

近期 PKPM 软件公司利用各种宣传途径推出“YJK 软件的若干问题”文档，对上部结构设计列举了十三个问题，基础设计列举了九个问题来说明 YJK 软件的功能存在的问题。

为了让广大设计师朋友了解这些所谓的问题，YJK 公司秉承“有则改之，无则加冕”的态度，积极推出“对 PKPM“YJK 软件若干问题质疑”的回复”手册，旨在让大家对 YJK 软件有一个正确的理解。

YJK 作为一个后起的国产结构设计软件，做了很多开创性和探索性的工作，这些工作中相当一部分都在逐渐成为行业上同类软件的“标配”，当然，也在某些方面受到友商的质疑而引发深层的探讨。但无论如何，能够激活沉睡已久的国产结构软件产业，为行业提供各种新思路或者引发各种新的探讨，这对于产业本身还有国内广大的结构设计软件用户而言，都无疑是一件好事，也令 YJK 深感荣幸。

最后，我们非常欢迎友商及广大的设计师朋友继续对 YJK 软件进行校核与批评指正，共同促进行业的发展与进步！

详细内容请下载全文。

随着 YJK 的应用口碑逐年提升，近来友商多次对 YJK 程序提出了公开质疑。首先这里表明一下态度：本着为用户负责的态度，盈建科会慎重对待这些质疑，也欢迎友商或各方用户进一步给我们提意见，我们秉承“有则改之，无则加勉”的态度，让 YJK 产品接受更多的考验，使产品更加完善。

以下内容是此前友商官方发在土木吧、微信公众号“框支转换结构倾覆力矩准确计算实例分析”对 YJK 软件质疑的回复。

北京盈建科软件股份有限公司

一、PKPM 原文概述

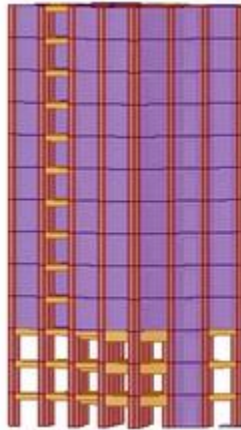
标题：框支转换结构倾覆力矩准确计算实例分析

框架部分倾覆力矩计算有两种方法，规定水平力下的 $V*H$ 求和方法和轴力方式，虽然规定水平力 $V*H$ 求和方法是规范要求的计算方法，但是对于框支转换结构这种框架部分与剪力墙部分强耦合结构，倾覆力矩的准确计算方法应该采用轴力方法计算。

本文接上篇【[技术分享】YJK 框支框架倾覆力矩算法引发的后果](#)，列举两例（一算例，一实际工程案例）对 PKPM 软件采用轴力方式计算框支转换结构框架部分倾覆力矩与 YJK 软件采用 $V*H$ 求和方法计算进行对比验证。

1、算例

如下图这样一个简单的框支转换结构算例，转换层第三层，下部转换部位只有一片落地剪力墙，使用 YJK 软件进行计算。



计算得到结构底层的框架部分倾覆力矩及其比例分别如下：

分析结果文本显示

- 结构设计信息 wmass.out
- 周期 振型与地震作用 wtzq.out
- 结构位移 wdisp.out
- 各层内力标准值 wwnl*.out
- 各层配筋文件 wqj*.out
- 超配筋信息 wgcqj.out
- 楼层最大组合内力 wdcln.out
- 薄弱层计算结果 wbrcc.out
- 倾覆弯矩及0.2Vo调整 wv02q.out**
- 剪力墙边缘构件数据 wbmb*.out
- 吊车荷载组合内力 wcrane*.out
- 简化计算书 mainjss.out
- 警告信息 warning.out

		1	1	13.7	14.2		

规定水平力下框架柱、短肢墙地震倾覆弯矩							

层号	墙号		框架柱	短肢墙	普通墙	斜撑	合计
13	1	X	34.6	0.0	331.3	0.0	365.8
12	1	X	61.6	0.0	995.0	0.0	1046.6
11	1	X	91.7	0.0	1903.3	0.0	1995.0
10	1	X	123.0	0.0	3048.9	0.0	3171.9
9	1	X	155.6	0.0	4391.2	0.0	4546.8
8	1	X	188.8	0.0	5907.8	0.0	6096.5
7	1	X	222.5	0.0	7532.0	0.0	7804.5
6	1	X	253.7	0.0	9405.8	0.0	9659.4
5	1	X	298.1	0.0	11357.7	0.0	11655.8
4	1	X	242.4	0.0	13652.5	0.0	13794.9
3	1	X	2366.5	0.0	13696.7	0.0	16063.2
2	1	X	4612.7	0.0	13813.1	0.0	18425.8
1	1	X	6831.5	0.0	14002.0	0.0	20833.5

13	1	Y	3.8	0.0	345.0	0.0	348.7
12	1	Y	8.3	0.0	991.4	0.0	999.7
11	1	Y	14.2	0.0	1892.5	0.0	1906.7
10	1	Y	21.1	0.0	3006.2	0.0	3027.3
9	1	Y	28.8	0.0	4297.5	0.0	4326.3
8	1	Y	37.3	0.0	5740.2	0.0	5777.5
7	1	Y	46.6	0.0	7318.4	0.0	7365.0
6	1	Y	55.4	0.0	9026.8	0.0	9082.2
5	1	Y	73.7	0.0	10857.1	0.0	10930.9
4	1	Y	31.5	0.0	12858.9	0.0	12918.4
3	1	Y	1327.9	0.0	13703.9	0.0	15031.8
2	1	Y	2628.9	0.0	14612.0	0.0	17240.8
1	1	Y	4033.2	0.0	15463.5	0.0	19496.7

分析结果文本显示

- 结构设计信息 wmass.out
- 周期 振型与地震作用 wtzq.out
- 结构位移 wdisp.out
- 各层内力标准值 wwnl*.out
- 各层配筋文件 wqj*.out
- 超配筋信息 wgcqj.out
- 楼层最大组合内力 wdcln.out
- 薄弱层计算结果 wbrcc.out
- 倾覆弯矩及0.2Vo调整 wv02q.out**
- 剪力墙边缘构件数据 wbmb*.out
- 吊车荷载组合内力 wcrane*.out
- 简化计算书 mainjss.out
- 警告信息 warning.out

		1	1	Y	4033.2	0.0	15463.5	0.0

规定水平力下框架柱、短肢墙地震倾覆弯矩百分比								

层号	墙号		框架柱	短肢墙				
13	1	X	9.4	0.0				
12	1	X	5.9	0.0				
11	1	X	4.6	0.0				
10	1	X	3.9	0.0				
9	1	X	3.4	0.0				
8	1	X	3.1	0.0				
7	1	X	2.9	0.0				
6	1	X	2.6	0.0				
5	1	X	2.6	0.0				
4	1	X	1.8	0.0				
3	1	X	14.7	0.0				
2	1	X	25.0	0.0				
1	1	X	32.8	0.0				

13	1	Y	1.1	0.0				
12	1	Y	0.8	0.0				
11	1	Y	0.7	0.0				
10	1	Y	0.7	0.0				
9	1	Y	0.7	0.0				
8	1	Y	0.6	0.0				
7	1	Y	0.6	0.0				
6	1	Y	0.6	0.0				
5	1	Y	0.7	0.0				
4	1	Y	0.2	0.0				
3	1	Y	8.8	0.0				
2	1	Y	15.2	0.0				
1	1	Y	20.7	0.0				

YJK 软件的计算结果，底层框架部分的倾覆力矩的比例为 32.8%（X 方向）及 20.7%（Y 方向）。按照该计算结果判定，即使结构中只有这样一片墙，框架部分的倾覆力矩也是满足规范要求的。

再使用 PMPM 软件轴力方式计算框架柱倾覆力矩及其百分比，计算结果如下：

竖向构件倾覆力矩及百分比(力学方式)

根据《高规》10.2.16-7条规定:框支框架承担的地震倾覆力矩应小于结构总地震倾覆力矩的50%，结构未满足规范要求，具体见下表：

表1 X向地震工况下的倾覆力矩及百分比(单位 kN.m)

层号	合力点坐标(m)		框架柱	短肢墙	普通墙	斜撑	框支框架	总弯矩
	X	Y						
13	8.9	7.9	446.8(12.0%)	0.0(0.0%)	3283.4(88.0%)	0.0(0.0%)		3730.2
12	8.9	8.0	722.3(6.7%)	0.0(0.0%)	10114.1(93.3%)	0.0(0.0%)		10836.4
11	9.0	8.0	1033.0(4.9%)	0.0(0.0%)	20964.7(95.1%)	0.0(0.0%)		21997.7
10	8.9	8.1	1359.1(4.0%)	0.0(0.0%)	32894.0(96.0%)	0.0(0.0%)		34253.0
9	8.9	8.1	1897.0(3.4%)	0.0(0.0%)	48348.7(96.6%)	0.0(0.0%)		50245.7
8	8.8	8.2	2060.8(3.0%)	0.0(0.0%)	66241.1(97.0%)	0.0(0.0%)		68301.9
7	8.8	8.2	2427.5(2.7%)	0.0(0.0%)	86396.0(97.3%)	0.0(0.0%)		88823.5
6	8.7	8.2	2789.5(2.5%)	0.0(0.0%)	1.1e+5(97.5%)	0.0(0.0%)		1.1e+5
5	8.6	8.2	3310.5(2.4%)	0.0(0.0%)	1.3e+5(97.6%)	0.0(0.0%)		1.4e+5
4	8.6	8.2	2732.5(1.7%)	0.0(0.0%)	1.6e+5(98.3%)	0.0(0.0%)		1.6e+5
3	8.7	8.1	1.4e+5(2.6%)	0.0(0.0%)	52181.3(27.4%)	0.0(0.0%)	1.1e+5(58.7%)	1.9e+5
2	8.7	8.1	1.6e+5(4.0%)	0.0(0.0%)	58930.4(26.0%)	0.0(0.0%)	1.3e+5(50.2%)	2.2e+5
1	8.8	8.0	1.9e+5(4.9%)	0.0(0.0%)	62295.3(25.1%)	0.0(0.0%)	1.5e+5(48.1%)	2.5e+5

根据《高规》10.2.16-7条规定:框支框架承担的地震倾覆力矩应小于结构总地震倾覆力矩的50%，结构未满足规范要求，具体见下表：

表2 Y向地震工况下的倾覆力矩及百分比(单位 kN.m)

层号	合力点坐标(m)		框架柱	短肢墙	普通墙	斜撑	框支框架	总弯矩
	X	Y						
13	8.9	7.9	134.3(4.0%)	0.0(0.0%)	3256.1(96.0%)	0.0(0.0%)		3390.4
12	8.9	8.0	272.1(2.7%)	0.0(0.0%)	9625.3(97.3%)	0.0(0.0%)		9897.5
11	9.0	8.0	421.1(2.2%)	0.0(0.0%)	18829.2(97.8%)	0.0(0.0%)		19250.3
10	8.9	8.1	592.4(1.9%)	0.0(0.0%)	30601.0(98.1%)	0.0(0.0%)		31193.4
9	8.9	8.1	775.7(1.7%)	0.0(0.0%)	44722.1(98.3%)	0.0(0.0%)		45497.8
8	8.8	8.2	960.4(1.5%)	0.0(0.0%)	61004.9(98.5%)	0.0(0.0%)		61965.4
7	8.8	8.2	1157.2(1.4%)	0.0(0.0%)	78273.8(98.6%)	0.0(0.0%)		80431.0
6	8.7	8.2	1351.0(1.3%)	0.0(0.0%)	89428.3(98.7%)	0.0(0.0%)		1.0e+5
5	8.6	8.2	1639.3(1.2%)	0.0(0.0%)	1.2e+5(98.7%)	0.0(0.0%)		1.2e+5
4	8.6	8.2	1235.4(0.9%)	0.0(0.0%)	1.5e+5(99.1%)	0.0(0.0%)		1.5e+5
3	8.7	8.1	1.7e+5(97.5%)	0.0(0.0%)	4276.1(2.5%)	0.0(0.0%)	1.4e+5(81.5%)	1.7e+5
2	8.7	8.1	1.8e+5(93.0%)	0.0(0.0%)	13742.2(7.0%)	0.0(0.0%)	1.5e+5(75.4%)	2.0e+5
1	8.8	8.0	2.0e+5(89.9%)	0.0(0.0%)	22695.9(10.1%)	0.0(0.0%)	1.7e+5(75.2%)	2.2e+5

使用 PKPM 软件轴力方式计算框架部分的倾覆力矩百分比 61%（X 方向）和 76.2%（Y 方向），该结构方案是无法满足规范要求的，程序自动判断，并输出结构体系不满足规范要求的红色提示。

当然这个结构体系设计师直观判定，落地剪力墙数量太少，属于不合理结构方案，应该直接被否定。但如果使用了 YJK 软件 V*H 求和方法，会导致该指标轻松通过，根本构不成控制因素，完全架空抗规 6.1.9 条，结果会误导设计师对结构方案合理性的把控。

2、结论

通过上述案例对比可知，对框支转换结构框架部分的倾覆力矩计算，应按照轴力方法而不是规定水平力 $V \cdot H$ 求和方法，YJK 采用的求和方法会导致规范对框支转换结构落地剪力墙数量的控制 6.1.9 条架空，即使是一片剪力墙，也可满足规范要求的结构体系，这在实际工程中会造成对软件使用者造成毁灭性的误导。

而 PKPM 软件按轴力方式进行抗规 6.1.9 的自动判定，对超限信息标红提醒，才是正确的做法。

二、YJK 回复：

1、YJK 提供两种统计倾覆力矩百分比方式

YJK 软件为了提高适用性，对框支框架所占地震倾覆力矩百分比计算，同时提供《抗震规范》和《轴力统计》两种算法，均输出在“倾覆弯矩及 0.2V0 调整 wv02q.out”文本中。

