

罗 辉 主编

**实用产品设计**

**经济分析**

——**产品设计经济学**

**机械工业出版社**

F403.7  
56

# 实用产品设计经济分析

## 产品设计经济学

罗 辉 主 编

叶永锋 副主编



机械工业出版社

(京)新登字054号

### 内 容 简 介

本书共十章。第一章简述了产品设计的特点、步骤、设计原则及要求。第二至五章主要介绍产品设计经济学的基础知识。内容包括影响产品设计的技术经济因素、设计费用与产品成本、产品设计方案评价和价值分析在产品设计中的应用等。第六、七章为产品结构设计和零部件结构设计的经济分析。第八至十章对产品设计中的材料选择、制造方法选择、机械加工精度选择及产品设计标准化进行经济分析。

本书可供产品设计人员、工艺人员、总工程师参考，也可作为高等院校的教学参考书。

Et07/24

### 图书在版编目(CIP)数据

实用产品设计经济分析——产品设计经济学/罗辉主编。—北京：  
机械工业出版社，1994。10  
ISBN 7-111-04087-2

- I. 实…
- I. 罗…
- Ⅱ. ①工业产品-设计-经济分析 ②经济分析-工业产品-设计 ③经济学-工业产品-设计
- Ⅲ. F403.7

出版人：马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)  
责任编辑：熊万武 版式设计：冉晓华 责任校对：张佳  
封面设计：方芬 责任印制：王国光  
机械工业出版社京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行  
1994年9月第1版·1994年9月第1次印刷  
787mm×1092mm<sup>1/16</sup>·26.25·印张·643千字  
0 001—2 500册  
定价：32.00元

建立产品设计经济学这门新学科是很有意义的。设计是技术问题，但更是一个经济问题。设计人员应该从整个国家的经济、科学、技术水平出发，设计出合乎需要的“物美价廉”的产品来。

沈从 1998.7.27 北京

## 序

随着社会主义市场经济的迅速发展，市场观念、竞争观念和效益观念必然会进一步注入技术经济的各个领域。市场竞争的焦点是产品的竞争，产品竞争的核心是专门人才的竞争。一名成功的产品设计师，不但应具有雄厚的专业技术基础、丰富的生产实践经验，而且还应具有强烈的成本效益观念和浓厚的用户至上意识。产品的市场份额、成本大小和效益水平，已成为优化产品设计不可忽视的目标。

罗辉、叶永锋同志先后在工业企业、科研单位、管理部门和高等学校从事技术、研究、教学和管理的工作。他们根据自身的工作体会，结合人才培养的实践，从1987年开始就尝试开设了“产品设计经济学”课程。1992年，又以“关于建立‘产品设计经济学’的基本构想”为副标题，在《中国机械工程》杂志上发表论文，倡导建立“产品设计经济学”这门学科，并阐明了这门学科的研究对象、学科特点和基本内容。今天，《实用产品设计经济分析》一书由机械工业出版社出版，它作为跨向“产品设计经济学”的重要一步，这确实是值得庆贺的事。它的出版，必然会促进产品设计经济学的深入研究，也将给广大工程技术人员提供一本新的参考书。

产品设计是一项创造性的工作。它对产品的技术水平、质量水平、成本水平和效益水平都有很大的影响。就机械产品而言，其寿命周期成本（包括制造成本和使用成本）在产品的设计过程中就大体上确定了。从某种意义上说，产品设计质量的好坏直接关系到产品市场竞争能力的高低。一项优秀的产品设计，应该是技术、经济和艺术的有机结合。作为产品的用户，最为关心的问题主要是产品的功能和产品的寿命周期成本。产品设计的中心，往往不是技术问题，而是经济问题。产品设计时，采用不同的技术方案或运用不同的设计方法都只是手段，而其最终目的，一是创造良好的社会效益，二是提高企业的经济效益。因此，立足于社会主义市场经济，更新传统的“技术型”设计观念，将成本效益观念贯穿于产品设计的全过程是很有必要的，以此为出发点的产品设计经济学也将是很有实际意义的应用学科。

当然，建立并完善一门新的学科，决不可能是一蹴而就的，而需要很多热心这门学科的理论工作者和实际工作者坚持不懈的努力。一石激起千重浪，我衷心希望本书的问世会引起强烈的共鸣，会激起更多的读者耕耘在产品经济设计这一新的充满生机与活力的研究领域。

中国科学院学部委员  
华中理工大学教授、校长 杨叔子

1993年6月28日

## 前 言

产品设计与制造是工程技术与生产经营领域，为创造社会效益和经济效益所进行的最基本的活动。产品成本的大小，关系到产品在市场上的竞争力，直接影响着工业企业的经济效益。如何降低产品成本，是一个永恒的技术经济课题。尽管产品成本的高低与产品制造过程的诸环节有关，但从技术经济的角度来说，产品成本的高低主要取决于设计过程，在产品设计中设法降低产品成本具有决定性意义。

