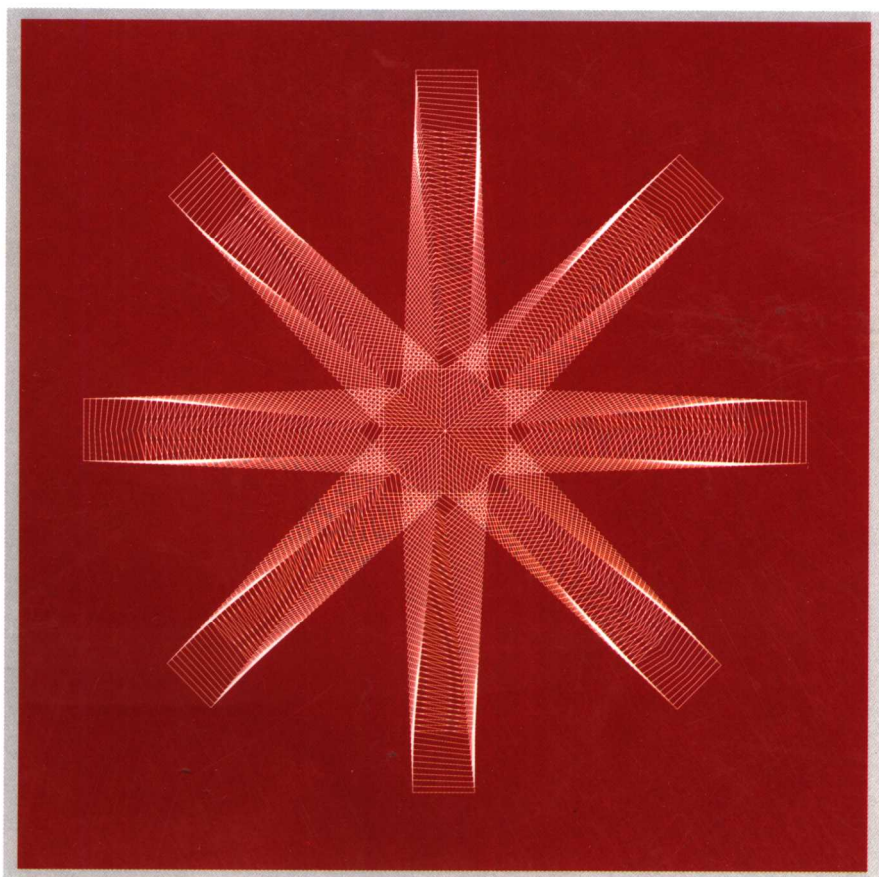


公差配合与测量技术

主 编 邓英剑 杨冬生
副主编 聂宇峰 肖正祥 邹培海
主 审 李 硕 刘忠伟



国防工业出版社
National Defense Industry Press

公差配合与测量技术

主 编 邓英剑 杨冬生
副主编 聂宇峰 肖正祥 邹培海
主 审 李 硕 刘忠伟

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

《公差配合与测量技术》是一门技术基础课程,是根据机械类专业课程教学的基本要求,结合当前有关学校所进行的课程建设与改革的需要而编写的。

全书共分九章,主要内容包括:互换性概述、标准化与计量工作、优先数与优先数系;光滑圆柱体结合的公差与配合;测量技术基础;光滑圆柱工件的检测;形位公差及其检测;表面粗糙度及其检测;角度和圆锥公差及其检测、滚动轴承的公差与配合、键和花键公差配合及其检测、螺纹公差配合及其检测;圆柱齿轮公差及其检测;尺寸链等。每章后附有复习思考题。本书从基本概念、术语、定义等基本知识入手,以光滑圆柱体的极限与配合为基础,阐述了各种零件的公差与配合的特点及实际应用,突出技术的应用性,同时介绍了测量技术的基本知识及有关误差检测的原则与方法,尽可能最大程度的满足专业和课程教学改革的需要。

本书可作为高等院校机械类及机电类专业教材,也适用于与制造工程领域相关的其它专业使用,同时可作为制造行业的工程技术人员、管理人员、操作者阅读参考之用。

图书在版编目(CIP)数据

公差配合与测量技术 / 邓英剑, 杨冬生主编. —北京:
国防工业出版社, 2007. 3

ISBN 978 - 7 - 118 - 05028 - 8

I. 公… II. ①邓…②杨… 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(2007)第 024338 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 16 $\frac{1}{4}$ 字数 384 千字

2007 年 3 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 32.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010) 68428422

