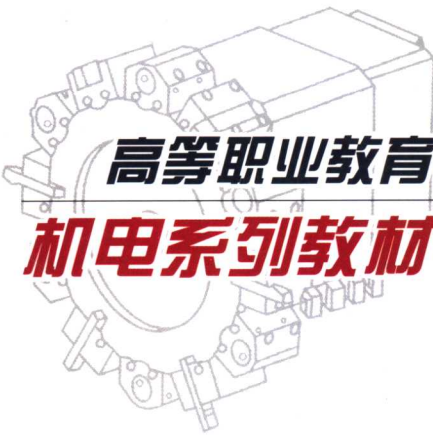
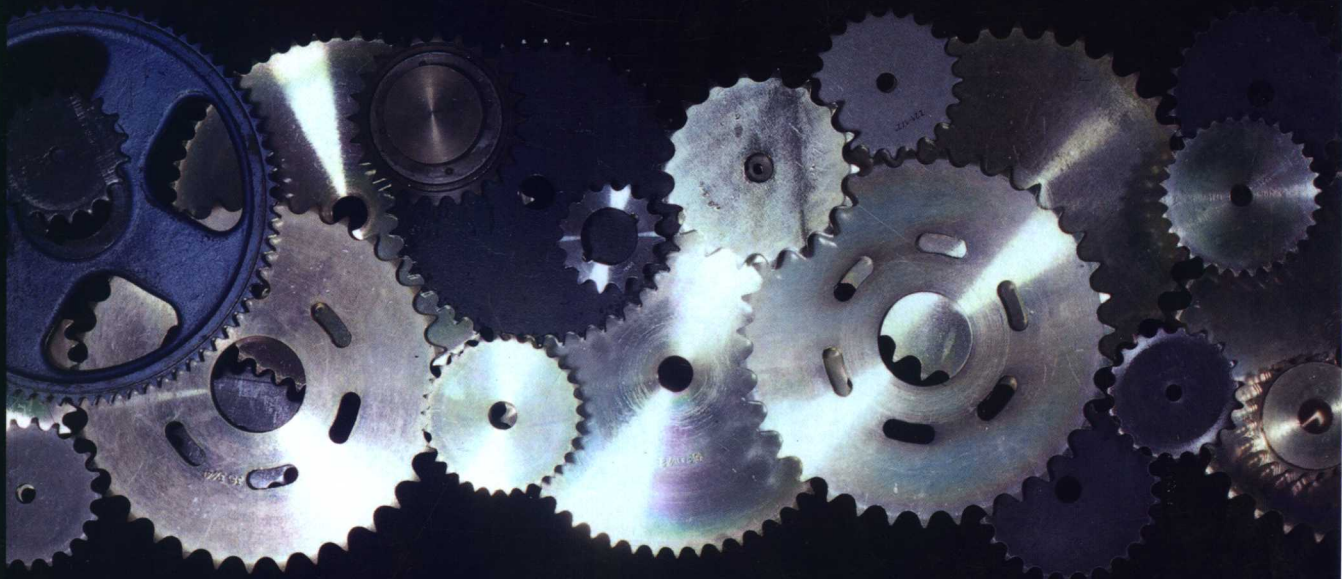




高等职业教育
机电系列教材

公差配合与 检测技术

■ 陈舒拉 主编 ■ 杨淑珍 马凤岚 副主编 ■ 陈根琴 陈智刚 主审



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TG801
281
L

高等职业教育机电系列教材

公差配合与检测技术

陈舒拉 主编

杨淑珍 马凤岚 副主编

陈根琴 陈智刚 主审

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

公差配合与检测技术/陈舒拉主编. —北京: 人民邮电出版社, 2007.8
(高等职业教育机电系列教材)

ISBN 978-7-115-16204-5

I. 公... II. 陈... III. ①公差—配合—高等学校 ②技术学校—教材 ③技术测量—高等学校 ④技术学校—教材 IV. TG801

中国版本图书馆CIP数据核字 (2007) 第 064908 号

内 容 提 要

本书为高等职业技术学院机械类和机电类专业的技术基础课教材。全书共 11 章, 分上、下两篇, 包括绪论, 孔、轴的公差与配合, 测量技术基础, 形状和位置公差与检测, 表面粗糙度与检测, 光滑工件尺寸检验与光滑极限量规, 滚动轴承的公差与配合, 圆锥的互换性与检测, 键和花键的互换性与检测, 螺纹的互换性与检测, 渐开线圆柱齿轮的公差与检测。