***** 规定水平力下框架柱、框支框架、短肢墙地震倾覆弯矩百分比 *****							
层号	塔号		框架柱	框支框架	短肢墙		
29	1	X	0.0	0.0	0.0		

***** 规定水平力下框架柱、框支框架、短肢墙地震倾覆弯矩 (轴力方式) *****								
层号	塔号		框架柱	框支框架	短肢墙	普通墙	其它	合计
29	1	X	0.0	0.0	0.0	744.5	0.0	744.5
28	1	X	0.0	0.0	0.0	2148.5	0.0	2148.5
27	1	X	0.0	0.0	0.0	4077.6	0.0	4077.6

2、YJK 算法说明

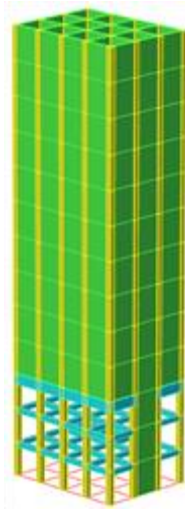
友商原文认为：框支转换结构是明显的强耦合结构，唯有“轴力方式”能够正确计算倾覆力矩。

对于部分框支剪力墙结构，由于框支框架仅在框支楼层存在，如果硬套抗规公式，则会得出框支框架承担的倾覆弯矩比例很小（按极端的全部楼层竖向构件均为框支柱来考虑，硬套公式的倾覆弯矩比例亦是如此），因此软件提出了**计算框支框架倾覆弯矩比例时，扣除框支层以上楼层的倾覆力矩，仅取框支楼层部分的结果计算，相当于把框支楼层当做隔离体看待**。《建筑结构》第 47 卷第 9 期的“部分框支剪力墙结构中框支框架承担倾覆力矩的计算方法及应用”中指出了直接套用抗规公式是不适用的；按轴力方法统计，由于力学方法的计算假定与抗规方法不一致，以其结果来判断框支层是否属于少墙框架结构，与规范判断准则有一定的差异。文章中给出了取底部框支框架部分作为隔离体进行分析的方法，与软件的计算方法在思路是一致的。

下面模拟原文例题建立一个高位转换的算例进行说明。

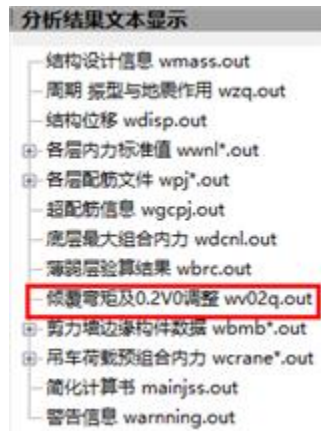
3、算例：

如图所示， 3层为转换层。



(1) YJK 结果输出

在 wv02q.out 文本中同时输出《抗规》统计方法结果和《轴力方式》统计结果， 见下图：



1)、抗规统计方法

规定水平力下框梁柱、框支梁架、短肢墙地震倾覆弯矩							规定水平力下框梁柱、框支梁架、短肢墙地震倾覆弯矩百分比				
层号	塔号	框梁柱	框支梁架	短肢墙	普通墙	其它	合计	框梁柱	框支梁架	短肢墙	
13	1	X	0.0	0.0	0.0	603.9	0.0	603.9	0.0	0.0	0.0
12	1	X	0.0	0.0	0.0	1711.5	0.0	1711.5	0.0	0.0	0.0
11	1	X	0.0	0.0	0.0	3227.5	0.0	3227.5	0.0	0.0	0.0
10	1	X	0.0	0.0	0.0	5065.6	0.0	5065.6	0.0	0.0	0.0
9	1	X	0.0	0.0	0.0	7153.3	0.0	7153.3	0.0	0.0	0.0
8	1	X	0.0	0.0	0.0	9438.1	0.0	9438.1	0.0	0.0	0.0
7	1	X	0.0	0.0	0.0	11892.5	0.0	11892.5	0.0	0.0	0.0
6	1	X	0.0	0.0	0.0	14517.3	0.0	14517.3	0.0	0.0	0.0
5	1	X	0.0	0.0	0.0	17341.4	0.0	17341.4	0.0	0.0	0.0
4	1	X	0.0	0.0	0.0	20416.0	0.0	20416.0	0.0	0.0	0.0
3	1	X	0.0	2278.6	0.0	21478.8	0.0	23757.4	0.0	62.4	0.0
2	1	X	0.0	4396.1	0.0	25922.2	0.0	27258.3	0.0	62.4	0.0
1	1	X	0.0	6495.1	0.0	24336.0	0.0	30833.1	0.0	62.4	0.0
13	1	Y	0.0	0.0	0.0	487.2	0.0	487.2	0.0	0.0	0.0
12	1	Y	0.0	0.0	0.0	1423.6	0.0	1423.6	0.0	0.0	0.0
11	1	Y	0.0	0.0	0.0	2773.4	0.0	2773.4	0.0	0.0	0.0
10	1	Y	0.0	0.0	0.0	4503.5	0.0	4503.5	0.0	0.0	0.0
9	1	Y	0.0	0.0	0.0	6585.2	0.0	6585.2	0.0	0.0	0.0
8	1	Y	0.0	0.0	0.0	8994.3	0.0	8994.3	0.0	0.0	0.0
7	1	Y	0.0	0.0	0.0	11711.9	0.0	11711.9	0.0	0.0	0.0
6	1	Y	0.0	0.0	0.0	14724.9	0.0	14724.9	0.0	0.0	0.0
5	1	Y	0.0	0.0	0.0	18025.9	0.0	18025.9	0.0	0.0	0.0
4	1	Y	0.0	0.0	0.0	21612.6	0.0	21612.6	0.0	0.0	0.0
3	1	Y	0.0	3515.4	0.0	21630.9	0.0	25446.4	0.0	91.7	0.0
2	1	Y	0.0	7183.8	0.0	22228.0	0.0	29411.7	0.0	92.1	0.0
1	1	Y	0.0	10843.8	0.0	22589.4	0.0	33433.2	0.0	91.7	0.0

使用 YJK 软件抗规方式计算框架部分的倾覆力矩百分比 62.4%（X 方向）和 91.7%（Y 方向），**该结构方案是无法满足规范要求的，程序自动判断，并输出“框支框架倾覆力矩超限”的提示。**

2）、轴力统计方法

规定水平力下框架柱、框支框架、短肢墙地震倾覆弯矩（轴力方式）								规定水平力下框架柱、框支框架、短肢墙地震倾覆弯矩百分比（轴力方式）						
层号	塔号	框架柱	框支框架	短肢墙	普通墙	其它	合计	层号	塔号	框架柱	框支框架	短肢墙		
13	1	X	0.0	0.0	0.0	603.9	0.0	13	1	X	0.0	0.0	0.0	
12	1	X	0.0	0.0	0.0	1711.5	0.0	12	1	X	0.0	0.0	0.0	
11	1	X	0.0	0.0	0.0	3227.5	0.0	11	1	X	0.0	0.0	0.0	
10	1	X	0.0	0.0	0.0	5065.6	0.0	10	1	X	0.0	0.0	0.0	
9	1	X	0.0	0.0	0.0	7153.3	0.0	9	1	X	0.0	0.0	0.0	
8	1	X	0.0	0.0	0.0	9438.1	0.0	8	1	X	0.0	0.0	0.0	
7	1	X	0.0	0.0	0.0	11892.5	0.0	7	1	X	0.0	0.0	0.0	
6	1	X	0.0	0.0	0.0	14517.3	0.0	6	1	X	0.0	0.0	0.0	
5	1	X	0.0	0.0	0.0	17341.4	0.0	5	1	X	0.0	0.0	0.0	
4	1	X	0.0	0.0	0.0	20416.0	0.0	4	1	X	0.0	0.0	0.0	
3	1	X	0.0	23731.5	0.0	25.9	0.0	3	1	X	0.0	99.9	0.0	
2	1	X	0.0	25896.6	0.0	1361.7	0.0	2	1	X	0.0	95.0	0.0	
1	1	X	0.0	28156.1	0.0	2677.0	0.0	1	1	X	0.0	91.3	0.0	框支框架倾覆力矩超限
13	1	Y	0.0	0.0	0.0	487.2	0.0	13	1	Y	0.0	0.0	0.0	
12	1	Y	0.0	0.0	0.0	1423.6	0.0	12	1	Y	0.0	0.0	0.0	
11	1	Y	0.0	0.0	0.0	2773.4	0.0	11	1	Y	0.0	0.0	0.0	
10	1	Y	0.0	0.0	0.0	4503.5	0.0	10	1	Y	0.0	0.0	0.0	
9	1	Y	0.0	0.0	0.0	6585.2	0.0	9	1	Y	0.0	0.0	0.0	
8	1	Y	0.0	0.0	0.0	8994.3	0.0	8	1	Y	0.0	0.0	0.0	
7	1	Y	0.0	0.0	0.0	11711.9	0.0	7	1	Y	0.0	0.0	0.0	
6	1	Y	0.0	0.0	0.0	14724.9	0.0	6	1	Y	0.0	0.0	0.0	
5	1	Y	0.0	0.0	0.0	18925.9	0.0	5	1	Y	0.0	0.0	0.0	
4	1	Y	0.0	0.0	0.0	21612.5	0.0	4	1	Y	0.0	0.0	0.0	
3	1	Y	0.0	18240.4	0.0	7206.0	0.0	3	1	Y	0.0	71.7	0.0	
2	1	Y	0.0	21333.3	0.0	8078.4	0.0	2	1	Y	0.0	72.5	0.0	
1	1	Y	0.0	24335.5	0.0	9097.0	0.0	1	1	Y	0.0	72.8	0.0	框支框架倾覆力矩超限

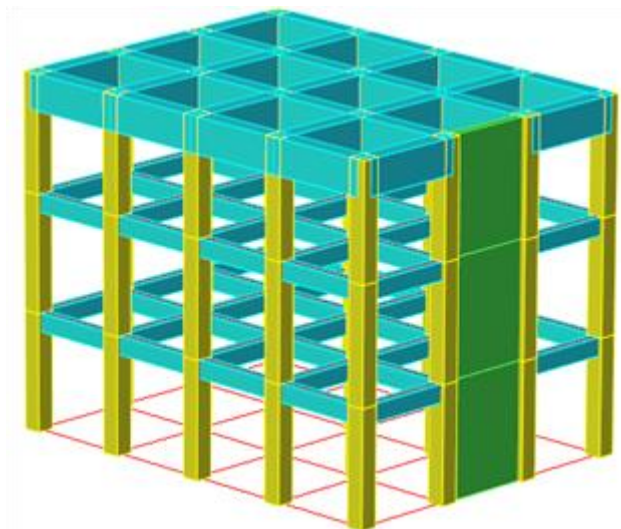
使用 YJK 软件轴力方式计算框架部分的倾覆力矩百分比 91.3%（X 方向）和 72.8%（Y 方向），**该结构方案是无法满足规范要求的，程序自动判断，并输出“框支框架倾覆力矩超限”的提示。**

3）、详解抗规方式

计算框支框架倾覆弯矩比例时，扣除框支层以上楼层的倾覆力矩，仅取框支楼层部分的结果计算，相当于把框支楼层当做隔离体看待。

把上面算例只留下转换层及以下各层，做为一个新的隔离体模型进行计算，我们再看框支框架倾覆力矩的结果。

隔离体模型如下图所示。



框支框架部分倾覆力矩结果
A、抗规统计方法

***** 规定水平力下框架柱、框支框架、短肢墙地震倾覆弯矩 *****								
层号	塔号		框架柱	框支框架	短肢墙	普通墙	其它	合计
3	1	X	0.0	613.6	0.0	153.6	0.0	767.2
2	1	X	0.0	1295.5	0.0	619.1	0.0	1914.6
1	1	X	0.0	2087.1	0.0	1143.3	0.0	3230.4
3	1	Y	0.0	963.8	0.0	68.7	0.0	1032.4
2	1	Y	0.0	2422.2	0.0	188.2	0.0	2610.3
1	1	Y	0.0	4085.3	0.0	354.1	0.0	4439.4

***** 规定水平力下框架柱、框支框架、短肢墙地震倾覆弯矩百分比 *****								
层号	塔号		框架柱	框支框架	短肢墙			
3	1	X	0.0	80.0	0.0			
2	1	X	0.0	67.7	0.0			
1	1	X	0.0	64.6	0.0	框支框架倾覆力矩超限		
3	1	Y	0.0	93.3	0.0			
2	1	Y	0.0	92.8	0.0			
1	1	Y	0.0	92.0	0.0	框支框架倾覆力矩超限		

使用 YJK 软件抗规方式计算框架部分的倾覆力矩百分比 64.6%（X 方向）和 92.0%（Y 方向），该结构方案是无法满足规范要求的，程序自动判断，并输出“框支框架倾覆力矩超限”的提示。

B、全楼模型与只保留转换层及以下楼层的隔离体模型，计算结果对比。

模型	版本号	框支框架倾覆力矩及倾覆力矩百分比				是否提示超限
			倾覆力矩		倾覆力矩百分比 (%)	
整体模型	1.8.2.3	X	6495.1	X	62.4	提示
		Y	10843.8	Y	91.7	
隔离体模型	1.8.2.3	X	2087.1	X	64.6	提示
		Y	4085.3	Y	92.0	

从上表结果可以看出，按抗规方式进行计算，采用全楼模型与采用只保留转换层及转换层以下的隔离体模型，框支框架倾覆力矩百分比结果基本一致。

(2) SATWE 结果输出

PKPM3.1.6 版只提供力学方式统计结果，不提供《抗规》算法结果。

- 结构体系指标及二道防线调整
- 各层规定水平力
- 抗规方式竖向构件倾覆力矩
- 力学方式竖向构件倾覆力矩
- 竖向构件地震剪力
- 转换结构框支柱调整系数

根据《高规》10.2.16-7条规定:框支框架承担的地震倾覆力矩应小于结构总地震倾覆力矩的50%，结构未满足规范要求，具体见下表：

表1 X向静震工况下的倾覆力矩及百分比(单位 kN.m)