发行邮购: (010) 68414474

发行传真: (010) 68411535

发行业务: (010) 68472764

前 言

《公差配合与测量技术》是一门技术基础课程,是根据机械类专业课程教学的基本要求及结合当前有关学校所进行的课程建设与改革的需要而编写的。

本书共分九章,主要围绕公差配合与测量技术两个方面展开。在内容上突出了常见几何参数公差要求的标注、查表、解释以及对几何量的一般常用检测方法和数据处理。全书采用了最新的国家标准。同时为使读者能及时跟踪本学科的发展动态,编入了激光技术和光栅技术等先进技术在测量中的应用。

本书力求语言简练,条理清晰,深入浅出。在编写过程中尽可能做到理论性与实用性相结合,在原理和理论的后面,给出了大量的应用实例,帮助读者更好地掌握有关内容。

本书可作为高等院校机械工程及机电专业教材,也适用于与制造工程领域相关的其它专业,还可作为制造行业的工程技术人员、管理人员、操作者阅读参考之用。

本书由湖南工业大学邓英剑和湖南永州职业技术学院杨冬生任主编,聂宇峰、肖正祥、邹培海任副主编,李硕、刘忠伟任主审。第一章、第二章由杨冬生编写,第三章、第四章由邓英剑编写,第五章由聂宇峰编写,第六章、第九章由邹培海编写,第七章由肖正祥编写,第八章第一节、第二节由陈义庄编写,第八章第三节由刘东升编写,第八章第四节由赵近谊编写。全书由邓英剑统稿,由李硕、刘忠伟审阅,并对初稿提出了许多宝贵意见,在此谨表谢意。

本书同时得到了国防工业出版社大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免会存在一些错误与不足之处,敬请专家及读者批评指正。

编 者

2007 年 1 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 课程的性质、任务和要求	1
第二节 互换性概述	1
第三节 标准化与计量工作	3
第四节 加工误差与公差	3
第五节 优先数与优先数系	4
复习思考题	7
第二章 光滑圆柱体结合的公差与配合	8
第一节 概述	8
第二节 极限与配合的基本术语及其定义	9
第三节 公差带的标准化	15
第四节 公差带与配合的选择	26
第五节 线性尺寸的一般公差	33
第六节 大尺寸的公差与配合简述	34
复习思考题	35
第三章 测量技术基础	37
第一节 概述	37
第二节 计量单位和标准器具	37
第三节 测量方法及度量指标	45
第四节 测量误差及数据处理	47
第五节 计量器具	51
第六节 长度计量中应用的新技术	75
复习思考题	79
第四章 光滑圆柱工件的检测	80
第一节 验收极限	80
第二节 计量器具的选用	81
第三节 光滑极限量规	85
复习思考题	92

第五章 形位公差及其检测	93
第一节 概述	93
第二节 形状公差	103
第三节 位置公差	107
第四节 公差原则	118
第五节 形位公差的选择	132
复习思考题	138
第六章 表面粗糙度及其检测	140
第一节 概述	140
第二节 表面粗糙度的评定参数	141
第三节 表面粗糙度的选用	145
第四节 表面粗糙度的符号、代号及其标注	148
第五节 表面粗糙度的检测	151
复习思考题	156
第七章 常用典型结合的公差及其检测	157
第一节 角度和圆锥公差及其检测	157
第二节 滚动轴承的公差与配合	164
第三节 键、花键公差及其检测	172
第四节 螺纹公差及其检测	181
复习思考题	199
第八章 圆柱齿轮公差及其检测	201
第一节 概述	201
第二节 圆柱齿轮误差项目及其检测	203
第三节 齿轮副的误差项目及其检测	215
第四节 渐开线圆柱齿轮精度标准及其标注	218
复习思考题	235
第九章 尺寸链	236
第一节 基本概念	236
第二节 尺寸链的分析和解算	238
复习思考题	241
附录	242
参考文献	259

第一章 绪 论

第一节 课程的性质、任务和要求

一、课程的性质

公差配合与测量技术是机械类各专业的一门技术基础课,起着连接基础课及其它技术基础课和专业课的桥梁作用,同时也起着联系设计类课程和制造类课程的纽带作用。

二、课程的任务

本课程的任务是通过学习有关国家标准,合理地解决机械产品使用要求与制造工艺之间的矛盾,并能根据不同零件选用适当的计量器具进行测量,初步建立测量误差的概念及尺寸链的概念和它们的计算方法,为正确地理解和绘制设计图样和正确地表达设计思想打下基础。

