

多模型联合串行计算模式应对规范不同计算条件要求

1 多模型联合串行计算模式应对规范不同计算条件要求

规范对于不同的计算指标常常给出不同的计算条件要求，最典型的是 2010《高规》5.2.1：高层建筑结构地震作用效用计算时，可对剪力墙连梁刚度予以折减，折减系数不宜小于 0.5。这里明确对剪力墙连梁刚度的折减仅用于地震作用效应计算工况，而在恒活风等其它荷载工况计算时，连梁刚度不宜折减。正如在条文说明中明确的：“本次修订进一步明确了仅在计算地震作用效应时可以对连梁刚度进行折减，对如重力荷载、风荷载作用效应计算不宜考虑连梁刚度折减。”

但是在 2010 规范以前版本的结构计算时，连梁刚度折减对所有的荷载工况都起作用。那时的软件编程环节简单，按照连梁刚度折减的单元组成总刚一次后，即可依次完成恒活风以及地震作用计算。为了适应 2010 规范这一条要求，各家结构设计软件都做了较大的改动，它需要进行两次结构总刚的计算，首先按照连梁刚度不折减模型组成总刚，进行恒活风等非地震作用荷载工况的计算，再按照连梁刚度折减模型组成总刚，进行地震作用荷载工况的计算。这就是一种串行计算模式。

在实际工程设计中还有很多情况需要按照多模型联合串行计算模式完成，如以下内容：

整体指标可在强制刚性板假定下进行，一般的内力、位移、配筋设计计算需在非刚性板假定下完成：

对层间受剪承载力突变形成的薄弱层由程序判断出后，自动按薄弱层做出放大调整。

地震内力计算可采用连梁刚度折减模型，地震位移计算时可采用连梁刚度不折减模型；

最不利地震方向由程序算出后，自动增加该方向地震作用工况计算；

可以看出，采用多模型联合串行计算模式可以大大减少设计人员的工作量，并避免规范相关要求的漏判误判，从而提高计算设计质量。

YJK 在结构计算中安排了大量的多模型串行计算，他们通过用户参数的设置自动执行。

下面各节详细说明各种情况下的串行计算的应用。

2 强刚模型与非强刚模型可集成计算

规范要求的一些重要指标，如周期比、位移比等是基于楼层布置比较规则的情况下提出的。对于某些楼层布置不规则的状况，如带有坡屋面楼层、错层结构、开大洞口楼层、跃层柱或者跃层支撑较多的楼层等，直接计算周期比、位移比有时得不到合理的结果。按照强制刚性楼板假定的计算模型计算周期比、位移比常常可以得到更理想的结果。

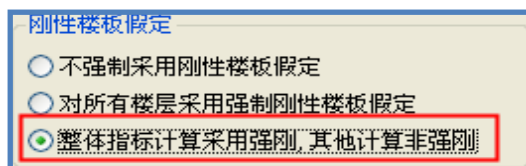
强制刚性板假定模型就是认为楼层整个平面为一个刚性平面，楼层平面位移为整体平面的位移，层内各杆件之间只有整体的平动和转角。满布混凝土楼板的规则平面时，是否强制刚性板假定模型对计算结果影响不大，但是对于带有坡屋面楼层、错层结构、开大洞口楼层、跃层柱或者跃层支撑较多的不规则楼层布置时，楼层强刚模型失真较大，只能用于规范整体指标计算，不能用于结构内力和配筋计算。

在结构计算软件中，强刚模型作为一个计算选项，如在 SATWE 计算参数中设置了参数“对所有楼层强制采用刚性楼板假定”。在计算周期比、位移比等项时，用户可以勾选这个参数，但是在结构的内力计算、配筋计算时不应勾选这个参数，而应去掉勾选刚性板假定重新计算。由于整体指标和内力配筋是由不同的计算模型计算完成的，用户必须自己整理结果，比如在送审报告中，把整体指标取用

