

单向少墙结构在 YJK 中的实现

李高仰

魏琏的《论一向少墙高层钢筋混凝土结构的结构体系》一文中提到了单向少墙高层钢筋混凝土结构设计方法。该文主要研究在建筑住宅户型的创新时，出现在建筑一个方向剪力墙较多而在另一个方向剪力墙稀少的新型高层建筑结构，这类一向少墙结构的结构体系如何判别，其抗侧力如何传递，抗震安全性如何保证和验算设计方法等亟待解决。深圳市颁布了《一向少墙剪力墙结构抗震设计技术指引》（简称《指引》）明确了单向少墙结构的判断准则和设计方法。

按照深圳的指引和魏琏大师的文章单向少墙结构的抗侧构件由三部分构成（未特殊说明下面倾覆力矩、剪力均取值于嵌固端，且字母名称为 YJK 软件采用的，与《指引》略有不同）：

1) 剪力墙，**剪力墙**（墙身）承担的倾覆力矩、剪力为 V_{MW} 、 V_{VW} ；

2) 由与框架梁相连的框架柱、剪力墙端柱及剪力墙中部梁下暗柱等形成的框架，简称**梁柱框架**，梁柱框架承担的倾覆力矩、剪力为 V_{Mf} 、 V_{Vf} ；

3) 由另一方向剪力墙的平面外墙肢楼板形成的扁柱框架，简称**扁柱框架**，扁柱框架承担的倾覆力矩、剪力为 V_{Ms} 、 V_{Vs} 。

楼层总倾覆力矩为 $V_M = V_{MW} + V_{Mf} + V_{Ms}$ ，总剪力为 $V_V = V_{VW} + V_{Vf} + V_{Vs}$ ，扁柱框架倾覆弯矩比值 $\mu_{Ms} = \frac{V_{Ms}}{V_M}$ ，剪力比值 $\mu_{Vs} = \frac{V_{Vs}}{V_V}$ 。

按照深圳《指引》表 4.1 判断单向少墙体系的依据为：

扁柱楼板框架 剪力比	结构体系	设计方法及注意事项
$\mu_{Mf} \leq 0.1$	框架-剪力墙结构	执行规范框架-剪力墙结构设计方法，扁柱框架部分采取构造措施。
$0.1 < \mu_{Mf} < 0.2$	复合框架-剪力墙结构	除按规范框架-剪力墙结构进行设计外，应对扁柱楼板框架的抗震承载力进行验算，并进行相应的构造加强。扁柱不考虑二道防线内力调整。

YJK 软件同时给出了剪力比和倾覆力矩比，工程师在采用软件提供的数据进行判断时需根据实际情况选择《指引》或根据《高规》8.1.4 条进行结构体系的判断，软件说明书仅供参考。需要说明的是目前软件版本 3.X.X 和 2.X.X 输出的是地震工况下的剪力比，倾覆力矩

比是规定水平力下的，在即将发布的 YJK4.0 版本中会增加规定水平力下的剪力比值。

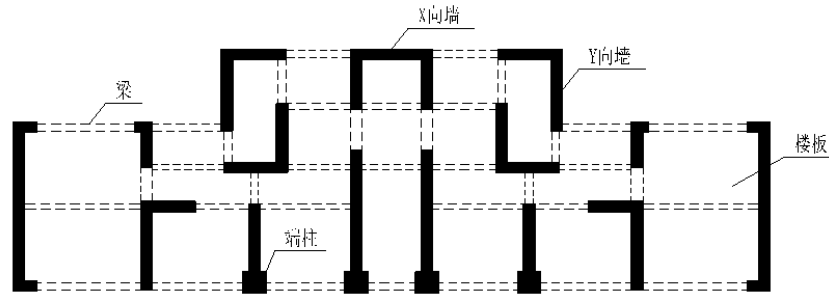


图 3.1 某工程的平面布置示意图

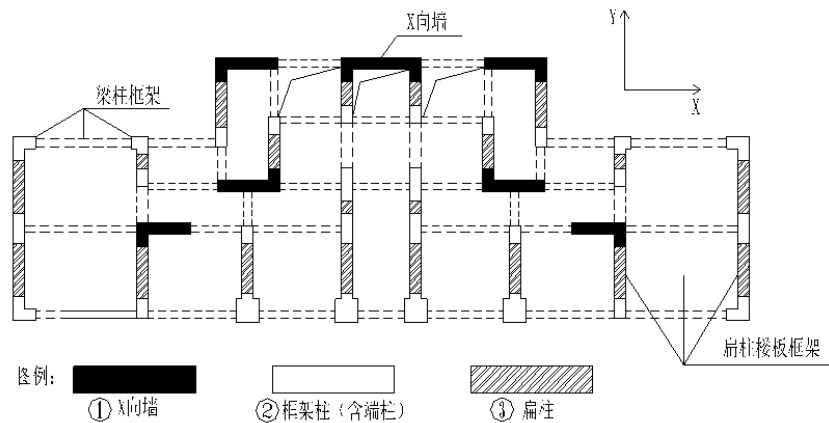


图 3.2 少墙方向 (X 向) 抗侧力体系示意图

图一 某项目单向少墙体系示意图 (图片来自深圳《指引》)