三、课程的教学要求

- (1) 了解机械零件几何精度,互换性与标准化的基本概念;正确理解图样上所标注的各种公差配合代号的技术含义;掌握公差配合、形位公差和表面粗糙度的国家标准及其应用。
- (2) 掌握测量技术的基本知识;熟悉常用量具和量仪的基本结构、工作原理、各部分作用及调整使用知识,熟悉多种精密量仪的结构、原理和各组成部分的作用。
- (3) 熟悉常用典型结合的公差配合和检测方法。
- (4) 正确、熟练地选择和使用生产现场的量具、量仪对零部件的几何量进行准确检测和综合处理检测数据。

第二节 互换性概述

一、互换性含义

互换性是现代化生产中的一个重要技术经济原则,它普遍应用于机械设备和各种机电产品的生产中。随着现代化生产的发展,专业化、协作化生产模式的不断扩大,互换性原则的应用范围也越来越大。

人们在日常生活和工作中,经常会遇到这种情况:家里日光灯的启辉器坏了,买一个新的合格品换上便能立即满足使用需要,工作中使用的测量工具损坏或弄丢一个螺钉,买

一个同规格的产品装上,测量工具就可以重新使用。而在购买启辉器和螺钉时,人们并不需要考虑新旧零件和物品是否是同一生产厂家生产的。启辉器和螺钉的零件之所以能如此方便地被人们所使用,是因为它们都是按互换性要求生产的,即这些零件和物品具有相互替换的性质。

广义地说,零(部)件的互换性应包括其几何参数、力学性能、物理化学性能等方面的互换性。本课程只讨论几何参数的互换性。

二、互换性分类

在生产中,互换性按其互换的程度可分为完全互换(绝对互换)和不完全互换(有限互换)。

(1) 完全互换。完全互换是指一批零件在装配或更换时,不需选择,不需调整与修理,装配后即可达到使用要求的方法称为完全互换。如螺栓、螺母等标准件的装配大都属于此类情况。

(2) 不完全互换。当装配精度要求非常高时,采用完全互换将使零件制造公差很小、加工困难、成本很高,甚至无法加工,则可采用不完全互换法进行生产。将有关零件的尺寸公差(尺寸允许变动范围)放宽,在装配前进行测量,按量得尺寸大小分组进行装配,以保证使用要求。此法亦称分组互换法。

在装配时允许用补充机械加工或钳工修刮办法来获得所需的精度,称为修配法。用移动或更换某些零件以改变其位置和尺寸的方法来达到所需的精度,称为调整法。

究竟采用何种方式生产为宜,要由产品精度、产品的复杂程度、生产规模、设备条件以及技术水平等一系列因素决定。一般大量和批量生产采用完全互换法生产。精度要求很高,常采用分组装配,即不完全互换法生产。而小批量和单件生产,常采用修配法或调整法生产。

三、互换性的作用

互换性是现代机械制造业进行专业化生产的前提条件。只有机械零件具有了互换性,才可能将一台机器中的成千上万个零部件进行高效率的、分散的专业化生产,然后集中起来进行装配。它不仅能显著地提高生产效率,而且也能有效地保证产品质量,降低生产成本。

(1) 从设计上看,按照互换性要求设计产品,最适合选用具有互换性的标准零部件、通用件,使设计、计算、制图等工作大为简化,且便于计算机进行辅助设计,缩短设计周期,加速产品更新换代。

(2) 从制造上看,按互换性原则组织生产,各个工件可同时分别加工,实现专业化协调生产,便于用计算机辅助制造,以提高产品质量和生产率,降低制造成本。

(3) 从装配上看,由于零件具有互换性,可提高装配质量,缩短装配周期,便于实现装配自动化,提高装配生产率。

(4) 从使用上看,由于具有互换性,若零部件坏了,可方便地用备件替换,能缩短维修时间,又能保证维修质量从而可提高机器的利用率,延长机器使用寿命。

第三节 标准化与计量工作

一、标准化的意义及种类

要实现互换性,就要严格按照统一的标准进行设计、制造、装配、检验等,而标准化正是实现这一要求的一项重要技术手段。因此,在现代工业中,标准化是广泛实现互换性生产的前提和基础。

1. 标准化的意义

标准化是组织现代化生产的一个重要手段,是实现专业化协调生产的必要前提,是科学管理的重要组成部分。通过对标准化的实施,以获得最佳的社会经济效益。

标准是指根据科学技术和生产经验的综合成果,在充分协商的基础上,对技术、经济和相关特征的重复之物,由主管机构批准,并以特定形式颁布统一的规定,作为共同遵守的准则和依据。本课程涉及的技术标准多为强制性标准,必须贯彻执行。

