

普通高等教育工业设计专业

“十三五”规划教材

CHANPIN XITONG SHEJI

# 产品系统设计

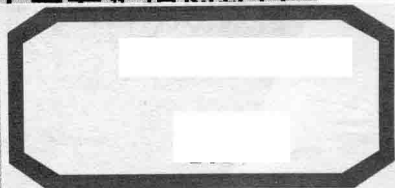
(第二版)

李奋强 编著



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

普通高等教育工业设计专业“



CHANPIN XITONG SHEJI

# 产品系统设计

(第二版)

李奋强 编著



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

·北京·

## 内 容 提 要

本书从系统方法论的角度出发,首先论述了系统的基本概念,探讨了产品系统设计的基本思想方法和产品开发的一般设计流程。然后,从宏观上对影响产品系统环境方面的主要因素:产品生命周期、人的因素、科技因素、文化因素、经济因素、社会因素、生态因素等方面进行了分析,论述了产品信息调研方法、功能识别、产品基准选择以及产品分解等;从市场与消费者的角度,结合企业资源状况讲述了产品设计定位方法;从产品构造内部分析了产品功能、技术、形态、人机等基本组成要素。最后,论述了产品系统综合、产品结构(平台、模块、标准)整合创新设计方法、产品款型及系列化设计等。

本书突出产品系统设计概念的理解和基本设计思想方法的可操作性,从内容到形式表达有完整的指导材料和设计操作流程,适合工业设计、艺术设计专业的师生和从事产品设计的技术工作者、企业产品规划人员以及产品设计爱好者阅读参考。

本书配套教学课件可在 <http://www.waterpub.com.cn/softdown> 免费下载。

## 图书在版编目(CIP)数据

产品系统设计 / 李奋强编著. — 2版. — 北京 :  
中国水利水电出版社, 2017.2  
普通高等教育工业设计专业“十三五”规划教材  
ISBN 978-7-5170-5188-6

I. ①产… II. ①李… III. ①产品设计—系统设计—  
高等学校—教材 IV. ①TB472

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第028271号

书 名	普通高等教育工业设计专业“十三五”规划教材 <b>产品系统设计 (第二版)</b> CHANPIN XITONG SHEJI
作 者	李奋强 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: <a href="http://www.waterpub.com.cn">www.waterpub.com.cn</a> E-mail: <a href="mailto:sales@waterpub.com.cn">sales@waterpub.com.cn</a>
经 售	电话: (010) 68367658 (营销中心) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京纪元彩艺印刷有限公司
规 格	210mm×285mm 16开本 18.5印张 495千字
版 次	2013年1月第1版 2016年9月第4次印刷 2017年2月第2版 2017年2月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	<b>45.00元</b>

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

## 第二版前言

## Second Preface

系统设计方法，一方面强调分析和认识与设计有关的各种因素之间的关系；另一方面也强调综合与创新是其根本目标。设计必须要把理性、系统的方法与感性、直觉的思维有机结合起来，才能相得益彰、互为促进。工业设计需要处理的问题往往涉及多种因素，既包含设计目标内部的功能、结构、形态等要素，又包含设计目标外部的技术、文化、社会等环境影响因素。系统论设计思想方法具有综合性、交叉性等特点，对工业设计领域设计问题求解的研究具有一定的方法论指导意义和解决具体问题的实际意义。

产品系统设计是工业设计专业本科生的专业必修课程，是一门既有设计理论又与设计实践紧密结合的专业课程。本书第一版出版后，在工业设计专业本科高年级学生中得到了应用，也在工业设计专业研究生教育中得到了应用，企业作为产品开发培训教材也得到了应用，书中内容受到大家的肯定。

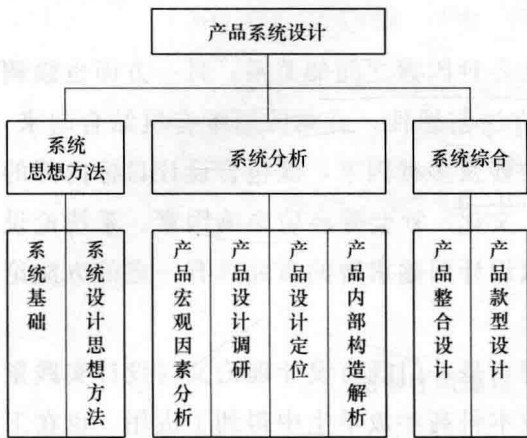
为了更好地适应多方面读者的需要，本书第二版做了部分修订。在第2章增加了对关联设计活动的叙述。系统分析方法中增加了霍尔三维结构分析方法、切克兰德方法。从学生使用教材的教学课程安排出发，由于学生要较早开展产品设计调研活动，将原第6章的产品设计调研提前到了第4章的位置。设计活动首先是信息输入活动，这样调整也符合设计逻辑。对产品设计调研内容做了必要的修改。第5章的产品设计定位中增加了定位图示方法。第6章产品构造解析（内部要素）中的功能分析一节中增加了产品开发的功能技术路径矩阵。另外，书中个别字段也做了必要的订正，全书插图全面更新，使本书质量有所提升。

