

# F1-西大门 工 程 计 算 书

专 业: 结构

编制日期: 2024 年 3 月

审 核 人: 李永忠

专业负责人: 李永忠

校 对 人: 孙

设 计 人: 付晓凡

# 目录

第 1 章 设计依据 .....	2	6.1 风荷载信息 .....	13
第 2 章 计算软件信息 .....	2	6.2 风荷载下框架剪力统计 .....	13
第 3 章 设计参数 .....	2	6.3 风荷载下框架倾覆弯矩统计(抗规方式) .....	13
3.1 结构总体信息 .....	2	6.4 风荷载外力、层剪力、倾覆弯矩统计 .....	14
3.2 计算控制信息 .....	3	6.5 规定水平力 .....	14
3.3 风荷载信息 .....	3	6.6 规定水平力下倾覆弯矩统计(抗规方式) .....	14
3.4 地震信息 .....	4	6.7 规定水平力下倾覆弯矩统计(轴力方式) .....	15
3.5 设计信息 .....	4	6.8 地震作用下框架剪力统计 .....	16
3.6 活荷载信息 .....	5	6.9 地震外力、层剪力、倾覆弯矩统计 .....	16
3.7 构件设计信息 .....	5	第 7 章 工况、组合 .....	17
3.8 包络设计 .....	6	7.1 工况设定 .....	17
3.9 鉴定加固 .....	6	7.2 荷载组合表 .....	17
3.10 装配式 .....	6	第 8 章 整体指标统计 .....	18
3.11 材料信息 .....	6	8.1 周期比 .....	18
3.12 钢筋强度 .....	6	8.2 层刚度统计(各层刚心、偏心率、相邻层侧移刚度比等计算信息) .....	18
3.13 地下室信息 .....	6	8.3 结构整体稳定性验算 .....	19
3.14 荷载组合 .....	6	8.4 结构整体抗倾覆验算 .....	19
第 4 章 结构基本信息 .....	7	8.5 楼层抗剪承载力验算 .....	19
4.1 楼层属性 .....	7	8.6 薄弱层信息 .....	20
4.2 塔属性 .....	7	8.7 剪重比调整系数 .....	20
4.3 构件统计 .....	7	8.8 位移角和位移比 .....	20
4.4 楼层质量 .....	7	8.9 风振舒适度验算 .....	25
4.5 楼层尺寸、单位质量 .....	8	第 9 章 结构分析及设计结果简图 .....	25
4.6 软件版本 .....	9	9.1 结构平面简图 .....	26
第 5 章 周期、振型 .....	9	9.2 平面荷载简图 .....	28
5.1 振型基本计算结果 .....	9	9.3 配筋简图 .....	30
5.2 振型阻尼比 .....	9	9.4 柱、墙轴压比简图 .....	32
5.3 X、Y 向地震单振型楼层反应力 .....	9	9.5 板计算面积简图 .....	34
5.3.1 仅考虑 X 向地震作用时的地震力(采用非强制刚性楼板假定模型计算结果) .....	9	第 10 章 基础计算 .....	36
5.3.2 仅考虑 Y 向地震作用时的地震力(采用非强制刚性楼板假定模型计算结果) .....	11	10.1 DJJ01 .....	36
5.4 X、Y 向地震单振型楼层剪力 .....	12		
5.5 X、Y 向地震 CQC 组合后结果 .....	12		
第 6 章 楼层风荷载、地震作用统计结果 .....	13		

## 第 1 章 设计依据

本工程按照如下规范、规程进行设计：

- 1、《工程结构通用规范》GB 55001-2021
- 2、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002-2021
- 3、《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003-2021
- 4、《组合结构通用规范》GB 55004-2021
- 5、《钢结构通用规范》GB 55006-2021
- 6、《砌体结构通用规范》GB 55007-2021
- 7、《混凝土结构通用规范》GB 55008-2021
- 8、《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021-2021
- 9、《荷载规范》：《建筑结构荷载规范》GB 50009-2012
- 10、《混凝土规范》或《混规》：《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010(2015 版)
- 11、《抗震规范》或《抗规》：《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010(2016 版)
- 12、《高规》：《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010
- 13、《广东高规》：广东省标准《高层建筑混凝土结构技术规程》DBJ/T 15-92-2021
- 14、《上海抗规》：上海市工程设计规范《建筑抗震设计规范》DGJ 08-9-2013
- 15、《人防规范》：《人民防空地下室设计规范》GB 50038-2005
- 16、《钢结构标准》：《钢结构设计标准》GB 50017-2017
- 17、《高钢规》：《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99-2015
- 18、《门刚规程》：《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》GB51022-2015
- 19、《冷弯薄壁型钢规范》：《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018-2002
- 20、《异形柱规程》：《混凝土异形柱结构技术规程》JGJ 149-2017
- 21、《组合规范》：《组合结构设计规范》JGJ 138-2016
- 22、《钢骨规程》：《钢骨混凝土结构技术规程》YB 9082-2006
- 23、《钢管规范》：《钢管混凝土结构技术规范》GB 50936-2014
- 24、《叠合柱规程》：《钢管混凝土叠合柱结构技术规程》T/CECS 188-2019
- 25、《矩形钢管规程》：《矩形钢管混凝土结构技术规程》CECS 159 : 2004
- 26、《空心楼盖规程》：《现浇混凝土空心楼盖结构技术规程》CECS 175 : 2004
- 27、《鉴定标准》：《建筑抗震鉴定标准》GB 50023-2009
- 28、《加固规范》：《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013
- 29、《抗震加固规程》：《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116-2009

## 第 2 章 计算软件信息

本工程计算软件为盈建科建筑结构设计软件 V4.3.0

## 第 3 章 设计参数

### 3.1 结构总体信息

结构体系	框架结构
结构材料信息	钢筋混凝土
结构所在地区	全国
地下室层数	1
嵌固端所在层号(顶层嵌固)	0
与基础相连构件最大底标高(m)	0.000
裙房层数	0
转换层所在层号	0
加强层所在层号	0
恒活荷载计算信息	施工模拟三
风荷载计算信息	一般计算方式
地震作用计算信息	计算水平地震作用
是否计算吊车荷载	否
是否计算人防荷载	否
是否考虑预应力等效荷载工况	否
是否生成传给基础的刚度	是
凝聚局部楼层刚度时考虑的底部层数(0 表示全部楼层)	1
是否生成绘等值线用数据	否
是否计算温度荷载	否
竖向荷载砼墙轴向刚度考虑徐变收缩影响	否
上部结构计算考虑基础结构	否
施工模拟加载层步长	1
考虑填充墙刚度	否

## 采用通用规范

### 3.2 计算控制信息

	是	否	否
水平力与整体坐标夹角(°)	0.00	是否考虑 P-Delt 效应	否
梁刚度放大系数按 2010《混凝土规范》取值	否	考虑整体缺陷	否
中梁刚度放大系数	1.00	计算长度系数置为 1	否
边梁刚度放大系数上限	1.50	考虑梁元 P-Delt 效应	否
连梁刚度折减系数(地震)	0.70	进行屈曲分析	否
连梁刚度折减系数(风)	1.00	启用并行求解器	是
连梁按墙元计算控制跨高比	4.00	使用 cpu 核心数量(0 为自动)	-2
普通梁连梁砼等级默认同墙	是	设定内存(MB, 0 为自动)	0
墙元细分最大控制长度(m)	1.00	自定义控制参数	
板元细分最大控制长度(m)	1.00	求解器类型	Pardiso Couple
短墙肢自动加密	是	加载步骤数量	1
弹性楼板荷载计算方式	平面导荷	迭代次数[0, 100]	30
膜单元类型	经典膜元(QA4)	位移控制	是
考虑梁端刚域	否	位移控制精度	0.0010
考虑柱端刚域	否	荷载控制	是
墙梁跨中节点作为刚性楼板从节点	是	荷载控制精度	0.0010
结构计算时考虑楼梯刚度	否		
梁与弹性板变形协调	是		
弹性板与梁协调时考虑梁向下相对偏移	否		
刚性楼板假定	整体指标计算采用强刚, 其它计算非强刚		
地下室楼板强制采用刚性楼板假定	否	使用直接指定的风洞试验结果	否
是否自动划分多塔	否	多方向风角度	
地震内力按全楼弹性板 6 计算	否	执行规范	GB50009-2012
自动计算现浇板自重	是	地面粗糙程度	B
计算现浇空心板	否	修正后的基本风压(kN/m <sup>2</sup> )	0.45
增加计算连梁刚度不折减模型下的地震位移	否	风荷载计算用阻尼比(%)	5.0
梁墙自重扣除与柱重叠部分	否	结构 X 向基本周期(s)	0.52
楼板自重扣除与梁墙重叠部分	否	结构 Y 向基本周期(s)	0.53
是否输出节点位移	否	承载力设计时风荷载效应放大系数	1.0

### 3.3 风荷载信息

使用直接指定的风洞试验结果	否
多方向风角度	
执行规范	GB50009-2012
地面粗糙程度	B
修正后的基本风压 (kN/m <sup>2</sup> )	0.45
风荷载计算用阻尼比 (%)	5.0
结构 X 向基本周期 (s)	0.52
结构 Y 向基本周期 (s)	0.53
承载力设计时风荷载效应放大系数	1.0
用于舒适度验算的风压 (kN/m <sup>2</sup> )	0.10
用于舒适度验算的结构阻尼比 (%)	2.0
考虑顺风向风振	是
多方向风角度	
考虑横向风振	否

考虑扭转风振	否	阻尼比确定方法	全楼统一
自动计算结构宽深	是	结构的阻尼比(%)	5.0
风荷载体型系数分段数	1	是否考虑偶然偏心	是
第一段		X 向偶然偏心值	0.05
最高层号	2	Y 向偶然偏心值	0.05
X 迎风	0.80	偶然偏心计算方法	等效扭矩法(传统法)
X 背风	-0.50	是否考虑双向地震扭转效应	是
X 侧风	0.00	自动计算最不利地震方向的作用	是
X 挡风	1.00	斜交抗侧力构件方向的附加地震数	0
Y 迎风	0.80	活荷载重力荷载代表值组合系数	0.50
Y 背风	-0.50	地震影响系数最大值	0.230
Y 侧风	0.00	罕遇地震影响系数最大值	0.500
Y 挡风	1.00	地震计算时不考虑地下室以下的结构质量	否
<b>3.4 地震信息</b>			
设计地震分组	三	使用自定义地震影响系数曲线	否
按地震动区划图 GB18306-2015 计算	否	地震作用放大方法	全楼统一
设防烈度	7 (0.1g)	全楼地震力放大系数	1.00
场地类别	III	是否考虑性能设计	是
特征周期(s)	0.65	地震水准	中震
周期折减系数	0.70	性能设计规范依据	抗震规范
特征值分析类型	WYD-RITZ	正截面性能设计	不屈服
振型数确定方式	用户定义	斜截面性能设计	不屈服
用户定义振型数	12	性能设计按《钢结构设计标准》(GB50017-2017)	否
按主振型确定地震内力符号	否	<b>3.5 设计信息</b>	
砼框架抗震等级	三级	是否按抗震规范 5.2.5 调整楼层地震力	是
剪力墙抗震等级	三级	是否扭转效应明显	否
钢框架抗震等级	三级	是否自动计算动位移比例系数	否
抗震构造措施的抗震等级	提高一级	第一平动周期方向动位移比例 (0~1)	0.50
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	第二平动周期方向动位移比例 (0~1)	0.50
地下一层以下抗震构造措施抗震等级逐层降级及抗震措施 4 级	是	与柱相连的框架梁端 M、V 不调整	否
		是否用户指定 0.2V0 调整系数	否
		0.2V0 调整规则	Min(0.20*Vo, 1.50*Vfmax)

0.2V0 调整时楼层剪力最小倍数	0.20
0.2V0 调整时各层框架剪力最大值的倍数	1.50
0.2V0 调整分段数	0
0.2V0 调整上限	2.00
考虑双向地震时内力调整方式	先考虑双向地震再调整
剪力墙端柱的面外剪力统计到框架部分	0
实配钢筋超配系数	1.15
框支柱调整上限	5.00
按层刚度比判断薄弱层方法	高规和抗规从严
底部嵌固楼层刚度比执行《高规》3.5.2-2	是
自动对层间受剪承载力突变形成的薄弱层放大调整	是
自动根据层间受剪承载力比值调整配筋至非薄弱	是
是否转换层指定为薄弱层	是
指定薄弱层层号	0
薄弱层地震内力放大系数	1.25
梁端负弯矩调幅系数	0.85
框架梁调幅后不小于简支梁跨中弯矩的倍数	0.50
非框架梁调幅后不小于简支梁跨中弯矩的倍数	0.33
梁扭矩折减系数	0.40
实配钢筋超配系数	1.15
支撑临界角(度) (与竖轴夹角小于此值的支撑将按柱考虑)	20
按竖向构件内力统计层地震剪力	否
位移角小于此值时, 位移比设置为1	0.00020
剪力墙承担全部地震剪力	否

## 3.6 活荷载信息

柱、墙活荷载是否折减	否
楼面梁活荷载折减	不折减
考虑活荷不利布置的最高层号	2
梁活荷载内力放大系数	1.00

## 3.7 构件设计信息

柱配筋计算原则	单偏压
双偏压时角筋最大直径	32
连梁按对称配筋设计	否
抗震设计的框架梁端配筋考虑受压钢筋	是
矩形混凝土梁按T形梁配筋	否
按简化方法计算柱剪跨比 ( $H_n/2h_0$ )	是
墙柱配筋设计考虑端柱	否
墙柱配筋设计考虑翼缘墙	否
与剪力墙面外相连的梁按框架梁设计	是
验算一级抗震墙施工缝	是
梁压弯设计控制轴压比	0.40
梁端配筋内力取值位置(0-节点, 1-支座边)	0.00
钢构件截面净毛面积比	0.85
X向钢柱计算长度是否按有侧移计算	是
Y向钢柱计算长度是否按有侧移计算	是
按《钢规》5.3.3-2 自动判断强弱支撑	否
执行门规 GB51022 附录 A.0.8	否
不计算地震作用时按重力荷载代表值计算柱轴压比	否
框架柱的轴压比限值按框架结构采用	否
梁保护层厚度(mm)	25
柱保护层厚度(mm)	20
底部加强区全部设为约束边缘构件	否
归入阴影区的 $\lambda/2$ 区最大长度	0.00
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)	10
构造边缘构件尺寸设计依据	《高规》JGJ3-2010 第7.2.16条
约束边缘构件尺寸依据《广东高规》设计	否
组合梁施工荷载(kN/m <sup>2</sup> )	1.50
型钢混凝土构件设计依据	《组合结构设计规范》JGJ138-2016

执行《高钢规》JGJ99-2015	是	结构底部单独指定层的墙竖向分布配筋率	0.60
按叠合柱设计的叠合比	0.00		
执行《钢结构设计标准》(GB50017-2017)	是		
按宽厚比等级控制局部稳定	是		
截面宽厚比等级	S3	HRB400 钢筋强度设计值 (N/mm <sup>2</sup> )	360
支撑杆件截面宽厚比等级	S3		

## 3.8 包络设计

是否分塔与整体分别计算，并取大	否	土的水平抗力系数的比例系数(MN/m <sup>4</sup> )	10.00
自动取框架和框架-抗震墙模型计算大值	否	扣除地面以下几层回填土约束	0
是否与其它模型进行包络取大	否	外墙分布筋保护层厚度(mm)	35
		回填土容重(kN/m <sup>3</sup> )	18.00
		回填土侧压力系数	0.50
		室外地平标高(m)	-0.30
是否鉴定加固	否	地下水位标高(m)	-20.00
		室外地面附加荷载(kN/m <sup>2</sup> )	10.00
		基础水工况组合方式	叠加
		地下室侧土约束施加方式	顶板双向弹簧
是否是装配式结构	否	按反应位移法计算地下结构的地震作用	否

## 3.9 鉴定加固

是否鉴定加固	否
是否是装配式结构	否

## 3.10 装配式

混凝土容重(kN/m <sup>3</sup> )	26.00	结构重要性系数	1.00
砌体容重(kN/m <sup>3</sup> )	22.00	采用自定义组合	否
钢材容重(kN/m <sup>3</sup> )	78.00	使用建模自定义组合模板	否
轻骨料混凝土容重(kN/m <sup>3</sup> )	18.50	恒载分项系数	1.30
轻骨料混凝土密度等级	1800	活载分项系数	1.50
梁箍筋间距(mm)	100	活荷载组合值系数	0.70
柱箍筋间距(mm)	100	活荷载频遇值系数	0.60
墙水平分布筋最大间距(mm)	200	活荷载准永久值系数	0.50
墙竖向分布筋最小配筋率(%)	0.30	考虑结构设计使用年限的活荷载调整系数	1.00
墙水平分布筋最小配筋率(%)	0.20	风荷载分项系数	1.50
结构底部单独指定墙竖向分布筋配筋率的层号	无	风荷载组合值系数	0.60
		风荷载频遇值系数	0.40

## 3.12 钢筋强度

HRB400 钢筋强度设计值 (N/mm <sup>2</sup> )	360
是否分塔与整体分别计算，并取大	否
自动取框架和框架-抗震墙模型计算大值	否
是否与其它模型进行包络取大	否
是否鉴定加固	否
是否是装配式结构	否

## 3.13 地下室信息

土的水平抗力系数的比例系数(MN/m <sup>4</sup> )	10.00
扣除地面以下几层回填土约束	0
外墙分布筋保护层厚度(mm)	35
回填土容重(kN/m <sup>3</sup> )	18.00
回填土侧压力系数	0.50
室外地平标高(m)	-0.30
地下水位标高(m)	-20.00
室外地面附加荷载(kN/m <sup>2</sup> )	10.00
基础水工况组合方式	叠加
地下室侧土约束施加方式	顶板双向弹簧
按反应位移法计算地下结构的地震作用	否

