
第 6 节 优化设计节省材料的有效措施

合理的结构设计应是在满足规范要求和足够安全的前提下，最大限度地节约材料和造价，实现建筑真正的绿色和环保。

当前主要的问题是当前普遍应用的软件中对很多问题的处理存在不全面、粗放的情况，我们首先从几个方面详细梳理了现软件存在的问题，这些问题将直接导致结构钢筋、混凝土等材料的浪费和造价的增加。

6.1 当前软件主要问题

1. 计算模型落后甚至不正确的若干方面

- (1) 基础筏板、桩筏或桩承台有限元计算常给出配筋异常大的结果；
- (2) 楼板按照单房间的导致支座钢筋偏大；
- (3) 基础冲切计算流程错误导致筏板承台厚度过大；
- (4) 承台独基与地基梁的重复计算造成重复布置

2. 采用的算法不完全满足规范要求的若干方面

- (1) 剪力墙边缘构件配筋的单肢分段式配筋方式配筋过大或不够；
- (2) 柱剪跨比按简化计算方法常导致短柱过多超限过多；
- (3) 型钢混凝土柱的配筋按不同规程才可优化

3. 采用的过于简化的计算模型的若干方面

- (1) 对弹性时程分析结果等需地震放大情况只能作全楼统一的地震作用放大；
- (2) 对活荷载的折减系数、重力荷载代表值系数只能设置全楼统一的数值；
- (3) 施工模拟计算不能胜任目前多种工程需要；
- (4) 转换梁按照梁杆件计算模型导致易发生抗剪抗弯超限；
- (5) 地下室外墙的计算模型不合理导致地下室外墙过大的配筋设计；
- (6) 基础考虑上部楼层刚度的计算不全面；

4. 设计观念已经落后的若干方面

设计梁时应考虑板的共同作用从而减少梁的配筋。

5. 计算模型粗放忽略了结构有利要素的若干方面

- (1) 地下 1 层以下地下室的不需按抗震设计；
- (2) 梁配筋计算没有考虑支承梁的柱的宽度影响；
- (3) 应正确区分框架梁与非框架梁；

6. 涉及优化的关键环节缺失的若干方面

- (1) 基础承载力验算；
- (2) 基础冲切计算；

(3) 柱对筏板的冲跨比计算;

(4) 柱剪跨比;

(5) 防水板和桩的抗浮计算

7. 不开放接口的封闭观念

综上所述, 针对以上问题逐个解决, 就可开发出优化设计、有效地节省材料和造价的结构设计软件系统, 从而进一步实现绿色建筑目标。

下面按照构件类型阐述 YJK 的优化设计方案

6.2 基础设计

筏板、桩筏、独基和桩承台是最普遍应用的基础形式, 多高层下的基础厚重、混凝土和钢筋用量都很大。目前的基础设计软件功能常不能满足设计的要求, 表现为计算不稳定、常出现异常大或小的不正常结果、计算模型粗糙、容量有限、计算原理没有交代、不能提供计算过程的计算书等。目前只有很少工程是根据权威有经验专家的设计, 大多数依赖软件计算结果设计, 突出的问题是不必要的浪费很多。

对基础配筋量影响较大的是有限元计算的质量, 对基础厚度和混凝土用量影响较大的是基础的冲切抗剪计算, 而恰恰在这两方面传统软件存在较多较大的问题。

1. YJK 提供基础高质量的有限元计算

传统软件有限元常出现异常结果, 比如相邻单元之间的弯矩差别很大。这是因为它的计算容量小, 题目稍大就计算不过; 计算模型粗糙, 采用 2 米计算单元; 单元划分质量差, 常出现异常形状的三角形单元等, 畸形单元常是造成配筋突然增大异常的原因。

YJK 采用和上部结构统一的先进有限元技术, 自动划分单元质量高, 求解快容量不再受限, 大量工程实践没有出现过异常现象。另外柱墙作用在基础筏板上时考虑柱宽、墙宽的荷载作用范围和扩散面, 将集中力分散作用在筏板上, 可有效避免应力集中。

这些措施下经过对比, 可有效减少筏板、桩筏、承台等基础的配筋量。

2. 计算结果便于用户调整薄弱环节

传统软件有限元计算结果输出很乱, 看不出受力大小的分布, 找不到弯矩和配筋的分布状况, 只能得到最终的基础配筋量。

YJK 采用数值和等值线相结合的结果表达, 受力大小的分布及薄弱环节非常明显, 因此用户可方便地加强薄弱环节, 减少整体材料用量。

3. 提供多种参数调整计算方案

上部结构刚度、基础刚度等对基础计算结果影响较大, 正确考虑上部结构刚度可使筏板、桩筏等基础较少相对变形和受力, 对配筋结果影响较大。

YJK 提供倒楼盖法、弹性地基梁板法、是否考虑上部结构刚度的计算选项。基础上的剪力墙刚度对基础影响较大, 软件可按照一定高度的深梁或刚性约束来模拟剪力墙。对于桩土刚度, 软件既可根据地质资料自动计算, 又可直接输入桩土刚度。

用户根据实际工程状况可灵活运用这些参数, 就可以得到合理的计算结果。

4. 通过减少筏板通长钢筋比例减少总的配筋量

筏板底部钢筋由通长钢筋和局部加强筋组成，合理计算后的配筋等直线图可看出较大配筋只集中在少数局部，而筏板绝大部分区域计算配筋较少。

软件设置局部补强菜单，指导用户对于局部较大的计算配筋处补强，软件可自动对补强区之外的筏板按照剩余部分最大值重新选配筏板通长钢筋，因此合理的补强区设置可以大大减少通长筋的数量，从而减少总的钢筋数量。另外用户还可把参数：筏板通长钢筋占最大配筋计算结果的百分比减小，以减少通长钢筋用量，从而有效节约配筋。

5. 筏板配筋可选用不同直径搭配的配置方式

筏板钢筋直径一般较大，选用同一种直径钢筋常会造成实配的钢筋面积比计算结果的钢筋面积增大很多。YJK 在自动进行筏板钢筋选配时可进行两种直径的隔一布一方式，这种方式更接近于计算结果，避免不必要的浪费。

6. 合理的冲切抗剪计算

传统软件对基础的冲切抗剪计算问题很多，如内筒冲剪计算时筒底反力按照整个基础的平均值取用，取值过小，常造成筏板厚度大很多。又如柱墙对筏板及承台的冲切计算时也是对土反力取平均值（偏小），特别是不能考虑冲切破坏椎体下桩的反力，也常造成筏板厚度过大。桩冲切计算时不能按桩实际受力值，而是按照桩承载力取值（过大），造成基础厚度过大。传统软件冲切抗剪计算是个黑匣子，从计算结果输出中找不到完整的过程。

YJK 对桩土反力按照有限元计算结果取用，对柱墙冲切角范围下的桩自动找出并取其反力值，对互相连接的柱墙按照合并的组合截面计算，符合实际受力状况。特别是通过柱对桩冲跨比的准确计算和表达，提示用户在桩的布置上不应造成冲跨比小、抗冲切力小的状况，从而通过这样简单措施就可优化设计。YJK 提供详细的冲切抗剪计算书，注明计算公式和每一个中间变量值。因此使用 YJK 软件可比传统软件减少基础厚度很多。

7. 承台独基与地基梁的协同计算

承台桩基或独立基础是在柱下、墙下单独布置的基础，在工程实践中用户常把它们和地基梁布置在一起，这两类基础应能共同承担上部荷载而协同工作。但是现软件不能将这两类基础协同计算，只能分别计算。比如柱下独立基础单独承担柱传来的上部荷载，与它相连的地基梁也是单独承担柱传来的上部荷载，这种重复计算造成了独立基础和地基梁的截面尺寸都很大，完全是不必要的浪费。

YJK 建立全新的基础计算流程框图，确保不同类别基础协同工作，需要做到不同类别基础按固定次序计算，如拉梁—独基、防水板—承台；不同类别基础等协调计算，如独基—地基梁、承台—地基梁；不同计算内容顺序进行：有限元—承载力—冲切—抗剪—配筋—沉降。

6.3 地下室设计

1. 合理降低地下室嵌固层以下的抗震等级

《抗规》第 6.1.3 - 3 指出，地下室 1 层以下不要求计算地震作用，地下一层以下抗震构造措施的抗震等级可逐层降低一级，但不应低于四级。

传统软件对地下室 1 层以下仍按照上部结构相同的抗震等级设计，即仍按照和上部结构相同的抗震要求进行设计，这样做将造成比较大的浪费，除非设计人员进行了修改。

YJK 仅对地下室 1 层采用和上部结构相同的抗震等级，而对地下室层以下各层的抗震等级都设置为 4，对地下一层以下抗震构造措施的抗震等级逐层降低一级，但不低于四级。这样做满足了规范的要求，又十分经济合理。

2. 对地下室外墙的抗剪与施工缝验算按全长设计，避免计算误报告不满足要求

传统软件在进行地下室外墙的抗剪与施工缝验算时是按照逐段的小片墙、即按节点之间的墙进行正截面、抗剪、施工缝的计算的，常出现同一直线上的不同墙段有的满足要求、而有的不满足要求的情况，这样的结果不太可能发生，因为位于同一直线的长的地下室外墙的抗剪与施工缝是同时发生的。

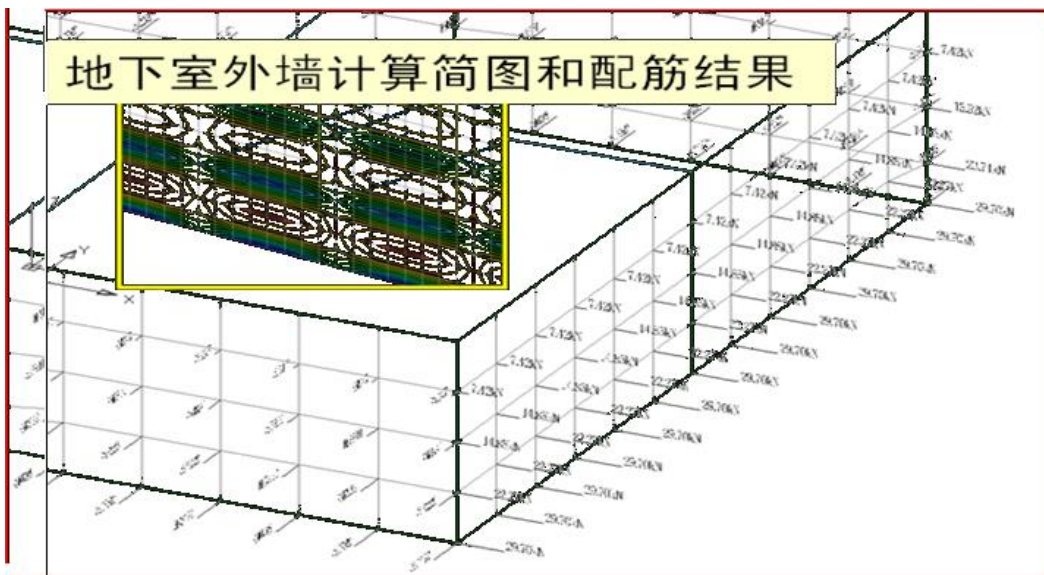
YJK 软件是这样处理的：抗剪与施工缝验算按墙的全长计算，程序自动搜索相连的直墙段，按直墙段总长进行设计，内力取叠加后的总内力；施工缝验算时，配筋面积取各墙柱配筋面积之和。

这样的计算是合理的，避免计算错误报告不满足要求，避免加大设计截面造成的不必要的支出。

3. 对地下室外墙的设计采用了精确合理的方案，避免了地下室外墙过大的配筋设计

地下室外墙承受较大的水土压力，有时还要承担人防荷载，这些都是墙的面外荷载。由于传统软件有限元计算时不能计算剪力墙承受面外荷载的情况，它对地下室外墙承受面外荷载的工况采用了另外的简化模型计算，即将每层外墙按照竖向 1 米条带、两端支撑在楼板上的单跨模型计算。这种方法由于不能考虑竖向各层连续的因素、将墙的周边支撑简化为上下两端支撑等，常造成地下室外墙配筋过大。

YJK 的有限元计算可以计算剪力墙承受面外荷载的情况，对承受面外荷载的墙给出墙的面外弯矩和配筋。由于整体有限元计算是按照各层连续、墙周边弹性支撑的精确模型完成的，配筋符合实际情况，可避免出现地下室外墙配筋过大的异常现象。经大量工程对比，这种计算方案可减少地下室外墙计算配筋 20%~60%。



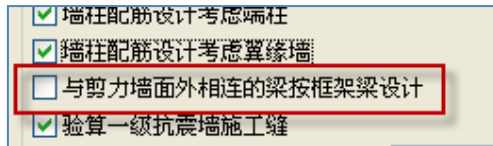
6.4 梁

1. 正确区分框架梁与非框架梁

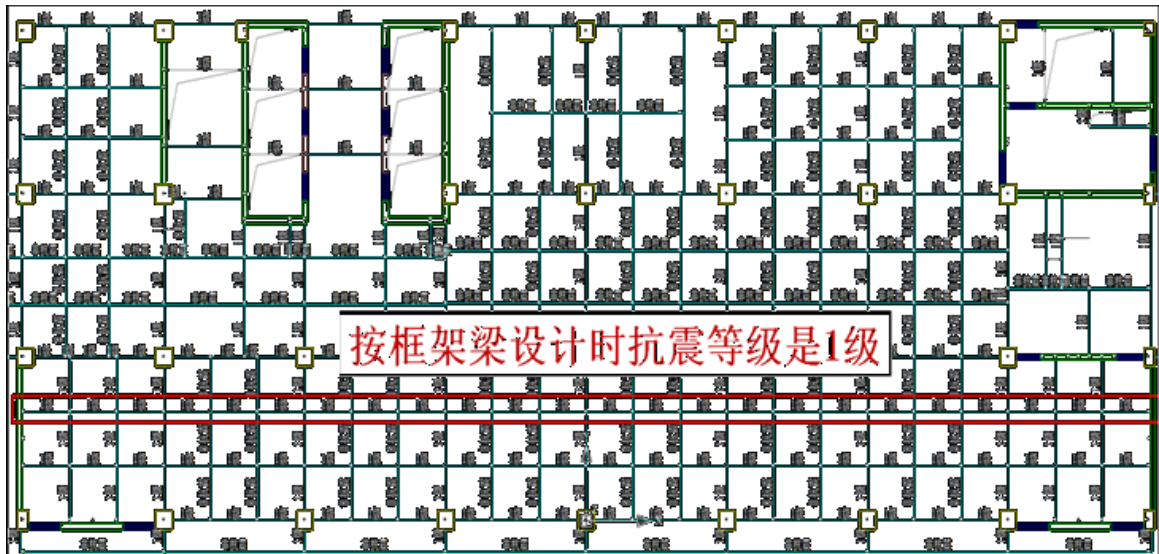
框架梁需要按照抗震要求设计，对于非框架梁如果也按照抗震要求设计，则是不必要的浪费。软件对于搭接在框架梁上的次梁，自动设置为抗震等级等于 5，即按照非抗震设计。

在框剪结构和剪力墙结构中，存在大量搭接在剪力墙上的梁。传统软件将这类梁也按照框架梁设计，但是实践中大多数设计单位认为这些梁可以按照非框架梁设计。如果用户认识到这点，则须花费大量人力去人工修改，但更多的单位认识不到或工期紧来不及做这些修改，造成大量不必要的浪费。

