

# 高层混凝土建筑的抗震结构设计研究

陈柱

浙江蓝绿双城建筑设计有限公司

**摘要:**经济的发展,社会的进步推动了我国综合国力的提升,也带动了建筑业的发展,建筑行业快速发展,为适应多样化的建筑功能需求,高层建筑的结构形式也日趋复杂多样。除传统的框架结构、剪力墙结构、框架剪力墙结构、筒体结构等基本形式外,高层建筑、复杂高层建筑、钢结构高层建筑、型钢-混凝土混合结构高层建筑得到越来越广泛的应用。基于此,本文主要对高层混凝土建筑的抗震结构设计做具体论述,希望通过本文的分析研究给行业内人士以借鉴和启发。

**关键词:**高层混凝土建筑;抗震结构设计

**【DOI】** 10.12254/j.issn.2096-6539.2021.02.245

## 引言

高层混凝土建筑抗震结构设计的必要性首先表现在后期建筑物的长期应用中。因为高层建筑物往往涉及大量的使用人员,如果在应用过程中存在着明显安全隐患,势必会带来较为恶劣的隐患,人民群众的生命财产安全得不到较好保护。所以,地震灾害作为不容忽视的一个危险来源,需要引起高层建筑设计人员的高度重视,在结构设计中充分考虑抗震设计需求,提升整体高层建筑物抗震性能。另外,对于未来我国高层混凝土建筑工程的发展而言,其结构往往更为复杂多样,这种创新性发展不仅需要得到技术层面的支持,往往还需要重点从设计层面予以适应性调整,促使结构设计方案同样也能够紧跟整体高层建筑工程发展步伐。抗震设计作为其中重要组成部分,同样也应该加大关注力度,以求较好推动整个高层混凝土建筑行业的创新发展,避免该方面形成阻碍因素。

## 一、高层建筑常见结构类型

高层建筑常见结构类型主要涉及以下方面具体内容:首先是框架结构。框架结构以框架梁、柱为主要承受荷载和地震作用构件。梁、柱等构件自重轻、易于标准化和生产定型,因此框架结构具有节省材料、空间布置灵活、便于实施装配式等优点。框架结构侧向刚度较小,水平地震作用下易产生较大层间位移,因此最大适用高度受到较大限制,以抗震设防烈度6度为例,一般不得超过60m。框架结构变形形态是典型的剪切型,结构竖向体型布置时,重点需要控制层间侧向刚度比和受剪承载力比,避免出现软弱层和薄弱层。其次是框架剪力墙结构。框架剪力墙结构兼具框架结构和剪力墙结构特点,既具有较大的侧向刚度,又能较灵活自由地提供使用空间,最大适用高度一般略低于剪力墙结构。框架剪力墙结构设计重点是通过框架和剪力墙协同工作,使整体结构具有良好的结构和抗震性能。在进行抗震设计时,根据框架部分和剪力墙部分承受地震倾覆力矩比值,应分别符合各自结构或框架剪力墙结构的抗震措施要求,且需要充分考虑框架与剪力墙在刚度、变形特点上的较大差别,选择合适位置设置剪力墙,使结构整体刚度均匀、连续,构成双向抗侧力体系。

## 二、高层混凝土建筑的抗震结构设计

### (一) 基于动态子结构法的非结构构件抗震分析

越来越多的学者开始关注非结构构件主附系统的相互作用问题。针对大跨空间结构而言,其自由度高、模态分布密集,尚需考虑主体结构与基础、主体对非结构构件抗震性能的影响,导致计算困难。动态子结构法为解决此问题提出了思路。动态子结构法首先根据大型复杂结构的几何轮廓、自由度分布情况等特点,将其划分为若干子结构,然后分别对这些子结构进行动态分析,并根据一定原则进行截断频率的选择,从而对子结构进行自由度缩减,保留主要的模态信息,最后使用模态

综合法将自由度缩减后的子结构综合为总体结构,并获得其地震响应特征。目前,关于子结构边界的优化、结构非线性的处理、截断频率的选择等仍是将动态子结构法应用于主附结构动力响应数值分析重点解决的问题。