本书从系统方法论的角度出发，首先论述了系统的基本概念，探讨了产品系统设计的基本思想方法和产品开发的一般设计流程。然后，从宏观上对影响产品系统环境方面的主要因素：产品生命周期、人的因素、科技因素、文化因素、经济因素、社会因素、生态因素等方面进行了分析，论述了产品信息调研方法、功能识别、产品基准选择以及产品分解等；从市场与消费者的角度，结合企业资源状况讲述了产品设计定位方法；从产品构造内部分析了产品功能、技术、形态、人机等基本组成要素。最后，论述了产品系统综合、产品结构（平台、模块、标准）整合创新设计方法、产品款型及系列化设计等。本书突出产品系统设计概念的理解和基本设计思想方法的可操作性，从内容到形式表达有完整的指导材料和设计操作流程，读者群定位为工业设计、艺术设计专业的师生和从事产品设计的技术工作者、企业产品规划人员以及产品设计爱好者。

本课程的核心价值是应用系统科学思想方法的精髓（事物的有机联系和变化发展）解决产品设计问题。本课程的体系框架由系统设计思想方法、产品系统分析与产品系统综合设计3个部分组成。

- (1) 系统设计思想方法包括系统基础知识及产品系统设计思想方法。
- (2) 产品系统分析包括产品宏观因素分析、产品设计调研、产品设计定位、产品构造解析等。
- (3) 产品系统综合设计包括产品整合设计和产品款型设计。

本课程在建立了产品系统设计的基础知识框架后，论述了系统设计的多元思想，将功能设计思想作为系统设计的主导思想。把产品目标市场、产品宏观环境和产品构成要素作为产品系统的3个层面，与产品设计组织系统联系起来对待，形成了一个完整的产品系统研究体系，如图所示。



产品系统研究体系

学习本课程，可使学生熟悉并掌握一般的产品系统分析方法和产品系统的综合设计整合创新方式。让学生对于产品的系统设计理论有初步的认识并能将理论知识运用在产品设计的实践中，为学生毕业后从事实际设计工作打下坚实的专业基础。

产品系统设计作为工业设计专业高年级学生的专业必修课程。它要求学生大体掌握产品系统设计思想方法，了解产品生命周期对设计的影响，了解人、社会、文化、科技、经济等对设计的影响，学生可以体会到设计的内部因素和外部因素都在决定着设计的目标。通过此课程的学习，增强学生对产品系统设计的思考和设计

手段创新的尝试。产品系统设计能够较好地达到锻炼学生综合设计能力的目的，提升学生应对实际复杂设计问题的能力。课程注重学生系统分析和系统综合设计能力的培养，在课程内学生需要了解、掌握系统设计的相关知识、理念，并能比较全面、完整、系统地表达自己的设计。

系统科学处理的工程问题日益庞大复杂。工业设计的应用领域在不断扩大，已经从产品设计向解决有关产品、系统、服务及体验或商业网络问题的设计活动扩展，工业设计学科的发展速度也在加快。鉴于本人阅历、学识水平的限制，书中难免会出现一些疏漏，敬请广大读者批评指正。

李奋强

2016年6月28日

# 第一版前言

## *First Preface*

企业生产的产品需要优化以降低成本，需要提高产品的竞争优势和市场占有率。对于产品成本问题，最基本的解决方法是扩大生产规模和实行标准化。扩大生产规模可以通过注入新资金解决，而实行标准化就是系统设计思想方法的具体体现。提高产品的竞争优势有多种途径，如提高可靠性、增加产品功能，提高产品性能、改善操作界面、提高产品的外观欣赏价值等；提高产品的市场占有率则可以通过增加花色品种、提供用户体验服务、最大限度地满足用户个性化需求等方法实现。上述方法途径也都是产品系统设计所研究的内容。

