



GAOZHI GAOZHUAN JIXIE
XILIE JIAOCAI
高职高专机械系列教材

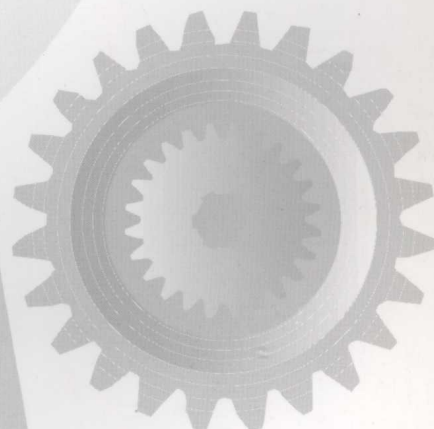
JIXIE

公差配合与技术测量

Gongcha Peihe yu Jishu Celiang

◎主编 邹吉权

◎副主编 闫红 姜秀华



重庆大学出版社

公差配合与技术测量

主 编 邹吉权
副主编 闫 红
姜秀华

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书内容包括绪论、尺寸公差与检测、测量技术基础、形位公差与检测、表面粗糙度及测量、圆锥的公差配合及测量、光滑极限量规、常用结合件的公差与检测以及渐开线圆柱齿轮的公差与检测等内容。每章后均附有习题。本书采用最新国家标准,内容简明扼要,理论联系实际,既可作为高等职业院校的教材,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

公差配合与技术测量/邹吉权主编. —重庆:重庆大学出版社,2004.7

(高职高专机械系列教材)

ISBN 7-5624-3144-2

I. 公... II. 邹... 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(2004)第 043019 号

公差配合与技术测量

主编 邹吉权

副主编 闫 红 姜秀华

责任编辑 曾令维 高鸿宽 版式设计:曾令维

责任校对 何建云 责任印制:张立全

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆铜梁正兴印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:11.75 字数:293 千

2004 年 6 月第 1 版 2004 年 6 月第 1 次印刷

印数:1—5 000

ISBN 7-5624-3144-2/TH·109

定价:16.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有 翻印必究

前言

《公差配合与技术测量》是高等职业技术学院机械类各专业的重要技术基础课,是联系机械设计和制造工艺的纽带。它包含几何量公差与误差检测两大方面的内容,把标准化和计量学两个领域的相关内容有机地结合在一起,与机械设计、机械制造以及质量控制等多方面密切相关,是机械工程技术人员和管理人员必备的基本知识和技能。

本书在编写过程中吸收了我校及兄弟院校多年的教学经验和科研成果,并力求形成以下特点:

(1)尽量结合高职高专的教学特点,深入浅出,理论联系实际;

(2)采用最新国家标准,在叙述基本概念的基础上,重点强调标准的应用能力;

(3)突出公差配合与技术测量的基本理论、基本知识,加强常用标准的应用和常用几何量测试基本技能的培养;

(4)为了便于自学和提高应用能力,书中增加了大量的应用实例,并在每章后配备了大量的习题;

(5)针对本课程实践性强的特点,除在教材中介绍一些常用的测量方法和原理之外,还编写了一本配套的实验指导书。

本书由邹吉权任主编,第1,4章由邹吉权编写,第2,7章由闫红编写,第8章由姜秀华编写,第3,9章由冯丽萍编写,第5,6章由潘洁萍编写。杨元良和张鑫参加了本书的资料整理和图形绘制等工作,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在疏忽和不足之处,恳请专家和广大读者批评指正。

编 者

2004年2月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 互换性与标准化概念	1
1.2 优先数与优先数系	3
1.3 本课程的任务	5
习题1	6
第2章 尺寸公差与检测	7
2.1 公差与配合的基本术语和定义	7
2.2 公差与配合国家标准的构成	12
2.3 公差与配合的应用	29
习题2	39
第3章 测量技术基础	41
3.1 概述	41
3.2 长度、角度量值的传递	42
3.3 计量器具与测量方法	45
3.4 测量误差	48
3.5 测量误差的处理	54
3.6 光滑工件尺寸的检测	58
习题3	63
第4章 形位公差与检测	65
4.1 概述	65
4.2 形状公差与误差	71
4.3 位置公差与误差	76
4.4 形位公差与尺寸公差的相关性要求	83
4.5 形位公差的选择	89
4.6 形位公差的检测原则	94
习题4	96
第5章 表面粗糙度及测量	99
5.1 概述	99
5.2 表面粗糙度的评定参数	100
5.3 表面特征代号及标注	103

