



高职高专教育机类系列教材

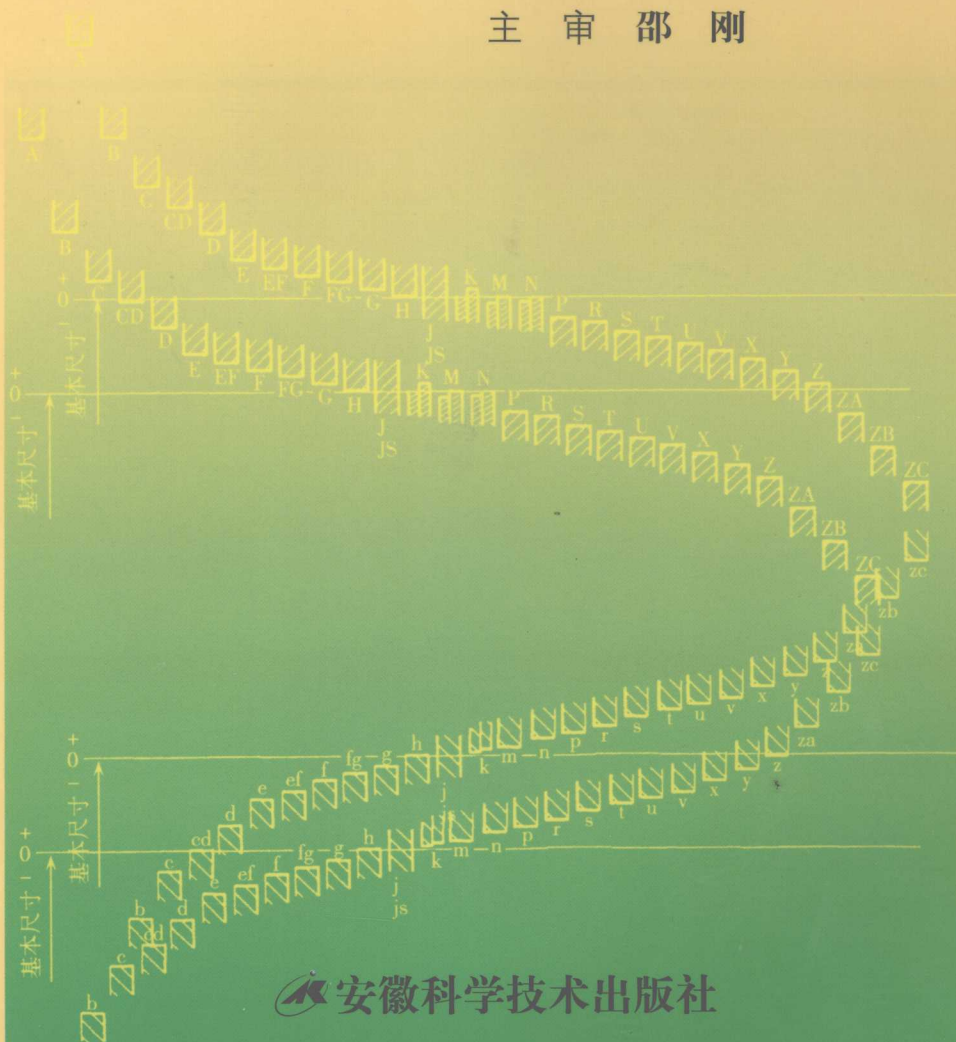
GAOZHI GAOZHUAN JIAOYU JILEI XILIE JIAOCAI

安徽省高职高专教育“十一五”规划教材

公差配合与测量技术

GONGCHA PEIHE YU CELIANGJISHU

主 编 毛友新
副主编 陈庆来 程 玉
主 审 邵 刚



安徽科学技术出版社

高职高专教育机类系列教材



安徽省高职高专教育“十一五”规划教材

公差配合与测量技术

GONGCHA PEIHE YU CELIANGJISHU

● 主 编 毛友新
副主编 陈庆来 程 玉
参 编 周 华 任越美 耿道森
主 审 邵 刚

江苏工业学院图书馆
藏书章

 安徽科学技术出版社



图书在版编目(CIP)数据

公差配合与测量技术/毛友新主编. —合肥:安徽科学技术出版社, 2007. 9

高职高专教育机类系列教材

ISBN 978-7-5337-3802-0

I. 公… II. 毛… III. ①公差-配合-高等学校:技术学校-教材②技术测量-高等学校:技术学校-教材
IV. TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 126671 号

毛友新 主 编

王 野 来 主 编

森 董 烟 美 甄 升 主 编

网 络 主 编

公差配合与测量技术

毛友新 主编

出 版 人: 朱智润

责任编辑: 何宗华 期源萍

出版发行: 安徽科学技术出版社(合肥市政务文化新区圣泉路 1118 号)

出版传媒广场, 邮编: 230071)

电 话: (0551)3533330

网 址: www.ahstp.com.cn

E-mail: yougoubu@sina.com

经 销: 新华书店

排 版: 安徽事达科技贸易有限公司

印 刷: 合肥华丰印务有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 12.5

字 数: 300 千

版 次: 2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 3 000

定 价: 19.00 元

(本书如有印装质量问题, 影响阅读, 请向本社市场营销部调换)

