

项目一 尺寸公差与配合

知识目标

- 了解孔轴公差与配合的基本术语及定义。
- 掌握标准公差与基本偏差的确定方法。
- 学会尺寸公差的标注与配合的选择。

能力目标

- 能读懂机械图纸中的尺寸和偏差。
- 熟练查取标准公差和基本偏差表格，并根据标注进行相关计算。
- 能够进行简单零件的精度设计。

任务一 尺寸公差与配合的标注和识读

要实现零件的互换性，除统一其结构和尺寸外，还应统一规定公差与配合，这是保证互换性的基本措施之一。完工的零件和产品是否在一定的范围要求之内，要靠正确的测量检验来保证。机械图纸的识读，不仅要能读懂零件的外形特征，更能深刻体会零件尺寸所包含的深层次要求。

任务导入

无论零件简单还是复杂，总有一些尺寸要求。随着加工技术的日新月异，用户对零件不仅从外形上，更是从精度指标上提出了更高要求。要想进行设计加工，机械图纸是关键，能够读懂图纸的要求，才能进行正确的设计与加工。该项任务学习完成之后，要求能够解决以下问题。

(1) 阶梯轴如图 1-1(a)所示，该零件标注 $\phi 40H7\left(\begin{smallmatrix} +0.025 \\ 0 \end{smallmatrix}\right)$ 和 $\phi 25h6\left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.013 \end{smallmatrix}\right)$ 表达的意思是什么？

(2) 图 1-1(b)中 $\phi 45\frac{H6}{f5}$ 表达的意思是什么？

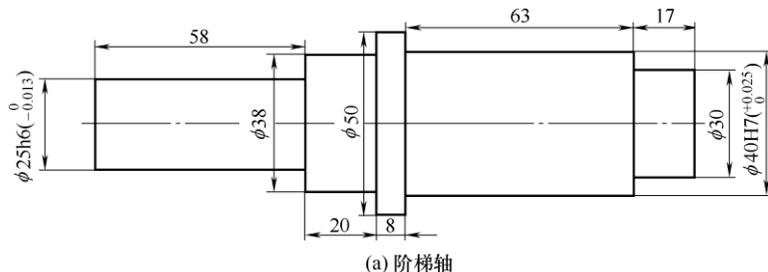


图 1-1 阶梯轴与孔轴装配

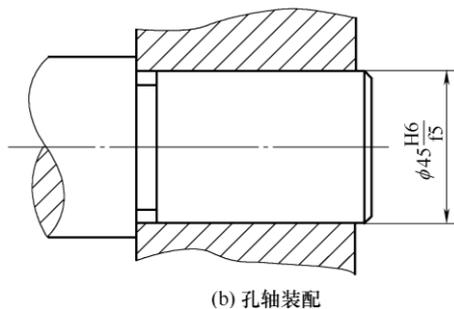


图 1-1 阶梯轴与孔轴装配(续)

任务分析

如图 1-1 所示的零件图本身就是一个结构很简单的阶梯轴，但是，除了长度尺寸外，有些尺寸并不是由单一的数据组成。字母以及数字的组合有特殊的含义。要理解这些深层含义，还需要了解一些与尺寸公差相关的一系列术语。

理论知识

一、基本术语

(一) 孔和轴的定义

1. 孔

孔是指工件圆柱形内表面(也包括非圆柱形内表面)，其尺寸如图 1-2 所示。孔为包容面，尺寸越加工越大。

2. 轴

轴是指工件圆柱形外表面(也包括非圆柱形外表面)，其尺寸如图 1-3 所示。轴为被包容面，尺寸越加工越小。

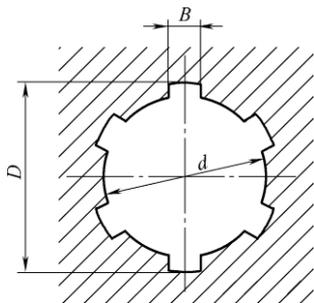


图 1-2 孔

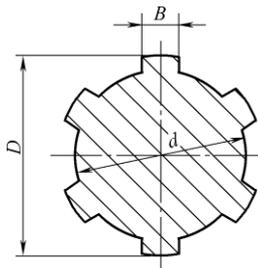


图 1-3 轴

孔、轴的含义是广义的，因此，在配合关系中，不仅应用于圆柱内、外表面的配合，同样也适用于非圆柱内、外表面的配合。



(二) 与尺寸相关的术语及定义

尺寸, 又称线性尺寸, 是指两点间的距离, 如直径、半径、高度、中心距等单位为毫米(mm)。

1. 基本尺寸

基本尺寸是指设计给定的尺寸, 又称公称尺寸。它是根据零件的强度、刚度、结构和工艺性等要求确定的。设计时应尽量采用标准尺寸。基本尺寸的代号: 孔用 D 表示, 轴用 d 表示。

2. 实际尺寸

实际尺寸是指通过测量所得的尺寸。由于存在测量误差, 所以实际尺寸并非尺寸的真值。同时由于形状误差等影响, 零件同一表面不同部位的实际尺寸往往是不等的。实际尺寸的代号: 孔用 D_a 表示, 轴用 d_a 表示。

3. 极限尺寸

极限尺寸是指允许尺寸变化的两个界限值。两个极限尺寸中较大的一个称最大极限尺寸, 孔用 D_{\max} 表示, 轴用 d_{\max} 表示。较小的一个称最小极限尺寸, 孔用 D_{\min} 表示, 轴用 d_{\min} 表示。

 **提示:** 判断零件是否合格的条件是: 零件的实际尺寸应控制在两极限尺寸之间。

$$\begin{aligned} D_{\max} &\geq D_a \geq D_{\min} \\ d_{\max} &\geq d_a \geq d_{\min} \end{aligned}$$

(三) 与偏差和公差相关的术语及定义

1. 尺寸偏差

某一尺寸减其基本尺寸所得的代数差, 称为尺寸偏差, 简称偏差。其值可取正、负、零。偏差又可分为实际偏差和极限偏差两类。

(1) 实际偏差。实际尺寸减其基本尺寸所得的代数差, 称为实际偏差。

(2) 极限偏差。极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差, 称为极限偏差。极限偏差又有以下两种。

① 上偏差: 最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差。孔的上偏差代号为 ES , $ES = D_{\max} - D$, 轴的上偏差代号为 es , $es = d_{\max} - d$ 。

② 下偏差: 最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差。孔的下偏差代号为 EI , $EI = D_{\min} - D$, 轴的下偏差代号为 ei , $ei = d_{\min} - d$ 。

 **提示:** 为方便起见, 通常在图样上标注上下偏差而不标注极限尺寸。偏差可以为正、负或零值。

2. 尺寸公差

允许尺寸的变动量，称为尺寸公差，简称公差。以代号 T 表示。公差等于最大极限尺寸与最小极限尺寸的代数差，也等于上偏差与下偏差的代数差。公差总为正值。

$$\text{孔公差: } T_h = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI$$

$$\text{轴公差: } T_s = d_{\max} - d_{\min} = es - ei$$

关于尺寸、公差与偏差的概念可用如图 1-4 所示的公差与配合示意图表示。

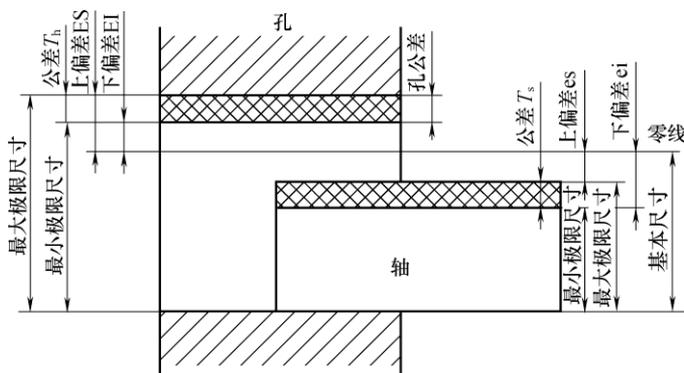


图 1-4 公差与配合示意图

3. 公差带

在分析公差与配合时，需要作图。但因公差数值与尺寸数值相差甚远，不采用同一比例。因此，在作图时，只画出放大的孔和轴的公差图形，这种图形称为公差带图，也称为公差与配合图解。尺寸公差带图由零线、公称尺寸、尺寸公差带(简称公差带)、极限偏差、公差值等有关符号数字组成，它真实地反映出公称尺寸、极限尺寸、极限偏差及公差之间的关系，如图 1-5 所示。公差带是由代表上、下极限偏差或极限尺寸的两条直线所限定的区域。公差带一般水平绘制，在垂直于零线方向上的宽度为公差值，两条直线距离零线的距离为极限偏差值，沿零线方向的长度没有限制要求。在公差带图中极限偏差以 mm 为单位可以不注出单位。公差带的大小，即公差带的宽度由公差值确定；公差带的位置，即相对于零线的距离由基本偏差确定。

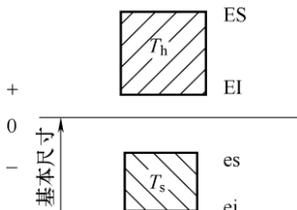


图 1-5 公差带图

基本偏差是在确定公差带相对零线位置的那个极限偏差，可以是上极限偏差也可以是下极限偏差，一般为距离零线较近的那个极限偏差，其单位一般为 μm 或 mm 。当公差带在零线上方时，基本偏差为下极限偏差；当公差带在零线下方时，基本偏差为上极限偏差；

公差带跨零线分布时,基本偏差为极限偏差中绝对值较小者。

例 1-1 基本尺寸为 $\phi 30$ 的孔和轴。孔的最大极限尺寸为 $\phi 30.21\text{mm}$,孔的最小极限尺寸为 $\phi 30.05\text{mm}$ 。轴的最大极限尺寸为 $\phi 29.90\text{mm}$,轴的最小极限尺寸为 $\phi 29.75\text{mm}$ 。

求: (1) ES 、 EI 、 es 、 ei ; (2) T_h 、 T_s ; (3)作公差带图,写出基本偏差; (4)标注出孔、轴基本尺寸和上、下偏差。

解: 孔: $ES=30.21-30=+0.21\text{mm}$

$EI=30.05-30=+0.05\text{mm}$

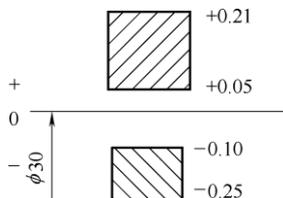
$T_h=ES-EI=0.21-0.05=0.16\text{mm}$ $\phi 30_{+0.05}^{+0.21}$

轴: $es=29.90-30=-0.10\text{mm}$

$ei=29.75-30=-0.25\text{mm}$

$T_s=es-ei=0.15\text{mm}$ $\phi 30_{-0.25}^{-0.10}$

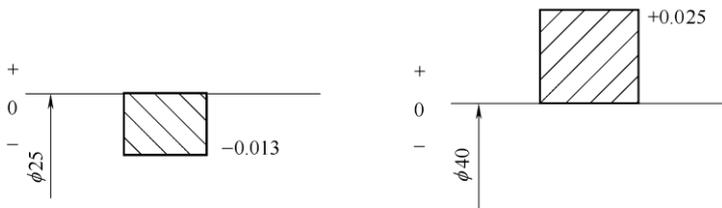
因此,公差带图如下:



任务实施

如图 1-1 所示,该零件标注中 $\phi 40\text{H}7(_{0}^{+0.025})$ 和 $\phi 25\text{h}6(_{-0.013}^{0})$ 表达的意思是:

- (1) 此标注为孔和轴的尺寸公差标注;
- (2) 其基本尺寸为孔: $D = \phi 40\text{mm}$; 轴 $d = \phi 25\text{mm}$;
- (3) 孔: 上偏差 $ES = +0.025\text{mm}$, 下偏差 $EI = 0\text{mm}$,
轴: 上偏差 $es = 0\text{mm}$, 下偏差 $ei = -0.013\text{mm}$;
- (4) 孔的公差为 $T_h = 0.025\text{mm}$; 轴的公差为 $T_s = 0.013\text{mm}$;
- (5) 孔的最大极限尺寸是 $D_{\max} = 40.025\text{mm}$, 最小极限尺寸是 $D_{\min} = 40\text{mm}$,
轴的最大极限尺寸是 $d_{\max} = 25\text{mm}$, 最小极限尺寸是 $d_{\min} = 24.987\text{mm}$ 。
- (6) 其公差带图如下:



(四) 与配合相关的术语及定义

1. 配合

配合是指基本尺寸相同的相互结合的孔轴公差带之间的关系。这种关系决定着配合的松紧程度,而松紧程度是用间隙和过盈来描述的。

2. 间隙或过盈

在孔与轴的配合中，孔的尺寸减去轴的尺寸所得的代数差称为间隙或过盈。当差值为正时是间隙，用 X 表示。当差值为负时是过盈，用 Y 表示。配合按其出现间隙或过盈的不同分为间隙配合、过盈配合和过渡配合。

(1) 间隙配合。对于一批孔、轴，任取其中一对相配，具有间隙(包括最小间隙等于零)的配合，称为间隙配合。此时，孔的公差带完全在轴的公差带之上，如图 1-6 所示。

最大间隙： $X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$

最小间隙： $X_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$

平均间隙： $X_{\text{av}} = (X_{\max} + X_{\min})/2$

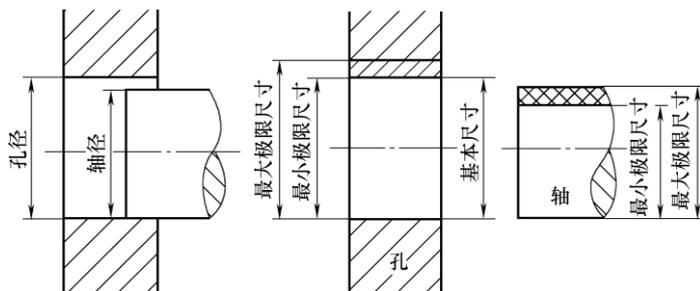


图 1-6 间隙配合

(2) 过盈配合。对于一批孔、轴，任取其中一对相配，具有过盈(包括最小过盈等于零)的配合，称为过盈配合。此时，孔的公差带完全在轴的公差带之下，如图 1-7 所示。

最小过盈： $Y_{\min} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$

最大过盈： $Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$

平均过盈： $Y_{\text{av}} = (Y_{\max} + Y_{\min})/2$

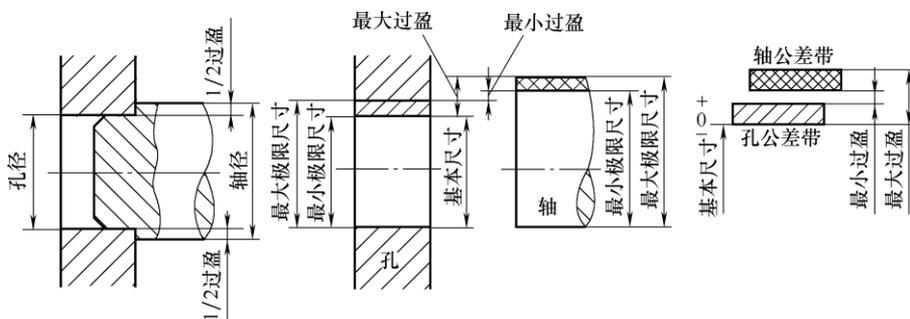


图 1-7 过盈配合

(3) 过渡配合。基本尺寸相同的孔与轴结合时，孔与轴之间可能出现间隙，也可能出现过盈的配合称为过渡配合。它的特点是：孔的实际尺寸可能大于、也可能小于轴的实际尺寸，孔与轴的公差带相互交叠，如图 1-8 所示。

最大间隙： $X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$



最大过盈: $Y_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - es$

平均间隙(过盈): $X_{\text{av}}(Y_{\text{av}}) = 1/2(X_{\max} + Y_{\max})$

3. 基准制(配合制)

基准制(配合制)是指同一极限制的孔和轴组成配合的一种制度。由于国家标准规定了28种基本偏差和20个等级的标准公差后对给定基本尺寸的孔或轴就可以形成大量的公差带。如果任意选配,情况变化极多,这样不便于零件的设计与制造。为此,国家标准规定了配合制,它分为基孔制配合和基轴制配合。

(1) 基孔制配合: 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。基孔制配合的孔为基准孔,其代号为“H”。标准规定的基准孔的基本偏差(下偏差)为0,如图1-9(a)所示。

(2) 基轴制配合: 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。基轴制配合的轴为基准轴,其代号“h”。标准规定的基准轴的基本偏差(上偏差)为0,如图1-9(b)所示。

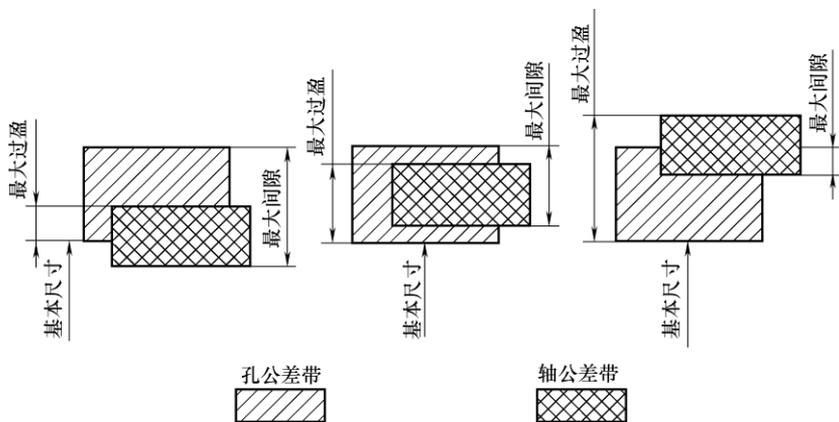


图 1-8 过渡配合

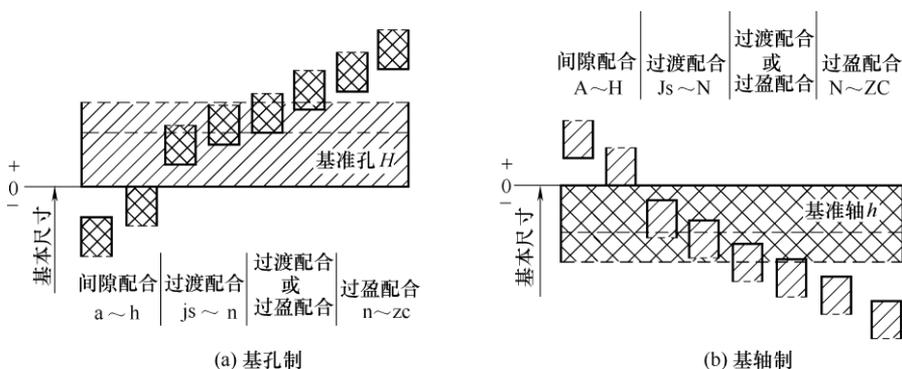


图 1-9 基孔制与基轴制

二、标准公差与基本偏差的国标规定

公差与配合国家标准是确定光滑圆柱体零件尺寸公差与配合的依据,也适用于其他光

滑表面和相应结合尺寸的公差与配合，如花键外径等的配合。它的基本结构是由“标准公差系列”和“基本偏差系列”组成的，前者确定公差带的大小，后者确定公差带的位置。两者结合构成不同的孔、轴公差带，而孔、轴公差带之间的不同相互位置又组成不同松紧程度的配合。同时，在此基础上，规定了一定数量的孔、轴公差带及具有一定间隙或过盈的配合，以实现互换性和满足各种使用要求。

(一) 标准公差系列

在公差与配合国家标准《极限与配合 基础 第3部分：标准公差和基本偏差数值表》(GB/T 1800.3—1998)中所列出的，用以确定公差带大小的任一公差，称为标准公差，用IT表示。它是依据基本尺寸和公差等级确定的。

1. 公差单位(μm)(mm)

公差单位是计算标准公差的基本单位，是制定标准公差系列的基础。生产实践表明，对同一精度概念来说，基本尺寸大，公差相应也大。因此，不能单从公差大小来判断工件尺寸精度的高低。应用公差单位来确定尺寸精度的高低。

2. 公差等级

为了将公差数值标准化，以减少量具和刀具的规格，同时又能满足各种机器所需的不同精度要求，国家标准 GB/T 1800.3—1998 将公差值划分为 01,0,1,⋯,18 等 20 个公差等级，其相应的标准公差代号为 IT01,IT0,IT1,⋯,IT18，其中，01 级精度最高，18 级精度最低。

3. 标准公差数值

标准公差数值见表 1-1。

4. 尺寸分段

为了减少公差值的数目，统一公差值，简化表格，便于应用，国家标准对基本尺寸进行了分段。尺寸分段后，对同一尺寸分段内所有基本尺寸，在公差等级相同的情况下，规定相同的标准公差。公差等级相同，基本尺寸相同或在同一尺寸分段内孔公差和轴公差是相等的。

表 1-1 标准公差数值(摘自 GB/T 1800.3—1998)

基本尺寸		公差值														
		IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于	到	μm							mm							
—	3	3	4	6	10	14	25	40	60	0.10	0.14	0.25	0.40	0.60	1.0	1.4
3	6	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.30	0.48	0.75	1.2	1.8
6	10	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.90	1.5	2.2
10	18	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.70	1.10	1.8	2.7
18	30	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.30	2.1	3.3
30	50	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1.00	1.60	2.5	3.8
50	80	8	13	19	30	46	74	120	190	0.30	0.46	0.74	1.20	1.90	3.0	4.6



基本尺寸		公差值														
		IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于	到	μm								mm						
80	120	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.40	2.20	3.5	5.4
120	180	12	18	25	40	63	100	160	250	0.40	0.63	1.00	1.60	2.50	4.0	6.3
180	250	14	20	29	46	72	115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.90	4.6	7.2
250	315	16	23	32	52	81	130	210	320	0.52	0.81	1.30	2.10	3.20	5.2	8.1
315	400	18	25	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.40	2.30	3.60	5.7	8.9
400	500	20	27	40	63	97	155	250	400	0.63	0.97	1.55	2.50	4.00	6.3	9.7

注：基本尺寸小于 1mm 时，无 IT14 至 IT18。

(二) 基本偏差系列

1. 基本偏差的概念

标准规定孔和轴各 28 种公差带位置，分别由 28 个基本偏差来确定。基本偏差代号用拉丁字母及其顺序表示。大写表示孔，小写表示轴。单写字母 21 个，双写字母 7 个。由图 1-10 可知，公差带一端固定，一端自由，基本偏差仅决定了公差带的一个极限偏差，另一个极限偏差则由公差等级决定。

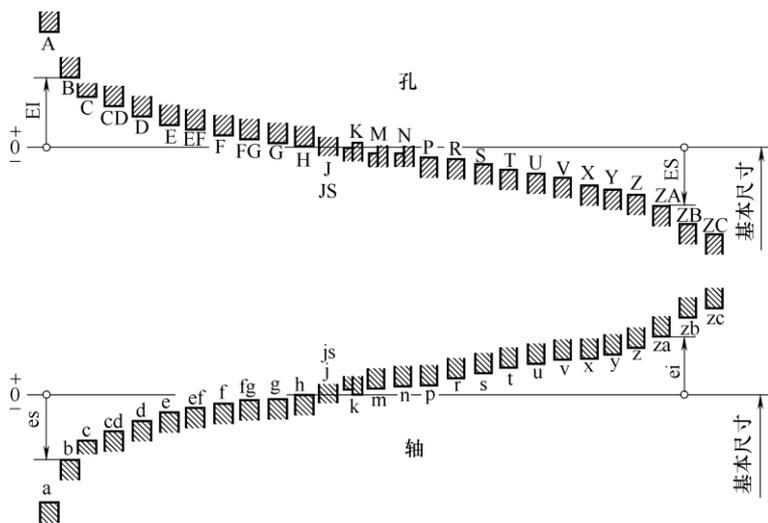


图 1-10 基本偏差系列

2. 基本偏差数值

孔、轴的基本偏差存在着一定的分布规律，其具体数值可根据公称尺寸和基本偏差代号由表 1-2、表 1-3 所列孔、轴的基本偏差值表查取。国家标准中规定的标准公差值、基本偏差值都是在标准参考温度 20℃ 下的数值。

