

桂平市金田镇太平天国金田起义纪念小学教学楼 计算书

一. 设计依据信息

本工程按照如下规范、规程进行设计：

1. 《混凝土结构设计标准》(GB/T 50010-2010)
2. 《钢结构设计标准》(GB50017-2017)
3. 《建筑抗震设计标准》(GB/T 50011-2010)
4. 《建筑结构荷载规范》(GB50009-2012)
5. 《人民防空地下室设计规范》(GB50038-2023)
6. 《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ3-2010)
7. 《混凝土异形柱结构技术规程》(JGJ149-2017)
8. 《钢板剪力墙技术规程》(JGJ/T 380-2015)
9. 《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》(GB 51022-2015)
10. 《建筑结构可靠性设计统一标准》(GB50068-2018)
11. 《钢管混凝土结构设计与施工规程》(CECS 28-2012)
12. 《组合结构设计规范》(JGJ138-2016)
13. 《高层民用建筑钢结构技术规程》(JGJ99-2015)
14. 《工程结构通用规范》(GB55001-2021)
15. 《建筑与市政工程抗震通用规范》(GB55002-2021)
16. 《钢结构通用规范》(GB55006-2021)
17. 《混凝土结构通用规范》(GB55008-2021)

二. 计算软件信息

本工程计算软件为中国建筑科学研究院北京构力科技有限公司的SATWE2025R3. 0. 1版。

计算日期为2025年8月15日8时47分32秒。

三. 项目基本信息

表3-1 项目基本信息表

类型	计算值	类型	计算值
建设地点		建筑功能	
建筑面积（m ² ）		设计工作年限	
结构高度（m）	17.100	嵌固端层号(层底嵌固)	1
地上/地下层数	4/1	结构体系	框架结构
地面粗糙度	B	基本风压（kN/m ² ）	0.30
抗震设防类别	乙类	地震分组	第一组
地震设防烈度	7（0.1g）	场地类别	II 类
场地特征周期（s）	0.35	最大地震影响系数	0.0800

类型	计算值	类型	计算值
结构阻尼比（%）	5.00	抗震等级	3 三级
结构重要性系数	1.10	底部加强区层号	1-2
约束边缘构件范围	1-3		

四. 指标汇总信息

表4-1 指标汇总

计算结果		计算值		规范(规程) 限值	判别	备注
结构总质量(t)		1566.39				
楼层抗剪承载力与相邻上一层比值的 最小值		X	1.00	≥ 0.65	满足	5层 1塔
		Y	1.00		满足	5层 1塔
楼层剪力/ 层间位移刚 度比(强刚)	与相邻上一层侧向刚度 的0.7倍或相邻上三层 平均值的0.8的比值	X	1.00	≥ 1.00	满足	5层 1塔
		Y	1.00		满足	5层 1塔
有效质量系数		X	97.34%	≥ 90%	满足	
		Y	97.19%		满足	
地震底部剪重比	调整前	X	4.75%	≥ 1.60%	满足	2层 1塔
		Y	4.66%	≥ 1.60%	满足	2层 1塔
结构自振周期[强刚](s)		T1	0.7846(Y)	T3/T1=0.86 ≤ 0.90	满足	
		T2	0.7526(X)			
		T3	0.6731(T)			
水平力作用下的楼层层 间最大位移与层高之比 (Δu/h)(强刚)	地震	X	1/1181	≤ 1/550	满足	2层 1塔
		Y	1/1028	≤ 1/550	满足	3层 1塔
	风荷载	X	1/8118	≤ 1/550	满足	2层 1塔
		Y	1/2734	≤ 1/550	满足	2层 1塔
地震力作用下(偶然偏 心)塔楼扭转参数(强 刚)	最大位移/ 平均位移	X	1.05	≤ 1.50	满足	3层 1塔
		Y	1.23		满足	2层 1塔
	最大层间位 移/层间平 均位移	X	1.05	≤ 1.50	满足	3层 1塔
					Y	1.23
			X		42.03	

计算结果	计算值		规范(规程) 限值	判别	备注
结构刚重比	X	42.03	> 10	满足	不考虑重力 二阶效应
	Y	39.20		满足	

五. 超筋超限信息汇总

本模型中暂无超筋超限信息

六. 结构模型概况

1. 系统总信息

(一)总信息:	
水平力与整体坐标夹角（度）	0.00
混凝土容重（kN/m3）	25.00
砌体容重（kN/m3）	22.00
钢材容重（kN/m3）	78.00
裙房层数	0
转换层所在层号	0
嵌固端所在层号	1
嵌固端下移	所填嵌固端执行《抗标》6.1.14-3
地上部分层数	4
地下室层数	1
墙元细分最大控制长度（m）	1.00
弹性板细分最大控制长度（m）	1.00
转换层指定为薄弱层	是
墙梁跨中节点作为刚性楼板从节点	是
考虑梁板顶面对齐	否
构件偏心方式	传统移动节点方式
结构材料信息	钢筋混凝土结构
结构体系	框架结构
恒活荷载计算信息	模拟施工加载 3
风荷载计算信息	计算水平风荷载
地震作用计算信息	计算水平地震作用
执行规范	通用规范（2021版）
结构所在地区	全国
规定水平力的确定方式	楼层剪力差方法（规范方法）
高位转换结构等效侧向刚度比计算	传统方法
墙倾覆力矩计算方法	考虑墙的所有内力贡献
墙梁转杆单元，当跨高比>=	0.00

框架梁转壳元，当跨高比<	0.00
梁墙扣除与柱重叠部分质量和重量	否
楼板扣除与梁墙重叠部分质量和重量	否
自动计算现浇楼板自重	是
弹性板按有限元方式进行面外设计	否
全楼强制刚性楼板假定	仅整体指标采用
整体计算考虑楼梯刚度	不考虑

(二)风荷载信息:			
地面粗糙度类别			B
修正后的基本风压（kN/m2）			0.30
X向结构基本周期（秒）			0.76
Y向结构基本周期（秒）			0.79
风荷载作用下结构的阻尼比（%）			5.00
承载力设计时风荷载效应放大系数			1.00
保留分析模型上自定义的风荷载			否
考虑顺风向风振影响			是
考虑横风向风振影响			否
考虑扭转风振影响			否
横风向或扭转风振校核			是
用于舒适度验算的风压（kN/m2）			0.10
用于舒适度验算的结构阻尼比（%）			2.00
水平风体型系数:			
体型分段数			1
分段数	最高层号	X向体型系数	Y向体型系数
1	5	1.30	1.30
设缝多塔背风面体型系数			0.50

(三)地震信息:	
建筑抗震设防类别	乙类
设防地震分组	第一组
设防烈度	7（0.1g）
场地类别	II 类
特征周期（秒）	0.35
周期折减系数	0.70
计算地震位移时是否考虑周期折减系数对	
地震作用的影响	是
水平地震影响系数最大值	0.0800
用于12层以下规则砼框架结构薄弱层验算	
的地震影响系数最大值	0.5000

是否采用自定义地震影响系数曲线	否	(六)活荷信息：	
结构阻尼比选取方法	全楼统一	楼面活荷载折减方式	传统方式
结构的阻尼比（%）	5.00	柱、墙设计时活荷载	不折减
特征值分析参数：		传给基础的活荷载	不折减
分析类型	子空间迭代法	柱、墙、基础活荷载折减系数：	
程序自动确定振型数：		计算截面以上层数	折减系数
质量参与系数之和（%）	90.00	1	1.00
最多振型数量	0	2-3	0.85
砼框架抗震等级	3 三级	4-5	0.70
剪力墙抗震等级	3 三级	6-8	0.65
钢框架抗震等级	3 三级	9-20	0.60
抗震构造措施的抗震等级	不改变	20层以上	0.55
悬挑梁默认取框架梁抗震等级	否	梁楼面活荷载折减设置	不折减
降低嵌固端以下抗震构造措施的抗震等级	否	梁活荷不利布置的最高层号	1
部分框支剪力墙结构底部加强区剪力墙抗震等级自动提高一级	是	考虑结构使用年限的活荷载调整系数	1.00
按主振型确定地震内力符号	是	墙、柱设计时消防车荷载	折减
程序自动考虑最不利水平地震作用	否	梁设计时消防车荷载	折减
工业设备反应谱法与规范简化方法的底部		(七)二阶效应：	
剪力最小比例	1.00	结构内力分析方法	一阶弹性设计方法
考虑双向地震作用	是	二阶效应计算方法	不考虑
考虑偶然偏心	是	柱长度系数置1.0	否
考虑偶然偏心的方式	相对于边长的偶然偏心	考虑柱、支撑侧向失稳	否
X向相对偶然偏心	0.05	考虑结构整体缺陷	否
Y向相对偶然偏心	0.05	考虑结构构件缺陷	否
斜交抗侧力构件方向附加地震数	0	(八)调整信息：	
同时考虑相应角度的风荷载	是	梁刚度放大系数按2010规范取值	是
水平地震作用计算考虑竖向等效力	否	中梁刚度放大系数上限	2.00
竖向地震作用计算考虑水平等效力	否	边梁刚度放大系数上限	1.50
计算水平地震时考虑竖向质量	否	梁刚度放大系数按主梁计算	是
是否采用底部剪力法计算水平地震作用	否	地震作用下连梁刚度折减系数	0.60
(四)隔震信息：			
指定的隔震层个数	0	采用SAUSAGE-Design计算的连梁刚度折减系数	否
阻尼比确定方法	强制解耦	计算地震位移时是否单独指定连梁刚度折减系数	否
最大附加阻尼比	0.50	风荷载作用下的连梁刚度折减系数	1.00
迭代确定等效刚度和等效阻尼比	否	梁柱重叠部分简化为刚域：	
(五)性能设计：		柱端简化为刚域	否
性能设计方法	不考虑	梁端简化为刚域	是
		是否考虑钢梁刚域	否
		托墙梁刚度放大系数	1.00

CABR-PKPM			
钢管束剪力墙计算模型	按合并墙肢模型计算	柱双偏压配筋方式	普通方式
钢管束墙混凝土刚度折减系数	1.00	柱剪跨比计算原则	简化方式（H/2h0）
剪重比调整	调整	H取柱净高Hn	否
扭转效应是否明显	否	框架梁弯矩按简支梁控制	主梁、次梁均执行此条
弱轴方向动位移比例（0-1）	0.50	主梁进行简支梁控制的处理方法	分段计算
强轴方向动位移比例（0-1）	0.50	保留用户自定义的边缘构件信息	否
薄弱层调整：		剪力墙边缘构件的类型	SATWE列出的所有类型
按刚度比判断薄弱层的方式	按抗标和高规从严判断	构造边缘构件尺寸	按《高规》7.2.16条处理
受剪承载力突变形成的薄弱层自动进行调整	是	构造边缘构件竖向配筋最小值提高0.001Ac	否
受剪承载力突变形成的薄弱层自动进行调整，		轴压比小于《抗标》6.4.5条限制时设置为	
其限值为	0.80	构造边缘构件	是
指定的薄弱层个数	0	自动生成梁、墙相交处暗柱	是
薄弱层地震内力放大系数	1.25	梁实配钢筋超配系数	1.15
地震作用调整：		柱实配钢筋超配系数	1.15
全楼地震作用放大系数	1.00	墙实配钢筋超配系数	1.15
调整与框支柱相连的梁的内力	否	执行《建筑结构可靠性设计统一标准》	是
框支柱调整系数上限	5.00	重力荷载分项系数	1.30
二道防线调整：		刚重比计算的永久荷载分项系数	1.30
考虑双向地震时内力调整方式	先考虑双向地震再调整	刚重比计算的可变荷载分项系数	1.50
0.2V0分段调整方法	规范方法	型钢混凝土构件设计执行规范	组合结构设计规范(JGJ 138-2016)
alpha	0.20	异形柱设计执行规范	混凝土异形柱结构技术规程(JGJ149-2017)
beta	1.50	执行《装配式剪力墙结构设计规程》	
调整分段数	0	DB11/1003-2013	否
调整系数上限	2.00	梁保护层厚度（mm）	20.00
梁端负弯矩调幅系数	0.85	柱保护层厚度（mm）	20.00
梁端弯矩调幅方法	通过主次梁支座进行调幅	箍筋间距：	
梁活荷载内力放大系数	1.00	梁箍筋间距（mm）	100.00
梁扭矩折减系数	0.40	柱箍筋间距（mm）	100.00
转换结构构件（三、四级）的水平地震作用		墙水平分布筋间距（mm）	200.00
效应放大系数	1.00	钢构件截面净毛面积比	0.85
		钢构件自重放大系数	1.00
(九)设计信息：		钢柱计算长度系数：	
结构重要性系数	1.10	X向：	有侧移
交叉斜筋箍筋与对角斜筋强度比	1.00	Y向：	有侧移
梁按压弯计算的最小轴压比	0.15	自动考虑有无侧移	否
梁按拉弯计算的最小轴拉比	0.15	钢构件材料强度执行《高钢规》JGJ	
框架梁端配筋考虑受压钢筋	是	99-2015	是
结构中的框架部分轴压比限值按照纯框架结		钢梁宽厚比等级	S4
构的规定采用	否	钢柱宽厚比等级	S4
按排架柱考虑柱二阶效应	否	长细比、宽厚比执行《高钢规》第7.3.9条	
柱配筋计算原则	按单偏压计算	和7.4.1条	否

钢结构设计执行规范	《钢结构设计标准》GB50017-2017	室外地坪标高（m）	-0.35
圆钢管混凝土构件设计执行规范	高规(JGJ 3-2010)	回填土侧压力系数	0.50
方钢管混凝土构件设计执行规范	组合结构设计规范(JGJ 138-2016)	地下水位标高（m）	-20.00
		回填土饱和容重(kN/m2)	25.00
		室外地面附加荷载（kN/m2）	0.00
		面外设计方法	SATWE传统方法
(十)配筋信息:		人防设计信息:	
钢筋级别:		人防地下室总层数	0
HRB500轴心受压强度取400N/mm2	是	竖向筋计算方式	纯弯
柱主筋级别	HRB400[360]	外墙纵筋保护层厚度（mm）	35.00
柱箍筋级别	HRB400[360]		
梁主筋级别	HRB400[360]		
梁箍筋级别	HRB400[360]		
墙主筋级别	HRB400[360]		
墙水平分布筋级别	HRB400[360]		
墙竖向分布筋级别	HRB400[360]		
边缘构件箍筋级别	HPB300[270]		
墙分布筋配筋率:		(十三)性能设计:	
墙竖向分布筋配筋率（%）	0.30	性能设计方法	不考虑
墙最小水平分布筋配筋率（%）	0.00		
板主筋级别	HRB400[360]	(十四)高级参数:	
受剪、受扭、受冲切时，强度取值不超过		计算软件信息	64位
360N/mm2	是	线性方程组解法	Pardiso
		地震作用分析方法	总刚分析方法
		位移输出方式	简化输出
		生成传给基础的刚度	否
		墙柱配筋采用考虑翼缘共同工作的设计方法	否
		计算资源	本地
(十一)荷载组合:		采用自定义位移指标统计节点范围	否
地震与风同时组合	否	按框架梁建模的连梁混凝土等级默认同墙	否
考虑竖向地震为主的组合	否	二道防线调整时，调整与框架柱相连的框	
普通风与特殊风同时进行组合	否	架梁端弯矩、剪力	是
计算温度荷载	否	薄弱层地震内力调整时不放大构件轴力	放大
温度作用考虑风荷载参与组合的组合值系数	0.00	剪切刚度计算时考虑柱刚域影响	否
砼构件温度效应折减系数	0.30	短肢墙判断时考虑相连墙肢厚度影响	是
屋面活荷载、雪荷载和风荷载组合原则	屋面活荷载、风荷载和雪荷载同时进行组合	刚重比验算考虑填充墙刚度影响	否
水平地震作用分项系数 γ_{Eh} （主控）	1.40	剪力墙端柱的面外剪力统计到框架部分	否
水平地震作用分项系数 γ_{Eh} （非主控）	0.50	按构件内力累加方式计算层指标	否
荷载组合方式	采用默认组合	传施工步荷载	否
		自动设置楼板力学模型	否
(十二)地下室信息:		高低跨自动设置为桁架	否
室外地面与结构最底部的高差（单位m）	1.00	采用自定义范围统计指标	否
x向土层水平抗力系数的比例系数（m值）	3.00	位移指标统计时考虑斜柱（仅限小于“支	
y向土层水平抗力系数的比例系数（m值）	3.00	撑临界角”的斜柱）	否
x向地面处回填土刚度折减系数	0.00	执行《混凝土标准》9.2.6.1	是
y向地面处回填土刚度折减系数	0.00	执行《混凝土标准》11.3.7	是
地下室外墙侧水土压力参数:			

根据质量加权位移计算平均层间位移
支撑临界角（度）
工业设备框架风荷载X向调整系数
工业设备框架风荷载Y向调整系数
细腰弱连接指标统计

是
20.00
1.00
1.00
否

(十五)其他重要参数:
主控自由度总数

1764

2. 楼层信息

表6-1 构件材料

层号	梁元		柱元(含支撑)		墙元	
	数量	材料	数量	材料	数量	材料
5	231	C25	20	C30		
3, 4	58	C25	20	C30		
2	73	C25	20	C35		
1	46	C25	20	C35		

表6-2 梁柱板钢筋强度及保护层厚度

层号	柱纵筋	柱箍筋	柱保护层厚度	梁纵筋	梁箍筋	梁保护层厚度	楼板钢筋
1-5	360	360	20	360	360	20	360

注：保护层厚度单位为mm
表中为钢筋强度设计值，选择中、大震不屈服设计时，程序自动采用材料强度标准值进行计算。

表6-3 墙钢筋强度

层号	边缘构件箍筋
1-5	270

表中为钢筋强度设计值，选择中、大震不屈服设计时，程序自动采用材料强度标准值进行计算。

表6-4 墙分布筋配筋率

层号	最小水平分布筋配筋率(%)	墙竖向分布筋配筋率(%)
1-5	0.00%	0.30%

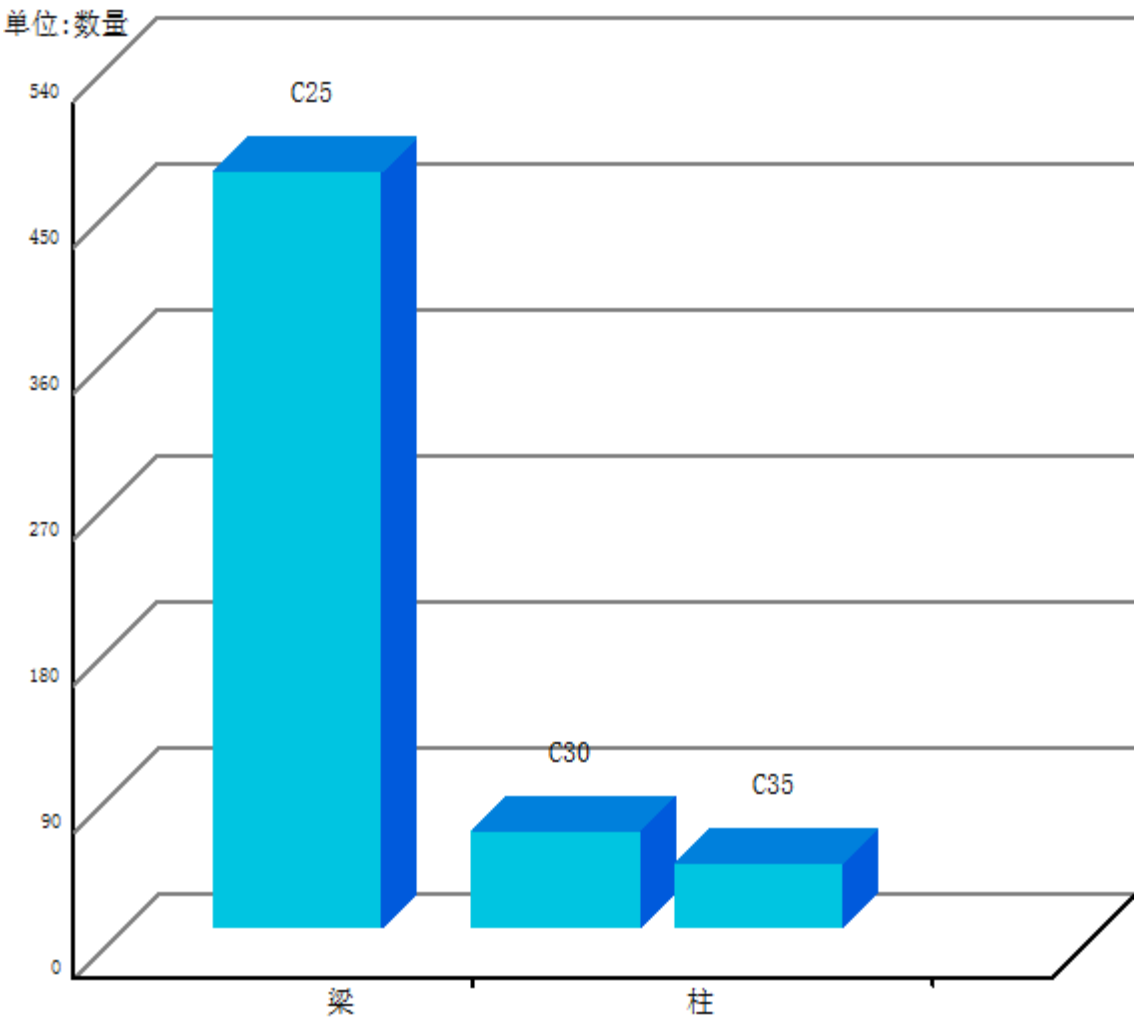


图6-1 全楼构件材料简图

3. 各层等效尺寸

表6-5 各层等效尺寸(单位:m, m^2)

层号	层高	累计层高	面积	形心X, Y	等效宽B	等效高H	最大宽BMAX	最小宽BMIN
5	5.450	17.100	251.10	21.41, 7.99	27.00	9.30	27.00	9.30
4	3.900	11.650	213.72	21.27, 7.60	24.72	9.16	24.72	9.15
3	3.900	7.750	213.72	21.27, 7.60	24.72	9.16	24.72	9.15
2	3.900	3.850	240.72	21.29, 7.06	24.98	10.09	24.99	10.07
1	1.000	-0.050	0.00	0.00, 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

表6-6 各层的柱、墙面积信息(单位:m^2)

层号	楼层面积	柱面积	墙面积	X向墙面积	Y向墙面积
5	251.10	3.83 (1.53%)	0.00 (0.00%)	0.00 (0.00%)	0.00 (0.00%)
3, 4	213.72	3.83 (1.79%)	0.00 (0.00%)	0.00 (0.00%)	0.00 (0.00%)
2	240.72	3.83 (1.59%)	0.00 (0.00%)	0.00 (0.00%)	0.00 (0.00%)
1	0.00	3.83 (0.00%)	0.00 (0.00%)	0.00 (0.00%)	0.00 (0.00%)

4. 层塔属性

表6-7 楼层属性表

层号	约束边缘 构件层	过渡层	底部加强 区楼层	转换层	加强层	薄弱层	顶部小塔 楼	输出位移 比	结构镂空
4, 5								√	
3	√							√	
1, 2	√		√					√	

表6-8 构件材料层塔属性

层号	混凝土梁	混凝土柱	钢梁	钢柱
	混凝土标号	混凝土标号	钢号	钢号
3-5	C25	C30	Q235	Q235
1, 2	C25	C35	Q235	Q235

表6-9 墙、支撑混凝土强度等级及钢筋强度

层号	混凝土墙	钢支撑
	混凝土标号	钢号
1-5	C30	Q235

七. 工况和组合

1. 工况设定

表7-1 工况设定

工况编号	工况简称	工况详称
工况1	DL	恒载
工况2	LL	活载
工况3	LL2	活载2 (不利负包络)
工况4	LL3	活载3 (不利正包络)
工况5	WX	X向风
工况6	WY	Y向风
工况7	EXY	X+Y地震 (双向效应)
工况8	EXP	X正偏心地震
工况9	EXM	X负偏心地震

工况编号	工况简称	工况详称
工况10	EYX	Y+X地震 (双向效应)
工况11	EYP	Y正偏心地震
工况12	EYM	Y负偏心地震
工况13	LX	X静震
工况14	LY	Y静震
工况15	PX	X正偏心静震
工况16	MX	X负偏心静震
工况17	PY	Y正偏心静震
工况18	MY	Y负偏心静震
工况19	EX	X向地震
工况20	EY	Y向地震

2. 工况信息

表7-2 永久荷载信息

工况名称	分项系数	分项系数 (有利)	重力荷载代表值系数
恒荷载 (DL)	1.30	1.00	1.00

表7-3 可变荷载信息

工况名称	分项系数	抗震组合值系数	组合值系数	重力荷载代表值 系数	准永久值系数	频遇值系数
活荷载 (LL)	1.50	--	0.70	0.50	0.50	0.60
风荷载 (WL)	1.50	0.20	0.60	0.00	0.00	0.40

表7-4 地震作用信息

工况名称	分项系数 (主控)	分项系数 (非主控)
水平地震 (EH)	1.40	0.50

3. 构件内力基本组合系数

DL：恒荷载 LL：活荷载 WL：风荷载 EH：水平地震

表7-5 工况组合原则

编号	组合	
1	1.30*DL	1.50*LL
2	1.00*DL	1.50*LL
3	1.30*DL	1.50*WL
4	1.30*DL	-1.50*WL
5	1.00*DL	1.50*WL
6	1.00*DL	-1.50*WL

编号	组合		
7	1. 30*DL	1. 50*LL	0. 90*WL
8	1. 30*DL	1. 50*LL	-0. 90*WL
9	1. 30*DL	1. 05*LL	1. 50*WL
10	1. 30*DL	1. 05*LL	-1. 50*WL
11	1. 00*DL	1. 50*LL	0. 90*WL
12	1. 00*DL	1. 50*LL	-0. 90*WL
13	1. 00*DL	1. 05*LL	1. 50*WL
14	1. 00*DL	1. 05*LL	-1. 50*WL
15	1. 30*DL	0. 65*LL	1. 40*EH
16	1. 30*DL	0. 65*LL	-1. 40*EH
17	1. 00*DL	0. 50*LL	1. 40*EH
18	1. 00*DL	0. 50*LL	-1. 40*EH

八. 质量信息

1. 结构质量分布

表8-1 质量分布

层号	质心X, Y, Z (m)	恒载质量(t)	活载质量(t)	层质量(t)	质量比
5	21. 48, 7. 84, 18. 15	271. 9	6. 3	278. 2	0. 76
4	21. 40, 7. 94, 12. 70	331. 5	35. 6	367. 1	1. 00
3	21. 40, 7. 94, 8. 80	331. 5	35. 6	367. 1	0. 95
2	21. 40, 7. 66, 4. 90	349. 3	38. 3	387. 5	*2. 33*
1	21. 85, 8. 58, 1. 00	166. 4	0. 0	166. 4	1. 00

