## 集成化的通用结构分析与设计软件

# **SAP2000®**

## 案例教程



北京筑信达工程咨询有限公司 北京市古城西街 19 号研发主楼 4 层, 100043

Version 15 2013-02

版 权

计算机程序 SAP2000 及全部相关文档都是受专利法和版权法保护的产品。全球范围的所有权属于 Computers and Structures, Inc.(中文版版权同属于北京筑信达工程咨询有限公司)。如果没有 CSI 和北京筑信达工程咨询有限公司的预先书面许可,未经许可的程序使用或任何形式的文档复制一律禁止。

更多信息和此文档的副本可从以下获得:

北京筑信达工程咨询有限公司 北京市古城西街 19 号研发主楼 4 层 100043 电话: 86-10-6892 4600 传真: 86-10-6892 4600 - 8 电子邮件: support@cisec.cn 网址: www.cisec.cn

北京筑信达工程咨询有限公司版权所有©, 2013.

说 明

本教程将通过具体的案例,介绍如何应用 SAP2000 处理一些典型问题。"模型概况"是对案例的简单介绍;"主要工作流程"是对常规建模过程的描述;"要点详解"是对相关一些软件应用技术的详细说明。本教程不涉及软件操作的详细讲解,相关内容请参考 SAP2000 联机帮助或相关使用手册。

我们将持续丰富案例种类。对于本教程的内容和需要增加的案例类型,欢迎您提 出您的意见和建议,不胜感谢!联系方式如下:

> 技术热线: 86-10-6892 4600 - 200 技术邮箱: support@cisec.cn

> > 北京筑信达工程咨询有限公司

SAP2000 案例教程

說信达

SAP2000 案例 钢框架设计

模型概况



钢框架模型

本案例为钢框架设计,主要介绍了钢框架设计的主要流程,讲解了钢框 架设计首选项、覆盖项及设计细节中的相关内容,并引出了相关设计规范条 文。

## 主要工作流程

工作内容	功能	命令
	导入DXF文件建模	【文件】>【导入】>【Auto CAD. dxf 文件 (A)】
建立模型	2       Import DXF File	株装置 (2) ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・
	指定约束	选择需要指定约束的点,【指定】>【节点】> 【约束】
		<ul> <li>市点局部坐标方向约束</li> <li>「 1 轴平移</li></ul>



### 節這达



## 統信达

#### SAP2000 案例教程

工作内容	功能	命令
定义截面	定义自动截面列表	## add Structures + 56/2001 15.20 / - (+) ## 56/2001 15.20 / (-)         ## add Structures + 56/2001 15.20 / (-)
	定义面截面	【定义】>【截面属性】>【面截面】>【添加新 截面】
指定组	为自动设计截面的单 元指定组	选中所需指定到组的框架单元,【指定】>【指 定到组】

工作内容	功能	命令
指定组		定义组名称 B ALL 添加斯组 ALL 添加斯组 ALL 添加斯组 修改/原示组 修改多个组 一 修改多个组 一 一 修改多个组 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一
	为普通框架单元指定 截面信息 为自动设计框架单元 指定截面信息	选中所需指定的截面的框架单元,【指定】> 【截面】>【框架截面】 【选择】>【选择】>【组】,选中定义好的自 动设计组 【指定】【截面】>【框架截面】,选择定义好 的自动选择列表
指定截面	调整柱子布置方向	选择需要调整布置方向的柱子,【指定】>【框 架】>【局部轴】





工作内容	功能	命令		
施加荷载	<ul> <li>中国2010地栗荷動模式</li> <li>「荷数方向和隔板偏心 ・ 全局×方向 ・ 全局×方向 ・ 全局×方向 ・ 全局×方向 ・ 金局×方向 ・ 備心率(所有隔板) 者代碼板偏心 ・ ・ 程序计算 ・ 相向荷载高度范围 ・ 程序计算的 ・ 用户描定的 最大 Z 最小 Z</li> </ul>	地震系数     最大地震暴响系数 AlphaMax 0.16     地震烈度、S1 8(0.20g) ▼     聞尼比 0.05     時代…     竹田尼比 0.05     功地特征周期,Tg 0.4     周期折减系数PTDF 1.     放大系数 1.      T1 =     m 満 取消		
分析	进行模型分析	【分析】>【运行分析】		
设计	首选项 	【设计】>【钢框架设计】>【显示/修改首选项】         项】         ①		