表 1-2 轴的基本偏差值(摘自 GB/T 1800.1—2009)

公称尺寸 /mm	基本偏差数值(单位: μm)																			
	上极限偏差(es)						下极限偏差(e)													
大于 至	所有标准公差等级																			
	IT5 和 IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17								
— 3	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	0	+2	+4	+6	+10	+14	+18	+20	+26	+32	+40	+60
3 6	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	+4	+8	+12	+15	+19	+23	+28	+35	+42	+50	+80
6 10	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	+6	+10	+15	+19	+23	+28	+34	+42	+52	+67	+97
10 14	-290	-150	-95	-60	-45	-30	-21	-15	-10	+7	+12	+18	+23	+28	+33	+40	+50	+64	+90	+130
14 18	-300	-160	-110	-75	-55	-40	-28	-20	-14	+8	+15	+22	+28	+35	+41	+48	+58	+73	+108	+150
18 24	-310	-170	-120	-85	-65	-50	-35	-25	-18	+9	+17	+26	+34	+43	+48	+60	+75	+118	+160	+218
24 30	-320	-180	-130	-95	-75	-60	-45	-35	-25	+10	+20	+32	+41	+51	+54	+70	+88	+136	+188	+274
30 40	-340	-190	-140	-105	-85	-70	-55	-45	-35	+11	+23	+37	+46	+56	+66	+84	+105	+160	+226	+330
40 50	-360	-200	-150	-115	-95	-80	-65	-55	-45	+13	+27	+43	+53	+63	+75	+95	+120	+180	+260	+405
50 65	-380	-220	-170	-130	-105	-90	-75	-65	-55	+15	+31	+49	+60	+71	+84	+108	+140	+210	+300	+480
65 80	-410	-240	-180	-145	-115	-100	-85	-75	-65	+17	+36	+56	+68	+80	+95	+124	+160	+240	+360	+585
80 100	-460	-260	-200	-165	-135	-120	-105	-95	-85	+20	+42	+64	+77	+91	+109	+144	+185	+280	+420	+690
100 120	-520	-280	-220	-185	-155	-140	-125	-115	-105	+23	+48	+72	+86	+101	+121	+160	+210	+320	+480	+800
120 140	-580	-310	-230	-205	-175	-160	-145	-135	-125	+27	+55	+82	+97	+114	+136	+180	+240	+370	+560	+900
140 160	-660	-340	-240	-225	-195	-180	-165	-155	-145	+31	+64	+94	+110	+129	+155	+205	+275	+420	+630	+1000
160 180	-740	-380	-260	-245	-215	-200	-185	-175	-165	+36	+74	+108	+126	+147	+178	+235	+315	+480	+720	+1150
180 200	-820	-420	-280	-265	-235	-220	-205	-195	-185	+40	+82	+120	+140	+163	+198	+265	+360	+540	+810	+1300
200 225	-900	-460	-300	-285	-255	-240	-225	-215	-205	+45	+90	+132	+154	+179	+220	+295	+405	+600	+900	+1500
225 250	-1000	-500	-320	-305	-275	-260	-245	-235	-225	+50	+100	+146	+170	+200	+250	+340	+470	+690	+1050	+1700
250 280	-1100	-550	-340	-325	-295	-280	-265	-255	-245	+55	+110	+160	+186	+218	+270	+370	+510	+750	+1100	+1900
280 315	-1200	-600	-360	-345	-315	-300	-285	-275	-265	+60	+120	+174	+202	+240	+300	+410	+560	+820	+1200	+2100
315 355	-1300	-650	-380	-365	-335	-320	-305	-295	-285	+65	+130	+188	+218	+258	+320	+440	+610	+900	+1350	+2400
355 400	-1400	-700	-400	-385	-355	-340	-325	-315	-305	+70	+140	+202	+234	+280	+350	+480	+670	+980	+1450	+2600
400 450	-1500	-750	-420	-405	-375	-360	-345	-335	-325	+75	+150	+216	+250	+300	+380	+520	+730	+1050	+1600	+2800
450 500	-1650	-840	-440	-425	-395	-380	-365	-355	-345	+80	+160	+234	+270	+320	+410	+560	+790	+1150	+1750	+3000
500 560	-1800	-900	-460	-445	-415	-400	-385	-375	-365	+85	+170	+252	+290	+340	+440	+600	+840	+1250	+1900	+3300
560 630	-2000	-1000	-480	-465	-435	-420	-405	-395	-385	+90	+180	+270	+310	+360	+470	+640	+900	+1350	+2100	+3600



续表

公称尺寸 /mm	基本偏差数值(单位: μm)													下极限偏差(e)																								
	上极限偏差(es)													所有标准公差等级																								
	所有标准公差等级						所有标准公差等级						所有标准公差等级						所有标准公差等级																			
大于	至	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	js	IT5 和 IT6	IT7 和 IT8	IT4 ~ IT7	≤ IT3 > IT7	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc						
630	710					-290	-160	-80	-24	0						0	+30	+50	+88	+175	+340	+500	+740															
710	800					-320	-170	-86	-26	0						0	+34	+56	+100	+210	+430	+620	+940															
800	900					-350	-195	-98	-28	0						0	+40	+66	+120	+250	+520	+780	+1150															
900	1000					-390	-220	-110	-30	0						0	+48	+78	+140	+300	+640	+940	+1450															
1000	1120					-430	-240	-120	-32	0						0	+58	+92	+170	+370	+820	+1200	+1850															
1120	1250					-480	-260	-130	-34	0						0	+68	+110	+195	+400	+920	+1350	+2000															
1250	1400					-520	-290	-145	-38	0						0	+76	+135	+240	+440	+1000	+1500	+2300															
1400	1600															0	+76	+135	+240	+460	+1100	+1650	+2500															
1600	1800															0	+76	+135	+240	+550	+1250	+1900	+2900															
1800	2000															0	+76	+135	+240	+580	+1400	+2100	+3200															
2000	2240															0	+76	+135	+240																			
2240	2500															0	+76	+135	+240																			
2500	2800															0	+76	+135	+240																			
2800	3150															0	+76	+135	+240																			

注: 公称尺寸小于或等于 1mm 时, 基本偏差 a 和 b 均不采用。公差带 js7~js11, 若 IT_n 值是奇数, 则取偏差 $\pm \frac{IT_n - 1}{2}$ 。



续表

公称尺寸 /mm	基本偏差数值 (单位: μm)																			标准公差等级																																				
	下极限偏差 (E)										上极限偏差 (ES)																																													
	所有标准公差等级										P 至 ZC																																													
大于	A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	JS	J	IT6	IT7	IT8	≤IT8	>IT8	M	≤IT8	>IT8	N	≤IT8	>IT8	ZC	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8													
250	+920	+480	+300		+190	+110	+56	+17	0				+25	+36	+55	+4+Δ	20+Δ	-20	-34	0					-56	94	-158	-218	-315	-385	-475	-580	-710	-920	-1200	-1500	4	7	9	20	29															
280	+1050	+540	+330										+29	+39	+60	+4+Δ	21+Δ	-21	-37	0					62	108	-190	-268	-390	-475	-590	-730	-900	-1150	-1500	4	5	7	11	21	32															
315	+1200	+600	+360										+33	+43	+66	+5+Δ	23+Δ	-23	-40	0					-68	126	-232	-330	-490	-595	-740	-920	-1100	-1450	-1850	-2400	5	7	13	23	34															
355	+1350	+680	+400																						-78	150	-280	-400	-600																											
400	+1500	+760	+440																						-88	175	-340	-500	-740																											
450	+1650	+840	+480																						-100	210	-430	-620	-940																											
500					+260	+145	+76	+22	0															-120	250	-520	-780	-1150																												
560																									-140	300	-640	-940	-1450																											
630					+290	+160	+80	+24	0																-170	370	-820	-1200	-1850																											
710																									-195	440	-1000	-1500	-2300																											
800					+320	+170	+86	+26	0																-240	550	-1250	-1900	-2900																											
900																									-260	580	-840	-1300																												
1000					+350	+195	+98	+28	0																-330	720	-1050	-1600																												
1120																									-380	840	-1200	-1800																												
1250					+390	+220	+110	+30	0																-400	920	-1350	-2000																												
1400																									-460	1100	-1650	-2500																												
1600					+430	+240	+120	+32	0																-580	1400	-2100	-3200																												
1800																									-660	1600	-2400	-3600																												
2000					+480	+260	+130	+34	0																-760	1800	-2700	-4000																												
2240																									-840	2000	-3000	-4400																												
2500					+520	+290	+145	+38	0																-940	2200	-3300	-4800																												
2800																									-1050	2500	-3700	-5300																												
3150																									-1170	2800	-4100	-5900																												

注: (1) 公称尺寸小于或等于 1mm 时, 基本偏差 A 和 B 及大于 IT8 的 N 均不采用。公差带 JS7~JS11, 若 IT_n 值是奇数, 则取偏差 ± $\frac{IT_n - 1}{2}$ 。

(2) 对于小于或等于 IT8 的 K、M、N 和小于或等于 IT7 的 P~ZC, 所需 Z 值从表内右侧选。

3. 公差带代号与配合代号

公差带代号由基本偏差代号及公差等级数字组成, 如 H8、S7、f6 等。

配合代号用孔、轴公差带组合表示成分数形式, 分子为孔的公差带代号, 分母为轴的公差带代号, 如 $\frac{H7}{f6}$ 或 H7/f6。

例 1-2 在孔 $\phi 25_0^{+0.021}$ 与轴 $\phi 25_{-0.033}^{-0.020}$ 配合中, 求配合的基本尺寸, 上下偏差, 公差, 最大、最小极限尺寸, 最大、最小间隙或过盈, 属何种配合。并画出公差带图。

解: $D = d = \phi 25\text{mm}$

孔: $ES=0.021\text{mm}$, $EI=0\text{mm}$

$T_h = ES - EI = 0.021\text{mm} - 0\text{mm} = 0.021\text{mm}$

$D_{\max} = ES + D = 25.021\text{mm}$, $D_{\min} = EI + D = 25\text{mm}$

轴: $es = -0.020\text{mm}$, $ei = -0.033\text{mm}$

$T_s = es - ei = 0.013\text{mm}$

$d_{\max} = es + d = 24.980\text{mm}$, $d_{\min} = ei + d = 24.967\text{mm}$

公差带图如图 1-11 所示, 由图可知, 此配合为间隙配合

$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei = 0.054\text{mm}$

$X_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es = 0.020\text{mm}$

$X_{\text{av}} = (X_{\max} + X_{\min}) / 2 = 0.037\text{mm}$

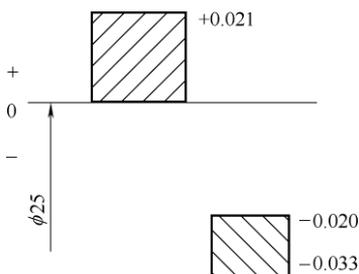


图 1-11 例 1-2 的公差带图

任务实施

图 1-1(b)中 $\phi 45 \frac{H6}{f5}$ 表达的意思是:

- (1) 公称尺寸为 $\phi 45\text{mm}$ 的一对孔、轴进行装配;
- (2) 采用的基准制为基孔制;
- (3) 孔的基本偏差代号为 H, 公差等级为 6 级, 轴的基本偏差代号为 f, 公差等级为 5 级, 经查表 1-1、表 1-2、表 1-3 可得:

$IT6 = 16\mu\text{m}$, $IT5 = 11\mu\text{m}$;

