

互换性 与测量技术基础

潘宝俊 主编

中国标准出版社



TG801
P17

497817

互换性与测量技术基础

主 编 潘宝俊
副主编 景旭文 罗泉根
主 审 吴佳常



中国标准出版社

内 容 提 要

本书根据全国高等学校《互换性与测量技术基础》教学指导委员会提出的《互换性与测量技术基础》教学基本要求,采用最新国家标准,并结合教学改革编写而成。本书内容包括互换性与标准化的基本概念,测量技术基础,圆柱体结合的公差与配合,形位公差,表面粗糙度,光滑极限量规,滚动轴承与孔、轴结合的互换性,圆锥结合的互换性,圆柱螺纹结合的互换性,键与花键的互换性,圆柱齿轮的互换性与测量,尺寸链等十二章。

本书可作为高等学校机械类、精密仪器仪表类各专业的试用教材和参考书,也可供有关技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

互换性与测量技术基础/潘宝俊主编. 北京: 中国标准出版社, 1997. 8

ISBN 7-5066-1446-4

I. 互… II. 潘… III. ①零部件-互换性②零部件-测量-技术方法 IV. TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 13090 号

中国标准出版社出版

北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码: 100045

电 话: 68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

版权专有 不得翻印

x

开本 787×1092 1/16 印张 17 $\frac{1}{4}$ 字数 410 千字

1997 年 8 月第一版 1997 年 8 月第一次印刷

*

印数 1 - 2 500 定价 29.00 元

前 言

《互换性与测量技术基础》是与机械制造工业紧密联系的一门基础学科,它涉及到机械设计、机械制造、产品质量控制、生产组织管理等许多方面。因此,《互换性与测量技术基础》是高等工科院校机械类和精密仪器仪表类各专业的主干技术基础课。为了适应蓬勃发展的机械工业,迎接高校面向21世纪的教学改革,结合多年的教学实践经验,我们按全国《互换性与测量技术基础》教材编审小组通过的教学大纲编写这本书。

本书具有以下几个特点:

1. 内容新颖齐全,资料丰富,阐述简明扼要,结构层次分明。在加强基础理论的同时,着眼于生产实践,注意理论联系实际。

2. 通用面广。本书既适用机械类各专业,也适用于精密仪器仪表类各专业;既可用于重型机械设备大尺寸,又可用于精密仪器的小尺寸;既可作为高等工科学学校各有关专业教材,又可作为工矿企业有关技术人员的参考资料;既适用于本科教学,又适用于专科教学。

3. 采用全新国家标准。本书所引用的标准全部为最新的国家标准,标准内容齐全完整。

参加本书编写的有:第一章(潘宝俊、戴以伟)、第二章(潘宝俊、史耀明)、第三章(唐文献)、第四章(刘俊生、于惠)、第五章、第六章(罗泉根)、第七章(戴以伟)、第八章、第九章、第十章(景旭文)、第十一章(潘宝俊)、第十二章(姜雪桦)。

本书由潘宝俊副教授主编,吴佳常副教授主审。

本书在编写过程中参考了一些兄弟院校的教材和资料,在此谨表谢意。

限于编写者本平,书中不足之处和错误,恳切希望广大教师、学生和读者批评指正。

编 者

1997年2月

目 录

第一章 互换性与标准化的基本概念	1
§ 1-1 互换性的意义和作用	1
§ 1-2 公差与配合的基本术语	1
§ 1-3 标准化与优先数	9
习题	11
第二章 测量技术基础	12
§ 2-1 概述	12
§ 2-2 测量器具和测量方法	15
§ 2-3 测量误差及数据处理	19
§ 2-4 测量器具的选择	30
习题二	34
第三章 圆柱体结合的公差与配合	36
§ 3-1 标准公差系列	36
§ 3-2 基本偏差系列	39
§ 3-3 常用尺寸段公差与配合的确定与选用	49
§ 3-4 大尺寸段的公差与配合	61
§ 3-5 尺寸至 18mm 的公差与配合	66
§ 3-6 一般公差 线性尺寸的未注公差	67
习题三	68
第四章 形状和位置公差及检测	69
§ 4-1 概述	69
§ 4-2 形位公差的标注方法	71
§ 4-3 形位公差带	78
§ 4-4 基准	97
§ 4-5 公差原则	99
§ 4-6 形位公差的选择及未注形位公差值的规定	116
§ 4-7 形位误差评定及其检测原则	123
习题四	129
第五章 表面粗糙度	133
§ 5-1 概述	133
§ 5-2 表面粗糙度的评定标准	134
§ 5-3 表面粗糙度的标注	139