## 3.14 荷载组合

结构重要性系数	1.00
采用自定义组合	否
使用建模自定义组合模板	否
恒载分项系数	1.30
活载分项系数	1.50
活荷载组合值系数	0.70
活荷载频遇值系数	0.60
活荷载准永久值系数	0.50
考虑结构设计使用年限的活荷载调整系数	1.00
风荷载分项系数	1.50
风荷载组合值系数	0.60
风荷载频遇值系数	0.40

风荷载是否参与地震组合	否
重力荷载分项系数	1.30
水平地震力分项系数	1.40

## 第 4 章 结构基本信息

### 4.1 楼层属性

表 4-1 楼层属性

层号	塔号	属性
2	1	标准层 2
1	1	标准层 1 地下 1 层

### 4.2 塔属性

表 4-2 塔属性

塔号	属性	值
1	结构体系	框架结构
	结构 X 向基本周期(s)	0.52
	结构 Y 向基本周期(s)	0.53
	水平风荷载体型分段数	1
	分段号	1
	最高层号	2
	挡风系数	1.00
	迎风面系数	0.80
	背风面系数	-0.50
	侧风面系数	0.00
	0.2V0 调整分段数	0
	0.2V0 调整时楼层剪力最小倍数	0.20
	0.2V0 调整时各层框架剪力最大值的倍数	1.50

### 4.3 构件统计

表 4-3 各层构件数量、构件材料和层高(单位: m)

层号	塔号	梁数	柱数	支撑数	墙数	层高	累计高度
2	1	7	6	0	0	5.500	7.000
1	1	0	6	0	0	1.500	1.500

表 4-4 保护层(单位: mm)

层号	塔号	梁保护层	柱保护层	墙保护层
2	1	25	20	0
1	1	0	20	0

表 4-5 混凝土构件

层号	塔号	梁数 (混凝土/主筋)	柱数 (混凝土/主筋)	支撑数 (混凝土/主筋)	墙数 (混凝土/主筋)
2	1	7(C30/360)	6(C30/360)	0(C0/0)	0(C0/0)
1	1	0(C0/0)	6(C30/360)	0(C0/0)	0(C0/0)

表 4-6 箍筋(墙分布筋)

层号	塔号	梁数 (箍筋)	柱数 (箍筋)	支撑数 (箍筋)	墙数 (水平/竖向)	边缘构件 (箍筋)
2	1	7(360)	6(360)	0(0)	0(0/0)	(360)
1	1	0(0)	6(360)	0(0)	0(0/0)	(360)

### 4.4 楼层质量

表 4-7 各层质心坐标(单位: m)

层号	塔号	质心 X	质心 Y	质心 Z
2	1	10.021	12.419	5.500
1	1	10.021	11.583	0.000

根据《高规》3.5.6 条的规定，楼层质量沿高度宜均匀分布，楼层质量不宜大于相邻下部楼层的 1.5 倍。

由下表可见，该结构不满足规范要求，不满足的楼层有：2。

表 4-8 各层质量和层质量比

层号	塔号	恒载质量(t)	活载质量(t)	活载质量(不折减)(t)	附加质量(t)	质量比	比值判断
2	1	71.8	1.0	2.0	0.0	11.52	不满足
1	1	6.3	0.0	0.0	0.0	1.00	满足
合计	-	78.1	1.0	2.0	0.0		

恒载总质量(t): 78.118

活载总质量(t): 0.991

附加总质量(t): 0.000

结构总质量(t): 79.109

恒载产生的总质量包括结构自重和外加恒载

活载质量 = 活荷载重力荷载代表值系数\*活载等效质量

总质量 = 恒载质量+活载质量+附加质量

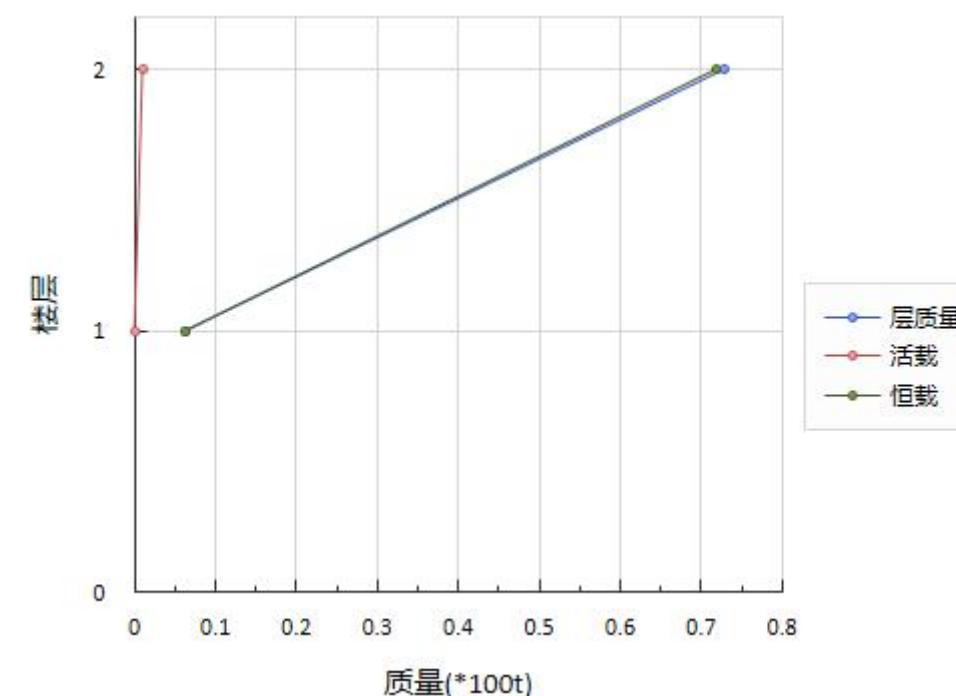


图 4-1 恒载, 活载, 层质量分布曲线(塔 1)

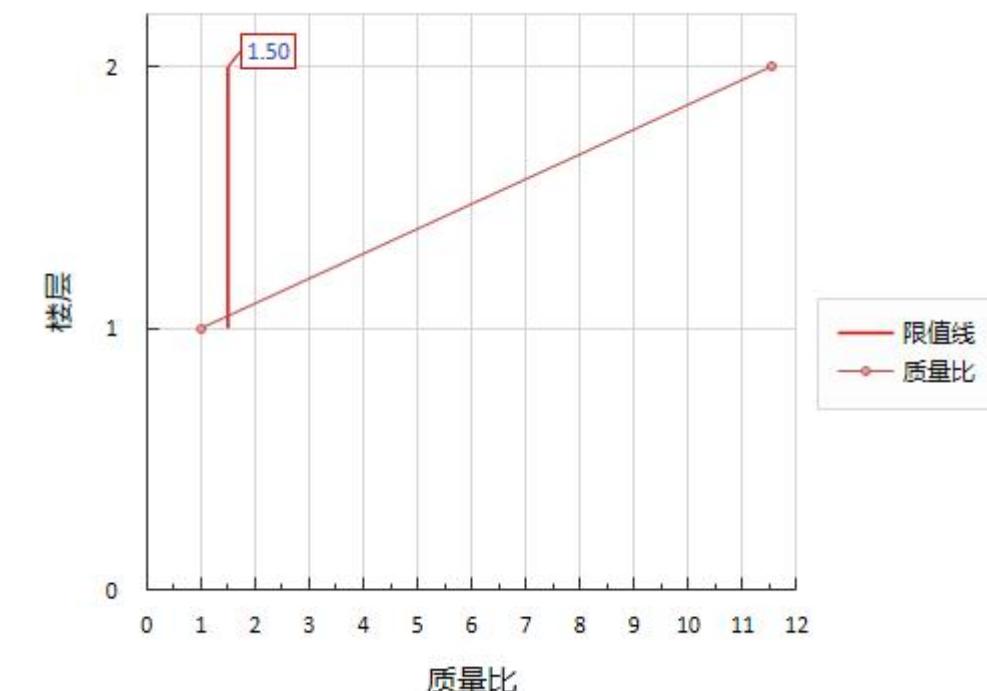


图 4-2 质量比分布曲线(塔 1)

## 4.5 楼层尺寸、单位质量

表 4-9 各楼层等效尺寸(单位:m,m\*\*2)

层号	塔号	面积	形心 X	形心 Y	等效宽 B	等效高 H	最大宽 BMAX	最小宽 BMIN
2	1	10.23	10.02	13.26	3.10	11.80	11.80	3.10
1	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

单位面积质量: g[i]

单位面积质量比: max(g[i]/g[i-1], g[i]/g[i+1])

表 4-10 各楼层质量、单位面积质量分布(单位:kg/m\*\*2)

层号	塔号	楼层质量	单位面积质量	单位面积质量比
2	1	7.28E+004	7115.44	1.00
1	1	6.32E+003	0.00	0.00

## 4.6 软件版本

软件版本: 4.3.0

# 第 5 章 周期、振型

## 5.1 振型基本计算结果

表 5-1 考虑扭转耦联时的振动周期(秒)、X,Y 方向的平动系数、扭转系数(强制刚性楼板模型)

振型号	周期	转角	平动系数(X+Y)	扭转系数(Z)
1	0.3324	0.00	1.00(1.00+0.00)	0.00
2	0.3205	90.00	1.00(0.00+1.00)	0.00
3	0.2824	0.08	0.00(0.00+0.00)	1.00
4	0.0132	-0.00	0.82(0.82+0.00)	0.18
5	0.0120	0.01	0.18(0.18+0.00)	0.82
6	0.0115	90.00	1.00(0.00+1.00)	0.00

地震作用最大的方向 = 0.000°

表 5-2 考虑扭转耦联时的振动周期(秒)、X,Y 方向的平动系数、扭转系数

振型号	周期	转角	平动系数(X+Y)	扭转系数(Z)
1	0.3458	0.00	0.94(0.93+0.01)	0.06
2	0.3294	90.00	1.00(0.00+1.00)	0.00
3	0.2954	180.00	0.06(0.05+0.01)	0.94
4	0.2013	0.00	0.33(0.17+0.15)	0.67
5	0.0240	0.00	0.80(0.00+0.79)	0.20
6	0.0224	90.00	1.00(0.09+0.91)	0.00
7	0.0157	90.00	1.00(0.91+0.09)	0.00
8	0.0150	90.00	1.00(0.00+1.00)	0.00
9	0.0150	0.00	0.99(0.01+0.97)	0.01
10	0.0145	90.00	1.00(1.00+0.00)	0.00
11	0.0144	-0.00	0.99(0.99+0.00)	0.01
12	0.0131	90.00	1.00(1.00+0.00)	-0.00

表 5-3 质量系数

振型号	X 向平动质量系数%(sum)	Y 向平动质量系数%(sum)	Z 向扭转质量系数%(sum)
1	85.85%(85.85%)	0.00%(0.00%)	1.59%(1.59%)
2	0.00%(85.85%)	93.18%(93.18%)	0.00%(1.59%)
3	4.57%(90.43%)	0.00%(93.18%)	2.25%(3.84%)
4	2.98%(93.41%)	0.00%(93.18%)	75.63%(79.47%)
5	0.00%(93.41%)	0.00%(93.18%)	20.46%(99.92%)
6	0.00%(93.41%)	0.00%(93.18%)	0.00%(99.92%)
7	0.00%(93.41%)	0.00%(93.18%)	0.00%(99.92%)
8	0.00%(93.41%)	1.15%(94.33%)	0.00%(99.92%)
9	0.00%(93.41%)	0.00%(94.33%)	0.02%(99.94%)
10	0.00%(93.41%)	0.00%(94.33%)	0.00%(99.94%)
11	1.28%(94.68%)	0.00%(94.33%)	0.01%(99.95%)
12	0.00%(94.68%)	0.00%(94.33%)	0.00%(99.95%)

(Z 向扭转质量系数只在强制刚性板下有意义, 对于非强制刚性板下的计算结果仅供参考)

根据《高规》5.1.21 条, 各振型的参与质量之和不应小于总质量的 90%。

X 向平动振型参与质量系数总计: 94.68%

Y 向平动振型参与质量系数总计: 94.33%

第 1 扭转周期(0.2824)/第 1 平动周期(0.3324) = 0.85

地震作用最大的方向 = 0.001°

## 5.2 振型阻尼比

表 5-4 振型阻尼比

振型号	阻尼比
1-12	0.05

## 5.3 X、Y 向地震单振型楼层反应力

### 5.3.1 仅考虑 X 向地震作用时的地震力(采用非强制刚性楼板假定模型计算结果)

F-x-x : X 方向的耦联地震力在 X 方向的分量

$F_{x-y}$  : X 方向的耦联地震力在 Y 方向的分量

$F_{x-t}$  : X 方向的耦联地震力的扭矩

表 5-5 振型 1 的地震力

层号	塔号	$F_{x-x}$ (kN)	$F_{x-y}$ (kN)	$F_{x-t}$ (kN·m)
2	1	155.04	0.00	-35.65
1	1	1.17	0.00	-0.00

表 5-6 振型 2 的地震力

层号	塔号	$F_{x-x}$ (kN)	$F_{x-y}$ (kN)	$F_{x-t}$ (kN·m)
2	1	0.00	-0.00	0.00
1	1	0.00	-0.00	-0.00

表 5-7 振型 3 的地震力

层号	塔号	$F_{x-x}$ (kN)	$F_{x-y}$ (kN)	$F_{x-t}$ (kN·m)
2	1	8.26	-0.00	-9.79
1	1	0.06	-0.00	0.00

表 5-8 振型 4 的地震力

层号	塔号	$F_{x-x}$ (kN)	$F_{x-y}$ (kN)	$F_{x-t}$ (kN·m)
2	1	5.32	0.00	45.83
1	1	0.10	0.00	0.00

表 5-9 振型 5 的地震力

层号	塔号	$F_{x-x}$ (kN)	$F_{x-y}$ (kN)	$F_{x-t}$ (kN·m)
2	1	0.00	0.00	0.16
1	1	0.00	0.00	0.00

表 5-10 振型 6 的地震力

层号	塔号	$F_{x-x}$ (kN)	$F_{x-y}$ (kN)	$F_{x-t}$ (kN·m)
2	1	0.00	0.00	0.00
1	1	0.00	-0.00	-0.00

表 5-11 振型 7 的地震力

层号	塔号	$F_{x-x}$ (kN)	$F_{x-y}$ (kN)	$F_{x-t}$ (kN·m)
2	1	0.00	-0.00	0.00
1	1	0.00	0.00	0.00

表 5-12 振型 8 的地震力

层号	塔号	$F_{x-x}$ (kN)	$F_{x-y}$ (kN)	$F_{x-t}$ (kN·m)
2	1	-0.00	0.00	0.00
1	1	0.00	-0.00	-0.00

表 5-13 振型 9 的地震力

层号	塔号	$F_{x-x}$ (kN)	$F_{x-y}$ (kN)	$F_{x-t}$ (kN·m)
2	1	-0.00	-0.00	-0.00
1	1	0.00	0.00	0.00

表 5-14 振型 10 的地震力

层号	塔号	$F_{x-x}$ (kN)	$F_{x-y}$ (kN)	$F_{x-t}$ (kN·m)
2	1	-0.00	-0.00	-0.00
1	1	0.00	0.00	0.00

表 5-15 振型 11 的地震力

层号	塔号	$F_{x-x}$ (kN)	$F_{x-y}$ (kN)	$F_{x-t}$ (kN·m)
2	1	-0.13	0.00	0.20
1	1	1.31	-0.00	0.00

表 5-16 振型 12 的地震力

层号	塔号	$F_{x-x}$ (kN)	$F_{x-y}$ (kN)	$F_{x-t}$ (kN·m)
2	1	-0.00	0.00	0.00
1	1	0.00	-0.00	0.00

### 5.3.2 仅考虑 Y 向地震作用时的地震力(采用非强制刚性楼板假定模型计算结果)

$F_{y-x}$  : Y 方向的耦联地震力在 X 方向的分量

$F_{y-y}$  : Y 方向的耦联地震力在 Y 方向的分量

$F_{y-t}$  : Y 方向的耦联地震力的扭矩

表 5-17 振型 1 的地震力

层号	塔号	$F_{y-x}$ (kN)	$F_{y-y}$ (kN)	$F_{y-t}$ (kN·m)
2	1	0.00	0.00	-0.00
1	1	0.00	0.00	-0.00

表 5-18 振型 2 的地震力

层号	塔号	$F_{y-x}$ (kN)	$F_{y-y}$ (kN)	$F_{y-t}$ (kN·m)
2	1	-0.00	168.43	-0.00
1	1	-0.00	1.11	0.00

表 5-19 振型 3 的地震力

层号	塔号	$F_{y-x}$ (kN)	$F_{y-y}$ (kN)	$F_{y-t}$ (kN·m)
2	1	-0.00	0.00	0.00
1	1	-0.00	0.00	-0.00

表 5-20 振型 4 的地震力

层号	塔号	$F_{y-x}$ (kN)	$F_{y-y}$ (kN)	$F_{y-t}$ (kN·m)
2	1	0.00	0.00	0.00
1	1	0.00	0.00	0.00

表 5-21 振型 5 的地震力

层号	塔号	$F_{y-x}$ (kN)	$F_{y-y}$ (kN)	$F_{y-t}$ (kN·m)
2	1	0.00	0.00	0.00
1	1	0.00	0.00	0.00

表 5-22 振型 6 的地震力

层号	塔号	$F_{y-x}$ (kN)	$F_{y-y}$ (kN)	$F_{y-t}$ (kN·m)
2	1	-0.00	-0.00	-0.00
1	1	-0.00	0.00	0.00

表 5-23 振型 7 的地震力

层号	塔号	$F_{y-x}$ (kN)	$F_{y-y}$ (kN)	$F_{y-t}$ (kN·m)
2	1	0.00	-0.00	0.00
1	1	0.00	0.00	0.00

表 5-24 振型 8 的地震力

层号	塔号	$F_{y-x}$ (kN)	$F_{y-y}$ (kN)	$F_{y-t}$ (kN·m)
2	1	0.00	-0.14	-0.00
1	1	-0.00	1.21	0.00

表 5-25 振型 9 的地震力

层号	塔号	$F_{y-x}$ (kN)	$F_{y-y}$ (kN)	$F_{y-t}$ (kN·m)
2	1	-0.00	-0.00	-0.00
1	1	0.00	0.00	0.00