标准化就是指在经济、技术、科学以及管理等社会实践中,对重复性的事物(如产品、零件、部件)和概念(如术语、规则、方法、代号、量值)在一定范围内通过简化、优选和协调,做出统一的规定,经审批后颁布、实施以获得最佳秩序和社会成效。

2. 标准化种类

根据标准法规定,我国的标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准四级。

按照制定的范围不同,标准分为国际标准、国家标准、地方标准、行业标准和五个级别。在国际范围内制定的标准称为国际标准,用“ISO”、“IEC”等表示;在全国范围内统一制定的标准称为国家标准,用“GB”表示;在全国同一行业内制定的标准称为行业标准,各行业都有自己的行业标准代号,如机械标准(JB)等;在企业内部制定的标准称为企业标准,用“QB”表示。

二、计量工作

我国的计量工作自1955年~1985年先后颁布了一系列有关度量衡的条例和命令,保证了我国计量制度的统一和量值传递的准确可靠,使得计量工作沿着科学、先进的方向迅速发展,促进了企业计量管理和产品质量水平的不断提高。

目前,计量测试仪器的制造业已有长足的进步和发展,其产品不仅满足国内工业发展的需要,而且还出口到国际市场。我国已能生产机电一体化测试仪器产品,如激光丝杆动态检查仪、光栅式齿轮全误差测量仪、三坐标测量机、激光光电比较仪等一批达到或接近世界先进水平的精密测量仪器。

第四节 加工误差与公差

一、加工误差

在加工过程中,由于各种因素的影响,零件的实际几何参数不可能做得绝对准确,即

与理想几何参数不完全一致,二者之间的差异称为几何量误差。它包括以下几个方面(图1-1)。

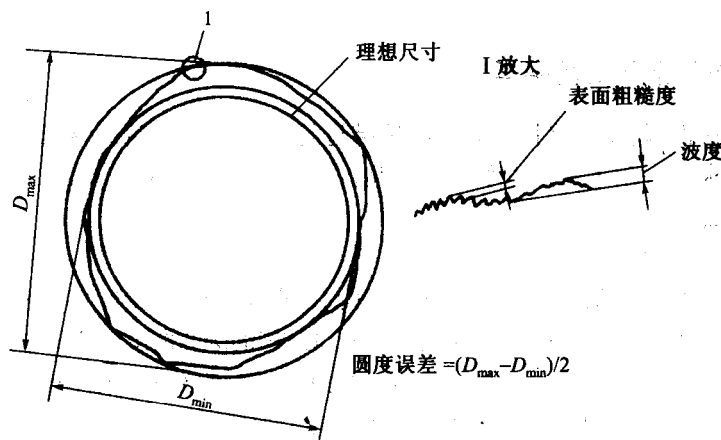


图1-1 尺寸和形状误差

(1) 尺寸误差。指一批工件的尺寸变动,即加工后零件的实际尺寸和理想尺寸之差,如直径误差、孔距误差等。

(2) 形状误差。指加工后零件的实际表面形状对于理想形状的差异(或偏离程度),如圆度、直线度等。

(3) 位置误差。指加工后零件的表面、轴线或对称平面之间的相互位置对于其理想位置的差异(或偏离程度),如同轴度、位置度等。

(4) 表面粗糙度。指零件加工表面上具有较小间距和峰谷所形成的微观几何形状误差。

二、公差

公差是允许工件尺寸、几何形状和相互位置变动的范围,用以限制误差。公差也可以说是允许的最大误差。工件的误差在公差范围内,为合格件;超出了公差范围,为不合格件。

误差是在加工过程中产生的,而公差是由设计人员给定的。规定公差的原则是在保证满足产品使用性能的前提下,给出尽可能大的公差。它反映了一批工件对制造精度的要求,并体现加工的难易程度。公差越小,加工越困难,生产成本就越高。

第五节 优先数与优先数系

一、优先数和优先数系

为了保证互换性,必须合理地确定零件公差。公差数值标准化的理论基础就是优先数系和优先数。

在工业产品的设计和制造中,常常要用到很多数。当选定一个数值作为某产品的参

数指标时,这个数就会按一定的规律,向一切有关制品和材料中的相应指标传播。例如,若螺纹孔的尺寸一定,则其相应的丝锥尺寸、检验该螺纹孔的塞规尺寸以及螺纹前的钻孔尺寸和钻头直径也随之而定,这种情况称为数值的传播。

