

Mc
Graw
Hill
Education

FOURTH EDITION

机械设计过程

The Mechanical Design Process

(原书第4版)

[美] 大卫 G. 乌尔曼 (David G. Ullman) 著
刘莹 郝智秀 林松 译
吴宗泽 校



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

机械设计过程

(原书第4版)

The Mechanical Design Process

[美] 大卫 G. 乌尔曼

(David G. Ullman)

著

刘莹 郝智秀 林松

译

吴宗泽

校



机械工业出版社

David G. Ullman
The Mechanical Design Process
ISBN 978-007-297574-1

Copyright © 2010 by McGraw-Hill Education.

All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including without limitation photocopying, recording, taping, or any database, information or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

This authorized Chinese translation edition is jointly published by McGraw-Hill Education and China Machine Press. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan.

Copyright © 2015 by McGraw-Hill Education and China Machine Press.

版权所有。未经出版人事先书面许可, 对本出版物的任何部分不得以任何方式或途径复制或传播, 包括但不限于复印、录制、录音, 或通过任何数据库、信息或可检索的系统。

本授权中文简体字翻译版由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司和机械工业出版社合作出版。此版本经授权仅限在中华人民共和国境内(不包括香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾)销售。

版权©2015 由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司与机械工业出版社所有。

本书封面贴有 McGraw-Hill Education 公司防伪标签, 无标签者不得销售。
北京市版权局著作权合同登记 图字: 01-2013-0185 号。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计过程: 原书第4版/(美)乌尔曼
(Ullman, D.G.) 著; 刘莹, 郝智秀, 林松译. —北京:
机械工业出版社, 2015. 5

书名原文: The Mechanical Design Process

ISBN 978-7-111-50127-5

I. ①机… II. ①乌…②刘… ③郝… ④林…

III. ①机械设计—高等学校—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 091916 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 刘小慧 责任编辑: 刘小慧 张丹丹 程足芬 宋学敏

版式设计: 霍永明 责任校对: 闫玥红

封面设计: 张 静 责任印制: 乔 宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2015 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

180mm×235mm·24.75 印张·479 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-50127-5

定价: 68.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线: 010-88361066

读者购书热线: 010-68326294

010-88379203

封面防伪标均为盗版

网络服务

机工官网: www.cmpbook.com

机工官博: weibo.com/cmp1952

金书网: www.golden-book.com

教育服务网: www.cmpedu.com

译者的话(原书第4版)

本书第3版翻译出版后受到广大读者的关心和欢迎,2010年又出版了第4版,有不少新的内容。其中,最为突出的是适应了全球经济“可持续发展”和“绿色环保”的理念,增加了“为环境设计”和“为可持续性设计”的部分,而且仍延续了第3版的风格,以著者丰富的机械工程设计经验,结合深入浅出的理论阐述,对机械设计过程进行了详细介绍,使读者学习起来更加生动和易于理解掌握。因此,受机械工业出版社的委托翻译第4版。参加本书翻译工作的有刘莹(前言,第1、2、3、6、12章及附录),郝智秀(第7、8、9、11章),林松(第4、5、10章)。他们长期担任机械设计基础系列课程的教学工作或教材编撰的组织工作,对本书内容有较好的理解。担任本书审稿的是清华大学吴宗泽教授,作为机械设计基础课程教学的前辈,吴宗泽教授不仅具备广博的机械设计知识,而且文字功底深厚,为本书增色不少,在此,特向吴宗泽前辈表示衷心的感谢!由于译者的水平和能力有限,书中可能有对原著理解不够准确之处,恳请各位读者提出宝贵意见。

译者

译者的话(原书第3版)

近年来,译者读到了美国出版的两本“设计学”教材,一本是本书——大卫 G. 乌尔曼(David G. Ullman)著的《The Mechanical Design Process》(机械设计过程)的原版,另一本是凯文 N. 奥托(Kevin N. Otto)和克里斯丁 L. 伍德(Kristin L. Wood)合著的《Product Design》(产品设计)原版。这两本书的共同特点是明确地强调了它们的内容是阐述“产品设计”的思想、理论、技术和方法的。