本着这种思想，笔者以为在技术经济学这门学科中，将在设计中降低产品成本这个课题单列出来研究很有必要。为此，1987年根据自己多年从事技术工作、管理工作和教学工作的实践体会，在参考有关中外资料的基础上，以将技术经济思想，特别是成本观念，贯穿于产品设计全过程为主线，组织内容，编写了“产品设计经济学”讲义，并相继在机械类专业大专生和工程技术人员继续教育中讲授。在讲授过程中，促进了“双向交流”，使我们一方面从同志们的鼓励中体会到建立产品设计经济学是很有理论价值和现实意义的；另一方面也认识到真正作为“学科”还远不够，本书只不过是选来“秦砖汉瓦”建造了一栋“大楼的雏形”，还需要进一步的完善。

1990年5月袁子仁教授全面审阅了“产品设计经济学”讲义，并提出了书面意见，进一步增强了我们理顺建立产品设计经济学思路的信心。于是，在“产品设计经济学”讲义的基础上，经过两年时间的反复修改，编写成了本书。考虑到建立一门新学科的学术严肃性，本书书名定为《实用产品设计经济分析》，而“产品设计经济学”只作为副标题。参加本书编写工作的还有、罗光景、李波、何兆太、赵大兴、黄文为、柯英伟、王峰、王子春等同志。

知识渊博、成就卓著的机械工程老前辈沈鸿同志亲自听取了关于建立产品设计经济学基本思路的汇报，对建立这门新学科给予了亲切的指导和热情的支持；中国科学院学部委员、华中理工大学校长杨叔子教授欣然为本书作序，对建立产品设计经济学给予了充分的肯定；黄石起重机械总厂李涛厂长、许昌机器制造厂郑宇虎厂长也给予了热情的鼓励。借此机会，谨向关心、支持、鼓励产品设计经济学这门新兴学科孕育和发展的各位前辈、专家和朋友们，向本书参考文献的各位作者，向机械工业出版社的有关领导和编辑同志表示由衷的谢意！

由于编著者的理论水平与实践经验都有限，再加上建立产品设计经济学又是一种新的尝试，书中不妥、乃至错误之处在所难免，恳请广大读者批评指正。同时，我们热情希望继续在各位前辈、专家的关怀下，能与热心产品设计经济学研究工作的广大理论或实际工作者一道，为不断完善这门新的学科而共同努力。

罗辉、叶永锋

1993年7月

# 目 录

序	
前言	
绪论	1
<b>第一章 产品设计概述</b>	4
第一节 设计的特点和过程	4
一、设计的特点和作用	4
二、设计的类型	5
三、设计的一般过程	7
四、设计程序举例	11
第二节 设计的原则与要求	14
一、设计应遵守的基本法则	14
二、设计应遵循的原则	15
三、设计的具体要求	17
第三节 开发的几个问题	23
一、新产品的概念及其分类	24
二、老产品的改造	25
三、开发方案的评价	27
<b>第二章 影响设计的技术经济因素</b>	30
第一节 产品的功能	30
一、功能的分类	30
二、质量与功能	32
三、功能与经济性	33
第二节 安全系数及其经济性	34
一、系数的概念及影响因素	34
二、几种典型载荷下的系数	38
三、可靠性设计的系数	43
第三节 设计与生产的关系	47
一、生产函数和生产性设计	47
二、技术要求和公差	50
三、成组技术	53
四、积木式组件和部件	59
五、有利于制造和使用的设计	59
<b>第三章 设计费用与产品成本</b>	62
第一节 设计费用与产品成本的概念及构成	62
一、设计费用的概念及构成	62
二、产品成本的概念及构成	65
三、产品成本的作用	68
第二节 设计费用与设计方案的估算	69
一、设计费用估算	69
二、产品制造成本方程式	71
三、设计方案成本估算	74
第三节 产品寿命周期和寿命周期成本	77
一、产品寿命周期和寿命周期成本的概念	77
二、设计工作寿命周期	78
三、产品寿命周期成本评价	79
<b>第四章 设计方案评价</b>	80
第一节 设计经济效果的概念和评价指标	80
一、设计经济效果的概念	80
二、衡量设计经济效果的标准	81
三、设计方案的评价指标	82
第二节 货币资金的时间价值与计算	85
一、货币资金时间价值的概念	85
二、货币资金时间价值的计算	85
三、与时间和利率相关的几个评价指标	87
第三节 设计方案的直观判断评价方法	89
一、用评分法评价方案的程序	89
二、几种常用的评分方法	89
第四节 设计方案经济效果评价方法	94
一、设计方案经济效果评价的比较法	94
二、盈亏平衡点评价法	98