本书以贯彻国家最新标准为主线, 在讲清楚基础理论的同时, 特别加强了实际应用及工程实例的介绍。每章前均有课前导读, 各章后有思考题与习题, 还附有解題和设计所必需的有关公差表格, 以方便教学与读者自学。

本书也可作为职工大学以及函授大学的教材, 并可供从事机械设计、制造工艺、计量测试等工作的工程技术人员参考。

高等职业教育机电系列教材

公差配合与检测技术

-
- ◆ 主 编 陈舒拉
 - 副 主 编 杨淑珍 马凤岚
 - 主 审 陈根琴 陈智刚
 - 责任编辑 潘新文
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京华正印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 14.5
字数: 351 千字
印数: 1—3,000 册
 - 2007 年 8 月第 1 版
2007 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-16204-5/TN

定价: 23.00 元

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223

编者的话

“公差配合与检测技术”是高等职业技术学院机械类、仪器仪表类和机电相结合类专业必需的主干技术基础课，是联系基础课及其他技术基础课与专业课的纽带与桥梁，是从事机电技术类各岗位人员必备的基础知识，涉及机械产品及其零件的设计、制造、维修、质量控制和生产管理等多方面技术问题，在生产中具有广泛的实用性。

本书是按照高职高专教学所需内容编写的，教学内容以贯彻国家最新标准为主线，以工程应用为目的，并融入了编者多年来在教学实践中积累的经验，具有以下特点。

(1) 理论适度，以够用为准则。在讲清基础理论的同时，特别加强了实际应用及工程实例的介绍，做到理论联系实际，学以致用。

(2) 以传统内容为主，但在内容的编排上力求创新。全书共 11 章，分为上、下两篇，第 1 章～第 6 章为上篇，讲授公差与配合国家标准内容中的基础知识；第 7 章～第 11 章为下篇，讲授公差配合在典型表面上的具体应用。各章独立，脉络清晰，读者可以根据需要进行取舍。

(3) 根据读者的认知规律，将每一章的教学内容明确分成 3 个层次，即基础知识、重点知识和难点知识，以课前导读的形式给予提示，引导学生以尽可能少的时间把握知识的要点和实用点。

(4) 为了方便学生进行课程设计（即大型作业）和毕业设计，本书收录了适量的公差表格，以附录的形式列于书后。

本书由江西机电职业技术学院陈舒拉担任主编。参加本书讨论及资料整理工作的还有赵雪花、邢闽芳、柴崇春、王调品、王秋平、张荣、孙云等。本书由江西现代职业技术学院陈智刚教授和江西机电职业技术学院陈根琴副教授共同担任主审，并对书稿提出了许多宝贵的修改意见。本书在编写过程中，还得到了江西机电职业技术学院邓晓阳、聂林水、殷立君、胡凤翔等同志的大力支持，以及公差教研室胡立炜、杨淑珍、谢雪茹、马凤岚等同志的密切配合，在此一并表示真诚的谢意。

限于编者水平，书中难免存在错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编者

2006 年 12 月于江西南昌

目 录

上篇 基础部分

第1章 绪论	1
1.1 互换性概述	1
1.2 加工误差、公差及检测	2
1.3 标准化与优先数系	3
1.4 本课程的特点和学习任务	5
思考题与习题	6
第2章 孔、轴的公差与配合	7
2.1 基本术语及定义	7
2.2 公差与配合的标准化	14
2.3 公差与配合的选择	28
2.4 公差配合选用示例	36
思考题与习题	39
第3章 测量技术基础	40
3.1 概述	40
3.2 测量器具和测量方法的分类	43
3.3 测量误差及数据处理	48
思考题与习题	56
第4章 形状和位置公差及其检测	57
4.1 概述	57
4.2 形状公差和位置公差	60
4.3 形位公差的标注	67
4.4 公差原则	72
4.5 形位公差的选择	81
4.6 形位误差的检测	93
思考题与习题	110
第5章 表面粗糙度与检测	113
5.1 概述	113

