

# 第一章 绪论

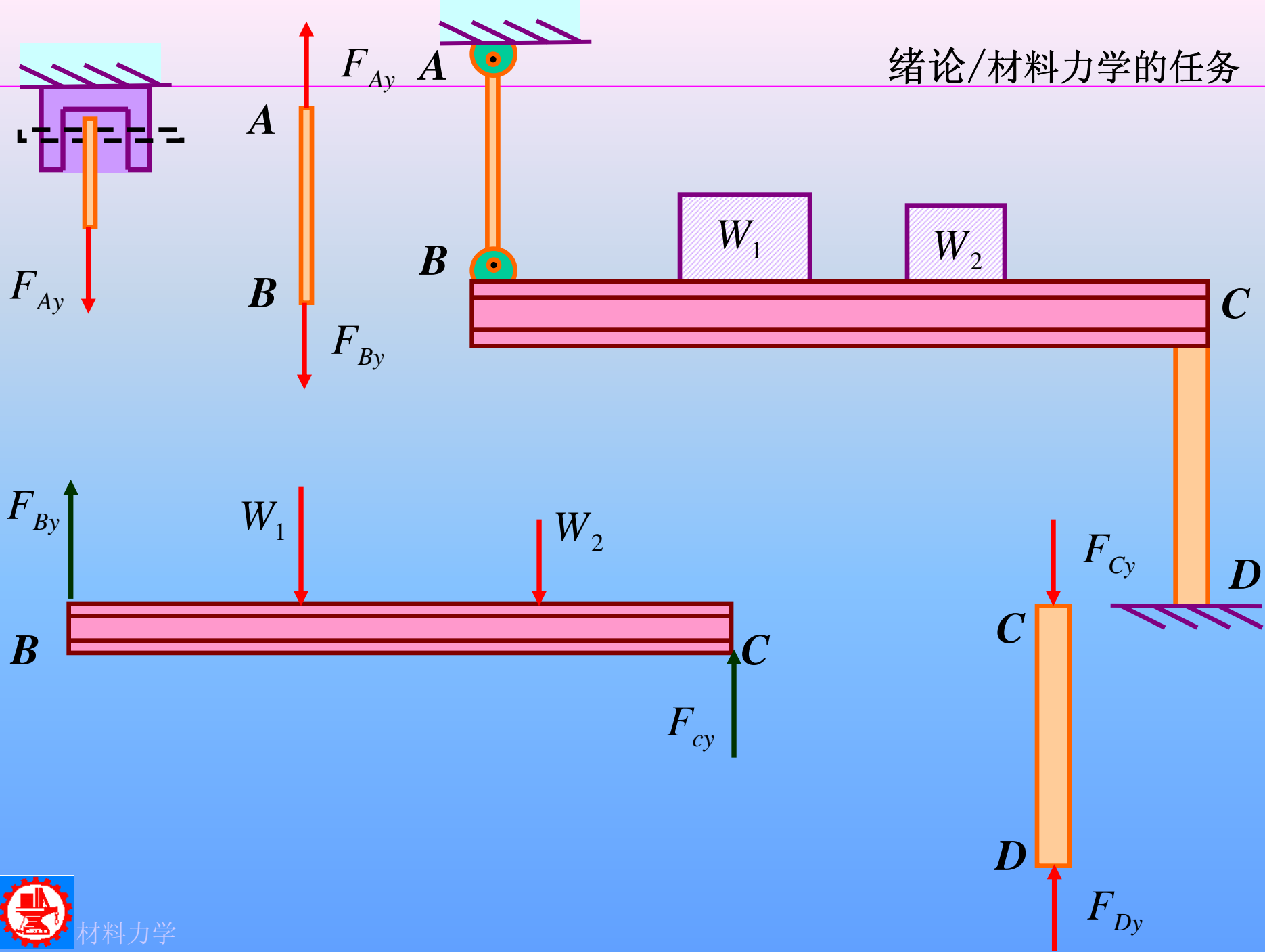
## 一、材料力学的任务



**Mechanics of materials is a subject that investigates the effect of applied forces on bodies.**

**Mechanics of materials is a continuation of the mechanics of statics and dynamics.**





## ☺问题

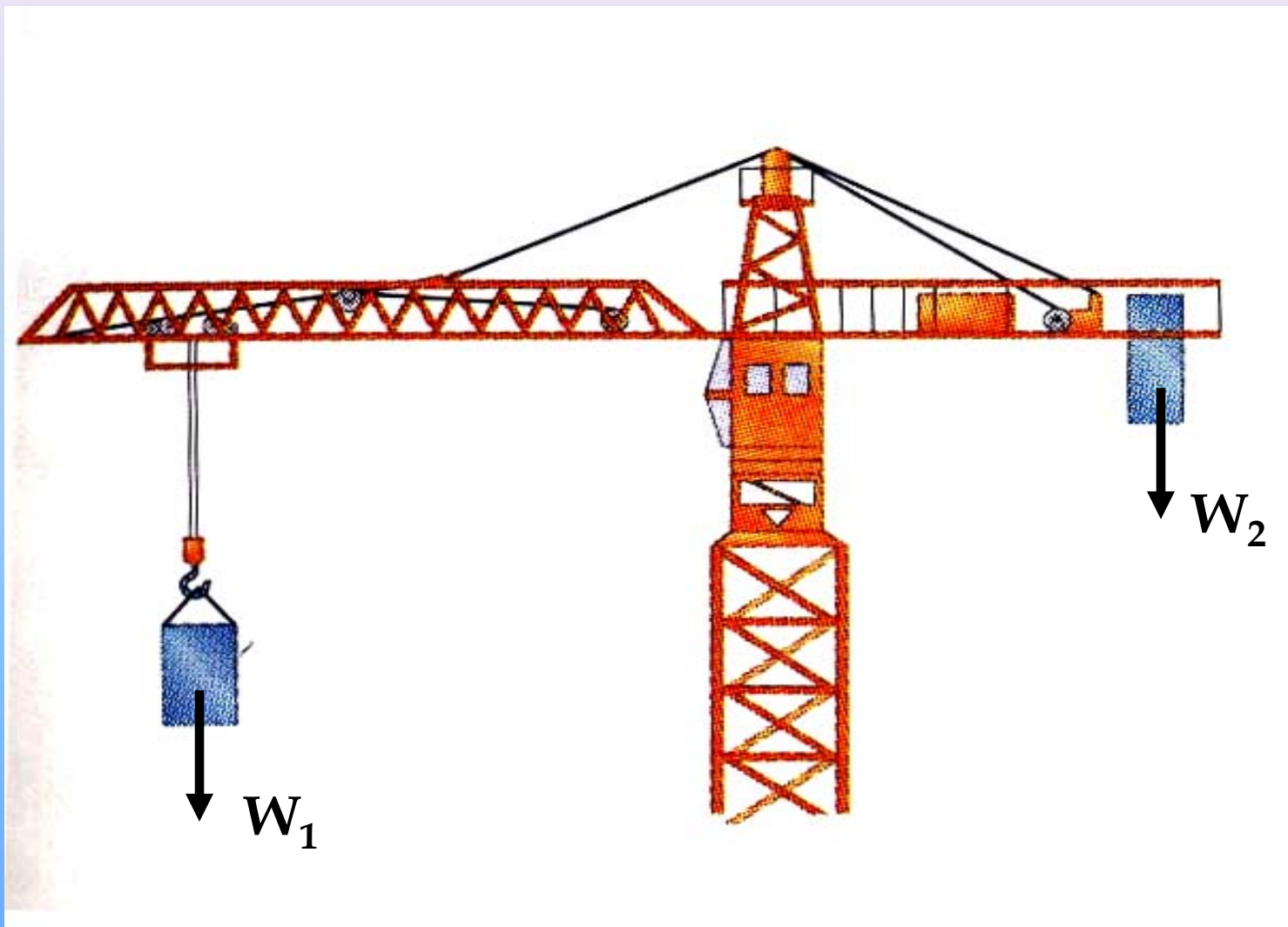
### 1、对于BC杆

- a) BC杆是否有足够的强度承受载荷?
- b) BC杆是否会产生过度的偏转和下垂? 将产生多大的变形?
- c) 如果对BC杆进行设计, 应选择怎样的截面形状和尺寸, 才能使杆件既安全 (既不产生破坏又不产生过大的变形) 又经济?

### 2、对于AB杆和CD杆:



# 绪论/材料力学的任务



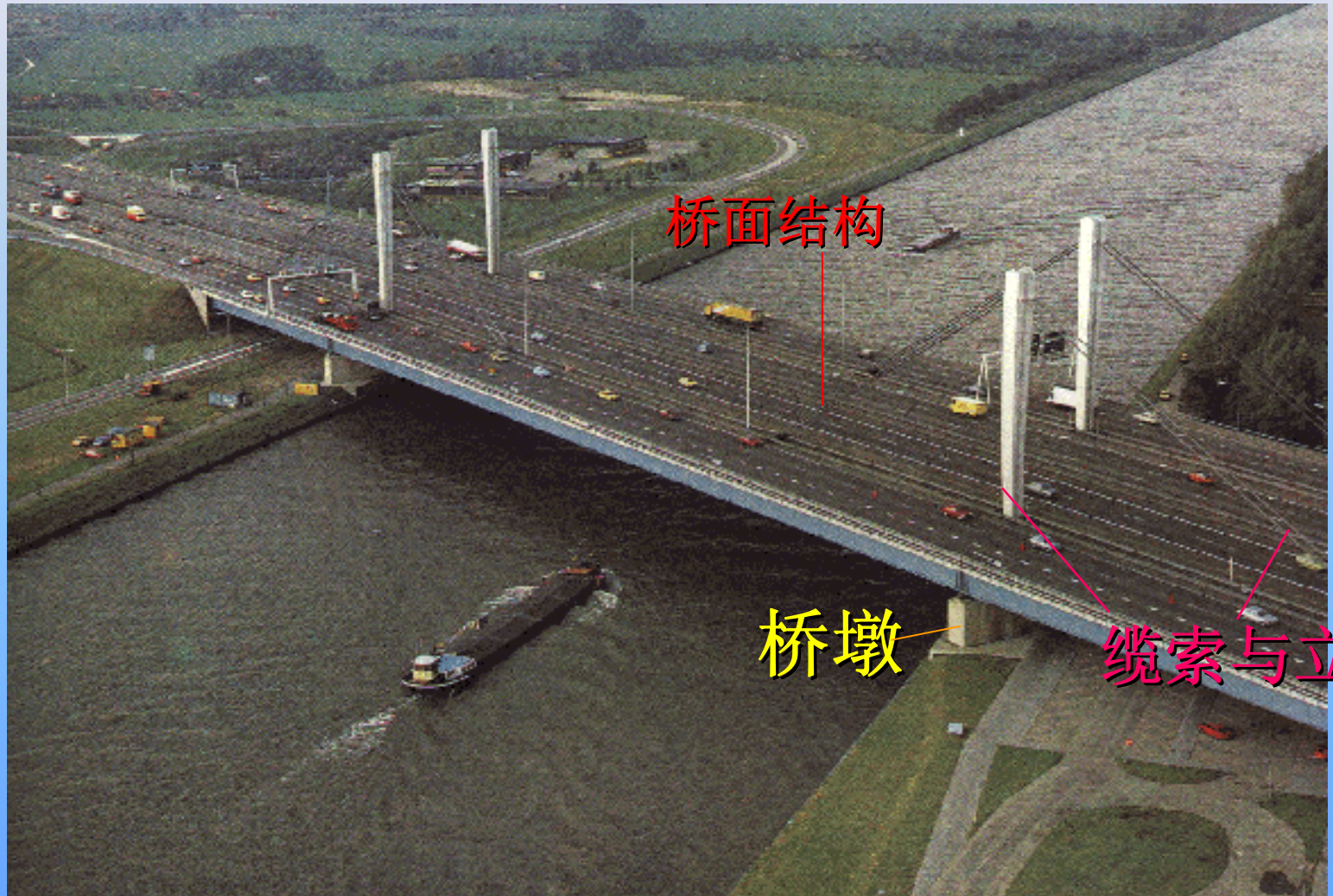
研究组成塔吊的每一根杆件的受力以及受力以后是否会产生破坏或者选择怎样的截面形状、尺寸和材料。



材料力学是**工程设计**的重要组成部分，  
而一个**工程结构的设计**包括确定组成  
结构的构件的合适的尺寸，以确保它  
能承受一定的载荷作用，既不产生断  
裂破坏又不产生过大的变形。



# 大型桥梁



**承载能力**—构件承受载荷的能力。

- 1、强度
- 2、刚度
- 3、稳定性

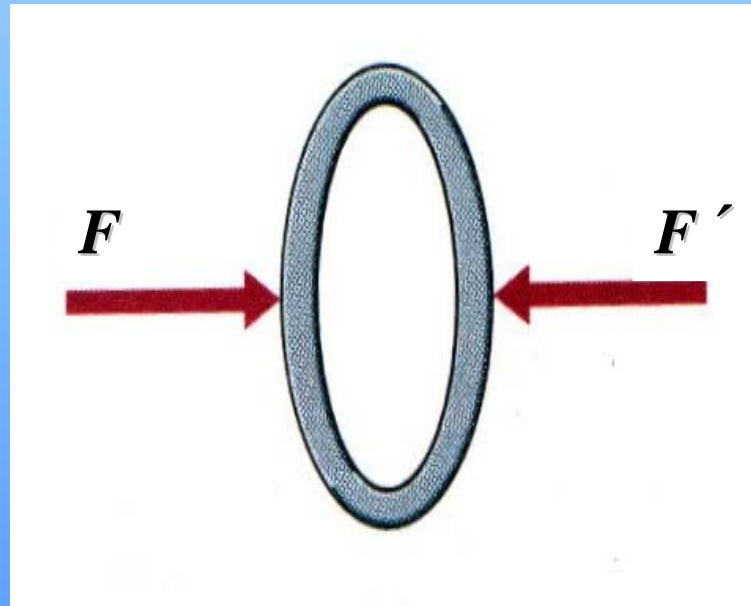
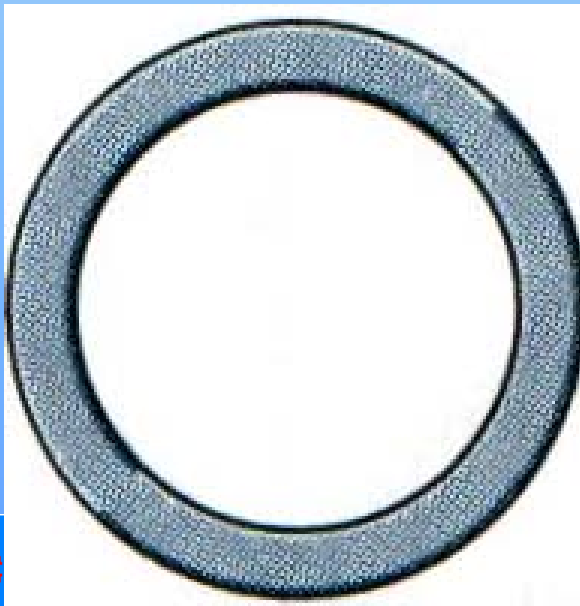




