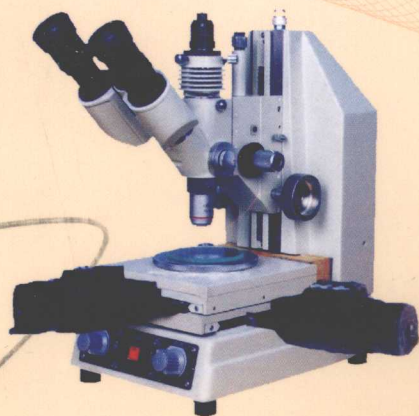


高等学校教材

# 机械精度设计与检测

JIXIE JINGDU SHEJI YU JIANCE

主编 刘笃喜



西北工业大学出版社

# 机械精度设计与检测

主 编 刘笃喜

编 者 刘笃喜 张云鹏

朱建生 殷 锐

西北工业大学出版社

**【内容简介】** 本书以最新国家标准为依据,全面介绍了机械精度设计与检测的基础知识。编写时采用模块化结构,分为精度设计基础篇、典型机械零部件精度设计篇、测量技术基础篇和精度设计综合应用篇四大板块共12章。具体内容包括绪论、极限与配合、几何公差、表面粗糙度、滚动轴承公差与配合、普通螺纹的公差与配合、键和花键结合的精度设计、圆锥公差配合、齿轮传动精度设计、检测测量技术基础、装配精度与尺寸链、机械精度设计综合应用实例等。每章均由学习目标、案例导入、知识要点、知识内容和实训练题与思考题等部分构成。附录部分收集了公差与配合表。

本书既可作为高等学校机械类、近机械类相关专业的教材使用,也可作为工程技术人员及制造企业管理人员岗位培训教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

机械精度设计与检测/刘笃喜主编. —西安:西北工业大学出版社,2012.2

ISBN 978-7-5612-3323-8

I. ①机… II. ①刘… III. ①机械—精度—设计②机械元件—检测  
IV. ①TH122②TG801

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第029606号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路127号 邮编:710072

电话:(029)88493844 88491757

网址:www.nwpup.com

印刷者:陕西兴平报社印刷厂

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:19.75

字数:477千字

版次:2012年2月第1版 2012年2月第1次印刷

定价:39.00元

# 前 言

“公差与技术测量”(互换性与测量技术)是高等工科院校机械类、近机类、仪器仪表类等相关专业一门应用性极强的技术基础课。为了适应培养高素质人才的需求,反映新一代产品几何技术规范(GPS)以及相关领域的最新科技成果,满足课程教学和教学改革的迫切需要,根据编者多年来在本课程教学中的实践经验,编写了本书。为了强调精度设计和检测这一主线,现将本书名称定为《机械精度设计与检测》。

本书编写力求体现以下特点:

(1)在编写本书过程中,基础知识部分贯彻了“以实用为主,以够用为度”的原则,以掌握基本概念、强化工程应用、培养实用技能为教学重点。

(2)本书内容采用模块化的编写思路,将课程内容划分为精度设计基础篇、典型机械零部件精度设计篇、测量技术基础篇和精度设计综合应用篇四大板块,以突出本课程的学科体系脉络。以知识单元构建模块,使其具有相对的独立性,可根据需要从中选取教学内容,满足不同生源的学习需要,也使学生的学习更具主动性,避免了资源浪费。

(3)各章均由学习目标、案例导入、知识要点、知识内容和实训练习题与思考题等部分构成。本书依据教学特点,结合本课程的教学实践经验,总结出知识点、重点和难点,还把实际应用中易出错的地方和相应的解决办法以提示的方式加以突出。这样既能增强教学和实践的实用性,又能培养学生分析问题及解决问题的能力。

(4)各章均设计了基本知识和应用提高并重的实训练习题和思考题,帮助学生掌握学习的知识点,掌握精度设计与检测应用的技能和方法;各章还给出了精度设计的应用实例,并且在第12章专设讨论精度设计的综合应用实例。

(5)本书文字叙述力求简明扼要、通俗易懂、图文并茂。为使学生能够在图样上正确标注和理解精度要求,本书采用了“以图释理”的编写风格,加强了精度设计要求标注方面的内容和实例。

