



# 机械设计基础

## ※ 课程的地位及任务

➤ 工科专业的专业技术基础课程

➤ 通过学习，掌握常用机构、通用零部件的工作原理、结构特点、应用与相关标准，掌握常用机构、通用零部件和常用机械传动的选用和基本设计方法，具备初步设计简单机械传动装置的能力。



# 机械设计基础

## 课程内容

- 第1章 绪论
- 第2章 平面机构的结构分析
- 第3章 平面连杆机构
- 第4章 连接
- 第5章 齿轮传动
- 第6章 蜗杆传动
- 第7章 轮系
- 第8章 带传动和链传动
- 第9章 轴
- 第10章 轴承
- 第11章 联轴器和离合器



# 第1章 绪论

## 本章重点学习内容：

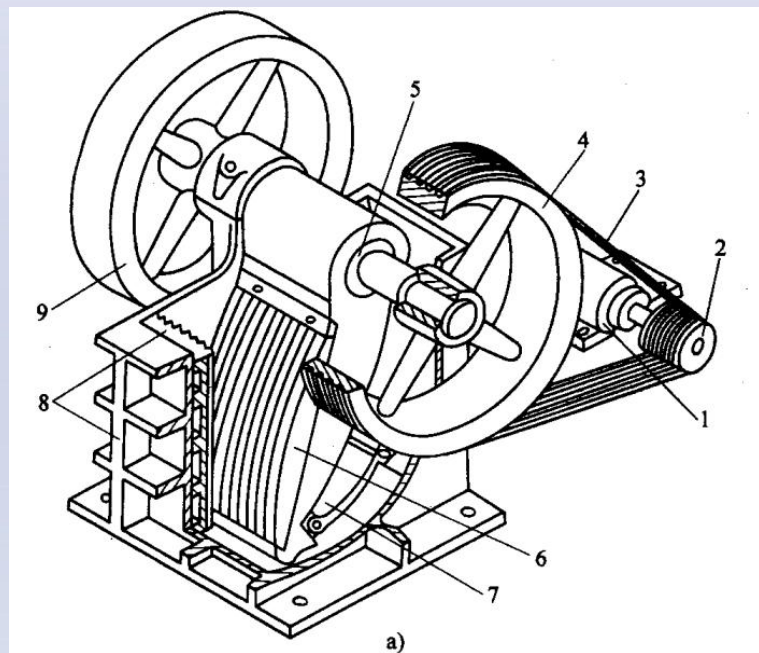
1. 零件、构件、机构、机器、机械等名词的涵义
2. 机械零件的常用材料
3. 机械零件的工作能力和计算准则
4. 机械零件结构设计的基本要求和“三化”



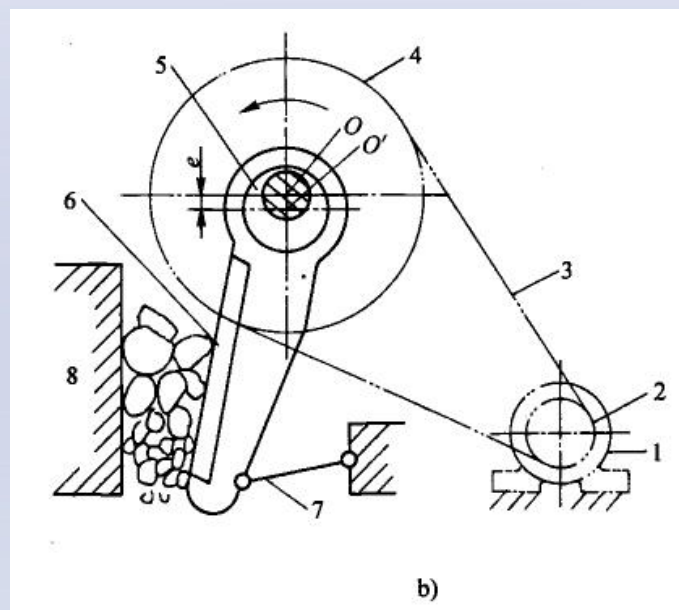
# 第1节 机器的组成

颞式破碎机俗称颞破，又名老虎口。工作过程：

电动机1→V带传动→偏心轴5→动鄂6摆动，使动鄂6与定鄂8之间的石块被挤碎。



颞式破碎机



a)立体图

b)传动简图

- 1—电动机
- 2、4—带轮
- 3—V带
- 5—偏心轴
- 6—动鄂(板)
- 7—肘板
- 8—定鄂(板)
- 9—飞轮



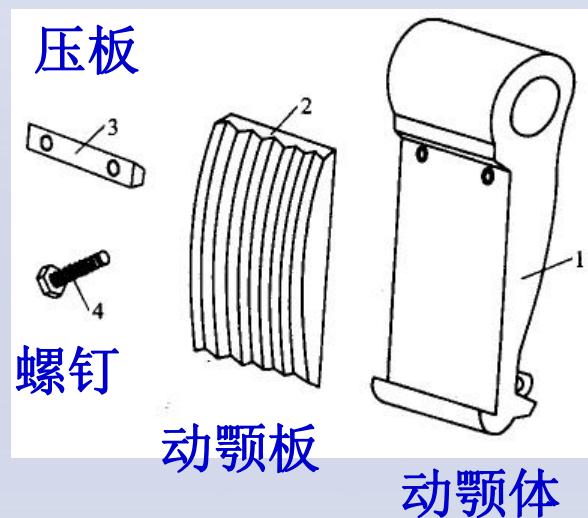
# 第1节 机器的组成

零件：机器中不可拆的制造单元。

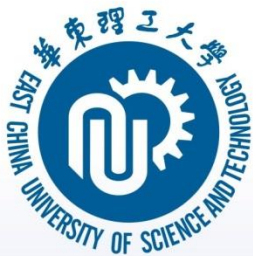
“制造分析”

构件：机器中能作相对运动的实体，用于表达机器中各部分的相对运动关系。  
“运动分析”

