



---

普通高等院校机械类“十四五”规划教材

---

# 机械精度设计与检测

(第2版)

---

主 编 ● 应 琴 金玉萍  
副主编 ● 张良栋 邱亚玲

---



西南交通大学出版社

普通高等院校机械类“十四五”规划教材

# 机械精度设计与检测

(第2版)

主 编 应 琴 金玉萍

副主编 张良栋 邱亚玲

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

## 内容提要

本书系统地论述了“机械精度设计与检测”的基础知识,分析了机械精度设计方面的相关新标准,阐述了检测的基本技术。主要内容包括:绪论、线性尺寸精度设计、测量技术基础与光滑极限量规设计、几何公差精度设计与检测、公差原则、表面粗糙度与检测、螺纹连接的精度设计与检测、键和花键的精度设计与检测、滚动轴承的精度设计、圆锥的精度设计与检测、渐开线圆柱齿轮的精度设计与检测、尺寸链、机械精度设计综合实例等。本书以现行最新国家标准和国际标准为依据,按照专业理论知识体系论述精度设计规范及其应用,并结合检测规范介绍误差检测理论和方法,强调对学生掌握机械精度设计与检测技术基础理论知识及应用能力的培养,各章后附有习题,供读者复习和巩固知识。

本书可作为高等院校机械类各专业学生的基础教材,也可供机械工程技术人员及计量、检测人员参考使用。

---

### 图书在版编目(CIP)数据

机械精度设计与检测 / 应琴, 金玉萍主编. —2 版  
—成都: 西南交通大学出版社, 2021.2  
普通高等院校机械类“十四五”规划教材  
ISBN 978-7-5643-7982-7

I. ①机… II. ①应… ②金… III. ①机械—精度—  
设计—高等学校—教材②机械元件—检测—高等学校—教  
材 IV. ①TH122②TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 031516 号

---

普通高等院校机械类“十四五”规划教材

Jixie Jingdu Sheji yu Jiance

机械精度设计与检测(第2版)

主编 应琴 金玉萍

\*

责任编辑 李芳芳

封面设计 何东琳设计工作室

西南交通大学出版社出版发行

四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号西南交通大学创新大厦 21 楼

邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564

<http://www.xnjdcbs.com>

成都勤德印务有限公司印刷

\*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 19.25

字数: 476 千字

2011 年 5 月第 1 版 2021 年 2 月第 2 版 2021 年 2 月第 9 次印刷

ISBN 978-7-5643-7982-7

定价: 48.00 元

课件咨询电话: 028-81435775

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

普通高等院校机械类“十四五”规划教材  
编审委员会名单

(按姓氏音序排列)

主任	吴鹿鸣				
副主任	蔡勇	蔡长韬	蔡慧林	董万福	冯鉴
	侯勇俊	黄文权	李军	李泽蓉	孙未
	吴斌	周光万	朱建公		
委员	陈永强	党玉春	邓茂云	董仲良	范志勇
	龚迪琛	何俊	蒋刚	李宏穆	李玉萍
	刘念聪	刘转华	陆兆峰	罗红	乔水明
	秦小屿	邱亚玲	宋琳	孙付春	汪勇
	王海军	王顺花	王忠	谢敏	徐立新
	应琴	喻洪平	张静	张良栋	张玲玲
	赵登峰	郑悦明	钟良	朱江	

# 第 1 版总序

装备制造业是国民经济重要的支柱产业，随着国民经济的迅速发展，我国正由制造大国向制造强国转变。为了适应现代先进制造技术和现代设计理论和方法的发展，需要培养高素质复合型人才。近年来，各高校对机械类专业进行了卓有成效的教育教学改革，和过去相比，在教学理念、专业建设、课程设置、教学内容、教学手段和教学方法上，都发生了重大变化。

为了反映目前的教育教学改革成果，切实为高校的教育教学服务，西南交通大学出版社联合众多西部高校，共同编写系列适用教材，推出了这套“普通高等院校机械类“十二五”规划系列教材”。

