概述

应用本程序进行混凝土框架结构设计时，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混凝土框架结构设计中国 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混凝土框架结构设计中国 2002 规范地震荷载信息。根据中国 2002 规范（包括《混凝土结构设计规范》(GB50010-2002)、《建筑抗震设计规范》(GB50011-2001)和《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ3-2002)等）本程序对混凝土框架结构梁、柱、及节点分别进行了正截面及斜截面承载力设计，还对节点核心区进行了抗剪承载力设计。更多信息参见本技术手册混凝土框架结构设计中国 2002 规范梁设计、混凝土框架结构设计中国 2002 规范柱设计、混凝土框架结构设计中国 2002 规范节点设计。

根据本程序的特点，程序提供了中国 2002 规范混凝土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混凝土框架结构设计中国 2002 规范参数选择和覆盖项。本技术手册还提供了中国 2002 规范混凝土框架结构设计输入、输出摘要说明，它们分别在混凝土框架结构设计中国 2002 规范输入收据和混凝土框架结构设计中国 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。

符号

$f_y, f_y^{'}$---钢筋的抗拉、抗压强度设计值，按混凝土规范表 4.2.3-1 采用；

f_c---混凝土轴心抗压强度设计值，按混凝土规范表 4.1.4 采用；

f_t---混凝土轴心抗拉强度设计值；

f_{yv}---箍筋或竖向分布钢筋的抗拉强度设计值，按混凝土规范 4.2.3 条中的 f_y 采用；

E_c---混凝土弹性模量；

E_s---钢筋弹性模量，按混凝土规范表 4.2.4 采用；

α_1---受压区混凝土矩形应力图的应力值与混凝土轴心抗压强度设计值的比值；

β_c---混凝土强度影响系数，当混凝土强度等级不超过 C50 时取 1.0，当混凝土强度等级为 C80 时，取 0.8，其间按线性内插法确定；

β_1---矩形应力图受压区高度与中和轴高度(中和轴到受压区边缘的距离)的比值，按混凝土规范第 7.1.3 条的规定计算；

ξ_b---相对界限受压区高度：$\xi_b = x_b / h_0$；

$a_s, a_s^{'}$---纵向受拉钢筋合力点，纵向受压钢筋合力点至截面近边的距离；

$A_s, A_s^{'}$---受拉区，受压区纵向钢筋的截面面积；

b ---矩形截面宽度，T 形，I 形截面的腹板宽度；

$b_f, b_f^{'}$---T 形或 I 形截面受拉区，受压区的翼缘宽度；

$h_f^{'}$---T 形或 I 形截面受压区翼缘的高度；

h---截面高度；其中，对环形截面，取外直径；对圆形截面，取直径；

h_0---截面有效高度(纵向受拉钢筋合力点至截面受压边缘的距离)；

W_t---截面受扭塑性抵抗矩；

l_0---构件的计算长度；

A---构件的截面面积；

η---偏心受压构件考虑二阶弯矩影响的轴力偏心矩增大系数；

e_i---初始偏心距；

e_a---附加偏心距，取 20mm 和偏心方向截面最大尺寸 1/30 两者中的较大值；

e_0---偏心距，$e_0 = M / N$；

M, N, V, T---弯矩，轴向，剪力，扭矩设计值；

λ---框架柱的剪跨比；

γ_{RE}---承载力抗震调整系数；

s---箍筋间距；

A_{sw}---剪力墙腹板竖向分布钢筋的全部截面面积；

b_w---剪力墙截面宽度；

h_w---剪力墙截面高度；

h_{w0}---剪力墙截面有效高度，$h_{w0} = h_w - a_s^{'}$；

ETABS®

中国 2002 规范混凝土框架设计

技术报告
首选项

本技术注释提供了中国 2002 规范混凝土框架设计首选项项目中的条款。

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 > 混凝土框架设计**命令来访问混凝土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混凝土框架结构设计首选项。

程序提供了混凝土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 > 混凝土框架设计**，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：

项目	可能值	默认值	备　　注
设计规范	Chinese 2002	Chinese 2002	可以选择多国设计规范
结构重要性系数	1.1/1.0/0.9	1.0	对应混凝土规范3.2.1；3.2.3条
抗震设计等级	SuperI/ GradeI/ GradeII/ GradeIII/ GradeIV/	GradeI	对应抗震规范6.1.2条
柱设计步骤	Simplified/ Appendix F	Simplified	指柱正截面设计时采用的基本方法
时程分析	Envelopes/ Step-by-step	Envelopes	指时程分析采用的方法
相关曲线数	偶数	24	形成P-M相关面所需要的相关曲线数

相关点数	奇数	11	形成P-M相关曲线所需的点数量
是否考虑最小偏心	Yes/No	Yes	正截面受压设计时是否考虑最小偏心作用（若分析时包括了 $P-\Delta$ 效应，则此选项应设置为“No”）
样式活荷载系数	≥0	0.75	是否进行活荷载折减设计
截面承载力利用率	≥0	0.95	

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

本技术注释提供了中国 2002 规范混凝土框架设计覆盖项目中的条款。

概述

混凝土框架结构设计覆盖项只应用于被选定的混凝土框架结构构单元，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 > 混凝土框架设计 > 查看/修改覆盖项**命令。

程序已经给各覆盖项指定了默认值，因此用户往往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
单元截面类型	已定义截面形式	ConcCol	可在设计时调整截面类型
抗震设计等级	SuperI/ GradeI/ GradeII/ GradeIII/ GradeIV	GradeI	对应抗震规范6.1.2条
框剪结构SMF	≥0	1	
MMF	≥1	1	弯矩放大系数
SMF	≥1	1	剪力放大系数
AMF	≥1	1	轴力放大系数
柱的相对位置	Center column/Side column/Corner column/End column/Individual column	Center column	柱的相对位置与其内力调整等信息相关
是否为转换梁或框支柱	Yes/No	No	是否为转换梁或框支柱影响构件内力调整值
无支撑长度比(主轴)	≥0	程序计算	
无支撑长度比(次轴)	≥0	程序计算	
有效长度系数(K 主轴)	≥0	程序计算	
有效长度系数(K 次轴)	≥0	程序计算	
扭矩调整系数	≥0	1	构件扭矩调整系数
箍筋混凝土保护层厚度	≥0	35mm	箍筋钢筋保护层厚度

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

在覆盖项中作修改

要访问覆盖项，可以选择一个单元然后点击**设计菜单 > 混凝土框架设计 > 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 > 混凝土框架设计 > 重置所有覆盖项**命令可以对所有混凝土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，混凝土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。　例如，在有地震荷载的情况下，当用户指定了一个弯矩或剪力放大系数并进行设计后，若用户指定了另一个抗震等级，再次进性设计，则程序将仍使用上次用户指定的弯矩或剪力放大系数。　此时，用户需要使用**重置覆盖项**命令来激活程序对于新的抗震等级默认的放大系数。

本技术注释描述了程序如何根据中国 2002 规范对混凝土框架梁进行设计的。

概述

程序可以被用来对框架梁进行框架梁设计，程序将根据梁内力及截面信息计算出所需钢筋。根据《混凝土结构设计规范》、《建筑抗震设计规范》和《高层建筑混凝土结构技术规程》中的相关规定，钢筋混凝土框架梁的设计分为以下几步：

- 框架梁正截面配筋设计。
- 框架梁斜截面抗剪配筋设计。
- 框架梁最值配筋率控制。

梁正截面配筋设计

梁正截面受弯承载力按《混凝土结构技术规范》GB50010-2002 第 7.2 节进行计算

A.矩形截面(或翼缘位于受拉区的 T 形截面)梁的配筋计算(*《混凝土结构技术规范》7.2.1 条*)