20 多年来,在我国的现代设计理论与方法的研究和教学中,引进了世界各国的各种新的设计理论与方法,诸如最优化设计、可靠性设计、有限元方法、设计方法学、创造性设计、虚拟设计、并行设计、远程设计等,很多人把这些设计技术视同于机械设计中的运动学、动力学、机械零件强度设计等设计技术,作为一项独立的技术来研究和推广。这两本书和以前引进的各种设计技术著作的不同之处在于,明确地提出了“产品设计”的设计技术,是针对“产品设计”的设计思想、理论、技术和方法的,而对于那些针对“机构”和“零件结构”的设计技术,在这里只作为基础知识,不作详细讨论。“产品设计”的主要问题是“怎样产生产品的概念?”“怎样评价产品的概念?”以及“怎样组织产品设计的过程,才能获得有竞争力的优秀产品?”

早在 20 世纪 80 年代,我国就引进过德国和欧洲的“设计学”(Konstruktionslehre)。其实德国的“设计学”就是这里所说的“产品设计”。但是当时很多学者以习惯的思维来对待德国的设计学,把它视同于以前其他设计技术和方法,并且冠以“设计方法学”的名称;还有人认为德国的“设计学”不能算是一门学科。人们用机械设计中的运动学和动力学作为样本来评价新生的“设计学”,认为它没有严格的理论。

德国人当时没有明确地举起“产品设计”的旗号,美国的这两本书则明确地提出了“产品设计”的目标,直至把它作为书名。其中有很多内容与德国的“设计学”的内容是一致的。这两本书的出版是一个重要的标志,说明“产品设计”经过多年的发展,已经成为一门成熟的学科。谁说产品设计没有理论?谁说产品设计不算学科?实际上,如“工业设计”“建筑设计”等都是以产品总体为对象的学科,并且是早已被公认的学科了。

本书全面、具体地给出了“设计学”的基本内容,详细地引出了设计的典型步骤,以及每一个步骤的任务、目标、应考虑的主要问题和常用的解决方法。回顾我们所作的一些设计项目,可以看出是否符合书中所给的原则,对设计的成败有很大关系。因此我们认为本书对设计是有指导作用的。

关于书名的译法有多种意见,如“机械设计进程”“机械设计过程”“机械设计方法”等。似乎都可以,但都不理想。考虑到“进程”一词好像更强调一步紧接一步的前进序列和步骤,和原意强调迭代不太一致;英语 process 一词也可作工艺流程理解,译为“方法”是可以的,但“方法”一词过分突出一个个孤立的方法,和原意也不相合;最后选定以“机械设计过程”作为书名,原因首先是“过程”比“进程”要松散些,可以允许包含迭代的意思,其次是和原书名基本对应。不过,这个译名还是给人过分强调一种步骤的意思。实际上,书中的原意是强调设计过程中应该考虑的各种问题和工作要点,包括一些技术和方法,而不是过程本身所包含的序列和步骤,而且这里所说的过程是可以反复迭代的。希望读者不要从狭义的“过程”一词来理解本书的精神和要旨。

希望本书的引进和翻译出版,能为中国企业和机械工程界急需的产品设计问题的解决,为中国的机械设计技术与国际接轨作出一定的贡献。

参加本书翻译工作的有清华大学刘莹(第1、2、3、6、9章)、高志(第7、8、10章)、郝智秀(第12章)黄靖远(序、第4、5、11章)和吴宗泽(第13章、附录)。他们多年来从事高校“机械设计基础”各类课程和“机械设计学”课程的教学,对本书内容有较好的理解。担任本书审稿的是北京航空航天大学郭可谦教授和清华大学的吴宗泽教授,两位前辈广博的设计知识和深厚的文字功力,为本书增色不少,在此特向两位前辈致谢。

