

# 抗震概念设计在建筑结构设计中的应用研究

李勇

中联西北工程设计研究院有限公司

**摘要:**地震属于某种随机运动,很难准确把握,存在较大的不确定性,一旦发生便会对建筑产生较大影响,通过优化建筑结构设计,能够进一步提升整个建筑的抗震性能。文章先分析了抗震概念设计,包括设计流程和设计原则,随后介绍了抗震概念设计在建筑结构设计中的具体应用,包括砌体结构、框架结构、剪力墙结构以及框剪结构,希望能给相关人士提供有效参考。

**关键词:**抗震概念设计; 建筑结构; 设计应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.16.092

**引言:**建筑工程抗震不能单纯依靠计算设计,应该依托于概念设计。概念设计即相关设计者应该立足于宏观整体结构,通过系统结构观点,注重结构综合反应,有效解决细部构造、截面设计、分析计算、材料选用以及总体方案等方面的问题,进而得到更加合理、经济的结构设计方案,实现抗震设计目标。在建筑结构设计融合抗震概念设计可以促进整体建筑结构有效耗散地震能量,提高整个建筑结构稳定性和安全性。

## 一、抗震概念设计分析

### (一) 设计意义

概念设计属于试验研究和理论设计融合体,在现代化社会背景下,进一步促进概念设计创新发展,并在实验环节大量融入各种理论概念,并进一步构成概念设计基础原则。概念设计也成为建筑设计中的基础依据。随着城市发展,高层建筑数量持续增加,建筑结构越加复杂,承载较大动力,动力来源多样,一旦产生地震灾害,将会使建筑承受多方动力干扰,破坏整个建筑结构。为此想要进一步优化建筑设计质量,需要深入研究各项数据参数,融合丰富实践经验,基于概念设计实现数字分析,落实抗震设计理念,明确不同区域地理位置差异,使建筑工程满足标准抗震设计要求。针对建筑工程进行抗震设计中应该充分应用各种理论知识和概念内涵,在实践中突出建筑结构规程以及抗震标准性能,设计阶段做好基础清算工作,降低计算误差,使基础数据达到标准规范要求,联系不同区域的抗震标准,保障建筑拥有良好抗震性能<sup>[1]</sup>。

### (二) 设计流程

初步确定抗震性能基准后,建筑工程设计者应该协同其他专业工程师针对建筑工程开展初步设计规划,随后针对初期设计方案实施科学论证,科学判断建筑工程项目是否满足抗震性能指标。假如初期设计方案未达到标准,需要继续实施二次设计,对初期设计方案进行重新规划和调整,整个过程中应该基于抗震性能标准实施设计,结束设计后做好科学论证,主要论证内容涵盖建筑结构、建筑外形、建筑体系以及建筑功能等,结束相关论证工作后上交专家机构实施评审预估,假如没有通过初期预审,应该组织设计师进行重新设计修改,重点

关注建筑工程抗震性能,基础设计流程包含设计性能目标、初期设计、工程方案、评审论证。

### (三) 设计原则

建筑设计中应该注意不能单纯陷入计算误区,假如建筑结构整体性较差,不够规则,单纯按照现有结构计算设计水平无法有效保障建筑结构的抗风性和抗震性。为此需要结构设计师和建筑师加强合作,对初期设计进行合理把握,严格按照相关技术规程和标准原则实施。第一是结构简单性,即建筑结构处于地震作用力影响下具备简单、明确的力作用传输途径,只有保证结构简单,才可以科学分析建筑位移、内力和计算模型,准确把握建筑结构中的各种薄弱部位,精准预估建筑结构综合抗震性能。第二是结构均匀性和规则性,结合建筑抗震设计标准规范要求分析,建筑和抗侧力结构在平面设计中应该坚持对称、规则的基础原则,具备良好整体性,保证建筑竖向剖面 and 立面的规则布置,提高结构侧向刚度分布均匀性,竖向抗侧力结构强度以及截面尺寸应该按照从上到下逐步降低的标准进行设计,预防抗侧力结构承载力和侧向刚度产生突变。对于建筑平面尽量以规则布置设计为主,A级建筑应该保持平面的对称、简单和规则,缩减偏心。B级高度建筑应该保持规则和简单,缩减偏心,规则均匀进行平面设计,促进建筑整体质量分布所形成地震惯性力按照直接、短途径传播,提高结构刚度和质量分布协调性,有效控制刚度和质量偏心问题。通过规则的平面设计和均匀的结构分布,可以预防因为部分结构薄弱导致的建筑倒塌和破坏问题,提高建筑结构的抗震耗能散功能。第三是结构抗震性能和刚度,由于水平地震会形成双向作用,为此在建筑结构设计应该确保建筑顺利抵抗各个方向地震作用力。保障建筑结构具备扭转振动抵抗能力和较高抗扭刚度,为此在实施抗震概念设计中需要优化结构抗扭刚度,增强建筑对地震条件下结构扭转振动的抵抗能力<sup>[2]</sup>。