<b>第五章 价值分析在产品设计中的应用</b> .....	103	结构的设计要求 .....	191
<b>第一节 价值分析及其应用</b> .....	103	二、结构设计中典型的人-机工程学	
一、价值分析的产生和发展 .....	103	问题 .....	196
二、价值分析的概念和特点 .....	104	三、对人-机系统设计的评价 .....	199
三、价值分析的应用范围和提高价值的途径 .....	104	<b>第七章 零部件结构的生产性设计</b> .....	200
<b>第二节 价值分析的程序和对象</b> .....	106	<b>第一节 铸件结构的生产性设计</b> .....	200
一、价值分析的程序 .....	106	一、铸件设计对成本的影响与设计准则 .....	200
二、选择价值分析对象和收集情报资料 .....	107	二、减少铸造生产费用的结构 .....	213
三、选择价值分析对象的方法 .....	109	三、减少后续加工费用的铸件结构 .....	218
<b>第三节 功能分析与方案决策</b> .....	115	<b>第二节 焊接结构的生产性设计</b> .....	225
一、功能定义 .....	115	一、焊接结构的特点及技术经济指标 .....	225
二、功能整理 .....	116	二、焊接结构设计的技术经济问题 .....	232
三、功能评价 .....	118	三、轻型结构 .....	246
四、方案决策 .....	124	<b>第三节 其它零部件结构的生产性设计</b> .....	250
<b>第四节 价值分析在产品设计中的应用实例</b> .....	126	一、冲压件结构的生产性设计 .....	250
一、数字毫秒计开发设计的价值分析 .....	126	二、锻件结构的生产性设计 .....	259
二、JDK滚轮式液压千斤顶改型设计的价值分析 .....	128	三、粉末冶金件结构的生产性设计 .....	261
<b>第六章 结构设计经济分析</b> .....	132	四、塑料件结构的生产性设计 .....	264
<b>第一节 结构设计概述</b> .....	132	<b>第八章 材料和制造方法选择经济分析</b> .....	270
一、结构设计的特点和步骤 .....	132	<b>第一节 常用材料的种类及经济性</b> .....	270
二、结构方式及其特点 .....	134	一、机械设计常用材料的种类及特征 .....	270
三、结构功能与成本 .....	137	二、材料的经济性 .....	277
<b>第二节 结构设计的技术经济原则</b> .....	138	三、材料的加工特性与比较 .....	281
一、设计因素明确 .....	138	<b>第二节 材料的选择及技术经济评价方法</b> .....	284
二、结构设计求“简” .....	144	一、选材过程及应考虑的问题 .....	284
三、产品安全可靠 .....	155	二、根据力学性能选材 .....	290
<b>第三节 降低结构成本的设计原理及其应用</b> .....	163	三、材料选择的定量评价方法 .....	296
一、等强度原理及其应用 .....	163	<b>第三节 毛坯制造方法选择的经济分析</b> .....	302
二、力流原理及其应用 .....	167	一、选择毛坯制造方法应注意的问题 .....	303
三、无功功率平衡原理及其应用 .....	184	二、典型毛坯制造方法经济分析 .....	309
四、任务分配原理及其应用 .....	187	<b>第九章 机械加工精度经济分析</b> .....	323
五、自补偿原理及其应用 .....	189	<b>第一节 机械加工精度概述</b> .....	323
<b>第四节 人-机工程学在结构设计中的应用</b> .....	191		
一、人-机系统的类型及最佳人-机系统			



一、机械加工精度的概念 .....	323	第一节 产品设计标准化 .....	371
二、采用经济精度的重要性 .....	324	一、产品设计标准化的作用与要求 .....	371
三、加工精度决策 .....	325	二、产品标准化程度的评定 .....	377
第二节 尺寸公差、形位公差与表面粗糙度经济分析 .....	326	三、产品系列化 .....	379
一、尺寸公差、形位公差与表面粗糙度的概念 .....	326	四、通用化和组合化 .....	387
二、尺寸公差与表面粗糙度的选择 .....	327	第二节 标准化经济效果的评价和计算 .....	392
三、形位公差的选择 .....	341	一、标准化经济效果的基本概念和指标体系 .....	393
第三节 与加工精度和加工方法相关的技术经济问题 .....	352	二、标准化经济效果的计算方法 .....	396
一、典型加工方法的经济尺寸精度 .....	352	三、标准化经济效果评价的几个相关问题 .....	400
二、形状和位置公差在实施中的问题 .....	358	第三节 零部件通用化和产品系列化经济效果分析 .....	403
三、加工方法、加工精度与表面粗糙度的关系 .....	360	一、零部件通用化的经济效果分析 .....	403
四、经济精度与工序能力 .....	365	二、产品系列化的经济效果分析 .....	404
第十章 产品设计标准化经济分析 .....	371	附录 复利表 .....	408
		参考文献 .....	411

## 绪 论

产品成本的高低，关系到产品在市场上的竞争力，直接影响工业企业的经济效益。如何降低产品成本，是一个永恒的技术经济课题。尽管产品成本的高低与产品设计与制造的诸环节有关，但从总体来讲，影响产品成本高低的主要因素是设计质量。在产品的设计过程中，设法降低产品成本具有十分重要的意义。

