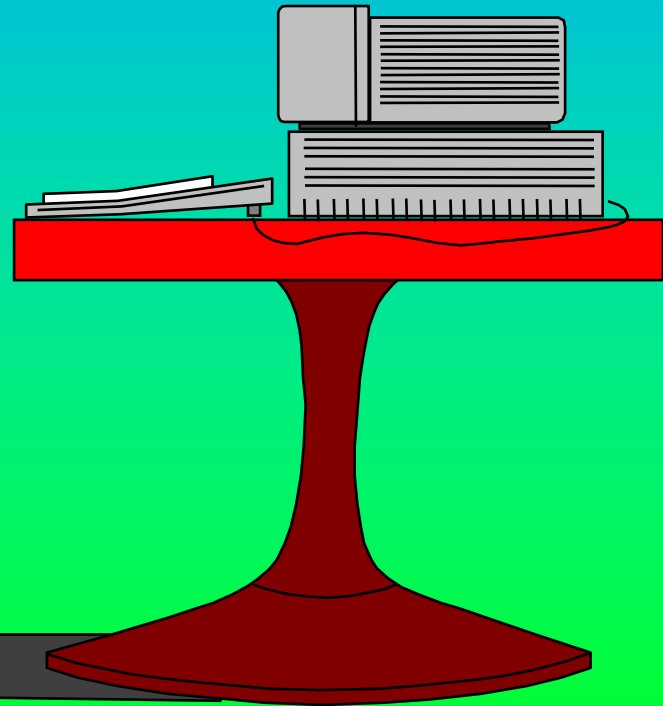


# 第二章

## 尺寸精度设计

张宏制作



# 第二章 尺寸精度设计

## 本章结构

- 第一节 基本术语及其定义
- 第二节 标准公差系列
- 第三节 基本偏差系列
- 第四节 常用公差带与配合
- 第五节 公差与配合的选择



# 第一节 基本术语及其定义

本节结构

一 尺寸 size

二 偏差 deviation

三 尺寸公差 size tolerance

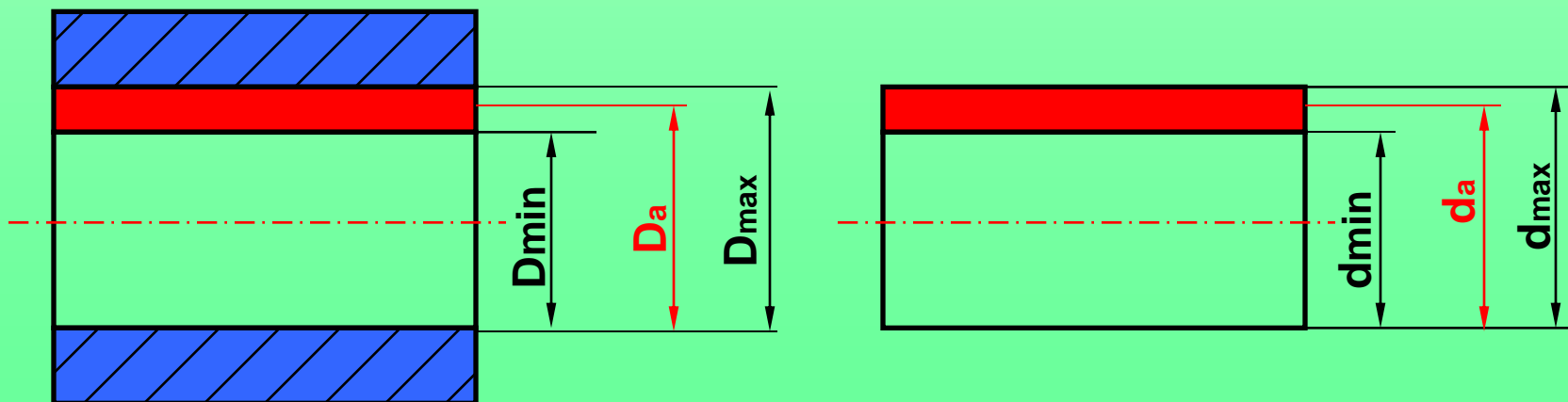
四 公差带 tolerance zone

五 配合 fit

六 基准制 basic system

# 一、尺寸 (size)

- 1、公称尺寸 (孔 $D$ /轴 $d$ ) —— 设计给定的尺寸。
- 2、实际尺寸 ( $D_a/d_a$ ) —— 通过测量获得的某一孔、轴的尺寸。
- 3、极限尺寸 ( $D_{max}/d_{max}$ 和 $D_{min}/d_{min}$ ) —— 允许实际尺寸变化的两个极端。



# 一、尺寸 (size)

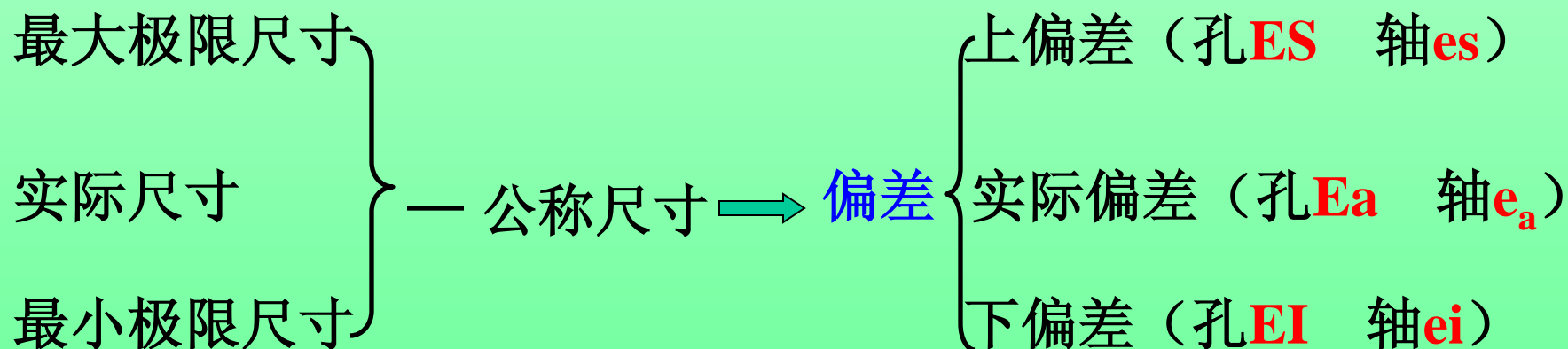
- 1、**公称尺寸** ( $孔D/轴d$ ) —— 设计给定的尺寸。
- 2、**实际尺寸** ( $Da/da$ ) —— 通过测量获得的某一孔、轴的尺寸。
- 3、**极限尺寸** ( $D_{max}/d_{max}$ 和 $D_{min}/d_{min}$ ) —— 允许实际尺寸变化的两个极端。

尺寸合格条件:

**最大极限尺寸  $\geq$  实际尺寸  $\geq$  最小极限尺寸**

## 二、尺寸偏差

**偏差** (deviation) —— 某一尺寸减其公称尺寸所得的代数差。



### 三、尺寸公差

尺寸公差（ tolerance ）—— 允许尺寸的变动量。

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{孔 } T_h = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI \\ \text{轴 } T_s = d_{\max} - d_{\min} = es - ei \end{array} \right.$$



例:



已知孔、轴公称尺寸  $D=d=\phi 25.000\text{mm}$

孔:  $D_{\max}=\phi 25.021\text{mm}$ ,  $D_{\min}=\phi 25.000\text{mm}$

轴:  $d_{\max}=\phi 24.993\text{mm}$ ,  $d_{\min}=24.980\text{mm}$ , 确定孔、轴的上下偏差及公差。

解:

孔: 上偏差  $ES = D_{\max} - D = 25.021 - 25 = +0.021\text{mm}$

下偏差  $EI = D_{\min} - D = 25 - 25 = 0\text{mm}$

公差  $T_h = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI = 0.021\text{mm}$

轴: 上偏差  $es = d_{\max} - d = 24.993 - 25 = -0.007\text{mm}$

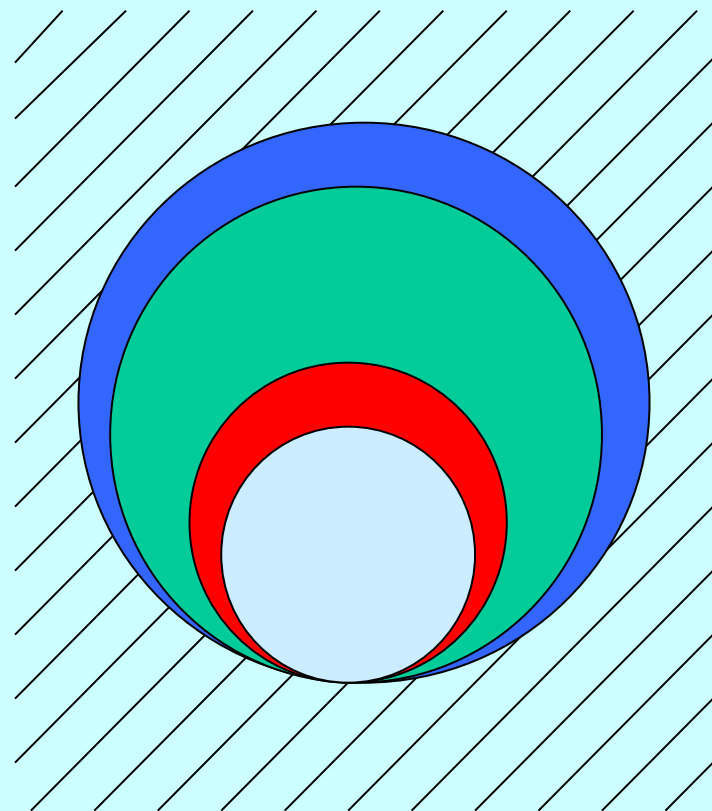
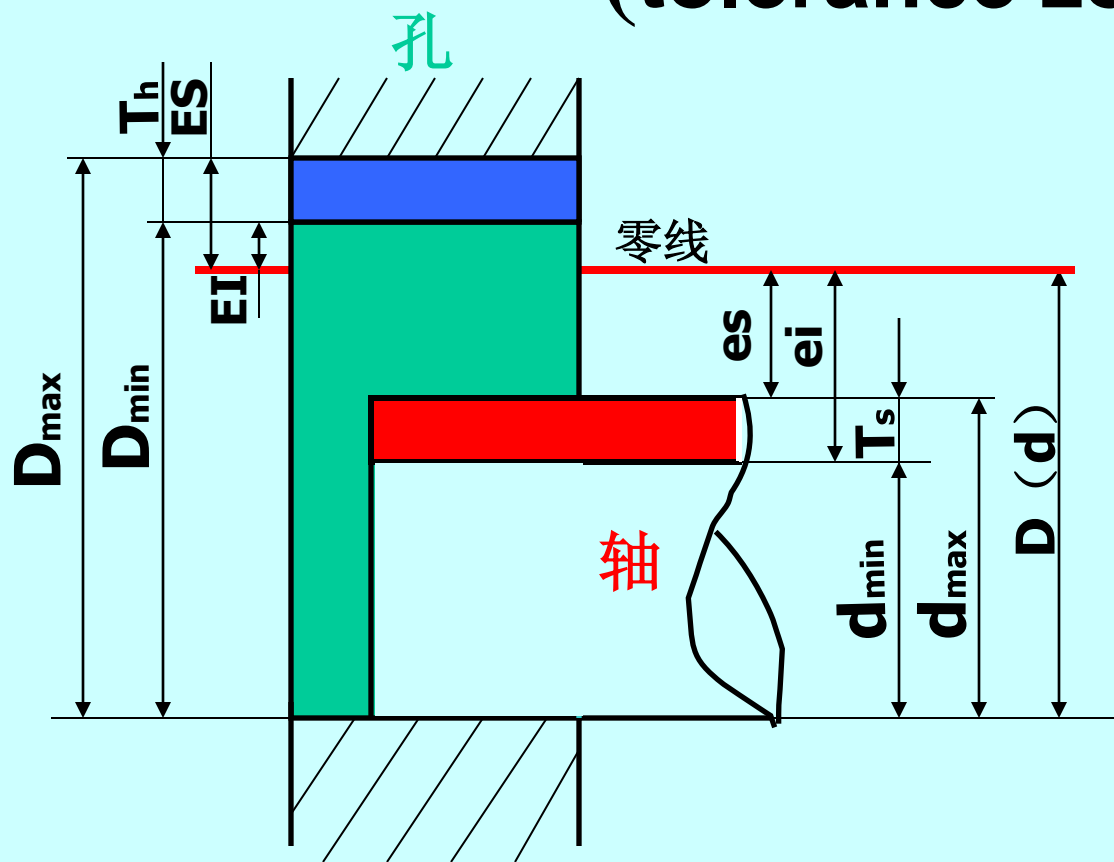
下偏差  $ei = d_{\min} - d = 24.98 - 25 = -0.020\text{mm}$

公差  $T_s = d_{\max} - d_{\min} = es - ei = 0.013\text{mm}$

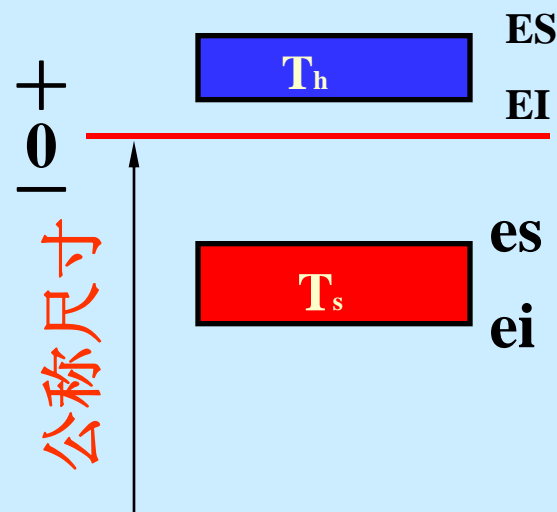
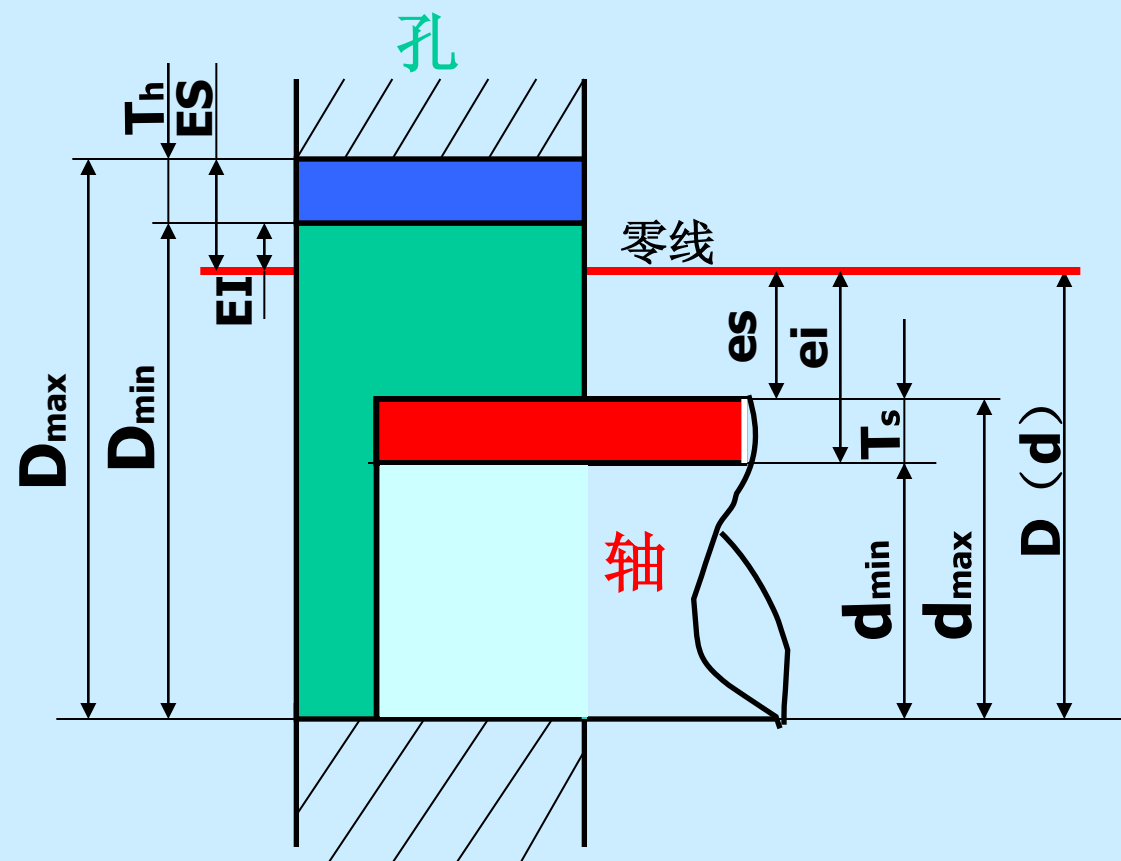


# 四、公差带示意图及公差带图

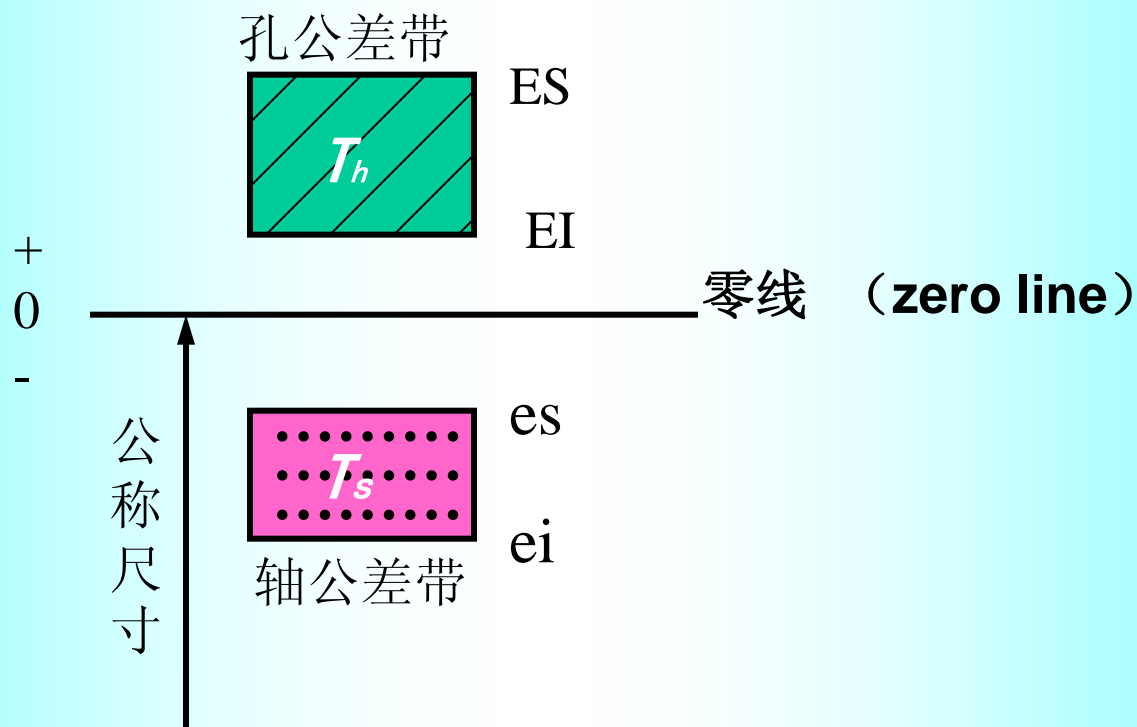
(tolerance zone)



# 四、公差带示意图及公差带图



# 公差带图



**例：**

已知孔、轴公称尺寸  $D=d=\phi 25.000\text{mm}$

孔：  $D_{\max}=\phi 25.021\text{mm}$ ，  $D_{\min}=\phi 25.000\text{mm}$

轴：  $d_{\max}=\phi 24.993\text{mm}$ ，  $d_{\min}=\phi 24.980\text{mm}$ ，  
确定孔、轴的上下偏差及公差。

