

XIANDAI
SHEJI
LILUN YU
FANGFA



高等学校教材

现代设计

理论与方法

主 编 韩林山
副主编 武兰英 王利英



黄河水利出版社

要 容 内

本书在广泛应用的基础上，结合我国设计理论的发展，对设计理论进行了系统的阐述。本书在广泛应用的基础上，结合我国设计理论的发展，对设计理论进行了系统的阐述。本书在广泛应用的基础上，结合我国设计理论的发展，对设计理论进行了系统的阐述。

高等学校教材

现代设计理论与方法

图 录 目 录 (CIP)

主 编 韩林山

副主编 武兰英 王利英



YZLI 0890092133

黄 河 水 利 出 版 社

· 郑 州 ·

内 容 提 要

本书主要阐述设计领域中广泛应用的现代设计理论与方法。内容包括：优化设计、可靠性设计、机电产品造型设计、工程遗传算法、虚拟设计、并行设计、绿色设计以及常用工程软件介绍等。本书是编者在多年现代设计理论与方法教学和科研基础上编写的，其特点是：结构体系完整、重点突出，且在内容编排上由浅入深、通俗易懂，可扩展学生现代设计知识面、增强创新设计技能。

本书可作为高等学校工程类本科生和研究生教材，也可作为工程技术人员和管理决策人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

现代设计理论与方法 / 韩林山主编. — 郑州: 黄河水利出版社, 2010.12
ISBN 978-7-80734-944-0

I. ①现... II. ①韩... III. ①机械设计 IV. ①TH12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 241179 号

策划组稿：马广州 电话：0371-66023343 E-mail: magz@yahoo.cn

出版社：黄河水利出版社

地址：河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层

邮政编码：450003

发行单位：黄河水利出版社

发行部电话：0371-66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail: hhsclbs@126.com

承印单位：河南省瑞光印务股份有限公司

开本：787 mm×1 092 mm 1 / 16

印张：19.5

字数：475 千字

印数：1—1 300

版次：2011 年 1 月第 1 版

印次：2011 年 1 月第 1 次印刷

定价：36.00 元

前 言

自 20 世纪 60 年代以来,随着科学技术的迅速发展和电子计算机的广泛应用,在传统设计基础上各种新的设计理论与方法不断涌现和发展,目前已成为一门新兴的综合性、交叉性学科——现代设计理论与方法。该学科在设计领域中的广泛应用将提高产品或工程设计质量、缩短设计周期、降低成本、延长使用寿命,并推动设计工作的现代化、科学化。该教材是为适应我国现代化建设和科学技术的发展需要,使学生扩展现代设计知识面、增强创新设计技能,培养高素质复合型人才而编写的。

本书是依据华北水利水电学院制订的现代设计理论与方法课程教学基本要求以及教学大纲,并结合编者多年的教学科研实践编写的。全书除绪论和附录外共有四篇十七章内容。绪论部分主要介绍现代设计理论与方法的基本概念、主要研究内容及其特点;第一篇七章内容主要介绍优化设计方面的基本概念、常用优化方法及其工程应用实例;第二篇四章内容主要介绍可靠性设计方面的基本概念及其常用的设计理论与方法;第三篇主要介绍机电产品造型设计方面的基本概念以及人机工程学、产品色彩设计等方面知识;第四篇五章内容主要介绍工程遗传算法、虚拟设计、并行设计、绿色设计以及常用工程软件等方面知识;附录部分为四种常用优化方法的 C 语言参考程序,以便学生上机练习。在编写过程中,编者力求通俗易懂,始终贯彻“少而精”和“理论联系实际”的原则,内容编排由浅入深,注重逻辑性与系统性,可作为高等学校工程类本科生和研究生教材,也可作为工程技术人员和管理决策人员的参考用书。

本书由华北水利水电学院韩林山、武兰英、王利英、纪占玲、刘楷安、高勇伟编写,其中韩林山编写绪论及第二章、第六章,武兰英编写第一章、第五章、第七章,王利英编写第三章、第十二章,纪占玲编写第四章、附录,刘楷安编写第八章、第九章、第十章、第十一章,高勇伟编写第十三章、第十四章、第十五章、第十六章、第十七章。

在编写本书过程中参考了大量文献资料,在此向相关作者表示感谢。

本书由韩林山担任主编,由武兰英、王利英担任副主编。西北工业大学王三民教授担任本书的主审,对本书进行了认真审查,并提出了一些宝贵的修改意见和建议,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中缺点、错误在所难免,恳请读者批评、指正,以便进一步提高教材质量。

