

工人技术教育读本

机 械 基 础
(试 用 本)

上海市第一机电工业局工代会 编

本书所介绍的内容是机械工人必须懂得的基础知识，内容包括公差与配合、量具、金属材料与热处理知识、机械传动知识和液压传动知识等五个部分。编写时以基本概念、结构原理、一般计算和使用方法为主。学习本书可为今后学习各工种（车、铣、刨、磨、钳）专业知识打下基础，并为今后开展技术革新和技术革命创造条件。

本书可供机械制造工厂举办的业余技术教育和技工学校教学参考使用，也可作机械工人自学用。

机 械 基 础

（试 用 本）

上海市第一机电工业局工代会 编

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第 117 号）

人民卫生出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本787×1092¹/₃₂·印张7·字数152千字

1973年3月北京第一版·1973年3月北京第一次印刷

印数200,001—350,000·定价0.46元

*

统一书号：15033·4182

说 明

在毛主席无产阶级革命路线的指引下，广大职工为革命学习业务、文化和技术的要求日益迫切，为了适应这一形势，我们根据市工代会、局党委的指示，在有关工厂、学校支持下，组织了由工人、教师和技术人员三结合编写小组，编写了这套工人技术教育读本。

这套书初步定为 12 本，共分两类。一是基础课，共三本：机电数学、机械制图、机械基础；二是专业课，共九本：车工、钳工、刨工、铣工、磨工、铸工、锻工、电工、热处理。

这套书可供各机械制造工厂（或工种）举办的业余技术教育和技工学校教学参考使用。

由于我们水平较低，经验不够，这套书定会有不少缺点和问题，欢迎各单位提出批评和修改意见。

上海市第一机电工业局工代会

一九七二年十二月

目 次

第一章 公差与配合	1
第一节 零件的互换性	1
第二节 公差	1
第三节 配合	4
第四节 精度等级	10
第五节 基孔制和基轴制	10
第六节 公差和配合的选择及应用	12
第七节 公差代表符号的意义	16
第八节 公差表及其使用	17
第九节 表面形状偏差和相互位置偏差	30
第十节 自由尺寸公差	38
第二章 量具	39
第一节 钢尺	39
第二节 卡钳	43
第三节 游标卡尺	47
第四节 分厘卡	53
第五节 百分表	61
第六节 界限量规	69
第七节 块规	71
第八节 厚薄规	74
第九节 量角器	74
第十节 正弦规	82
第十一节 样板平尺	83
第十二节 水平仪	85
第十三节 线规	88
第十四节 量具的保养	89
第三章 金属材料与热处理知识	90
第一节 金属材料的机械性能	90
第二节 钢号的表示方法	92
第三节 碳素钢	95
第四节 碳素工具钢	97

第五节	合金钢	97
第六节	钢的鉴别	99
第七节	铸铁	108
第八节	铜和铜合金	111
第九节	铝和铝合金	113
第十节	镁和镁合金	114
第十一节	金属材料的切削性能	114
第十二节	钢的热处理	115
第四章	机械传动知识	120
第一节	皮带传动	120
第二节	齿轮传动	126
第三节	螺旋传动	150
第四节	轴和键、楔、销	152
第五节	轴承	156
第六节	离合器和联轴器	159
第七节	制动器	166
第八节	曲柄连杆机构	167
第九节	间歇运动机构	168
第十节	凸轮机构	173
第十一节	机床传动系统图中的符号	183
第五章	液压传动知识	189
第一节	液压传动的工作原理	189
第二节	油泵	194
第三节	工作油缸	197
第四节	油阀	199
第五节	油池及液压用油	207
附录	三角函数表	209

第一章 公差与配合

第一节 零件的互换性

由于国民经济的不断发展，各方面都需要大量的机器设备，因此要求我们应以多快好省的要求进行生产。一台机器是由很多零件组成和装配起来的，因此这些零件就需要进行成批或大量生产。但在大量生产时，要求生产出来的零件不经挑选和修配就能很快装配起来，并达到技术上的要求。这样，不仅装配方便，而且可保证机器质量，对使用单位来说也有好处。因为机器零件总免不了要损坏，如果损坏后能很快地换上一个备用零件就能继续工作，这不是很方便吗？相同零件能够相互调换并仍能保证准确度的性质，叫做零件的互换性。

