

# 机械精度设计基础及应用

俞立钧 徐解民 主 编  
张 鄂 主 审

上海大学出版社

· 上 海 ·

图书在版编目(CIP)数据

机械精度设计基础及应用/俞立钧主编. —上海:  
上海大学出版社, 2006. 8

ISBN 7-81058-997-0

I. 机... II. 俞... III. 机械-精度-设计-高等  
学校-教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 107068 号

责任编辑 王海江 封面设计 孙敏 责任制作 章斐

## 机械精度设计基础及应用

俞立钧 徐解民 主编

张鄂 主审

上海大学出版社出版发行

(上海市上大路 99 号 邮政编码 200444)

(<http://www.shangdapress.com> 发行热线 66135110)

出版人: 姚铁军

\*

□□□□□□印刷 各地新华书店经销

开本 787×960 1/16 印张 27.5 字数 516 千

2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷

印数: 1~3100

ISBN 7-81058-997-0/TH·007

定价: 43.50 元

# 前 言

随着全国高等院校机械学科课程体系改革的不断深入,各院校之间课程建设的交流日益增加,原专业基础课程“互换性与技术测量”正面临着变革与发展的时机,同时,新的机械学科课程体系也对此提出了新的要求。为了更好地适应教学改革形势,共同创建机械学科专业基础课程的新体系,编者在原教材《机械精度设计基础与质量保证》的基础上,以精度设计为主线,联系现代机械产品设计应用实例,编写了这本适合高等院校机械学科各专业使用的教材。

本课程是机械学科课程体系中一门技术基础课。学生在已学课程的基础上,掌握精度设计的基本知识,为进一步应用有关互换性基础标准以及了解质量控制打下基础。通过规定的国家标准合理地解决机器使用要求与制造工艺之间的矛盾,运用质量控制方法及测量技术手段保证国家技术标准的贯彻实施,从而确保产品质量。

本教材可供各高等院校的“互换性与测量技术”和“机械精度设计基础”等课程使用。其适用面广,可作为本科生教材,也可作为专科、高职教材。亦可供从事机械设计、机械制造、标准化和计量测试等工作的工程技术人员参考。

本教材遵照教育部加强基础、拓宽专业的整体思路,在上海高校互换性与测量技术研究会的同行们教改经验的基础上,对教材体系和内容做了进一步的改革尝试。全书改变了以标准为单元的教材体系,采用了以精度设计为主线,以应用与质量控制为目的的新体系。全书共分八章,前六章内容包括机械精度设计的基本概念、机械精度设计中的基础标准、零件几何精度设计基础标准的应用、常用典型零件精度设计(包括轴承、键与花键、圆锥、螺纹、齿轮)、测量技术基础、尺寸链在机械精度设计中的应用。第七、第八章是机械精度设计的应用实例和质量管理与质量控制,其内容是本课程学以致用用的结合点,通过对单级圆柱齿轮减速器、机床夹具和自动化精密线性模组的功能分析,以主要零件及结合件的精度设计与应用为例,使学生加深认识,为培养学生从事精度设计打下基础。同时,通过机械质量体系建立过程的实例,使学生对质量控制与保证体系有一个比较完整的概念。

各章末附有思考题与习题,书末附有主要基础标准目录。

本教材参照 2004 年国家颁布的机械基础标准编写。在教材编写过程中,参考了已出版的同类教材,并始终得到上海高校互换性与测量技术研究会老师们的大力支持和帮助,特别是得到原编写组廖伽尼、夏祥祖等老师的热忱帮助和指教,在此表示由衷的感谢。

