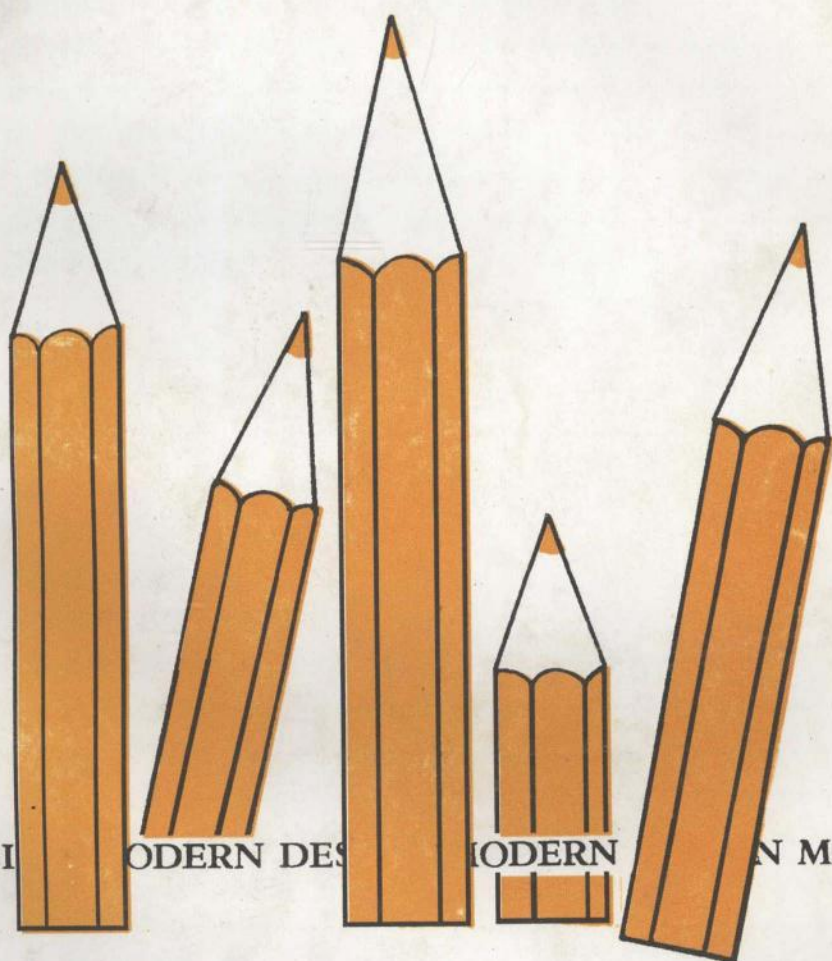


现代设计系列教材

设计材料

许鹤峰 黄族兴 张福昌 编著



MODERN DESIGN

无锡轻工大学设计学院

一九九七年九月

目 录

编译者的话	1
第一章 绪论	2
第 1 节 我们的生活与材料	2
第 2 节 材料的种类	3
1、无机材料	3
2、有机材料	4
3、复合材料	4
第 3 节 优秀的产品设计	5
1、工作前的准备	6
2、规划的确认和对产品性能要求的了解	6
3、选择材料及其成形加工方法	7
4、设计阶段	7
5、技术研究和定样阶段	7
6、最终审校阶段	8
7、产品的跟踪调查	8
第二章 金属	9
第 1 节 我们的生活与金属	9
1、人类与金属的历史	9
2、金属材料的一般性质及其加工法	9
3、新的金属材料	11
第 2 节 钢和铁	12
1、钢铁的种类和性质	12
2、材料与制品例	15
第 3 节 铝及其合金	15
1、铝及其合金的种类和特性	15
2、材料与产品实例	19
第 4 节 铜及其合金	19
1、铜	19
2、黄铜	19
3、青铜	19
4、铝青铜	20

5、焊锡	20
第5节 其他金属材料	21
1、锌	21
2、铅、锡及其合金	21
3、镍合金	21
4、贵金属及其合金	21
第6节 设计技术上的注意点	22
1、材料的选择	22
2、加工法的种类	24
第7节 表面处理	34
1、表面处理的含义	34
2、表面加工	37
3、表面层的改良	40
4、表面涂层	42
研究课题1	47
第三章 塑料	48
第1节 我们的生活与塑料	48
第2节 塑料的种类和性质	49
1、热塑性塑料	51
2、热固性塑料	55
3、复合材料	58
第3节 塑料的成型加工	59
1、成型加工方法的种类与选择	59
2、成型法的特长	60
第4节 工业设计时应考虑的技术问题	67
1、脱模斜度	67
2、分模线	68
3、侧向凹凸	69
4、壁厚的设计	69
5、强度设计	70
6、圆角的布置	71
7、雕刻	71
8、叠堆	73
9、模具痕迹	73
10、基本图形与变形组合	74
11、聚丙烯“合页”	75
12、提钮的设计	76
13、握把的设计	77

14、提手的设计	78
15、连接	79
第5节 表面装饰	79
1、着色	80
2、热烫印	82
3、贴膜法	83
4、镀覆	83
5、涂饰与印刷	83
研究课题2	84
第四章 其他材料	85
第1节 陶瓷	85
1、我们的生活与陶瓷	85
2、陶瓷器	86
3、工业用陶瓷	94
第2节 玻璃	97
1、我们的生活与玻璃	97
2、玻璃的定义和种类	97
3、玻璃的成形与加工	98
4、其他玻璃制品	101
第3节 木材	102
1、我们的生活与木材	102
2、树种和一次加工	103
3、木质材料	107
4、木材的二次加工与设计	113
第4节 纤维材料	118
1、纸	118
2、纤维	121
3、皮革	125
研究课题3	126
附表	128