非常明显，具有互换性的零件最好做得十分精确，但事实上这是不可能的。毛主席说：“**世界上的事情是复杂的，是由各方面的因素决定的。**”在生产过程中由于机床、刀具、夹具、量具和操作人员技术熟练程度等存在差别，加工出来的尺寸总是比图纸要求大一点或小一点。这样不是有矛盾了吗？我们根据这种情况，同时也考虑到零件以后的工作条件，给零件尺寸有一定的允许偏差。这样，就解决了这个矛盾，也使得零件既容易制造又能保证互换。

第二节 公差

根据上面所说，允许零件有一点偏差，是不妨碍互换性

的，并且可以保证零件正常工作。例如我们要车一根 $\phi 40$ 毫米的轴，这根轴在机器中必须能自由旋转。根据这一条件，我们规定把轴车到 $\phi 39.9 \sim \phi 39.8$ 毫米。车好以后尺寸大于 $\phi 39.9$ 毫米小于 $\phi 39.8$ 毫米就算不合格。小于 $\phi 39.9$ 毫米大于 $\phi 39.8$ 毫米就算合格。

下面谈谈有关的几个名词：

一、公称尺寸 图纸上所标的基本计算尺寸，也就是所指定的尺寸。上面所说的这根轴， $\phi 40$ 毫米就是公称尺寸。

二、实际尺寸 加工后实际量得的尺寸。上面所说的这根轴，如车好后的尺寸是 $\phi 39.85$ 毫米，那么它的实际尺寸就是 $\phi 39.85$ 毫米。

三、极限尺寸 实际尺寸允许的变动范围。上面所说的这根轴，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 $\phi 39.8$ 毫米这两个尺寸就叫做轴的极限尺寸。

极限尺寸有两个，大的一个叫最大极限尺寸（图1-1），小的一个叫最小极限尺寸。上面所说的这根轴， $\phi 39.9$ 毫米是最大极限尺寸， $\phi 39.8$ 毫米是最小极限尺寸。

极限尺寸可以大于、等于或小于公称尺寸，它在图纸上共有下列五种情况：

1. $\phi 40^{+0.2}_{-0.1}$ 毫米 它的最大极限尺寸是 $\phi 40.2$ 毫米，它是大于公称尺寸的；最小极限尺寸是 $\phi 40.1$ 毫米 它也大于公称尺寸。如果把它做得等于公称尺寸，那就不合格了。

2. $\phi 40^{-0.1}_{-0.2}$ 毫米 它的最大极限尺寸是 $\phi 39.9$ 毫米，小于公称尺寸；最小极限尺寸是 $\phi 39.8$ 毫米，也小于公称尺寸。如果把它做得等于公称尺寸，那也不合格。

