

# SAP2000设计结果详解 (钢结构)

## 目录 CONTENTS

- 01 设计方法
- 02 钢构件设计
- 03 钢节点验算
- 04 冷弯型钢设计

# 01 设计方法

- ◆一阶分析设计法
- ◆二阶分析设计法
- ◆直接分析设计法
- ◆设计首选项



## 二阶分析设计法



筑信达

## 直接分析设计法



筑信达

## 设计首选项

### 分析方法

- ◇ 直接分析法
- ◇ 一阶分析法
- ◇ 二阶分析法

10	分析方法	Limited 1st Order
11	稳定系数 $\phi$	Direct Analysis
12	长度系数 $\mu$	Second Order
13	恒载限值 L	Amplified 1st Order
14	(附加恒载+活载)限值 L'	Limited 1st Order

筑信达

## 设计首选项

一阶分析法:  
梁柱线刚度确定计算长度系数;  
需计算轴压稳定系数;

二阶分析法:  
计算长度系数取1.0;  
需计算轴压稳定系数;

直接分析法:  
计算长度系数取1.0;  
柱稳定系数取1.0;

SAP2000 v24.0.0 Ultimate C 64-bit [分析-0-0-0]									
Euler Buckling Capacity and Related Moment Factor									
Length	Slenderness Ratio	Lambda_m	Lambda_m*	Euler Phi*	Phi				
Factor	Factor	Ratio	Ratio	Factor	Factor				
Minor Bending	1	1.144	33.144	0.304	44932.04	1.014			
Axial Amplification Factor for Flexural Buckling									
Direction	Class	Lambda_m	Alpha1	Alpha2	Alpha3	Phi			
Factor	Factor	Ratio	Factor	Factor	Factor	Factor			
Minor Bending	C	0.333	0.65	0.304	0.3	0.304			
Other Moment Factors									
Gamma	Beta_m	Beta_s	eta	phi_m	Alpha-II				
Minor Bending	1.04	1	0.97	1	1				
Minor Bending	1.2	1	0.929	1	1				
SAP2000 v24.0.0 Ultimate C 64-bit [分析-1-0-0]									
Euler Buckling Capacity and Related Moment Factor									
Length	Slenderness Ratio	Lambda_m	Lambda_m*	Euler Phi*	Phi				
Factor	Factor	Ratio	Ratio	Factor	Factor				
Minor Bending	1	1	19.187	0.249	8043.00	1.019			
Minor Bending	1	1	33.239	0.44	27890.03	1.064			
Axial Amplification Factor for Flexural Buckling									
Direction	Class	Lambda_m	Alpha1	Alpha2	Alpha3	Phi			
Factor	Factor	Ratio	Factor	Factor	Factor	Factor			
Minor Bending	B	0.253	0.65	0.305	0.3	0.304			
Minor Bending	C	0.44	0.73	0.304	0.304	0.304			
Other Moment Factors									
Gamma	Beta_m	Beta_s	eta	phi_m	Alpha-II				
Minor Bending	1.04	1	0.94	1	1				
Minor Bending	1.2	1	0.92	1	1				
SAP2000 v24.0.0 Ultimate C 64-bit [分析-2-0-0]									
Euler Buckling Capacity and Related Moment Factor									
Length	Slenderness Ratio	Lambda_m	Lambda_m*	Euler Phi*	Phi				
Factor	Factor	Ratio	Ratio	Factor	Factor				
Minor Bending	1	1	19.187	0.249	8043.00	1.006			
Minor Bending	1	1	33.239	0.44	27890.03	1.019			
Axial Amplification Factor for Flexural Buckling									
Direction	Class	Lambda_m	Alpha1	Alpha2	Alpha3	Phi			
Factor	Factor	Ratio	Factor	Factor	Factor	Factor			
Minor Bending	C	0.44	0.73	0.304	0.304	0.304			
Minor Bending	C	0.44	0.73	0.304	0.304	0.304			
Other Moment Factors									
Gamma	Beta_m	Beta_s	eta	phi_m	Alpha-II				
Minor Bending	1.04	1	0.944	1	1				
Minor Bending	1.2	1	0.929	1	1				

筑信达

## 设计首选项

### ◇ 框架类型

- ◇ 影响柱计算长度,
- ◇ 中心支撑构件 (JGJ99-2015 7.5.5条) 抗震设计计算公式和内力调整以及偏心支撑抗震计算公式
- ◇ 当计算柱的计算长度系数时, 中心支撑框架和偏心支撑框架均默认为无侧移框架

### ◇ 高层建筑

- ◇ 是否按高钢规范设计

项	数值
1 设计规范	Chinese 2010
2 取值工具	制取值
3 框架类型	Sway Moment Frame, SMF
4 高层定义?	否
5 抗震等级	等级 8
6 结构重要性系数 $\gamma_0$	1
7 忽略层比 (BFT) 校核?	否
8 梁柱节点构件设计?	否
9 忽略层 $\gamma_{bf}$	否
10 分析方法	Limited 1st Order
11 稳定系数 $\eta_{cr}$	0
12 按层校核?	否
13 楼层限值 L1	120
14 (附加恒载+活载) 限值 L1	120
15 活载限值 L1	500
16 总限值 L1	400
17 净投资限值 L1	500
18 柱式层数系数	0
19 应力比值	0.95

讯信达

## 设计覆盖项

### ◇ 当前设计截面

- ◇ 可直接修改截面, 并按照修改后的截面, 基于先前设计内力校核计算。
- ◇ 修改过的截面验算通过后, 仍应重新分析, 保证分析截面和设计截面一致。

### ◇ 构件类型

- ◇ 按构件类型选择设计、构造校核公式, 有“梁/柱/支撑/桁架/”
- ◇ 程序默认设置:

柱: 杆件端点x, y坐标相同, z坐标不同  
 梁: 杆件端点z坐标相同, x, y坐标不同  
 支撑: 杆件两端点x, y, z坐标均不同  
 桁架: 由用户手动指定

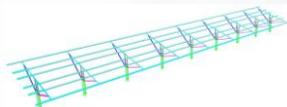
项	数值
1 当前设计截面	程序默认
2 框架类型	程序默认
3 构件类型	程序默认
4 抗震等级	程序默认
5 转换构件?	程序默认
6 地震放大系数	程序默认
7 框架内力放大系数 SMF	程序默认
8 乱形截面?	程序默认
9 翼缘切角的焊缝截面?	程序默认
10 再连接?	程序默认
11 梁上翼缘加劲?	程序默认
12 忽略层比 (BFT) 校核?	程序默认
13 梁柱节点构件设计?	程序默认
14 忽略层 $\gamma_{bf}$	程序默认

讯信达

## 设计覆盖项

### ◇ 净/毛面积比

- ◇ 指净截面与毛截面面积的比值
- ◇ 只对构件的轴力项强度进行折减
- ◇ 程序默认值: 0.9



截面号	轴力	净截面面积	毛截面面积
1	10000	10000	10000
2	20000	18000	20000
3	30000	27000	30000
4	40000	36000	40000
5	50000	45000	50000
6	60000	54000	60000
7	70000	63000	70000
8	80000	72000	80000
9	90000	81000	90000
10	100000	90000	100000

项	数值
22 轴力限值 $\alpha_{ns}$	程序默认
24 总截面 $\alpha_{bs}$	程序默认
25 净投资限值 $\alpha_{bs}$	程序默认
26 指定折减	程序默认
27 净/毛面积比	程序默认
28 净截面折减系数	程序默认
29 无支撑长度系数 (主)	程序默认
30 无支撑长度系数 (次)	程序默认
31 有效长度系数 $\mu$ (主)	程序默认

### ◇ 某光伏支架

- ◇ 将筒支檩条净/毛面积比从0.95修改为0.85后, 应力比完全没变化

讯信达

## 钢构件设计

# 02

- ◆ 计算长度系数
- ◆ 截面设计细节-梁
- ◆ 截面宽厚比等级-梁
- ◆ 截面设计细节-柱
- ◆ 截面宽厚比等级-柱
- ◆ 挠度计算
- ◆ 常见问题

# 计算长度

## ◇ 计算长度

$$= \text{无支撑长度系数} \times \text{几何长度} \times \text{有效长度系数}$$

无支撑长度

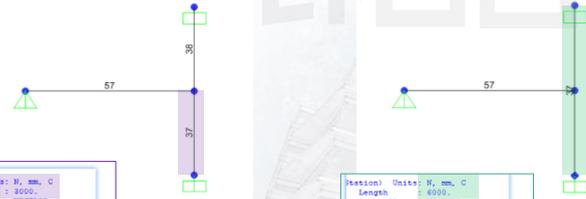
27 净/毛面积比	程序默认
28 返薄截折减系数	程序默认
29 无支撑长度系数(主)	程序默认
30 无支撑长度系数(次)	程序默认
31 有效长度系数μ(主)	程序默认
32 有效长度系数μ(次)	程序默认
33 有侧移M放大系数(μ <sub>1</sub> 主)	程序默认
34 有侧移M放大系数(μ <sub>1</sub> 次)	程序默认
35 轴向稳定系数(β <sub>1</sub> 主)	程序默认

Euler Buckling Capacity and Related Moment Factor				
	Length	Mse	Lambda	Lambda_n
	Factor	Factor	Ratio	Ratio
Major Bending	1.0	1.	35.923	0.475
Minor Bending	0.5	1.	24.749	0.327

讯言达

# 无支撑长度

◇ 无支撑长度是指杆件两个支撑点之间的距离；程序内部判断；可修改



Euler Buckling Capacity and Related Moment Factor				
	Length	Mse	Lambda	Lambda_n
	Factor	Factor	Ratio	Ratio
Major Bending	1.	1.	35.923	0.475
Minor Bending	2.	1.	24.749	0.327

Euler Buckling Capacity and Related Moment Factor				
	Length	Mse	Lambda	Lambda_n
	Factor	Factor	Ratio	Ratio
Major Bending	0.5	1.	35.923	0.475
Minor Bending	1.	1.	24.749	0.327

平面内的无支撑长度=1.0×几何长度=1.0×3000=3000mm

37#平面内的无支撑长度=0.5×几何长度=0.5×6000=3000mm

讯言达

# 无支撑长度

◇ 左侧打断的杆件长度3m

3轴(蓝色)方向无支撑长度系数1.0

2轴(绿色)方向无支撑长度系数2.0

◇ 右侧未打断的杆件长度6m

3轴(蓝色)方向无支撑长度系数0.5

2轴(绿色)方向无支撑长度系数1.0

Euler Buckling Capacity and Related Moment Factor				
	Length	Mse	Lambda	Lambda_n
	Factor	Factor	Ratio	Ratio
Major Bending	1.	1.	35.923	0.475
Minor Bending	2.	1.	24.749	0.327

Euler Buckling Capacity and Related Moment Factor				
	Length	Mse	Lambda	Lambda_n
	Factor	Factor	Ratio	Ratio
Major Bending	0.5	1.	35.923	0.475
Minor Bending	1.	1.	24.749	0.327