对各种技术参数值协调、简化和统一是标准化的重要内容。优先数系就是对各种技术参数的数值进行协调、简化和统一的科学数值制度。

国家标准(GB/T 321—1980)规定的优先数系是由公比为 $\sqrt[5]{10}$ 、 $\sqrt[10]{10}$ 、 $\sqrt[20]{10}$ 、 $\sqrt[40]{10}$ 和 $\sqrt[80]{10}$,且项值中含有10的整数幂的理论等比数列导出的一组近似等比的数列。各数列分别用符号R5、R10、R20、R40和R80表示,称为R5系列、R10系列、R20系列、R40系列和R80系列,其中前四个系列是常用的基本系列(表1-1),而R80则作为补充系列。前四系列的公比分别为:

R5 的公比 $q_5 = \sqrt[5]{10} \approx 1.5894 \approx 1.6$

R10 的公比 $q_{10} = \sqrt[10]{10} \approx 1.2589 \approx 1.25$

R20 的公比 $q_{20} = \sqrt[20]{10} \approx 1.1220 \approx 1.12$

R40 的公比 $q_{40} = \sqrt[40]{10} \approx 1.0593 \approx 1.06$

优先数系中的任一个项值均为优先数。

采用等比数列作为优先数系可使相邻两个优先数的相对差相同,且运算方便,简单易记。选用基本系列时,应遵守先疏后密的规则,即应按照R5、R10、R20、R40的顺序优先采用公比较大的基本系列,以免规格过多。

优先数系列在各项公差标准中得到了广泛的应用,公差标准的许多数值都是按照优先数系列选定的。例如:在公差与配合的国家标准中,标准公差值就是按R5优先数系列确定的,而尺寸分段是按R10优先数系列确定的。优先数系有很多优点,疏密适当,有广泛的适应性,而且简单易记,使用方便,符合标准化的统一、简化和协调的原则。

表 1-1 优先数系的基本系列(GB/T321—1980)

基本系列(常用值)				序号 N			理论值的对 数尾数	计算值	常用值的 相对误差/%
R5	R10	R20	R40	0.1 ~ 1	1 ~ 10	10 ~ 100			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	1.00	1.00	1.00	-40	0	40	000	1.0000	0
			1.06	-39	1	41	025	1.0593	+0.07
		1.12	1.12	-38	2	42	050	1.1220	-0.18
			1.18	-37	3	43	075	1.1885	-0.71
	1.25	1.25	1.25	-36	4	44	100	1.2589	-0.71
			1.32	-35	5	45	125	1.3335	-1.01
		1.40	1.40	-34	6	46	150	1.4125	-0.88
			1.50	-33	7	47	175	1.4962	+0.25
1.60	1.60	1.60	1.60	-32	8	48	200	1.5849	+0.95
			1.70	-31	9	49	225	1.6788	+1.26
		1.80	1.80	-30	10	50	250	1.7783	+1.22

(续)

基本系列(常用值)				序号 N			理论值的对 数尾数	计算值	常用值的 相对误差/%
R5	R10	R20	R40	0.1 ~ 1	1 ~ 10	10 ~ 100			
			1.90	-29	11	52	275	1.8836	+0.87
	2.00	2.00	2.00	-28	12	52	300	1.9953	+0.24
			2.12	-27	13	53	325	2.1135	+0.31
		2.24	2.24	-26	14	54	350	2.2387	+0.06
			2.36	-25	15	55	375	2.3714	-0.48
2.50	2.50	2.50	2.50	-24	16	56	400	2.5119	-0.47
			2.65	-23	17	57	425	2.6607	-0.40
		2.80	2.80	-22	18	58	450	2.8184	-0.65
			3.00	-21	19	59	475	2.9854	-0.49
	3.15	3.15	3.15	-20	20	60	500	3.1623	-0.39
			3.35	-19	21	61	525	3.3497	+0.01
		3.55	3.55	-18	22	62	550	3.5481	+0.05
			3.75	-17	23	63	575	3.7584	-0.22
4.00	4.00	4.00	4.00	-16	24	64	600	3.9811	+0.47
			4.25	-15	25	65	625	4.2170	+0.78
		4.50	4.50	-14	26	66	650	4.4668	+0.74
			4.75	-13	27	67	675	4.7315	+0.39
	5.00	5.00	5.00	-12	28	68	700	5.0119	-0.24
			5.30	-11	29	69	725	5.3088	-0.17
		5.60	5.60	-10	30	70	750	5.6234	-0.42
			6.00	-9	31	71	775	5.9566	+0.73
6.30	6.30	6.30	6.30	-8	32	72	800	6.3096	-0.15
			6.70	-7	33	73	825	6.6834	+0.25
		7.10	7.10	-6	34	74	850	7.0795	+0.29
			7.50	-5	35	75	875	7.4989	+0.01
	8.00	8.00	8.00	-4	36	76	900	7.9433	+0.71
			8.50	-3	37	77	925	8.4140	+1.02
		9.00	9.00	-2	38	78	950	8.9125	+0.98
			9.50	-1	39	79	975	9.4406	+0.63
10.00	10.00	10.00	10.00	0	40	80	000	10.0000	0
注: 1. 大于10和小于1的优先数,可按十进延伸法求得。 2. N 是优先数在R40系列中序号 $N40$ 的简写。 3. 常用值的相对误差 = 常用值 - 计算值 / 计算值 $\times 100\%$									

