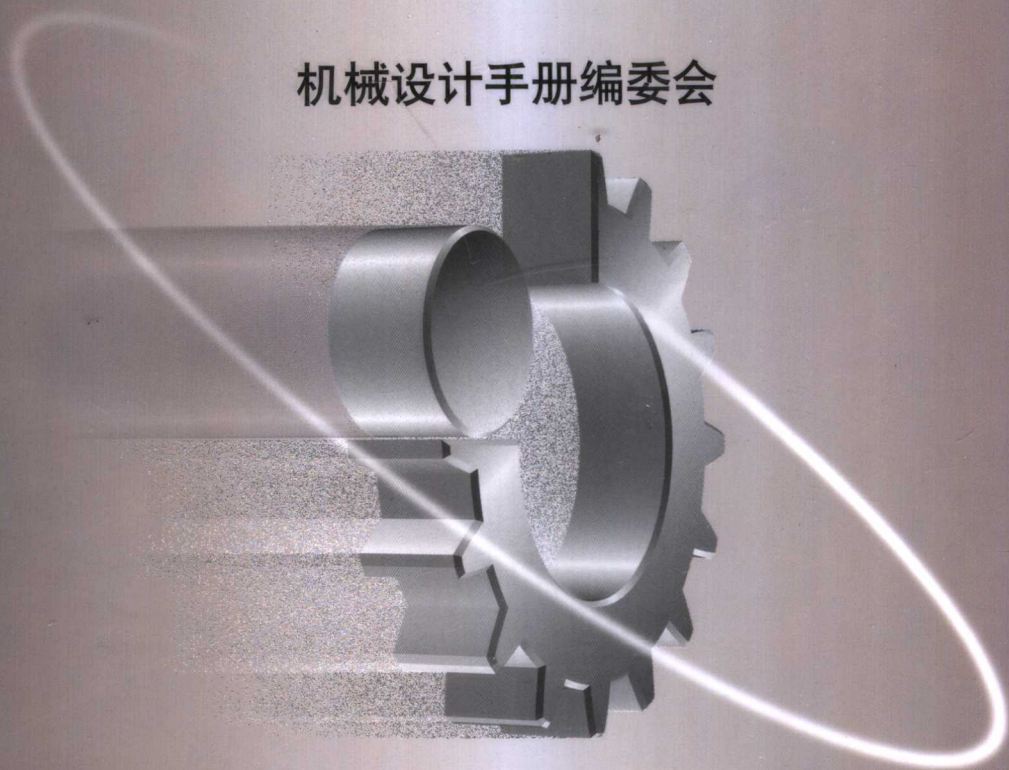


机械设计手册

单行本

造型设计和人机工程

机械设计手册编委会



1122-62
-2;14.4

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



本书是在前几版的基础上,吸收了近年来新的设计方法及最新国家标准,全面、系统地介绍了所有现代设计和常规设计方法、数据、图表,内容丰富,具有信息量大、标准新、取材广、规格全、常用结构多,并增加了许多国内外常用的新产品的结构、规格、选用范围,实用性强、查找方便等特点。

全书共分常用资料,机械零部件与传动设计(一)、(二),液压、气动、液力传动与控制,机械设计基础,现代设计方法及应用等6卷50篇。

本单行本主要介绍造型设计和人机工程。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计手册:单行本 造型设计和人机工程/《机械设计手册》编委会编著 —4版 —北京:机械工业出版社,2007 7

ISBN 978-7-111-21869-2

I 机… II 机 III ①机械设计-技术手册②人-机系统-关系-工业产品-造型设计-技术手册 IV TH122-62 TB18-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第103539号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:曲彩云 版式设计:张世琴 责任校对:张媛

封面设计:姚毅 责任印制:杨曦

北京机工印刷厂印刷(兴泰装订厂装订)

2007年8月第4版·第1次印刷

184mm×260mm·7 25印张·245千字

0 001—4 000册

标准书号 ISBN 978-7-111-21869-2

定价 16.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 68351729

封面无防伪标均为盗版

新版前言

《机械设计手册》自出版以来,在机械设计实践中发挥了重要的基础性作用,先后荣获全国优秀科技图书二等奖、机械电子工业部科技进步二等奖,是全国优秀科技畅销书,在社会上有较高的知名度,影响广泛,深得广大工程技术人员的厚爱。

机械设计是机械工业的基础技术。科技成果要转化为有竞争力的新产品,设计起着关键性作用。设计工作的质量和水平,直接关系到产品质量、性能和技术经济效益。特别是在产品创新和创造方面,工业发达国家都极为重视机械设计工作,不断地研制出适应市场需要的机电产品。近几年来,由于科学技术不断发展,加之我国加入世贸组织以后国际技术交流更直接、便捷,使我国在机械设计领域有了长足的进步,取得了丰硕的成果,发现了许多新材料、新的设计理念和设计方法,这些都需要我们及时归纳总结,全面准确地提供给广大读者。为使《机械设计手册》紧跟时代步伐,满足广大读者需要,我们组织了这次《机械设计手册》的新版修订工作。

