



普通高等教育“十二五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU "12·5" GUIHUA JIAOCAI

现代机械设计方法

(第2版)

臧勇 主编



NLIC2970738333



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press



普通高等教育“十二五”规划教材

现代机械设计方法

(第2版)

北京科技大学 臧勇 主编

北京
冶金工业出版社
2011

内 容 简 介

本书是为适应科学技术发展和教学体系改革而编写的,系统地介绍了现代机械设计的理论和方法。全书共分八章,分别阐述了设计方法学、相似理论及相似设计方法、有限单元法、机械最优化设计、机械可靠性设计、计算机辅助设计、动态分析设计等内容。各章内容相对独立,深入浅出,适应不同读者的需要。

本书可作为机械工程专业的本科生专业课教材,也可供有关专业的研究生、教师和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代机械设计方法/臧勇主编. —2版, —北京:冶金工业出版社,2011.6

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5024-5484-5

I. ①现… II. ①臧… III. ①机械设计—高等学校—教材 IV. 1TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第075795号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷39号,邮编100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcbbs@cnmip.com.cn

责任编辑 宋 良 美术编辑 李 新 版式设计 孙跃红

责任校对 石 静 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-5484-5

北京印刷一厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

1991年8月第1版,2011年6月第2版,2011年6月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16;17.5印张;418千字;264页

36.00元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街46号(100010) 电话:(010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

第2版前言

本书自1998年出版以来,多次印刷,也被多所学校所采用,取得了较好效果。十余年来,由于科学技术的进步,特别是计算机软硬件技术水平的提高,现代机械设计方法有了很大发展,相应的教学内容也有较大的更新和深化,因此对本书进行相应的修订很有必要。

本次修订中,既注意保留原教材的优点,又充实了一些新的内容,使之更符合教学要求。总的原则是:

(1) 大的体例不变:考虑最近几年的科学技术发展,补充修订相关内容,特别是补充最新的成熟成果。

(2) 以教学为主线:根据最近几年的教学经验,增减相关内容;在第1版中由于篇幅的关系,有些内容过于简略,不便读者自学,本次作了补充;在每章中补充了例题和习题。

(3) 考虑科学知识的系统性:在相应章节加入了介绍相关领域的发展历史和最新趋势,并尽可能地加入一些成功的工程案例。

(4) 对原版中的一些语言叙述进行了调整,对文字错误进行了订正。

修订后的内容仍分为八章,名称不变。第1章增加了产品设计的类型和原则、现代设计对设计人员的要求等内容。第2章则充实了内容,增加了案例。第3章中主要改写了相似准则导出的相关内容。第4章增加了有限单元法工程应用一节,主要介绍常用程序和工程案例,其中大多数为本课题组近年来完成;同时删除了平时很少讲授的边界元法的内容。第5章进行了较大的改动,主要是借鉴近年来出版的优秀教材和教学经验,增加了优化设计的理论知识,扩大了篇幅;另外还增加了有关MATLAB优化工具箱的内容。第7章则是根据近年来的技术发展进行了全部重写。新增加的内容一般融汇于有关章节中,使教材在反映最新技术的同时,保证其系统性和实用性。

本书由北京科技大学臧勇任主编。第1章、第2章由臧勇、郜志英编写;第3章由臧勇编写,秦勤编写了3.2节;第4章由臧勇、吴迪平编写,其中吴迪平编写了4.2节及4.1节的部分内容;第5章、第6章由杨波海编写,郜志英编写了5.1

节中优化设计发展的新方法,5.6节及6.1节的部分内容和习题、思考题等;第7章由许倩编写;第8章由孙志辉编写。全书由臧勇统稿。

北京科技大学现代设计方法教学组在本书修订过程中提出了很多宝贵建议;北京科技大学为本书的出版提供了经费支持,在此表示感谢。

在编写过程中,参考了许多专家的著述(详见参考文献),并引用了其中的部分例题和图表,在此深表谢意。更多未能在参考文献一一列明的,在此一并表示感谢。

由于编者水平所限,书中错误及不妥之处在所难免,恳请读者指正。

编者

2010年8月

第 1 版前言

本书是为适应科学技术发展和教学体系改革而编写的机械工程与自动化专业的一门专业课教材。

随着科学技术的迅速发展,特别是自 60 年代始,许多软科学技术大量涌现,并进入实用阶段,加上计算机和计算机技术的迅速发展,为现代设计科学和设计方法的现代化提供了理论基础和先进手段。机械设计领域发生了深刻变革,进入了一个新的发展阶段。

