



# 自动化认知与实践

COGNITION AND PRACTICE OF  
AUTOMATION

机电工程及自动化学院

黄瑞宁

QQ: 57783788

hrn@hit.edu.cn

# 连接件设计

## 一、学习连接的重要性

- 1、应用广泛的“通用零件”之一
- 2、熟悉各种连接及有关连接件的结构特点，应用场合，掌握正确选择和设计各种连接的方法，对每一个机械工程师来说是非常必要的。

# 连接件设计

## 二、连接的定义及分类

### 1 连接 — 指被连接件与连接件的组合

**被连接件**：轴与轴上的零件，箱体与箱盖等

**连接件**：又称紧固件，如螺栓、螺母，键、销钉等

### 2 连接分类

按被连接件运动情况

**动连接**（按需要变化）

**静连接**（不允许变化）

机械制造中的“**连接**”常指“**静连接**”

**静连接**：在机器中，把两个零（部）件连接起来使之没有相对运动的机械连接称为机械静连接，简称**连接**。

## 连接件设计

### 三、 连接部分的主要内容及目标

- 1、重点讨论常用的**螺栓连接**，**键连接**等。
- 2、掌握这些连接件的**特点**、**应用**、**选择**和**设计**方法。

## 螺纹连接

螺纹连接是利用螺纹零件构成的连接。

学习重点：

- 1) 如何选择合理的连接方式、结构
- 2) 如何确定螺纹连接的尺寸

# 螺纹

## 一、螺纹的主要参数

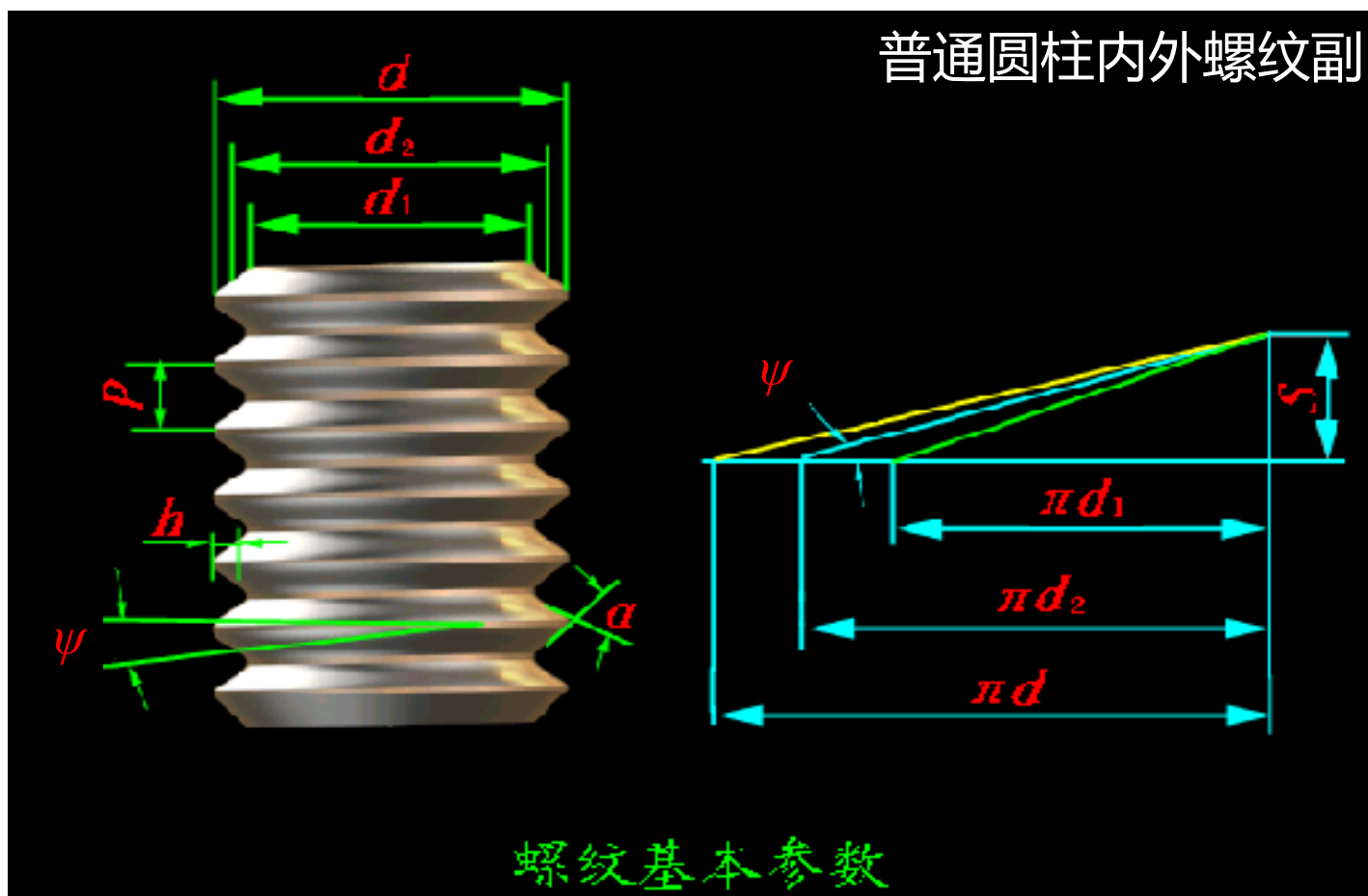
除矩形螺纹外，其他螺纹的参数均已标准化。有米制和英制两种标准尺寸。在我国，除管螺纹保持英制外，其他都采用米制，国际上多数国家也采用米制，少数用英制。

要求：学会按标准选择，简单设计计算。

以普通圆柱外螺纹为例：一般有9个主要参数。

# 螺纹

## 一、螺纹的主要参数



# 螺纹

$d$ —螺纹大径 (螺纹公称直径)

$d_1$ —螺纹小径 (常用直径计算螺纹断面的强度)

$d_2$ —螺纹中径 (螺纹的牙厚和牙间相等处的假想圆柱直径, 是螺纹几何关系和受力分析的基准)

$p$ —螺距 (相邻两牙对应点间的轴向距离)

$h$ —接触高度 (内外螺纹旋合后, 接触面的径向高度)



# 螺纹

**s--**导程 (沿螺纹旋转一周的轴向位移)

$$S=nP$$

**$\psi$ --**螺纹升角 (在中径圆柱上螺旋线的切线与垂直于螺纹轴线的平面之间的夹角)

$$\tan\psi = S / \pi d_2 = nP / \pi d_2$$

**$\alpha$ --**牙型角, 牙型斜角 **$\beta$**  (牙侧角)

$$\beta = \alpha / 2 \text{ (普通螺纹)}$$

**n--**线数 (螺旋线的根数)  
**旋向** (一般为右旋)

## 螺纹

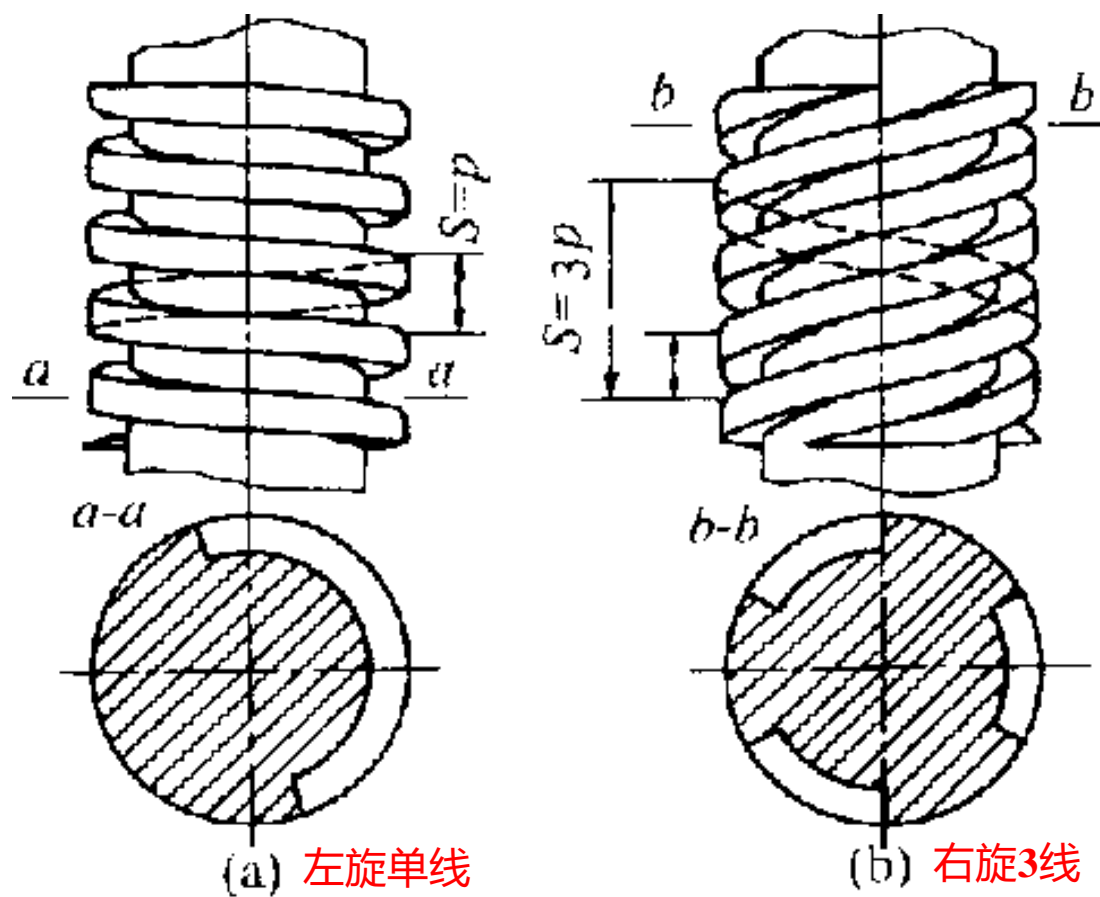


图 5-2 螺纹的线数和旋向

## 螺纹

### 二、 螺纹副的受力关系、效率和自锁

圆周力：拧紧时

$$F_t = F \tan(\psi + \rho')$$

松开时

$$F_t = F \tan(\psi - \rho')$$

式中： $\rho'$  - 当量摩擦角

$$\rho' = \arctan f'$$

$f'$  - 当量摩擦系数

$$f' = \frac{f}{\cos \beta}$$

$F$  - 轴向力, N

$f$  - 摩擦系数

## 螺纹

自锁条件

$$\psi \leq \rho'$$

效率：拧紧时

$$\eta = \frac{\tan \psi}{\tan(\psi + \rho')}$$

松开时

$$\eta = \frac{\tan(\psi - \rho')}{\tan \psi}$$

# 螺纹

## 三、常用螺纹的特点和应用

螺纹的要求：

- 1) 足够的强度
- 2) 良好的工艺性,
- 3) 不同用途还有特殊要求： 连接螺纹-自锁；  
传动螺纹-高效率； 管螺纹-紧密性；  
测量或传递运动螺纹-精度高；  
起重螺纹-工作效率高且自锁性好。

# 螺纹

## 1、螺纹的分类

### 1) 按螺纹在螺杆轴向剖面上的牙的形状分

5种 { 三角形 (普通螺纹, 仅此不以形状命名)  
矩形  
梯形  
锯齿形  
管螺纹

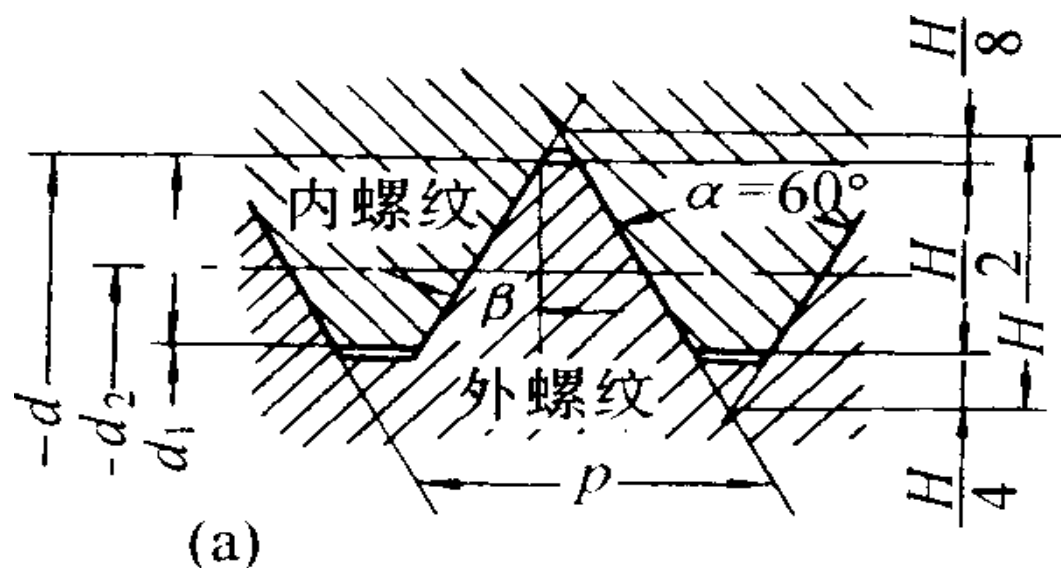
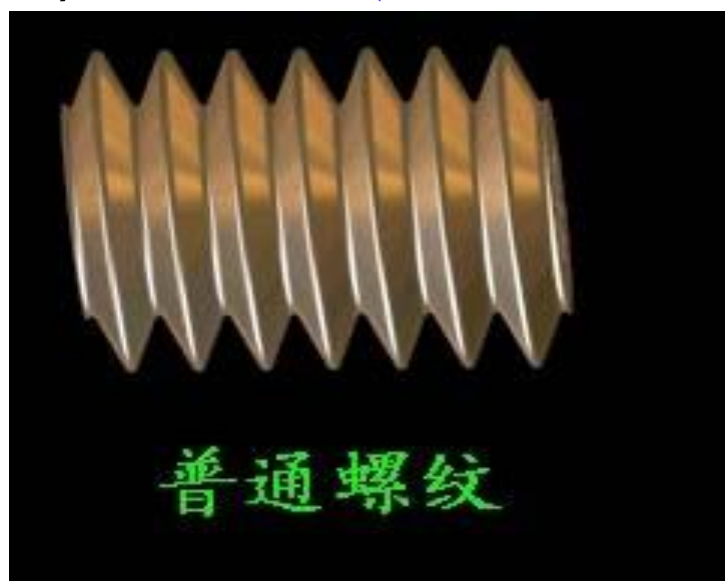
2) 按螺纹母体形状分 2种 { 圆柱螺纹  
圆锥螺纹

# 螺纹

## 2、常用螺纹的特点和应用



### 1) 普通螺纹(代号: M GB 192-81)



(1) 特点: 牙形为等边三角形。

牙型角 $\alpha=2\beta=60^\circ$ 。牙型斜角 $\beta=30^\circ$ ，因 $\beta$ 大，所以当量摩擦系数大，自锁性能好，主要用于连接。

# 螺纹

## (2) 普通螺纹分类

同一公称直径 $d$ , 按螺距大小分2种:

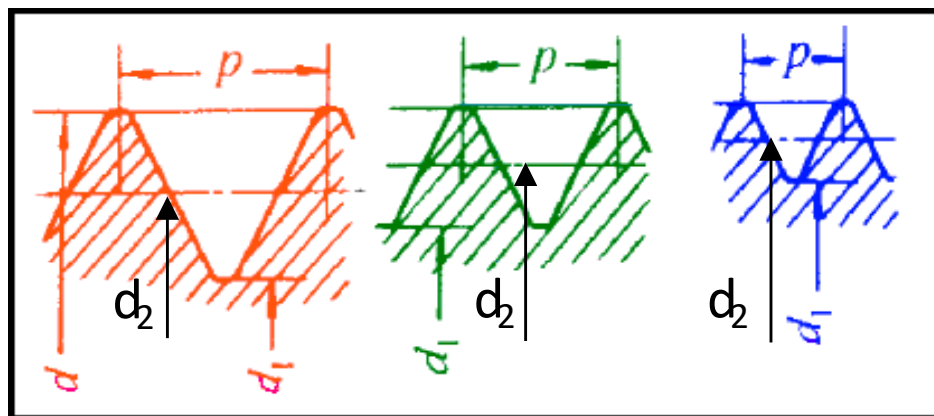
普通细牙螺纹  
普通粗牙螺纹

粗牙: 常用螺纹 (一种螺距)

