



石家莊鐵道大學  
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

# 钢结构设计原理

## 拉弯和压弯构件

# 拉弯和压弯构件的设计计算的特点

主讲：高伟

# 目录



在线开放课程

一、拉弯和压弯构件的定义

二、拉弯和压弯构件的设计计算内容

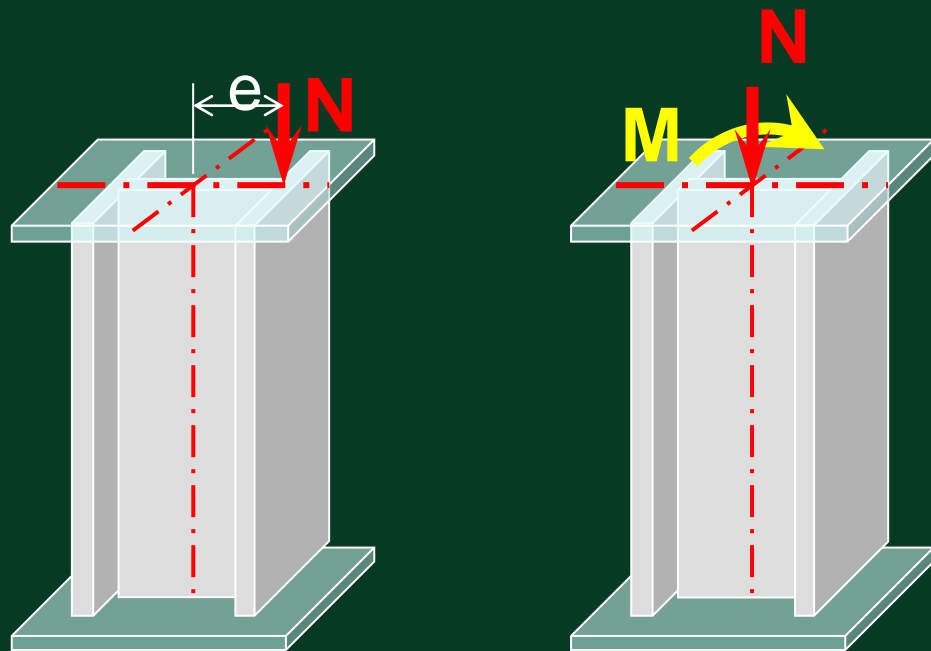
## 一、定义

**拉弯构件：同时承受弯矩和轴心拉力的构件。**

**它包括偏心受拉构件和有横向荷载作用的拉杆。**

**压弯构件：同时承受弯矩和轴心压力的构件。**

**一般工业厂房、多层房屋的框架柱和承受节间荷载的桁架杆件均为压弯和拉弯构件。**



## 二、计算内容

### ➤ 拉弯构件：

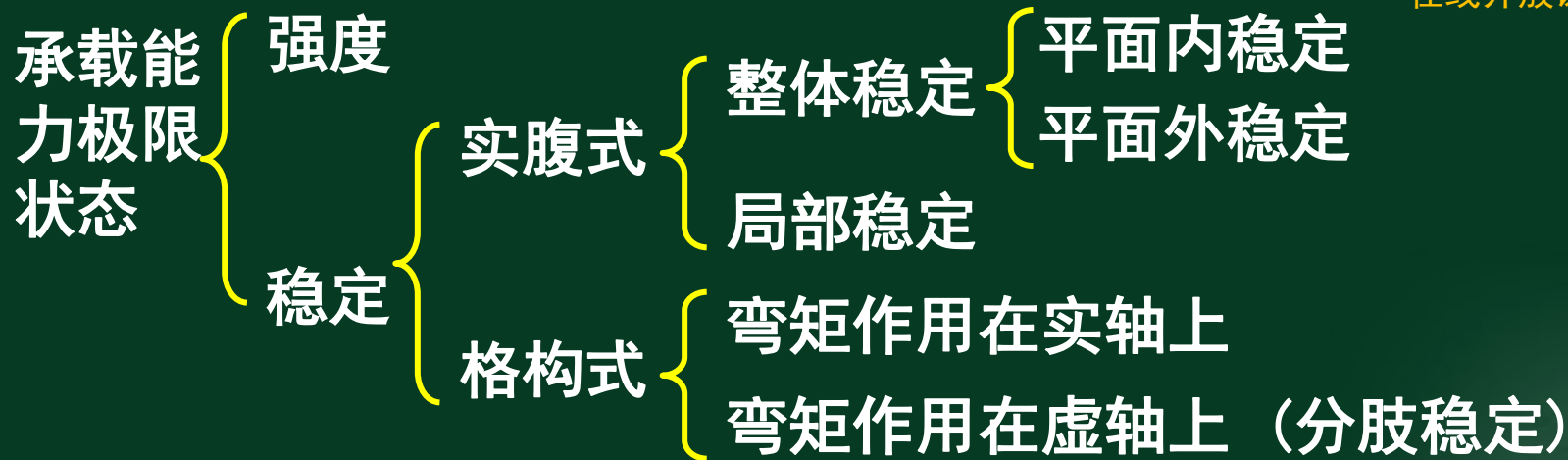