(6)本书加强了理论知识与工程实际之间的紧密联系,全部采用最新的国家标准。为了使部分新旧标准更好地衔接,给出了相应的新旧标准对照。

本书由刘笃喜任主编,并负责统稿。具体编写分工如下:第1,7,9,10章及附录由刘笃喜编写;第2,3,11章由张云鹏编写;第6,8,12章由朱建生编写;第4,5章由殷锐编写。

在本书编写过程中,参考了众多名师和专家学者编著的相关教材,并得到西北工业大学机电学院等单位的大力关心、支持和帮助,在此对相关作者及领导表示衷心的感谢。

由于水平和时间所限,书中难免会有不足之处,敬请读者不吝指正(编者邮箱:liuduxi@nwpu.edu.cn)。

编 者

2011年6月

# 目 录

## 精度设计基础篇

第 1 章 绪论	3
1.1 机械精度设计概述	4
1.2 互换性	6
1.3 标准化与标准	8
1.4 优先数系与优先数	10
实练习题与思考题	11
第 2 章 极限与配合	12
2.1 概述	13
2.2 极限与配合的基本术语及定义	13
2.3 极限与配合的国家标准	25
2.4 极限与配合的选用	43
2.5 案例求解	54
实练习题与思考题	55
第 3 章 几何公差	58
3.1 概述	59
3.2 几何公差的标注	63
3.3 几何误差的评定	69
3.4 几何公差及其公差带特征	74
3.5 几何误差检测原则	88
3.6 公差原则与公差要求	91
3.7 几何公差的选用	105
3.8 案例求解	108
实练习题与思考题	109
第 4 章 表面粗糙度	113
4.1 概述	113

4.2 表面粗糙度的评定参数 .....	115
4.3 表面粗糙度的标注 .....	125
4.4 表面粗糙度的检测 .....	131
实训习题与思考题 .....	133

## 典型机械零部件精度设计篇

<b>第 5 章 滚动轴承公差与配合</b> .....	137
5.1 概述 .....	137
5.2 滚动轴承的公差带的特点 .....	138
5.3 滚动轴承与轴颈和外壳孔的配合及应用 .....	140
实训习题与思考题 .....	149
<b>第 6 章 普通螺纹的公差与配合</b> .....	150
6.1 普通螺纹的种类、基本牙型及主要几何参数 .....	150
6.2 普通螺纹的误差构成及对互换性的影响 .....	152
6.3 作用中径及普通螺纹合格性的判定 .....	154
6.4 普通螺纹的公差与配合体系 .....	156
6.5 普通螺纹公差配合精度的选择 .....	158
6.6 普通螺纹公差与配合标记 .....	159
实训习题与思考题 .....	160
<b>第 7 章 键和花键结合的精度设计</b> .....	162
7.1 概述 .....	163
7.2 平键连接的公差配合 .....	163
7.3 花键连接的公差配合 .....	166
实训习题与思考题 .....	171
<b>第 8 章 圆锥公差配合</b> .....	172
8.1 圆锥术语及定义 .....	172
8.2 圆锥公差配合概述 .....	174
8.3 圆锥配合 .....	175
8.4 圆锥公差配合体系 .....	177
实训习题与思考题 .....	182
<b>第 9 章 齿轮传动精度设计</b> .....	183
9.1 齿轮传动的主要使用要求 .....	183

9.2 齿轮传动的主要误差源分析 .....	184
9.3 渐开线圆柱齿轮精度的评定指标 .....	187
9.4 渐开线圆柱齿轮精度标准 .....	194
9.5 齿轮副的精度和侧隙 .....	196
9.6 渐开线圆柱齿轮精度设计和选用 .....	203
9.7 齿轮精度设计实例 .....	209
实训习题与思考题 .....	210

## 测量技术基础篇

<b>第 10 章 检测测量技术基础</b> .....	215
10.1 检测与测量的基本概念 .....	215
10.2 测量方法与测量器具 .....	216
10.3 测量基准与量值传递 .....	221
10.4 测量误差、测量精度与测量不确定度 .....	224
10.5 光滑工件尺寸的检测 .....	227
10.6 光滑极限量规 .....	232
实训习题与思考题 .....	240

