

公差与配合



教 师：王 俊 阳

电 话：18275848638

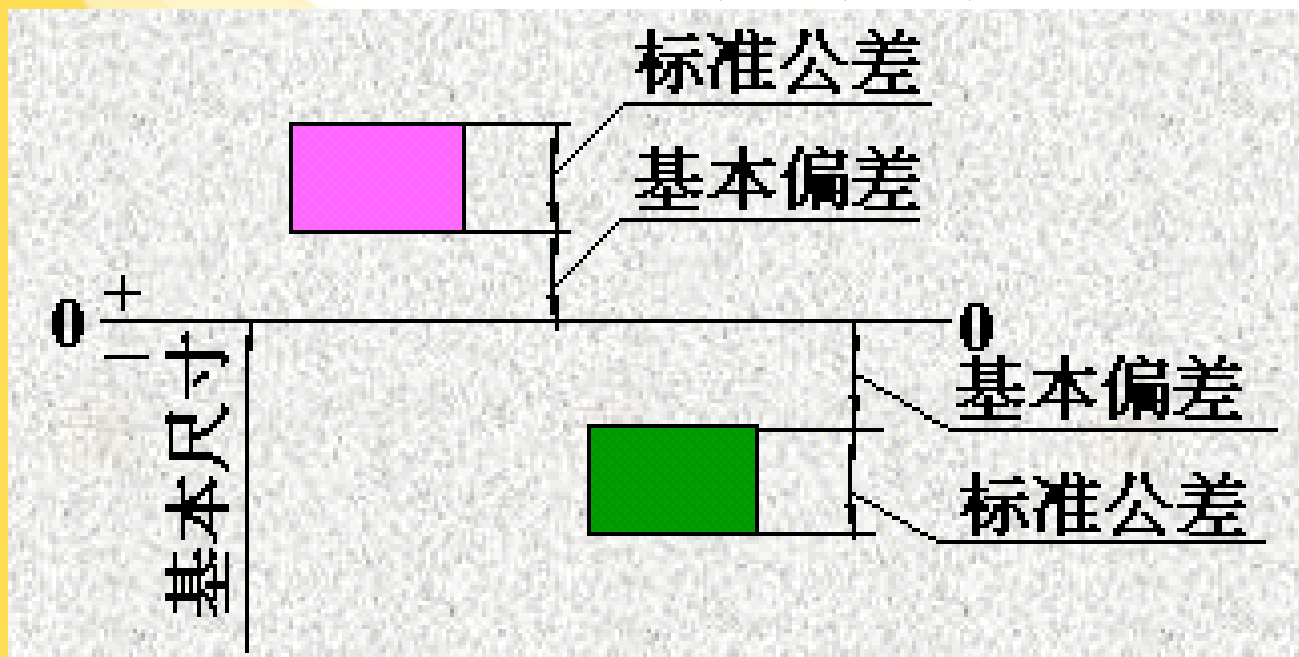
微 信： ruoshui1991123

有关偏差、公差的术语及定义

基本偏差：公差带图中，靠近零线的那个极限偏差，就是基本偏差。它可以是上偏差或下偏差。

标准公差：国家标准中所规定的用以确定的任一公差值。
标准公差的数值由公差等级和公称尺寸决定。

有 20 个公差等级，为 IT01, IT0, IT1, IT2 ... IT18



标准公差系列

(1) 公差等级

国家标准设置了二十个公差等级，代号为 IT01, IT0, IT1, IT2, IT3.....IT18

其计算公式如表所示。

表 3-1 基本尺寸 ≤ 500 mm 的标准公差数值计算公式

标准公差等级	计算公式	标准公差等级	计算公式	标准公差等级	计算公式
IT01	$0.3+0.008D$	IT6	$10i$	IT13	$250i$
IT0	$0.5+0.012D$	IT7	$16i$	IT14	$400i$
IT1	$0.8+0.02D$	IT8	$25i$	IT15	$640i$
IT2	$(IT1)(IT5/IT1)^{1/4}$	IT9	$40i$	IT16	$1000i$
IT3	$(IT1)(IT5/IT1)^{1/2}$	IT10	$64i$	IT17	$1600i$
IT4	$(IT1)(IT5/IT1)^{3/4}$	IT11	$100i$	IT18	$2500i$
IT5	$7i$	IT12	$160i$		

