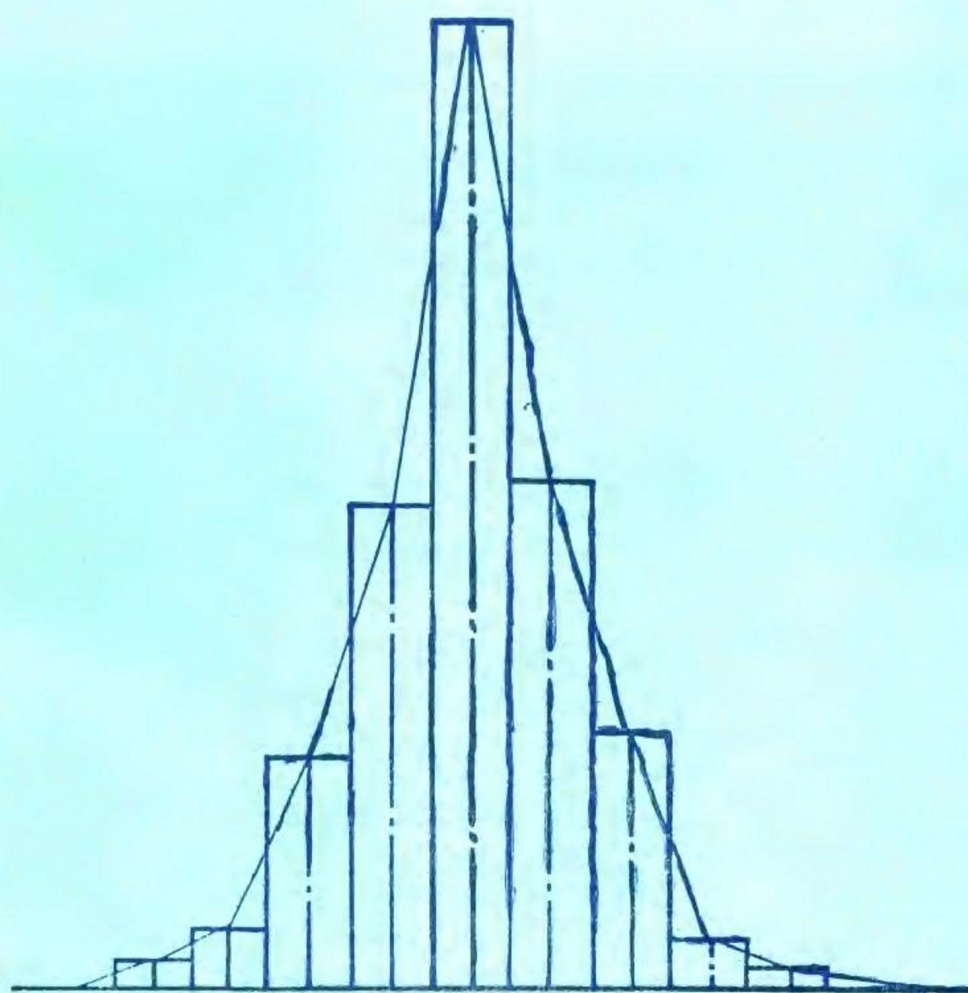


互换性原理与测量 技术基础学习指导

于崇正 雷红旗 编



中央广播电视大学出版社

互换性原理与测量技术基础

学习指导

于崇正 雷红旗 编

2006/11

中央广播电视大学出版社

**互换性原理与测量技术基础
学习指导**

于崇正 雷红旗 编

中央广播电视大学出版社出版
新华书店北京发行所发行
一二〇二工厂印装

开本787×1092 1/16 印张6 千字 150
1987年7月第1版 1987年10月第1次印刷
印数 1—31,000

定价 1.00 元

ISBN 7-304-00019-8/TH·4

前 言

本书是中央广播电视大学《互换性原理与测量技术基础》课程的配套教材。内容包括：互换性原理与测量技术基础教学大纲、本课程教学进度表、学习指导和实验指导。

学习指导部分主要对电视讲授各章的基本内容作了归纳，指出了教学要求。每章均附有若干复习思考题和习题，其目的在于帮助学生深入理解和掌握本课程的主要内容。

实验指导部分阐述了各实验的内容、所用测量器具以及测量步骤等，是教师安排实验、学生完成实验的依据。

本书内容所依据的教材是中央广播电视大学出版社出版、刘巽尔主编的《互换性原理与测量技术基础》，阅读时应与该教材配套使用。

在本书编写过程中，刘巽尔教授对书稿内容提出了不少修改意见，并最后审定了全部书稿，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，书中难免出现误漏或欠妥之处，敬希读者批评指正。

