

高职高专机电类系列教材

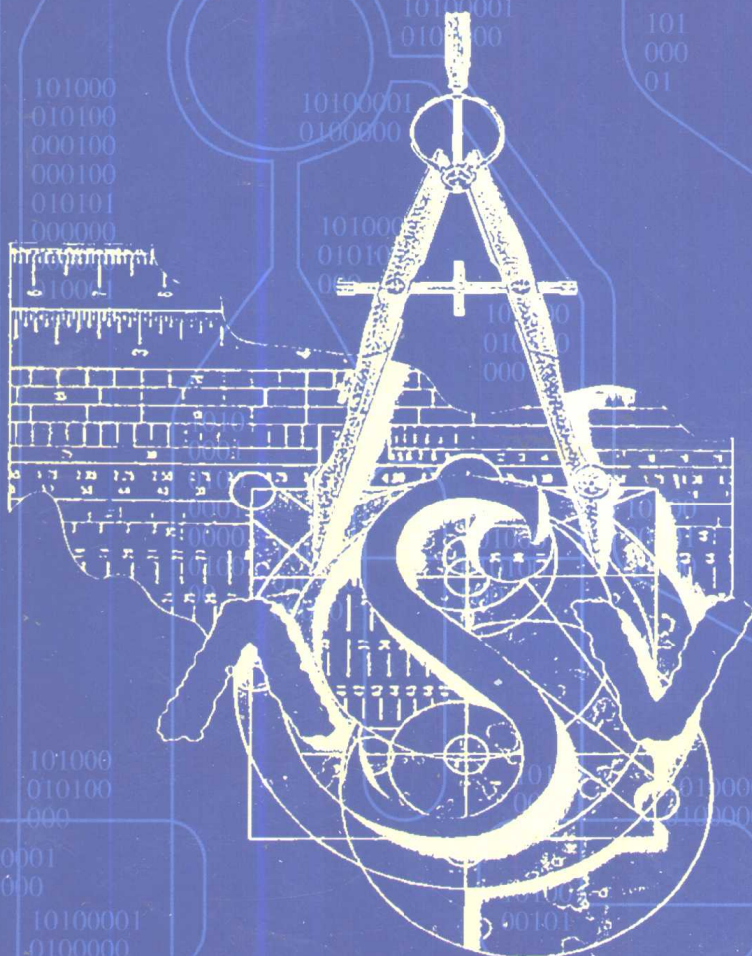
现代设计方法 基础

黄邦彦 主编

GAOZHIGAOZHUANJIDIANLEI
XILIEJIAOCAI



中国
人民
大学
出版
社



高职高专机电类系列教材

现代设计方法基础

黄邦彦 主编

胡雨霞 徐立华 华中平 副主编

吴振彪 主 审

中国人民大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代设计方法基础/黄邦彦主编
北京:中国人民大学出版社, 2001
高职高专机电类系列教材

ISBN 7-300-03873-5/F·1168

I. 现…

II. 黄…

III. 机械设计-高等学校: 技术学校-教材

IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 059954 号

高职高专机电类系列教材

现代设计方法基础

黄邦彦 主编

出版发行: 中国人民大学出版社

(北京中关村大街 31 号 邮编 100080)

邮购部: 62515351 门市部: 62514148

总编室: 62511242 出版部: 62511239

E-mail: rendafx@public3.bta.net.cn

经 销: 新华书店

印 刷: 北京东方圣雅印刷有限公司

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 14.75

2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月第 1 次印刷

字数: 334 000

定价: 19.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

内容提要

本书是根据高等职业技术学院机电类专业教材规划的要求而编写的。为适应高等职业技术教育的发展,本书根据先进性、实用性、通用性、综合性的原则,将现代设计方法中的典型设计方法加以归纳及推陈出新。全书共分为五章,分别为绪论、优化设计、可靠性设计、工业产品造型设计、计算机辅助设计等内容。重点突出设计方法及应用计算机进行设计等方面内容的介绍。

本书作为高职高专院校机电类、机械类和近机类各专业的必修课或选修课教材,可供各类院校的本、专科生自学使用,也可供工程技术人员参考使用。

MA 86/01

序

高等职业技术教育是高等教育的另一种重要类型。当今社会,面对科学技术的迅猛发展,知识经济初见端倪,行业消长逐渐加快,社会对人才的要求日趋多样,除了高层次的研究型人才之外,还大量需要技术应用型人才。高等职业技术教育就是为了适应社会对这一人才层次的需求应运而生的。