标准公差系列

(2) 公差单位 i

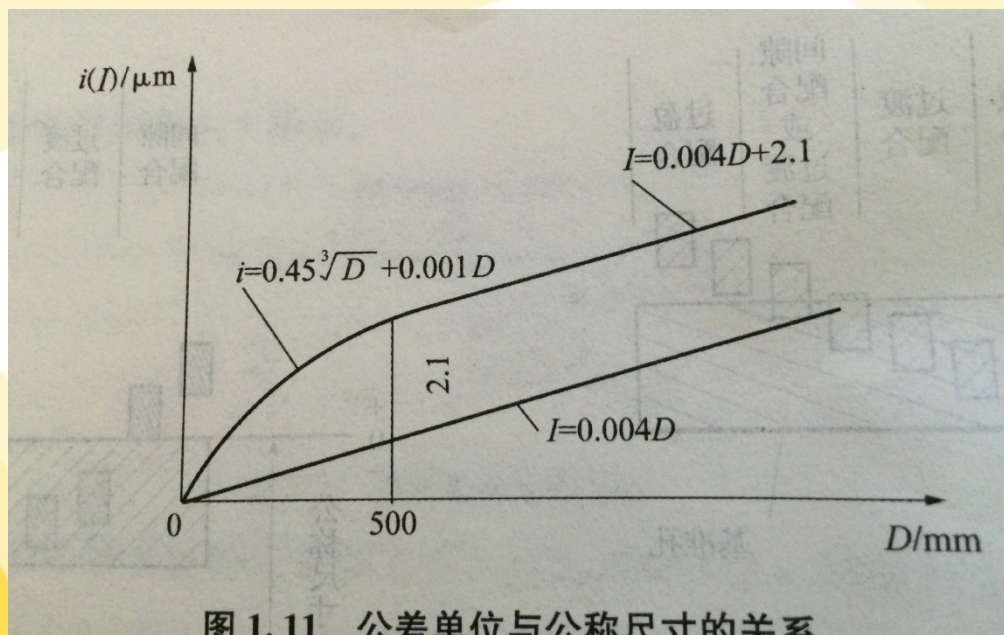
公差单位也叫公差因子，是计算标准公差的基本单位，是制定标准公差系列表格的基础。在相同的加工条件下，公称尺寸不同的孔或轴加工后产生的加工误差不相同，因此，公差与公称尺寸有一定的关系，根据生产实践和科学实验与统计分析可以得出公差与公称尺寸之间的关系如下式：

$$i = 0.45\sqrt[3]{D} + 0.001D$$

上式中前面一项主要反映加工误差，第二项用来补偿测量时温度变化引起的与公称尺寸成正比的测量误差，随着公称尺寸的增大，第二项对公差单位的影响越来越大。

注： D 是公称尺寸的计算尺寸，即每个尺寸段内收尾两个尺寸的几何平均值（ mm ），公称尺寸 $D \leq 500$ 。

标准公差系列



对大尺寸而言，温度变化引起的误差随直径的增大呈线性关系。

$$I = 0.004D + 2.1$$

标准公差系列

(3) 公差等级系数 a

在公称尺寸一定的情况下， a 的大小反映了加工方法的难易程度，是 IT5~IT18 各级标准公差公式 $IT=ai$ 的唯一参数。

为了使公差值标准化，公差等级系数 a 选取优先系数 R5 优先数系

$$a = 7, 10, 16, 25, 40, 64, 100, 160, 250, 400, 640, 1000, \dots$$

$$\text{即： } IT_6=10i, IT_7=16i, IT_8=25i, IT_9=40i, IT_{10}=64i,$$

$$IT_{11}=100i, IT_{12}=160i, \dots$$

对于 IT01, IT0, IT1 高精度等级，主要考虑测量误差，其公差计算用线性关系式，而 IT2-IT4 的公差值大致在 IT1-IT5 的公差值之间按几何级数分布。

尺寸分段：

如果每个尺寸都有一个公差值，会使公差表格十分庞大，而相近的公称尺寸，其标准公差值相差很小，为了简化标准公差数值表，对 $\leq 500\text{mm}$ 的基本尺寸分为13个尺寸段，某些敏感段又分为2-3个中间段。

