

A decorative border of various school and mechanical icons surrounds the central text. On the left, there is a stack of books, a calculator, pens, a pencil, a pencil sharpener, a pencil case, an apple, a card with the equation $E=mc^2$, a small notebook, a smartphone, a desk lamp, a pencil holder, and a ruler. On the right, there is a desk and chair, a clock, a microscope, a telescope on a tripod, a palm tree, a CD, a briefcase, and another stack of books.

机械基础

模块四

【误差与公差】

模块四 误差与公差

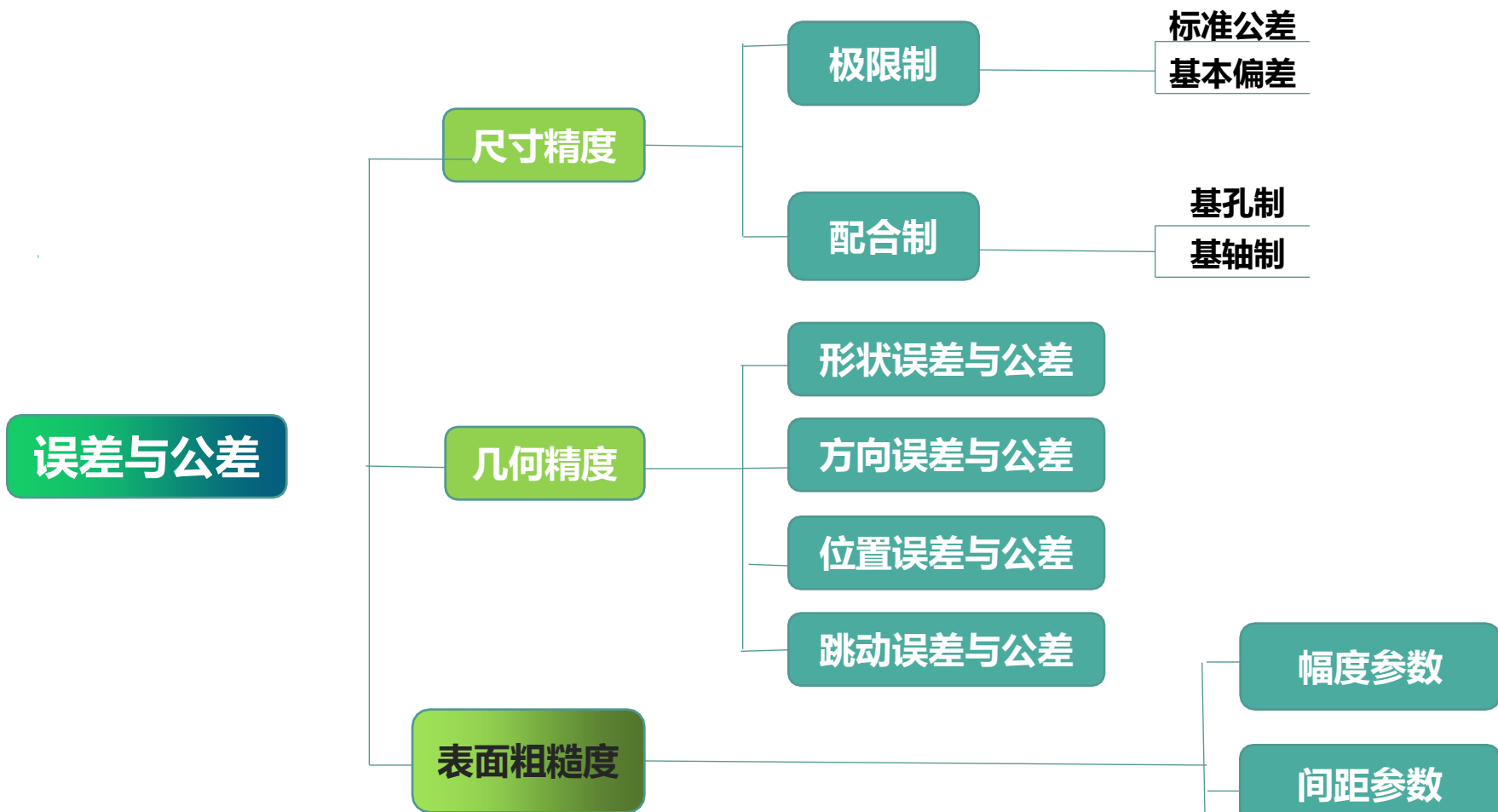
零件是机械制造的单元。在加工零件的过程中，由于种种因素的影响，零件各部分的尺寸、形状、方向、位置以及表面形貌等几何量，难以达到理想状态，总是存在或大或小的误差。对允许在某一规定范围内变动，只要保证同一规格的零件彼此充分相似就可以。这个允许变动的范围称为公差。

一般在设计时就要规定零件的公差，在零件完工后一定会产生误差。为使零件具有互换性，就应把完工零件的误差控制在规定的公差范围内。

精度的高低，关系到机械零件加工是否容易、成本是否低廉、装配是否顺利、检测是否方便、性能是否可靠。



模块四 误差与公差



思维导图

§4.1 极限与配合

一、互换性与标准化

1.完全互换和不完全互换

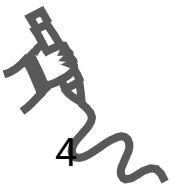
互换性是指制成的同一批零件中不需要作任何挑选或附加加工就可以直接使用，组装成部件或整机，并能达到设计要求。

完全互换性

完全互换性是指零部件在装配时不需要作任何选择或附加加工。

不完全互换性

不完全互换性是指零部件在装配时允许进行附加加工、选择和调整，以提高装配的精度和解决加工困难。



§4.1 极限与配合

2. 标准化

标准化是指制定、发布标准和贯彻执行技术标准为主要内容的全部活动过程。标准是指对产品和工程的技术质量、规格及其检验方法等方面所做的技术规定，作为共同遵守的准则和依据。按适用范围分为国际标准化组织标准(ISO)国家标准(GB)、行业标准(JB、HG、YB、TB等)地方标准和公司(企业)标准。