讯言达

# 有效长度系数

◇ 有效长度系数对应的是《钢标》附录 E 中的柱的计算长度系数。此系数与梁柱的线刚度比，以及结构是有侧移框架或无侧移框架有关

## 附录 E 柱的计算长度系数

E.0.1 无侧移框架柱的计算长度系数  $\mu$  应按表 E.0.1 取值，同时符合下列规定：

- 1 当横梁与柱铰接时，取横梁线刚度为零。
- 2 对底层框架柱，当柱与基础铰接时，应取  $K_1=0$ ，当柱与基础刚接时，应取  $K_2=10$ ，平板支座可取  $K_2=0.1$ 。
- 3 当与柱刚接的横梁所受轴心压力  $N_k$  较大时，横梁线刚度折减系数  $\alpha_n$  应按下列公式计算：

$$\alpha_n = 1 - N_k / N_{sk} \quad (E.0.1-1)$$

$$\text{横梁远端嵌固时: } \alpha_n = 1 - N_k / (2N_{sk}) \quad (E.0.1-2)$$

$$N_{sk} = \pi^2 EI_k / l^2 \quad (E.0.1-3)$$

式中： $I_k$ ——横梁截面惯性矩 (mm<sup>4</sup>)；  
l——横梁长度 (mm)。

表 E.0.1 无侧移框架柱的计算长度系数  $\mu$

$N_k/N_{sk}$	0	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1	2	3	4	5	≥10
0	1.000	0.996	0.980	0.964	0.949	0.932	0.922	0.875	0.823	0.791	0.772	0.760	0.735
0.05	0.996	0.981	0.971	0.955	0.940	0.928	0.914	0.867	0.814	0.784	0.766	0.754	0.728
0.1	0.981	0.971	0.962	0.946	0.931	0.918	0.906	0.860	0.807	0.778	0.760	0.748	0.722
0.2	0.964	0.953	0.945	0.930	0.916	0.903	0.891	0.845	0.792	0.763	0.745	0.733	0.711
0.3	0.949	0.940	0.933	0.918	0.904	0.892	0.881	0.835	0.782	0.753	0.735	0.723	0.701

Euler Buckling Capacity and Related Moment Factor				
	Length	Mse	Lambda	Lambda_n
	Factor	Factor	Ratio	Ratio
Major Bending	0.5	1.	35.923	0.475
Minor Bending	1.	1.	24.749	0.327

讯言达

## 不同打断方式对计算结果的影响

### ◇ 对柱有效长度的影响:

- ◇ 如果将梁、柱随意打断，由于无支撑长度系数的保障，对于常规的结构不会对柱有效长度系数产生影响;
- ◇ 但是对一些特殊情况可能会导致程序在识别梁柱线刚度时出现错误，进而导致程序自动计算的有效长度系数出错。
- ◇ 如果将梁、柱跨层合并，程序将会针对合并后的一个对象进行设计，会导致计算结果出现不可控的错误。

筑信达

## 不同打断方式对计算结果的影响

### ◇ 对等效弯矩系数的影响:

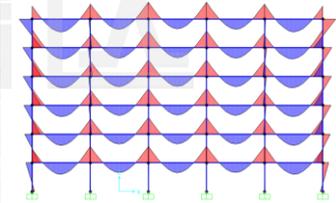
- ◇ 等效弯矩系数的计算与柱的杆端弯矩有关;
- ◇ 柱打断，程序取打断后的杆端弯矩计算等效弯矩系数，通常会导致等效弯矩系数的计算偏于保守;
- ◇ 柱跨层合并，程序会取合并后的杆端弯矩计算等效弯矩系数，这时无法判断计算结果是趋于保守还是不利。

等效弯矩系数  $\beta_{em}$  应按下列规定采用:  
 1 无侧移框架柱和两端支承的构件:  
 1) 无横向荷载作用时,  $\beta_{em}$  应按下式计算:  

$$\beta_{em} = 0.6 + 0.4 \frac{M_2}{M_1} \quad (8.2.1-5)$$
 式中:  $M_1$ 、 $M_2$ ——端弯矩 (N·mm), 构件无反弯点时取同号; 构件有反弯点时取异号,  $|M_1| \geq |M_2|$ 。

### ◇ 建议:

- ◇ 建模时, 尽量保证梁柱几何长度与设计对象的范围一致;
- ◇ 必要时通过框架剖分 (而不是打断)



筑信达

## 截面设计重要参数-梁

### ◇ 重要参数:

- ◇ 构件的截面宽厚比等级 (S1~S5)
- ◇ 塑性发展系数
- ◇ 受弯稳定系数  $\phi_b$

6.1.2 截面塑性发展系数应按下列规定取值:  
 1 对工字形和箱形截面, 当截面壁厚比等级为 S4 或 S5 级时, 截面塑性发展系数应取为 1.0, 当截面壁厚比等级为 S1 级、S2 级及 S3 级时, 截面塑性发展系数应按下列规定取值:  
 1) 工字形截面 (x 轴为强轴, y 轴为弱轴):  $\gamma_x = 1.05$ ,  $\gamma_y = 1.20$ ;  
 2) 箱形截面:  $\gamma_x = \gamma_y = 1.05$ ;  
 2 其他截面的塑性发展系数可按本标准表 8.1.1 采用。

$$\frac{1}{\phi_b} \cdot \frac{M_x}{W_x f} + \frac{1}{\gamma_y} \cdot \frac{M_y}{W_y f} \leq 1.0 \quad (6.2.3)$$