构件，可以是单个零件参与运动，如带轮、偏心轮、肘板等；也可以是将多个零件刚性联接，作为一个整体参与机器运动，如：动颚。

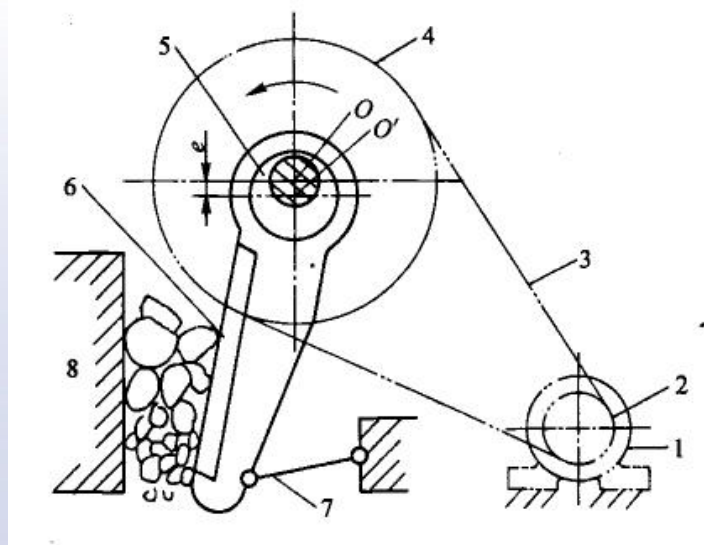


构件是运动单元； 零件是制造单元。



# 第1节 机器的组成

传动简图



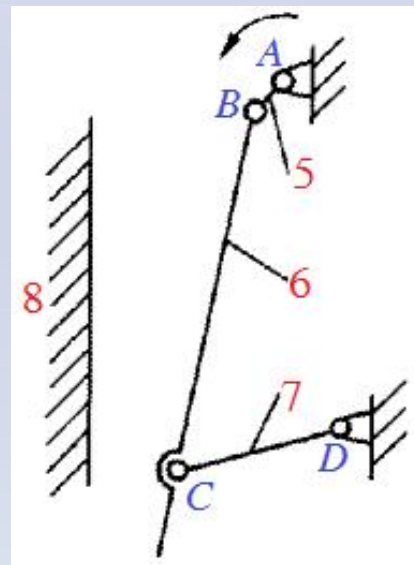
机构，具有两个特征：

- 1、由多个构件组成；
- 2、各构件间具有确定的相对运动。

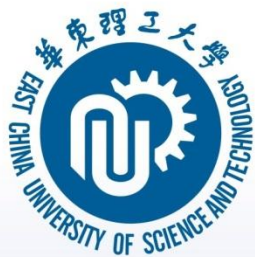
机器，除具备机构的这两个特征外，还有第三个特征：

3、能够完成有效的机械功(如颞式破碎机粉碎矿石)或进行能量转换(如内燃机把热能转换成机械能)。

机械：机器和机构的总称。

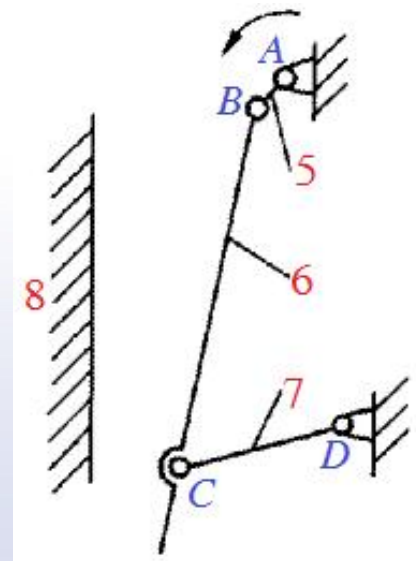


机构简图



# 第1节 机器的组成

**机构**：由若干构件以**运动副**（后面讲述）相联接并具有确定相对运动的组合体。例如：“**普通自行车**”，“**机械手表**”，“**老虎钳**”



**机器**：由若干构件以**运动副**相联接并具有确定相对运动，**用来完成有用的机械功或进行能量转换的组合体**。例如：“**电动自行车**”，“**车床**”，“**汽车**”

从机构与机器的组成、运动特性、受力状况等方面进行分析，两者没有区别。**一部机器可以只含有一个机构**，如颚式破碎机只含有一个**曲柄摇杆机构**；**一部机器也可以由数个机构组成**，例如：牛头刨床的主传动系统（切削和进给运动）。



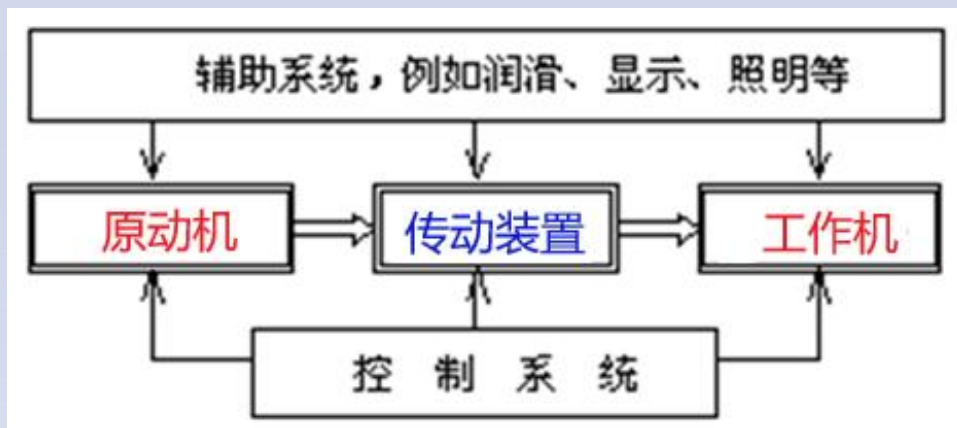


# 第1节 机器的组成

**原动机**：驱动整部机器以完成**预定功能**的**动力源**，颞式破碎机的原动机是电动机。

**工作机**：完成机器**预定功能**的组成部分，也称执行部分，是具体干活的部分，颞式破碎机的工作机是颞头（定颞、动颞）。

**传动装置**：解决原动机与工作机之间的运动形式、运动及动力参数的转变。



传动装置多数使用机械传动系统。

颞式破碎机的传动部分包括：V带传动和由偏心轮、动颞、肘板以及机架组成的连杆机构。

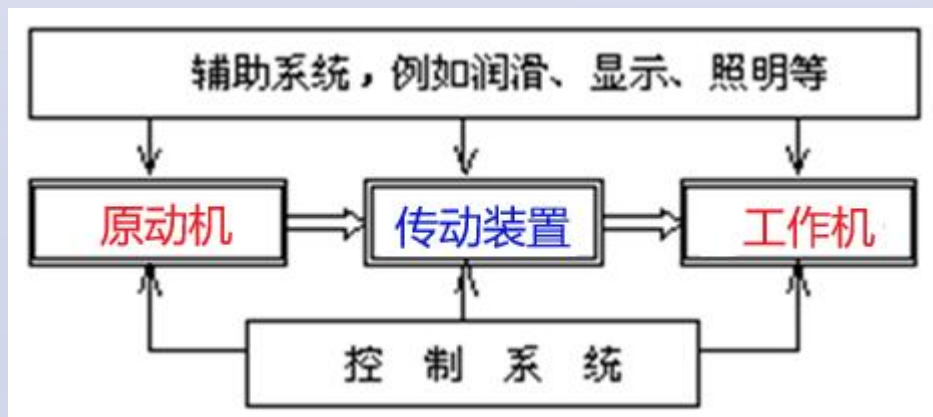


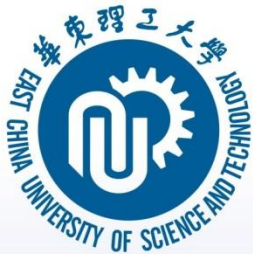


# 第1节 机器的组成

简单的机器，可以由上述三部分组成，有的甚至只有原动机和工作机，如水泵，排风扇。

较复杂的机器，根据需要还要设置控制系统，或其他辅助系统。





## ◆ 本课程研究的内容

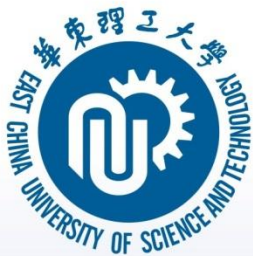
机械传动系统：通常由**各种机构**（如齿轮机构、连杆机构）以及**各种零部件**（如带轮、链轮、轴、轴承、联轴器等）组成的。

机器中的零件分为两类：

- 1、通用零件** 在各种类型的机械中都可能用到，如螺栓、轴、齿轮、弹簧等；
- 2、专用零件** 只用于某些类型的机械中，如电动机中的转子、叠片、笼条等，内燃机、蒸汽机中的曲轴、活塞等。

**部件**：机械设计中把为完成同一使命、彼此协同工作的一组零件所组成的组合体称为部件，如**滚动轴承**、联轴器、减速器等。

**机械零部件**，包括**零件**和**部件**。



## ◆ 本课程研究的内容

### ➤ 机械设计基础的研究内容

主要研究**常用机构**和**通用零部件**的工作原理、结构特点、基本设计理论和计算方法。同时还介绍与本课程有关的**国家标准、规范**和一些标准零件、部件的选用原则，以及简单机械传动装置的设计方法。

### ➤ 机械设计基础的学习方法

**实践性**和**综合性**很强，涉及机械制图、理论力学、材料力学、工程材料、金属工艺学、互换性与技术测量等多学科知识。

- ◆ 合理选择材料
- ◆ 掌握工作能力计算准则（强度、刚度计算准则）
- ◆ 满足结构设计的基本要求
- ◆ 分析常用机构的运动特性。

课堂学习结合  
日常生活中的  
机器、机构。



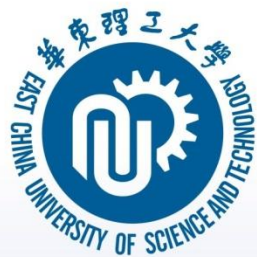
## 第2节 机械零件的常用材料

材料选择：设计机械零件的重要环节之一，也是一个复杂的技术经济问题。综合考虑以下要求：

- 1、**零件的使用要求**：如强度、刚度、冲击韧度、导热性、抗腐蚀性以及耐磨性、减振性等，通常以强度为主。
- 2、**工艺要求**：毛坯到成品都便于制造。
- 3、**经济性要求**：材料及其加工成本均比较低，而且供货方便。

机械零件的常用材料：**金属**和**非金属**两大类，金属材料应用较多。

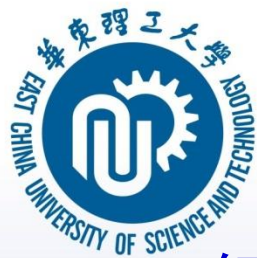
金属材料包括：**黑色金属**(钢、铸铁)和**有色金属**，前者应用最多。



## 第2节 机械零件的常用材料

### ※ 机械零件常用材料

- 钢：碳素钢、合金钢、铸钢
- 铸铁：灰铸铁，球墨铸铁
- 铜合金：铸造黄铜、铸造青铜
- 非金属材料：橡胶、塑料、陶瓷等
- 复合材料：两种或两种以上的金属或非金属复合而成