安徽科学技术出版社

内 容 提 要

本书是根据教育部 21 世纪高职高专规划教材“公差配合与技术测量课程教学基本要求”编写的。

本教材内容有:绪论,光滑圆柱的公差与配合,形状和位置公差及检测,表面粗糙度和测量,测量技术基础,光滑极限量规,键、花键的连接与公差,螺纹的公差配合及检测,滚动轴承的公差与配合,渐开线圆柱齿轮传动精度及检测,附录。

本书可作为高职高专院校机电类或近机类专业的教材,也可供从事机械设计与制造的工程技术人员学习参考。讲课学时数约为 60。

前 言

《公差配合与技术测量》是根据高职高专规划教材的教育特点编写而成的,作为机电类专业的技术基础课程,它是从事机电技术类岗位专业人员必修的专业基础课,本教材的编写以生产的需要为基础,以培养技术应用型人才为目的,体现出其显著的职业特点。

随着现代工业的发展和产品性能与质量要求的不断提高,机械图上标注的相应技术要求越来越复杂,而这些技术要求在实际生产中采用何种方法加工及何种检测手段进行控制又极为重要,因而“公差”与“测量”的内容密切相关。针对高职机电类专业的培养目标和对本专业毕业生的要求,本书的编写遵循理论教学以应用为主,本着“必需、够用”的原则,强化实用性较强的教学内容,突出常见几何参数公差要求的标注、查表及对几何量的一般检测方法和数据处理等内容,对陈旧老化的知识予以删除,对烦琐的内容予以简化,本教材有如下特点:

1. 参加编写的均为教学经验丰富的一线教师,在编写过程中,结合多年来的教学实践和高职学生的特点,精心选择了一些具有代表性的例题,通过深入浅出的详细分析,在讲清基本概念和原理的同时注重其实用性。

2. 教材内容与机械制图课程结合紧密,每章后面均有习题,便于学生巩固所学内容和提高。书中许多图样实例大都源自生产实际,理论知识和实践的联系较为密切。

3. 本书注意讲述新标准和推荐新技术资料,表达上力求通俗、新颖,便于讲授,全书采用最新的国家标准,内容尽可能做到简明扼要,使学生易于理解、掌握和实践,既可作为职业技术教育教材,也可供工程技术人员学习使用。

参加本书编写的有:安徽工业经济职业技术学院毛友新(绪论、第一章)、任越美(第三章、第四章);安徽水利水电职业技术学院程玉(第二章第一节至第四节)、耿道森(第二章第五节、第六节与习题);淮北职业技术学院陈庆来(第五章、第六章、第七章);安徽职业技术学院周华(第八章、第九章及附录)。全书由毛友新担任主编,陈庆来和程玉担任副主编。合肥通用职业技术学院邵刚副教授拨冗审阅了本书并提出了不少宝贵的建议,谨此致谢!

由于编者水平有限,对于教材中的不妥和错误之处,敬请广大读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

绪 论	1
第一节 互换性与标准化概念	1
第二节 优先数和优先数系	3
第三节 本课程的任务	3
习 题	4
第一章 光滑圆柱的公差与配合	5
第一节 概 述	5
第二节 基本术语及定义	5
第三节 公差与配合标准的主要内容	11
第四节 公差配合的选用	24
习 题	35
第二章 形状和位置公差及检测	37
第一节 概 述	37
第二节 形位公差标注	39
第三节 形位公差带及形位公差	48
第四节 公差原则	61
第五节 形位公差的选择	73
第六节 形位误差的检测	77
习 题	80
第三章 表面粗糙度和测量	85
第一节 概 述	85
第二节 表面粗糙度国家标准	86
第三节 表面粗糙度的选用及标注	91
第四节 表面粗糙度检测	98
习 题	102
第四章 测量技术基础	103
第一节 概 述	103
第二节 计量器具与测量方法	107
第三节 测量误差及数据处理	110
第四节 光滑工件尺寸的检测	116
习 题	121
第五章 光滑极限量规	123
第一节 概 述	123

第二节 量规尺寸公差带	124
第三节 量规设计	126
习 题	131
第六章 键、花键的连接与公差	132
第一节 单键连接	132
第二节 花键连接	135
习 题	139
第七章 螺纹的公差配合及检测	140
第一节 概 述	140
第二节 螺纹几何参数误差对互换性的影响	142
第三节 普通螺纹的公差与配合	145
第四节 螺纹的检测	150
习 题	153
第八章 滚动轴承的公差与配合	154
第一节 概 述	154
第二节 滚动轴承与轴和外壳孔的配合	158
习 题	165
第九章 渐开线圆柱齿轮传动精度及检测	166
第一节 概 述	166
第二节 齿轮精度的评定指标及检测	168
第三节 齿轮副精度和侧隙评定指标	175
第四节 渐开线圆柱齿轮精度标准及其应用	179
习 题	187
附 录	188
附录 A 齿轮齿距累积总公差 F_p 和齿距累积公差 F_{pk} 值	188
附录 B 齿轮径向跳动公差 F_r 值	188
附录 C 齿轮齿廓形状公差 F_a 值	188
附录 D 齿轮径向综合总公差 F_i 值	189
附录 E 齿轮单个齿距极限偏差 $\pm f_{pk}$ 的 f_{pk} 值	189
附录 F 齿轮一齿径向综合公差 f''_i 值	189
附录 G 中心距极限偏差 $\pm f_a$ 的 f_a 值	189
附录 H 齿轮副接触斑点	190
附录 I 齿轮螺旋线总公差 F_β 值	190
附录 J 齿轮公法线长度变动公差 F_w 值	190
附录 K 齿轮基圆齿极限偏差 $\pm f_{pb}$ 的 f_{pb} 值	190
参考文献	191