这次修订,根据广大工程技术人员实际需要和阅读习惯,在保持手册先进性、系统性的前提下,我们调整了卷、篇、章的框架结构,重新编排,并补充了机械设计应用方面的内容。更加突出实用便查,让技术人员感到既有很多成熟使用的现代设计方法,又能更方便、快捷地查到所需内容。

这次修订取材仍根据基本、常用、关键、发展的原则,强调准确性。我们认真细致地对各种数据、图表等进行分析、核对和验证,对一些局部性的技术经验和测试结果,为了做到准确、可靠,作者亲自南下北上,取得第一手试验数据资料,以确定选取范围,做到了精益求精。对国外资料,以常用和新材料为主,主要从选用角度编写,重点介绍材料的技术参数、性能特点、适用范围和应用技术等,为如何正确选择和合理使用提供依据,以发挥其最佳性能和经济效果,这些都是作者经过长期生产实践积累的宝贵资料。本书数据、资料全部来自国家最新标准、规范和其他权威机构,设计方法、公式选择、参数选取原则均经过长期实践检验,典型结构设计、计算实例均来自工程实践。为了突出反映先进性,增加了许多适合我国国情的新材料、新方法、新技术、新工艺,广泛收集具有先进水平的新产品。

重点修订内容:

(1) 更换补充新标准

书中所涉及的标准均采用现行国际、国家及行业最新标准,这对提高我国机械设计标准化水平,促进机械产品走向世界都将起到促进作用。同时,对一些新旧标准过渡有难点的内容做了详细指导,如渐开线圆柱齿轮部分引入最新国家标准 GB/T 10095.1~2—2001 渐开线圆柱齿轮精度和 GB/Z 18620.1~4—2002 圆柱齿轮检验实施规范;考虑到新旧标准应用的过渡期,保留了渐开线圆柱齿轮精度标准 GB/T 100095—1988 的相关内容,给出了新旧标准精度对照表及旧标准向新标准的转化方法,同时给出了新旧标准标注的齿轮工作图示例,以方便读者使用。

锥齿轮强度计算采用最新颁布的国家标准 GB/T 10062.1~3—2003,为便于采用新标准,

增加了强度计算用到的锥齿轮的端面当量齿轮和法面当量齿轮参数计算公式,给出了用新标准计算的两个锥齿轮传动设计算例。把现有国内资料中关于锥齿轮几何设计中的“参考点”改为“基准点”,以忠实原意。

在轴承中增加了2004年6月发布的滚动轴承代号方法的补充规定,以作为轴承标准的补充内容。

(2) 增加新材料、新结构

由于新材料、新结构不断出现,故在这次修订中,均适当纳入新内容,更换老内容,使手册更新、更适用。

如由于工程塑料和复合材料的力学性能有了很大的提高,又具有价廉、防腐、防锈蚀等一系列优点,故其应用发展很快,我们加强了这方面的介绍,书中还大量增加了新的结构类型和应用实例。

在轴承部分增加了带座外球面轴承、专用轴承、直线运动滚动支撑、关节轴承,以及国外轴承、钢球、钢种、润滑油等的代号和国内外对照表。

(3) 介绍新产品,删掉淘汰产品

机械设计中经常选用的一些基础产品发生了很大的变化,现在产品的分类、代号方法、设计计算等内容完全与国际接轨,与老产品相比完全不同。对于这些内容,我们必须加以修正,以适应我国机械产品进入国际市场的需要。因而,我们删掉了部分淘汰产品内容,并将国内主要厂家新开发推出的具有较大影响的新产品进行了补充,并适当增加了国内选用较多的国外产品,如为适应目前国内市场上进口液压、液力、气动元器件所占份额逐渐增大的现状,特增加了大篇幅的内容,主要推出世界著名的几大品牌应用较广泛的产品,以满足专业技术人员的需要。

近年来我国出现的新的减速器或形成了新标准的减速器,都在不断地向国外的新技术看齐,也收入本手册中供大家参考。此外,还及时引入了国外的产品,如SEW和PIV的产品,一则是为了向国际靠拢(接轨),二则是让设计人员方便选用国外知名公司的适用产品。

(4) 增加了反映现代科技的新内容

在“机械振动的控制”一章内,不仅填补了对冲击、对随机振动的隔离等国内外空白内容,还重点增加了利用振动信号的测量、分析、反馈及跟踪等先进技术,进行最优控制、自适应控制、预测控制、模糊控制等振动的主动控制的新内容。增加了“振动的利用”一章,使读者不仅能查到对有害振动进行控制的内容,还能查到振动的有益内容,包括振动利用的方法、步骤、设计与计算,利用振动原理工作的各类机械。

为适应现代机械设计的要求,增加了“模态分析与参数识别”一章。在机械设计中应用此章的内容,能对机械给定的动力特性,识别出机械应有的物理参数,或者已知机械的物理参数,识别出其动力特性。还能识别出很难准确计算和直接测量的机械动载荷,更能在机械运行时“在线”识别其动态特性。这些都将提高机械动态优化设计的功能与效率。