表 3-3 基本尺寸分段

单位：mm

主段落		中间段落		主段落		中间段落	
大于	至	大于	至	大于	至	大于	至
—	3	无细分段		250	315	250	280
3	6					280	315
6	10			315	400	315	355
10	18	10	14	400	500	355	400
		14	18			400	450
18	30	18	24			500	630
		24	30	500	560		
30	50	30	40	630	800		
		40	50			630	710
50	80	50	65			800	1000
		65	80	800	900		
80	120	80	100	1000	1250		
		100	120			1000	1120
120	180	120	140			1250	1600
		140	160	1250	1400		
		160	180	1400	1600		
		180	250			1600	2000
2000	2500					1800	2000
						2000	2240
						2240	2500
2500	3150					2500	2800
						2800	3150

标准公差系列

举例 1：求公称尺寸 35 的 IT10 公差等级的公差数值
(它在 30~50 尺寸段)

求基本尺寸的几何平均值 $D = \sqrt{30 \times 50} = 38.73$

$$i = 0.45 \sqrt[3]{D} + 0.001D = 1.561$$

$$IT10 = 64i = 64 \times 1.561 = 99.91 \approx 100 \text{ } \mu\text{m}$$

为何要取整数？方便使用和管理，且误差极小，仅 0.09%

标准公差系列

根据上述公式计算出标准公差数值表如下：

表 1.4 标准公差数值																				
公称尺寸 mm	公差等级																			
	IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
	μm														mm					
≤ 3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	0.14	0.25	0.04	0.6	1	1.4
$>3\sim 6$	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	0.18	0.3	0.48	0.75	1.2	1.8
$>6\sim 10$	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	0.22	0.36	0.58	0.9	1.5	2.2
$>10\sim 18$	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	0.27	0.43	0.7	1.1	1.8	2.7
$>18\sim 30$	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	0.33	0.52	0.84	1.3	2.1	3.3
$>30\sim 50$	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	0.39	0.62	1	1.6	2.5	3.9
$>50\sim 80$	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	0.46	0.74	1.2	1.9	3	4.6
$>80\sim 120$	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	0.54	0.87	1.4	2.2	3.5	5.4
$>120\sim 180$	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	0.72	1.15	1.85	2.9	4.6	7.2
$>180\sim 250$	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	0.72	1.15	1.85	2.9	4.6	7.2
$>250\sim 315$	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	0.81	1.3	2.1	3.2	5.2	8.1
$>315\sim 400$	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	0.89	1.4	2.3	3.6	5.7	8.9
$>400\sim 500$	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	0.97	1.55	2.5	4	6.3	9.7

基本偏差系列

基本偏差是用来确定公差相对于零线的位置不同的公差带位置与基准件将形成不同的配合。在对公差带的大小进行了标准化后，还需对公差带相对于零线的位置进行标准化。

（1）代号：

为了满足各种不同配合的要求，国家标准规定了孔、轴各 28 种公差带位置，分为 28 个基本偏差代号。而孔用大写，轴用小写。为：

A, B, C, CD, D, E, EF, F, FG, G, H, J, JS, K, M, N, P, R, S, T, U, V, X, Y, Z, ZA, ZB, ZC.