§4.1 极限与配合

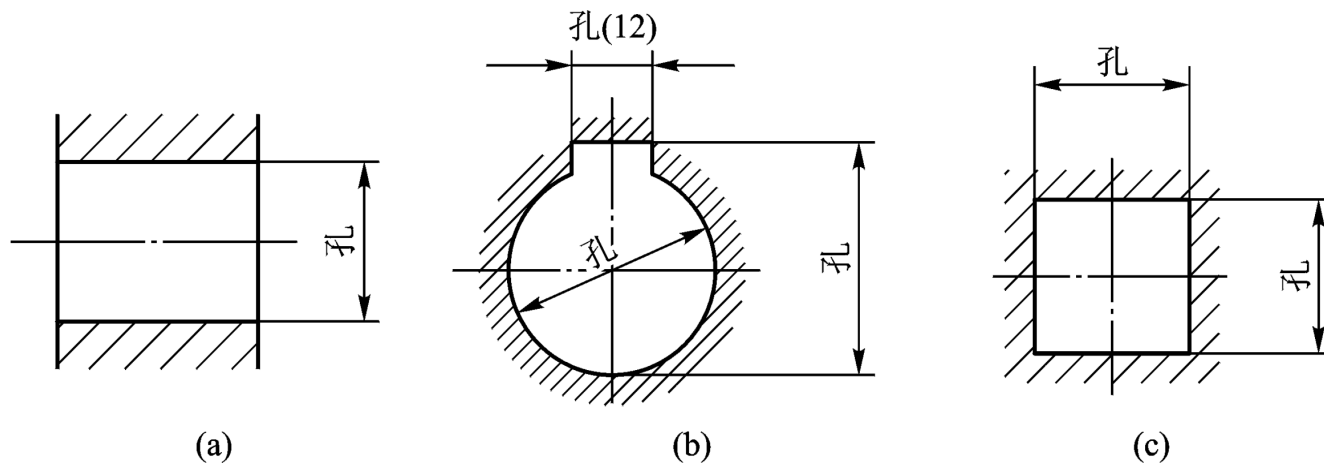
二、尺寸精度

(一) 孔与轴

1. 孔

孔是工件的圆柱形内表面，也非圆柱形内表面。

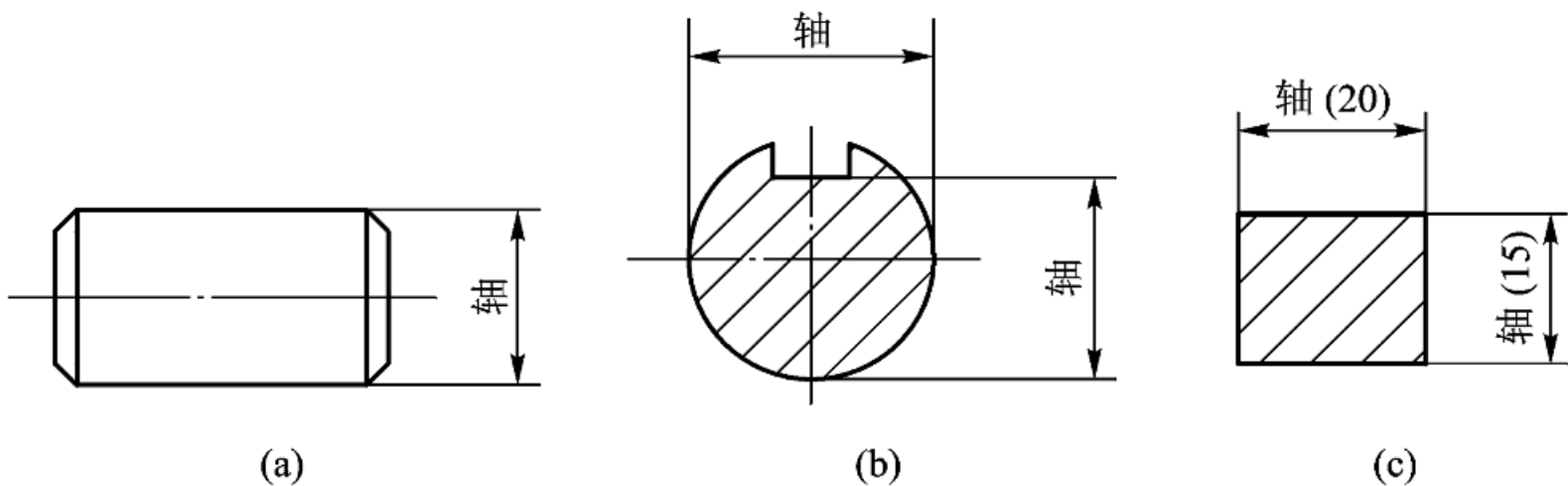
特点：加工中孔的尺寸由小变大。通常孔的参数用大写字母表示。



§4.1 极限与配合

2.轴

轴通常指工件圆柱形外表面，也包括非圆柱形外表面。加工中轴的尺寸由大变小。通常轴的参数用小写字母表示。

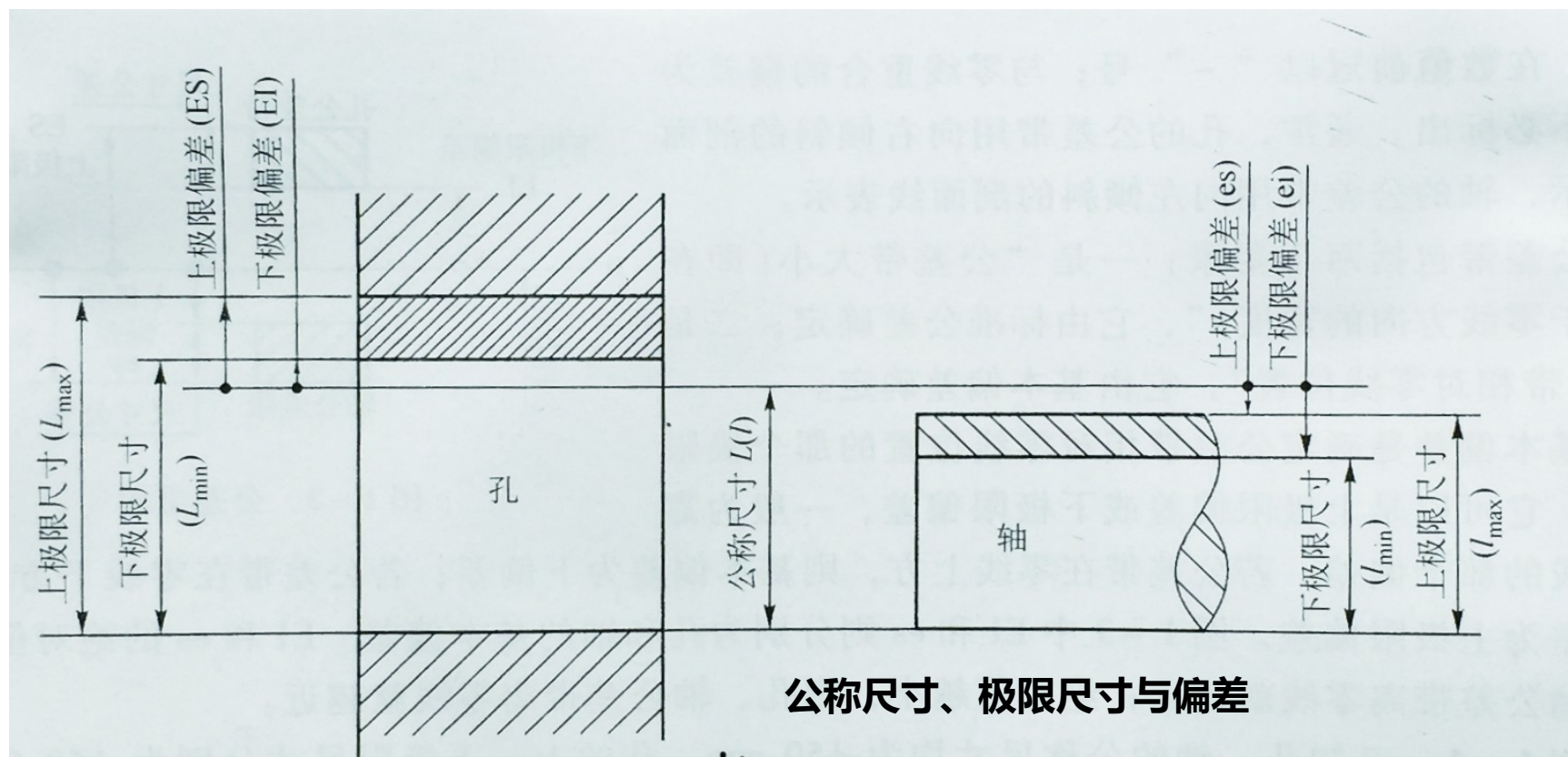


§4.1 极限与配合

(二)尺寸

1.公称尺寸(L, l)