孔 H6: $EI=0$, $ES = EI + IT6 = 0 + 16 = 16\mu\text{m}$

轴 f5: $es = -25\mu\text{m}$, $ei = es - IT5 = -25 - 11 = -36\mu\text{m}$

又因为: $ES - ei = 16 - (-36) = 52\mu\text{m}$

$$EI - es = 0 - (-25) = 25 \mu\text{m}$$

所以该组配合为过渡配合。

(4) 配合公差带如图 1-12 所示。

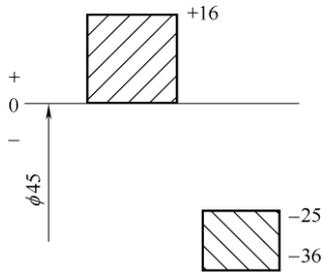


图 1-12 此任务实施的配合公差带

(三) 孔、轴公差带与配合的标准化

1. 一般、常用及优先公差带

任一基本偏差和任一标准公差可组合成大量的公差带。为了减少定值刀具、量具的规格与数量以及工艺的品种规格，降低生产成本，国家标准依据公差带在生产中的使用频率、对使用要求的满足程度等，规定了一般公差带、常用公差带和优先公差带。

尺寸 $\leq 500\text{mm}$ 的轴，国家标准《产品几何技术规范(GPS) 极限与配合 公差带和配合的选择》(GB/T 1801—2009)规定了 119 种一般公差带，其中 59 种为常用公差带(方框内)，13 种为优先公差带(小圆圈内)，如图 1-13 所示。

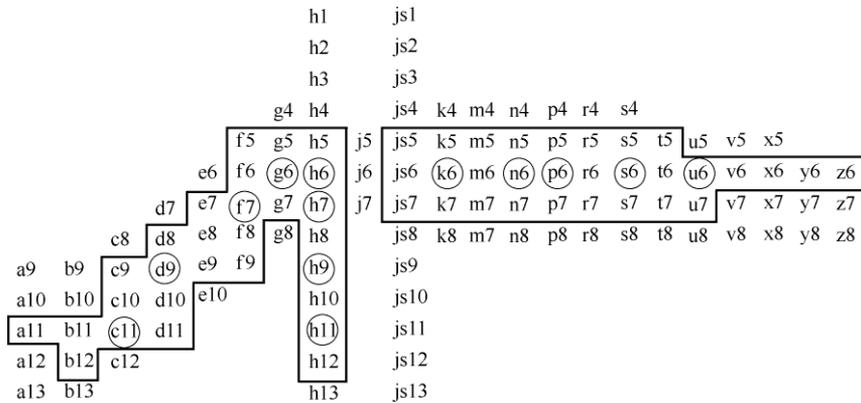


图 1-13 一般、常用和优先使用的轴公差带

尺寸 $\leq 500\text{mm}$ 的孔，国家标准规定了 105 种一般公差带，其中 44 种为常用公差带(方框内)，13 种为优先公差带(小圆圈内)，如图 1-14 所示。

在选用时，优先选择圆圈内的公差带，其次是方框内的公差带，最后是图中所列的其他公差带。

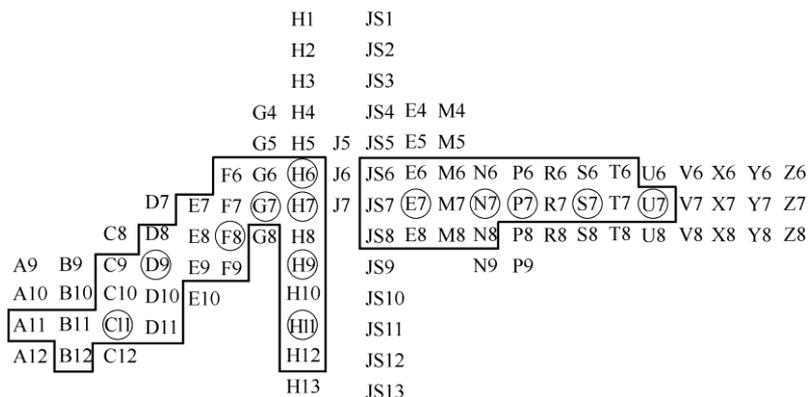


图 1-14 一般、常用和优先使用的孔公差带

2. 常用及优先配合

国家标准根据我们生产的实际情况，并参照国际公差标准的规定，尺寸 $\leq 500\text{mm}$ 时，规定了 59 种基孔制常用配合，其中 13 种为优先配合，如表 1-4 所列；规定了 47 种基轴制常用配合，其中 13 种为优先配合，如表 1-5 所列。

在选用时优先选择优先配合，其次是常用配合。

表 1-4 基孔制常用、优先配合(GB/T 1801—2009)

基准孔	轴																				
	a	b	c	d	e	f	g	h	js	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z
	间隙配合								过渡配合				过盈配合								
H6						$\frac{H6}{f5}$	$\frac{H6}{g5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{H6}{js5}$	$\frac{H6}{k5}$	$\frac{H6}{m5}$	$\frac{H6}{n5}$	$\frac{H6}{p5}$	$\frac{H6}{r5}$	$\frac{H6}{s5}$	$\frac{H6}{t5}$					
H7						$\frac{H7}{f6}$	$\frac{H7}{g6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{H7}{js6}$	$\frac{H7}{k6}$	$\frac{H7}{m6}$	$\frac{H7}{n6}$	$\frac{H7}{p6}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H7}{s6}$	$\frac{H7}{t6}$	$\frac{H7}{u6}$	$\frac{H7}{v6}$	$\frac{H7}{x6}$	$\frac{H7}{y6}$	$\frac{H7}{z6}$
H8				$\frac{H8}{e7}$	$\frac{H8}{f7}$	$\frac{H8}{g7}$	$\frac{H8}{h7}$	$\frac{H8}{js7}$	$\frac{H8}{k7}$	$\frac{H8}{m7}$	$\frac{H8}{n7}$	$\frac{H8}{p7}$	$\frac{H8}{r7}$	$\frac{H8}{s7}$	$\frac{H8}{t7}$	$\frac{H8}{u7}$					
			$\frac{H8}{d8}$	$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H8}{f8}$		$\frac{H8}{h8}$														
H9			$\frac{H9}{c9}$	$\frac{H9}{d9}$	$\frac{H9}{e9}$	$\frac{H9}{f9}$	$\frac{H9}{h9}$														
H10			$\frac{H10}{c10}$	$\frac{H10}{d10}$			$\frac{H10}{h10}$														
H11	$\frac{H11}{a11}$	$\frac{H11}{b11}$	$\frac{H11}{c11}$	$\frac{H11}{d11}$			$\frac{H11}{h11}$														
H12		$\frac{H12}{b12}$					$\frac{H12}{h12}$														

注：① $\frac{H6}{n5}$ 、 $\frac{H7}{p6}$ 在公称尺寸 $\leq 3\text{mm}$ 和 $\frac{H8}{r7}$ 在 $\leq 100\text{mm}$ 时过渡配合。

②深色底纹的配合为优先配合。



表 1-5 基轴制常用、优先配合(GB/T 1801—2009)

基 准 轴	孔																				
	A	B	C	D	E	F	G	H	JS	K	M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z
	间隙配合								过渡配合				过盈配合								
h6						$\frac{F6}{h5}$	$\frac{G6}{h5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{JS6}{h5}$	$\frac{K6}{h5}$	$\frac{M6}{h5}$	$\frac{N6}{h5}$	$\frac{P6}{h5}$	$\frac{R6}{h5}$	$\frac{S6}{h5}$	$\frac{T6}{h5}$					
h7						$\frac{F7}{h6}$	$\frac{G7}{h6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{JS7}{h6}$	$\frac{K7}{h6}$	$\frac{M7}{h6}$	$\frac{N7}{h6}$	$\frac{P7}{h6}$	$\frac{R7}{h6}$	$\frac{S7}{h6}$	$\frac{T7}{h6}$	$\frac{U7}{h6}$				
h8					$\frac{E8}{h7}$	$\frac{F8}{h7}$		$\frac{H8}{h7}$	$\frac{JS8}{h7}$	$\frac{K8}{h7}$	$\frac{M8}{h7}$	$\frac{N8}{h7}$									
				$\frac{D8}{h8}$	$\frac{E8}{h8}$	$\frac{F8}{h8}$		$\frac{H8}{h8}$													
h9				$\frac{D9}{h9}$	$\frac{E9}{h9}$	$\frac{F9}{h9}$		$\frac{H9}{h9}$													
h10				$\frac{D10}{h10}$				$\frac{H10}{h10}$													
h11	$\frac{A11}{h11}$	$\frac{B11}{h11}$	$\frac{C11}{h11}$	$\frac{D11}{h11}$				$\frac{H11}{h11}$													
h12		$\frac{B12}{h12}$						$\frac{H12}{h12}$													

注：深色底纹的配合为优先配合。

一般公差——线性和角度尺寸的未注公差。

对机械零件上的各要素的形体尺寸、各要素相互位置尺寸、角度尺寸都有公差要求，但为了制图方便、简化设计，对加工工艺上能保证精度的尺寸在图样上就不标注出公差，这些尺寸称为未注公差尺寸。对于这些未注公差尺寸，国家制定的《一般公差未注公差的线性和角度尺寸的公差》(GB/T 1804—2000)对一般公差——线性尺寸和角度尺寸的未注公差进行了具体规定，该标准适用于金属切削加工和冲压加工得到的线性尺寸、角度尺寸、尺寸要素的相互位置尺寸的未注公差。非金属材料的零件或其他加工工艺得到的尺寸的未注公差也可参照本标准执行。

标准中规定了 4 个公差等级：精密级(f)、中等级(m)、粗糙级(c)、最粗级(v)。f 级精度最高，v 级精度最低。f 级主要应用于自动化仪器仪表、邮电机械、印染机械、烟草机械、印刷机械等；m 级主要应用于汽车、拖拉机、冶金、矿山机械、化工机械、通用机械、工程机械、工具与量具等；c 级主要应用于木模铸造、自由锻造、压弯延伸、模锻、纺织机械等；v 级主要应用于冷作、焊接、气割等。各等级的线性尺寸的极限偏差数值如表 1-6 所列。倒圆半径与倒角高度尺寸的极限偏差数值如表 1-7 所列。角度尺寸的极限偏差数值如表 1-8 所列。给定的极限偏差均为对称偏差。

表 1-6 线性尺寸的极限偏差数值

单位：mm

公差等级	尺寸分段							
	0.5~3	>3~6	>6~30	>30~120	>120~400	>400~1000	>1000~2000	>2000~4000
f 级	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5	—
m 级	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2
c 级	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	±4
v 级	—	±0.5	±1	±1.5	±2.5	±4	±6	±8

表 1-7 倒圆半径与倒角高度尺寸的极限偏差数值

单位: mm

公差等级	尺寸分段			
	0.5~3	>3~6	>6~30	>30
f 级	±0.2	±0.5	±1	±2
m 级				
c 级	±0.4	±1	±2	±4
v 级				

表 1-8 角度尺寸的极限偏差数值

单位: mm

公差等级	尺寸分段				
	≤10	>10~50	>50~120	>120~400	>400
f 级	±1°	±30′	±20′	±10′	±5′
m 级					
c 级	±1° 30′	±1	±30′	±15′	±10′
v 级	±3°	±2°	±1°	±30′	±20′

注: 角度尺寸的长度按角度的短边长度确定, 对于圆锥角按圆锥素线长度确定。

任务二 尺寸公差及配合的选用与设计

任务导入

公差与配合的应用还有一个重要环节, 那就是尺寸公差与配合的选用与设计。这个环节是在基本尺寸以及确定的前提下进行的精度设计。公差与配合进行合适的选择, 对产品后续的使用等各方面都有重要影响。对尺寸公差与配合的选择主要包括确定基准制、公差等级、配合种类三个方面。选择的标准是能使产品的生产成品与综合经济效益达到共赢。

任务分析

灵活地运用公差与配合的相关知识, 根据零件使用要求正确合理地设计精度, 并能够正确地将公差与配合要求标注在图纸上。能够确定图 1-15 活塞销两端与活塞的配合并标注在图上, 可以解决简单的精度设计问题, 如: 已知孔、轴基本尺寸 $\phi 25$, 间隙 0.010~0.045mm, 试确定孔、轴的公差等级和公差带和配合代号。

