

集成化的建筑结构设计软件

ETABS[®] 2013

**中国2010规范荷载
技术报告**



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 2013
2013-08

版 权

计算机程序 ETABS 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.

目录

第 1 章 设计荷载组合	1
1.1 程序生成默认组合形式.....	1
1.2 设计组合形成及修改.....	2
第 2 章 地震荷载信息	3
2.1 地震反应谱（地震影响系数曲线）.....	3
2.2 自动地震荷载静力计算（底部剪力法）.....	5
2.3 自动水平地震荷载计算（振型分解法）.....	7
2.4 竖向地震作用	9
第 3 章 风荷载信息	11
3.1 自动风荷载	11
3.2 任意面单元风荷载	19
第 4 章 结构抗震调整	20
4.1 混凝土结构抗震调整	20

4.2 钢结构抗震调整 32

第 1 章 设计荷载组合

程序根据《建筑结构荷载规范》(3 of GB50009)、《建筑抗震设计规范》(5.4 of GB 50011-2010) 和《高层建筑混凝土结构技术规程》(5.6 of JGJ 3-2010)中的相关规定, 本技术注释描述了中国 2010 规范混凝土框架结构设计所使用的荷载组合。

1.1 程序生成默认组合形式

ETABS 中国规范版本采用如下默认的设计荷载组合形式:

$$1.35DL + 0.98\gamma_L LL \quad (1-1)$$

$$1.2DL + 1.4\gamma_L LL \quad (1-2)$$

$$1.0DL + 1.4\gamma_L LL \quad (1-3)$$

$$1.2DL \pm 1.4WL \quad (1-4)$$

$$1.0DL \pm 1.4WL \quad (1-5)$$

$$1.2DL + 1.4\gamma_L LL \pm 0.84WL \quad (1-6)$$

$$1.0DL + 1.4\gamma_L LL \pm 0.84WL \quad (1-7)$$

$$1.2DL + 0.98\gamma_L LL \pm 1.4WL \quad (1-8)$$

$$1.0DL + 0.98\gamma_L LL \pm 1.4WL \quad (1-9)$$

$$1.2DL + \gamma_{EG} \times 1.2LL \pm 1.3E_h L \pm 0.5E_v L \quad (1-10)$$

$$1.0DL + \gamma_{EG} \times 1.0LL \pm 1.3E_h L \pm 0.5E_v L \quad (1-11)$$

$$1.2DL + \gamma_{EG} \times 1.2LL \pm 0.28WL \pm 1.3E_h L \pm 0.5E_v L \quad (1-12)$$

$$1.0DL + \gamma_{EG} \times 1.0LL \pm 0.28WL \pm 1.3E_h L \pm 0.5E_v L \quad (1-13)$$

$$1.2DL + \gamma_{EG} \times 1.2LL \pm 0.28WL \pm 0.5E_h L \pm 1.3E_v L \quad (1-14)$$

$$1.0DL + \gamma_{EG} \times 1.0LL \pm 0.28WL \pm 0.5E_h L \pm 1.3E_v L \quad (1-15)$$

$$1.2DL + \gamma_{EG} \times 1.2LL \pm 1.3E_vL \quad (1-16)$$

$$1.0DL + \gamma_{EG} \times 1.0LL \pm 1.3E_vL \quad (1-17)$$

$$1.2DL + \gamma_{EG} \times 1.2LL \pm 0.28WL \pm 1.3E_vL \quad (1-18)$$

$$1.0DL + \gamma_{EG} \times 1.0LL \pm 0.28WL \pm 1.3E_vL \quad (1-19)$$

$$1.2DL + \gamma_{EG} \times 1.2LL \pm 1.3E_hL \quad (1-20)$$

$$1.0DL + \gamma_{EG} \times 1.0LL \pm 1.3E_hL \quad (1-21)$$

$$1.2DL + \gamma_{EG} \times 1.2LL \pm 0.28WL \pm 1.3E_hL \quad (1-22)$$

$$1.0DL + \gamma_{EG} \times 1.0LL \pm 0.28WL \pm 1.3E_hL \quad (1-23)$$

符号说明：
DL 为恒荷载
LL 为活荷载
WL 为风荷载
E_hL 为水平地震荷载
E_vL
 为竖向地震荷载
γ_{EG} 为可变荷载的组合系数
γ_L 为考虑结构设计使用年限的荷载调整系数

注释：

根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)中 5.1.1-4 条规定，8、9 度大跨度和长悬臂结构及 9 度时的高层建筑，应计算竖向地震作用。由于跨度和悬臂尺度程序难以自动识别，因此 ETABS 中文版程序中，仅当用户已定义了竖向地震荷载时，程序自动生成含有 *E_vL* 项的组合公式(1-10)至(1-19)。

1.2 设计组合形成及修改

在用户定义了相关荷载工况的基础上，程序将根据规范和抗震烈度信息自动生成以上荷载组合方式，它们将自动生成并成为设计荷载工况的默认项。用户也可以自定义荷载组合方式，其途径是**定义菜单** > **荷载组合** > **添加新组合**，用户也可以通过对话框中**修改/显示组合**选项来修改默认的或自定义的组合方式。

第 2 章 地震荷载信息

程序提供了是否按抗震进行结构设计的选择，在进行抗震设计时，程序按照中国 2010 规范“三水准两阶段”的设计原则，根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）提供了中国规范的地震静力荷载模型和地震反应谱。本技术注释的目的是与中国规范相结合，阐明程序在进行抗震设计时，采用的基本方法及实现的途径。

2.1 地震反应谱（地震影响系数曲线）

A 基本方法

现阶段采用抗震设防烈度所对应的水平地震影响系数最大值 α_{\max} ，多遇地震烈度和罕遇地震烈度分别对应于 50 年设计基准期内超越概率为 63% 和 2~3% 的地震烈度，也就是通常所述的小震烈度和大震烈度。

设计地震作用根据房屋的重力荷载代表值、结构自振周期和土壤特征周期，由 GB50011 第 5.1.5 条规定的地震影响系数曲线（即设计反应谱）确定。地震影响曲线考虑了结构阻尼比的影响，阻尼比按下列规定采用：混凝土和砌体结构为 0.05，超过 12 层的高层钢结构为 0.02，12 层以下的多层钢结构为 0.035，单层钢结构房屋取 0.05。地震影响系数曲线可以归纳为以下公式：

$$\alpha = \begin{cases} (0.45 + T(10\eta_2 - 4.5))\alpha_{\max} & \text{when } 0 \leq T \leq 0.1s \\ \eta_2\alpha_{\max} & \text{when } 0.1s < T \leq T_g \\ \left(\frac{T_g}{T}\right)^\gamma \eta_2\alpha_{\max} & \text{when } T_g < T \leq 5T_g \\ \left[\eta_2 0.2^\gamma - \eta_1(T - 5T_g)\right]\alpha_{\max} & \text{when } 5T_g < T \leq 6.0s \end{cases} \quad (1-1)$$

$$\gamma = 0.9 + \frac{0.05 - \zeta}{0.3 + 6\zeta} \quad (\text{GB50011-2010, 5.1.5-1})$$

$$\eta_1 = 0.02 + \frac{0.05 - \zeta}{4 + 32\zeta} \quad (\eta_1 \geq 0) \quad (\text{GB50011-2010, 5.1.5-2})$$

$$\eta_2 = 1 + \frac{0.05 - \zeta}{0.08 + 1.6\zeta} \quad (\eta_2 \geq 0.55) \quad (\text{GB50011-2010, 5.1.5-3})$$