5.2 表面粗糙度国家标准	114
5.3 表面粗糙度参数及其参数值的选用	117
5.4 表面粗糙度代号及其标注方法	120
5.5 表面粗糙度的检测	123
思考题与习题	124
第6章 光滑工件尺寸检验与光滑极限量规	125
6.1 光滑工件尺寸检验	125
6.2 光滑极限量规设计	130
思考题与习题	136
下篇 典型件部分	
第7章 滚动轴承的公差与配合	137
7.1 滚动轴承的分类及公差特点	137
7.2 滚动轴承配合件公差及选用	140
思考题与习题	146
第8章 圆锥的互换性与检测	147
8.1 概述	147
8.2 圆锥公差	150
8.3 圆锥配合	154
8.4 角度和锥度的检测	156
思考题与习题	159
第9章 键和花键的互换性与检测	160
9.1 单键结合的互换性	160
9.2 矩形花键结合的互换性	163
9.3 键和花键的检测	168
思考题与习题	169
第10章 螺纹的互换性与检测	171
10.1 螺纹几何参数误差对互换性的影响	171
10.2 普通螺纹的公差与配合	176
10.3 螺纹的检测	182
思考题与习题	184
第11章 渐开线圆柱齿轮的公差与检测	185
11.1 齿轮的使用要求及3个公差组	185

11.2 单个齿轮的评定指标及其检测	186
11.3 齿轮副的评定指标及其检测	197
11.4 渐开线圆柱齿轮精度标准	198
思考题与习题	208
附录	209
附表 1 轴的极限偏差	209
附表 2 孔的极限偏差	213
附表 3 公差等级的应用举例	219
附表 4 孔用极限量规形式和尺寸	221
附表 5 轴用极限量规形式和尺寸	222
参考文献	224

上篇 基础部分

第1章 绪 论

课前导读 本章从机械产品的互换性要求出发,引出误差、公差、检测和标准化等概念,综述它们之间的联系,并对学习任务提出明确要求。

基础知识 互换性的概念、分类和作用。

重点知识 明确公差、检测及标准化是保证互换性生产得以实现的条件。

难点知识 优先数系。

1.1 互换性概述

1.1.1 互换性的概念

机械制造中的互换性是指同一规格的一批零件或部件,不经选择、修配或调整,就能与其他零部件安装在一起而组成一台机器,并且能达到规定的使用性能要求。可见,互换性表现为对产品零部件装配过程中的3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,满足预定的使用性能要求。

上述为狭义的互换性概念,广义上讲,互换性是指一种产品、过程或服务能够代替另一种产品、过程或服务,且满足同样要求的能力。

互换性在日常生活中随处可见。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;自行车或钟表的零部件磨损了,同样可以换个新的。计算机中的硬盘和内存条等零部件也都具有互换性。

1.1.2 互换性的作用

互换性的作用主要有如下3个方面。

(1) 设计方面

可以最大限度地采用标准件和通用件,极大地简化了绘图和计算工作,缩短了设计周期,有利于产品更新换代和CAD技术的应用。

(2) 制造方面

有利于组织专业化协作生产,使用专用设备和CAM技术,使加工过程和装配过程实现

机械化、自动化,提高产品质量,降低生产成本。

(3) 维修方面

可以及时更换已经磨损或损坏的零件,节约了使用者的维修费用,提高了机器的使用价值。

总之,互换性是现代化生产中必须遵守的重要的技术、经济原则。

1.1.3 互换性的分类

按不同场合对于零部件互换的形式和程度的不同要求,互换性可以分为完全互换性和不完全互换性两类。

完全互换性简称互换性,以零部件装配或更换时不需要挑选、修配为条件。孔和轴加工后只要符合设计的规定要求,就具有完全互换性。

不完全互换性也称有限互换性,在零部件装配时允许有附加条件的选择或调整。对于不完全互换性可以采用分组装配法、调整法等来实现。一般来讲,当零部件的装配精度要求很高时,宜采用不完全互换性。

对标准部件或机构来讲,其互换性又可分为内互换性和外互换性。内互换性指部件或机构内部组成零件间的互换性;外互换性指部件或机构与其相配合件间的互换性。例如,滚动轴承内、外圈滚道直径与滚动体(滚珠或滚柱)直径间的配合为内互换性,滚动轴承内圈内径与传动轴的配合、滚动轴承外圈外径与壳体孔的配合为外互换性。