*代表该楼层质量比不满足高规3. 5. 6条的限值1. 50

恒载产生的总质量 (t): 1450. 624

活载产生的总质量 (t): 115. 770

结构的总质量 (t): 1566. 394

恒载产生的总质量包括结构自重和外加恒载

结构总质量包括恒载、活载产生的质量和附加质量以及自定义工况荷载产生的质量

活载产生的总质量、自定义工况荷载产生的总质量和结构的总质量是活载折减后的结果 (1t = 1000kg)

地下室不参与质量比超限判断

下表中质量比的计算方法为“本层单位面积质量与上层单位面积质量比值”和“本层单位面积质量与下层单位面积质量比值”的大值。该方法的判断依据《广东省实施高层建筑混凝土结构技术规范》(JGJ3-2002)补充规范(DBJ/T 15-46-2005)第2. 3. 6条。当某层单位面积的质量平均分布密度为相邻层的1. 5倍以上时, 称为质量沿竖向分布特别不均匀。需注意, 最新的广东省标准《高层建筑混凝土结构技术规程》(DBJ 15-92-2013)已取消此项规定, 因此, 此项输出结果仅供参考。

表8-2 各楼层的单位面积质量分布

层号	单位面积质量(kg/m ²)	单位面积质量比
5	1107. 9	1. 00
4	1717. 8	*1. 55*
3	1717. 8	1. 07
2	1609. 9	0. 94
1	1. 7e+5	103. 36

*代表该楼层单位面积质量比超过1. 5

地下室不参与单位面积质量比超限判断

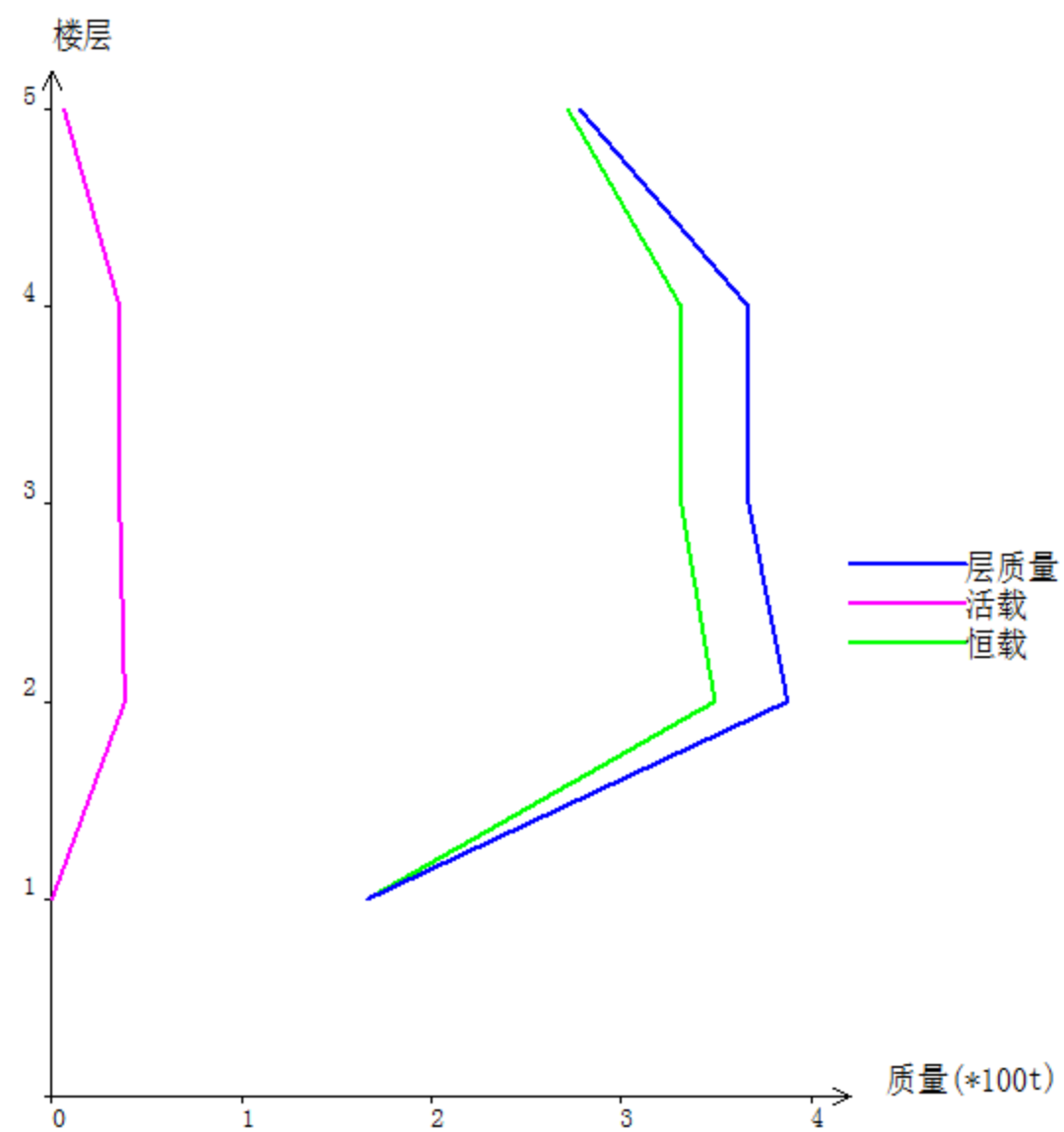


图8-1 恒载, 活载, 层质量分布曲线

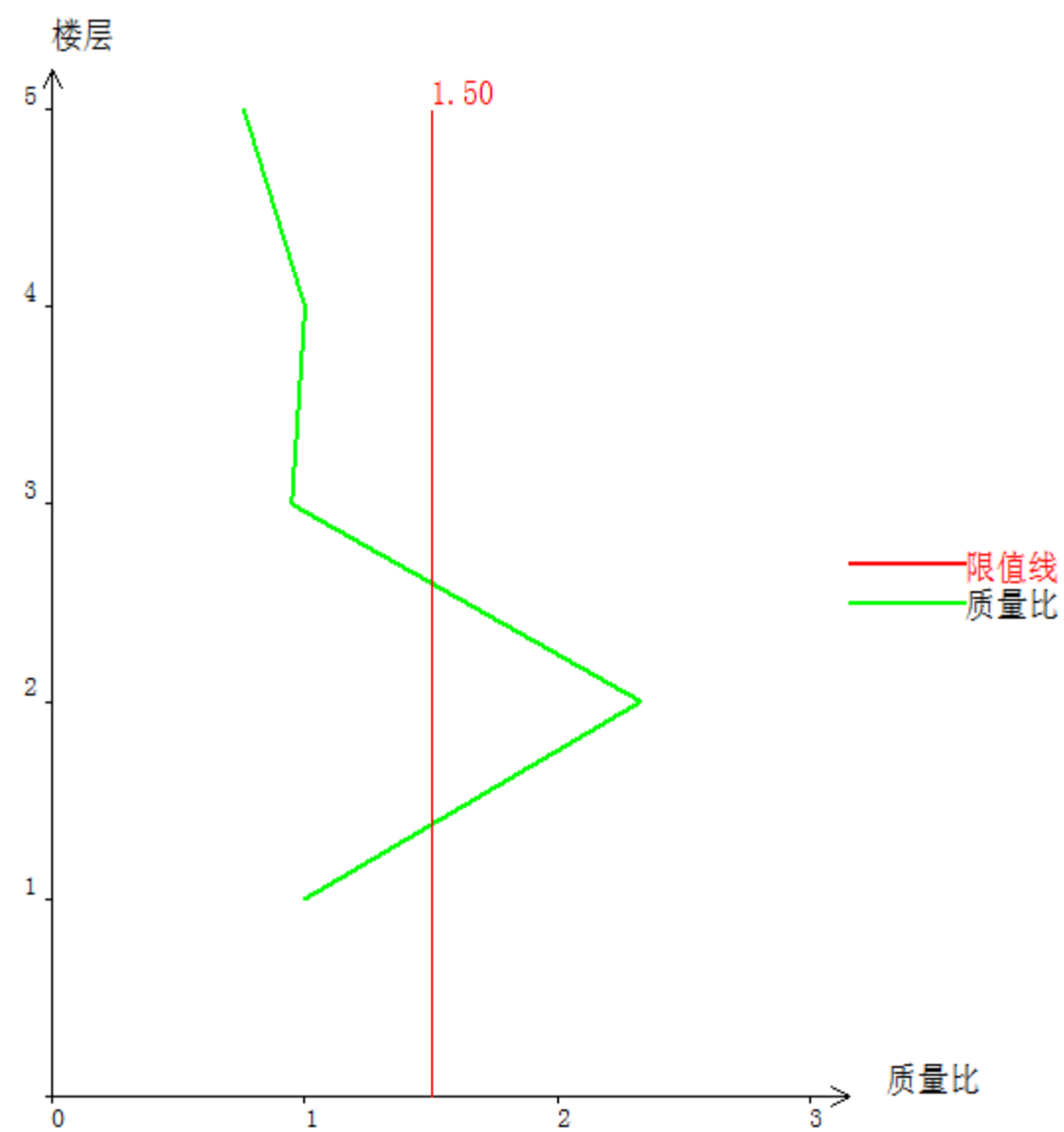


图8-2 质量比分布曲线

2. 各层刚心、偏心率信息

Xstif、Ystif(m): 刚心的 X, Y 坐标值

Alf(Degree): 层刚性主轴的方向

Eex、Eey: X, Y 方向的偏心率

表8-3 各层刚心、偏心率信息

层号	Xstif	Ystif	Alf	Eex	Eey
5	22.06	7.64	0.00	5.55%	1.96%
3,4	21.94	7.49	0.00	5.31%	4.43%
2	21.94	7.49	0.00	5.31%	1.61%
1	21.95	7.39	0.00	0.96%	11.65%

九. 荷载信息

1. 风荷载信息

风压单位：kN/m2
迎风面积单位：m2
本层风荷、楼层剪力单位:kN
楼层弯矩单位：kN.m

表9-1 X向风荷载信息

层号	本层风荷	楼层剪力	楼层弯矩	风振系数
5	40.5	40.5	221.0	1.726
4	23.3	63.8	470.0	1.558
3	20.2	84.0	797.6	1.415
2	19.4	103.5	1201.1	1.243
1	0.0	103.5	1304.5	1.200

表9-2 Y向风荷载信息

层号	本层风荷	楼层剪力	楼层弯矩	风振系数
5	114.1	114.1	621.7	1.691
4	65.9	180.0	1323.7	1.531
3	57.3	237.3	2249.1	1.395
2	50.6	287.9	3371.8	1.232
1	0.0	287.9	3659.7	1.200

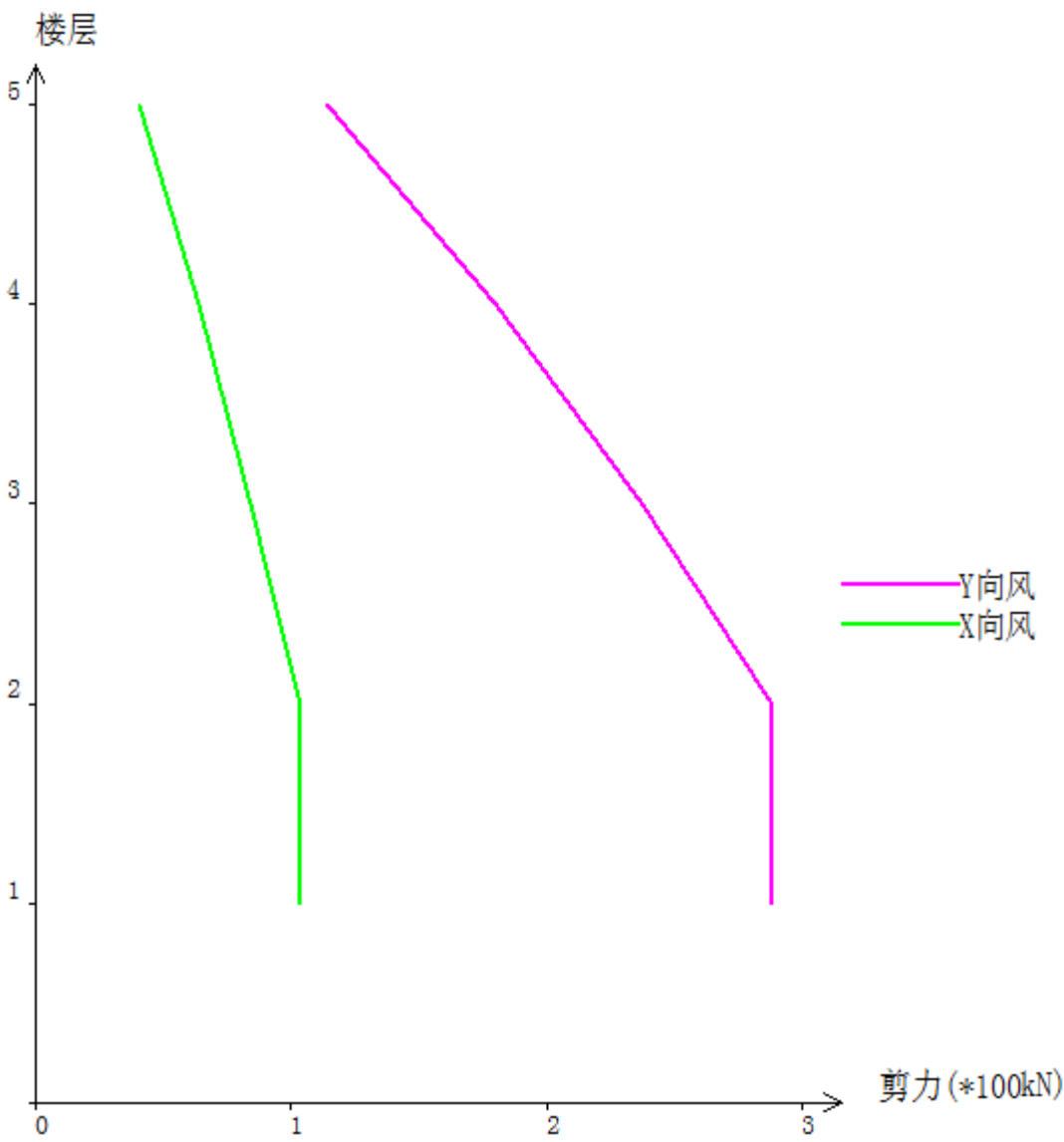


图9-1 顺风向楼层剪力简图

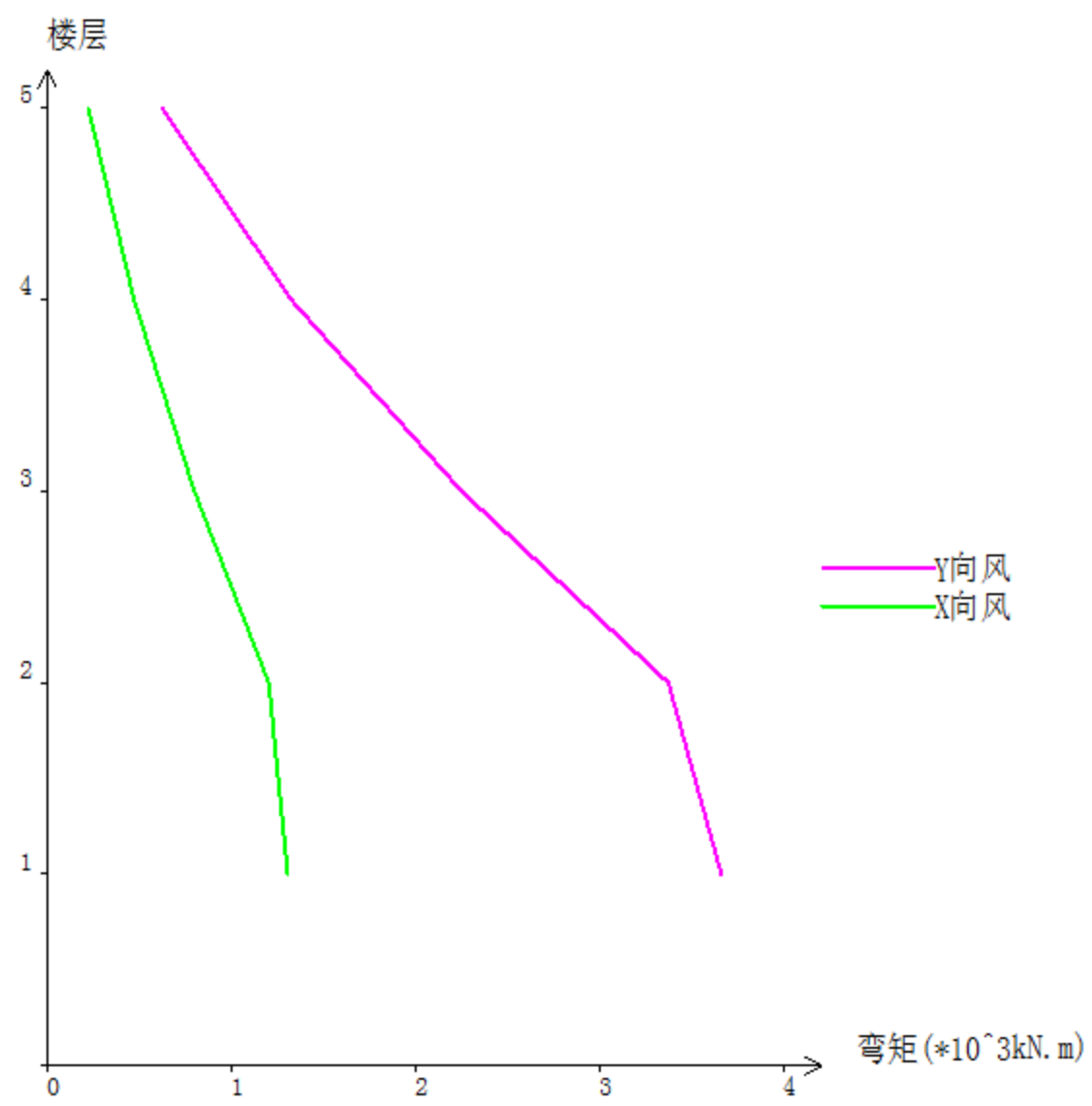


图9-2 顺风向楼层弯矩简图

十. 立面规则性

1. 楼层侧向剪切刚度

Ratx, Raty (刚度比): X, Y 方向本层塔剪切刚度与下一层相应塔剪切刚度的比值
RJX, RJY: 结构总体坐标系中塔的剪切刚度

表10-1 楼层侧向剪切刚度及刚度比

层号	RJX (kN/m)	RJY (kN/m)	Ratx	Raty
5	3.45e+5	3.45e+5	0.89	0.89
4	3.90e+5	3.90e+5	1.00	1.00
3	3.90e+5	3.90e+5	0.95	0.95
2	4.09e+5	4.09e+5	0.02	0.02

层号	RJX (kN/m)	RJY (kN/m)	Ratx	Raty
1	2.43e+7	2.43e+7	1.00	1.00

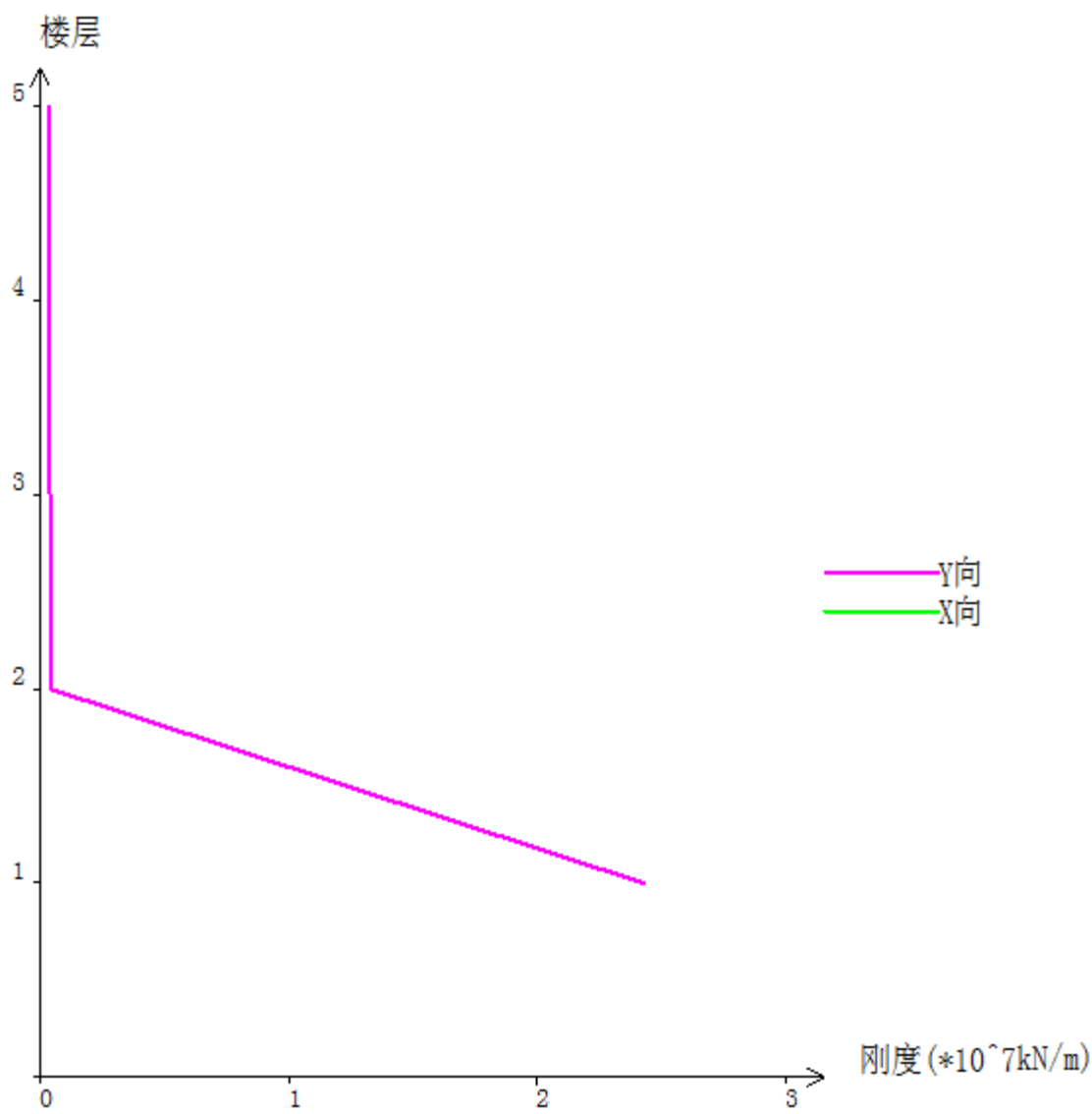


图10-1 多方向刚度简图

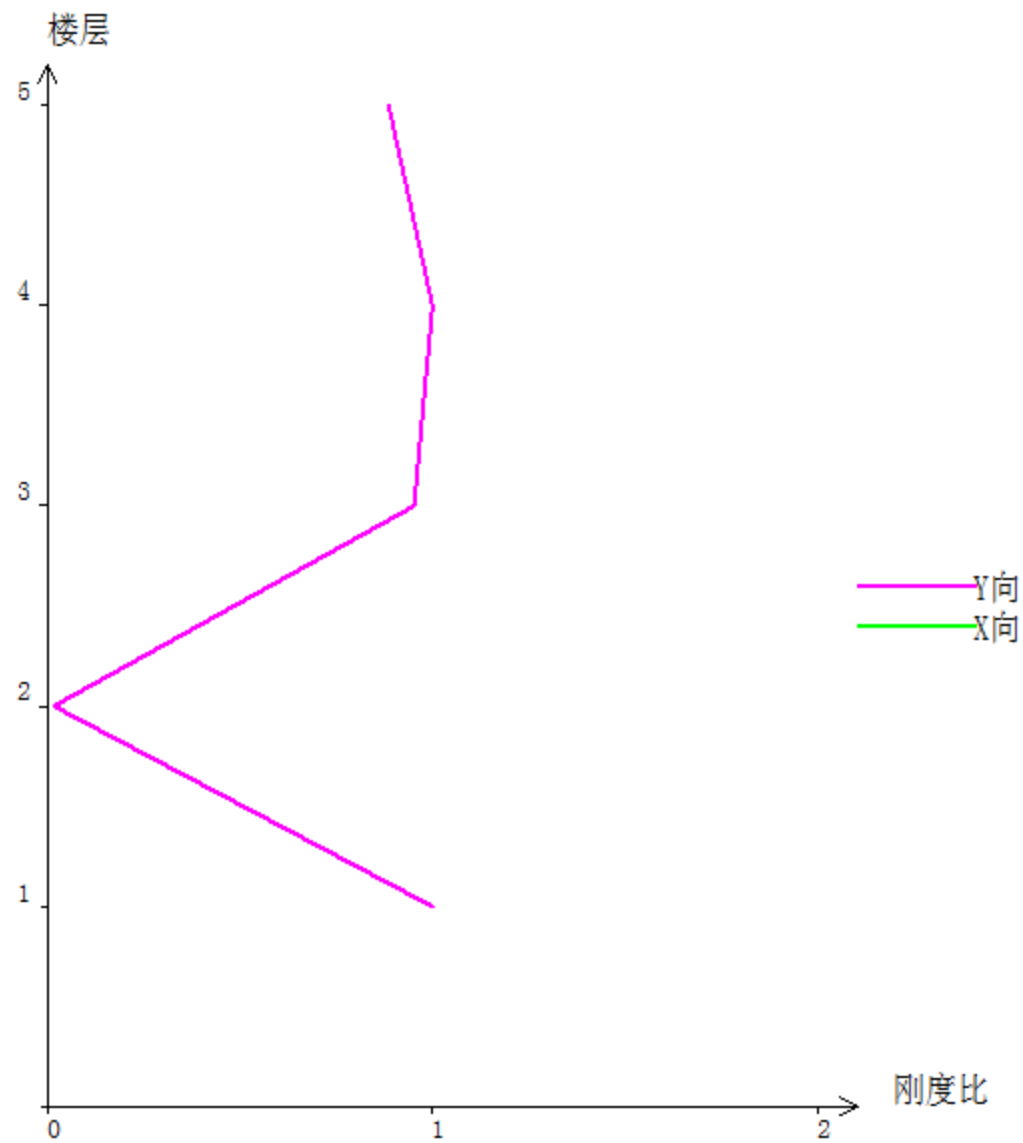


图10-2 多方向刚度比简图

层号	RJX (kN/m)	RJY (kN/m)	Ratx1	Raty1
4	1.82e+5	1.64e+5	1.67	1.75
3	1.88e+5	1.72e+5	1.48	1.50
2	2.17e+5	2.03e+5	1.55	1.62
1	3.41e+6	3.26e+6	21.76	22.65

