

中国矿业大学研究生教育专项资金资助出版教材

现代 机械设计概论

Xiandai Jixie Sheji Gailun

主编 杜长龙



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

Xiandai Jixie Sheji Gailun

China University of Mining and Technology Press

责任编辑 耿东锋 孙建波 封面设计 肖新生



ISBN 978-7-81107-606-6



9 787811 076066 >

定价: 38.00 元

现代机械设计概论

主 编 杜长龙
副主编 杨善国 王启广

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书讲述现代机械设计的基本概念、思想和方法,并通过实例说明现代机械设计方法的具体应用。全书共分十四章,内容涵盖了目前国内外最流行的创新设计、绿色设计、稳健性设计、虚拟设计、机电一体化设计等多种现代设计方法,同时,对现已普及的优化设计、有限元分析、可靠性设计等现代设计方法的新内容也作了介绍,最后对现代设计主流软件作了简介。

本书可作为高等理工科院校机械及机电类专业研究生和工程硕士研究生教材,也可供从事机械及机电专业的科研和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代机械设计概论/杜长龙主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2007.4

ISBN 978-7-81107-606-6

I. 现… II. 杜… III. 机械设计—研究生—教材
IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 039196 号

书 名 现代机械设计概论

主 编 杜长龙

责任编辑 耿东锋 孙建波

责任校对 周俊平

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 16.75 字数 417 千字

版次印次 2007 年 4 月第 1 版 2007 年 4 月第 1 次印刷

定 价 38.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

现代机械设计理论是我国高等理工院校机械设计及理论专业研究生的学位课,也是相关专业工程硕士研究生的必修学位课或选修课。但到目前为止,还没有一本全面介绍现代设计理论和方法的教材,而且众多的现代设计方法要在几十个学时内完成教学,需要对各种现代设计方法进行高度综合,并要在掌握基本概念和方法的同时,学会实际应用,更是需要能使学生易学易懂,且在内容、体系、结构编排等方面具有特色的适用教材。为此,成稿了《现代机械设计概论》一书的初稿,该初稿已在研究生教学中使用过六届,且取得了良好效果。2004年中国矿业大学将《现代机械设计概论》列为立项资助出版的研究生课程教材,形成了《现代机械设计概论》一书。该书既可作为高等理工院校机械及机电类专业研究生和工程硕士研究生教材,也可作为从事机械及机电专业的科研和工程技术人员参考用书。

全书共分十四章。第一章绪论,介绍了现代机械设计的产生与内涵、现代机械设计的特点和设计方法、新产品开发及现代产品设计的关键概念等内容,使读者对现代机械设计有一个总体了解和新认识;第二章到第十章分别就目前国内外最流行的创新设计、绿色设计、稳健设计、动态设计、人机工程、价值工程、机电一体化设计、并行设计、虚拟设计等九种现代机械设计方法作了介绍,对每种现代设计方法分别介绍了其基本概念、思想、方法以及应用举例;第十一章至第十三章分别就现已普及的优化设计、有限元分析及可靠性设计等现代设计方法的新内容作了介绍;第十四章对目前广泛使用的现代设计主流软件作了简介。

本书由杜长龙教授担任主编,杨善国副教授、王启广副教授担任副主编,研究生杨刚、钱立全、王成、李提建、刘伟、丁守福、王力、宋相坤、马晨波、刘送永、崔新霞等参加了编写。

本书的撰写参考了大量有关现代机械设计方面的文献,谨向文献作者表示谢意!

在本书立项、撰写和出版过程中,得到了同事和朋友的热情帮助及大力支持,在此表示衷心的感谢!

限于作者水平,书中难免有疏漏和不妥之处,敬请读者批评指正。

作 者

2007年3月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 设计与现代设计	1
1.2 现代设计的特点及设计方法	2
1.3 现代设计原则	4
1.4 产品设计过程	5
1.5 产品设计关键概念	8
第 2 章 创新设计	10
2.1 创新设计的基本概念与特点	10
2.2 创新思维	11
2.3 创新技法	15
2.4 创新设计的应用	24
第 3 章 绿色设计	26
3.1 绿色设计的基本概念、特点与实施步骤	26
3.2 绿色设计的核心内容与实施	30
3.3 绿色设计应用实例	41
第 4 章 稳健设计	44
4.1 稳健设计的基本概念	44
4.2 稳健设计的基本原理和常用方法	49
4.3 基于损失模型的稳健设计	52
4.4 应用实例	59
第 5 章 动态设计	65
5.1 动态设计的相关概念	65
5.2 动态设计方法	69
5.3 动态设计实例	83
第 6 章 人机工程	89
6.1 人机工程的基本概念	89
6.2 人机工程设计的有关原则	91