它剔除了容易与其他含义混淆的 I, L, O, Q, W 几个字母，而加入了 7 种用双字母表示的代号。

基本偏差系列

(2) 基本偏差系列示意图

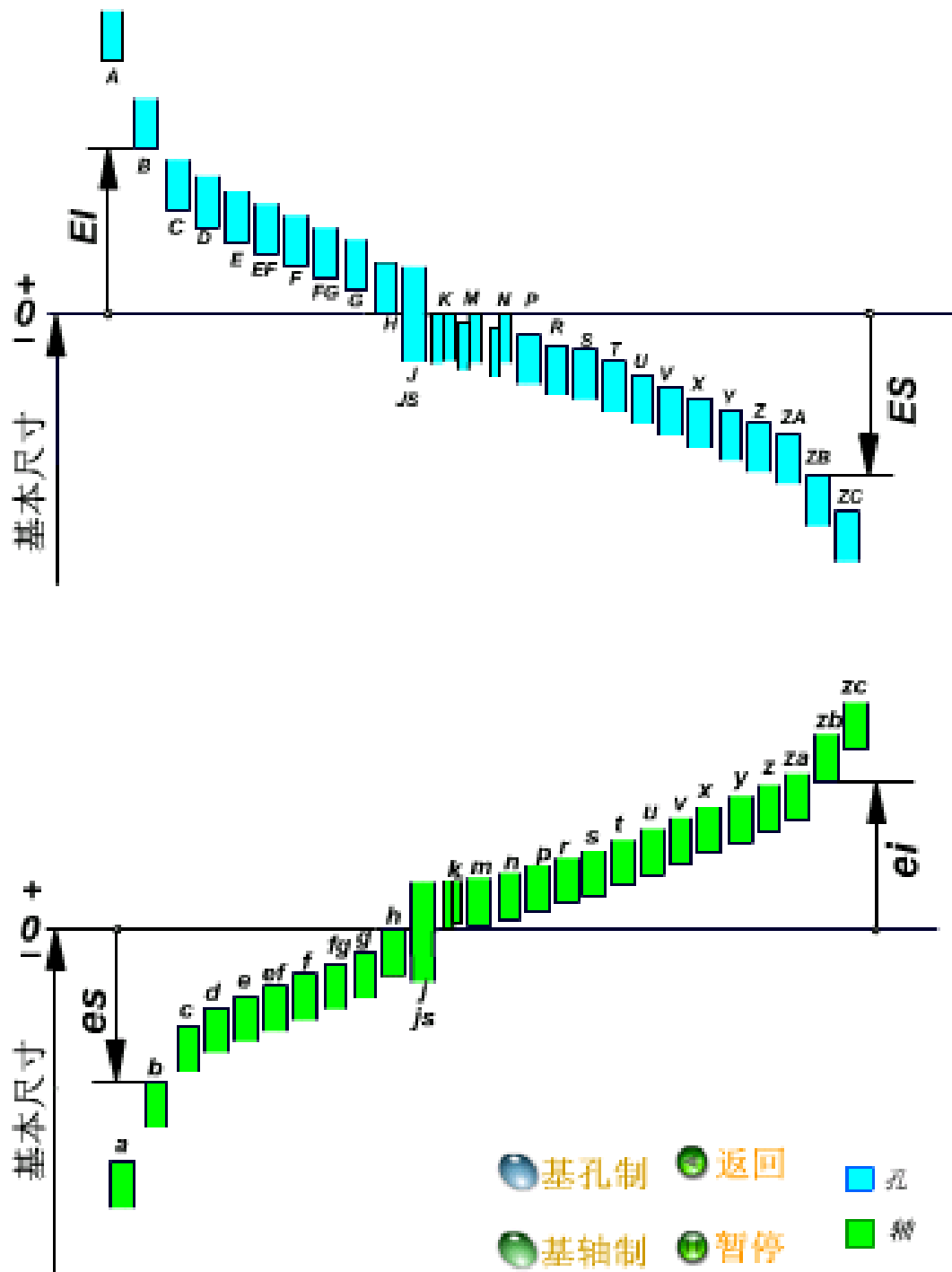
H(h) 的基本偏差为零。

JS 与零线对称，上下偏差均可作基本偏差，并且逐渐代替近似对称分布的基本偏差 J 和 j 。

孔：A~H 的基本偏差为下偏差；

J~ZC 的基本偏差为上偏差。

而轴则相反。



基本偏差系列

表 3-5 基本偏差代号

孔或轴	基本偏差		备注
孔	下偏差	A、B、C、CD、D、E、EF、FG、G、H	H 为基准孔，它的下偏差为零
	上偏差或下偏差	$JS=\pm IT/2$	
	上偏差	J、K、M、N、P、R、S、T、U、V、X、Y、Z、ZA、ZB、ZC	
轴	下偏差	a、b、c、cd、d、e、ef、fg、g、h	h 为基准轴，它的上偏差为零
	上偏差或下偏差	$js=\pm IT/2$	
	上偏差	J、k、m、n、p、r、s、t、u、v、x、y、z、za、zb、zc	