参加本书编写工作的有上海大学俞立钧、徐解民、王迪芝。参加本书审稿工作的有上海交通大学张鄂教授、上海大学孙桂清教授。

由于编者水平有限,不足之处恳望读者批评指正。

编 者

2006 年 6 月

# 目 录

第 1 章 绪 论 .....	1
1.1 机械精度设计基础概述 .....	1
1.2 标准化与优先数系 .....	8
1.3 现代产品几何技术规范(GPS)体系 .....	12
1.4 质量保证与测量技术的发展概况 .....	13
思考题 .....	14
第 2 章 机械精度设计中的基础标准 .....	16
2.1 机械加工精度与表面质量 .....	16
2.2 精度设计中的极限与配合 .....	17
2.3 精度设计中的形状与位置公差 .....	43
2.4 精度设计中的表面粗糙度 .....	74
思考题与习题 .....	87
第 3 章 机械精度设计基础标准的应用 .....	91
3.1 零件几何精度设计的主要内容 .....	91
3.2 极限与配合的应用 .....	92
3.3 形状和位置公差的应用 .....	113
3.4 公差原则的应用 .....	118
3.5 未注公差与未注公差的选用 .....	130
3.6 表面粗糙度的应用 .....	133
思考题与习题 .....	139
第 4 章 常用典型零件精度设计基础 .....	148
4.1 与滚动轴承相配零件的几何精度设计 .....	148
4.2 键与花键的几何精度设计 .....	160
4.3 圆锥结合的几何精度设计 .....	167
4.4 螺纹结合的几何精度设计 .....	175
4.5 圆柱齿轮传动的精度设计 .....	195

思考题与习题 .....	240
<b>第 5 章 测量技术基础</b> .....	246
5.1 概述 .....	246
5.2 基准与量值传递 .....	248
5.3 计量器具与测量方法 .....	254
5.4 测量误差与数据处理 .....	258
5.5 计量器具的选择 .....	276
5.6 光滑极限量规 .....	284
5.7 位置量规 .....	292
5.8 在线检测与计算机质量控制 .....	302
思考题与习题 .....	304
<b>第 6 章 尺寸链在机械精度设计中的应用</b> .....	307
6.1 尺寸链的基本概念 .....	307
6.2 尺寸链在精度设计中的计算类型和方法 .....	312
6.3 尺寸链在精度设计中的计算公式 .....	314
6.4 完全互换法解尺寸链 .....	316
6.5 大数互换法解尺寸链 .....	321
6.6 保证装配精度的其它工艺措施 .....	323
思考题与习题 .....	326
<b>第 7 章 机械精度设计应用实例</b> .....	328
7.1 典型示例——单级传动齿轮减速器的精度设计 .....	328
7.2 夹具公差配合的制定 .....	343
7.3 自动化精密线性模组的精度分析 .....	353
思考题与习题 .....	360
<b>第 8 章 质量管理与质量控制</b> .....	363
8.1 质量管理概论 .....	363
8.2 ISO 9000 族标准与质量审核 .....	376
8.3 过程质量控制原理与常用的质量统计方法 .....	397
8.4 过程能力分析 with 过程控制 .....	411
思考题与习题 .....	429
<b>附录 主要基础标准目录</b> .....	431
<b>主要参考文献</b> .....	434

# 第 1 章 绪 论

目的与要求：了解机械精度设计的主要内容及设计基本原则；重点掌握机械零件几何精度设计原则与产品设计、制造、维修、检测以及生产管理的关系。

## 1.1 机械精度设计基础概述

### 1.1.1 机械精度设计的主要内容

机械精度设计主要是机械零件的精度设计，包括轴系的精度设计、螺旋传动的精度设计、齿轮传动的精度设计、机械精度的动态特性分析及精度设计的可靠性评定等内容。

机械精度设计将讨论影响机械精度的主要因素、机械精度的评定指标与其计算方法等。

机械精度设计的基础是误差理论及现行的有关标准。机械精度设计的方法有计算法、试验法或经验类比法。精度设计以求科学合理、经济地确定机械零部件的精度为目的。

目前，我国对机械精度设计尚无标准可依。根据“标准”的定义，“标准是通过实践总结，经过科学验证和各方面协商，并经过主管部门批准，用以协调生产和消费、质量和成本的最佳方案”。我们相信随着四化建设的需要和机械工业的发展，精度设计也将逐步总结和提炼出为大家公认的标准来，特别是随着计算机技术的普及和发展，精度设计将获得日新月异的进步。