表 5-26 振型 10 的地震力

层号	塔号	$F_{y-x}$ (kN)	$F_{y-y}$ (kN)	$F_{y-t}$ (kN·m)
2	1	-0.00	-0.00	-0.00
1	1	0.00	0.00	0.00

表 5-27 振型 11 的地震力

层号	塔号	$F_{y-x}$ (kN)	$F_{y-y}$ (kN)	$F_{y-t}$ (kN·m)
2	1	0.00	-0.00	-0.00
1	1	0.00	0.00	0.00

表 5-28 振型 12 的地震力

层号	塔号	$F_{y-x}$ (kN)	$F_{y-y}$ (kN)	$F_{y-t}$ (kN·m)
2	1	0.00	-0.00	-0.00
1	1	-0.00	0.00	-0.00

层号	塔号	F-y-x (kN)	F-y-y (kN)	F-y-t (kN·m)
2	1	0.00	-0.00	-0.00
1	1	-0.00	0.00	-0.00

层号	塔号	Fx	Vx(分塔剪重比)	Mx	sFx
2	1	157.87	157.87(21.688%)	868.29	142.31
1	1	1.77	159.07(20.108%)	1106.89	0.00

## 5.4 X、Y 向地震单振型楼层剪力

表 5-29 各振型作用下 X 向地震 X 剪力、Y 向地震 Y 剪力 (单位: kN)

层号	塔号	振型号	X 剪力	Y 剪力
1	1	1	156.21	0.00
		2	0.00	169.54
		3	8.32	0.00
		4	5.42	0.00
		5	0.00	0.00
		6	0.00	0.00
		7	0.00	0.00
		8	0.00	1.06
		9	0.00	0.00
		10	0.00	0.00
		11	1.17	0.00
		12	0.00	0.00

各层 Y 方向的作用力(CQC)

Fy (kN) : Y 向地震作用下结构的地震反应力

Vy (kN) : Y 向地震作用下结构的楼层剪力

My (kN·m) : Y 向地震作用下结构的弯矩

sFy (kN) : 静力法 Y 向的地震力

《抗震规范》5.2.5 条要求的 Y 向楼层最小剪重比 = 4.60%

由下表可见, Y 向地震剪重比符合要求。

表 5-31 各层 Y 方向的作用力(CQC)

层号	塔号	Fy	Vy(分塔剪重比)	My	sFy
2	1	168.43	168.43(23.138%)	926.34	142.31
1	1	1.64	169.54(21.431%)	1180.64	0.00

## 5.5 X、Y 向地震 CQC 组合后结果

各层 X 方向的作用力(CQC)

Fx (kN) : X 向地震作用下结构的地震反应力

Vx (kN) : X 向地震作用下结构的楼层剪力

Mx (kN·m) : X 向地震作用下结构的弯矩

sFx (kN) : 静力法 X 向的地震力

《抗震规范》5.2.5 条要求的 X 向楼层最小剪重比 = 4.60%

由下表可见, X 向地震剪重比符合要求。

表 5-30 各层 X 方向的作用力(CQC)

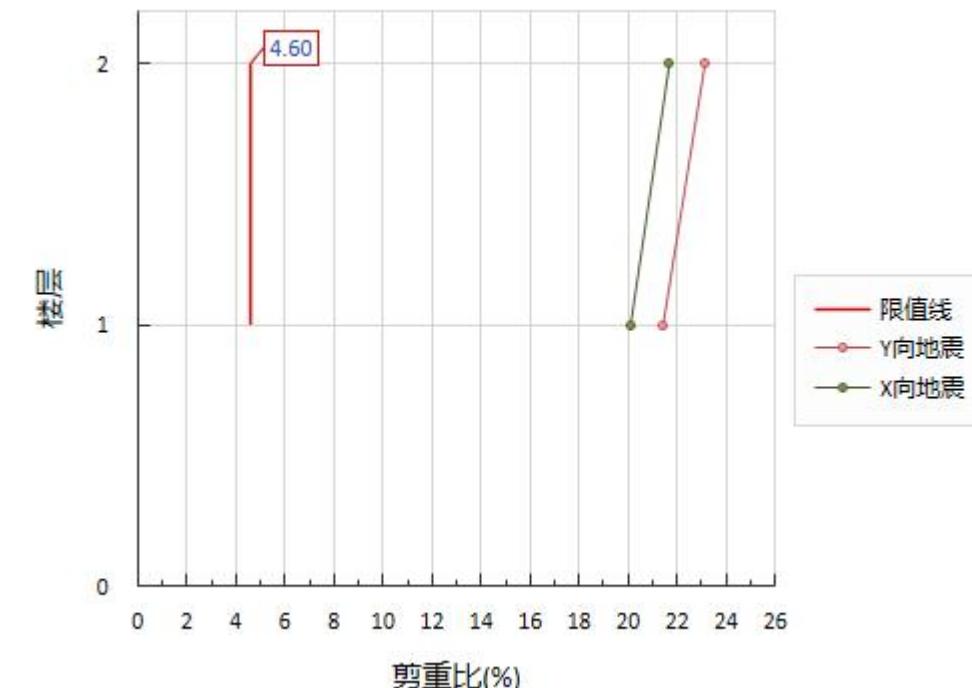


图 5-1 地震各工况剪重比简图(塔 1)

# 第6章 楼层风荷载、地震作用统计结果

## 6.1 风荷载信息

风压单位: kN/m<sup>2</sup>

本层风荷、楼层剪力单位: kN

楼层弯矩单位: kN·m

表 6-1 风荷载信息

层号	塔号	X 方向			Y 方向		
		风荷载	剪力	倾覆弯矩	风荷载	剪力	倾覆弯矩
2	1	64.3	64.3	353.7	17.1	17.1	94.0
1	1	0.0	64.3	450.2	0.0	17.1	119.6

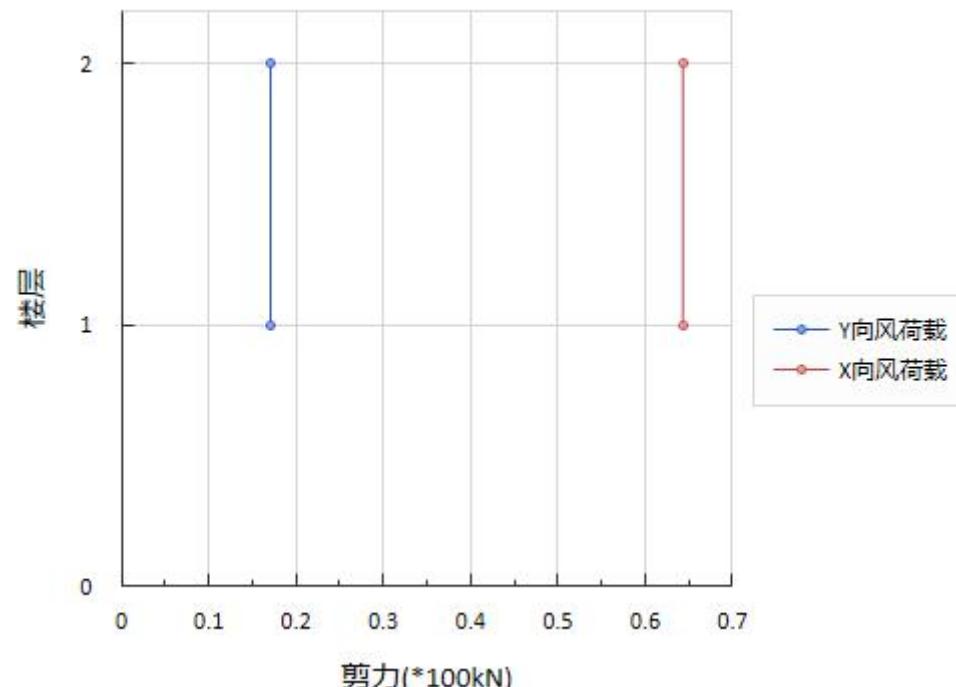


图 6-1 风荷载楼层剪力简图(塔 1)

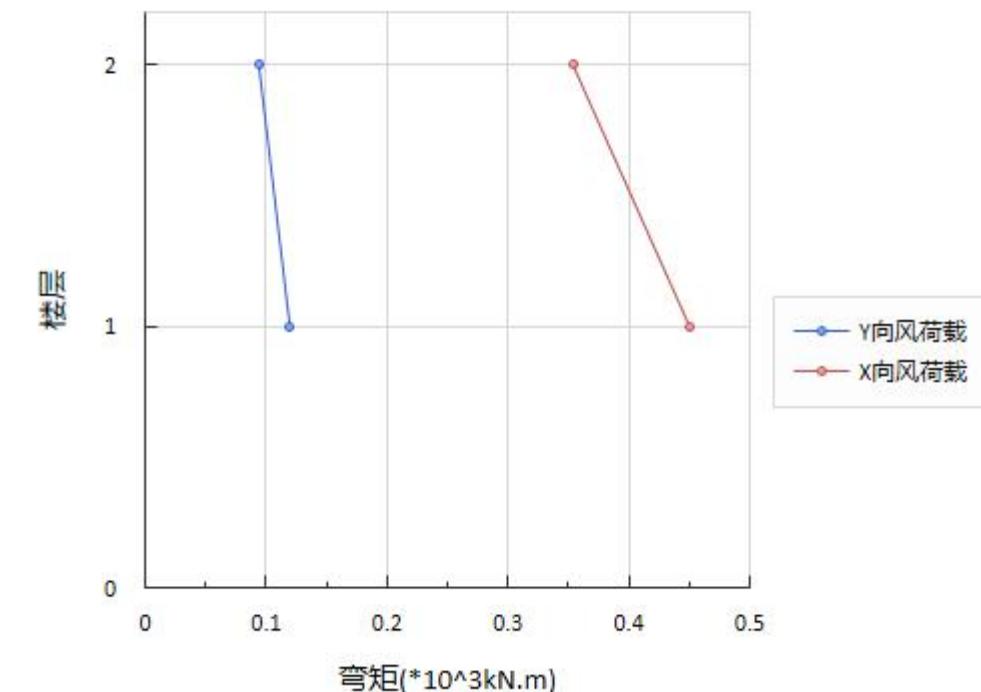


图 6-2 风荷载楼层弯矩简图(塔 1)

## 6.2 风荷载下框架剪力统计

表 6-2 X 向框架柱、剪力墙风剪力及百分比(单位: kN)

层号	塔号	柱剪力	墙剪力	总剪力	柱剪力百分比	墙剪力百分比
2	1	64.3	0.0	64.3	100.00%	0.00%
1	1	34.1	0.0	34.1	100.00%	0.00%

表 6-3 Y 向框架柱、剪力墙风剪力及百分比(单位: kN)

层号	塔号	柱剪力	墙剪力	总剪力	柱剪力百分比	墙剪力百分比
2	1	17.1	0.0	17.1	100.00%	0.00%
1	1	15.4	0.0	15.4	100.00%	0.00%

## 6.3 风荷载下框架倾覆弯矩统计(抗规方式)

表 6-4 X 向框架柱风倾覆弯矩及百分比(单位: kN.m)

层号	塔号	柱弯矩	总弯矩	柱弯矩百分比
2	1	353.7	353.7	100.00%

层号	塔号	柱弯矩	总弯矩	柱弯矩百分比
1	1	404.9	404.9	100.00%

表 6-5 Y 向框架柱风倾覆弯矩及百分比(单位: kN.m)

层号	塔号	柱弯矩	总弯矩	柱弯矩百分比
2	1	94.0	94.0	100.00%
1	1	117.1	117.1	100.00%

## 6.4 风荷载外力、层剪力、倾覆弯矩统计

风荷载外力、层剪力单位: kN

倾覆弯矩单位: kN·m

表 6-6 +WX 方向风荷载外力、层剪力、倾覆弯矩统计

层号	塔号	层外力 F	层剪力 V	倾覆弯矩 M
2	1	64.3	64.3	353.7
1	1	0.0	64.3	450.2

表 6-7 -WX 方向风荷载外力、层剪力、倾覆弯矩统计

层号	塔号	层外力 F	层剪力 V	倾覆弯矩 M
2	1	-64.3	-64.3	-353.7
1	1	0.0	-64.3	-450.2

表 6-8 +WY 方向风荷载外力、层剪力、倾覆弯矩统计

层号	塔号	层外力 F	层剪力 V	倾覆弯矩 M
2	1	17.1	17.1	94.0
1	1	0.0	17.1	119.6

表 6-9 -WY 方向风荷载外力、层剪力、倾覆弯矩统计

层号	塔号	层外力 F	层剪力 V	倾覆弯矩 M
2	1	-17.1	-17.1	-94.0
1	1	0.0	-17.1	-119.6

## 6.5 规定水平力

表 6-10 各层各塔的规定水平力

层号	塔号	X 向(kN)	Y 向(kN)
----	----	---------	---------

层号	塔号	X 向(kN)	Y 向(kN)
2	1	157.9	168.4
1	1	1.2	1.1

## 6.6 规定水平力下倾覆弯矩统计(抗规方式)

表 6-11 X 向框架柱、短肢墙地震倾覆弯矩(单位: kN.m)及百分比(抗规方式)

层号	塔号	框架柱	短肢墙	普通墙	斜撑	合计
2	1	868.3(100.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	868.3
1	1	995.3(100.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	995.3

表 6-12 Y 向框架柱、短肢墙地震倾覆弯矩(单位: kN.m)及百分比(抗规方式)

层号	塔号	框架柱	短肢墙	普通墙	斜撑	合计
2	1	926.3(100.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	926.3
1	1	1155.4(100.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	0.0(0.0%)	1155.4

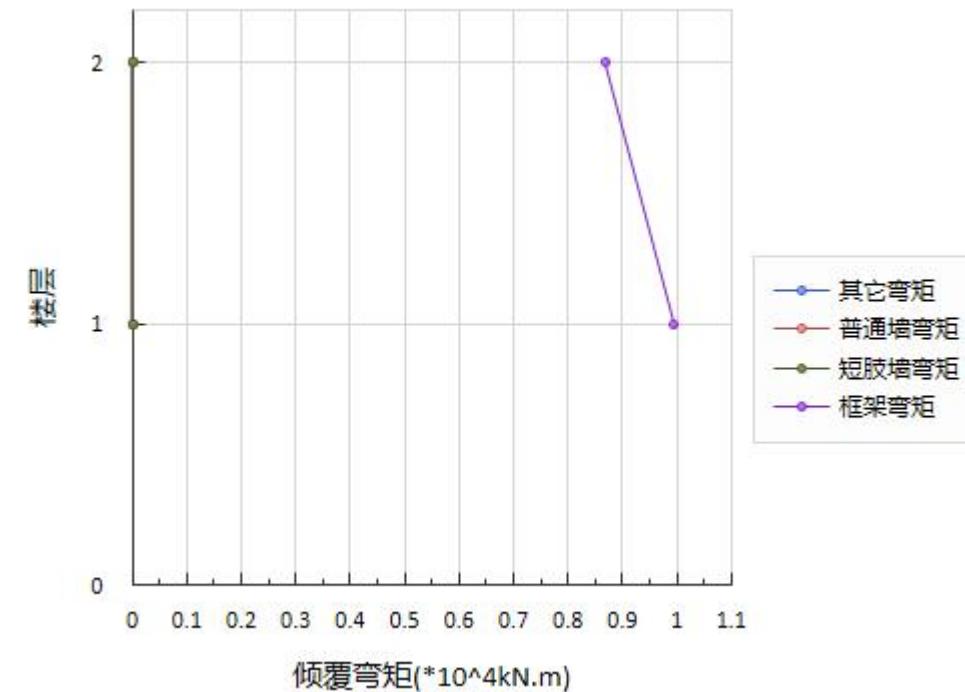


图 6-3 X 静震下倾覆力矩简图(塔 1)

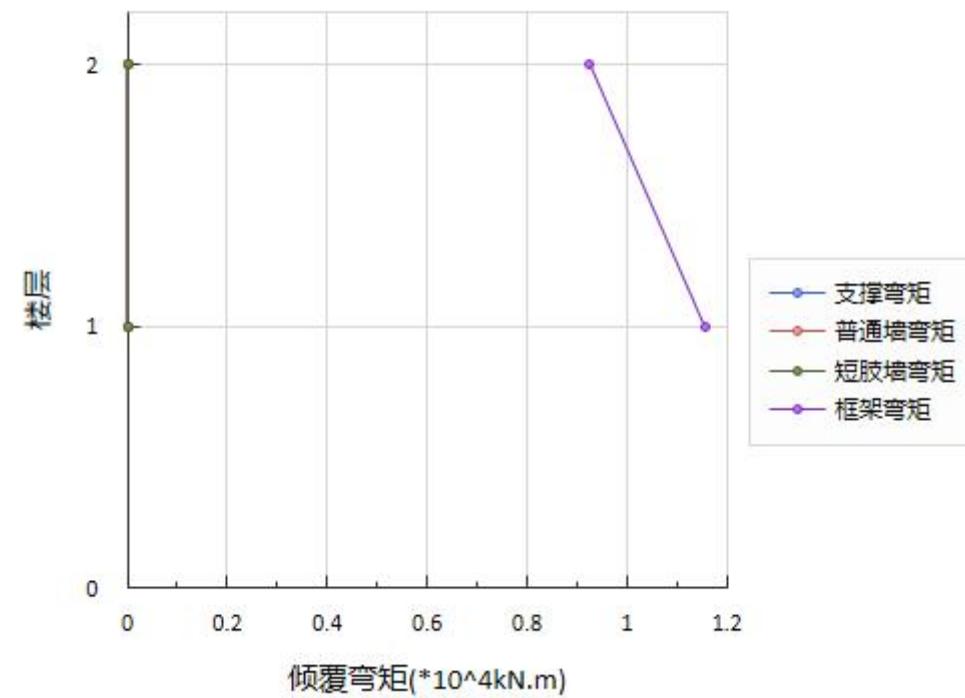


图 6-4 Y 静震下倾覆力矩简图(塔 1)

