

第6章 产品构造解析(内部要素)

- 新产品概念需要通过产品的视觉化来进一步明确和展示。产品的视觉化需要具体描述产品的功能、结构、造型和人机关系等。我们需要对产品整体、产品功能、人机系统、产品要素、产品结构、产品形态进行解析(图6.1)。

- 本章内容包括:

- 产品构造
- 产品功能概述
- 产品功能分析
- 产品结构分析
- 产品形态分析
- 产品人机系统分析

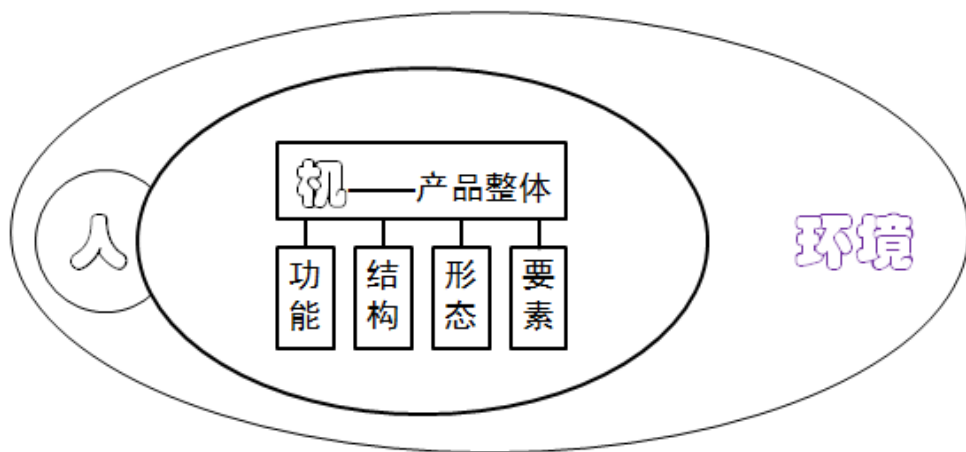


图6.1产品系统解析

6.1 产品及产品构造

- 6.1.1 产品整体概念
- 就产品开发而言，在产品设计的期间，我们只能关注核心产品和有形产品，如图6.2。
- 产品设计的不产品整体概念是由两部分组成：产品的内容和产品的形式。
- 产品的内容就是产品的功能和使用性能，
- 产品的形式就是产品的要素、结构和形态。

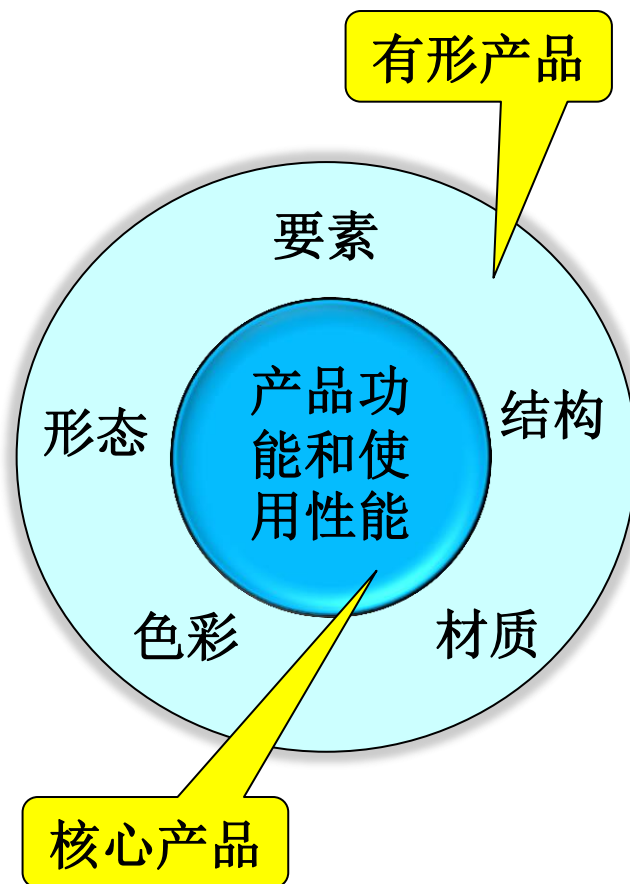


图6-2核心产品和有形产品

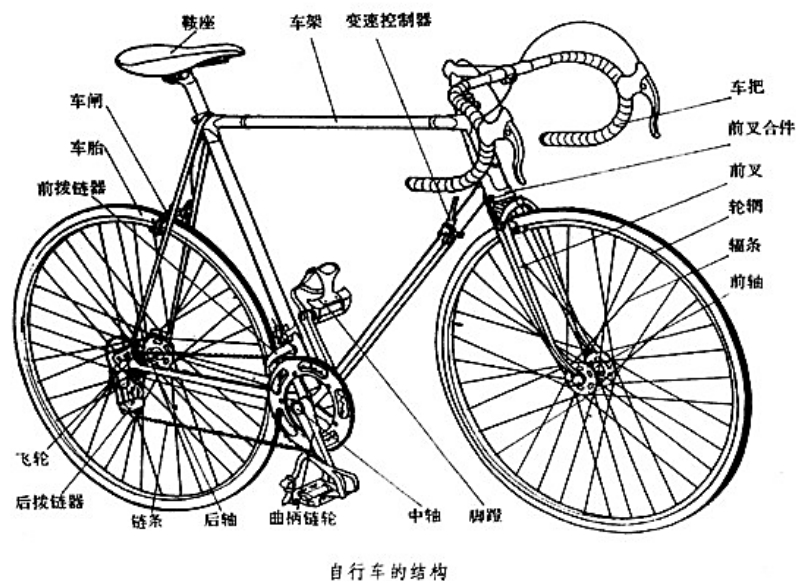
- 如图6.3所示，双头燃气灶具，其功能为通过控制燃气的燃烧过程，为烹饪提供释放的热能。其结构分为上中下三层。
- 下层底壳起包裹支撑作用，
- 中层为燃烧及控制层，
- 上层面板支撑锅体、包裹燃气灶具、形成产品的整体外观形象。



图6.3产品的内容和产品的形式

6.1.2 产品构造系统

- 6.1.2.1 产品整体构造
- 产品是由零部件要素按照产品功能结构要求有机组成的整体。
- 产品是由零件要素按照产品功能结构要求有机组成的整体。例如，自行车的产品构造系统（图6.4）。
- **产品解析：**对产品的结构、构造、零部件、零部件之间的结构关系、功能作用以及产品整体的功能、结构、形态进行分解和分析的过程叫做产品解析。



自行车的结构

图6.4 自行车产品构造系统

■ 6.1.2.2 产品要素

- 对于产品系统而言，产品要素是组成产品系统的元素。产品要素可以是零件，也可以是组成产品整体的某个部件（模块）。

■ 6.1.2.3 产品技术结构

- 产品结构是产品当中若干零件相互联系、相互作用的方式。如果说功能是系统与环境的外部联系，那么结构就是系统内部诸要素的联系。功能是产品设计的目的，而结构是产品功能的承担者，产品结构决定产品功能的实现。结构既是功能的承担者，又是形式的承担者。
- 认识产品技术结构是对技术结构要素分解。按照组成系统的部件、零件、连接关系、装配位置及关系拆解分类。
- 例如，对图6.2燃气灶具中间燃烧及控制层进气管、阀门、燃烧室、炉头等组成技术结构系统的部件、零件、连接关系、装配位置的拆解。

6.1.2.4 产品造型组件

- **造型组件一般指外观造型**，是包括与造型相关的产品整体结构。造型组件是通过材料和结构形式来体现的。
- **不能把造型组件仅仅理解成表面化、形式化的因素**，在实际设计中，它要受到后面将要谈及的各种因素的制约。在某些情况下，外观结构不承担核心功能(必要功能)的结构，即外部结构的变换不直接影响核心功能。但是，在另一些情况下，外观结构本身就是核心功能的承担者。其结构形式直接跟产品效用相关。自行车是一个典型例子，其结构具有双重意义：即传达形式又承担功能。
- **认识产品造型组件**是对造型组件要素分解，按照产品外观形态的组成进行分解分类。

- 如图6.5健骑自行车产品造型组件：车把、车座、座杆、车架、中罩挡泥板、脚蹬腿、脚蹬、前挡泥板、车轮等。



图6.5健骑自行车产品造型组件

6.1.2.5 产品功能

- **功能:**把产品与外部环境相互联系和作用过程的秩序及能力称为产品的功能。
- **例如,** 自行车的单人骑行、可以载货、载人等功能。
- **认识产品功能的方法:**
 - 是对产品功能进行分解。
 - 按照组成系统的功能部件把大功能系统分解为若干分功能系统。

6.1.3 产品系统分析流程

- 产品系统分析大体上包含下列流程。
- (1) 产品系统分析。
- (2) 产品技术资料搜集分类。
- (3) 确定产品系统设计目标与设计准则。
- (4) 产品分解。
- (5) 产品功能环境分析。分析系统同环境的相互影响-功能分析与人机分析。
- (6) 产品系统结构分析。分析构成系统的子系统的功能及相互关系（连接关系、装配关系、材料工艺）-结构分析。
- (7) 产品形态要素分析。分析构成系统的各层次要素及外观相互关系（形态、比例尺度、材料表面装饰、设计风格等）-形态分析。
- (8) 产品人机系统分析。
- (9) 然后在调查研究、收集资料和系统分析基础上，产生对系统的输入、输出及转换过程的种种设想，探索若干可能的改造方案。

6.2 产品功能概述

■ 6.2.1 产品功能

- **产品功能。**把产品与外部环境相互联系和作用过程的秩序、效用及表现出的能力称为产品的功能。效用即指用途，能力一般包含性能指标。
- **功能是一个过程，是产品内部固有能力的体外体现。**实现功能是产品设计的最终目的，而功能的承载者是产品实体结构。
- 功能是产品的实质。功能若失效，产品必须修理，否则产品也就报废了。功能减弱、功能不足、功能过时都会促使产品淘汰。
- **设计师设计产品如同销售人员推销商品，要认真推敲好产品的功能。**因为产品的功能要素是首要的，它决定着产品以及产品系统的意义。

