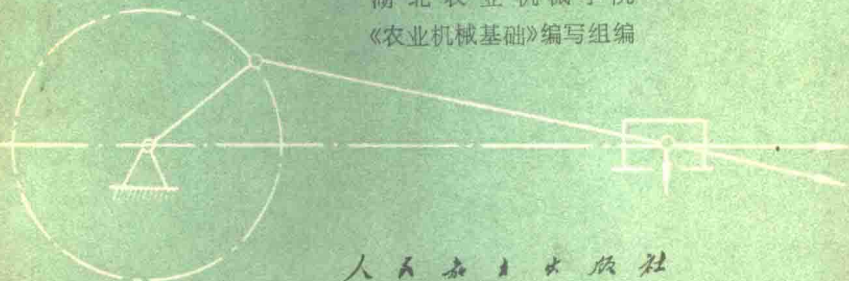


农业机械基础

下 册

湖北农业机械学院
《农业机械基础》编写组编



人民教育出版社

农业机械基础

下 册

湖北农业机械学院《农业机械基础》编写组编

人 民 教 育 出 版 社

1978年·北京

内 容 简 介

本书分上、下两册。

上册共分六章，第一章首先简要介绍我国农业机械化的大好形势，并通过各类农业机械产品图形，介绍我国目前农业机械的概况；第二章到第六章介绍悬挂犁机组、播种机、谷物联合收获机、插秧机、离心式水泵等典型机具的一般结构和工作原理，结合叙述有关力学和机械原理方面的基础知识。

下册从第七章到第十一章，介绍农具改革设计的基础知识，其中包括机械零件、强度校核、公差与配合、材料与金属热处理等，最后结合农具改革的实例综合应用基础知识，并介绍改革设计方面的一般方法和步骤。

本书可供战斗在农业机械化第一线的工人、技术人员以及知识青年自学，亦可供五七学校、中等专业学校农机专业师生参考。

《农业机械化丛书》

农业机械基础

下 册

湖北农业机械学院《农业机械基础》编写组编

*

人民教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

大连印刷一厂印装

*

1978年5月第1版 1978年11月第1次印刷

书号 15012·072 定价 1.10 元

目 录

第七章 公差与配合的基本知识	(1)
第一节 机器制造中的互换性	(1)
一、互换性的意义和作用 二、公差与配合的基本名词和定义	
三、公差与配合图解	
第二节 圆柱形零件的公差与配合制度	(10)
一、圆柱形零件公差与配合的国家标准 二、公差表及其应用	
三、公差与配合的选择	
第三节 零件几何参数的误差	(34)
一、表面光洁度 二、形状公差 三、位置公差 四、表面形	
状和位置公差的代号及其标注 五、相关公差	
第四节 尺寸链的基本概念	(56)
一、什么叫尺寸链 二、尺寸链的计算	
第八章 构件强度校核的基本知识	(61)
第一节 拉伸与压缩	(62)
一、拉伸和压缩的概念 二、内力和应力 三、拉伸图和虎克定律	
四、许用应力和安全系数 五、拉伸和压缩的强度计算	
第二节 剪切与挤压	(75)
一、剪切时的受力和变形 二、剪应力 三、剪切时的强度条件	
四、挤压	
第三节 圆轴的扭转	(79)
一、圆轴扭转时轴的内力和应力 二、圆轴扭转时的强度校核	
三、提高扭转强度的两种方法	
第四节 平面弯曲	(88)
一、梁及其支反力 二、梁的截面上的内力 三、弯曲时的正应力	
四、弯曲时的强度校核 五、提高梁的弯曲强度的措施	

