

机械工人培训丛书

公差与测量

王永立
阎景文 编
贾三泰

中国农业机械出版社



机械工人培训丛书

公差与测量

王永立 阎景文 贾三泰 编

中国农业机械出版社

公差与测量

王永立 阎景文 贾三泰 编

*

中国农业机械出版社出版

北京市海淀区阜成路东钓鱼台乙七号

福州市第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

新华书店经售

*

787×1092 16开11 $\frac{1}{2}$ 印张 278千字

1983年9月北京第一版·1983年9月第一次印刷

印数: 00,001—40,200 定价: 1.25元

统一书号: 15216·177

前 言

在加工机器零部件的过程中，由于各种因素的影响，其几何参数（包括尺寸、形状和位置等等）不可能绝对准确，一般都有一定的误差和偏差存在。因此，要使零部件能顺利地装配成机器，并且满足使用性能的要求，就必须限制各种误差。限制误差的参数一般就叫做“公差”，它是人为给定的有一定大小的标准数值。具体应用时，公差还有一定的范围（叫公差带），误差或偏差超过了这个范围就算不合格。那么如何知道误差有多大？这就要对零部件的几何参数进行测量或检验。所以公差、误差和测量检验是分不开的。

公差与测量是机械工人不可缺少的基础技术知识，掌握了它，对提高产品质量和生产效率，降低成本，都有重要的意义。本书就是为了普及这方面的知识而编写的。

本书共分七章，主要介绍了光滑圆柱体零件的公差与配合，技术测量的基本知识，量规和样板，形状和位置公差与测量，表面光洁度的测量，以及键、螺纹、圆柱齿轮和锥体等典型零件的公差与测量等。本书在取材和内容处理上，注意了以下几个方面的问题：

（1）尽可能以较通俗的语言阐明有关的基本概念，使读者在弄清概念的基础上，对公差有一个比较完整的认识。书中没有烦琐的公式推导和难懂的理论阐述，文字亦简明扼要。

（2）注意理论与实践相结合，偏重于实际应用，使读者能把此书所介绍的内容应用于自己的工作实际，提高生产技能。

（3）目前，各项新的国家标准正在陆续制订和颁布，尽快地学会应用这些新标准，是机械工人面临的一项迫切任务。工厂中使用的图纸也要根据新标准进行修订。本书使用的标准及有关的概念和术语，均采用新标准。目前尚无新标准的，则采用现行标准或基本上已定型的标准报批稿。

（4）配有大量插图和一些实例，以帮助读者加深对正文的理解。

本书由河北工学院何贡副教授审校，并代写了第七章的初稿。

由于编者水平和实践经验有限，书中难免有错漏之处，望读者批评指正。

编 者

1982年6月

出版说明

为了满足机械行业培训工人的需要，我社组织编写了这套《机械工人培训丛书》。这套丛书由七本组成，即《金属材料》、《公差与测量》、《金属切削刀具》、《机床夹具》、《机床的传动与调整计算》、《机械传动》、《液压传动》。

这套丛书属于中级培训读物，内容包括与机械制造有关的主要基础知识。机械工人掌握这些内容，不仅有助于保证产品质量、提高生产效率，还能获得一定的技术革新能力。考虑到在职培训难以拿出更多的学时，本丛书在篇幅上力求少而精，使之能用较短的时间讲完每一本分册，同时也注意了读者自学的需要。

在编写过程中，我们认真地吸取了不少职工教育工作者的意见。很多部门的负责同志，为本丛书的编写提供了条件。为了更好地实现编写意图，我们邀请了业务水平较高、教学经验丰富的教师和工程技术人员负责进行编写，书稿写完后，有部分内容曾请生产第一线的同志进行审阅。对于上述参与编写工作的同志，我们在此致以诚挚的谢意。

本书有不够完善或错误之处，欢迎广大读者指正。

中国农业机械出版社

一九八二年一月

目 录

第一章 公差与配合的基本概念

- 第一节 概述..... 1
- 第二节 尺寸和公差..... 1
- 第三节 配合..... 3
- 第四节 公差与配合的图解..... 6

第二章 光滑圆柱体零件的公差与配合

- 第一节 公差与配合制度..... 7
- 第二节 标准公差和基本偏差..... 9
- 第三节 孔轴公差带与配合..... 20
- 第四节 公差与配合的选择..... 24
- 第五节 滚动轴承配合的选择..... 31
- 第六节 新国标与旧国标的比较..... 34

第三章 技术测量的基本知识

- 第一节 长度单位..... 38
- 第二节 量块..... 38
- 第三节 测量及其分类..... 40
- 第四节 常用量具..... 41
- 第五节 验收极限和计量器具的
 选用..... 68
- 第六节 测量时的温度和测量力..... 73

第四章 量规和样板

- 第一节 量规的作用与分类..... 74
- 第二节 泰勒原则和量规的误差..... 77
- 第三节 量规的公差..... 80
- 第四节 量规的使用..... 85
- 第五节 样板..... 87

第五章 形状和位置公差与测量

- 第一节 基本概念..... 93
- 第二节 形位公差的一般标注
 方法和识读 104
- 第三节 形状误差的测量 113
- 第四节 位置误差的测量 118
- 第五节 独立原则和相关原则 129