**强度**：构件在外力作用下抵抗破坏的能力（牢不牢的问题）。

**破坏**——显著的塑性变形和断裂。

**变形**——构件尺寸与形状的变化。



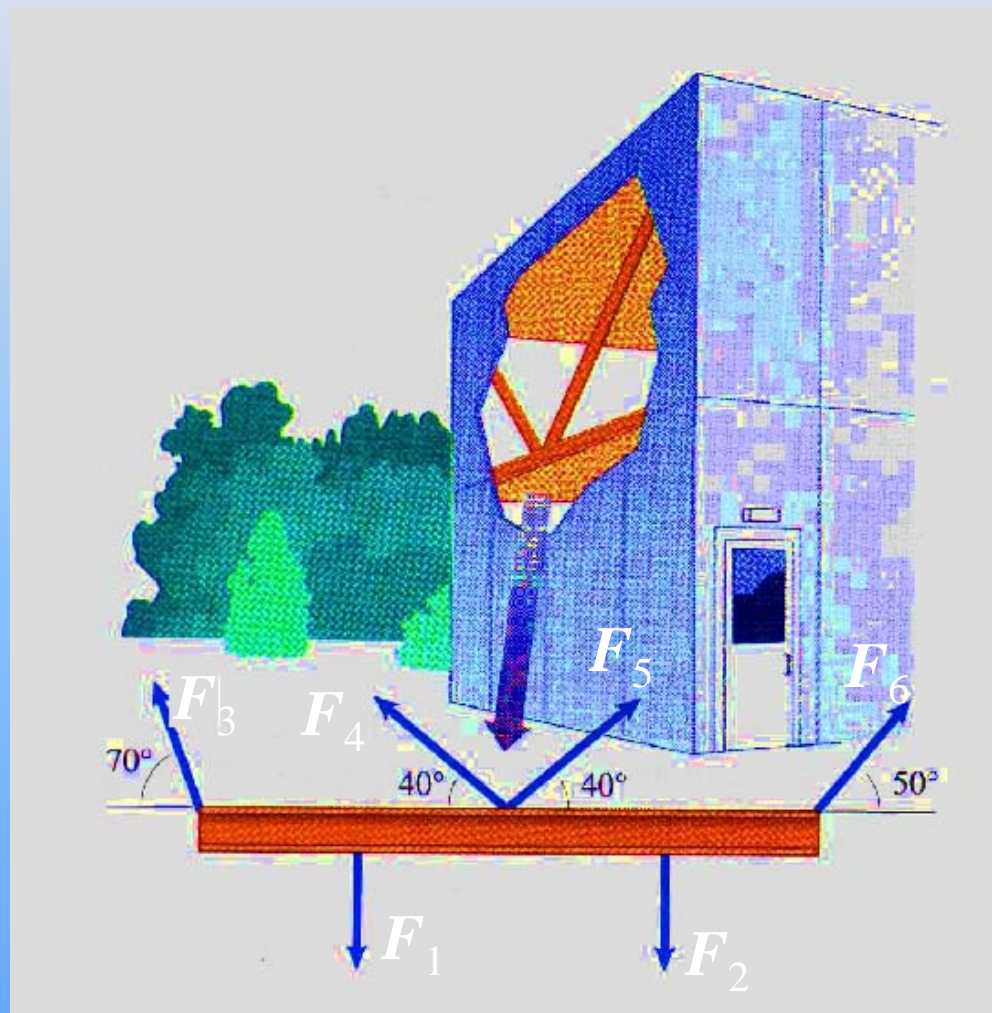
**弹性变形**——外力解除以后可消失的变形。

**塑性变形**——外力解除以后不能消失的变形。

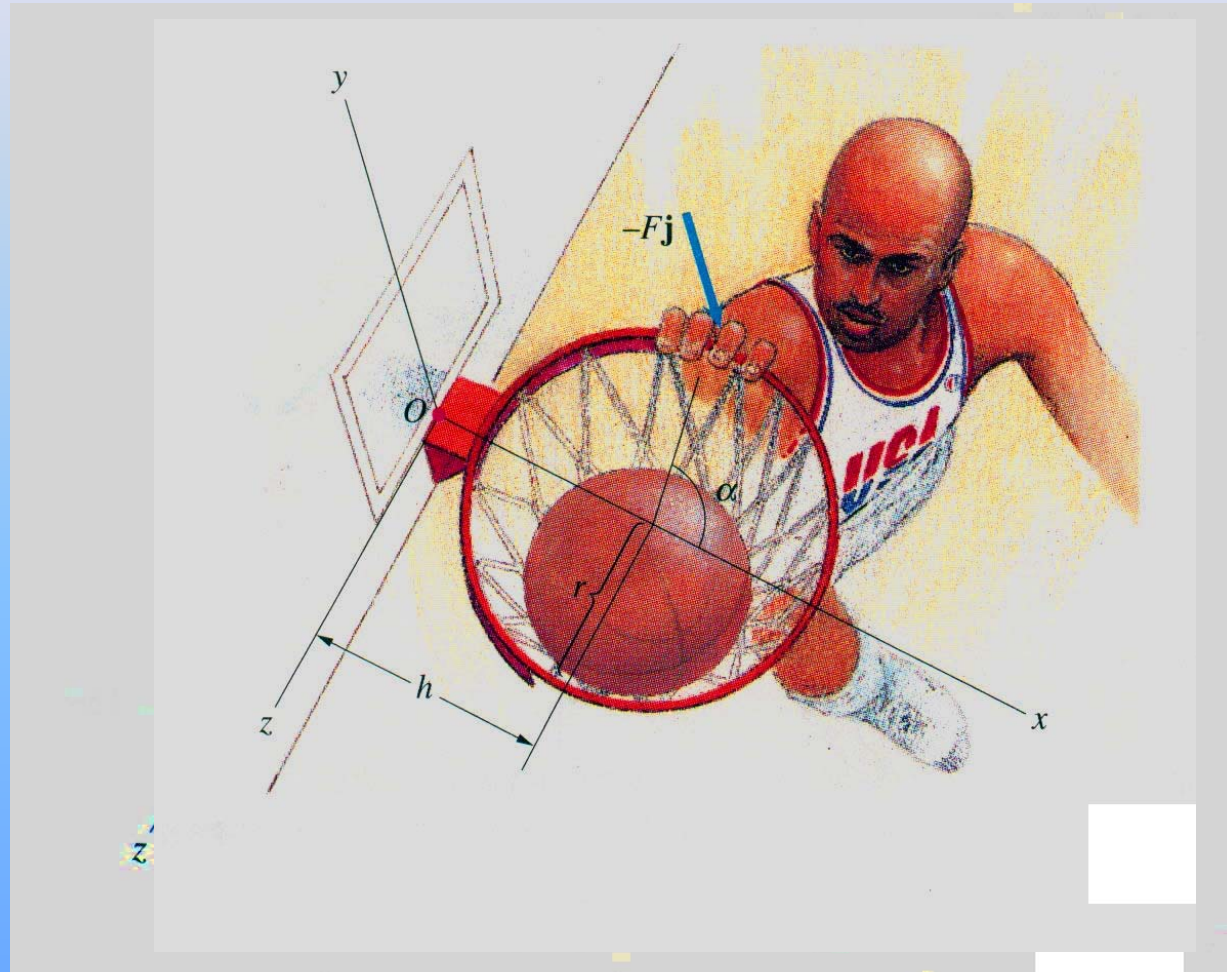


# 绪论/材料力学的任务

## 强度问题



## 强度问题



强度问题



前起落架锁连杆安装螺栓(销子)意外断裂。



# 强度问题



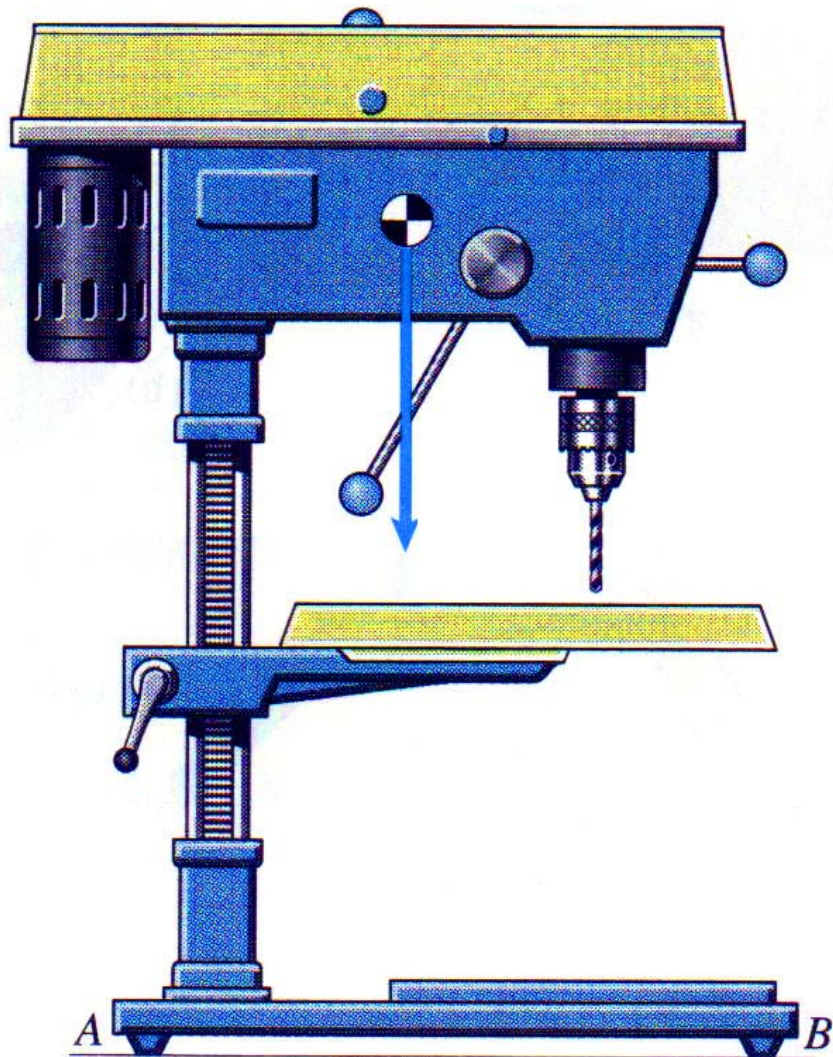
**刚度：** 构件在外力作用下抵抗变形的能力  
(变形大不大的问题)