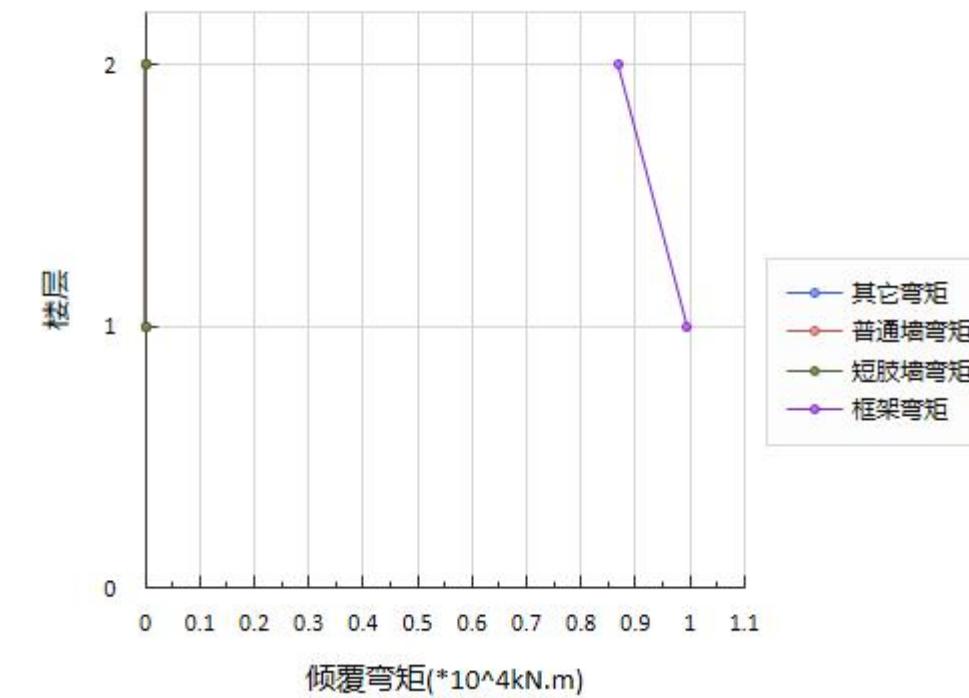


图 6-5 X 静震下倾覆力矩简图(塔 1)

## 6.7 规定水平力下倾覆弯矩统计(轴力方式)

表 6-13 X 向框架柱、短肢墙地震倾覆弯矩(单位: kN.m)及百分比(轴力方式)

层号	塔号	框架柱	短肢墙	普通墙	斜撑	合计
2	1	868.3 (100.0%)	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	868.3
1	1	995.3 (100.0%)	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	995.3

表 6-14 Y 向框架柱、短肢墙地震倾覆弯矩(单位: kN.m)及百分比(轴力方式)

层号	塔号	框架柱	短肢墙	普通墙	斜撑	合计
2	1	926.3 (100.0%)	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	926.3
1	1	1155.4 (100.0%)	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	1155.4

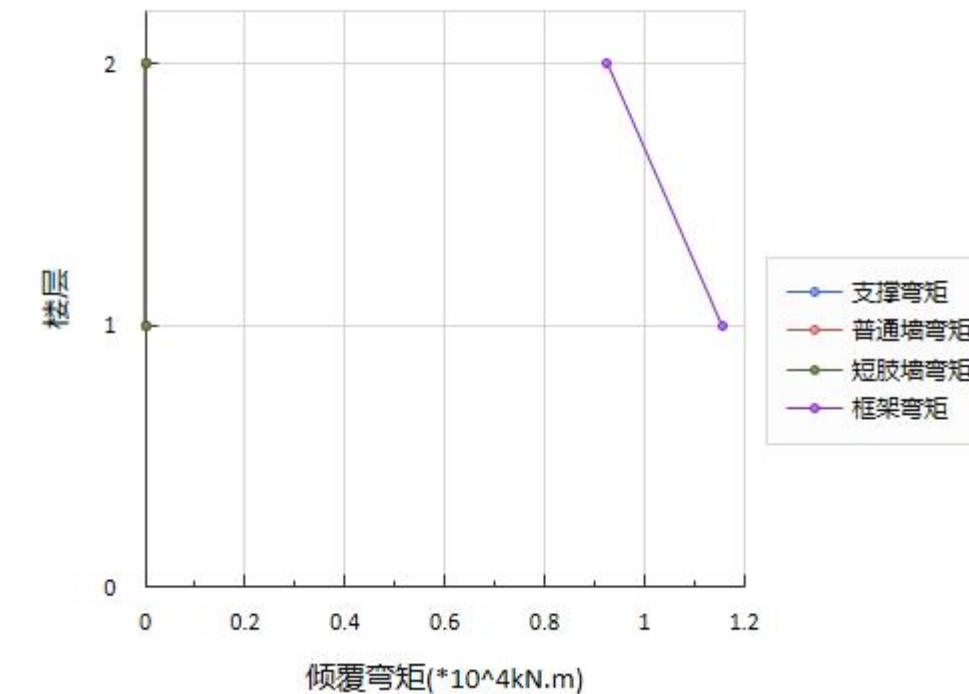


图 6-6 Y 静震下倾覆力矩简图(塔 1)

## 6.8 地震作用下框架剪力统计

Ratio : 柱剪力百分比

BVRatio : 柱剪力与分段基底剪力百分比

表 6-15 X 向地震剪力(单位: kN)及百分比

层号	塔号	柱剪力	墙剪力	总剪力	Ratio	BVRatio
2	1	157.9	0.0	157.9	100.00%	0.00%
1	1	83.8	0.0	159.1	52.67%	0.00%

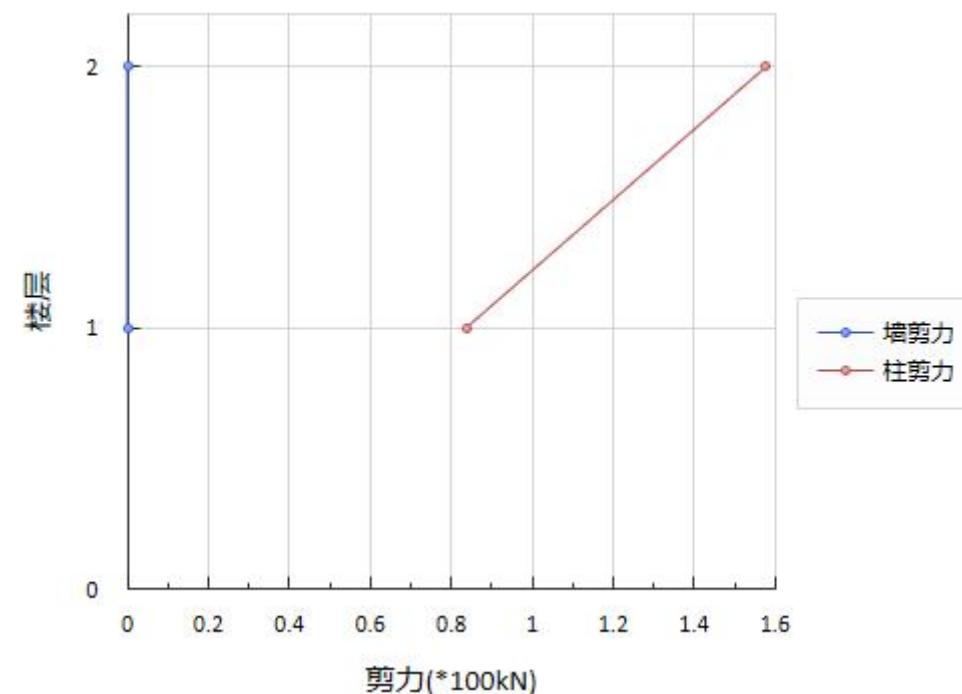


图 6-7 X 向地震下剪力简图(塔 1)

表 6-16 Y 向地震剪力(单位: kN)及百分比

层号	塔号	柱剪力	墙剪力	总剪力	Ratio	BVRatio
2	1	168.4	0.0	168.4	100.00%	0.00%
1	1	152.7	0.0	169.5	90.06%	0.00%

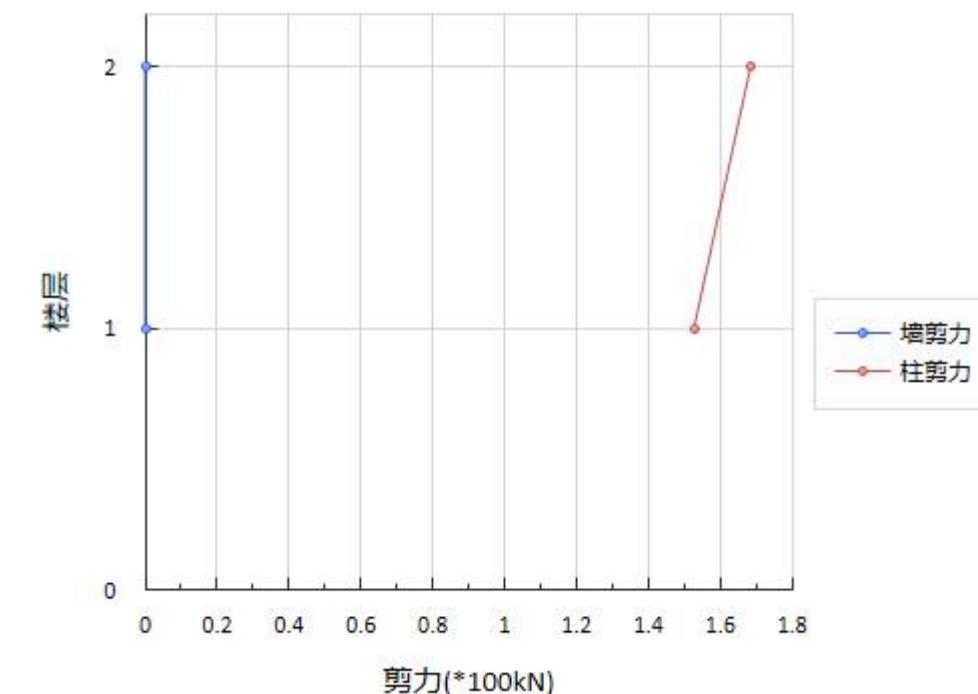


图 6-8 Y 向地震下剪力简图(塔 1)

## 6.9 地震外力、层剪力、倾覆弯矩统计

地震外力、层剪力单位: kN

倾覆弯矩单位: kN·m

表 6-17 EX、EY 地震外力、层剪力、倾覆弯矩统计

层号	塔号	层外力 FX	层剪力 VX	倾覆弯矩 MX	层外力 FY	层剪力 VY	倾覆弯矩 MY
2	1	157.9	157.9	868.3	168.4	168.4	926.3
1	1	1.8	159.1	1106.9	1.6	169.5	1180.6

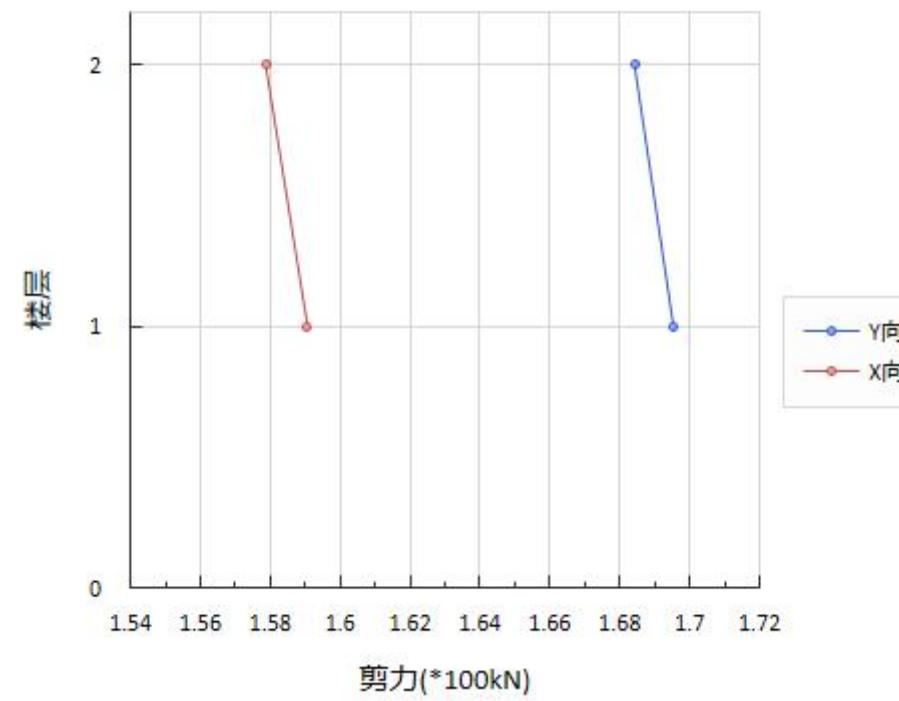


表 6-18 最不利地震外力、层剪力、倾覆弯矩统计

层号	塔号	层外力 FX	层剪力 VX	倾覆弯矩 MX	层外力 FY	层剪力 VY	倾覆弯矩 MY
2	1	157.9	157.9	868.3	168.4	168.4	926.3
1	1	1.8	159.1	1106.9	1.6	169.5	1180.6

## 第 7 章 工况、组合

### 7.1 工况设定

表 7-1 工况设定

工况简称	工况详称
X 地震	EX -- X 方向地震作用下的标准内力
X 地震正偏	EX+ -- X 方向 (+5%偏心) 地震作用下的标准内力

工况简称	工况详称
X 地震负偏	EX- -- X 方向 (-5%偏心) 地震作用下的标准内力
Y 地震	EY -- Y 方向地震作用下的标准内力
Y 地震正偏	EY+ -- Y 方向 (+5%偏心) 地震作用下的标准内力
Y 地震负偏	EY- -- Y 方向 (-5%偏心) 地震作用下的标准内力
X 地震最不利	EXMAX -- X 方向最不利地震作用下的标准内力
Y 地震最不利	EYMAX -- Y 方向最不利地震作用下的标准内力
+X 风	+WX -- +X 方向风荷载作用下的标准内力
-X 风	-WX -- -X 方向风荷载作用下的标准内力
+Y 风	+WY -- +Y 方向风荷载作用下的标准内力
-Y 风	-WY -- -Y 方向风荷载作用下的标准内力
恒载	DL -- 恒载作用下的标准内力
活载	LL -- 活载作用下的标准内力
活荷不利 1	LL1 -- 考虑活载随机作用时梁负弯矩包络的标准内力
活荷不利 2	LL2 -- 考虑活载随机作用时梁正弯矩包络的标准内力

### 7.2 荷载组合表

表 7-2 荷载组合表

组合号	恒载	活载	+X 风	-X 风	+Y 风	-Y 风	X 地震	Y 地震	非线性
1	1.30	1.50							线性
2	1.00	1.50							线性
3	1.30		1.50						线性
4	1.30			1.50					线性
5	1.30				1.50				线性
6	1.30					1.50			线性
7	1.30	1.50	0.90						线性
8	1.30	1.50		0.90					线性
9	1.30	1.50			0.90				线性
10	1.30	1.50				0.90			线性
11	1.30	1.05	1.50						线性

组合号	恒载	活载	+X 风	-X 风	+Y 风	-Y 风	X 地震	Y 地震	非线性
12	1.30	1.05		1.50					线性
13	1.30	1.05			1.50				线性
14	1.30	1.05				1.50			线性
15	1.00		1.50						线性
16	1.00			1.50					线性
17	1.00				1.50				线性
18	1.00					1.50			线性
19	1.00	1.50	0.90						线性
20	1.00	1.50		0.90					线性
21	1.00	1.50			0.90				线性
22	1.00	1.50				0.90			线性
23	1.00	1.05	1.50						线性
24	1.00	1.05		1.50					线性
25	1.00	1.05			1.50				线性
26	1.00	1.05				1.50			线性
27	1.00	0.50					1.00		线性
28	1.00	0.50					-1.00		线性
29	1.00	0.50						1.00	线性
30	1.00	0.50						-1.00	线性

## 第 8 章 整体指标统计

### 8.1 周期比

第 1 扭转周期(0.2824)/第 1 平动周期(0.3324) = 0.85

### 8.2 层刚度统计(各层刚心、偏心率、相邻层侧移刚度比等计算信息)

Xstif, Ystif(m): 刚心的 X, Y 坐标值  
 Alf(Degree): 层刚性主轴的方向

Xmass, Ymass(m): 质心的 X, Y 坐标值  
 Gmass(t): 总质量  
 Eex, Eey: X, Y 方向的偏心率

层号	塔号	Xstif, Ystif	Alf	Xmass, Ymass	Gmass	Eex, Eey
2	1	10.02, 12.76	0.00	10.02, 12.42	72.79	6.00%, 0.00%
1	1	10.02, 11.65	0.00	10.02, 11.58	6.32	1.13%, 0.00%

《高规》3.5.2-1 条规定：对框架结构，楼层与其相邻上层的侧向刚度比，本层与相邻上层的比值不宜小于 0.7，与相邻上部三层刚度平均值的比值不宜小于 0.8。

《高规》3.5.2-2 条规定：对框架-剪力墙、板柱-剪力墙结构、剪力墙结构、框架-核心筒结构、筒中筒结构，楼层与其相邻上层的侧向刚度比  $\gamma_2$  可按式 (3.5.2-2) 计算，且本层与相邻上层的比值不宜小于 0.9；当本层层高大于相邻上层层高的 1.5 倍时，该比值不宜小于 1.1；对结构底部嵌固层，该比值不宜小于 1.5。

Ratx, Raty: X, Y 方向本层塔侧移刚度与下一层相应塔侧移刚度的比值(剪切刚度)

Ratx1, Raty1: 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% 的比值中之较小者

Ratx2, Raty2: X, Y 方向本层塔侧移刚度与上一层相应塔侧移刚度 90%、110% 或者 150% 比值。110% 指当本层层高大于相邻上层层高 1.5 倍时，150% 指嵌固层

RJX1, RJY1, RZJ1: 结构总体坐标系中塔的侧移刚度和扭转刚度(剪切刚度)