公称尺寸是通过强度、刚度计算并考虑结构和工艺方面的要求后确定的。数值可以是整数或小数。



§4.1 极限与配合

2.实际尺寸

由测量工具实测工件后得到的尺寸。

L_a --表示孔的实际尺寸；

l_a --表示轴的实际尺寸。

3.极限尺寸：

孔或轴所允许的尺寸的两个界限值。

L_{max} , L_{min} --表示孔的上与下极限尺寸。

l_{max} , l_{min} , --表示轴的上与下极限尺寸。

实际尺寸应当在上与下极限尺寸之间。即

$$L_{\min} \leq L_a \leq L_{\max}, \quad l_{\min} \leq l_a \leq l_{\max}$$



§4.1 极限与配合

(三) 偏差、公差和公差带

1. 偏差

实际尺寸或上、下极限尺寸与公称尺寸之差值。

①上极限偏差：最大极限尺寸减去公称尺寸所得代数差。

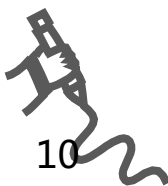
E_s^- 表示孔的上极限偏差； $ES = L_{max} - L$

e_s^- 表示轴的上极限偏差。 $es = l_{max} - l$

②下极限偏差：最小极限尺寸减去公称尺寸所得的代数差。

E_i^- 表示孔的下极限偏差； $EI = L_{min} - L$

e_i^- 表示轴的下极限偏差； $ei = l_{min} - l$



§4.1 极限与配合

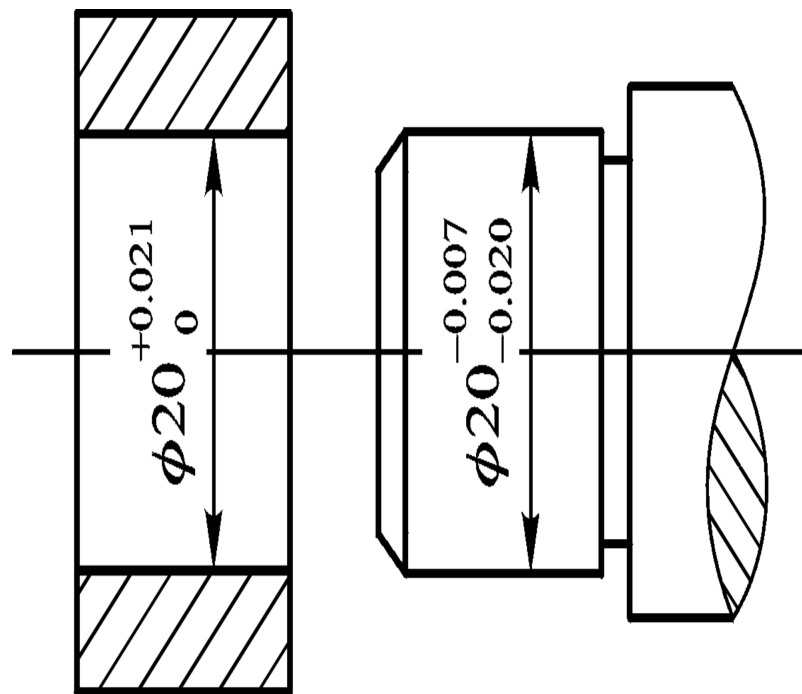