刚度大，变形小；刚度小，变形大。



刚度问题

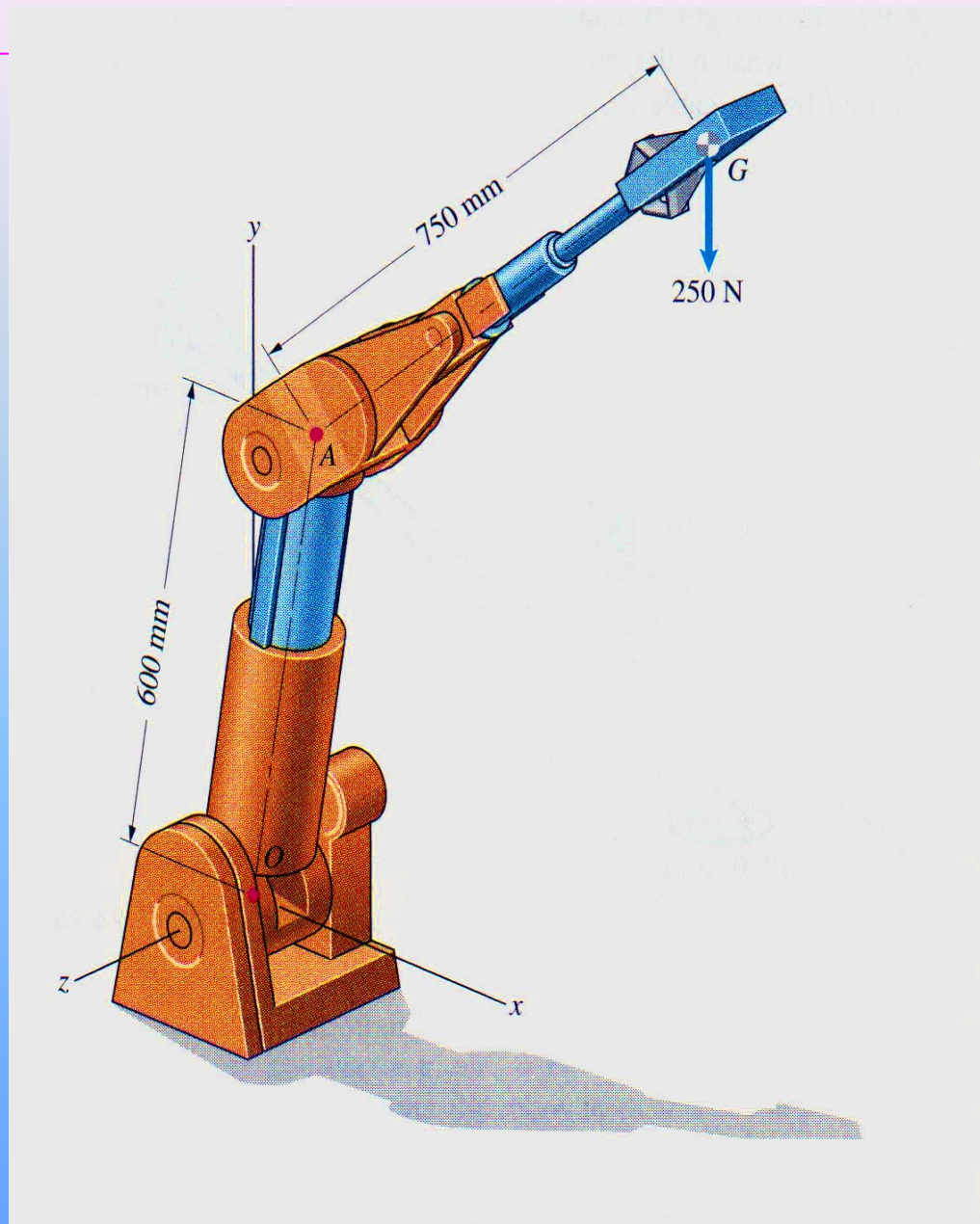
钻床





# 刚度问题

机械臂、  
机械手



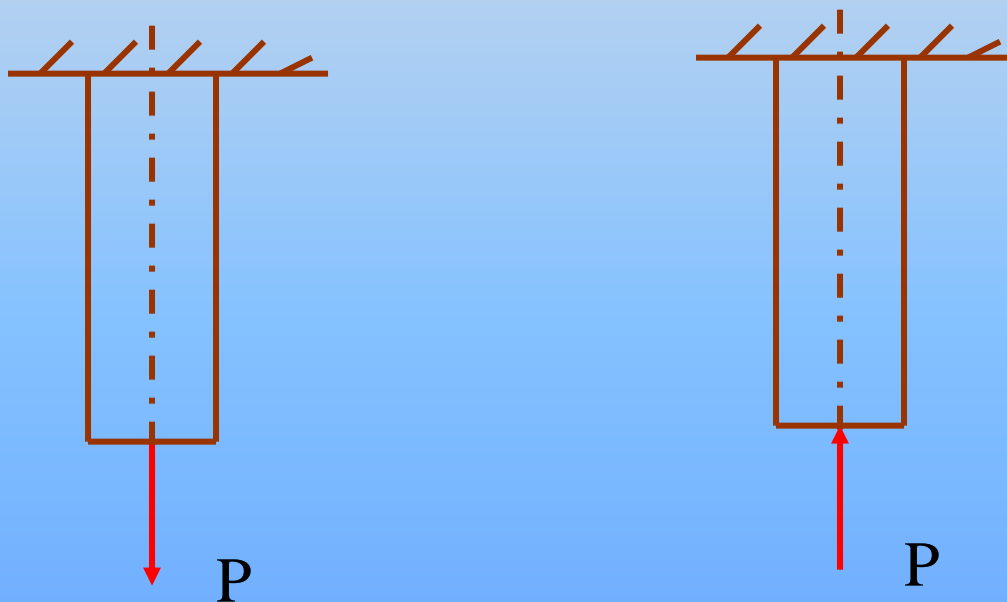
# 绪论/材料力学的任务

强度问题、  
刚度问题

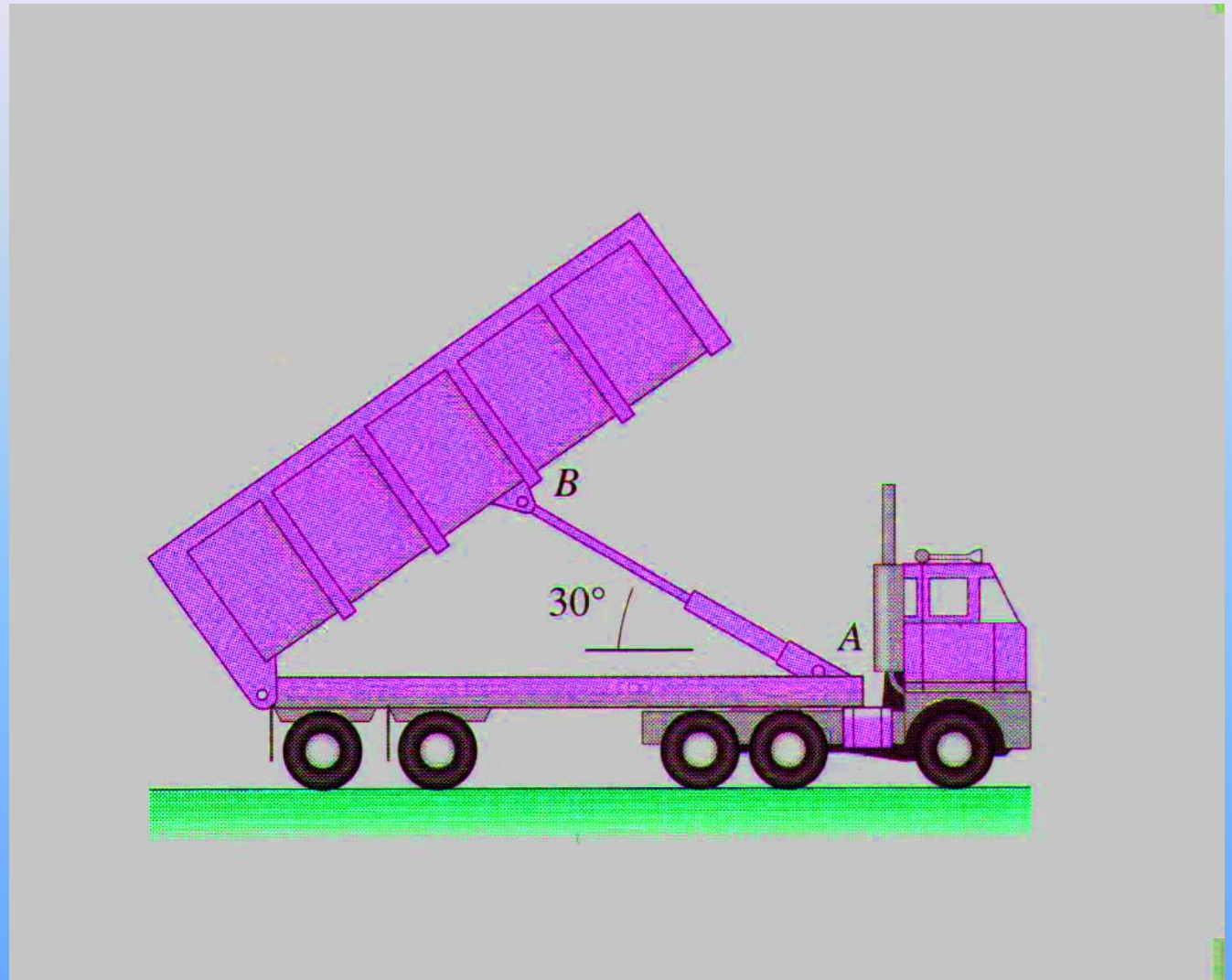


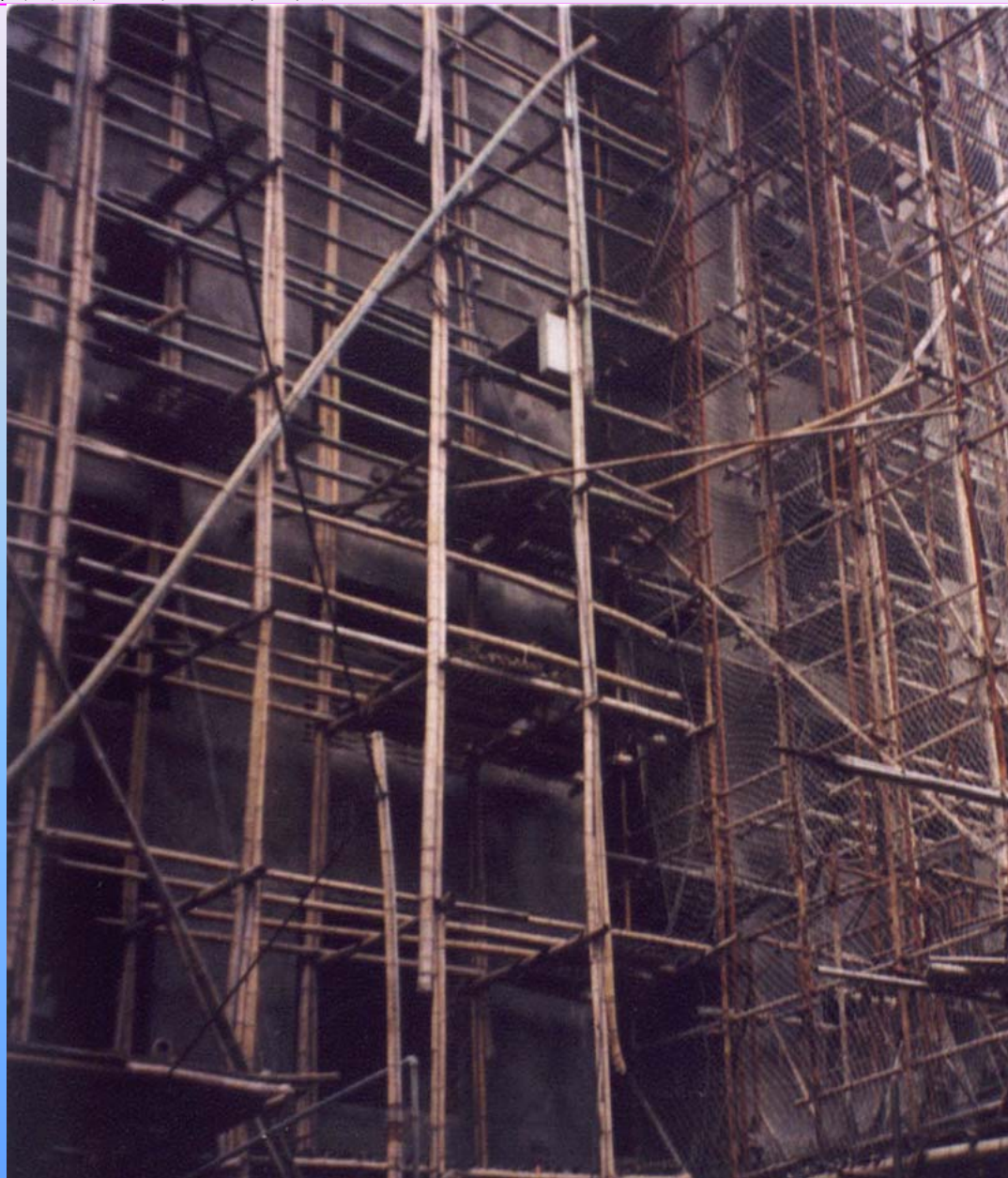
**稳定性：** 构件在外力作用下保持其原有平衡状态的能力（是否会弯折的问题）。

稳定性主要是针对**细长的压杆**而言的。例如：



稳定问题





# 脚手架



不同构件的承载能力是不同的。与下列因素有关：

**材料性质**：如木材，钢铁；

**尺寸**：大、小；

**形状**：空心、实心；平放、竖放。

从**安全**角度考虑：优质材料，构件尺寸粗大；

从**经济**角度考虑：节省材料，减少成本，减轻自重。



具体地说,材料力学的任务是研究构件受力以后的变形和破坏的规律,为设计构件提供强度、刚度和稳定性的计算依据,力求使设计的构件既经济又安全、适用。

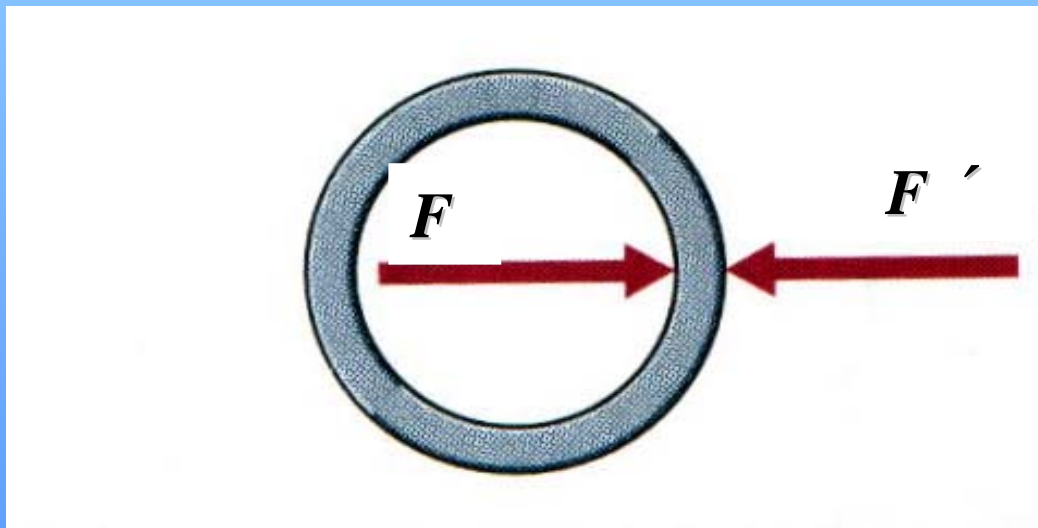
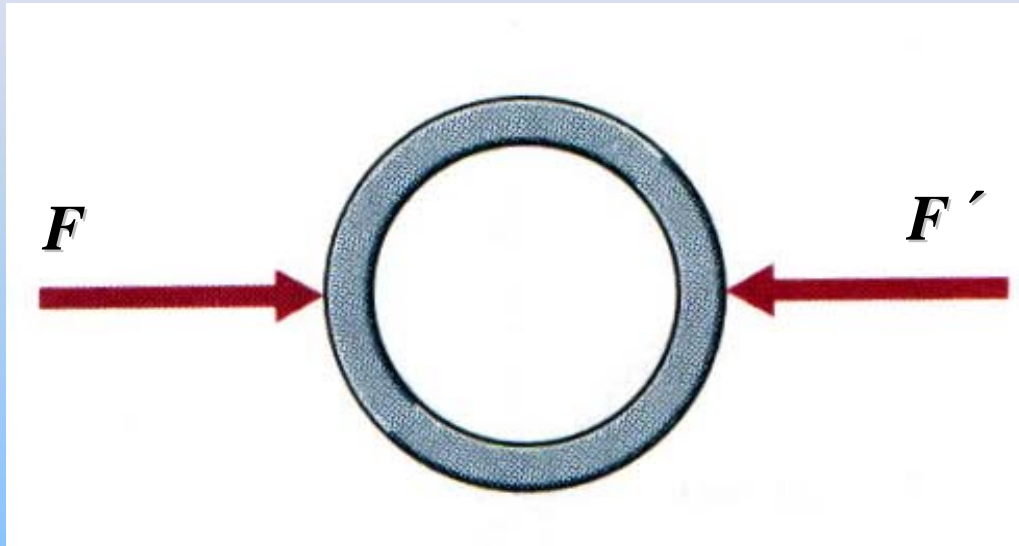