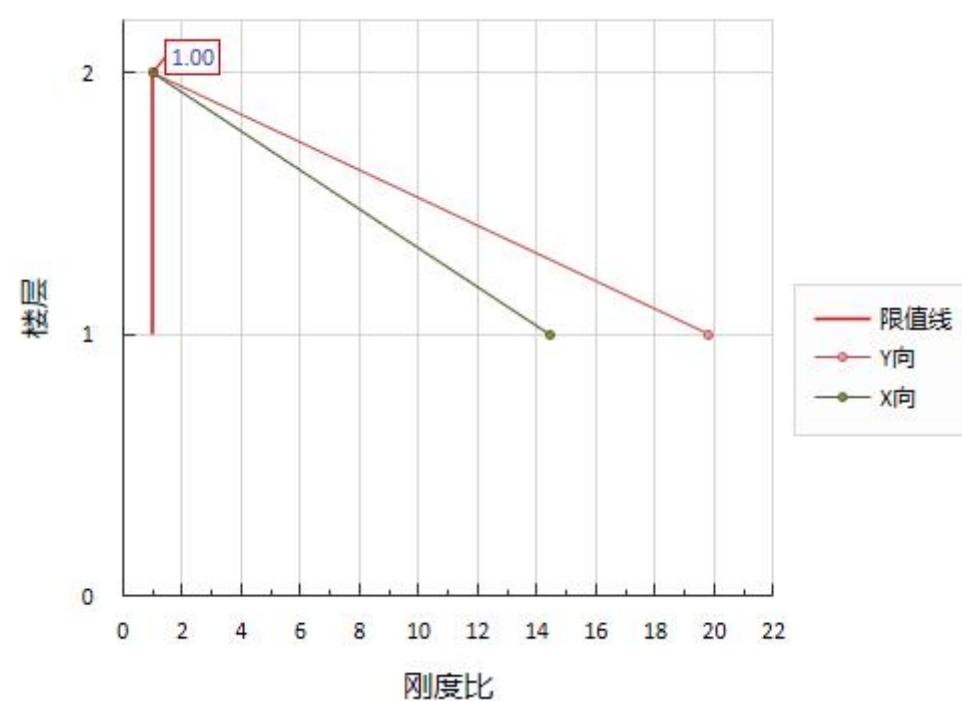
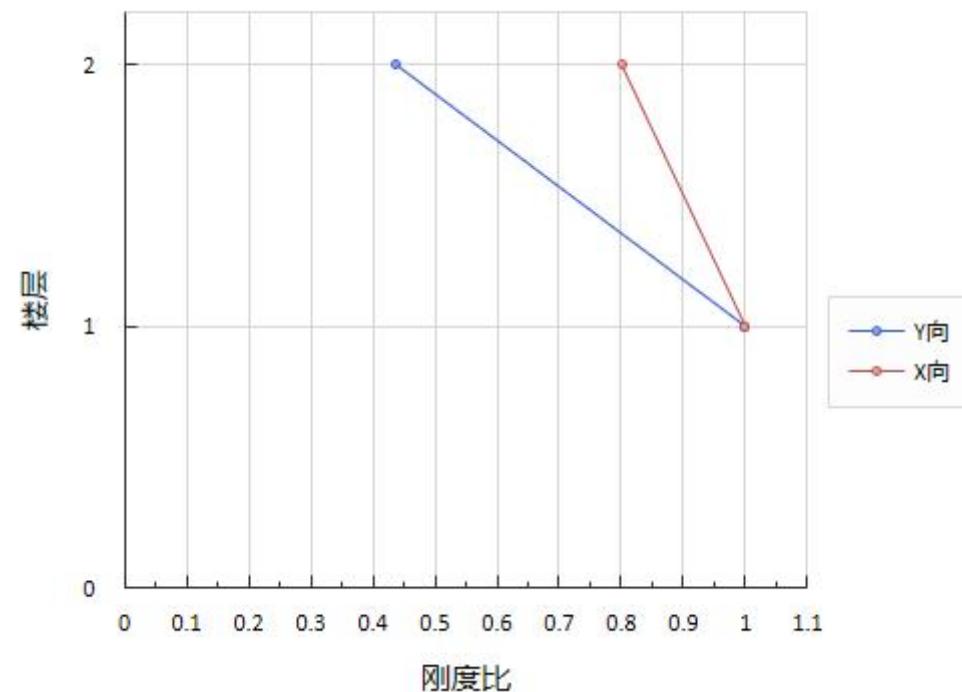
RJX3, RJY3, RZJ3: 结构总体坐标系中塔的侧移刚度和扭转刚度(地震剪力与地震层间位移的比)

Rs: 薄弱层地震剪力放大系数

层号	塔号	Ratx, Raty	Ratx1, Raty1	RJX1, RJY1 (kN/m)	RJX3, RJY3 (kN/m)	Rs
2	1	0.80, 0.44	1.00, 1.00	2.62E+004 2.62E+004	2.87E+004 3.00E+004	1.00
1	1	1.00, 1.00	14.42, 19.82	3.27E+004 5.98E+004	2.89E+005 4.16E+005	1.00

X 方向最小刚度比：1.0000(2 层 1 塔)

Y 方向最小刚度比：1.0000(2 层 1 塔)



### 8.3 结构整体稳定性验算

刚度单位: kN/m

层高单位: m

上部重量单位: kN

表 8-1 地震

层号	塔号	X 向刚度	Y 向刚度	层高	上部重量	X 向刚重比	Y 向刚重比
2	1	2.865E+004	3.000E+004	5.500	889	1.772E+002	1.855E+002

该结构刚重比  $D_i \cdot H_i / G_i$  大于 10，能够通过《高规》5.4.4 条的整体稳定性验算

该结构刚重比  $D_i \cdot H_i / G_i$  大于 20，满足《高规》5.4.1，可以不考虑重力二阶效应

### 8.4 结构整体抗倾覆验算

根据《高规》12.1.7 条，在重力荷载与水平荷载标准值或重力荷载代表值与多遇水平地震标准值共同作用下，高宽比大于 4 的高层建筑，基础底面不宜出现零应力区；高宽比不大于 4 的高层建筑，基础底面与地基之间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 8-2 结构整体抗倾覆验算(单位: kN.m)

层号	塔号	工况	抗倾覆力矩 Mr	倾覆力矩 Mov	比值 Mr/Mov	零应力区 (%)
1	1	X 向风	1.272E+003	3.323E+002	3.83	0.00
		Y 向风	3.973E+003	8.828E+001	45.00	0.00
		X 地震	1.266E+003	8.157E+002	1.55	0.47
		Y 地震	3.953E+003	8.702E+002	4.54	0.00

### 8.5 楼层抗剪承载力验算

《高规》3.5.3 条规定：A 级高度高层建筑的楼层抗侧力结构的层间受剪承载力不宜小于其相邻上一层受剪承载力的 80%，不应小于其相邻上一层受剪承载力的 65%；B 级高度高层建筑的楼层抗侧力结构的层间受剪承载力不应小于其相邻上一层受剪承载力的 75%。

结构设定的限值是 80.00%。并无楼层承载力突变的情况。

Ratio\_X, Ratio\_Y: 表示本层与上一层的承载力之比

表 8-3 楼层抗剪承载力验算(单位: kN)

层号	塔号	X 向承载力	Y 向承载力	Ratio_X	Ratio_Y

层号	塔号	X 向承载力	Y 向承载力	Ratio_X	Ratio_Y
2	1	2.9349E+002	2.9349E+002	1.00	1.00
1	1	3.3561E+002	4.0575E+002	1.14	1.38

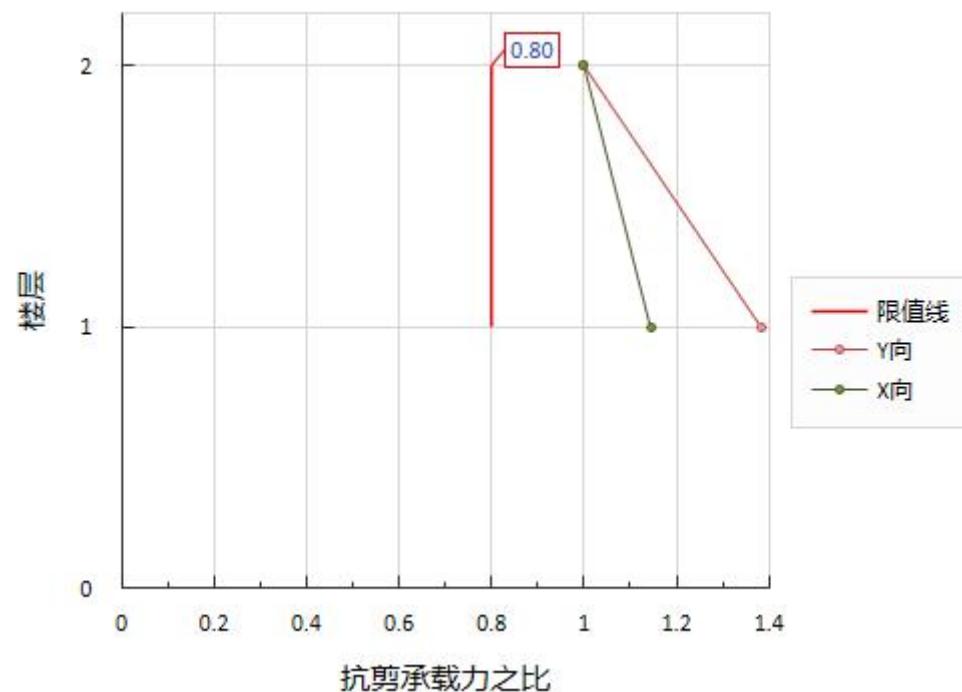


图 8-3 多方向抗剪承载力比简图(塔 1)

## 8.6 薄弱层信息

表 8-4 薄弱层

层号	塔号

## 8.7 剪重比调整系数

表 8-5 各楼层地震剪力系数调整情况 [抗震规范(5.2.5)验算]

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
2	1	1.00	1.00	157.87	168.43

## 8.8 位移角和位移比

根据《高规》3.7.3 条的规定，楼层层间最大位移与层高之比的限值如下表：

表 8-6 楼层层间最大位移与层高之比的限值[高规(3.7.3)]

结构体系	$\Delta u/h$ 限值
框架	1/550
框架-剪力墙、框架-核心筒、板柱-剪力墙	1/800
筒中筒、剪力墙	1/1000
除框架结构外的转换层	1/1000

《抗规》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。根据《高规》3.4.5 条规定：结构在考虑偶然偏心影响的规定水平地震力作用下，楼层竖向构件最大的水平位移和层间位移，A 级高度高层建筑不宜大于该楼层平均值的 1.2 倍，不应大于该楼层平均值的 1.5 倍；B 级高度高层建筑、超过 A 级高度的混合结构及复杂高层建筑不宜大于该楼层平均值的 1.2 倍，不应大于该楼层平均值的 1.4 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。

采用强制刚性楼板假定模型计算结果

单位	: mm
h	: 层高
Max-(X), Max-(Y)	: X, Y 方向的节点最大位移
Ave-(X), Ave-(Y)	: X, Y 方向的层平均位移
Max-Dx , Max-Dy	: X, Y 方向的最大层间位移
Ave-Dx , Ave-Dy	: X, Y 方向的平均层间位移
Ratio-(X), Ratio-(Y)	: 最大位移与层平均位移的比值
Ratio-Dx, Ratio-Dy	: 最大层间位移与平均层间位移的比值
Max-Dx/h, Max-Dy/h	: X, Y 方向的最大层间位移角

表 8-7 X 方向地震作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Max-Dx/h	h
2	1	6.56	6.49	5.90	5.89	1/933	5500.00
1	1	0.67	0.60	0.67	0.60	1/2250	1500.00

X 向最大层间位移角： 1/933 (2 层 1 塔)

表 8-8 X 双向地震作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Max-Dx/h	h
2	1	6.56	6.49	5.90	5.89	1/933	5500.00
1	1	0.67	0.60	0.67	0.60	1/2250	1500.00

X 向最大层间位移角: 1/933 (2 层 1 塔)

表 8-9 X+ 偶然偏心地震作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Max-Dx/h	h
2	1	6.98	6.39	6.39	5.80	1/861	5500.00
1	1	0.59	0.59	0.59	0.59	1/2535	1500.00

X 向最大层间位移角: 1/861 (2 层 1 塔)

表 8-10 X- 偶然偏心地震作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Max-Dx/h	h
2	1	7.32	6.59	6.58	5.97	1/836	5500.00
1	1	0.74	0.62	0.74	0.62	1/2022	1500.00

X 向最大层间位移角: 1/836 (2 层 1 塔)

表 8-11 Y 方向地震作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Max-Dy/h	h
2	1	6.02	6.02	5.61	5.61	1/980	5500.00
1	1	0.41	0.41	0.41	0.41	1/3685	1500.00

Y 向最大层间位移角: 1/980 (2 层 1 塔)

表 8-12 Y 双向地震作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Max-Dy/h	h
2	1	6.02	6.02	5.61	5.61	1/980	5500.00
1	1	0.41	0.41	0.41	0.41	1/3683	1500.00

Y 向最大层间位移角: 1/980 (2 层 1 塔)

表 8-13 Y+ 偶然偏心地震作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Max-Dy/h	h
2	1	6.07	6.02	5.66	5.61	1/972	5500.00
1	1	0.41	0.41	0.41	0.41	1/3644	1500.00

Y 向最大层间位移角: 1/972 (2 层 1 塔)

表 8-14 Y- 偶然偏心地震作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Max-Dy/h	h
2	1	6.07	6.02	5.66	5.61	1/972	5500.00

Y 向最大层间位移角: 1/972 (2 层 1 塔)

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Max-Dy/h	h
1	1	0.41	0.41	0.41	0.41	1/3644	1500.00

Y 向最大层间位移角: 1/972 (2 层 1 塔)

表 8-15 最不利地震方向 0 下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Max-Dx/h	h
2	1	6.56	6.49	5.90	5.89	1/933	5500.00
1	1	0.67	0.60	0.67	0.60	1/2250	1500.00

X 向最大层间位移角: 1/933 (2 层 1 塔)

表 8-16 最不利地震方向 90 下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Max-Dy/h	h
2	1	6.02	6.02	5.61	5.61	1/980	5500.00
1	1	0.41	0.41	0.41	0.41	1/3685	1500.00

Y 向最大层间位移角: 1/980 (2 层 1 塔)

表 8-17 +X 方向风荷载作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Ratio-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Ratio-Dx	Max-Dx/h	h
2	1	2.79	2.55	1.10	2.50	2.29	1.10	1/2196	5500.00
1	1	0.28	0.24	1.00	0.28	0.24	1.00	1/5284	1500.00

X 向最大层间位移角: 1/2196 (2 层 1 塔)

X 方向最大位移与层平均位移的比值: 1.10 (2 层 1 塔)

X 方向最大层间位移与平均层间位移的比值: 1.10 (2 层 1 塔)

表 8-18 -X 方向风荷载作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Ratio-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Ratio-Dx	Max-Dx/h	h
2	1	2.79	2.55	1.10	2.50	2.29	1.10	1/2196	5500.00
1	1	0.28	0.24	1.00	0.28	0.24	1.00	1/5284	1500.00

X 向最大层间位移角: 1/2196 (2 层 1 塔)

X 方向最大位移与层平均位移的比值: 1.10 (2 层 1 塔)

X 方向最大层间位移与平均层间位移的比值: 1.10 (2 层 1 塔)

表 8-19 +Y 方向风荷载作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Ratio-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Ratio-Dy	Max-Dy/h	h
2	1	0.65	0.65	1.00	0.61	0.59	1.00	1/8944	5500.00

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Ratio-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Ratio-Dy	Max-Dy/h	h
1	1	0.08	0.05	1.00	0.08	0.05	1.00	1/9999	1500.00

Y 向最大层间位移角: 1/8944 (2 层 1 塔)

Y 方向最大位移与层平均位移的比值: 1.00 (2 层 1 塔)

Y 方向最大层间位移与平均层间位移的比值: 1.00 (2 层 1 塔)

表 8-20 -Y 方向风荷载作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Ratio-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Ratio-Dy	Max-Dy/h	h
2	1	0.65	0.65	1.00	0.61	0.59	1.00	1/8944	5500.00
1	1	0.08	0.05	1.00	0.08	0.05	1.00	1/9999	1500.00

Y 向最大层间位移角: 1/8944 (2 层 1 塔)

Y 方向最大位移与层平均位移的比值: 1.00 (2 层 1 塔)

Y 方向最大层间位移与平均层间位移的比值: 1.00 (2 层 1 塔)

表 8-21 X 方向规定水平力作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Ratio-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Ratio-Dx	h
2	1	6.57	6.49	1.01	5.90	5.89	1.00	5500.00
1	1	0.67	0.60	1.00	0.67	0.60	1.00	1500.00

X 方向最大位移与层平均位移的比值: 1.01 (2 层 1 塔)

X 方向最大层间位移与平均层间位移的比值: 1.00 (2 层 1 塔)

表 8-22 X+ 偶然偏心规定水平力作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Ratio-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Ratio-Dx	h
2	1	6.98	6.39	1.09	6.39	5.80	1.10	5500.00
1	1	0.59	0.59	1.00	0.59	0.59	1.00	1500.00

X 方向最大位移与层平均位移的比值: 1.09 (2 层 1 塔)

X 方向最大层间位移与平均层间位移的比值: 1.10 (2 层 1 塔)

表 8-23 X- 偶然偏心规定水平力作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(X)	Ave-(X)	Ratio-(X)	Max-Dx	Ave-Dx	Ratio-Dx	h
2	1	7.32	6.59	1.11	6.58	5.97	1.10	5500.00
1	1	0.74	0.62	1.00	0.74	0.62	1.00	1500.00

X 方向最大位移与层平均位移的比值: 1.11 (2 层 1 塔)

X 方向最大层间位移与平均层间位移的比值: 1.10 (2 层 1 塔)

