



- 目录

- 1、本章概述
- 2、孔轴的术语和定义
- 3、有关尺寸的术语和定义
- 4、有关偏差和公差的术语和定义
- 5、有关配合的术语和定义



## 1、本章概述

- “孔轴极限与配合”标准是一项应用广泛、涉及面大的重要基础标准。
- 为使零件在几何尺寸方面具有互换性，要进行几何尺寸允许范围的设计，也就是根据机器的使用性能的要求，考虑制造成本及工艺性等进行尺寸精度的设计。
- “**极限**”与“**公差**”都用于协调机器零件使用要求与制造要求的矛盾，“**配合**”反映组成机器零件间的关系。
- “**极限与配合**”的标准化，有利于机器的设计、制造、使用、维修，直接影响产品的精度、性能和使用寿命，是评定产品质量的重要技术指标。



# 1、本章概述

“极限”与“公差”关系？

## 极限制

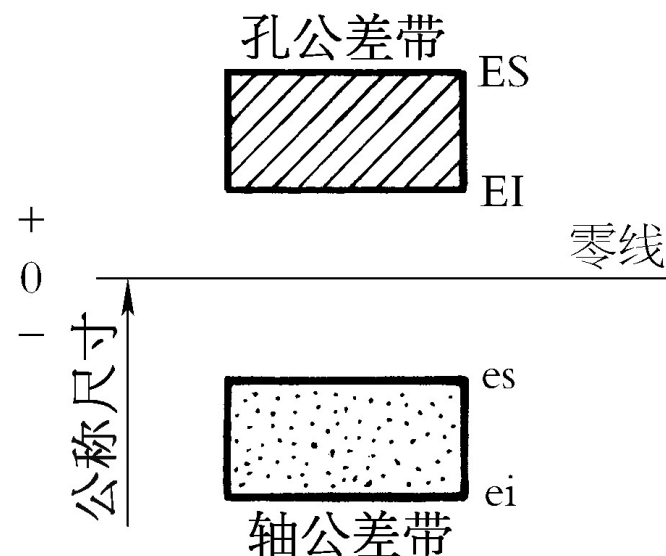
公差带有两个基本参数：

- 大小 ( $T_h$ 、 $T_s$ )
- 位置ES(es) 或EI(ei)

用标准化的公差与极限偏差组成标准化的孔、轴公差带的制度称为**极限制**。

临时跳转

后面再仔细学习





## 1、本章概述

学习本章的关键切入点

### 本章学习关键切入点

重要的基础标准，是一部法律。  
公差是尺寸标准。配合是使用标准。  
规范尺寸、规范用语。

三个概念：尺寸、偏差、公差（公差带宽度、位置）

两种配合制度：基孔制、基轴制

三种配合性质：间隙、过盈、过渡



## 2、孔、轴的术语和定义

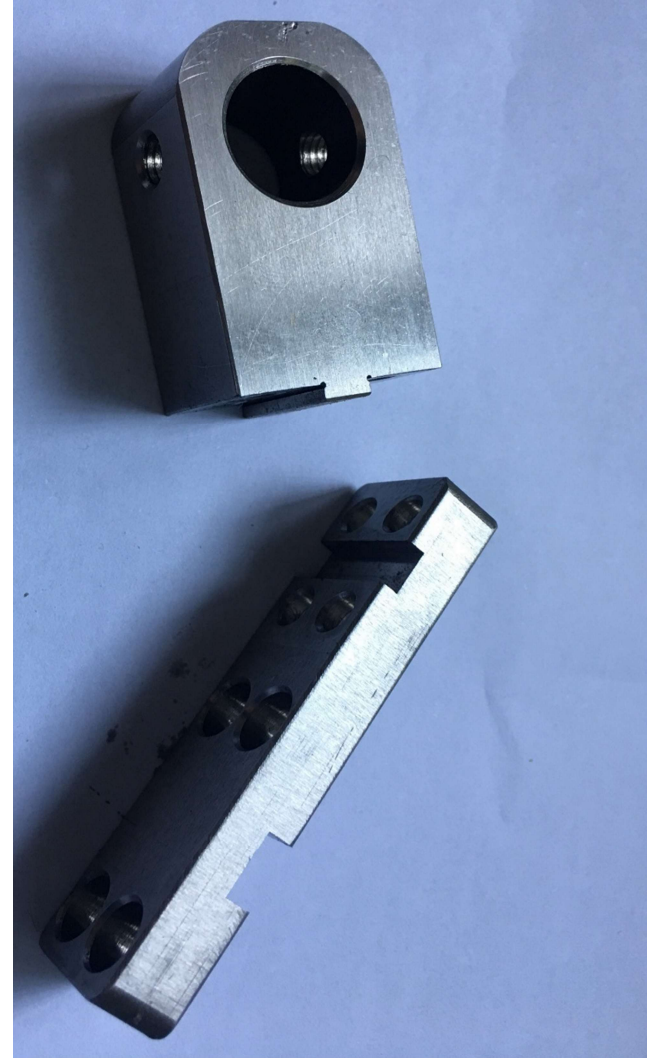
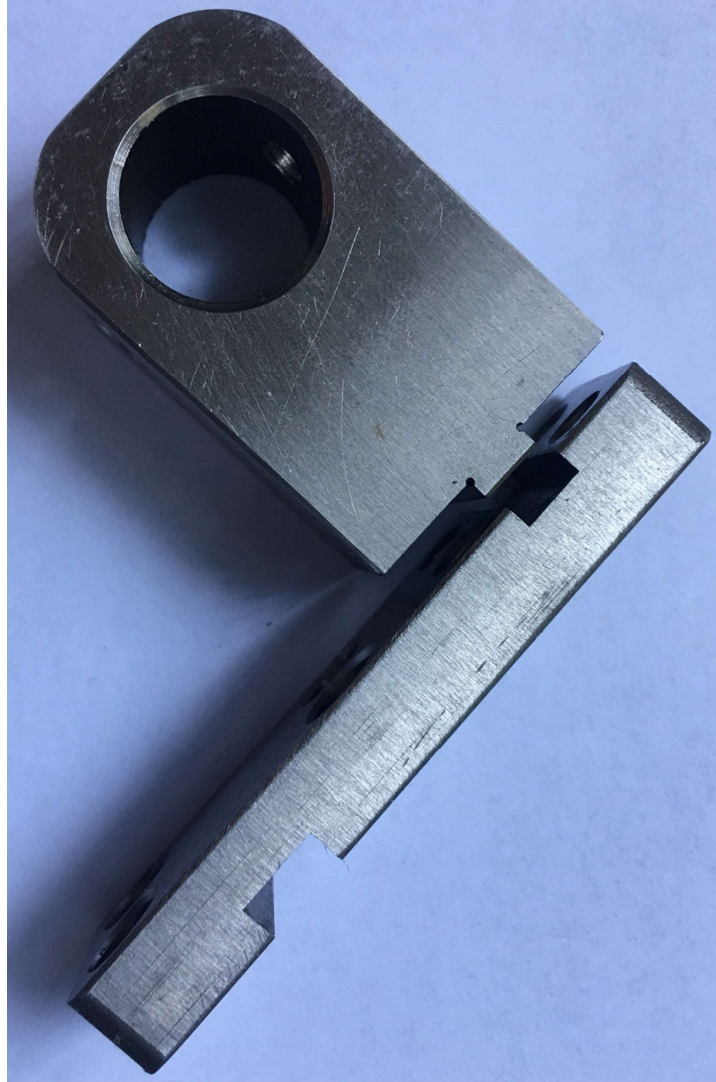
### 1.孔、轴概述

- 通常情况下，孔、轴结合的使用要求有以下三种情况：
  - 1.用作相对运动副  
这类结合必须保证有一定的间隙。
  - 2.用作固定连接  
这类结合必须保证有一定的过盈。
  - 3.用作定位可拆连接  
这类结合必须保证间隙不大，过盈也不能大。





