



21世纪高职系列教材
SHIJI GAOZHI XILIE JIAOCAI

公差与配合

主编 / 李舒燕 主审 / 钱作勤 ■

哈尔滨工程大学出版社



21世纪高职系列教材
SHIJI GAOZHI XILIE JIAOCAI

公差与配合

主编 / 李舒燕 副主编 / 武 峰 主审 / 钱作勤

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书介绍了我国公差与配合的最新标准,内容包括互换性基本概念、光滑圆柱结合的公差与配合、形状和位置公差、表面粗糙度、典型零件的公差与配合、尺寸链基础。各章均有例题、习题及相关表格,以满足教学需要。

本书概念清晰,内容紧凑,结合实际,强调应用,可作为普通高等院校、高职高专机械类专业教材,也可供相关行业的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

公差与配合/李舒燕主编. —哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2007.2

ISBN 978 - 7 - 81073 - 946 - 7

I . 公… II . 李… III . 公差 - 配合 IV . TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 021075 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451 - 82519328
传 真 0451 - 82519699
经 销 新华书店
印 刷 肇东粮食印刷厂
开 本 787mm × 1 092mm 1/16
印 张 8.25
字 数 170 千字
版 次 2007 年 2 月第 1 版
印 次 2007 年 2 月第 1 次印刷
印 数 1—3 000 册
定 价 15.00 元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

21 世纪高职系列教材编委会

(按姓氏笔画排序)

主任委员	王景代	丛培亭	刘 义	刘 勇
	李长禄	张亦丁	张学库	杨永明
委 员	秀永青	罗东明	施祝斌	唐汝元
	曹志平	蒋耀伟	熊仕涛	
	王景代	丛培亭	刘 义	刘 勇
	刘义菊	刘国范	闫世杰	李长禄
	杨永明	张亦丁	张学库	陈良政
	肖锦清	林文华	季永青	罗东明
	胡启祥	施祝斌	钟继雷	唐永刚
	唐汝元	郭江平	晏初宏	曹志平
	蒋耀伟	熊仕涛	潘汝良	

前言

“公差与配合”是机械制造类专业的一门主要专业基础课程。我们在多年的教学研究、改革和实践的基础上,根据高职发展的新趋势,以高职培养目标为依据,以“必需、够用”为原则,以理论与实践相结合为目的,重新构建了课程的内容体系。

为了更好地提高教学效果,有效地培养学生精度设计能力和零件检测操作技能,我们对传统的“公差配合与测量技术”课程教学作了一系列改革探索,本门课程的教学由理论与实训两大部分组成。理论教学采用《公差与配合》教材,该书采用最新的国家标准,主要阐述了互换性基本概念、光滑圆柱尺寸的极限与配合、形状和位置公差、表面粗糙度、典型零件公差与配合及尺寸链基础知识,使学生基本掌握机械零部件精度设计的原则和方法;实训教学采用其配套教材《零件检测基础与技能实训》,该书着重介绍零件检测基础知识,零件检测的方法步骤,并给出了技能实训项目,使学生基本掌握计量器具和测量方法的选择与应用。

《公差与配合》教材由武汉船舶职业技术学院李舒燕副教授任主编,武汉船舶职业技术学院武峰讲师任副主编。具体分工如下:李舒燕编写第一章、第四章至第六章,武峰编写第二章、第三章。本教材由李舒燕定稿,武汉理工大学钱作勤教授主审。

尽管我们在教材建设的特色方面作出了很多的努力,但由于编者水平有限,书中缺点和错误在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

2006年10月

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 互换性概述	1
第二节 几何量的检测	2
第三节 标准化与优先数系	2
第四节 本课程的研究对象及任务	5
习 题	5
第二章 光滑圆柱结合的公差与配合	6
第一节 基本术语及其定义	6
第二节 公差与配合标准的基本规定	12
第三节 公差与配合标准的应用	22
习 题	30
第三章 形状和位置公差	33
第一节 概述	33
第二节 形位公差的标注	34
第三节 形位公差项目及其公差带的定义	37
第四节 公差原则	54
第五节 形位公差的选用	58
习 题	60
第四章 表面粗糙度及其评定	65
第一节 表面粗糙度概述	65
第二节 表面粗糙度评定参数及数值	66
第三节 表面粗糙度符号及标注	69
第四节 表面粗糙度的选用	72
习 题	75
第五章 典型零件的公差与配合	76
第一节 滚动轴承的公差与配合	76
第二节 键、花键的公差与配合	83
第三节 螺纹结合的公差与配合	87
第四节 渐开线圆柱齿轮传动精度	94
习 题	111
第六章 尺寸链基础	113
第一节 概述	113
第二节 尺寸链的建立与分析	115
第三节 用完全互换法解尺寸链	117
习 题	121
参考文献	122