YJK 设置了参数：与剪力墙相连的梁按照非框架梁设计。勾选此项后软件自动将这类梁按照非框架梁设计。



如下图某井字梁在远端搭在墙上，如果设置框架梁抗震等级为 1 级，则该井字梁按照现有软件也判断为 1 级，势必造成较大浪费。在 YJK 可自动判断为非抗震梁。

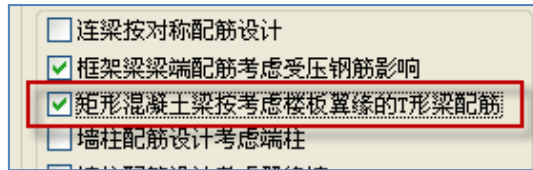


2. 矩形混凝土梁按考虑楼板翼缘的 T 型梁配筋

梁在建模和计算中一般都是按照矩形梁，但是混凝土楼板和梁是现浇在一起的，混凝土楼板可形成梁的翼缘，使梁可按照 T 型梁设计，这样可使梁的下部配筋减少。从框架梁的抗震要求来看，减少梁的配筋更利于结构强柱弱梁的设计要求。混凝土规范 5.2.4 指出：“宜考虑楼板作为翼缘对梁刚度和承载力的影响”。

传统软件只在整体计算时考虑了梁的刚度放大系数，但在梁的截面配筋设计时仍按照矩形梁配筋。

YJK 设置了参数：矩形混凝土梁按考虑楼板翼缘的 T 型梁配筋。一般这样设计可减少梁下部钢筋几个百分点。软件自动考虑的翼缘宽度是梁每侧 3 倍翼缘厚度。

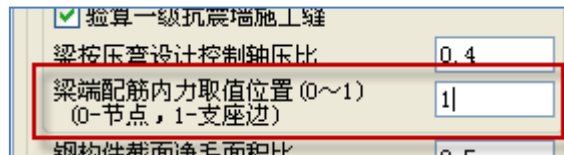


3. 梁配筋计算可考虑支承梁的柱的宽度影响

梁在结构计算中按照梁的全长考虑，即梁两端支座的中到中的长度。梁的弯矩图或弯矩包络图从两端到跨中一般变化梯度较大，特别是支座处的弯矩变化梯度最大。由于支承梁的柱的截面尺寸一般都比较大，柱形心处的弯矩最大，靠近柱边处的弯矩将会减少很多。显然梁配筋时采用柱边处的弯矩是非常经济合理的，可以有效地、较大幅度地减少梁的配筋。

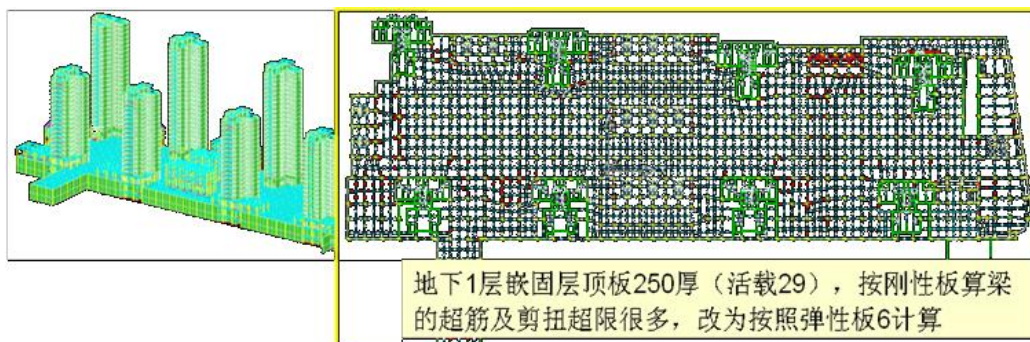
但传统软件在梁配筋计算没有考虑支承梁的柱的宽度影响，只能按照柱形心位置配筋，造成配筋不必要的过大。

软件设置了参数：梁端内力取值位置（0—1）；0 即为柱的中心，1 即为柱边。如果填 0.8 就相当于采用 0.8 倍柱宽处的内力来配筋。



4. 楼板较厚时对梁的设计要考虑梁板共同工作

结构计算时对楼板较厚（如大于 150mm 时）的板应将其设置为弹性板 3（厚板单元）或者弹性板 6（壳元）计算，这是梁板共同工作的计算模型，可使梁上荷载由板和梁共同承担，从而减少梁的受力和配筋。既节约了材料，又实现强柱弱梁改善了结构抗震性能。对于地下室顶板、转换层、加强层或承受人防荷载、消防车荷载等情况更需这样设置。



如图所示工程地下 1 层顶板承受消防车荷载等楼板 250mm 厚，以前按刚性板计算梁的超筋及抗扭超限很多，现改为按照弹性板 6 计算，旧、新算法结果对比如下：

第2层梁配筋总面积 (mm ²)		YJK2	相差 (%)
顶部	11960914	5398113	-54.9%
底部	10206416	7932871	-22.3%
箍筋	554391	399306	-28.0%
超筋梁数	16	0	
抗剪超限梁数	43	21	
剪扭超限梁数	176	52	
超限梁数	222	69	

设置为弹性板6的结果

傅学怡《实用高层建筑结构设计》14 章：“不考虑实际现浇钢筋混凝土结构中梁、板互相作用的计算模式，其弊端主要有： 1) 对于单独计算的板，由于忽略支座梁刚度的影

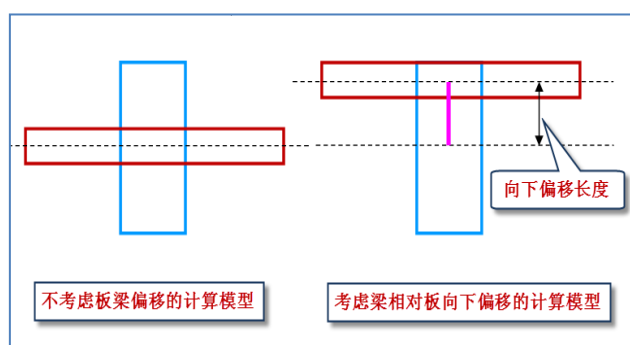
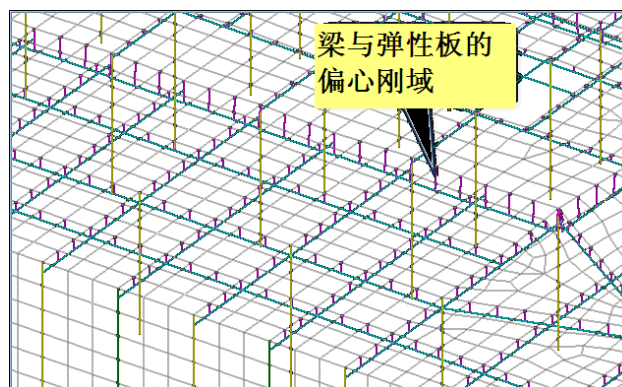
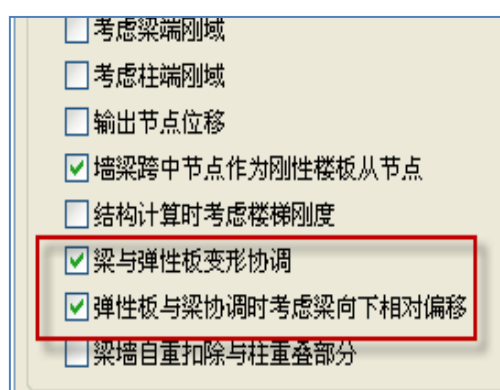
响，无法正确反映板块内力的走向，容易留下安全隐患。2) 对于梁，由于忽略楼板的翼缘作用，重力荷载下往往高估梁端截面弯矩，其结果不仅仅是造成材料的浪费，更重要的是过高的框架梁支座截面受弯承载力使得水平荷载下梁端形成延性结构的可能性大为减小。”

考虑楼板翼缘的作用，可实现强梁弱柱的设计效果，有利于抗震，同时明显降低造价。

另一方面，对按照弹性板 3 或弹性板 6 计算的楼板，应在楼板计算时考虑梁的弹性变形。

5. 考虑弹性板和梁之间的竖向偏心

对于弹性板和梁之间的连接计算，也可以考虑弹性板和梁之间的竖向偏心。YJK 设置参数：弹性板与梁协调时考虑梁向下相对偏移，勾选此参数后，在计算简图的弹性板单元和梁单元之间也画出红色短线示意它们之间的竖向偏心。



上图为是否考虑梁和弹性板之间的偏心的计算模型对比。

右侧的计算模型抗弯承载力显然比左侧的模型大很多，此时楼板对梁的帮助更大，大

量工程实例表明，右侧计算模型可使梁的支座弯矩和配筋明显减少。

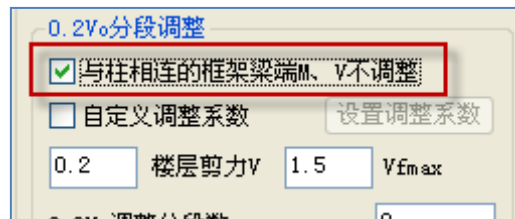
傅学怡《实用高层建筑结构设计》14章介绍了他们作的“重力荷载下钢筋混凝土整浇楼盖工作性能”课题的研究成果，其中特别用实体单元模拟梁、板、柱计算，就是为了表现板和梁实际的位置关系。课题主要结论是：这种计算模型下，梁支座弯矩大幅下降，且存在较大轴压力，可按偏心受压配筋，配筋可大幅度下降（折减系数 50-70%），这不仅节省钢筋，还利于梁端塑性铰的形成。梁跨中受拉，按偏心受拉配筋，配筋量稍小（80-90%）。

当用户在使用 YJK 中考虑弹性板和梁之间的竖向偏心时，软件对梁的设计可自动考虑梁的拉压轴力状况，并按拉弯或者压弯构件计算梁的配筋。这种情况下，用户设置的梁的刚度放大系数将不再起作用（按 1 计算）。同时，弹性楼板的配筋不仅考虑弯矩的作用，还考虑板单元受到的拉力或压力的作用，按拉弯或者压弯构件计算板的配筋。

6. 柱 0.2V₀ 调整时梁端 M、V 可不随柱剪力调整增大

广东省高规 DBJ15-92-2013 第 8.1.4 条和第 9.1.10 条：各层框架所承担的地震总剪力按本条第一款调整后，应按调整前、后总剪力的比值调整每根框架柱的剪力及端部弯矩，框架柱的轴力及与之相连的框架梁端弯矩、剪力可不调整。

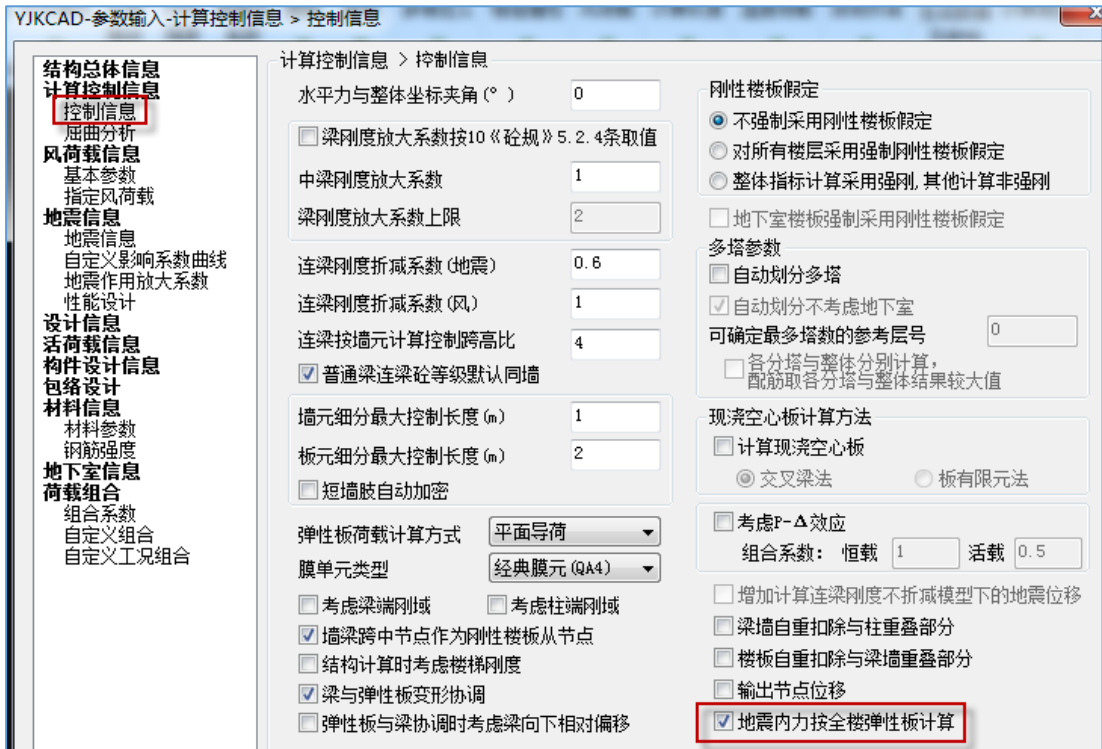
傅学怡《实用高层建筑结构设计》第 3 章：“小震作用下的钢筋混凝土框架-剪力墙结构柱剪力调整十分必要，不必调整相连框架梁端弯矩、剪力，以利于框架梁先屈服发挥延性，以利于相对强化框架柱。”，在其分析中说明：框架柱配筋一般由抗震构造控制，柱的剪力调整后它的实际配筋一般未能得到调整增大，柱的承载能力未能得到有效提高。而框架梁纯弯，梁端弯矩调整将使梁的配筋成比例增大，导致梁的承载能力明显提高，实际结构向“强梁弱柱”发展，不利于“强柱弱梁”的实际抗震。



YJK 在 0.2V₀ 调整段设置参数：与柱相连的框架梁端 M、V 不调整。

7. 设置地震内力按全楼弹性板 6 计算选项

在计算参数的控制信息中设置参数：地震内力按全楼弹性板 6 计算。



用户对恒活风等荷载工况计算时，对楼板习惯于按照刚性板、弹性膜的模型计算，这种模型不考虑楼板的抗弯承载能力，由梁承担全部荷载内力，此时的楼板成为一种承载力的安全储备。但是从抗震设计强柱弱梁的要求考虑，常造成梁的配筋过大的不好的效果。

勾选此参数则软件仅对地震作用的内力按照全楼弹性板 6 计算，这样地震计算时让楼板和梁共同抵抗地震作用，可以大幅度降低地震作用下梁的支座弯矩，从而可明显降低梁的支座部分的用钢量。

由于对其他荷载工况仍按照以前习惯的设置，保持恒活风等其他荷载工况的计算结果不变，这样做既没有降低结构的安全储备，又实现了强柱弱梁、减少梁的钢筋用量的效果。

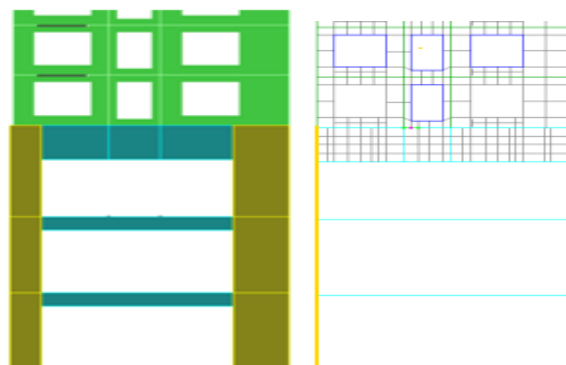
因此，这也是一项有效的设计优化的措施。

勾选此参数后，除了地震作用内力计算外，其他计算内容均按照用户当前设置的楼板模型计算。对地震内力计算，软件另外取用全楼所有楼板设置为弹性板 6 的模型，并考虑了弹性板与梁协调时梁向下相对偏移的影响。