## 2、孔、轴的术语和定义

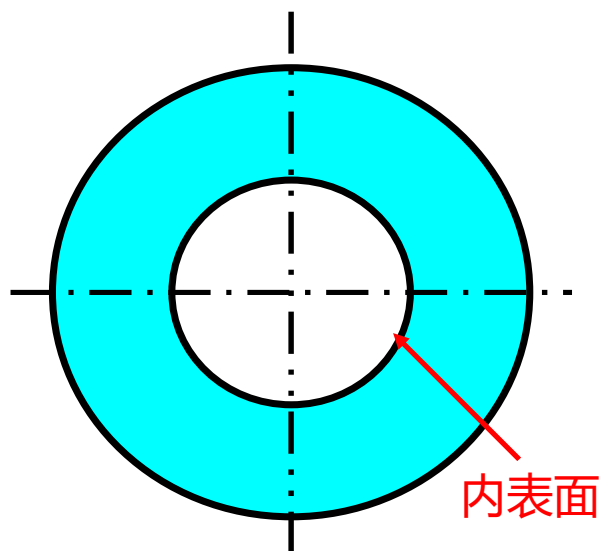




## 2、孔、轴的术语和定义

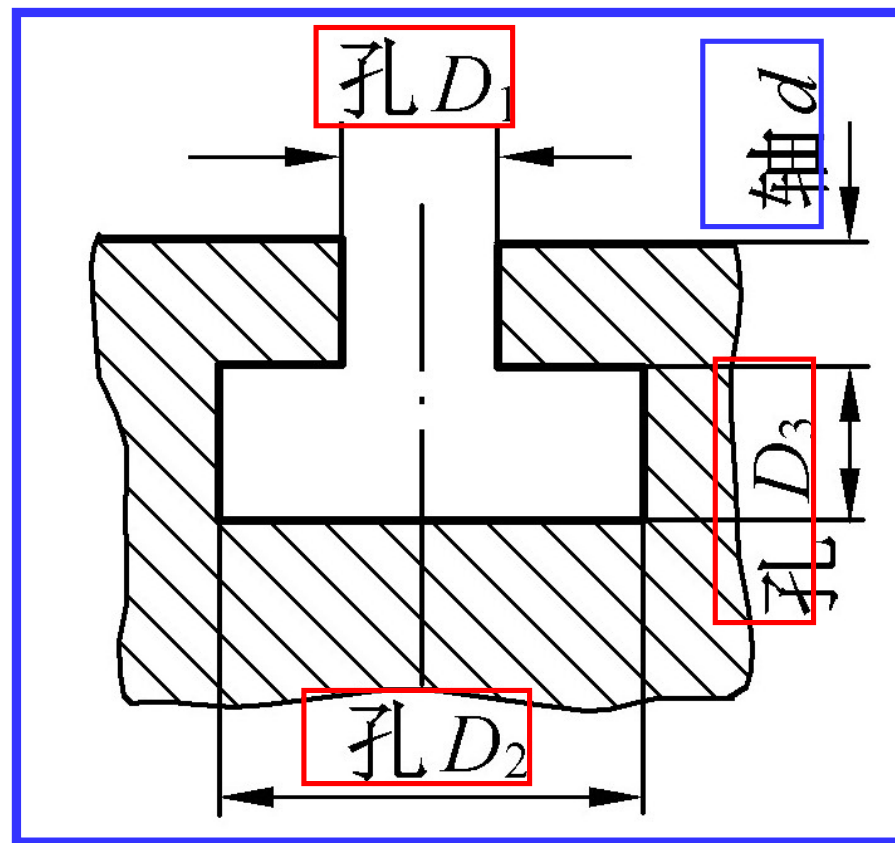
## 孔、轴的术语和定义

### 2.孔、轴定义



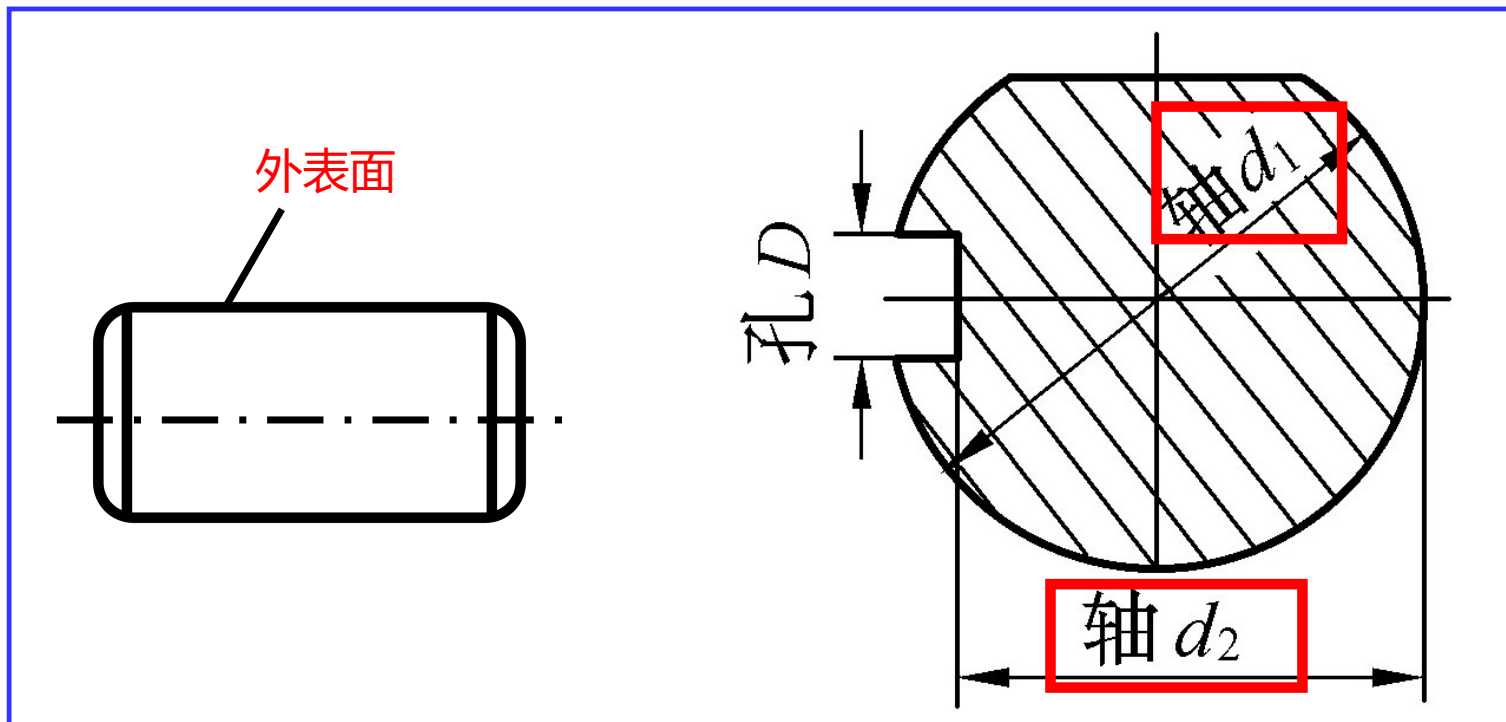
#### 1. 孔

孔通常是指圆柱形内表面；也包括非圆柱形内表面（由两平行平面或切面形成的包容面）。





## 2、孔、轴的术语和定义



### 2. 轴

轴通常是指圆柱形外表面；也包括非圆柱形外表面（由两平行平面或切面形成的被包容面）。





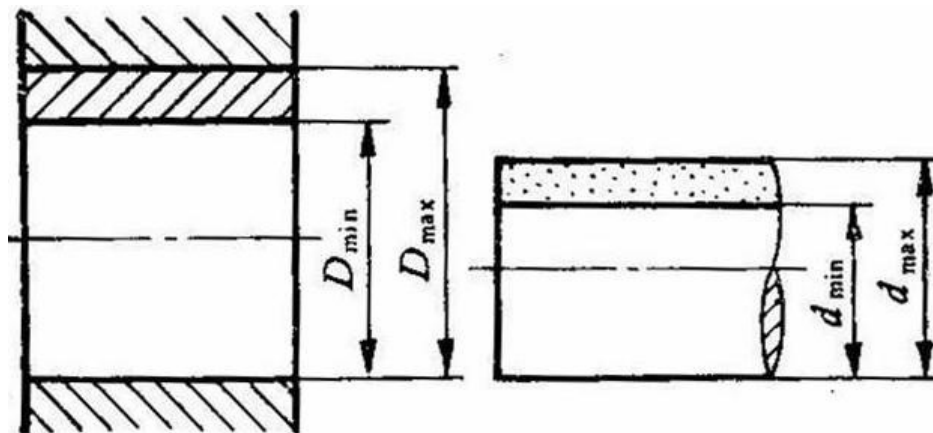
### 3、有关尺寸的术语和定义

### 3、有关尺寸的术语和定义

1. **尺寸**：尺寸通常分为线性尺寸和角度尺寸两类。 线性尺寸是指两点之间的距离。本章主要讨论线性尺寸。
2. **基本尺寸**：基本尺寸也称公称尺寸，是指设计确定的尺寸，用符号 $D$ 或 $d$ 表示。
3. **极限尺寸**：指一个孔或轴允许的尺寸的两个极端值（上、下极限尺寸）。

$D_{\max}$ 、 $D_{\min}$ 、 $d_{\max}$ 、 $d_{\min}$

孔大写字母，轴小  
写字母





### 3、有关尺寸的术语和定义

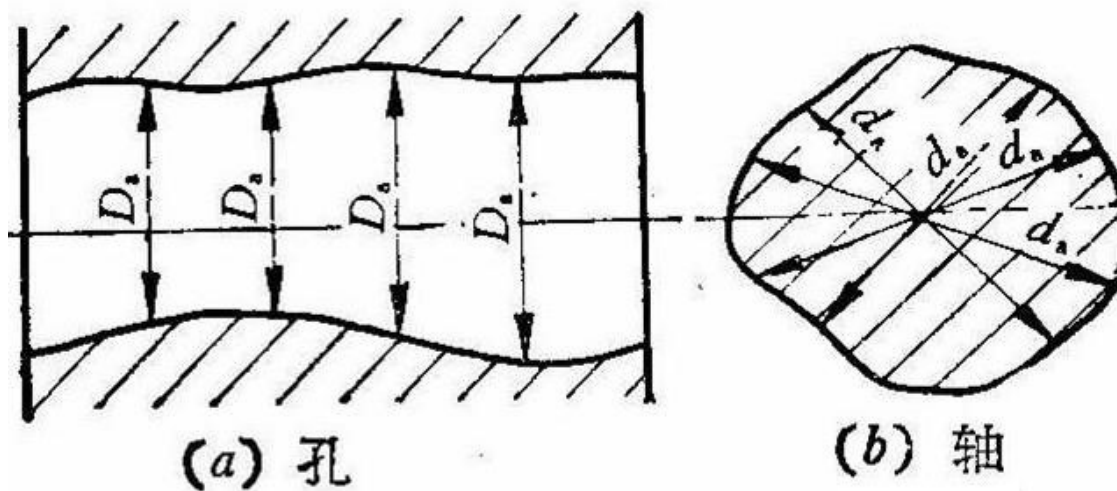
4. **实际尺寸**：通过测量获得的某一孔和轴的尺寸。

分别用  $D_a$  和  $d_a$  表示。包含测量误差，且同一表面不同部位的实际尺寸往往也不相同。

实际尺寸与极限尺寸关系

$$D_{\min} \leq D_a \leq D_{\max}$$

$$d_{\min} \leq d_a \leq d_{\max}$$





### 3、有关尺寸的术语和定义

尺寸

基本尺寸---**公称尺寸**（由图样规范确定的，设计时综合考虑使用要求，通过刚度、强度计算和工艺结构分析，并按标准直径或标准长度圆整后所给定的尺寸）

**实际尺寸**-----零件加工成品后，通过测量获得的尺寸

**极限尺寸**-----允许尺寸变化的两个极限值，合格零件的尺寸应该在上下极限尺寸之间。



## 4、有关偏差和公差的术语和定义

### 4、有关偏差和公差的术语和定义

#### 1. 尺寸偏差：

某一尺寸减去基本尺寸所得的代数差。包括实际偏差和极限偏差。极限偏差又分上极限偏差，简称上偏差（孔ES、轴es）和下极限偏差，简称下偏差（孔EI、轴ei）。

$$ES = D_{\max} - D$$

$$es = d_{\max} - d$$

$$EI = D_{\min} - D$$

$$ei = d_{\min} - d$$





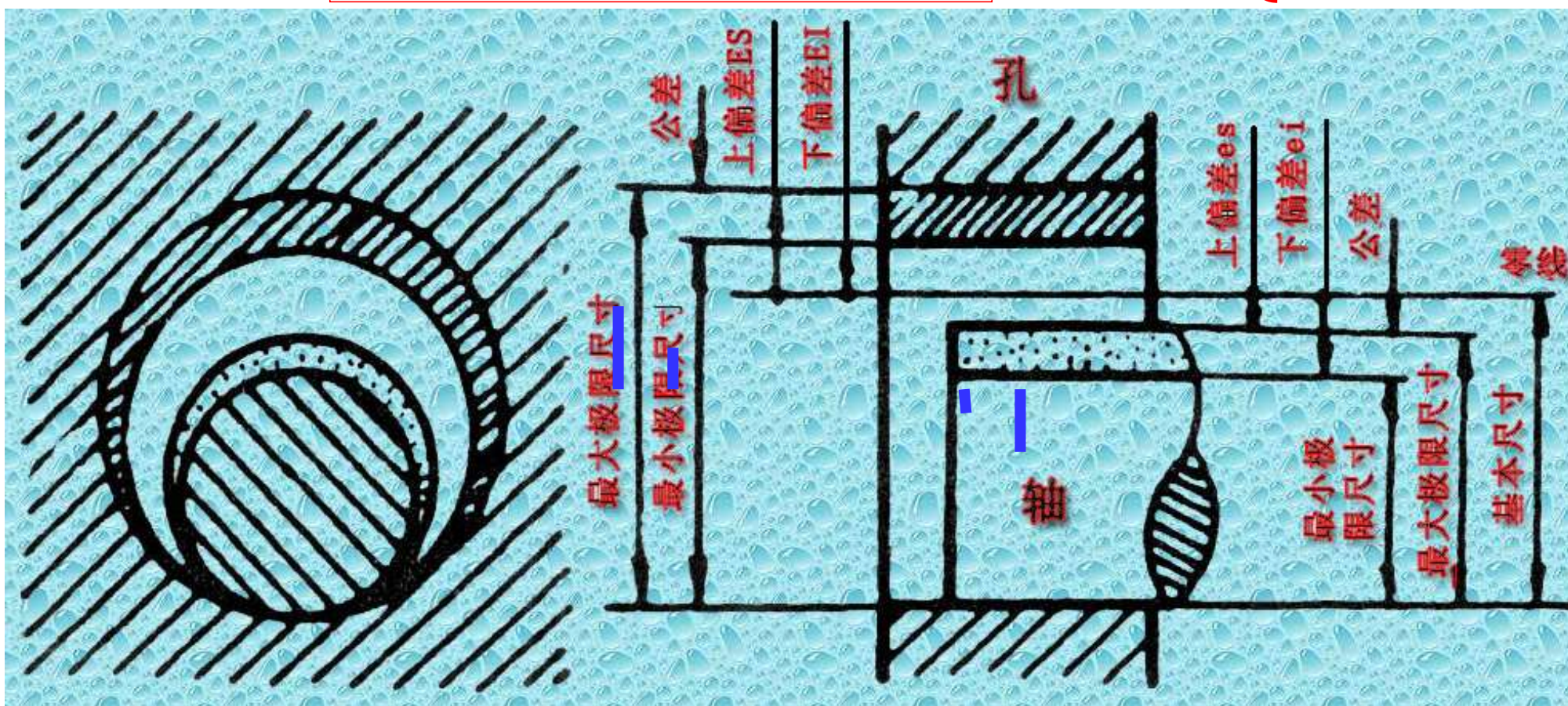
## 4、有关偏差和公差术语和定义

极限偏差 { 上偏差  
下偏差

偏差: 允许偏离基本尺寸的多少

偏差 = (某一尺寸) - (基本尺寸)

