

# 装配式构件在钢筋混凝土高层建筑工程中的抗震设计研究

谢丹君

上海江南建筑设计院集团有限公司武宁分院 上海 201800

**摘要:**在当前高层建筑工程的发展中,抗震设计成为保障结构安全的关键因素。因此,本文深入探讨了装配式构件在钢筋混凝土高层建筑工程中的抗震设计问题。通过对装配式构件抗震性能的系统评估,分析了其基本特性、影响因素及在高层建筑中的受力特点。基于这些分析,提出了合理选择结构体系与布置方式、加强构件连接节点抗震设计、提高构件刚度和延性等抗震设计策略,旨在提升高层建筑的抗震性能,确保结构安全。

**关键词:**装配式构件;钢筋混凝土;高层建筑工程;抗震设计研究

**引言:**随着城市化进程的加速和建筑技术的不断发展,高层建筑已成为现代城市的重要标志。然而,高层建筑在面临地震等自然灾害时,其安全性成为亟待解决的问题。装配式构件作为现代建筑工业化的重要产物,其在高层建筑中的应用日益广泛。因此,对装配式构件在高层建筑中的抗震设计进行研究,对于提高建筑结构的抗震性能具有重要意义。

## 1 装配式构件的抗震性能评估

### 1.1 抗震性能指标的选择

在装配式构件的抗震性能评估中,选择合适的抗震性能指标是关键的一步。常见的抗震性能指标包括峰值加速度、结构刚度、周期等。根据具体的研究目的和设计要求,选择适用的指标来评估装配式构件的抗震性能。峰值加速度是描述地震运动的一种指标,表示结构在地震中的加速度峰值。对于装配式构件,较小的峰值加速度表示装配式构件在地震中具有较小的振动,具有较好的抗震性能。结构刚度是指结构对外部力的抵抗能力,可以用来评估装配式构件在地震中的稳定性。较大的结构刚度表示装配式构件在地震作用下具有较高的刚度,能够有效抵抗地震荷载并减小结构的振动。周期是指结构完成一个完整振动周期所需要的时间,是描述结构动力特性的重要指标。对于装配式构件,较长的周期意味着较低的结构固有周期,从而表示其在地震中具有较好的柔韧性和延性,能够吸收和耗散地震能量。在实际工程中,选择合适的抗震性能指标应考虑结构类型、地震区域、设计要求等因素。综合考虑多个指标,能够全面了解装配式构件的抗震性能,并为抗震设计提供有效的参考依据。因此,在装配式构件的抗震性能评估中,需要综合考虑不同指标之间的相互关系,以及其对整体结构抗震能力的综合影响<sup>[1]</sup>。

### 1.2 装配式构件抗震性能测试方法

为了评估装配式构件的抗震性能,常用的方法包括实验研究和数值模拟。这些方法可以提供关于装配式构件在地震作用下的力学响应和性能表现的有价值的信息。实验研究是一种重要的装配式构件抗震性能测试方法。通过在试验室中进行加载试验或振动台试验,可以模拟装配式构件在地震荷载下的真实工况,并观测和测量其力学响应。在加载试验中,装配式构件会受到施加的静力或动力荷载,通过测量位移、应变、力等参数,可以获取装配式构件在不同荷载水平下的力学性能数据。振动台试验则通过将装配式构件固定在振动台上,模拟地震的振动荷载,从而研究装配式构件在不同频率和振幅下的动态响应。实验研究可以提供装配式构件的力学性能数据,如刚度、耗能能力等,对于评估其抗震性能至关重要<sup>[2]</sup>。另一种常用的装配式构件抗震性能测试方法是数值模拟。数值模拟是通过建立装配式构件的数学模型,并利用计算机软件进行仿真分析,预测其在地震荷载下的力学行为。在数值模拟中,可以考虑装配式构件的几何特征、材料性质、连接方式等关键因素,以及地震荷载的频率、幅值等参数。通过数值模拟,可以模拟装配式构件在不同地震情况下的响应,如位移、应变、应力等。数值模拟可以提供更全面的分析和预测,以探究装配式构件的细节性能和行为,对于深入了解其抗震性能具有重要意义<sup>[2]</sup>。

## 2 装配式构件在高层建筑中的抗震性能分析

### 2.1 装配式构件的基本特性

装配式构件的基本特性主要体现在以下几个方面,这些特性使其在现代建筑领域,尤其是高层建筑工程中展现出独特的优势与潜力。(1)装配式构件具有高度的标准化与模块化。这一特性使得构件的生产能够在工厂环境中进行,利用精密的机械和先进的生产技术,确保构件的尺寸、形状和质量高度一致。这种标准化生产不

