

# Design on Large Chassis Super High-Rise Twin Tower Building in Zhuhai

Hao Zhang, Qing Zhao, Yifeng Peng

RBS Architectural Engineering Design Associates, Guangzhou Guangdong  
Email: 4096812@qq.com

Received: Nov. 8<sup>th</sup>, 2017; accepted: Nov. 23<sup>rd</sup>, 2017; published: Nov. 28<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

A project of large chassis super high-rise twin tower building was in Zhuhai. The shapes of the two towers were rectangle. There were 3-storey basement, 5-storey for commercial, the fifth floor for hanging garden, and the floors above 6 for office and housing. The tower height exceeded the Code limit and there were five irregular items, such as torsional irregularity, the floor slab is discontinuous, size mutation, vertical component discontinuous and complex connection. It was selected reasonably structural concept. The single tower mode design and double tower mode design were using. By seismic performance-based design, with comparison of calculation by different software for elasticity and plasticity calculation, the key parts were strengthened. The results show that the structure of seismic performance can achieve the performance goals.

## Keywords

Super High-Rise Building, Large Chassis Twin Tower, Frame-Core Tube, Inclined Column, Performance Design

---

# 珠海某项目大底盘双塔超限高层结构设计

张 浩, 赵 青, 彭益锋

广州容柏生建筑结构设计事务所, 广东 广州  
Email: 4096812@qq.com

收稿日期: 2017年11月8日; 录用日期: 2017年11月23日; 发布日期: 2017年11月28日

---

## 摘 要

珠海某项目由两栋超高层办公塔楼及底部商业裙房构成大底盘双塔结构, 两栋塔楼平面为矩形。该项目地下3层, 地上1~5层为商业, 裙房屋顶为空中花园, 6层以上为办公及公寓。该结构存在扭转不规则、

楼板不连续、尺寸突变、竖向构件不连续、复杂连接共5项不规则项；设计中采用了合理的结构方案，并采用单塔和双塔包络设计，抗震设计中采用抗震性能化设计方法，利用多种软件进行弹性、弹塑性计算，针对结构中关键构件采取有效合理的加强措施，结构满足设定的性能目标。

## 关键词

超高层建筑，大底盘双塔，框架-核心筒，斜柱，性能设计

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 工程概况

珠海某项目位于珠海市香洲区兴业路与银桦路交接处，如图1所示，总占地面积约5.6万 $\text{m}^2$ ，总建筑面积约30.5万 $\text{m}^2$ ，本项目由地下3层地下室，地上2栋超高层塔楼(底部5层为商业)、2栋住宅塔楼(底部带两层裙房商业)及1栋购物中心组成。住宅塔楼与购物中心采用滑动支座连桥连接，购物中心中部设置防震缝，分为办公1#塔楼、综合2#塔楼共同携带的购物中心左塔及购物中心右塔。

办公1#塔楼、综合2#塔楼及购物中心左塔组成大底盘双塔结构，其中两栋塔楼基本平面为矩形，办公1#塔楼竖向构件连续，平面尺寸为47.6 m $\times$ 34.15 m，结构高度为141.05 m，主要层高为4.2 m，共31层，塔楼外框柱柱距约为12 m，综合2#塔楼在26层存在开叉柱，在六层存在局部剪力墙的转变，平面尺寸为39.6 m $\times$ 33.8 m，结构高度为146.05 m，主要层高为3.3 m，共39层，建筑剖面如图2、图3所示。

商业裙房地上5层，层高为6.0 m、5.5 m、5.75 m、5.5 m、5.5 m，建筑面积64952 $\text{m}^2$ ，主屋面高28.25 m，建筑平面外轮廓长220 m，宽140 m，长宽比为1.52。两栋塔楼间距约为31 m。

本工程场地底板以下依次为砾砂、砾质黏性土、全风化岩、强风化岩、中风化岩层，采用钻(冲)孔灌注桩基础。

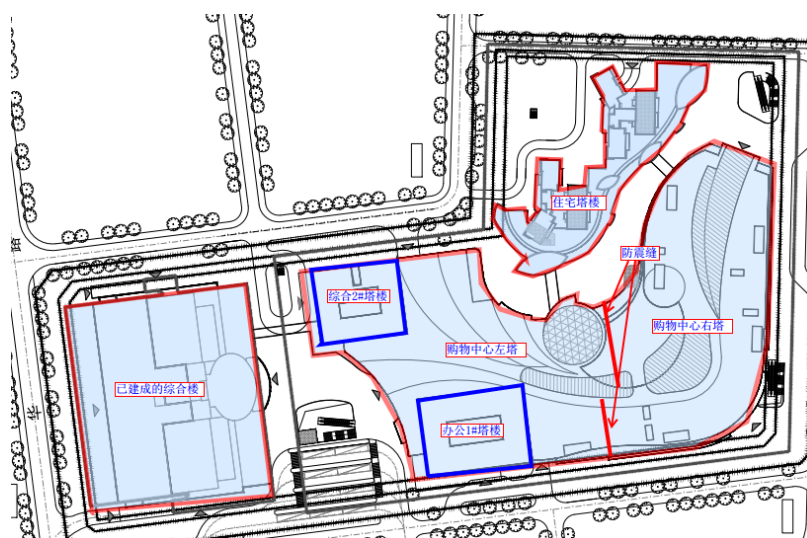
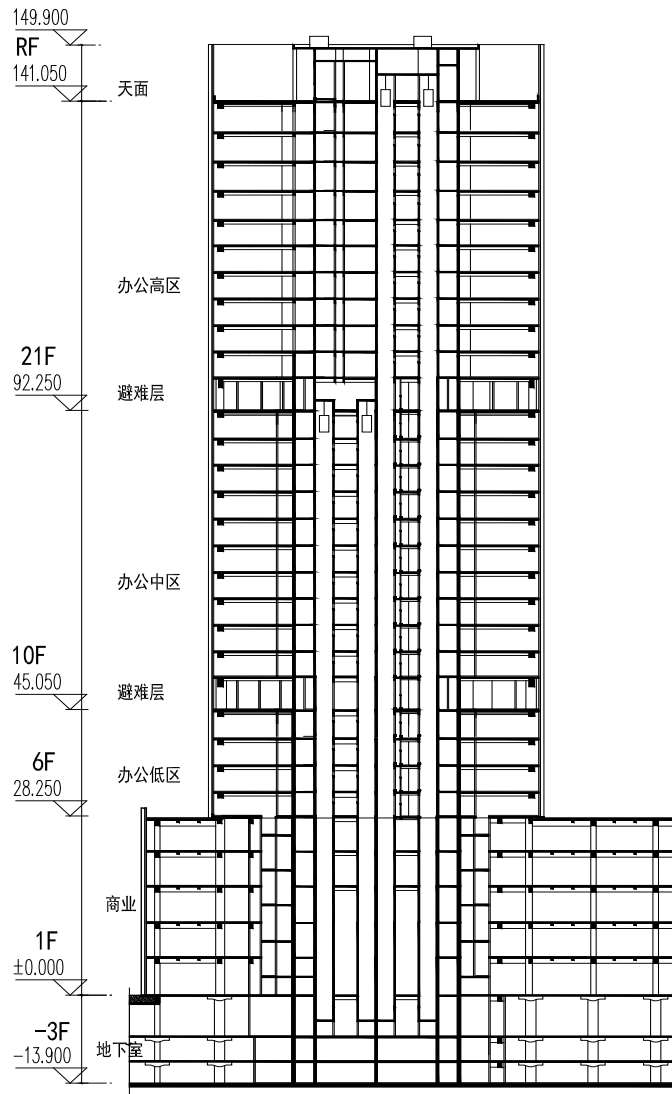


