

普通高等院校“十一五”规划教材
普通高等院校机械类精品教材

顾问 杨叔子 李培根



现代设计方法

XIANDAI SHEJI FANGFA

梅顺齐 何雪明 主编
吴昌林 主审

华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

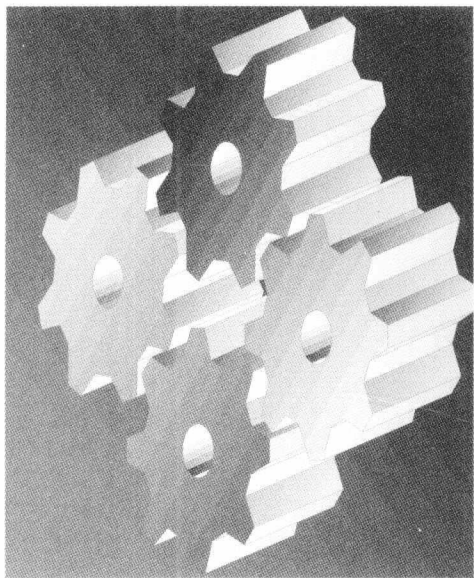




普通高等院校“十一五”规划教材
普通高等院校机械类精品教材

顾问 杨叔子 李培根

现代设计方法



主 编 梅顺齐 何雪明
副主编 俞经虎 徐 巧 韩 文
主 审 吴昌林

华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>
中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

现代设计方法/梅顺齐 何雪明 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2009年8月
ISBN 978-7-5609-5479-0

I. 现… II. ①梅… ②何… 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(2009)第 104567 号

现代设计方法

梅顺齐 何雪明 主编

策划编辑:刘 锦

封面设计:潘 群

责任编辑:刘 锦

责任监印:周治超

责任校对:朱 霞

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:华中科技大学印刷厂

开本:787mm×960mm 1/16

印张:16 插页:2

字数:322 000

版次:2009年8月第1版

印次:2009年8月第1次印刷

定价:28.80元

ISBN 978-7-5609-5479-0/TH·198

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

序

“爆竹一声除旧，桃符万户更新。”在新年伊始，春节伊始，“十一五规划”伊始，来为“普通高等院校机械类精品教材”这套丛书写这个“序”，我感到很有意义。

近十年来，我国高等教育取得了历史性的突破，实现了跨越式的发展，毛入学率由低于10%达到了高于20%，高等教育由精英教育而跨入了大众化教育。显然，教育观念必须与时俱进而更新，教育质量观也必须与时俱进而改变，从而教育模式也必须与时俱进而多样化。

以国家需求与社会发展为导向，走多样化人才培养之路是今后高等教育教学改革的一项重要任务。在前几年，教育部高等学校机械学科教学指导委员会对全国高校机械专业提出了机械专业人才培养模式的多样化原则，各有关高校的机械专业都在积极探索适应国家需求与社会发展的办学途径，有的已制定了新的人才培养计划，有的正在考虑深刻变革的培养方案，人才培养模式已呈现百花齐放、各得其所的繁荣局面。精英教育时代规划教材、一致模式、雷同要求的一统天下的局面，显然无法适应大众化教育形势的发展。事实上，多年来许多普通院校采用规划教材就十分勉强，而又苦于无合适教材可用。

“百年大计，教育为本；教育大计，教师为本；教师大计，教学为本；教学大计，教材为本。”有好的教材，就有章可循，有规可依，有鉴可借，有道可走。师资、设备、资料（首先是教材）是高校的三大教学基本建设。

