

ETABS®

CSI®
COMPUTERS &
STRUCTURES, INC.中国 2002 规范钢框架设计
技术报告
概述和注释

概述

应用本程序进行钢框架结构设计时，当用户选定设计规范为中国 2002 规范时，设计的过程和一系列参数选择等细节将遵循中国 2002 规范执行。本技术手册列出了规范中所涉及的不同参数的意义。

框架单元设计是基于用户自定义和特定荷载组合的。程序提供了一套默认的中国 2002 规范荷载组合，它们可以满足大部分结构形式的需要。更多信息可以参见本技术手册[钢框架结构设计中国 2002 规范荷载组合](#)。

程序提供了是否按抗震设计结构的选择，按照中国 2002 规范“三水准两阶段”的设计原则，提供了《建筑抗震设计规范》(GB50011-2001)所使用的地震反应谱。并且按中国 2002 规范所使用的抗震等级设计方法，提供了结构单元抗震等级的选择，而且同一结构中不同构件单元可选择不同的抗震等级，更多信息参见本技术手册[钢框架结构设计中国 2002 规范地震荷载信息](#)。根据中国 2002 规范（包括《钢结构设计规范》(GB50017-2003)、《建筑抗震设计规范》(GB50011-2001)和《高层建筑钢结构技术规程》(JGJ99-98)等）本程序对钢框架结构梁、柱、支撑分别进行了强度、刚度、稳定性计算和设计。更多信息参见本技术手册[钢框架结构设计中国 2002 规范钢框架梁设计](#)、[钢框架结构设计中国 2002 规范钢框架柱设计](#)。

根据本程序的特点，程序提供了中国 2002 规范钢框架结构设计参数选择和覆盖项设置，更多信息参见本技术手册[钢框架结构设计中国 2002 规范参数选择和覆盖项](#)。本技术手册还提供了中国 2002 规范钢框架结构设计输入、输出摘要说明，它们分别在[钢框架结构设计中国 2002 规范输入收据](#)和[钢框架结构设计中国 2002 规范输出细节](#)。

本技术手册此章中，除了特殊说明外，单位一律按牛-毫米-秒（N-mm-s）单位制。

注释

E —— 钢材的弹性模量；

E_c —— 混凝土的弹性模量；

G —— 钢材的剪切模量；

f —— 钢材的抗拉、抗压、抗弯强度设计值；

f_v —— 钢材的抗剪强度设计值；

f_y —— 钢材的屈服强度；

f_c —— 混凝土的抗压强度设计值；

σ —— 正应力；

τ —— 剪应力；

A —— 毛截面面积；

A_n --- 净截面面积;
 H --- 柱的高度;
 I --- 毛截面惯性矩;
 I_n --- 净截面惯性矩;
 i --- 截面回转半径;
 l --- 计算长度或跨度;
 l_0 --- 弯矩屈曲的计算长度;
 l_1 --- 梁受压翼缘侧向支撑间距离;
 S --- 毛截面面积矩;
 W --- 毛截面模量;
 W_n --- 净截面模量;
 W_p --- 塑性毛截面模量;
 W_{pn} --- 塑性净截面模量;
 λ --- 长细比;
 b --- 板的自由外伸宽度;
 h_w --- 腹板的高度;
 h_0 --- 腹板的计算高度;
 t --- 板的厚度;
 K_1, K_2 --- 构件线刚度之比;
 μ --- 框架柱的计算长度系数;
 γ_{RE} --- 承载力抗震调整系数;
 γ_x, γ_y --- 截面塑性发展系数;
 η --- 强柱系数或截面影响系数;
 φ_x, φ_y --- 对强轴 $x-x$ 和弱轴 $y-y$ 的轴心受压构件稳定系数;
 φ_b --- 均匀弯曲的受弯构件的整体稳定系数;
 β_{tx}, β_{ty} --- 等效弯矩系数
 f_{yc}, f_{yb} --- 柱和梁的钢材屈服强度



中国 2002 规范钢框架设计
技术报告
首选项

本技术报告提供了中国 2002 规范钢框架设计首选项中的项目。

概述

混凝土框架结构设计首选项是应用于所用混凝土框架单元最基本的属性定义。由**选项菜单 > 首选项 > 钢框架设计**命令来访问钢框架结构设计首选项，在设计规范中选定中国规范 2002 (Chinese2002) 的基础上, 用户将看到并可以修改钢框架结构设计首选项。

程序提供了钢框架结构设计首选项中各项的默认值，用户最好在设计之前检查各默认值，确保其是符合所设计结构的性质的，如果不合适，需用户自己按规范进行相应调整。

应用首选项

想要察看首选项，选择**选项菜单 > 首选项 > 钢框架设计**，首选项表格各项将显示出来，其中表格左边一列是各选项的名称，右边一列是其对应的值。

想要改变选项中的值，可以用鼠标左键点击选项名称或默认值。各选项值有两种形式，一种是选择性的，当用户点击时将显示下拉菜单，可以选择其中任何一种选项；另一种形式是数据填写式的，当用户点击时，光标将处于该值位置，等待用户改写。用户不能自由填写选择性的选项。