项目	描述	单位	可能值	缺省值
α	地震影响系数	N/A		
α_{\max}	地震影响系数最大值	N/A		0.16
T	结构自振周期	s		
T_g	特征周期	s		0.4
ζ	结构阻尼比	N/A		0.05;
SI	抗震设防烈度	N/A	6(0.05g), 7(0.10g), 7(0.15g), 8(0.20g), 8(0.30g), 9(0.40g)	8(0.20g)
PTDF	周期折减系数	N/A	0.5~1.0	1.0

B 输入方式

地震反应谱定义首先是通过**定义菜单>定义反应谱函数**从下拉菜单中选择并添加**中国 2010 地震反应谱**，然后通过**定义菜单>反应谱工况**，定义反应谱工况来完成的。

当通过以上步骤添加中国 2010 地震反应谱时，将直接弹出**反应谱函数定义**对话框。当定义完成后，或在运行分析之前的任意时候，用户都可以通过选定已定义的反应谱函数，并点击

定义反应谱工况对话框中右侧修改/显示频谱…按钮弹出反应谱函数定义对话框，可对已定义的反应谱函数进行修改。

反应谱函数定义对话框各项意义为：

◆ 参数

这一部分中各项参数意义与采用底部剪力法时，地震静力荷载模型中相应参数的意义和取值原则相同。

◆ 函数图表

函数图表区域内显示了反应谱函数的图形形态，并且当用户将鼠标移至此区域时，将有一个红色圆点出现在反应谱曲线上，随着鼠标的移动，圆点将在曲线上滑动，并且在右下角的数字框中显示经过每一位置的坐标值，这些都方便了用户定义、观察和修改反应谱曲线。

◆ 定义函数

为了用户能够更直接方便的掌握反应谱曲线值，此区域内显示了函数值的变化，用户可以拖动竖直滑块观察函数值的变化，但不能对其进行修改。如果用户要对这些函数值进行修改，需要点击参数中转换为用户定义的按钮，这时对话框将变为用户定义对话框形式，用户在此处对反应谱函数值进行修改，包括添加新点、修改已有点和删除已有点等操作。

2.2 自动地震荷载静力计算（底部剪力法）

A 基本方法

结构计算自动地震静力荷载的方法是规范所规定的底部剪力法，在采用底部剪力法时，各楼层可仅取一个自由度，结构的水平地震作用标准值，应按下列公式确定：

1) 输入参数

与地震反应谱的输入参数相同。

2) 计算公式及图表

$$F_{Ek} = \alpha_1 G_{eq} \tag{GB50011-2010, 5.2.1-1}$$

$$G_{eq} = 0.85 G_E$$

$$F_i = \frac{G_i H_i}{\sum_{j=1}^n G_j H_j} F_{Ek} (1 - \delta_n) \tag{GB50011-2010, 5.2.1-2}$$

$$\Delta F_n = \delta_n F_{Ek}$$

(GB50011-2010, 5. 2. 1-3)

表 GB50011-2010, 5. 2. 1

顶部附加地震作用系数 δ_n

T_g (s)	$T_1 > 1.4T_g$	$T_1 \leq 1.4T_g$
$T_g \leq 0.35$	$0.08T_1 + 0.07$	0 (不考虑)
$0.55 \geq T_g > 0.35$	$0.08T_1 + 0.01$	
$T_g > 0.55$	$0.08T_1 - 0.02$	

项目	描述	单位	可能值	缺省值
F_{Ek}	结构总水平地震作用标准值			
α_1	相应于结构基本自振周期 T_1 的水平地震影响系数	N/A		
G_{eq}	计算地震作用时，结构等效总重力荷载代表值			
G_E	计算地震作用时，结构总重力荷载代表值，应取各质点重力荷载代表值之和			
F_i	质点 i 的水平地震作用代表值			
G_i, G_j	分别为集中于质点 i、j 的重力荷载代表值，应按 GB 50011-2010 第 5. 1. 3 条和 JGJ 3-2010 第 4. 3. 6 条确定			
H_i, H_j	分别为集中于质点 i、j 的计算高度			
ΔF_n	主体结构顶层附加水平地震作用标准值			
δ_n	顶层附加水平地震作用系数			
T_g	场地特征周期	s		0. 4
T_1	结构基本自振周期	s		程序计算

B 输入方式

地震静力荷载定义是通过**定义菜单>静荷载工况**命令添加地震荷载工况，并选择**中国 2010 规范**来完成的。

当通过以上方法添加中国 2010 自动地震侧向荷载后，点击右侧的**修改侧向荷载**按钮，将弹出**中国 2010 地震荷载**对话框，用户可以根据工程实际情况修改每一项参数值。

中国 2010 地震荷载对话框各项的意义为：

- ◆ 方向与偏心

对话框中这一区域定义的是地震静力荷载的作用方向，用户可以选择 X 方向、Y 方向或 Z 方向地震作用方向，也可以选择考虑次方向扭转效应的其它作用方向选项，当考虑偏心作用时，下面的偏心率输入项将被激活，偏心率默认值为规范规定的 0.05，用户也可以修改偏心率。

◆ 地震系数

地震系数区域包含了影响地震静力荷载大小的各参数的输入，各参数的意义和取值范围与中国规范相对应：

影响系数最大值，AlphaMax：取值按《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）表 5.1.4-1，其值与地震烈度值相对应。

地震烈度，SI：地震烈度下拉菜单中列出了《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）规定的各地震烈度值。用户根据选定的烈度值填写影响系数最大值。

阻尼比：用户可以根据结构实际情况自定义结构的阻尼比。

场地特征周期，Tg：规范规定场地类别和设计地震分组决定了场地特征周期值，程序此处未引入这两个概念，在场地特征周期取值方面给用户更大的自由度，用户可以根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）表 5.1.4-2 中数值输入场地特征周期值，也可以根据工程实际情况填写其它数值。

周期折减因数，PTDF：由于程序结构计算模型中未考虑填充墙的作用，而这一部分对结构自振周期有一定的影响作用。对于框架结构，如果填充墙较多，此系数可取 0.6~0.7，如果填充墙较少，可取 0.7~0.8，对于框架-剪力墙结构，此系数可取 0.8~0.9，纯剪力墙结构周期不折减。

放大系数：用户可以通过这一项的系数调整放大结构的整体地震作用。

◆ 周期

此项输入的是结构周期值，对于结构周期，程序可以自动进行相应计算得到，用户也可以对第一周期进行自定义。

◆ 计算楼层范围

此项定义的是计算地震作用的楼层范围，用户可以根据结构实际情况和规范规定进行自定义。

2.3 自动水平地震荷载计算（振型分解法）

A 基本方法

在定义了反应谱的基础上，振型分解法需定义振型组合方式，程序加入了中国规范采用的振型组合方式，其基本方法遵循以下规范规定：

1) 振型组合（单向水平地震作用）

- SRSS （对于不考虑扭转耦联振动影响的结构）

$$S = \sqrt{\sum_j^m S_j^2} \quad (\text{GB50011-2010, 5.2.2-3})$$

- S —— 水平地震作用标准值的效应
- S_j —— j 振型的水平地震作用标准值的效应（弯矩、剪力、轴向力和位移等）
- m —— 结构计算振型数

- CQC （考虑扭转耦联振动影响的结构）

$$S_{EK} = \sqrt{\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m \rho_{jk} S_j S_k} \quad (\text{GB50011-2010, 5.2.3-5})$$

$$\rho_{jk} = \frac{8\sqrt{\zeta_j \zeta_k} (\zeta_j + \lambda_T \zeta_k) \lambda_T^{1.5}}{(1 - \lambda_T^2)^2 + 4\zeta_j \zeta_k (1 + \lambda_T^2) \lambda_T + 4(\zeta_j^2 + \zeta_k^2) \lambda_T^2} \quad (\text{GB50011-2010, 5.2.3-6})$$

