



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

实腹式轴心受压  
构件截面设计

主讲：李海云

# 截面设计原则

轴心受压构件设计时应满足强度、刚度、整体稳定和局部稳定的要求。设计时为取得安全、经济的效果应遵循以下原则。

## 1) 等稳定性原则

杆件在两个主轴方向上的整体稳定承载力尽量接近。因此尽可能使两个方向的稳定系数或长细比相等，以达到经济效果。

$$\varphi_x = \varphi_y \quad \text{或} \quad \lambda_x = \lambda_y$$

# 截面设计原则

## 2) 宽肢薄壁

在满足板件宽厚比限值的条件下，使截面面积分布尽量远离形心轴，以增大截面惯性矩和回转半径，提高杆件的整体稳定承载力和刚度。

## 3) 连接方便

一般选择开敞式截面，便于与其他构件进行连接。

## 4) 制造省工

在现有型钢不能满足要求的情况下，充分利用工厂自动焊接等现代化设备制作，尽量减少工地焊接，以节约成本保证质量。选用能够供应的钢材规格。

# 截面设计步骤

## 1. 截面选择

(1) 确定所需的截面面积。假定长细比 $\lambda$  (60-100)，根据 $\lambda$ 及截面分类查得 $\varphi$ 值，按下式计算所需的截面面积 $A$ 。

$$A = \frac{N}{\varphi f}$$

(2) 求截面两个主轴方向所需的回转半径

$$i_x = \frac{l_{0x}}{\lambda}; i_y = \frac{l_{0y}}{\lambda}$$

# 截面设计步骤

对于**型钢截面**，根据 $A$ 、 $i_x$ 、 $i_y$ 查型钢表，可选择型钢的型号。对于**焊接组合截面**，根据截面的回转半径求截面轮廓尺寸，即求高度 $h$ 和宽度 $b$ （附表2-8）。

$$h \approx \frac{i_x}{\alpha_1}; b \approx \frac{i_y}{\alpha_2}$$

## (3) 确定截面各板件尺寸

对于焊接组合截面，由 $A$ 和 $h$ 、 $b$ ，根据构造要求、局部稳定和钢材规格等条件，确定截面所有其余尺寸。

$h_0$ 和 $b$ 宜取10mm的倍数， $t$ 和 $t_w$ 宜取2mm的倍数且应符合钢板规格， $t_w$ 应比 $t$ 小，但一般不小于4mm。

# 截面设计步骤

## 2. 截面验算

(1) 强度验算

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \leq f$$

(2) 刚度验算

$$\lambda_{\max} = \left( \frac{l_0}{i} \right)_{\max} \leq [\lambda]$$

(3) 整体稳定验算

$$\sigma = \frac{N}{\varphi A} \leq f$$

# 截面设计步骤

## (4) 局部稳定验算

翼缘板

$$\frac{b}{t} \leq (10 + 0.1\lambda) \sqrt{235 / f_y}$$

腹板

$$\frac{h_0}{t_w} \leq (25 + 0.5\lambda) \sqrt{235 / f_y}$$

对于热轧型钢截面，因板件的厚度较大，可不进行局部稳定的验算。

# 截面设计步骤

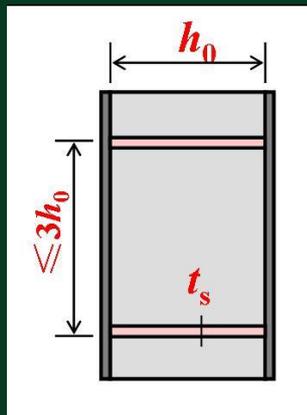
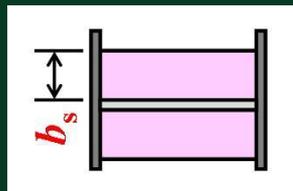
## 4. 构造要求

对于实腹式柱，当腹板的高厚比  $h_0/t_w > 80\sqrt{235/f_y}$  时，为提高柱的抗扭刚度，防止腹板在运输和施工中发生过大变形，应设横向加劲肋和横隔，要求如下：