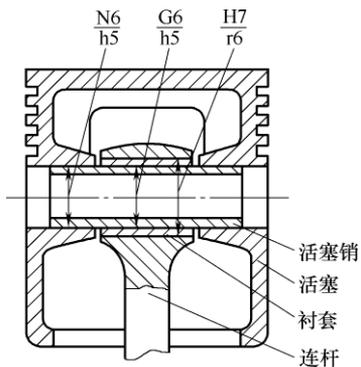


图 1-15 活塞、活塞销、连杆的配合



理论知识

一、公差与配合的选用

公差与配合标准是实现互换性生产的重要基础。合理地选用公差与配合，不但能促进互换性生产，而且有利于提高产品质量，降低生产成本。在设计工作中，公差与配合的选用主要包括基准制、公差等级与配合种类等。

(一) 基准制的选择

基准制的选择应考虑结构、工艺及经济性。

1. 优先选用基孔制

在常用尺寸范围内($\leq 500\text{mm}$)，一般情况下，应优先选用基孔制。因为同一公差等级的孔比轴加工和测量都要困难些(高精度更加明显)，所用定尺寸工具和量具也多些。故采用基孔制可减少孔加工及测量的专用工具和量具的数量，既经济又合理。

2. 采用基轴制的场合

(1) 当所用配合的公差等级要求不高时(一般 $\geq \text{IT}8$)，如轴直接采用冷拉棒料(一般尺寸不太大)，则不需进行机械加工，采用基轴制较为经济合理。

(2) 在有些情况下，由于结构要求，宜采用基轴制。当同一基本尺寸的轴上有两种以上的不同配合时，如采用基轴制，则可制成同一直径的光滑轴，便于加工和装配，如图 1-16 所示。

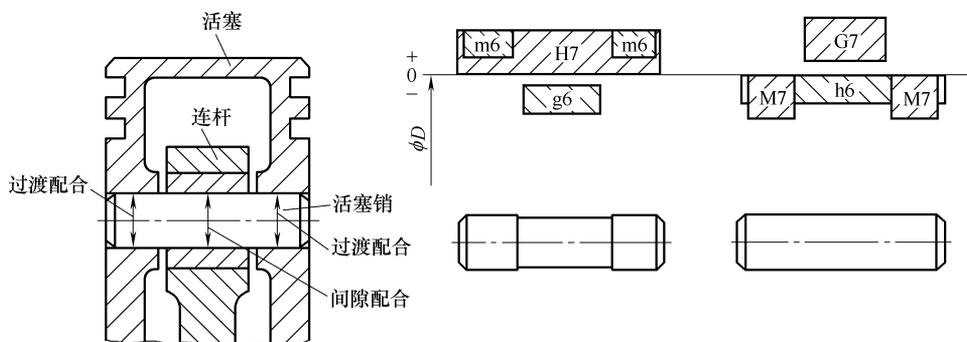


图 1-16 一轴多孔配合

(3) 当轴为标准件时，也应采用基轴制。如滚动轴承为标准件，其外圈与壳体孔配合，就必须采用基轴制(见图 1-17)。

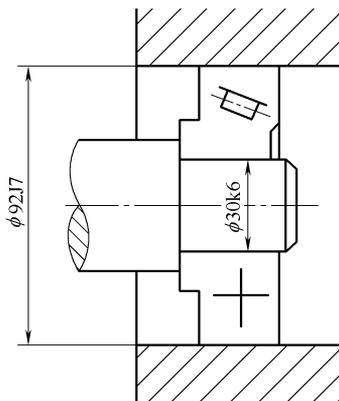


图 1-17 基轴制选用示例

3. 非基准制配合的应用

在某些情况下,为了满足配合的特殊需要,允许采用非基准制配合,又称为混合配合,就是孔和轴都不是基准件,如 M7/f7, K8/d8 等,配合代号中没有 H 或 h。非基准制配合一般用于同一孔(或轴)与几个轴(或孔)组成的配合,各配合性质要求不同,而孔(或轴)又需按基轴制(或基孔制)的某种配合制造,此时孔(或轴)与其他轴(或孔)组成配合时就要选用非基准制配合,如图 1-18 所示。

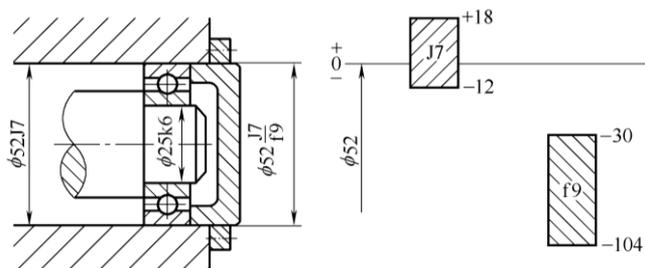


图 1-18 非基准制配合

有时,为了得到很大的间隙以补偿热膨胀对配合的影响,或者工件加工后还需进行电镀也常采用非基准制配合。

(二) 公差等级的选择

公差等级选择的原理是:在满足使用要求的前提下,尽量选用低公差等级,以利于加工和降低成本。

实践证明,公差等级与制造成本的关系是:制造公差小时,随着公差等级的提高,其成本迅速增加。例如,IT5 的制造成本是 IT9 的 5 倍。因此,在选用高公差等级时要特别慎重。国家标准规定有 20 个公差等级。其中,IT01~IT17 一般用于量块和量规公差;IT3~IT12 用于配合尺寸;IT12~IT18 用于非配合尺寸及不重要的粗糙联结(包括未注公差的尺寸公差)。选择公差等级时要注意,对基本尺寸 ≤ 500 mm 的配合,当公差值 \leq IT8 时,由于孔加工一般比较困难,故推荐选用孔的公差等级比轴低一级,如 H7/f6,对精度



较低(>IT8)或基本尺寸>500mm 的配合, 多采用孔轴同级配合。

(1) 选择公差等级应首先满足使用要求, 各个等级标准公差的应用范围没有严格的划分。表 1-9 为各公差等级的应用范围。

表1-9 公差等级的应用范围

应用	公差等级(IT)																				
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
量块																					
量规																					
配合尺寸																					
特别精密零件的配合																					
非配合尺寸 (大制造公差)																					
原材料公差																					

(2) 对于基本尺寸至 500mm 的配合, 由于孔比轴加工困难, 所以当公差等级较高(标准公差 \leq IT8)时, 国标规定选用异级(轴比孔高一级)配合, 对于公差等级要求较低时, 推荐采用同级配合。

(3) 在满足使用要求的前提下, 尽量采用较大的公差值, 以降低生产成本, 同时也考虑到工艺上的可行性。

公差等级与各种加工方法的关系如表 1-10 所示。

表 1-10 各种加工方法的加工精度

加工方法	公差等级(IT)																				
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
研磨																					
珩磨																					
圆磨																					
平磨																					
金刚石车																					

续表

加工方法	公差等级(IT)																				
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
金刚石镗																					
拉削																					
铰孔																					
车																					
镗																					
铣																					
刨、插																					
钻孔																					
滚压、挤压																					
冲压																					
压铸																					
粉末冶金成型																					
粉末冶金烧结																					
砂型铸造、气割																					
锻造																					

(三) 配合的选择

配合的选择通常有类比法、计算法和实验法 3 种。

根据配合部位的功能要求，确定配合的类型(见表 1-11)。

1. 间隙配合

间隙配合有 A~H(a~h)共 11 种基本偏差，其特点是利用间隙储存润滑油及补偿温度变形、安装误差、弹性变形等所引起的误差。生产中应用广泛，不仅用于运动配合，加紧固件





后也可用于传递力矩。不同基本偏差代号与基准孔(或基准轴)分别形成不同间隙的配合。主要依据变形、误差需要补偿间隙的大小、相对运动速度、是否要求定心或拆卸来选定。

2. 过渡配合

过渡配合有 JS~N(js~n)共 4 种基本偏差,其主要特点是定心精度高且可拆卸,也可加键、销紧固件后用于传递力矩,主要根据机构受力情况、定心精度和要求装拆次数来考虑基本偏差的选择。定心要求高、受冲击负荷、不常拆卸的,可选较紧的基本偏差,如 N(n),反之应选较松的配合,如 K(k)或 JS(js)。

3. 过盈配合

过盈配合有 P~ZC(p~zc)共 13 种基本偏差,其特点是由于有过盈,装配后孔的尺寸被胀大而轴的尺寸被压小,产生弹性变形,在结合面上产生一定的正压力和摩擦力,用以传递力矩和紧固零件。选择过盈配合时,如不加键、销等紧固件,则最小过盈应能保证传递所需的力矩,最大过盈应不使材料破坏,故配合公差不能太大,所以公差等级一般为 IT5~IT7。基本偏差根据最小过盈量及结合件的标准来选取。

表 1-11 配合类型

结合件的工作情况			配合类型
有相对运动	只有移动		间隙较小的间隙配合
	转动或与移动的复合运动		间隙较大的间隙配合
无相对运动	传递扭矩	永久结合	过盈配合
		可拆结合	过渡配合或间隙最小的间隙配合加紧固件
	不需要精确同轴		间隙较小的间隙配合加紧固件
不传递扭矩		过渡配合或过盈小的过盈配合	

配合类别确定之后,应进一步确定非基准件的基本偏差代号。表 1-12 所示为各种基本偏差的特点及选用说明。

表 1-12 各种基本偏差的特点及选用说明

配合类别	配合特性	基本偏差	特点及应用
间隙配合	特大间隙	b (A,B)	用于高温、热变形大的场合,如活塞与缸套 H9/a9
	很大间隙	c(C)	用于受力变形大、装配工艺性差、高温动配合等场合,如内燃机排气阀杆与导管配合为 H8/c7
	较大间隙	d(D)	用于较松的间隙配合,如滑轮与轴 H9/d9;大尺寸滑动轴承与轴的配合,如轧钢机等重型机械
间隙配合	一般间隙	e(E)	用于大跨距、多支点、高速重载大尺寸等轴与轴承的配合,如大型电动机、内燃机的主要轴承配合处 H8/e7
	一般间隙	f(F)	用于一般传动的配合,如齿轮箱、小电动机、泵等转轴与滑动轴承的配合 H7/f6

续表

配合类别	配合特性	基本偏差	特点及应用
间隙配合	较小间隙	g(G)	用于轻载精密滑动零件, 或缓慢间隙回转零件间的配合, 如插销的定位、滑阀、连杆销、钻套孔等处的配合
	很小间隙	h(H)	用于不同精度要求的一般定位件的配合, 缓慢移动和摆动零件间的配合, 如车床尾座孔与滑动套的配合 H6/h5
过渡配合	过盈率很小稍有平均间隙	js(JS)	要求较好定心, 木槌装配拆卸方便
	过盈率中等平均过盈接近为零	k(K)	要求定心精度较高, 木槌装配拆卸比较方便
	过盈率较大平均过盈较小	m(M)	要求精密定心, 最大过盈时需相当的压入力, 可以拆卸
	过盈率大平均过盈稍大	n(N)	要求更精密定心, 用锤或压力机装配, 拆卸较困难
过盈配合	小过盈配合	p(P)	加紧固件传递一定的扭矩与轴向力, 属轻型过盈配合。不加紧固件可用于准确定心仅传递小扭矩, 需轴向定位
	稍大过盈配合	r(R)	不加紧固件可传递较小的扭矩与轴向力, 用于很少拆卸时
	中等过盈配合	s(S)	用于需要拆卸时, 装入时使用压入机
	过盈量较大	t(T)	
	过盈量大	u(U)	不加紧固件可传递大的扭矩与轴向力、特大扭矩和动载荷, 属重型、特重型过盈配合
	过盈量更大	v(V)、x(X)、y(Y)、z(Z)	用于不拆卸时, 一般不推荐使用。对于特重型过盈配合(后三种)需经试验才能应用

 **提示:** 按大批大量生产时, 加工后所得的尺寸通常呈正态分布; 而单件小批量生产时, 加工所得的孔的尺寸多偏向最小极限尺寸, 轴的尺寸多偏向最大极限尺寸, 即呈偏态分布。所以, 对于同一使用要求, 单件小批生产时采用的配合应比大批大量生产时要松一些。如大批量生产时的 $\phi 50H7/js6$ 的要求, 在单件小批生产时应选择 $\phi 50H7/h6$ 。