- S_{EK} —— 地震作用标准值的扭转效应
- S_j, S_k —— 分别为 j 、 k 振型地震作用标准值的效应
- m —— 结构计算振型数
- ρ_{jk} —— j 振型与 k 振型的耦联系数
- λ_T —— k 振型与 j 振型的自振周期比
- ζ_j, ζ_k —— 分别为 j 、 k 振型的阻尼比

2) 方向组合（双向水平地震作用）

$$S = \max(\sqrt{S_x^2 + (0.85S_y)^2}, \sqrt{S_y^2 + (0.85S_x)^2}) \quad (\text{GB50011-2010, 5.2.3-7, 8})$$

- S —— 水平地震作用标准值的扭转效应
- S_x —— 仅考虑 X 向水平地震作用时的扭转效应
- S_y —— 仅考虑 Y 向水平地震作用时的扭转效应

B 输入方式

要定义反应谱组合方式，首先要定义地震反应谱（地震反应谱输入方式见前面），地震反应谱定义需通过**定义菜单>定义反应谱工况**，将弹出**定义反应谱工况**对话框。

当点击**添加新反应谱**时，将直接弹出**反应谱工况定义**对话框。当定义完成后，或在运行分析之前的任意时候，用户都可以通过选定已定义的反应谱工况，并点击右侧**修改/显示频谱**按钮弹出**反应谱工况定义**对话框，对已定义的反应谱函数进行修改，也可以通过**删除频谱**将已有频谱删除。

反应谱工况定义对话框中各项意义：

◆ 反应谱工况名称

所定义的反应谱工况名称。

◆ 结构与函数阻尼比

用户可以根据结构实际情况自定义结构的阻尼比。

◆ 振型组合

程序提供了四种振型组合方式：CQC、SRSS、ABS、GMC，这四种组合方式都是可选的，但对于中国规范的用户来说，前两种对应规范规定的组合方式，其意义和取值方法与前面所述一致。

◆ 方向组合

只有在下面一项输入反应谱中输入 U1 和 U2 双向地震作用时，此项才有意义。在计算双向地震作用时，程序提供了：ABS、SRSS 两种方向组合方式，其中进行中国规范设计时，用户应选择 SRSS 方式，这里需要定义两个反应谱工况分别在 U1 和 U2 对应的反应谱比例系数中考虑 0.85 的折减，其意义和取值方法与前面所述一致。

◆ 输入反应谱

输入反应谱提供了反应谱输入三个主方向：U1、U2 和 Uz，和几个方向的函数选取，反应谱的比例系数为重力加速度值，默认值为重力加速度（ 9.81m/s^2 ）。

◆ 偏心

偏心值是在考虑扭转藕联作用时，即使用 CQC 组合方式时，偶然偏心的值，偏心率默认值为规范规定的 0.05，用户也可以修改偏心率。

2.4 竖向地震作用

A 基本方法

《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）中5.1.1-4条规定，8、9度时的大跨度结构和长悬臂结构及9度时的高层建筑，应计算竖向地震作用。程序计算地震竖向作用的方法是根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）所提供的方法，具体如下：

$$F_{Evk} = \alpha_{v\max} G_{eq} \quad (\text{GB50011-2010, 5.3.1-1})$$

$$G_{eq} = 0.75G_E$$

$$\alpha_{v\max} = 0.65\alpha_{\max}$$

$$F_{vi} = \frac{G_i H_i}{\sum_{j=1}^n G_j H_j} F_{Evk} \quad (\text{GB50011-2010, 5.3.1-2})$$

楼层各构件的竖向地震作用效应可按各构件承受的重力荷载代表值比例分配，并乘以增大系数1.5。

项目	描述	单位	可能值	缺省值
F_{Evk}	结构总竖向地震作用标准值			
$\alpha_{v\max}$	结构竖向地震影响系数最大值			
α_{\max}	结构水平地震影响系数最大值			0.16
G_{eq}	结构等效总重力荷载代表值			
G_E	计算竖向地震作用时，结构总重力荷载代表值，应取各质点重力荷载代表值之和			
F_{vi}	质点 i 的竖向地震作用代表值			
G_i, G_j	分别为集中于质点 i、j 的重力荷载代表值，应按 GB 50011-2010 第 5.1.3 条和 JGJ 3-2010 第 4.3.6 条确定			
H_i, H_j	分别为集中于质点 i、j 的计算高度			

B 输入方式

程序在定义地震静力荷载时，提供了竖向地震作用选项，它是通过**定义菜单** > **静荷载工况** 命令添加地震荷载工况，并选择**中国 2010 规范**，在荷载作用方向点取 Z 方向。程序在进行反应谱分析时，也可以进行竖向地震作用，方法是在**反应谱工况定义**对话框输入反应谱方向中定义**Z 方向**的反应谱。程序将按照规范规定的方法计算竖向地震荷载，并形成默认设计荷载组合形式。

第 3 章 风荷载信息

程序按照规范《建筑结构荷载规范》（GB50009-2012）和《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ 3-2010）的规定，生成了自动风荷载模型。本技术手册描述了中国 2010 规范风荷载信息的形式、各参数的意义。

3.1 自动风荷载

A 基本方法

《建筑结构荷载规范》（GB50009-2012）规定，风荷载标准值按风振系数、体型系数、风压高度变化系数和基本风压来确定。基本风压按五十年一遇的风压采用；风压高度变化系数由表 8.2.1 确定；结构在 z 高度处的风振系数 β_z ，规范第 8.4 节有详细的规定。风荷载按相应规范公式进行计算：

$$w_k = \beta_z \mu_s \mu_z w_0 \quad (\text{GB50009, 8.1.1-1})$$

$$\begin{aligned} \mu_z^A &= 1.284 \left(\frac{z}{10} \right)^{0.24} & (5 \leq z \leq 300) \quad \text{if } z < 5 \text{ then } \mu_z^A = 1.09; \quad \text{if } z > 300 \text{ then } \mu_z^A = 2.91 \\ \mu_z^B &= 1.000 \left(\frac{z}{10} \right)^{0.30} & (10 \leq z \leq 350) \quad \text{if } z < 10 \text{ then } \mu_z^B = 1.00; \quad \text{if } z > 350 \text{ then } \mu_z^B = 2.91 \\ \mu_z^C &= 0.544 \left(\frac{z}{10} \right)^{0.44} & (15 \leq z \leq 450) \quad \text{if } z < 15 \text{ then } \mu_z^C = 0.65; \quad \text{if } z > 450 \text{ then } \mu_z^C = 2.91 \\ \mu_z^D &= 0.262 \left(\frac{z}{10} \right)^{0.60} & (30 \leq z \leq 550) \quad \text{if } z < 30 \text{ then } \mu_z^D = 0.51; \quad \text{if } z > 550 \text{ then } \mu_z^D = 2.91 \end{aligned}$$

$$\beta_z = 1 + 2gI_{10}B_z \sqrt{1 + R^2} \quad (\text{GB50009, 8. 4. 3})$$

$$\begin{aligned} R &= \sqrt{\frac{\pi}{6\zeta_1} \frac{x_1^2}{(1 + x_1^2)^{4/3}}} \\ x_1 &= \frac{30f_1}{\sqrt{k_w\omega_0}}, x_1 > 5 \end{aligned} \quad (\text{GB50009, 8. 4. 4})$$

$$B_z = kH^{\alpha_1} \rho_x \rho_z \frac{\phi_1(z)}{\mu_z}$$

$$\rho_z = \frac{10\sqrt{H + 60e^{-H/60}} - 60}{H} \quad (\text{GB50009, 8. 4. 6-1})$$

$$\rho_x = \frac{10\sqrt{B + 50e^{-B/50}} - 50}{B} \quad (\text{GB50009, 8. 4. 6-2})$$