强刚模型计算结果，把内力配筋取用非强刚计算结果。

但是在实际工作中，我们常见有用户不能区分这个参数的正确应用，甚至在送审的内力配筋报告中采用了墙肢刚性楼板假定，从而导致错误的计算结果。

YJK 对于强刚楼板参数，给出了新的选项：整体指标计算采用强刚，其它计算非强刚。



YJK 执行这个新参数时，采用了多模型串行计算管理，即计算两遍，第一遍采用强制刚性板假定模型，在周期比、位移比的结果输出中给出强刚模型计算结果；第二遍采用非强制刚性板假定模型，内力配筋等其它计算结果采用非强刚的计算结果。

可以看出，YJK 这个新参数的应用，大大简化了用户处理是否强制刚性板计算的操作，省去人工两遍分别的计算为一次连续的计算，省去人工整体计算结果为程序自动按不同模型给出合理结果，同时避免了用户采用错误计算模型造成的失误。

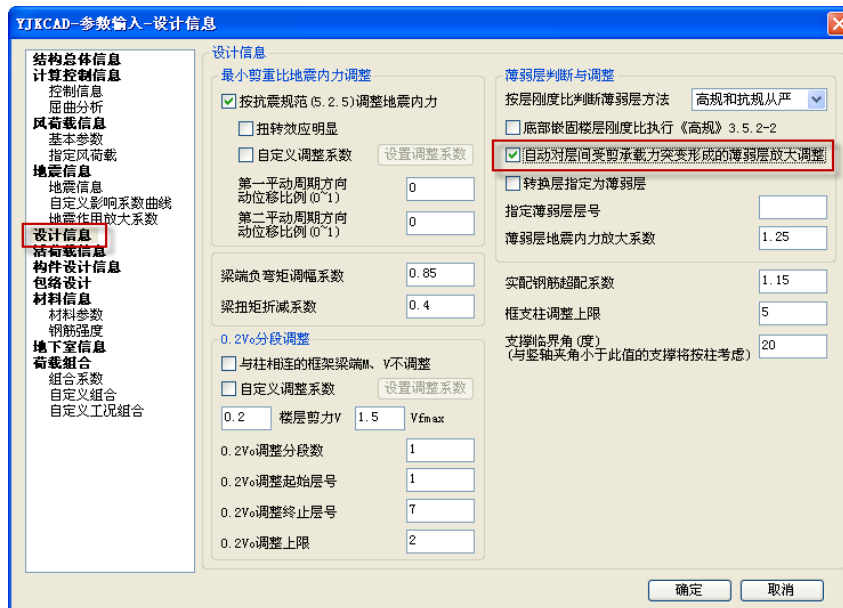
如果按这个新参数计算，YJK 在计算结果输出的周期、地震力与振型结果文件 Wzq.out 中，将输出两组周期值，第一组为按照强制刚性板假定模型的周期，第二组为按照非强制刚性板假定的普通模型计算出的周期值。

3 可对层间受剪承载力突变形成的薄弱层自动放大调整

传统软件（注：以下文中所提传统软件、以前软件、流行软件等均指目前应用较多的结构设计软件，并非单指某一软件）只能对层间突变形成的薄弱层自动放大调整，但是不能对层间受剪承载力突变形成的薄弱层自动放大调整。

层间受剪承载力需要根据构件截面配筋设计的结果来判断，但构件配筋设计是在结构软件的最后阶段完成的。传统软件可根据截面配筋设计结果计算出各层受剪承载力，但是没有给出薄弱层的判断，更没有按照规范要求，对受剪承载力薄弱层放大调整。因为它需要返回到结构计算的前期阶段，重新启动内力计算程序。对于用户来说，使用传统软件必须认真读写承载力薄弱层计算结果，人工根据规范条文判断那一层属于薄弱层，如果存在这样的薄弱层，则需要在计算前处理的计算参数中填写薄弱层的层号，重新进行结构计算。

为了避免对受剪承载力薄弱层的漏判或者误判，YJK 可有软件自动进行受剪承载力薄弱层的判断和自动放大调整，YJK 在计算参数中设置了参数：自动对层间受剪承载力突变薄弱层放大调整。



YJK 执行这个参数时，采用了多模型串行计算管理，即计算两遍，首先按照正常顺序结构计算，根据构件配筋设计结果完成受剪承载力的计算，判断是否属于薄弱层，如果存在这样的薄弱层则返回到前阶段的计算，放大调整地震作用后重新进行内力计算和配筋计算。