- 例如图6.6所示的产品，**这是什么？** 做什么用的？
- 回答：“**单人室内或户外短途用变轴距电动车**（图6.6）”，就是对产品功能的简短解释。

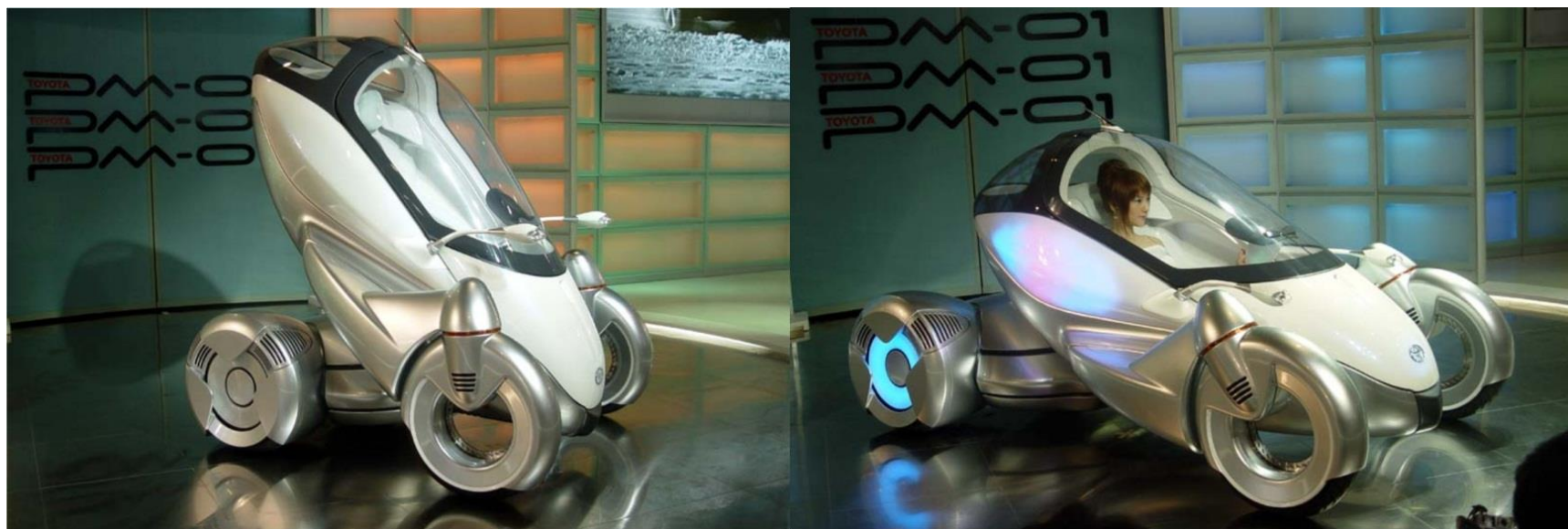


图6.6单人变轴距电动车

6.2.2 产品功能系统的形成

- **产品功能系统**由各种构成单元组成产品的结构系统形成。
- **产品的功能可以通过不同的技术、结构、工艺实现。**不同的设计师为同一功能会提出不同的结构造型方案。
- **产品的结构系统是设计对象的硬件，**反映了设计对象是由什么零部件构成和怎样构成的。不同的功能，结构技术各不相同。



6.2.3 产品功能分类

- 产品功能主要有以下一些分类方法。
- (1) 按功能的性质分为：物质功能与精神功能。
- (2) 按功能的用途分为：使用功能、美学功能和象征功能。把产品的象征功能从精神功能中细分是系统设计方法的特点，这样更有利于产品细分和产品定位。
- (3) 按功能的重要程度分为：基本功能和辅助功能。
- (4) 按用户的要求分为：必要功能和不必要功能。
- (5) 按需求满意度分为：不足功能、过剩功能和适度功能。
- (6) 按功能的内在联系分为：目的功能和手段功能。
- (7) 按照功能相互关系分为：上位功能、下位功能和同位功能。

- 例如，喇叭花漏斗的物质功能是作漏斗用，其精神功能是充当花朵供人们欣赏（见图6.7）。



图6.7喇叭花漏斗

6.2.4 产品的使用功能

6.2.4.1 使用功能

- 使用功能就是产品给予使用者直接的物理、生理作用的所有功能。

- 例如：一把椅子的功能（图6-8）：

- **（1）其椅面的功能**（宽度、深度、倾角、圆角、有否软垫等设计）用以支撑身躯重量，避免臀部、腿部不合理的受力分布，节省体能消耗，保证自由活动空间与坐姿的改变。
- **（2）椅背的功能**（高度、宽度、形状、有否软垫等设计）用以支持脊柱并放松背部肌肉，减少疲劳；扶手用以支撑手臂、保持坐姿。
- **（3）椅子腿的功能** 用以连接和支撑椅面、扶手、椅背。



图6-8椅子

6.2.4.2 使用功能分类

- 产品的使用功能按作用可分为2类：转换功能、包裹装填和支撑功能。

1、转换功能

(1) **实现能量转变和形成一种能量流**为主要目的功能，能量包括机械能、热能、电能、光能、核能、化学能、生物能等；

(2) **实现信息转变和形成一种信息流**为主要目的功能，信号(信息载体的物理形式)体现为测量们、显示值、控制信号、通讯、数据、情报等；

(3) **实现物料转变和形成一种物料流**为主要目的功能，物料可以是材料、毛坯、物件、气体、液体、颗粒、物体等。

- 例如,有转换功能的产品:发动机、驱动系统、数码相机等(图6.9)。



转换能量的发动机



转换运动的产品-驱动系统



光-电-数字转换产品-数码相机

图6.9转换功能

2、包裹装填和支撑功能

- (1) 实现包裹为主要目的的包裹功能（如服装、包装等）；
- (2) 实现装填为主要目的的装填功能（如陶瓷日用品）；
- (3) 实现支撑为主要目的的支撑功能（如家具、桌、椅等），如图6.10座椅的支撑功能。
 - 例如，手工工具类产品的功能主要是夹持、支撑、盛装等，如筷子、勺子、叉子、铲子、盘子、坛子。
 - 产品的使用功能是产品定位的主要工作重点。



图6.10座椅的支撑功能



座椅的脚轮支撑

6.2.5 产品的美学功能

(1) **美学功能**或精神功能也可称作心理功能，是在使用功能基础上，对产品起美化、装饰作用的功能，一般是指产品的外观造型及产品的物质功能本身所表现出的审美欣赏效果。

(2) **产品的美学功能主要有以下的形式规律**：对称与均衡、稳定与轻巧、比例与尺度、对比与调和、过度与呼应、统一与变化等等。

(3) **应注意**，人的舒适性、安全性、仪表等的易读性，视觉、触觉、听觉等因素，均是与人的心理状态、感受有关。如图6.11所示信息时代汽车内饰的造型之美。



图6-11所示信息时代汽车内饰

6.2.6 产品的象征功能

- **象征**是用具体的事物表示某种特殊意义，用部分事物代表全体，或指用来表示某种特别意义的具体事物。
- 在文学艺术方面，象征是一种表现手法，是根据事物之间的某种联系，借助某人某物的具体形象（象征体），以表现某种抽象的概念、思想和情感。
- **在设计作品中既包涵着设计形象，又包涵着象征寓意。**例如，国旗是国家的一种标志性旗帜，是国家的象征。它通过一定的式样、色彩和图案反映和代表一个国家政治特色和历史文化传统。
- 设计作品中能够包涵象征寓意就是设计作品所具有的象征功能。

6.2.6 产品的象征功能

(1) 产品的象征功能，就是用具体的产品表示某种与一般产品不一样的特殊意义。这种在产品上含有特殊意义或精神层面的东西就是产品的象征功能。

(2) 产品的象征功能是产品精神功能的组成部分，是产品文化的等级差异在产品载体上的推移感受，是决定产品品位档次的决定性功能要素。

(3) 产品象征功能与产品品牌有某种联系，但完全不同。

(4) 产品文化的等级差异是人们对社会、政治、经济、民族文化、地方风俗的等级差异在产品载体上的推移感受和体验。也可以简单地理解为社会阶层不同，对产品要求不同，所以产品的象征功能不同。

(5) 产品象征功能与产品其它功能一样，具有时代性。随着社会的发展、时间的推移，产品的象征功能也会发生变化。

6.2.7 其他功能简介

■ 6.2.7.1 基本功能

- 基本功能是产品发挥效用所必不可少的最基础、最本质的功能。基本功能不同，设计对象的用途也就不同。
- 基本功能有以下特点。
 - (1) 它的作用是必不可少。
 - (2) 它反映了产品的主要目的。
 - (3) 如果它改变了，产品的制造工艺全部改变。
- 一个设计对象可以有一个基本功能，也可以有数个基本功能。
- 例如万能铣床，既能进行卧铣，又能进行立铣或其它铣削加工。如冷暖空调夏天用于制冷、冬天用于制热，具有两个功能。

6.2.7.2 辅助功能

- 辅助功能是与基本功能并存的、次要的、附带的功能。它的作用相对于基本功能来说是次要的、辅助性的，但同时，它也是实现基本功能的手段。辅助功能可以使产品的功能更加完善。
- 例如，茶壶基本功能：盛水、抓把倒水。本项设计增加的**辅助功能：支高轻松倒水**，也可以很方便的把火炉放在它下面煮茶（见图6.12）。



图6.12 茶壶基本功能

6.2.7.3 必要功能

- 必要功能是指用户所需要的功能，包括基本功能和辅助功能。
- 如果产品满足不了用户的需求，则说它的功能不足；
- 反之，如果产品的功能中有些不是用户需要并承认的，则说它是不必要功能；
- 如果有些功能超过了用户需要的范围，则说它是多余功能或功能过剩。

6.2.7.4 过剩功能

- 过剩功能是指超出使用需求的不必要功能。过剩功能又可分为功能内容过剩和功能水平过剩。
 - 功能内容过剩，附属功能多余或使用率不高而成为不必要的功能。
 - 功能水平过剩，为实现必要功能的目的，在安全性、可靠性、耐用性等方面采用了过高的指标。
- 然而，有些消费者购买产品，宁要功能过剩的产品而不要功能适度的产品，这也助长了不必要功能的产生。

不必要的或过剩的功能出现的原因如下。

片面追求尽善尽美，不惜工本。

对用户的需要不完全了解。

由于缺乏信息，过分依靠了个人的经验。

没有处理好形式与内容的关系或者不够谐调合理等。

不适当地加大安全系数。

一般用途的产品采用承受高负荷的元件。

采用的公差、粗糙度超过产品的实际要求，在用户看不见的表面上，不惜工本地来提高表面质量。

使用了超过功能要求的材料或元件。

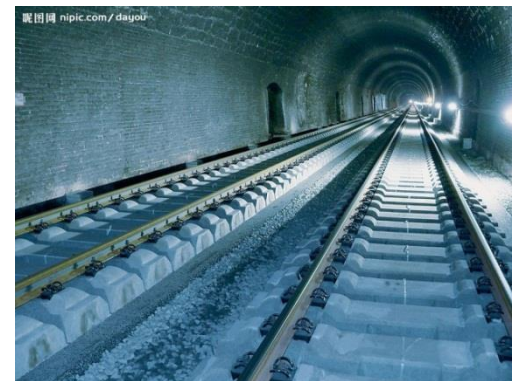
具有过长的寿命指标，导致机器构件尚未磨损到极限公差，而产品按其品种却已被淘汰。

具有不相称的表观功能，如廉价物品采用豪华的包装；在看不见的部位施以装饰镀层等等。

必要功能与不必要功能、主要功能与附属功能等，都是一个动态的概念。

6.2.7.5 “无”的功能

- 老子《道德经》中说：“埏埴 [shā nzh í](揉土)以为器，当其无，有器之用。凿户牖以为室，当其无，有室之用。故有之以为利，无之以为用。”
- 说的是，揉和陶土做成器皿，有了器具中空的地方，才有器皿的作用。开凿门窗建造房屋，有了门窗四壁内的空虚部分，才有房屋的作用。所以，“有”给人便利，“无”发挥了它的作用。