实际偏差 {  $E_a = D_a - D$   
 $e_a = d_a - d$



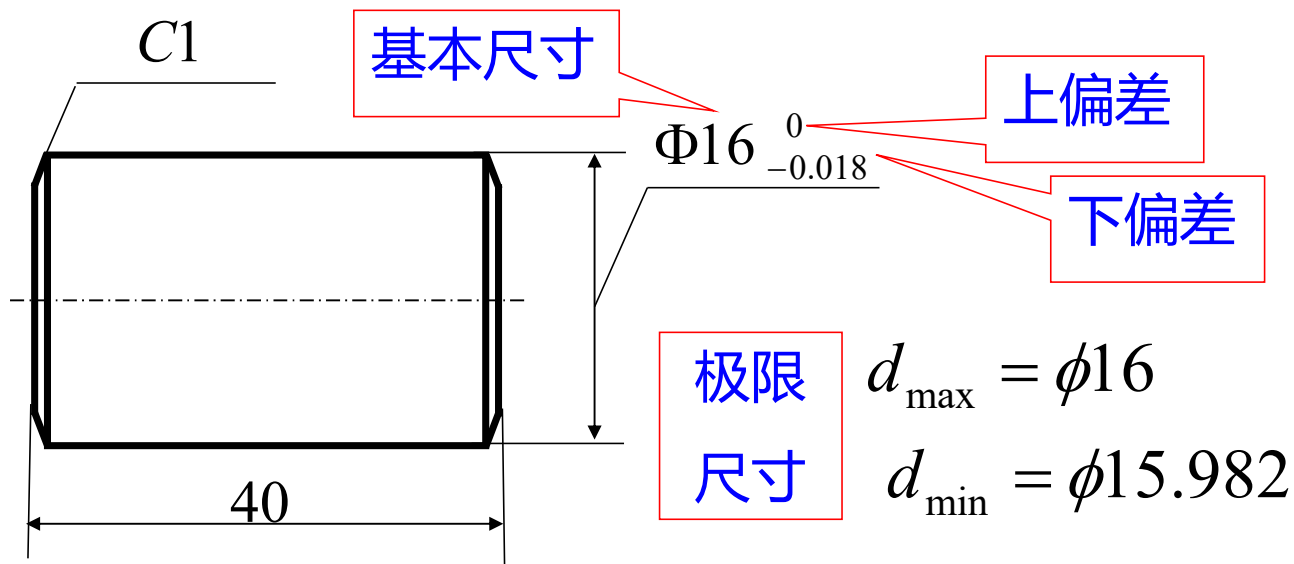


## 4、有关偏差和公差的术语和定义

### 例题

有轴类零件数量：  
30个

### 例题分析



实际尺寸	15.980	15.985	15.990	15.995	16.000	16.005	实际尺寸数量
数量	1	5	11	9	3	1	30
实际偏差	-0.020	-0.015	-0.010	-0.005	0	+0.005	

2个不合格





## 4、有关偏差和公差的术语和定义

- **2. 尺寸公差**（简称公差）：允许尺寸的变动量。等于上极限尺寸减去下极限尺寸所得的差值。

$$T_D = |D_{\max} - D_{\min}| = |ES - EI| > 0$$
$$T_d = |d_{\max} - d_{\min}| = |es - ei| > 0$$

极限偏差的标注：

$$\Phi 25 \begin{smallmatrix} +0.021 \\ 0 \end{smallmatrix}$$

$$\Phi 25 \begin{smallmatrix} -0.020 \\ -0.033 \end{smallmatrix}$$

$$\Phi 25 \pm 0.021$$



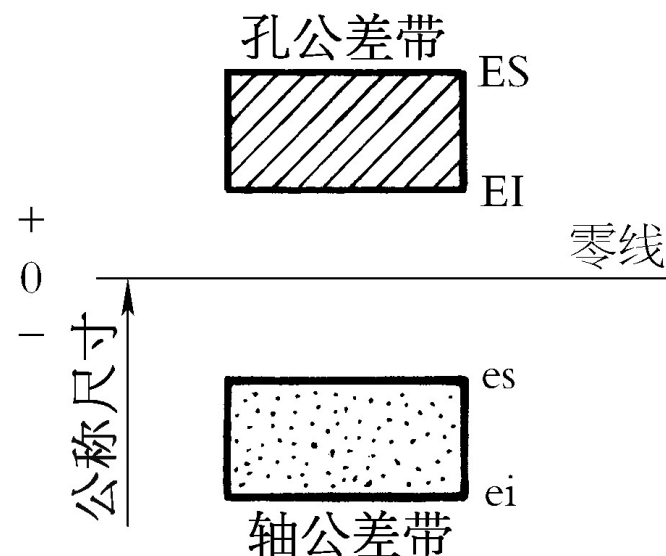
## 4、有关偏差和公差的术语和定义

### 3. 极限制

公差带有两个基本参数：

- 大小 ( $T_h$ 、 $T_s$ )
- 位置ES(es) 或EI(ei)

用标准化的公差与极限偏差组成标准化的孔、轴公差带的制度称为**极限制**。

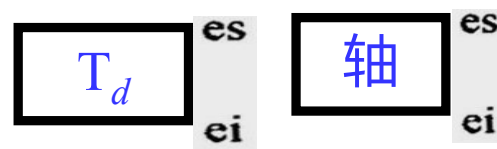
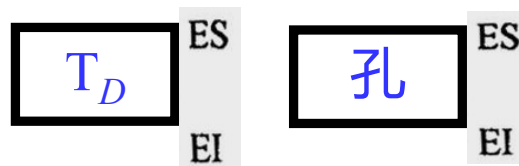
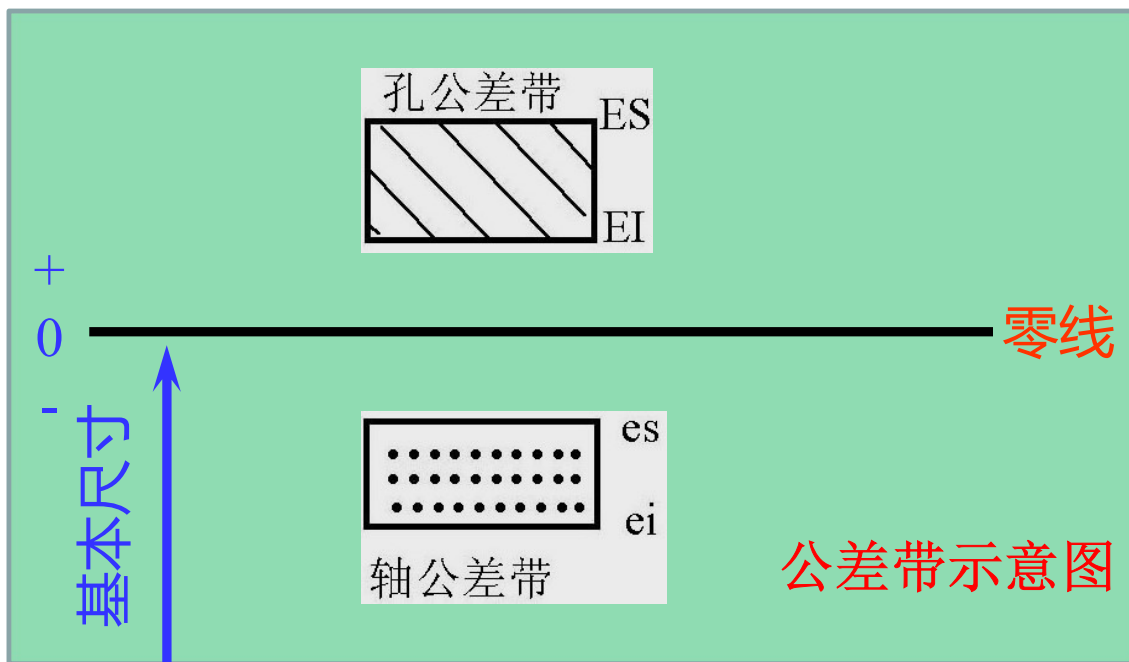




## 4、有关偏差和公差的术语和定义

### 4. 公差带图

- 由于基本尺寸与公差、偏差的数值相差颇大，不便于同一比例表示，故采用公差带图。
- 零线：表示基本尺寸的一条直线，以它作为基准线确定偏差和公差，零线以上为正偏差，以下为负偏差。
- 尺寸公差带：由代表上、下偏差的两条直线所限定的一个区域。



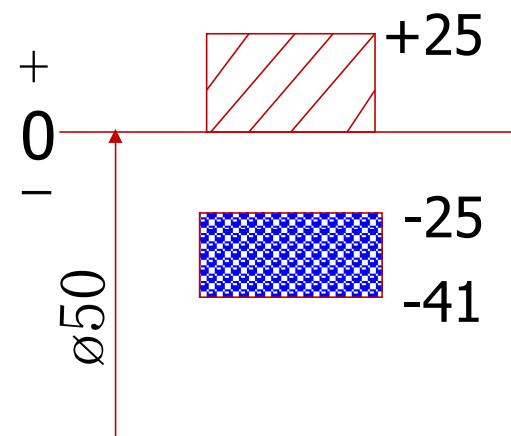
公差带示意图及公差带



## 4、有关偏差和公差的术语和定义

尺寸公差带图举例：

画出公称尺寸为  $\phi 50\text{mm}$ ，上极限尺寸为  $\phi 50.025\text{mm}$ 、下极限尺寸为  $\phi 50\text{mm}$  的孔与上极限尺寸为  $\phi 49.975\text{mm}$ 、下极限尺寸为  $\phi 49.959\text{mm}$  的轴的公差带图。