表 GB 50009-2012 8.4.5-1

粗糙度类别		A	B	C	D
高层建筑	k	0.944	0.670	0.295	0.112
	α_1	0.155	0.187	0.261	0.346
高耸结构	k	1.276	0.910	0.404	0.155
	α_1	0.186	0.218	0.292	0.376

注：程序可默认按高层建筑确定 k 、 α_1 。

表 GB 50009-2012 8.4.5-2

B(H)/B(0)	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	≤ 0.1
θ_v	1.00	1.10	1.20	1.32	1.50	1.75	2.08	2.53	3.30	5.60

注：对于高耸结构，背景分量因子 B_z 应乘以修正系数 θ_B 和 θ_v 。 θ_B 为构筑物在 z 高度处的迎风面宽度 $B(z)$ 与底部宽度 $B(0)$ 的比值； θ_v 按表 2 确定。

式中各项意义为：

项目	描述	单位	可能值	缺省值
w_k	风荷载标准值 (kN/m^2)	kN/m^2		
RT	地面粗糙度类别	N/A	A, B, C, D	B
β_z	z 高度处的风振系数	N/A		
μ_s	风荷载体型系数	N/A		1.0
μ_z	风压高度变化系数	N/A		
w_0	基本风压 (kN/m^2)	kN/m^2		0.45
z	风荷载计算高度	m		
g	峰值因子，可取 2.5	N/A		
I_{10}	10m 高度名义湍流强度，对应 A、B、C、D 类地面粗糙度，可分别取 0.12、0.14、0.23、0.39			
B_z	脉动风荷载的背景分量因子			
R	脉动风荷载的共振分量因子			
f_1	结构第 1 阶自振频率	Hz		程序计算
k_w	地面粗糙度修正系数，对于 A、B、C、D 类地面粗糙度分别取 1.28、1.0、0.54、0.26			
ζ_1	结构阻尼比	N/A		0.05；

$\phi_1(z)$	结构第 1 阶振型系数，应通过结构动力分析确定。GB50009-2012 8.4.7 条文说明提供了近似计算公式。对高层建筑，当以剪力墙的工作为主时，弯剪型的近似计算公式： $\phi_1 = \tan \left[\frac{\pi}{4} \left(\frac{z}{H} \right)^{0.7} \right]$	N/A		
H	结构总高度，对 A、B、C、D 类地面粗糙度，H 的取值分别不应大于 300m、350m、450m、550m	m		
ρ_z	脉动风荷载垂直方向相关系数			
ρ_x	脉动风荷载水平方向相关系数			
$k、\alpha_1$	系数			
θ_B	高耸结构修正系数			
θ_v	高耸结构修正系数			
B	建筑迎风面宽度	m		

B 横向风振等效风荷载

《建筑结构荷载规范》（GB50009-2012）第 8.5 节和附录 H.2 规定了矩形截面结构横风向风振等效风荷载的计算方式。其适用条件是：1) 矩形截面高层建筑，建筑的平面形状和

质量在整个高度范围内基本相同；2) 高宽比 $\frac{H}{\sqrt{BD}}$ 在 4~8 之间，深宽比 D/B 在 0.5~2 之

间；3) $\frac{T_{L1}v_H}{\sqrt{BD}} \leq 10$ ；4) 折算频率 $0.05 \leq f_{L1}^* \leq 0.25$ 。规范组解释说，超过这个范围，经

验公式不适用。满足以上条件时，矩形截面高层建筑横风向风振等效风荷载标准值可按下式计算：

$$w_{Lk} = g\mu_z w_0 C'_L \sqrt{1 + R_L^2} \tag{GB50009, H. 2. 2}$$

$$C'_L = (2 + 2\alpha) C_m \gamma_{CM} \tag{GB50009, H. 2. 3-1}$$

$$\gamma_{CM} = C_R - 0.019 \left(\frac{D}{B} \right)^{-2.54} \tag{GB50009, H. 2. 3-2}$$

$$R_L = K_L \sqrt{\frac{\pi S_{F_L} C_{sm} / \gamma_{CM}^2}{4(\zeta_1 + \zeta_{a1})}} \quad (\text{GB50009, H. 2. 4-1})$$

$$K_L = \frac{1.4}{(\alpha + 0.95) C_m} \cdot \left(\frac{z}{H}\right)^{-2\alpha+0.9} \quad (\text{GB50009, H. 2. 4-2})$$

$$\zeta_{a1} = \frac{0.0025(1 - T_{L1}^{*2}) T_{L1}^* + 0.000125 T_{L1}^{*2}}{(1 - T_{L1}^{*2})^2 + 0.0291 T_{L1}^{*2}} \quad (\text{GB50009, H. 2. 4-3})$$

$$T_{L1}^* = \frac{v_H T_{L1}}{9.8B} \quad (\text{GB50009, H. 2. 4-4})$$

$$f_{L1}^* = f_{L1} B / v_H \quad (\text{GB50009, H. 2. 4-5})$$

$$v_H = \sqrt{\frac{2000 \mu_H w_0}{\rho}} \quad (\text{GB50009, 8. 5. 3-3})$$

式中各项意义为：

项目	描述	单位	可能值	缺省值
w_{Lk}	横风向风振等效风荷载标准值 (kN/m ²)	kN/m ²		
RT	地面粗糙度类别	N/A	A, B, C, D	B
w_0	基本风压 (kN/m ²)	kN/m ²		0.45
C_L'	横风向风力系数	N/A		
R_L	横风向共振因子	N/A		
g	峰值因子, 可取 2.5	N/A		
C_m	横风向风力角沿修正系数			
α	风速剖面指数, 对应 A、B、C、D 类粗糙度分别取 0.12、0.15、0.22、0.30			
C_R	地面粗糙度系数, 对应 A、B、C、D 类粗糙度分别取 0.236、0.211、0.202、0.197			
S_{F_L}	无量纲横风向广义风力功率谱, 按 GB50009-2012 8.5 节条文说明中提供的公式计算。			
C_{sm}	横风向风力功率谱的角沿修正系数, 按附录 H. 2.5 规定计算。			
ζ_1	结构第 1 阶振型阻尼比	N/A		0.05;
K_L	振型修正系数			

ζ_{a1}	结构横风向第 1 阶振型气动阻尼比			
T_{L1}	结构横风向第 1 阶振型的周期	s		
T_{L1}^*	折算周期			
f_{L1}	结构横风向第 1 阶振型的频率	Hz		
f_{L1}^*	折算频率			

