



石家莊鐵道大學  
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

网络精品课程

钢结构设计原理

轴心受力构件

轴心受压构件的  
整体稳定计算

主讲：李海云

# 确定轴心受压构件的三种准则

## 1、压屈准则

建立在理想轴心压杆的假定之上，弹性阶段以欧拉临界力为基础，弹塑性阶段以切线模量临界力为基础，可以通过安全系数来考虑初弯曲、初偏心等初始缺陷。

## 2、纤维屈服准则

以有初弯曲和初偏心的压杆为模型，以截面边缘应力达到屈服点为其承载力极限。

## 3、压溃准则（最大强度准则）

以有初始缺陷的压杆为模型，考虑截面的塑性发展，以最终破坏的最大荷载为其极限承载力。

## 1、我国钢结构规范采用的方法

我国规范将轴压构件视为压弯构件，按照极限承载理论（最大强度准则），采用数值积分法计算其极限承载力。

## 2、稳定系数

$$\varphi = \frac{\sigma_u}{f_y}$$

$\sigma_u$  — 截面平均极限应力

$f_y$  — 钢材屈服强度

## 3、柱子曲线（ $\varphi - \lambda_n$ 关系曲线）

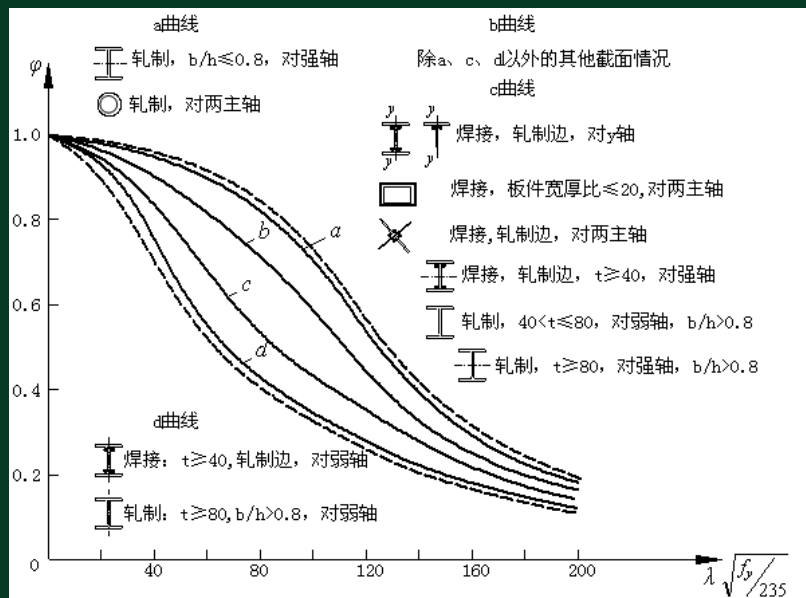
根据不同截面形状和尺寸、不同加工条件和相应的残余应力分布及大小、不同的弯曲屈曲方向以及  $l/1000$  的初弯曲，按**极限承载力理论（最大强度准则）**，采用数值积分法，对多种实腹式轴心受压构件弯曲屈曲算出了近200条柱子曲线。

规范选用了其中最常用截面的96条曲线，将这些曲线分成四组，也就是将分布带分成四个窄带，取每组的平均值曲线作为该组代表曲线，给出**a、b、c、d**四条柱子曲线。

# 柱子曲线

**压杆截面分类依据：**截面形式、残余应力分布及峰值、绕截面的哪个主轴弯曲和钢板边缘的加工方式。

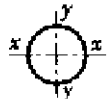
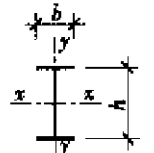
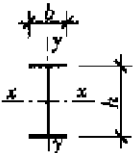
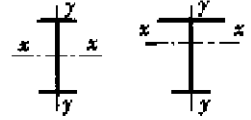
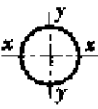
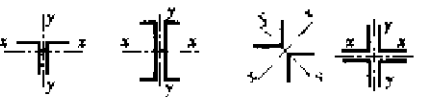

轴心受压构件的稳定系数  
(柱子曲线)



