

# 某框架 - 剪力墙结构抗震设计分析

## Seismic Design Analysis Of A Frame-Shear Wall Structure In Yancheng

彭翔

Xiang Peng

中咨海外咨询有限公司 中国 · 北京 100048

CIECC Overseas Co., Ltd Beijing, 100048, China

**摘要:** 某框架 - 剪力墙办公(公寓)楼,采用钢筋混凝土框架 - 剪力墙结构,场地类别 IV 类、抗震设防烈度为 7 度(0.15g),剪力墙抗震等级为二级,抗震构造措施等级为一级,框架抗震等级为三级,抗震构造措施等级为二级。采用 YJK2.0 进行多遇地震下的结构计算分析。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 shear wall office building adopts a frame-shear wall structure. The seismic measures of the shear structure is second grade, and the details of seismic measures of the shear structure is first grade, The seismic measures of the frame structure is third grade, and the details of seismic measures of the frame structure is second grade, When the site category is IV, the seismic intensity is 7 degrees (0.15g). Based on the software of YJK, the structural calculation and analysis were carried out on the building under frequently occurred earthquake. In addition, the effective solutions on the building were presented due to that difficulties in the design of the project, the experience of which may be a reference for the similar engineering project.

**关键词:** 抗震措施; 抗震构造措施; 地震分析; 框架 - 剪力墙结构

**Keyword:** Seismic measures; Details of seismic measures; Seismic analysis; Frame-shear wall

**DOI:** 10.36012/etr.v2i9.2684

### 1 工程概况

项目占地面积 10.7 万平方米,总建筑面积 46.1 万平方米,地上建筑面积 28.9 万平方米,地下建筑面积 17.2 万平方米。项目为大型公共建筑项目,地上有 13 栋多、高层,地下为大底盘车库,主要功能是产业研发、商业、办公和公寓。本文以高层公寓 A2# 楼为例,进行抗震分析。A2# 楼

地上 14 层,地下有夹层及两层车库,首层层高 6m,标准层层高 3.6m,结构总高度 52.95m。结构类型为框架 - 剪力墙,中部交通核(电梯、楼梯、设备房间)布置剪力墙,外围为框架结构,柱网尺寸为 9m×9m,地下及地上交通核内采用现浇混凝土楼板,地上交通核外采用装配式预制叠合楼板。模型立面及平面布置如图 1、图 2 所示。

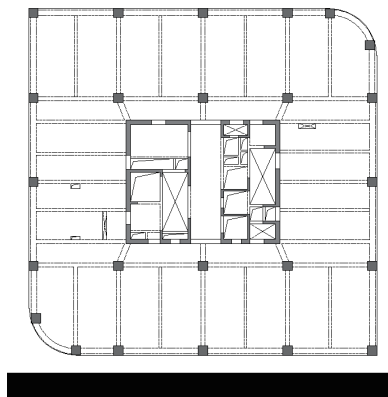


图 1 A2# 南立面

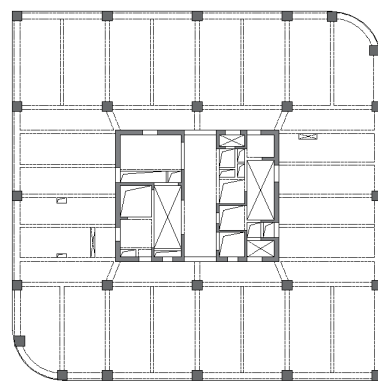


图 2 A2# 标准层平面布置图

工程场地的为7度(0.15g),设计地震分组为第三组,建筑场地类别IV类,场地特征周期为0.9s,工程的抗震设防类别为丙类,嵌固端为正负零。地上及地下夹层:剪力墙抗震等级为二级(抗震构造措施的抗震等级为一级)、框架抗震等级为三级(抗震构造措施的抗震等级为二级)。地下二、三层剪力墙抗震构造措施的抗震等级分别为二、三级,地下框架抗震构造措施的抗震等级均为三级。