## 二、材料力学的研究 对象及其基本假设





# 静力学：刚体

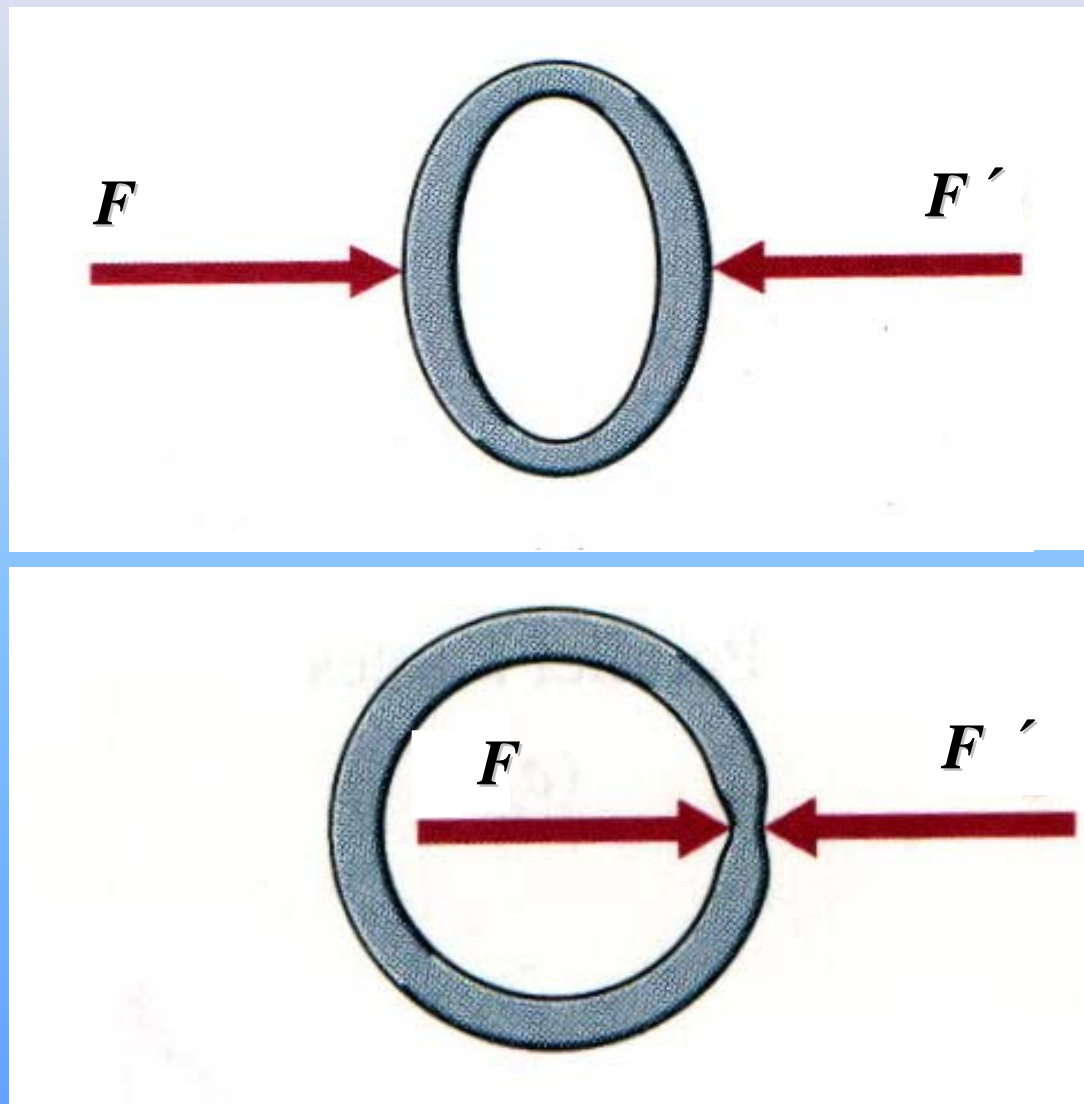


刚  
体



# 材料力学的研究对象：变形固体

变  
形  
体

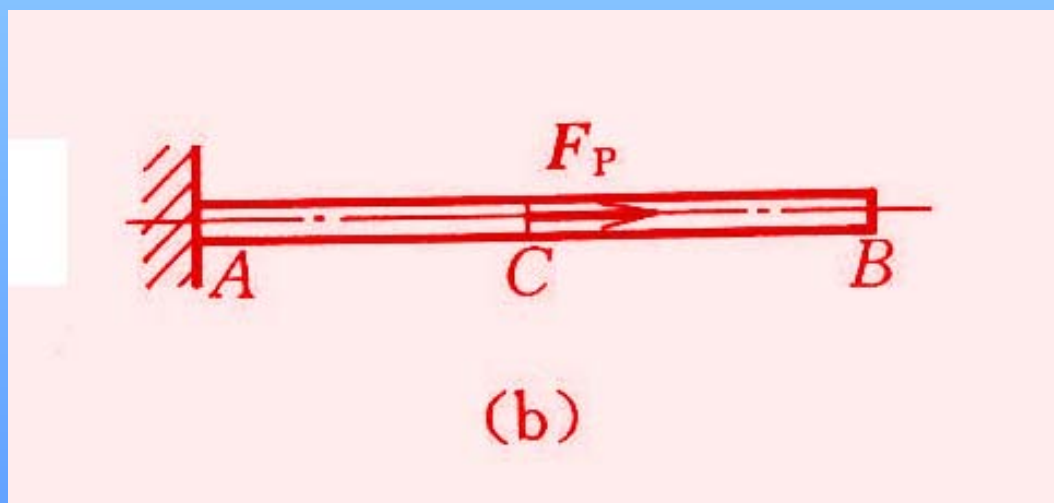
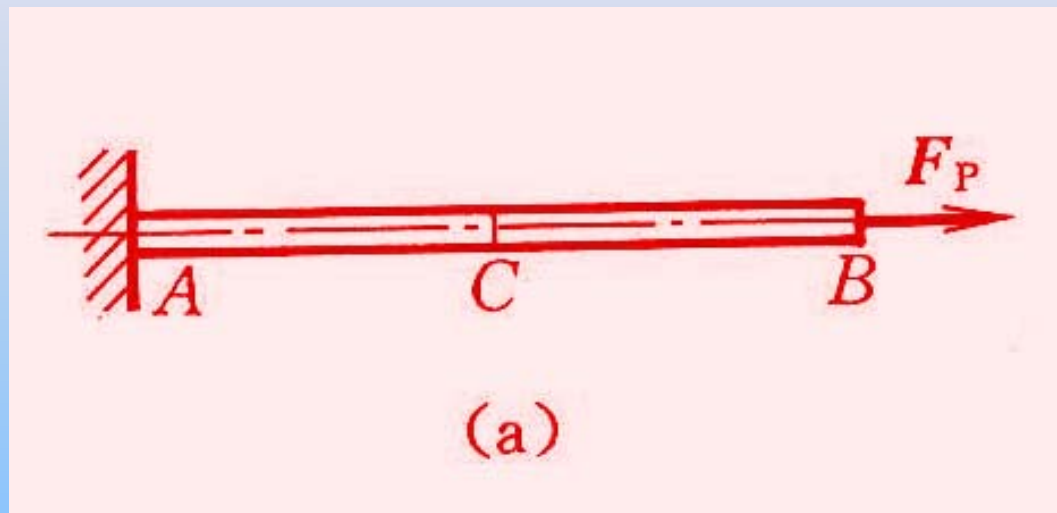


**注意：**刚体模型适用的概念、原理、方法，在研究变形体模型的内部效应（变形）时不适用。诸如：力和力偶的可传递性原理、力的分解和合成原理等。



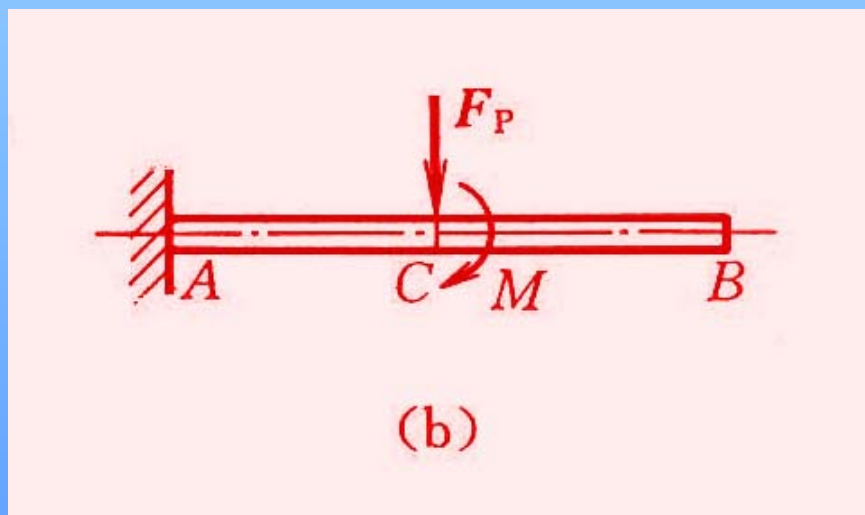
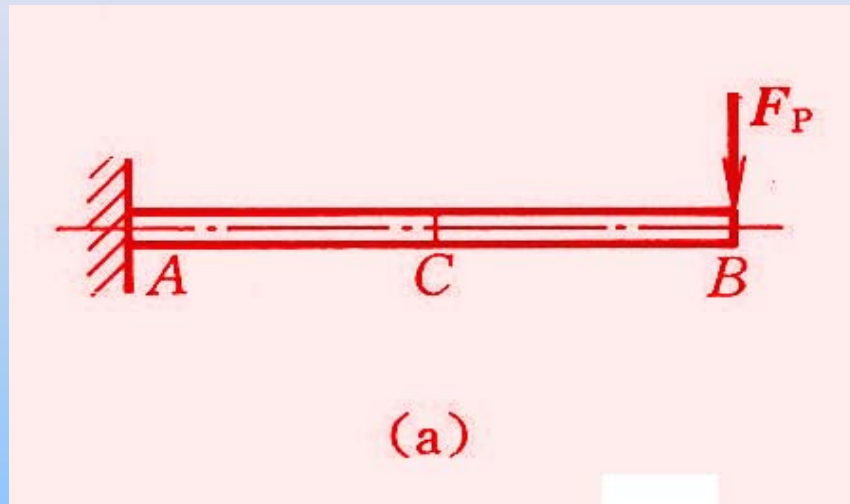
## 讨 论