5.4 表面粗糙度数值的选择·····	105
5.5 表面粗糙度的测量·····	107
习题5 ·····	109
第6章 圆锥的公差配合及测量 ·····	110
6.1 基本术语及定义·····	110
6.2 圆锥配合·····	114
6.3 圆锥公差·····	117
6.4 圆锥角和锥度的测量·····	120
习题6 ·····	121
第7章 光滑极限量规 ·····	122
7.1 基本概念·····	122
7.2 泰勒原则·····	123
7.3 量规公差带·····	124
7.4 量规设计·····	126
习题7 ·····	130
第8章 常用结合件的公差与检测 ·····	131
8.1 键联接的公差与检测·····	131
8.2 普通螺纹结合的公差与检测·····	142
8.3 滚动轴承的公差与配合·····	157
习题8 ·····	166
第9章 渐开线圆柱齿轮的公差与检测 ·····	168
9.1 对齿轮传动的使用要求·····	168
9.2 齿轮传递运动准确性的误差根源、评定指标和公差 ·····	169
9.3 齿轮传动平稳性的误差根源、评定指标和公差 ···	173
9.4 齿轮载荷分布均匀性的误差根源、评定指标和公差 ·····	175
9.5 齿轮侧隙的评定指标及其检测和极限偏差·····	177
9.6 渐开线圆柱齿轮精度·····	178
习题9 ·····	180
参考文献 ·····	182

第 1 章

绪 论

1.1 互换性与标准化概念

1.1.1 互换性的基本概念

在工厂的装配车间经常看到这样的情况,装配工人任意从一批相同规格的零件中取出其中一个装配到机器上,装配后机器就能正常工作。在日常生活中也有不少这样的例子,如轿车、自行车、手表的某个零件损坏后,买一个相同规格的零件,装好后就能照常使用,显得十分方便快捷。这些都是零件互换性的具体体现。互换性就是指机器零部件相互之间可以替换,而且保证使用要求的一种特性。

互换性在现代化大规模生产中有着十分重要的意义。在设计方面,按互换性进行设计,可以最大限度地采用标准件和通用件,从而减少设计绘图的工作量,也有利于计算机辅助设计;在制造方面,有利于组织大规模专业化生产;在使用方面,便于维修和售后服务。

互换性可以分为广义互换性和狭义互换性。广义互换性是指机器的零件在各种性能方面都具有互换性,如零件的几何参数、力学性能、抗腐蚀性、热变形、电导性等。狭义互换性是指机器的零部件只满足几何参数方面的要求,如尺寸、形状、位置和表面粗糙度的要求。本课程只研究零件几何参数方面的互换性。

按互换性的程度又可把互换性分为完全互换和有限互换。对于同一规格的零件,若不加挑选和修配就能装配到机器上去,并且能满足使用要求,这种互换就称为完全互换。有时虽然是同一规格的零件,但在装配时需要进行挑选或修配才能满足使用要求,这种互换称为有限互换。

完全互换一般用于大批量生产的标准零部件,如普通紧固螺纹制件、滚动轴承等。这种生产方式效率高,同时也有利于各生产单位和部门之间的协作。

有限互换多用于生产批量小和装配精度要求高的情况。当装配精度要求很高时,每个零件的精度也势必要求很高,这样会给零件的制造带来一定的困难。为了解决这一矛盾,在生产

中经常采用分组装配法和修配法。分组装配法的具体方法是,将零件的制造公差适当扩大到方便加工的程度,完工后按实际尺寸的大小把被装配的零件分成若干组,按对应组进行装配。分组越细,装配精度就越高,但应以满足装配精度为依据。分组太细将会降低装配效率,提高制造成本;分组太粗将不能保证装配精度要求。

对于单件小批量生产的高精度产品,在装配时往往采用修配法或调整法。这种生产方式效率低,但能获得高精度的产品。因此,在精密仪器和精密机床的生产中被广泛采用。

只有同一规格的零件才能够实现互换性,但规格相同的零件其实际尺寸或形状并不完全一致,在生产实际中不可避免地会产生加工误差。为了达到预定的互换性要求,必须将零部件的几何参数控制在一定的变动范围内,这个允许零件几何参数的变动范围称为公差。因此,为了使零部件具有互换性,首先必须对几何要素提出公差要求,只有在公差要求范围内的合格零件才能实现互换性。为了实现互换性的生产,对各种各样的公差要求还必须具有统一的术语、协调的数据及合适的标注方式,使从事机械设计或加工人员具有共同的技术术语和技术依据,并且设计生产过程较为方便、合理和经济,故必须制订公差标准。公差标准是对零件的公差和相互配合所制订的技术标准。

