



21世纪高等学校机械设计制造及其自动化专业系列教材

# 现代设计理论与方法

陈定方 卢全国 等 编著



华中科技大学出版社  
<http://www.hustp.com>



21世纪高等学校机械设计制造及其自动化专业系列教材

# 现代设计理论与方法

华中科技大学出版社  
中国·武汉

## 内 容 提 要

本书是一本介绍现代设计理论与方法的教材,主要介绍“现代设计”的概念、基本理论和应用技术,内容包括:计算机辅助设计、优化设计、有限元设计、稳健设计、虚拟设计、创新设计、智能设计及其他设计方法(如表面设计、绿色设计、摩擦学设计、动态设计、协同设计、工业设计等)。本书内容丰富,具有系统性、先进性和实用性,并通过工程应用实例,加强读者对相关设计理论的理解与设计方法的掌握与运用。

本书取材新颖,内容充实,反映了编著者长期的研究成果和国内外的研究进展,可作为高等学校机械工程类及相关专业高年级本科生的教材,也可作为工程技术人员继续教育的培训教材或研究生的参考书。

本书配有相应的电子教案和教学素材,如有需要,可向出版社索取(信箱:liu3037@163.com;电话:027-87548431)。

### 图书在版编目(CIP)数据

现代设计理论与方法/陈定方 卢全国 等编著. —武汉:华中科技大学出版社,2010.8  
ISBN 978-7-5609-5986-3

I. 现… II. ①陈… ②卢… III. 机械设计-高等学校-教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 024057 号

现代设计理论与方法

卢全国 等编著

策划编辑:刘 锦

责任编辑:陈 峰

封面设计:潘 群

责任校对:刘 竣

责任监印:熊庆玉

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:仙桃市新华印务有限责任公司

开 本:710mm×1000mm 1/16

印 张:16.5

字 数:346千字

版 次:2010年8月第1版第1次印刷

定 价:28.80元



华中科大

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换  
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务  
版权所有 侵权必究

21 世纪高等学校  
机械设计制造及其自动化专业系列教材  
**编 审 委 员 会**

**顾问：** 姚福生                      黄文虎                      张启先  
          (工程院院士)                (工程院院士)                (工程院院士)

          谢友柏                      宋玉泉                      艾 兴  
          (工程院院士)                (科学院院士)                (工程院院士)

          熊有伦  
          (科学院院士)

**主任：** 杨叔子                      周 济                      李培根  
          (科学院院士)                (工程院院士)                (工程院院士)

**委员：** (按姓氏笔画顺序排列)

于骏一	王安麟	王连弟	王明智	毛志远
左武炘	卢文祥	朱承高	师汉民	刘太林
李 斌	杜彦良	杨家军	吴昌林	吴 波
吴宗泽	何玉林	何岭松	陈康宁	陈心昭
陈 明	陈定方	张春林	张福润	张 策
张健民	冷增祥	范华汉	周祖德	洪迈生
殷国富	宾鸿赞	黄纯颖	童秉枢	傅水根
廖效果	黎秋萍	戴 同		

**秘书：** 刘 锦    徐正达    万亚军

# 21 世纪高等学校 机械设计制造及其自动化专业系列教材

## 总 序

“中心藏之，何日忘之”，在新中国成立 60 周年之际，时隔“21 世纪高等学校机械设计制造及其自动化专业系列教材”出版 9 年之后，再次为此系列教材写序时，《诗经》中的这两句诗又一次涌上心头，衷心感谢作者们的辛勤写作，感谢多年来读者对这套系列教材的支持与信任，感谢为这套系列教材出版与完善作过努力的所有朋友们。

追思世纪交替之际，华中科技大学出版社在众多院士和专家的支持与指导下，根据 1998 年教育部颁布的新的普通高等学校专业目录，紧密结合“机械类专业人才培养方案体系改革的研究与实践”和“工程制图与机械基础系列课程教学内容和课程体系改革研究与实践”两个重大教学改革成果，约请全国 20 多所院校数十位长期从事教学和教学改革工作的教师，经多年辛勤劳动编写了“21 世纪高等学校机械设计制造及其自动化专业系列教材”。这套系列教材共出版了 20 多本，涵盖了“机械设计制造及其自动化”专业的所有主要专业基础课程和部分专业方向选修课程，是一套改革力度比较大的教材，集中反映了华中科技大学和国内众多兄弟院校在改革机械工程类人才培养模式和课程内容体系方面所取得的成果。

