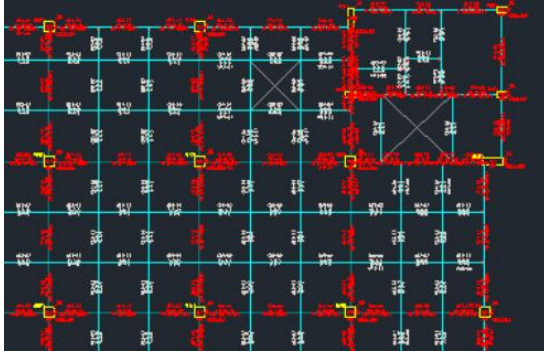


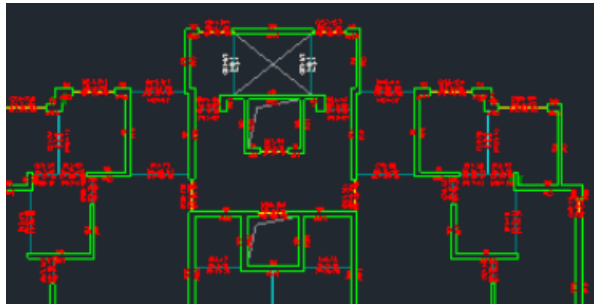
“大片红”怎么办？

周胤呈

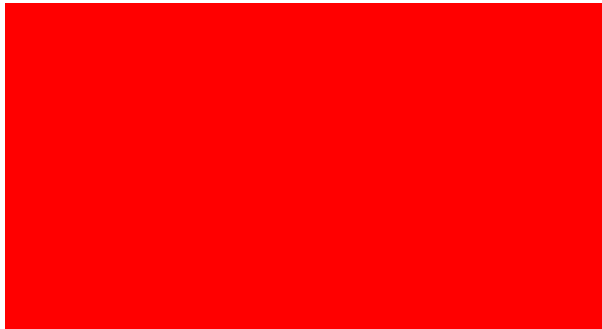
在进行结构设计计算时，您是否遇到过配筋简图出现大面积红色警示的情况？例如这样：



或者这样：



或者这样：



很多用户碰到这类问题有些手足无措，不知道如何着手处理。本篇针对此类情况，整理了一些常见原因，并在文末提供解决类似问题的解决思路，仅供您参考(文末有彩蛋，敬请阅读至最后☺)。

