

大跨不规则建筑结构设计要点分析

吕扬滨

温州工程勘察院有限公司

摘要:近年来,随着中国产业结构的调整,城市建设步伐加快,建筑设计、建筑等产业开始快速发展,不规则结构越来越多地应用于建筑设计中、国家歌剧院、鸟巢体育馆等领域,是典型的杰作。这些建筑在设计过程中需要整合更多的创新和创意灵感,提供吸引人的视觉体验,展示建筑技术的魅力,正在探索的大跨不规则建设设计性。基于此,本篇文章对大跨不规则建筑结构设计要点分析进行研究,以供参考。

关键词:大跨不规则建筑;结构设计;要点分析

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6261.2023.11.072

引言

随着建筑业的发展,建筑物的外观和表面越来越不规则,部分建筑不合理,结构超标,需要改进设计分析、设计计算和性能分析。这不仅增加了设计周期,而且增加了混凝土和钢的数量,从而增加了成本。在不影响建筑功能和外墙的情况下进行结构优化,以满足国家和地方地震法规的要求,确保结构的抗震性能、合理结构和最佳经济性。

一、建筑不规则结构的主要类型

建筑不规则结构主要包括以下几种:第一种,竖向不规则结构。竖向不规则结构可分为水平刚度不规则结构、侧向刚度不规则结构、抗侧力构件不规则结构以及楼层承载力突变。侧向刚度不规则结构是指占表面积70%的土壤的横向不规则结构,即不规则性楼层。抗侧力构件不规则结构,不规则结构在水平位置缺乏一致性。也就是说,结构的力主要通过水平装置传递,最后楼板的结构荷载发生变化。楼板的结构荷载是地面与地面之间重力的重要变化。第一层比下一层重1.5倍以上。通过对建筑不规则结构性的分析,可以发现建筑结构严重受损,分布不均。在整个平面上,高刚度、刚度波动也会对结构造成严重破坏。可以看出,建筑物振动造成的损伤大于地震造成的垂直振动。为此,建筑规划必须严格控制建筑主体结构的旋转效果,通常可以使用以下方法:增加建筑结构的有效范围,提高旋转下的强度。通过空间和表面的对称,保证空间和平面分布的规律性,防止偏心率的增加,从而降低本体结构的变形效果。第二种,平面的不规则性。现代建筑的结构设计除了竖向不规则结构以外,还有平面不规则结构。不规则结构基于建筑侧面的实际投影方向,比实际测量标准高出30%以上。楼板局部的不规则也是平面不平面的评价标准,而表面在每一层楼产生的最大弹性水平位移是整个建筑物两端平均位移的1.2倍。第三种、结构本身不规则。对不于平面不规则、竖向不规则的结构,包含超过建筑设计的高度,也可以采用新技术、新材料,但由于

缺乏成熟经验,没有相应的标准,存在强度不均匀的危险。这就是建筑物的不规则性。

二、不规则建筑结构设计优势

建筑业发展初期,大多数建筑采用传统的结构设计方法,没有为建筑师提供艺术创作和设计的足够空间,整个建筑的外部结构缺乏新颖性,容易产生审美疲劳。运用不规则造型方法可以给人新鲜感,这对提高建筑的审美和艺术价值具有重要意义,也是建筑设计未来的发展趋势。以瑞典城市纳卡标志性的“铁饼”为例,使外部轮廓不规则,给人以生动的感觉,赋予周围环境现代有趣的特征。从建筑性能的角度来看,部分地区可以构建不对称结构,采用不规则设计方法,有效地提高建筑结构的抗震性能,防止建筑地震能量造成的严重破坏,客观上提高建筑的安全系数。例如,在日本的一些建筑项目中,为了避免地震、山崩等自然灾害,建筑师们往往选择建筑物顶部三分之二的不对称结构来创建建筑物的不对称结构。牵引力矩与扭矩一起安装,防止对建筑物核心造成严重损坏,为工作人员提供足够的安全逃生时间,减少建筑物的整体损坏。同时,在设计建筑时,可以采取优化扭转构件的措施,以限制扭转效果,提高建筑的抗震性能。

