

# 高层建筑结构设计解析

诸斌

华汇工程设计集团股份有限公司

**摘要：**随着市场经济的繁荣发展，城市可开发利用的土地资源日益缩减，高层建筑数量及规模不断扩张，高层建筑结构体系越来越多样化。高层建筑结构体系，决定了高层建筑的实用性、安全性与经济性。由此，选择最合理的高层建筑结构设计方案，成为高层建筑结构设计的主要内容。

**关键词：**高层建筑；结构设计；安全性

**【DOI】** 10.12254/j.issn.2096-6539.2020.11.058

目前，高层建筑结构设计成为提升高层建筑水平的关键环节。在高层建筑结构设计中，不单单要体现设计的科学合理性，充分满足人们的基本需求，还需体现设计的安全性，确保建筑结构能够承担一切的外力。由此，维护高层建筑结构的安全稳定性和综合效益。

## 一、高层建筑结构的基本特点

### (一) 水平荷载

与普通建筑相比，高层建筑的楼层高度较高。尽管普通建筑与高层建筑都将竖向荷载作为设计重点，但由于高层建筑的自体重量较大，所以整体建筑的高度与弯矩值和竖向轴力值成正比关系。由此可知，水平荷载对于高层建筑结构安全稳定性起到决定性作用。另外，如果建筑物竖向荷载保持不变，那么水平荷载与地震震外在紧密联系。这也证明了高层建筑结构的水平荷载的重要性。

### (二) 结构侧移

与低层建筑相比，结构侧移是高层建筑结构设计的重要内容。在水平荷载的影响下，结构侧移形变往往会受到建筑结构高度的影响。换言之，在水平荷载保持不变的情况下，建筑结构高度越高，结构侧移形变量越大。为此，设计人员应当将既定楼层高度的建筑结构侧移维持在稳定范围内，减小侧移形变量，加强整体建筑结构的安全稳定性。

### (三) 轴向变形

由于高层建筑的楼层高度较高，竖向荷载值较大。一旦柱体发生不规则形变，就会接连出现连续梁弯矩问题，进而致使连续梁中部支座负弯矩发生相应的变化。从不同角度观察轴向形变可知，高层建筑结构的纵向形变越严重，中部构件与边部构件的形变差异越明显，而这也影响结构内力的合理分配。为此，设计人员要根据实际情况，全面考量高层建筑结构中所有构件的轴向形变要素。

### (四) 结构延性

与低层建筑结构相比，高层建筑结构的柔性更加突出，尤其是在地震作用力的影响下，楼层形变量会逐渐增大。为确保高层建筑结构具备更强的抗荷载能力和抗形变能力，有必要进一步优化高层建筑结构设计，以保障高层建筑结构的安全稳定性，如图1所示。

## 二、高层建筑结构设计中的常见问题

### (一) 结构扭转问题

高层建筑结构设计中的三个重要中心是质量中心、刚度中心和几何中心。然而在实际设计中，经常出现三心偏离问题，并导致高层建筑结构因水平荷载力不足而出现扭曲振动，影响整体结构的安全稳固性。

### (二) 嵌固端设计问题

如图1所示，当前，在嵌固端的设计中主要存在如下几方面问题：①嵌固端位置选择不合理。如果高层建筑地下室的嵌固端未设置在刚度条件良好的顶板部位，而是设置在刚度条件较差的夹层顶板部位，会增加质量安全隐患。②设计师在不了