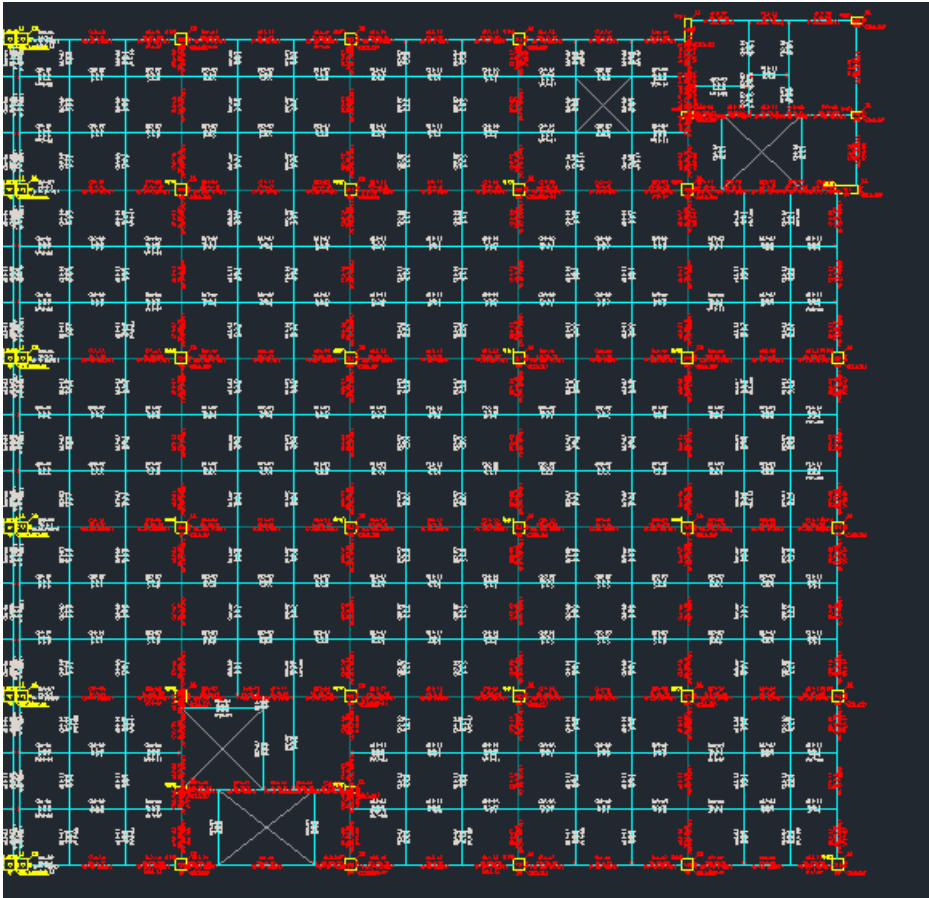
原因 1：地震调整系数过大

剪重比调整

进行地震力计算时，各楼层剪重比需要满足规范要求。当振型质量参与系数不满足规范

要求，可能导致地震力计算值过小，剪重比调整系数就会较大，引发计算结果大面积超限。

如下图所示框架结构，配筋大面积显红：



从 wzq.out 文本发现质量参与系数均未达到规范要求：

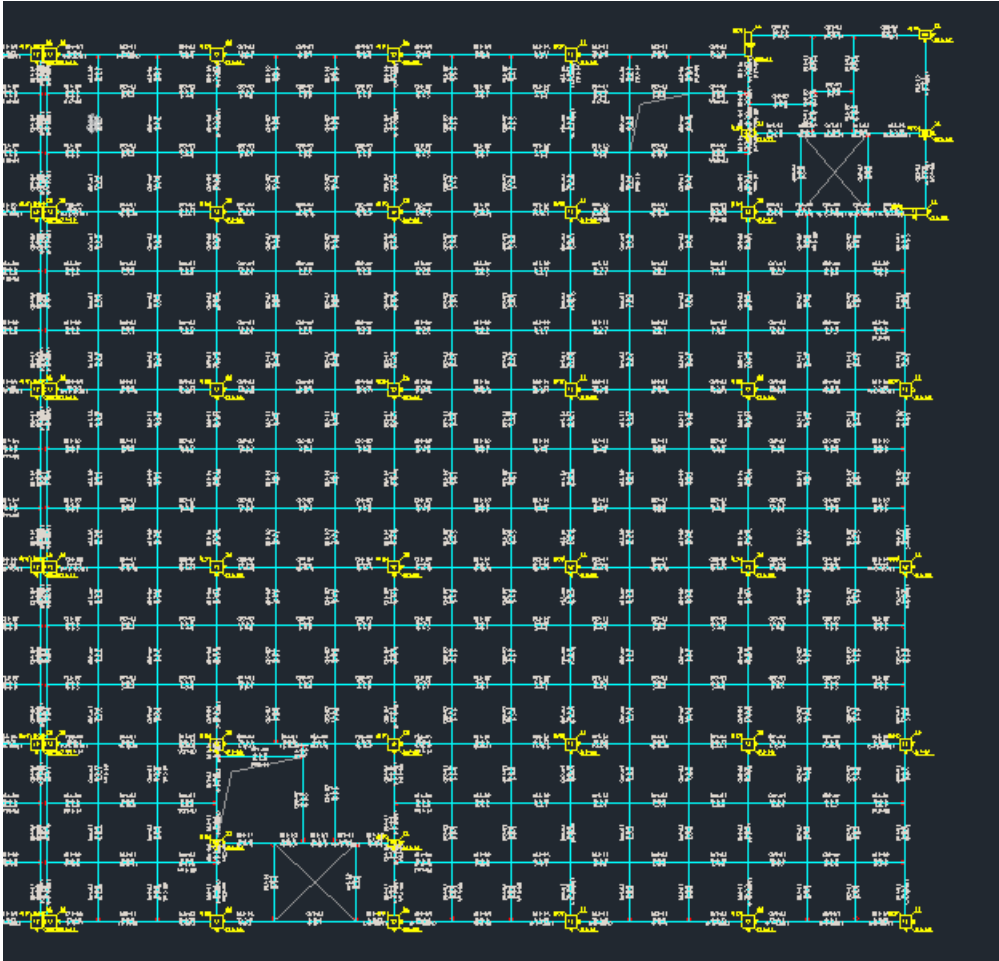
X向平动振型参与质量系数总计： 64.32%
Y向平动振型参与质量系数总计： 75.53%

再查看超限的某根柱构件信息，剪重比调整系数高达 16，明显是不合理的：

N-C=54 (I=2000045, J=1000374) (1) B*H(mm)=600*600
Cover= 20(mm) Cx=1.25 Cy=1.25 Lcx=4.50(m) Lcy=4.50(m) Nfc=3 Nfc_gz=3 Rcc=30.0 Fy=300 Fyv=270
砼柱 C30 矩形
livec=1.000 jzx=16.196, jzy=16.820 brc=1.250
 $\eta_{\mu}=1.300$ $\eta_{\nu u}=1.560$ $\eta_{m d}=1.300$ $\eta_{v d}=1.560$
X: (27) My= 790.8 Vx= -338.7 $\lambda_c=4.187$
Y: (9) Mx= 52.6 Vy= -22.9 $\lambda_c=4.112$

