能	58
5-3	工业陶瓷的成型方法	59
5-4	产品设计中常用的工业陶瓷	60
第6章	纤维复合材料与工艺	
6-1	复合材料概述	65
6-2	纤维增强复合材料	67
6-3	其他复合材料	69
6-4	复合材料的成型加工	71
第7章	发展中的新材料	
7-1	生态环境材料	73
7-2	智能材料	76
7-3	纳米材料	79
第8章	产品设计程序与选材方法	
8-1	产品设计过程与选材	83
8-2	选择材料的因素	83
8-3	材料清单	90
8-4	常用草模材料及运用	90

目 录

下 篇 产品表面装饰工艺

第9章	涂装工艺	
9-1	涂料的基本知识	93
9-2	产品设计中常用的涂料	94
9-3	涂装技术	97
9-4	塑料涂装	101
9-5	产品涂饰工艺举例	102
第10章	电镀工艺	
10-1	电镀概述	105
10-2	常用金属表面装饰电镀	106
10-3	塑料电镀	109
第11章	金属的氧化与着色工艺	
11-1	铅及其合金的氧化与着色处理	111
11-2	钢铁的氧化及磷化处理	114
11-3	铜及其合金的氧化处理	115
第12章	其他装饰工艺	
12-1	机械精整加工	116
12-2	机械粘固	117
12-3	塑料烫印	118
12-4	金属喷镀	119
主要参考文献		120
附录：案例解析		121

第1章 产品设计材料工艺概论

§ 1-1 材料与产品设计

1.1.1 材料与设计的不关系

设计是收集信息、综合信息、创造新信息的过程,而产品则是这一过程完成的最终结果。任一产品都是信息的载体,它是那个时代、那个民族或地域的社会观念及经济基础的总和,既有人们对材料、结构、加工工艺的理解——即自然科学的信息凝聚,也有人们对生活方式、社会结构的反馈——即社会科学信息的记录。如陶器的发明,标志着新石器时代从游牧到定居生活方式的演进;青铜器是奴隶主统治的象征;铁器的运用是封建社会的接生婆……

人类的设计是从石头开始的,是石头提供了人类进化的最基本的条件。石头、木材、金属、塑料等材料,是人类构筑、造型所必不可少的物质要素,然而在“内容积淀成为有意味的形式”的过程中,人类因环境、地域、民族、时代、习俗、观念等因素选择不同的材料作为自己文化语言的符号。材料就如同其他生产力要素一样是可变的、发展的,仅仅是自然的存在或技术的产物,选择材料、使用材料的过程也是设计意识形成的过程。在这个闭合循环中,材料扮演的角色也就成了“人的本质力量的对象化”和“物的人化”主题的语言和素材。古埃及人用石头表达了他们超越时空的永恒概念,工业化时代的钢铁成了近代西方的“人定胜天”的价值观……

1.1.2 产品设计中的材料因素

产品设计包括使用功能、材料工艺、审美情趣等三方面的构成要素。其中使用功能是首要的,它决定着产品造型的基本形式,材料和工艺是保证产品造型付诸实现的物质技术条件,它是产品功能和艺术处理的具体体现。产品造型的艺术处理,决定

着形式的美观与否,表达了一定的思想感情和审美情趣。这三个方面的因素,存在着相互依存、相互作用的辩证统一关系,构成了不可分割的统一体。在分析产品造型的时候,不能只从造型的形式处理方面孤立地看是否美观或制作优劣,而要全面地、联系地分析造型设计在产品功能、材料和工艺、艺术处理等各方面的关系,只有这样,才能比较全面地、深入地认识产品造型的本质。