第九章 农机制造中常用材料及钢铁的热处理	(108)
第一节 金属材料.....	(108)
一、金属的机械性能 二、钢铁的分类及其表示方法 三、农 机制造中常用的金属材料 四、钢铁的鉴别	
第二节 非金属材料.....	(129)
一、塑料 二、橡胶 三、木材	
第三节 热处理基本知识.....	(132)
一、钢的基本组织和性能 二、铁碳平衡图 三、热 处理的基本原理	
第四节 钢铁热处理的基本方法.....	(145)
一、退火和正火 二、淬火和回火 三、钢的表面热处理 四、铸铁热处理	
第十章 农机常用零件	(165)
第一节 螺纹与螺旋.....	(165)
一、螺纹的形成及其分类 二、螺纹的摩擦与自锁 三、螺纹 联接的主要类型 四、螺纹联接的防松装置 五、螺旋机构	
第二节 胶带传动.....	(179)
一、胶带传动的特点和种类 二、三角胶带传动的元件 三、胶带的预紧及张紧装置 四、三角胶带传动的计算	
第三节 链传动.....	(213)
一、链传动的特点与应用 二、链传动的元件 三、链传动的 设计计算 四、链传动的布置、张紧与维护 五、计算实例	
第四节 齿轮.....	(236)
一、齿轮传动的特点和种类 二、常用齿形曲线——渐开线的 特性 三、标准直齿圆柱齿轮基本参数及其几何尺寸 四、渐 开线齿轮啮合的特点 五、齿轮传动的失效形式、材料选择和 受力分析 六、变位齿轮 七、齿轮的测量 八、直齿圆柱齿 轮的测绘 九、斜齿圆柱齿轮的啮合特点 十、斜齿圆柱齿 轮的尺寸计算 十一、斜齿圆柱齿轮的测绘 十二、直齿圆锥齿 轮 十三、蜗轮蜗杆	
第五节 轴与键.....	(296)

一、轴的分类	二、轴的应力状态及失效形式	三、轴的材料与热处理	四、轴的设计	五、键与花键联接	六、设计举例	
第六节 轴承						(319)
一、滑动轴承的结构及润滑	二、滚动轴承的类型、代号及选择					
三、滚动轴承的设计	四、滑动轴承与滚动轴承的比较					
第七节 联轴器						(350)
一、概述	二、联轴节	三、离合器				
第十一章 农机具改革和设计计算知识						(368)
第一节 农机具改革和设计的一般知识						(368)
一、农机具改革的一般特点	二、农机具改革与设计的一般步骤					
第二节 介绍几种农机具的发展概况						(375)
一、水稻插秧机的发展概况	二、谷物播种机系列的介绍					
三、锤片式饲料粉碎机系列						
第三节 2 BZ-6 型播种中耕通用机设计计算简介						(386)
一、主要结构和工作原理	二、机具的重心及机组稳定性					
三、机具所需提升力的分析	四、强度计算举例					
第四节 9 F-55 型饲料粉碎机设计计算简介						(408)
一、主要结构和工作原理	二、结构方案的确定	三、主要参数的选择	四、胶带传动的验算	五、主轴结构及其强度校核		
六、锤片结构及其强度校核	七、轴承寿命计算					
第五节 湖北-74 型机动水稻插秧机设计简介						(431)
一、概况	二、传动部分	三、插秧次数、生产率和穴距计算				
四、动力计算	五、重心位置					

第七章 公差与配合的基本知识

第一节 机器制造中的互换性

一、互换性的意义和作用

什么叫“互换性”？从日常生活的事例中，就可以找到回答。例如：收音机的电子管坏了，只要买一个相同型号的电子管换上去，就能象过去一样继续收听电台的节目。自行车的辐条断了，买回同规格的辐条装上去，就能照样骑。有的人甚至买《飞鸽》牌的车架、《永久》牌的前叉、《金鹿》牌的车把等各种零部件，自己可以拼装成一部很合心意的自行车。当然，我们还可以举出很多类似的例子。这些现象说明了什么呢？原来，这些工厂是按照一定的规格尺寸和性能要求生产零件(或部件)，所制造出来的零件都是“一样”的，在装配或者修换时，就可以从这些零件中任意取出一件，不必进行挑选和调整，更不要进行修配和加工。这种零件，我们就说它具有“互换性”。

互换性就是指规格尺寸相同的一批配合零件(或部件)，具有这样的性质：在把它们装配到机器或部件上去时，不需要进行任何选择、修配或调整，工作时能够满足规定的技术性能要求。