## 精度设计综合应用篇

<b>第 11 章 装配精度与尺寸链</b> .....	245
11.1 概述 .....	245
11.2 尺寸链的建立与应用 .....	248
11.3 用完全互换法计算尺寸链 .....	250
11.4 用大数互换法计算尺寸链 .....	253
11.5 保证装配精度的其他方法 .....	255
实训习题与思考题 .....	258
<b>第 12 章 机械精度设计综合应用实例</b> .....	260
12.1 概述 .....	260
12.2 装配图中的精度设计 .....	261
12.3 零件图中的精度设计 .....	269
实训习题与思考题 .....	275

## 附录 公差与配合表

附录 1 极限与配合 .....	279
附表 1-1 轴的优先公差带的极限偏差 .....	279
附表 1-2 孔的优先公差带的极限偏差 .....	281
附表 1-3 基孔制与基轴制优先配合的极限间隙或极限过盈 .....	282
附录 2 几何公差 .....	284
附表 2-1 直线度、平面度公差值 .....	284
附表 2-2 圆度、圆柱度公差值 .....	284
附表 2-3 平行度、垂直度、倾斜度公差值 .....	285
附表 2-4 同轴度、对称度、跳动、全跳动公差值 .....	286
附表 2-5 位置度系数····· .....	287
附表 2-6 直线度、平面度的未注公差 .....	287
附表 2-7 垂直度的未注公差 .....	287
附表 2-8 对称度的未注公差 .....	288
附表 2-9 圆跳动的未注公差 .....	288
附录 3 普通螺纹公差配合 .....	289
附表 3-1 普通螺纹直径与螺距系列 .....	289
附表 3-2 外螺纹中径公差 .....	290
附表 3-3 内螺纹中径公差 .....	291
附表 3-4 内、外螺纹的基本偏差 .....	292
附表 3-5 外螺纹大径公差 .....	292
附表 3-6 内螺纹小径公差 .....	293
附表 3-7 螺纹旋合长度 .....	294
附录 4 圆锥公差配合 .....	295
附表 4-1 圆锥角公差数值表 .....	295
附表 4-2 圆锥直径公差所能限制的最大圆锥角误差 $\Delta\alpha_{\max}$ .....	297
附录 5 齿轮传动精度设计 .....	298
附表 5-1 单个齿距偏差 $\pm f_{pt}$ 允许值 .....	298
附表 5-2 齿距累积总偏差 $F_p$ 允许值 .....	298
附表 5-3 齿廓总偏差 $F_a$ 允许值 .....	299



附表 5-4	齿廓形状偏差 $f_{kt}$ 允许值 .....	299
附表 5-5	齿廓倾斜偏差 $\pm f_{H\alpha}$ 允许值 .....	300
附表 5-6	螺旋线总偏差 $F_{\beta}$ 允许值 .....	300
附表 5-7	螺旋线形状偏差 $f_{\beta}$ 和螺旋线倾斜偏差 $\pm f_{H\beta}$ 允许值 .....	301
附表 5-8	$f'_i/k$ 的比值 .....	301
附表 5-9	径向综合总偏差 $F'_i$ 允许值 .....	302
附表 5-10	一齿径向综合偏差 $f''_i$ 允许值 .....	302
附表 5-11	径向跳动公差 $F_i$ .....	303
附表 5-12	基准面与安装面的形状公差 .....	303
附表 5-13	安装面的跳动公差 .....	303
附表 5-14	齿轮各主要表面粗糙度 $Ra$ 推荐数值 .....	304
附表 5-15	齿轮各基准面的表面粗糙度 $Ra$ 推荐数值 .....	304
附表 5-16	直齿轮装配后的接触斑点 .....	304
参考文献	.....	305

# 精度设计基础篇



# 第 1 章 绪 论

## 学习目标

理解加工误差、公差和精度的概念；理解机械精度设计的任务、基本原则和主要方法；掌握互换性的概念；了解互换性在使用、设计和制造等方面的作用；理解标准化和标准的内容；了解优先数系的构成及特点。