产品必须用以材料为媒介才能显示出自己的实际用途。材料是工业产品造型的物质基础,它以自身科学性、艺术性、经济性,能动地为产品造型服务。材料在工业产品设计中的作用是显而易见的。同一类型的产品,如果采用不同材料或不同的加工方法,会得到不同的造型效果。工艺制作方法,结构方式有所不同,那么产品的造型风格、质感也会相应的有所不同。古罗马大理石椅(a-1),不易加工,只好整体落地,却具有坚厚凝重的罗马风格;而古埃及的法老王座(a-2)因使用者身份不同,座椅靠背上满是贴金浮雕及彩色陶片,光芒四射。明代圈椅(b-1),采用木构架结构,充分利用木材和纹理而不加遮饰,取得高度的艺术成就;1898年设而沃赛设计的橡木椅造型简练,结实大方并略带哥特式意味;里特维尔德1917~1918年设计的红蓝椅(b-2)由机制木条和层压板构成,13根木条相互垂直,强调抽象的感受和量感,以完美和简洁的物质形态反映了风格派运动的哲学;马丁王银座(c-1)是哥特式风格家具的典范;麦金托什设计的高直式座椅(c-2)体现出植物向上垂直生长的活力;密斯设计的魏森霍夫椅(c-3)是第一把悬挑式的钢管椅;雷斯于1951年利用钢条和胶合板设计了著名的“安德罗普”椅(c-4),造型轻巧而有动感;OMK设计的可叠放椅突出体现了金属材料的冷漠感;雅各

布森设计地“蛋”椅, (d-1) 是热压胶合板整体成型, 具有雕塑般的美感, 而潘顿设计的整体成型玻纤增强塑料椅 (d-2) 可一次模压成型。椅的造型直接反映了生产工艺和结构的特点, 同时又非常别致, 具有强烈的雕塑感, 色彩十分艳丽。

因此, 工业设计师只有熟悉各类材料的特性、规格、加工方法等, 才能较好地发挥材料在工业产品设计中的作用, 把选材、用材和产品的造型设计有机地结合起来。

1.1.3 材料与造型的发展

人类社会的发展史表明, 材料与人类的出现、进化、发展有着密切的关系, 生产中使用的材料的性质直接反映人类社会的文明水平。了解材料与器物、工具、工业产品造型发展之间的关系, 找出其规律和内在的联系, 有利于在产品设计中更好地把握材料和应用材料。

1. 石器时代器物的造型

最早的石器是砾石制造的。它们已体现了一定程度的标准化, 这既是为了适应使用要求, 也是要适应当时的技术和材料所限定的条件。这些石器显得有些粗糙, 但已表明了对石料的特点以及打击成型方法的清楚认识。

随着历史的发展, 人类在劳动中进一步改进了石器的制作, 把经过选择的石头打制成石斧、石刀、石锛、石铲、石凿等各种工具, 并加以磨光, 使其工整锋利, 还要钻孔用以装柄或穿绳, 以提高实用价值。造型追求着严格地左右对称, 钻孔极圆, 而且对钻孔的对位高度准确。随着石器的发展, 还促成了人类对工具器物造型的色彩感的觉醒; 对器物表面光洁的追求; 注意造型物的色泽与质地; 追求造型的对称、秩序和韵律等等。其装饰手法可以概括为以下三个方面: 一是装饰的造型, 即在实用型造型的基础上, 对局部造型进行不妨碍使用却又和功利无关的装饰化改造的造型。二是拟形装饰, 在木、骨、石、陶各种质料的实用器中都有拟形装饰的现象, 其中以拟动物造型的装饰较普遍。后来在此基础上产生了图案化。三是绘纹、镂空、刻纹。

陶器的发明是氏族社会形成后的一项重要成就。由于人们对粘土的不断认识和选择, 制作技术的逐步熟练, 成型方法也就有手捏制、泥条盘筑、轮制等多种。原始社会的陶器造型样式以及具体到造型的各部分处理, 虽然是首先考虑使用的合理和方便, 但同时又是按着朴素的审美原则进行创造的。陶器表面加工有多种方法: 压模, 即用平滑的石头在陶坯上压磨使之光滑; 施加陶衣, 进而加以彩绘; 压印, 用特制工具在陶坯上压出绳纹或条纹, 既使陶壁坚实, 也使压纹成为一种装饰, 增加美观。此外还有堆贴和刻画等多种加工方式。所以原始社会的陶器造型, 不仅具有实用价值, 而且也具有一定的审美价值, 它的实用和审美是统一的, 有的来源于生活的启示。

