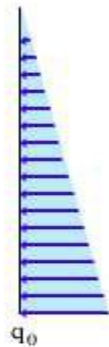
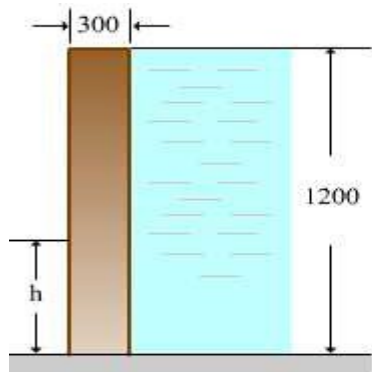
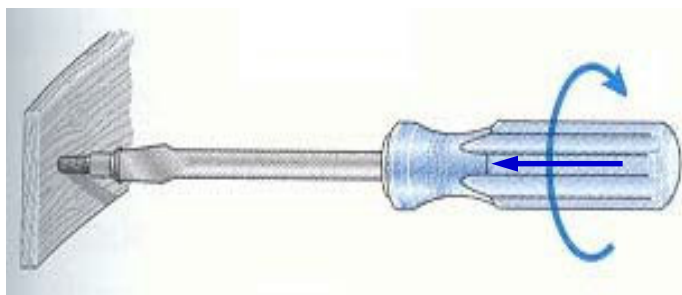
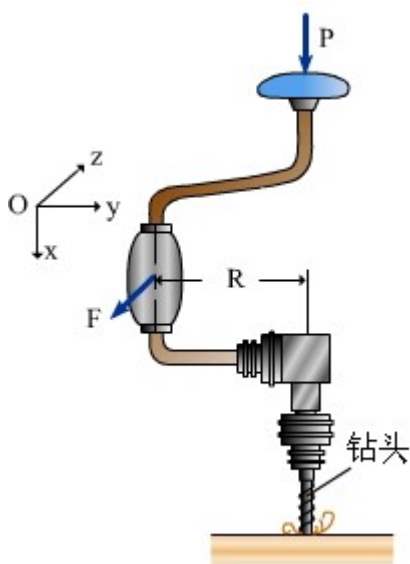
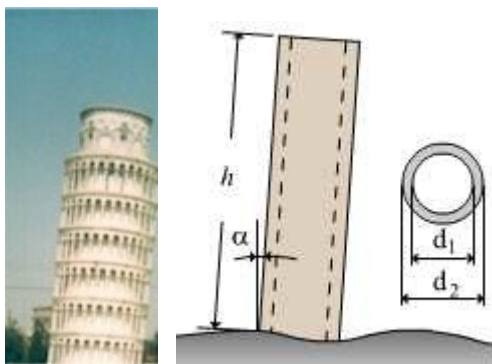


八、组合变形 (Combined deformation)

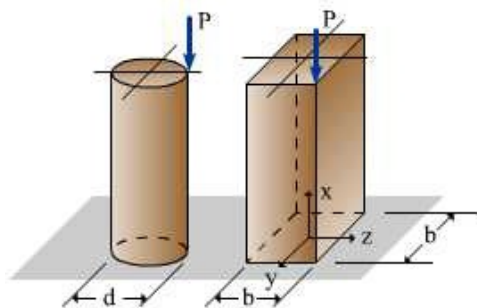
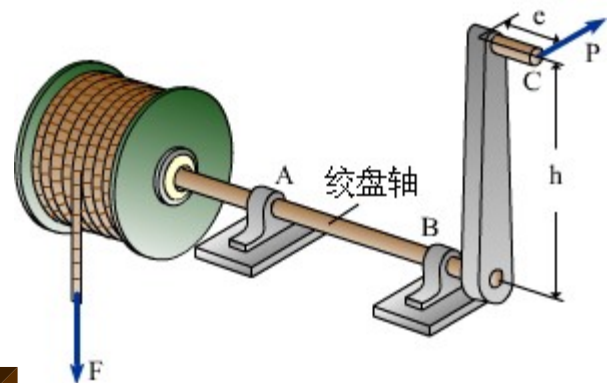
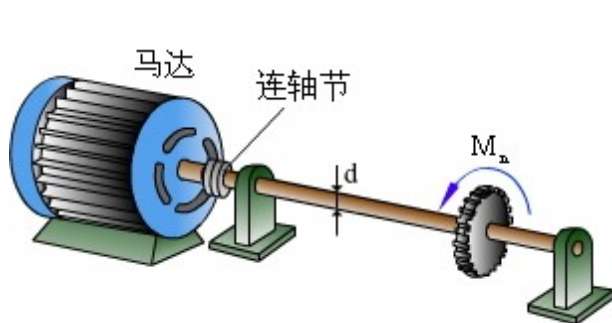
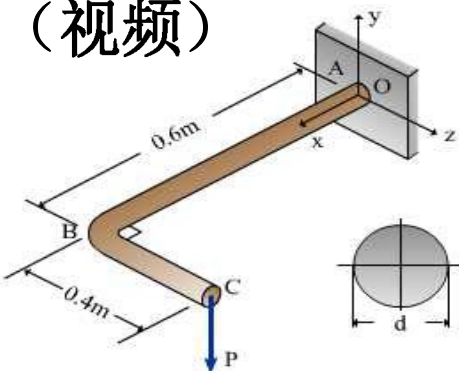
杆件有**两种或两种以上**基本变形的**应力(变形)分量**相当
两种基本变形组合的类型：