零件具有互换性，给机器制造带来了很多好处：如使用的机器，当零件损坏后，可以尽快把预先准备好的“备件”(如汽车、拖拉机的活塞、活塞环、活塞销等)更换上去继续使用。更重要的是，采用互换性，有利于螺钉、螺母、垫圈、销子、滚动轴承、泵、……等零部件的标准化，便于专门的工厂(或车间)、专门的工人、专门的设

备和工具,进行大量的生产;同时还能保证零件的顺利组装,大大提高劳动生产率。

我们怎样才能使零件具有互换性呢?这就应按照一定的要求把零件做得“一样”。但是由于加工中有误差,要使零件的尺寸完全“一样”,实际上是不可能的,从互换性的角度来看,也不需要绝对一致,只要求各个零件的尺寸在允许的范围内能够互换。这个允许的变动范围,就叫“公差”。

《公差与配合》国标 GB 159—59~GB 174—59,是我国的国家标准,是互换性的基础之一,必须严格遵守这个制度。

遵循互换性原则可以收到多快好省的效果,但并不是在任何情况下都要勉强地、形而上学地套用互换性原则,必须根据具体情况,灵活运用。

当配合精确度要求特别高时,零件的制造公差必须很小,这给加工带来很大困难,甚至没有办法加工。因此,在成批生产加工时,常常把零件的公差适当增大,减小加工的困难,装配时按实际尺寸大小把零件分成若干组,使同一组里零件的尺寸差别不大,尺寸相对应的分组进行装配,使“大”孔与“大”轴配合,“小”孔与“小”轴配合,保证装配精度的要求,从而解决了设计要求与加工经济性之间的矛盾。这种分组装配,仅组内零件可以互换,组与组间不可互换,属于“不完全互换性”或叫“分组互换”,它与完全互换不同之处,在于装配前需要按尺寸分组,增加了测量工序。

在单件生产以及重型设备制造和修理中,或者加工很高精度的精密机床、夹具、仪器等产品,往往不采用互换性,而用修配法。

二、公差与配合的基本名词和定义

1. 尺寸和公差方面的术语

公称尺寸(A)是在设计时所指定的尺寸。我们平常在图纸上

看到的尺寸都是公称尺寸。如图 7-1 所示的圆柱销，直径 $\phi 20$ 和长度 40 毫米，这两个数值就是圆柱销直径和长度的公称尺寸。

当零件加工好之后，我们实际测得的尺寸，叫做实际尺寸。如图 7-1 所示的圆柱销，在最后一道工序加工完毕后，我们量它的直径若为 20.025 毫米，这个尺寸就叫实际尺寸。

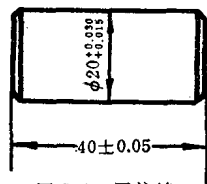


图 7-1 圆柱销

实践证明，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、量具，加工同一种零件，它们所得到的实际尺寸不可能完全一致，当然也不可能与公称尺寸完全相同。

实际尺寸虽然不可能与公称尺寸完全相同，但也不能相差太多，为了满足互换性，应把实际尺寸的大小控制在一定的范围内变动，限制实际尺寸变动范围的两个边界尺寸称为极限尺寸。这两个极限尺寸是：

最大极限尺寸（用“ $A_{最大}$ ”表示）：零件在制造中所允许的实际尺寸的最大值；

最小极限尺寸（用“ $A_{最小}$ ”表示）：零件在制造中所允许的实际尺寸的最小值。

如果有一根轴，实际尺寸可以在 $\phi 39.9 \sim \phi 39.8$ 毫米范围内变动，那么 $\phi 39.9$ 毫米和 $\phi 39.8$ 毫米这两个尺寸就是轴的最大和最小极限尺寸。则 $\phi 39.9$ 毫米相当于图 7-2 中的轴_{最大}尺寸，而