§ 5-4 零件表面粗糙度的选择	145
§ 5-5 表面粗糙度的测量	148
习题五	150
第六章 光滑极限量规	151
§ 6-1 光滑极限量规的种类及作用	151
§ 6-2 光滑极限量规的公差及其确定	152
§ 6-3 光滑极限量规的设计	154
习题六	159
第七章 滚动轴承与孔、轴结合的互换性	160
§ 7-1 概述	160
§ 7-2 滚动轴承的等级及其应用	160
§ 7-3 滚动轴承内、外圈的公差带	161
§ 7-4 滚动轴承配合及其选择	162
习题七	170
第八章 圆锥结合的互换性	171
§ 8-1 概述	171
§ 8-2 圆锥几何参数误差对圆锥结合互换性的影响	172
§ 8-3 圆锥公差与配合	176
习题八	184
第九章 圆柱螺纹结合的互换性	185
§ 9-1 概述	185
§ 9-2 普通螺纹几何参数误差对螺纹互换性的影响	188
§ 9-3 螺纹中径合格性判断原则	190
§ 9-4 普通螺纹公差与配合	192
§ 9-5 普通螺纹的检测	197
§ 9-6 机床丝杠和螺母公差与配合	199
习题九	206
第十章 键与花键的互换性	207
§ 10-1 概述	207
§ 10-2 平键联结的公差与配合	208
§ 10-3 矩形花键联结的公差与配合	210
习题十	213
第十一章 圆柱齿轮的互换性与测量	214
§ 11-1 概述	214
§ 11-2 齿轮的误差项目及测量	215
§ 11-3 斜齿轮特有的误差及其测量	230

§ 11-4 齿轮副的误差项目及侧隙	232
§ 11-5 渐开线圆柱齿轮的精度标准	235
§ 11-6 齿轮传动的检验	243
§ 11-7 齿轮精度设计	245
习题十一	249
第十二章 尺寸链	250
§ 12-1 尺寸链的基本概念	250
§ 12-2 尺寸链计算公式	255
§ 12-3 尺寸链的应用	258
§ 12-4 尺寸链的其他解法	263
习题十二	265
参考文献	266

第一章 互换性与标准化的基本概念

§ 1-1 互换性的意义和作用

一、互换性的概念

在机械加工中,零、部件的互换性是指在同一批合格的零件或部件中,在装配前,不需要挑选;装配时,不需修配和调整;装配后,可以满足设计的使用要求。具有这样特性的零、部件,就称具有互换性。在日常生活中,有大量的现象涉及到互换性。如电灯泡坏了,买一只安上就行;机器掉了一个螺丝,按同样规格买一个装上就行了;机器零件磨损了,换上一个新的零件便能满足使用要求等。

互换性通常包括几何参数和物理性能(如硬度、强度等)的互换性,本书仅讨论几何参数(包括尺寸、几何形状(微观、宏观)以及相互位置)的互换性。

二、互换性生产在机械制造中的作用

互换性在产品的设计、制造、使用和维修等方面有着极其重要的作用:

1) 在设计方面:零、部件具有互换性,就可以最大限度地利用标准件、通用件和标准部件,这样就可以简化制图、减少计算工作,缩短设计周期,并便于采用计算机进行辅助设计。对发展系列产品,改善产品性能都有重大作用。

2) 在制造加工方面:互换性能促使高效率的生产,便于组织生产协作,进行专业化生产。采用高效率的生产设备,有利于实现加工过程和装配过程机械化、自动化。从而提高劳动生产率,保证产品质量,降低生产成本。

3) 在使用维修方面: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,可以减少机器的维修时间和费用,保证机器正常运转,从而提高机器的寿命和使用价值,做到了“物尽其用”。

§ 1-2 公差与配合的基本术语

一、孔和轴

1. 孔

指圆柱形内表面,也包括其他内表面中由单一尺寸确定的部分。孔尺寸用 D 表示。

2. 轴

主要指圆柱形外表面,也包括其他外表而中由单一尺寸确定的部分。轴的直径用 d 表示。

从加工方面看,孔是越做越大,轴越做越小;从装配关系看,孔是包容面,轴是被包容面;从广泛含义方面看,孔、轴不仅表示通常理解的概念,即圆柱的内、外表面,而且还表示其他几何形状的内、外表面中由单一尺寸确定的部分。由单一尺寸确定的两平行表面相对,其间没有材料,形成包容状态的,称为孔;由单一尺寸确定的两平行表面相对,其外没有材料,形

成被包容面,称为轴。如果两表面同向,既不能形成包容状态,也不能形成被包容状态,既不是内表面,也不是外表面,应是长度。

如图 1-1 所示,(a)是孔,(b)是轴。图 1-2(a)、(b)所示,各表面上由 D_1 、 D_2 、 D_3 和 D_4 各单一尺寸所确定的部分,称为孔;各外表面上,由 d_1 、 d_2 、 d_3 和 d_4 各单一尺寸所确定的部分,称为轴。 L_1 、 L_2 和 L_3 称长度尺寸。