“山不在高，有仙则名。水不在深，有龙则灵。”教材不在厚薄，内容不在深浅，能切合学生培养目标，能抓住学生应掌握的要言，能做

到彼此呼应、相互配套,就行,此即教材要精、课程要精,能精则名、能精则灵、能精则行。

华中科技大学出版社主动邀请了一大批专家,联合了全国几十个应用型机械专业,在全国高校机械学科教学指导委员会的指导下,保证了当前形势下机械学科教学改革的发展方向,交流了各校的教改经验与教材建设计划,确定了一批面向普通高等院校机械学科精品课程的教材编写计划。特别要提出的,教育质量观、教材质量观必须随高等教育大众化而更新。大众化、多样化决不是降低质量,而是要面向、适应与满足人才市场的多样化需求,面向、符合、激活学生个性与能力的多样化特点。“和而不同”,才能生动活泼地繁荣与发展。脱离市场实际的、脱离学生实际的一刀切的质量不仅不是“万应灵丹”,而是“千篇一律”的桎梏。正因为如此,为了真正确保高等教育大众化时代的教学质量,教育主管部门正在对高校进行教学质量评估,各高校正在积极进行教材建设、特别是精品课程、精品教材建设。也因为如此,华中科技大学出版社组织出版普通高等院校应用型机械学科的精品教材,可谓正得其时。

我感谢参与这批精品教材编写的专家们!我感谢出版这批精品教材的华中科技大学出版社的有关同志!我感谢关心、支持与帮助这批精品教材编写与出版的单位与同志们!我深信编写者与出版者一定会同使用者沟通,听取他们的意见与建议,不断提高教材的水平!

特为之序。

中国科学院院士
教育部高等学校机械学科指导委员会主任

杨红子

2006.1

前 言

本书是教育部面向 21 世纪课程体系和教学内容改革计划项目的内容之一,是为普通高等院校培养基础扎实、知识面宽、具有创新实践能力的新世纪应用型人才而编写的,是普通高等院校“十一五”规划教材和机械类精品教材。

今天,我国已成为公认的世界制造业大国,但尚未成为真正的世界制造业强国,很重要的一个原因就是缺乏自主创新设计的技术和产品,要真正成为世界制造业强国,不仅要让“中国制造”(made in China)走向世界,同时更应让世界认同“中国设计”(designed in China)。现代设计方法是先进制造技术领域不可分割的重要组成部分,是进行产品创新设计、提升产品综合性能和市场竞争力的重要工具,世界发达国家历来十分重视现代设计方法的研究和应用。掌握现代设计方法的基本理论、方法与技术,对于制造业领域的工程技术人员以及机电类专业的本科生、研究生来说十分重要,因而,现代设计方法这门课程越来越受到人们的重视。

现代设计方法种类繁多,且是一门正在不断发展的新兴学科。本书编写时主要考虑了两个方面:一个是主要从工程适用的角度,有选择性地介绍几种典型的、应用广泛的设计方法,如优化设计、有限元法、计算机辅助设计、可靠性设计等,同时,对现代设计方法的发展前沿做了简要介绍;另一个是限于课时,着重介绍每种设计方法的基本原理和应用方法,而对于其数学理论推导不作重点介绍。

本书由梅顺齐、何雪明担任主编,俞经虎、徐巧、韩文担任副主编,主要编写成员还有李玉龙、杨绿云、张链、周晔、张智明、肖志权等,梅顺齐、何雪明、徐巧负责全书的统稿工作。全书由华中科技大学吴昌林教授主审。在本书的编写过程中,参考了其他版本的同类教材以及不少专家学者的文献资料,在此向其编著者表示衷心的感谢!

由于编者水平所限,书中错漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2009 年 4 月

目 录

绪论	(1)
0.1 设计的基本概念	(1)
0.2 现代设计方法的分类及主要现代设计方法简介	(6)
0.3 学习现代设计方法的意义与任务	(12)
思考与练习	(13)
第1章 现代设计方法学	(14)
1.1 设计方法学概述	(14)
1.2 产品设计过程与设计原则	(16)
1.3 技术系统及其确定	(18)
1.4 方案的系统化设计	(21)
1.5 设计中的评价决策	(31)
思考与练习	(41)
第2章 计算机辅助设计(CAD)	(42)
2.1 CAD 概述	(42)
2.2 CAD 系统	(46)
2.3 CAD 系统的图形处理	(50)
2.4 工程数据的处理	(71)
2.5 数据库系统及其应用	(76)
思考与练习	(81)
第3章 优化设计	(83)
3.1 优化设计概述	(83)
3.2 优化设计的数学分析基础	(89)
3.3 一维探索优化方法	(96)
3.4 无约束多维问题的优化方法	(102)
3.5 约束问题的优化方法	(109)
3.6 多目标函数的优化方法	(117)
3.7 LINGO 在优化设计中的应用	(120)
思考与练习	(126)