拉(压)+扭；拉(压)+弯；扭+弯；平面弯+平面弯





(视频)



分析方法 (线弹性、小变形假设) :

按基本变形**分解外力与内力** ➡ 计算各**基本变形的应力**

与**变形分量** ➡ 根据**叠加原理**综合各基本变形的结果

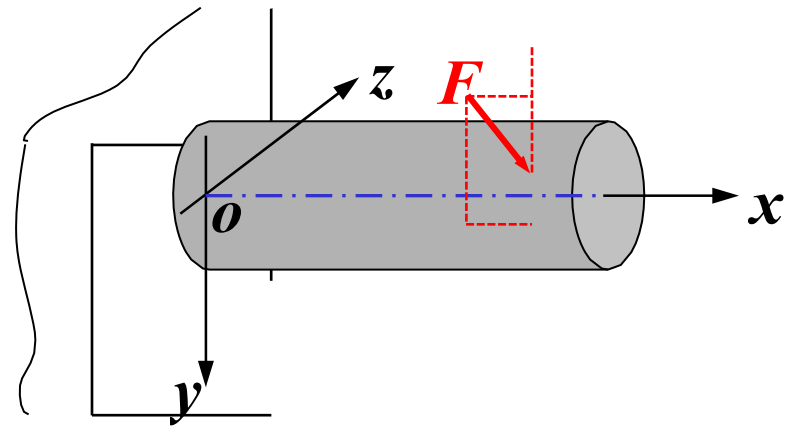
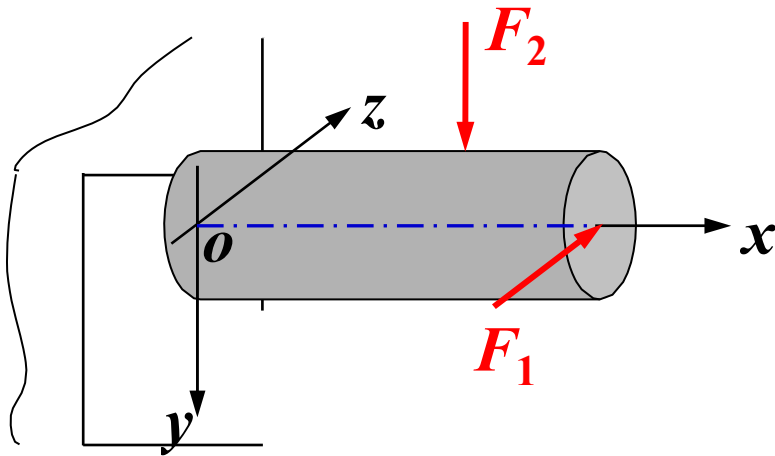
➡ 确定组合变形的**危险截面与危险点的应力状态**

➡ 应用**强度理论**进行强度计算

(见HTML文件)

