



21世纪全国高等教育应用型精品课规划教材

互换性与技术测量

huhuanxing yu jishu celiang

「第2版」

■ 主 编 魏斯亮 李时骏
■ 副主编 秦春明 郭纪林 丁阳喜
■ 主 审 李伟光



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21 世纪全国高等教育应用型精品课规划教材

互换性与技术测量

(第 2 版)

主 编	魏斯亮	李时骏	
副主编	秦春明	郭纪林	丁阳喜
主 审	李伟光		

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书系统地介绍了互换性与技术测量的基础知识,包括:互换性与标准化,极限与配合,形状和位置公差,表面粗糙度标准,技术测量基础知识,普通螺纹的公差与配合,滚动轴承的公差与配合,键与花键的公差与配合,渐开线圆柱齿轮传动公差,尺寸链的计算方法等,共计10章。

本书根据2009年6月底之前颁布的最新国家标准进行修订,全书突出对公差带特点的分析与应用,突出对重点、难点问题的讨论,在各章基本内容之后均附有习题,在各章中均有解题所需的公差表格,以方便教学与读者自学。

本书可作为高等院校机械类、机电类、材料成型类、仪器仪表类、机电设备类等各专业“互换性与技术测量”课程的教学用书,也可供机械设计制造工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

互换性与技术测量/魏斯亮,李时骏主编. —2版. —北京:北京理工大学出版社,2009.8(2010.1重印)

ISBN 978-7-5640-1258-8

I. 互… II. ①魏…②李… 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. TG801

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第134471号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/保定市中华美凯印刷有限公司

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/16

字 数/372千字

版 次/2009年8月第2版 2010年1月第6次印刷

印 数/19001~22000册

定 价/30.00元

责任校对/陈玉梅

责任印制/周瑞红

图书出现印装质量问题,本社负责调换

第2版前言

本书自2007年8月出版后，已使用了两年。在此期间，我国的互换性基础标准又在不断更新。为了在教材中能及时反映这些成果，特此进行修订。

本次修订的重点是第1章互换性与标准化、第2章极限与配合公差、第3章形状和位置公差、第4章表面粗糙度标准、第9章渐开线圆柱齿轮传动公差，特别是关于几何要素的一系列术语和定义、公差原则、技术产品文件中表面结构的表示法等内容，根据新国标几乎全部重新编写。

本书第2版由魏斯亮、李时骏担任主编，秦春明、郭纪林、丁阳喜担任副主编。华东交通大学理工学院魏斯亮编写第3章，熊翔辉编写第2、6章，洪家娣编写第4、10章，南昌航空大学秦春明编写第1、5、8章，江西科技师范学院李时骏编写第7、9章。魏斯亮负责全书统稿。

本书由华南理工大学博士、博士生导师、教授李伟光担任主审。

本书第2版修订过程中参考了若干已出版的同类教材，均已列入本书“参考文献”中，谨向这些同类教材的作者表示衷心感谢。由于笔者的水平有限，本书难免存在错误和不当之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

第1版前言

互换性与技术测量是高等院校机械类、机电类、材料成型类、仪器仪表类、机电设备类等各专业学生必修的一门重要技术基础课程，是联系基础课学习、实践课学习和专业课学习之间的纽带和桥梁，涉及多方面的专业技术基础理论和实践知识。本课程将互换性的基本原理、标准化的生产管理思想、几何量计量测试技术手段等相关知识融合在一起，与机械设计、机械制造、产品质量控制等多方面问题密切相关，是机械工程技术人员和管理人员必备的专业基础知识和技能。

本书根据2005年年底之前颁布的最新国家标准进行编写，在编写过程中参考了许多已出版的同类教材，融入了编者多年教学实践中积累的心得体会和教学经验。在保证教材内容的全面性和系统性的前提下，本书取材力求少而精，重点讲清基本概念和有关标准的选用方法，介绍几何量误差的测量原理，结合实例分析重点、难点问题，以便通过教学使学生掌握本课程的基本内容，为后续课程的学习或学生今后从事机电产品的设计、制造、维修、管理打下坚实的技术基础。