Figure 1. Building plane

图1. 建筑平面图



**Figure 2.** The section of tower 1  
**图 2.** 办公 1#塔楼建筑剖面图

## 2. 设计依据

### 2.1. 地震作用

本工程设计使用年限为 50 年，建筑结构安全等级为二级，商业裙房部分的结构抗震设防类别为重点设防类，上部为标准设防类[1]，地基基础设计等级为甲级，地下室顶板作为上部结构的嵌固端。抗震设防烈度为 7 度(0.10 g)，多遇地震下水平地震影响系数最大值 0.08，设计地震分组为第二组，场地类别为 II 类，特征周期为 0.40 s [2]。

### 2.2. 风荷载

风荷载取 50 年重现期基本风压 0.80 kPa，用于结构水平位移计算，承载力设计时按基本风压的 1.1 倍采用，结构阻尼比取 5%；10 年重现期基本风压为 0.50 kPa，用于舒适度控制，结构阻尼比取 2% [3]，建筑物地面粗糙度类别为 C 类，体型系数取 1.4。

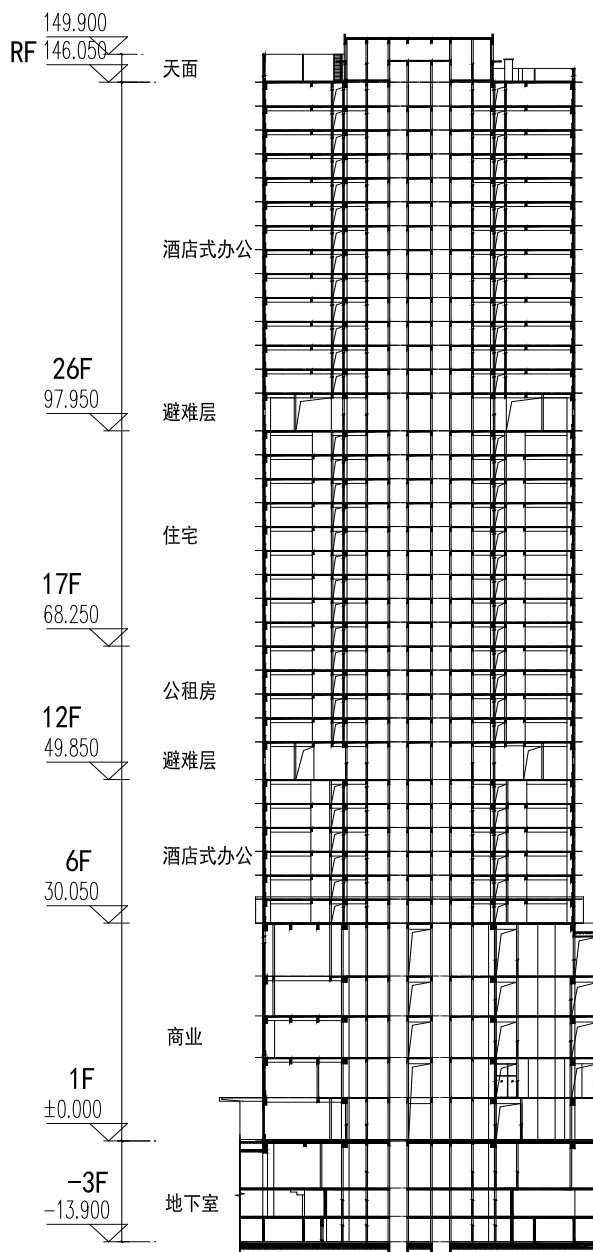


Figure 3. The section of tower 2  
图3. 综合2#塔楼建筑剖面图

### 3. 结构体系及布置

#### 3.1. 商业裙楼结构

塔楼外的商场部分竖向构件布置原则：在标准柱网开间的基础上，结合动线的布局，在商铺玻璃边线内设置结构柱，在合适的柱距及悬挑跨度下做到动线处结构柱不外露，以优化商场室内观感、提高商场品质。地上商业柱网由于地下室车库柱网未能满足要求，在首层(地下室顶板)采用框架梁托柱转换或搭接柱，商业部分逐层退级位置亦采用框架梁托柱。标准柱网跨度为 $9\text{ m} \times 9\text{ m}$ ，局部由于商业入口及商业动线中庭的原因，柱距加大。购物中心裙楼采用框架结构(如图4)，横向框架梁为 $600 \times 800$ ，纵向框架

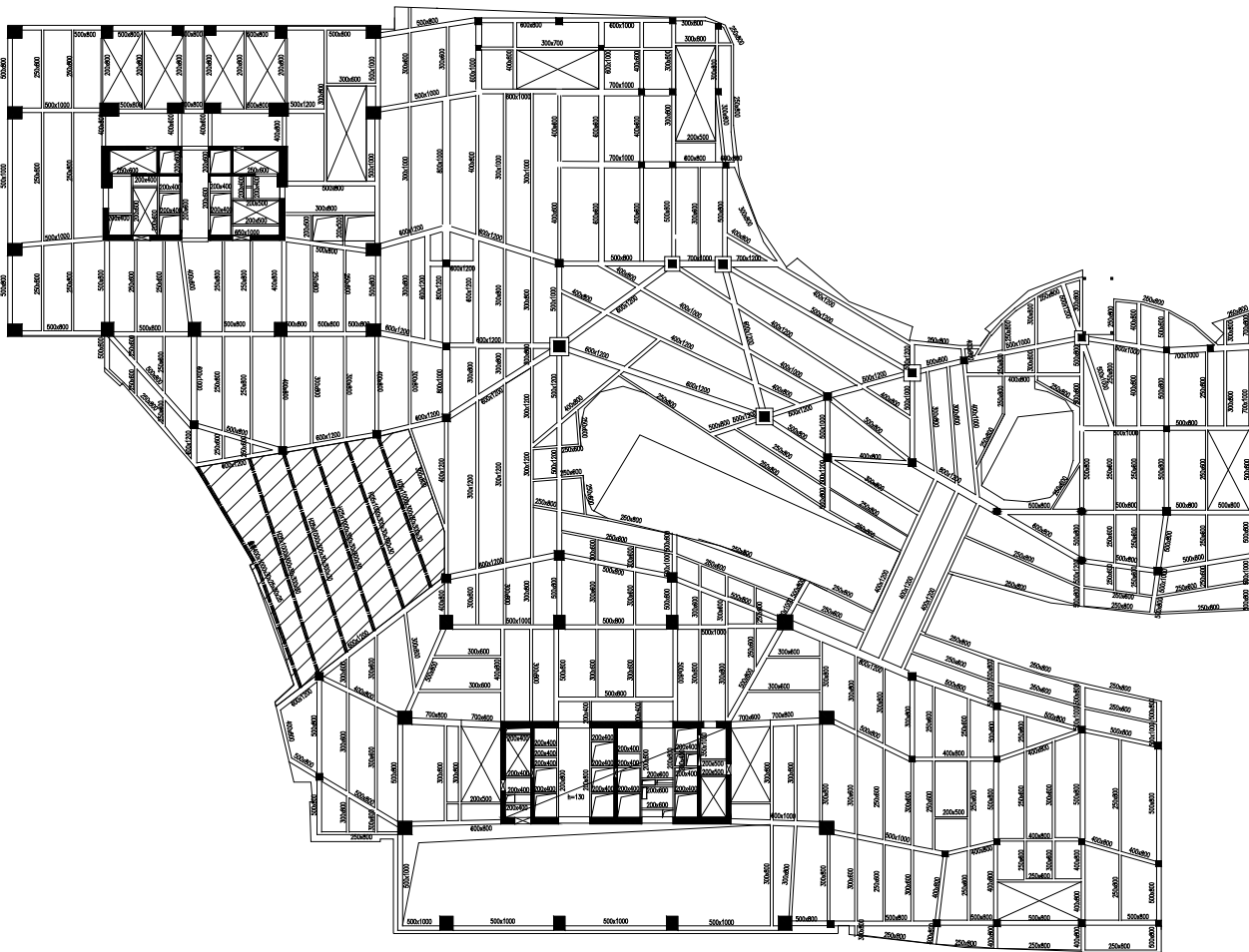


Figure 4. The structure system of podium  
图 4. 裙房结构体系

梁截面  $400 \times 800$ , 中庭内不设置框架柱, 保证公共空间的开敞性。中庭悬挑变截面梁为根部高度  $1200 \text{ mm}$ , 端部  $800 \text{ mm}$ 。  $20 \text{ m}$  内的大跨度中庭连桥梁高度  $1200 \text{ mm}$ 。