当所有的选项值均定义完毕后，点击**确认**项，程序将退出首选项菜单，并保留所作修改，如不想保留修改可以点击**取消**项，程序将退出且不保留所作修改。

首选项

为了更好的解释首选项中各选项的意义，在此把首选项中各项列表如下：

表1 钢框架设计首选项

项 目	可能值	默认值	备 注
设计规范	Chinese 2002 等多国规范	Chinese 2002	可以选用多国设计规范
时程分析	Envelopes / Step by Step	Envelopes	时程分析的方式
框架类型	Moment Frame / Braced Frame / Chevron BF/Single-Diagonal BF /Cross -Diagonal BF/Eccentric BF/Transfer Frame	Moment Frame	框架梁或柱/中心支撑/V 形支撑/单斜边支撑/十字支撑/偏心支撑/转换框架。
结构重要性系数 Gamma0	0.9, 1.0, 1.1	1.0	如 GB50009-2001 3.2 中定义

是否考虑挠度	Yes / No	Yes	
挠度检查类型	Ratio/Absolute/Both	Both	按挠度比检查，按绝对挠度检查或同时按这两种方式进行挠度控制。
活荷载限制，L/	≥ 0	500	按挠度比设置的活荷载下的挠度限制。
总挠度限制	≥ 0	400	按挠度比设置的总挠度限制。
总起拱限制，L/	≥ 0	500	按绝对挠度设置的总起拱量。
活荷载限制，abs	≥ 0	25	按绝对挠度设置的活荷载下的挠度限制。
总挠度限制，abs	≥ 0	25	按绝对挠度设置的总挠度限制。
总起拱限制，abs	≥ 0	25	按绝对挠度设置的总起拱量。
活荷载样式系数	≥ 0	0.75	
应力比限值	≥ 0	0.95	
最大自动迭代次数	≥ 1 的整数	1	

注：可能值：指该选项可以选择值的范围

默认值：指该选项程序默认的值



中国 2002 规范钢框架设计 技术报告 覆盖项

本技术报告介绍了中国 2002 规范钢框架设计覆盖项中的项目。

概述

钢框架结构设计覆盖项只应用于被选定的钢框架结构单元，本技术注释描述了中国 2002 规范的覆盖项特征。要访问覆盖项，可以选择一个单元然后点击**设计菜单 > 钢框架设计 > 查看/修改覆盖项**命令。

程序已经给各覆盖项指定了默认值，因此用户一般不需要重新指定所有的覆盖项，但为了确保默认值符合用户的要求，最好在执行覆盖设计之前对其浏览一遍。当覆盖项被修改时，程序只将其修改指定给所选择的结构单元，也就是覆盖项改变时被选中的单元。

覆盖项

为了更好的解释覆盖项中选项的意义，覆盖项选项列表如下：

项 目	可能值	默认值	备 注
当前设计截面	已定义的截面	W 截面	用户可修改截面重新进行分析和设计。
单元类型	Moment Frame / Braced Frame / Chevron BF/Single-Diagonal BF /Cross -Diagonal BF/Eccentric BF/Transfer Frame	Moment Frame	框架梁或柱/中心支撑/V 形支撑/单斜边支撑/十字支撑/偏心支撑/转换框架。
Seismic Magnification Factor	≥ 1	1	地震力调整放大系数
挠度检查类型	Ratio/Absolute/Both	Ratio	按挠度比检查，按绝对挠度检查或同时按这两种方式进行挠度控制。
总挠度限制	≥ 0	400	按挠度比设置的总挠度限制。
总起拱限制，L/	≥ 0	240	按绝对挠度设置的总起拱量。
指定起拱	≥ 0	0	用户自定义的起拱量
无支撑长度系数（主轴）	≥ 0	1	构件侧向无支撑长度与构件长度的比值（主轴）
无支撑长度系数（次轴）	≥ 0	1	构件侧向无支撑长度与构件长

			度的比值（次轴）
有效长度系数（Mue 主轴）	≥ 0	由程序计算	程序按照 JGJ99-98 6.3.2 计算并给出默认值，用户可自行修改
有效长度系数（Mue 次轴）	≥ 0	由程序计算	程序按照 JGJ99-98 6.3.2 计算并给出默认值，用户可自行修改
轧制截面？	Yes/No	Yes	截面是否为轧制截面
焰切翼缘？	Yes/No	No	截面翼缘是否为焰切边
净截面面积比	≥ 0	0.9	用户可修改此值
轴心受压稳定系数（主轴）	≥ 0	由程序计算	程序按照 GB50017-2003 5.1.2 及 JGJ99-98 6.2.2 计算并给出默认值，用户可自行修改
轴心受压稳定系数（次轴）	≥ 0	由程序计算	程序按照 GB50017-2003 5.1.2 及 JGJ99-98 6.2.2 计算并给出默认值，用户可自行修改
等效弯矩系数 Beta_m（主轴）	≥ 0	由程序计算	程序按照 GB50017-2003 5.2 计算并给出默认值，用户可自行修改
等效弯矩系数 Beta_m（次轴）	≥ 0	由程序计算	程序按照 GB50017-2003 5.2 计算并给出默认值，用户可自行修改
等效弯矩系数 Beta_t（主轴）	≥ 0	由程序计算	程序按照 GB50017-2003 5.2 计算并给出默认值，用户可自行修改
等效弯矩系数 Beta_t（次轴）	≥ 0	由程序计算	程序按照 GB50017-2003 5.2 计算并给出默认值，用户可自行修改
弯矩稳定性系数 Phi_b（主轴）	≥ 0	由程序计算	程序按照 GB50017-2003 4.2.2 及 JGJ99-98 6.1.2 计算并给出默认值，用户可自行修改
弯矩稳定性系数 Phi_b（次轴）	≥ 0	由程序计算	程序按照 GB50017-2003 4.2.2 及 JGJ99-98 6.1.2 计算并给出默认值，用户可自行修改
Euler 弯矩系数(Delta 主)	≥ 0	由程序计算	程序按照中国规范计算并给出默认值，用户可自行修改
Euler 弯矩系数(Delta 次)	≥ 0	由程序计算	程序按照中国规范计算并给出默认值，用户可自行修改
截面塑性发展系数（主轴）	≥ 0	由程序计算	如 GB50017-2003 4.1.1 中定义，程序给出默认值，用户可自行修改
截面塑性发展系数（次轴）	≥ 0	由程序计算	如 GB50017-2003 4.1.1 中定义，程序给出默认值，用户可自行修改