绪 论

第一节 互换性与标准化概念

一、互换性的概念

(一) 互换性及其意义

互换性广泛用于机械制造、军品生产、机电一体化产品的设计和制造过程中,已成为现代生产中普遍遵循的重要原则。

在制成的同一规格零件中,不需要作任何挑选、修配或调整就可装在机器(或部件)上,并能达到规定使用性能要求。零部件具有的这种性能就称为互换性。能够保证产品具有互换性的生产,称为遵守互换性原则的生产。在工业生产及日常生活中到处都能遇到互换性的应用实例。例如,机器上丢了一个螺钉,可以按相同的规格装上一个;电视机的显像管坏了,自行车的螺帽掉了,电子表的电池用完了,我们只要换上同一规格的显像管、螺帽或电池就行了;缝纫机、钟表的零部件磨损了,也可以换一个相同规格的新的零部件,即能满足使用要求。

互换性在机械制造业中具有重要意义,主要体现在以下几方面。

在设计方面,零部件具有互换性,就可以最大限度地采用标准件和通用件,大大简化了绘图和计算工作,缩短了设计周期,有利于计算机辅助设计和产品品种的多样化。

在制造方面,互换性有利于组织专业化生产,有利于采用先进工艺和高效率的专用设备,有利于用计算机辅助制造,有利于实现加工过程和装配过程机械化、自动化,从而可以提高劳动生产率和产品质量,降低生产成本。

在使用和维修方面,具有互换性的零部件在磨损及损坏后可及时更换,因而减少了机器的维修时间和费用,保证机器连续运转,从而提高机器的使用价值。

由此可知,互换性在提高产品质量和可靠性、提高经济效益等方面具有重要的意义。互换性原则是用来发展现代化机械工业、提高生产率、保证产品质量、降低成本的重要技术经济原则,对我国的现代化建设起着重要作用。

(二) 互换性的分类

互换性按其互换程度可分为完全互换与不完全互换两种。完全互换是指一批零部件装配前不经选择,装配时也不需修配和调整,装配后即满足预定的使用要求。如螺栓、圆柱销等标准件的装配大都属于此类情况。当装配精度要求很高时,若采用完全互换将使零件的尺寸公差很小,加工困难,成本高,甚至无法加工。为此,可将其制造公差适当放大,以便于加工;在完工后,再用量仪将零件实际尺寸大小分组,按组进行装配。如此,既保证装配精度与使用要求,又降低成本。此时,仅是组内零件可以互换,组与组之间不可互换,因此叫不完全互换。有时装配时需要进行挑选或调整以达到其装配精度要求的零部件也属于不完全互换。

一般来说,零部件需厂际协作时应采用完全互换,部件或构件只限于在同一厂制造和装配时,可采用不完全互换。究竟采用哪种方式为宜,要由产品精度、产品复杂程度、生产规模、设

备条件及技术水平等一系列因素决定。一般大量和成批生产,如汽车、拖拉机制造大都采用完全互换法生产;精度要求很高的制造,如轴承工业,常采用分组装配,即不完全互换法生产;小批和单件生产,如矿山、冶金机械制造等重型机器业,常采用修配法或调整法生产。

二、几何量的误差

要保证零件具有互换性,就必须保证零件的几何参数的准确性。但是,零件在加工过程中,由于机床精度、计量器具精度、操作工人技术水平及生产环境等诸多因素的影响,加工后得到的几何参数会不可避免地偏离设计时的理想要求而产生误差。这种误差称为零件的几何量误差。几何量误差主要包含尺寸误差、形状误差、位置误差和表面微观形状误差(即:表面粗糙度)等。

零件的几何参数是否必须制成完全一致,零件具有几何量误差后能否保证零件的互换性?实践证明,零件的几何参数完全一样是不可能的,也是没有必要的。只要将这些误差控制在一定的范围内,就能满足使用功能,也就是说仍可以保证零件的互换性要求。

为了控制几何量误差,提出了公差的概念。所谓几何参数的公差就是允许零件几何参数的变动量,它包括尺寸公差、形状公差、位置公差等。只要将零件的误差控制在相应的公差内,就能保证互换性的实现。

误差是在加工过程中产生的,公差是设计人员给定的。设计者的任务就是正确地确定公差,并把它在图样上明确地表示出来。这就是说,互换性要用公差来保证。显然,在满足功能要求的条件下,公差应尽量规定得大些,以获得最佳的技术经济效益。