## 案例导入

【案例 1-1】 精度设计是机电产品设计的重要任务之一。在任何机电产品设计中，都面临产品及其组成零部件的精度设计问题，需要进行产品及其组成零部件的几何尺寸精度设计、几何精度（几何公差）设计，以及表面粗糙度设计，还要根据装配技术要求进行配合精度设计。减速器是常用的和典型的机械传动装置，其装配图如图 1-1 所示。

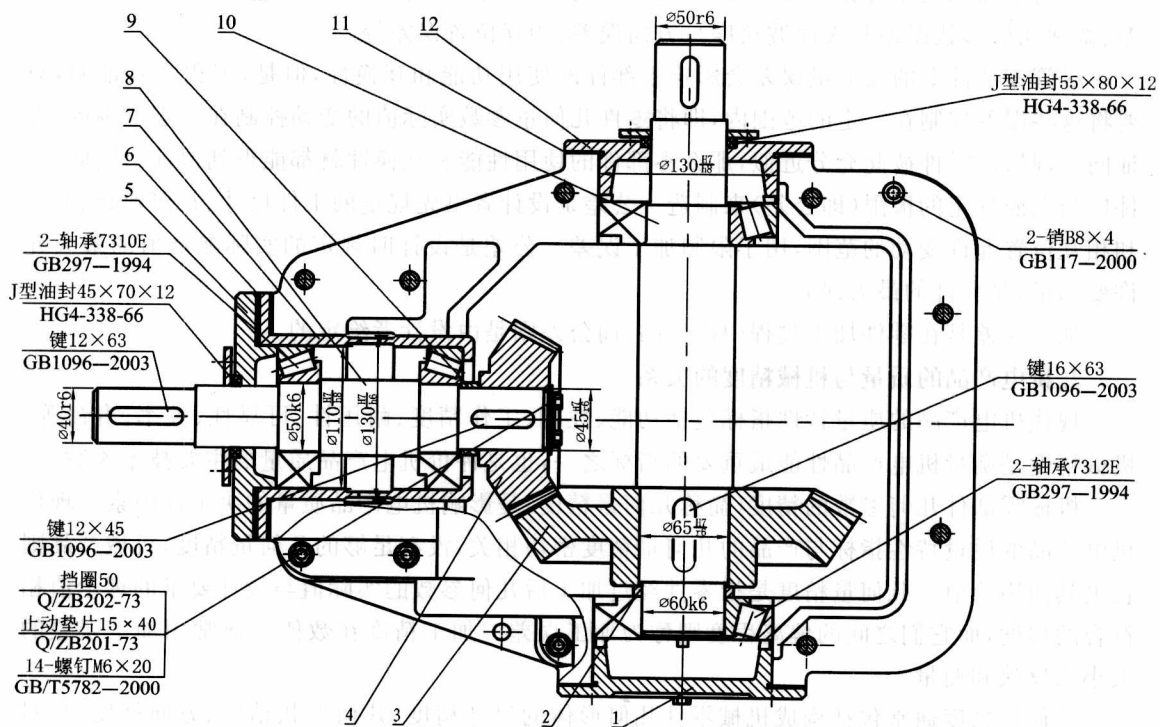


图 1-1 减速器装配图

- 1,5,12—轴承端盖；2,9—轴套；3—从动锥齿轮；4—主动锥齿轮；  
6,11—调整垫片；7—轴承套杯；8—主动轴；10—从动轴

**【解题思路】** 减速器及其零部件的精度设计包括尺寸精度设计、孔轴配合设计、几何精度设计和表面粗糙度设计等。减速器精度设计是对本课程精度设计知识的综合应用。案例求解过程详见第 12.2.3 节。

### 知识要点

加工误差、公差、机械精度的概念；机械精度设计的基本原则及主要方法；互换性的概念；标准化与精度设计及互换性之间的关系。

## 1.1 机械精度设计概述

### 1.1.1 加工误差、公差与机械精度

#### 1. 加工误差和公差

任何机械制造系统都存在制造误差。例如，机械加工系统的主要误差源包括机床、刀具、夹具、工艺、环境和人员等因素。因此，零件在加工过程中不可能做得绝对准确和理想，必然产生加工误差。零件的几何参数总是不可避免地会存在误差，此即几何量加工误差。