**解：**

孔：上偏差  $ES = + 0.021\text{mm}$

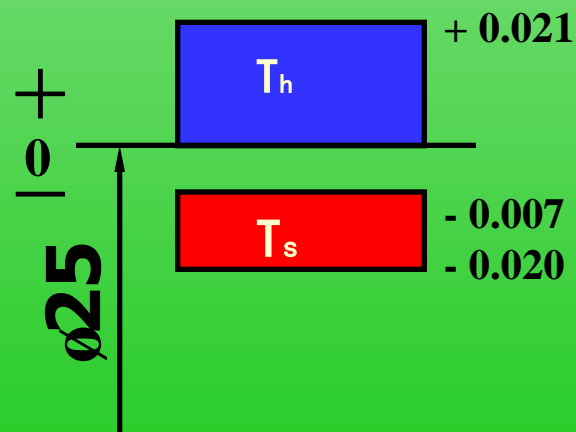
下偏差  $EI = 0\text{mm}$

公差  $T_h = 0.021\text{mm}$

轴：上偏差  $es = - 0.007\text{mm}$

下偏差  $ei = - 0.020\text{mm}$

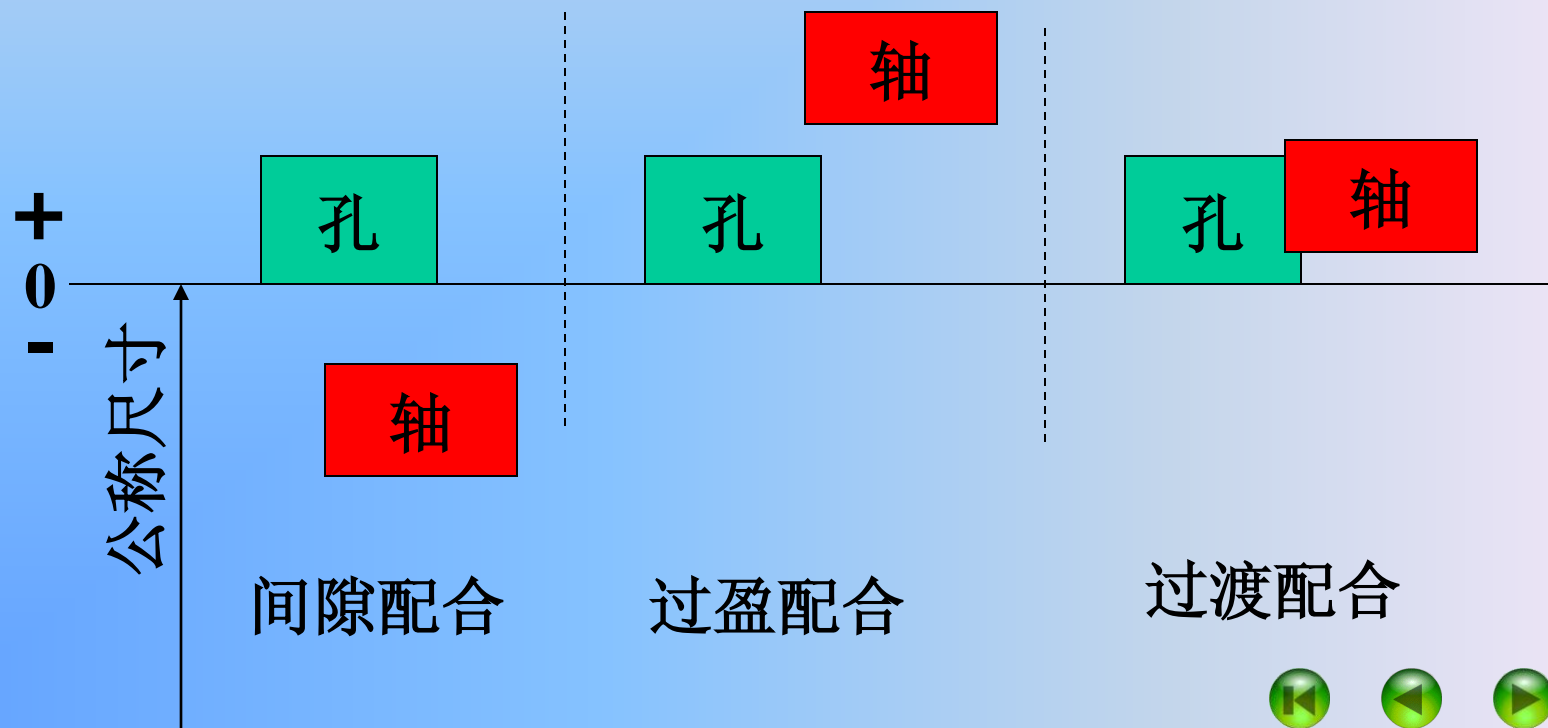
公差  $T_s = 0.013\text{mm}$



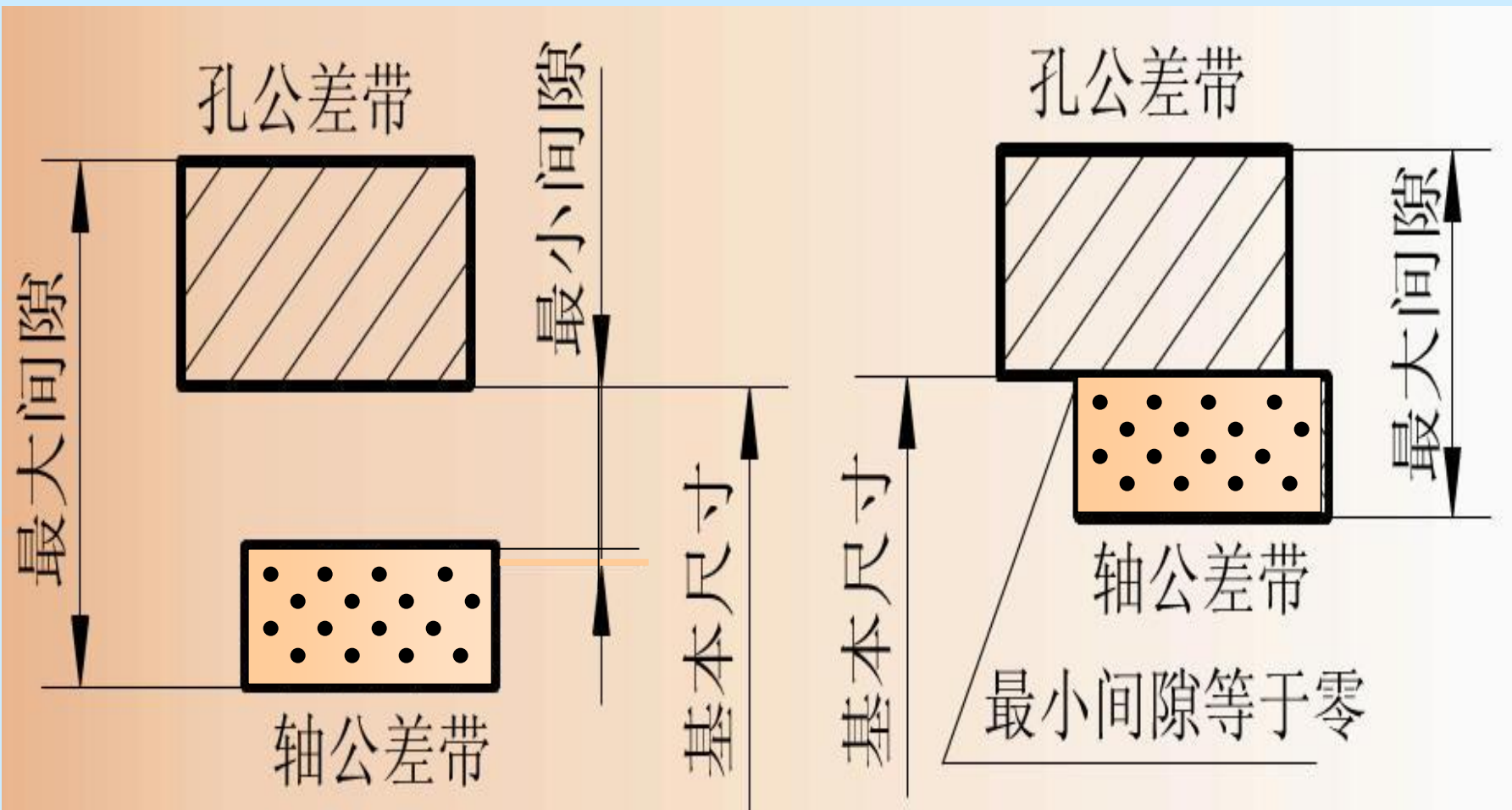
# 五、配合

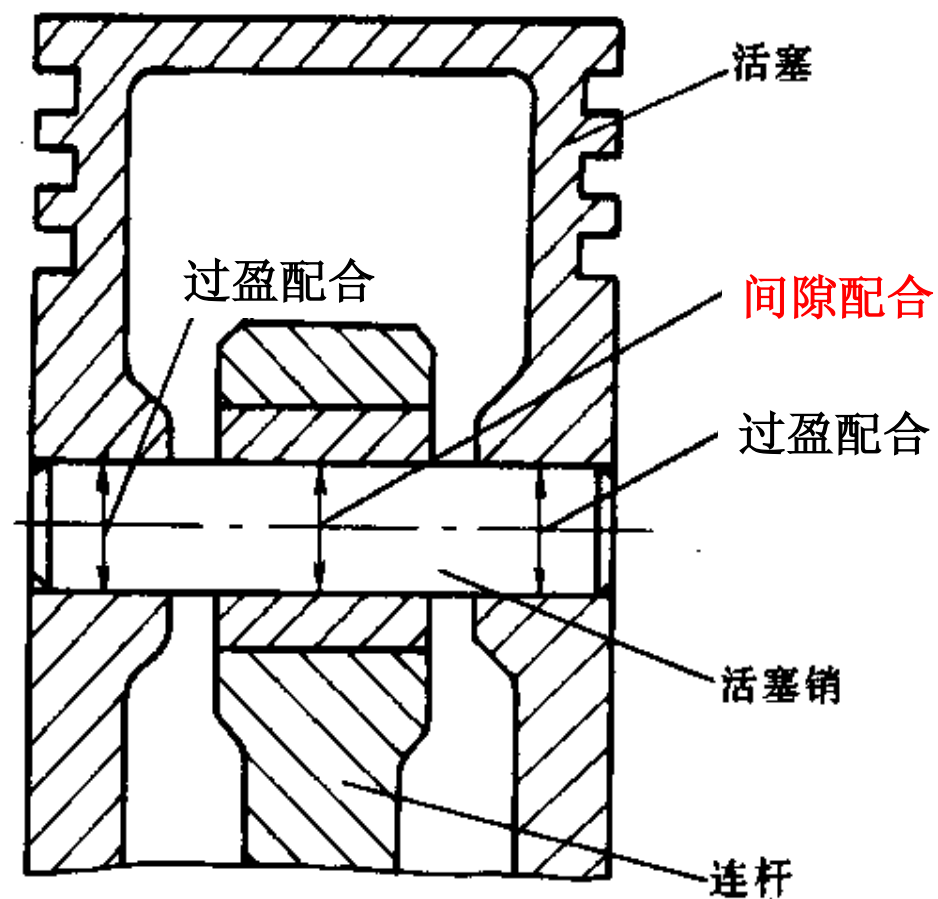
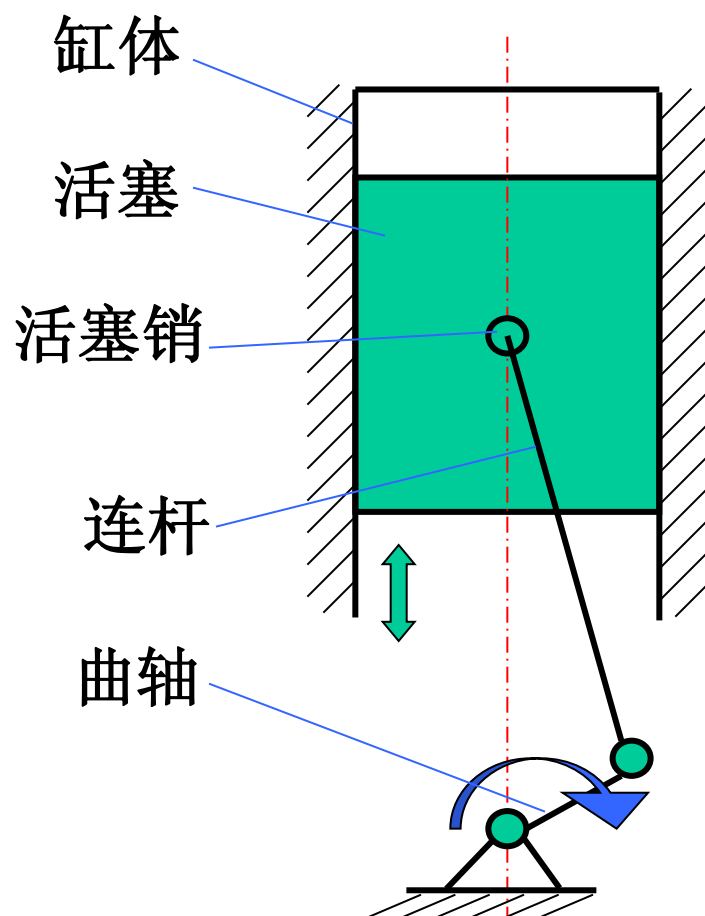
**配合** (*fit*) ——指公称尺寸相同，相互结合的一批孔、轴公差带之间的关系。

根据公差带位置不同，可分为三种类型：  
间隙配合、过盈配合和过渡配合。



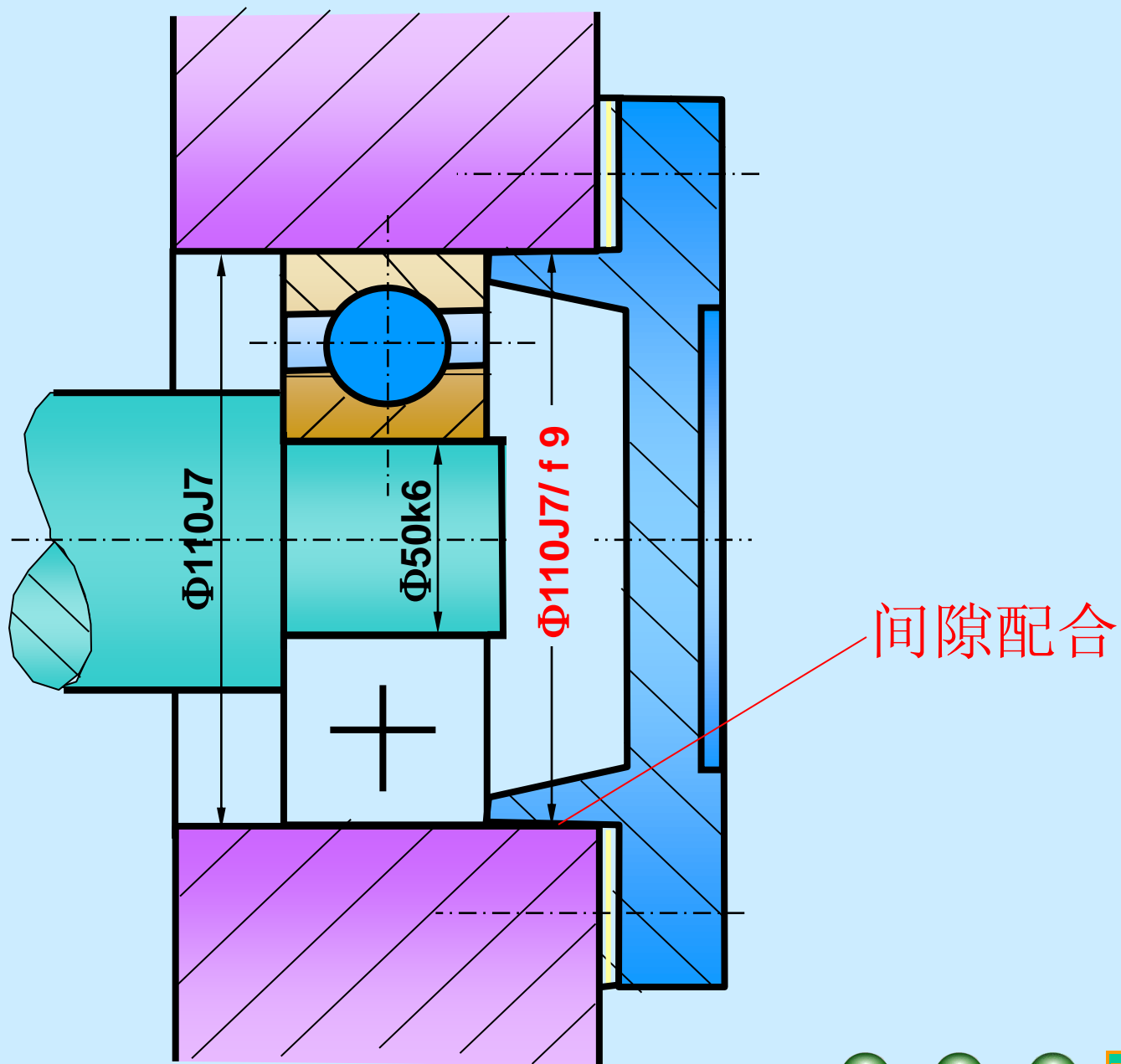
1、**间隙配合**——具有间隙的配合。此时，  
孔的公差带在轴的公差带之**上**。