译者

前 言

作为一名职业设计师，我设计过自行车、医药设备、家具和雕塑，既有静止的，也有运动的。对于我来说，设计物品是一件容易的事。我有幸具备了一个成功的设计师所必备的才能。不过在从事机械设计课程教学多年之后才认识到，我并不知道如何很好地把自己所知道的许多知识教给学生；我能够给学生展示好的设计和不好的设计实例，能够告诉他们设计人员从事设计实践的历史，能够给学生提供有关设计概念的建议，但是不能告诉他们如何来解决一个设计问题。另外，在我和其他从事机械设计教学同行的交谈中发现，这不仅是我一个人的感受。

这个情况使我回忆起一次滑冰的体验。作为一名新手，我能在冰面上站立、左摇右摆前仰后合地向前滑动，而我的一位朋友（一位职业教师）却能很自如地向前或向后滑。当他还是一个小男孩时就会滑冰了，滑冰是他的第二天性。一天，当我们一起滑冰时，我请他教我如何向后滑。他说这太容易了，让我看着他向后滑。可是当我试着照他那样做时，马上就摔倒了。他把我扶起来后，我请他教我正确的做法，而不仅是只做给我看。他想了一会儿终于说到，他没法把这个技巧给我说清楚。我仍然没有学会向后滑，我料想他仍然说不清楚向后滑的技巧。我对朋友可以轻松滑而我却摔在冰上受挫的失望感觉，与我不能教学生如何正确地解决一个设计问题时产生的感觉是一样的。

这个经历和体会促使我去研究设计过程，并且最终写出本书。书中内容包括原创性的研究、对美国工业的研究、对外国设计技术的研究，以及来自设计课程的不同教学尝试。作为这些研究的成果，我得出四点有关机械设计的基本结论：

1. 学习设计的唯一途径是去作设计。
2. 在工程设计中，设计者用到三类知识：产生概念的知识、评价概念的知识、和组织设计过程的知识。概念的产生来自于经验和天分；概念的评价，部分来自于经验，部分来自于正规训练，这是多数工程教育的焦点。产生和评价概念的知识是专业领域知识形式。设计过程知识和决策大部分是与专业领域知识无关的。
3. 如果有足够的产生概念的能力和天分，有足够的评价概念的经验和训练，是能学到高质量产品的设计过程的。

4. 设计过程应该在两个方面学习：在学术环境中，同时在模拟工业实际的环境中。

现把这些观念收编到本书中，而且为使读者在能够学会设计过程的同时，还能够研发出一个产品，这些内容是这样安排的：在第1~3章中，对学习设计过程所需要的机械设计背景和一些术语进行了定义，并且讨论了产品设计中的人为因素。第4~12章是本书的主体内容，它逐步地展示出设计方法的进程，引导读者实现由一个设计问题到给出可用于制造和装配的解。这些材料以与求解一个确切问题的解无关的方式表示出来。论及的技术是在工业中应用的，它们的名称已经成为机械设计中的通用词：质量功能配置、决策方法、并行工程、面向装配设计和稳健设计。这些技术在本书中全部放在一起。虽然它们作为一步一步的方法按次序安排在内容中，但总的过程是高度地反复重叠的，每个步骤仅仅是需要应用时的一个引导。

如上所述，专业知识与过程知识是有些区别的。由于这种独立性，一个成功的产品可以不管设计者知识或设计问题的类型而通过设计过程获得。甚至大学一年级的学生也能选用本教材，学到大部分设计过程。然而，为了做出合理、实际的设计，实质性的专业知识是需要的，并且本书通篇假定读者具有基本的工程科学、材料科学、制造过程以及工程经济的基础。因此，本书适用于高年级的大学生、研究生和从没有学过机械设计过程课程的职业工程师。

大卫 G. 乌尔曼

致谢

好书的出版要归功于许多人的帮助，他们审阅了本书，并提出了宝贵的建议。
Patricia Backlin, Rose-Hulman Institute of Technology

