

# 高层建筑混凝土结构抗震设计

伍锡昱

桂林市市政工程管理处

**摘要:**为探讨高层建筑混凝土结构抗震设计,采用理论结合实践的方法,立足高层建筑混凝土结构抗震的基本要求,分析了抗震设计的要点,并提出提升高层建筑混凝土结构抗震设计效果的方法。分析结果表明,高层建筑混凝土结构抗震设计具有很强的复杂性和技术性,涉及的内容比较多,任何一个细节分析不到位,或者对抗震设计规范理解不够深入,都会影响最终的抗震性能。在实际设计中,需要结合高层建筑混凝土结构的特点,以现行的规范和标准为切入点,综合考虑高层建筑的特点、区域位置、结构形式等,才能设计高抗震性的高层建筑工程项目。

**关键词:**高层建筑;混凝土结构;抗震;刚度

**【DOI】** 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.16.088

**引言:**从地理位置的角度来看,我国处于亚欧板块和太平洋板块的交接位置,属于地震多发国家。地震是一种破坏性比较严重,造成的影响和后果难以估量的自然灾害。尤其是对城市而言,人口基数大,分布密集,高层建筑和超高层建筑比较多,一旦引地震发生倒塌会造成严重的影响。因此,在必须高度重视高层建筑混凝土结构抗震设计,充分考虑高层建筑的整体抗震性,利用先进的理论和技术,来提升高层建筑混凝土结构抗震性,保障人民群众生命和财产安全。

## 一、高层建筑混凝土结构抗震的基本要求

### (一)对刚度设计的要求

对高层建筑混凝土结构而言,抗震性能越优异,越能抵抗地震冲击波,从而防止在地震的破坏下发生倒塌倾覆。对常规地震而言,通过加强对高层建筑混凝土结构的检修就能维持继续使用。在轻微地震状态下,抗震结构几乎不会受到影响,具有良好的稳定性。因此,在进行高层建筑混凝土结构抗震设计中,需要综合考虑多方面因素,合理应用现代化的设计理念,以提升高层建筑混凝土结构抵抗地震的能力,维持高层建筑在地震状态下的稳定性。在实际设计中需要结合高层建筑所在区域地理条件和现行的规范标准进行科学合理的设计,以提升高层建筑的稳定性和安全性。

### (二)对构件受力设计的要求

在进行高层建筑混凝土结构抗震设计构件受力设计长期以来都是重难点,大量工程实例和研究结果表明,若高层建筑混凝土结构的刚度比较柔和,遇到严重的地震时,其主体结构受到破坏也比较严重。在发生余震的情况下,结构会继续受到破坏,极易发生整体结构崩溃

现象,从而造成严重的损失和影响。这就要求在实际的抗震设计中,设计人员需要充分结合高层建筑混凝土结构的实际情况,对各构件的受力情况进行综合分析和考量,在设计阶段就高度重视抗震性的提升,并采取一系列有效的方法和措施来减少、减轻结构破坏。

### (三)对延展性的设计要求

抗震设计效果直接关系到高层建筑混凝土结构的使用功能能否顺利实现,对整个建筑结构的稳定性、安全性、使用寿命等都有很大影响。这就要求在实际设计中,每位设计人员都能充分认识到抗震科学设计的重要性和必要性,能够严格按照设计标准和要求进行科学设计,对高层建筑混凝土结构的延展性进行重视,确保高层建筑的强度、刚度都能满足设计要求,从而提升总体抗震效果。

## 二、高层建筑混凝土结构抗震设计要点

### (一)合理布置平面和立面

为提升高层建筑混凝土结构的抗震性,在进行抗震设计中需要尽量避免地震来临时高层建筑发生扭转和应力集中,或者是塑性变形过于集中,形成薄弱环节。在进行高层建筑混凝土结构平面和立面布置设计时,要严格遵循规则、对称、质量分布均匀、刚度变化均匀的原则。若无法设置抗震缝,需要利用计算机模型进行多次分析研究,找到薄弱位置,并加强处理。设置抗震缝时,需要通过抗震缝将高层建筑混凝土结构分割成规则的结构。我国现行的高层建筑抗震设计规范中对高层建筑混凝土结构的最大适用高度和高宽比都有严格要求,具体如下:

第一,高层建筑混凝土结构体系需要有明确的计算简图以及合理的地震作用传递途径,并设置多条抗震缝。以免部分结构或者是构件在地震状态下发生失效,引起整个高层建筑混凝土结构丧失抗震能力或者是承载力。并且还要具有良好的承载能力、变形能力、耗能能力。刚度和承载力的分布要均匀,连续过度。以免因为局部被削弱,或者是在地震状态下发生突变,形成薄弱部位,产生过大的应力集,引起结构破坏。因此,在实际的抗震设计中,需要对可能出现的薄弱位置,进行加强设计,以提升总体承载力。

第二,在高层建筑混凝土结构抗震设计中,需要保证各结构构件和连接部位之间展现出良好的延性,以防止发生脆性破坏,提升高层建筑混凝土结构的整体变形能力。因此,在具体设计中各结构构件的尺寸需要合理控制,以免出现局部失稳,或者是整个结构体系失稳的

问题。梁翼缘和腹板的宽厚比、高厚比等设计数值都要满足现行规范的要求。同时加强各构件连接牢固性、稳定性的设计,以提升高层建筑混凝土结构的整体性。

第三,在具体设计中为最大限度上提升整个高层建筑结构体系抗震性,对女儿墙、围护墙、雨篷、封墙等非构筑物,必须保证它们与主体有牢固的联接和锚定,以防止在地震中发生坍塌伤害,造成额外的震害。围护墙、隔墙等与主体建筑之间的衔接,要防止因施工不当造成主体结构的损坏。要防止天花板坍塌和悬挂过大的装饰品掉落,必要时采用稳妥的方法。

第四,建筑结构在强烈地震中的所表现出的性能,不仅是对其结构的抗震设计效果的检验,也是对工程质量的一种考验。高层建筑建设质量的好坏,会直接影响到高层建筑整体的抗震性。所以,在设计文件中必须明确规定抗震建筑的材质和施工质量。在建筑工程中,应特别注意在设计中对地震的合理要求,在材料选用上要注意,以保证工程的质量。

### (二) 严控地震扭转效应

在一些特殊情况下,会出现建筑物的平面布局和其他不规则结构的刚度中心不一致的情况,此时可以考虑增大抗侧力构件的截面,尽量使其分布在建筑物周围,增加抗侧向构件的数目,避免在地震时出现结构的整体坍塌,所以在设计时要注意扭转对结构的影响。在结构位移比值达不到要求时,可能会出现很大的偏差,通常采用增大最大位移位置的构件刚度降低最小的方法来减少刚度中心和质量中心的相对偏差。位移单元的刚度分为两个相对规则的平面,在扭转作用下,各单元的层间变形存在差异,在设计时,应按每一层的扭转校正系数进行单独的计算,如果调节单元的刚度达不到预期的效果,则应进行相应的调整<sup>[1]</sup>。当无法达到需求时,就需要进行调整。为了提高结构的抗扭转刚度,在距离刚心较远的框架边缘处,横向位移最大。同时,在不均匀的上下刚度变化条件下,不同层次的刚度中心不在一个轴上,当结构的刚性剩余量很少时,可以采用平衡加固结构的外周刚度,这些因素都会影响到各层的偏心 and 力矩。

### (三) 选择合适的建设地址

在选择高层建筑混凝土结构建设地址时,绝不能采用不满足地震特性的软弱土层,为了改善其抗震性能,必须首先选择致密的岩土和基土。对于不符合地震要求的基础,必须采用合适的方法进行加固和改进,对于不能避免的,要尽量使其标准化,采用定点的方法。高层混凝土结构的抗震效应是进行抗震研究的依据<sup>[2]</sup>。在选择地点和基础时,应充分调查各种数据、详细勘察地形地质,详细了解区域的地震状况。在进行高层固凝地基的设计时,要注意周围的地形、地形、地质条件,科学地确定房屋的位置,因为房屋的位置是否正确,直接关

