

JIXIE LINGJIAN ZHIZAO JIEGOU SHEJI SHOUCE

机械零件制造结构设计手册

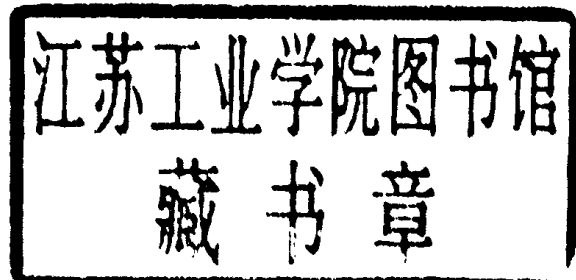
涂发越 编著



广西科学技术出版社

机械零件制造 结构设计手册

涂发越 编著



广西科学技术出版社

机械零件制造结构设计手册

涂发越 编著

*

广西科学技术出版社出版

(南宁市东葛路 66 号 邮政编码 530022)

广西新华书店发行

广西大学印刷厂印刷

(南宁市大学路 100 号 邮政编码 530004)

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 49 字数 1 211 000

2002 年 5 月第 1 版 2002 年 5 月第 1 次印刷

印数:1—500 册

ISBN 7-80666-252-9 定价:63.00 元
TH·2

本书如有倒装缺页,请与承印厂调换

青年设计师学习零件制造
结构的知识可弥补生产实
践经验之不足

何光遠

一九九九年
七月七日

机械零件制造结构设计
手册为多快好省地设计
新产品提供了实用方法

陆燕萍

一九九九年四月

掌握零件制造结构知识

有助设计水平不断提高

中国机械工程师学会

李锐

一九九四年四月十八日。

内 容 提 要

本书为青年设计师汇编了前人的机械制造的生产实践经验,归纳为机械零件制造结构设计,它是与机械零件理论结构设计体系相平行的另一体系,具体内容是:第一章机械产品设计商品化;第二章切削加工结构工艺性及定尺寸刀具的规格,装配、热处理零件结构工艺性;第三章塑料零件设计;第四章冲、压、挤、旋、爆炸加工成形原理及其零件制造结构设计;第五、六、七章铸、锻、焊件设计;第八章工程材料的牌号、性能及用途等。这种设计方法与生产实际密切相连,工艺性强,故可提高设计的成功率,降低产品成本,增强产品的竞争力。

本书可供机械类、近机类专业设计师参考,大专院校机械专业学生学习。

序

随着在我国社会主义市场经济体制的建立,企业的产品必须具有市场竞争力,才能在激烈的竞争中立于不败之地。我国的机械产品不仅要参与国内市场的竞争,而且要走出国门进入国际市场,这就要求机械产品必须具有更强的市场竞争力。一般地说机械产品的市场竞争力在设计阶段就基本决定了,如果设计的产品制造出来能物美价廉,必定会在市场上占有大的销售份额,所以产品的市场竞争力问题,集中到一点就是一个产品的最优设计问题。

机械产品设计是一项创造性的工作,它要求设计人员不仅要有雄厚的基础理论知识和专业技术知识,而且要有丰富的生产实践经验,能够从理论与实践的完美结合上来完成产品的最优设计。生产实践经验的获得有两个途径:一是通过亲身体验,二是借助技术书籍。亲身积累生产实践经验固然很好,但需要较长的时间去从事生产技术工作,多数设计人员特别是年青的设计人员是难以做到的。正是为了帮助设计人员特别是年青的设计人员和高等院校机械设计专业的学生在生产实践经验不足的情况下,能圆满的完成设计任务,使设计产品的零件具有良好的工艺性,即在保证产品的良好使用性能的前提下,能把零部件用生产率高、劳动量小、材料消耗少和生产成本低的方法制造出来,从而使产品具有较强的市场竞争力,编著者编写了这本书。编者有近 40 年的生产技术工作和高校教学工作的丰富经验,深刻了解青年设计人员的需要。

该书内容丰富,资料翔实,除介绍了零件结构设计的评判标准,主要基本零件(铸件、锻件、焊接件、冲压件和塑料零件等)的设计以及切削加工、热处理和装配的零件结构工艺性问题外,还介绍了设计的新技术、新方法,这些内容都是机械产品设计人员非常需要的知识。相信本书的出版会对机械产品设计人员特别是年青的设计人员有很大帮助。

