



国防特色教材·职业教育

公差配合与技术测量

GONGCHA PEIHE YU JISHU CELIANG

耿南平 主编
郭桂萍 主审

北京航空航天大学出版社

北京理工大学出版社 哈尔滨工业大学出版社
哈尔滨工程大学出版社 西北工业大学出版社



国防特色教材·职业教育

公差配合与技术测量

耿南平 主编
郭桂萍 主审

北京航空航天大学出版社

北京理工大学出版社 哈尔滨工业大学出版社
哈尔滨工程大学出版社 西北工业大学出版社

内容简介

本书是高职院校机械类和近机械类各专业技术基础课教材。内容突出以能力为本,以理论联系实际、指导学生动手操作为原则。

全书共 12 章,包括绪论、尺寸公差与配合、技术测量基础、形状和位置公差及检测、表面粗糙度及检测、光滑极限量规的设计、滚动轴承的公差与配合、键和花键联结的公差及检测、圆锥公差及检测、普通螺纹结合的公差及检测、渐开线圆柱齿轮传动精度及检测,以及尺寸链等。

本书采用公差配合、检测等新标准,较系统、完整地介绍了各标准的基本概念、基本原理及应用。结合实际对基本理论、检测方法、量具等作了重点阐述。每章前给出了学习导入,每章后附有习题与思考题,以突出重点和难点,加深对所学内容的理解和掌握,巩固所学基本知识。

本书按照企业对高职院校学生的知识结构、实际操作能力的要求而编写,可供普通高等院校机械类和高职高专机械类及近机类各专业教学使用,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

公差配合与技术测量/耿南平主编. —北京:北京航空航天大学出版社,2010.1

ISBN 978-7-81124-817-3

I. 公… II. 耿… III. ①公差—配合②技术测量 IV. TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 112091 号

公差配合与技术测量

耿南平 主编

郭桂萍 主审

责任编辑 张冀青

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100191) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:bhpress@263.net

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:18.5 字数:414 千字

2010 年 1 月第 1 版 2010 年 1 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-81124-817-3 定价:34.80 元

前 言

“公差配合与技术测量”是高等院校机械类、近机械类和仪器仪表类各专业机械基础课程体系中的一门重要的技术基础课。

机械设计中的精度设计及工件的测量、检验是保证机械产品质量的两个重要的技术环节。

针对机械类各专业的培养目标和基本要求,本书在编写中,主要突出了机械零部件精度设计的原则和方法以及作为机械产品质量技术保证的测量和检验技术。本着理论以够用、实用为度,教学以应用为原则,对常见几何参数公差要求的标注、查表、解释以及几何量的一般常见检测方法及量具等内容进行了较为详细的阐述,表达通俗易懂,理论结合实际。

本书采用了新的国家标准,内容尽量做到使学生学以致用。

本教材可按40~60学时进行讲授,也可按不同专业的需求进行调整和取舍。

全书内容包括绪论、尺寸公差与配合、技术测量基础、形状和位置公差及检测、表面粗糙度及检测、光滑极限量规的设计、滚动轴承的公差与配合、键和花键联结的公差及检测、圆锥结合的公差及检测、普通螺纹结合的公差及检测、渐开线圆柱齿轮传动精度及检测,以及尺寸链等。

本书较系统、完整地介绍了各标准的基本概念、基本原理及应用。结合实际对基本理论、检测方法、量具等作了重点阐述。每章前给出了学习导入,每章后附有习题与思考题,以突出重点和难点,加深对所学内容的理解和掌握,巩固所学基本知识。

本书共12章。编写分工为:武晓波编写第1章、第6章和第7章;蒋平编写第2章和第3章;耿南平编写前言、第4章、第5章,以及其余各章图、表和文字修改,内容编辑及校对等;赵忠元编写第8~10章;钟展编写第11章和第12章。张靖如对第2章、第3章的部分图、文字等做了修改工作。本书由耿南平担任主编,郭桂萍担任主审。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和错误,敬请广大读者批评指正。