第 4 章 有限元法	(128)
4.1 有限元法概述	(128)
4.2 有限元法的基本步骤	(134)
4.3 二维线弹性问题	(140)
4.4 有限元程序的应用	(147)
4.5 ANSYS 有限元软件的应用	(150)
思考与练习	(169)
第 5 章 机械可靠性设计	(172)
5.1 可靠性设计的基本理论和概念	(172)
5.2 可靠性工程中常用概率分布	(180)
5.3 可靠性设计原理	(185)
5.4 机械强度可靠性设计	(191)
5.5 系统的可靠性设计	(197)
思考与练习	(205)
第 6 章 现代设计方法前沿	(207)
6.1 创新设计技术	(207)
6.2 快速响应设计技术	(215)
6.3 绿色产品设计技术	(222)
6.4 并行设计技术	(228)
6.5 虚拟设计	(234)
6.6 协同设计	(238)
思考与练习	(245)
附录 A 标准正态分布表	(246)
参考文献	(249)

绪 论

0.1| 设计的基本概念

0.1.1 设计的概念与内涵

设计(design)是人类改造自然的一种重要创新活动。可以说,人类在改造自然的历史长河中一直从事着设计活动,一直生活在大自然和自身“设计”的世界中。机械设计、建筑设计、服装设计等设计活动都有着十分悠久的历史,人类通过这些设计活动创造了历史上丰富而又伟大的物质文明。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。人类自觉的设计活动开始于15世纪欧洲文艺复兴时期,但直到20世纪中期,设计仍被限定在比较狭窄的专业范围内。

“设计”一词有广义和狭义两种概念。从广义上讲,设计就是将人类的理想变为现实的实践活动。从狭义上讲,设计是指完成满足一定客观需求的技术系统的活动,该技术系统包括图纸、软件程序、其他技术文档等。从一般意义上讲,技术系统是指完成某个特定功能或职能的各个事物的集合,产品就是人造技术系统。产品设计即属于“设计”狭义概念的范畴。关于设计的含义,可以综合理解为:为了满足人类与社会的要求,将预定的目标通过人们的创造性思维,经过一系列规划、分析和决策,产生载有相应的文字、数据、图形等信息的技术文件,以取得最满意的社会与经济效益。然后,或通过实践将设计转化为某项工程,或通过制造将设计转化为产品,造福于人类。产品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的过程。

随着科学技术和生产力的不断发展,设计和设计科学也在不断地向更深更广的层次发展,其内容、要求、理论和手段等都在不断更新,设计的内涵和外延也都在扩大。设计不再仅仅是考虑构成产品的物质条件和能够满足的功能需求,而是综合了经济、社会、环境、人机工程学、人的心理、文化层次等多种因素的系统设计。从设计内容上看,设计贯穿了产品从孕育到消亡的整个生命周期,涵盖了需求获取、概念设计、技术设计、详细设计、工艺设计、营销设计及回收设计等设计活动,并把实验、研究、设计、制造、安装、使用、维修作为一个整体来进行规划。

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,是以设计产品为目标的一个知识群体的统称。它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,以及推动计算机在设计中的广泛应用,于20世纪60年代在设计领域相继诞生与发展起来的一系列新兴学科

的集成。随着网络经济时代的到来,全球化经济进程的加速,迫使企业面对全球化的大市场,参与国际市场的竞争,企业间的合作越来越广泛,为了整合资源,需要形成超越空间约束的分散网络设计开发系统,以进行动态联盟组织的设计及制造活动,支持企业实施异地协同设计,形成跨地区的联合设计。从目前的发展趋势看,21 世纪的市场需求瞬息万变且竞争将愈来愈激烈,而且市场竞争具有国际化、动态化和多元化特征。企业要在市场中占有一席之地,就必须以最快的速度率先推出功能满足要求、质量上乘、价格合理、服务完善而且符合环保要求的产品,即在满足功能的前提下综合考虑 Time(时间)、Quality(质量)、Cost(成本)、Service(服务)、Environment(环境)的要求。