③实际偏差：实际尺寸减去公称尺寸所得的代数差。

图样中一般标注公称尺寸和上下极限偏差。

练习：求右图孔和轴的公称尺寸、上下极限偏差、极限尺寸。

解 孔：公称尺寸20，上极限偏差0.021，下极限偏差0。

轴：公称尺寸20，上极限偏差-0.007，下极限偏差-0.020。



§4.1 极限与配合

2. 尺寸公差

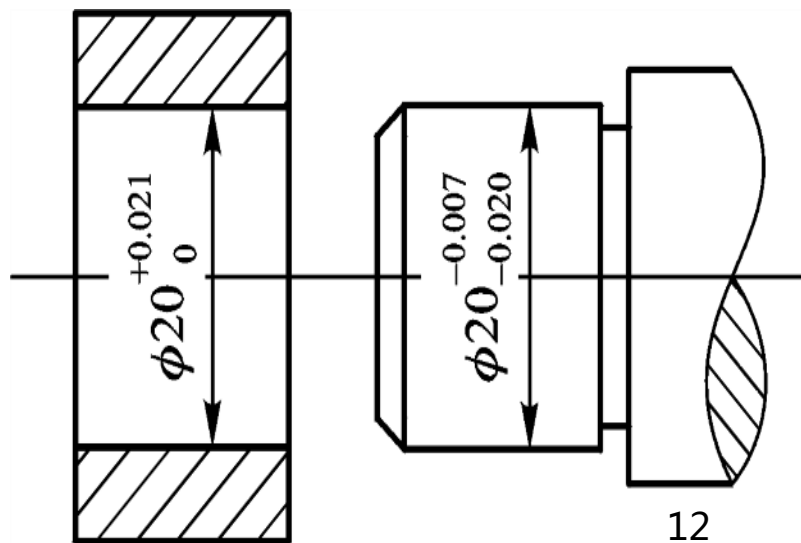
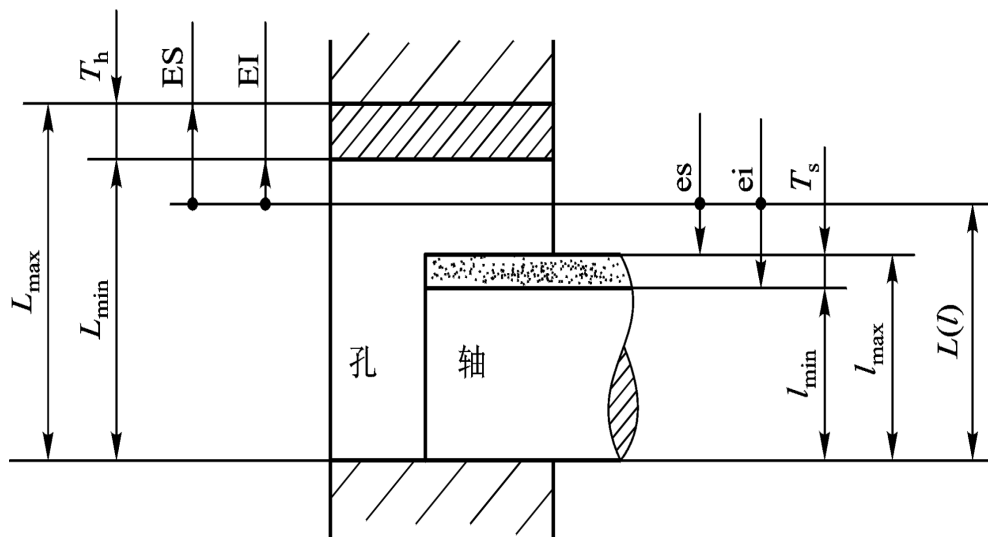
尺寸公差：上极限尺寸与下极限尺寸之差，也是上极限偏差与下极限偏差之差。是工件尺寸允许的变动范围。

T_H 表示孔的公差； $T_H = L_{max} - L_{min} = ES - EI$

T_s 表示轴的公差； $T_s = l_{max} - l_{min} = es - ei$

练习:计算右下图中孔和轴的尺寸公差

孔的公差0.021；轴的公差0.013



§4.1 极限与配合

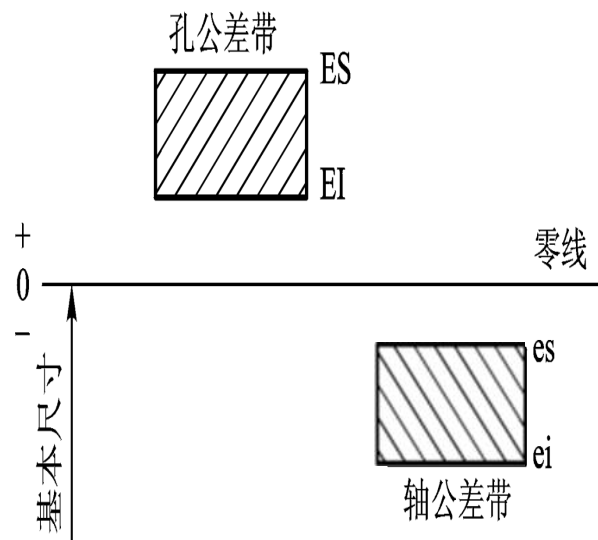
3.公差带、公差带图及基本偏差

公差带：零件尺寸相对公称尺寸所允许的变动范围。

零线：为表示公称尺寸的一条直线。

零线以上为正偏差；零线以下为负偏差。

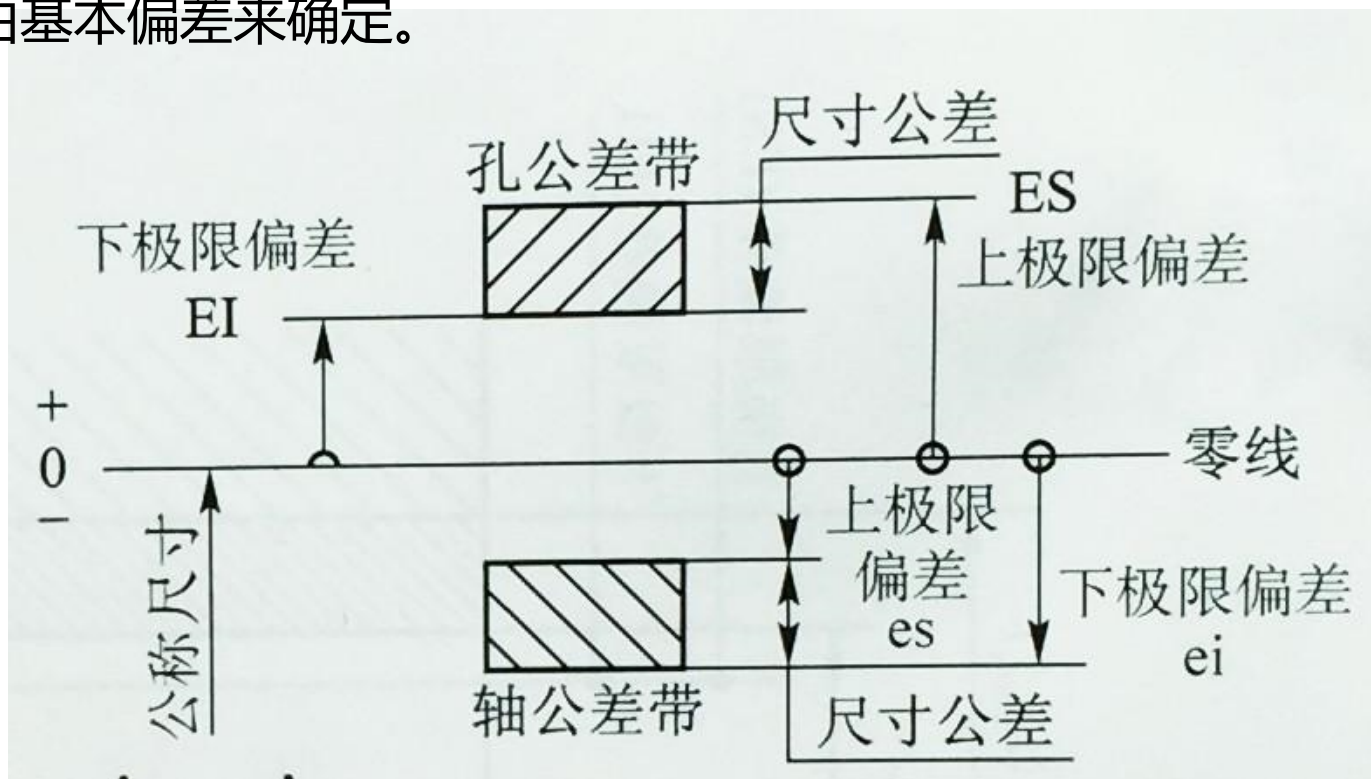
上、下极限偏差之间的宽度为公差值，画图时注意上下比例，其长度大小可随意选取，上极限偏差用右斜剖面线表示，下极限偏差用左斜剖面线表示。