第 4 版增加的内容

关于设计过程的知识正在迅速增加。在写第 4 版时的一个目标就是要将这些知识组合到一个统一的构架中去，这个构架也是前 3 版的重点之一。整个新版的主题进行了一些更新，并与书中其他很好的实践举例综合在一起。新版中一些特殊的添加内容包括：

1. 改进了保证团队工作成功的材料。
2. 20 余个空白的表格可以通过本书的网站(www.mhhe.com/ullman4e)下载以供设计过程中使用。书中也包括许多填好的表格以便于学生参考。
3. 改进了关于项目计划的资料。
4. 改进了“为环境设计”和“为可持续性设计”的部分。
5. 改进了作出决策部分的资料。
6. 增加了基于矛盾产生概念的内容。
7. 增加了一些来自工厂的新照片和图片用于书中的举例。

此外，还有许多小的改变以保持本书的时代性和实用性。

电子教材

对于教师来说，智能课程是发现和查阅电子教材(e-Textbooks)的新途径。对于那些喜欢上网查阅课程数字化资料而且可以节省开支的学生来讲，这也是一个绝好的选择。智能课程提供了由很多高等教育出版商制作的成百上千课程的适用教材。它是教师们回顾和比较网上教材全文的唯一地方，并提供了不需要打印测试页来测试环境影响的快速链接的环境。在智能课程中，学生可以相对于印制教材节省达 50% 的支出，减小了对环境的影响，并且提供了使用强有力的网络工具的机会以学习全文搜索，记笔记和标记重点，以及通过邮件和同学们共享笔记的方法。
www.CourseSmart.com。

感谢

衷心感谢下列诸位，他们审阅了本书，并提出许多有益的建议。

Patricia Brackin, *Rose-Hulman Institute of Technology*

William Callen, *Georgia Institute of Technology*
Xiaoping Du, *University of Missouri-Rolla*
Ian Grosse, *University of Massachusetts-Amherst*
Karl-Heinrich Grote, *Otto-von-Guericke University, Magdeburg, Germany*
Mica Grujicic, *Clemson University*
John Halloran, *University of Michigan*
Peter Jones, *Auburn University*
Mary Kasarda, *Virginia Technical College*
Jesa Kreiner, *California State University-Fullerton*
Yuyi Lin, *University of Missouri-Columbia*
Ron Lumia, *University of New Mexico*
Spencer Magleby, *Brigham Young University*
Lorin Maletsky, *University of Kansas*
Make McDermott, *Texas A & M University*
Joel Ness, *University of North Dakota*
Charles Pezeshki, *Washington State University*
John Renaud, *University of Notre Dame*
Keith Rouch, *University of Kentucky*
Ali Sadegh, *The City College of The City University of New York*
Shin-Min Song, *Northern Illinois University*
Mark Steiner, *Rensselaer Polytechnic Institute*
Joshua Summers, *Clemson University*
Meenakshi Sundaram, *Tennessee Technical University*
Shih-Hsi Tong, *University of California-Los Angeles*
Kristin Wood, *University of Texas*

此外,感谢麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司(McGraw-Hill)的资深机械工程责任编辑比尔(Bill Stenquist)、开发编辑罗宾(Robin Reed)、项目经理凯(Kay Brimeyer)及项目编辑林恩(Lynn Steines),感谢他们对这个项目的关心和鼓励。还要感谢如下各位人员,他们为本书提供了非常有益的案例。

Wayne Collier, *UGS*
Jason Faircloth, *Marin Bicycles*
Marci Lackovic, *Autodesk*
Samir Mesihovic, *Volvo Trucks*
Professor Bob Passch, *Oregon State University*

- Matt Popik, *Inwin Tools*
- Cary Rogers, *GE Medical*
- Professor Tim Simpson, *Penn State University*
- Ralf Strauss, *Inwin Tools*
- Christopher Voorhees, *Jet Propulsion Laboratory*
- Professor Joe Zaworski, *Oregon State University*