截面影响系数	1/0.7	1	如 GB50017-2003 5.2 中定义，考虑开口截面的影响系数
B/C 强度系数	≥ 0	1	
屈服应力	≥ 0	由程序根据材料定义确定	用户可修改此值
允许的法向应力	≥ 0	由程序根据材料定义确定	用户可修改此值
允许的剪应力	≥ 0	由程序根据材料定义确定	用户可修改此值
考虑假设的剪力	≥ 0	由程序根据材料定义确定	用户可修改此值

注：可能值：指该选项可以选择值的范围

默认值：指该选项程序默认的值

修改覆盖项

要访问覆盖项，可以选择一个单元然后点击**设计菜单 > 钢框架设计 > 查看/修改覆盖项**命令。

覆盖项是由一列检查框和一个数据表格组成的，其中表格左列是各选项的名称，右列是其相对应的值。

最初，当检查框未被选中时，其右侧选项名及其数值都将是灰色的，这代表其值不能被修改。要修改选项中的某值，可以勾选其左侧的检查框，这是选项名右边的数值将变亮，并开始可以被修改。

各选项值有两种形式，一种是选择性的，当用户点击时将显示下拉菜单，可以选择其中任意一种选项；另一种形式是数据填写式的，当用户点击时，光标将处于该值位置，等待用户改写。用户不能自由填写选择性的选项。

当所有的覆盖项值均定义完毕后，在保证所要修改的覆盖项左端的检查框仍处于勾选状态时，点击**确认**项，程序将退出覆盖项选择菜单，并在选中的框架单元上显示并保留所选覆盖项的修改。如不想保留修改可以点击**取消**项，程序将退出且不保留所作修改。

重置覆盖项为默认值

应用**设计菜单 > 钢框架设计 > 重置所有覆盖项**命令可以对所有钢框架单元重新定义所有覆盖项内容，如果这一命令被执行，所有单元所有覆盖项将恢复成默认值，并且所有当前设计结果都将被删除。

关于重置覆盖项的重要提示：程序覆盖项默认值是建立在程序内部的，钢框架结构覆盖项值是在用户曾用来初始化自己模型的*.edb文件中，它可能不同于程序内置的覆盖项默认值。当用户运行重置覆盖项命令时，程序将重置覆盖项为程序内置的覆盖项默认值，而不是曾用来初始化模型的那个*.edb中的值。

本技术报告描述了程序如何根据中国 2002 规范在计算中考虑构件截面分类的。

截面分类

程序按照《钢结构设计规范》GB50017-2002（报批稿）中表 5.1.2-2 和表 5.2.1 的规定进行构件截面类型划分。

表 5.1.2-1 轴心受压构件的截面分类 ($t < 40\text{mm}$)

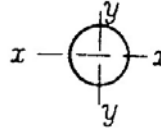
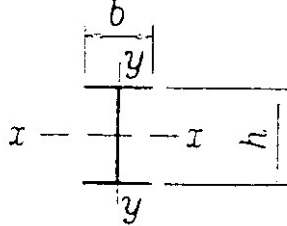
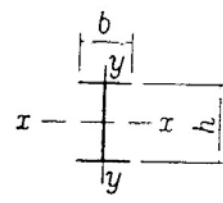
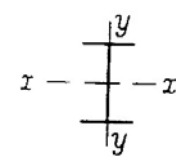
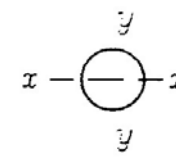
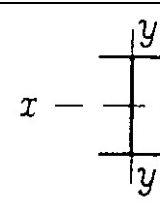
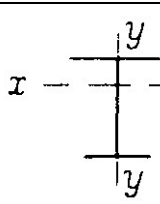
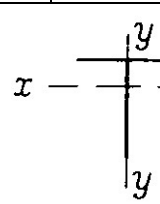
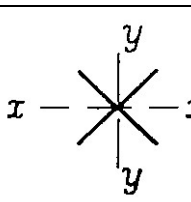
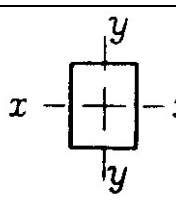
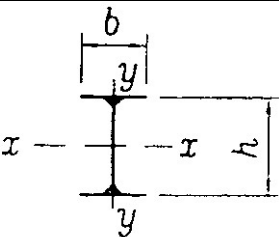
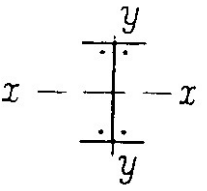
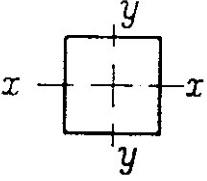
截面形式			对 x 轴	对 y 轴
 轧制			a	a
 轧制 $b/h \leq 0.8$			a	b
 轧制 $b/h > 0.8$	 焊接，翼缘为焰切边	 焊接	b	b
			b	c
焊接，翼缘为轧制或剪切边				
 焊接，板件边缘轧制或剪切	 焊接，板件宽厚比 ≤ 20		c	c