细牙: 特殊用途

A) 优点: 细牙自锁性能更好。  
常用于承受冲击、振动及变载荷、  
或空心、薄壁零件上及微调装置中。

$$\tan \psi = n \cdot p / \pi d_2 \quad \psi \leq \rho'$$

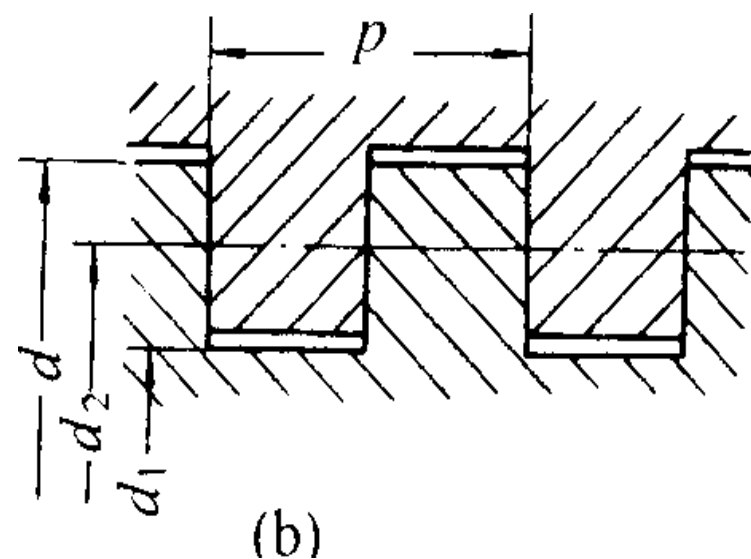
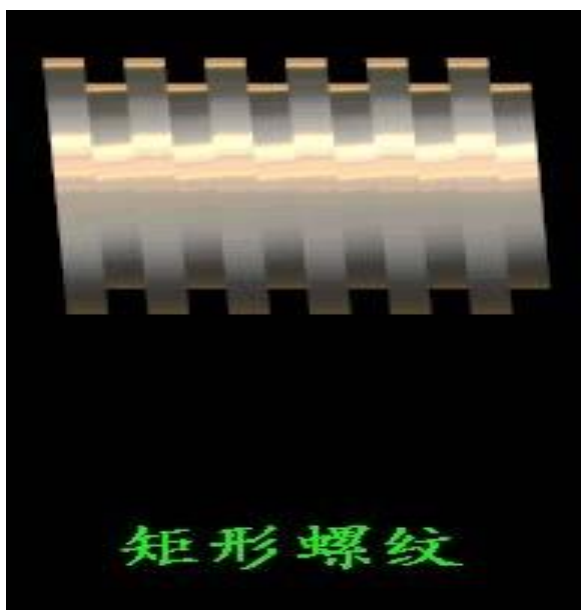


B) 缺点: 细牙小, 相同载荷下磨损快, 易脱扣。



# 螺纹

## 2) 矩形螺纹

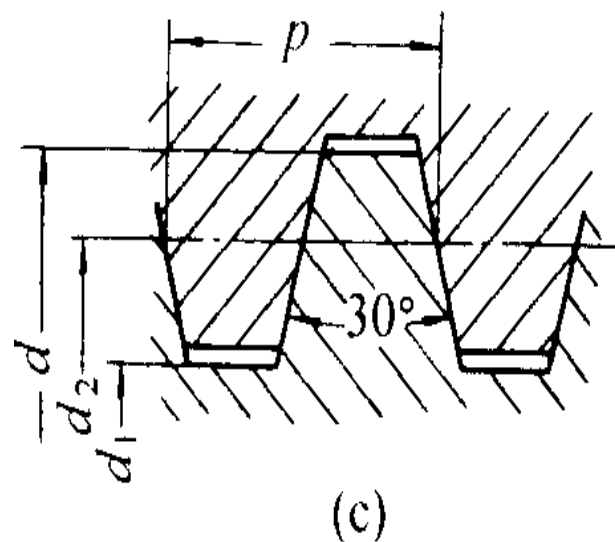
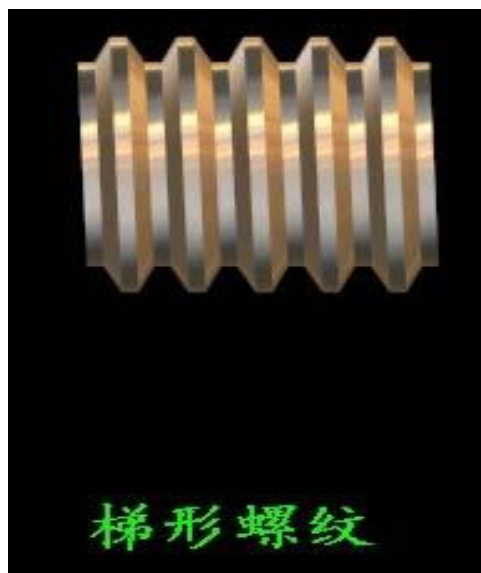


特点：牙形为正方形。

牙形斜角为  $\beta=0^\circ$ ，所以效率高，用于传动，暂未标准化。因制造困难，磨损后间隙不能补偿，常被梯形螺纹代替。 $\cos\beta \approx 1$ ， $f'$  较小， $\rho'$  很小，不易自锁。

## 螺纹

### 3) 梯形螺纹(代号: Tr GB 192-81)

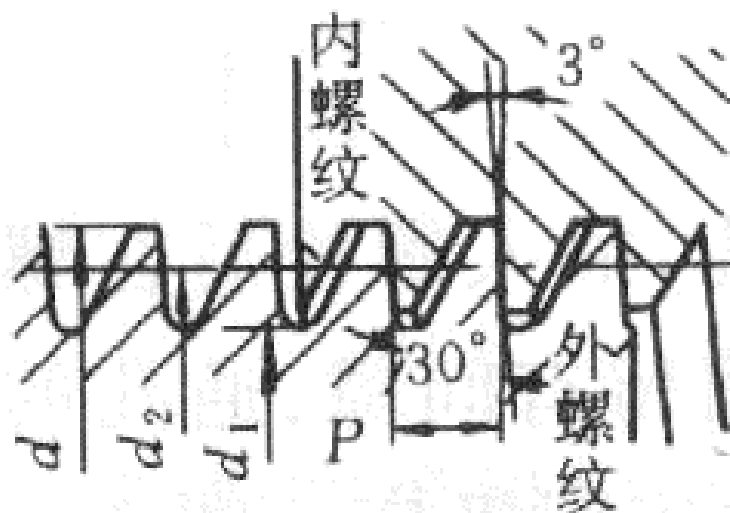
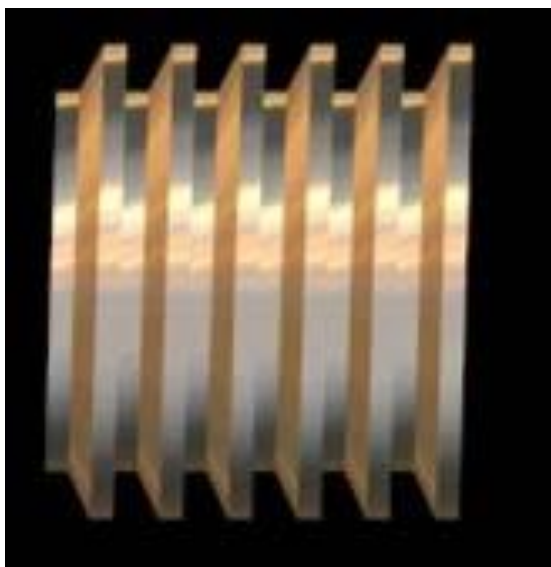


特点：牙形为等腰梯形。

牙形角  $\alpha=2\beta=30^\circ$ 。牙形斜角  $\beta=15^\circ$ ，比矩形螺纹效率略低，但是，压根强度较高，易于制造，特别是采用剖分螺母时，可以补偿磨损间隙，在螺旋传动中有广泛应用。

## 螺纹

### 4) 锯齿形螺纹(代号: S JB 4315-86)

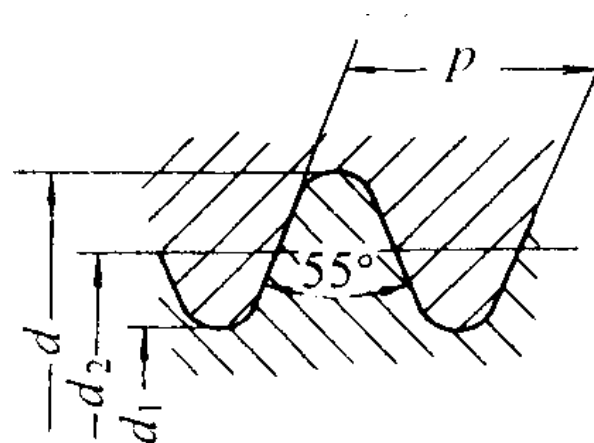
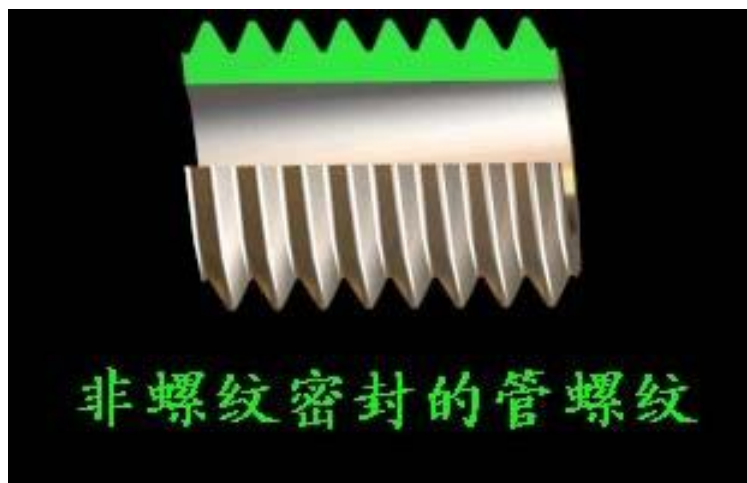


特点：牙形为不等腰梯形。

工作边牙形斜角 $\beta=3^\circ$ ，非工作边 $\beta=30^\circ$ ，它综合了矩形螺纹效率高和梯形螺纹牙根强度高的优点，能承受较大的载荷，对中性好。但是，只能用于单向传动。

## 螺纹

### 5) 圆柱管螺纹(代号: $R_p$ GB/T 7307-87)



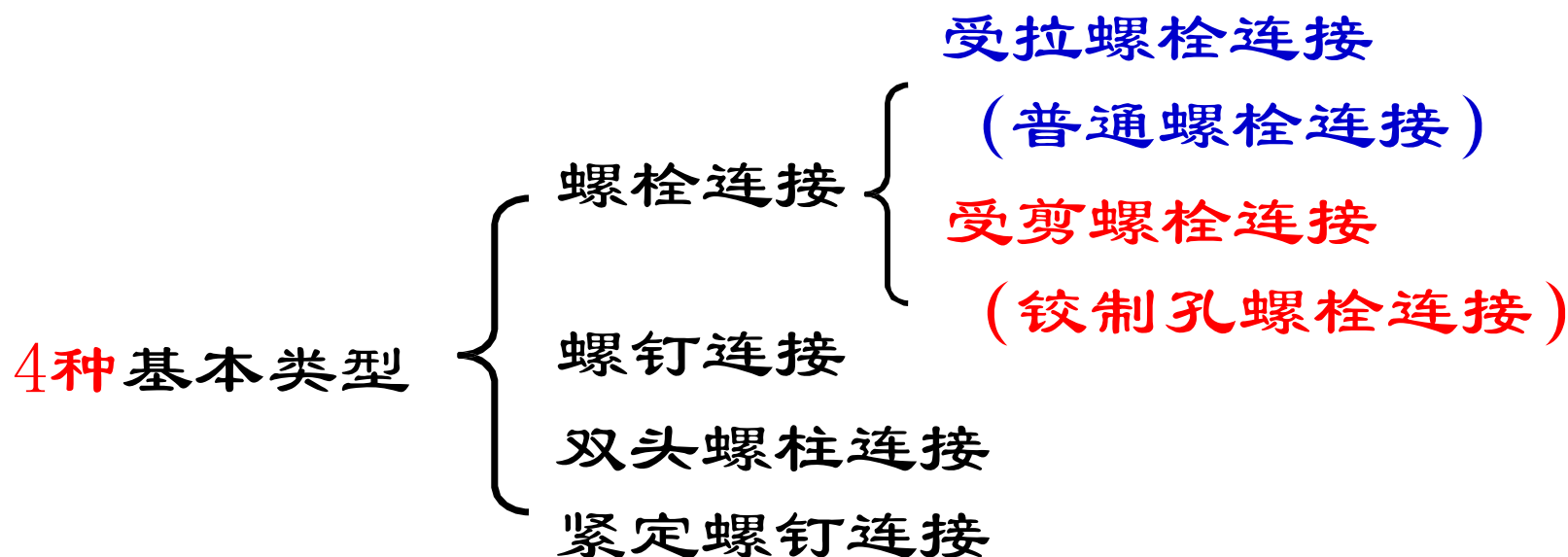
(c)

特点：牙形为等腰三角形。为英制细牙螺纹。

牙形角  $\alpha=55^\circ$ ，以管子通孔内径为公称直径，内外螺纹旋合后，无径向间隙，密封性好，用于管件连接。

# 螺纹连接的基本类型与标准件连接

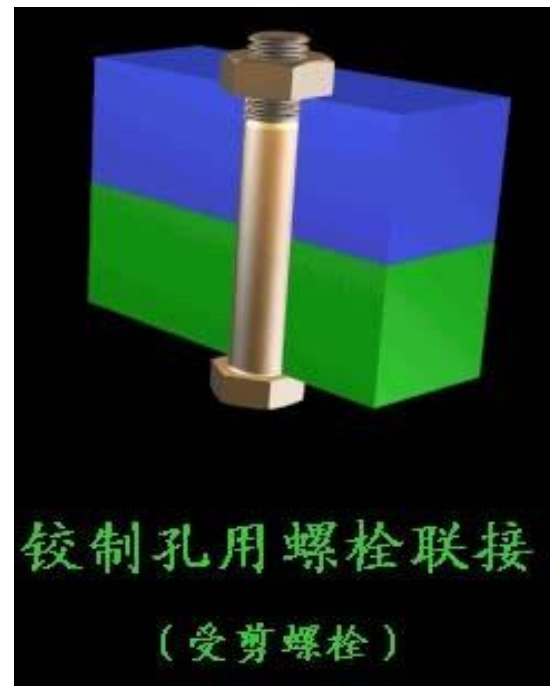
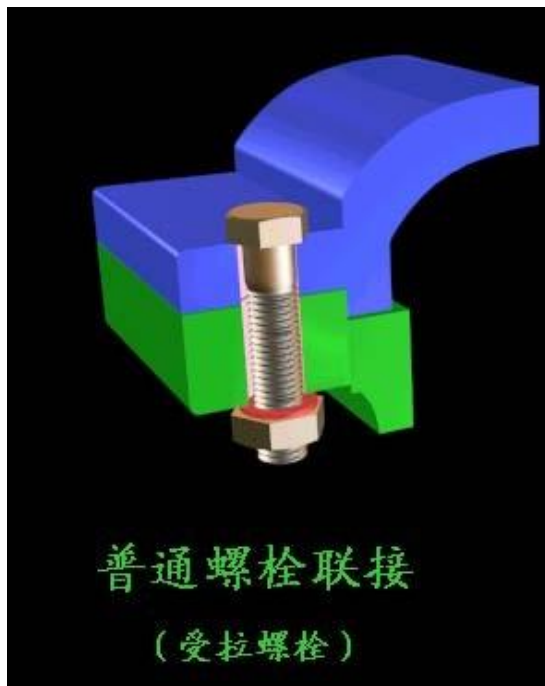
## 一、 螺纹连接的基本类型