三、建筑结构设计中的不规则问题

在建筑结构中出现不规则问题,将直接影响建筑物的整体稳定性和安全。特别是对于地下办公楼等大型空间结构,设计师在设计地下结构时必须根据工程实际情况进行合理调整,以确保建筑的质量和稳定性。在设计地下室结构时,需要明确地下室的高度为-10.0米,底板厚度为600毫米。采用HRB400钢制成的钢筋,强度等级为C40,且板面通长筋为双向 $\Phi 20@150$ 钢筋,并通过交替布置和设置附加筋来加固底板,同时确保板钢筋贯通承台,并分别锚固在高差和积水坑区域的板钢筋,以提高结构的稳定性。在承台设计阶段,预应力管桩选用PHC600-130,共342根抗拔桩,采用冲孔灌注桩作业,规格为 $\Phi 1000\text{mm}$,数量为88根。承台混凝土等级设

计为C40, 顶部标高均为-10.000m, 垫层混凝土厚度为150mm, 整体高度不小于1500, 内部布设双向筋, 以增强承台的承载能力和稳定性。另外, 在超挖部分填土材料为C20素混凝土的处理方面, 通过人工开挖作业及合理施工控制, 有效保证地下结构的稳定性。设计师还需重点关注承台与地下结构之间的刚性间隙, 确保设计合适的地面结构, 从而提高建筑的适应性和整体稳定性。所以, 在地下结构建设过程中, 合理设计和施工操作十分关键。通过对地下结构参数和空间比例的调整、合适结构的设计以及使用符合要求的材料和工艺, 可以有效提高建筑物的稳定性和可持续性, 确保地下结构的安全性和持久性, 为建筑物的稳定运行打下坚实基础。

四、不规则结构项判别条件

(一) 楼层承载力突变

建筑结构的楼层抗剪承载力是水平地震作用下, 楼层的柱、剪切墙、斜撑和抗剪承载力的总和。如果侧向力结构中各层之间的剪切荷载小于上一层荷载能力的80%, 则当层荷载能力发生变化时, 该层属于弱平面。这个标准只要求建筑物的可行结构费的下限, 不要求明确的上限。罕见的地震使元素横截面的体积或水平提前进入塑料, 导致结构的长期削弱。在强烈地震的影响下, 建筑物结构的竖向构件由于荷载能力不足, 地面最薄的部分倒塌时, 会出现截面变形和柱端裂缝, 平面不会弹性变形, 墙的剪切力也会出现X截面问题。因此, 设计师在设计和规划过程中要注意不要形成软弱层, 以提高软弱层的抗震性能。另外, 设计师可以通过增加柱的横截面和降低柱的轴向压力比来提高柱的刚度, 使上部结构的横向刚度不规则, 荷载能力的变化也同样具有戏剧性。

(二) 扭转不规则

假设某结构的楼层扭转角是 θ 、回转半径 r 和地面位移 δ , 按如下方法计算结构在指定水平力下的扭转位移: $\eta = 1 + \theta r / \delta$ (1) 建筑物结构的扭转比对应位移比。位移比率很大, 但旋转刚度不一定弱。事实上, 结构的位移与位移水平直接相关, 扭转位移大就会变小。建筑的最大旋转比集中在塔的底部, 旋转比遵循低维和高维的发展规律。设计师作为不规则平面的核心, 必须在水平力的作用下最小化平面的旋转角度, 从而减少旋转动作。在地震作用下, 不规则结构。由于本身的质量和刚度, 结构的力和阻力不能形成直线, 对结构产生振动效应, 破坏建筑物结构。不规则结构的平面连接度一般较高, 扭矩反应较好, 因此施工人员在施工和施工过程中必须控制结构的扭转。例如: b. 控制垂直组合的轴向压力和滑动比率, 以及垂直组合的增益限制。