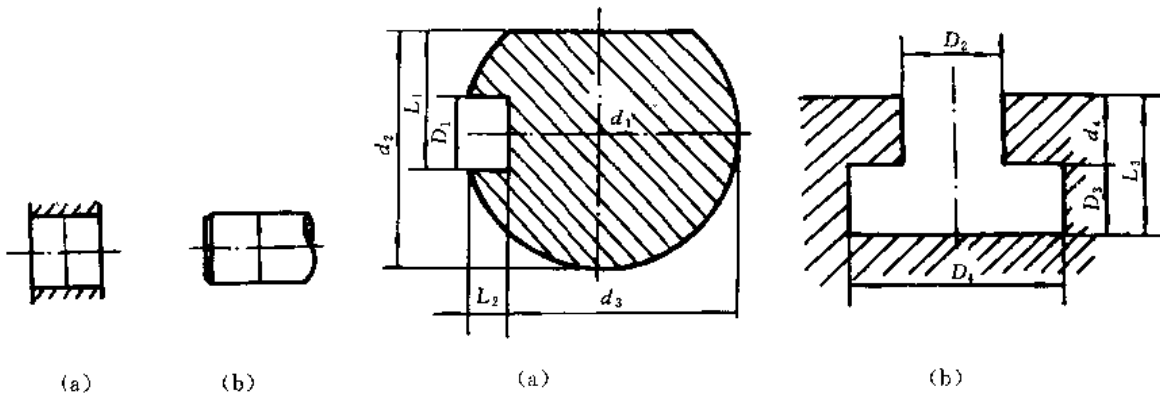


图 1-1 孔和轴

图 1-2 广义的孔和轴

二、尺寸

1. 尺寸

用特定单位表示长度值的数值,称为尺寸。如直径、半径、长度、宽度、高度、深度等都是尺寸。如在图样上标注的轴的直径 $\phi 50\text{mm}$,轴长度 300mm ,两圆中心距为 60mm 等,mm 就是特定单位。在图样上通常都以 mm 为单位,标注时将长度单位 mm 省略。

2. 基本尺寸

由设计者给定的,是经过计算(强度、刚度、运动和工艺)和经验面确定的。一般要符合标准尺寸系列。以减少定值刀具,量具的种类。基本尺寸是用以计算其他尺寸的依据。用 D 和 d 分别表示孔和轴的基本尺寸。

3. 实际尺寸

通过测量所得的尺寸称实际尺寸。孔和轴实际尺寸分别用 D_a 、 d_a 表示。由于存在测量误差,实际尺寸并非被测量的真值。如轴的尺寸 $\phi 18.987\text{mm}$,测量误差在 $\pm 0.001\text{mm}$ 以内。实测尺寸的真值将在 $\phi 18.988 \sim 18.986\text{mm}$ 之间,真值是客观存在的,但不确定,即实际尺寸的随机性。因此,只能以测得的尺寸作为实际尺寸。但由于工件存在形位误差,所以,不同部位的实际尺寸不完全相同。

4. 作用尺寸

由于工件存在形状误差,各处的实际尺寸不同,造成尺寸的“不定性”,影响孔、轴配合的实际状态。实际配合起作用的尺寸,称作用尺寸。作用尺寸是根据孔、轴的实际状态定义的理想参数,所以不同零件作用尺寸是不同的,但某一实际孔、轴的作用尺寸是唯一的。