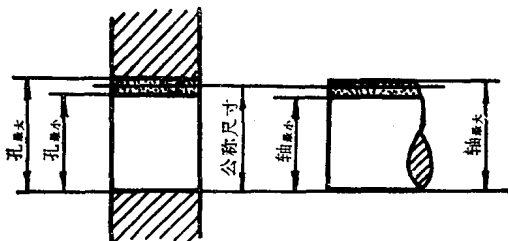


图 7-2 极限尺寸

$\Phi 39.8$ 毫米则相当于图中轴_{最小}尺寸。

零件的实际尺寸，不大于最大极限尺寸和不小于最小极限尺寸，则零件就是合格的，否则就是废品。

在图纸上只写公称尺寸不行，要注明限制实际尺寸的变动范围。

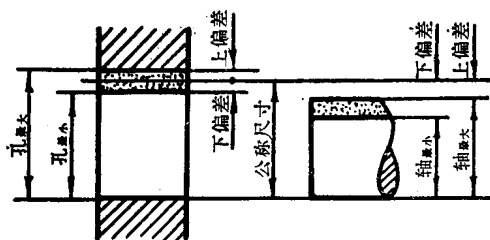


图 7-3 极限偏差

若是标出两个极限尺寸就太麻烦也不清晰。所以，图纸上通常标注公称尺寸和偏差值。所谓偏差，就是极限尺寸与公称尺寸之差。极限尺寸有两个，偏差也有两个。

其中最大极限尺寸与公称尺寸之间的差值，叫上偏差；最小极限尺寸与公称尺寸之间的差值，叫下偏差(图 7-3)。

用公式表示为：

$$\text{上偏差} = \text{最大极限尺寸} - \text{公称尺寸} \quad (1-1)$$

$$\text{下偏差} = \text{最小极限尺寸} - \text{公称尺寸} \quad (1-2)$$

公式(1-1)、(1-2)也可化为：

$$\text{最大极限尺寸} = \text{公称尺寸} + \text{上偏差} \quad (1-3)$$

$$\text{最小极限尺寸} = \text{公称尺寸} + \text{下偏差} \quad (1-4)$$

在图纸上上偏差是注在公称尺寸右面上、下角的。即表示为公称尺寸_{上偏差}。例如 $\Phi 40_{-0.1}^{+0.1}$ 毫米，+0.1 毫米是上偏差，-0.2 毫米是下偏差。

上偏差和下偏差的数值可以都是正(+)值，如 $\Phi 50_{+0.035}^{+0.035}$ 毫米，表示最大和最小极限尺寸都大于公称尺寸。上偏差和下偏差的数值也可以都是负(-)值，如 $\Phi 50_{-0.050}^{-0.025}$ 毫米，表示最大和最小极限尺寸都小于公称尺寸。上偏差和下偏差的数值也可以其中之一为零，如 $\Phi 50_{+0.027}^{+0.027}$ 毫米(这时下偏差为零，规定零值不标出)，表示最大

极限尺寸大于公称尺寸，最小极限尺寸等于公称尺寸。又如 $\Phi 50_{-0.017}$ 毫米(这时上偏差为零)，表示最大极限尺寸等于公称尺寸，最小极限尺寸小于公称尺寸。此外，也可以上偏差为正值，下偏差为负值，如 $\Phi 50^{+0.015}_{-0.010}$ 毫米，表示最大极限尺寸大于公称尺寸，最小极限尺寸小于公称尺寸。

加工零件时，用最大、最小极限尺寸来限制实际尺寸的变动范围。我们把最大、最小极限尺寸之间的差值，叫做公差。图 7-2、7-3 中的阴影部分就是零件公差。

用公式表示为：

$$\text{公差} = \text{最大极限尺寸} - \text{最小极限尺寸} \quad (1-5)$$

或 $\text{公差} = \text{上偏差} - \text{下偏差} \quad (1-6)$

由于最大极限尺寸总是大于最小极限尺寸，或上偏差总是大于下偏差，因此，公差数值永远是正值。

例如， $\Phi 40^{+0.1}_{-0.2}$ 毫米的公差为：

$$\text{公差} = 40.1 \text{ 毫米} - 39.8 \text{ 毫米} = 0.3 \text{ 毫米}$$

或 $\text{公差} = +0.1 \text{ 毫米} - (-0.2) \text{ 毫米} = 0.3 \text{ 毫米}$

例 已知零件尺寸为 $\Phi 20^{+0.013}_{-0.008}$ 毫米，即公称尺寸为 $\Phi 20$ 毫米，上偏差为 +0.013 毫米，下偏差为 -0.008 毫米，求最大、最小极限尺寸及公差。