- 对于功能的分析判断，必须立足于市场。
- 有些功能起初认为是过剩、多余、不必要，后来被市场证明是需要的，而且是必须的。
- 例如，在手机上安装镜头，起初，一些专家认为不合适，因为有照相机和摄像机的存在。但多年发展的结果是，手机上摄影摄像功能在不断增强，而且增加了电视功能。

6.3 产品功能分析

- 产品功能分析包括功能分解、功能定义、功能分类和功能整理等。

6.3.1 产品功能分析的目的和作用

- (1) 明确产品设计的依据。
- (2) 开阔设计思路，克服思维定势。
- (3) 优化产品系统。
- (4) 便于进行功能评价。
- (5) 有利于利用计算机技术进行计算机辅助自动设计。

6.3.2 功能系统

- **6.3.2.1 功能元**
- 功能元是能完成一项或某一方面功能的作用单元。
- 它可以是各种层次的功能子系统，也可以是一些最基本的、没有必要再作细分的基本功能单元。
- 功能元在功能系统图中常用矩形线框表示。
- 例如，一个螺钉可以进一步细分为螺钉头、螺杆和螺纹3个基本功能单元，因此可以认为螺钉这一具有联接功能的技术系统由上述3个基本功能元组成（见图6.13）。

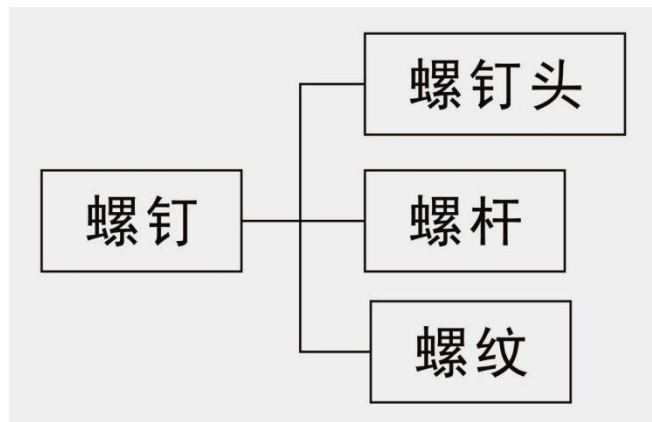


图6.13螺钉功能系统图

6.3.2.2 功能系统图

- 功能系统分析的过程，就是将系统的总体功能分解为子系统功能和基本单元功能的过程。
- **上-下位功能：** 如果一个功能是另一个功能的目的，而另一个功能是这个功能的手段，则把作为目的的功能称为上位功能，作为手段的功能称为下位功能。各功能元通过“目的—手段”关系实现之间的联系。
- **功能系统图：** 凡是公有同一上位功能的各下位并列的功能称为同位功能。用矩形线框表示的上位功能置于左方或上方，用矩形线框表示的下位功能置于右方或下方，两者之间形成一种从属关系的图示即为功能系统图，如图6.14。

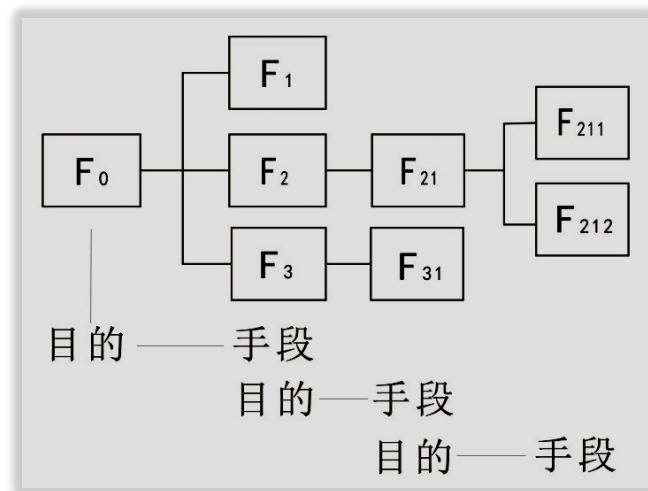


图6.14功能系统图

功能系统图

- 在功能系统图中，把能独立完成某种功能并自成一个子系统的功能元，称为一个功能域。在图中通过线框加以划定。我们也称其为功能模块，因为与之相应常常存在一个机、电或机电一体化的结构模块，成为实现该功能的载体。
- 在功能系统图上，上位功能和下位功能是指在功能系统图中，两个功能直接相连。如图6.14所示，F0与F1、F0与F2、F2与F21、F21与F211等均为上位功能与下位功能，也均为目的的功能与手段的功能。
- 在功能系统图中，凡是共有同一上位功能的各下位并列的功能称为同位功能。如图6.14所示，F1与F2、F1与F3、F211与F212等均为同位功能。
- 在上、下位功能和同位功能联系的基础上，功能元之间具有串联、并联和混合联接3种联接方式。

功能系统图

- 这样一根功能链的最上位目的功能则为总系统和子系统的最终功能，它可以是基本功能，或某一辅助功能。系统的最下位功能称为末端功能，它不再需要下位功能作为手段功能，因此总是一些具有独立功能的功能元。
- 功能系统图是产品结构系统的功能抽象表现。它能清楚地显示出产品设计的出发点和思路，是体现产品在设计上反映需求功能要求的方式。

在功能系统分析中，为方便起见，

- 将F0称之为系统总体功能；
- 将总功能F0的实现手段称之为—阶子功能：F1、F2、F3；
- 将—阶子功能的实现手段称之为二阶子功能：F21，F31；
- 将二阶子功能F21的实现手段称之为三阶子功能：F211，F212；
- 如此—阶又一阶向下分解，直到构成功能系统总体为止（图6.14）。

功能系统图的设计应用

- 功能系统图每一层的目的功能通常总是实现上一层功能的手段功能。
- 设计人员可以从目的功能出发建立起产品的一系列功能的内在联系，充分揭示了产品的结构与功能之间的逻辑关系，以此为基础，从目的功能出发，尝试从不同的角度，寻求不同技术或者结构来满足功能的目的需求，从而找到新的设计思路。

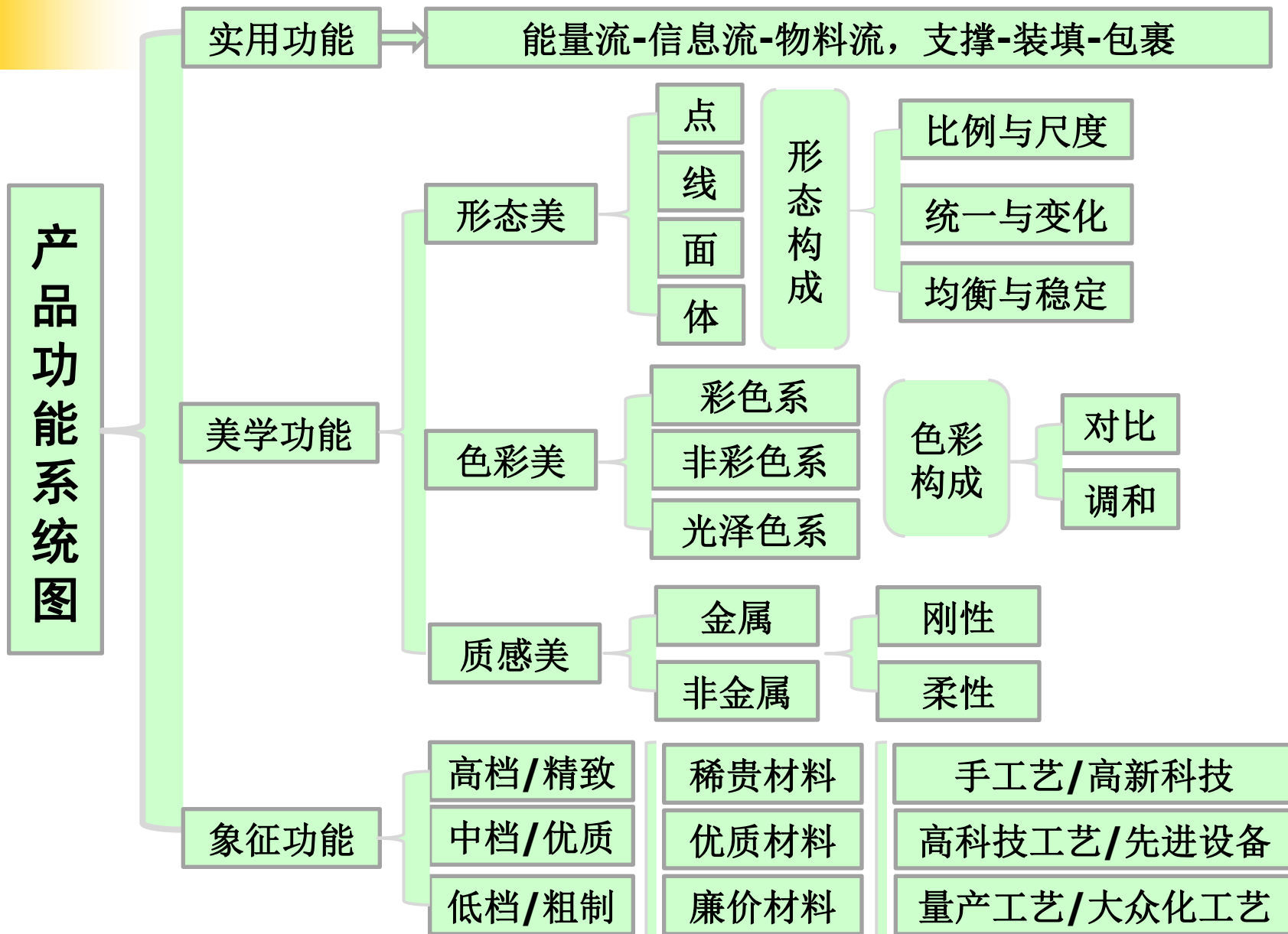
例如，绘制洗衣机的功能系统分析图。

- 通过目的功能和手段功能将洗衣机的功能按照上位功能与下位功能排列：
 - “洗净衣物”通过“形成涡流”手段实现。
 - “形成涡流”通过“传递力矩”手段实现。
 - “传递力矩”通过“提供动力”手段实现。
 - “提供动力”通过电动机手段实现。
- 绘制洗衣机的功能系统分析图：图6.15洗衣机功能系统图。



