

## 图书在版编目 (CIP) 数据

公差与设计测量/董明华等主编. —济南:山东科学技术出版社,2007

全国高职高专一体化教学(机械专业)通用教材

ISBN 978 - 7 - 5331 - 4634 - 4

I. 公... II. 董... 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 010492 号

全国高职高专一体化教学(机械专业)通用教材

## 公差与设计测量

主编 董明华 卢圣华 李仁杰

——

出版者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)82098088

网址:www.lkj.com.cn

电子邮件:sdkj@sdpress.com.cn

发行者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)82098071

印刷者:山东新华印刷厂临沂厂

地址:临沂市高新技术开发区

邮编:271019 电话:(0539)2529888

---

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:17.5

版次:2007年3月第1版第1次印刷

---

ISBN 978 - 7 - 5331 - 4634 - 4

定价:26.00 元

# 目录

MULU

第一章 公差与设计测量概述	1
第一节 互换性概述	1
第二节 标准化	3
第三节 优先数系和优先数	5
第四节 本课程的性质与任务	7
本章小结	7
思考练习题	8
第二章 尺寸极限及配合	9
第一节 概述	9
第二节 极限与配合的基本术语及定义	10
第三节 公差带的标准化	16
第四节 尺寸精度的设计	34
第五节 一般公差	44
本章小结	45
思考练习题	45
第三章 技术测量基础	48
第一节 技术测量的基本概念	48
第二节 标准器具及其使用	50
第三节 测量方法和度量指标	56
第四节 三坐标测量机	58
第五节 测量误差及其数据处理	62
本章小结	69
思考练习题	69
第四章 形状和位置公差及其检测	71
第一节 概述	71
第二节 形状公差及其检测	80
第三节 位置公差及其检测	86
第四节 公差原则	107



第五节 形位公差的选择	114
本章小结	119
思考练习题	119
第五章 表面粗糙度及其检测	123
第一节 概述	123
第二节 表面粗糙度的评定	124
第三节 表面粗糙度的选用与标注	128
第四节 表面粗糙度的检测	138
本章小结	140
思考练习题	140
第六章 光滑极限量规设计	142
第一节 概述	142
第二节 量规公差带	144
本章小结	149
思考练习题	149
第七章 滚动轴承的互换性	150
第一节 滚动轴承的精度等级及其应用	150
第二节 轴和外壳与滚动轴承的配合	152
本章小结	158
思考练习题	158
第八章 键和花键的互换性及其检测	160
第一节 概述	160
第二节 平键连接的互换性及其检测	161
第三节 花键连接的互换性及其检测	165
本章小结	170
思考练习题	170
第九章 圆锥配合的互换性及其检测	172
第一节 概述	172
第二节 圆锥几何参数误差对互换性的影响	175
第三节 圆锥公差及其选用	176
第四节 圆锥的检测	180
本章小结	182
思考练习题	182



# 目录

MULU

第十章 普通螺纹接合的互换性及其检测	183
第一节 概述	183
第二节 螺纹几何参数对互换性的影响	185
第三节 螺纹的公差与配合及其选用	190
第四节 螺纹的检测	196
本章小结	198
思考练习题	198
第十一章 渐开线圆柱齿轮传动的互换性及其检测	200
第一节 概述	200
第一节 单个齿轮的误差项目及其检测	203
第二节 齿轮副的误差项目及其检测	212
第三节 渐开线圆柱齿轮的精度标准及其应用	214
本章小结	227
思考练习题	228
第十二章 尺寸链	229
第一节 概述	229
第二节 用完全互换法解尺寸链	233
第三节 用不完全互换法解尺寸链	239
第四节 保证装配精度的其它措施	242
本章小结	244
思考练习题	244
第十三章 典型技术测量实验	246
第一节 外径千分尺测量轴径	246
第二节 内径百分表测量孔径	247
第三节 平面度、平行度误差的检测计算	250
第四节 游标万能角度尺测量角度	251
第五节 公法线长度变动及公法线平均长度偏差的测量	252