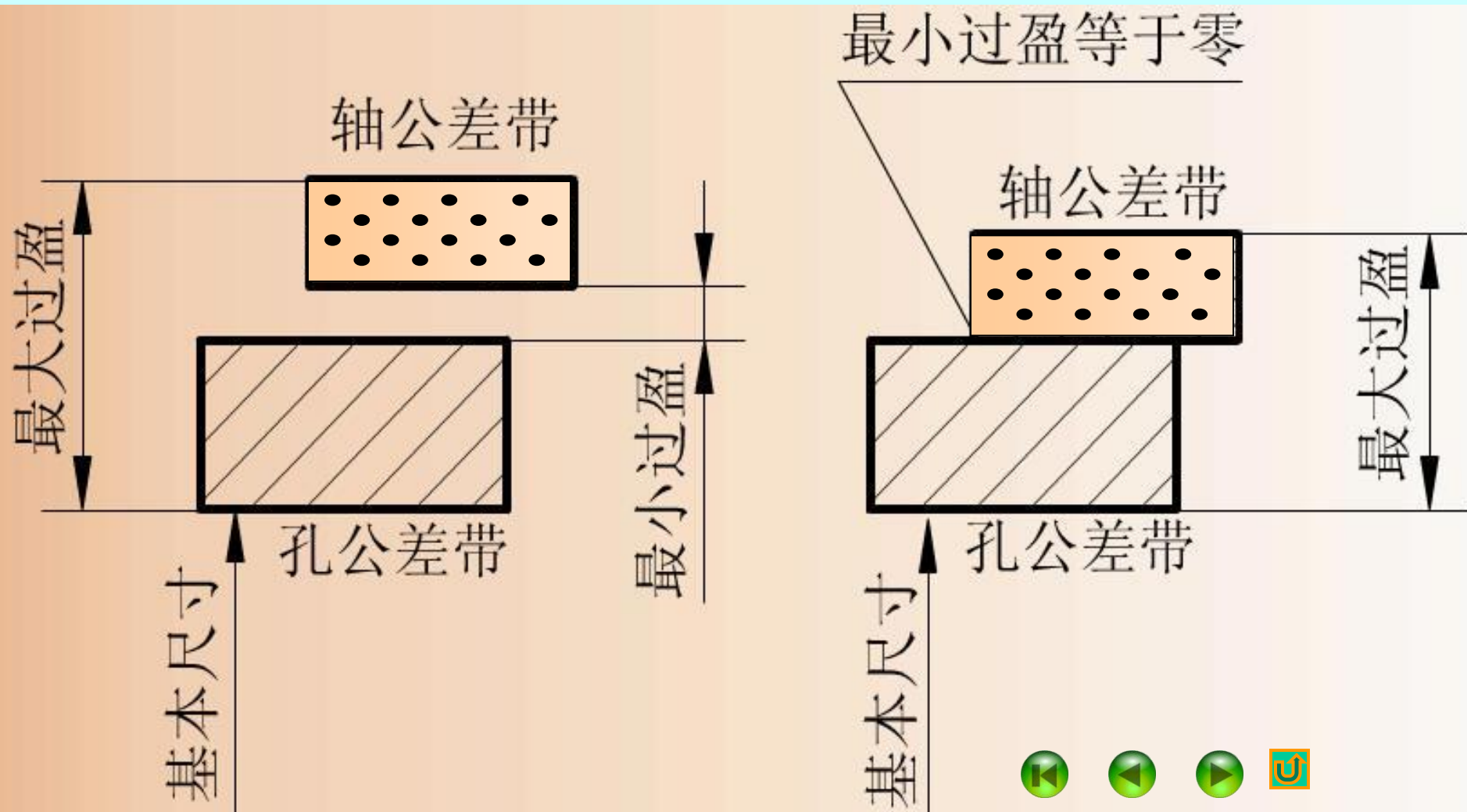
# 曲轴活塞机构

# 轴承支承结构

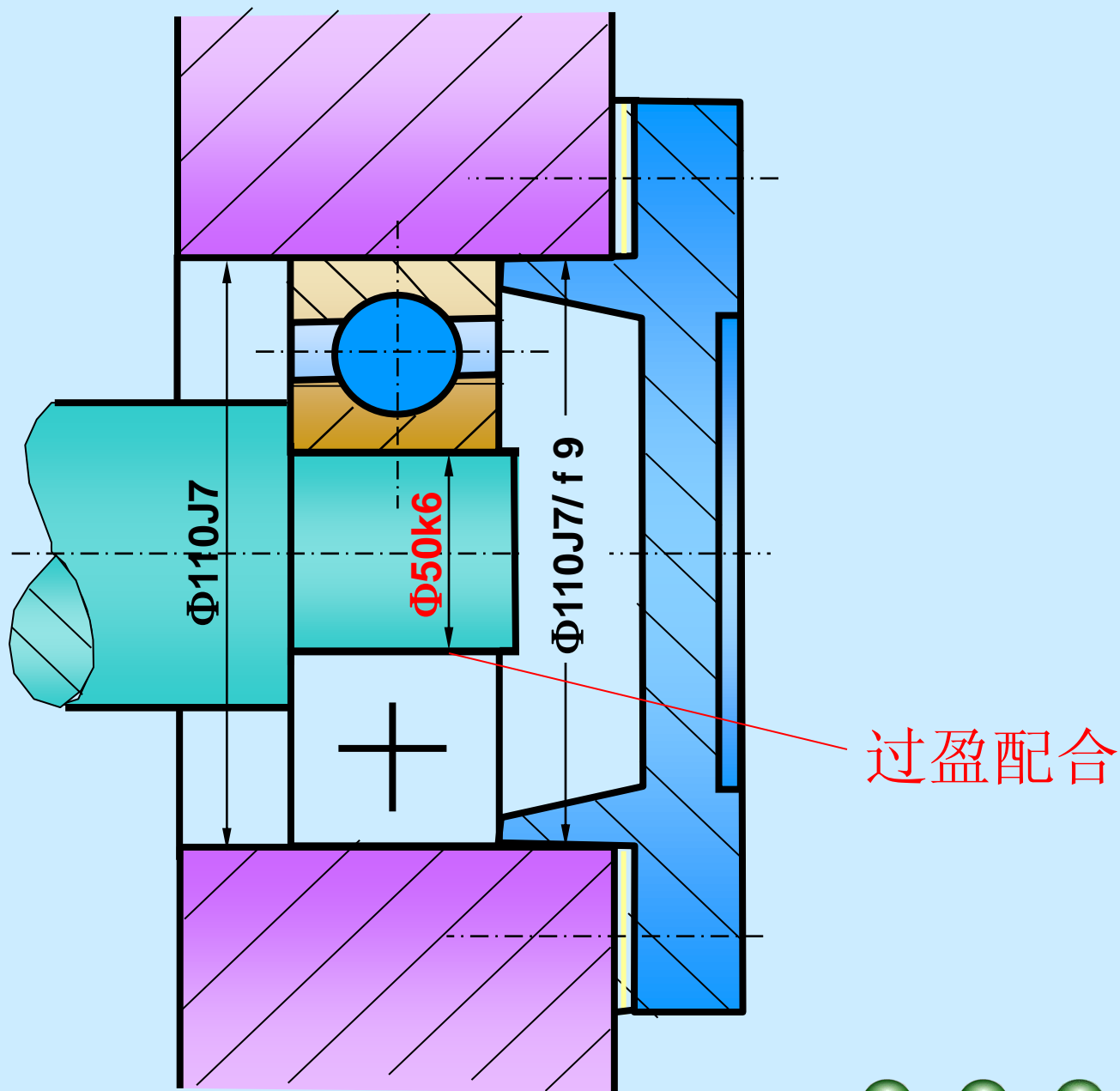


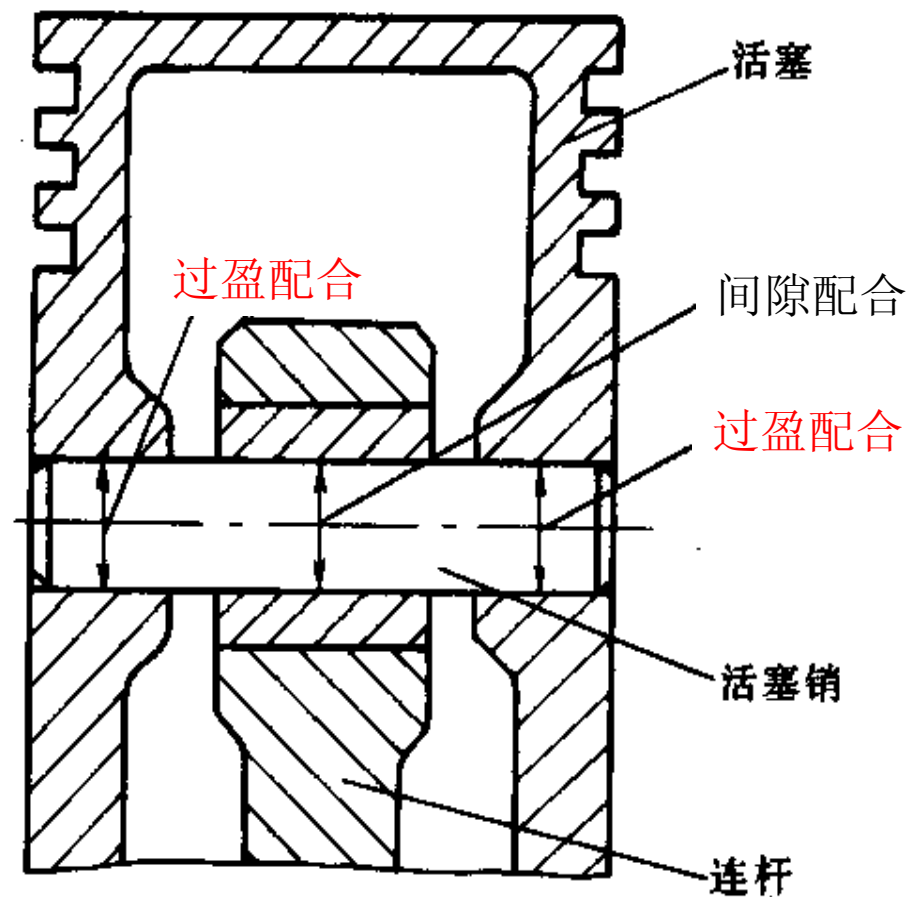
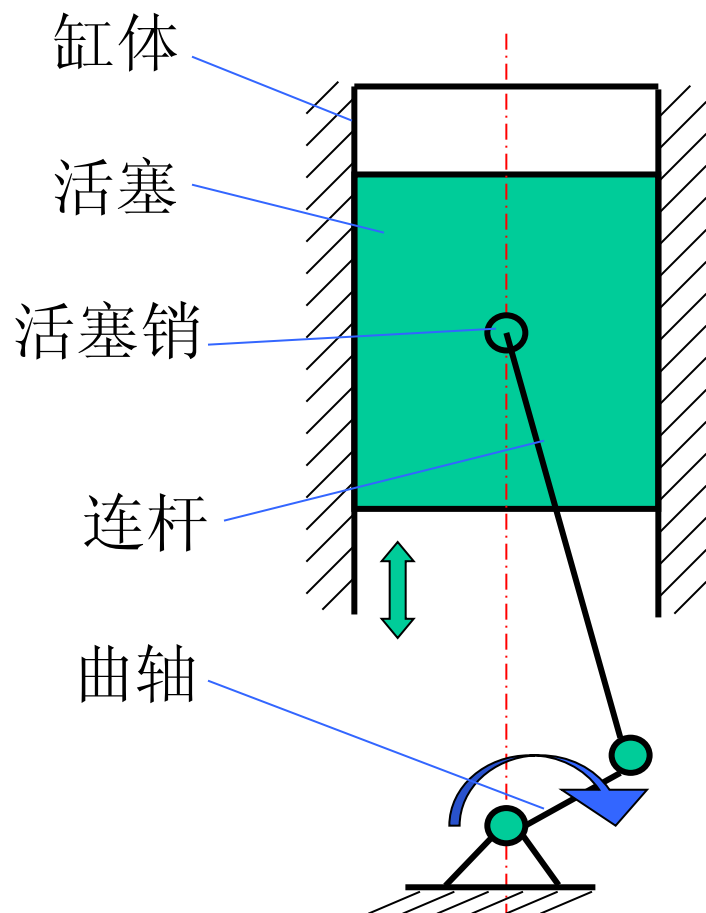


## 2、**过盈**配合——具有过盈的配合。此时， 孔的公差带在轴的公差带之**下**。



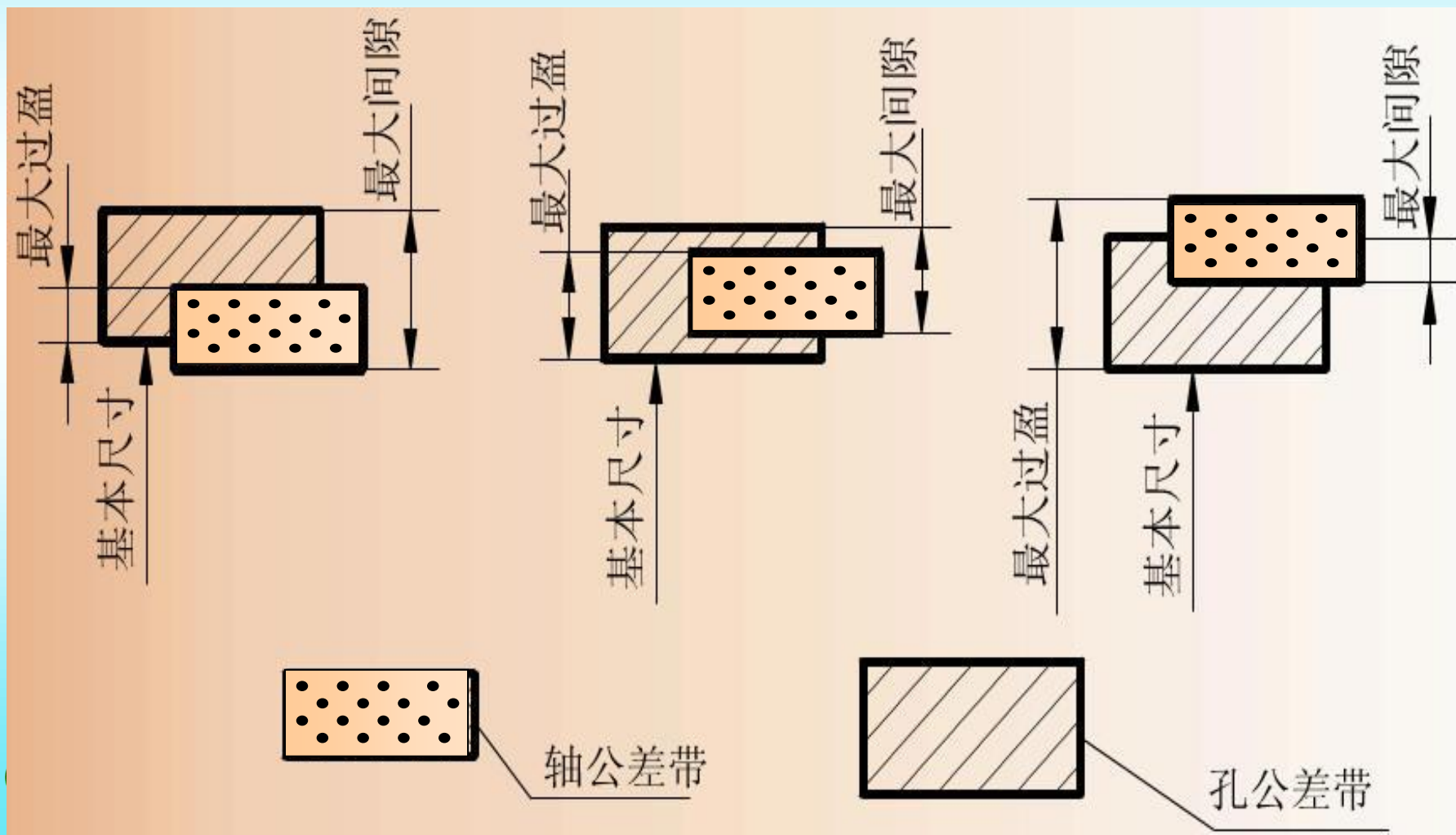
# 轴承支承结构



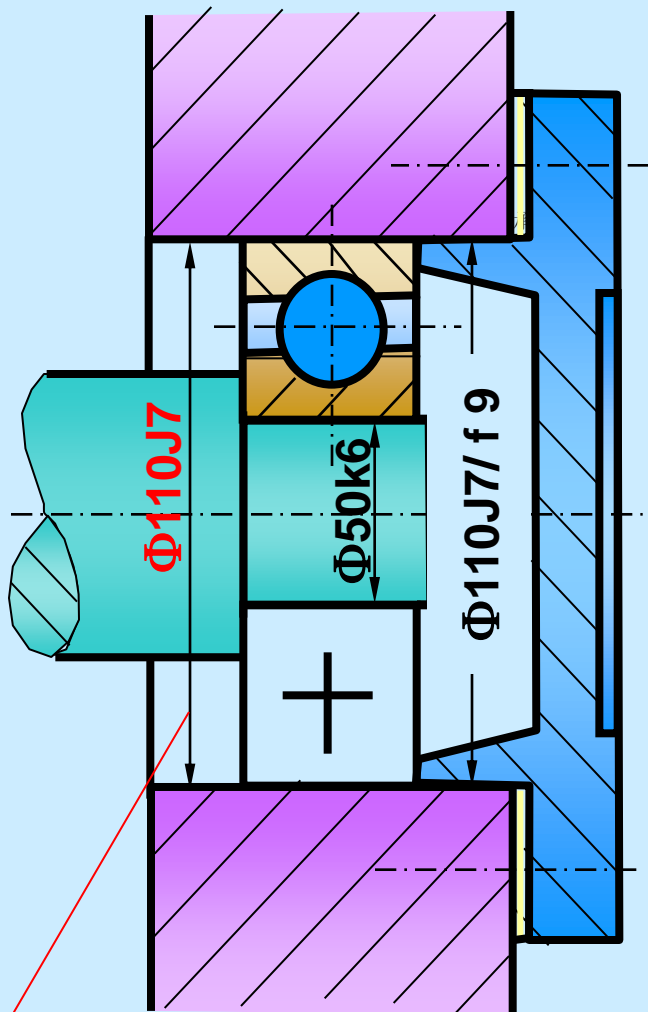


# 曲轴活塞机构

### 3、**过渡配合**——可能具有间隙或过盈的配合。此时，孔和轴的公差带相互**交叠**。



# 轴承支承结构



过渡配合

1、**间隙**配合主要用于孔、轴间有相对运动的场合。

2、**过盈**配合常用于孔、轴间需要紧固结合，定位精确，不允许两者有相对运动的场合。

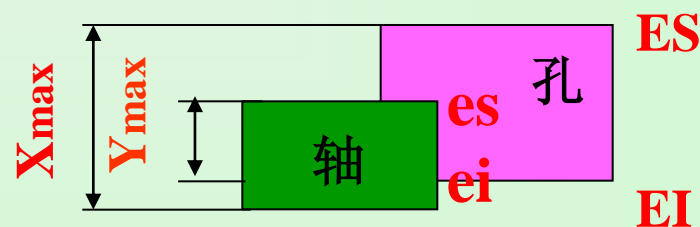
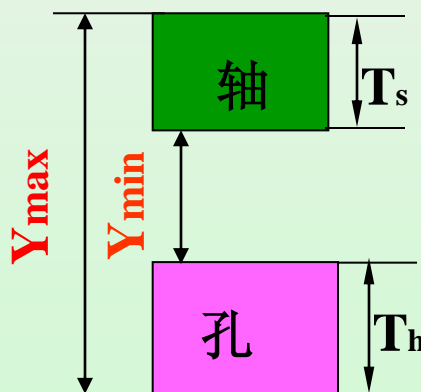
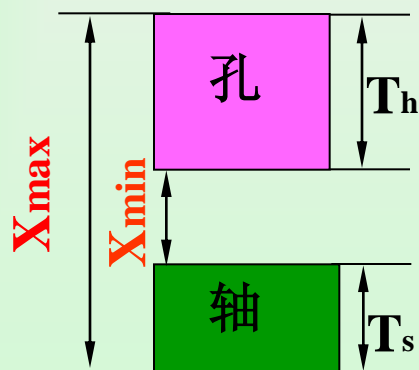
3、**过渡**配合主要用于孔、轴间既要求装拆比较方便，又要求定位比较精确，对中性较好的相对静止的联结。



# 4、配合公差 $T_f = T_h + T_s$

配合公差——允许间隙或过盈的变动量。

- 1、间隙配合:  $T_f = X_{\max} - X_{\min}$
  - 2、过盈配合:  $T_f = Y_{\min} - Y_{\max}$
  - 3、过渡配合:  $T_f = X_{\max} - Y_{\max}$
- } =  $T_h + T_s$

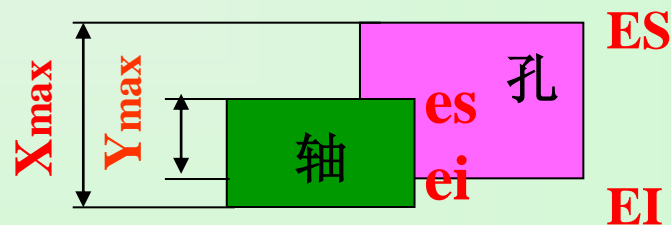


## 4、配合公差 $T_f = T_h + T_s$

配合公差——允许间隙或过盈的变动量。

- 1、间隙配合:  $T_f = X_{\max} - X_{\min}$
  - 2、过盈配合:  $T_f = Y_{\min} - Y_{\max}$
  - 3、过渡配合:  $T_f = X_{\max} - Y_{\max}$
- }  $= T_h + T_s$

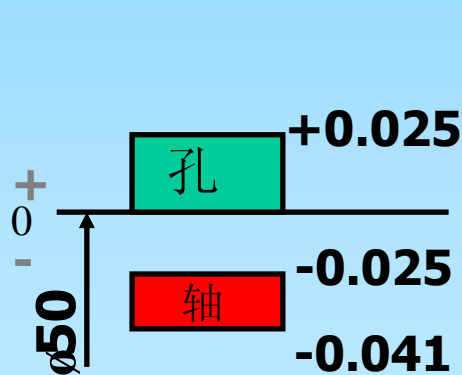
$$\begin{aligned} T_f &= X_{\max} - Y_{\max} \\ &= (ES - ei) - (EI - es) \\ &= (ES - EI) + (es - ei) \\ &= T_h + T_s \end{aligned}$$



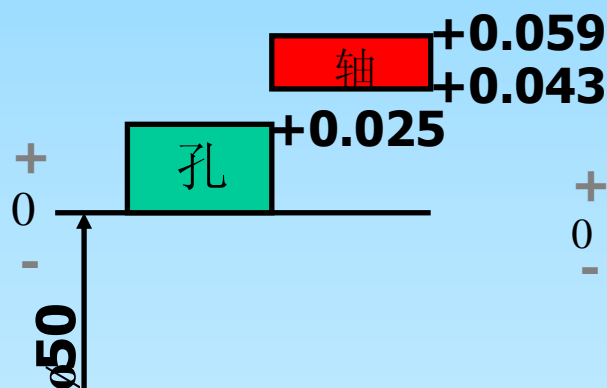
# 例题



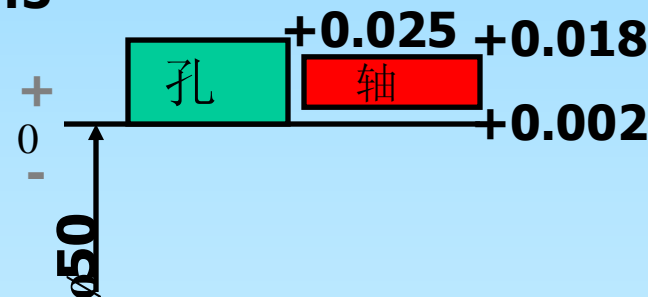
计算：孔  $\Phi 50_0^{+0.025}$  mm 分别与轴  $\Phi 50_{-0.041}^{-0.025}$  mm、轴  $\Phi 50_{+0.043}^{+0.059}$  mm、轴  $\Phi 50_{+0.002}^{+0.018}$  mm 形成配合，试画出配合的孔和轴公差带图，说明配合类别，并求出特征参数及配合公差。



