



石家莊鐵道大學  
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

网络精品课程

# 材料力学

## 第十章 应力状态与强度理论

### 第一讲 应力状态的概念

主讲：刘灵灵

# 主要内容

---

- 一、问题的引入
- 二、应力状态的定义
- 三、一点应力状态的描述

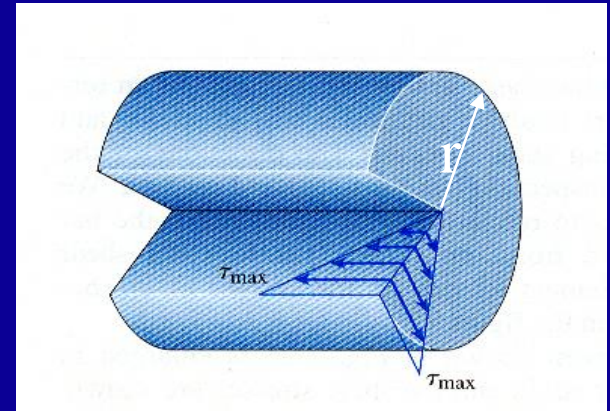


# 一、问题的引入

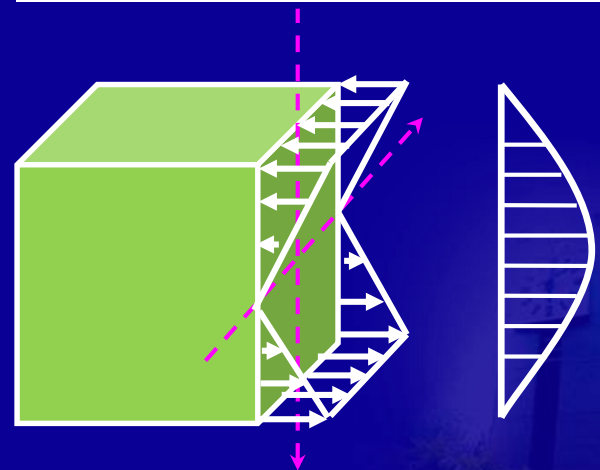
拉伸  $\sigma_{\max} = \frac{F_{N \max}}{A} \leq [\sigma]$



扭转  $\tau_{\max} = \frac{T_{\max}}{W_P} \leq [\tau]$



弯曲  $\left\{ \begin{array}{l} \sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_Z} \leq [\sigma] \\ \tau_{\max} = \frac{F_{S \max} S_{Z \max}^*}{I_Z b} \leq [\tau] \end{array} \right.$