传统的设计大多是凭借现有的专利、图纸等资料和设计者自己的经验进行,采用的方法基本上是静态的、古典力学的、经验性的,其计算、绘图大多以手工方式进行,所提供的选择方案少,局限性大。而现代的设计方法,是运用系统工程思想,把产品开发和设计放在一个人-机-环境系统中一体化进行。设计过程中,采用动态分析、优化设计、有限单元分析、可靠性分析、价值分析、故障分析、外观造型分析等各种现代方法,使问题的分析动态化。可以说,现代设计是动态的、科学的、计算机化的。

为适应这种变革,要求现代机械专业的学生和工程技术人员对现代设计方法有一个较为全面的了解和掌握。为此我们调整了专业教学体系并编写了这本教材。

现代设计理论与方法是一门广义的综合性学科,它包括了近年来出现的设计方法学及一切用于机械产品设计的相关理论和方法。本书只根据工程实用要求、教学体例安排等,并参照有关著作,编选了部分内容。主要包括如下几个方面:现代设计方法概述、设计方法学简介、相似理论及相似设计方法、有限单元法和边界元法、机械最优化设计、机械可靠性设计、计算机辅助设计、动态分析设计等。本书各章内容既互相关联,又保持相对独立,教师和读者可根据教学和工作需要选取。

参加本书编写工作的有,臧勇(第一章、第二章、第三章和第四章)、杨海波

(第五章、第六章)、窦忠强(第七章)、孙志辉(第八章)、权良柱(第三章部分内容)和何亚梅(第四章部分内容)等。由臧勇任主编。

邹家祥教授和吴菊英教授详细地审阅了全部文稿,易秉钺教授也审阅了部分内容,并提出了很多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中,参考了有关著作(详见参考文献),在此一并表示感谢。由于编者水平有限,书中错误及不妥之处在所难免,恳请读者指正。

编者

1998年2月

目 录

1 绪论	1
1.1 设计与现代设计	1
1.1.1 设计的内涵与特点	1
1.1.2 传统设计与现代设计	2
1.1.3 产品设计的类型和原则	4
1.1.4 现代设计对设计人员的要求	6
1.2 现代设计理论和方法的主要内容及特点	6
1.2.1 现代设计理论和方法的主要内容	6
1.2.2 现代设计方法的基本特点	8
1.3 学习现代设计方法的意义与任务	9
习题和思考题	9
2 设计方法学	10
2.1 设计过程	10
2.1.1 计划阶段	11
2.1.2 设计阶段	11
2.1.3 样机试制阶段	11
2.1.4 批量生产阶段	11
2.1.5 销售阶段	12
2.2 创造性设计法	12
2.2.1 创造性思维	14
2.2.2 创新能力	19
2.2.3 创造性技法	23
2.2.4 应用实例	28
2.3 系统化设计法	31
2.3.1 技术系统	32
2.3.2 功能分析法	35
习题和思考题	41
3 相似理论及相似设计方法	42
3.1 相似理论	42
3.1.1 相似概念	42

VI	
3.1.2	相似定理..... 44
3.2	相似准则的导出..... 46
3.2.1	方程分析法..... 46
3.2.2	量纲分析法..... 50
3.3	模型试验..... 55
3.3.1	模型设计..... 55
3.3.2	模型试验和推广..... 56
3.3.3	弹性结构的相似模型试验..... 57
3.4	相似性设计..... 60
3.4.1	系列设计的概念..... 60
3.4.2	系列产品的构成..... 61
3.4.3	几何相似系列产品设计..... 63
3.4.4	半相似系列产品设计..... 65
	习题和思考题..... 67
4	有限单元法..... 68
4.1	概述..... 68
4.1.1	有限单元法的概念..... 68
4.1.2	有限单元法的特点及分类..... 69
4.1.3	有限元法在现代设计过程中的作用..... 71
4.1.4	有限单元法的发展历史与前沿技术..... 71
4.2	有限单元法的分析步骤..... 78
4.2.1	概述..... 78
4.2.2	有限单元法模型结构的离散化..... 79
4.2.3	有限单元法单元特性的导出..... 85
4.2.4	整体分析..... 91
4.2.5	载荷移置和约束处理..... 95
4.2.6	有限单元法的分析步骤..... 99
4.3	有限单元法的工程应用..... 100
4.3.1	常用有限元软件简介..... 100
4.3.2	有限单元法工程问题的分类..... 104
4.3.3	有限单元法的工程应用实例..... 105
	习题和思考题..... 109
5	最优化设计..... 110
5.1	概述..... 110
5.1.1	最优化设计的基本概念..... 110
5.1.2	最优化设计的基本要素和数学模型..... 111
5.1.3	最优化问题的分类..... 119