C 扭转风振等效风荷载

《建筑结构荷载规范》（GB50009-2012）第 8.5 节和附录 H.3 规定了矩形截面结构扭转风振等效风荷载的计算方式。其适用条件是：1) 矩形截面高层建筑，建筑的平面形状在整个高度范围内基本相同；2) 刚度及质量的偏向率（偏向距/回转半径）小于 0.2；

$$3) \frac{H}{\sqrt{BD}} \leq 6, \text{ D/B 在 } 1.5 \sim 5 \text{ 范围内, } \frac{T_{T1}v_H}{\sqrt{BD}} \leq 10; \text{ 4) 扭转折算频率 } 0.1 \leq f_{T1}^* \leq 1.0。$$

规范组解释说，超过这个范围，经验公式不适用。满足以上条件时，矩形截面高层建筑扭转风振等效风荷载标准值可按下式计算：

$$w_{Tk} = 1.8g\mu_H w_0 C_T \left(\frac{z}{H}\right)^{0.9} \sqrt{1 + R_T^2} \quad (\text{GB50009, H. 3. 2})$$

$$C_T = \{0.0066 + 0.015(D/B)^2\}^{0.78} \quad (\text{GB50009, H. 3. 3})$$

$$R_T = K_T \sqrt{\frac{\pi F_T}{4\zeta_1}} \quad (\text{GB50009, H. 3. 4-1})$$

$$K_T = \frac{(B^2 + D^2)}{20r^2} \cdot \left(\frac{z}{H}\right)^{-0.1} \quad (\text{GB50009, H. 3. 4-2})$$

$$f_{T1}^* = f_{T1} \sqrt{BD} / v_H \quad (\text{GB50009, H. 3. 4-3})$$

式中各项意义为：

项目	描述	单位	可能值	缺省值
w_{Tk}	扭转风振等效风荷载标准值 (kN/m^2)	kN/m^2		
w_0	基本风压 (kN/m^2)	kN/m^2		0.45
C_T'	风致扭转系数	N/A		
R_T	扭转共振因子	N/A		
g	峰值因子, 可取 2.5	N/A		
F_T	扭矩谱能量因子			
K_T	扭转振型修正系数			
r	结构的回转半径	m		
f_{T1}	结构第 1 阶扭转自振频率	Hz		
f_{T1}^*	扭转折算频率			

D 风荷载组合

依据《建筑结构荷载规范》(GB50009-2012) 第 8.5.6 条, 顺风向、横风向以及扭转风振等效风荷载按以下方式组合:

工况	顺风向风荷载	横风向风振等效风荷载	扭转风振等效风荷载	备注
1	F_{Dk}			
2	$0.6F_{Dk}$	F_{Lk}		$0.6F_{Dk} \pm F_{Lk}$
3			T_{Tk}	

表中,

$$F_{Dk} = (w_{k1} - w_{k2})B$$

$$F_{Lk} = w_{Lk}B$$

$$T_{Tk} = w_{Tk}B^2$$

式中各项意义为:

项目	描述
F_{Dk}	顺风向单位高度风力标准值 kN/m
F_{Lk}	横风向单位高度风力标准值 kN/m
T_{Tk}	单位高度风致扭矩标准值 $kN \cdot m/m$
w_{k1} 、 w_{k2}	迎风面、背风面风荷载标准值 kN/m^2

w_{Lk} 、 w_{Tk}	横风向风振和扭转风振等效风荷载标准值 kN/m^2
B	迎风面宽度 m

E 输入方式

用户在荷载工况对话框中添加了中国 2010 规范风荷载后，点击**修改侧向荷载**项，将弹出**中国 2010 风荷载**对话框，其中各选项意义为：

◆ 风力作用面与风压系数

提供计算风荷载的两种计算方式。由用户根据情况选择。

◆ 风暴露参数

当选定风力作用面来自刚性隔板范围时，程序自动根据规范形式及以下用户输入的参数自动生成风荷载模型。此项包含了三个自动风荷载基本参数，其意义分别为：

风荷载方向和迎风宽度：点击“修改/显示”按钮，会弹出数据定义对话框。风荷载的作用方向，0 度即全局 X 方向。表格中显示了自动风荷载模型每层的宽度及作用点坐标，当用户选择从隔板范围计算时，这些数据将由用户前面输入的数据自动生成，用户也可以对这些数据进行整体或局部修改，这时需选中用户自定义项，表格中数据将被激活，用户可以进行相应的修改。迎风宽度乘以相邻上下层各半层层高即本层风荷载的作用范围。

建筑宽度 B：建筑立面垂直于风荷载作用方向的宽度。用于计算与风振系数相关的水平方向相关系数。

体型系数 U_s ：按规范由用户输入的建筑体型系数。

◆ 迎风高度

迎风高度是自动风荷载作用的范围，用户可以自定义这一范围，其中包括女儿墙是指风力作用是否包含建筑屋面女儿墙部分，选择这一项后，只要用户输入女儿墙高度，程序可以自动将这一部分风荷载添加到模型中。

◆ 风系数

风系数包括基本风压和地面粗糙度，这两项都是规范规定的风荷载模型基本参数，基本风压由用户根据规范输入其值；当用户点击地面粗糙度选项时，将弹出规范规定的粗糙度类型，由用户选定。

◆ Phi Z 源

此选项为风荷载振型系数，程序提供了规范中规定的两种方法，模态分析法和建筑 z/H 近似计算方法（附录 G）。用户可以根据建筑的竖向分布特点来选定合理的方法。

◆ T_1 来源

对于结构第一周期，程序提供了模态分析结果中第一周期的数据，用户也可以对第一周期进行自定义。

◆ 其它参数

此项由用户自己输入结构的阻尼比值。

3.2 任意面单元风荷载

ETABS 中国规范版本按照规范《建筑结构荷载规范》（GB50009-2012）和《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ 3-2010）的规定，生成了自动风荷载模型。对于体型复杂的建筑结构，由于自动风荷载模型只能定义一个体型系数，荷载模型存在差异较大，因此 ETABS 中国规范版允许用户选择按对象单独定义风荷载信息。

其定义过程与自动风荷载相同。首先需通过**定义菜单** > **静荷载工况**命令定义静力风荷载，但不同的是需在“风力作用面与风压系数”选项中选择“风力作用面来自壳对象”；然后通过**指定菜单** > **壳/面单元荷载** > **风压系数**命令来定义面单元的风压系数（在指定之前，必须有面单元被选中），面单元风荷载便自动形成。其对话框形式为：

◆ 风荷载工况名

风荷载工况名需用户选择已定义的风荷载工况名称。程序将通过这一选项判断基本风压、地面粗糙度等风荷载信息。

◆ 风压

风压系数是指选定面单元的风荷载压力系数，作用于该面单元的风荷载值由基本风压值与风压系数的乘积得到。但此时需注意加载方向，其默认加载方向符合面单元的局部坐标轴假定。当风压系数为正，表示加载方向是面单元局部 3 轴正方向，当风压系数为负，表示加载方向是面单元局部 3 轴负方向。