编 者

1987年3月

目 录

互换性原理与测量技术基础教学大纲	(1)
一、大纲	(1)
二、说明	(3)
互换性原理与测量技术基础教学进度表	(5)
互换性原理与测量技术基础学习指导	(6)
第一章 绪论	(6)
第二章 基本术语和定义	(8)
第三章 测量技术基础	(13)
第四章 公差与配合	(18)
第五章 表面粗糙度	(26)
第六章 形状和位置公差	(28)
第八章 螺纹的公差与配合	(36)
第十章 渐开线圆柱齿轮和齿轮副公差	(39)
互换性原理与测量技术基础实验指导	(45)
实验规则	(45)
实验 I 轴、孔测量	(46)
实验 II 用双管显微镜测量表面粗糙度	(51)
实验 III 形状误差和位置误差的测量	(55)
实验 IV 三针法测量外螺纹中径	(60)
实验 V 齿轮测量	(63)
互换性原理与测量技术基础实验报告	(71)

互换性原理与测量技术基础教学大纲

一、大 纲

讲 授 (36学时)

第一章 绪论 (1学时)

互换性的概念、互换性的意义、互换性与设计、制造、使用诸方面的关系。标准化的重要性、我国标准化与测试技术的概况。本课程的性质、地位与作用、学习方法与要求。

第二章 基本术语和定义 (3学时)

孔和轴、基本尺寸、实际尺寸、作用尺寸、极限尺寸、尺寸偏差、极限偏差、尺寸公差、配合、间隙和过盈、配合公差、尺寸公差带图、配合公差带图、合格条件和合用条件、最大实体状态和最大实体尺寸、最小实体状态和最小实体尺寸。

第三章 测量技术基础 (6学时)

测量的概念、对测量工作的基本要求、长度单位、基准及其传递、量块的等和级、测量器具的分类、测量方法的分类、测量器具的基本度量指标、测量误差的概念、测量误差的主要来源、测量误差的种类、随机测量误差的分布规律和分布范围、测量误差的合成、平均值的分布、测量结果的表示方法。

第四章 公差与配合 (8学时)

公差与配合标准的实质。公差与配合国家标准的基本结构。标准公差系列。基本偏差系列。公差与配合标准的应用：公差等级的选择、基准制的选择、配合种类的选择。公差与配合旧国家标准简介。光滑极限量规的种类与作用，量规公差带位置的布置原则。量规工作尺寸的计算。光滑工件尺寸检验的国家标准：测量器具的选择与验收极限的确定。滚动轴承的公差与配合。

第五章 表面粗糙度 (1学时)

表面粗糙度的概念。表面粗糙度的评定参数： R_a 、 R_z 、 R_y 、 S 、 S_m 、 t_p 。表面粗糙度的标注方法。表面粗糙度的选择原则。

第六章 形状和位置公差 (9学时)

形位误差的概念、形位公差的种类及其标注方法。形状公差及其公差带、形状误差值的评定及测量结果处理。位置公差及其公差带、位置误差值的评定及测量结果处理、基准的建立和体现。形位公差与尺寸公差的关系：独立原则与相关原则，相关原则（最大实体原则和包容原则）在形状公差、定向公差和定位公差中的应用。形位误差的检测原则及条件。未注公差的规定、形位公差值的选择原则。

第七章 角度与锥度公差 (自学)

第八章 螺纹公差 (2 学时)

螺纹结合的种类及其主要使用要求。螺纹结合的基本几何参数。普通螺纹公差与配合国家标准。作用中径的概念。螺距误差的中径当量和半角误差的中径当量。

第九章 键与花键公差 (自学)

第十章 圆柱齿轮公差 (6 学时)

齿轮传动的种类及其使用要求。齿轮副的误差及其公差项目。单个齿轮的误差及其公差项目。渐开线圆柱齿轮的精度标准：精度等级及选择；公差组；检验组及检验项目的确定；侧隙的选择；图样标注。

第十一章 尺寸链 (自学)

实 验 (12学时)