1. 两相互垂直平面的弯曲

(1) 外力的分解



先确定主惯性方向，再分解外力——产生平面弯曲

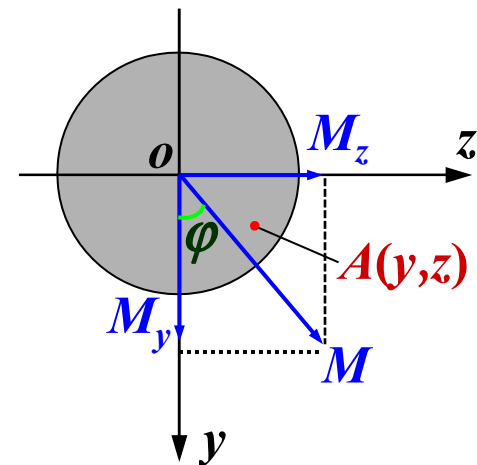
(2) 平面弯曲的内力

截面法：弯矩 M_y 、 M_z

合弯矩

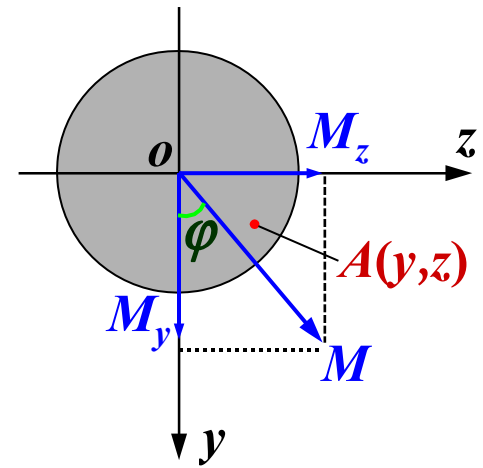
$$M = \sqrt{M_y^2 + M_z^2}$$

$$\tan \varphi = \frac{M_z}{M_y}$$



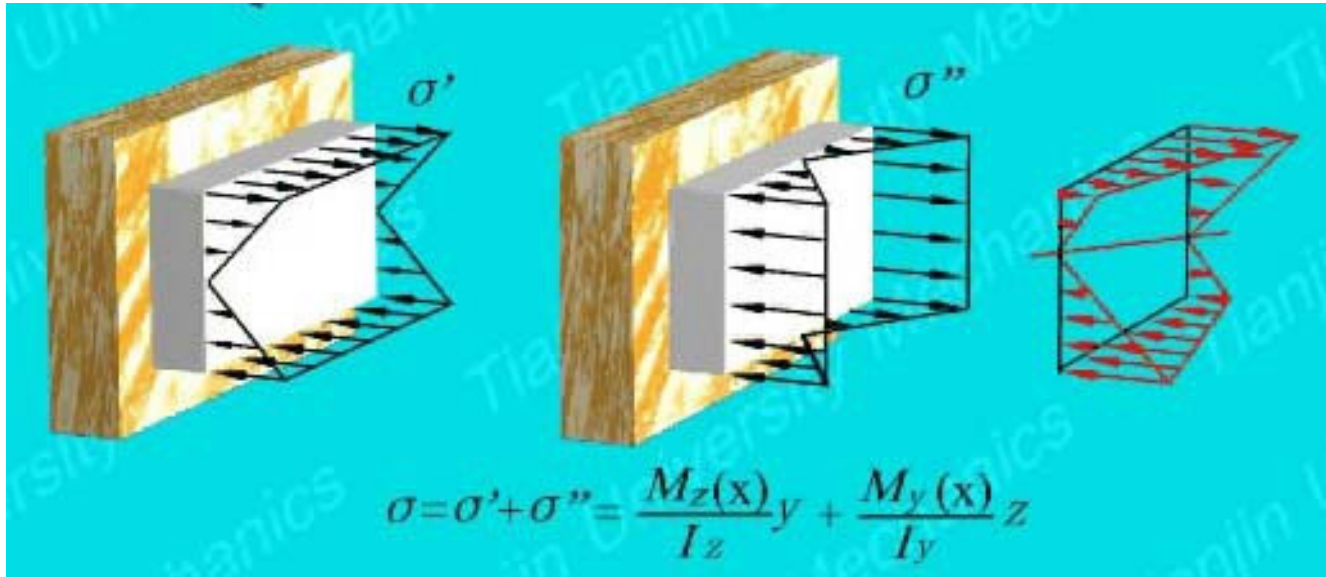
(3) 平面弯曲的应力

$$\sigma_{A1} = -\frac{M_z y}{I_z}, \quad \sigma_{A2} = \frac{M_y z}{I_y}$$



(4) 应力的叠加

叠加法： 弯弯组合变形的应力