### (二) 非结构构件地震损伤场景模拟和智能识别

随着科技的进步,虚拟现实方法的运用为非结构构件的抗震性能研究带来了新的发展方法。基于FEMAP-58和物理工具的吊顶及可移动家具地震损伤虚拟场景构造方法,从而提供了室内非结构构件地震破坏的真实场景,为虚拟地震安全演练提供了依据。虚拟现实方法的应用,能够使人切实参与到试验的场景中,而非单一的旁观者的角度,由此进行的室内非结构构件虚拟地震损伤场景的安全演练,能够教会居住者如何在地震中生存;构建卷积神经网络对大跨空间结构中吊顶震后损伤区域进行快速智能识别,对损伤区域进行突出显示,识别准确率达到86.22%,可有效检测并定位出大跨空间结构中吊顶震后的损伤区域。新方法,尤其是多学科的交叉应用,不断为大型公共建筑非结构构件的抗震性能分析注入新的活力,也让广大研究学者和设计人员对非结构构件的抗震性能的理解更加深入。

### (三) 剪力墙抗震设计要点

(1)为了能够在不同的方向对上梁进行连接,其需要对短肢剪力墙墙肢竖向平面等进行有效的设计。这两个方向上需要把短肢剪力墙联系起来,以此来保障翼缘方向的一致性,短肢剪力墙也会减少出现一字排开的现象。(2)均匀布置短肢剪力墙,使各个墙轴能够逐步缩小与应力之间的差距。而在设计竖向短肢剪力墙时应该对上下建筑墙肢提出更高的要求,特别是要保障上下的一致性。这种一致性能够防止出现孔口发生错位的现象,以此能够形成抗侧力,从而使得短肢剪力墙能够发挥出自身的抗震性能。(3)对短肢剪力墙进行设计的时候,因其自身的抗侧力刚度并不大,所以需要借助于核心筒来把其自身的长度进行提升,以此能够保障墙体具有较强的抗震性、保障结构具有较强的刚度,使得建筑结构不在受到地震的影响,变形情况也不会再出现。(4)轴压比出现不断降低的趋势,能够保障墙肢的厚度或者配筋厚度达到标准范围内,抗震性能也不断提升。

### (四) 优化抗震设计

设计建筑抗震结构的时候,要保证数据计算的准确,使得承重柱的横截面积满足标准要求。为此,在施工建设前应测验预应力,使其能够承受特定范围的外界作用力。在设计阶段,要求立柱、横梁和剪力墙处于平衡状态,以免设计出现刚度过强的情况,同时要具备变能力,能够根据外力对承受能力加以调节,并保护剪力墙,使得建筑抗震能不断增强。同时,要根据国家规定要求设计抗震等级,因工程环境与外力影响,设计的抗震等级应高于规定标准,确保建筑在作用力下同样具有延展性与承载能力。为此,设计人员在设计期间应强调钢筋结构配比与混凝土间作用力,使得抗震安全更加有效。

### (五) 加强消防结构设计

高层建筑结构复杂,一旦出现火灾,建筑使用者的人身安全与财产安全会受到严重的威胁。为此,必须重视高层建筑的防火设计。首先,应合理设计防火间距。设计人员需要依照相关规定准确测量建筑物间的实际距离,需要注意的是,相邻两建筑之间的最佳防火间距应按建筑外墙间的最小距离进行计算,若外墙包含凸出的易燃构件,应从该构件外缘算起。另外,还必须设计安全疏散通道。通常情况下,需要尽可能多地

(下转第343页)

表1 专用轨回流模式下车辆静调方案对比

方案	静调开关设置	静调开关类型	静调柜设置	静调柜功能调整	单导装置	是否影响相邻股道
方案二	每列位	双极	每列位	无调整	无	否
方案三	库前总开关	单极	按需设置	无调整	每列位	否
方案四	库前总开关	双极	按需设置	有调整	无	否

从示意图中可知,此方案库前设置一个双级静调电源柜开关即可。静调电源柜设置数量与走行轨回流模式相同,但需要静调电源柜做工能性调整。为适应新模式下的静调供电方案,静调电源柜可以单独设置负极柜,或将柜内断路器设置成双刀头三工位。

(三) 方案比较

针对上述几种方案从以下方面进行对比

从上述表格可看出,方案一至方案三都能够达到专用轨回流模式下车辆静调股道或列位不相互影响的目的。其中方案一、二增加设备相对较多,费用贵。方案三需要对静调电源柜进行功能性调整,增加部分费用,条件允许时建议优先考虑。