王 芳 1/2

前 言

中华人民共和国建立后,经过几十年的奋斗,我国的机械工业已经从无到有,从小到大,发展迅速,业绩辉煌,初步装备了国民经济的各个生产部门,加强了我国的国防力量。今天,情况发生了变化,由计划经济向市场经济转变;产品由专家鉴定转变为由市场认可;由几十年不变转变到日新月异,竞争推动着产品发展。新产品诞生、老产品改进,首先是设计,所以设计要相应改变。

产品竞争、优胜劣汰激励着人们去努力;知识创新工程召唤着人们去奋斗。我们编写的《机械零件制造结构设计手册》一书,是属于知识经济、技术创新范畴的产物,是机械设计的发展。过去设计的是产品,现在设计的是商品,商品的核心是钱。商品要面向用户,用户购买的是功能,讲究的是价值。所以旧的设计模式已不大适应,应该从零件结构、加工工艺、选材用料上斤斤计较机械产品的价值。片面的经验设计、单纯的理论设计都有缺点,因此,机械设计要创新。

机械理论设计与零件制造结构设计相结合的设计方法,早已被精明的设计师发现并应用。他们的设计能成功,并且高明,是因为他们具有理论设计和制造方法的全面知识,而且具有制造结构设计的丰富经验。在零件结构设计上,制造方法是务虚,制造结构设计是务实。现在我们企图对这种方法进行归纳总结推广,以便有更多的设计师更好地设计机械产品,获得更大的社会效益和经济效益。这是本书编写的目的。从制造结构讲设计,编资料尚属首次。

一个成功的设计师必须也是一个良好的工艺师,或者说青年设计师缺乏生产实践经验。往往是做起来却使人感到短时间难实现,可望而不可即,且实践并非人人有机会。我们认为青年设计师缺乏的是零件的制造结构知识,具体是铸件设计、锻件设计、焊件设计、冲压件设计和外圆加工、孔加工、平面加工及成形表面加工等知识,这些前人的实践经验已成了书本知识,我们把它汇编成册,掌握它能加速青年设计师的成长。

机械零件制造结构设计是把零件设计得最大限度地满足制造条件,即根据零件的功能进行理论设计及计算,并按照制造条件确定零件的结构。这样做,方便去除多余功能或过剩功能的结构,以便优化结构,减少毛坯废品,省工省料,降低成本,提高产品的价值。产品的竞争力来源于严格的管理和降低成本。降低机械产品成本,则首先是设计。在功能相同的条件下,产品零件结构有利于制造是降低成本的关键。

科技创新,首先要有创新思维。创造性思维的基础是知识和经验,机械产品创新也是这个道理。机械产品是生产工具、生活工具,而且还是国防工具,它们都是由一个一个制造合格的零件装配而成的,所以我们就把前人的制造机械零件的成功经验汇编了,献给后人,供他们参考,方便他们去创造。

本书由涂发越、岑汉材、龙敏夫于1993年年底向杨基常同志请示时发起编写的,并得到他的赞同和支持。当时,大家都认为有必要编写一本新手册来解决零件结构工艺性问题,以便减少设计失误,提高机械设计的成功率,提高经济效益。随后因各自的工作繁忙,加之编书经费没有着落,故而拖到涂发越退休后,才完成全稿。

本书的编写出版得到了原中共广西壮族自治区党委杨基常副书记的亲切关怀和热心帮助,得到了广西新闻出版局领导的有力支持,得到了广西机械工程学会的真诚的帮助和支持,

得到了广西大学机械学院领导的支持,特此深深感谢!

我们请原机械工业部部长何光远、原机械工业部副部长陆燕荪和中国机械工程学会副理事长兼秘书长宋天虎等领导人为本书题词;请原广西大学校长,广西壮族自治区科协主席王奇浩教授作序。他们既是领导又是本行权威专家,因为他们关心机械设计,关心青年设计师的成长,故而义务地、乐意地为本书题词、作序,特此深深感谢!

本书的出版得到了中共广西大学党委的热情关怀和帮助,得到了广西科学技术出版社的热情支持,得到了广西大学印刷厂领导的热情支持,特此深深感谢!

为本书作出了贡献的专家有岑汉材、钱宽宏、桑祖伟、罗祯志、王伯宁、苏振基、刘运基等。深表感谢!