6.3 人机工程的应用	99
第7章 价值工程	105
7.1 价值工程的基本概念	105
7.2 价值工程的工作程序	110
7.3 价值工程在减速器改造中的应用	122
第8章 机电一体化设计	125
8.1 基本概念	125
8.2 设计内容和方法	128
8.3 应用实例	144
第9章 并行设计	150
9.1 并行设计的基本概念	150
9.2 并行设计的过程实现	151
9.3 并行设计的技术支持与环境	164
9.4 并行设计工程应用与实践	170
第10章 虚拟设计	176
10.1 虚拟设计及其相关概念	176
10.2 虚拟设计系统结构	180
10.3 虚拟设计在机械产品开发中的应用	188
10.4 虚拟设计存在的问题及发展方向	194
第11章 优化设计	196
11.1 优化设计基础	196
11.2 无约束优化方法	199
11.3 约束优化方法	202
11.4 遗传算法	205
第12章 有限元法	217
12.1 有限元法的基本概念	217
12.2 平面问题有限元法	218
12.3 动力学分析有限元法	226
12.4 应用实例	228
第13章 可靠性设计	232
13.1 可靠性设计的基本概念	232
13.2 零部件与系统可靠性设计	235

13.3 模糊可靠性设计.....	241
13.4 模糊可靠性设计应用实例.....	247
 第 14 章 现代设计常用软件	249
14.1 CAD/CAM 软件	249
14.2 CAE 软件	253
 参考文献.....	256

第1章 绪 论

1.1 设计与现代设计

1.1.1 设计的概念

设计是人类的基本活动,是人们为满足一定的需求而进行的一种创造性活动的实践过程。在工程领域,设计是运用科学技术和知识,将预定的目标通过人们创造性思维,经过一系列规划、分析和决策,产生载有相应文字、数据、图形等信息的技术文件,以此作为制造和使用的依据,以保证制造出的产品满足人类与社会的功能要求的实践活动或过程。

任何设计都应具有以下特征:

(1) 需求特征。设计的目的是满足人类社会的需求,没有需求就没有设计。

(2) 创造性特征。设计过程是解决问题的过程,其本质就是创新,没有创新就没有丰富多彩的世界。

(3) 程序特征。任何设计都应按照一定的设计程序进行,即按照产品概念形成、产品规划、原理方案设计、技术设计和施工图设计等设计过程进行有序设计,以提高效率,保证设计质量。

(4) 时代特征。设计活动受所处时代的物质条件、技术水平等限制,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时代的烙印。

认识设计的特征,才能全面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。

1.1.2 现代设计的产生及内涵

设计就其发展从早期的直觉设计阶段开始,经历了经验设计阶段、半理论半经验设计阶段,发展至目前的现代设计阶段。其中前三个设计阶段形成了所谓的传统设计。传统设计基本上是凭借直接或间接的经验,通过类比法来确定方案,然后以机械零件的强度和刚度理论对确定的形状和尺寸进行必要的计算或验算,以满足限定的约束条件,并用手工完成工作图绘制。该设计方法的特点是静态的、经验的、手工式的。它不仅在方案构思上很大程度地取决于个人的经验,难以获得最佳结果,而且在分析计算中使用了大量的近似方法,降低了设计质量,周期长,效率低。传统设计仅能实现可行的设计,不能实现最佳或最优化。

现代商品经济的迅速发展,对于产品的性能和质量的要求日益提高,一方面,工程和产品日趋复杂和精密,功能日趋完备和通用;另一方面,工程和产品的更新周期日益缩短,工作可靠性要求日益提高。显然,上述传统的设计方法已完全不能满足这一发展的需要。