第六节 摇齿轮齿圈径向跳动的测量.....	254
摇思考练习题.....	257
附录.....	258
参考文献.....	271



# 第一章 公差与设计测量概述

## 本章要点学习内容

- 了解互换性的概念及种类。
- 了解互换性的意义及实现互换性的条件。
- 了解标准化的意义及标准的分类。
- 了解优先数系的主要特点及优先数。

## 第一节 互换性概述

### 一、互换性的概念

一台机器是由很多零部件装配在一起所构成。在机械和仪器制造业中,零部件的互换性是指在同一规格的一批零件或部件中,任取其一,不需任何挑选或附加修配就能装在机器上,并能达到规定的功能要求。

互换性生产是现代化机械工业按照专业化协作原则组织生产的基本条件,它广泛应用于机械产品零部件的设计、使用和维修等方面。例如,人们经常使用的摩托车或汽车的零件,就是按互换性要求生产的。当摩托车或汽车零件损坏以后,维修人员很快就可以用同样规格的零件换上,修复二者的功能;在工厂的装配车间经常看到这样一种情况,装配工人任意从一批相同规格的零件中取出一个装到机器上,装配后机器就能正常工作;在家庭中,缝纫机的零部件坏了,可以迅速地更换零件,更换后仍能满足使用要求。

零部件的互换性包括其几何参数、力学性能、物理化学性能等方面的互换性。本课程主要研究的是零部件几何参数的互换性。

所谓几何参数,一般包括尺寸大小、几何形状,以及相互的位置关系等。为了满足互换性的要求,似乎在同规格的零部件之间,其几何参数都要做的完全一致。从理论上,这是可以行得通的,但从实践当中,这是不可能的。实际上,只要零部件的几何参数保持一





定的变动范围,就能达到互换的目的。而允许零件尺寸和几何参数的变动量就称为公差。

## 二、互换性的种类

互换性按其程度可分为完全互换性和不完全互换性。

### 1. 完全互换性

零部件在装配或更换前不作任何选择,装配或更换时不作调整或修配,更换后便能满足预定使用要求。这样的零部件具有完全互换性。

### 2. 不完全互换性

零部件在装配前允许有附加的选择,装配时允许有附加的调整,但不允许修磨,装配后能满足预定使用要求。这样的零部件属于不完全互换性。

当机器装配精度要求很高时,如采用完全互换,将使相配合的零件尺寸公差很小,这会导致加工困难,制造成本提高,甚至无法加工,因此,实际生产中为了便于加工,降低成本,往往把零件的尺寸公差适当放大,而在加工后根据实际测量的尺寸大小,将相互配合的零件分成若干组,使同组的尺寸差别比较小,然后按照对应组进行装配,这样既保证了装配精度,又解决了零件加工上的困难。这种分组装配法即属于不完全互换性。因为仅在同一组内零件可以互换,组与组之间不可以互换,故称为不完全互换。

上述两种互换性的使用场合不同。一般地,不完全互换零部件常用于部件或机构制造企业内部的生产和装配;不同地域、不同企业之间的协作,则要求完全互换性。

## 三、互换性的意义

互换性生产已经成为现代机械制造业中一个普遍遵守的原则,它给产品的设计、制造和使用维修都带来很大的方便。

从设计方面看,按互换性进行设计,就可以最大限度地采用标准件、通用件,大大减少绘图、计算等工作量,缩短设计周期,并有利于产品多样化和计算机辅助设计。

从制造方面看,互换性有利于组织大规模专业化生产,有利于采用先进工艺和高效率的专用设备,以及用计算机辅助制造,有利于实现加工和装配过程的机械化、自动化,从而减轻工人的劳动强度,提高生产率,保证产品质量,降低生产成本。

从使用方面看,零部件具有互换性,可以及时更换那些已经磨损或损坏了的零部件,因此减少了机器的维修时间和费用,保证机器能连续而持久地运转,提高了机器的使用价值。

## 四、实现互换性的条件

机械零部件在加工过程中,加工误差是不可避免的。要想把同一规格的一批零件的几何参数做得完全一致是不可能的,也是不必要的,只要把零件在其规定的公差范围内制造出来,就能满足互换性的要求。

零部件的制造精度最终是由加工误差体现出来的,而误差是由公差控制的。对于同一尺寸,公差大的,允许加工误差就大。也就是说零件精度要求低,容易加工,制造成本低;反之,则加工难,制造成本高。因此,合理确定零部件的几何量公差是实现互换性的一