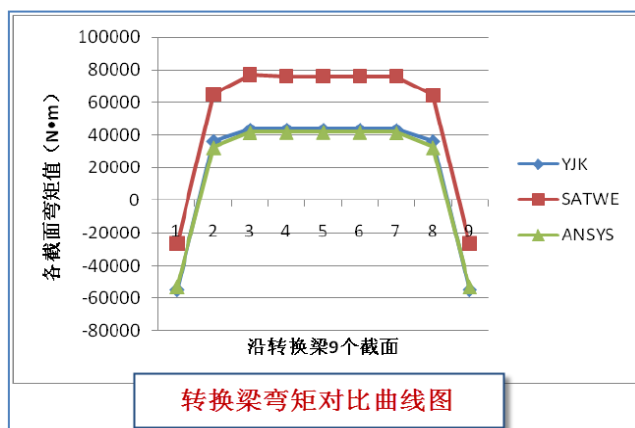
8. 转换梁按照新的计算模型减少抗剪抗弯超限

传统软件用梁单元计算转换梁，计算中以梁的形心位置和上边承托的剪力墙协调工作，不能真实反映转换梁的刚度，造成转换梁容易抗剪抗弯超限。因此这样的计算模型亟待改进，以减少抗剪抗弯超限现象的出现。

YJK 对转换梁采用壳元模型计算，自动进行单元划分，使细分的单元和上部承托的剪力墙单元保持协调，这种计算模型和实际模型接近，可充分发挥转换梁的刚度作用，从而减少抗剪抗弯超限现象的出现。



下图为典型转换梁例，分别按照 SATWE 梁单元、YJK 与 ANSYS 的壳单元计算结果对比，可以看出 YJK 与 ANSYS 相同，SATWE 的跨中弯矩比 YJK 大将近一倍，YJK 支座弯矩比 SATWE 大，但可考虑转换柱支座宽度的影响，实配负筋不大。



大量实例对比可以看出，由于 YJK 的计算模型合理，计算出的转换梁的弯矩和剪力都比传统软件低很多，抗弯抗剪超限的现象大大减少。

9. 通过对梁或楼板加腋的方法避免设计超限

YJK 提供方便的菜单对梁端设置加腋，既可在梁端下部设置加腋，又可在梁侧设置单侧或双侧的水平加腋，设置加腋可成正比地提高梁的抗剪承载力，当梁抗剪超限时通过这种局部的加强避免对梁的全长截面放大。

YJK 提供对楼板的加腋功能，通过局部的加厚避免了超限，避免对全跨楼板整个加厚造成的浪费。

6.5 柱

1. 边框柱

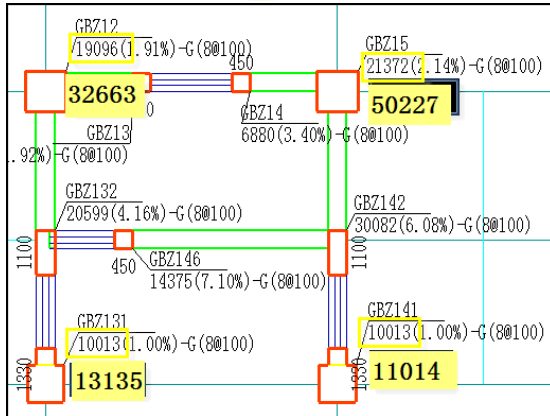
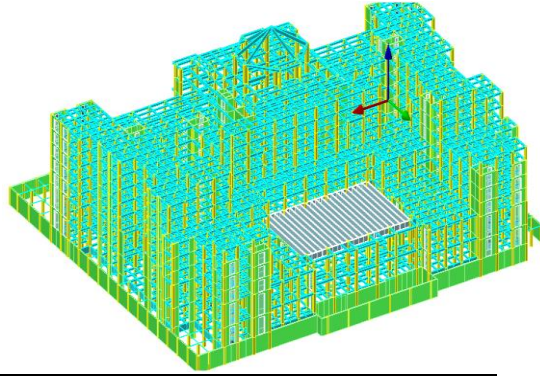
传统软件将边框柱和其所连的剪力墙分别配筋，并将二者配筋相加作为最终边缘构件的配筋。这样的计算方法常使带边框柱边缘构件的配筋量很大。

实际上边框柱和剪力墙现浇在一起协同工作，将边框柱和其所连的剪力墙二者配筋相加没有根据，而应该按照柱和剪力墙合并的组合墙截面进行配筋。

YJK 设置参数：墙柱配筋设计考虑端柱。大多数工程表明，这样的设计可使带边框柱

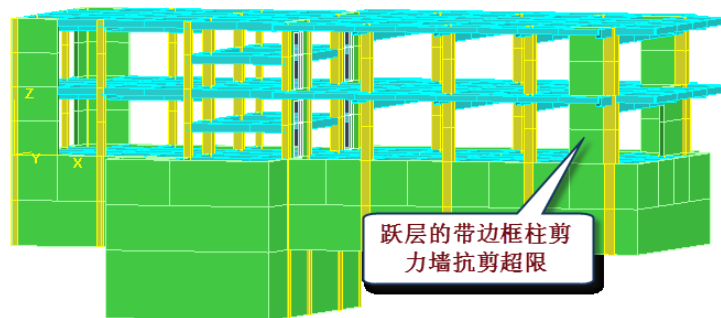
的边缘构件配筋大大减少。

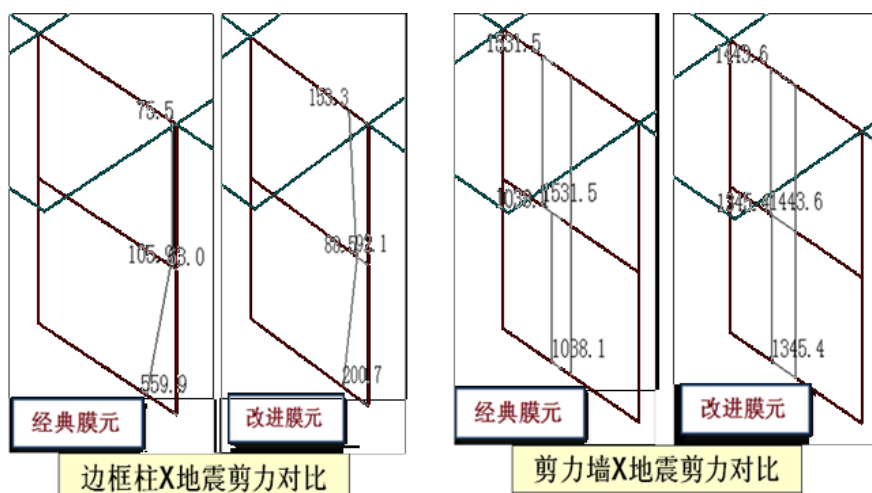
图示某 7.5 度、三类场地土设防项目，审图要求解决剪力墙边缘构件超限过多问题，用 YJK 的自动组合墙配筋计算后，边缘构件配筋对比见图右，白色数字为传统软件边缘构件计算结果，整个结构剪力墙边缘构件配筋降低 15%，没有做结构本身的修改就通过了审图审查。



YJK 还改进了力学有限元计算中带边框柱剪力墙的算法，结构模型中边框柱为杆单元，剪力墙为壳单元，柱墙之间设置单元划分的若干点协调连接。由于传统使用的壳单元在平面内弯曲刚度偏弱，常造成边框柱受力过大、突变等奇异现象，造成边框柱配筋过大。

YJK 提供新的膜单元 NQ6Star，解决了壳单元在平面内弯曲刚度偏弱的问题，对边框柱与剪力墙的协调性好，在二者的协同中可使剪力墙承担更多的受力，常可避免边框柱配筋过大。





如上图，使用传统的经典膜元某带跃层的带边框柱剪力墙抗剪超限，改为使用改进膜元 NQ6star 后不再超限。对比 X 地震下边框柱和剪力墙的剪力，可以看出经典膜元边框柱有剪力突变的异常现象，导致与它相连的剪力墙的剪力过大。改进膜元边框柱受剪力上下均匀，相邻剪力墙剪力正常不再超限。

2. 型钢混凝土柱

设计型钢混凝土柱时可采用目前发布的两种规程：《型钢混凝土组合结构技术规程》(JGJ 138-2001) 和《钢骨混凝土结构技术规程》(YB 9082-2006)。截面配筋设计时，前者只考虑本方向工型钢，忽略另一方向工字钢，后者则每个方向都考虑全部工型钢作用。因此使用后两者常可以较大幅度的减少型钢混凝土柱的配筋量。

传统软件只能按照前者的规程计算，没有按照后者规程计算的功能。

YJK 对两种规程都可以计算，提供设置参数，可以由用户选择按照哪一本规程计算。

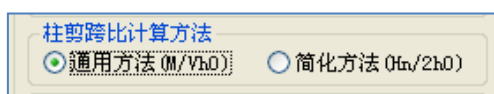
3. 提供柱剪跨比的通用计算方法

柱的剪跨比是柱设计中的重要指标，规范对剪跨比小于 2 或小于 1.5 的柱判断为短柱，对短柱的要求比一般柱严格得多。

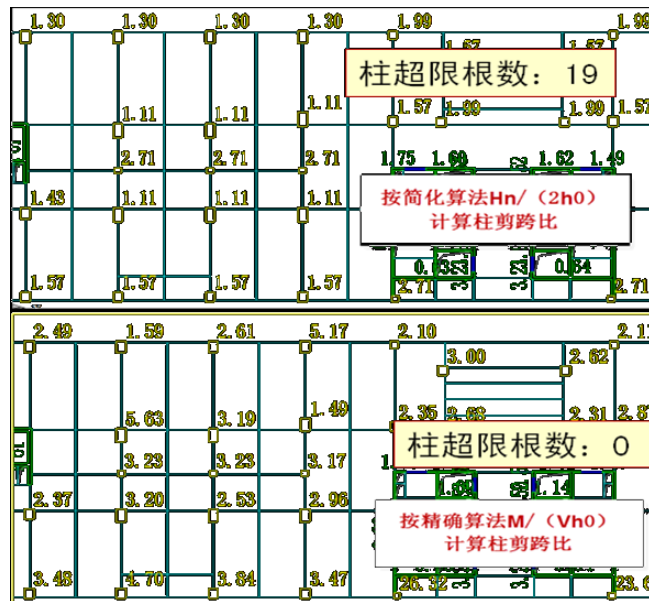
规范对柱的剪跨比计算规定的通用计算方法是 $M/(Vh_0)$ ；简化计算方法为 $H_n/(2h_0)$ ，但规定简化计算方法只能用在“框架结构”中，且柱的反弯点在柱层高范围内时。从两种算法的公式可看出，同样的柱用简化算法的剪跨比值总是比通用算法小。

传统软件只提供柱剪跨比的简化算法，首先这种应用超出了“框架结构”的范围，再者实际工程中柱反弯点在柱中情况很少，因此大量按照通用算法算的柱的剪跨比并不属于短柱的结构，按照简化算法却属于短柱。这样的结果常导致在高层建筑中出现大批超限的柱，其实按照规范的通用算法它们中的大部分并不超限，这种粗略算法的结果只能通过加大柱截面尺寸来解决，造成完全不必要的浪费。

对钢筋混凝土柱提供剪跨比的通用计算方法 $M/(Vh_0)$ ，可有效避免简化算法时大量柱超限的不正常现象。



YJK 除了在柱配筋文件输出剪跨比外，还设置专门的柱剪跨比计算简图。



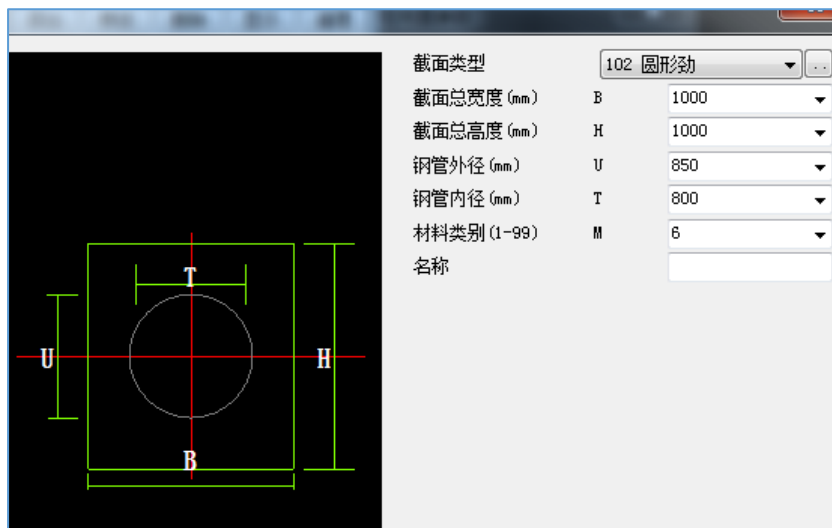
上图为某工程按照柱剪跨比的两种算法的对比。

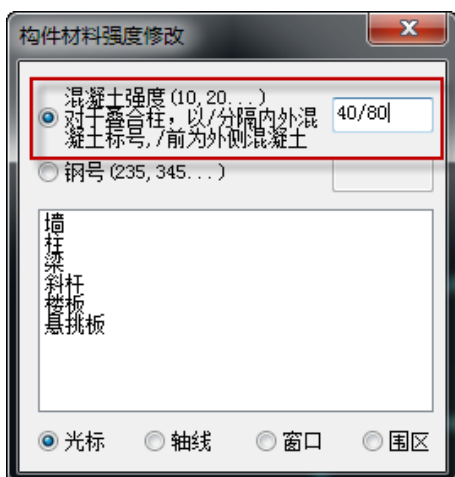
4. 增加钢管混凝土叠合柱设计

钢管混凝土叠合柱就是由截面中部钢管混凝土和钢管外钢筋混凝土叠合而成的柱，并在柱截面定义中输入钢管内和钢管不同的混凝土强度等级，这种柱常用于轴压比不满足要求而不能采用更大的截面尺寸时。

在 2013 年发布的上海市《建筑抗震设计规程》(2013) 提到：当轴压比不满足表 6.3.6 的规定而不能采用更大截面尺寸的柱时，。。。可采用钢管与混凝土双重组合柱，其轴压比按公式 $\alpha = (N - N_{\text{钢管混凝土}}) / A_c f_c$ 计算， $N_{\text{钢管混凝土}}$ 按钢管混凝土规范计算。

建模时对叠合柱可选择按圆形劲性混凝土柱类型定义，并在构件的材料修改菜单中补充输入 2 种混凝土强度等级，在构件材料修改对话框中特别增加了提示“对于叠合柱，以/分隔内外混凝土标号，/前为外侧混凝土”。





软件根据《钢管混凝土叠合柱设计规程》编制，其中，叠合柱中钢管混凝土承受的轴压力设计值：

$$N_{cc} = N_{ecc} \text{Acc} (1 + 1.8\Theta) / [E_{co}A_{co} + E_{cc} \text{Acc} (1 + 1.8\Theta)]$$

叠合柱中钢管外混凝土承受的轴压力设计值：

$$N_{co} = N - N_{cc}$$

钢管外钢筋混凝土的轴压比限值：

$$n = N_{co} / (f_{co}A_{co})$$

6.6 剪力墙

1. 自动按照组合墙配筋

剪力墙边缘构件配筋是剪力墙配筋量的主要组成部分。剪力墙是多个墙肢相连组合工作的，《抗规》6.2.13条和《砼规》9.4.3条都指出：抗震墙应计入腹板和翼墙共同工作、剪力墙承载力计算中可考虑翼缘等。说明规范要求按照墙肢相连的组合截面计算。

但是现软件计算剪力墙的配筋时是按照每个单肢墙的一字墙分别计算，然后把相交各墙肢的配筋结果叠加作为边缘构件配筋，虽然这种配筋方式编程简单，但是一方面多数情况下配筋结果偏大，另一方面正如许多权威专家多次指出的：有时配筋不够不安全。