参加本书编写工作的有涂清湖、李亚泰、陆进琼等。

在本书的编写工作中,我所做的工作是把已经成为书本知识的、机械制造的、前人的生产实践经验进行了汇编,研究归纳为机械零件制造结构设计,因为它是与由数学、力学、机械原理、机械零件组成的零件结构理论设计体系相平行的另一个设计体系。若是设计的零件理论结构与制造结构相符,则有助于“零件结构工艺性”的彻底解决。零件制造结构的知识可用来弥补青年设计师的生产实践经验之不足,使他们有方便的资料可读,有据可查,迅速提高设计水平,以便开发新产品,改进旧产品,推动机械产品的发展。

由于本人编写水平有限,必有错误或不妥之处,请专家、读者批评指正。

作 者

2001. 6. 3

目 录

第一章 机械产品设计商品化	1
第一节 机械产品的美学设计	1
一、机械产品造型设计的美学法则	2
二、产品造型设计	19
三、产品装饰设计	37
第二节 机械零件理论结构设计	53
一、机械零件理论结构设计的内容	53
二、机械零件的计算准则	54
三、机械零件设计步骤	62
四、机械设计方法	65
第三节 机械零件制造结构设计	77
一、零件制造结构设计	77
二、影响制造结构设计因素	78
三、成组技术与零件结构的关联	79
四、多品种小批量生产的机械产品设计	94
五、零件毛坯的选择	95
六、零件材料的选择	101
第四节 机械设计中的价值工程	107
一、提高机械产品经济效益的途径	107
二、提高机械产品经济效益的方法	110
三、价值工程应用实例	123
第二章 零件的机械加工结构工艺性	149
第一节 零件结构的切削加工工艺性	149
一、外圆表面加工	149
二、平面加工	155
三、孔加工	173
四、齿轮加工及制造结构设计	201
五、螺纹加工及结构选用	211
六、花键加工及结构选用	214
第二节 零件装配结构工艺性	215
第三节 零件热处理结构工艺性	220
一、热处理方法简介	220
二、热处理结构工艺性	234
第三章 塑料零件设计	238

第一节 塑料的选用	238
一、塑料的特点	238
二、塑料在机械工业中的应用	239
三、塑料零件选料原则	241
四、选用塑料制造机械零件的注意事项	241
五、根据零件工作条件推荐的塑料品种	242
六、各种塑料的应用情况	246
七、常用塑料的品种、组成、性能和用途	257
第二节 塑料零件设计	281
一、塑料零件的主要成型方法	281
二、塑料成型模具简介及应用实例	281
三、塑料零件的制造结构设计	290
四、塑料零件的强度设计	300
第三节 塑料轴承	306
一、聚四氟乙烯—钢背三层复合材料轴承	306
二、含油聚甲醛—钢背三层复合材料轴承	307
第四章 冲压零件设计	326
第一节 冲压零件加工方案	326
第二节 加工工序及其冲压零件的制造结构设计	327
一、分离工序及其零件的制造结构设计	327
二、弯曲工序及其零件的制造结构设计	340
三、拉深工序及其零件的制造结构设计	349
四、翻孔、翻边、收口及应用	373
五、起伏成形及其应用	387
六、液压成形及其应用	390
七、爆炸成形及其应用	393
八、旋压成形及其应用	398
九、冷挤压及其应用	400
第五章 锻件设计	408
第一节 自由锻件设计	413
一、自由锻件的设计原则	413
二、选择自由锻造工序	413
三、自由锻件图的设计	413
四、自由锻件坯料计算	417
五、选用自由锻造设备	418
六、锻件设计举例	420
第二节 模锻件设计	440
一、模锻件设计原则	440
二、模锻件的结构分析	440
三、模锻工步及模锻件分类	442