图6.15洗衣机功能系统图

对一般产品的功能分析整理，可以得到如下的产品功能分析图（图6.16）。



功能系统图（竖式）——功能树表示。

- 产品的功能分解也可以用树状的功能结构来表示，称为“功能树”（图6.17）。功能树的顶端起于产品的总功能，向下分为分功能、子功能等，其末端是功能单元。在功能树中上级功能是下级功能的目的功能，下级功能是上级功能的手段功能（实现手段或解决方法）。

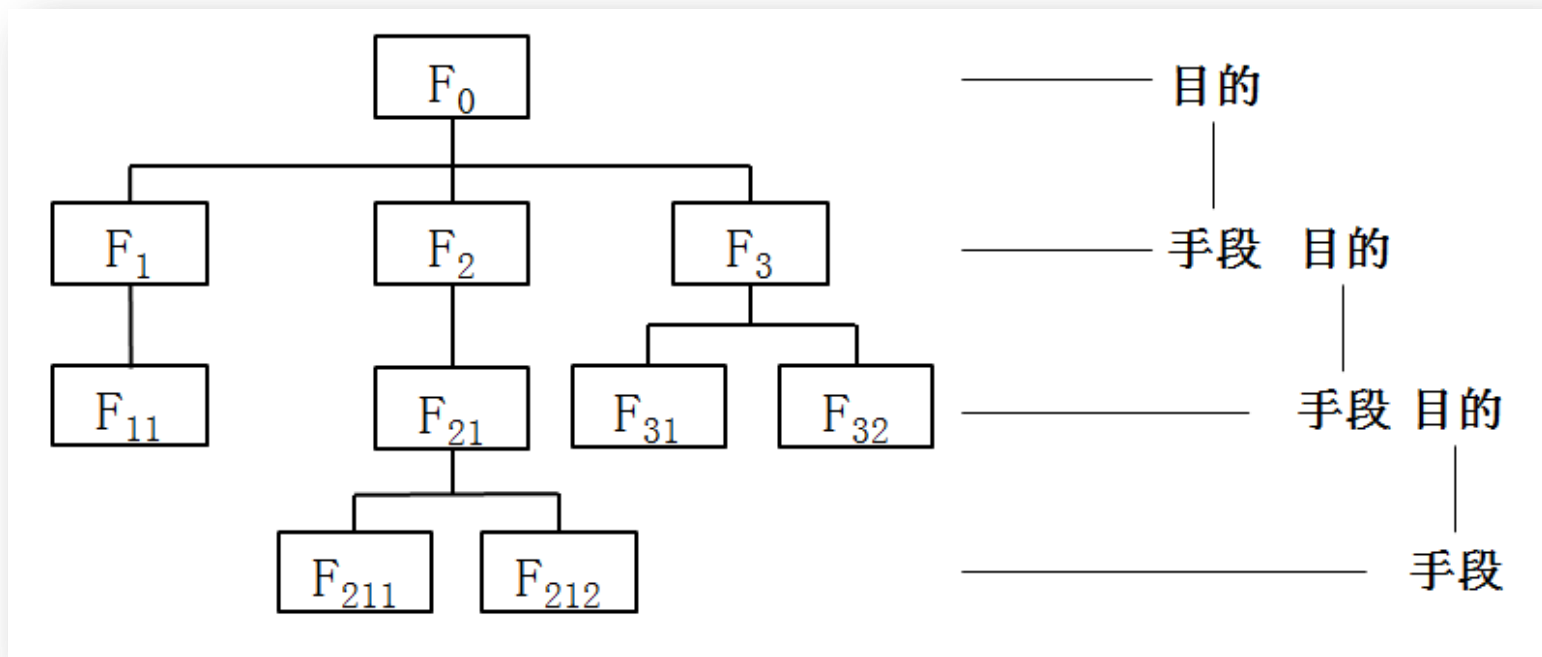


图6.17功能树

6.3.3 功能定义

■ 6.3.3.1 功能定义的概念

- 功能定义就是给设计对象及其组成部分的功能下定义，以限定每一功能的内容，明确其本质。

■ 产品功能定义的目的

(1) 揭示功能本质，明确设计方向。

(2) 解放思维方式，促进设计创新。

(3) 建立功能技术矩阵，分析和评价功能，保证功能组合的合理性。

建立“产品功能技术矩阵”，利用矩阵的各种组合规律，探寻出实现产品总体功能的最优组合方案。

6.3.3.2 功能定义基本方法

- 功能定义的基本方法是通过：
 - “什么产品” “能做什么用途”。
- 产品名称是描述功能的主语，而功能作为产品和零部件或构成要素的效用可以用谓语动词及宾语名词表示出来，也就是用动宾结构来定义和描述功能。
- 例如，消费者要求销售人员回答
 - 手表有什么用处？
- 销售人员对顾客做出的回答：
 - “手表能指示时间”，就是对手表功能的定义。

6.3.3.3 功能定义原则

- (1) 准确
- (2) 简洁
- (3) 适当抽象化
- (4) 功能定义必须以事实为基础
- (5) 划细
- (6) 要有利于定量分析
- (7) 功能定义必须了解可靠地实现功能的制约条件

用5W2H提问的内容大致如下：

- 在给功能下定义时，一般可用5W2H提问法帮助明确有关制约条件。

- (1) WHAT：产品的功能是什么？
- (2) WHY：产品为什么需要这个功能？
- (3) WHERE：产品在什么环境下使用？
- (4) WHEN：产品功能在什么时候使用？
- (5) WHO：产品的功能是由什么人使用的？采用什么方式，通过什么手段实现？他们在使用时有没有特殊的要求，比如盲人、聋哑人等残疾人等。
- (6) HOW MUCH：它的功能有多少？这些功能有哪些具体的技术、经济指标要求？有哪些技术手段可完成所需功能？
- (7) HOW DO：产品的功能如何实现？什么样的结构、技术原理来支撑？

6.3.4 功能定义的整理

■ 功能整理

■ 是按照功能的逻辑体系编制功能关系图(关联树图)，通过各个功能之间的逻辑关系，清楚地看到实现产品功能的限制因素以及可以采用的技术手段，同时，发现实现产品总功能的必要手段功能。以掌握必要功能，发现和消除不必要功能，并为“功能路径矩阵”的构造提供功能组成链。

■ 由于产品的各个功能之间已经按照逻辑关系进行了组织，这种联系就是产品的“功能技术路径矩阵”构造时的功能组成链。

功能整理的基本步骤如下

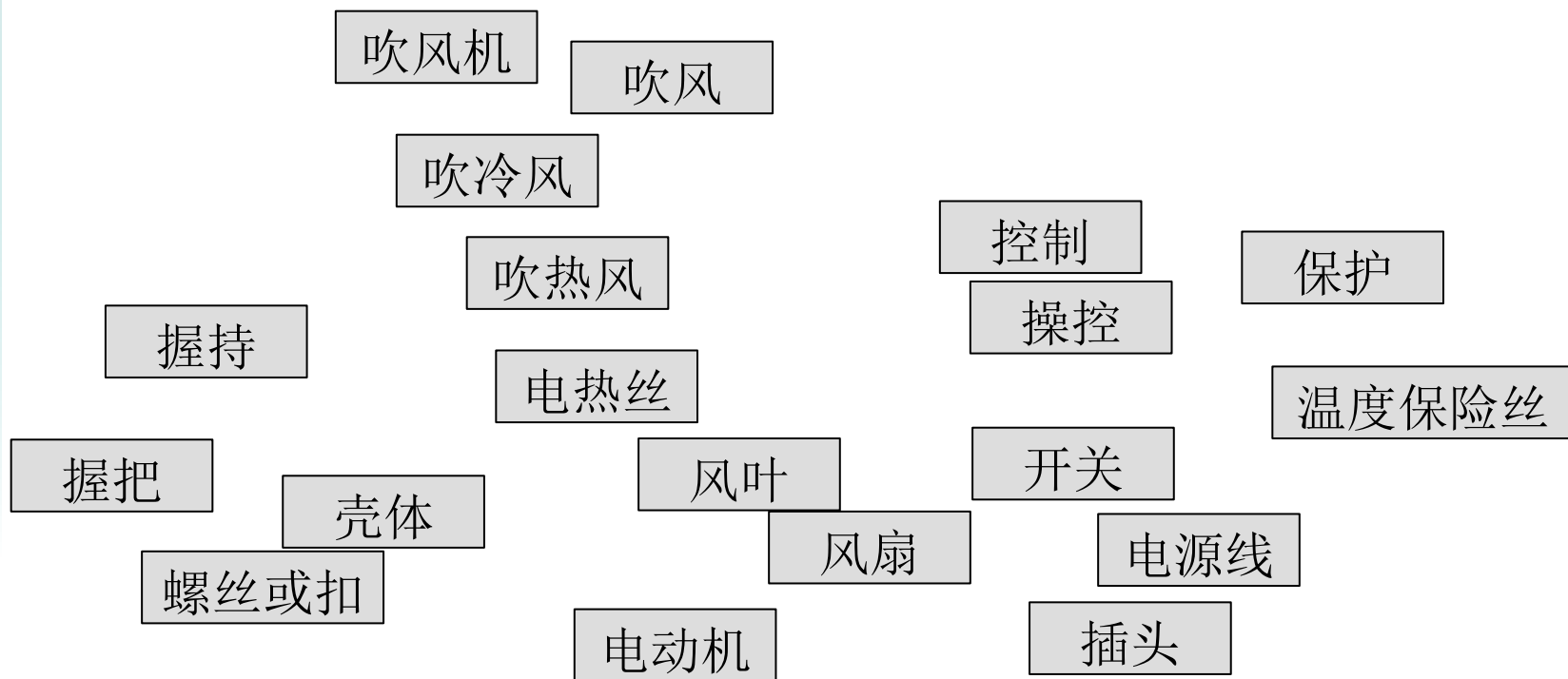
(1) 编制功能卡片，把设计对象及其构成要素的所有功能编制成卡片，每张卡片记载一个功能。

(2) 选出基本功能和辅助功能。当功能卡片数量很大时，为方便起见，首先抽出基本功能，只联接基本功能的相互关系，由此搭成功能系统图的主要骨架，然后再联接辅助功能的系统图。