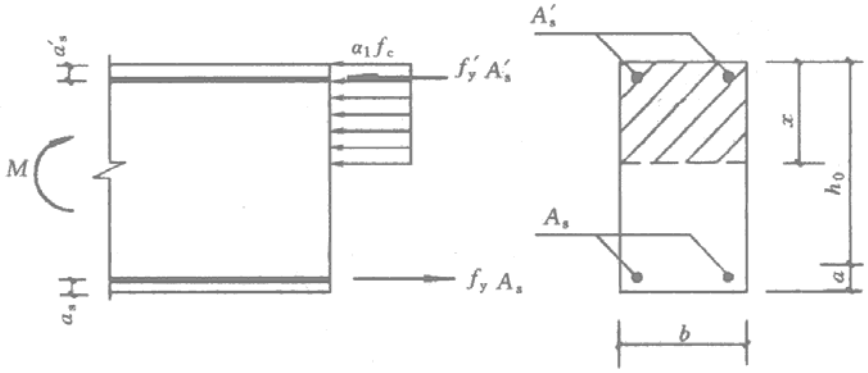


图 7.2.1 矩形截面受弯构件正截面承载力计算

矩形截面或翼缘位于受拉边的倒 T 形截面受弯构件，其正截面受弯承载力应符合下列规定(图 7.2.1)：

$$M \le \alpha_1 f_c bx(h_0 - \frac{x}{2}) + f_y' A_s'(h_0 - a_s') \qquad \text{(GB50010-2002,7.2.1-1)}$$

混凝土受压区高度应按下列公式确定：

$$\alpha_1 f_c bx = f_y A_s - f_y' A_s' \qquad \text{(GB50010-2002,7.2.1-2)}$$

混凝土受压区高度尚应符合下列条件：

$$x \le \xi_b h_0 \qquad \text{(GB50010-2002,7.2.1-3)}$$

$$x \ge 2a' \qquad \text{(GB50010-2002,7.2.1-4)}$$

B.T 形(I 形，箱形)梁的配筋计算(*《混凝土结构技术规范》7.2.2 条*)

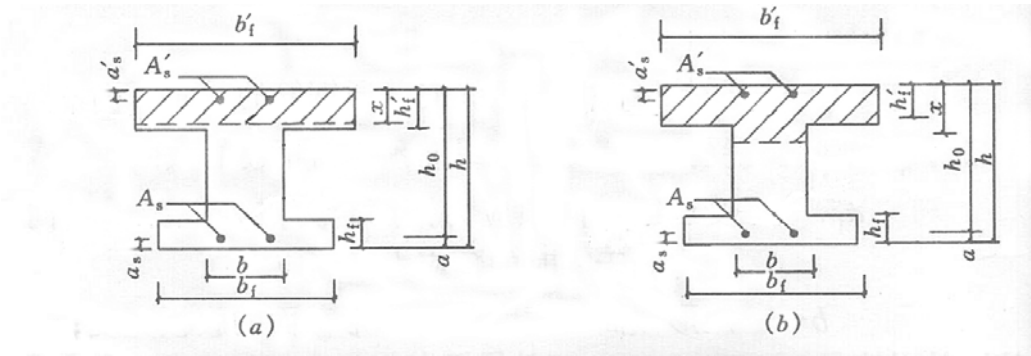


图 7.2.2　I 形截面受弯构件受压区高度位置

(a) $x \le h_f^{'}$　　(b) $x > h_f^{'}$

翼缘位于受压区的 T 形、I 形截面受弯构件(图 7.2.2)，其正截面受弯承载力应分别符合下列规定：

当满足下列条件时

$$f_y A_s \le \alpha_1 f_c b_f' h_f' + f_y' A_s' \qquad \text{(GB50010-2002,7.2.2-1)}$$

应按宽度为 b_f' 的矩形截面计算；

当不满足公式(7.2.2-1)的条件时

$$M \le \alpha_1 f_c b x (h_0 - \frac{x}{2}) + \alpha_1 f_c (b_f' - b) h_f' (h_0 - \frac{h_f'}{2}) + f_y' A_s' (h_0 - a_s')$$

(GB50010-2002,7.2.2-2)

混凝土受压区高度应按下列公式确定：

$$\alpha_1 f_c \left[bx + (b_f' - b) h_f' \right] = f_y A_s - f_y' A_s' \qquad \text{(GB50010-2002,7.2.2-3)}$$

受弯构件翼缘计算宽度 $b_f^{'}$ 按《混凝土结构技术规范》7.2.3 条确定

受弯构件正截面受弯承载力的计算，应符合本规范公式(7.2.1-3)的要求。当由构造要求或按正常使用极限状态验算要求配置的纵向受拉钢筋截面面积大于受弯承载力要求的配筋面积时，按本规范公式(7.2.1-2)或公式(7.2.2-3)计算的混凝土受压区高度 x，可仅计入受弯承载力条件所需的纵向受拉钢筋截面面积。(*《混凝土结构技术规范》7.2.4 条*)

梁斜截面配筋设计

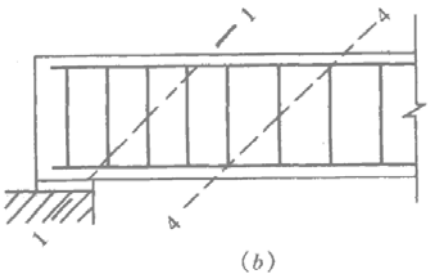


图 7.5.2 斜截面受剪承载力剪力设计值的计算截面

1-1 支座边缘处的斜截面；　4-4 箍筋截面面积或间距改变处的斜截面

矩形截面梁配置箍筋时，其受剪承载力的计算

A.梁的最小受剪截面面积

当截面不满足以下要求时,给出超筋信息,此时应加大截面和提高混凝土强度等级.

1) 对矩形,T 形,I 形截面的受弯构件(*《混凝土结构技术规范》7.5.1 条*)

当 $h_w / b \le 4$ 时，$V \le 0.25\beta_c f_c b h_0$ (GB50010-2002,7.5.1-1)

当 $h_w / b \ge 6$ 时，$V \le 0.2\beta_c f_c b h_0$ (GB50010-2002,7.5.1-2)

当 $4 < h_w / b < 6$ 时，按线性内插法确定

2) 考虑地震作用组合的框架梁，其受剪截面应符合下列条件(*《混凝土结构技术规范》11.3.3 条*)

当跨高比 $l_0 / h > 2.5$ 时， $V \le \frac{1}{\gamma_{RE}}(0.20\beta_c f_c b h_0)$ GB50010-2002,11.3.3)

跨高比 $l_0 / h \le 2.5$ 的连梁,框支梁,$V \le \frac{1}{\gamma_{RE}}(0.15\beta_c f_c b h_0)$

对于其它情况,规范没有给出相应的规定

B.箍筋面积计算

由用户输入梁上是否作用有较大的集中荷载,缺省为一般受弯.

1) 矩形截面的一般受弯构件，当仅配置箍筋时，箍筋中肢截面面积 A_{sv} 按下式计算：

无地震作用组合时(*《混凝土结构技术规范》7. 5. 4*)

$$V \le 0.7 f_t b h_0 + 1.25 f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0$$ (GB50010-2002,7.5.4-2)

有地震作用组合时(*《混凝土结构技术规范》11. 3. 4*)

$$V_b \le \frac{1}{\gamma_{RE}}[0.42 f_t b h_0 + 1.25 f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0]$$ (GB50010-2002,11.3.4-1)

2) 梁上作用较大的集中荷载时(包括作用有多种荷载，其中集中荷载对支座截面或节点边缘所产生的剪力值占总剪力值的 75%以上时的独立梁)

无地震作用组合时

$$V \le \frac{1.75}{\lambda + 1} f_t b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0$$ (GB50010-2002,7.5.4-4)

有地震作用组合时

$$V_b \le \frac{1}{\gamma_{RE}}[\frac{1}{\lambda + 1} f_t b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0]$$ (GB50010-2002,11.3.4-2)

式中 λ——计算截面的剪跨比，可取 $\lambda = a / h_0$，a 为集中荷载作用点至支座截面或节点边缘的距离；当 λ <1.5 时，取 λ =1.5，当 λ >3 时，取 λ =3；

C. 在剪力和扭矩共同作用下的矩形截面剪扭构件其受剪扭承载力(*《混凝土结构技术规范》7. 6. 8 条*)

由用户输入梁上是否作用有较大的集中荷载,缺省为一般受剪扭情况.