编 者
2009年5月

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 本课程的性质与主要内容	1
1.2 机械制造中的互换性	1
1.2.1 互换性的基本概念	1
1.2.2 误差与公差的概念	2
1.2.3 互换性的种类	4
1.2.4 公差与配合标准的发展	5
1.2.5 几何量检测技术的发展	6
1.3 标准化	6
1.3.1 标准和标准化	6
1.3.2 优先数和优先数系	7
1.4 本课程的基本要求与学习方法	9
习题与思考题	10
第 2 章 尺寸公差与配合	11
2.1 基本术语和定义	11
2.1.1 有关孔和轴的定义	11
2.1.2 有关尺寸的术语和定义	12
2.1.3 有关偏差、公差的术语和定义	13
2.1.4 有关配合的术语和定义	15
2.2 常用尺寸公差与配合	22
2.2.1 标准公差系列	22
2.2.2 基本偏差系列	25
2.2.3 基准制	32
2.2.4 极限与配合代号的识别	33
2.2.5 标准温度	35

2.2.6 常用尺寸孔、轴公差带与配合	35
2.2.7 线性尺寸的一般公差	38
2.3 公差与配合的选用	39
2.3.1 基准制的选用	40
2.3.2 公差等级的选用	41
2.3.3 配合的选用	43
习题与思考题	47
第3章 技术测量基础	49
3.1 技术测量的基本概念	49
3.1.1 概 述	49
3.1.2 长度基准与尺寸传递系统	49
3.2 量 块	50
3.3 测量方法的分类	54
3.4 计量器具的分类和主要度量指标	56
3.4.1 计量器具的分类	56
3.4.2 计量器具的主要度量指标	56
3.5 常用的量具和量仪	57
3.5.1 游标量具	58
3.5.2 测微量具	59
3.5.3 机械量仪	60
3.5.4 光学量仪	64
3.5.5 电动量仪	68
3.6 三坐标测量仪	69
3.6.1 光栅测量系统	71
3.6.2 激光干涉仪测量系统	72
3.7 测量误差	73
3.7.1 概 述	73
3.7.2 测量误差的来源	73
3.7.3 测量误差的分类	74
3.7.4 随机误差的特性与处理	74
3.7.5 测量误差的合成	77

3.8 计量器具的选用与维护保养	78
3.8.1 计量器具的选用	78
3.8.2 计量器具的维护和保养	82
习题与思考题	83
第4章 形状和位置公差及检测	84
4.1 概 述	84
4.1.1 形位公差的研究对象	85
4.1.2 形位公差标准	88
4.1.3 形位公差特征项目和符号	88
4.2 形状和位置公差的标注方法	89
4.3 形状公差带与形状误差检测	94
4.3.1 形状公差与形状公差带	94
4.3.2 评定形状误差的基本准则	98
4.3.3 形状误差的检测	99
4.4 位置公差带与位置误差检测	105
4.4.1 位置公差带	105
4.4.2 位置误差检测	117
4.5 形位公差与尺寸公差的关系	126
4.5.1 独立原则	126
4.5.2 相关要求	127
4.6 形位公差的选择	136
4.6.1 形位公差特征项目的选择	136
4.6.2 基准要素的选择	137
4.6.3 形位公差值的选择	138
4.6.4 形位公差选用举例	144
习题与思考题	146
第5章 表面粗糙度及检测	151
5.1 概 述	151
5.1.1 表面粗糙度的定义	151
5.1.2 表面粗糙度对零件工作性能的影响	152

5.2 表面粗糙度的评定	153
5.2.1 术语及定义	153
5.2.2 评定参数	155
5.3 表面粗糙度的参数值及其选用	157
5.3.1 表面粗糙度的评定参数值	157
5.3.2 表面粗糙度参数的选用	158
5.4 表面粗糙度符号、代号在零件图上标注的方法	162
5.4.1 表面粗糙度轮廓的符号和代号	162
5.4.2 表面粗糙度代号的标注方法	163
5.5 表面粗糙度检测方法简介	166
5.5.1 比较法	166
5.5.2 针描法	166
5.5.3 光切法	167
5.5.4 显微干涉法	167
习题与思考题	167
第6章 光滑极限量规的设计	169
6.1 概 述	169
6.1.1 量规的作用	169
6.1.2 量规的分类	170
6.2 量规公差带	171
6.2.1 工作量规的公差带	171
6.2.2 校对量规的公差带	172
6.3 工作量规设计	173
习题与思考题	179
第7章 滚动轴承的公差与配合	180
7.1 滚动轴承的公差	180
7.1.1 概 述	180
7.1.2 滚动轴承的公差等级及选用	181
7.1.3 滚动轴承内、外径公差带的特点	182
7.2 滚动轴承与轴和外壳孔的配合	183