复习思考题

- (1) 完全互换与不完全互换的区别是什么？各应用于何种场合？
- (2) 什么是公差？什么是加工误差？生产中为什么要规定公差？
- (3) 何谓标准化？
- (4) 试述在机械制造业中实行标准化的意义。
- (5) 国标对优先数系是怎样规定的？它们分别用什么符号表示？基本系列包括哪些？

第二章 光滑圆柱体结合的公差与配合

第一节 概 述

光滑圆柱体结合是机械制造中一种最基本、应用最广泛的连接形式。在模具设计和机械加工中,“公差”是用来协调机械零件的使用要求与加工经济性之间的矛盾;“配合”则是反映机械零件之间有关功能要求的相互关系。公差与配合的标准化有利于机器的设计、制造、使用和维修,是评定产品质量的重要技术指标。公差与配合标准不仅是机械工业各部门进行产品设计、工艺设计和制订其它标准的基础,而且也是广泛组织协作和专业化生产的重要依据,是一项重要的基础标准。

1959 年我国颁布了“公差与配合”国家标准(GB159 ~ 174—1959 以下简称旧标准)。这个标准是参照前苏联标准制定的。

由于科学技术飞跃发展,产品的精度不断提高,国际技术交流日益频繁,旧标准存在精度等级偏低、配合种类较少、大尺寸标准不符合生产实际以及规律性差等缺点,已不适应生产技术要求。结合我国的具体情况,以 ISO/R286—1962 等国际标准为依据,制定了《公差与配合》(GB1800 ~ 1804—1979)标准。

进入 20 世纪 90 年代,为了适应新的发展需要,使公差与配合的国家标准能更好地与国际标准接轨,我国先后又对 1979 年颁布的公差与配合国家标准进行了较大幅度的修订,并更名为《极限与配合》。我国现行的有关尺寸极限与配合方面的标准有 12 项,它们构成了我国具有世界先进水平的极限与配合标准体系,这些标准是:

- (1) GB/T1800.1—1997《极限与配合 基础 第 1 部分:词汇》
- (2) GB/T1800.2—1998《极限与配合 基础 第 2 部分:公差、偏差和配合的基本规定》
- (3) GB/T1800.3—1998《极限与配合 基础 第 3 部分:标准公差与基本偏差数值表》
- (4) GB/T1800.4—1999《极限与配合 标准公差等级和孔、轴的极限偏差表》
- (5) GB/T1801—1999《极限与配合 公差带与配合的选择》
- (6) GB/T1803—2003《极限与配合 尺寸至 18mm 孔、轴公差带》
- (7) GB/T1804—2000《一般公差、未注公差的线性角度尺寸的公差》
- (8) GB/T3177—1997《光滑工件尺寸的检验》
- (9) GB/T5371—2004《极限与配合 过盈配合的计算和选用》
- (10) GB/T5847—2004《尺寸链 计算方法》
- (11) GB/T16857.2—1997《坐标计量学 第 2 部分:坐标测量机的性能评定》
- (12) JB/T9184—1999《统计尺寸公差》

本章介绍 GB/T 极限与配合国家标准的基本概念、主要内容及其应用。

第二节 极限与配合的基本术语及其定义

一、孔和轴的定义

在尺寸极限与配合中,通常所讲的“孔”和“轴”都具有广义性。

孔:通常指工件的圆柱形内表面,也包括非圆柱形内表面(由两平行平面或切平面形成的包容面)。

轴:通常指工件的圆柱形外表面,也包括非圆柱形外表面(由两平行平面或切平面形成的被包容面)。

如图 2-1 所示,由尺寸 D_1 、 D_2 、 D_3 和 D_4 等所确定的内表面都视作孔,它们都是由两平行平面(或切平面)之间没有材料而形成孔,或称包容面。由尺寸 d_1 、 d_2 、 d_3 和 d_4 等所确定的外表面都视作轴。