间隙配合



过盈配合



过渡配合



# 计算

解:

间隙配合

轴  $+0.059$   
 $+0.043$

孔  $+0.025$   
 $0$   
轴  $-0.025$   
 $-0.041$

轴  $+0.018$   
 $+0.002$

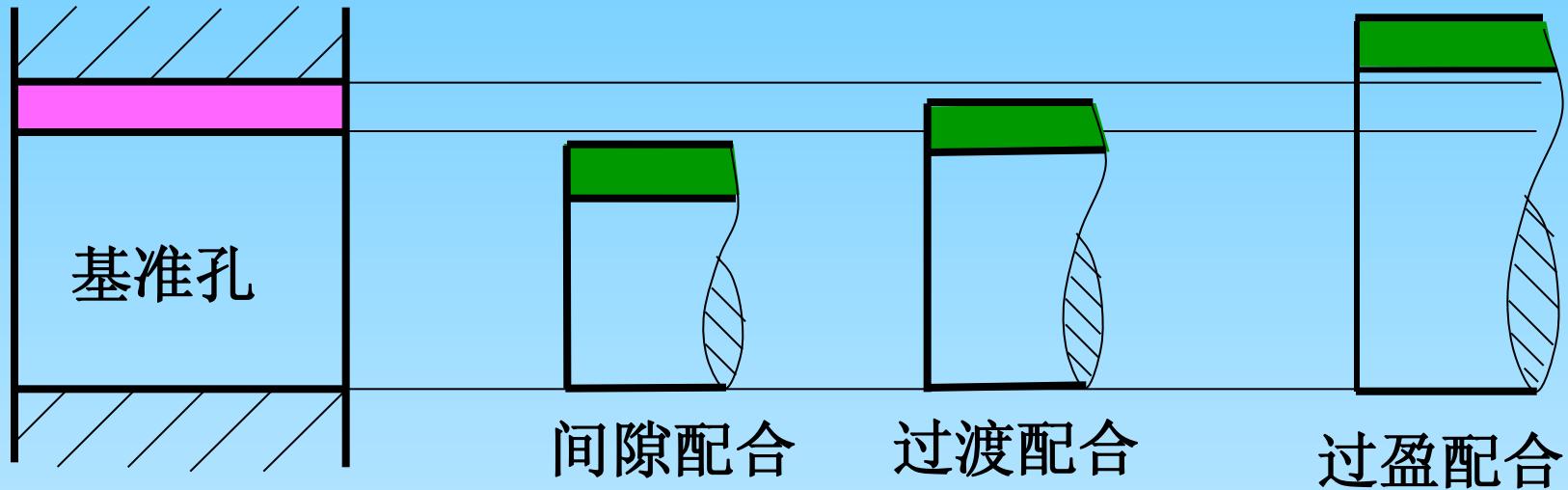
过盈配合

过渡配合

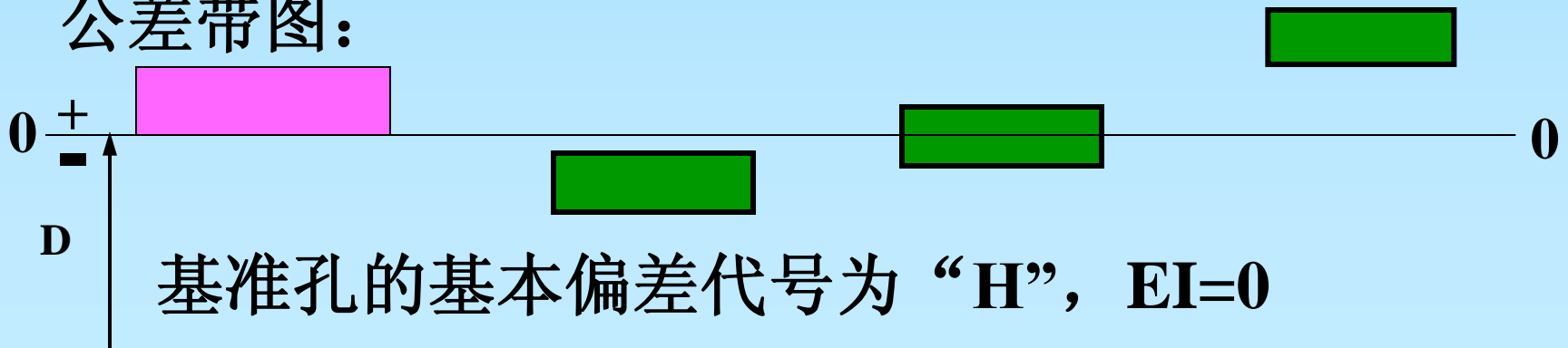
- (1) { 最大间隙  $X_{\max} = ES - ei = +0.025 - (-0.041) = +0.066 \text{ mm}$   
最小间隙  $X_{\min} = EI - es = 0 - (-0.025) = +0.025 \text{ mm}$   
配合公差  $T_f = |X_{\max} - X_{\min}| = | +0.066 - (+0.025) | = 0.041 \text{ mm}$
- (2) { 最大过盈  $Y_{\max} = EI - es = 0 - (+0.059) = -0.059 \text{ mm}$   
最小过盈  $Y_{\min} = ES - ei = +0.025 - (+0.043) = -0.018 \text{ mm}$   
配合公差  $T_f = |Y_{\min} - Y_{\max}| = | -0.018 - (-0.059) | = 0.041 \text{ mm}$
- (3) { 最大间隙  $X_{\max} = ES - ei = +0.025 - (+0.002) = +0.023 \text{ mm}$   
最大过盈  $Y_{\max} = EI - es = 0 - (+0.018) = -0.018 \text{ mm}$   
配合公差  $T_f = |X_{\max} - Y_{\max}| = | +0.023 - (-0.018) | = 0.041 \text{ mm}$

配合制：同一极限制的孔和轴组成配合的一种制度。

5、基孔制配合——基本偏差为一定孔的公差带，与不同基本偏差轴的公差带形成各种配合的一种制度。



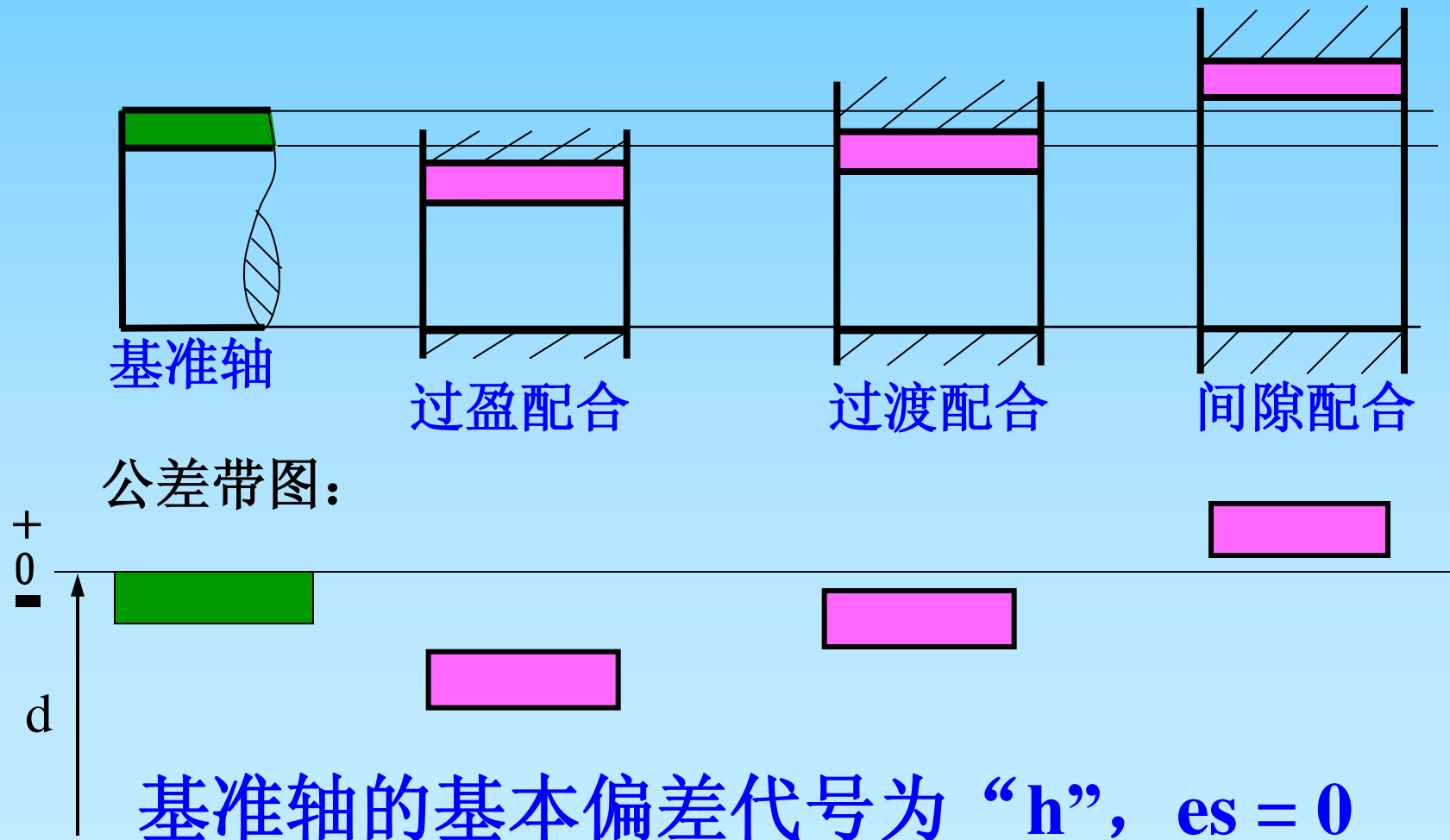
公差带图：



基准孔的基本偏差代号为“H”， $EI=0$

基本偏差为一定的**轴**的公差带，与不同

## 6、基**轴**制配合——基本偏差的**孔**的公差带形成各种配合的一种制度。



# 一 标准公差 T (standard tolerance)

国家标准所规定的公差值

$$T = a \times i$$

其中：a——标准公差等级系数

i——标准公差因子



## 二 标准公差因子 $i$ (*standard tolerance factor*)

请比较以下轴精度的高低

$$\Phi 50 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.016 \end{smallmatrix}$$

$$T_1 = 16 \mu\text{m}$$

$$\Phi 50 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.025 \end{smallmatrix}$$

$$T_2 = 25 \mu\text{m}$$

$$\Phi 80 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.030 \end{smallmatrix}$$

$$T_3 = 30 \mu\text{m}$$

在公称尺寸不大于500mm的尺寸段内

$$i = 0.45 \sqrt[3]{D} + 0.001D \quad (\mu\text{m})$$

式中  $D$  —— 公称尺寸 ( $\text{mm}$ )

### 三、标准公差等级系数 a

为了满足零件对尺寸精度的不同要求，国标将标准公差分为**20个公差等级**，用**IT与阿拉伯数字**组成即：

**IT01、IT0、IT1、IT2...、IT18**

从IT01至IT18等级依次降低，标准公差值依次增大。

IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	...	IT18
10i	16i	25i	40i	64i	100i	160i	...	2500i
a	a	a	a	a	a	a		a

a符合优先数系 **R5**

# 标准公差数值的计算

公差等级	公式	公差等级	公式	公差等级	公式
<b>IT01</b>	<b><math>0.3+0.008D</math></b>	<b>IT6</b>	<b><math>10i</math></b>	<b>IT13</b>	<b><math>250 i</math></b>
<b>IT0</b>	<b><math>0.5+0.012D</math></b>	<b>IT7</b>	<b><math>16i</math></b>	<b>IT14</b>	<b><math>400 i</math></b>
<b>IT1</b>	<b><math>0.8+0.020D</math></b>	<b>IT8</b>	<b><math>25i</math></b>	<b>IT15</b>	<b><math>640 i</math></b>
<b>IT2</b>	<b><math>(IT1)(IT5/IT1)^{1/4}</math></b>	<b>IT9</b>	<b><math>40i</math></b>	<b>IT16</b>	<b><math>1000 i</math></b>
<b>IT3</b>	<b><math>(IT1)(IT5/IT1)^{2/4}</math></b>	<b>IT10</b>	<b><math>64i</math></b>	<b>IT17</b>	<b><math>1600 i</math></b>
<b>IT4</b>	<b><math>(IT1)(IT5/IT1)^{3/4}</math></b>	<b>IT11</b>	<b><math>100i</math></b>	<b>IT18</b>	<b><math>2500 i</math></b>
<b>IT5</b>	<b><math>7 i</math></b>	<b>IT12</b>	<b><math>160i</math></b>		

# 四 尺寸分段

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

公差等级相同而D相近的公差数值差别不大，因此，国标将公称尺寸分为若干段。

$$\text{---}3 \quad D = \sqrt{1 \times 3}$$

$$>3\text{---}6 \quad D = \sqrt{3 \times 6}$$

$$>6\text{---}10 \quad D = \sqrt{6 \times 10}$$

$$>10\text{---}18 \quad D = \sqrt{10 \times 18}$$

$$D_j = \sqrt{D_{\text{首}} \times D_{\text{末}}}$$





# 四 尺寸分段

查表求公称尺寸分别为15、50、70、80

的IT7的公差值？

$$T_1 = 18 \mu\text{m}$$

$$T_2 = 25 \mu\text{m}$$

$$T_3 = 30 \mu\text{m}$$

$$T_4 = 30 \mu\text{m}$$

$$\Phi 50 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.016 \end{smallmatrix}$$

$$T_1 = 16 \mu\text{m}$$

$$IT6 = 16 \mu\text{m}$$

$$\Phi 50 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.025 \end{smallmatrix}$$

$$T_2 = 25 \mu\text{m}$$

$$IT7 = 25 \mu\text{m}$$

$$\Phi 80 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.030 \end{smallmatrix}$$

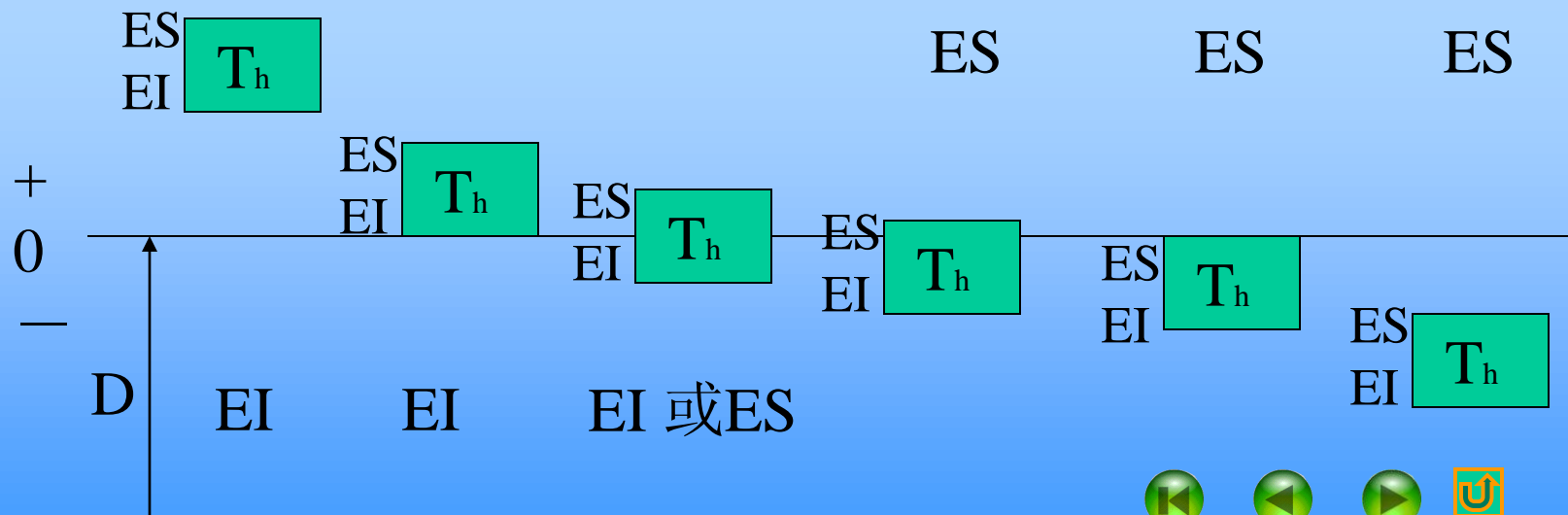
$$T_3 = 30 \mu\text{m}$$

$$IT7 = 30 \mu\text{m}$$



### 第三节 基本偏差系列

**基本偏差** (*fundamental deviation*) —— 是指国家标准所规定的上偏差或下偏差，它一般为**靠近**零线或**位于**零线的那个极限偏差。



# 一 基本偏差代号



为了满足各种不同松紧程度的配合需要，同时尽量减少配合种类，以利于互换，国标对孔和轴分别规定了28种基本偏差，用拉丁字母表示。

孔用大写字母，轴用小写字母。

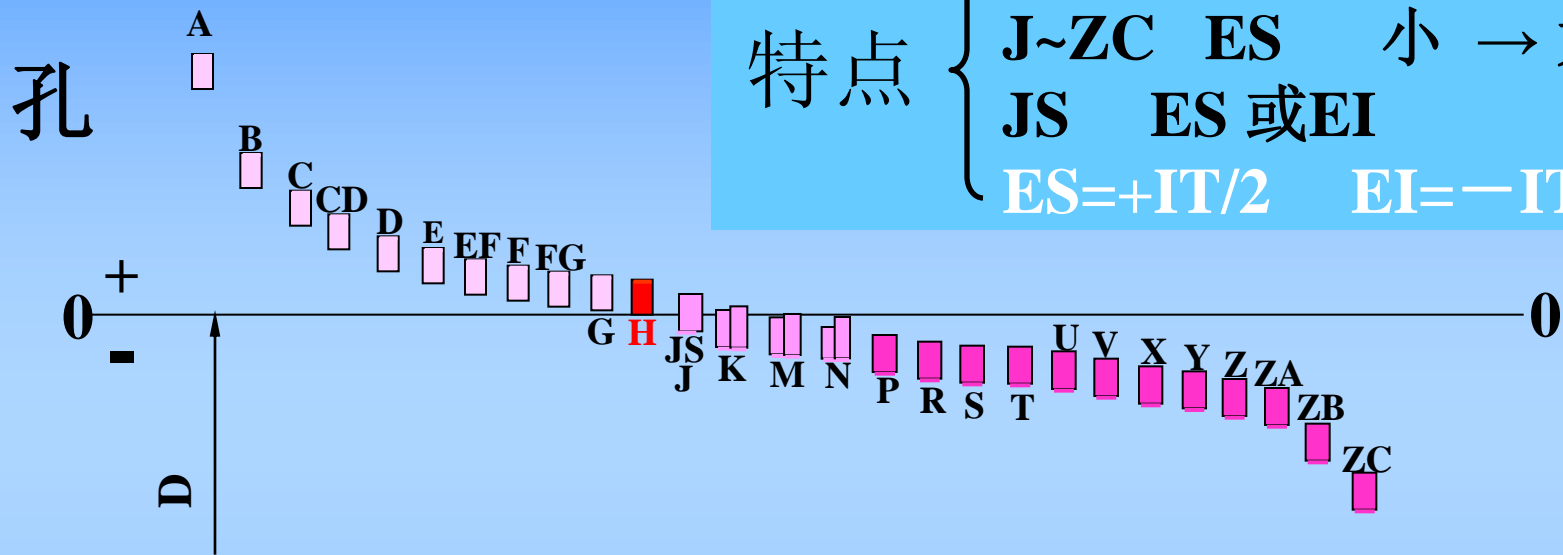
$$28 = 26 - 5 + 7$$

在26个拉丁字母中：

去掉5个易混字母（孔I、L、O、Q、W；轴i、l、o、q、w）

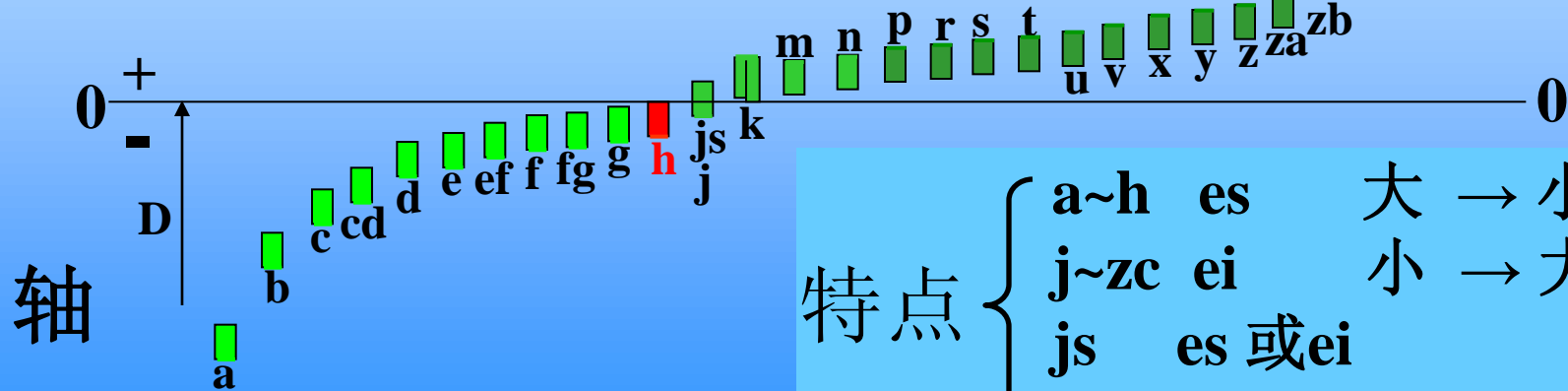
加上7组双写字母（孔CD、EF、FG、JS、ZA、ZB、ZC；  
轴 cd、ef、fg、js、za、zb、zc）