本书由魏斯亮、李时骏担任主编，郭纪林、丁阳喜担任副主编。华东交通大学魏斯亮编写第3、5、9章，丁阳喜编写第4、7章；南昌大学郭纪林编写第1、6、8章；江西科技师范学院李时骏编写第2、10章。南昌理工学院顾吉仁、李玉满、钟良伟、黎旭初和湖南普来得机械有限公司王玉琢、鲁祖荣参加了本书的编写工作。

本书由华南理工大学博士、博士生导师、教授李伟光担任主审。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不当之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第1章 互换性、标准与标准化	(1)
1.1 互换性的基本概念	(1)
1.2 标准与标准化	(2)
1.3 优先数和优先数系	(3)
1.4 零件的误差、公差及检测	(6)
1.5 本课程学习方法指导	(7)
习题	(8)
第2章 极限与配合标准	(9)
2.1 极限与配合的基本术语及定义	(9)
2.2 标准公差系列	(17)
2.3 基本偏差系列	(18)
2.4 配合种类的标准化	(25)
2.5 一般公差——未注公差的线性和角度尺寸的公差	(29)
2.6 大尺寸段、小尺寸段公差与配合简介	(32)
2.7 极限与配合标准的选择应用	(37)
习题	(45)
第3章 形状和位置公差	(47)
3.1 概述	(47)
3.2 形状公差	(50)
3.3 位置公差	(54)
3.4 公差原则	(66)
3.5 形位公差的选择方法	(81)
3.6 形位公差的标注	(90)
3.7 形位公差选择举例	(94)
3.8 形位误差的检测	(96)
习题	(107)
第4章 表面粗糙度标准	(111)
4.1 概述	(111)
4.2 表面粗糙度标准	(113)
4.3 表面粗糙度参数选用及标注方法	(118)
4.4 表面粗糙度的测量	(128)

习题	(132)
第5章 技术测量基础知识	(133)
5.1 技术测量概述	(133)
5.2 计量器具与测量方法	(136)
5.3 测量误差及数据处理	(143)
5.4 光滑工件尺寸的检验	(150)
5.5 光滑极限量规设计	(154)
习题	(161)
第6章 普通螺纹的公差与配合	(162)
6.1 普通螺纹的基本牙形和几何参数	(162)
6.2 普通螺纹几何参数对螺纹互换性的影响	(167)
6.3 普通螺纹的公差与配合	(171)
6.4 普通螺纹的测量	(178)
习题	(180)
第7章 滚动轴承的公差与配合	(181)
7.1 概述	(181)
7.2 滚动轴承精度等级及其应用	(181)
7.3 滚动轴承公差带的特点	(182)
7.4 滚动轴承与轴颈及外壳孔的配合	(185)
习题	(192)
第8章 键与花键的公差与配合	(193)
8.1 单键连接的公差与配合	(193)
8.2 矩形花键的公差与配合	(195)
8.3 键与花键的检测方法	(201)
习题	(202)
第9章 渐开线圆柱齿轮传动公差	(203)
9.1 概述	(203)
9.2 影响齿轮传递运动准确性的偏差及其测量	(206)
9.3 影响齿轮传动平稳性的偏差及其测量	(210)
9.4 影响齿轮载荷分布均匀性的偏差及其测量	(213)
9.5 影响齿轮副侧隙的偏差及其测量	(215)
9.6 渐开线圆柱齿轮精度标准	(220)
习题	(229)

第 10 章 尺寸链计算方法	(231)
10.1 尺寸链的基本概念	(231)
10.2 尺寸链的计算方法	(234)
习题	(241)
附录 产品几何技术规范 (GPS) 13 项国家标准修订	(243)
参考文献	(246)

第1章

互换性、标准与标准化

1.1 互换性的基本概念

1.1.1 互换性的含义

互换性是指同一种类同一规格的零、部件，能够彼此互相替换的性能。

互换性的概念在现代社会中随处可见。例如：家里的灯泡坏了，可以买个新的；汽车上的螺钉、螺母、圆柱销、滚动轴承等零件坏了，也可以购买换新。之所以这样方便，是因为这些产品和零件在尺寸、外观、功能等方面具有可以互相替换的性能。