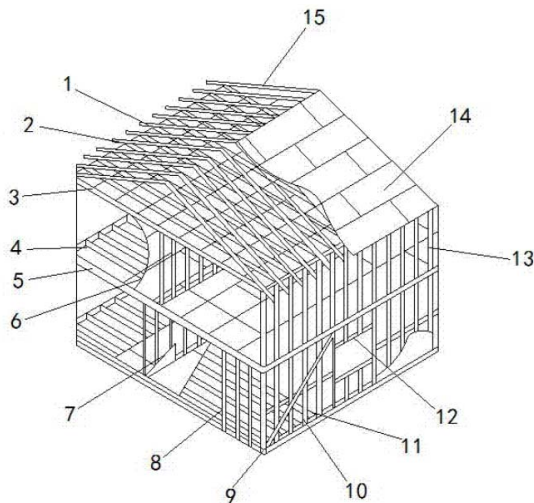


图1 具有嵌固结构的建筑设计

解设计标准的前提下，将嵌固端设置在局部错层的地下室顶板部位时，增加了工程建设隐患。

### (三) 抗震设计问题

由于我国多数地区都分布在地震带上，一旦高层建筑结构的抗震设计不满足标准要求，会使其无法承担地震波产生的作用力。部分设计单位对高层建筑结构抗震设计缺乏应有的重视，使得实际抗震设计成果与预期抗震设计成果存在偏差，增加了安全隐患。

## 三、优化高层建筑结构设计的具体策略

### (一) 严格控制建筑结构扭转效应

#### 1. 确保建筑结构的平面宽度达到标准要求

只有保证高层建筑结构的平面宽度达到标准要求，才能有效控制扭转效应。具体措施有：①尽可能的避免将小型高层建筑的框架结构设计成狭长构造。如果建筑工程专业不允许，可适当增强高层建筑结构大端部分的抗侧力性能，改善刚度条件。如果建筑工程专业允许，可以在高层建筑结构中间部位增设框架柱，即增加框架跨数。增加框架跨数不仅可以增强建筑工程的梁线刚度，还能提高建筑工程的抗扭转刚度。

②将小型高层建筑结构设计成框架剪力墙结构。对于低层建筑来说，由于楼层高度较低，往往会将剪力墙设置在电梯、楼梯间等部位。由于这些抗侧力构造始终处于应力集中分布状态，加重了扭转效应。对此，设计人员需适当削弱中间部位的剪力墙，在边缘部位增设剪力墙，增强整体结构的抗侧力刚度，而这也会在一定程度上加大投资成本。

#### 2. 缩短建筑结构的扭转周期

通过对高层建筑抗扭转刚度进行适当调整，可以在很大程度上改变建筑结构的抗侧力刚度和抗扭转刚度。在实际设计中，要想改变高层建筑结构的抗扭转刚度，就需要从如下几方面着手：①结合工程项目概况，适当增加剪力墙墙体厚度，缩短建筑结构扭转周期；②在对高层建筑结构的拉梁展开设计时，适当增加拉梁刚度，缩短扭转周期，增大抗扭转强度。

#### 3. 增强周边部位抗侧力结构的刚度

若想增强高层建筑结构的抗扭转刚度，除要对抗侧力结构实行合理布置以外，还需适当改变周边部位的抗侧力结构的

(下转第96页)

#### 四、施工要点

4.1吊点在构件I和构件II上分别设置为4个。多点吊装,合理布置吊装点,避免了人字形钢拱架吊装时因刚度不够而产生变形<sup>[3]</sup>。

4.2每个构件上,吊点与构件重心为等距。

4.3吊车的钩头置于构件重心正上方,准确量出各吊装环到钩头的距离,确定吊装钢丝绳的长度,控制构件的角度。

4.4吊装环焊接在构件I和构件II上,连接牢固,不易脱落。

#### 五、技术创新

5.1通过两台吊车抬吊,多点吊装,合理布置吊装点,避免了整体吊装过程中人字形钢拱架因刚度不够而产生变形,满足了施工要求。

5.2通过选择合适长度的吊装钢丝绳,有效控制了人字形拱架的安装角度,使两柱脚在底座上轻松就位,安装方便,作业效率高。

5.3采用地面整体组对,整体吊装,避免了单片吊装后,通过高空作业安装销轴带来的种种问题。

#### 六、结论

大跨度铰接式人字形钢拱架的吊装方法通过整体式、多点吊装,有效地解决了高空安装销轴难度大,施工成本高,作业效率低等技术问题;同时,通过两台吊车抬吊,采用多点吊装,合理布置吊装点,避免了人字形钢拱架在吊装的过程中因刚度不够而产生变形。并且通过选择合适长度的吊装钢丝绳,有效控制了人字形拱架的安装角度,使两柱脚在底座上轻松就位。

#### 参考文献

[1]王志骞. 钢结构设计原理[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2009.

[2]徐伟. 现代钢结构工程施工[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006.