编 者

2010 年 12 月

目 录

前 言	(1)
绪 论	(1)
第一篇 优化设计方法	
第一章 优化设计概述	(9)
第一节 优化设计特点及其发展概况	(9)
第二节 机械设计中的优化问题	(10)
第三节 优化设计的数学模型	(13)
第四节 优化问题的几何描述	(17)
第五节 优化计算的迭代过程和终止准则	(18)
第二章 优化设计的数学基础	(21)
第一节 矩 阵	(21)
第二节 向 量	(27)
第三节 多元函数	(30)
第四节 凸集、凸函数与凸规划	(36)
习 题	(39)
第三章 一维优化方法	(41)
第一节 初始单峰区间的确定	(41)
第二节 黄金分割法	(44)
第三节 二次插值法	(48)
习 题	(53)
第四章 无约束优化方法	(54)
第一节 概 述	(54)
第二节 梯度法	(55)
第三节 牛顿法	(60)
第四节 DFP 变尺度法	(65)
第五节 BFGS 变尺度法	(71)
第六节 坐标轮换法	(71)
习 题	(76)
第五章 约束优化方法	(77)
第一节 概 述	(77)
第二节 约束坐标轮换法	(79)
第三节 约束随机方向搜索法	(82)

第四节	复合形法	(87)
第五节	惩罚函数法	(94)
第六节	内点惩罚函数法	(96)
第七节	外点惩罚函数法	(102)
第八节	混合惩罚函数法	(108)
习题		(109)
第六章	多目标函数优化方法简介	(111)
第一节	多目标优化问题	(111)
第二节	主要目标法	(113)
第三节	统一目标法	(113)
第四节	分层序列法	(116)
第七章	优化设计实例	(119)
第一节	优化设计的一般步骤	(119)
第二节	圆柱螺旋压缩弹簧的优化设计	(121)
第三节	圆柱齿轮减速器的优化设计	(123)
第四节	平面铰链四杆机构再现运动规律的最优化设计	(130)
第五节	平面铰链四杆机构再现给定轨迹的最优化设计	(132)

第二篇 可靠性设计方法

第八章	可靠性设计概述	(135)
第一节	概 述	(135)
第二节	可靠性设计的特点和方法	(139)
习题		(141)
第九章	可靠性的数理基础	(142)
第一节	可靠性的特征量	(142)
第二节	可靠性常用的概率分布	(148)
习题		(158)
第十章	系统可靠性设计	(159)
第一节	系统可靠性模型	(159)
第二节	系统可靠性预计	(162)
第三节	系统可靠性分配	(164)
习题		(169)
第十一章	可靠性设计方法	(170)
第一节	概 述	(170)
第二节	机械零件可靠性设计	(170)
第三节	降级设计	(181)
第四节	简化设计	(182)
第五节	余度技术	(183)

第六节 容错技术	(185)
习 题	(186)

第三篇 机电产品造型设计

第十二章 机电产品造型设计	(188)
第一节 概 述	(188)
第二节 造型与形式法则	(193)
第三节 人机工程学	(206)
第四节 产品色彩设计	(216)
习 题	(226)

第四篇 其他现代设计方法

第十三章 工程遗传算法	(227)
第一节 概 述	(227)
第二节 工程遗传算法基本原理及计算步骤	(229)
第三节 遗传算法在机械工程中的应用	(239)
习 题	(242)
第十四章 虚拟设计	(243)
第一节 概 述	(243)
第二节 虚拟现实技术	(244)
第三节 虚拟产品	(248)
第四节 虚拟概念设计	(248)
第五节 虚拟装配设计	(248)
第六节 虚拟人机工程学设计	(249)
习 题	(251)
第十五章 并行设计	(252)
第一节 概 述	(252)
第二节 并行设计的关键技术	(253)
第三节 并行设计的实施	(254)
第四节 并行设计的应用实例	(256)
第五节 并行设计的发展趋势	(257)
习 题	(258)
第十六章 绿色设计	(259)
第一节 概 述	(259)
第二节 绿色设计的主要内容	(260)
第三节 绿色设计的特点	(261)
第四节 绿色产品设计的关键技术	(263)
第五节 绿色设计的方法	(264)

第六节 绿色设计的步骤	(266)
习题	(267)
第十七章 常用工程软件	(268)
第一节 CAD/CAM 软件	(268)
第二节 工程分析软件	(272)
习题	(275)

附录 常用优化方法的 C 语言参考程序

附录 A 黄金分割法的参考程序	(276)
附录 B 复合形法的参考程序	(279)
附录 C 变尺度法的参考程序	(285)
附录 D 外点惩罚函数法的参考程序	(294)
参考文献	(304)