由不同的工厂或车间、在不同的时间或地点、按同一图纸制造出来的零部件，进行装配或维修时任取其一，不经选择或调整、不需任何辅助加工，就可顺利地安装到机器上，并可达到图纸规定的性能要求，零部件的这种性能，就称为完全互换性。

互换性在机械制造业中具有重大意义。按互换性要求进行生产既能提高劳动生产率，又可保证产品质量和降低成本。所以说，互换性原则是机械制造业中一项重要的生产原则。

1.1.2 互换性的种类

按照互换性的形式和程度不同，互换性可分为完全互换性和不完全互换性两类。

1. 完全互换性

完全互换性简称互换性。完全互换性以零部件装配或更换时不需要修配或挑选，就能顺利装上去、且能达到预定的装配精度要求为前提条件。在大批大量生产方式中，往往采用完全互换性，如常见的螺栓、螺母、滚动轴承等标准件的互换性等。

2. 不完全互换性

不完全互换性又称为有限互换性。不完全互换性允许装配之前将零部件预先分组、对应组内采用互换装配；或允许装配时进行少量修配调整、以达到图纸规定的配合精度要求。在装配精度要求特别高的场合，或者在单件、小批量、多品种、高精度生产方式中，例如内燃机气缸活塞销与活塞销孔组装时的分组法装配、减速器轴承盖装配时的垫片厚度调整法装配等，往往采用不完全互换性。

1.1.3 实现互换性的条件

在机械制造业中，零、部件的互换性应当包括几何参数、机械性能、理化性能等诸多方

面,本课程仅讨论几何参数的互换性。所谓几何参数,是指零部件的尺寸大小、要素的几何形状(包括微观几何形状与宏观几何形状)、各要素之间的相互位置关系等。

为了满足互换性要求,理想状况下似乎需要同一种类同一规格零部件的几何参数完全一致,但这在实际生产中是不可能、同时也是不必要的。由于受机械制造工艺系统与环境因素波动的影响,加工所得一批零、部件的实际几何参数与图纸规定的理想要素不可能完全相符,两者之间的差值称为加工“误差”。实践表明,在相对稳定的工艺条件下,加工误差仍具有一定的分散性特征,加工误差总在一定程度的变动范围内波动。因此,只有设法控制整批零件的尺寸都在误差许可范围之内,这批零件才具有互换性,该尺寸误差的许可范围便称之为“公差”。

零件图纸上所标注的公差值,反映了设计者对合格零件的精度等级要求;实际生产中所得零件的加工误差是否在公差范围之内,则需要通过技术测量来判断。只有控制加工误差足够小,使零部件的实际加工误差在图纸标注的公差范围内,加工所得的零部件装到机器上才可达到预定的使用性能要求,这样的零部件才具有互换性。

1.2 标准与标准化

1.2.1 标准化的思想方法

标准与标准化是伴随现代工业而发展起来的一门新兴学科。标准化是指制定标准、发布标准、贯彻标准和修订标准的全过程。在现代化工业生产中,标准化是实现互换性的基础和前提。

为了发展互换性生产,必须将原材料、零部件、产品、刀具、工具、量具,以及机床的类型、规格、质量指标、产品检测方法等进行统一和简化,制定相互协调的标准,并按照统一的术语、符号、计量单位,将它们的几何参数和公差数值标注在图样上,在生产过程中加以贯彻,以扩大互换范围和取得最佳的经济效果,这就是标准化的思想方法。

1.2.2 标准与标准化的含义

所谓标准,是指对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。标准在一定范围内具有约束力。

所谓标准化,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制定、发布、实施和修订标准,达到协调统一,以获得最佳秩序和社会效益的全部活动过程。

1.2.3 标准的级别、代号和管理体制

根据标准化法规定,我国的标准级别分为:国家标准、行业标准、地方标准、企业标准四级,且下一级标准不得与上级标准的有关内容相抵触。

国家标准的代号为 GB 或 GB/T、GB/Z。其中,GB 表示中国强制性国家标准,GB/T 表示中国推荐性国家标准,GB/Z 表示中国标准化指导性技术文件。推荐性国标是指生产、交换、使用等方面,通过经济手段或市场调节而自愿采用的国家标准;但推荐性国标已经接受并采用