这套系列教材出版发行 9 年来，已被全国数百所院校采用，受到了教师和学生的广泛欢迎。目前，已有 13 本列入普通高等教育“十一五”国家级规划教材，多本获国家级、省部级奖励。其中的一些教材（如《机械工程控制基础》《机电传动控制》《机械制造技术基础》等）已成为同类教材的佼佼者。更难得的是，“21 世纪高等学校机械设计制造及其自动化专业系列教材”也已成为一个著名的丛书品牌。9 年前为这套教材作序的时候，我希望这套教材能加强各兄弟院校在教学改革方面的交流与合作，对机械


工程类专业人才培养质量的提高起到积极的促进作用,现在看来,这一目标很好地达到了,让人倍感欣慰。

李白讲得十分正确:“人非尧舜,谁能尽善?”我始终认为,金无足赤,人无完人,文无完文,书无完书。尽管这套系列教材取得了可喜的成绩,但毫无疑问,这套书中,某本书中,这样或那样的错误、不妥、疏漏与不足,必然会存在。何况形势总在不断地发展,更需要进一步来完善,与时俱进,奋发前进。较之9年前,机械工程学科有了很大的变化和发展,为了满足当前机械工程类专业人才培养的需要,华中科技大学出版社在教育部高等学校机械学科教学指导委员会的指导下,对这套系列教材进行了全面修订,并在原基础上进一步拓展,在全国范围内约请了一大批知名专家,力争组织最好的作者队伍,有计划地更新和丰富“21世纪机械设计制造及其自动化专业系列教材”。此次修订可谓非常必要,十分及时,修订工作也极为认真。

“得时后代超前代,识路前贤励后贤。”这套系列教材能取得今天的成绩,是几代机械工程教育工作者和出版工作者共同努力的结果。我深信,对于这次计划进行修订的教材,编写者一定能在继承已出版教材优点的基础上,结合高等教育的深入推进与本门课程的教学发展形势,广泛听取使用者的意见与建议,将教材凝练为精品;对于这次新拓展的教材,编写者也一定能吸收和发展原教材的优点,结合自身的特色,写成高质量的教材,以适应“提高教育质量”这一要求。是的,我一贯认为我们的事业是集体的,我们深信由前贤、后贤一起一定能将我们的事业推向新的高度!

尽管这套系列教材正开始全面的修订,但真理不会穷尽,认识不是终结,进步没有止境。“嚶其鸣矣,求其友声”,我们衷心希望同行专家和读者继续不吝赐教,及时批评指正。

是为之序。

中国科学院院士   
2009.9.9

## 前 言

在工业时代,产品竞争有以下规律:当产品短缺时,以数量占领市场;当产品富余时,以质量占领市场;当产品成本成为竞争因素时,以规模竞争市场;当产品数量与质量都不存在问题时,以创新占领市场。

知识时代的产品竞争规律是:品牌战略、专利战略、标准战略;产品设计的数字化、智能化、网络化、个性化。

可以说,“制造业的竞争实际上是产品设计的竞争,设计是制造业的灵魂,创新是设计的灵魂”。而现代设计理论与方法正是支撑工业时代产品竞争和知识时代产品竞争的有力武器。

近三十年来,现代设计理论与方法经历了逐渐形成和不断发展的历程。今天,计算机辅助设计、有限元设计、优化设计和可靠性设计已经得到迅速普及,可以说是不再“现代”了。同时,计算机辅助设计的更高阶段——智能设计、虚拟设计,可靠性设计的更高阶段——稳健设计,以及创新设计、绿色设计、动态设计、表面设计等的出现,极大地丰富了现代设计方法的内涵。现代设计方法既有理论,也有方法,既是科学,又是技术。对于机械、电子类高年级学生而言,在掌握了常规机械设计方法后,学习现代设计理论与方法,了解其内涵,掌握其应用,非常必要。

