

第 1 章 融合——设计师与 工程师的握手

21 世纪，是一个变革的时代，是一个重塑人文精神的时代。在这个新的时代，设计必须、也正在被重新定义。技术、社会和经济的变革促使设计去“想得更大、更多”。设计的角色、方法、作用正在不断拓展，设计思维结合科技思维，实现了需求、可能性和可行性之间的平衡，给未来设计和创新发展以新的可能性。这些正在显现的思索与实践从深度、广度和复杂度上都对设计的知识提出了更高的要求。越来越被强化的跨学科特色，对创新型和复合型人才的教育与培训，对新兴领域的探索，学习方法的变革以及新的价值观念的形成都已经成为设计变革的重要标志。这也使得不同领域的知识在社会、经济层面的链接与整合拥有了前所未有的可能性。

目前中国已经设立了设计学一级学科。学科是科学知识体系的分类，而不仅仅是个职业范畴。设计作为一门学科，其发展的目标是与设计相关的知识发现和创造，并以知识形态的成果服务社会，对接社会 and 经济发展需求。从长时间来看，在技术、经济和社会变革的背景下，将设计作为一门学科，关注其研究领域、理论体系和方法论的革新与发展，讨论并研究其发展趋势和内容构成，变得十分必要。

1.1 设计话语权

纵观全球经济一体化进程，国家经济实力的竞争逐渐由生产与制造等硬实力的竞争，转向设计与创新等软实力的竞争。随着中国制造的成木优势不断缩减，提升中国设计的国际竞争力，推动中国制造向中国设计转型，变得日益紧迫。对于中国设计教育来说，培养兼有传统文化底蕴和国际视野的高端设计人才，增加中国设计在国内与国际市场的竞争力与话语权，已成为其在全球化浪潮中的新使命。

1.1.1 感性与理性的博弈

人们对设计的讨论，大抵有三个维度。

第一个维度是基于价值观的设计类别划分，是设计实践的理论与伦理基础。可持续设计、人本设计、包容性设计、开放设计等都例证了驱动设计概念的各种伦理与准则。

第二个维度，即基于方法的设计，它主要为设计开拓方法和工具，扮演了实践与认知的双重角色。服务设计、参数化设计和系统设计等是其中的代表。基于方法的设计可以基于某种价值观，为设计专业提供实现路径。

第三个维度是基于实践的设计，和职业紧密相关。这是由传统市场定位和劳动分工而来的。例如建筑师、产品设计师、景观设计师、平面设计师等设计职业都被包含在这样一种实践基础之中，即把他们的所知转化为现实，并成为一专业。

这三个维度是相互渗透的，价值、方法和实践，综合在一起成为设计作用的方式。设计对社会和经济的影响，则必须在价值、方法和职业三个领域都有所体现。

从人才培养角度而言，这三者又对应了两种不同的能力：以专业能力为主的垂直能力，也就是我们常说的职业能力；以整合为主的水平能力，也就是面向不同问题，在不同情境选择性应用设计知识的能力。这两种能力的要求也体现出设计师的认知特点：感性知识与理性知识并举，两种思维方式交相博弈。这也是产品设计师的基本能力和素养。这两种认知博弈的结果创造并推动了社会的发展，形成了今天的客观世界。每一个具有划时代意义的经典设计作品无不是感性与理性、科学与艺术的完美结合。

跑车，其卓越的性能代表工业的发达水平，是先进科技的代表和缩影。意大利的法拉利跑车不仅代表了意大利工业的发达，同时也是汽车中的艺术品（图 1-1），每一个细节都如意大利油画一样令人赞叹不已，每款经典车型都让人叹为观止，心驰神往。



图 1-1 法拉利跑车

1.1.2 理性的光芒

据安博教育集团和清华大学发布的 2008 年工业设计专业景气度调查报告显示，工业设计专业的应届毕业生在毕业前的就业率仅仅只有 14%，工科院校的工业设计毕业生很多都转行到其他类型的工作。另一方面，很多诸如华为、海尔、美的等企业常常为招聘不到合适的工业设计毕业生而苦恼，



这些企业对毕业生的要求是“具有机械、材料、结构、模具、成本背景，易于进行可行性或可制造性设计，具有持续学习能力”。而目前很多院校的工业设计专业学生过分迷恋创意概念，华而不实，对于材料、加工、结构、技术及成本等设计可行性问题浅尝辄止，难以符合企业的招聘需求。以图 1-2 中轮毂设计为例，轮毂设计方案的细节部分过于尖锐，造成局部应力集中，轮毂很容易发生断裂，而追求好看而将轮辐设计过薄也会降低轮毂强度。造型繁杂，再加上上述两点原因又会造成后期表面处理的加工精度提升，从而引起成本倍增（次品率和废品率增加引起成本递增）。以上多点原因造成方案不能实施投产。



图 1-2 轮毂设计

具备工程技术相关知识和素养，是当今社会对产品设计师提出的能力要求。这项要求主要强调设计人员必须具备科学和务实的态度，对显性知识的认知和把握能力，具备整合设计硬环境的方法和手段，也就是强调设计人员理性思维的能力和水平。

基于严谨而理性的思考形成的产品设计，不仅闪烁着理性的光芒，有时更能创造全新的审美感受，拓展人类视觉感知的审美域。图 1-3 为一概念建筑设计，其复杂的生态曲线外观适应其各种高新科技功能的需要，是科学计算与计算机模拟的结果，而这种全新的外观形式也彻底改变了人们对建筑这一概念的传统认识，对建筑的审美感知又上升到了一个新层面、新境界和新高度。