3. $\phi 40 \pm 0.1$ 毫米 它的最大极限尺寸是 $\phi 40.1$ 毫米，

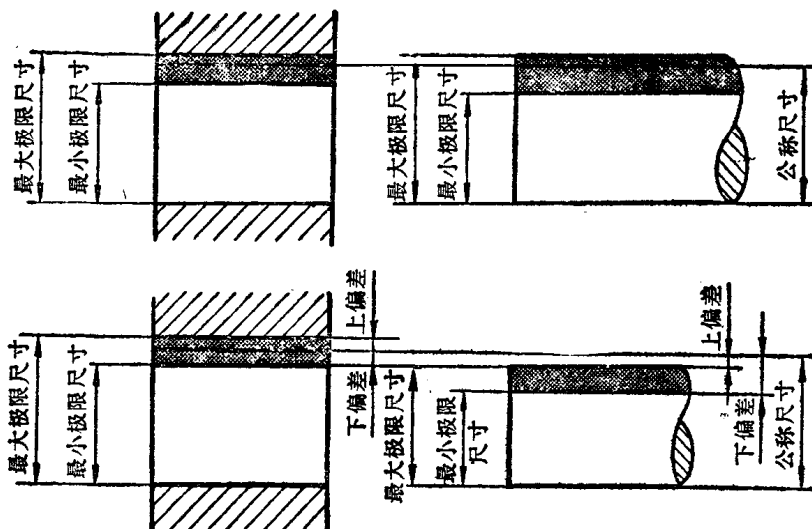


图1-1 极限尺寸、偏差、公差

大于公称尺寸；最小极限尺寸是 $\phi 39.9$ 毫米，小于公称尺寸。当然也可以做得等于公称尺寸。

4. $\phi 40^{+0.1}$ 毫米 它的最大极限尺寸是 $\phi 40.1$ 毫米，大于公称尺寸；最小极限尺寸是 $\phi 40$ 毫米，等于公称尺寸。

5. $\phi 40_{-0.1}$ 毫米 它的最大极限尺寸是 $\phi 40$ 毫米，等于公称尺寸；最小极限尺寸是 $\phi 39.9$ 毫米，小于公称尺寸。

四、偏差 极限尺寸和公称尺寸之差。由于极限尺寸有两个，所以偏差也有两个，即上偏差和下偏差。

最大极限尺寸和公称尺寸之差叫上偏差。即

上偏差 = 最大极限尺寸 - 公称尺寸

最小极限尺寸和公称尺寸之差叫下偏差。即

下偏差 = 最小极限尺寸 - 公称尺寸

例如有一根 $\phi 40$ 毫米的轴，加工时尺寸可以在 $\phi 40.1$ 毫

米 $\sim \phi 39.8$ 毫米范围内变动, 则它的

上偏差 = $40.1 \text{ 毫米} - 40 \text{ 毫米} = 0.1 \text{ 毫米}$ 。

下偏差 = $39.8 \text{ 毫米} - 40 \text{ 毫米} = -0.2 \text{ 毫米}$ 。

在图纸上偏差是注在公称尺寸右面上下角的, 即

公称尺寸 $\begin{smallmatrix} \text{上偏差} \\ \hline \text{下偏差} \end{smallmatrix}$ 。

例如 $\phi 40^{+0.1}_{-0.2}$ 毫米, 则 $+0.1$ 毫米是上偏差, -0.2 毫米是下偏差。

五、公差 最大极限尺寸与最小极限尺寸之差。即

公差 = 最大极限尺寸 - 最小极限尺寸

例如 $\phi 40^{+0.1}_{-0.2}$ 毫米, 则:

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

〔例〕 在一张零件图上, 轴径处注有 $\phi 20^{+0.013}_{-0.008}$ 毫米, 问它的公称尺寸、上偏差、下偏差、最大极限尺寸、最小极限尺寸和公差是多少?

〔解〕 公称尺寸 = 20 毫米;

上偏差 = 0.013 毫米;

下偏差 = -0.008 毫米;

最大极限尺寸 = $20 + 0.013 = 20.013$ 毫米;

最小极限尺寸 = $20 + (-0.008) = 20 - 0.008$
= 19.992 毫米;

公差 = $20.013 - 19.992 = 0.021$ 毫米。

第三节 配 合

一台机器上的零件多数是相互配合的, 例如轴和孔、内螺纹与外螺纹、键与键槽等。下面着重谈一下轴与孔的配合。

轴和孔配合时, 大致可分为下列三种情况:

一、动配合 零件可以相对的自由活动。例如把 $\phi 30_{-0.1}^{+0.1}$ 毫米的轴和 $\phi 30_{+0.1}^{+0.1}$ 毫米的孔相配合,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1-2)。