(1) 一般剪扭构件

受剪承载力

$$V \le (1.5-\beta_t)0.7 f_t bh_0 + 1.25 f_{yv}\frac{A_{sv}}{s}h_0 \qquad \text{（GB50010-2002,7.6.8-1）}$$

$$\beta_t = \frac{1.5}{1+0.5\dfrac{VW_t}{Tbh_0}} \qquad \text{（GB50010-2002,7.6.8-2）}$$

式中

A_{sv}——受剪承载力所需的箍筋截面面积；

β_t——一般剪扭构件混凝土受扭承载力降低系数：当 β_t <0.5 时，取 β_t =0.5；当 β_t >1 时，取 β_t =1。

受扭承载力

$$T \le 0.35\beta_t f_t W_t + 1.2\sqrt{\zeta} f_{yv}\frac{A_{st1}A_{cor}}{s} \qquad \text{（GB50010-2002,7.6.8-3）}$$

此处，ζ 值应按本规范第 7.6.4 条的规定确定。

(2) 集中荷载作用下的独立剪扭构件

受剪承载力按下式计算

$$V \le (1.5-\beta_t)\frac{1.75}{\lambda+1} f_t bh_0 + f_{yv}\frac{A_{sv}}{s}h_0 \qquad \text{（GB50010-2002,7.6.8-4）}$$

$$\beta_t = \frac{1.5}{1+0.2(\lambda+1)\dfrac{VW_t}{Tbh_0}} \qquad \text{（GB50010-2002,7.6.8-5）}$$

式中

λ——计算截面的剪跨比，按本规范第 7.5.4 条的规定取用；

β_t——集中荷载作用下剪扭构件混凝土受扭承载力降低系数：当 β_t <0.5 时，取 β_t =0.5；当 β_t >1 时，取 β_t =1。

受扭承载力仍应按公式（7.6.8-3）计算，但式中的 β_t 应按公式（7.6.8-5）计算。

D.在弯矩、剪力和扭矩共同作用下的矩形截面的弯剪扭构件（*《混凝土结构技术规范》7.6.11 条*）

1) 当 $V \le 0.35 f_t bh_0$ 或 $V \le 0.875 f_t bh_0/(\lambda+1)$ 时，可仅按受弯构件的正截面受弯承载力和纯扭构件的受扭承载力分别进行计算；

2) 当 $T \le 0.175 f_t W_t$ 或 $T \le 0.175\alpha_h f_t W_t$ 时，可仅按受弯构件的正截面受弯承载力和斜截面受剪承载力分别进行计算。

I.弯剪扭梁的承载力计算及配筋原则（*《混凝土结构技术规范》7.6.12 条*）

矩形截面弯剪扭构件，其纵向钢筋截面面积应分别按受弯构件的正截面受弯承载力和剪扭构件的受扭承载力计算确定，并应配置在相应的位置；箍筋截面面积应分别按剪扭构件的受剪承载力和受扭承载力计算确定，并应配置在相应的位置。

梁构造要求

A.受压区高度 x 限值

$$x \le \xi_b h_0 \qquad \text{(GB50010-2002,7.2.1-3)}$$

抗震设计时，计入纵向受压钢筋的梁端混凝土受压区高度应符合下列要求：

一级抗震等级

$$x \le 0.25 h_0 \qquad \text{(GB50010-2002,11.3.1-1)}$$

二、三级抗震等级

$$x \le 0.35 h_0 \qquad \text{(GB50010-2002,11.3.1-2)}$$

且梁端纵向受拉钢筋的配筋率不应大于 2.5%。

B.纵向受拉钢筋最小配筋率

纵向受拉钢筋的最小配筋率 $\rho_{\min}$ (%)，非抗震设计时，不应小于 0.2 和 $0.45 f_t / f_y$ 二者的较大值；

抗震设计时，纵向受拉钢筋的最小配筋率不应小于表 11.3.6 规定的数值；(*《混凝土结构技术规范》11.3.6*)

表 GB50010-2002,11.3.6-1　框架梁纵向受拉钢筋的最小配筋百分率 $\rho_{\min}$ （%）

抗震等级	梁　中　位　置	
	支　座	跨　中
一　　级	0.4 和 80 f_t/f_y 中的较大值	0.3 和 65 f_t/f_y 中的较大值
二　　级	0.3 和 65 f_t/f_y 中的较大值	0.25 和 55 f_t/f_y 中的较大值
三、四级	0.25 和 55 f_t/f_y 中的较大值	0.2 和 45 f_t/f_y 中的较大值

抗震设计时，梁端截面的底部和顶部纵向钢筋截面面积的比值，除按规定计算确定外，一级不应小于 0.5，二、三级不应小于 0.3

C.箍筋配筋率构造要求

抗震设计时，框架梁沿梁全长箍筋的配筋率应符合下列规定:(*《混凝土结构技术规范》11.3.9*)

一级　$\rho_{sv} \ge 0.30 f_t / f_{yv}$　(GB50010-2002,11.3.9-1)

二级　$\rho_{sv} \ge 0.28 f_t / f_{yv}$　(GB50010-2002,11.3.9-2)

三,四级　$\rho_{sv} \ge 0.26 f_t / f_{yv}$　(GB50010-2002,11.3.9-3)

式中　ρ_{sv} ---框架梁沿梁全长箍筋的面积配筋率

非抗震设计时,当梁的剪力设计值 $V > 0.7 f_t b h_0$ 时，其箍筋面积配筋率 $\rho_{sv} = A_{sv} /(bs)$ 应符合下列要求(*《混凝土结构技术规范》10.2.10*)

$$\rho_{sv} \ge 0.24 f_t / f_{yv}$$

梁内受扭纵向钢筋的配筋率 ρ_{tl} 应符合下列规定：(*《混凝土结构技术规范》10.2.5*)

$$\rho_{tl} \geq 0.6\sqrt{\frac{T}{Vb}}\frac{f_t}{f_y} \qquad \text{（GB50010-2002,10. 2. 5）}$$

当 $T/(Vb) > 2.0$ 时，取 $T/(Vb) = 2.0$ 。

在弯剪扭构件中，配置在截面弯曲受拉边的纵向受力钢筋，其截面面积不应小于按本规范第 9.5.1 条规定的受弯构件受拉钢筋最小配筋率计算出的钢筋截面面积与按本条受扭纵向钢筋配筋率计算并分配到弯曲受拉边的钢筋截面面积之和。(*《混凝土结构技术规范》10.2.5*)

在弯剪扭构件中，箍筋的配筋率 ρ_{sv} 不应小于 $0.28 f_t / f_{yv}$ 。(*《混凝土结构技术规范》10.2.12*)

本技术注释描述了程序如何根据中国 2002 规范对混凝土框架柱进行承载力校核或设计的。

概述

程序可以被用来对框架柱承载力进行校核或进行设计。如果你定义截面的设计类型为柱，输入完整的配筋信息，且选择**配筋用于设计**，程序将对其进行承载力校核。 否则，程序将根据柱内力及截面信息计算出所需钢筋,进而对其进行设计。 根据《混凝土结构设计规范》、《建筑抗震设计规范》和《高层建筑混凝土结构技术规程》中的相关规定，钢筋混凝土框架柱的设计分为以下几步：

- 框架柱轴压比设计。
- 框架柱正截面配筋设计。其中根据受力状态分别包含了轴压，轴拉，单向偏压，单向偏拉，双向偏压, 双向偏拉等情况。
- 框架柱斜截面抗剪配筋设计。
- 框架柱最值配筋率控制。

柱轴压比设计

抗震设计时，一、二、三级抗震等级的各类结构的框架柱，其轴压比 $N/(f_c A)$ 不宜大于表 11.4.16 规定的限值。 对Ⅳ类场地上较高的高层建筑，柱轴压比限值应适当减小。(*混凝土规范 11.4.16*)