通过增加振型数或者特征值分析类型采用 Ritz 向量法计算，使模型质量参与系数达到 90% 以上，计算结果就正常了：

X向平动振型参与质量系数总计： 92.48%
Y向平动振型参与质量系数总计： 92.57%

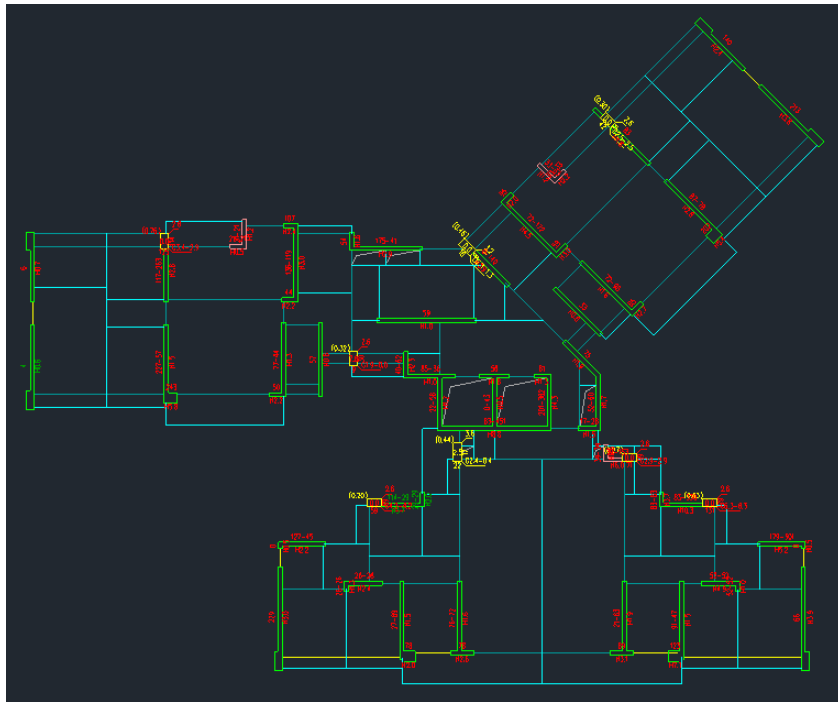


底部剪力法调整

对于“广东高规”，地震力除需满足剪重比要求之外，还需要满足底部剪力法计算的总剪力的 85%：

4.3.13 当计算的底部剪力小于规定的最小值时，可直接放大地震剪力以满足最小地震剪力要求，放大后的底部总剪力尚不宜小于按底部剪力法算得的总剪力的85%，相应地放大相关地震作用效应。

当底部剪力法计算的地震力远大于振型分解反应谱法地震力结果时，会出现地震力调整系数过大，大面积超限的情况。这也是广东用户比较常见的问题“满足最小剪重比要求，为什么还是有地震力调整系数”。下图案例，采用广东高规进行设计，计算完成之后，剪力墙大面积超限：



查看 wzq.out 文本，地震调整系数明显不是剪重比引起：

9	1	797.30	4559.97 (3.479%)	128608.58	868.21
8	1	819.77	4776.49 (3.402%)	139060.26	787.89
7	1	842.48	5026.17 (3.356%)	149892.22	707.57
6	1	910.84	5328.70 (3.336%)	164067.73	666.13
5	1	940.11	5641.45 (3.325%)	179324.15	560.52
4	1	957.60	5965.81 (3.322%)	195805.40	454.92
3	1	937.22	6289.08 (3.318%)	213619.17	349.31
2	1	806.36	6567.71 (3.292%)	232799.93	243.71
1	1	629.70	6758.59 (3.213%)	259768.91	150.99

按规范要求的X向楼层最小剪重比 = 3.40%

=====各楼层地震剪力系数调整情况=====

注：调整系数后有“*”，代表该系数已考虑与薄弱层相关的要求

层号	塔号	X向调整系数	Y向调整系数	调整后X向剪力	调整后Y向剪力
1	1	3.196	2.941	19877.24	19877.24
2	1	3.196	2.941	19248.44	19315.86
3	1	3.196	2.941	18447.34	18496.41
4	1	3.196	2.941	17641.32	17545.65
5	1	3.196	2.941	16920.84	16591.71
6	1	3.196	2.941	16276.00	15671.89
7	1	3.196	2.941	15651.52	14782.16
8	1	3.196	2.941	15109.81	14047.81
9	1	3.196	2.941	14583.88	13411.04

该项目地震力受底部剪力法控制。

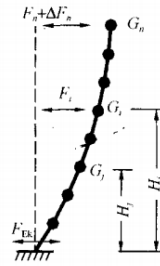
程序对于底部剪力法计算所采用的基本周期为质量参与系数最大振型所对应的周期：

5.2.1 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（图 5.2.1）：

$$F_{Ek} = \alpha_1 G_{eq} \quad (5.2.1-1)$$

$$F_i = \frac{G_i H_i}{\sum_{j=1}^n G_j H_j} F_{Ek} (1 - \delta_n) \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