## 4、有关偏差和公差术语和定义

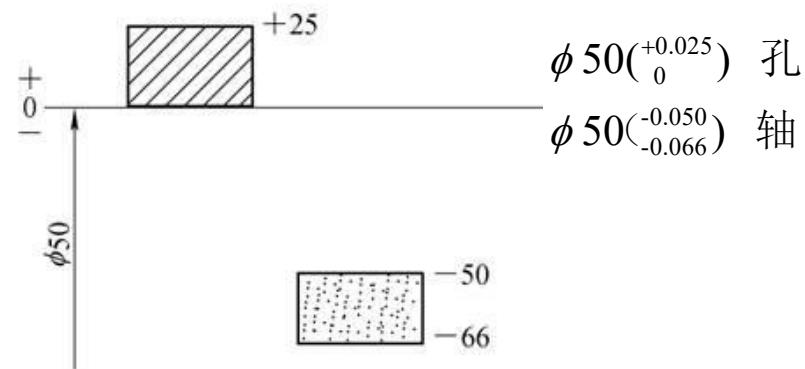
例1：公称尺寸为50mm的相互结合的孔和轴的极限尺寸分别为：

$$\begin{aligned} D_{\max} &= \phi 50.025 \text{mm} & D_{\min} &= \phi 50 \text{mm} \\ d_{\max} &= \phi 49.950 \text{mm} & d_{\min} &= 49.934 \text{mm} \end{aligned}$$

它们加工后测得一孔和一轴的实际尺寸分别为：

$$D_a = \phi 50.01 \text{mm} \quad d_a = \phi 49.946 \text{mm}$$

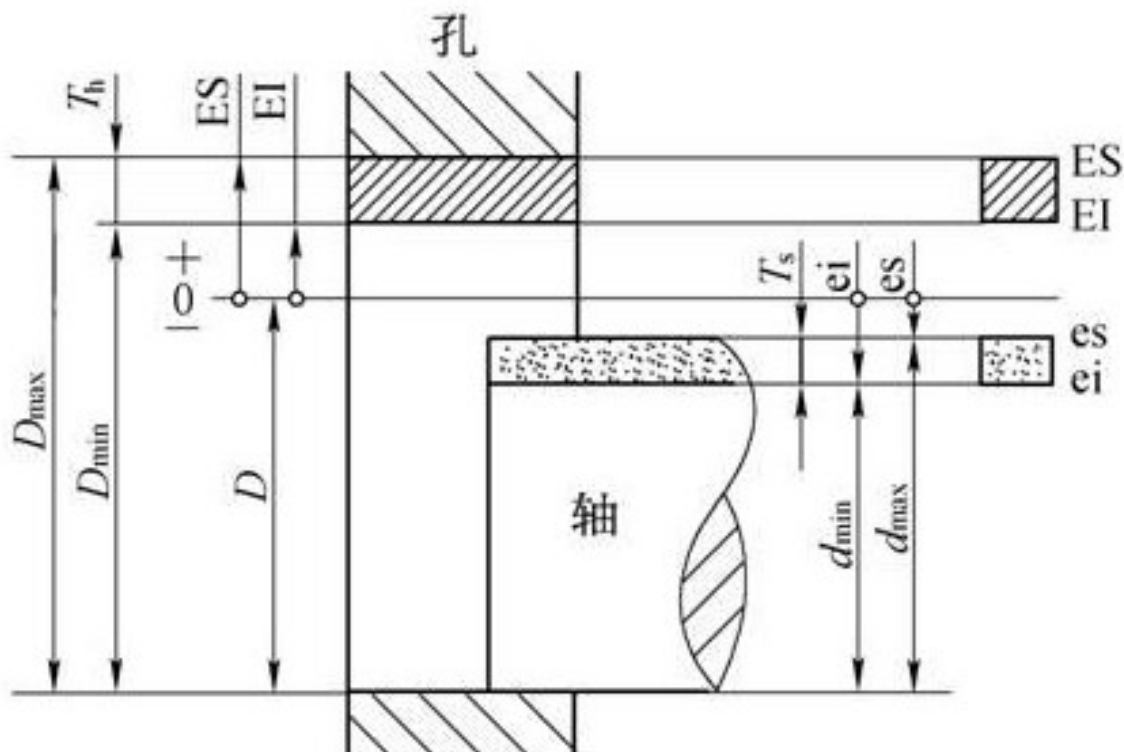
求：孔和轴的极限偏差、公差和实际偏差，并画出该孔、轴的公差带示意图。





## 5、有关配合的术语和定义

1. 配合：
- (1)  $D=d$ ，基本尺寸相同
  - (2) 相互结合的孔、轴
- 之间的关系，用公差带相互的位置关系来体现。
- 配合是指基本尺寸相同的，相互结合的孔和轴公差带之间的关系。







## 5、有关配合的术语和定义

### 2. 间隙或过盈

间隙或过盈是指孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸所得的代数差。该代数差为正值时叫做间隙，用符号  $X$  表示；该代数差为负值时叫做过盈，用符号  $Y$  表示。

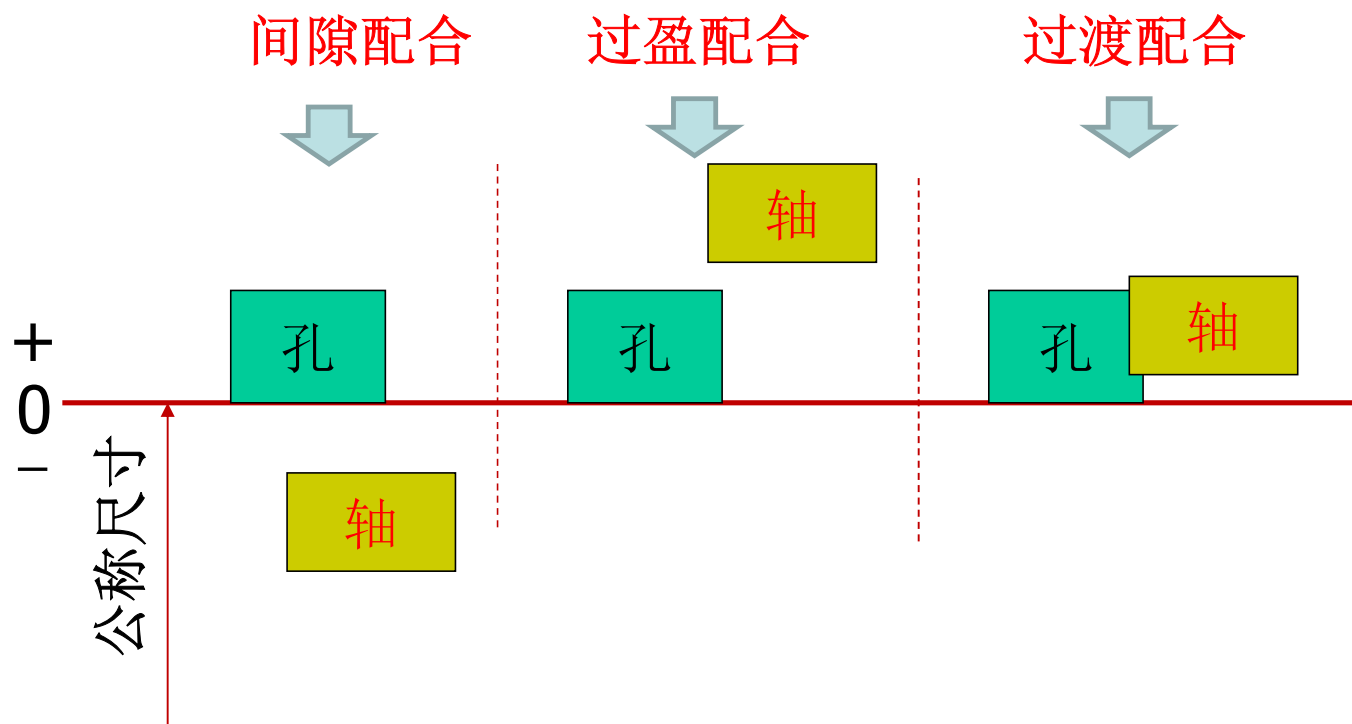
$$D_a - d_a = \begin{cases} + (X) \\ - (Y) \end{cases}$$

$$\begin{aligned} & \text{(孔的尺寸)-(轴的尺寸)} \left. \begin{array}{l} \geq 0 \\ \leq 0 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \longrightarrow \text{间隙 } X \\ \longrightarrow \text{过盈 } Y \end{array} \end{aligned}$$



