

第11章 应力状态和强度理论

§11.1 应力状态的概念

目录

CONTENTS

- 1 应力状态的概念
- 2 应力状态的研究方法
- 3 应力状态的分类

一、应力状态的概念

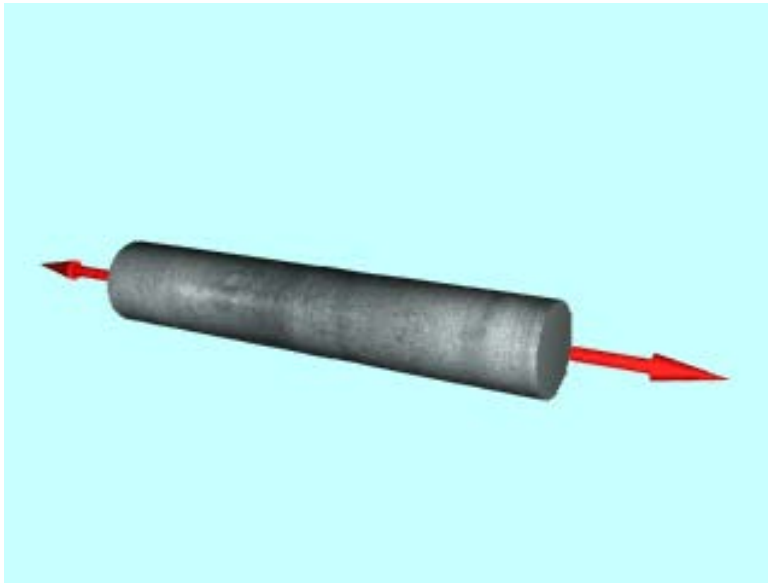
1、问题的提出1：构件破坏与点的方向有关系

请看下面几段动画

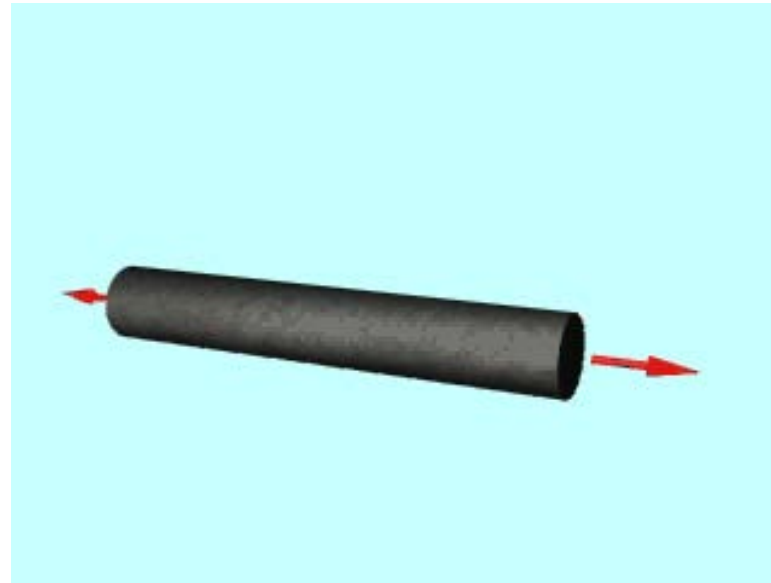
一、应力状态的概念

1、问题的提出1：构件破坏与点的方向有关系

低碳钢和铸铁的拉伸



低碳钢

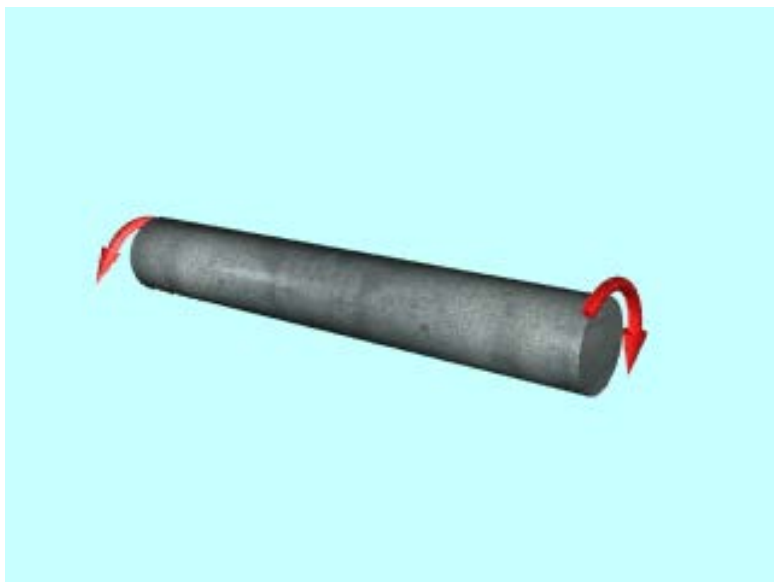


铸铁



塑性材料拉伸时为什么会出现滑移线？

低碳钢和铸铁的扭转



低碳钢



铸铁



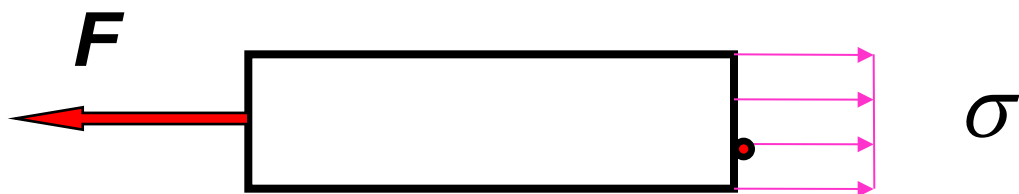