(321)	.....	章一第
(322)	.....	章二第
(323)	.....	章三第
(324)	.....	章四第
(325)	.....	章五第
(326)	.....	章六第
(327)	.....	章七第
(328)	.....	章八第
(329)	.....	章九第
(330)	.....	章十第
(331)	.....	章十一第
(332)	.....	章十二第
(333)	.....	章十三第
(334)	.....	章十四第
(335)	.....	章十五第
(336)	.....	章十六第
(337)	.....	章十七第
(338)	.....	章十八第
(339)	.....	章十九第
(340)	.....	章二十第
(341)	.....	章二十一第
(342)	.....	章二十二第
(343)	.....	章二十三第
(344)	.....	章二十四第
(345)	.....	章二十五第
(346)	.....	章二十六第
(347)	.....	章二十七第
(348)	.....	章二十八第
(349)	.....	章二十九第
(350)	.....	章三十第
(351)	.....	章三十一第
(352)	.....	章三十二第
(353)	.....	章三十三第
(354)	.....	章三十四第
(355)	.....	章三十五第
(356)	.....	章三十六第
(357)	.....	章三十七第
(358)	.....	章三十八第
(359)	.....	章三十九第
(360)	.....	章四十第
(361)	.....	章四十一第
(362)	.....	章四十二第
(363)	.....	章四十三第
(364)	.....	章四十四第
(365)	.....	章四十五第
(366)	.....	章四十六第
(367)	.....	章四十七第
(368)	.....	章四十八第
(369)	.....	章四十九第
(370)	.....	章五十第

绪论

一、现代设计的基本概念

(一)设计的概念及特征

设计的含义是指人们为了满足社会功能需求,通过创造性思维,将预定的目标经过一系列规划、分析和决策,产生相应的文字、数据、图形等技术文件,这个过程就是设计。设计是人类改造自然的基本活动之一,它与人们的生产活动及生活紧密相连。人类在改造自然的过程中,一直从事设计活动,从某种意义上讲,人类文明的历史就是不断进行设计活动的历史。

设计有广义和狭义两种概念。设计的广义概念是指对事物发展过程的安排,包括发展的方向、程序、细节及达到的目标。设计的狭义的概念是指将客观需求转化为满足该需求的技术系统(或技术过程)的活动。各种产品包括机电产品的设计即是狭义的设计。

随着科学技术和生产力的不断发展,设计也在不断向深度和广度发展,其内容、要求、理论和手段等都在不断更新。将设计成果通过实践转化为某项工程或通过制造成为产品,造福于人类社会。产品的设计过程从本质上说就是创造性的思维与活动过程,是将创新构思转化为有竞争力的产品过程。

从设计定义出发可以看出,产品设计应该具有以下特征。

1. 需求特征

产品设计的目的是满足人类社会的需求,所以设计始于需要,没有需要就没有设计。

2. 创造性特征

时代的发展,使人们的需求、自然环境、社会环境都处于变化之中,从而要求设计者适应条件变化,不断更新老产品,创造新产品。

3. 程序特征

任何产品设计都有设计过程,它是指从明确设计任务到编制技术文件所进行的整个设计工作的流程。设计过程一般可以分为四个主要阶段:产品规划、原理方案设计、技术设计和施工设计,这种过程叫做设计程序。按设计程序进行工作,才能提高效率,保证设计质量。

4. 时代特征

设计活动受时代物质条件、技术水平的限制,如设计方法、设计手段、材料、制造工艺等。所以各种产品设计都具有鲜明的时代烙印。

认识了产品设计的特征,才能全面地、深刻地理解设计活动的本质,进而研究与设计活动有关的各种问题,以解决产品设计问题。

(二)设计发展的基本阶段

从人类生产的进步过程看,整个设计进程大致经历了以下四个阶段。

1. 直觉设计阶段

古代的设计是一种直觉设计。当时人们或许是从大自然现象中直接得到启示,或是全

凭人的直观感觉来设计制造工具，设计者多为具有丰富经验的手工艺人，他们之间没有信息交流，产品的制造只是根据制造者本人的经验或者头脑中的构思完成的，设计与制造无法分开。设计方案在手工艺人头脑之中，无法记录表达，产品也是比较简单的。一项简单产品的问世，周期很长，这是一种自发设计。直觉设计阶段在人类历史中经历了一个很长的时期，17世纪以前基本都属于直觉设计阶段。

2. 经验设计阶段

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自己的构思已很难满足这些需求，因而促使手工艺人必须联合起来，互相协作，并开始利用图纸进行设计。一部分经验丰富的人将自己的经验或者构思用图纸表达出来，然后根据图纸组织生产。到17世纪初，数学与力学结合后，人们开始运用经验公式来解决设计中的一些问题，并开始按图纸进行制造，如早在1670年就已经出现了有关大海船的图纸。图纸的出现，既可使具有丰富经验的手工艺人通过图纸将其经验或构思记录下来，传于他人，便于用图纸对产品进行分析、改进和提高，推动设计工作向前发展，还可满足更多人同时参加同一产品的生产活动，满足社会对产品的需求及生产率的要求。因此，利用图纸进行设计，使人类设计活动由自发设计阶段进步到经验设计阶段。