第一章 绪 论

本章学习目的是了解本课程的性质、任务、基本内容、特点和要求。本章主要内容为互换性生产的含义、特征、分类、作用及其基本原理;标准的基本概念,标准化的意义与基本原理;优先数与优先数系的基本内容和特点,数值标准化的意义以及优先数系在标准化中的作用等。

第一节 互换性概述

一、互换性的含义

互换性是指在同一规格的一批零件或部件中,任取其一,不需经过挑选或修配就能装在机器上,并能满足其使用功能要求。例如,机器上丢了一个螺钉,可以按相同的规格装上一个;灯泡坏了,可以换个新的;自行车、缝纫机、钟表的零部件磨损了,也可以换上相同规格的新的零部件,即能满足使用要求。互换性是机械制造行业中产品设计和制造的重要原则,通常包括下述几部分:几何参数互换(如尺寸)、机械性能互换(如硬度、强度等),以及理化性能互换(如化学成分、导电性能等)等。本课程仅讨论几何参数的互换性。

所谓几何参数主要指尺寸大小、几何形状(包括微观几何形状及宏观几何形状)以及形面间的相互位置关系等。为了完全满足互换性的要求,同一规格的零、部件的几何参数做得完全一致是最理想的,但在实践中是不可能的,因为加工误差是永远存在的,同时几何参数做得完全一致,也是不必要的。在实际中只要求同一规格的零、部件的几何参数保持在一定的范围内,就能达到互换性的目的。这个允许零件几何参数的变动量就称为“公差”。

二、互换性的种类

按照互换性程度的不同,可把互换性分为完全互换性与不完全互换性两类。

1. 完全互换性

是指同种零、部件加工好以后,不需经过任何挑选、调整或修配等辅助处理,在功能上便具有彼此互相替换的性能。

2. 不完全互换性

是指同种零、部件加工好以后,在装配前需经过挑选、调整或修配等辅助处理,在功能上才具有彼此互相替换的性能。按实现方法的不同可分为以下几种。

(1)分组互换 是指同种零、部件加工好以后,在装配前要先进行检测分组,然后按组进行装配,仅仅同组的零、部件可以互换,组与组之间的零、部件不能互换。例如滚动轴承内、外圈滚道与滚动体的结合、活塞销与活塞销孔、连杆孔的结合,都是分组互换的。

(2)调整互换 是指同种零、部件加工好以后,在装配时要用调整的方法改变它在部件或机构中的尺寸或位置,方能满足功能要求。例如燕尾导轨中的调整镶条,在装配时要沿导轨移动方向调整它的位置,方可满足间隙的要求。

(3)修配互换 指同种零、部件加工之后,在装配时要用去除材料的方法改变它的某一实际尺寸的大小,方能满足功能上的要求。例如普通车床尾座部件中的垫板,在装配时要对其厚度再进行修磨,方可满足普通车床头、尾顶尖中心的等高要求。

从使用要求出发,人们总希望零件都能完全互换,实际上大部分零件也能做到。但有些情形,如受限于加工零件的设备精度,经济效益等因素,要做到完全互换就显得比较困难或不够经济,这时就只有采用不完全互换方法了。

对于标准化的部件,如滚动轴承,由于其精度要求较高,按完全互换的办法进行生产不尽合适,所以轴承内部零件的结合(内、外圈滚道与滚动体的结合)采用分组互换。而轴承内圈与轴,外圈与壳体孔等外部零件的结合,采用完全互换。前者通常称为内互换,后者通常称为外互换。所有标准化的部件,当其内部结合不宜采用完全互换时,可以采用不完全互换的办法,但其外部结合应尽可能采用完全互换,以便用户使用。

