

关于建筑结构设计中的不规则设计问题的分析与探讨

东伟

河北广安联合电力工程设计有限公司, 河北 石家庄 050200

[摘要]随着现代建筑日益趋向多样化与复杂化,尤其是在高层建筑与特殊功能建筑中,不规则设计已成为一种常见趋势,但这种设计方式往往导致结构受力的不均衡,从而降低了建筑在自然灾害中的安全性。历史上的一些失败案例表明,在遭遇地震或风荷载时,不规则建筑的扭转效应会产生结构安全性问题。因此,如何在确保建筑美学与功能的情况下,优化不规则设计的结构性能以保障建筑的安全性,已成为当今建筑设计领域亟待解决的核心问题。

[关键词] 建筑结构; 不规则设计; 问题

DOI: 10.33142/aem.v6i12.14900 中图分类号: TU208 文献标识码: A

Analysis and Discussion on Irregular Design Issues in Architectural Structure Design

DONG Wei

Hebei Guang'an United Power Engineering Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050200, China

Abstract: With the increasing diversification and complexity of modern architecture, especially in high-rise buildings and special functional buildings, irregular design has become a common trend. However, this design approach often leads to uneven structural stress, thereby reducing the safety of buildings in natural disasters. Some failed cases in history have shown that the torsional effect of irregular buildings can cause structural safety issues when subjected to earthquakes or wind loads. Therefore, how to optimize the structural performance of irregular designs to ensure the safety of buildings while ensuring their aesthetics and functionality has become a core issue that urgently needs to be addressed in the field of architectural design today.

Keywords: architecture structure; irregular design; issues

引言

随着城市化进程的加快及建筑技术的不断发展,不规则建筑因其独特的外观和功能需求日益受到关注。在提高建筑个性化的同时,这类设计往往也带来了结构设计的挑战。特别是在地震作用、风荷载等作用下,不规则的结构布局容易导致受力不均及扭转效应,从而增加建筑的安全风险。因此,如何有效识别并解决由不规则设计引发的结构问题,已成为现代建筑设计面临的重要挑战。不规则设计的成因及其对结构的影响将深入探讨,并针对这些问题提出相应的优化策略,以帮助建筑师和工程师在设计中更好地平衡创新与安全。

1 建筑结构设计中的不规则性问题分析

1.1 结构偏心与不对称问题

在建筑结构设计中,偏心与不对称是常见的不规则性问题,尤其在复杂建筑形式中尤为突出。结构偏心是指建筑物的平面重心与平面刚度中心之间的偏移,这种偏移往往导致在外力作用下会产生额外的扭转效应,从而影响建筑的稳定性与抗震性能。偏心问题涉及到建筑整体的力学特性,当建筑各部分布局不均时,偏心距的增加会显著削弱结构的刚度与稳定性,特别是在遭受水平荷载作用(如风力或地震作用)时,抗侧力能力常常受到显著影响。不对称问题则主要体现在建筑物平面或竖向形态的不均衡,

平面不对称意味着建筑布局或形状在水平面上缺乏对称性,这可能导致荷载传递的不均匀,进而引起不同部位变形的差异。竖向不对称通常由楼层结构形式的差异或建筑高度的不均匀造成,进一步导致竖向荷载分布的不均衡。此类不对称设计使得结构在受力过程中无法均匀分配外力,局部的应力集中可能引发更为严重的结构问题。当偏心与不对称并存时,建筑物在水平荷载作用下的扭转响应往往会加剧。震动频率可能与结构简化计算模型的固有频率不匹配,导致结构在实际地震或强风作用下的表现变得更加复杂且难以预测。

1.2 结构布局不合理性

结构布局的不合理性通常表现为建筑物内部功能分区、承重结构的布置及楼层间荷载分配的不均衡,这些布局问题不仅降低了建筑的使用效率与舒适性,还可能威胁到结构的安全性。例如,在承重系统的布置上,未充分考虑荷载的集中与分散,可能导致部分区域结构构件承载力过大,而其他部位则可能出现过度设计。在高层建筑中,某些功能区的集中布局可能使得特定楼层承受过大的竖向荷载,从而加剧楼板、梁柱系统的应力集中问题。此外,功能区布局的不合理还可能导致竖向交通系统(如楼梯和电梯)设计效率低下,进一步增加了建筑结构的复杂性与不均匀性影响了整体协调性。在承重墙与梁柱系统的布局