### 3.2. 塔楼结构

塔楼结构体系均采用钢筋混凝土框架-核心筒结构体系, 办公 1# 楼塔楼楼盖采用现浇钢筋混凝土梁板结构体系, 外框柱柱距约为  $12 \text{ m}$ , 外框柱与核心筒距离约为  $9.5 \sim 10.5 \text{ m}$ 。标准层框架梁为  $500 \times 600$ 、 $600 \times 600$ , 外围框架梁  $600 \times 900$ , 次梁为  $250 \times 600$ , 部分次梁在靠近核心筒一端进行水平加腋, 加腋段长度为  $2500$ , 截面为  $400 \times 600$ , 标准层核心筒内板厚  $130 \text{ mm}$ , 核心筒外板厚  $100 \text{ mm}$ 。典型标准层如图 5 所示。

综合 2# 塔楼楼盖采用现浇钢筋混凝土梁板结构体系, 标准层外围 X 向梁高  $700 \text{ mm}$ , 户内梁高  $700 \text{ mm}$ , Y 向中间跨梁高  $900 \text{ mm}$ , 两边跨梁高  $700 \text{ mm}$ , 核心筒外板厚  $100 \text{ mm}$ ; 核心筒内由于电梯等开洞较多, 各层楼板均加强为  $150 \text{ mm}$ ; 裙房顶及屋顶结构进行加厚处理, 楼板厚度为  $150 \text{ mm}$ 。标准层结构平面布置如图 6 所示。

另外, 为实现建筑功能的要求, 综合 2# 塔楼在 6 层部分剪力墙进行转换, 且 26 层结构柱设置开叉柱和斜柱, 如图 7 所示。

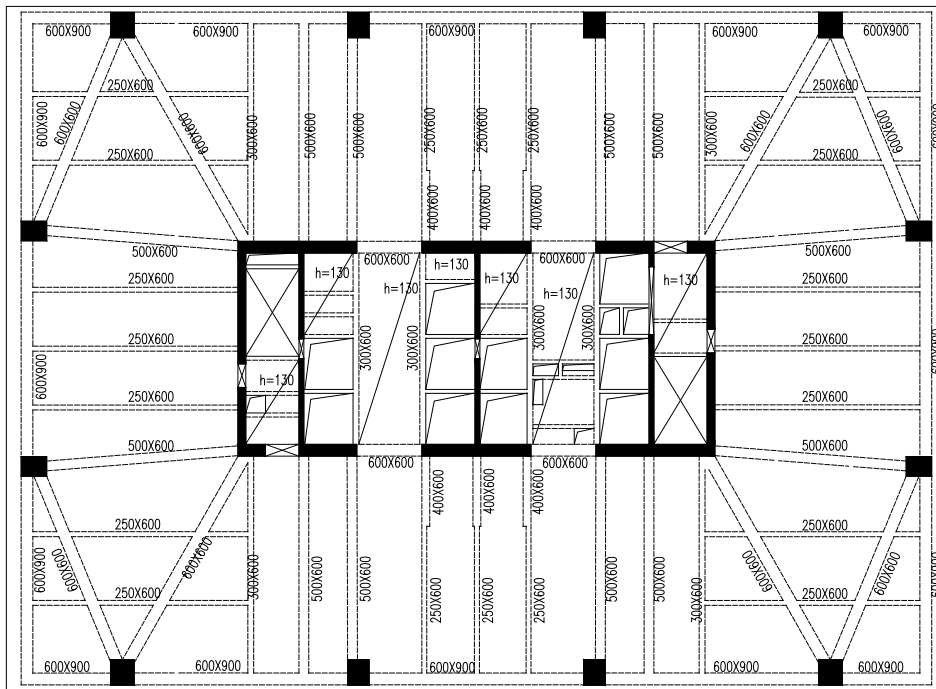


Figure 5. The structure arrangement plan of maker bed in tower 1  
 图 5. 办公 1#塔楼标准层结构布置示意图

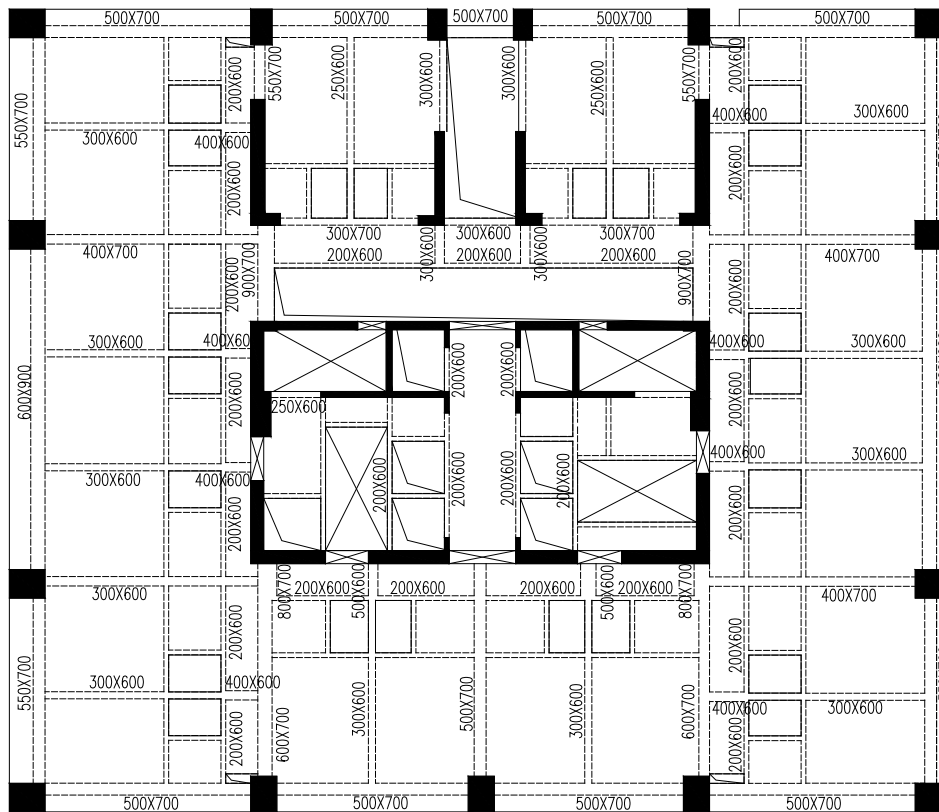


Figure 6. The structure arrangement plan of maker bed in tower 2  
 图 6. 综合 2#塔楼标准层结构布置示意图

## 4. 超限情况及主要抗震措施

### 4.1. 超限情况

依据超限审查细则[4], 办公 1#塔楼、综合 2#塔楼及购物中心组成的大底盘双塔结构其主塔楼均采用框架-核心筒结构, 主塔楼高度分别是 141.05 m、146.05 m, 属 B 级(限值 180 m)超限高层建筑, 且存在扭转不规则、局部楼板不连续、尺寸突变、竖向构件不连续、复杂连接共 5 项一般不规则项, 同时存在个别楼层斜柱和局部穿层柱, 故需进行抗震超限专项审查, 具体超限判断情况见表 1。