本书的大量内容源自编者所在的武汉理工大学智能制造与控制研究所的研究成果。该研究所长期致力于现代设计方法的研究与应用,在计算机辅助设计、机械设计专家系统、虚拟设计、表面设计、协同设计等领域承担了一批国家级、省部级科研项目,取得了一系列研究与应用成果,并曾先后编著了《机械的CAD与专家系统》(陈定方、倪笃明,北京科技出版社,1985)、《机械CAD基本教程》(余俊、陈定方、周济、倪笃明,机械工业出版社,1986)、《机械设计专家系统研究与实践》(吴慧中、陈定方、万耀青,中国铁道出版社,1992)、《中国机械设计大典》(中国机械工程学会,中国机械设计大典编委会,江西科学技术出版社,2002)之计算机辅助设计篇、智能设计篇、虚拟设计篇(陈定方等,江西科学技术出版社,2002)、《虚拟设计》(陈定方、罗亚波,机械工业出版社,2002第1版,2007第2版)、《分布交互式虚拟汽车驾驶训练模拟系统》(陈定方、尹念东、李勋祥,科学出版社,2009)等。本书以上述专著为主要参考,在作者多年相关教学实

践的基础上,按照本科生教材的要求编写而成。本书根据重应用、重综合的需要安排章节,侧重实例教学,以培养学生的学习兴趣。在具体内容的编排上,注重先进性与实用性的结合,并遵从由浅入深的教学规律。

同时,本书也借鉴了国内外诸多现代设计方法领域知名学者的成果,特别是余俊教授、谢友柏院士、谭建荣院士、邬贺铨院士、顾元宪教授、陈立周教授、万耀青教授、赵汝嘉教授、腾弘飞教授、檀润华教授、殷国富教授、张鄂教授、钟毅芳教授、宾鸿赞教授、吴昌林教授、杨家军教授等。在此,深表感谢并致以深深的敬意。

本书共有8章,由陈定方、卢全国等编著。其中,第0章(绪论)由陈定方、卢全国编写,第1章由张争艳、杨珠敏、陈定方编写,第2章由李宁、吴隽、陈定方编写,第3章由赵亚鹏、陈定方编写,第4章由谷曼、江晓阳、陈定方编写,第5章由陶孟仑、陈定方编写,第6章由卢全国、陈定方编写,第7章由卢全国、刘有源、陈定方编写,第8章由李文锋、陈沛、梅杰、郑慧(8.1节)、余震、袁莎(8.2节、8.3节、8.4节)、郭蕴华、李露(8.5节)、李勋祥、刘坤(8.6节)编写。另外,在编写过程中,沈琛林、刘哲、张波、张晶华、车畅、肖锐、周敏等参与了部分内容的校对及配套课件的制作。全书由陈定方、卢全国担任主编并统稿。

本书的编写得到了高等学校博士学科点专项基金(项目编号:20090143110005)、国家自然科学基金(项目编号:50865008)、中国博士后科学基金(项目编号:20080431005)的资助。同时,还得到了湖北省高等学校省级教学研究项目“借鉴美国斯坦福大学与硅谷的经验,探索我国理工科大学教学改革道路”(项目编号:20040080)和江西省高等学校教学改革研究项目“TRIZ理论在机械类学生创新设计能力培养中的应用研究”(项目编号:JXJG-08-18-11)的支持。同时,得到一批高等学校、研究所和制造企业在现代设计方法研究与实践方面的大力支持。华中科技大学出版社的刘锦编辑和陈峰编辑为本书的策划、写作和编辑及出版做了很好的工作。在此,一并表示感谢。