### 1.1.2 机械精度分析的目的和任务

精度已成为现代精密加工设备、精密测量仪器和其它精密装备的最重要的技术指标之一，对产品进行整机的总体精度分析是保证产品质量的一项不可缺少的技术分析工作。

总体精度分析就是对一台或一种产品的整机总精度及误差的整体状况进行科

学的定性分析和定量分析。一般说来,要分析误差的来源和误差的性质,研究误差的传递,以及在传递过程中系统误差和随机误差的相互转化,误差的相消和累积;寻找减少和消除误差的途径,使得合成后的总误差为最小,达到满足产品精度要求而制造成本又最低的目的。因此,在精度设计、分析过程中,必须掌握关于误差理论的全部知识,特别是关于系统误差和随机误差,误差传递和误差合成定律的应用,以及和产品本身密切关联的专门知识。

必须指出,总体精度分析并不是以所有误差越小越好为原则。显然,要完全消除误差是不可能的,也是不必要的,因为误差越小就越不经济,甚至由于误差过小而使制造和测试成为不可能或成本特别昂贵。因此,产品总体精度分析的根本目的是用最经济、最简便的手段来达到产品的精度要求,这也是判断总体精度分析工作优劣的主要根据之一。

总体精度分析有两方面的任务:一是根据产品的总精度进行合理的误差分配,以确定各主要零、部件的精度(即制造技术要求)和产品在装配调试中的精度(即装配技术要求)。另一任务则相反,根据现有的技术水平和工艺条件,考虑到先进技术的采用,首先确定各零、部件的精度,然后再进行误差的综合而求得产品的总精度。这两方面的任务是相辅相成的,在总精度的分析计算中,通常需反复循环进行,直到满足既定的精度要求为止。完成总体精度分析的任务可以解决下列一些具体问题。

(1) 设计新产品时,即在样机试制以前,预先估计该产品可能达到的精度,避免设计的盲目性,防止造成不应有的浪费。

(2) 在设计产品时,通过总体精度分析,可以在几种可能实现的方案中,以精度的观点进行分析比较,挑选出最佳的设计方案。

(3) 在产品的改进设计中,通过对产品的总体精度分析,如求出各误差传动比等,可以找出影响总精度的主要误差因素,因而就有可能卓有成效地提高产品的质量。

(4) 在科学实验或精密测量中,根据实验目的及精度要求,通过总体精度分析,可以确定实验方案或测量方法所能达到的精度,实验装置或测量仪器应具有精度,以及最有利的实验条件等。

(5) 在产品进行鉴定时,通过总体精度分析,可以合理地制定鉴定大纲及测试报告。并由实际测量得到的各主要零、部件的误差综合为产品的总误差。

### 1.1.3 总体精度分析的方法和步骤

对机械产品进行总体精度分析有两个基本方法可以采用。

## 1. 理论分析法

根据已初步确定的产品设计方案或实验方案,逐项分析计算影响总精度的各原始误差及其影响分量,并合成为总误差。其步骤如下:

(1) 全面分析误差来源。找出所有的原始误差,这里指的是对总误差有影响的所谓有效误差。例如齿轮的齿厚误差、齿距误差和齿距累积误差,它们影响齿轮副的传动精度,称为有效误差。而齿轮的齿宽误差并不影响齿轮副的传动精度,则称为无效误差。

在寻找误差来源时,要做到既不重复又不遗漏。因此,应该有步骤地依次寻找原始误差,例如对精密传动链、测量链和电子量仪等,可从输入端开始依次寻找直至输出端为止。又如精密测量仪器,主要由受感部分、传递部分(包括传动放大和光电转换、气电转换、机电转换等)和读数(或记录、打印)等部分组成,我们可按此顺序寻找误差源。对于复杂的装置或设备,应划分为几个组成部分(单元或部件),分别逐个地进行分析。

(2) 确定各原始误差的数值。这里指的是原始误差的初步确定,以便进行部分误差和总误差的计算。由于原始误差是多种多样的。因此,确定原始误差数值的方法也各不相同,例如,制造误差可根据工艺条件来确定,变形误差则需要通过计算才能确定。

若原始误差为随机误差,就需要确定其概率分布。当概率分布无法确定时,可假设为均匀分布。

(3) 确定部分误差的数值。确定部分误差的数值,实质上是求误差传动比。根据误差传递定律,部分误差与原始误差之比即为误差传动比。常用的误差传动比的求解方法有:微分法、几何法、球面三角法和矢量微分法。对杆件机构,常用转换机构法;对齿轮机构,常用瞬时臂法。