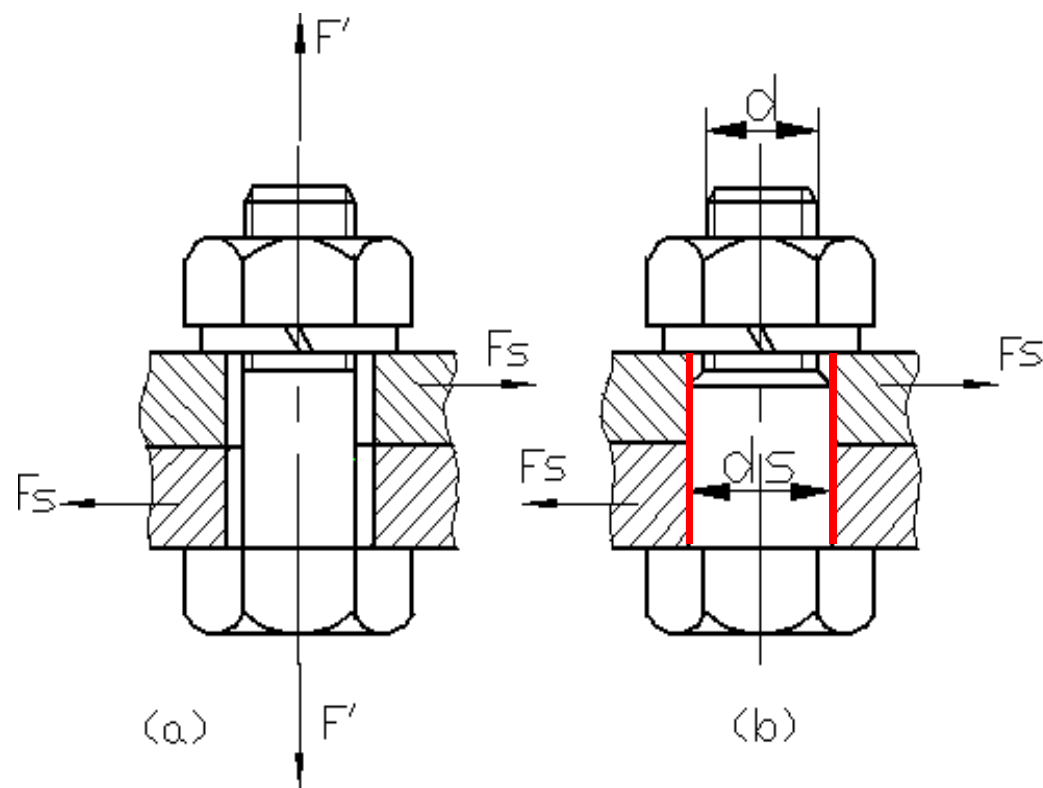
# 螺纹连接的基本类型与标准件连接

## 1、螺栓连接

用螺栓穿过被连接件的光孔后拧紧螺母的连接。用于连接2个不太厚的零件。连接方式有**两种**。



## 螺纹连接的基本类型与标准件连接



- a. 普通螺栓连接。加工、装拆方便，应用十分广泛。
- b. 铰制孔螺栓连接。孔需精加工，螺栓也用铰制孔用螺栓，螺栓与孔采用过渡配合，主要承受横向载荷，兼起定位作用。

## 螺纹连接的基本类型与标准件连接

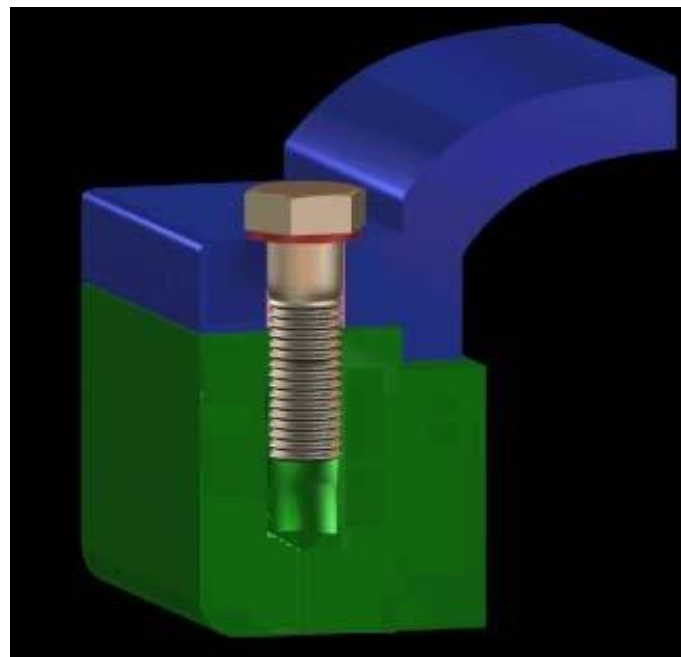
### 2、螺钉连接

当被连接件之一受结构限制，有下列4种情况之一时采用。

- 不能开通孔
- 希望结构紧凑
- 希望有光整的外露表面
- 无法装拆螺母

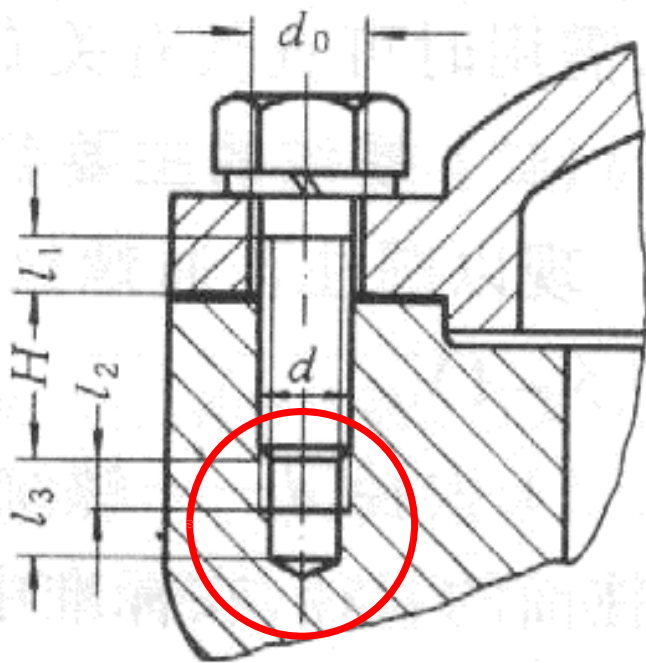
注意：

螺钉连接不宜用在经常拆卸的场合，以免损坏被连接件的螺纹孔。

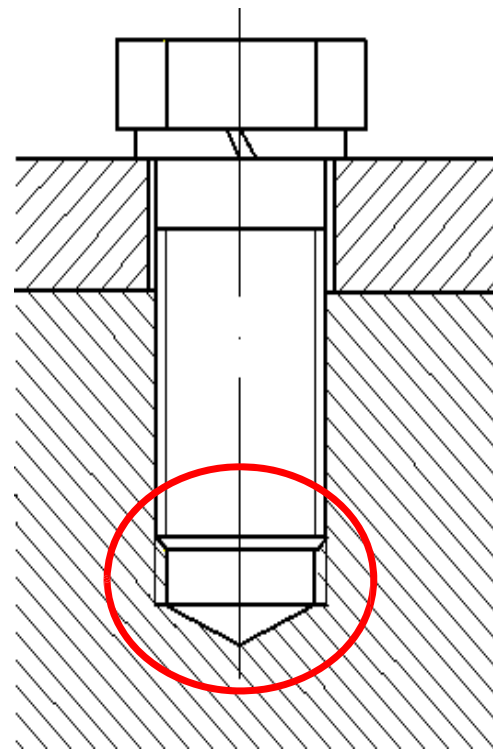




## 螺纹连接的基本类型与标准件连接



标准画法



简化画法

## 螺纹连接的基本类型与标准件连接

### 3、双头螺柱连接

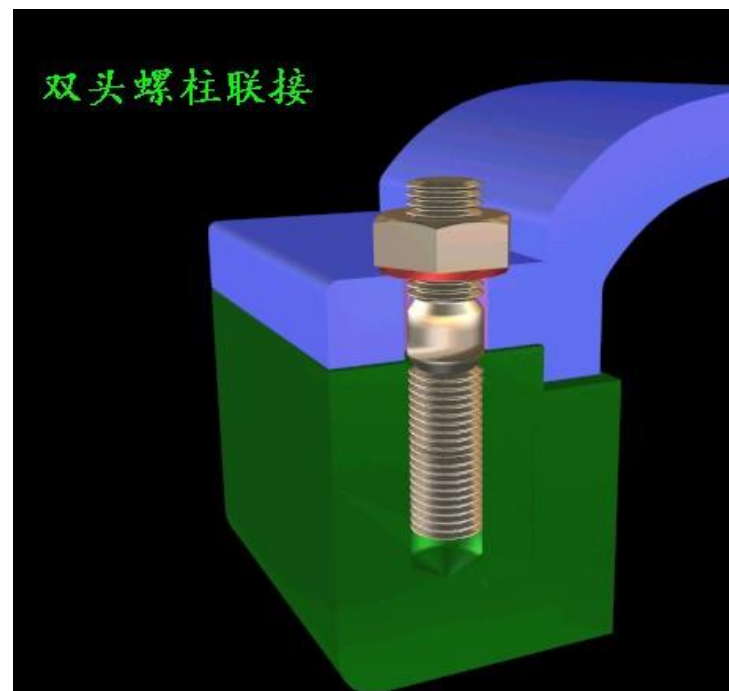
当需要螺钉连接，又要经常拆卸或螺钉无法安装时，采用此连接。

注意：

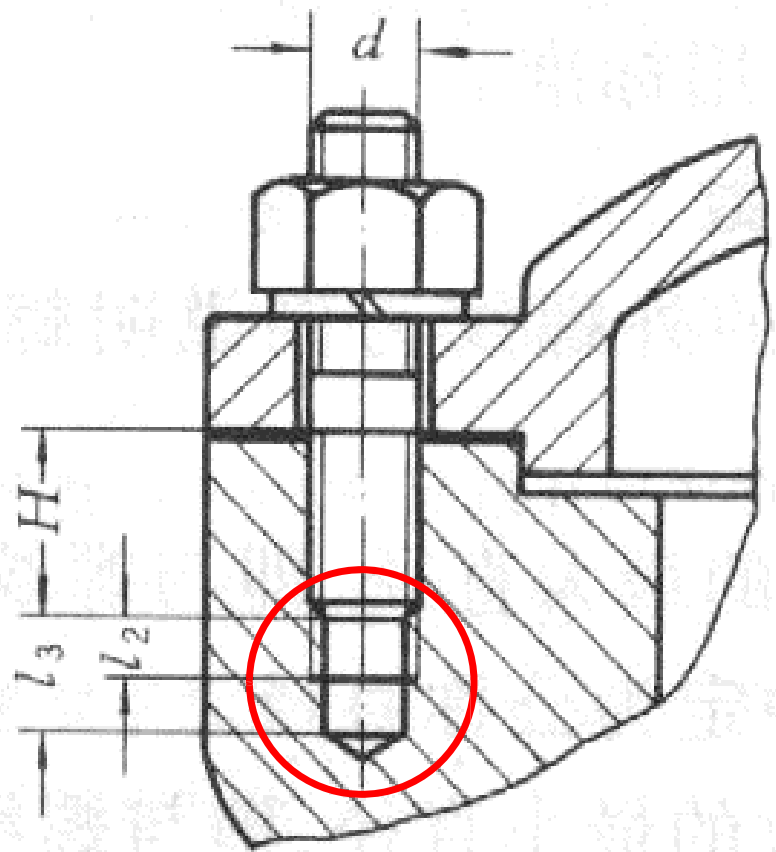
一般情况下：

螺纹孔深度 > 螺柱座端长度

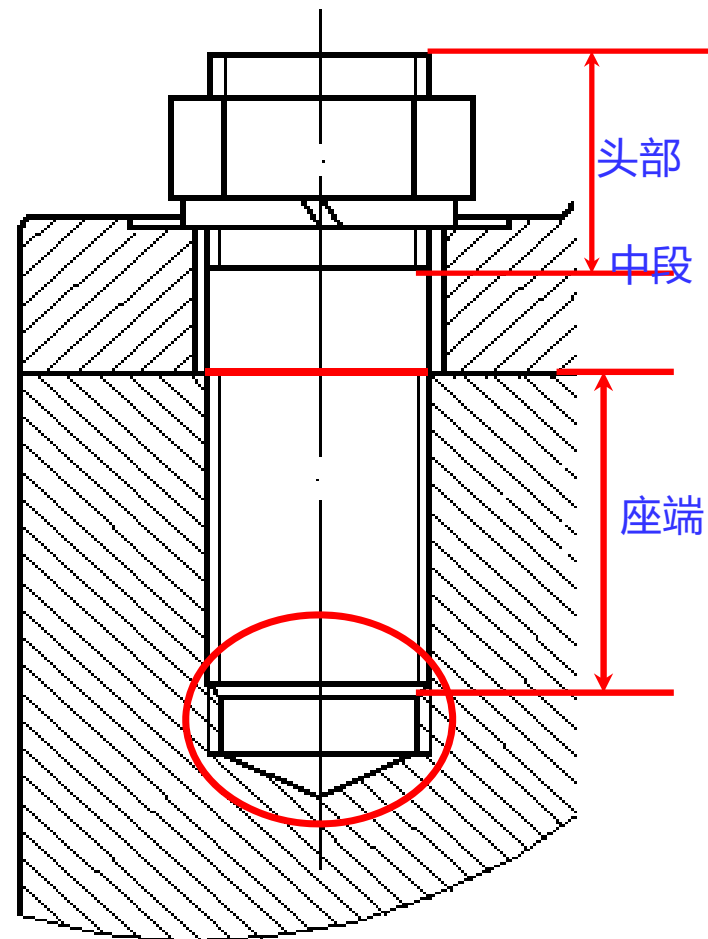
安装时，螺柱座端全部拧入螺纹孔中，靠螺纹尾部横向压紧，紧固在螺纹孔中，拆时也不旋出螺柱。