表 5.1.2-2 轴心受压构件的截面分类 ($t \geq 40\text{mm}$)

截面形式		对 x 轴	对 y 轴
 轧制工字形或 H 形截面	$t < 80\text{mm}$	b	c
	$t \geq 80\text{mm}$	c	d
 焊接工字形截面	翼缘为焰切边	b	b
	翼缘为轧制或剪切边	c	d
 焊接箱形截面	板件宽厚比 > 20	b	b
	板件宽厚比 ≤ 20	c	c

中国型钢库

中文 ETABS 基于相关中国规范新加入了中国型钢库。常用钢材截面有普通热轧型钢、热轧宽翼缘 H 型钢，焊接轻型 H 型钢、结构用高频焊接薄壁 H 型钢。中文 ETABS 中，普通热轧型钢包括工字钢、槽钢、角钢等型钢截面，分别遵循 GB706-88、GB706-88、GB9788-88。热轧 H 型钢参照了 GB112263-89 的规定。结构用高频焊接 H 型钢参照了 JG/T137-2001 的规定。

ETABS®

CSI®

中国 2002 规范钢框架设计

技术报告

计算长度系数

本技术报告描述了程序如何根据中国 2002 规范在计算中考虑钢框架构件计算长度系数的。计算长度系数适用于框架柱、梁和支撑。梁和支撑的计算长度系数为 L 。在确定框架柱的计算长度系数时，先要计算下列线刚度之和：

$$K_1 = \frac{\sum \left(\frac{E_b I_b}{L} \right)_t}{\sum \left(\frac{E_c I_c}{H} \right)_t} \quad K_2 = \frac{\sum \left(\frac{E_b I_b}{L} \right)_b}{\sum \left(\frac{E_c I_c}{H} \right)_b}$$

K_1 、 K_2 ——分别为相交于柱上端、柱下端的横梁线刚度之和与柱线刚度之和的比值；

E_b ——梁的材料弹性模量；

I_b ——梁的转动惯量；

L ——梁长度；

E_c ——柱的材料弹性模量；

I_c ——柱的转动惯量；

H ——柱的高度；

- 对无侧移框架柱，当梁远端为铰接时应将横梁线刚度乘以 1.5，当横梁远端为嵌固时应将横梁线刚度乘以 2.0；对有侧移钢架柱，当横梁远端为铰接时应将横梁线刚度乘以 0.5，当横梁远端为嵌固时应将横梁线刚度乘以 $2/3$ 。
- 当横梁与柱铰接时，取横梁线刚度为零。对底层框架柱，当柱与基础铰接时取 K_2 等于零，当柱与基础刚接时取 $K_2=10$ 。
- 当与柱刚性连接的梁所受轴心压力较大时，横梁线刚度应乘以折减系数。

根据求得的 K_1 、 K_2 ，可以利用 JGJ99-98 的 6.3.2 条计算无侧移框架柱和有侧移框架柱的计算长度系数 μ 。

框架柱的计算长度按下列规定计算：

当计算框架柱在重力作用下的稳定时，框架柱的计算长度系数根据 JGJ99-98 采用下列近似公式计算：

➤ 有侧移时

$$\mu = \sqrt{\frac{1.6 + 4(K_1 + K_2) + 7.5K_1 + K_2}{K_1 + K_2 + 7.5K_1 + K_2}}$$

➤ 无侧移时

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

中文 ETABS 按照上述规范规定计算框架柱的计算长度。

ETABS®

CSI®

中国 2002 规范钢框架设计 技术报告 构件承载力计算

本技术报告描述了程序如何根据中国 2002 规范对钢框架构件进行承载力计算的。

概述

程序可进行钢框架柱、梁、中心支撑、偏心支撑设计。相关计算遵循了《钢结构设计规范》、《建筑抗震设计规范》和《高层民用建筑钢结构技术规程》中的规定。

构件的受拉和受压强度按净截面计算，稳定性和变形按毛截面计算，考虑有效截面时稳定性按有效截面计算。ETABS 中国规范版本中，设置了净截面系数，默认值为 0.95，并可由用户自行调整。

钢材的抗拉、压、弯强度设计值，是对屈服强度标准值乘一定的系数后取整得出的，抗剪强度设计值是对抗拉强度设计值乘一定系数后取整得出的，端面承压是对抗拉强度最小值乘一定系数并取整后得出的。此外，强度与材料的厚度有关。常用钢材 Q235 和 Q345 的强度设计值如下：

表 1 钢材的强度设计值 (N/mm^2)