解 最大极限尺寸 = $20 + 0.013 = 20.013$ (毫米)

$$\text{最小极限尺寸} = 20 + (-0.008) = 20 - 0.008$$

$$= 19.992 \text{ (毫米)}$$

$$\text{公差} = 20.013 - 19.992 = 0.021 \text{ (毫米)}$$

2. 配合方面的术语

一定公称尺寸的轴装入相同公称尺寸的孔，二者的结合关系叫做配合。轴和孔配合时，大致可分为下列三种情况：

(1) 动配合 相配合的零件可以相对的自由活动。例如把

$\Phi 30_{-0.2}^{+0.1}$ 毫米的轴和 $\Phi 30_{+0.1}^{+0.1}$ 毫米的孔相结合，这时因为轴的尺寸永远小于公称尺寸，而孔的尺寸永远大于或等于公称尺寸，因此轴和孔配合后一定会有间隙，轴可以在孔中自由转动，这种配合就是动配合(图 7-4)。

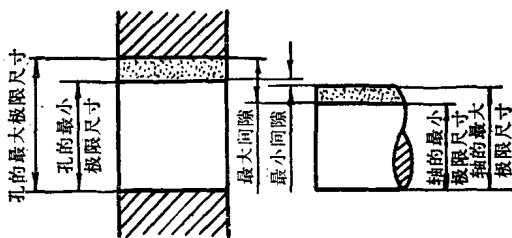


图 7-4 动配合

在动配合中孔必大于轴，两者之间产生间隙。间隙分最大间隙和最小间隙两种。

孔的最大极限尺寸与轴的最小极限尺寸之差叫最大间隙。即
最大间隙 = 孔的最大极限尺寸 - 轴的最小极限尺寸

孔的最小极限尺寸与轴的最大极限尺寸之差叫最小间隙，即
最小间隙 = 孔的最小极限尺寸 - 轴的最大极限尺寸

例 $\Phi 30_{+0.1}^{+0.1}$ 毫米的孔和 $\Phi 30_{-0.2}^{+0.1}$ 毫米的轴相配合，问它最大和最小间隙是多少？

解 孔的最大极限尺寸 = $30 + 0.1 = 30.1$ (毫米)

孔的最小极限尺寸 = $30 + 0 = 30$ (毫米)

轴的最大极限尺寸 = $30 + (-0.1) = 29.9$ (毫米)

轴的最小极限尺寸 = $30 + (-0.2) = 29.8$ (毫米)

最大间隙 = $30.1 - 29.8 = 0.3$ (毫米)

最小间隙 = $30 - 29.9 = 0.1$ (毫米)

(2) **静配合** 相配合的零件永远紧连在一起，不能相对活动，

只有用力才能把它们分开。例如把 $\Phi 30^{+0.045}$ 毫米的孔与 $\Phi 30_{-0.050}^{+0.095}$ 毫米的轴相配合,这时轴的尺寸永远大于孔的尺寸,配合时不可能有间隙,而有过盈(图 7-5),必须把轴用压力机压入孔中,这样的配合叫静配合。

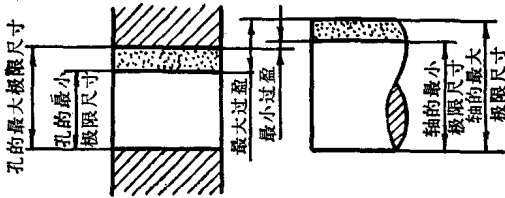


图 7-5 静配合

静配合中孔必须小于轴,两者之间产生过盈。过盈有最大过盈和最小过盈两种。

轴的最大极限尺寸与孔的最小极限尺寸之差叫最大过盈,即
最大过盈 = 轴的最大极限尺寸 - 孔的最小极限尺寸

轴的最小极限尺寸与孔的最大极限尺寸之差叫最小过盈,即
最小过盈 = 轴的最小极限尺寸 - 孔的最大极限尺寸

例 把 $\Phi 30^{+0.045}$ 毫米的孔与 $\Phi 30_{-0.050}^{+0.095}$ 毫米的轴相配合,问它们的最大和最小过盈是多少?