工作内容	功能	命令		
	设计组	【设计】>【钢框架设计】>【选择设计组】		
		【设计】>【钢框架设计】>【开始结构设计/校 核】		
设计	查看分析截面与设计 截面的一致性	【设计】>【钢框架设计】>【校核分析与设计 截面】		
		当存在构件的分析截面与设计截面不一致时,弹 出如下对话框,执行【分析】>【运行分析】, 【设计】>【钢框架设计】>【开始结构设计/校 核】,直至所有构件的分析截面和设计截面完全 一致。		
	SAP2000         SAP2000			
	是(Y)	否(N) 通定		

#### 要点详解

#### 1 钢框架设计首选项

钢框架设计首选项是对钢结构总体设计参数的设置,涵盖了设计规范、 结构体系、抗震等级、结构重要性系数、是否考虑挠度、需求/能力比限值 等参数。

(i	项
Chinese 2010	设计规范
包络	多步丁况设计
有侧移框架体系 SMF	框架体系
	高层建筑?
四級	抗震设计等级
1.	结构重要性系数 γ0
是	忽略宽厚比校核
否	梁按压弯构件设计?
否	考虑挠度?
120.	恒载限值, L /
120.	附加恒+活限值,L/
500.	活载限值, L /
400.	总限値、レ
500.	总起拱限值,L/
0.	样式活荷载系数
1.	需求/能力比例限值
值的颜色编码解释	
蓋: 默认值	
	则默认值
「项」选择项 红: 当前任务改变的值	所有项 选择项

图 1-1 钢框架设计首选项

#### 1.1 设计规范

设计所使用的规范。

1.2 框架体系

包含: 有侧移框架体系 SMF、中心支撑框架结构体系 CBF、偏心支撑框架体系 EBF、无侧移框架体系 NMF。

根据模型是否存在支撑构件以及支撑类型选择。主要影响普通钢框架梁柱的计算内力和计算长度、中心支撑构件(JGJ99-98 6.4.6)抗震设计计算的公式和内力调整(JGJ99-98 6.4.5)以及偏心支撑抗震计算公式。

第 6. 4. 5 条 在多遇地震效应组合作用下,人字形支撑和 V 形支撑的斜杆件内力应 乘以增大系数 1. 5,十字交叉支撑和单斜杆支撑的斜杆内力应乘以增大系数 1. 3。

第6.4.6条 在多遇地震作用效应组合下,支撑斜杆的受压验算按下列公式计算:

$$\frac{N}{\varphi A_{br}} \le \eta f \qquad (6. 4. 6-1)$$
  

$$\eta = \frac{1}{1+0.35\lambda_n} \qquad (6. 4. 6-2)$$
  

$$\lambda_n = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} \qquad (6. 4. 6-3)$$

1.3 抗震设计等级

根据(GB50011-2010)第8.1.3条确定。

1.4 结构重要性系数 $\gamma_0$ 

根据钢结构规范 3.2.1 规定,应按照现行《建筑结构可靠度设计统一标准》采用。

1.5 忽略宽厚比校核

对应《钢结构设计规范》(GB50017-2003)所有对钢结构宽厚比或高厚 比限值的验算。

1.6 梁按压弯构件设计

梁是否按照压弯构件设计。

1.7 样式活荷载系数

考虑连续梁和悬臂梁活荷载不利分布的参数,适用于国外规范,中国规 范没有相应要求,一般取默认值 0。

1.8 需求/能力 比例限值

设定最大应力比,在自动优化设计中作为应力比控制限值,超出此值将 更换截面或给出警告信息。

#### 2 钢框架设计覆盖项

钢框架设计覆盖项是对单个钢结构构件设计参数的设置及修正,当杆件 的设计参数与首选项参数或程序默认参数不同时,可以直接在覆盖项中进行 修改。修改后,程序可直接基于新的参数对构件进行设计,同时可在设计详 细信息中查看新的设计结果。