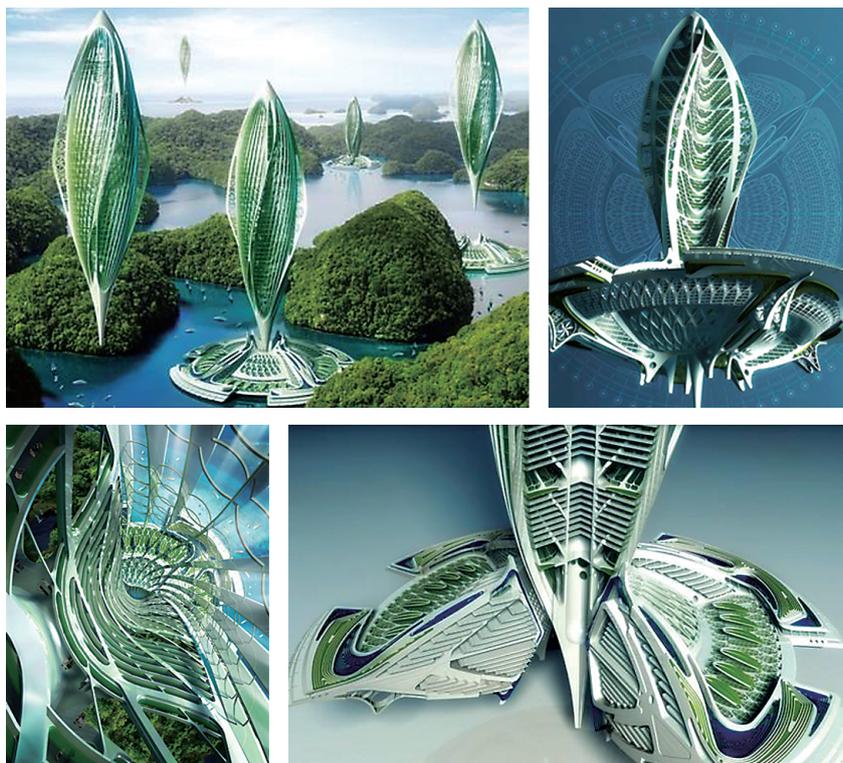


图 1-3 “氢化酶”概念建筑

这是比利时建筑师文森特·卡勒博（Vincent Callebaut）提出的“氢化酶”概念建筑，这些纺锤状的飞行器能够像植物的种子那样飞行或者悬浮在高空，它们的底座是能够产生氢气的悬浮农场，实现资源的自给自足。悬浮农场种植经过挑选的海藻品种，以有效吸收光和二氧化碳并产生氢气，还无须消耗农作物或者森林所必需的土地，并实现百分之百无排放。各种可再生能源都可以被集成在飞艇单元内。20个风力涡轮机可满足175km/h的航行速度。飞艇除吸收太阳能外，还使用了更轻、强度更高的复合材料（玻璃纤维和碳纤维），以减少其结构质量。有“智能层”可避免冰雪积累，“自我可分离陶瓷”材料可最大限度地减小风阻。这两种仿生涂层安全无毒，自洁无菌，而四翼增大与基站的附着力，确保与基站连接稳固。

1.2 工业设计的设计方法

设计作为一门综合性学科，其设计方法很多，各具优势和特色。随着时代的进步，多种设计工具的开发和利用，产品设计方法也从最早简单的手绘草图法发展出并形成了各种各样的设计方法。

基于不同的设计工具和技术，目前国内通常使用的设计方法可分为手绘表现法和计算机模拟法。手绘表现法又包括快速草图法和手绘效果图法两类。计算机模拟法包括计算机3D建模渲染法和手绘笔虚拟绘制法。

从创意来源、设计思路和形态审美的角度，目前国内常见的设计方法有：头脑风暴法，KJ法（属性归并法），语意设计法，情感化设计法，系统及模块化设计法（单体元素组合交叉法），风格塑造法，价值分析法，传统元素借鉴法，理论引用法（TRIZ工程理论借鉴法）以及逆向工程设计法等。

这些方法，总体上可以归为理性设计法和感性设计法。感性设计方法比较利于新创意的获得，但不可避免地具有随意性、主观性和难以复制性，适用于中小体量和单一型产品的设计。而理性设计方法侧重数据分析和系统化评估，则更适用于复合度高、受控因子多的大型产品及产品工程的设计。

各种设计方法的目的是为了获得最满意的设计方案。而从设计方案到实际产品生产，还需经过一个完整的设计流程（图1-4）：依据设计定位寻找形象原型并构造具象模型，结合必要的设计条件从构思草图中得到优化的设计方案，再进行细节图、方案建模图、外形3D尺寸图、最终效果图等二维模型制作工作，并在此基础上制作手板模型，其间穿插并结合多次多方面的设计评价来调整设计方案，最终获得可以批量生产的产品方案。

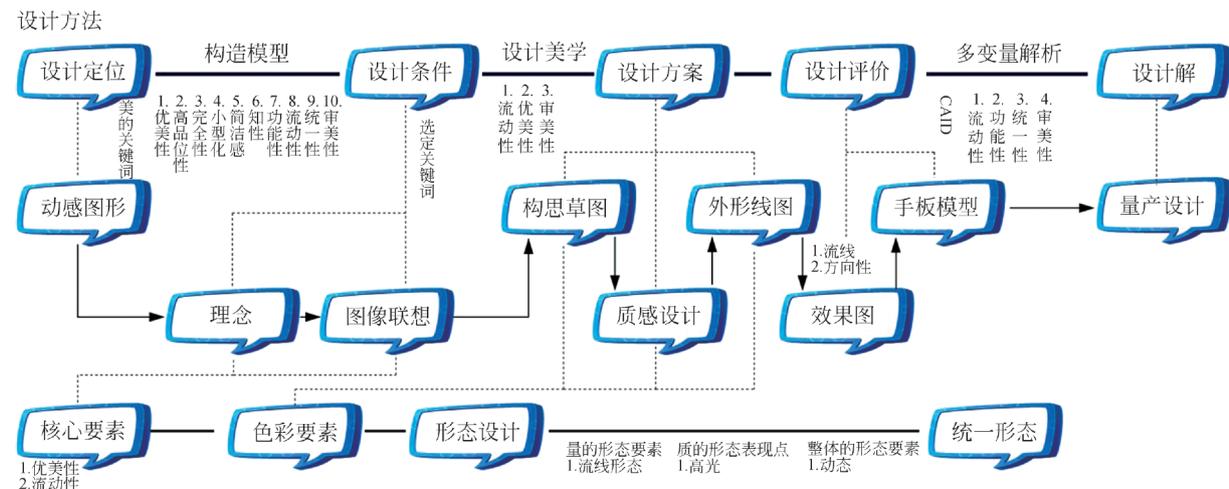


图 1-4 工业设计常规设计流程



1.2.1 理性设计法

有了好的设计理念,还要有科学合理的设计方法,才能实现最好的设计表达。随着时代进步、多种设计工具的开发和利用,产品设计方法也从最早简单的手绘草图法发展出各种各样的设计方法,通常分为两大类:理性设计法和感性设计法。

利用自然科学的方法和技术手段进行产品造型设计的方法,一般称为理性设计法。这里重点介绍经典参数设计法和基于材料受力特征的设计方法。

1.2.1.1 经典参数设计法

一个完整的产品往往由许多个零部件组成,将每一个零部件的形态简化(称为形态要素)并以不同代码标记,再结合不同代码的排列组合,形成不同的整体,从而实现产品形态设计的过程,这种方法称为经典参数设计法。此方法由于需要集合、演算、推理等数学知识和逻辑思考能力,对于理性思维较强的产品设计师尤为适用,在机械设备、仪器仪表、操作平台等以标准几何形态为主的产品领域应用较广。

形态要素的分类,主要分为经验要素和非经验要素。经验要素是指看到过或学习过的形态要素,非经验要素是设计人员创造或改造的形态要素。非经验要素还包含先天性要素、偶然性要素等,这也是形成设计师风格的关键因素。