1. 收看本课程的实验录象 (2 学时)

2. 实验操作

(1) 轴、孔测量 (2 学时)

用立式光学计测量轴

用内径百分表测量孔

(2) 表面粗糙度测量 (1 学时)

用双管显微镜测量表面微观不平度十点高度 R_z

(3) 形状误差和位置误差的测量 (2 学时)

直线度误差测量

位置误差的测量

(4) 三针法测量外螺纹中径 (1 学时)

(5) 齿轮测量 (4 学时)

齿轮周节偏差及周节累积误差的测量

齿轮齿圈径向跳动的测量

齿轮径向综合误差的测量

齿轮公法线长度变动及公法线平均长度偏差的测量

作 业 (课外16学时)

1. 公差与配合的基本术语和定义
2. 测量技术的基本概念和测量误差计算
3. 公差与配合标准及其应用
4. 形位公差的概念及其应用
5. 螺纹公差
6. 齿轮公差

教 学 用 书

1. 教材

刘巽尔主编:《互换性原理与测量技术基础》 中央广播电视大学出版社 (1987年)

《互换性原理与测量技术基础》学习指导 中央广播电视大学出版社 (1987年)

2. 参考书目

廖念钊等编:《互换性与技术测量》 计量出版社 (1982年)

国家标准:

《公差与配合》(GB1800~1804—79)

《光滑极限量规》(GB1957—82)

《光滑工件尺寸的检验》(GB3177—82)

《表面粗糙度》(GB131—83、GB1031—83、GB3505—83)

《形状和位置公差》(GB1182~1184—80、1958—80)

《普通螺纹公差》(GB197—81)

机械工业标准:

《渐开线圆柱齿轮精度》(JB179—83)

二、说 明

1. 课程的性质和任务

《互换性原理与测量技术基础》是机械类各专业的一门技术基础课,其主要任务是通过讲课、作业、实验和考试等教学环节,使学生:

- (1) 了解互换性与标准化的重要性;
- (2) 熟悉有关公差与配合的基本概念;
- (3) 掌握若干基础公差标准的主要内容;
- (4) 初步掌握确定公差的原则和方法;
- (5) 一般了解几何量测量的基本工具和方法;
- (6) 初步建立测量误差的概念和计算方法。

本课程是在学生初步具备机械设计与机械加工工艺知识的条件下,通过讲授、作业、实验和考试等教学环节,使学生掌握在机械设计中正确确定零件几何要素技术要求的基本知识和能力,为完成机械图样上技术条件的标注提供必要的基础理论知识,并正确理解机械图样上有关几何要素的技术要求,以便合理地制订工艺规程,保证设计要求的满足。

只有通过本课程的学习和《机械零件》及其课程设计,以及其他后续的设计、工艺等有关课程的学习和实际工作的锻炼,才能使学生逐步达到上述要求。

2. 实验与作业

本课程是一门与生产实际联系极为密切的课程,因此必须特别重视实验和作业两个实践性的教学环节。

实验是使学生了解几何量测量的基本工具和方法,初步具备使用和调整测量器具的能力,巩固有关公差标准的理论和概念,培养科学实验能力的重要手段。因此,如果条件允许,应尽可能将各项实验安排在有关章节讲授以后进行。如因受实验设备和实验室条件限制必须提前进行实验,则应在实验课中适当讲解与本实验有关的理论内容,并要求学生在学习有关章节时结合实验进行复习。

作业是巩固概念、训练技巧、深入理解讲课内容的重要手段,要及时检查学生独立完成作业的情况,发现并解决存在的问题。

按时完成规定的实验与作业,才允许参加本课程的考试。

3. 与其他课程的关系

本课程应在《机械制图》、《金属工艺学》、《材料力学》和《机械原理》等课程的基础上进行,它与各有关课程的关系为:

《机械制图》初步介绍图样上有关公差与配合的基本知识,使学生懂得什么是公差,为什么要注公差和如何注公差,提高学习本课程的自觉性。

《金属工艺学》给学生以基本的机械加工工艺知识,了解常用机械加工方法及其刀具、机床和工艺过程。

《机械原理》为学生提供有关运动设计计算的基本知识,着重解决齿轮啮合原理及主要几何参数的意义,为学习齿轮公差作必要的准备。

本课程可与《机械零件》同时进行相互配合。《机械零件》课使学生了解零件设计的基本方法与步骤,懂得在根据强度、刚度、运动、工艺及外观等条件确定零件的基本尺寸以后,还需给定有关几何要素的公差,即进行基本的精度设计,从而认识本课程在设计中的重要作用。本课程亦为《机械零件》及其课程设计,以及其他后续课程和毕业设计提供必要的有关公差标准和测量技术的基本知识。