## 第2节 机械零件的常用材料

### 一、钢

——机械零件最常用的材料。根据化学成分不同，分为**碳素钢**和**合金钢**。

1. **碳素钢**：性能主要取决于碳含量，即碳的质量分数。碳含量越高，钢的强度越高，塑性越低。

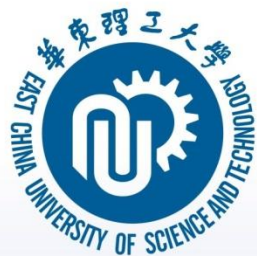
#### 碳素钢

**碳素结构钢 (GB/T 700-2006)**

杂质较多，只保证机械强度，不保证化学成分，不能进行热处理。

**优质碳素结构钢 (GB/T 699-1999)**

含磷、硫等杂质较少，其性能优于碳素结构钢，而且能同时保证钢的力学性能和化学成分，可以进行热处理。



## 第2节 机械零件的常用材料

### 1) 碳素结构钢

——用于受力不大而且基本上是承受静载荷的零件，其中以Q235、Q275较为常用。

碳素结构钢的牌号用Q和后面三位数字表示，如Q235表示屈服强度为235MPa的碳素结构钢。

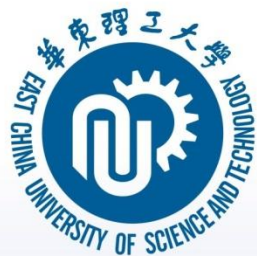
### 2) 优质碳素结构钢

——用于受力较大，且受变载荷或冲击载荷作用的零件。

优质碳素结构钢的牌号用两位数字表示，代表钢中碳的平均含量。如45钢，其碳的平均质量分数为0.45%（**轴常用材料**）。

对于锰含量较高的优质碳素结构钢，其牌号还要在碳含量数字之后加注符号“Mn”，如40Mn等。





## 第2节 机械零件的常用材料

### 2) 优质碳素结构钢

优质碳素结构钢根据碳的平均质量分数，又可分为：

低碳钢

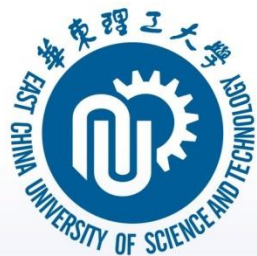
碳的平均质量分数低于0.25%，其抗拉强度和屈服点低，而塑性好，适用于冲压、焊接加工；

中碳钢

碳的平均质量分数在0.25%~0.60%之间，既有较高的强度，又有一定的塑性和韧性，**综合力学性能较好**，常用来制造螺栓、螺母、齿轮、键和轴等零件；

高碳钢

碳的平均质量分数高于0.60%，具有很高的强度和弹性，是弹簧、钢丝绳等零件的常用材料。



## 第2节 机械零件的常用材料

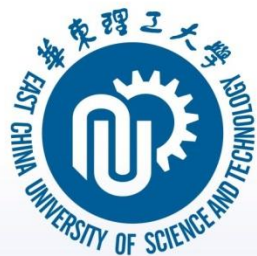
### 2. 合金钢

为了改善钢的性能，根据不同要求加入一种或几种合金元素而形成的钢，称为合金钢。

不同的合金元素，使钢获得不同的性能，如：**铬**，提高硬度、高温强度和耐腐蚀性；**镍**，提高强度而不降低韧性；**锰**，提高强度、韧性和耐磨性；**硅**，提高弹性极限和耐磨性，但降低韧性。

注意：合金钢的性能不仅与化学成分有关，在很大程度上还取决于适当的热处理。

合金钢价格较贵，通常只用于制造重要的或具有特殊性能要求的机械零件。



## 第2节 机械零件的常用材料

### 2. 合金钢

合金钢的类型

合金钢

普通低合金钢

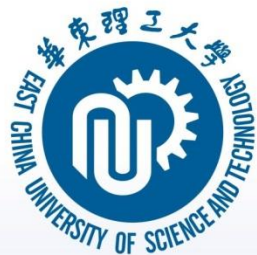
合金结构钢 (机械零件常用)

合金工具钢

特殊合金钢

合金钢牌号的表示：用两位数字表示碳的含量，并在其后加注所含各主要合金元素的符号及其含量，规定：合金元素平均质量分数低于1.5%时，不注含量；平均质量分数在1.5%~2.5%，2.5%~3.5%，3.5%~4.5%，...时，以相应数字2，3，4，...表示。

例如40SiMn2，其成分的平均质量分数为：**碳0.40%，硅低于1.5%，锰在1.5%~2.5%之间。**



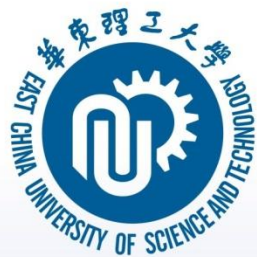
## 第2节 机械零件的常用材料

### 3. 铸钢

铸钢主要用于制造承受重载荷的大型零件或形状复杂、力学性能要求较高的零件，如承受重载荷的大型齿轮、联轴器等。

铸钢包括：**碳素铸钢**和**合金铸钢**。铸钢的力学性能与锻钢基本接近，但其减振性和铸造性能均不及铸铁。

铸钢牌号的表示方法：在符号“ZG”后加注两组数字，如ZG 310—570，表示屈服点为310MPa，抗拉强度为570MPa。



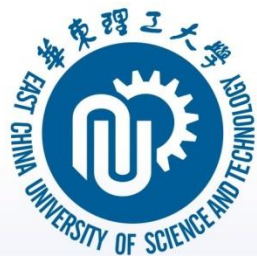
## 第2节 机械零件的常用材料

### 二. 铸铁

铸铁和钢都是铁碳合金，区别在于碳含量不同。碳的质量分数高于2%的铁碳合金称为铸铁，反之称为钢。

铸铁：脆性材料，抗拉强度、塑性、韧性均较差，不能进行碾压和锻造；**减振性和耐磨性较好，成本较低；**具有良好的液态流动性，**常用于铸造各种形状复杂的零件。**

常用的铸铁有：**灰铸铁和球墨铸铁。**



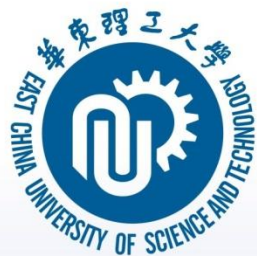
## 第2节 机械零件的常用材料

### 1. 灰铸铁

灰铸铁：应用最广的一种铸铁，碳以片状石墨存在于铁的基体中，断口呈灰色。

灰铸铁的抗压强度高于抗拉强度，切削性能好，但不宜承受冲击载荷，常用于制造受压状态下工作的零件，如机器底座、机架等。

灰铸铁牌号的表示方法：在符号“HT”后加注一组表示抗拉强度的数字，如HT200，其抗拉强度为200MPa。



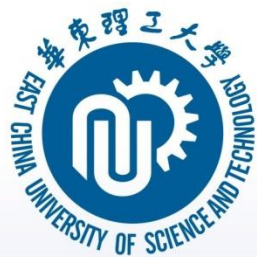
## 第2节 机械零件的常用材料

### 2. 球墨铸铁

球墨铸铁：碳以**球状石墨**存在于铁的基体中，力学性能显著提高。除伸长率和韧性稍低外，其他力学性能基本与钢接近，同时兼有灰铸铁的优点；球墨铸铁的铸造工艺性能要求较高，品质不易控制。