但是，由于我国长期以来僵化的经济体制对工科教育的影响，广大工科毕业生几乎在学校只学习专业技术知识，不懂得必要的技术经济知识，致使走上工作岗位后，普遍缺乏技术经济意识，没有经济效益观念，反映在设计工作中，明显地表现出“成本淡漠”现象，即一不关心产品的制造成本；二不重视产品的使用成本。这种现象是我国产品之所以在国际市场上缺乏竞争力的重要因素之一。因此，在产品设计的整个过程，要求设计工作者树立起经济效益观念是非常必要的。

### 一、产品设计是成本效益的源头

工业产品的品种、质量和效益是衡量一个国家、一个地区、甚至一个企业工业技术水平的重要标志。而与品种、质量和效益这三者直接相关的工作，首推产品设计。

产品设计是一个作出决策的过程。产品的技术水平、质量水平、生产力水平、成本水平以及效益水平等，基本上确定于产品设计阶段。不管企业的全面质量管理工作做得如何好，产品在质量方面存在的先天性缺陷，是生产过程中的质量控制所无法避免的；产品制造过程中生产率的高低，也取决于零部件结构工艺性的好坏；产品的性能、结构、材料与制造方法的选择，加工精度的要求等，更直接地影响着产品的成本、市场和企业的经济效益。

有关统计资料认为，产品成本水平的70%~80%取决于产品设计。因此，完全可以说，产品设计是成本效益的“源头”。将经济思想，也就是成本效益观念，融合于“源头”，其重要性已远远地超过了设计工作本身和企业自身的范围。

### 二、产品设计经济学与技术经济学

1. 产品设计经济学与技术经济学的关系 技术经济学是一门历史还不长的新兴学科，对其研究对象和学科性质的看法还不尽相同。概括起来，有如下三种观点：

一是“效果论者”，认为技术经济学是研究各种不同的技术政策、技术方案、技术措施的经济效果的科学。持这种观点的人认为，技术政策是代表宏观领域的各种科学技术工作；技术方案是指各种类型的新建或改造项目的各种技术方案；技术措施是指企业生产过程的具体生产技术、生产工艺等。

二是“关系论”者，认为技术经济学是研究技术与经济相互关系及其矛盾对立统一的科学。持这种观点的人认为，技术经济学是立足经济，研究技术，寻求技术与经济的最佳关系，寻求它们协调发展的规律；研究各种不同技术赖以生存的条件，并通过技术比较、经济分析和效果评价，确定技术先进、经济合理的最佳经济界限。

三是“因素论者”，认为技术经济学是研究技术因素和经济因素内在联系的科学。通过技术经济效果的计算、评价，把两者有机地结合起来，使矛盾对立得到统一，从而选择技术

先进、经济合理的最佳方案。

从上述三种观点可以看出，它们尽管描述上有差异，但无大的矛盾，只是侧重面不同而已。就产品设计而言，其实质是将技术因素和经济因素有机结合的决策过程。讲求产品设计的经济效果，或者说以产品寿命周期成本（包括研制、设计、制造、运行、维修、报废等费用）最低为目标，来考虑产品结构方案、零部件结构方案以及材料、制造方法、加工精度等技术因素进行经济分析，进而从技术先进、经济合理的角度进行设计决策。显然，产品设计经济学属于技术经济学的范畴。

2. 单列研究产品设计经济学的必要性 迄今为止，在笔者所见到的众多的技术经济学著作中，从宏观角度研究技术与经济相互之间的关系和相互作用的效果的内容占主要地位，而从微观角度来进行技术经济分析的内容较少。这些著作对指导宏观方面的技术经济决策有着重要的理论意义和实践价值。但是，从技术经济问题的数量和从事技术工作人员的数量来看，绝大多数工程技术人员工作在设计或制造工作领域，所处理的大量问题都属于微观上的具体技术经济问题。因此，用技术和经济相结合的观点来分析和解决这些具体问题是很有必要的。工程技术实践在呼唤着加强微观方面的技术经济研究，以进一步指导产品设计、工艺设计、设备更新等具体的技术工作。

西方流传着这样一种说法，不懂得经济学的工程师，只能算是半个工程师。这句话的含义是很清楚的，就是要求工程技术人员不仅在某个专业技术方面是专家，而且在经济科学知识方面至少是内行；要求工程技术人员在具体的业务活动中，不能只考虑技术问题，还要考虑经济问题，并且应立足于经济来考虑技术问题。就技术与经济的相互关系而言，技术是手段，经济才是目的。

因此，把一些量大面广的微观上的技术经济问题从技术经济学的大范畴中单列出来，进行系统的分析、研究，并逐步建立一门相对独立的子学科是很有必要的。这里，最为突出的是产品设计中的技术经济问题。这就是说，产品设计经济学是专门研究产品设计的微观技术经济学，是整个技术经济学的一个分支。建立这个分支学科，是人才培养的要求，是工程实践的需要，也自然有其理论价值和实践作用。