三、标准化与计量工作

(一)标准化的概念

既然用几何参数的公差来控制几何量误差的大小,那么就必须确定几何量公差的大小及对零件几何参数的相关要求,也就是说要制定公差标准。公差标准是一种技术标准。技术标准是规范技术要求的法规,是指为了取得国民经济的最佳效果,对需要协调统一的具有重复特征的物品(如产品、零部件等)和概念(如术语、规则、方法、代号、量值等),在总结科学试验和生产实践的基础上,由有关方面协调制订,经主管部门批准后,在一定范围内作为活动的共同准则和依据。

标准按对象的特征可分为:基础标准、产品标准、方法标准、安全和环境保护标准。基础标准是指生产技术活动中最基本的具有广泛指导意义的标准。这类标准具有最一般的共性,因而是通用性最强的标准。本课程所讲的极限与配合标准、形位公差标准、表面粗糙度标准等就属于基础标准。

标准的建立必须以科学技术和实践经验作为依据,在充分协商的基础上,对生产技术活动中的要求,以特定程序、特定形式颁发统一的规定,在一定的范围内作为共同遵守的技术准则。在生产的实践中,还应根据客观情况的变化,不断地修订和完善标准。以上所述的以制定标准和贯彻标准为主要内容的全部活动过程称为标准化。

在现代化生产中,标准化是一项重要的技术措施。一种产品的制造,往往涉及许多部门和企业,为了适应各个部门与企业之间在技术上相互协调的要求,必须有一个共同的技术标准,使独立、分散的部门和企业之间保持必要的技术统一,使相互联系的生产过程形成一个有机的整体,以保证互换性生产的实现。所以标准是保证互换性的基础,标准化是实现互换性生产的

基础,是我国很重要的一项技术政策。标准一经颁布,即成为技术法规。

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。按照标准的适用领域、有效作用范围和发布权力不同,一般分为:国际标准,如 ISO、IEC 是国际标准化组织和国际电工委员会制定的标准;区域标准(或国家集团标准),如 EN、ANST、DIN 是欧共体、美国、德国制定的标准;国家标准为 GB;行业标准(或协会、学会标准),如 JB、YB 是原机械部和冶金部标准;地方标准和企业(或公司)标准。

(二) 计量工作

制定和贯彻公差标准是实现互换性的基础,但要保证互换性在生产实践中实现还必须要有相应的技术测量措施。前面已讲过制定公差的目的是为了控制误差,通过测量,如果零件的几何参数误差控制在规定的公差范围内,则此零件就合格,就能满足互换性的要求;反之,误差超过公差范围,零件就不合格,也就不能达到互换的目的。因此,对零件的测量是保证互换性生产的一个重要手段。

测量的目的,不仅在于零件加工完后判定零件是否合格,还要根据测量的结果,分析产生不合格零件的原因,及时采取必要的工艺措施,提高加工精度,减少不合格产品,提高合格率,从而降低生产成本和提高生产效率。

要保证几何参数测量的正确性,国务院发布了《关于在我国实行法定计量单位的命令》和《中华人民共和国计量管理条例》,规定在全国范围内统一实行以国际单位制为基础的法定计量单位。以此实现基准的再现和量值的传递,建立各级计量机构和长度量值传递系统,为保证测量结果的准确可靠奠定了基础。

第二节 优先数和优先数系

工程上各种技术参数的简化、协调和统一是标准化的一项重要内容。

在产品设计中,涉及很多技术参数,这些参数往往不是孤立的。当选定一个数值作为某种产品的参数指标后,这个数值就会按一定的规律向有关参数指标传播扩散。为了满足不同要求,同一品种的某一参数,从大到小取不同值时(形成不同规格的产品系列),应该采用一种科学的数值分级制度,或统一的数值标准,即为优先数和优先数系。如机床主轴转速的分级间距和钻头直径尺寸的分类均符合某一优先数系。

优先数系中的任一个数值均称为优先数。优先数系是国际上统一的数值分级制度,是一种无量纲的分级数系,适用于各种量值的分级。在确定产品的参数或参数系列时,应最大限度地采用优先数和优先数系。产品(或零件)的主要参数(或主要尺寸)按优先数形成系列,可使产品(或零件)走上系列化,便于分析参数间的关系,可减轻设计计算的工作量。

优先数系由一些十进制等比数列构成,其代号为 R_r (R 是优先数系创始人 Renard 的第一个字母, r 代表 5、10、20、40 等项数)。前项系列的项值包含在后项系列中。

范围 1 到 10 的优先数系列见表 0-1,所有大于 10 的优先数均可按表列数乘以 10、100 等求得,所有小于 1 的优先数均可按表列数乘以 0.1、0.01 等求得。