1.2 加工误差、公差及检测

零件的几何形体参数大多是通过加工得到的,但任何加工方法都不可能把零件加工得绝对准确,而总会在尺寸、形状和相互位置这3个方面存在一定的加工误差。

例如,直径为100mm的轴,工作时若与孔相配合,按中等精度要求,它的误差一般不能超过0.035mm。须知,一般人的头发直径约为0.07mm。

又如,车间用的630mm×400mm划线平板,即使是最低等级的3级精度平板,其工作面的平面度误差也不得超过0.07mm。

再如,普通车床的主轴前顶尖与尾座后顶尖在装配后应保持等高(轴线重合),一般它的最大误差不允许超过0.01mm。

从上述例子可以看出,要保证产品及其零部件的使用要求,必须将加工误差控制在一定的范围内。实际上,只要零部件的几何参数误差在规定的范围内,就能满足互换性的要求。

允许零件几何参数的变动量称为“公差”。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,而公差是设计人员给定的。设计者的任务就在于正确地确定公差,并把它在图样上明确地表示出来。也就是说,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。

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,而且用于分析产品不合格的原因,以便及时调整生产,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。

由此可见,合理确定公差并正确进行检测,是保证产品质量、实现互换性生产的两个必不可少的条件和手段。

1.3 标准化与优先数系

1.3.1 标准和标准化

1. 标准

标准是指为了在一定的范围内获得最佳秩序,对活动或其结果规定共同的和重复使用的规则、导则或特性的文件。

2. 标准化

标准化是指为了在一定的范围内获得最佳秩序,对实际或潜在的问题制定共同的和重复使用的规则的活动。

标准化工作包括制定标准、发布标准、组织实施标准和对标准的实施进行监督的全部活动过程。标准化是个不断循环且不断提高其水平的过程。

标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准。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/T。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,如机械行业标准(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,分别用 DB 或 QB 表示。

建立并正确贯彻实施标准,就可以保证产品质量,缩短生产周期,便于开发新产品和协作配套,提高企业管理水平。现代化程度越高,对标准化的要求也就越高。

标准化是社会化生产的产物。在近代工业兴起和发展的过程中,标准化显得日益重要起来。早在 19 世纪,标准化的应用就非常广泛,特别在国防、造船、铁路运输等行业中的应用更为突出。20 世纪初期,一些资本主义国家相继成立全国性的标准化组织机构,推进了本国的标准化事业。此后,随着生产的发展,国际间的交流越来越频繁,出现了地区性和国际性的标准化组织。1947 年成立了国际标准化组织(ISO)。现在,这个世界上最大的标准化组织正成为联合国甲级咨询机构。据统计,ISO 制定了约 8 000 多个国际标准。我国在 1978 年恢复为 ISO 成员国,1982 年、1985 年两届当选为 ISO 理事国,现已开始承担 ISO 技术委员会秘书处工作和国际标准起草工作。

总之,标准化是发展贸易、提高产品在国际市场上竞争能力的技术保证。提高标准化,对于高速发展国民经济、提高产品和工程建设质量、提高劳动生产率、搞好环境保护和安全生产、改善人民生活等都有重要作用。

1.3.2 优先数和优先数系

1. 优先数系

在产品的设计、制造和使用中,各种产品的尺寸参数和性能参数都需要通过数值来表达。而这个数值会按一定的规律向一切相关的参数指标传播扩散。如动力机械功率和转速确定以后,将会传播到机器本身的轴、轴承、齿轮和键等一系列零部件的尺寸和材料特性参数上,同时还会传播到加工和检验这些零件的刀具、夹具、量具和专用机床等相应的参数上。这种技术参数的传播在生产中极为普遍,如不对产品的技术参数加以规定和限制,这样的传播势必会造成尺寸规定的繁复杂乱,以致给组织生产、协作配套、使用维修等带来很多困难,因此,规定统一的数值标准是标准化的重要内容。

那么,什么样的数系最能满足工程要求呢?