(5) 充实增加了现代设计方法的应用技术

近年来,机械设计的理论和方法在国内外取得了很大的发展,我国设计人员要在产品设计方面赶超国际水平,必须掌握先进的设计理论和方法。由于机械设计涉及面广,即使是经验丰富的设计师,也难以及时、全面地掌握这些理论与方法,所以本书重点介绍了当今发达工业国

家流行的成熟的设计理论与方法,增强广大工程技术人员创新意识和能力。如通过对有限元设计、创新设计、虚拟设计、优化设计、并行设计、智能设计、机电一体化设计及其相应工具软件等内容的详细阐述,使得工程技术人员在日常设计工作中融入现代设计的理论与方法,并注重相应流行软件的应用,达到提高设计水平和设计效率的目的。如有限元设计部分,详细介绍将“有限元设计”如何应用于实际设计工作中,以适应国际流行的针对重大机电产品(包括新产品)研发及销售过程中需配备有限元分析软件的需要。又如为加强环保,进行绿色设计,生产绿色产品,在世界各国均受到普遍欢迎,工业发达国家更是十分重视环保这方面的工作,所以本手册也介绍了如何实施机电产品的绿色设计。所有这些内容,都是现代设计工作者必不可少的最新的必备知识,而其他同类工具书却极少涉及这些内容。

可靠性、优化、疲劳强度、摩擦学等理论的新发展,可以为机械设计人员提供当代的先进资料,其中有些是最新的研究成果。设计人员可以较方便地找到自己需要的方法或解决问题的线索,并为进一步深入开展工作打下良好的基础。

本书作者都是具有丰富的设计知识和技能,具有出色的机械设计实践和研究经验的本学科知名学者和机械设计专家,他们统观全局、采实撷精,为本书修订奠定了可靠的保证。

第2版前言

《机械设计手册》自1990年出版至今已有10年,曾8次印刷,销售10万多套,得到了广大读者的关心、支持和好评,获第七届全国优秀科技图书二等奖,原机械电子工业部科技进步二等奖。

现在,《机械设计手册》(第2版)又与广大读者见面了!

2版修订是在1版的基础上,调整结构、更新内容、完善不足、更新标准、突出实用,让广大机械设计人员更方便快捷地查到所需内容。

一、修订的重点

1. 充实和更新技术内容。在重点反映国内外机械设计领域的新技术、新材料的同时,加强了自动化技术、计算机技术等在设计中的应用。现代设计方法和应用等都增设了新篇章。对于一些有发展前景的新设计方法,也作了相应介绍。2版新增设了电动机和常用低压电器、创新设计、绿色产品设计、并行设计、虚拟设计、快速响应变型设计和反求设计、机电一体化系统设计、现代设计主流软件、零部件设计常用基础标准、传动总论等10篇;重新编写了摩擦学设计、优化设计、计算机辅助设计、带传动和链传动、齿轮传动、滚动轴承、滑动轴承、气压传动与控制、液压传动与控制等9篇。其他各篇也作了较大程度的修改或更新。

2. 突出重点,务求实用。在总体结构和内容设置上作了一定调整,精简了基础理论部分内容,注意收集设计实践的经验和数据,使手册结构更趋合理,内容更切实际,更方便查阅。

3. 更换最新标准。根据到2000年6月为止颁发的国家或行业现行标准及技术规范,重新更换了旧的标准,体现了技术内容和数据的可靠性。

二、内容和结构

2版主要包括常用资料和设计基础、现代设计方法及应用、机械零部件设计、机械传动设计、流体传动与控制等部分,共44篇,分为5卷。

1. 常用资料和设计基础 机械设计总论、常用资料和数学公式、机械工程材料、机械设计力学基础、实验应力分析、机械振动和噪声、造型设计和人机工程、失效分析和故障诊断、电动机和常用低压电器。

2. 现代设计方法及应用 创新设计、绿色产品设计、并行设计、虚拟设计、快速响应变型设计和反求设计、可靠性设计、摩擦学设计、优化设计、计算机辅助设计、疲劳强度设计、蠕变设计、价值工程、机电一体化系统设计、附录 现代设计主流软件。

3. 机械零部件设计 零部件设计常用基础标准、零件结构工艺性、联接与紧固、弹簧、起重、搬运件、操作件、机架、箱体及导轨、密封件、管路附件。

4. 机械传动设计 传动总论、机构、带传动和链传动、摩擦轮及螺旋传动、齿轮传动、轮系、减速器和变速器、轴、滚动轴承、滑动轴承、联轴器、离合器与制动器。

5. 流体传动与控制 气压传动与控制、液压传动与控制、液力传动。

为了便于协调,提高质量,加快编写进度,参加编审的人员以东北大学有关院系为主,并组织邀请清华大学、北京理工大学、北京科技大学、上海交通大学、上海大学、天津大学、哈尔滨工业大学、重庆大学、浙江大学、昆明理工大学、大连理工大学、大连铁道学院、华中理工大学、北京、上海、合肥、天津、沈阳等地的专家学者参加。值此手册出版之际,谨向所有参加本版工作的全体编审人员及有关单位表示诚挚的谢意。由于水平和时间有限,难免有一些不尽人意之处,殷切希望广大读者批评指正,提出宝贵意见,以便在今后的工作中改进。

