

应用型本科规划教材

主编 高晓康 张 珂

互换性与测量技术基础

*H*uhuanxing

yu celiangjishu jichu

上海科学技术出版社

应用型本科规划教材

互换性与测量技术基础

主 编 高晓康 张 珂

上海科学技术出版社

内容提要

全书共分八章,包括绪论、测量技术基础、光滑圆柱体结合的互换性及其检测、几何公差及其检测、表面粗糙度及其检测、常用典型零件的互换性及其检测、渐开线圆柱齿轮传动的互换性及其检测、尺寸链等。介绍了互换性和测量技术的基本知识,以实用为目的,精选内容,深入浅出,重在应用。全书采用最新国家标准,内容安排循序渐进。为了便于学生学习,书后各章附有思考题与习题,供复习和巩固知识。

本书可作为应用型、技能型高等院校机械类及近机类各专业师生的教材,也可供从事机械设计、机械制造、标准化和计量测试的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

互换性与测量技术基础 / 高晓康,张珂主编. —上海:上海科学技术出版社,2015.11

应用型本科规划教材

ISBN 978-7-5478-2802-1

I. ①互… II. ①高… ②张… III. ①零部件—互换性—高等学校—教材②零部件—测量技术—高等学校—教材 IV. ①TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 212016 号

互换性与测量技术基础

主编 高晓康 张 珂

上海世纪出版股份有限公司 出版
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

上海世纪出版股份有限公司发行中心发行
200001 上海福建中路 193 号 www.ewen.co

印刷

开本 787×1092 1/16 印张 13.75

字数 300 千字

2015 年 11 月第 1 版 2015 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5478-2802-1/TG·87

定价: 33.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,请向工厂联系调换

本书编委会

主 编

高晓康 张 珂

副主编

吴 斌

参 编

富彦丽 侯怀书 刘 莹 高建春

主 审

吴 雁

前言 Preface

“互换性与测量技术基础”是高等院校机械类和近机类专业一门十分重要的专业基础课程。

本书是根据全国高校“互换性与测量技术基础”课程教学大纲要求,按照当前加强学生工程能力培养教学改革需要,结合兄弟院校及编者长期从事本课程教学的教学经验和教学成果,在分析各种同类教材和最新国家标准的基础上编写而成的。

本书在编写时力求突出以下特点:

- (1) 紧密结合教学大纲,精简教学内容,强化基础。
- (2) 理论联系实际,理论部分以必需和够用为度,增加实际应用和设计实例,每章配备联系实际的思考题与习题。
- (3) 全书采用最新国家标准,书末附有最新的互换性基础标准主要目录,供读者参考。
- (4) 注重能力的培养,力求学生掌握各种互换性国家标准在设计中的应用。
- (5) 本书各章既有联系,又在内容上保持相对的独立性和整体的系统性,以适应不同专业的教学需要。

本书由上海应用技术学院高晓康和张珂任主编,吴斌任副主编,由吴雁担任主审。参加本书编写的有高晓康(第一章、第二章、第三章、第五章),张珂(第四章、第六章、第八章),吴斌(第七章),刘莹、富彦丽和侯怀书(第六章),高建春(第六章、第七章)。

本书由上海市高等学校专业综合改革试点项目资助。

由于编者水平有限,书中难免存在错误与疏漏,恳请广大读者批评指正。

编者

2015年8月

目录 Contents

第一章 绪论	1
第一节 互换性概述	1
一、互换性的基本概念	1
二、互换性的种类	1
三、互换性的作用	2
四、实现互换性的必要条件	2
第二节 标准化与优先数系	2
一、标准	3
二、标准的分类	3
三、标准化	3
四、优先数和优先数系	4
思考题与习题	5
第二章 测量技术基础	6
第一节 概述	6
第二节 长度基准与量值传递	6
一、长度基准	6
二、量值传递	7
三、量块	8
第三节 计量器具	11
一、计量器具的分类	11
二、计量器具的度量指标	12
第四节 测量方法	13
一、按实测量是否是被测量分类	13
二、按示值是否是被测量的整个量值分类	13
三、按测量时计量器具的测头与被测表面之间是否有机机械作用的测量力 分类	14
四、按同时测量被测量的多少分类	14
五、按测量是否在加工过程中进行分类	14
六、按被测量在测量过程中所处的状态分类	14