◆ 选项

这一选项与其它荷载形式下的选项相同，用户可以选择将定义荷载添加到现有荷载上或删除已有荷载。

第 4 章 结构抗震调整

本注释介绍了 ETABS 中文版中文版遵循中国规范 2010 进行结构抗震调整的方法。对于地震内力调整信息的输出，整体和局部调整（如最小地震剪力调整、框架承担底部剪力调整、薄弱层调整等）在结构总信息中输出，构件调整规范默认值，在构件设计覆盖项中输出，并且用户可以对其进行修改，结构抗震调整输出将在其它部分详细介绍，本部分注释只介绍中国规范 2010 进行结构抗震调整的基本方法。ETABS 中文版中文版中结构抗震调整分为混凝土结构抗震调整和钢结构抗震调整。下面分别进行介绍。

4.1 混凝土结构抗震调整

根据中国规范 2010，混凝土结构抗震调整分为对结构地震荷载的调整和混凝土构件的抗震设计内力调整。

4.1.1 结构地震作用调整

A 最小地震剪力调整

《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）中 5.2.5 条规定，考虑到采用振型分解反应谱法进行抗震设计时，由于长周期段的地震影响系数下降的较快，所计算的结构效应可能太小。而地震运动速度和位移对长周期结构的破坏具有更大影响，这是反应谱法无法估计的。基于以上原

因，出于结构安全考虑，增加了对各楼层水平地震剪力最小值的要求，规定在抗震设计时，结构任一楼层水平地震的剪重比不应小于表 5.2.5 给出的最小地震剪力系数 λ 。

$$\lambda = \frac{V_{Eki}}{\sum_{j=i}^n G_j} \quad (\text{GB50011-2010, 5.2.5})$$

式中：

V_{Eki} 为第 i 层对应于水平地震作用标准值的剪力；

G_j 第 j 层的重力荷载代表值；

n 为结构计算总层数。

表 GB50011-2010, 5.2.5 楼层最小地震剪力系数值

类别	6 度	7 度	8 度	9 度
扭转效应明显或基本周期小于 3.5s 的结构	0.008	0.016(0.024)	0.032(0.048)	0.064
基本周期大于 5.0s 的结构	0.006	0.012(0.018)	0.024(0.036)	0.048

在 ETABS 中文版分析过程中，用户通过校核程序输出的剪力系数 λ （由公式(5.2.5)定义）来确定是否满足规范的要求，如果不满足，用户可以更改地震作用放大系数重新进行结构分析计算，直到 λ 满足要求为止。用户也可指定程序对不满足最小地震剪力的楼层自动放大地震作用至 λ 满足要求。

B 框架承担最小地震剪力比

《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）中 6.2.13-1 条规定，对于框架-剪力墙结构，由于框架柱刚度相对于剪力墙较小，因此可能导致框架部分承担的剪力值过小。为了在地震中剪力墙失效后，框架部分能成为结构的第二道防线，规范规定了框架结构承担最小地震剪力比，如果框架总剪力不满足(3-2-1)式的要求，相应楼层的剪力分配将进行调整。相应楼层的柱和与之相连的梁的剪力和弯矩都将乘以调整系数 V_f' / V_f 。

$$V_f \geq V_f' \quad (3-2-1)$$

$$V_f' = \min(0.2V_0, 1.5V_{f,\max}) \quad (3-2-2)$$

式中：

V_f 为对应于地震作用标准值且未经调整的各层（或某一段内各层）框架承担的地震总剪力；

V_f' 为调整后的 V_f （如果 (3-2-1) 式不满足的话）；

V_0 为对应于地震作用标准值的结构底部总剪力，或者是某一段最下一层对应于地震作用标准值的总剪力；

$V_{f,\max}$ 为对应于地震作用标准值且未经调整的各层（或某一段内各层）框架承担的地震总剪力中的最大值。

《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ 3-2010）中 3.5 节规定，考虑到结构竖向均匀性因素框架结构承担最小地震剪力比进行了竖向分段处理。ETABS 中文版遵循这一方法，在用户根据工程的实际情况，按规范的要求来对各楼层进行分段后，程序将自动对每一段结构进行框架结构承担最小地震剪力比较核，当结构不满足时，程序自动按规范对框架部分承担的剪力作出相应调整。

C 薄弱层地震作用效应调整

《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ 3-2010）中 3.5.8 条规定如果侧向刚度变化、承载力变化、竖向抗侧力构件连续性不符合规程中第 3.5.2、3.5.3、3.5.4 条要求的楼层，其对应于地震作用标准值的剪力应乘以 1.25 的增大系数。

我们采用《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）第 3.5.2 条来定义楼层侧向刚度：
对于框架结构，楼层侧向刚度的定义：

$$K_i = \frac{V_i}{\Delta u_i} \quad (3-3-1)$$

式中： K_i 为第 i 层的侧向刚度；

V_i 为第 i 层的剪力；

Δu_i 为第 i 层的相对位移。

对于框架-剪力墙和板柱-剪力墙结构、剪力墙结构、框架-核心筒结构、筒中筒结构，楼层侧向刚度的定义：

$$K_i = \frac{V_i}{\Delta u_i / h_i} \quad (3-3-2)$$

式中： K_i 为第 i 层的侧向刚度；

V_i 为第 i 层的剪力；

Δu_i 为第 i 层的相对位移；

h_i 为第 i 层的层高

ETABS 中文版根据相邻楼层的侧向刚度变化来判断薄弱层，用户也可以在首选项菜单自己指定薄弱层。ETABS 中文版将对薄弱层构件地震作用内力乘以 1.25 的增大系数。

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单元，本技术注释描述了中国 2010 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，也就是覆盖项改变应用于被选中的单元。

4.1.2 构件设计内力调整

A 内力调整基本方法

《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010）继续推行“强柱弱梁、强剪弱弯、强节点、强柱根”的设计思想，目的是限制大震下塑性铰出现的部位，避免或减少脆性剪切破坏先于弯曲破坏；加强柱子、剪力墙根部，推迟塑性铰的形成，控制结构倒塌整体失效。

内力调整的基本做法是依据结构类型、抗震设防烈度和房屋高度决定结构抗震等级；然后按抗震等级对结构构件内力进行调整。

ETABS 中文版按照抗震规范要求，将结构抗震等级分为五级：“特一级”、“一级”、“二级”、“三级”和“四级”（ETABS 中相应的代号为：“Super I”，“I”，“II”，“III”和“IV”）。用户可以根据实际情况调节每一个构件的设计等级，而且同一结构中同一类型的构件抗震等级可以不同。

ETABS 中文版根据规范规定的结构及构件的内力调整信息，将混凝土结构抗震设计内力调整分为三个层次：1) 整体调整；2) 局部调整；3) 构件调整。整体调整是指根据规范剪重比的要求，对结构整体地震力的调整；局部调整指对结构中某一部分构件所做出的内力调整，比如框架承担的最小水平地震剪力、结构薄弱层内力调整等；构件调整指针对于某一结构构件根据抗震等级进行的内力调整。

B 构件抗震等级

《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ3-2010）中 3.9 节规定抗震设计时，高层建筑钢筋混凝土结构构件应根据抗震设防分类、烈度、结构类型和房屋高度采用不同的抗震等级，并应符合相应的计算和构造措施要求。A 级高度丙级建筑钢筋混凝土结构的抗震等级应按表 3.9.3 确定。当本地区的设防烈度为 9 度时，A 级高度乙类建筑的抗震等级应按特一级确定。