最后, 也是最重要的, 就是要感谢我的妻子阿代尔(Adele), 她对我的无限信任, 使我能够完成这个项目。

此外, 感谢麦格劳-希尔(亚洲)教育出版社(McGraw-Hill)的资深编辑工程主任陈培培女士(Bill Stempert), 开发编辑夏姿(Robin Reed), 项目编辑凯(Kay Brimner)及项目编辑林慧(Lynn Steins), 感谢她们对这个项目的辛勤鼓励。还要感谢如下各位人员, 他们为本书提供了非常宝贵的案例。

- Wayne Collier, UCS
- Jason Furchth, Mann Backer
- Marc Jaskovic, Autodesk
- Szani Meshovitz, Volvo Trucks
- Professor Bob Pasach, Oregon State University

目 录

译者的话(原书第4版)	
译者的话(原书第3版)	
前言	
第4版增加的内容	
第1章 为什么要研究设计过程 1	
1.1 概述..... 1	
1.2 结合产品成本、质量和推向市场需要的时间来评价设计过程..... 3	
1.3 设计过程的历史..... 7	
1.4 产品寿命..... 10	
1.5 设计问题的各种解决方案..... 13	
1.6 解决问题的基本活动..... 15	
1.7 设计中的知识和学问..... 17	
1.8 为可持续性而设计..... 18	
1.9 小结..... 19	
1.10 资料来源..... 19	
1.11 习题..... 20	
第2章 了解机械设计 21	
2.1 概述..... 21	
2.2 产品功能、特性和性能的重要性..... 24	
2.3 机械设计语言和抽象..... 26	
2.4 机械设计问题的不同类型..... 28	
2.5 约束、目标和设计决策..... 35	
2.6 产品的分解..... 36	
2.7 小结..... 39	
2.8 资料来源..... 39	
2.9 习题..... 40	
2.10 网络资源..... 40	
第3章 设计师和设计团队 41	
3.1 概述..... 41	
3.2 个体设计者:人的信息处理的模型..... 42	
3.3 设计中的智力行为..... 49	
3.4 具有创造力的设计师的特征..... 57	
3.5 设计团队的组成..... 59	
3.6 建立团队业绩记录..... 64	
3.7 小结..... 69	
3.8 资料来源..... 69	
3.9 习题..... 70	
3.10 网络资源..... 71	
第4章 设计过程和发现产品 72	
4.1 概述..... 72	
4.2 设计过程概览..... 72	
4.3 把设计质量转化为产品质量..... 81	
4.4 发现产品..... 85	
4.5 选择项目..... 90	

4.6	小结	98			
4.7	资料来源	99			
4.8	习题	99			
4.9	网络资源	99			
第5章	设计规划	100			
5.1	概述	100			
5.2	项目规划的类型	102			
5.3	规划的目的之一是提供 可交付的开发信息	106			
5.4	制订项目规划	114			
5.5	设计方案实例	121			
5.6	再设计过程中 的沟通	124			
5.7	小结	127			
5.8	资料来源	128			
5.9	习题	128			
5.10	网络资源	129			
第6章	理解问题和制订 工程任务书	130			
6.1	概述	130			
6.2	第一步, 确定顾客: 他们是谁?	137			
6.3	第二步, 确定顾客的 需求: 顾客想要 什么?	137			
6.4	第三步, 确定各需求 的相对重要性: 谁对应什么?	141			
6.5	第四步, 辨别并评价 竞争力: 当前是如何 满足顾客要求的?	142			
6.6	第五步, 生成工程 任务书: 如何使顾客的 需求得到满足?	143			
6.7	第六步, 工程任务书与 顾客需求的关系: 如何 测定顾客需求?	148			
6.8	第七步, 设置工程目标 和重点: 多少 就足够好?	148			
6.9	第八步, 确定工程 需求之间的关系: 它们之间是怎样 相互依赖的?	150			
6.10	对 QFD 方法的 进一步建议	152			
6.11	小结	153			
6.12	资料来源	153			
6.13	习题	153			
6.14	网络资源	154			
第7章	产生概念	155			
7.1	概述	155			
7.2	理解已有装置的 功能	158			
7.3	一种功能设计方法	163			
7.4	产生概念的 基本方法	170			
7.5	专利是灵感的来源	174			
7.6	利用矛盾产生灵感	177			
7.7	机械发明的原理	180			
7.8	形态学方法	183			
7.9	产生概念的 其他要点	187			
7.10	小结	188			
7.11	资料来源	188			
7.12	习题	189			
7.13	网络资源	190			