1) 孔的作用尺寸:孔的作用尺寸是在配合面的全长上,与实际孔内接的最大理想轴的尺寸,用 D_m 表示。

2) 轴的作用尺寸:轴的作用尺寸是在配合面的全长上,与实际轴外接的最小理想孔的尺寸,用 d_m 表示。

如图 1-3 所示,弯曲孔的作用尺寸小于该孔的实际尺寸,弯曲轴的作用尺寸大于该轴的实际尺寸。

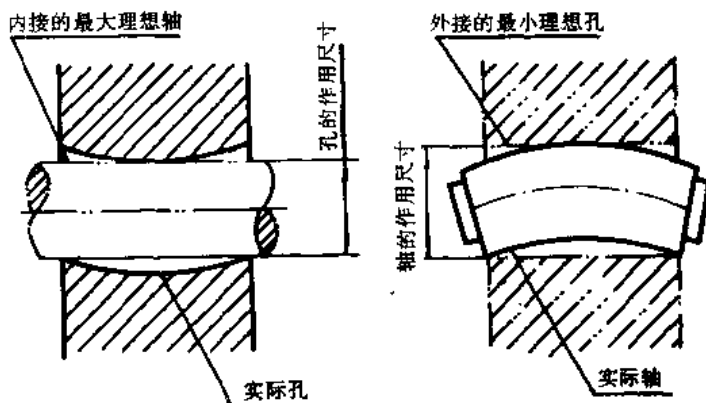


图 1-3 孔或轴的作用尺寸

如果工件没有形状误差,其作用尺寸和实际尺寸相同。所以为了保证配合要求,应对实际尺寸和作用尺寸均加以限制。

5. 极限尺寸

允许尺寸变动的两个界限值称为极限尺寸。其中较大的一个极限尺寸称为最大极限尺寸,较小的一个极限尺寸称为最小极限尺寸。孔和轴的最大、最小极限尺寸分别为 D_{\max} 、 d_{\max} 和 D_{\min} 、 d_{\min} 。极限尺寸用以限制实际尺寸和作用尺寸的。

三、偏差与公差

1. 尺寸偏差(简称偏差)

某一尺寸减去基本尺寸所得代数差称为偏差。

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下偏差。孔的下偏差用 EI 表示,轴的下偏差用 ei 表示。

2. 尺寸公差(简称公差)

允许尺寸变动量。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。

孔公差用 T_H 表示,轴公差用 T_S 表示。其值等于最大极限尺寸与最小极限尺寸之代数差的绝对值。也等于上偏差与下偏差之代数差的绝对值。用公式表式为:

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

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

公差与偏差的比较:

- 1) 偏差可以为正值、负值或零,而公差则一定是正值;
- 2) 极限偏差用于限制实际偏差,而公差用于限制误差;
- 3) 对单个零件只能测出尺寸“实际偏差”,而对数量足够的一批零件,才能确定尺寸误差;
- 4) 偏差取决于加工机床的调整(如车削时进刀的位置),不反映加工难易,而公差表示

制造精度,反映加工难易程度。

5) 极限偏差主要反映公差带位置,影响配合松紧程度,而公差代表公差带大小,影响配合精度。

〔例 1-1〕 已知孔 $\phi 30^{+0.02}_{0}$ mm,轴 $\phi 30^{-0.020}_{-0.033}$ mm,求孔与轴的极限偏差与公差。

解:

$$\text{孔的上偏差 } ES = D_{\max} - D = 30.02 - 30 = +0.02\text{mm}$$

$$\text{孔的下偏差 } EI = D_{\min} - D = 30 - 30 = 0$$

$$\text{轴的上偏差 } es = d_{\max} - d = 29.98 - 30 = -0.02\text{mm}$$

$$\text{轴的下偏差 } ei = d_{\min} - d = 29.967 - 30 = -0.033\text{mm}$$

$$\text{孔公差 } T_H = |D_{\max} - D_{\min}| = |30.02 - 30| = 0.02\text{mm}$$

$$\text{轴公差 } T_s = |d_{\max} - d_{\min}| = |29.98 - 29.967| = 0.013\text{mm}$$

3. 零线与公差带图

1) 公差带图:由于公差及偏差的数值与尺寸数值相比,差别极大,不使用同一比例表示,故采用公差与配合图解,简称公差带图。如图 1-4 所示。

2) 零线:在公差带图中,确定偏差的一条基准直线,即零线。

在公差带图中,零线表示基本尺寸,其单位是 mm,偏差及公差的单位是 μm ,孔、轴公差带其相互位置及大小应按协调比例给出。

3) 尺寸公差带:在公差带图中,由代表上、下偏差的两条直线所限定的一个区域,称尺寸公差带,如图 1-4 所示。公差带有二个基本参数:即公差带大小与公差带位置。公差带大小由标准公差确定,公差带位置由基本偏差确定。GB 1800—79《公差与配合 总论 标准公差与基本偏差》将标准公差和基本偏差进行了标准化。

4) 基本偏差:是用来确定公差带相对于零线位置的上偏差或下偏差,一般为靠近零线的那个偏差。当公差带位于零线上方时,其基本偏差为下偏差;当公差带位于零线下方时,基本偏差为上偏差,如图 1-5 所示;当公差带对称于零线时,基本偏差为上偏差或下偏差。

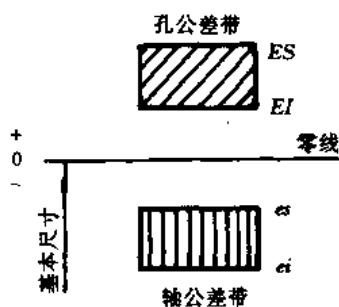


图 1-4 公差带图

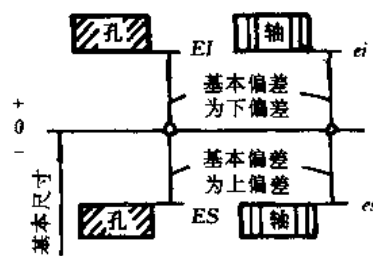


图 1-5 基本偏差示意图

四、加工误差与公差的关系

零件在加工过程中,由于工艺系统误差的影响,使加工后零件的几何参数与理想值不相符合,其差别称为加工误差。其中包括:

1. 尺寸误差

工件加工后的实际尺寸和理想尺寸之差。

2. 几何形状误差

包括宏观几何形状误差、表面微观形状特性及表面波度误差。

1) 宏观几何形状误差:即通常所指的形状误差,一般由机床、刀具、工件所组成的工艺系统的误差所造成的。

2) 表面微观特性:通常称为表面粗糙度。它是指加工后,刀具在工件表面上留下波峰和波长都很小的波形。

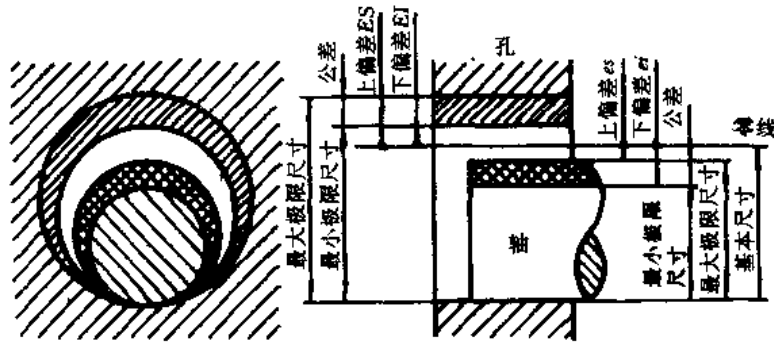


图 1-6 公差与配合的示意图

3) 表面波度误差:介于宏观几何形状误差与微观几何形状误差之间的几何形状误差,叫表面波度误差。一般由加工过程中振动引起的,具有明显的周期性。

3. 位置误差

工件加工后,各要素之间的实际相互位置与理想位置的差值。

加工误差是不可避免的,但零件在使用中也不是绝对不允许有误差。其误差值在一定范围内变化是允许的。因此,加工后的零件的误差只要不超过零件的加工公差,零件是合格的。所以,公差是限制加工误差的。

五、配合与基准制

1. 配合

是指基本尺寸相同,相互结合的孔和轴公差之间的关系,如图 1-6 所示。由于配合是指一批孔、轴的装配关系,而不是指单个孔和轴的相配关系,所以用公差带关系反映配合就比较确切。

2. 间隙或过盈

孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸所得的代数差。差值为正时,称为间隙,用 X 表示;差值为负时,称为过盈,用 Y 表示。

3. 配合种类

1) 间隙配合

孔与轴相配合时,具有间隙(包括是小间隙等于零)的配合。此时,孔的公差带在轴的公差带之上。如图 1-7 所示。其极限值为最大间隙和最小间隙。

孔最大极限尺寸减去轴的最小极限尺寸所得代数差,称为最大间隙,用 X_{\max} 表示。

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

孔最小极限尺寸减去轴最大极限尺寸所得代数差,称为最小间隙,用 X_{\min} 表示。即:

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

配合公差(即间隙公差)是允许间隙的变动量,其值等于最大间隙与最小间隙之代数差的绝对值,也等于相互配合的孔公差与轴公差之和。配合公差用 T_f 表示。即:

$$T_f = |X_{\max} - X_{\min}| = T_H + T_S$$

〔例 1-2〕 孔 $\phi 30^{+0.025}_0$ mm, 轴 $\phi 30^{-0.025}_{-0.041}$ mm, 求 X_{\max} , X_{\min} 及 T_f 。

解:

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 30.025 - 29.959 = 0.066 \text{ mm}$$

$$X_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = 30 - 29.975 = 0.025 \text{ mm}$$

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

2) 过盈配合

具有过盈(包括最小过盈等于零)的配合。此时,孔的公差带在轴的公差带之下。如图 1-8 所示。其极限值为最大过盈和最小过盈。

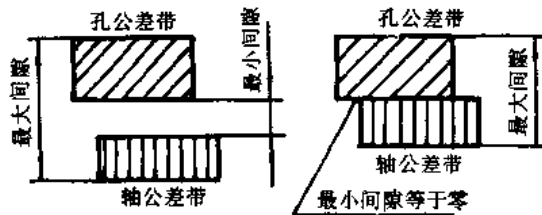


图 1-7 间隙配合

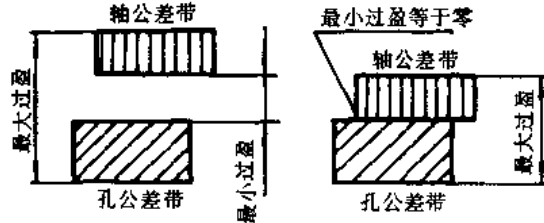


图 1-8 过盈配合

孔的最小极限尺寸与轴的最大极限尺寸之差,称为最大过盈,用 Y_{\max} 表示。即:

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

孔的最大极限尺寸与轴的最小极限尺寸之差,称为最小过盈,用 Y_{\min} 表示。即:

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

配合公差(即过盈公差)。允许过盈的变动量,其值等于最小过盈与最大过盈之代数差的绝对值,也等于相互配合的孔公差与轴公差之和,即:

$$T_f = |Y_{\min} - Y_{\max}| = T_H + T_S$$

〔例 1-3〕 孔 $\phi 30^{+0.025}_0$ mm, 轴 $\phi 30^{+0.050}_{+0.034}$ mm, 求 Y_{\max} , Y_{\min} 及 T_f 。

解:

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = 30 - 30.050 = -0.050 \text{ mm}$$

$$Y_{\min} = D_{\max} - d_{\min} = 30.025 - 30.034 = -0.009 \text{ mm}$$

$$T_f = |Y_{\max} - Y_{\min}| = |-0.050 - (-0.009)| = 0.041 \text{ mm}$$

3) 过渡配合

可能具有间隙或过盈的配合。此时,孔的公差带与轴的公差带交叠。其极限值为最大间隙和最大过盈。如图 1-9 所示。

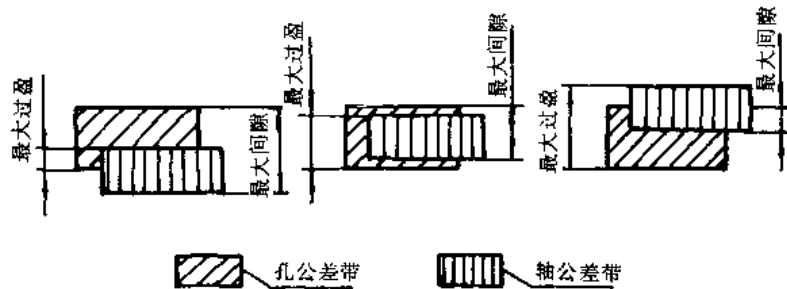


图 1-9 过渡配合

配合公差等于最大间隙与最大过盈之代数差的绝对值,也等于相互配合的孔公差与轴公差之和,即:

$$T_f = |X_{\max} - Y_{\max}| = T_H + T_S$$

〔例 1-4〕 孔 $\phi 30^{+0.025}_0$ mm, 轴 $\phi 30^{+0.018}_{+0.002}$ mm, 求 X_{\max} , Y_{\max} 及 T_f 。

解:

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 30.025 - 30.002 = 0.023 \text{ mm}$$

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = 30 - 30.018 = -0.018 \text{ mm}$$

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

〔例 1-5〕 画出〔例 1-2〕,〔例 1-3〕和〔例 1-4〕的公差配合图。如图 1-10 所示。

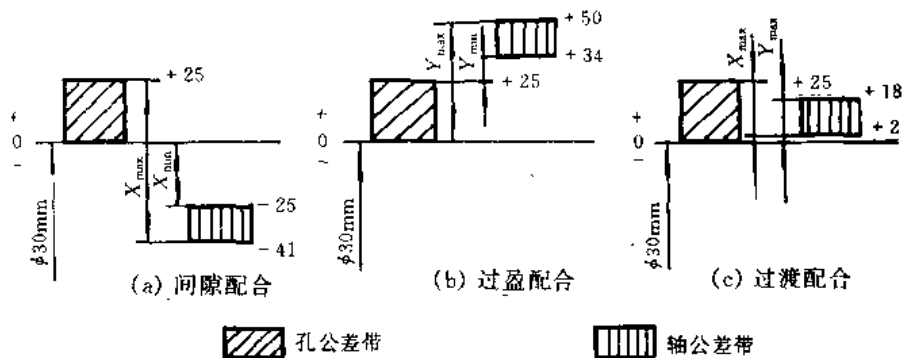


图 1-10 例题的公差与配合图解(图中单位除注明者外均为 μm)

4. 基准制

GB 1800-79 对配合规定二种基准制,即基孔制、基轴制。

1) 基孔制:是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。基孔制的孔为基准孔,其代号为 H。标准规定的基准孔的基本偏差(下偏差)为零。如图 1-11(a)所示。

2) 基轴制:是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。基轴制的轴为基准轴,其代号为 h,标准规定基准轴的基本偏差(上偏差)为零。如图 1-11(b)所示。