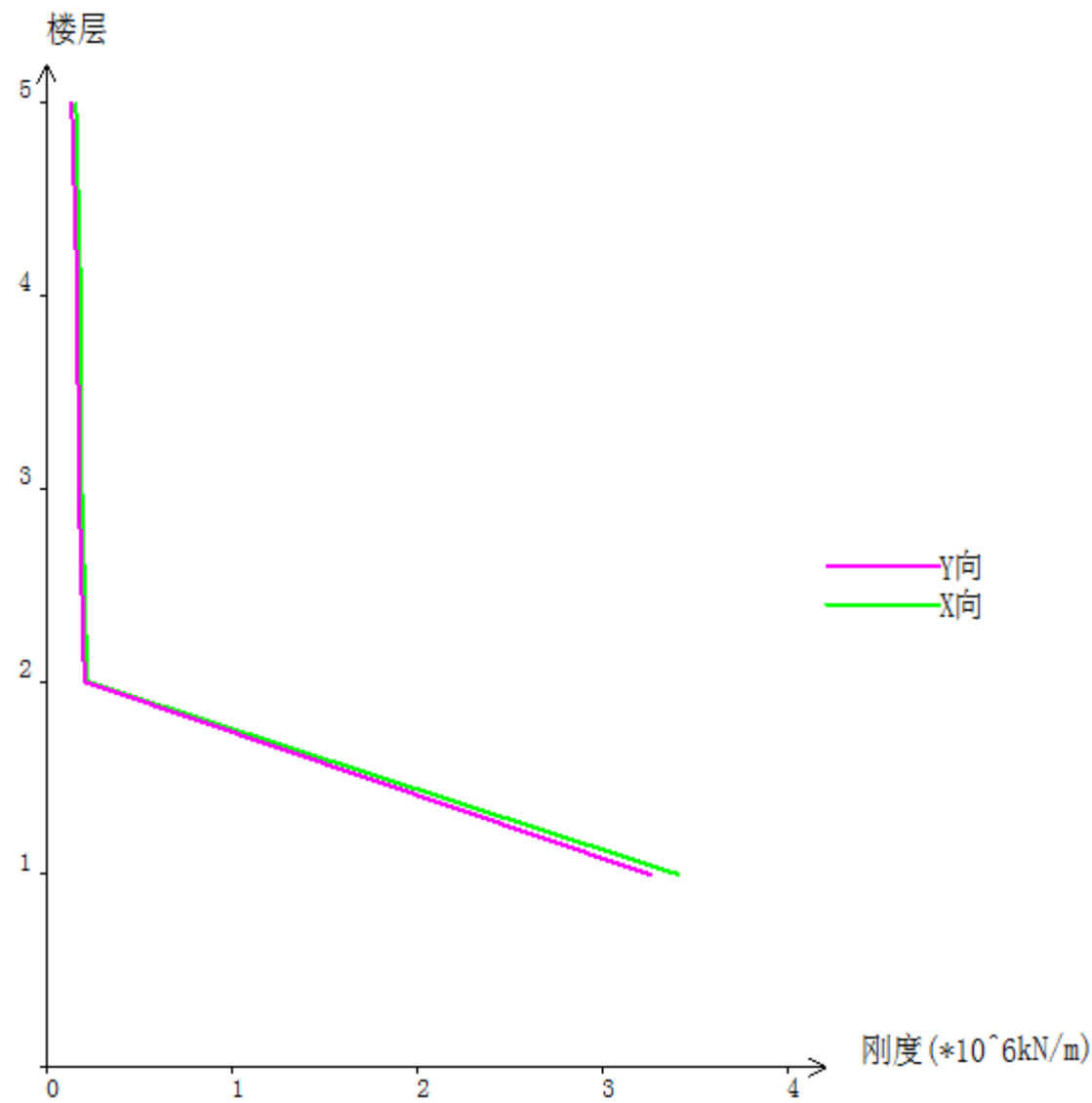


图10-3 多方向刚度简图

2. [楼层剪力/层间位移]刚度

《抗标》3.4.3-2条对于侧向刚度不规则的定义为：该层的侧向刚度小于相邻上一层的70%，或小于其上相邻三个楼层侧向刚度平均值的80%；结构并无侧向刚度不规则的情况。

Ratx1, Raty1(刚度比1):X、Y 方向本层塔侧移刚度与上一层相应塔侧移刚度70%的比值或上三层平均侧移刚度80%的比值中之较小值(按抗标3.4.3;高规3.5.2-1)

Rat2_min: 按刚度比2判断的限值

RJX, RJY: 结构总体坐标系中塔的侧移刚度

表10-2 楼层刚度及刚度比

层号	RJX (kN/m)	RJY (kN/m)	Ratx1	Raty1
5	1.56e+5	1.34e+5	1.00	1.00

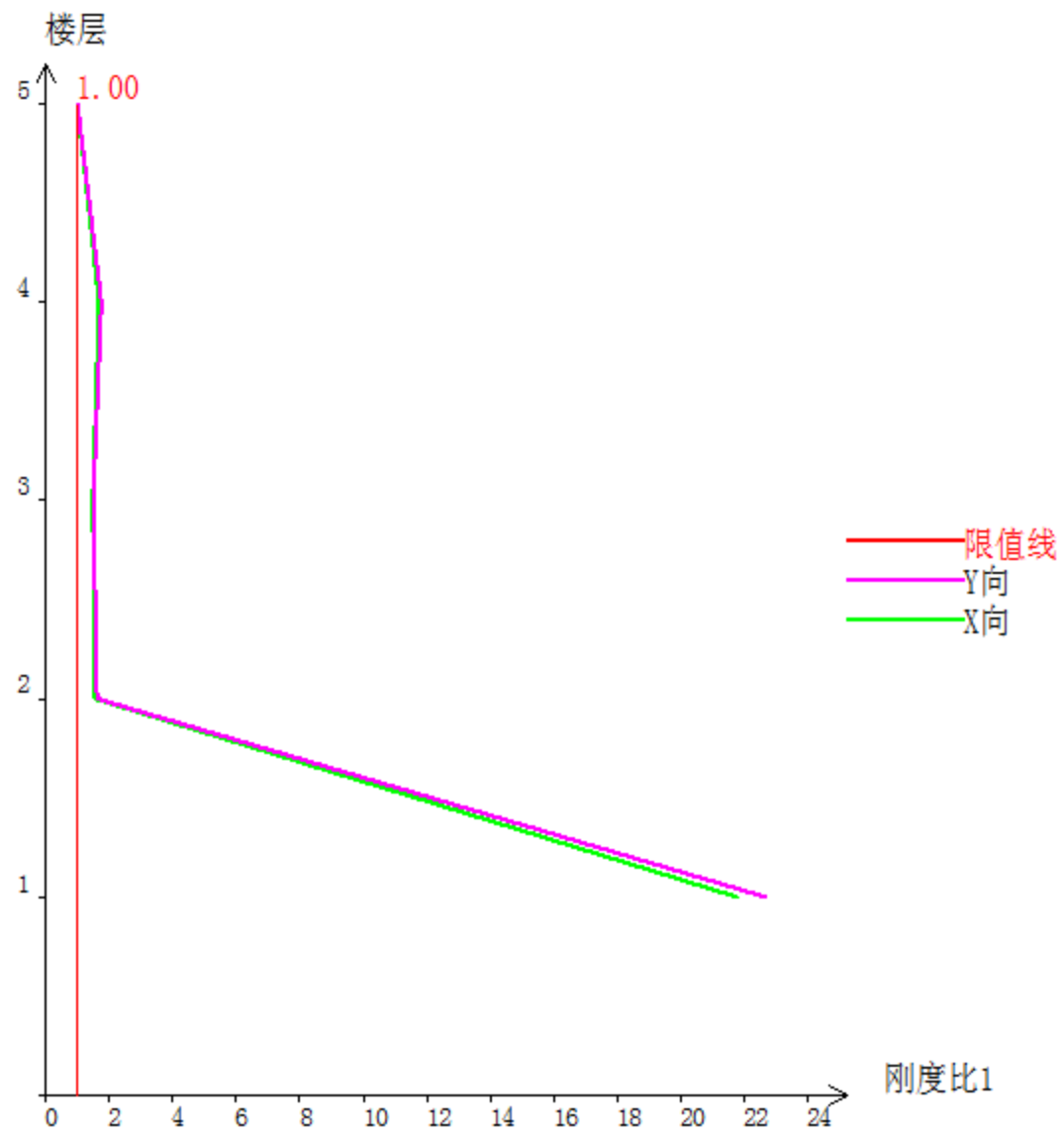


图10-4 多方向刚度比1简图

层号	RJX (kN/m)	RJY (kN/m)	Ratx1	Raty1
4	1.82e+5	1.64e+5	1.67	1.75
3	1.88e+5	1.72e+5	1.48	1.50
2	2.18e+5	2.03e+5	1.55	1.62
1	3.43e+6	3.29e+6	21.88	22.88

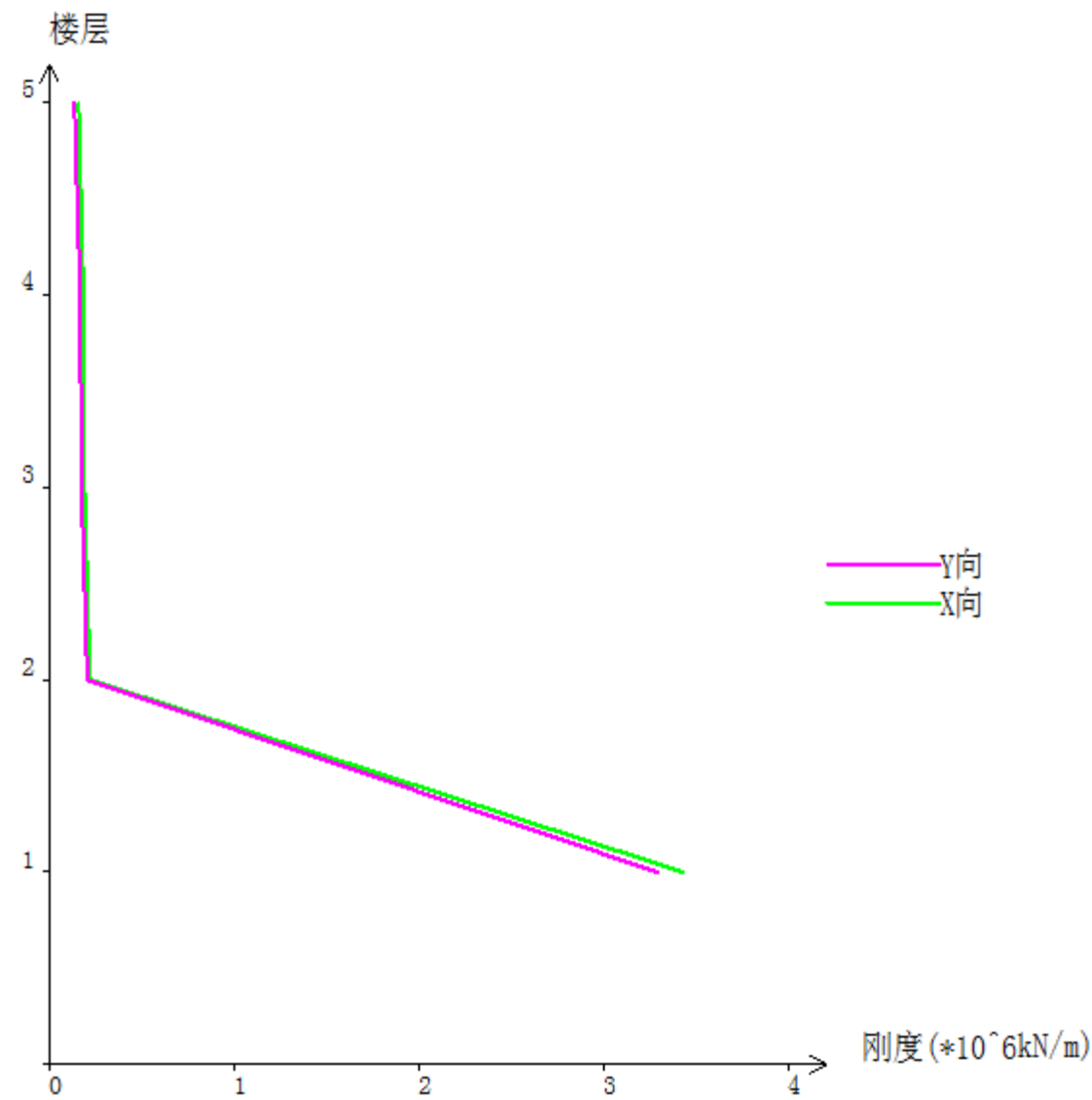


图10-5 多方向刚度简图

3. [楼层剪力/层间位移]刚度(强刚)

《抗标》3.4.3-2条对于侧向刚度不规则的定义为：该层的侧向刚度小于相邻上一层的70%，或小于其上相邻三个楼层侧向刚度平均值的80%；结构并无侧向刚度不规则的情况。

Ratx1, Raty1(刚度比1):X、Y 方向本层塔侧移刚度与上一层相应塔侧移刚度70%的比值或上三层平均侧移刚度80%的比值中之较小值(按抗标3.4.3;高规3.5.2-1)

Rat2_min: 按刚度比2判断的限值

RJX, RJY: 结构总体坐标系中塔的侧移刚度

表10-3 楼层刚度及刚度比

层号	RJX (kN/m)	RJY (kN/m)	Ratx1	Raty1
5	1.56e+5	1.34e+5	1.00	1.00

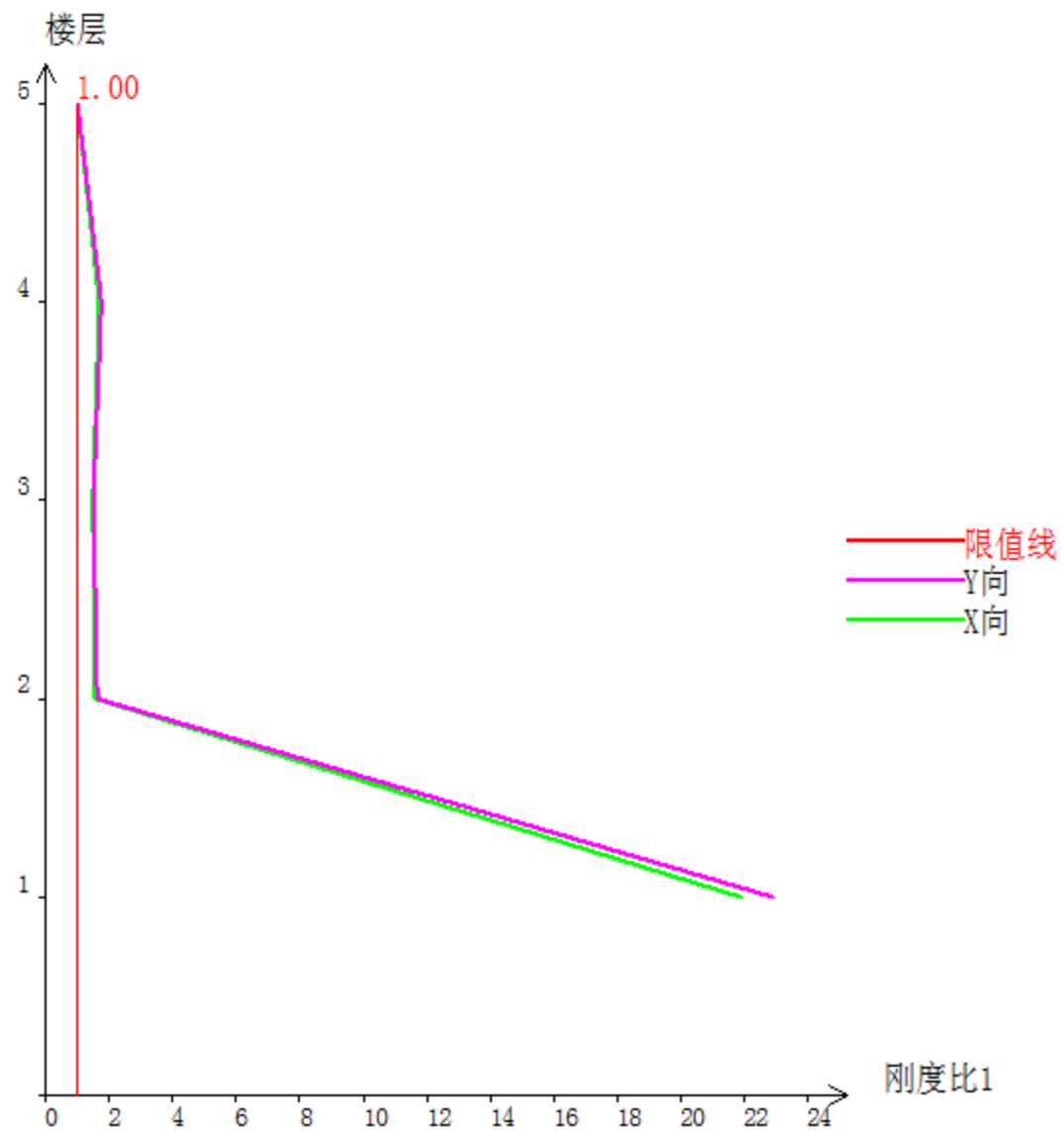


图10-6 多方向刚度比1简图

层号	V _x (kN)	V _y (kN)	V _x /V _{xp}	V _y /V _{yp}	比值判断
3	2302.15	2424.21	1.19	1.21	满足
2	2758.76	2862.04	1.20	1.18	满足
1	14038.04	14030.08	5.09	4.90	满足

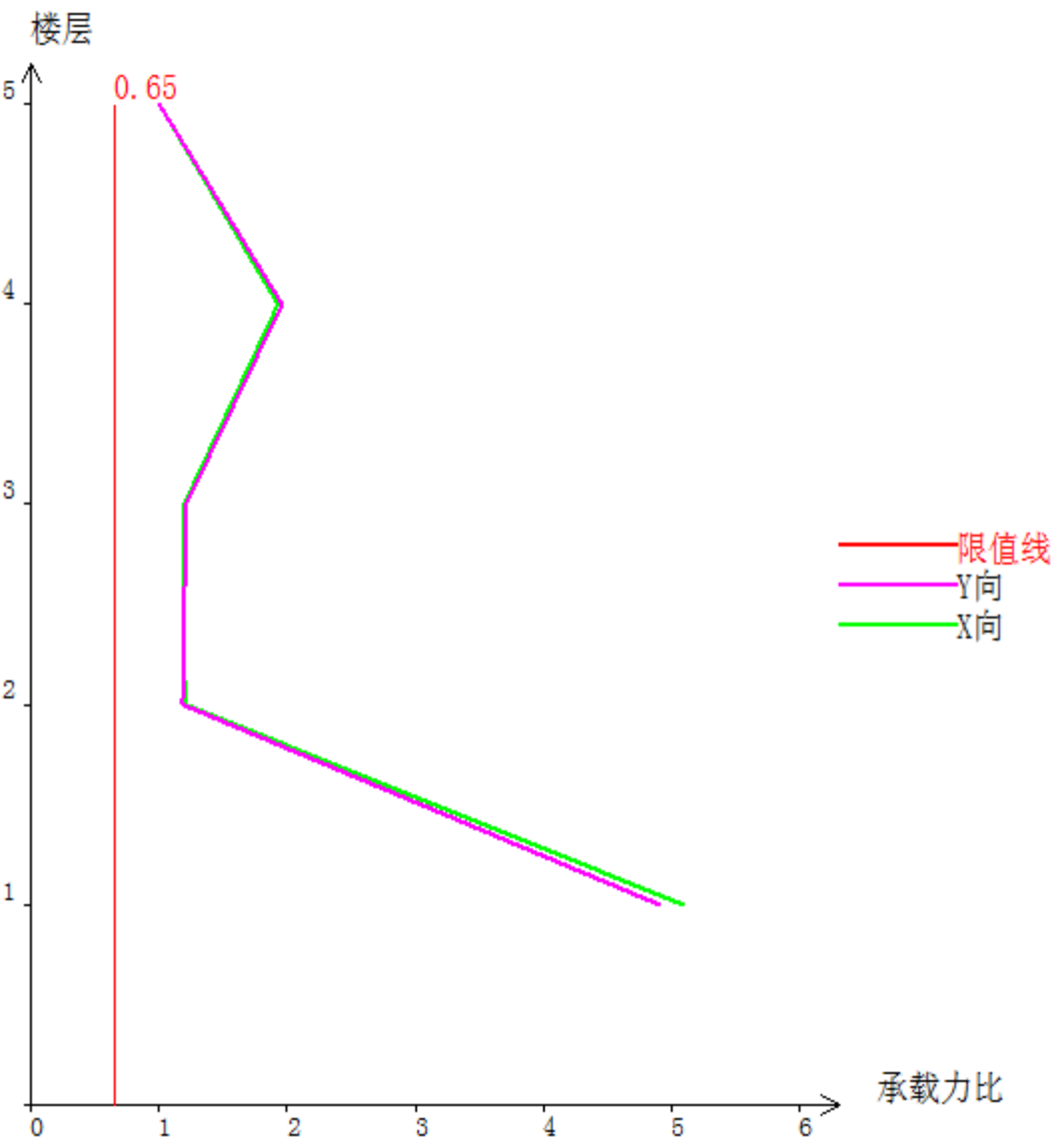


图10-7 多方向受剪承载力比简图

4. 各楼层受剪承载力

《抗标》3.4.4-2条规定:楼层受载力突变时,薄弱层抗侧力结构的受剪承载力不应小于相邻上一楼层的65%。

结构设定的限值是80.00%。并无楼层承载力突变的情况

V_x (kN)、V_y (kN): 楼层受剪承载力(X、Y方向)

V_x/V_{xp}、V_y/V_{yp}: 本层与上层楼层承载力的比值(X、Y方向)

表10-4 各楼层受剪承载力及承载力比值

层号	V _x (kN)	V _y (kN)	V _x /V _{xp}	V _y /V _{yp}	比值判断
5	1004.36	1023.77	1.00	1.00	满足
4	1932.90	2004.68	1.92	1.96	满足

5. 楼层薄弱层调整系数

用户指定的薄弱层: 在参数及多塔定义中指定的薄弱层

软弱层: 刚度比不满足规范要求的楼层
(刚度比判断方式: 抗标和高规从严判断)

(软弱层判断原则：“楼层剪力/层间位移”刚度的刚度比1)
薄弱层：受剪承载力不满足规范要求的楼层
C_def：默认的薄弱层调整系数(综合以上三项判断得到)
C_user：用户定义的薄弱层调整系数
C_final：程序综合判断最终采用的薄弱层调整系数

表10-5 薄弱层调整系数

层号	方向	用户指定薄弱层	软弱层	薄弱层	C_def	C_user	C_final
1-5	X, Y				1.00		1.00

十一. 抗震分析及调整

1. 结构周期及振型方向

地震作用的最不利方向角：83.84度

表11-1 结构周期及振型方向

振型号	周期(s)	方向角(度)	类型	扭振成份	X侧振成份	Y侧振成份	总侧振成份	阻尼比
1	0.7850	77.85	Y	4%	4%	92%	96%	5.00%
2	0.7529	164.84	X	5%	89%	6%	95%	5.00%
3	0.6732	28.65	T	91%	7%	2%	9%	5.00%
4	0.2609	79.94	Y	3%	3%	94%	97%	5.00%
5	0.2518	168.29	X	2%	94%	4%	98%	5.00%
6	0.2242	44.63	T	95%	3%	2%	5%	5.00%

表11-2 结构周期比

第一扭转周期(s)	振型号	第一平动周期(s)	振型号	周期比
0.6732	3	0.7850	1	0.86

说明:此处计算周期比采用的扭转和平动振型通过平动和扭转因子进行判断,程序无法确定其是否为整体振型,因此结果仅供参考.设计人员应通过振型图确定计算周期比所需的第一阶平动振型和扭转振型。

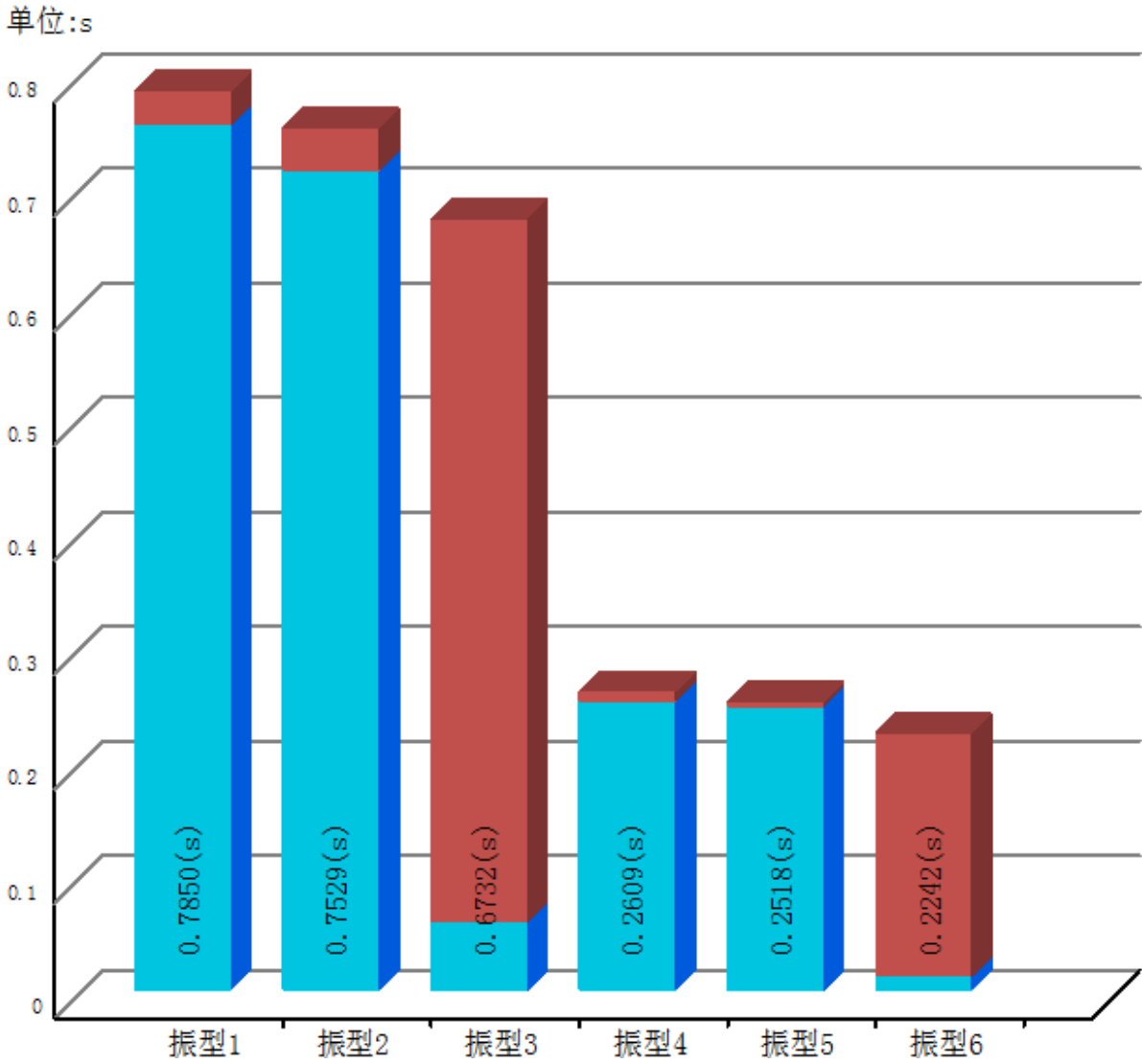


图11-1 1-6振型周期简图

注：图中蓝色（系列0）表示侧振成份,红色（系列1）表示扭振成份.