三、互换性的作用

广义来讲,互换性已经成为国民经济各个部门生产建设中必须遵循的一项原则。现代机械制造中,无论大量生产还是单件生产,都应遵循这一原则。任何机械的生产,其设计过程都是整机→部件→零件。无论设计过程还是制造过程,都要把互换性的原则贯彻始终。

从设计看,互换性可使其简便,因此可以在设计中选用具有互换性的标准化零、部件,从而使设计简化。另一方面,设计者在设计机械时,应充分考虑互换性要求,在满足功能要求的前提下,要使机构的组成零件尽可能少,公差尽可能放大,以便于制造和互换。

从制造看,互换性可方便于制造,以取得更好的技术经济效益。另一方面,制造者在制造机械时,亦应充分考虑互换性要求,如尽可能选用标准化的刀、夹、量具,工艺尽可能保持稳定。不仅被加工的零件能严格地控制在规定的公差之内,而且尽可能使其误差分布合理。

从使用看,互换性可使用户更换零、部件或修理方便,及时。这不仅给个人、家庭生活用品的使用,工厂生产带来极大益处,对军事武器、装备,其影响则更为重大。

第二节 几何量的检测

完工后的零件是否满足公差要求,要通过检测加以判断。检测包含检验与测量。几何量的检验是指确定零件的几何参数是否在规定的极限范围内,并作出合格性判断,而不必得出被测量的具体数值;测量是将被测量与作为计量单位的标准量进行比较,以确定被测量的具体数值的过程。检测不仅用来评定产品质量,而且用于分析产生不合格品的原因,及时调整生产、监督工艺过程,预防废品产生,检测是机械制造的“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,往往更有赖于检测精度的提高。

综上所述,合理确定公差与正确进行检测,是保证产品质量、实现互换性生产的必不可少的条件和手段。

第三节 标准化与优先数系

现代化生产的特点是品种多、规模大、分工细和协作多。为使社会生产有序地进行,必须通过标准化使产品规格品种简化,使分散的、局部的生产环节相互协调和统一。几何量的

公差与检测也应纳入标准化的轨道,标准化是实现互换性的前提。

一、标准

标准是对重复性事物和概念所作的统一规定,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。标准的范围极广,种类繁多,涉及到人类生活的各个方面。我国标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准。本课程研究的公差标准、检测器具和方法标准,大多属于国家基础标准。对需要在全国范围内统一的技术要求,应当制定国家标准,代号为 GB,对没有国家标准而又需要在全国某个行业范围内统一的技术要求,可制定行业标准,如机械标准(JB)等;对没有国家标准和行业标准而又需要在某个范围内统一的技术要求,可制定地方标准或企业标准,它们的代号分别为 DB, QB。

我国于 1988 年发布的《中华人民共和国标准化法》中规定,国家标准和行业标准又分为强制性标准和推荐性标准两大类。少量的有关人身安全、健康、卫生及环境保护之类的标准属于强制性标准,国家将用法律、行政和经济等各种手段来维护强制性标准的实施。大量的标准(80%以上)属于推荐性标准,推荐性国标的代号为 GB/T。推荐性标准也应积极采用,因为标准是科学技术的结晶,是多年实践经验的总结,它代表了先进的生产力,对生产具有普遍的指导意义。

在国际上,为了促进世界各国在技术上的统一,成立了国际标准化组织(简称 ISO)和国际电工委员会(简称 IEC),由这两个组织负责制定和颁发国际标准。我国于 1978 年恢复参加 ISO 组织后,陆续修订了自己的标准。修订的原则是,在立足我国生产实际的基础上向 ISO 靠拢,以利于加强我国在国际上的技术交流和产品互换。

二、标准化

标准化是指标准的制定、发布和贯彻实施的全部活动过程,包括从调查标准化对象开始,经试验、分析和综合归纳,进而制定和贯彻标准,以后还要修订标准等等。标准化是以标准的形式体现的,也是一个不断循环、不断提高的过程。标准化还是组织现代化生产的重要手段,是实现互换性的必要前提,是国家现代化水平的重要标志之一。它对人类进步和科学技术发展起着巨大的推动作用。