表 11.4.16　框架柱轴压比限值

结构体系	抗　震　等　级		
	一级	二级	三级
框架结构	0.7	0.8	0.9
框架－剪力墙结构、框架－筒体结构	0.75	0.85	0.95
框支剪力墙结构	0.6	0.7	—

柱正截面配筋设计

A. 框架柱的计算长度 l_0 （*《混凝土结构技术规范》7. 3. 11 条*）

1) 一般多层房屋中梁柱为刚接的框架结构，各层柱的计算长度 l_0 可按表 7.3.11-2 取用。

表 7.3.11-2　框架结构各层柱的计算长度

楼盖类型	柱的类别	l_0
现浇楼盖	底层柱	1.0H

	其余各层柱	1.25H
装配式楼盖	底层柱	1.25H
	其余各层柱	1.5H

2) 当水平荷载产生的弯矩设计值占总弯矩设计值的 75%以上时，框架柱的计算长度 l_0 可按下列两个公式计算，并取其中的较小值：

$$l_0 = [1 + 0.15(\psi_{\mathrm{u}} + \psi_l)]H \qquad \text{(GB50010-2002,7.3.11-1)}$$

$$l_0 = (2 + 0.2\psi_{\min})H \qquad \text{(GB50010-2002,7.3.11-2)}$$

ψ_{u}、ψ_l ——柱的上端、下端节点处交汇的各柱线刚度之和与交汇的各梁线刚度之和的比值；

$\psi_{\min}$ ——比值 ψ_{u}、ψ_l 中的较小值；

H ——柱的高度，按表 7.3.11-2 的注采用。

B. 框架柱的附加偏心距及偏心距增大系数 η （*《混凝土结构技术规范》7. 3. 3, 7. 3. 9, 7. 3. 10 条*）

在偏心受压构件的正截面承载力计算中，应计入轴向压力在偏心方向存在的附加偏心距 e_a，其值应取 20㎜ 和偏心方向截面最大尺寸的 1/30 两者中的较大值.

在确定偏心受压构件的内力设计值时，可近似考虑二阶弯距对轴向压力偏心距的影响，将轴向压力对截面重心的初始偏心距 e_i 乘以偏心距增大系数 η

对矩形、T 形、I 形、环形和圆形截面偏心受压构件，其偏心距增大系数可按下列公式计算：

$$\eta = 1 + \frac{1}{1400 e_{\mathrm{i}}/h_0}\left(\frac{l_0}{h}\right)^2 \zeta_1 \zeta_2 \qquad \text{(GB50010-2002,7.3.10-1)}$$

$$\zeta_1 = \frac{0.5 f_{\mathrm{c}} A}{N} \qquad \text{(GB50010-2002,7.3.10-2)}$$

$$\zeta_2 = 1.15 - 0.01\frac{l_0}{h} \qquad \text{(GB50010-2002,7.3.10-3)}$$

式中

η ---偏心受压构件考虑二阶弯矩影响的轴力偏心矩增大系数

ζ_1---偏心受压构件的截面曲率修正系数，当 $\zeta_1 > 1.0$ 时，取 $\zeta_1 = 1.0$

ζ_2 ---构件长细比对截面曲率的影响系数，当 $l_0/h < 15$ 时，取 $\zeta_2 = 1.0$

注：当偏心受压构件的长细比 $l_0/i \le 17.5$ 时，可取 $\eta = 1.0$ 。

C. 轴心受压柱纵向钢筋计算（*《混凝土结构技术规范》7. 3. 1 条*）

矩形或圆形截面的轴心受压柱，其受压钢筋面积 $A_s^{'}$ 按下式计算：

$$N \le 0.9\varphi(f_c A + f_y^{'} A_s^{'}) \qquad \text{(GB50010-2002,7.3.1)}$$

当纵向钢筋配筋率大于 3%时，公式(7.3.1)中的 A 应改用 $(A - A_s^{'})$ 代替.

钢筋混凝土轴心受压构件的稳定系数φ的计算（*《混凝土结构技术规范》说明*）

对矩形截面

$$\varphi = [1 + 0.002(\frac{l_0}{b} - 8)^2]^{-1}$$

对任意截面可取$b = \sqrt{12}i$，对圆形截面可取$b = \sqrt{3}d/2$

式中

l_0---构件的计算长度，对钢筋混凝土柱可按本规范第 7.3.11 条的规定取用；

b---为矩形截面的短边尺寸；

d---为圆形截面的直径；

i---为截面的最小回转半径。

D. 对称配筋矩形截面偏心受压柱的纵向钢筋计算（*《混凝土结构技术规范》7. 3. 4 条*）

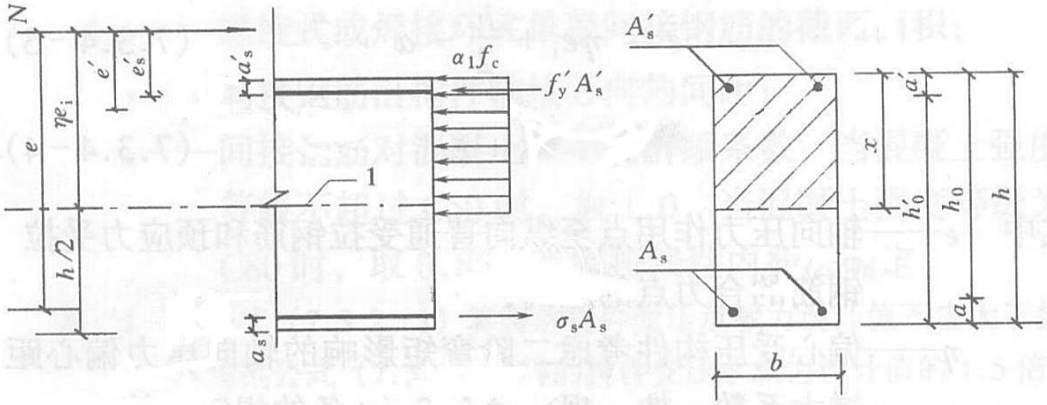


图 7.3.4 矩形截面偏心受压构件正截面受压承载力计算

1--截面重心轴

矩形截面偏心受压构件正截面受压承载力应符合下列规定(图 7.3.4)：(*《混凝土结构技术规范》7.3.4 条*)

$$N \le \alpha_1 f_c bx + f'_y A'_s - \sigma_s A_s \qquad \text{(GB50010-2002,7.3.4-1)}$$

$$Ne \le \alpha_1 f_c bx\left(h_0 - \frac{x}{2}\right) + f'_y A'_s (h_0 - a'_s) \qquad \text{(GB50010-2002,7.3.4-2)}$$

$$e = \eta e_i + \frac{h}{2} - a_s \qquad \text{(GB50010-2002,7.3.4-3)}$$

$$e_i = e_0 + e_a \qquad \text{(GB50010-2002,7.3.4-4)}$$

在按上述规定计算时，尚应符合下列要求。

1) 钢筋的应力σ_s、σ_p可按下列情况计算：

当$\xi \leqslant \xi_b$时为大偏心受压构件，取$\sigma_s = f_y$及$\sigma_p = f_{py}$，此处，ξ为相对受压区高度，$\xi = x/h_0$；