系到房屋的安全性。所以,高层建筑必须要远离山丘、山坡,并且不能在火电区、变电所、石油丰富的地区,这样才能降低施工建设的安全风险,提升高层建筑工程的总体抗震性。

### (四) 注重构建的加固和参数的设置

为了减小高层建筑混凝土结构自身存在的缺陷和误差,提升整体稳定性和抗震性,在进行抗震设计中,需要根据实际情况,采用具有良好减振特性的部件来替代。但要想提升整体建筑结构的抗震性,还需要采用一系列行之有效的方法来提升高层建筑混凝土结构的承载力和刚度,比如:增加组件,扩大横切面积,增加套环等都可以在一定程度上提升高层建筑混凝土结构的抗震性。目前我国很多高层建筑的连接是不完整、不符合国家现行规范和标准的,为解决这一问题在进行高层建筑混凝土结构抗震设计中,需要尽量分散地震源,降低地震的破坏力,并有针对性地对建筑构件进行加固。在高层混凝土结构中,短柱的抗剪承载力往往比其抗弯承载力低。因此,在地震发生时,建筑物会受到地震的影响,在短柱还没有发挥出它的抗弯性之前,它就会受到超过它的承载力,从而引起结构的损伤。因此,在进行相关结构设计时,应采取有效措施保证短柱抗剪承载力和抗弯承载力向匹配,通常采用的是分体柱。将柱子竖向设置裂缝,将其划分为分体柱,再根据相应的分体柱进行配筋设置,以减少其弯曲能力,使短柱变成长柱,最终达到改善其抗震性能的目标。

高层住宅的地震周期、扭转角度、刚度比例等都是抗震设计的主要指标,为提升整体抗震性,在设计时要严格的分析研究运用剪摩原理,并利用计算机系统建立具有一定的理论基础的力学模型,对高层建筑混凝土结构的承载力进行了详细的调查,以便为设计提供真实有效的数据,在对高层住宅的抗震结构进行规划与设计时,要保证其设计水准的提升,对中心区域的详细说明、改善与优化抗震设计方案<sup>[3]</sup>。此外,还可以通过仿真试验,计算出墙体的耐受力、木梁变形程度、合理的构造参数,从而判断出高层混凝土结构的耐受力状况,作为抗震设计的依据,从根本上提升高层建筑混凝土结构的抗震性。

### (五) 加设抗震防线

为了提高高层建筑混凝土结构的抗震性,可以在高层建筑混凝土的结构设计中设置多道防震防线。由于设置了多道防震防线,即使在第一道防线遭受了地震的冲击时,其内部也会出现第二道、第三道甚至更多的防御措施,以阻止其坍塌。在进行高层建筑抗震设计时,为实现地震作用,应选择具有多肢节或墙体框架的剪力墙结构。框架剪力墙是一种非常典型的多层防御体系,剪力墙的抗震的第一道防线,也是整个高层建筑混凝土结构的主要抗侧力构件。因此,必须要有足够多的剪力

墙来保证高层建筑混凝土结构的整体承载力符合设计要求,以提升抵御地震的能力,达到“小震不坏,中震可修,大震不倒”的抗震设计目标。

#### (六) 严格把控结构变形量

在高层建筑混凝土结构中,结构的变形会直接影响到整个结构的地震性能。当发生地震时,由于水平振动作用,高层建筑结构会发生侧向位移,造成结构的变形合损坏。因此,必须对建筑物的构造类型进行研究,并有针对性地采取相应的加固措施,尽量减小结构在地震中的变形。实践表明,在评价高层建筑物的破坏程度时,层间侧移角度是横梁高层建筑混凝土结构破坏程度的主要指标。因此,在现行的高层建筑抗震规范中对此项指标有明确要求<sup>[4]</sup>。在实际的抗震设计中,需要采取一系列有效的方法和措施来抗震结构的侧向位移,以提升高层建筑混凝土结构抵御地震破坏力的能力。可采用减少框架的柱间距、梁间距等方法来控制结构变形量,也可以通过弯-剪双重抗侧力体系、设置钢臂、竖向支撑交错布置等方法来提升提升高层建筑结构的有效宽度,从而达到控制侧向位移的目的。并通过对有关结构的位移进行准确的计算,并对其进行量化设计,使其在发生变形时能够得到有效的控制,从而保证其抗震性能达到抗震要求。在进行房屋主体结构承载能力的计算时,应依据下列资料,并将位移与结构的变形联系起来,最后得出:①在地震荷载作用下,层间位移角度的数值;②延性位移在地震荷载作用下的数值;另外,为减少高强混凝土结构在地震作用下的损伤,建议在输入地震时尽量选用最小值。