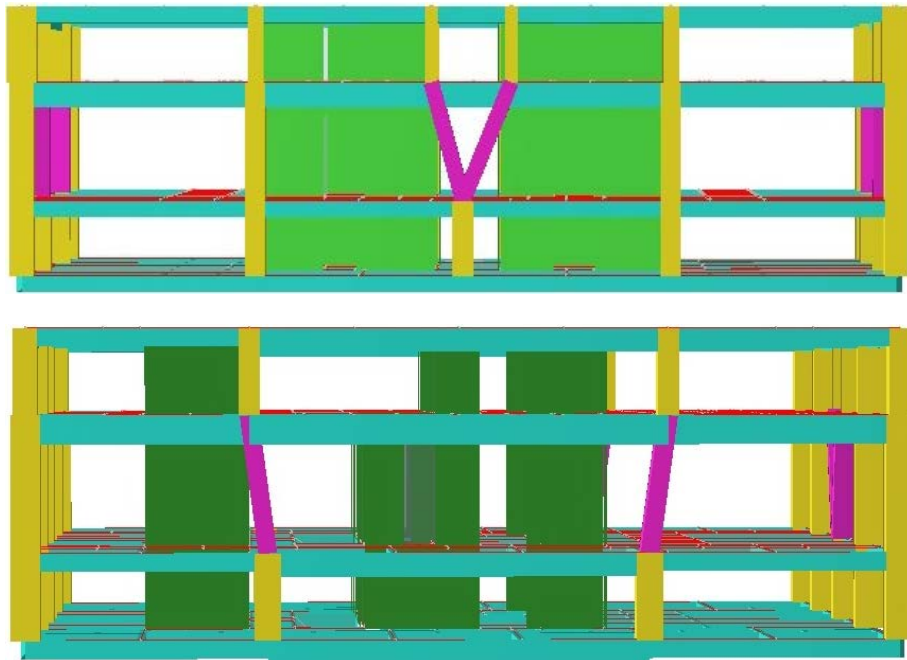


Figure 7. The inclined column of floor 26 in tower 2

图 7. 综合 2#楼 26 层交叉柱及斜柱示意图

Table 1. The overlimit judgment of structure

表 1. 结构超限判别

分类	程度与注释(规范限值)
高度超限	办公 1#塔楼高度 141.05 m (超 A 级高度 130) 综合 2#塔楼高度 146.05 m (超 A 级高度 130) 商业裙楼 28.25 m
扭转不规则	最大扭转位移比: X+ 偶然偏心方向 1.32, Y+ 偶然偏心方向 1.40 (裙房 5 层)大于 1.2;
楼板不连续	楼板不连续(裙房 2F、5F)
尺寸突变	竖向构件缩进大于 25% (6F 楼面)
竖向构件不连续	裙房局部框架柱在三、四层楼面转换, 转换比例小于 10% 综合 2#楼局部剪力墙在六层楼面转换, 转换所占比例 29%
局部不规则	无斜柱、夹层、错层、转换 局部穿层柱, 局部柱转换已计入竖向构件不连续项
复杂连接	两塔楼沿大底盘主轴方向的振动周期显著不同

## 4.2. 主要抗震措施

### 4.2.1. 针对超限情况的计算分析

1) 本工程分别采用 YJK 及 SATWE 两种程序分别进行双塔、单塔小震计算, 对整体计算结果及构件设计的内力情况做细致的对比分析, 衡量结构整体计算的合理性及关键构件计算的准确性;

2) 小震采用弹性动力时程分析作为振型分解法计算的补充分析手段, 针对双塔、单塔模型, 地震效应采用 CQC 计算方法与弹性时程分析(七组地震波结果平均值)的包络值进行设计;

3) 按广东省高规对框架-核心筒结构中框架部分承担的剪力进行调整;

4) 针对超限情况, 设定结构的抗震性能目标 C, 中震及弹性大震采用 YJK 分别对双塔、单塔模型进行等效弹性分析, 保证各结构整体及各构件满足性能目标的要求;

5) 大震计算分别采用了 YJK 和 PKPM-Sausage 进行等效弹性计算和弹塑性时程分析, 对关键构件抗剪截面、塑性损伤分布进行复核, 保证结构满足大震作用下的性能目标要求;

6) 针对转换层及以下楼层由于中庭开洞削弱的楼板, 补充中震以及大震的有限元计算分析, 根据计算结果复核楼板应力, 采取适当的配筋及板厚加强措施, 受力性能满足预期目标。

7) 针对大跨度、大悬挑梁板结构, 采用有限元方法计算楼板的竖向振动频率, 且按规范方法进行竖向振动加速度验算, 保证楼板设计满足舒适度要求; 考虑竖向地震作用的影响对悬挑构件承载力进行验算, 满足承载力需求; 补充裂缝宽度验算和考虑长期荷载效应的挠度验算, 确保满足规范对悬挑构件的变形和裂缝要求。

8) 针对穿层柱采用有限元方法, 偏于安全的支座条件假定进行屈曲分析, 并利用欧拉公式进行屈曲验算, 保证穿层柱具有足够稳定承载力。

### 4.2.2. 针对超限情况的抗震加强措施

1) 结构安全等级为二级, 塔楼 7 层及以上为标准设防类, 6 层及以下为重点设防类, 6 层及以下楼层抗震措施提高至 8 度; 综合考虑设防类别及塔楼收进等因素, 对部分重要构件的抗震等级进行了提高: 塔楼剪力墙抗震等级取负一层至五层为特一级, 塔楼框架柱抗震等级取负一层至七层为特一级, 裙房外框柱抗震等级取三至五层为特一级。

2) 竖向构件轴压比的控制为: 剪力墙轴压比控制在 0.5 以内, 钢筋混凝土框支柱轴压比控制在 0.75 以内, 其余混凝土柱轴压比控制在 0.84 以内。

3) 塔楼核心筒, 考虑采取以下措施:

a) 剪力墙厚度收进与混凝土强度等级降低的楼层交错布置, 使轴压比平稳过渡, 保证结构整体抗震延性;

b) 按小震和中震验算对剪力墙正截面承载力、抗剪承载力包络设计;

4) 框支梁、转换梁中设置抗剪型钢以满足截面抗剪需求, 同时在相应墙、柱内设置构造型钢, 满足节点连接和传力需求, 增加结构可靠度, 按照大震动力弹塑性分析, 对型钢截面加强。

5) 对于其他框架梁、连梁的抗剪承载力按照小震、中震进行包络设计。

6) 针对楼板开洞形成薄弱板带采取以下措施:

a) 裙楼 2F: 板厚采用 120 mm, 配筋采用双层双向 D8@150, 局部采用 D10@150 加强。

b) 楼板开洞较多的裙楼 5F 楼板: 板厚 120 mm, 配筋采用双层双向 D8@150; 局部板厚加厚至 150 mm, 局部板块配筋加强至双层双向 D12@125 或 D10@150。

c) 裙房屋盖 6F 楼板: 板厚 150 mm, 配筋采用双层双向 D10@125。

d) 综合 2 号楼转换层 6F 楼板: 转换梁位置处板厚 180 mm, 配筋采用双层双向 D12@150。



## 5. 结构计算分析

### 5.1. 小震及风荷载作用下的弹性分析

根据规范反应谱水平地震影响系数最大值取 0.08, 特征周期按照 0.04 s 取值, 周期折减系数取 0.85, 其余计算参数按照规范值, 计算结果见表 2。

### 5.2. 弹性时程分析

采用 YJK 软件对塔楼结构进行了常遇地震下的弹性时程分析。按地震波选取三要素(频谱特性, 有效峰值和持续时间), 选取 II 类场地上五组实际强震记录, 以及两组人工模拟的场地波进行弹性时程分析, 在时程分析中, 主方向地震波加速度峰值取  $0.35 \text{ m/s}^2$ , 主方向与次方向的峰值加速度的比值为 1: 0.85。地震波持时不小于 20 s。双塔模型计算结果如图 8~11 所示。