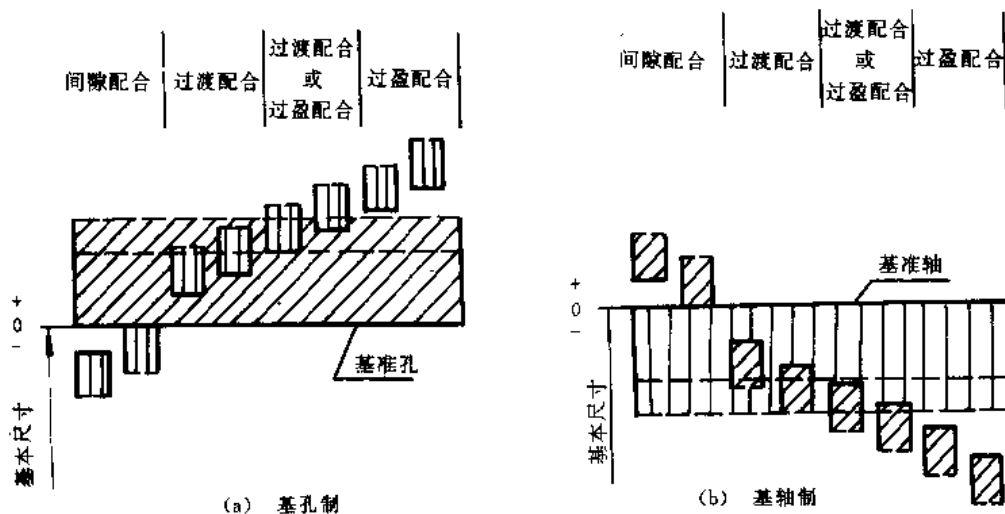


图 1-11 基孔制和基轴制

五、极限尺寸判断原则——泰勒原则

在孔和轴配合时,除尺寸的大小外,工件实际上还存在形状误差,因此,工件不仅存在实际尺寸,还有作用尺寸。为了正确地判断工件尺寸的合格性,以及工件孔、轴的配合特性,规定了极限尺寸判断原则。下面介绍与此有关的几个术语。

1. 最大实体状态(MMC)和最大实体尺寸(MMS)

孔或轴具有允许材料量为最多时的状态,称为最大实体状态。在此状态下的极限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。

例如:孔 $\phi 30^{+0.025}_{0}$ mm 的最大实体尺寸为 30mm,轴 $\phi 30^{-0.025}_{-0.041}$ mm 的最大实体尺寸为 29.975mm。

2. 最小实体状态(LMC)和最小实体尺寸(LMS)

孔或轴具有允许材料量为最小时的状态,称为最小实体状态。在此状态下的极限尺寸,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。

例如:孔 $\phi 30^{+0.025}_{0}$ mm 的最小实体尺寸为 30.025mm,轴 $\phi 30^{-0.025}_{-0.041}$ mm 的最小实体尺寸为 29.959mm。

按加工过程特征,最大实体尺寸即合格工件的起始尺寸,最小实体尺寸即合格工件的终止尺寸。

按使用极限量规的检验特征,最大实体尺寸即通极限,最小实体尺寸即止极限,它们分别由通规与止规控制。

3. 极限尺寸判断原则

1) 孔或轴的作用尺寸不允许超过最大实体尺寸。即对孔,其作用尺寸应不小于最小极限尺寸;对于轴,则应不大于最大极限尺寸。

2) 在任何位置上的实际尺寸不允许超过最小实体尺寸。即对孔,其实际尺寸应不大于最大极限尺寸;对于轴,则应不小于最小极限尺寸。

综上所述,最大实体尺寸主要是用以限制作用尺寸的,而最小实体尺寸则主要是用以限制实际尺寸的。作用尺寸和实际尺寸均应限制在最大、最小实体尺寸以内。

考虑到作用尺寸与局部尺寸的关系,孔、轴的尺寸合格条件可以用公式表示如下:

$$\text{孔的合格条件 } D_s < D_{\max} \text{ 且 } D_m > D_{\min}$$

$$\text{轴的合格条件 } d_s > d_{\min} \text{ 且 } d_m < d_{\max}$$

§ 1-3 标准化与优先数

一、标准化的意义

技术标准,简称标准。它是指需要协调统一的重复的事物(如产品,零、部件)和概念(如术语、规则、代号、量值)所做的统一规定。它以科学技术和实践经验的综合成果为基础,由有关方面协调制定,经一定程序批准后,在一定范围内具有约束力。

标准化是以标准形式体现的,它是组织现代化生产的重要手段之一,是实现专业化生产的必要前提,是科学管理的重要组成部分。

标准化的内容极其广泛,它包括:产品标准、方法标准、安全与环境保护标准、基础标准。本课程主要涉及的是基础标准,它是指在一定范围内作为其他标准的基础并普遍使用,具有广泛指导意义的标准。如《公差与配合》,《形状和位置公差》,《表面粗糙度》等国家标准。