### 三、产品设计经济学的研究对象和学科特点

1. 产品设计经济学的研究对象 产品设计经济学是以降低产品寿命周期成本，提高经济效益和社会效益为目标，研究产品设计过程中，技术因素与经济因素的内在联系，寻求在设计中降低产品寿命周期成本的一般规律，实现产品设计最佳经济效果的一门应用科学，是技术经济学的一个分支。

产品设计经济学的研究范围贯穿产品设计的全过程。在产品设计的不同阶段，其研究的侧重面也有所不同。

1) 在产品方案论证阶段，其重点是研究如何根据市场需求（包括显需求和隐需求）和自身条件（包括已具有的条件、可借用的条件和可创造的条件）、对各种方案进行技术经济评价，筛选出技术经济效果最好的方案，实现市场需求→产品功能→方案构思→技术设计的良性转换。

2) 在总体设计阶段（即初步设计阶段），其重点是研究如何根据技术先进、经济合理的最佳经济界限，确定所设计产品的各个主要参数，以及寻求最经济地实现产品方案的技术途径（包括采用的原理、工艺、材料、设备等）。

3) 在结构设计阶段,其重点是寻求降低产品寿命周期成本的设计原理和结构设计的技术经济原则,并运用这些原理或原则,选择合适的结构、材料、制造方法和精度要求等。

4) 在改进设计阶段,其重点是研究如何降低制造成本和使用成本,即提高产品的工艺性、可靠性和经济性,以及促进市场开发等方面的技术经济问题。

## 2. 产品设计经济学的学科特点

(1) 交叉性 产品设计经济学横跨了设计学(对机械产品而言,即机械设计与制造方面的专业知识)和经济学两个学科。但是,它不是设计学与经济学简单相交的“物理效应”的产物,而是立足于经济效果,研究产品设计中技术问题的“化学效应”的产物。这门子学科正如其“母学科”——技术经济学一样,体现了技术与经济交叉综合和融会贯通的特点。

(2) 针对性 产品设计经济学作为技术经济学的一个分支,其针对性是十分明确的,即在产品设计过程中,紧紧围绕降低产品寿命周期成本为目标,将本学科的各种基本原理、原则落实到方案选择、结构设计、材料选择、制造方法选择以及确定技术要求、加工精度等诸环节中。

(3) 应用性 产品设计经济学既不是研究产品设计中的技术理论问题,也不是研究产品设计中的经济理论问题,而是寻求在产品设计中降低产品成本,改善产品功能,提高产品价值,创造最佳效益的一般规律。这些规律性的东西具有良好的“操作性”,可直接应用到产品设计过程中去。

## 四、产品设计经济学的基本内容

一般来说,一门新的学科要建立较为完整的学科体系,需要有一个不断完善的过程。就产品设计经济学的雏形而言,其基本内容包括:

- 1) 产品设计过程自身的规律性,包括产品设计的特点、步骤、原则及其要求等。
- 2) 影响产品设计的技术经济因素,包括产品功能与经济性;安全性、可靠性与经济性;生产性与经济性等。
- 3) 设计成本与产品成本,包括设计成本、产品成本和产品寿命周期成本的构成及其计算等。
- 4) 设计方案评价的指标和方法,包括建立评价设计方案经济效果的指标体系,以及应用有关评价方法对设计方案的技术经济效果进行定性或定量的评价和决策。
- 5) 应用价值分析技术,设法改善产品功能、降低产品成本、提高产品价值。
- 6) 进行结构设计经济分析,研究结构设计的技术经济原则,以及体现这些原则的若干可操作性的设计准则;运用降低结构成本的各种设计原理、方法,来寻求合理的结构“定形”和“定量”设计。
- 7) 进行零部件结构设计经济分析,包括零部件结构的工艺性、尺寸精度、形状精度、位置精度和表面粗糙度选择等。
- 8) 进行材料选择的经济分析、包括材料选择的 原则、方法,以及常用材料的经济比较等。
- 9) 进行制造方法选择的经济分析,包括不同制造方法的经济性分析,及其经济性比较研究等。
- 10) 产品设计标准化经济分析,包括产品设计标准化经济效果的指标体系,以及如何计算和提高产品设计标准化经济效果等。

# 第一章 产品设计概述

## 第一节 产品设计的特点和过程

### 一、产品设计的特点和作用

#### (一) 产品设计的特点

产品设计是一个作出决策的过程。一开始,设计的要求可能是明确的,但如何实现这些要求往往或多或少有些含糊不清。与分析问题相比较,设计问题的解不是唯一的,而应设法求得最优的设计解,以达到产品所要求的主要技术经济指标。

现代化工业产品设计,在国外也叫做工业设计。它是运用工程技术方法,在社会、经济和时间等因素的约束范围内,根据市场需要所从事的产品设计工作。1964年在比利时召开的工业设计教育讨论会上,对工业设计作了如下的定义:

“工业设计是一种创造性行为,它的目的在于决定产品的正式品质。所谓正式品质,除了产品外形和表面特点外,更重要的是决定产品结构和功能的关系,以获得一种使生产者和消费者都能满意的整体。”

从以上定义可以看出,工业设计或产品设计,必须具有以下特点:

- 1) 是一种有特定目的的创造性行为。
- 2) 应基于现代技术因素,不但注重外观,更要注意产品的结构和功能。
- 3) 是以满足社会需要为目标,应讲求经济效益,必须使消费者与制造者都满意。

#### (二) 产品设计的作用

工业产品的品种、质量、效益是衡量一个国家工业技术水平的重要标志,而产品设计又是与品种、质量、效益直接相关的。对工业企业来讲,产品设计是企业经营的核心,直接决定着企业的前途和命运。产品的技术水平、质量水平、生产率水平以及成本水平等,基本上确定于产品设计阶段。不管企业的质量管理工作做得如何好,产品在质量方面存在的先天性缺陷,在生产过程中以质量控制方法是无法挽回的;产品制造过程中生产率的高低,也取决于产品结构工艺性的好坏;产品的结构和材料与制造方法选用,更直接影响着产品的成本。有关统计资料认为,产品成本水平的70%~80%决定于产品设计。因此,产品设计的作用已远远超出了设计工作的本身和企业的范围。

具体来讲,产品设计应具有以下一项或数项作用:

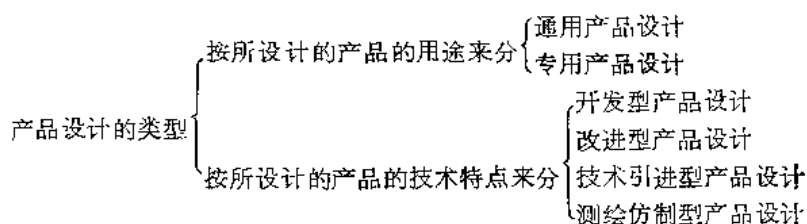
- 1) 提高产品的外观质量。
- 2) 提高产品的内在质量。
- 3) 扩大产品的销路。
- 4) 促进产品标准化。
- 5) 改善结构工艺性,简化加工、装配等,以提高产品制造的经济性和合理性。
- 6) 提高产品的使用价值,更好地符合市场要求,使产品使用更加方便。

7) 节约能源消耗和原材料消耗。

8) 防止环境污染。

## 二、产品设计的类型

无论是开发一种新产品，还是改造或改进一种老产品，或是吸收、消化一种引进产品，都要进行产品设计。根据所设计产品的特点，可将产品计划分为以下不同类型：



1. 通用产品设计 这是根据国民经济的发展需要或产品标准化的要求，而进行全国范围内通用的工业产品的设计。由于通用产品使用范围广，所以，其设计质量的好坏，不但影响着制造企业的经济效益，而且也对社会效益影响极大。因此，进行通用产品设计，应特别注意遵循产品设计的各项原则，提高产品设计质量。

2. 专用产品设计 这是根据使用单位提出的特定技术要求，对比类似的产品而进行的专门设计。这类产品设计必须从特定用户的专门用途出发，实现所要求的目功能。

3. 开发型产品设计 这是将开发研究的成果转化为现实工业产品的设计。一般，这种设计无技术成熟的产品供借鉴，往往在原理、结构、功能或其它方面存在一些尚待解决的问题。解决好这些问题，仅靠理论分析或上机计算是很难得出实用结果的，而必须进行一定的试验研究。以机械产品为例，就需要预先进行有关产品材料、控制技术、拖动技术、测量技术和有关结构、强度、摩擦、磨损、防锈、防爆、防腐、防震、密封、热变形、噪声等方面的理论与实践问题，以及切削、磨削等工艺方法进行研究。这种类型的设计，其产品具有新原理、新技术、新材料等特征。它不仅在原理、结构、材质、性能和用途等某一方面或几个方面比老产品有显著改善和提高，而且，它有着明显的市场需求和生产目的。因此，开发型产品设计属于产品研制的范畴，难度较大，周期较长，耗资较多，应将科研工作与新产品开发工作密切结合起来，在市场预测和技术预测的基础上，制定出适当的技术经济指标，选择好最佳方案，组织好各种类型的课题研究小组或设计小组，解决好设计过程中遇到的技术难题，提高设计效益。

4. 改进型产品设计 由于生产技术水平不断提高以及市场需求的变化，有些老产品的结构，性能已经不适应用户的要求，所以应掌握产品寿命周期的特征，根据广大用户反馈的意见或建议，适时地对老产品进行改造，即进行改进型产品设计。进行这类设计，应充分考虑到企业的内部条件和外部环境。一般来说，改进后的产品，应适应市场的需要和具有竞争能力。同时，还应从企业的实际情况出发，必须要有相适应的生产条件(如有无相应的设备、原料等)以及其它能力(如技术设计能力、制造工艺能力、检测技术能力、管理水平以及职工素质等)。