横向加劲肋间距  $\leq 3h_0$ ；

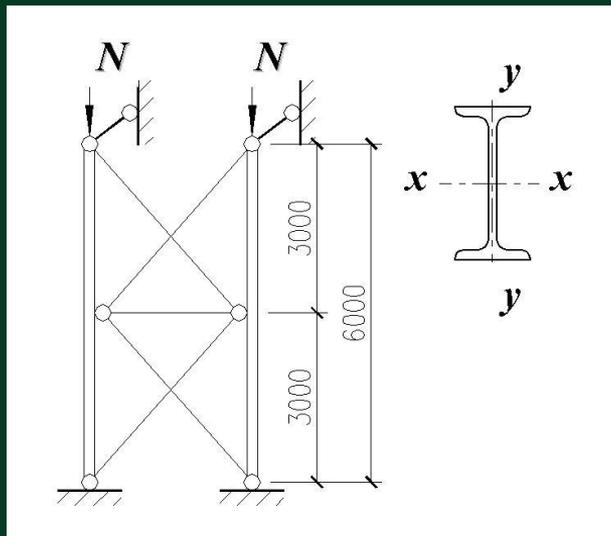
横向加劲肋的外伸宽度  $b_s \geq h_0/30 + 40$  mm；

横向加劲肋的厚度  $t_s \geq b_s/15$ 。

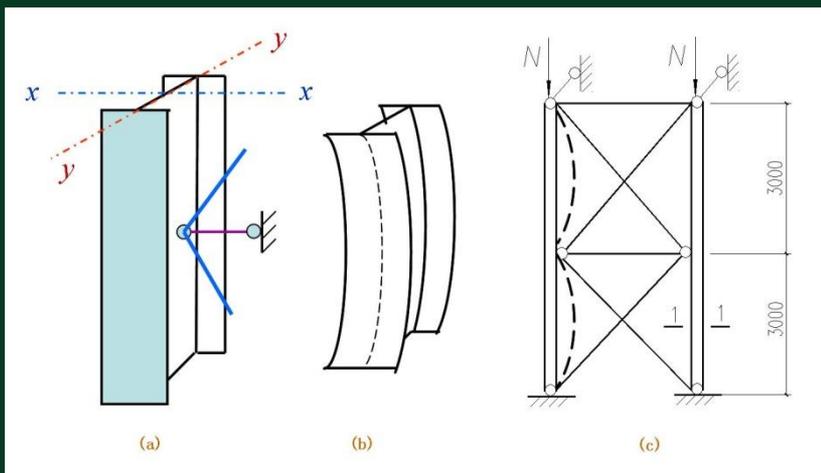


# 例题

如图所示一管道支架，其支柱的设计压力为 $N=1600\text{kN}$ （设计值），柱两端铰接，钢材为Q235，截面无孔削弱，试设计此支柱的截面：用热轧工字钢，翼缘板为火焰切割边。



# 例题



**解：** 支柱在两个方向的计算长度不相等故取图中所示的截面朝向，将强轴顺x轴方向，弱轴顺y轴方向，这样柱轴在两个方向的计算长度分别为

$$l_{0x}=600\text{cm}$$

$$l_{0y}=300\text{cm}$$

# 例题

## 1. 初选截面

假定 $\lambda = 90$ ，对于热轧工字钢，当绕轴 $x$ 失稳时属于 $a$ 类截面当绕轴 $y$ 失稳时属于 $b$ 类截面。

$$\lambda \sqrt{\frac{f_y}{235}} = \lambda = 90$$

查附表1-9得

$$\varphi_x = 0.714$$

查附表1-10得

$$\varphi_y = 0.621$$

需要的截面面积为：

$$A = \frac{N}{\varphi_{\min} f} = \frac{1600 \times 10^3}{0.621 \times 215 \times 10^2} = 119.8 \text{cm}^2$$

# 例题

需要的截面回转半径为:

$$i_x = \frac{l_{0x}}{\lambda} = \frac{600}{90} = 6.67\text{cm}$$

$$i_y = \frac{l_{0y}}{\lambda} = \frac{300}{90} = 3.33\text{cm}$$

由附表2-1中不可能选出同时满足 $A$ 、 $i_x$ 、 $i_y$ 的型号，可适当照顾到 $A$ 、 $i_y$ 进行选择，试选I56a。

$A=135.38\text{cm}^2$ 、 $i_x=22.01\text{cm}$ 、 $i_y=3.18\text{cm}$ 。

# 例题

## 2. 截面验算

因截面无孔削弱，可不验算强度；又因轧制工字钢的翼缘和腹板均较厚，可不验算局部稳定，只需进行刚度和整体稳定验算。

$$\lambda_x = \frac{l_{0x}}{i_x} = \frac{600}{22.01} = 27.26 < [\lambda] = 150$$

$$\lambda_y = \frac{l_{0y}}{i_y} = \frac{300}{3.18} = 94.34 < [\lambda] = 150$$

满足要求

# 例题

$$\text{由 } \lambda_x \sqrt{\frac{f_y}{235}} = \lambda_x = 27.26, \text{ 查附表1-9得 } \varphi_x = 0.967$$

$$\text{由 } \lambda_y \sqrt{\frac{f_y}{235}} = \lambda_y = 94.34, \text{ 查附表1-10得 } \varphi_y = 0.592$$

$$\frac{N}{\varphi A} = \frac{1600 \times 10^3}{0.5914 \times 135.38 \times 10^2}$$

$$= 199.84 \text{ N/mm}^2 < f = 215 \text{ N/mm}^2$$

整体稳定性满足要求

# 结语

- ◆ 实腹式轴心受压柱的截面设计原则
- ◆ 实腹式轴心受压柱的截面设计步骤