第1版前言

《机械设计手册》是继《机械工程手册》之后出版的一部大型机械设计专业技术工具书。

机械工业担负着向国民经济各部门,包括工业、农业和社会生活各个方面提供各种性能先进、价格低廉、使用安全可靠的技术装备的任务,所以在现代化建设中是举足轻重的。市场竞争的生命力在于产品的水平。任何科技成果要转变为有竞争力的商品,设计起着关键性的作用。机械设计是机械产品研制的第一道工序,设计工作的质量和水平,直接关系到产品质量、性能、研制周期和技术经济效益。工业发达国家都十分重视产品设计:日本认为,工业发达是企业对产品设计高度重视的结果;美国认为,设计是一本万利的事,对产品设计投资1美元,带来的利润却是1500美元;英国认为,产品设计是英国工业的命脉,英国工业革新必须以设计为中心,始终应把产品设计作为企业的头等大事,应时常探索研究使产品设计尽善尽美;法国认为,设计是工业的生命,要培养超一流设计大师,要大胆启用有才华有实践工作经验的设计人员。

这里,有必要回顾一下机械和机械设计发展的历史。机械的发明和发展,是先由几种简单工具开始的。石器时代的石刀、石斧,只是为了能省力或便于用力。后来发展到利用杠杆原理制作灌溉或扬水用的桔槔,利用滑轮原理制作重物提升用的辘轳等简单机械。这些机械所需的原动力是直接出自人的本身。为了省力和扩大力,开始时利用牲畜力,后来利用风力和火力。待到18世纪60年代发明了蒸汽机,作为动力带动了纺织机、磨粉机、鼓风机、工作母机和铁路机车,促进了冶金、轮船和火车等工业的发展。到19世纪60年代,出现了第一台直流发电机,到19世纪80年代,研制成功了交流发电机和交流电动机,20世纪初,电动机已在工业生产中取代了蒸汽机,成为驱动各种工作机械的基本动力。电气技术的应用,使机械工业得到了高速的发展。工业的发展,要求围绕机械设计制造的基础理论和设计方法,能适应当时机械工业的形势。到18~19世纪,材料科学、结构力学、弹性力学、流体力学、热力学、制图和公差等,都分别发展成为一门独立学科。但由于机械设计的复杂性,还需将这些学科在应用于设计时作某些简化假设,再加上设计人员的经验,逐渐形成了一整套机械设计方法。在这套设计方法中,要应用一些经验设计方法、经验设计公式和经验系数等,称之为常规设计或传统设计。

1946年世界上第一台电子数字计算机诞生。经历了电子管、半导体、集成电路和大型集成电路的发展,电子计算机在机械设计中已广为采用。电子计算机的发展,使有限元法、优化设计和计算机辅助设计等成为可能。加上材料科学、计算力学、摩擦学和设计理论等的发展,逐渐形成了一套现代设计理论和方法。现代设计的特点为:(1)从静态设计到动态设计;(2)从单项设计指标到综合设计指标;(3)从常规设计到精确设计;(4)从手算设计到广泛应用计算机的设计。常规设计是不可缺少的,但对于培养具有更广阔视野的设计人员来说显得非常不够。近二、三十年,设计方法更为科学化、系统化、完善化和现代化了,虽然如此,常规设计仍然是重要基础。

由于机械产品品种繁多,除一些重要的机械产品(如机床等)有专业手册,加上综合性的《机械工程手册》外,编写一部能统贯整个机械设计领域,主要写机械设计共性内容,具有现

代设计水平,实用性强,为机械设计学科领域的机械设计人员、科研和教学工作者查阅使用的《机械设计手册》,实属当务之急。为此,机械工业出版社于1985年冬着手组织全国专家、学者进行《机械设计手册》的编写工作。

本手册是在现代设计方法在我国经历了宣传普及阶段并在设计中初步取得成果、新的设计标准规范陆续制订公布的有利时机完成编写工作的。在制订编写提纲过程中,广泛听取了各方面的意见,将设计作为一个整体来考虑,不仅要考虑强度和润滑等常规设计注意的问题,还要考虑便于制造、技术经济指标合理和美观等方面,贯彻“四性”(实用性、整体性、科学性、先进性)精神,立足于20世纪80年代机械设计水平进行编写。手册中的计量单位一律采用国家法定计量单位,原有的数据单位,还没换成法定单位的,我们一律换算成法定单位。标准均为现行标准。