本系列教材体现“夯实基础，拓宽前沿”的主导思想。要求重视基础知识，保持知识体系的必要完整性，同时，适度拓宽前沿，将反映行业进步的新理论、新技术融入其中。在编写上，体现三个鲜明特色：首先，要回归工程，从工程实际出发，培养学生的工程能力和创新能力；其次，具有实用性，所选取的内容在实际工作中学有所用；再次，教材要贴近学生，面向学生，在形式上有利于进行自主探究式学习。本系列教材，重视实践和实验在教学中的积极作用。

本系列教材特色鲜明，主要针对应用型本科教学编写，同时也适用于其他类型的高校选用。希望本套教材所体现的思想和具有的特色能够得到广大教师和学生的认同。同时，也希望广大读者在使用中提出宝贵意见，对不足之处，不吝赐教，以便让本套教材不断完善。

最后，衷心感谢西南地区机械设计教学研究分会、四川省机械工程学会机械设计（传动）分会对本套教材编写提供的大力支持与帮助！感谢本套教材所有的编写者、主编、主审所付出的辛勤劳动！

首届国家级教学名师  
西南交通大学教授



2010年5月

## 第 2 版前言

本书是根据教育部制定的“高等院校教育机械类专业人才培养目标及规格”要求编写的。在认真汲取前几年高校教学改革和教学实践的基础上，综合一些兄弟院校对“精度设计与检测”课程提出的宝贵建议编写而成。

本书在内容上注意加强基础知识，力求反映国内外的最新成就。按照专业的理论知识体系、实践经验、学科发展等组织内容，不拘泥于专业规范的介绍和应用，将最新规范的内容融合在专业基础理论知识中，将标准规范的应用融合在解决实际问题的过程中，着重强调规范的正确、合理以及灵活应用，使学生在掌握专业基础理论知识的同时，培养分析、解决实际问题的能力。

全书共13章，包括：绪论、线性尺寸精度设计、测量技术基础与光滑极限量规设计、几何公差精度设计与检测、公差原则、表面粗糙度与检测、螺纹连接的精度设计与检测、键和花键的精度设计与检测、滚动轴承的精度设计、圆锥的精度设计与检测、渐开线圆柱齿轮的精度设计与检测、尺寸链、机械精度设计综合实例。每章后附有习题。

本教材是对2012年版《机械精度设计与检测》的再版，本次再版在每章开头部分添加“本章要点”进行学习导入；在每章结束时添加“本章小结”进行总结、归纳，并对知识点、重要内容等做加黑的提示处理，这样便于学生明白每章主要讨论的知识点、学完以后有一个归纳和梳理。

全书由西南科技大学应琴、金玉萍两位同志担任主编，参加本书编写的还有：四川轻化工大学张良栋、侯书增、王欢和张建平，西南石油大学邱亚玲和韩传军等，西南科技大学赵斐、赖建平等。

本书在编写过程中得到了许多兄弟院校和主编所在学校领导及教研室的大力支持和帮助，张剑教授以她多年的执教经验对本书进行了仔细审阅和修改，在此表示衷心的感谢。

本书再版修订过程中参考了已出版的同类教材，谨向这些同类教材的作者表示衷心感谢，并将列入本书参考文献中。

由于编者的水平有限，书中难免有欠妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2021年1月

## 第 1 版前言

本书是根据教育部制定的“高等院校教育机械类专业人才培养目标及规格”要求编写的。本书是编者们在认真汲取前几年高校教学改革和教学实践的基础上，综合一些兄弟院校对“机械精度设计与检测”课程提出的宝贵建议编写而成的。

本书在内容上注意加强基础知识，力求反映国内外的最新成就。按照专业的理论知识体系、实践经验、学科发展等组织内容，不拘泥于专业规范的介绍和应用，将最新规范的内容融合在专业基础理论知识中，将标准规范的应用融合在解决实际问题的过程中，着重强调规范的正确、合理以及灵活应用。使学生在掌握专业基础理论知识的同时，培养分析、解决实际问题的能力。