个必备条件。

已加工好的零件是否满足公差要求,是通过技术测量及检测来判断。如果只规定零部件公差,而缺少相应的检测措施,则互换性生产是不可能实现的。因此,正确的选择、使用测量工具是制造和检测的基本要求,也是必须掌握的技能。检测不仅用于评定零件合格与否,也常用于分析零件不合格的原因,以便及时调整生产工艺,预防废品产生,因此,技术测量措施是实现互换性的另一个必备条件。

## 第二节 摇标准化

### 一、标准化的意义

为了组织专业化协作生产,各生产部门之间、各生产环节之间必须保持协调一致,保持必要的技术统一,成为一个有机的整体,有节奏地组织互换性生产。实现这种有机的统一和联系,是以标准化为主要途径和手段。因此,标准化是实现互换性生产的基础。

标准化也是科学管理的重要组成部分,是组织现代化生产的重要手段,是发展贸易、提高产品在国际市场上的竞争力的技术保证。现代化程度越高,对标准化的要求也越高。

综上所述,根据标准化对象的不同,可以把一个标准划归不同的类别。它们之间相互关联,互为补充。

标准化是以技术标准来体现的。技术标准(简称标准)是指在经济、技术、科学和管理等社会实践中,对重复性的事物和概念在一定范围内通过科学简化、优选和协调,经一定程序审批后所颁发的统一规定。标准是特定形式的技术法规,是评定产品质量的技术依据。标准是标准化活动的成果,是实现互化性生产的前提。

标准化是指制订(修订)、贯彻标准而使事物获得最佳秩序和社会效益的全部活动过程。

标准化是实现专业化生产的前提和基础,是组织现代化大生产和提高生产效率和效益的重要手段。标准化能够推动人类的进步和科学技术的发展。

### 二、标准的分类

标准可以按不同的方法分类。

标准按照其性质,可分为技术标准、工作标准和管理标准。技术标准是指根据生产技术活动的经验和总结,作为技术上共同遵守的法规而制订的各项标准。工作标准是指对工作范围、构成、程序、要求、效果和检验方法等所作的规定。管理标准是指标准化领域中需要协调、统一和管理制订的标准。

技术标准按照标准化对象的特征,可分为以下几类:

#### 1. 基础标准

以标准化共性要求和前提条件为对象的标准称为基础标准,它是为了保证产品的结构、功能和制造质量而制订的、一般工程技术人员必须采用的通用性标准,也是制订其他





标准时刻依据的标准。计量单位、术语、概念、符号、数系、制图和技术通则标准,以及公差与配合标准等,均属基础标准范畴。这类标准是产品设计和制造中必须采用的技术数据和工程语言,也是精度设计和检测的依据。国际标准化组织和各国标准化机构都很重视基础标准的制订工作。

### 2. 产品标准

产品标准是指为保证产品的适用性而对产品必须达到的某些或全部要求所制订的标准。其主要内容有:产品的适用范围、技术要求、主要性能、验收规则以及产品的包装、运输和储存方面的要求等。

### 3. 方法标准

方法标准是指以试验、检查、分析、抽样、统计、计算、测定、作业等各种方法为对象而制订的标准。如遇产品质量鉴定有关的方法标准、作业方法标准、管理方法标准等。

### 4. 安全、卫生与环境保护标准

以保护人和物的安全为目的而制订的标准称为安全标准;为保护人的健康而对食品、医药及其他方面的卫生要求制订的标准称为卫生标准;为保护人身健康、保护社会物质财富、保护环境和维持生态平衡而对大气、水、土壤、噪声、振动等环境质量、污染源、监测方法或满足其他环境保护方面所制订的标准称为环境保护标准。