**Table 2.** The calculation under the small earthquake and wind load

**表 2.** 小震及风荷载作用下计算结果

计算模型		双塔组装整体模型	办公 1#单塔模型	综合 2#单塔模型
计算振型数		30	30	30
	T1	3.90	3.61(Y)	3.95(X)
	T2	3.70	3.28(X)	3.84(Y)
自振周期	T3	3.44	2.85(T)	3.19(T)
	T4	3.14		
	T5	2.94		
第 1 扭转/第 1 平动周期		0.75	0.79	0.81
塔楼单位面积重度(KN/m <sup>2</sup> )		—	15.28	13.49
最小剪重比	X	1.21%	1.40%	1.26%
	Y	<1.48%	<1.60%	<1.46%
有效质量系数	X	1.33%	1.61%	1.31%
	Y	<1.54%	>1.57%	<1.50%
风荷载下最大层间位移角	X	97.05%	97.25%	96.68%
	Y	97.73%	97.19%	97.26%
地震荷载下最大层间位移角	X	1/942	1/1681	1/926
	Y	1/810	1/822	1/901
扭转位移比	X	1/759	1/1282	1/809
	Y	1/1037	1/1161	1/958
侧移刚度与上一层相应侧移刚度 90%、110%或者 150%比值	X	1.32	1.1	1.22
	Y	1.4	1.14	1.22
楼层受剪承载力与上层的比值	X	1.10	1.11	1.104
	Y	1.12	1.13	1.126
刚重比	X	0.78	0.95	0.78
	Y	0.79	0.93	0.75
	X	2.59	3.79	2.93
	Y	2.34	3.55	2.79

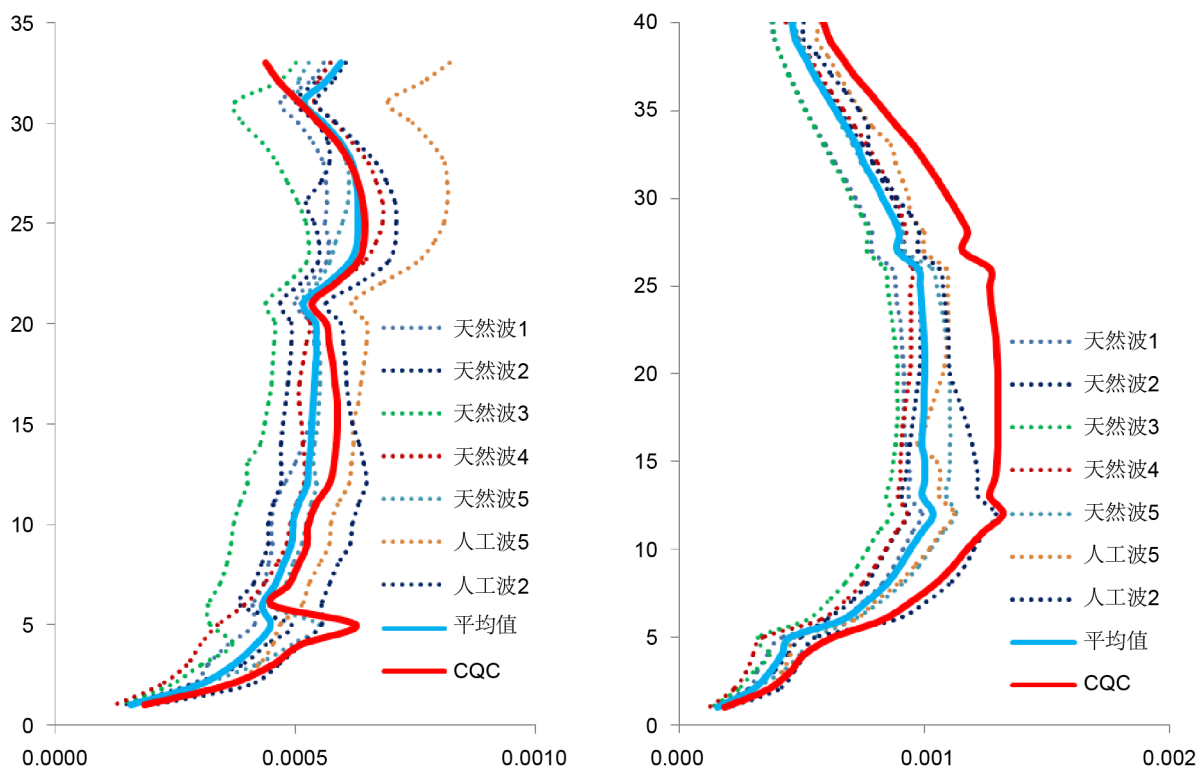


Figure 8. The X inter story draft angle of twin towers under small earthquake (Left, 1#; Right, 2#)

图 8. X 向地震双塔层间位移角(左图为 1#塔楼、右图为 2#塔)

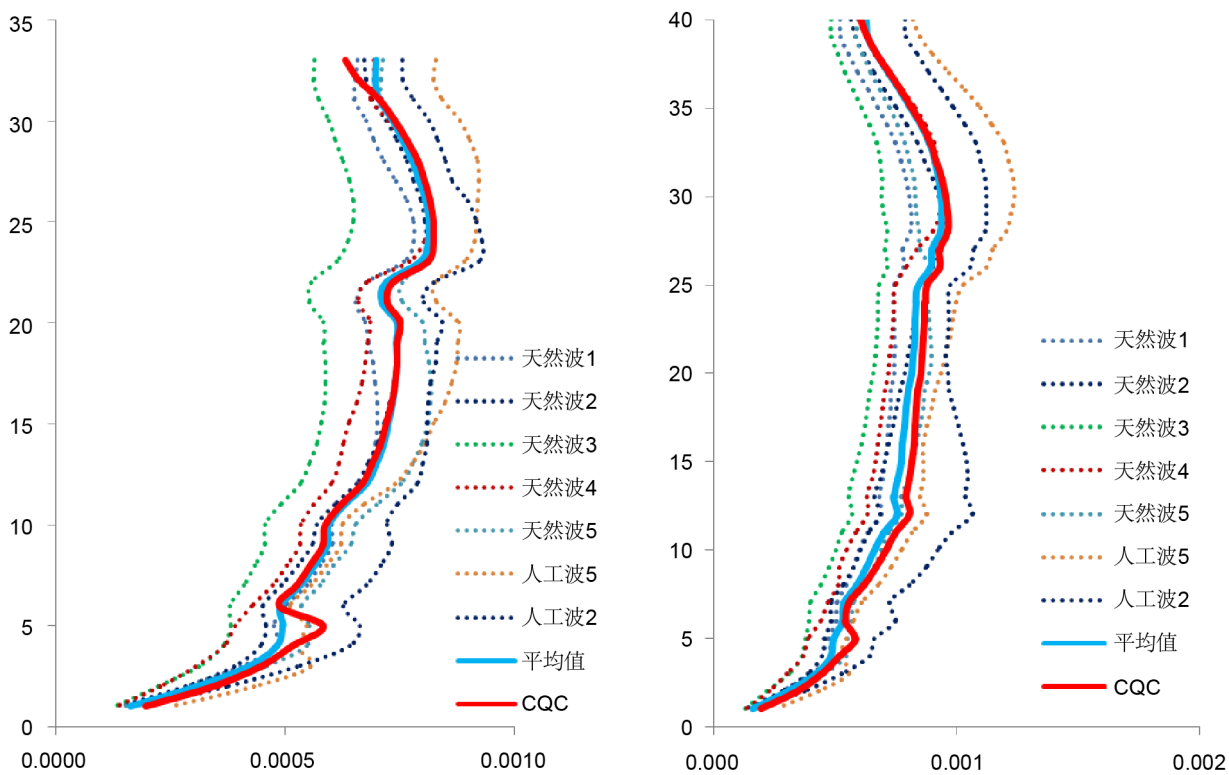


Figure 9. The Y inter story draft angle of twin towers under small earthquake (Left, 1#; Right, 2#)

图 9. Y 向地震双塔层间位移角(左图为 1#塔楼、右图为 2#塔楼)