(3) 明确功能间的上下关系与并列关系，作功能系统图。

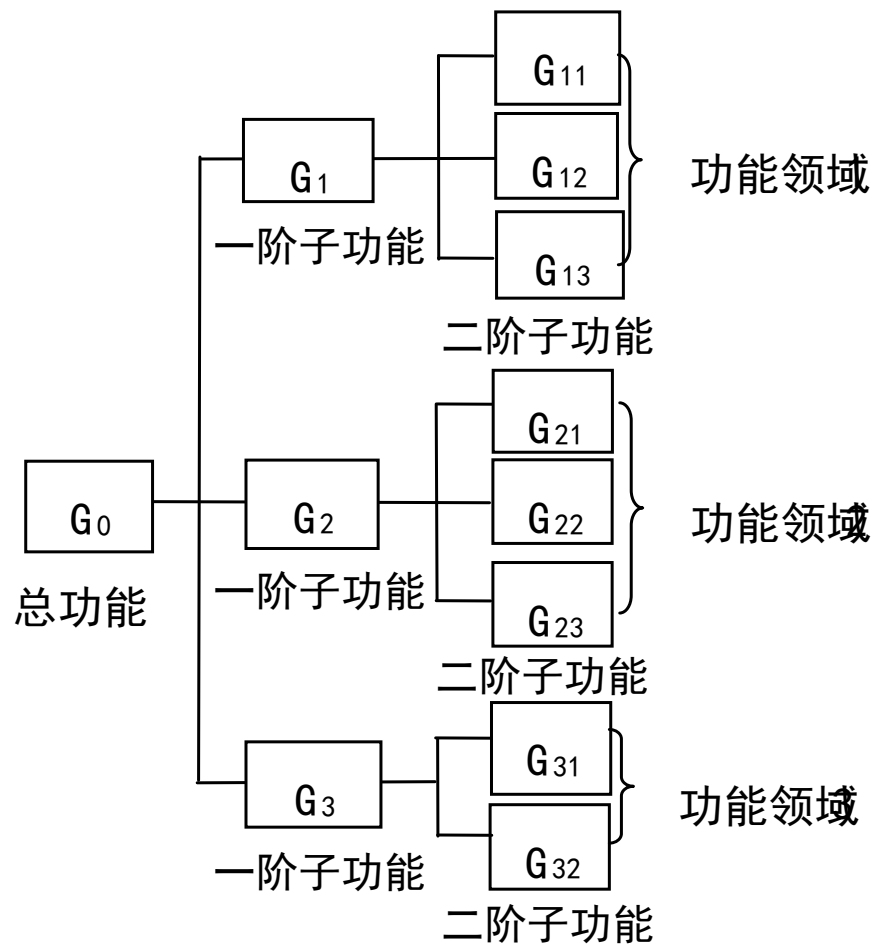
通过提问：“它的目的是什么？”、“实现它的手段是什么？”，来找出它们的上下位功能，并将其上位功能攢放在它的左面，下位功能摆放在它的右面。这样就可以从功能关系角度作出功能系统图。

- 例如，编制吹风机的功能卡片：



作功能系统图

- 找出它们的上下位功能，并将其上位功能攒放在它的左面，下位功能摆放在它的右面。这样就可以从功能关系角度作出功能系统图。



6.3.5 检查功能定义

■ 6.3.5.1 检查提问加以核实

- 功能定义是否恰当，是否有利于把现有的各种技术途径都考虑在内，并充分利用现代科学技术成果，还可通过以下检查提问加以核实。
- (1) 是否用一个动词和一个名词简明扼要地给功能下定义？
- (2) 功能的表达是否完整和一致？
- (3) 对功能的理解是否正确和一致？
- (4) 功能定义有没有遗漏？
- (5) 功能的表达是否都能定量化？
- (6) 是否有无法下定义的功能？
- (7) 给功能定义时，是否考虑了扩大思路，是否有利于引进各种先进的技术途径？
- (8) 是否有凭主观推断的功能定义？
- (9) 为什么要实现这个功能？能否取消这个功能？
- (10) 这个功能有多少种技术途径可以实现？是否把所有的技术途径都考虑到了？

6.3.5.2 检核提问功能系统分析方法

- **检核提问功能系统分析方法。**功能系统图是设计对象抽象化的表述，实现了从以设计对象具体结构为中心的构思，转变为以功能为中心的思考，为功能论方法的展开创造了条件。为了作出准确无误的功能系统图，以便建立“功能技术矩阵”，**我们可从以下几个方面检核提问。**
- (1) 是否把所下定义的功能都进行了分类？是否区分出基本功能和辅助功能？
- (2) 每个功能的目的是否明确？
- (3) 各功能用什么手段来实现？
- (4) 是否有相互不明确的功能？
- (5) 是否有因遗漏了某功能，而找不到目的功能或手段功能的情况？
- (6) 是否有不必要的功能？
- (7) 有没有受到已下定义的功能的束缚而勉强与其它功能相联系的情况。

6.3.6 功能技术路径矩阵

- 功能技术路径矩阵实际上就是一种表格，如表6.1所示。其中，
- 功能栏内的 G_1 、 G_2 …… G_n 分别代表各项分功能；
- 技术途径栏内 L_{11} 、 L_{21} …… L_{m1} 则代表功能 G_1 的实现路径，以此类推。

表6-1

功能技术路径矩阵

总功能G	路径L（技术实现途径）					
子功能 G_1	L_{11}	L_{21}	L_{31}			L_{m1}
子功能 G_2	L_{12}	L_{22}		L_{42}		L_{m2}
子功能 G_n	L_{1n}	L_{2n}		L_{4n}		L_{mn}
方案A			方案B			

- 当设计对象的每项分功能都找到一定数量的较为有效的解决途径之后，就可以组合各种途径来形成实现总功能（G）的原理方案了（见表6.1）。
 - 功能（G） 由解决途径L11-L12----L1n组合形成实现总功能的方案A
 - 功能（G） 也可以由解决途径L31-L42----L4n组合形成实现总功能的方案B
 - 以此类推，可以组合形成多种方案供决策选择。
- 功能路径矩阵是一种简便有效的工具，有利于直观、系统地进行方案组合。

6.4 产品结构分析

■ 6.4.1 产品技术系统

- **产品技术系统**是产品使用功能的保障系统，**主要由结构、材料和工艺组成**（图6.18）。产品技术系统主要**包括动力系统、控制系统、支撑结构系统以及工艺保障系统等**。例如，对汽车的技术系统而言，具体涉及发动机、电机、传动机构、转向机构、刹车系统、连接件、显示仪表、控制器、照明等以及材料、加工工艺、表面处理、装配工艺等（图6.18）。



图6.18产品技术系统

6.4.1.1 具有转换功能的技术系统

(1) 能量转变 以通过任意方式实现能量转变和形成一种能量流为主要目的的技术系统。例如，作为一个技术系统，内燃机的功能是将输入燃料的化学能流转换为机械能流。

(2) 信息转变 以通过任意方式实现信息转变和形成一种信息流为主要目的的技术系统。例如，作为一个技术系统，计算机系统、数码相机的CCD、CMOS光电转换系统是将信息转变和形成一种信息流。

(3) 物料转变 以通过任意方式实现物料转变和形成一种物料流为主要目的的技术系统。例如，作为一个技术系统，排风机电机-叶片系统、电机-传送带系统是将物料转变和形成一种物料流。

■ 如图6.19所示为实现能量、信息、物料转变的技术系统。



图6.19实现能量、信息、物料转变的技术系统

6.4.1.2 具有装填-包装-支撑功能的技术系统

- (1) 以任意方式实现装填为主要目的的技术系统（如陶瓷用品）；
- (2) 以任意方式实现包裹为主要目的的技术系统（如服装包装等）；
- (3) 以任意方式实现支撑为主要目的的技术系统（如家具桌、椅等）。

如图6.20所示为具有装填-包装-支撑功能的技术系统。

此类技术系统的特点是产品或零部件相互间通过固定的连接关系实现产品的功能。材料、连接关系、生产装配工艺形成了该类技术系统。



图6.20 具有装填-包装-支撑功能的技术系统

6.4.2 产品结构类型

- **产品结构系统**是产品要素与要素（包括部件）、要素与产品整体、产品整体与外部之间的关系或联系方式。
- **如两个相邻零件之间有连接或装配关系**，有些也采用焊接连接，这种连接、装配、焊接关系就形成了相应的连接结构、装配结构、焊接结构。
- **对于传递运动或动力的产品**，就存在着传动结构。
- **对于传递信息流的产品**，就存在着通信结构。
- **而起支撑、包装、装填的产品**就存在着外部结构、空间结构等。
- **从工业设计的角度**，按产品结构所起的作用和设计时的分工分为
 - **工艺结构、外部结构、空间结构、核心结构（核心技术部件）、系统结构等。**

6.4.2.1 工艺结构

- 工艺结构指连接结构(见图6.21)、装配结构、焊接结构。

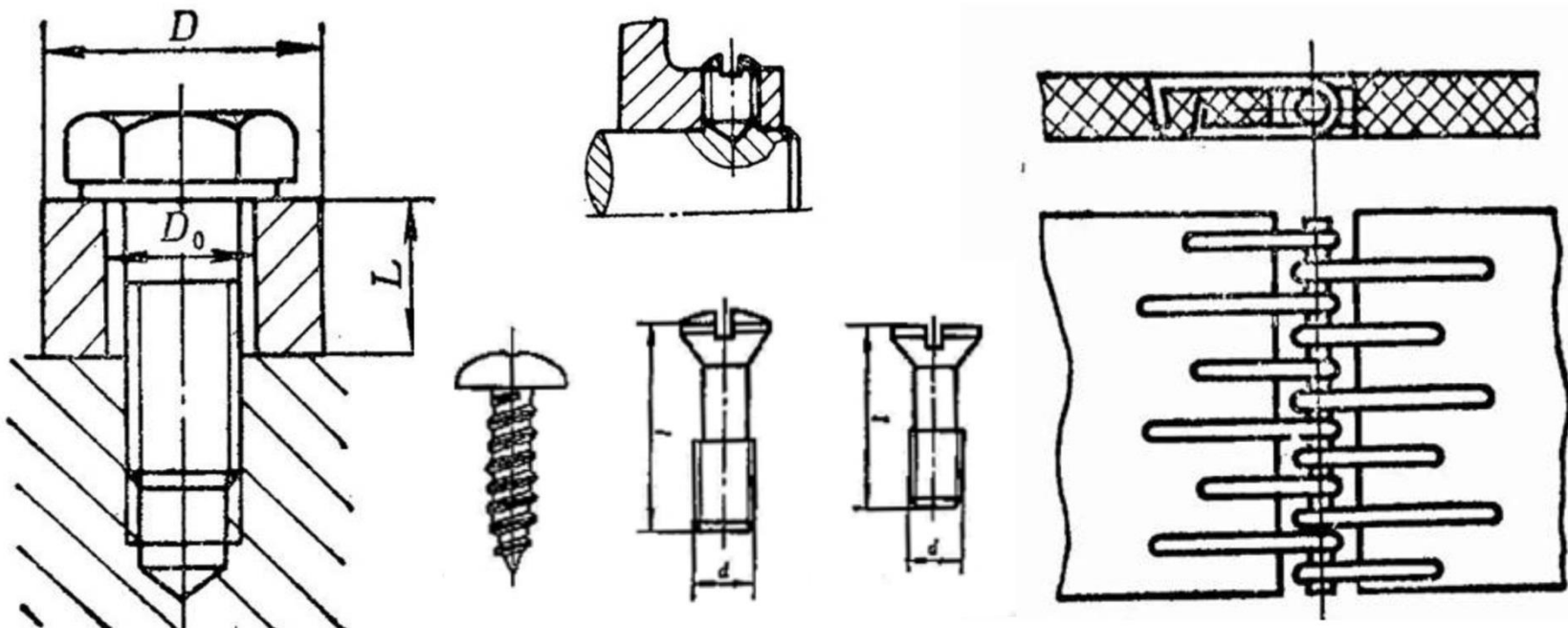


图6.21连接结构

6.4.2.2 外部结构

- 外部结构是由产品的可视零部件、外观造型、也包括与此相关的整体结构组成。外部结构是通过材料和形式来体现的。一方面是外部形式的承担者，同时也是内在功能的传达者。另一方面，通过整体结构使元器件发挥核心功能作用。
- 例如，自行车的系统结构与外部结构基本一致。轿车车身结构是典型的产品外部结构（图6.22）。