全书共12章，包括：绪论、线性尺寸精度设计、测量技术基础与光滑极限量规设计、几何公差的精度设计与检测、公差原则、表面粗糙度的设计与检测、螺纹连接的精度设计与检测、键和花键的精度设计与检测、滚动轴承的精度设计、圆锥的精度设计与检测、渐开线圆柱齿轮的精度设计与检测、尺寸链。每章后附有习题。

参加本书编写的有：西南科技大学应琴（第1章、第2章）、四川理工学院张良栋（第4章、第5章、第7章、第8章、第9章），西南科技大学金玉萍（第10章）、李玉萍（第11章），西南石油大学邱亚玲（第3章、第6章），西南石油大学韩传军（第12章）。全书由应琴统稿并担任主编，由张剑教授担任主审。

本书在编写过程中得到了许多兄弟院校和主编所在学校领导及教研室的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

由于编者的水平有限，加之编写时间紧迫，书中难免有欠妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者  
2010年8月

# 目 录

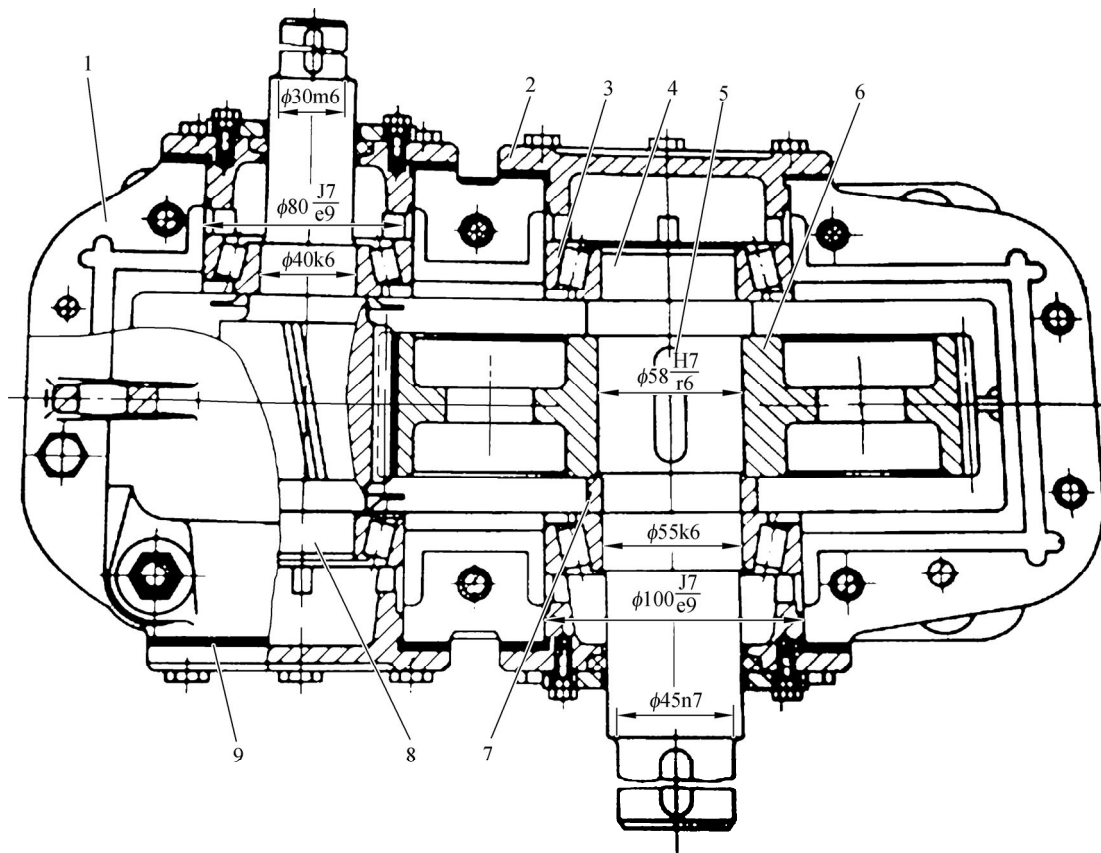
第 1 章 绪 论	1
1.1 概 述	2
1.2 机械零件几何精度设计原则	4
1.3 标准与标准化	8
1.4 优先数与优先数系	12
小 结	14
习 题	14
第 2 章 线性尺寸精度设计	15
2.1 有关精度设计的基本概念和术语	15
2.2 标准公差和基本偏差	23
2.3 尺寸精度设计的基本原则和方法	33
2.4 线性尺寸的未注公差	44
小 结	46
习 题	47
第 3 章 测量技术基础与光滑极限量规设计	49
3.1 概 述	49
3.2 长度基准与量值传递	50
3.3 角度传递系统	54
3.4 计量器具和测量方法	55
3.5 测量误差及其处理	59
3.6 光滑工件尺寸的检测	71
3.7 光滑极限量规设计	78
小 结	86
习 题	87
第 4 章 几何公差精度设计与检测	89
4.1 概 述	90
4.2 几何公差	99
4.3 几何公差的检测	117