我国的高等职业技术教育在近几年得到了快速发展,但在发展过程中遇到了诸多的难题,其中主要困难之一就是教材建设问题。由于高职教育的岗位针对性很强,对掌握新的实用技术的要求越来越高,过去普通高校的教材,难以适应这些要求,急需编写适应高职教育培养要求的新教材。

为此,由全国九所高职院校作为首批发起单位,由中国人民大学出版社组织,针对机电类专业的教学培养要求,规划了一整套高职高专机电类系列教材,共22本。《现代设计方法基础》是该系列教材之一,作为学生拓宽知识面,熟悉和掌握现代先进的设计方法的教材,推向社会。本教材重点突出了设计过程和应用计算机进行设计,充分体现了高职教育中的先进性、实用性特点,在计算机辅助设计(CAD)技术迅速普及的今天,具有十分重要的意义。

自20世纪90年代以来,随着计算机应用的普及,现代设计方法在我国得到了全面的应用,取得了长足的发展,并获得了十分明显的效益。应用优化设计及可靠性设计并采用CAD技术,使工程设计的设计工效提高了5~10倍,产品的使用寿命提高了1倍以上,产品成本降低了20%~30%,科研试制和产品设计周期大大缩短,产品造型更加美观和实用。但是,从总体水平上看,我国的现代设计技术的应用水平与欧、美、日等发达国家和地区相比,存在着一定的差距;各地区、各行业的发展水平也不平衡;传统的设计方法在一些地方和行业中仍然在低效率地使用,对产品的使用寿命、可靠度、产品外观等缺乏科学的设计与构思,以至于一些产品缺乏市场竞争能力。因此,大力普及现代设计的知识,尽快地使更多的人掌握现代设计方法并得到实际应用,是高等职业技术教育义不容辞的责任。

“工欲善其事,必先利其器”,教学用书是教学的重要工具与基本条件。我们希望通过此系列教材的出版发行,使高职高专院校培养的学生尽快掌握更多的新技术、新工艺、新方法,并把这些新的实用技术应用于职业岗位,为我国的经济建设作出更大的贡献。

武汉船舶职业技术学院副院长 刘 义

湖北工学院高职院校院长 陈沛安

2000年12月

前言

本书是根据高职高专院校机电类专业教材规划的要求编写的。为了拓宽学生的专业知识面,使学生熟悉和掌握现代先进的设计方法,经各方认真讨论研究,决定编写此书,作为高职高专院校机电类专业的必修课或选修课教材,同时供各类院校的本、专科学生自学使用,也可供研究生及工程技术人员参考。

本书较为系统地介绍了几种典型的现代设计方法及其实用知识,重点突出设计过程和应用计算机进行设计的介绍,并充分体现先进性、实用性、通用性和综合性原则。编写中,力求做到内容精选,理论上系统严谨、通俗实用;书中的插图直观、清晰、形象;每章后还附有小结及习题,便于教学和学生自学。

全书共分五章,包括:绪论、优化设计、可靠性设计、工业产品造型设计及计算机辅助设计等内容。

参加本书编写的有武汉船舶职业技术学院黄邦彦、徐立华,湖北工学院胡雨霞、华中平。全书由黄邦彦担任主编,胡雨霞、徐立华、华中平担任副主编,湖北工学院吴振彪教授担任主审。

在本书的编写过程中,得到了武汉船舶职业技术学院刘义、姚新、陈少艾、郭江平副教授,周庆玲高级工程师,虞天国老师和湖北工学院高职学院陈沛安院长等领导和老师的大力支持。特别是主审吴振彪教授为本书的组织编写、构思及审稿,付出了很多心血,在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,书中难免存在缺点和不足,恳请广大读者批评指正。

编者
2000年12月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 设计的基本过程	1
第二节 现代设计方法概述	7
第三节 设计方法学介绍	10
第四节 现代设计方法简介	13
本章小结	20
习 题	20
第二章 优化设计	21
第一节 概述	21
第二节 无约束问题优化设计的基本方法	33
第三节 约束问题优化设计的基本方法	52
第四节 多目标问题的优化设计简介	64
本章小结	67
习 题	68
第三章 可靠性设计	70
第一节 概述	70
第二节 零部件可靠性设计	92
第三节 系统可靠性设计	104
第四节 故障树分析法简介	109
本章小结	119
习 题	122
第四章 工业产品造型设计	125
第一节 工业产品造型设计的特征与原则	125
第二节 产品造型的美学知识	128
第三节 形态构成与造型	130
第四节 产品造型的形式美法则	140
第五节 产品的色彩设计	152
第六节 人机工程学	164
第七节 工业产品造型设计的程序	182
本章小结	184