在解决产品问题的构想活动中，需要面对和处理一系列复杂问题。从产品内部需要处理产品整体与零部件、零部件与结构、功能与结构、造型与结构、交互界面与结构、材料选择、工艺结构、色彩装饰，以及诸如性能、可靠性、寿命、成本等。从产品外部环境对产品的影响因素方面，需要处理产品对使用环境的适应性、产品在市场中的定位、产品当前的技术水平与标准问题、产品当前的流行趋势、产品的使用方式、产品的维护、产品的适用人群、产品的价格、产品的经济效益等。就产品活动本身来说，经营管理的决策者、产品开发的设计者、批量生产的制造者、市场营销的销售者、消费市场的使用者对新产品目标的认识、理解、分析、判断水平都会影响和决定新产品方案。

设计是一种有目标的活动，在达到这个目标的活动过程中，所采用的方法是保证设计过程顺利进行的前提。产品的设计过程往往不是一种线性的发展过程，而是一个多层次、多方面的系统工程。设计的过程包括了搜寻、分析、构思、创造、综合、表达、检验、反馈、发展等阶段。科学的设计方法立足于系统地、动态地解决设计过程中出现的各类课题，系统的设计方法可以产生具体、明确的步骤和有针对性的解决方法。建立在工业化生产基础上的产品设计的重要前提是标准化，而系统设计思想则是在标准化思想的基础上发展而来。所不同的是：标准化要求产品各部件或某些种类的产品之间建立一种联系，主要是出自制造过程的需要；而系统设计则是使产品内部结构要素置于相互影响和相互制约中，以可互换和可互补的方式实现使用功能的灵活性和款型变化的多样性。

有关产品设计与产品开发的著述众多。本书的核心价值是应用系统科学思想方法的精髓（事物的有机联系和变化发展）解决产品设计问题。本书编写的体系框架由系统基础、系统思想方法及产品系统设计的体系组成。

(1) 系统基础及系统设计思想方法。

(2) 产品规划=产品宏观分析+设计。

其中，产品宏观因素包括：人、经济、社会、文化、生态、科技、产品生命周期等。

(3) 产品定位=产品市场分析+设计。

其中,产品市场因素包括:目标定位、市场定位、产品定位、功能定位、品牌定位、用户定位、竞争者定位、款型定位、价格定位等。

(4) 产品开发=产品综合分析+产品综合设计。

其中,产品综合分析包括产品整体分析和产品构造分析。

产品整体分析:产品信息、功能识别、基准选择、结构分解。

产品构造分析:产品要素、功能、结构、形态、操控等。

产品综合设计:产品综合及产品整合设计(产品体系结构、平台、模块、标准)、产品款型设计(款式、型号、系列化)。

本书在建立了产品系统设计的基础知识框架后,论述了系统设计的多元思想,将功能设计思想作为系统设计的主导思想。把产品宏观环境、产品目标市场和产品整体(包括产品构成要素)作为产品系统的3个层面,形成了一个完整的系统研究体系。

本书是应用系统科学思想方法指导产品设计的高校工业设计专业教科书。本书对编写体系框架内涉及的大部分问题都有论述,且主要围绕设计活动展开。限于篇幅及时间,抑或本书的定位,对生产制造、市场营销、市场消费活动并未深涉。本书试图建立产品自身以及产品系统所涉及的整体的系统设计分析方法以及产品系统综合创新方案流程,通过大量的产品设计案例展现了系统设计的思想方法以及设计流程。对于新产品开发如何从功能分析进入结构设计,对于已有产品的结构优化、外观技术美学分析、人机系统的协调等都有相应的内容加以说明。对于产品的标准化、模块化、平台化、系列化等都有系统详尽的论述。伴随着企业的不断壮大,在产品开发方面如何增加花色品种、如何提升企业的品牌知名度,特别是保持家族特征,维护企业核心价值,都有相应章节尽可能详细论述。

产品系统设计最重要的是两点:一是从整体的、有联系的方法论上,宏观把握复杂事物;二是分系统结构、分层次、分元素,将复杂事物分解到最简来处理,也就是系统综合方法和系统分析方法。由于系统设计方法论是上升到设计的哲学高度来认识问题,涉及的因素庞杂繁多,体系复杂,因此,我们把产品系统设计作为工业设计专业高年级开设的一门专业必修课。

设计师要了解业主的开发意图,同时也要深入社会实践,调查分析真正的社会需求,在系统而又完整的需求意识驱动下完成新的满足需求的构想。业主要从品牌定位的大前提下,规划产品的品种、系列,同时要打造和保护企业的品牌形象,遵循产品系列化开发规律,为新产品设计保驾护航。对于设计师、工程师、管理人员、高层决策者,本书都有值得学习和参考的内容。