2. 结构周期及振型方向(强刚)

地震作用的最不利方向角：83.84度

表11-3 结构周期及振型方向(强刚)

振型号	周期(s)	方向角(度)	类型	扭振成份	X侧振成份	Y侧振成份	总侧振成份
1	0.7846	77.91	Y	4%	4%	92%	96%
2	0.7526	164.97	X	5%	89%	6%	95%
3	0.6731	28.75	T	91%	7%	2%	9%
4	0.2607	79.91	Y	3%	3%	94%	97%
5	0.2517	168.31	X	2%	94%	4%	98%
6	0.2241	45.04	T	95%	3%	2%	5%

有蓝色底色标识位置双击可以查看图形

表11-4 结构周期比

第一扭转周期(s)	振型号	第一平动周期(s)	振型号	周期比
0.6731	3	0.7846	1	0.86

说明:此处计算周期比采用的扭转和平动振型通过平动和扭转因子进行判断,程序无法确定其是否为整体振型,因此结果仅供参考.设计人员应通过振型图确定计算周期比所需的第一阶平动振型和扭转振型。

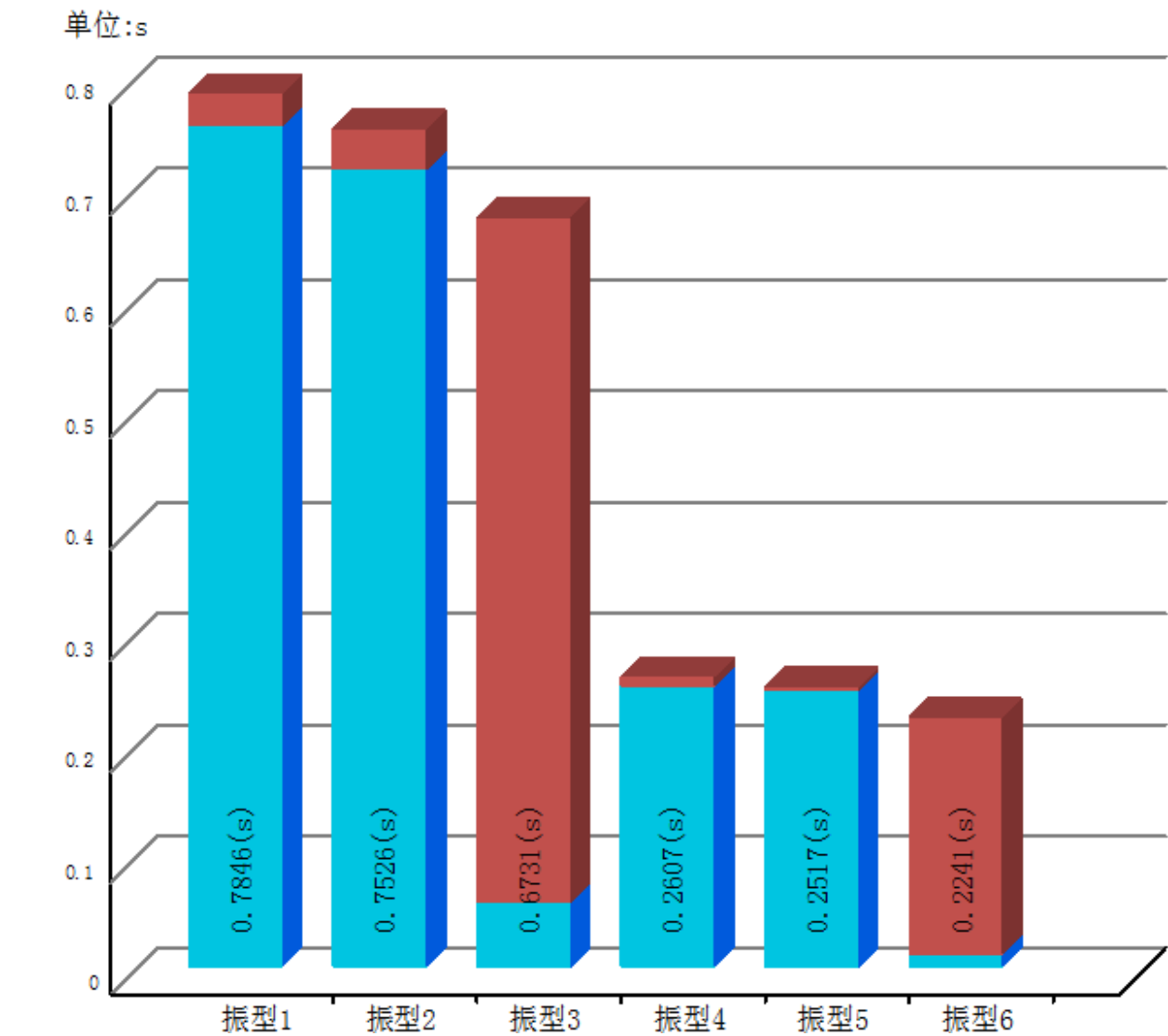


图11-2 1-6振型周期简图

注:图中蓝色表示侧振成份,红色表示扭振成份.

3. 各地震方向参与振型的有效质量系数

表11-5 各地震方向参与振型的有效质量系数

振型号	X向地震	Y向地震	振型号	X向地震	Y向地震
1	3.81%	80.29%	2	78.04%	5.50%
3	6.11%	1.63%	4	0.28%	9.15%
5	8.80%	0.38%	6	0.29%	0.24%

根据《抗标》5.2.2条说明,振型个数一般可以取振型参与质量达到总质量90%所需的振型数。

第 1 地震方向 X向地震 的有效质量系数为 97.34%,参与振型足够

第 2 地震方向 Y向地震 的有效质量系数为 97.19%,参与振型足够

4. 地震作用下结构剪重比及其调整

V_x, V_y (kN): 地震作用下结构楼层的剪力

RSW: 剪重比

Coef2: 按抗标(5.2.5)条计算的剪重比调整系数

Coef_RSW_x, Coef_RSW_y: 程序综合考虑最终采用的剪重比调整系数(如果用户定义了则采用用户定义值)

根据《建筑与市政工程抗震通用规范》4.2.3-3规定,7度(0.10g)设防地区,水平地震影响系数最大值为0.08,X向楼层剪重比不应小于1.60%。

由下表可见, X向地震剪重比符合要求。

表11-6 X向地震工况下指标

层号	V _x (kN)	RSW	Coef2	Coef_RSW _x
5	210.3	7.56%	1.00	1.00
4	419.7	6.50%	1.00	1.00
3	568.9	5.62%	1.00	1.00
2	665.3	4.75%	1.00	1.00
1	668.1	4.26%	1.00	1.00

根据《建筑与市政工程抗震通用规范》4.2.3-3规定,7度(0.10g)设防地区,水平地震影响系数最大值为0.08,Y向楼层剪重比不应小于1.60%。

由下表可见, Y向地震剪重比符合要求。

表11-7 Y向地震工况下指标

层号	V _y (kN)	RSW	Coef2	Coef_RSW _y
5	210.0	7.55%	1.00	1.00
4	413.8	6.41%	1.00	1.00
3	558.5	5.52%	1.00	1.00
2	652.4	4.66%	1.00	1.00
1	655.1	4.18%	1.00	1.00

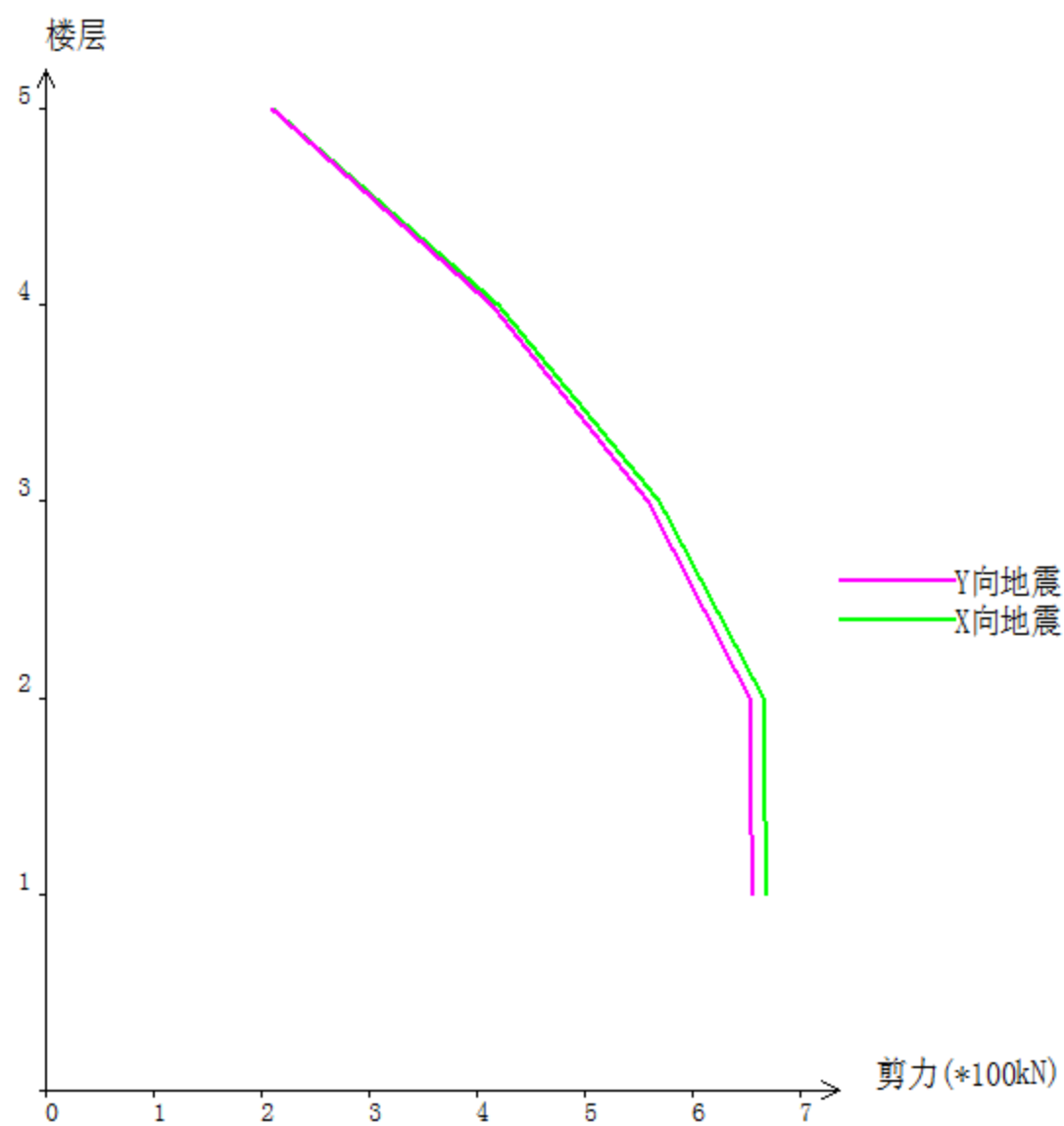


图11-3 地震各工况楼层剪力简图

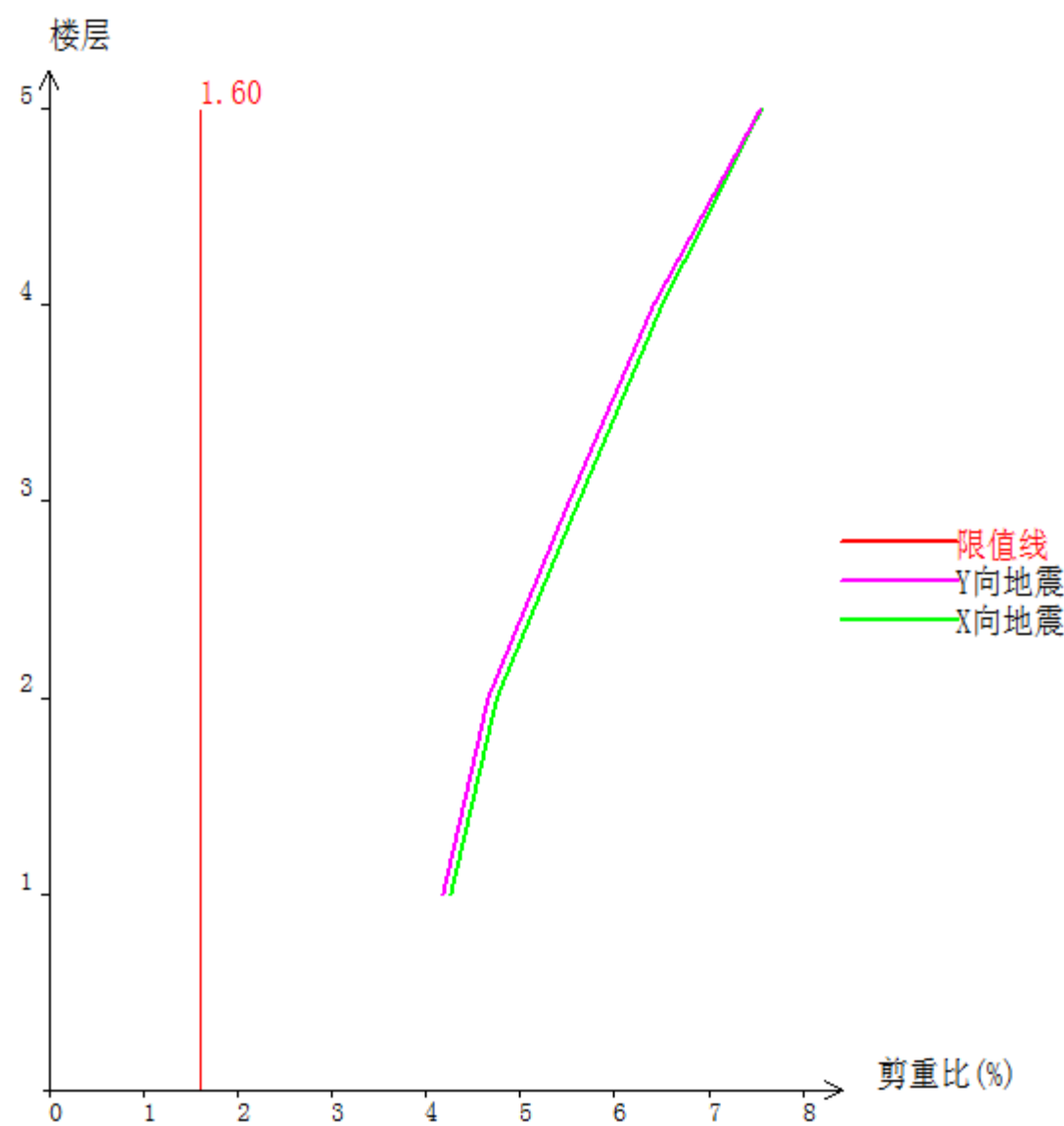


图11-4 地震各工况剪重比简图

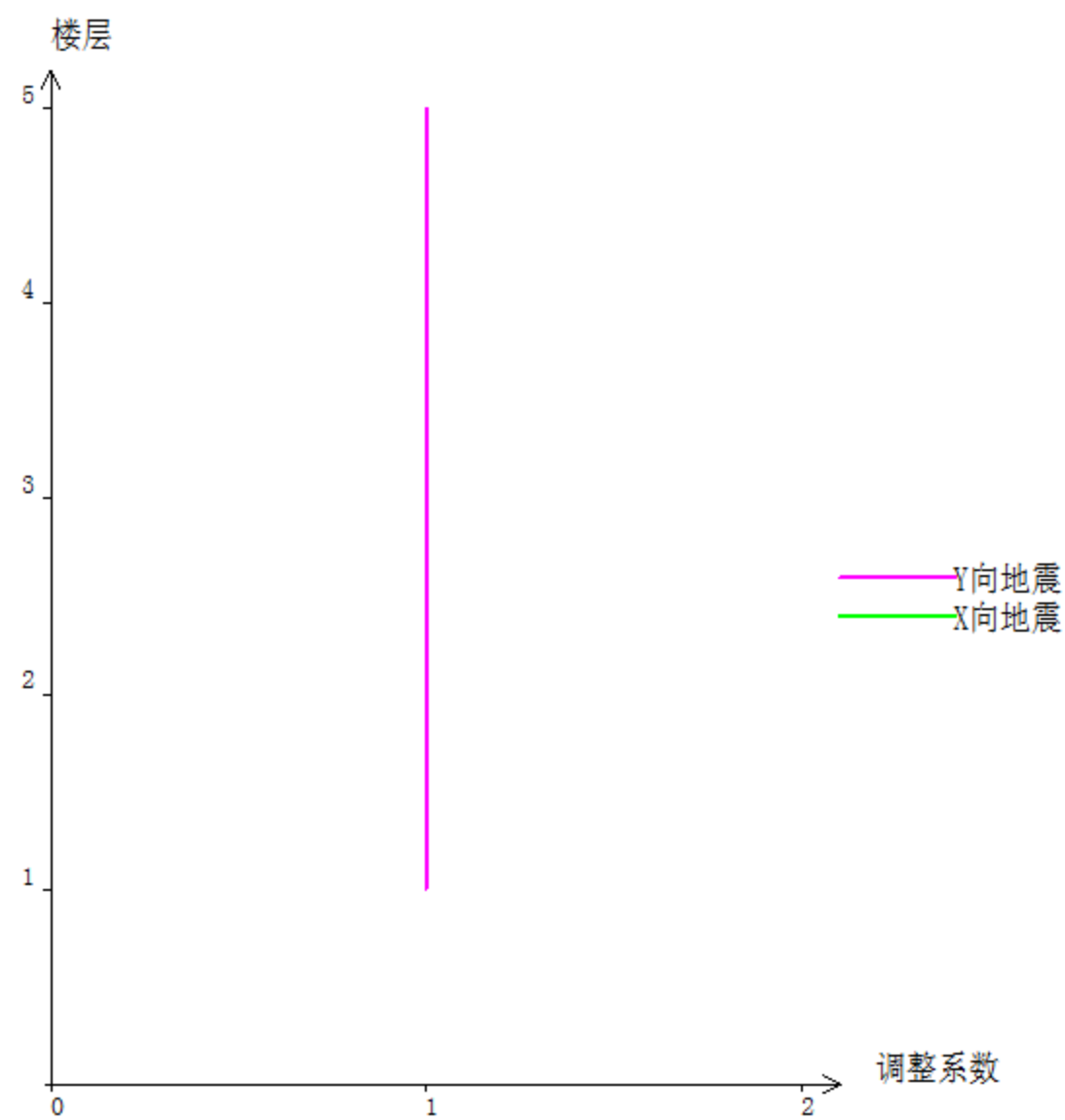


图11-5 地震各工况最终采用的剪重比调整系数简图

5. 偶然偏心信息

Ecx, Ecy: X、Y向偶然偏心

表11-8 偶然偏心

层号	Ecx	Ecy
1-5	0.05	0.05

十二. 结构体系指标及二道防线调整

1. 竖向构件倾覆力矩及百分比(抗标)

表12-1 X静震工况下的倾覆力矩及百分比(单位 kN.m)

层号	框架柱	短肢墙	普通墙	斜撑	总弯矩
5	853.5 (100.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	853.5
4	2490.3 (100.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	2490.3
3	4709.2 (100.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	4709.2
2	7303.9 (100.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	7303.9
1	7969.3 (100.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	7969.3

表12-2 Y静震工况下的倾覆力矩及百分比(单位 kN.m)

层号	框架柱	短肢墙	普通墙	斜撑	总弯矩
5	858.7 (100.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	858.7
4	2472.4 (100.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	2472.4
3	4650.5 (100.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	4650.5
2	7195.1 (100.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	7195.1
1	7842.1 (100.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	7842.1