牌号	厚度或直径 (mm)	抗拉、抗压、抗 弯 f	抗剪 f_v	端面承压 f_{ce}
Q235	≤ 16	215	125	325
	$> 16 \sim 40$	205	120	
	$> 40 \sim 60$	200	115	
	$> 60 \sim 100$	190	110	
Q345	≤ 16	310	180	400
	$> 16 \sim 35$	295	170	
	$> 35 \sim 50$	265	155	
	$> 50 \sim 100$	250	145	

承载力抗震调整系数 γ_{RE}

承载力抗震调整系数，是构件的承载力设计值与抗震承载力设计值的比值。GB50011 对此未作深入说明，但其含意义与 AISC 采用允许应力法 (ASD) 进行抗震设计时将允许应力提高 $4/3=1.33$ 倍的规定类似。在表达式中，相当于将材料的强度设计值除以 0.75。但在运用时，根据构件的重要性对不同构件和连接采取了不同的数值，可参见 GB50011 第 5.4.2 条的规定。

表 2 钢构件承载力抗震调整系数（来自 GB50011 表 5.4.2）

材料	结构构件	γ_{RE}
钢	柱，梁	0.75
	支撑	0.80
	节点板件，连接螺栓	0.85
	连接焊缝	0.90

在中文 ETABS 可根据钢构件的类型自动判断钢构件适用的承载力抗震调整系数，并作为承载力抗震调整系数的默认值。目前中文 ETABS 未进行节点焊缝和连接螺栓设计。

框架梁柱承载力计算

轴力和弯矩共同作用的强度采用下式校核

$$\frac{N}{A_n} \pm \frac{M_x}{\gamma_x W_{nx}} \pm \frac{M_y}{\gamma_y W_{ny}} \leq f$$

实腹压弯构件弯矩作用在对称轴平面内的稳定

$$\frac{N}{\varphi_x A} + \frac{\beta_{mx} M_x}{\gamma_x W_{1x} (1 - 0.8 \frac{N}{N_{Ex}})} \leq f$$

实腹压弯构件弯矩作用平面外的稳定

$$\frac{N}{\varphi_y A} + \eta \frac{\beta_{tx} M_x}{\varphi_b W_{1x}} \leq f$$

以上公式中， γ_x 和 γ_y 是塑性发展系数，取 1.0。 β 是弯矩非均布时的等效弯矩系数。

$1/(1 - N/N_{Ex})$ 为压力和弯矩共同作用时的弯矩放大系数，经换算后可写成以上第二式所示形式。

中心支撑承载力计算

ETABS 中国规范版本中，按照如下的规范规定（JGJ99-98 6.4.6）验算中心支撑的抗震承载力

$$N/(\varphi A_{br}) \leq \eta f$$

$$\psi = 1/(1 + 0.35\lambda_n)$$

$$\lambda_n = (\lambda/\pi) \sqrt{f_y/E}$$

式中， η 是受循环荷载时的设计强度降低系数， λ_n 是支撑斜杆的正规化长细比， f 是

钢材强度设计值，应除以 γ_{RE} 。ETABS 中国规范版本在设计过程中对中心支撑构件进行上述验算，如果不能满足抗震承载力要求，则增大中心支撑截面直至满足为止。

偏心支撑承载力计算

偏心支撑仅用于 8 度及以上的结构。GB50011 中关于偏心支撑的规定，完全参考 AISC1997 的抗震规定，但增加了 γ_{RE} 的要求，可能使计算更加繁琐。由于我国高层建筑较多采用混合结构，目前还没有偏心支撑的设计经验。目前中文 ETABS 采用美国规范进行偏心支撑计算和设计。

本技术报告介绍了中国 2002 规范钢框架设计中对构件构造方面的要求。构件构造要求分为对板件宽厚比限制和构件长细比限制。

构件截面宽厚比限制

非抗震钢框架的构件截面，应符合《钢结构设计规范》GB50017 的规定，现说明如下：

- 梁翼缘自由外伸部分的宽度与厚度之比限值，应符合 4.3.9 条的规定。梁受压翼缘自由外伸宽度 b 与厚度 t 之比，应符合下式要求：

$$b/t \leq 15\sqrt{235/f_y} \quad \text{GB50017-4.3.9-1}$$

注：翼缘板自由外伸宽度 b 的取值为：对焊接构件，取腹板边至翼缘板（肢）边缘的距离；对轧制构件，取内圆弧起点至翼缘板（肢）边缘的距离。

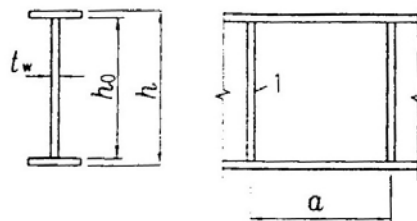
- 焊接梁腹板的宽厚比限值和加劲肋配置，应符合第 4.3.2 条的规定（如右图所示）：

1) 当 $h_0/t_w \leq 80\sqrt{235/f_y}$ 时，对有局部压应

力的梁，应按构造配置横向加劲肋；但对无局部压应力的梁，可不配置加劲肋。

2) 当 $h_0/t_w > 80\sqrt{235/f_y}$ 时，应配置横向联

合向加劲肋并满足 GB50017 4.3.3 条要求。



- 受压构件翼缘自由外伸部分的宽厚比限值，应符合 5.4.1 条的规定：

1) 在受压构件中，翼缘板自由外伸宽度 b 与其厚度 t 之比，应符合下式要求：

$$b/t \leq (10 + 0.1\lambda)\sqrt{235/f_y} \quad \text{GB50017-5.4.1-1}$$

式中， λ ——构件两方向长细比得较大值：当 $\lambda < 30$ 时，取 $\lambda = 30$ ；当 $\lambda > 100$ 时，取 $\lambda = 100$ 。