7.2.1 轴和外壳孔的公差带	183
7.2.2 轴和外壳孔与滚动轴承配合的选用	183
7.2.3 轴承的其他技术要求	188
7.2.4 应用举例	189
习题与思考题	190
第8章 键和花键联结的公差及检测	191
8.1 键联结的公差与配合	191
8.1.1 概 述	191
8.1.2 平键联结的公差与配合	192
8.1.3 平键的检测	197
8.2 花键联结的公差与配合	198
8.2.1 概 述	198
8.2.2 矩形花键联结的公差与配合	198
8.2.3 矩形花键的检测	204
习题与思考题	205
第9章 圆锥公差及检测	206
9.1 概 述	206
9.2 圆锥公差	206
9.2.1 锥度与锥角	206
9.2.2 圆锥公差	208
9.3 圆锥配合	211
9.3.1 圆锥配合的种类	211
9.3.2 圆锥配合的特征确定	212
9.3.3 圆锥配合的一般规定	214
9.3.4 圆锥配合公差的确定	215
9.4 圆锥锥度的测量检验	219
9.4.1 比较测量法	219
9.4.2 直接测量法	220
9.4.3 间接测量法	220
习题与思考题	221

第 10 章 普通螺纹结合的公差及检测	222
10.1 概 述	222
10.1.1 螺纹的种类	222
10.1.2 普通螺纹的基本牙型和几何参数	223
10.2 螺纹几何参数误差对螺纹旋合性的影响	226
10.2.1 螺距误差对旋合性的影响	227
10.2.2 牙型半角误差对旋合性的影响	228
10.2.3 中径误差对旋合性的影响	228
10.2.4 保证普通螺纹互换性的条件	229
10.3 普通螺纹的公差与配合	230
10.3.1 螺纹的公差等级	230
10.3.2 普通螺纹的公差带和基本偏差	232
10.3.3 螺纹的旋合长度与精度等级	234
10.3.4 螺纹的表面粗糙度要求	236
10.3.5 普通螺纹标记	236
10.3.6 应用举例	237
10.4 螺纹的检测	238
习题与思考题	241
第 11 章 渐开线圆柱齿轮传动精度及检测	242
11.1 概 述	242
11.1.1 齿轮传动的使用要求	242
11.1.2 齿轮传动误差的来源	244
11.1.3 我国现行的齿轮精度标准	244
11.2 单个齿轮的精度评定参数及检测	244
11.2.1 影响齿轮传动准确性的精度评定参数及检测	245
11.2.2 影响齿轮传动平稳性的精度评定参数及检测	248
11.2.3 影响齿轮载荷分布均匀性的精度评定参数及检测	250
11.2.4 齿厚偏差及检测	251
11.3 渐开线圆柱齿轮精度等级和选用	252
11.3.1 渐开线圆柱齿轮精度等级	252

11.3.2 精度等级的选用	252
11.3.3 偏差的允许值	254
11.3.4 齿轮检验项目的确定	257
11.3.5 齿轮精度等级在图样上的标注	257
11.4 齿轮副和齿坯的精度	258
11.4.1 齿轮副的精度	258
11.4.2 齿轮坯的精度与齿坯公差的选择	261
11.5 齿轮精度设计示例	264
习题与思考题	266
第 12 章 尺寸链	267
12.1 尺寸链术语与定义	267
12.1.1 基本术语	267
12.1.2 尺寸链的分类	269
12.2 尺寸链的计算	270
12.2.1 尺寸链的建立	270
12.2.2 尺寸链的三类解算	272
12.2.3 解算尺寸链的方法	272
12.2.4 用完全互换法(极值法)计算尺寸链	273
12.3 保证装配精度的其他方法	279
12.3.1 分组互换法	279
12.3.2 调整法	279
12.3.3 修配法	280
习题与思考题	280
参考文献	282

第1章 绪 论

导 学

掌握有关互换性的概念及其在设计、制造、使用和维修等方面的重要作用;掌握互换性与公差、检测的关系;理解标准化与标准的概念及其重要性;了解哪些数是优先数,以及为什么要规定优先数。

有关互换性、公差、检测及标准的概念和思想贯穿全书,这些是本章应掌握的重点内容。

1.1 本课程的性质与主要内容

本课程是机械类各专业的一门专业技术基础课。它是联系机械设计课程与机械制造课程的纽带,是从基础课学习过渡到专业课学习的桥梁。通过本课程的学习,可以使学生了解到有关公差配合和技术测量的基本知识与技能。