互换性原理与测量技术基础教学进度表

日期	周序	课时序	章序	授 课 内 容	习 题	备 注
	1	1	第一章	绪 论		
		2	第二章	§ 2.1 尺寸	2, 4, 6,	
	2	3		§ 2.2 偏差; § 2.3 公差与公差带	8, 9	
		4		§ 2.4 配合; § 2.5 举例		
	3	5	第三章	§ 3.1 测量技术概述	1, 2, 3,	
				§ 3.2 长度基准与尺寸传递; § 3.3 量块	5, 6, 7,	
		6		§ 3.4 测量方法的种类	8, 9, 10,	
				§ 3.5 测量器具分类及其技术性能指标	11, 12	
	4	7		§ 3.7 测量误差的基本概念		
		8		§ 3.8 随机误差		
		9		§ 3.9 测量误差的来源		
	5	10		§ 3.10 测量误差的合成		
	6	11	第四章	§ 4.1 概述; § 4.2 公差与配合国标构成	2, 4, 6,	
		12		§ 4.2 续	10, 11, 12,	
	7	13		§ 4.2 续	13	
		14		§ 4.3 公差与配合国家标准的应用		
	8	15		§ 4.3 续; § 4.4 GB159—59~174—59简介		
		16		§ 4.5 光滑极限量规		
		17		§ 4.6 验收极限的确定和计量器具的选择		
	9	18		§ 4.7 滚动轴承的公差与配合		
	10	19	第五章	表面粗糙度		
		20	第六章	§ 6.1 形位公差的研究对象、种类、标注方法	全 作	
	11	21		§ 6.2 形状公差		
		22		§ 6.2 续		
	12	23		§ 6.3 位置公差之一——定向公差		
		24		§ 6.3 续		
	13	25		§ 6.4 位置公差之二——定位公差		
		26		§ 6.5 位置公差之三——跳动公差		
	14	27		§ 6.6 公差原则		
		28		§ 6.6.续		
	15	29	第八章	螺纹的公差与配合	1, 2, 3	
		30		续		
	16	31	第十章	§ 10.1 概述; § 10.2 齿轮副误差及公差项目	1, 2,	
		32		§ 10.3 单个齿轮的误差及其公差项目	5, 6,	
	17	33		§ 10.3 续	7	
		34		§ 10.3 续		
	18	35		§ 10.4 齿轮公差标准及其应用		
		36		§ 10.4 续		

互换性原理与测量技术基础学习指导

第一章 绪 论

基本内容与教学要求

一、明确本课程的性质与特点

《互换性原理与测量技术基础》是电大机械类各专业学员必修的一门技术基础课，其目的在于使学员获得互换性与测量技术方面的基本知识与一定的动手能力，为进一步应用公差标准及掌握测量技术打下基础。在教学进程中它有联系设计类课程与制造工艺类课程的纽带作用，也有从基础课及其它技术基础课教学过渡到专业课教学的桥梁作用。从内容结构上讲，它是由“公差配合”与“测量技术”两部分组成，这两部分内容有一定的联系，又自成体系。本课程正是将两者有机地结合在一起的一门技术基础课。

由于本课程的结构、学科特点，形成了它区别于其它课程的内容特点，如抽象概念多、术语定义多、需记忆内容多等。因此在学习本课程时必须改变以往那种“逻辑推理”方式，而应重视对基本术语、概念的学习，并深入理解和分析各概念之间的区别与联系。

二、理解并掌握互换性的定义及其重要性

机械制造中的互换性是指同一规格的一批零件或部件，任取其一，不经选择、修配或调整，就能装配成满足预定使用性能要求的机器或仪器的性质。可见互换性表现为对产品零部件装配过程中有三个不同阶段的要求：装配前，不经选择；装配时，不需修配或调整；装配后，可满足预定的使用性能要求。也可以说互换性应同时具备两个条件：①不需挑选、不经修配或调整便可进行装配；②装配以后能满足预定的使用性能要求。