如果出现受剪承载力薄弱层，用户可在计算过程对话框上看到软件重新启动进行的各层统计和配筋计算的各个步骤。

4 位移计算时可采用连梁刚度不折减模型

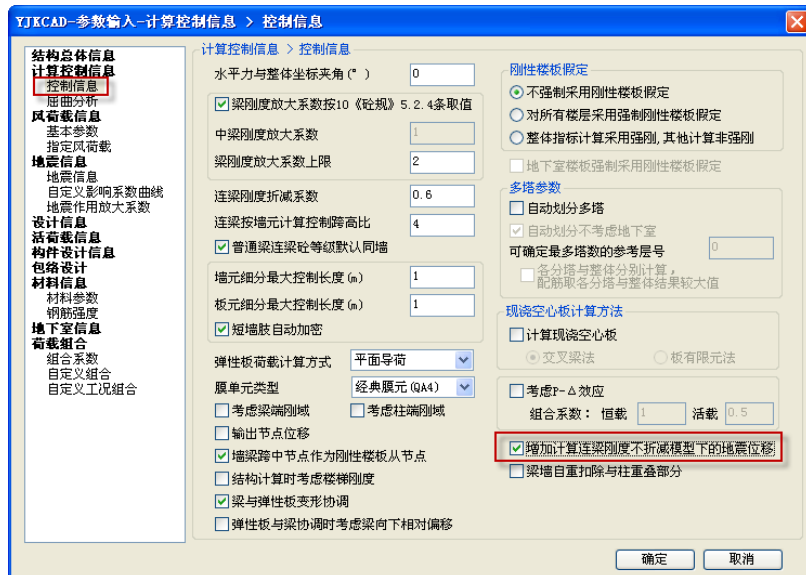
《抗规》第 6.2.13 的条文说明中提到，计算地震内力时，抗震墙连梁刚度可折减；计算位移时，连梁刚度可不折减。

《高规》5.2.1 条文说明：由于剪力墙连梁刚度相对墙体较小，而承受的弯矩和剪力很大，配筋设计困难，因此，可考虑在不影响承受竖向荷载能力的前提下，允许其适当开裂（降低刚度）而把内力转移到墙体上。

因此，用户一般都对剪力墙连梁设置刚度折减系数，用于地震周期内力的计算截面配筋计算。但是在地震作用下常出现位移相关指标要求超限的情况，如果剪力墙连梁的刚度不折减，可以有效提高结构整体的刚度，减少地震作用下的位移。

当地震作用下位移超限时，根据《抗规》6.2.13 的条文说明，很多用户重新设置剪力墙连梁的折减系数为 1 后重新计算，并取出其中地震位移相关的计算结果送审。

为了简化用户这样的两步操作，YJK 设置了参数：增加计算连梁刚度不折减模型下的地震位移。



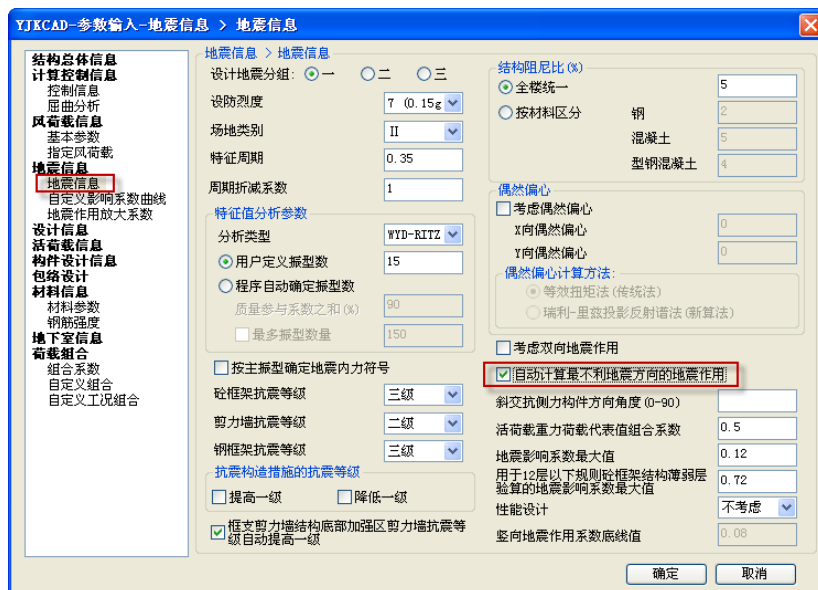
YJK 执行这个参数时，采用了多模型串行计算管理，即计算两遍，首先按照连梁刚度不折减模型计算地震作用并输出地震位移的相关结果，然后再按照正常顺序计算恒活风，并按照用户输入的连梁刚度折减系数重新组织总刚，计算地震作用效应并进行内力配筋计算。