所有截面都是横截面！

# 一、问题的引入



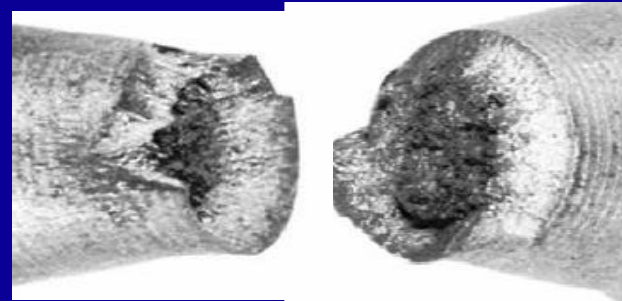
铸铁扭转断口



铸铁压缩断口



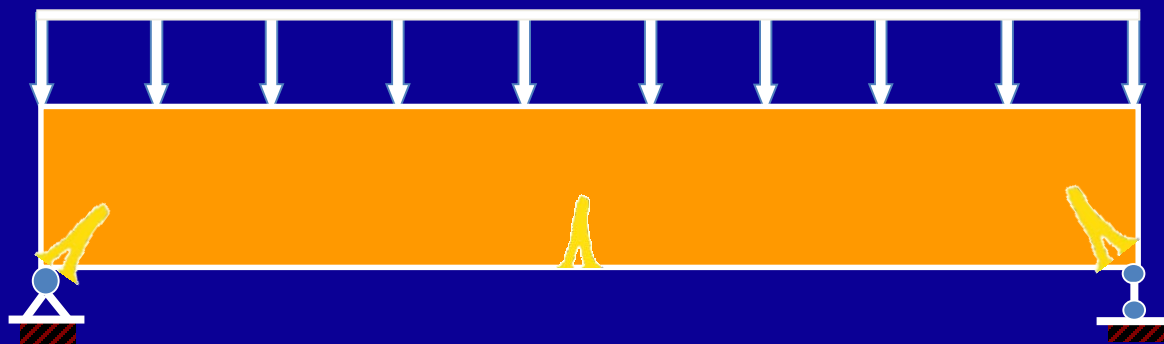
低碳钢拉伸断口



工程实际中许多构件的破坏不是沿横截面。

# 一、问题的引入

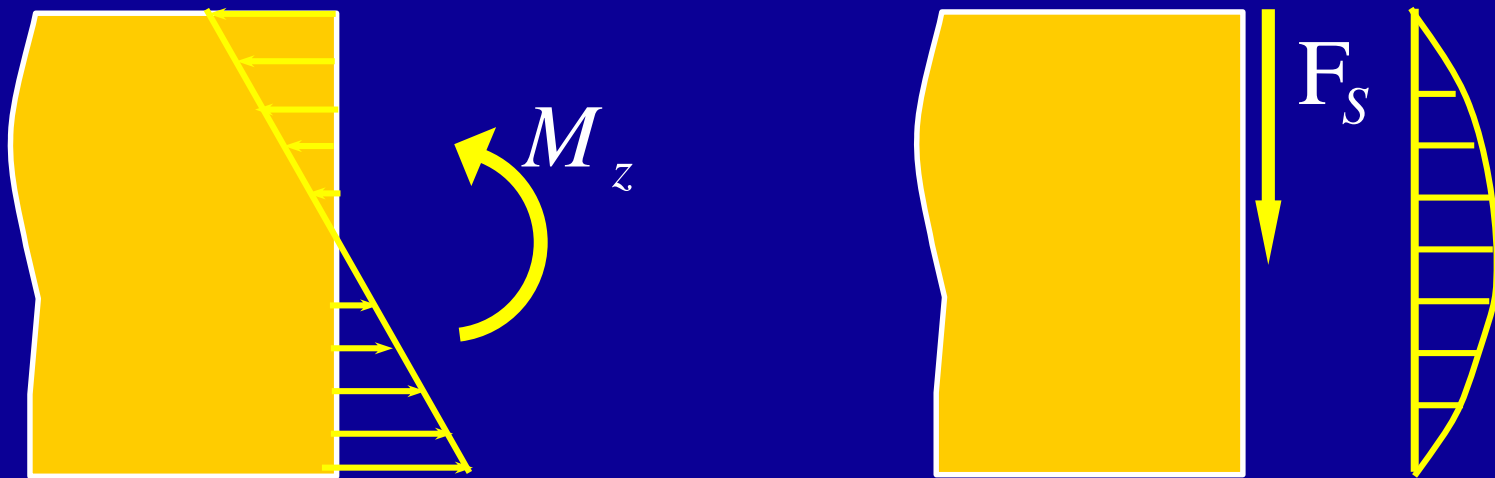
为什么钢筋混凝土梁在加载试验过程中,除了在跨中底部会发生竖向裂缝外,其他部位还会发生斜向裂纹?



这些问题都要通过应力状态的分析来解决。

## 二、应力状态的定义

### 1、应力的点的概念



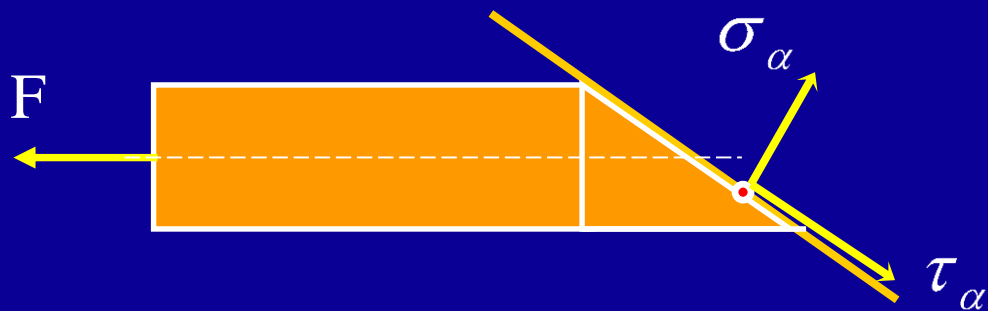
横截面上正应力分析和切应力分析的结果表明：同一面上不同点的应力各不相同，此即**应力的点的概念**。