本书经过8年的试用,不断完善,并尽可能反映最新的研究成果,希望能为新产品开发及产品的系统设计工作发挥作用。同时也希望本书能成为工业设计专业学生喜爱的教学用书。

鉴于笔者阅历、知识结构、认识水平的限制,以及时间比较仓促,书中难免会出现一些错误和纰漏,敬请广大读者批评指正。

本书得到了兰州理工大学2010年规划教材立项资助。

编者

2011年8月

## 作者简介



**李奋强** 教授，硕导，1958 年生于甘肃金塔县，汉族。

1982 年 1 月毕业于南京理工大学自动武器专业。在企业从事过 5 年的工艺设计及生产加工技术管理工作。1985 年开始从事工业设计教育研究，1998 年在甘肃省高校创办首个工业设计专业。现为兰州理工大学设计艺术学院教授，硕士生导师，兰州理工大学教学名师，兰州理工大学工业设计研究所所长，中国机械工程学会工业设计专业委员会理事，甘肃省工业设计专业委员会副主任。

作者发表了设计学方面研究论文 40 余篇，出版了工业设计专业“十二五”规划教材《产品系统设计》和《标志设计》。在《设计》期刊上独立发表的《做“更—美—好”的设计》和《设计之歌》提出了工业设计的目标与价值判断标准和对设计哲学的新思考。在《中国包装》上独立发表的《创新之道——老子道生一篇解读》诠释了人类发展皆来源于“创新之道”，成为设计哲学研究的新发展。擅长指导汽车等交通工具类及家用电器产品的造型设计。

主要研究方向：设计学、产品系统设计、品牌形象设计。



# 目录

## Contents

第二版前言

第一版前言

作者简介

<b>第 1 章 系统设计基础</b> .....	1
1.1 系统的概念 .....	1
1.2 系统的组织 .....	3
1.3 系统功能与系统环境 .....	9
1.4 系统的属性 .....	10
1.5 系统的特征 .....	12
<b>第 2 章 系统设计思想方法</b> .....	13
2.1 设计活动分析 .....	14
2.2 设计系统分析 .....	19
2.3 系统设计思想 .....	21
2.4 系统方法论 .....	32
2.5 系统分析法 .....	35
2.6 系统综合法 .....	40
2.7 原型化方法 .....	48
2.8 产品开发系统设计流程 .....	52
<b>第 3 章 产品宏观因素分析（外部因素）</b> .....	60
3.1 产品生命周期分析 .....	60
3.2 人的因素与产品开发 .....	67
3.3 经济因素与产品开发 .....	70
3.4 科技因素与产品开发 .....	75
3.5 文化因素与产品开发 .....	81
3.6 社会因素与产品开发 .....	88
3.7 生态因素与产品开发 .....	95
<b>第 4 章 产品设计调研</b> .....	100
4.1 产品信息调查 .....	100
4.2 专利文献和检索 .....	106
4.3 基于顾客需求的产品功能识别 .....	112

4.4	产品基准选择	116
4.5	产品结构分解	121
4.6	产品检测报告	124
4.7	产品设计说明	130
<b>第5章</b>	<b>产品设计定位</b>	<b>136</b>
5.1	产品市场调研分析	136
5.2	产品市场定位	144
5.3	产品定位	147
5.4	产品品牌定位	150
5.5	产品竞争定位	157
5.6	产品消费者定位	161
5.7	产品功能定位	164
5.8	产品款型定位	167
5.9	产品价格定位	171
<b>第6章</b>	<b>产品构造解析(内部要素)</b>	<b>175</b>
6.1	产品及产品构造	175
6.2	产品功能概述	179
6.3	产品功能分析	185
6.4	产品结构分析	191
6.5	产品形态分析	196
6.6	产品人机系统分析	201
<b>第7章</b>	<b>产品整合设计</b>	<b>207</b>
7.1	产品整合创新概述	207
7.2	产品综合设计	210
7.3	产品综合设计模式	212
7.4	产品整合	215
7.5	产品体系结构	216
7.6	产品平台整合构造	220
7.7	产品模块化概述	224
7.8	产品模块化设计方法	230
7.9	产品标准化	234
7.10	产品标准化方式	238
7.11	产品规格说明	240
<b>第8章</b>	<b>产品款型设计</b>	<b>244</b>
8.1	产品款型概述	244
8.2	产品款型设计方法	245
8.3	产品形态演化方式	253
8.4	产品系列化概念	257
8.5	产品系列化设计类型	259