七、按决定测量结果的全部因素或条件是否改变分类·····	15
第五节 测量误差和数据处理·····	15
一、测量误差的概念·····	15
二、测量误差的来源·····	16
三、测量误差的分类·····	17
四、测量精度·····	21
五、测量结果的数据处理·····	22
思考题与习题·····	28
第三章 光滑圆柱体结合的互换性及其检测·····	29
第一节 概述·····	29
第二节 极限与配合的基本术语及其定义·····	29
一、有关孔和轴的定义·····	29
二、有关尺寸的术语及定义·····	30
三、有关公差和偏差的术语及定义·····	30
四、有关配合的术语及定义·····	32
第三节 极限与配合国家标准的构成·····	36
一、标准公差系列·····	36
二、基本偏差系列·····	38
三、极限与配合在图样上的标注·····	42
四、一般、常用和优先的公差带与配合·····	43
五、一般公差——线性尺寸的未注公差·····	45
第四节 极限与配合的选择与应用举例·····	46
一、配合制的选择·····	46
二、公差等级的选择·····	47
三、配合的选择·····	49
第五节 尺寸的测量·····	54
一、卧式测长仪·····	54
二、立式光学比较仪·····	55
三、电感测微仪·····	56
四、浮标式气动量仪·····	57
五、三坐标测量机·····	57
思考题与习题·····	60
第四章 几何公差及其检测·····	62
第一节 概述·····	62
一、零件的几何误差及其对其使用性能的影响·····	62

二、几何误差的研究对象——几何要素·····	63
三、几何公差的项目和符号·····	64
第二节 几何公差在图样上的标注·····	65
一、公差框格·····	65
二、被测要素的标注·····	66
三、基准要素的标注·····	67
四、附加规定的标注方法·····	68
五、理论正确尺寸·····	69
六、延伸公差带·····	69
七、自由状态条件的表示·····	70
第三节 几何公差带·····	70
一、几何公差的含义和几何公差带的特征·····	70
二、形状公差带·····	71
三、线轮廓度和面轮廓度·····	73
四、定向公差带·····	74
五、定位公差带·····	80
六、跳动公差带·····	85
第四节 公差原则·····	88
一、术语和定义·····	89
二、独立原则·····	91
三、包容要求(ER)·····	91
四、最大实体要求(MMR)·····	93
五、最小实体要求(LMR)·····	95
六、可逆要求(RR)·····	97
第五节 几何误差及其检测·····	99
一、形状误差评定·····	99
二、定向误差的评定·····	104
三、定位误差的评定·····	104
四、几何误差的检测原则·····	104
第六节 几何公差的选用·····	105
一、几何公差项目的选择·····	106
二、基准要素的选择·····	106
三、几何公差值的选择·····	107
思考题与习题·····	112
第五章 表面粗糙度及其检测·····	115
第一节 概述·····	115

第二节 表面粗糙度的评定	115
一、基本术语	116
二、评定参数	117
三、评定参数的数值规定	118
第三节 表面粗糙度在图样上的标注	119
一、表面粗糙度符号	119
二、表面粗糙度要求的标注	120
三、表面粗糙度在图样上的标注	122
第四节 表面粗糙度的选择	125
一、评定参数的选择	125
二、评定参数值的选择	125
第五节 表面粗糙度的检测	128
一、比较法	128
二、光切法	128
三、干涉法	128
四、针描法	128
思考题与习题	129
第六章 常用典型零件的互换性及其检测	130
第一节 概述	130
第二节 光滑极限量规的设计	130
一、用通用计量器具测量	130
二、用光滑极限量规检验	136
第三节 滚动轴承的互换性	141
一、滚动轴承的类型	141
二、滚动轴承的公差等级及其应用	141
三、滚动轴承的公差及公差带特点	142
四、滚动轴承与轴和外壳孔的配合及其选用	142
第四节 键和花键的互换性及其检测	148
一、平键联接的互换性	148
二、平键轴槽与毂槽的测量	149
三、矩形花键联接的互换性	151
四、矩形花键的检测	155
第五节 螺纹结合的互换性及其检测	156
一、普通螺纹结合的种类及其主要参数	156
二、影响螺纹旋入性能的分析	157
三、螺纹结合合格性的判断原则	158