5.1.4	最优化设计的迭代算法	120
5.1.5	优化设计发展的新方法	122
5.2	最优化方法的数学基础	124
5.2.1	二次型与正定矩阵	124
5.2.2	函数的方向导数和梯度	126
5.2.3	多元函数的泰勒近似展开式和 Hessian 矩阵	128
5.2.4	无约束最优化问题的极值条件	130
5.2.5	约束最优化问题的极值条件	132
5.3	一维搜索的最优化方法	135
5.3.1	搜索区间的确定	136
5.3.2	黄金分割法	137
5.3.3	二次插值法	140
5.4	无约束最优化方法	142
5.4.1	坐标轮换法	143
5.4.2	共轭方向法与 Powell 法	144
5.4.3	Newton 法	150
5.4.4	变尺度法	153
5.5	约束最优化方法	157
5.5.1	广义简约梯度算法	158
5.5.2	惩罚函数法	162
5.6	MATLAB 优化工具箱及其应用	169
5.6.1	MATLAB 优化工具箱简介	169
5.6.2	优化工具箱常用函数的应用	170
5.6.3	机械优化设计应用实例	177
	习题和思考题	183
6	可靠性设计	185
6.1	概述	185
6.1.1	可靠性科学的发展	185
6.1.2	可靠性的概念	186
6.1.3	可靠性设计的内容和特点	187
6.1.4	可靠性设计常用尺度指标	189
6.2	机械强度可靠性设计原理	191
6.2.1	机械可靠性设计原理——应力—强度分布干涉理论	191
6.2.2	零件工作应力分布的确定	194
6.2.3	强度分布的确定	195
6.2.4	典型强度—应力分布模式的可靠度计算	197
6.3	机械强度可靠性设计应用	200
6.3.1	强度可靠性计算条件式与许用可靠度	200

6.3.2	强度可靠性设计方法及步骤	201
6.4	疲劳强度可靠性分析	205
6.4.1	$S-N$ 曲线及 $P-S-N$ 疲劳曲线	205
6.4.2	$P-S-N$ 曲线的绘制原理和方法	209
6.4.3	机械零件的疲劳极限分布	211
6.4.4	机械零件的疲劳强度及其可靠度	212
	习题和思考题	213
7	计算机辅助设计	215
7.1	概述	215
7.1.1	基本概念	215
7.1.2	CAD 系统的硬件	215
7.1.3	CAD 系统的软件	217
7.2	CAD 支撑软件	217
7.2.1	CAD 支撑软件分类	217
7.2.2	几何造型软件的功能	217
7.2.3	工程分析及计算软件的功能	228
7.3	CAD 技术的发展趋势	231
7.3.1	集成化	231
7.3.2	网络化	231
7.3.3	智能化	231
7.3.4	并行工程	232
7.4	产品数据交换技术	233
7.4.1	产品数据交换标准简介	233
7.4.2	以 Inventor 为例简介 CAD 系统间的数据输入输出格式	233
	习题和思考题	234
8	动态分析设计法	235
8.1	频响函数(传递函数)	235
8.1.1	频率响应函数的概念	235
8.1.2	具有黏性阻尼单自由度系统的频响函数	235
8.1.3	具有结构阻尼单自由度系统的频响函数	238
8.1.4	频响函数的特性曲线	238
8.1.5	多自由度系统的频响函数	242
8.2	模态分析基础	245
8.2.1	模态分析的概念和基本方法	245
8.2.2	多自由度系统的实模态分析	245
8.2.3	多自由度系统的复模态分析	248
8.3	模态参数识别	252

8.3.1 概述	252
8.3.2 模态参数的频域识别方法	252
8.3.3 模态参数的时域识别方法	256
8.4 模态分析的应用	259
8.4.1 故障诊断与状态监测	259
8.4.2 振动载荷的识别	260
8.4.3 结构的动力修改	260
习题和思考题	262
参考文献	263

1 绪 论

1.1 设计与现代设计

1.1.1 设计的内涵与特点

1.1.1.1 设计的概念

设计是人类征服自然改造世界的基本活动之一,它与人类的生产及生活密切相关,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。