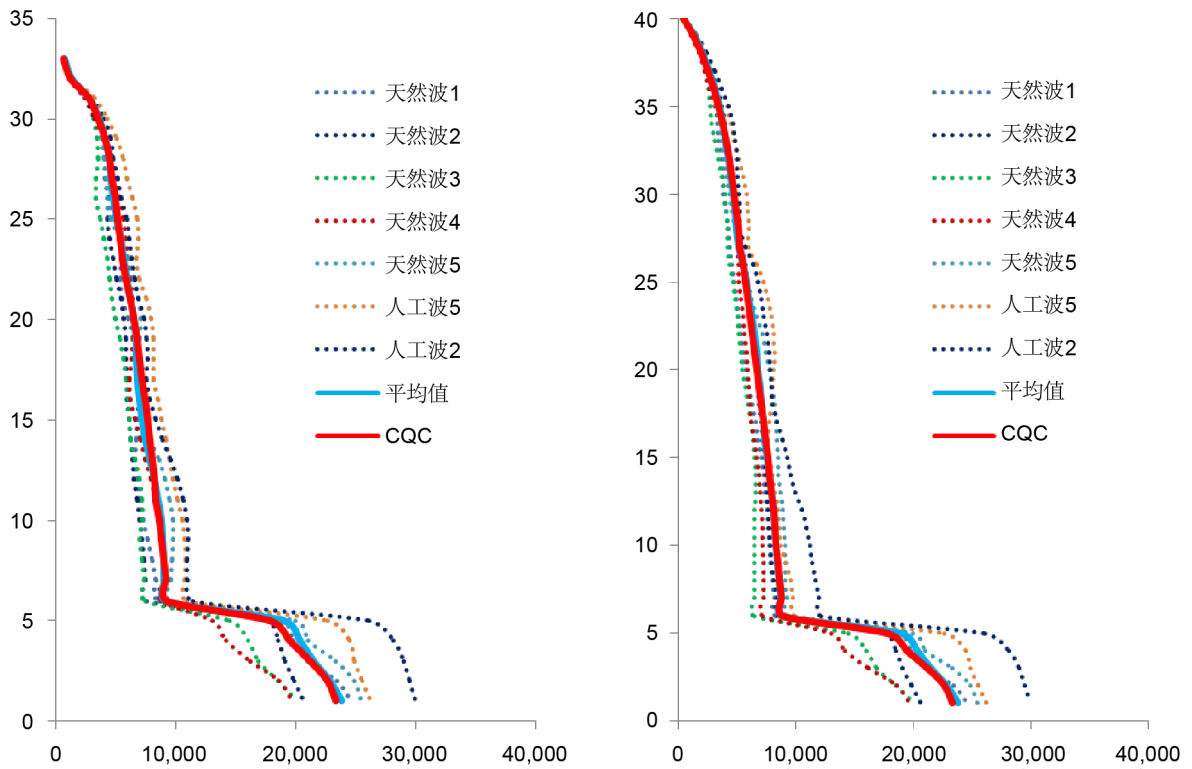


Figure 10. The X inter story shear of twin towers under small earthquake (Left, 1#; Right, 2#)

图 10. X 向地震双塔层间剪力(左图为 1#塔楼、右图为 2#塔)

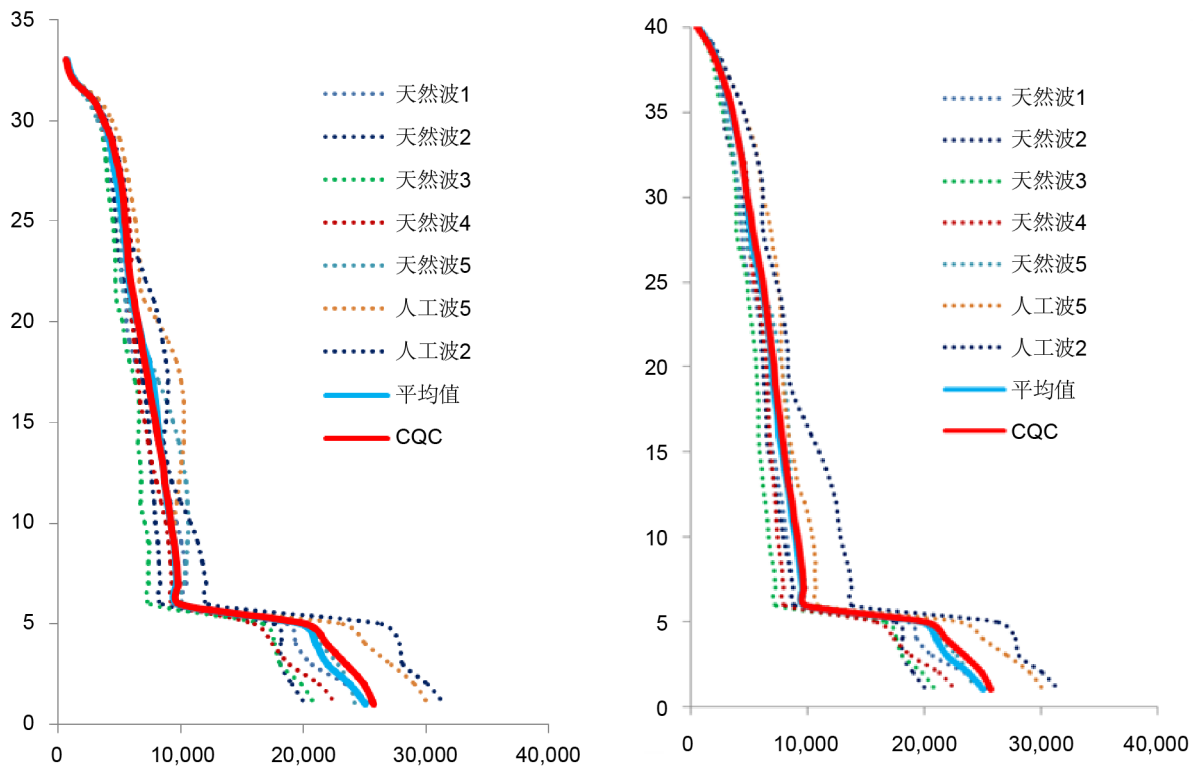


Figure 11. The Y inter story shear of twin towers under small earthquake (Left, 1#; Right, 2#)

图 11. Y 向地震双塔层间剪力(左图为 1#塔楼、右图为 2#塔楼)

时程分析结果满足平均底部剪力不小于振型分解反应谱法结果的 80%，每条地震波底部剪力不小于反应谱法结果的 65% 的条件[2]，满足规范要求。弹性时程分析得出的楼层剪力平均值小于规范反应谱方法计算结果，各条层间位移角曲线形状相似，层间位移角在规范限值内。

### 5.3. 设防地震(中震)计算分析

本工程塔楼底部加强区剪力墙、塔楼 L1~L7 层框架柱、塔楼框支柱、框支梁及裙楼转换柱、转换梁、综合 2#塔楼 26 层开叉柱和斜柱设置为关键构件，由于综合 2#楼 26 层设置开叉柱和斜柱，27 层的梁存在着轴力，也设定性能目标 C 进行中震弹性、中震不屈服和大震不屈服验算。计算结果表明，塔楼底部加强区剪力墙、塔楼 L1~L7 框架柱、塔楼框支柱、框支梁、裙楼转换柱及转换梁、斜柱和开叉柱均满足中震和大震下的性能目标；非底部加强区剪力墙和普通柱亦满足设定的抗震性能目标。对于大开洞的裙楼楼板和综合 2#塔楼 26 层、27 层楼板也按照中震不屈服进行验算，采取适当加强楼板厚度及配筋，也可满足设定的性能目标。

### 5.4. 动力弹塑性时程分析

本工程选用了两组天然波和一组人工波，共三组地震波，各组地震波均按地震主方向为 X 向和 Y 向采用 Sausage 软件进行了罕遇地震作用下的弹塑性时程分析，三组地震作用下，结构基底剪力及其与相应弹性大震比值结果见表 3、表 4 所示，大震下结构基底剪重比在 5~6 之间，为大震弹性的 0.6~0.9 之间，约为小震设计值的 3.8~4.6 倍，表明大震下结构发生了一定的损伤，产生了刚度退化。

Table 3. The maximum base shear and shear weight ratio of structures under earthquake waves