层号	合力点坐标(m)		框架柱	短肢墙	普通墙	斜撑	框支框架	总弯矩
	X	Y						
13	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	583.4(100.0%)	0.0(0.0%)		583.4
12	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	1649.9(100.0%)	0.0(0.0%)		1649.9
11	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	3105.1(100.0%)	0.0(0.0%)		3105.1
10	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	4063.2(100.0%)	0.0(0.0%)		4063.2
9	91.2	9.7	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	6851.9(100.0%)	0.0(0.0%)		6851.9
8	91.2	9.7	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	9018.4(100.0%)	0.0(0.0%)		9018.4
7	91.2	9.7	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	11335.2(100.0%)	0.0(0.0%)		11335.2
6	91.2	9.6	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	13804.0(100.0%)	0.0(0.0%)		13804.0
5	91.2	9.5	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	16455.9(100.0%)	0.0(0.0%)		16455.9
4	91.2	9.2	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	19346.8(100.0%)	0.0(0.0%)		19346.8
3	91.2	9.5	22301.6(99.1%)	0.0(0.0%)	198.2(0.9%)	0.0(0.0%)	22301.6*(99.1%)*	22499.8
2	91.2	9.5	24403.9(94.6%)	0.0(0.0%)	1394.1(5.4%)	0.0(0.0%)	24403.9*(94.6%)*	25798.0
1	91.2	9.6	26536.4(91.0%)	0.0(0.0%)	2625.7(9.0%)	0.0(0.0%)	26536.4*(91.0%)*	29162.2

根据《高规》10.2.16-7条规定:框支框架承担的地震倾覆力矩应小于结构总地震倾覆力矩的50%，结构未满足规范要求，具体见下表：

表2 Y向静震工况下的倾覆力矩及百分比(单位 kN.m)

层号	合力点坐标(m)		框架柱	短肢墙	普通墙	斜撑	框支框架	总弯矩
	X	Y						
13	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	456.6(100.0%)	0.0(0.0%)		456.6
12	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	1333.1(100.0%)	0.0(0.0%)		1333.1
11	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	2596.1(100.0%)	0.0(0.0%)		2596.1
10	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	4215.1(100.0%)	0.0(0.0%)		4215.1
9	91.2	9.7	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	6163.7(100.0%)	0.0(0.0%)		6163.7
8	91.2	9.7	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	8419.8(100.0%)	0.0(0.0%)		8419.8
7	91.2	9.7	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	10966.8(100.0%)	0.0(0.0%)		10966.8
6	91.2	9.6	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	13793.5(100.0%)	0.0(0.0%)		13793.5
5	91.2	9.5	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	16894.1(100.0%)	0.0(0.0%)		16894.1
4	91.2	9.2	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	20267.8(100.0%)	0.0(0.0%)		20267.8
3	91.2	9.5	17174.1(71.9%)	0.0(0.0%)	6706.2(28.1%)	0.0(0.0%)	17174.1*(71.9%)*	23880.3
2	91.2	9.5	20006.9(72.5%)	0.0(0.0%)	7598.4(27.5%)	0.0(0.0%)	20006.9*(72.5%)*	27605.3
1	91.2	9.6	22810.8(72.7%)	0.0(0.0%)	8566.2(27.3%)	0.0(0.0%)	22810.8*(72.7%)*	31377.0

(3) PMSAP 结果输出

PKPM3.1.6 中的 PMSAP，也只提供力学方式统计结果。

表1 X向静震工况下的倾覆力矩及百分比(单位 kN.m)

层号	合力点坐标(m)		框架柱	短肢墙	普通墙	斜撑	总弯矩
	X	Y					
13	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	571.7(100.0%)	0.0(0.0%)	571.7
12	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	1653.6(100.0%)	0.0(0.0%)	1653.6
11	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	3150.3(100.0%)	0.0(0.0%)	3150.3
10	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	4975.6(100.0%)	0.0(0.0%)	4975.6
9	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	7058.2(100.0%)	0.0(0.0%)	7058.2
8	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	9345.9(100.0%)	0.0(0.0%)	9345.9
7	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	11810.7(100.0%)	0.0(0.0%)	11810.7
6	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	14452.3(100.0%)	0.0(0.0%)	14452.3
5	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	17295.2(100.0%)	0.0(0.0%)	17295.2
4	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	20389.6(100.0%)	0.0(0.0%)	20389.6
3	91.2	9.8	23668.6(99.6%)	0.0(0.0%)	100.9(0.4%)	0.0(0.0%)	23769.5
2	91.2	9.8	25867.1(94.7%)	0.0(0.0%)	1439.0(5.3%)	0.0(0.0%)	27306.2
1	91.2	9.8	28131.2(91.0%)	0.0(0.0%)	2787.4(9.0%)	0.0(0.0%)	30918.6

表2 Y向静震工况下的倾覆力矩及百分比(单位 kN.m)

层号	合力点坐标(m)		框架柱	短肢墙	普通墙	斜撑	总弯矩
	X	Y					
13	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	459.7(100.0%)	0.0(0.0%)	459.7
12	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	1369.6(100.0%)	0.0(0.0%)	1369.6
11	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	2692.8(100.0%)	0.0(0.0%)	2692.8
10	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	4395.8(100.0%)	0.0(0.0%)	4395.8
9	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	6450.5(100.0%)	0.0(0.0%)	6450.5
8	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	8833.7(100.0%)	0.0(0.0%)	8833.7
7	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	11528.0(100.0%)	0.0(0.0%)	11528.0
6	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	14521.3(100.0%)	0.0(0.0%)	14521.3
5	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	17803.6(100.0%)	0.0(0.0%)	17803.6
4	91.2	9.8	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	21375.2(100.0%)	0.0(0.0%)	21375.2
3	91.2	9.8	17737.5(70.3%)	0.0(0.0%)	7477.1(29.7%)	0.0(0.0%)	25214.6
2	91.2	9.8	20795.9(71.3%)	0.0(0.0%)	8383.6(28.7%)	0.0(0.0%)	29179.5
1	91.2	9.8	23780.0(71.6%)	0.0(0.0%)	9424.6(28.4%)	0.0(0.0%)	33204.6

(4) 结果数据对比分析

对 YJK、SATWE、PMSAP 三个软件计算结果进行对比，如下表所示：

<td rowspan="2" style="background-color:#ffffff;border-bottom-color:#000000;border-bottom-style:double;border-bottom-width:2.25pt;border-left-color:#000000;border-left-style:double;border-left-width

软件及计算方法	版本号	框支框架倾覆力矩及倾覆力矩百分比				是否提示超限
		倾覆力矩		倾覆力矩百分比(%)		
YJK 抗规方法	1.8.2.3	X	6495.1	X	62.4	提示
		Y	10843.8	Y	91.7	

关于友商对 YJK 新增膜单元质疑的回复

随着 YJK 的应用口碑逐年提升，近来友商多次对 YJK 程序提出了公开质疑。首先这里表明一下态度：本着为用户负责的态度，盈建科会慎重对待这些质疑，也欢迎友商或各方用户进一步给我们提意见，我们秉承“有则改之，无则加勉”的态度，让 YJK 产品接受更多的考验，使产品更加完善。

以下内容是此前友商官方发在土木吧、微信公众号“YJK 推荐的新膜元是错误的？”回复。

一、PKPM 原文摘要

标题：YJK 推荐的新膜元是错误的？

1、引言

结构分析和设计应该致力于保障结构安全，追求理性和科学。作为设计软件，坚持这样的原则也是必要的。最近 YJK 提供了一种新的 NQ6Star 单元，宣传材料称可以使边框柱的内力计算更合理，作为新技术引导用户使用(如图 1 所示)。就这一问题，我们本着对科学的执着，对结构工程师负责的态度，客观分析 YJK 的这一改进。

2、简析

首先，建立一个简单的模型查看 YJK 推荐的方法是否合理。这种单元的计算结果是否可靠，应满足计算结果具有收敛性。图 2 为一 12 层剪力墙结构模型，我们分别采用 SATWE 的经典膜元和 YJK 推荐的改进膜元（NQ6Star），其他所有条件均相同的模型进行对比。

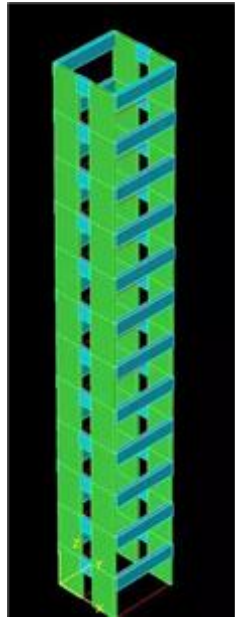


图 2 模型

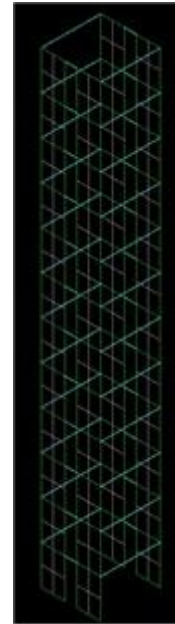


图 3 计算模型

为了保证计算具有可对比性，首先对比两个模型的计算模型是否一致，经对比，两个模型的计算模型一致（如图 3 所示），可以从图中看到，墙是按照壳单元进行计算的，连梁是按照杆单元进行计算的。

通过计算，得到以下计算结果。表 1 为 X 向第一周期随着墙单元网格从小到大变化的趋势，表 2 为风荷载下顶点位移随着墙单元网格从小到大变化的趋势。

表 1 X 向第一周期

	风荷载	
	0.3m 网格	0.5m 网格
SATWE 经典膜元	0.947s	
YJK-NQ6Star 单元	1.204s	

表 2 风荷载下顶点位移

	风荷载	
	0.3m 网格	0.5m 网格
SATWE 经典膜元	4.44	
YJK-NQ6Star 单元	6.92	

从联肢墙面内周期和位移结果可以看出，SATWE 经典膜元结果随网格加密变化很小，呈现收敛趋势。而按照 YJK 推荐新单元的结果没有呈现收敛趋势。

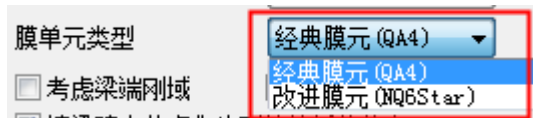
3、结论

综上所述，YJK 新单元 NQ6Star 不具备收敛性，因网格变化产生的刚度误差可超过 50%，使用起来相当危险。如不慎误用，可能导致很不合理的结构方案。既然这种单元的计算正确性都不能保证，当然也谈不上使边框柱的内力计算更合理。本着为用户负责的角度，应尽量避免把不成熟的方法推荐给用户。

二、YJK 回复

1、YJK 膜单元介绍

YJK 提供经典膜单元、改进膜单元（NQ6star）供用户选择，默认为“经典膜单元”。



YJK 提供不同力学单元是为了增加软件的适用性，比如计算温度荷载时，采用 NQ6star 单元和 Etabs 的结果更接近。

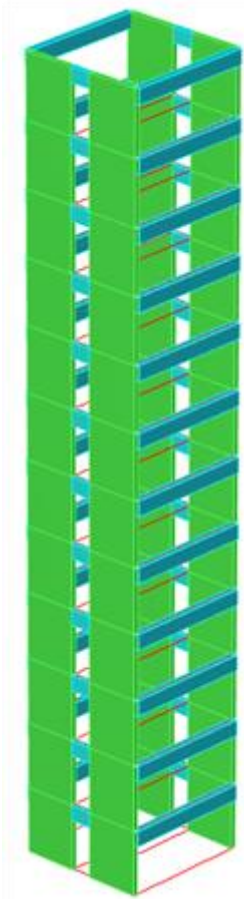
YJK 提供的 NQ6star 单元改进了经典膜元的转角自由度，可以通过直接的测试算例证明。在友商原文算例的模型中，对结果起显著控制作用的是罚单元等梁墙连接关系的处理手段，而非膜单元特性。

众所周知，框架单元与（墙）膜单元相连时，其连接约束处理是一个典型的难题。一般会采用罚单元、MPC 约束关系等进行处理，但是对于梁高度等因素，各软件的处理都不能尽善尽美，我们也在不断探索改进。

本文暂时不讨论技术细节以及其合理与否，仅通过原文中的测试例题验证各软件的计算结果趋势。结果表明，YJK 经典膜元、YJK 改时膜元（NQ6star）、PMSAP 经典膜元、SATWE 经典膜元在不同墙元细分最大控制长度下的趋势一致，并且 SATWE 与 PMSAP 的结果对于不同单元精度差异更大。但无论如何无法重现友商原文中所提 SATWE 计算结果不随网格尺寸变化的现象。

2、例题验证分析

以下为参照原文所建立的验证模型，采用不同的网格尺寸对比不同软件的周期差异。



表一 不同墙元细分最大控制长度计算所得第一周期结果

膜单元 类型	版本号	不同墙元细分最大控制长度计算所 得 第一周期值 (S)				差异 率 (0.3- 2)/2*100%
		0.3 M	0.5 M	1.0 M	2.0 M	
YJK 经典膜 元	1.8.2.3	3.6571	3.3238	3.1549	2.9427	24.28%
YJK NQ6Star 单元	1.8.2.3	3.6567	3.3233	3.1547	2.9423	24.28%
PMSAP 经典膜 元	V3.1.6	3.6297	3.2703	2.9713	2.7164	33.62%

SATWE 经典膜元	V3.1.6	3.2279	3.0789	2.9889	2.3786	35.71%
---------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

在此验证算例中，YJK 经典膜元、YJK 改进膜单元（NQ6Star）、PMSAP 经典膜元、SATWE 经典膜元在 2.0m~0.3m 网格尺寸下的结果变化规律一致，周期随着网格尺寸的减小而增大。并且 SATWE 与 PMSAP 对比 0.3M 与 2M 的差异率比 YJK 还高出 10 个百分点。

以下是 YJK 经典膜元、YJK 改进膜单元（NQ6Star）、PMSAP 经典膜元、SATWE 经典膜元在风荷载作用下结构顶点位移结果。

表二 不同墙元细分最大控制长度计算所得 X 向风荷载作用下顶点位移结果

膜单元类型	版本号	不同墙元细分最大控制长度计算所得 X 向风荷载作用下顶点位移值 (mm)				差异率 (0.3-2)/2*100%
		0.3M	0.5 M	1.0 M	2.0 M	
YJK 经典膜元	1.8.2.3	8.43				