结束语

专用轨回流模式下车辆静调作业与普通模式不同,本文由普通静调模式的供电方案出发,对专用轨回流模式下车辆静调供电方案及静调柜功能调整提出不同的方案,并经过对比推荐最优的设置方案供后续工程参考。

参考文献

[2]城市轨道交通第四回流轨牵引供电技术[J].张云太.现代城市轨道交通2011(04):8  
 [3]城市轨道交通四轨供电方式的探讨[J].陈屹.电气化铁道.2010(02):50  
 [4]城市轨道交通车辆供电制式的分析研究[J].郭其一.城市轨道交通研究.2011(08):1~2

(上接第292页)

设计几条便于人们疏散的安全通道。为加速烟雾扩散,安全疏散通道必须设计防烟区。对此,设计人员可以采取分割式设计,以有效控制火势与烟雾的蔓延速度。

(六) 小震作用下性能水准

小震作用下性能水准对建筑结构的各项指标均提出了较高的要求,使周期比和位移比均满足了建设规范,尤其是对于高层建筑结构的扭转效应产生了良好的控制。每个楼层的侧向刚度都达到了一定的标准,与相邻上部楼层的侧向刚度相比可以达到其标准的70%,而与相邻三层楼层的侧向刚度相比则可以达到其平均值的80%左右。建筑结构的各方向布置均符合规范规则,不存在薄弱层都有质量缺陷的楼层;同时各楼层之间的位移角的大小达到了建筑工程标准,而高层结构顶点的最大加速度限值也满足了标准规范,此外从整体上来看无论是楼层结构的侧向刚度还是舒适度都在合适的范围内。当刚重比大于1.4时高层建筑结构的整体稳定性可以得到有效的保障;而当刚重比大于2.7时,则不考虑重力二阶效应。对建筑结构在该性能水准下的计算结果都满足《高规》的相关要求,同时振型分解反应谱法和时程分析的结果具有相同的统计意义。在对高层建筑结构缓解地震作用时产生的效应进行计算时,按照工程要求已将结果取平均值,而对震型分解反应谱法计算结果则取的是较大值。

(七) 荷载假定

作用于高层建筑的主要荷载大致可分为竖向荷载、风荷载和地震作用三类。其中竖向荷载包括建筑物自重、楼屋面可变荷载和雪荷载等,通常等效为沿竖向作用的均布荷载进行计算。风荷载与所在地区平均风压、房屋高度、建筑体型以及结构对风荷载的动力响应等因素有关,涉及较为复杂的流体动力学问题,目前难以进行精确求解,相关数值和影响系数大多通

过观测统计和风洞试验数据获得,这方面理论研究有待进一步深入。实际地震力对建筑物作用机理非常复杂,与震源机制、震级大小、震中远近等地震因素和特征周期、阻尼比等建筑物自身的动力响应特征都密切相关,目前主要基于地震反应谱理论,根据地震影响系数曲线分别计算水平和竖向地震作用。

(八) 油田区抗震设计

在设计中有时利用一些非结构构件作为赘余构件。如隔墙,填充墙等,可以通过加强其与主体结构构件的连接,使其成为赘余构件;或充分利用结构中的一些连系梁作为赘余构件,也可以使得整体结构的超静定次数大大增加。在油区多层办公楼多采用框架结构,使结构的形成多次超静定,增加其冗余度。而在单层泵房、计量间等砖混结构通过构造柱及圈梁增强整体牢固性。对于赘余构件的设计由于其施工工艺复杂及经济造价较高等因素,在油田房屋建设中还未得到应用,油田房屋建筑多位于八度设防烈度区,赘余构件的设置能较好的提高结构的鲁棒性,可以取得更显著的抗震效果。

三、结语

高层建筑是现代化城市发展的主要载体之一,成为诸多城市的地标性建筑。随着我国城镇化进程的加剧,为满足人们对建筑美观、舒适等多样化需求,围绕高层建筑的理论研究、分析设计和建造实践正在不断发展完善。高层建筑的结构理论分析和设计实践在目前相对成熟的标准经验基础上,还有很多方面值得深入研究和创新发展。

参考文献

[1]孙恺恺.高层建筑结构设计问题及策略[J].价值工程,2018(16):32-33.  
 [2]韩文海.高层建筑结构分析与设计策略[J].材质研究,2018(1):103-104.