本课程内容在生产实践中应用广泛,实践性强。它由“公差配合”与“技术测量”两部分组成。基本理论是精度理论,研究对象是零部件几何参数的互换性。

零件的精度指在设计时要根据使用要求和制造的经济性,恰如其分地给出零件的尺寸公差、形状公差、位置公差和表面粗糙度数值,将零件的制造误差限制在一定范围内,使机械产品装配后能正常工作。

本课程的特点是:术语定义、符号、代号、图形、表格多,公式推导少;经验数据、定性解释多,内容涉及面广。

1.2 机械制造中的互换性

1.2.1 互换性的基本概念

人们在日常生活中,经常会遇到这种情况:自行车的螺钉损坏了或丢失了,买一个同规格的合格品换上,自行车便能很快恢复其原有的使用功能;家里的灯泡坏了,买一个新的换上便能立即满足使用要求。而在购买螺钉和灯泡时,人们并不需要去考虑新旧零件和物品是否是在同一生产厂家、同一地点生产的,这是因为合格的产品和零部件具有在材料性能、几何尺寸、使用功能上彼此互相替换的性能,即具有互换性。

机械制造中的互换性,是指分别按规定的几何、物理和机械性能等参数的公差制造零部件,在装配成机器或更换损坏的零件时,不经挑选和修配,直接选用就能满足使用要求,零部件的这种性能就称为互换性。

零部件的互换性,既包括几何参数的互换性,又包括物理和机械性能参数的互换。零部件的尺寸、形状和位置及表面粗糙度等统称为几何参数,而强度、刚度和硬度性等则属于物理、机械性能参数。

本课程仅研究几何参数的互换。

在零件的制造过程中,误差是不可避免的,但零件的几何参数误差必须控制在一定范围内。

几何参数误差的这一变动范围称为几何量公差。

按照经济精度加工零件并满足使用性能,必须对零件规定适宜的几何量公差。

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

互换性在现代化工业生产中起着十分重要的作用。主要体现在以下三个方面:

① 在设计方面,能最大限度地使用标准件,可以简化绘图和计算等工作,使设计周期变短,利于产品更新换代和 CAD 技术的应用。

② 在制造方面,有利于组织专业化生产,使用专用设备和 CAM 技术。

③ 在使用和维修方面,可以及时更换那些已经磨损或损坏的零部件,对于某些易损件可以提供备用件,从而提高机器的使用价值。

互换性在提高产品质量、产品可靠性及经济效益等方面均具有重要意义。互换性原则已成为现代制造业中一个普遍遵守的原则。互换性生产对我国现代化生产具有十分重要的意义。但是,有时候必须采取单个配制才符合经济原则,这时零件虽不能互换,但也有公差和检测的要求。

1.2.2 误差与公差的概念

1. 误差的概念

如何实现零件几何参数的互换性?是否需要使同一规格的零件的几何参数完全一致?实践证明,这是不可能的,也是没有必要的。事实上,只要使同一规格的零件的几何参数在能满足使用性能要求的一定范围内变动,保证零件几何参数彼此充分近似,就能达到互换性的目的。

在加工过程中,由于各种因素的影响,零件的几何参数不能做到绝对准确,即与理想几何参数完全一致,二者之间的差异,称为几何误差。

几何误差包括以下几个方面:

(1) 尺寸误差

尺寸误差指零件加工后的实际尺寸和理想尺寸之差。

(2) 几何形状误差

零件的几何形状误差分为三种:

① 宏观几何形状误差 零件整个表面范围内的形状与理想形状之间的差异。通常是由机床、刀具、夹具、工件组成的工艺系统的误差所造成的。如孔、轴横截面的理想形状是正圆形,若加工后实际形状为椭圆形或其他非正圆形,则存在形状误差。宏观几何形状误差通常称为形状误差。

② 微观几何形状误差 加工后,刀具在工件表面上留下的许多微小的高低不平的波形。微观几何形状误差通常称为表面粗糙度。

③ 表面波度 介于宏观和微观几何形状误差之间的一种表面形状误差,主要是由于加工过程中的振动引起的,表面成明显的周期波形。

(3) 相互位置误差

相互位置误差是指加工后,零件各表面或中心线之间的实际位置与其理想位置之间的差值。如两个平面之间的平行度、垂直度等。

2. 公差的概念

加工零件的过程中,由于各种因素(机床、刀具、温度等)的影响,零件的尺寸、形状和表面粗糙度等几何量难以做到理想状态,总是有大的或小的误差。但从零件的使用功能看,不必要要求零件几何量制造得绝对准确,只要求零件几何量在某一规定的范围内变动,即保证统一规格零部件(特别是几何量)彼此接近,把这个允许几何量变动的范围叫做几何量公差。