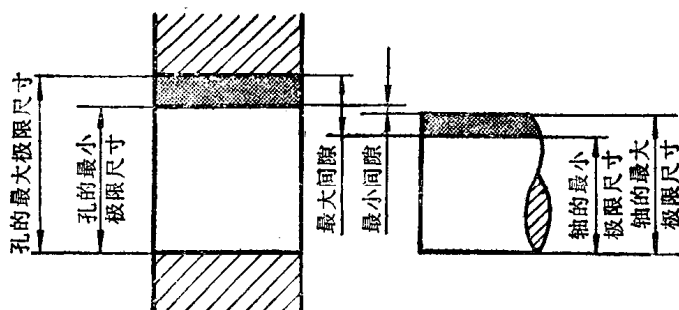


图1-2 动配合

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 $\phi 30_{-0.1}^{+0.1}$ 毫米的轴相配合,问它的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。

二、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 $\phi 30^{+0.045}_{+0.000}$ 毫米的孔与 $\phi 30^{+0.095}_{+0.000}$ 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1-3），必须把轴用压力机压入孔中，这样的配合叫静配合。

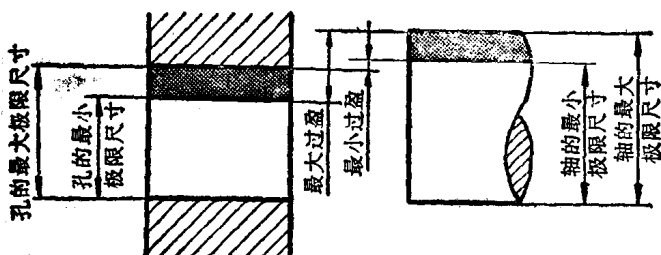


图1-3 静配合

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 $\phi 30^{+0.045}_{+0.000}$ 毫米的孔与 $\phi 30^{+0.095}_{+0.000}$ 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。

三、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。但也有这样的情况, 孔与轴配合时, 由于零件加工后所得到的尺寸不同, 有时可能产生间隙 (图1-4), 有时可能产生过盈。

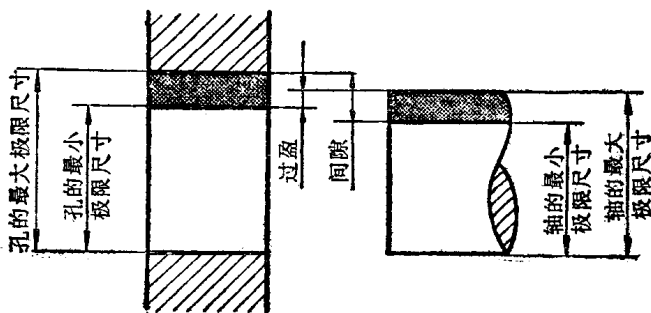


图1-4 过渡配合

例如把 $\phi 40^{+0.027}$ 毫米的孔与 $\phi 40^{+0.018}_{-0.015}$ 毫米的轴相配, 当孔做得最大, 轴做得最小时就产生间隙, 即

最大间隙 = $40.027 - 40.018 = 0.009$ 毫米。

当孔做得最小轴做得最大时产生过盈, 即

最大过盈 = $40.035 - 40 = 0.035$ 毫米。

上面所说的这种配合叫过渡配合。

配合的情况如果只分成上面三种类型是不够的, 因为同样的动配合有的间隙要求大些, 有的要求小些, 所以还需要

把它分得再细一点。

我国国家标准 (GB) 159-59 规定, 各类配合的代号 分别为 J 、 G 、 D (表示孔) 和 j 、 g 、 d (表示轴)。每一类配合按松紧程度不同用汉语拼音字母 a 、 b 、 c 、 d 、…… 顺序表