## 2 结构计算模型

计算软件采用YJK2.0,计算多遇地震作用和风荷载作用下的结构的内力和位移。地震作用和风荷载按两个主轴方向作用,并考虑最不利地震作用方向。地震作用下考虑5%偶然偏心的扭转影响,阻尼比取0.05,周期折减系数0.8,连梁刚度折减系数为0.7。

## 3 设计难点及注意事项

### 3.1 7度(0.15g)IV类场地,剪力墙、框架抗震构造措施等级提高一级

本项目建筑场地为IV类,7度(0.15g),依据《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010(以下简称《高规》)第3.9.2条,抗震构造措施需提高,按8度(0.2g)采取相应构造措施。故本项目剪力墙、框架抗震构造措施抗震等级提高一级,地上及地下夹层抗震构造措施的抗震等级:剪力墙一级、框架二级。

根据《建筑抗震设计规范(2016年版)》GB50011-2010第2.1.11条和《建筑抗震设计规范应用与分析(第二版)》第2.1.11条,混凝土结构抗震构造措施的主要内容包括:轴压比、最小配筋率、箍筋直径、加密区间距、体积配箍率、抗震墙边缘构件配筋要求等。

剪力墙最大轴压比按一级8度(0.2g)判别是否设置约束边缘构件,约束边缘构件 $l_c$ 、 $\lambda_v$ 按一级(8度)取值;连梁的最小配筋率均按一级考虑。

框架结构的配筋率、箍筋最小直径、最大间距、肢距、体积配箍率都按提高一级采取相应构造措施。

### 3.2 模型调整方向

本工程模型试算初期,第二周期为扭转,扭转周期比大于0.9。受建筑、设备专业限制,内部交通核电梯厅入口连梁,设备管井、空调机房洞口连梁不能过高。而交通核外

圈的连梁,特别是电梯厅附近连梁高度直接影响x向地震作用下位移角。

模型调整的方向是减少核心筒内部墙体,减小内部柱截面,增加周边框架、框柱截面,增加周圈刚度,改善扭转,使第一、第二周期为平动,第三周期为扭转,改善扭转周期比。从底到顶,柱截面、交通核外圈墙厚逐渐减小,实现刚度逐渐变化,且上小下大。

### 3.3 薄弱层剪力放大1.25倍

首层层高6m,标准层层高3.6m,且首层为嵌固层,首层层高/二层层高=6/3.6=1.67>1,首层与二层侧向高度比(考虑层高修正) $y_2 < 1.5$ ,不满足《高规》第3.5.2条2款,则首层为薄弱层,地震剪力放大1.25倍(《高规》第3.5.8条)。在地震作用放大1.25倍后,首层墙体承受的剪力很大,故大部分剪力墙抗剪都超限,且通过增加墙厚、混凝土标号、开洞调整墙体刚度等方式等均无效。为消除首层为薄弱层,增加首层与二层侧向高度比,需增加首层刚度、减少二层刚度:首层尽量多的布置剪力墙,且加大墙厚,增加连梁高度,增加首层框架柱、框架梁截面。

为增加首层刚度,首层剪力墙需要做高连梁,但在交通核门厅、设备房间有设备管线穿高连梁截面,为此,采用双连梁方式,双连梁间距500,用来走设备管线。双连梁即能提供刚度,也避免了设备管线穿连梁问题,同时还满足设备需求。

### 3.4 连接框架柱与交通核墙体的斜框架纵筋配筋率超限问题

作为剪力墙和框架间的传力构件,连接框架柱与交通核墙体的斜框架,承担较大的地震力,纵向钢筋配筋率超限。为解决此问题,采用两种方法:一、将斜梁做宽做扁,控制斜梁梁高,减小其刚度,减小其吸收的地震力;二、提高斜框架的混凝土强度等级,为便于施工,采用与所连接的框柱和剪力墙相同的混凝土强度等级。