承载能力极限状态：强度

正常使用极限状态：刚度

$$\lambda_{\max} = \max \{ \lambda_x, \lambda_y \} \leq [\lambda]$$

$[\lambda]$ ——取值同轴压构件。

### ➤ 压弯构件：

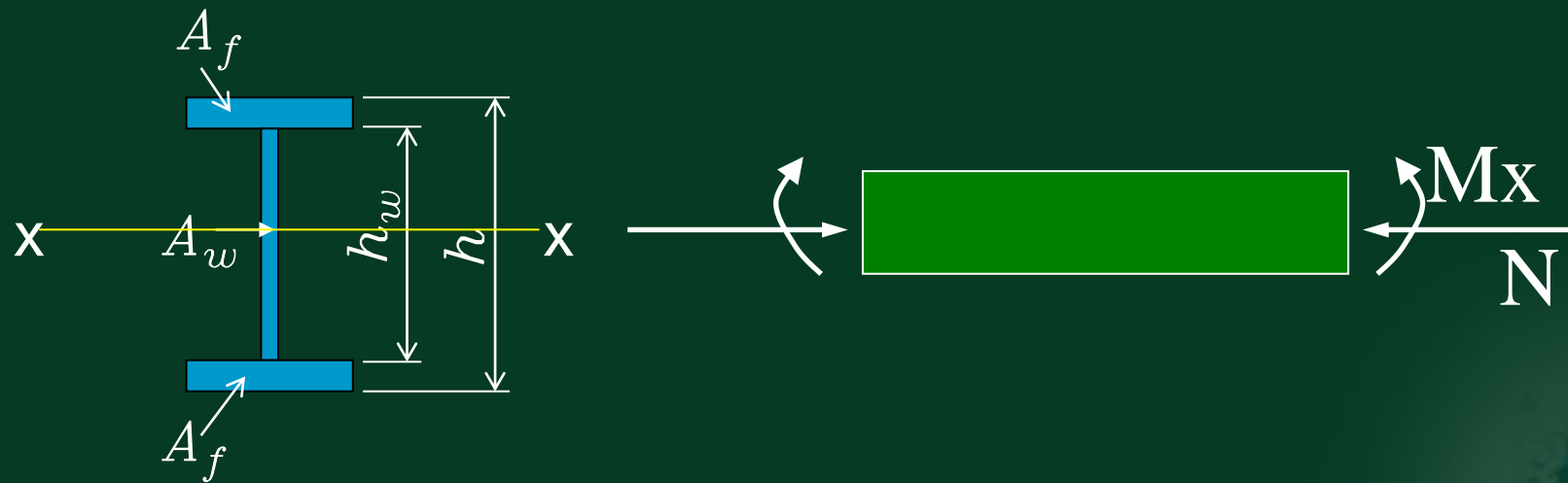


正常使用极限状态

刚度  $\lambda_{\max} = \max\{\lambda_x, \lambda_y\} \leq [\lambda]$

$[\lambda]$  -- 取值同轴压构件。

### 三、拉弯和压弯构件的强度计算



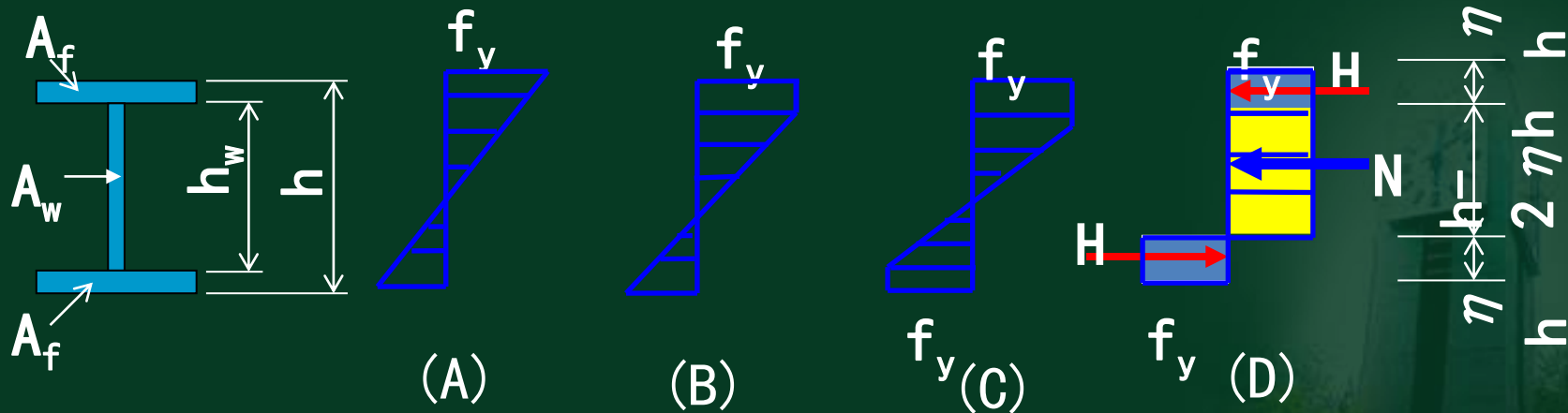
以压弯构件为例说明应力发展的几个阶段

(A) 弹性工作阶段

