

# 高地震烈度区高层剪力墙结构抗震设计分析

## Seismic Design Analysis of High-rise Shear Wall Structure in High Seismic Intensity Area

王晓可

Xiaoke Wang

华通设计顾问工程有限公司

中国·北京 100035

Walton Design & Consulting Engineering Co., Ltd.,  
Beijing, 100035, China

**【摘要】**河北燕郊某高层办公楼,采用钢筋混凝土剪力墙结构,场地类别Ⅲ类、抗震设防烈度为8度(0.3g),抗震等级为二级,抗震构造措施等级为一级,采用YJK2.0进行多遇地震下的结构计算分析。文章针对本工程设计中出现的难点,提出有效的解决办法,可供类似工程参考。

**【Abstract】**A high-rise office building of hebei yan jiao, adopts reinforced concrete shear wall structure, site category III, seismic fortification intensity of 8 degrees (0.3g), seismic grade as the secondary, seismic construction measures for the first class, using YJK2.0 place of structure under severe earthquake calculation and analysis. Aiming at the difficulties in the design of this project, this paper puts forward effective solutions, which can be used as reference for similar projects.

**【关键词】**抗震措施;抗震构造措施;地震分析;剪力墙结构

**【Keywords】**seismic measures; details of seismic measures; seismic analysis; concrete shear wall

**【DOI】**10.36012/etr.v2i1.964

### 1 工程概况

燕郊某高层办公楼项目位于中国河北省三河市燕郊高新区,建筑面积18.6万平方米,地上建筑面积15万平方米,地下建筑面积3.6万平方米。包括1~10#楼,其中1栋多层办公楼和9栋高层办公楼。7#楼地上17层,地下2层,层高3.9m,建筑总高度66.9m,其模型立面及平面布置如图1和图2所示。

工程场地的地震设防烈度为8度,设计基本地震加速度0.3g,设计地震分组为第二组,建筑场地类别Ⅲ类,场地特征周期为0.55s,工程的抗震设防类别为丙类,剪力墙抗震等级为二级,抗震构造措施的抗震等级为一级。

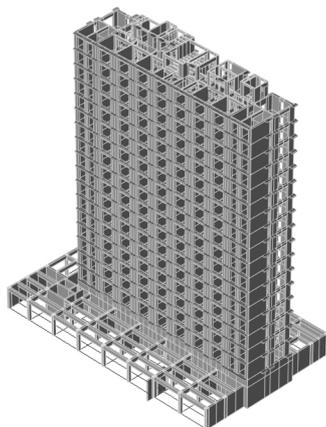


图1 7#楼南立面

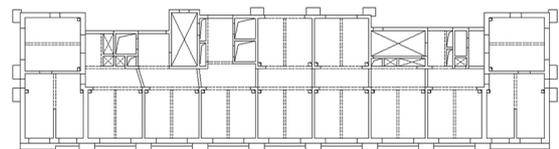


图2 7#楼标准层平面图

### 2 结构计算模型

项目采用YJK2.0对结构进行多遇地震作用和风荷载作用下的内力和位移计算。地震作用和风荷载按两个主轴方向作用。考虑5%偶然偏心地震作用下的扭转影响,阻尼比取0.05,周期折减系数0.95。整体指标计算采用刚性楼板假定,其余计算采用非刚性楼板假定。

### 3 设计难点及注意事项

#### 3.1 8度0.3g,Ⅲ类场地,抗震构造措施等级提高一级

JGJ 3—2010《高层建筑混凝土结构技术规程》第3.9.2条规定<sup>[1]</sup>，“建筑场地为Ⅲ类,设计基本地震加速度为0.3g,按抗震设防烈度9度时采取抗震构造措施。”故本项目抗震等级为二级,抗震构造措施等级提高一级,为一级。

根据GB 50011—2010《建筑抗震设计规范(2016年版)》<sup>[2]</sup>第2.1.11条和《建筑抗震设计规范应用与分析(第二版)》<sup>[3]</sup>

2.1.11 条规定,“混凝土结构抗震构造措施的主要内容包括:轴压比、构件的最小配筋率、箍筋及加密区要求、抗震墙边缘构件配筋要求等。”

本项目判别是否设置约束边缘构件的最大轴压比按一级(9度)0.1来判别,底部加强区首层至三层全层为约束边缘构件;约束边缘构件 $\lambda_c$ 、 $\lambda_v$ 按一级(9度)取值;构件的最小配筋率均按一级考虑。