在当今世界,由于科学技术的飞速发展,新的领域不断被开辟出来,新技术不断涌现,促进了经济的高速发展。同时,也使企业间的竞争日益激烈,而且这种竞争已成为世界范围内技术水平、经济实力的全面竞争。随着对客观世界的认识深化和生活水平的提高,人们对产品的要求也愈来愈高。所有这些使人们对设计的要求发展到了一个新的阶段,具体表现为以下几个方面:

- (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) 承担设计工作的人员从单人走向小组;
- (5) 产品更新速度加快,使设计周期缩短;
- (6) 产品设计由自由发展走向有计划的发展;
- (7) 设计的发展要适应科学技术的发展,特别是适应计算机技术的发展。

因此为了满足人们的需求,现代产品的设计不仅依赖于自然科学技术,而且还受到社会科学和社会因素的支配与影响。这就是说,现代产品的设计,除了要求考虑技术方面的因素外,它还要求设计者应将“产品—人—环境—社会”视为一个完整的系统。设计时,必须从系统角度来全面考虑各方面的问题,既要考虑产品本身,还要考虑其对系统和环境的影响;不仅要考虑技术领域,还要考虑经济、社会效益;不但要考虑当前,还需考虑长远发展。例如汽车设计,不仅要考虑汽车本身的技术问题,还要考虑使用者的安全、舒适、操作方便等;另外,还需考虑汽车的燃料供应、车辆存放、环境污染、道路发展以及国家能源政策、资源条件、道路建设、城市规划等政策及社会条件限制等问题。因此,现代产品设计要求设计者把自然科学、社会科学、人类工程学,以及各种艺术、实际经验和聪明才智融合在一起,用于设计中。

0.1.2 传统设计与现代设计

设计的思想、理论和方法一方面不断地影响着人类的生产与生活,推动社会进步,另一方面又受社会发展的反作用,不断变化与更新。为了反映设计思想、理论和方法随社会

发展的变化,人们常用“传统设计”和“现代设计”这两个术语。显然,“传统”和“现代”是相对的,人们只是把当前认为较先进的那部分设计理论与方法称为“现代设计”,而其余的则称为“传统设计”。

传统设计是以经验总结为基础,以长期设计实践和理论计算形成的经验、公式、图表、设计手册等作为设计的依据,通过经验公式、近似系数或类比等方法进行设计。传统设计在长期运用中得到了不断完善和提高,许多设计方法直到现在仍被广泛地采用着,因此“传统设计”又称为“常规设计”。

机械产品传统设计的过程可以用图 0-1 表示。分析传统的设计过程,可以看出传统设计的每一个环节都是依靠设计者用人工方式来完成的。首先凭借设计者直接的或间接的经验,通过类比分析或经验公式来确定方案,由于方案的拟订在很大程度上取决于设计人员的个人经验,即使同时拟订几个方案,也难以获得最优方案。而分析计算受人工计算条件的限制,只能用静态的、近似的方法,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,有时不符合客观实际。