2) 压弯构件：

$$b/t \leq 15\sqrt{235/f_y} \quad \text{GB50017-5.4.1-2}$$

• 轴心受压构件和压弯构件的腹板高厚比限值，应符合第 5.4.2 条的规定。在工字形及 H 形截面的受压构件中，腹板计算高度 h_o/t_w ，应符合下列要求：

1) 轴心受压构件：

$$\frac{h_o}{t_w} \leq (25 + 0.5\lambda) \sqrt{\frac{235}{f_y}} \quad \text{GB50017—5.4.2-1}$$

式中， λ ——构件两方向长细比得较大值：当 $\lambda < 30$ 时，取 $\lambda=30$ ；当 $\lambda > 100$ 时，取 $\lambda=100$ 。

2) 压弯构件：

当 $0 \leq \alpha_o \leq 1.6$ 时，

$$\frac{h_o}{t_w} \leq (16\alpha_o + 0.5\lambda + 25) \sqrt{\frac{235}{f_y}} \quad \text{GB50017—5.4.2-2}$$

当 $1.6 < \alpha_o \leq 2.0$ 时，

$$\frac{h_o}{t_w} \leq (48\alpha_o + 0.5\lambda - 26.2) \sqrt{\frac{235}{f_y}} \quad \text{GB50017—5.4.2-3}$$

式中， $\alpha_o = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$

σ_{\max} = 腹板计算高度边缘的最大压应力，计算时不考虑构件的稳定系数和截面塑性发展系数；

σ_{\min} = 腹板计算高度另一边缘相应的应力，压应力取正值，拉应力取负值；

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

• 箱形截面受压构件的腹板高厚比限值，应符合第 5.4.3 条的规定。在箱型截面的受压构件中，受压翼缘的宽厚比应符合上述所列 GB50017 4.3.9 条规定。在箱型截面受压构件的腹板计算高度 h_o 与其厚度 t_w 之比，应符合下列要求：

1) 轴心受压构件，

$$\frac{h_o}{t_w} \leq 40 \sqrt{\frac{235}{f_y}} \quad \text{GB50017—5.4.3}$$

2) 压弯构件的 h_o/t_w 不应超过公式 (5.4.2-2) 或公式 (5.4.2-3) 右侧乘以 0.8 后的值

(当此值小于 $40\sqrt{235/f_y}$ 时, 应采用 $40\sqrt{235/f_y}$)。

- T 形和圆管截面受压构件的板件宽厚比和径厚比限值, 应符合第 5.4.4 条规定, 腹板高度与其厚度之比, 不应超过下列数值:

1) 轴心受压构件, $(10 + 0.1\lambda)\sqrt{235/f_y}$

2) 压弯构件,

当 $\alpha_o \leq 1.0$ 时, $15\sqrt{235/f_y}$

当 $\alpha_o > 1.0$ 时, $18\sqrt{235/f_y}$

抗震钢框架的构件截面, 与结构的设防烈度有关, 也与房屋层数 (12 层以下还是超过 12 层) 有关, 应符合《建筑抗震设计规范》GB50011 第 8.3.2 条的对框架梁、框架柱板件宽厚比要求的规定。下表 (表 1) 中汇总了非抗震和抗震条件下的不超过 12 层框架的梁柱板件宽厚比的限值:

表 1 不超过 12 层框架的梁柱板件宽厚比的限值

板件类型		非抗震	抗震			
			6	7	8	9
柱	工字形截面翼缘外伸部分	13	13	13	12	11
	工字形截面腹板	$25+0.5\lambda$	$25+0.5\lambda$	52	48	44
	箱型截面腹板	52	52	40	36	36
梁	工字形截面和箱形截面翼缘外伸部分	13	13	11	10	9
	箱型截面翼缘在两腹板间的部分	40	40	36	32	30
	工字形截面和箱形截面腹板	80	80	$85-120 \frac{N_b}{Af}$	$80-110 \frac{N_b}{Af}$	$72-100 \frac{N_b}{Af}$
	$N_b/Af < 0.37$			40	39	35
	$N_b/Af \geq 0.37$					

下表 (表 2) 中汇总了非抗震和抗震条件下的超过 12 层框架的梁柱板件宽厚比的限值:

表 2 超过 12 层框架的梁柱板件宽厚比的限值

板件类型		非抗震	抗震			
			6	7	8	9
柱	工字形截面翼缘外伸部分	13	13	11	10	9
	工字形截面腹板	$25+0.5\lambda$	43	43	43	43
	箱型截面腹板	40	39	37	35	33
梁	工字形截面和箱形截面翼缘外伸部分	13	11	10	9	9
	箱型截面翼缘在两腹板间的部分	40	36	32	30	30
	工字形截面和箱形截面腹板	80	$85-120\frac{N_b}{Af}$	$80-110\frac{N_b}{Af}$	$72-100\frac{N_b}{Af}$	$72-100\frac{N_b}{Af}$