球墨铸铁牌号的表示方法是在符号“QT”后加注两组数字，如QT400—15，表示抗拉强度为400MPa，伸长率为15%。





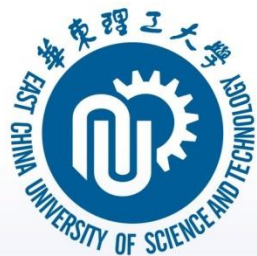
## 第2节 机械零件的常用材料

### 三. 铜合金

铜合金——机械零件中最常用的有色金属材料，分为铸造黄铜和铸造青铜两类。

#### 1. 铸造黄铜

铸造黄铜(ZCuZn38等)是以**锌**为主要合金元素的铜合金，具有一定的强度和较高的耐腐蚀性能，常用于制造管件、散热器、垫片以及化工、船用等零件。



## 第2节 机械零件的常用材料

### 2. 铸造青铜

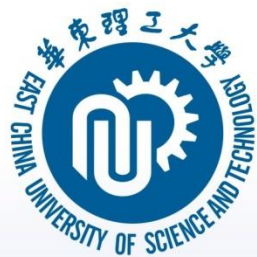
分普通青铜（锡青铜）和特殊青铜（铝青铜、铅青铜等）。

**普通青铜**（ZCuSn5Pb5Zn5等）：减摩性、耐磨性、导热性均良好，常用于制造蜗轮、对开螺母、滑动轴承中的轴瓦等零件。

**铝青铜**（ZCuAl10Fe3等）：耐磨性和耐腐蚀性较好，常用于制造蜗轮、在蒸汽和海水条件下工作的齿轮等零件。

**铅青铜**（ZCuPb30等）：具有很高的导热性和抗疲劳强度，可用于制造高速、重载滑动轴承的轴瓦。

铸造铜合金牌号的表示方法：在符号“ZCu”后面加注所含各主要合金元素的符号及其质量分数(%)。

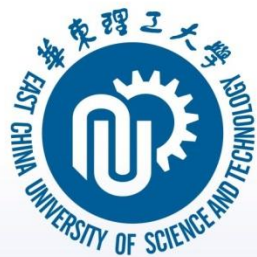


## 第2节 机械零件的常用材料

### 四. 非金属材料

类型有：橡胶、塑料、皮革、陶瓷、木材、纸板等。

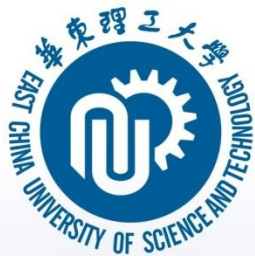
**橡胶：**具有弹性并能缓冲、吸振外，具有耐磨、绝缘等性能，广泛用于制造胶带、轮胎、密封垫圈和减振零件等。



## 第2节 机械零件的常用材料

### 五. 复合材料

复合材料：由两种或两种以上的金属或非金属材料复合而成的一种新型材料。例如，用金属、塑料、陶瓷等材料作为基材，用纤维强度很高的玻璃、石墨、硼等非金属材料作为纤维，可把纤维与基材复合成各种纤维增强复合材料，又称**纤维增强塑料**，可用来制造薄壁压力容器、汽车外壳等。在普通碳素钢板表面贴附塑料或不锈钢，可分别获得强度高而又耐腐蚀的**塑料复合钢板**或**金属复合钢板**。



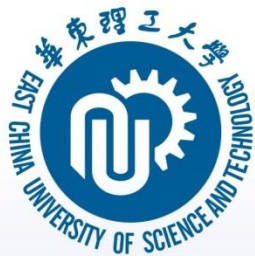
## 第3节 机械零件的工作能力及计算准则

**失效：**机械零件丧失工作能力或达不到设计要求的性能。

**工作能力：**在不发生失效的条件下，零件所能安全工作的限度。

常见的**零件失效形式**有：断裂，过大的弹性变形或塑性变形，摩擦表面的过度磨损、打滑、过热，连接松动以及运动精度达不到要求等。

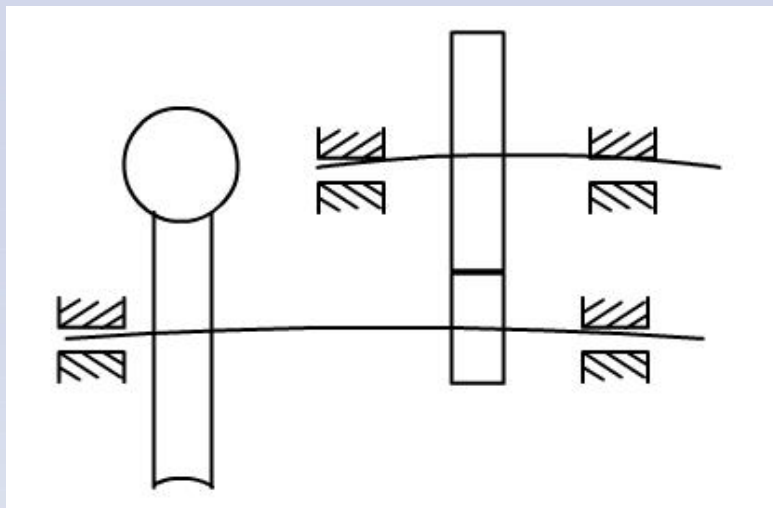
**注意：**零件的失效和损坏是两个不同的概念。

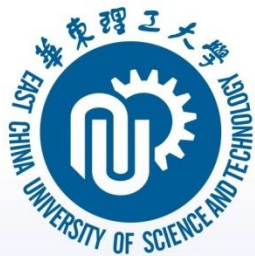


## 第3节 机械零件的工作能力及计算准则

注意：零件的失效和损坏是两个不同的概念。

例如，装有齿轮的转轴，工作时若弹性变形过大，不但影响齿轮的正常啮合，而且加速轴承的磨损，大大降低轴承的旋转精度，严重时会发生轴承抱死、机器停转等事故。此时，对轴而言并未损坏，但却不能正常工作，即失效了。反之，若零件被损坏，则一定不能正常工作，即零件损坏时一定为失效。