筑信达

## 截面设计细节-梁 (1)

梁 HN600X200X11X17(Q355)

截面形式	轴心受压	受弯	受剪
轴心受压	OK	OK	OK
受弯	OK	OK	OK
受剪	OK	OK	OK

7.1.2 轴心受压构件的截面宽厚比, 当轴心受压时满足下列要求:  

$$\frac{M_x}{W_x} \leq f \quad (7.1.2)$$
 式中:  $W_x$ ——绕的长轴截面模量 (mm<sup>3</sup>) (单轴对称截面以受压翼缘为轴);  
 $\phi_b$ ——轴的轴心受压稳定系数, 按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定确定, 当按该标准规定数值与《建筑抗震设计规范》GB 50011 规定的  $\phi_b$  或  $\phi_b > 0.8$  的  $\phi_b$  取较小值;  
 $f$ ——钢材屈服设计值 (N/mm<sup>2</sup>), 抗震设计时按本规范表 8.1.1 表的确定取值。

筑信达

# 截面设计细节-梁 (2)

梁HN600X200X11X17(Q355)

- 包含强度、稳定组合
- 根据设计工况是否抗震组合，考虑Gamma\_RE

**ANAL FORCE & INTERNAL MOMENT DESIGN**

N-HIS-HIS2 Demand/Capacity Ratio

Strength	GB50017 6.2.2	Ratio	Limit	Status	Check
Stability	0.389	0. +	0.28 + 0.009	OK	OK
Stability	0.545	0. +	0.582 + 0.009	OK	OK

**Actual Stress=N/A或M/W**

**Scale Ratio = Stress Ratio \* Scale Factor**

**非抗震工况**

$$\frac{N}{A_n f} + \frac{M_x}{\gamma_y W_{nx} f} + \frac{M_y}{\gamma_y W_{ny} f} \leq 1 \quad (8.1.1-1)$$

$$\frac{1}{\phi_b} \frac{M_x}{W_{nx} f} + \frac{1}{\phi_b} \frac{M_y}{W_{ny} f} \leq 1.0 \quad (6.2.3)$$

**抗震工况**

$$\frac{N}{A_n f} + \frac{M_x}{\gamma_y W_{nx} f} + \frac{M_y}{\gamma_y W_{ny} f} \leq 1.0 \quad (8.1.1-D) \text{抗震}$$

$$\frac{\gamma_{RE} M_x}{\phi_b W_{nx} f} + \frac{\gamma_{RE} M_y}{\phi_b W_{ny} f} \leq 1.0 \quad (6.2.3)$$

**C.0.1 等截面焊接工字形和热轧H型钢 (图C.0.1) 简支梁的整体稳定系数  $\phi_b$  应按下列公式计算:**

$$\phi_b = \beta_{b1} \frac{4320}{A_f} \left[ \frac{M_1}{W_{pl,y}} \left( 1 + \sqrt{\left( \frac{A_f}{I_x} \right)^2 + \rho} \right) \right] \quad (C.0.1-1)$$

$$\lambda_1 = \frac{l_1}{i_y} \quad (C.0.1-2)$$

讯信达

# 截面宽厚比等级

程序根据受力判断截面宽厚比

表 3.5.1 压弯和受弯构件的截面板件宽厚比等级及限值

构件	截面板件宽厚比等级	S1级	S2级	S3级	S4级	S5级
柱	翼缘 $b/t_f$	$9\epsilon_s$	$13\epsilon_s$	$13\epsilon_s$	$15\epsilon_s$	20
	腹板 $h_w/t_w$	$(33 + 13\epsilon_s^{1.5})\epsilon_s$	$(38 + 13\epsilon_s^{1.5})\epsilon_s$	$(40 + 13\epsilon_s^{1.5})\epsilon_s$	$(45 + 25\epsilon_s^{1.5})\epsilon_s$	250
压弯构件 (框架柱)	翼缘 (翼缘)	$30\epsilon_s$	$35\epsilon_s$	$40\epsilon_s$	$45\epsilon_s$	—
	腹板 (翼缘)	$30\epsilon_s$	$35\epsilon_s$	$40\epsilon_s$	$45\epsilon_s$	—
受弯构件 (梁)	翼缘 (翼缘)	$25\epsilon_s$	$30\epsilon_s$	$37\epsilon_s$	$42\epsilon_s$	—
	腹板 (腹板)	$25\epsilon_s$	$30\epsilon_s$	$37\epsilon_s$	$42\epsilon_s$	—

注: 1.  $\epsilon_s$  为钢号修正系数, 其值为 235 与钢材牌号中屈服点数值的比值的平方根;  
 2.  $\delta$  为工字形、H形截面的翼缘外伸宽度,  $t_f, t_w$  分别为翼缘厚度、腹板净厚和腹板厚度, 对轧制型钢, 腹板净厚不包括翼缘过渡区厚度;  
 3. 圆形截面受弯的圆形截面, 对工字形截面,  $\epsilon_s, t_f$  分别为圆形截面的高度和腹板厚度;  $D$  为圆筒外径;  
 4. 腹板的宽厚比可通过设置支座的肋减小;  
 5. 当按本标准《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 第 8.2.14 条第 2 款的规定设计, 且 S3 级截面的板件宽厚比小于 S4 级时,  $\epsilon_s$  修正的板件宽厚比, 可视为 C 类截面,  $\epsilon_s$  为应力修正系数,  $\epsilon_s = \sqrt{f_y/f_{ykmax}}$ .