第六章 表面光洁度的测量

- 第一节 表面光洁度 136
- 第二节 常用的表面光洁度
 测量方法 139

第七章 典型零件的公差与测量

- 第一节 键 145
- 第二节 螺纹 150
- 第三节 圆柱齿轮 160
- 第四节 光滑圆锥 173

公差与配合的基本概念

第一节 概 述

任何机器都是由许多零件所组成。在现代机器制造工业中，特别是在大量生产中，要求加工出的每一个零件，在装配时不经过任何修整就能装配到机器上去，而且能达到预定的质量和性能要求。同一种规格的零件，不管是什么地方、什么工厂、什么人加工的，都应达到这个要求，也就是说，要求零件具有互换性。

简言之，所谓互换性，就是指机器中的零件或部件，在满足几何参数、物理性能和其它质量指标要求的前提下，装配时不经选择和修配，就能达到预期工作要求的性能。

如果机器零件具有互换性，装配起来就非常容易，能够提高劳动生产率，降低生产成本，保证产品质量的稳定性，同时也便于维修。

要使零件具有互换性，就必须对零件尺寸、几何形状和相互位置、表面光洁度、硬度以及材料性能等提出明确的要求，其中以零件的尺寸公差与配合的要求最为重要。

互换性分为完全互换性和不完全互换性两种。完全满足上述要求的零件和部件，称为具有完全互换性。它的优点是有益于组织专业化生产，易于实现自动化生产和流水线生产，也有益于机器的维修。

但是有些零件的使用要求很高，如果完全按照互换性进行生产，由于零件的制造精度太高，加工时很不经济，这时可采用不完全互换性的方式来生产，即将相配零件的尺寸公差适当放大，使加工变得容易一些，然后通过测量，根据实际尺寸将零件分成若干组，进行分组装配。

第二节 尺寸和公差

一、孔与轴

孔，主要指圆柱形内表面，也包括其它内表面中由单一尺寸确定的部分。

轴，主要指圆柱形外表面，也包括其它外表面中由单一尺寸确定的部分。

由此可知，孔和轴这两个词，除了表示圆柱形内外表面构成的孔和轴外，非圆柱形内外表面中由单一尺寸确定的部分也可视为孔和轴。如键槽的宽度是由两个平行平面构成的内表面（两内表面之距离为单一尺寸），属于孔；与键槽相配合的键就是轴。从装配后零件包容和被包容的关系看，孔为包容面，轴为被包容面。从加工过程来看，随着加工余量的切除，孔的尺寸由小变大，轴的尺寸由大变小。

二、尺寸与基本尺寸

尺寸是用特定单位表示长度值的数字，由数字和长度单位组成（如40毫米），它表示

了几何形状的大小,包括长度、直径、宽度、高度、厚度以及中心距、圆角半径等等。一个零件的大小可以用尺寸来体现。

基本尺寸就是指设计给定的尺寸。它是根据使用要求,通过刚度、强度计算和结构方面的考虑,或者根据试验和经验确定,并经过圆整的尺寸。基本尺寸应按JB176-60和JB177-60两个部颁标准选用标准尺寸,如标准直径或标准长度等。基本尺寸是计算极限尺寸和极限偏差的起始尺寸。互相配合的孔和轴,基本尺寸要相同。

三、实际尺寸

零件制成后,通过测量所得的尺寸叫做实际尺寸。例如用千分尺测量一个轴的直径,轴的基本尺寸为20毫米,测得尺寸为20.015毫米,这就是轴的实际尺寸。由于测量中不可避免地存在测量误差,所以实际尺寸包含有允许的测量误差,而并非尺寸的真值。

四、极限尺寸

在机械加工中,由于各种误差的存在,如机床的误差、刀具的误差、量具的误差等等,要把所有的零件都加工成所指定的尺寸是不可能的。即使由一个技术熟练的工人,在同一台机床上,用同样的刀具和量具,加工同一种零件,它们的尺寸也永远不会完全相同,当然也不会与指定的某一尺寸完全相同。

从使用的角度讲,也没有必要使某一零件的所有实际尺寸与指定尺寸完全相同。因此可以根据设计要求,以基本尺寸为基数,为尺寸的允许变化范围确定两个界限值,这就是极限尺寸。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。零件加工完成后的实际尺寸应介于两极限尺寸之间,即不允许大于最大极限尺寸(可以等于最大极限尺寸),也不允许小于最小极限尺寸(可以等于最小极限尺寸),否则就不合格。