### 3.5 与剪力墙平面外刚接的框架主梁下增设暗柱及其计算

《高规》第7.1.6条:“当剪力墙与其平面外相交的楼面梁刚接时,需在墙内设置暗柱”,并符合一些条件。本工程仅位于平面中部的x向框架主梁与剪力墙平面外连接为刚接,其余均点铰。

与剪力墙平面外刚接的楼面框架主梁下设置暗柱，暗柱的计算满足框架柱计算要求。分别读取恒、活载下框架主梁下弯矩及剪力墙的轴力，按偏心受压构件对称配筋计算梁下暗柱，并满足框架柱纵筋配筋率等构造要求及约束边缘构件纵筋、箍筋、形状尺寸等构造要求。

### 3.6 以底部加强部位高度范围内墙肢最大轴压比判别是否设置约束边缘构件

《高规》第 7.2.14 条，是以剪力墙底层墙肢底截面轴压比来判别是否需要设置约束边缘构件。这是在墙肢在底部加强部位高度范围内墙体截面不变（或均匀变化）基础上的判定。根据《建筑抗震设计规范应用与分析（第二版）》7.2.14 条：“当剪力墙底截面的轴压比不是最大值时，应以底部加强部位高度范围内墙肢的最大轴压比数值来确定是否设置约束边缘构件。”本工程底部加强区是首~二层，首层、二层墙肢截面不同且不是均匀变化，最大轴压比发生在二层，故以二层墙肢轴压比来判别是否设置约束边缘构件。

### 3.7 框梁与连梁平面外相交

本工程 y 向中轴线上的框梁与交通核门厅处连梁平面外相交，除相交处点铰外，还采用包络设计。将此框梁另一端与框架柱相交处也点铰，计算后与不点铰的模型包络设计。框梁与框柱相交处点铰后此框梁刚度降低，周边墙体和

框梁分担更多地震力，加大其配筋，起到二道防线的作

## 4 结语

本工程 7 度(0.15g),IV 类场地,抗震构造措施提高一级。构造措施提高后,轴压比、配筋率、约束边缘构件设置、最小配筋率等,均按提高一级采用。

当需设置高连梁时,注意设备管线问题,可将高连梁改为双连梁,即增加刚度,又能满足设备走管线需求。框架梁与剪力墙平面外刚接时,框架梁下需设置暗柱,暗柱需按偏心受压构件复核配筋。底部加强区变墙厚,判别是否设置约束边缘构件时应以底部加强区轴压比包络值来判别。首层层高大于标准层层高时,易形成薄弱层,应通过增加构件截面,增加墙体布置、增加混凝土等级等方法提高首层刚度,以满足侧向刚度比要求,避免出现薄弱层。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部,《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010,中国建筑工业出版社,2010年。
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部、中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,《建筑抗震设计规范(2016年版)》GB50011-2010,中国建筑工业出版社,2016年。
- [3] 朱炳寅,《建筑抗震设计规范应用与分析(第二版)》,中国建筑工业出版社,2016年。

(上接第 111 页)

包容这个曾经辉煌、诉说过一个时代的老建筑物。



图 2 方案效果图

Fig2 Scheme rendering

## 5 结论

传统建筑文化是一笔巨大的财富,结合现代文化创意产品的设计原理,对石库门文化元素进行提取和筛选,设计出符合现代潮流的创意产品。并且对石库门文化创意产品市

场进行调查,为将产品投入市场做好数据储备。在借鉴世界先进设计经验的同时,结合国内对石库门文化的理解,总结出自己的设计原则和设计方法,设计出符合国内潮流与审美的产品。

## 参考文献

- [1] 冯绍霆.石库门·上海特色民居与弄堂风情[M].上海:上海人民出版社,2009.
- [2] 张弛.上海石库门民居装饰纹样的艺术探究[D].华东师范大学,2011
- [3] 魏鹏举.文化创意产业导论[M].中国人民大学出版社,2014:172-173.
- [4] 吴雁南.文化创意产业评价方法研究[M].福州:福建人民出版社,1990.150-160.