## 三、互换性生产的发展简介

互换性标准的建立和发展是随着制造业的发展而逐步完善的。从图 1.1 可以清楚地

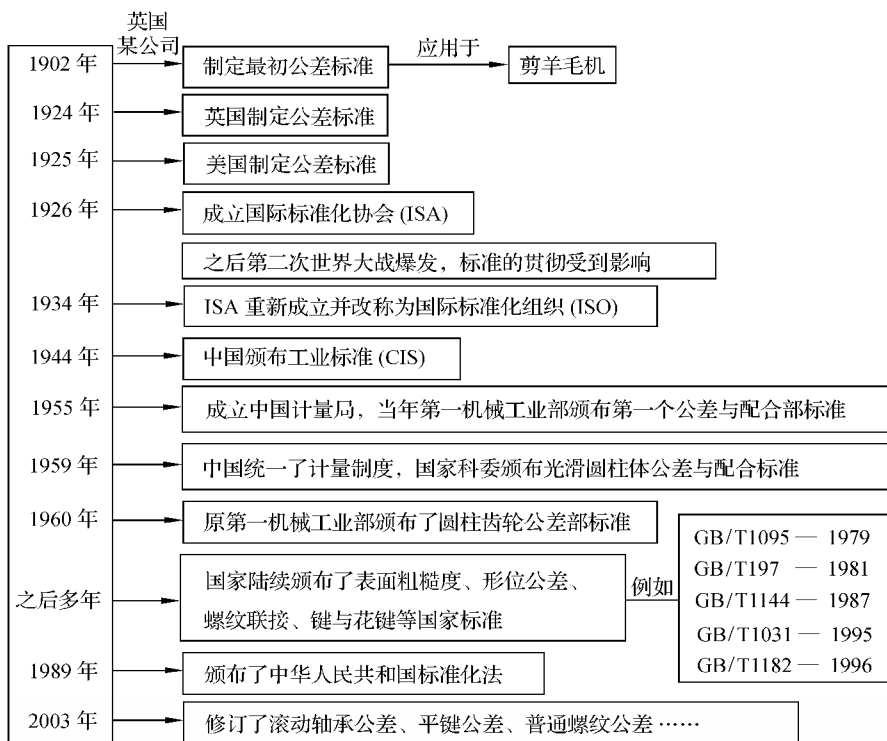


图 1.1 互换性生产的发展史





看出它的百年发展史。

目前,我国已经加入 WTO,更要特别重视加强我国标准化工作,尽量使我国与国际标准融为一体,以发展国际贸易,提高国际市场的竞争力。

## 第三节 优先数系和优先数

### 一、优先数系

在生产中,为了满足用户各种各样的要求,同一种产品的同一个参数还要从大到小取不同的值,从而形成不同规格的产品系列。这个系列确定的是否合理,与所取的数值如何分档、分级直接有关。优先数和优先数系是一种科学的数值制度,它适用于各种数值的分级,是国际上统一的数值分级制度。

优先数系是一种十进制几何数列,以此作为标准数列,如: $\cdots, 0.1, \cdots, 1, 1.6, 2.5, 4, 6.3, 10, 16, 25, 63, 100, \cdots, 1000, \cdots$ 。

所谓十进,就是在数列的项值中包括有  $10^n$  和  $10^{1/n}$  这些数值( $n$  为整数)。把这些数值按  $0.01 \sim 0.1, 0.1 \sim 1, 1 \sim 10, 10 \sim 100, \cdots$  划分区间,称为十进段,每一段内的项数都是(相等的) $m$ 项。设首页为  $a$ ,公比为  $q$ ,则十进几何数列的形式为: $a, aq, aq^2, aq^3, \cdots, aq^{m-1}, aq^m$ 。且  $aq^m = 10a$ ,所以公比  $q = \sqrt[m]{10}$ 。

此外,工程上某些产品参数的数值有倍增的要求,因此又规定在十进几何数列中每隔  $x$  项可构成倍数系列,即同时满足以下两式:

$$aq^m = 10a \quad (1-1)$$

$$aq^x = 2a \quad (1-2)$$

联立式(1-1)和式(1-2),取对数,便得:

$$\frac{x}{m} = \lg 2 \approx \frac{3}{10} \left( = \frac{6}{20} = \frac{12}{40} = \frac{24}{80} = \cdots \right)$$

如取组合,则  $m = 10$ ,以首页为  $1, q_{10} = \sqrt[10]{10} \approx 1.25$  构成系列: $1.00, 1.25, 1.60, 2.00, 2.50, 3.15, 4.00, 5.00, 6.30, 8.00, 10.00, \cdots$  而  $x = 3$ ,即其中每隔 3 项构成倍数系列为: $1, 2, 4, 8, \cdots$ 。