五、尺寸偏差与尺寸公差

尺寸偏差(简称偏差)是某一尺寸减其基本尺寸所得的代数差。某一尺寸可以是最大极限尺寸、最小极限尺寸或实际尺寸。

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。

上偏差与下偏差统称为极限偏差。

实际尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为实际偏差。

极限尺寸和实际尺寸可能大于、小于或等于基本尺寸,所以偏差可能是正值、负值或零值。只要实际偏差在极限偏差范围以内,这个尺寸就算合格。

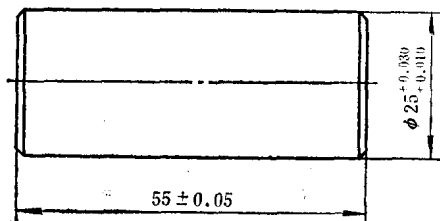


图 1-1

在零件的工作图上,通常不标注零件的极限尺寸,而只标注基本尺寸和上下偏差。如图1-1所示,圆柱销的直径为 $\phi 25^{+0.030}_{-0.010}$,即基本尺寸为25毫米,上偏差为+0.030毫米,下偏差为-0.010毫米,最大和最小极限尺寸都大于基本尺寸;圆柱销的长度为 55 ± 0.05 ,即基本尺寸为55毫米,上偏差为+0.05毫米,下偏差为-0.05毫米,最大极限尺寸大于基本尺寸,最小极限尺寸小于基本尺寸。

尺寸公差是指允许尺寸的变动量。它等于最大极限尺寸与最小极限尺寸之代数差的绝

对值,或上偏差与下偏差之代数差的绝对值。如图1-1中,圆柱销的直径公差为 $|0.030 - 0.010| = 0.020$ 毫米,长度公差为 $|0.05 - (-0.05)| = 0.10$ 毫米。从加工的角度来看,基本尺寸相同的零件,公差值越大加工就越容易。

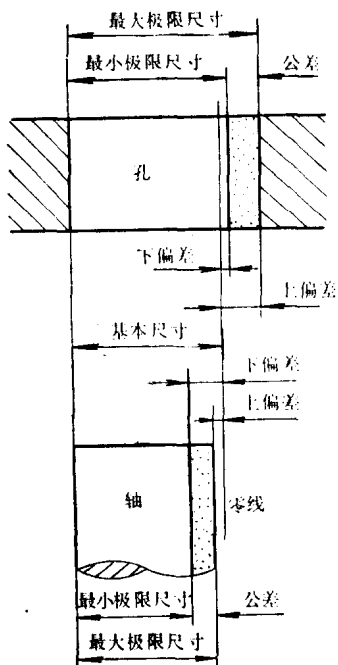


图 1-2

以上所述的孔与轴、尺寸与基本尺寸、实际尺寸、极限尺寸、尺寸偏差与公差等名词,是公差与配合标准中的基本术语,它们都有明确的定义概念。其相互关系可用图1-2表示。

例 零件尺寸为 100 ± 0.05 毫米,试指出基本尺寸、上偏差和下偏差,并求出最大极限尺寸、最小极限尺寸和公差。

解: 基本尺寸为100毫米;

上偏差为 $+0.05$ 毫米;

下偏差为 -0.05 毫米;

最大极限尺寸 $= 100 + 0.05 = 100.05$ 毫米;

最小极限尺寸 $= 100 + (-0.05) = 99.95$ 毫米;

公差 $= |0.05 - (-0.05)| = 0.10$ 毫米。

例 有两种轴,其尺寸分别为 $\phi 50^{+0.110}_{-0.095}$ 和 $\phi 50^{+0.015}_{-0.010}$,如果用同一种方法加工,控制这两种尺寸时,难易程度是否一样?

解: 由于两种轴的基本尺寸和加工方法都一样,加工的难易程度就取决于公差的大小。

第一种轴的公差为 $|0.110 - 0.095| = 0.015$ 毫米;第二种轴的公差为 $|0.015 - (-0.010)| = 0.025$ 毫米,第一种轴的公差小于第二种轴,故加工第一种轴较难。

公差与偏差是两个不同的概念。例如 $\phi 25^{+0.010}_{-0.010}$ 表示上偏差为零,下偏差为 -0.010 毫米,公差为 $0 - (-0.010) = 0.010$ 毫米。有的人常常将数值相同的偏差与公差混淆,如把上例中的下偏差叫成负公差,显然是错误的。还有的人只根据偏差的绝对值大小来判断加工的难易,如例2中的第一种轴的上偏差大于第二种轴的上偏差,就认为第一种轴容易加工,也是错误的。产生上述错误的原因是对公差和偏差的概念认识不清。

从数值上看,公差是一个不为零的,也没有正负号的数值,而偏差则可正可负,也可能为零值。从作用上看,公差用于限制尺寸误差,它代表公差带(概念见后)的大小,影响配合精度;“极限偏差”用于限制实际偏差,它代表公差带的位置,影响配合松紧。从工艺上看,公差反映尺寸制造精度(当基本尺寸一定时);偏差取决于加工时机床和刀具等的调整。

在公差与技术测量中,在不会引起混淆时,可以将尺寸公差简称公差。同样,也可将尺寸偏差简称偏差。

第三节 配 合

一定基本尺寸的轴装入相同基本尺寸的孔称为配合。由于孔和轴的实际尺寸不同,装入后就会表现出各种不同的松紧程度,称为配合性质。

一、间隙配合

一批轴孔配合的零件，如果孔的实际尺寸总是大于轴的实际尺寸，装配后两者之间就会存在间隙。这种具有间隙（包括最小间隙为零）的配合，称为间隙配合。如图1-3所示，最大间隙 $X_{\max}$ 等于孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸（或孔的上偏差减轴的下偏差所得的代数差）；最小间隙 $X_{\min}$ 等于孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸（或孔的下偏差减轴的上偏差所得的代数差）。图1-3b所示为最小间隙等于零的情况。