为什么脆性材料扭转时沿 45° 螺旋面断开？

2、问题的提出2：还没有解决不同方向的应力问题

讨论基本变形强度问题时的共同特点：

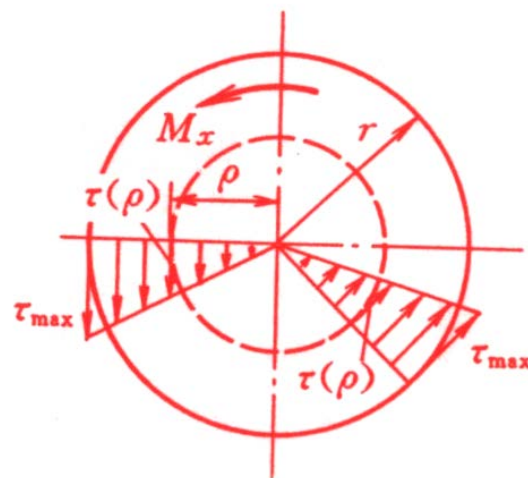
危险截面上的危险点只承受正应力或剪应力

拉(压)：

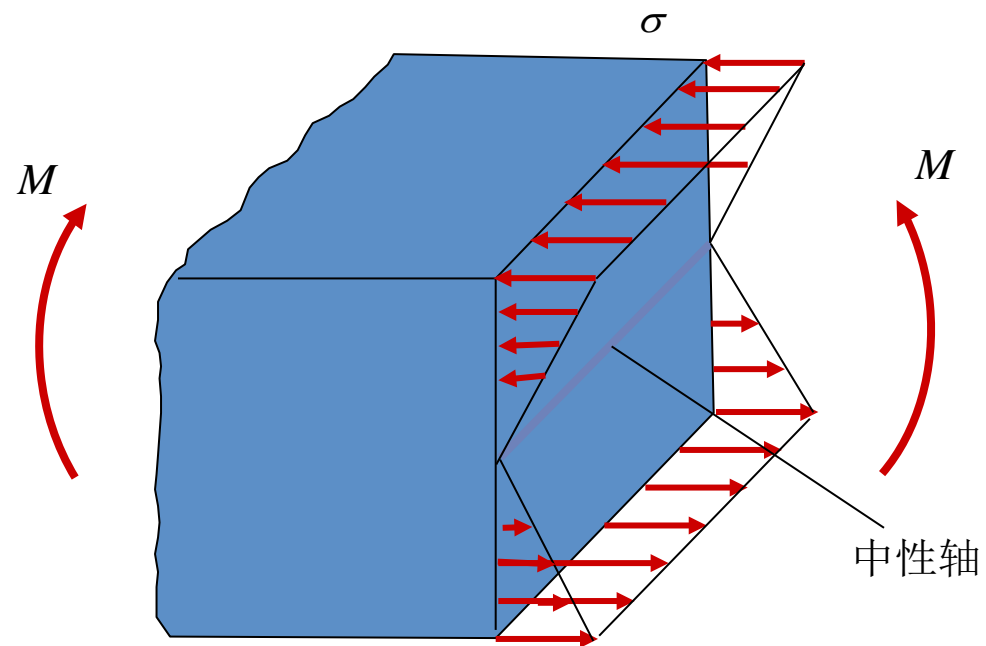


$$\sigma = \frac{F}{A} \leq [\sigma]$$

扭转：



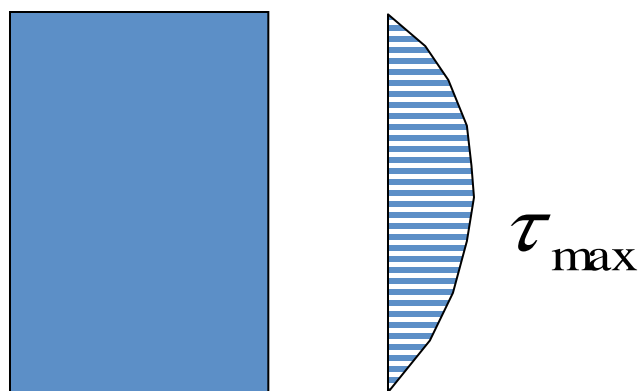
$$\tau_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_t} \leq [\tau]$$



弯曲:

$$\sigma_{\max} = \frac{M(x)_{\max}}{W} \leq [\sigma]$$