设计在广义上是指对发展过程的安排,包括发展的方向、程序、细节及达到的目标;在狭义上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。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深度和广度发展,其内容、要求、理论和手段等都在不断更新。目前科技界对设计尚无统一的定义,但对设计的基本内涵都有共同的认识。其中对设计含义的一些典型提法如下:

- (1) 设计是一种创造性活动,设计的核心是创造性,如果没有创新,就不叫设计;
- (2) 设计是一种优化过程,是在给定条件下,针对目标谋求最优解的过程;
- (3) 设计是把各种先进技术转化为生产力的一种手段,它反映当时生产力的水平,是先进生产力的代表;
- (4) 设计是一种技术性、经济性、社会性及艺术性的综合产物;
- (5) 设计是为满足需求而进行的一种创造性思维活动的实践过程;
- (6) 设计是通过分析、创造与综合,创造性地建立满足特定功能需求的技术系统的活动过程。

对此,我们综合来理解设计的含义,即为了满足人类与社会的功能要求,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,产生载有相应的文字、数据和图形等信息的技术文件,以取得最满意的社会与经济效益为目的,然后通过实践转化为某项工程,或通过制造成为产品而造福于人类。

1.1.1.2 设计活动的特征

从对设计含义的理解出发可以看出,任何设计活动都具备如下五个重要特征:

(1) 时空性 所有的设计活动都受到时间和空间的限制,此即设计活动的时空性特征。这主要表现在因设计活动所处的时间阶段和地域的不同,设计技术水平和设计周期等是不一样的。这是因为在不同的时间阶段和地域,人们所掌握的技术信息和技术手段是不同的,人们对客观世界的认识能力和创造精神的发挥也是不一样的。

(2) 物质性 所有的设计活动都是在特定的物质条件约束下进行的,这是设计活动的物质特征。主要体现在设计受到可利用的资源(如工程材料、经济条件、使用场所)、社会条件等诸多因素的限制。

(3) 需求性 所有的设计都是为满足某种要求,这称之为设计的需求性特征。这也是科学研究和工程设计的最大区别。科学探索从好奇心开始,设计过程则从需要出发。“科学家研究现在的世界,工程师创造过去没有的世界”(Von Karman)。

(4) 创造性 创造性为设计的又一重要特征。只有设计人员和设计成果具有创造性,才能满足人们不断更新的需求。时代的发展、使人们的需求、自然和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。从机车的发展历史来看,由蒸汽机车到内燃机车,由内燃机车到电力机车,再到磁悬浮机车,充分体现了设计活动的不断创造发明的特征。

(5) 过程性 任何设计都不是一蹴而就的,而是一个时间过程。这就要求我们重视设计过程中所应用的方法,以提高工作效率,缩短设计周期。同时,设计是一种综合运用多种学科知识创造出新物质条件的实践活动,是有别于纯粹理论研究过程的。这就要求设计工作人员的个人素质、设计工作的组织协调、工作环境及具体条件都要与这一实践活动相适应,否则将影响设计工作的进程和最后结果。

1.1.2 传统设计与现代设计

1.1.2.1 设计活动发展的四个阶段

从人类生产的进步过程来看,设计活动的发展大致经历了四个基本阶段:

(1) 直觉设计阶段 人类在改造自然、利用自然资源以满足人类社会需求的历史中,一直在从事着设计活动。但在最初阶段,这完全是靠人的直觉。设计过程是凭当事人的智力和灵感,在实践中不断摸索而自发进行的。一项新产品的问世,周期很长,且一般无经验可以借鉴,是一种有很大偶然性的自发设计。

直觉设计阶段在人类历史中经历了一个很长的时期,17世纪以前的设计,基本上都属于这一阶段。

(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难以满足这些要求。到了17世纪,数学和力学得到了很大发展并建立了密切联系,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年就出现了有关大海船的设计图纸。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;还可满足更多的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发展到经验设计阶段。

但从总体上看,由于实际情况的复杂性,设计计算所用的数学公式仍是一些经验公式,对一些不确定的因素,只能用依靠经验确定的系数来考虑。这时,设计过程仍是建立在经验与技巧能力的积累之上。人们依赖通过实践积累起来的丰富经验,作为设计计算和类比的主要依据;将现成产品作为参考,经过多次设计试制的反复、循环,再最后定型投入生产。它虽然较自发设计前进了一步,但周期仍长,质量也不易保证。这就是传统的常规设计阶段。