孔与轴的区别:从装配关系看,孔是包容面,轴是被包容面;从加工过程看,孔的尺寸由小变大,轴的尺寸由大变小;从测量工具看,用内卡(爪)测量的表面为孔,用外卡(爪)测量的表面为轴。不能区别为孔或轴的尺寸,则为长度尺寸,如图 2-1 中的 L_1 、 L_2 和 L_3 。

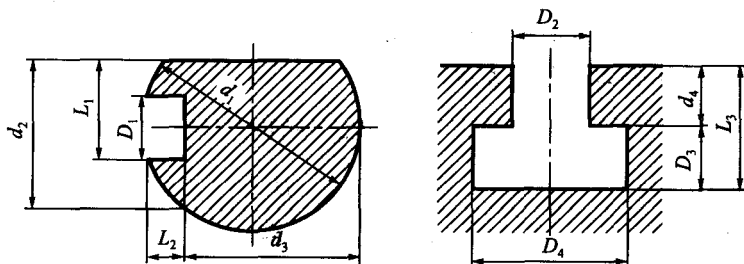


图 2-1 孔和轴

二、尺寸的术语和定义

(1) 尺寸。指用特定单位表示线性尺寸的数值,也称线性尺寸。尺寸表示长度的大小,它由数字和长度单位组成。例如,一根轴直径为 40mm,则 40 为该轴的尺寸数字,mm 为长度单位。

尺寸一般分为基本尺寸、实际尺寸、极限尺寸和最大、最小实体尺寸。

(2) 基本尺寸(D 、 d)。基本尺寸指设计给定的尺寸。孔的基本尺寸用 D 表示,轴的基本尺寸用 d 表示,其它的基本尺寸一般用 L 表示。

基本尺寸也称为“公称尺寸”或“名义尺寸”。

(3) 实际尺寸(D_a 、 d_a)。实际尺寸指通过实际测量所得的尺寸。孔、轴的实际尺寸分别用 D_a 、 d_a 表示。非孔、非轴的实际尺寸用 L_a 表示。

(4) 极限尺寸。极限尺寸指允许尺寸变化的两个极限值。它是以基本尺寸为基数来确定的,两个极限尺寸中较大的一个称为最大极限尺寸,较小的一个称为最小极限尺寸。

孔的最大极限尺寸和最小极限尺寸分别用 $D_{\max}$ 和 $D_{\min}$ 表示;轴的最大极限尺寸和最小极限尺寸分别用 $d_{\max}$ 和 $d_{\min}$ 表示;非孔、非轴的最大极限尺寸和最小极限尺寸分别用 $L_{\max}$ 和 $L_{\min}$ 表示。

极限尺寸是用来限制加工零件的尺寸变动,零件的实际尺寸位于最大、最小极限尺寸之间时,该零件是合格的。

(5) 最大实体尺寸(MMS)和最小实体尺寸(LMS)。最大实体尺寸(MMS)指孔或轴在尺寸公差范围内,允许材料量为最多时的极限尺寸;反之,孔或轴允许材料量为最少时的极限尺寸为最小实体尺寸(LMS)。孔的最大和最小实体尺寸分别用 D_M 和 D_L 表示;轴的最大和最小实体尺寸分别用 d_M 和 d_L 表示。

$$\text{孔: } D_M = D_{\min} \quad D_L = D_{\max} \quad \text{轴: } d_M = d_{\max} \quad d_L = d_{\min}$$

三、有关偏差和公差的定义

1. 尺寸偏差(简称偏差)

指某一尺寸减去其基本尺寸所得的代数差为尺寸偏差,分为实际偏差和极限偏差。

(1) 实际偏差是指实际尺寸减去其基本尺寸所得的代数差。

(2) 极限偏差是指极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差。最大极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为上偏差(ES、es);最小极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为下偏差(EI、ei)。上、下偏差统称极限偏差。

根据定义,上、下偏差用公式表示为:

$$\begin{aligned} \text{孔的上偏差} \quad ES &= D_{\max} - D \\ \text{孔的下偏差} \quad EI &= D_{\min} - D \end{aligned} \quad (2-1)$$

$$\begin{aligned} \text{轴的上偏差} \quad es &= d_{\max} - d \\ \text{轴的下偏差} \quad ei &= d_{\min} - d \end{aligned} \quad (2-2)$$

偏差可以为正、负或零值,它分别表示其尺寸大于、小于或等于基本尺寸,所以偏差前面要标明“+”号或“-”号。此外“0”偏差不能省略。

2. 尺寸公差(简称公差)