$$\tau_{\max} = \frac{F_Q S_z^*}{I_z b} \leq [\sigma]$$





对于横截面上既有正应力又有剪应力的一些点如何建立强度条件?这些点强度条件的危险应力如何确定?

3. 重要结论

- (1) 拉中有剪, 剪中有拉;
- (2) 不仅横截面上存在应力, 斜截面上也存在应力;
- (3) 同一面上不同点的应力各不相同;
- (4) 同一点不同方向面上的应力也是各不相同。



4. 应力状态的概念

过一点不同方向面上应力的情况,
称之为*这一点的应力状态*,亦指该点的应力全貌。

二、应力状态的研究方法

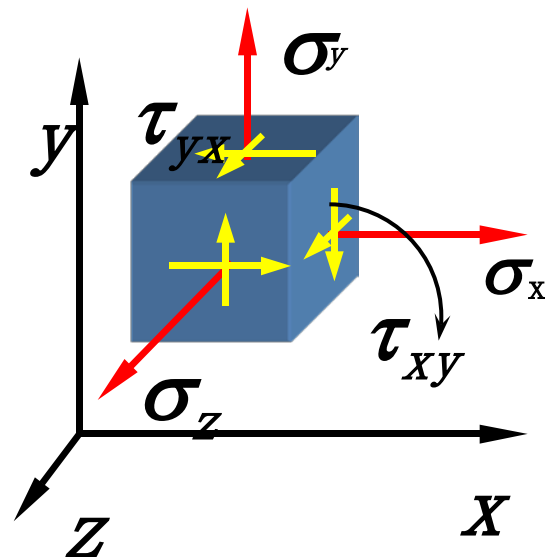
1. 单元体——构件内的点的代表物，是包围被研究点的无限小的几何体，常用的是正六面体。