第三节 本课程的任务

本课程是机械类各专业的一门技术基础课,起着连接基础课和专业课的桥梁作用。它比

较全面地讲述了机械加工中有关尺寸公差、形位公差、表面粗糙度等技术要求并和有关各种测量技术的基本知识有机地结合,是一门实践性很强的学科。

表 0-1 优先数系基本系列

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				

本课程的任务是从互换性角度出发,围绕误差与公差这两个概念来研究如何解决使用要求与制造要求的矛盾。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性;熟悉极限与配合的基本概念;掌握某些极限配合标准的主要内容;初步掌握确定公差的原则和方法;了解技术测量的工具和方法;初步建立测量误差的概念和它们的计算方法,为正确地理解和绘制设计图样及正确地表达设计思想打下基础。

通过本课程的学习,要求掌握公差配合与技术测量的基本知识、基本技能,会应用有关的公差配合标准,具有选用公差配合的初步能力,能正确选用量具量仪,会进行一般的技术测量工作,会设计常用量规,并为今后的学习与工作打下良好的基础。

习 题

1. 什么是互换性?为什么现代化生产必须按互换性原则进行?
2. 几何量的误差包括哪些内容?产生几何量误差的主要因素是什么?
3. 为什么要规定公差和制定公差标准?
4. 加工误差、公差、互换性三者的关系是什么?
5. 为什么说在现代化生产中,标准化是一项重要的技术措施?
6. 什么是优先数和优先数系?

第一章 光滑圆柱的公差与配合

第一节 概 述

光滑圆柱形配合是孔、轴结合的最基本和普遍形式。为了满足使用要求,保证互换性,应对尺寸公差与配合进行标准化。

公差与配合的标准化有利于机器的设计、制造、使用和维修。公差与配合标准不仅是机械工业各部门进行产品设计、工艺设计和制订其他标准的基础,而且是广泛组织协作和专业化生产的重要依据。公差与配合标准几乎涉及国民经济的各个部门,因此,国际上公认它是特别重要的基础标准之一。

第二节 基本术语及定义

一、孔和轴

(一)孔 通常是指工件的圆柱形内表面,也包括非圆柱形内表面(由两平行平面或切面形成的包容面)。孔的直径尺寸用 D 表示。

(二)轴

通常是指工件的圆柱形外表面,也包括非圆柱形外表面(由两平行平面或切面形成的被包容面)。轴的直径尺寸用 d 表示。

从装配关系讲,孔是包容面,在它之内无材料;轴是被包容面,在它之外无材料。从加工过程看,随着余量的切除,孔的尺寸由小变大,轴的尺寸由大变小。如图 1-1 所示, D_1 、 D_2 、 D_3 、 D_4 各尺寸确定的各组平行平面或切面所形成的包容面都称为孔, d_1 、 d_2 、 d_3 、 d_4 各尺寸确定的圆柱形外表面和各组平行平面或切面所形成的被包容面都称为轴。

如果两平行平面或切面既不能形成包容面,也不能形成被包容面,则它们既不是孔,也不是轴。如图 1-1 中由 L_1 、 L_2 、 L_3 各尺寸确定的各组平行平面或切面。

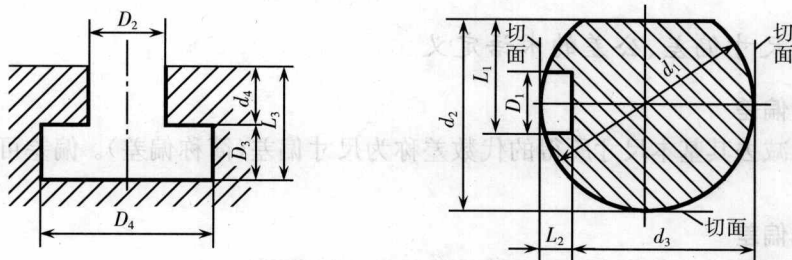


图 1-1 孔和轴

二、有关尺寸的术语定义

(一) 尺寸

是指用特定单位表示线性尺寸值的数值。

长度值包括:直径、半径、宽度、深度、高度和中心距等。在机械制造中,一般常用毫米(mm)作为特定单位。在图样上标注尺寸时,可将单位省略,仅标注数值。当以其他单位表示尺寸时,则应注明相应的长度单位。

(二) 基本尺寸(D, d)

基本尺寸是由设计者给定的,通过它应用上、下偏差可算出极限尺寸。孔用 D 表示,轴用 d 表示。它是设计者根据使用要求,通过强度、刚度计算及结构等方面的考虑,并按标准直径或标准长度圆整后所给定的尺寸。基本尺寸可以是一个整数或一个小数值,例如 32、20、8.75、0.5 等。

(三) 实际尺寸(D_a, d_a)

实际尺寸是通过测量所得的尺寸。孔的实际尺寸以 D_a 表示,轴的实际尺寸以 d_a 表示。由于存在测量误差,实际尺寸并非是被测尺寸的真值,它只是接近真实尺寸的一个随机尺寸。由于零件存在形状误差,所以同一表面不同部位的实际尺寸也不尽相同,因此往往把它称为局部实际尺寸,用两点法测量。真值是客观存在的,但又是不知道的,因此只能以测得的尺寸作为实际尺寸。