#### 图 2-2 钢框架设计覆盖项 (2)

- 2.1 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。2.2 设计类型
  - 包含梁、柱、支撑、桁架。
- 2.3 地震放大系数 对框支柱/托柱梁/V或人字支撑的地震荷载产生的内力的调整。
- 2.4 框剪结构剪力调整系数(SMF)

钢框架--支撑结构框架部分的地震放大系数,保证框架部分承担最小地 震剪力的要求。

- 2.5 截面类别一轧制截面? 用于判断截面类型, (GB50017-2003)表 5.1.2-1。
- 2.6 截面类别一翼缘为焰切边?用于判断截面类型, (GB50017-2003)表 5.1.2-1。
- 2.7 稳定系数  $\varphi_b$  两端铰接(JGJ99-98 6.1.2)?

当梁在端部仅以腹板与柱(或主梁)相连时, $\varphi_b$ (或当 $\varphi_b > 0.6$ 时的 $\varphi_b^{'}$ )应乘以降低系数 0.85 。

第6.1.2条 梁的稳定,除设置刚性铺板情况外,应按下列公式计算:

$$\frac{M_x}{\varphi_b W_x} \le f \tag{6.1.2}$$

式中 W<sub>x</sub>--梁的毛截面抵抗矩(单轴对称者以受压翼缘为准);

 $f = --钢材强度设计值, 抗震设防时应按本规程第 5.5.2 条的规定除以 <math>\gamma_{RE}$ 。

2.8 稳定系数 $\varphi_b$ —上翼缘加载?

根据(GB50017-2003)附录 B 计算梁整体稳定性系数 φ<sub>b</sub>时确定荷载的 作用方式。荷载作用在上翼缘系指荷载作用点在翼缘表面,方向指向截面形 心;荷载作用在下翼缘系指荷载作用点在翼缘表面,方向背向截面形心。

- 2.9 忽略宽厚比校核?
   是否忽略b/t的验证。
- 2.10 净截面与毛截面面积比 控制净截面与毛截面的面积比。
- 2.11 无支撑长度比(主) 构件侧向无支撑长度与构件长度的比值(主轴)。
- 2.12 无支撑长度比(次轴,LTB) 构件侧向无支撑长度与构件长度的比值(次轴)。
- 2.13 有效长度系数(μ主) 根据 JGJ99-98 6.3.2 计算的长度系数。

(1) 有侧移时

$$\mu = \sqrt{\frac{1.6 + 4(K_1 + K_2) + 7.5K_1K_2}{K_1 + K_2 + 7.5K_1K_2}}$$
(6. 3. 2-1)

(2) 无侧移时

$$\mu = \frac{3 + 1.4(K_1 + K_2) + 0.64K_1K_2}{3 + 2(K_1 + K_2) + 1.28K_1K_2}$$
(6. 3. 2-2)

式中

K<sub>1</sub>、K<sub>2</sub>——分别为交于柱上、下端的横梁线刚度之和与柱线刚度之和的 比值。

2.14 有效长度系数(µ次)

同上。

2.15 塑性系数(γ主)

根据(GB50017-2003) 4.1.1 确定。

2.16 塑性系数 (γ次)

根据(GB50017-2003) 4.1.1 确定。

- 2.17 截面影响系数 (GB50017-2003) -5.2.2 (η)
- 截面影响系数,闭口截面η=0.7,其他截面η=1.0。
- 2.18 强柱弱梁系数 (GB50011-2010) -8.2.5 (η)
- 一级取 1.15, 二级取 1.10, 三级取 1.05 。
- 2.19 受压长细比限值
- 根据(GB50011-2010)、(GB50017-2003)有关受压构件长细比条文确定。
- 2.20 受拉长细比限值

根据(GB50011-2010)、(GB50017-2003)有关受拉构件长细比条文确定。

2.21 考虑假想剪力?

