

不规则高层建筑结构设计要点分析

许杰林

成都华丰工程勘察设计有限公司南宁分公司, 广西 南宁 530000

[摘要]随着城市化进程的不断加速和人口密集度的增加,高层建筑已经成为现代城市发展的重要组成部分。随着建筑高度的增加和形态的复杂化,不规则性不仅带来了建筑形态的丰富多样,也增加了结构设计的复杂性和挑战。基于此,对于不规则高层建筑的结构设计提出了更高的要求和挑战。文章探讨不规则高层建筑结构设计的关键要点,以期对相关领域的研究和实践提供有益的参考和启示。

[关键词]不规则高层建筑; 建筑结构; 结构设计

DOI: 10.33142/aem.v6i6.12064

中图分类号: TU973.31

文献标识码: A

Analysis of Key Points in the Design of Irregular High-rise Buildings Structures

XU Jielin

Nanning Branch of Chengdu Huafeng Engineering Survey and Design Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract: With the continuous acceleration of urbanization and the increase in population density, high-rise buildings have become an important component of modern urban development. With the increase in building height and the complexity of form, irregularity not only brings rich and diverse building forms, but also increases the complexity and challenges of structural design. Based on this, higher requirements and challenges are proposed for the structural design of irregular high-rise buildings. This article explores the key points of structural design of irregular high-rise buildings, in order to provide useful references and inspiration for research and practice in related fields.

Keywords: irregular high-rise buildings; building structures; structural design

引言

随着城市人口的增加和土地资源的有限化,高层建筑已经成为解决城市土地利用问题的重要手段之一。然而,随着建筑高度的增加和形态的复杂化,不规则高层建筑的出现日益普遍,给结构设计带来了挑战,不仅要求结构设计师在保证建筑稳定性和安全性的基础上,还要兼顾建筑的美学特征和功能需求。因此,针对不规则高层建筑结构设计的研究和探索具有重要的现实意义和理论价值,研究不规则高层建筑结构设计的关键要点和技术方法,可以为提高建筑的结构安全性、抗震性能和经济性提供有效的技术支持和指导,推动城市建设向着更加智能、绿色和可持续发展的方向迈进。

1 不规则结构的定义

不规则结构是指建筑物在平面布置或立面形态上存在着不对称、不规则分布或变化的特征。这种结构可能源自于建筑的功能需求、空间设计、地形环境等多方面因素的影响。不规则性使得建筑的结构设计更具挑战性,需要在保证建筑稳定性和安全性的前提下,充分考虑功能性、审美性和空间利用效率等方面的需求。因此,不规则结构的设计要求设计师具备丰富的经验和专业知识,能够综合考虑各种因素,灵活运用结构技术,创造出符合设计意图并具备良好性能的建筑结构。

2 不规则高层建筑结构设计类型、优势及结构特点

2.1 不规则高层建筑结构设计类型

不规则高层建筑结构设计类型涵盖了平面不规则、立面不规则和体量不规则三个方面。平面不规则表现为楼板的长度或错位的空间布局,导致建筑平面形态不规则,缺乏对称性。例如,一些建筑为了适应周围环境或提供更好的视野,可能会在平面布置上采用不对称或不规则的设计,如错落有致的布局或不规则的外形。立面不规则表现为错落的窗户布置、凸凹不平的外墙设计等。立面的不规则性不仅可以增加建筑的立体感和层次感,还可以为建筑增添独特的美学特征。例如,一些建筑采用凸出或凹陷的设计元素,使得建筑立面呈现出丰富的层次和光影效果,提升了建筑的视觉吸引力。体量不规则表现为建筑的体量大小不一或形状不规则,使得建筑整体呈现出错落有致的特点^[1]。例如,一些建筑采用错层叠加的设计,使得建筑体量呈现出多样性和立体感,从而丰富了建筑的外观形态。总之,不规则高层建筑的结构设计类型多样,既包括了平面布置上的不对称和错位,也包括了立面形态上的错落和变化,以及整体形态上的大小不一和形状不规则。不规则的建筑可以满足建筑的功能需求和空间布局要求,还可以增加建筑的美学特征和视觉吸引力,提升建筑的整体