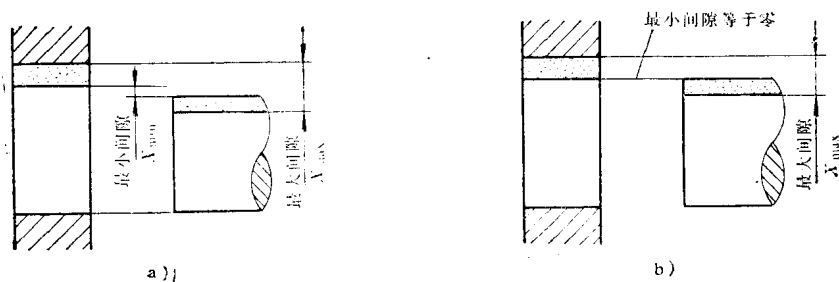


图 1-3

二、过盈配合

一批轴孔配合的零件，如果轴的实际尺寸总是大于孔的实际尺寸，装配后两者之间就存在着过盈。这种具有过盈（包括最小过盈等于零）的配合，称为过盈配合。如图1-4所示，最大过盈 $Y_{\max}$ 等于孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸所得的代数差（或孔的下偏差减轴的上偏差所得的代数差）；最小过盈 $Y_{\min}$ 等于孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸所得的代数差（或孔的上偏差减轴的下偏差所得的代数差）。图1-4b所示为最小过盈等于零的情况。

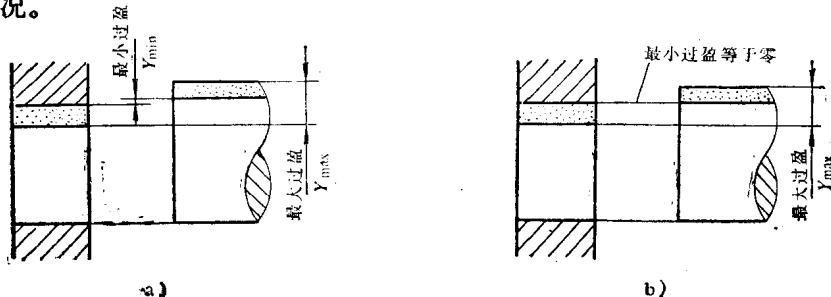


图 1-4

三、过渡配合

过渡配合是介于间隙配合和过盈配合之间的一种配合。间隙配合总是有配合间隙，过盈配合总是有过盈，而过渡配合则不一定完全是间隙，也不一定完全是过盈。就是说，一批轴孔零件相配合时，有的产生间隙，有的产生过盈，这种可能具有间隙或过盈的配合，称为过渡配合。如图1-5所示，过渡配合的最大间隙等于孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸所得的代数差（或孔的上偏差减轴的下偏差所得的代数差）；最大过盈等于孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸所得的代数差（或孔的下偏差减轴的上偏差所得的代数差）。

需要说明的是, 过渡配合中不存在最小过盈, 因为配合最松的时候已经是最大间隙了; 同理, 也不存在最小间隙, 因为配合最紧的时候已经是最大过盈了。

以上介绍了间隙配合、过盈配合和过渡配合的配合特征, 在这些配合中, 允许的间隙或过盈的变动量, 称为配合公差。对于间隙配合, 配合公差等于最大间隙与最小间隙之代数差的绝对值; 对于过盈配合, 配合公差等于最小过盈与最大过盈之代数差的绝对值; 对于过渡配合, 配合公差等于最大间隙与最大过盈之代数差的绝对值。总之, 配合公差等于互相配合的孔公差与轴公差之和。

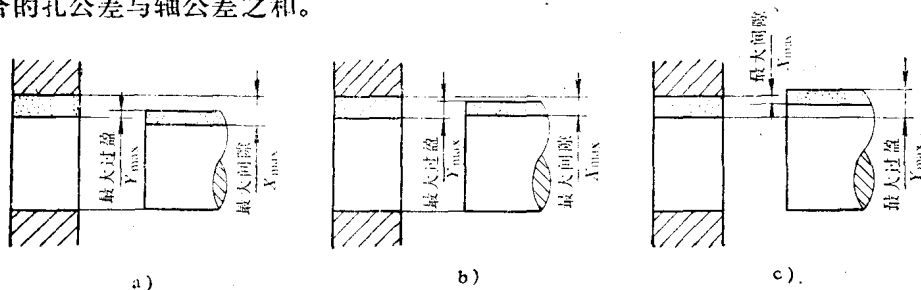


图 1-5

例 已知孔的尺寸为 $\phi 200^{+0.046}_{-0.000}$, 轴的尺寸为 $\phi 200^{+0.100}_{-0.172}$, 求最大间隙、最小间隙和配合公差。