2. 单元体的性质——a、各面上，应力均布；
b、平行面上，应力相等。



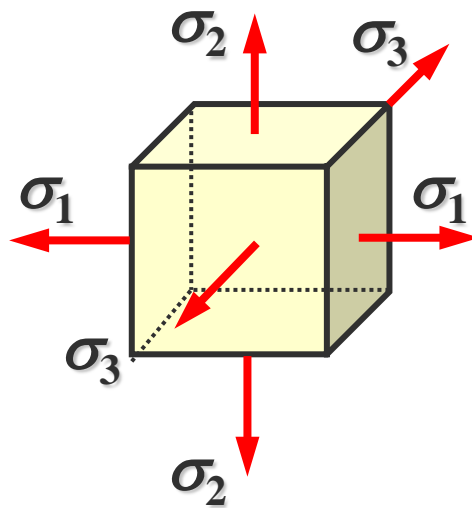
故可以用单元体的三个相互垂直的面上的应力来代替一点的应力状态。

3. 普遍状态下的应力表示



4. 主单元体

各侧面上切应力均为零的单元体

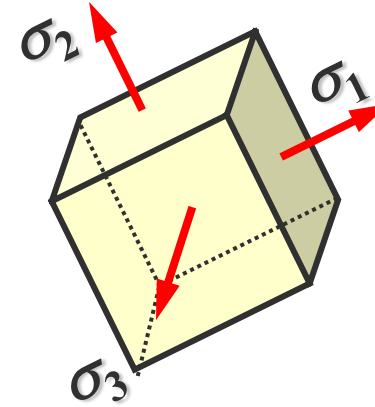


4. 主平面

切应力为零的截面

5. 主应力

主面上的正应力



说明:一点处必定存在这样的一个单元体, 三个相互垂直的面均为主平面, 三个互相垂直的主应力分别记为 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ 且规定按代数值大小的顺序来排列, 即

$$\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$$

三、应力状态的分类

1、三向应力状态

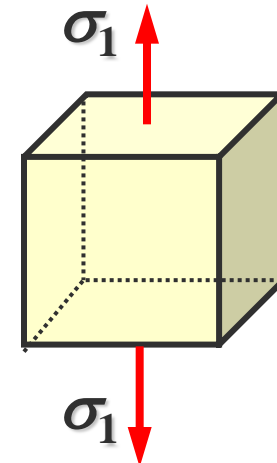
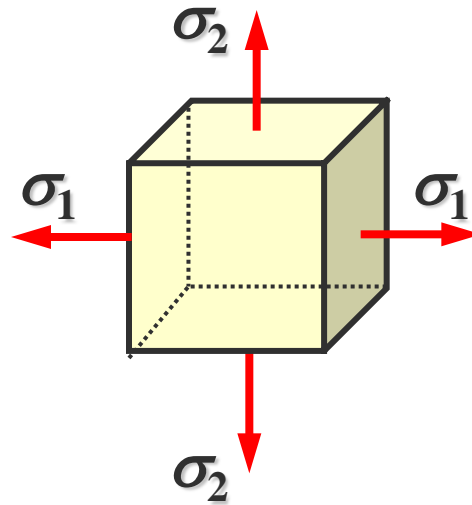
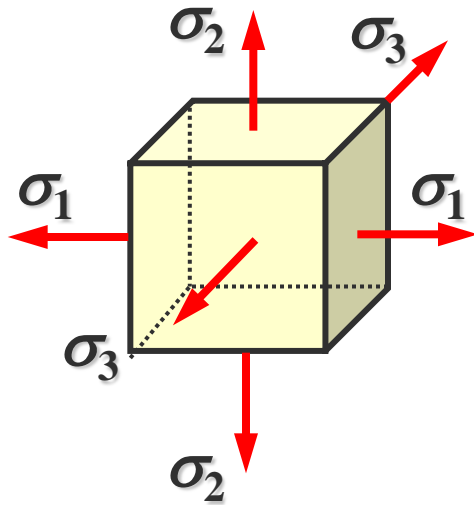
三个主应力 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ 均不等于零