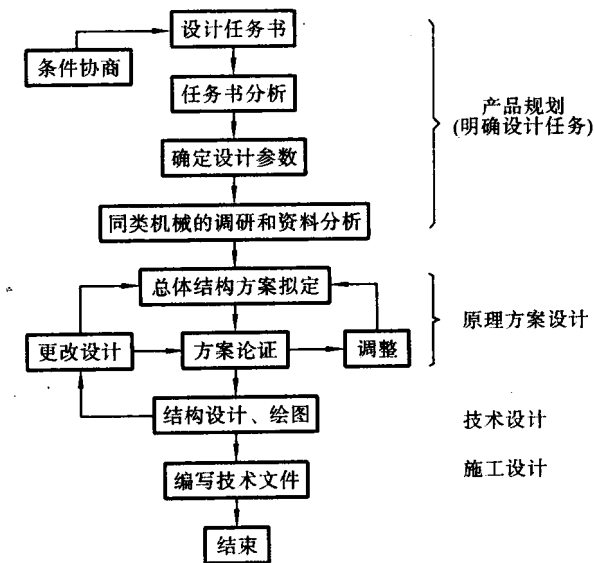


图 0-1 机械产品传统设计过程

此外,在信息处理、经验和知识的存储和重复使用方面还没有一个理想而又有效的方法,解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,也难以达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,使设计带有一定的局限性。传统设计的缺陷和局限性主要表现在:

(1) 设计方案的拟订在很大程度上取决于设计者的个人经验,即使同时拟订了有限的几个方案,也难以获得最优方案;

(2) 在分析计算过程中,由于受人工计算条件的限制,只能采用静态或近似的方法而难以按动态的方法精确计算,计算结果未能完全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。

总之,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要求,从而迫使人们不断研究和发展新的设计方法和技术。

现代设计是过去长期的传统设计活动的延伸和发展,是传统设计的深入、丰富和完善。随着设计实践经验的积累、设计理论的发展以及科学技术的进步,特别是计算机技术的高速发展,设计工作包括机械产品的设计过程产生了质的飞跃。为区别于过去常用的传统设计理论与方法,人们把这些新兴理论与方法称为现代设计。“现代设计方法”就是以满足产品的质量、性能、时间、成本、价格等综合效益最优为目的,以计算机辅助设计技术为主体,以知识为依托,以多种科学方法及技术为手段,研究、改进、创造产品活动过程所用到的技术群体的总称。

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。目前现代设计方法所指的新兴理论与方法主要包括优化设计、可靠性设计、设计方法学、计算机辅助设计、动态设计、有限元法、工业艺术造型设计、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、绿色设计等。

由传统设计方法与现代设计方法的比较可以看出,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、施工图设计到试验、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,力求探询更多突破性方案,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,力求使系统整体最优。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、成本低的价值最优的产品,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。

与人们对设计的要求相比,我国现阶段的设计工作相对而言是比较落后的。面对这种形势,唯一的出路就是:设计必须科学化、现代化。也就是要求设计人员不仅要有丰富的专业知识,而且还需要掌握先进的设计理论、设计方法和设计手段及工具,科学地进行设计工作,这样才能设计出符合时代要求的新产品。

最后,应该指出,设计是一项涉及多门学科、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合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。设计方法具有时序性和继承性,之所以冠以“现代”二字是为了强调其科学性和前沿性以引起重视,其实有些方法也并非是现代的,当前传统设计与现代设计正处在共存性阶段。图 0-2 所示为现代