习 题.....	185
第五章 计算机辅助设计	186
第一节 概述.....	186
第二节 计算机辅助设计系统的构成.....	190
第三节 计算机辅助设计中的计算及分析.....	197
第四节 计算机辅助设计中的数据处理及数据库系统.....	204
第五节 计算机辅助设计中的图形系统.....	210
第六节 计算机辅助设计中的仿真技术简介.....	221
本章小结.....	222
习 题.....	224
参考文献.....	226

第一章 绪 论

设计是人类改造自然的基本活动之一，设计是复杂的思维过程，设计过程蕴含着创新和发明的机会。设计的目的是将预定的目标，经过一系列规划与分析决策，产生一定的信息（文字、数据、图形），形成设计，并通过制造，使之成为产品。目前，设计领域正面临着“传统设计”向“现代设计”过渡，广大设计人员应尽快适应这一新的变化。通过推行现代设计，尽快提高机电产品的性能、质量、可靠性及在市场上的竞争能力。

第一节 设计的基本过程

我们一起设想鲁滨逊漂流到一个荒岛后求生的情景。如果荒岛上出现在他面前的是——一片举手可及的椰树林，为了充饥，是不存在任何技术上的问题的。可是，若椰子高悬在空中，那么想用椰子充饥，就会出现技术上的困难。换言之，要想摘取椰子就必须借助一些手段。在这种情况下，鲁滨逊究竟该怎么办才好呢？

为了取得椰子充饥，有多种可能的方法，如抛掷石块，挥舞棍棒，甚至摇撼树木等。在这种情况下，鲁滨逊设想出利用某些现成的手段并实现自己的目标，是比较简单和易于理解的。可是，倘若饥肠辘辘的鲁滨逊面对大海而没有椰子树时，要想消除饥饿，问题就变得十分复杂了。这时，光靠棍棒、石块就无济于事。鲁滨逊反复思考，能否用海中的鱼虾充饥？这时一条小船就成为必不可少的了。在荒岛上寻求一条小船就不像寻找一条棍棒那么容易了。鲁滨逊必须利用他所拥有的简陋工具来实现自己的造船设想，他着手设计与制造小船，在制造过程中又会由于加工需要，而出现一系列问题，例如当他需要一把斧子（加工木头的工具）时，他手边却只有从原来遇难的船只上拆下来的各种铁块，他必须将这些铁块改变成合适的形状，换言之，他必须按照锻造的工艺知识来完成诸如加热、锤打、冷却这样一些工作。而在进行这类工作时，他还会遇到另外许多有待解决的问题。鲁滨逊制造的船只、斧头和铁锤，不仅能用来完成预定的工作，而且还可以用它们去完成更为广泛的任务。斧头可以用来打猎和自卫，船可以用来乘坐离开海岛，就这样鲁滨逊扩充了他所掌握的技术手段并发挥它们各种不同的效用。

鲁滨逊的例子清楚地表明，人类社会有着各种各样的需求，一种需求满足之后，又会在在此基础上不断地提出新的、更高的需求。根据生产和生活的多种需要，人们建立了从新型的住宅小区到高速列车，从家用压面机到机械加工中心，从手动吸尘器到太阳能

发电站等大大小小各种功能的工程技术系统。这些系统是怎么来的呢？即：

需求→设计→制造→使用→新的需求循环

一、工程设计的概念

工程设计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，设计的目的是保证系统的功能，建立性能好、成本低、价值优的技术系统。这里的功能就是指产品的用途或技术系统能独立完成任务；技术系统就是指要设计的产品。技术系统的输入与输出是能量、物料、信号，输入量经技术系统转变为要求的输出量，如图1—1所示。设计（design）一词，包括两方面的含义：工业设计（industrial design）和工程技术设计（engineering design）。笼统地说“设计”往往是将两者都包容在内的。设计的定义有三四十种之多，有些甚至是矛盾的，但基本上是互补的。如英国人伍德森（Wooderson）1966年对设计下的定义是：“设计是一种反复决策、制定计划的活动，而这些计划的目的是把资源最好地转变为满足人类需求的系统或器件。”