本书适用于机械类高年级本科生,建议学时数为40学时,使用本书的高校可根据具体情况进行调整。同时,本书也可供相关专业的研究生、技术人员和企业管理人员参考。

由于现代设计方法在不断发展,加之作者水平所限,书中难免有疏漏和不足,望广大读者不吝指正。

陈定方 卢全国

2010年端午于武汉

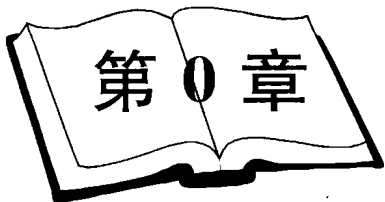




---

<b>第 0 章 绪论</b> .....	(1)
0.1 设计的流程与特点 .....	(1)
0.2 设计的重要性 .....	(2)
0.3 设计理论与方法论发展简史 .....	(4)
0.4 现代设计方法的内涵 .....	(6)
0.5 现代设计方法的学习要求 .....	(9)
<b>第 1 章 计算机辅助设计</b> .....	(11)
1.1 计算机辅助设计概述 .....	(11)
1.2 CAD 基础 .....	(19)
1.3 CAD 技术的应用领域 .....	(28)
1.4 CAD 技术的应用实例 .....	(34)
习题 .....	(43)
<b>第 2 章 优化设计</b> .....	(44)
2.1 概述 .....	(44)
2.2 一维优化方法 .....	(45)
2.3 无约束优化方法 .....	(50)
2.4 约束优化方法 .....	(54)
2.5 多目标优化方法 .....	(68)
2.6 工程优化设计应用 .....	(71)
习题 .....	(75)
<b>第 3 章 有限元设计</b> .....	(76)
3.1 有限元法的基本思想与工程应用 .....	(76)
3.2 弹性力学有限元法的基本理论 .....	(78)
3.3 弹性力学有限元的一般方法 .....	(82)
3.4 有限元设计分析中的若干问题 .....	(92)
3.5 有限元分析软件介绍 .....	(94)
习题 .....	(99)

<b>第 4 章 稳健设计</b>	(100)
4.1 稳健设计的基本概念	(100)
4.2 稳健设计中产品的质量信息及其分析方法	(104)
4.3 基于损失模型的稳健设计	(108)
4.4 基于响应面模型的稳健设计	(114)
4.5 基于容差模型的稳健设计	(116)
4.6 基于随机模型的稳健设计	(118)
4.7 基于成本-质量模型的混合稳健设计	(123)
习题	(126)
<b>第 5 章 虚拟设计</b>	(127)
5.1 虚拟设计与虚拟现实技术	(127)
5.2 虚拟现实技术的体系结构	(131)
5.3 虚拟现实硬件基础	(135)
5.4 虚拟设计/制造系统的体系结构	(141)
5.5 虚拟设计建模基础	(142)
习题	(158)
<b>第 6 章 创新设计</b>	(159)
6.1 创新方法与 TRIZ	(159)
6.2 设计冲突及其消解	(163)
6.3 基于 TRIZ 的创新设计实例	(172)
习题	(174)
<b>第 7 章 智能设计</b>	(175)
7.1 智能设计概述	(175)
7.2 知识处理	(177)
7.3 智能设计系统构造方法	(197)
习题	(200)
<b>第 8 章 其他设计方法</b>	(201)
8.1 表面设计	(202)
8.2 绿色设计	(212)
8.3 摩擦学设计	(222)
8.4 动态设计	(227)
8.5 协同设计	(234)
8.6 工业设计	(241)
习题	(248)
<b>参考文献</b>	(250)



# 绪 论

## 0.1 设计的流程与特点

工程技术是人类征服自然、改造世界的强大武器,而工程设计则是对工程技术系统进行构思、计划,并把设想变为现实的技术实践活动。设计是为了创造性能好、成本低,即价廉物美的产品的技术系统。设计在产品的整个生命周期内占据着极其关键的位置,从根本上决定了产品的品质和成本。

设计的本质是由功能到结构的映射过程,是技术人员根据需求进行构思、计划并把设想变为现实可行的机械系统的过程。图 0-1 以流程图的方式展示了设计的作业顺序。

设计具有个性化、抽象性、多解性的基本特征。

(1) 设计质量、设计效果取决于设计者的知识、经验和思考问题的方法。

(2) 设计过程是将一些功能要求向实际产品进行综合和高效转移;通过市场信息,分析和发掘对象所要求的功能,创造产品的概念,进行产品的构思并将其具体实现等,使抽象的概念具体化。