## 二、应力状态的定义

### 2、应力的面的概念



同一点在斜截面上的应力：



$$\begin{cases} \sigma_{\alpha} = \sigma \cos^2 \alpha \\ \tau_{\alpha} = \frac{\sigma}{2} \sin 2\alpha \end{cases}$$

此例表明：即使是同一点，不同方位截面上的应力也是不相同的，此即**应力的面的概念**。

## 二、应力状态的定义

### 3、应力状态的概念

过一点不同方向面上应力的集合，称为这一点的**应力状态**。

**应力状态分析的目的**：研究一点处沿各个不同方位的截面上的应力及其变化规律，通过应力状态分析求出该点处的  $\sigma_{\max}$ 、 $\tau_{\max}$  及其作用面，从而更好地进行强度分析。



# 三、一点应力状态的描述

## 1、研究方法

取单元体

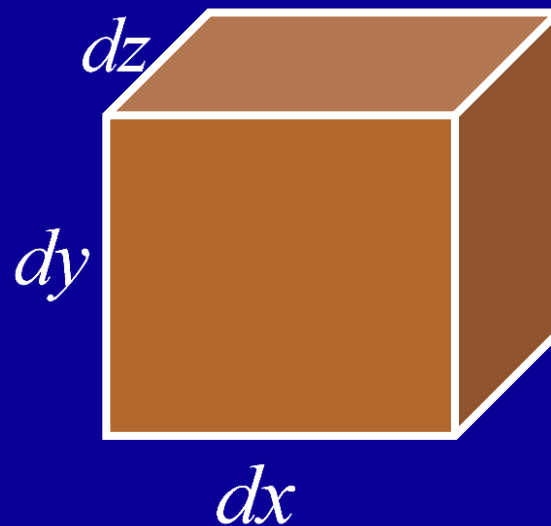
单元体的性质：

边长是无限小的；

$$dx, dy, dz \rightarrow 0$$

各侧面上的应力是均匀分布；

两平行侧面上应力的方向相反。

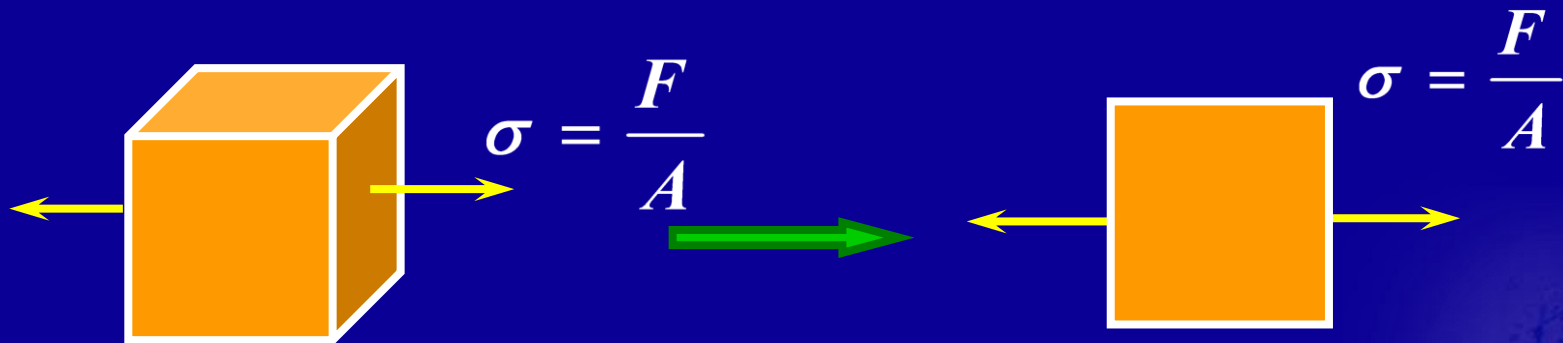
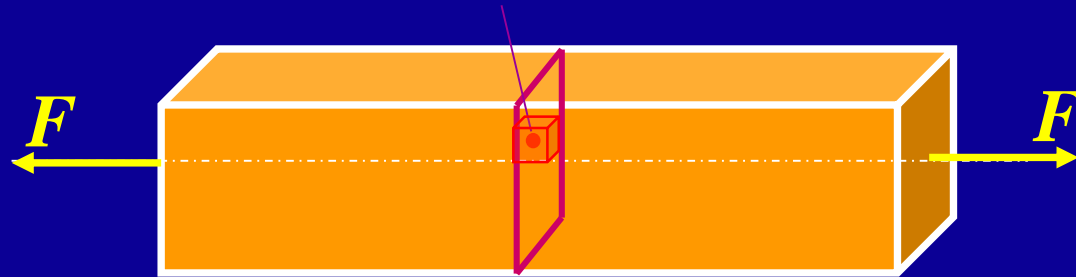