3. 半理论半经验设计阶段

20世纪初以来，由于试验技术与测试手段的迅速发展和应用，人们对产品采用局部试验、模拟试验等设计辅助手段，通过中间试验取得较可靠的数据，选择较合适的结构，从而缩短了试制周期，提高了设计可靠性。这个阶段称为半理论半经验设计阶段(又称中间试验设计阶段)。随着科学技术的进步、试验手段的加强，设计水平得到进一步提高，共取得如下进展：①加强设计基础理论和各种专业产品设计机制的研究，如材料应力应变、摩擦磨损理论、零件失效与寿命的研究，从而为设计提供了大量信息，如包含大量设计数据的图表(图册)和设计手册等。②加强关键零件的设计研究，特别是加强了关键零件的模拟试验，大大提高了设计速度和成功率。③加强了“三化”，即零部件的标准化、通用化、系列化研究以及模块化研究，进一步提高了设计的速度和质量，降低了产品的成本。

半理论半经验设计由于加强了设计理论和方法的研究，与经验设计相比，其设计特点是大大减少了设计的盲目性，有效地提高了设计效率和质量，并降低了设计成本。这种设计方法也称为传统设计，至今仍被广泛采用。

4. 现代设计阶段

近40年来，由于科学与技术的迅速发展，对客观世界的认识不断深入，设计工作所需的理论基础和手段有了很大进步，特别是电子计算机技术的发展及应用，使设计工作产生了革命性的突变，为设计工作提供了实现设计自动化的条件。例如，利用CAD技术可以得到所需要的设计计算结果和生产图纸，并利用CAM技术，通过数控机床直接加工出所需要的零件，从而使人类设计工作步入现代设计阶段。

现代设计阶段的另一个特点就是对产品的设计，不仅要考虑产品本身的性能，还要考虑对系统和环境的影响，同时还要考虑经济和社会效益以及眼前和长远的发展。例如汽车设计，不仅要考虑汽车本身的有关技术问题，还需考虑使用者的安全、舒适、操作方便等，此外，还需考虑汽车的燃料供应和污染、车辆存放、道路发展等问题。总之，目前已进入现代设计阶段，它要求在设计工作中把自然科学、社会科学、人类工程学以及各种艺术、

实践经验和聪明才智融合在一起，用于设计中。

(三)现代设计与传统设计

传统设计是以经验总结为基础，运用力学和数学知识所形成的经验、公式、图表、设计手册等作为设计依据，进行设计。传统设计是在长期运用中得到不断完善和提高，是符合当代技术水平有效设计方法。但由于所用的计算方法和参考数据偏重于经验的概括和总结，往往忽略了一些难解或非主要的因素，因而造成设计结果的近似性较大，结果难免不确切或有失误。此外，信息处理、参数统计和选取、经验或状态的存储和调用等还没有一个理想的有效方法，计算和绘图也多用手工完成，这不仅影响设计速度和设计质量的提高，也难以做到精确和优化的效果。传统设计对技术与经济、技术与美学也未能做到很好的统一，给设计带来一定的局限性。这些都有待于进一步改进和完善。

图 1-1 所示为一般传统机械设计过程，由图可见，这一过程的特点是：第一，它的每一个环节都依靠设计者用手工方式来完成。从本质上来说，这些都是凭借设计者直接或间接经验，通过类比分析或经验公式来确定方案，对于特别重要的设计或计算工作量不太大的设计，有时可对拟定的几个方案做计算对比。方案选定后按机械零件的设计方法或者按标准选用，最后绘出整机及部件装配图和零件图，编写技术文件，从而完成整机设计。第二，按传统设计方法，设计人员的大部分精力耗费在零部件的常规设计(特别是繁重而费时的绘图工作中)，而对整机全局问题难以进行深入的研究，对于一些困难而费时的分析计算，常常不得不采用