编译者的话

在工业设计中接触并使用各种各样的材料,而且随着现代科学技术及工业技术的提高,新的材料不断涌现。加深对各种材料各自特性的认识并掌握相应的加工方法,是有效利用各种材料提高工业设计水平必不可少的环节。

日本儿玉信正等编的《设计材料》一书正是从这一角度介绍了金属、塑料、陶瓷、木材、纤维等材料及其选材与加工方法。其中对金属和塑料叙述得较详细。

我国工业设计尚处在起步阶段,编译本书在于向从事工业设计的专业人员提供参考,为发展我国的工业设计出一点绵薄之力。希望能对各位的工作有所帮助。

本书的第一章、第二章由无锡轻工业学院张福昌,第二章由北京市塑料一厂许鹤峰,第四章由上海轻工业设计院黄族兴编译。

由于编译者水平有限,书中难免有不当之处,恳请读者给予批评指正,我们将深表感谢。

编译者

1991年7月

第一章 绪论

第1节 我们的生活与材料

假如仔细地注意观察一下周围,就会发现我们的生活离不开由各种各样材料制造而成的各类制品。现在很多家庭都备有电冰箱、洗衣机和电视机等家电产品。这些产品在过去是只有富有的家庭才能购买的奢侈品,是一般家庭无论如何也不敢想的。此外,作为交通工具的汽车和喷气式客机以及高速火车等,在短时期内取得如此快的发展是谁也没有预测到的。

这些当然是科学技术发达的必然结果,但其中由于不懈地研究、发现、发明了很多新的材料也占有一定的地位。象水桶和面盆等制品过去用金属制造,而现在被塑料所替代,衣料等也由合成纤维产品来替代棉花和丝绸而被广泛使用。

人类自古以来就不断致力于有效地利用各种各样的材料来改善生活环境,创造更好的生活。除金属、陶瓷、玻璃、木材、纸等各种材料外,塑料和精细陶瓷、半导体等电子材料、各种材料等新材料也不断出现。随着社会的不断发展,人们要求进一步改善生活条件、创造更为丰富多彩及方便的生活环境,于是各种新型材料就应运而生。

学习产品设计的人,所选用的材料大多数是一定批量生产的工业材料,这是与以原件作品制作为目标的工艺美术不同的。因此,无论在设计产品,还是在生产过程中,都必须考虑能够进行批量生产的设计和成形法。如下面各章所述那样,生产塑料产品时,必须从何种形态容易脱模、应该选何种塑料、用何种着色剂合适等各个方面来加以研究。

当使用新的材料,设计生产新产品投放社会时,用什么样的标准来判断该产品是否符合广大群众的需要呢?作为能使人的感情得以充分满足的设计手段,其方法论能否得以确立呢?尽管这些问题是设计产品、选择材料时最重要的方面,可是往往根据经验来进行。最近,随着电子计算机的发展,正在摆脱这种经验性手法,可以开始看到在理论上能解决这些问题的苗头。这就是应用统计性方法的多变量解析的手段。但是由于这种方法还处在初期的应用阶段,因此还很难能得到充分的解析。假如这种解析体系能确立的话,那就可以确信,不仅在工业设计的领域,而且在其他科学领域,可以将这方法作为解决问题时的新手法。

如上所述,现在是一个新材料不断涌现并充分利用和发挥这些材料的作用来提高人们的生活的时代。没有材料方面的知识就不能创造新的产品这话一点也不过分。新材料的出现及伴随而来的技术进步和发展,确实是非常迅速的。我们生活在这一个时代,除了要掌握以往使用的材料之外,还需要进一步加深对不断出现的各种新材料知识的理解,并提高合理地利用材料的能力。

第2节 材料的种类

1、无机材料

使用无机材料的历史十分悠久,远在公元前就开始,金属、陶瓷、玻璃等材料就是属于这一范畴。有机材料、陶瓷及三大材料之一的金属材料都是人类生活所必不可少的材料。特别是钢铁的用量很大,被广泛使用。最近,用量日趋增大的金属是铝。为了减轻飞机、电车的车体重量、节省能源而使用的轻质合金,其主要成分是铝。有色金属中用量大的材料是铜。但是包括铁在内,这些金属很少使用纯粹的单体,大多是以合金形式被广泛使用。

此外还有钛、镍、锰、铅、锡、锌、银等,但与铁的产量相比,这些金属无论是产量还是消费量,都远远要少得多。大量使用的铁一般都含有微量的炭,从而增加其机械硬度,这些含有微量炭的铁称为炭素钢,我们把它加工成钢板、钢管、钢轨、钢筋而广泛使用于各个领域。图1-1是美国、苏联、日本、西德四个国家粗钢产量的比较情况。美国第一,苏联第二,接着是日本、西德。

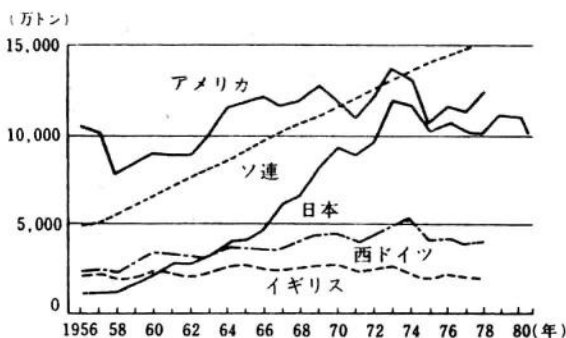
由于铝的密度比其它金属小,在空气中的耐腐蚀性也高,因此被大量用于轻量化的产品中。纯铝常以箔的形态广泛用于防湿要求高的包装领域。加入铜、镁、硅等元素的铝合金,与纯铝相比,机械强度高,作为构造材料用于飞机、车辆、船舶等方面。