三、优先数和优先数系标准

工程上各种技术参数的简化协调和统一是标准化的重要内容。在机械设计中,常常需要确定很多参数,而这些参数往往不是孤立的,一旦选定,这个数值就会按照一定规律,向一切有关的参数传播。例如,螺栓的尺寸一旦确定,将会影响螺母的尺寸、丝锥板牙的尺寸、螺栓孔的尺寸以及加工螺栓孔的钻头的尺寸等。这种技术参数的传播扩散在生产实际中是极为普遍的。由于数值如此不断关联、不断传播,所以机械产品中的各种技术参数不能随意确定,否则会出现规格品种恶性膨胀的混乱局面,给生产组织、协调配套以及使用维护带来极大的困难。

为使产品的参数选择能遵守统一的规律,使参数选择一开始就纳入标准化轨道,必须对各种技术参数的数值作出统一规定。《优先数和优先数系》国家标准(GB321 - 80)就是其中最重要的一个标准,要求工业产品技术参数尽可能采用它。

GB321-80 中规定以十进制等比数列为优先数系,并规定了五个系列,它们分别用系列符号 R5, R10, R20, R40 和 R80 表示,其中前四个系列作为基本系列, R80 作为补充系列,仅用于分级很细的特殊场合。各系列的公比为

$$R5 \text{ 的公比 } q_5 = \sqrt[5]{10} \approx 1.60$$

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

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

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

$$R80 \text{ 的公比 } q_{80} = \sqrt[80]{10} \approx 1.03$$

优先数系的五个系列中任一个项值均为优先数,按公比计算得到的优先数的理论值,除 10 的整数幂外,都是无理数,工程技术上不能直接应用。实际应用的都是经过圆整后的近似值。根据圆整的精确程度,可分为

(1) 计算值 取五位有效数字,供精确计算用;

(2) 常用值 即经常使用的通常所称的优先数,取三位有效数字。

表 1-1 中列出了 1~10 范围内基本系列的常用值。如将表中所列优先数乘以 10, 100, ..., 或者乘以 0.1, 0.01, ..., 即可得到所有大于 10 或小于 1 的优先数。

表 1-1 优先数系的基本系列(摘自 GB321-80)

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	10.00	10.00	10.00	10.00
	2.00	2.00	2.00			4.50	4.50				
			2.12				4.75				

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。如在 R10 系列中每隔两项取值得到 R10/3 系列,即 1.00, 2.00, 4.00, 8.00, ..., 它是常用的倍数系列。

国家标准规定的优先数系分档合理,疏密均匀,有广泛的适用性,简单易记,便于使用。常见的量值,如长度、直径、转速及功率等分级,基本上都是按一定的优先数系进行的。本课程所涉及的有关标准里,诸如尺寸分段、公差分级及表面粗糙度的参数系列等,基本上都采用优先数系。

第四节 本课程的研究对象及任务

本课程是高职高专机械类相关专业的一门技术基础课,它与“机械制图”、“机械设计基础”等课程一样是机械设计的基础。本课程的研究对象是机械零部件的精度设计及其检测原理,即几何参数的互换性。在教学计划中,它是联系机械设计和机械制造工艺的纽带,是从基础课过渡到专业课的桥梁。

本课程的任务就是研究机械零部件精度设计的原则和方法,以及确保产品质量的检测技术。随着科学技术的迅猛发展和生产水平的不断提高,对机械产品的功能和质量的要求也越来越高。为了适应国民经济现代化进程的需要,必须学习和研究互换性与测量技术中的最新科研成果。

学生在学完本课程后应达到下列要求:

- (1)掌握互换性和标准化的基本概念;
- (2)了解本课程所介绍的各个公差标准和基本内容,掌握其特点和应用原则;
- (3)初步学会根据机器和零件的功能要求,选用合适的公差与配合,并能正确地标注到图样上;
- (4)掌握一般几何参数测量的基础知识;
- (5)了解各种典型零件的测量方法,学会使用常用的计量器具。