(a)自行车结构 (b)轿车车身结构

图6.22外部结构

6.4.2.3 空间结构

- **空间结构**是指产品构造形成空间形态的构成方式，由此而产生的产品空间构成关系。也形成了产品与周围环境的相互联系、相互作用的关系。**相对于产品实体，空间是“虚无”的存在。**产品除了自身的空间构成关系外，还存在以产品为中心的“场”的关系，应该将“场”的空间关系视为产品的一部分。
- 例如，轿车车身就既是实体结构（从外看），又是空间结构（从内看）。轿车内部就是典型的产品空间结构。其宽大空间提供了舒适、惬意的感受（图6.23）。



图6.23空间结构

6.4.2.4 产品核心结构（核心技术部件）

- **核心结构**是指由某项技术原理系统形成的具有核心功能的产品结构。核心功能一般包括能源流、信息流和物料流。

- 在完成物料流的结构中，机械传动结构和液压传动结构是常见结构（图6.24）。吸尘器的电机结构及高速风扇产生的真空抽吸原理是作为一个部件独立设计生产的，可以看作是一个模块（图6.25）。

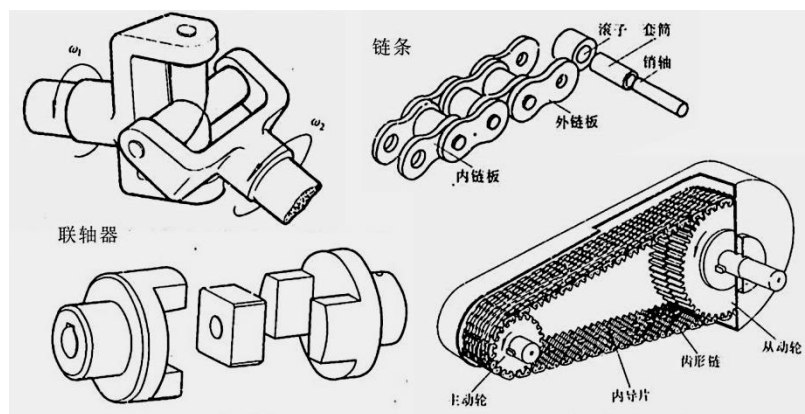


图6.24 传动结构



图6.25 核心技术

这种技术性很强的核心功能部件是由专业化生产进行的，生产厂家或部门专门提供各种型号的系列产品部件。工业设计就是将其部件作为核心结构，并依据其所具有的核心功能进行外部结构设计，使产品达到一定性能，形成完整产品。

6.4.2.5 产品系统结构

产品系统结构是产品整体构成方式。指产品的模块与模块、模块与产品、产品与产品之间的关系结构。常见的结构关系有4种（图6.26）。

(1) 整体结构。产品的各个部分之间的关系结构形成统一的（不可分离）简单形体的完整系统。

(2) 分体结构。相对于整体结构而言，即同一目的不同分功能的产品关系分离。

(3) 系列结构。由若干产品构成成套系列、组合系列、家族系列、单元系列等系列化产品。

(4) 网络结构。由若干具有独立功能的产品相互进行有形或无形的连接，构成具有复合功能的网络系统。



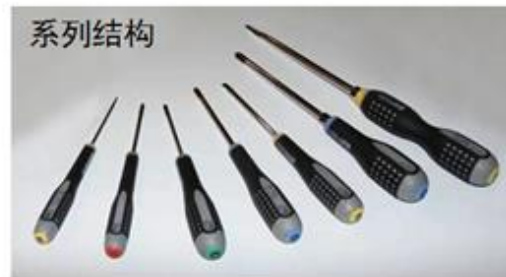
整体结构



分体结构的产品



网络结构



系列结构

图6.26产品系统结构

6.4.3 产品体系结构及设计要点

■ 6.4.3.1 产品体系结构

- 产品体系结构可以定义为多种功能组件的一个整体结构。
- 产品体系结构有2种类型。
 - **(1) 整合式产品。**产品体系结构着眼于具有某个特定功能的产品，此时设计的关键在于如何使设计任务围绕这一产品的市场特性、用户需求及性能指标而展开。这就是整合式产品。
 - **(2) 产品基础平台和模块化结构。**相对于系列产品而言设计的着眼点在于考虑如何实现这类产品的部件共享。这就是产品基础平台和模块化结构。

6.4.3.2 产品结构设计要点

- 产品的核心结构一旦选定，在设计中是以“黑箱”结构形式保持不变的。
- 设计师可以控制的部分就是产品的外部结构，或称为“白箱”。
- 而实际上两者是不可分割的相互作用的整体。
- 相对于黑箱结构，白箱结构存在着较大的变换空间。正因为如此，人们在设计外部结构时，往往会沉溺于自由的表现而忽略来自黑箱结构或者外部因素的制约。
- 无视制约条件无疑是不现实的。只有树立整体观念，才有可能正确处理结构与功能的有机关系。所谓整体观念，就是对制约因素的作用与反作用的认识。

“黑箱”结构



白箱结构

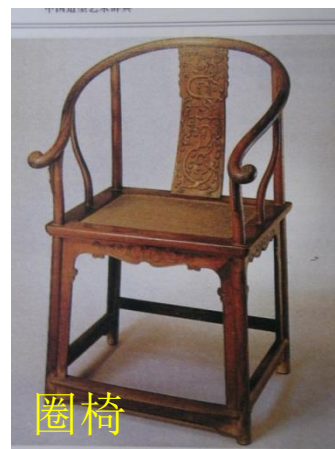


6.5 产品形态分析

- 6.5.1 产品艺术系统的组成
- 产品系统中包含艺术子系统自古就有。古代陶器、青铜、家具等产品的造型、质地、花纹、浮雕、镂刻等装饰手法的应用等都组成了产品的艺术子系统。例如，实用与美观的新石器，实用与美观的黄花梨木家具-圈椅（图6.27）。。
- 产品整体设计最终要以一种外在形式表现出来，这种产品的外在形式就是产品形态（也称为产品造型），塑造产品外在形式的过程就是产品造型。