$$\sigma_A = \frac{M_y z}{I_y} - \frac{M_z y}{I_z}$$

在截面上线性分布

$$\sigma_A = \frac{M_y z}{I_y} - \frac{M_z y}{I_z}$$

在截面上线性分布

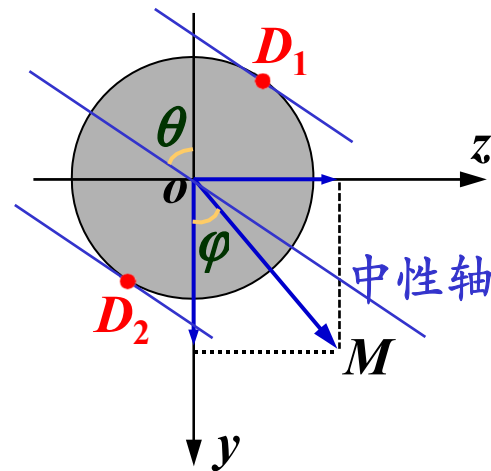
(5) 最大正应力

中性轴

$$\frac{M_y}{I_y} z_0 - \frac{M_z}{I_z} y_0 = 0$$

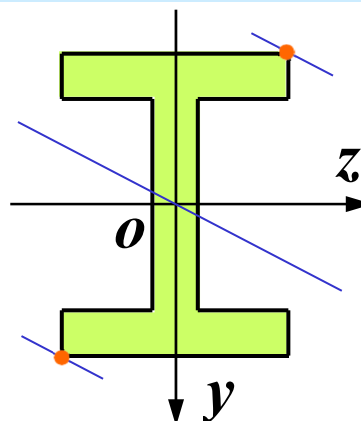
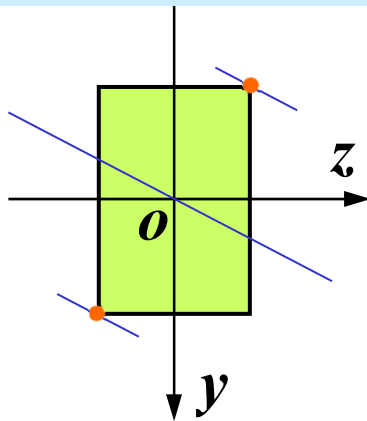
——过形心 o 的直线

$$\tan \theta = \frac{z_0}{y_0} = \frac{I_y M_z}{I_z M_y} = \frac{I_y}{I_z} \tan \varphi$$