由于铜的导电、导热性能仅次于银,因此,被应用于制造电器零件,铜与锌的合金——黄铜及铜与锡的合金——青铜,自古以来就作为铸造材料,用于机械零件、装饰品和建筑金属构件等方面。

玻璃在公元前就已有生产,是一种历史悠久的材料。玻璃的特征在于其光学性质。根据玻璃的不同组成成分,可把玻璃分成具有不同性质的各种玻璃而分别用于各种不同场合。使用无机系色料着色的玻璃主要用于制作装饰品及玻璃杯和彩色玻璃。彩图中的彩色玻璃是欧洲的某一教堂,窗子上的玻璃高度约十米左右,靠太阳光的变化产生不断变化的美丽的色彩投影。图1-2是日本制作的晶体花玻璃,古代在日本为“切子”,十分珍贵。

陶瓷也是从远古时代就与人类生活有着密切关系的材料。陶瓷器一般是把原料粘土成形后烧成的,分成工器、炆器、陶器和瓷器。随着粘土的性质和烧制温度的不同,烧成后的制品性质也各不相同,如砖、瓦、磁砖、茶具、咖啡具、餐具等,有着不同的性质和各自的用途。

最近出现了精细陶瓷或新陶瓷这个名称,开拓新陶瓷的用途的倾向日趋明显。这种靠精密地控制其化学组成和组织而制成的具有新的性能和功能的陶瓷,正在替代过去所用的金属材料。用新陶瓷制作的剪刀、刀子等已在市场出售。还在考虑把它用到汽车发动机(图1-3)和燃气轮机等方面,现已进入试验阶段。此外,美国的航天飞机等所需的耐热面砖等材料也是新开



[(万吨)](万吨) [西ドイツ]西德
[アメリカ]美国 [イギリス]英国
[ソ連]苏联

图1-1 粗钢产量图表(国民统计年鉴)

发的特殊陶瓷。这种航天飞机从宇宙返回地球时一进入空气层,与空气摩擦就会发生高热。为了保护人的安全和机体的正常飞行开发了这种耐高温的面砖。这种 10cm^3 的面砖材料具有良好的隔热性,即使将下部加热到呈白热状态,其上部仍然可以用手去抓握。这种面砖不仅具有极其优秀的隔热性,而且还兼备只有同体积水的 $\frac{1}{3}\sim\frac{1}{4}$ 的轻量性。

2、有机材料

有机材料中,塑料是仅次于木材用量很大的材料,其发展历史较短,它是伴随着石油化学

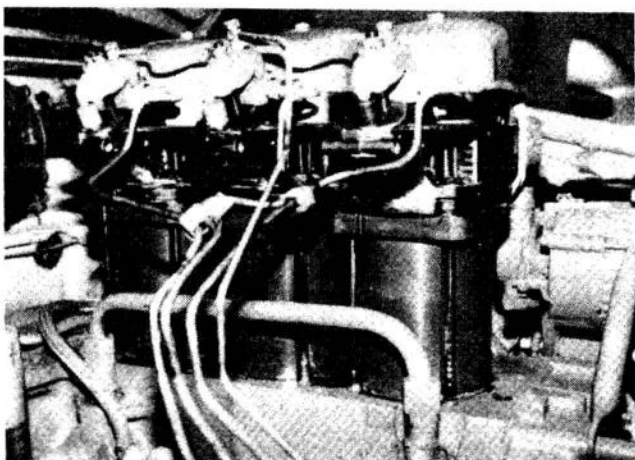


图 1-3 陶瓷发动机

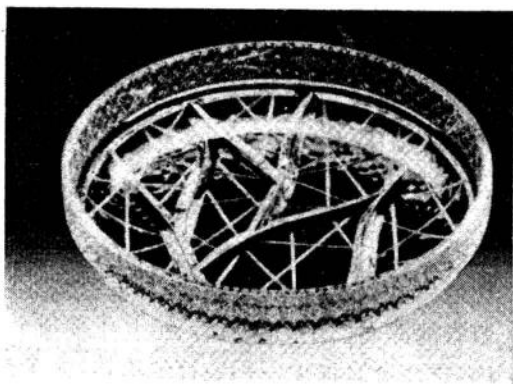


图 1-2 晶体单料玻璃

工业的发展而出现的新材料。此外,作为材料还有纸、纤维和皮革等。

原来作为天然的有机系高分子化合物有蛋白质、纤维素、淀粉等,塑料是属于合成高分子。人造树脂——各种赛璐珞一类,例如硝酸赛璐珞等大多情况不属这种分类。石油裂解蒸馏时生成的各种炭化氢是原料,最初最气体或液状形式。这些原料在热、光、压力、触媒等条件下,进行聚合反应不断地高分子化。伴随着高分子化反应的推移,合成物质从有粘性的聚合体变成固体物质,最终成为塑料。塑料也称为合成树脂,这是因为在聚合过程