(四) 极限尺寸

允许尺寸变化的两个界限值称为极限尺寸。它以基本尺寸为基数来确定。两个界限值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。孔和轴的最大、最小极限尺寸分别用 $D_{\max}$ 、 $d_{\max}$ 和 $D_{\min}$ 、 $d_{\min}$ 表示,如图 1-2 所示。

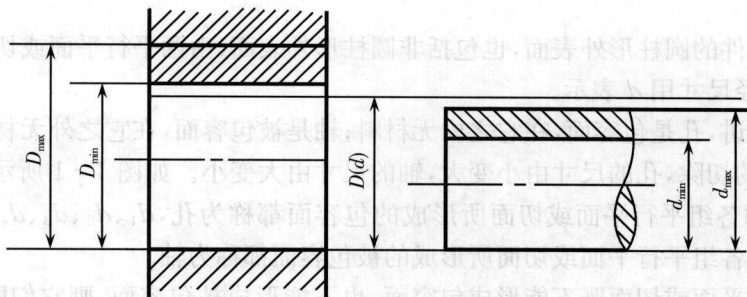


图 1-2 极限尺寸

三、有关尺寸偏差、公差术语定义

(一) 尺寸偏差

某一尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为尺寸偏差(简称偏差)。偏差可能为正或负,也可为零。

(二) 实际偏差

实际尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为实际偏差。

(三) 极限偏差

极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为极限偏差。

(1) 上偏差: 最大极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为上偏差。孔的上偏差用 ES 表示, 轴的上偏差用 es 表示。

(2) 下偏差: 最小极限尺寸减去其基本尺寸所得的代数差称为下偏差。孔的下偏差用 EI 表示, 轴的下偏差用 ei 表示。极限偏差可用下列公式表示为

$$\begin{aligned} ES &= D_{\max} - D & es &= d_{\max} - d \\ EI &= D_{\min} - D & ei &= d_{\min} - d \end{aligned} \quad (1-1)$$

偏差值除零外, 前面必须标有正号或负号。上偏差总是大于下偏差。

标注示例: $\phi 50 \begin{smallmatrix} +0.034 \\ -0.009 \end{smallmatrix}$ $\phi 50 \begin{smallmatrix} +0.009 \\ -0.020 \end{smallmatrix}$ $\phi 35 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.007 \end{smallmatrix}$ $\phi 30 \begin{smallmatrix} +0.01 \\ 0 \end{smallmatrix}$ $\phi 50 \pm 0.015$

(四) 尺寸公差 (T_h, T_s)

允许尺寸的变动量称为公差。公差是用以限制误差的, 工件的误差在公差范围内即为合格; 反之, 则不合格。

公差等于最大极限尺寸减去最小极限尺寸之差, 或上偏差减去下偏差之差。孔公差用 T_h 表示, 轴公差用 T_s 表示。公差、极限尺寸和极限偏差的关系为

$$\text{孔公差: } T_h = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI \quad (1-2)$$

$$\text{轴公差: } T_s = d_{\max} - d_{\min} = es - ei$$

需要注意的是: 公差与偏差是有区别的, 偏差是代数, 有正负号, 也可能为零; 而公差是绝对值, 没有正负之分, 计算时不能加正负号, 且不能为零。

图 1-3(a) 是公差与配合的一个示意图, 它表明了两个相互结合的孔和轴的基本尺寸、极限尺寸、极限偏差与公差的相互关系。

(五) 尺寸公差带

由代表上偏差和下偏差或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, 称为尺寸公差带。公差带由公差大小和其相对零线位置的基本偏差来确定, 如图 1-3(b) 所示。用图所表示的公差带称为公差带图。由于基本尺寸数值与公差及偏差数值相差悬殊, 不使用同一比例表示, 为了表示方便, 以零线表示基本尺寸。

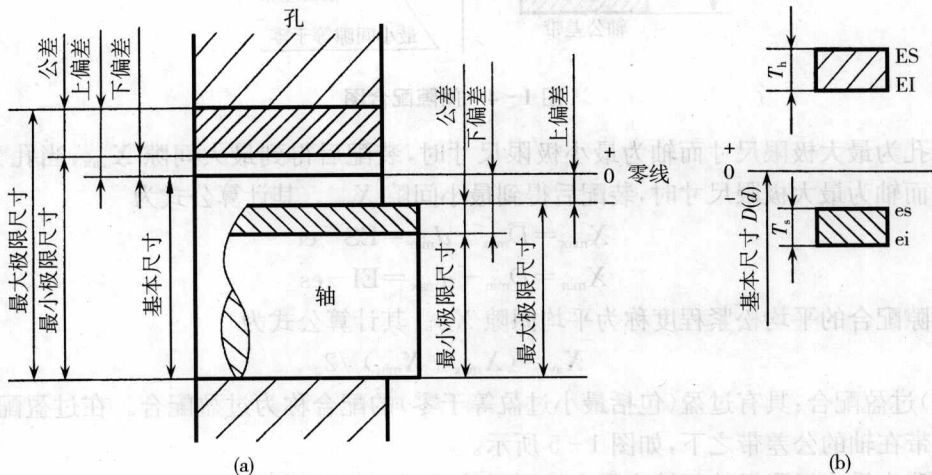


图 1-3 公差与配合及公差带示意图

零线为确定极限偏差的一条基准线,是偏差的起始线,零线上方表示正偏差,零线下方表示负偏差。在画公差带图时,注上相应的符号“0”“+”和“-”号,并在零线下方画上带单箭头的尺寸线标上基本尺寸值。