### 三、提升高层建筑混凝土结构抗震设计效果的方法

#### (一) 选择科学合理的抗震设计方案

在进行高层建筑混凝土结构抗震设计时,应综合考虑各种因素,确定合理的框架结构。因此,框架结构的实质是空间工作体系,选择空间工作计算途径,可有效减少工程造价。所以在进行高层建筑的抗震设计时,应加大水平框架的荷载,并对其进行详细的分析,以提高其抗震性能。如果框架结构的刚度和稳定性不够好,将对其水平荷载有很大的影响。

#### (二) 合理布置结构体系

高层建筑中的钢筋砼框架结构是由板、梁、柱等构件共同承载,因此,在结构的平面布局中,如何选择合适的柱网是至关重要的。在选定了柱网位置后,再以此为依据,将支撑柱的位置、屋架、面板、基础梁和吊车梁的位置都给确定下来。在进行方案选取时,必须对柱网进行科学的设计<sup>[5]</sup>。以提升高层建筑的总体抗震性和承载力。对A级高层建筑混凝土结构抗震设计而言,其平面布局应满足以下要求:

- 1) 平面要简单、规则、对称,尽量减少偏心;
- 2) 不能有太长的平面,也不能有太多的凸出的长

度;

- 3) 不能使用平面型或窄腰型平面型,角部交叠。

此外,为了防止楼板在地震冲击波的影响下受到严重的破坏,必须采取加固措施。在进行地震设计时,应考虑对高层建筑的平面形态及布局进行适当的调整,以防止结构不规则、不设置防震缝。在建筑的平面形态和布局不能调节的情况下,采用抗震裂缝将其分为若干简单的结构单元。

#### (三) 注重高层建筑混凝土结构的受力分析

为最大限度上提升高层建筑混凝土结构的抗震性,保障人民群众的生命和财产安全,在抗震设计时必须进行全方位的受力分析,尤其是在配置构造筋时,应满足以下几点:一是其纵向钢筋的配筋比例不能超过5%;二是立柱的纵筋不能与拉筋、箍筋、预埋件等进行焊接;三是纵梁间距应小于350mm,净距应大于50mm;四十靠近立柱的箍筋应采用密封形式,其直径须大于6mm<sup>[6]</sup>。在进行高层建筑的混凝土框架结构时设计时,必须保证其内部的抗震性能满足设计要求,还需满足一定强度、刚度、稳定性、延展性和能量消耗的要求。

#### 结束语

综上所述,结合理论实践,分析了高层建筑混凝土结构抗震设计,分析结果表明,由于地震具有伴随着余震,余震虽少,但余震数量却是未知的特点,因此,地震造成的破坏力和影响力也是随机的,它关系到人民的财产和生命的安全性。同时也给人类带来了不可预知的危险,因此,人们对高层建筑混凝土结构抗震性能提出了更高的要求。在进行建筑工程的规划时,要全面、全面的考察建筑的实用、经济、管理、工艺操作、施工技术,并根据以往的震灾资料,采用相应的对策和合理的规划,提高建筑的稳定与协调,从而达到最大限度的减震效果。

#### 参考文献

- [1] 王晨. 高层混凝土结构优化设计方法探究[J]. 科技与创新, 2022(13): 13-16. D
- [2] 赖秋兰, 刘如月. 防屈曲支撑加固混凝土框架结构抗震设计及性能分析[J]. 工程抗震与加固改造, 2021, 43(03): 116-125.
- [3] 路方. 高层建筑结构抗震设计分析[J]. 工程技术研究, 2021, 6(06): 206-207.
- [4] 肖建庄, 王春晖, 郑振鹏, 肖绪文. 再生骨料混凝土结构抗震设计关键问题[J]. 土木工程学报, 2020, 53(11): 46-54.
- [5] 彭孝光, 孙德峰. 高层混凝土建筑抗震结构设计探讨[J]. 工程技术研究, 2020, 5(04): 220-221.
- [6] 徐鹏. 钢筋混凝土房屋结构抗震设计对策[J]. 科技资讯, 2020, 18(06): 56-57.