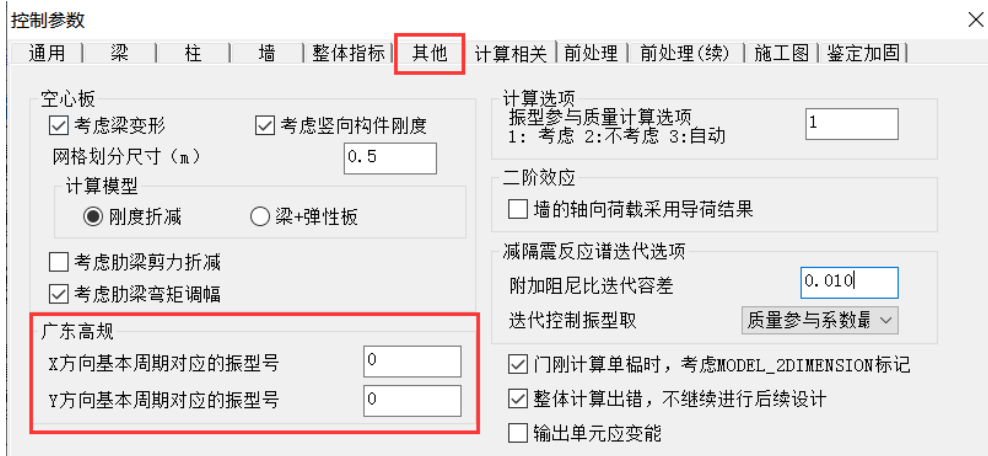
$$\Delta F_n = \delta_n F_{Ek} \quad (5.2.1-3)$$



式中： 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的水平地震影响系数值，应按本规范第 5.1.4、5.1.5 条确定，多层砌体房屋、底部框架砌体房屋，宜取水平地震影响系数最大值；

考虑到高阶振型的急速衰减性，一般情况都是低阶振型质量参与系数较大。但对于某些多塔、连体、转换等特殊结构也会出现高阶振型质量参与系数大于低阶振型的情况。上述剪力墙大面积超限案例为全转换结构，质量参与系数最大为第 24 振型，底部剪力法计算时，程序取第 24 振型对应的周期作为基本周期，该周期位于反应谱的加速度段，计算时 $\alpha_1 = \alpha_{max}$ ，计算所得的地震力较振型分解反应谱法大很多，起控制作用。

对于底部剪力法计算周期的选择，部分用户认为应采用最大的周期作为基本周期，此时可通过“高级参数-基本周期对应的振型号”对基本周期进行人为选择，程序默认为 0，即最大的质量参与系数对应的振型号来选取周期，将其修改为 1，则采用第一振型对应的周期作为基本周期。

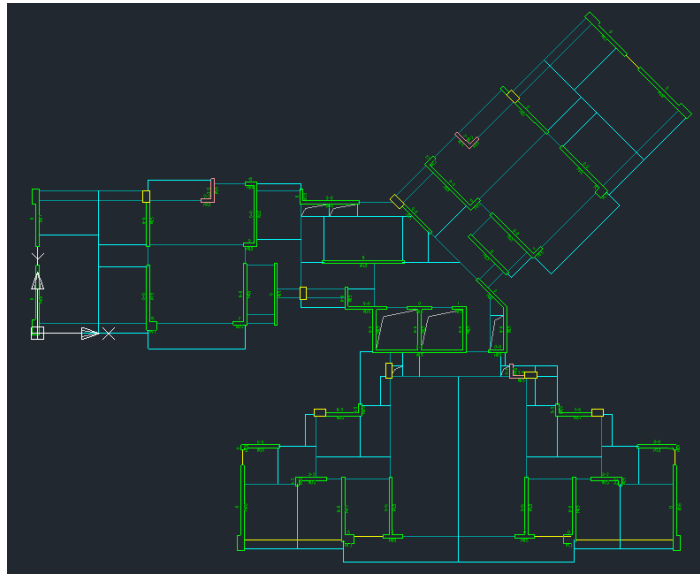


手动将上述案例高级参数基本周期对应振型号改为 1 之后，地震剪力调整系数则按剪重比调整，剪力墙不再超限。

=====各楼层地震剪力系数调整情况=====

注：调整系数后有“*”，代表该系数已考虑与薄弱层相关的要求

层号	塔号	X向调整系数	Y向调整系数	调整后X向剪力	调整后Y向剪力
1	1	1.150	1.058	7152.03	7152.03
2	1	1.150	1.058	6925.78	6950.04
3	1	1.150	1.058	6637.54	6655.19
4	1	1.150	1.058	6347.52	6313.10
5	1	1.150	1.058	6088.29	5969.87
6	1	1.150	1.058	5856.27	5638.90
7	1	1.150	1.058	5631.58	5318.77
8	1	1.150	1.058	5436.66	5054.54
9	1	1.150	1.058	5247.43	4825.43