## 第3节 机械零件的工作能力及计算准则

对于某一具体零件，可能产生的失效形式由其工作条件和受载情况决定。

针对各种不同失效形式，列出判定零件工作能力的条件，称为工作能力计算准则。

计算准则主要有：**强度**、**刚度**、**耐磨性**、耐热性及振动稳定性等。





## 第3节 机械零件的工作能力及计算准则

### 一.强度

#### 1. 名义载荷与计算载荷

名义载荷：根据名义功率用力学公式计算出作用在零件上的载荷，是机器在理想平稳的工作条件下作用在零件上的载荷。

计算载荷：考虑实际载荷随时间作用的不均匀性、载荷在零件上分布的不均匀性以及其他因素的影响而得到的载荷。

计算载荷等于**载荷系数 $K$** 与名义载荷的乘积。

机械零件的设计计算一般按计算载荷进行。

**强度**：表示工程材料抵抗断裂和过度变形的力学性能。 “与载荷有关”

**载荷**：作用在零件上的各种重量和外力。



## 第3节 机械零件的工作能力及计算准则

### 2. 强度条件（强度准则）

强度条件是机械零件设计最基本的计算准则。

强度设计条件：最大工作应力不超过许用应力，即：

$$\sigma \leq [\sigma]$$

或

$$\tau \leq [\tau]$$

式中， $\sigma$ 、 $\tau$  分别是危险截面处的最大正应力和切应力；

$[\sigma]$ 、 $[\tau]$  分别是材料的许用正应力和切应力。



## 第3节 机械零件的工作能力及计算准则

### 3. 许用应力

许用应力是零件设计的条件应力。可以采用查表法，或者计算法确定。

采用计算法确定许用应力，其公式为：

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{\lim}}{S}$$

或

$$[\tau] = \frac{\tau_{\lim}}{S}$$

式中： $\sigma_{\lim}$ 、 $\tau_{\lim}$ 分别是材料的极限正应力、切应力； $S$ 为安全系数。

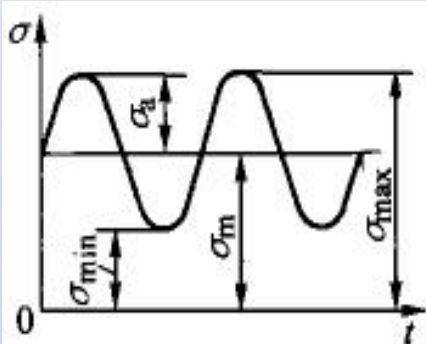
许用应力的确定是确定材料的极限应力和安全系数。



## 第3节 机械零件的工作能力及计算准则

### (1) 极限应力

极限应力的确定与应力的种类有关。

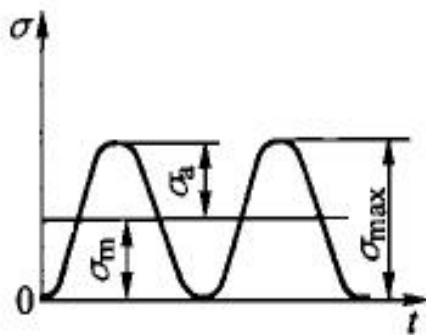


$$\sigma_m = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2}$$

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2}$$

$$\gamma = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$$

a) 非对称循环变应力

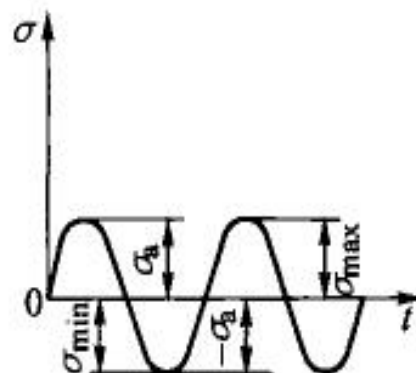


$$\sigma_m = \sigma_a = \frac{\sigma_{\max}}{2}$$

$$\sigma_{\min} = 0$$

$$\gamma = 0$$

b) 脉动循环变应力

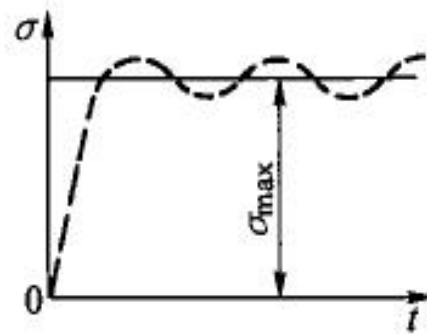


$$\sigma_m = 0$$

$$\sigma_a = \sigma_{\max} = -\sigma_{\min}$$

$$\gamma = -1$$

c) 对称循环变应力

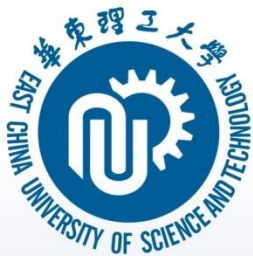


$$\sigma_m = \sigma_{\max} = \sigma_{\min}$$

$$\sigma_a = 0$$

$$\gamma = 1$$

d) 静应力



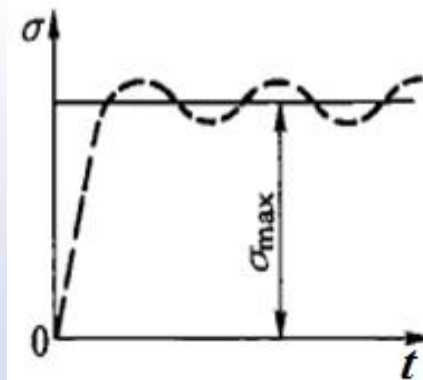
## 第3节 机械零件的工作能力及计算准则

### (1) 极限应力

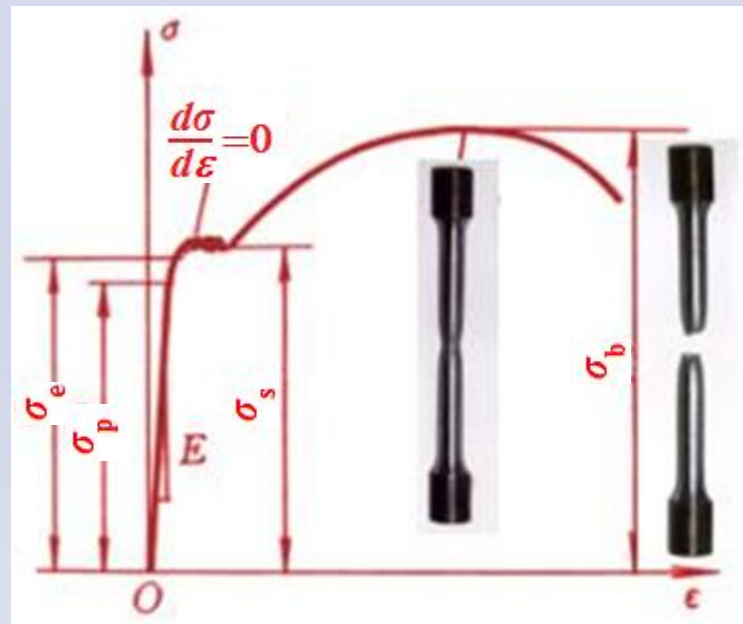
#### (a) 静应力作用下的极限应力

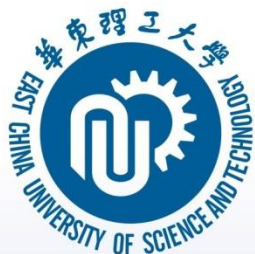
在静应力下工作的零件，主要的失效形式是：**断裂**或**塑性变形**。

- **塑性材料**，取材料的**屈服点 $\sigma_s$** 作为极限应力
- **脆性材料**，取材料的**抗拉强度 $\sigma_b$** （或用 $R_m$ 表示）做为极限应力



静应力



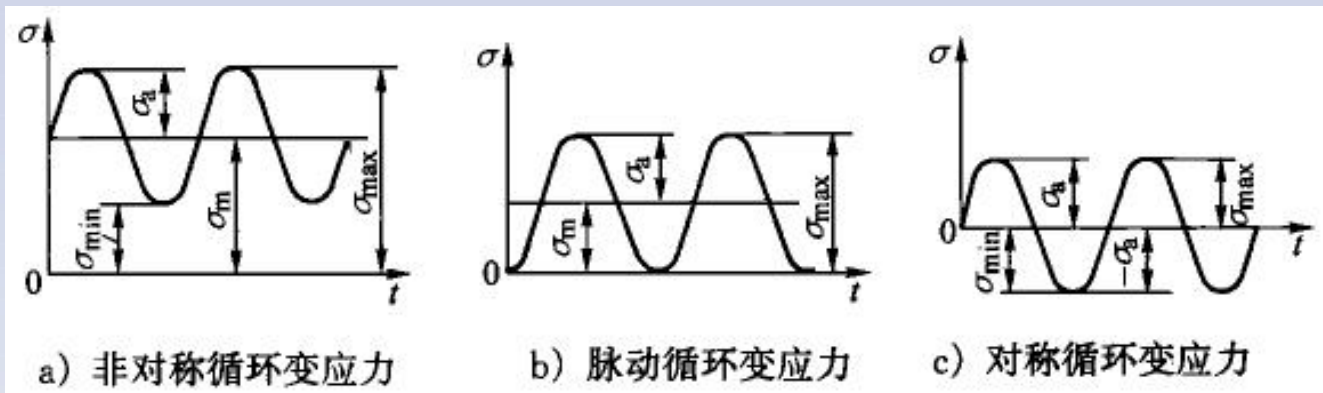


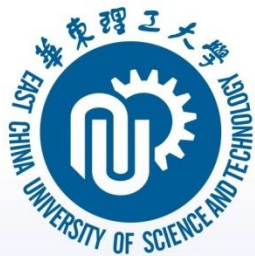
## 第3节 机械零件的工作能力及计算准则

### (b) 变应力作用下的极限应力

在变应力下工作的零件主要失效形式是疲劳断裂。

- 对称循环变应力作用，取对称循环疲劳强度 $\sigma_{-1}$ 作为极限应力；
- 脉动循环变应力作用，取脉动循环疲劳极限 $\sigma_0$ 作为极限应力；
- 非对称循环变应力作用，可通过疲劳试验机或极限应力图确定材料的疲劳极限，即极限应力。简化计算时，可近似取与之相似的 $\sigma_{-1}$ 或 $\sigma_0$ 作为材料的极限应力。