现代化机械工业生产要求机械零件具有互换性，从而有利于进行高效率的专业化生产。互换性原则已成为现代化生产的基本技术经济原则。当前，互换性已不仅是大批量生产的要求，即使是小批量，甚至单件生产，亦应按互换的原则进行。互换性原则的被广泛采用，给产品的设计、制造、使用、维修等各个方面带来了极大的经济效益，不但能保证又多又快地组织生产，而且有利于提高产品质量和降低成本。

保证互换的基本原则是经济地满足使用要求。也就是说，要在满足预定的使用性能要求的条件下，尽可能满足经济性的要求。

标准化是指制定、贯彻技术标准的整个过程。它是保证互换性的重要手段，是组织专业化协作生产的必要前提。

三、了解互换性的分类

互换性可从各种不同角度进行分类：按决定参数或使用要求分为几何参数互换性与功能互换性。前者只限于对零件几何要素的要求，是狭义的互换性。后者着重于保证除几何要素要求以外的其它功能要求，是广义的互换性。本课程主要是研究几何要素的互换性，按互换

性程度分为完全互换与不完全互换。一般而言，不完全互换仅限于本厂内部的装配，厂际协作的零件，即使产量不大，也要求完全互换。

思 考 题

1. 什么叫互换性？按互换性原则组织生产有哪些优越性？（试从产品的设计、加工、装配、使用等几方面进行论述。）
2. 互换性原则是否只适用于大批量生产？
3. 完全互换与不完全互换有何区别？
4. 标准化与互换性有何关系？
5. 判断下列说法是否正确：
 - ① 不经选择和修配就能互相替换、装配的零件，就是具有互换性的零件。
 - ② 零件的互换性程度越高越好。

第二章 基本术语和定义

基本内容与教学要求

一、理解并掌握孔与轴的概念

在公差与配合标准中，孔和轴不仅仅表示通常理解的概念，而是具有广泛的含义。它关系到标准的应用范围。

孔：主要指圆柱形的内表面，也包括其它内表面中由单一尺寸确定的部分。

轴：主要指圆柱形的外表面，也包括其它外表面中由单一尺寸确定的部分。

对于孔和轴的定义可由两方面来理解：从加工制造来看，孔是越做越大，轴是越做越小，从装配关系来讲，孔是包容面，轴是被包容面。

二、理解并掌握有关尺寸的术语和定义

对于尺寸、基本尺寸、实际尺寸、局部实际尺寸、极限尺寸、作用尺寸、最大和最小实体状态及尺寸等术语，首先应认真理解其定义，同时分清相互间的区别与联系。现对上述术语作如下说明：

1. 基本尺寸是在设计中根据使用要求，通过计算或试验确定，并经圆整后得到的。基本尺寸表示零件尺寸的基本大小，它并非对完工零件实际尺寸的要求。不能将它理解为理想尺寸，认为完工零件的实际尺寸越接近基本尺寸就越好。零件尺寸是否合格，要看它是否落在尺寸公差带之内，而不是看它对基本尺寸偏离多少。

2. 实际尺寸是通过测量得到的尺寸，但它并不一定是被测尺寸的真值。它是测量人员用一定的测量器具对完工零件进行测量，并从测量器具上得到的结果。所以它是主观对客观的反映，是含有误差的。由于这种测量误差具有随机性，所以实际尺寸是一种随机变量。同时，由于加工过程中形状误差的存在，同一零件各不同部位上的实际尺寸也各不相同。

3. 形状误差造成的实际尺寸的“不定性”，影响孔轴结合的实际状态，为此引入了作用尺寸的概念。它是用以判断孔轴装配状态的尺寸，是孔轴实际尺寸与形状误差的综合结果。作用尺寸是对实际孔、轴定义的一个假想的理想参数，一般无法通过计算或测量得到。由于它是对实际零件定义的，所以一个零件的同一基本尺寸部分只有一个作用尺寸。不同零件的作用尺寸一般是不同的。

由于存在形状误差，故轴的作用尺寸总是不小于其任一实际尺寸；孔的作用尺寸总是不大于其任一实际尺寸。即： $d_m \geq d_i$ ； $D_m \leq D_i$ 。