为了保证零件的互换性,要用公差来控制误差。设计时要按标准规定公差,而加工时不可避免会产生误差,因此要使零件具有互换性,就应把完工的零件误差控制在规定的公差范围内。设计者的任务就是要正确地确定公差,并在图样上正确地表示出来。

公差和检测是实现零件互换性的前提。

3. 误差与公差的区别

加工误差是在零件加工过程中产生的,是不可避免的,是客观存在的,其大小受到加工过程中各种因素的影响。公差则是允许零件的尺寸、几何形状和相互位置的最大变动量。它是由设计人员根据零件的功能要求给定的。对于同一个零件,规定的公差值越大,零件就越容易加工;反之,则越不容易加工。因此,在满足零件功能要求的前提下,应尽量规定较大的公差值,以便于加工和获得最佳的经济效益。

零件加工后的误差值若在公差的范围内,则为合格件;若超出公差范围,则为不合格件,所

以,公差也是允许的最大误差。

1.2.3 互换性的种类

按互换的范围,可分为功能互换和几何参数互换。

功能互换指零件的几何参数、物理性能、化学性能及力学性能等方面都具有互换性,又称为广义互换;几何参数互换指零部件的尺寸、形状、位置及表面粗糙度等参数具有互换性,又称为狭义互换性。

按互换程度,可分为完全互换和不完全互换。

完全互换也称绝对互换,指零部件装配或更换时不需要挑选或修配就能满足预定的使用功能及性能要求。不完全互换也称有限互换,指在零部件装配时允许有附加条件的选择或调整,装配后能满足预期的使用要求。不完全互换一般用于中小批量生产的高精度产品。

不完全互换可以采用分组装配法、修配法和调整法等来实现。

(1) 分组装配法

分组装配法是将零件的制造公差适当放大,使之便于加工,加工完毕后对零件逐个测量,并按实际尺寸的大小将零件分成若干组,使同组零件间的实际尺寸的差别减小,装配时按对应组进行装配。即大孔与大轴相配,小孔与小轴相配。此时,组内零件可以互换,但组与组之间的零件无法互换。这样,既可保证装配精度和使用要求,又能降低加工难度和成本。

(2) 修配法

修配法是待零部件加工完毕后,装配时对某一特定的零件按所需要的尺寸进行调整,以满足装配要求和使用要求。例如,普通车床尾架部件中的垫板,其厚度需要在装配时再进行修磨,以满足头尾架等高的要求。

(3) 调整法

调整法指零部件加工完以后,在装配时用调整的方法改变某零件在机器中的尺寸和位置,以满足其功能要求。例如,机床导轨中的镶条,装配时可沿导轨移动方向调整其位置,以满足间隙要求。

对于标准部件,互换性又分为外互换和内互换。外互换指部件与其配件之间的互换性。例如,滚动轴承内圈内孔与轴的配合,外圈外圆与壳体孔之间的配合。内互换指部件内部组成零件之间的互换性。例如,滚动轴承内外圈滚道与滚动体外圆之间的配合。

为了使用方便,对于标准化部件或机构,外互换采用完全互换,适用于生产厂商以外;因组成零件的精度要求高,加工困难,内互换则通常采用不完全互换。

生产中究竟采用完全互换,还是不完全互换,要由产品的复杂程度、精度要求、生产规模的大小、生产设备以及技术水平等因素决定。

1.2.4 公差与配合标准的发展

最早期,生产是原始的单件“配作”生产,没有互换性。

随着资本主义生产的发展,要求企业内部有统一的公差与配合的标准,以扩大互换性生产的规模和控制机器备件供应。1902年,英国伦敦以生产剪羊毛机为主的纽瓦(Newall)公司编制了尺寸公差极限表,是最早的公差标准。

1906年,英国颁布了国家标准 B. S. 27。1924年,英国又制定了国家标准 B. S. 164。1925年,美国出版了包括公差标准在内的美国标准 A. S. A. B4a。上述标准即为初期的公差标准。

在公差标准的发展史上,德国的标准 DIN 占有重要地位,它在英、美初期公差标准的基础上采用了基孔制和基轴制,并提出公差单位的概念,将精度等级和配合分开,规定了标准温度(20℃)。1929年,前苏联也颁布了一个“公差与配合”标准。