任务实施

已知孔、轴基本尺寸为 $\phi 25\text{mm}$, 间隙为 $0.007\sim 0.045\text{mm}$, 试确定孔、轴的公差等级和公差带和配合代号。

解:

(1) 选择基准制: 基孔制。

(2) 选择公差等级:

由给定条件知, 此孔、轴配合为间隙配合, 要求的配合公差为:

$$T_f = |X_{\max} - X_{\min}| = T_h + T_s = (0.045 - 0.007) \text{ mm} = 0.038 \text{ mm} = 38 \mu\text{m}$$

即所选的孔、轴公差之和应最接近而又不大于 $38 \mu\text{m}$

假设孔与轴为同级配合, 则 $T_h = T_s = T_f / 2 = 0.019 \text{ mm} = 19 \mu\text{m}$

查表 1-1, $IT7 = 21 \mu\text{m}$, $IT6 = 13 \mu\text{m}$, 故孔与轴的公差等级介于 $IT6$ 与 $IT7$ 之间, 一般取孔比轴大一级, 即

孔 $IT7 = 21 \mu\text{m}$ 轴 $IT6 = 13 \mu\text{m}$

则配合公差 $T_f = T_h + T_s = (21 + 13) \mu\text{m} = 34 \mu\text{m} < 38 \mu\text{m}$





(3) 确定孔、轴公差带:

因为是基孔制配合, 且孔的标准公差为 IT7, 所以孔的公差带为 $\phi 25H7\left(\begin{smallmatrix} +0.021 \\ 0 \end{smallmatrix}\right)$

又因为 $X_{\min}=EI-es$, 且 $EI=0$, 所以 $es=-X_{\min}$

本题要求最小间隙为 $0.007\text{mm}(7\mu\text{m})$, 即轴的基本偏差应接近于 $-7\mu\text{m}$

查表 1-2, 取轴的基本偏差为 g , $es=-7\mu\text{m}$

则 $ei=es-IT6=(-7-13)\mu\text{m}=-20\mu\text{m}$, 所以轴的公差带为 $\phi 25g6\left(\begin{smallmatrix} -0.007 \\ -0.020 \end{smallmatrix}\right)$

(4) 验算设计结果:

孔、轴配合为 $\phi 25H7/g6$

最大间隙: $X_{\max}=ES-ei=41\mu\text{m}$

最小间隙: $X_{\min}=EI-es=7\mu\text{m}$

故间隙为 $0.007\sim 0.045\text{mm}$, 设计结果满足使用要求。

在满足使用要求的前提下, 规定了优先、常用和一般用途的公差带和与之相应的优先、常用的配合, 选用时首先采用优先配合, 其次选用常用配合。在实际生产中, 通常多采用类比法, 为此首选必须掌握各种基本偏差的特点, 并了解它们的应用实例, 然后根据具体要求的情况加以选择。表 1-13 列出了尺寸至 500mm 基孔制、基轴制优先配合的特征及应用。

表 1-13 优先配合特性及应用(GB/T 1801—1999)

基 孔 制	基 轴 制	优先配合选用说明
$\frac{H11}{c11}$	$\frac{C11}{h11}$	间隙非常大, 用于很松的、转动很慢的动配合, 或要求大公差与大间隙的外露组件, 或要求装配方便的很松的配合
$\frac{H9}{d9}$	$\frac{D9}{h9}$	间隙很大的自由转动配合, 用于精度为非主要要求, 或有大的温度变动、高转速或大的轴颈压力时
$\frac{H8}{f7}$	$\frac{F8}{h7}$	间隙不大的转动配合, 用于中等转速与中等轴颈压力的精确转动, 也用于装配较易的中等定位配合
$\frac{H7}{g6}$	$\frac{G7}{h6}$	间隙很小的滑动配合, 用于不希望自由转动, 但可自由移动和滑动并精密定位时, 也可用于要求明确的定位配合
$\frac{H7}{h6}$ $\frac{H8}{h7}$	$\frac{H7}{h6}$ $\frac{H8}{h7}$	均为间隙定位配合, 零件可自由装拆, 而工作时一般相对静止不动。在最大实体条件下的间隙为零, 在最小实体条件下的间隙由公差等级决定
$\frac{H9}{h9}$ $\frac{H11}{h11}$	$\frac{H9}{h9}$ $\frac{H11}{h11}$	
$\frac{H7}{k6}$	$\frac{K7}{h6}$	过渡配合, 用于精密定位
$\frac{H7}{n6}$	$\frac{N7}{h6}$	过渡配合, 允许有较大过盈的更精密定位配合
$\frac{H7^*}{p6}$	$\frac{H7}{h6}$	过盈定位配合, 即小过盈配合, 用于定位精度特别重要时, 能以最好的定位精度达到部件的刚性及对中性要求, 而对内孔承受压力无特殊要求, 不依靠配合的紧固性传递摩擦负荷
$\frac{H7}{s6}$	$\frac{S7}{h6}$	中等压入配合, 适用于一般钢件, 或用于薄壁件的冷缩配合, 用于铸铁件可得到最紧的配合
$\frac{H7}{u6}$	$\frac{U7}{h6}$	压入配合, 适用于可以承受大压入力的零件或不宜承受大压入力的冷缩配合

注: *表示基本尺寸 $\leq 3\text{mm}$ 时为过渡配合。

用类比法选择配合时还必须考虑受载荷情况、拆装情况、配合件的结合长度和材料、温度的影响及生产类型等因素。

二、尺寸公差与配合的标注

(一) 公差带代号

孔、轴公差带代号由基本偏差代号与公差等级代号组成。基本偏差代号表示中，孔用大写拉丁字母表示，轴用小写拉丁字母表示，公差等级用阿拉伯数字表示。如孔的公差带代号 $H8$ 和轴的公差带代号 $f8$ 。

(二) 配合代号

配合代号用孔、轴公差带代号组合表示，写成分数形式，分子为孔公差带代号，分母为轴公差带代号。如： $H8/f7$ 或 $\frac{H8}{f7}$ 表示公差等级 8 级的基准孔 H 与公差等级 7 级偏差 f 的轴配合。

(三) 极限与配合的标注

装配图上一一般标注配合代号，零件图上可注公差带代号或极限偏差数值，也可以两者都注(见图 1-19)。

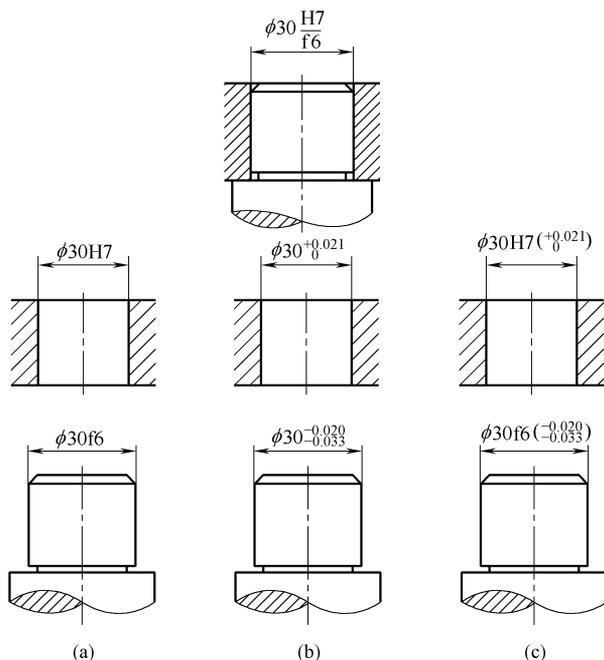


图 1-19 零件图中的标注



任务三 简单零件的基本尺寸测量

理论知识

一、基本量具

(一) 钢直尺

钢直尺是最简单的长度量具，它的长度有 150mm、300mm、500mm 和 1000mm 4 种规格。图 1-20 所示是常用的 150 mm 钢直尺。



图 1-20 150mm 的钢直尺

钢直尺用于测量零件的长度尺寸(见图 1-21)，它的测量结果不太准确。这是由于钢直尺的刻线间距为 1mm，而刻线本身的宽度就有 0.1~0.2mm，所以测量时读数误差比较大，只能读出毫米数，即它的最小读数值为 1mm，比 1mm 小的数值，只能估计而得。

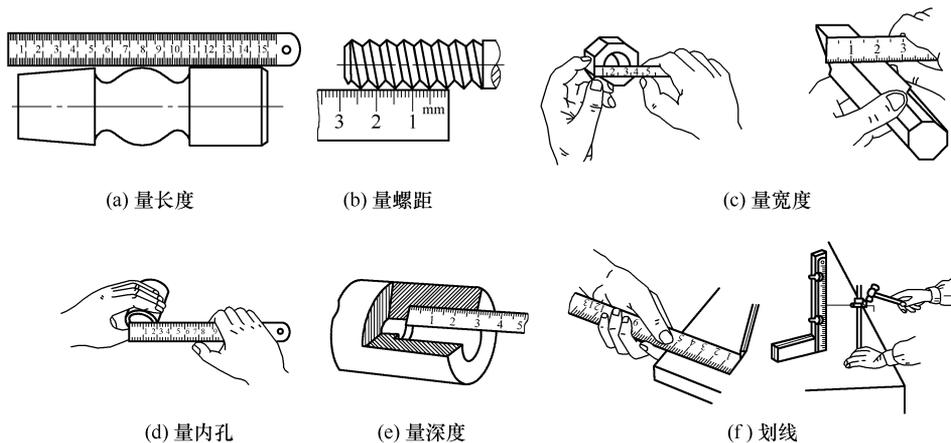


图 1-21 钢直尺的使用方法

如果用钢直尺直接去测量零件的直径尺寸(轴径或孔径)，则测量精度更差。其原因是：除了钢直尺本身的读数误差比较大以外，还由于钢直尺无法正好放在零件直径的正确位置。所以，零件直径尺寸的测量，也可以利用钢直尺和内外卡钳配合起来进行。

(二) 内外卡钳

图 1-22 所示为常见的两种内外卡钳。内外卡钳是最简单的比较量具。外卡钳是用来测量外径和平面的，内卡钳是用来测量内径和凹槽的。它们本身都不能直接读出测量结果，而是把测量得的长度尺寸(直径也属于长度尺寸)，在钢直尺上进行读数，或在钢直尺上先取下所需尺寸，再去检验零件的直径是否符合。

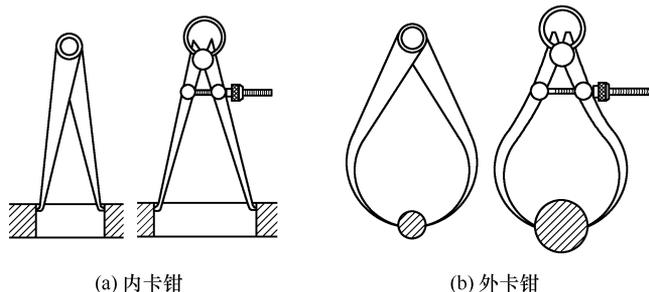


图 1-22 内外卡钳

卡钳的适用范围：卡钳是一种简单的量具，由于它具有结构简单、制造方便、价格低廉、维护和使用方便等特点，广泛应用于要求不高的零件尺寸的测量和检验，尤其是对锻铸件毛坯尺寸的测量和检验，卡钳是最合适的测量工具。

(三) 塞尺

塞尺又称厚薄规或间隙片，主要用来检验机床特别紧固面和紧固面、活塞与气缸、活塞环槽和活塞环、十字头滑板和导板、进排气阀顶端和摇臂、齿轮啮合间隙等两个结合面之间的间隙大小。塞尺是由许多层厚薄不一的薄钢片组成(见图 1-23)按照塞尺的组别制成一把一把的塞尺，每把塞尺中的每片具有两个平行的测量平面，且都有厚度标记，以供组合使用。