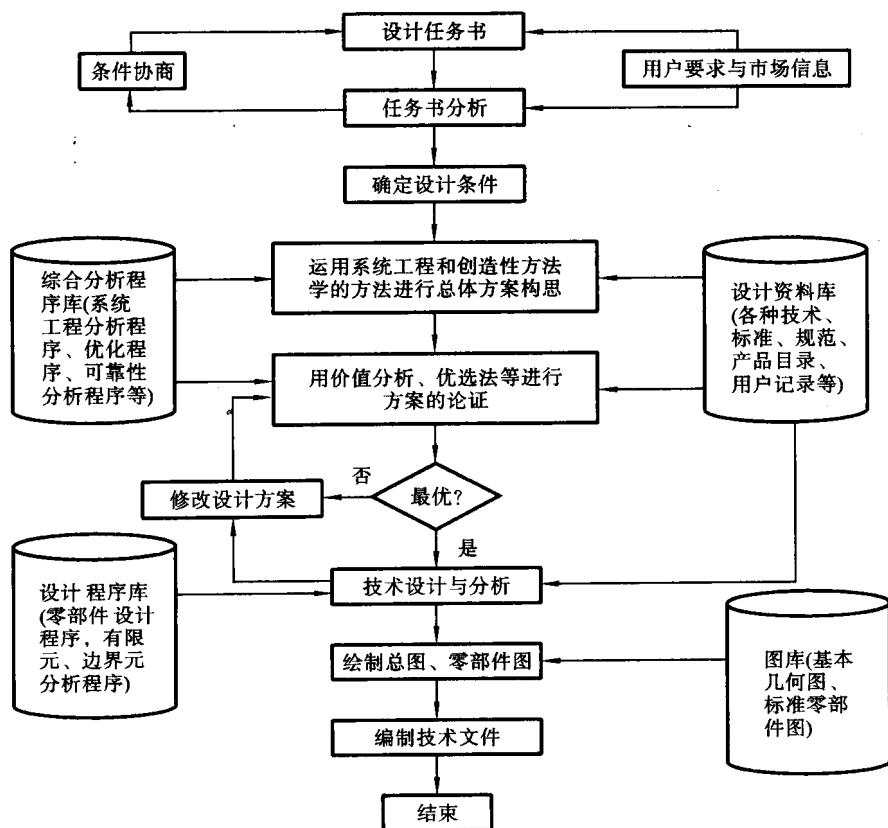


图 0-2 现代设计基本作业过程

设计基本作业过程,与传统设计方法相比,它是一种以动态分析、精确计算、优化设计为特征的设计方法。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的作用和应用场合,如优化设计,目前只能在指定方案下进行参数优化,不可能自行创造最优设计方案。而计算机辅助设计也只能在“寻找”方面帮助人的脑和手工作,而不能代替人脑进行“创造性思维”。这就是现代设计与传统设计方法上的继承与革新的辩证关系。

现代设计方法是种类繁多、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。

0.2 现代设计方法的分类及主要现代设计方法简介

0.2.1 现代机械设计理论与方法的分类及简介

在产品设计领域,机械产品的设计最有代表性和典型性,这里主要以机械产品的现代设计方法为主进行介绍。目前,科学技术工作者已提出并研究了数十种设计方法,但还缺乏对这些方法进行系统的分类。从科学研究的角度出发,对它们进行分类是十分必要的。具体分类见图 0-3。

在科学技术工作者提出的各种各样的设计方法中,较有代表性的方法有:优化设计、计算机辅助设计、可靠性设计、创新设计、概念设计、动态设计、智能设计、虚拟设计和可视化设计、网络设计与并行设计、数字化设计等。有限元法是现代设计中经常用到的数值分析和计算方法,也被视为一种现代设计方法。

1. 优化设计

优化设计(optimal design)包括全生命周期优化设计、广义优化设计、集成优化与综合优化等。

全生命周期优化设计是在产品的生命周期内对产品进行优化设计,这是一种综合优化的方法,具有重要的实际意义。

广义优化设计指的是包括各种优化方法(如以数学规划为基础的优化方法、通过专家系统进行优化的方法、通过对获取的信息进行综合分析的优化方法及类比法等)在内的产品的优化设计。

集成优化与综合优化指的是对产品的整个系统、产品的全部结构、产品的生产和使用的全部过程(包括产品的全生命周期)、产品的全部功能和性能的优化等。显然这是多目标和多约束的复杂系统,具有相当大的难度,从现有的条件来看,几乎是很难完成的,只有在限定范围的情况下才有可能实施。