(3) 设计中不必充分地去整理设计所碰到的问题。在分析由市场信息得到的所要求的功能时,不必将条件讲的那么清楚。

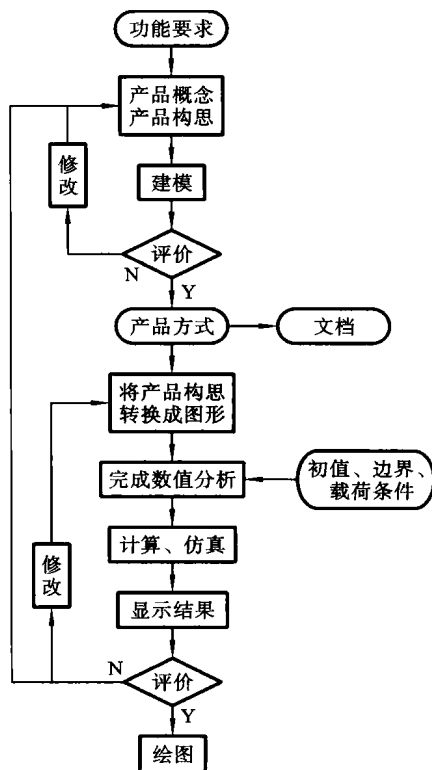


图 0-1 设计作业流程图

在设计中,不要一味地像求解数学问题那样追求唯一解。同一个设计要求往往可能得到多个解,有必要从这些解中进行选择。此外,也不可能得到绝对的最优解。也就是说,即便在某个时期是最优,也并非能与技术的进步同步地最优。

## 0.2 设计的重要性

人类所创造的精神财富与物质文明无不包含着广义设计的思维过程与实施过程。所谓设计是指通过分析、创造与综合,达到满足某种特定功能系统的一种活动过程。这里所指的系统是广义的系统,小至细胞、基因,大至宇宙空间。

系统是相互作用、相互依存的集合体,它的必要条件就是要完成规定的功能任务——即输出。通常的系统具有三个要素:输入、转换、输出。在系统中,能量、物质和信息沿着一定的方向流动,形成能量流、物质流与信息流。各种系统的设计就是使这三种“流”达到最适宜的目标,也就是达到经济上的合理性,并能可靠地满足最终的功能要求。

### 0.2.1 设计在产品开发中的重要地位

决定产品竞争力的因素和手段在不同的时期或阶段不尽相同,如图 0-2 所示:首先是产品的品种和技艺;接着是数量和制造;最终是质量和新颖的设计。

如果仔细地考察产品开发的过程,可以归纳得到如图 0-3 所示的结果:一个新产品开发时间的比例大约设计占 60%,制造占 40%。

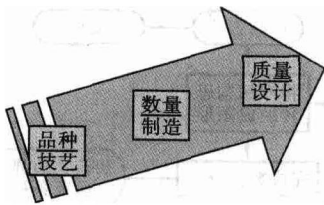


图 0-2 决定产品竞争力的因素和手段

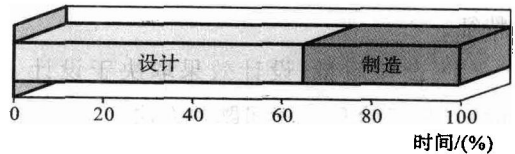


图 0-3 一个新产品开发时间的比例

考察产品设计与产品开发成本,从图 0-4 可以清楚地看到,产品设计仅需整个产品开发过程中大约 8% 的工时成本;其他环节如生产准备与加工、原材料准备与外购件的采购、管理和销售虽然非常重要,不可或缺,且需要耗费大量的工时成本。然而,设计对产品最终成本的影响高达 70%。因此,可以说,在一个产品设计完成的时候,这个产品的成本就已经决定了。

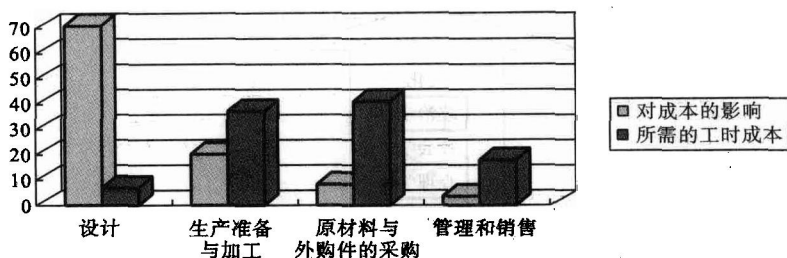


图 0-4 设计与产品开发成本的比例

一个不良设计给产品的制造、检验与使用成本带来的影响将是致命的。从图0-5可以看到:75%的错误在产品设计(包括产品定义、产品设计和工艺规划)阶段所引起,而80%的修改工作在产品制造阶段或后续阶段陆续完成。