小 结 .....	125
习 题 .....	126
<b>第 5 章 公差原则</b> .....	<b>129</b>
5.1 几何公差原则 .....	130
5.2 几何精度设计 .....	139
小 结 .....	150
习 题 .....	152
<b>第 6 章 表面粗糙度与检测</b> .....	<b>155</b>
6.1 概 述 .....	155
6.2 表面粗糙度轮廓的评定 .....	157
6.3 表面粗糙度的选择 .....	161
6.4 表面粗糙度的标注 .....	167
6.5 表面粗糙度轮廓参数的检测 .....	174
小 结 .....	176
习 题 .....	177
<b>第 7 章 螺纹连接的精度设计与检测</b> .....	<b>179</b>
7.1 螺纹连接互换性的基本概念 .....	179
7.2 普通螺纹的公差与配合 .....	186
7.3 普通螺纹的检测 .....	193
小 结 .....	195
习 题 .....	196
<b>第 8 章 键和花键的精度设计与检测</b> .....	<b>197</b>
8.1 普通平键的公差与配合及检测 .....	198
8.2 花键的公差与配合及检测 .....	202
小 结 .....	208
习 题 .....	208
<b>第 9 章 滚动轴承的精度设计</b> .....	<b>210</b>
9.1 概 述 .....	210
9.2 滚动轴承配合的选择 .....	213
小 结 .....	220
习 题 .....	220
<b>第 10 章 圆锥的精度设计与检测</b> .....	<b>222</b>
10.1 概 述 .....	223
10.2 圆锥公差 .....	224

10.3 圆锥配合 .....	226
10.4 圆锥的检验 .....	230
小 结 .....	234
习 题 .....	235
<b>第 11 章 渐开线圆柱齿轮的精度设计与检测 .....</b>	<b>236</b>
11.1 概 述 .....	236
11.2 单个齿轮的评定指标及其检测 .....	240
11.3 齿轮副的评定指标及其检测 .....	252
11.4 渐开线圆柱齿轮精度等级及其应用 .....	257
小 结 .....	266
习 题 .....	267
<b>第 12 章 尺寸链 .....</b>	<b>268</b>
12.1 概 述 .....	268
12.2 尺寸链的计算方法 .....	271
12.3 用其他方法解装配尺寸链 .....	279
小 结 .....	280
习 题 .....	280
<b>第 13 章 机械精度设计综合实例 .....</b>	<b>282</b>
13.1 概 述 .....	283
13.2 装配图中的精度设计 .....	283
13.3 零件图中的精度设计 .....	289
习 题 .....	293
<b>参考文献 .....</b>	<b>294</b>

## 第1章 绪论

【案例导入】在日常生活中经常看到汽车、自行车上的零件坏了，维修人员将同样规格的零件换上，就能恢复汽车、自行车的功能而继续使用。圆柱齿轮减速器（见图 1-1），由箱体 1、端盖（轴承盖）2、滚动轴承 3、输出轴 4、平键 5、齿轮 6、轴套 7、齿轮轴 8、垫片 9 和挡油环、螺钉等许多零件组成，而这些零件分别由不同的工厂和车间制成。装配该圆柱齿轮减速器时，在制成的同一规格零部件中任取一件（不需经过任何选择或修配）就能安装成一台减速器，并能够达到规定的功能要求，这说明这样的零部件具有互换性。