以早期家用录音机设计为例(图1-5),经典参数设计法的主要方法步骤如下所述。

1. 集合构成与代码标注

将各个零件或部件用小写字母作为代码进行标注,如录音磁头 a_1 、播音磁头 a_2 、删除磁头 a_3 ,等等。然后归纳其共同的满足条件(可以从性能、功能、操作方式等各种属性角度来归纳总结),将满足条件的零部件都归结为同一集合,以大写字母表示,符合条件用 \in 来表示。因为上述各磁头要素都满足“磁头功能”这一条件,所以构成了磁头部分的集合 A 。

$$a_1 \in A, \quad a_2 \in A, \quad a_3 \in A \quad (1-1)$$

$$A = \{a_1, a_2, a_3\} \quad (1-2)$$

不同条件组成了不同的集合,有些集合对于其他集合来说是有一定作用的,但是也有的集合对其他集合没有作用。

2. 代表符形提取与代码标注

从产品功能和产品形象角度,可以为步骤一中获得的各个集合赋予不同形式的代表符形(具有符号意义的图形),并以补集符号作为其标注代码。例如,磁头集合的代表符形以 \bar{A} 表示(图1-6中 \bar{A}),符形的横向倒梯形区代表各种按钮操作,下端圆头的竖向矩形区代表旋钮操作。不同功能区的符形在视觉上要各不相同,符形差异度越大越佳。

符形也是一个集合,这个集合须为闭集合,如:

\bar{A} : 磁头各种操作部分的符形形态(闭集), $\bar{A} \neq \emptyset$

\bar{C} : 磁带驱动操作部分的符形形态(闭集), $\bar{C} \neq \emptyset$



图 1-5 早期家用录音机

3. 符形组合

一个产品是各种部分集合相互结合后形成的，即不同符形组合在一起才能创造一个整体的产品形态。我们将合成集合形态用大写的 X, Y, Z 来表示。

D : 磁带驱动执行部分的符形形态 (开集), $D = \emptyset$ 或 $D \neq \emptyset$

各种符形与集合一旦以不同的排列组合方式组合起来，就可以形成不同的新形态，称为集合形态解 X_1, X_2, X_3, \dots (图 1-6)。依据符形与集合数量的多少，结合数学上的排列组合运算可以得到不同数量的组合方式。

4. 集合形态解评判

将 5 种合成集合形态的解进行进一步考量。按照视觉冲击强度、组合合理性，以及整体和谐性为基准对各种集合形态解进行排序。

$$X_4 > X_3 \geq X_2 > X_5 > X_1 \quad (1-3)$$

$X_3 \geq X_2$ 中，等号的意思是包含集合的个数相同 (都是 3 个集合组成)， X_3 中的 E 比 X_2 中的 D 更具有形式稳定感，并能突出 \bar{A} 和 \bar{C} ，从这一点上看， X_3 比 X_2 更好。 X_5 的集合数过多，产生整体杂乱感， X_1 为空集，说明组合不合理。

最后，综合各项标准，合成集合形态 X_4 为最优解：整体感佳，组合合理，视觉焦点明晰。以 X_4 为模板，就可以得到最终的产品设计方案 (图 1-7)。

当然， X_4 虽为最优解，但不意味着唯一解，有时从产品的形式多样性考虑，其他解或变体也可以成为最终产品方案的参考模板 (图 1-8)。

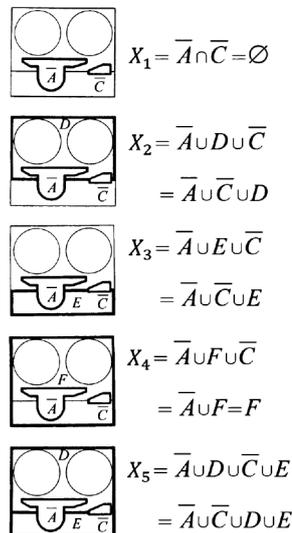


图 1-6 各种集合形态解



图 1-7 基于最优设计解的产品样机图



图 1-8 基于其他设计解的产品方案效果图

这种通过集合运算获得最佳方案的方法虽然有时通过直觉判断也可以得到答案。但是，对于零部件数量较多、功能复杂的产品，这种方法就是一种不可或缺的形态设计方法。

1.2.1.2 基于材料受力特征的设计方法

在机械产品设计中，材料力学是不可缺少的重要基础理论，而机械形态设计在每个机种的设计研发过程中都是独立的，且具有以视觉感性判断为标准的审美偶然性。

作为形态设计的惯例，对于负重条件、应力分布状况，特别是应力集中等问题，都以“形态放大”的方式来解决。例如，2mm 厚的机盖可以满足负重要求，但局部应力集中较大，就将机盖加到 4mm 厚，这样强度和应力都能满足了。但这种“形态放大”的结果会造成外观形态“傻大憨粗”，缺少视觉美感，也就破坏了产品的形态美。为此，开发一种新的形态设计方法，建立起设计美学和材料力学之间的关联是很有意义的。

利用计算机技术模拟分析产品材料和形态的受力状况，为设计师获得最佳形态设计方案，这就是基于材料受力特征的形态设计方法。



以运动型自行车车架设计为例。随着对自行车高性能化、轻量化以及流行化要求的提升，自行车车架也从三角形发展到多边形，甚至出现三角形无骨架和四角形无骨架自行车。利用材料受力特征设计法进行车架设计，其主要步骤如下。

第一步，自由形态设计。依据设计师的灵感、想象、个人经验和审美喜好，对车架进行形态自由发挥和细化（图 1-9）。依据设计专家小组评判得到一致意见：两个孔的形态视觉效果最好，整体感和运动感最为清晰。

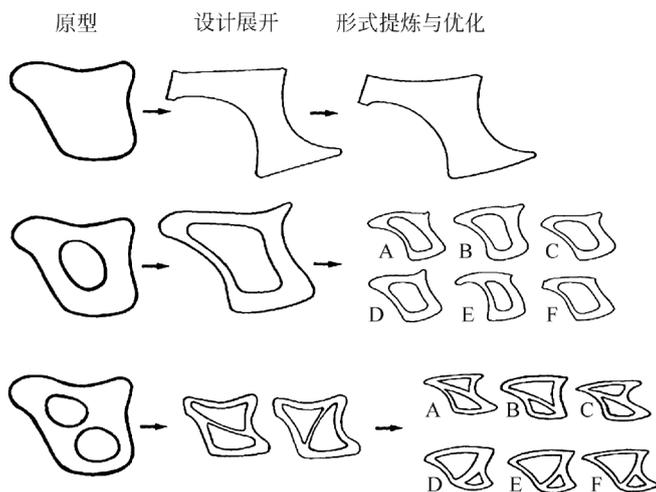


图 1-9 自行车车架的自由形态设计及形态细化

第二步，光弹性实验与应力分析。

利用计算机软件（此处用的 Alias 软件中的光弹性分析，俗称斑马线曲面表示法），对两个孔的形态细化后的方案进行光弹性实验，再结合工程软件进行应力分析（此处用的是 Pro/E 软件中的应力分析模拟表示）。图 1-10 显示的是横向模型的光弹性图和边缘应力线图，图 1-11 显示的是纵向模型的光弹性图和边缘应力线图。