## 5、有关配合的术语和定义

通过公差带图，我们能清楚地看到孔、轴公差带之间的关系。根据其公带位置不同，可分为三种类型：



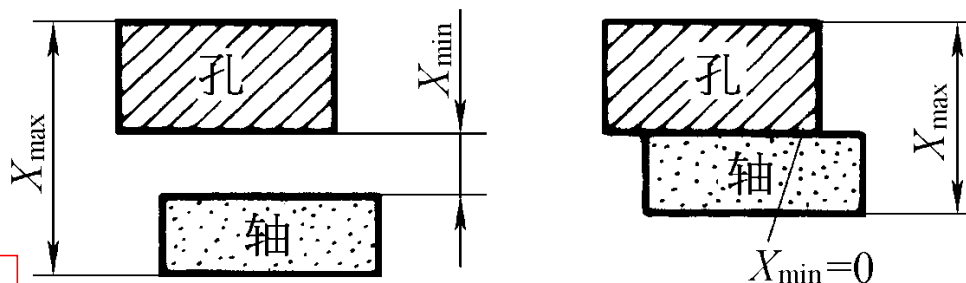


## 5、有关配合的术语和定义

### 3. 配合的分类

#### (1) 间隙配合

特点：孔总在轴之上

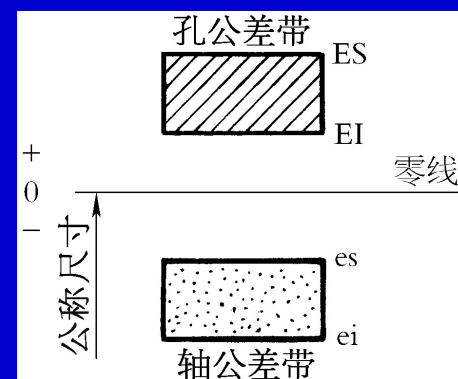


$$EI \geq es \quad D_{\min} \geq d_{\max}$$

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

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

$$X_{av} = D_{av} - d_{av} = \frac{X_{\max} + X_{\min}}{2}$$

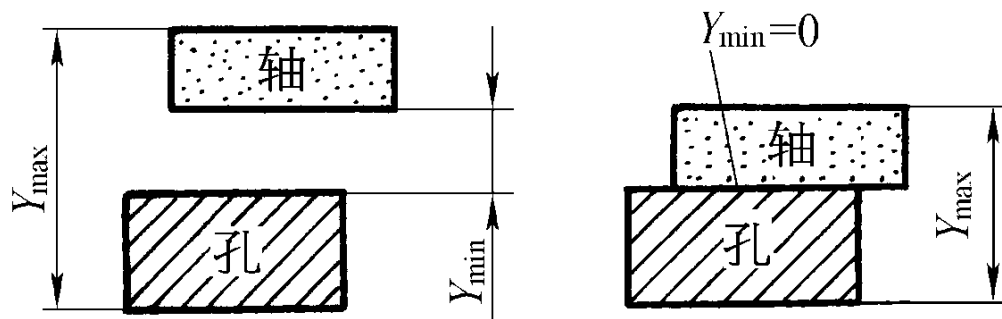




## 5、有关配合的术语和定义

### (2) 过盈配合

特点：孔总在轴之下

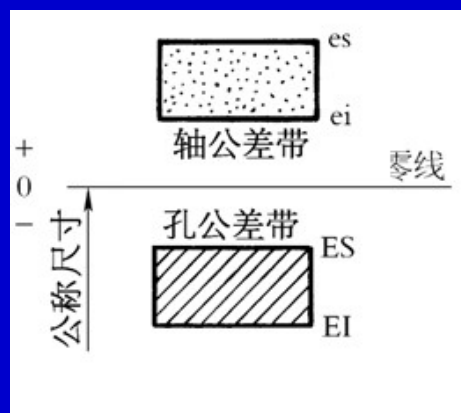


$$ES \leq ei \quad D_{\max} \leq d_{\min}$$

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$$

$$Y_{\min} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$$

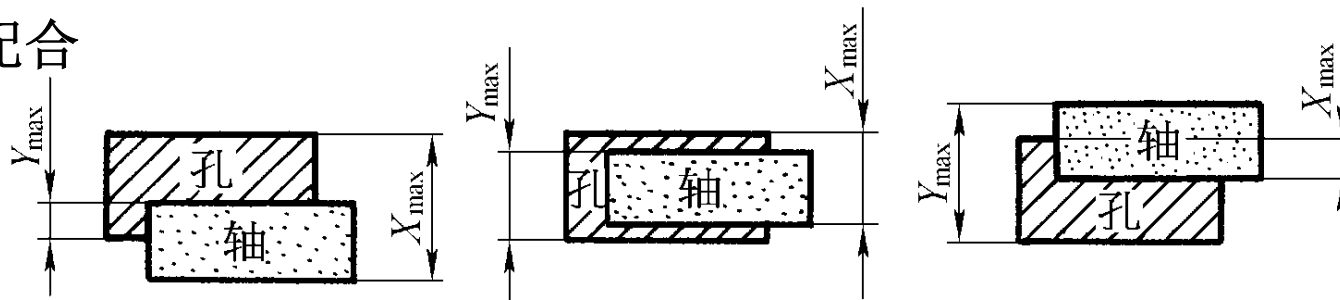
$$Y_{av} = D_{av} - d_{av} = \frac{Y_{\max} + Y_{\min}}{2}$$





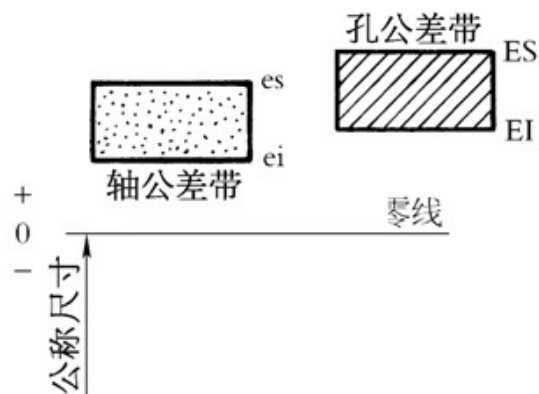
## 5、有关配合的术语和定义

### (3) 过渡配合



特点：孔和轴交叠

$$ES > ei \text{ 且 } EI < es \quad D_{\min} < d_{\max} \text{ 且 } D_{\max} > d_{\min}$$



$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$$

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

$$Y_{av}(X_{av}) = D_{av} - d_{av} = \frac{X_{\max} + Y_{\max}}{2}$$



## 5、有关配合的术语和定义

4. 配合公差 组成配合的孔、轴公差之和。它是允许间隙或过盈的变动量。

$$\left. \begin{array}{l} \text{对于间隙配合} \\ \text{对于过盈配合} \\ \text{对于过渡配合} \end{array} \right\} \begin{array}{l} T_f = |X_{\max} - X_{\min}| \\ T_f = |Y_{\max} - Y_{\min}| \\ T_f = |X_{\max} - Y_{\max}| \end{array} = T_h + T_s$$

本章  
难点

$$T_f = T_h + T_s$$

$$T_f = |X_{\max}(Y_{\min}) - X_{\min}(Y_{\max})| = T_D + T_d$$

它反映配合性质，即配合松紧变化程度。





## 5、有关配合的术语和定义

### 从配合精度角度讨论配合公差

1) 配合公差是一个没有符号的绝对值。配合公差越大，则配合后的松紧差别程度越大，即配合的一致性差，配合的精度低。

反之，配合公差越小，配合的松紧差别越小，即配合的一致性好，配合精度高。

2) 配合公差反映配合的松紧程度，它反应的是配合的松紧变化程度，也就是说反应了孔轴的配合精度。



## 5、有关配合的术语和定义

### 从加工成本角度讨论配合公差

- 配合公差等于组成配合的孔和轴的公差之和。配合精度的高低是由相配合的孔和轴的精度决定的。配合精度要求越高（例如，对于间隙配合，配合公差15微米和60微米代表不同的间隙配合精度），加工成本越高。反之，配合精度要求越低，孔和轴的加工成本越低。



## 5、有关配合的术语和定义

### 从装配难度角度讨论孔轴的配合公差

- 1) 配合公差在设计时既要体现机器配合部位使用功能的要求，也要考虑装配难度问题。
- 2) 配合公差越大，配合的精度越低，配合时形成的间隙或过盈可能差别也越大，配合后产生的松紧差别程度越大，孔和轴在公差制造时允许的尺寸变化的范围越大，加工越容易，制造成本较低。
- 反之，配合公差越小，配合的精度越高，加工装配越难，成本也较高。



## 5、有关配合的术语和定义

---

### 从使用要求角度讨论孔轴的配合公差

- 1) 若要提高配合精度（使用要求），则必须减少相配合的孔和轴的尺寸公差，这将使得制造难度增加，成本提高，所以设计的时候要综合考虑使用要求和制造难易这两个方面，合理选取，从而提高综合技术经济效益。



## 5、有关配合的术语和定义

### 配合公差 小结

- ✓ 配合公差表示配合的精确程度，是使用要求，即设计要求；而孔公差与轴公差分别表示孔、轴加工的精确程度，是制造要求，即工艺要求；
- ✓ 使用要求或设计要求提高，即 $T_f$ 减小，则 $(T_H + T_S)$ 也要减小，即制造要求或工艺要求提高，加工将更困难，制造成本也将提高。
- ✓ 在满足设计要求的前提下，尽量选择较大的孔轴公差，以降低加工装配难度和制造成本。

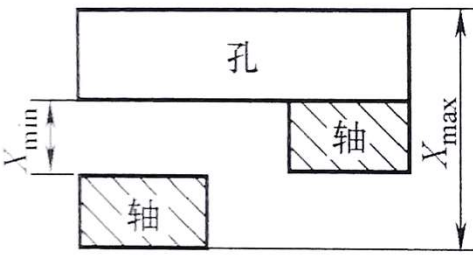
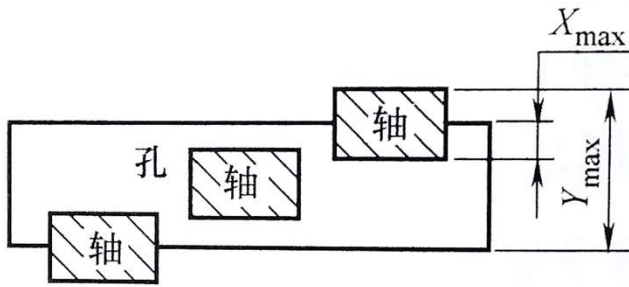
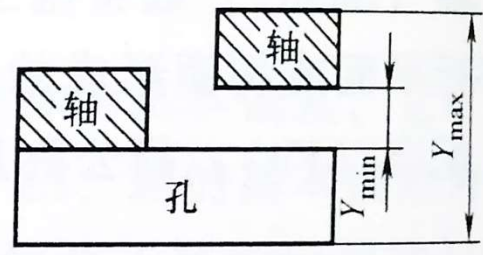
$$T_H + T_S \leq T_f$$

设计要求

已知某孔、轴的公称尺寸为  $\phi 40$  mm，要求配合间隙在  $0.022 \sim 0.066$  mm 范围内。试确定孔、轴的公差等级和配合种类。



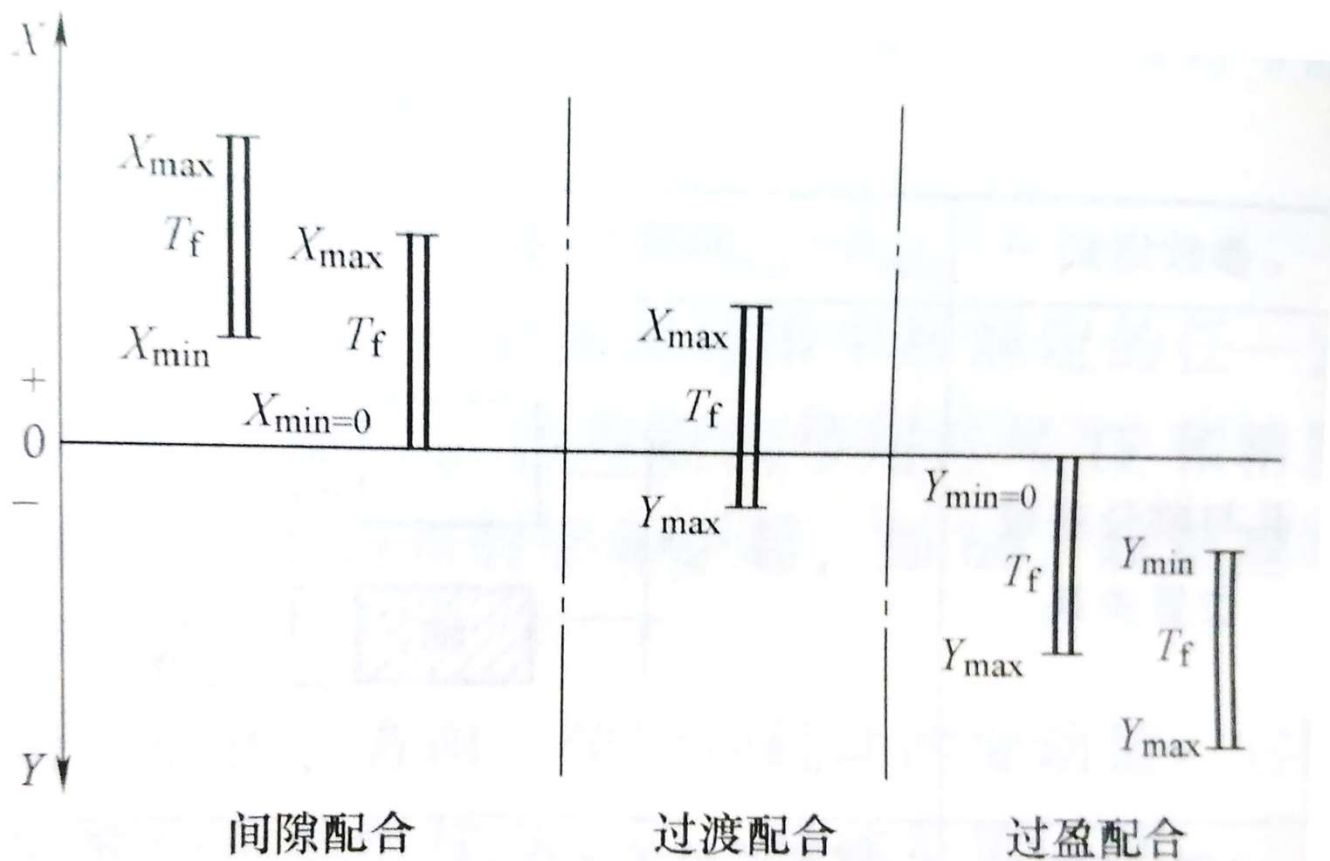
## 5、有关配合的术语和定义

类型	间隙配合 (Clearance Fit)	过渡配合 (Transition Fit)	过盈配合 (Interference Fit)
定义	具有间隙 (包括最小间隙等于零) 的配合	可能具有间隙或过盈的配合	具有过盈 (包括最小过盈等于零) 的配合
公差带位置关系	<p>孔在轴之上</p> 	<p>孔与轴相互交叠</p> 	<p>孔在轴之下</p> 
参数	$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$ $X_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$	$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$ $Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$	$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$ $Y_{\min} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$
$T_f$	$ X_{\max} - X_{\min} $	$ X_{\max} - Y_{\max} $	$ Y_{\max} - Y_{\min} $
应用	孔与轴间允许发生相对运动	要求对中性 and 同轴度且易拆卸的连接	工件间传递载荷或固定位置