公差标准是实现互换性的基础,但仅有公差标准而无相应的检测措施还不足以保证实现互换性。只有通过技术测量,才能知道零件的几何参数误差是否在公差要求的范围内,零件是否合格,是否满足互换性要求。检测的目的不仅在于判断零件是否合格,而且还要根据检测的结果,分析产生废品的原因,以便采取改进措施。

1.1.2 标准化概念

标准化是社会生产的产物,反过来它又能推动社会生产的发展。标准是指对重复性事物和概念所做的同一规定。标准化包含了标准制订、贯彻和修订标准的全部过程。

在机械制造中,标准化是实现互换性的必要前提。

技术标准(简称标准)即技术法规,是从事生产、建设工作以及商品流通等的一种共同技术依据,它以生产实践、科学试验及可靠经验为基础,由有关方面协调制订,由主管部门批准,以特定形式发布,作为共同遵守的准则和依据。

标准可以按不同级别颁布。我国技术标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准4级。此外,从世界范围看,还有国际标准和区域性标准。

标准化是组织现代化大生产的重要手段,是实现专业化协作生产的必要前提,是科学管理的重要组成部分,是使整个社会经济合理化的技术基础,也是发展贸易、提高产品在国际市场竞争能力的技术保证。搞好标准化,对于快速发展国民经济、提高产品和工程建设质量、提高劳动生产率以及改善人民生活等都有着重要的作用。

1.1.3 公差标准发展概况

公差配合的标准化是标准化的一个重要组成部分,公差与配合等互换性标准是重要的基础标准,它是随着机械制造业的发展而产生和完善起来的。

19世纪初,资本主义机器化大工业迅速发展。由于需要扩大互换性生产的规模和控制机器备件供应,需要在工厂内部制订统一的公差与配合标准。20世纪初英国一家生产剪羊毛机的公司制订了最初的公差标准。1924年和1925年英国和美国分别发布了各自的公差标

准。1926 年成立了国际标准化协会 (ISA)。二次世界大战后,于 1947 年国际标准化协会重新建立并改称为国际标准化组织 (ISO)。其后由它陆续制订了一些国际公差标准。现在世界上发达国家都有各自的公差标准。

我国公差标准的建立和发展也是随着我国机械制造业的发展而逐步完善的。1944 年,我国曾颁布过中国工业标准 (CIS),但实际上并未执行。1955 年由第一工业机械部颁布了第一个公差与配合的部标准。1959 年由国家科委正式颁布了公差与配合的国家标准。1960 年由第一工业机械部颁布了圆柱齿轮公差部标准。以后又陆续颁布了表面粗糙度 (GB/T 1031—1995)、形状和位置公差 (GB/T 1182—1996)、普通螺纹公差与配合 (GB/T 197—1981)、键与花键公差 (GB/T 1095 ~ 1099—1979、GB/T 1144—1987) 等国家标准。

随着我国对外开放的深入和发展,世界制造业向中国转移的趋势越来越明显,中国必将成为世界制造业的中心。因此,我们应特别重视加强我国标准化工作,尽量使我国标准与国际标准融为一体,以发展国际贸易,参与国际市场的竞争。

1.2 优先数与优先数系

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的规律向一切有关参数传播。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钻头的尺寸等;复印机的规格与复印纸的尺寸有关,复印纸的尺寸则取决于书刊杂志的尺寸,复印机的尺寸又影响造纸机械、包装机等的尺寸,等等。这种技术参数的传播扩散在生产实际中是极为普遍的现象。

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做出统一的规定。国家标准 GB/T 321—1980《优先数和优先数系》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。

GB/T 321—1980 中规定以十进制等比数列为优先数系,并规定了 5 个系列,它们分别用系列符号 R5, R10, R20, R40, R80 表示,其中,前 4 个系列作为基本系列, R80 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 5 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 5 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 3 位有效数字。