(4) 确定总误差的数值。首先要确定部分误差的性质是系统误差还是随机误差,然后再按误差的合成方法进行误差的合成。

(5) 误差之间的调整 and 平衡。初次合成的总误差往往不能满足产品的精度要求,这就需要进行误差的调整和平衡,以减小总误差,提高产品的总精度。

① 考虑系统误差校正的可能性。某些定值系统误差可以很方便地引入修正值而得到校正,对于某些变值系统误差也可采取一系列措施加以校正或减小。但必须注意,若该修正值是由实际测定得到,则其检定误差应作为随机误差计入总误差之中,当检定误差很小时可忽略不计。

② 考虑误差之间互相补偿。例如,光学计量仪器中某些光学系统内棱镜的制造误差和位置误差之间的互相补偿等。

③ 减小原始误差。例如,采用增大机械零件的刚度或减小作用力来减小变形

误差等。

④ 调整误差传动比。各个误差传动比之间往往相差极大,应予适当调整,并使各个部分误差之间(特别是随机误差)尽可能做到大致相等,切勿相差太大。

当我们完成了各个误差之间的调整和平衡之后,再次进行误差的合成。如此反复进行多次,直至产品的总精度符合规定的要求为止。如果总体精度分析反复进行多次均不能达到规定的要求,则应怀疑产品的工作原理或设计方案的合理性,应予重新考虑。因此,总体精度分析也是提高产品总体设计水平的一个关键环节。

## 2. 实验统计法

实验统计法是对所要设计的产品进行所谓模型实验,或对已研制出的样机进行精度测试,即对其精度特性进行多次测量,并对所得测量数据运用概率论及数理统计方法进行分析与处理,以获得关于产品误差的详尽资料(大量测得的误差数据和误差曲线),从中找出规律性的东西,例如:

- (1) 产品总误差的大小及其变动范围。
- (2) 系统误差和随机误差的大小及其大致分布规律。
- (3) 影响总误差的一些主要因素(可依次变动某一因素或同时变动某些因素,测量总误差的变化情况)。

由实验测试得到的样机实际精度特性,就可判断该产品的总精度是否满足规定要求。

上述两种基本方法各有优缺点。理论分析法的优点是,能计算出各原始误差所产生的各个部分误差的数值及其在总误差中所占的比例,因而便于进行误差的调整、平衡和再分配。理论分析法的缺点是,计算得到的总误差往往与实际不符合,这是由于误差合成时无法充分考虑到误差相抵消的一面,同时误差合成的计算公式本身就是近似的。此外,对误差来源的分析也可能会有遗漏,对某些原始误差的数值只能给出估计值等等。

实验统计法的优缺点恰好与理论分析法相反。因此,对高精度的复杂产品,特别是精密测量仪器,经常采用两种方法相结合来进行总体精度分析,这样才能够取得满意的结果。在一般情况下,理论分析法多用于新产品设计的总体精度分析,而实验统计法则多用于研制样机的精度检定和对已有产品的精度复测。

### 1.1.4 机械精度设计中的几个基本原则

设计机械产品,要满足多方面提出的各种要求。一般来说,它们是:① 精度;② 经济性(制造成本);③ 使用性能;④ 工作效率。在这些要求中,对于一些

精密机械、精密仪器来说,精度要求是主要的,离开一定的精度去考虑经济、效率和性能是没有意义的。当然片面强调精度而不考虑其它要求的做法也是不正确的。尤其要克服那种不进行经济核算,不计成本的片面做法。我们的任务是,在保证所要求精度的前提下,努力降低成本,提高效率和完善机械产品的性能。

如何设计好一台机械产品,在长期实践中,机械设计人员在总结经验的基础上,提出了下列机械精度设计应遵循的基本原则。下面仅就这些原则的主要内容作简要介绍。

### 1. 机械零件几何精度设计原则——互换性原则

在进行机械零件几何精度设计过程中,应遵循互换性原则和经济性原则。

(1) 互换性的概念。互换性是指零部件在几何、功能等参数上能够彼此相互替换的性能,即同一规格的零部件,不需要任何挑选、调整或修配,就能装配(或更换)到机器上,并且符合使用性能要求。由此可见,要使零部件满足互换性,不仅要求几何参数,而且要求机械性能、理化性能以及其他功能参数都能互相替换。所以,零件的互换性涉及两大方面:一方面是几何参数的互换性,另一方面是功能互换性。下文所涉及的互换性均指零部件几何参数的互换性。