品质和价值。

2.2 不规则高层建筑设计优势

由于不规则高层建筑通常面临着复杂的功能需求,如不同楼层的功能差异、空间利用效率要求等,因此采用不规则的设计可以更灵活地满足这些需求。例如,一些建筑可能需要在特定位置设置窗户以获得更好的景观视野,而另一些位置则需要设置更多的墙面来满足隐私或遮阳的需求。不规则结构的设计可以灵活地调整建筑的形态和布局,以最大程度地满足不同功能需求。相比于传统的规则结构,不规则高层建筑更容易引起人们的注意,因为其独特的形态和特征更具有视觉冲击力。例如,一些采用了不规则形状或错落布局的建筑能够更好地融入城市景观中,成为城市的标志性建筑。由于不规则结构设计可以创造出丰富多样的空间形态和视角,因此居住者或使用者在其中的体验也会更加丰富和多样化。例如,一些不规则高层建筑可能会采用错层设计,从而创造出多个室外露台和观景平台,为居住者提供更好的户外空间体验。因此,不规则高层建筑设计具有多重优势,不仅可以满足功能需求,还能够提升建筑的形象和增强空间体验,为城市的发展和建设带来更多可能性。

2.3 不规则高层建筑结构特点

不规则高层建筑的结构特点主要体现在结构形式多样、荷载响应不均匀、抗震性能要求高等方面。不规则的外形和布局设计,需要采用更加灵活多变的结构形式来支撑建筑的整体结构,包括钢结构、混凝土结构、剪力墙、框架结构等多种结构形式的组合应用,以满足建筑在不同部位的承载和抗风抗震需求。由于不规则结构的设计特点,建筑各个部位所承受的荷载可能会有所不同,包括垂直荷载、风荷载、地震荷载等,要求结构设计师在设计过程中充分考虑各种荷载组合下的结构受力情况,保证结构的稳定性和安全性。由于不规则结构容易受到外部环境的影响,如地震等自然灾害,因此建筑的抗震设计尤为重要。总之,不规则高层建筑的结构特点包括结构形式多样、荷载响应不均匀、抗震性能要求高等。在设计过程中,需要充分考虑这些特点,灵活运用各种结构技术和抗震措施,以确保建筑的结构安全稳定、性能优良。

3 不规则高层建筑设计要点

3.1 结构方案设计

3.1.1 扭转位移比调整

在不规则高层建筑设计中,扭转位移比的调整是关键的一步,旨在减小结构的不对称性,提高整体结构的稳定性。扭转位移比(Torsional Displacement Ratio)是指结构在受到扭转荷载时,产生的扭转位移与结构高度的比值^[2]。扭转位移比的大小反映了结构在扭转时的变形情况,较大的扭转位移比意味着结构扭转变形较为显著,可能会导致结构的不稳定或不安全。

扭转位移比可以通过以下公式进行计算:

$$\theta = \frac{M}{EI} \quad (1)$$

其中, θ 表示单位长度上的扭转角度, M 表示施加在结构上的扭矩, E 表示结构的弹性模量, I 表示截面的惯性矩。

在设计过程中,可以通过调整结构的几何形状、结构材料、剪力墙布置等方式来控制扭转位移比。例如,可以增加或减少结构的剪力墙数量和位置,以改变结构的抗扭性能;可以采用预应力混凝土构件来增加结构的刚度和稳定性;还可以采用层间钢筋混凝土梁等方式来增加结构的水平刚度,降低扭转位移比。此外,为了更准确地评估结构的扭转位移比,通常还需要进行动力分析,考虑结构在地震等外部荷载作用下的扭转响应。通过动力分析得到的结构扭转位移比与设计要求进行比较,以确定是否需要进一步调整结构方案。总之,扭转位移比的调整是不规则高层建筑设计中至关重要的一步,它直接影响着结构的稳定性和安全性。通过合理调整结构方案,控制扭转位移比,可以有效提高不规则高层建筑结构的整体性能,确保其在使用过程中的安全可靠。