五、大跨不规则建筑设计要点分析

大跨不规则建筑设计是一个复杂而具有挑战性的工程领域, 需要综合考虑建筑物的稳定性、安全性、承载能力和美观性等因素。

(一) 整体结构稳定性

在设计大跨不规则建筑结构时, 整体结构稳定性是至关重要的一个方面。由于不规则形状和大跨度的特点, 建筑物在受到外部荷载作用时容易出现稳定性问题。为确保整体结构的稳定性, 需要综合考虑横向力风荷载和纵向力地震荷载对建筑物的影响。设计师应采取合适的结构形式并结合有效的措施来提高整体抗倒塌稳定性, 如合理设置剪力墙、桁架等结构件, 以抵御横向风荷载和地震力的影响。同时, 在设计过程中需进行详实的结构分析和计算, 确保结构系统能够承受整体荷载, 并通过模拟和试验验证结构的稳定性表现。通过科学的设计和细致的施工, 可以有效保障大跨不规则建筑结构的整体稳定性, 使建筑物在使用过程中具有足够的安全性和稳定性。

(二) 不规则形状处理

在大跨不规则建筑设计中, 处理不规则形状是至关重要的设计要点之一。不规则形状的建筑结构在受力时容易引起结构不均匀受力和局部承载能力不足的问题, 因此需要针对不规则形状采取合理的处理方法。设计师应结合结构工程原理和经验, 针对不规则形状的建筑结构选用合适的结构形式和构造措施, 如采用剪力墙、钢框架或悬索等来增加结构的稳定性。同时, 采用高强度材料和专业连接方式, 以提高结构整体的承载能力和抗震性。此外, 通过有限元模拟和结构优化分析, 将不规则形状的结构合理分解、优化布置, 减少结构集中应力区域, 提高结构的均衡性和稳定性。最终, 在处理不规则形状时, 设计师应注重结构的整体协调性和美学感, 并确保结构的稳定性、安全性和实用性相互统一, 以实现不规则形状建筑结构的科学合理设计。

(三) 风荷载及风振问题

在大跨不规则建筑设计中, 考虑风荷载及风振问题是至关重要的设计要点之一。由于建筑物的不规则形状和大跨度特点, 容易受到风力的影响, 导致结构产生风振现象, 进而影响建筑物的稳定性和安全性。为了解决这一问题, 设计师需要进行详尽的风荷载计算和风场分析, 以确定风荷载对建筑物的作用效果。通过采取合适的风振控制措施, 如设置减振装置、减小建筑物悬臂长度等, 可以有效降低风振引起的结构位移和应力, 确保建筑物在强风作用下的稳定性。此外, 结构选材和结构设计需考虑风荷载下的结构抗弯和抗扭能力, 采用适当的结构形式和加强措施来提高建筑物的风荷载抵抗能力。通过风洞试验和结构模拟分析, 设计师可以验证

结构方案在风荷载下的表现,优化设计方案,确保大跨不规则建筑结构在风荷载作用下的稳定性和安全性,为建筑物的实际使用提供可靠保障。

(四) 地震荷载分析

在大跨不规则建筑结构设计中,地震荷载分析是一个关键的设计要点。由于建筑物的不规则形状和大跨度特点,地震力会对结构产生较大的影响,可能引发结构的变形、破坏和倒塌。因此,设计师需要进行综合的地震荷载计算和结构动力响应分析,以评估建筑结构在地震力作用下的变形和稳定性。在地震荷载分析中,设计师需要根据地震区域和设计标准,确定适当的地震参数,并应用合适的地震荷载计算方法,如响应谱法或时间历程法,掌握结构对地震荷载的响应情况。通过有限元分析等工具,设计师可以模拟不同地震强度下的结构响应,并评估结构在地震作用下的性能。为了增强建筑物的抗震能力,设计师可以采取多种措施,如设置抗震支撑系统、加固结构节点和连接处、提高结构材料的强度和刚度等。此外,还可以结合剪力墙、加劲梁、加强筋等,提供足够的纵向和横向抗震性能,保证结构在地震作用下的稳定性和安全性。