如选 YES,则取按照轴心受压构件计算剪力(GB500017-2003 5.1.6) 和实际设计剪力的较大值,作为设计剪力,如果选 NO,则不引入 (GB50017-2003) 5.1.6的剪力。

5.1.6 轴心受压构件应按下式计算剪力:

$$V = \frac{Af}{85} \sqrt{\frac{f_y}{235}}$$
(5. 1. 6)

剪力V值可认为沿构件全长不变。

#### 3 钢框架设计细节

- 3.1 稳定系数(GB50017-2003 一附录 C) 根据钢结构设计规范(GB50017-2003)中的附录 C中"注:1"确定。 截面类型(A、B、C)对应钢结构规范(GB50017-2003)表 5.1.2-1。
- 3.2 稳定系数 (GB50017-2003 -5.2.5)

弯矩系数对应于
$$\frac{1}{1-0.8\frac{N}{N'_{Ex}}}$$
和 $\frac{1}{1-0.8\frac{N}{N'_{Ey}}}$ 

3.3 塑性发展系数 $\gamma$ 、截面影响系数 $\eta$ 、整体稳定系数 $\varphi_h$ 

塑性发展系数 $\gamma$ 由(GB50017-2003)中表 5.2.1 确定。

截面影响系数<sup>η</sup>由(GB50017-2003)中 5.2.2条确定,闭口截面取

0.7, 其他截面取 1.0。

整体稳定系数 $\varphi_{h}$ 由(GB50017-2003)中附录 B 确定。

## 統信达

#### SAP2000 案例教程

件						
						Units KN, m, C 💌
hinese 2010	钢截面校核 (组		N, M, C	L m		38
早儿 ・	795 GB-HW388X388X	侧焰位星 15 米刑	: 0.000 : Swau Momer	t Fra 设计	10.6: 1720 · 合形	50
防向:	柱	设计类型	:柱	CT CT		
	133=0.000216	W33=0.001	440 z33=0.001	579 i33=0	.126	
=2888888888	RLLF=1.888	Ae/A=A.98	1400 222=0.000/ IA	15 122=0	.072	
y=345000.0	f =310000.000	fv=180000	. 000			
- ED MA (TR						
冗震等级		Gamma_RE	: 0.750	Gamm train	a_RE(S): 0.80 田本文彩5-1 00	
·····································		<b>幺</b> 制截面	r . 1.000 : 否	留缘	洞垒杀数·1-0 烙切 : 丕	
を  換柱  ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	봄	忽略 B/T	:是	<del>74</del> .93%		
	1030					
加加型目的	КИМЛ - N	M33	M22	U2	U3	
DSTL59	-991.82	2.185	-33.043	0.55	-15.85	
12-20-11-14						
拉穹构件	和压驾构件设计					
控制	Ŭ.	轴力 望	新生 查知次	限值	状态	
		142.2		1. Kontra	校核	
(5.2.1)	0.372	= 0.197 +	0.004 + 0.172	1.000		
し 「「「「「「「「」」 「「」」 「「」」 「「」」 「「」」 「」 「」 「」	H	4由 - 1 전	动行士 变行处	限估	北太	
「たわした」	100	+m/J =	SALT BALIA	MXIE	松枝	
(5.2.5-2)	0.456	= 0.365 +	0.003 + 0.088	1.000	通行	
拍空交#5 10	DE 8847_RH = 01					
息正杀致 (6	b50017-PN汞 6) 截面	λη	α 1	α 2	α 3	Φ
	奚别	Ē	系数	系数	系数	系数
, Ę	B	0.534	0.650	0.965	0.300	0.858
次	C	0.967	0.730	0.906	0.595	0.518
稳定系数 (6	B50017-5.2.51					
DOVE NIXX (-	计算长度	有效长度	长细比	长细比	弯矩	
	系数世	系数	λ	限值	系数	
1 王祝賞	1.416	1.000	40.365	99.039	1.056	
1人1儿号	1.471	1.000	(0.117	77.037	1.414	
塑性发展系数	QY、截面影响系	数カ、整体稳	定系数 <b>Φ_b (GB</b>	0017-5.2.1、	附录B)	
- 12 - <del>2</del>	塑性系数γ	影响系数	φb			
上 机弯	1.000	1.000	1.000			
1人が自己		1.000	1.000			
剪力设计	控制方程	(主 4.1.2, 次	4.1.2)		/03 ±0	
		1	FU 会社	122	版郡	
主前力	0.55	132.656	180000.000	0.001	뿌났	
- 佐忍公	45.05					

图 3-1 钢框架设计细节