几何量加工误差可分为尺寸(线性尺寸和角度)误差、几何形状误差(包括宏观几何形状误差、微观几何形状误差和表面波纹理)、方向误差、相互位置误差等。

尽管零部件上的几何量误差会影响零部件的使用功能和互换性，但是，工程实践证明，只要将这些误差控制在一定的范围内，即将零件几何量参数实际值的变动控制在一定范围内，保证同一规格的零件彼此充分近似，那么零部件的使用性能和互换性就都能得到保证。因此，零件应当按照规定的极限(即公差)来制造。公差是设计者事先规定的工件尺寸、几何形状、方向和相互位置允许变动的范围，用于限制加工误差。公差是设计时规定的实际参数值的最大允许变动量，是允许的最大误差。

加工误差是在零件加工过程中产生的，而公差则是由设计者给定的。

#### 2. 机电产品的质量与机械精度的关系

现代机电产品的质量特性指标包括功能、性能、工作精度、耐用性、可靠性、效率、寿命等。机械精度是衡量机电产品性能最重要的指标之一，也是评价机电产品质量的主要技术参数。

机械零部件几何参数的精度(简称几何量精度)是影响机电产品质量的决定性因素。现代机电产品的质量特性指标与产品的几何量精度密切相关，没有足够的几何量精度，机械产品则丧失其使用价值。几何量精度是指零件经过加工后几何参数的实际值与设计要求的理论值相符合的程度，而它们之间的偏离程度则称为加工误差。加工精度在数值上通常用加工误差的大小来反映和衡量。

几何量精度通常包括构成机械零件几何形体的尺寸精度、几何形状精度、方向精度、相对位置精度和表面粗糙度。当零件的几何形体一定时，若误差越小，则精度越高；若误差越大，则精度越低。

对于机械部件和机电产品整机同样也有几何量精度要求。例如，当两个或多个零件通过配合组装在一起时，就要有装配时的配合要求。

### 1.1.2 机械精度设计的任务

在机械产品设计过程中,需要进行以下三方面的分析计算。

(1)运动分析与计算。根据机器或机构应实现的运动,由运动学原理确定机器或机构的合理的传动系统,选择合适的机构或元件,保证实现预定的动作,满足机器或机构在运动方面的要求。

(2)结构设计、强度分析与计算。根据强度、刚度等方面的要求,决定各个零件的合理的基本尺寸,进行合理的结构设计,使其工作时能承受规定的负荷,达到强度和刚度方面的要求。

(3)几何量精度的分析与计算。在零件的基本尺寸确定后,还需要进行精度计算,以决定产品各个零部件的装配精度以及零件的几何参数公差。

工程实践表明,结构相同、材料相同的机器设备或仪器,其精度不同会引起质量的差异。因此,当进行机械设计时,不仅要进行总体设计、运动设计、结构设计、强度及刚度计算,而且还要在合理设计结构、正确选择材料的同时,进行机械精度设计。

机械精度设计是从精度观点研究机械零部件及其结构的几何参数。精度设计又称公差设计,它就是根据机械的功能和性能要求,正确合理地设计机械零部件的尺寸精度、形状和位置精度以及表面精度,并将其正确地标注在零件图和装配图上。

精度设计的主要依据是对机械的静态的和动态的精度要求。任何加工方法都不可能没有误差,而零件几何要素的误差都会影响其功能要求的实现,公差的大小又与制造经济性和产品的使用寿命密切相关,因此,精度设计是机械设计的重要组成部分。机械精度设计的主要任务就是正确合理地确定机械零部件几何要素的公差,以实现设计使用要求与加工制造要求之间矛盾的最佳协调。

机械精度设计一般分为以下步骤:

(1)产品精度需求分析。

(2)总体精度设计。

(3)结构精度设计计算包括部件精度设计计算和零件精度设计计算。

### 1.1.3 机械精度设计原则

机械精度设计的基本原则是经济地满足功能、性能需求,即在满足产品使用要求的前提下,给产品规定适当的精度(合理的公差)。机械精度设计应当遵循以下原则。

#### 1. 互换性原则

互换性原则是现代化工业生产的一个基本原则,也是现代化生产中一项普遍遵守的重要技术经济原则。目前,互换性原则已经在各个行业被广泛地采用。在机械制造中,遵循互换性原则,大量使用具有互换性的零部件,不仅能有效保证产品质量,而且还能提高劳动生产率,降低制造成本。