当$\xi > \xi_b$时为小偏心受压构件，σ_s按本规范第 7.1.5 条的规定进行计算。

e——轴向压力作用点至纵向受拉钢筋合力点的距离；

η——偏心受压构件考虑二阶弯矩影响的轴向压力偏心距增大系数，按本规范第 7.3.10 条的规定计算；

σ_s——受拉边或受压较小边的纵向钢筋的应力；

e_i——初始偏心距；

a——纵向受拉钢筋的合力点至截面近边缘的距离；

e_0——轴向压力对截面重心的偏心距：e_0 =*M*/*N*；

e_a——附加偏心距，按本规范第 7.3.3 条确定。

2) 当计算中计入纵向受压钢筋时，受压区高度应满足 $x \geq 2a_s'$；当不满足此条件时，其正截面受压承载力按下式计算

$$Ne_s' \leq f_y A_s (h - a_s - a_s')$$

e_s' 为轴向压力作用点至受压区纵向钢筋合力点的距离；在计算中应计入偏心距增大系数，初始偏心距 $e_i = e_0 + e_a$ 确定。

E. 沿周边均匀配置纵向钢筋的圆形截面钢筋混凝土偏心受压构件，其正截面承载力宜符合下列规定：（*《混凝土结构技术规范》7.3.8 条*）

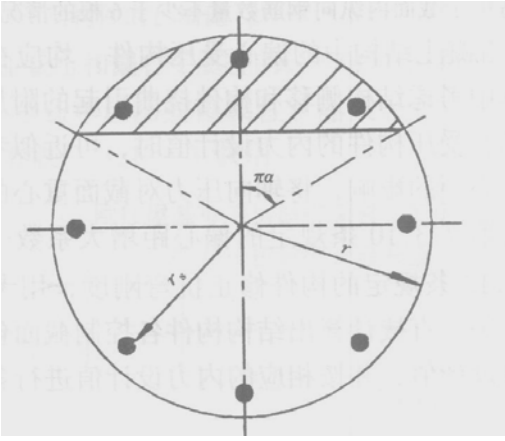


图 7.3.8 沿周边均匀配筋的圆形截面

$$N \leq \alpha\alpha_1 f_c A(1 - \frac{\sin 2\pi\alpha}{2\pi\alpha}) + (\alpha - \alpha_t) f_y A_s \qquad \text{(GB50010-2002, 7.3.8-1)}$$

$$N\eta e_i \leq \frac{2}{3}\alpha_1 f_c A r \frac{\sin^3 \pi\alpha}{\pi} + f_y A_s r_s \frac{\sin \pi\alpha + \sin \pi\alpha_t}{\pi} \qquad \text{(GB50010-2002, 7.3.8-2)}$$

$$\alpha_t = 1.25 - 2\alpha \qquad \text{(GB50010-2002, 7.3.8-3)}$$

$$e_i = e_0 + e_a \qquad \text{(GB50010-2002, 7.3.8-4)}$$

A——圆形截面的面积；

A_s——全部纵向钢筋的截面面积；

r——圆形截面的半径；

r_s——纵向钢筋重心所在圆周的半径；

e_0——轴向压力对截面重心的偏心距：e_0 =*M*/*N*；

e_a——附加偏心距，按本规范第 7.3.3 条确定；

α——对应于受压区混凝土截面面积的圆心角（rad）与 2π 的比值；

α_t——纵向受拉钢筋截面面积与全部纵向钢筋截面面积的比值，当 $\alpha > 0.625$ 时，取 $\alpha_t = 0$。

注：本条使用于截面内纵向钢筋数量不少于 6 根的情况。

F.截面具有两个互相垂直的对称轴的双向偏心受压构件

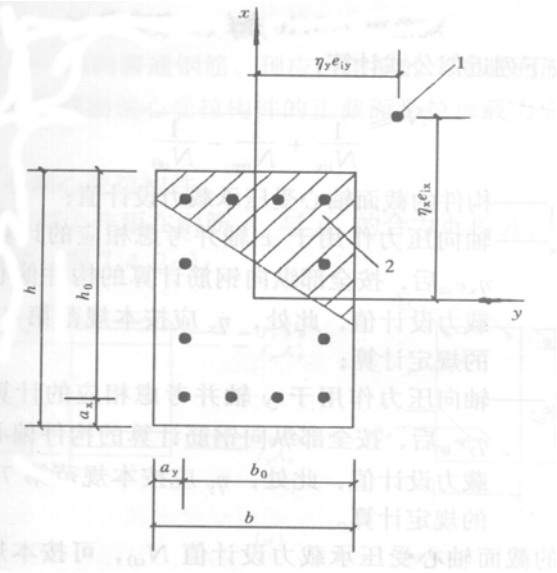


图 7. 3. 14　双向偏心受压构件截面

1 — 轴向压力作用点；　2 — 受压区

对截面具有两个互相垂直的对称轴的钢筋混凝土双向偏心受压构件(图 7.3.14)，其正截面受压承载力可选用下列两种方法之一进行计算：(*《混凝土结构技术规范》7.3.14 条*)

1)　ETABS 中文版程序按混凝土规范(GB50010-2002)附录 F 的方法计算，此时，附录 F 公式(F.0.1-7)和公式(F.0.1-8)中的 M_x、M_y 应分别用 $N\eta_x e_{ix}$、$N\eta_y e_{iy}$ 代替，其中，初始偏心距应按下列公式计算：

$$e_{ix} = e_{0x} + e_{ax} \qquad \text{(GB50010-2002, 7.3.14-1)}$$

$$e_{iy} = e_{0y} + e_{ay} \qquad \text{(GB50010-2002, 7.3.14-2)}$$

式中　e_{0x}、e_{0y}——轴向压力对截面重心 *y* 轴、*x* 轴的偏心距：$e_{0x} = M_{0x}/N$、$e_{0y} = M_{0y}/N$；

M_{0x}、M_{0y}——未考虑附加弯矩时轴向压力在 *x* 轴、*y* 轴方向的弯矩设计值；

e_{ax}、e_{ay}——*x* 轴、*y* 轴方向上的附加偏心距，按本规范第 7.3.3 条的规定确定；

η_x、η_y——*x* 轴、*y* 轴方向上的偏心距增大系数，按本规范第 7.3.10 条的规定确定。

2） ETABS 中文版程序按混凝土规范(GB50010-2002)7.3.14 第 2 项的方法计算。

$$N \le \frac{1}{\frac{1}{N_{ux}} + \frac{1}{N_{uy}} - \frac{1}{N_{u0}}} \qquad \text{(GB50010-2002, 7.3.14-3)}$$

N_{u0}- 构件的截面轴心受压承载力设计值；

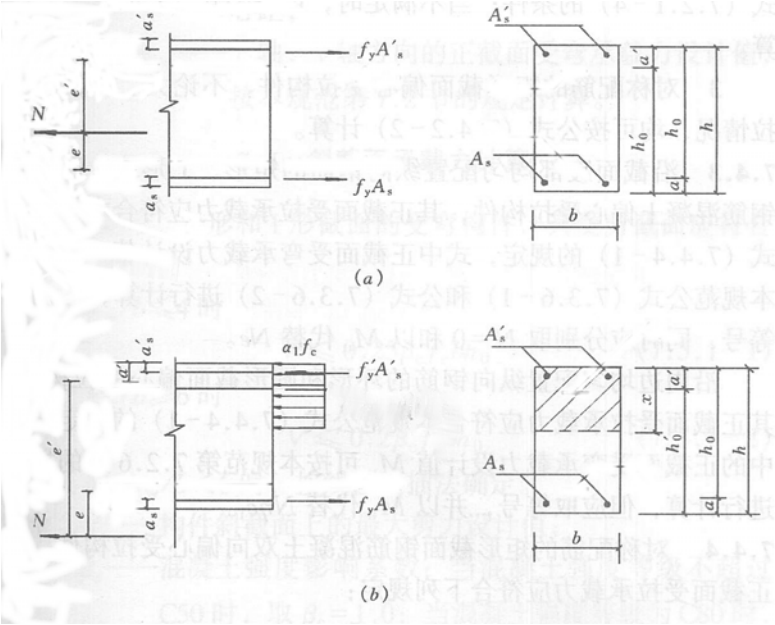
N_{ux}-轴向压力作用于 x 轴并考虑相应的计算偏心距 $\eta_x e_{ix}$ 后，按全部纵向钢筋计算的构件偏心受压承载力设计值，此处，η_x 应按规范(GB50010-2002)第 7.3.10 条的规定计算。

N_{uy}-轴向压力作用于 y 轴并考虑相应的计算偏心距 $\eta_y e_{iy}$ 后，按全部纵向钢筋计算的构件偏心受压承载力设计值，此处，η_y 应按规范(GB50010-2002)第 7.3.10 条的规定计算。