上、下偏差之间的宽度表示公差带的大小,即公差值。公差带沿零线方向的长度可适当选取。公差带图中,尺寸单位为毫米(mm),偏差及公差的单位也可以用微米(μm)表示,单位省略不写。

(六)标准公差

国家标准规定的公差数值表中所列的、用以确定公差带大小的任一公差称为标准公差。

(七)基本偏差

用以确定公差带相对于零线位置的上偏差或下偏差称为基本偏差。一般以公差带靠近零线的那个偏差作为基本偏差。当公差带位于零线的上方时,其下偏差为基本偏差;当公差带位于零线的下方时,其上偏差为基本偏差。

四、有关配合的术语定义

(一)配合

配合是指基本尺寸相同的、相互结合的孔和轴公差带之间的关系。

(二)间隙(X)或过盈(Y)

在轴与孔的配合中,孔的尺寸减去轴的尺寸所得的代数差,当差值为正时称为间隙,用X表示;当差值为负时称为过盈,用Y表示。

标准规定:配合分为间隙配合、过盈配合和过渡配合。

(1)间隙配合:具有间隙(包括最小间隙等于零)的配合称为间隙配合。在间隙配合中,孔的公差带在轴的公差带之上,如图1-4所示。

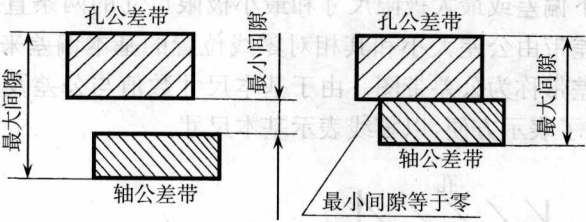


图1-4 间隙配合图

当孔为最大极限尺寸而轴为最小极限尺寸时,装配后得到最大间隙 $X_{\max}$;当孔为最小极限尺寸而轴为最大极限尺寸时,装配后得到最小间隙 $X_{\min}$ 。其计算公式为

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei \tag{1-3}$$

$$X_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es \tag{1-4}$$

间隙配合的平均松紧程度称为平均间隙 X_{av} 。其计算公式为

$$X_{av} = (X_{\max} + X_{\min}) / 2 \tag{1-5}$$

(2)过盈配合:具有过盈(包括最小过盈等于零)的配合称为过盈配合。在过盈配合中,孔的公差带在轴的公差带之下,如图1-5所示。

当孔为最小极限尺寸而轴为最大极限尺寸时,装配后得到最大过盈 $Y_{\max}$;当孔为最大极限尺寸而轴为最小极限尺寸时,装配后得到最小过盈 $Y_{\min}$ 。其计算公式为

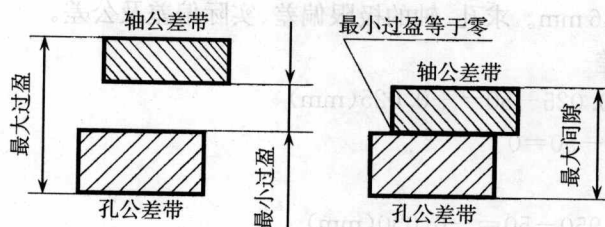


图 1-5 过盈配合图

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es \quad (1-6)$$

$$Y_{\min} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei \quad (1-7)$$

平均过盈为最大过盈与最小过盈的平均值。其计算公式为

$$Y_{av} = (Y_{\max} + Y_{\min}) / 2 \quad (1-8)$$

(3) 过渡配合: 可能具有间隙或过盈的配合称为过渡配合。此时孔的公差带与轴的公差带相互交叠, 如图 1-6 所示。它是介于间隙配合与过盈配合之间的一种配合, 但间隙和过盈量都不大。