标准化也是发展贸易、提高产品在国际市场的竞争能力的技术保证。

世界各国的经济发展过程表明,标准化是实现现代化的一个重要手段,也是反映现代化水平的一个重要标志。现代化程度越高,对标准化要求也越高。

我国政府十分重视标准化工作,从1958年发布第一批120个国家标准起,至今已制定1万多个国家标准。现在正以国际标准为基础制定新的公差标准,向ISO靠拢。我国在1978年恢复为ISO成员国,1982,1985年两届当选为ISO理事国,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。

1988年全国人大常委会通过并由国家主席发布了《中华人民共和国标准化法》,以适应发展社会主义市场经济,促进技术进步,改进产品质量,提高社会经济效益。

在政府的关怀下,我国标准化的水平将会大大提高,对我国四个现代化建设必将做出更大的贡献。

二、优先数系

优先数系是一种十进几何级数。即:级数的各项数值中,包括 $1, 10, 100, \dots, 10^N$ 和 $0.1, 0.01, \dots, 1/10^N$,其中的指数 N 是整数。为了对这数进行细分,将 $1 \sim 10, 10 \sim 100, \dots$,和 $1 \sim 0.1, 0.1 \sim 0.01, \dots$,划分区间称为十进段。

在十进段中,数系是按一定公比 q 来排列每一项数值的。其中每一项数值就称为优先数。国家标准GB 321-80与国际标准ISO3、ISO17、ISO497采用的优先数系相同,规定五种优先数系公比,组成R5、R10、R20、R40和R80优先数系。

$$\text{R5的公比 } q = \sqrt[5]{10} \approx 1.5849 \approx 1.6$$

$$\text{R10的公比 } q = \sqrt[10]{10} \approx 1.2589 \approx 1.25$$

$$\text{R20的公比 } q = \sqrt[20]{10} \approx 1.122 \approx 1.12$$

$$\text{R40的公比 } q = \sqrt[40]{10} \approx 1.0593 \approx 1.06$$

$$\text{R80的公比 } q = \sqrt[80]{10} \approx 1.029 \approx 1.03$$

其中 R5、R10、R20 和 R40 为基本系列，R80 为补充系列。

优先数的主要优点：

- 1) 相邻两项的相对差均匀，疏密适中，而且运算方便，简单易记；
- 2) 在同--系列中优先数(理论值)的积、商、整数(正或负)的乘方仍为优先数；
- 3) 优先数可以向两端延伸；

4) 在工程上还采用 R10/3 系列，称为派生系列，其公比 $q = \sqrt[10]{10^3} = 2$ 。即为在 R10 系列中每隔三项选一个数值组成的数列，其中每一项数也都是优先数。

因此，优先数列得到广泛的应用，并成为国际统一的数值制。

标准化的作用在于把工程上的各种技术参数协调、简化和统一，其前提条件是选择优先数列。在生产中，当选定一个数值作为某种产品的参数指标后，这个数值就会按着一定规律向一切相关的制品、材料等有关参数指标传播扩散。例如动力机械的功率和转速值确定后，不仅会传到有关机器的相应参数上，而且必然会传播到其本身；轴、轴承、键、齿轮和联轴节等一整套零、部件上。并将进一步传播到与其有关的加工用的机床、刀具和夹具及检验用的量具等相应的参数上。这种技术参数的传播在生产中极为普遍，并跨越行业和部门的界限。在技术参数上即便有微小的差别，经过反复传播之后，也会造成尺寸规格的繁杂混乱，以致给组织生产、协作配套及使用维修等带来很大困难。当采用优先数系之后，就避免上述的弊端。

因此，优先数和优先数列就是对各种技术参数进行简化和统一的一种科学的数值制度。详见表 1-1 优先数基本系列。

表 1-1 优先数基本系列

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	1.0000	4.00	4.00	4.00	3.35	3.3497
			1.06	1.0593				3.55	3.5481
			1.12	1.1220				3.75	3.7584
			1.18	1.1885				4.00	3.9811
			1.25	1.2589				4.25	4.2170
			1.32	1.3335				4.50	4.4668
			1.40	1.4125				4.75	4.7315
			1.50	1.4962				5.00	5.0119
			1.60	1.5849				5.30	5.3088
			1.70	1.6788				5.60	5.6234
1.60	1.60	1.60	1.70	1.6788	6.30	6.30	6.30	6.00	5.9566
			1.80	1.7783				6.30	6.3096
			1.90	1.8836				6.70	6.6834
			2.00	1.9953				7.10	7.0795
			2.12	2.1135				7.50	7.4989
			2.24	2.2387				8.00	7.9433
			2.36	2.3714				8.50	8.414
			2.50	2.5119				9.00	8.9125
			2.65	2.6607				9.50	9.4406
			2.80	2.8184				10.00	10.0000
2.50	2.50	2.50	3.00	2.9854	10.00	10.00	10.00	10.00	10.0000
			3.15	3.1623					
			3.15	3.1623					