1—箱体；2—端盖；3—滚动轴承；4—输出轴；5—平键；6—齿轮；7—轴套；8—齿轮轴；9—垫片。

图 1.1 圆柱齿轮减速器

【学习目标】了解互换性的意义、标准化的概念、优先数的定义和优先数系的构成；明确机械精度设计的基本原则及主要方法。

## 1.1 概 述



绪论

### 1.1.1 机械精度设计与检测概述

随着科学技术与工业的迅速发展,机械学科体系正向以设计为目标的学科体系发展,而设计又由静态向动态、由单学科向多学科综合发展。

一般来说,在机械产品的设计过程中,需要进行运动、强度和几何量精度三方面的分析与计算。

#### 1.1.1.1 运动分析与计算

运动分析与计算是指根据机器或机构欲实现的运动,由运动学原理来分析、计算机器或机构的合理运动数据,选择合适的机构或元件,以保证实现预定的动作,满足机器或机构运动性能的各种要求。

#### 1.1.1.2 强度分析与计算

强度分析与计算是指根据强度(包括刚度等方面)的要求,分析与计算各个零件合理的基本尺寸,并进行合理的结构设计,使其在工作时能承受预定的负荷,达到强度(包括刚度等方面)的要求。

#### 1.1.1.3 几何量精度分析与计算

零件公称尺寸确定后,还需要进行几何量精度设计,即确定产品各个部件的装配精度以及零件的几何参数和公差,本书主要讨论的是几何量精度的分析与计算。

机械精度的分析与计算是多方面的,但归纳起来,设计人员总是要根据给定的整机精度,最终确定出各个组成零件的几何量精度,如尺寸公差、形状和位置公差、表面粗糙度等参数。

一直以来,机械精度设计与检测是与机械工业发展密切相关的基础学科,不仅涉及机械设计、机械制造计量测试、质量管理与质量控制等许多方面,也与计算机的发展紧密相连,与 CAD/CAM/CAE 相辅相成,是一门综合性应用技术基础学科。

随着科学技术与工业的发展,机械精度设计与检测已经不仅是现代机械工业发展的基础,而且与微型电子计算机、激光、通信、新能源、新材料、精密工程、环境工程、生物工程等学科的发展密切相关。因此,加强本学科的教学和科研,不断改革和完善、努力提高本学科的理论水平和应用水平,对于培养、提高工程科技人才的素质,促进我国机械制造业的改造与发展,提高我国工业产品在国际市场上的竞争能力有着十分重要的意义。

现代机械产品的质量包括工作精度、可靠性、耐用性、效率等,与产品零、部件的几何精度密切相关。进行运动和强度设计后,在正确确定结构和选用材料的前提下,合理进行精度设计(选用零、部件的几何精度)是保证产品质量的决定因素。

本门课程将为学生进行机械精度设计与检测奠定基础。它是各类机械、仪器仪表设计与制造专业学生必修的一门主干技术基础课。

## 1.1.2 机械精度设计与检测的一般步骤

机械精度设计与检测的任务包括：机器的改型精度设计与检测，扩大机器使用范围的附件精度设计与检测以及新机器的精度设计与检测。随着科学技术的发展，在CAD/CAM/CAE日益普及的今天，计算机辅助精度设计、并行设计、虚拟现实以及动态精度设计等新的方法与技术被不断采用和推广。采用现代化的设计手段使得机械精度设计进入一个崭新的领域。

具体的机械精度设计步骤可大致归纳为如下四个方面。

### 1.1.2.1 明确设计任务和技术要求

机械精度设计对象的技术要求是设计的原始依据，所以必须首先明确。除此以外还要明确设计对象的质量、材料、工艺和批量以及机器或仪器的使用范围、生产率要求、通用化程度和使用条件等。