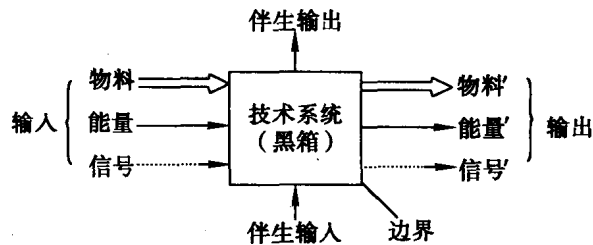


图 1—1 技术系统

在一种机电产品设计工作中，工业设计和工程技术设计，到底孰轻孰重取决于产品的用途和使用条件。一般说，既有实用功能又有审美价值的耐用消费品，如灯具、家用电器、照相机、汽车等产品，工业设计的分量就很重。现在比较统一的观点是，工业设计解决机器与人的协调问题。

不同国家，甚至同一国家内的不同行业对设计所下的定义有所不同，各有侧重。虽然定义的侧重点不同，但关于设计的依据、目标、要求、设计过程的本质、支持设计工作的基本要素等基本是一致的。

二、设计的内涵

由于设计的发展，设计所涉及的领域正在不断地扩大，人们对设计的理解不尽相同，但公认设计有以下基本内涵。

(1) 存在着客观需求，需求是设计的动力源泉。

(2) 设计的本质是革新和创造。在设计中，总有新事物被创造出来，这个“新”字，可以指过去从未出现过的东西，也可以指已知事物的不同组合，但这种组合结果不是简单的已知事物的重复，而是总有某种新的成分的出现。设计中必须突出创新的原则，通过直觉、推理、组合等途径，探求创新的原理方案和结构，做到有所发明、有所

创造、有所前进。测绘并仿制一台机器，虽然结构复杂，零件成千上万，但没有任何创新，不能算是设计。上海某厂开发的防松木螺钉集中了木螺钉和螺丝钉的优点，既能方便地钉入又能自锁防松，它成功地应用于集装箱等厚木结构，此钉虽小，其开发过程可称为设计。

(3) 设计是建立技术系统的重要环节。所建立的技术系统应能实现预期的功能，满足预定的要求；同时应是给定条件下的“最优解”。设计应避免思维灾害。

设计质量的高低决定着产品一系列技术经济的效果，产品的质量很多是由于设计不周引起的。设计中的失误会造成严重的损失，某些方案性的错误将导致产品被彻底否定。

一个设计者在研制一个技术系统时可能产生的最坏情况是，系统具有归因于设计错误或计划错误的缺陷，在系统实现并进行运转后，由于这些缺陷的存在，使系统遭受强大的干扰；系统及其周围环境在一定范围内遭受损害或完全破坏；并有可能使有关人员受到伤害。这种由于系统设计者在思维过程中的缺陷导致的灾害，称之为“思维灾害”。

(4) 设计是把各种先进的技术成果转化为生产力的活动。设计是不断发展的，利用图纸进行设计不过是设计中的一个阶段，从人类生产的发展过程来看，在最初的很长一个时期内，产品的制造只是根据制造者本人的经验或其头脑中的构思来完成的，设计与制造无法分开。随着生产的发展，产品逐渐复杂起来，对产品的需求量也开始增大，单个手工艺人的经验或其头脑中的构思已难满足这些要求，逐渐出现了利用图纸进行设计，然后根据图纸组织生产。

图纸的出现使人们将自己的经验或构思记录下来，传于他人，便于设计的提高和改进；便于进行复杂产品的设计制造；便于多人参加同一产品的制造过程，提高生产率。由此可见，利用图纸进行设计是设计发展过程中比较重要的一个阶段。

但是随着科学技术的发展，尤其是计算机技术的发展和运用，已经对传统的图纸设计方法产生了很大的影响和冲击。例如 CAD 技术能得出所需要的生产图纸、一体化的 CAD/CAM 技术可直接利用有关设计信息控制 NC 机床直接加工出所需要的零件等。这一切使得人们不得不重新认识设计、研究设计理论、研究先进科技成就对设计的影响。

(5) 设计所涉及的领域继续扩大，更加深入。丹麦技术大学安德烈生(M. M. Andeasen)提出了市场需求作为产品设计依据的“产品开发一体化”模式，如图 1—2。他认为在设计过程中自始至终应把产品的设计与销售(市场需要)及制造三方面作为整体