## 螺纹连接的基本类型与标准件连接



标准画法



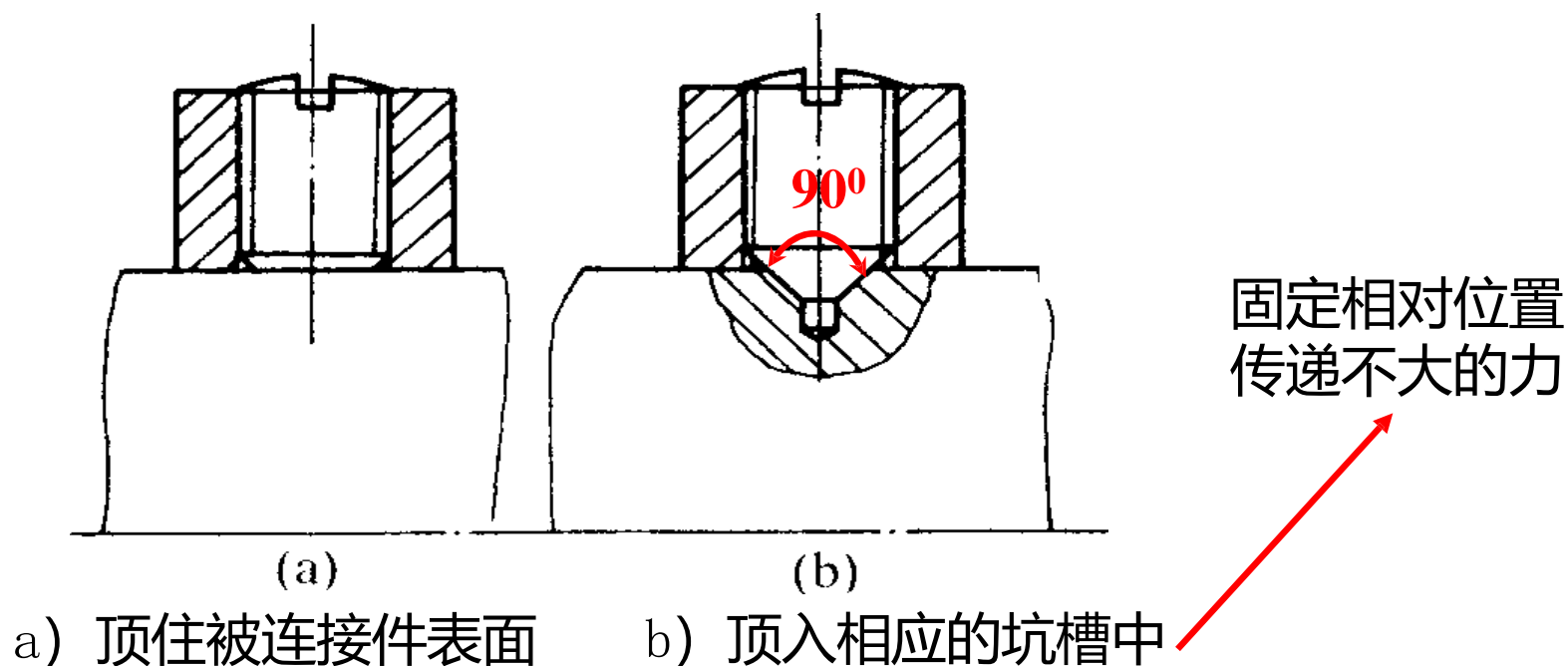
简化画法

## 螺纹连接的基本类型与标准件连接

### 4、紧定螺钉连接

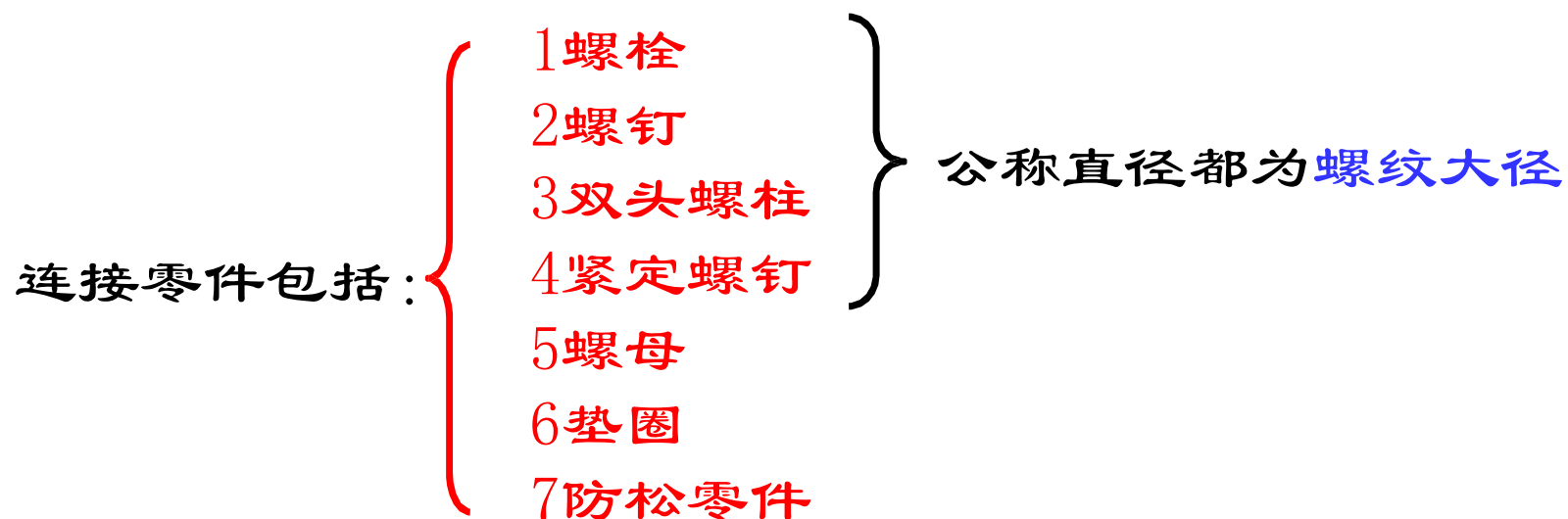
常用来连接、固定2个零件**相对位置**的情况，有时也可以**传递不大的力和力矩**。