特别对于带边框柱剪力墙，现软件是将柱配筋和与柱相连的墙肢配筋相加作为边缘构件配筋，常导致配筋大得排布不下，这完全是计算模型不合理导致的错误结果。

自动按照组合截面的配筋计算方法才是正确的计算方法。

YJK 设置参数选项：墙柱配筋设计考虑翼缘墙。这种方式下软件的剪力墙配筋计算的模式是：

每一墙肢计算时自动考虑墙肢两端的部分翼缘共同工作的组合墙配筋，在每一侧取的翼缘伸出部分不大于4倍墙厚且不大于腹板长度的一半。当组合墙的翼缘是墙肢的全截面时，软件按照双偏压方式计算配筋，双偏压方式属于剪力墙准确计算的理论解结果；当组合墙的翼缘是墙肢的部分截面时，软件按照不对称配筋方式计算配筋，因为此时如果按照对称配筋计算结果将偏大。

组合墙的计算内力是将各段内力向组合截面形心换算得到的组合内力，如果端节点布

置了边框柱，则组合内力将包含该柱内力。

大量工程实例计算对比表明，对于一般抗震设防的剪力墙结构，采用 YJK 新的配筋方式，对于边缘构件配筋，虽然有的地方增加，但总的配筋量可减少 5%-15%。

2. 按照组合截面计算剪力墙的轴压比

当剪力墙的轴压比超限时，常需要加大墙的截面尺寸或强度。传统软件对于剪力墙轴压比的计算，也是按照单独墙肢分别计算的，常有互相连接的墙肢有的轴压比相差较大，有的超限，有的不超限，这与实际不符。

YJK 按照剪力墙的组合截面计算剪力墙的轴压比，和组合截面配筋相似，计算每一墙肢的轴压比时，软件自动考虑其两端的翼缘部分。这样的方法有效避免了相邻墙肢之间轴压比相差过大的现象。

大量工程实例计算对比表明，采用 YJK 新的组合截面轴压比计算方式后，剪力墙轴压比超限的大大减少。

3. 可使墙水平分布筋参与边缘构件的配箍

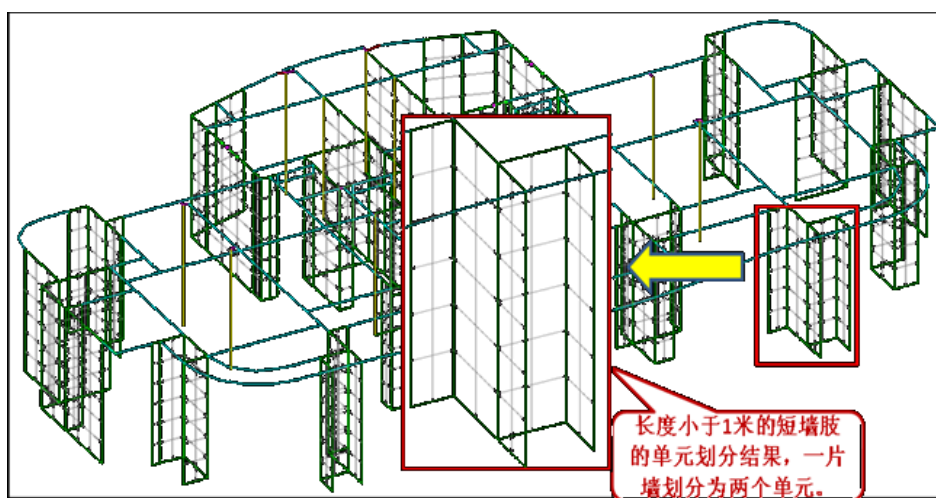
《高规》第 7.2.15 明确提出约束边缘构件可以考虑墙水平分布筋：“箍筋体积配箍率，可计入箍筋、拉筋以及符合构造要求的水平分布钢筋，计入的水平分布钢筋的体积配箍率不应大于总体积配箍率的 30%。”

YJK 在剪力墙施工图软件中，可通过参数使约束边缘构件和构造边缘构件均可以考虑墙水平分布筋，软件根据国标图集 11G101-1 给出了剪力墙水平分布筋计入约束边缘构件体积配箍率的做法，要求保证至少每隔一个是采用封闭箍筋，也就是说即使墙身间距和边缘构件箍筋间距相同，也只是每隔一个用墙水平筋替代部分箍筋。

这种措施一般可减少边缘构件箍筋用量 20%。

4. 对短墙肢自动单元加密计算

YJK 对于水平向只划分了 1 个单元的较短墙肢，自动增加到 2 个单元，以避免短墙肢计算异常。因为有限元计算时对于水平向只划分了 1 个单元的较短墙肢计算误差很大，常使算出的内力过大或过小。

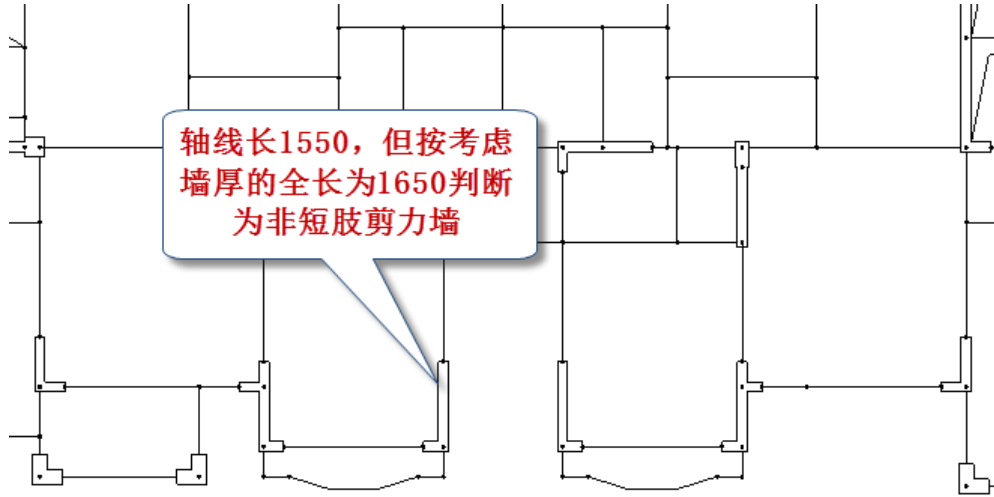


5. 对短肢剪力墙的判断按考虑墙厚和偏心的全长

YJK 对短肢剪力墙的判断按考虑墙厚和偏心的全长。以前软件只能按墙所在的轴线长度判断是否属于短肢剪力墙，如下图某 200 厚墙肢按墙所在轴线长 1550 判断，长厚比小于

8 属于短肢剪力墙，但是其相交另一墙厚 200，按墙肢全长 1650 判断长厚比大于 8，就不属于短肢剪力墙。

因此，按照考虑墙厚和偏心的全长进行短肢剪力墙的判断可避免误判为短肢墙造成的配筋过大现象。



6. 将剪力墙分解为墙身和边缘构件的配筋方式

以前软件主要问题是：软件给出的剪力墙边缘构件（含约束边缘构件和构造边缘构件）中的配筋结果和实际施工图有较大差别，其主要原因是配筋计算中假定的边缘构件形状、尺寸等与施工图不符。

解决办法是按实际图纸建立分析模型，做到计算模型与实际结构的尺寸参数一致。

在计算参数的构件设计信息页下，设置了参数“按边缘构件轮廓配筋”，勾选该选项后，软件将按照把剪力墙分解为墙身和边缘构件的配筋方式计算配筋。

结构总体信息

计算控制信息

控制信息

屈曲分析

风荷载信息

基本参数

指定风荷载

地震信息

地震信息

自定义影响系数曲线

地震作用放大系数

性能设计

设计信息

活荷载信息

构件设计信息

包络设计

材料信息

材料参数

钢筋强度

地下室信息

荷载组合

组合系数

自定义组合

自定义工况组合

鉴定加固

装配式

构件设计信息

柱配筋计算方法

单偏压 双偏压

柱剪跨比计算方法

通用方法 (M/Vh0) 简化方法 (Hn/2h0)

连梁按对称配筋设计

框架梁端配筋考虑受压钢筋影响

矩形混凝土梁按考虑楼板的翼缘的T形梁配筋

墙柱配筋设计考虑端柱

墙柱配筋设计考虑翼缘墙

与剪力墙面外相连的梁按框架梁设计

验算一级抗震墙施工缝

梁按压弯设计控制轴压比: 0.4

梁端配筋内力取值位置 (0~1) (0-节点, 1-支座边): 0

钢构件截面净毛面积比: 0.85

钢柱计算长度系数按有侧移计算

X 向: 有侧移 Y 向: 有侧移

按《钢规》5.3.3-2自动判断强弱支撑

框架柱的轴压比限值按框架结构采用

非抗震时按重力荷载代表值计算柱轴压比

保护层厚度 (mm) 梁: 30 柱: 30

说明:
梁、柱保护层厚度指截面外边缘至最外层钢筋 (箍筋、构造筋、分布筋等) 外缘的距离

边缘构件

构造边缘构件设计执行高规 7.2.16-4

约束边缘构件层全部设为约束边缘构件

约束边缘构件阴影区长度取 L_c

面外梁下生成暗柱边缘构件: 全都生成

边缘构件合并距离 (mm): 300

短肢边缘构件合并距离 (mm): 600

边缘构件尺寸取整模数 (mm): 50

构造边缘构件尺寸设计依据:

《抗规》GB 50011-2010 第6.4.5条

《高规》JGJ 3-2010 第7.2.16条

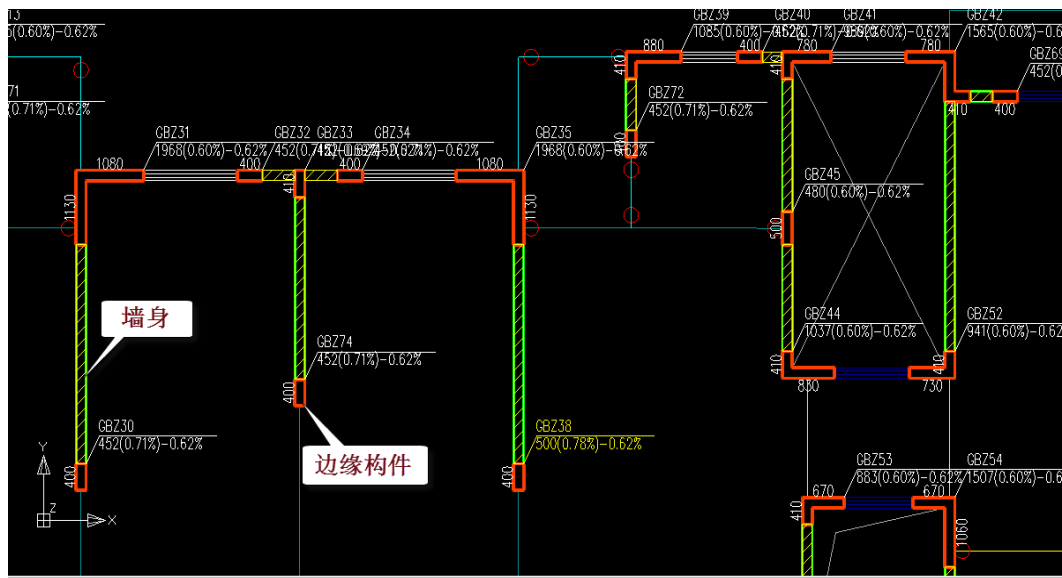
《砼规》GB 50010-2010 第11.7.19条

约束边缘构件尺寸依据《广东高规》设计

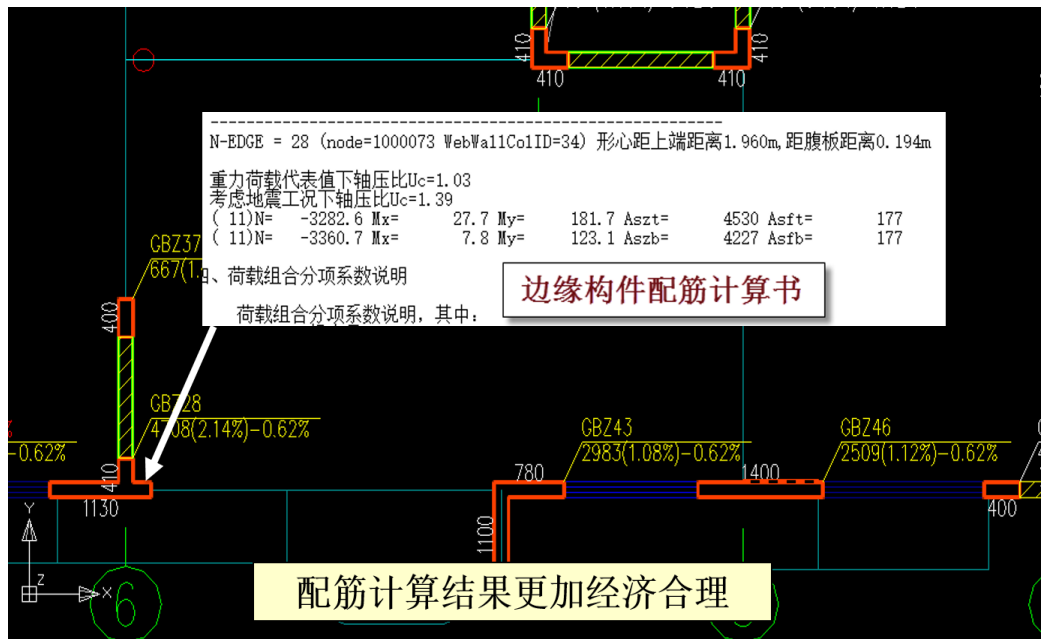
型钢砼构件设计依据: 《型钢规程》JGJ138-

按边缘构件轮廓计算配筋

将剪力墙分解为墙身和边缘构件的配筋方式的描述如下：



在软件自动生成边缘构件以后，将剪力墙进一步分解为墙身和边缘构件两部分，即将各剪力墙肢的内力（M、V、N）分解到墙身和边缘构件上。然后根据剪力墙身分配的 M、N、V 计算墙的横向和竖向分布钢筋，根据边缘构件分配的 M_x 、 M_y 、 V_x 、 V_y 、N，按照异形柱的配筋方式计算边缘构件的钢筋，对边缘构件按照异形柱的要求验算轴压比。



大量计算实例表明，这种方式的边缘构件的计算结果和组合墙方式的结果接近，且当组合墙的配筋结果比分段式小时，这种方式可能更小些，当组合墙的配筋结果比分段式大时，这种方式可能更大些。因此这种方式的配筋计算结果更加经济合理。