4. 允许尺寸变化的界限值称为极限尺寸。它是在设计确定基本尺寸的同时，为满足使用上的要求，限制尺寸的变动范围而确定的。极限尺寸限制了尺寸变动的上、下限。

5. 孔、轴的极限尺寸按工件实体大小特征分为最大实体尺寸和最小实体尺寸。从加工特征上区分，最大实体尺寸是合格工件的起始尺寸，切削未达到该尺寸的工件尚不合格。最小实体尺寸是合格工件的终止尺寸，达到该尺寸后继续切削工件必不合格；按用量规检验特征区分，最大实体尺寸即通极限，最小实体尺寸即止极限，它们分别由通规与止规控制。能被通规通过而止规不通过的工件就是合格工件。

三、理解并掌握实际偏差、极限偏差和公差的定义及其相互间的区别与联系

偏差是某一尺寸减基本尺寸所得到的代数差,包括实际偏差与极限偏差。极限偏差又分为上偏差与下偏差。引入偏差是为了计算方便。实际偏差与实际尺寸、极限偏差与极限尺寸具有相同的性质。因此比较实际偏差与极限偏差的异同,也就相当于比较实际尺寸与极限尺寸的异同。

(1) 极限偏差由设计给定,只要设计图样已经完成,它就可定量地确定;实际偏差是零件完工后通过测量得到的,反映零件的实际状态。

(2) 极限偏差是表示允许零件偏差变动的两个界限值,而与任何一个实际零件的状态无关;实际偏差是对某一具体零件而言的,只有指明具体的零件,才能够确定其实际偏差的大小。

(3) 它们都是代数值,可以为正、为负或者为零。(实际尺寸与极限尺寸总是正值。)

(4) 零件的实际状态满足设计要求就是合格。完工后的实际偏差必须落在设计规定的极限偏差之间,即

对于孔: $ES > E_s > EI$

对于轴: $es > e_s > ei$

公差是表示尺寸允许变动的范围,它是绝对值,没有正、负之分。用公式表达即为:

孔公差: $T_D = |D_{\max} - D_{\min}| = |ES - EI|$

轴公差: $T_d = |d_{\max} - d_{\min}| = |es - ei|$

公差与极限偏差是两个极为重要的概念,《公差与配合》国家标准就是通过对这两个公差带组成要素(实际上是公差与基本偏差)的标准化,从而形成了标准公差系列与基本偏差系列。公差与极限偏差既有区别又有联系,搞清这两个概念对于正确理解《公差与配合》国家标准很有帮助。现简单归纳如下:

(1) 两者都是由设计给定的,反映了使用或设计要求。

(2) 公差是绝对值,且不能为零;偏差是代数值,可以为正值、负值或零。

(3) 公差反映了对尺寸分布的密集、均匀程度的要求,是用以限制尺寸误差的;极限偏差表示对尺寸偏移程度的要求,是用以限制实际偏差的。

(4) 极限偏差决定了加工零件时机床起刀、退刀位置,一般与零件加工精度要求无关,通常任何机床可加工任一极限偏差的零件;公差反映对制造精度的要求,体现了加工的难易程度。某一精度等级的机床只能够加工公差值在某一范围内的零件。

(5) 公差在数值上等于上、下偏差之差的绝对值。

(6) 极限偏差在公差带图中限定公差带的位置,影响孔轴结合的松紧程度;公差值表示公差带的大小,影响配合松紧的均匀程度(或配合精确程度)。

(7) 极限偏差可用来判断零件尺寸合格与否,而公差则不能。

尺寸误差与实际偏差也是一对既有区别又有联系的概念。尺寸误差定义为一批零件实际尺寸的变动。一批零件的尺寸误差小,就表示这些零件尺寸之间的差异较小,即各零件的尺寸都比较接近。所以尺寸误差是与实际尺寸对基本尺寸的偏差大小无关的。对于一批零件,若各零件的实际尺寸之间的差别很小,但都比基本尺寸大(或者小)很多,则这批零件的尺寸误差很小,但各零件的实际偏差的绝对值较大。所以说尺寸误差是绝对值,而实际偏差是代数值。实际偏差取决于实际尺寸对基本尺寸的差值,而尺寸误差取决于各零件实际尺寸之间

的分布,具体讲即一批零件最大、最小实际尺寸之差的绝对值。实际偏差是对某一零件而言的,而尺寸误差是对一批零件而言的。

四、理解并掌握有关配合的术语及定义

在讨论配合时,会涉及到间隙、过盈;实际间隙、实际过盈;最大间隙、最大过盈;最小间隙、最小过盈;间隙配合、过渡配合、过盈配合、配合公差等术语。应认真理解上述术语的定义。