本手册共有42篇,分5卷出版。第1卷共7篇。第1篇机械设计总论,对机械设计的地位、设计遵循原则、设计的内容和设计方法作战略性的描述,使读者对机械设计有整体性理解。后面6篇是机械设计的基础理论和基本数据,各篇尽量用较小的篇幅写出覆盖面广的现代设计所需的实用内容。第2卷共10篇,是现代设计理论和设计方法。其中第8篇机构及机械系统设计,是机械设计的第一步骤,它是方案设计的主要内容。考虑到现代设计中的计算机应用,故以数值解法为主,代替了传统的图解法。第9篇造型设计和人机工程,介绍机械设计中如何考虑机器的形体和色彩,如何考虑操作者的人体尺寸、出力大小和视力范围等。第10篇价值工程,介绍机械设计中技术经济指标的计算以及评价和决策。下面几篇疲劳强度设计、蠕变设计、可靠性设计、优化设计、计算机辅助设计,都是一些现代设计方法。第16篇是计算机辅助设计所用的“数据库”,第15篇是与现代设计密切相关的“失效分析和故障诊断”。这些篇大多是现有手册中没有的,个别篇虽然少数手册中有类似的篇名,但本手册是从现代设计的要求出发进行编写,内容新而且深入。第3卷共8篇,第4卷共11篇,是机械零部件设计部分。虽然其中大部分篇名,在一些机械设计手册中也有,但本手册采用了最新的标准规范,尽量与现代设计相结合,所以各篇中都有一些内容,甚至整篇内容在一般手册中没有的。一些重要的设计计算,另备有设计软件包。第5卷共6篇,是各种传动、机械自动化和工业机器人。其中工业机器人是机电仪一体化的典型产品,作为本手册的终篇,对贯彻本手册编写意图是有深刻含意的。为与本手册精神相一致,工业机器人也只写其共性部分。

《机械设计手册》是一部千万字的巨著,参加编写人员近200名,组织工作繁重。为了统一编写精神,经多次讨论确定了编写体例,按篇确定主编,由主编提出编写人员,召开编写会,审查各篇的编写提纲,按篇确定2~4位审稿人,初稿完成后送审,审稿意见与编写人见面,共同商量改稿意见,在此基础上,部分篇召开了审稿会。待到条件成熟,按卷召开定稿会。所以,本手册的出版,是在国内大专院校、研究院所和工厂的教授、研究人员和工程师的积极参加下完成的,并得到机械工业出版社、机械电子工业部科技司和东北工学院等单位的大力支持,这是本手册能够在较短的时间内从组织编写到出书的有力保证,在此谨向大家表示诚挚的感谢,并衷心希望广大读者提出批评意见,使本手册在修订时能有所改进。

徐 灏

1988年11月

目 录

第 27 篇 造型设计和人机工程

第 1 章 机器造型设计概述

- 1 造型设计定义 27-3
- 2 造型设计的组成要素 27-3
- 3 造型设计的特征与原则 27-4
- 4 造型设计的工作程序与步骤 27-4

第 2 章 造型设计的艺术表现法则

- 1 机器造型的比例与尺度 27-6
 - 1.1 定义 27-6
 - 1.2 特征 27-6
 - 1.3 造型设计常用比例与特征 27-6
 - 1.4 常用比例的相互转换(特征矩形面的分割) 27-8
 - 1.5 比例设计方法 27-12
- 2 机器形态的均衡与稳定 27-14
 - 2.1 定义 27-14
 - 2.2 获得均衡稳定的方法 27-14
- 3 机器形态的统一与变化 27-15
 - 3.1 定义 27-15
 - 3.2 造型整体统一的方法 27-15
 - 3.3 造型统一中求变化的方法 27-17

第 3 章 机器形态的构成方法

- 1 定义 27-19
- 2 造型的形态要素及其形式心理 27-19
- 3 常用几何曲线的构成与演变 27-21
- 4 常用几何面的构成与演变 27-28
- 5 常用几何体的构成与演变 27-30
- 6 造型形态构成的基本法则 27-32
- 7 造型设计中的错视与矫正 27-34

第 4 章 机器产品的色彩设计

- 1 色彩性质与要素 27-37

- 2 色彩体系与表示方法 27-38
- 3 常用色彩术语 27-41
- 4 产品色彩设计的指导性原则 27-41
- 5 色彩配置的方法与效果 27-42
 - 5.1 色相调和方法 27-42
 - 5.2 明度调和方法 27-43
 - 5.3 纯度调和方法 27-45
- 6 色彩功能与应用 27-45
- 7 色彩的好恶 27-47
- 8 主体色的数量与配置方式 27-47

第 5 章 装饰设计和造型设计表现

- 1 线条装饰与方法 27-49
- 2 面板(标牌)设计与工艺选择 27-50
- 3 造型设计表现 27-53
 - 3.1 快速构思速写图 27-53
 - 3.2 产品预想效果图 27-54
 - 3.3 产品实体模型 27-55
 - 3.4 计算机辅助三维立体造型 27-55
 - 3.5 快速自动成型 27-57

第 6 章 机器造型的宜人性设计

- 1 人机工程概述 27-59
 - 1.1 术语与定义 27-59
 - 1.2 人机能力比较与选择 27-59
 - 1.2.1 术语 27-59
 - 1.2.2 人机能力比较 27-59
 - 1.3 人的感觉通道性质与选择 27-60
 - 1.4 人机关系设计的指导原则 27-60
 - 1.4.1 术语 27-60
 - 1.4.2 人机关系设计的一般指导原则 27-60
- 2 人体尺寸数据 27-62
 - 2.1 人体尺寸概念 27-62