[下载：对“YJK 软件的若干问题”的回复文档](#)

对 PKPM“YJK 软件的若干问题”的 回复

以下对“YJK 软件的若干问题”简称“原文”。

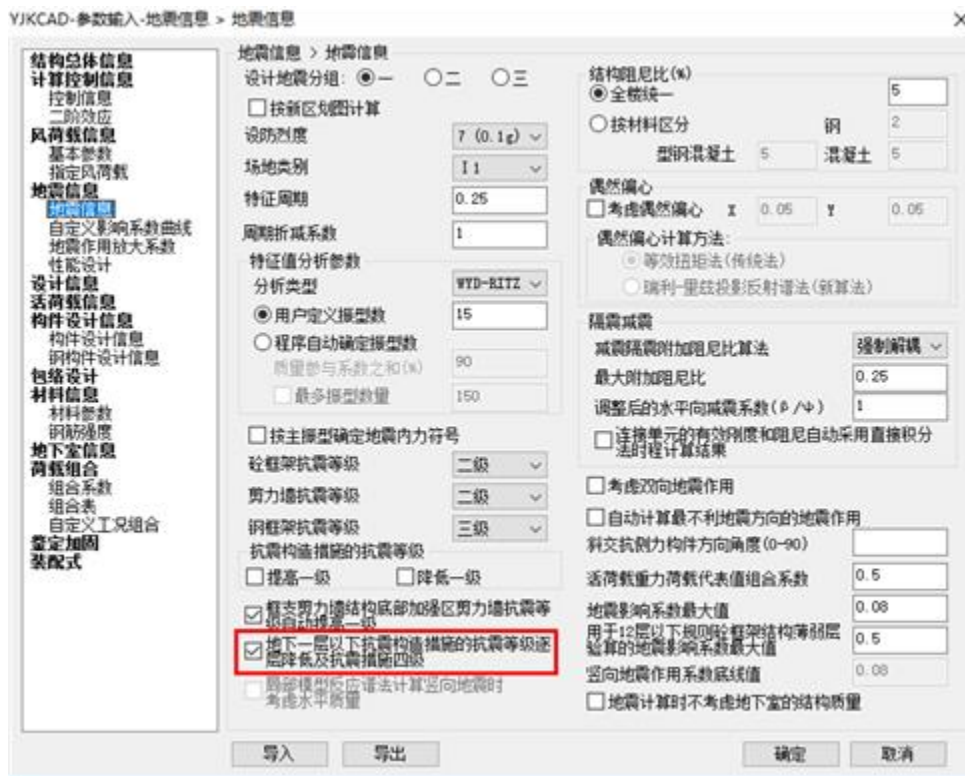
一、地下室抗震等级默认值如何取

原文认为，YJK 在地震信息中设置的参数“地下一层以下抗震构造措施的抗震等级逐层降低及抗震措施四级”选项没有规范依据，实际上该选项是基于如下规范条文：

《抗震规范》6.1.3 条条文说明中指出“地面以下地震响应逐渐减小，规定地下一层的抗震等级不能降低；而地下一层以下不要求计算地震作用，规定其抗震构造措施的抗震等级可逐层降低。”

《建筑抗震设计规范应用与分析》一书中对 6.1.3 条也做出相应说明“地下室的抗震等级与上部结构不完全一致，当地下室顶板作为上部结构的嵌固部位时，地下一层作为上部结构竖向构件的延伸和锚固区域，其抗震等级对应于上部结构首层的抗震措施和抗震构造措施要求，地下一层以下的楼层一般不要求计算地震作用，其抗震等级仅对应于抗震构造措施的要求。”

因此，YJK 在地震信息中软件设置了参数“地下一层以下抗震构造措施的抗震等级逐层降低及抗震措施四级”勾选项，用户可通过此参数确定地下一层以下部分构件的抗震等级。



这样的设置是一个选项，如果用户认为地下一层以下的楼层不需要计算地震作用，可以勾选此参数。如果用户不这样认为，可以不勾选此项，软件将按一般楼层要求设置默认的地下室各层的抗震等级和抗震构造措施的抗震等级，并在特殊构件定义时按构件设置需要的抗震等级等等。

二、是否可以不考虑地下室楼层质量

“不考虑地下室质量”在 YJK 软件中是一个用户选项，默认不勾选。

本选项由工程师控制，用于处理一些特殊结构的计算，类似这样的选项在一些著名软件中也有设置。

YJK 软件功能越来越强大，并不是只能计算一些简单常规工程，软件提供一些灵活选项满足工程师对计算过程的控制需求，是非常有必要的。

每个选项都有各自的适用场景，利用特意构造的错误场景结果来论证一些选项所谓的不合理，这是一个思维逻辑错误。

三、有效质量系数计算是否考虑地下室

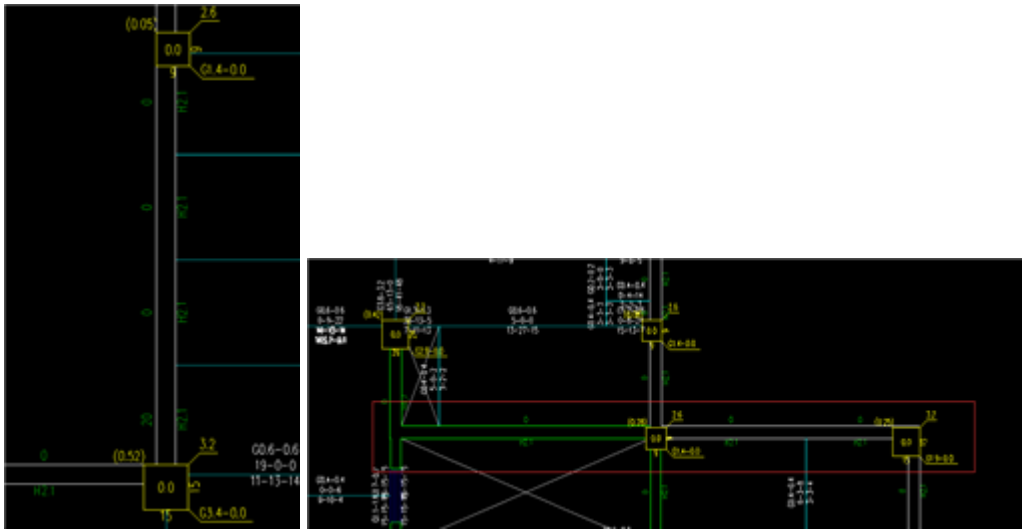
YJK 认为，有效质量系数计算时候采用的质量与整体模态分析时候应该保持一致。

原文认为的对于整体模态分析时候采用全楼质量，有效质量系数计算时只考虑嵌固端以上部分的理论，我们没有找到相关依据，不做评论。

但根据一些带地下室的算例结果，传统软件在有效质量系数结果达到 99% 的时候，继续增加振型数，层剪力仍然可能大幅度增加，由此推论其在有效质量系数计算过程中存在错误或不合理之处，影响结构安全。

四、地下室外墙的施工缝验算问题

地下室外墙通常较长，且无洞口，按照常规的墙柱生成规则，可能会生成一片较长的直墙柱，按照长度为十几米甚至几十米的墙柱采用平截面假定计算配筋，显然失真。因此软件按照建模节点生成墙柱，并分段计算配筋，常规的配筋结果如下图所示：



而对于施工缝验算，如果也采用分段方式验算，可能结果不合理，比如右图的情况，因此软件将同一直线上的各墙段串起来看成一个整体进行验算。

这种算法也是基于同一直线上连续剪力墙的施工缝也应是连续的情况。

五、采用“内力方式”计算剪重比的问题

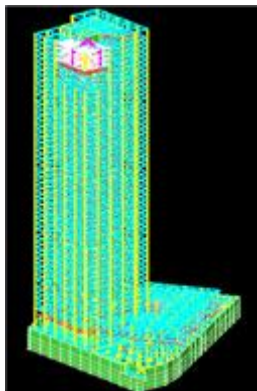
YJK 中提供了“按竖向构件内力统计层水平荷载剪力”的选项，默认不勾选。

类似这样的选项在一些著名软件中也有设置。

勾选之后，对于地震作用下的剪力将依照竖向构件的水平剪力进行统计，不勾选时候为对地震作用进行统计。

采用“内力”法统计，可更合理计算有地下室侧土弹簧，跃层不打断斜撑等情况下的剪力。

此外，Etabs 软件即采用的竖向构件内力统计的层水平剪力。



YJK 勾选“按竖向构件内力统计层水平荷载剪力”，比常规软件计算出的剪重比大 3-9%，

	剪力	剪重比	YJK	PKPM		剪力	剪重比	YJK	PKPM	
15	剪力				5.98%	剪力				6.40%
15	剪重比				5.59%	剪重比				6.55%
16	剪力	0.60%	10977.48	10977.48	6.02%	剪力	10207.32	10885.29	10885.29	6.64%
16	剪重比	0.60%			5.33%	剪重比	0.59%	0.63%	0.63%	6.27%
17	剪力	10242.55	10859.71	10859.71	6.03%	剪力	10089.01	10780.30	10780.30	6.85%
17	剪重比	0.61%	0.64%	0.64%	5.25%	剪重比	0.60%	0.64%	0.64%	6.17%
18	剪力	10141.05	10756.71	10756.71	6.07%	剪力	9985.22	10684.89	10684.89	7.01%
18	剪重比	0.62%	0.65%	0.65%	5.32%	剪重比	0.61%	0.65%	0.65%	6.39%
19	剪力	10036.22	10660.42	10660.42	6.22%	剪力	9881.21	10584.23	10584.23	7.11%
19	剪重比	0.63%	0.67%	0.67%	5.71%	剪重比	0.62%	0.66%	0.66%	6.61%
20	剪力	9918.00	10557.68	10557.68	6.45%	剪力	9764.37	10468.17	10468.17	7.21%
20	剪重比	0.64%	0.68%	0.68%	5.94%	剪重比	0.63%	0.67%	0.67%	6.83%
21	剪力	9784.88	10431.52	10431.52	6.61%	剪力	9630.73	10334.16	10334.16	7.30%
21	剪重比	0.65%	0.69%	0.69%	6.15%	剪重比	0.64%	0.68%	0.68%	6.88%
22	剪力	9643.45	10305.19	10305.19	6.86%	剪力	9486.75	10204.22	10204.22	7.56%
22	剪重比	0.66%	0.70%	0.70%	6.52%	剪重比	0.65%	0.70%	0.70%	7.08%
23	剪力	9588.46	10102.64	10102.64	6.70%	剪力	9309.14	10068.65	10068.65	8.16%
23	剪重比	0.67%	0.71%	0.71%	6.57%	剪重比	0.66%	0.71%	0.71%	7.88%
24	剪力	9327.71	9938.55	9938.55	6.55%	剪力	9177.48	9954.96	9954.96	8.47%
24	剪重比	0.68%	0.72%	0.72%	6.47%	剪重比	0.67%	0.72%	0.72%	8.21%
25	剪力	9177.49	9779.00	9779.00	6.55%	剪力	9046.20	9827.90	9827.90	8.64%
25	剪重比	0.69%	0.73%	0.73%	6.38%	剪重比	0.68%	0.74%	0.74%	8.53%
26	剪力	9014.61	9619.05	9619.05	6.71%	剪力	8906.33	9684.47	9684.47	8.74%
26	剪重比	0.70%	0.75%	0.75%	6.43%	剪重比	0.69%	0.75%	0.75%	8.84%
27	剪力	8843.97	9457.48	9457.48	6.94%	剪力	8755.23	9527.62	9527.62	8.82%
27	剪重比	0.71%	0.76%	0.76%	6.62%	剪重比	0.70%	0.76%	0.76%	8.86%
28	剪力	8672.83	9284.74	9284.74	7.06%	剪力	8596.32	9358.28	9358.28	9.01%
28	剪重比	0.72%	0.77%	0.77%	6.67%	剪重比	0.71%	0.77%	0.77%	8.90%
29	剪力	8507.89	9101.92	9101.92	6.98%	剪力	8439.79	9190.60	9190.60	9.17%
29	剪重比	0.73%	0.78%	0.78%	6.71%	剪重比	0.72%	0.79%	0.79%	8.89%
30	剪力	8350.67	8915.46	8915.46	6.76%	剪力	8291.99	9029.53	9029.53	8.11%
30	剪重比					剪重比	0.74%	0.80%		