各类公差在国家标准的贯彻上都有严格的原则性和法规性,而在应用上却具有较大的灵活性,涉及的问题很多;零件的检测又具有较强的实践性。因此,学生通过本课程的学习,只能获得互换性与技术测量方面的基本知识、基本技能和基本训练,而牢固掌握和熟练运用本课程的知识,则有待于后续有关课程的学习及毕业后的实际工作锻炼。

习 题

- 1-1 什么叫互换性,互换性的分类有哪些?
- 1-2 在生产中采用的分组装配法,属于哪种类型的互换?
- 1-3 标准和互换性之间有何关系?
- 1-4 第一项为 10,按 R5 数系确定后五项优先数。
- 1-5 为何要采用优先数系? R5, R10, R20, R40 系列各代表什么?

第二章 光滑圆柱结合的公差与配合

本章的学习目的是掌握公差与配合的一般规律,为合理选择尺寸公差与配合,学习其他典型零件的公差与配合打下基础。本章主要内容为理解尺寸公差有关的基本术语及定义,明确尺寸公差带的特点;掌握选用尺寸公差等级及其数值的原则和方法;学会尺寸公差在图样上的表达方法。

光滑圆柱结合的公差与配合是机械工程方面重要的基础标准,它不仅用于圆柱体内、外表面的结合,也用于其他结合中由单一尺寸确定的部分,例如键结合中键宽与槽宽等。

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。为适应科学技术飞速发展,与国际标准接轨,经国家技术监督局批准,颁布了公差与配合标准《极限与配合》(GB/T1800.1-1997)、(GB/T1800.2-1800.3-1998)、(GB/T1804-1992),代替了1979年颁布的旧标准(GB/T1800-1804-79)中相应的部分内容。这些新标准是依据国际标准(ISO)制订的,尽可能地使我国的国家标准与国际标准一致。

第一节 基本术语及其定义

一、孔和轴

(一)孔

孔是指工件的圆柱形内表面,也包括其他内表面中由单一尺寸确定的部分。

(二)轴

轴是指工件的圆柱形外表面,也包括其他外表面中由单一尺寸确定的部分。

从装配关系看,孔是包容面,轴是被包容面;从广义方面看,孔和轴既可以是圆柱形的,也可以是非圆柱形的。图2-1中由标注尺寸 $D_1, D_2, \dots, D_6$ 所确定的部分皆为孔,而由 $d_1, d_2, \dots, d_4$ 所确定的部分皆为轴。

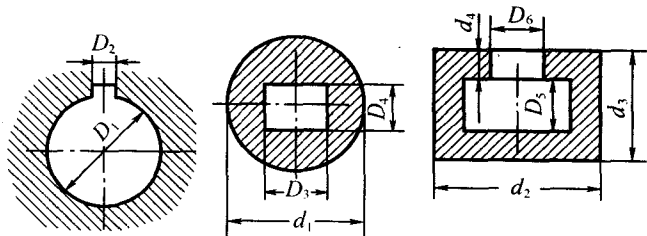


图 2-1 孔与轴的示意图

二、尺寸

(一)尺寸

用特定单位表示长度值的数值称为尺寸,如直径、长度、宽度、高度、深度等。

(二)基本尺寸

由设计给定的尺寸称为基本尺寸,一般要符合标准尺寸系列。孔用 D 表示,轴用 d 表示。

(三)实际尺寸

通过测量获得的尺寸称为实际尺寸,由于存在测量误差,实际尺寸并非被测尺寸的真值。孔用 D_a 表示,轴用 d_a 表示。

(四)极限尺寸

允许尺寸变化的两个界限值称为极限尺寸,其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。孔分别用 $D_{\max}$ 和 $D_{\min}$ 表示,轴分别用 $d_{\max}$ 和 $d_{\min}$ 表示。

三、偏差与公差

(一)尺寸偏差

某一尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为尺寸偏差(简称偏差)。偏差可以为正、负或零值。

1.上偏差

最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为上偏差。孔用 E_s 表示,轴用 e_s 表示。

2.下偏差

最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为下偏差。孔用 E_i 表示,轴用 e_i 表示。

孔和轴的上、下偏差分别用公式表示为

$$E_s = D_{\max} - D, \quad e_s = d_{\max} - d$$

$$E_i = D_{\min} - D, \quad e_i = d_{\min} - d$$

(二)尺寸公差

允许尺寸的变动量称为尺寸公差(简称公差)。公差等于最大极限尺寸与最小极限尺寸之差的绝对值;也等于上偏差与下偏差之差的绝对值。孔用 T_h 表示,轴用 T_s 表示。