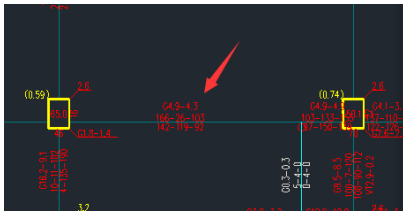


原因 2：0.2 V₀ 导致

0.2 V₀ 相关参数设置不当也会引起大面积超限，如下项目地下室部分配筋异常大：



经检查，用户参数当中对地下室也进行了 0.2 V₀ 的调整，查看某根超限梁的构件信息，0.2 V₀ 调整系数异常大：



Ac1 --- 叠合梁端截面后浇砼叠合层截面面积(mm²)
Ak --- 各键槽的根部截面面积之和(mm²)

N-B=21 (I=1000015, J=1000188) (1)B*H(mm)=400*800 按T形梁设计(2033*250)
Lb=5.78(m) Cover= 25(mm) Nfb=3 Nfb_gz=3 Rcb=35.0 Fy=360 Fyv=360
砼梁 C35 框架梁 调幅梁 矩形
livec=1.000 stif=1.960 stif_w=1.960 stif_s=1.960 02vx=71.429, 02vy=52.164 t
ηv=1.100
-M(kNm) -1- -2- -3- -4- -5- -6- -7- -8- -9-
LoadCase (28) (28) (28) (32) (32) (0) (31) (31) (31)
Top Ast 16568 13825 10350 7130 2546 0 2572 7121 10291

对于地下室，虽然规范并未明确是否进行 $0.2V_0$ 的调整，但根据朱炳寅的《高层建筑结构技术应用与分析》，地下室实际上可以不进行 $0.2V_0$ 调整：

8.1 一般规定

5. 地下室框架的地震剪力可不调整 少量框架的剪力墙结构的框架剪力也可不调整，必须调整时，应采取相应结构措施（更多问题可见第 8.1.3 条）。

将模型参数中 $0.2V_0$ 调整的起始层号由原先的 1 修改为 2，即地下室不参与调整，重新计算，配筋回归正常：

减震性能包络设计

设计信息

活荷载信息

构件设计信息

构件设计信息

边缘构件设计信息

钢构件设计信息

分段数	1	上限	-1
起始层号	2	终止层号	10

考虑双向地震时内力调整方式：

先考虑双向地震再调整



原因 3：考虑横向风振导致的超限

当考虑横向风振对结构的影响时，程序按照《建筑结构荷载规范》附录 H 相关条文进行计算。但需注意，规范算法是有适用条件的，见《建筑结构荷载规范》H.2.1：

H.2.1 矩形截面高层建筑当满足下列条件时，可按本节的规定确定其横向风振等效风荷载：

- 1 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 H/\sqrt{BD} 在 4~8 之间，深宽比 D/B 在 0.5~2 之间，其中 B 为结构的迎风面宽度， D 为结构平面的进深（顺风向尺寸）；

超过这些条件的模型，继续按照规范进行计算，理论上是算不准确的，此时宜进行风洞试验。

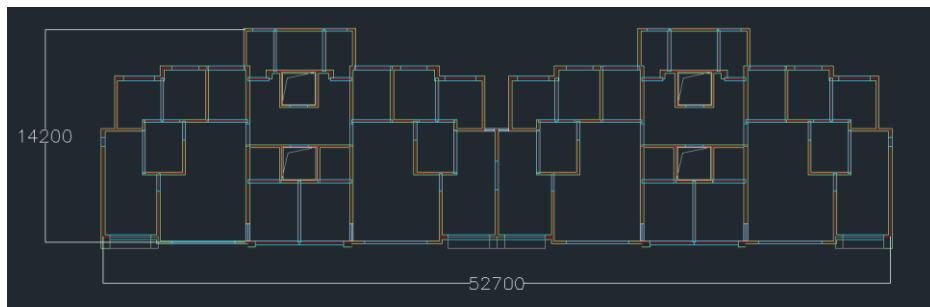
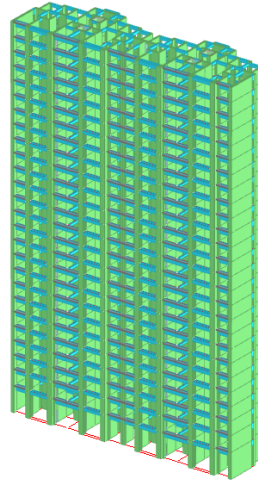
下面来看一个案例，用户模型 $H=78m$ ， $B=14.2m$ ， $D=52.7m$ ：

组装结果 (*注: 通过Shift或Ctrl选择多行后 可进行多行编辑)