中生成的物质与松脂相似的缘故。

日本的塑料产量 1977 年为 585 万吨,占世界第三位,石油化学制品的 32.8% 是塑料。

这样生产的塑料,正在进入过去金属和陶瓷所占有的领域。在家庭用品、电气产品、汽车零件、建筑材料等领域极其广泛地被应用。而且象 P ラミッド 树脂那种具有极其优秀特性的新塑料正在不断开发出来,塑料工业将继续不断地向前发展。

塑料之外的有机材料请参照另外专门章节。

3、复合材料

所谓复合材料是将两种以上材料互相复合而成的,使其发挥单一材料所没有的强度特性的材料。复合材料也有无机系和有机系或将两者相互复合而成的材料。

为了提高材料的强度,在材料中加进某一微量材料复合时,一般称主要材料为母材,称微量材料为填充材。复合材料的历史也很短,从 20 世纪中期左右才开始取得明显发展。然而,复合的方法自古就有。例如,房子的土墙壁之类,用砂、石子、水泥混合而成。水泥等可以说是典

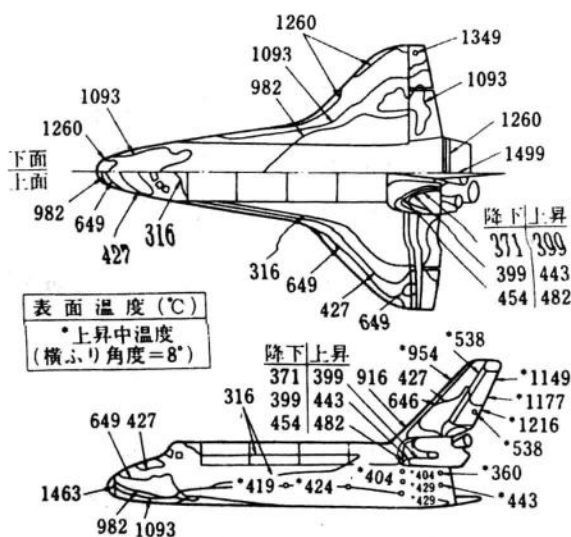


图 1-4 航天飞机的最高表面温度等高线图

铁上粘接复合不同性质的其它金属而强化了的覆盖钢板等无机系复合材料的开发也取得了显著的发展。可以预料,今后这些材料将在各个应用领域被开发应用。

把强度远远超过玻璃纤维的炭素纤维复合在各种基体上而形成的炭素纤维强化复合材料,由于比飞机合金(铝)轻,因此开始作为飞机的构造材料使用,从节省能源的观点来看,今后这种材料也是大有发展希望的。

此外,有机系复合材料,正在向制造人造器官、人造关节、假肢和假牙等应用方向发展,材料物性及今后人造器官类的设计的提高,将飞跃性地对维持人类的生命作出巨大贡献。正如上面所述复合材料的领域今后将取得很大进步,对人类社会也将带来很多恩惠。综上所述,今后引人注目的革新的材料如表 1-1 所示。

型的复合材料。

40 年代美国推出了玻璃钢 (FRP: Fiber glass Reinforced Plastics 之缩写), 由此揭开了复合材料的序幕, 以后新的复合材料不断被开发出来。将玻璃纤维切短, 分散在塑料中制成的 FRP 制品, 比之单独用塑料制成的制品增加了数倍的机械强度。为此, 这些产品淘汰了过去用钢铁制成的头盔、替代了用水泥制作的水槽和用胶合板制成的摩托艇船体。这些 FRP 制品与钢铁、水泥制品相比较, 不仅轻而且机械强度也很好, 因此成了这些制品的主流材料。

此外, 金属和金属氧化物的针状结晶物 (whisker) 分散到金属等物质中制成的高强度纤维合金, 以及在钢

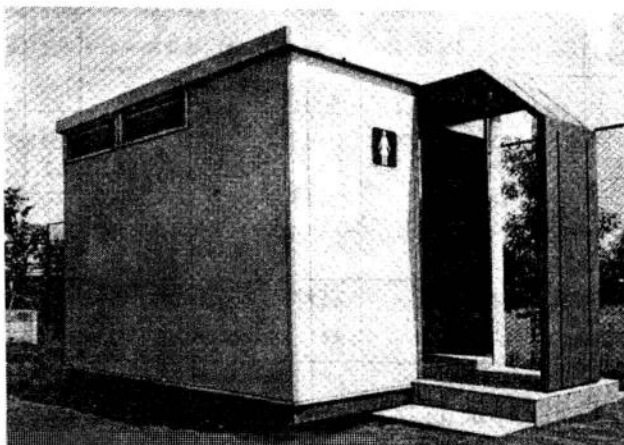


图 1-5 公共厕所(外壁采用复合材料)

第 3 节 优秀的产品设计

在产品设计进行过程中必须注意的要点有若干方面。将这些要点一项项妥善地处理, 便可达到优秀的设计。根据工作的程序, 其重要事项是什么, 应如何来处理为好这个基本问题, 现