G.轴心受拉柱的纵向钢筋面积(*《混凝土结构技术规范》7.4.1 条*)

$$N \le f_y A_s \qquad \text{(GB50010-2002, 7.4.1)}$$

H.偏心受拉柱的纵向钢筋面积(*《混凝土结构技术规范》7.4.2 条*)



(a)小偏心受拉构件　　(b)大偏心受拉构件

图 7.4.2　矩形截面偏心受拉构件正截面受拉承载力计算

对称配筋的矩形截面偏心受拉构件，不论大、小偏心受拉情况，正截面受拉承载力：

$$Ne' \le f_y A_s (h'_0 - a_s) \qquad \text{(GB50010-2002,7.4.2-2)}$$

$$e' = e_0 + \frac{h}{2} - a'_s$$

$$e_0 = \frac{M}{N}$$

H.对称配筋的矩形截面双向偏心受拉构件 (*《混凝土结构技术规范》7.4.4 条*)

ETABS 中文版程序按混凝土规范(GB50010-2002)附录 F 的方法计算，处理方法同双向偏心受压构件相同。

柱斜截面配筋设计

按抗强剪弱弯的要求，对地震作用组合的剪力应乘以相应的调整系数

输出表格列出柱的轴压比,并输出一张柱的轴压比在平面上的表示

A. 柱截面抗剪限制(*《混凝土结构技术规范》7. 5. 16, 11. 4. 8*)
当截面不满足下列要求时,给出超筋信息,此时应加大截面或提高混凝土强度等级
1) 无地震组合时：

$$V \le 0.25\beta_c f_c b h_0$$

2) 有地震作用组合时：

对剪跨比 $\lambda > 2$ 的柱 $V \le \frac{1}{\gamma_{RE}}(0.2\beta_c f_c b h_0)$

对剪跨比 $\lambda \le 2$ 的柱 $V \le \frac{1}{\gamma_{RE}}(0.15\beta_c f_c b h_0)$

框架柱的剪跨比可按下式计算

$$\lambda = M^c / (V^c h_0)$$

式中

λ ---框架柱的剪跨比. 反弯点位于柱高中部的框架柱，可取柱净高与计算方向 2 倍柱截面有效高度之比值

M^c ---柱端截面未经《高层建筑混凝土结构技术规程》6. 2. 1，6. 2. 2，6. 2. 4 条调整的组合弯矩计算值，可取柱上下端的较大值

V^c ----柱端截面与组合弯矩计算值对应的组合剪力计算值

B. 柱双向受剪限制(*《混凝土结构技术规范》7. 5. 16 条*)

矩形截面双向受剪的钢筋混凝土框架柱，其受剪截面应符合下列条件：

$$V_x \le 0.25\beta_c f_c b h_0 \cos\theta \qquad \text{（GB50010-2002,7.5.16-1）}$$

$$V_y \le 0.25\beta_c f_c h b_0 \sin\theta \qquad \text{（GB50010-2002,7.5.16-2）}$$

式中 V_x ——x 轴方向的剪力设计值，对应的截面有效高度为 h_0，截面宽度为 b；

V_y ——y 轴方向的剪力设计值，对应的截面有效高度为 b_0，截面宽度为 h；

θ ——斜向剪力设计值 V 的作用方向与 x 轴的夹角，$\theta = \arctan(V_y / V_x)$ 。

C.矩形截面双向受剪框架柱斜截面受剪

矩形截面双向受剪的钢筋混凝土框架柱，当符合下列要求时：(*《混凝土结构技术规范》7.5.18 条*)

$$V_x \le (\frac{1.75}{\lambda_x + 1} f_t b h_0 + 0.07N)\cos\theta \qquad \text{(GB50010-2002,7. 5. 18-1)}$$

$$V_y \le (\frac{1.75}{\lambda_y + 1} f_t h b_0 + 0.07N)\sin\theta \qquad \text{(GB50010-2002,7. 5. 18-2)}$$

可不进行斜截面受剪承载力计算，而仅需根据本规范第 10.3.2 条的规定，按构造要求配置箍筋。

矩形截面双向受剪的钢筋混凝土框架柱，其斜截面受剪承载力：(*《混凝土结构技术规范》*

7.5.17 条)

$$V_x \le \frac{V_{ux}}{\sqrt{1+(\frac{V_{ux}\tan\theta}{V_{uy}})^2}} \qquad \text{(GB50010-2002,7. 5. 17-1)}$$

$$V_y \le \frac{V_{uy}}{\sqrt{1+(\frac{V_{uy}}{V_{ux}\tan\theta})^2}} \qquad \text{(GB50010-2002,7. 5. 17-2)}$$

在 x 轴、y 轴方向的斜截面受剪承载力设计值 V_{ux} 、V_{uy} 应按下列公式计算：

$$V_{ux} = \frac{1.75}{\lambda_x+1} f_t b h_0 + f_{yv}\frac{A_{svx}}{s} h_0 + 0.07N \qquad \text{(GB50010-2002,7. 5. 17-3)}$$

$$V_{uy} = \frac{1.75}{\lambda_y+1} f_t h b_0 + f_{yv}\frac{A_{svy}}{s} b_0 + 0.07N \qquad \text{(GB50010-2002,7. 5. 17-4)}$$

式中 λ_x、λ_y —— 框架柱的计算剪跨比，按本规范 7.5.12 条的规定确定；

A_{svx} 、A_{svy} —— 配置在同一截面内平行于 x 轴、y 轴的箍筋各肢截面面积的总和；

N —— 与斜向剪力设计值 V 相应的轴向压力设计值，当 N >0.3 $f_c A$ 时，取 N =0.3 $f_c A$，此处，A 为构件的截面面积。

在设计截面时，可在公式(7.5.17-1)、公式(7.5.17-2)中近似取 V_{ux}/V_{uy} =1 后直接进行计算。

D. 柱受压时抗剪箍筋面积 A_{sv} 计算（*《混凝土结构技术规范》7. 5. 12, 11. 4. 9 条*）

非抗震设计时，矩形、T 形和 I 形截面的钢筋混凝土偏心受压构件，当符合下列公式的要求时：(*《混凝土结构技术规范》7.5.13 条*)

$$V \le \frac{1.75}{\lambda+1} f_t b h_0 + 0.07N \qquad \text{(GB50010-2002,7. 5. 13)}$$

可不进行斜截面受剪承载力计算，而仅需根椐本规范第 10.3.2 条的规定，按构造要求配置箍筋。

1) 无地震作用组合时（*《混凝土结构技术规范》7.5.12 条*)

$$V = \frac{1.75}{\lambda+1} f_t b h_0 + f_{yv}\frac{A_{sv}}{s} h_0 + 0.07N \qquad \text{(GB50010-2002,7.5.12)}$$

2) 有地震作用组合时（*《混凝土结构技术规范》11.4.9 条*)

$$V \le \frac{1}{\gamma_{RE}}[\frac{1.05}{\lambda+1} f_t b h_0 + f_{yv}\frac{A_{sv}}{s} h_0 + 0.056N] \qquad \text{(GB50010-2002,11.4.9)}$$

式中

λ ---框架柱的剪跨比.当 $\lambda<1$ 时，取 $\lambda=1$；当 $\lambda>3$ 时，取 $\lambda=3$

N ---考虑风荷载或地震作用组合的框架柱轴向压力设计值，当 $N>0.3 f_c A_c$ 时，取 $N=0.3 f_c A_c$

圆形截面偏心受压柱（*《混凝土结构技术规范》7. 5. 15 条*）

圆形截面的钢筋混凝土受弯构件和偏心受压构件，其斜截面受剪承载力可按本规范第 7.5.1 至第 7.5.13 条，及第 11. 4. 8 和第 11. 4. 9 条计算，此时，上述条文公式中的截面宽度 b 和截面有效高度 h_0 应分别以 1.76 r 和 1.6 r 代替，此处，r 为圆形截面的半径。

E. 柱受拉时抗剪箍筋面积 A_{sv} 计算（*《混凝土结构技术规范》7. 5. 14, 11. 4. 10 条,《高层建筑混凝土结构技术规程》6. 2. 9 条*）

1) 无地震作用组合时 (7.5.14 条)

$$V \le \frac{1.75}{\lambda+1} f_t b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 - 0.2N \qquad \text{(GB50010-2002,7.5.14)}$$