### 1.1.2.2 调查研究

在明确设计任务和技术要求的基础上，必须进行深入的调查研究，主要是做到深入掌握现实情况和大量已有技术资料两方面。务必做到在主要方面无遗漏，对各种情况了如指掌。

具体来说要调查清楚以下几个问题：

- (1) 设计对象有什么特点，应用在什么场合。
- (2) 目前在使用中的同类机器或仪器有哪些，各有什么特点，包括原理、精度、使用范围、结构特点、使用性能等。特别是从整体来看要明确这类机器“改善性能”的趋势，以及它们在设计上会出现问题的地方。
- (3) 征询需求方对现有机或仪器改进的意见和要求，以及对新产品设计的需求和希望。
- (4) 了解承担机器或仪器制造工厂的生产条件、工艺方法，以及生产设备的先进程度、自动化程度和制造精度等。
- (5) 查阅资料，充分掌握国内外有关这一设计问题的实践经验和基础研究两方面的动态和趋势。

### 1.1.2.3 总体精度设计

在明确设计任务和深入调查之后，可进行总体精度设计。总体精度设计包括：

- (1) 系统精度设计，包括设计原理、设计原则的依据以及总体精度方案的确定等。
- (2) 主要参数精度的确定。
- (3) 各部件精度的要求。
- (4) 总体精度设计中其他问题的考虑。总体精度设计是机器设计的关键一步，在分析时，要画出示意草图，画出关键部件的结构草图，进行初步的精度试算和精度分配。

### 1.1.2.4 具体结构精度设计计算

结构精度设计包括以下内容：

- (1) 部件精度设计计算。
- (2) 零件精度设计计算。

结构精度设计计算包括机、光、电等各个部分的精度设计和计算, 在零、部件精度设计过程中, 总体精度设计中原有考虑不周的地方, 以及原来考虑错误的地方, 要注意结合多数精度的相互配合, 结合参数精度更改时要考虑相互协调统一。

## 1.2 机械零件几何精度设计原则

由于各种机械或仪器产品的不同, 如机床、汽车与拖拉机、机车车辆、流体机械、动力机械、精密仪器和仪器仪表等, 其机械精度设计的要求和方法不同, 但从机械精度设计总的角度来看, 应遵循互换性原则、经济性原则、匹配性原则和最优化原则。

### 1.2.1 互换性原则

互换性是指某一产品、过程或服务能用来代替另一产品、过程或服务并满足同样要求的能力。由此可见, 要使产品能够满足互换性的要求, 不仅要使产品的几何参数(包括尺寸、宏观几何形状、微观几何形状)充分近似, 而且要使产品的机械性能、理化性能以及其他功能参数充分近似。

产品在制造过程中, 加工设备、工具等或多或少都存在着误差, 要使同种产品的几何参数、功能参数完全相同是不可能的, 它们之间或多或少地存在着误差。在此情况下, 要使同种产品具有互换性, 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。为使产品的几何参数、功能参数充分近似就必须将其变动量限制在某一范围内, 即规定一定的公差。

#### 1.2.1.1 机械零件几何参数的互换性

机械零件几何参数的互换性是指同种零件在几何参数方面能够彼此互相替换的性能。机械零件的形体千差万别, 仅从一些典型零件来看, 就有圆柱形、圆锥形、单键、花键、螺纹、齿轮等。虽然其形体各异, 但它们都是由一些点、线、面等几何要素所构成。实际零件在制造中由于“机床—刀具—夹具—工件”工艺系统有误差存在, 致使其尺寸、几何要素之间的相互位置、线与面的宏观几何形状以及表面的微观几何形状都或多或少地出现误差, 这些误差被称为尺寸误差、位置误差、形状误差和表面粗糙度。为了实现机械零件几何参数的互换性, 就必须按照一定的要求把这些几何参数的误差限制在相应的尺寸公差、位置公差、形状公差和表面粗糙度的范围内。

机械零件的用途各式各样, 有主要用于连接的, 如圆柱连接, 圆锥连接、单键连接、花键连接以及螺纹连接等; 有主要用于传动的, 如螺旋副、齿轮副、蜗轮副等; 有主要用于支承的, 如床身、箱体、支架等; 有主要用于基准的, 如长度量块、角度量块、基准棱体等。无论起什么作用, 为实现同种零件的互换性, 必须对机械零件的几何参数公差提出相应的要