或各方商定同意纳入经济合同中,就成为各方必须共同遵守的技术依据,具有法律上的约束性。

行业标准为原部颁标准或专业标准,代号有多种,主要指全国性的各专业范围内统一的标准,如:原机械工业部的机械标准(JB),原冶金工业部的冶金标准(YB),原航空航天工业部的航空标准(HB),原轻工业部的轻工标准(QB)等。

地方标准指省、直辖市、自治区制定的各种技术经济规定,例如:“沪Q”、“京Q”分别表示上海、北京的地方标准。

通常未制定国标、部标的产品应制定企业标准,企业标准的代号为Q。通常鼓励企业标准严于国家标准或行业标准,以提高企业的产品质量。

更高级别的标准还有国际标准和区域标准:从世界范围看,国际标准是指由国际标准化组织(ISO)或国际电工委员会(IEC)制定的标准;区域标准(或国家集团标准)是指由某个国家或某个国家集团制定的标准,例如分别由欧共体(EN)、美国(ANSI)和德国(DIN)制定的标准,等等。

目前,我国采用国际标准的程度代号有以下4种:第一,等同采用(IDT),即国家标准与国际标准相同,没有或稍做编辑性修改;第二,等效采用(EQV),即在技术上、内容上国家标准与国际标准相同,仅在编写上与国际标准不完全相同,存在着可被接受的技术上很小的差异;第三,不等效采用(NEQ),即国家标准与国际标准在技术上有重大差异;第四,修改采用(MOD)。由于国际标准集中反映了众多国家的现代科技水平,因此在国际标准的基础上修订或制定有关国家标准,其结果必将有力地促进我国科学技术的进步,进一步扩大改革开放,开拓国际市场,增强我国在国际市场上的竞争力。

1.2.4 技术标准的种类

按照标准化对象的分布领域,标准分为技术标准、管理标准和工作标准3类,本书仅介绍技术标准。技术标准是指对标准化领域中需要协调统一的技术事项,如:科研、设计、制造、检验和工程技术、产品、技术设备等制定的标准,其涉及面广、种类繁多,主要有:

(1) 基础标准:是指在一定范围内可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、极限与配合等标准。

(2) 产品标准:是指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,如品种、规格、技术性能、试验方法、检验规则等。

(3) 方法标准:是指以试验、检查、分析、抽样、统计、计算、测定和作业等各种方法为对象制订的标准,如设计计算方法、工艺规程、测试方法等标准。

(4) 安全卫生 and 环境保护标准:是指有关人们生命财产安全 and 保护环境可持续性发展的标准。

1.3 优先数和优先数系

1.3.1 数值的传播性

在制定技术标准和从事机械设计、制造时,经常要涉及很多技术参数。当选定某个数值作为产品的基本技术参数后,该数值将按照一定的规律向一切有关参数进行传播与扩散。技

术参数的这种传播扩散特性,称为“数值的传播性”。

例如,某个螺栓的直径尺寸一旦确定,与之相配合的螺母尺寸、加工用的丝锥和板牙尺寸、检验用的塞规和环规尺寸等也就随之而定,继而又传向垫圈、扳手等专用件的尺寸,再进一步传向攻丝前的钻孔直径和钻头的尺寸等。所以在设计和生产过程中,确定技术参数的数值就不能随随便便,即便是微小差异经过反复传播扩散之后,也会造成尺寸、规格、品种的恶性膨胀混乱局面。显然,这种数值的传播性牵涉许多部门和领域,如果没有一定的规则或标准来加以协调引导,单靠一般的协商办法,即使是花费大量的人力、物力和时间,也很难做到及时而有效的解决。

为了协调解决这一类问题,在生产实践的基础上,人们总结了一套科学统一的数值标准——优先数和优先数系。

1.3.2 优先数和优先数系

优先数和优先数系是一整套国际通用的科学、统一、经济、合理的数值分级制度,我国国家标准 GB/T 321—2005《优先数和优先数系》规定了该数值分级制度的主要内容。国标指明:在确定产品的技术参数或参数系列时,必须最大限度地采用优先数和优先数系,以便使产品的参数选择及其后续工作一开始就纳入标准化的轨道。