以塑料制品的设计程序为例作如下论述。此外,用模具成型的金属、玻璃、陶器等设计过程也大致相同。

表 1-1 今后引人注目的材料

		主要用途			主要用途
钢	磁铁流体	展示陈列、能量变换、封蜡	石油化工	功能性流体 包接化合物	塑料加工油 肥料、药品、饲料、杀虫剂、炸药
	非晶质合金	磁头、记忆元件材料		感光性树脂	照相、印刷、金属腐蚀加工
	高张力钢	宇宙开发、海洋开发、汽车		聚丁烯对苯二酸脂树脂	大型工程塑料
铁	耐候性钢	海洋开发、石油精制焚烧炉	陶瓷	一氧化硼	火箭零件、原子反应堆材、高温隔热材
				陶瓷纤维	耐热性纤维
	超低温用钢	MHD 发电、极低温用输送电		异形粘合半导体	太阳电池、发光、激光二极管
非铁金属	形状记忆合金	千斤顶、恒温器		光导纤维	光通讯
	分散强化合金	汽车、飞机用材		超导电材料	超导电线、线性发动机牵引列车
	钐、钴磁石	超薄形收音机、微波炉		光传导性高分子	电子照相材料
纤维			医疗	吸收性缝合线	手术用
				医用高分子	人造器官
			能源	贮藏氢用金属	热输送系统、燃料电池
				无结晶合金	太阳电池、光记忆、高速演算元件
	炭素纤维	高性能复合材料增强材			

1、工作前的准备

首先是要有充分的准备,不管什么时候接受委托设计都没有问题。为此,平时需要积累有关材料的知识和资料,积累有关成形加工的知识和资料,并要求对有关实例的广泛知识和体验等方面有所准备。

2、规划的确认和对产品性能要求的了解

设计课题决定后,在确认产品的目的、销售日期、需要的总数量、开发和制造所需的总经费、目标成本等条件的同时,还有必要了解目标产品的各种性能。其要点是产品功能、材料物性、设计、使用环境、装配、施工及生产条件等。

3、选择材料及其成形加工方法

第三步是进行选择材料及其成形加工方法,但也有直接进入第四步设计过程的情况,按需要而定。

(1)选择成形加工方法的要点在于要抓住满足产品要求的各种性能的最适合的成形加工方法。为此,对第二章后所述的材料的成形加工方法要事先很好了解,而且要将这些方法加以比较,并设想一些合用的成形加工方法和材料相结合所形成的最终状况,最后选定认为合适的加工方法。

(2)成形加工方法选定后的工作便是选择最适合于产品使用目的材料,这是极其困难的工作,有必要在材料技术人员全面协助下进行。

总之,选择材料要把握好材料的特征,把重点放在满足产品性能要求上。由于原材料价格有很大的差异,因此,材料的选择对产品价格有很大影响。

4、设计阶段

接着便进入设计阶段,产品设计一般程序是从构思草图开始,画粗略草图、效果图、设计图到模型制作。在这阶段要注意如下各项:

(1)要十分把握设计技术上的注意点而进行设计。避免出现因对设计原则毫无理解而超越原则的情况。

(2)成形品的设计应重点考虑简单合理的模具,因为复杂的模具不但难以加工而且价格昂贵。

(3)不要墨守成规使设计成为过去产品的复制品。将大胆的设想导入设计时,选择新的材料和成形加工方法所带来的优点才能体现。

(4)尽量在设计开始时就与技术人员取得联系并得到较好的协作。设计是一种协同的工作,没有很多人的协同就不能得到好的设计。

(5)经上述步骤得到的成形品的形状,要与作为产品目的的功能相一致,而且无论是使用材料,还是成形加工方法也都要相适应。

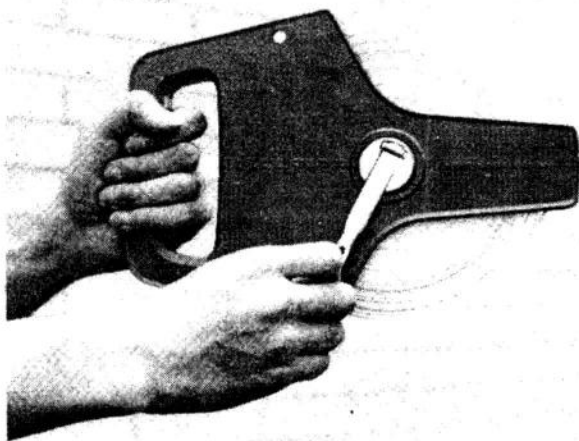


图1-6 卷尺

过去的卷尺外壳在材料和成形法变更的同时,其设计也面貌一新,图中卷尺外壳材料ABS树脂,成形为注塑成形

5、技术研究和定样阶段

设计一结束,下一步工作则是举行技术研讨会进行设计说明的研讨活动。这种会议的参加成员是,模具、成

形、质检、原料等方面技术人员,规划和经营负责人及设计人员。头等重要的是这些负责人之间

对产品形象意见的统一。要是各个部门负责人对产品各自有着不同的认识,那么就不可能产生好的产品。为此,必须提供会议研讨用的模型。

这种联席会议需要解决模具制作的可能性(行还是不行)、成形性、外观形状、成本等方面的问题。要是所有与会人员对重要性能认识一致的话,那么,就能群策群力克服其中的难点。模具设计是困难的一环,而且成形后发生变形的状况谁都不愿意。因此,新的尝试要建立在对模具有深刻的理解的基础之上进行。该修改处则要修改,该坚持的要坚持,不断朝着最终样品方向努力。

6、最终审校阶段

设计图完成后便进入完成产品技术设计图及模具图的阶段,这工作一结束,便进入模具的制作。

塑料成形中,模具在电镀前要进行模具检查和成形品的校正工作。与图不同的地方要进行修正,在修饰之后便进行电镀。对电镀后的最终模具进行成形品的校正也十分重要。色彩、变形、尺寸精度等都是主要项目。这些工作一结束便可进入生产。