(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,人们把对产品采用局部试验、模拟试验等作为设计辅助手段。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,又称中间试验辅助设计阶段。

这个阶段的突出进展体现在三个方面:第一,加强设计基础理论和各种专业知识设计机理的研究,如材料应力应变、摩擦磨损理论,零件失效与寿命的研究等,从而为设计提供了大量信息,如包含大量设计数据的图标(图册)和设计手册等;第二,加强关键零件的设计研究,特别是加强了关键零部件的模拟试验,大大提高了设计速度和成功率;第三,加强了“三化”,即零件标准化、部件通用化、产品系列化的研究。

半理论半经验阶段由于加强了设计理论和方法的研究,与经验设计阶段相比,大大减少了设计的盲目性,有效地提高了设计效率,降低了设计成本。至今,这种设计方法仍被广泛沿用。

(4) 现代设计阶段 近50年来,随着科学技术的迅猛发展,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和普遍应用,为进行有关设计中的理论分析、数值计算和物理模拟等提供了极为有利的条件。系统论、控制论、信息论、突变论等等一系列横向交叉学科的发展,使辩证唯物主义的哲学思想具体应用于科学领域,打破了长期以来的孤立、片面、静止地观察和思考问题的方法。工程设计吸收了当代科学的成果,逐渐形成了自身的科学体系——现代设计方法,即研究现代设计规律、方法、程式等的学问。这是一门多元性的新兴交叉科学,它将当代各种先进科学方法融于设计之中,使设计工作完全不同于以往的传统设计,设计工作的面貌焕然一新,设计领域开始产生了突破性的变革。

1.1.2.2 传统设计与现代设计的比较

将传统设计和现代设计比较,可以说传统设计是静态的、经验的、手工的方法,在设计过程中被动地重复分析产品的性能;而现代设计是动态的、科学的、计算机化的方法,在设计过程中可以做到主动地设计产品参数。

此外,步入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,还要考虑对系统和环境的影响;不仅要考虑技术领域,还要考虑经济和社会效益;不仅要考虑当前,还需考虑长远发展。例如汽车设计,不仅要考虑汽车本身的有关技术问题,还需考虑使用者的安全、舒适和操作方便等人机功效特性,此外还需考虑汽车的节能、环保以及车辆存放、道路发展等问题。

现代设计是过去长期的传统设计活动的延伸和发展,它继承了传统设计的精华,吸收了当代科技成果和计算机技术,与传统设计方法相比,主要完成了以下几方面的转变:

- (1) 产品结构分析的定量化;
- (2) 产品工况分析的动态化;
- (3) 产品质量分析的可靠性化;
- (4) 产品设计结果的最优化;
- (5) 产品设计过程的高效化和自动化。

目前,我国设计领域正面临着由传统设计向现代设计的过渡,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,尽快提高我国机电产品的性能、质量、可靠性和市场竞争能力。

1.1.3 产品设计的类型和原则

1.1.3.1 产品的概念

产品最一般的概念是劳动创造出来的物质财富或物品,例如汽车、自行车、电冰箱或者机器、设备等。顾客买一件产品,从本质上并不是买这个产品的实体,而是买这个产品所得到的效用上和心理上的满足,因此产品除了它的实体外,还应包括其功能、使用、质量、款式、商标、包装、保用、修理及售前售后服务等。对产品的分析大致可以划分为三个层次:

(1) 形式产品 即市场上产品的具体形态,一般以产品的质量、特征、造型、商标和包装等表现出来。

(2) 核心产品 是指产品给用户提供的基成功用和利益,顾客追求的主要是产品的实际效用。比如顾客买电冰箱这个形式产品,主要是为了制冷和保鲜这个核心。

(3) 延伸产品 包括产品的质量、安装维修、使用指导或其他售前售后服务,使用户的利益得到保证或获得更多的产品附加利益。

从产品本身的角度看,新产品不单指新发明创造的产品,也包括革新和改造的产品;从顾客的角度看,市场以前没有出售过的产品是新产品;从生产者或销售者的角度看,从前未生产过或销售过的产品也是新产品。开发新产品是科学技术日益发展的必然结果,是满足人类日益增长的物质需要和适应瞬息万变的市场需求以及日益激烈的市场竞争的需要。

1.1.3.2 产品设计的类型

企业生产一种新产品或改造一种老产品,都要进行设计。根据设计对象不同,产品设计分为以下几类:

(1) 开发性设计 在全部功能或主要功能的实现原理和结构未知的情况下,运用成熟的科学技术成果所进行的新型工业产品设计。也即针对新任务,应用可行的新技术,进行创新构思,提出新的功能原理方案。这是一种完全创新的设计。这种设计是在国内外尚无类似产品情况下的创新,如赶超先进水平,或适应政策要求,或避开市场热点开发具有新特色的、有希望成为新的热点的产品。

(2) 适应性设计 在主要功能的实现原理或者结构方案保持基本不变的情况下,根据生产技术的发展和使用部门的要求,只对产品的结构和性能进行局部更新改造,使产品能更广泛地适应设计要求。例如在卧式铣床基础上加设立铣头、磨头或插销头,以扩展铣床的加工范围;又如在普通自行车基础上更换传动系统,并改变部分结构后开发的变速赛车等。

(3) 系列化设计 在功能原理方案都保持不变的情况下,只是对结构设置和尺寸加以改变,使之满足不同的工作要求的设计。如不同压力和流量的齿轮泵系列设计、不同中心距的减速器系列设计,不同中心高度的车床系列设计,不同尺寸规格的自行车设计等。

(4) 测绘和仿制 按照国内外产品实物进行测绘,变成图纸文件,其结构性能不改变,只进行统一标准和工艺性改动。仿制是按照外单位图纸生产,一般只作工艺性变更,以符合工厂的生产特点及技术装备要求。

在工业产品设计中,开发性设计目前所占比重不大,其产品能有冲击旧产品,迅速占领

市场的良好效果,但是设计成本和风险也较大。为满足市场多品种、多规格产品的需要,适应性设计和系列化设计受到普遍重视。

1.1.3.3 产品设计的原则

产品设计应遵循的原则包括:

(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。在科学技术高度发展的今天,创新往往是在已有技术基础上的综合,有的新产品是根据别人的研究试验结果而设计,有的是博采众长加以巧妙组合。因此在继承的基础上创新是一条重要原则。

(2) 可靠原则 产品设计力求技术上先进,但更要保证使用中的可靠性,即无故障运行的时间长短,是评价产品优劣的一种重要指标,因此产品必须进行可靠性设计。

(3) 效益原则 在可靠的前提下,力求做到经济合理,使产品“价廉物美”,才有较大的竞争能力,创造更高的经济效益和社会效益,即在满足用户提出的功能要求下,有效地节约能源、降低成本。

(4) 审核原则 设计过程是一种设计信息的加工、处理、分析、判断决策和修正的过程。为了避免和减少设计失误,实现高效、优质、经济的设计,必须对每一设计程序的信息随时进行审核,绝不允许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,因此适时而严密的审核是确保设计质量的一项重要原则。

1.1.3.4 现代产品设计的三个阶段

任何一种产品的开发,都要面对市场竞争的考验。要使产品被市场接受和欢迎,产品开发必须经历功能原理设计、实用化设计和商品化设计三个重要阶段。

(1) 功能原理设计 产品的功能原理设计就是针对产品某一确定的功能要求,寻找实现该功能目标的解法原理。其实质就是进行产品原理方案的构思和拟定的过程,设计时必须从最新的自然科学原理及其技术效应出发,通过创新构思、优化筛选、寻求最适宜于实现预定功能目标的原理方案。

功能原理设计通常是以简图或示意图来进行方案构思的,图中所示的结构、形状以及材料等一般还不会有成熟的考虑。但应指出,功能原理设计是一个形象思维与逻辑推理的综合过程,是实现创新和开发的关键阶段,它的优劣从根本上决定了产品设计的水平。

(2) 实用化设计 功能原理设计仅是提出实现各种功能要求的原理方案图,这与产品的生产用途还有很大的距离,其中关键的工作就是将原理方案结构化,即确定完成功能要求所需零部件的材料、形状、尺寸、加工方法及总体布局。

实用化设计是使原理方案构思转化为具体实用水平的装置,完成从总体设计、部件设计、零件设计到制作施工的全部技术资料。

(3) 商品化设计 一个产品要成为商品,要保证产品在市场竞争中成功,必须具备一定的技术、经济和社会条件,这些条件实质上就是对一个产品的评价标准。

商品化设计就是从技术、经济、社会等方面来提高产品的市场竞争能力,例如用价值优化进行价值分析,提高产品性能,降低成本,用最低成本保证基本功能;又如对产品进行造型设计,在保证功能和加工方便的前提下,设计美观大方的外形和协调悦目的色彩。