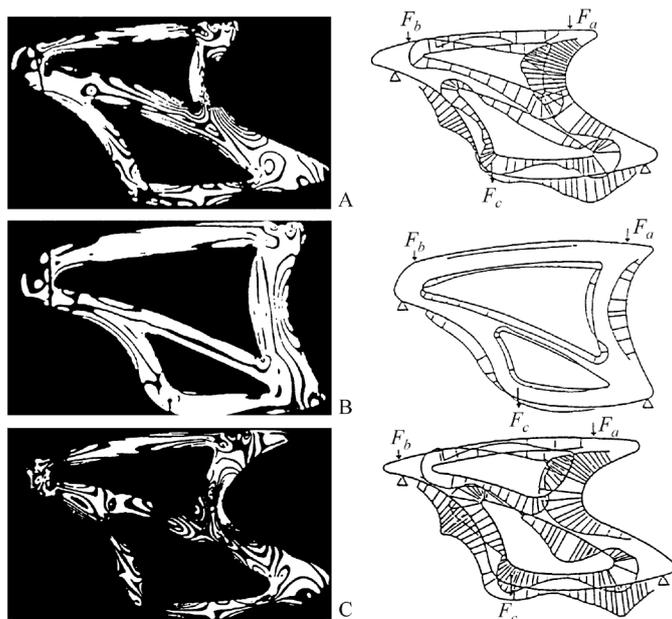


图 1-10 横向模型的光弹性图和边缘应力线图

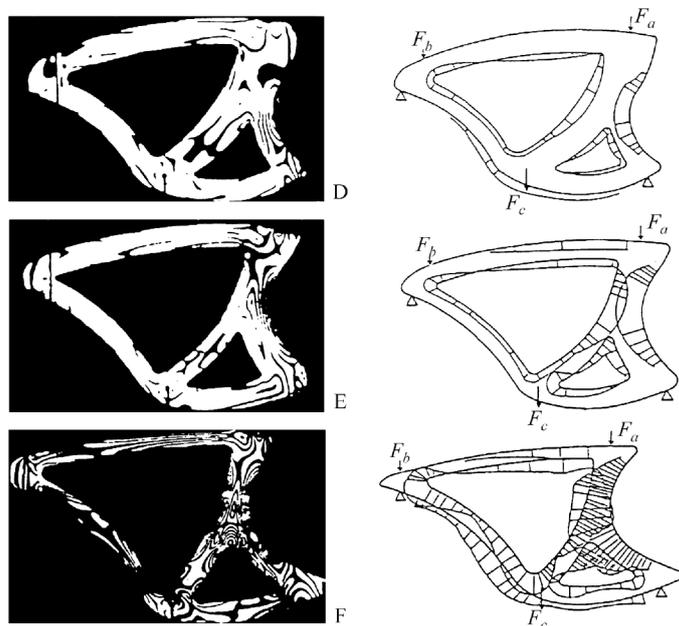


图 1-11 纵向模型的光弹性图和边缘应力线图

从图中可以看出横向模型 A、C（逆 T 字形）以及纵向模型 F（逆 Y 字形）的边缘应力形态最差，具有易分离的倾向，即受力后易断裂。横向模型 B 和纵向模型 D、E 的应力集中得到很好的缓解。特别是模型 D 的应力分布非常均匀，而且形态优美感很强。另外，模型 B 的应力分布也较为均匀、缓和，但视觉稳定感和平衡感上不如模型 D。因而可知，模型 D 是受力性能最好的形态方案。

最后，依据光弹性实验和应力分析结果，再结合流线型美感经验得到运动型自行车的整体结构设计（图 1-12）。



图 1-12 运动型自行车的整体结构设计图

1.2.2 感性设计法

设计学和工程学上富于感性的美的特性，可以通过两种方法获得，即优美的构思和优美的具体化形态。二者结合得好，人们就能够产生审美体验的满足感。而实际上，这是非常困难的。往往，我们容易将优美的造型思考表现为粗糙的形态，或者基于贫乏的造型思考而欲通过制造手段来获得优美的产品实体。

感性设计法即通过设计师的形态经验和灵感构思来获得产品形态的设计方法，这里重点介绍位相设计法和构词设计法，这两种方法对于产品外部结构设计和形态改良设计十分适用。

1.2.2.1 位相设计法

基于位相形态关系的位相设计法，不考虑形态的长短大小等量的关系，而以形态的位相性质为基础，探讨形态的位置和形态相互之间的连接方法在发生连续性变化时会如何影响形态的发展，并最终通过形态变换求出最终形态解。

从形态给人的感受角度来看，正方形、平行四边形、有机形等不是等价的（图 1-13）。这里所谓的等价，就是把它们看成是相同的意思。例如正方形的盒子和平行四边形的盒子表现在商品



形态上是有很区别的。这种形态比较和变换是产品设计经常要考虑的。四边形的形状归属于骨架构造，有机形态归属于外壳构造，这种自然而然产生的属性联想也是产品设计最初就要区分清楚的。

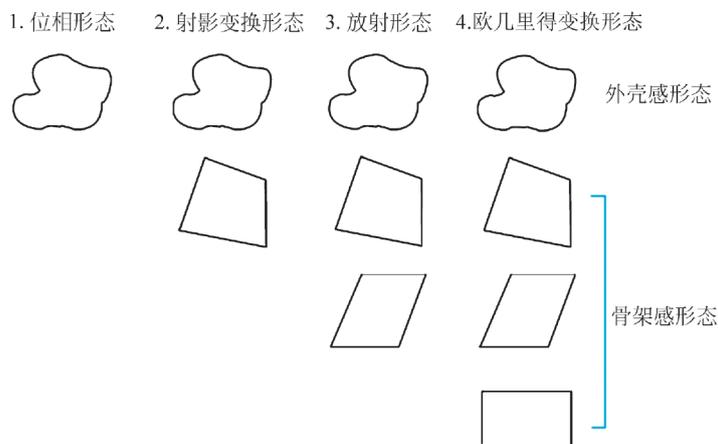


图 1-13 视觉不等价形

位相设计法，就是忽略形态的量的关系，只着眼于形态的位相关系，然后用集合论来解析它的性质。

第一步，位相关键词确定与基础形态展开。

首先，从位相概念的角度出发选定位相的关键词，然后列举。最基础的关键词就是“连续形态”和“有机形态”。按顺序排列：一体化形态、覆盖形态、回转形态、连接形态、有机形态、收起形态、有孔形态、交叉形态、分界形态、打捆形态、分离形态、对称形态、闭包形态、集成形态、分歧形态，以及集中形态等，其中集成形态也称为小型化形态。

第二步，形态具体化。即从位相概念等硬性关键词出发获得产品具体形态。

以计算机（键盘和显示器）设计为例。从基础的位相形态出发，经过射影变换和放射变换，最后转为欧几里得变换（图 1-14）。再根据上述位相关键词，进行形态构想（图 1-15）。