仅提高了生产效率,还大大降低了施工现场的复杂度,使得施工过程更加有序和高效。(2)装配式构件具有灵活多变的组合性。由于构件是按照一定的标准设计生产的,因此它们可以根据设计需求自由组合,形成多样化的建筑结构。这种灵活性为建筑师提供了更大的设计空间,使他们能够创造出既符合功能需求又具有艺术美感的建筑作品。(3)装配式构件的施工速度快,工期短。相比传统的现浇混凝土结构,装配式构件在工厂预制完成后,可以直接运输到施工现场进行组装,大大减少了现场湿作业和模板支护等工序。这种“搭积木”式的施工方式不仅加快了施工进度,还有效缩短了工程的整体周期。(4)装配式构件还具有良好的质量控制能力。由于构件在工厂预制,因此可以在生产过程中进行严格的质量控制,确保构件的精度和质量满足设计要求。同时,装配式施工也减少了现场施工的不确定性因素,提高了工程质量的稳定性和可靠性。

## 2.2 装配式构件抗震性能的影响因素

装配式构件的抗震性能受多种因素影响,这些因素直接关系到构件在地震作用下的稳定性和耐久性。(1)材料性能是关键因素之一。装配式构件所采用的混凝土、钢筋等材料的强度、韧性以及耐久性,直接影响构件在地震中的受力表现。高质量的材料能够提供更好的抗震性能,减少构件在地震中的损伤。(2)构件的几何尺寸和截面形状也是重要影响因素。合理的几何尺寸和截面形状能够优化构件的受力性能,使其在地震作用下更加稳定。例如,适当的截面尺寸可以增加构件的惯性矩,提高其抵抗弯曲变形的能力;而合理的截面形状则可以减少应力集中现象,提高构件的承载能力。(3)装配式构件的连接方式也对抗震性能有着不可忽视的影响。连接节点的强度、刚度和延性直接关系到整个结构的整体性和稳定性。如果连接节点设计不合理或施工质量不佳,很容易导致构件在地震中发生脱落或断裂,从而影响整个结构的抗震性能。(4)地震波的特性和地震烈度也是影响装配式构件抗震性能的重要外部因素。不同特性的地震波对结构的作用方式不同,产生的地震效应也不同。而地震烈度则直接决定了地震作用的强弱,对构件的抗震性能提出更高的要求。因此,在设计装配式构件时,必须充分考虑地震波的特性和地震烈度的影响,采取相应的抗震措施来提高构件的抗震性能。

## 2.3 装配式构件在高层建筑中的受力分析

装配式构件在高层建筑中的受力分析是确保结构安全与稳定的关键环节。高层建筑由于其高度和复杂性,使得构件在承受自身重力的同时,还需抵御风荷载、地

震作用等多种外部力的作用。第一,需考虑的是构件的垂直荷载传递。装配式构件通过精确的预制和安装,形成稳定的承重体系,将楼层的重量逐层传递至基础。这一过程中,构件的截面尺寸、材料强度以及连接节点的可靠性都直接影响荷载传递的效率和安全性。第二,水平荷载的抵抗是高层建筑受力分析的重点。地震和风荷载是主要的水平荷载来源,它们对结构产生侧向力,导致构件产生弯曲、剪切和扭转等复杂应力状态。装配式构件的刚度和延性在这一环节显得尤为重要。刚度决定了构件抵抗变形的能力,而延性则使构件在达到屈服点后仍能继续承载并耗散能量,减少结构破坏的风险<sup>[3]</sup>。

## 3 装配式构件抗震设计策略

### 3.1 合理选择结构体系与布置方式

在高层建筑设计中,合理选择结构体系与布置方式是确保建筑安全、经济、高效运行的基础。这一决策过程不仅关乎到建筑物的整体稳定性、抗震性能,还直接影响到施工难度、成本效益以及使用舒适度等多个方面。第一,结构体系的选择应基于建筑的高度、功能需求、地理位置及地质条件等因素综合考量。常见的结构体系包括框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构、筒体结构等。框架结构因其灵活性和适应性广泛,适用于中低层建筑;而剪力墙结构和框架-剪力墙结构则因其良好的抗侧刚度和抗震性能,更适用于高层建筑。筒体结构,特别是核心筒与外框筒组成的双重抗侧力体系,因其极高的承载能力和稳定性,成为超高层建筑的首选。第二,结构布置方式的合理性同样至关重要。在高层建筑中,合理的结构布置能够优化传力路径,减少应力集中,提高结构的整体效率。具体而言,应确保结构的平面和立面布置规则、对称,避免产生过大的扭转效应和偏心荷载。同时,还应合理设置抗侧力构件,如剪力墙、支撑等,使其在平面和立面上均匀分布,形成有效的抗侧力体系。此外,还应关注结构的竖向传力体系,确保楼层之间的刚度连续、变化均匀,避免出现软弱层或薄弱层。第三,在选择结构体系与布置方式时,还需充分考虑施工条件、工期要求以及经济效益等因素。例如,装配式构件的应用可以大大缩短施工周期、降低现场湿作业量,但其在结构体系中的适用性和布置方式也需经过精心设计和论证。同时,还应关注材料成本、维护成本以及未来的可持续发展需求,确保所选结构体系与布置方式在全生命周期内具有最优的综合效益<sup>[4]</sup>。