(B) 最大压应力一侧截面部分屈服

(C) 截面两侧均有部分屈服

(D) 塑性工作阶段—塑性铰(强度极限)





1. 强度计算的极限状态—截面出现塑性铰为强度承载能力极限状态

2. 强度验算公式

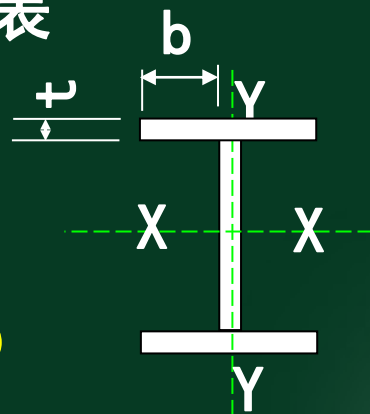
单向压弯（拉弯）：
$$\frac{N}{A_n} \pm \frac{M_x}{\gamma_x W_{nx}} \leq f$$

式中：

$\gamma_x$  —— 截面塑性发展系数见附表

➤ 当翼缘外伸宽度  $b$  与其厚度  $t$  之比满足：

$$13 \sqrt{\frac{235}{f_y}} < \frac{b}{t} \leq 15 \sqrt{\frac{235}{f_y}} \text{ 时, } \gamma_x = 1.0$$