2. 青铜器时代器物的造型

中国青铜器产生于商代 (公元前16世纪至前11世纪)。制陶技术的发展为炼铜准备了必要的条件。由于青铜材料的性能和铸造技术的特点, 使青铜器的造型能够进行更深入地刻画, 从而使其造型更富于变化、并出现了许多新的样式。当时, 造型艺术已达到了较高的水平。如河南安阳晚商遗址出土的司母戊大方鼎重达 875kg, 外形尺寸为 133cm × 78cm × 110cm, 采用了曲线和对称的造型方式, 浑厚庄严, 气势雄伟, 鼎身以雷纹为地, 上面有蟠龙纹盘绕, 四角位饕餮纹, 是迄今为止世界上最古老的大型青铜器。再如湖北随县出土的战国初期的一套 64 件青铜编钟, 不仅造型美观, 而且现在演奏起来仍然音色优美, 是我国古代造型艺术高度发达的见证。在青铜材料的冶炼和使用方面, 我国达到了当时世界上的高峰, 创造了灿烂的青铜文化。但由于青铜仅适用于铸造成型, 故青铜器的造型受到较大的限制。我国古代《考工记》中记载: “金有六齐: 六兮其金, 而锡居一, 谓之钟鼎之齐; 五兮其金, 而锡居一, 谓之斧斤之齐; 四兮其金, 而锡居一, 谓之戈戟之齐; 三兮其金, 而锡居一, 谓之大刃之齐; 五兮其金, 而锡居其二, 谓之削杀矢之齐; 金锡半, 谓之鉴燧之齐。” “六齐” 就是六种合金的配方。 “金有