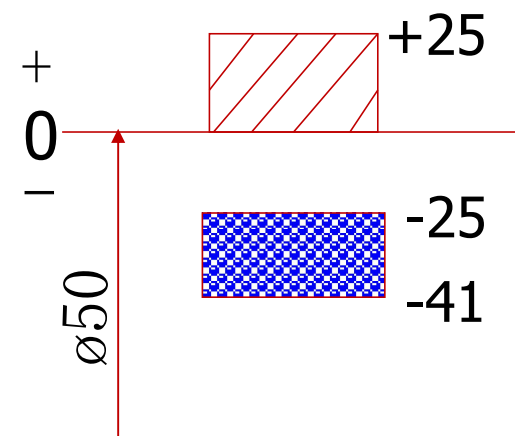




## 5、有关配合的术语和定义



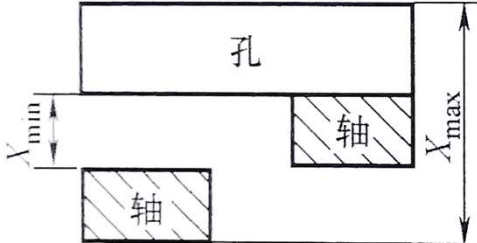
配合的公差带图

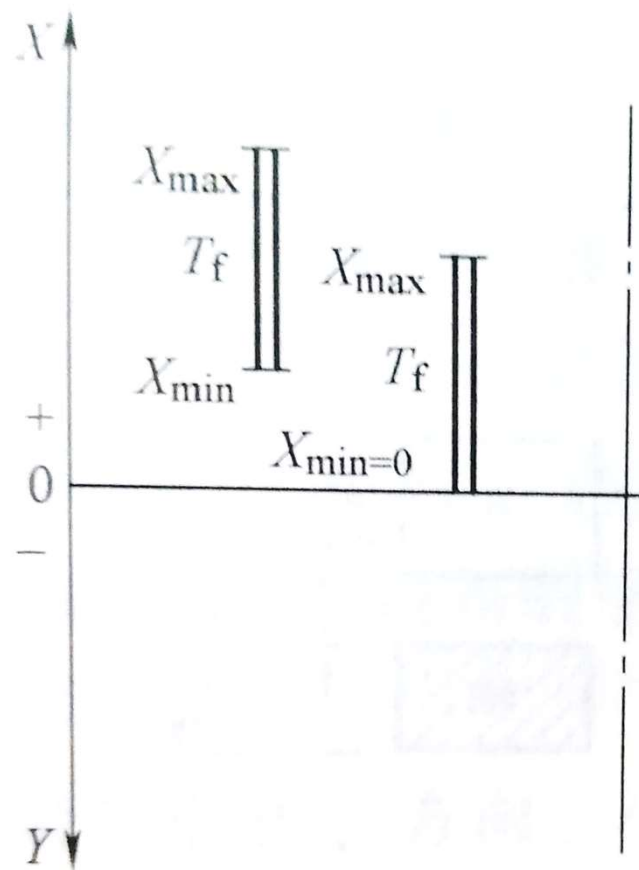


尺寸公差带图



## 5、有关配合的术语和定义

类型	间隙配合 (Clearance Fit)
定义	具有间隙 (包括最小间隙等于零) 的配合
公差带位置关系	<p>孔在轴之上</p> 
参数	$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$ $X_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$
$T_f$	$ X_{\max} - X_{\min} $
应用	孔与轴间允许发生相对运动



间隙配合

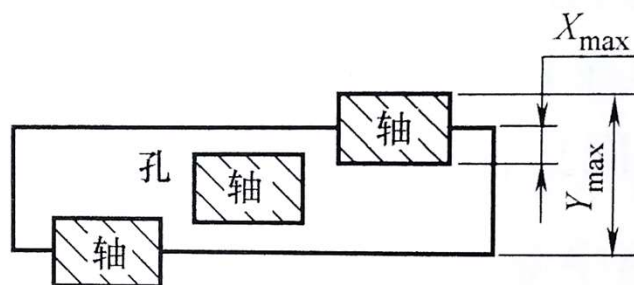


## 5、有关配合的术语和定义

过渡配合 (Transition Fit)

可能具有间隙或过盈的配合

孔与轴相互交叠

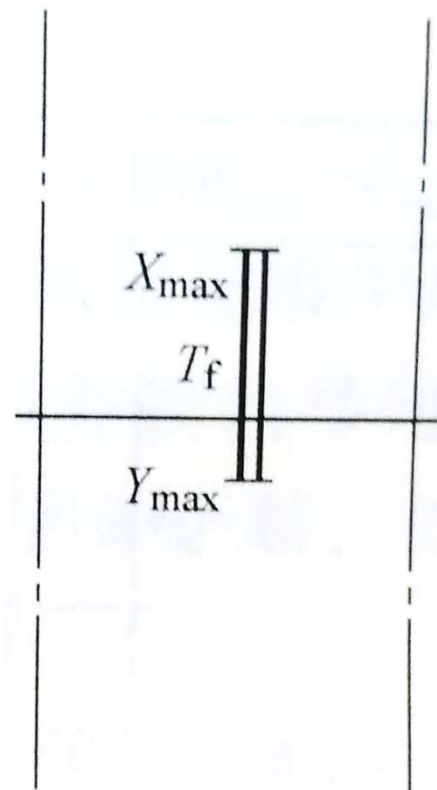


$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$$

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$$

$$|X_{\max} - Y_{\max}|$$

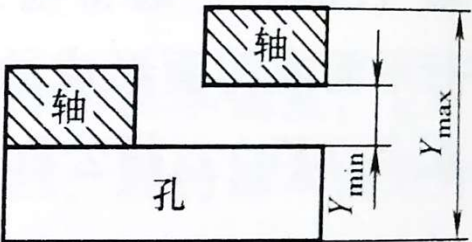
要求对中性 and 同轴度且易拆卸的连接

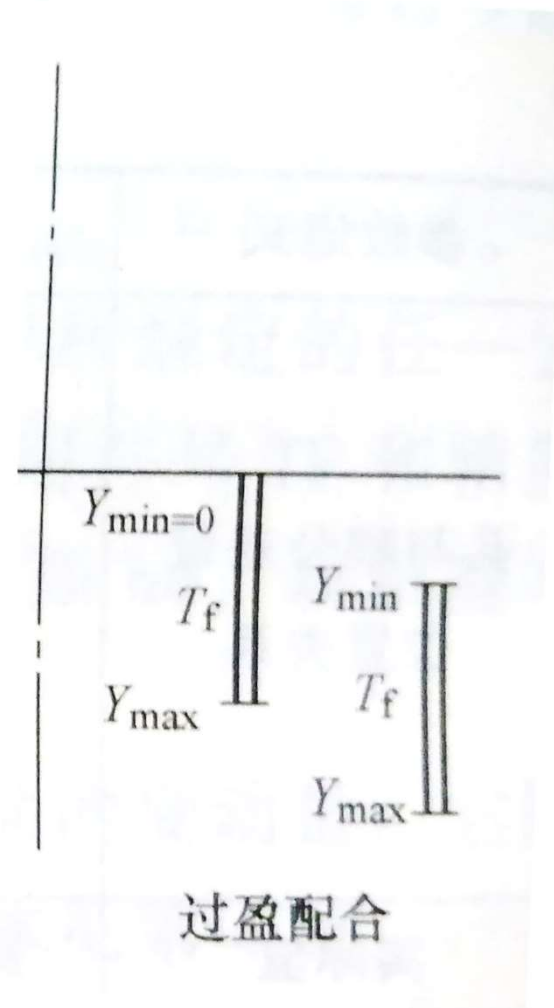


过渡配合



## 5、有关配合的术语和定义

过盈配合 (Interference Fit)
具有过盈 (包括最小过盈等于零) 的配合
孔在轴之下

$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$
$Y_{\min} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$
$  Y_{\max} - Y_{\min}  $
工件间传递载荷或固定位置





## 5、有关配合的术语和定义

例2

组成配合的孔和轴在零件图上标注的基本尺寸和极限偏差分别为：

孔： $\phi 50^{+0.025}_0 \text{ mm}$

轴： $\phi 50^{-0.025}_{-0.041} \text{ mm}$

试计算该配合的最大间隙、最大过盈、平均间隙或平均过盈及配合公差，并画出孔、轴公差带示意图。

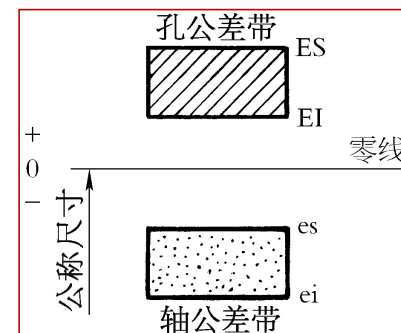
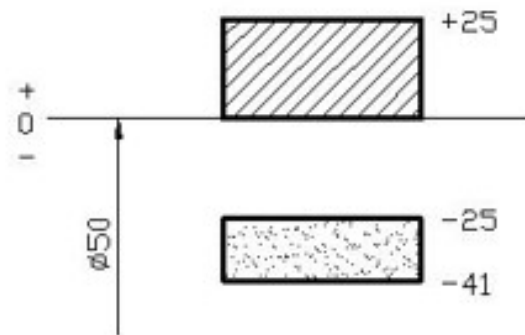


## 5、有关配合的术语和定义

解:

孔:  $\phi 50^{+0.025}_0 \text{ mm}$

轴:  $\phi 50^{-0.025}_{-0.041} \text{ mm}$



最大间隙  $X_{\max} = ES - ei = +0.025 - (-0.041) = +0.066 \text{ mm}$

最小间隙  $X_{\min} = EI - es = 0 - (-0.025) = +0.025 \text{ mm}$

$$X_{av} = \frac{X_{\max} + X_{\min}}{2} = 0.0455 \text{ mm}$$

配合公差  $T_f = | X_{\max} - X_{\min} |$   
 $= | +0.066 - (+0.025) | = 0.041 \text{ mm}$