讯信达

# 截面宽厚比等级-梁

梁HN600X200X11X17(Q355)

**Section classification (GB50017 9.3.1)**

Ratio	Limit	Status	Check
Flange	8.168	OK	OK
Web	81.488	OK	OK

**Section classification Parameters (GB50017 9.3.1)**

Parameter	Value	Limit	Status	Check
Flange	8.168	14.272	OK	OK
Web	81.488	42.021	OK	OK

**Slenderness Check (GB50017 7.4.4, 7.4.7, GB50018 8.3.1, 2020 7.3.9, 7.4.4)**

Ratio	Limit	Status	Check
Major Bending	105	OK	OK
Minor Bending	143.434	OK	OK

讯信达

# 截面设计重要参数-柱

重要参数:

- 构件的截面宽厚比等级 (S1~S5)
- 塑性发展系数
- 截面分类 (a~d类)
- 计算长度
- 净毛面积比
- 轴压稳定系数  $\phi$
- 受弯稳定系数  $\phi_b$

$$\frac{N}{A_n f} + \frac{1}{\gamma_x} \cdot \frac{M_x}{W_{nx} f} + \frac{1}{\gamma_y} \cdot \frac{M_y}{W_{ny} f} \leq 1 \quad (8.1.1-1)$$

$$\frac{1}{\phi_y} \cdot \frac{N}{A_f} + \frac{\eta \beta_{tx}}{\phi_{bx}} \cdot \frac{M_x}{W_{x} f} + \frac{\beta_{my}}{\gamma_y \left( 1 - 0.8 \frac{N}{N_{Ey}} \right)} \cdot \frac{M_y}{W_y f} \leq 1.0 \quad (8.2.5-2)$$

讯信达



## 挠度计算-参数设置

### 挠度校核

- 表示对挠度进行校核，但程序只对水平构件进行挠度校核。

### 恒载限值/（附加恒载+活载）限值

- 该项不适用于中国规范，按中国规范输出的挠度结果不含该项。

### 活载限值/总限值

- 当选择中国规范时，该项起作用。该项默认设置根据《钢标》附录8.1.1确定。

### 净挠度限值

- 该项是扣除了反拱值后的净挠度限值。其中，反拱值通过【钢框架设计覆盖项】指定。

规范	构件类别	挠度容许值
《规》	门架或桁架、工作平台梁、第3类梁外、单平台梁	$l/400$
1)	主梁或桁架（包括设有悬挂起重设备的梁和桁架）	$l/500$

Steel Stress Check Data - Chinese 2018

项	数值
1 设计规范	中国规范
2 多值工况	恒荷载
3 框架类型	Sway Moment Frame, SMF
4 高层楼数?	否
5 抗震等级	等级B
6 结构重要性系数 $\gamma_0$	1.0
7 忽略层间比(BIT)校核?	否
8 梁柱连接构件设计?	否
9 忽略 $\alpha_1 \cdot \beta_1$	否
10 分析方法	Limited 1st Order
11 稳定系数 $\mu_2$	0
12 荷载组合	恒
13 恒载限值L1	120
14 附加恒载+活载/限值L1	120
15 活载限值L1	500
16 总限值L1	400
17 净挠度限值L1	500
18 模式或调整系数	0
19 应力校核值	0.95

反拱值是有单位的，其单位与软件右下角单位一致。

项	数值
24 总限值mm	程序默认
25 净挠度限值mm	程序默认
26 指定反拱值	0.1

讯言达

## 挠度计算-设计细节

### 活载限值: 12mm (6000/500=12mm)

### 恒+活限值: 15mm (6000/400=15mm)

### 净挠度限值: 12mm (6000/500=12mm)

### 不考虑反拱值的恒+活挠度=0.7mm, 反拱值=0.1mm,

### 考虑反拱值的恒+活挠度=0.7-0.1=0.6mm

反拱值是有单位的，其单位与软件右下角单位一致。

Steel Stress Check Data - Chinese 2018

项	数值
1 设计规范	中国规范
2 多值工况	恒荷载
3 框架类型	Sway Moment Frame, SMF
4 高层楼数?	否
5 抗震等级	等级B
6 结构重要性系数 $\gamma_0$	1.0
7 忽略层间比(BIT)校核?	否
8 梁柱连接构件设计?	否
9 忽略 $\alpha_1 \cdot \beta_1$	否
10 分析方法	Limited 1st Order
11 稳定系数 $\mu_2$	0
12 荷载组合	恒
13 恒载限值L1	120
14 附加恒载+活载/限值L1	120
15 活载限值L1	500
16 总限值L1	400
17 净挠度限值L1	500
18 模式或调整系数	0
19 应力校核值	0.95

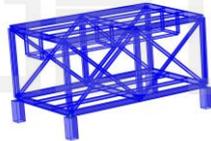
反拱值是有单位的，其单位与软件右下角单位一致。

讯言达

## 常见问题-钢结构稳定验算不通过

- 某桁架结构如图1所示，采用新钢标进行钢结构设计；

- 设计完成后发现支撑应力比超限，设计信息中却提示长细比超限；



某桁架



设计细节

讯言达

## 常见问题-钢结构稳定验算不通过

### 容许长细比

- 对于非抗震构件的容许长细比，程序按新钢标7.4.6和7.4.7执行；
- 对于抗震柱构件，程序按抗规8.3.1和高钢规7.3.9执行，支撑构件按抗规执行；
- 点击细节，可以在Slenderness Check项中看到长细比校核相关信息，如图所示，弱轴长细比为202.681，超过长细比限值200，所以状态为Not OK，提示“长细比 $\lambda_0$ 超限”