我国优先数系标准(GB321—81)与国际标准 ISO3—73 相同,规定值为 5、10、20、40 和 80 等 5 种,分别用 R5、R10、R20、R40 和 R80 表示,其中 R5 为不包含倍数系列的数列。R5、R10、R20、R40、R80 等 5 种优先数系的公比  $q_5, q_{10}, q_{20}, q_{40}, q_{80}$  分别为:

$$q_5 = \sqrt[5]{10} \approx 1.585 \approx 1.60$$

$$q_{10} = \sqrt[10]{10} \approx 1.259 \approx 1.25$$

$$q_{20} = \sqrt[20]{10} \approx 1.122 \approx 1.12$$

$$q_{40} = \sqrt[40]{10} \approx 1.059 \approx 1.06$$

$$q_{80} = \sqrt[80]{10} \approx 1.029 \approx 1.03$$





优先数系的主要特性如下：

(1) 同一系列中,任意相邻两项常用值的相对差近似相等;任意两项之积和商仍为优先数;任意一项的整数乘方、开方仍为优先数;优先数的对数排列为等差级数。

(2) 各系列之间依次相含。例如,从 R10 系列中隔项取值便是 R5 系列。R5, R10, R20, …依次由疏到密。

(3) 当有特殊需要时还可采用派生系列。在基本系列中,依次每隔 2, 3, 4, …等项数选取优先数值,便可导出派生系列。例如,在 R5 系列中每隔一项选取一项,则得到 R5/2 系列。

(4) 在基本系列和补充系列中的项值,可按十进制向两端延伸。

优先数系为数值的简化、统一和协调提供了理论基础。因此,在设计任何产品时,对主要参数和尺寸应注意采用优先数。

## 二、优先数

优先数系中的每一个数值称为优先数。优先数的理论值是无理数,在实践中不应用。表 1-1 中所列的计算值(5 位有效数)是作为工程上精确计算之用。优先数是指表列的常用值,它是对计算值修约成的 3 位有效数。

表 1-1 优先数的基本系列(摘自 GB 321-80)

基本系数(常用值)					计算值	基本系数(常用值)					计算值
R5	R10	R20	R40			R5	R10	R20	R40		
1.00	1.00	1.00	1.00	1.000 0						3.35	3.349 7
			1.06	1.059 3				3.55	3.55	3.55	3.548 1
		1.12	1.12	1.122 0						3.75	3.758 4
			1.18	1.188 5		4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.981 1
	1.25	1.25	1.25	1.258 9						4.25	4.217 0
			1.32	1.333 5					4.50	4.50	4.466 8
		1.40	1.40	1.412 5						4.75	4.731 5
			1.50	1.496 2			5.00	5.00	5.00	5.00	5.011 9
1.60	1.60	1.60	1.60	1.584 9						5.30	5.308 8
			1.70	1.678 8					5.60	5.60	5.623 4
		1.80	1.80	1.778 3						6.00	5.956 6
			1.90	1.883 6		6.30	6.30	6.30	6.30	6.30	6.309 6
	2.00	2.00	2.00	1.995 3						6.70	6.683 4
			2.12	2.113 5					7.10	7.10	7.079 5
		2.24	2.24	2.238 7						7.50	7.498 9
			2.36	2.371 4			8.00	8.00	8.00	8.00	7.943 3
2.50	2.50	2.50	2.50	2.511 9						8.50	8.414 0
			2.65	2.600 7					9.00	9.00	8.912 5
		2.80	2.80	2.818 4						9.50	9.440 6
			3.00	3.085 4		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.000 0
	3.15	3.15	3.15	3.162 3							





## 第四节 摇本课程的性质与任务

### 一、本课程的性质与特点

本课程是机械类和近机械类各专业必须掌握的一门技术基础课,与机械设计、机械制造等课程有着密切的联系。它以互换性内容为主线,围绕零部件的制造误差和公差及其关系,包括尺寸极限与配合、形状和位置公差,表面粗糙度和技术测量等几部分,研究零件的设计、制造精度与测量方法。懂得这些基本知识,能够为后续学习相关专业课、从事实际工作奠定必要的基础。

本课程的特点是术语定义、符号、图形、表格、代号多;公式推导少,经验数据、定性解释多;内容涉及面广,每一部分都具有独立的知识体系。

### 二、本课程的要求与学习方法

#### 1. 课程要求

- (1)掌握课程中有关国家标准的内容和原则。
- (2)学会查用各类表格,能正确标注图样。
- (3)学会并掌握确定零部件的公差原则和方法。
- (4)了解各种典型的测量方法,学会常用计量器具的使用。