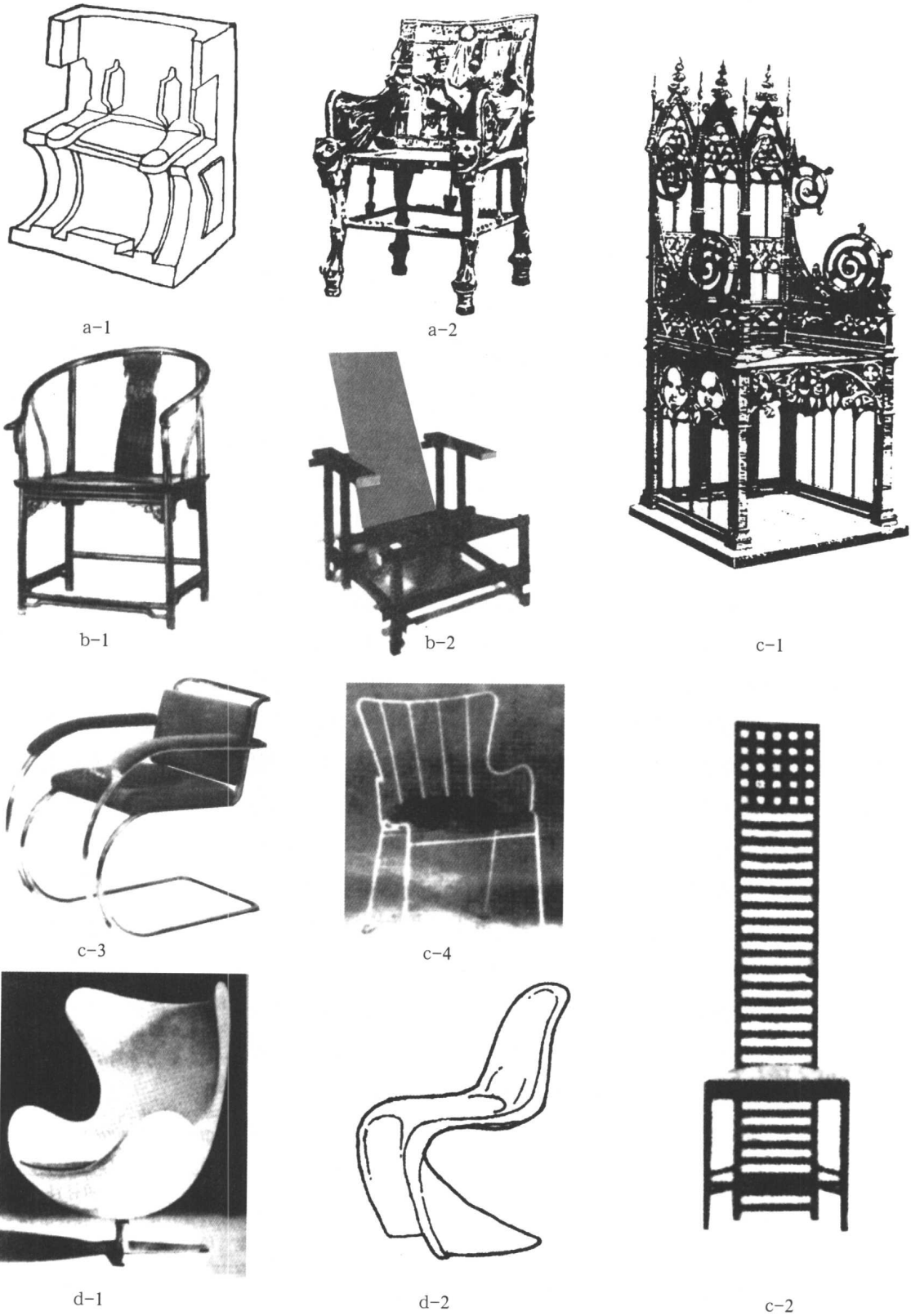


图 1-1 椅子的设计与材料

六齐”中的“金”，即青铜。世界在公元前二、三千年就有不少国家进入青铜时代。我国的青铜技术并不是最早的。但是，这一记载却是世界上最早的金技术的文献。

3. 铁器时代的产品造型

由青铜器过渡到铁是生产工具用材的重大发展。

我国从春秋战国时期（公元前770~221年）开始大量使用铁器。从战国铁器遗址中，发掘出了浇铸农具用的铁模，说明冶铸技术已由泥沙造型水平进入铁模铸造高级阶段。到了西汉时期，炼铁技术又有了很大的提高，以煤为炼铁的燃烧材料，要比欧洲早1700多年。

由于钢铁的性能优良，加工性能好，成本低，经过许多世纪的发展，特别是17世纪的科学革命和18、19世纪的工业革命，促进了手工业生产方式逐渐向采用机器成批生产的新时代跃进。18世纪，在以英国为代表的欧洲，发展了以煤炼铁的技术，人们获得了大量的廉价钢铁，这使大批量的制造各种性能优良、外观造型较复杂的机器和工业产品成为可能。随着蒸汽机的发明，使工业发展获得了强大而廉价的动力，这个重大突破，促进了近代工业迅速发展，对材料特别是钢铁的需求急剧增加，推动了金属学的发展，使人类进入了工业化时期。加工能力的提高扩大了产品造型的自由度。40年代的产品以“流线型”风格为主，这主要是受材料制约的原因。这种造型风格给人以笨拙、臃肿、不精细、缺乏力感的印象，由于生冲钢板的采用，80年代后产品的造型，向方形小圆角过渡，给人以刚劲挺拔、轮廓线清晰、简洁大方的美感，广为人们接受和喜爱。

4. 人工合成材料时代的产品造型

进入20世纪以来，现代科学技术和生产飞跃发展，材料、能源和信息作为现代技术的三大支柱，其发展格外迅猛。其中以人工合成高分子材料的发展最快。人工合成材料的大量运用，促进了工业产品造型发生了较大的变化。工程塑料的发展，其特征

的不断改进，使得几乎所有的产品都有了新的形式。对造型影响最大的是新材料的供应形式，即粒状和粉状，这些新形式的出现，使进一步以单一的一道工序加工出成品工件成为可能。在工业产品中，正是因为采用了新材料而扩大了产品的功能特点，设计者能够根据产品造型的要求来选择或设计材料，产品造型的自由度和可能性更大。新型工业造型材料的广泛应用必将促进工业产品造型设计发生重大的变化，甚至产生产品造型设计观念性的变革。