### 3.2 加强构件连接节点的抗震设计

加强构件连接节点的抗震设计是提升高层建筑整体抗震性能的重要一环。连接节点作为装配式构件之间传

递力和变形的关键部位,其抗震性能直接影响到结构的整体稳定性和安全性。第一,连接节点的设计应充分考虑地震作用下的受力特点和变形要求。地震时,建筑会受到强烈的水平和垂直震动,连接节点需要能够承受由此产生的剪力、拉力和弯矩等多种力的作用。因此,在设计中应采用高强度的连接件,如高强螺栓、焊接钢板等,并确保连接件与构件之间的连接牢固可靠,能够有效传递力。第二,连接节点的设计还需考虑其延性和耗能能力。延性是指节点在达到屈服点后仍能继续承载并发生塑性变形的能力,而耗能能力则是指节点在变形过程中能够吸收和耗散地震能量的能力。通过合理的节点设计,如设置耗能元件、采用合理的节点构造形式等,可以提高节点的延性和耗能能力,从而减轻地震对结构的影响。第三,连接节点的抗震设计还需关注其施工便捷性和可维护性。在施工过程中,应确保连接节点的安装精度和质量,避免因施工不当导致的节点性能下降。同时,在后期维护过程中,应定期检查连接节点的状态,及时发现并处理潜在的问题,确保节点的长期稳定性和可靠性。

### 3.3 提高构件自身的刚度和延性

提高构件自身的刚度和延性是增强高层建筑抗震能力的核心策略之一。这两大特性不仅直接关系到结构在地震中的稳定性和安全性,还影响着建筑的整体性能和使用寿命。第一,提高构件的刚度意味着增强其抵抗变形的能力。在高层建筑中,刚度是确保结构在地震等外力作用下保持形状稳定的关键因素。为了实现这一目标,可以采用高强度、高刚度的材料,如高性能混凝土、钢材等,来制作构件。同时,通过优化构件的截面形状和尺寸,如采用箱形、工字形等截面形式,可以有效增加构件的惯性矩和抗弯刚度,从而提高其整体刚度。第二,延性则是构件在达到屈服点后仍能继续承载并发生塑性变形而不立即破坏的能力。在地震中,延性

好的构件能够通过塑性变形吸收和耗散大量的地震能量,从而减轻结构的地震反应。为了提高构件的延性,可以在设计中引入适当的塑性铰区域,使构件在地震作用下能够在该区域发生塑性变形而不破坏其他部分。此外,还可以通过改善构件的配筋方式、采用延性较好的钢筋种类等措施来提高其延性。第三,提高构件的刚度和延性并不是孤立的设计目标,而是需要综合考虑结构的整体性能和经济效益。在设计中,应根据建筑的具体情况和抗震需求,合理确定构件的刚度和延性要求,并采取相应的设计措施来实现这些要求<sup>[5]</sup>。

### 结束语

在钢筋混凝土高层建筑工程中,装配式构件的抗震设计研究不仅是对传统建筑方式的革新,更是对未来建筑安全与可持续性的重要探索。通过不断优化构件的力学性能、提升连接节点的抗震能力,以及综合考虑结构体系与布置方式的合理性,我们能够显著提升高层建筑的抗震性能,为居民提供更加安全、可靠的居住和工作环境。随着科技的不断进步和工程实践的深入,相信装配式构件在高层建筑抗震设计中的应用将会更加广泛,为建筑行业的可持续发展贡献更多力量。

### 参考文献

- [1]刘立达.新型装配式混凝土框架结构节点抗震性能研究[J].成组技术与生产现代化,2020,37(01):17-24.
- [2]吴成龍,刘继明,赵凯常.预制装配式混凝土框架节点抗震性能研究进展[J].混凝土,2019(03):130-133+139
- [3]汪福辉.混凝土装配式建筑抗震性能的比较分析与研究[J].工程技术研究,2019,4(01):224-225
- [4]朱杰江,杨丽娟.超限高层中震时墙肢拉应力问题探讨与工程实践[J].结构工程师,2020,36(06):11-16.
- [5]张正.高层框架剪力墙结构抗震设计研究[J].中国建筑金属结构,2020(12):88-89.