7、产品的跟踪调查

产品销售以后的跟踪调查是不可缺少的环节。产品是否在市场上取得预期的效果和作用,这个问题不但是设计师而且生产的各部门都必须关心。若产品的强度不够,就必须考虑增加壁厚、变更构造,甚至改变材质等,若产品容易弄脏时则应研究改变色彩和进行表面装饰的改进。

这种跟踪调查,可以早期发现产品的缺点,将损失减低到最低限度并可为今后开发新产品提供十分宝贵的数据。

以上是设计工作的一个周期,接着再移向新的设计课题。

第二章 金属

第 1 节 我们的生活与金属

1、人类与金属的历史

自古以来人们就将天然的金、银、铜等敲打成形的制品作为装饰之用。最初使用金属是包括现在的土耳其、伊朗在内的中东地区,公元前 4000 年左右就已开始从矿石中提炼铜。

与天然铜相比,从铜矿石得到铜无论从资源方面还是经济方面都有利的。不久,在发现含有锡和铅的青铜的同时,金、银等贵金属类的成形和相互结合的技术也被掌握,利用这些金属制成的装饰品和美术品在技术方面也已达到很高的水平。

到了公元前 1400 年左右,开始了利用铁的铁器文化,尽管与金和铜相比,铁的矿藏更加丰富,但是由于当时在技术方面处理的方法很难,因此,没有能大量使用。

十八世纪之前是炼金术的时代,炼金术者的哲学是以“Transmutation”(变质)为目标,企图将各种材料经变质来炼出金,结果毫无成效。这种尝试虽然最终以失败告终,但是开拓了成为现代化学基础的蒸馏法、结晶成长法和合金的制法等基础技术,与此同时创造了很多化学装置,在化学实验领域的发展上留下了功绩。

18 世纪机械文明的发达提出了对所有的金属材料确立大量生产法和加工精度的要求,这是这个领域的研究飞跃发展的时代。钢铁需求也与日俱增,若以德国的高炉的大型化为例,1861 年使用每天 25 吨规模的炉,到了 1910 年激增到每天 400 吨的规模。在这之后,各种非铁金属类,例如铝、铝合金、锰、钛等都已实现工业化生产,因此那也是轻金属开发的时代。

所有科学技术都与时代一起进步,特别是第二次世界大战以后更得到迅速的发展,开发了各种有趣的材料,如超耐热合金、超导合金、记忆合金等举不胜举。这些材料要是真正得到很好利用的话,我们的生活一定会更加方便舒适。

2、金属材料的一般性质及其加工法

(1)金属材料的一般性质

金属材料与其它材料相比有如下优点:

一般来说金属的导热、导电性能好,能很好反射热和光。由于金属硬度大、耐磨耗性好,因而可以用于薄壳构造。很多金属可以铸造,富于展延性,因此,可以进行各种加工。由于不易污损,易于保持表面的清洁。金属制品还能和其它材料很好配合,发挥装饰效果和进行漂亮的加工。

与其它材料比金属存在如下缺点:

一般来说金属的密度比其它材料大,有的金属易生锈。由于金属是热和电的良导体,因此,绝缘性方面则较差。虽然具有特有的金属色,但缺乏色彩。此外,各种加工所需的设备和费用,

比塑料和木材化费要大。

综上所述,金属既具有不少优点,同时也存在不少缺点,因此,必须充分认识金属的性质加以有效利用。

(2) 金属材料的加工法

将金属加热,在炽热状态下加工成板材和棒材,这种加工方法叫热加工。在常温下对金属进行压延、拉伸等加工方法叫冷加工。热加工是在高温下进行,工作效率高,能得到金属组织无方向性的均匀材料,可是在大气中进行这种加工,金属表面易氧化而覆上氧化层。冷加工主要是作为薄板、轴材、钢管、金属丝等的后道工序加工,用酸溶液除掉热加工时形成的金属表面氧化层后再在常温下进行压延和拉伸等加工。



图 2-1 中世纪的炼金术

冷加工的变形效率比热加工为低,经冷加工后金属的表面带有金属的光泽,能加工成正确的尺寸。经过冷加工的金属的机械性质如图 2-2 所示,随着冷加工率的上升,虽然强度与硬度增加,但延伸变差,对冲击的抵抗值也不断减少。我们把金属经加工硬度增强的现象叫加工硬化。

(3) 金属材料的热处理

将金属在适当的条件下加热或冷却,以得到适合各种用途的组织和机械性质,这种处理称作热处理。下面以炭素钢的热处理为例作简要说明。

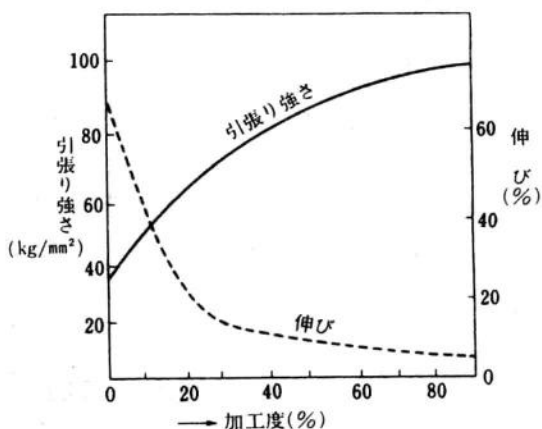
退火:

退火是为了使材料软化和消除内部应力而进行的热处理。根据不同的材料用途加热温度也不同。软化退火一般在 $800\sim 950^{\circ}\text{C}$ 的范围内进行,铁中含碳量越少所需温度越高。但若在过高温度下长时间加热会引起结晶粒粗大、强度低下的现象。加热时间一般是以材料直径(或厚度)每 25mm 约 1 小时为基准。