零部件在实际制造过程中,由于加工设备、工具不可避免地存在误差,要使同一规格的一批零件或部件几何参数的实际值完全相同是不可能的,它们之间或多或少地存在着差异。因此,要保证其具有互换性,只能使其几何参数的实际值充分接近。其接近程度取决于产品的质量要求。为保证产品几何参数的实际值与其理论值充分接近,就必须将其实际值的变动量限定在一定范围内,这个范围就是公差。

(2) 互换性的分类。按同一规格的一批零部件互换的程度可以将互换性分为完全互换性(绝对互换性)与不完全互换性(有限互换)。

完全互换性是一批规格相同的零部件在加工好以后,不需要任何挑选、调整或修配,在几何参数上具有互相替换的性能。概率互换(大数互换性)属于完全互换性,这种互换性是以一定置信水平为依据,例如置信水平为95%、99%等,使加工好的规格相同的大多数零部件不需任何挑选、调整、修配等辅助处理,在几何参数上就具有彼此互相替换的性能。

不完全互换性是指规格相同的零部件加工完以后,在装配(或更换)前需要挑选、调整或修配等辅助处理,在几何参数上才具有互相替换的性能。

当装配精度要求较高时,采用完全互换性将使零件制造精度要求很高,难于加工,成本增高。这时,可以根据生产批量、精度要求、结构特点等具体条件,或者采用分组互换法,或者采用调整互换法,或者采用修配互换法,这样做既可保

证装配精度和使用要求,又能适当地放宽加工公差,减小零件加工难度,降低成本。

对于标准化部件或机构来说,互换性又可分为内互换性与外互换性。

内互换性是指组成机构或部件的内部零件几何参数的互换性。例如滚动轴承内圈滚道直径、外圈滚道直径、保持架或滚动体等,都具有内互换性,一般采用分组互换。

外互换性是指同规格部件或机构的外形尺寸的互换性。例如滚动轴承内圈的内径、外圈的外径均应具有外互换性。

(3) 互换性的作用。互换性对现代化机械制造业具有非常重要的意义。只有机械零部件具有互换性,才有可能将一台复杂的机器中成千上万的零件分散到不同的工厂、车间进行高效率的专业化生产,然后再集中到总装厂或总装车间进行装配。因此,互换性是现代化机械制造业进行专业化生产的前提条件,不仅能促进自动化生产的发展,也有利于降低成本、提高产品质量。

从设计看,按互换性进行设计,就可以最大限度地采用标准件、通用件,如滚动轴承、螺钉、销钉、键等等,大大减少计算、绘图等工作量,使设计简便,缩短设计周期,有利于产品品种的多样化和计算机辅助设计,有利于开发系列产品,不断地改善产品结构、提高产品性能。从制造看,互换性有利于组织大规模专业化生产,有利于采用先进工艺设备和高效率的专用设备,有利于进行计算机辅助制造,有利于实现加工和装配过程的机械化、自动化,从而减轻劳动强度,提高生产效率,保证产品质量,降低生产成本。

从使用看,零部件具有互换性,可以及时更换那些已经磨损或损坏了的零部件,因此,减少了机器的维修时间和费用,增加了机器的平均无故障的工作时间,保证机器能够连续而持久地运转,提高了设备的利用率。在诸如航天、航空、核工业、能源、国防等特殊领域或行业,零部件的互换性所起的作用是很难用具体价值来衡量的,其意义更为重大。

## 2. 基准统一原则

零件的几何形体是由点、线、面等几何要素结合而成的。“基准”就是这样的几何要素,用以作为确定其它几何要素方向、位置的基础。由零件功能要求确定的用于零件安装的基准,称为装配基准;在设计时,根据设计要求选定的基准,称为设计基准;在加工时,根据工艺要求选定的基准,称为工艺基准;测量时,根据测量要求选定的基准,称为测量基准。