新石器时代的石斧

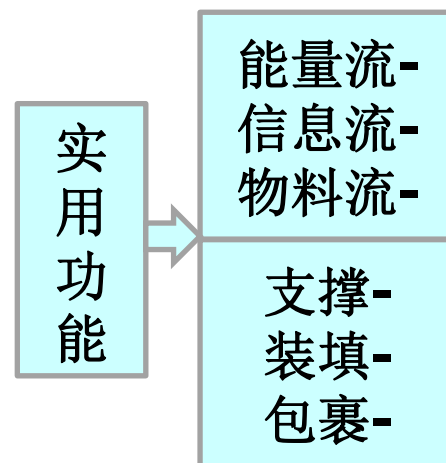


圈椅

图6.27产品的艺术子系统

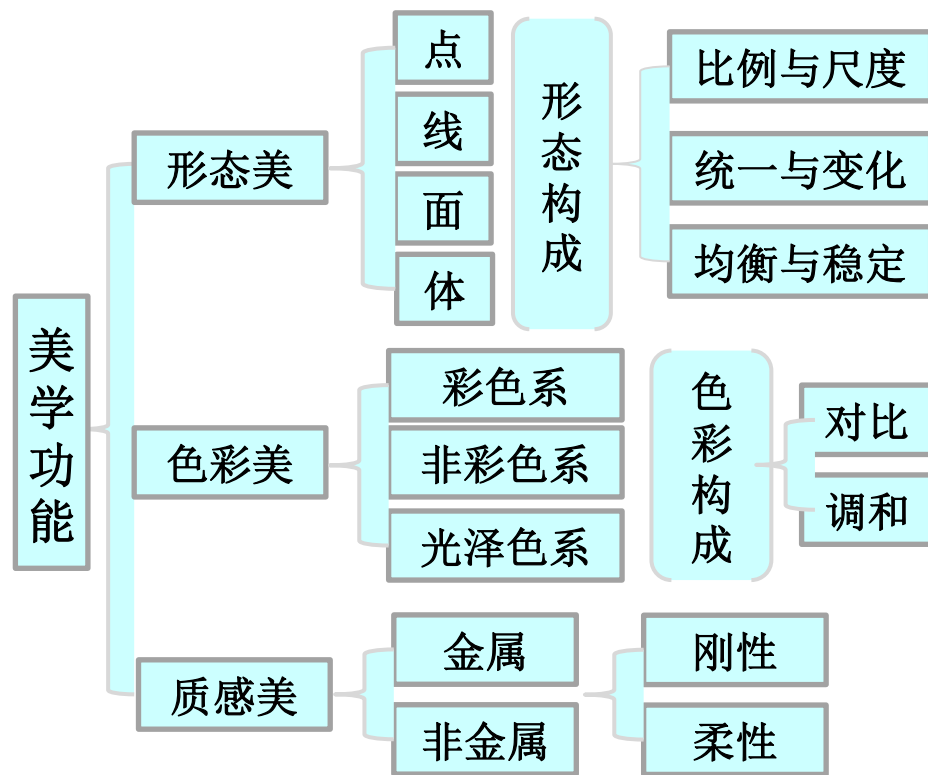
- 产品的总功能系统由实用功能、美学功能和象征功能三个一阶同位功能组成。

- (1) 在产品功能系统中,
- 一阶实用功能主要靠产品的二阶功能-技术结构以及其后的技术结构分解实现。



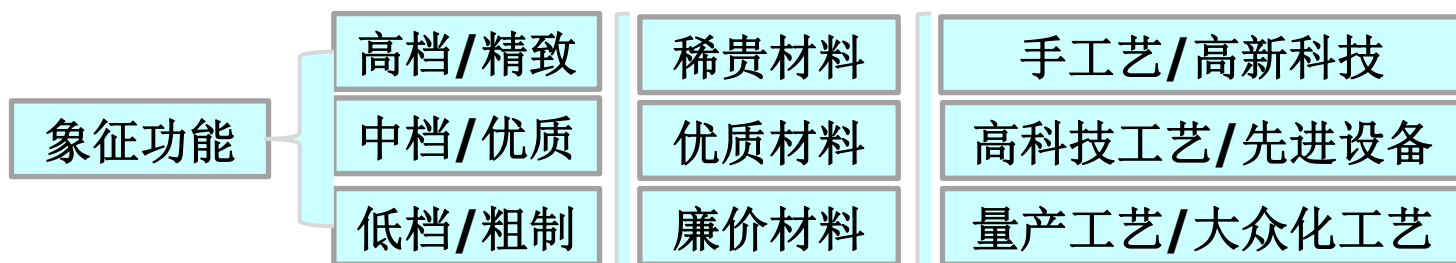
(2) **一阶美学功能**由二阶形态、色彩和质感三个同位美学功能手段实现。

- 而**二阶形态美**则是由三阶基本形态点、线、面、体通过形态构成和形式法则手段实现。形态构成包括空间、种类、数量、位置、方向的各种组合变化等。形式法则包括比例与尺度、统一与变化、均衡与稳定等艺术创作活动。
- **二阶色彩美**则是由三阶彩色系、非彩色系、光泽色系通过色彩构成和对比与调和配色法则实现。
- **二阶质感美**则是由三阶金属材料、非金属材料（木材、塑料、橡胶、布皮等）通过表面处理（装饰）手法实现。



(3) 一阶象征功能主要靠产品的二阶功能手段高档、中档、低档定位实现。

- 而二阶高档定位则是由三阶“稀贵”材料通过手工艺和最高新科技工艺实现。
- 二阶中档定位则是由三阶“优质”材料通过高科技工艺实现。
- 二阶低档定位则是由三阶“廉价”材料通过量产和大众化工艺实现。



- 将上述功能分析整理就可以得到如图6.16所示的一般产品功能分析图。

- 产品艺术系统由以下几方面组成。
 - 产品造型要素-形态要素。
 - 产品构成方式-形态构成。
 - 产品艺术形式-形式法则。
- 其功能主要表现产品的美学功能和象征功能。
- 需要特别强调的是，产品的艺术系统与技术系统共同组成了产品整体的结构形态，而且是不可分割的整体。之所以分开来处理，只是为了简单和条理化，有助于分工而已。

6.5.2 产品造型要素

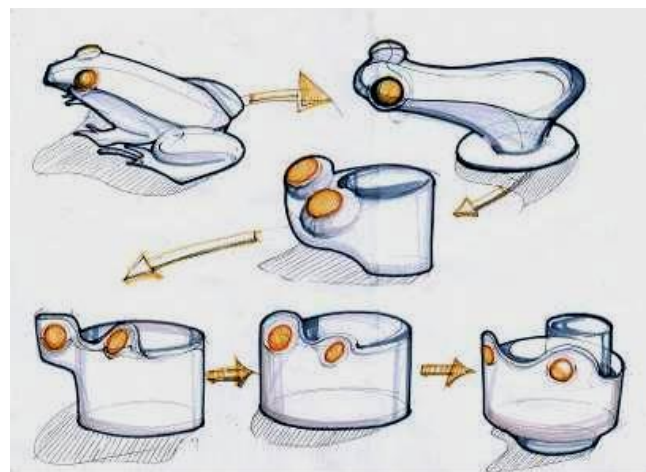
- 所谓产品造型就是创造产品整体形态。
- 形态指能被视觉、触觉所感知的一切客观现实存在的形体和形象的整个结构的各部特征和整体模样，这种形态称为现实形态。现实形态包括自然形态和人为形态。

6.5.2.1 基本形态

- 现实形态都是由物质材料组成的。按照占居“空间”维度划分，最简单的形态是点、线、面、体，称之为基本形态。
- 点由具有形、色、质和一定大小的物质材料组成，例如：产品上的把手、按钮等。
- 线又是由点组成的，例如：项链等。
- 面由边线围绕而成，例如：桌面等。
- 体由若干面叠成，例如：书等。
- 空间形态是由立体形态围成。例如：包装盒、窑洞、建筑空间形态等。

6.5.2.2 产品造型要素

- **产品造型要素。**基本形态都具有形状、大小、色彩、质感。因此，在产品造型设计中，将点、线、面、体及形状、大小、色彩、质感称之为产品造型要素。
- 产品整体的功能、结构、形态要落实到造型要素上，就是要确定产品、部件、零件的具体形状、大小（比例、尺度）、质感、色彩。要从功能、性能、结构、形态、外观、人机、环境、安全、健康、时尚、鉴赏、市场、使用、维护等多个角度对造型要素加以系统的分析、推敲、比较、落实。造型设计师的任务就是用基本形态创造丰富多彩的具有美感和时代感的产品形态。



6.5.3 产品色彩和比例尺度

6.5.3.1 色彩

- 色彩在整个产品的形象中，最先作用于人的视觉感受。产品色彩如果处理得好，可以协调或弥补造型中的某些不足。反之，如果产品的色彩处理不当，不但影响产品功能的发挥，破坏产品造型的整体美，而且很容易破坏人的工作情绪，降低工作效率。所以，产品的造型中，色彩设计是一项不容忽视的重要工作，其色调的选择是至关重要的。
- 色调就是一眼看上去工业产品所具有的总体色彩感觉，它可以表现出生动、活泼，也可以表现出精细、庄重，还可以表现为冷漠、沉闷或是亲切、明快等等。



- 色调的选择应格外慎重，一般可根据产品的用途、功能、结构、时代性及使用者的好恶等，艺术地加以确定，确定的标准是色形一致，以色助形，形色生辉。
- 色调的确定一般还要参考以下几点。
 - (1) 用暖色调有温暖的效果，用冷色调会使人感到冷清。
 - (2) 以高彩度的暖色为主调能使人感觉刺激兴奋，以低彩度的冷色为主调可以让人平静思索。
 - (3) 高明色调轻爽、明快，低明色调深沉、庄重。
- 总之，色调是在总体色彩感觉中起支配和统一全局作用的色彩设计要素。



6.5.3.2 比例尺度

- 正确的比例和尺度是完美造型的基础和框架。
- 一般地讲，比例只要在不违背产品功能和物质技术条件的前提下，就可呈多种变化组合形式，展现造型整体与局部或局部与局部之间，诸如大小粗细长短的量变关系。
- 尺度则比较固定，它是专指造型物尺寸与人体尺寸或是某种标准之间适应的程度和范围。造型若只有良好的比例而无正确的固定的尺度去约束，则该设计肯定会归于失败。
- 正确造型设计的次序应该首先确定尺度，然后根据尺度确定和调整造型物的比例。比如：桥的护栏、机床的护罩、汽车的车箱、自行车的车座、自来水笔的笔杆，都是首先要考虑到该造型物的尺度，即人体尺寸适应的长、宽、高、直径等，然后才是该造型物的比例和细部调整。

6.5.4 产品造型之美

- 6.5.4.1 美的基本内容与形式
- 美是事物的客观属性，是人们内在的知觉和感情。美无处不在，关键在于发现。人们在长期的社会实践中，亦总结了一系列对造型审美的美学原则。
- 就主体看，人的尺度要体现目的要求的内在的尺度；
- 就客体看，自然形式要表现美的规律形式。
- 主体尺度和自然形式的统一，乃是主体目的和自然规律的统一的体现，合规律性和合目的性的统一，是对实践效果满足需要的一种积极肯定，是一种价值。所以美就是一种价值形式，肯定实践的形式，或称自由形式。
- “形式美”：把形式要素根据创意的要求，按美的规律与法则进行组合，成为在视觉中被多数人认可的美的形式，这种美就是“形式美”

6.5.4.2 美的组成

- 形式美由形式美感要素和形式美法则两部分组成。
- **(1) 美的要素** 是能给人以美的感受的物质材料、手段，如形状、线条、大小、色彩、肌理、材质等。
- **(2) 美的法则** 是人类在创造美的活动中，以人的心理、生理需要为基础，经过长期的探索而归纳总结出来的，并被人们所公认的基本规律，
 - 如对称、均衡、比例、尺度、参差、变幻、调和、对比，节奏、韵律，主次、重点，过渡、呼应，比拟、联想、多样统一与和谐等。

6.5.4.3 美的两点说明

- 形式美与内容美既有统一性，又有矛盾性，各自有相对独立的审美价值，在美的创作中既不能否定形式美，也不能离开内容而片面强调形式美。在产品造型设计中，既要遵循这些规律，又不能生搬硬套，而要根据不同的对象，不同的条件，进行创造性的设计。
- 这里有两个问题值得注意，
 - **(1) 形式美法则只具有相对的稳定性**，它是随着时代的发展而发展变化，也会因人、因事、因条件不同而不同。所以，只有深入领会其实质并加以灵活运用，才能创造出更新、更美、更好的产品。
 - **(2) 工业产品的造型美必须是内容与形式的完美结合**，既要突出形式美的特色，又要保证产品功能结构的完善。

6.5.5 产品技术之美

- **认识技术美**
- 工业产品的“美”是通过产品形态被人们感知的，并通过技术手段加工制造出来的。
- **技术美学**有人称**工业美学**或**设计美学**，主要研究产品及环境的美学问题。
- 技术美主要包括功能美、结构美、材质美、工艺美、舒适美、规范美等几个方面。

6.5.5.1 功能美

- 产品的物质功能是产品的灵魂。
- 功能好用、功能完善、功能先进、功能领先是功能美的先决条件。
- 功能的减弱，也就是美感的减弱。如果产品失去了物质功能，也就失去了存在的意义。
- 汽车的物质功能就是运输，它的功能美的表现形式与汽车类型有关。根据不同的功能和层次要求，组合成适当的功能范围也是可行的，如图6.28所示，大众2007款多功能紧凑型GOLF轿车，是一款具有轿车舒适性的带有一定越野能力的SUV轿车。

图6. 28 大众GOLF轿车



- 此外，**产品优良的工作性能**（如汽车的速度、稳定性、耗油量等）和使用性能（汽车的操纵性、舒适性等）**也是产品功能美的表现形式**。当一种新的产品推向市场时，其功能美是吸引人们的主要因素。防风雨摩托车（图6.29）。