表 8-24 Y 方向规定水平力作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Ratio-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Ratio-Dy	h
2	1	6.02	6.02	1.00	5.61	5.61	1.00	5500.00
1	1	0.41	0.41	1.00	0.41	0.41	1.00	1500.00

Y 方向最大位移与层平均位移的比值: 1.00 (2 层 1 塔)

Y 方向最大层间位移与平均层间位移的比值: 1.00 (2 层 1 塔)

表 8-25 Y+ 偶然偏心规定水平力作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Ratio-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Ratio-Dy	h
2	1	6.07	6.02	1.01	5.66	5.61	1.01	5500.00
1	1	0.41	0.41	1.00	0.41	0.41	1.00	1500.00

Y 方向最大位移与层平均位移的比值: 1.01 (2 层 1 塔)

Y 方向最大层间位移与平均层间位移的比值: 1.01 (2 层 1 塔)

表 8-26 Y- 偶然偏心规定水平力作用下的楼层最大位移

层号	塔号	Max-(Y)	Ave-(Y)	Ratio-(Y)	Max-Dy	Ave-Dy	Ratio-Dy	h
2	1	6.07	6.02	1.01	5.66	5.61	1.01	5500.00
1	1	0.41	0.41	1.00	0.41	0.41	1.00	1500.00

Y 方向最大位移与层平均位移的比值: 1.01 (2 层 1 塔)

Y 方向最大层间位移与平均层间位移的比值: 1.01 (2 层 1 塔)

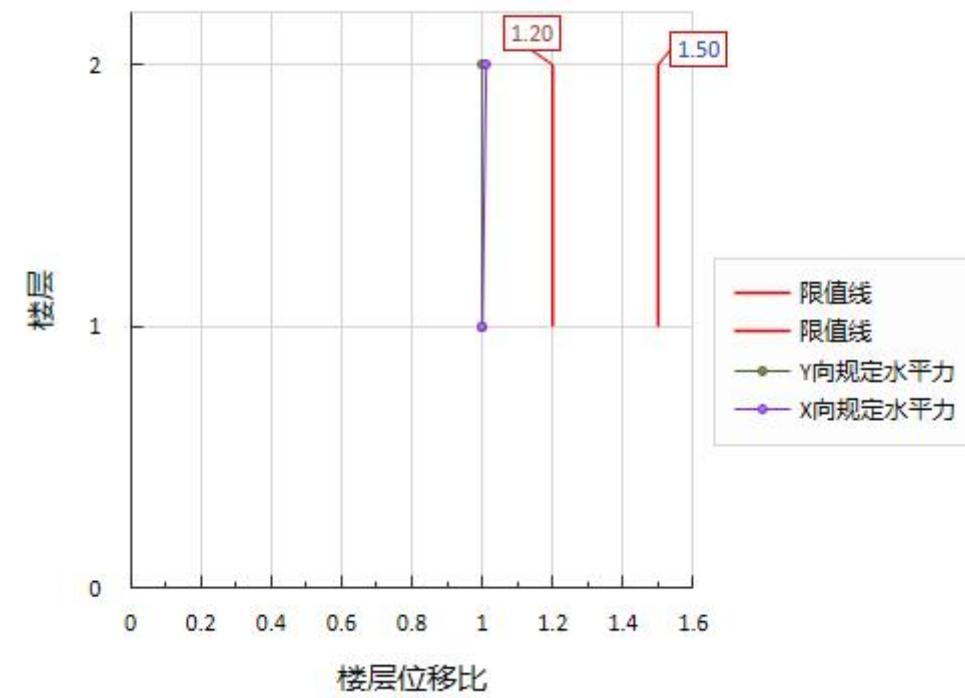


图 8-4 规定水平力作用下楼层最大位移比简图(塔 1)

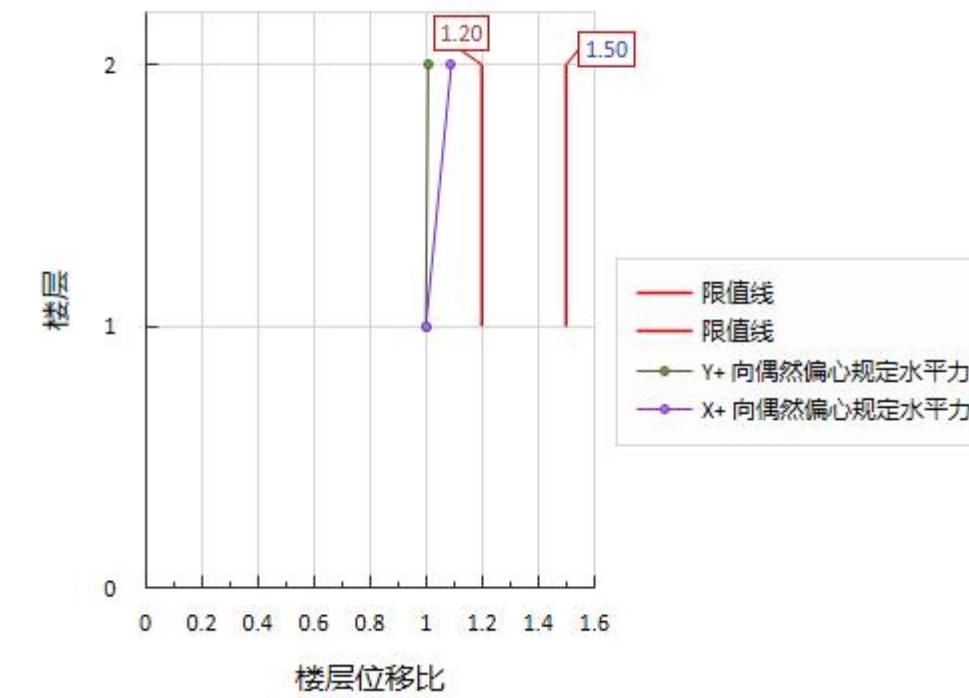


图 8-6 X+、Y+ 偶然偏心规定水平力作用下楼层最大位移比简图(塔 1)

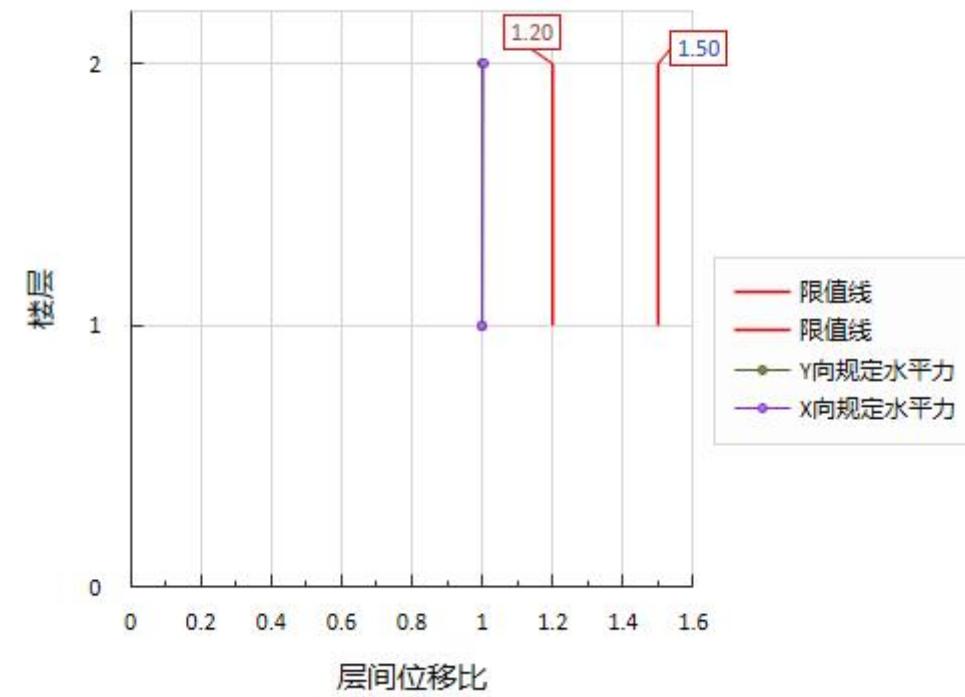


图 8-5 规定水平力作用下层间位移比简图(塔 1)

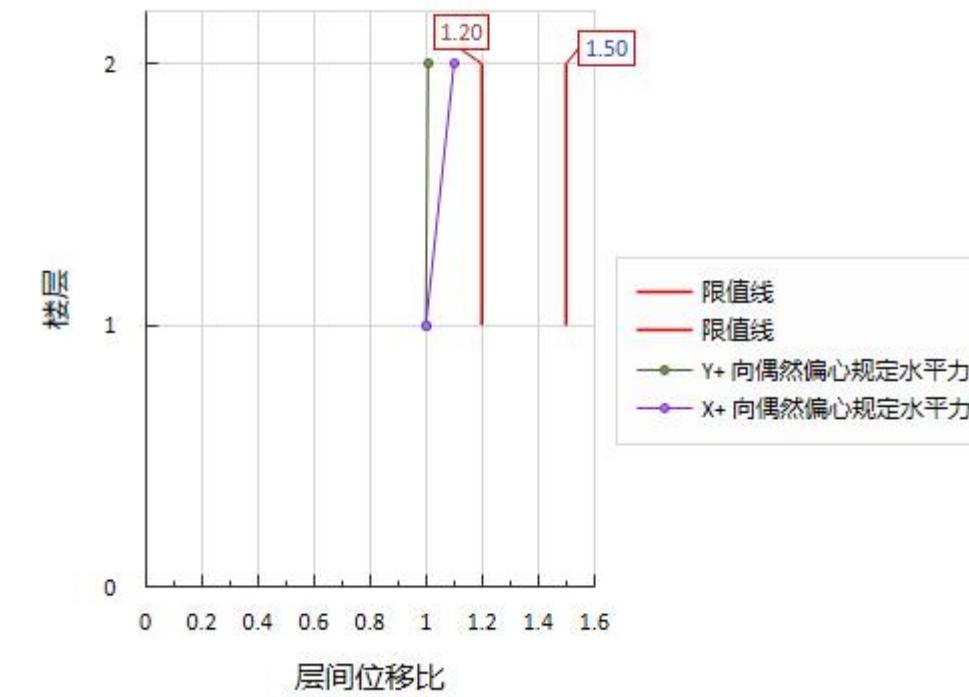


图 8-7 X+、Y+ 偶然偏心规定水平力作用下层间位移比简图(塔 1)

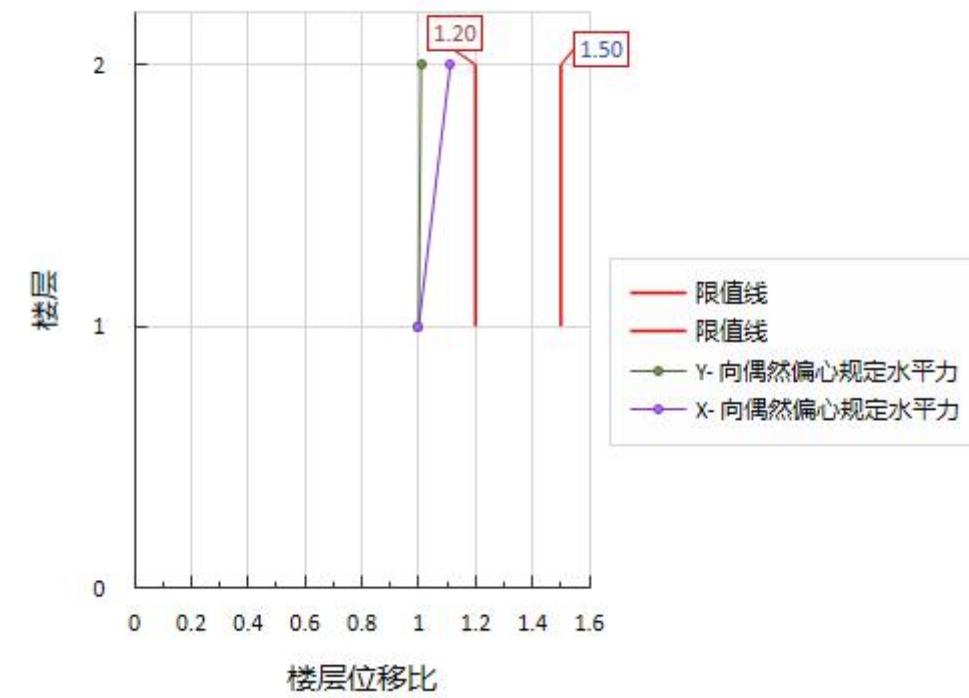


图 8-8 X-、Y- 偶然偏心规定水平力作用下楼层最大位移比简图(塔 1)

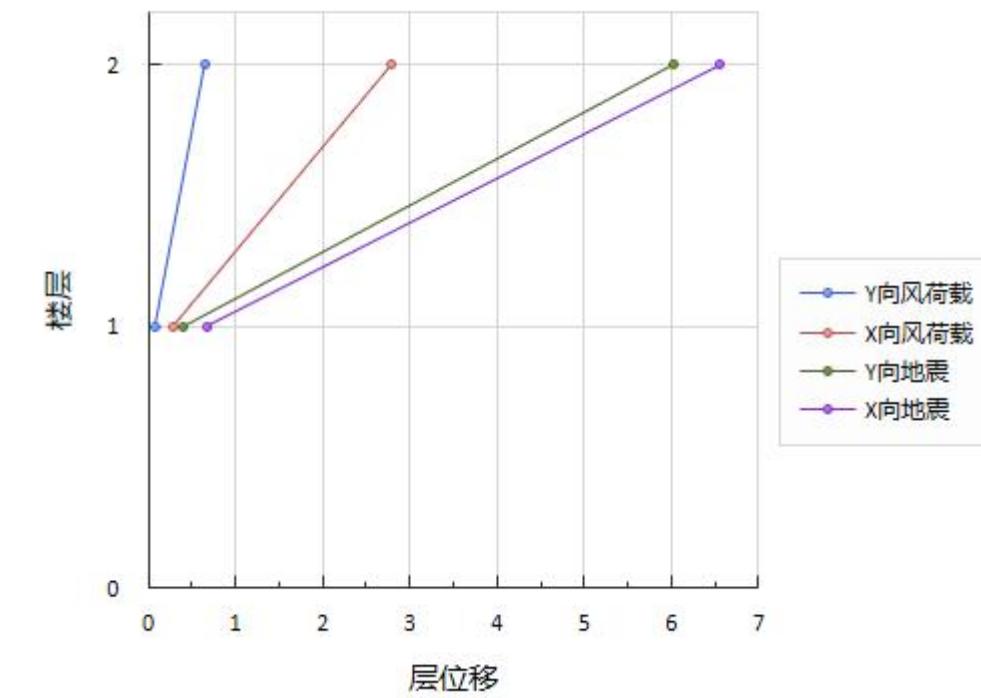


图 8-10 最大楼层位移简图(塔 1)

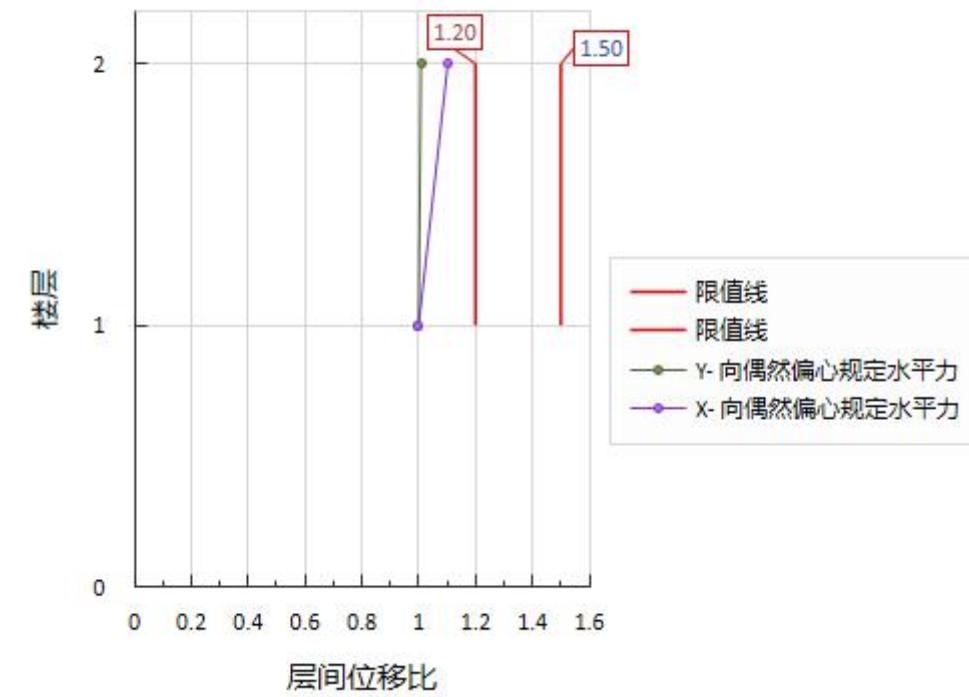


图 8-9 X-、Y- 偶然偏心规定水平力作用下层间位移比简图(塔 1)