## 第3节 机械零件的工作能力及计算准则

### (2) 安全系数

对安全系数，本书采用查表法确定。

在无可靠资料直接确定安全系数的情况下，可用下式计算总的的安全系数，即

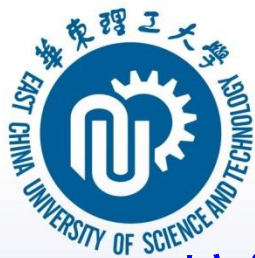
$$S = S_1 \cdot S_2 \cdot S_3$$

式中： $S_1$ ——考虑载荷及应力计算的准确性系数， $S_1 = 1 \sim 1.5$ ；

$S_2$ ——考虑材料的均匀性系数，锻钢或轧钢零件 $S_2 = 1.2 \sim 1.5$ ，铸铁零件 $S_2 = 1.5 \sim 2.5$ ；

$S_3$ ——考虑零件重要程度的系数， $S_3 = 1 \sim 1.5$ 。





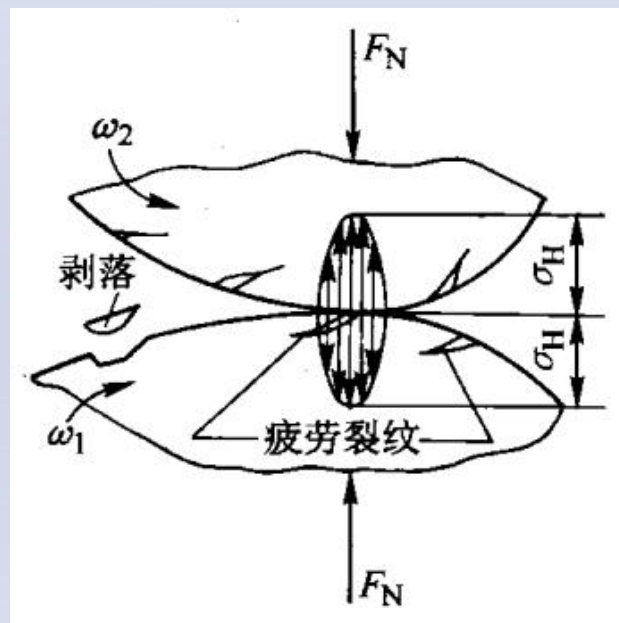
## 第3节 机械零件的工作能力及计算准则

### 二. 接触强度

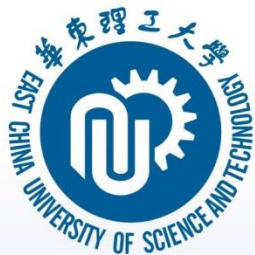
**整体强度**，指在整体应力作用下零件的强度。零件受载时在**较大的体积内**产生应力，零件的破坏也发生在较大的体积范围内。

对于理论上**点接触**或**线接触**的两个零件，当有载荷作用时，由于局部变形使接触处形成小的接触区，在面积很小的接触区表层产生很大的应力，称为**接触应力**。

接触应力的分布如图所示，其最大值用 $\sigma_H$ 表示。在接触应力作用下零件的强度称为**接触强度**，它属于**表面强度**。



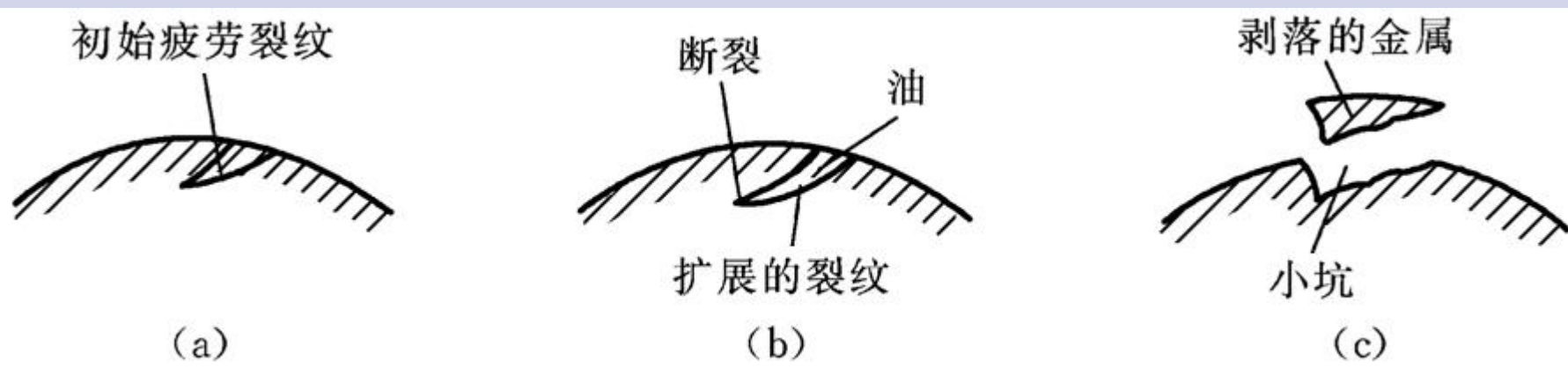
一对齿轮接触



## 第3节 机械零件的工作能力及计算准则

### 二. 接触强度

接触应力一般都是交变应力，通常接近似脉动循环处理。在交变应力的反复作用下，零件表层先是产生疲劳裂纹，如有润滑油进入疲劳裂纹，在裂纹口被压封的情况下，裂纹中产生极高的油压而迫使裂纹加速扩展，直至表层金属成小片状剥落下来，在零件表面形成小坑，这种现象称为疲劳点蚀，简称点蚀。点蚀使得零件接触面积减少，失去光滑的表面，不但降低承载能力，还会引起振动和噪声。