解: 最大间隙 = 孔的上偏差 - 轴的下偏差
 $= 0.046 - (-0.172) = 0.218$ 毫米;
 最小间隙 = 孔的下偏差 - 轴的上偏差
 $= 0 - (-0.100) = 0.100$ 毫米;
 配合公差 = | 最大间隙 - 最小间隙 |
 $= | 0.218 - 0.100 | = 0.118$ 毫米。

例 已知孔的尺寸为 $\phi 200^{+0.046}_{-0.000}$, 轴的尺寸为 $\phi 200^{+0.106}_{-0.077}$, 求最大过盈、最小过盈和配合公差。

解: 最大过盈 = 孔的下偏差 - 轴的上偏差
 $= 0 - 0.106 = -0.106$ 毫米;
 最小过盈 = 孔的上偏差 - 轴的下偏差
 $= 0.046 - 0.077 = -0.031$ 毫米;
 配合公差 = | 最小过盈 - 最大过盈 |
 $= | -0.031 - (-0.106) | = 0.065$ 毫米。

例 已知孔的尺寸为 $\phi 200^{+0.046}_{-0.000}$, 轴的尺寸为 $\phi 200^{+0.004}_{-0.033}$, 求最大间隙、最大过盈和配合公差。

解: 最大间隙 = 孔的上偏差 - 轴的下偏差
 $= 0.046 - 0.004 = 0.042$ 毫米;
 最大过盈 = 孔的下偏差 - 轴的上偏差
 $= 0 - 0.033 = -0.033$ 毫米;
 配合公差 = | 最大间隙 - 最大过盈 |
 $= | 0.042 - (-0.033) | = 0.075$ 毫米。

第四节 公差与配合的图解

在公差与配合的示意图中,包含了零件的基本尺寸和公差值,以及孔、轴的配合性质。由于零件的基本尺寸和公差值在数值上悬殊很大,如作图比例不放大或放大倍数很小,则由于公差值很小,在图纸上就表示不出来;如果比例放得很大,则零件图形就会很大,甚至普通纸张根本画不下。为了清楚地表示出公差与配合性质,我们只将公差值放大,而不放大零件基本尺寸,画出公差带位置图(简称公差带图),用尺寸公差带的高度和相互位置表示公差的大小和配合性质,这就是公差与配合的图解法。

所谓尺寸公差带(简称公差带),就是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。

下面介绍作公差带图的方法。作图时,应首先确定一条基准直线,即零偏差线(简称零线)。它相当于零件的基本尺寸,是零件上、下偏差的起点。位于零线以上的偏差是正值;零线以下的偏差是负值;零线位置代表偏差为零。当零件的上下偏差值给定后,就可以按照一定的放大比例画出公差带图(图1-6)。

例 已知孔的尺寸为 $\phi 200^{+0.046}_{-0}$, 轴的 尺寸 分别为 $\phi 200^{+0.106}_{-0.077}$ 、 $\phi 200^{+0.106}_{-0.172}$ 、 $\phi 200^{+0.106}_{-0.33}$, 用300:1的比例画出三种配合的公差带图。

解: 以 $\phi 200^{+0.046}_{-0}$ 孔和 $\phi 200^{+0.106}_{-0.077}$ 轴为例,其作图步骤和方法如下:

- 1) 先画出零线, 注出基本尺寸。
- 2) 画出孔的上下偏差线。上偏差为+0.046毫米, 放大120倍, 在零线上方5.5毫米处画出上偏差线。下偏差为零, 故下偏差线与零线重合。
- 3) 画出轴的上下偏差线。上偏差为-0.100毫米, 放大120倍, 在零线下方12毫米处画出上偏差线。下偏差为-0.172毫米, 放大120倍, 在零线下方20.6毫米处画出下偏差线。
- 4) 在孔、轴上下偏差线左右两侧画垂直线, 形成长方块, 块中可画出不同的阴影(为了简便也可不画), 以便区别孔和轴公差带, 并在有关部位标出偏差值, 作图即告完成, 见图1-7a。

由图可看出, 这是间隙配合, 最大、最小间隙一目了然, 并可计算或按比例量出其大小。

图1-7b和c是孔 $\phi 200^{+0.046}_{-0}$ 和轴 $\phi 200^{+0.106}_{-0.077}$ 、 $\phi 200^{+0.106}_{-0.172}$ 的公差与配合图解, 它们分别为过盈和过渡配合, 作图方法同上。