8.6 产品系列化设计方法 .....	262
8.7 制定产品参数系列 .....	267
8.8 编制产品系列型谱 .....	269
<b>附录 产品系统设计案例选</b> .....	<b>271</b>
<b>参考文献</b> .....	<b>281</b>
<b>后记</b> .....	<b>282</b>

# 第 1 章

## Chapter 1

# 系统设计基础

系统论不仅为现代科学的发展提供了理论和方法，而且也为解决现代社会中的政治、经济、军事、科学、文化等方面的各种复杂问题提供了方法论的基础。系统论反映了现代科学发展的趋势，反映了工业化大生产的特点，反映了现代社会生活的复杂性，所以它的理论和方法能够得到广泛的应用。系统观念正渗透到各个领域，系统论在工业设计教育以及产品开发方面也得到了广泛的应用。产品系统设计就是系统科学在设计学领域里的应用。

## 1.1 系统的概念

### 1.1.1 系统的定义

系统（英文“System”）一词，来源于古希腊语，意思是由部分组成整体。系统概念的基本体系主要包括系统、要素、结构、子系统、系统层次、系统功能、系统环境等。

今天人们从各种角度研究系统，对系统下的定义不下几十种。如“系统是诸元素及其顺常行为的给定集合”“系统是有组织的和被组织化的全体”“系统是有联系的物质和过程的集合”“系统是由许多要素保持有机的秩序，向同一目的行动的东西”等。贝塔郎菲（L. Von Bertalanffy, 1901—1972）把“系统”定义为“相互作用的诸要素的综合体”。

一般系统论则试图给一个能描述各种系统共同特征的一般的系统定义，通常把系统定义为：系统是由若干要素以一定结构形式联结构成的具有某种特定功能的有机整体。或者更简练的表述为“系统是有关系的集合（图 1.1）”。系统本身是它所从属的一个更大系统的组成部分。

在这个定义中包括了系统、要素、结构、功能 4 个概念及其相互间的关系，并包括要素与结构、结构与功能、功能与环境 3 个层次的关系。

例如，改锥、钳子、镊子、勺子、叉子、筷子等日常用品（图 1.2）。只有筷子是直接的具有系统功能的最简单系统。改锥、钳子、镊子经过

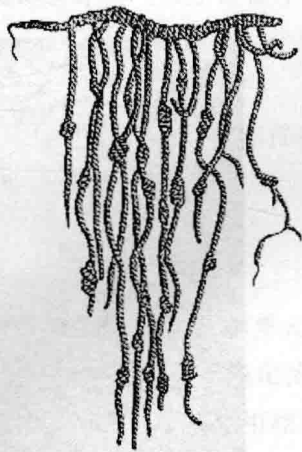


图 1.1 系统——有关系的集合

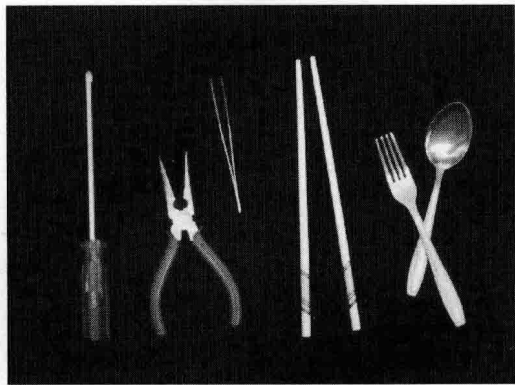


图 1.2 日常用品

拆解分析也可以看作系统，而上述其他工具自身不具有系统特征，但仍然可以用系统方法处理，如工具类、餐具类等。

关于系统的内涵可从以下几个方面来理解：

(1) 系统是由多个事物构成的，是一种有序的集合体。单一的事物元素，是不能作为系统来看待的，如一个零件、一种方法、一个步骤等只能看作组成系统的要素。

(2) 系统中的各个构成元素是相互作用、相互依存的。无关事物的总合不能算作系统。比如就家庭这个系统而言，张家的小孩与张家是一个家庭，李家的小孩虽然与张家的小孩一块玩耍但不属于张家。

(3) 某事物，是否是系统并不是绝对的，这要从看待该事物的角度而定。如从生产线的观点看，某生产线的一部机器不是系统，而只是该生产线系统中的一个元素。但从这台机器的角度看，该机器的各零部件则构成了该机器系统。换句话说，当一事物可以拆解且拆解来看时，该事物就构成了事物系统本身。

系统通过边界与周围环境相分离，而成为一种特定的集合，又通过输入和输出信息与周围环境相联系。在输入与输出之间有一个转换的过程，系统的作用也就在此。因此，一个系统不是孤立地存在的，它总要与周围的其他事物发生关系。使物质、能量或信息有序地在系统中流动、转换，系统接受环境的影响（输入），同时又对环境施以影响（输出）。例如，工业设计活动系统与市场营销活动和生产工艺活动密不可分。