表 1.1 优先数基本系列 (摘自 GB/T 321—1980)

基本系列 (常用值)				计算值
R5	R10	R20	R40	
1.00	1.00	1.00	1.00	1.000 0
			1.06	1.059 3
			1.12	1.122 0
			1.18	1.188 5
		1.25	1.25	1.258 9
			1.32	1.333 5
			1.40	1.412 5
			1.50	1.496 2
1.60	1.60	1.60	1.60	1.584 9
			1.70	1.678 8
			1.80	1.778 3
			1.90	1.883 6
		2.00	2.00	1.995 3
			2.12	2.113 5
			2.24	2.238 7
			2.36	2.371 4
2.50	2.50	2.50	2.50	2.511 9
			2.65	2.660 7
			2.80	2.818 4
			3.00	2.985 4
		3.15	3.15	3.162 3
			3.35	3.349 7
			3.55	3.548 1
			3.75	3.758 1
4.00	4.00	4.00	4.00	3.981 1
			4.25	4.217 0
			4.50	4.466 8
			4.75	4.731 5
		5.00	5.00	5.011 9
			5.30	5.308 8
			5.60	5.623 4
			6.00	5.956 6

续表

基本系列(常用值)				计算值
R5	R10	R20	R40	
6.30	6.30	6.30	6.30	6.309 6
			6.70	6.683 4
			7.10	7.079 5
			7.50	7.498 0
		8.00	8.00	7.943 3
			8.50	8.414 0
			9.00	8.912 5
			9.50	9.440 5
10.00	10.00	10.00	10.00	10.00

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, …, 或乘以 0.1, 0.01, …, 即可得到所有 >10 或 <1 的优先数。

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, 如 1.00, 2.00, 4.00, 8.00, …, 即是常用的倍数系列。

国家标准规定的优先数系分档合理, 疏密均匀, 简单易记, 便于使用, 有广泛的实用性。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中, 诸如尺寸分段、公差分级及表面粗糙度的参数系列等, 基本上采用优先数系。

1.3 本课程的任务

本课程是机械类各专业的一门重要技术基础课, 是联系设计课程与工艺课程的纽带, 是从基础课学习过渡到专业课学习的桥梁。

本课程是从保证产品的高质量和如何实现互换性的角度出发, 围绕误差与公差这两个基本概念, 研究如何解决使用要求与制造要求的矛盾。

学生在学习本课程之前, 应具有一定的理论知识和初步的生产实践知识, 能读图并懂得图样的注法; 学生完成本课程的学习任务之后, 初步达到:

- 1) 建立几何参数互换性与标准化的基本概念。
- 2) 了解各种几何参数有关公差标准的基本内容和主要规定。
- 3) 会初步选用公差和配合; 对常见的公差要求会正确标注和解释, 并能查用有关表格。
- 4) 会正确选择、使用生产现场的常用量具和仪器, 能对一般几何量进行综合检测和数据处理。
- 5) 会设计光滑极限量规。

总之, 本课程的任务在于使学生获得机械工艺技术人员所必须具备的几何量公差与检测方面的基本知识和技能。

习 题 1

- 1.1 什么是互换性？它在机械制造中有何重要意义？并举例说明。
- 1.2 试述完全互换与有限互换的区别，各用于何种场合？
- 1.3 公差、检测、标准化与互换性有什么关系？
- 1.4 什么是优先数系？为什么要采用优先数系？我国的国家标准采用了哪些优先数系？

第 2 章

尺寸公差与检测

要实现零件的互换性,除统一其结构和尺寸外,还应统一规定公差与配合,这是保证互换性的基本措施之一,而公差与配合标准是基本的互换性标准。

完工的零件和产品是否满足公差要求,要靠正确的测量检验来保证。因此,尺寸检测是保证互换性生产的又一基本技术措施。

本章内容主要阐述公差与配合国家标准(GB/T 1800—1804)的构成规律和特征及有关尺寸检测标准。

2.1 公差与配合的基本术语和定义

为了正确理解和应用公差配合标准,必须了解以下术语和定义。

2.1.1 与尺寸有关的术语和定义

(1) 基本尺寸

设计给定的尺寸。它是根据零件的强度、刚度、结构和工艺性等要求确定的。设计时应尽量采用标准尺寸,以减少加工所用刀具、量具的规格。基本尺寸的代号:孔用 D ,轴用 d 表示。