1. 优先数系

GB/T 321—2005 规定:以十进等比数列作为优先数系,共有 5 个系列,分别采用系列符号 R5、R10、R20、R40、R80 表示。其中,前 4 个系列为基本系列,公比为:

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

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

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

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

R80 为补充系列,仅用于分级很细的特殊场合,公比为:

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

2. 优先数

优先数系的五个系列(R5、R10、R20、R40、R80)中,任何一个项值均称为优先数。根据其取值的精确程度,优先数的数值可分为以下几种。

1) 优先数的理论值。根据优先数系的公比计算,可以得到优先数的理论值。优先数的理论值除 10 的整数幂外,一般均为无理数,不便于在工程技术上直接应用。

2) 优先数的计算值。计算值是对理论值取 5 位有效数字的近似值,可以代替理论值用于精确计算;计算值与理论值相比,其相对误差小于 $\frac{1}{20\,000}$ 。

3) 优先数的常用值。常用值是对理论值取 3 位有效数字的近似值,此即经常使用的、通常所称的“优先数”,它对计算值的最大相对误差为 +1.26% 和 -1.01%。

4) 优先数的化整值。化整值是对理论值取 2 位有效数字的近似值,只在某些特殊情况下才允许采用,它对计算值的最大相对误差为 +1.50% 和 -5.36%。

3. 优先数的项值特点

因优先数系是等比数列，而优先数的对数（或序号）是等差数列，故可将优先数的运算转换为它的序号运算，使计算简化，其运算规则与一般对数计算完全相同。

表 1-1 列出了范围为 1~10 的优先数系基本系列的常用值。由表 1-1 可以看出优先数的项值还具有如下特点：

(1) 在公比为 q_r 的某优先数系的优先数中，每隔 r 项取值，其项值增大 10 倍（十进等比数列）。

(2) 对于 R10 系列来说，每隔 3 项取值，其项值增大 2 倍（倍数关系）；对于 R20 系列来说，每隔 6 项取值，其项值也增大 2 倍（倍数关系）。

(3) 在同一系列中，任意两项优先数理论值的积、商、整数乘方的值，仍为同一系列中某优先数的理论值（继承关系）。

(4) 在 R40 系列中包含有 R20 系列的值，在 R20 系列中包含有 R10 系列的值，在 R10 系列中包含有 R5 系列的值（包含关系）。

(5) 如将表中所列的项值乘以 10、100、1000、…，或乘以 0.1、0.01、0.001、…，即可得到所有大于 10 或小于 1 的同系列中的优先数（延展关系）。

表 1-1 1~10 的优先数系基本系列的常用值 (GB/T 321—2005)

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	5.0	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	10.00	10.00
			2.12				4.75				

(6) 若从基本系列（或补充系列）中隔项取值，则导出派生系列，例如：在 R10 系列中每隔两项取一项值，可得到 R10/3 系列，当首项选为 1 时它的项值为 1.00、2.00、4.00、8.00、16.00、…；当首项选为 1.25 时它的项值为 1.25、2.50、5.00、10.00、20.00、…；当首项选为 1.60 时它的项值为 1.60、3.15、6.30、12.50、25.00、…，这就是前述常用的倍数系列（派生关系）。

1.3.3 优先数和优先数系的应用

在优先数系中，优先数任意相邻两项项值的相对误差均匀，项值排列疏密适中，运算方

便,简单易记,具有广泛的实用性。因此,在一切标准化领域中应尽可能采用优先数系。目前,优先数和优先数系被用来作为数值统一的标准,已经在各工业发达国家得到了极其广泛的应用。

(1) 在设计各类新产品时,如果产品的主要参数(或主要尺寸)按优先数选用形成系列,可以减轻设计计算的工作总量,便于分析各参数之间的内在关系,可以使用有限的产品(或零件)规格系列来最大限度地满足用户的多样化需求。

(2) 优先数系不仅应用于新产品设计中的产品主参数选定,而且在技术改造设计、工艺、实验、老产品整顿简化、零部件设计等诸多方面都应加以推广。例如现有的旧标准、旧图样和旧产品,也应结合标准进行修订或技术整顿,逐步地向优先数系过渡。此外还应注意,在积木式组合设计和相似设计中,更应使用优先数系;另外有些优先数系(如R5系列)还可用于简单的优选法。