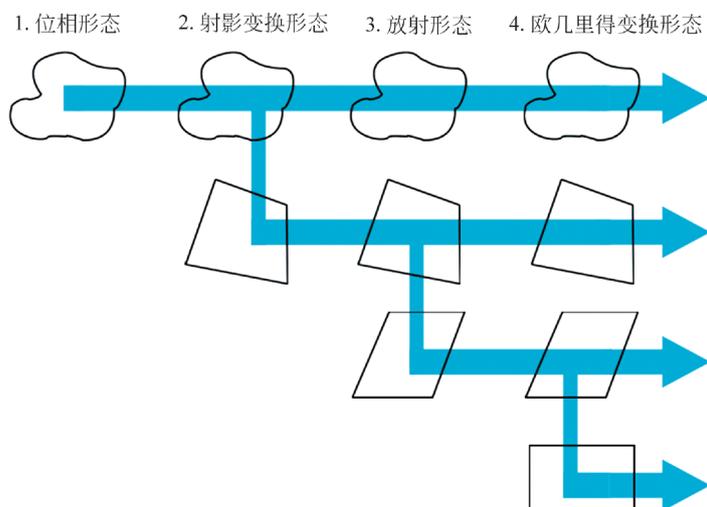


图 1-14 几何形的位相形态变换关系图

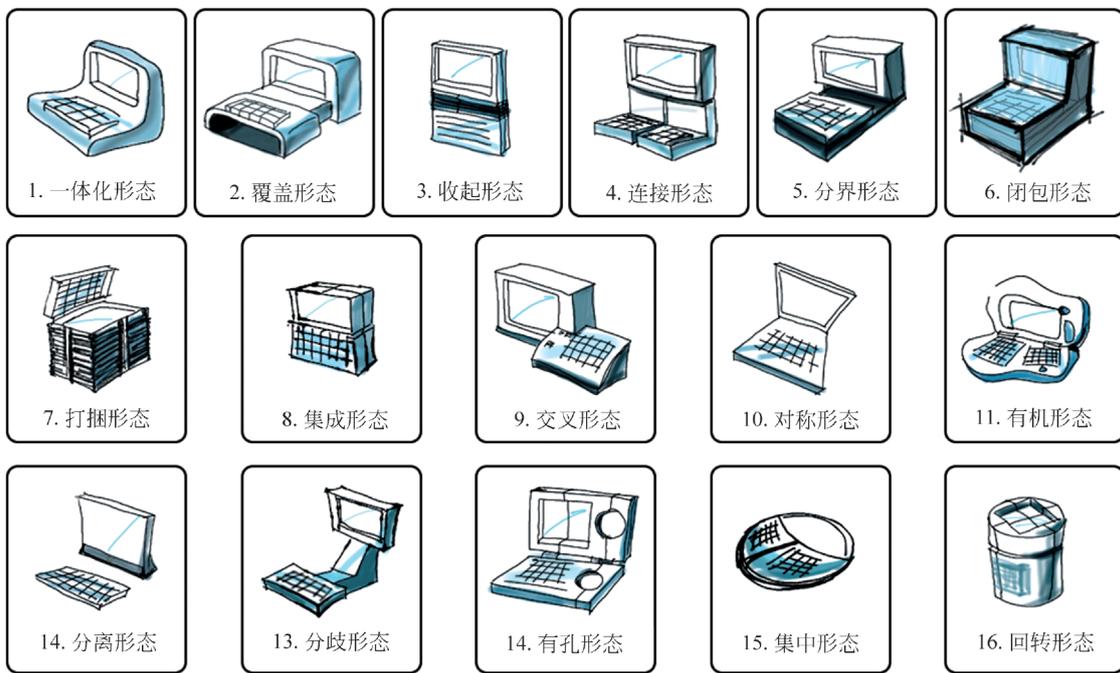


图 1-15 不同位相关键词对应不同计算机形态

选取最具代表性的有机形态，展开位相形态构想法（图 1-16）。

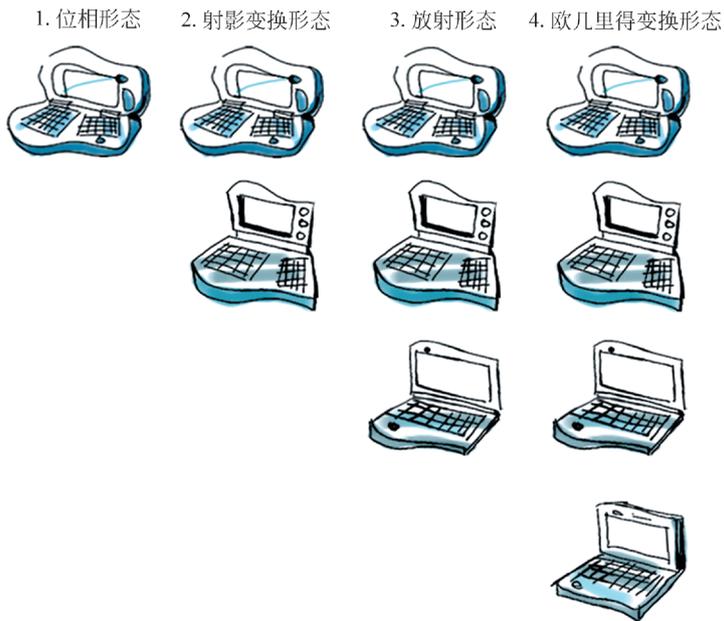


图 1-16 有机形态计算机的位相形态变换图

这种构思法将位相形态作为基础形态，通过形态变换创造出系列的形态群，从这个形态群中选出与设计要求相匹配的形态，然后达到商品化设计的最佳形态设计。

1.2.2.2 构词设计法

构词，是语言学的专用术语，以某一基本词汇为基础，通过增加前后缀或改变词汇中部分词根从而创造出新词，并产生新的词义。构词法通常包括词缀法、转类法、合成法、拼缀法、逆成法和缩略法。

基于语言构词法的思想和特点开发出的构词设计法，是一种相对简便、快捷而好用的设计方法，



由于其间也需要借助设计人员设计经验等主观因素，故该方法也是一种感性设计法。

第一步，构词具体化。

通常，为了便于设计师思考和使用，各种构词法会转化成以下几个动词。

S (substitute): 替换 (转类法)

C (combine): 结合、集约、归并 (合成法)

A (adapt): 改造、适配 (拼缀法)

M (magnify or minify): 放大或缩小 (缩略法)

P (put to other use): 另作他用 (转类法)

E (elaborate or eliminate): 增加或减少 (词缀法与缩略法)

R (rearrange or reverse): 重置或颠覆 (逆成法)