(2) 实际尺寸

通过测量所得的尺寸。由于存在测量误差,所以实际尺寸并非尺寸的真值。同时由于形状误差等影响,零件同一表面不同部位的实际尺寸往往是不等的。实际尺寸的代号:孔用 D_a 、轴用 d_a 表示。

(3) 极限尺寸

允许尺寸变化的两个界限值。两个极限尺寸中较大的一个称最大极限尺寸,较小的一个称最小极限尺寸。

极限尺寸可大于、小于或等于基本尺寸。合格零件的实际尺寸应在两极限尺寸之间。极限尺寸的代号:孔用 $D_{\max}$ 、 $D_{\min}$,轴用 $d_{\max}$ 、 $d_{\min}$ 表示。

2.1.2 与公差偏差有关的术语和定义

(1) 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。

实际尺寸减其基本尺寸所得的代数差,称为实际偏差。极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差,称为极限偏差。极限偏差有两个:

最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差,称为上偏差。孔的上偏差以代号 ES 表示,轴的上偏差以 es 表示,即:

$$ES = D_{\max} - D$$

$$es = d_{\max} - d$$

最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差,称为下偏差。孔的下偏差以代号 EI 表示,轴的下偏差以代号 ei 表示。以公式表示为:

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

$$ei = d_{\min} - d$$

为方便起见,通常在图样上标注极限偏差而不标极限尺寸。

偏差可以为正、负或零值。当极限尺寸大于、小于或等于基本尺寸时,其极限偏差便分别为正、负或零值。

(2) 尺寸公差

允许尺寸的变动量,称为尺寸公差,简称公差。以代号 T 表示。

公差等于最大极限尺寸与最小极限尺寸的代数差。也等于上偏差与下偏差的代数差。

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

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

由上述可知,公差总为正值。

关于尺寸、公差与偏差的概念可用如图 2.1 所示的公差与配合示意图表示。

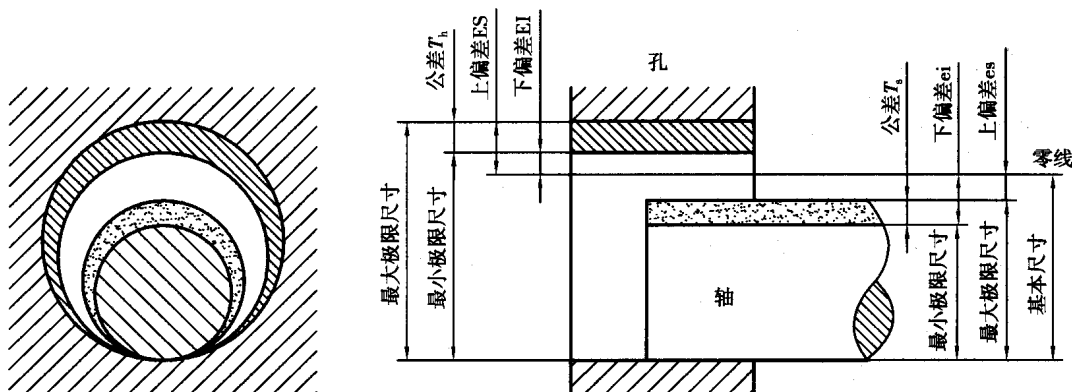


图 2.1 公差与配合示意图

例 2.1 计算如图 2.2 中所示孔、轴的极限尺寸和公差。

解 孔、轴基本尺寸: $D = d = 30 \text{ mm}$

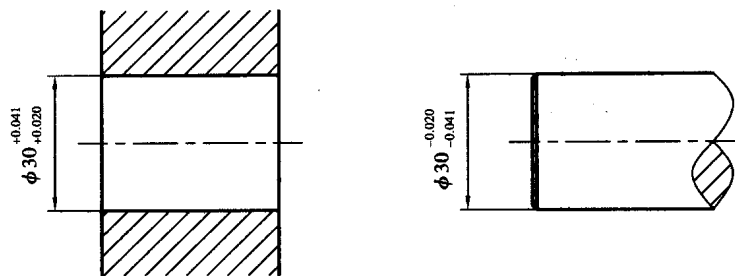


图 2.2

孔的上偏差: $ES = +0.041 \text{ mm}$

孔的下偏差: $EI = +0.020 \text{ mm}$

孔的最大极限尺寸:

$$D_{\max} = D + ES = 30 + 0.041 \text{ mm} = 30.041 \text{ mm}$$

孔的最小极限尺寸:

$$D_{\min} = D + EI = 30 + 0.020 \text{ mm} = 30.020 \text{ mm}$$

孔公差:

$$T_h = |ES - EI| = |0.041 - 0.020| \text{ mm} = 0.021 \text{ mm}$$

轴的上偏差:

$$es = -0.020 \text{ mm}$$

轴的下偏差:

$$ei = -0.041 \text{ mm}$$

轴的最大极限尺寸:

$$d_{\max} = d + es = 30 + (-0.020) \text{ mm} = 29.980 \text{ mm}$$

轴的最小极限尺寸:

$$d_{\min} = d + ei = 30 + (-0.041) \text{ mm} = 29.959 \text{ mm}$$

轴公差:

$$T_s = |es - ei| = |-0.020 - (-0.041)| \text{ mm} = 0.021 \text{ mm}$$

(3) 公差带

在分析公差与配合时,需要作图。但因公差数值与尺寸数值相差甚远,不使用同一比例。因此,在作图时,只画出放大的孔和轴的公差图形,这种图形称为公差带图。也称为公差与配合图解。

如图 2.1 所示的公差与配合示意图可作成如图 2.3 所示的公差与配合图解。在作图时,先画一条横坐标代表基本尺寸的界线,作为确定偏差的基准线,称为零线。再按给定比例画两条平行于零线的直线,代表上偏差和下偏差。这两条直线所限定的区域称为公差带,线间距即为公差。正偏差位于零线之上,负偏差位于零线之下。在零线处注出基本尺寸,在公差带的边界线旁注出极限偏差值,单位用 μm 或 mm 皆可。