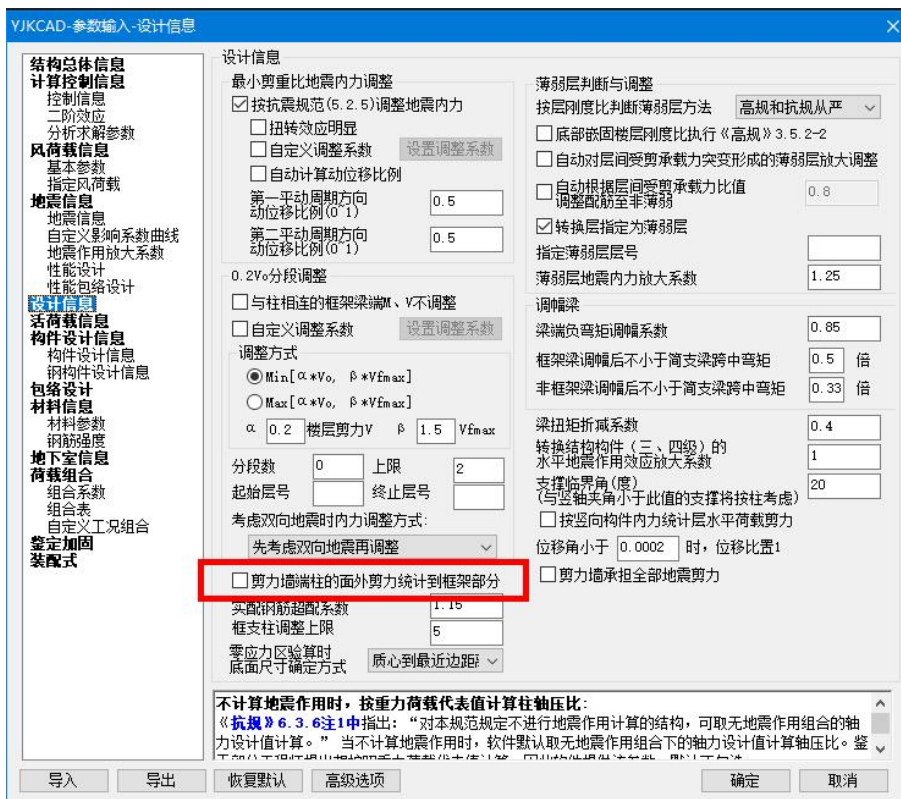
根据 YJK 软件计算参数中勾选“按边缘构件轮廓计算配筋”后，软件在 `wv02q.out` 文件中同时输出墙身、边缘构件承担的地震剪力、规定水平力下的倾覆弯矩等内容可以作为判断参照。例如判断 X 向是否为少墙方向时，Y 向边缘构件承担的 X 剪力、倾覆力矩为梁柱框架，Y 墙的 X 向剪力、倾覆力矩为扁柱框架部分。在软件中实现比较完整的单向少墙判断需以下 3 步实现：

1. 计算参数-构件设计信息-勾选面外梁下生成边缘构件暗柱 (图二所示)。
2. 按边缘构件轮廓计算配筋 (图二所示)。
3. 面外梁可按框架梁进行设计 (图二所示)；主要按《指引》面外梁墙下暗柱与面外梁形成了“梁柱考虑”，本文按“可”处理。《指引》和规范并未给出面外梁的是否未框架梁，工程师可根据模型的实际情况来判断是否按框架梁设计。

需要注意的是图三红框的“剪力墙端柱面外剪力统计到框架部分”是否勾选对结果不起作用，因为软件默认按边缘构件的一部分统计在“梁柱框架”内。



图二



图三

对于确定单向少墙向结构体系、设计及具体的加强措施可参考魏珺大师的文章和深圳市颁布的《一向少墙剪力墙结构抗震设计技术指引》。

下面是一个项目的输出结果，该项目的嵌固端在地下室顶板，故我们采用第二层的数据按照深圳《指引》和《抗规》来判断一下结构体系。

Y 墙 X 剪力为扁柱框架的剪力，边缘构件 X 剪力为梁柱框架剪力，那么按照深圳《指引》直接按 Y 墙 X 剪力为扁柱框架的剪力的比值就可以判断结构体系。表一中 Y 墙 X 剪力首层比值为 0.0182 小于 0.1，按照《指引》表 4.1 判断为框架-剪力墙结构体系；同样 Y 向结构体系的判断因 X 墙 Y 向剪力为 0.042 小于 0.1，按《指引》判断为框架-剪力墙结构体系设计，故按《指引》该结构体系是框架-剪力墙结构体系，可按《指引》的相关条文进行设计即可。