§4.1 极限与配合

公差带是零件尺寸相对公称尺寸所允许的变动范围。它反映公称尺寸、极限偏差和公差三者之间的关系。

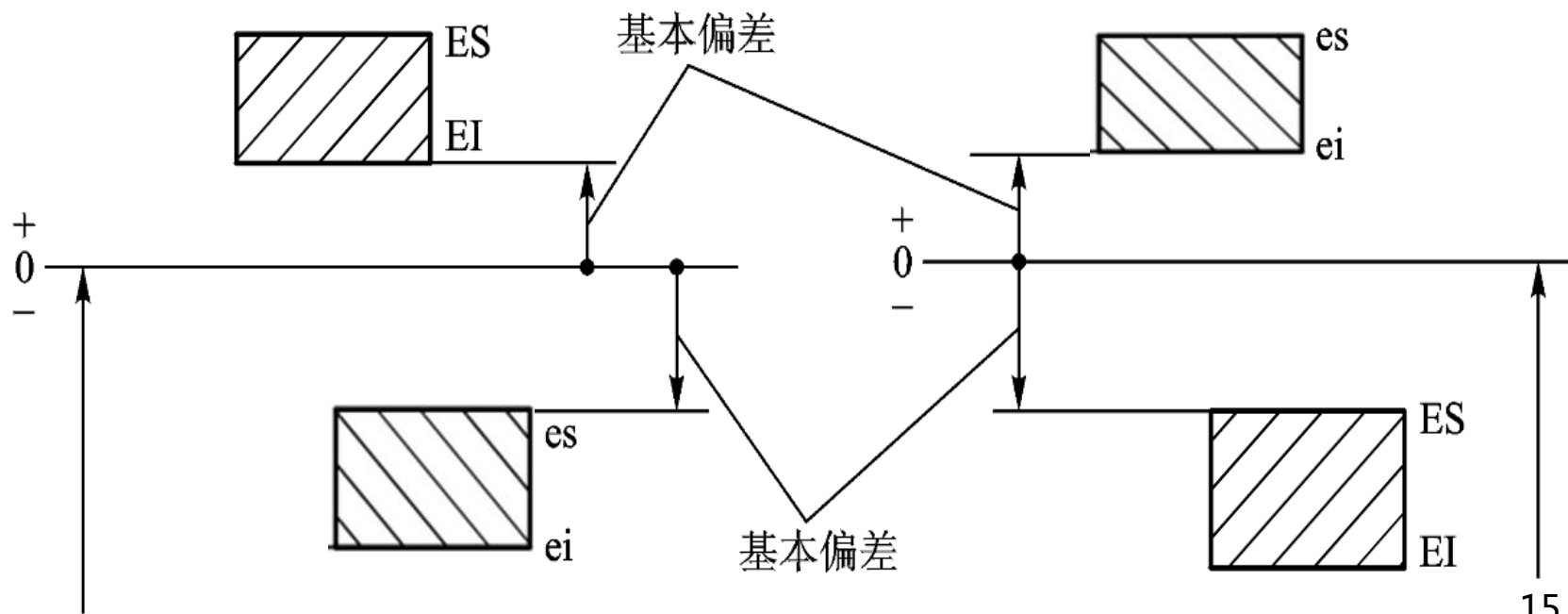
公差带两要素：一是公差的大小，由标准公差来确定；二是公差带相对零线位置，由基本偏差来确定。



§4.1 极限与配合

基本偏差

基本偏差是确定公差带相对零线位置位置的那个极限偏差。公差带在零线上方，基本偏差是下极限偏差；反之基本偏差为上极限偏差。基本偏差即是靠近零线的上极限偏限差或下极限偏差。



§4.1 极限与配合

(四) 极限制

这种经标准化的公差与偏差制度称为极限制。

1. 标准公差系列

常用机械加工所能达到的精度等级见教材**表4-1**所示。

标准公差分为20个等级，用IT表示，分别为IT01，IT0，IT1，IT2
.....IT18。数值越大等级越低。

常用的精度为6~10级，01和0级精度在工业上很少应用。

标准公差等级高，标准公差数值小；标准公差等级低，标准公差数值大。

标准公差的数值，既与标准公差等级有关；又与基本尺寸段有关。

|| 表 4-1 标准公差数值 (摘自 GB/T 1800.1—2009) ||

公称尺寸/ mm		标准公差等级																	
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于	至	μm											mm						
—	3	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0.1	0.14	0.25	0.4	0.6	1	1.4
3	6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.3	0.48	0.75	1.2	1.8
6	10	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.9	1.5	2.2
10	18	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.7	1.1	1.8	2.7
18	30	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.3	2.1	3.3
30	50	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1	1.6	2.5	3.9
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0.3	0.46	0.74	1.2	1.9	3	4.6
80	120	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.4	2.2	3.5	5.4
120	180	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0.4	0.63	1	1.6	2.5	4	6.3