解 轴的最大极限尺寸 = $30 + 0.095 = 30.095$ (毫米)

轴的最小极限尺寸 = $30 + 0.050 = 30.05$ (毫米)

孔的最大极限尺寸 = $30 + 0.045 = 30.045$ (毫米)

孔的最小极限尺寸 = $30 + 0 = 30$ (毫米)

最大过盈 = $30.095 - 30 = 0.095$ (毫米)

最小过盈 = $30.05 - 30.045 = 0.005$ (毫米)

(3) 过渡配合 前面说过,动配合中孔一定大于轴,一定产生间隙,静配合中轴一定大于孔,一定产生过盈。过渡配合可能得到

间隙,也可能得到过盈,但间隙或过盈值均不大(图 7-6)。

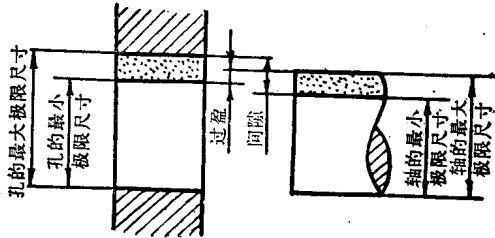


图 7-6 过渡配合

例如把 $\Phi 40^{+0.027}$ 毫米的孔与 $\Phi 40^{+0.035}_{+0.018}$ 毫米的轴相配,当孔最大、轴最小时,就产生间隙,即

$$\text{最大间隙} = 40.027 - 40.018 = 0.009(\text{毫米})$$

当孔做得最小、轴做得最大时,就产生过盈,即

$$\text{最大过盈} = 40.035 - 40 = 0.035(\text{毫米})$$

三、公差与配合图解

在前面几节我们已经画了一些公差与配合的示意图(见图 7-4~7-6)。这些图形包括了整个零件及其公差带(图中阴影部分)。由于偏差数值与公称尺寸相比,显得小得很,如果用图形表示公差和配合的情形,就没有办法用同一个比例画图表示出来。为了更简单更清楚地表达公差大小和位置与配合性质,便于分析计算公差、极限尺寸、间隙和过盈等,将有关数据按一定比例绘图表示,图解中不画出公称尺寸的大小,把公称尺寸的尺寸界线作为“零线”,零线是计算和画出偏差值的起点,由零线向上的是正偏差,由零线向下的是负偏差,上偏差与下偏差的宽度叫做“公差带”(长方形块)。利用这种图形,可以直观地分析零件的配合性质,我们称为公差与配合图解。