四、普通螺纹的公差等级及公差带分布	159
五、普通螺纹结合的公差与配合的选择	162
六、普通螺纹结合的图样标记	164
七、普通螺纹精度的检测	164
思考题与习题	165
第七章 渐开线圆柱齿轮传动的互换性及其检测	167
第一节 概述	167
第二节 齿轮传动的使用要求	167
第三节 影响渐开线圆柱齿轮精度的因素	168
一、影响传递运动准确性的因素	168
二、影响传动平稳性的因素	169
三、影响载荷分布均匀性的因素	169
第四节 渐开线圆柱齿轮精度的评定参数	169
一、齿轮轮齿同侧齿面偏差与检测	170
二、齿轮径向综合偏差与检测	173
三、齿轮径向跳动与检测	174
第五节 渐开线圆柱齿轮精度等级及应用	174
一、精度等级	174
二、轮齿同侧齿面偏差的允许值	175
三、齿轮精度等级的选用	179
四、齿轮检验项目的确定	179
五、齿坯的精度	180
六、齿轮精度的标注	182
第六节 齿轮副的精度和齿侧间隙	182
一、齿轮副的精度	182
二、齿轮副的侧隙	184
第七节 齿轮精度设计示例	187
思考题与习题	189
第八章 尺寸链	190
第一节 概述	190
一、尺寸链的术语及定义	190
二、尺寸链的分类	191
三、尺寸链的作用	192
四、尺寸链计算的类型和方法	192
第二节 完全互换法解尺寸链	193

一、基本公式	193
二、解尺寸链	194
第三节 概率互换法解尺寸链	197
一、基本公式	197
二、解尺寸链	198
第四节 解尺寸链的其他方法	199
一、分组装配法	199
二、调整法	200
思考题与习题	201
参考文献	203
附录 主要互换性基础标准	204

第一章

绪 论

第一节 互换性概述

一、互换性的基本概念

互换性是指事物之间可以相互替代的性能。在机械制造业中,互换性是指在同一规格的一批零部件中任取一件,不经任何选择、修配或调整,就能装在机器或仪器上,并满足原定使用功能要求的特性。这样的零部件称为具有互换性的零部件。例如,人们日常生活中常用的自行车、汽车和手表的零件就是按互换性原则生产的。当它们损坏时,只要换上新的零件就能继续使用,恢复原有的功能。这样的零部件称为具有互换性的零部件。

零部件的互换性通常包括几何参数(如尺寸、形状、相互位置、表面粗糙度)、机械性能(如强度、硬度)以及理化性能(如化学成分)等方面的互换性。本课程仅讨论几何参数的互换性。

二、互换性的种类

在不同的情况下,零部件互换的程度有所不同。根据互换程度,互换性可分为完全互换和不完全互换。

1. 完全互换性

完全互换性简称互换性,它是指同一规格的零部件在装配或更换时,不需要挑选和修配,安装后能满足预定的使用性能要求。这样的零部件就具有完全互换性,如螺栓、螺母,滚动轴承内、外圈和齿轮等。

2. 不完全互换性

不完全互换性也称为有限互换性,它是指允许零部件在装配前预先分组或在装配时采用调整等措施。不完全互换性可用分组装配法、调整法或其他方法来实现。当装配精度要求很高时,采用完全互换性将使零件的公差很小,加工困难,成本高,甚至无法加工。这时可采用分组装配法,将零件的制造公差适当地扩大以便于加工。然后将生产出来的零件按实际加工的尺寸分为若干组,使每组零件间实际尺寸的差别减小,装配时按相应组进行装配,仅限于组内零件可以互换,组与组之间不可互换。例如,轴承内、外圈滚道直径与滚动体之间的配合,就常采用分组装配,这样既满足了装配精度,也满足了使用要求,又解决了加工困难。调整法也是一种保证装配精度的方法,其特点是在机器装配或使用过程中,对某一特定

零件按所需要的尺寸进行调整以达到装配精度要求。例如,在装配时对减速器中的端盖与箱体间的垫片的厚度进行调整,使轴承的一端与端盖的底端之间预留适当的轴向间隙,以补偿温度变化时轴的微量伸长,从而避免轴在工作时弯曲。

通常,不完全互换性往往只限于厂内生产的零部件互换,而对厂际协作,应采用完全互换性。在设计时应视具体情况决定。

三、互换性的作用

在设计方面,零部件具有互换性可以最大限度地采用标准件和通用件,减少设计工作量,缩短设计周期,有利于开展计算机辅助设计和实现产品品种的多样化。

在制造方面,互换性有利于组织专业化生产,可采用高效率的专用设备,有助于实现生产过程的自动化,有助于进行计算机辅助制造,从而提高产品质量和生产效率,降低生产成本。例如在汽车制造业,汽车制造厂通常只生产主要部件,其他大部分的零部件采用专业化的协作生产。