§4.1 极限与配合

2. 基本偏差系列

基本偏差值分为28种，分别用字母表示。

注意其中无I、L、O、Q和W而增加CD、EF、FG、JS、ZA、ZB、ZC等7个双字母。

上半部为孔的公差带，用大写字母表示，A-H的基本偏差为下极限偏差EI；J-ZC的基本偏差为上极限偏差ES。

下半部为轴的公差带，用小写字母表示，a-h的基本偏差为下极限偏差es；j-zc的基本偏差为上极限偏差ei。js和j为特殊情况。

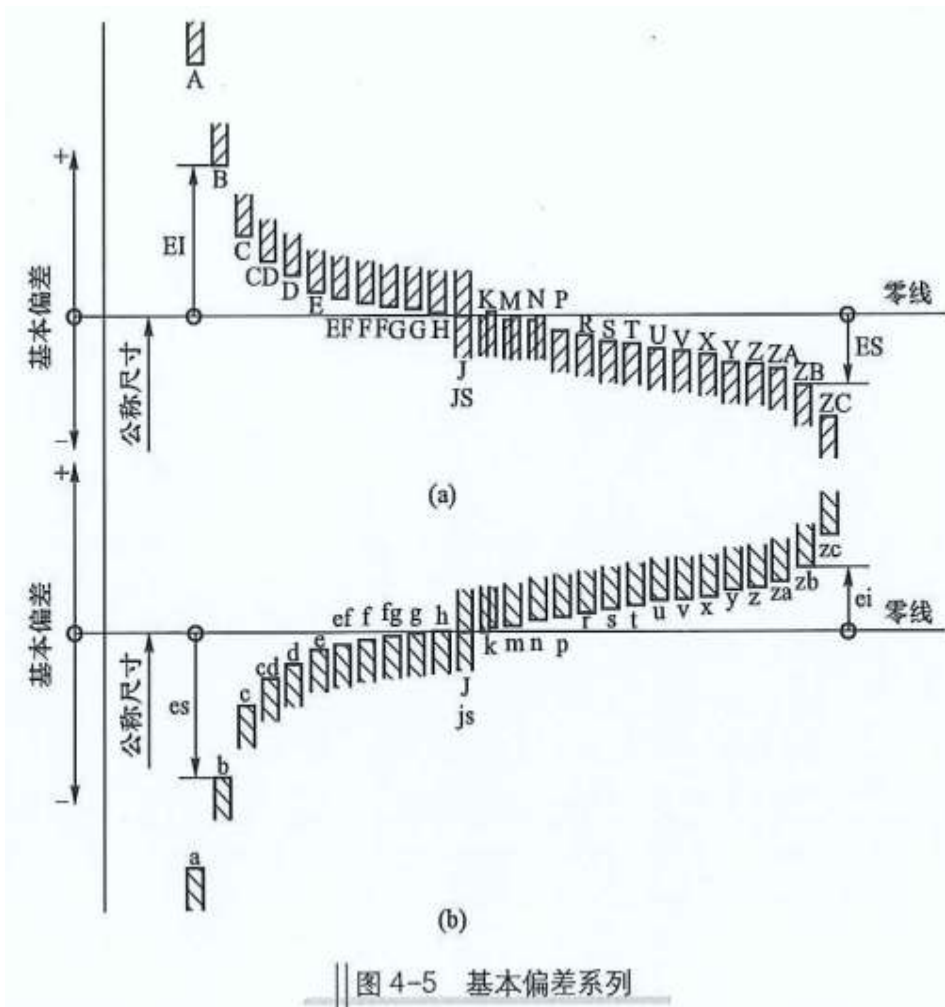


图 4-5 基本偏差系列

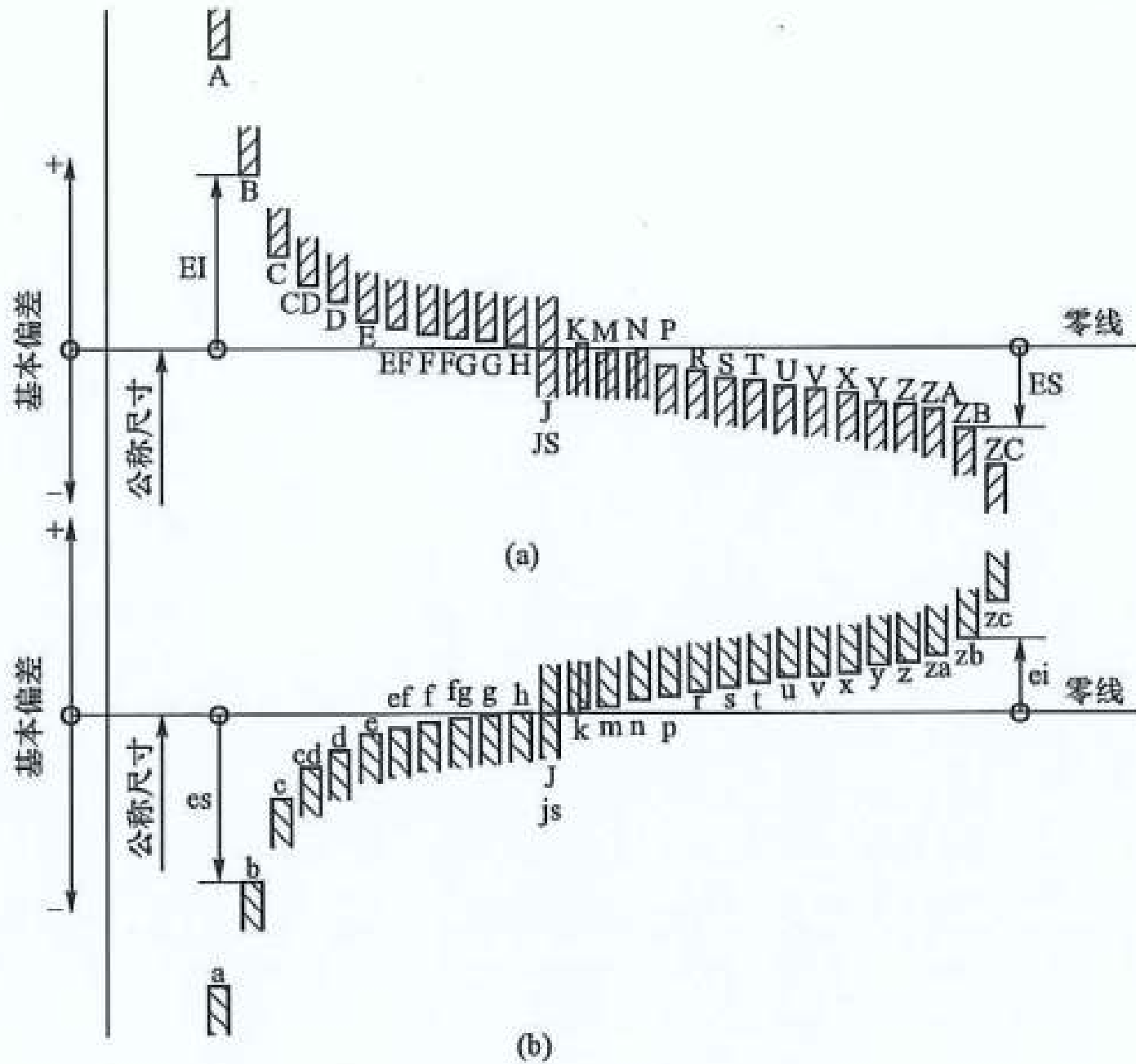


图 4-5 基本偏差系列

§4.1 极限与配合

轴的基本偏差数值列于下表。

表4-2 轴的基本偏差数值 (摘自GB/T1800.1-2009,选取优先公差带、尺寸大于10至180mm)

公称尺寸 /mm		基本偏差数值/ μm									
		上偏差es					下偏差ei				
		所有标准公差等级					IT4至IT7	所有标准公差等级			
大于	至	c	d	f	g	h	k	n	p	s	u
10	14	--95	--50	--16	--6	0	+1	+12	+18	+28	+33
14	18										
18	24	--110	--65	--20	--7	0	+2	+15	+22	+35	+41
24	30										+48
30	40	--120	--80	--25	--9	0	+2	+17	+26	+43	+60
40	50	--130									+70
50	65	--140	--100	--30	--10	0	+2	+20	+32	+53	+87
65	80	--150								+59	+102
80	100	--170	--120	--36	--12	0	+3	+23	+37	+71	+124
100	120	--180								+79	+144
120	140	--200	--145	--43	--14	0	+3	+27	+43	+92	+170
140	160	--210								+100	+190
160	180	--230								+108	+210