6.7 剪力墙连梁

剪力墙连梁设计时，有两个常见问题：

连梁的建模方式有两种：墙上开洞方式和普通梁输入方式，在跨高比较小时，两种方

式计算结果差距较大；且按普通梁方式输入有时并不合理；

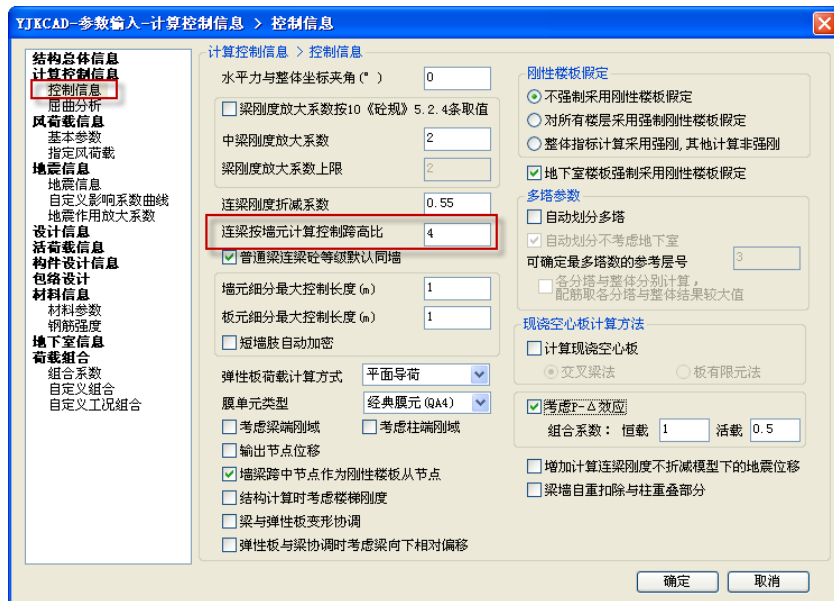
连梁易发生超限。

YJK 的改进方面是：

1. 对普通梁方式输入的跨高比较小的连梁自动按照壳元计算

广东高规 5.1.4：连梁可用杆单元或壳单元模拟，当连梁的跨高比小于 2 时，宜用壳单元模拟。

软件对“普通梁方式”输入的连梁，程序将跨高比较小的梁自动划分单元并按照“壳元”计算。这种处理方式保证了两种输入方式计算结果的一致性。



可在计算参数“连梁按墙元计算控制跨高比”中，控制普通梁连梁转为壳元计算的高跨比，软件隐含值为 4。

2. 可对连梁按分缝连梁或者配置交叉斜筋设计

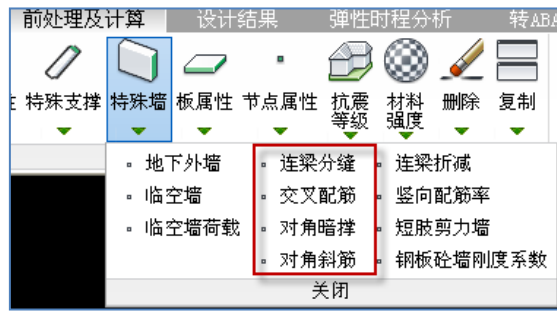
《抗震规范》6.4.7 跨高比较小的高连梁，可设水平缝形成双连梁、多连梁或采取其它加强受剪承载力的构造。

设置连梁分缝是解决连梁超限的最有效措施。

《混凝土规范》11.7.10 对于一、二级抗震等级的连梁，当跨高比不大于 2.5 时，除普通箍筋外，宜另配置斜向交叉钢筋。

这种配筋方式较普通方式大幅提高了连梁的抗剪能力，从而有效的减少超筋现象。

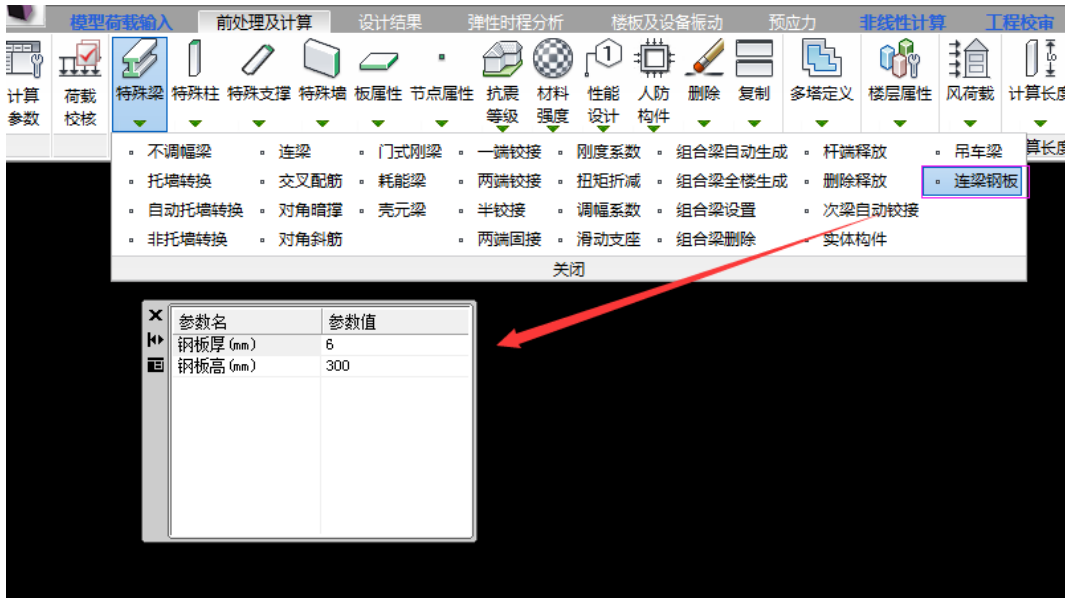
软件在计算前处理的“特殊墙”下设置了连梁分缝、交叉配筋、对角暗撑、对角斜筋菜单。



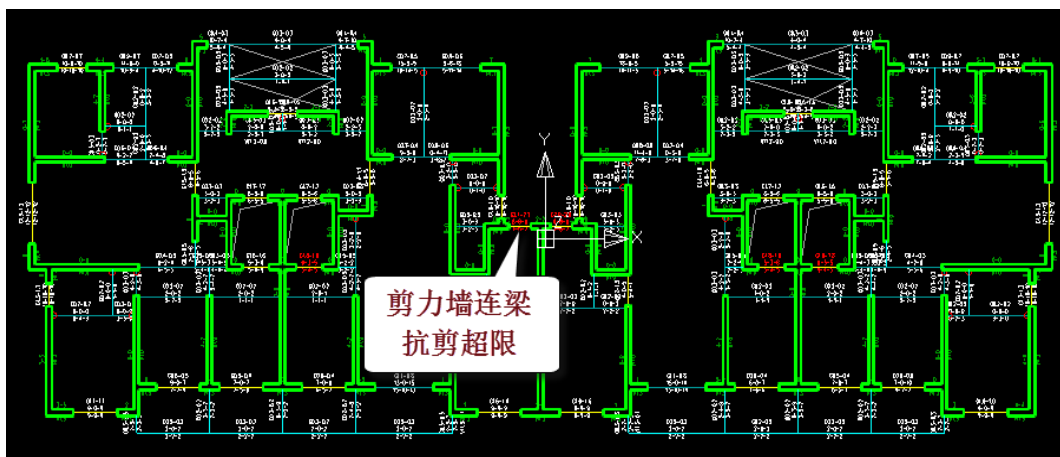
3. 连梁抗剪超限时可按钢板连梁设计

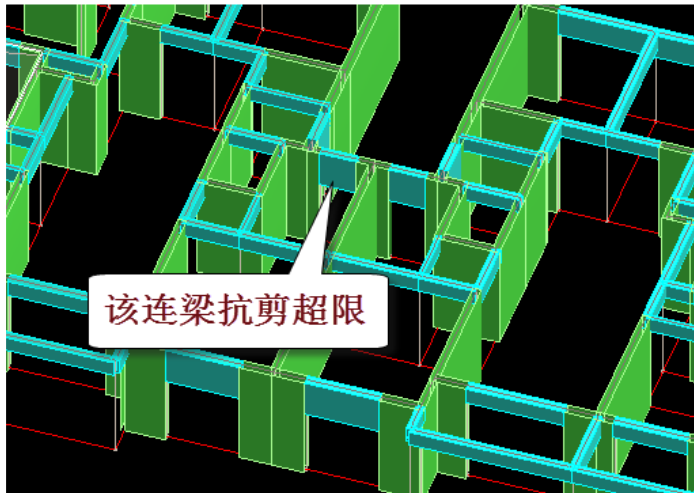
软件设置了钢板砼连梁的设计功能，支持按杆单元输入及开洞方式形成的连梁。当连梁抗剪超限时，将其设置成钢板连梁可避免超限。

需要在前处理定义并输入钢板砼连梁的相关参数，主要是钢板厚度和钢板高度。按照《高层建筑钢-混凝土混合结构设计规程》CECS 230:2008 的相关规定，钢板高度不宜超过连梁高度的 0.7 倍，软件在此处不做判断，需要用户自行确定所输入的钢板高度的合理性。



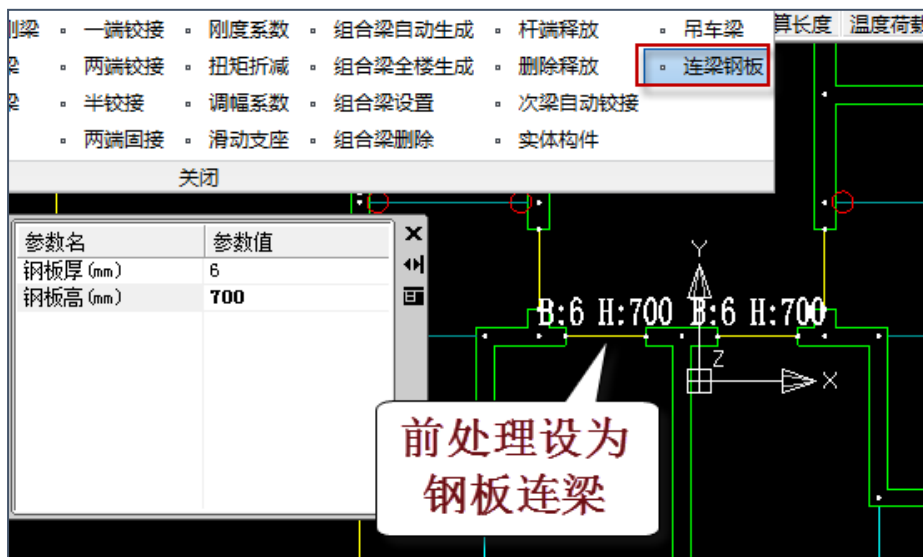
对于定义成钢板砼连梁的梁，软件按《高层建筑钢-混凝土混合结构设计规程》CECS 230:2008 第 6.5 节的相关规定进行设计，并在构件属性中提示“钢板砼连梁”。





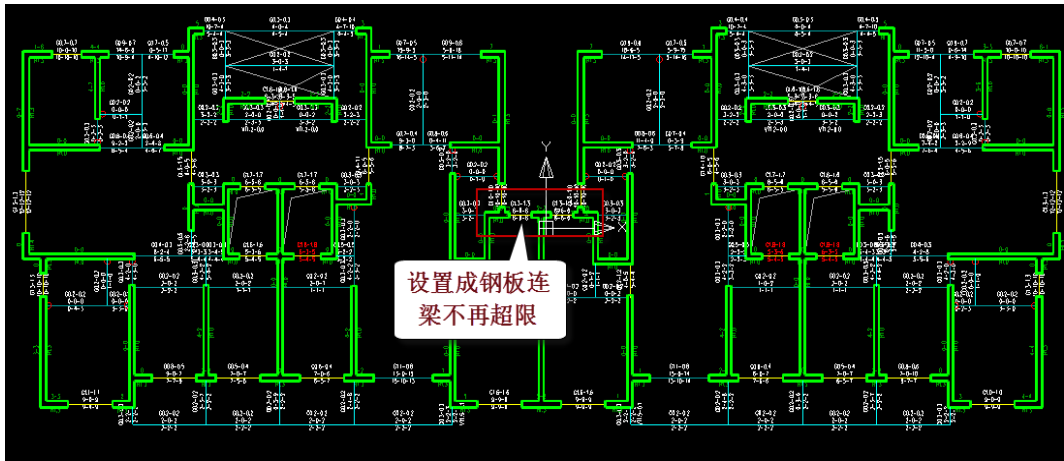
**位置:1 (组合号:33)	截面不满足抗剪要求	$V/b/h_0=5.23>1/\gamma_{re}\cdot 0.15\cdot \beta_c\cdot f_c=4.08$
**位置:2 (组合号:33)	截面不满足抗剪要求	$V/b/h_0=4.37>1/\gamma_{re}\cdot 0.15\cdot \beta_c\cdot f_c=4.08$
**位置:3 (组合号:33)	截面不满足抗剪要求	$V/b/h_0=4.36>1/\gamma_{re}\cdot 0.15\cdot \beta_c\cdot f_c=4.08$
**位置:4 (组合号:33)	截面不满足抗剪要求	$V/b/h_0=4.35>1/\gamma_{re}\cdot 0.15\cdot \beta_c\cdot f_c=4.08$
**位置:5 (组合号:33)	截面不满足抗剪要求	$V/b/h_0=4.34>1/\gamma_{re}\cdot 0.15\cdot \beta_c\cdot f_c=4.08$
**位置:6 (组合号:33)	截面不满足抗剪要求	$V/b/h_0=4.33>1/\gamma_{re}\cdot 0.15\cdot \beta_c\cdot f_c=4.08$
**位置:7 (组合号:33)	截面不满足抗剪要求	$V/b/h_0=4.33>1/\gamma_{re}\cdot 0.15\cdot \beta_c\cdot f_c=4.08$
**位置:8 (组合号:33)	截面不满足抗剪要求	$V/b/h_0=4.32>1/\gamma_{re}\cdot 0.15\cdot \beta_c\cdot f_c=4.08$
**位置:9 (组合号:33)	截面不满足抗剪要求	$V/b/h_0=5.16>1/\gamma_{re}\cdot 0.15\cdot \beta_c\cdot f_c=4.08$

例如上图工程，连梁抗剪超限，可在特殊梁下的“连梁钢板”菜单下，对剪力超限连梁设置成钢板连梁。



连梁上加钢板的方式可立竿见影地增加连梁的抗剪承载力，且施工方便。

连梁上加钢板的措施不像其他提高抗剪能力的措施限制条件多，如设置交叉斜筋的连梁截面宽度需不小于 250mm，设置对角斜筋配筋或对角暗撑配筋的连梁截面宽度需不小于 400mm 等。

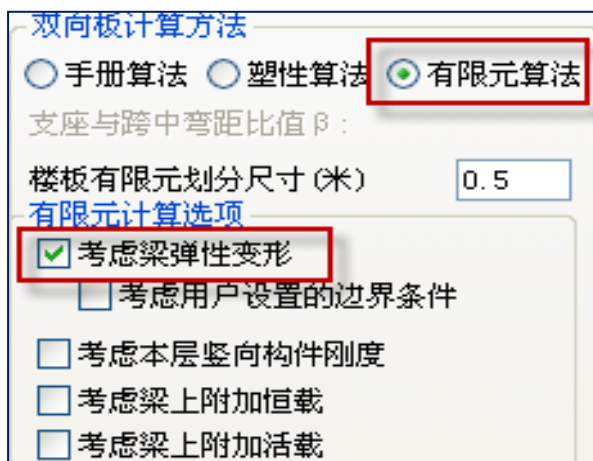


1. 层号	IST = 6
2. 构件编号	ID = 147
3. 构件全楼编号	TotID= 6000310
4. 左节点号	J1 = 6000116
5. 右节点号	J2 = 6000125
6. 构件属性信息	钢板砼梁 连梁 矩形
7. 长度 (m)	Lb = 0.90
8. 面外长度 (m)	Lbout = 0.90
9. 截面参数	(1)B*H(mm)=200*1000 SteelT=6 steelH=700
10. 保护层厚度 (mm)	Cov = 20
11. 箍筋间距 (mm)	SS = 100
12. 混凝土强度等级	RC = 50.0
13. 钢号	STL =
14. 主筋强度 (N/mm ²)	FYI = 360.0
15. 箍筋强度 (N/mm ²)	FYJ = 360.0
16. 抗震措施的抗震等级	NF = 2
17. 抗震构造措施的抗震等级	NF_GZ = 2
18. 内力计算截面数	nSect1= 9
19. 配筋计算截面数	nSect2= 9