表 3. 各组地震波作用下结构最大基底剪力及剪重比

	X 为主输入方向		Y 为主输入方向	
	Vx(kN)	剪重比	Vy(kN)	剪重比
人工波	97905.6	4.89%	98573.5	4.92%
天然波 1	91926.3	4.59%	116946	5.84%
天然波 2	95321.5	4.76%	111811	5.59%
平均值	---	4.75%	---	5.45%
最大值	---	4.76%	---	5.84%

Table 4. The maximum inter story drift angle of structures under earthquake waves

表 4. 各组地震波作用下结构最大层间位移角

	X 为主输入方向		Y 为主输入方向	
	最大层间位移角(层号)		最大层间位移角(层号)	
	办公 1#楼	综合 2#楼	办公 1#楼	综合 2#楼
人工波	1/205(23)	1/138(12)	1/178(23)	1/144(14)
天然波 1	1/195(23)	1/186(26)	1/178(23)	1/148(29)
天然波 2	1/159(23)	1/186(24)	1/182(23)	1/156(29)
平均值	1/184	1/182	1/233	1/216
最大值	1/159	1/138	1/178	1/144

大震作用下，两栋塔楼剪力墙基本完好，仅局部出现轻度的受压损伤，没有出现剪切破坏，核心筒连梁大震下损伤耗能明显，另外综合 2#塔楼转换梁处混凝土受压损伤和转换梁截面中部的混凝土局部受压损伤，但转换梁内置钢板未屈服，两栋塔楼外框柱基本未出现受压损伤，钢筋未屈服，满足大震下的性能目标。

裙楼部分个别框架柱柱顶出现受压损伤，大部分框架柱未出现显著损伤，框架梁的损伤大部分出现在大跨梁的梁端，且钢筋均未屈服，裙房作为框架结构，其自身的抗震能力足够。各层楼板未见显著的大面积损伤，作为多塔结构的底盘，裙楼在两栋塔楼之间可有效传递地震力、协调塔楼底部楼层的变形。由于应力集中，在靠近两栋塔楼外框柱附近，楼板均出现了局部比较严重的受压损伤，采取加强楼板厚度及配筋的形式满足预定的性能目标。

## 6. 关键构件计算分析

### 6.1 斜柱及开叉柱上层梁轴力分析

综合 2#楼在 26 层设置开叉柱和斜柱，斜柱拉结梁位置及截面如图 12。在中、大震作用下将拉结梁定义为关键构件，计算的配筋结果与小震下的配筋结果如图 13，从计算结果可以看到此楼层的拉结梁配筋结果由小震控制，配筋在合理的范围。

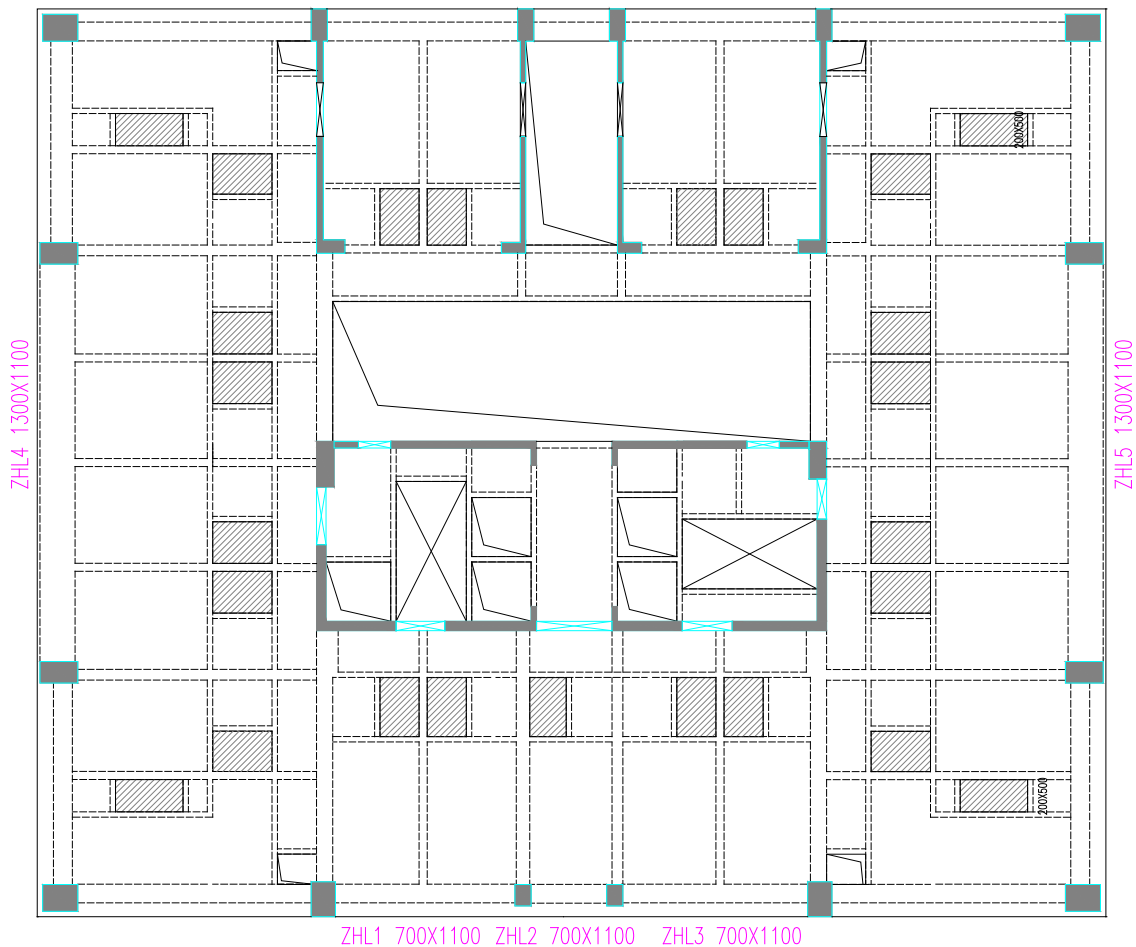


Figure 12. The structure arrangement plan of floor 27 in tower 2  
图 12. 综合 2#塔楼 27 层结构布置图

根据《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010) [5]第 3.4.5 条对梁的裂缝宽度进行验算。按规范要求, 结构构件最大裂缝宽度限值为 0.3 mm。通过 YJK 进行裂缝验算, 正常使用状态下, 按照偏心受拉复核, 计算结果如表 5 所示, 梁需按裂缝控制增大配筋, 但配筋率仍在较为合理的范围, 能够满足规范裂缝宽度要求。

## 6.2. 斜柱及开叉柱上下层楼板应力分析

对于综合 2#塔楼 26 层、27 层楼板进行应力分析, 楼板厚度均为 150 mm, 两层楼面在中震下拉力约为 320 kN/m, 配筋采用 D10@150 可满足要求。其拉力云图如图 14、图 15 所示。