## 5、有关配合的术语和定义

例3

组成配合的孔和轴在零件图上标注的基本尺寸和极限偏差分别为：

孔

$$\phi 50^{+0.025}_{0} \text{ mm}$$

轴

$$\phi 50^{+0.059}_{+0.043} \text{ mm}$$

试计算该配合的最大间隙、最大过盈、平均间隙或平均过盈及配合公差，并画出孔、轴公差带示意图。



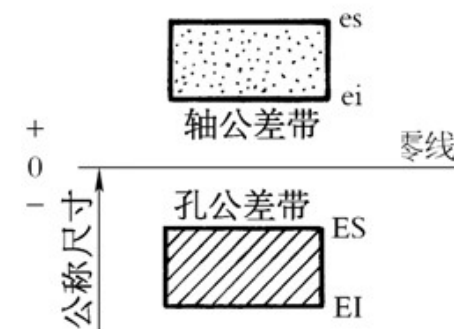
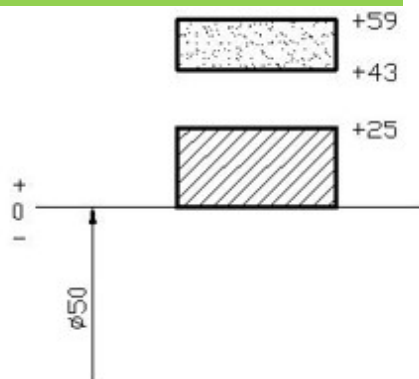


## 5、有关配合的术语和定义

解:

孔:  $\phi 50^{+0.025}_0 \text{ mm}$

轴:  $\phi 50^{+0.059}_{+0.043} \text{ mm}$



最大过盈  $Y_{\max} = EI - es = 0 - (+0.059) = -0.059 \text{ mm}$

最小过盈  $Y_{\min} = ES - ei = +0.025 - (+0.043) = -0.018 \text{ mm}$

$$Y_{av} = \frac{Y_{\max} + Y_{\min}}{2} = -0.0385 \text{ mm}$$

配合公差  $T_f = | Y_{\min} - Y_{\max} |$   
 $= | -0.018 - (-0.059) | = 0.041 \text{ mm}$



## 5、有关配合的术语和定义

例4

组成配合的孔和轴在零件图上标注的基本尺寸和极限偏差分别为：

孔

$$\phi 50^{+0.025}_{0} \text{ mm}$$

轴

$$\phi 50^{+0.018}_{+0.002} \text{ mm}$$

试计算该配合的最大间隙、最大过盈、平均间隙或平均过盈及配合公差，并画出孔、轴公差带示意图。

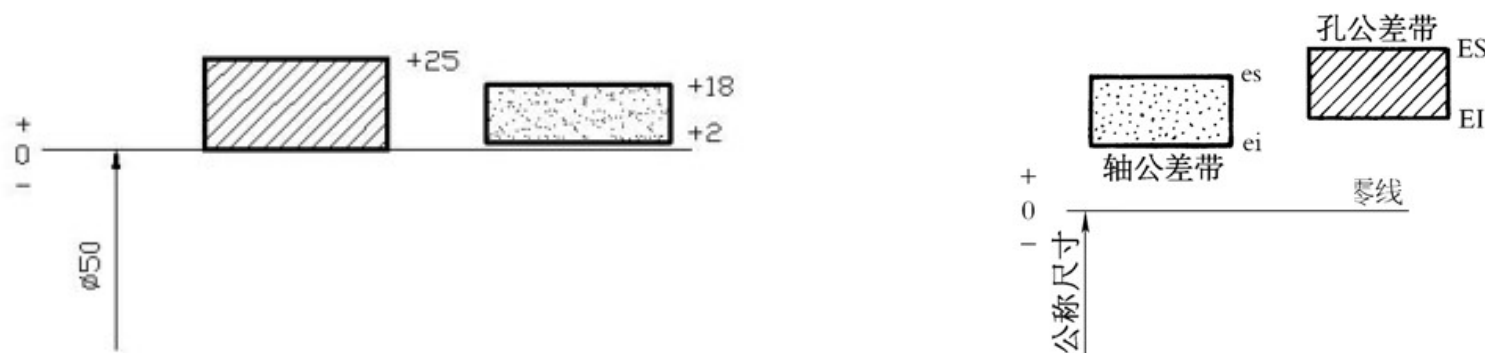


## 5、有关配合的术语和定义

解:

孔:  $\phi 50^{+0.025}_0$  mm

轴:  $\phi 50^{+0.018}_{+0.002}$  mm



最大间隙  $X_{\max} = ES - ei = +0.025 - (+0.002) = +0.023$  mm

最大过盈  $Y_{\max} = EI - es = 0 - (+0.018) = -0.018$  mm

$$X_{av} = \frac{X_{\max} + Y_{\max}}{2} = +0.0025 \text{ mm}$$

配合公差  $T_f = | X_{\max} - Y_{\max} |$   
 $= | +0.023 - (-0.018) | = 0.041$  mm

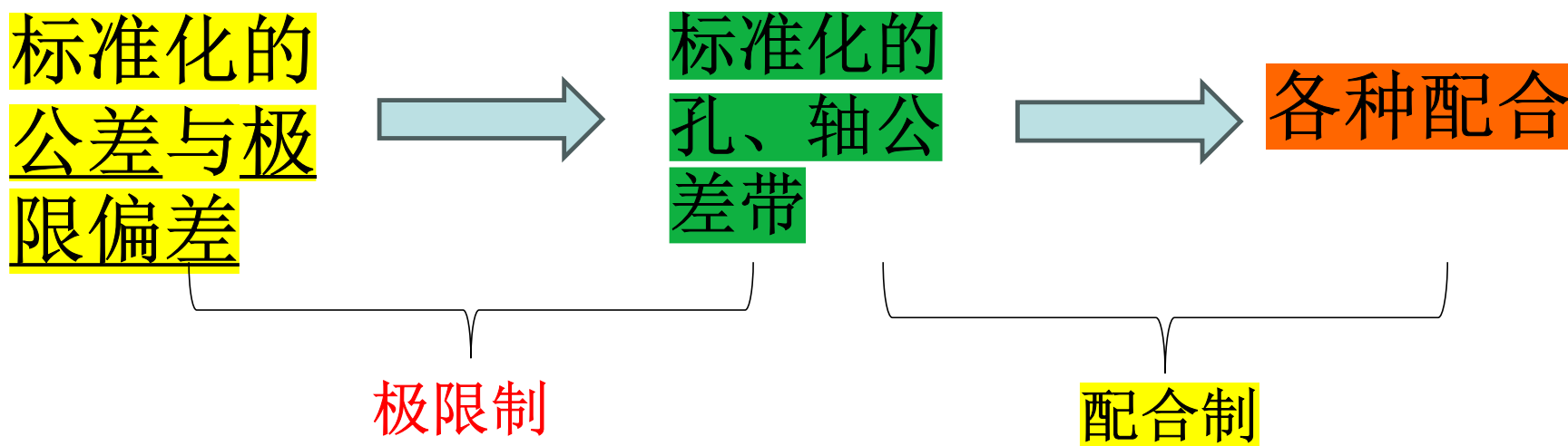


## 5、有关配合的术语和定义

### 5. 配合制

用标准化的孔、轴公差带（即同一极限制的孔和轴）组成各种配合的制度称为配合制。

回顾：用标准化的公差与极限偏差组成标准化的孔、轴公差带的制度称为极限制。



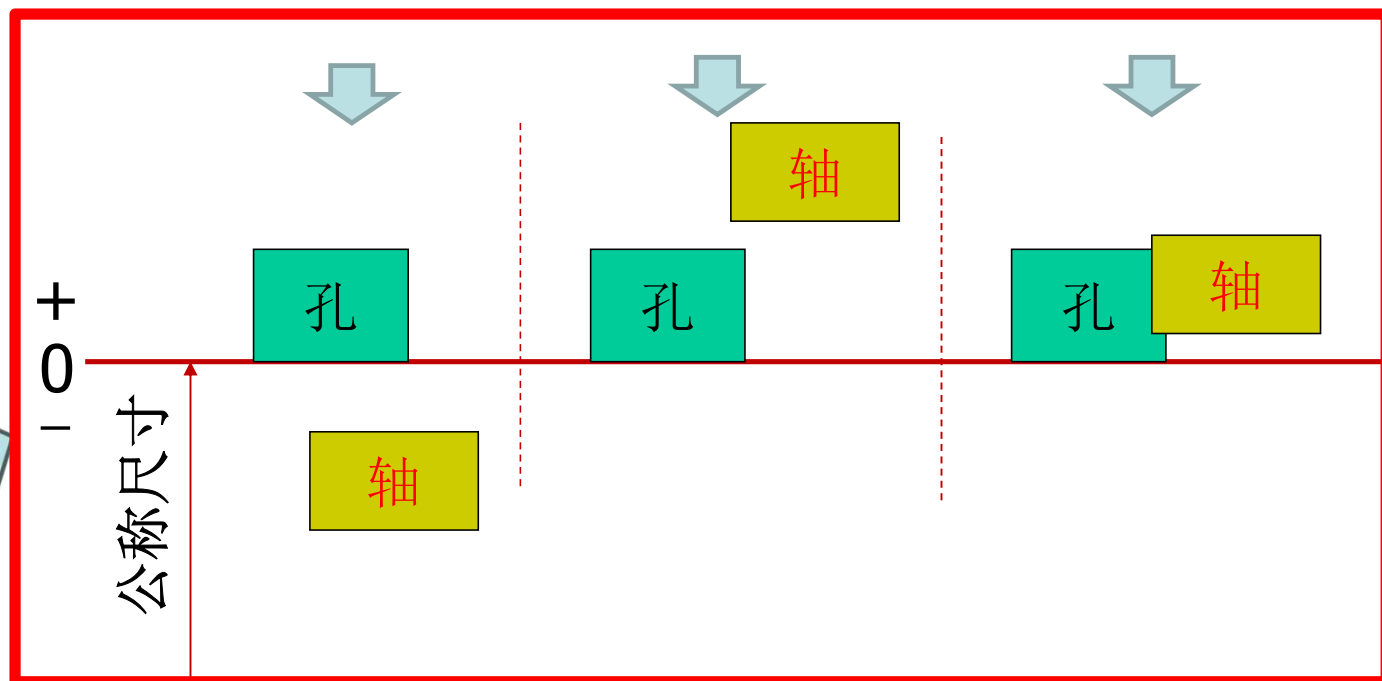
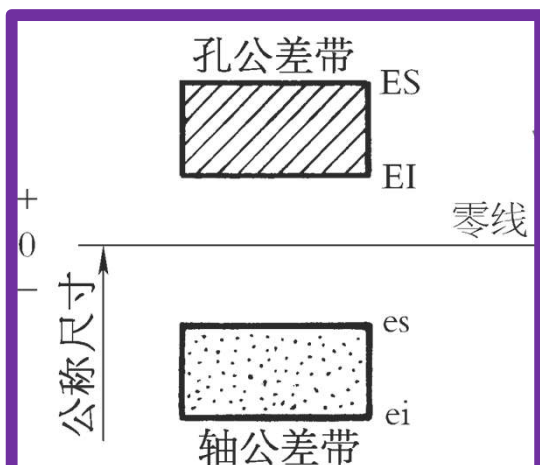