请判断下列简化在什么情形下是正确的，什么情形下是不正确的：



# 讨论

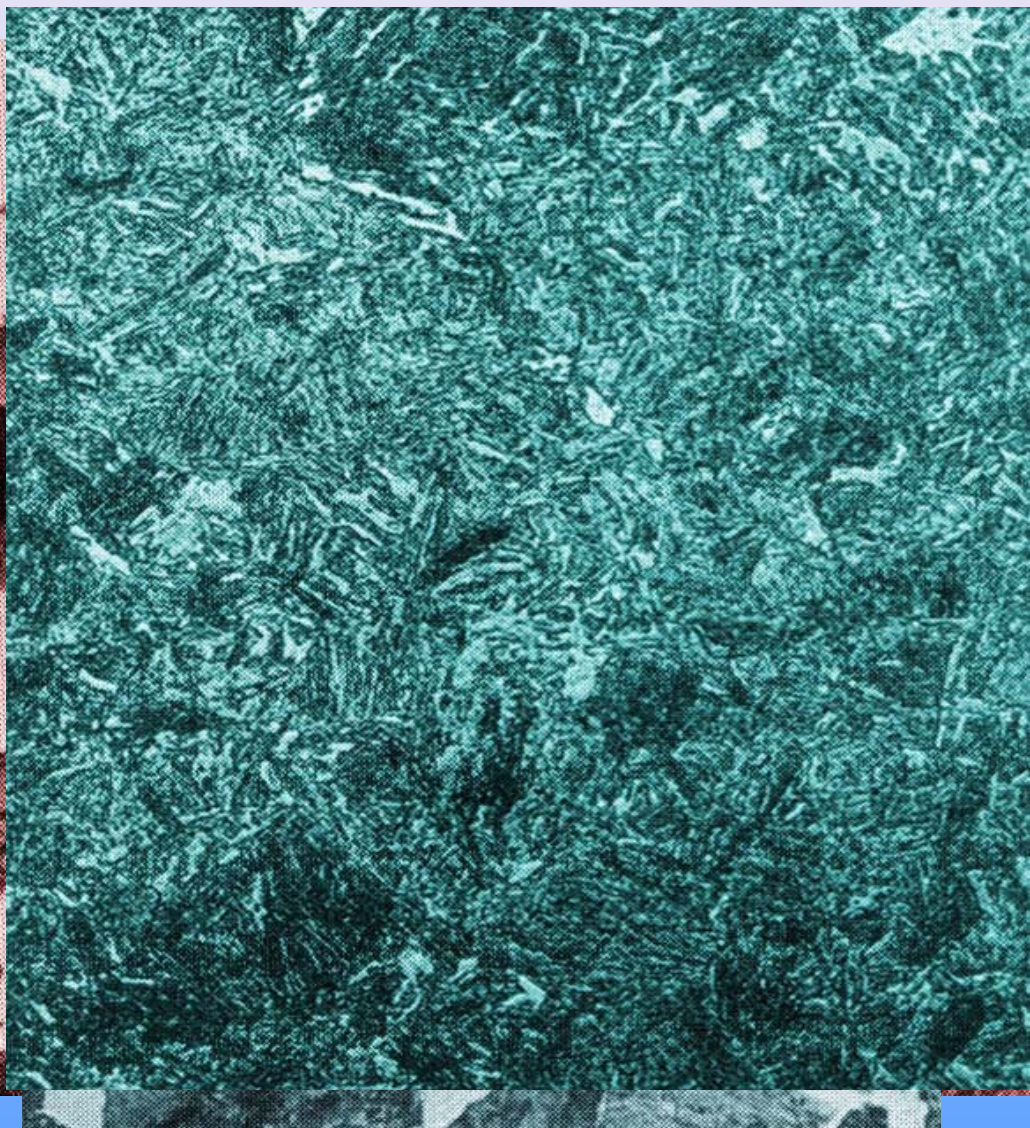
请判断下列简化在什么情形下是正确的，什么情形下是不正确的：



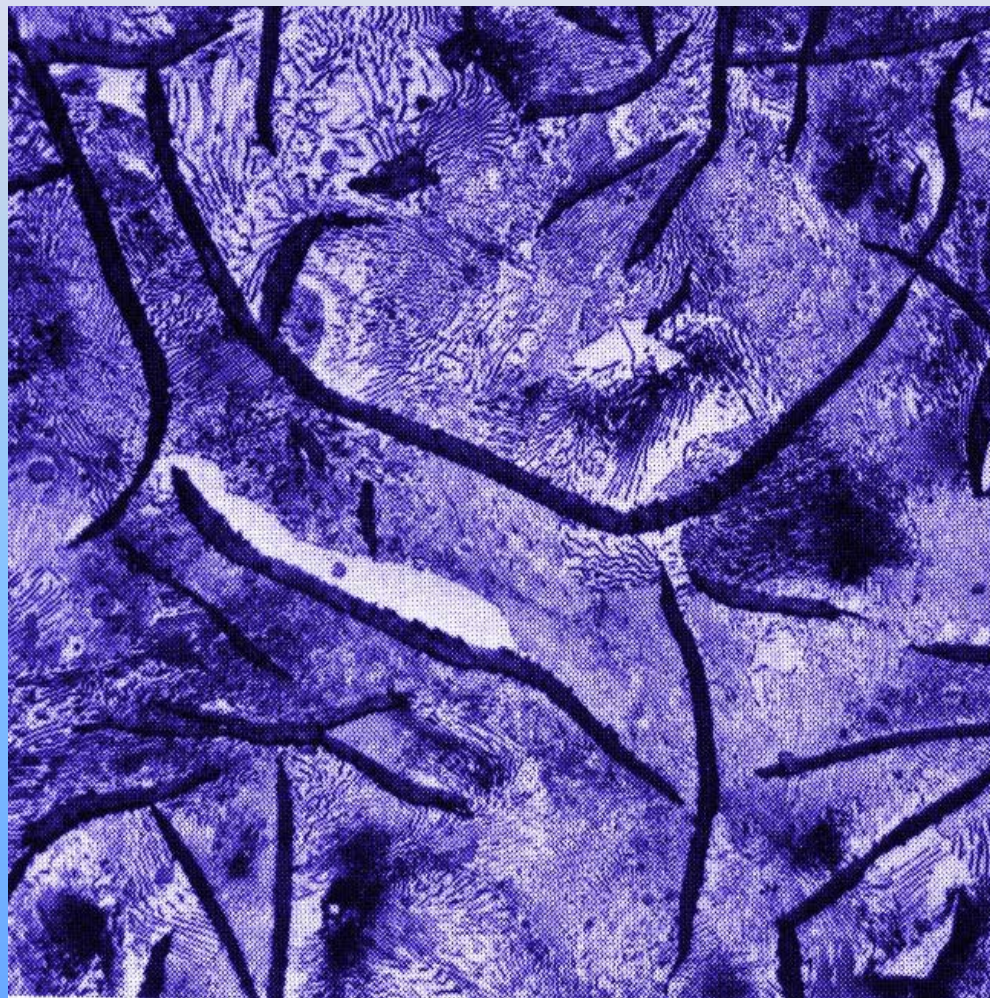
## 基本假设:

- 1、连续性假设：微观不无限小概念，可以进行
- 2、均匀性假设：物体内
- 3、各向同性假设：微观
- 4、小变形假设：物体的总尺寸相比是很微小的

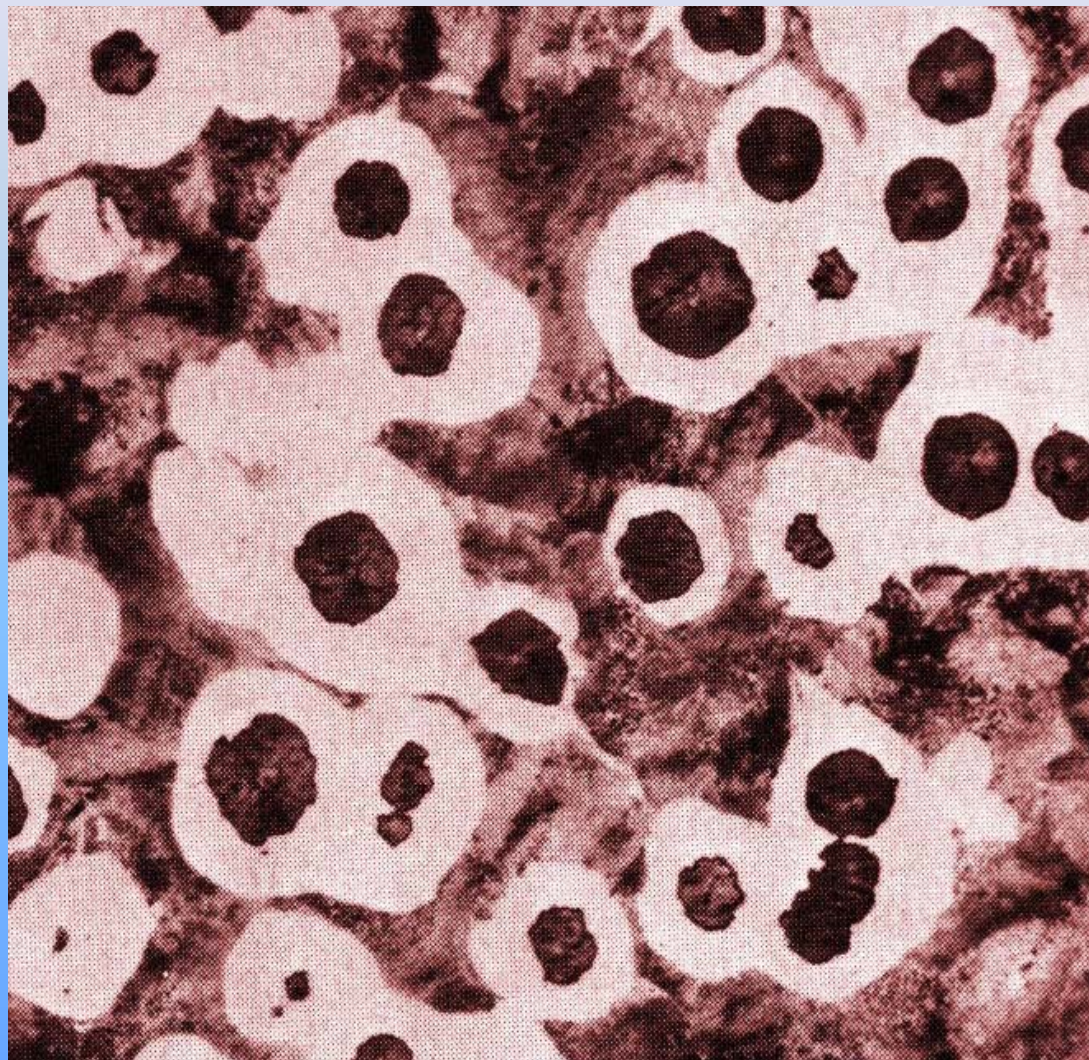
研究变形体力学的平



## 灰口铸铁的 显微组织

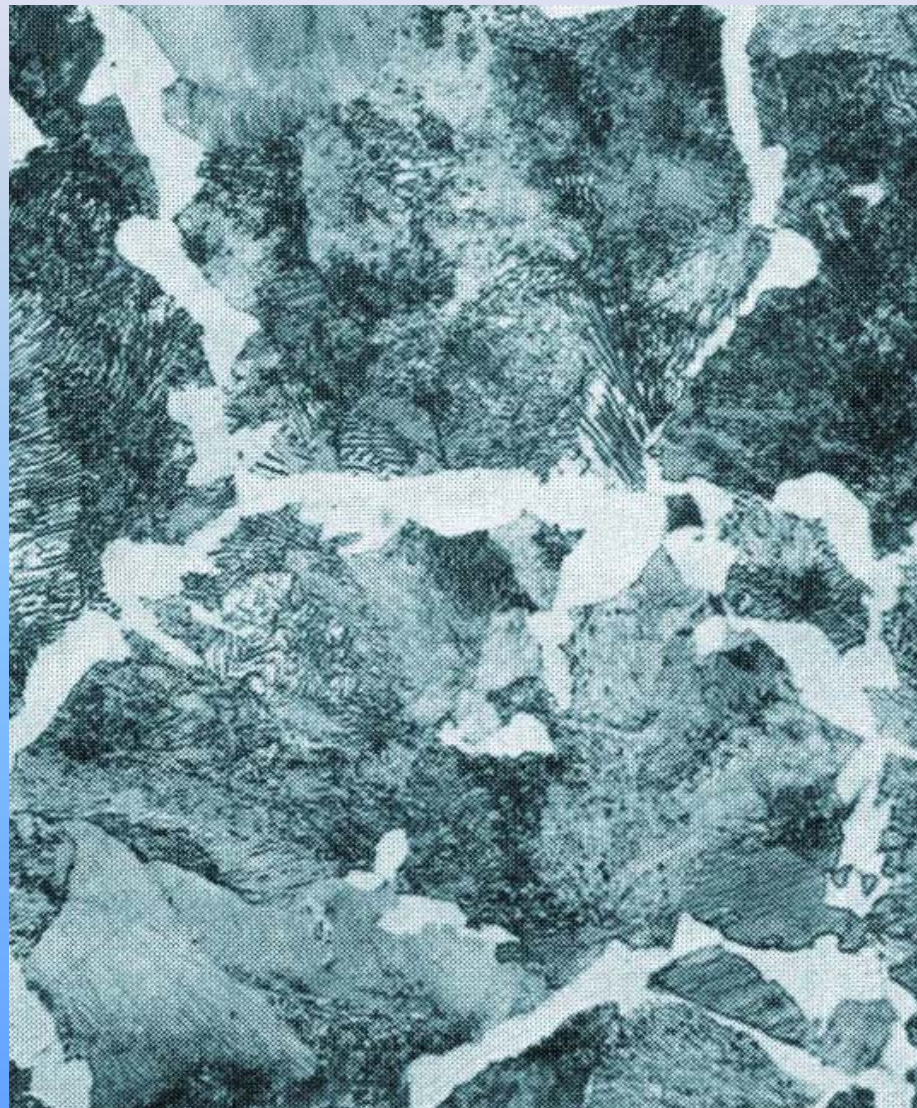


球墨铸铁的  
显微组织

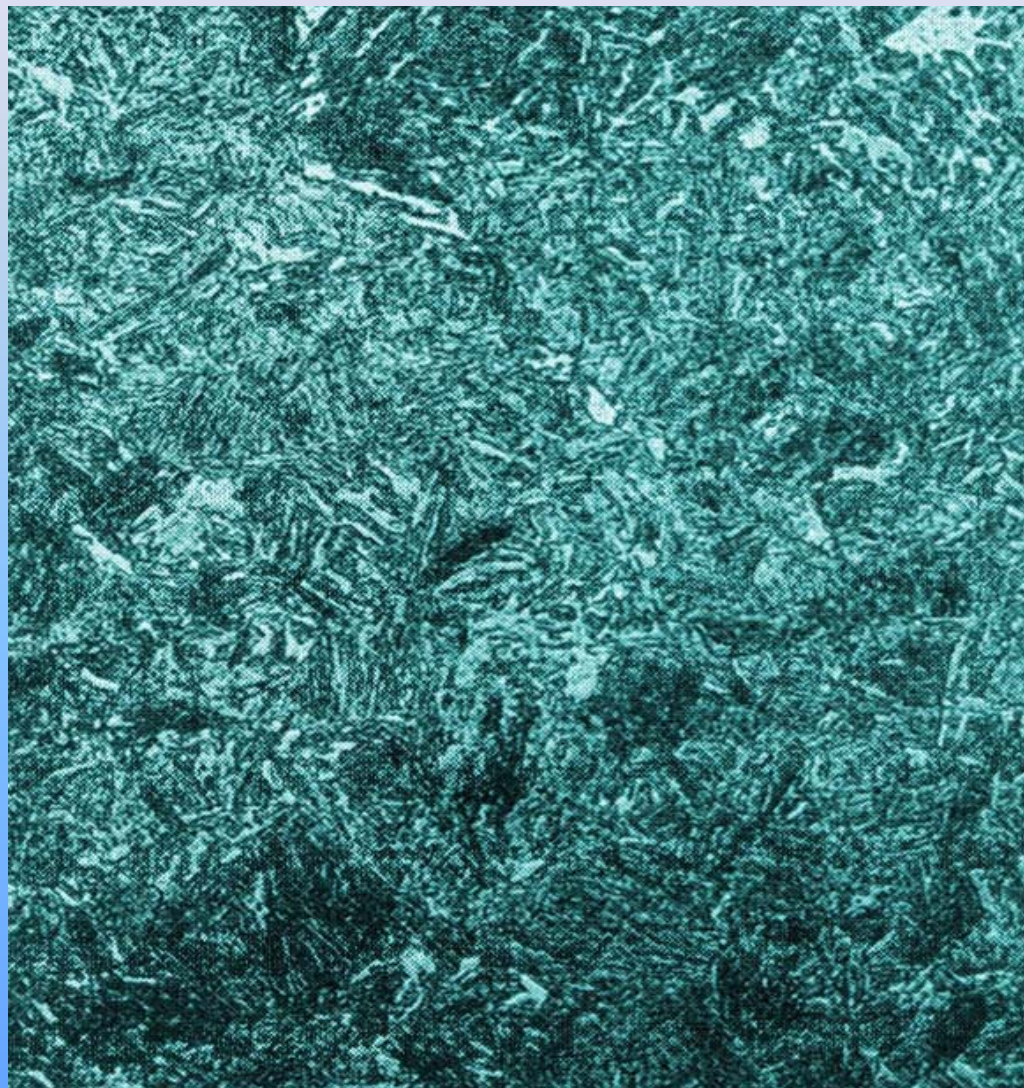




## 普通钢材的 显微组织



## 优质钢材的 显微组织



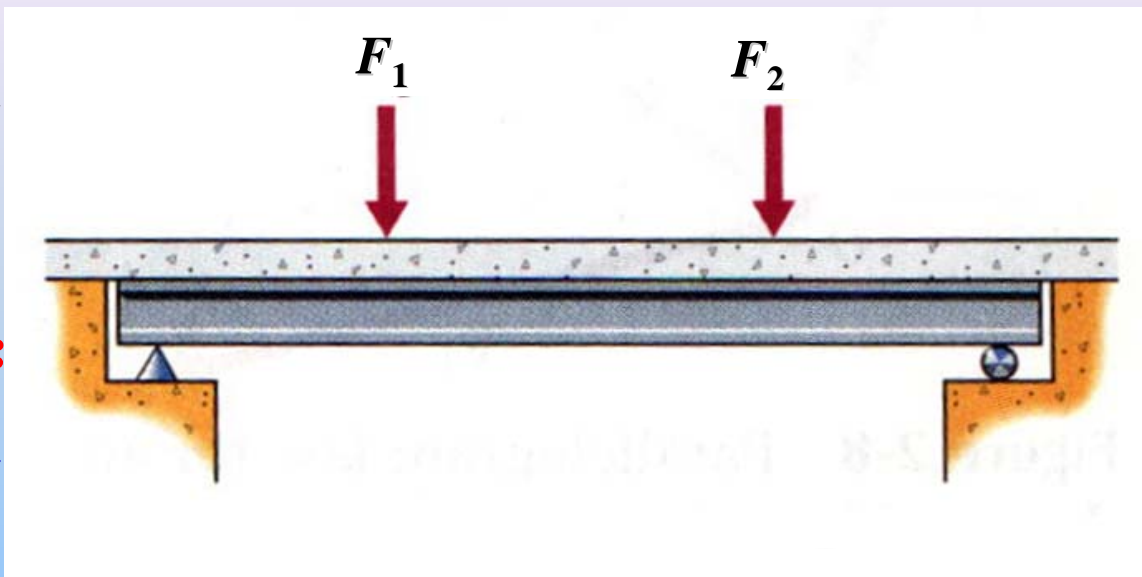
### 三、外力及其分类

力，

**外力：**某  
包括载荷

**外力的分类：**

按作用方



**体积力：**自重，惯性力等 ( $N / m^3$ )

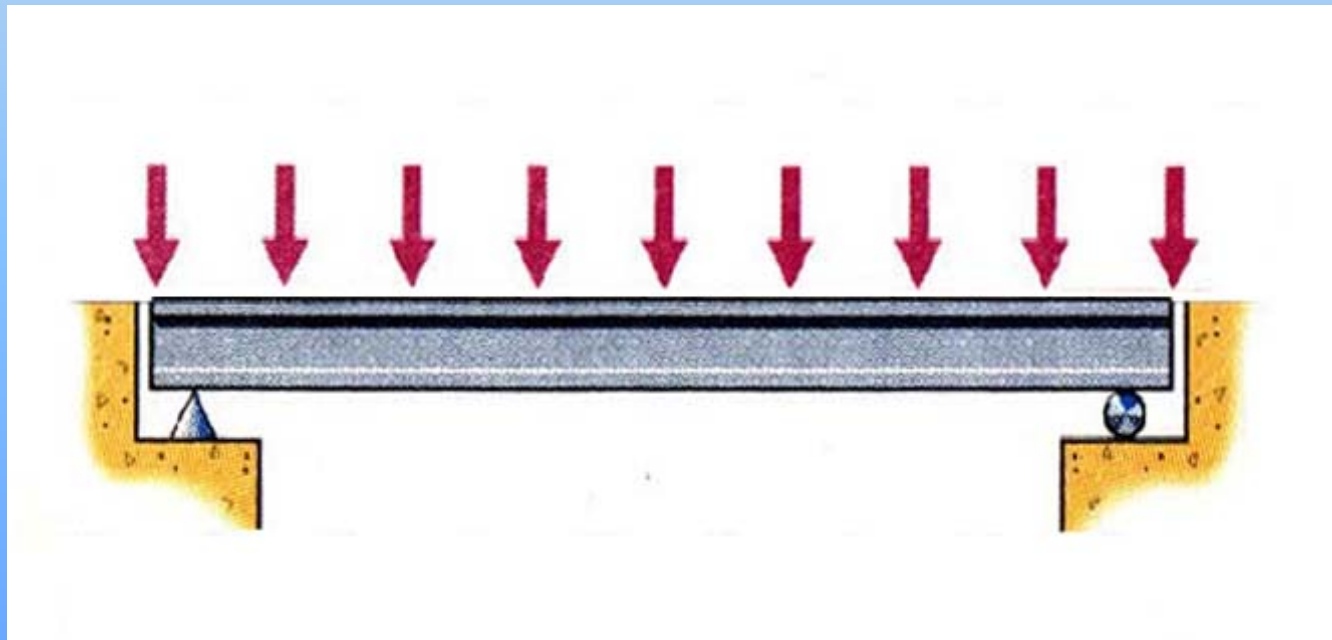
**表面力：**按接触表面分布

**集中力：**外力分布的面积远小于物体的表面尺寸，可看成作用于一点的力 ( $N$ ) ；



分布力：作用于一定的面积上(  $N/m^2$  )

作用于一定的长度上 (  $N/m$  )



分布力

桥面板作用在钢梁的力



## 按载荷作用的性质分：

**静载荷：** 载荷从零开始缓慢地增加到 $P$ ；

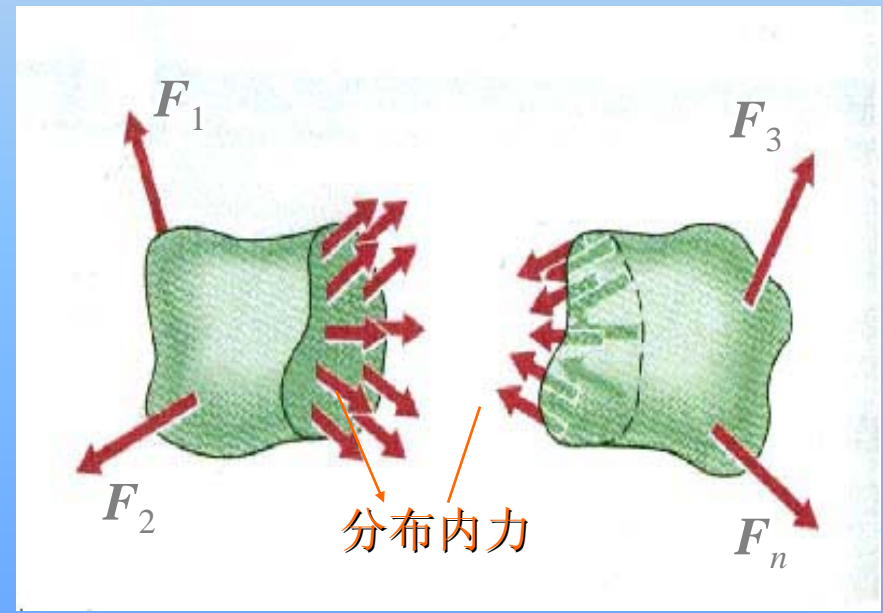
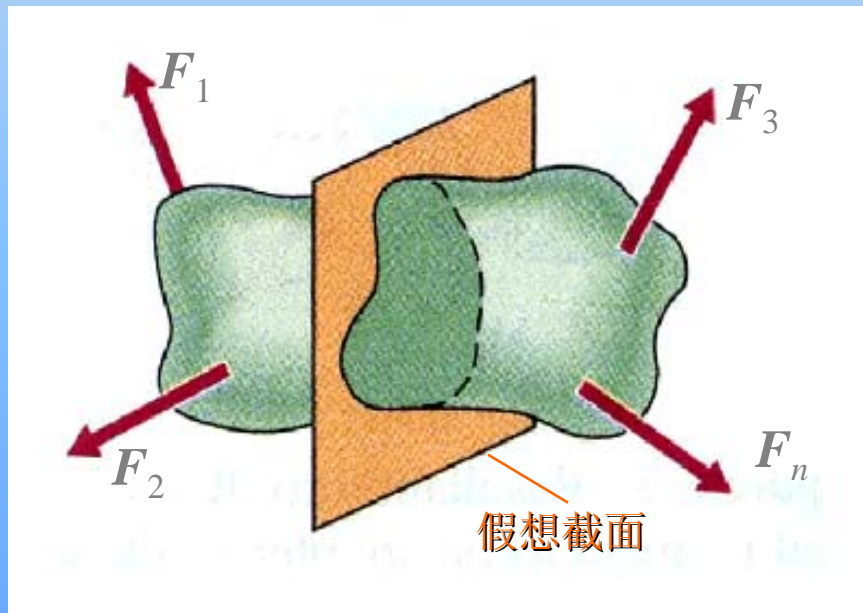
**动载荷：** 随时间改变的载荷，如交变载荷、冲击载荷。



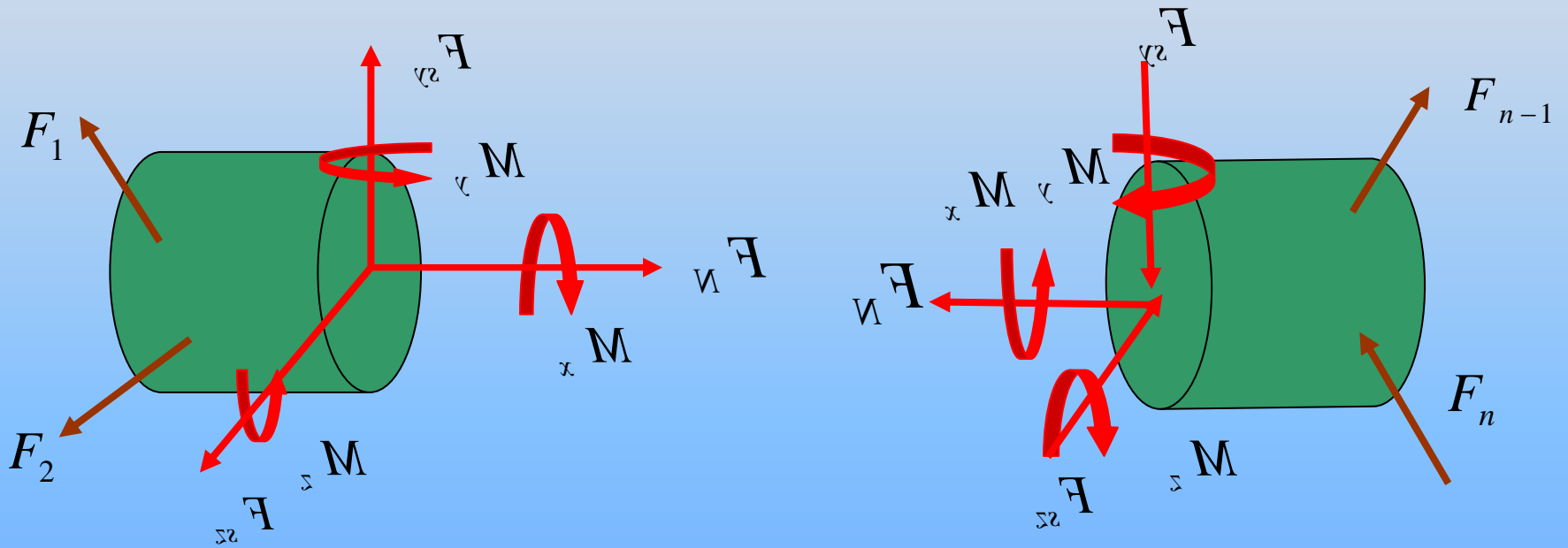
# 四、内力、截面法



**内力**——构件内部由于外力作用而引起的各质点之间的相互作用力的改变量，称为**附加内力**，简称**内力**。随外力的变化而变化。



内力可用通过截面形心上的合力表示，例如

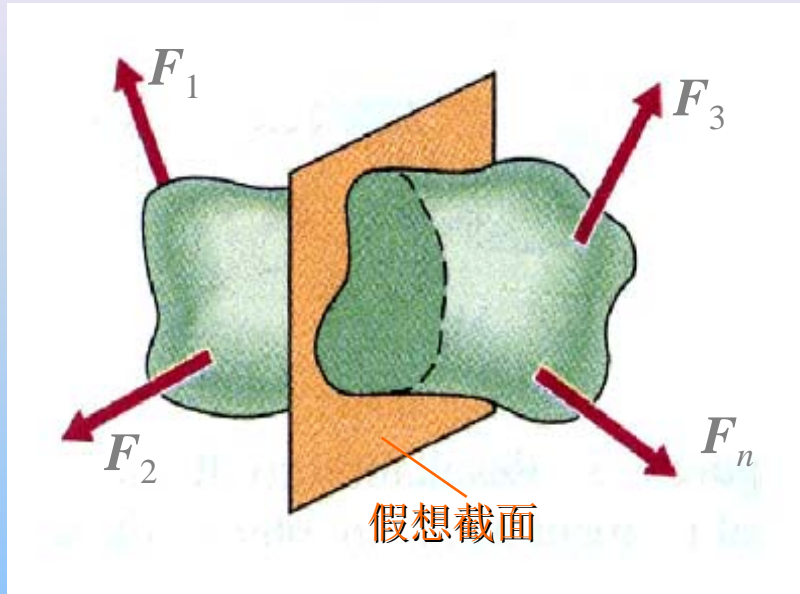


空间力系： $F_{Nx}$ ,  $F_{sy}$ ,  $F_{sz}$ ,  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$