表 JGJ3-2010, 3.9.3 A 级高度的高层建筑结构抗震等级

结构类型		烈 度						
		6 度		7 度		8 度		9 度
框架结构		三		二		一		一
框架-剪力墙	高度 (m)	≤60	>60	≤60	>60	≤60	>60	≤50
	框架	四	三	三	二	二	一	一
	剪力墙	三		二		一		一
剪力墙	高度 (m)	≤80	>80	≤80	>80	≤80	>80	≤60
	剪力墙	四	三	三	二	二	一	一
框支剪力墙	非底部加强部位剪力墙	四	三	三	二	二	---	---
	底部加强部位剪力墙	三	二	二	一	一		
	框支框架	二		二	一	一		
筒体	框架-核心筒	三		二		一		一
	核心筒	二		二		一		一

	筒中筒	内筒	三		二		一		一
		外筒	三		二		一		一
板柱-剪力墙	高度		≤35	>35	≤35	>35	≤35	>35	---
	板柱的柱		三	二	二	二	一	一	
	剪力墙		二	二	二	一	二	一	

表 JGJ3-2010, 3. 9. 4 B 级高度的高层建筑物抗震等级

结构类型		烈度		
		6度	7度	8度
框架-剪力墙	框架	二	一	一
	剪力墙	二	一	特一
剪力墙	剪力墙	二	一	一
部分框支剪力墙	非底部加强部位剪力墙	二	一	一
	底部加强部位剪力墙	一	一	特一
	框支框架	一	特一	特一
框架-核心筒	框架	二	一	一
	筒体	二	一	特一
筒中筒	外筒	二	一	特一
	内筒	二	一	特一

C 内力调整数据信息

整体调整

最小地震剪力要求 (JGJ 3-2010 第 4. 3. 12 条)

程序将通过校核结构每一层的剪力系数 λ 来确定是否满足规范的要求, 如果不满足规范要求, 程序将对本层地震剪力进行相应的放大, 经放大后本层的剪力系数 λ 将满足规范要求。同时用户也可以通过修改地震作用放大系数来重新计算使结构最小地震剪力系数满足要求。

局部调整

当某些要求和条件不满足的情况下, 整个结构的水平地震剪力或者是某些层的水平地震剪力将要进行调整。ETABS 中文版会根据下述规则调整相应结构构件的地震内力 (通常是剪力和弯矩)。

- 1) 框架-剪力墙结构剪力分配要求 (JGJ 3-2010 第 8. 1. 4 条)

如果框架总剪力不满足 (3-2-1) 式的要求, 相应楼层的剪力分配将进行调整。相应楼层的柱和与之相连的梁的剪力和弯矩都将乘以调整系数 V_f' / V_f 。用户根据工程的实际情况, 规范的要求来对各楼层进行分段 (详见 JGJ 3-2010 第 8. 1. 4 条)。

- 2) 结构层间刚度比要求 (JGJ 3-2010 第 3. 5. 2 条)

抗震规范（GB50011-2010）中 3.5.8 规定，竖向不规则的建筑物，其薄弱层的地震剪力应乘以 1.25 的增大系数。针对这些条文，ETABS 中文版将对薄弱层构件地震作用内力乘以 1.25 的增大系数。

3) 框支柱承受地震剪力的要求（JGJ 3-2010 第 10.2.17 条）

框支柱承受地震剪力标准值应按表 1-1 的要求进行调整。框支柱剪力调整后，应相应调整框支柱的弯矩及柱端梁（不包括转换梁）的剪力和弯矩。

表 1.2.3-1 框支柱承受地震剪力的要求

	$N_c \leq 10$	$N_c > 10$
$N_{story} < 3$	$V_c = 0.02V_0$	$V_{cf} = 0.2V_0$
$N_{story} \geq 3$	$V_c = 0.03V_0$	$V_{cf} = 0.3V_0$

其中：

N_{story} 为框支层数量；

N_c 为框支柱根数；

V_c 为每根框支柱承受的地震剪力；

V_{cf} 为每层框支柱承受的地震剪力之和；

V_0 为基底地震剪力。

4) 转换梁内力调整要求（JGJ 3-2010 第 10.2.4 条）

带转换层的高层建筑结构，特一、一、二级转换构件水平地震作用计算内力应分别乘以 1.9、1.6、1.3。

5) 框支柱内力调整要求（JGJ 3-2010 第 10.2.11、3.10.4 条）

特一、一、二级转换柱由地震作用产生的轴力应分别乘以增大系数 1.8、1.5、1.2，但计算柱轴压比时可不考虑该增大系数。

构件调整

对于“9 度及一级”结构，规范以实配钢筋来调整，ETABS 中文版作如下设定：1) 材料的标准强度比设计强度大 10%；2) 实配钢筋由超配系数（实配钢筋/计算钢筋）来指定。

表 1.2.3-2 混凝土框架梁设计内力调整

构件类型	结构类型	部位	抗震等级	弯矩增大系数	剪力增大系数
梁	所有结构类型	所有	特一级	1.0	1.3*1.2=1.56
			一级框架结构及9度时的一级框架	1.0	1.1*1.1*X=1.21*X
			一级	1.0	1.3
			二级	1.0	1.2
			三级	1.0	1.1

注： X 为超配系数，默认取 1.1，用户可更改。

表 1.2.3-3 混凝土框架柱设计内力调整（框架结构）

部位	抗震等级	弯矩增大系数		剪力增大系数
		上端	下端	
普通柱 底层柱	特一级	1.7*1.2=2.04	2.04	2.04*1.5*1.2=3.672
	一级	1.7*1.1=1.87 ¹	1.87 ¹	(1.7*1.5)*1.1=2.805
	二级	1.5	1.5	1.5*1.3=1.95
	三级	1.3	1.3	1.3*1.2=1.56
	四级	1.2	1.2	1.2*1.1=1.32
顶层柱	特一级	1.0	2.04	3.672
	一级	1.0	1.87	2.805
	二级	1.0	1.5	1.95
	三级	1.0	1.3	1.56
	四级	1.0	1.2	1.32
中间层轴压 比小于 0.15 的柱	特一级	1.0	1.0	1.5*1.2=1.8
	一级	1.0	1.0	1.5*1.1=1.65
	二级	1.0	1.0	1.3
	三级	1.0	1.0	1.2
	四级	1.0	1.0	1.1

注：

1 一级框架结构的柱的弯矩放大系数原本应按实配计算，但按实配的计算值 $1.2*1.1*1.1=1.452$ 小于 1.7，此表中取值 $1.7*1.1$ ，即按一级框架的放大系数再放大 1.1 倍。

2 表中数据是非角柱的，角柱是以上调整基础上乘 1.1。

表 1.2.3-4 混凝土框架柱设计内力调整（非框架结构）

部位	抗震等级	弯矩增大系数		剪力增大系数
		上端	下端	

普通柱	特一级	$1.4 \times 1.2 = 1.68$	1.68	$1.68 \times 1.4 \times 1.2 = 2.822$
	9度一级	$1.2 \times 1.1 \times X = 1.32 \times X$	$1.32 \times X$	$(1.32 \times X) \times (1.32 \times X)$
	一级	1.4	1.4	$1.4 \times 1.4 = 1.96$
	二级	1.2	1.2	$1.2 \times 1.2 = 1.44$
	三级	1.1	1.1	$1.1 \times 1.1 = 1.21$
	四级	1.1	1.1	$1.1 \times 1.1 = 1.21$
顶层柱	特一级	1.0	1.68	2.822
	9度一级	1.0	$1.32 \times X$	$(1.32 \times X) \times (1.32 \times X)$
	一级	1.0	1.4	1.96
	二级	1.0	1.2	1.44
	三级	1.0	1.1	1.21
	四级	1.0	1.1	1.21
中间层轴压比小于 0.15 的柱	特一级	1.0	1.0	$1.4 \times 1.2 = 1.68$
	9度一级	1.0	1.0	$1.32 \times X$
	一级	1.0	1.0	1.4
	二级	1.0	1.0	1.2
	三级	1.0	1.0	1.1
	四级	1.0	1.0	1.1
底层柱	特一级	1.68	1.0	2.822
	9度一级	$1.32 \times X$	1.0	$(1.32 \times X) \times (1.32 \times X)$
	一级	1.4	1.0	1.96
	二级	1.2	1.0	1.44
	三级	1.1	1.0	1.21
	四级	1.1	1.0	1.21