## 5、有关配合的术语和定义

公差带有两个基本参数：

- 大小 ( $T_h$ 、 $T_s$ ) 公差
- 位置  $ES(es)$  或  $EI(ei)$  极限偏差

用标准化的公差与极限偏差组成标准化的孔、轴公差带的制度称为极限制。

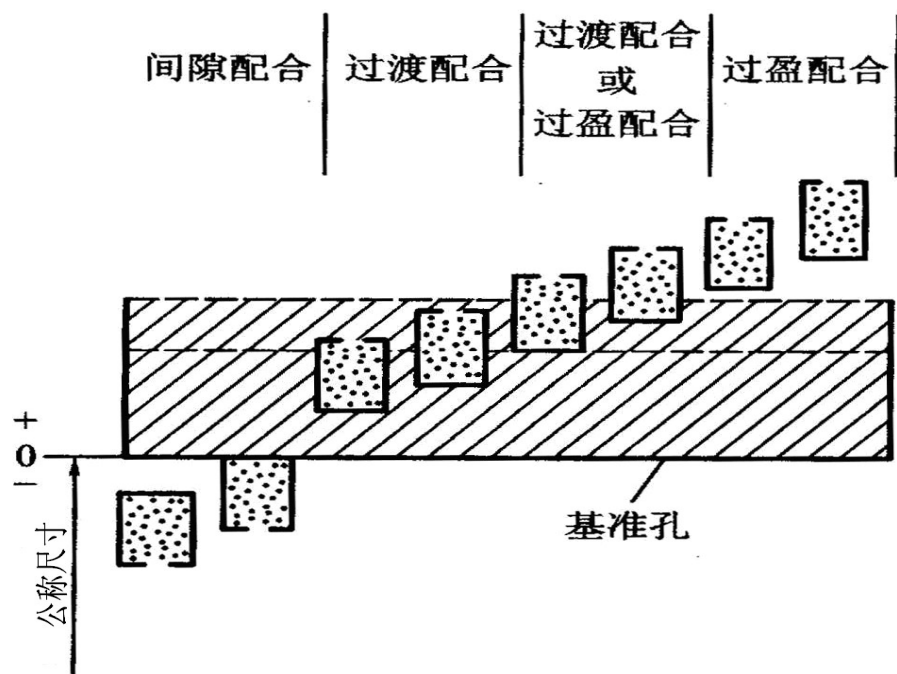


用标准化的孔、轴公差带（即同一极限制的孔和轴）组成各种配合的制度称为配合制。

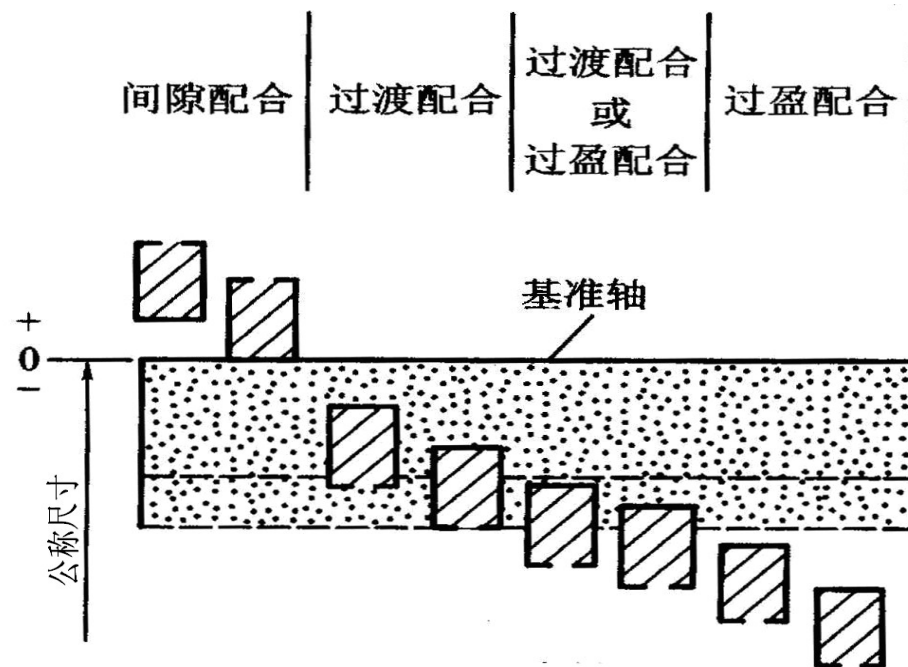


## 5、有关配合的术语和定义

GB/T 1800.1规定了两种基准制（基孔制和基轴制）来获得各种配合。



基孔制公差带图



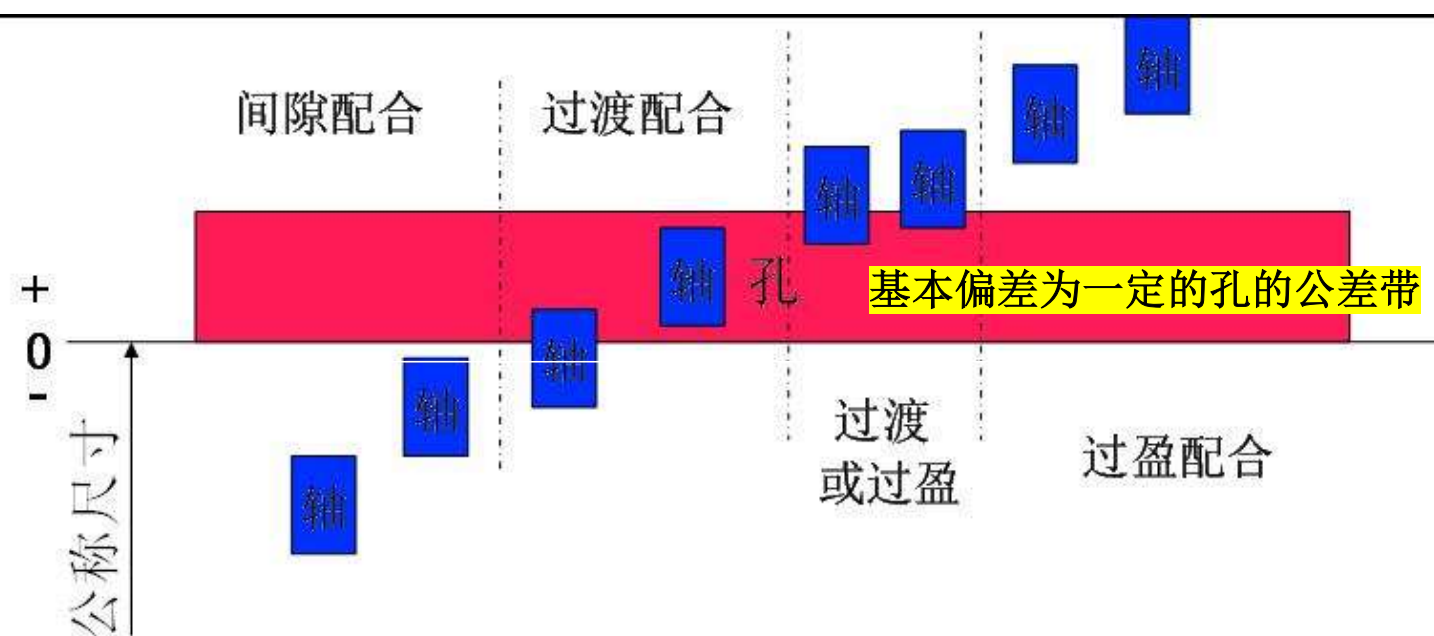
基轴制公差带图



## 5、有关配合的术语和定义

### (1) 基孔制

基孔制是指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。基孔制的孔为基准孔，公差带位于零线上方，且基准孔下偏差等于零。



基孔制配合中的孔称为基准孔，

基准孔的下极限尺寸与公称尺寸相等，即孔的下偏差为0，其基本偏差代号为H，基本偏差为： $EI = 0$ 。

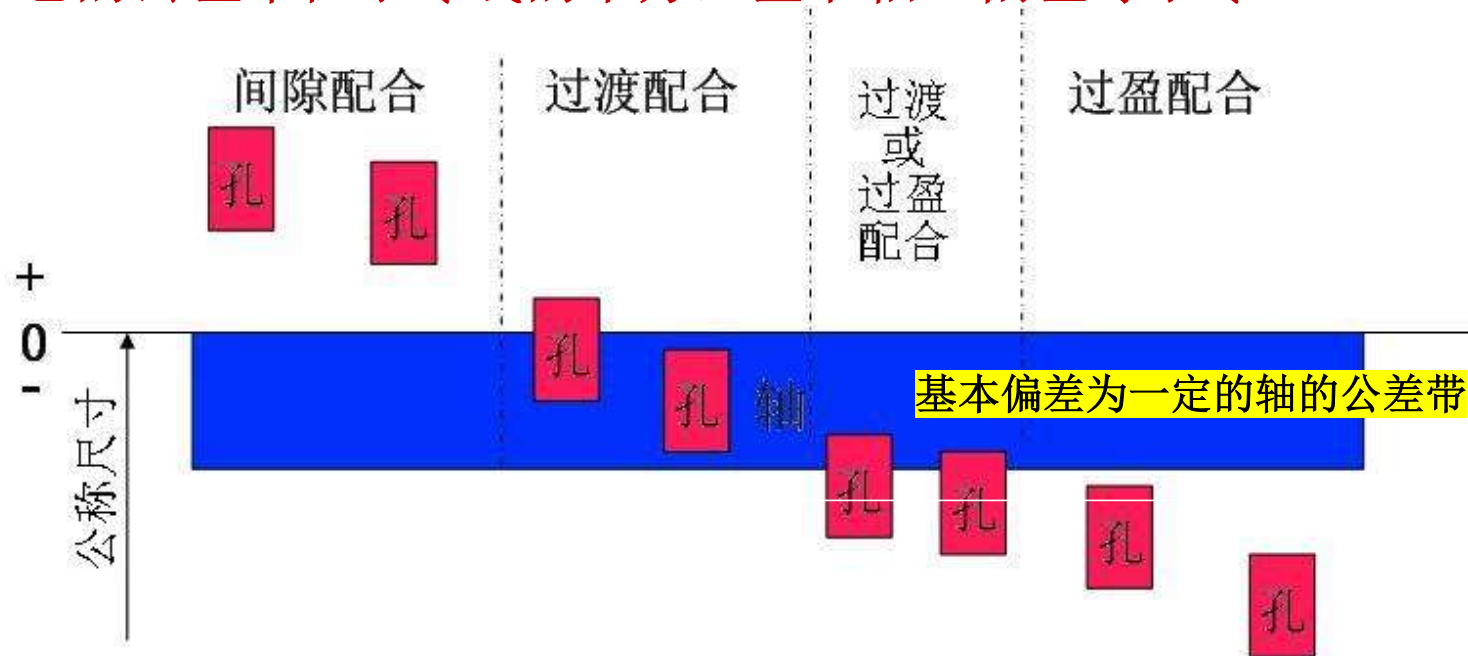




## 5、有关配合的术语和定义

### (2) 基轴制

基轴制是指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。基轴制的轴为基准轴，它的公差带位于零线的下方，基准轴上偏差等于零。



基轴制配合中的轴称为基准轴，

基准轴的上极限尺寸与公称尺寸相等，即轴的上偏差为0，

其基本偏差代号为h，  
基本偏差为：  
 $es = 0$ 。