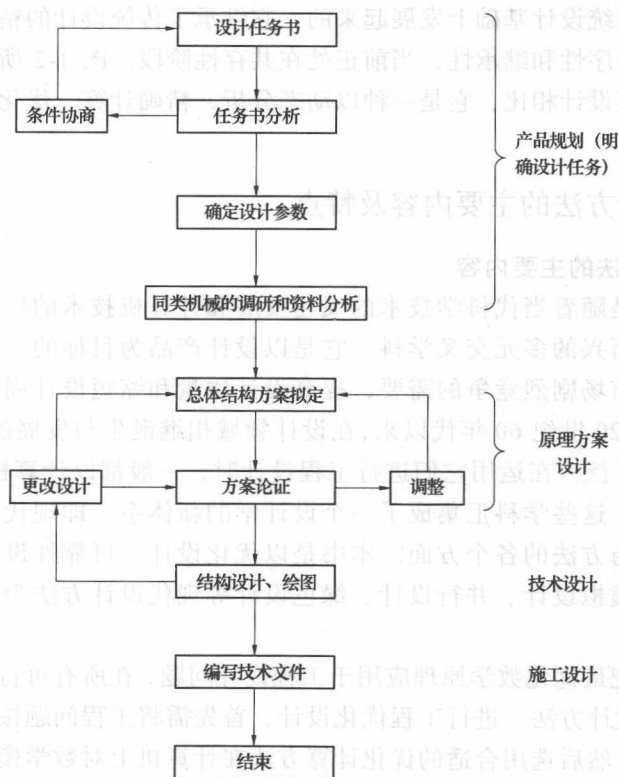


图 1-1 传统机械设计过程

作图法或类比法等粗糙方法,因此具有很大的局限性。主要表现在:①方案的拟定很大程度上取决于设计者的个人经验,即使同时拟定了少数几个方案,也难以获得最优方案;②在分析计算工作中,由于受人工计算条件的限制,只能采用静态的或近似的方法而难以按动态精确的方法进行计算,计算结果未能完整反映零部件的真正工作状态,影响了设计质量;③设计工作周期长,效率低,成本高。所以,传统设计方法是一种以静态分析、近似计算、经验设计、手工劳动为特征的设计方法。显然,随着现代科学技术的飞速发展,生产技术的需要和市场的激烈竞争以及先进设计手段的出现,这种传统设计方法已难以满足当今时代的需求,从而迫使设计领域不断研究和发展新的设计方法和技术。

20世纪60年代以来,科学技术的飞速发展和计算机技术的应用与普及,给设计工作包括机电产品的设计工作带来了新的变化。随着科技发展,新工艺、新材料的出现,微电子技术、信息处理技术及控制技术新技术对产品的渗透和有机结合,与设计相关的基础理论的深化和设计新方法的涌现,都给产品设计开辟了新途径。在这一时期,国际上在设计领域相继出现了一系列有关设计学的新兴理论与方法。为了强调它们对设计领域的革新,以区别于传统设计理论和方法,把这些新兴理论与方法统称为现代设计。当然,现代设计不仅指设计方法的更新,也包含了新技术的引入和产品的创新。目前现代设计所指的新兴理论与方法主要包括:优化设计、可靠性设计、有限元法、计算机辅助设计、动态设计、工业产品造型设计、人机工程、并行工程、价值工程、反求工程设计、模块化设计、相似性设计、虚拟设计、疲劳设计、三次设计、摩擦学设计、工程遗传算法等,且其发展方兴未艾。

现代设计是在传统设计基础上发展起来的,它继承了传统设计的精华。由于传统设计发展到现代设计有时序性和继承性,当前正处在共存性阶段。图1-2所示为现代设计的基本作业流程。与传统设计相比,它是一种以动态分析、精确计算、优化设计和CAD为特征的设计方法。

二、现代设计方法的主要内容及特点

(一)现代设计方法的主要内容

现代设计方法是随着当代科学技术的飞速发展和计算机技术的广泛应用而在设计领域发展起来的一门新兴的多元交叉学科。它是以设计产品为目标的一个总的知识群体的统称,是为了适应市场剧烈竞争的需要,提高设计质量和缩短设计周期,以及计算机在设计中的广泛应用。20世纪60年代以来,在设计领域相继诞生与发展的一系列新兴学科,其种类繁多,内容广泛。在运用它们进行工程设计时,一般都以计算机作为分析、计算、综合、决策的工具。这些学科汇集成了一个设计学的新体系,即现代设计方法,它们包含了现代设计理论与方法的各个方面。本书是以优化设计、可靠性设计、工业产品造型设计、遗传算法、虚拟设计、并行设计、绿色设计等现代设计方法为例,来说明其基本内容和特点。

(1)优化设计是把最优化数学原理应用于工程设计问题,在所有可行方案中寻求最佳设计方案的一种现代设计方法。进行工程优化设计,首先需将工程问题按优化设计所规定的格式建立数学模型,然后选用合适的优化计算方法在计算机上对数学模型进行寻优求解,得到工程设计问题的最优设计方案。在建立优化设计数学模型的过程中,把影响设计方案选取的那些参数称为设计变量;设计变量应当满足的条件称为约束条件;而设计者选定来

衡量设计方案优劣并期望得到改进的指标表现为设计变量的函数，称为目标函数。优化设计需把数学模型和优化算法放到计算机程序中用计算机自动寻优求解。常用的优化算法有 0.618 法、二次插值法、变尺度法、复合型法以及惩罚函数法，等等。

(2)可靠性是指产品在规定的条件下和规定的时间内，完成规定的功能的能力，它是衡量产品质量的一个重要指标。可靠性设计是以概率论和数理统计为理论基础，以失效分析、失效预测及各种可靠性试验为依据，以保证产品的可靠性为目标的现代设计方法。其基本内容是：选定产品的可靠性指标及量值，对可靠性指标进行合理的分配，再把选定的可靠性指标设计到产品中去。系统可靠性不仅取决于组成系统的单元的可靠性，而且也取决于组成单元的相互组合方式。