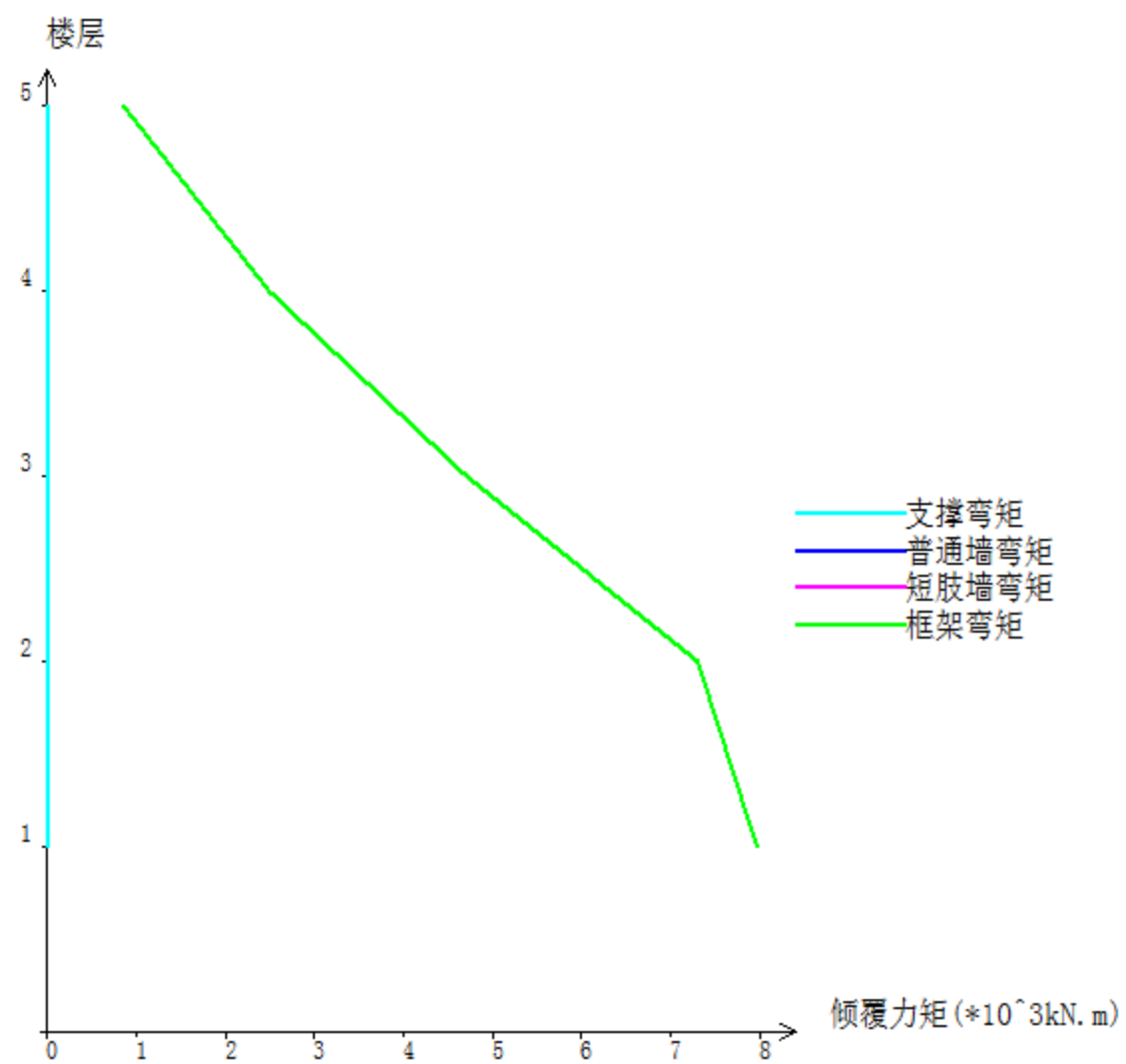


图12-1 X静震下倾覆力矩简图

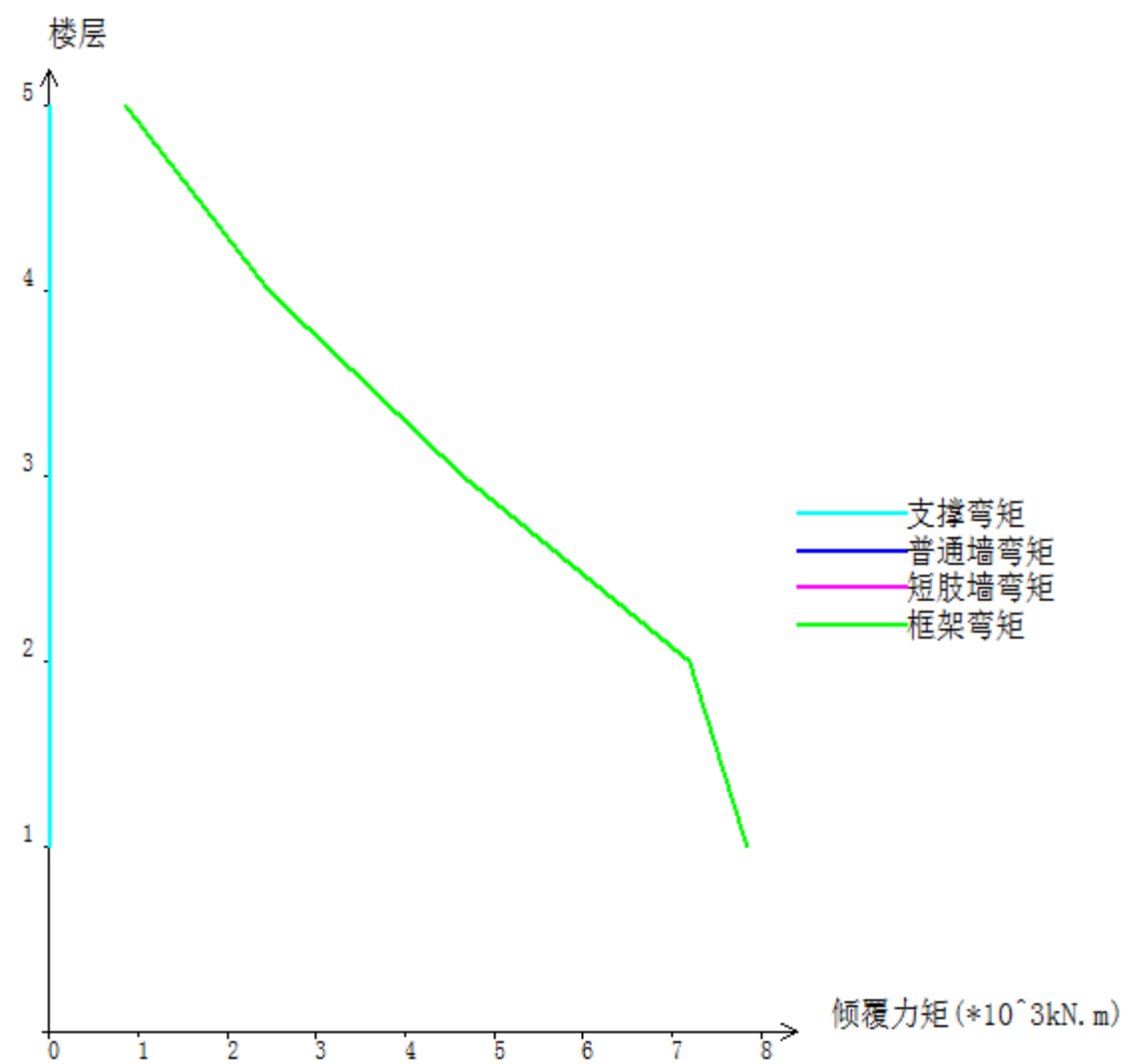


图12-2 Y静震下倾覆力矩简图

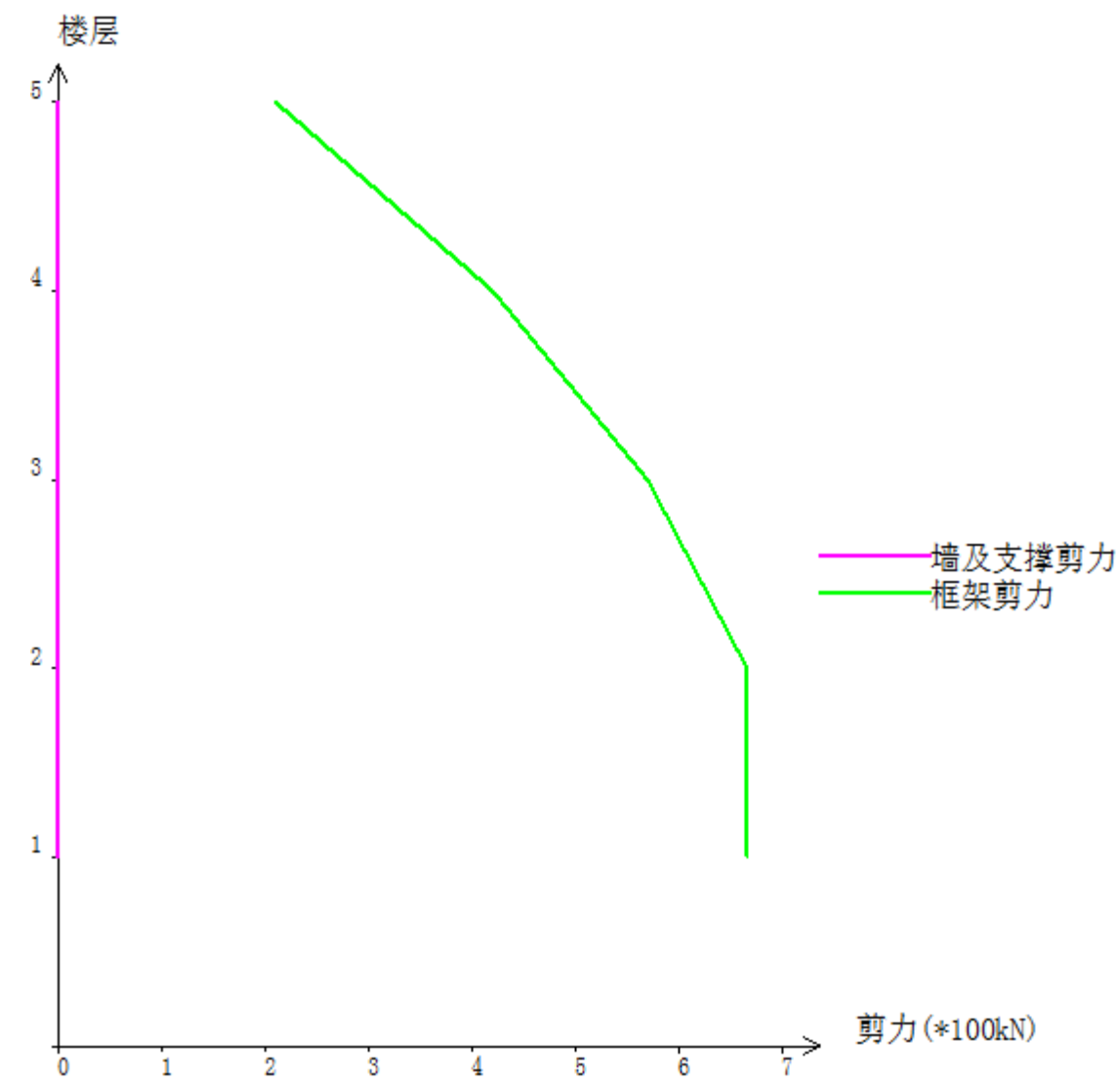
2. 竖向构件地震剪力及百分比

表12-3 X向地震工况下的剪力及百分比(单位 kN)

层号	框架柱	墙及支撑	总剪力
5	210.3 (100.0%)	0.0(0.0%)	210.3
4	419.7 (100.0%)	0.0(0.0%)	419.7
3	568.9 (100.0%)	0.0(0.0%)	568.9
2	665.3 (100.0%)	0.0(0.0%)	665.3
1	665.3	0.0(0.0%)	668.1

层号	框架柱	墙及支撑	总剪力
1	(99.6%)	0.0 (0.0%)	668.1

表12-4 Y向地震工况下的剪力及百分比 (单位 kN)			
层号	框架柱	墙及支撑	总剪力
5	210.0 (100.0%)	0.0 (0.0%)	210.0
4	413.8 (100.0%)	0.0 (0.0%)	413.8
3	558.5 (100.0%)	0.0 (0.0%)	558.5
2	652.4 (100.0%)	0.0 (0.0%)	652.4
1	647.0 (98.8%)	0.0 (0.0%)	655.1



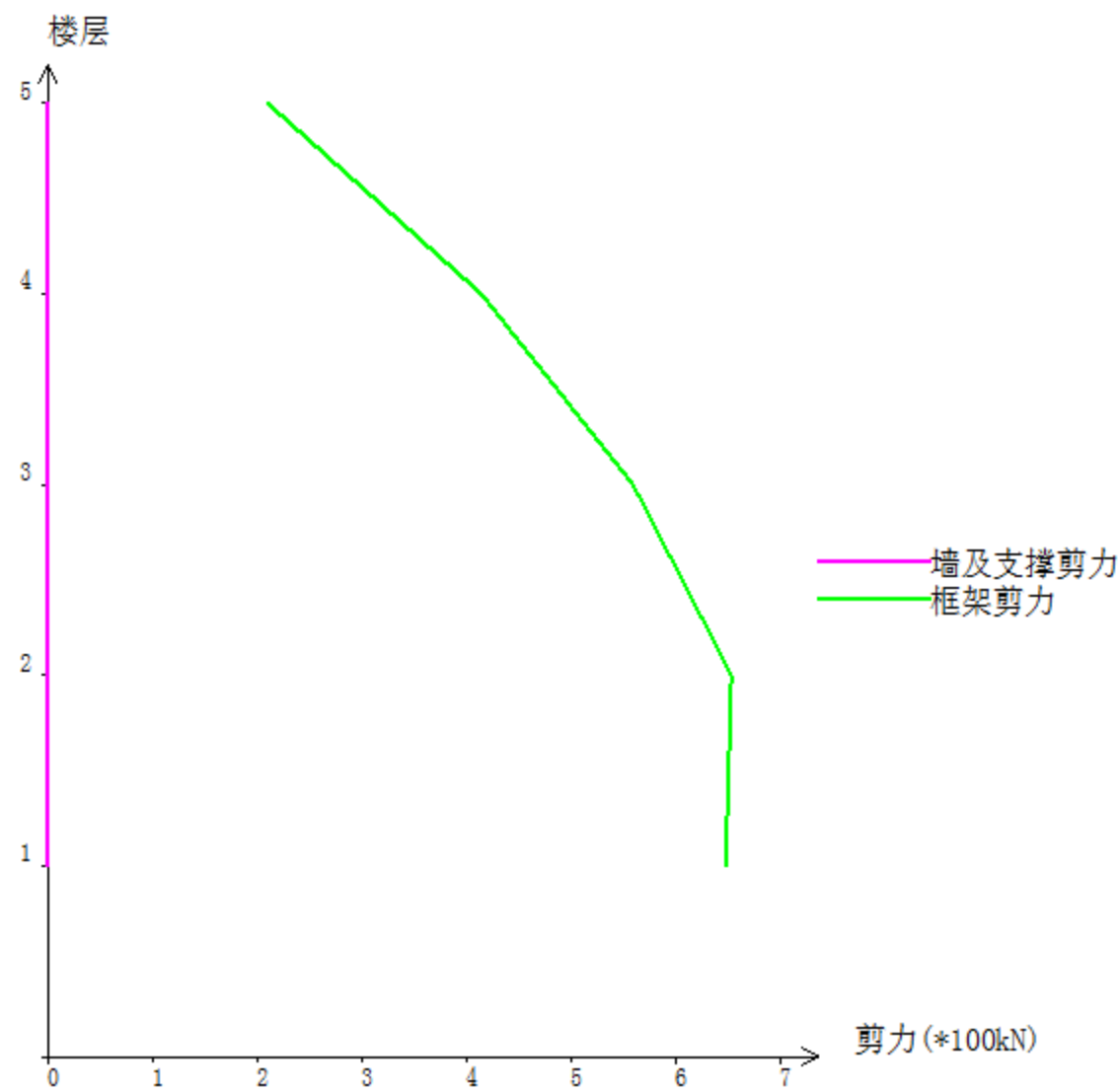


图12-4 Y向地震下剪力简图

十三. 变形验算

1. 普通结构楼层位移指标统计

根据《抗标》5.5.1条规定：对钢筋混凝土框架应进行多遇地震作用下的抗震变形验算，其楼层内最大的弹性层间位移 $\Delta u/h$ 不应大于1/550。结构所有工况下最大层间位移角均满足规范要求。

《抗标》3.4.3-1条对于扭转不规则的定义为：在规定的水平力作用下，楼层的最大弹性水平位移(或层间位移)，大于该楼层两端弹性水平位移(或层间位移)平均值的1.2倍。结构设定的判断扭转不规则的位移比为1.20，位移比的限值为1.50，结构不属于扭转不规则。

所有工况下位移比、层间位移比均满足规范要求。

表中位移的单位为(mm)

表13-1 X正偏心静震工况的位移

层号	最大位移(节点号)	平均位移	最大层间位移	平均层间位移	位移比	层间位移比
5	9.96(209)	9.89	1.39	1.36	1.01	1.02
4	8.60(139)	8.55	2.31	2.30	1.01	1.00
3	6.29(101)	6.25	3.04	3.01	1.01	1.01
2	3.25(56)	3.24	3.07	3.05	1.00	1.01
1	0.21(48)	0.19	0.21	0.19	1.00	1.00

本工况下全楼最大楼层位移= 9.96（发生在5层1塔）
本工况下全楼最大位移比 = 1.01（发生在3层1塔）
本工况下全楼最大层间位移比= 1.02（发生在5层1塔）

表13-2 X负偏心静震工况的位移

层号	最大位移(节点号)	平均位移	最大层间位移	平均层间位移	位移比	层间位移比
5	10.45(209)	9.95	1.43	1.37	1.05	1.05
4	9.02(162)	8.59	2.43	2.31	1.05	1.05
3	6.59(106)	6.28	3.19	3.02	1.05	1.05
2	3.41(62)	3.25	3.21	3.06	1.05	1.05
1	0.21(48)	0.19	0.21	0.19	1.00	1.00

本工况下全楼最大楼层位移= 10.45（发生在5层1塔）
本工况下全楼最大位移比 = 1.05（发生在3层1塔）
本工况下全楼最大层间位移比= 1.05（发生在3层1塔）

表13-3 Y正偏心静震工况的位移

层号	最大位移(节点号)	平均位移	最大层间位移	平均层间位移	位移比	层间位移比
5	11.86(245)	10.66	1.77	1.58	1.11	1.12
4	10.09(170)	9.08	2.79	2.50	1.11	1.12
3	7.30(132)	6.58	3.57	3.21	1.11	1.11
2	3.72(93)	3.37	3.51	3.17	1.11	1.11
1	0.24(34)	0.19	0.24	0.19	1.00	1.00

本工况下全楼最大楼层位移= 11.86（发生在5层1塔）
本工况下全楼最大位移比 = 1.11（发生在5层1塔）

本工况下全楼最大层间位移比= 1.12（发生在5层1塔）

表13-4 Y负偏心静震工况的位移

层号	最大位移(节点号)	平均位移	最大层间位移	平均层间位移	位移比	层间位移比
5	13.20(184)	10.79	1.94	1.60	1.22	1.21
4	11.28(137)	9.20	3.09	2.53	1.23	1.22
3	8.20(99)	6.67	3.99	3.25	1.23	1.23
2	4.21(54)	3.41	3.99	3.21	1.23	1.24
1	0.26(29)	0.20	0.26	0.20	1.00	1.00

本工况下全楼最大楼层位移= 13.20（发生在5层1塔）

本工况下全楼最大位移比 = 1.23（发生在2层1塔）

本工况下全楼最大层间位移比= 1.24（发生在2层1塔）

表13-5 X向地震工况的位移

层号	最大位移(节点号)	最大层间位移	平均层间位移	最大层间位移角(节点号)
5	10.55(209)	1.45	1.37	1/3746(209)
4	9.18(139)	2.48	2.32	1/1570(139)
3	6.76(101)	3.27	3.04	1/1190(101)
2	3.50(56)	3.31	3.08	1/1179(56)
1	0.21(33)	0.21	0.19	1/4838(33)

本工况下全楼最大楼层位移= 10.55（发生在5层1塔）

本工况下全楼最大层间位移角= 1/1179（发生在2层1塔）

表13-6 Y向地震工况的位移

层号	最大位移(节点号)	最大层间位移	平均层间位移	最大层间位移角(节点号)
5	12.34(184)	1.81	1.60	1/3018(184)
4	10.63(139)	2.93	2.55	1/1332(139)
3	7.79(101)	3.80	3.28	1/1026(101)
2	4.02(54)	3.81	3.25	1/1022(55)
1	0.25(29)	0.25	0.20	1/3935(29)

本工况下全楼最大楼层位移= 12.34（发生在5层1塔）

本工况下全楼最大层间位移角= 1/1022（发生在2层1塔）

表13-7 X向风工况的位移

层号	最大位移(节点号)	最大层间位移	平均层间位移	最大层间位移角(节点号)
5	1.59(233)	0.25	0.25	1/9999(293)
4	1.34(162)	0.36	0.36	1/9999(162)
3	0.98(124)	0.47	0.45	1/8382(101)
2	0.51(62)	0.48	0.47	1/8045(84)
1	0.03(48)	0.03	0.03	1/9999(48)

本工况下全楼最大楼层位移= 1.59（发生在5层1塔）

本工况下全楼最大层间位移角= 1/8045（发生在2层1塔）

表13-8 Y向风工况的位移

层号	最大位移(节点号)	最大层间位移	平均层间位移	最大层间位移角(节点号)
5	4.81(293)	0.85	0.80	1/6400(293)
4	4.02(139)	1.13	1.11	1/3462(170)
3	2.92(99)	1.40	1.39	1/2781(101)
2	1.52(54)	1.45	1.40	1/2695(55)
1	0.10(29)	0.10	0.09	1/9598(29)

本工况下全楼最大楼层位移= 4.81（发生在5层1塔）

本工况下全楼最大层间位移角= 1/2695（发生在2层1塔）

表13-9 X+Y地震(双向效应)工况的位移

层号	最大位移(节点号)	最大层间位移	平均层间位移	最大层间位移角(节点号)
5	10.65(233)	1.47	1.38	1/3713(209)
4	9.27(139)	2.51	2.34	1/1555(139)
3	6.83(101)	3.31	3.06	1/1179(101)
2	3.54(56)	3.34	3.11	1/1168(56)
1	0.21(33)	0.21	0.19	1/4793(33)

本工况下全楼最大楼层位移= 10.65（发生在5层1塔）

本工况下全楼最大层间位移角= 1/1168（发生在2层1塔）

表13-10 Y+X地震(双向效应)工况的位移

层号	最大位移(节点号)	最大层间位移	平均层间位移	最大层间位移角(节点号)
5	12.75(184)	1.85	1.67	1/2943(184)

层号	最大位移(节点号)	最大层间位移	平均层间位移	最大层间位移角 (节点号)
4	11.00(139)	3.02	2.68	1/1291(139)
3	8.06(101)	3.93	3.46	1/992(101)
2	4.15(54)	3.94	3.42	1/989(55)
1	0.26(29)	0.26	0.20	1/3894(29)