#### 2. 本课程的学习方法

(1)与相关课程的知识联系起来学习,使学到的极限配合理论,能举一反三,达到实际应用的目的。

(2)注意实践环节的练习,做到理论与实践相结合。

### 本章小结

1. 在机械和仪器制造业中,零、部件的互换性是指在同一规格的一批零件或部件中,任取其一,不需任何挑选或附加修配就能装在机器上,并能达到规定的功能要求。

2. 所谓几何参数,一般包括尺寸大小、几何形状,以及相互的位置关系等。

3. 互换性按其程度可分为完全互换性和不完全互换性。

4. 标准化是指制订(修订)、贯彻标准而使事物获得最佳秩序和社会效益的全部活动过程。

5. 技术标准按照标准化对象的特征,可分为以下几类:基础标准,产品标准,方法标准,安全、卫生与环境保护标准。

6. 优先数系为数值的简化、统一和协调提供了理论基础。因此,在设计任何产品时,对主要参数和尺寸应注意采用优先数。





### 思考练习题

1. 试述互换性在机械制造业中的重要意义,并举出互换性应用实例 1~2 个。
2. 试述技术标准和标准化的定义。
3. 试述完全互换与不完全互换的区别,并指出它们各用于什么场合?
4. 什么是优先数系?为什么要采用优先数?
5. 下列两种数据各属于什么基本系列:
  - (1) 电动机转速:375r/min,750r/min,1500r/min,3000r/min, …
  - (2) 摇臂钻床的最大钻孔直径:25mm,40mm,63mm,80mm,100mm,125mm, …。



## 第二章 尺寸极限及配合

### 本章要点学习内容

- 了解极限与配合的基本术语及定义。
- 学习掌握计算偏差、尺寸公差,学会根据偏差和尺寸公差绘制尺寸公差带图及配合公差带图。
- 了解公差带的标准,并学会使用孔和轴的基本偏差数值表。
- 了解公差带代号与配合代号及公差与配合在图样上的标注。
- 了解标准公差带与配合的优化。
- 了解基准制的选择、公差等级的选择及配合种类的选择。

### 第一节 概述

任何机械产品都是由零件装配而成的。该产品精度的高低及性能的优劣在很大程度上是由零件的几何精度所决定的,其中包括零件的几何尺寸、几何要素的形状、位置精度及其装配之后相互间的关系。但是,任何一个零件的几何要素在加工过程中不可避免会产生误差。实践证明,只要这些误差不超过允许的范围即公差范围,仍然可以保证产品的正常使用。由此可见,公差的大小反映了零件几何参数的使用要求,配合反映了组成机器的机械零部件之间的关系。因此,尺寸精度设计问题就是合理确定组成产品的零部件几何参数的公差与配合问题。

国家标准《极限与配合》(GB/T1800.1~1800.3)共包括三部分:第一部分词汇;第二部分公差、偏差和配合的基本规定;第三部分标准公差和基本偏差数值。另外,在《极限与配合》(GB/T1800.4-1999)中给出标准公差等级和孔、轴极限偏差表;在“极限与配合”(GB/T1801-1999)中给出公差带和配合的选择;在《极限与配合》(GB/T1803-2003)中给出尺寸至18mm孔、轴公差带;在GB1804-2000中给出一般公差、未注公差的线性和角度尺寸的公差。这些标准就成为尺寸精度设计的重要依据。为此,我们应对这



些标准的构成特点、规定的术语定义,以及孔、轴尺寸精度设计的原则和方法进行研究,以完成尺寸精度设计的任务。

## 第二节 摇极限与配合的基本术语及定义

### 摇摇

#### 一、孔与轴

在尺寸极限与配合中,通常所讲的“孔”和“轴”都具有广义性。所谓“孔”是指工件的圆柱形内表面,也包括非圆柱形内表面(由两平行平面或切平面形成的包容面)。所谓“轴”是指工件的圆柱形外表面,也包括非圆柱形外表面(由两平行平面或切平面形成的被包容面)。