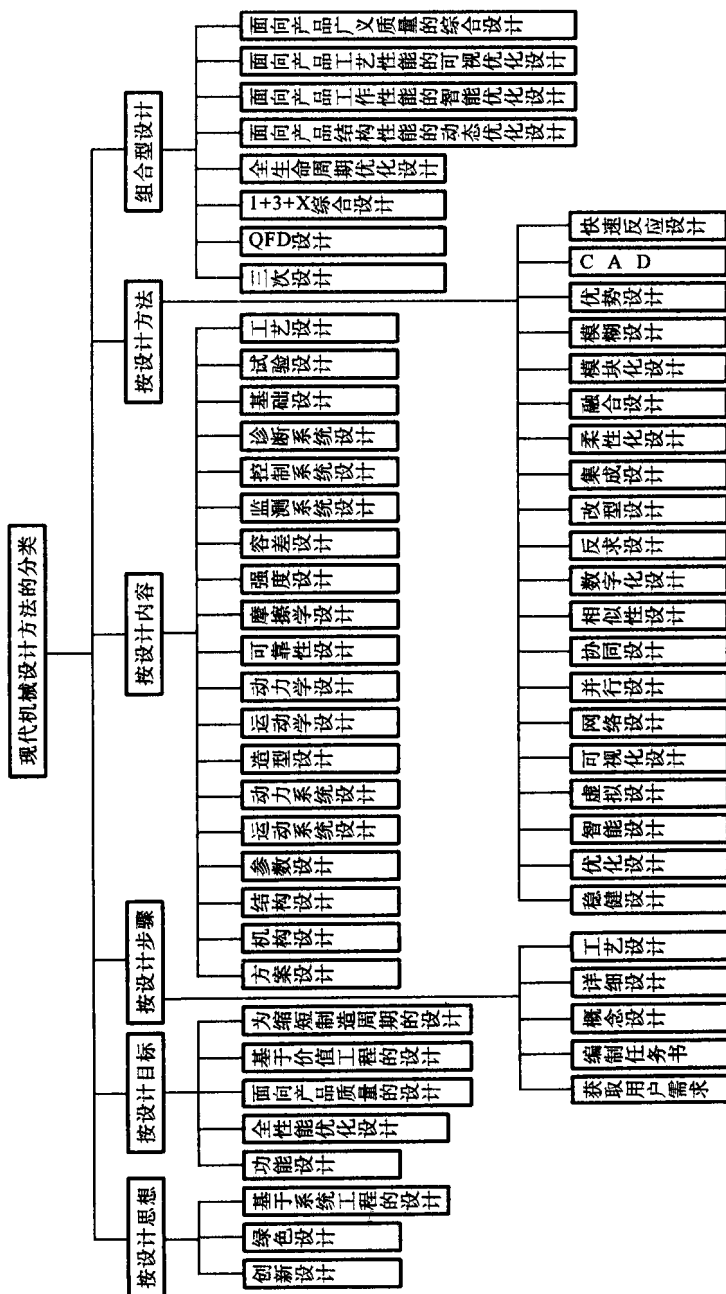


图 0-3 现代机械设计方法的分类

实际上,产品的优化设计在任何产品设计过程中都在不同程度上得到了应用。作为一位设计师,在产品设计时不是一定要求设计者采用数学规划方法对结构或系统进行优化,而利用已积累的知识、经验和掌握的设计资料,对产品的多种方案、结构和参数进行对比,选择出较为理想的一种,这也是常常采用的一种有效的优化方法。

2. 计算机辅助设计(CAD)

计算机辅助设计(CAD, computer aided design)是设计人员借助于计算机进行设计的方法。其特点是将人的创造能力和计算机的高速运算能力,巨大存储能力和逻辑判断能力很好地结合起来。在工程、产品设计中,许多繁重的工作,例如非常复杂的数学和力学计算,多种设计方案的提出、综合分析比较与优化,工程图样及生产管理信息的输出等,均可由计算机完成。设计人员则可对计算、处理的中间结果作出判断、修改,以便更有效地完成设计工作。计算机辅助设计能极大地提高设计质量,减轻设计人员的劳动,缩短设计周期,降低产品成本,为开发新产品和新工艺创造了有利条件。目前,在我国正受到企业的欢迎和重视,逐步获得推广应用。

3. 有限元法

有限元法(FEM, finite element method)是用有限个单元将连续体离散化,通过对有限个单元作分片插值求解各种力学、物理问题的一种数值方法。

有限元法是20世纪60年代出现的一种数值计算方法。最初用于固体力学问题的数值计算,20世纪70年代在英国科学家O. C. Zienkiewicz等人的努力下,将它推广到各类场问题的数值求解,如温度场、电磁场,也包括流场。有限元法已被广泛用于求解线性和非线性问题,并建立了各种有限元模型,如协调、不协调、混合、杂交、拟协调元等。有限元法十分有效、通用性强、应用广泛,已有许多大型或专用程序系统供工程设计使用。结合计算机辅助设计技术,有限元法也被用于计算机辅助制造中。