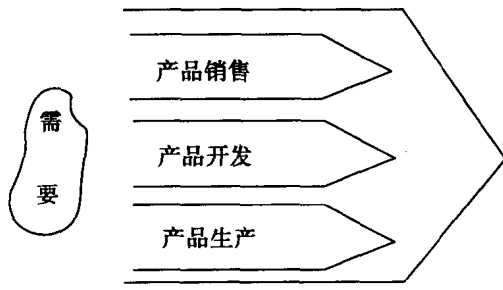


图 1—2 产品开发一体化模型

考虑（甚至应考虑产品的销毁及回收），它要求设计部门在产品开发过程中就要与销售及生产部门密切配合，以便得到既有良好的性能又适合市场需要、便于制造及销售的优质产品。因此只有广义地理解设计才能掌握主动权，得到既符合功能要求，成本又低的创新设计。

三、设计的一般程序

不同国家对设计阶段的划分不尽相同，重要的是明确不同阶段应当完成哪些工作内容，主要要求是什么。设计进程属于设计管理的内容，了解设计工作阶段有利于自觉掌握设计进程，尽量完成一个阶段的工作内容再进入下一阶段。

如果一个设计者接到设计任务后，不是有计划地进行调查研究，全面分析，弄清设计任务的本质，而是匆匆忙忙地进入设计工作，这样做的结果，或者根本没命中要害，或是照旧框框拼凑。掌握设计各阶段的任务，使不同阶段都得到应有的时间、人力、物力保证，这是设计管理的重要内容。当然设计过程中表现出的阶段性，又不能截然分开，许多问题在后续阶段中才能充分揭示，这时不可避免地要修改前面各阶段中有关的结论或设计。因此设计既有阶段性，又有一个反复进行的过程。

1. 我国的新产品研究和发展程序

根据系统方法论，不仅把设计对象（如机电产品）当做一个系统，还把产品设计过程当做系统。不但研究各个设计步骤，而且研究各个设计步骤之间的联系，把全部设计过程按系统方法联结成一个严密的、符合逻辑规律的整体，以便全面考虑问题，使设计过程科学化。

研究设计过程，拟定科学的、具有普遍适用性的产品设计程序，是设计方法学领域的重要内容，也是设计工作科学化的基础。参考国外学者提出的设计进程模式，结合我国具体情况，总结自己多年的产品设计经验，提出符合国情的产品设计程序，以帮助设计师通过最经济的途径，获得最满意的解，其设计程序模型如表 1—1 所示。将产品的开发过程分为 5 个阶段：即计划阶段、设计阶段、试制阶段、批量生产阶段、销售阶段。

(1) 在产品计划阶段中进行需求调查、市场预测、可行性论证及确定设计参数，选定约束条件，最后提出详细设计任务书。在此阶段，设计者尽可能全面地了解所要研究的问题，例如，弄清设计对象的性质、要素、解决途径等。因为客观地认识问题，就是创造过程的开始。

(2) 在产品设计阶段中，原理方案设计占有重要位置，它关系到产品设计成败和质量优劣，在这阶段，设计师运用他们所有的经验、创新能力、洞察力和天资，利用前一阶段收集到的全部资料和信息，经过加工和转换，构思出达到期望结果的合理方案；结构方案设计是指对产品进行结构设计，即确定零部件形状、材料和尺寸，并进行必要的强度、刚度、可靠性计算，最后画出产品结构草图；总体设计是在方案设计和结构方案设计的基础上全面考虑产品的总体布置、人机工程、工业美术造型、包装运输等因素，画出总装配图；施工设计是将总装配图拆成部件图和零件图，并充分考虑加工的工艺要求，标注技术条件，完成全部生产用图纸，编写设计说明书、使用说明书，列出标

准件、外购件明细表以及有关的工艺文件。

表 1—1 产品开发程序表

引进样机消化	老产品改造	新产品	设计阶段	设计步骤	目 标	方 法
△ △ △	△	△ △ △	第一阶段 (计划阶段)	市场调查 可行性研究 产品开发计划	可行性研究报告 设计任务书	调查研究方法 技术预测方法
		△	第二阶段 (设计阶段)	设计要求 功能分析 搜寻解法 方案组合	原理方案图	创造性科学方法 系统化设计法 机构综合设计法 参数优化法 相似设计法 模块化设计法
	△	△		评价决策 结构设计要求 结构设计 (形状材料尺寸)	结构设计图	结构设计原理及方法 结构优化设计 有限元设计 强度、刚度计算、可靠性设计
	△	△		评价决策 总体布置 人机工程设计	总装配图	计算机辅助设计 (CAD)
	△	△		外观造型设计 部图设计 零件图设计	部件工作图 零件工作图 技术文件	计算机辅助设计 (CAD)
△ △ △	△ △ △	△ △ △	第三阶段 (试制阶段)	缩写技术文件 样机试验 样机试验	样机试验大纲 样机鉴定文件	试验设计
△ △	△ △ △	△ △ △	第四阶段 (批量生产阶段)	样机鉴定评价 修改图纸 验证工艺	工艺文件 修改设计图	计算机辅助制造 (CAM)
△ △	△ △	△ △	第五阶段 (销售阶段)	批量生产 技术服务 用户访问	信息反馈	反馈控制法