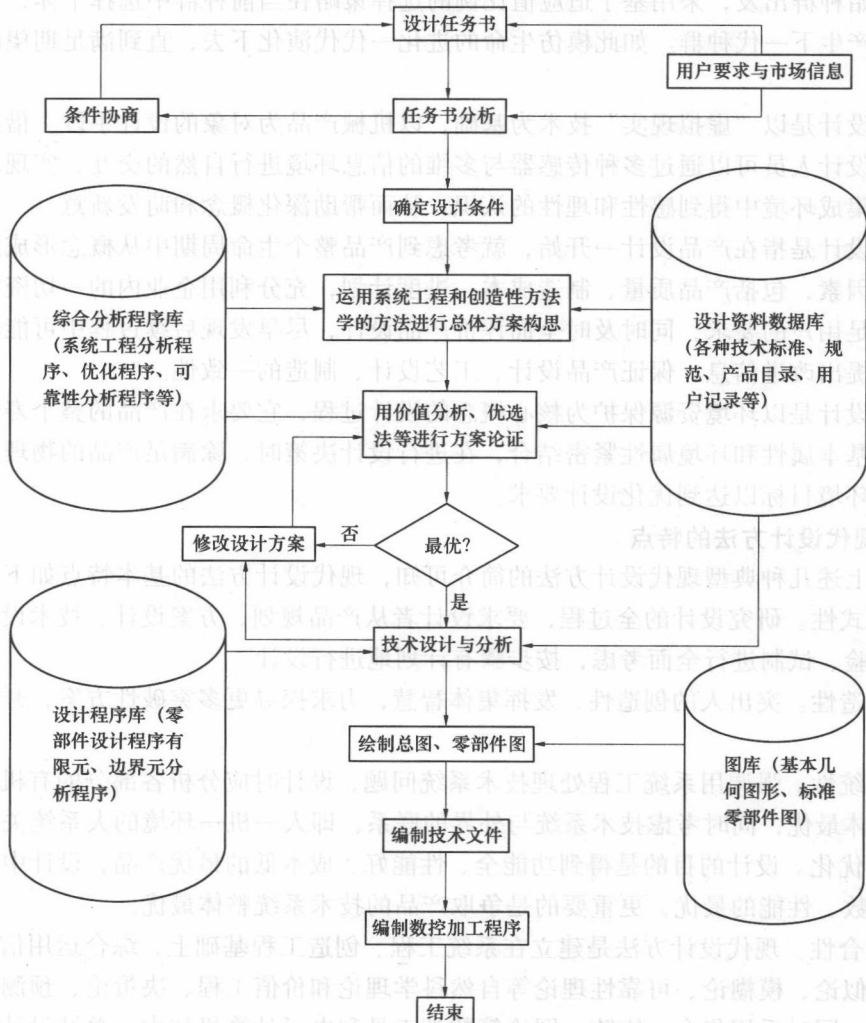


图 1-2 现代设计作业流程

(3)工业产品造型设计是工程技术与美术艺术相组合的一门新学科。它是在保证产品实用功能的前提下，用艺术手段按照美学法则对工业产品进行造型活动，对工业产品的结构

尺寸、体面形态、色彩、材质、线条、装饰及人机关系等因素进行有机的综合处理，从而设计出优质美观的产品造型。实用和美观的最佳统一是工业产品造型设计的基本原则，最终应使产品在保证实用的前提下，具有美的、富有表现力的审美特征。主要内容包括：造型设计的基本要素、造型设计的基本原则、美学法则、色彩设计、色彩设计的原则、人机工程学等。

(4)其他设计方法。遗传算法是模拟达尔文的自然选择学说和自然界的生物进化过程的一种计算模型。它采用简单的编码技术来表示各种复杂的结构，并通过对一组编码表示进行简单的遗传操作和优胜劣汰的自然选择来指导学习和确定搜索的方向。遗传算法的操作对象是一群二进制串(称为染色体、个体)，即种群。这里每一个染色体都对应问题的一个解。从初始种群出发，采用基于适应值比例的选择策略在当前种群中选择个体，使用杂交和变异来产生下一代种群。如此模仿生命的进化一代代演化下去，直到满足期望的终止条件为止。

虚拟设计是以“虚拟现实”技术为基础，以机械产品为对象的设计手段。借助这样的设计手段设计人员可以通过多种传感器与多维的信息环境进行自然的交互，实现从定性和定量综合集成环境中得到感性和理性的认识，从而帮助深化概念和萌发新意。

并行设计是指在产品设计一开始，就考虑到产品整个生命周期中从概念形成到报废处理的所有因素，包括产品质量、制造成本、进度计划，充分利用企业内的一切资源，最大限度地满足用户的要求，同时及时全面评价产品设计，尽早发现后续过程中可能存在的问题，及时提出改进信息，保证产品设计、工艺设计、制造的一致性。