2.1.1 人体尺寸数据的使用目的	27-62	6.1 成人站姿操作的用力状态与范围 ...	27-83
2.1.2 人体尺寸数据来源	27-62	6.2 成人坐姿操作的用力状态与范围 ...	27-84
2.2 成年男女人体的主要尺寸数据	27-62	7 指示与操作装置的设计及选择	27-84
2.3 采用人体数据百分位的建议与 尺寸数值计算	27-70	7.1 术语	27-84
2.3.1 术语	27-70	7.2 指示装置的形式与排列方式选择 ...	27-85
2.3.2 采用百分比的建议与尺寸 数值计算	27-70	7.3 操作、调节装置形式、参数与安置 空间的选择	27-89
3 人的肢体正常活动范围与空间选择	27-71	第7章 工作环境设计	
4 人体模板与操作姿势及空间设计	27-73	1 工作环境的照明设计	27-93
4.1 人体模板	27-73	1.1 术语	27-93
4.2 装配、维修的操作空间尺寸	27-75	1.2 工作环境照明的一般要求与参数 选择	27-93
4.3 工作位置的平面高度与调节范围 ...	27-76	2 工作环境的小气候要求	27-98
4.4 操作姿态下的有利工作区域与方 向	27-77	3 工作环境的安全防护设计	27-98
4.5 以身高为基准的设备与用具空间 尺寸的推算图表	27-80	3.1 术语	27-98
5 人的视野	27-82	3.2 工作环境安全防护的一般要求与 参数选择	27-99
6 人的肢体用力限度	27-83	参考文献	27-101

第 27 篇 造型设计和人机工程

主 编 高 敏
编写人 高 敏
审稿人 赖维铁
宫述之

第 1 章 机器造型设计概述

1 造型设计定义

造型是创造物体形象的手段，它包括对造型物提出要求，然后进行构思、设计、制作和使用四个最基本的过程。机器的造型设计，归属于工业产品的造型设计，称为工业造型设计。

工业造型设计是将与产品造型有关的功能、结构、材料、工艺、视觉传递、宜人性、市场关系等方面，进行综合的创造性设计，而获得人一机—环境协调统一、符合时代要求的一种创造性活动。

机器造型设计是指与机器造型形态方面有关的设计，它包括充分表现机器功能的形态构成设计，实现形态的结构方法和工艺方面的设计以及达到方便宜人、与环境协调的人机关系设计。通过机器的造型设计、把机器的功能、结构、工艺、材料、人机关系、形态、色彩等因素与造型设计有关的工程技术问题，以及造型形态的艺术表现自然地融合起来。

机器的造型设计是具有实用功能的造型，不仅要求以其形象所具有的功能适应人们工作的需要，提供人们使用，而且要求以其形象表现的式样、形态、风格、气氛给人以美的感觉和艺术享受，起到美化生产环境，满足人们审美要求的作用，因而是具有精神和物质两种功能的造型。

2 造型设计的组成要素（见表 27. 1-1）

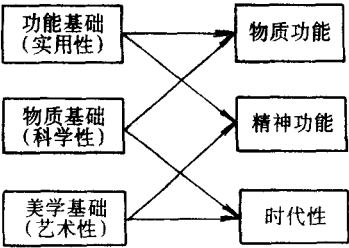
表 27. 1-1 造型设计的组成要素

基础要素 ^①	组成要素	性 质 及 内 容
功能基础 (实用性)	工作范围	是指产品的应用范围，它不可能有广泛的工艺性和工作区域，一般均按一定的功能范围构成系列
	工作精度	是标志同种产品质量性能的高低、反应产品内在质量的主要技术指标，是体现功能的主要因素
	可靠性与有效度	可靠性是表示产品的功能在使用时间上的稳定程度，其指标可靠度是指产品在规定条件下和预期的时间内完成规定功能的概率。有效度是指可维修产品在特定的时间内维持其功能的概率

(续)

基础要素 ^①	组成要素	性 质 及 内 容
功能基础 (实用性)	宜人性	指产品造型设计必须以人机工程学的观点，去确定人和机器之间最适宜的相互作用方式和方法，提高人的操纵活动能力，以达到高效和高准确度的要求
物质基础 (科学性)	结构	结构是实现功能的核心因素，产品的高性能、多功用是依靠科学、合理的结构方式来实现，相同的功能要求可采用不同的结构方式，不同的结构产生不同的造型形式
	材料	是造型必不可少的物质条件，是满足功能要求、体现结构的基本要素
	工艺	是实现结构完成造型的基础手段，相同的材料和功能要求，采用不同的工艺方法加工所获得的外部质感和造型效果是不相同的
	经济性	是实现产品造型的生产成本，经济性制约造型的结构方式、材料的选用、工艺方法的选择及其他造型因素，使之更具有合理性
美学基础 (艺术性)	美学原则	指造型的比例与尺度、均衡与稳定、统一与变化等指导造型设计的基本艺术表现法则
	形体构成	依据造型几何要素，按照一定的构成方法进行平面或立体的形体构成，是产品形体设计的基础
	色彩	产品的外在美必须依附于形体的色彩来体现，色彩的配置规律和法则是实现造型美的重要因素
	装饰	是产品造型体现实用功能和表现精神功能的因素之一，是进一步提高产品造型艺术效果的手段

① 基础要素不同组合的功能表现为：



3 造型设计的特征与原则 (见表 27.1-2)