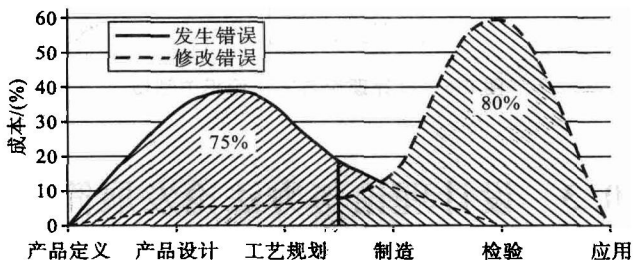


图 0-5 设计与修改成本的比例

因此,可以得到这样的启示:在设计越来越显示其重要性的今天,掌握新的设计思想,应用新的设计方法和技术,采用新的设计工具,提高设计的质量和效率,对于提高企业产品竞争力,具有非常重要的意义。

## 0.2.2 什么是设计理论和方法论

设计理论与方法论是关于设计本质和设计方法的系统理论,目的在于揭示设计过程的本质规律,探索各种有效的设计方法,为实际的设计工作提供指南。

图 0-6 所示为设计理论与方法论相关领域。可以清晰地看到这是一个从自然科学→基础工程科学→形成设计理论与方法论,并应用到工业技术→生产技术的流程。同时,工业造型、艺术造型使设计理论与方法论具有美感和美学价值,属于艺术层面;政治学、社会学、心理学、经济学则是设计理论与方法论的文化内涵或文化外延,即一个产品是有它的文化和品位的。

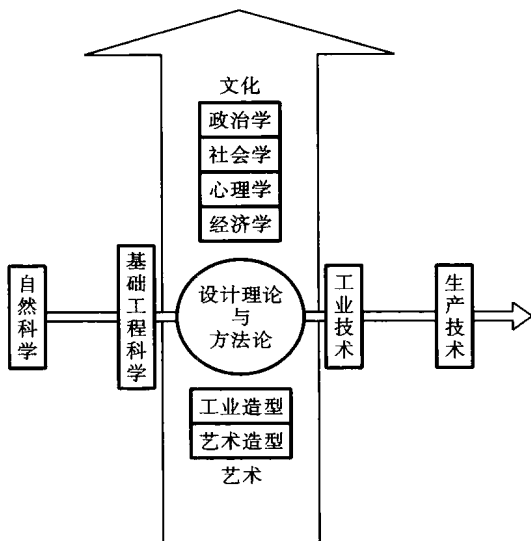


图 0-6 设计理论与方法论相关领域

### 0.3 设计理论与方法论发展简史

设计的历史几乎与人类的历史同样长,但是,自觉的“设计”开始于 15 世纪后半期的欧洲文艺复兴时期。那时,建立了科学技术与数学的密切联系。人们开始认识到以数学方式表达的结果是知识最完善、最有用的形式,也是最好的设计方法。自此,历史上人们第一次认识到,设计与数学相结合的重要性。但是,真正做到这一点的,还是 17 世纪伟大的物理学家牛顿。牛顿用数学公式表达了惯性定律、作用力与加速度定律、作用力与反作用力定律三大运动定律,从此,力学与数学并肩前进。正如爱因斯坦所说:“为了给予他的体系以数学的形式,牛顿首先发明微积分的概念,并用微积分的形式来表达他的运动定律——这或许是有史以来,一个人能迈出去的一个最大的理智的步伐”。力学与数学的结合奠定了工程设计的基础,在这一时期,出现了早期的成功的工程设计。