第 8 章 概念评价和选择	191	10.3 性能评价的目标	251
8.1 概述	191	10.4 权衡管理	253
8.2 概念评价中的信息	193	10.5 精度、变化和噪声	255
8.3 可行性评价	195	10.6 性能评价的建模	261
8.4 技术准备就绪	196	10.7 误差分析	264
8.5 决策矩阵—— 布斯方法	198	10.8 敏感度分析	270
8.6 产品、项目和 决策风险	202	10.9 通过分析进行的 稳健性设计	272
8.7 稳健决策	208	10.10 通过实验的 稳健性设计	274
8.8 小结	213	10.11 小结	279
8.9 资料来源	214	10.12 资料来源	279
8.10 习题	214	10.13 习题	279
8.11 网络资源	215		
第 9 章 产品加工	216	第 11 章 产品评价：面向成本、 制造、装配和其他 估量的设计	281
9.1 概述	216	11.1 概述	281
9.2 材料清单	219	11.2 DFC——面向 成本的设计	281
9.3 结构生成	220	11.3 DFV——面向 价值的设计	291
9.4 材料与加工 方法的选择	236	11.4 DFM——面向 制造的设计	292
9.5 供货商的开发	238	11.5 DFA——面向 装配的设计	293
9.6 马林 2008 专业幻想 山地自行车悬架 设计的产生	240	11.6 DFR——可靠性 设计	310
9.7 小结	246	11.7 DFT 和 DFM—— 面向测试和 维修的设计	316
9.8 资料来源	247	11.8 DFE——面向环境 的设计	317
9.9 习题	247	11.9 小结	319
9.10 网络资源	248	11.10 资料来源	319
第 10 章 产品性能评价及 变化因素的影响	249		
10.1 概述	249		
10.2 监视产品 功能的变化	250		

11.11 习题	320	附录 B 正态概率	353
11.12 网络资源	321	B.1 概述	353
第 12 章 设计过程包装和		B.2 其他方面	357
产品支持	322	附录 C 作为设计变量的	
12.1 概述	322	安全因数	358
12.2 设计文档和交流	324	C.1 概述	358
12.3 支持	326	C.2 安全因数的	
12.4 工程变更	328	传统经验估计法	359
12.5 专利申请	329	C.3 以可靠性为基础的	
12.6 全寿命周期设计	332	统计学安全因数	361
12.7 资料来源	335	C.4 资料来源	367
12.8 网络资源	335	附录 D 设计中的人机学	368
附录 A 机械设计中常用的		D.1 概述	368
25 种材料的特性	336	D.2 工作空间范围内的	
A.1 概述	336	人机学	369
A.2 常用材料的性质	336	D.3 人作为动力源	373
A.3 一般产品中使用的		D.4 人作为传感器	
材料	349	和控制器	373
A.4 资料来源	351	D.5 资料来源	379

第 1 章

为什么要研究设计过程

关键问题

- 做些什么才能保证在确定时间和预算范围内设计出质量合格的机械产品？
- 获得较好产品的最佳设计实践所具备的 10 个关键特征是什么？
- 产品寿命周期包括哪些方面？
- 设计问题与分析问题有何不同？
- 为什么在设计中，知道得越多，在设计中具有的自由度越少？
- 什么是汉诺威原则？