## 7. 结论

本项目为大底盘的 B 级高度双塔高层建筑, 存在扭转不规则、局部楼板不连续、尺寸突变、竖向构

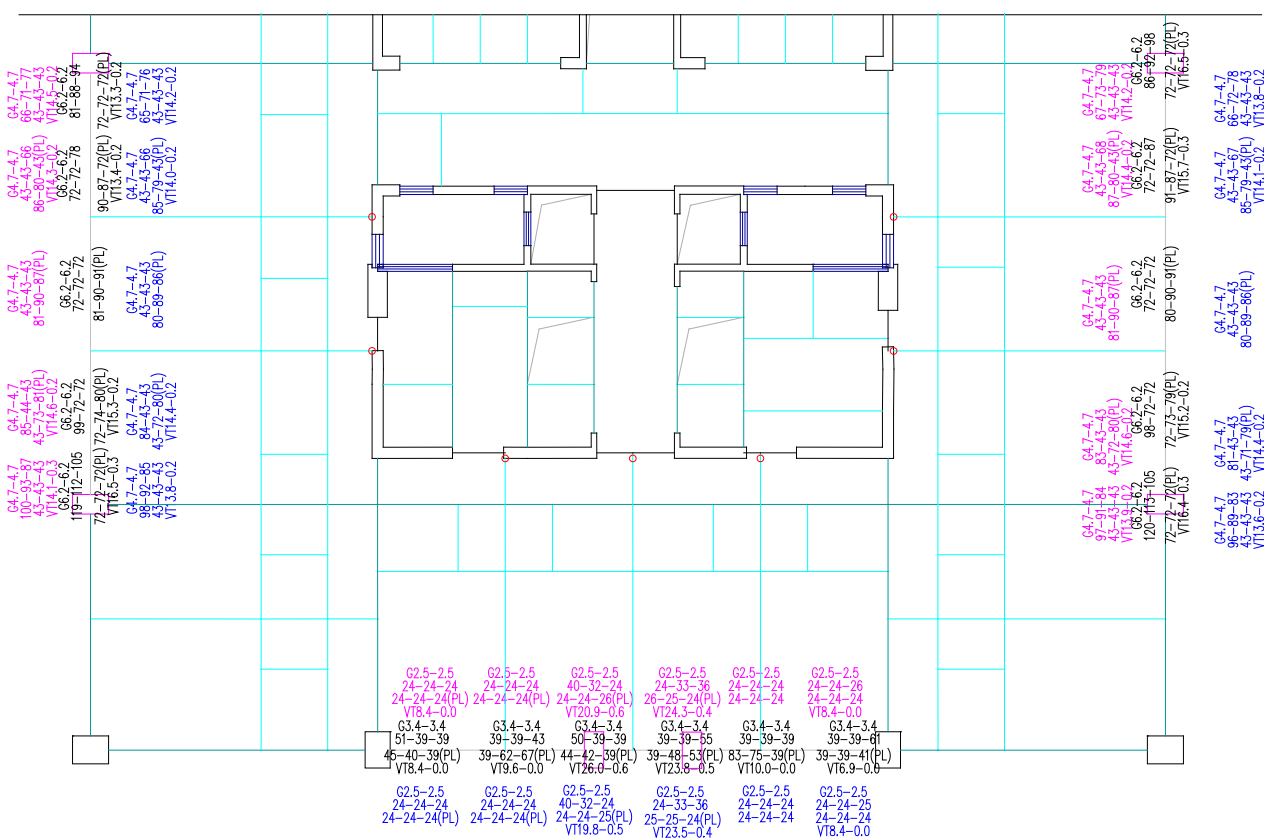


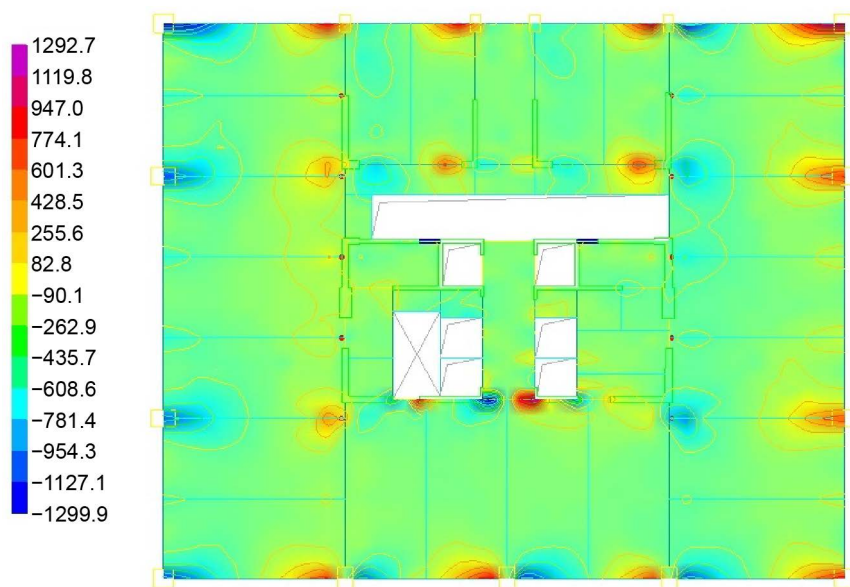
Figure 13. The beam reinforcement diagram of floor 27 in tower 2

图 13. 综合 2#塔楼 27 层梁配筋图

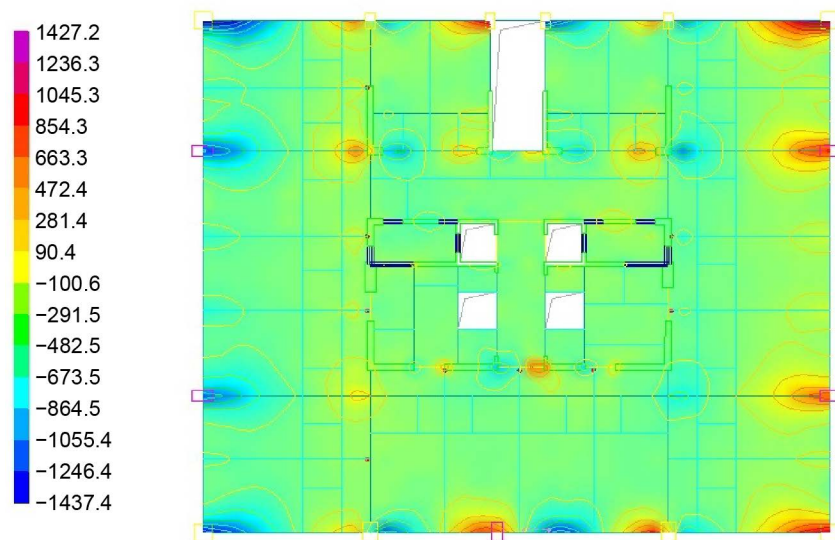
Table 5. The crack width checking of beam

表 5. 梁裂缝宽度验算

梁编号	梁截面	拉应力(MPa)	计算配筋率	实际配筋率	裂缝验算宽度
ZHL2	700X1100	2.80	0.80%	1.5%	0.16
ZHL4	1300X1100	2.10	0.63%	1.5%	0.1
ZHL5	1300X1100	2.04	0.63%	1.5%	0.1



**Figure 14.** The X tension nephogram of floor 26 in tower 2 under frequent earthquake  
**图 14.** 综合 2#楼 26 层 X 向中震时 X 向拉力云图(kN/m)



**Figure 15.** The X tension nephogram of floor 27 in tower 2 under frequent earthquake  
**图 15.** 综合 2#楼 27 层 X 向中震时 X 向拉力云图(kN/m)

件不连续、复杂连接共 5 项一般不规则项。但在设计中采用概念设计方法，根据抗震原则及建筑特点，对多塔与单塔进行分别的计算分析并取包络值进行复核，首先对整体结构体系及布置进行仔细的考虑，使之具有良好的结构性能。抗震设计中采用性能化设计方法，除保证结构在小震下完全处于弹性阶段外，还补充了主要构件在中震、大震下作用下的性能要求，采取多种计算程序进行了弹性、弹塑性的计算，计算结果表明，各项指标均表现良好，满足规范的有关要求；各项不规则程度得到有效控制。同时又通过概念设计及各阶段的计算程序分析结果，对关键和重要构件作了适当加强，在构造措施方面亦相应作了处理。在施工图阶段，结合本项目各抗震性能水准的计算结果进行包络设计。通过以上措施，办公组团抗震性能目标达到 C 级。

---

## 参考文献 (References)

- [1] GB 50223-2008 建筑工程抗震设防分类标准[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.
- [2] GB 50011-2010 建筑抗震设计规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
- [3] JGJ3-2010 高层建筑混凝土结构技术规程[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
- [4] 粤建市函[2011]508号. 广东省超限高层建筑工程抗震设防专项审查实施细则[S]. 2011.
- [5] GB50010-2010 混凝土结构设计规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2326-3458, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [hjce@hanspub.org](mailto:hjce@hanspub.org)