结构特点：被连接件之一有螺纹孔，另一个没有。



# 螺纹连接的基本类型与标准件连接

## 二、标准螺纹连接件（简介）



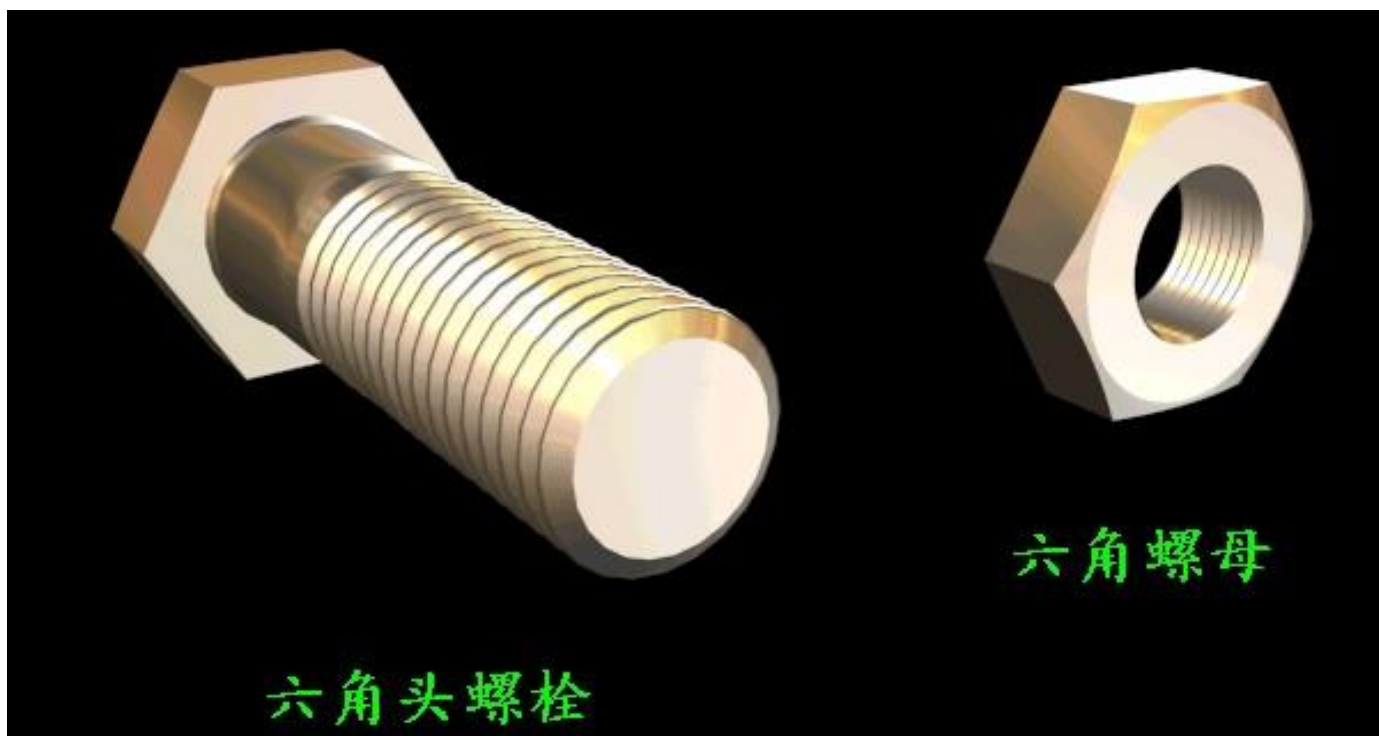
这些零件大多数已有国家标准，在设计时可选用，并直接购买使用。

## 螺纹连接的基本类型与标准件连接

### 1、螺栓和螺母

**螺栓**，除头部为六角形外，也有圆头内六角形，经常用。

**螺母**，以六角形居多，分标准和薄形2种。硬度比相配螺栓低  
(20~40) HBS。



## 螺纹连接的基本类型与标准件连接

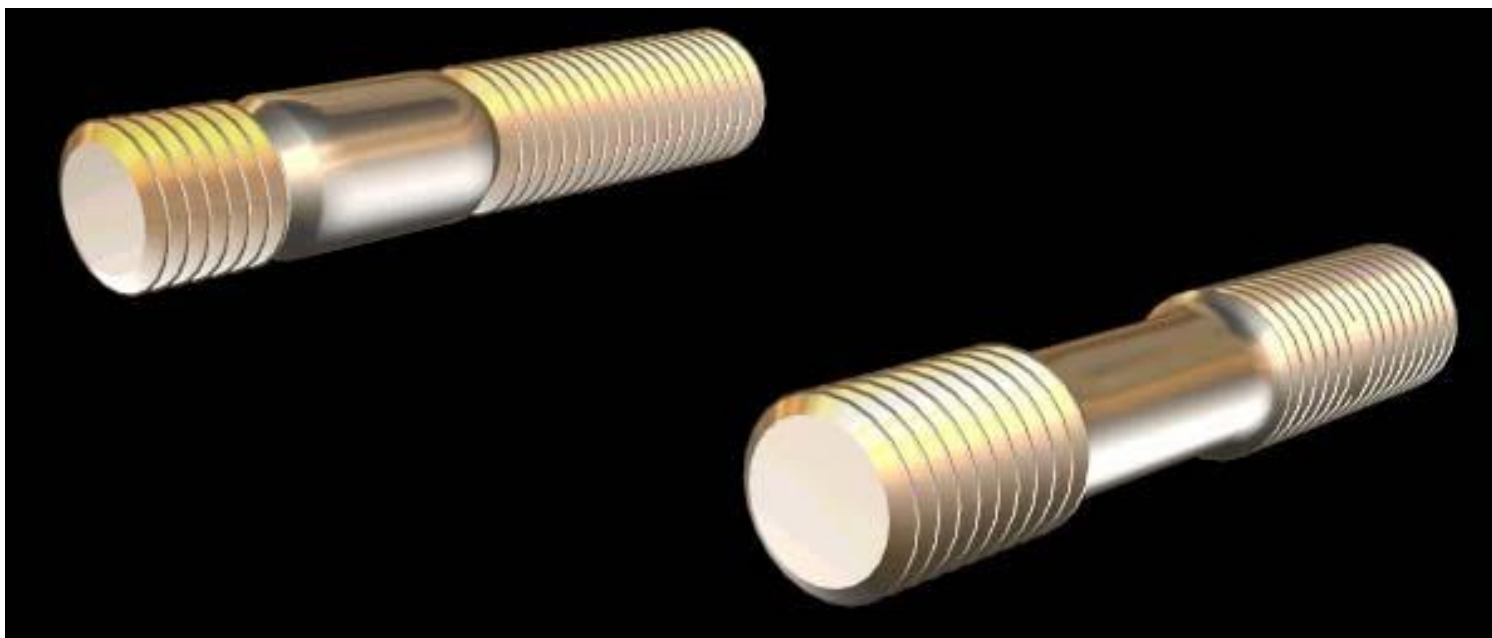
### 2、双头螺柱

**旋入端** 长度:  $1d$ ,  $1.25d$ ,  $1.5d$ ,  $2d$  等

适应不同拧入材料（钢、青铜、铸铁、铝合金和塑料等）的要求。

**螺母端**

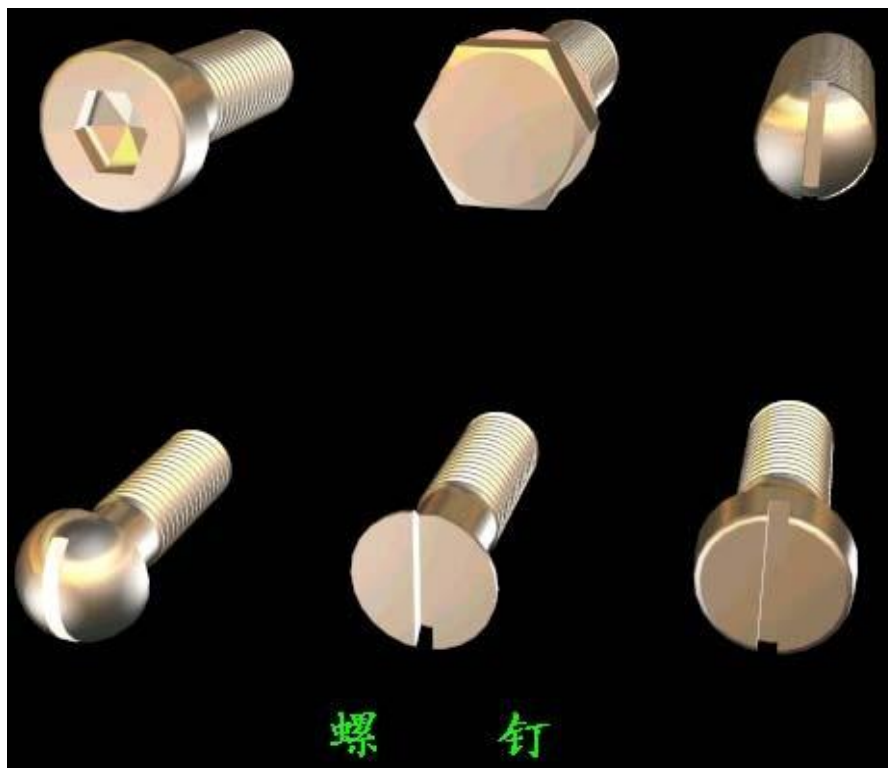
**中段**



## 螺纹连接的基本类型与标准件连接

### 3、螺钉紧固件

结构与螺栓大体相同，但头部样式较多，适应不同安装，外观等要求。



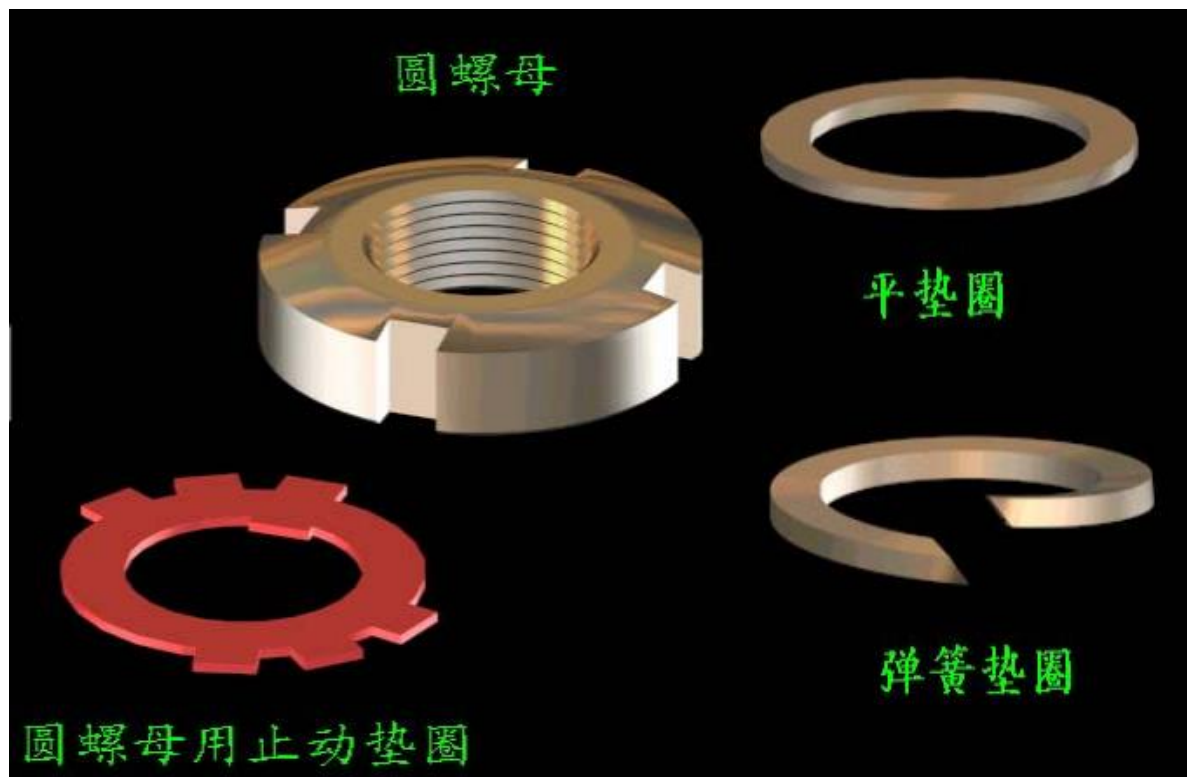


## 螺纹连接的基本类型与标准件连接

### 4、垫圈

**作用：**用来保护被连接件的支承表面。

**结构：**有方形、圆形、弹簧垫圈和斜垫圈等。

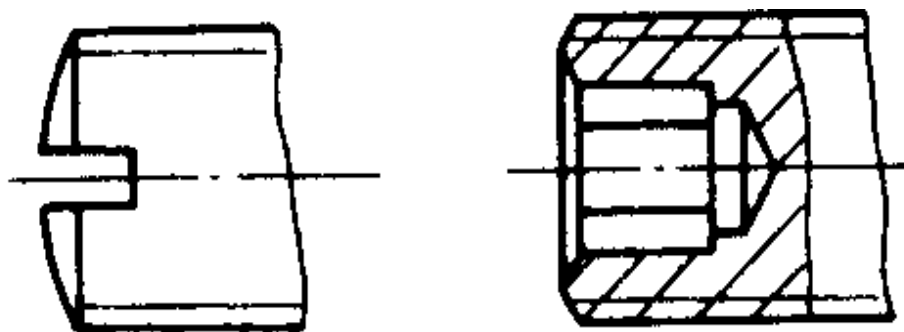


## 螺纹连接的基本类型与标准件连接

### 5、紧定螺钉

头部和末端形状较多。末端一般有较高硬度。

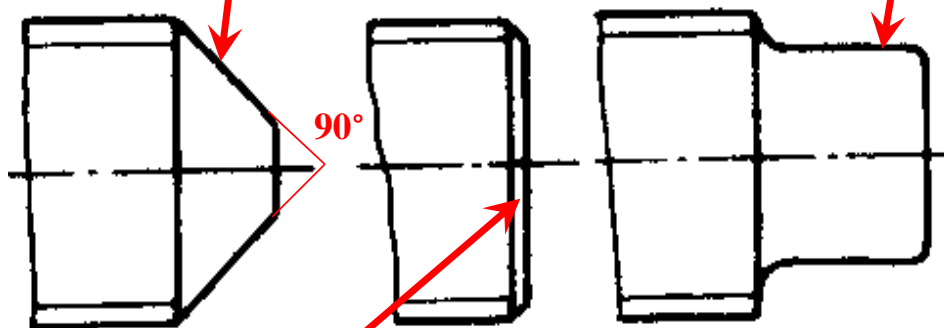
典型头部结构



软表面，不常调整

顶入凹坑、可传递一定的力

典型末端结构

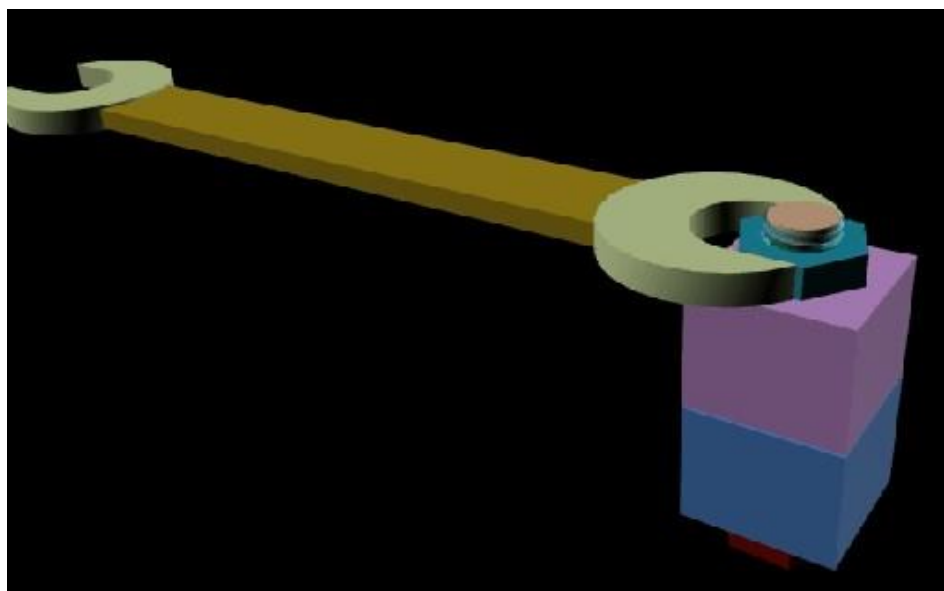


硬表面，常调整

## 螺纹连接的预紧

在实际应用中，绝大多数情况装配时要拧紧螺母预紧连接。

防止连接受载后被连接件之间出现间隙或横向滑移。预紧也可以防松。



## 螺纹连接的预紧

- 1 预紧的目的：
- 1) 增强连接的刚性、紧密性和防松能力
  - 2) 对受拉螺栓可提高其疲劳强度
  - 3) 对受剪螺栓可增大其连接中的摩擦力

### 2 预紧力的控制：

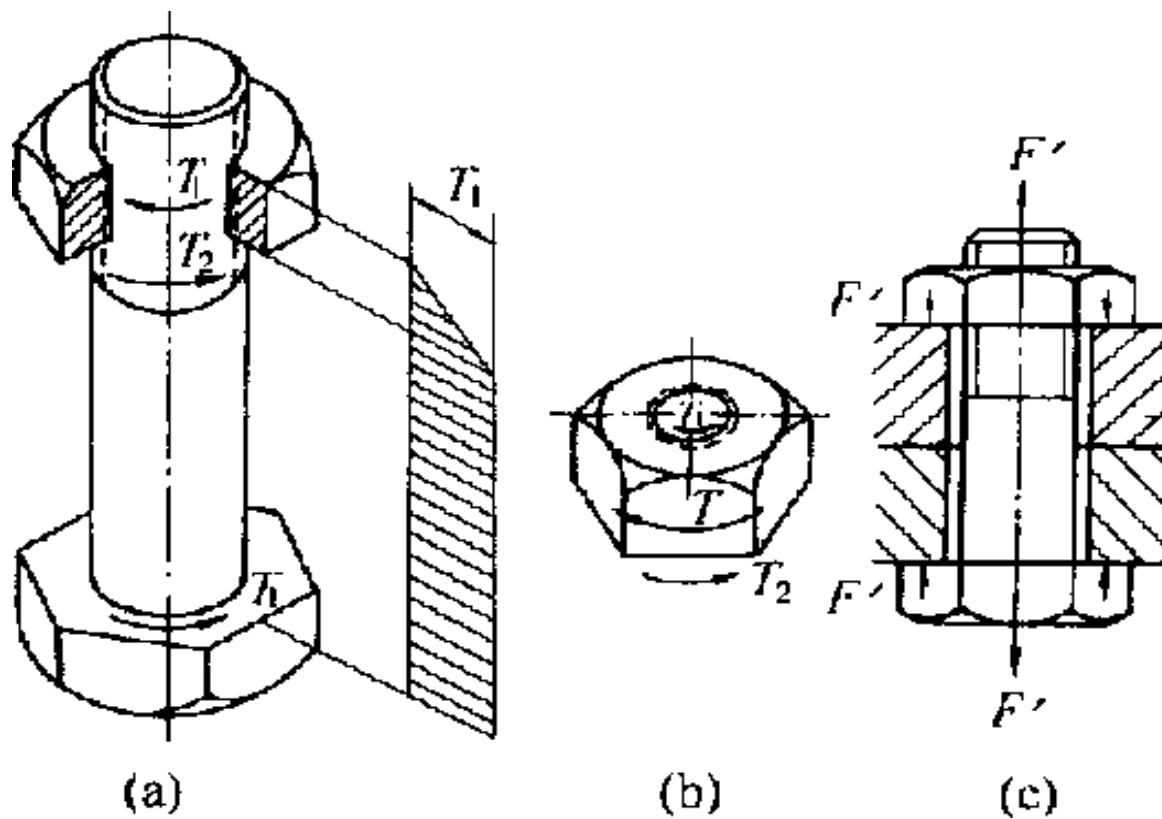
在受载之前就受到预紧力作用，该预紧力 $F'$ 与工作载荷有关

预紧力 $F$   $\left\{ \begin{array}{l} \text{过大} - \text{螺栓超载} \\ \text{过小} - \text{连接失效} \end{array} \right\}$  控制预紧力（重要连接）

控制方法 —— 拧紧力矩  $T$

拧紧螺母时受力  $\left\{ \begin{array}{l} \text{螺旋副的摩擦力矩 } T_1 \\ \text{螺母与支承面的摩擦力矩 } T_2 \end{array} \right.$

## 螺纹连接的预紧



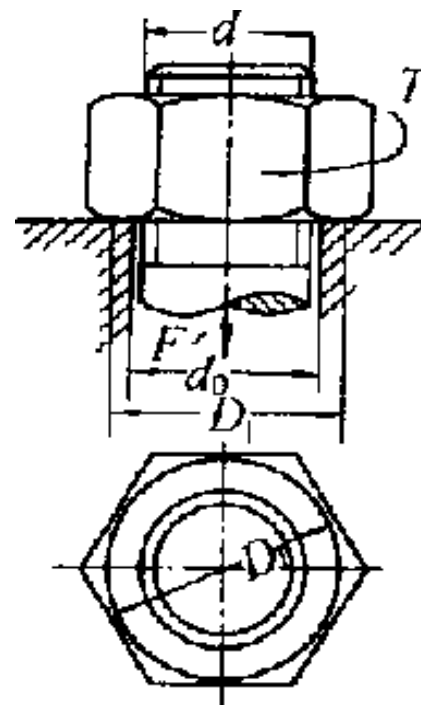
拧紧螺母时的力矩和预紧力

## 螺纹连接的预紧

$$T = T_1 + T_2$$

$$T_1 = F' \tan(\psi + \rho') \frac{d_2}{2}$$

$$T_2 = \frac{1}{3} f F' \frac{D_1^3 - d_0^3}{D_1^2 - d_0^2}$$



$$T = \frac{1}{2} \left[ \frac{d_2}{d} \tan(\psi + \rho') + \frac{2f}{3d} \frac{D_1^3 - d_0^3}{D_1^2 - d_0^2} \right] F' d = k_t F' d$$

## 螺纹连接的预紧

引入拧紧力矩系数:

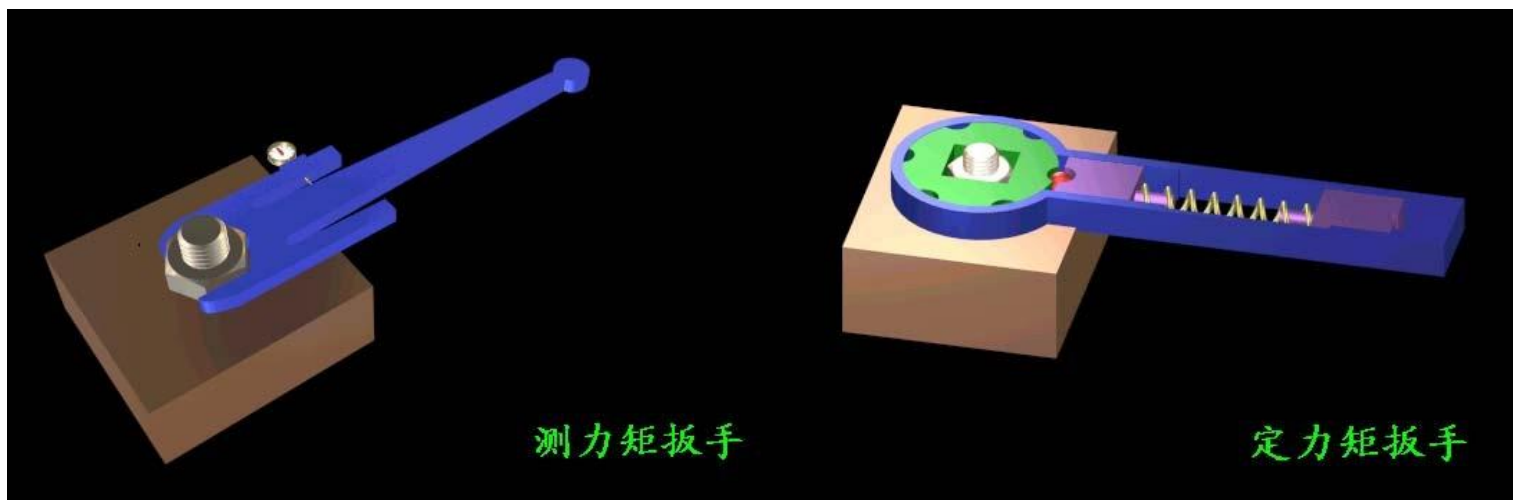
$$k_t = \frac{1}{2} \left[ \frac{d_2}{d} \tan(\psi + \rho') + \frac{2f}{3d} \frac{D_1^3 - d_0^3}{D_1^2 - d_0^2} \right]$$

将常用的钢制M10~M68普通螺栓的参数代入, 并取  $f \approx 0.15$ ,  $\rho' \approx 8.5^\circ$ , 计算可得:

$$T \approx 0.2 F' d$$

## 螺纹连接的预紧

控制拧紧力矩的方法 {  
测力矩扳手  
定力矩扳手  
测量螺杆长度





## 螺纹连接的防松

螺纹连接满足自锁条件，拧紧后不应松脱。摩擦力阻止螺纹副相对运动，但这是有条件的：

当受到**冲击**、**振动**或**变载荷**、或在**温度变化**情况下，螺纹副中的正压力可能变化，甚至消逝，使摩擦力减小，螺纹副产生相对转动，反复多次，使螺纹副松脱。导致连接工作失常，甚至发生事故，因此设计时应该考虑**防松问题**。

防松的根本问题在于**防止螺纹副相对转动**

按**工作原理**  
分3种方法

- 摩擦防松（保持摩擦力矩，阻止相对转动）
- 机械防松（用机械办法约束螺旋副）
- 永久防松（将螺母与螺栓焊死、铆死和胶住）

# 螺纹连接的防松

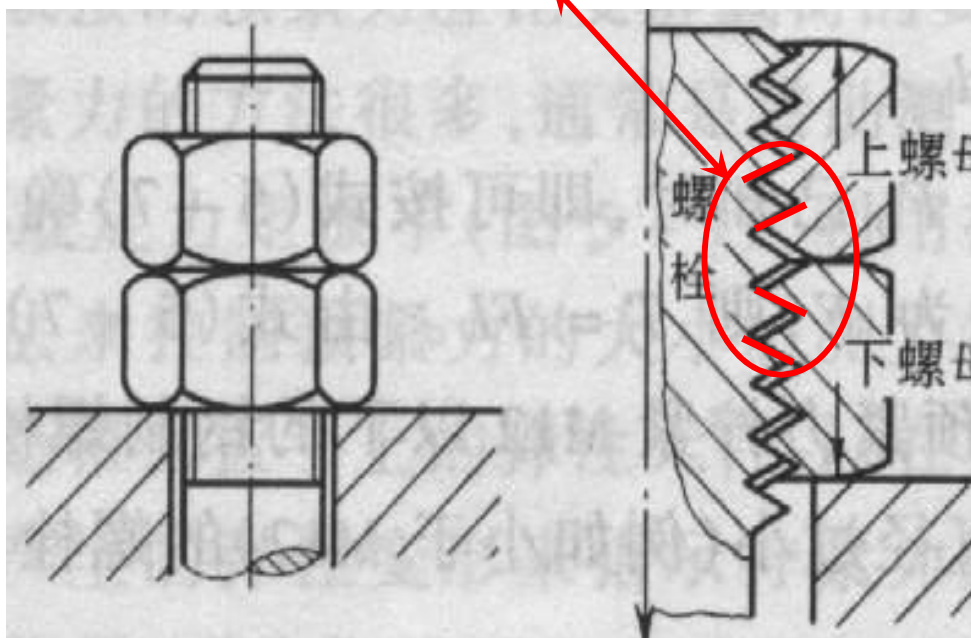
## 一、 摩擦防松

**原理：**使螺纹副中产生有不随连接所受外载荷而变的压力，保持摩擦力，**阻止螺纹副相对运动。**

### 1、双螺母

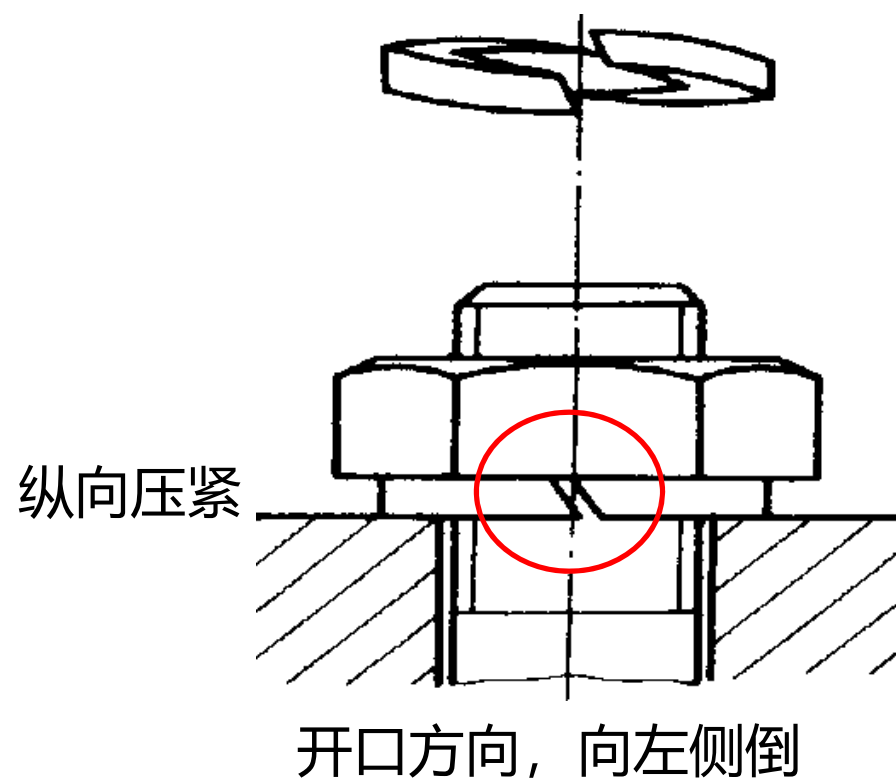
纵向压紧

形成封闭力



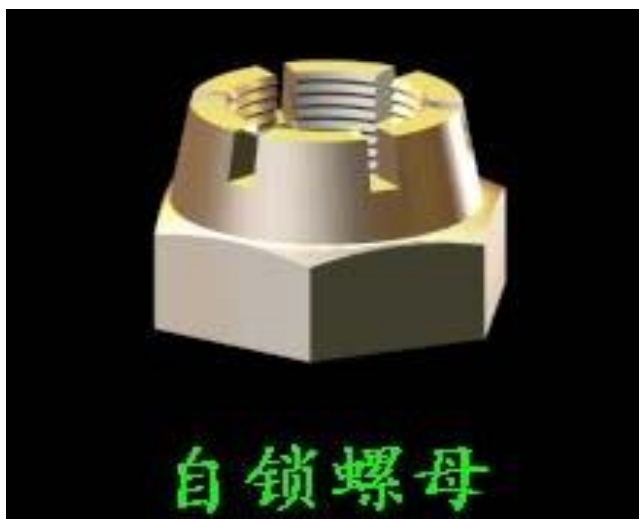
# 螺纹连接的防松

## 2、弹簧垫圈

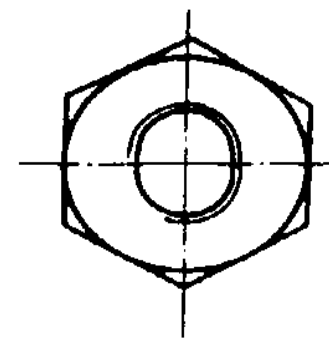
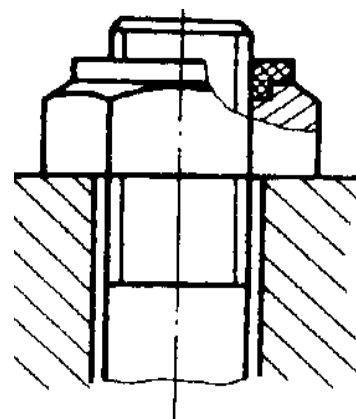