在装配方面,由于零部件具有互换性,因此装配时不需任何辅助加工,减轻了劳动强度,缩短了装配周期,有利于实现装配过程的机械化和自动化。

在使用和维修方面,零部件具有互换性,可及时更换已经磨损或损坏的零部件,以减少机器的维修时间和费用,保证机器的使用效率。

综上所述,互换性在提高劳动生产率、保证产品质量和降低生产成本等方面具有重大的意义。互换性原则已成为现代机械制造业中的重要生产手段和有效的技术措施。

四、实现互换性的必要条件

零部件在加工过程中,由于种种因素的影响,不可避免会产生加工误差。因此,加工后的一批同规格的零部件,它们之间相对应的实际几何参数是不可能完全一样的。实际上,为了保证几何参数的互换性,只要把加工后的零部件的实际几何参数控制在产品性能所允许的变动范围内,这个允许的变动范围叫做“公差”。至于零部件的实际几何参数的变动量是否在规定的公差范围内,则要通过测量和检验手段来判断。

为了使零部件具有互换性,首先必须对几何要素提出公差要求,只有在公差要求范围内的合格零件才能实现互换性。为了实现互换性生产,对各种公差要求还必须具有统一的技术语言、协调的数据和正确的标注方式,使从事机械设计或加工人员具有共同的技术语言和依据,因此必须制定公差标准。公差标准是对零件的公差和相互配合所制定的技术基础标准。

有了公差标准,还要有相应的检测技术措施来保证检测实际几何参数是否合格,从而保证零部件的互换性。因此,在检测过程中必须保证计量基准和单位的统一,这就需要规定严格的尺寸传递系统,从而保证计量单位的统一。因此,制定和贯彻公差标准,合理进行几何精度设计,采用相应的检测技术措施是实现互换性的必要条件。

第二节 标准化与优先数系

随着现代工业生产的专业化和全球经济一体化的发展趋势,制造业之间的相互协作与

配合早已冲破国界,逐步形成世界范围内的专业分工和生产协作。现代工业生产的特点是规模大、品种多、分工细、协作单位多和互换性要求高。一种机械产品的制造,往往涉及许多部门和企业。为了适应生产中各部门和企业之间技术上相互协调、生产环节之间相互衔接的要求,必须使独立的、分散的生产部门和生产环节之间保持必要的技术统一,以实现互换性生产。标准与标准化正是联系这种关系的主要途径和手段。标准化是互换性生产的基础。通过标准化可以使产品规格品种简化,使不同的生产部门和生产环节相互衔接和统一。

一、标准

标准是指对需要协调统一的重复性事物和概念所做的统一规定。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。

二、标准的分类

标准可以从不同的角度进行分类。标准按性质,可分为技术标准和管理标准。按标准的作用范围,可分为国际标准、区域标准、国家标准、地方标准。按标准化对象的特性,可分为基础标准、产品标准、方法标准、安全和环境保护标准。

(1) 基础标准:在一定范围内作为其他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、极限与配合等。

(2) 产品标准:为了保证产品的适用性,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、试验方法和检验规则等。

(3) 方法标准:以试验、检查、分析、抽样、统计、计算、测定等各种方法为对象制订的标准。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:以安全和环境保护为目的而制定的标准。

我国根据《中华人民共和国标准化法》的规定,按标准的使用范围将其分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准。

三、标准化

标准化是指在一定的范围内获得最佳秩序,对实际的或潜在的问题制定共同的和重复使用的规则的活动。标准化工作包括制定标准、发布标准、组织实施标准和对标准的实施进行监督的全部活动过程。由此可见,标准化是一个不断循环而又不断提高水平的过程。实施标准化可以改进产品、过程和服务的适用性,防止贸易壁垒,促进技术合作。

标准化是实现互换性生产的前提,是组织现代化生产的重要手段,是实现专业化生产的必要前提,是联系设计、生产和使用等方面的纽带,是科学管理的重要组成部分,也是提高产品在国际市场上竞争能力的技术保证。因此,目前世界上各工业发达国家都高度重视标准化工作。