各行各业性质不同，对系统有不同的表述，诸如体系、系统、体制、制度、方式、秩序、机构、组织等。对系统的一般认识：宇宙星系（图 1.3）、银河系、太阳系、亚洲国家、元素周期表、城市供水系统、城市供暖系统、自行车刹车系统、自行车转向系统、电路系统、机械系统等。

工业设计学科是一门由科学技术、美学艺术、人机工程以及市场经济、创新思维与表达技能相结合的边缘学科。主要处理机器与人、环境、社会、文化之间诸多矛盾的关系，使之达到平衡与和谐，将产品的内在功能与结构和产品的外在造型与形象有机结合而实现和艺术规律性与实用目的性的统一的自由形式。其学科知识体系结构类似于钢丝绳或麻花结构，如图 1.4 所示，是一门多学科交叉的系



图 1.3 宇宙星系



图 1.4 “麻花”结构

统特征非常明显的综合性边缘学科，需要系统科学作为理论指导。因此，学习产品系统设计对工业设计具有特殊意义。

### 1.1.2 贝塔朗菲对系统及其基本原理的数学描述

如何认识系统呢？对于任何一个“复杂”事物的组成“要素”的复合体，可有3种不同的区分方式。

- (1) 按照要素的数目来区分。
- (2) 按照要素的种类来区分。
- (3) 按照要素的关系来区分。

我们将任何一个“复杂”事物的数目、种类、关系认识清楚了，也就认识了复杂事物。

简单的图示可以清楚地说明这个论点（图1.5），图中a和b表示不同的复合体。

在方式（1）和方式（2）两种情况下，复合体可理解为各个孤立要素的总和。在方式（3）这种情况下，就不仅要知道各个要素，而且还要知道它们之间的关系（结构—系统）。

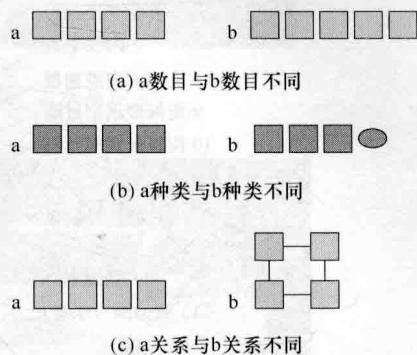


图1.5 系统的区分方式

## 1.2 系统的组织

系统的组织由系统中的组成要素通过系统结构有机形成，其组织体系主要包括系统要素、结构、子系统、系统层次等。

### 1.2.1 系统要素

#### 1.2.1.1 系统由要素组成

系统是由要素组成的，要素是系统的最基本的成分，因此，要素也就是系统存在的基础。

例如，由电池、电动轮箍、自行车车架、链条、飞轮、手闸、车座、车把等零部件组装的产品就构造出了电动自行车。

在系统中，有些要素处于中心地位，支配和决定整个系统的行为，这就是中心要素；还有一些要素处于非中心、被支配的地位，称为非中心要素。

产品是由属于该产品的零部件组装而成的，认识产品系统要素的方法之一是分解产品为零件或部件。并对零件或部件的功能、结构进行比较。例如，吸油烟机产品系统的零件要素（图1.6）。

#### 1.2.1.2 系统的性质由要素决定

系统的性质是由要素决定的，有什么样的要素就有什么样的系统。

例如，自行车的性质与助力车的性质有所不同。自行车完全靠人力骑行，而助力车有助力单元。

当汽车的外观组成要素大量采用相对柔性的“曲线”和“曲面”要素时，汽车的造型表现出流畅、华丽、高贵、柔美的产品流线造型风格特征，如图1.7所示。当汽车的外观组成要素大量采用相对硬朗的“直线”和“平面”要素时，汽车的造型表现出刚烈、硬朗、有力的产品造型风格特征，如图1.8所示。