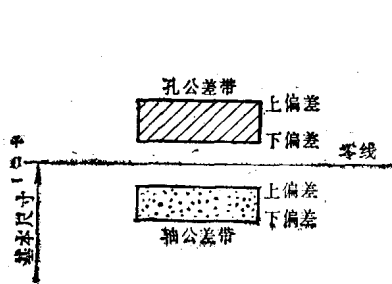


图 1-6

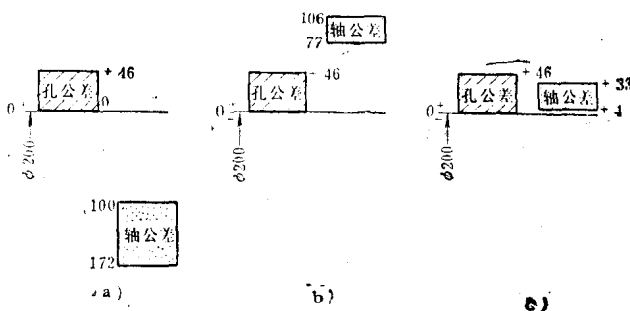


图 1-7

光滑圆柱体零件的公差与配合

第一节 公差与配合制度

一、公差与配合

前面提到, 机器零件应具有互换性。在大多数情况下, 零件的尺寸不应该和基本尺寸完全一样, 而是允许尺寸有一定的变动量(公差), 即相对于基本尺寸有一定的偏差。人们正是利用尺寸的这种偏差, 来得到各种各样的配合性质, 使机器满足使用要求。具有互换性的零件, 并不要求制造得愈精确愈好。就尺寸而言, 互换性只要求零件尺寸在一定的范围之内。这个范围既要相互结合的尺寸形成一定的配合关系, 又要尽可能在制造上经济合理。

由于零件的作用不同, 对其尺寸的精度要求也不一样, 因而公差数值也不相同。但是考虑到设计、制造、使用和维修的方便, 公差数值不能随意确定, 而要根据零件的精度要求, 按照一定的方法来选取。同样道理, 偏差数值也应根据配合性质按一定的方法来选取。

下面来看一个例子: 一个基本尺寸为 $\phi 30$ 毫米的孔, 公差要求为0.03毫米, 如果自由选取偏差的话, 其上下偏差就可以定为各种数值, 例如 $\phi 30 \pm 0.015$, $\phi 30^{+0.01}_{-0.02}$, $\phi 30^{+0.02}_{-0.01}$, $\phi 30^{+0.03}_{-0.03}$, $\phi 30^{+0.03}_{-0.03}$ 等等。这样备用的铰刀就要很多, 将给生产带来很大困难, 也无法利用现成的标准塞规进行测量。另外, 不同的配合性质, 也对两个相配零件的上下偏差有具体要求, 而不允许随意变动。

为此有必要将公差和偏差标准化, 并制定出一套公差与配合制度, 使大家都来遵守。这个制度, 消除了随意选择公差和配合的现象, 便于采用标准刀具和不可调整量规, 从而保证满足互换性要求, 并简化设计和制造过程。

公差与配合制度及其相应的标准, 主要是科学地规定关于孔、轴的尺寸公差带以及由它们组成的配合。孔、轴公差与配合的基本原理, 也适用于其它典型结合零件, 如螺纹、圆锥体等。

二、公差制度的发展

将公差和配合系统地形成一个制度, 称为公差制度, 即公差与配合制度。

在解放前我国采用的公差制度很混乱, 德国标准(DIN)、美国标准(ASA)、英国标准(BS)、日本标准(JIS)以及国际标准(ISA标准)等均有使用。解放初期, 限于当时的历史条件, 曾采用苏联标准(OCT)。1959年, 在苏联标准的基础上, 曾制定了我国的标准(GB159~174-59), 即旧国标。

1962年以后, 国际标准化组织(ISO)在ISA的基础上修订并完善了一种新的公差制度(ISO), 它继承了旧公差制的一些优点, 又克服了许多弊病, 根本改变了旧公差制度的

基本结构,成为现代最科学的,并已为世界公认和普遍采用的公差制度。

ISO制的公差与配合部分的基本内容是由“标准公差系列”和“基本偏差系列”组成。前者说明公差带的大小,后者说明公差带的位置,二者结合则构成孔和轴不同的公差带,孔轴公差带结合而形成不同的配合。

为了适应我国生产发展的需要,加强国际交流,1979年我国正式制订和颁布了新的国家标准《公差与配合》(GB1800~1804-79),即新国标。这是我国公差体制的一次较大的变动。

三、新国标的构成和内容

新国标是根据国际公差制度ISO标准,并考虑了我国生产发展的基础和需要制订的。基本内容如图2-1所示,由下列七个标准构成:

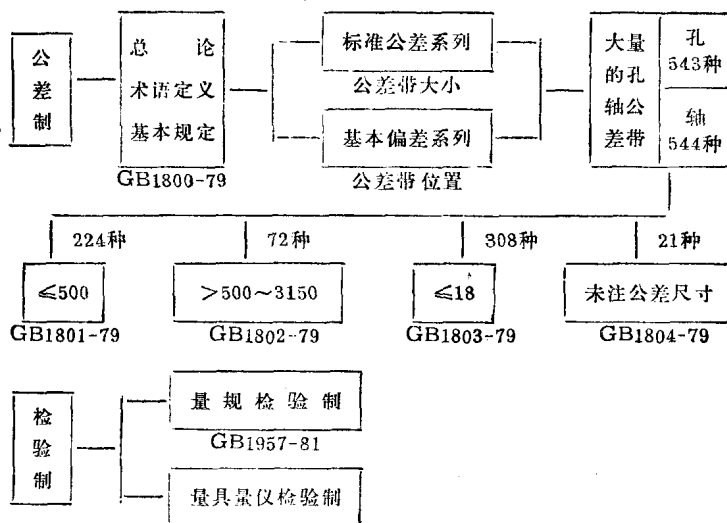


图 2-1

1) 总论和标准公差、基本偏差(GB1800-79) 包括术语及定义、一些基本规定、标准公差与基本偏差数值表,以及计算标准公差和孔、轴基本偏差的公式。这个标准是新国标的理论基础,也是制订后四个标准的依据。