(五) 结构材料选择

在大跨不规则建筑结构设计中,结构材料的选择是一个关键的设计要点。合理选择结构材料可以确保建筑物具备足够的强度、刚度和稳定性,以应对外部荷载的作用。设计师需要根据不规则结构的受力情况和特点,选择适合的结构材料。常见的结构材料包括混凝土、钢结构、木材等。混凝土具有较高的承载能力和耐久性,适合用于大跨建筑的主体结构;钢结构具有轻便、抗震性能好的特点,在大跨不规则建筑中常用于悬臂结构和柔性支撑系统;木材则常用于小型跨度或特殊形状的构件。通过合理的强度设计,结构材料能够承受外部荷载,并保持稳定性。针对不规则形状和大跨度建筑,可能需要采用高强度材料或预应力技术来强化结构,以提供足够的结构承载能力。在选择结构材料时,要充分考虑建筑物的使用寿命、环境条件和维护成本等因素,选择具有较高耐久性和抗腐蚀性的材料,以保证结构的长期稳定性和安全性。设计师还需注意结构材料与建筑功能和审美要求的协调性。在满足结构要求的前提下,结构材料应与建筑整体风格和设计理念相匹配,实现结构设计 with 建筑美学的有机结合。

(六) 结构连接方案

在大跨不规则建筑结构设计中,结构连接方案是一个重要的设计要点。合适的连接方案可以确保不同构件之间的良好衔接,防止结构的滑移和变形,提高整体稳

定性。某座大跨不规则建筑,其中包括主体结构为钢结构框架和预应力混凝土剪力墙等。在钢结构框架的连接方案中,应考虑使用高强度螺栓连接,以确保连接的刚固性。通过三维有限元分析,确定了每个连接节点所需的螺栓数量和直径。例如,在梁柱节点处,使用直径为M20的高强度螺栓,在梁梁节点处使用直径为M16的螺栓,并使用合适的角钢和平板连接件进行加固。此外,还对螺栓进行了预紧力控制,以确保连接的紧固程度。对于预应力混凝土剪力墙的连接方案,选择了承载力较大的锚固系统。例如,在墙柱连接处,使用了直径为32毫米的螺纹钢作为锚固材料,并采用耐腐蚀能力较强的锚固胶进行固定。这样的连接方案可以确保墙体与柱子之间的刚性连接,提高结构整体的抗侧向荷载能力。所以,合理的结构连接方案是大跨不规则建筑结构设计中的关键点。通过选择适当的连接材料和方式,确保结构的牢固连接,可以使建筑物具备更好的抗荷载能力和稳定性。在实际工程中,需要根据具体情况和设计要求进行详细计算和分析,以保证连接方案的科学性和可行性。

结语

总而言之,不规则结构是建筑施工的核心问题之一,其抗震性能直接影响建筑的整体抗震性能。研究表明,解决了不规则结构问题,根据工程实际情况改善了不规则结构的优化设计,调整了设计参数,提高了承载能力等性能水平。通过不规则结构的优化,可以进一步提高建筑的抗震和稳定性,提高结构的整体可靠性,进一步保证建筑的安全性。

参考文献

- [1]王佐,陈杰,张运良,等.高烈度区某大型商业建筑结构要点[J].广东土木与建筑,2022,29(03):25-28.
- [2]熊乔.结构类型视角下大跨度建筑造型设计方法研究[D].湖南大学,2021.
- [3]张青.建筑结构一体化下的结构介入设计策略研究[D].湖南大学,2021.
- [4]范迎春,王杨,罗兆奇.实际商业综合体建筑工程结构选型与设计[J].建筑结构,2020,50(S2):52-60.
- [5]焦杨明慧.当代建筑结构的表現方法研究[D].天津大学,2020.
- [6]程曦.某复杂大跨连体结构设计[J].建筑结构,2020,50(S1):256-261.
- [7]陈世泽.大跨梁上转换结构-体育中心结构设计[J].安徽建筑,2019,26(09):62-63+148.