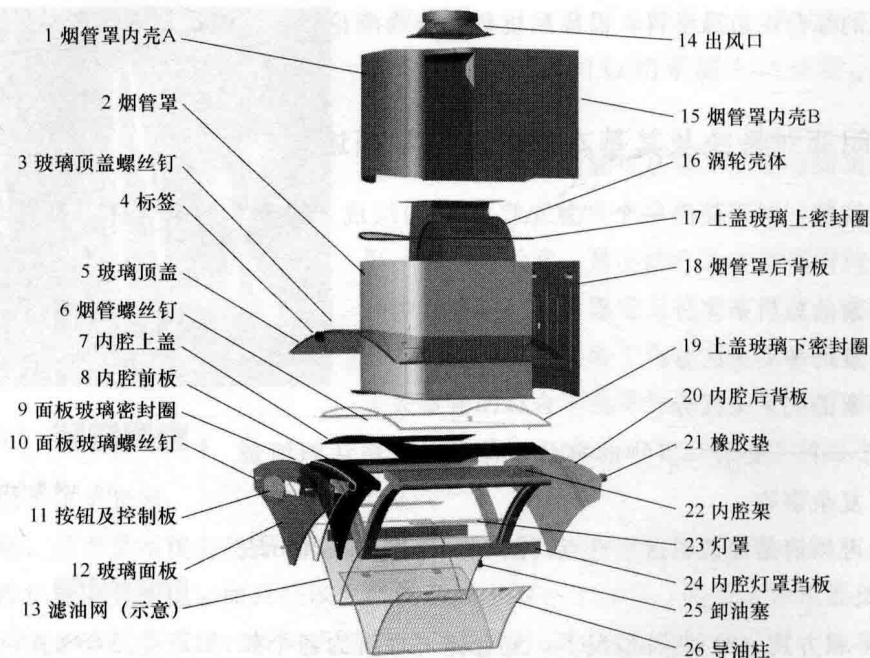


图 1.6 吸油烟机产品要素



图 1.7 阴柔、华丽的产品造型风格



图 1.8 阳刚、硬朗的产品造型风格

## 1.2.2 系统结构及其特性

### 1.2.2.1 系统结构

系统结构是指系统内部各组成要素之间的相互联系、相互作用的方式或秩序,即各要素在时间或空间上排列和组合的具体形式。结构是对系统内在关系的综合反映,是系统保持整体性及具有一定功能的内在依据。系统的性质取决于要素的结构,结构的好坏是由要素之间的协调作用直接体现出来的。系统的性质取决于要素的结构。优质的要素如果协调得不好,形成的结构可能不是最优的;但是,质量差一些的要素,如果协调得好,则可能形成优异的结构,从而选择出质量较优的系统。

例如,树的系统结构包括4个组成部分:树根、树干、树枝、树叶自下到上按有机生长规律排列,如图1.9所示,树的有机生长规律反映了树的结构。

大众汽车公司PQ35平台上采用不同车身结构设计生产出了两厢(图1.10)和三厢宝来轿车、途安小型MPV、开迪货运车、途观(小型SUV-TIGUAN)(图1.11)、速腾、明锐、高尔夫等众多车型。

现在的移动通信系统,包含了各个要素,其中包括手机、中继站、卫星传送等。将这些要素连接起来,形成网络,便构成了一个完整的通信系统。这个无形的网络,即是这个系统的结构。因此,了解系统的结构有着关键的意义。



图 1.9 树的有机生长规律



图 1.10 大众高尔夫



图 1.11 大众途观

认识产品系统结构的办法之一是分解与组装产品。产品结构解剖如图 1.12 所示。

因此，处理好要素与要素、要素与系统之间的结构关系，对于系统的功能和性质至关重要。这就体现出系统设计的重要意义。

### 1.2.2.2 系统结构特性

系统结构具有以下 3 个基本特性。

(1) 有序性。任何系统都是按照一定的时空状态体现出来的。有序性是客观事物存在和运动中表现出来的稳定性、规则性、重复性和相互的因果关联性，而无序性则表现为不稳定性、不规则性、随机性和彼此间的相互独立性。人类理性的功能主要在于抓取对象世界中的有序性以形成关于世界的规律性的认识，而无序性则是它难以对付的。经典科学的世界观认为有序性（体现为必然规律）构成世界的本质，而无序性（体现为偶然事件）纯属表面现象，从而使有序性和无序性相互对立起来。

例如，矩阵结构所表现出来的有序性。矩阵结构是在整个系统内部关系不明确的情况下，只单纯表示单位与单位之间的关系（图 1.13）。在产品开发活动中，这种组织结构是把按职能组合业务活动，以及按产品（或工程项目、规划项目）组合业务活动的方法结合起来运用的一种组织设计，即在同一组织内部，既设置具有纵向报告关系的若干职能部门，又建立具有横向报告关系的若干产品部门（或项目小组），从而形成纵向与横向管理系统相结合，形如矩阵的组织结构形式。