## 螺纹连接的防松

### 3、锁紧螺母



嵌在螺母内的弹性环,横向压紧螺纹,增大摩擦力。



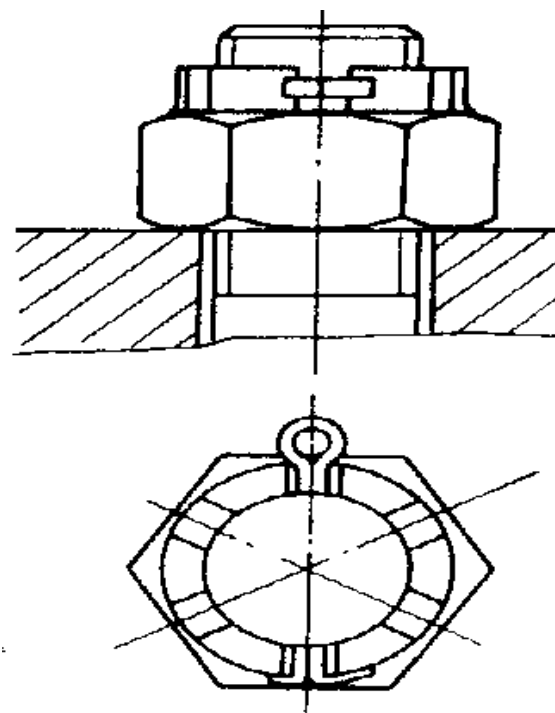
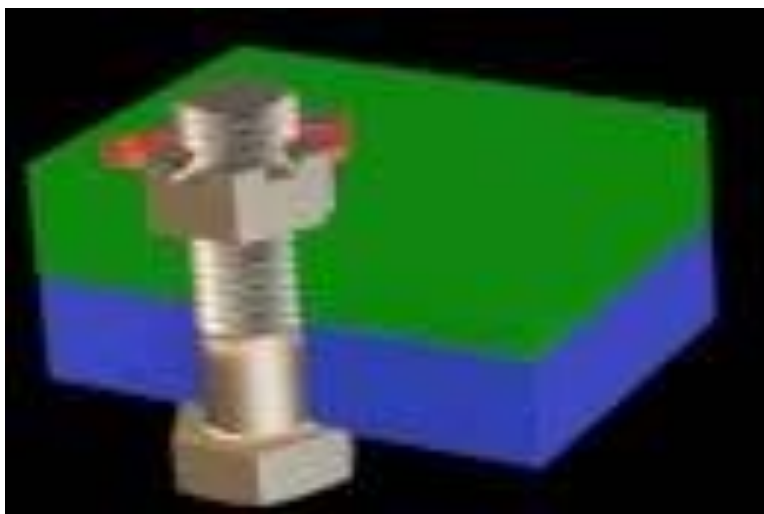
螺母椭圆口的弹性变形

## 螺纹连接的防松

### 二、机械防松

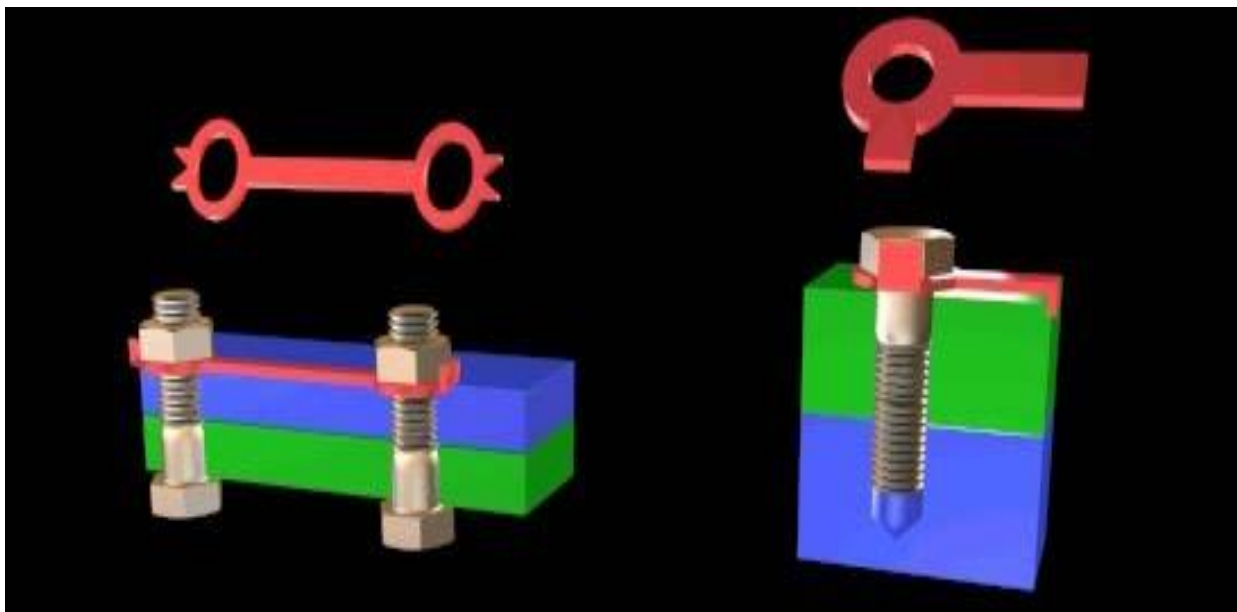
靠机械的办法锁住螺纹副，阻止其相对运动。

#### 1、开口销与六角开槽螺母



## 螺纹连接的防松

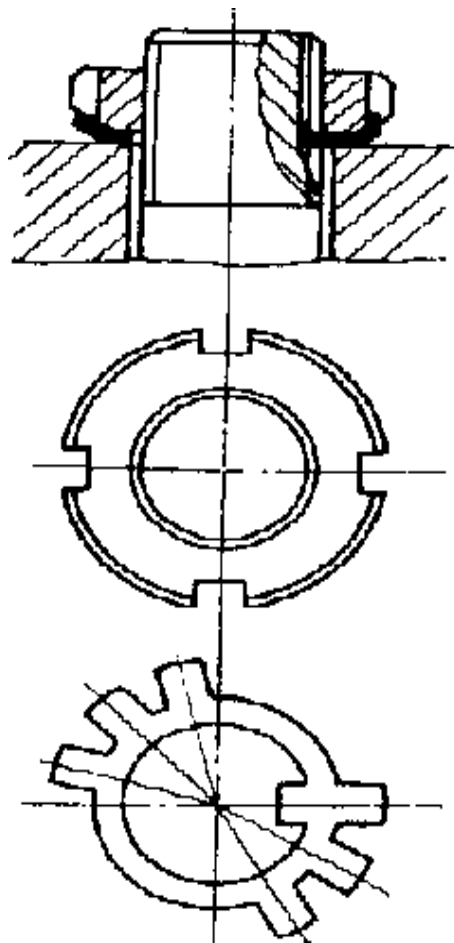
### 2、止动垫圈



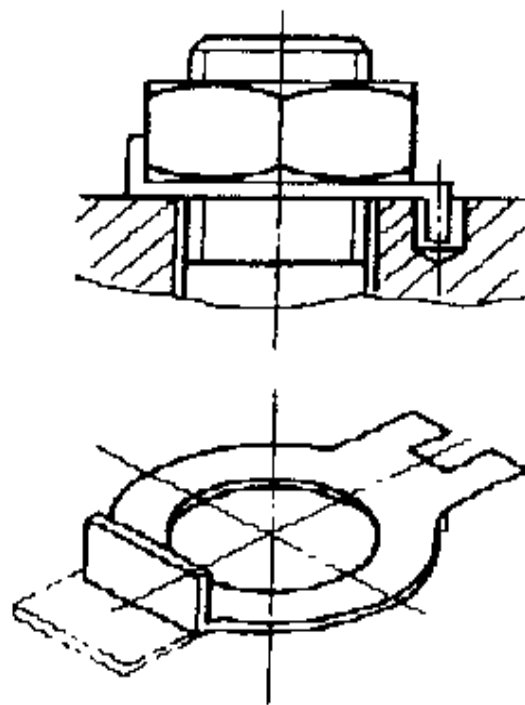
与螺母配用或与连接件配用

## 螺纹连接的防松

与圆螺母配用



与六角螺母配用

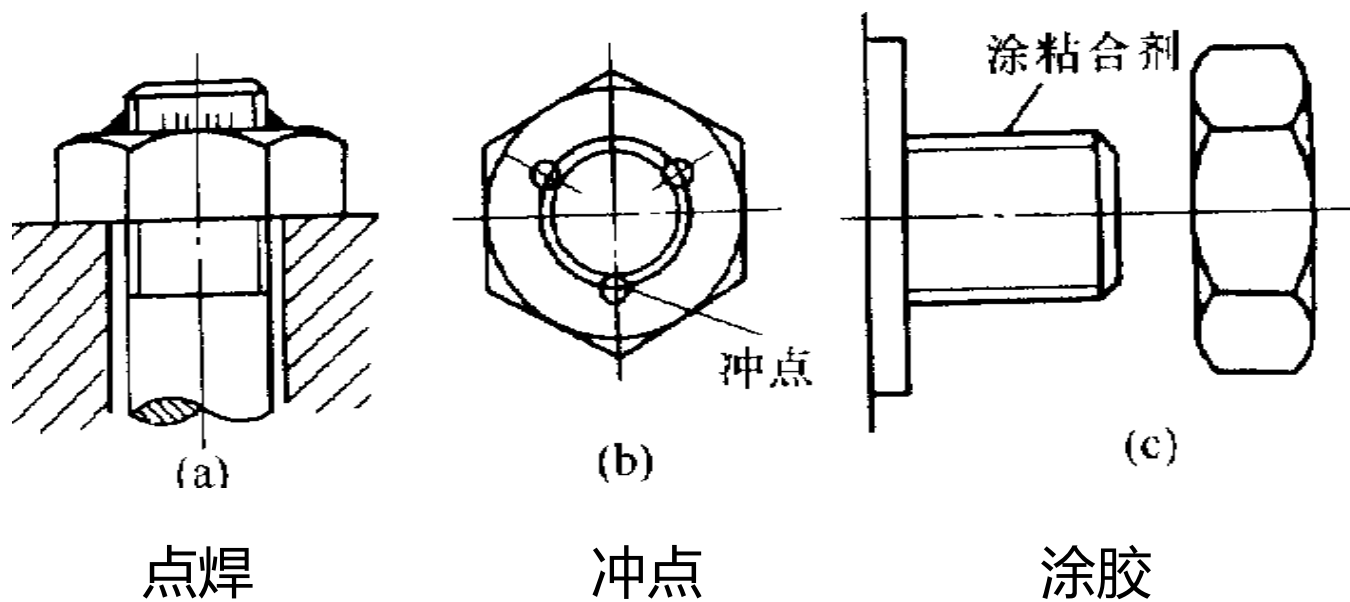


## 螺纹连接的防松

### 三、永久防松

点焊、冲点破坏螺纹，或涂胶于旋合段。

可靠，但要破坏螺纹副。





# 轴

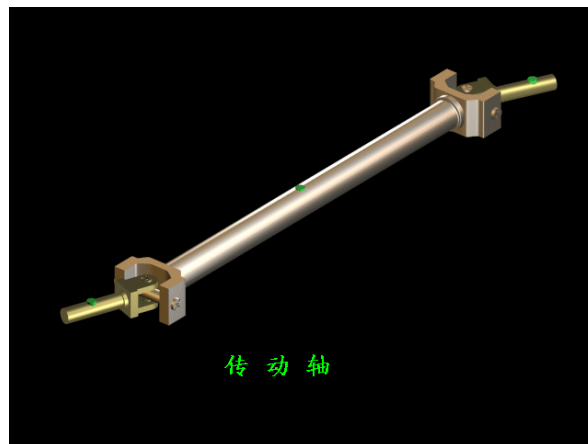
## 一、轴的分类

**转轴** 工作时既承受弯矩又承受转矩的轴称为转轴。

**心轴** 用来支撑转动零件且只承受弯矩而不传递转矩的轴称为心轴。

转动心轴	火车
固定心轴	自行车

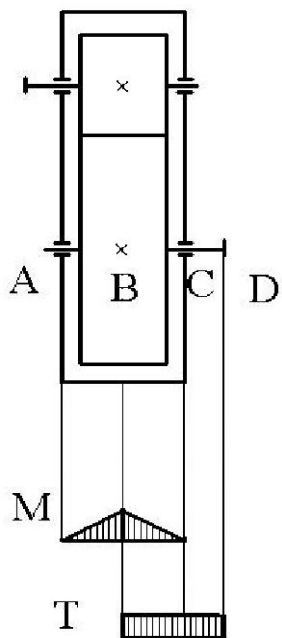
**传动轴** 用来传递转矩而不承受弯矩的轴称为传动轴。



# 轴

## 二、轴的受力、应力及失效形式

以减速器的输出轴为例来讨论转轴的受力、应力及失效形式



在AB之间的任意截面上，只有弯矩  $M$ ，因此只有弯曲应力  $\sigma_b$

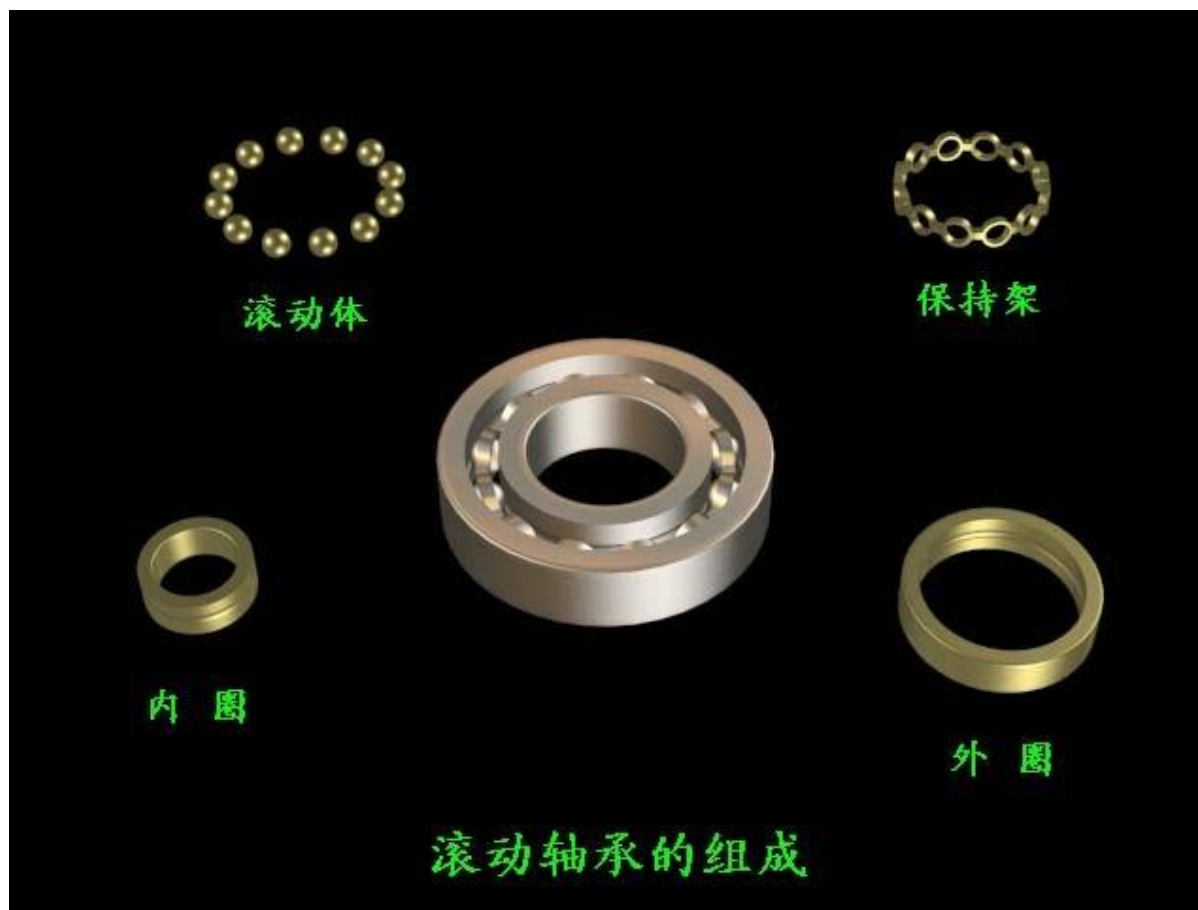
在BC之间的任意截面上，既作用有弯矩  $M$ ，又作用有转矩  $T$ ，因此，既有弯曲应力  $\sigma_b$ ，又有扭转剪应力  $\tau$