2、二向应力状态

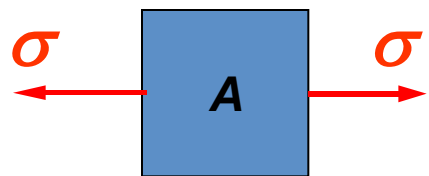
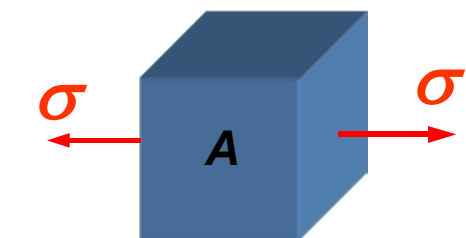
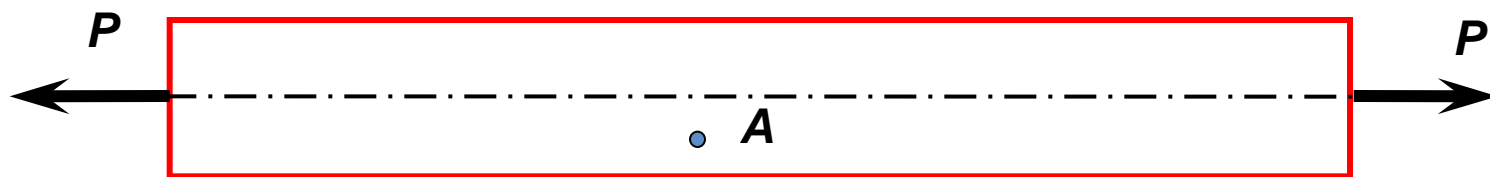
三个主应力 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ 中有两个不等于零