基本尺寸相同的,相互结合的孔和轴的公差带之间的关系称为配合。配合中存在间隙或过盈。孔的尺寸减去相结合的轴的尺寸所得的代数差称为间隙或过盈。当孔的尺寸大于轴的尺寸时,此差值为正称间隙;当孔的尺寸小于轴的尺寸时,此差值为负称过盈。此处的正、负号仅表示孔、轴间的配合关系。也可以将过盈理解为负间隙,这样概念统一,便于使用。

配合是反映组成机器的零件之间的关系,是设计上对一批相配零件提出的要求,不是某一对实际孔、轴的结合松紧状态。区分配合类别的根据不是实际间隙或实际过盈值。根据一对实际孔、轴的测量结果是不能判断它们属于哪一类配合的。而只能说明这对孔轴结合会存在多大的实际间隙或过盈。

从使用要求看,不仅要控制间隙或过盈的大小,而且要控制间隙或过盈的变动,也就是要规定“配合公差”。

允许间隙或过盈的变动量称为配合公差。不论对间隙配合、过盈配合或过渡配合,配合公差都等于相互结合的孔、轴公差之和,即:

$$T_f = T_D + T_d$$

它正好说明了“公差”的实质:反映机器零件的使用要求与制造要求之间的矛盾,或设计与工艺的矛盾。当基本尺寸一定时,配合公差 T_f 表示配合的精确程度,是使用要求;而孔、轴公差 T_D 、 T_d 分别表示孔、轴加工的精确程度,是制造要求。若想提高使用要求,即 T_f 减小,则 $T_D + T_d$ 值就要减小,加工将更困难,成本也会随之提高。

三类配合的两个特征值是:

- (1) 极限间隙或极限过盈:表示配合要求的松紧程度。
- (2) 配合公差:表示配合要求的松紧均匀程度,即配合精度。

五、理解并掌握尺寸公差带的定义,熟练掌握尺寸公差带图的画法;了解配合公差带的定义及配合公差带图的画法

公差带与公差带图是理解和应用有关术语和定义的重要工具。本章中的许多术语、概念,都可由“公差带”这一工具综合地、有机地联系在一起。而且公差带本身也是一个重要的概念。

尺寸公差带图与配合公差带图的基本概念是相同的。前者以尺寸偏差作为坐标,后者以间隙或过盈作为坐标。在尺寸公差带图中,零线是一条确定偏差的基准直线,即零偏差线。通常,零线水平安置,代表基本尺寸。正偏差位于其上,负偏差位于其下。公差带在垂直于零线方向的宽度代表公差大小,公差带相对于零线的位置由上、下偏差确定。公差带在沿零线方向的长度一般是任意取的。

尺寸公差带和配合公差带都有两个特征值:公差带大小和公差带位置。公差带大小取决于尺寸公差或配合公差的大小,公差带位置取决于极限偏差或极限间隙(过盈)的大小。

六、理解并掌握合格与合用的概念

孔、轴的尺寸合格与结合的合用是两个不同的概念。合格是孔或轴满足极限尺寸（或极限偏差）的要求，具有互换性；合用是一对孔、轴结合的实际间隙或实际过盈满足极限间隙或极限过盈的要求，能满足使用要求。合格的孔、轴一定可以形成合用的结合，具有互换性；合用的结合不一定是由合格的孔、轴所组成的。

对于本章涉及到的众多的概念，可以归纳成两大类来理解：第一类是属于设计要求，如基本尺寸、极限尺寸、最大和最小实体尺寸、公差、公差带、极限偏差、极限间隙、极限过盈、配合及配合公差等。它们是体现设计思想的，所以只要设计图纸已经完成，便可定量地确定下来，而与任何一个实际零件无关。它们之间的关系是可以通过一定的公式表示的，因而是可以通过计算得到的。第二类是属于实际零件上存在的，如实际尺寸、作用尺寸、实际偏差、实际间隙、实际过盈等。它们是反映零件实际状态的，只有指明具体的完工零件，才能定量地确定其大小，而且一般说来，对于不同的实际零件，它们的值是不同的。