中心支撑构件的板件宽厚比应符合 GB50011 第 8.4.2 条的规定，如表 3 所示。

表 3 钢结构中心支撑板件宽厚比限值

板件名称	不超过 12 层			超过 12 层			
	7	8	9	6	7	8	9
翼缘外伸部分	13	11	9	9	8	8	7
工字形截面腹板	33	30	27	25	23	23	21
箱形截面腹板	31	28	25	23	21	21	19
圆管外径与壁厚比				42	40	40	38

注：表列数值适用于 Q235 采用其他牌号钢材应乘以 $\sqrt{235/f_{ay}}$

- 中心支撑杆件截面的长细比和板件宽厚比要求参见 GB50011 第 8.4.2 条。

构件长细比限制

非抗震钢结构受压构件的容许长细比，应符合《钢结构设计规范》GB50017 第 5.3.8 条的规定，现说明如下：

- 柱、桁架构件和吊车梁以下的柱间支撑，不应大于 150。
- 其它情况下的支撑以及减少受压构件长细比的构件，不应大于 200。

抗震钢框架柱和受压支撑构件的容许长细比，与结构的设防烈度和房屋层数（12 层以下还是超过 12 层）有关，应符合《建筑抗震设计规范》GB50011 的规定，现说明如下：

- 框架柱的长细比限值，应符合第 8.3.1 条的规定。

1) 不超过**12**层的钢框架柱的长细比**6~8**度时不应大于 $120\sqrt{235/f_{ay}}$ ，**9**度时不应大于 $100\sqrt{235/f_{ay}}$ 。

2) 超过**12**层的钢框架柱的长细比应符合下表（表4）的规定：

表4 超过12层框架的柱长细比限值

烈度	6	7	8	9
长细比	120	80	60	60

注：表列数值适用于 Q235 钢采用其他牌号钢材时应乘以 $\sqrt{235/f_{ay}}$ 。

- 中心支撑框架中支撑斜杆的长细比限值，应符合下表（表 5）的规定。

表 5 钢结构中心支撑杆件长细比限值

类型		6,7	8	9
不超过 12 层	按压杆设计	150	120	120
	按拉杆设计	200	150	150
超过 12 层		120	90	60

注：表列数值适用于 Q235 钢采用其他牌号钢材时应乘以 $\sqrt{235/f_{ay}}$

- 偏心支撑框架中支撑斜杆的长细比限值，不应大于 150。

ETABS 中国规范版本的设计过程中，遵循上述规范要求考虑了宽厚比和长细比的限制。

如果设计截面不能满足上述限制，ETABS 将输出相关警告信息。



中国 2002 规范钢框架设计 技术报告 节点设计

本技术报告介绍了中国 2002 规范钢框架设计中节点设计的方法。

强柱弱梁验算

强柱弱梁要求符合下列规定：

$$\Sigma W_{pc} (f_{yc} - N / A_c) \geq \eta \Sigma W_{pb} f_{yb} \quad \text{GB50011 8.2.5-1)}$$

式中， W_{pc} , W_{pb} ——分别为柱和梁的塑性截面模量；

N ——柱轴向压力设计值；

A_c ——柱截面面积；

f_{yc} , f_{yb} ——分别为柱和梁的钢材屈服强度。

η 为强柱系数，超过 6 层的钢框架，6 度 IV 类场地和 7 度时取 1.0，8 度时可取 1.05，9 度时取 1.15。

符合下列情况之一下可不验算强柱弱梁：1) 柱所在楼层的受剪承载力比上一层受剪承载力高出 25%；2) 柱轴向力设计值与柱全截面和钢材抗拉强度设计值乘积的比值不超过 0.4；3) 作为轴心受压构件在 2 倍地震力下稳定性得到保证时。其中，第一种情况与 AISC 规定相比放宽较多；第二种情况略有放宽，因为不是用屈服强度而是用强度设计值；第三情况是我国自行规定的。中文 ETABS 中，如果柱属于第一、二种情况，则不再验算所设计的截面是否满足强柱弱梁要求；如果柱不属于第一、二种情况，将进行验算，如果不能满足强柱弱梁要求，则增大柱截面直至满足为止。

节点域

梁与柱刚性连接时，抗震钢框架的加劲肋（连续板）采用与对应的梁翼缘等厚。非抗震钢框架的加劲肋厚度可根据梁翼缘传递的集中力计算。当该力较小时，加劲肋厚度不得小于梁翼缘厚度的一半。

梁与柱刚性连接时，节点域可能要加厚，根据 JGJ99-98 的 5.2.8 和 5.2.9 条的规定由计算确定。

按 JGJ99-98 第 5.2.8 条的规定，应计入梁柱节点域剪切变形对高层建筑钢结构侧移的影响。可将梁柱节点域当作一个单独的单元进行结构分析，也可按下列规定作近似计算。

- 1) 对于箱型截面柱框架，可将节点域当作刚域，刚域的尺寸取节点域尺寸的一半；
- 2) 对工字形截面柱框架，可按结构轴线尺寸进行分析，并按 JGJ99-98 第 5.2.9 条的下列规定对侧移进行修正：当工字型截面柱框架所考虑楼层的主梁线刚度平均值与