## 二、抗震概念设计在建筑结构设计中的应用策略分析

### (一) 砌体结构

建筑结构设计,应该使建筑立面以及平面部位保持良好规则性,例如和L型平面建筑比起来,长方形建筑整体受力状态更加均匀稳定,对结构薄弱部位能够进行便捷处理,预防建筑产生变形、结构不协调以及扭转影响,不会受到严重的地震破坏影响。为此需要科学设计地震作用力的传递路径,多层砌体结构可以进一步划分为纵横墙同步承重、纵墙以及横墙承重,大部分条件下,不会选择纵墙承重结构,其他两种结构能够更好传递地震作用力,比起横墙承重结构,采用纵横墙协同承重方式进行结构设计可以优化地震横向传递,有助于对整个建筑空间进行灵活设计。为此应该针对砌体结构中的纵横墙实施均匀布置,保持良好对称性,保证均匀分布,适当缩减中间传递部分,保持竖向结构的贯通连续

性,简化地震作用力传输线路,提高地震作用力传输路径。处于地震影响下,砌体结构建筑两侧和转角部位容易受到影响和损伤,为此针对楼梯间尽量减少相关部位设计,确保地震条件下激发出楼梯疏散功能。在整个砌体结构中,圈梁和构造柱作为一种重要抗震策略,增加构造柱可以辅助稳定连接竖向加强墙体,扩大建筑整体地震承载能力,普遍是在墙体转角处进行设计,并从水平方面利用圈梁固定连接墙体和楼板,帮助降低地震危害。分析多层砌体建筑,假如建筑层数是3层到4层,则可以针对檐口和底层标高部位分别设置圈梁,如果建筑楼层超出四层,除了檐口和底层标高设置圈梁,还需要针对横纵向设置隔层。对于多层砌体建筑,需要在隔层进行现浇圈梁<sup>[4]</sup>。

### (二) 框架结构

框架结构作为近几年常用结构模式,可以构成大規模建筑空间,能够优化建筑立面处理和平面设计,建筑侧向刚度较低,假如建筑层数较多,容易形成严重侧移。产生地震问题后,框架结构建筑容易在柱端、梁柱节点、楼梯、填充墙以及强梁弱柱等部位形成严重损伤。底部梁柱中的框架节点拥有较高受力,特别是侧边节点,处于较高的侧移影响和轴向压力影响下,容易损伤底层柱头,建筑中的梁端破坏问题较轻。框架结构楼梯承担较高地震剪力,处于水平往复作用力影响下,增加了楼梯梁板承载复杂度,容易产生短柱效应、拉力损伤、水平裂缝以及剪切损坏等问题。建筑结构内,不同构件拥有不同功能和承担责任,各个结构件重要性存在较大差异,为此地震影响下结构损伤顺序也各不相同,为此建筑结构中应用抗震概念设计中,应该密切关注重点结构件,确保其在地震中坚持下来。针对普通框架结构,柱发挥着重要作用,为此需要严格按照强锚固、强节点以及弱梁强柱的基础原则进行设计。

### (三) 剪力墙结构

剪力墙结构主要损伤形态包含弯曲破坏以及剪切破坏等,其中剪切损伤还可以分成连梁剪切损伤和墙肢剪切破坏,为此需要结合实际需求开展优化设计。剪力墙结构设计中,需要按照对称、封闭以及双向均匀基础原则布置剪力墙,确保抗扭刚度以及侧向刚度符合标准抗震要求,除此之外,需要对单片剪力墙长度以及高宽比进行合理控制,避免矮墙产生脆性破坏问题,预防长墙刚度过高和受弯变形等所形成钢筋断裂问题,竖向应该提升剪力墙结构整体性和连续性,对上下洞口进行整齐排列。剪力墙包括墙肢以及连梁构成,而连梁部分容易产生剪切斜裂缝,为此在抗震概念设计中,应该对多种影响元素进行全面考虑,适当控制结构刚度,假如连梁跨度比较小,则可以选择交叉配筋以及菱形配筋等模式,优化提升连梁耗能性和延性,优化建筑结构刚度,对地震作用力进行全面吸收。

### (四) 框剪结构

框剪结构属于剪力墙结构和框架结构融合,进一步融合两种结构优势,不但具备良好侧向刚度,同时能够优化建筑平面布局。框架结构主要涵盖两个抗震防线,基于水平作用力影响下,具备弯剪型变形特征,建筑