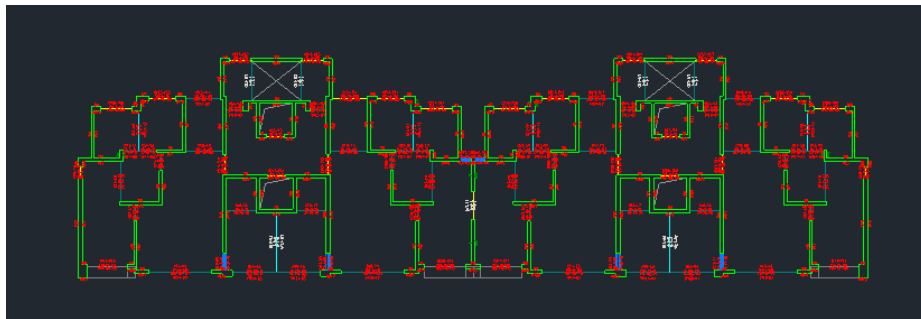
层号	层名	标准层	层高(m)	层底标高(m)
15		2	3100	40.8
16		2	3100	43.9
17		2	3100	47
18		2	3100	50.1
19		2	3100	53.2
20		2	3100	56.3
21		2	3100	59.4
22		2	3100	62.5
23		2	3100	65.6
24		2	3100	68.7
25		2	3100	71.8
26		3	3100	74.9

地下室层数: 1 与基础相连构件的最大底标高(m): -5.800

确定(Y) 取消(C)



高宽比 $H/\sqrt{BD}=78/\sqrt{14.2 \times 52.7}=2.85$; 深宽比 $D/B=14.2/52.7=0.27$, 两项均低于规范限值, 最终程序计算结果异常:

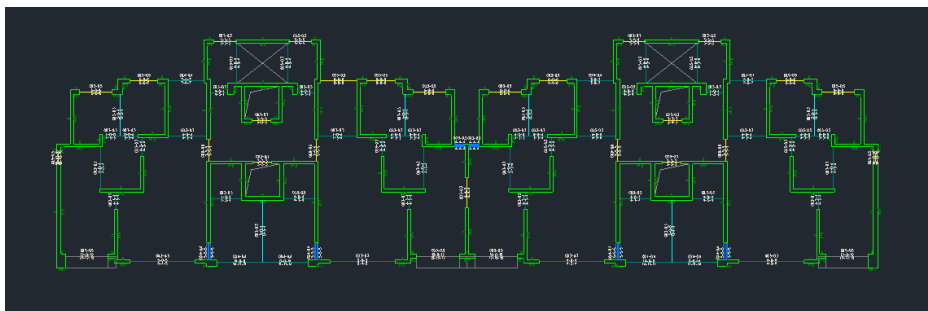


程序按照《建筑结构荷载规范》H.2.2 进行横风向风振等效风荷载标准值计算。模型路径下 yjkwindforce 文件, 可以看到, 模型顶层该值高达 82kN/m², 是正常情况的一百多倍, 明显不合理。如下图:

Y向风(横向为X向):

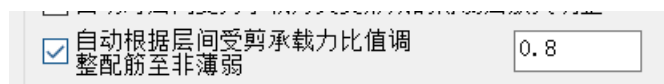
B(m)	52.7
D(m)	14.2
角沿比例	0
T	0.2
γ CM	-0.320298
CL'	-0.736685
γ CM	-0.320298
vH	34.4274
TL1*	0.0133321
fL1*	7.65379
ζ a1	3.33581e-005
KL	1.27273
SFL	14.6366
RI	60.2305
∴ wlk(kN/m2)	-82.1839

当不考虑横向风之后，计算结果正常：



原因 4：自动放大配筋至非薄弱

模型中出现受剪承载力不足形成的薄弱层时，通常可以通过勾选计算参数的“自动根据层间受剪承载力比值调整配筋至非薄弱”来解决问题：



但如果受剪承载力比值相差较大，这种方法就不再合适了。如下案例，勾选参数之后，薄弱层的部分竖向构件超筋：



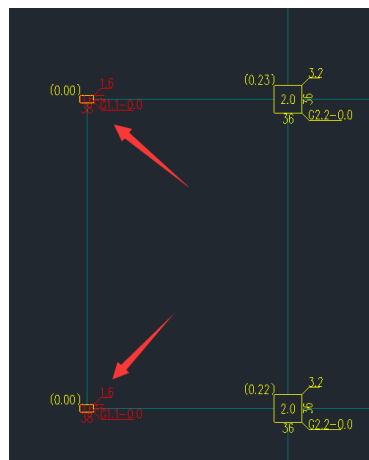
不勾选自动调整参数计算，总信息中可以看到初始受剪承载力比值，x 方向为 0.49，y 方向为 0.52，比值过小。此类情况，需要重新考虑结构布置，而不是简单地通过调整配筋来解决。

 楼层抗剪承载力验算

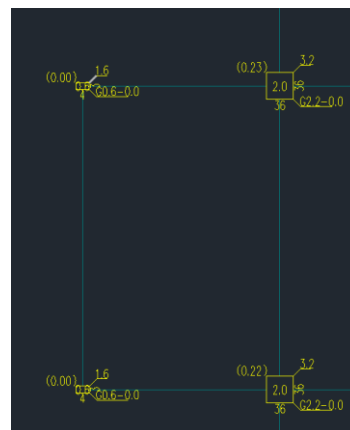
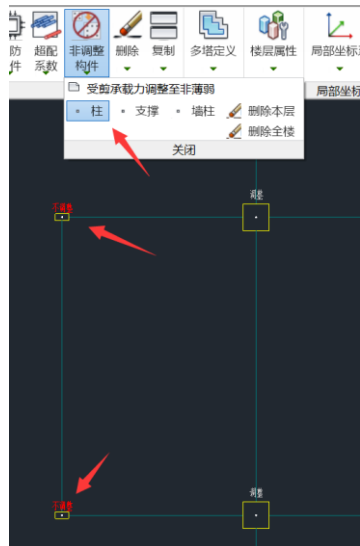
Ratio_X, Ratio_Y: 表示本层与上一层的承载力之比