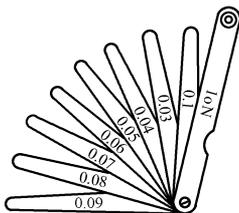


图 1-23 塞尺

二、游标读数量具

应用游标读数原理制成的量具有游标卡尺、高度游标卡尺、深度游标卡尺、游标量角尺(如万能量角尺)和齿厚游标卡尺等，用以测量零件的外径、内径、长度、宽度，厚度、高度、深度、角度以及齿轮的齿厚等，应用范围非常广泛。

(一) 游标卡尺的结构形式

游标卡尺是一种常用的量具，具有结构简单、使用方便、精度中等和测量的尺寸范围大等特点，可以用它来测量零件的外径、内径、长度、宽度、厚度、深度和孔距等，应用范围很广泛。游标卡尺的结构形式如图 1-24 所示。

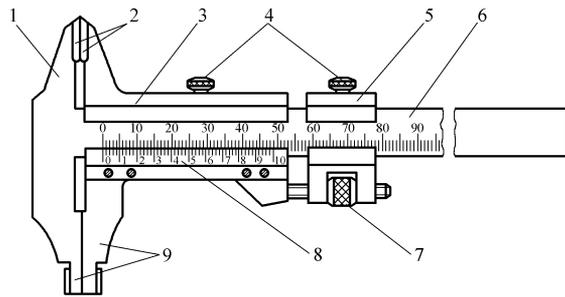


图 1-24 游标卡尺的结构形式

1—尺身；2—上量爪；3—尺框；4—紧固螺钉；5—微动装置；
6—主尺；7—微动螺母；8—游标；9—下量爪

目前，我国生产的游标卡尺的测量范围及其游标读数见表 1-14。

表 1-14 游标卡尺的测量范围和游标卡尺读数

mm

测量范围	游标读数	测量范围	游标读数
0~25	0.02; 0.05; 0.10	300~800	0.05; 0.10
0~200	0.02; 0.05; 0.10	400~1000	0.05; 0.10
0~300	0.02; 0.05; 0.10	600~1500	0.05; 0.10
0~500	0.05; 0.10	800~2000	0.10

以上所介绍的游标卡尺存在一个共同的问题，就是读数不是很清晰，容易读错，有的卡尺装有测微表成为带表卡尺(见图 1-25)，便于读数准确，提高了测量精度；更有一种带有数字显示装置的游标卡尺(见图 1-26)，这种游标卡尺在零件表面上量得尺寸时，就直接用数字显示出来，其使用极为方便。

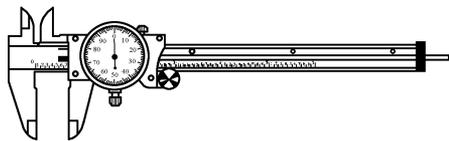


图 1-25 带表卡尺

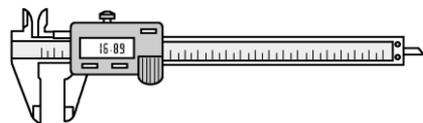


图 1-26 数字显示游标卡尺

带表卡尺的规格见表 1-15。数字显示游标卡尺的规格见表 1-16。

表 1-15 带表卡尺的规格

mm

测量范围	指示表读数	指示表示值误差范围
0~150	0.01	1
0~200	0.02	1; 2
0~300	0.05	5

表 1-16 数字显示游标卡尺的规格

名称	数显游标卡尺	数显高度尺	数显深度尺
测量范围/mm	0~150; 0~200 0~300; 0~500	0~300; 0~500	0~200
分辨率/mm	0.01		
测量精度/mm	(0~200)0.03; (>200~300)0.04; (>300~500)0.05		
测量移动速度/(m/s)	1.5		
使用温度/°C	0~+40		

三、螺旋测微量具

应用螺旋测微原理制成的量具，称为螺旋测微量具。它们的测量精度比游标卡尺高，并且测量比较灵活，因此，当加工精度要求较高时多被应用。常用的螺旋读数量具有百分尺和千分尺。百分尺的测量精度为 0.01mm，千分尺的测量精度为 0.001mm。工厂习惯上把百分尺和千分尺统称为百分尺或分厘卡。目前，车间里大量用的是测量精度为 0.01mm 的百分尺，现介绍这种百分尺，并适当介绍千分尺的使用知识。

百分尺的种类很多，机械加工车间常用的有：外径百分尺、内径百分尺、深度百分尺以及螺纹百分尺和公法线百分尺等，并分别测量或检验零件的外径、内径、深度、厚度以及螺纹的中径和齿轮的公法线长度等。

(一) 外径百分尺的结构

各种百分尺的结构大同小异，常用外径百分尺是用以测量或检验零件的外径、凸肩厚度以及板厚或壁厚等(测量孔壁厚度的百分尺，其量面呈球弧形)。百分尺由尺架、测微头、测力装置和制动器等组成。图 1-27 是测量范围为 0~25mm 的外径百分尺。尺架 1 的一端装着固定测砧 2，另一端装着测微头。固定测砧和测微螺杆的测量面上都镶有硬质合金，以提高测量面的使用寿命。尺架的两侧面覆盖着绝热板 12，使用百分尺时，手拿在绝热板上，防止人体的热量影响百分尺的测量精度。

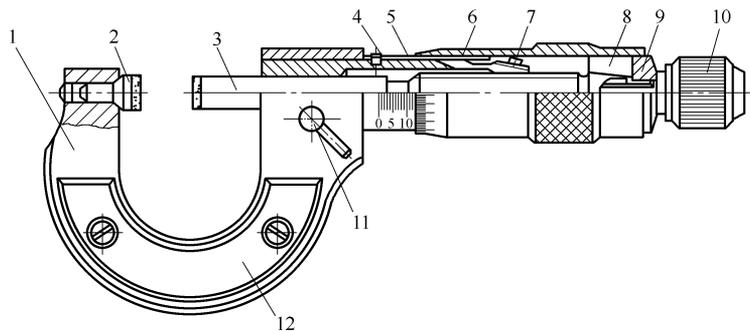


图 1-27 测量范围为 0~25mm 的外径百分尺

- 1—尺架；2—固定测砧；3—测微螺杆；4—螺纹轴套；5—固定刻度套筒；6—微分筒；
7—调节螺母；8—接头；9—垫片；10—测力装置；11—锁紧螺钉；12—绝热板



百分尺测微螺杆的移动量为 25mm，所以百分尺的测量范围一般为 25mm。为了使百分尺能测量更大范围的长度尺寸，以满足工业生产的需要，百分尺的尺架做成各种尺寸，形成不同测量范围的百分尺。目前，国产百分尺测量范围的尺寸分段为(单位均为 mm)：

0~25；25~50；50~75；75~100；100~125；125~150；150~175；175~200；200~225；225~250；250~275；275~300；300~325；325~350；350~375；375~400；400~425；425~450；450~475；475~500；500~600；600~700；700~800；800~900；900~1000。

测量上限大于 300mm 的百分尺，也可把固定测砧做成可调式的或可换测砧，从而使此百分尺的测量范围为 100mm。

测量上限大于 1000mm 的百分尺，也可将测量范围制成为 500mm，目前国产最大的百分尺为 2500~3000mm 的百分尺。

(二) 螺纹千分尺

螺纹千分尺如图 1-28 所示，主要用于测量普通螺纹的中径。

螺纹千分尺的结构与外径百分尺相似，所不同的是它有两个特殊的可调换的量头 1 和 2，其角度与螺纹牙形角是相同的。

测量范围与测量螺距的范围见表 1-17。

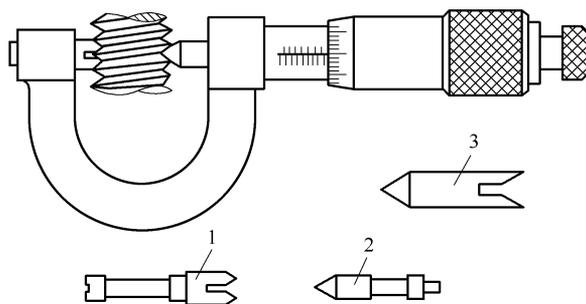


图 1-28 螺纹千分尺

1、2—量头；3—校正规

表 1-17 普通螺纹中径测量范围

测量范围/mm	测头数量/副	测头测量螺距的范围/mm
0~25	5	0.4~0.5；0.6~0.8；1~1.25；1.5~2；2.5~3.5
25~50	5	0.6~0.8；1~1.25；1.5~2；2.5~3.5；4~6
50~75	4	1~1.25；1.5~2；2.5~3.5；4~6
75~100		
100~125	3	1.5~2；2.5~3.5；4~6
125~150		

四、量块

量块又称块规，它是机器制造业中控制尺寸的最基本的量具，是从标准长度到零件之间尺寸传递的媒介，是技术测量上长度计量的基准。

长度量块是用耐磨性好，硬度高而不易变形的轴承钢制成矩形截面的长方块，如图 1-29、图 1-30 所示。它有上、下两个测量面和 4 个非测量面。两个测量面是经过精密研磨和抛光加工的很平、很光的平行平面。量块的矩形截面尺寸是：基本尺寸 0.5~10mm 的量块，其截面尺寸为 30mm×9mm；基本尺寸为 10~1000mm，其截面尺寸为 35mm×9mm。

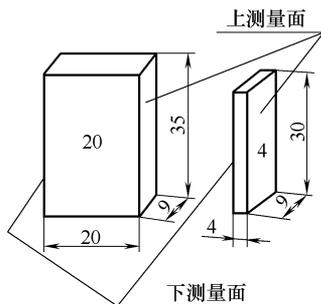


图1-29 量块



图1-30 量块的中心长度

量块的精度，根据它的工作尺寸(中心长度)的精度和两个测量面的平面平行度的准确程度，分成 5 个精度级，即 00 级、0 级、1 级、2 级和(3)级。0 级量块的精度最高，工作尺寸和平面平行度等都做得很准确，只有零点几个微米的误差，一般仅用于省市计量单位作为检定或校准精密仪器使用。1 级量块的精度次之，2 级更次之。3 级量块的精度最低，一般作为工厂或车间计量站使用的量块，用来检定或校准车间常用的精密量具。

量块采用精密的尺寸标准，制造不容易。为了使工作尺寸偏差稍大的量块，仍能作为精密的长度标准使用，可将量块的工作尺寸检定得准确些，在使用时加上量块检定的修正值。这样做，虽在使用时比较麻烦，但它可以将偏差稍大的量块，仍作为尺寸的精密标准。

量块是成套供应的，并每套装成一盒。每盒中有各种不同尺寸的量块，其尺寸编组有一定的规定。下面介绍常用成套量块的块数和每块量块的尺寸。

在总块数为 83 块和 38 块的两盒成套量块中，有时带有 4 块护块，所以每盒成为 87 块和 42 块了。护块即保护量块，主要是为了减少常用量块的磨损，在使用时可放在量块组的两端，以保护其他量块。

每块量块只有一个工作尺寸。但由于量块的两个测量面做得十分准确而光滑，具有可黏合的特性。即将两块量块的测量面轻轻地推合后，这两块量块就能黏合在一起，不会自己分开，好像一块量块一样。由于量块具有可黏合性，每块量块只有一个工作尺寸的缺点就克服了。利用量块的可黏合性，就可组成各种不同尺寸的量块组，大大扩大了量块的应用。但为了减少误差，希望组成量块组的块数不超过 4~5 块。

为了使量块组的块数为最小值，在组合时就要根据一定的原则来选取块规尺寸，即首先选择能去除最小位数的尺寸的量块。例如，若要组成 87.545mm 的量块组，其量块尺寸的选择方法如下：

量块组的尺寸 87.545mm



选用的第一块量块尺寸	1.005mm
剩下的尺寸	86.54mm
选用的第二块量块尺寸	1.04mm
剩下的尺寸	85.5mm
选用的第三块量块尺寸	5.5mm
剩下的即为第四块尺寸	80mm

五、指示式量具

指示式量具是以指针指示出测量结果的量具。车间常用的指示式量具有：百分表、千分表、杠杆百分表和内径百分表等，主要用于校正零件的安装位置，检验零件的形状精度和相互位置精度，以及测量零件的内径等。