# 三、一点应力状态的描述

## 2、举例说明

示例一：轴向拉伸

S平面上的A点

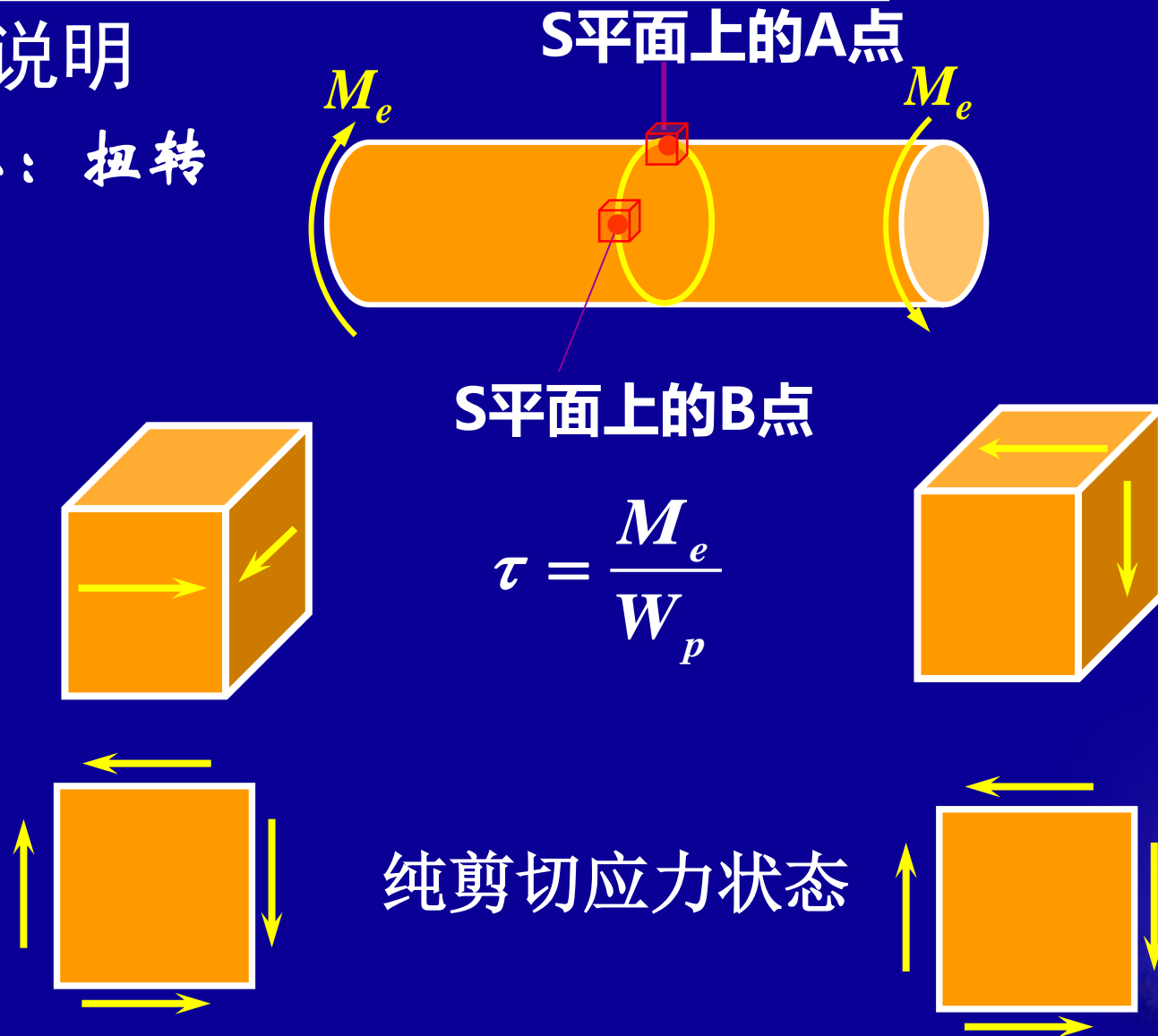


单向应力状态

# 三、一点应力状态的描述

## 2、举例说明