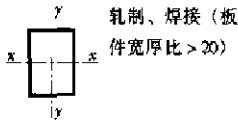
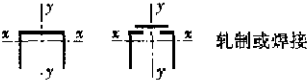
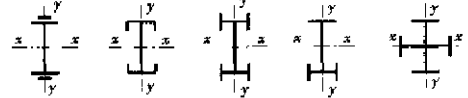

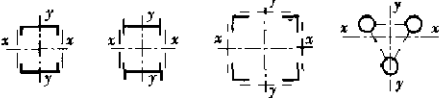

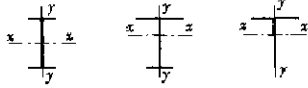
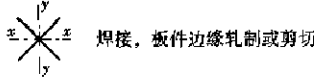
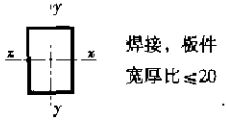
# 轴心受压构件截面分类

轴心受压构件的截面分类 (板厚  $t < 40\text{mm}$ )

附表 1.12

截面形式		对 $x$ 轴	对 $y$ 轴
 <p>轧制</p>		a类	a类
 <p>轧制, <math>b/h \leq 0.8</math></p>		a类	b类
 <p>轧制, <math>b/h &gt; 0.8</math></p>	<p>焊接, 翼缘为焰切边</p> 	<p>焊接</p> 	b类
<p>轧制</p> 	<p>轧制等边角钢</p> 		

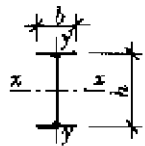
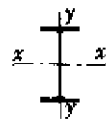
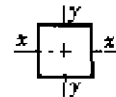
# 轴心受压构件截面分类

截面形式		续表	
		对 x 轴	对 y 轴
 <p>轧制、焊接 (板件宽厚比 <math>&gt; 20</math>)</p>	 <p>轧制或焊接</p>		
<p>焊接</p> 	<p>轧制截面和翼缘为焰切边的焊接截面</p> 	b 类	b 类
<p>格构式</p> 	<p>焊接、板件边缘焰切</p> 		
	<p>焊接翼缘为轧制或剪切边</p>	b 类	c 类
 <p>焊接, 板件边缘轧制或剪切</p>	 <p>焊接, 板件宽厚比 <math>\leq 20</math></p>	e 类	e 类

# 轴心受压构件截面分类

 轴心受压构件的截面分类 (板厚  $t \geq 40\text{mm}$ )

附表 1.13

截 面 形 式		对 x 轴	对 y 轴
 轧制 I 字形或 H 形截面	$t < 80\text{mm}$	b 类	c 类
	$t \geq 80\text{mm}$	c 类	d 类
 焊接 I 字形截面	翼缘为焰切边	b 类	b 类
	翼缘为轧制或剪切边	c 类	d 类
 焊接箱形截面	板件宽厚比 $> 20$	b 类	b 类
	板件宽厚比 $\leq 20$	c 类	c 类



# 实际轴心受压构件的整体稳定计算

轴心受压构件不发生整体失稳的条件为，**截面应力不大于临界应力**，并考虑抗力分项系数 $\gamma_R$ 后，即为：

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq \frac{\sigma_{cr}}{\gamma_R} = \frac{\sigma_{cr}}{f_y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_R} = \varphi \cdot f$$

$N$ ——轴心压力设计值       $A$ ——构件毛截面面积

$\varphi$ ——**轴心受压构件整体稳定系数**，可根据截面分类附表1.7和构件长细比，按附表1.9—1.12查出。

$f$ ——材料抗压设计强度

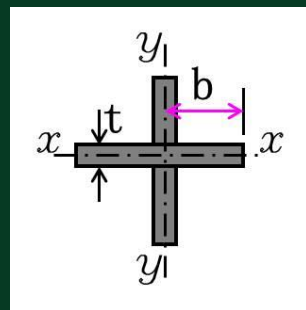
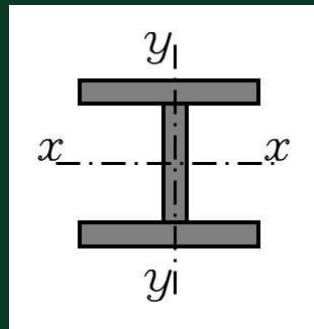
# 构件长细比的计算