表 27.1-2 造型设计的表现特征
与设计原则

主要原则要求	表现特征
实用性要求与特征	显示使用功能先进与可靠的现代科学技术的功能美 表现符合宜人因素的舒适美
科学性要求与特征	体现先进加工手段的工艺美 反映大工业自动化生产及科学性的严格和精确美 标志力学、材料学、机构学新成就的结构美 符合标准化、通用化、系列化的规整美
艺术性要求与特征	表现最新形态构成原理的形态美 符合最新数理逻辑理论的比例尺度美 应用最新物质材料的材质美与色彩美 表现审美新观念的单纯和谐美
总体设计原则	实用 使产品在所使用的条件下得到最满意的使用效果,发挥“人—机—环境”的整体效用,这是评定产品造型设计的技术性能指标
	经济 约束产品的功能、结构、工艺、外观质量取得合理性、可靠性、价廉物美,使产品获得竞争能力,达到更高的经济效益
	美观 使产品在符合实用与经济的条件下,获得适应时代要求与人们审美观念的新颖造型形态与外观质量,产生艺术感染力和精神功能,这是评定造型的审美性指标

4 造型设计的工作程序与步骤 (见表 27.1-3、4)

表 27.1-3 造型设计框图

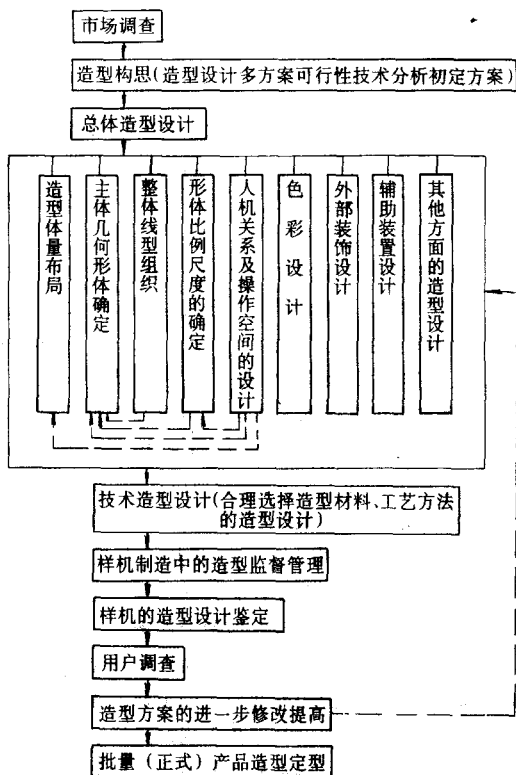


表 27.1-4 造型设计的工作程序内容和与技术设计的配合关系

技术设计		造型设计	
产品设计及制造阶段	技术设计工作内容	造型设计阶段	造型设计工作内容
产品开发	进行市场调查,预测产品发展方向,运用新的创造发明,改进或发展老产品系列,制定新产品规划	调查研究	进行市场调查,了解新工艺、新结构、新材料,主要从艺术造型着手改进造型和外观质量,创造新一代产品。结合新产品开发制定造型设计新方案
产品构思	确定设计任务,进行功能分析和功能综合,进行技术经济分析,确定产品基本技术指标、经济指标和规范	造型构思	广泛收集与分析同类产品造型,进行人—机—环境、造型与功能、结构、工艺、材料等的一致性分析,造型的艺术性分析,制定出新的造型设计指标
方案设计	提出原理系统图、传动链图及总体技术方案,进行多方案比较、确定设计方案(制作探索性模型)	初步造型设计	体现产品总体方案,提出造型设计方案。画出造型方案主视草图和主体透视图,制作简易外观模型,进行多方案分析比较
技术设计	进行部件、组件的装配结构方案设计,完成主要零部件图(制作功能模型进行技术实验)审定结构方案	整体造型设计	结合结构设计,进行整机或部分的立体造型设计,绘制正式的造型设计效果图,制作外观效果模型(包括色彩、装饰、特殊的造型材料及工艺方法选择),最后确定造型设计方案

(续)

技 术 设 计		造 型 设 计	
产品设计 及制造阶段	技术设计工作内容	造型设计 阶 段	造型设计工作内容
零部件设计	按审定方案和造型设计方案进行各部件、 组件的结构设计和零部件设计	零部件的造 型设计及施工 图设计	与技术设计配合,最后确定与造型有关 的零部件设计、厂标(商标)、面板、装 饰件等的造型设计
技术设计审批	审批各种技术资料 and 图样	造型设计审 批	审批各种造型设计图样和产品外观效果 模型
施工设计	编制工艺文件、设计工艺装备图样	造型设计实 施	制订外观件的加工工艺及面饰工艺,审 查施工图是否符合造型设计要求
工艺装备制造	监督是否符合设计要求	造型设计实施	监督木模和模具等成型工装是否符合造 型设计要求
样机制造	对制造、试验和完善工作进行监督与技术 服务	造型设计实 施	监督样机的涂装工作,检查和完善外观 色彩及装饰工作是否达到造型设计要求
样机鉴定	技术指标鉴定	造型设计鉴 定	外观质量及造型水平分析鉴定
修改技术设计	完善和提高技术设计	完善造型设 计	完善和提高造型设计
成批生产	进行技术鉴定	造型质量监 督	进行造型施工制作监督
产品销售	听取用户关于功能、技术指标、质量方面 的意见和建议	听取用户意 见及反映	听取用户关于外观质量、造型设计方面 的意见和建议