绿色设计是以环境资源保护为核心概念的设计过程，它要求在产品的整个寿命周期内把产品的基本属性和环境属性紧密结合，在进行设计决策时，除满足产品的物理目标外，还应满足环境目标以达到优化设计要求。

(二)现代设计方法的特点

通过上述几种典型现代设计方法的简介可知，现代设计方法的基本特点如下：

(1)程式性。研究设计的全过程，要求设计者从产品规划、方案设计、技术设计、施工设计到试验、试制进行全面考虑，按步骤有计划地进行设计。

(2)创造性。突出人的创造性，发挥集体智慧，力求探寻更多突破性方案，开发创新产品。

(3)系统性。强调用系统工程处理技术系统问题，设计时应分析各部分的有机关系，力求系统整体最优，同时考虑技术系统与外界的联系，即人一机一环境的大系统关系。

(4)最优化。设计的目的是得到功能全、性能好、成本低的最优产品，设计中不仅考虑零部件参数、性能的最优，更重要的是争取产品的技术系统整体最优。

(5)综合性。现代设计方法是建立在系统工程、创造工程基础上，综合运用信息论、优化论、相似论、模糊论、可靠性理论等自然科学理论和价值工程、决策论、预测论等社会科学理论，同时采用集合、矩阵、图论等数学工具和电子计算机技术，总结设计规律，提供多种解决设计问题的科学途径。

(6)计算机化。将计算机全面地引入设计，通过设计者和计算机的密切配合，采用先进的设计方法，提高设计质量和速度。计算机不仅用于设计计算和绘图，同时在信息储存、评价决策、动态模拟、人工智能等方面将发挥更大作用。

最后,应该指出,设计是一项涉及多种学科、多种技术的交叉工程。它既需要方法论的指导,也依赖于各种专业理论和专业技术,更离不开技术人员的经验和实践。现代设计方法是在继承和发展传统设计方法的基础上融汇新的科学理论和新的科学技术成果而形成的。因此,学习使用现代设计方法,并不是要完全抛弃传统的方法和经验,而是要让广大设计人员在传统方法和实践经验的基础上掌握一把新的思想钥匙。所以,不能把现代设计与传统设计截然分开,传统设计方法在一些适合的工业产品设计中还在应用。当然,现代设计方法也并非万能良药,现代设计中各种方法都有其特定作用和应用场合,例如优化设计,目前只能在指定方案下进行参数优化,不能自行创造最优设计方案。计算机辅助设计也只能帮助人做一些辅助性的工作,决不能代替人脑进行“创造性思维”。这就是现代设计与传统设计方法上的继承与改革的辩证关系。

现代设计方法是一门种类繁多,知识面广的学科群,它所涉及的内容十分广泛,而且随着科学技术的飞速发展,必将还会有许多新的设计方法不断涌现,因此它的内容还会不断发展。

三、学习现代设计方法的意义与任务

作为机电工程技术方面的高级专业人才,无论具体从事哪项工作,都会以不同的方式不同程度地涉及产品设计与创新。实际上,很多从事管理工作的人员也会直接地或间接地与产品的设计与创新发生联系。在我国加入WTO后,各方面的竞争都将更加激烈,没有优秀的产品设计和创新是难以在竞争中取胜的。这就要求所有相关人员了解现代设计方法及其在市场竞争中的作用,要求产品开发各个环节,尤其是设计与制造环节的工程技术人员熟练地掌握现代设计方法,以创造出综合性能优良的生产和生活用品。

设计对于一个产品来说是万里长征第一步,它不仅对产品的制造过程有重要影响,也对产品走向市场和产品的整个实用周期有重要影响。把好产品设计关,不仅可降低制造成本,保证产品实用性能和使用寿命,增强产品的市场竞争力,从而产生很好的经济效益,同时,优良的产品设计可降低制造和使用能耗,减少制造与实用过程对环境的负面影响,便于资源回收和再利用,有利于人类的可持续发展。此外,为了挖掘市场潜力,开拓新的消费市场,设计人员要以创新思维发明新的产品或赋予产品以新的功能,以开拓新的经济增长点,增强企业乃至一个国家在经济全球化进程中的竞争力。

要使设计技术更好地在经济和社会发展中发挥积极作用,设计人员及相关工程技术人员必须熟练地掌握现代设计方法和理论,并学会在实践中灵活地运用这些方法和理论。只有这样才可能避免由于设计阶段的不足甚至错误造成制造阶段成本高、周期长和产品使用中性能差、能耗大等缺陷,才有可能及时地把握创新的思想火花,创造出社会需要的综合性能优良的新产品,才能不断提高企业的竞争能力。对于不直接从事设计的管理人员和高层决策者来说,了解现代设计方法的原理和使用,就能对设计部门和设计人员制定更加合理的管理与指导政策,更加合理地配备资源,更为重要的是能帮助自己更好地进行宏观决策。