而在CD之间的任意截面上，只作用有转矩  $T$ ，因此只有扭转剪应力  $\tau$

轴在变应力作用下工作，一般其失效形式是疲劳断裂，是一种损伤累积过程。初期为小裂纹，随应力循环扩展，造成强度不足，断裂。

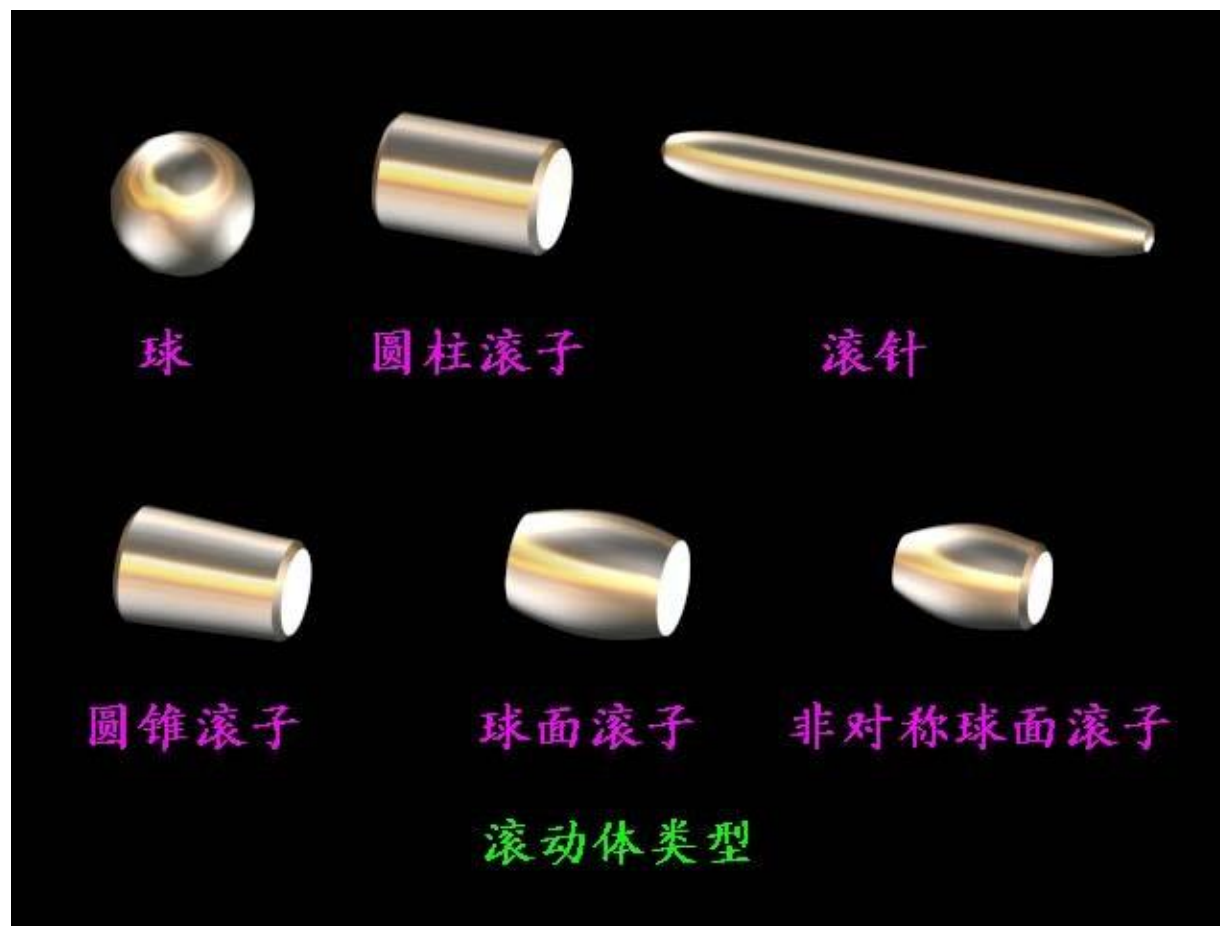
## 滚动轴承的构造和特点

滚动轴承的组成一般由外圈、内圈、滚动体和保持架组成



# 滚动轴承的构造和特点

滚动体的种类有



# 滚动轴承的类型和选择

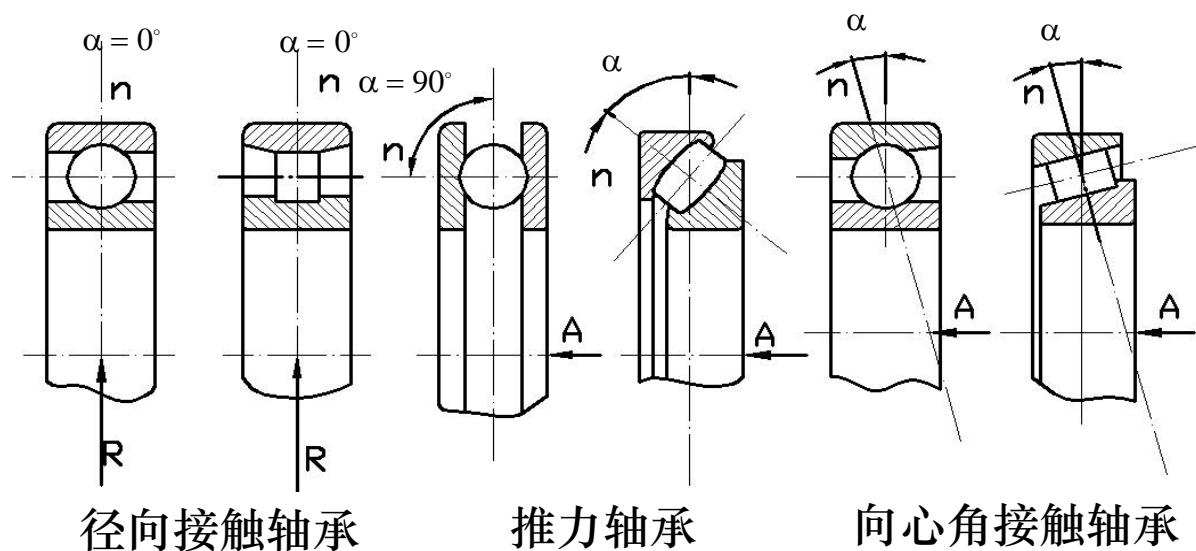
## 一、滚动轴承的类型

按滚动体的形状可分为 { 球轴承  
滚子轴承

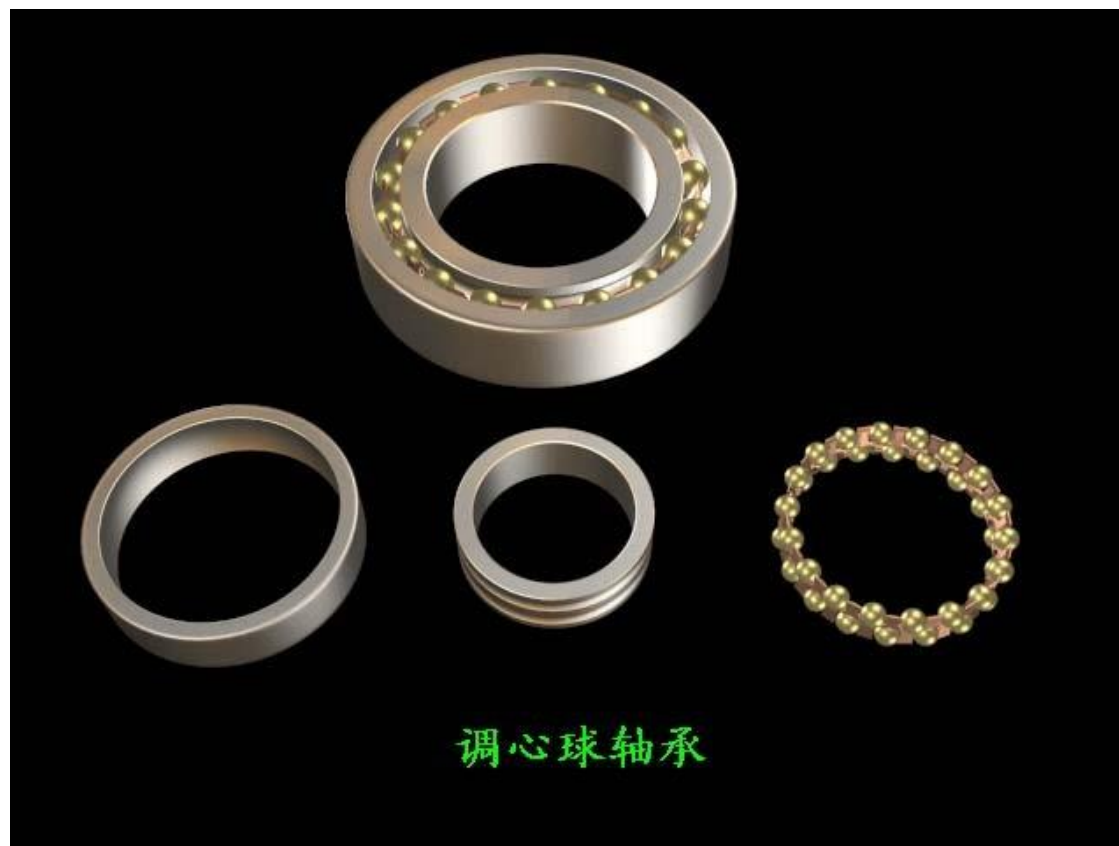
**轴承公称接触角：**滚动体与外圈轨道接触点法线和轴承半径方向的夹角

向心轴承 { 径向接触轴承( $\alpha = 0^\circ$ )  
向心角接触轴承( $0^\circ < \alpha \leq 45^\circ$ )

推力轴承 { 轴向接触轴承( $\alpha = 90^\circ$ )  
推力角接触轴承( $45^\circ < \alpha < 90^\circ$ )

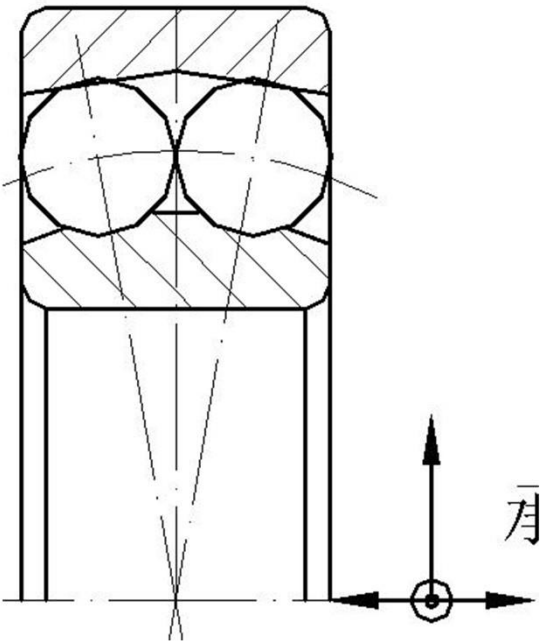


## 滚动轴承的类型和选择

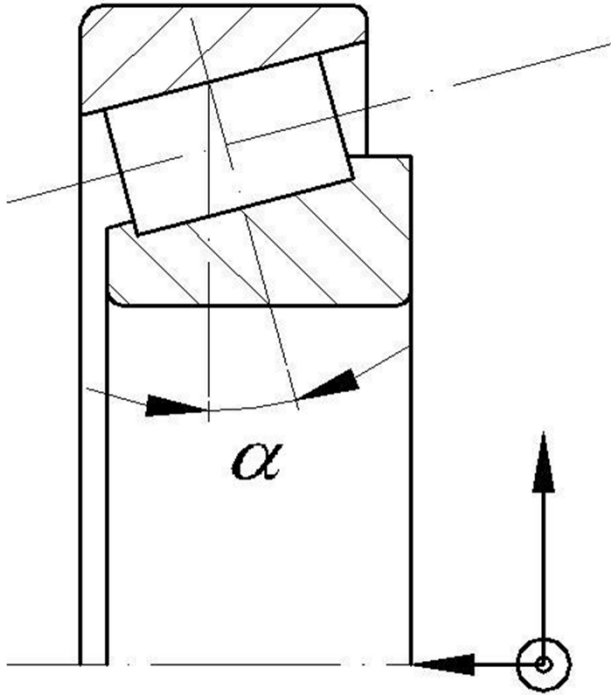


# 滚动轴承的类型和选择

## 常用的滚动轴承类型及特性

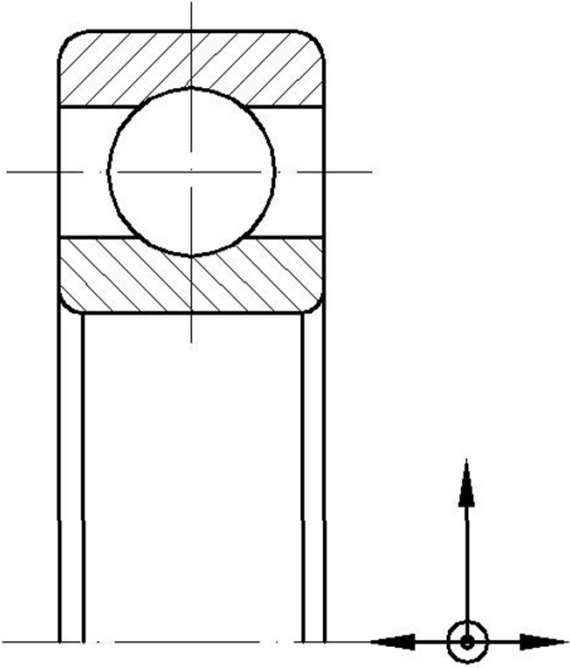
轴承名称 类型代号	结构简图	承载方向	极限 转速	允许偏 转角	主要特性和应用
调心球轴承 1			中	$2^{\circ}\sim 3^{\circ}$	主要承受径向载荷,同时也能承受少量的轴向载荷; 因为外圈轨道表面是以轴承中点为中心的球面,故能调心; 允许偏转角是在保证轴承正常工作条件下内、外圈轴线间的最大夹角。