当 $0.2N > \frac{1.75}{\lambda+1} f_t b h_0$ 时，取 $A_{sv} = \frac{Vs}{f_{yv} h_0}$ 和 $A_{sv} = 0.36 f_t b h_0$ 中的较大值

2) 有地震作用组合时

$$V \le \frac{1}{\gamma_{RE}} [\frac{1.05}{\lambda+1} f_t b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 - 0.2N]$$

当 $0.2N > \frac{1.05}{\lambda+1} f_t b h_0$ 时，取 $A_{sv} = \frac{\gamma_{RE} Vs}{f_{yv} h_0}$ 和 $A_{sv} = 0.36 f_t b h_0$ 中的较大值

式中

λ ---框架柱的剪跨比.当 $\lambda < 1$ 时，取 $\lambda = 1$；当 $\lambda > 3$ 时，取 $\lambda = 3$

N ---与剪力设计值 V 对应的轴向拉力设计值，取正值

F. 轴向压力、弯矩、剪力和扭矩共同作用下柱剪扭承载力（*《混凝土结构技术规范》7. 6. 13 条*）

在轴向压力和扭矩共同作用下的矩形截面钢筋混凝土构件，其受扭承载力应符合下列规定：(*《混凝土结构技术规范》7.6.7 条*)

$$T \le 0.35 f_t W_t + 1.2\sqrt{\zeta} f_{yv} \frac{A_{st1} A_{cor}}{s} + 0.07 \frac{N}{A} W_t \qquad (7.6.7)$$

式中 N ——与扭矩设计值 T 相应的轴向压力设计值，当 $N > 0.3 f_c A$ 时，取 $N = 0.3 f_c A$；

A ——构件截面面积。

此处，ζ 值应按本规范第 7.6.4 条的规定确定。

$$\zeta = \frac{f_y A_{stl} s}{f_{yv} A_{st1} u_{cor}} \qquad \text{(GB50010-2002,7. 6. 4-2)}$$

对钢筋混凝土纯扭构件，其 ζ 值应符合 0. 6≤ ζ ≤1. 7 的要求，当 ζ ＞1. 7 时，取 ζ ＝1. 7。

在轴向压力、弯矩、剪力和扭矩共同作用下的钢筋混凝土矩形截面框架柱，当 $T \le (0.175 f_t + 0.035 N/A) W_t$ 时，可仅按偏心受压构件的正截面承载力和框架柱斜截面受剪承载力分别进行计算。(*《混凝土结构技术规范》7.6.14 条*)

在轴向压力、弯矩、剪力和扭矩共同作用下的钢筋混凝土矩形截面框架柱，其受剪扭承载

力应符合下列规定：(*《混凝土结构技术规范》7.6.13 条*)

1) 受剪承载力

$$V \le (1.5-\beta_t)(\frac{1.75}{\lambda+1} f_t b h_0 + 0.07N) + f_{yv}\frac{A_{sv}}{s}h_0 \qquad \text{（GB50010-2002,7. 6. 13-1）}$$

2) 受扭承载力

$$T \le \beta_t(0.35 f_t + 0.07\frac{N}{A})W_t + 1.2\sqrt{\zeta} f_{yv}\frac{A_{st1}A_{cor}}{s} \qquad \text{（GB50010-2002,7. 6. 13-2）}$$

式中　　λ ——计算截面的剪跨比，按本规范第 7. 5. 12 条确定。

以上两个公式中的 β_t 值应按本规范公式(7.6.8-5)计算，ζ 值应按本规范第 7.6.4 条的规定确定。

在轴向压力、弯矩、剪力和扭矩共同作用下的钢筋混凝土矩形截面框架柱，其纵向钢筋截面面积应分别按偏心受压构件的正截面承载力和剪扭构件的受扭承载力计算确定，并应配置在相应的位置；箍筋截面面积应分别按剪扭构件的受剪承载力和受扭承载力计算确定，并应配置在相应的位置。(*《混凝土结构技术规范》7.6.15 条*)

柱最值配筋率控制

B. 纵向钢筋配筋率

全部纵向钢筋的配筋率，非抗震设计时不宜大于 5%，不应大于 6%，抗震设计时不应大于 5%;一级且剪跨比不大于 2 的柱，其单侧纵向受拉钢筋的配筋率不宜大于 1.2%;边柱，角柱及剪力墙端柱考虑地震作用组合产生小偏心受拉时，柱内纵筋总截面面积应比计算值增加 25%.

柱全部纵向钢筋的配筋率，应满足表 6.4.3-1 的要求；抗震设计时，对 IV 类场地上较高的高层建筑，表中数值应增加 0.1；

表 6.4.3-1 柱纵向钢筋最小配筋百分率(%)

柱类型	抗震等级				非抗震
	一级	二级	三级	四级	
中柱，边柱	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6
角柱	1.2	1.0	0.9	0.8	0.6
框支柱	1.2	1.0	1.0	--	0.8

剪跨比 $\lambda \le 2$ 的柱、框支柱和一、二抗震等级的角柱，应在柱全高范围内加密箍筋 *（《混凝土结构技术规范》11. 4. 12）*

C.箍筋的配筋率要求

抗震时设计时，各类框架柱、框支柱箍筋加密区箍筋的体积配筋率应符合下列规定：(*《混凝土结构技术规范》11.4.17 条*)

1) 各类框架柱箍筋加密区箍筋的体积配筋率，应符合下列要求：

$$\rho_v \ge \lambda_v \frac{f_c}{f_{yv}} \qquad \text{（GB50010-2002,11. 4. 17）}$$

式中，λ_v 为框架柱箍筋加密区的箍筋最小配箍特征值，其数值按《混凝土结构技术规范》表 11.4.17 选取。

2) 框支柱宜采用复合螺旋箍或井字复合箍，其最小配箍特征值应按表 11.4.17 增加 0.02，且

体积配筋率不应小于 1.5%；

3）当剪跨比 $\lambda \leq 2$ 时，一、二、三级抗震等级的框架柱宜沿柱全高采用复合螺旋箍或井字复合箍，其箍筋体积配筋率不应小于 1.2%；9 度设防烈度时，不应小于 1.5%

根据中国 2002 规范规定，一、二级抗震等级的框架应进行节点核心区受剪承载力计算。三、四级抗震等级的框架节点核心区可不进行计算，但应符合抗震构造措施的要求 (*混凝土规范 11.6.1 条*)。本技术手册描述了程序是如何根据中国 2002 规范对混凝土框架梁柱节点进行设计的。其中包括程序是如何通过梁柱节点核心区的分析得到节点剪力的，及应用这一剪力来检查节点核心区的强度。

概述

根据本程序的特点，及《混凝土结构设计规范》、《建筑抗震设计规范》和《高层建筑混凝土结构技术规程》中的相关规定，钢筋混凝土框架节点设计分为以下几步：

- 框架节点剪力设计值的确定。
- 框架节点承载力设计。

框架节点核心区剪力设计值的确定

框架梁柱节点核心区考虑抗震等级的剪力设计值 V_j，可按下列规定计算：(*混凝土规范 11.6.2 条*)

1) 9 度设防烈度的各类框架和一级抗震等级的框架结构

顶层中间节点和端节点

$$V_j = 1.15\frac{(M_{bua}^{l} + M_{bua}^{r})}{h_{b0} - a_s'} \qquad (11.6.2\text{-}1)$$

且不应小于按公式(11.6.2-3)求得的 V_j 值；

其它层中间节点和端节点

$$V_j = 1.15\frac{(M_{bua}^{l} + M_{bua}^{r})}{h_{b0} - a_s'}\left(1 - \frac{h_{b0} - a_s'}{H_c - h_b}\right) \qquad (11.6.2\text{-}2)$$

且不应小于按公式(11.6.2-4)求得的 V_j 值；

2) 其它情况

一级抗震等级

顶层中间节点和端节点

$$V_j = 1.35\frac{\left(M_b^{l} + M_b^{r}\right)}{h_{b0} - a_s'} \qquad (11.6.2\text{-}3)$$