图 7-7 是表示三类不同性质的配合图解。当轴的公差带位于孔的公差带下方时，属于动配合。当轴的公差带位于孔的公差带

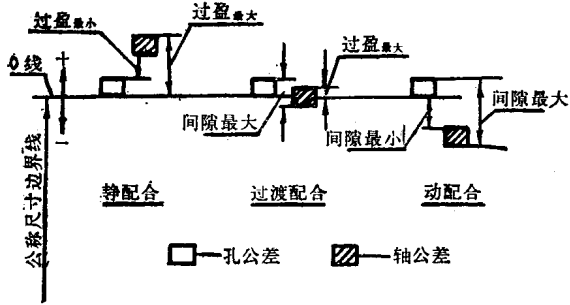


图 7-7 公差带位置图

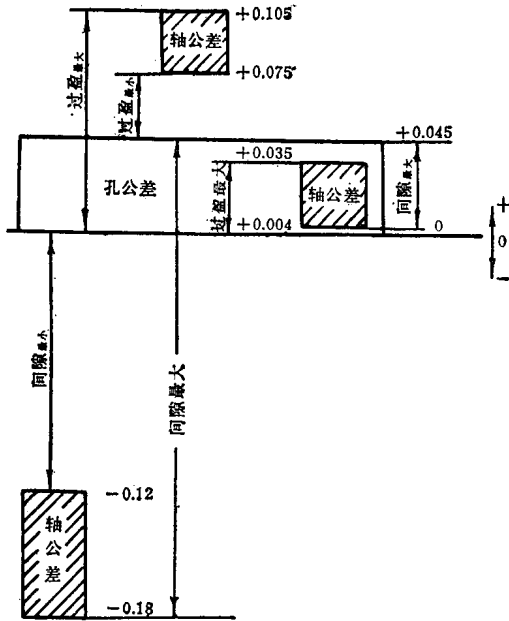


图 7-8 公差配合图解

上方时,属于静配合。当孔与轴的公差带位置有一部分重合时,属于过渡配合。

如我们给出孔的尺寸都是 $\Phi 200^{+0.045}$, 轴的尺寸则分别为: $\Phi 200_{-0.18}^{-0.12}$, $\Phi 200_{\pm 0.075}^{+0.105}$, $\Phi 200_{\pm 0.004}^{+0.035}$, 可按比例, 画出公差与配合图解(图 7-8)。

第二节 圆柱形零件的公差与配合制度

公差与配合标准是在生产实践、试验和理论研究综合基础上按一定规律确定的。公差与配合标准的制定, 消除了随意选择公差与配合的现象, 并使刀具和定值量具能够标准化。我国的公差与配合标准(GB 159-59~GB 174-59)从 1960 年 7 月 1 日开始施行。

一、圆柱形零件公差与配合的国家标准

1. 基准制

以配合件之一为基准, 其尺寸不变, 改变另一件的尺寸来达到不同的配合性质, 这就是基准制。国标规定有两种基准制。

基孔制: 它是把孔作为基准件, 孔的极限尺寸保持一定, 用改变轴的极限尺寸大小来得到我们所需要的各种不同松紧的配合。基孔制中孔以 D 表示, 其下偏差为“零”, 上偏差为正值(图 7-9)。

基轴制: 它是把轴作为基准件, 轴的极限尺寸保持一定, 通过改变孔的极限尺寸大小, 来获得各种配合性质。基轴制中轴以 d 表示, 轴的上偏差为“零”, 下偏差为负值(图 7-10)。

2. 精度等级

实际尺寸制造的准确程度叫精度。

国家标准中规定了十二个精度等级, 用 1、2、3、4、5、6、7、8、9、

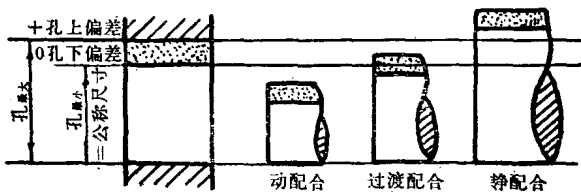


图 7-9 基孔制

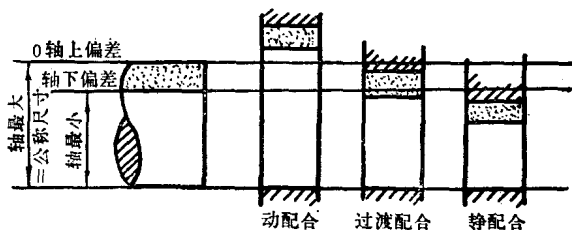


图 7-10 基轴制

10、11、12 表示,1 级精度最高,公差最小,依次序至 12 级精度最低。其中常用尺寸 1~500 毫米,分 1~10 共 10 个精度等级,1 至 7 级用于配合尺寸,8 至 10 级用于非配合尺寸。

3. 尺寸分段

对于同一个公称尺寸来说,公差大、精度低的容易加工,而公差小、精度高的难以加工。但是公差大小不变,改变公称尺寸时,加工的难易也不一样。例如 $\Phi 5^{+0.1}$ 和 $\Phi 500^{+0.1}$ 公差都是 0.1, $\Phi 5$ 就容易加工, $\Phi 500$ 就难加工。可见不同的尺寸,即使精度等级相同,也不能规定一种公差,必须有所区别。但是也不能对每一种尺寸都确定一种公差,那样就势必增加麻烦。为了减少设计和使用中的困难,国标对公称尺寸作了合理的分段。例如,尺寸 1~500 毫米基孔制过渡配合就分了十二个尺寸段:自 1~3;大于 3~6;大于 6~10;大于 10~18……直至大于 360~500。在同一精度、同一尺寸段内的任何尺寸,它们的公差是相等的。