求。但是,根据用途的不同,确定几何参数公差依据也有所不同。用于连接的,主要依据是配合性质;用于传动的,主要依据是传动和接触精度;用于支承的,主要依据是支承的精度和刚度;用于基准的,主要依据是尺寸传递精度。

### 1.2.1.2 互换性的种类

按照同种零、部件加工好以后是否可以互换的情形,可把互换性分为完全互换性与不完全互换性两类。

完全互换性是指同种零、部件加工好以后,不需经过任何挑选、调整或修配等辅助处理,在功能上便具有彼此互相替换的性能。完全互换性包括概率互换性(大数互换性),这种互换性是以一定置信水平为依据(如置信水平为95%、99%等),使同种的绝大多数零、部件加工好以后不需经任何挑选、调整或修配等辅助处理,在功能上即具有彼此互相替换的性能。

不完全互换性是指同种零、部件加工好以后,在装配前需经过挑选、调整或修配等辅助处理,在功能上才具有彼此互相替换的性能。在不完全互换性中,按实现方法的不同又可分为以下几种:

#### (1) 分组互换。

分组互换是指同种零、部件加工好以后,在装配前要先进行检测分组,然后按组进行装配,仅仅同组的零、部件可以互换,组与组之间的零、部件不能互换。例如,滚动轴承内、外因滚道与滚动体的结合、活塞销与活塞销孔、连杆孔的结合,都是分组互换的。

#### (2) 调整互换。

调整互换是指同种零、部件加工好以后,在装配时要用调整的方法改变它在部件或机构中的尺寸或位置,方能满足功能要求。例如燕尾导轨中的调整攘条,在装配时要沿导轨移动方向调整它的位置,方可满足间隙的要求。

#### (3) 修配互换。

修配互换指同种零、部件加工之后,在装配时要用去除材料的方法改变它的某一实际尺寸的大小,方能满足功能上的要求。例如,普通车床尾座部件中的垫板,在装配时要对其厚度再进行修磨,方可满足普通车床头、尾顶尖中心的等高要求。

从使用要求出发,人们总希望零件都能完全互换,实际上大部分零件也能做到。但有些情形,如受限于加工零件的设备精度、经济效益等因素,要做到完全互换就显得比较困难,或不够经济,这时就只有采用不完全互换方法了。

对于标准化的部件,如滚动轴承,由于其精度要求较高,按完全互换的办法进行生产不尽合适,所以轴承内部零件的结合(内、外因滚道与滚动体的结合)采用分组互换。而轴承内圈与轴,外围与壳体孔等外部零件的结合,采用完全互换。前者通常称为内互换,后者通常称为外互换。所有标准化的部件,当其内部结合不宜采用完全互换时,可以采用不完全互换的办法,但其外部结合应尽可能采用完全互换,以使用户使用。

### 1.2.1.3 互换性的作用

广义来讲,互换性已经成为国民经济各个部门生产建设中必须遵循的一项原则。现代机械制造中,无论大量生产还是单件生产,都应遵循这一原则。

任何机械的生产，其设计过程都是：整机—部件—零件。无论设计过程还是制造过程，都要把互换性的原则贯彻始终，如图 1.2 所示。

从设计看，互换性可使其简便，因此可以在设计中选用具有互换性的标准化零、部件，从而使设计简化。另外，设计者在设计机械时，应充分考虑互换性要求，在满足功能要求的前提下，要使机构的组成零件尽可能少，公差尽可能放大，以便于制造和互换。

从制造看，一方面，互换性可方便于制造，以取得更好的技术经济效益；另一方面，制造者在制造机械时，也应充分考虑互换性要求，如尽可能选用标准化的刀具、夹具、量具，工艺尽可能保持稳定。不仅被加工的零件能严格地控制在公差范围之内，而且还能使其误差分布合理。