截面信息中的
钢板尺寸

6.8 楼板

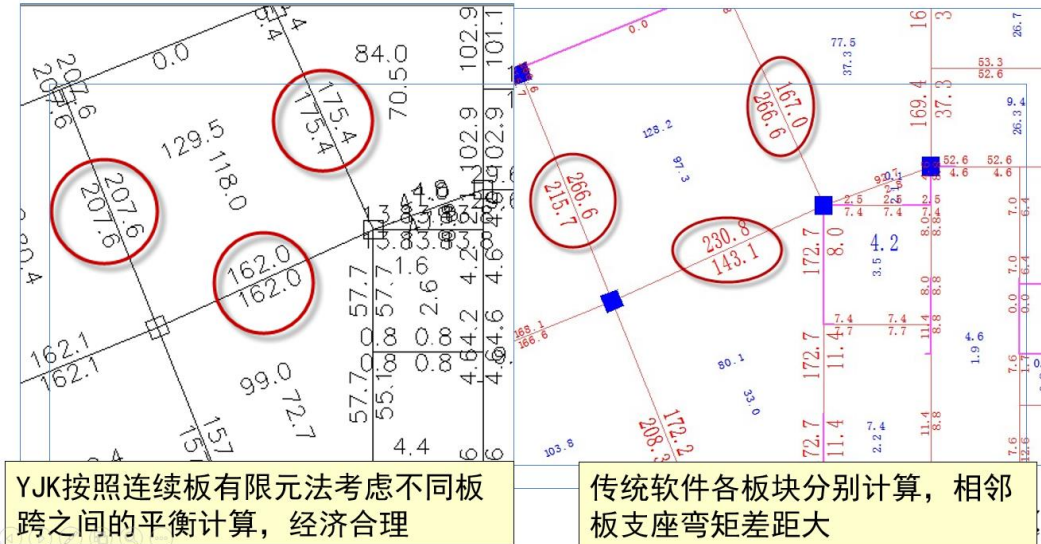
1、楼板的全层有限元算法



传统软件计算楼板时，对每个房间的楼板分别计算，对于相邻房间的公共支座的弯矩和配筋的取值，是取两房间分别计算的支座弯矩较大值，因此支座配筋常常偏大。应该按照楼板连续的概念计算，考虑不等跨、不同荷载、不同板厚影响，支座两边应是协调工作、弯矩相同的结果。早期采用手工计算楼板配筋时，都还按照连续板模式配筋，近十几

年电算推广效率高了，但配筋量明显偏大了。

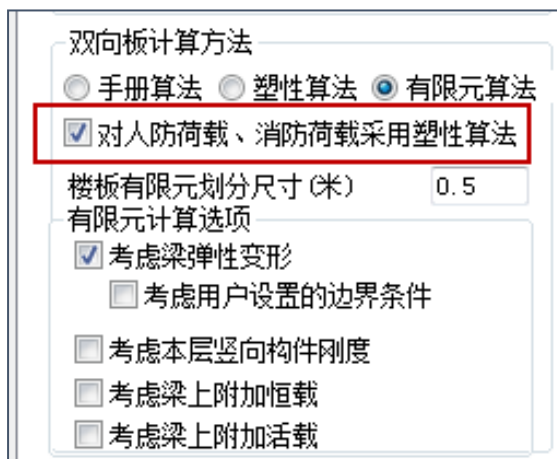
YJK 提供对楼板的全层按照有限元计算的方法，发挥 YJK 在有限元计算方面的先进性，软件对全层楼板自动划分单元并求解计算，速度快，采用分块技术。这种计算使房间之间的楼板保持协调，支座两边弯矩平衡，可以考虑到相邻房间的跨度、板厚、荷载等的不同影响，计算精确合理。特别是可避免对支座两边弯矩人为取大造成的配筋浪费现象。



以往的软件计算楼板多是假定板的周边支座没有竖向位移，如果支撑板的梁的跨度较大、刚度较弱时梁的挠度对板计算有较大影响，考虑梁的刚度和实际情况更加符合。YJK 在楼板的有限元计算中设置参数：是否考虑梁的刚度。有时考虑梁的刚度也会得到更经济合理的楼板配筋结果。

2、可对人防荷载、消防车荷载单独采用塑性算法

楼板计算时，可以设置成对于一般的恒活荷载仍采用手册算法或有限元算法，仅对人防荷载、消防车荷载单独采用塑性算法。



同时，对消防车荷载从活荷载改为自定义工况输入。

消防车荷载很大，设计时应考虑可能的折减。荷载规范 5.1.2 条：设计楼面梁时，对单向板楼盖的次梁和槽型板的纵筋应取 0.8，对单向板楼盖的主梁应取 0.6，对双向板楼盖的梁应取 0.8；设计墙、柱时，对单向板楼盖应取 0.5，对双向板楼盖和无梁楼盖应取

0.8；设计基础时可不考虑消防车荷载。

YJK 的解决方案是把消防车荷载按照自定义荷载工况输入，并在自定义工况的属性中做好如下设置：

重力荷载代表值填 0，减少地震作用；

各分项系数填 1，减少设计弯矩；

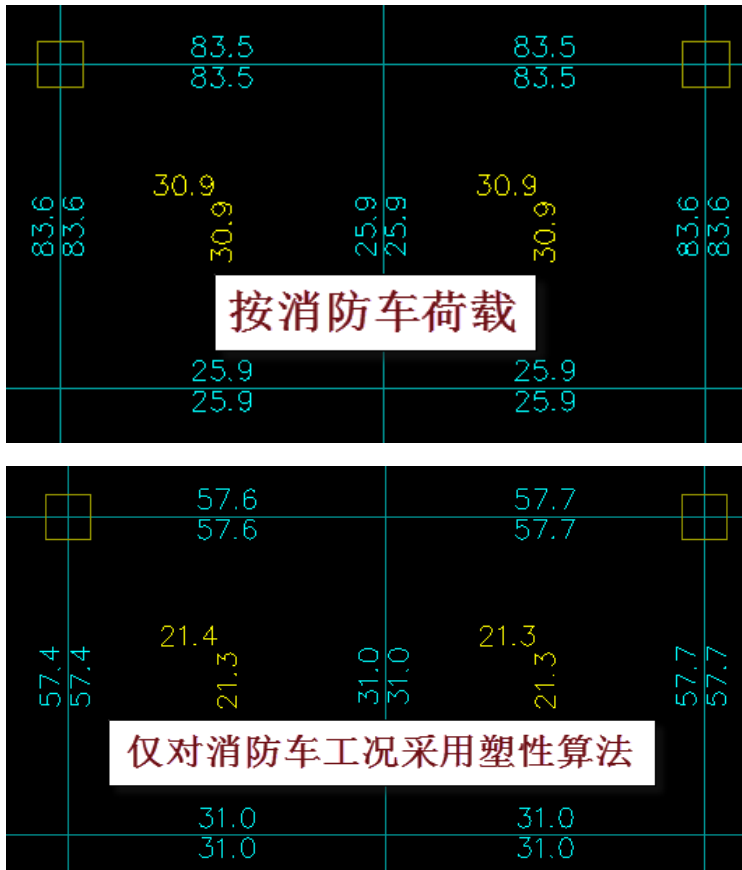
柱墙构件活荷载折减填 0.5；

楼面梁荷载自动按 0.8 或 0.6 折减；

基础设计中不考虑消防车荷载；

名称	消防车荷载
类型	<input type="radio"/> 恒载 <input type="radio"/> 活载 <input checked="" type="radio"/> 消防车 <input type="radio"/> +x风
	<input type="radio"/> -x风 <input type="radio"/> +y风 <input type="radio"/> -y风 <input type="radio"/> x地震
	<input type="radio"/> y地震 <input type="radio"/> 人防 <input type="radio"/> z地震
重力荷载代表值系数	0
非地震分项系数 (不利)	1.0
非地震分项系数 (有利)	1.0
地震分项系数 (不利)	1.0
地震分项系数 (有利)	1.00
非地震组合值系数	0.70
地震组合值系数	0.50
频遇值系数	0.60
准永久值系数	0.50
墙柱构件活荷载折减	<input type="radio"/> 采用计算参数中的折减
	<input checked="" type="radio"/> 输入折减系数 0.5
楼面梁活荷载折减	<input type="radio"/> 采用计算参数中的折减
	<input checked="" type="radio"/> 输入折减系数
主梁	0.6
次梁	0.8

在楼板设计中做了这样设置的消防车荷载，软件自动将消防车荷载荷载分项系数取 1；对消防车荷载单独按照塑性算法计算楼板内力（此时对恒活工况仍按照手册算法或者有限元算法），楼板裂缝控制计算中不考虑消防车荷载。这样的设置比按照活荷载计算大大减少楼板配筋。



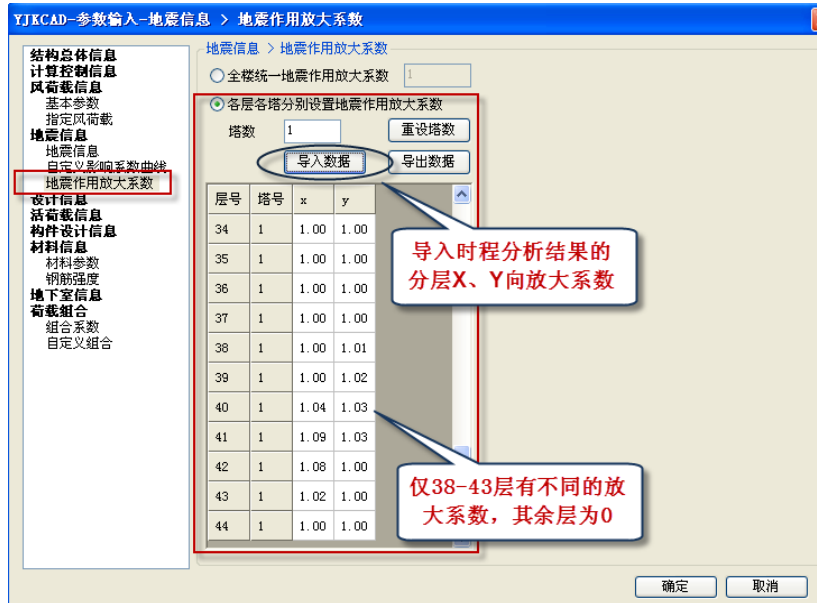
6.9 上部结构整体计算方面的优化改进措施

1. 根据弹性时程分析结果可分层地震作用放大

弹性时程分析的作用是找出和反应谱法的各层差距，给出 X、Y 两个方向的各层不同的放大系数。将各层放大系数导入反应谱计算进行设计。但是传统软件对于地震作用的放大仅仅设置了一个全楼统一的地震作用放大系数，这个放大系数只能从弹性时程分析的 X、Y 两个方向的各层放大系数中选择最大的数值来输入，这种处理比规范要求明显偏大。

YJK 的弹性时程分析模块自动对比和 CQC 算法的层剪力、层间位移角比值，给出各层的和全楼的地震放大系数。

YJK 在上部结构计算时可输入 X、Y 两个方向的各层不同的放大系数，实现某层有无放大、放大系数大和小的明显不同效果，这样处理才是经济合理的方案。



2. 模拟施工加载次序的楼层自动连续和指定任意构件施工次序

计算时考虑施工加载次序是规范的要求，但是加载次序设置不当常会造成异常的、过大的内力计算结果。如梁托柱楼层、转换层楼层，如果按照和它上一相邻楼层分层加载的施工次序将造成该楼层梁柱构件内力偏大很多的不正常现象。这样的结构在施工中一定是与其上相邻层共同拆模、共同施工的。只有很少有经验的用户知道应人工修改施工次序，不修改将造成内力结果过大的异常现象。

而 YJK 对这样的楼层可自动设置为连续两层或连续 3 层的施工加载次序，避免人工忘记修改造成的结果过大的异常现象。

还有很多的结构形式也要求必须正确设置施工加载次序，如加强层的伸臂桁架部分，需要指定它的施工次序在上部很多层浇筑完成后才施工，不这样处理将造成伸臂桁架截面尺寸过大的异常现象。

软件设置了构件施工次序菜单，可指定任一构件的特定施工次序，从而可满足多样的施工次序要求。

3. 活荷载的折减系数、重力荷载代表值系数可按构件分别设定

传统软件对活荷折减仅能考虑考虑楼层的折减系数，对重力荷载代表值时的活荷折减系数（地震活荷组合系数）只能为全楼统一值，当结构中存在不同折减系数的活荷载时就不能准确处理，特别是工业建筑活荷载较大，折减的比例差别很大，按照全楼统一折减，取大的折减系数浪费，取小的折减系数不安全。一般用户出于安全考虑取较大的活荷折减系数，造成不必要的浪费。

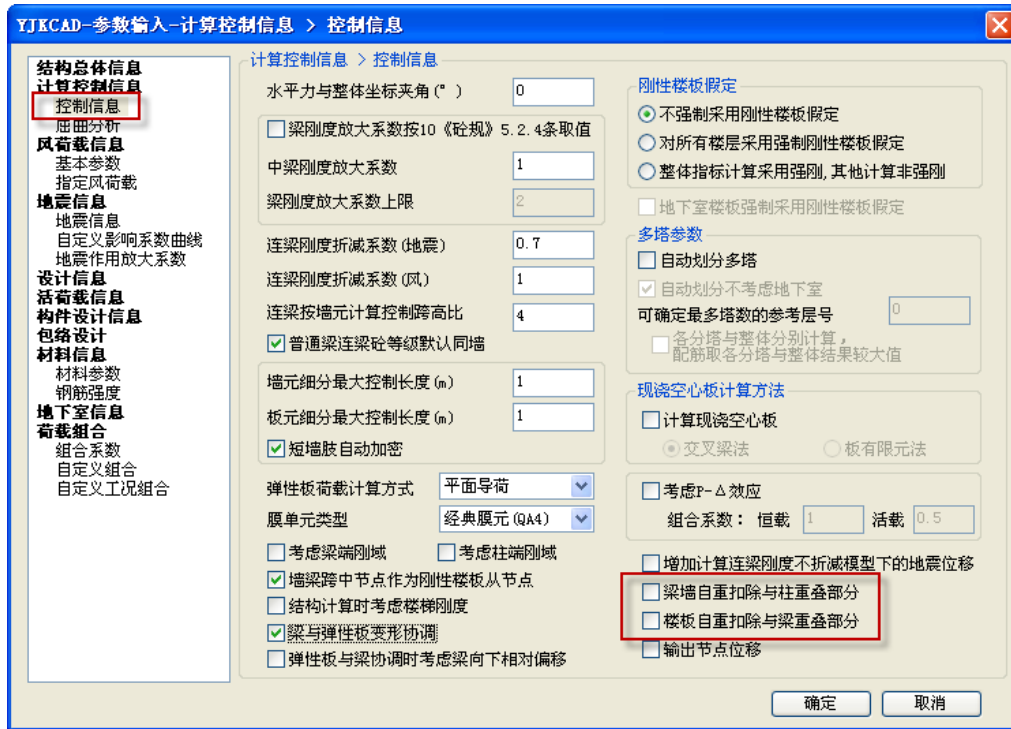
YJK 在计算前处理增加“活荷折减”菜单，可按单个构件设定不同的值，可按自然层分别对梁、柱、墙、斜杆的某一杆件设置。这种方式，适应了共存于同一结构的多种类型的活荷载的不同折减或组合，并可避免梁考虑面积和柱墙考虑楼层的重复折减。

在建模的主菜单中设置了“自定义工况”菜单，用来输入用户自定义的荷载工况。对于活荷载使用自定义工况，主要解决活荷载的自定义组合的问题，另一方面，使用自定义活载工况，还可以进行活荷载折减的处理。如把荷载规范 5.1.2 条第 1（2）-7 项的活荷载按照自定义荷载工况输入，并在自定义工况的属性中人工填入墙柱的折减系数或者梁的折减系数。