## 第3节 机械零件的工作能力及计算准则

### 二. 接触强度

接触强度设计条件为：

$$\sigma_H \leq [\sigma_H], \quad [\sigma_H] = \frac{\sigma_{H\lim}}{S_H}$$

式中：

$[\sigma_H]$  是材料的许用接触应力；

$\sigma_{H\lim}$  是试验材料的接触疲劳强度极限；

$S_H$  是接触疲劳强度安全系数，考虑接触应力的局部性及离开接触中心迅速减少等因素，可取  $S_H$  等于1或稍大于1。



## 第3节 机械零件的工作能力及计算准则

### 三. 刚度

**刚度**：指零件在载荷作用下抵抗**弹性变形**的能力。

**刚度设计条件**：零件在载荷作用下产生的弹性变形量应小于或等于机器工作性能允许的极限值，即

$$y \leq [y], \quad \theta \leq [\theta], \quad \varphi \leq [\varphi]$$

式中： $y$ ， $\theta$ ， $\varphi$ 分别为零件工作时的挠度、转角和扭角；

$[y]$ ， $[\theta]$ ， $[\varphi]$ 分别是相应的许用挠度、转角和扭角。



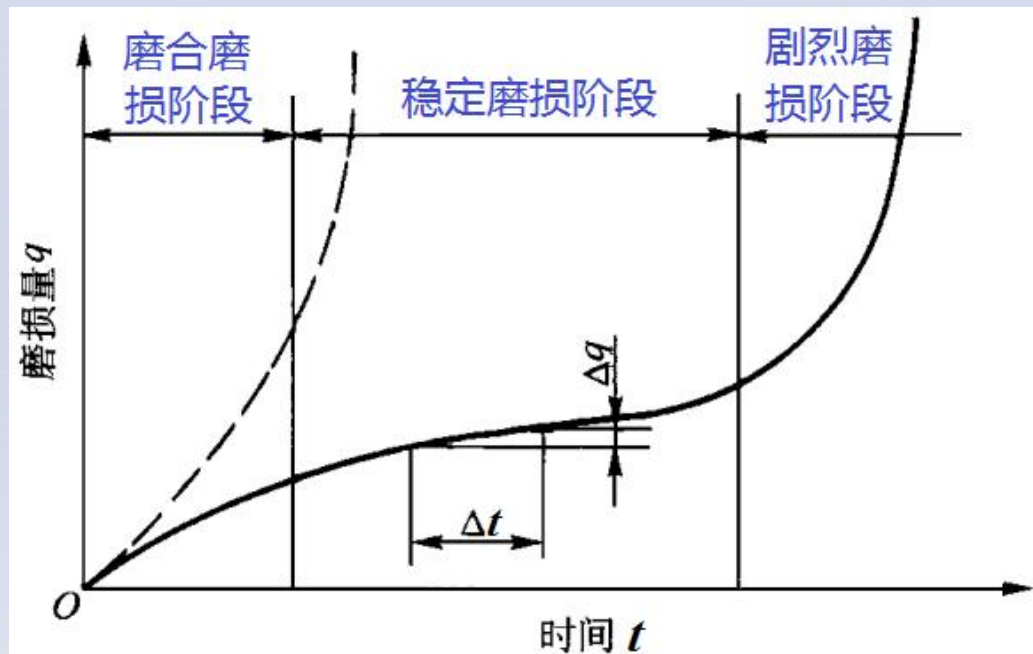
## 第3节 机械零件的工作能力及计算准则

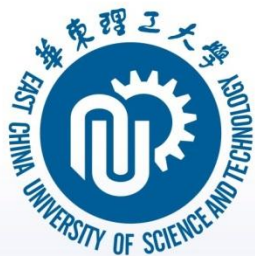
### 四. 耐磨性

各种机械中，凡是具有相对运动，或具有相对运动趋势的接触表面间都存在摩擦。摩擦表面物质在相对运动中不断损失的现象称为磨损。零件抗磨损的能力称为耐磨性。

#### 1. 磨损过程

——分为三个阶段



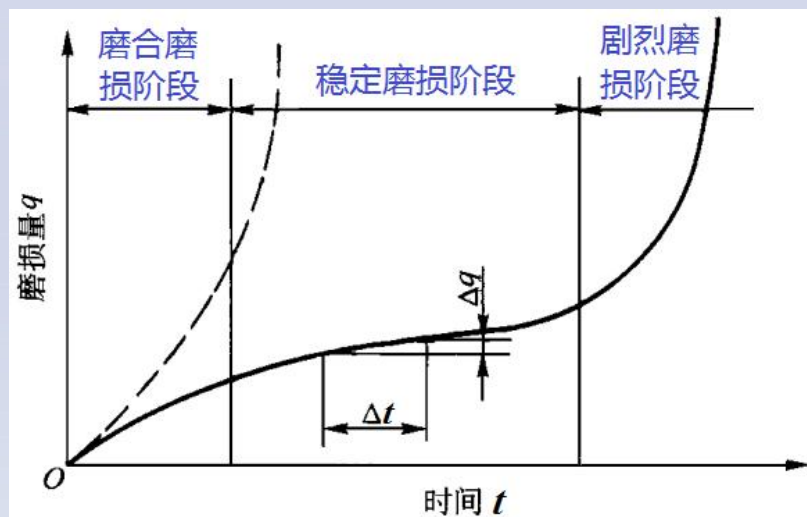


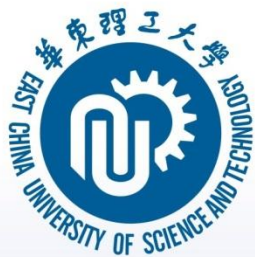
## 第3节 机械零件的工作能力及计算准则

(1) 磨合磨损阶段 新机器在运转初期，通过逐渐增加载荷而迅速磨去零件接触表面制造时遗留下来的波峰尖部。随着波峰高度的逐渐降低，摩擦副的实际接触面积加大，磨损率  $\varepsilon = \Delta q / \Delta t$  逐渐减小，零件进入稳定磨损阶段。

(2) 稳定磨损阶段 磨损率  $\varepsilon \approx$  常数，零件以平稳而缓慢的速度在磨损，相应的时间即为零件的使用寿命。

(3) 剧烈磨损阶段 当磨损率超过机械正常运转的许可磨损率时，零件即进入剧烈磨损阶段。两个摩擦零件间的间隙很快增大，温度升高，机械效率迅速下降，产生异常的噪声和振动，应该停机检修，更换零件。





## 第3节 机械零件的工作能力及计算准则

### 2. 磨损的基本类型——按磨损机理划分

(1) 磨粒磨损      硬质颗粒进入摩擦表面，或硬表面上的凸峰在摩擦过程中引起表层材料脱落的现象。

(2) 粘着磨损(胶合)      高速、轻载时温升使得接触区润滑油膜破裂，低速、重载时也不易形成润滑油膜，导致接触处发生粘着，两表面相对滑动，材料从一个表面转移到另一个表面，称为粘着磨损，也称为胶合。严重的粘着磨损会导致两个摩擦零件咬死。

(3) 表面疲劳磨损(疲劳点蚀)      发生在零件表层，属于表面磨损范畴，故称表面疲劳磨损。(材料去掉)

(4) 腐蚀磨损      在摩擦过程中，与周围介质发生化学反应或电化学反应的磨损。





## 第3节 机械零件的工作能力及计算准则

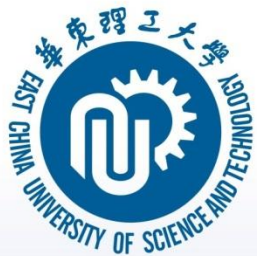
### 3. 耐磨性准则

零件的磨损与接触面间的**作用压力**、**滑动速度**、摩擦副材质与摩擦系数、表面状态、润滑状态及维护等综合因素有关。

关于磨损，目前尚无可靠的定量的计算方法，通常多采用各种条件性计算。如：

- 限制运动副摩擦表面间的**压强  $p$  不超过许用值  $[p]$** ，以防止压力过大导致工作表面油膜破坏而过快磨损；
- 限制**滑动速度  $v$  与压强  $p$  的乘积不超过许用值  $[pv]$** ，以防止由于单位面积上摩擦功耗过大造成摩擦表面温升过高而引起接触表面胶合等。





## 第3节 机械零件的工作能力及计算准则

### 4. 减少磨损的措施

1) 选取减摩性和耐磨性较好的材料。

2) 对摩擦表面进行润滑。

选用适当的**润滑剂**和**润滑方法**是减少摩擦和磨损的最有效途径。润滑方法需根据不同的工作条件和部位而定。

3) 提高零件的加工精度和表面质量。

4) 完善密封，正确使用与维护等。



## 第3节 机械零件的工作能力及计算准则

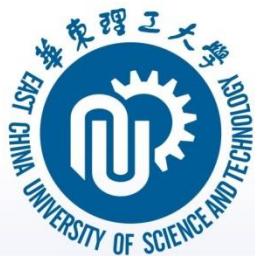
### ➤ 润滑剂的种类

**液体润滑剂**：润滑油、水和液体金属等，最常用的是润滑油，尤以矿物油应用最广。

**润滑脂（俗称黄油）**：是在润滑油中加入稠化剂（如钙皂、钠皂、锂皂等）调制而成，常温下呈油膏状。润滑脂的粘度大，不易流失，承载能力高，但摩擦功耗大。

**固体润滑剂**：石墨、二硫化钼等。可以应用于高（低）温、高真空、强辐射等特殊工况，以及粉尘、潮湿、海水等恶劣环境。

**气体润滑剂**：空气、氮气、二氧化碳等。气体的粘度低，摩擦阻力极小，温升很小；但承载能力较低，适用于高速、轻载的场合。

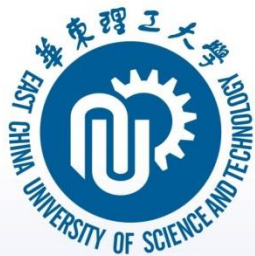


## 第4节 机械零件结构设计的基本要求

在机械设计中，通常是先作初步的结构设计，然后将其抽象为数学模型才能进行零部件的计算。例如，受弯曲应力作用的轴，计算所需力的作用点位置、支点距离等，通常都是由初步结构设计确定的。因此，结构与零件工作能力计算同等重要。

### 零件结构设计的基本要求：

1. 构形简单
2. 工艺性好
3. 受力合理
4. 充分利用不同材料的性能
5. 工作可靠
6. 安全性高



## 第4节 机械零件结构设计的基本要求

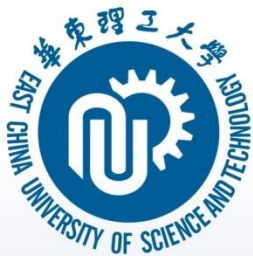
### 1. 构形简单

——在实现零件预期功能的前提下，尽可能采用较少的几何量和简单的形体要素，以简化零件的结构。结构既便于零件毛坯的成形，又易于提高加工质量。例如，平面、圆柱面都易于制造并可得到较高的加工精度。

### 2. 工艺性好

工艺性之一：**制造工艺**，要求零件从毛坯制造到机械加工整个过程都能方便、经济地制造出来，杜绝不可能制造出来的设计结果。

工艺性之二：**装配工艺**，要求零件的组合结构装拆方便。



## 第4节 机械零件结构设计的基本要求

### 2. 工艺性好——制造工艺

毛坯制造方法有：**铸造**、**锻造**、**焊接**等，应根据零件的使用要求、生产批量及制造条件而选择。不同的制造方法有其特有的制造要求，零件的结构要满足毛坯制造方法的要求。