# 二 孔和轴的基本偏差系列



特点 {

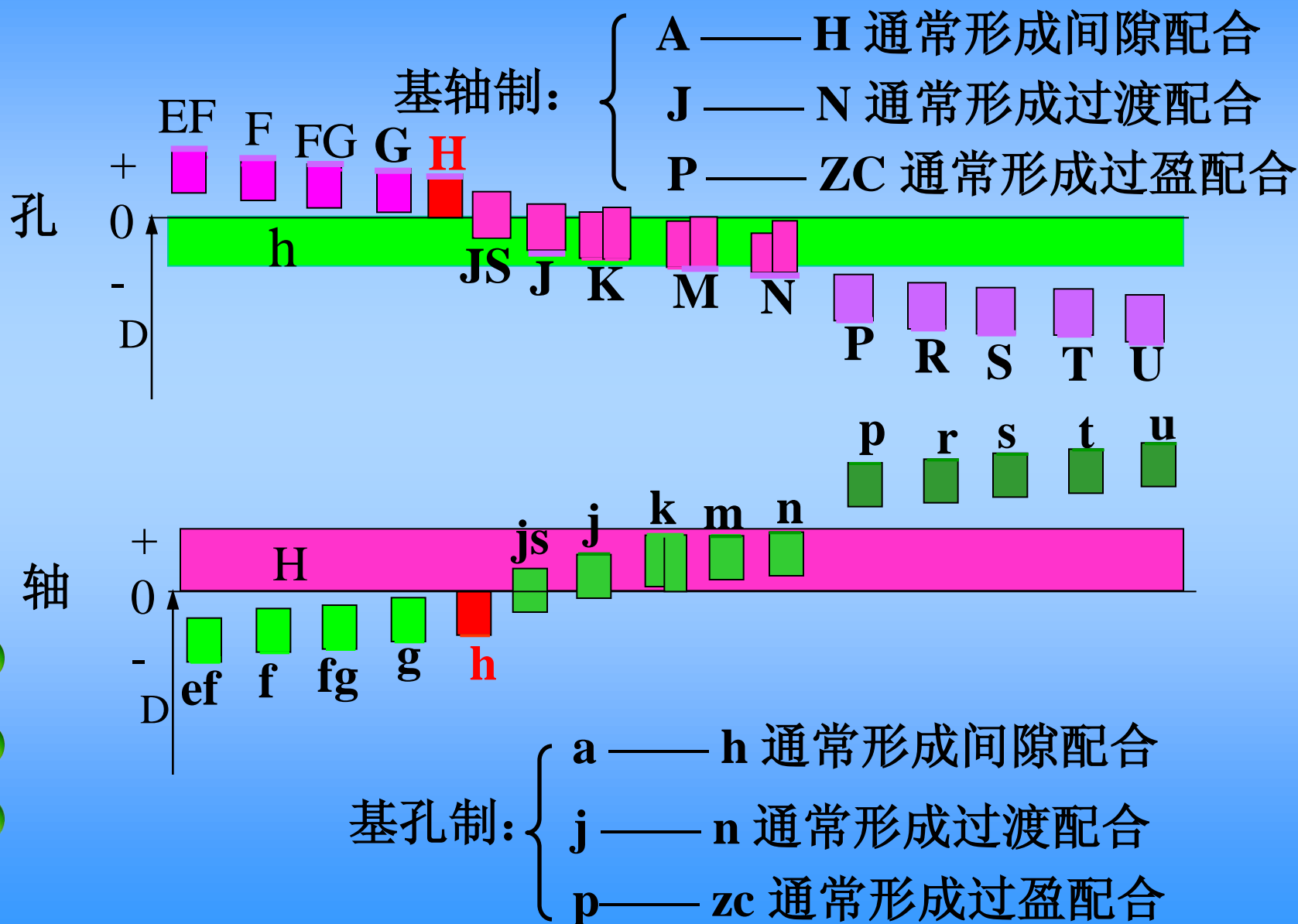
- A~H EI 大 → 小
- J~ZC ES 小 → 大
- JS ES 或 EI
- $ES = +IT/2$   $EI = -IT/2$



特点 {

- a~h es 大 → 小
- j~zc ei 小 → 大
- js es 或 ei
- $es = +IT/2$   $ei = -IT/2$

# 三 各种基本偏差所形成配合的特征



# 五 轴的基本偏差的确定

以基孔制为基础，由统计和经验得到。

例：利用标准公差数值表和轴的基本偏差数值表，确定 $\Phi 50f6$ 轴的极限偏差数值。

解：查得 $IT6 = 16\mu m$ ； $es = -25\mu m$

所以 $ei = es - IT6 = (-25) - 16 = -41\mu m$

在图样上可标注为 $\Phi 50f6 \left( \begin{smallmatrix} -0.025 \\ -0.041 \end{smallmatrix} \right) mm$

# 六 孔的基本偏差的确定

由同名代号轴的基本偏差换算而得。

换算规则：同名代号配合性质相同

$\Phi 25H8/f8$  和  $\Phi 25F8/h8$

$\Phi 50H7/p6$  和  $\Phi 50P7/h6$



**例题1：**试确定 $\Phi 45H7/t6$ 和 $\Phi 45T7/h6$ 孔、轴的极限偏差数值。

解：查表得  $T_h = IT7 = 25 \mu m$ ,  $T_s = IT6 = 16 \mu m$

t的基本偏差  $ei = +54 \mu m$

(1)  $\Phi 45H7/t6$

$$\Phi 45H7 \left( \begin{smallmatrix} +0.025 \\ 0 \end{smallmatrix} \right) \quad EI = 0, \quad ES = EI + IT7 = +25 \mu m$$

$$\Phi 45t6 \left( \begin{smallmatrix} +0.070 \\ +0.054 \end{smallmatrix} \right) \quad ei = +54 \mu m, \quad es = ei + IT6 = +70 \mu m$$

(2)  $\Phi 45T7/h6$

$$\Phi 45h6 \left( \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.016 \end{smallmatrix} \right) \quad es = 0, \quad ei = es - IT6 = 0 - 0.016 = -16 \mu m$$

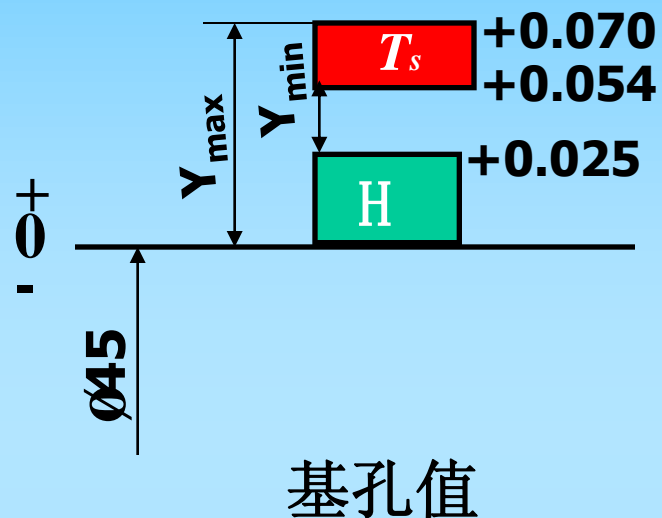
$$\Phi 45T7 \left( \begin{smallmatrix} -0.045 \\ -0.070 \end{smallmatrix} \right)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 1. \text{计算法} \left\{ \begin{array}{l} ES = -ei + \Delta = -ei + (T_h - T_s) = -54 + (25 - 16) = -45 \mu m \\ EI = ES - T_h = ES - IT7 = -45 - 25 = -70 \mu m \end{array} \right. \\ 2. \text{查表法} \left\{ \begin{array}{l} ES = -54 + \Delta = -54 + 9 = -45 \mu m \\ EI = ES - T_h = ES - IT7 = -45 - 25 = -70 \mu m \end{array} \right. \\ 3. \text{作图法} \end{array} \right.$$

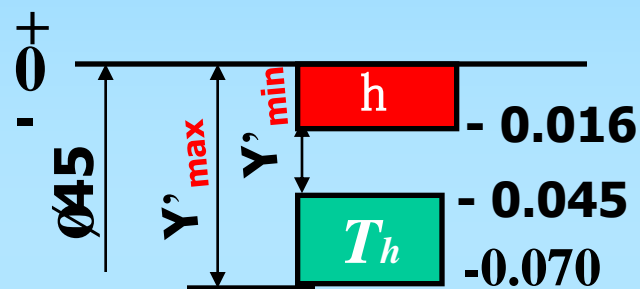




### (3)公差带图



基轴值



$$Y'_{\min} = Y_{\min} = -0.029 \text{ mm}$$

$$Y'_{\max} = Y_{\max} = -0.070 \text{ mm}$$

# 第四节 常用公差带和配合

标准公差（大小） 20级

基本偏差（位置） $\left\{ \begin{array}{l} \text{孔 } (28 - 1) \times 20 + 3 = 543 \\ \text{轴 } (28 - 1) \times 20 + 4 = 544 \end{array} \right\}$  配合30多万

- 1、制造麻烦
- 2、品种多
- 3、不利于专业化生产



# 第四节 常用公差带和配合

本节结构：

一、孔的常用公差带

二、轴的常用公差带

三、基孔制的优先、常用配合

四、基轴制的优先、常用配合

五、公差与配合在图样上的标注



## 一、孔的常用公差带

红色的是优先公差带, 蓝色所围部分为常用公差带.

[illegible]
$$543 \rightarrow 105 \rightarrow 44 \rightarrow 13$$


## 二、轴的常用公差带

红色的是优先公差带, 蓝色所围部分为常用公差带.

[illegible]
$$544 \rightarrow 116 \rightarrow 59 \rightarrow 13$$


### 三、基孔制的优先、常用配合 (59 → 13)

基准孔	轴 (红色为优先配合)																					
	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			$\frac{H10}{c9}$	$\frac{H10}{d9}$				$\frac{H10}{h9}$														
H11	$\frac{H11}{a11}$	$\frac{H11}{b11}$	$\frac{H11}{c11}$	$\frac{H11}{d11}$				$\frac{H11}{h11}$														
H12		$\frac{H12}{b12}$						$\frac{H12}{h12}$														



## 四、基孔制、基轴制的优先、常用配合

### 1、在基孔制常用、优先配合中：

当轴的标准公差值  $\leq IT7$  级时，是与低一级的基准孔相配合； $\geq IT8$  时，与同级基准孔相配合。

### 2、在基轴制常用、优先配合中：

当孔的标准公差值  $\leq IT8$  级时，是与高一级的基准轴相配合； $\geq IT8$  时，与同级基准轴相配合。

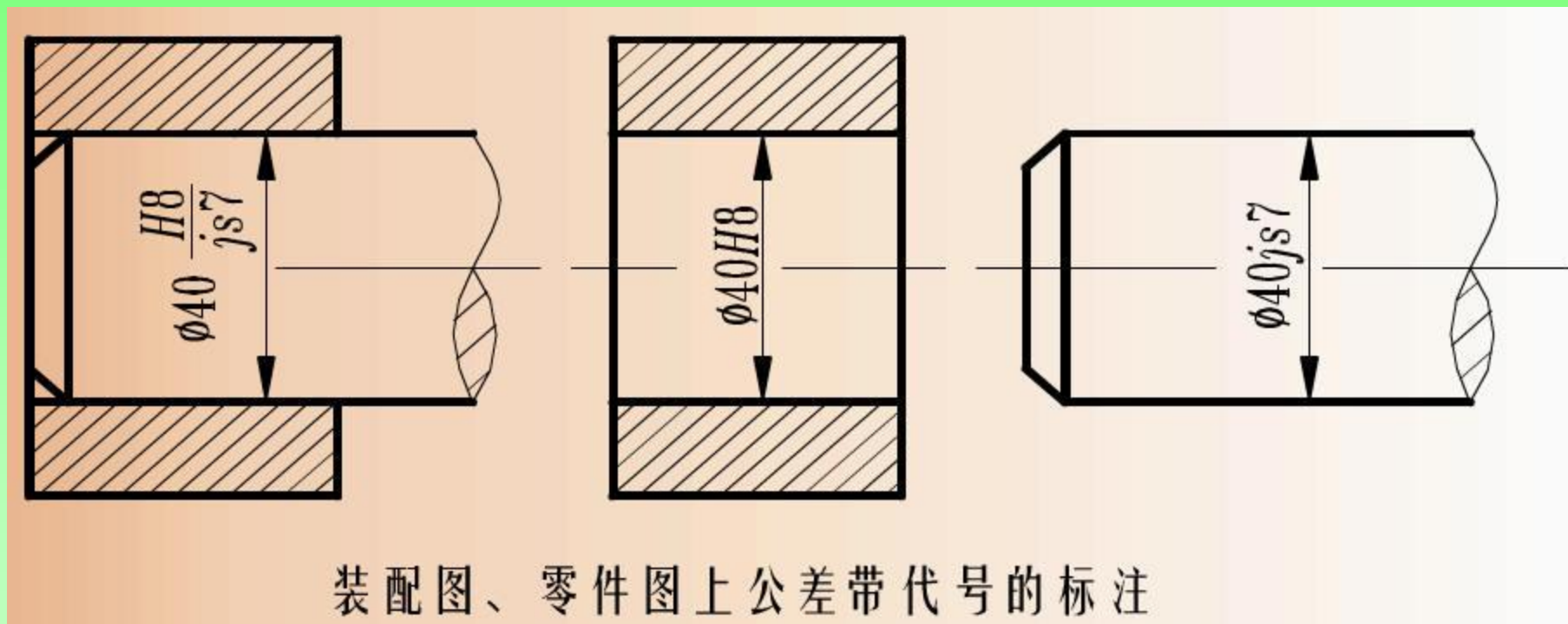
# 四、基轴制的优先、常用配合 (47→13)

基准轴	孔 (红色为优先配合)																				
	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							
h5						$\frac{F6}{h5}$	$\frac{G6}{h5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{JS6}{h5}$	$\frac{K6}{h5}$	$\frac{M6}{h5}$	$\frac{N6}{h5}$	$\frac{P6}{h5}$	$\frac{R6}{h5}$	$\frac{S6}{h5}$	$\frac{T6}{h5}$					
h6						$\frac{F7}{h6}$	$\frac{G7}{h6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{JS7}{h6}$	$\frac{K7}{h6}$	$\frac{M7}{h6}$	$\frac{N7}{h6}$	$\frac{P7}{h6}$	$\frac{R7}{h6}$	$\frac{S7}{h6}$	$\frac{T7}{h6}$	$\frac{U7}{h6}$				
h7					$\frac{E8}{h7}$	$\frac{F8}{h7}$		$\frac{H8}{h7}$	$\frac{JS8}{h7}$	$\frac{K8}{h7}$	$\frac{M8}{h7}$	$\frac{N8}{h7}$									
h8				$\frac{D8}{h8}$	$\frac{E8}{h8}$	$\frac{F8}{h8}$		$\frac{H8}{h8}$													
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		$\frac{B12}{h12}$						$\frac{H12}{h12}$													





# 五、公差与配合在图样上的标注



# 1. 在装配图上的标注

标注形式为：

公称尺寸  $\frac{\text{孔的基本偏差代号、公差等级}}{\text{轴的基本偏差代号、公差等级}}$

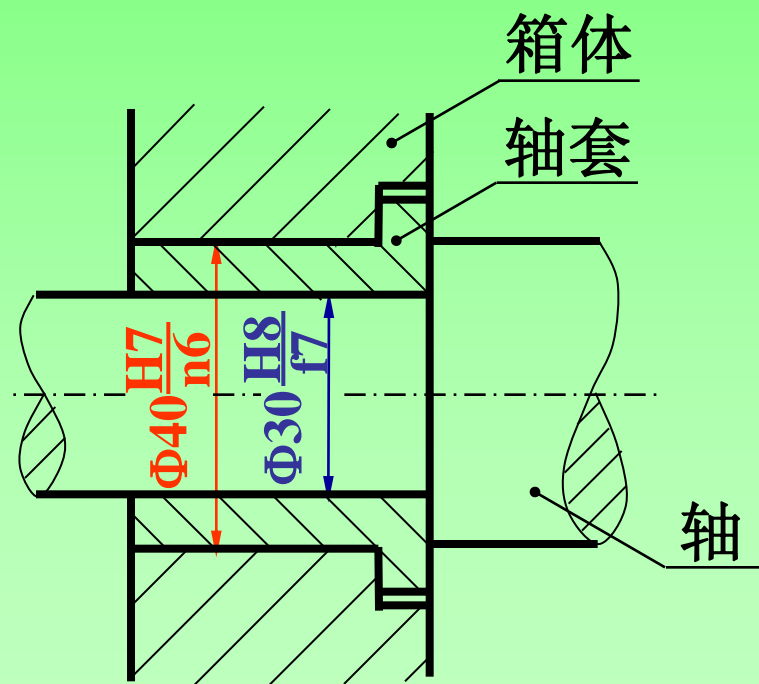
采用基孔制时，分子为

基准孔代号 **H** 及公差等级。

例如：

$\Phi 30 \frac{\text{H8}}{\text{f7}}$  基孔制间隙配合

$\Phi 40 \frac{\text{H7}}{\text{n6}}$  基孔制过渡配合



采用基轴制时，分母为基准轴代号 **h**

及公差等级。

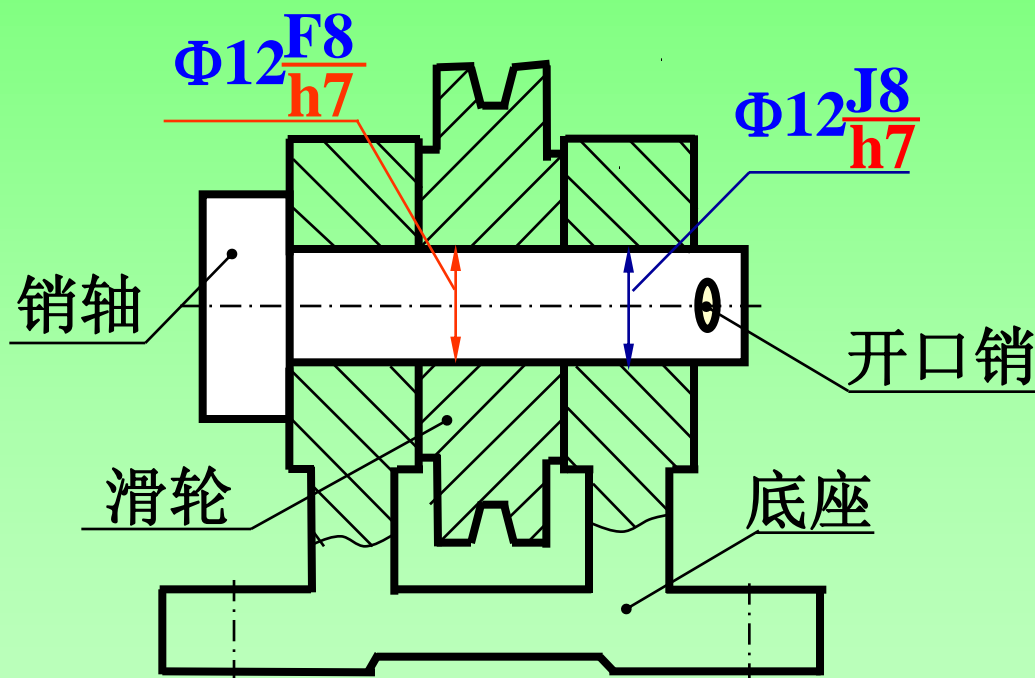
例如：

$\Phi 12 \frac{\text{F8}}{\text{h7}}$

基轴制间隙配合

$\Phi 12 \frac{\text{J8}}{\text{h7}}$

基轴制过渡配合



除前面讲的基本标注形式外，还可采用下面的一些标注形式。

$$\longleftrightarrow \Phi 30 \frac{H8}{f7} \longrightarrow$$

借用尺寸线作为分数线

$$\longleftrightarrow \Phi 30 \text{ H8/f7} \longrightarrow$$

用斜线作分数线

$$\begin{array}{c} \longleftrightarrow \Phi 30 \frac{+0.033}{0} \longrightarrow \\ \Phi 30 \frac{-0.020}{-0.041} \end{array}$$