四、锻件图设计	444
第六章 焊件设计	475
第一节 焊件制造结构设计	478
一、焊件材料的选择	480
二、焊接方法的选择	492
三、接头形式及坡口的选择	499
四、焊缝布置	514
五、焊件图设计	516
第二节 焊件设计的静载强度计算	525
一、焊接接头强度计算的假设	525
二、电弧焊接头的静载强度计算及举例	526
三、接触焊接头的静载强度计算	536
第三节 焊件设计的疲劳强度计算	543
一、影响焊件疲劳强度的因素	543
二、焊接接头的疲劳强度计算	543
(一)按 GB3811—83《起重机设计规范》计算	543
(二)按 GBJ17—88《钢结构设计规范》计算	553
(三)美国规范对焊缝许用应力的规定	557
第七章 铸件设计	570
第一节 铸件结构分析	573
一、避免铸件缺陷的合理结构	573
二、简化铸造工艺的合理结构	584
三、合金性能要求的铸件结构特点	587
第二节 铸件设计	588
一、设计铸造工艺图	589
二、铸件图设计	627
三、铸件设计举例	628
第三节 特种铸件设计	631
一、金属型铸件设计	631
二、压铸件设计	639
三、挤铸件设计	653
第八章 工程材料	660
第一节 金属材料	660
一、铸铁、合金铸铁、铸钢和不锈钢铸件	660
二、碳钢、合金钢、工具钢和合金工具钢(模具钢)	672
三、不锈钢	696
四、铜、铝及其合金	704
第二节 常用塑料型材的品种、型号、规格、性能及用途	711
一、层压板	711
二、胶(纸、布)棒	728

三、层压管	732
四、有机玻璃型材	736
五、聚乙烯塑料型材	740
六、聚丙烯塑料型材	742
七、硬聚氯乙烯塑料型材	746
八、软聚氯乙烯塑料型材	749
九、尼龙 1010 棒材及管材	753
十、聚碳酸酯塑料型材	755
十一、聚砒塑料型材	756
十二、聚四氟乙烯塑料型材	758
十三、填充聚四氟乙烯板、棒	760
十四、塑料粒	761
附录 字母和符号	762
一、字母	762
二、国内外部分标准代号	763
参考文献	764

第一章 机械产品设计商品化

机械是按力学原理组成的装置或设备,它是人们生产和生活的工具。由于机械的功能不同、结构的繁简、规模的大小及其服务的专业特点差异,机械可以分出多种类别,按大产业技术特性不同可分:农业机械、交通机械、轻工机械、纺织机械、建筑机械、动力机械、矿山机械、航空机械、仪表机械等。这些专业机械虽然其功能、特点、结构外形有明显的不同,但却有许多共性,它们都是由零件组装而成。企业生产机械产品,一般要经过设计、制造、试验、销售、维护和改进等诸多环节,其中设计是最重要的一环,也是最基本的环节,没有设计就没有后继的制造和使用。企业组织生产的基本依据是设计。根据功能设计结构,产品的结构确定了,机械产品的材料、加工精度、加工工艺、加工工时等等都被确定,产品的工作性能和质量,产品的成本也都被确定了。

机械产品是综合性很强的产品,由于机械的复杂性构成了机械设计的复杂性,因而要求设计师具有广博的理论和扎实的技术基础,还要有实践经验,因为画出来的机器还不是机器,造出来的机器才是机器,从画到造,从纸上的到实体机器是验证设计的过程,验证能不能造、好不好造、是否达到机器功能、是否经济、是否美观、是否有竞争力。所以设计不仅是机械产品生产中的重要一环,而且设计本身就意味着追求先进性、经济性,体现科学性,所以设计要商品化。

第一节 机械产品的美学设计

现代大经济的细胞是商品。商品的生命力和活力在于创新,即使是传统的名优产品也必须不断更新。为市场交换而生产的产品都是商品。机械产品要以商品的面貌进入市场,也必须经受市场剧烈竞争的检验。作为商品,只有在市场竞争中获得成功才能给企业、为社会带来真正的效益。为了使企业有盈利,必须使产品在市场具有较强的竞争力。

机械产品在市场能立足并具有较强的竞争力,必须具备三个方面的条件:

●设计 机械产品要有竞争力,就要实现商品化设计,商品化要求产品物美价廉。“物美”首先体现在产品的外观美,要求设计师按美学法则设计机器的外观,装璜机器的外形,使产品具有优美的形态,使其外观呈现出与其内容和谐统一的形态美。因为,产品进入市场,其造型和色调能够取得用户的心理好感是成功的第一步。机器的形态、结构、重量、尺寸等设计,要弃旧创新,独具风格。除了机器的外表美,还要求机械产品内在美,内在美表达机器的可靠性、机器的质量。质量不是越高越好,而是要求确保产品寿命期内的质量。机械产品是生产设备或耐用消费品,其寿命不应该太短,如果在用户使用的头一年里就常要修理的产品,肯定会失去企业信誉、失去用户、失去市场。应该按价值规律设计,什么样的价值得什么样的质量。除了机器的功能可靠,质量保证外,通常还要求机器操作简单、省力、舒适、方便、安全等。“价廉”是产品竞