表1-1 公差配合的

配合类别		基孔制配合的轴 1~500 (毫米)					
		1	2	3	4	5	6
静配合	第 一 种				$ja4$ ($\Pi p3_3$)		
	第 二 种	$jb1$ ($\Pi p2_1$)		$jb3^*$ ($\Pi p2_{2a}$)	$jb4$ ($\Pi p2_3$)		
	第 三 种	$jc1$ ($\Pi p1_1$)		$jc3^*$ ($\Pi p1_{2a}$)	$jc4$ ($\Pi p1_3$)		
	第 四 种		jd (Γp)				
	第 五 种		$je^* \textcircled{2}$ (Πp)				$je6$ ($\Pi p4$)
	第 六 种		jf (Πn)				
过渡配合	第 一 种	$ga1$ (Γ_1)	ga^* (Γ)	$ga3$ (Γ_{2a})			
	第 二 种	$gb1$ (Γ_1)	gb (Γ)	$gb3$ (Γ_{2a})			
	第 三 种	$gc1$ (H_1)	gc^* (H)	$gc3$ (H_{2a})			
	第 四 种	$gd1$ (Π_1)	$gd^* \textcircled{1}$ (Π)	$gd3$ (Π_{2a})			
动配合	第 一 种	$d1^* \textcircled{1}$ (C_1)	d^* (C)	$d3^*$ (C_{2a})	$d4^*$ (C_3)	$d5$ (C_{3a})	$d6^*$ (C_4)
	第 二 种	$db1$ (Δ_1)	db^* (Δ)				
	第 三 种	$dc1$ (X_1)	dc^* (X)	$dc3$ (X_{2a})	$dc4^*$ (X_3)		$dc6^*$ (X_4)
	第 四 种		dd^* (J_1)				$dd6$ (J_4)
	第 五 种		de (III)		$de4^*$ (III_3)		$de6$ (III_4)
	第 六 种		df (TX)				

注: 带*的为优先配合。① 主要用于滚动轴承的优先配合。② 优先范围为

示, 依此渐松 (表1-1)。为了简化起见, 第一种动配合不注 a 字。

为了便于对照, 我们把旧标准配合符号也列在表中 (用括号)。

分布 (GB 159-59)

基轴制配合的孔 1~500(毫米)							
7	1	2	3	4	5	6	7
			$Jb3$ (Πp_{2a})				
		Jd (Γp)					
		Je (Πp)					
	$Ga1$ (Γ_1)	Ga^* (Γ)	$Ga3$ (Γ_{2a})				
	$Gb1$ (T_1)	Gb (T)	$Gb3$ (T_{2a})				
	$Gc1^* \textcircled{1}$ (H_1)	Gc^* (H)	$Gc3$ (H_{2a})				
	$Gd1^* \textcircled{2}$ (Π_1)	Gd^* (Π)	$Gd3$ (Π_{2a})				
$d7^*$ (C_5)	$D1$ (C_1)	D^* (C)	$D3^*$ (C_{2a})	$D4^*$ (C_3)	$D5^*$ (C_{3a})	$D6^*$ (C_4)	$D7^*$ (C_5)
	$Db1$ (J_1)	Db (J)					
$dc7^*$ (X_5)	$Dc1$ (X_1)	Dc^* (X)		$Dc4^*$ (X_3)		$Dc6^*$ (X_4)	$Dc7$ (X_5)
		Dd (J)				$Dd6$ (J_4)	
		De (III)		$De4$ (III_3)		$De6$ (III_4)	

1~80毫米。 括号内是旧配合符号。

第四节 精度等级

精度是指尺寸的精确程度。零件尺寸的允许偏差量愈小，精度愈高。具有同一种配合及相等公称直径的孔和轴，按照允许偏差大小的不同，可有各种不同的精度，于是就分成了各种不同的精度等级。

规定精度等级的目的，是要求多快好省地制造出产品。例如农业机械、筑路机械、矿山机械中零件的精度，可比汽车、拖拉机、机床、仪表中零件的精度低些。

国标 (GB) 159-59 规定，精度等级分成 12 级，用阿拉伯数字 (1、2、3……12) 表示，为了简化，2 级精度不写 2 字。数字越大，精度愈低。1~7 级用于配合尺寸，8~12 级用于非配合尺寸。