图6.29防风雨摩托车

6.5.5.2 结构美

- 结构是实现产品功能要求的重要因素，是为产品物质功能服务的。它既包括产品内部组织，也包括产品各组成部分的合理配合和排列。
- 力学和材料科学的新成就，为产品造型的结构美提供了重要的科学依据。结构力学的发展，使产品结构日臻合理，能在保证强度和使用寿命的前提下，设计出结构轻盈、刚劲、简洁的产品来。
- 流体动力学的发展，使飞机、火箭、汽车、船舶等高速行驶的工业产品，在结构上实现低阻流线体态。当然，这些新的结构形态也产生了新的美学特征，人们俗称流线美。结构使功能（性能）提高，也增强了美感。

6.5.5.3 材质美

- **材料是产品的物质基础。**各种材料都具有各自的外观特征、质感和手感，从而体现出不同材料的材质美(也称质地美)。如钢的坚硬沉重，铝的轻快洁净，金的高贵华丽，塑料的柔顺轻盈，木材的朴实自然等，都体现出各自的材质个性和美感。
- 按人的感知特性，质感美可分为生理的触觉质感和心理的视觉质感两类。
- 触觉质感是通过人体接触而得到的，视觉质感是基于触觉体验的积累。对于已经熟悉的物面组织，仅凭观察就可以判断它的质感，而无需再去接触。
- 对于一些难以触摸到物面的物质，只能通过视觉的观察及类似的触觉体验相结合，进行经验类比而得出估计质感。因此，视觉质感相对于触觉质感，具有间接性、经验性和遥测性，即带有相对的不真实性。
- 在工业造型设计中，利用视觉质感这一特点，可以通过装饰手段，达到材质美的目的。

6.5.5.4 工艺美

- 任何一种产品要创造美的形态，必须通过相应的工艺措施来实现。工艺包括：制造工艺和装饰工艺。制造工艺是造型得以实现的措施，装饰工艺则是完美造型的手段。二者相辅相成，才能体现出工艺美。图6-48吸油烟机的工艺美。
- 工艺美的主要特征在于体现现代工业生产的加工痕迹和特点。机械化的批量生产的方式使造型具有简练、大方的形体和各种加工手段所形成的表面特征，如切削的平直和光洁，抛光的细腻和柔和，模压的挺拔和圆润，精密铸造的准确和丰满等，均可体现出加工工艺的美感。
- 在装饰工艺中，塑料电镀的金属光泽，铝材氧化的精饰处理，以及钢材的涂复工艺处理等等所形成的产品表面、色彩与产品功能、形态、工作环境取得协调，也可获得综合物质和精神功能的美感。
- 总之，在产品上所反映出来的先进的精密加工手段，不仅可以体现出现代加工和装饰工艺的先进性，而且也突出了产品的时代美感。

6.5.5.6 舒适美

- 工业产品是供人们使用或操作的，每种产品在被使用中，应该充分体现出人与机器的协调一致性，使人感到使用方便、操纵舒适和安全可靠。
- 人机工程学是研究在现代条件下，人们生产、科研或生活如何达到效率最高、感觉最舒适、操作最准确的一门新兴的学科。



6.5.5.7 规范美

- 现代工业产品很多都规定了自己的型谱和系列，使其设计生产符合标准化、通用化和系列化的原则。
- 标准化、通用化和系列化是一项重要的技术、经济政策，也是实现规范美的有效手段。它不仅有利于产品整齐划一、改型设计，使产品具有统一中的规范美感和协调中的韵律美感；而且有利于促进技术交流、提高产品质量、缩短生产周期、降低成本、扩大贸易，增强产品的市场竞争能力。

- 从上面的讨论可知，任何一件工业产品都是科学技术和艺术统一的结晶。
- 只强调产品科技的先进性而忽略其艺术性，会使产品产生机械冷漠感、仪表枯燥感和不符合人机工程学的不合理性。
- 只强调产品的艺术性而忽略了科技的先进性，会使过多的人为装饰妨碍了产品物质功能的体现。

6.6 产品人机系统分析

- 人机工程学和工业设计在基本思想与工作内容上有很多一致性：
- 人机工程学的基本理论“产品设计要适合人的生理，心理因素”与工业设计的基本观念“创造的产品应同时满足人们的物质与文化需求”，意义基本相同，侧重稍有不同；
- 工业设计与人机工程学同样都是研究人与物之间的关系，研究人与物交接界面上的问题，不同于工程设计（以研究与处理“物与物”之间的关系为主）。
- 由于工业设计在历史发展中溶入了更多的美的探求等文化因素，工作领域还包括视觉传达设计等方面，而人机工程学则在劳动与管理科学中有广泛应用，这是二者的区别。

6.6.1 人机系统研究的作用

- (1) 为工业设计中考虑“人的因素”提供人体尺度参数。
- (2) 为工业设计中“产品”的功能合理性提供科学依据。
- (3) 为工业设计中考虑“环境因素”提供设计准则。

6. 6. 2人—机—环境系统分析

- 产品系统包含着人机子系统是由产品的使用功能和象征功能决定的。
- 产品不是一个孤立的实体，它处于“人—机—环境”大系统之中。产品的运转实质上是该大系统的运转。
- 人、机、环境三者各自成为一个子系统，并形成彼此之间的3个界面。它们各有自己的功能，又彼此交互作用，在系统中构成对立统一的关系。

6.6.2.1 子系统—人

- 人的感觉器官、脑和效应器官是“人”的三个组成部分，它形成人这个子系统的三个功能：

(1) 刺激信号的接收触觉来

(2) 信息的加工

(3) 效应器官的执行

6.6.2.2 子系统——机

- 机由操纵、运转与显示三部分组成：

(1) 操纵系统

(2) 运转系统

(3) 显示系统

6.6.2.3 子系统——环境

- 环境包括3个重要组成部分：
- (1) 自然环境 包括资源环境、生态环境和地理环境。
- (2) 社会环境 包括民族、文化背景、社会制度、政府政策、国际关系等方面。
- (3) 技术环境 包括设施环境和协作环境。现代化生产要求高度文明的劳动环境，它将由相应技术设施来实现。

6.6.3 人机系统分析的四个基本问题

(1) 人和机之间的功能合理分工。什么工作适合于人来完成，什么样的工作适合于由机来完成，既人机间的功能分配问题。

(2) 人机结合形式问题，也就是人机界面设计问题。

(3) 人机系统中，人使用什么工具和机械，即机械器具(产品)的设计问题。比如操纵器与控制器的设计等。

(4) 怎样评价人机系统的质量好坏，即系统评价问题。

- 例如,人和汽车的功能合理分工: 汽车自动变速器大大减轻了在驾驶汽车中驾驶员的劳动强度, 特别是在城市红绿灯频繁出现的道路上走走停停的驾驶状态。
- 如图6.30轿车设计的人机界面以及操纵器与控制器。



图6.30轿车人机界面以及操纵器与控制器

6.6.4 人机系统功能分配

- 人机功能分配是十分重要的一项工作。这需要首先考虑人和机各自的特点，根据二者的长处和短处，确定最佳的功能分配。
- 将人和机器有机地结合起来，可以组成高效的人机系统。
- 在现代机械设计中，设计者的首要任务是将“人—机—环境”大系统的功能进行分解，并把它们合理地
 - 分配给3个子系统承担，以便取得最佳技术经济指标。

6.6.4.1 子系统能力的分析

- 人、机、环境三者各有自己的特长，也都存在能力的限制。

1、人的基本界限

- ①正确度的界限。人进行作业时，总有些误差。
- ②体力的界限。
- ③行动速度的界限。
- ④计算能力和感知能力的界限。计算复杂问题很慢，记忆能力也有限。

2、机器的基本界限

- ①机器性能维持能力的界限。
- ②机器正常动作的界限。有可能突然异常。
- ③机器判断能力的界限。
- ④费用高（短期投资大）。

3、环境

- 它通常从如下几方面承担自己的功能。
 - (1) 在系统运转过程中不断提供物资与能源。
 - (2) 接受系统的排放，并予以消化。
 - (3) 创造人机良好工作的周边环境。
 - (4) 用环境设施来承担机械群体的某些共性功能。如机场内的导航系统就是把飞机自动驾驶装置中一部分功能由飞机转向地面环境设施的系统，它为所有在航线上飞行的飞机所共享，这样做明显比在一架飞机内孤立地设置全套自动驾驶系统经济合理，而且可靠。
 - (5) 从社会角度解决系统运行问题。如为控制汽车排放的尾气污染环境，要求在汽车上安装汽车尾气净化装置，这样会增加车主的负担，只有政府通过立法强制推行。

6. 6. 4. 2 功能分配原则

- 1、比较分配原则
- 2、剩余分配原则
- 3、经济分配原则
- 4、宜人分配原则
- 5、弹性分配原则

6.6.4.3 功能分配总的趋势

- (1) 使人不断从繁重的体力劳动中解脱出来，在大系统中更多地发挥智力强项的功能；
- (2) 使人的一部分有明显规律性的思维转由机去执行，即由计算机或自控系统执行；
- (3) 系统的宜人性要求日益受到重视，人不仅承担系统分配的功能，而且是物质和精神文明的享受者；
- (4) 机对环境设施的要求也越来越高，很多机械需要公共设施的支持，与社会环境的关系也日益紧密；
- (5) 人们已从机的全寿命周期考虑“人—机—环境”大系统的运转，以及贯穿各阶段的功能分配；
- (6) 自然环境供给资源和接受排放的功能应符合可持续发展战略。

随着生产高度自动化和机器人的广泛应用，人们一度认为未来都是无人工厂、无人驾驶，甚至产生将来人该做什么工作这样的社会学问题。

6.6.5 产品设计中考虑人的因素的建议

- (1) 人们往往希望东西体积细小，便于携带，容易包装。
- (2) 人们普遍学会了右旋法则，顺时针转动可以关紧龙头，扭紧螺丝。
- (3) 人们习惯于控制方向盘转动方向与车辆转动方向一致。
- (4) 当指针式仪表显示器可以调整时，人们习惯于调整旋钮转动方向与其指针转动方向一致。否则容易引起调整错误。
- (5) 人们习惯于一些颜色的含义。
- (6) 人的注意受光亮、很响的声音、闪动的灯光和鲜亮颜色所吸引，如果显示器选择不适当的刺激信号，难以引起视觉注意，也可能会分散人的注意。
- (7) 人们习惯于面向声音信号源，所以驾驶舱内信号源要设计在操作员前方头位置高度。
- (8) 人们往往认为产品是安全的，系统是处于正常状态，系统功能正常，提手足够结实，以为产品是完整的，别人没有把它打开，因此没有提防。



(9) 发现异常现象时，人往往很自然地用手去尝试探究。这引起许多人身伤害的。材料选择和机器工具设计要避免人手触及危险部位。

(10) 人们期望桌椅台阶高度适合于人们的习惯高度。

当然，上述建议只反映了很小部份的认知、期望和习惯，只能作为启发人们注意观察理解具体设计项目中的使用要求。