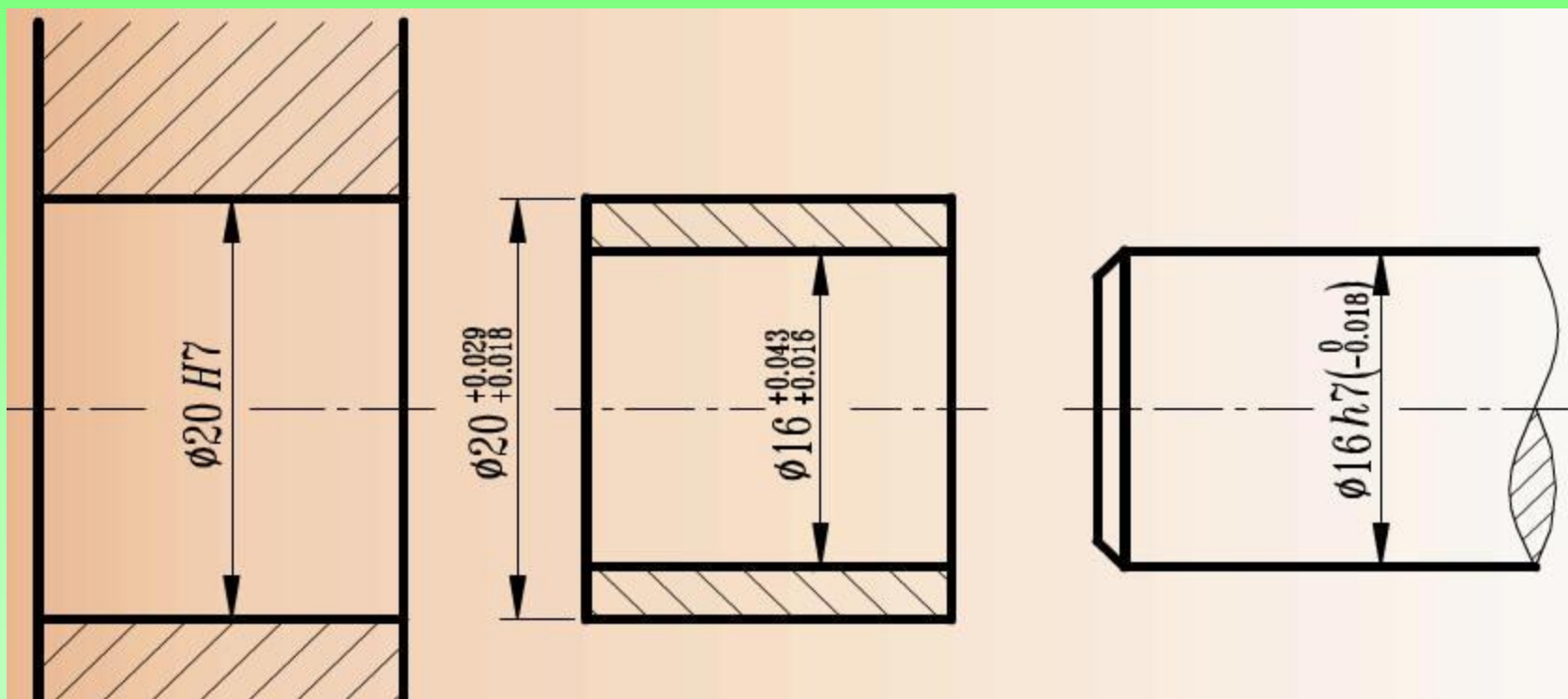
标注上、下偏差值

$$\longleftrightarrow \Phi 30 \frac{+0.033}{0} \frac{-0.020}{-0.041} \longrightarrow$$

借用尺寸线作为分数线

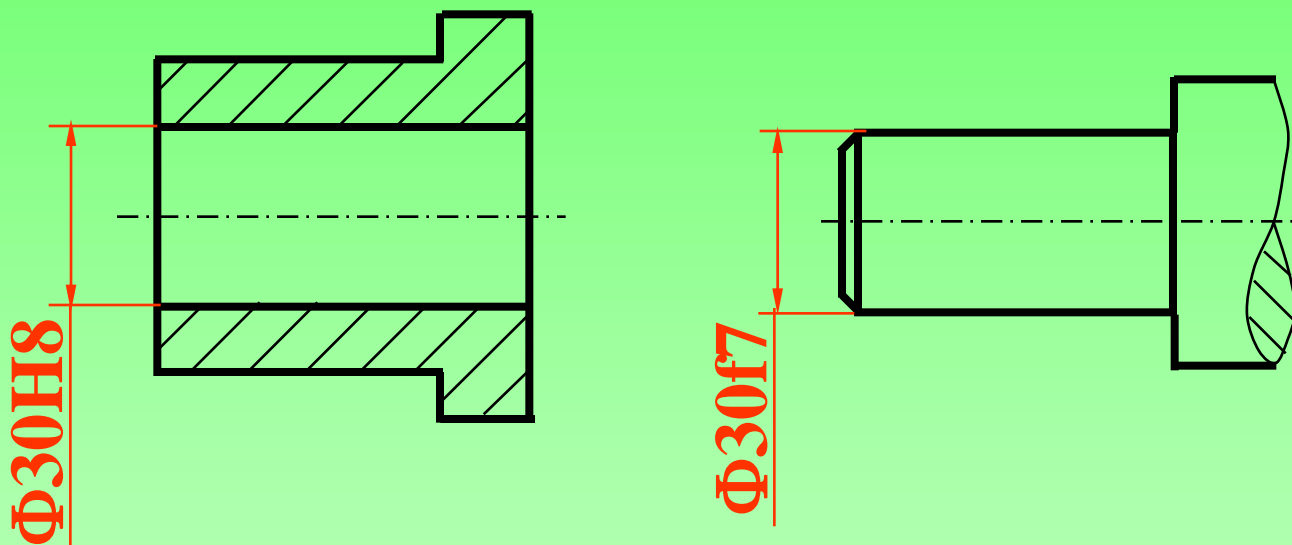


## 2. 在零件图上的标注



## 2. 在零件图上的标注（续）

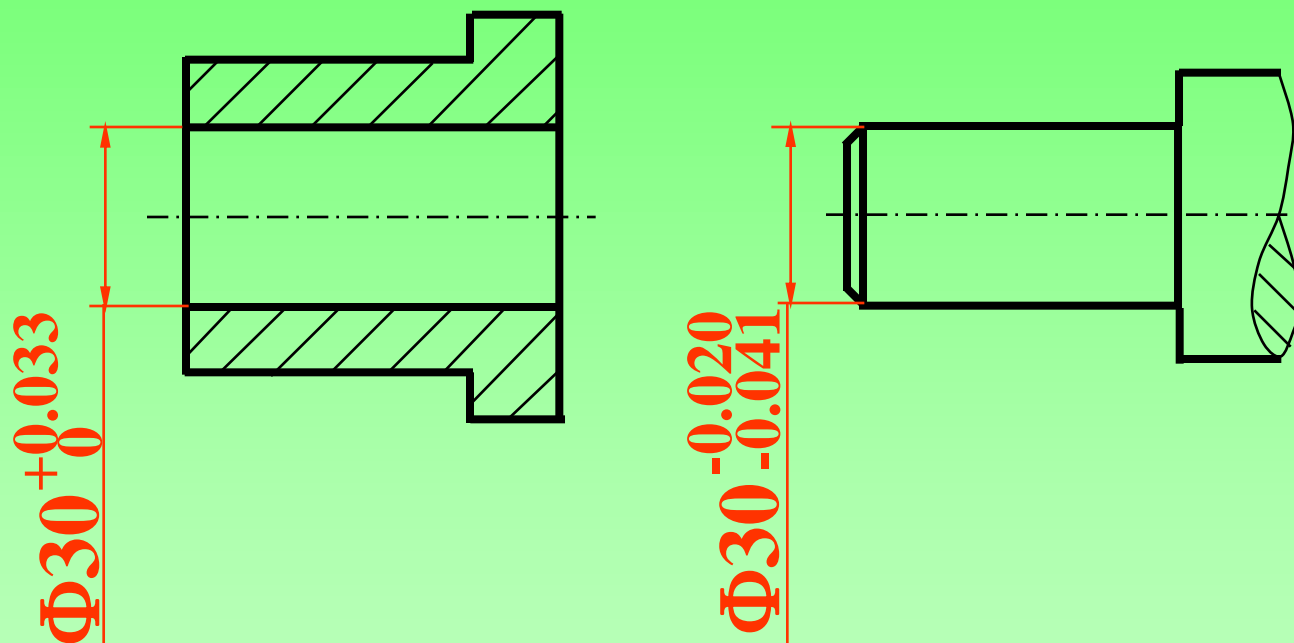
(1) 在公称尺寸后注出基本偏差代号和公差等级。



配合精度明确，标注简单，但数值不直观。

适用于量规检测尺寸的大批量生产。

(2) 在公称尺寸后，注出公称尺寸及  
上、下偏差值（常用方法）

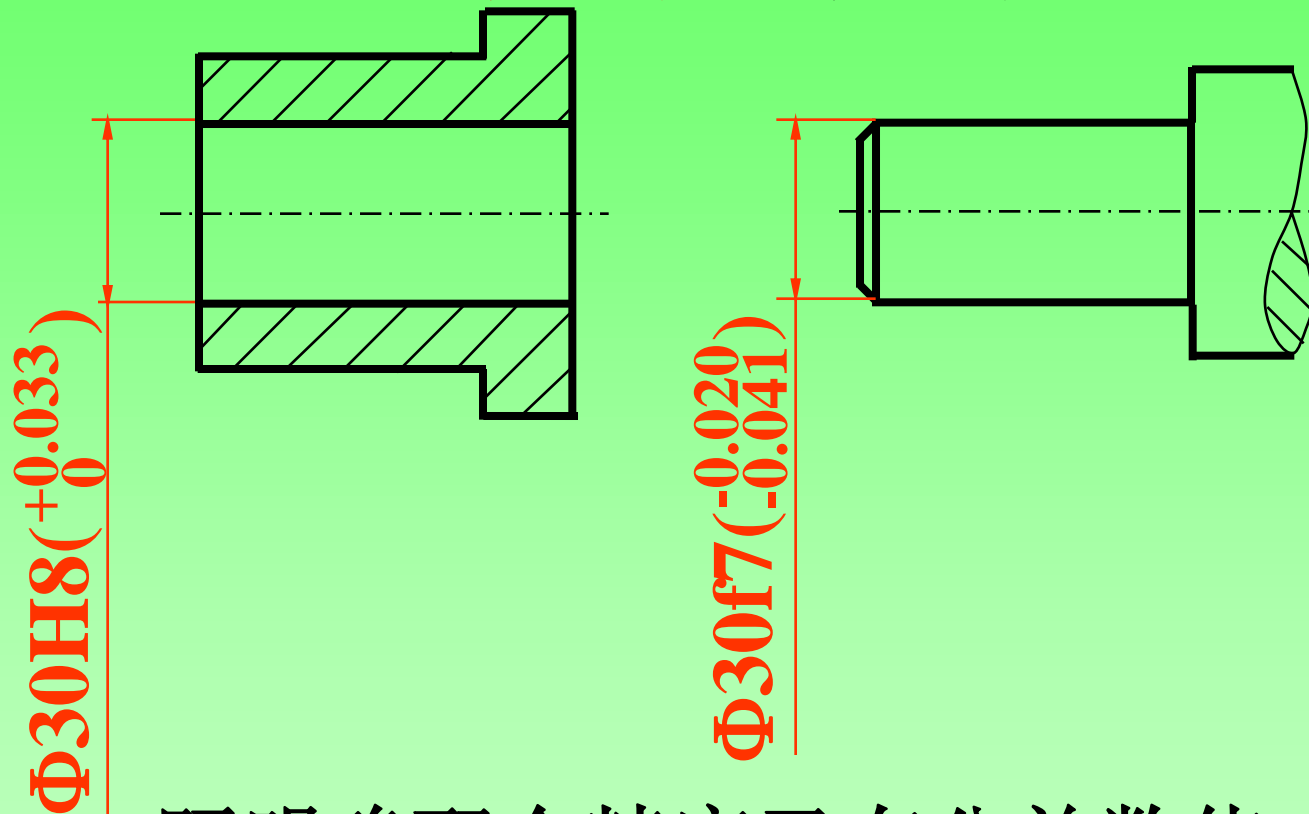


数值直观，用万能量具检测方便。

单件及小批生产用此法较多。



(3) 在公称尺寸后，注出基本偏差代号、公差等级及上、下偏差值，偏差值要加上括号。

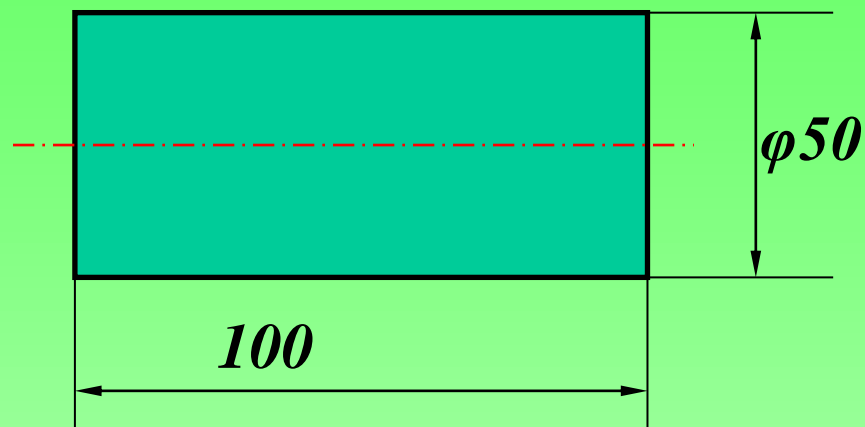


既明确配合精度又有公差数值。

适用于生产规模不确定的情况或量规不全。



### 3、线性尺寸的未注公差



分类 {

- f级（精密级）
- m级（中等级）
- c级（粗糙级）
- v级（最粗糙级）

未注公差是指在车间普通工艺条件下，机床设备一般加工能力可保证的公差。

技术要求：

- 1、 .....
- 2、 未注公差尺寸按GB/T1804-m
- 3、 .....

不论孔和轴还是长度尺寸，其极限偏差的取值都采用对称分布的公差带。

# 设计题

某孔、轴采用基孔制配合，公称尺寸为 $\phi 90\text{mm}$ ，配合要求的过盈量为 $-15\mu\text{m} \sim -75\mu\text{m}$ ，试确定配合代号、画出公差带图，并在装配图上标注配合代号，在零件图上标注孔、轴的尺寸公差要求。

（注：大批量生产）

# 设计题 (续1)

解: 1、  $T_f = T_h + T_s = |Y_{max} - Y_{min}| = 0.060\text{mm}$

$$T_s = IT6 = 0.022\text{mm}, T_h = IT7 = 0.035\text{mm}$$

2、由选基孔制, 有  $\phi 90H7/?6$

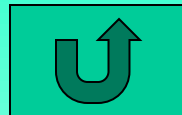
$$\begin{cases} Y_{min} = ES - ei \leq \{Y_{min}\} = -0.015\text{mm} \\ Y_{max} = EI - es \geq \{Y_{max}\} = -0.075\text{mm} \\ T_s = es - ei = 0.022\text{mm} \\ T_h = ES - EI = 0.035\text{mm} \end{cases}$$

解得:

$$\begin{cases} +0.050\text{mm} \leq ei \leq +0.053\text{mm} \\ +0.072\text{mm} \leq es \leq +0.075\text{mm} \end{cases} \quad (\text{既} ei \text{ 为基本偏差})$$