公差带由“公差带大小”和“公差带位置”两个要素组成。

2.1.3 与配合有关的术语和定义

配合是指基本尺寸相同的相互结合的孔轴公差带之间的关系。这种关系决定着配合的松

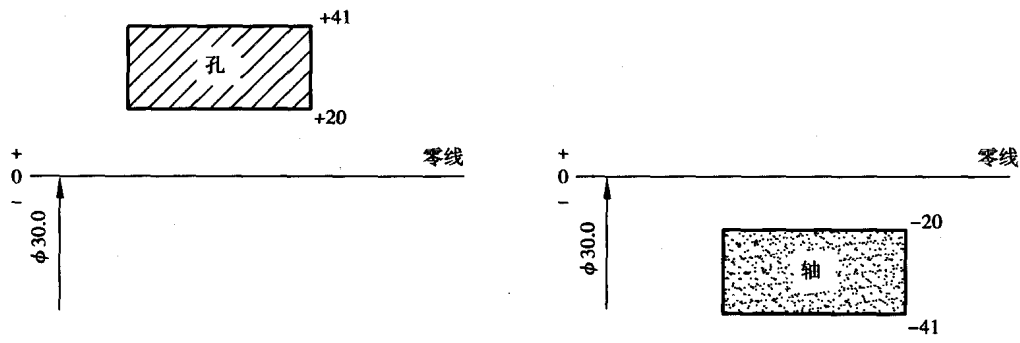


图 2.3 公差带图

紧程度。而这松紧程度是用间隙和过盈来描述的。

(1) 间隙或过盈

在孔与轴的配合中,孔的尺寸减去轴的尺寸所得的代数差称为间隙或过盈。当差值为正时是间隙,用 X 表示,为负时是过盈,用 Y 表示。

配合按其出现间隙或过盈的不同分为间隙配合、过盈配合和过渡配合。

(2) 间隙配合

对于一批孔、轴,任取其中一对相配,具有间隙(包括最小间隙等于零)的配合,称为间隙配合。此时,孔的公差带完全在轴的公差带之上,如图 2.4(a)所示。

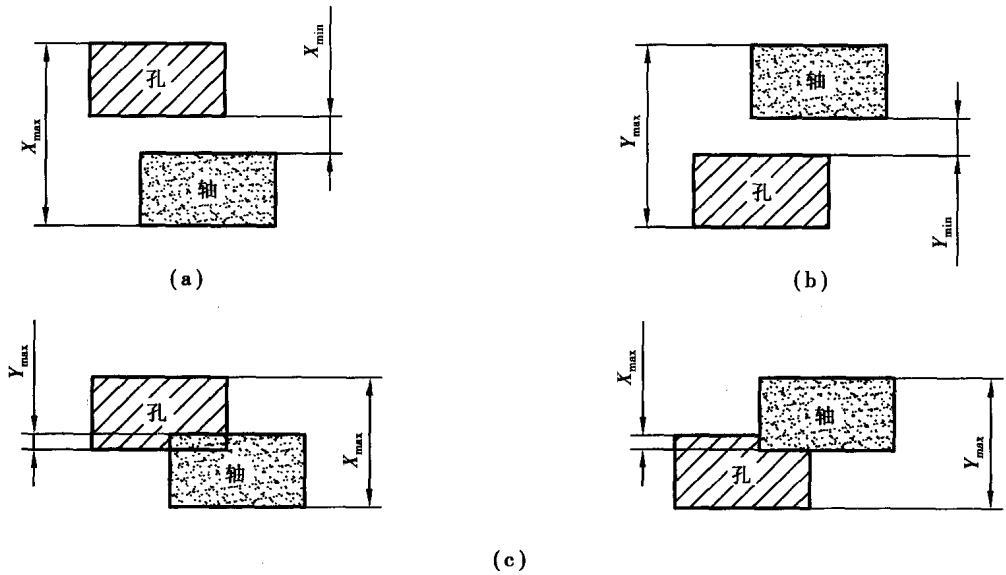


图 2.4 配合种类

(a)间隙配合 (b)过盈配合 (c)过渡配合

由于孔和轴的实际尺寸在各自的公差带内变动,因此,装配后各对孔、轴间的间隙也是变动的。当孔制成最大极限尺寸,轴制成最小极限尺寸时,装配后得到最大间隙($X_{\max}$);反之,得到最小间隙($X_{\min}$),即

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

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

间隙配合的平均松紧程度用平均间隙描述,它是最大间隙与最小间隙的平均值。即

$$X_c = \frac{1}{2}(X_{\max} + X_{\min})$$

(3) 过盈配合

对于一批孔、轴,任取一对相配,具有过盈(包括最小过盈等于零)的配合,称为过盈配合。此时,孔的公差带完全在轴的公差带之下,如图 2.4(b) 所示。同样,各对孔、轴间的过盈也是变化的。

孔制成最大极限尺寸,轴制成最小极限尺寸,装配后得到最小过盈($Y_{\min}$);孔制成最小极限尺寸、轴制成最大极限尺寸,装配后得到最大过盈($Y_{\max}$)。

平均过盈为最大过盈和最小过盈的平均值,即

$$Y_{\min} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$$

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$$

$$Y_c = \frac{1}{2}(Y_{\max} + Y_{\min})$$

(4) 过渡配合

对于一批孔、轴,任取其中一对相配,可能具有间隙也可能具有过盈的配合。此时,孔的公差带与轴的公差带相互交叠,如图 2.4(c) 所示。过渡配合中,各对孔、轴间的间隙或过盈也是变化的。当孔制成最大极限尺寸,轴制成最小极限尺寸时,装配后得到最大间隙;当孔制成最小极限尺寸,轴制成最大极限尺寸时,装配后得到最大过盈。

过渡配合的平均松紧程度,可能是平均间隙,也可能是平均过盈。当相互交叠的孔公差带高于轴公差带时,为平均间隙;当相互交叠的孔公差带低于轴公差带时,为平均过盈。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,所得值为正时,则为平均间隙,为负时则为平均过盈。即

$$X_c(Y_c) = \frac{1}{2}(X_{\max} + Y_{\max})$$

(5) 配合公差

允许间隙或过盈的变动量称为配合公差,以 T_f 表示。其计算公式为:

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

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

$$\text{过渡配合: } T_f = |X_{\max} - Y_{\max}|$$

上述三式中间隙配合可写成:

$$\begin{aligned} T_f &= |(D_{\max} - d_{\min}) - (D_{\min} - d_{\max})| \\ &= |(D_{\max} - D_{\min}) + (d_{\max} - d_{\min})| \\ &= T_h + T_s \end{aligned}$$

同理,过盈、过渡配合也可写成:

$$T_f = |Y_{\min} - Y_{\max}| = T_h + T_s$$

$$T_f = |X_{\max} - Y_{\max}| = T_h + T_s$$

各类配合的配合公差均为孔公差与轴公差之和,即