近一现代设计理论与方法论的发展经过了其萌芽期、成型期、成熟期、普及期。

#### 0.3.1 萌芽期(19 世纪 —20 世纪 40 年代)

- (1) 1861 年,德国的 F. Reuleaux 著书《机械设计者》(Konstrukteur);
- (2) 1875 年,F. Reuleaux 又出版《理论机构学》一书;
- (3) 1877 年,英国的 W. C. Unwin 著书 *The Elements of Machine Design*。

### 0.3.2 成型期(20世纪50年代—20世纪60年代)

#### 1) 欧洲

(1) 1962年,在伦敦举行了第一届设计方法会议,主要围绕系统设计方法研究,探讨设计过程的全面管理的系统方法和用于设计过程的系统技术,如运筹学、质量管理、价值工程等研究成果。

(2) 1968年,在英国,The Design Council 成立。

#### 2) 美国

(1) 1968年,在美国波士顿的 MIT 举行了“环境设计与规划中的新方法”会议,着重探讨设计的复杂性问题,理解设计者如何用传统的设计方法解决设计问题。

(2) 大量关于创造论、设计论,以及工程设计的著作面世。例如:

① M. Asimov *Introduction to Design* (1962);

② T. T. Woodson *Introduction to Engineering Design* (1966);

③ J. R. Dixon *Design Engineering* (1966);

④ D. Morrison *Engineering Design* (1968)。

#### 3) 日本

1968年,渡边茂所著《设计论》(I, II, III)出版。

### 0.3.3 成熟期(20世纪70年代)

#### 1) 欧洲

(1) 德国 W. G. Rodenacker 的著书《方法论的设计》(*Methodisches Konstruieren*) (1970)、瑞士 V. Hubka (1973)、德国 K. Roth (1981)、G. Pahl and W. Beitz (1977) 等学者的著作相继问世,确立了以德国为代表的欧洲设计理论与方法论流派,即系统设计方法论。

(2) 20世纪70年代后期,欧洲成立了设计研究组织 WDK (Workshop Design-Konstruktion)。

(3) 1979年,在英国出版发行了设计研究国际刊物 *Design Studies*。

#### 2) 美国

1978年,美国麻省理工学院机械系的 N. Suh、A. Bell、D. Gossard 等人在 *Journal of Engineering for Industry* 上发表论文,提出了面向制造系统的设计公理,确立了美国流派的设计理论与方法论,即设计原理。

#### 3) 日本

(1) 1971年,由北乡薰等人编著的“设计工学系列丛书”出版发行,比较全面地论述了设计方法和技术。

(2) 1979年,日本东京大学吉川弘之教授在日本《精密机械》杂志上发表《一般设计学序说》一文,提出了一般设计学理论,从而成为日本设计理论与方法论研究的

代表人物。

### 0.3.4 普及期(20世纪80年代以后)

#### 1) 欧洲

(1) 1981年,在欧洲设计研究组织 WDK 的组织下,在意大利罗马举行了第一届国际工程设计会议 ICED(International Conference on Engineering Design)。之后,该会议成为隔年主要在欧洲举行的设计研究交流盛会。

(2) 1984年,德国 G. Pahl 和 W. Beitz 的英文版著作 *Engineering Design-A Systematic Approach* 由 The Design Council 出版,成为系统设计方法论的代表作。

#### 2) 美国

(1) 1985年,美国国家科学基金委员会 NSF 正式启动设计理论与方法论研究计划。

(2) 1987年,美国机械工程师协会 ASME 设计分会设立设计理论与方法论委员会。

(3) 1988年6月,举行了“The 1988 NSF Grantee Workshop on Design Theory and Methodology(简称 Design theory'88)”会议。

(4) 1989年,第一届国际设计理论与方法论会议举行。随后该年会成为设计理论与方法论研究交流的又一个重要会议。

(5) 1990年,N. P. Suh 著作 *The Principles of Design* 由 Oxford University Press 出版。

#### 3) 日本

(1) 1983年,日本精密工学会设立“设计理论与 CAD(D&C)专门委员会”。

(2) 1991年,日本机械学会设立“设计工程·系统部门”。

(3) 从1991年起,每年7月份的第2周被定为“设计研究会议周”,其间连续举行三个关于设计的国内国际会议。

## 0.4 现代设计方法的内涵

多少年来,人们沿用在一定理论指导下的、凭借着设计者经验选择设计参数,借助图表、经验数据而进行的各种设计。这种半理论、半经验的设计方法,常常有一定的盲目性,很难得到客观存在的最优设计方案。随着科学技术的迅速发展,数学方法向各学科渗透,设计方法也得到相应的发展,现在,人们已经能在数学理论的指导下,采用科学的方法进行现代设计。这种现代的设计方法,不仅缩短了设计周期,而且可以得到用传统常规的设计方法得不到的最优方案。