1.1 概述

从简单的制陶旋盘发展到复杂的消费产品和运输系统，人类设计机械的活动已经延续了近五千年。每一件产品都是人们经过长期而且常常是艰苦的设计过程得到的最终产物。本书就是论述这个设计过程的著作。无论是设计齿轮箱、热交换器，还是人造卫星或房门把手，在设计过程中都有一些特定的技术可用来帮助设计者保证得到成功的设计。本书是关于机械设计过程的，所以内容不是注重某一种特定产品的设计，而是针对各种各样的机械产品的设计。

既然人类的设计活动已经有近五千年的历史，而且确实有成千上万的机械产品能够工作并工作得很好，为什么还要研究设计过程呢？答案很简单，即：人们对新的、具有高性价比、高质量的产品的需求是持续不断的。现代产品已经变得如此复杂以至于绝大部分产品从概念发展到硬件，都需要有一支由不同专业领域的人员组成的团队来完成。参加项目的人员越多，就越需要进行交流和组织，以保证不会忽略重要的问题以满足顾客的需求。另外，全球化的市场

已经孕育着非常快速和加速发展新产品的需求。为了市场竞争的需要，一个公司必须高度有效地进行产品设计。这就是这里所要研究的确保新产品有效开发的过程。新产品不能按预期正常工作，推向市场需要的时间过长，或者成本太高带来的问题，据估计，有85%是由不好的设计过程造成的。

本书的目的就是要向读者提供一种提高过程效率的工具，这种工具可以应用于任何一种产品的设计过程中。本章要介绍设计问题的重要特征和解决这些问题的过程。这些特征适用于任何类型的设计问题，无论是关于机械的、电的、软件的或是建筑工程的。后续的各章将更多集中于机械设计的问题，即便这样，也可以应用于更广泛领域的问题。

考察决定一种产品成功或失败的重要影响因素(图1.1)。这些因素分置于三个椭圆中，分别表明了对产品设计、市场交易和产品生产具有的重要影响。

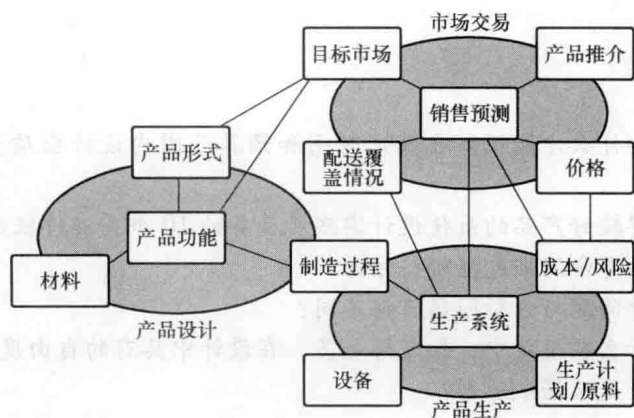


图 1.1 产品开发中的可控制变量

产品设计因素关注的是产品功能，即产品能承担的工作。功能对设计者的重要性是本书的一个重要主题。与功能相关的因素包括产品的形式、材料和制造过程。形式包括产品的风格、形状、颜色、质地及其他与其结构有关的因素。与形式同等重要的是用于制作该产品的材料和制造过程。功能、形式、材料和制造过程是设计人员主要关心的4个变量。图9.3对这个产品设计的椭圆做了进一步的细化。

对市场交易来说，产品的形式和功能也同样重要，因为目标市场的消费者主要是通过产品能做什么(它的功能)和它看起来怎么样(它的形式)来判断商品的。如图1.1所示，目标市场是市场交易的一个重要因素。市场交易的目标就是赚钱，即达到销售预期。销售也受到公司对产品的推介能力、产品配送能力和产品价格的影响，如图1.1所示。

市场交易不仅依靠产品形式和功能，也依靠公司的产品生产能力。如图1.1所示，生产椭圆中生产系统是核心因素。注意，产品如何设计和如何生