争的有力手段。价格能够低,是因为比同类产品的结构设计合理、用料得当、使制造工序少、便于加工、便于安装而降低了成本;也因为采用先进工艺、生产率高等而降低了成本。

●制造 反映产品竞争力的制造指标有二,一是质量,设计时从理论上确定了产品质量要求,但这要靠制造来保证,如果粗制滥造,甚至用伪劣品,会失去竞争力;二是生产周期短,因为市场变幻莫测,有订货才生产,要求对市场反应能力强,否则会错过销售机会。

●销售 在市场经济条件下,生产机械产品是为了销售,售不出去的产品是无用的产品。销售不了,也有因为销售不得法,宣传不力,人们对这种产品的功能不了解等原因。促销工作是宣传产品,市场调查,市场预测。宣传产品是宣传本企业提供的各种产品,产品的用途、性能、特点,甚至现场演示、售后服务、收费标准等,以便用户选购。市场调查和预测即了解用户的普遍想法和需要,可能需要什么产品,预测需要什么新产品。方便企业将开发什么新产品,通过售后服务,可以了解用户的意见及产品的缺点,以便改进产品性能或结构,更好地打开销路。

一、机械产品造型设计的美学法则

美学是一门研究美、美感和自然美、社会美与艺术美的科学。它的研究范围很广泛,研究对象复杂而繁多。

在美学研究中,人们把自然界以及人工产品中普遍存在着的,由一定的色、形、音所构成的形式之美,诸如统一、变化、对称、均衡、比例、和谐、主从等,在审美历史的发展中逐一总结出来,成为指导人们进行美的创造的美学法则。美学法则,也称为形式法则,反映了美的客观事物形式、因素之间的必然联系和规律。形式美是构成产品质量的重要方面,因此,对形式美的规律的研究和应用,已成为产品造型设计的基本内容之一。掌握形式美的规律,可增强我们对形式变化的敏感性,提高美的创造能力。

(一)统一与变化

统一,是指造型设计中各局部之间具有呼应、连结、秩序和规律性,造成一种一致的或具有一致趋势的感觉。在造型设计中,它是治乱、治杂,增加形体条理、和谐、宁静的美感的手段。但是,过分的统一又会显得刻板单调,缺乏趣味,美感也不能继续持久。原因是人的精神和心理由于缺乏刺激而产生呆滞,先前产生的美感就会逐渐消失,因而还需要有变化。

变化,是指造型设计中呈现出的种种矛盾对立。变化能发挥出各种构成要素中的差异性,造成视觉上的跳跃,产生新异感、运动感。变化是刺激的源泉,有唤起兴味的价值,能在单纯呆滞的状态中,重新唤起新鲜活泼的韵味。但是,变化必须受一定规则的限制,否则会导致杂乱无章,引起精神上的骚动而产生疲劳。所以,变化应当服从于统一。

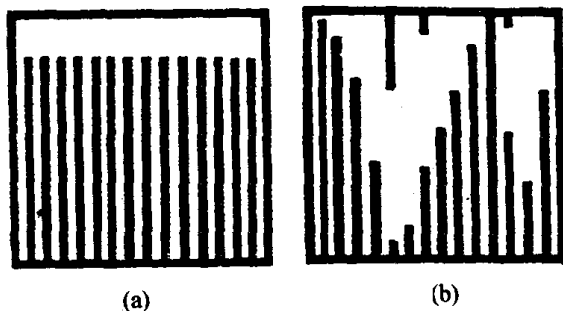


图 1-1 统一与变化
(a)统一 (b)变化

在造型设计中,线的粗细、长短、曲直;形的大小、方圆、动静;色的明暗、轻重、冷暖,都是矛盾的两方面,采用不同的组织和处理手法,可使种种矛盾产生一致(统一)或对立(变化)的不同效果,如图 1-1 所示。

如前所述,统一与变化都存在一个“度”的问题。过分的统一或过多的变化都会削弱形式的美感。因此,在造型设计中必须做到统一中有变化,变化中求统一。在统一中求变化,使得造型设计既统一又不感到呆滞乏味;在变化中求统一,使得造型既有变化又不紊乱,力求统一与变