在标准化初期常采用算术级数构成的数系,即等差数列,如 1, 2, 3, 4...其数值是逐渐增长的,但相对差 $\frac{a_n - a_{n-1}}{a_{n-1}} \times 100\%$ 不为常数,随着数值的增长,相对差越来越小,造成疏密不均,小规格太疏,大规格太密的不合理现象。等差数列还有一个缺点,就是经过工程技术上的运算后不再呈原有规律,如轴径为算术级数 $d_1, d_2, d_3 \dots$ 则面积 $F_1 = \frac{\pi}{4} d_1^2, F_2 = \frac{\pi}{4} d_2^2, F_3 = \frac{\pi}{4} d_3^2 \dots$ 显然 $F_1, F_2, F_3 \dots$ 不再是算术级数。

而采用等比数列构成的系数可避免上述缺点,国家标准规定十进等比数列为优先数系,并规定了 5 个系列,分别用系列符号 R5、R10、R20、R40 和 R80 表示,称为 Rr 系列。其中前 4 个系列是常用的基本系列,而 R80 则作为补充系列,仅用于分级很细的特殊场合,如表 1-1 所示。

表 1-1 优先数系的基本系列

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	10.00	10.00	10.00	10.00
	2.00	2.00	2.00			4.50	4.50				
			2.12				4.75				

2. 优先数系的特点

优先数系主要有以下特点。

(1) 优先数系是十进等比数列, 其中包含 10 的所有整数幂 ($\dots, 0.01, 0.1, 1, 10, 100, \dots$)。只要知道一个十进段内的优先数值, 其他十进段内的数值就可由小数点的前后移位得到。

(2) 优先数系的公比为 $q_r = \sqrt[r]{10}$ 。优先数在同一系列中, 每隔 r 个数, 其值增加 10 倍。由表 1-1 可以看出, 基本系列 R5、R10、R20、R40 的公比分别为: $q_5 = \sqrt[5]{10} \approx 1.60$, $q_{10} = \sqrt[10]{10} \approx 1.25$, $q_{20} = \sqrt[20]{10} \approx 1.12$, $q_{40} = \sqrt[40]{10} \approx 1.06$ 。另外, 补充系列 R80 的公比为 $q_{80} = \sqrt[80]{10} \approx 1.03$ 。

(3) 任意相邻两项间的相对差近似不变(按理论值两相对差为一常数)。如 R5 系列约为 60%, R10 系列约为 25%, R20 系列约为 12%, R40 系列约为 6%。由表 1-1 可以明显地看出这一点。

(4) 任意两项的理论值经计算后仍为一个优先数的理论值。计算包括任意两项理论值的积或商, 任意一项理论值的正、负整数乘方等。

(5) 优先数系具有相关性。优先数系的相关性表现为: 在上一级优先数系中隔项取值, 就得到下一系列的优先数系; 反之, 在下一系列中插入比例中项, 就得到上一系列。

选用基本系列时, 应遵守先疏后密的规则。一般机械的主要参数按 R5 或 R10 系列; 专用工具的主要尺寸通常按 R10 系列; 通用型材、零件及铸件的壁厚等按 R20 系列。

1.4 本课程的特点和学习任务

“公差配合与检测技术”是机械类、汽车类、仪器仪表类和机电相结合类各专业必需的主干技术基础课, 是从理论性、系统性较强的基础课向实践性、应用性较强的专业课过渡的转折点, 本课程的性质决定了它与先修课程有许多不同之处。

从结构上讲, 本课程是由“公差配合”与“检测技术”两部分组成, 前者属标准化范畴, 后者属计量学范畴, 是独立的两个系统, 但又有一定的联系。

从学科上讲, 本课程是从“精度”的观点去分析零件及结构的几何参数, 基本理论是误差理论, 解决办法是规定公差, 并用计量测试手段保证互换性的贯彻实施。

基于此, 形成本课程的内容特点有“六多”, 即抽象概念多, 标准规定多, 术语定义多, 符号代号多, 零件种类多, 叙述性内容多。此外, 从标准角度讲, 原则性强; 但从应用角度看, 灵活性大, 故学习者应给予足够的重视。

通过本课程的学习和实践性实训, 要求掌握以下知识技能:

- (1) 理解几何参数互换性与标准化的基本概念。
- (2) 认识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; 对常见公差要求会正确标注、解释和查用有关表格。
- (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。

本课程除课堂教学要讲授检测知识外, 为了强化学生的检测技能, 可考虑安排专用实验

周。此外,为了培养学生的综合运用能力和设计能力,可考虑布置适当的大型作业。

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;而后续课程的教学和毕业后的实际工作锻炼,则将使学生进一步加深理解和逐渐熟练掌握本课程的内容。