层号	塔号	X向承载力	Y向承载力	Ratio_X	Ratio_Y
6	1	1.5859E+004	1.9867E+004	1.00	1.00
5	1	1.8878E+004	2.3506E+004	1.19	1.18
4	1	3.1811E+004	3.5750E+004	1.69	1.52
3	1	8.2598E+004	6.4772E+004	2.60	1.81
2	1	6.6645E+004	5.9232E+004	0.49	0.52
1	1	1.5098E+005	2.0383E+005	2.27	3.44

另外程序中可以通过指定非调整构件，避免某些截面较小或不属于主体框架柱的构件参与调整导致的配筋过大，比如某模型中的雨棚立柱，按照默认参与调整，配筋率超过 5%:

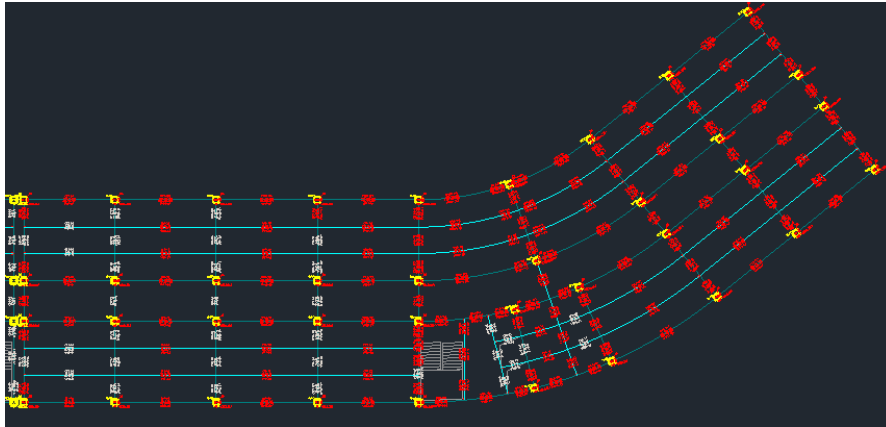


将其设置为不调整构件，让主体框架柱承担薄弱层调整，立柱配筋结果会更合理:



原因 5: 多塔相关范围划分不当

对于多塔包络设计，程序会按照一定规则进行每一个分塔相关范围的划分，某些情况自动划分不合理会导致配筋异常，如下图模型:



查看某超限构件的验算信息可以看出，构件内力不大，但是配筋异常大，文本中显示多塔取大：

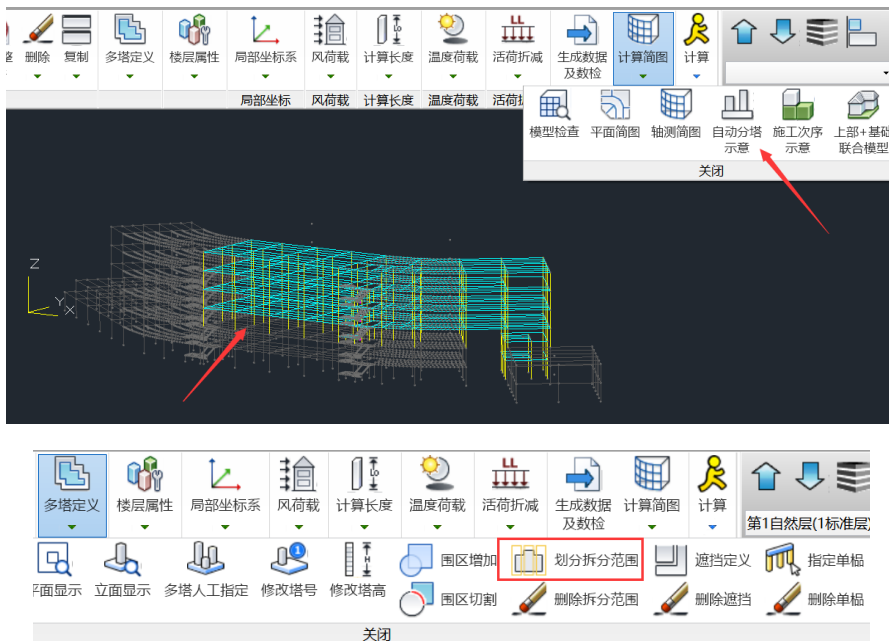
N-B=22 (I=4000049, J=4000047) (1) B*H(mm)=300*700
 Lb=2.78(m) Cover= 25(mm) Nfb=3 Nfb_gz=3 Rcb=30.0 Fy=360 Fyv=360
 砼梁 C30 框架梁 调幅梁 矩形
 livec=1.000 stif=2.000 stif_w=2.000 stif_s=2.000 tf=0.850
 η v=1.100