淬火:

碳素钢的热处理中淬火起着特别重要的作用。淬火是将钢由规定的高温急剧冷却而得到比标准组织的硬度更大的组织,因此淬火处理后的碳素钢适合于制作缝纫类物品、耐磨耗零件和其它工具类。

淬火温度和碳素钢各组织的关系如图 2-3 所示。含碳量越少淬火所需温度越高,但硬度反而降低。碳素钢用冷水淬火越是快速材料越硬,但是,这种方法不适于体积大的材料。淬火除用水之外,有时根据某种需要也可用油来冷却。



[引張り強さ] 拉伸强度 [伸び] 延伸

图 2-2 冷加工率与机械性的关系

回火：

将含碳量高的钢在水中急速冷却淬火后的钢材硬而发脆，如果把它以某一温度再加热，硬度会有所减弱，成为有钢性的组织，（锰硅锌组织，富氮碳钛组织等）一般把这种操作称作回火，一般加热到 200℃ 左右，根据材料的大小和使用目的，加热温度有所增减。

以上就金属的主要性质和加工方法作了简单的说明，但是应在充分了解下面详述的各种金属材料物性的基础上才能进行加工和成形。

3、新的金属材料

如前所述，第二次世界大战后金属材料的开发取得了显著的进步，出现了很多有特色的材料，如形状记忆合金等就是很有趣的一种材料。钛和镍合金记忆了成形时的温度，即使其变形，若一加热瞬间就恢复记忆时的形态。这就是记忆合金的特性。图 2—4

研究的结果表明不仅是钛镍合金，而且铜与铝、金与镉等合金也具有记忆现象。同时，随着改变合金的组成比，还有出现与过去不同的记忆现象。运用这些记忆合金现在正在研究试制新的发动机、折迭杯和锅、玩具等物品。由于现在记忆合金的价格过于昂贵，因此，还不能普遍使用。若记忆合金在大量使用方面的开发研究取得显著成果，实现大量生产和低价供应，就一定能作为未来

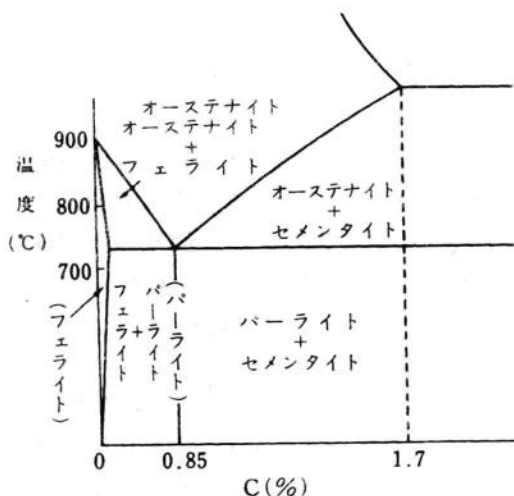


图 2—3 碳素钢的各种组织和温度的关系

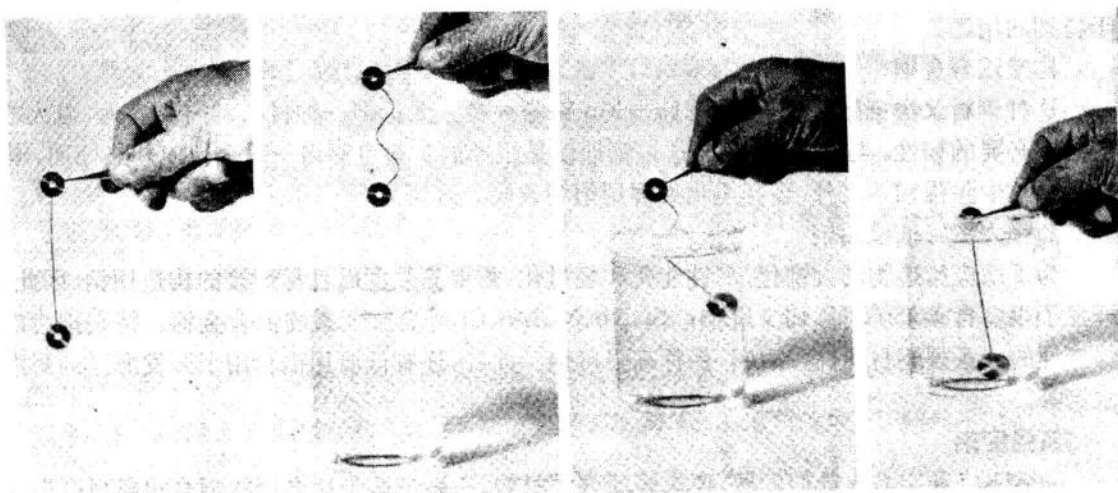


图 2—4 形状记忆合金

的材料被广泛使用。

第2节 钢和铁

钢和铁的产量占金属产量之首。这是因为钢铁具有价格便宜,加工性能好和出色的机械性质的缘故。此外,在其中加进各种合金元素的合金钢具有耐热、耐腐蚀、耐磨性能等方面的优良特性,因而在近代广泛作为机器用材而得到好评。