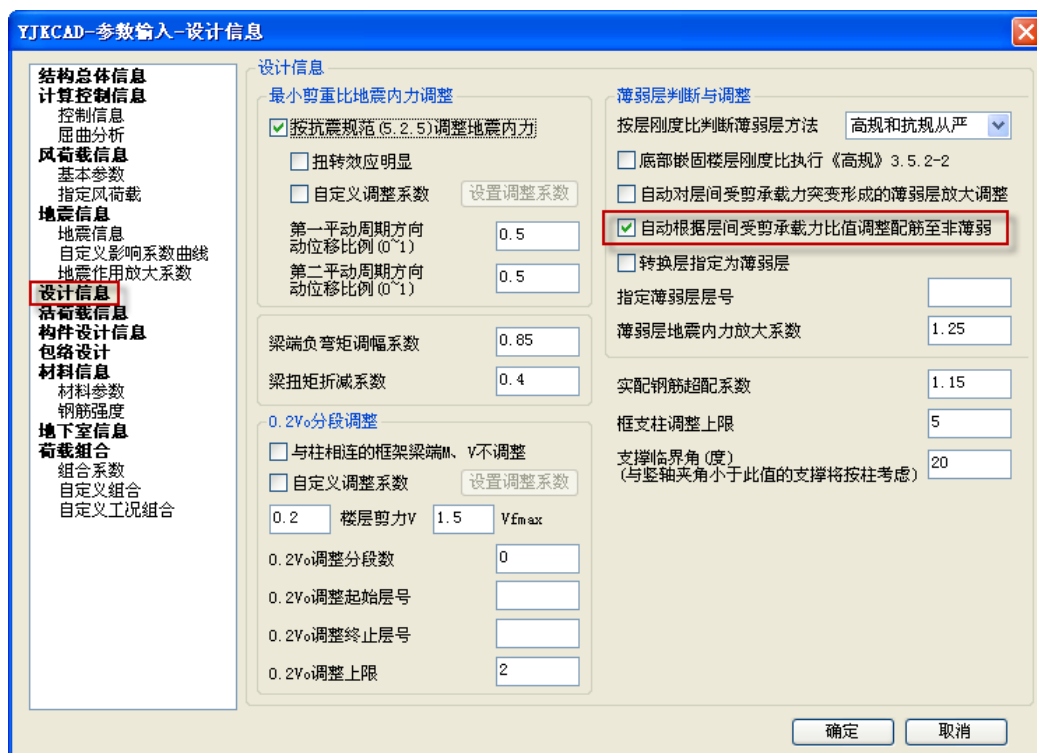
4. 构件自重计算扣除重叠部分

YJK 可通过参数控制，可在梁墙自重计算时扣除与柱重叠部分；可在楼板自重计算时扣除与梁墙的重叠部分。这样可明显减少自重，减少轴压比的超限现象。除了改善计算性能外，在基础的抗浮验算中避免自重计算过大造成不安全的计算结果。

当无梁楼盖中的梁按暗梁输入时，或对于现浇空心板布置在暗梁上时，或者其它比较厚的楼板情况时，应在计算时选择楼板自重扣除与梁的重叠部分，以避免计算的荷载过大造成浪费，并减少柱墙的轴压比。



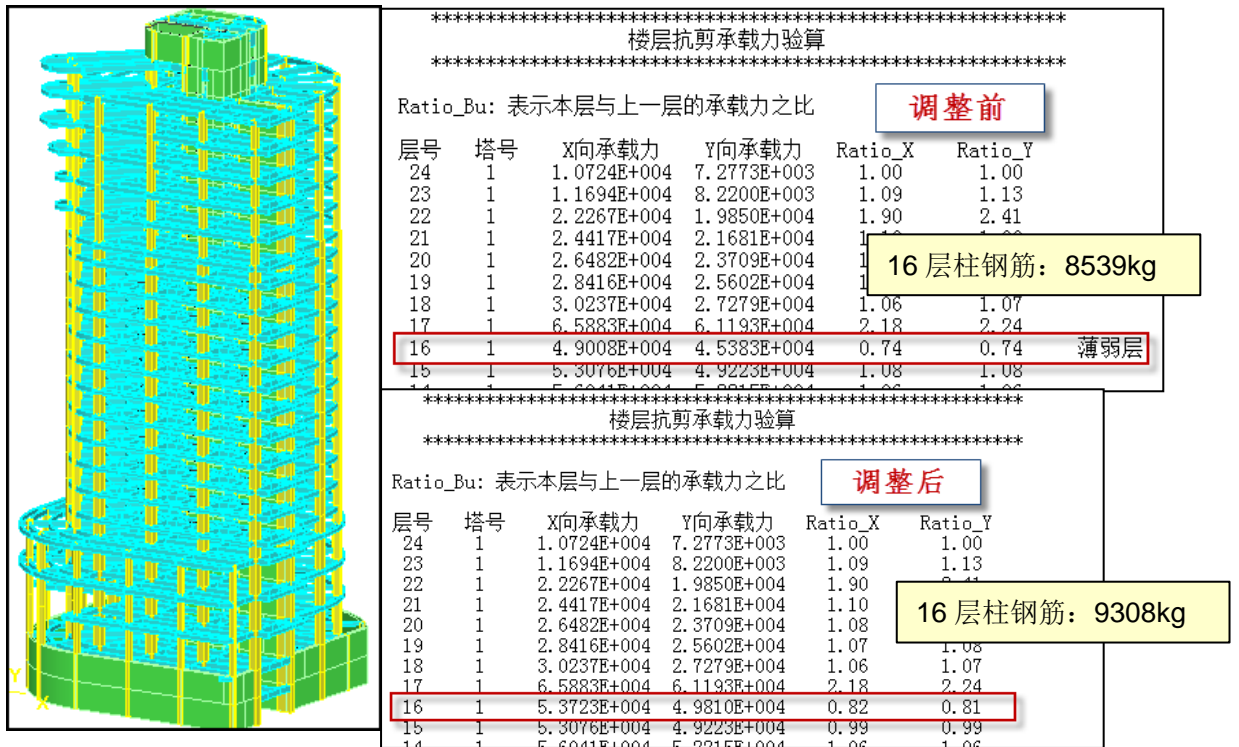
5. 可对受剪承载力薄弱层自动增加柱墙配筋到非薄弱



勾选此参数后，软件对层间受剪承载力比值小于 0.8 的楼层，将自动增加柱墙构件的计算钢筋直到层间受剪承载力比值大于 0.8，使该层不再是薄弱层，从而减少一个超限指标。

软件增加的是柱的纵向钢筋和剪力墙的水平分布钢筋。

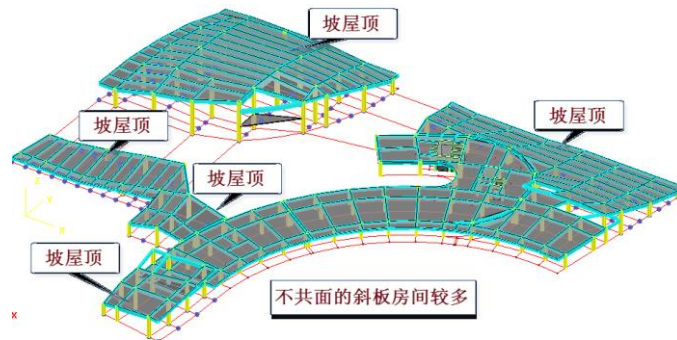
如果用户同时还勾选了参数“自动对受剪承载力突变形成的薄弱层放大调整”，则软件优先进行增加柱墙钢筋的调整，如果可以调整到非薄弱层的水平，则不会再把该层判定为受剪承载力薄弱层，也就不会再进行楼层内力放大 1.25 的调整。

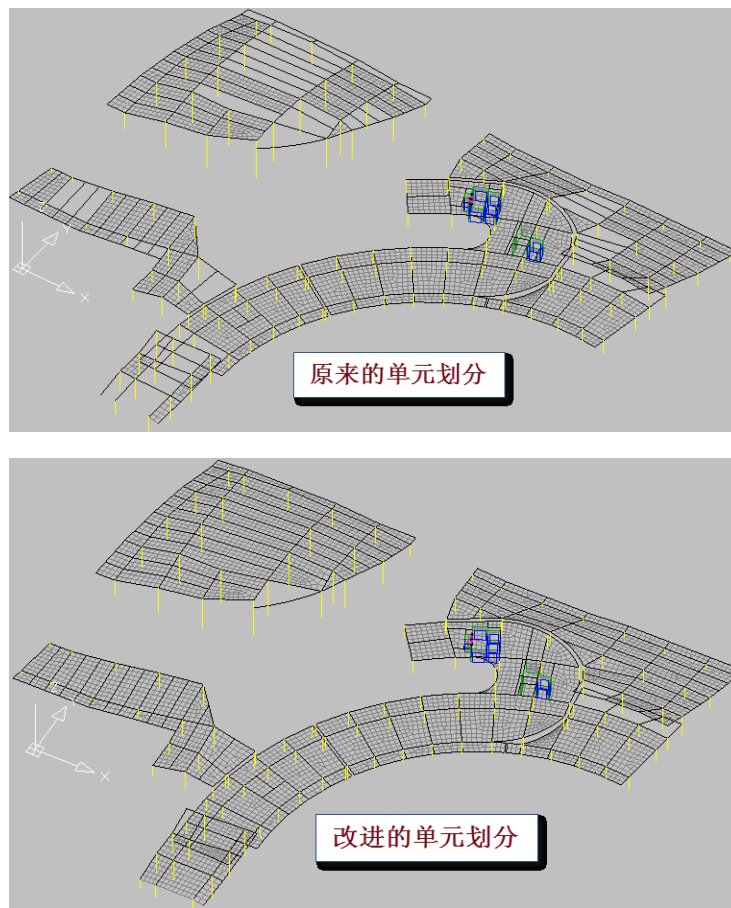


6. 改进不共面斜楼板的弹性板计算

上部结构计算时，软件对于斜的楼板自动按照弹性膜计算，但是不能考虑不共面的斜楼板，软件不能对不共面的斜板划分单元，而把这样的楼板丢掉，这可能对结构计算造成较大的误差，对于和不共面相连的梁的计算误差也比较大。

YJK 可对不共面程度较轻的斜板仍进行单元划分，从而在结构计算时考虑到这样斜板的作用，避免结构计算较大的误差，并改进了与这种不共面板相连的梁的计算结果。





7. 考虑重力二阶效应下的剪重比计算

层地震剪力统计方法有两种：

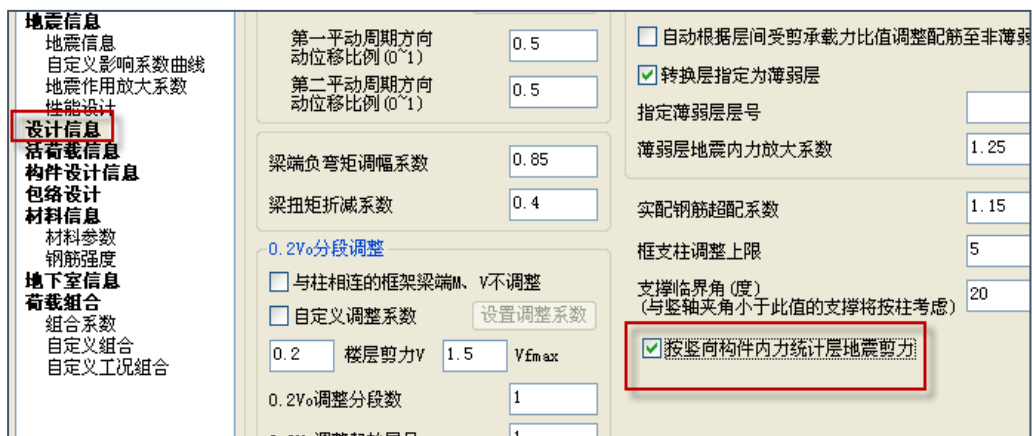
- (1) 按外力求和统计；
- (2) 按竖向构件内力投影得到。

当考虑重力二阶效应时，按竖向构件内力投影方法可以体现二阶效应的效果，地上部分统计得到的层地震剪力通常比外力求和方法大。

YJK 设置参数：可按竖向构件内力统计出各层地震剪力。勾选此参数后，比常规软件计算出的剪重比大 3-9%，从而避免剪重比调整放大过多。

剪重比的调整放大是影响构件配筋量的重要因素，减少剪重比的放大系数，对减少整个结构的配筋量具有非常明显的影响。YJK 这方面的计算结果与 Etabs 一致。

应用本参数时应注意，在有越层构件、坡屋面等情况下按竖向构件投影方法的结果可能不合理。



8. 时程分析计算采用 7 条波的平均值

《抗规》5.1.2: 计算结果的选取: 当取三组加速度时程曲线输入时, 计算结果宜取时程法的包络值和振型分解反应谱法的较大值; 当取七组及七组以上的时程曲线时, 计算结果可取时程法的平均值和振型分解反应谱法的较大值。

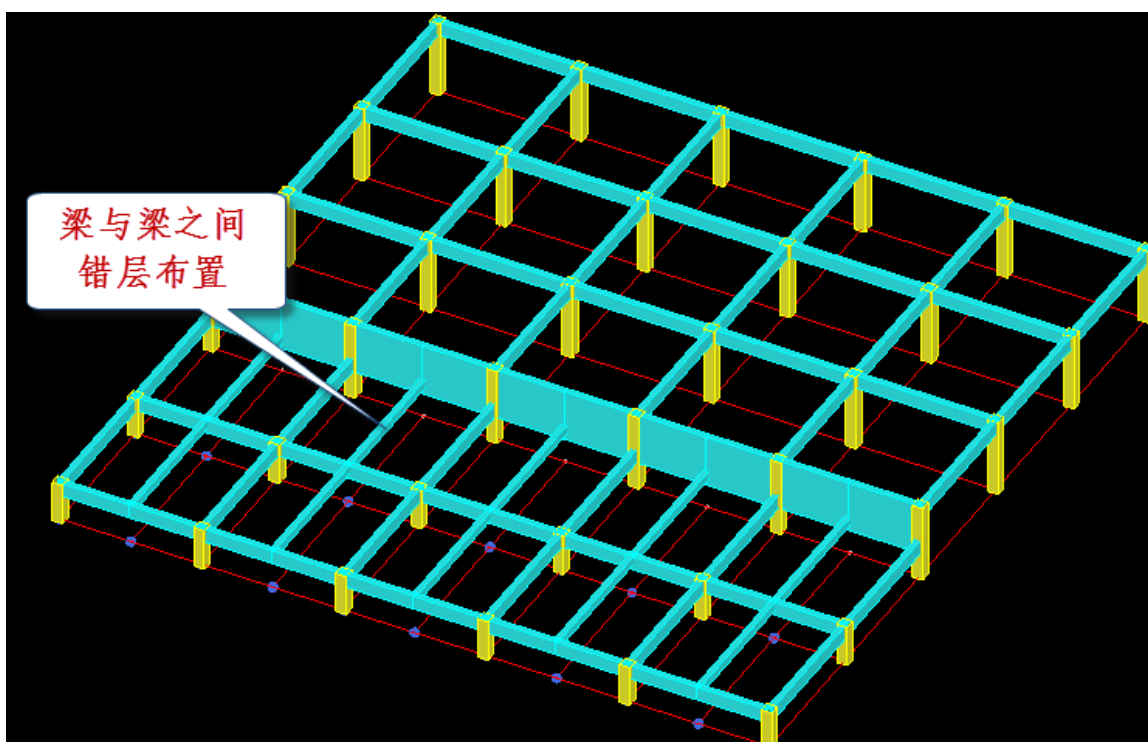
YJK 提供的天然地震波库数量丰富, 地震波库中包含了从 1931 年起至今的数百条实测天然地震波记录, 每个特征周期下都有 80-200 条地震波供选择。