以上概略地回顾了材料与造型的关系。从中可见，不同的材料以及用相应的工艺加工方法与产品的造型是紧密联系的。同时，工业造型材料在产品设计中的重要作用，已使其成为产品设计中不可忽视的组成部分。

1.1.4 材料科学技术的发展

新材料与新工艺是孪生姐妹。她们的诞生，都标志着当代科学技术的发展。新材料越多，新的工艺过程也就越显现了人的创造能力。自然材料是有限的。要使这些已经不能或者还未发现其用途的自然元素转变成人为的材料，化学、物理学、生物学这些元素科学就要向也正在向有机化学、无机化学、金属学、机械学、生物遗传工程学、仿生学等方向划分和发展。材料科学成为人类发现制造新产品及建设新环境的基本学科。而今的材料品种繁多，用于代替木材、金属、陶瓷等的塑料是化学工业研究的对象，它不仅具备这些材料的理化性能，还可以模拟出它们的天然质地美。

如同人类的知识、生活空间、食品、能源一样，材料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 and 理论指导，进而诞生了本世纪50年代所形成的关于材料成分、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。人们在社会生产和生活中不仅能合理有效地使用材

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设计提出新的设计要求。例如为发展能源工业所提供的耐高温、耐腐蚀的各种工程陶瓷材料,用于柴油机、燃汽轮机等高温热机上,可耐 $1300^{\circ}\text{C} \sim 1500^{\circ}\text{C}$ 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两倍。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、抗烧熔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在不断增长,用碳纤维制成的汽车弹簧,碳纤维增强塑料制成的车身,重量轻,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、存贮和处理等具有特殊功能的所谓无机非金属材料,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觉察的许多微细变化作出反应。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),能对光、信息完成许多电子学功能的功能薄膜、功能高分子膜(如聚偏氟乙烯)用于制造高传真的微音器,用于光纤通讯的超纯石英光导纤维,以及激光材料、铌钛合金超导材料、碳纤维、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、石膏板等)。

如图 1-2,人工辅助器官耳、鼻由高可塑性硅胶塑成,可以粘在骨骼上固定,也可用夹子固定到皮肤上。该假肢由软塑料制成,有沟的内衬有助于肌肉生长,轻质的碳合成外壳则可提供支撑。同时还具备探测外界冷热的感觉元件。如图 1-3,莲花(Loyus) Elise340R 运动型赛车底盘采用阳极化处理过的轻质铝材,车身则是由碳纤维与其他复合材料压制而成。全车仅重410千克。如图 1-4,特制的材料可以植入眼睛治疗近视眼。



图 1-2



图 1-3



图 1-4

总之,材料科学随着建筑学、冶金学、高分子化学等学科的发展而日新月异。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、更可靠和更精确。在未来的科学技术领域中,新型的具有特殊使用功能的塑料和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。

§ 1-2 产品设计材料的美学基础

材料服务于人的实用物理功能研究开发已久,而材料作用于人的审美心理功能研究才起步。材料是设计和工艺制造过程中,审美信息的转化和传递的载体。实践证明,材料对人的影响是很大的,直接关系到对产品造型的判断。例如金刚石,它作为天然存在的刚性物质,其中有些透明无色或淡蓝色、黄色、红色、绿色等,是最受欢迎的宝石。但一般说来,金刚石还是需要加工的。要改变它的颜色,可以用原子中不同的粒子进行轰击,便可以达到一定的审美要求。琢磨的恰当,可以使金刚石具有极高的折射率,并能反射出耀眼美丽的光芒。由金刚石的实例可以看出,材料美学一般来说并不是单纯指原材料的美学价值,而是指材料加工过程的结果所产生的审美效应。材料美学,不能机械的视为材料本身固定不变的审美价值,而是人在应用和加工材料过程中的变化的、流动的审美价值。工业造型材