应该指出,现代设计是过去设计活动的延伸和发展,现代设计方法也是在传统设计方法基础上不断吸收现代理论、方法和技术以及相邻学科最新成就后发展起来的。所以,今天学习现代设计方法,其目的决不是要完全抛弃传统方法和经验,而是要在掌握传统方法

实践经验的基础上再掌握一把新的思想钥匙和技术手段。

学习现代设计方法这门课程的任务是：①通过学习，了解现代设计方法的基本原理和主要内容，掌握各种设计方法的设计思想、设计步骤，以提高自己的设计素质，增强设计创新能力。②通过学习，在充分掌握现代设计方法理论的基础上，力求在产品设计过程中，能够不断地发展现代设计理论和方法，甚至发明和开创出新的现代设计方法和手段，以推动人类设计事业的进步。实践证明，随着现代科学和技术的飞速发展，新的设计理论和方法时时都在不断地孕育和诞生。

科学技术作为第一生产力，它的强大程度一方面取决于科学技术自身的发展水平，另一方面取决于它被人民理解的程度。只有当科学成为人们的常识，技术成为广大劳动者的本领，科学技术的物化成果成为人们广泛使用的工具和生活必需品时，它才会成为巨大的社会力量，而推动人类进步。可以相信，现代设计方法会成为设计工作者的得力助手，将为我们建设特色社会主义事业做出巨大贡献。

设计方法的意义

设计方法作为一门学科，其研究对象是设计活动中的各种方法。设计方法的研究，旨在揭示设计活动的内在规律，提高设计效率，降低设计成本。设计方法的研究，对于提高设计工作者的素质，推动设计事业的发展，具有重要的意义。

设计方法的研究，首先要明确设计活动的本质。设计活动是一种创造性的活动，它要求设计工作者在设计过程中，能够根据用户的需求，运用科学的方法和手段，创造出新颖、实用、美观的设计方案。设计方法的研究，就是要揭示这种创造性活动的内在规律，为设计工作者提供科学的指导和帮助。

设计方法的研究，其次要掌握设计活动的规律。设计活动是一个复杂的过程，它涉及到设计构思、方案设计、制作实施等多个环节。设计方法的研究，就是要揭示每个环节的内在规律，为设计工作者提供科学的指导和帮助。同时，设计方法的研究，还要关注设计活动的整体规律，为设计工作者提供科学的指导和帮助。

设计方法的研究，最后要推动设计事业的发展。设计方法是设计工作者的有力助手，它可以帮助设计工作者提高设计效率，降低设计成本，提高设计质量。设计方法的研究，就是要为设计工作者提供科学的指导和帮助，推动设计事业的发展。同时，设计方法的研究，还要关注设计活动的社会效益，为设计工作者提供科学的指导和帮助。

第一篇 优化设计方法

第一章 优化设计概述

第一节 优化设计特点及其发展概况

优化设计是 20 世纪 60 年代初发展起来的一门新学科，也是一项新技术，它是将最优化原理和计算技术应用于设计领域，其理论基础是数学规划，所采用的工具是电子计算机。因此优化设计可以形象地表示为：专业理论+数学规划论+电子计算机。

优化设计已广泛应用于各个工业部门。为什么人们如此重视这项新技术呢？因为“最优化”是每一项工程或每位产品设计者所追求的目标。任何一项工程或一个产品的设计都需要根据设计要求，合理选择设计方案，确定各种参数，以期达到最佳的设计目标，如质量轻、材料省、结构紧凑、成本低、性能好、承载能力高等。优化设计正是由于这样的需要而产生并发展起来的。利用这种新的设计方法，人们就可以从众多的设计方案中找出最佳的设计方案，从而大大提高设计效率和质量。

一、优化设计的特点

一般工程设计都有多种可行的设计方案。如何根据设计任务和要求，从众多可行方案中寻找出一个最好的方案，即最优方案，是设计者的首要任务。要圆满完成这样困难的任务，必须掌握可靠的先进设计方法。

传统设计者采用的是经验类比的设计方法。其设计过程可概括为“设计—分析—再设计”的过程，即首先根据设计任务及要求进行调查、研究和搜集有关资料，参照相同或类比现有的、已完成的、较为成熟的设计方案，凭借设计者的经验，辅以必要的分析及计算，确定一个合适的设计方案，并通过估算初步确定有关参数；然后对初定方案进行必要的分析及校核计算；如果某些设计要求得不到满足，则可进行设计方案的修改，设计参数的调整，并再一次进行分析及校核计算，如此多次反复，直到获得满意的设计方案为止。显然，这个设计过程是人工试凑与类比分析的过程，不仅需要花费较多的设计时间，增长设计周期，而且只限于在少数几个候选方案中进行分析比较。

优化设计具有常规设计所不具备的一些特点。主要表现在以下两个方面：

(1) 优化设计能使各种设计参数自动向更优的方向进行调整，直至找到一个尽可能完善