孔和轴的公差分别用公式表示为

$$T_h = |D_{\max} - D_{\min}| = |E_s - E_i|$$

$$T_s = |d_{\max} - d_{\min}| = |e_s - e_i|$$

(三)尺寸公差带

1.尺寸公差带

在公差带图解中,由代表上、下偏差的两条直线所限定的一个区域称为尺寸公差带。它有两个基本参数,即公差带大小和公差带位置。公差带大小由标准公差确定,公差带位置由基本偏差确定,如图 2-2 所示。

2.基本偏差

标准中表列的,确定公差带相对零线位置的上偏差或下偏差称为基本偏差,一般为靠近

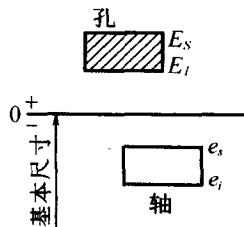


图 2-2 公差带图

或位于零线的那个极限偏差。

3. 标准公差

标准中表列的,确定公差带大小的任一公差称为标准公差。

四、配合与配合制

(一) 配合

基本尺寸相同,相互结合的孔和轴公差带之间的关系称为配合,如图 2-3 所示。

(二) 间隙和过盈

相互配合的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,其中“+”号代表间隙,数值代表间隙量的大小;当差值为负时称为过盈,用 Y 表示,其中“-”号代表过盈,数值代表过盈量的大小。