本工况下全楼最大楼层位移= 12.75（发生在5层1塔）
本工况下全楼最大层间位移角= 1/989（发生在2层1塔）

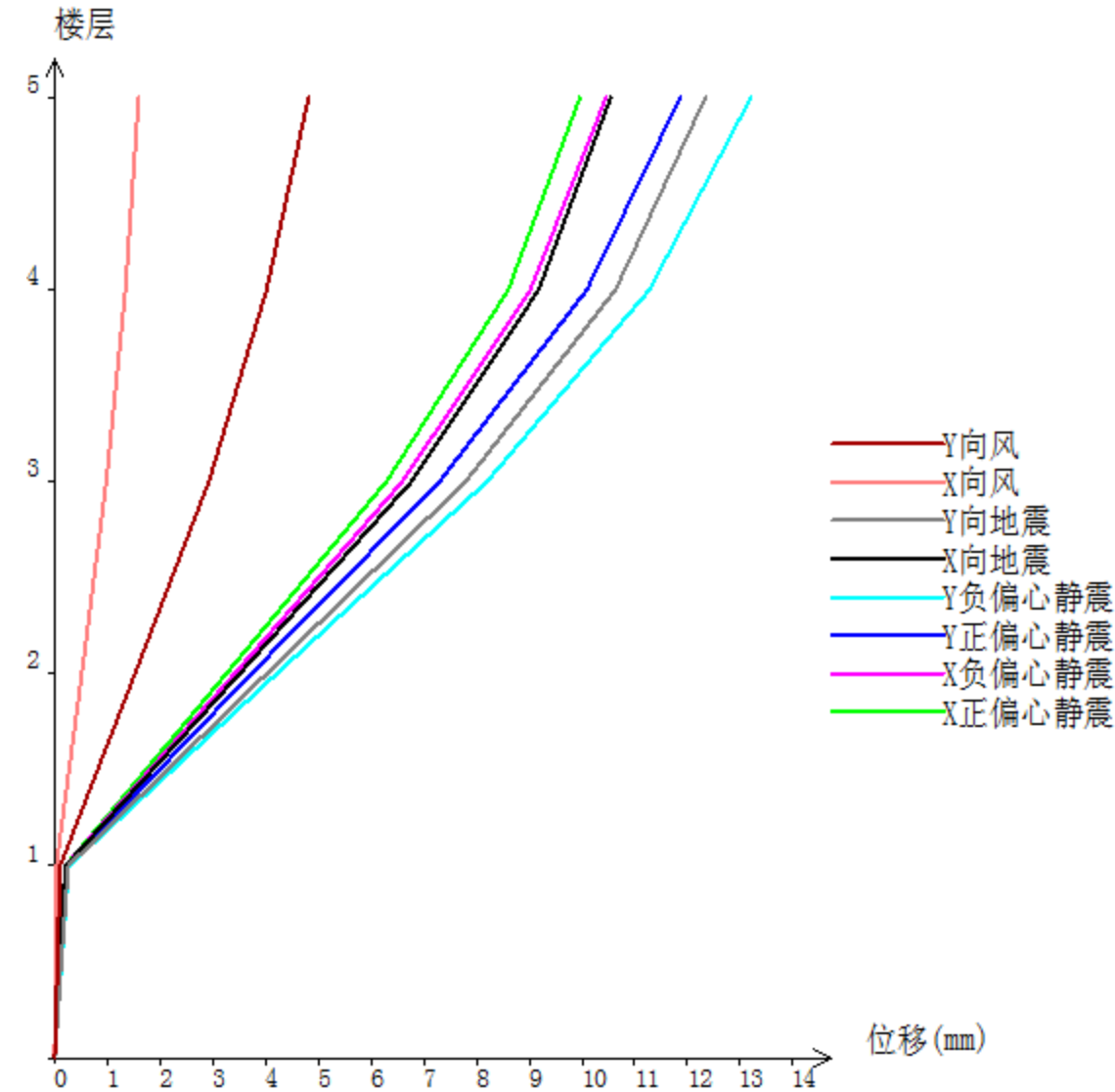


图13-1 最大位移简图

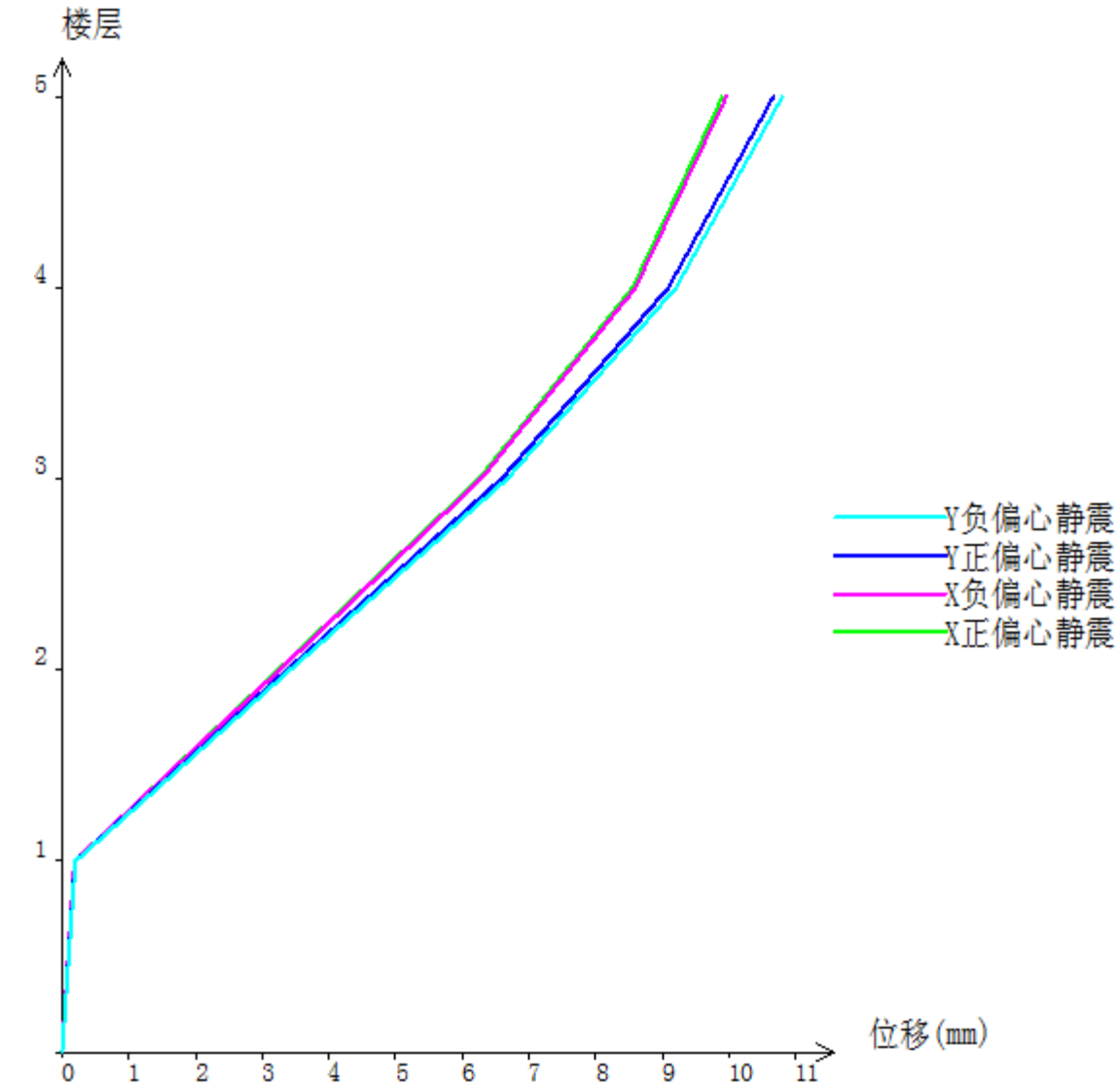


图13-2 平均位移简图

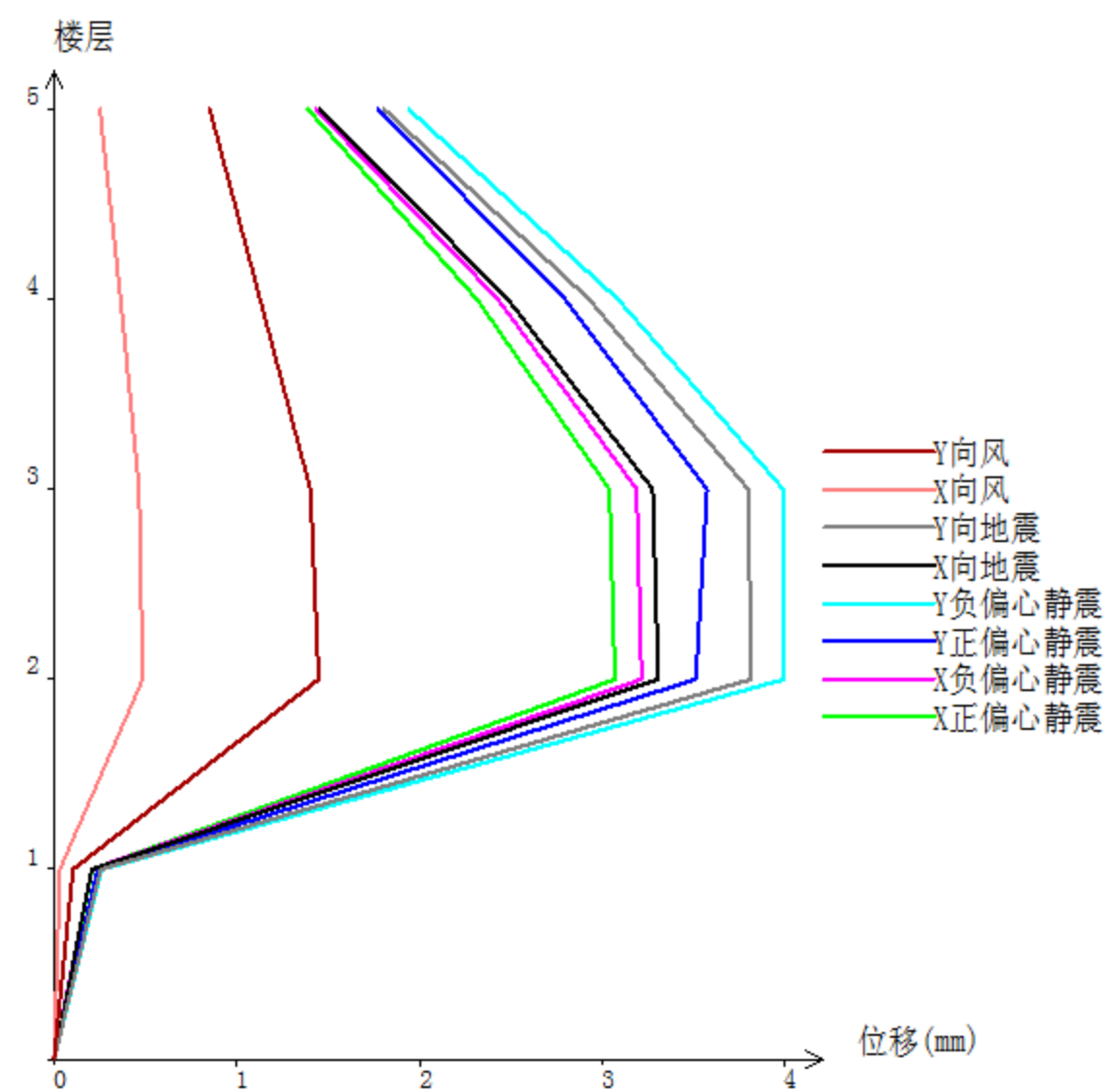


图13-3 最大层间位移简图

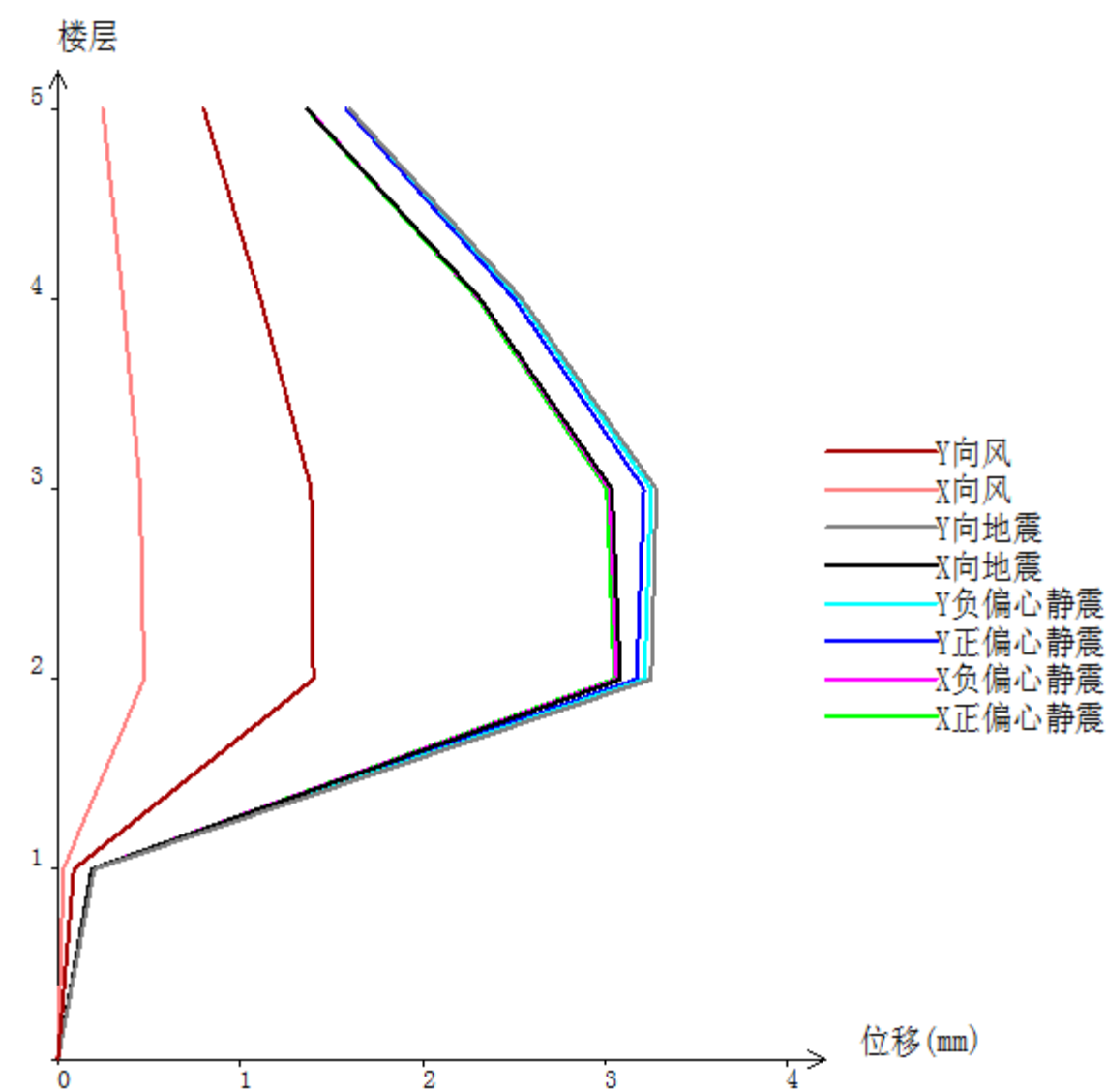


图13-4 平均层间位移简图

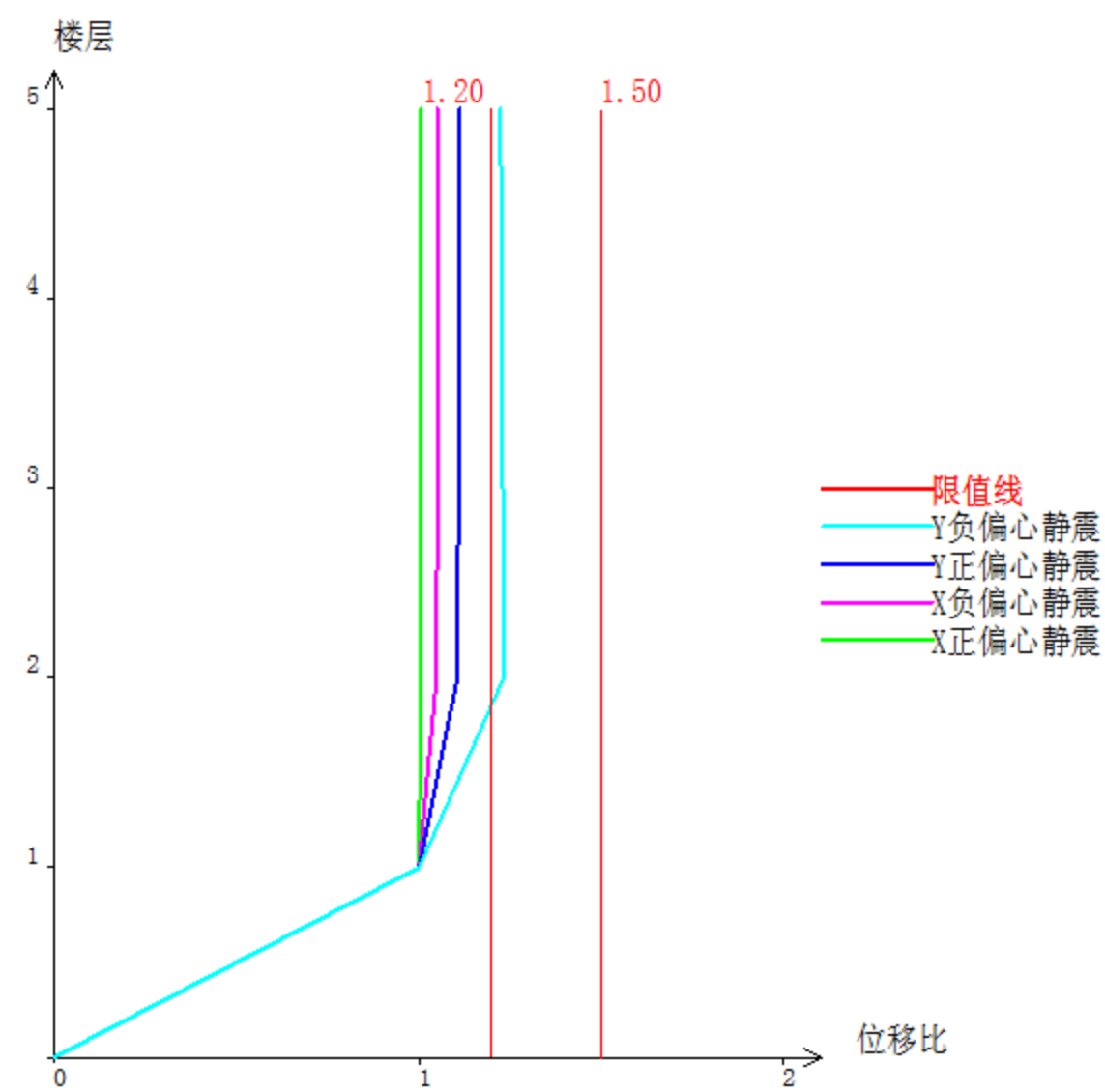


图13-5 位移比简图

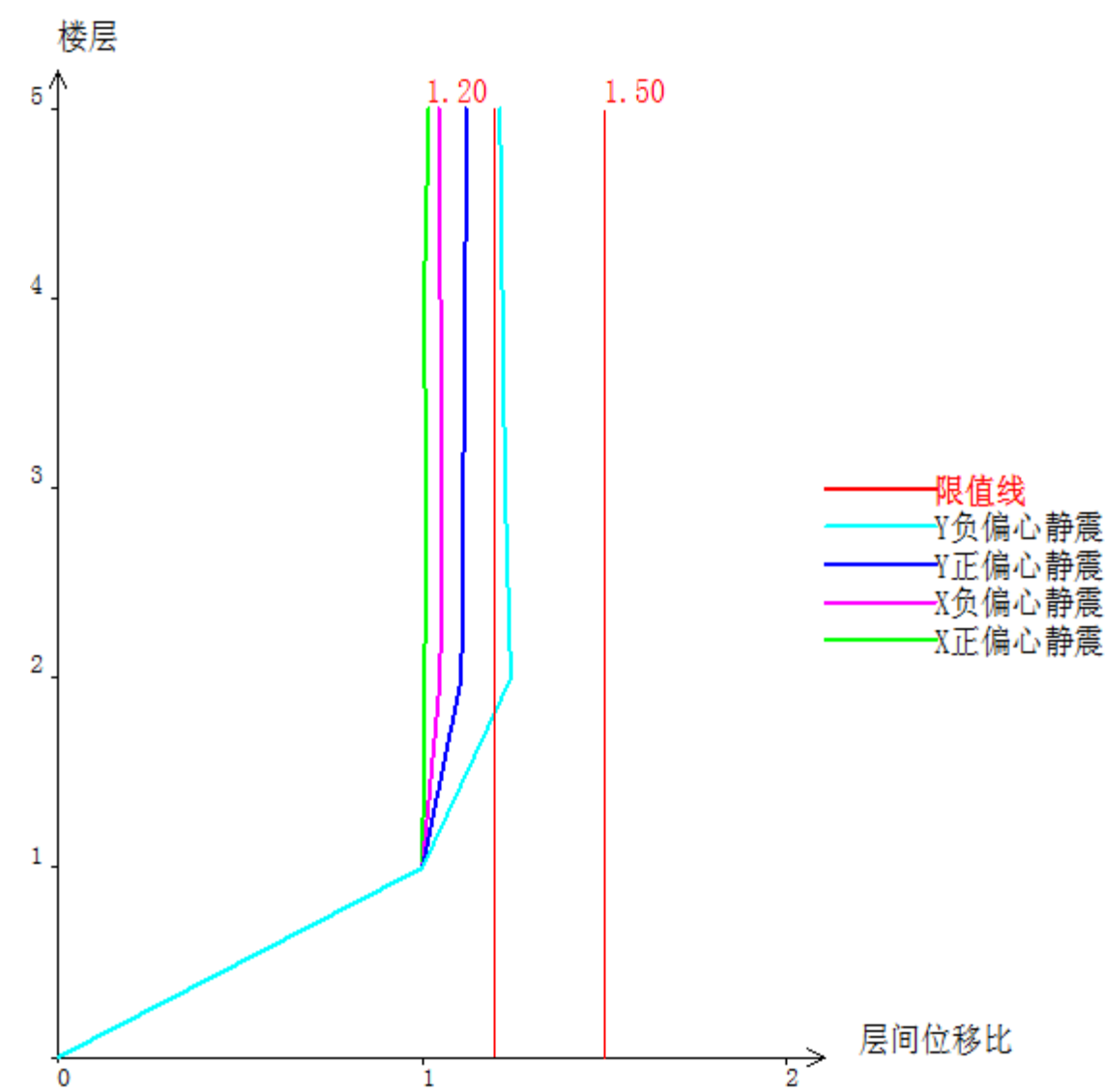


图13-6 层间位移比简图

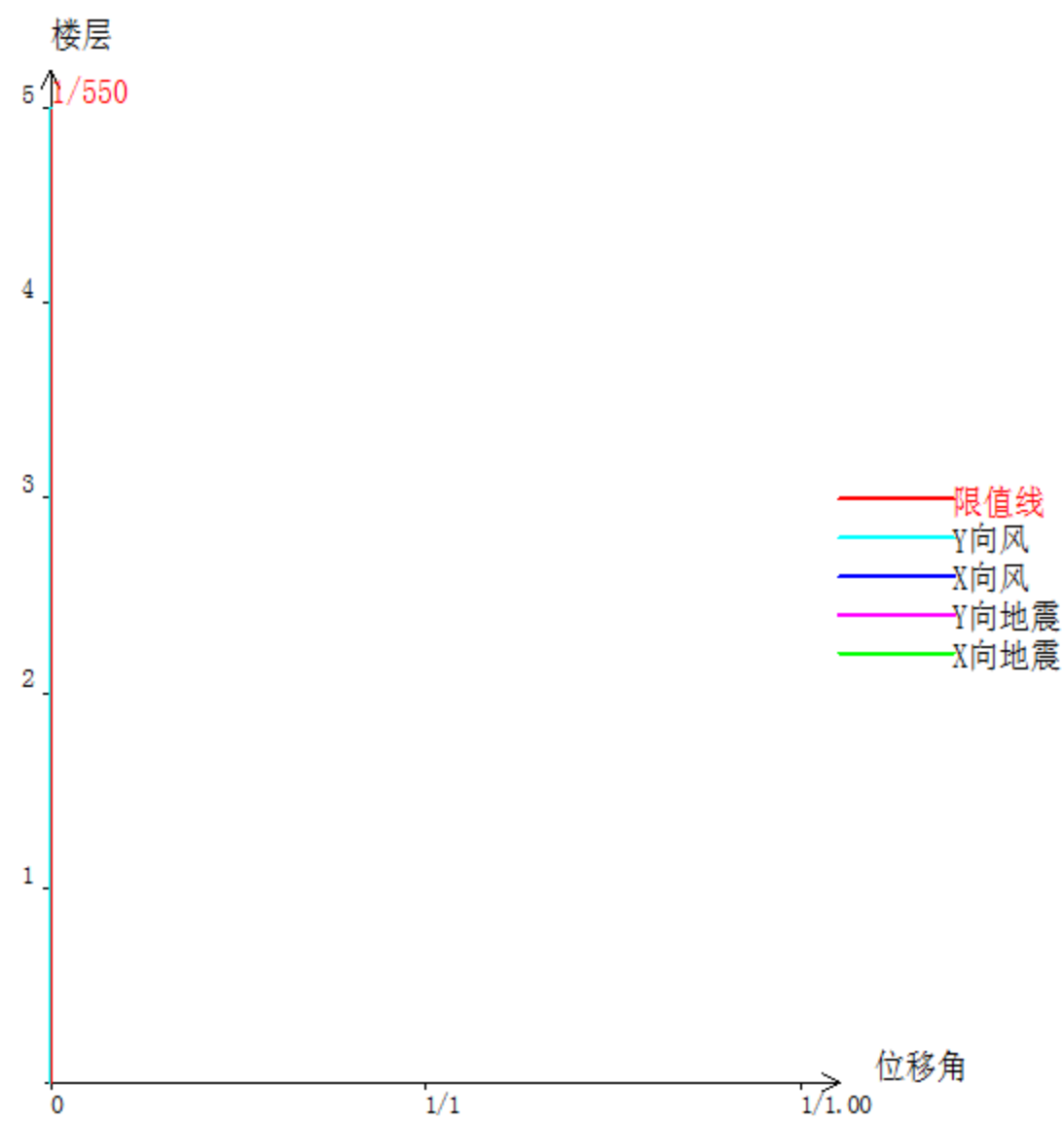


图13-7 最大层间位移角简图

dUpMax: 大震下楼层弹塑性最大层间位移角

表13-11 X向地震工况下的楼层位移

层号	Qy (kN)	Qe (kN)	Ksiy	Ytap	dUeMax	dUpMax
5	1004	1314	0.76	1.50	1/599	1/399
4	1932	2623	0.74	1.30	1/251	1/193
3	2302	3556	0.65	1.30	1/190	1/146
2	2758	4158	0.66	1.95	1/188	1/95
1	14038	4175	3.36	1.30	1/774	1/594

表13-12 Y向地震工况下的楼层位移

层号	Qy (kN)	Qe (kN)	Ksiy	Ytap	dUeMax	dUpMax
5	1023	1313	0.78	1.50	1/594	1/396
4	2004	2586	0.77	1.30	1/248	1/190
3	2424	3491	0.69	1.30	1/188	1/145
2	2862	4078	0.70	1.95	1/186	1/94
1	14030	4094	3.43	1.30	1/766	1/588

2. 大震下弹塑性层间位移角

(本计算适合于不超过12层的规则框架，其余情况仅作参考)

符号说明

- Qy: 楼层受剪承载力
- Qe: 大震下楼层弹性剪力
- Ksiy: 楼层屈服强度系数
- Ytap: 弹塑性层间位移增大系数
- dUe: 大震下楼层弹性平均层间位移角
- dUp: 大震下楼层弹塑性平均层间位移角
- dUeMax: 大震下楼层弹性最大层间位移角