2) 常用尺寸段的公差与配合(GB1801-79) 包括尺寸到500毫米的孔、轴公差带224种、其相应的极限偏差数值表、几种优先和常用配合及其极限间隙或过盈数值表,并附有新旧国标对照表及公差带数值对照表。

3) 大尺寸段的公差与配合(GB1802-79) 包括尺寸大于500~3150毫米的常用孔、轴公差带72种,及其相应的极限偏差数值表。在附录中,列有尺寸大于3150~10000毫米的标准公差和基本偏差数值表。

4) 小尺寸段的公差与配合(GB1803-79) 包括尺寸到18毫米的孔、轴公差带308种,及其相应的数值表。

5) 未注公差尺寸的极限偏差(GB1804-79)。

6) 量规公差标准(GB1957-81)。

7) 量具和量仪检验标准(尚未颁布)。

在上述标准中,大尺寸段的公差与配合是根据大尺寸的特点而制定的,它与常用尺寸段的公差与配合既有联系又有差别。其特点主要有:

(1) 测量误差较大。一般来说,温度、量具、基准和测量技术都影响测量结果,许多测量误差也不易修正。随着基本尺寸的加大,测量误差、温度、形位误差等因素的影响将显著增加,测量误差(主要是温度变化所产生的部分)在总误差中所占比重也随之增大,并逐步转化为主要部分。这种变化规律与常用尺寸段不同,常用尺寸段误差的主要部分是加工误差。

(2) 大尺寸的产品多为单件或小批量生产,并且多为关键零件,生产周期长、工序多、成本高。因此不强调互换性生产,也没有推荐配合,并且常常采用配制配合。

配制配合是以一个零件的实际尺寸为基数,来配制另一个零件的一种工艺措施。它在保证产品使用要求的前提下,可以提高制造的经济性,具有扩大制造公差和保证配合性能的优点。配制配合与工厂中采用的“配作”不同,配作由各厂自行组织,而配制配合是按照互换性生产的要求来选择的,其配合公差、标注方法以及有关技术要求均进行了标准化。

从测量的角度看,由于大尺寸孔一般比轴测量精度高,并且较易掌握,故在大尺寸中推荐同级配合。

在小尺寸段的公差与配合标准中,基本尺寸和常用尺寸段是重复的,但公差与配合有其特点,主要是在常用尺寸段一般用途孔、轴公差带的基础上,增加了孔轴公差带,以适应仪器仪表和钟表工业的需要。

尺寸在10毫米以下时,考虑到测量误差与基本尺寸之间没有明显的依赖关系,以及小尺寸的测量误差是影响公差的主要因素,所以标准中采用 ≤ 3 毫米这一尺寸分段,这一点与旧国标也是不同的。

在配合的选择上,小尺寸段与常用尺寸段不同,后者优先采用基孔制,前者基轴制应用较多。

未注公差尺寸,是在图纸上只标注基本尺寸而不标极限偏差的尺寸。在没有配合要求、尺寸对机器的使用质量影响不大、用工艺方法即可保证达到尺寸要求(如冲压件尺寸、铸件的尺寸)等情况下,均只标注基本尺寸。未注公差尺寸也应有一定的公差要求,不过这种要求一般很低,公差很大。

未注公差尺寸相当于旧国标中的自由尺寸。新国标中,未注公差有相应的公差等级,具体极限偏差数值均有表可查,如基本尺寸为 $\phi 20$ 毫米16级孔的未注公差尺寸,上偏差为 $+1.30$ 毫米,下偏差为零。