精度等级注在配合符号的后面，如 $\phi 20gd3$ 、 $\phi 20je6$ 等。

第五节 基孔制和基轴制

轴和孔相配合时，要想得到不同的松紧程度，可采用下面两种方法：

一、拿孔的尺寸作基准

孔的尺寸不变 (这里指的是极限尺寸不变，孔的公差还是有的)，要得到松的配合，可以把轴做得小一点；要得到紧的配合，可以把轴做得大一点。这种方法叫做基孔制 (图 1-5)。

基孔制的特点是：在同一公称尺寸和同一精度等级的孔和轴相配合时，孔的极限尺寸保持不变，仅将轴的极限尺寸作适当改变来得到各种不同的配合。

在基孔制中，公称尺寸为孔的最小极限尺寸。

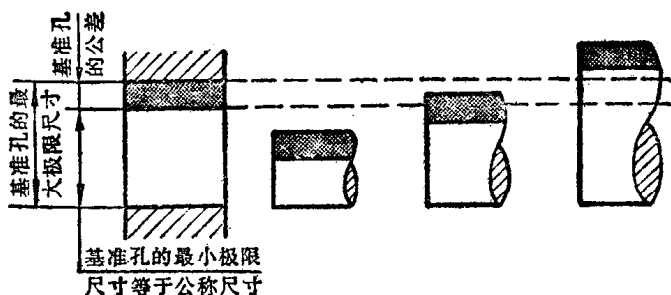


图1-5 基孔制配合

二、拿轴的尺寸作基准

轴的尺寸不变，要得到松的配合，把孔做得大一点，要得到紧的配合，把孔做得小一点。这种方法叫做基轴制（图1-6）。

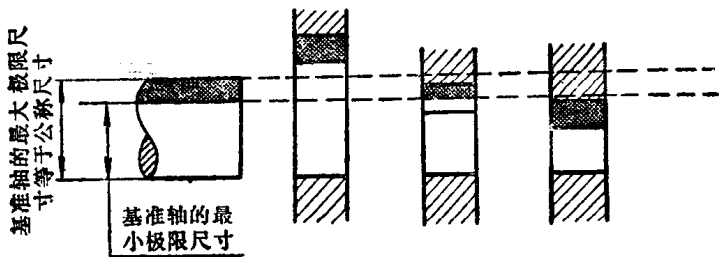


图1-6 基轴制配合

基轴制的特点是：在同一公称尺寸和同一精度等级的孔与轴相配合时，轴的极限尺寸保持不变，而将孔的极限尺寸作适当的改变，来得到各种不同的配合。

在基轴制中，公称尺寸为轴的最大极限尺寸。

在基孔制中的孔叫做基准孔，代号 D ；基轴制中的轴叫做基准轴，代号 d 。

在基孔制和基轴制中,不是每一级精度都有各种配合的,详见表1-1。

第六节 公差和配合的选择及应用

一、精度等级的选择

选择精度等级是很重要的工作,因为它关系着机器的质量和生产成本,同时还要考虑现有设备。生产成本的增加远较精度增高为快,所以不能任意提高精度。

我们在选择精度等级时,先看一看各级精度要通过哪些加工才能得到(表1-2),做到胸中有数,然后根据机械与结构本身的要求,考虑采用哪一级精度。

表1-2 各级精度的加工方法

精度等级	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
孔加工方法	钻、 铰、精研 磨、或磨、 研	钻、 铰、粗研 磨、或磨	钻、 铰、粗研 磨	钻、 铰	钻、 扩	钻、 扩	钻	钻	钻	铸、 锻
轴加工方法	车、 粗磨、 精磨、 研	车、 粗磨、 精磨	车、 磨	粗车、 精半 车、精 车	粗车、 半精车	粗车、 半精车	粗车	粗车	粗车	铸、 锻

1级精度:在一般机器制造中用得较少。它主要用于一些精密零件、精密机械和精密仪表的一些重要配合,如装置高级滚动轴承的轴与孔,活塞销与活塞销孔等。

2级精度:在机床和一般较精密的机器和仪器制造中用得最普遍。例如车床的主轴与轴承、尾架与套筒,又如动力