根据《高规》8.1.4 条规定的倾覆弯矩比值来确定结构体系，根据表二 X、Y 向剪力墙力矩与边缘构件为剪力墙和梁柱框架(按《指引》定义)倾覆力矩比之和分别为 96.6%和 95.36%，按规范的判断方法该结构体系为剪力墙结构体。

表一：剪力比值

层号	X 墙 X 剪力	Y 墙 X 剪力	边缘构件 X 剪力	X 总剪力	X 墙 X 剪力百分比	Y 墙 X 剪力百分比	边缘构件 X 剪力百分比
10	22.7	0.0	50.9	102.1	22.26%	0.00%	49.84%
9	149.6	72.7	1019.0	1197.6	12.49%	6.07%	85.09%
8	152.6	85.2	1653.8	1890.0	8.08%	4.51%	87.50%
7	250.4	101.6	2095.8	2471.9	10.13%	4.11%	84.79%
6	355.4	115.4	2489.5	2995.5	11.86%	3.85%	83.11%
5	458.1	124.7	2776.1	3404.5	13.46%	3.66%	81.54%
4	590.8	118.0	2946.0	3706.4	15.94%	3.18%	79.48%
3	632.3	91.1	3169.4	3939.4	16.05%	2.31%	80.45%
2	1639.1	74.9	2283.7	4114.4	39.84%	1.82%	55.51%
1	5440.2	199.2	1023.0	6668.4	81.58%	2.99%	15.34%
层号	X 墙 Y 剪力	Y 墙 Y 剪力	边缘构件 Y 剪力	Y 总剪力	X 墙 Y 剪力百分比	Y 墙 Y 剪力百分比	边缘构件 Y 剪力百分比
10	5.7	0.0	42.5	93.6	6.14%	0.00%	45.46%
9	11.9	361.9	917.9	1302.1	0.92%	27.80%	70.49%
8	6.2	746.0	1095.2	1958.2	0.32%	38.10%	55.93%
7	7.2	916.5	1385.4	2434.1	0.30%	37.65%	56.92%
6	8.2	1139.2	1617.1	2897.3	0.28%	39.32%	55.81%
5	9.2	1325.8	1818.2	3288.3	0.28%	40.32%	55.29%
4	9.4	1476.5	1961.6	3577.6	0.26%	41.27%	54.83%
3	16.5	1689.1	2001.7	3812.6	0.43%	44.30%	52.50%
2	16.8	1629.3	2256.0	4030.9	0.42%	40.42%	55.97%
1	85.7	5761.3	1502.2	7904.6	1.08%	72.88%	19.00%

表二：倾覆力矩比值

层号	X 墙 X 力矩	Y 墙 X 力矩	边缘构件 X 力矩	X 总力矩	X 墙 X 力矩百分比	Y 墙 X 力矩百分比	边缘构件 X 力矩百分比
10	6.4	0.0	84.3	153.1	4.19%	0.00%	55.02%
9	151.2	227.0	3171.6	3626.1	4.17%	6.26%	87.46%
8	416.5	485.5	8082.7	9107.2	4.57%	5.33%	88.75%
7	1018.0	790.2	14272.5	16275.6	6.25%	4.86%	87.69%
6	1919.9	1134.8	21614.6	24962.7	7.69%	4.55%	86.59%
5	3135.9	1505.3	29781.5	34835.8	9.00%	4.32%	85.49%
4	4751.7	1853.3	38430.9	45584.4	10.42%	4.07%	84.31%
3	6486.6	2121.6	47724.9	57008.7	11.38%	3.72%	83.72%
2	11352.2	2342.9	54216.6	68940.5	16.47%	3.40%	78.64%
1	30560.6	2802.3	54152.0	88756.9	34.43%	3.16%	61.01%
层号	X 墙 Y 力矩	Y 墙 Y 力矩	边缘构件 Y 力矩	Y 总力矩	X 墙 Y 力矩百分比	Y 墙 Y 力矩百分比	边缘构件 Y 力矩百分比
10	-6.9	0.0	11.8	140.3	4.95%	0.00%	8.38%
9	31.3	662.9	2822.9	3916.5	0.80%	16.93%	72.08%
8	50.3	2739.2	6036.2	9595.1	0.52%	28.55%	62.91%
7	71.6	5334.3	10084.0	16653.9	0.43%	32.03%	60.55%
6	95.8	8578.6	14801.3	25056.1	0.38%	34.24%	59.07%
5	123.2	12365.3	20103.3	34592.2	0.36%	35.75%	58.12%
4	150.9	16597.4	25818.5	44967.3	0.34%	36.91%	57.42%
3	200.0	21467.2	31634.2	56023.9	0.36%	38.32%	56.47%
2	249.7	26153.1	38187.9	67713.4	0.37%	38.62%	56.40%
1	192.9	44868.6	34490.5	83220.6	0.23%	53.92%	41.44%

参考文献:

- 1、《盈建科软件帮助文档》
- 2、深圳市《一向少墙剪力墙结构抗震设计技术指引》
- 3、魏琏《一向少墙的高层钢筋混凝土结构的结构体系研究》