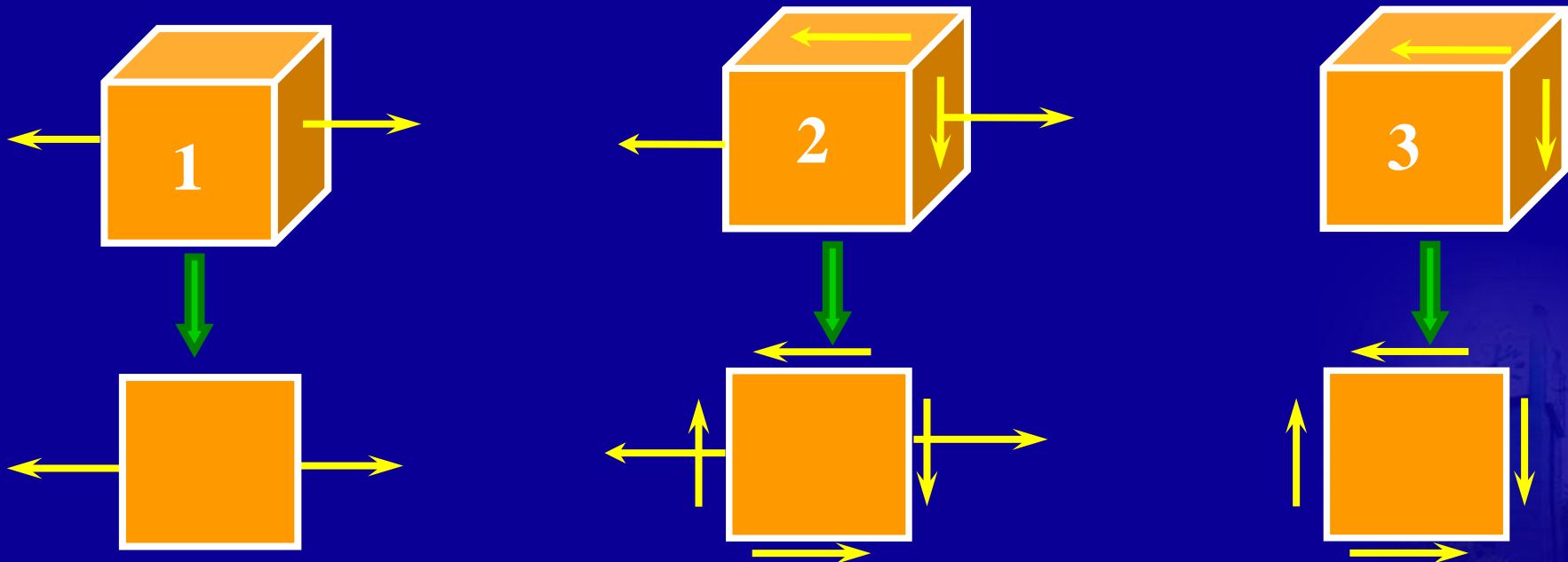
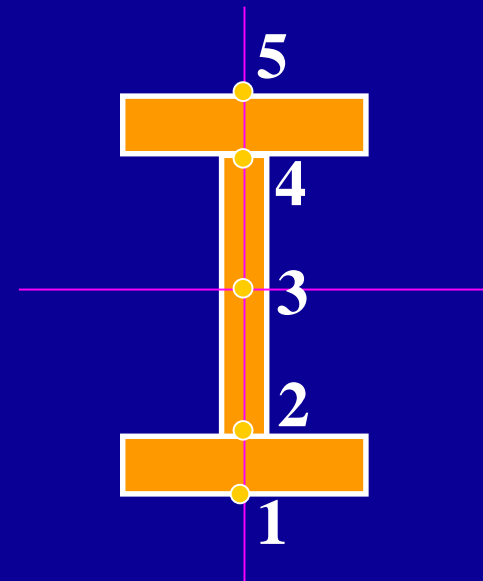
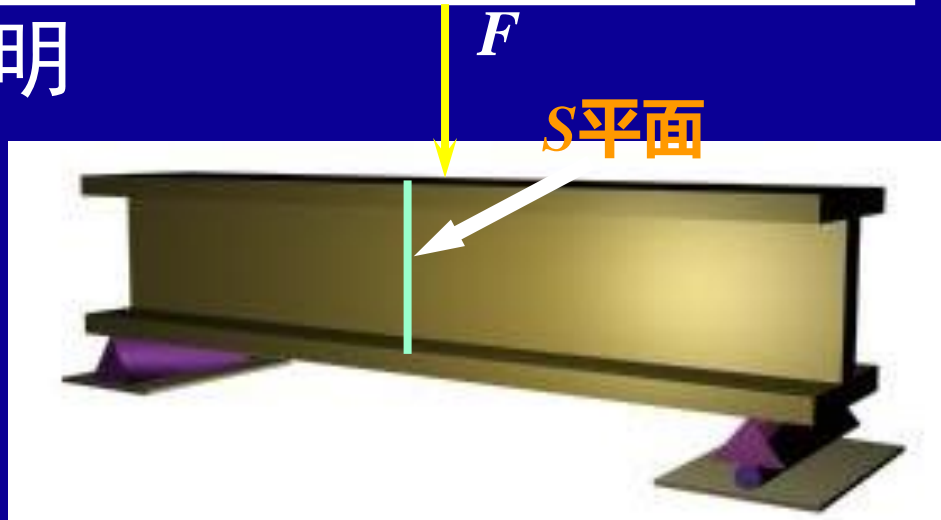
示例二：扭转