△: 设计步骤。

(3) 产品试制阶段是通过样机制造、样机试验来检验设计图纸的正确性，并进行成本核算，最后通过样机评价鉴定。在此阶段，设计师深入生产车间，跟踪产品各道工序，及时修正设计图纸，完善产品设计。同时深入使用现场，跟班试验，掌握产品性能并进行维护。这是设计人员积累知识、丰富实践经验的极好机会。

(4) 批量生产阶段是根据样机试验、使用、鉴定所暴露的问题，进一步作设计修改，以完善设计图纸，保证产品设计质量。同时验证工艺的正确性，以提高生产效率，降低成本，确保批量生产的产品质量。

(5) 销售阶段的任务是通过广告、宣传、展览会、订货会等形式将产品向社会推广，接受用户订货。与此同时，设计人员要经常收集用户对产品设计、制造、包装、运输、使用维护等方面的意见和数据，加以分析整理，用于改进本产品或为下一代产品设计获得宝贵的信息。这种用户信息反馈是改进设计、提高设计质量的重要依据，应该十分重视。

总之，通过上述分析可以看出，产品开发程序表具有很大的实用性，并且比较容易被广大设计者所理解和掌握。因为该程序是根据系统工程理论和设计方法学的基本思想结合我国产品设计习惯而编制的。与此同时，应该指出的是：产品开发程序是一种垂直有序的直线结构，但又有不断循环反馈过程。设计者就要按程序有步骤地进行产品设计，以保证提高设计质量，提高设计效率，少走弯路，减少返工浪费。每个设计阶段完成后，都要经过审查批准，所有图纸和技术文件都要由各级技术负责人签字，这种逐级负责的责任制度对设计少走弯路，防止返工浪费具有重要作用。

2. 美国约翰逊 (R.C.Johnson) 教授推荐的设计程序 (图 1—3)

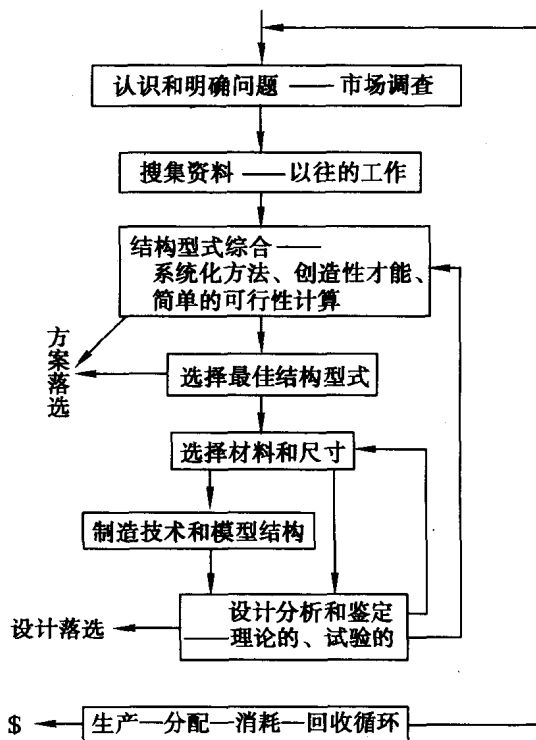


图 1—3 设计程序

第二节 现代设计方法概述

一、设计面临的形势

随着社会的发展和科学技术的进步,使人们对设计的要求发展到了又一个新的阶段,具体表现为:(1)设计对象由单机走向系统;(2)设计要求由单目标走向多目标;(3)设计所涉及的领域由单一领域走向多个领域;(4)承担设计的工作人员从单人走向小组,甚至大的群体;(5)产品更新速度加快;(6)产品设计由自由发展走向有计划地开展;(7)计算机技术的发展对设计提出了新的要求。