§4.1 极限与配合

轴的基本偏差数值列于下表。

表4-3 孔的基本偏差数值 (摘自GB/T1800.1-2009,选取优先公差带、尺寸大于10至180mm)

公称尺寸/mm		基本偏差数值/ μm												Δ 值/ μm					
		下偏差EI						上偏差ES											
		所有标准公差等级						$\leq\text{IT8}$	$\leq\text{IT8}$	$\leq\text{IT7}$	所有标准公差等级 $>\text{IT7}$			标准公差等级					
大于	至	C	D	F	G	H	K	N	P-ZC	P	S	U	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	
10	14	+95	+50	+16	+6	0	--1	--12	在 $>\text{IT7}$ 的相应数值上增加一个 Δ 值	--18	--28	--33	1	2	3	3	7	9	
14	18																		
18	24	+110	+65	+20	+7	0	--2	--15		--22	--35	--41	1.5	2	3	4	8	12	
24	30																		--48
30	40	+120	+80	+25	+9	0	--2	--17		--26	--43	--60	1.5	3	4	5	9	14	
40	50	+130																	--70
50	65	+140	+100	+30	+10	0	--2	--20		--32	--53	--87	2	3	5	6	11	16	
65	80	+150																	--102
80	100	+170	+120	+36	+12	0	--3	--23		--37	--71	--124	2	4	5	7	13	19	
100	120	+180																	--144
120	140	+200	+145	+43	+14	0	--3	--27		--43	--100	--190	3	4	6	7	15	23	
140	160	+210																	--210
160	180	+230																	--108

§4.1 极限与配合

练习 ① 查表确定孔 $\varnothing 45H8$ ，孔 $\varnothing 120H8$ 和孔 $\varnothing 180S8$ 的极限尺寸和极限偏差。

② **查表确定**轴 $\varnothing 45e7$ ，轴 $\varnothing 120 m7$ 和轴 $180h7$ 的极限尺寸和极限偏差。

查表时注意公称尺寸数值在表中的位置，如 $\varnothing 120$ ，应当取 $> 100 \sim 120$ 中的值，而不能取 $> 120 \sim 140$ 的值。

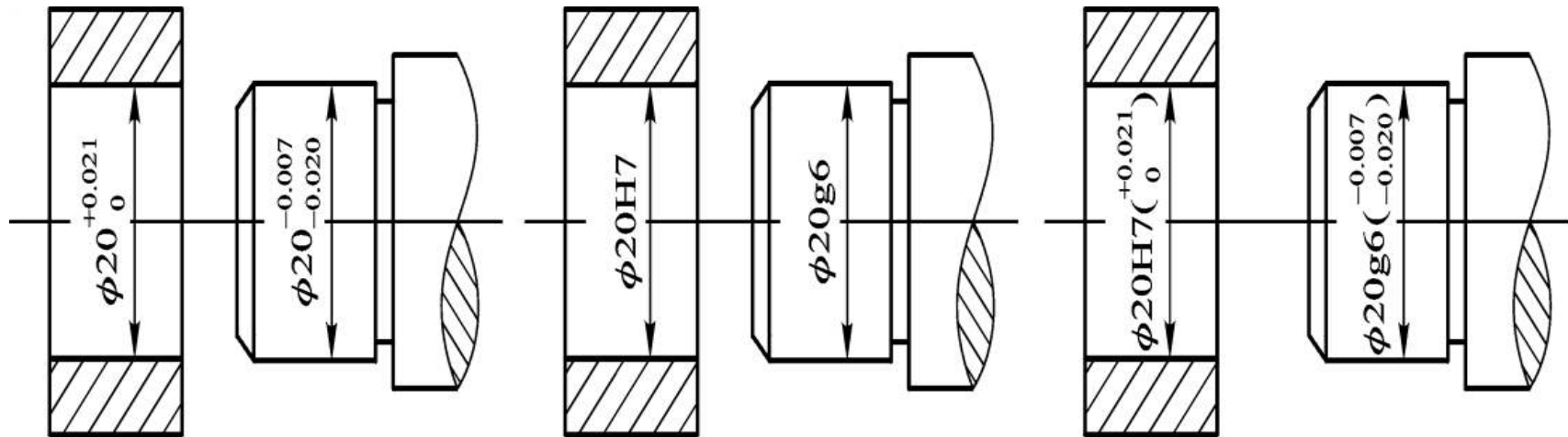


§4.1 极限与配合

3.公差带代号及标注

公差带代号由基本偏差代号和标准公差等级代号构成。

标注方法：①只标注偏差值（适用单件小批量）；②只标注公差带代号（大批大量和表达装配关系）；③两者同时标注（生产目标不明确）。



(a) 标注偏差值

(b) 标注公差带代号

(c) 标注公差带代号和偏差值

§4.1 极限与配合

4.线性尺寸的未注公差

图样中没有标注公差的尺寸并不是没有公差，只是在图样中未标注而已，常称为“自由尺寸”“一般公差”，主要是较低精度的非配合尺寸，在一般情况下可不检验。国家标准对线性尺寸的一般公差规定了4个公差等级，即f（精密）、m（中等）、c（粗糙）v（最粗）。

表4--6线性尺寸的极限偏差数值

					mm				
公差等级	>6~30	>30~12 0	>120~1 40	>400~100 0	公差等级	>6~30	>30~12 0	>120~14 0	>400~100 0
精密f	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	粗糙c	±0.5	±0.8	±1.12	±2
中等m	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	最粗v	±1	±1.5	±2.5	±4