YJK 结果和 Etabs 对比，下图，结果基本一致。

	剪力	剪重比	YJK	etabs		剪力	剪重比	YJK	etabs	
15	剪力				-1.07%	剪力				-1.27%
15	剪重比				-4.91%	剪重比				-4.46%
16	剪力	11122.46	10980.00	10980.00	-1.28%	剪力	11081.28	10920.00	10920.00	-1.46%
16	剪重比	0.64%	0.60%	0.60%	-6.25%	剪重比	0.64%	0.60%	0.60%	-5.96%
17	剪力	11007.68	10840.00	10840.00	-1.52%	剪力	10980.90	10800.00	10800.00	-1.65%
17	剪重比	0.65%	0.60%	0.60%	-7.83%	剪重比	0.65%	0.60%	0.60%	-7.55%
18	剪力	10906.73	10730.00	10730.00	-1.62%	剪力	10889.08	10700.00	10700.00	-1.74%
18	剪重比	0.66%	0.70%	0.70%	5.74%	剪重比	0.66%	0.70%	0.70%	5.90%
19	剪力	10811.31	10620.00	10620.00	-1.77%	剪力	10791.30	10590.00	10590.00	-1.87%
19	剪重比	0.68%	0.70%	0.70%	3.70%	剪重比	0.67%	0.70%	0.70%	3.86%
20	剪力	10708.31	10520.00	10520.00	-1.76%	剪力	10678.02	10470.00	10470.00	-1.95%
20	剪重比	0.69%	0.70%	0.70%	1.74%	剪重比	0.69%	0.70%	0.70%	2.04%
21	剪力	10585.94	10390.00	10390.00	-1.85%	剪力	10546.63	10330.00	10330.00	-2.05%
21	剪重比	0.70%	0.70%	0.70%	-0.14%	剪重比	0.70%	0.70%	0.70%	0.29%
22	剪力	10453.14	10250.00	10250.00	-1.94%	剪力	10422.12	10190.00	10190.00	-2.23%
22	剪重比	0.71%	0.70%	0.70%	-1.82%	剪重比	0.71%	0.70%	0.70%	-1.55%
23	剪力	10249.15	10060.00	10060.00	-1.85%	剪力	10297.91	10020.00	10020.00	-2.70%
23	剪重比	0.72%	0.70%	0.70%	-3.31%	剪重比	0.73%	0.70%	0.70%	-3.85%
24	剪力	10085.39	9890.00	9890.00	-1.94%	剪力	10190.52	9883.00	9883.00	-3.02%
24	剪重比	0.73%	0.70%	0.70%	-4.63%	剪重比	0.74%	0.70%	0.70%	-5.66%
25	剪力	9926.30	9724.00	9724.00	-2.04%	剪力	10065.33	9740.00	9740.00	-3.23%
25	剪重比	0.75%	0.70%	0.70%	-6.04%	剪重比	0.76%	0.70%	0.70%	-7.41%
26	剪力	9765.59	9562.00	9562.00	-2.08%	剪力	9921.83	9582.00	9582.00	-3.43%
26	剪重比	0.76%	0.70%	0.70%	-7.53%	剪重比	0.77%	0.70%	0.70%	-8.97%
27	剪力	9603.07	9401.00	9401.00	-2.10%	剪力	9764.44	9411.00	9411.00	-3.62%
27	剪重比	0.77%	0.80%	0.80%	4.17%	剪重比	0.78%	0.80%	0.80%	2.43%
28	剪力	9428.34	9232.00	9232.00	-2.08%	剪力	9592.85	9233.00	9233.00	-3.75%
28	剪重比	0.78%	0.80%	0.80%	2.56%	剪重比	0.79%	0.80%	0.80%	0.88%
29	剪力	9243.07	9052.00	9052.00	-2.07%	剪力	9421.96	9061.00	9061.00	-3.83%
29	剪重比	0.79%	0.80%	0.80%	1.14%	剪重比	0.81%	0.80%	0.80%	-0.74%
30	剪力	9053.97	8867.00	8867.00	-2.07%	剪力	9256.41	8899.00	8899.00	-3.86%
30	剪重比	0.80%	0.80%	0.80%	-0.25%	剪重比	0.82%	0.80%	0.80%	-2.44%

六、关于 YJK 新增膜单元的测试

YJK 提供的 N6star 单元改进了经典膜元的转角自由度，可以通过直接的测试算例证明。在原文例的模型中，对结果起显著控制作用的是罚单元等梁墙连接关系的处理手段，而非膜单元特性。

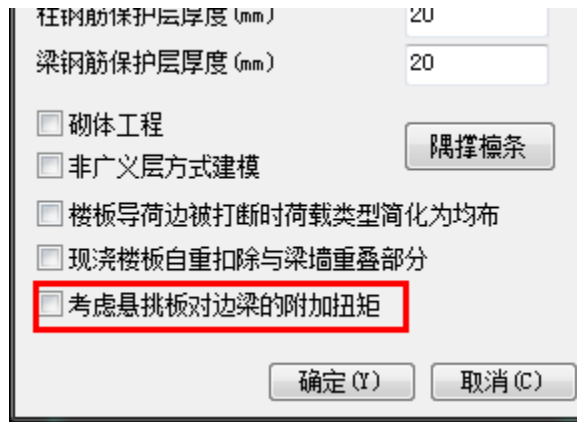
提供不同力学单元是为了增加软件的适用性，比如计算温度荷载时，采用 N6star 单元和 Etabs 的结果更接近。

此外，在验证算例中，SATWE、YJK 经典膜单元、YJK N6Star 单元在 2.0m-0.3m 网格尺寸下的结果变化规律一致。SATWE 周期增加幅度为 19.9%，YJK N6Star 增加幅度为 17.5%。无法重现原文案例中的结论。

七、悬挑板导荷问题

原文中指出“YJK 中悬挑板导向边梁的荷载总是包含扭矩”。

实际上，YJK 在建模菜单的必要参数中设置了参数“考虑悬挑板对边梁的附加扭矩”，并且该选项默认为不勾选状态。



八、框支框架的倾覆力矩计算方法

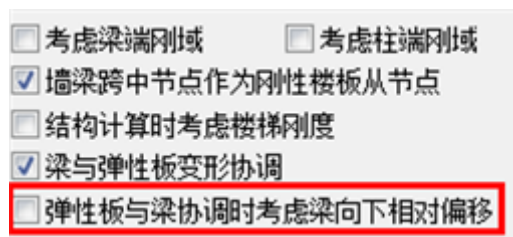
原文认为：框支转换结构是明显的强耦合结构，唯有“轴力方式”能够正确计算倾覆力矩。

首先说明一下框架倾覆弯矩的计算方法，按照规范的规定，框架倾覆弯矩的计算方法为每层框架部分剪力乘以层高并逐层叠加求得。至于轴力方式，《工程抗震与加固改造》第 34 卷第 4 期的“建筑抗震设计规范 GB50011-2010 问题解答(三)”中给予了解释，并说明：“规范对结构底层框架部分的倾覆力矩分担比例提出要求，实质上是为了控制框架与抗震墙侧向刚度的相对大小。因此，实际工程应以规范公式的计算结果为准”。《建筑结构》第 47 卷第 9 期的“框架-剪力墙结构中框架承担倾覆力矩的计算方法及应用”也分析了抗规方法和轴力方法的差异性，最终也是建议在计算框架-剪力墙结构中框架承担的底部总倾覆力矩比例时，采用抗规方法。

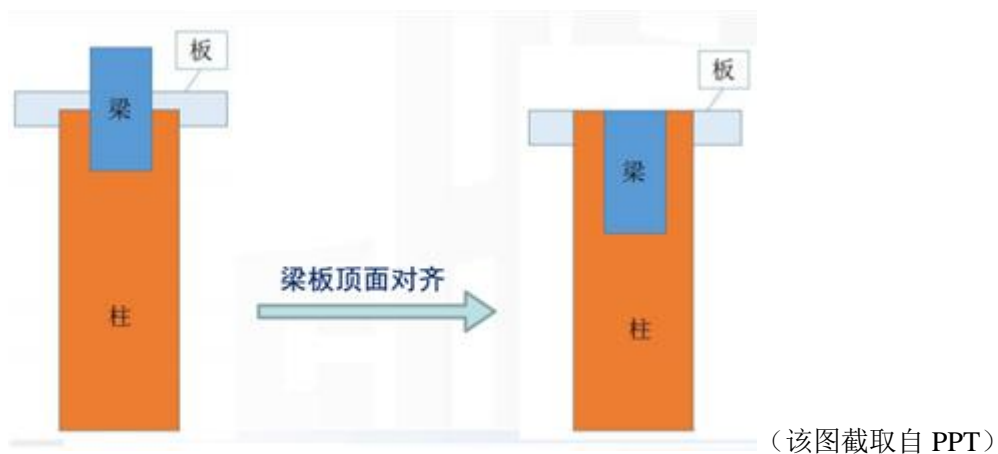
再说部分框支剪力墙结构，由于框支框架仅在框支楼层存在，如果硬套抗规公式，则会得出框支框架承担的倾覆弯矩比例很小（按极端的全部楼层竖向构件均为框支柱来考虑，硬套公式的倾覆弯矩比例亦是如此），因此软件提出了计算框支框架倾覆弯矩比例时，扣除框支层以上楼层的倾覆力矩，仅取框支楼层部分的结果计算。《建筑结构》第 47 卷第 9 期的“部分框支剪力墙结构中框支框架承担倾覆力矩的计算方法及应用”中指出了直接套用抗规公式是不适用的；按轴力方法统计，由于力学方法的计算假定与抗规方法不一致，以其结果来判断框支层是否属于少墙框架结构，与规范判断准则有一定的差异。文章中给出了取底部框支框架部分作为隔离体进行分析的方法，与软件的计算方法在思路上一致的。

九、设计梁时如何考虑板的共同工作

原文中所指，应该针对的是 YJK 中提供的下图所示的选项：

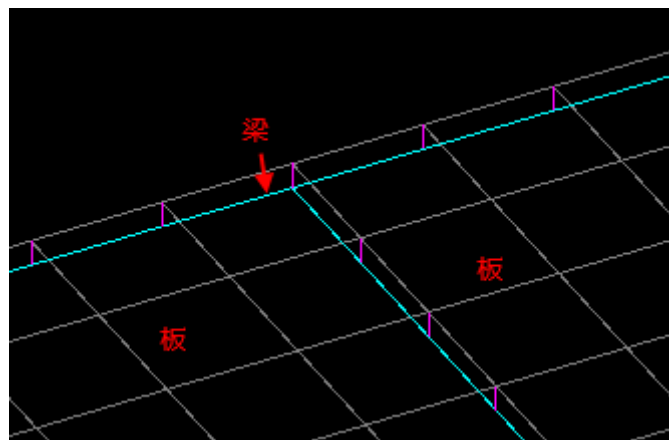


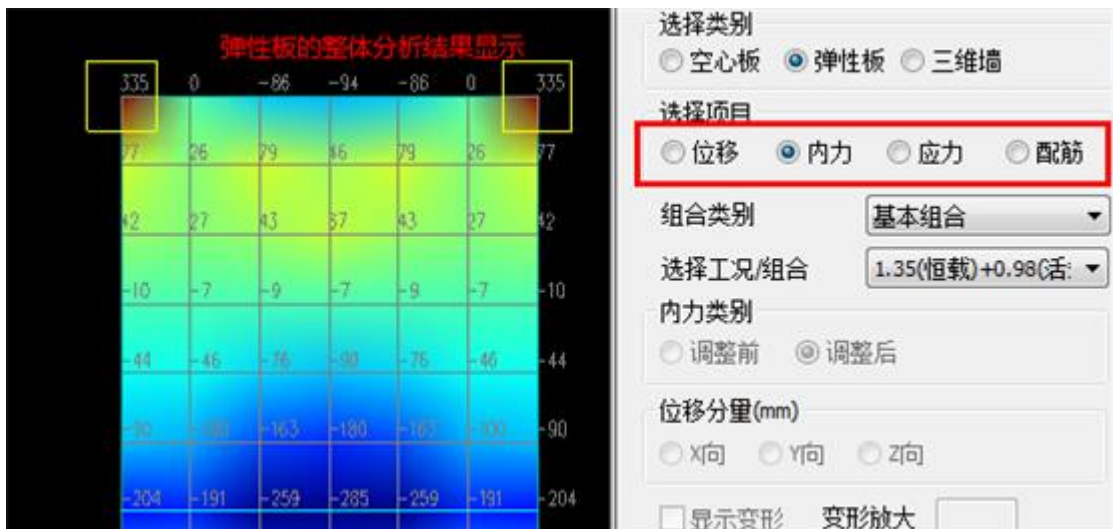
1. 首先，原文中指出“PKPM 先于 YJK 近 10 年提供了此种方法（PMSAP），一直建议用户谨慎用于设计，YJK 则作为一个重点向用户推介”——也就是说该功能是 PKPM 中和 YJK 中同时存在的功能；另外需注意，在 YJK 中，如上图所示，软件对该选项默认是不勾选的。
- 2.
3. 原文中也同时说明了之所以建议用户谨慎使用该选项的几点顾虑。而作为结构设计程序本身而言，此选项是对计算模型的一个必要的补充（见下图所示，若不勾选该选项，则实际计算模型等同左图），也并不违背规范的条文，甚至可视为是对《混规》5.2.4 条的一种实现方法的延伸。
- 4.



5.2.4 对现浇楼盖和装配整体式楼盖，宜考虑楼板作为翼缘对梁刚度和承载力的影响。梁受压区有效翼缘计算宽度 b_f 可按表

3. 至于当考虑梁板相对偏移时（即原文中所说的梁板共同作用）板的受力分析，由于 YJK 的整体分析中可以给出板的计算和设计结果，并且该结果可以在板施工图中最终影响板的配筋（板施工图中提供了读取该计算结果的参数），因此体系上是完整的。
- 4.