目前,标准化已发展到一个新的阶段,其特点是标准的国际化。采用国际标准已成为各国技术经济工作的普遍发展趋势。国际标准是指国际标准化组织(ISO)和国际电工委员会(IEC)所制定的标准。为了便于国际贸易和国际上的技术交流,有些国家参照国际标准制定本国的国家标准,有些国家甚至不制定本国标准,完全采用国际标准。我国提出了

采用国际标准的三大原则：坚持与国际标准统一协调的原则，坚持结合我国国情的原则，以及坚持高标准、严要求和促进技术进步的原则。我国于 1978 年恢复参加国际标准化组织(ISO)后，陆续修订了自己的标准。本课程所应用的标准都是以国际标准为基础而重新修订的。

四、优先数和优先数系

在设计机械产品和制定标准时，产品的性能参数、尺寸规格参数等都要通过数值表达，而这些数值在生产过程中又是互相关联的。例如，设计减速器箱体上的螺孔，当螺孔的直径和螺距确定后，与之相配合的螺钉尺寸、加工用的丝锥尺寸、检验用的螺纹塞规尺寸则随之而定，甚至攻螺纹前的钻孔尺寸和钻头尺寸、与之相关的垫圈尺寸、轴承盖上通孔的尺寸也随螺孔直径而定，这种参数数值具有扩散传播的特性。工程技术中的参数数值，即使是很小的差别，经过反复传播，也会造成尺寸规格的繁多杂乱，给组织生产、协作配套以及使用维修等带来很大的困难。因此，对于各种技术参数，必须加以协调和统一。优先数和优先数系就是对各种技术参数的数值进行协调、简化和统一的一种科学的数值制度。

GB/T 321—2005《优先数和优先数系》规定的优先数系是指公比为 $\sqrt[5]{10}$ 、 $\sqrt[10]{10}$ 、 $\sqrt[20]{10}$ 、 $\sqrt[40]{10}$ 和 $\sqrt[80]{10}$ ，且项值中含有 10 的整数幂的几何级数的常用圆整值。优先数是指符合 R5、R10、R20、R40 和 R80 系列的圆整值。优先数系中的每一个数都为优先数。范围从 1~10 的优先数基本系列见表 1-1。

表 1-1 优先数系的基本系列(摘自 GB/T 321—2005)

基本系列(常用值)				基本系列(常用值)				基本系列(常用值)			
R5	R10	R20	R40	R5	R10	R20	R40	R5	R10	R20	R40
1.00	1.00	1.00	1.00			2.24	2.24		5.00	5.00	5.00
			1.06				2.36				5.30
		1.12	1.12	2.50	2.50	2.50	2.50			5.60	5.60
			1.18				2.65				6.00
	1.25	1.25	1.25			2.80	2.80	6.30	6.30	6.30	6.30
			1.32				3.00				6.70
		1.40	1.40		3.15	3.15	3.15			7.10	7.10
			1.50				3.35				7.50
1.60	1.60	1.60	1.60			3.55	3.55		8.00	8.00	8.00
			1.70				3.75				8.50
		1.80	1.80	4.00	4.00	4.00	4.00			9.00	9.00
			1.90				4.25				9.50
	2.00	2.00	2.00			4.50	4.50	10.0	10.0	10.0	10.0
			2.12				4.75				

GB/T 321—2005 规定了 5 个公比数系,分别用 R5、R10、R20、R40 和 R80(补充系列)表示。R80 仅在参数分级很细或基本系列中的优先数不能适应实际情况时,才可考虑采用。

五个优先数系的公比分别为:

$$R5: q_5 = \sqrt[5]{10} \approx 1.6$$

$$R10: q_{10} = \sqrt[10]{10} \approx 1.25$$

$$R20: q_{20} = \sqrt[20]{10} \approx 1.12$$

$$R40: q_{40} = \sqrt[40]{10} \approx 1.06$$

$$R80: q_{80} = \sqrt[80]{10} \approx 1.03$$

优先数系是一种十进制的等比级数,级数的项值中包括 1, 10, 100, \dots , 10^n 和 1, 0.1, 0.01, \dots , 10^{-n} 这些数(n 为正整数),按 1~10, 10~100, \dots 和 1~0.1, 0.1~0.01, \dots 划分区间,然后再进行细分。