经济全球化,市场竞争的激烈化,人们需求的多样性及快速变化,需要企业的产品必须具有竞争优势才能生存,即要求快交货、高质量、低成本、重视环境、优质服务,而要满足这些

需要,靠传统的设计方法难以实现。

另外,随着电子技术、计算机技术、网络技术的迅猛发展,以及信息时代的来临,人们以往的生活方式、工作方式和思维方式发生了巨大的改变,由此对设计方面产生了深远的影响。市场竞争的需要和各种新方法、新技术、新工艺、新材料的不断涌现,推动了设计方法和技术的进步,产品设计从传统的经验设计进入了现代设计。而各种现代设计方法诸如优化设计、可靠性设计、计算机辅助设计、有限元等的发展和应用,使工程领域的设计工作从形式到效果都发生了根本性的变化,产生了巨大的经济效益和社会效益。近些年发展起来的如创新设计、绿色设计、稳健设计等新的设计思想和设计方法,大大促进了国民经济的发展。

综上所述,在“需求牵引、技术推动”的背景下,现代设计应运而生。

由于现代设计仍处于发展之中,目前尚无统一的定义。但综合已有的现代设计方法,都是在传统设计的基础上、面向市场、从不同的侧面为实现产品功能和竞争优势而提出的。换句话说,现代设计是面向市场、实现功能及产品优势的设计,并且是在传统设计基础上,融入新思想、新理念而形成的新的设计方法,是动态的、科学的、计算机化的方法。当然,现代设计的称谓是一个相对的概念,今天是现代的,若干年之后将成为传统的,目前所说的现代设计方法主要是区别于传统的由手工完成的基于经验公式的类比设计和经验设计。

现代设计从技术的角度还可进一步理解为:它是以市场需求为驱动,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,考虑产品的整个生命周期和人、机、环境相容性等因素的设计。

1.2 现代设计的特点及设计方法

1.2.1 现代设计的特点

现代设计是以计算机技术为核心,以计算机辅助设计为手段,把经验的、类比的设计观点变成逻辑的、推理的、系统的设计观点,采用动态的、多变量的、多方案的、扩散性的设计思维方式。其特点可概括如下。

1. 设计范畴的扩展化

传统的设计只限于产品设计,而现代设计则将产品设计向前扩展到产品规划,甚至用户需求分析;向后扩展到工艺设计,使产品规划、产品设计、工艺设计形成一个有机的整体。另外,设计范畴的扩展还体现在设计过程中要同时考虑制造、维修、价格、包装发运、回收、质量等因素。

2. 设计手段的计算机化和拟实化

传统的手工设计正在被计算机辅助设计所代替。计算机在设计中的应用已从早期的辅助分析计算和辅助绘图,发展到现在的优化设计、并行设计、三维建模、设计过程管理、设计制造一体化、仿真和虚拟制造等。计算机特别是网络和数据库技术在设计中的应用,加速了设计进程,提高了设计质量,便于管理者对设计进程进行管理,方便了与其他部门及协作企业的信息交换。在传统的设计过程中,产品和零件的外观只有在制造后才能看到,而三维造型技术、仿真和虚拟制造技术以及快速原形技术的出现,使得人们在零件被制造之前就可以看到它的形状甚至摸到它,可以大大改进设计的效果。

3. 设计过程的并行化和智能化

并行设计是目前最热门的技术之一,它改变了传统设计的串行设计方法,将与产品有关的各种过程并行交叉进行,这样可以减少各种修改工作量,有利于加速设计进程,提高设计质量。又由于并行设计技术要求团队工作精神,要求各方面的专家协同工作,有利于得到整体最优解。在传统的设计过程中,一切创造性的设计都需要设计人员来完成,但现代设计中,却可以借助人工智能和专家系统技术,由计算机完成一部分原来必须由设计者进行的创造性工作。

4. 分析手段的精确化

传统设计中,认为载荷和应力是集成的,靠加大安全系数来提高可靠性。但在实际中,载荷和应力却往往是分布的,并且提高安全系数并不总能提高可靠性。现代设计则可考虑载荷和应力的分布特性,利用有限元等功能强大的分析工具,准确模拟系统的真实工作情况,得到符合实际情况的最佳解。现代设计还运用概率论和统计学方法进行产品的可靠性设计。

5. 动态多变量的最佳化

传统设计过程由于受到手段的限制,一般只能进行静态分析。而现代设计方法却可考虑载荷谱、负载率等随机变量,进行动态多变量最佳化设计。

6. 设计和制造一体化

传统的设计与制造是分离的,从设计到制造要经过好几个过程,往往会造成信息的“误解”,所需的时间也很长。现代设计则强调设计和制造过程的一体化和并行化,强调从设计信息到制造信息的顺畅传递和快速反馈,甚至要求设计和制造采用统一的数据模型。