具体的形态设计将基于以上的每个动词来展开,依据产品种类,可以适当选择其中几个动词或全部。

第二步，功能评判。

以土豆削皮器设计为例，按照上述动词进行产品功能评判，土豆削皮器可能由于动词的要求会发生怎样的改变，由此可以带来怎样的好处（表 1-1）。

表 1-1 利用构词设计法进行功能评判

动词	改变	好处
substitute (替换)	用不同材料替换常规材料	橡胶手柄手感舒适
combine (结合)	附加功能	加上洗土豆刷
adapt (适配)	增加适用范围	还能削胡萝卜、笋
magnify (放大)	加长削刀长度	削大土豆用
minify (缩小)	折叠式	更安全
put to other use (另作他用)	作为工艺品而非日用品	提升附加价值
elaborate (增加)	曲面削刀刀刃	更契合土豆表面形态
eliminate (减少)	减少为一种材料或一次成型	外表更简洁、引人注目
rearrange (重置)	削刀与手柄成 120° 角	更符合人机工学
reverse (颠覆)	反常规，没见过	建立全新使用体验

第三步，具体形态设计。

结合产品的使用人群定位和第二步功能评判结果，确定合适的动词，并展开具体的形态设计。

例如，面向青年夫妇，重在建立新的使用体验，选择动词：颠覆。具体方案如图 1-17 所示。

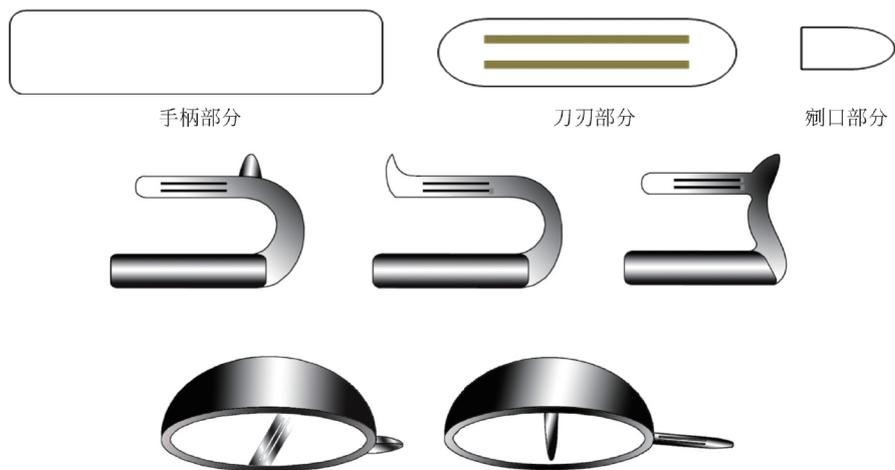


图 1-17 具有颠覆特点的土豆削皮器形态设计方案示意图

1.3 设计师的知识结构体系

在“全球化”与“数字化”两大浪潮的冲击下，中国的设计教育正面临着前所未有的挑战。另一方面，以（移动）互联网和数字化为特征的信息技术革命改变了设计对象、内容和传播方式，重塑了设计的技术基础和价值体系，产生了服务设计、信息设计和交互设计等新领域。传统的产品设计、平面设计正逐步与这些新领域结合，走向以用户体验为中心的综合创新。设计行业的变化发展，对设计专业的知识内容提出了新的要求，并且这种变化趋势越来越快，知识内容也日益交叉，对设计人员的能力和知识结构体系的更新提出了新的要求。

如何培养设计师的全球化视野和国际竞争力，为中国制造向中国设计转型提供有效之才，何种知识结构体系能应对设计产业的快速变化和设计专业知识的日益交叉，怎样利用现有信息技术提高设计师的自主学习能力和效率？

当今中国对设计师和设计人员能力的时代要求：中国设计元素的当代化与国际化能力；国际化环境下的设计沟通与协作能力；多学科交叉知识的自主学习能力和效率。

当今时代被称为感性时代，作为设计方法的新支柱，基于感性的美的特性为主题的设计美学必不可少，对感性美学的理解和认识构成了当代设计师的思想基础。

在奉行功能主义的时代，产品形态设计采取“形态服从功能”这一原则。传统机械设计由材料力学、机构学和功能三大支柱支撑（图 1-18）。然而，在当代感性时代，“形态服从功能”这一原则被“形态服从感性”取代。美、被设计的人工物、人这三根新机械设计的支柱构成了一个新的三角形。这三根支柱由机械工学、形态设计、设计美学、造型心理学、社会学、人机工学等各种学术理论所支撑（图 1-19）。

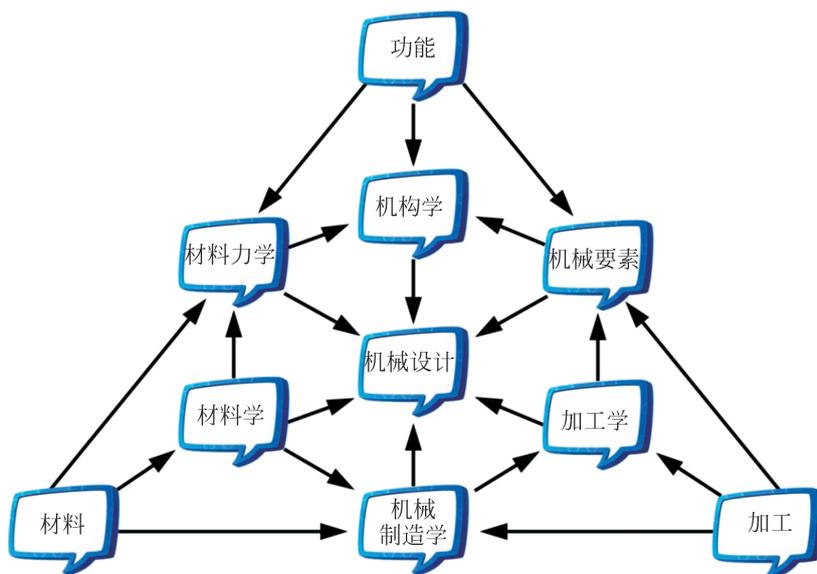


图 1-18 传统机械设计的三大支柱

基于视觉思考法则进行的产品形态设计，传统的设计程序和步骤是：形象草图→构思草图→细节图→方案建模图→外形 3D 尺寸图→最终效果图等二维模型制作，并在此基础上进行工作模型、尺寸模型、改良模型、样机、小批量成品等三维模型的制作。