## 滚动轴承的类型和选择

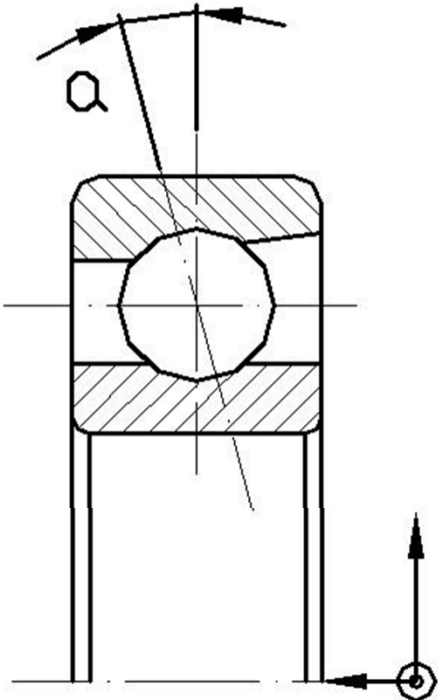
轴承名称 类型代号	结构简图	承载方向	极限 转速	允许偏 转角	主要特性和应用
圆锥滚子 轴承 3			中	2'	能同时承受较大的径向、轴向联合载荷，因系线接触，承载能力大于“7”类轴承。内、外圈可分离，装拆方便，成对使用。



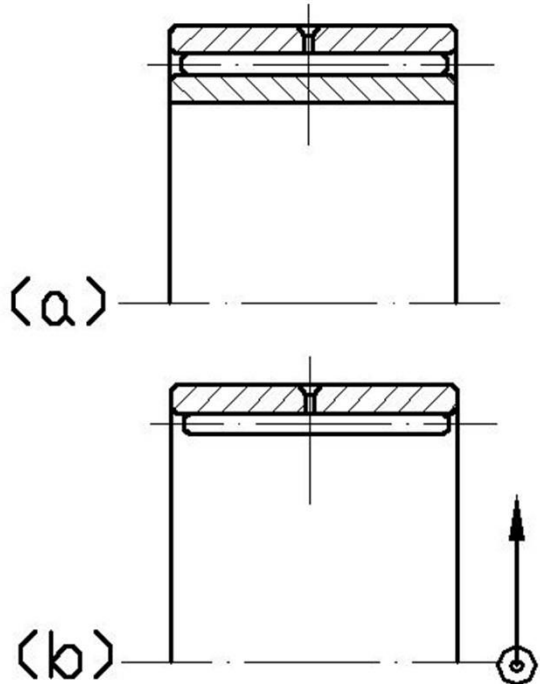
## 滚动轴承的类型和选择

轴承名称 类型代号	结构简图	承载方向	极限 转速	允许偏 转角	主要特性和应用
深沟球轴承 6			高	8'~16'	主要承受径向载荷,同时也可承受一定量的轴向载荷。当转速很高而轴向载荷不太大时,可代替推力球轴承承受纯轴向载荷。

## 滚动轴承的类型和选择

轴承名称 类型代号	结构简图	承载方向	极限 转速	允许偏 转角	主要特性和应用
角接触 球轴承 7			较高	2'~10'	能同时承受径向、轴向联合载荷，公称接触角越大，轴向承载能力也越大。公称接触角 $\alpha$ 有15°，25°，40°三种，内部结构代号分别为C、AC和B。通常成对使用，可以分别装于两个支点或同装于一个支点上。

## 滚动轴承的类型和选择

轴承名称 类型代号	结构简图	承载方向	极限 转速	允许偏 转角	主要特性和应用
滚针轴承 NA	 <p>(a)</p> <p>(b)</p>		低	不允许	只能承受径向载荷,承载能力大,径向尺寸特小,一般无保持架,因而滚针间有摩擦,轴承极限转速低。这类轴承不允许有角偏差。轴承内、外圈可分离,可以不带内圈。

## 滚动轴承的类型和选择

### 其他类型的轴承：

调心滚子轴承，代号：2（与调心球对应）

能承受很大的**径向**载荷，少量的轴向载荷。  
滚动体为鼓形，外圈滚道为球面，可调心。  
极限转速低。

推力调心滚子轴承，代号：2（与调心球对应）

能承受很大的**轴向**载荷，不大的径向载荷。  
滚动体为腰鼓形，外圈滚道为球面，可调心。  
极限转速低

圆柱滚子轴承，代号：N（与滚针轴承对应NA）

能承受较大的**径向**载荷，不能承受轴向载荷。  
内外圈允许极小角度偏差， $2' \sim 4'$ 。

推力球轴承，代号：5

能承受很大的**轴向**力，不允许偏转，用于轴向转速不高场合。

# 滚动轴承的类型和选择

## 二、滚动轴承类型的选择

一般原则：考虑承受**载荷**的大小、方向、性质和**转速**的高低以及刚度、调心 性能、结构尺寸、轴承的装拆和**经济性**等要求。

具体选择滚动轴承类型时可参考以下几点：

- 1 当载荷较大或有冲击载荷时，宜用滚子轴承；当载荷较小时，宜用球轴承。
- 2 当只受径向载荷时，或虽同时受径向和轴向载荷，但以径向载荷为主时，应用向心轴承。
- 3 当只受轴向载荷时，一般应用推力轴承，而当转速很高时，可用角接触球轴承或深沟球轴承。
- 4 当径向和轴向载荷都较大时，应采用角接触轴承。

## 滚动轴承的类型和选择

- 5 当转速较高时，宜用球轴承；当转速较低时，可用滚子轴承，也可用球轴承。
- 6 当要求支承具有较大刚度时，应用滚子轴承。
- 7 当轴的挠曲变形大或两轴承座孔直径不同、跨度大而对支承有调心要求时，应选用调心轴承。
- 8 为便于轴承的装拆，可选用内、外圈分离的轴承。
- 9 从经济角度看，球轴承比滚子轴承便宜，精度低的轴承比精度高的轴承便宜，普通结构轴承比特殊结构的轴承便宜。

## 滚动轴承代号

滚动轴承代号的意义：

根据不同的技术要求，常用的几类轴承，每种类型均可做成不同的结构、尺寸和公差等级。

为了统一表征各类轴承的特点，便于组织生产和选用，GB/T272-1993规定了轴承代号表示法。

三部分组成	{	基本代号	代号的主体，表示轴承的基本类型、结构和尺寸
		前置代号	在轴承结构形状、尺寸、公差、技术要求等方面 有改变时，在基本代号左右增加的补充代号
		后置代号	

## 滚动轴承代号

下表表示滚动轴承代号的构成

前置代号	基本代号			后置代号							
成套轴承分部件	类型代号	尺寸系列代号	内径代号	内部结构代号	密封防尘与外形形状变化代号	保持架结构及材料变化代号	轴承材料变化代号	公差等级代号	游隙组代号	配置代号	其它

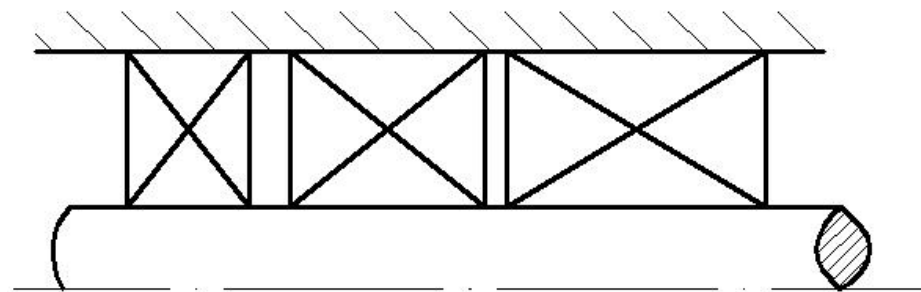


## 滚动轴承代号

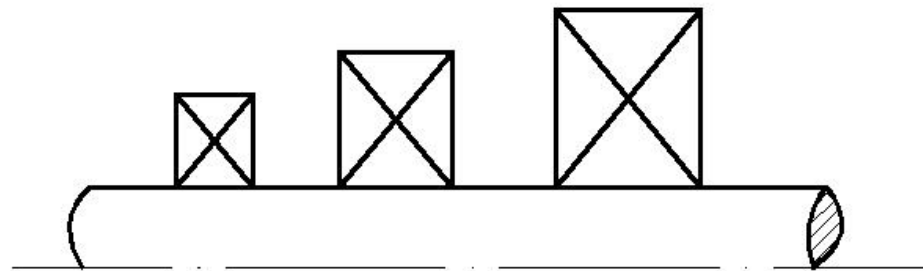
1. **类型代号** 用数字或字母表示，前面已介绍。
2. **尺寸系列代号** 都用数字表示，由宽度系列与直径系列组合。

同一内径的轴承，在承受大小不同的载荷时，可使用大小不同的滚动体，从而使外径和宽度相应的发生变化。

宽度系列是指相同内径的轴承有几个不同的宽度。直径系列是指相同内径的轴承有几个不同的外径。



(a) 宽度系列



(b) 直径系列（是指外径变化）

## 滚动轴承代号

### 尺寸系列代号

宽度系列代号			直径系列 代号
窄 0	正常 1	宽 2	
02	12	22	轻 2
03	13	23	中 3
04	14	24	重 4


## 滚动轴承代号

### 3. 内径代号 表示轴承内圈孔径的大小。

轴承内径d/(mm)		内径代号	示例
10~17	10	00	深沟球轴承 6201 内径d=12mm
	12	01	
	15	02	
	17	03	
<b>20~495</b> <b>(22、28、32 除外)</b>		用内径除以 <b>5</b> 得的商数表示。 当商数只有个位数时，需在十 位数处用 <b>0</b> 占位	深沟球轴承 <b>6210</b> 内径 <b>d=50mm</b>
$\geq 500$ 以及 22、28、32		用内径毫米数直接表示，并在 尺寸系列代号与内径代号之 间用 “/” 号隔开	深沟球轴承 62/500, 内径 d=500mm 62/22, 内径 d=22mm

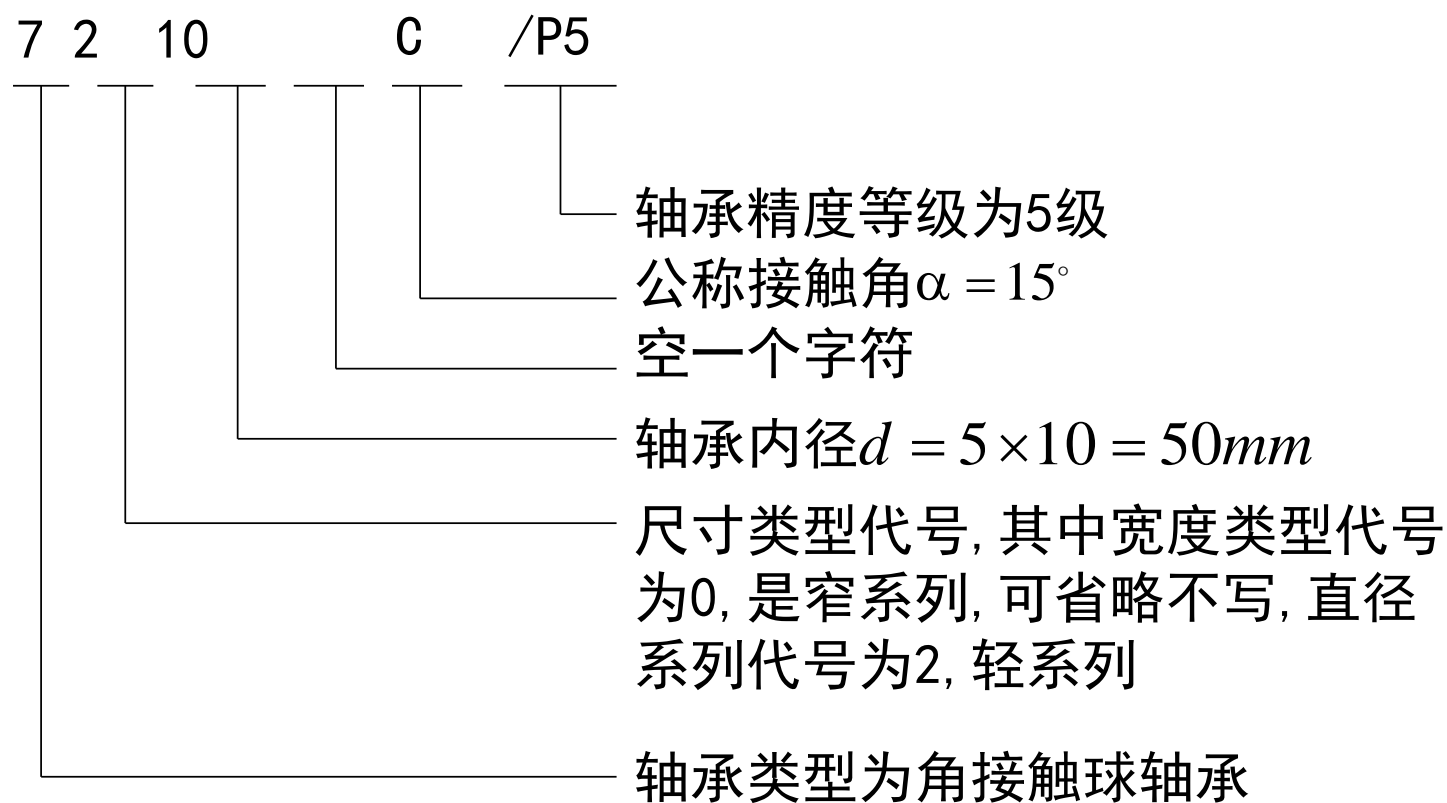
# 滚动轴承代号

## 轴承代号的编制规则

- 
- (1) 轴承代号按表所列的顺序从左至右排列。
  - (2) 当轴承类型代号用字母表示时, 字母与其后的数字之间应**空一个字符**。
  - (3) 基本代号与后置代号之间应**空一个字符**, 但当后置代号中有“-”号或“/”号时, 不再留空。
  - (4) 在尺寸系列代号中, 位于**括号中的数字省略不写**。
  - (5) 公差等级代号中的普通级精度可不标注。

## 滚动轴承代号

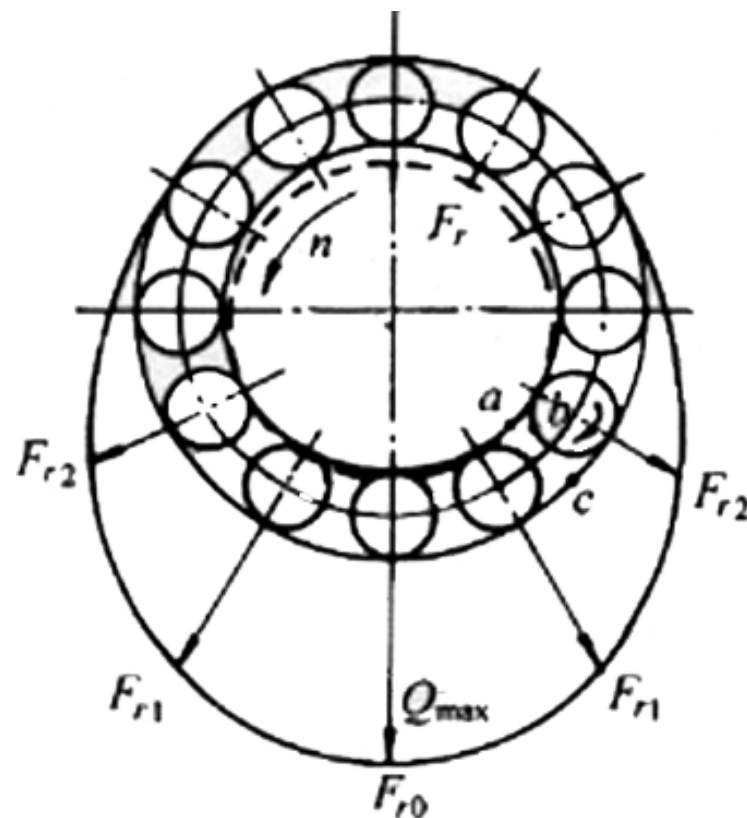
例如：7210 C/P5/DF



# 滚动轴承的失效形式和计算准则

## 一、滚动轴承的失效形式

1. **疲劳点蚀** 连续转动的轴承的主要失效形式
2. **塑性变形** 不转动或低速摆动轴承主要失效形式
3. **磨粒磨损** 密封和润滑不当的轴承主要失效形式
4. **胶合** 高速和重载轴承主要失效形式。



径向载荷分布

# 滚动轴承的失效形式和计算准则

## 二、滚动轴承的计算准则

对于转动的滚动轴承，疲劳点蚀是其主要失效形式，因而，主要是进行**寿命计算**，必要时再作**静强度校核**。

对于不转动、低速或摆动的轴承，局部塑性变形是其主要失效形式，因而主要是进行**静强度计算**。

对于高速轴承，发热以至胶合是其主要失效形式，因而，除进行**寿命计算**外，还应该校核**极限转速**。