YJK 执行这个参数时，用户可在屏幕上显示的计算流程图上看出如上所讲的计算步骤。

5 自动计算最不利地震方向的地震作用

最不利的地震作用方向是由软件计算出的。使用传统软件时，需要用户查看计算计算结果输出的最不利地震方向，如果它与 0 度或者 90 度夹角大于 10 度，应把该角度填写在地震参数的“斜交抗侧力方向角度”中，并重新计算。

为了避免用户对这种情况的复杂操作并避免遗漏相关计算，YJK 在地震计算参数中设置了参数：自动计算最不利地震方向的地震作用。



YJK 执行这个参数时，也采用了多模型串行计算管理，过程是自动查看计算计算结果输出的最不利地震方向，如果它与 0 度或者 90 度夹角大于 10 度，则自动增加该角度方向的地震作用工况计算。它的效果和用户手工填入斜交抗侧力构件方向角度相同。

在计算结果的地震各工况中,自动增加了按照该角度方向的地震工况结果,如下是在 WWNL*.OUT 文件中的结果。

地震作用最大的方向 = -75.002(度)								
(iCase)	Shear-X	Shear-Y	Axial	Mx-Btm	My-Btm	Mx-Top	My-Top	
N-C = 1 Node-i=1000000,Node-j=1,DL= 3.300(m),Angle= 0.000								
*(EX)	38.3	11.0	78.3	26.3	-119.8	-10.1	10.3	
(EX)	38.3	11.0	78.3	26.3	-119.8	-10.1	10.3	
*(EY)	-6.4	70.6	301.5	167.1	20.4	-66.2	-1.1	
(EY)	-6.4	70.6	301.5	167.1	20.4	-66.2	-1.1	
*(EXMAX)	11.7	-67.7	-281.1	-160.2	-36.9	63.5	2.9	
(EXMAX)	11.7	-67.7	-281.1	-160.2	-36.9	63.5	2.9	
*(EYMAX)	37.0	22.8	134.2	54.2	-115.7	-21.3	9.9	
(EYMAX)	37.0	22.8	134.2	54.2	-115.7	-21.3	9.9	
*(+WX)	2.0	0.1	2.3	0.2	-6.1	-0.1	0.5	
(+WX)	2.0	0.1	2.3	0.2	-6.1	-0.1	0.5	
*(-WX)	-2.0	-0.1	-2.3	-0.2	6.1	0.1	-0.5	
(-WX)	-2.0	-0.1	-2.3	-0.2	6.1	0.1	-0.5	
*(+WY)	-0.1	8.5	34.0	20.0	0.4	-8.1	0.0	
(+WY)	-0.1	8.5	34.0	20.0	0.4	-8.1	0.0	
*(-WY)	0.1	-8.5	-34.0	-20.0	-0.4	8.1	-0.0	
(-WY)	0.1	-8.5	-34.0	-20.0	-0.4	8.1	-0.0	
*(DL)	-14.4	3.4	-906.6	3.9	15.5	-7.5	-32.1	
(DL)	-14.4	3.4	-906.6	3.9	15.5	-7.5	-32.1	
*(LL)	-1.9	0.4	-87.6	0.5	2.0	-0.9	-4.2	
(LL)	-1.9	0.4	-87.6	0.5	2.0	-0.9	-4.2	