改进型产品设计，可以是小改小革，也可以是对产品作重大改进，通常有如下几种：

- 1) 改进部分设计，提高产品的工作效率。
- 2) 增加辅助装置，提高产品的安全性和可靠性，降低工人的劳动强度。

3) 改进产品的结构、型式、开发产品的用途,使产品的使用范围扩大、变一用为多用。

4) 简化产品结构,节约生产成本,提高维修性,方便使用。

5) 改进产品的耗能装置,节约能源。

6) 改进产品的有关结构,节约原材料,减少对环境的污染(如噪声、废气、废水、废渣等)。

7) 改进产品的造型和外观式样,改善表面装饰和包装装璜等,提高产品的价值,增加市场吸引力。

进行老产品的改进设计,无论是小改还是大改,都应重视对产品改进部位进行改进前后的对比分析,论证改进的必要性和合理性。老产品的改进,如果是小改,则只对修改部分进行试制鉴定后,即可进行生产;如果改进较大,则要对整个产品进行试制鉴定后,才可进行正式生产。

5. 技术引进型产品设计 技术引进主要是指从企业外部(包括国外和国内)引进适用的先进专有技术、技术秘密,购买专利使用权、专用技术、关键设备、制造图纸、情报、技术诀窍和企业管理技术等。

从产品设计的角度来看,对于购买专利产品或先进产品的成套图纸,主要是进行仿制性设计,即只是从标准化及适合本企业生产的工艺等方面作局部修改。但应注意的是,有些产品,不但设计先进,而且制造工艺也先进,往往单靠本企业的技术水平,还难于按要求把产品制造出来。因此,除引进产品专利外,还应引进部分或全套工艺技术、测试技术或必要的生产设备和关键零、部件等。对于将引进的某项专利、专门技术或技术诀窍等应用于某种产品的设计,这里较多的吸收、消化和创新的内容,属于开发型产品设计的范畴。

6. 测绘仿制型产品设计 这是以国内外某些先进的产品为样品,在全面测绘的基础上进行设计仿制。为了保证测绘仿制的产品具备一定的生命力,保持技术先进性和市场竞争力,应做好下列工作:

1) 选好样品。

2) 测绘前应仔细观察、测试与分析它的性能、结构、特点和精度等。

3) 按一定程序测绘,即总体外形和布局的测绘→部件外形和零件相对位置的测绘→零件测绘。

4) 分析研究原设计思想,即通过检测、试验、计算,积累必要的技术数据和资料,以掌握原产品的设计原理和思路。

5) 采用正确的测量方法和符合要求的测量仪器。

6) 若要对原设计进行局部的修改,必须经过慎重的科学分析、必要的试验鉴定和一定的审批手续。

7) 对照实物校核零件图。

8) 绘制部件装配图和总体装配图。

9) 把拆卸后的样品重新装配复原。

10) 再进行运转试验,进一步掌握产品的性能。

在上述诸项工作中,最重要的是选好样品。只有把样品选准,才可以充分体现出测绘仿制型产品设计试制周期短、投产快、效益高等显著特点。

### 三、产品设计的一般过程

产品设计，是在明确设计任务与要求以后，从构思到确定产品的具体结构和使用性能的整个过程中所进行的一系列工作。对机械产品而言，从对新产品提出设计要求开始，直到售后服务中间需要经过研究、试验、设计、制造、安装、使用和维修等阶段。其中每一阶段又包含若干小的阶段。广义的设计，可以认为在产品尚未正式使用之前，设计工作仍在进行。狭义的设计，则专指上述7个阶段中的图纸设计阶段。实际上，这7个阶段是一个完整的过程，相互之间有着密切的联系，其中最为关键的是设计阶段。因为设计既要考虑使用方面的各种要求，又要考虑到制造、安装、维修的可能和需要；既要根据研究试验所得到的数据进行验证，又要根据理论计算资料加以综合分析，从而将上述7个阶段按照它们的内在联系统一起来。

如图1-1所示，产品设计是一种由需求到产品的单向过程。但在实施过程中，往往存在着改进和修正的反馈循环。其中间阶段是概念的形成与验证，进行可行性分析以及作出选择最佳方案的决策。

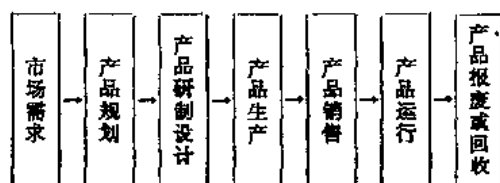


图1-1 从需求到产品的设计过程

开发某种工业产品的前提是市场对该产品的需求。因此，开发一种产品之前一定要对市场的需求进行仔细的分析和预测。这项工作称之为产品规划。产品规划的任务除了进行市场预测以外，还应确定在什么时候，为哪个市场开发、制造和销售哪种产品，以及详细介绍产品的开发目的、性能和其它数据。其结果是开发的产品制定详细的设计任务书。对于设计师来说，设计任务书是一个随时都要仔细考虑的“路标”，这是因为市场形势或其它方面的变化均影响着产品设计工作。有时在要求上进行小小的变动就能获得效益好的方案或者得到意想不到的其它效益。