7. 产品全寿命周期最优化的

现代设计强调从市场调研、用户要求,到产品规划、产品设计、工艺设计、制造过程、质量控制、成本核算、销售价格、包装运输、售后服务、维护保养、报废处理、回收再利用等产品全寿命周期的综合最优化的。

8. 产品的环保性和宜人性

随着人们对环境问题的愈来愈重视,要求环境保护的呼声也愈来愈高,这就要求能设计出所谓的绿色产品,即要求产品运行过程中的各种污染尽可能少,对人体的危害减至最低限度。重视环保的设计已成为现代设计中的一个主要发展趋势。现代设计除强调产品的内在质量外,还特别强调产品的外观质量,如美观性、时代性和艺术性,使产品造型具有一定的艺术感染力,使用者有新颖、心情舒畅、愉快、兴奋等感觉,满足使用者的审美要求。

9. 强调用户参与

用户是产品最终消费者,仅仅靠市场调研的结果常常不能完全反映用户的需求,所以,现代设计强调用户参与设计过程,这样设计出来的产品才能准确无误地反映用户的要求,取得用户的最大满意。

以上每一特点都对应一种或一种以上的现代设计方法,由此可见现代设计方法的多样性。实际应用时,需要根据问题的侧重点采用某种方法进行设计。

1.2.2 现代设计方法

现代设计方法是科学方法论在设计中的应用,是设计领域中发展起来的一门新兴的多元交叉学科。它融合了信息技术、计算机技术、知识工程和管理科学等领域的知识,因此,现代设计方法包含的内容十分广泛,已形成的现代设计方法达几十种之多。利用现代设计方

法可实现产品的竞争优势,这是现代设计方法产生和发展的根本所在。根据各种现代设计方法在创建产品竞争优势方面的地位和作用,可将众多的现代设计方法分为以下三类:

(1) 基础性现代设计方法。例如有限元、动态设计、优化设计、摩擦学等。这些设计方法与产品的基本性能有关,它们是保证竞争优势的基础性设计方法。

(2) 间接创建竞争优势的现代设计方法。例如提高计算能力和速度、提高制图速度、加快设计过程、加快试制周期的种种设计方法等。这类设计方法对提高产品的性能和品质不能起直接的作用,但它们能从时间和准确性上为竞争优势创造条件。属于这方面的设计方法有 AutoCAD、并行工程、虚拟设计、异地网络设计、快速响应设计等。

(3) 直接创建竞争优势的设计方法。例如可靠性设计、价值工程、人机工程、创新设计、绿色设计、稳健性设计、机电一体化设计、工业产品造型设计等。这些现代设计方法都是从质上提高产品竞争优势的,其作用较为直接。

本书后面的各章将分别介绍目前常用的十二种现代设计方法。

1.3 现代设计原则

设计原则是设计产品应满足的条件,也是对设计行为的约束。受设计水平、观念、体制等限制,传统设计所考虑的原则着眼于产品的功能和技术范畴,而设计的影响贯穿产品整个生命周期,所以设计原则必须面向生命周期内的各个阶段。现代设计原则是传统设计原则的扩充和完善,可将其归纳为以下几类。

1. 创新原则

设计本身就是创造性思维活动,只有大胆创新才能有所发明、有所创造。只有创新的产品才具有竞争优势。

2. 功能满足原则

产品设计的目的是构造能够实现规定功能的产品。如果产品不具备要求的功能,设计就失去价值。

3. 质量保证原则

保证质量是产品设计的重要原则。产品质量主要由性能和可靠性决定,这类原则包括:

(1) 性能指标。指产品的各类技术指标,如机床加工精度、传动系统运动精度、电视机分辨率等。先进的技术指标是实现高质量产品的前提。

(2) 可靠性。指产品在规定的条件和规定的时间内完成规定功能的能力。产品只有具备了可靠性能才有实用价值,因此性能的发挥依赖于可靠性。

(3) 抵抗外部载荷的能力。包括强度、刚度、稳定性、抗磨损性、抗腐蚀性、抗蠕变性、动态特性等。这是机械产品最基本的要求。

4. 工艺优良原则

该原则是指设计能够且容易通过生产过程实现,它包括:

(1) 可制造性。指利用现有设备能够制造满足精度等要求的零件,且制造成本低、效率高。

(2) 可装配性。指零件能够装配满足装配精度要求的部件和整机,且装配成本低、效率高。

(3) 可测试性。指产品能够且容易通过适当方法进行有关测试,以评估设计、制造和装配。

5. 效益原则

在保证质量的前提下,要求产品具有较低的开发成本和使用费用,力求做到经济合理、物美价廉。这样才有较大的竞争力,才能创造较高的技术经济效益和社会效益。

6. 社会使用原则

考虑产品投放市场后的表现行为,包括:

(1) 环境友好性。保证产品产生尽可能少的废水、废气、噪声、射线等,符合环保法规,对生态环境破坏最小。环境友好性是可持续发展战略在设计中的重要体现。

(2) 环境适应性。适应使用环境的湿度、温度、载荷、震动等特殊条件。

(3) 人机友好性。满足使用者生理、心理等方面要求,使产品外形美观,色彩宜人,操作简单、方便、舒适。

(4) 可维修性。使产品易于维修,维修的停机时间、费用、复杂性、人员要求和差错尽可能最小。

(5) 安全性。保证不对人的生命财产造成破坏。

(6) 可安装性。保证产品使用前安装容易、可靠,且安装费用最小。

(7) 可拆卸性。考虑产品的材料回收和零组件的重新使用。

(8) 可回收性。考虑产品报废及回收方式。

7. 审核原则

设计过程是一种设计信息加工、处理、分析、判断决策、修改的过程。为减少设计失误,实现高效、优质、经济地设计,必须随时对每一设计程序的信息进行审核,决不许有错误的信息流入下一道工序。实践证明,产品设计质量不好,其原因往往是审核不严造成的。因此,适时而严格地审核是确保设计质量的一项重要原则。

上面分类介绍了各种原则,设计时应根据产品特点选择全部或部分原则,以实现产品的最佳性能和竞争优势。

1.4 产品设计过程

要开发一个好的产品,除需掌握现代设计方法、遵循现代设计原则外,还应了解和掌握产品开发与设计过程的一般规律、设计程序以及程序中各阶段、各步骤采用的方法和技术。

1.4.1 产品设计类型

根据设计的内容与特点,产品设计可分为开发设计、变异设计和反求设计三种类型。

1. 开发设计

针对新任务,进行从原理方案到结构方案的新设计,完成从产品规划到施工设计的全过程。

2. 变异设计

在已有产品的基础上,进行原理方案、机构、结构、参数、尺寸的变异,以适应市场新的要求或提高产品的竞争力。变型系列产品在生产中广泛应用。

3. 反求设计

针对已有产品或设计,进行分析、消化、吸收,掌握其关键技术,进而开发出同类的先进产品。

开发设计在探索中创新,变异设计通过变异创新,反求设计在吸取中创新。创新是各种类型设计的共同点。

1.4.2 产品开发的三个阶段

产品是企业赖以生存和发展的基础,没有产品,也就无所谓企业了。因此,任何企业对产品的开发都应给予高度重视。

企业进行产品开发需要经历三个阶段,即技术开发阶段、生产开发阶段和市场开发阶段。

1. 技术开发

技术开发是指企业把新思想、新构思转变为新的产品原型或样品的过程。具体而言,它是企业为设计新产品而组织技术人员所进行的构思创意,研制产品原型或样品,对产品原型或样品进行测试、评价及筛选等工作的总称。当最终选择确定了进一步开发的样品或原型以后,技术开发阶段就结束了。

2. 生产开发

生产开发是指企业把新的产品原型或样品转变为新产品的过程。它是企业在确定将要投放市场的产品原型或样品之后,即技术开发结束之后,到新产品正式投入批量生产之前,而进行的中试、工艺流程设计、产品标准制定、工装及模具设计与制造、工作方法与劳动定额确定等一系列工作的总称。技术开发是新产品设计所必需的,这比较容易理解,为什么生产开发也是新产品设计所必需的呢?因为技术开发是发明的第一次商业化,要实现新产品设计必然离不开批量生产,也就离不开生产开发。现在,各国专利中大概有超过90%的专利没有或无法商业化,主要原因一是市场不需要,二是在生产设计方面碰到了技术或经济上的困难,开发的价值较小甚至没有价值。生产开发是新产品设计过程中的一个不可或缺阶段,切不可忽略它的巨大作用。