4. 可靠性设计

可靠性设计(reliability design)就是事先考虑可靠性的一种设计方法。可靠性表示系统、设备、元器件的功能在规定条件和规定时间内的稳定程度的特性,它是衡量产品质量的一个重要指标。“可靠性”作为产品质量和技术措施的一个最重要的指标早已受到世界各工业国家的高度重视,因为任何产品和技术,尤其是高科技产品、大型设备及超大型设备的制造,尖端技术的发展,都要以可靠性技术为基础,科学技术的发展又要求高可靠性。在现代生产中可靠性技术已贯穿到产品的开发研制、设计、制造、试验、使用、运输、保管及维护保养等各个环节,统称为可靠性工程。可靠性设计是可靠性工程的一个重要分支,因为产品的可靠性在很大程度上取决于设计的正确性。机械可靠性设计是近些年发展起来并得到推广应用的一门现代设计理论和方法,它是以提高产品可靠性为目的、以概率论与数理统计理论为基础,综合运用数学、物理、工程力学、机械工程学、人机工程学、系统工程学、运筹学等多方面的知识来研究机械工程的最佳设计问题。

5. 创新设计

在知识经济时代,创新在设计中的地位与作用显得十分重要,特别在概念设计过程中更是不可缺少。创新包括原始创新、集成创新和引进消化吸收后再创新,这些不同形式的创新都会在产品的设计过程中发挥积极作用。在创新设计(creation design)中提倡的是设计的创造性,一旦设计工作者提出的新原理是可行的和合理的,它可以根本改变产品的结构,进而可以提高产品质量、降低生产成本、缩短生产周期、改善产品对环境的影响等。所以说,产品创新设计是一种设计思想或设计观念。但是,产品设计的创新应该具有科学性,即在科学发展观指导下进行设计的创新,创新者除了要掌握有关基础理论与知识外,还要掌握科学的方法,即掌握事物发展的内在规律,通过理论研究、实践和使用,才能完成创新的全部过程。

6. 概念设计

概念设计(conceptual design)是产品设计过程的关键环节,是根据产品生命周期各个阶段的要求,进行产品的功能创造、功能分解和功能集成;要对能满足工作原理要求的结构进行求解,对实现功能结构的工作原理方案进行构思和系统化设计。概念设计是运用发散思维和创新思想整合梳理的过程,是一个研究和求解能实现功能要求和满足各种技术、经济指标的各种方案并最终确定最优方案的过程。创新在产品概念设计中具有十分重要的地位和作用。

7. 动态设计

不论是国内还是国外,动态设计(dynamic design)都还处在初级阶段,许多深层次动态设计问题正处于研究过程中。目前大型高速旋转机械屡屡发生毁机事故,而这些事故多数是在强非线性、强耦合、非稳态的条件下发生的。近年来国内外科技工作者对这些机械的动态设计十分重视,这就促使动态设计从一般的动态设计向更深层次的方向发展,即向非稳态(慢变、参变、时滞等)、非线性、不确定、强耦合、高维、多参数的研究方向发展。由此需要采用更高深的理论、方法与技术进行更深层次的动态设计,这对设计者而言难度更大。

8. 智能设计

智能设计(intelligent design)有两层含义,一是用智能方法进行设计,二是使设计的对象智能化。这是国内外产品设计的主导方向,也是现代机械设备所应该体现的基本内容。对于智能设计,国内外都十分重视,因为实现智能化会在较大程度上提高产品的性能和质量,增强产品在国际市场上的竞争力。本书所指的智能设计是对产品的性能参数及其工作过程进行智能控制与优化,使产品具有优良的工作性能,进而给产品带来经济效益和社会效益,甚至是重大的经济效益和社会效益的设计,这是任何一种产品设计都不可缺少的,也是机械设计中首先要考虑的问题。