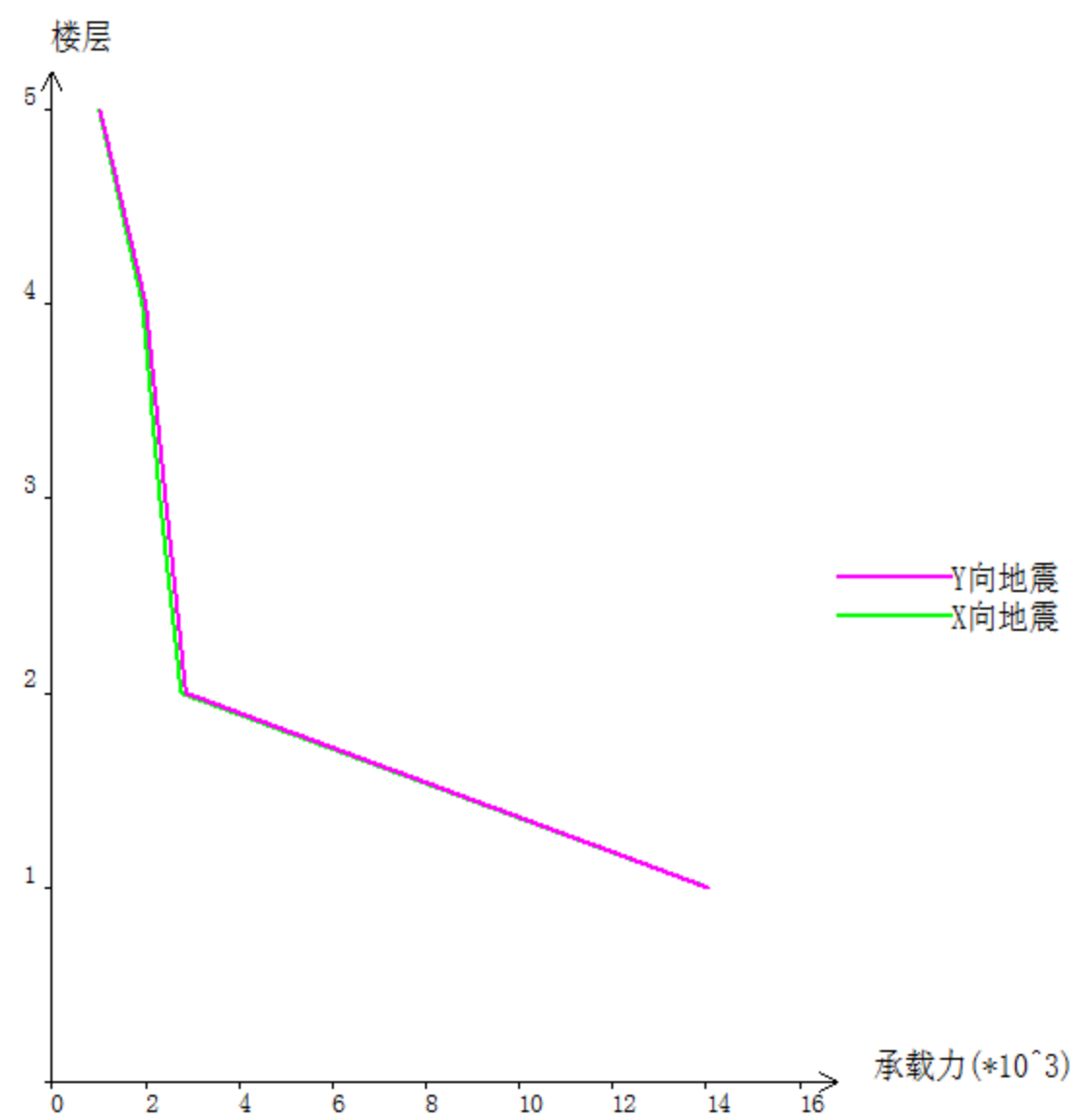


图13-8 抗剪承载力简图

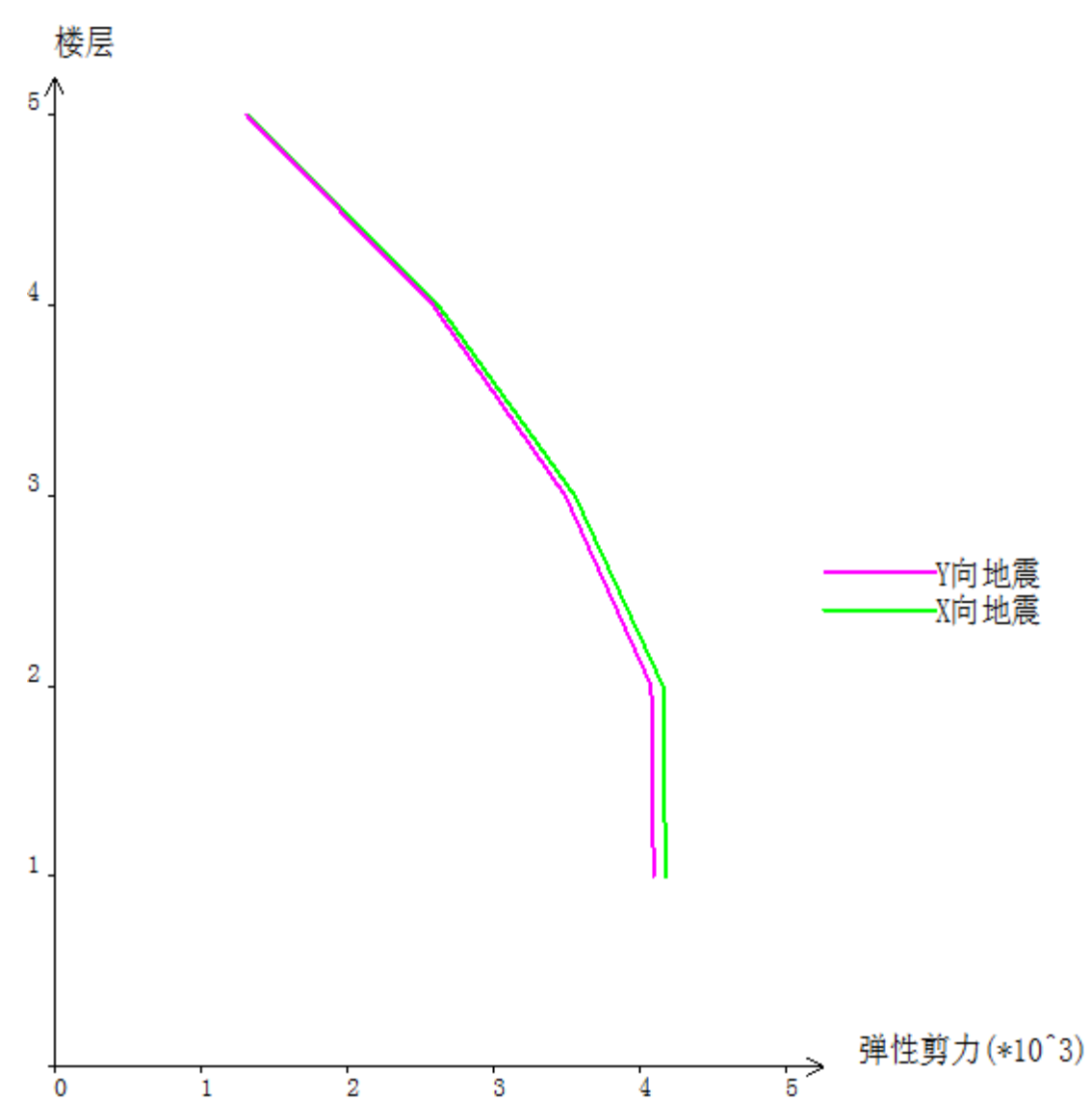


图13-9 弹性剪力简图

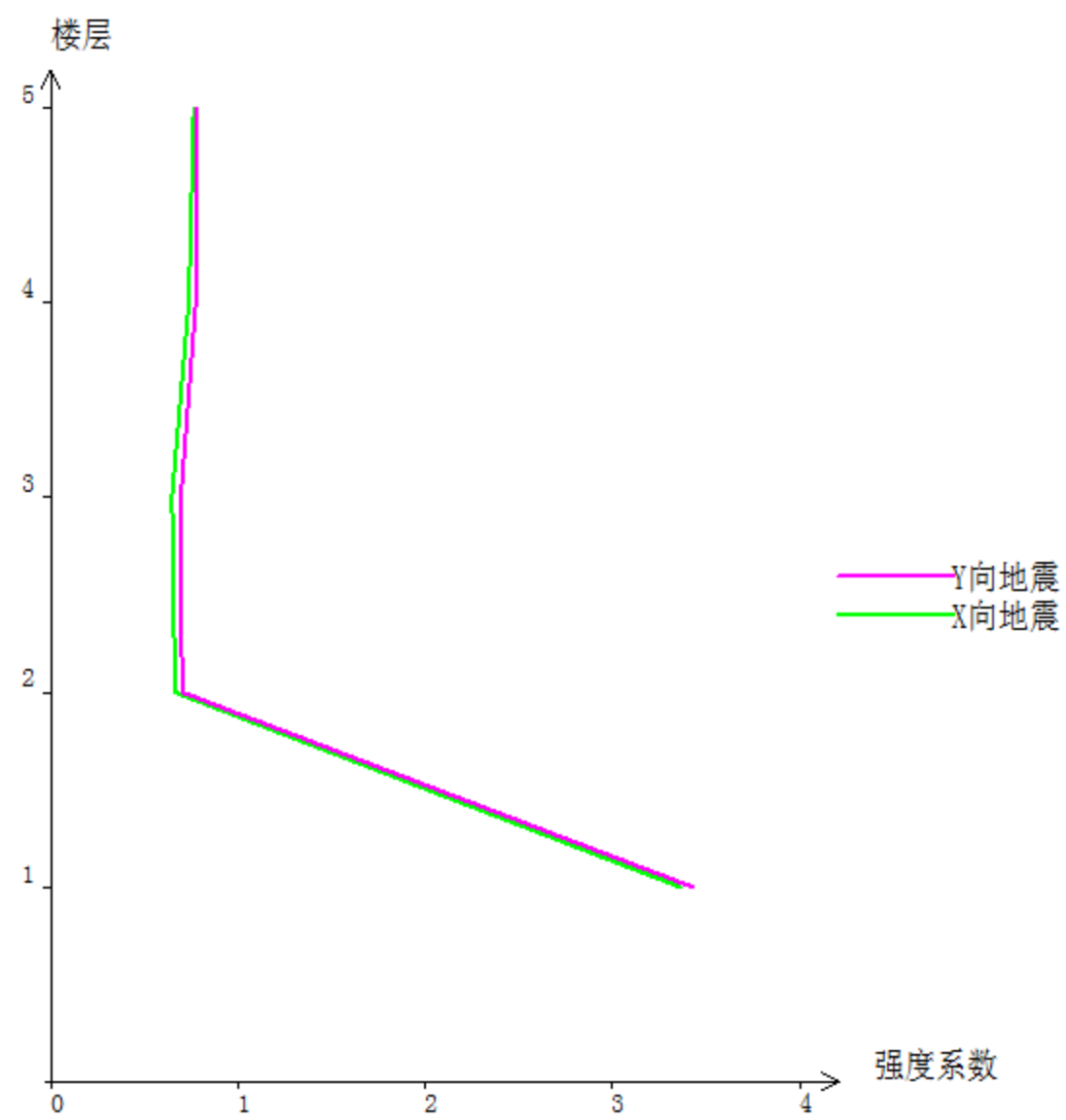


图13-10 屈服强度系数简图

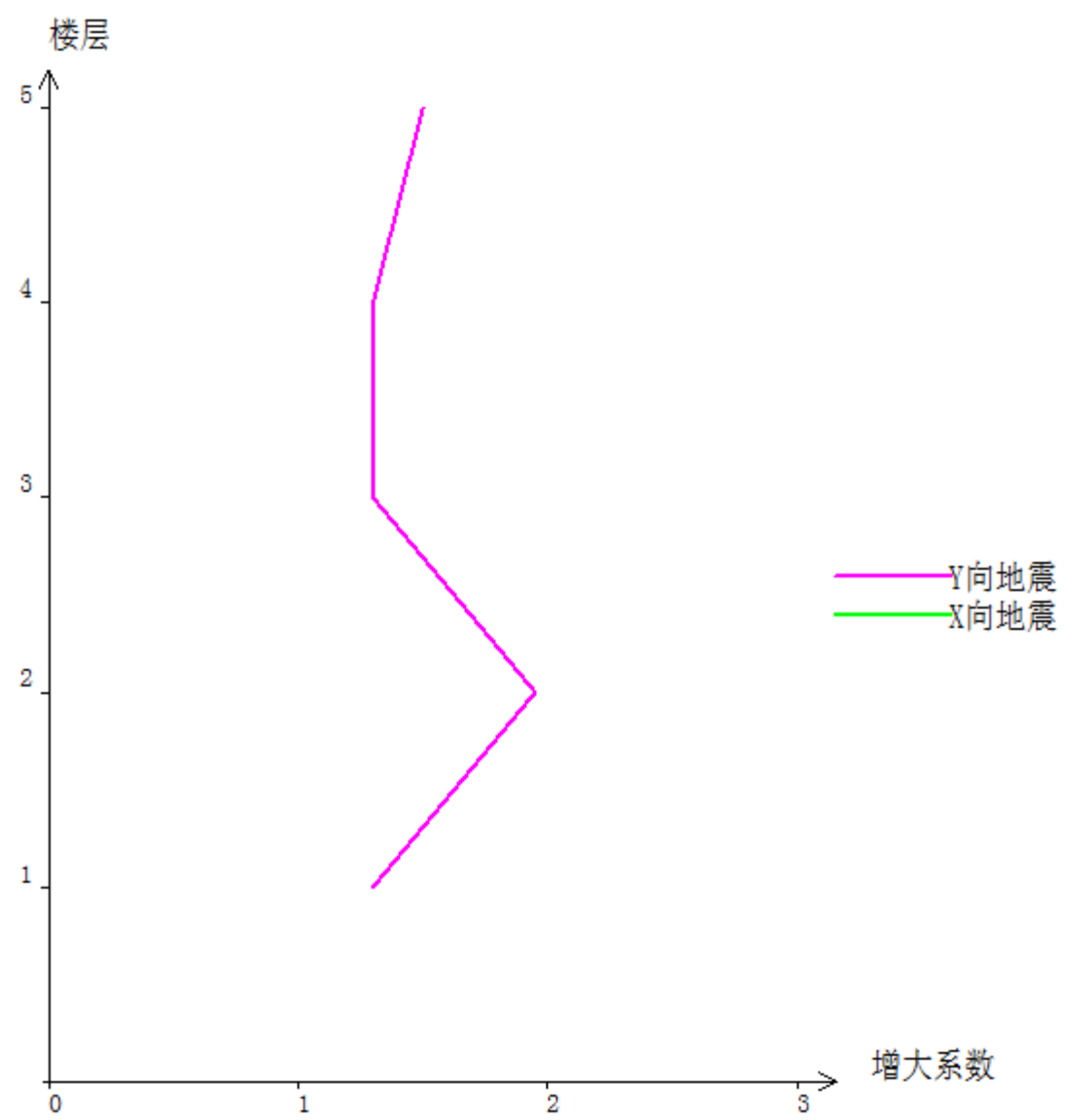


图13-11 弹塑性层间位移增大系数简图

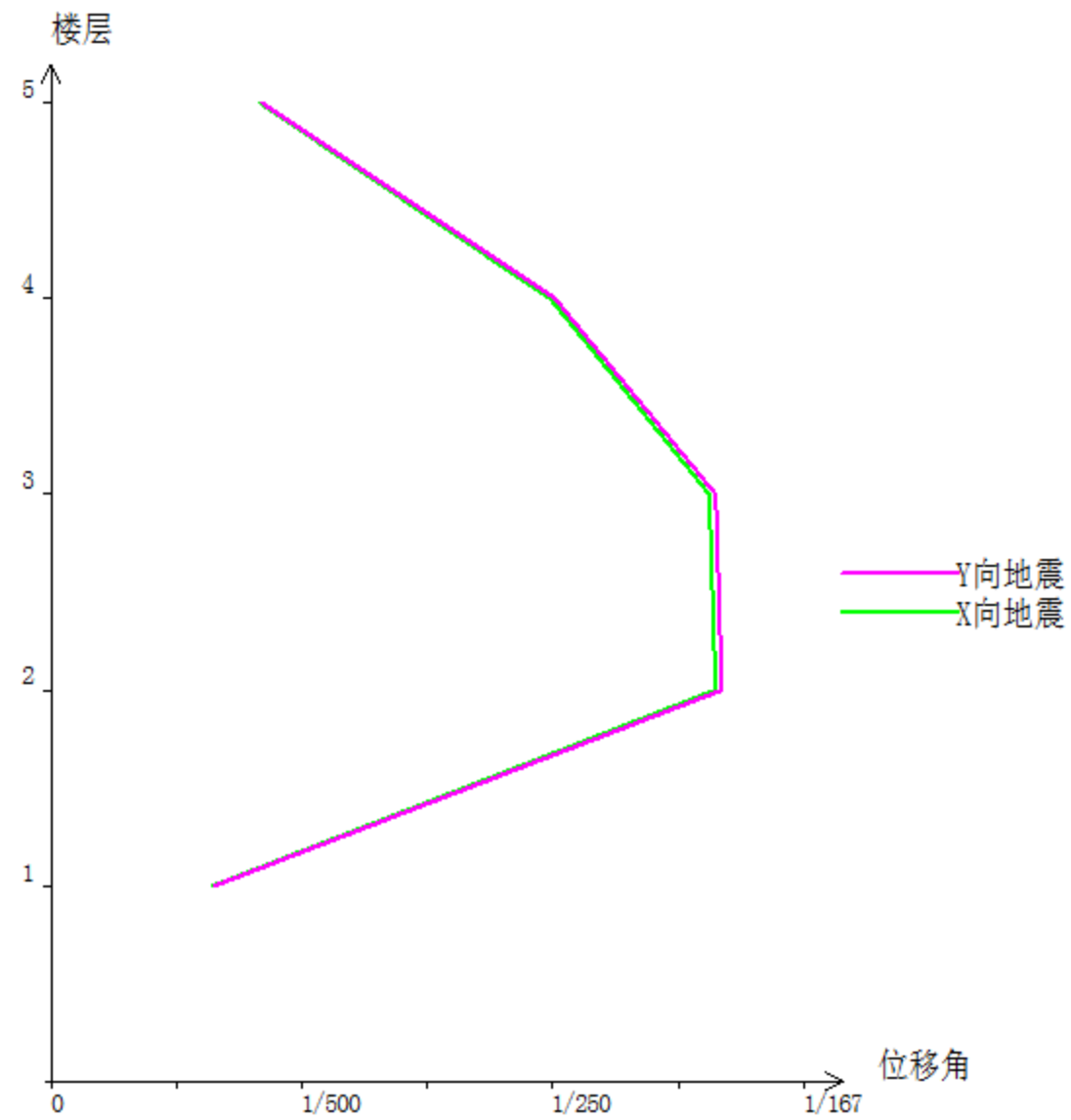


图13-12 大震下楼层弹性最大层间位移角简图

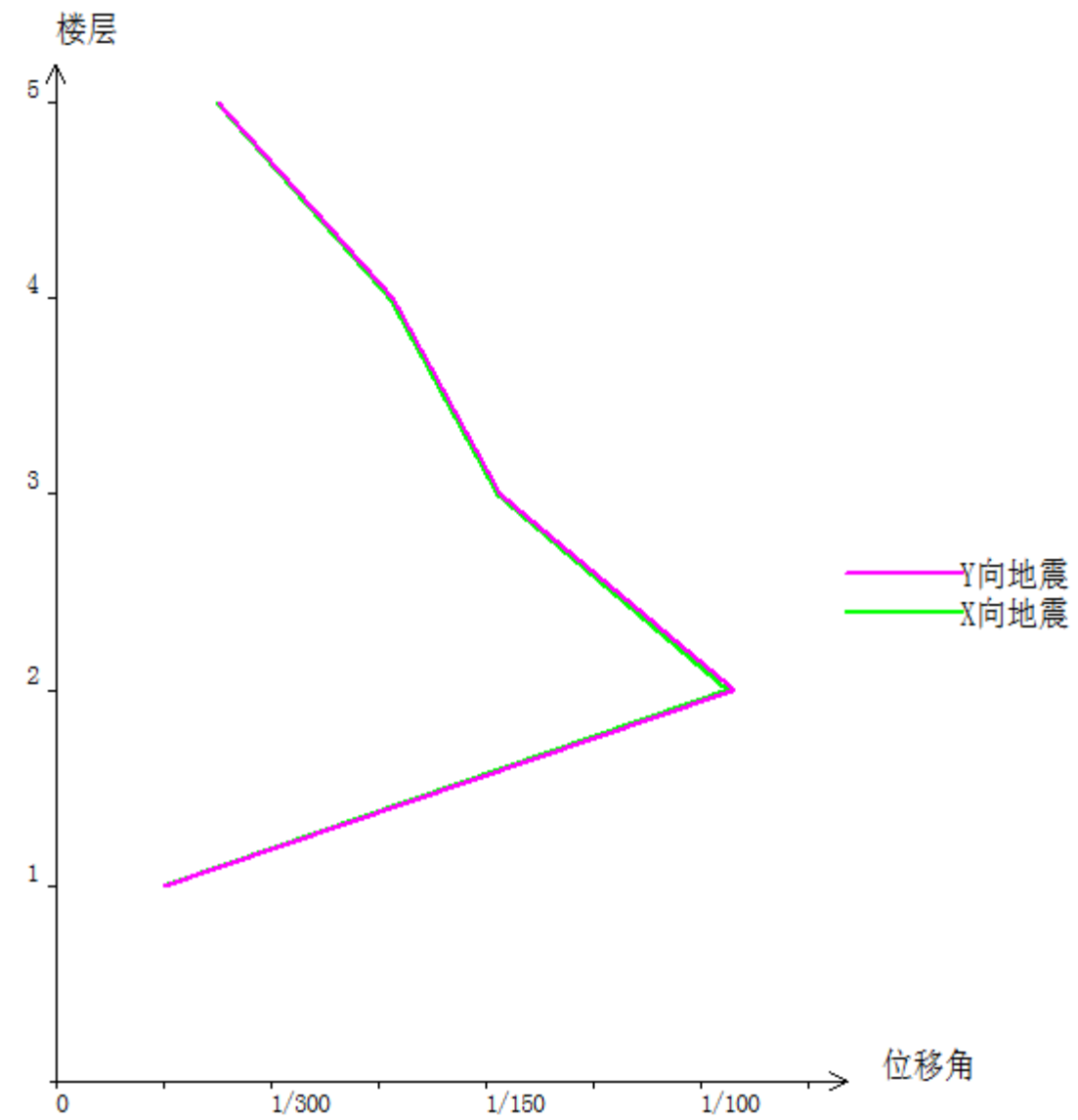


图13-13 大震下楼层弹塑性最大层间位移角简图

3. 普通结构楼层位移指标统计(强刚)

根据《抗标》5.5.1条规定：对钢筋混凝土框架应进行多遇地震作用下的抗震变形验算，其楼层内最大的弹性层间位移 $\Delta u/h$ 不应大于1/550。结构所有工况下最大层间位移角均满足规范要求。

《抗标》3.4.3-1条对于扭转不规则的定义为：在规定的水平力作用下，楼层的最大弹性水平位移(或层间位移)，大于该楼层两端弹性水平位移(或层间位移)平均值的1.2倍。结构设定的判断扭转不规则的位移比为1.20，位移比的限值为1.50，结构不属于扭转不规则。所有工况下位移比、层间位移比均满足规范要求。

表中位移的单位为(mm)

表13-13 X正偏心静震工况的位移

层号	最大位移(节点号)	平均位移	最大层间位移	平均层间位移	位移比	层间位移比
5	9.96(210)	9.90	1.39	1.37	1.01	1.02
4	8.60(140)	8.55	2.31	2.30	1.01	1.00
3	6.28(102)	6.25	3.03	3.01	1.01	1.01
2	3.25(57)	3.24	3.06	3.05	1.00	1.00
1	0.19(24)	0.19	0.19	0.19	1.00	1.00

本工况下全楼最大楼层位移= 9.96（发生在5层1塔）
本工况下全楼最大位移比 = 1.01（发生在5层1塔）
本工况下全楼最大层间位移比= 1.02（发生在5层1塔）

表13-14 X负偏心静震工况的位移

层号	最大位移(节点号)	平均位移	最大层间位移	平均层间位移	位移比	层间位移比
5	10.46(210)	9.96	1.43	1.37	1.05	1.05
4	9.03(140)	8.60	2.43	2.32	1.05	1.05
3	6.60(102)	6.28	3.19	3.03	1.05	1.05
2	3.41(57)	3.25	3.21	3.06	1.05	1.05
1	0.20(24)	0.19	0.20	0.19	1.00	1.00

本工况下全楼最大楼层位移= 10.46（发生在5层1塔）
本工况下全楼最大位移比 = 1.05（发生在3层1塔）
本工况下全楼最大层间位移比= 1.05（发生在3层1塔）

表13-15 Y正偏心静震工况的位移

层号	最大位移(节点号)	平均位移	最大层间位移	平均层间位移	位移比	层间位移比
5	11.87(246)	10.66	1.78	1.58	1.11	1.12
4	10.09(171)	9.08	2.80	2.50	1.11	1.12
3	7.30(133)	6.58	3.58	3.21	1.11	1.11
2	3.72(94)	3.36	3.51	3.17	1.11	1.11
1	0.21(49)	0.20	0.21	0.20	1.00	1.00

本工况下全楼最大楼层位移= 11.87（发生在5层1塔）
本工况下全楼最大位移比 = 1.11（发生在5层1塔）
本工况下全楼最大层间位移比= 1.12（发生在5层1塔）

表13-16 Y负偏心静震工况的位移

层号	最大位移(节点号)	平均位移	最大层间位移	平均层间位移	位移比	层间位移比
5	13.20(185)	10.80	1.93	1.60	1.22	1.21
4	11.27(138)	9.20	3.08	2.53	1.23	1.22
3	8.19(100)	6.66	3.99	3.25	1.23	1.23
2	4.20(55)	3.41	3.95	3.21	1.23	1.23
1	0.24(22)	0.20	0.24	0.20	1.00	1.00

本工况下全楼最大楼层位移= 13.20（发生在5层1塔）
本工况下全楼最大位移比 = 1.23（发生在2层1塔）
本工况下全楼最大层间位移比= 1.23（发生在2层1塔）

表13-17 X向地震工况的位移

层号	最大位移(节点号)	最大层间位移	平均层间位移	最大层间位移角(节点号)
5	10.54(234)	1.45	1.37	1/3747(210)
4	9.18(140)	2.48	2.32	1/1571(140)
3	6.76(102)	3.27	3.04	1/1192(102)
2	3.50(57)	3.30	3.08	1/1181(57)
1	0.20(24)	0.20	0.19	1/4914(24)

本工况下全楼最大楼层位移= 10.54（发生在5层1塔）
本工况下全楼最大层间位移角= 1/1181（发生在2层1塔）

表13-18 Y向地震工况的位移

层号	最大位移(节点号)	最大层间位移	平均层间位移	最大层间位移角(节点号)
5	12.33(185)	1.82	1.60	1/3000(185)
4	10.61(138)	2.92	2.55	1/1335(138)
3	7.78(100)	3.79	3.28	1/1028(100)
2	4.00(55)	3.77	3.25	1/1034(55)
1	0.23(22)	0.23	0.20	1/4286(22)

本工况下全楼最大楼层位移= 12.33（发生在5层1塔）
本工况下全楼最大层间位移角= 1/1028（发生在3层1塔）

表13-19 X向风工况的位移

层号	最大位移(节点号)	最大层间位移	平均层间位移	最大层间位移角 (节点号)
5	1.58(234)	0.25	0.25	1/9999(294)
4	1.33(140)	0.36	0.36	1/9999(140)
3	0.97(102)	0.46	0.45	1/8448(102)
2	0.51(57)	0.48	0.47	1/8118(57)
1	0.03(24)	0.03	0.03	1/9999(24)

本工况下全楼最大楼层位移= 1.58（发生在5层1塔）
本工况下全楼最大层间位移角= 1/8118（发生在2层1塔）

表13-20 Y向风工况的位移

层号	最大位移(节点号)	最大层间位移	平均层间位移	最大层间位移角 (节点号)
5	4.81(294)	0.85	0.80	1/6424(294)
4	4.00(138)	1.13	1.11	1/3462(171)
3	2.91(100)	1.40	1.39	1/2793(100)
2	1.52(55)	1.43	1.40	1/2734(55)
1	0.09(22)	0.09	0.09	1/9999(22)

本工况下全楼最大楼层位移= 4.81（发生在5层1塔）
本工况下全楼最大层间位移角= 1/2734（发生在2层1塔）

表13-21 X+Y地震(双向效应)工况的位移

层号	最大位移(节点号)	最大层间位移	平均层间位移	最大层间位移角 (节点号)
5	10.65(234)	1.47	1.38	1/3714(210)
4	9.26(140)	2.51	2.34	1/1556(140)
3	6.82(102)	3.30	3.06	1/1180(102)
2	3.54(57)	3.33	3.11	1/1171(57)
1	0.21(24)	0.21	0.19	1/4869(24)

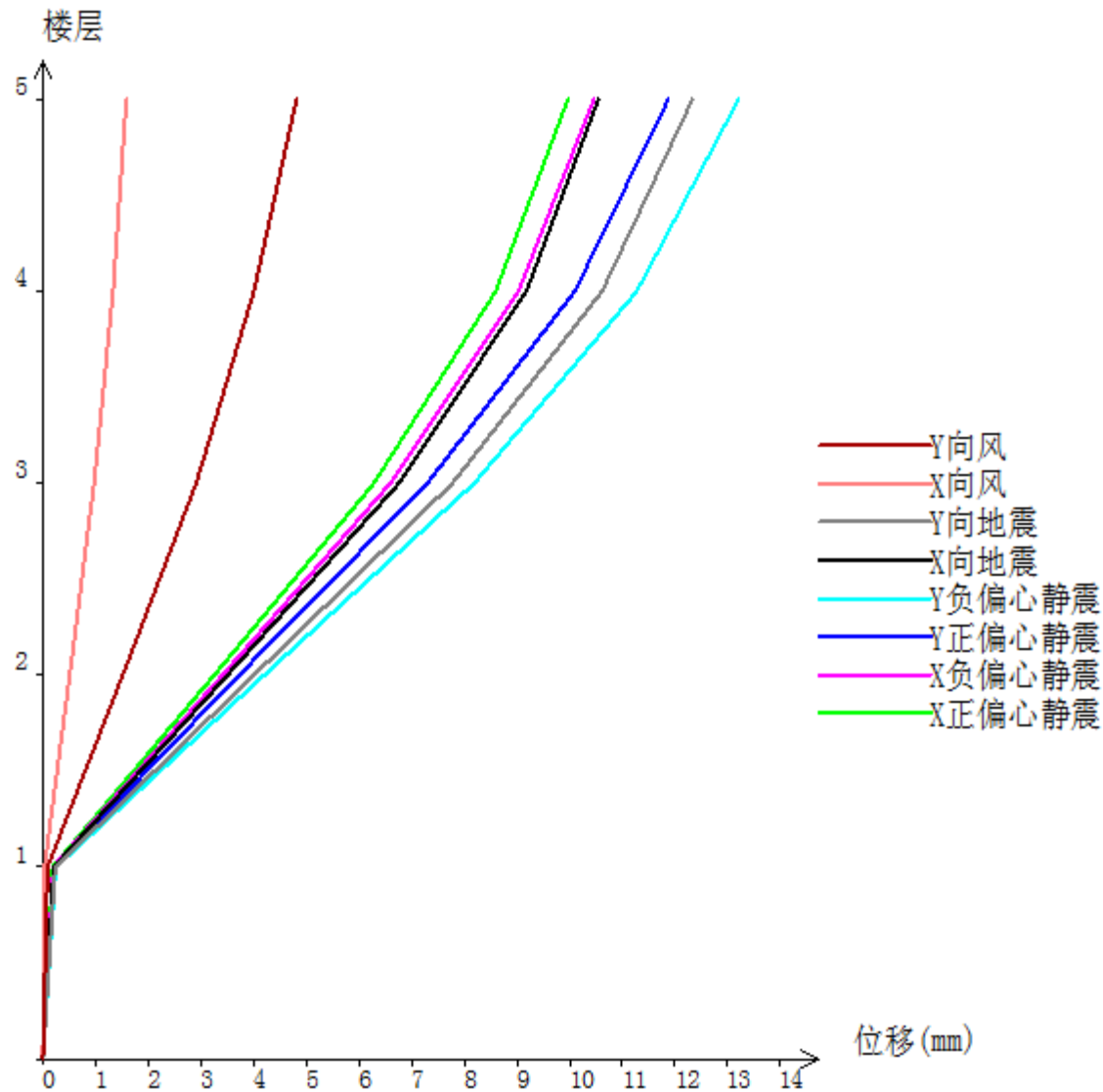
本工况下全楼最大楼层位移= 10.65（发生在5层1塔）
本工况下全楼最大层间位移角= 1/1171（发生在2层1塔）

表13-22 Y+X地震(双向效应)工况的位移

层号	最大位移(节点号)	最大层间位移	平均层间位移	最大层间位移角 (节点号)
5	12.73(185)	1.86	1.67	1/2927(185)
4	10.97(138)	3.01	2.67	1/1294(138)

层号	最大位移(节点号)	最大层间位移	平均层间位移	最大层间位移角 (节点号)
3	8.04(100)	3.92	3.46	1/994(100)
2	4.14(55)	3.90	3.42	1/1001(55)
1	0.24(22)	0.24	0.21	1/4158(22)