#### 2. 标准化原则

当进行机械精度设计时离不开有关公差标准,而且要大量采用标准化、通用化的零部件、元器件和构件,以提高产品互换性程度。

#### 3. 经济性原则

经济性原则的主要考虑因素包括工艺性、精度要求的合理性、原材料选择的合理性、是否

设计合理的调整环节以及工作寿命等。

#### 4. 匹配性原则

在机械总体精度设计的基础上进行结构精度设计,需要解决总体精度要求的恰当和合理分配问题。精度匹配就是根据各个组成环节的不同功能和性能要求,根据机器或装置中各组成环节对机械精度影响程度的不同,对各环节确定不同的精度要求,恰当地分配不同的精度。

#### 5. 最优化原则

最优化原则就是通过确定各组成零部件精度之间的最佳协调,达到特定条件下机电产品的整体精度优化。优化原则已经在产品结构设计中、制造等方面广泛应用。最优化设计已经成为机电产品和系统设计的基本要求。在几何量精度设计中,优化原则主要体现在公差优化、优先选用及数值优化等方面。

总之,互换性原则体现精度设计的目的,标准化原则是精度设计的基础,精度匹配原则和最优化原则是精度设计的手段,经济性原则是精度设计的目标。

### 1.1.4 机械精度设计的常用方法

#### 1. 类比法

类比法的基础是参考资料的收集、整理和分析。

#### 2. 计算法

计算法只适用于某些特定场合,而且还要对由计算法得到的公差进行必要调整。

#### 3. 试验法

试验法主要用于新产品中特别关键、重要零部件的精度设计。

目前,机械精度设计仍处于经验设计的阶段,主要采用类比法,由设计者根据实际工作经验确定。随着计算机辅助设计(CAD)的深入应用,计算机辅助精度(公差)设计的研究及应用日益受到国内外专家学者的高度重视。

## 1.2 互 换 性

### 1.2.1 互换性的概念

互换性是指同一规格的一批零部件,任取其一,不经任何挑选和修配就能安装在机器上,并能满足其使用功能要求的一种特性。机械零部件互换性应当同时满足两个条件:①装配前不需要经过任何挑选,装配中不需要修配或调整;②装配或更换后能满足既定的功能和性能要求。

近代互换性始于兵工生产,现已广泛应用于机械、电子、汽车、国防等几乎所有工业生产领域。

互换性概念的应用已经非常普遍。例如,仪器设备上的一个螺钉掉了,换上一个相同规格的新螺钉即可;日光灯管坏了,可以换个相同规格的新灯管。

## 1.2.2 互换性的分类

### 1. 功能互换性和几何参数互换性

按照使用要求,互换性可分为功能互换性与几何参数互换性。

(1)功能互换性。功能互换性是指产品在机械性能、物理性能、化学性能等方面的互换性,如强度、刚度、硬度、使用寿命、抗腐蚀性、导电性等,又称广义互换性。产品功能性能不仅取决于几何参数互换性,而且还取决于其物理、化学和机械性能等参数的一致性。功能互换性往往着重于保证除尺寸配合要求以外的其他功能和性能要求。

(2)几何参数互换性。几何参数互换性是指机电产品的同种零部件在几何参数(包括尺寸、几何形状、方向、相互位置和表面粗糙度)方面能够彼此互相替换的性能,属于狭义互换性。

机械制造领域的互换性通常包括产品及其零部件几何参数的互换性和功能互换性,功能互换性包括机械性能、物理性能、化学性能等的互换性。本课程仅研究几何参数的互换性。

通常,把仅满足可装配性要求的互换性称为装配互换性,而把满足各种使用功能要求的互换性称为功能互换性。

### 2. 完全互换与不完全互换

按照互换程度和范围,互换性分为完全互换和不完全互换。

(1)完全互换(绝对互换)。完全互换是指同一规格的零部件当装配或更换时,既不需要选择,也不需要任何辅助加工与修配,装配后就能满足预定的使用功能及性能要求。完全互换常用于厂际协作及批量生产。螺钉、螺母、键、销等标准件的装配大都属于完全互换。