新国标《公差与配合》的内容很多,限于篇幅,不可能一一详细讨论,本章只着重介绍尺寸至500毫米的常用尺寸段的孔、轴公差与配合的有关问题。

第二节 标准公差和基本偏差

一、标准公差

新的公差与配合制度的特点之一,是把公差带大小和公差带位置这两个要素分别标准化。所谓标准公差,就是指标准化了的、用来确定公差带大小的公差,其数值列于表2-1。

标准公差用代号IT表示。IT是ISO Tolerance的英文缩写,意指国际公差。

表 2-1 标准公差数值表

基本尺寸 (毫米)		公差等级																			
		差																			
		IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于 至		(微米)																(毫米)			
—	3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0.10	0.14	0.25	0.40	0.60	1.0	1.4
3	6	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.30	0.48	0.75	1.2	1.8
6	10	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.90	1.5	2.2
10	18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.70	1.10	1.8	2.7
18	30	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.30	2.1	3.3
30	50	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1.00	1.60	2.5	3.9
50	80	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0.30	0.46	0.74	1.20	1.90	3.0	4.6
80	120	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.40	2.20	3.5	5.4
120	180	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0.40	0.63	1.00	1.60	2.50	4.0	6.3
180	250	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.90	4.6	7.2
250	315	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0.52	0.81	1.30	2.10	3.20	5.2	8.1
315	400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.40	2.30	3.60	5.7	8.9
400	500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0.63	0.97	1.55	2.50	4.00	6.3	9.7
500	630	4.5	6	9	11	16	22	30	44	70	110	175	280	440	0.70	1.10	1.75	2.8	4.4	7.0	11.0
630	800	5	7	10	13	18	25	35	50	80	125	200	320	500	0.80	1.25	2.00	3.2	5.0	8.0	12.5
800	1000	5.5	8	11	15	21	29	40	56	90	140	230	360	560	0.90	1.40	2.30	3.6	5.6	9.0	14.0
1000	1250	6.5	9	13	18	24	34	46	66	105	165	260	420	660	1.05	1.65	2.60	4.2	6.4	10.5	16.5
1250	1600	8	11	15	21	29	40	54	78	125	195	310	500	780	1.25	1.95	3.10	5.0	7.8	12.5	19.5
1600	2000	9	13	18	25	35	48	65	92	150	230	370	600	920	1.50	2.30	3.70	6.0	9.2	15.0	23.0
2000	2500	11	15	22	30	41	57	77	110	175	280	440	700	1100	1.75	2.80	4.40	7.0	11.0	17.5	28.0
2500	3150	13	18	26	36	50	69	93	135	210	330	540	860	1350	2.10	3.30	5.40	8.6	13.5	21.0	33.0

注：基本尺寸小于1毫米时，无IT14至IT18。

(一) 标准公差的确 旧国标的公差大小可用下式计算:

$$T=ai \text{ (微米)} \quad (2-1)$$

式中 i ——公差单位(微米); a ——公差单位数。

新国标也用这个公式计算标准公差,但 a 和 i 的含义与旧国标不一样。下面介绍它们的含义、作用,以及标准公差的计算方法和有关知识。

1. 公差单位 公差单位是计算标准公差的基本单位。由大量实验和分析研究知道,在工艺条件一定的情况下,零件加工误差和测量误差与尺寸(如直径)变化之间有一定的关系。由于公差是用来限制误差的,因此,公差也与加工和测量误差有关,公差单位 i 与尺寸(直径)之间也应符合这一关系,如图2-2所示。图中 D 为零件的基本尺寸。

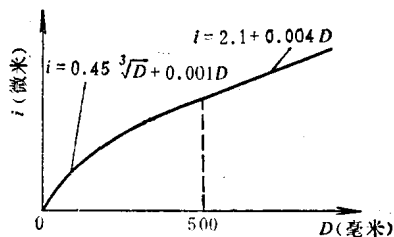


图 2-2

这一关系可用下列函数式表示:

$$i=0.45\sqrt[3]{D}+0.001D \quad (D \leq 500 \text{ 毫米}) \quad (2-2)$$

$$i=2.1+0.004D \quad (D > 500 \sim 3150 \text{ 毫米}) \quad (2-3)$$

上面两式中,右边第一项主要反映加工误差。基本尺寸小于或等于500毫米的零件,它呈立方抛物线关系;尺寸大于500~3150毫米的零件,由于主要是测量误差起作用,而加工误差基本上不再随尺寸而变化,因此右边第一项为常数(2.1)。右边第二项,主要是测量时因温度的影响而引起的测量误差,与尺寸呈线性关系。

计算时,式中 i 的单位为微米, D 为毫米。

2. 公差单位数 公差单位数 a 又称公差等级系数,它与加工工艺条件有关。根据它的数值,可以评定零件的精度高低。例如有两个基本尺寸不同的轴,一个为 $\phi 64_{-0.022}^{+0}$,一个为 $\phi 125_{-0.025}^{+0}$,如何判断其精度高低?这不能只看公差大小,还要看基本尺寸大小。由式(2-1)可知

$$a_1 = \frac{T_1}{i_1} = \frac{22}{0.45\sqrt[3]{64}+0.001 \times 64} = 11.8$$

$$a_2 = \frac{T_2}{i_2} = \frac{25}{0.45\sqrt[3]{125}+0.001 \times 125} = 10.6$$

因为 $a_2 < a_1$,即后者包含的公差单位数少,其精度高。也就是说,对后者的加工工艺条件要求高,加工和测量误差较小。

对于同一精度的孔与轴,它们的 a 值是相同的。 a 值与配合无关。基本尺寸确定之后, a 值是决定标准公差大小的唯一参数。

3. 公差等级 公差等级也可理解为确定尺寸精确程度的等级(旧国标中称为精度等级)。属于同一公差等级的公差,对所有的不同基本尺寸,虽数值不同,但对精确程度的要求是相同的。

按公差等级系数 a 的不同,新国标将标准公差分为20个公差等级(旧国标分为12个精度等级),某一级的公差值用IT和该级的序号表示,如IT01表示01级公差值,IT6表示6级公差值等等。IT01、IT0、IT1至IT18,等级依次降低,公差值依次增大。

新旧国标公差(精度)等级对照见表2-2。由表可见,新国标比旧国标增加了5~6个