关于现代设计方法,国内外学者都有自己独到的见解与观点,有其范畴和侧重。有学者认为:理论和方法有原则性的区别,能称为理论者,在数学上应有严格的证明,



或者能揭示产品机理并为实践所验证者。能称为方法者,至少应具备三个条件:①有理论依据;②有具体的准则、计算公式和各种系数、许用值;③能用试验再现和验证。单有理论而未形成方法者,在设计中还不能具体应用。发展设计方法要双轨进行,即:①基于严格的理论;②由于理论还赶不上设计要求,基于半理论、半经验或纯经验而由实践证明行之有效的,可能在多年后才能在理论上成熟(如优化中的 DFP 方法),但最终要求在理论上突破才具有严格的科学性。

从技术的角度看,现代设计方法是在尽可能早的阶段充分地应用计算机,在各种约束条件下,构思满足所要求功能的产品,并使产品形式实体化的手段,其中,应包含有设计者创造性的活动。

这样来定义现代设计就形成了如图0-7所示的设计中的三个侧面。其中,概念方面是以设计者作为信息处理的主体的部分,因而最具有创造性方面的要求。

随着大型通用计算机、计算机工作站、高档微机的出现,以及有限元法、优化设计等现代设计方法的广泛应用,设计技术较之传统的设计方法得到了长足的发展。以大型通用计算机设计计算为中心的设计系统是第一代设计技术系统。从20世纪70年代初起,数据库开始建立起来并得到迅速发展和广泛应用,利用计算机网络,有效地利用设计数据、制造数据和市场数据等。这个阶段被认为是第二代的设计技术。到了20世纪90年代,由于人工智能的应用,已开始出现实用的辅助概念设计的工具。这个阶段可视为第三代设计技术。概念设计是设计中最具创造性要求的部分,这一工作决不是计算机所能够完全代替的。因此,在第三代设计技术中,如何充分地利用计算机,辅助技术人员的创造性活动将是重要的课题。

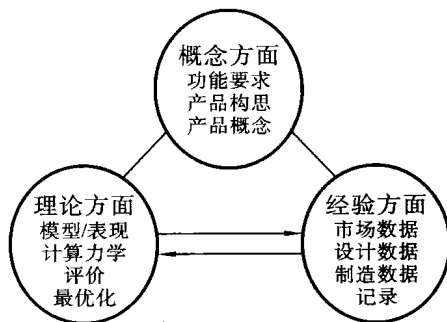


图 0-7 设计中的三个侧面

现代设计方法经过几十年发展,已成为一门多元综合的新兴交叉学科,成熟的方法已有不少,同时还不断有新的理论和方法出现。本书将对目前常用的一些方法进行介绍。

现代设计方法经过几十年发展,已成为一门多元综合的新兴交叉学科,成熟的方法已有不少,同时还不断有新的理论和方法出现。本书将对目前常用的一些方法进行介绍。

### 1. 计算机辅助设计

计算机辅助设计是利用计算机及其图形设备辅助人们进行设计,其内容主要包括:通过计算机对不同方案进行计算、分析和比较,以决定最优方案;各种设计信息在计算机中被有效存储并能快速地检索;计算机自动产生的设计结果,可以快速地地进行图形显示,使设计者能及时做出判断和修改;利用计算机可以进行与图形的编辑、放大、缩小、平移和旋转等有关的图形数据加工,并能完成将设计人员的草图变为工作图的繁重工作。计算机辅助设计能够减轻设计人员的劳动强度,缩短设计周期和提高设计质量。计算机辅助设计的更高阶段是向智能设计方向发展,因为只有更好地