例如图 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)形成的,两表面之间没有材料而形成孔,或称为包容面。由尺寸  $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$  和  $d_4$  等所确定的外表面都视作轴。如果两表面同向,不能形成包容与被包容状态,则该单一尺寸所确定的部分既不是孔也不是轴,如图 2.1 中由尺寸  $L_1$ 、 $L_2$  和  $L_3$  所确定的部分。

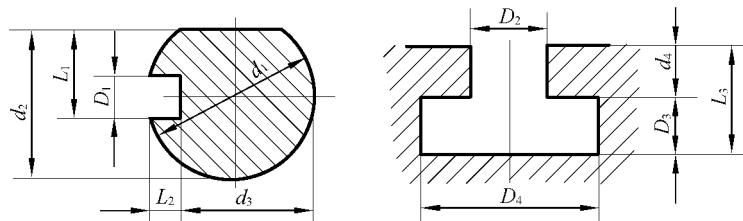


图 2.1 摇孔与轴示意图

#### 二、尺寸

所谓尺寸,即用特定单位表示长度值的数字。尺寸有以下几种:

##### 1. 基本尺寸

基本尺寸即由设计给定的尺寸,是设计零件时,根据使用要求,通过刚度、强度计算或结构等方面的考虑,并按标准直径或标准长度圆整后所给定的尺寸。它是计算尺寸和极限偏差的起始尺寸。孔、轴配合的基本尺寸相同。用  $D$  和  $d$  分别表示孔和轴的基本尺寸。

##### 2. 极限尺寸

极限尺寸即允许尺寸变化的两个极限值。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,如图 2.2(a)、(b)、(c)所示。设计中规定

极限尺寸是为了限制工件尺寸的变动,以满足预定的使用要求。

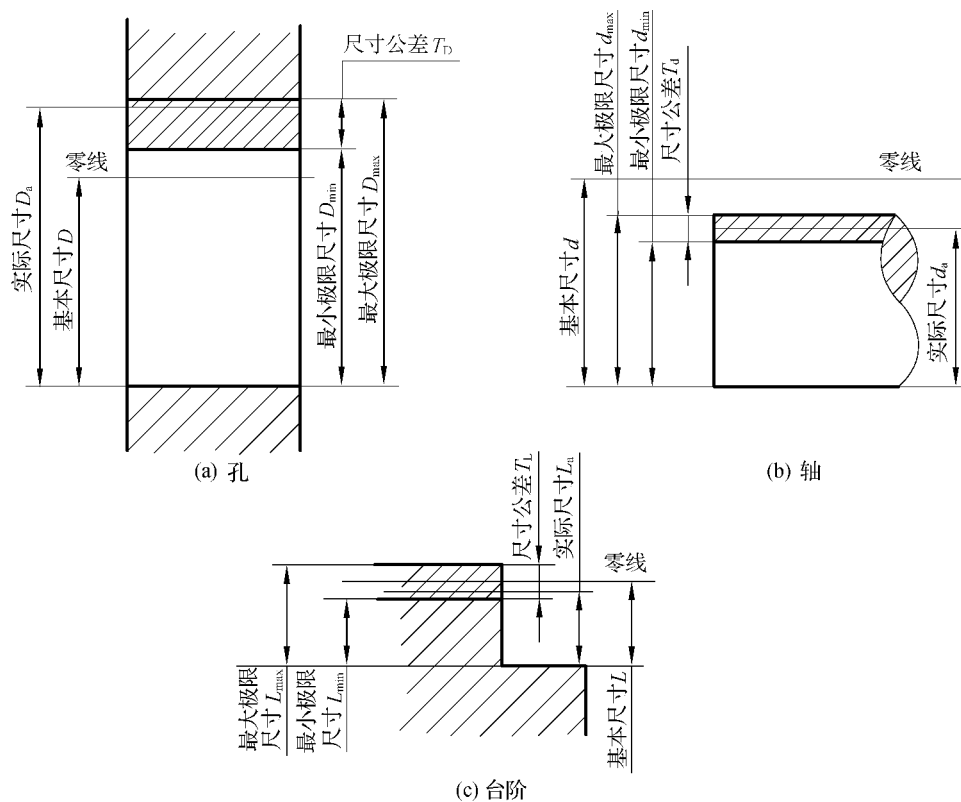


图 2.2 基本尺寸和极限尺寸

### 3. 实际尺寸

实际尺寸即通过测量获得的尺寸。由于存在测量误差,所以实际尺寸并非尺寸的真值。同时,由于形状误差的影响,零件同一表面不同部位的实际尺寸往往是不等的。孔的实际尺寸用  $D_a$  表示,轴的实际尺寸用  $d_a$  表示,非孔、非轴的基本尺寸常用  $L_a$  表示。完工工件尺寸的合格条件使人一局部实际尺寸均不超出最大和最小极限尺寸,即