**铸造零件**：要求壁厚均匀，壁的连接处设置较大的过渡圆角等。还应考虑有利于造型、起模、清理等环节，既要工艺简单，又要保证铸件的质量。

**机械加工**，应考虑零件加工的可行性和在机床上装夹的方便性，避免难以在机床上固定的结构和无法加工的结构。



## 第4节 机械零件结构设计的基本要求

### 2. 工艺性好——制造工艺

例如：图1a为难以在机床上固定的结构；图1b，结构则便于在机床上固定，进行机械加工。图2a，零件上的螺纹孔无法加工；图2b，可以加工。

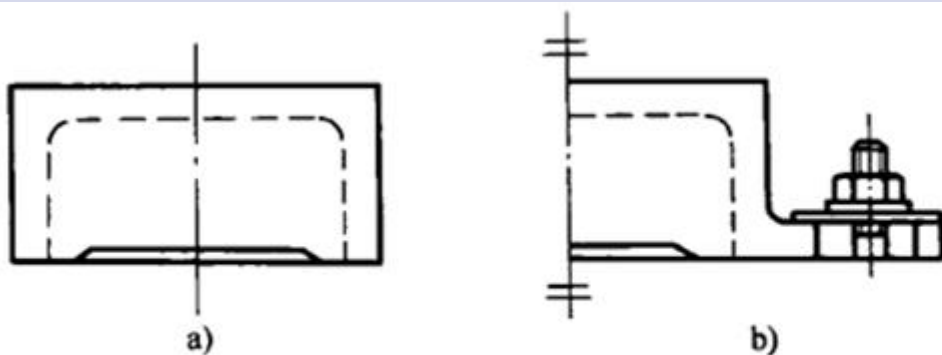


图 1 避免难以在机床上固定的结构

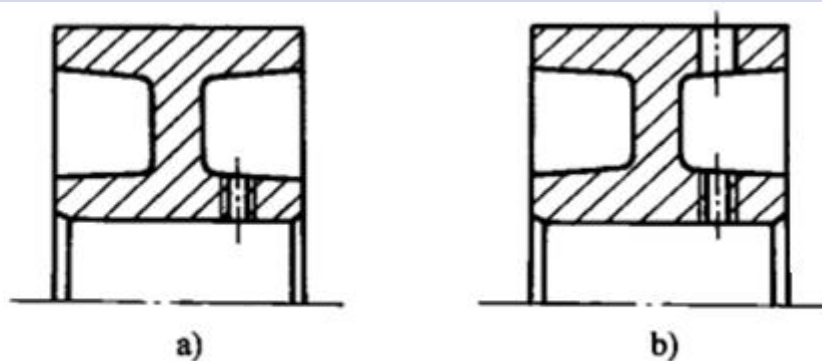
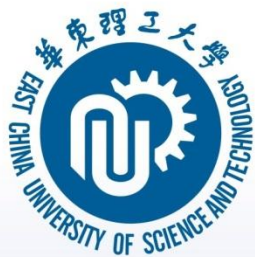


图 2 避免无法加工的结构



## 第4节 机械零件结构设计的基本要求

### 2. 工艺性好——装配工艺

图1a，零件结构因螺栓安装空间不够而无法装配；图1b，结构合理。图2为气缸盖与缸体的联接，图2b，结构拆卸容易。

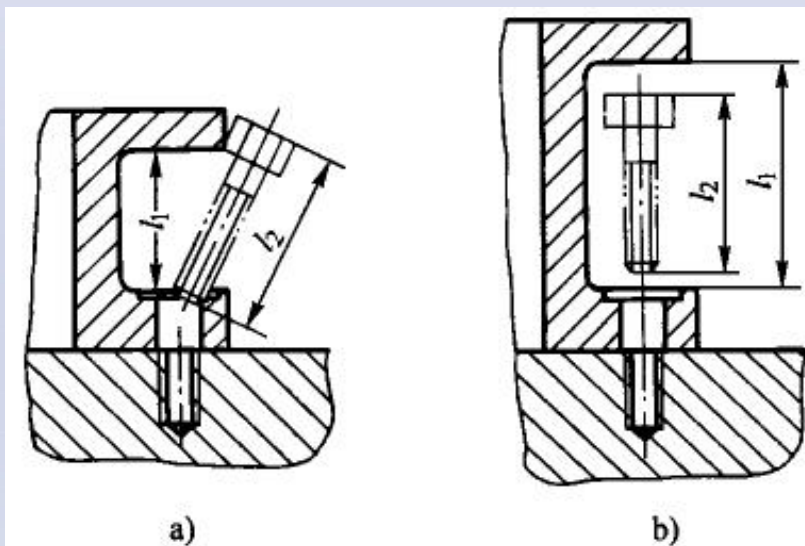


图1 避免无装配空间的结构

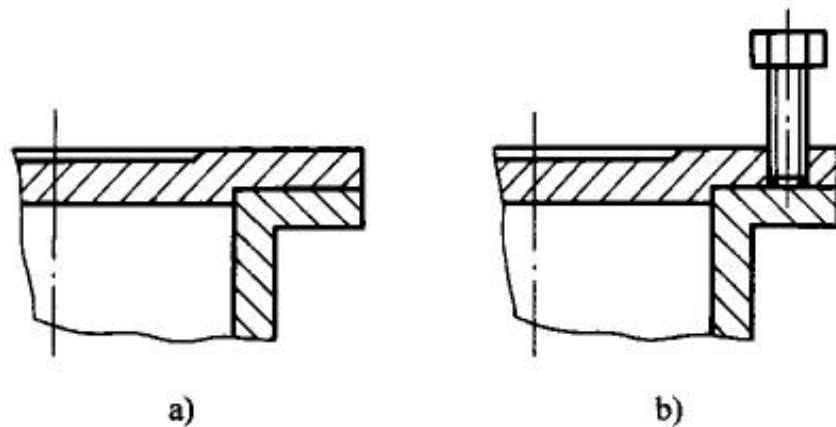
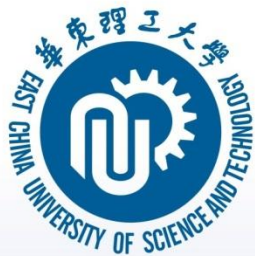


图2 避免无法拆卸的结构



## 第4节 机械零件结构设计的基本要求

### 3. 受力合理

零件合理的受力包括受力平衡，传力路线简捷、合理，符合**等强度原则**，应力集中小以及满足刚度要求等。受力合理可以减小零件的尺寸和质量，并使材料得到充分利用。

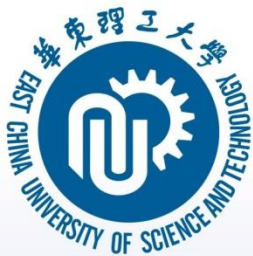
### 4. 充分利用不同材料的性能

这要求零件的结构应有利于材料性能的发挥。

### 5. 工作可靠

指在正常使用条件下，零件的工作能力足够，并在其工作环境中保持机器性能稳定，且具有一定的使用寿命。





## 第4节 机械零件结构设计的基本要求

### 6. 安全性高

- 1) **机器或零件**，要求机器在发生非正常使用时，如过载或操作失误等，具有自身安全保护的功能；
- 2) **人**，在机器的制造和使用过程中，应力求避免对人造成伤害。对零件的某些边、角进行倒角或倒圆，以及在带传动、链传动和啮合传动中设置防护罩等。对人的安全还包括环境安全，如结构设计必须保证机器的噪声、排放物等符合环境保护规范的要求。



## 第4节 机械零件结构设计的基本要求

### 二、标准化、系列化和通用化（简称“三化”）

**标准化、系列化：**指在不同类型、不同规格的机器中，将相当多相同的零件加以标准化，并按尺寸不同加以系列化，设计者可直接从有关手册和标准中选用，无须重复设计。

例：如螺栓、螺母、键、滚动轴承等。

**通用化：**指在系列之内或跨系列的产品之间采用同一结构和尺寸的零部件，以减少企业内部零件的种数，从而简化生产管理，获得较高的经济效益。

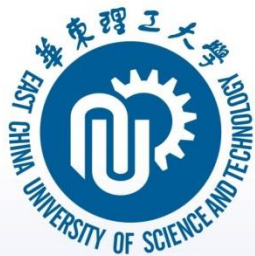
例：减速器等。



## 第4节 机械零件结构设计的基本要求

### ➤ 机械设计采用“三化”的重要意义

- 1) **减轻设计工作量**，有利于设计人员将主要精力用于关键零部件的设计。
- 2) 便于安排专业厂家进行**规模型生产**，从而利于合理使用材料、缩短生产周期、提高产品质量和降低成本。
- 3) **增大了互换性**，便于维修。
- 4) 有利于改进设计，增加产品品种和产量。



## 本章小结

- 零件、构件、机构、机器、机械的涵义
- 机器的组成（原动机、工作机、传动装置，功能上）
- 机械零件的常用材料（碳素钢、合金钢、铸铁）
- 机械零件的强度、刚度和耐磨性计算准则