## 1. 截面为双轴对称或极对称构件：

$$\lambda_x = l_{0x} / i_x \quad \lambda_y = l_{0y} / i_y$$

对于双轴对称十字形截面，为了防止扭转屈曲，尚应满足：

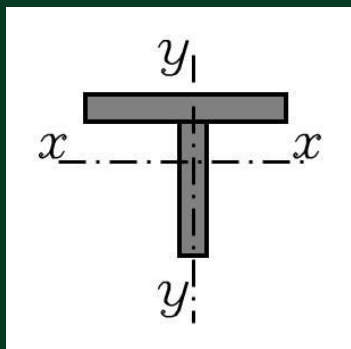
$$\lambda_x \text{ 或 } \lambda_y \geq 5.07b / t$$



# 构件长细比的计算

## 2. 截面为单轴对称或极对称构件：

绕非对称轴屈曲时： $\lambda_x = l_{0x} / i_x$

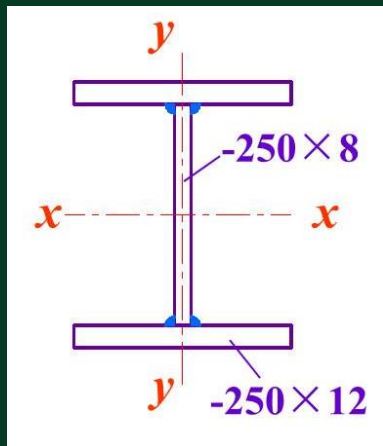


绕对称轴屈曲时，一般为弯扭屈曲，其临界力低于弯曲屈曲，应该采用换算长细比：

$$\lambda_{yz} = \frac{1}{\sqrt{2}} \left[ (\lambda_y^2 + \lambda_z^2) + \sqrt{(\lambda_y^2 + \lambda_z^2)^2 - 4(1 - e_0^2 / i_0^2) \lambda_y^2 \lambda_z^2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

# 例题

某焊接组合工字形截面轴心受压构件的截面尺寸如图所示，承受轴心压力设计值（包括自重） $N=2000\text{kN}$ ，计算长度 $l_{0x}=6\text{m}$ ， $l_{0y}=3\text{m}$ ，翼缘钢板为火焰切割边，钢材为Q345， $f=315\text{N/mm}^2$ ，截面无削弱，试计算该轴心受压构件的整体稳定性。



# 例题

## 1、截面及构件几何性质计算

截面面积：
$$A = 250 \times 12 \times 2 + 250 \times 8 = 8000 \text{mm}^2$$

惯性矩：
$$I_x = \frac{1}{12} (250 \times 274^3 - 242 \times 250^3) = 1.1345 \times 10^8 \text{mm}^4$$

$$I_y = \frac{1}{12} (12 \times 250^3 \times 2 + 250 \times 8^3) = 3.126 \times 10^7 \text{mm}^4$$

回转半径：
$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{1.1345 \times 10^8}{8000}} = 119.1 \text{mm}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{3.126 \times 10^7}{8000}} = 62.5 \text{mm}$$

# 例题

长细比:  $\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{6000}{119.1} = 50.4$        $\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{3000}{62.5} = 48.0$

## 2、整体稳定性验算

截面关于x轴和y轴都属于b类,  $\lambda_x > \lambda_y$

$$\lambda_x \sqrt{\frac{f_y}{235}} = 50.4 \sqrt{\frac{345}{235}} = 61.1 \quad \text{查表得: } \varphi = 0.802$$

$$\sigma = \frac{N}{\varphi A} = \frac{2000 \times 10^3}{0.802 \times 8000} = 311.9 \text{ N/mm}^2 < f = 315 \text{ N/mm}^2$$

## ◆ 轴心受压构件的整体稳定计算

柱子曲线（长细比与稳定系数关系曲线）；  
轴心受压构件的截面分类；  
轴心受压构件的整体稳定计算公式。