与人们对设计的要求相比,现阶段的设计相对而言却是落后的。主要表现为:(1)对客观设计过程研究、了解不够,尚未很好地掌握设计中的客观规律;(2)当前设计的优劣主要取决于设计者的经验;(3)设计生产率较低;(4)设计进度与质量不能很好控制;(5)设计手段与方法有待改进;(6)尚未形成能为大家接受,能有效指导设计实践的系统设计理论。

面对这种形势,惟一的回答就是设计必须科学化。这意味着要科学地阐述客观设计过程及其本质,分析与设计有关的领域及其地位,在此基础上科学地安排设计进程,使用科学的方法和手段进行设计工作。同时也要求设计人员不仅有丰富的专业知识,而且还要掌握先进的设计理论、设计方法及设计手段,科学地进行设计工作,这样才能及时得到符合要求的产品。

二、现代设计的概念

现代设计是过去设计活动的延伸和发展。是随着设计实践经验的积累,由个别到一般、由具体到抽象、由感性到理性,逐步归纳、演绎,丰富、发展起来的。由于电子计算机的发明,设计方法学和创造方法学的迅速发展,以及科学技术的进步,使人们得以在掌握事物的客观规律,掌握人的思维规律的同时,运用有关科学、技术原理进行复杂的、甚至在这以前认为不可能的计算。这就使机电产品的设计工作发生了质的变化。国际上,大约在20世纪60年代末期,在机电产品的设计领域中相继出现了一系列新兴学科,主要有设计方法学、优化设计、价值工程、计算机辅助设计(CAD)、可靠性设计、工业产品造型设计、模块化设计、反求工程、有限元等;还有一系列的分支,如相似性设计、系统化设计、人机工程学、模态设计、动态设计、疲劳设计、三次设计等,其发展方兴未艾。其中不少技术已日趋成熟,并已得到广泛的应用。

20世纪80年代前,我国对国际上设计领域的巨大变化了解甚少,因此对设计学科的新发展是生疏的,为了强调对设计领域的革新,我们把国际上新崛起的设计学科称为“现代设计”,而把我国过去常用的设计方法和手段称为“传统设计”。

“现代设计”与“传统设计”的区别大体上可以归纳以下几个方面。

(1) 现代设计是将传统设计中的经验、类比法设计提高到逻辑的、理性的、系统的新设计方法。这种设计方法有两种体系，一种是德国提倡的设计方法学，它以“功能—原理—结构”框架为模型，是从抽象到具体的思维方法，通过框架的横向变异及纵向组合，运用计算机构造“设计目录”，从而获得多种设计方案，再通过优化，选出最佳方案；另一种是美国提倡的创造性设计方法学，它是在知识、手段和方法不充分的条件下，运用创造技法充分发挥想像，进行辩证思维，形成新的构思或设计。

(2) 现代设计是在静态分析的基础上，考虑载荷谱、负载率等随机参量，进行动态多变量的最优化。而传统设计只是一种静态设计。

(3) 传统设计认为载荷和应力是集中的，只考虑设计中的安全系数。但是，往往在不少情况下，加大安全系数并不一定能提高产品的可靠性。现代设计从概率论和统计学方法出发，针对载荷和应力的离散性，运用简化、降额设计、冗余设计、热设计、漂移设计等方法进行可靠性设计。

(4) 现代设计是一种“最优化设计”，即在产品设计时，在各种限制条件下（诸如技术、性能、经济指标、制造工艺、使用条件等），运用最优化方法，通过计算机运算，寻求最佳的设计参数值。而传统设计仅是通过“设计—评定—再设计”等一系列设计过程，从多种设计方案中选取其中较为满意的方案，虽然这也是一种优化过程，但是这是凭借设计人员的知识、经验和判断力进行的，因此仅是“自然优化”。这种自然优化无论在设计的时间、优化的精度等方面与优化设计方法都是不能比拟的。

(5) 现代设计是运用计算机及其语言，首先对设计产品建立数学模型，然后将变量初值输入计算机，即可自动进行计算机辅助设计（包括绘图）。与传统设计相比，大大地提高了设计的准确性、稳定性和设计效率，并且修改设计十分方便。