### 3.2 x 向位移角不满足

如图2所示,7#楼平面特点是楼梯、电梯、设备管井都集中在北侧,办公用房分布在南侧和东西两侧。考虑到管井周边设备需要预留洞口,故管井周边布置梁不设置剪力墙。

模型调整的原则是刚心与质心重合,加大端部、周边刚度,减少中部刚度,特别是北侧楼梯、电梯周边墙体较多,尽量减少墙体。

初步计算后,x向位移角不满足规范要求,而本楼外墙上有较大窗洞,x向外墙上的洞口宽度和高度受窗户限制不能改变,即周圈刚度已无法加强,而刚心和质心已基本重合。经过分析,最后进一步减少中部刚度,中部墙垛长度仅满足3倍墙厚,使位移角满足要求。

调整模型过程中得出以下结论:①混凝土标号对位移角有较大影响,在位移角不满足又无法增加构件截面、增加墙肢的情况下,加大混凝土标号能有效提高结构刚度,位移角满足要求。②按照规范要求,需要考虑周边2跨车库影响,本模型中建入车库后,位移角增大。

### 3.3 高宽比大于4,基础出现零应力区

7#楼建筑高度 $H=66.9\text{m}$ ,等效宽度 $B=12.29\text{m}$ ,高宽比 $H/B=66.9/12.29=5.44>4$ ,基础计算出现零应力区。根据JGJ 3—2010《高层建筑混凝土结构技术规程》第12.1.7条及GB 50011—2010《建筑抗震设计规范(2016年版)》第4.2.4条的规定,高宽比大于4的高层建筑,基础底面不宜出现零应力区。所以7#楼南北方向在车库内做外伸墙体,筏板南北向车库延伸4m左右,筏板厚度取1500mm,经过计算,此种条件下不出现零应力区。

### 3.4 基础满足刚度要求

高层建筑基础不但应满足强度要求,而且应有足够的刚度,保证上部结构的安全。GB 50007—2011《建筑地基基础设计规范》第8.4.22条规定<sup>[4]</sup>，“带裙房的高层建筑下的整体筏形基础,其主楼下筏板的整体挠度不宜大于0.05%。”其中,基

础挠曲度 $\Delta/L$ 为基础两端沉降的平均值和基础中间最大沉降的差值与基础两端之间距离的比值。按地勘输入孔点,采用CFG地基处理后各层土的压缩模量,计算沉降。经过计算,基础挠度小于0.05%,满足刚度要求。

## 4 构造加强措施

### 4.1 降板处加强措施

错层降板处加暗梁,暗梁箍筋不小于三级钢8@200(2),暗梁纵筋同墙体水平筋。

### 4.2 两侧为楼梯或洞口的楼板,构造加强

楼梯间前室等板块,两侧为楼梯或电梯洞口,此板块传力路径中断,构造加强此类楼板,板厚取150mm,采用双层双向配筋,配筋率取0.25%。

### 4.3 机房层梁上起的墙肢,按约束边缘构件设置

JGJ 3—2010《高层建筑混凝土结构技术规程》第10.2.22条规定:“部分框支剪力墙结构扩职梁上部墙体的构造应符合下列规定:梁上部的墙体开有边门洞时,洞边墙体宜设置翼墙、短柱或加厚,并应按本规程第7.2.15条约束边缘构件的要求进行配筋设计。”

机房层为满足建筑要求,在下层梁上起的墙肢,按约束边缘构件设置。

### 4.4 托墙梁构造加强

托墙梁按JGJ 3—2010《高层建筑混凝土结构技术规程》第10.2.7条要求,提高纵筋最小配筋率,且箍筋最小直径不小于10mm,间距不大于100mm。

## 5 结语

本工程抗震设防烈度8度0.3g,Ⅲ类场地,抗震等级为二级,抗震构造措施等级提高一级为一级。构造措施提高后,轴压比、配筋率、约束边缘构件设置等,均按提高一级采用。

对于高宽比大于4的高层建筑,还应注意基础计算中是否出现零应力区,采用相应措施处理。基础除了满足计算要求外,还应满足刚度要求。

### 参考文献

- [1]JGJ 3—2010 高层建筑混凝土结构技术规程[S].
- [2]GB 50011—2010 建筑抗震设计规范(2016年版)[S].
- [3]朱炳寅.建筑抗震设计规范应用与分析(第二版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2016.
- [4]GB 50007—2011 建筑地基基础设计规范[S].