十、转换层上下刚度比、剪切刚度计算

SATWE 的转换层上下刚度比计算，之前一直采用的是异于高规附录 E.0.2 模型的刚度串模型，即先将结构各层的侧向刚度求倒数，得出位移后再求和，然后再求倒数得到上部或下部结构的刚度，从而得到等效侧向刚度比。该方法明显缺点是不考虑转换构件的刚度贡献。

YJK 自推出时，即摒弃了这种不按规范模型的方法，一直参照高规附录 E.0.2 给出的示意模型进行高位转换刚度比计算。该示意模型并没有要求模型的顶部加上约束。YJK 的大量用户工程实例表明，YJK 的计算方法并没有如原文所述失去指标控制意义。

SATWE 最近版本推出了基于高规附录 E.0.2 模型的等效侧向刚度比计算选项，并指出模型顶部应该考虑结构的约束，这种约束并不是规范的明确要求，原文也未明示具体应是何种约束。

用的是用刚度串模型，即先将上部或下部结构各层的侧向刚度求倒数，得出位移后再求和，然后再求倒数得到上部或下部结构的刚度，从而得到上部或下部结构的等效侧向刚度比，这与高规附录 E.0.2 建议的方法有些不同。

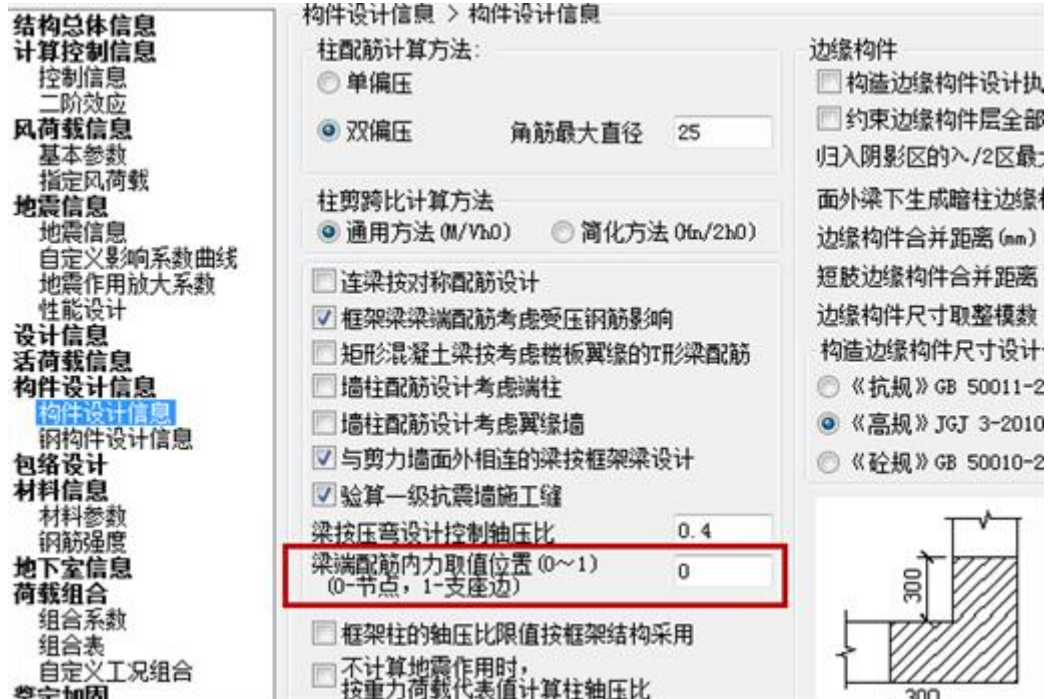
《高规》附录 E 中规定了柱剪切刚度的计算方法，并根据柱截面高度与柱高的关系对剪切刚度进行调整，但对于型钢砼柱的剪切刚度计算无明确规定。软件在计算型钢砼柱剪切刚度时，先分别根据砼与内含型钢计算剪切刚度；在计算调整系数时，考虑到型钢受到外周砼的包裹，截面高度均取型钢砼截面的外轮廓高度，而不是型钢自身高度。

十一、梁端配筋内力取值位置辨析

原文认为：不考虑梁端刚域、梁端设计弯矩取在柱边是错误的、总是不安全的。

《抗震规范》6.3.3 条文说明中指出：“计算梁端截面纵向受拉钢筋时，应采用与柱交界面的组合弯矩设计值...”。

YJK 软件提供了梁端内力取值位置，供用户选择使用，默认值为 0。



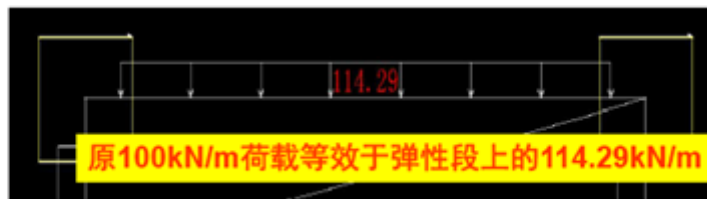
填写该参数时，一般用户填写小于 1 的数值，如 0.8，软件将取 0.8 倍柱宽处的弯矩设计梁的配筋。

十二、YJK 考虑梁端刚域时的计算错误

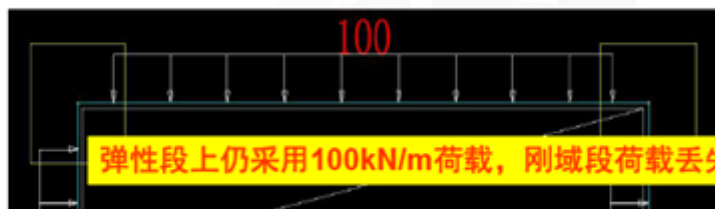
原文中认为，YJK 在勾选考虑梁端刚域后，计算模型中刚域段的荷载被忽略了，如下为原文中的截图所示——

- 原因：YJK 丢失了刚域段的荷载！
- 相当于取如下模型：

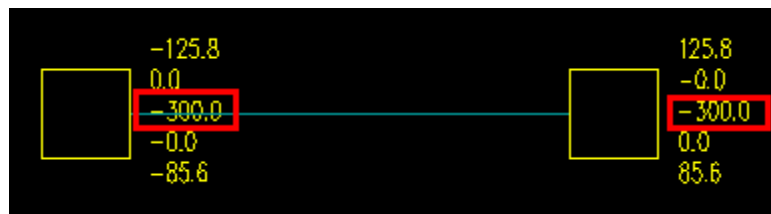
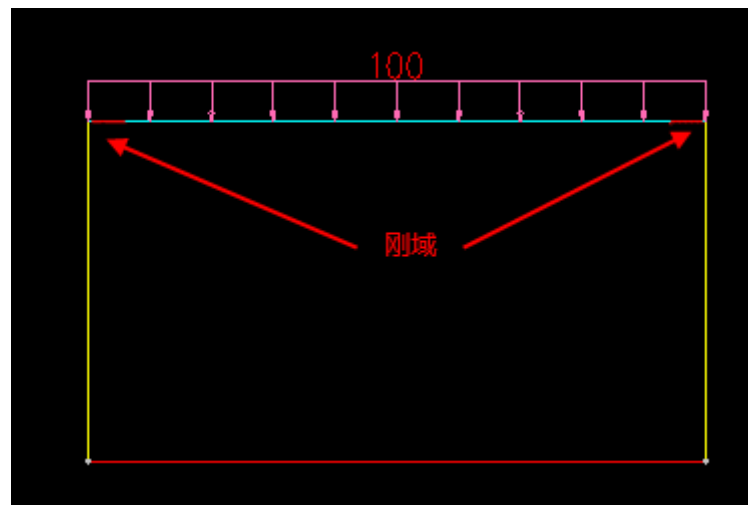
• SATWE



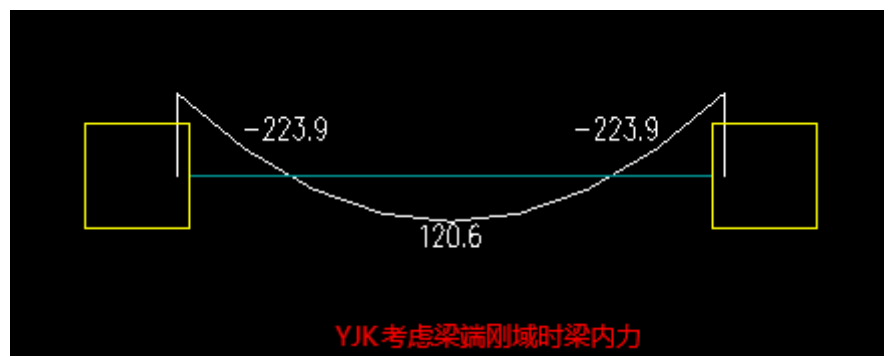
• YJK

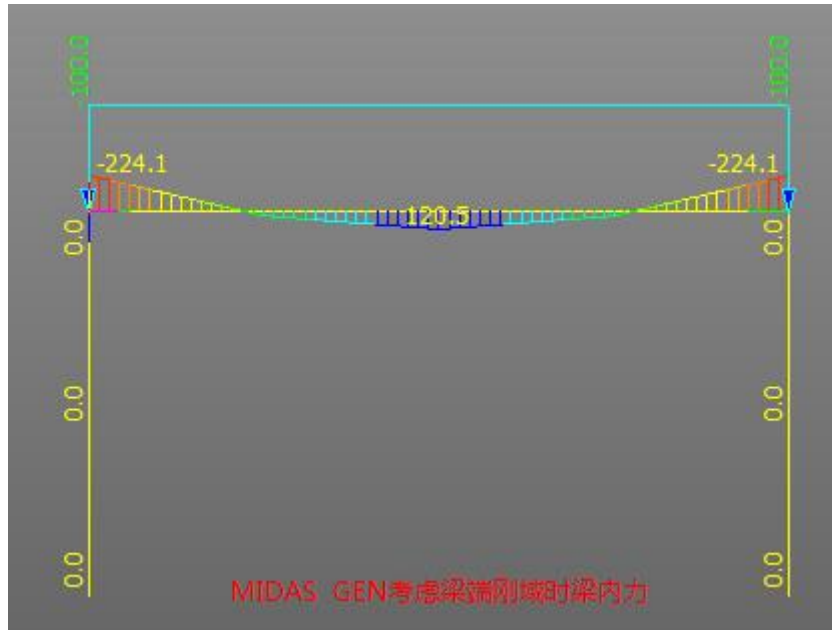


但实际上，YJK 的计算模型如下图所示，并没有丢失刚域段的荷载，荷载无论是数值还是作用范围都与建模模型保持一致，并且刚域上的荷载仍将传至柱上。6 米跨的梁加载 100kN/m 荷载，柱底轴力两边各 300kN，是正确的。



至于此时梁的内力，在上述计算模型和荷载分布方式下，YJK 与 MIDAS GEN 的对比如下：





十三、坡屋面位移比计算辨析

从规范位移比统计的基本要求来说，错层、坡屋面本身已不满足位移比统计前提（错层结构宜按分块楼板统计，可使用软件的围区统计工具）。

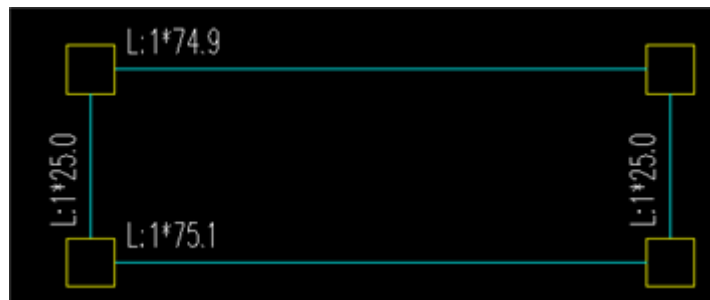
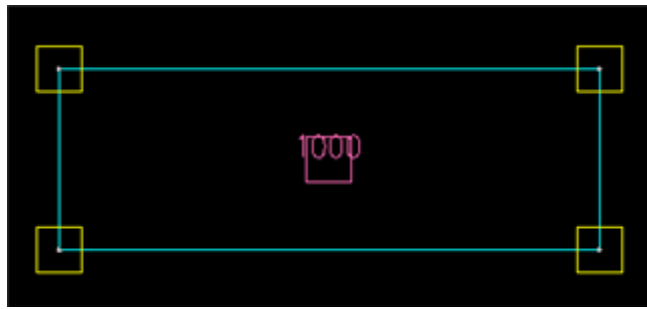
但是审图和设计人员，仍要求软件提供这些部位的位移比指标。软件根据大量的实际工程计算效果，给出了过滤较短竖向构件、将位移差换算到统一高差水平上等处理手段，目的无非是想尽量得出相对合理的位移比指标。

原文不同意 YJK 的这种处理手法，原文自己另外提出了一套坡屋面位移比的计算公式，但是这样的新公式还有待于规范和审图专家的认可。

[下载：对“YJK 软件的若干问题”的回复文档](#)

关于“详细论证 YJK 的局部导荷是否正确”的回复

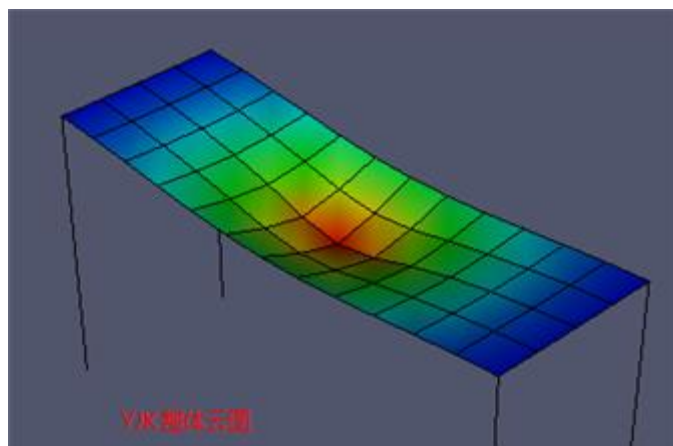
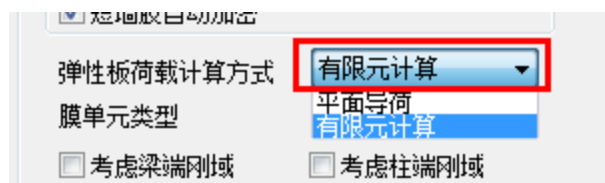
1、首先打开 YJK 软件，建立一个如原文中所述的模型，经过楼面导荷后，结果如下图所示：



两方向边上的均布荷载值并不一致，长边荷载明显大于短边荷载。

在默认的刚性板模型中，YJK 的板间荷载导算使用的虽然是简化算法，但同样考虑了荷载位置和导荷边位置的影响，并不是原文中所述的那样。

2、除了以上所说的导荷方式外，YJK 还提供了弹性板导荷方式，可以在计算模型中直接将集中荷载或线荷载加载至弹性板上，该方式无论是在 YJK 的整体计算中还是板分析中都支持，其无论对于梁还是板的计算都是更准确的。对于板间荷载影响较大或比较重要的局部，用户完全可以选择这种更精确的方式进行计算或核对。



回复 PKPM 《V3 系列 JCCAD 与 YJK 软件功能对比》

北京盈建科软件股份有限公司

一、网格划分对比

1、承台和筏板厚薄交接部位的变形协调问题

YJK 承台和筏板厚薄交接部位不存在变形不协调现象。附录 A 给出了 10 个承台和筏板共存的实例模型，三维位移图表明，没有出现《功能对比》一文所述的承台、筏板脱开的现象。

早期版本的 YJK，个别工程确实出现过承台、筏板脱开的现象，当时的解决办法是：一方面建议用户调整网格划分的控制长度和控制误差，例如控制长度从 1m 调整为 0.8m、控制误差从 100mm 调整为 50mm；另一方面，YJK 研发部也及时优化了网格划分的算法。从优化的效果看，原先出现问题的个别工程，即使采用默认的控制长度（1m）和控制误差（50mm），也不会再出现承台、筏板脱开的现象。