思考题与习题

- 1-1 什么是互换性?互换性的优越性有哪些?
- 1-2 互换性的分类有哪些?完全互换性和不完全互换性有何区别?
- 1-3 误差、公差、检测、标准化与互换性有什么关系?
- 1-4 为何要采用优先数系?R5、R10、R20、R40系列各代表什么?
- 1-5 自6级开始各等级尺寸公差计算公式为 $10i$, $16i$, $25i$, $40i$, $64i$, $100i$, $160i$...
自3级开始螺纹公差的等级系数为0.50, 0.63, 0.80, 1.00, 1.25, 1.60, 2.00。试判断它们各属于何种优先数的系列(i 为公差单位)。
- 1-6 本课程的主要任务是什么?

第2章 孔、轴的公差与配合

课前导读 从最简单的光滑圆柱形（即孔与轴）的互换性要求出发，全面介绍《公差与配合》国家标准。本章是本门课程的核心内容，是学习以后各章的基础。

基础知识 公差与配合的基本术语及定义。

重点知识 《公差与配合》国家标准。

难点知识 公差与配合的选择与应用。

2.1 基本术语及定义

2.1.1 孔和轴

1. 孔

孔主要指圆柱形的内表面，也包括其他内表面中由单一尺寸确定的部分。

2. 轴

轴主要指圆柱形的外表面，也包括其他外表面中由单一尺寸确定的部分。

定义中的“单一尺寸确定的部分”，是指内、外部表面某一部分的意思。从孔与轴的定义中可知，孔并不一定是圆柱形的，也可以是非圆柱形的〔如图 2-1 (a) 中的榫槽〕。同样，轴也并不一定是圆柱形的，也可以是非圆柱形的〔如图 2-1 (b) 中的轴槽〕。

从装配关系讲，孔是包容面，轴是被包容面。从加工过程来看，随着余量的切除，孔的尺寸由小变大，轴的尺寸由大变小。从测量方法看，测孔用内卡脚，测轴用外卡脚，如图 2-1 (c) 所示。

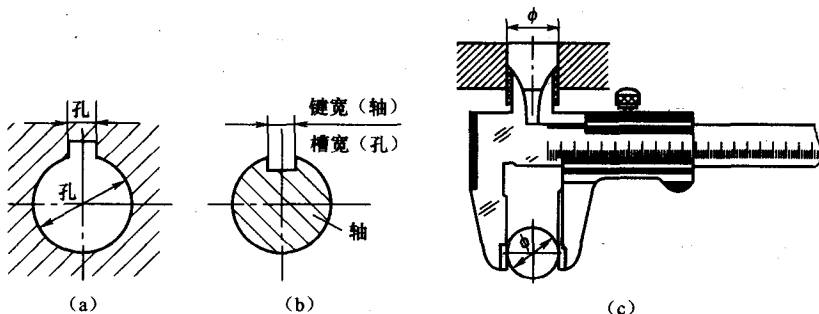


图 2-1 孔和轴的区别

2.1.2 有关尺寸的术语及定义

1. 尺寸

尺寸是指用特定单位表示长度值的数值。

长度值包括直径、半径、宽度、深度、高度、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，如 $50\mu\text{m}$ 。

2. 基本尺寸

基本尺寸是由设计时给定的，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。

基本尺寸仅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。故基本尺寸只是计算极限尺寸和偏差的起始尺寸。

3. 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 2-2 所示。

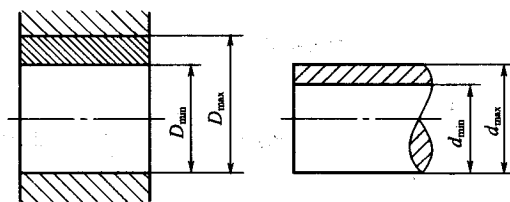


图 2-2 极限尺寸

4. 实际尺寸

实际尺寸是通过测量所得的尺寸。孔的实际尺寸用 D_a 表示，轴的实际尺寸用 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，如图 2-3 所示。