对于人工波, 提供自动生成功能, 可按照特征周期、持续时间等参数自动生成若干符合要求的人工波

由于有了足够的波, 可在时程分析计算时选择 7 条波计算, 计算结果取时程法的平均值。这样的结果比只选三条波计算、取其包络值更加经济合理。

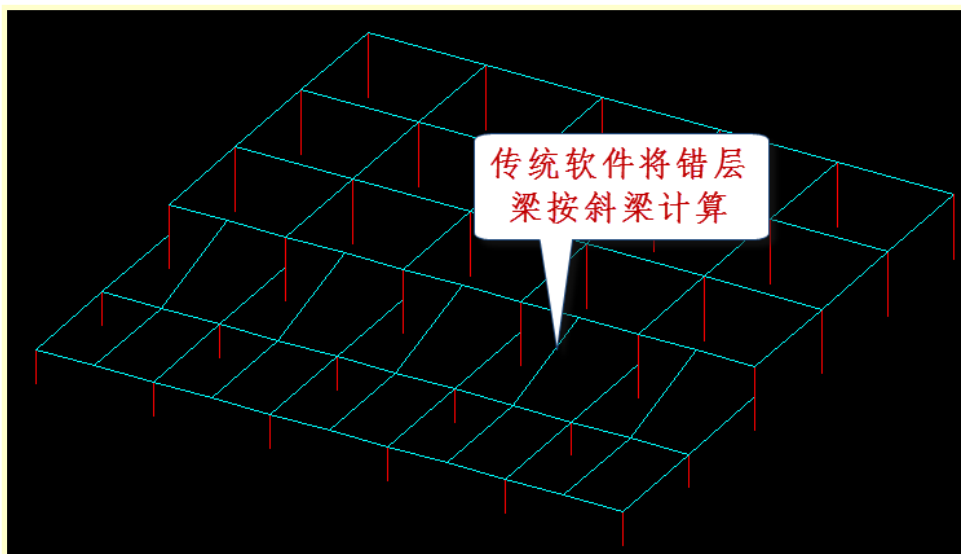
9. 结构错层处梁板的合理计算模型

错层结构非常普遍, 合理的建模方式是对错层部分用上节点高来整体控制错层部分的层高, 在高低跨衔接处, 调整梁一端的高差实现梁的水平放置。

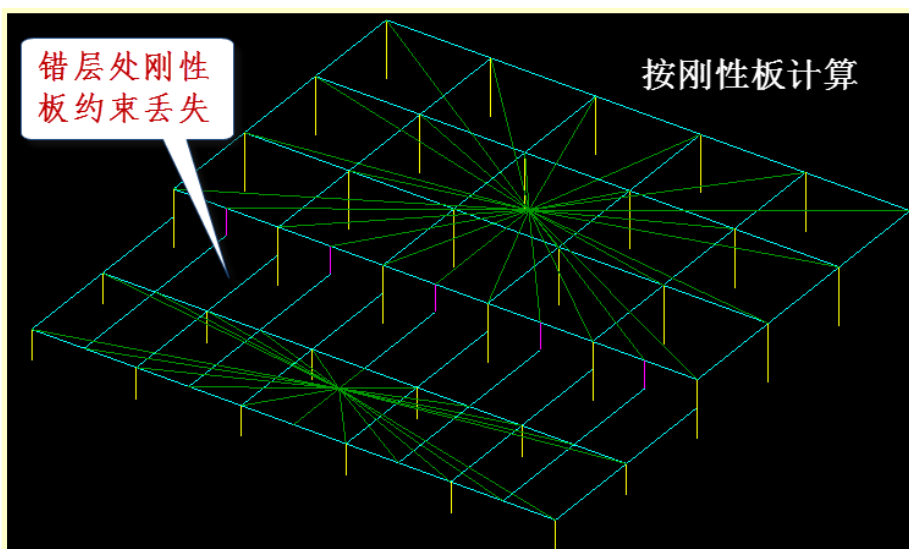


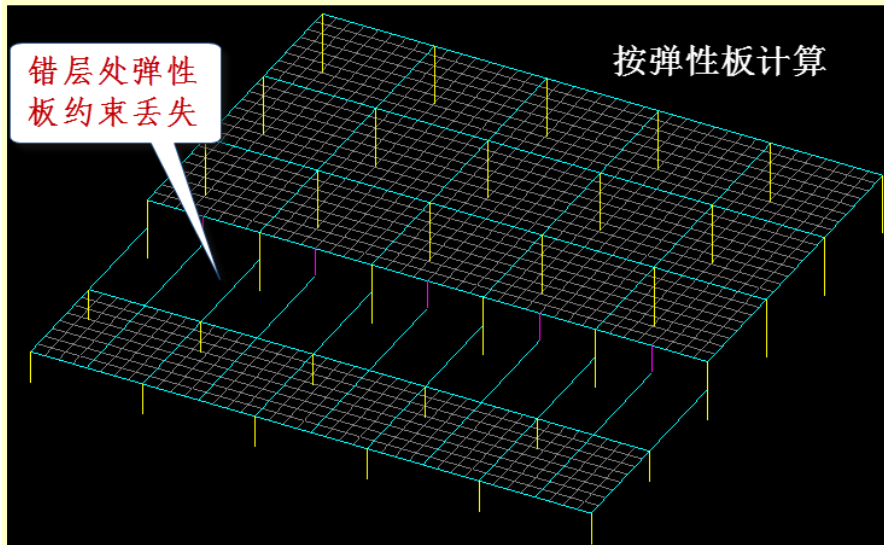
以前的软件对错层结构处理的主要缺陷有两个：

第一、将错层高低跨梁相交处的梁在计算模型中当作了斜梁计算，斜梁的计算模型会使梁产生不应有的很大轴向力，导致不应有的梁配筋过大或者超筋。



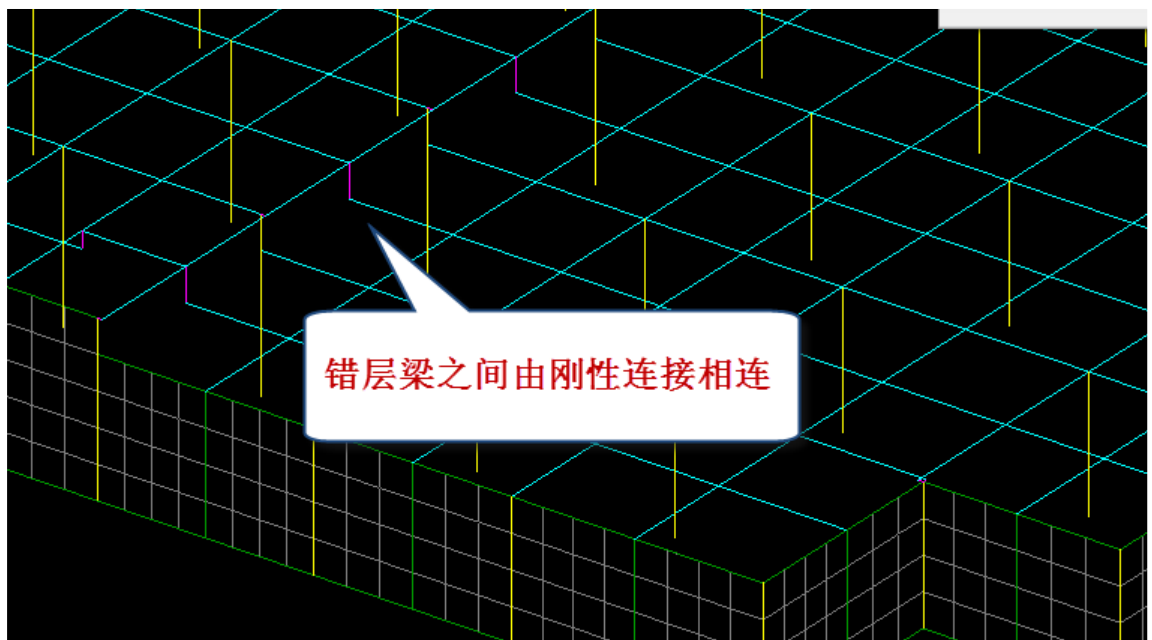
第二、错层处丢失楼板的连接。由于错层处的房间周边梁不能共面，常导致这里楼板不能正常生成。在刚性板计算模型下，刚性板的约束在错层低跨处丢失；在弹性板计算模型下，错层低跨处房间也不能生成弹性楼板。这种楼板约束的丢失常使错层处梁柱结构的内力配筋出现异常。





YJK 的改进是：

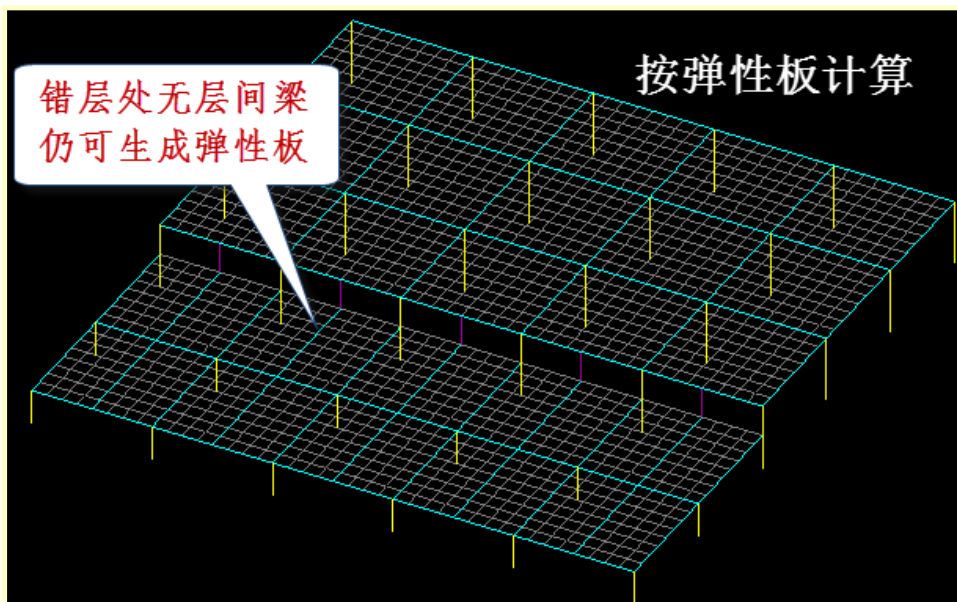
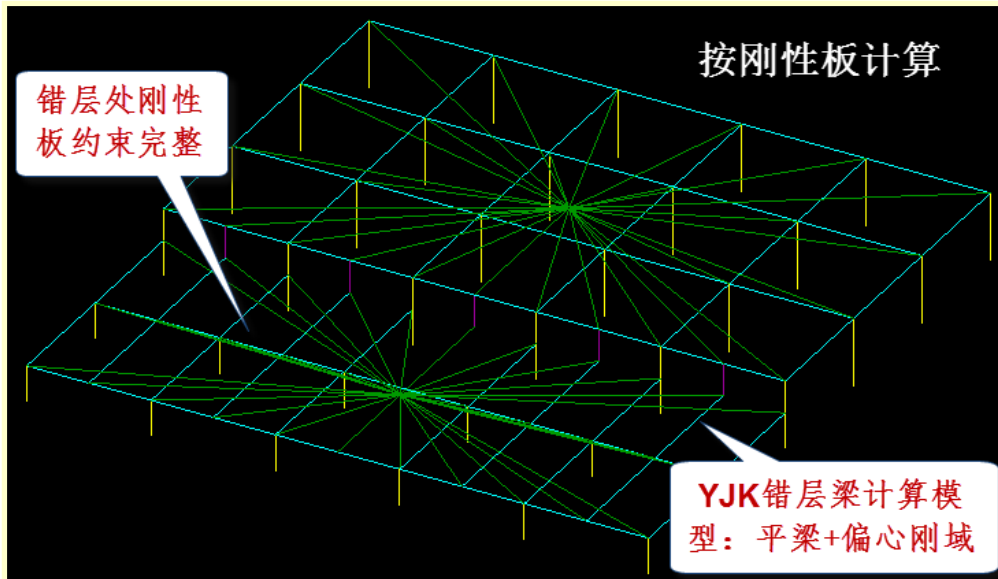
第一、错层高低跨梁相交处的梁在计算模型中仍保持水平梁的状态，他们之间由刚性连接相连。这种计算模型避免了梁产生不应有的轴力，避免了错层梁配筋过大的异常现象。



第二、采取措施使错层处的楼板不丢失。对建模中错层处自动生成的楼板智能地放置到合理的高度，用户可在自动生成楼板后查看，对个别位置不对的楼板通过输入楼板错层值调整。

可在计算简图上查看，刚性板模型下错层处的刚性连接应连接到错层处的所有杆件，弹性板模型下错层低跨处的房间弹性板不丢失。

这样的计算模型避免了以前常出现的错层处构件内力配筋异常现象。



6.10 突出涉及优化的关键环节

1. 基础承载力验算

软件应将承载力结果放在突出位置显示，不区分基础类型，在同样位置和同样的操作就可得出。

桩的数量对基础工期、造价影响很大，软件应设置“承载力布置桩”、“变刚度调平布置桩”等功能菜单，提供经优化设计得出的桩的最佳数量结果。

2. 基础冲切计算

冲切计算是基础非常重要的计算项目，是确定筏板或承台厚度的主要依据，冲切破坏不可修复，因此在基础设计中必须确保抗冲切满足要求。

设置突出的基础冲剪计算菜单，不区分基础类型，在同样位置和同样的操作就可得

出。提供柱对筏板、承台的冲跨比计算结果，包括文本结果和图形结果。

3. 柱剪跨比

柱的剪跨比是柱设计中的关键指标之一，但现软件无论在计算结果简图还是计算结果文件中都找不到柱剪跨比的结果。

软件提供柱剪跨比简图，在计算结果文件中突出剪跨比指标。

4. 防水板和桩的抗浮计算

提供全新的基础和防水板协同工作的计算程序，对防水板自动进行二步计算。第一步计算将独立基础、桩承台、柱底、墙底作为支撑防水板的不动支座，对防水板进行有限元计算和配筋计算。第二步计算非防水板基础，如独立基础、桩承台等，此时考虑防水板传递过来的荷载，防水板承担的水浮力需要传递给支撑防水板的承台、独基或筏板，并由承台或筏板下的桩来承担这些水浮力，这是桩基础设计或设置抗拔桩的重要内容

6.11 开放接口并开发多种接口软件

YJK 可提供多种知名软件的接口模块，目前有 PKPM、Etabs、Midas、Abaqus 等，使用户实现一模多算，充分发挥用户手中的各种软件的特点，共同完成设计和设计优化。

6.12 软件即时统计混凝土和钢筋工程量

YJK 软件在上部结构建模时提供结构构件的工程量统计功能，可输出每根构件的工程量、每层汇总量和全楼工程量。在基础建模时也提供基础工程量的及时统计。

在各类施工图设计中提供当前设计的钢筋用量统计功能，如在梁、柱、楼板、剪力墙和基础等的施工图模块中，都设置了钢筋统计菜单，统计当前配置下的钢筋总用量和每平方米用量，便于在设计中对于不同设计方案的钢筋用量进行比较。

这种即时的工程量统计和钢筋统计，就是为了时时提醒设计人员关注设计结果的经济合理指标。

6.13 小结

YJK 以技术进步带动设计优化，它从多个方面入手：

- 1、开发更先进的计算方法
- 2、全面的贯彻规范
- 3、纠正目前软件中大量不合理处理环节，从而发挥结构应有的能力和潜力
- 4、突出关键环节，避免人为的失误造成浪费

YJK 在大多数最容易、最常见的超限环节给出了相应的解决方案，所有优化环节具有充分的理论依据、规范依据，为设计院总工认同，收到普遍欢迎，它的优化措施不仅仅在某个局部，而是给出一个体系完整、措施得力全面方案。