(3) 基本偏差的计算

根据大量科学实验和生产实践，总结出轴的基本偏差的计算公式如右表。

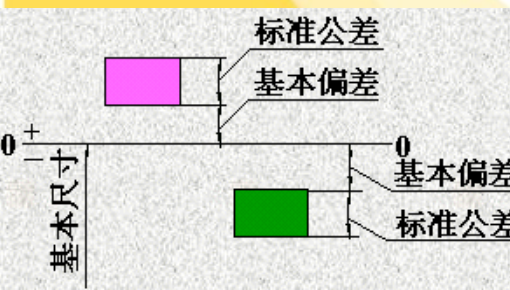


表 3-6 基本尺寸≤500mm 轴的基本偏差计算公式

基本偏差代号	适用范围	基本偏差为上偏差 es/ μm 的计算公式	基本偏差代号	适用范围	基本偏差为下偏差 ei/ μm 的计算公式
a	$D \leq 120 \text{ mm}$	$-(265+1.3D)$	i	IT5~IT8	没有公式
	$D > 120 \text{ mm}$	$-3.5D$	k	$\leq \text{IT3}$	0
b	$D \leq 160 \text{ mm}$	$-(140+0.85D)$		IT4~IT7	$+0.6D^{1/3}$
	$D > 160 \text{ mm}$	$-1.8D$		$\geq \text{IT8}$	0
c	$D \leq 40 \text{ mm}$	$-52D^{0.2}$	m		$+(\text{IT7}-\text{IT6})$
	$D > 40 \text{ mm}$	$-(95+0.8D)$	n		$+5D^{0.34}$
cd		$-(cd)^{1/2}$	p		$+\text{IT7}+(0\sim5)$
d		$-16D^{0.44}$	r		$+ps^{1/2}$
e		$-11D^{0.41}$	s	$D \leq 120 \text{ mm}$	$+\text{IT8}+(1\sim4)$
ef		$-(ef)^{1/2}$		$D > 50 \text{ mm}$	$+\text{IT7}+0.4D$
f		$-5.5D^{0.41}$	t	$D > 24 \text{ mm}$	$+\text{IT7}+0.63D$
fg		$-(fg)^{1/2}$	u		$+\text{IT7}+D$
g		$-2.5D^{0.34}$	v	$D > 14 \text{ mm}$	$+\text{IT7}+1.25D$
h		0	x		$+\text{IT7}+1.6D$
基本偏差代号	适用范围	基本偏差为上偏差或下偏差	y	$D > 18\text{mm}$	$+\text{IT7}+2D$
js		$\pm \text{IT}/2$	z		$+\text{IT7}+2.5D$
			za		$+\text{IT8}+3.15D$
			zb		$+\text{IT9}+4D$
			zc		$+\text{IT10}+5D$

注：D 为基本尺寸的计算尺寸

基本偏差系列

(3) 基本偏差的计算

根据上表公式可计算出轴的基本偏差，而轴的另一个偏差可根据基本偏差和标准公差计算得到：

$$IT = es + ei$$

孔的基本偏差是根据轴的基本偏差换算得出的。孔的另一个偏差同样根据孔的基本偏差和标准公差的关系计算：

$$IT = ES + EI$$

按照轴的基本偏差计算公式和轴的基本偏差换算原则，国家标准列出轴、孔的基本偏差表。

基本偏差系列

>80~100	+380	+220	+170	—	+120	+72	—	+36	—	+12	0
>100~120	+410	+240	+180	—	—	—	—	—	—	—	—
>120~140	+460	+260	+200	—	—	—	—	—	—	—	—
>140~160	+520	+280	+210	—	+145	+85	—	+43	—	+14	0
>160~180	+580	+310	+230	—	—	—	—	—	—	—	—
>180~200	+660	+340	+240	—	—	—	—	—	—	—	—
>200~225	+740	+380	+260	—	+170	+100	—	+50	—	+15	0
>225~250	+820	+420	+280	—	—	—	—	—	—	—	—
>250~280	+920	+480	+300	—	+190	+110	—	+56	—	+17	0
>280~315	+1050	+540	+330	—	—	—	—	—	—	—	—
>315~355	+1200	+600	+360	—	+210	+125	—	+62	—	+18	0
>355~400	+1350	+680	+400	—	—	—	—	—	—	—	—
>400~450	+1500	+760	+440	—	+230	+135	—	+68	—	+20	0
>450~500	+1650	+840	+480	—	—	—	—	—	—	—	—