层间位移呈现出均匀分布状态,和框架结构比起来,拥有更高抗震性能。剪力墙属于首道抗震防线,承担较高地震作用力,为此容易受到影响和破坏,建筑墙肢以及根部容易形成斜向裂缝、剪力墙底部容易产生混凝土压溃、洞口上层容易产生X裂缝等问题,框架属于第二个抗震防线,不会承受过高地震作用力,容易形成轻微损伤,低于纯框架结构损伤。

针对建筑结构实施抗震概念设计中,需要针对剪力墙和框架进行协同设计,保证变形协调,如此能够缩减顶点位移和层间变形问题,优化整体抗震性能。刚度特征值作为剪力墙和框架相对刚度基础指标,可以对剪力墙以及框架整体刚度比进行准确反映,影响外力分配和受力状态分析,结合相关研究分析能够发现,刚度特征值处于1到2.4之间,对应剪力墙数量较为合理。剪力墙相关截面尺寸、形状和分布位置同样会影响整体刚度。针对框剪结构尽量设计刚性连接模式,使建筑结构维持稳定几何结构,从而基于大震之下依然能够维持良好稳定性。

## 三、工程案例

### (一) 工程实例

某一建筑项目工程中,整个项目包括独立商铺、裙房、酒店等部分构成,地下一体,地下部分为两层地下车库。11#地上建筑面积总和为126415.26平方米,商业建筑面积达到23975.26平方米,酒店部分建筑面积是39860平方米,办公建筑面积为56361.94平方米,基地面积为10574.4平方米,属于集商业、写字楼和酒店式公寓于一体的城市综合体。此次工程相关结构安全为二级,结构设计应用年限是50年<sup>[3]</sup>。独立结构为型钢混凝土与核心筒结构体系,独立商铺是框架结构,裙房是框架结构。塔楼与地上裙房间额外进行抗震缝施工,主塔楼相关标准层结构具体布置平面如下图1:

### (二) 结构体系

我国相关抗震设计规范进一步针对建筑结构体系提出明确选择运用要求,为此需要结合工程场地条件、抗震设防类型以及抗震设防烈度,综合考虑施工技术、结构材料、建筑高度等条件,经过技术、经济等方面的综合分析对比确定建筑结构体系,不管选择哪类结构,都应该满足标准要求,例如形成简洁、明确计算简图以及地震传输途径,明确建筑抗震承载力,避免因建筑中的部分结构损坏而影响建筑整体结构抗震性能,对于建筑中的薄弱结构应该采取有效抗震策略,设置多个抗震防线,优化设计建筑承载力和结构刚度,预防建筑工程产生集中塑性变形以及应力集中等问题,这也是建筑结构设计中的重点考虑内容。此外,还需要保证建筑结构的规则设计,优化建筑地震力传输、分配。结此次项目设计中主要选择型钢混凝土框架与核心筒结构,通过抗侧力竖向构件以及承重构件构成,外框架属于地震结构保护的首个防线,能够支撑整个结构空间,核心筒属于抗侧力结构,进行钢筋混凝土墙施工。该种结构体系主要优势是能够提升建筑阻尼、刚度以及韧性,同时还能够优化结构稳定性,有助于分析结构组成,维护成本低廉。