3.1.2 结构布置

在不规则高层建筑的结构设计中,结构布置是一个至关重要的环节,直接影响着建筑的整体稳定性和荷载传递效率。合理的结构布置可以降低结构的不规则性,减小结构受力的不均匀性,从而确保建筑结构的安全可靠。根据建筑的功能需求,结构布置应能够满足不同功能区域的荷载要求,保证结构在承载荷载时不发生超载或局部破坏。例如,在商业区域可能需要增加更多的柱子来支撑大面积的地板荷载,而在住宅区域可能需要考虑房间布置和墙体结构的设置。合理的结构布置应能够将荷载有效地传递至地基,减小结构的荷载集中程度,降低结构的变形和挠度,需要充分考虑结构各个部位之间的连接和支撑关系,确保结构在受力时能够形成良好的荷载传递路径,避免出现荷载集中和局部承载能力不足的情况。合理的结构布置应能够与建筑的外观形态相协调,不破坏建筑的整体美感,并且在空间利用上尽可能提供更大的灵活性和舒适性。这可能涉及到结构柱的位置和形态、楼板的跨度和厚度、墙体的设置等方面的设计。总之,结构布置是不规则高层建筑设计中至关重要的一环,它需要在考虑建筑功能需求、荷载传递效率、结构连续性和空间利用等多方面因素的基础上进行合理设计。合理的结构布置,可以有效降低结构的不规则性,提高建筑的整体稳定性和安全性,确保其在使用过程中的安全可靠。

3.1.3 基础设计

基础设计在不规则高层建筑设计中占据着至关重要的地位,它直接影响着建筑的整体稳定性和承载能力。合理的基础设计需要充分考虑建筑的不规则性和荷载传递特点,以确保基础能够有效地承担建筑所受的荷载,并将其安全地传递至地基,保证建筑的安全运行。针对不规

则高层建筑的不对称性和荷载集中性,可能需要采用更加复杂的基础形式,如扩大基础、加固基础、深基础等,以提高基础的承载能力和稳定性。通常情况下,混凝土是常用的基础材料,其强度和耐久性能够满足不规则高层建筑的基础要求。而在基础形式选择上,可能需要考虑到不同部位的地质条件和荷载要求,采用单桩基础、桩筏基础或复合基础等形式,以满足不同部位的承载要求。由于不规则高层建筑往往位于地震频发地区,其基础设计必须具备良好的抗震性能。因此,在基础设计中可能需要采用加固措施,如增设承台、设置抗震墙、加固基础底部等,以提高基础的抗震能力,确保建筑在地震发生时能够安全稳定地运行。总之,基础设计是不规则高层建筑结构设计中不可或缺的一部分,它直接关系到建筑的整体稳定性和安全性。通过合理的基础设计,可以有效地应对建筑的不规则性和地震影响,确保建筑在使用过程中的安全可靠。因此,在设计过程中应充分考虑到基础设计的重要性,以确保建筑的结构安全稳定、性能优良。

3.2 结构整体计算分析

在不规则高层建筑的结构设计中,结构整体计算分析是确保建筑结构安全稳定性的关键步骤,通过对结构在各种荷载作用下的受力和变形进行细致的计算和分析,以评估结构的受力性能和稳定性,并为优化设计提供科学依据。静力分析通过对结构在静态平衡条件下的受力情况进行计算和分析,来评估结构在正常使用情况下的受力性能。静力分析涉及考虑到建筑所受的各种静态荷载,如自重荷载、活荷载和风荷载等,并对结构的受力情况进行详细分析,以确定结构的承载能力和安全系数。静力分析的基本原理可以用以下公式表示:

$$F = ma \quad (2)$$

F 表示受力, m 表示质量, a 表示加速度。

动力分析通过对结构在外部动力荷载作用下的动态响应进行计算和分析,来评估结构在地震等自然灾害情况下的受力和变形情况。在动力分析中,通常采用地震动力学原理,考虑结构的阻尼、刚度和质量等参数,对结构的地震响应进行模拟和分析,以确定结构在地震荷载下的抗震性能。稳定性分析通过对结构的稳定性进行计算和分析,来评估结构在外部荷载作用下的稳定性和安全性。此过程中,需要考虑结构的整体稳定性,包括屈曲稳定性、侧向稳定性等方面的问题,以确保结构在各种情况下都能够保持稳定^[3]。总之,结构整体计算分析是不规则高层建筑结构设计中至关重要的一环,通过静力分析、动力分析和稳定性分析等多种分析方法的综合运用,可以全面评估结构的受力性能和稳定性,为优化设计提供科学依据,确保不规则高层建筑结构在使用过程中的安全可靠。

3.3 结构抗震性能化设计

在不规则高层建筑结构设计中,结构抗震性能化设计

是确保建筑在地震等自然灾害发生时能够安全稳定地承受荷载的重要环节。首先,结构抗震性能化设计需要充分考虑建筑的地震安全性能要求。根据建筑所处地区的地震烈度和设计规范的要求,确定建筑的地震设计参数,包括地震作用下的设计加速度、设计地震力等。这些参数是结构抗震设计的基础,直接影响着结构的抗震能力和安全性。其次,结构抗震性能化设计需要采用合适的抗震设计方法和技术。根据建筑的结构形式和地震特性,选择合适的抗震构造形式和抗震措施,如设置剪力墙、加固节点、采用抗震支撑系统等。这些措施旨在提高结构的抗震能力,减少结构在地震作用下的变形和破坏。同时,结构抗震性能化设计还需要进行细致的抗震分析和评估。通过动力分析、非线性时程分析等方法,评估结构在地震作用下的动态响应,包括结构的位移、应力、变形等情况,以确定结构的抗震性能。根据分析结果,对结构进行必要的优化调整,提高其抗震性能和安全性。最后,结构抗震性能化设计还需要考虑到建筑的维护和管理问题。在设计阶段就应考虑结构的抗震性能维护和检测问题,合理设置检测装置、加固预留孔洞等,以方便后期的维护和管理工作,确保结构的长期稳定性和安全性。总之,结构抗震性能化设计是不规则高层建筑结构设计中至关重要的一环,它通过合理设置设计参数、采用适当的抗震措施和进行细致的抗震分析,提高结构的抗震能力,确保建筑在地震等自然灾害发生时能够安全稳定地运行,保障人员和财产的安全。

4 结语

在不规则高层建筑结构设计中,结合了结构方案设计、整体计算分析、抗震性能化设计等关键点,以确保建筑在面对复杂环境和荷载情况下能够保持安全稳定。通过扭转位移比调整、结构布置优化和基础设计完善,能够有效地降低结构的不规则性,提高其整体稳定性。同时,结构整体计算分析能够全面评估结构的受力性能,为设计提供科学依据。而结构抗震性能化设计则进一步加强了建筑在地震等自然灾害下的抗风险能力,保障了人员和财产的安全。在不断探索和创新中,不规则高层建筑结构设计将会迎来更加美好的发展前景,为城市的发展和建设带来更多的可能性。

[参考文献]

- [1]谢波. 不规则钢结构基于不同支撑下的地震响应分析[D]. 安徽:安徽建筑大学,2021.
 - [2]周江,沈倩. 高层建筑结构设计不规则性的研究和应用[J]. 工程技术研究,2019,4(4):195-196.
 - [3]招云杰. 不规则高层建筑结构设计要点分析[J]. 工程建设与设计,2021(20):4-6.
- 作者简介:许杰林(1990.5—),毕业院校:绍兴文理学院,所学专业:土木工程,当前就职单位:成都华丰工程勘察设计有限公司南宁分公司,职务:结构工程师,职称级别:中级。