	-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-
-M (kNm)	-448	-368	-293	-218	-142	-109	-50	-6	0
LoadCase	(10)	(10)	(10)	(10)	(14)	(28)	(32)	(32)	(0)
Top Ast	157220	149130	141790	134222	125573	116897	108318	99588	90831
% Steel	83.52	79.22	75.32	71.30	66.71	62.10	57.54	52.90	48.25
+M (kNm)	33316	31788	30255	28675	26869	25058	23266	21444	19615
LoadCase	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)
Btm Ast	159843	153009	145669	138101	129452	120776	112197	103467	94711
% Steel	84.91	81.28	77.38	73.36	68.77	64.16	59.60	54.96	50.31
V (kN)	-5590	-5604	-5619	-5633	-5649	-5666	-5682	-5698	-5714
T (kNm)	2052	2052	2052	1285	1285	1285	653	653	653
LoadCase	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)
Asv	8464	8470	8475	6177	6184	6191	4297	4304	4311
Ast	62479	62479	62479	38972	38972	38972	19636	19636	19637
Rsv	28.21	28.23	28.25	20.59	20.61	20.64	14.32	14.35	14.37

剪扭验算: (9) V=-5590.5 T=2051.7 ast=62479 astcal=62479 ast1=3063
 非加密区箍筋面积: 6191

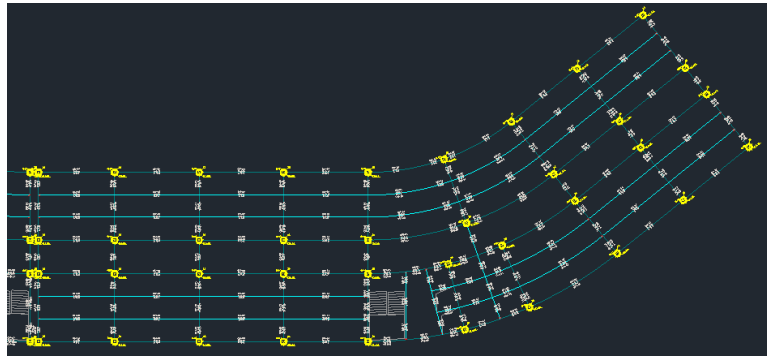
已多塔取大，取大塔号：3

可在轴侧简图-自动分塔示意图中查看多塔划分情况，下图右塔形成了一个“悬空”塔，导致计算异常。此时需要用户手动进行多塔范围的划分：



多塔划分操作细节，可以查看官网视频，链接如下：<https://www.yjk.cn/article/775/>

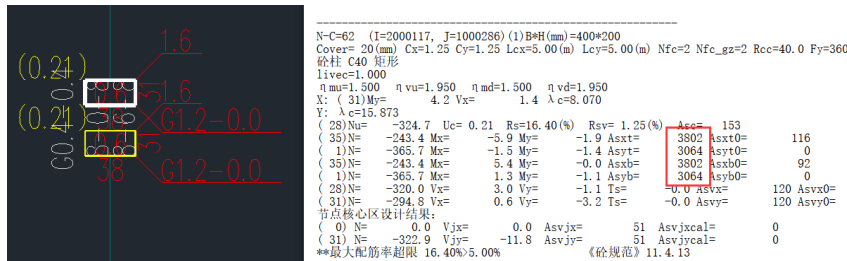
合理划分多塔相关范围之后，计算结果正常：



总结

面对设计结果中大面积超限显红问题，首先查看超限构件的构件信息，再按照下述方式进行排查：

- a: 查看各类调整系数，剪重比调整系数大，基本就是振型不够引起的，需增加振型数量或者改用 Ritz 向量算法，如果采用的是广东高规则排查一下是否为底部剪力法控制； $0.2 V_0$ 调整系数过大，则复核一下相关设置的参数是否有误；
- b: 查看各工况内力，复核内力异常的工况。如恒载工况内力异常，可能是施工模拟引起；活载内力异常，可能是活载不利布置引起；风内力异常大，按照原因 3 排查；
- c: 计算配筋小，但实配较大，很可能为自动放大配筋至非薄弱引起，按照原因 4 排查；



- d: 构件信息中有“已多塔取大”字样，按照原因 5 排查。

剪扭验算: (9)V=-5590.5 T=2051.7 ast=62479 astcal=62479 astl=3063
非加密区箍筋面积: 6191

已多塔取大, 取大塔号: 3

彩蛋：本篇开头提到的第三张图，原来是用户不小心把背景颜色改成了红色，程序提供了一个便捷的功能，在通用工具栏中可以快速修改背景颜色哟~