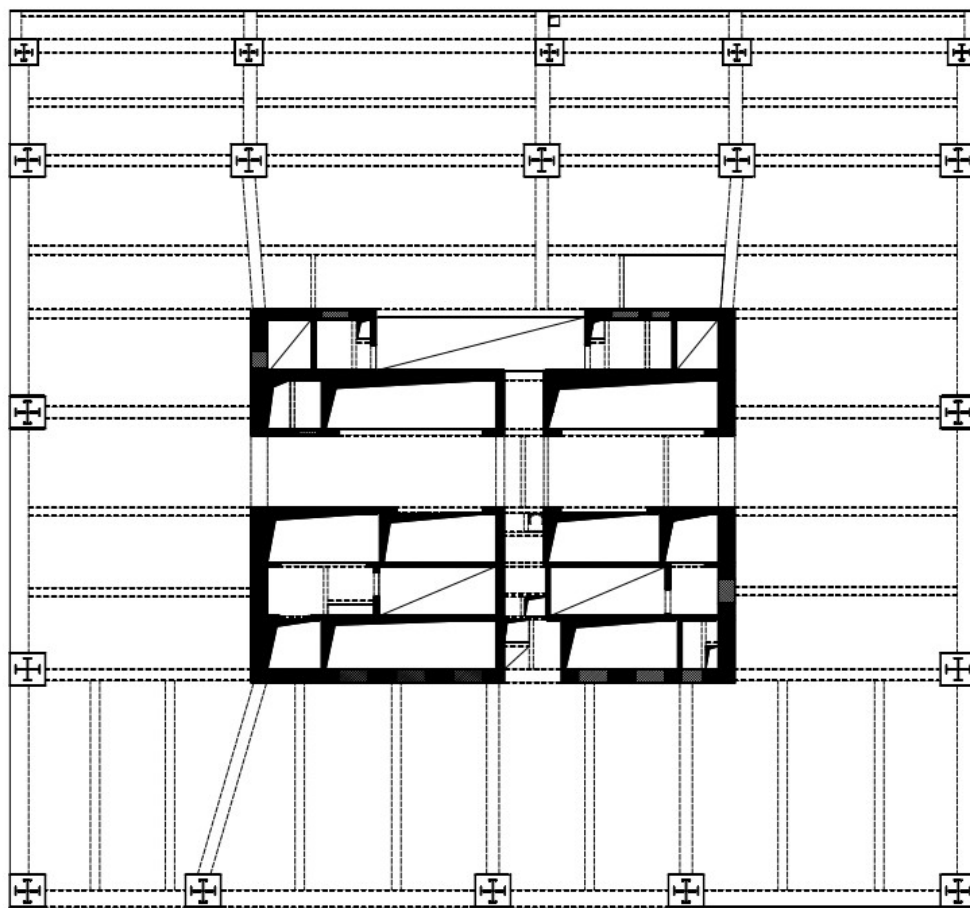


图1 平面布置图

### （三）地基基础设计

工程地基设计中结合工程勘察机构所提供检测分析报告实施相关操作，主塔楼的基础部分主要进行桩基础施工，基础设计具体级别为甲级。地貌单元分布于黄河冲击平原区，拥有单一地貌特征，结合勘察报告分析，工程拟建现场属于中软场土，具体类别是III类，周期性设计特征为0.55S，属于一般建筑抗震地段。工程现场中的细砂层、粉砂层以及饱和粉土层无需考虑地震液化影响，工程场址也不存在地震断裂以及活动断裂等问题，因此可以直接忽略断层导致的地面错动和地面塌陷影响。新建工程中的型钢混凝土建筑结构容易被地下水造成轻微腐蚀现象，基于长期浸泡下会腐蚀混凝土内部钢筋。处于干湿交替背景下，混凝土中的钢筋形成弱腐蚀性。此次工程勘察中的地下水位埋深在14.8到16米之间，三到五年内水位最高点的绝对标高是83.5米，综合评价工程场地岩土具有地震稳定性。

### （四）结构设计

为对建筑扭转效应进行合理控制，增强建筑结构抗震性能，本工程采用扩大减弱结构策略，针对结构布局不当区域提升纵向钢筋分布率。为满足钢筋混凝土柱具体抗震等级要求，优化结构抗震性能，可以针对低于15层的建筑设置型钢-混凝土形式的框架柱，对钢筋混凝土柱以及型钢混凝土柱做好中间衔接过渡处理，特别是型钢框架所承受双向地震超出标准限制，需要实施加强

处理。主体结构存在楼板间断和大开洞等问题，为此需要适当扩大底板厚度，提升至150毫米，设置双层双向配筋，在地板开口以及拐角附近集中设置角钢，降低底板中断和开口等方面的不良影响<sup>[5]</sup>。

结语：综上所述，建筑工程技术人员针对建筑工程开展研究设计中，应该进一步立足于宏观整体视角，在建筑结构设计合理应用概念设计，对建筑功能、可靠性、安全性、技术以及经济等内容进行有效处理，从而建造出更为适合、安全、美观、经济的建筑工程。

### 参考文献

- [1] 宁海永. 探究抗震设计在房屋建筑设计中的应用[J]. 中国住宅设施, 2022(04): 40-42.
- [2] 吴梦星. 抗震设计在房屋建筑设计中的应用研究[J]. 四川建材, 2022, 48(02): 64-65+80.
- [3] 阮亚军. 抗震概念设计在高层建筑设计中的应用[J]. 住宅与房地产, 2021(34): 94-95+100.
- [4] 余咏红. 概念设计与结构措施在建筑设计中的应用[J]. 房地产世界, 2021(15): 41-43.
- [5] 罗长生. 分析概念设计与结构措施在建筑设计中的应用策略[J]. 中国建筑金属结构, 2021(06): 66-67.

作者简介：李勇（1982-），男，安徽马鞍山市人，汉族，高级工程师，硕士研究生，主要从事结构专业图纸审核工作。