基准统一原则是指,各种基准原则上应该统一一致。如设计时,应选择装配基准为设计基准;加工时,应该选择设计基准为工艺基准;测量时,测量基准应按测量

目的来选定;对中间(工艺)测量,应选工艺基准;对终结(验收)测量,应选装配基准为测量基准。

基准统一原则,不仅是精度设计中应遵循的原则,也是其它设计、加工、测量时应遵循的原则。遵循基准统一原则,可以避免误差积累的影响。加工时,可充分利用设计给定的公差;在测量时,能以较高的测量精度保证零件的公差要求,或在保证达到公差要求的前提下,不至于对测量精度提出过高的要求。

### 3. 传动链、测量链或尺寸链最短原则

传动链、测量链或尺寸链最短原则是指一台设备中传动链、测量链或尺寸链环节的构件数目应最少。因为传动链、测量链或尺寸链各环节对机械设备或仪器精度的影响最为敏感,环节一多,误差就增多,不利于提高产品的精度,故传动链、测量链或尺寸链环节的构件数应最少,即传动链、测量链或尺寸链最短原则。

### 4. 变形最小原则

机械精度设计时,应力求保证由于重力、内应力及热变形等所引起的变形为最小,这就是变形最小原则。它的意思就是要使机械产品在使用过程中,受力或温度影响后产生的变形最小,这个问题在强度设计、刚度设计时考虑得较多。值得指出的是,目前在具体设计计算或研究分析中,由于各种原因引起产品变形,特别是对一些精密设备或精密仪器变形方面的研究工作,做得还不够深入,这就使得现在的某些设计工作缺乏足够的依据和带有相当程度的盲目性。因此,深入进行这方面的研究工作是很有价值的。

### 5. 精度匹配原则

在对产品进行总体精度分析的基础上,根据产品中各部分各环节对整机精度影响程度的不同,根据现实可能,分别对各部分各环节提出不同精度要求和恰当的精度分配,做到恰到好处,这就是精度匹配原则。例如在精密测量仪器中,对于测量链中的各环节要求精度最高,应当设法使这些环节保持足够的精度,对于其它链中的各个环节,则根据不同的要求分配不同的精度。再如,对于一台测量仪器的机械、电气、光学各个部分的精度分配要恰当,要互相协调,特别要注意各部分要求上的衔接问题。

### 6. 经济原则

经济原则是一切设计工作都要遵守的一个基本而重要的原则,精度设计也不例外。一般可以从下面五个方面来考虑:

(1) 工艺性。工艺性好是指加工工艺及装配工艺比较好,而且易于组织生产,节省工时,节省能源,降低管理费用。

(2) 合理的精度要求。不必要地提高零、部件的加工精度和装配精度,往往使

制造成本成倍增加。

(3) 合理选材。材料费用不应占产品整个费用的太大分量。元器件成本太高,往往使所生产的产品无法推广应用而滞销。

(4) 合理的调整环节。通过设计合理的调整环节,往往可以降低对产品零、部件的精度要求,达到既保证整机质量,又降低产品成本的目的。

(5) 提高整机的使用寿命。产品寿命延长一倍,相当于一台设备当两台用,产品的价格就降低了一半。

上面是任何一个机械设计者所应注意和遵循的基本原则。不过要注意,这里提出的设计原则能指导我们做好设计,但是,要真正设计好一台产品,还应依据这些原则,掌握更多的理论知识和积累相当的实践经验,并从实践中不断总结一些内容来丰富和补充这些设计原则。

## 1.2 标准化与优先数系

### 1.2.1 标准化(standardization)

标准化是伴随现代工业的发展而发展起来的一门新兴科学。标准化是指在经济、技术、科学及管理等社会实践中,对重复性事物和概念通过标准的制定、发布和实施而达到统一,以获得最佳秩序和社会效益。标准化是为了在一定范围内获得最佳秩序,对现实问题或潜在问题制定共同使用和重复使用的条款的活动。标准是指对重复性事物和概念所作的统一规定。它以科学、技术和实践经验的综合成果为基础,经有关方面协商一致,由主管机构批准,以特定形式发布,作为共同遵守的准则和依据。所以,标准在一定范围内具有约束力。

标准化的基本原理是一个值得探讨的理论问题。标准化的基本原理应揭示标准化的发展规律,即反映标准化内在的矛盾。由于标准化涉及面很广,其内涵与外延极其丰富且相当复杂,涉及人类各个方面。其中技术标准种类繁多,大致分成下列四类:

(1) 基础标准。在一定范围内作为其它标准的基础并普遍使用,具有广泛指导意义的标准。如计量单位、术语、符号、优先数系、机械制图、公差与配合等标准。

(2) 产品标准。为保证产品的适用性,对产品必须达到的某些或全部要求所制定的标准。其范围包括品种、规格、技术性能、试验方法及检验规则等。

(3) 方法标准。以试验、检查、分析、抽样、统计、计算、测定和作业等各种方法为对象制定的标准。如设计计算方法、工艺规程和测试方法等标准。

(4) 安全标准和环境保护标准。以安全与环境保护为目的而定的标准。

标准化是一门系统工程,其任务就是设计、组织和建立标准体系。在机械制造中,标准化的目的是提高产品质量,发展产品品种,加强企业的科学管理,组织现代化生产,便利协作和使用维修,巩固推广技术革新成果,提高社会劳动生产率和经济效益等。目前世界上各工业发达国家都高度重视标准化工作。

标准按不同级别颁布。我国标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准四级。从世界范围看,还有国际标准和区域标准。为了促进国际间工业标准的协调和统一,1947年世界各国成立了国际标准化组织,简称ISO。1979年我国恢复参加了ISO组织,并参照国际标准修订或制定了各项国家标准。这是对外开放政策的需要,有利于加强我国在国际上的技术交流,促进我国四个现代化的建设。

标准化是实现互换性生产的前提。发展互换性生产,必须将产品、零件或部件、原材料、工夹量具及机床设备的规格、质量指标、检测方法的统一和简化,制定相互协调的标准,并按照统一的术语、符号、计量单位,将它们的几何和性能参数及其公差数值注在图样上,在生产过程中加以贯彻。这样做不仅可取得最好的经济效益,并且有利于推行互换性,扩大互换的范围。

### 1.2.2 优先数与优先数系

在设计机械产品时,常常应用很多数字,且这些数字在生产各个环节中,往往又都不是孤立的。人们在生产实践的基础上,总结了一种合乎科学的统一的数字标准——优先数及优先数系。

优先数系是一种十进制的等比级数,在现行标准(GB321-1980)中,规定了5个公比数系,用R5、R10、R20、R40和R80表示(R80为补充系列),其公比如下(注:优先数系还有派生系列和复合系列,在此从略):

$$R5 \text{ 公比为 } \sqrt[5]{10} \approx 1.6;$$

$$R10 \text{ 公比为 } \sqrt[10]{10} \approx 1.25;$$

$$R20 \text{ 公比为 } \sqrt[20]{10} \approx 1.12;$$

R40 公比为 $\sqrt[40]{10} \approx 1.06$ ;

R80 公比为 $\sqrt[80]{10} \approx 1.03$ 。

在 1~10 之间, R5 系列有 5 个优先数, 即 1; 1.6; 2.5; 4; 6.3。R10 系列有 10 个优先数, 即在 R5 的 5 个优先数中再插入 1.25; 2; 3.15; 5; 8 五个数(均为比例中项), 其余由此类推。项值可从 1 开始, 向大于 1 和小于 1 两个边延伸。理论优先数多为无理数, 需予圆整, 见表 1-1 所示。

表 1-1 优先数的基本系列

基本系列(常用值)				
R5	R10	R20	R40	
1	2	3	4	
1.00	1.00	1.00	1.00 1.06	
		1.12	1.12 1.18	
	1.25	1.25	1.25 1.32	
		1.40	1.40 1.50	
	1.60	1.60	1.60	1.60 1.70
			1.80	1.80 1.90
2.00		2.00	2.00 2.12	
		2.24	2.24 2.36	

基本系列(常用值)			
R5	R10	R20	R40
1	2	3	4
2.50	2.50	2.50	2.50 2.65
		2.80	2.80 3.00
	3.15	3.15	3.15 3.35
		3.55	3.55 3.75
4.00	4.00	4.00	4.00 4.25
		4.50	4.50 4.75
	5.00	5.00	5.00 5.30
		5.60	5.60 6.00
6.30	6.30	6.30	6.30 6.70
		7.10	7.10 7.50
	8.00	8.00	8.00 8.50
		9.00	9.00 9.50
10.00	10.00	10.00	10.00