在 1~10 之间,R5 系列有 5 个优先数,即 1、1.6、2.5、4 和 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 和 8(均为比例中项)。R5 系列的各项数值包含在 R10 系列中。同理,R10 系列的各项数值包含在 R20 系列中, \dots ,R40 系列的各项数值包含在 R80 系列中。项值可从 1 开始,向大于 1 和小于 1 两端无限延伸。优先数的理论值大多数为无理数,应用时要加以圆整。一般机械产品的主要参数通常按 R5 系列和 R10 系列;专用工具的主要尺寸按 R10 系列;通用零件及工具的尺寸、铸件的壁厚等按 R20 系列。

为了满足生产需要,标准还允许从基本系列和补充系列中隔项取值组成派生系列。例如,在 R10 系列中,每 3 项取一值得到 R10/3 系列,即 1.00, 2.00, 4.00, 8.00, \dots ,这就是倍数系列。

本课程所涉及的有关标准,如尺寸分段、公差分级和表面粗糙度的参数系列等,也基本上采用优先数系。

优先数系是一项重要的基础标准,我国现行的优先数系与国际标准相同。它适用于各种尺寸、参数的系列化和质量分级。选用基本系列时,应遵守先疏后密的规则,即按照 R5、R10、R20 和 R40 的顺序,优先选用公比较大的基本系列,以免规格过多。优先数系分档合理,简单易记,有利于简化统一,便于插入和延伸,计算方便,适用性广。



思考题与习题

- 1-1 试述互换性在机械制造中的作用,并列举互换性应用实例。
- 1-2 完全互换性和不完全互换性有何区别,各用于何种场合?
- 1-3 试述标准的种类和标准化的意义。
- 1-4 优先数系有哪些优点? 试述 R5、R10 和 R20 优先数系有何区别。
- 1-5 下面两列数据属于哪种系列? 公比为多少?
 - (1) 某机床主轴转速为 50, 63, 80, 100, 125, \dots ,单位为 r/min。
 - (2) 表面粗糙度 R_a 的基本系列为 0.012, 0.025, 0.05, 0.1, 0.2, 0.4, \dots ,单位为 μm 。

第二章

测量技术基础

第一节 概 述

在机械制造中,为了保证机械零件的互换性和几何精度,应对其几何参数(尺寸、几何误差及表面粗糙度等)进行测量,以判断其是否符合设计要求。

测量是指为了确定被测几何量的量值而进行的实验过程,其实质是将被测几何量 L 与作为计量单位的标准量 E 进行比较,从而获得二者比值 q 的过程,即 $L/E = q$,或 $L = E \cdot q$ 。

由测量的定义可知,任何一个测量过程都必须有明确的被测对象和确定的计量单位,还要有与被测对象相适应的测量方法,而且测量结果还要达到所要求的测量精度。因此,一个完整的测量过程应包括被测对象、计量单位、测量方法和测量精度等四个要素。

(1) 被测对象:本课程研究的被测对象是几何量,即长度、角度、形状、相对位置、表面粗糙度以及螺纹、齿轮等零件的几何参数等。

(2) 计量单位:采用我国的法定计量单位。长度的计量单位为米(m),角度单位为弧度(rad)和度($^{\circ}$)、分($'$)、秒($''$)。

在机械制造中,常用的长度计量单位是毫米(mm), $1\text{ mm} = 10^{-3}\text{ m}$;在精密测量中,常用的长度计量单位是微米(μm), $1\ \mu\text{m} = 10^{-6}\text{ m}$;在超精密测量中,常用的长度计量单位是纳米(nm), $1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$ 。常用的角度计量单位是弧度、微弧度(μrad)和度、分、秒。 $1\ \mu\text{rad} = 10^{-6}\text{ rad}$, $1^{\circ} = 0.017\ 453\ 3\text{ rad}$, $1^{\circ} = 60'$, $1' = 60''$ 。

(3) 测量方法:测量时所采用的测量原理、计量器具和测量条件的总和。

(4) 测量精度:测量结果与被测量真值的一致程度。

测量是互换性生产过程中的重要组成部分,测量技术的基本要求是:在测量过程中,应保证计量单位的统一和量值准确;应将测量误差控制在允许范围内,以保证测量结果的精度;还应正确地、经济合理地选择计量器具和测量方法,以保证一定的测量条件。

第二节 长度基准与量值传递

一、长度基准

为了保证长度测量的精度,首先需要建立国际统一的、稳定可靠的长度基准。在1983年