偏差 = $\pm \frac{IT}{2}$

注：① 基本尺寸小于 1mm 时，A 和 B 及大于 8 级的 N 均不采用。

② J_s 的数值：对 IT7 至 IT11，若 IT 的数值 (μm) 为奇数，则取 $J_s = \pm \frac{IT-1}{2}$ 。

基本偏差系列

js 的数值：若 IT 的数值 (μm) 为奇数，则取 $js = \pm(IT-1)/2$ 。

JS 的数值：对于 IT7 ~ IT11，若 IT 的数值 (μm) 为奇数，则取 $JS = \pm(IT-1)/2$ 。

特殊情况：当基本尺寸大于 250 ~ 315mm 时，M6 的 ES 等于 -9(不等于 -11)。

随堂练习

查基本偏差数值；并计算确定其上偏差和下偏差。

例 1：40G6

（40- 基本尺寸，G- 孔的基本偏差代号，6 —标准公差等级 IT6）

（1）查表，标准公差值： $40IT6=16\mu m=0.016mm$

（2）查表：40G 的基本偏差数值为 $9\mu m$

由于 G 的基本偏差为下偏差，则 $EI = 0.009$
计算其上偏差： $ES = EI + IT10 = 0.025$

所以：40G6 的下偏差为 $+0.009$ ；上偏差为 $+0.025$

随堂练习

例 2 : 55e7

(1) 查表, 标准公差值: $55IT7=30\mu\text{m}=0.030\text{mm}$

(2) 查表: 55e 的基本偏差数值为 $-60\mu\text{m}$

由于 e 的基本偏差为上偏差, 则 $es = -0.060$

所以: 55e7 的上偏差为 -0.060 ; 下偏差为 -0.090

随堂练习

例 3 : 55js8

(1) 查表, $55IT8=46\mu\text{m}=0.046\text{mm}$

(2) 查表: 55js 的基本偏差数值为 $\pm IT/2$

(3) 计算其上偏差: $e_s = +IT/2 = +0.046/2 = +0.023$

下偏差: $e_i = -IT/2 =$

$0.046/2 = -0.023$

所以: 55js8 的下偏差为 -0.023 ; 上偏差为 +0.23

随堂练习

例 4：如 70N6

- (1) 查表, $70IT6=19\mu\text{m}=0.019\text{mm}$
- (2) 查表: 70N6 的上偏差 (基本偏差) 数值为 $-20 + \Delta$
- (3) 查表: $\Delta=0.006$
- (4) 上偏差 $ES = -20 + \Delta (\mu\text{m}) = -0.020 - 0.006 = -0.014 \text{ mm}$
- (5) 下偏差 $EI = ES - IT = -0.014 - 0.019 = -0.033 \text{ mm}$

随堂练习

配合种类的判定：

1、 $\phi 26H7/n6$

$$\phi 26H7 \left(\begin{smallmatrix} +0.021 \\ 0 \end{smallmatrix} \right) \quad \phi 26n6 \left(\begin{smallmatrix} +0.028 \\ +0.015 \end{smallmatrix} \right)$$

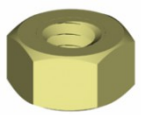
2、 $\phi 10H7/h6$

$$\phi 10H7 \left(\begin{smallmatrix} +0.015 \\ 0 \end{smallmatrix} \right) \quad \phi 10h6 \left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.009 \end{smallmatrix} \right)$$

3、 $\Phi 28h7/u6$

$$\phi 28H7 \left(\begin{smallmatrix} +0.021 \\ 0 \end{smallmatrix} \right) \quad \phi 28u6 \left(\begin{smallmatrix} +0.061 \\ +0.048 \end{smallmatrix} \right)$$

先找出基本尺寸、基本偏差代号、标准公差等级；
然后查表基本公差和基本偏差；求出上偏差、下偏差；再画出公差带图，最后判定其为何种配合？及最大间隙、最小间隙、最大过盈和最小过盈等。



小结：

掌握公差、偏差

掌握几种配合

会画公差带图

基本偏差的计算

作业： P45 习题 1,2,3

谢谢！



互换性与测量技术