2、网格自动加密功能

从两方面说明自动加密是否必要。

（1）柱、墙、桩局部位位置加密

筏板网格划分是否需要局部加密取决于柱、墙、桩等构件的处理方式：

— PKPM 将柱、墙位置的筏板按罚单元计算，将桩和节点视为一对一关系，所以需要局部加密。

— YJK 没有罚单元，将桩和节点视为一对多关系，所以不需要局部加密。

YJK 不采用罚单元的原因是为了保证网格的均匀性，尽量避免三角形单元和畸变较大的四边形单元。如果采用罚单元，尺寸较小的罚单元（一般小于 0.5 米）和尺寸较大的板单元（1~2 米）之间需要通过共用节点实现变形协调。为了共用节点以实现变形协调，只能增加三角形单元数目和改变四边形角度。**在不采用罚单元的前提下，YJK 通过其他途径减小柱下应力集中**：1) 将柱荷载分散到多个节点上，2) 对柱底峰值弯矩乘以折减系数，3) 采用单元平均弯矩进行配筋设计。此外，**YJK 能将桩和节点视为一对多关系的实质原因是在桩刚度分配上提供了与之相匹配的、合理的算法**。附录 B 给出了详细的技术条件。

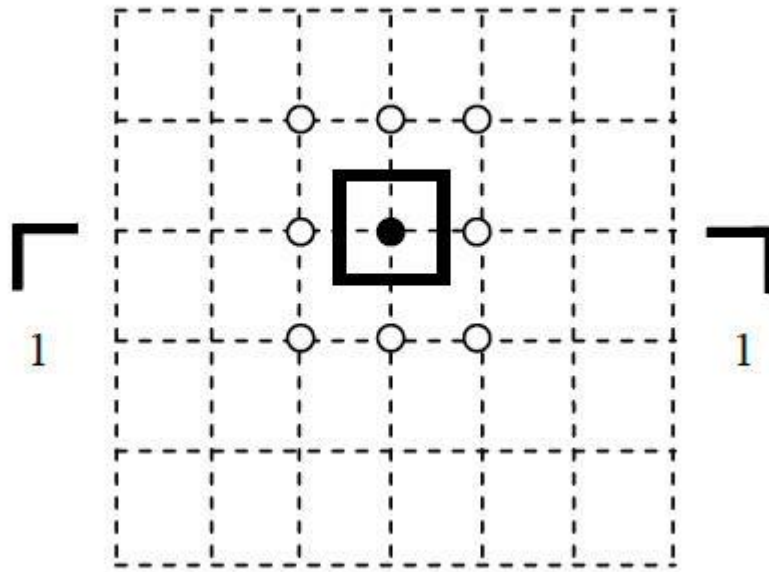
(2) 尺寸较小的独基、承台、筏板自动加密

小尺寸构件采用小尺寸的单元才能达到足够的计算精度。尺寸较小的独基、承台和筏板，YJK 的网格划分会自动加密。

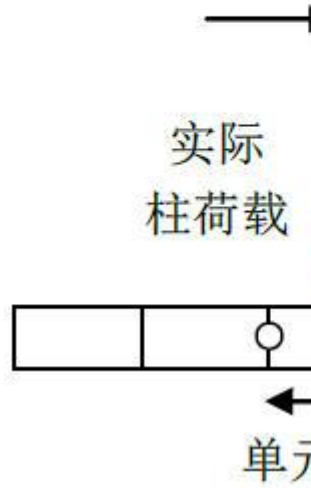
二、柱集中荷载处理方式

《功能对比》对 YJK 柱集中荷载处理方式的理解有误。**YJK 的柱集中荷载是按“静力等效”的原则分配到柱中心周围的节点，周边分配的少、中心分配的多，并不是按照按《功能对比》所描述的均布荷载方式分配的。**下图说明了 YJK 柱集中荷载的处理方式。以柱荷载 $F=1000\text{kN}$ 、柱宽 $B=500\text{mm}$ 、单元宽 $L=1000\text{mm}$ 为例，附录 C 给出了详细的处理过程。最终，施加于柱中心位置的集中荷载为 937.6kN ，相比总荷载 1000kN ，减小约 6%。由于柱中心位置的应力梯度较大，

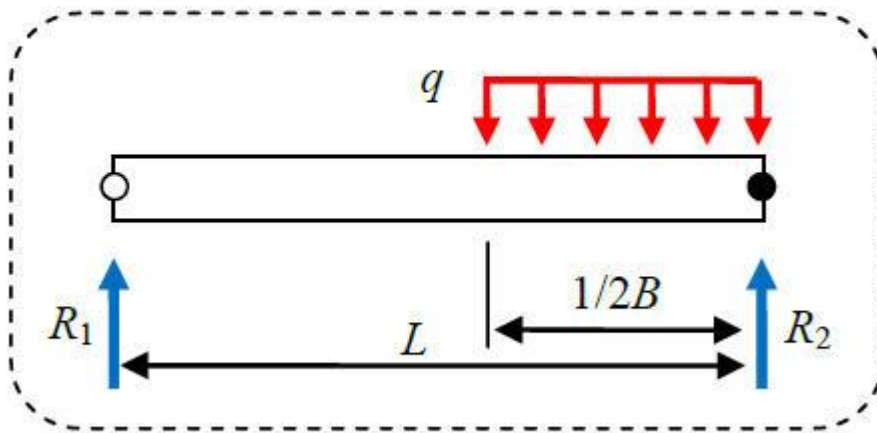
当集中荷载减小 6%时，柱中心位置的弯矩值减小约为 15%。



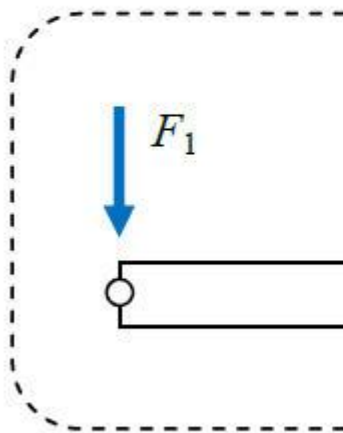
截面 1-1:



步骤 1: 根据线荷载求节点反力



步骤 2: 将节点



最终将柱荷载施加于多个节点，而不是单独 1 个节点

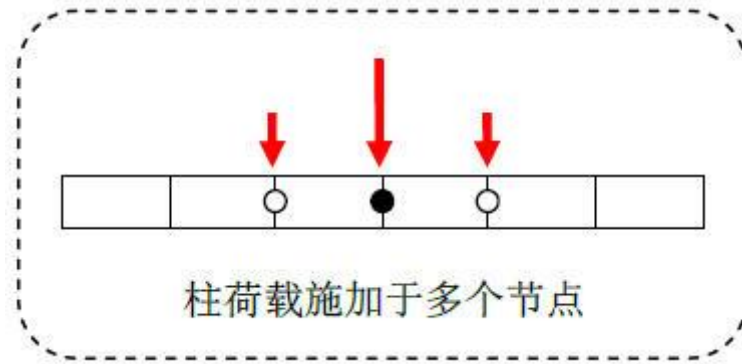


图1 YJK 柱集中荷载处理方式

三、配筋用弯矩取值对比

1、筏板变厚度边缘区域弯矩处理

勾选“板元变厚度区域的边界弯矩磨平处理”可优化变厚度筏板的配筋量。实际工程中，较薄筏板一般都是顶、底钢筋全部拉通（柱、墙、桩等局部位置的板底筋除外），如果较薄筏板按厚薄交接部位的弯矩进行配筋计算，那么整个较薄筏板的配筋面积都会大幅增加。实际工程中，较厚筏板的纵向钢筋会向较薄筏板里延伸一段距离，这些钢筋也可以为厚薄交界部位提供抗弯承载力。所以，YJK 提供选项“板元变厚度区域的边界弯矩磨平处理”，默认勾选。

2、单元内力取值（平均、最大）

YJK 默认单元内力取平均的原因是，让柱、墙下的筏板设计弯矩取值位置接近于柱、墙边缘。

3、1米范围内平均

板类构件的正截面受弯破坏属于延性破坏，局部位置（例如某一点）达到极限受弯承载力不代表构件不能继续承载。较为合理的做法是将板类构件的设计断面取为1m长的板带，当这个板带达到极限受弯承载力时，构件不能继续承载。所以，YJK 提供了选项“取1m范围的平均弯矩计算配筋”，默认不勾选，并建议网格尺寸小于1m、计算配筋面积超出可承受范围时勾选该选项。

四、冲切计算对比

1、角桩冲切的冲跨比

从两方面说明角桩冲切的冲跨比是否正确考虑。

(1) 桩基承台

桩基承台的角桩冲切 YJK 有较为全面的、且符合《桩基规范》要求的解决方案。以等边三桩承台、等腰三桩承台、矩形四桩承台、矩形多桩承台为例，从“构件信息”里可以查询详细的计算过程，从中可以验证：对桩基承台，YJK 准确考虑了角桩冲切的冲跨比。附录 D 给出了详细的验证过程。

(2) 桩筏基础

桩筏基础的角桩冲切，YJK 考虑了冲切临界截面不封闭的情况，没考虑冲跨比。与桩基承台不同，对绝大多数的桩筏基础，角桩上面都会有竖向构件（如地下室外墙等），角桩一般在竖向构件的冲切破坏锥体以内。因此，《桩基规范》第 5.9.8 节第 3 款对筏形承台的内部基桩冲切承载力提出了要求，而对筏形承台的角桩冲切承载力，并没有给出具体的计算公式。

2、墙冲切板何时扣除桩反力

YJK 的墙冲切锥根据桩位确定，当桩边缘与墙边缘的距离小于 $0.25h_0$ 时，认为桩在墙的冲切破坏锥体以内，计算墙冲切力时会将冲切破坏锥体以内的桩反力予以扣除。当桩边缘与墙边缘的距离小于 $0.25h_0$ 时，YJK 认为这种桩基承台的破坏模式已经不是冲切破坏，而类似于纯剪破坏，所以不适合用《桩基规范》的冲切承载力公式进行验算。

当桩、墙净距小于 $0.25h_0$ 时，假定按纯剪状态计算极限承载力（见图 2），纯剪承载力为：

	$[Q] = \beta_{cp} \mu_m [\tau] h_0$	
--	-------------------------------------	--

如果继续按《桩基规范》第 5.9.7 条进行验算，冲跨比 $\lambda = 0.25$ ，代入

$$\beta_0 = \frac{0.84}{\lambda + 0.2}, \text{ 冲切承载力为:}$$

	$[F_t] = 1.87 \beta_{cp} \mu_m f_t h_0$	
--	-----------------------------------------	--

考虑到混凝土纯剪强度 $[\tau]$ 与抗拉强度 f_t 接近，纯剪承载力 $[Q]$ 比冲切承载力 $[F_t]$ 偏低将近 50%，所以《桩基规范》第 5.9.7 条不适用于桩、墙净距小于 $0.25h_0$ 的情况。

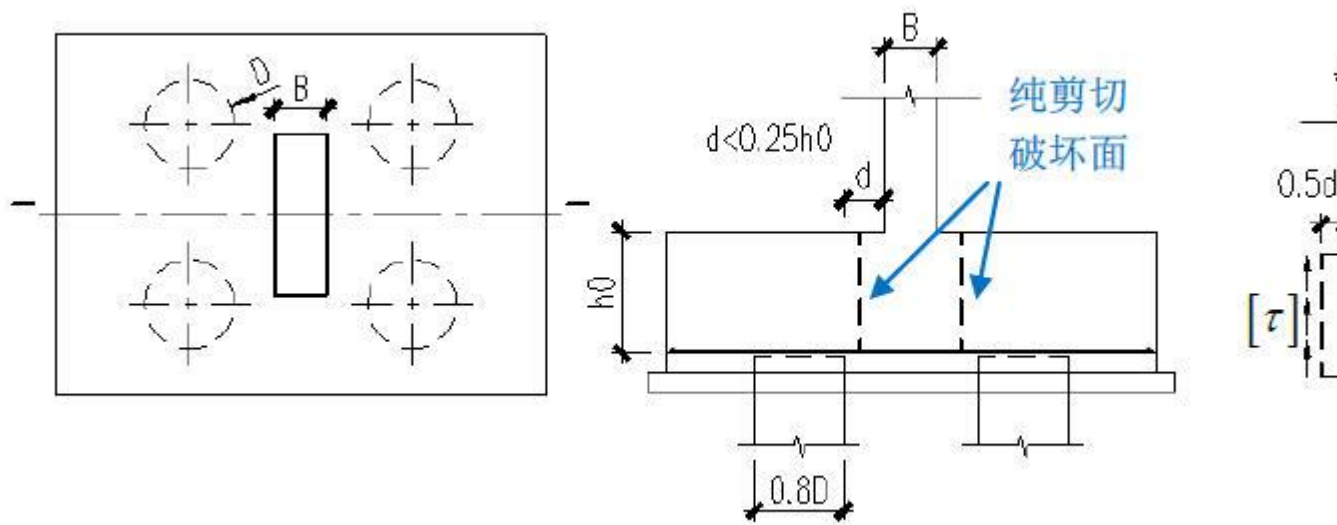


图2 桩、墙净距小于 $0.25h_0$ 的情况

按照 YJK 的理解，《桩基规范》之所以没有对这种类似于纯剪的破坏模式作规定，一方面是桩中心距不能太小，桩、墙净距小于 $0.25h_0$ 的情况并不常见；另一方面，纯剪破坏非常突然，在设计时应该尽量避免。