$f_y$  钢材屈服点，不分厚度一律取为牌号后的数值，即Q235取235N/mm<sup>2</sup>； Q345取345N/mm<sup>2</sup>

➤ 需要计算疲劳强度的梁： $\gamma_x = \gamma_y = 1.0$

## 四、拉弯和压弯构件的刚度

拉弯和压弯构件的刚度计算公式与轴心受力构件相同。

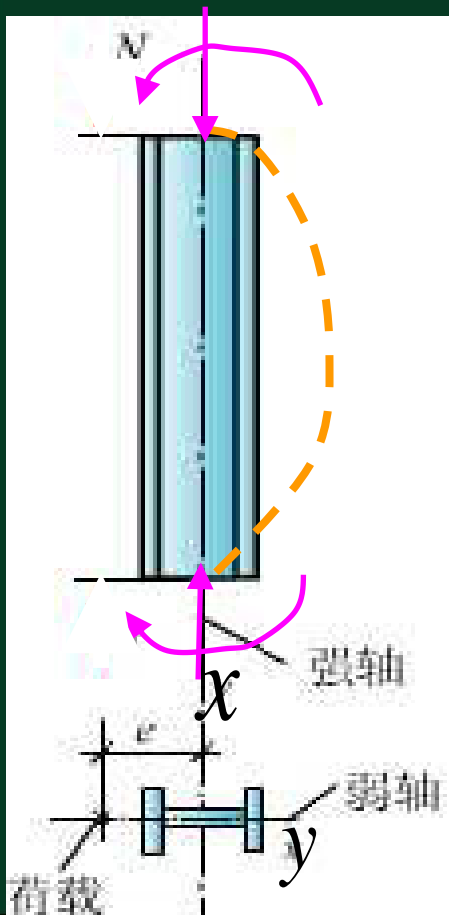
$$\lambda_{\max} \leq [\lambda]$$

## 五、实腹式压弯构件整体稳定性的计算特点

### (一) 弯矩作用平面内的整体稳定

#### 1. $N$ 、 $M$ 共同作用下面内稳定的压力与挠度的试验曲线

(1) 试验构件：一根在两端作用有相同弯矩的等截面压弯构件。



## (2) 试验过程:

- 在 $N$ 和 $M=Ne$ 作用下, 构件只产生单向曲率变形, 且挠度随压力 $N$ 增加而增加, 是稳定平衡。
- 当 $N$ 达到某个值时 (B点), 虽然不断减小压力 $N$ 来维持构件的平衡, 但挠度继续增加, 构件是不稳定的。

这种现象则称为压弯构件**在弯矩作用平面内丧失整体稳定**。

## (二) 实腹式压弯构件弯矩作用平面外的整体稳定



在线开放课程

1. 发生条件：当实腹式单向压弯构件在侧向没有足够的支撑时，构件可能发生弯扭屈曲。
2. 定义：同梁的失稳类似，当压弯构件侧向刚度较小时，一旦 $N$ 和 $M$ 达到某一值时，构件将突然发生弯矩作用平面外的弯曲变形，并伴随着扭转而发生破坏。这种现象称压弯构件**在弯矩作用平面外丧失整体稳定**。

## 六、实腹式压弯构件的局部稳定

规范采用了限制板件的宽厚比的方法。

翼缘——限制宽厚比

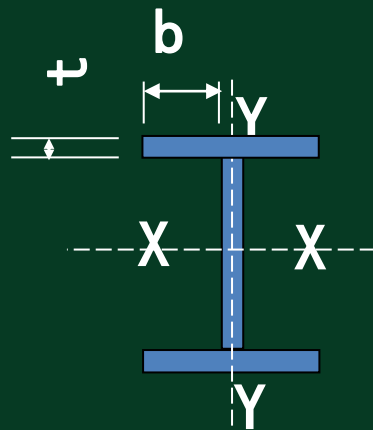
腹板——限制高厚比

# 1. 翼缘的局部稳定

翼缘的局部稳定——与梁翼缘限值要求相同

工字形截面  $\frac{b'}{t} \leq 13 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$

$\gamma_x = 1.0$  时  $\frac{b'}{t} \leq 15 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$



$b$ —翼缘板自由外伸宽度



## 2. 腹板的局部稳定

压弯构件腹板的稳定计算比较复杂。考虑塑性区的深度，规范规定的腹板计算高度  $h_0$  与厚度  $t_w$  之比的限值与弯矩作用平面内的长细比有关， $\lambda_w$  也与应力梯度  $\alpha_0$  有关即



## (1) 工字形截面

当  $0 \leq \alpha_0 \leq 1.6$  时

$$\frac{h_0}{t_w} \leq [16\alpha_0 + 0.5\lambda + 25] \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

当  $1.6 < \alpha_0 \leq 2$  时

$$\frac{h_0}{t_w} \leq [48\alpha_0 + 0.5\lambda - 26.2] \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

式中：
$$\alpha_0 = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$$

$\sigma_{\max}$  ——腹板计算高度边缘的最大压应力；

$\sigma_{\min}$  ——腹板计算高度另一边缘相应的应力，应力以压为正，拉应力为负；

$\lambda$  ——构件在弯矩作用平面内的长细比，当  
 $\lambda < 30$ 时，取  $\lambda = 30$ ；当  $\lambda > 100$ 时，取  $\lambda = 100$ 。

小结：

1. 拉弯构件的验算内容
2. 压弯构件的验算内容
3. 实腹式压弯构件整体稳定性的计算特点
4. 实腹式压弯构件局部稳定性的计算特点