3、单向应力状态

三个主应力 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ 中只有一个不等于零

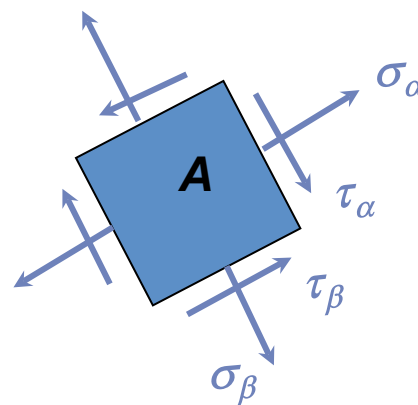


单向应力状态实例



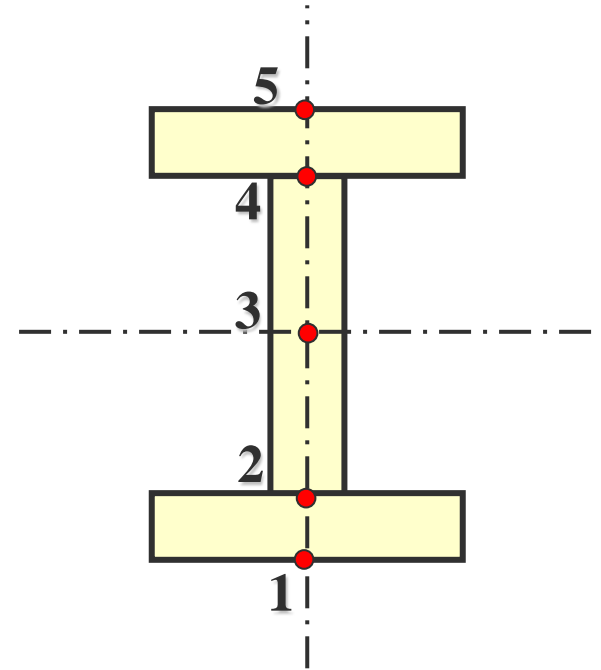
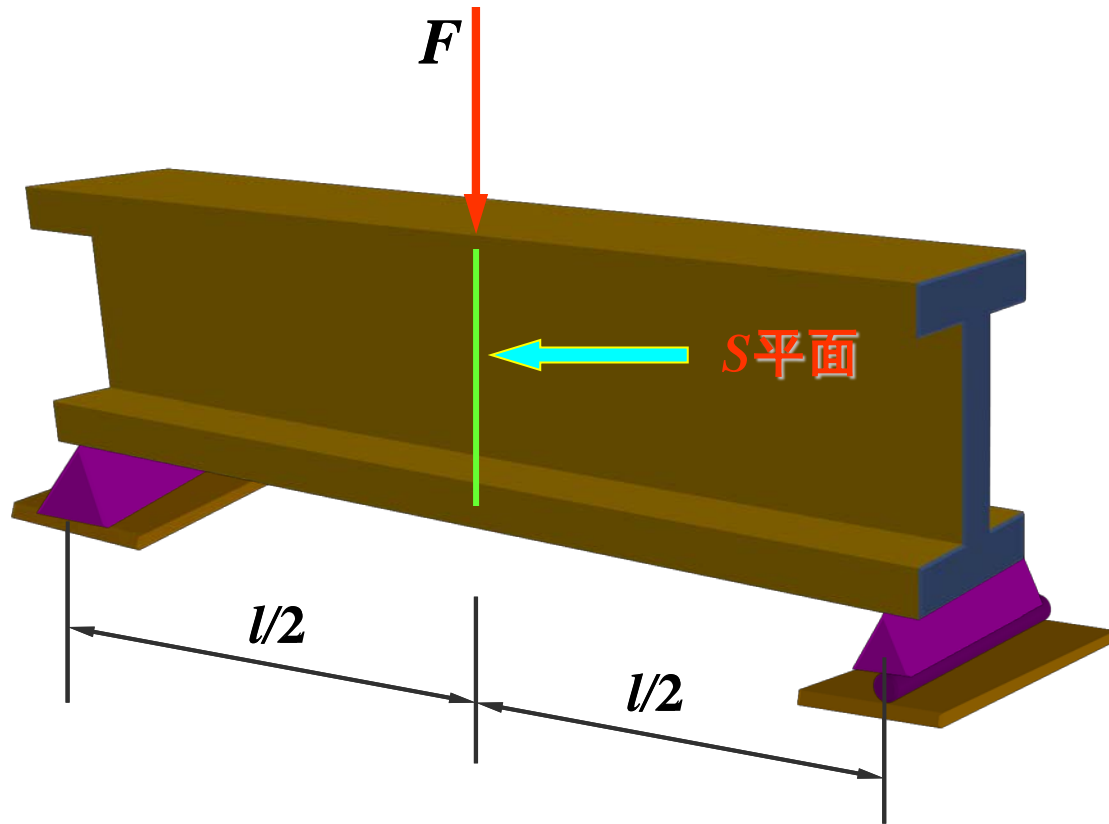
$$\sigma = \frac{F_N}{A}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_\alpha = \sigma_0 \cos^2 \alpha \\ \tau_\alpha = \frac{\sigma_0}{2} \sin 2\alpha \end{array} \right.$$