3. 市场开发

市场开发是指企业把新产品转变为市场上所需要的新商品的过程。实际上,从构思开始,企业就得考虑市场开发问题,它应该包括企业从构思开始,到新商品正式投入市场之前所做的市场调查与研究、市场测试与评价以及制定市场营销计划等各项工作。要让新产品被市场接受,在进行产品构思、开发时都必须紧紧跟踪市场需求的发展变化,使产品的功能、效用、款式、包装和价格都能被市场接受,并且制定出正确的市场营销战略计划,有步骤地占领市场。市场开发也是新产品设计的一项非常重要的工作。

在实践中,产品开发的三个阶段往往是交织在一起的,难以截然分开。例如,技术开发工作从构思开始,一直要到产品在市场上趋于成熟才能结束,为了适应工艺水平和市场需求,新产品每时每刻都可能作技术上的改进。新产品是为消费者开发的,在开发的整个过程中,都需要设计人员时时刻刻想着投放市场、占领市场,为市场开拓提供条件。把产品开发过程分为技术开发、生产开发和市场开发三个阶段,一是促使人们认清新产品设计是一个综合的过程,它涉及技术、工艺、生产组织、市场营销等多方面的内容,绝不仅仅是一个技术问题;二是为组织管理企业的新产品设计活动提供思路。

1.4.3 产品设计的一般进程

产品设计进程一般分为五个阶段:产品概念形成阶段、产品规划阶段、原理方案设计阶段、技术设计阶段及施工设计阶段。

1. 产品概念形成

该阶段主要是提出课题,即确定开发什么样的产品。内容包括产品构思的形成和筛选、概念的形成和测试。

产品开发始于构思的形成,即系统化地搜索新产品主意。为了找到几个好主意,一般都要进行许多构思。构思主要来源于企业内部、顾客、竞争者、经销商和供应商,以及报刊杂志、展览会和研讨会等。构思形成方法有属性一览表法、引申关系法、物型分析法、需求分析法、头脑风暴法等。

构思形成的目的是创造大量的新产品开发构思,构思筛选是尽可能快地找到好的构思,放弃坏构思。构思筛选时,应避免两种错误。若对某一有缺点但能改正的构思草率下马,就犯了“误舍”的错误。“误舍”将失去机会。另一个错误是“误用”,它发生于容许一个错误的构思投入开发和商品化阶段。“误用”将浪费大量的金钱和物资。“误用”也可能导致成功的假象,即该构思实施后能产生一定的利润,但是低于企业正常的报酬率(考虑机会成本的损失),这是一种相对失败的结局。

产品构思经筛选后需发展成产品概念,即用有意义的消费者术语对构思进行详尽的描述,进而进行概念测试,即用几组目标消费者测试产品的概念,并收集消费者的反映,从而确定要开发的产品。

2. 产品规划

该阶段就是进行待开发产品的需求分析、市场预测、可行性分析,确定设计参数及制约条件,最后提出详细的设计任务书,作为设计、评价和决策的依据。

对产品开发中的重大问题经过技术、经济、社会各方面条件的详细分析和对开发可能性的综合研究,提出产品开发的可行性报告。报告内容一般包括:① 产品开发的必要性,市场调查及预测情况;② 有关产品的国内外水平与发展趋势;③ 技术上预测所能达到的水平,经济效益和社会效益的分析;④ 设计、工艺等方面需要解决的关键问题;⑤ 投资费用及开发时间进度;⑥ 现有条件下开发的可能性及准备采取的措施等。产品规划阶段的最终目的是确定任务,并给出详细的设计任务书。

3. 原理方案设计

原理方案设计就是新产品的功能原理设计。在功能分析的基础上通过创新构思,优化筛选,求取较理想的功能原理方案,列表给出原理参数,并作出新产品的功能原理方案图。

原理方案设计阶段是产品设计中的一个重要阶段,它将决定产品的性能、成本,关系到产品水平及竞争能力。该阶段应有表达功能原理方案的简图或示意图。

4. 技术设计

技术设计是将产品的最优功能原理方案具体化为装置及零部件的合理结构。相对于方案设计阶段的创新设计,技术设计阶段有更多反映设计规律的合理化设计要求。这个阶段工作内容较广。首先是总体设计,应按照人一机—环境—社会的合理要求,对产品各部分的位置、运动、控制等进行总体布置。然后分为同时进行的实用化设计和商品化设计两条设计路线,分别进行结构设计和造型设计,得到若干个结构方案和造型方案。分别经过试验和评