# 三、一点应力状态的描述

## 2、举例说明

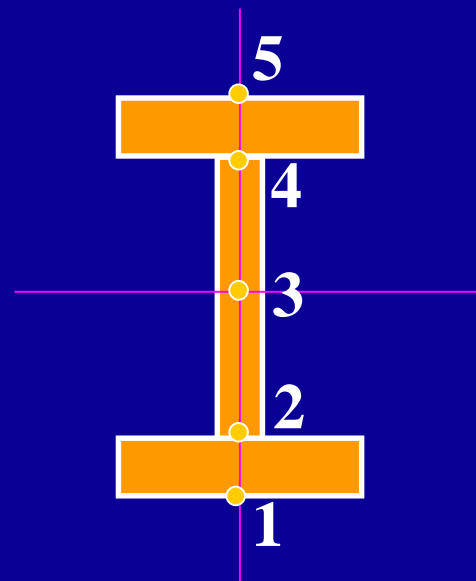
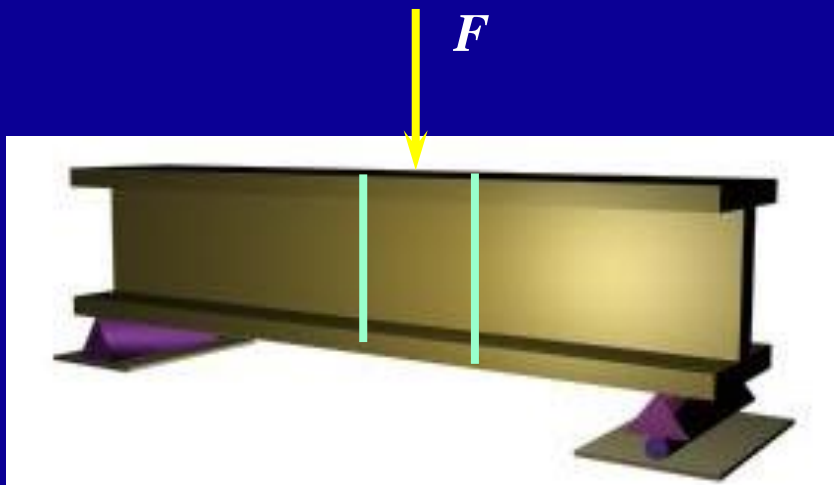
示例三：  
弯曲



# 三、一点应力状态的描述

## 2、举例说明

思考：



截面取在力的右侧时，5个点的应力状态有何不同？