(上接第67页)

刚度条件。具体内容为: ①将高层建筑结构中的单向剪力墙设计成双向剪力墙,且适当延长双向剪力墙结构。②增加剪力墙结构的厚度; ③提高高层建筑结构中周边部位剪力墙连梁的高度。通常情况下,设计人员会根据楼板与下层门窗顶端部位的高度差确定剪力墙连梁的高度。

#### (二) 确定结构底部的嵌固部位

在高层建筑结构计算分析前,必须确定结构嵌固端所在的位置。设计人员可以通过调整建筑结构刚度和承载力的方式,迫使塑性铰出现在预期部位。具体内容如下所述:其一,布设地下室,加大基础埋深;其二,设置地下室,但减少地下室层数。针对带有多层地下室的高层建筑来说,有必要将上部结构的嵌固端设置在地下室顶板部位。若想达到这一目标,还必须具备如下几方面条件:

①地下室顶板标高与室外地坪标高的差值必须在一定标准范围内; ②地下室顶板结构应为梁板体系,且楼面框架梁要具备一定的抗弯刚度; ③确保地下室顶板及地下室各层楼板的平面刚度和承载力满足标准要求。通常情况下,地下室顶板厚度不宜小于180毫米,且各层楼板的配筋率不宜小于0.25%; ④地下室上部结构的屈服强度要超过整个地下室结构的抗震强度; ⑤底盘地下室的整体刚度与所有塔楼的总体刚度之比要满足标准要求; ⑥地下室柱截面每侧截面的纵向钢筋面积需满足标准要求; ⑦如果地下负一层为车库,或者地下室大部分顶板降板,应将结构嵌固端布置在地下一层底板部位。需要格外强调的是,若想实现这一目标,地下负一层的楼板刚度必须大于地上一层的楼板刚度,地下负二层的楼板刚度必须大于地下负一层的楼板刚度,且超过地上一层楼板刚度的2倍。

#### (三) 抗震设计的重点内容

在优化高层建筑结构抗震设计的过程中,应重点关注如下两方面内容: ①如果抗震墙结构的截面较长,设计人员要利用洞口条件,将其设置成弱连梁,确保各墙段高宽比大于3.0。与此同时,将抗震墙划分为单肢墙和多肢墙两类,进一步增强

抗震墙的抗形变能力,保证剪力墙结构的完整性和稳固性。

②由于受到水平荷载力的影响,剪力墙的刚度条件需达到一定的标准。再加上连梁结构所受的内力较大,提高了对整体结构截面的要求。为此,设计人员要适当削弱连梁刚度。

这里以某高层建筑为例,该建筑占地面积约为30万平方米,主体结构高度约为105米。其中地上部分共32层,地下部分共2层。地下室层高约为4.5米,2—32层高度约为3.5米。地下一层为停车场,地下二层为配电室,2—32层为住宅。建筑结构安全等级为二级,设计使用年限为50年。该建筑为A级高度,抗震设防烈度为VI度,设计基本地震加速度为0.05,地震分组为第一组,特征周期为0.35s,剪力墙抗震等级为三级。在整个建筑结构体系中,落地剪力墙的底部加强区是最基础且最重要的受力构件。在编制施工图和抗震计算时,往往需要在底部加强区部位设置具有约束作用的边缘构件。由此,控制轴压比,提升构造的配筋率。

#### 四、结束语

近年来,地震灾害频发,且地震等级越来越高,破坏力越来越强。这对建筑工程的质量安全也提出了更高的标准要求,尤其是高层建筑。在高层建筑结构设计时,设计人员不但要考虑外观美观性和内部空间的利用率,还应探究墙体、梁柱等关键部位的荷载能力,加强整体建筑结构设计的科学性。与此同时,设计人员还必须严格遵循国家及行业标准规范开展设计,全面分析设计环节存在的问题,促进工程的高质量完工。

#### 参考文献

[1]魏亚超. 浅谈超高层建筑结构设计的关键性问题[J]. 建材与装饰. 2018(22)

[2]王洋. 钢筋混凝土高层结构设计的常见问题与处理[J]. 建材与装饰. 2019(36)

[3]梁少霞. 钢筋混凝土高层结构设计的常见问题与处理[J]. 居舍. 2020(14)