指允许尺寸的变动量,用 T 表示。其值等于最大极限尺寸与最小极限尺寸之代数差的绝对值,也等于上偏差与下偏差之代数差的绝对值。

用公式表示为:

$$\text{孔} \quad T_D = |D_{\max} - D_{\min}| = |ES - EI| \quad (2-3)$$

$$\text{轴} \quad T_d = |d_{\max} - d_{\min}| = |es - ei| \quad (2-4)$$

由上可知,公差和偏差是两个不同的概念。从意义上讲,公差是指允许尺寸的变动范围,偏差是指相对于基本尺寸的偏离量;从数值上看,公差是一个没有正负号,也不能为零的数值,偏差是一个有正、负或零的代数值,如图 2-2 所示。

3. 尺寸公差带(简称公差带)与公差带图

公差带是指代表上偏差与下偏差或最大极限尺寸与最小极限尺寸的两条直线所限定

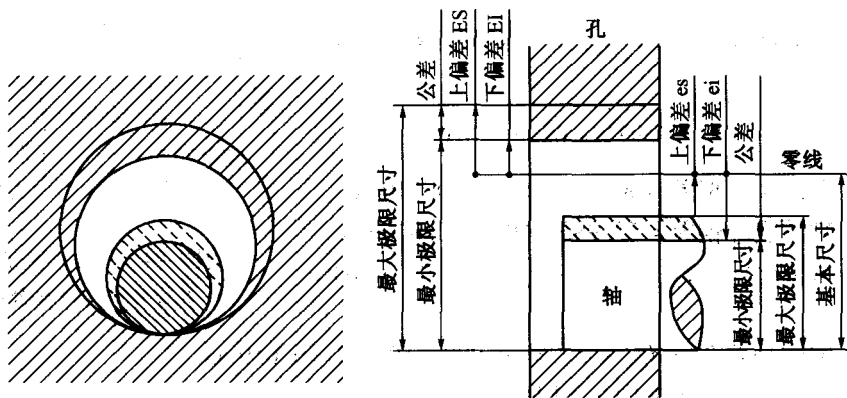


图 2-2 极限尺寸、公差与偏差示意图

的区域带。表明两个相互结合的孔、轴的基本尺寸、极限尺寸、极限偏差与公差的关系图形称为公差带图。在公差带图中,代表基本尺寸的基准直线叫零偏差线(简称零线)。正偏差位于零线上方,负偏差位于零线下方,如图 2-3 所示。

公差带图做图步骤如下:

(1) 画零线,在零线的左边标出“+”、“-”、“0”,在零线的左下角用单箭头指向零线表示基本尺寸并标出其数值。

(2) 按适当比例画出孔、轴的公差带,即由代表上偏差和下偏差或由最大极限尺寸和最小极限尺寸的两条直线所限定的一个区域。通常将孔的公差带打上剖面线,以示区别轴的公差带。

(3) 标出孔和轴的上、下偏差值及其他要求标注的数值,如图 2-3 所示。在公差带图中,要完整地描述一个公差带,表达工件尺寸的设计要求,必须既给定公差值的大小以确定公差带垂直方向的宽窄,又要给定一个极限偏差(上偏差或下偏差)以确定公差带位置。为此,国家标准规定:标准公差给出公差值的大小,基本偏差确定公差带的位置。

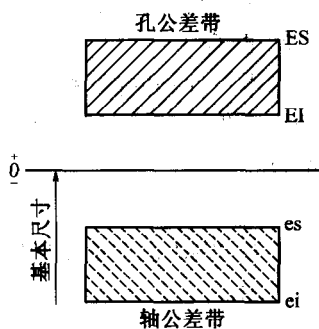


图 2-3 尺寸公差带图

4. 标准公差

标准公差指国家标准规定的用以确定公差带大小的任一公差值。

5. 基本偏差

基本偏差指用来确定公差带相对于零线位置的上偏差或下偏差,一般指靠近零线的那个极限偏差,它可以是上偏差或下偏差。

例 2-1 已知一对相互配合的孔和轴,其基本尺寸为 60mm,孔的最大极限尺寸 $D_{\max} = 60.030\text{mm}$,孔的最小极限尺寸 $D_{\min} = 60\text{mm}$,轴的最大极限尺寸 $d_{\max} = 59.990\text{mm}$,轴的最小极限尺寸 $d_{\min} = 59.971\text{mm}$,现测得孔、轴的实际尺寸分别为 60.010mm 和 59.980mm,求孔与轴的极限偏差、实际偏差及公差,并画出公差带图。

解: (1) 孔的极限偏差 $ES = D_{\max} - D = 60.030 - 60 = +0.030\text{mm}$