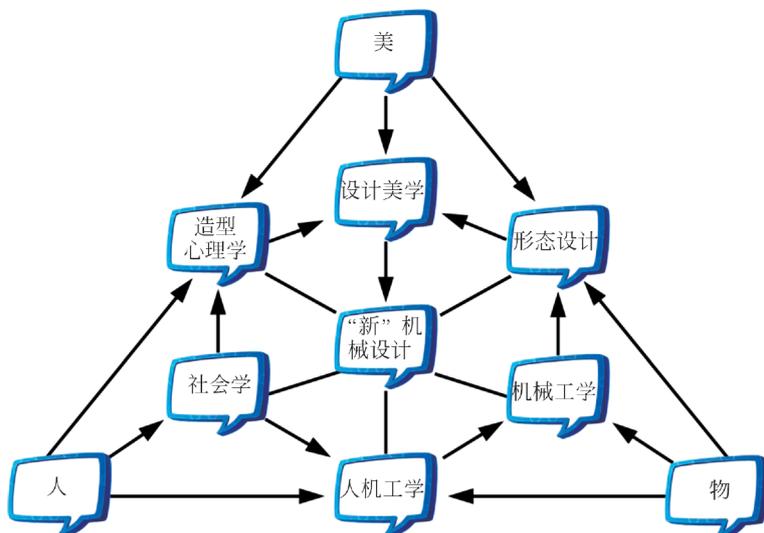


图 1-19 新机械设计的三大支柱

如今，毋庸置疑，解决用户提出的现实问题，正成为每一个产品设计的新课题。产品设计不是提供一个美的形态，而是提供一种设计服务。这就要求设计师不仅具备专业知识和专业技术，更要在人文精神和跨学科知识的学习上具有更高的能力和素质。

以人为本，在实践中学习、多元发展、创新设计是当代设计师必须具备的专业思想。产品与服务设计、产品营销、品牌建设、消费趋势、工程技术、互动设计、创业企划是当代设计师必须要了解的专业知识。独创、开放、人本、跨学科意识、实干精神、国际化视野，概念的、本真的、灵活的、创造的、自由的、充满好奇的、热情的是当代设计师必须保持的人文精神和心理素质。增进商业知识，反思社会文化，探索使用体验，开发身体特质，重新定义和考量人与福祉、人与移动、人与居家、人与公共空间、人与识别、人与休闲、人与活动、人与沟通之间的关系，是当代设计师的重要践行领域。这也将是设计师在思想层面、理论与方法层面、技术与实践层面上的一次新的塑造和自我提升。

课题 1 桌椅的设计——日用品的工程设计

桌椅设计，是产品设计中经典而久热不衰的主题。桌椅是人们日常生活中常见的家具，经常要受到各种力与环境的冲击和影响而受到破坏。从材料选择、结构试验、模型试制到样机测试，可以说，桌椅的设计，就是一个浓缩版的工程设计。

请大家以桌椅设计为题，结合本章介绍的四种设计方法，任选其中两至三种，进行桌椅形态设计。设计各阶段需达到的程度，请具体参考各阶段图示。

1. 设计定位（可自拟）

例如，以年轻人为设计对象，针对工作室的办公环境，设计一款具有休闲功能的靠背椅。

2. 形态设计展开

1) 概念化阶段

对椅子进行概念化设计，进行草图构思，考虑功能性、材料选择、结构构造等问题，确定初步方案。



2) 缩比草模制作

根据草图方案进行快速设计草模制作，为提高速度可缩小比例。缩比草模的目的是预估设计方案在结构构造上的合理性以及形式比例的美观性。



3) 2D 效果图

在完成材料和结构分析后，从草图方案中寻找最佳解决方案，形成材料质感和结构明确的 2D 概念效果图，并赋予色彩方案。



4) 等比模型制作

对选择的理想方案进行等比例模型制作，重点是考量结构的人机性、稳定性和技术可行性。同时还要结合生产条件进行方案细节完善，如连接用标准件的数量和尺寸规格。根据实际条件，可以由有经验的模型师傅完成，也可独立完成。



5) 3D 模型建立

根据调整后的模型进行计算机三维模型建模，并结合视觉美观性进行适当的尺寸和比例微调。





6) 最终效果图或模型照片

以最佳视角，结合 PS 等图像处理软件进行最终效果图设计，模拟使用场景或使用状态。



7) 样品制作

结合实际条件，可以由相应加工工厂完成样品制作。样品一般为单件或小批量制造。在形式和细节上将和未来批量生产的成品保持一致。目的是为各类型用户的评估提供直观依据，进而预测该产品方案的消费者喜爱度和市场拓展潜力。

3. 设计评价（自我评价和请他人投票）

自我评价：分条写出设计者本人喜欢这把椅子的理由。

他人投票：将效果图打印（有条件的可以用样品模型实物），请他人观赏，喜欢者投一票，不喜欢者表述原因，设计者作记录。通过票数和观看总人数比例，得出该设计的他人喜爱度数据，口述记录作为设计改进的参考。

第 2 章 材料登场——被设计 的材料

石器时代、陶器时代、青铜器时代、铁器时代、高分子材料时代、复合材料时代,以及今天的硅芯时代,材料的创新与发展始终与人类文明和社会进步休戚相关。材料是设计的对象,材料既为设计创造了机会,也给设计带来了限制,而真正具有创造性的设计大多正是通过创造性地选择材料而实现的。

2.1 产品设计常用材料集锦

木材和石头是人类最早学会利用并一直利用至今的天然材料,陶瓷和玻璃是人类最早创造出来的人工材料,纺织纤维的运用使人类与其他地球生物产生了视觉上的明显差别,金属和塑料的普及是科技创新、工业化及产业规模化的结果,它们让我们理解了坚强和不朽的材料语意。

多种材料的结合,可以诞生新的材料品种,而这些新品种又往往各具其能,各有用处。用于包装的材料,质轻、易人工处理、价格低廉;用于印刷的材料,易于涂敷和定型,抗水而不易褪色;医用材料无毒无味,与人体亲和;而智能材料是所有材料的集大成者和希望之星,它使得人们利用产品解决问题变得更容易,也更聪明(图 2-1)。

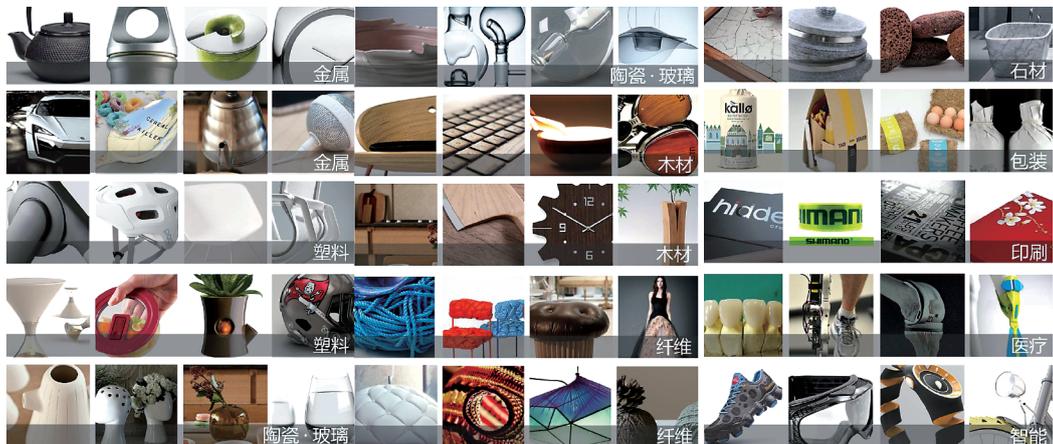


图 2-1 产品设计常用材料

2.2 产品的外衣——材料解析

2.2.1 材料的分类

分类标准不同，考量角度不同，对材料的理解和认识也就不同。通常，从材料加工度、材料形态和材料属性这三种角度进行材料解析，比较便于产品设计师理解、掌握和运用。

2.2.1.1 按材料的加工度分类

材料的人工处理程度称为材料加工度。加工度越低，材料的自然状态及固有特性保留得越明显；而加工度越高，材料的派生特性相对越多。从材料加工度的角度，材料通常可以分为天然材料、加工材料和人造材料三大类。