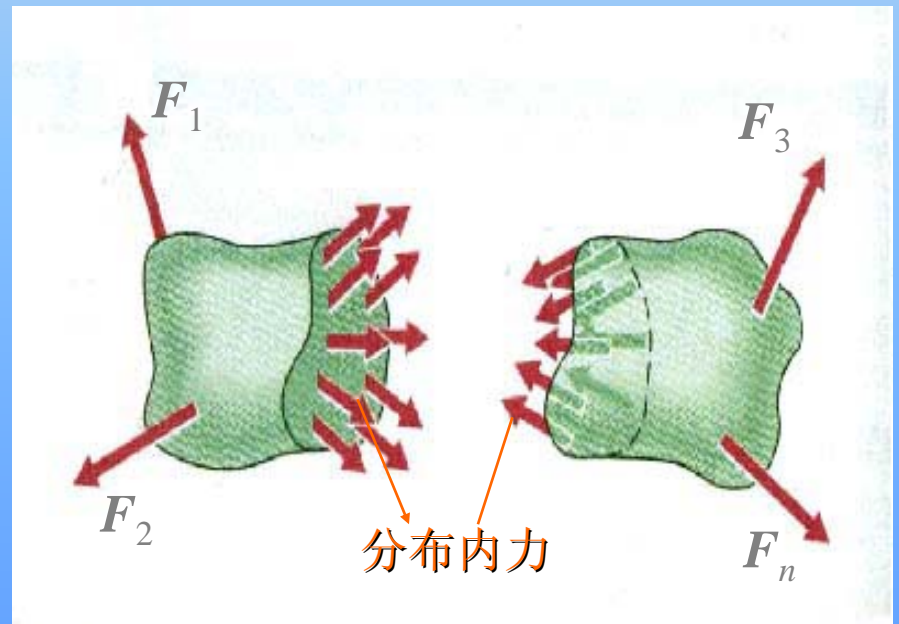
# 内力必须满足平衡条件



←  
作用在弹性体上的外力相互平衡



内力与外力平衡；  
内力与内力平衡。



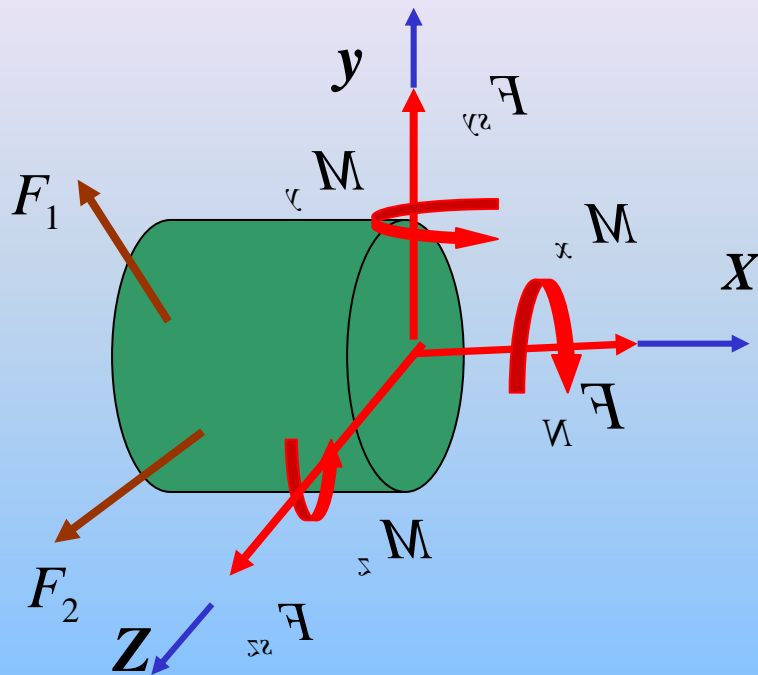
## 平衡方程:

$$\sum X = 0 \quad \sum Y = 0 \quad \sum Z = 0$$

——所有力在X轴、Y轴、Z轴上的投影代数和等于零。

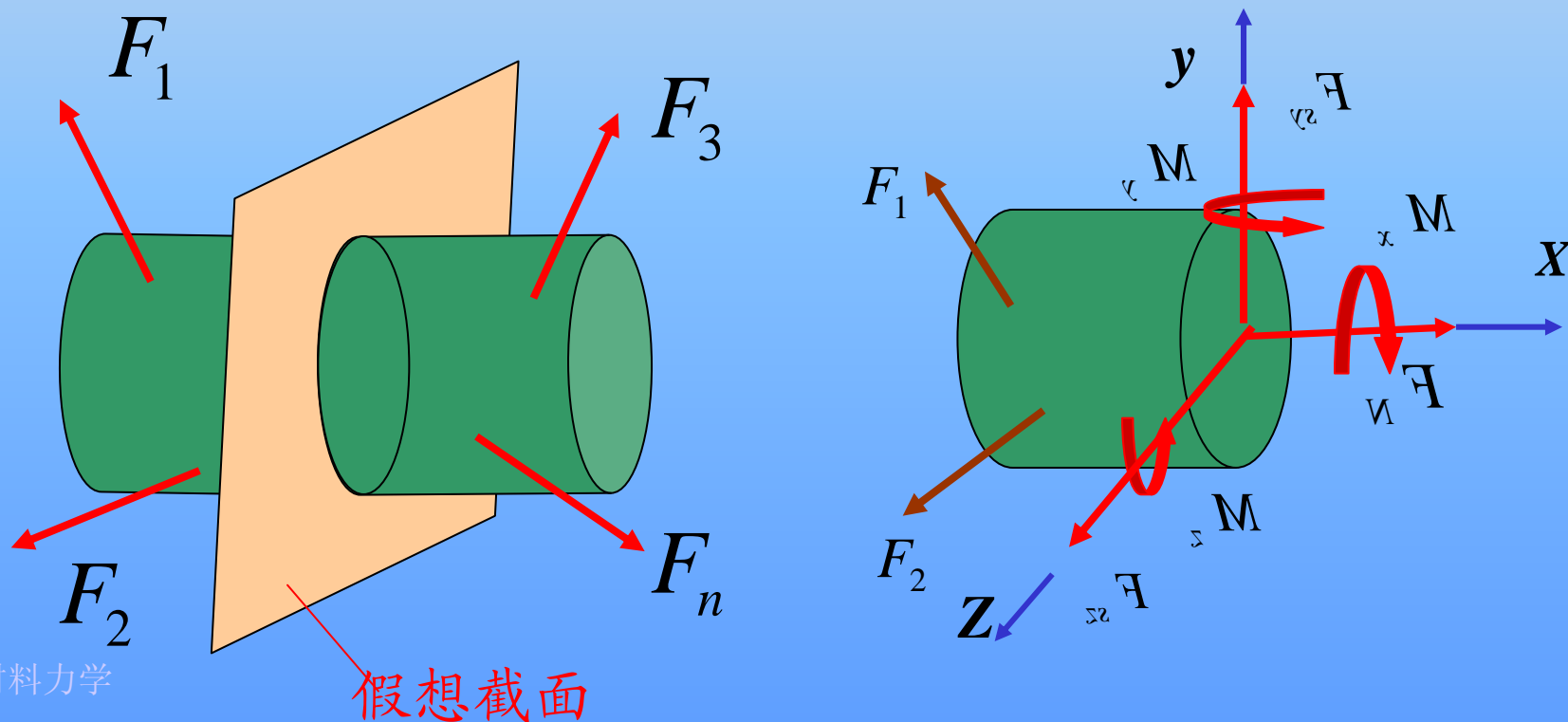
$$\sum M_x = 0 \quad \sum M_y = 0 \quad \sum M_z = 0$$

——所有力（弯矩）对X轴、Y轴、Z轴之力矩代数和等于零。



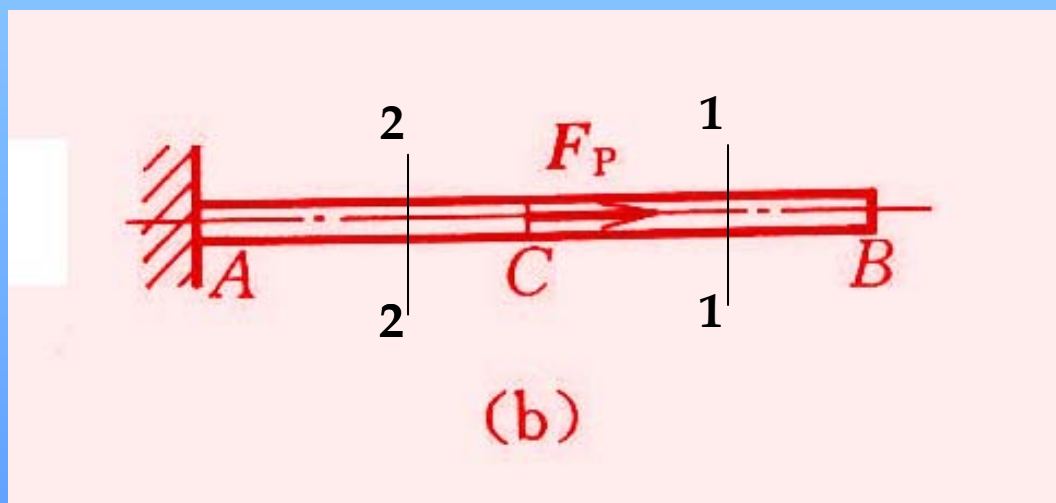
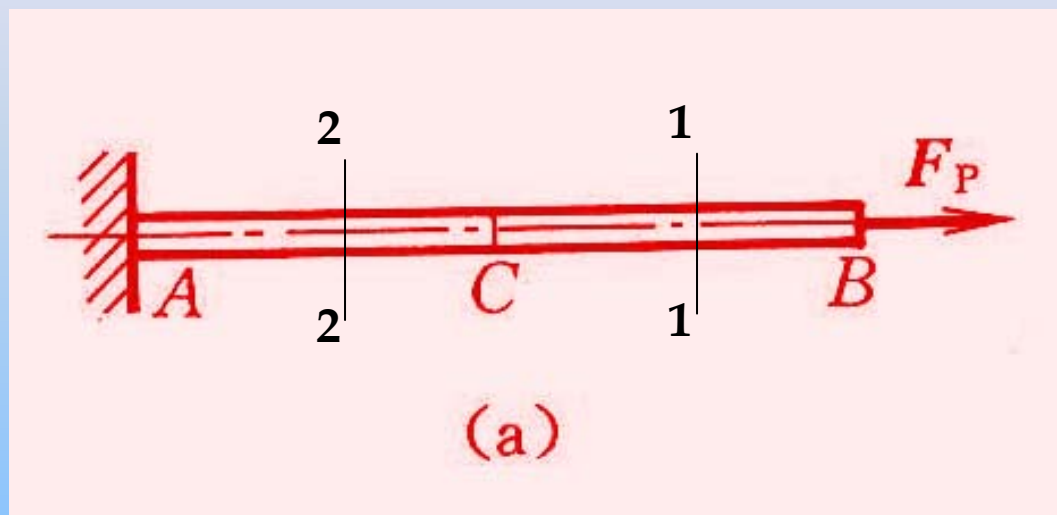
**截面法:**用假想的截面将构件截开，取任一部分为脱离体，用静力平衡条件求出截面上内力的方法。