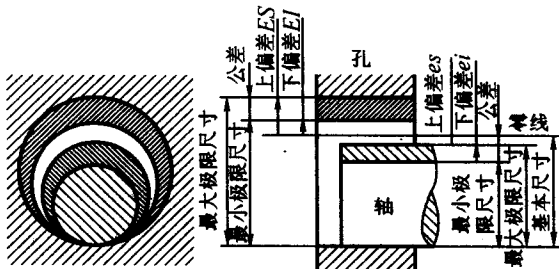


图 2-3 公差与配合的示意图

(三) 配合的种类

1. 间隙配合

具有间隙(包括最小间隙为零)的配合称为间隙配合。此时,孔的公差带在轴的公差带之上,如图 2-4 所示。

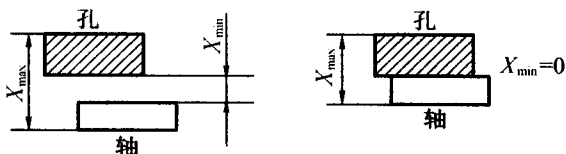


图 2-4 间隙配合

孔的最大极限尺寸减去轴的最小极限尺寸所得的代数差称为最大间隙,用 $X_{\max}$ 表示,即

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = E_s - e_i$$

孔的最小极限尺寸减去轴的最大极限尺寸所得的代数差称为最小间隙,用 $X_{\min}$ 表示,即

$$X_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = E_i - e_s$$

实际生产中,平均间隙更能体现配合性质,即

$$X_{av} = (X_{\max} + X_{\min})/2$$

2. 过盈配合

具有过盈(包括最小过盈为零)的配合称为过盈配合。此时,孔的公差带在轴的公差带之下,如图 2-5 所示。

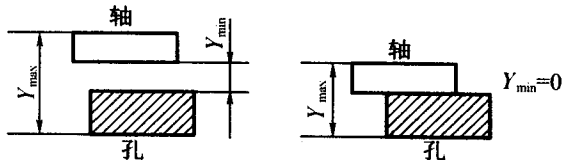


图 2-5 过盈配合

孔的最小极限尺寸减去轴的最大极限尺寸所得的代数差称为最大过盈,用 $Y_{\max}$ 表示,即

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = E_i - e_s$$

孔的最大极限尺寸减去轴的最小极限尺寸所得的代数差称为最小过盈,用 $Y_{\min}$ 表示,即

$$Y_{\min} = D_{\max} - d_{\min} = E_S - e_i$$

实际生产中,平均过盈更能体现配合性质,即

$$Y_{av} = (Y_{\max} + Y_{\min})/2$$

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 2-6 所示。

孔的最大极限尺寸减去轴的最小极限尺寸所得的代数差称为最大间隙,用 $X_{\max}$ 表示,即

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = E_S - e_i$$

孔的最小极限尺寸减去轴的最大极限尺寸所得的代数差称为最大过盈,用 $Y_{\max}$ 表示,即

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = E_I - e_s$$

实际生产中,过渡配合可能表现为平均间隙,也可能表现为平均过盈,即

$$X_{av} \text{ (或 } Y_{av}) = (X_{\max} + Y_{\max})/2$$

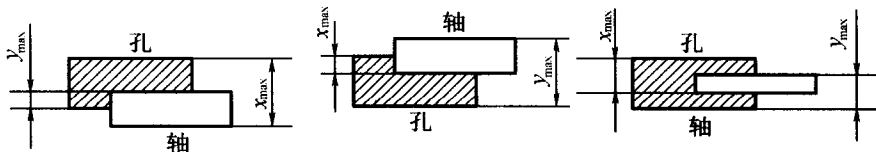


图 2-6 过渡配合

(四) 配合公差及配合公差带图

1. 配合公差

配合公差是指允许间隙或过盈的变动量。它是设计人员根据机器配合部位使用性能的要求对配合松紧变动的程度给定的允许值,表示配合精度,是评定配合质量的一个重要的综合指标。配合公差是一个没有正、负号,也不能为零的绝对值,用公式表示为

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

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

$$\text{对于过渡配合} \quad T_f = |X_{\max} - Y_{\max}|$$

将最大、最小间隙和过盈用孔、轴极限尺寸或极限偏差换算后代入上式,则得三类配合的配合公差共同公式为

$$T_f = T_h + T_s$$

根据此式,配合精度(配合公差)取决于相互配合的孔、轴的尺寸精度(尺寸公差)。

2. 配合公差带图

配合公差特性也可用配合公差带来表示。配合公差带的图示方法称为配合公差带图,它的特点如下。

(1) 零线代表间隙或过盈等于零;零线以上的纵坐标为正值,代表间隙;零线以下的纵坐标为负值,代表过盈;

(2) 符号 II 代表配合公差带,配合公差带上、下端线所对的纵坐标值表示孔、轴配合的极限间隙或极限过盈。当配合公差带 II 完全处在零线上方时,是间隙配合;当配合公差带 II 完



全处在零线下方时,是过盈配合;当配合公差带Ⅱ跨在零线上时,是过渡配合;

(3)配合公差带图直观地反映配合的性质和配合的精度。

例 2-1 计算三对配合的极限间隙或极限过盈、配合公差并画出公差带图和配合公差带图,并说明配合类别。

(1)孔 $\phi 50_{+0.025}^{+0.025}$ mm 与轴 $\phi 50_{-0.041}^{-0.041}$ mm;

(2)孔 $\phi 50_{+0.025}^{+0.025}$ mm 与轴 $\phi 50_{+0.043}^{+0.059}$ mm;