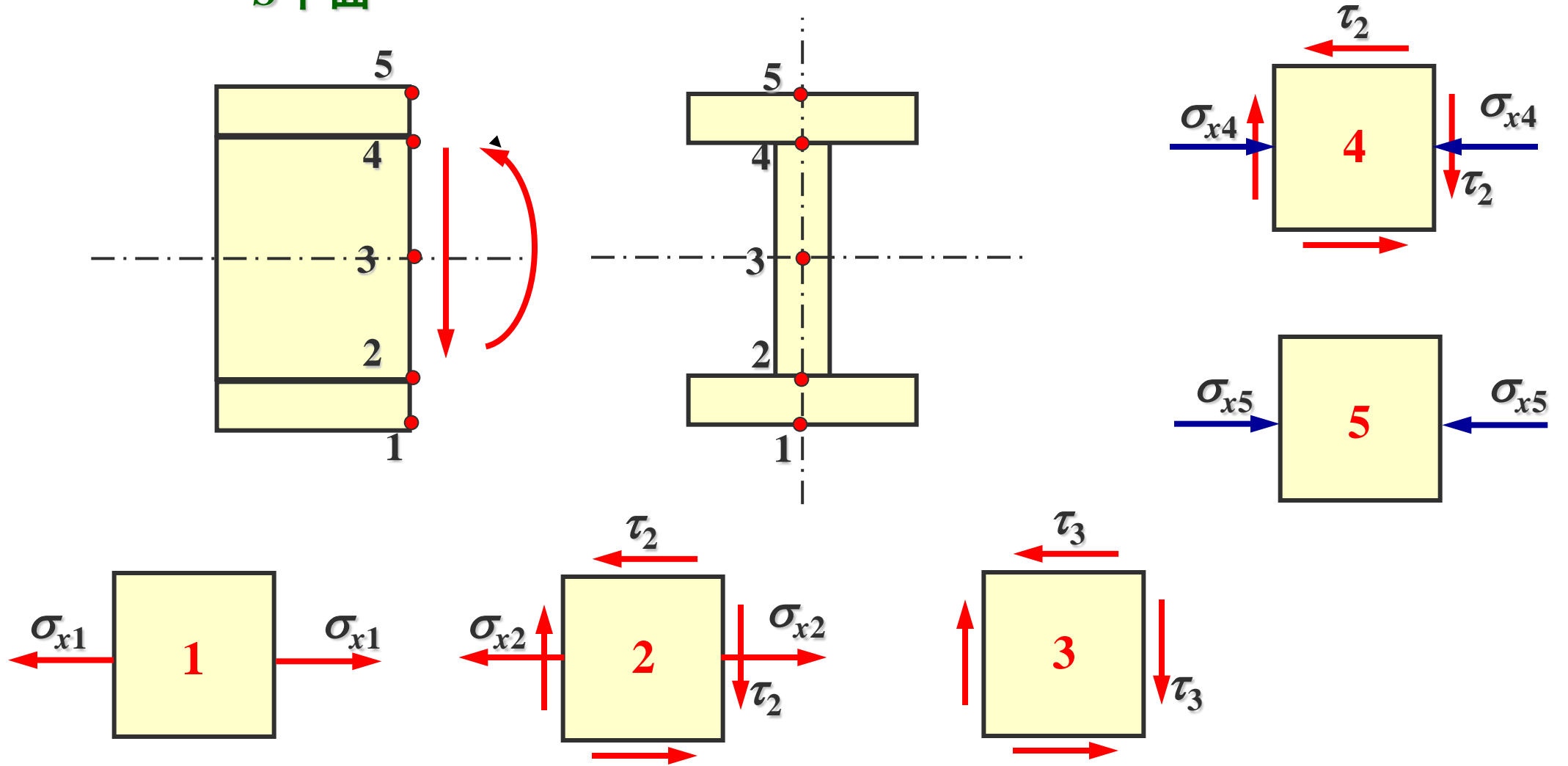


二向应力状态实例

画出如图所示梁S截面（从左边无限靠近力F）的应力状态单元体。



S平面



本讲小结

- 1 应力状态的概念**
- 2 应力状态的研究方法**
- 3 应力状态的分类**