对于孔:  $D_{\max} \geq D_a \geq D_{\min}$

$$d_{\max} \geq d_a \geq d_{\min}$$

### 4. 最大实体状态(MMC)和最大实体尺寸(MMS)

最大实体状态是指孔或轴在尺寸公差范围内,具有材料最多时的状态。在此状态下的尺寸,称为最大实体尺寸,它是孔的最小极限尺寸和轴的最大极限尺寸的统称。孔的最大实体尺寸用  $D_M$  表示,轴的最大实体尺寸用  $d_M$  表示。

### 5. 最小实体状态(LMC)和最小实体尺寸(LMS)

最小实体状态是指孔或轴在尺寸公差范围内,具有材料最少时的状态。在此状态下的尺寸,称为最小实体尺寸,它是孔的最大极限尺寸和轴的最小极限尺寸的统称。孔的最小实体尺寸用  $D_L$  表示,轴的最小实体尺寸用  $d_L$  表示。

对于孔:  $D_M = D_{\min}$ ,  $D_L = D_{\max}$ ; 对于轴:  $d_M = d_{\max}$ ,  $d_L = d_{\min}$



例如：孔为  $\phi 60^{+0.039}_0$  mm，轴为  $\phi 60^{-0.025}_{-0.050}$  mm；  
最大实体尺寸：孔为  $\phi 60$  mm，轴为  $\phi 59.975$  mm；  
最小实体尺寸：孔为  $\phi 60.039$  mm，轴为  $\phi 59.950$  mm。

### 6. 作用尺寸

在配合面的全长上，于实际孔内接的最大理想轴的尺寸，称为孔的作用尺寸。与实际轴外接的最小理想孔的尺寸，称为轴的作用尺寸，如图2.3。

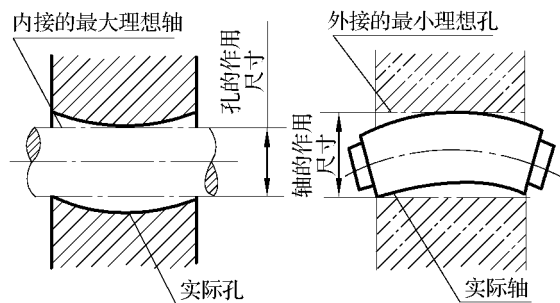


图 2.3 摇孔或轴的作用尺寸

## 三、公差与偏差

### 1. 尺寸偏差(简称偏差)

尺寸偏差是指某一尺寸减其基本尺寸所得的代数差。最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为上偏差；最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为下偏差；上偏差和下偏差统称为极限偏差。实际尺寸减其基本尺寸的代数差称为实际偏差。偏差可以为正值、负值或零值。合格零件的实际偏差应在规定的极限偏差范围内。

(1) 孔、轴的上偏差分别以  $ES$  和  $es$  表示，孔、轴的下偏差分别以  $EI$  和  $ei$  表示，即

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

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

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

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

(2) 孔、轴的实际偏差分别以  $E_a$  和  $e_a$  表示，即

$$E_a = D_a - D$$

$$e_a = d_a - d$$

工件合格的条件也可以用偏差表示如下：

对于孔  $ES \geq E_a \geq EI$

对于轴  $es \geq e_a \geq ei$

应该注意，偏差可以为正、负或零值。

### 2. 尺寸公差(简称公差)

尺寸公差是指允许尺寸的变动量。公差等于最大极限尺寸与最小极限尺寸的代数差的绝对值，也等于上偏差与下偏差的代数差的绝对值。孔和轴的公差分别以  $T_h$  和  $T_s$  表示，即

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

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

值得注意的是，公差与偏差是有区别的。偏差是代数值，有正、负号；而公差等于上偏差与下偏差代数差的绝对值，不能有正、负号，而且不能为零。

图 2.4 是极限与配合的一个示意图，它表明了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。