化得到完美的结合,使其表现形式丰富多彩而又和谐统一。这是构成任何优美造型的最基本法则。变化与统一两个方面是互相对立,互相矛盾,又是互相联系,互相依存的,它们是统一体中的两个对立面,但主要方面是统一。因而,任何完美的艺术设计作品的根本原则是具有统一性,这也是衡量工业产品造型质量的基本尺度。

在美学法则的诸多规律中,统一与变化规律是它们的集中与概括,其他一些规律,都从不同角度反映了统一与变化这一基本规律。

在产品造型设计中,造型式样、构图、色彩等方面,都离不开统一和变化,在统一中求变化,变化中求统一,是设计创造的着眼点,并贯穿于全过程。

统一与变化,在不同的场合侧重点应有所不同。是在统一的前提下求得变化,还是在变化的前提下求得统一,要由具体情况而定。

图 1-2 所示是一分析仪器的造型,其功能与结构所决定的盒壳式形态,使得造型过于单调,没有生气。在自身统一的前提下,通过装饰线的配置,取得了线的方向、疏密的变化,从而使造型生动活泼。这就是在统一中求变化的设计。

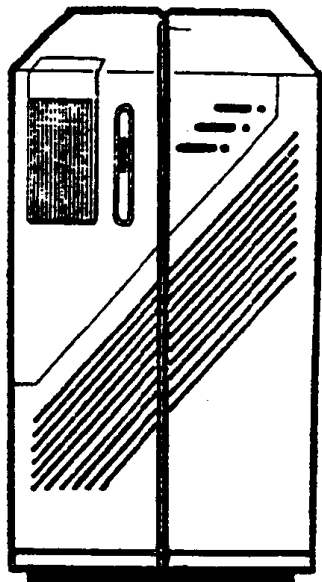


图 1-2 造型的变化处理

图 1-3 所示是计算机终端设备,其中包括显示屏、键盘和打印机。由于各部分的功能不同,因而使它们具有不同的外形结构。此时,造型设计的任务在于寻求整体的统一。图示的设计在色彩、线型风格、装饰等方面作了统一化的处理,使得它们具有整体和谐的成套设备感,取得了统一的效果。这就是在变化中求统一的设计。

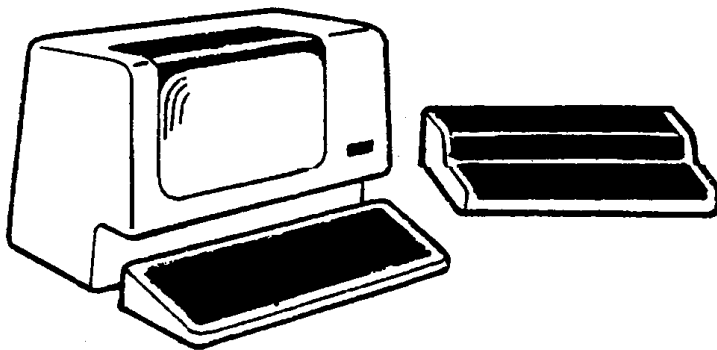


图 1-3 造型的统一化处理

在产品造型设计中应用统一与变化的规律,主要是考虑形体结构、线型风格、色彩、装饰材料等方面,运用其他一些美学法则,如对比与调和、主从与重点、过渡与呼应等具体表现的手法进行多样统一的艺术处理。

(二)比例与尺度

产品形体的比例与尺度直接关系到其外在形式美,比例与尺度的权衡,是根据使用需要,适用功能和审美原则来决定的,它是增加造型形态的均衡、稳定、统一美感的重要手段。完美的比例与尺度,可谓“增之一分则太长,减之一分则太短”,恰到好处。

1. 比例

比例,是指物的此一部分与彼一部分之间或部分与整体之间在大小、长宽、粗细等方面的数量关系。比例是美学中最早以数比词汇来表达美的内容的理论之一。随着科学技术的发展,各种比例理论不断完善,合理的比例能使产品造型适合人的心理特点而产生美感。比例是产品造型设计中用于协调尺寸的基本手段,正确的比例可以造成本身统一的比例体系。产品的各个部分、各项尺寸,有不同性质的关系,有着技术、使用和经济等方面的要求。因此,比例的设计和尺寸的协调将受到多种因素的制约,我们总是在综合设计过程中解决比例问题。

良好的比例关系符合理性的美,人们经过长期的研究,找到了比例的几何、数学依据,从而