(6) 现代设计是从系统论的观点入手，从人的生理特征和心理特征两个方面考虑人（操作者）、机（单机或系统）、环境三者之间的相互协调关系，并把舒适性放在重要地位。通过功能分析、功率分配、界面设计、系统综合等方法，使人机之间的功能相互协调，从而发挥产品的最大潜力或提高系统的有效性。而传统设计是凭借经验或自发状态来考虑人、机、环境间的关系。由于传统设计思想的局限性，没有从系统出发，合理分配人机的功能，因此难以达到三者之间的协调关系，而往往是通过通过对操作者的训练来适应机器设计对操作的要求。

(7) 现代设计重视系统的综合及对性能的定量描述，将设计要求和目的经过各阶段的设计，逐步将设计方案趋向最优化，并对系统的性能作出定量分析，这种分析能力是在计算机出现及计算技术发展后才迅速发展起来的，因此才使设计综合、决策最优化成为可能，这在传统设计中是难以做到的。

(8) 现代设计强调产品内在质量的实用性、外观质量的美观性、时代性、艺术性，使产品造型具有一定的艺术感染力，对操作者有新颖、心情舒畅、愉快、兴奋等精神功能，满足操作者的审美要求。现代设计对造型已形成较为完整的形式美法则（如比例与尺度、对称与均衡、稳定与轻巧、节奏与韵律、统一与变化等），并可灵活运用色彩设计、视错觉、新材料、新工艺（加工工艺和装饰工艺）等以增强产品的美感。而传统设计往往强调产品的性能等物质功能，忽略精神功能，即使有所考虑，也是支离零星的。

三、现代设计方法的基本内容

由于设计方法还处于发展中并不断广义化,现代设计方法的内容难以准确界定,但目前已有很多比较成熟的方法。概括起来有:优化设计、有限元分析、可靠性分析、造型设计、价值工程、设计专家系统、计算机辅助设计(CAD)等。

还可以扩展并演变出其他方法,而且这些方法的交叉应用,可以构成具有独特应用对象的方法,如反求工程、系列化模块化设计方法等。严格说来,CAD不能称为设计方法,它是利用各种设计方法及设计、制造信息在计算机上实现设计过程的一种新的技术,由于它给设计过程带来了一场新的革命,故此暂时列入现代设计方法中。

四、现代设计方法的发展及其特点

(一) 科学技术的发展对工程设计的要求

随着科学技术的发展,新材料、新工艺、新技术的不断出现,产品的开发周期日益缩短,如自行车从开始研究到定型差不多经过80年,19世纪以前蒸汽机从设计到应用花了近一百年时间;19世纪中开发电动机用了57年(1829~1886),电子管用了31年(1884~1915),汽车的开发用了27年(1868~1895);进入20世纪后,由于科学理论和新技术的发展,开发雷达用了15年(1925~1940),电视机的开发用了12年(1922~1934),原子反应堆用了3年(1939~1942),而开发激光仅用了1年。当前生产和技术的发展更是对工程设计提出了新的要求。

市场竞争激烈,要求提供品质高、价格低和式样新的产品。近年来,国民经济高速发展和国际国内市场竞争的形势,使我国生产类型由小品种大批量生产向多品种小批量过渡。要求产品的功能多、价格低、性能可靠、生产周期,市场竞争能力强。国际市场上商品的寿命周期平均只有3年左右。这要求工厂在进行产品生产时必须完成第二代产品的设计和试制,同时应进行第三代产品的预研和开发。而我国有许多产品,特别是机械产品至今还是70~80年代的老型号,性能差、成本高,远远不能适应市场竞争的要求。从生产需要和国内外市场竞争考虑,设计生产更多的创新优质产品是当务之急。中国号称自行车王国,每年生产自行车3000万辆,居世界之首,但由于款式陈旧、质量差,出口量仅占世界市场的1.6%。深圳自行车厂在“全面追求卓越”的口号下发奋图强,设计人员根据国外市场的需求,利用计算机辅助设计手段进行产品开发,平均每两天更新一种车型,几年来已生产了两千多个品种的高质量自行车,1990年出口104万辆,成为全世界出口量排名第二位的自行车厂。

新兴技术对产品渗透、改造和应用,使产品的功能和结构产生了很大的变化,在市场竞争中往往某些细微的变化便会使一种产品获得成功。

科学技术的发展促使设计方法和技术现代化,以适应和加速新产品开发。由于控制技术、计算机和应用数学的发展和应用,特别是计算机的广泛应用,具有高速运算、强大的数据处理及逻辑推理和判别的功能,使设计方法产生了新的突破,逐步地形成和创建了一系列以脑力劳动自动化和各种人工智能化为特征的新的现代设计方法和技术。在