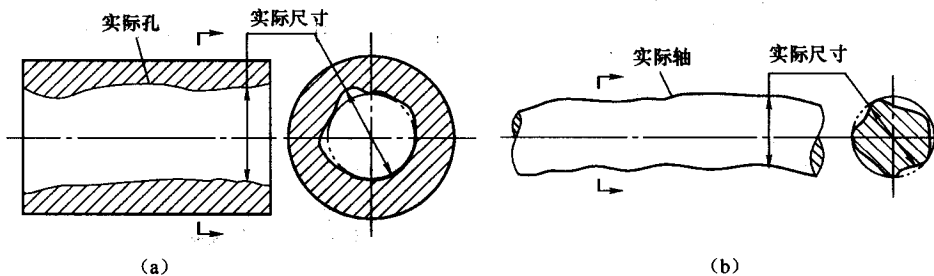


图 2-3 实际尺寸

2.1.3 有关偏差、公差的术语及定义

1. 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）。孔用 E 表示，轴用 e

表示。偏差可能为正值或负值，也可为零。

(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。孔用 ES 表示，轴用 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。孔用 EI 表示，轴用 ei 表示。

$$\begin{aligned} ES &= D_{\max} - D & es &= d_{\max} - d \\ EI &= D_{\min} - D & ei &= d_{\min} - d \end{aligned} \quad (2-1)$$

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，如 $50^{+0.034}_{+0.009}$ ， $50^{-0.009}_{-0.020}$ ， $30^{0}_{-0.007}$ ， $30^{+0.011}_{0}$ ， 80 ± 0.015 。

2. 极限偏差

上偏差和下偏差统称为极限偏差。

3. 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。孔和轴的实际偏差代号分别为 E_a 和 e_a 。

4. 基本偏差

在公差与配合标准中，确定尺寸公差带相对零线位置的那个极限偏差称为基本偏差。孔、轴的基本偏差数值均已标准化，它可以是上偏差或下偏差，一般为靠近零线的那个极限偏差。

5. 尺寸公差

尺寸公差（简称公差）是最大极限尺寸与最小极限尺寸之差，它是允许尺寸的变动量。尺寸公差是一个没有符号的绝对值。若孔的公差用 T_D 表示，轴的公差用 T_d 表示，其关系为

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

$$T_d = |d_{\max} - d_{\min}| = |es - ei| \quad (2-3)$$

6. 标准公差

公差与配合国家标准中所规定的用以确定公差带大小的任一公差值称为标准公差。

7. 公差带图

表示零件的尺寸相对其基本尺寸所允许变动的范围，叫做尺寸公差带。公差带的图解方式称为公差带图，如图 2-4 所示。公差带图由零线、极限偏差线等构成。

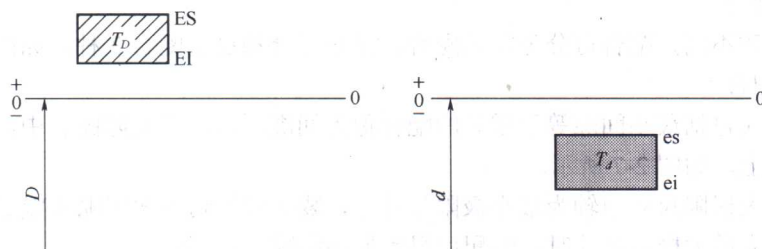


图 2-4 公差带图

(1) 零线

公差带图中用于确定极限偏差的一条基准线即零偏差线，表示基本尺寸。位于零线上

方的极限偏差值为正数；位于零线下方的极限偏差值为负数；当与零线重合时，表示偏差为零。

(2) 偏差线

公差带图中与零线平行的直线即偏差线，用于表示上、下偏差，亦称为上、下偏差线。其间的宽度表示公差带的大小，即公差值。公差带相对零线的位置由基本偏差确定。公差带图的实例画法如图 2-5 所示。

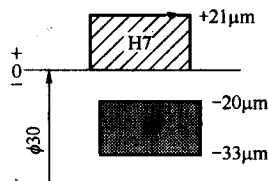


图 2-5 公差带图的实例画法

8. 公差与极限偏差的异同点说明

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；极限偏差是代数值，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进刀、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加工公差值在某一范围内的零件。

(5) 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）。

2.1.4 有关配合的术语及定义

1. 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。

2. 间隙或过盈

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。

3. 配合种类

按配合性质不同，配合可分为间隙配合、过盈配合和过渡配合 3 种，如图 2-6 所示。

4. 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 2-7 所示。

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（ $X_{\min}$ ）。

最大间隙：

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei \quad (2-4)$$

最小间隙：

$$X_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es \quad (2-5)$$