本工况下全楼最大楼层位移= 12.73（发生在5层1塔）
本工况下全楼最大层间位移角= 1/994（发生在3层1塔）



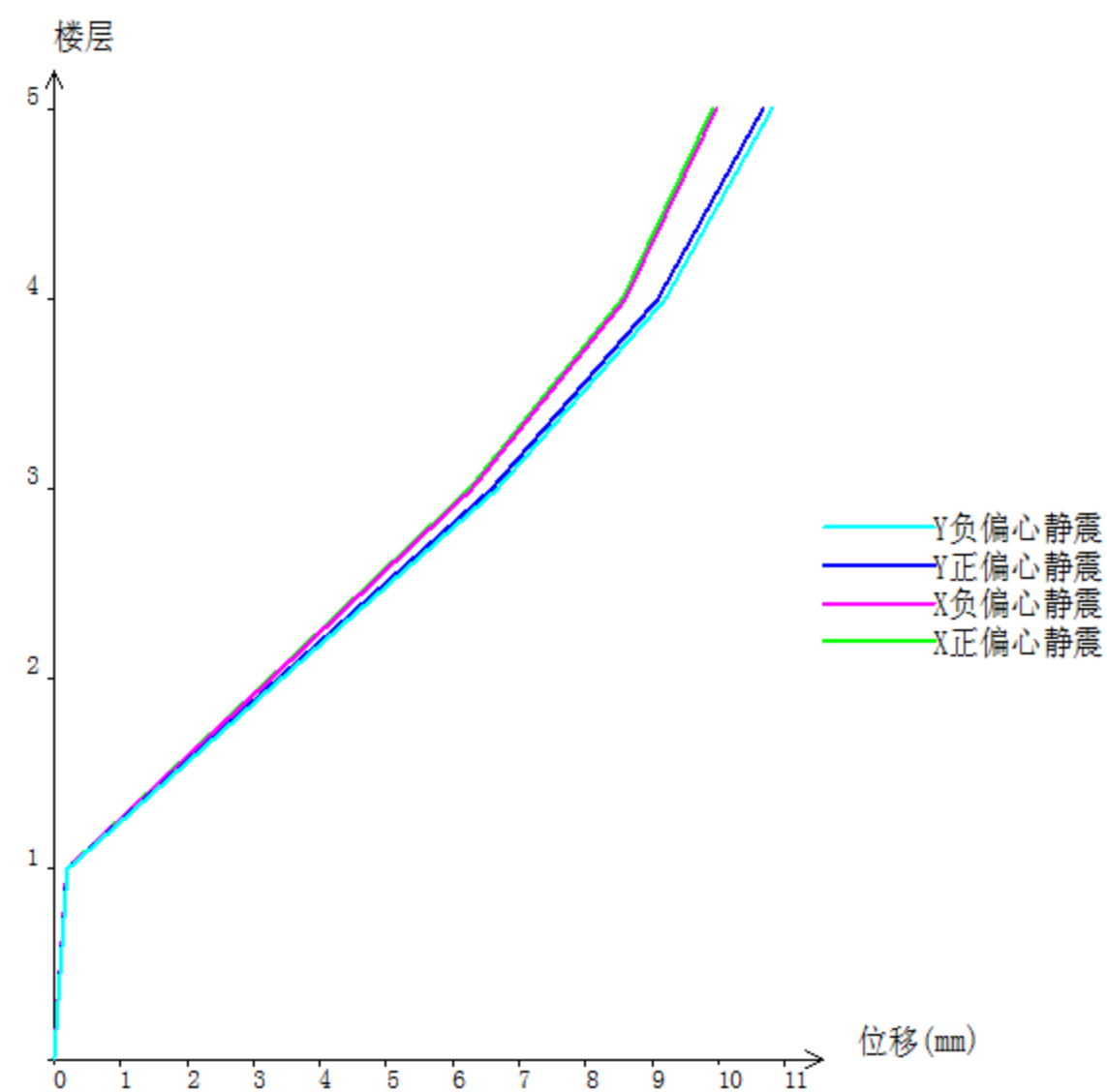


图13-15 平均位移简图

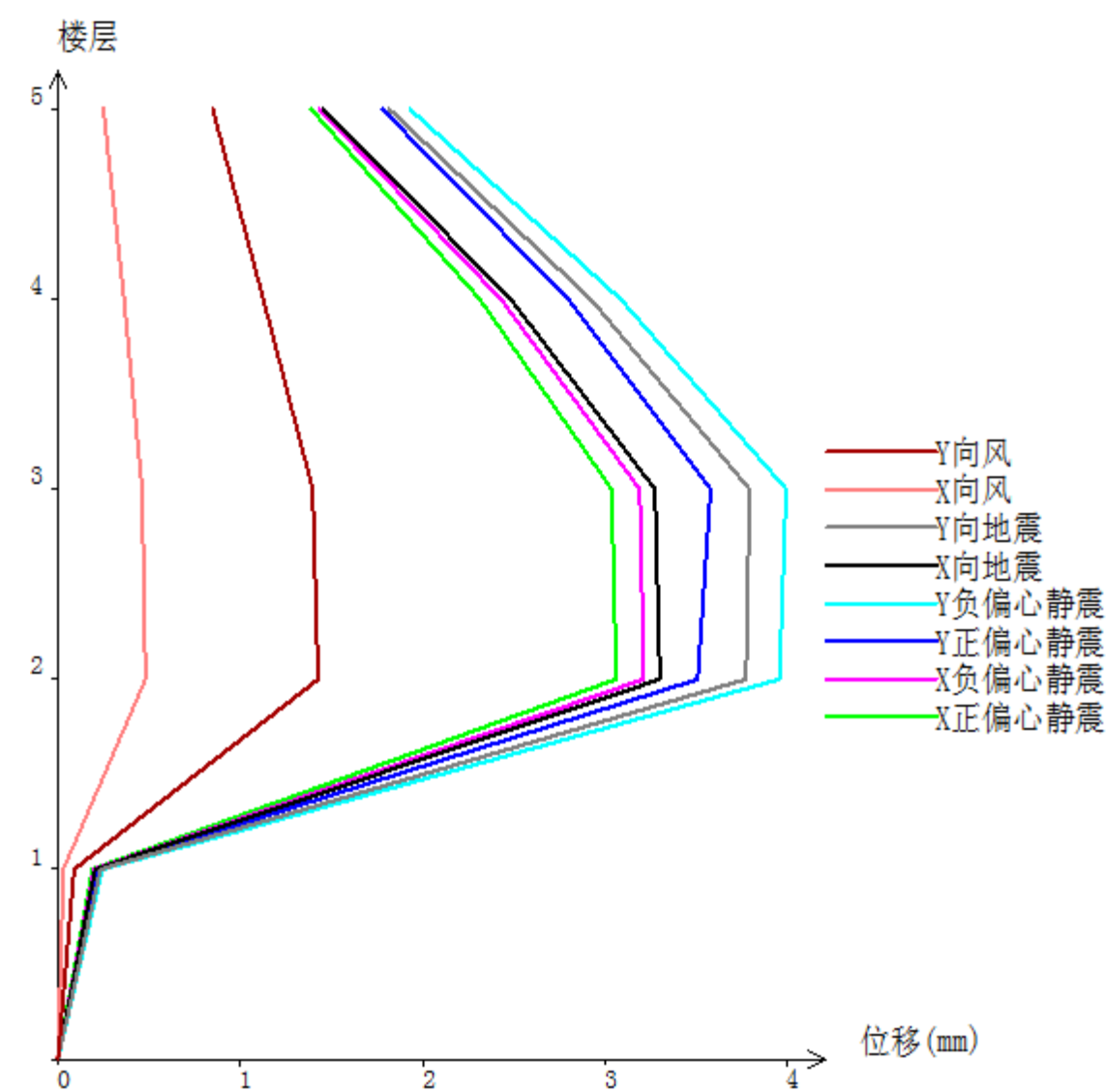


图13-16 最大层间位移简图

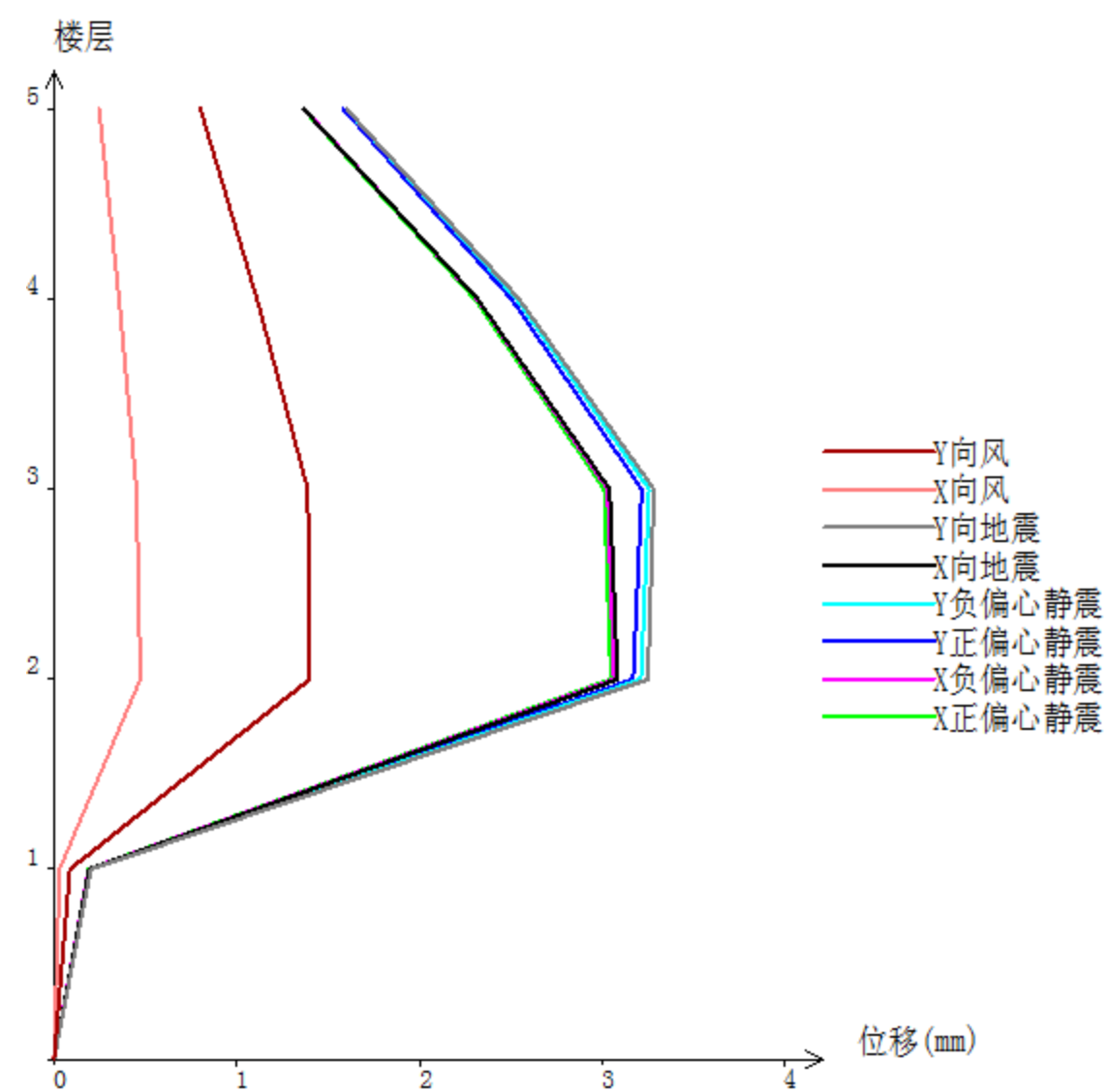


图13-17 平均层间位移简图

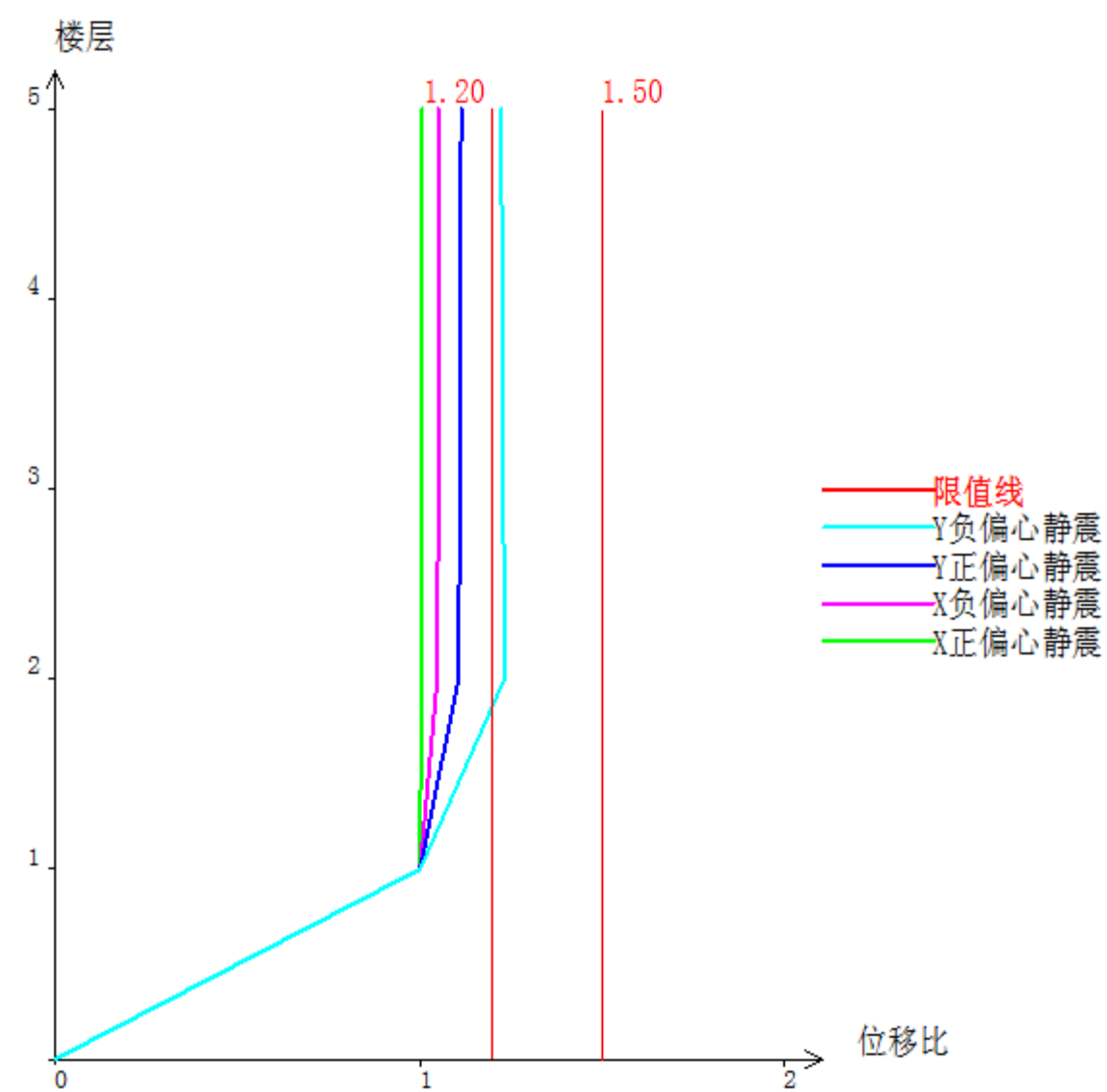


图13-18 位移比简图

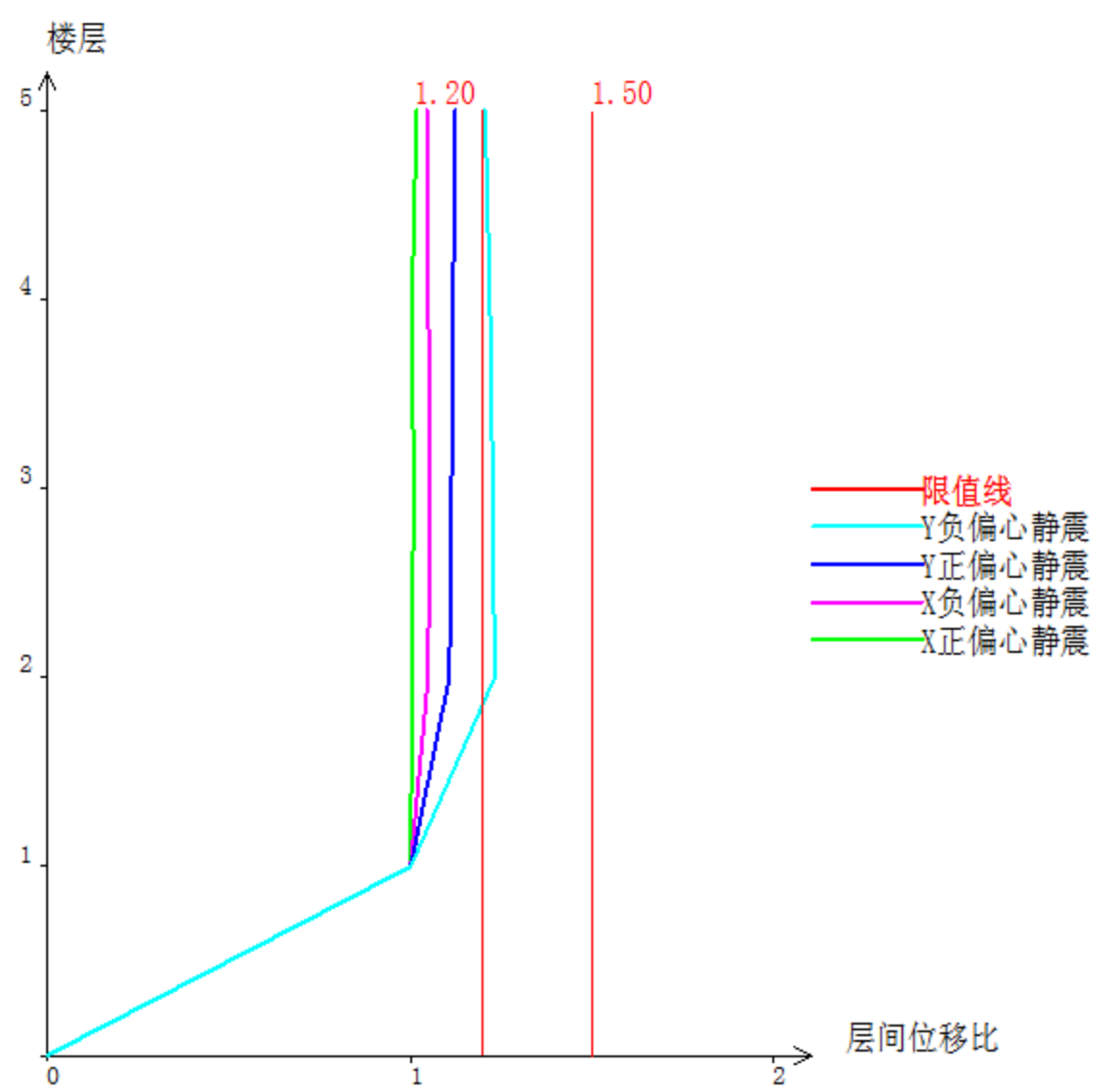


图13-19 层间位移比简图

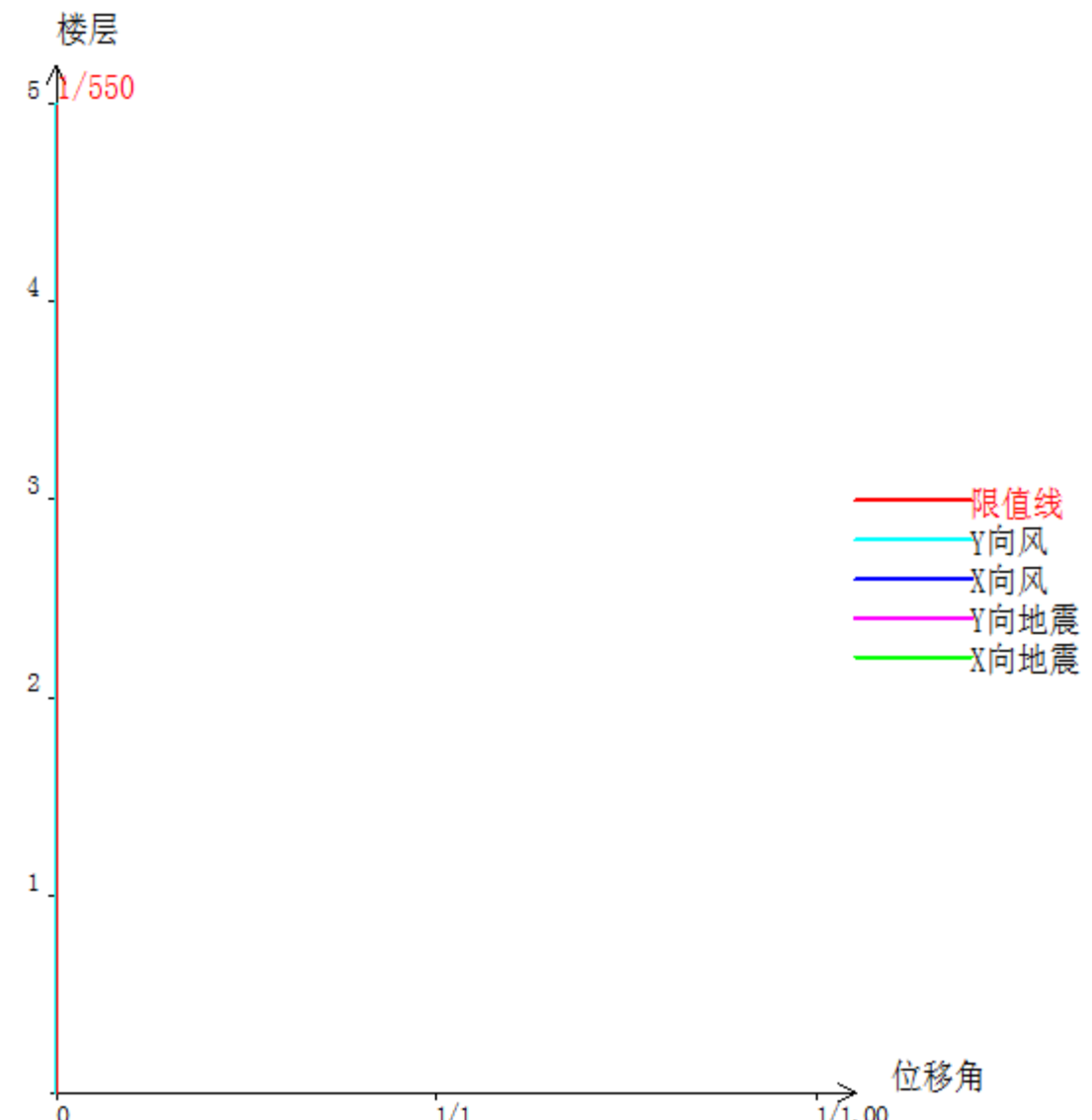


图13-20 最大层间位移角简图

十四. 结构顶点风振加速度

表14-1 风振加速度

工况	顺风向	横风向
WX	0.011	0.003
WY	0.029	0.043

十五. 抗倾覆和稳定验算

1. 抗倾覆验算

根据《抗标》4.2.4条规定：高度比大于4的高层建筑，在地震作用下基础底面不宜出现脱离区（零应力区）；其他建筑，基础底面与地基土之间脱离区（零应力区）面积不应超过基础底面面积的15%。

结构的抗倾覆验算结果如下：

表15-1 抗倾覆验算

工况	抗倾覆力矩Mr (kN.m)	倾覆力矩Mov (kN.m)	比值Mr/Mov	零应力区 (%)
EX	2.09e+5	8306.18	25.12	0.00
EY	71957.85	8144.54	8.84	0.00
WX	2.15e+5	1286.23	167.15	0.00
WY	74271.59	3579.29	20.75	0.00

2. 整体稳定刚重比验算

刚度单位： kN/m

层高单位： m

上部重量单位： kN

表15-2 整层屈曲模式的刚重比验算[高规5.4.1-2, 一般用于剪切型结构]

层号	X向刚度	Y向刚度	层高	上部重量	X刚重比	Y刚重比
5	1.56e+5	1.34e+5	5.45	3723.60	227.89	195.91
4	1.82e+5	1.64e+5	3.90	9101.46	78.04	70.38
3	1.88e+5	1.72e+5	3.90	14479.32	50.72	46.32
2	2.17e+5	2.03e+5	3.90	20168.08	42.03	39.20
1	3.41e+6	3.26e+6	1.00	22331.21	152.73	145.77

该结构最小刚重比 $D_i \cdot H_i / G_i$ （39.20, 第2层）不小于20, 可以不考虑重力二阶效应

该结构最小刚重比 $D_i \cdot H_i / G_i$ 不小于10, 能够通过高规(5.4.4)的整体稳定验算

3. 二阶效应系数及内力放大

《钢结构设计标准》(GB50017-2017) 5.1.6条规定：框架柱的稳定计算应符合以下规定：结构内力分析可采用一阶线弹性分析或二阶线弹性分析。当二阶效应系数小于0.1时，可采用一阶弹性分析；大于0.1且小于0.25时，宜采用二阶线弹性分析或直接分析；大于0.25时，应增大结构的侧移刚度。

结构最大二阶效应系数(0.03, 2层1塔)不大于0.1，结构内力分析可采用一阶弹性分析或二阶弹性分析，结构最大二阶效应系数(0.03, 2层1塔)不大于0.25，能通过《钢结构设计标准》(GB50017-2017) (5.1.6)的稳定计算。

θ_x, θ_y ：按《钢结构设计标准》(GB50017-2017) 5.1.6计算的二阶效应系数

刚度单位： kN/m

层高单位： m

上部重量单位： kN

表15-3 二阶效应系数

层号	X向刚度	Y向刚度	层高	上部重量	θ_x	θ_y
5	1.56e+5	1.34e+5	5.45	3723.60	0.00	0.01
4	1.82e+5	1.64e+5	3.90	9101.46	0.01	0.01
3	1.88e+5	1.72e+5	3.90	14479.32	0.02	0.02
2	2.17e+5	2.03e+5	3.90	20168.08	0.02	0.03
1	3.41e+6	3.26e+6	1.00	22331.21	0.01	0.01

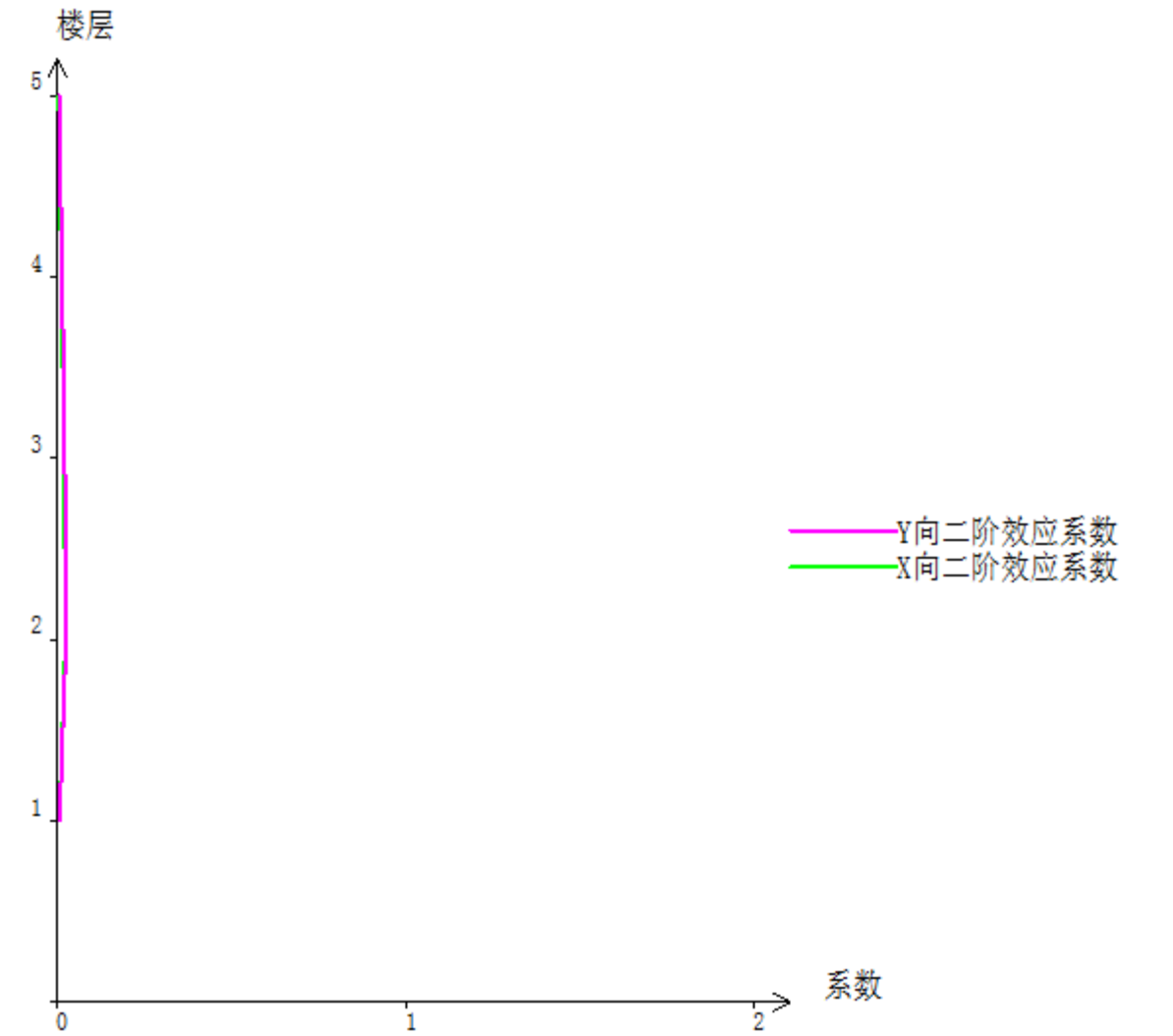


图15-1 多方向二阶效应系数简图