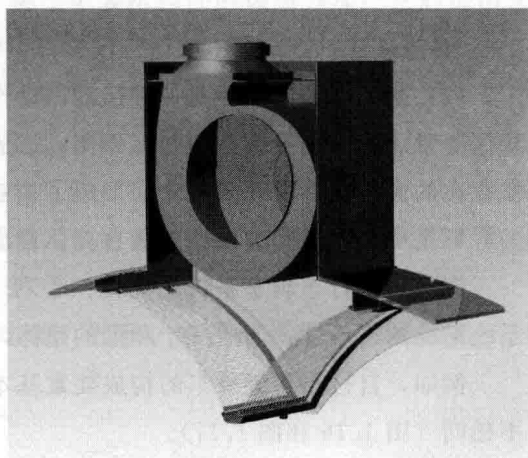


图 1.12 产品结构解剖



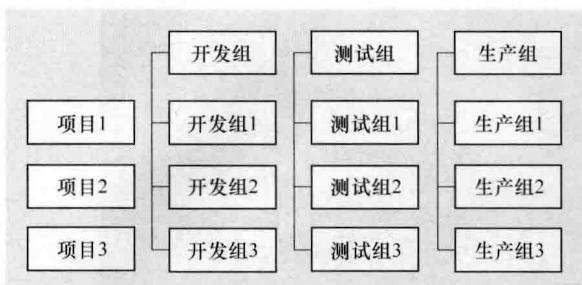


图 1.13 矩阵结构

树形结构所表现出来的有序性。树形结构指的是系统元素之间存在着“一对多”的树形关系的系统结构。树形结构是将各单位按级别分层，构成体系，表示为概括性的形态，最下层的单位即要素，分别独立，每上一层级的单位必须包含若干下一级单位，构成该层级的体系，即子系统（图 1.14）。在树形结构中，树根结点没有前驱结点，其余每个结点有且只有一个前驱结点。叶子结点没有后续结点，其余每个结点的后续节点数可以是一个也可以是多个。树形结构在许多方面都有应用，可表示从属关系、并列关系。

网络结构所表现出来的有序性。网络结构是单位之间仅存在概念性的相互关系，表示集团或群体的存在（图 1.15）。

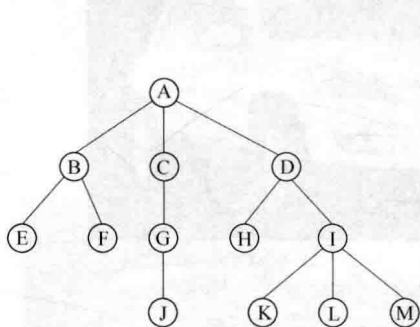


图 1.14 树形结构

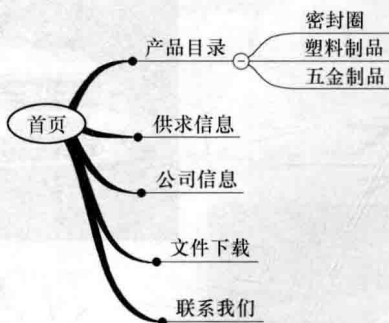


图 1.15 网络结构

(2) 协调性。协调性是一种运动、动作连续变化的平衡艺术。系统结构在时空上的有序性，使系统诸要素之间的相互联系和相互作用，形成了一个有机的、协调的整体。它使系统中各要素失去了孤立存在的性质和功能，要素之间形成了相互依存的动平衡关系。系统的性质取决于要素的结构，结构的好坏是由要素之间的协调作用直接体现出来的。

例如，自行车刹车系统的动作：手刹—闸把—闸线—闸皮—抱紧轮圈—停车，反映了自行车刹车系统结构的有序性，形成一个和谐的整体，控制整个自行车系统的正常运行。

例如，自行车与健身车的构成要素基本相同，但由于结构组成方式不同，其产品的功能、性能大不相同（图 1.16 和图 1.17）。



图 1.16 自行车

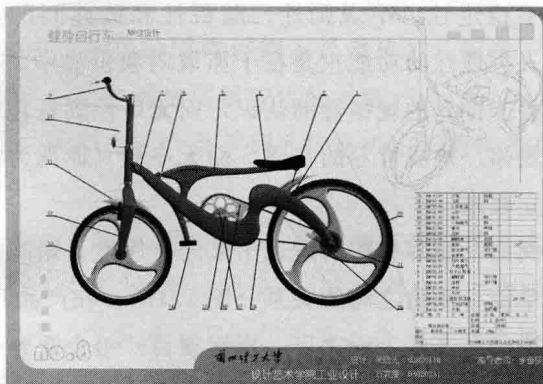


图 1.17 健身车的构成