其它层中间节点和端节点

$$V_j = 1.35\frac{(M_b^{l} + M_b^{r})}{h_{b0} - a_s'}\left(1 - \frac{h_{b0} - a_s'}{H_c - h_b}\right) \qquad (11.6.2\text{-}4)$$

二级抗震等级

顶层中间节点和端节点

$$V_j = 1.2\frac{(M_b^l + M_b^r)}{h_{b0} - a_s'} \qquad (11.6.2\text{-}5)$$

其它层中间节点和端节点

$$V_j = 1.2\frac{(M_b^l + M_b^r)}{h_{b0} - a_s'}\left(1 - \frac{h_{b0} - a_s'}{H_c - h_b}\right) \qquad (11.6.2\text{-}6)$$

M_{bua}^l、M_{bua}^r——框架节点左、右两侧的梁端按实配钢筋、强度标准值，且考虑承载力抗震调整系数的正截面受弯承载力所对应的弯矩值；

M_b^l、M_b^r——考虑地震作用组合的框架节点左、右两侧的梁端弯矩设计值；

h_{b0}、h_b——梁的截面有效高度、截面高度，当节点两侧梁高不相同时，取其平均值；

H_c——节点上柱和下柱反弯点之间的距离；

a_s'——纵向受压钢筋合力点至截面近边的距离。

公式(11.6.2-1)、公式(11.6.2-2)中的($M_{bua}^l + M_{bua}^r$)，以及公式(11.6.2-3)至公式(11.6.2-6)中的($M_b^l + M_b^r$)，均应按本规范第 11.3.2 条的规定采用。

框架节点核心区承载力设计

框架梁柱节点核心区受剪的水平截面要求(*混凝土规范 11.6.3 条*)

框架梁柱节点核心区受剪的水平截面应符合下列条件：

$$V_j \le \frac{1}{\gamma_{RE}}(0.3\eta_j\beta_c f_c b_j h_j) \qquad (11.6.3)$$

式中 h_j——框架节点核心区的截面高度，可取验算方向的柱截面高度，即 $h_j = h_c$；

b_j——框架节点核心区的截面有效验算宽度，当 $b_b > b_c/2$ 时，可取 $b_j = b_c$；当 $b_b < b_c/2$ 时，可取 $b_b + 0.5h_c$ 和 b_c 中的较小者。当梁与柱的中线不重合，且偏心距 $e_0 \le b_c/4$ 时，可取（$0.5b_b + 0.5b_c + 0.25h_c - e_0$）、（$b_b + 0.5h_c$）和 b_c 中的最小值；此处，b_b 为验算方向梁截面宽度，b_c 为该侧柱截面宽度。

η_j——正交梁对节点的约束影响系数：当楼板为现浇、梁柱中线重合、四侧各梁截面宽度不小于该侧柱截面宽度的 1/2，且正交方向梁高度不小于较高框架梁高度的 3/4 时，可取 $\eta_j = 1.5$，对 9 度设防烈度，宜取 $\eta_j = 1.25$；当不满足上述约束条件时，应取 $\eta_j = 1.0$。

框架梁柱节点的受剪承载力

框架梁柱节点的受剪承载力，应符合下列规定：(*混凝土规范 11.6.4 条*)

1) 9 度设防烈度

$$V_j \le \frac{1}{\gamma_{RE}}\left[0.9\eta_j f_t b_j h_j + f_{yv} A_{svj}\frac{h_{b0} - a_s'}{s}\right] \qquad (11.6.4\text{-}1)$$

2) 其它情况

$$V_j \le \frac{1}{\gamma_{RE}}\left[1.1\eta_j f_t b_j h_j + 0.05\eta_j N\frac{b_j}{b_c} + f_{yv}A_{svj}\frac{h_{b0}-a_s'}{s}\right] \qquad (11.6.4\text{-}2)$$

式中　N——对应于考虑地震作用组合剪力设计值的节点上柱底部的轴向力设计值：当 N 为压力时，取轴向压力设计值的较小值，且当 $N>0.5f_cb_ch_c$ 时，取 $N=0.5f_cb_ch_c$；当 N 为拉力时，取 $N=0$；

A_{svj}——核心区有效验算宽度范围内同一截面验算方向箍筋各肢的全部截面面积；

h_{b0}——梁截面有效高度，节点两侧梁截面高度不等时取平均值。

圆柱框架的梁柱节点(*混凝土规范 11.6.5 条*)

圆柱框架的梁柱节点，当梁中线与柱中线重合时，受剪的水平截面应符合下列条件：

$$V_j \le \frac{1}{\gamma_{RE}}(0.3\eta_j\beta_c f_c A_j) \qquad (11.6.5)$$

式中　A_j——节点核心区有效截面面积：当梁宽 $b_b \geqslant 0.5D$ 时，取 $A_j=0.8D^2$；当 $0.4D \leqslant b_b < 0.5D$ 时，取 $A_j = 0.8D(b_b + 0.5D)$；

D——圆柱截面直径；

b_b——梁的截面宽度；

η_j——正交梁对节点的约束影响系数，按本规范第 11.6.3 条取用。

圆柱框架的梁柱节点受剪承载力

圆柱框架的梁柱节点，当梁中线与柱中线重合时，其受剪承载力应符合下列规定：

1) 9 度设防烈度

$$V_j \le \frac{1}{\gamma_{RE}}(1.2\eta_j f_t A_j + 1.57 f_{yv}A_{sh}\frac{h_{b0}-a_s'}{s} + f_{yv}A_{svj}\frac{h_{b0}-a_s'}{s}) \qquad (11.6.6\text{-}1)$$

2) 其它情况

$$V_j \le \frac{1}{\gamma_{RE}}(1.5\eta_j f_t A_j + 0.05\eta_j\frac{N}{D^2}A_j + 1.57 f_{yv}A_{sh}\frac{h_{b0}-a_s'}{s} + f_{yv}A_{svj}\frac{h_{b0}-a_s'}{s}) \qquad (11.6.6\text{-}2)$$

式中　h_{b0}——梁的有效高度；

A_{sh}——单根圆形箍筋的截面面积；

A_{svj}——同一截面验算方向的拉筋和非圆形箍筋各肢的全部截面面积。

©COMPUTERS AND STRUCTURES, INC., 2003 年 10 月

本技术注释描述了中国 2002 规范混凝土框架设计输入数据，当你选择**文件菜单 > 打印表格 > 混凝土框架结构设计**命令时，输入数据可以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最后被呈现。

输入数据

程序提供了关于输入数据打印输出的系列表格。本手册中表 1 中以柱为题头的部分是提供的有关柱的输入数据信息，同样以梁为题头的部分是提供的有关梁的输入数据信息。

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 >输入**命令时，并勾选打印设计表对话框上所需输入数据类型，并可选择**打印到文件**，点击**确定**按钮可印至文件或打印机。 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。

类似的，可打印分析输出，结构总信息，和混凝土框架设计至文件或打印机。

要把混凝土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）。 点击对话框上的**确定**按钮，可完成操作。

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 > 剪力墙设计**命令之前选择了一个具体混凝土框架单元，**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。

ETABS®

中国 2002 规范混凝土框架设计

技术报告
输出细节

本技术注释描述了中国 2002 规范混凝土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，当你选择**文件菜单 > 打印表格 > 混凝土框架结构设计**命令并选择输出摘要时，输出数据可以被打印。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最后被呈现。

输出数据

程序提供了关于输出数据打印输出的系列表格。本手册中表 1 中以柱子为题头的部分是提供的有关柱设计的输出数据信息，同样以梁为题头的部分是提供的有关梁设计的输出数据信息。

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 > 混凝土框架结构设计**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。

要把混凝土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**显示菜单 > 设置输入/输出表样式**命令有助于显示打印到一个文本文件的输出和输出。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 > 剪力墙设计**命令之前选择了一个具体混凝土框架单元，**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和剪力墙单元。