价,选出最优结构方案和最优造型方案。最后分别得出结构设计技术文件、总体装置草图、结构装配草图和造型设计技术文件、总体效果草图、外观构思模型。必须指出,以上两条设计路线的每一步骤,都必须相互交流相互补充,而不是完成了结构设计再进行造型设计,最后完成的图纸和文件所表示的是统一的新产品。技术设计阶段应提供出新产品的总装图、结构装配图和造型图。

5. 施工设计

施工设计是把技术设计的结果变成施工的技术文件。该阶段就是完成零件工作图、部件装配图、造型效果图、设计说明书、工艺文件、使用说明书等有关技术文件。

以上产品设计进程的五个阶段,应尽可能实现 CAD/CAM 一体化,从而提高设计效率,加快设计进度,各阶段中的具体设计内容要在各种现代设计理论指导下,用不同的现代设计方法来完成。

1.5 产品设计关键概念

要成功开发具有竞争优势的产品,需要对以下产品设计概念有深刻的理解。

1. 产品

产品是指能提供给市场并能满足人们某种需要和欲望的任何东西。产品的概念不能仅仅狭义地理解为有形商品,任何能够满足需要的东西都被称做产品,即除了实物以外,产品还包括服务、人类、地点、组织、活动和构思。

产品设计者在对产品概念理解的基础上需要从三个层次即核心层、实际层、外延层来研究产品。核心层产品是指消费者在购买一样产品时所寻找的能够解决问题的核心利益。对于钻头,购买者真正要买的是钻出的洞;一位女士买口红,她真正要购买的是希望。因此,在设计产品时,首先必须确定产品将带给消费者的核心利益是什么。

产品设计者接下来要做的是围绕核心层产品设计出实际层产品。实际层产品有如下特征:质量水平、特色、式样、品牌名称以及包装。例如,一种索尼摄像机便是一件实际层产品,它的名称、零部件、式样、特色、包装和其他特征,经过精心的组合,形成了它的核心利益,即摄取重要时刻的高质量图像。

最后,产品设计者必须围绕核心层和实际层产品,通过附加的消费者服务和利益,建立起外延层产品。外延层产品能给顾客带来更多的利益和更大的满足。现代产品的竞争从本质上讲大都发生在产品的附加层次即外延层产品上。

2. 新产品

新产品是指新发明的产品、产品性能的改进、产品形态的调整以及新品牌。根据新产品对于企业和市场新的程度,可将新产品分为六种类型。

- (1) 新问世产品:开创全新市场的新产品。
- (2) 新产品线:使一个企业首次进入已建立市场的新产品。
- (3) 现行产品线的增补品:企业已建立的产品线上增补的新产品。
- (4) 现行产品线的改进更新:提供改进性能或有较大可见价值并替代现行产品的新产品。
- (5) 市场再定位:以新的市场或细分市场为目标的现行产品。

(6) 成本减小:以较低成本提供同样性能的新产品。

新产品也可按照创新和改进程度分为四类,即全新新产品、换代新产品、改进新产品、仿造新产品。

3. 功能思想

功能思想是美国工程师麦尔斯(价值工程的创始人)提出的,即顾客购买的不是产品本身,而是产品所具有的功能,这明确说明了“功能”是产品的核心和本质。

既然人们购买的是产品所具有的功能,那么在保证实现功能的前提下,可以采用各种不同原理、机构和结构来实现所要求实现的功能,而不一定非要采用原有的原理、机构和结构。基于这种思想,20世纪70年代以后,在产品设计中出现了种种革新和创造。流行近百年的字头式打印机到20世纪80年代被点阵式针式打印机取代,继而出现了喷墨打印机、激光打印机。显然激光打印机的性能、打印质量是其他打印机无法比拟的。近些年技术的进步和新产品的层出不穷无一不显示功能思想的巨大威力。

4. 终极客户

终极客户是指从功能和速度两方面满足客户要求的设计理念。成功的产品设计不光在功能上满足用户要求,更应以最快的速度将产品送达客户。

产品设计犹如运动员赛跑一样,两眼只盯前面的白线(市场),在最短的时间内跑到那里(到达客户,满足客户要求),才能获得冠军。

5. 竞争优势

具有竞争优势的产品才是成功设计的产品,决定产品竞争优势的两个主要标志是相对差异和相对成本。当产品的相对差异越大,而同时相对成本越低时,该产品将进入“天堂”的位置,相反,则进入“地狱”。其中相对差异是起主导作用的,当它达到相当高的水平时,即使成本稍高,产品也能保持一定的优势。