注：

1 X为超配系数，默认取 1.1，用户可更改。

2 表中数据是非角柱的，角柱是以上调整基础上乘 1.1。

表 1.2.3-5 混凝土框架柱设计内力调整（部分框支结构）

部位	抗震等级	弯矩增大系数		剪力增大系数
		上端	下端	
与转换构件相连的转换柱	特一级 (仅框支)	$1.5 \times 1.2 = 1.8$	1.68	$1.8 \times 1.4 \times 1.2 = 3.024$
	9度一级	$(1.32 \times X) \times 1.1^2$	$1.32 \times X$	$(1.32 \times X) \times (1.32 \times X) \times 1.1^2$

	一级	1.5	1.4	$1.5 \times 1.4 = 2.1$
	二级	1.3^3	1.2	$1.3 \times 1.2 = 1.56$
	三级	$1.1 \times 1.1 = 1.21^2$	1.1	$1.21 \times 1.1 = 1.331^2$
底层柱	特一级 (仅框支)	1.68	1.8	3.024
	9度一级	$1.32 \times X$	$(1.32 \times X) \times 1.1^2$	$(1.32 \times X) \times (1.32 \times X) \times 1.1^2$
	一级	1.4	1.5	2.1
	二级	1.2	1.3^3	1.56
	三级	1.1	$1.1 \times 1.1 = 1.21^2$	$1.21 \times 1.1 = 1.331^2$

注:

1 X 为超配系数，默认取 1.1，用户可更改。

2 JGJ3-2010 对于转换柱的上端及其底层柱下端部位没有对应 9 度一级、三级的调整规定。此表中数值将非框架类结构的 9 度一级、三级的普通柱的弯矩、剪力增大系数各自再放大 1.1 倍。

3 该数 JGJ3-2010 10.2.11-3 的规定是 1.3 和 GB50011-2010 6.2.10-3 的规定是 1.25，这里取用 JGJ3-2010 规定的数值。

4 除表中所列部位的其他部位，与表 1.2.3-4 的“普通柱、顶层柱、中间层轴压比小于 0.15”的柱取值相同。

5 表中数据是非角柱的，角柱是以上调整基础上乘 1.1。

对框支梁，抗震设计内力按表 1.2.3-2 中的内力放大系数再次进行放大。

表 1.2.3-6 框支梁内力调整

抗震等级	内力放大系数
Super 1	1.9
1	1.6
2	1.3

对框支柱的轴力，按表 1.2.3-6 中的轴力放大系数进行放大。

表 1.2.3-7 框支柱轴力调整

抗震等级	轴力放大系数
Super 1	1.8
1	1.5
2	1.2

混凝土剪力墙结构设计内力调整按表 1.2.3-8 进行。

表 1.2.3-8 混凝土剪力墙结构设计内力调整

结构类型	构件类型	部位	抗震等级	弯矩增大系数	剪力增大系数
所有	连梁 ¹	所有	特一级	1.0	1.3
			9度时一级 剪力墙	1.0	1.3
			一级	1.0	1.3
			二级	1.0	1.2
			三级	1.0	1.1
剪力墙结构 框架-核心筒 结构 筒中筒结构	短肢剪力墙 ²	加强部位 ³	特一级	1.1	1.9
			9度时一级 剪力墙	1.0	1.7
	剪力墙	加强部位 ³	一级	1.0	1.6
			二级	1.0	1.4
			三级	1.0	1.2
			特一级	1.3	1.68
		其他部位	一级	1.2	1.4
			二级	1.0	1.2
			三级	1.0	1.0
			特一级	1.1	1.9
	剪力墙	加强部位 ³	9度时一级 剪力墙	1.0	1.7
			一级	1.0	1.6
			二级	1.0	1.4
			三级	1.0	1.2
			特一级	1.3	1.2
		其他部位	一级	1.2	1.0
		二级	1.0	1.0	

			三级	1.0	1.0
部分框支剪力墙结构	剪力墙		特一级	1.8	1.9
		加强部位 ³	9 度时一级剪力墙	1.5	1.7
			一级	1.5	1.6
			二级	1.25	1.4
			三级	1.0	1.2
			其他部位	特一级	1.3
		一级		1.2	1.0
		二级		1.0	1.0
		三级		1.0	1.0

注：

1. 连梁是指跨高比小于 5，如果跨高比不小于 5 按框架梁设计。
2. 短肢剪力墙是：截面高厚比 $4 < h_w/b_w \leq 8$ 的剪力墙（当 $h_w/b_w \leq 4$ 时，按柱设计）。
3. 部分框肢剪力墙结构中的落地剪力墙被称为复杂墙肢。

D 构件截面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，根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）中 5.4.2 条的规定，截面抗震承载力调整系数为表 5.4.2 中数据。

表 GB50011-2010, 5. 4. 2 承载力抗震调整系数

材料	结构构件	受力状态	γ_{RE}
混凝土	梁	受弯	0.75
	轴压比小于 0.15 的柱	偏压	0.75
	轴压比不小于 0.15 的柱	偏压	0.80
	抗震墙	偏压	0.85
	各类构件	受剪、偏压	0.85

ETABS 中文版进行截面设计时，按规范此条规定进行了截面抗震承载力调整。

4.2 钢结构抗震调整

4.2.1 关于框架部分受剪承载力要求

对于框架—支撑（剪力墙板）体系中框架部分在任一楼层所承担的地震剪力，ETABS 中文版做了如下调整：

$$\text{当 } V_{f,i} < 0.25V_i \text{ 时, 取 } V_{f,i} = 0.25V_i$$

其中， $V_{f,i}$ 是第 i 层框架部分承担的地震剪力， V_i 是第 i 层结构的地震总剪力。

4.2.2 设计内力调整

ETABS 中文版的分析过程完成之后、构件设计之前，先要根据规范要求进行构件设计内力调整，这些调整遵循了如下规范规定：在多遇地震下的构件承载力验算时，托柱梁内力按照 JGJ99-98 6.1.7 规定，乘以 1.5 的增大系数；承托钢筋混凝土剪力墙的钢框架柱的由地震产生的内力，按 JGJ99-98 6.3.7 放大 1.5 倍。

ETABS 中文版中，由用户指定构件是否属于上述这些构件。如果属于上述构件，则程序将根据计算内力和构件类型进行设计内力调整。

4.2.3 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。在运用时，根据构件的受力状态采取了不同的数值，可参见 GB50011 第 5.4.2 条的规定。

表 GB50011 5.4.2 钢构件承载力抗震调整系数

材料	结构构件	受力状态	γ_{RE}
钢	柱, 梁, 支撑, 节点板件, 螺栓, 焊缝 柱, 支撑	强度	0.75
		稳定	0.80

在 ETABS 中文版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。