思考题

1. 为什么说“实际尺寸是一种随机变量”？
2. 试比较基本尺寸、实际尺寸、真正尺寸、作用尺寸在概念上有何区别与联系？
3. 为什么说公差是绝对值，而不是代数值？
4. “公差”与“极限偏差”有什么区别与联系？
5. 尺寸误差与尺寸偏差有何不同？
6. 什么是最大、最小实体尺寸？它们与孔和轴的极限尺寸有何关系？
7. 配合有几类？各类配合的公差带有什么特点？
8. 配合公差等于相互结合的孔、轴公差之和说明了什么问题？
9. 能否根据一对相互结合的孔、轴实际尺寸或作用尺寸确定它们的配合类别？为什么？
10. 配合要求的松紧程度与松紧均匀程度有什么不同？它们分别用什么表示？
11. 分析尺寸的合格条件与结合的合用条件之间的关系。

习题

1. 判断下列各种说法是否正确，并简述理由。
 - ① 基本尺寸是设计给定的尺寸，因此零件的实际尺寸越接近基本尺寸，则其精度越高。
 - ② 过渡配合可能具有间隙，也可能具有过盈，因此过渡配合可能是间隙配合，也可能是过盈配合。
 - ③ 一批零件的尺寸误差小于规定的公差值，则这批零件合格。
 - ④ 某孔的实际尺寸小于与之结合的轴的实际尺寸，则形成过盈配合。
2. 2~5题。选择正确的答案，将其序号填入空白处。
 2. 最大实体尺寸是指_____。

- ① 孔和轴的最大极限尺寸;
- ② 孔和轴的最小极限尺寸;
- ③ 孔的最大极限尺寸和轴的最小极限尺寸;
- ④ 孔的最小极限尺寸和轴的最大极限尺寸。

3. 最小实体尺寸是_____。

- ① 测量得到的;
- ② 设计给定的;
- ③ 加工后形成的。

4. 已知某配合, 轴的上偏差为零, 下偏差为 $-25\mu\text{m}$, 孔的上偏差为 $+48\mu\text{m}$, 最小间隙为 $9\mu\text{m}$, 则配合公差为_____ μm 。

- ① 34; ② 39; ③ 48; ④ 64。

5. 若孔轴装配后实际间隙满足极限间隙, 则_____。

- ① 结合合用, 孔、轴也合格;
- ② 结合合用, 孔、轴不一定合格;
- ③ 结合合格, 孔、轴也合格;
- ④ 结合合格, 孔、轴不一定合格。

6. 设某配合的孔径为 $\phi 45_{-0.080}^{+0.112}(\text{D}9)$, 轴径为 $\phi 45_{-0.062}^0(\text{h}9)$, 试分别计算其极限尺寸、最大最小实体尺寸、极限偏差、尺寸公差、极限间隙(或极限过盈)、配合公差。画出其尺寸公差带图和配合公差带图, 说明配合类别。若用适当的测量器具测得某孔的实际尺寸为 $\phi 45.110\text{mm}$, 轴的实际尺寸为 $\phi 45.010\text{mm}$, 问它们各自是否合格? 它们形成的结合是否合用? 并说明理由。

7. 设某平键配合的键槽宽为 $8_{-0.036}^0(\text{N}9)$, 键宽 $8_{-0.036}^0(\text{h}9)$, 试分别计算其极限尺寸、最大最小实体尺寸、极限偏差、尺寸公差、极限间隙(或极限过盈)、配合公差。画出其尺寸公差带图与配合公差带图。说明配合类别。

8. 若已知某配合的基本尺寸为 $\phi 30\text{mm}$, 最大间隙 $X_{\text{max}} = 23\mu\text{m}$, 孔的下偏差 $\text{EI} = -10\mu\text{m}$, 孔的尺寸公差 $T_D = 20\mu\text{m}$, 轴的上偏差 $\text{es} = 0$, 试画出其尺寸公差带图。

9. 已知某轴的基本尺寸 $d = 20\text{mm}$, 尺寸公差 $T_d = 21\mu\text{m}$, 上偏差 $\text{es} = -20\mu\text{m}$, 若用适当的测量器具在几个不同的位置上测得其局部实际尺寸分别为 $19.962, 19.957, 19.963, 19.971, 19.964, 19.956\text{mm}$, 试判断其合格性, 并画出尺寸公差带图, 说明合格与否的理由。