百分表和千分表，都是用来校正零件或夹具的安装位置，检验零件的形状精度或相互位置精度的。它们的结构原理没有什么大的不同，就是千分表的读数精度比较高，即千分表的最小读数值为 0.001mm ，而百分表的最小读数值为 0.01mm 。车间里经常使用的是百分表，因此，本节主要是介绍百分表。

百分表的外形如图 1-31 所示。8 为测量杆，6 为指针，表盘 3 上刻有 100 个等分格，其刻度值(即读数值)为 0.01mm 。当指针转一圈时，小指针即转动一小格，转数指示盘 5 的刻度值为 1mm 。用手转动表圈 4 时，表盘 3 也跟着转动，可使指针对准任一时刻线。测量杆 8 是沿着套筒 7 上下移动，套筒 8 可作为安装百分表用。9 是测量头，2 是手提测量杆用的圆头。

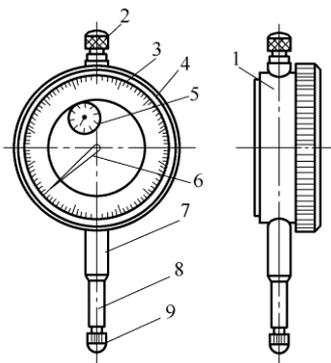


图 1-31 百分表

1—表体；2—手提测量杆用的圆头；3—表盘；4—表圈；5—转数指示盘；6—指针；
7—套筒；8—测量杆；9—测量头

由于百分表和千分表的测量杆是做直线移动的，可用来测量长度尺寸，所以它们也是长度测量工具。目前，国产百分表的测量范围(测量杆的最大移动量)，有 $0\sim 3\text{mm}$ 、 $0\sim 5\text{mm}$ 、 $0\sim 10\text{mm}$ 3 种。读数值为 0.001mm 的千分表，测量范围为 $0\sim 1\text{mm}$ 。

六、正弦规

正弦规是用于准确检验零件及量规角度和锥度的量具。它是利用三角函数的正弦关系来度量的，故称正弦规或正弦尺、正弦台。由图 1-32 可见，正弦规主要由带有精密工作平

面的主体和两个精密圆柱组成，四周可以装有挡板(使用时只装互相垂直的两块)，测量时作为放置零件的定位板。国产正弦规有宽型的和窄型的两种，其规格见表 1-18。正弦规的两个精密圆柱的中心距的精度很高，窄型正弦规的中心距 200mm 的误差不大于 0.003mm；宽型的不大于 0.005mm。同时，主体上工作平面的平直度，以及它与两个圆柱之间的相互位置精度都很高，因此可以用于精密测量，也可作为机床上加工带角度零件的精密定位用。利用正弦规测量角度和锥度时，测量精度可达 $\pm 3'' \sim \pm 1''$ ，但适宜测量小于 40° 的角度。

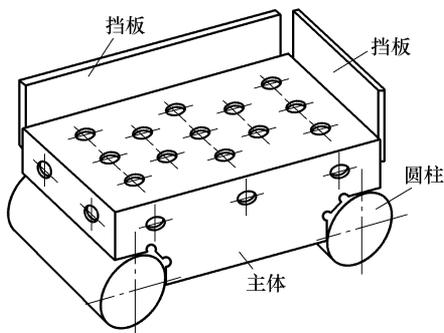


图 1-32 正弦规

表 1-18 正弦规的规格

两圆柱中心距/mm	圆柱直径/mm	工作台宽度/mm		精度等级
		窄 型	宽 型	
100	20	25	80	0.1 级

图 1-33 是应用正弦规测量圆锥塞规锥角的示意图。应用正弦规测量零件角度时，先把正弦规放在精密平台上，被测零件(如圆锥塞规)放在正弦规的工作平面上，被测零件的定位面平靠在正弦规的挡板上(如圆锥塞规的前端面靠在正弦规的前挡板上)。在正弦规的一个圆柱下面垫入量块，用百分表检查零件全长的高度，调整量块尺寸，使百分表在零件全长上的读数相同。此时，就可应用直角三角形的正弦公式，算出零件的角度。正弦公式：

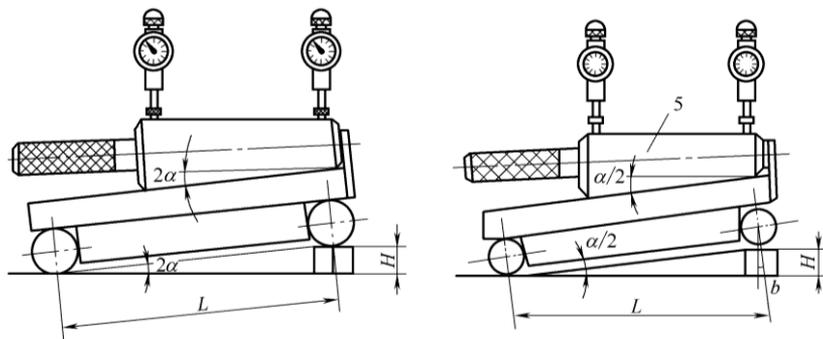


图 1-33 正弦规的应用

$$\sin 2\alpha = \frac{H}{L}$$



式中: \sin ——正弦函数符号;

2α ——圆锥的锥角(度);

H ——量块的高度(mm);

L ——正弦规两圆柱的中心距(mm)。

例如, 测量圆锥塞规的锥角时, 使用的是窄型正弦规, 中心距 $L=200\text{mm}$, 在一个圆柱下垫入的量块高度 $H=10.06\text{mm}$ 时, 才使百分表在圆锥塞规的全长上读数相等。此时圆锥塞规的锥角计算如下:

$$\sin 2\alpha = \frac{H}{L} = \frac{10.06}{200} = 0.0503$$

七、水平仪

水平仪是测量角度变化的一种常用量具, 主要用于测量机件相互位置的水平位置和设备安装时的平面度、直线度和垂直度, 也可测量零件的微小倾角。

常用的水平仪有条式水平仪、框式水平仪和数字式光学合象水平仪等。

图 1-34 所示为钳工常用的条式水平仪。条式水平仪由作为工作平面的 V 型底平面和与工作平面平行的水准器(俗称气泡)两部分组成。工作平面的平直度和水准器与工作平面的平行度都做得很精确。当水平仪的底平面放在准确的水平位置时, 水准器内的气泡正好在中间位置(即水平位置)。在水准器玻璃管内气泡两端刻线为零线的两边, 刻有不少于 8 格的刻度, 刻线间距为 2mm。当水平仪的底平面与水平位置有微小的差别时, 也就是水平仪底平面两端有高低时, 水准器内的气泡由于地心引力的作用总是往水准器的最高一侧移动, 这就是水平仪的使用原理。两端高低相差不多时, 气泡移动也不多, 两端高低相差较大时, 气泡移动也较大, 在水准器的刻度上就可读出两端高低的差值。水平仪的规格如表 1-19 所示。

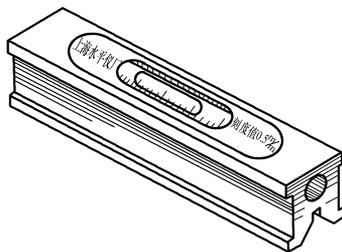


图 1-34 条式水平仪

表 1-19 水平仪的规格

品 种	外形尺寸			组 别	分度值/(mm/m)
	长/mm	宽/mm	高/mm		
框式	100	25~35	100	I	0.02
	150	30~40	150		
	200	35~40	200		
	250	40~50	250	II	0.03~0.05
	300		300		

续表

品 种	外形尺寸			组 别	分度值/(mm/m)
	长/mm	宽/mm	高/mm		
条式	100	30~35	35~40	II	0.03~0.05
	150	35~40	35~45		
	200	40~45	40~50	III	0.06~0.15
	250				
	300				

图 1-35 所示为常用的框式水平仪，主要由框架 1 和弧形玻璃管主水准器 2、调整水准 3 组成。利用水平仪上水准泡的移动来测量被测部位角度的变化。

框架的测量面有平面和 V 形槽，V 形槽便于在圆柱面上测量。弧形玻璃管的表面上有刻线，内装乙醚(或酒精)，并留有一个水准泡，水准泡总是停留在玻璃管内的最高处。若水平仪倾斜一个角度，气泡就向左或向右移动，根据移动的距离(格数)，直接或通过计算即可知道被测工件的直线度、平面度或垂直度误差。

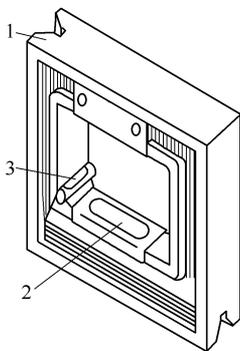


图 1-35 框式水平仪

习 题

一、选择题

- 设置基本偏差的目的是将()加以标准化，以满足各种配合性质的需要。
 - 公差带相对于零线的位置
 - 公差带的大小限
 - 各种配合
- 配合的松紧程度取决于()。
 - 基本尺寸
 - 极限尺寸
 - 基本偏差
 - 标准公差
- 基本偏差代号为 P(p)的公差带与基准件的公差带可形成()。
 - 过渡或过盈配合
 - 过渡配合
 - 过盈配合
 - 间隙配合
- 标准公差值与()有关。





- A. 公称尺寸和公差等级
 - B. 公称尺寸和基本偏差
 - C. 公差等级和配合性质
 - D. 基本偏差和配合性质
5. 配合精度高, 表明()。
- A. 间隙或过盈值小
 - B. 轴的公差值大于孔的公差值
 - C. 轴的公差值小于孔的公差值
 - D. 轴、孔公差值之和小
6. 下列孔轴配合中选用不当的是()。
- A. H8/u7
 - B. H6/g5
 - C. G6/h7
 - D. H10/a10
7. 在下列条件下, 应考虑减小配合间隙的是()。
- A. 配合长度增大
 - B. 有冲击负荷
 - C. 有轴向运动
 - D. 旋转速度增高
8. 当相配孔、轴既要求对准中心, 又要求装拆方便时, 应选用()。
- A. 间隙配合
 - B. 过盈配合
 - C. 过渡配合
 - D. 间隙配合或过渡配合
9. 下列测量器具中, ()测量精度较高。
- A. 游标卡尺
 - B. 千分尺
 - C. 百分表
 - D. 钢直尺
10. 测量器具所能准确读出的最小单位数值为测量器具的()。
- A. 分度值
 - B. 示值误差
 - C. 刻度值
 - D. 刻线间距

二、简答题

1. 什么是尺寸公差? 它与极限尺寸、极限偏差有何关系?
2. 什么叫作“未注公差尺寸”? 这样规定适用于什么条件? 其公差等级和基本偏差是如何规定的?

三、查表计算

1. 使用标准公差和基本偏差表, 查出下列公差带的上、下极限偏差:
(1) $\phi 32d9$ (2) $\phi 80p6$ (3) $\phi 120v7$ (4) $\phi 70h11$ (5) $\phi 28k7$
(6) $\phi 280m6$ (7) $\phi 40C11$ (8) $\phi 40M8$ (9) $\phi 60J6$ (10) $\phi 30JS6$
2. 说明下列配合符号所表示的配合制、公差等级和配合类别(间隙配合、过渡配合或过盈配合), 并查表计算其极限间隙或极限过盈, 画出其尺寸公差带图。
(1) $\phi 25H7/g6$ (2) $\phi 40K7/h6$ (3) $\phi 15JS8/g7$ (4) $\phi 50S8/h8$

四、计算题

1. 某孔、轴配合, 公称尺寸为 $\phi 50\text{mm}$, 孔公差为 IT8, 轴公差为 IT7。已知孔的上极限偏差为 $+0.039\text{mm}$, 要求配合的最小间隙是 $+0.009\text{mm}$, 试确定孔、轴的尺寸。
2. 设有一公称尺寸为 $\phi 80\text{mm}$ 的配合, 经计算确定其间隙应为 $(0.025\sim 0.110)\text{mm}$, 若已决定采用基孔制, 试确定此配合的孔、轴公差带代号, 并画出其尺寸公差带图。