(3) 区别对待各个参数采用优先数系的要求。基本参数、重要参数及最原始或涉及面最广的参数,应尽可能采用优先数。当各种尺寸参数有矛盾,不能都选为优先数时,应优先使互换性尺寸或连接尺寸为优先数;当尺寸参数与性能参数有矛盾,不能都为优先数时,宜优先使尺寸参数为优先数。这样做便于配套维修,可使材料、半成品和工具等简化统一。

(4) 按“先疏后密”的顺序选用优先数系。对自变量参数尽可能选用单一的基本系列,选择的优先顺序是:R5、R10、R20、R40。只有在基本系列不能满足要求时,才采用公比不同、由几段组成的复合系列。如果基本系列中没有合适的公比,也可用派生系列,并尽可能选用包含有项值为1的派生系列。对于复合系列和派生系列,也应按“先疏后密”的顺序选用。

1.4 零件的误差、公差及检测

1.4.1 零件的误差与公差

零件在加工过程中不可能做到绝对准确,不可避免地总会产生种种误差,这样的误差称为几何量误差。实际上,只要零部件的几何量误差在图纸规定的范围内变动,加工所得的产品就能满足互换性要求。

图纸规定的零件几何参数的允许变动量称为“公差”。实际零件的误差在图纸规定的公差范围之内,零件为合格件;超出了图纸规定的公差范围,零件为不合格件。

误差是在零件加工过程中产生的,它是随机变量;公差是设计人员给定的,它是用于限制误差的某一合理范围。设计者的任务在于正确地确定公差,并在图样上把它明确地表示出来。这就是说,生产中采用规定公差限制误差的方法来保证产品互换性。显然,在可以满足产品功能要求的前提下,公差值应尽可能规定得大一些,以获得最佳技术经济效益。

1.4.2 零件的检验与测量

加工所得零件是否满足图纸规定的公差要求,需要通过检测加以判断。检测分为“检验”与“测量”两种。

“几何量检验”是指采取适当的方法和手段,判断工件的几何参数是否在图纸规定的合

格范围内。这种方法仅作出工件合格与否的结论,不给出具体的数值。

“几何量测量”是指将被测量与标准量进行比较,从而准确得到被测要素具体数值的过程。这种方法可以给出具体的测量数据报告,并参照图纸要求作出合格性结论。

几何量检测不但可以用于评定产品的质量,而且可以用于分析不合格品的产生原因,监督制造工艺过程,及时指导调整生产,杜绝废品的产生。所以说,检测是机械制造不可缺少的“眼睛”。无数事实证明,产品质量的提高,除设计和加工精度的提高外,往往更依赖于检测精度的提高。

由此可见,合理地确定零件公差并正确地进行检测,是保证产品质量、实现互换性生产的两个必不可少的条件和手段。本课程讨论的主要内容,就是机械零件几何参数的互换性及其技术检测问题。

1.5 本课程学习方法指导

1.5.1 本课程的性质与任务

本课程是机械类、机电类、材料成型类、仪器仪表类、机电设备类各专业学生必修的主干专业基础课,是联系设计课程与制造工艺课程的纽带,是从基础课学习阶段过渡到专业课学习阶段的桥梁。

本课程围绕误差与公差这两个基本概念,研究制造水平与使用要求的矛盾,研究技术测量和数据处理的方法,是一门实践性很强的专业基础课程。

本课程的任务是:通过讲课、作业、实验等教学环节,了解互换性与标准化的重要意义,熟悉极限与配合的基本概念,掌握若干极限配合标准的主要内容,掌握确定零件公差的基本原则与方法,了解技术检测的基本理论和操作,了解尺寸链的概念和计算方法,为合理表达设计思想和正确绘制设计图纸打下坚实的基础。

1.5.2 本课程的特点

本课程的特点是:术语定义多、代号符号多、标准规定多、牵涉内容多、经验总结多,而逻辑推理和数学计算相对较少,容易使学生在初学时感到枯燥、繁杂、难记、不会用,对这一特点应当有充分的思想准备。为了学好本课程,要求学生上课认真听讲,课后及时复习,尽量以学生自己的生活背景和工程背景知识为基础展开广泛联想,重在钻研理解教材,很好地适应由基础课阶段向专业课阶段转变的学习过渡过程。