距离中性轴最远点: $D_1 - \sigma_{t \max}$, $D_2 - \sigma_{c \max}$

横截面外周边
具有棱角: 最大正应力在角
点上



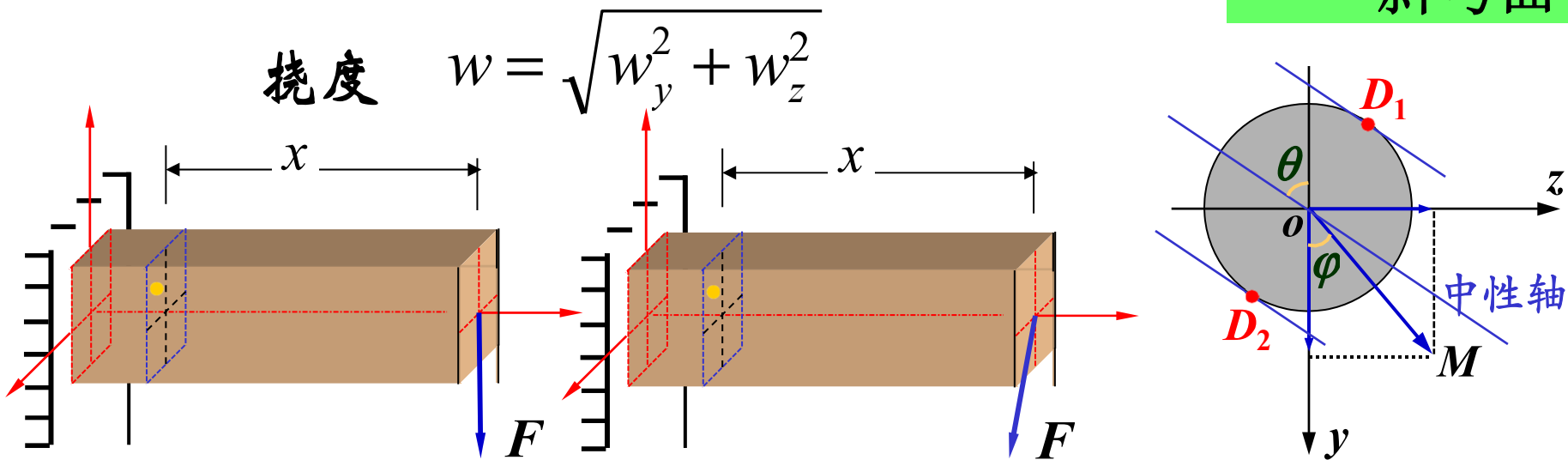
(视频)

(6) 斜弯曲

一般情况 $I_y \neq I_z \Rightarrow \theta \neq \varphi \Rightarrow$ 中性轴与合弯矩矢量方向

不一致 → 挠曲线不在合弯矩作用面内

——斜弯曲



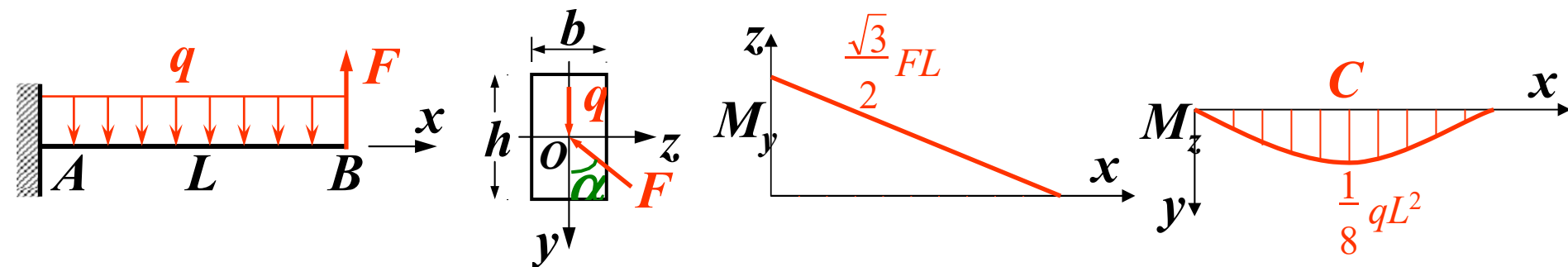
圆形、正方形等截面, $\theta = \varphi$

中性轴与合弯矩矢量方向一致

➡ 正应力可用合弯矩按平面弯曲公式计算，但不一定是平面弯曲，挠度仍需按叠加法计算。

(7) 强度条件

危险截面：等截面梁， $M_{y\max}$ 与 $M_{z\max}$ 所在截面一致时，可直接确定，否则由 $\frac{d\sigma}{dx} = 0$ 确定



最大正应力点处于**单向应力状态**

$$\sigma_{\max} \leq [\sigma]$$

一般弯曲切应力相对较小，通常略去，但对于如工字形等薄壁截面情况需注意。

思考： $I_y=I_z$ 时，正应力可用平面弯曲公式计算

$I_y=I_z$ 时，梁不一定发生平面弯曲

$\sigma_{\max}=M_z/W_z+M_y/W_y$ 的适用情况（矩形、圆形）

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/138031013060006024>