查表知  $ei = +0.051\text{mm}$  代号为  $r$

$$\text{故 } es = ei + IT6 = +0.073\text{mm}$$



# 设计题 (续2)

## 3、检验:

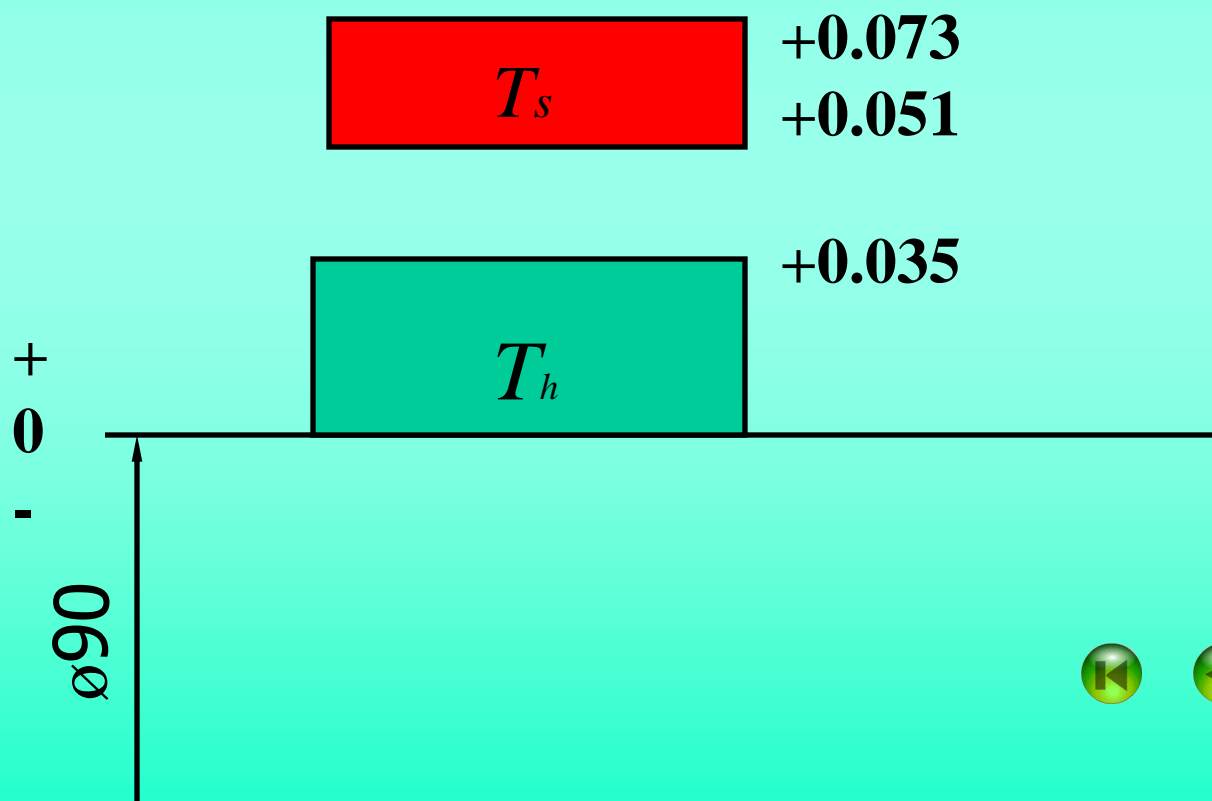
因为  $Y_{min}=ES - ei = 0.035 - 0.051 = -0.016mm$   
 $< [Y_{min}] = -0.015mm$

$$Y_{max}=EI - es = 0 - 0.073 = -0.073mm$$
$$> [Y_{max}] = -0.075mm$$

所以满足要求, 故其配合代号为 $\phi 90H7/r6$

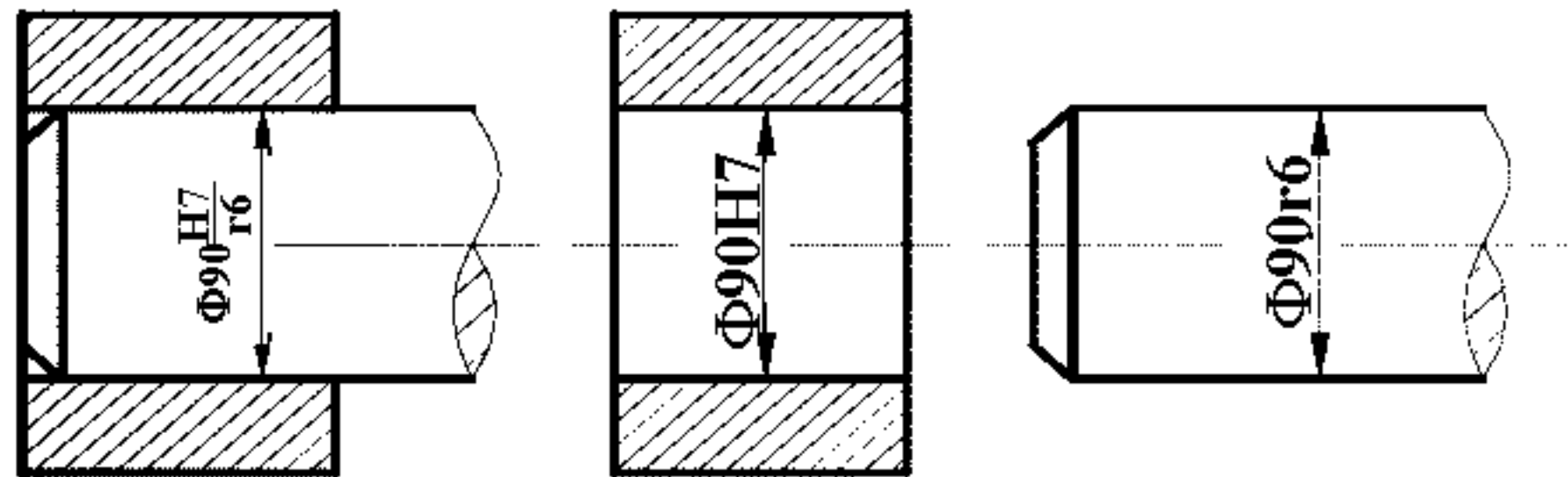
# 设计题 (续3)

## 4、画出公差带图



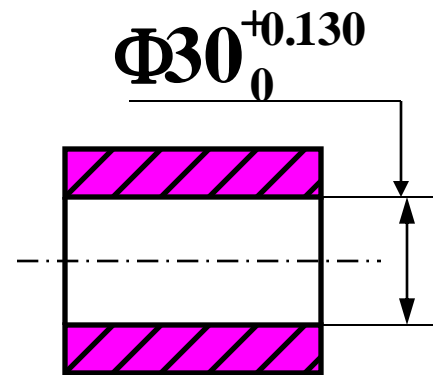
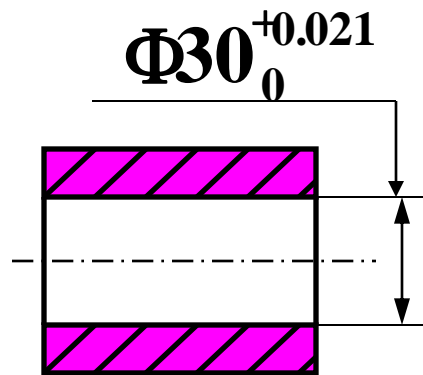
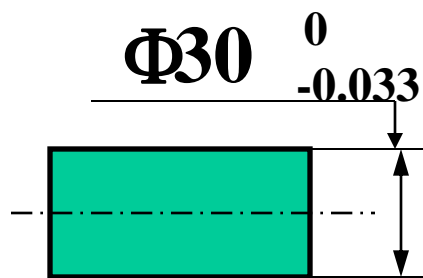
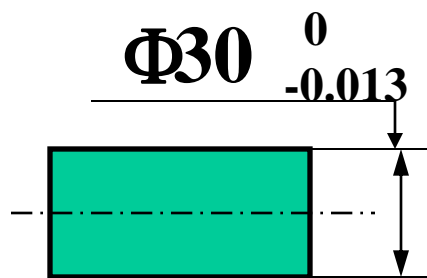
# 设计题（续4）

配合代号为 $\phi 90H7/r6$



# 第五节 公差与配合的选择

影响 { 使用精度、性能  
加工成本 } 综合效果最佳

$$T_f = T_h + T_s$$


公差等级 IT6

IT8

IT7

IT11

制造方法 磨

车

铰

钻

制造成本 高

低

高

低

使用场合 高精度  
重要配合

一般精度配合

中等精度配合

不重要配合

# 公差与配合的选择

一、基准制

二、标准公差等级

三、配合种类

# 选择方法

计算法

实验法

类比法





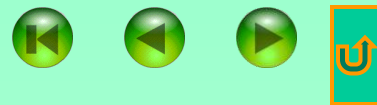
1、**计算法**——选择标准公差等级和配合种类，通常要用到相关专业理论知识，通过一些公式计算出极限间隙或过盈，可借助计算机完成。（有待于进一步完善）

2、**实验法**——主要用于对产品质量和性能有极大影响的**重要配合**，通过一定数量的实验，确定出最佳工作性能所需的极限间隙或极限过盈，这种方法**费时、费力、费用颇高**，因此**很少采用**。（最可靠、 成本高）

3、**类比法**——**经常选用**的方法，借鉴使用效果良好的**同类产品**的技术资料或参考有关资料并加以分析来确定孔、轴极限尺寸。（可靠 、 简单 、 偏于保守）


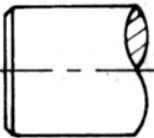
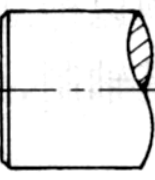

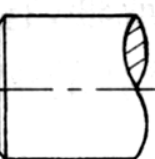
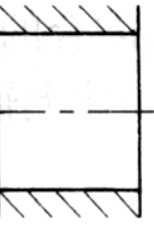

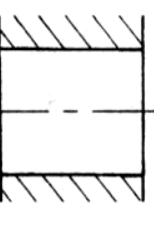
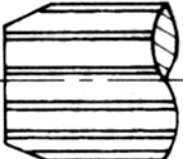
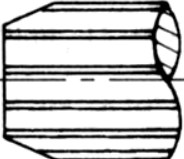
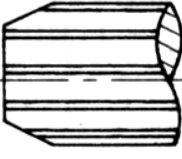
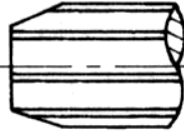
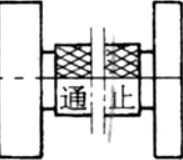
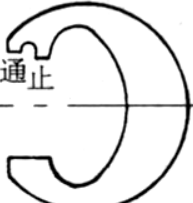

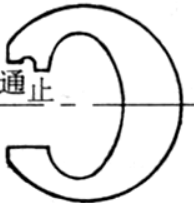
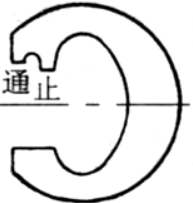
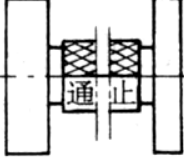
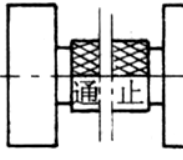
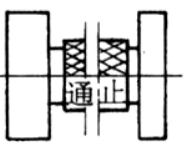


# 一、基准制的选择

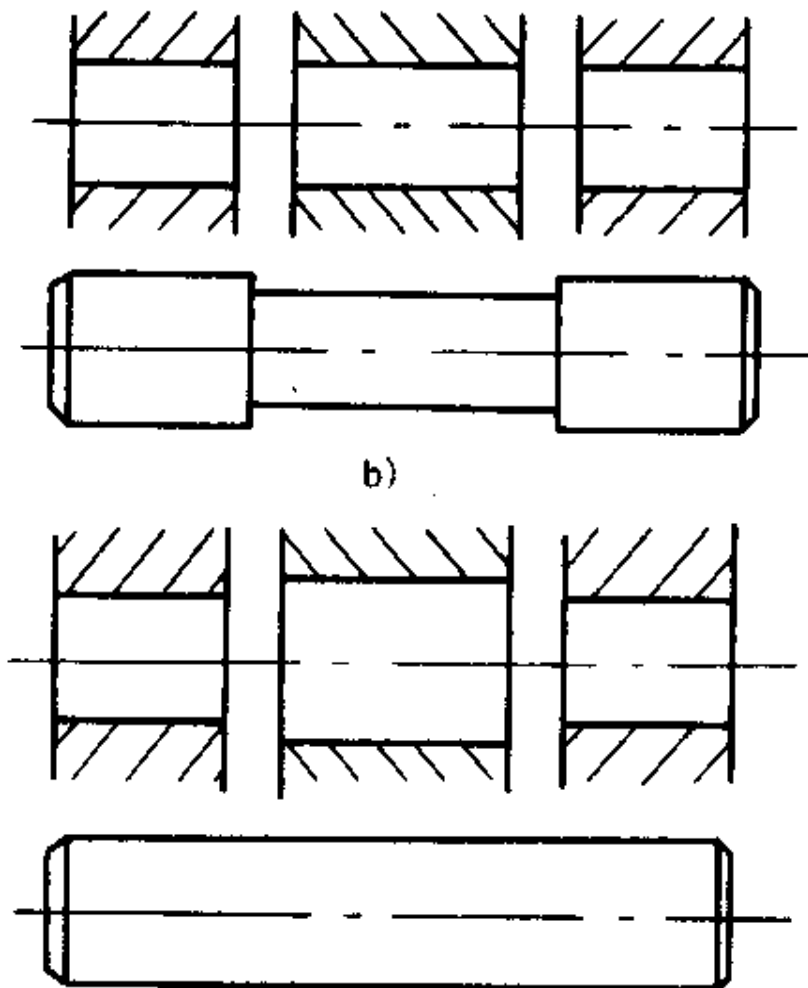
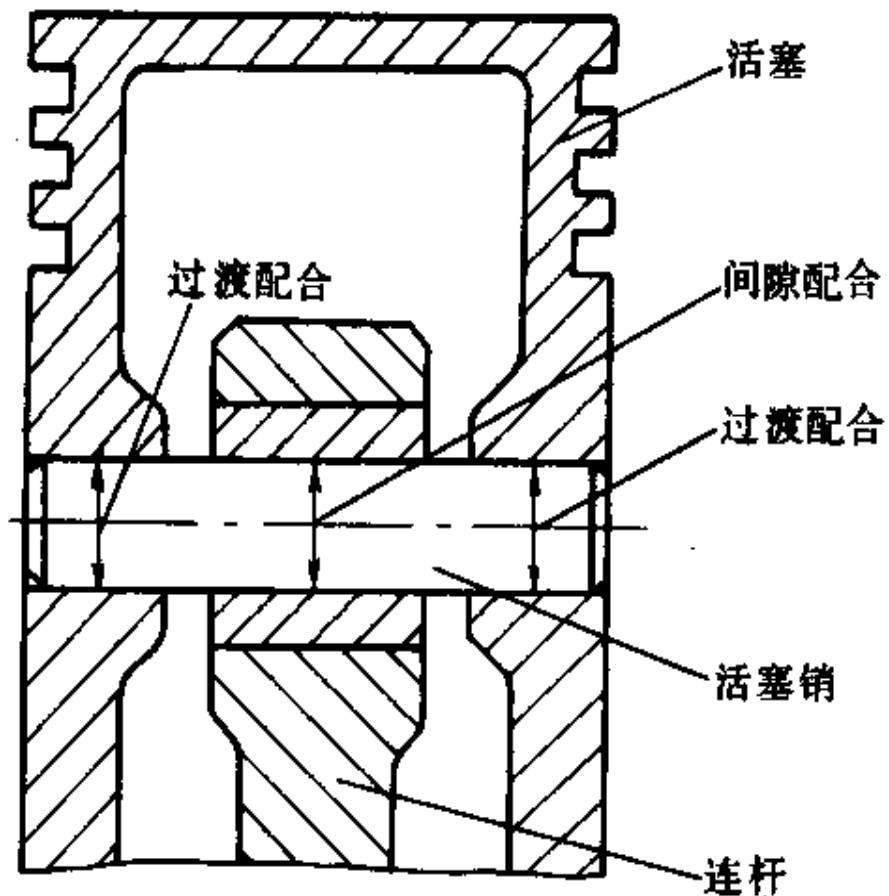


## 1、一般情况下优先选用基孔制。

表 3-5 基孔制和基轴制所需刀具和量规的比较

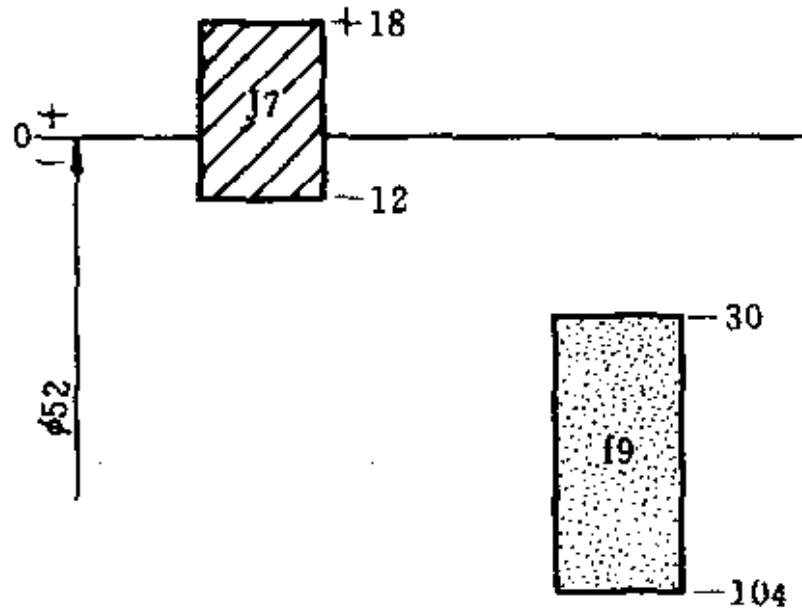
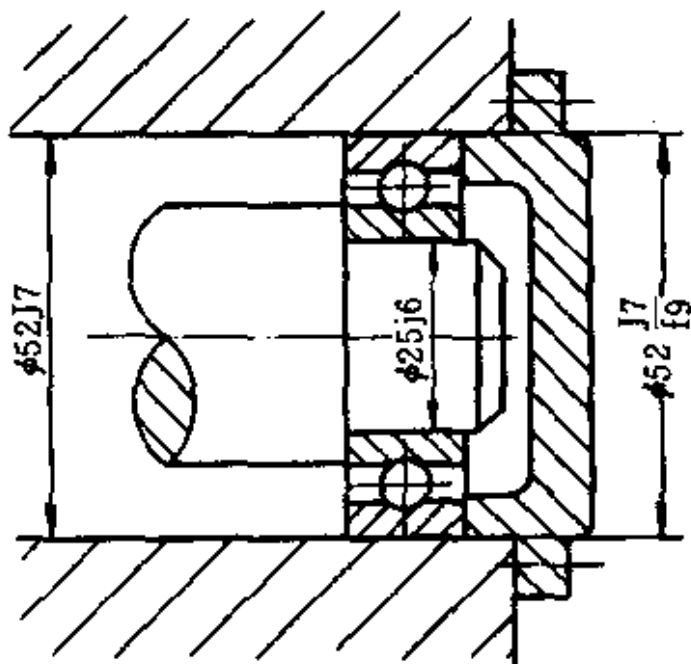
	基 孔 制				基 轴 制			
	孔	轴	轴	轴	轴	孔	孔	孔
工件								
刀具	 铰刀	车刀, 砂轮			车刀, 砂轮	 铰刀	 铰刀	 铰刀
光滑极限量规	 塞规	 卡规	 卡规	 卡规	 卡规	 塞规	 塞规	 塞规

## 2、多件配合时，基准制依结构、工艺而定

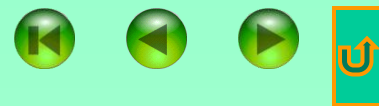


3、零件与标准件配合时，以**标准件**为基准  
选择基准制。

4、必要时采用任何适当的孔、轴公差带  
组成**非基准制**的配合。

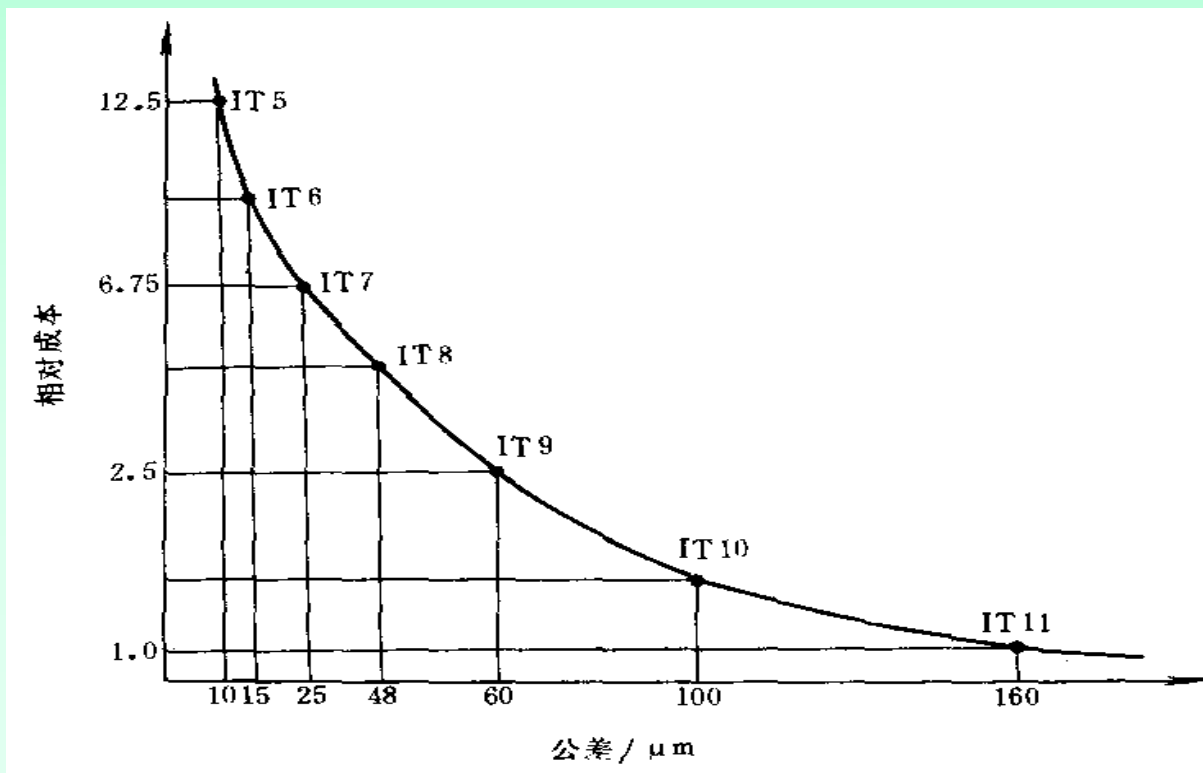


## 二、公差等级的选择



公差等级选择的基本原则是：

在满足使用性能的前提下，尽量选择较低的精度等级。



## 二、公差等级选择



### 1、了解公差等级的应用范围

IT01—IT1用于量块的尺寸公差。

IT1—IT7用于量规的尺寸公差。

IT2—IT5用于精密配合，如滚动轴承与各零件配合。

IT5—IT10用于有精度要求的重要和较重要配合。

IT10用于一般精度要求的配合。

IT11、IT12用于不重要的配合。

IT12—IT18用于非配合尺寸。

熟记IT6的轴与IT7的孔在机械制造业中的应用很广

2、同一配合中孔与轴应具有工艺等价性，即同一配合中的孔和轴的加工难易程度基本相同。

3、某些孔、轴的标准公差等级应决定于相配件或相关件的结构或精度。

4、考虑配合种类

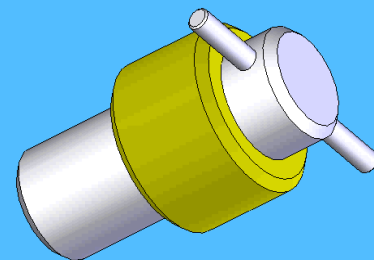
5、了解加工方法的经济加工精度

加工方法	车	镗	铣	磨	钻
经济加工精度	IT7~IT11	IT7~IT11	IT8~IT11	IT5~IT8	IT10~IT13



# 三、配合种类的选择

- 1、考虑孔、轴间是否有相对运动。
- 2、考虑孔和轴的定心精度要求。
- 3、考虑过盈配合中的受载情况。
- 4、考虑拆装情况。

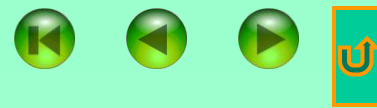


圆柱套筒 (avi)