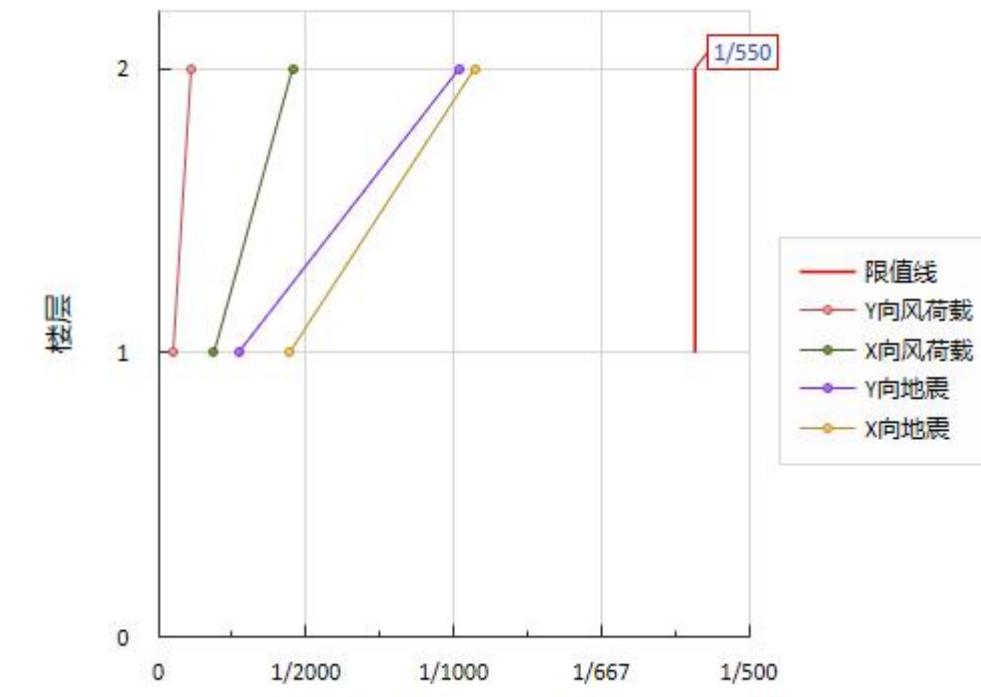


图 8-11 最大层间位移角简图(塔 1)

## 8.9 风振舒适度验算

根据《高规》3.7.6条：房屋高度不小于150m的高层混凝土建筑结构应满足风振舒适度要求。在10年一遇的风荷载标准值作用下，结构顶点的顺风向和横风向振动最大加速度计算值对于住宅、公寓不应超过0.15 m/s<sup>2</sup>，对于办公、旅馆不应超过0.25 m/s<sup>2</sup>。

《高钢规》3.5.5条规定：房屋高度不小于150m的高层民用建筑钢结构在10年一遇的风荷载标准值作用下，结构顶点的顺风向和横风向振动最大加速度计算值对于住宅、公寓不应超过0.20 m/s<sup>2</sup>，对于办公、旅馆不应超过0.28 m/s<sup>2</sup>。

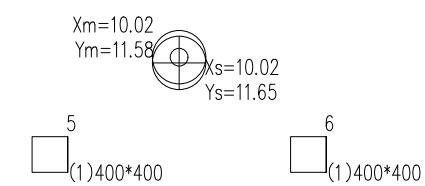
具体的计算方法依据《荷载规范》附录J。

表 8-27 顶点最大加速度

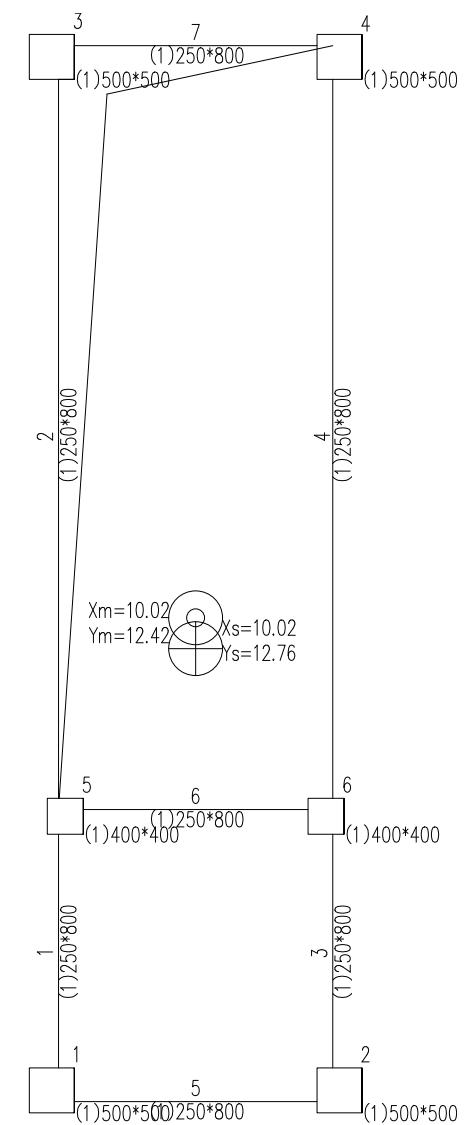
塔号	按《荷载规范》附录J计算
1	X 向顺风向 (m/s <sup>2</sup> ) = 0.057 X 向横风向 (m/s <sup>2</sup> ) = 0.098 Y 向顺风向 (m/s <sup>2</sup> ) = 0.016 Y 向横风向 (m/s <sup>2</sup> ) = 0.029

## 第9章 结构分析及设计结果简图

## 9.1 结构平面简图



第 1 层(标准层1 地下1层) 构件编号简图  
图 9-1 1 层结构平面简图



第 2 层(标准层2) 构件编号简图  
图 9-2 2 层结构平面简图

## 9.2 平面荷载简图

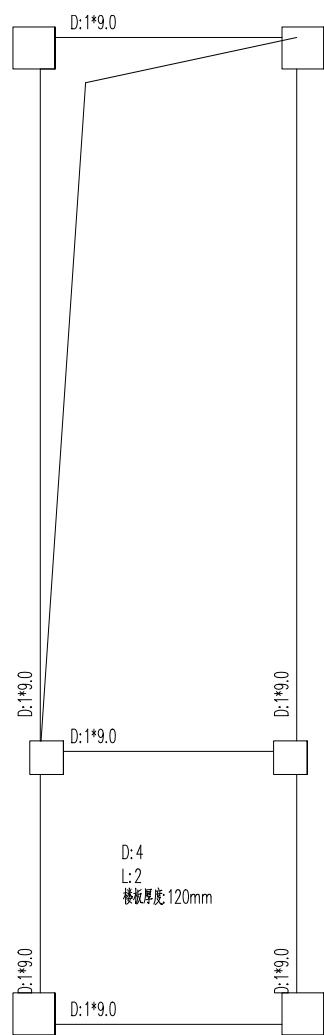


第 1 层(第 1 标准层)梁、墙、柱、节点荷载平面简图 [ 单位:kN, m ]  
[ D恒载 L活载 R风荷载 [ ]中为楼板自重 ]

说明: 以下统计荷载值以右键菜单的状态为基准, 分项合计未包含次梁荷载(次梁荷载已另算为梁或墙上的集中荷载)

	竖向(Z)恒载	竖向(Z)活载
楼板自重:	0.00	
楼面荷载:	0.00	0.00
次梁:	0.00	0.00
分项荷载:		
梁:	0.00	0.00
墙:	0.00	0.00
柱:	0.00	0.00
节点:	0.00	0.00
分项合计:	0.00	0.00

图 9-3 1 层平面荷载简图



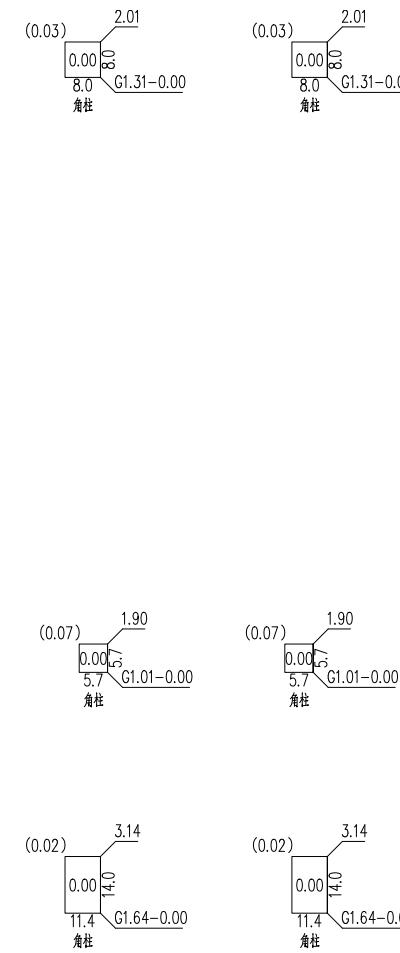
第 2 层(第 2 标准层)梁、墙、柱、节点荷载平面简图 [ 单位:kN·m ]  
[ D恒载 L活载 R风荷载 [ ]中为楼板自重 ]

说明:以下统计荷载值以右侧菜单的状态为基准,分项合计未包含次梁荷载(次梁荷载已导算为梁或墙上的集中荷载)

	竖向(Z)恒载	竖向(Z)活载
楼板自重	0.00	
楼面荷载	40.92	20.46
次梁	0.00	0.00
分项荷载		
梁	296.10	0.00
墙	0.00	0.00
柱	0.00	0.00
节点	0.00	0.00
分项合计:	296.10	0.00

图 9-4 2 层平面荷载简图

### 9.3 配筋简图



第1层(标准层1 地下1层) 混凝土构件配筋及钢构件应力比简图(单位: cm<sup>2</sup>)

层高=1500(mm) 柱总数=6

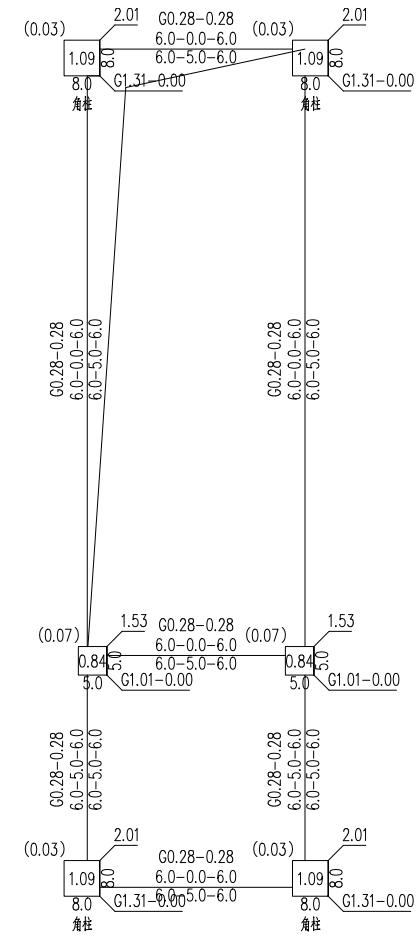
混凝土强度等级: 柱C<sub>c</sub>=C30

主筋强度: 柱F<sub>IC</sub>=400

箍筋(分布筋)强度: 柱=400

箍筋间距(mm): 柱=836656152

图9-5 1层配筋简图

第 2 层(标准层2) 混凝土构件配筋及钢构件应力比简图(单位: cm<sup>2</sup>)

层高=5500(mm) 梁总数=7 柱总数=6

混凝土强度等级: 梁Cb=C30 柱Cc=C30

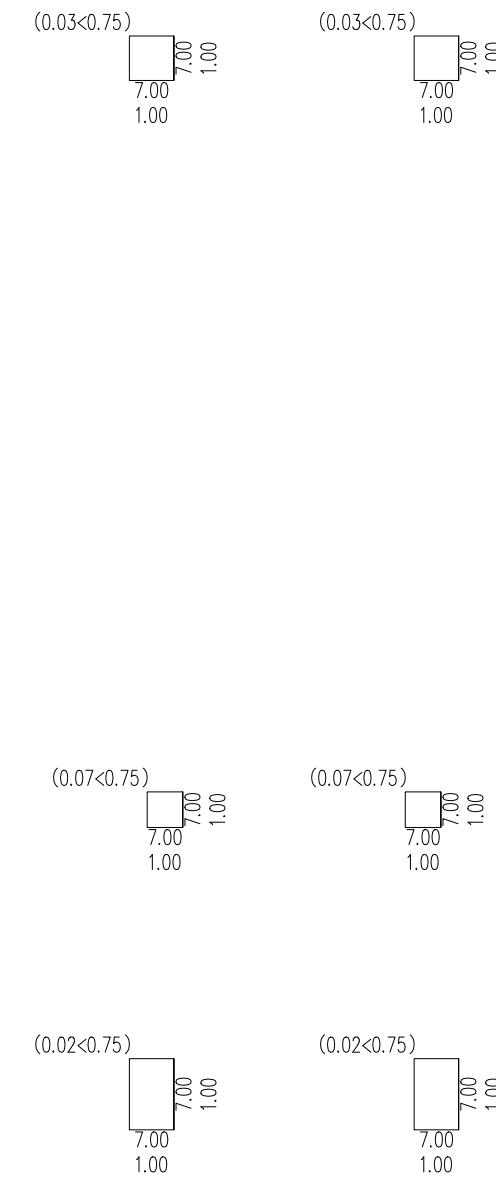
主筋强度: 梁F1B=400 柱F1C=400

箍筋(分布筋)强度: 梁=400 柱=400

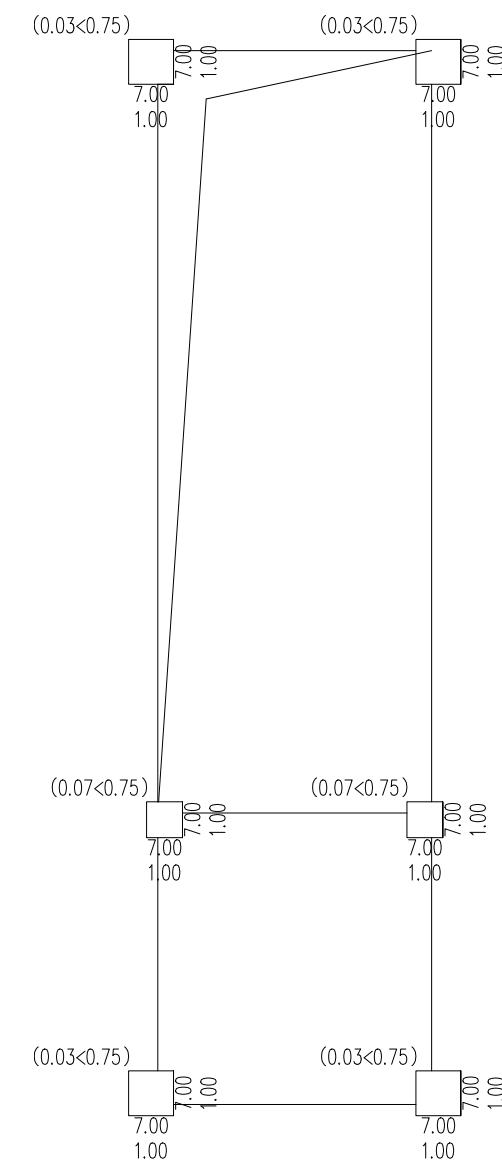
箍筋间距(mm): 梁=100 柱=100

图 9-6 2 层配筋简图

## 9.4 柱、墙轴压比简图



第1层(标准层1 地下1层) 墙组合轴压比简图  
图9-7 1层柱、墙轴压比简图

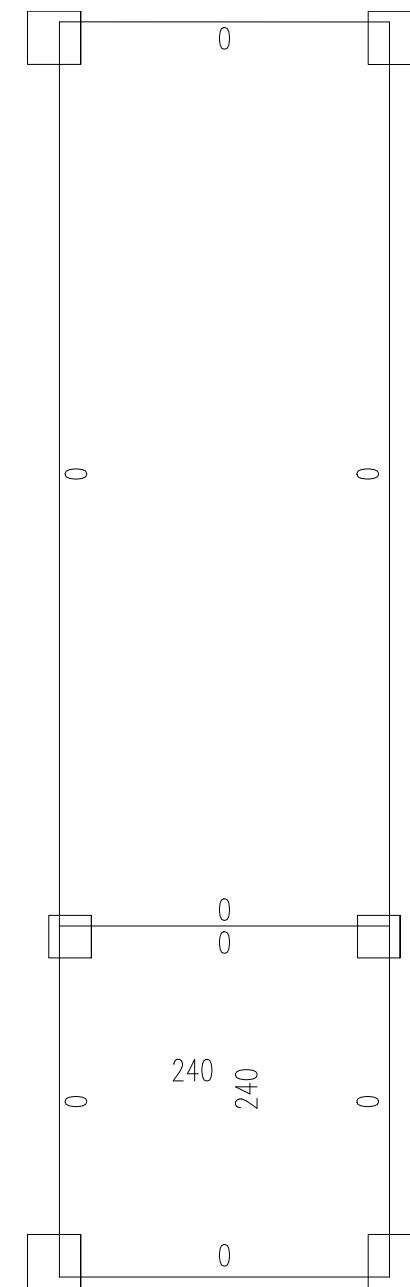


第 2 层(标准层2) 墙组合轴压比简图  
图 9-8 2 层柱、墙轴压比简图

## 9.5 板计算面积简图



图 9-9 1 层板计算面积简图



钢筋强度等级 : HRB400, 砼强度等级 C30

第2层现浇板计算钢筋面积图 (单位: 平方毫米/米)

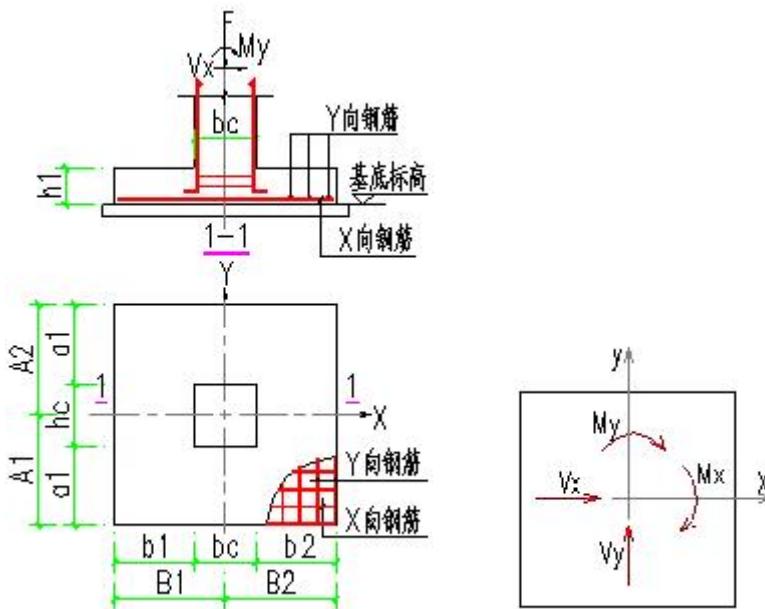
图 9-10 2 层板计算面积简图

# 第 10 章 基础计算

## 10.1 DJJ01

### 一、设计依据

- 《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)①  
 《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015年版)②  
 《简明高层钢筋混凝土结构设计手册》李国胜(第三版)③