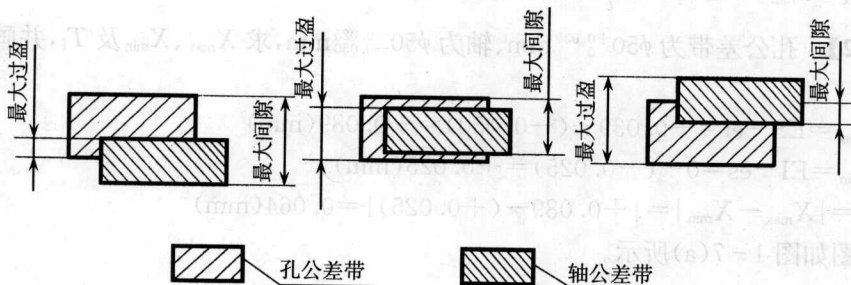


图 1-6 过渡配合图

在过渡配合中, 平均间隙或平均过盈为最大间隙与最大过盈的平均值, 所得值为正, 则为平均间隙, 为负则为平均过盈。其计算公式为

$$X_{av} (Y_{av}) = (X_{\max} + Y_{\max}) / 2 \quad (1-9)$$

(三) 配合公差

允许间隙或过盈的变动量称为配合公差。它表明配合松紧程度的变化范围。配合公差用 T_f 表示, 是一个没有符号的绝对值。

$$\text{间隙配合 } T_f = |X_{\max} - X_{\min}|$$

$$\text{过盈配合 } T_f = |Y_{\min} - Y_{\max}|$$

$$\text{过渡配合 } T_f = |X_{\max} - Y_{\max}| \quad (1-10)$$

在上式中, 把最大、最小间隙和过盈分别用孔、轴的极限尺寸或极限偏差带入, 可得 3 种配合公差的计算公式都为

$$T_f = T_h + T_s \quad (1-11)$$

上式表明配合件的装配精度与零件的加工精度有关。要提高装配精度, 使配合后间隙或过盈的变动量小, 则应减小零件的公差, 提高零件的加工精度。

【例 1-1】 已知基本尺寸 $D=d=50\text{ mm}$, 孔的极限尺寸 $D_{\max}=50.025\text{ mm}$, $D_{\min}=50\text{ mm}$; 轴的极限尺寸 $d_{\max}=49.950\text{ mm}$, $d_{\min}=49.934\text{ mm}$ 。现测得孔、轴的实际尺寸分别为 $D_a=$

50.010 mm, $d_a=49.946$ mm。求孔、轴的极限偏差、实际偏差及公差。

解 孔的极限偏差

$$ES=D_{\max}-D=50.025-50=+0.025(\text{mm})$$

$$EI=D_{\min}-D=50-50=0$$

轴的极限偏差

$$es=d_{\max}-d=49.950-50=-0.050(\text{mm})$$

$$ei=d_{\min}-d=49.934-50=-0.066(\text{mm})$$

孔的实际偏差

$$D_a-D=50.010-50=+0.010(\text{mm})$$

轴的实际偏差

$$d_a-d=49.946-50=-0.054(\text{mm})$$

孔的公差

$$T_h=D_{\max}-D_{\min}=50.025-50=0.025(\text{mm})$$

轴的公差

$$T_s=d_{\max}-d_{\min}=49.950-49.934=0.016(\text{mm})$$

【例 1-2】 孔公差带为 $\phi 50^{+0.039}_0$ mm、轴为 $\phi 50^{+0.025}_{-0.050}$ mm, 求 $X_{\max}$ 、 $X_{\min}$ 及 T_f , 并画出公差带图。

解 $X_{\max}=ES-ei=+0.039-(-0.050)=+0.089(\text{mm})$

$$X_{\min}=EI-es=0-(-0.025)=+0.025(\text{mm})$$

$$T_f=|X_{\max}-X_{\min}|=|+0.089-(+0.025)|=0.064(\text{mm})$$

公差带图如图 1-7(a) 所示。

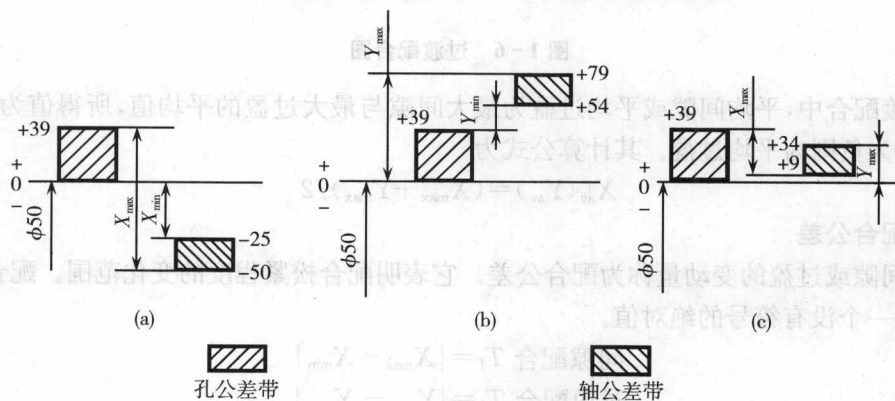


图 1-7 例 1-2、1-3、1-4 的公差带图

【例 1-3】 孔公差带为 $\phi 50^{+0.039}_0$ mm、轴为 $\phi 50^{+0.079}_{+0.054}$ mm, 求 $Y_{\max}$ 、 $Y_{\min}$ 及 T_f , 并画出公差带图。

解 $Y_{\max}=EI-es=0-(+0.079)=-0.079(\text{mm})$

$$Y_{\min}=ES-ei=+0.039-(+0.054)=-0.015(\text{mm})$$

$$T_f=|Y_{\min}-Y_{\max}|=|-0.015-(-0.079)|=0.064(\text{mm})$$

公差带图如图 1-7(b) 所示。

【例 1-4】 孔公差带为 $\phi 50^{+0.039}_0$ mm、轴为 $\phi 50^{+0.034}_{+0.009}$ mm, 求 $X_{\max}$ 、 $X_{\min}$ 及 T_f , 并画出公差