1、钢铁的种类和性质

(1)纯铁:这种材料不能作构造材料用,主要用于电磁材料和合金钢的原料。

(2)碳素钢:是指仅含有碳元素的铁。

碳素钢的性质随化学成分、加工和热处理的状态不同而异。标准组织主要由含碳量决定的。碳素钢的用途极广,碳素钢经热处理其组织就会发生变化,机械性质也发生很大变化。含碳量少的碳素钢和淬火的碳素钢比含碳量高的和退火的碳素钢难生锈。钢耐酸较差而耐碱性好,碳素钢的加工温度一般是:低碳钢约在 1250°C ,含碳量为 0.7% 左右的高碳钢大约在 $1050\sim 1100^{\circ}\text{C}$,冷加工则在常温下进行。经冷加工后其抗拉强度增加,硬度增高,伸展减少。一般把冷加工硬度增高叫加工硬化。其程度随化学成分和加工程度而异。

碳素钢一般分成含碳量约 $0.1\sim 0.2\%$ 的厚板、中板和薄板,作为设计材料大量使用 3mm 以下的薄板。薄板中有热压延和冷压延二种。以往冷冲压大量使用冷压延材料,但是最近热压延材料的厚度变动量减小,其它方面的性能也在不断提高,加上价格较便宜,因此也被广泛使用。钢板有各种尺寸,一般使用 $914\times 1829\text{mm}$ 规格的钢板。批量生产时一般采用碳素钢卷带。

钢管有无缝钢管和用带钢加工而成的有缝钢管二种。机械、自行车、家具等对强度有要求,主要使用机械构造用的碳素钢管。这些钢管的材质和尺寸都有一定规格。

(3)合金钢:合金钢是指特别加进碳(C)以外的合金元素的钢,它具有特殊的性质,往往用于特别的用途。

构造用合金钢

这种钢材又称强韧钢,有Cr钢、Cr-Mo钢等种类。无论哪一种材料都需要淬火、退火才能得到必要的韧性。与碳素钢相比,这种钢即使是很厚的材料也能均一地进行内外热处理。构造用钢材中除强韧钢之外,还有氮化处理用钢和表层处理钢。

高张力钢和低温用钢

为了适应构造物的大型化、高性能化和轻量化,需要高强度而且易焊接的构造用钢。因此,开发了很多含碳量低再添加少量Mn、Si、Nb、Ni、Mo、Cr等合金元素的低合金钢。特别把考虑焊接性的一系列钢材叫高张力钢,俗称高强度钢。此外,还有低温用钢和用于开发海洋的耐海水钢等。

超强度钢

随着飞机和宇航火箭的发展,要求轻而强的材料。一般把适于这方面的钢材叫超强度钢或超高张力钢。

快削钢

在钢材中加进少量的P、S、Pb、Se等合金元素,使钢材易于机械加工。这种材料用于批量

生产的螺栓、螺母等机械零件。

轴承钢

用于滚珠轴承和滚柱轴承等轴承钢,要求有很高的耐久性和耐磨性以及尺寸的经时变化要少。这种轴承钢中主要用高碳低铬钢。

弹簧钢

弹簧钢是弹性极限高、疲劳强度高的材料,这中间有将进行热加工钢材退火、淬火,使钢材具有弹簧特性的加热成型弹簧和进行冷加工和热处理的后加工强簧。

工具钢和特殊工具用材料

合金工具有含有 W5%Cr1% 的 W—Cr 系钢材和含有 W22%Co11% 的切削用工具钢。用于钢凿、冲头等的耐冲击工具。用作准热冲压锻造等成型材的冷加工钢和热加工钢等,此外还有特殊工具材料的以 Co 粘结材的 WC 粉末和烧结 WC+TiC 粉末的钢材。

耐磨擦用钢

普通用作耐磨钢材有碳素钢、表层处理钢、氮化钢、高 Mn 钢和合金工具钢等。含有 10~15%Mn 的钢材,一般作铸件使用,若从 1000℃ 退火,则可得到富于韧性的奥氏体组织,一受冲击就硬化,因此被用于破碎机的齿板等。

不锈钢

在钢中加进 12% 以上 Cr 时便难以生锈。把这种难以生锈的钢称作不锈钢。若在高 Cr 钢中加进 Ni 就会增加对硫酸和盐酸的耐腐蚀性能。不锈钢有仅以 Cr 为主要合金元素的 Cr 系不锈钢和除 Cr 之外还含有 Ni 在内的 Cr—Ni 系不锈钢,除此之外,还开发了很多种加进各种合金元素的不锈钢,各具备不同的特性。

上述各种不锈钢都以板、带、棒、管等形式供应市场,但也能铸造和锻造。不锈钢除具有出色的耐腐蚀性和耐热性之外,也有经淬火作刀具用于需要耐磨性的部分。不锈钢表面的抛光和亚光处理等广泛用于建筑、家具类、车辆、机械、食器以及化学装置等方面,最广泛使用的不锈钢如表 2-2 所示。

表 2-2 常用不锈钢成分表

类 别		化 学 成 分 (%)							备 注
系统	JIS 记号	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	
13 铬系	SUS 410	0.15 以下	0.75 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	—	11.50 ~13.50	可磁化,淬火可硬化
18 铬系	SUS 430	0.12 以下	0.75 以下	1.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	—	16.00 ~18.00	可磁化,比 13Cr 价更高
18-8 系	SUS 304	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	8.00 ~10.50	18.00 ~20.00	不磁化,有时强冷加工的不锈钢可磁化,比 18Cr 价贵

耐热合金

作为耐 800℃ 以上高温的合金,现开发了以不含铁的 Ni、Co 等为主成分的 Ni 基和 Co 基合金。也称为超合金或超耐热合金。这种合金用作锻造品或铸造品,喷气发动机涡轮的叶片也