第2章 造型设计的艺术表现法则

1 机器造型的比例与尺度

1.1 定义

- 1) 比例 造型对象各部分之间、各部分与整体之间的大小关系，以及各部分与细部之间的比较关系。
- 2) 尺度 造型对象的整体或局部与人的生理或人习惯所见的某种特定标准之间的大小关系。

1.2 特征

- 1) 造型体的比率美是一种用几何语言和数比词

汇去表现机器美的抽象艺术形式。正确的比例尺度是完美造型的基础。

2) 造型的比例关系是依据功能效用的要求、可能的技术条件以及材料、结构、时代特征等因素，再结合人们对造型的欣赏习惯和审美爱好而形成的。

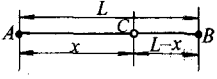
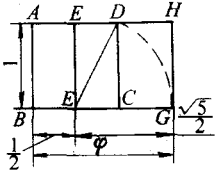
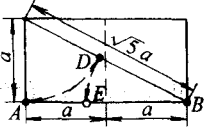
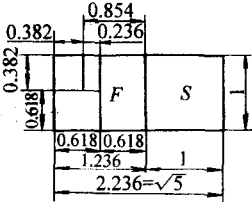
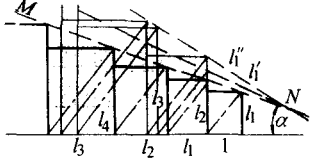
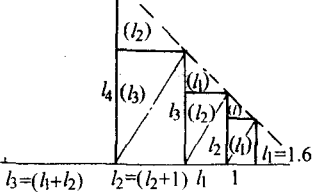
3) 造型的比例关系不是固定不变的，随其构成因素的变化、功能的要求、生产工艺的革新、科学技术的发展、审美观点的变化而产生变化。

1.3 造型设计常用比例与特征（见表 27.2-1）

表 27.2-1 造型常用比例及特征

比例名称	比例数值或系列	比例特征	图形表示	作图方法
（等差数列比例） 整数比例	1:1, 1:2, 1:3, 1:4, ..., 1:n (n 为整数)	由肯定外形的正方形为基础派生的一种比例		
（直角比例） 均方根比例	1:√2, 1:√3, 1:√4, ..., 1:√A (A 为正整数) 1:√2 = 1:1.4142 1:√3 = 1:1.732 1:√4 = 1:2	由正方形的一边与其对角线所形成的矩形，并不断由派生出的新矩形对角线和正方形边，可连续构成一系列的根号矩形 这些边比关系受到数值制约具有明确的肯定性		
		√A 矩形可连续对分仍保持相同比例		
（直角比例） 均方根比例		正方形和均方根矩形系列的依次相加可得到其后的一个均方根矩形，其误差值极小		

(续)

比例名称	比例数值或系列	比例特征	图形表示	作图方法
黄金分割比例	$\varphi = 1:1.618$ 。常称 φ 矩形为1.618矩形, 0.618矩形称为 φ^{-1} 矩形 由 φ 矩形可派生出F矩形 $F = 1:1.236$	一直线分成两段, 分割后的长段与原直线之比, 等于短段与长段之比 $\frac{x}{L} = \frac{L-x}{x}$ $x \approx 0.618L$		
		以 $L = 2a$ 代入 $x = \sqrt{5}a - a$ (按此式作图)	见作图方法	
		φ 矩形与正方形(S)、 $\sqrt{A}$ 矩形、F矩形有相互转换关系		
中间值比例 (相加级数比例)	$\frac{1}{l_1} = \frac{l_1}{l_2} = \frac{l_2}{l_3} = \dots = \frac{l_n}{l_{n+1}}$ (n 为正整数) 也可表示为 $l_1 = 1.618^1$ $l_2 = 1.618^2$ $l_3 = 1.618^3$ $l_4 = 1.618^4$... 化简其比值为 1、2、3、5、8、13、21、...	中间值比例级数中有无穷多个数值变化, 但全部统一在两项(1 和 l_1)基本数值的重复之中: $l_2 = 1 + l_1$ $l_3 = 1 + 2l_1$ $l_4 = 2 + 3l_1$ $l_5 = 3 + 5l_1$ $l_6 = 5 + 8l_1$ $l_7 = 8 + 13l_1$... 序列中的任一项为其前两项的数值之和		 
模度理论	“红尺”比例系列为...、183、113、70、43、27、17 “蓝尺”比例系列为...、226、140、86、53、33、20	从人体的绝对尺度出发, 选定标准人体的下垂手臂高(86cm)、脐高(113cm)、头顶高(183cm)、上伸手臂高(226cm)四个控制点, 再分两列, 分别插入中间值比例相应数值, 形成两套费波纳级数。由此级数系列形成的造型比例, 与人的生理构造尺寸密切结合	