设计的依据是在产品规划中制定的设计任务书。从设计任务书到具体方案的进程中的第一步是根据预先规定的目的来说明要开发的产品的目的功能。然后，把目的功能进一步分为基本功能结构和基本操作结构。一般来说，一个设计任务可能有多种不同的功能结构。它们虽然都可能满足规定的目的功能，但在某些情况下使用时，并不一定都合理、经济。从产品设计工作的特点来分，功能设计的任务是指出可能的基本功能结构和基本操作结构，并选择其中最佳的结构。而将如何实现那些结构的方案构思出来，并绘制成工作图，则是定性设计和定量设计的任务。

根据系统分析方法，人们习惯于将产品设计过程划分成几个阶段。由产品设计的类型不同，采用的设计方法以及设计人员的设计习惯也不一样，国内外不同研究者的划分方式各有特点。综合有关文献资料所介绍的内容，并考察一般产品设计工作的实际情况，我们认为可将产品设计分为方案论证、初步设计、详细设计、改进设计等四个阶段。每一个阶段又大体上包括构思设计、建立模型、评价分析及表达设计等四个步骤。这种“四阶段、四步骤”的划分模式（简称“四四模式”）基本上反映了产品设计过程的规律和特点，易为设计人员，特



别是尚不成熟的设计人员所掌握。

当然，由于设计类别和产品的复杂程度不同，产品设计过程所涉及的实施步骤也并非一个模式，每一阶段的工作“比重”也不一样。不同类型的产品设计，它们一般经历的设计阶段见表1-1。

表1-1 不同类型产品设计的设计过程表

产品设计的类型	设计阶段				产品设计的类型	设计阶段			
	方案论证	初步设计	详细设计	改进设计		方案论证	初步设计	详细设计	改进设计
通用产品设计	+	+	+	+	改进型产品设计	+	-	+	+
专用产品设计	+	+	+	+	技术引进型产品设计	+	+	+	+
开发型产品设计	+	+	+	+	测绘仿制型产品设计	+	-	+	+

注：+表示需要；-表示不需要。

### (一) 方案论证阶段

这一阶段的中心任务，是对设计项目从市场需求、技术、经济、社会、政策和法律等方面进行全面的调查和分析，并论证该项目是否有效。如果可行，就要构思一套技术与经济上均可行的方案作为本阶段的输出，进入下一设计阶段。

方案论证阶段的工作为设计的全过程提供依据，并作为最后评价的基础。为此，决策部门和设计人员必须高度重视这一阶段的工作。否则，因方案论证阶段的工作马虎而导致决策失误，其严重后果是不言而喻的。

#### 1. 方案论证阶段应注意的问题

(1) 对需求的认识 需求有两种：一种为显需求，即人们都知道的那些需求，如机床、汽车、自行车等；另一种是隐需求，即人们尚未意识到，但又客观存在的那些需求，如人们要吃饭，就需要炊具，这是显需求，但为了节省煮饭时间，操作方便，便开发了各种高效方便的炊具，如电动打火煤气灶、微波炉等。这些新型炊具产品，一开始市场需求并未显示出来，而是隐含在煮饭要炊具这种显需求的背后，即是一种隐需求。显然，今天的许多显需求，在昨天还是隐需求。设计师的任务不仅应去不断改进、提高和开发那些满足人们显需求的产品，更重要的是要有超前意识，去开发那些满足人们隐需求的产品。

在产品设计决策之前，必须对市场需求、同类产品的现状，人们对该产品的反映和要求，市场及该产品的发展动态，本企业的技术水平、设备条件，原材料或组件的供产情况等进行全面调查和分析，以使决策有可靠的依据，企业少担风险。

在调查产品现状时，应注意潜在因素对未来产品市场发育的影响。这些潜在因素可能是政策或法律的要求或规定，也可能是某种新技术、新工艺、新材料的发展。如无切削加工技术的发展，就会影响到切削加工机床的市场需求。

(2) 产品设计的策略思想 我们将在第五章介绍价值分析在产品设计中的应用，从中可以看出，人们购买产品，实质上是购买产品的功能。人们是否乐意花钱购买这种产品，决定于产品的价值。因此，设法提高产品的价值，应作为贯穿产品设计过程始终的策略思想。

(3) 市场需求与技术设计的转换 满足市场需求是以产品的功能来体现的。功能与产品设计是因果关系，但又不完全相同。体现同一功能的产品可以多种多样。同时，方案论证时，往往不可能对产品的设计提出很具体的实施方案，只是提出功能、生产能力、成本、使