### 二、示意图

### 三、计算信息

构件编号: DJJ01 计算类型: 验算截面尺寸

#### 1. 几何参数

台阶数 n=1

矩形柱宽 bc=500mm 矩形柱高 hc=500mm  
 基础高度 h1=500mm  
 一阶长度 b1=1000mm b2=1000mm 一阶宽度 a1=1000mm a2=1000mm

#### 2. 材料信息

基础混凝土等级: C30 ft\_b=1.43N/mm<sup>2</sup> fc\_b=14.3N/mm<sup>2</sup>  
 柱混凝土等级: C30 ft\_c=1.43N/mm<sup>2</sup> fc\_c=14.3N/mm<sup>2</sup>  
 钢筋级别: HRB400 fy=360N/mm<sup>2</sup>

#### 3. 计算信息

结构重要性系数: γ\_0=1.00

基础埋深: dh=2.000m

纵筋合力点至近边距离: as=40mm

基础及其上覆土的平均容重: γ=20.000kN/m<sup>3</sup>

最小配筋率: ρ\_min=0.150%

#### 4. 作用在基础顶部荷载设计值

Fgk=213.700kN Fqk=0.000kN

Mgxk=-0.400kN\*m Mqxk=0.000kN\*m

Mgyk=-4.700kN\*m Mqyk=0.000kN\*m

Vgxk=-2.000kN Vqxk=0.000kN

Vgyk=-0.200kN Vqyk=0.000kN

永久荷载分项系数 rg=1.00

可变荷载分项系数 rq=0.00

可变荷载调整系数 rl=1.00

$$F_k = F_{gk} + F_{qk} = 213.700 + (0.000) = 213.700 \text{ kN}$$

$$M_{xk} = M_{gxk} + F_{gk} * (A_2 - A_1) / 2 + M_{qxk} + F_{qk} * (A_2 - A_1) / 2$$

$$= -0.400 + 213.700 * (1.250 - 1.250) / 2 + (0.000) + 0.000 * (1.250 - 1.250) / 2$$

$$= -0.400 \text{ kN*m}$$

$$M_{yk} = M_{gyk} + F_{gk} * (B_2 - B_1) / 2 + M_{qyk} + F_{qk} * (B_2 - B_1) / 2$$

$$= -4.700 + 213.700 * (1.250 - 1.250) / 2 + (0.000) + 0.000 * (1.250 - 1.250) / 2$$

$$= -4.700 \text{ kN*m}$$

$$V_{xk} = V_{gxk} + V_{qxk} = -2.000 + (0.000) = -2.000 \text{ kN}$$

$$V_{yk} = V_{gyk} + V_{qyk} = -0.200 + (0.000) = -0.200 \text{ kN}$$

$$F = rg * F_{gk} + rq * rl * F_{qk} = 1.00 * (213.700) + 0.00 * 1.00 * (0.000) = 213.700 \text{ kN}$$

$$M_x = rg * (M_{gxk} + F_{gk} * (A_2 - A_1) / 2) + rq * rl * (M_{qxk} + F_{qk} * (A_2 - A_1) / 2)$$

$$= 1.00 * (-0.400 + 213.700 * (1.250 - 1.250) / 2) + 0.00 * 1.00 * (0.000 + 0.000 * (1.250 - 1.250) / 2)$$

$$= -0.400 \text{ kN*m}$$

$$M_y = rg * (M_{gyk} + F_{gk} * (B_2 - B_1) / 2) + rq * rl * (M_{qyk} + F_{qk} * (B_2 - B_1) / 2)$$

$$= 1.00 * (-4.700 + 213.700 * (1.250 - 1.250) / 2) + 0.00 * 1.00 * (0.000 + 0.000 * (1.250 - 1.250) / 2)$$

$$= -4.700 \text{ kN*m}$$

$$V_x = rg * V_{gxk} + rq * rl * V_{qxk} = 1.00 * (-2.000) + 0.00 * 1.00 * (0.000) = -2.000 \text{ kN}$$

$$V_y = rg * V_{gyk} + rq * rl * V_{qyk} = 1.00 * (-0.200) + 0.00 * 1.00 * (0.000) = -0.200 \text{ kN}$$

#### 5. 修正后的地基承载力特征值

$$f_a = 112.500 \text{ kPa}$$

### 四、计算参数

1. 基础总长 Bx=b1+b2+bc=1.000+1.000+0.500=2.500m

2. 基础总宽 By=a1+a2+hc=1.000+1.000+0.500=2.500m

$$A_1 = a_1 + hc / 2 = 1.000 + 0.500 / 2 = 1.250 \text{ m} \quad A_2 = a_2 + hc / 2 = 1.000 + 0.500 / 2 = 1.250 \text{ m}$$

$$B1=b1+bc/2=1.000+0.500/2=1.250m \quad B2=b2+bc/2=1.000+0.500/2=1.250m$$

3. 基础总高  $H=h1=0.500=0.500m$

4. 底板配筋计算高度  $ho=h1-as=0.500-0.040=0.460m$

5. 基础底面积  $A=Bx*By=2.500*2.500=6.250m^2$

6.  $Gk=\gamma*Bx*By*dh=20.000*2.500*2.500*2.000=250.000kN$

$$G=1.35*Gk=1.35*250.000=337.500kN$$

## 五、计算作用在基础底部弯矩值

$$Mdxk=Mxk-Vyk*H=-0.400-(-0.200)*0.500=-0.300kN*m$$

$$Mdyk=Myk+Vyk*H=-4.700+(-2.000)*0.500=-5.700kN*m$$

$$Mdx=Mx-Vy*H=0.540-(-0.270)*0.500=0.675kN*m$$

$$Mdy=My+Vy*H=6.345+(-2.700)*0.500=4.995kN*m$$

## 六、验算地基承载力

### 1. 验算轴心荷载作用下地基承载力

$$pk=(Fk+Gk)/A=(213.700+250.000)/6.250=74.192kPa$$

【①5.2.1-2】

$$\text{因 } \gamma o*pk=1.00*74.192=74.192kPa \leq fa=112.500kPa$$

轴心荷载作用下地基承载力满足要求

### 2. 验算偏心荷载作用下的地基承载力

$$exk=Mdyk/(Fk+Gk)=-5.700/(213.700+250.000)=-0.012m$$

因  $|exk| \leq Bx/6=0.417m$  x 方向小偏心,

由公式【①5.2.2-2】和【①5.2.2-3】推导

$$Pkmax_x=(Fk+Gk)/A+6*|Mdyk|/(Bx^2*By)$$

$$=(213.700+250.000)/6.250+6*|-5.700|/(2.500^2*2.500)$$

$$=76.381kPa$$

$$Pkmin_x=(Fk+Gk)/A-6*|Mdyk|/(Bx^2*By)$$

$$=(213.700+250.000)/6.250-6*|-5.700|/(2.500^2*2.500)$$

$$=72.003kPa$$

$$eyk=Mdxk/(Fk+Gk)=-0.300/(213.700+250.000)=-0.001m$$

因  $|eyk| \leq By/6=0.417m$  y 方向小偏心

$$Pkmax_y=(Fk+Gk)/A+6*|Mdxk|/(By^2*Bx)$$

$$=(213.700+250.000)/6.250+6*|-0.300|/(2.500^2*2.500)$$

$$=74.307kPa$$

$$Pkmin_y=(Fk+Gk)/A-6*|Mdxk|/(By^2*Bx)$$

$$=(213.700+250.000)/6.250-6*|-0.300|/(2.500^2*2.500)$$

$$=74.077kPa$$

### 3. 确定基础底面反力设计值

$$Pkmax=(Pkmax_x-pk)+(Pkmax_y-pk)+pk$$

$$=(76.381-74.192)+(74.307-74.192)+74.192$$

$$=76.496kPa$$

$$\gamma o*Pkmax=1.00*76.496=76.496kPa \leq 1.2*fa=1.2*112.500=135.000kPa$$

偏心荷载作用下地基承载力满足要求

## 七、基础冲切验算

### 1. 计算基础底面反力设计值

#### 1.1 计算 x 方向基础底面反力设计值

$$ex=Mdy/(F+G)=4.995/(288.495+337.500)=0.008m$$

因  $ex \leq Bx/6=0.417m$  x 方向小偏心

$$Pmax_x=(F+G)/A+6*|Mdy|/(Bx^2*By)$$

$$=(288.495+337.500)/6.250+6*|4.995|/(2.500^2*2.500)$$

$$=102.077kPa$$

$$Pmin_x=(F+G)/A-6*|Mdy|/(Bx^2*By)$$

$$=(288.495+337.500)/6.250-6*|4.995|/(2.500^2*2.500)$$

$$=98.241kPa$$

#### 1.2 计算 y 方向基础底面反力设计值

$$ey=Mdx/(F+G)=0.675/(288.495+337.500)=0.001m$$

因  $ey \leq By/6=0.417$  y 方向小偏心

$$Pmax_y=(F+G)/A+6*|Mdx|/(By^2*Bx)$$

$$=(288.495+337.500)/6.250+6*|0.675|/(2.500^2*2.500)$$

$$=100.418kPa$$

$$Pmin_y=(F+G)/A-6*|Mdx|/(By^2*Bx)$$

$$=(288.495+337.500)/6.250-6*|0.675|/(2.500^2*2.500)$$

$$=99.900kPa$$

#### 1.3 因 $Mdx \neq 0$ $Mdy \neq 0$

$$Pmax=Pmax_x+Pmax_y-(F+G)/A$$

$$=102.077+100.418-(288.495+337.500)/6.250$$

$$=102.336kPa$$

#### 1.4 计算地基净反力极值

$$Pjmax=Pmax-G/A=102.336-337.500/6.250=48.336kPa$$

$$Pjmax_x=Pmax_x-G/A=102.077-337.500/6.250=48.077kPa$$

$$Pjmax_y=Pmax_y-G/A=100.418-337.500/6.250=46.418kPa$$

### 2. 验算柱边冲切

$$YH=h1=0.500m, \quad YB=bc=0.500m, \quad YL=hc=0.500m$$

$$YB1=B1=1.250m, \quad YB2=B2=1.250m, \quad YL1=A1=1.250m, \quad YL2=A2=1.250m$$

$$YHo=YH-as=0.460m$$

因  $YH \leq 800$ , 取  $\beta_{hp}=1.0$

#### 2.1 x 方向柱对基础的冲切验算

x 冲切位置斜截面上边长	at=YL=0.500m	=2500mm
x 冲切位置斜截面下边长	ab=YL+2*YHo=1.420m	Bz=b1+b2+bc
x 冲切面积		=1000+1000+500
A1x=max((YB1-YB/2-YHo)*(YL+2*YHo)+(YB1-YB/2-YHo)^2, (YB2-YB/2-YHo)*(YL+2*YHo)+(YB2-YB/2-YHo)^2)		=2500mm
=max((1.250-0.500/2-0.460)*(0.500+0.460)+(1.250-0.500/2-0.460)^2, (1.250-0.500/2-0.460)*(0.500+0.460)+(1.250-0.500/2-0.460)^2)		A'=Az*max(b1, b2)
=max(1.058, 1.058)		=2500.0*max(1000.0, 1000.0)
=1.058m <sup>2</sup>		=2.50m <sup>2</sup>
x 冲切截面上的地基净反力设计值		Vs=A'*p=2.5*46.2=115.4kN
F1x=A1x*Pjmax=1.058*48.336=51.159kN		基础底面短边尺寸大于柱宽加两倍基础有效高度，不需验算受剪承载力！
$\gamma_o * F1x = 1.00 * 51.159 = 51.16 \text{kN}$		
$\gamma_o * F1x \leq 0.7 * \beta_{hp} * f_t * b * a_m * YHo \quad (6.5.5-1)$		
=0.7*1.000*1.43*960*460		
=442.04kN		
x 方向柱对基础的冲切满足规范要求		
2.2 y 方向柱对基础的冲切验算		
y 冲切位置斜截面上边长	bt=YB=0.500m	因 ex ≤ Bx/6=0.417m x 方向小偏心
y 冲切位置斜截面下边长	bb=YB+2*YHo=1.420m	a=(Bx-bc)/2=(2.500-0.500)/2=1.000m
y 冲切不利位置	bm=(bt+bb)/2=(0.500+1.420)/2=0.960m	Pj1=((Bx-a)*(Pmax_x-Pmin_x)/Bx)+Pmin_x-G/A
y 冲切面积		=((2.500-1.000)*(102.077-98.241)/2.500)+98.241-337.500/6.250
Aly=max((YL1-YL/2-YHo)*(YB+2*YHo)+(YL1-YL/2-YHo)^2, (YL2-YL/2-YHo)*(YB+2*YHo)+(YL2-YL/2-YHo)^2)		=46.543kPa
=max((1.250-0.500/2-0.460)*(0.500+2*0.460)+(1.250-0.500/2-0.460)^2, (1.250-0.500/2-0.460)*(0.500+2*0.460)+(1.250-0.500/2-0.460)^2)		因 ey ≤ By/6=0.417m y 方向小偏心
=max(1.058, 1.058)		a=(By-hc)/2=(2.500-0.500)/2=1.000m
=1.058m <sup>2</sup>		Pj2=((By-a)*(Pmax_y-Pmin_y)/By)+Pmin_y-G/A
y 冲切截面上的地基净反力设计值		=((2.500-1.000)*(100.418-99.900)/2.500)+99.900-337.500/6.250
F1y=Aly*Pjmax=1.058*48.336=51.159kN		=46.211kPa
$\gamma_o * F1y = 1.00 * 51.159 = 51.16 \text{kN}$		$\beta_x = 1.024$
$\gamma_o * F1y \leq 0.7 * \beta_{hp} * f_t * b * b_m * YHo \quad (6.5.5-1)$		$\beta_y = 1.024$
=0.7*1.000*1.43*960*460		MI_1=1/48* $\beta_x * (Bx-bc)^2 * (2*By+hc) * (Pj1+Pjmax_x)$
=442.04kN		=1/48*1.024*(2.500-0.500) <sup>2</sup> *(2*2.500+0.500)*(46.543+48.077)
y 方向柱对基础的冲切满足规范要求		=44.41kN*m

## 八、基础受剪承载力验算

### 1. 计算剪力

$$\begin{aligned} Az &= a_1 + a_2 + hc \\ &= 1000 + 1000 + 500 \end{aligned}$$

## 九、柱下基础的局部受压验算

因为基础的混凝土强度等级大于等于柱的混凝土强度等级，所以不用验算柱下扩展基础顶面的局部受压承载力。

## 十、基础受弯计算

1. 因  $M_{dx} > 0$ ,  $M_{dy} > 0$  此基础为双向受弯，根据③中 751 页条目 4 (3) 中公式
2. 计算 I-I 截面弯矩

因  $ex \leq Bx/6=0.417 \text{m}$  x 方向小偏心

$$a = (Bx - bc)/2 = (2.500 - 0.500)/2 = 1.000 \text{m}$$

$$Pj1 = ((Bx - a) * (Pmax_x - Pmin_x) / Bx) + Pmin_x - G/A$$

$$= ((2.500 - 1.000) * (102.077 - 98.241) / 2.500) + 98.241 - 337.500 / 6.250$$

$$= 46.543 \text{kPa}$$

因  $ey \leq By/6=0.417 \text{m}$  y 方向小偏心

$$a = (By - hc)/2 = (2.500 - 0.500)/2 = 1.000 \text{m}$$

$$Pj2 = ((By - a) * (Pmax_y - Pmin_y) / By) + Pmin_y - G/A$$

$$= ((2.500 - 1.000) * (100.418 - 99.900) / 2.500) + 99.900 - 337.500 / 6.250$$

$$= 46.211 \text{kPa}$$

$$\beta_x = 1.024$$

$$\beta_y = 1.024$$

$$MI_1 = 1/48 * \beta_x * (Bx - bc)^2 * (2*By + hc) * (Pj1 + Pjmax_x)$$

$$= 1/48 * 1.024 * (2.500 - 0.500)^2 * (2*2.500 + 0.500) * (46.543 + 48.077)$$

$$= 44.41 \text{kN*m}$$

$$MII_1 = 1/48 * \beta_y * (By - hc)^2 * (2*Bx + bc) * (Pj2 + Pjmax_y)$$

$$= 1/48 * 1.024 * (2.500 - 0.500)^2 * (2*2.500 + 0.500) * (46.211 + 46.418)$$

$$= 43.47 \text{kN*m}$$

## 十一、计算配筋

### 10.1 计算 Asx

$$\begin{aligned} Asx_1 &= \gamma_o * MI_1 / (0.9 * (H - as) * fy) \\ &= 1.00 * 44.41 * 10^6 / (0.9 * (500.000 - 40.000) * 360) \end{aligned}$$

=297.963mm<sup>2</sup>  
Asx1=Asx\_1=297.963mm<sup>2</sup>  
Asx=Asx1/By=297.963/2.500=119.185mm<sup>2</sup>/m  
Asx=max(Asx, ρ min\*H\*1000)  
=max(119.185, 0.150%\*500\*1000)  
=750.000mm<sup>2</sup>/m

选择钢筋  $\text{Φ}12@150$ , 实配面积为 754.000mm<sup>2</sup>/m。

## 10.2 计算 Asy

Asy\_1=γ o\*MII\_1/(0.9\*(H-as)\*fy)  
=1.00\*43.47\*10<sup>6</sup>/(0.9\*(500.000-40.000)\*360)  
=291.694mm<sup>2</sup>

Asy1=Asy\_1=291.694mm<sup>2</sup>  
Asy=Asy1/Bx=291.694/2.500=116.678mm<sup>2</sup>/m

Asy=max(Asy, ρ min\*H\*1000)  
=max(116.678, 0.150%\*500\*1000)  
=750.000mm<sup>2</sup>/m

选择钢筋  $\text{Φ}12@150$ , 实配面积为 754.000mm<sup>2</sup>/m。