(3)孔 $\phi 50_{+0.025}^{+0.025}$ mm 与轴 $\phi 50_{+0.002}^{+0.018}$ mm。

解 (1)最大间隙

$$X_{\max} = E_s - e_i = +0.025 - (-0.041) = +0.066 \text{ mm}$$

最小间隙

$$X_{\min} = E_i - e_s = 0 - (-0.025) = +0.025 \text{ mm}$$

配合公差

$$T_f = |X_{\max} - X_{\min}| = | +0.066 - (+0.025) | = 0.041 \text{ mm}$$

此配合为间隙配合,其尺寸公差带图如图 2-7 所示。

(2)最大过盈

$$Y_{\max} = E_i - e_s = 0 - (+0.059) = -0.059 \text{ mm}$$

最小过盈

$$Y_{\min} = E_s - e_i = +0.025 - (+0.043) = -0.018 \text{ mm}$$

配合公差

$$T_f = |Y_{\min} - Y_{\max}| = | -0.018 - (-0.059) | = 0.041 \text{ mm}$$

此配合为过盈配合,其尺寸公差带图如图 2-8 所示。

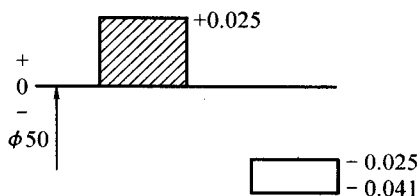


图 2-7

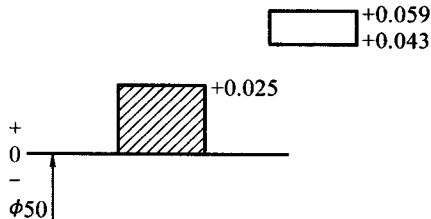


图 2-8

(3)最大间隙

$$X_{\max} = E_s - e_i = +0.025 - (+0.002) = +0.023 \text{ mm}$$

最大过盈

$$Y_{\max} = E_i - e_s = 0 - (+0.018) = -0.018 \text{ mm}$$

配合公差

$$T_f = |X_{\max} - Y_{\max}| = | +0.023 - (-0.018) | = 0.041 \text{ mm}$$

此配合为过渡配合,其尺寸公差带图如图 2-9 所示。

三类配合的配合公差带图如图 2-10 所示。

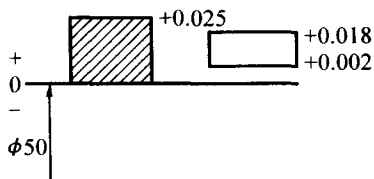


图 2-9

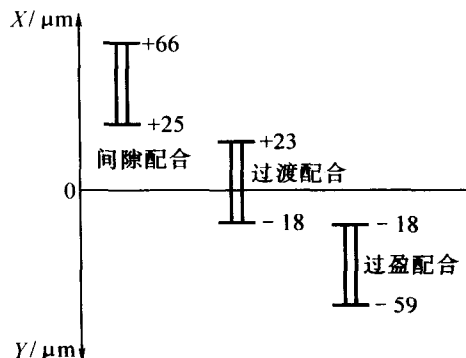


图 2-10

(五)配合制

配合制是限制孔和轴组成配合的一种制度,亦称基准制。标准对配合规定了两种配合制,即基孔制和基轴制配合。

1. 基孔制

基本偏差为一定的孔的公差带与不同基本偏差的轴的公差带形成各种配合的一种制度,如图 2-11 所示。基孔制配合中的孔称为基准孔,其代号为 H。标准规定,基准孔的下偏差为基本偏差,其数值为零。

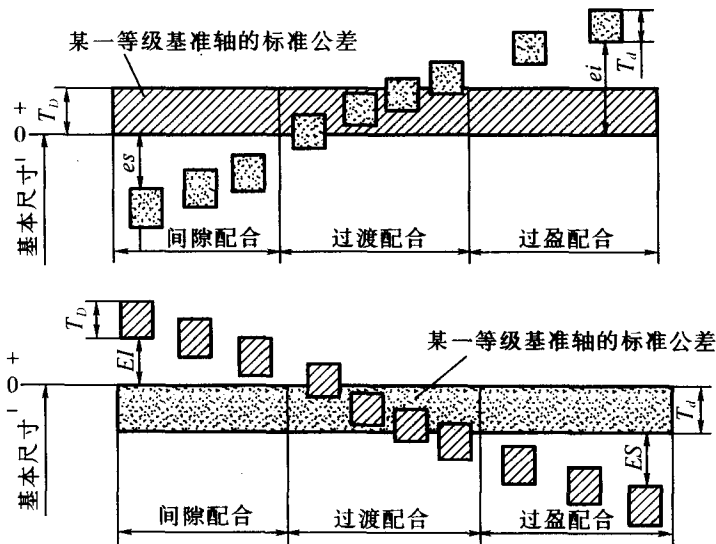


图 2-11 配合制

2. 基轴制

基本偏差为一定的轴的公差带与不同基本偏差的孔的公差带形成各种配合的一种制度,如图 2-11 所示。基轴制配合中的轴称为基准轴,其代号为 h。标准规定,基准轴的上偏差为基本偏差,其数值为零。