节点域剪切刚度平均值之比 $\frac{EI_{bm}}{(K_m h_{bm})} > 1$ 或参数 $\eta > 5$ 时, 按 JGJ99-98 第 5.2.8 条近似方法计算的楼层位移, 可按下式进行修正:

$$\mu_i' = (1 + \frac{\eta}{100 - 0.5\eta}) \mu_i \quad (\text{JGJ99-98 5.2.9-1})$$

$$\eta = \left[17.5 \frac{EI_{bm}}{K_m h_{bm}} - 1.8 \left(\frac{EI_{bm}}{K_m h_{bm}} \right)^2 - 10.7 \right] \cdot \sqrt[4]{\frac{I_{cm} h_{bm}}{I_{bm} h_{cm}}} \quad (\text{JGJ99-98 5.2.9-2})$$

μ_i' 是修正后的第 i 层楼层的侧移, μ_i 是忽略剪切变形, 并按结构轴线分析得出的第 i 层楼层的侧移。

GB50011 规定, 对于框架-支撑体系中的柱、箱形柱和 12 层下的框架柱, 可不考虑节点域对框架侧移的影响。由于 JGJ99-98 的 5.2.8 和 5.2.9 条的规定应用较繁, 在工程实际中并未被很好采用, 故参考美国抗震设计手册中的方法考虑节点域剪切变形对框架层间位移角的影响。



中国 2002 规范钢框架设计 技术报告 输入数据

本技术注释描述了中国 2002 规范钢框架设计输入数据, 用户选择**文件菜单 > 打印表格 > 钢框架结构设计**命令时, 输入数据可被打印机直接打印或打印到文件。输入数据打印输出, 为用户提供了仔细检查被输入程序并用于设计的参数准确性的机会。关于使用打印设计表格功能更进一步的信息将在技术手册的最后部分介绍。

输入数据

程序提供了关于输入数据打印输出的系列表格。如表 1 所示:

使用打印设计表

当你想把输入数据直接打印输出时, 使用**文件菜单 > 打印表格 > 钢框架结构设计**命令时, 并点击打印设计表对话框上所需输入数据类型旁边的复选框, 点击**确定**按钮可把打印材料发送给打印机。点击**取消**按钮, 可取消打印输出。如果需要, 使用**文件菜单 > 打印设置**命令和**设置**按钮, 可更改打印机。

要把钢框架设计输入数据打印到文件, 可点击设计打印表格对话框上的打印到文件复选框。点击**文件名**按钮可修改路径或文件名。使用所需格式的适当文件扩展名 (如 .txt、.xls、.doc)。点击“打开用于打印表格的对话框”和“打印设计表格”对话框上的**确定**按钮, 可完成请求。



注意:

使用**文件菜单 > 显示输入/输出文本文件**命令有助于显示打印到一个文本文件的输出。

使用添加复选框可把数据添加到一个现有文件。当前文件的路径和文件名显示在打印设计表格对话框底部附近的框中, 将把数据添加到该文件。或使用**文件名**按钮定位另一个文件, 并在出现“打开用于打印表格的文件”的警告提示框时, 点击**是**可替换现有文件。

如果在使用**文件菜单 > 打印表格 > 钢框架设计**命令之前选择了一个具体钢框架单元, **仅选择**项复选框将被勾选。将只对所选的钢框架单元进行打印。如果不勾选**仅选择**项复选框, 将打印设计中的所有钢框架单元。

ETABS®

CSI®

中国 2002 规范钢框架设计
技术报告
输出细节

本技术注释描述了按中国 2002 规范设计的钢框架可以被打印机直接打印或打印到文件的设计输出数据。使用**文件菜单 > 打印表格 > 钢框架结构设计**命令并选择输出摘要，打印输出数据。输出数据打印输出，为用户提供了仔细检查被输出程序并用于设计的参数准确性的机会。关于使用打印设计表格功能更进一步的信息将在技术手册的最后部分介绍。

输出数据

程序提供了关于输出数据打印输出的系列表格。

使用打印设计表

当你想把输出数据直接打印输出时，使用**文件菜单 > 打印表格 > 钢框架结构设计**命令时，并点击打印设计表对话框上所需输出数据类型旁边的复选框，点击**确定**按钮可把打印材料发送给打印机。点击**取消**按钮，可取消打印输出。如果需要，使用**文件菜单>打印设置**命令和**设置**按钮，可更改打印机。

要把钢框架设计输出数据打印到文件，可点击设计打印表格对话框上的打印到文件复选框。点击**文件名**按钮可修改路径或文件名。使用所需格式的适当文件扩展名（如 .txt、.xls、.doc）。点击“打开用于打印表格的对话框”和“打印设计表格”对话框上的**确定**按钮，可完成请求。



注意：

使用**文件菜单 > 显示输入/输出文本文件**命令有助于显示打印到一个文本文件的输出。

使用添加复选框可把数据添加到一个现有文件。当前文件的路径和文件名显示在打印设计表格对话框底部附近的框中，将把数据添加到该文件。或使用**文件名**按钮定位另一个文件，并在出现“打开用于打印表格的文件”的警告提示框时，点击**是**可替换现有文件。

如果在使用**文件菜单 > 打印表格 > 钢框架设计**命令之前选择了一个具体钢框架单元，**仅选择**项复选框将被勾选。将只对所选的框架单元进行打印。如果不勾选**仅选择**项复选框，将打印设计中的所有框架单元。