(1) 天然材料，是指不改变材料自然特性或只实施低加工度的材料。如原木、毛皮、金属、石材（图 2-2）等。



图 2-2 砍砸用石制工具

(2) 加工材料，是指以天然材料为基础，经过一定人为加工处理的材料，如木质板材（图 2-3）、纸张（图 2-4）、石材、复合材料等。加工材料具备材料的自然特性的同时，在使用性能方面会有所提升。



(a) 茶几

(b) 茶几腿部的胶合板材料

图 2-3 胶合板茶几



图 2-4 纸质餐具

(3) 人造材料，是指人工制造或创造的、自然界中几乎不能天然存在的材料。通常可以分为两类：一是模仿天然材料所创造的人工材料，如人造皮革、人造大理石、人造水晶等；二是利用某种人工干预机制，如化学反应等人工合成的材料，如陶瓷、塑料（图 2-5）、玻璃等，这些材料不仅在自然界几乎不存在，其材料特性也是任何天然材料都不具备或不可比拟的。



(a) 塑料餐具

(b) 塑料餐具细节

图 2-5 塑料餐具

2.2.1.2 按材料的形态分类

按照一定加工标准,通过标准化、规模化的生产而制造出来的材料通常称为型材。型材具有规矩的外观尺寸,断面呈一定形状,具有一定力学物理性能。型材既能单独使用也能进一步加工成其他制品,常用于建筑结构与制造安装,配合后期的表面处理,方可形成最终产品。根据视觉形态,可以将型材分为点状型材、线状型材、面状型材和块状型材。

(1) 点状型材。材料实体的单体较小,在运用和后期加工过程中往往需要改变材料形式状态的材料,称为点状型材或颗粒状型材,如塑料颗粒(也称为塑料米)、玻璃颗粒(图 2-6)、石膏粉末,水泥等。点状材料在转化为最终产品时往往以聚集态存在,所以视觉上并不一定保持散点状了。



图 2-6 点状型材:磨砂玻璃珠

(2) 线状型材。在长宽高三个维度上,有两维尺寸相对接近并较小,而第三维尺寸相当大的材料称为线状型材。线状型材视觉上给人以线条感。以线状型材为主加工而成的产品,其整体体现出弯曲、缠绕、编织等曲线和线形组合所特有的形式美感,如钢管、钢丝、纤维丝、蚕丝、塑料管、木条、竹条、藤条等(图 2-7)。



图 2-7 各种线状型材制造的产品

(3) 面状型材。两维尺寸相对接近并较大,而第三维尺寸相当小的材料称为面状型材。面状型材视觉上给人以面片感和壳体感。面状型材是现代设计应用最多的材料类型之一,如金属板材、玻

璃板材、塑料板材、木板材、纸基材料、膜材料、皮革、纤维织物等。面状型材加工出的产品，可以传达出类似于折纸艺术所表现出的灵活、巧妙、精绝的结构美感。在保证使用性能要求的同时，同线状型材一样，面状型材也可大大节约材料，实现产品轻量化（图 2-8）。



图 2-8 各种面状型材制造的产品

（4）块状型材。密度均匀，三个维度的尺寸相近或相差不大的实体状材料称为块状型材，如原木、原石、金属坯锭、泥状材料等。中国是应用原木材料历史最悠久的国家之一，以木结构建筑最为代表，其设计难度、设计高度和艺术鉴赏性无不值得现代设计师学习和传承。但出于现代社会生态保护的需要，原木材料的获取和运用受到了限制。而人工合成的块材材料，也由于重量和体量上不便于运输和加工处理等原因，在应用上受到一定制约。

相较于线状和面状型材，块状型材强度更大，耐用度更高，形式表现力更丰富，可以创造出稳重大气、如雕塑般的艺术美感（图 2-9）。

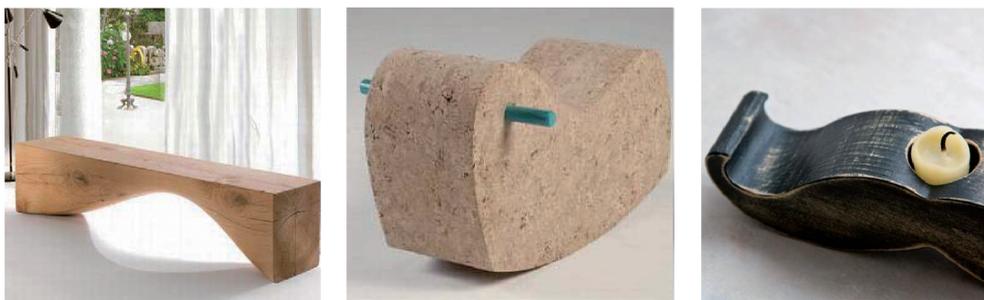


图 2-9 各种块状型材制造的产品

2.2.1.3 按材料的属性分类

不同性质的材料具有不同的材料性能。通常，按照属性可以将材料划分为金属材料、无机非金属材料、有机材料、复合材料和新型材料（详见 2.3 节）等（图 2-10）。

1. 金属材料

金属材料分为两大类，即黑色金属和有色金属。在元素周期表中除铁、锰、铬三种元素为黑色金属外，其余金属均为有色金属。

工业设计常用的黑色金属材料主要包括铸铁、碳钢、合金钢、不锈钢等。

1) 铸铁

铸铁是含碳量在 2% 以上，由铁、碳和硅组成的合金的总称，俗称“生铁”。铸铁的抗拉强度、塑性和韧性较低，但流动性和铸造性能

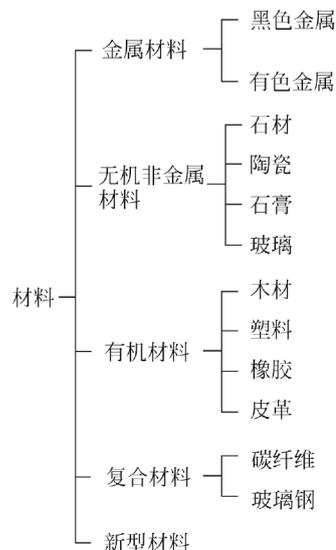


图 2-10 材料的基本分类