§4.1 极限与配合

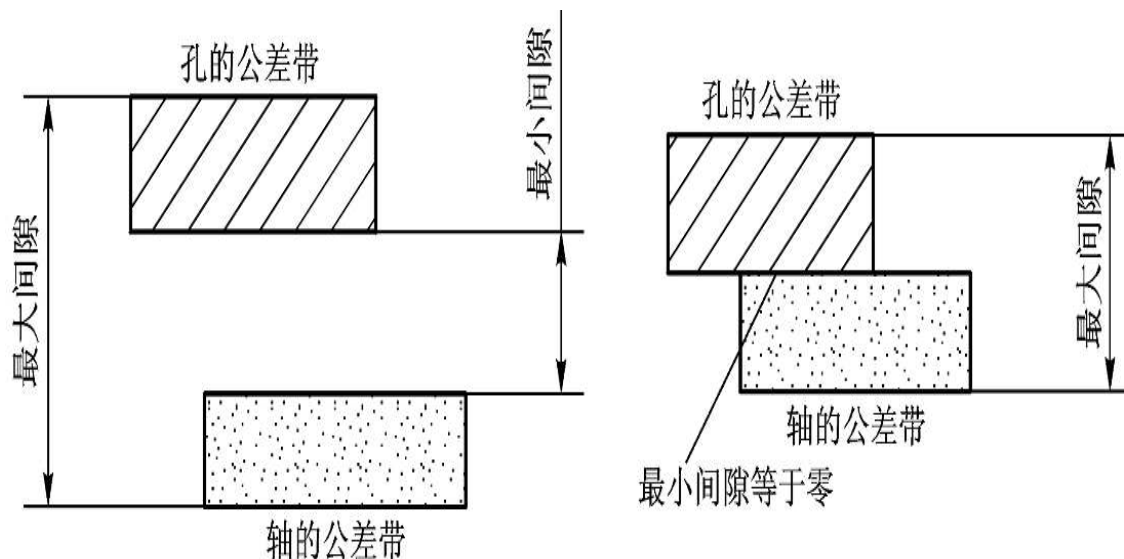
三、配合精度

配合是指相同的公称尺寸的孔与轴公差带之间的关系。由于公差带之间的位置关系产生不同的松紧连接。按松紧程度分为间隙配合、过盈配合和过渡配合三种。

(一) 配合及其种类

1. 间隙配合

此时孔的公差带在轴的公差带上方。孔的尺寸减去相配合轴的尺寸之差为正值，



§4.1 极限与配合

(1) 最大间隙是指在间隙配合或过渡配合中，孔的最大极限尺寸与轴的最小极限尺寸之差；也等于孔的上偏差减轴的下偏差，用 X_{\max} 表示。

$$X_{\max} = L_{\max} - l_{\min} = ES - ei$$

(2) 最小间隙是指在间隙配合中，孔的最小极限尺寸与轴的最大极限尺寸之差；也等于孔的下偏差减去轴的上偏差，用 X_{\min} 表示。

$$X_{\min} = L_{\min} - l_{\max} = EI - es$$

间隙配合主要用于孔、轴的活动连接。



§4.1 极限与配合

例题：如某轴直径尺寸为 $\Phi 80$ ，上极限偏差为0.030，下极限偏差为0；与其配合的孔的直径尺寸为 $\Phi 80$ ，上极限偏差为-0.030，下极限偏差为-0.049；求最大最小间隙、平均间隙、配合公差分别为多少？

$$\text{解：} L_{\max} = 80 + 0.030 = 80.030$$

$$L_{\min} = 80 + 0 = 80$$

$$l_{\max} = 80 + (-0.030) = 79.97$$

$$l_{\min} = 80 + (-0.049) = 79.951$$

$$X_{\max} = L_{\max} - l_{\min} = 80.030 - 79.951 = +0.079$$

$$X_{\min} = L_{\min} - l_{\max} = 80 - 79.97 = +0.030$$

$$X_a = (0.079 + 0.030) / 2 = 0.0545$$

$$T_f = X_{\max} - X_{\min} = 0.079 - 0.030 = 0.049$$

思考：用偏差值计算



§4.1 极限与配合

练习 孔的尺寸为 $\Phi 100$ ，上极限偏差为0.071，下极限偏差为0.036；轴的尺寸为 $\Phi 100$ ，上极限偏差为0.024，下极限偏差为0；求最大最小间隙、平均间隙、配合公差各为多少？

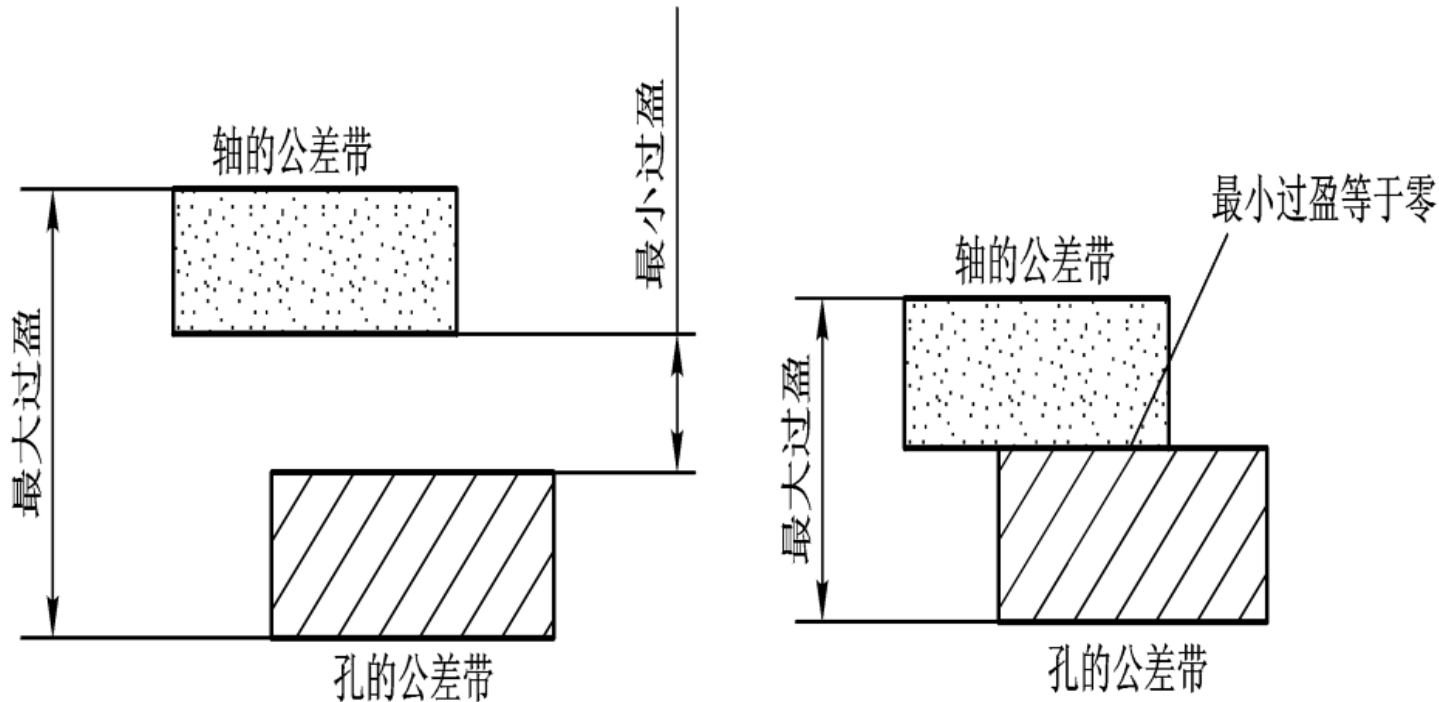


§4.1 极限与配合

2.过盈配合

孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸之差为负值，即具有过盈(包括最小过盈量等于零)的配合称为过盈配合。

孔的公差带在轴的公差带下方。



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/777164101033006062>