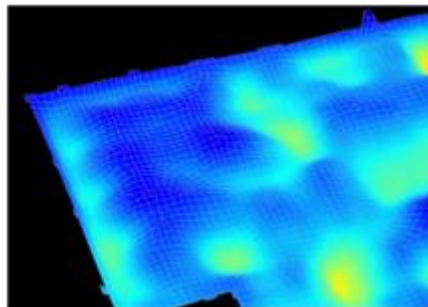
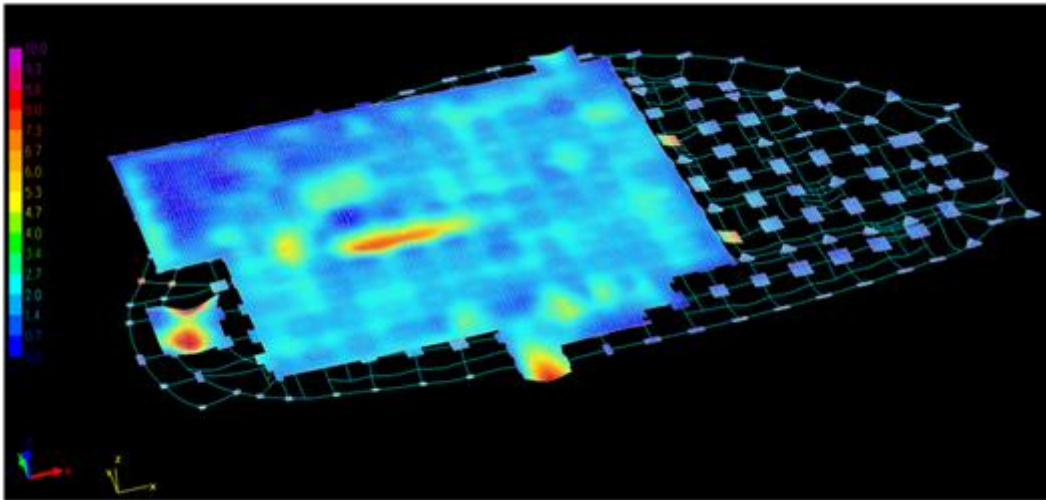
3、柱冲切板的反力取值

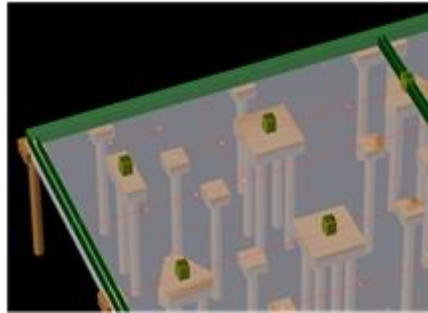
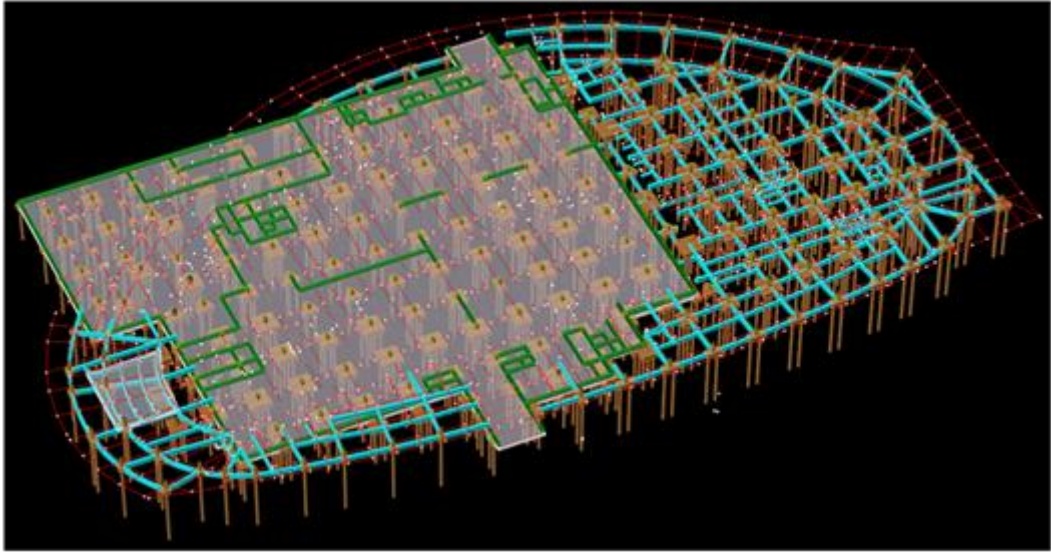
YJK 采用弹性地基有限元法计算基底反力，认为该反力可以反映地基土的实际受力状态，并且适用于荷载、刚度分布不均匀的情况。YJK 用该反力计算冲切力，这种做法符合《地基规范》第 8.4.7 条的要求： F_i — 相应于作用的基本组合时的冲切力 (kN)，对内柱取轴力设计值**减去筏板冲切破坏锥内的基底净反力设计值**；对边柱和角柱，取轴力设计值**减去筏板冲切临界截面范围内的基底净反力设计值**。

当荷载、刚度分布不均匀时，采用平均反力计算冲切力，难免会出现一些区域算的多、另一些区域算的少的不合理现象，而指定反力的方式，有悖于软件产品帮助用户减少繁琐工作的初衷。遇到一些较为特殊的情况，用户完全可以通过增大或减小 R/S 限值的方式调整筏板抗冲切承载力的富裕度，而不必拘泥于采用什么特定数值的基底反力。

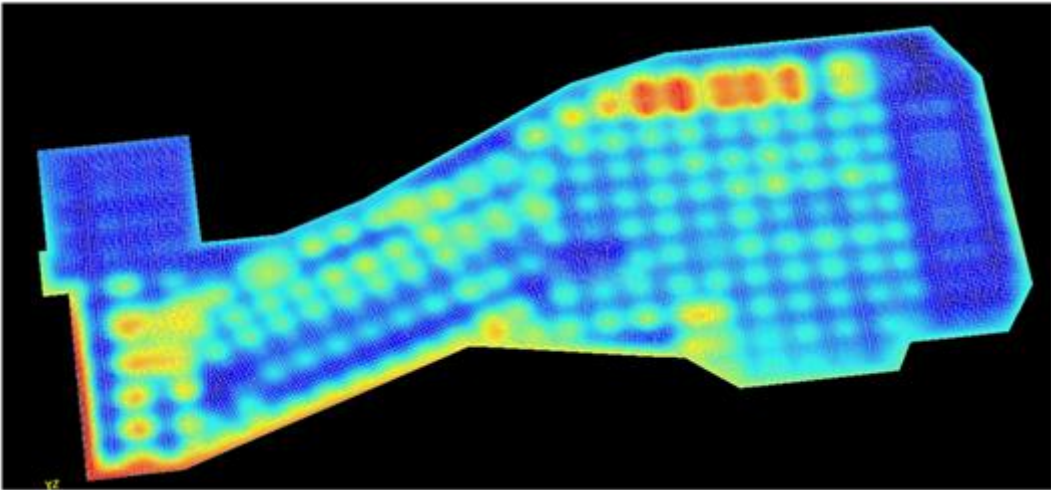
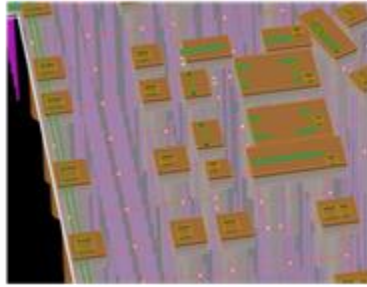
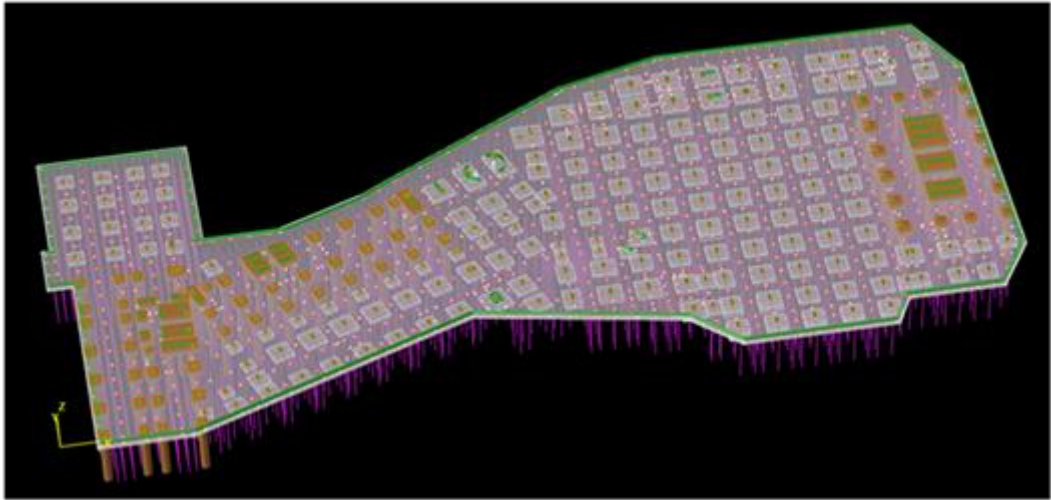
附录 A：10 个承台和筏板共存的工程实例

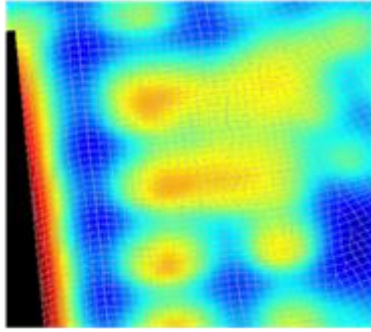
实例一



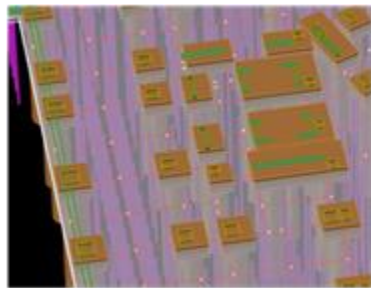
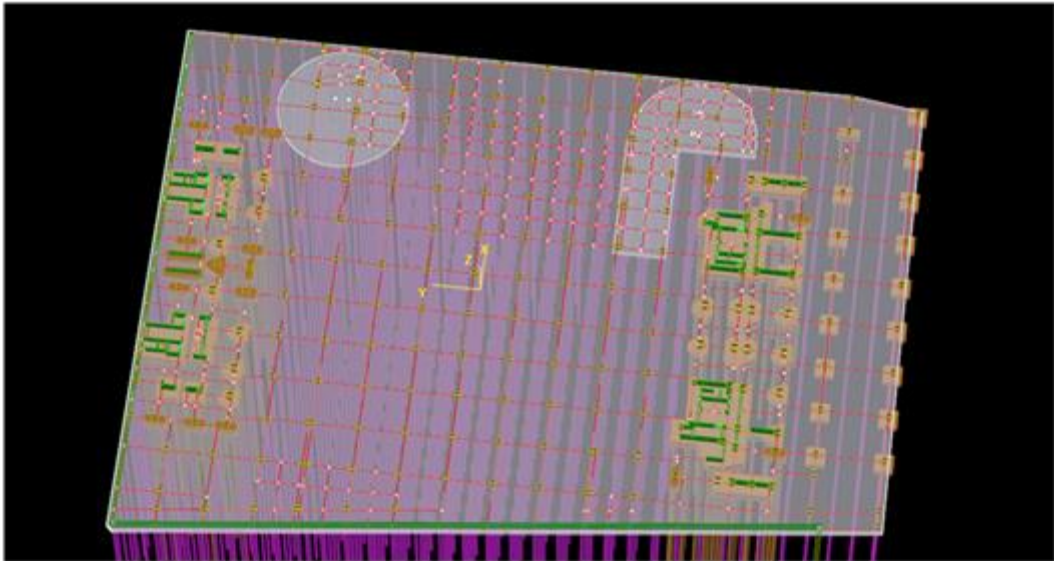


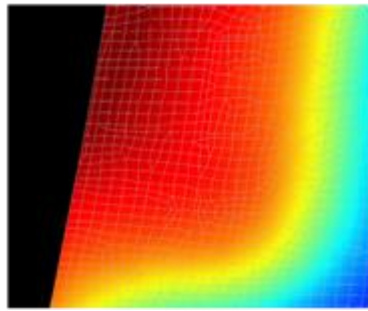
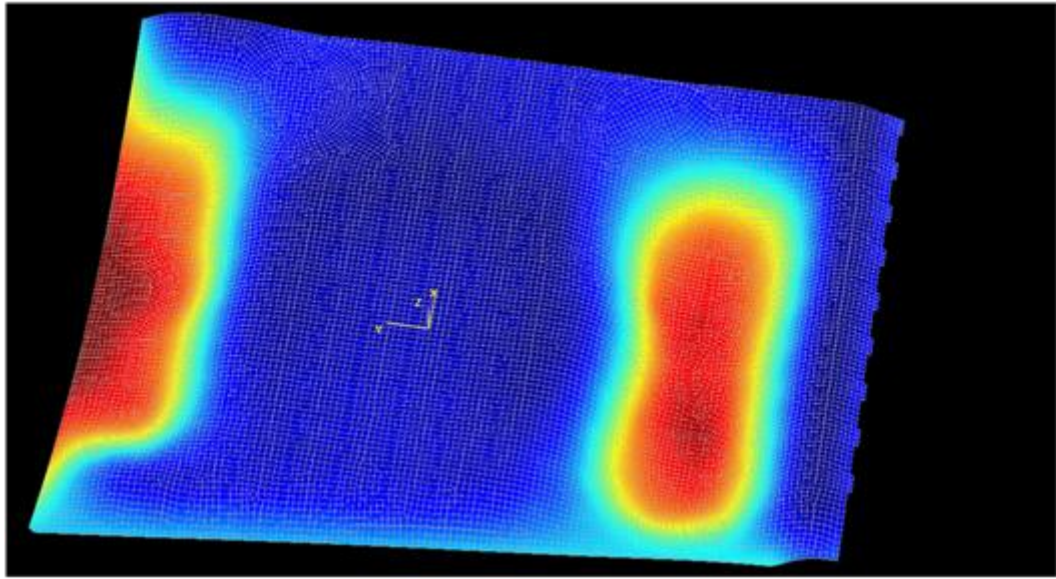
实例二





实例三:





实例四