Slenderness Check (GB50017 7.4.6, 7.4.7, GB50011 0.3.1, JGJ99 7.3.9, 7.6.4)				
Mue*L/i	Lambda	Lambda(Sel)	Status	Check
39.427	200	0	Not OK	
202.681	200	0	Not OK	

长细比验算细节

表 7.4.6 受压构件的长细比容许值	
构 件 名 称	容许长细比
轴心受压柱、桁架节点之间的压杆	150
柱间撑杆、吊车梁或桁架以下的斜杆及支撑	150
支撑	200
用以减小受压构件计算长度的撑杆	200

讯言达

## 常见问题-钢结构稳定验算不通过

### ◇ 应力比超限

- ◇ 如图所示，表Axial Amplification Factor for Flexural Buckling给出了根据新钢标附录D.0.5计算稳定系数的过程，
- ◇ 查看可知由长细比计算得到正则化长细比为2.678，得稳定系数φ为0.12。
- ◇ 依据新钢标8.2.5-2，稳定验算中轴力项应力比为1.154，故总应力比超过1，提示“应力比超限”：

8.2.5 弯矩作用在一个主轴平面内的双轴对称或工字形截面轴心受弯构件，其稳定性应按下列公式计算：

$$\frac{N}{\varphi_x A} + \frac{M_x}{\gamma_x W_{px} (1 - 0.8 N/N_{Ex})} + \frac{M_y}{\gamma_y W_{py} (1 - 0.8 N/N_{Ey})} \leq 1.0 \quad (8.2.5-1)$$

$$\frac{N}{\varphi_y A} + \frac{M_y}{\gamma_y W_{py} (1 - 0.8 N/N_{Ey})} + \frac{M_x}{\gamma_x W_{px} (1 - 0.8 N/N_{Ex})} \leq 1.0 \quad (8.2.5-2)$$

$N_{Ex} = \pi^2 EI_x / (l_0^2)$       (8.2.5-3)

AXIAL FORCE & BENDIAL MOMENT DESIGN

Governing Equation	Total Ratio	M Major Ratio	M Minor Ratio	Basis Limit	Status Check
Stability GB50017 8.2.5-2	1.154 = 0.184 + 0.016 + 0.181	1 <td>OK</td> <td>1 <td>Not OK</td> </td>	OK	1 <td>Not OK</td>	Not OK

Force/ Moment	Actual Stress	Allowable Stress	Ratio	Scale Factor	Stated Ratio
Axial	-484247.6	40185	0.118	0.118	0.111
Major Bending	648979.9	4.89	296	0.017	0.017
Minor Bending	-390486.4	14.64	296	0.045	0.045

Factored Eff	Amplified Eff	Imperfect Eff	Additional Eff	Adjusted Eff	Design Eff
Major Bending	648979.9	648979.9	0	648979.9	648979.9
Minor Bending	-390486.4	-390486.4	0	-390486.4	-390486.4

Factor	Length	Slenderness Ratio	Lambda	Lambda <sub>0</sub>	Euler St <sup>2</sup>	l <sup>2</sup> /I
Major Bending	1	1	39.427	0.824	13038416.2	1.029
Minor Bending	2	1	202.453	0.479	500023	0.654

Class	Alpha <sub>1</sub>	Alpha <sub>2</sub>	Alpha <sub>3</sub>	Phi	
Major Bending	B	0.324	0.48	0.265	0.852
Minor Bending	C	0.73	1.214	0.302	0.133

正轴长细比: 39.427      稳定系数: 0.12

应力比验算细节

## 常见问题-钢构件宽厚比验算不通过

- ◇ 设计完成后发现有的杆件提示“截面薄柔”，有的提示“抗震薄柔”，分别是什含义。

组合	部位	应力比	说明
DSTL38	5775	0.096 (C)	= 0. + 0.062 + 0.035
DSTL38	5845	0.087 (C)	= 0. + 0.057 + 0.03
DSTL38	5925	0.076 (C)	= 0. + 0.051 + 0.024
DSTL38	5925	0.076 (C)	= 0. + 0.051 + 0.024
DSTL38	6262.5	0.038 (C)	= 0. + 0.026 + 0.011

## 常见问题-钢构件宽厚比验算不通过

### ◇ 截面薄柔

- ◇ 根据新钢标3.5，截面的板件宽厚比等级分为S1、S2、S3、S4和S5五个等级。
- ◇ 当截面板件宽厚比判为S5级时程序将给出“截面薄柔”的警告，并在Slenderness Check项中给出不通过的提示

板件	截面宽厚比等级	限值			
		S1级	S2级	S3级	S4级
柱截面	宽板	133 + 13a <sub>1</sub> <sup>2</sup> /b <sub>1</sub>	138 + 13a <sub>2</sub> <sup>2</sup> /b <sub>2</sub>	140 + 13a <sub>3</sub> <sup>2</sup> /b <sub>3</sub>	145 + 13a <sub>4</sub> <sup>2</sup> /b <sub>4</sub>
梁截面	受拉	39a <sub>1</sub>	39a <sub>2</sub>	40a <sub>3</sub>	45a <sub>4</sub>
	受压	39a <sub>1</sub>	39a <sub>2</sub>	40a <sub>3</sub>	45a <sub>4</sub>
工字钢截面	翼缘	176a <sub>1</sub>	176a <sub>2</sub>	176a <sub>3</sub>	176a <sub>4</sub>
	腹板	40a <sub>1</sub>	40a <sub>2</sub>	40a <sub>3</sub>	40a <sub>4</sub>