由于生产的发展,国际间的交流也越来越多,1926年,成立了国际标准化协会(ISA),其第三技术委员会(ISA/TC3)负责制定公差与配合标准,秘书国为德国。在总结 DIN(德国)、AFNOR(法国)、BSS(英国)、SNV(瑞士)等国公差标准的基础上,1932年提出了 ISA 议案;1935年公布 ISA 草案;直到1940年才正式颁布国际公差与配合标准 ISA。

第二次世界大战以后,1947年2月国际标准化组织重建,改名为 ISO,仍由第三技术委员会(ISA/TC3)负责公差与配合标准,秘书国为法国。ISO在ISA的基础上修订了国际公差与配合标准,并于1962年颁布,其编号为 ISO/R 286—1962《极限与配合制》。以后又陆续颁布了 ISO/R 1938—1971《光滑工件的检验》、ISO 2768—1973《未注公差尺寸的允许偏差》和 ISO 1829—1975《一般用途公差带选择》等,由此形成了现行国际公差标准。

在半封建半殖民地的旧中国,由于工业落后,加之帝国主义侵略,军阀割据,根本谈不上统一的公差标准。那时所采用的标准非常混乱,有德国标准 DIN、日本标准 JIS、美国标准 A. S. A、英国标准 B. S 以及国际标准 ISA。1944年旧经济部中央标准局曾颁布过中国标准 CIS(完全借用 ISA),实际上也未执行。

解放以后,随着社会主义建设的发展,我国吸收了一些国家在公差标准方面的经验,于1956年由原第一机械工业部颁布了第一个公差与配合的部标准;1960年,颁布了圆柱齿轮公差部标准;1959年,由国家科委正式颁布了“公差与配合”国家标准。此后又陆续制定了各种结合件、传动件、表面光洁度以及形位公差等国家标准;螺纹连接、键与花键等国家标准。1979年,颁布了 GB 1800~1840—1979,1992—2006年,对公差与配合中的(国家标准 GB 1800~1840—1979)滚动轴承公差、平键公差、普通螺纹公差、圆锥公差等进行了修订,形成了现行的互换性的国家标准。

随着微型计算机的发展应用,20世纪70年代末国际上已出现了“计算机辅助公差设计(CAT)”的研究。近几年来,该研究成为热门课题,我国部分高等学校,如浙江大学、重庆大学

等,也积极开展了这方面的研究,并已经取得可喜的成绩。随着该研究的进一步深入,公差设计的自动化将成为现实。

1.2.5 几何量检测技术的发展

要进行测量,首先就需要有计量单位和计量器具。检测技术的水平在一定程度上反映了机械制造的精度和水平。机械加工精度水平的提高与检测技术水平的提高是相互依存、相互促进的。

例如,1940年,由于有了机械式比较仪,使加工精度从过去的 $3\mu\text{m}$ 提高到 $1.5\mu\text{m}$;1950年,有了光学比较仪,使加工精度提高到 $0.2\mu\text{m}$;1960年,有了电感、电容式测微仪和圆度仪,使加工精度提高到 $0.1\mu\text{m}$;1969年,激光干涉仪的出现,使加工精度提高到 $0.01\mu\text{m}$;1982年,扫描隧道显微镜(STM)的发明使加工精度达到 nm 级,已经接近加工精度的极限。根据国际计量大会统计,零件的机械加工精度大约每10年提高1个数量级,这与测量技术的发展密切相关。

检测精度已经迈向 nm 级,而测量空间由二维空间发展到三维空间,测量的自动化程度已从人工读数测量发展到自动定位、瞄准和测量,计算机进行数据处理评定,自动输出测量结果。

因此,检测技术和计量测试是实现互换性的必要条件和手段,是工业生产中进行质量管理、贯彻质量标准必不可少的技术保证。

1.3 标准化

1.3.1 标准和标准化

要使具有互换性的产品几何参数完全一致是不可能,也是没有必要的。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。其近似程度可因产品质量要求的不同而不同。现代化生产的特点是品种多,规模大,分工细,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。

标准是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。

标准的范围极广,种类繁多,涉及人类生活的各个方面。本课程研究的公差标准、检测器具和方法的标准,大多属于国家基础标准。

标准按不同的级别颁发。我国标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准。

对于需要在全国范围内统一的技术要求,应当制定国家标准,代号为GB。对于没有国家