1.5.3 本课程学习方法指导

在本课程的学习过程中,学生应当了解每个术语、定义的实质,及时归纳总结进行区别和联系,在此基础上掌握牢记,才能灵活运用。学生应当独立完成作业,独立完成实验,巩固加深对所学内容的理解与记忆;应当掌握正确的图样标注方法,熟悉公差与配合的选择原则和方法,重视计算机技术在本课程中的应用,培养熟练的操作技能和严肃认真的科学态度。实际上,本课程是从理论课教学到工程技术实践的转折性课程,也是工程技术人员形成工程思维方式的开端,随着后续课程的学习深入和实践知识的逐渐丰富,将会加深对本课程

内容的理解。而要达到正确运用本课程所学的知识,熟练正确地进行零件的精度设计,还需要经过长期实际工作的锻炼。希望学生们坚持不懈努力,反复练习,反复记忆,尽快达到熟练掌握和灵活应用的水平。

习 题

- 1-1 什么是互换性?互换性有哪些优点?零、部件达到互换性要有哪两个条件?
- 1-2 试分析零件的加工误差与公差的关系。
- 1-3 规定产品的技术参数时,采用优先数和优先数系具有什么优点?为什么?
- 1-4 试说明标准化和互换性之间的关系是什么?
- 1-5 根据两种零件的公差值大小,能否比较确定实际零件的加工精度的高低?为什么?
- 1-6 某优先数系的第一项为 10,试按优先数系 R5 系列的特点,不查表确定后五项优先数的项值。
- 1-7 查表写出优先数系 R10/3 和 R10/5 两种派生系列的优先数各五项(首项选为 1)。
- 1-8 在生产中,采用完全互换与不完全互换有何区别?
- 1-9 标准中的 EQV、IDT、NEQ 和 MOD 等符号分别代表什么意义?

第2章

极限与配合标准

极限与配合标准是机械工业中应用最多、涉及面最广、最主要的互换性基础标准。它广泛用于光滑圆柱体表面的结合,也用于其他结合中由单一尺寸确定的部分。例如键联结中的键与键槽宽的结合,花键联结中的外径与内径的结合、键齿宽与键槽宽的结合等。因此,极限与配合标准已经成为我国最重要的机械工业基础标准。

我国自1959年起,开始制订以苏联标准(ГОСТ)为基础的《公差与配合》国家标准。1979年以后,随着我国国家经济形势的发展与变化,我国的标准化工作逐步与国际标准(ISO)接轨,我国国家标准体系发生了很大的变化,标准化工作也取得了可喜的进展。特别是进入20世纪90年代以后,我国按照等效采用国际标准的原则,开始了重新审定原有国家标准和全新编写国家标准的工作,对加速我国国民经济的稳步发展和推动国际经济技术交流合作起到了促进作用。

本章重点介绍《极限与配合》国家标准,主要涉及以下标准的有关内容:

GB/T 1800.1—1997 极限与配合 基础 第1部分:词汇

GB/T 1800.2—1998 极限与配合 基础 第2部分:公差、偏差和配合的基本规定

GB/T 1800.3—1998 极限与配合 基础 第3部分:标准公差和基本偏差数值表

GB/T 1800.4—1999 极限与配合 标准公差等级和孔、轴的极限偏差表

GB/T 1801—1999 极限与配合 公差带和配合的选择

GB/T 1804—2000 一般公差 未注公差的线性角度尺寸的公差

为了尽可能使我国的国家标准与国际标准(ISO)接轨,上述新标准已经逐步修订并与国际标准保持一致,因此在讲述本章所涉国家标准的有关内容时,凡是有新标准替代旧标准的部分,均以新标准的内容为主进行介绍。

2.1 极限与配合的基本术语及定义

2.1.1 孔和轴的术语定义

1. 孔

孔是指工件的圆柱形内表面,也包括由两个平行平面或两个平行切面形成的非圆柱形包容面。孔的基本尺寸用 D 表示。

2. 轴

轴是指工件的圆柱形外表面,也包括由两个平行平面或两个平行切面形成的非圆柱形被