无相对运动	要传递力矩	要精确同轴	永久结合	过盈配合
			可拆结合	过渡配合或偏差代号为 H(h) 的间隙配合加紧固件
		不要精确同轴		间隙配合加紧固件
	不需要传递力矩			过渡配合或轻的过盈配合
有相对运动	只有移动			基本偏差为 H(h), G(g) 等间隙配合
	转动或移动复合运动			基本偏差 A~F(a~f) 等间隙配合



## 5、考虑工作时的温度。



气缸:钢 $\alpha_{\text{钢}} = 12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\text{钢}} = 110^{\circ}$

活塞:铝 $\alpha_{\text{铝}} = 24 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\text{铝}} = 180^{\circ}$

装配时的温度  $T = 20^{\circ}$

工作要求:间隙  $0.1 \sim 0.3\text{mm}$

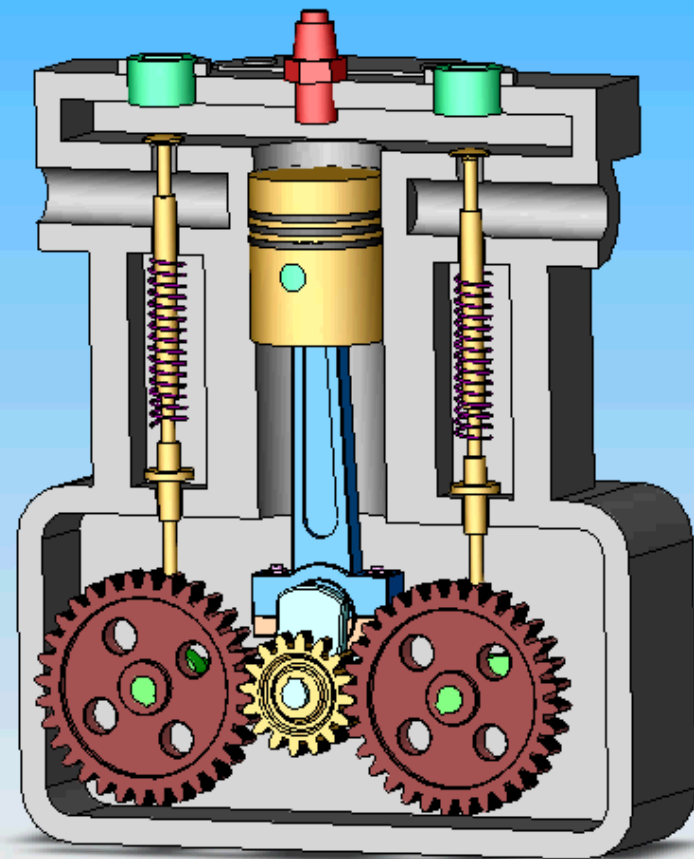
1) 热变形所致间隙变化量

$$\begin{aligned}\Delta X &= D[\alpha_{\text{钢}}(T_{\text{钢}} - T) - \alpha_{\text{铝}}(T_{\text{铝}} - T)] \\ &= 150[12 \times 10^{-6}(110^{\circ} - 20^{\circ}) - 24 \times 10^{-6}(180^{\circ} - 20^{\circ})] \\ &= -0.414\text{mm}\end{aligned}$$

2) 装配时所需间隙

$$X_{\text{min}} = 0.1 + 0.414 = 0.514\text{mm}$$

$$X_{\text{max}} = 0.3 + 0.414 = 0.714\text{mm}$$



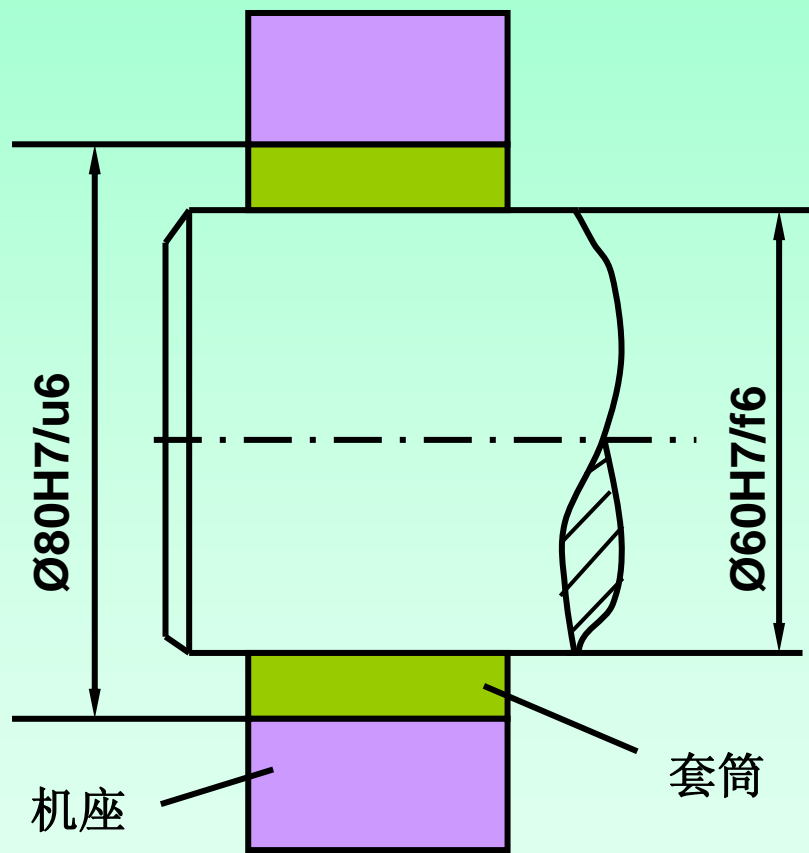
单缸四冲程内  
燃机(avi)

## 6、考虑装配变形。

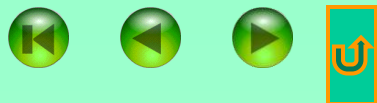
解决方法有两个：

一是预先将套筒孔加工得比 $\varnothing 60H7$ 稍大；

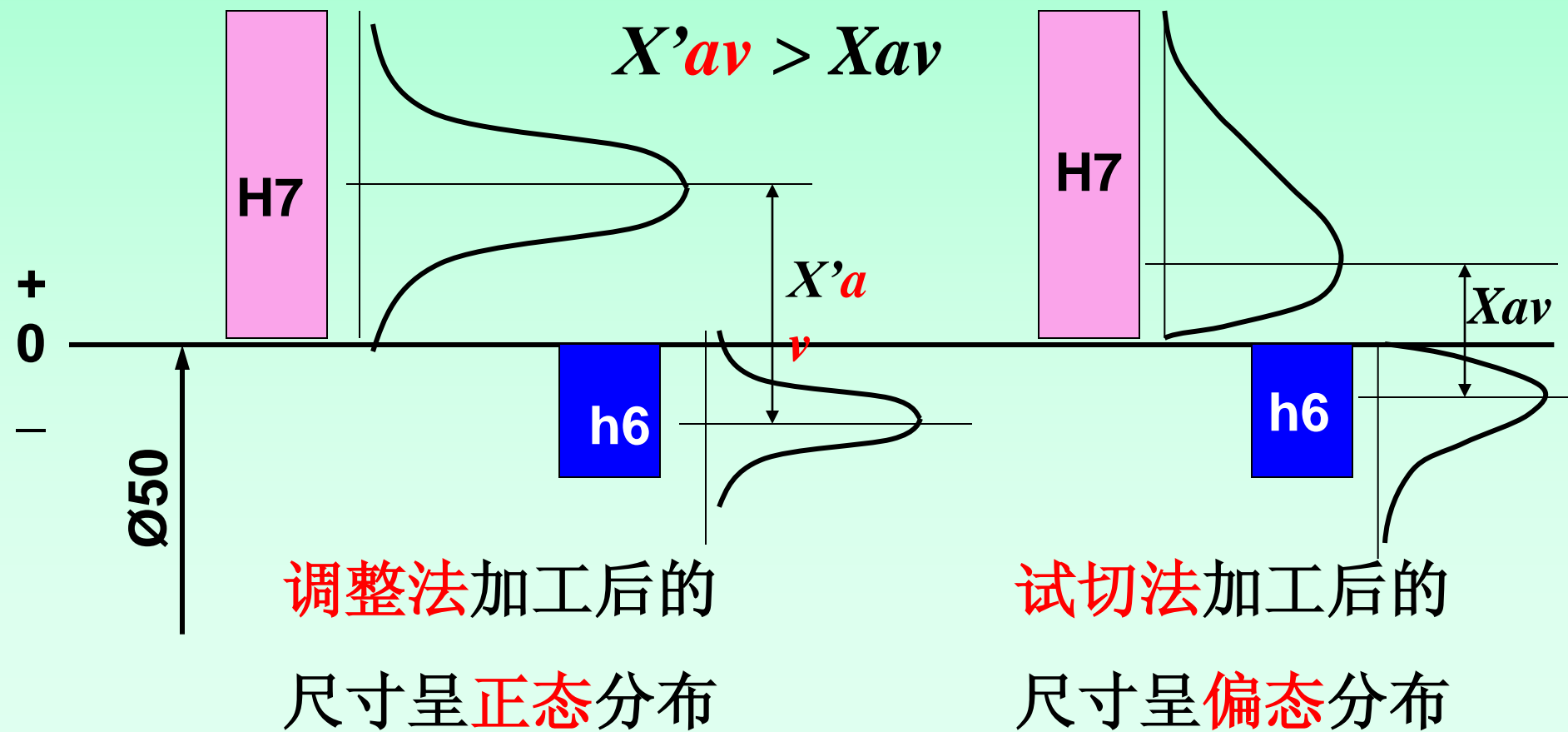
二是用工艺措施保证，将套筒压入机座孔后，再按 $\varnothing 60H7$ 加工套筒内孔。



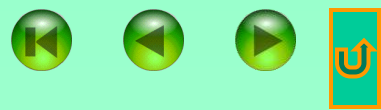
# 7、考虑生产类型



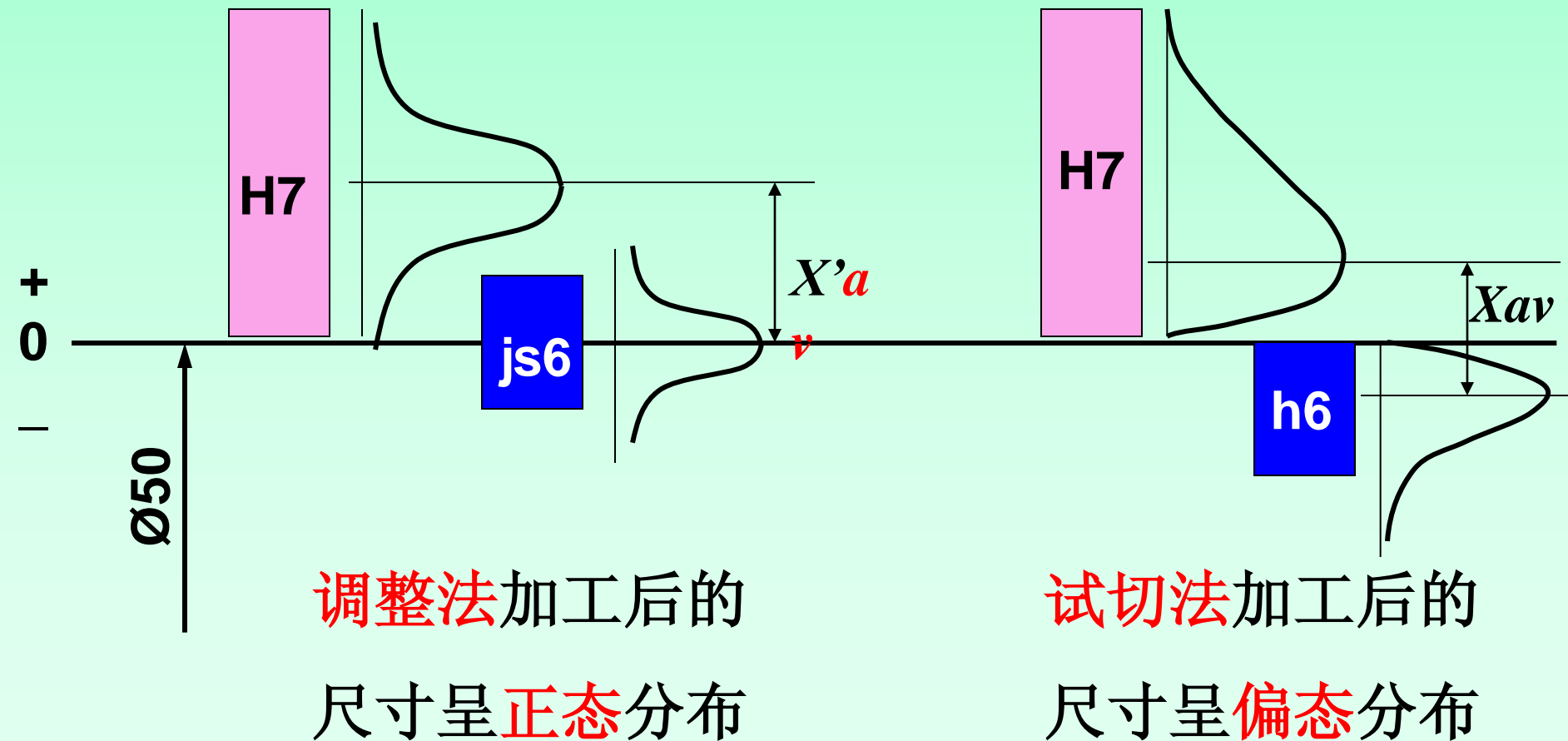
单件、小批生产时采用的配合应比大批量生产时松些。



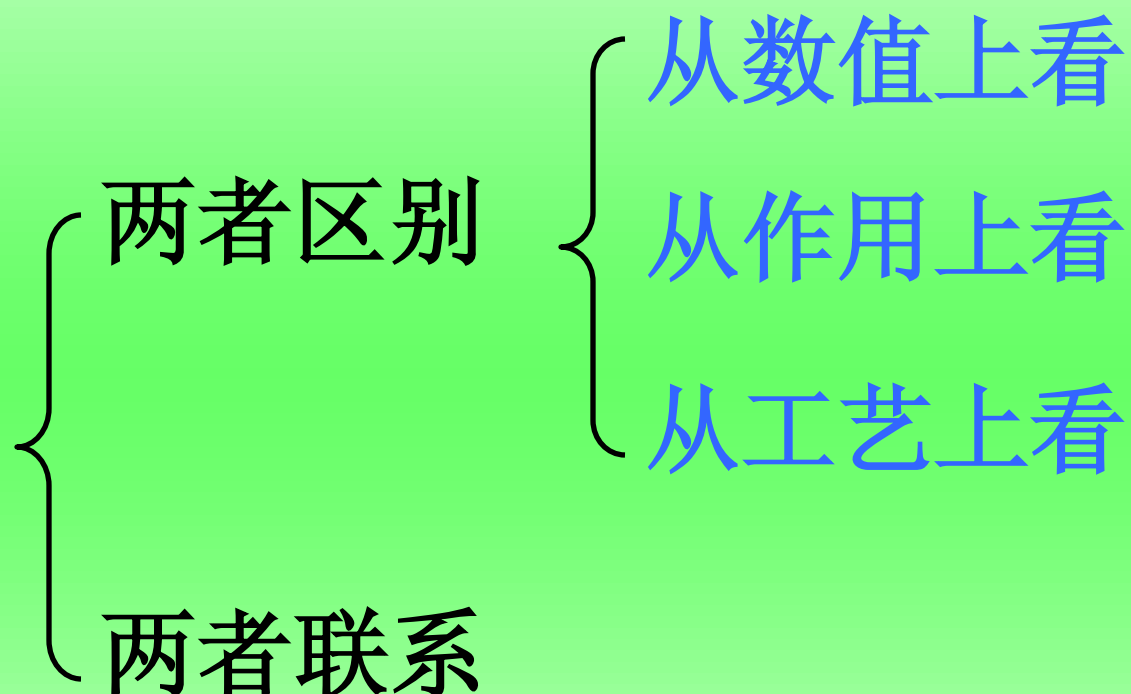
## 7、考虑生产类型



如大批量生产时按 $\varnothing 50H7/js6$ 的要求，在单件小批生产时应选择  $\varnothing 50H7/h6$ 。

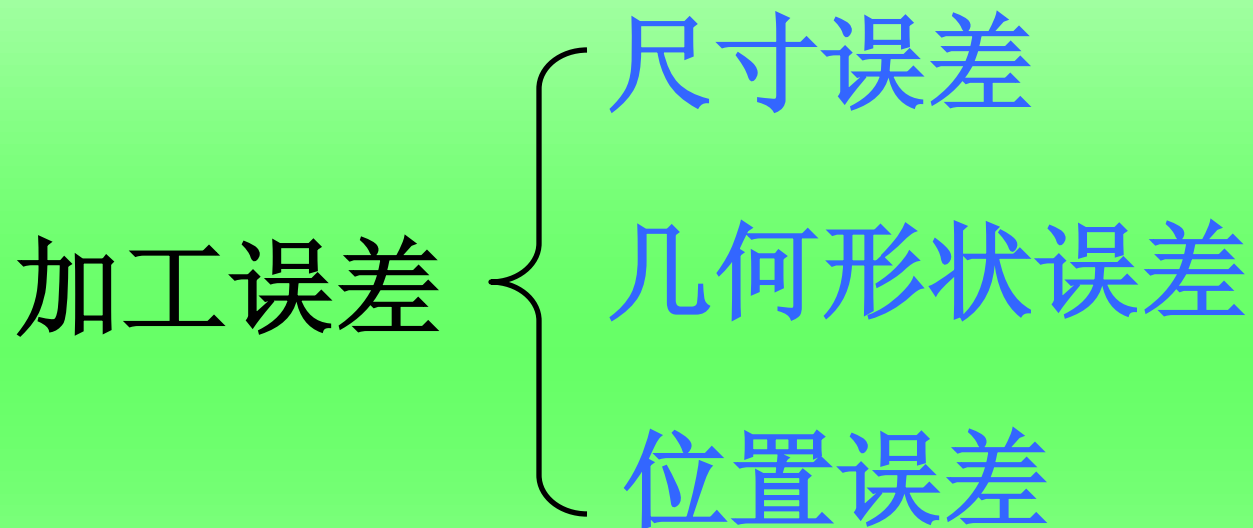


# 公差与极限偏差的比较



$$d=10mm, t=0.02mm, da=9.985mm$$

# 公差与加工误差的关系



- **公差**是设计给定的，用于限制加工误差。
- **误差**则是加工过程中产生的。

# END

张宏 制作