**截面法的步骤:** 切一刀，取一段，加内力，列平衡。



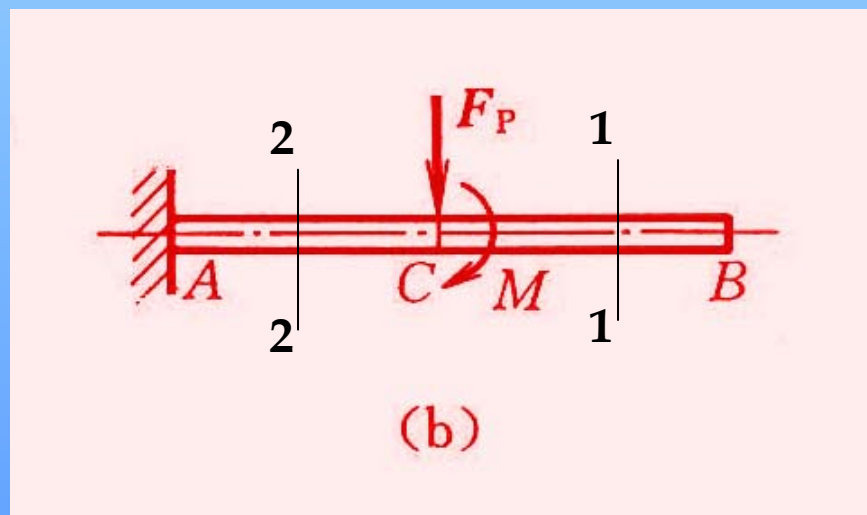
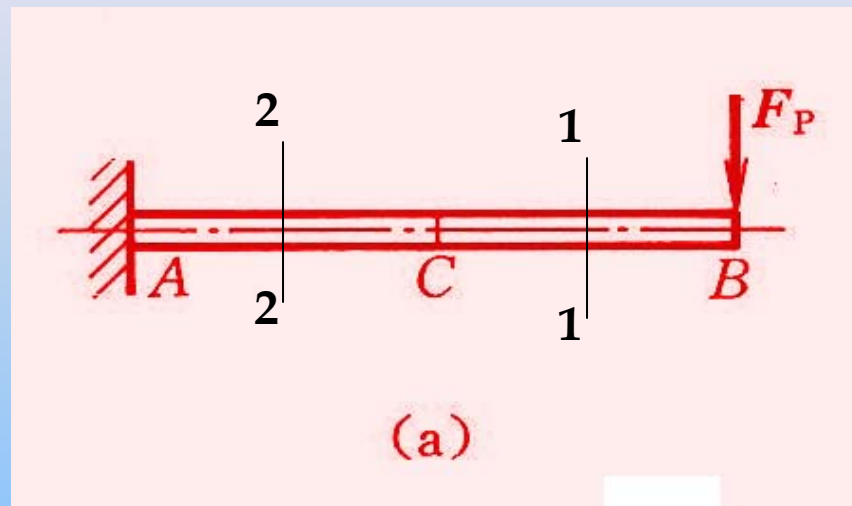
# 讨 论

请确定图 (a)  
(b) 1-1和2-2截面  
上的内力。

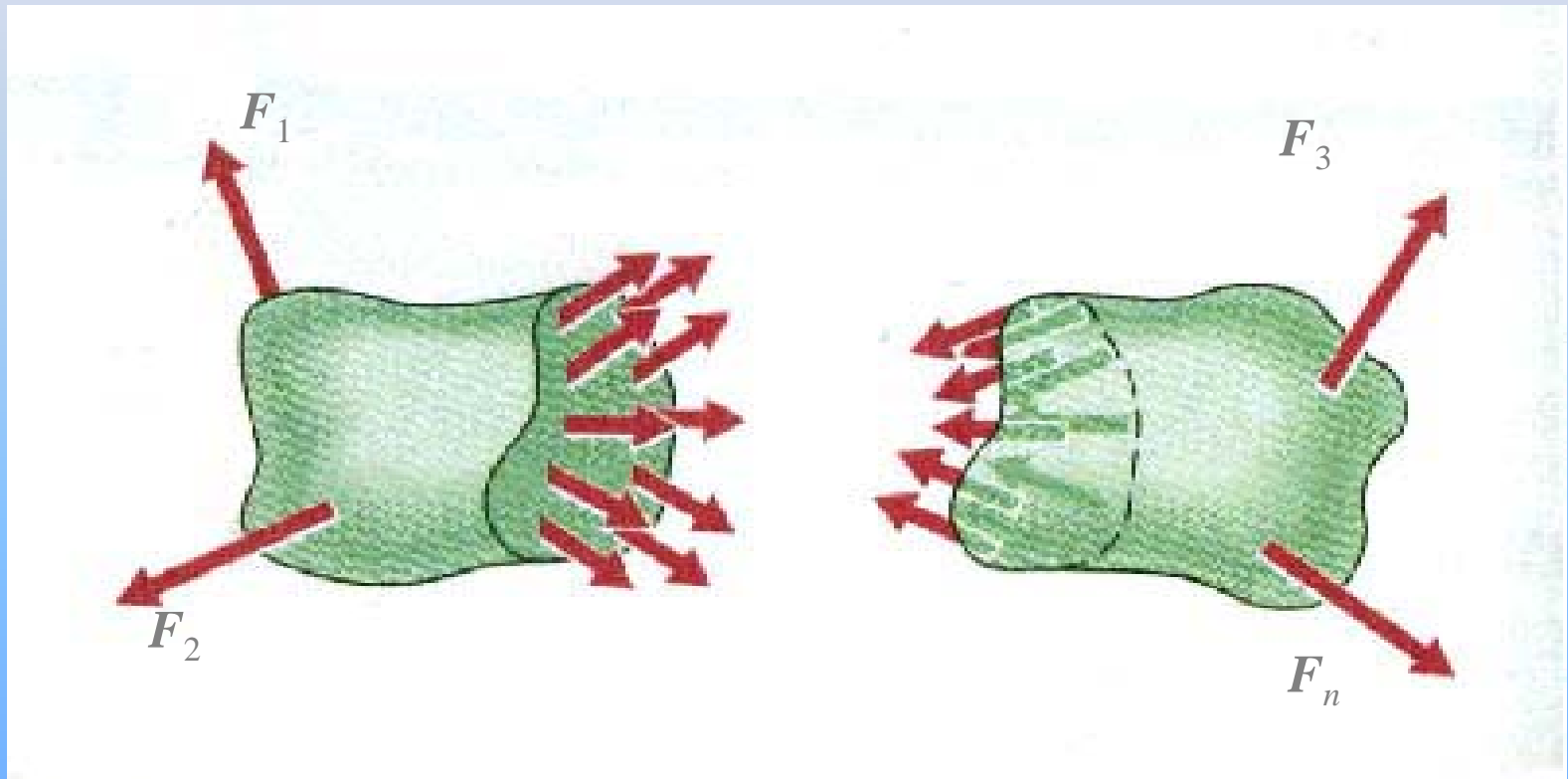


# 讨 论

请确定图 (a)  
(b) 1-1 和 2-2 截面  
上的内力。



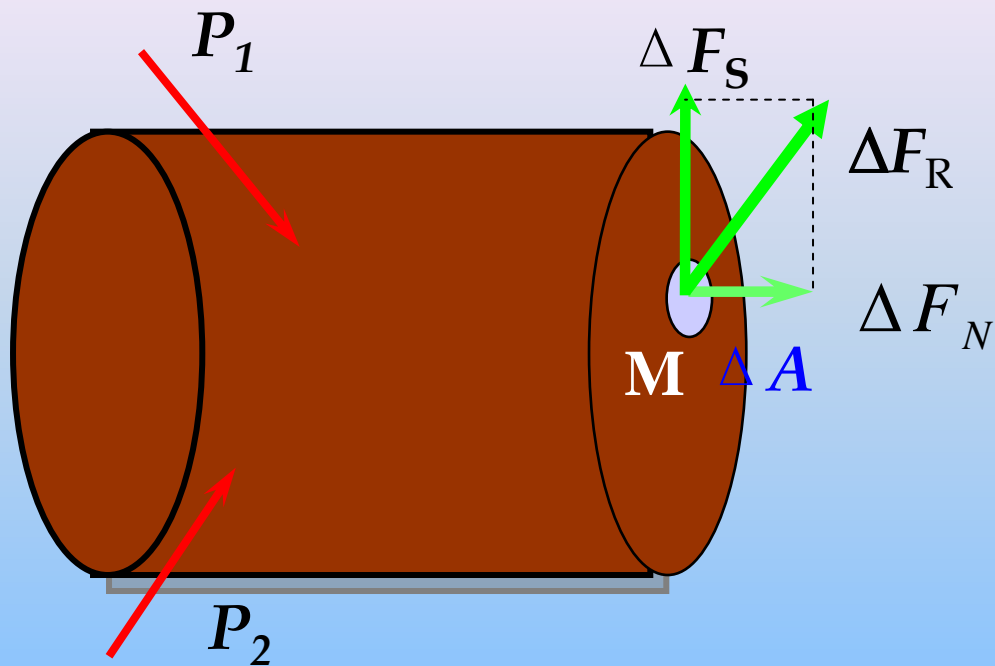
# 应力—分布内力在截面内一点的密集程度



应力就是单位面积上的内力？



# 绪论/内力、截面法和应力



$$p_{\text{平}} = \frac{\Delta F_R}{\Delta A}$$

$$p = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F_R}{\Delta A}$$

——M点的合应力

$$\sigma = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F_N}{\Delta A}$$

正应力——垂直于截面的应力

$$\tau = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F_S}{\Delta A}$$

剪应力——在截面内的应力

$$\text{且 } p = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2}$$



**注意点:**

- 受力物体各截面上每点的应力，一般是不相同的，它随着截面和截面上每点的位置而改变。因此，在说明应力性质和数值时必须说明它所在的位置。
- 应力是一向量，其量纲是[力]/[长度]<sup>2</sup>，单位为牛顿/米<sup>2</sup>，称为帕斯卡，简称帕(Pa)。工程上常用兆帕(MPa)=10<sup>6</sup> Pa，或吉帕(GPa)=10<sup>9</sup> Pa。





# 五、变形和位移的概念



**变形**—构件受力以后，形状和尺寸产生的变化。

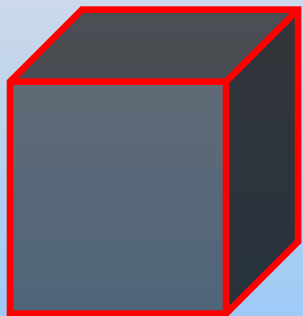
**位移**—变形后构件上的各个点、线、面产生的位置的改变。

**线位移**—构件内各点原来位置到新位置之间的距离

**角位移**—原有截面(直线)在变形后所旋转的角度。



## 单元体的变形

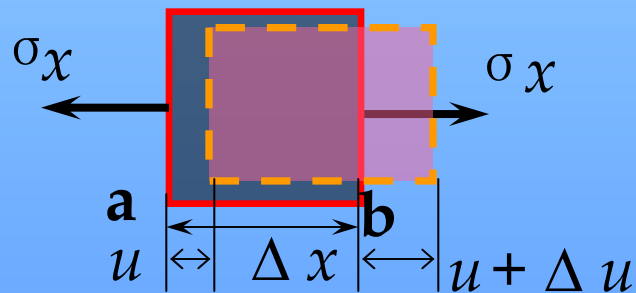
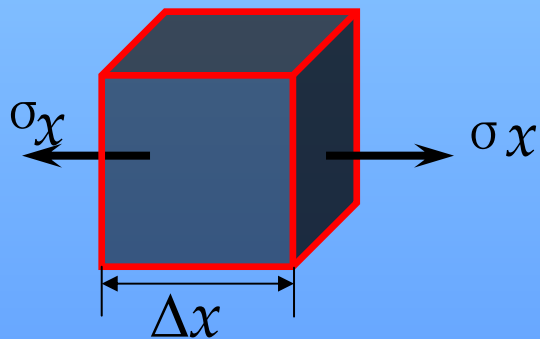


(1) 棱边长度的变化;

—— 正应变，用  $\varepsilon$  表示

(2) 棱边之间角度的变化;

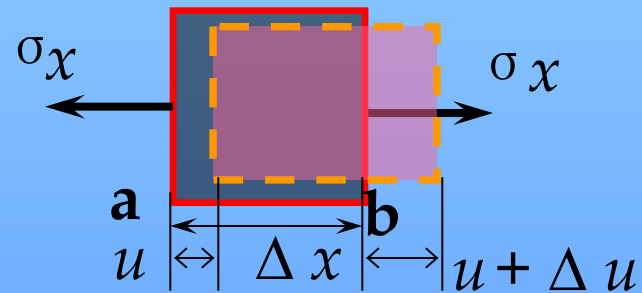
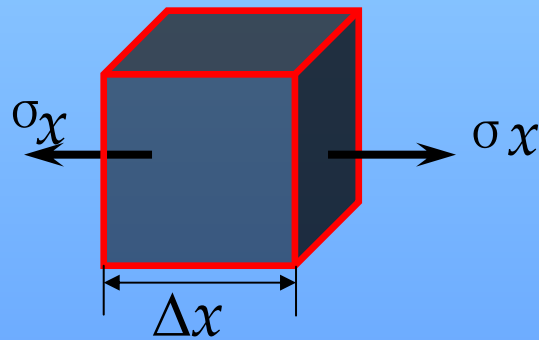
—— 切应变，用  $\gamma$  表示

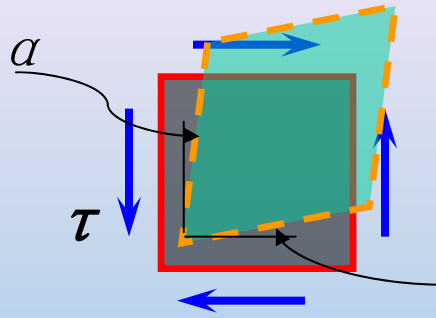
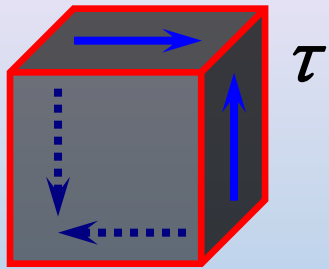


线段ab的绝对变形： $\Delta u$

线段ab的平均正应变（相对变形）： $\bar{\varepsilon} = \frac{\Delta u}{\Delta x}$

$\varepsilon = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta u}{\Delta x}$  —— a点沿棱边ab方向的正应变。





单元体棱边角度的  
变化—剪应变：

$$\beta \quad \gamma = \alpha + \beta$$