宽厚比限值

## 常见问题-钢构件宽厚比验算不通过

### ◇ 截面薄柔

- ◇ 程序验算时先判别构件的受力状态
- ◇ 构件受拉 (T) 时按受弯构件进行验算
- ◇ 构件受压 (C) 时按压弯构件进行验算
- ◇ 当宽厚比超过S4截面限值，程序判别截面等级为S5，并给出警告。

Section Classification Parameters (GB50017 3.5.1)	Ratio	Slenderness	Classification
Flange	1.1	17.234	Class S5
Web	1.1	37.234	Class S5

压弯构件宽厚比验算

## 常见问题-钢构件宽厚比验算不通过

### ◇ 截面抗震薄弱

- ◇ 该信息是指截面宽厚比超过抗震限值。
- ◇ 对于抗震组合，程序会验算截面的宽厚比是否超过抗震限值，超限时给出该警告，并在 Slenderness Check中给出不通过的提示。
- ◇ 若对于某些构件不需进行宽厚比限值的判断，可将覆盖项中的“忽略宽厚比较核”勾选为“是”，此时程序将不进行该类限值的判别。

Special Width/Thickness Ratio Check (GB50017 7.3.1, GB50011 8.3.2, 8.4.1)									
	b/t	b/t	b/t	Ignore	Status				
Flange	Ratio	Limit	Limit	b/t7	Check				
Flange	0.001	43.401	10.233	Max OK	OK				
Web	36	223.174	37.236	Max OK	OK				

### 抗震构件宽厚比验算

Special Width/Thickness Ratio Check (GB50017 7.3.1, GB50011 8.3.2, 8.4.1)									
	b/t	b/t	b/t	Ignore	Status				
Flange	Ratio	Limit	Limit	b/t7	Check				
Flange	0.001	43.401	10.233	OK	OK				
Web	36	223.174	37.236	OK	OK				

### 忽略宽厚比较核

讯信达

## 常见问题-最大应力点

### ◇ 双轴对称截面

- ◇ 最大的应力点一定会发生在翼缘端部的四个角点之中
- ◇ 总应力比= $N+M_x+M_y$

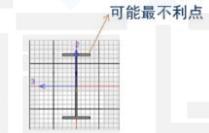


图1 双轴对称截面最大应力点

### ◇ 圆形截面

- ◇ 最大的应力点一般发生在主弯矩与次弯矩的合力方向
- ◇ 总应力比= $N+SQRT(M_x^2+M_y^2)$

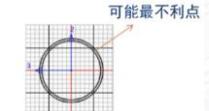


图2 圆形截面最大应力点

### ◇ T形截面

- ◇ 最大应力点可能发生在肢尖或翼缘的角点处
- ◇ 总应力比= $\max(N+M_x+M_y, N+M_x)$
- ◇ 其中  $M_x$  为翼缘处最大应力比,  $M_y$  为肢尖处最大应力比
- ◇ 此可能出现设计弯矩不为0, 但是对应的设计应力比为0的情况 (肢尖为最大应力比)

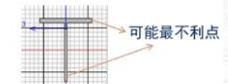


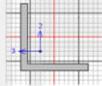
图3 T形截面最大应力点

讯信达

## 常见问题-角钢局部轴与形心主轴

### ◇ 空间桁架底面交叉斜材

- ◇ 斜材的截面形状为L形角钢
- ◇ 设计细节中只有M33一个方向的弯矩
- ◇ 应力比却累加了两个弯矩方向的值



STRESS CHECK FORCES & MOMENTS						
Combo	N	M33	M32	V2	V3	
Factored	COMB1	-47.43	0.435	1.744E-16	0.05	0.
Design	COMB1	-47.43	0.435	1.744E-16	0.05	0.

ANIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN							
Governing	Total	N	M33	M32	Ratio	Status	
							Equation
Strength	GB50017 8.1.1-1	0.159	0.032	0.02	0.047	1.	OK
Stability	GB50017 8.1.5-2	0.807	0.707	0.024	0.076	1.	OK

Stress Ratios --- Governing Section GB50017 8.1.5-2						
Force/Moment	Actual	Allowable	Stress	Scale	Scaled	
Force	24622.64	297500.	0.083	9.836	0.707	
Stress	7223.823	297500.	0.024	1.	0.024	
Factor	16971.945	297500.	0.057	1.339	0.076	

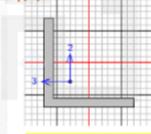
Moment Modification						
Factored	Amplified	Imperfect.	Additional	Adjusted	Design	
Major Bending	0.308	0.308	0.	0.308	0.308	
Minor Bending	-0.308	-0.308	0.	-0.308	-0.308	

讯信达

## 常见问题-角钢局部轴与形心主轴

### ◇ SAP2000分析的内力按照L形截面局部2轴/3轴输出

- ◇ 《钢标》表7.2.1-1规定的角钢轴压验算的截面主轴如右所示。因此，SAP2000的输出内力M33应该分解到X和Y轴。



SAP2000内力输出轴

钢标轴压稳定验算轴

- ◇  $M33=0.435$ , 分解到角钢X和Y轴方向的内力为 $\sqrt{0.5} * M33=0.308$

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS						
Combo	N	M33	M32	V2	V3	
Factored	COMB1	-47.43	0.435	1.744E-16	0.05	0.
Design	COMB1	-47.43	0.435	1.744E-16	0.05	0.

ANIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN							
Governing	Total	N	M33	M32	Ratio	Status	
							Equation
Strength	GB50017 8.1.1-1	0.159	0.032	0.02	0.047	1.	OK
Stability	GB50017 8.1.5-2	0.807	0.707	0.024	0.076	1.	OK

Stress Ratios --- Governing Section GB50017 8.1.5-2						
Force/Moment	Actual	Allowable	Stress	Scale	Scaled	
Force	24622.64	297500.	0.083	9.836	0.707	
Stress	7223.823	297500.	0.024	1.	0.024	
Factor	16971.945	297500.	0.057	1.339	0.076	

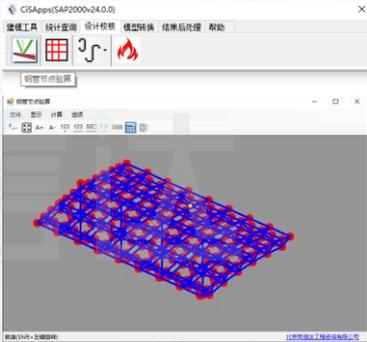
Moment Modification						
Factored	Amplified	Imperfect.	Additional	Adjusted	Design	
Major Bending	0.308	0.308	0.	0.308	0.308	
Minor Bending	-0.308	-0.308	0.	-0.308	-0.308	

讯信达

# 03 钢节点验算

## 钢管节点验算插件

- ◇ 钢管桁架、拱架、塔架等结构中的钢管连接节点
- ◇ 节点为焊接连接方式
- ◇ 仅可处理圆形钢管
- ◇ 《钢结构设计》第13章：
  - ◇ 钢管连接节点



插件操作主界面

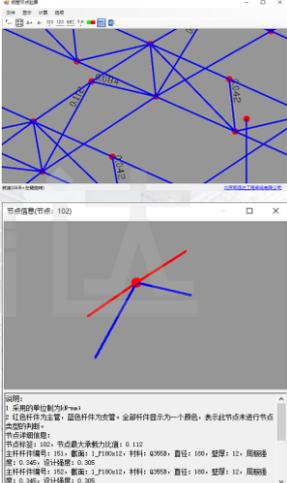
## 钢管节点验算插件

- ◇ 显示输出
  - ◇ 全图显示
  - ◇ 节点显示
  - ◇ 计算书输出

\*2.7 节点 31\*

节点最大承载力比值: 0.115  
 主杆杆件编号: 30; 截面: 1 P180x12; 材料: Q355B;  
 主杆杆件编号: 31; 截面: 1 P180x12; 材料: Q355B

节点形式	杆件编号	控制组合	杆件内力	承载力	比值	详细信息
平面交叉 主管内圆 107.332°	B°	LDSTL48°	74.666	649.300	0.115	截面: 3 P70x5; 材料: Q355B; 夹角: 38.0°; 主杆轴力: 73.778; 194.879; W=1.000; W=0.462; W=1.019°
	9°	LDSTL48°	78.889	713.453	0.111	截面: 3 P70x5; 材料: Q355B; 夹角: 36.9°; 主杆轴力: 73.778; 194.879; W=1.000; W=0.462; W=1.019°



# 04 冷弯型钢设计

## 冷弯薄壁型钢插件

- ◇ SAP2000 冷弯设计部分不支持中国规范
- ◇ 筑信达开发了冷弯薄壁型钢 SAP2000 设计工具，以插件的方式嵌入 SAP2000
- ◇ 实现薄壁型钢定义，并按照中国规范进行设计。



筑信达

## 冷弯薄壁型钢插件

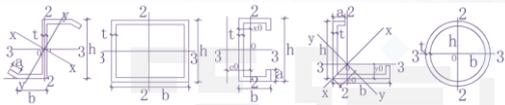
- ◇ 截面定义
  - ◇ 自定义截面
  - ◇ 冷弯型钢库截面
- ◇ 杆件设计
  - ◇ 杆件强度设计
  - ◇ 杆件稳定设计
  - ◇ 覆盖项修改
  - ◇ 应力比显示
  - ◇ 输出word计算书



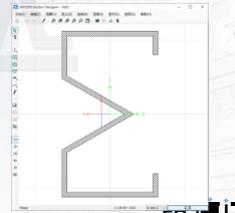
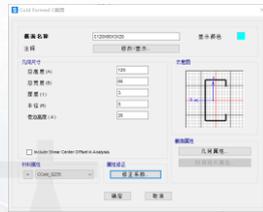
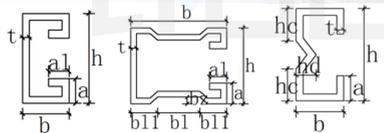
筑信达

## 冷弯薄壁型钢插件-截面定义

- ◇ 常规冷弯截面



- ◇ 自定义冷弯截面



筑信达

## 冷弯薄壁型钢插件-杆件设计

- ◇ 杆件设计
  - ◇ 杆件强度设计
  - ◇ 杆件稳定设计
  - ◇ 覆盖项修改
  - ◇ 应力比显示
  - ◇ 输出word计算书

覆盖项	覆盖项值
1 杆件名称	117
2 截面名称	CIS60x40x20x2.5
3 杆件类型	轴
4 净截面/毛截面	0.9
5 连续区隔杆件计算	是
6 绕弱轴扭转方向	顺时针
7 无盖度长度系数	1



筑信达

# Thanks



在线支持  
[support.cisec.cn](http://support.cisec.cn)



网络课堂  
[www.cisec.cn](http://www.cisec.cn)



视频教程  
[www.cisec.cn](http://www.cisec.cn)



知识库  
[wiki.cisec.cn](http://wiki.cisec.cn)



[cisec68924000](http://cisec68924000)

筑信达