(2)不完全互换(有限互换)。不完全互换允许零部件在装配前可以有附加选择,如预先分组挑选,或者在装配过程中进行调整和修配,装配后能满足预期的使用要求。

当产品的使用性能要求、装配精度要求很高时,采用完全互换会使零件制造公差减小,制造精度提高,加工困难,加工成本提高,甚至无法加工。通常,可以通过分组装配法、调整法或修配法来进行不完全互换。不完全互换一般用于中小批量生产的高精度产品,通常用于厂内生产的零部件或机构的装配。

零部件厂际协作应采用完全互换,当部件或构件在同一工厂制造和装配时,可采用不完全互换。

## 1.2.3 互换性的作用

互换性已经成为提高制造水平、促进技术进步的强有力手段之一,在产品的设计、制造、使用和维修等方面发挥着极其重要的作用。

### 1. 设计方面

零部件的互换性可以使设计工作最大限度地采用具有互换性的标准零部件和通用件。这将大大简化计算和绘图工作量,缩短机电产品设计和更新换代周期,并有利于产品品种的多样化和研发系列产品,有利于计算机辅助设计(CAD)。

### 2. 制造方面

互换性有利于组织专业化、规模化生产,便于采用先进工艺和高效率的专用设备,有利于计算机辅助制造(CAM),有利于实现加工过程和装配过程的机械化、自动化,缩短装配周期。



### 3. 使用和维修方面

零部件具有互换性,不仅可及时更换失效的零部件,而且能够减少机器的使用和维修的时间和费用,保证机器设备能够连续持久运转,延长机器设备的使用寿命,提高机器设备的使用价值。

### 4. 生产组织管理方面

零部件具有互换性,无论是技术和物资供应、计划管理,还是生产组织和协作,均便于实行科学化管理。

总之,互换性原则给产品的设计、制造、使用、维护以及组织管理等各个领域带来巨大的经济效益和社会效益,而生产水平的提高、科学技术的进步又促进互换性的不断发展。

#### 1.2.4 保证互换性生产的三大技术措施

##### 1. 精度(公差)设计

若同一规格零部件的几何参数和功能参数完全一致,则这些零部件一定具有互换性。但要使产品及其零部件的几何参数和功能参数完全一致,既不可能,也没必要。在工程实际中,要使同种产品及其零部件具有互换性,只能使其几何参数、功能参数充分近似。其近似程度可按产品质量要求的不同而不同。允许零件几何参数的变动量称为公差。规定公差是保证互换性生产的一项基本技术措施。机械精度设计的重要任务就是给机械零部件的几何参数规定合适的公差数值。

##### 2. 检测测量

机械产品及其零部件在加工制造完毕之后,只有通过正确的、准确的检测测量,才能判定零部件是否满足设计公差要求。若没有相应的检测测量措施,几何参数及其公差数值则形同虚设。检测测量还对制造过程的主动质量控制具有积极作用。规定合理的公差及正确的检测是保证机电产品及其零部件质量、实现互换性生产的两个必不可缺的条件和手段。

##### 3. 标准化

现代互换性生产还要求广泛的标准化。为了开展专业化协作生产,各生产部门之间、各生产环节之间必须保持协调一致,保持技术上必要的统一。这种协调、统一和联系只能通过标准化来实现。

## 1.3 标准化与标准

现代化生产的特点是品种多、规模大、分工细和协作多。为使社会生产有序地进行,必须通过标准化使产品规格品种简化,使分散的、局部的生产环节相互协调和统一。

### 1.3.1 标准化

标准化是指标准的制定、发布和贯彻实施的全部活动过程,包括从调查标准化对象开始,经试验、分析和综合归纳,进而制定和贯彻标准,以后还要修订标准,等等。标准化是以标准的形式体现的,也是一个不断循环、不断提高的过程。标准化的主要形式有简化、统一化、系列