料美学就是一门研究材料的审美特性和创造美的规律及材料的加工方法和使用方法的学科。材料美学具体化了就是质感设计。

1.2.1 质感的原理

1. 质感的定义

质感是用来标志人对物体材质的生理和心理活动的,亦即物体表面由于内因和外因而形成的结构特征,触觉和视觉所产生的综合印象。质感是工业造型设计基本构成的三大感觉要素之一。三大感觉要素即形态感、色彩感和材质感。质感是物体构成材料和构成形式不同方面体现的表面特征。质感包括两个不同层次的概念:一是质感的形式要素肌理;二是要素质地,即物面的理化类别特征。

质感有两个基本属性:一是生理属性,即物体表面作用于人的触觉和视觉感觉系统的刺激性信息。如:软硬、粗细、冷暖、凸凹、干湿、滑涩等;二是物理属性,即物体表面传达给人知觉系统的意义信息。也就是物体的材质类别、价值、性质、机能、功能等。

2. 肌理

人对质的感觉都产生在材料的表面,所以肌理在质感中具有十分重要的作用。可以说,肌理是质感最主要的特征。在工业产品造型设计中,如能对肌理处理得十分恰当,基本上就会形成比较好的质感了。所谓肌理就是由于材料表面的配列、组织构造不同,使人得到的触觉质感和视觉质感。简单地说,肌理指的是物体表面的组织构造。触觉质感又称触觉肌理(或一次肌理),它不仅能产生视觉触感,还能通过触觉感受到。如材料表面的凸凹、粗细等。视觉触感又称视觉肌理(或二次肌理),这种肌理只能依靠视觉才能感觉到。如金属氧化、木纹、纸面绘制、印刷出来的图案及文字等。肌理这种物体表面的组织构造,具体入微地反映出不同物体的材质差异,它是物质的表现形式之一,体现出材料的个性和特征,是质感美的表现。

1.2.2 质感与产品

材料的质感与产品的造型是紧密联系在一起

的。工业产品造型设计的重要方面就是对一定的材料进行加工处理,最后成为既具有物质功能又具有精神功能的产品,它是艺术造型的过程,也是艺术创造的过程。一个完整的产品,人为质感不仅仅停留在材料的表面上,而升华为产品造型整体的质感。就像青铜、铝合金、石膏等的雕塑,当这些材料成为艺术品之后,人们不仅仅只是欣赏这些材料的表面,而更主要的是在赞叹那些有生命力的雕塑体的质感美了。所以,对质感的认识,应该从对材料的局部认识过程过渡到对造型物质感的认识上。质感设计虽不会改变造型的形体,但由于它具有较强的感染力,而使人们产生丰富的心理感受,这也是当今在建筑和工业产品中广泛应用装饰材料的原因。

1.2.3 质感的分类与性质

质感具备生理和物理两大属性,质感有两种分类方法。按人的生理和心理感觉,质感可分为触觉质感和视觉质感;按材料的物理和化学特性,分为自然质感和人为质感。

1. 触觉质感和视觉质感

(1) 触觉质感 触觉质感就是靠手和皮肤的接触而感知的物体表面的特征,触觉是质感认识和体验的主要感觉。在感觉心理学中,视觉和听觉属于高级的复杂的感觉,称为精觉。触觉、味觉、嗅觉的研究起步较晚。

1) 触觉的生理构成 触觉本身也是一种复合感觉,由温觉、压觉、痛觉、位置觉、振颤觉等组成。人的触觉和其他感觉一样是非常灵敏的,人眼能感觉到5~14个光子,即10~6烛光/ m^2 的刺激。人鼻能感觉到1立升空气含量为一亿分之一毫克的人造麝香味。触觉灵敏度仅次于视觉。盲人靠触觉来认识、联系外界,有相当高的准确性。因此,触觉的潜力很大。

2) 触觉的心理构成 触觉质感可分成快适的触觉质感和厌恶的触觉质感两种。前者如细滑、柔软、光洁、湿润、凉爽、娇嫩等快适的触觉质感,例如蚕丝质的绸缎、精磨的金属表面、高级的皮革制品、光滑的工程塑料、精美的陶瓷釉面等。在日常