从使用看，互换性可使用户更换零、部件方便、及时。这不仅对个人、家庭生活用品生产带来极大益处，而且对军事武器、装备的制造其有重要影响。

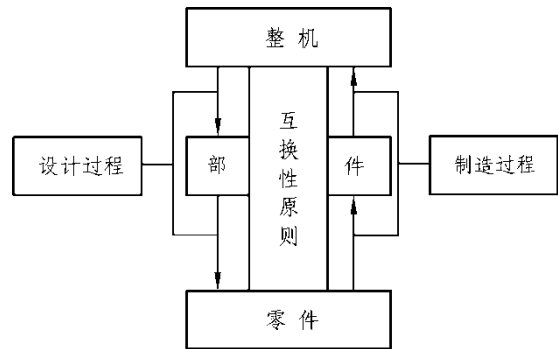


图 1.2 机械生产过程

### 1.2.2 经济性原则

经济性原则是一切设计工作都要遵守的一条基本原则，机械精度设计也不例外。经济性可以从以下几个方面来考虑：

#### (1) 工艺性。

工艺性包括加工工艺及装配工艺，若工艺性较好，则易于组织生产，节省工时，节省能源，降低管理费用。

#### (2) 合理的精度要求。

如果不选择合理的精度，而是盲目地提高零、部件的加工及装配精度，往往会使加工费用成倍增加。

#### (3) 合理选材。

材料费用不应占机器或仪器整个费用的太大比例。元器件成本太高，往往会使所生产的机器无法推广应用。

#### (4) 合理的调整环节。

通过设计合理的调整环节，往往可以降低对零、部件的精度要求，达到降低机器成本的目的。

#### (5) 提高寿命。

如果一台机械设备的寿命延长一倍，则相当于一台设备当两台用，成本便降低了一半。

### 1.2.3 匹配性原则

在对整机进行精度分析的基础上，根据机器或位置中各部分各环节对机械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的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，一般机械中，运动链中各环节要求精度高，应当设法使这些环节保持足够的精度，对于其他链中的各环节则应根据不同的要求分配不同的精度。另外，对于一台机器的机、电、光等各个部分的精度分配要恰当，要互相照顾和适应，特别要注意各部分之间相互牵连、相互要求上的衔接问题。

#### 1.2.4 最优化原则

机械精度是由许多零、部件精度构成的集合体，可以主动重复获得其组成零、部件精度间的优化协调。

所谓最优化原则，即探求并确定各组成零、部件精度处于最佳协调时的集合体。例如，探求并确定先进工艺，优质材料等，这是一种创造性、探索性的劳动。

由于各组成零、部件间精度的最佳协调是有条件的，故可通过实现此条件来主动重复获得精度间的最佳协调。例如，主动推广先进工艺，发展优质产品等。

按最优化原则，充分利用创造性劳动成果免除重复探索性劳动的损失，反复应用成功的经验，可获得巨大的经济效果。

计算机的广泛使用，特别是微型机的普及和推广，对机械精度设计正在产生极为深远的影响。计算机能够处理大量的数据，提高计算的精度和运算速度，准确地分析结果，合理地进行机械的最优化精度设计。

#### 1.2.5 几何精度设计的主要方法

考虑到绝大多数零件都是由多个几何要素构成的，而机构又是由各种零件组成的，因此，在必要时还应对零件各要素的精度和组成机构的有关零件的精度进行综合设计与计算，以确保机械的总体精度。对精度进行综合设计与计算通常采用相关要求的方法。

几何精度设计的方法主要有类比法、计算法和试验法三种。

##### 1.2.5.1 类比法

类比法也称经验法，是与经过实际使用证明合理的类似产品的相应要素进行比较，确定所设计零件几何要素精度的设计方法。采用类比法进行精度设计时，必须正确选择类比产品，分析它与所设计产品在使用条件和功能要求等方面的异同，并考虑到实际生产条件、制造技术的发展、市场供求信息等多种因素。

采用类比法进行精度设计的基础是资料的收集、分析与整理。类比法是大多数零件要素精度设计采用的方法。

##### 1.2.5.2 计算法

计算法就是根据由某种理论建立起来的功能要求与几何要素公差之间的定量关系，计算确定零件要素精度的设计方法。

例如，根据液体润滑理论计算确定滑动轴承的最小间隙；根据弹性变形理论计算确定圆