上,常见的布局不合理问题源于设计阶段未能充分考虑结构的整体稳定性与抗震性能。例如,过多剪力墙的集中布置可能导致建筑在某些方向上刚度过大,进而引发不利的扭转效应;而梁柱布局的不均匀性则可能导致某些区域在受力时出现较大的不均匀变形,进而影响整体结构的受力状态。在复杂形态建筑的设计中,承重体系的布置往往受到外形或功能需求的制约,这种力学特性与外形需求之间的矛盾,增加了结构设计的难度。结构布局的不合理性也会在竖向设计中体现出来,尤其是在不同楼层承载需求差异较大的情况下。楼层间荷载分布的不均衡不仅会影响整体稳定性,还可能导致结构部件在长期使用过程中发生早期老化或疲劳损伤,从而影响建筑的使用寿命与安全性。

1.3 非结构构件与节点连接问题

非结构构件连接问题是建筑结构设计不可忽视的关键因素,它们直接影响整体性能。非结构构件,如围护结构、外墙、窗框、门框等,不仅承载建筑物的外部荷载,还与主体结构紧密相结合。若在设计过程中,非结构构件与主体结构之间的连接设计不当,容易导致应力分布不均或构件变形不一致,进而引发各种结构问题。例如,外墙与主体结构之间若连接设计不合理,可能导致墙体与框架之间出现滑移或变形不协调,进而削弱建筑的整体稳定性。尤其在外力作用下,如风荷载或地震作用,若非结构构件未能有效地将荷载传递到主体结构,可能导致局部破坏或变形,甚至引发更严重的安全隐患。

连接节点的设计不当同样是常见问题之一,在建筑结构中连接节点是各构件交汇之处,往往成为应力集中的区域,若节点设计不合理,应力集中容易引发局部构件的损坏。例如,梁柱节点若未充分考虑力的有效传递,可能导致局部屈服或开裂。尤其在抗震设计中,节点的不当设计可能直接影响建筑的抗震性能,不同材料之间的连接同样面临挑战,特别是钢筋混凝土与钢结构、预应力构件与普通混凝土构件之间的连接。若设计不到位,可能因连接不牢固或材料力学性能差异而导致安全隐患。尤其在高层建筑或复杂结构中,任何细微的节点连接问题都可能被放大,严重影响建筑的稳定性。

因此,非结构构件与连接节点的设计与施工必须高度重视细节,任何疏忽都可能对建筑物的长期安全构成威胁。

2 建筑结构设计中的不规则性问题的成因

建筑结构设计中的不规则性问题源于多种因素,涵盖了设计阶段的决策、施工过程中的实际执行以及外部环境的影响。在设计阶段,建筑师与结构工程师需要在功能需求、经济性、美学设计与结构安全之间找到平衡。由于这些因素相互交织,常常会导致不规则的布局,例如非对称的建筑形态或楼层高度的变化,这些设计决策通常是为满足功能需求或视觉效果而做出的,而设计师们对它们可能带来的结构稳定性影响的考虑往往不足。特别是在地震或

风荷载的作用下,设计中的不对称布局可能会由于扭转效应引起建筑物的不均匀受力,进而增加结构不稳定的风险。

施工过程中的偏差与材料问题同样对不规则设计产生重要影响,在实际建设中,施工工艺、材料质量以及施工精度常常无法完全按照设计要求执行。施工尺寸的误差、结构连接精度的问题,甚至材料性能未能达到预期标准,都可能导致设计中的不规则性被放大。现场条件与设计时的预期不符,常常出现这种差异,进而影响结构的整体稳定性,在极端情况下甚至可能危及建筑物的安全。

建筑功能与美学需求之间的矛盾,也是导致不规则设计的重要成因之一。在一些具有特殊功能要求的建筑中,为了满足空间使用效果或突出独特外观,往往会造成结构布置的不规则性。特别是在商业或文化建筑中,建筑师往往倾向于采用不对称的结构形式,以实现更具吸引力的空间布局或外观设计,这种设计可能在视觉上具有强烈的冲击力,但其对结构稳定性的潜在影响不容忽视。尤其是在高层建筑中,建筑平面不规则或高度差异过大,可能加大结构的受力不均,进一步影响整体稳定性。

3 不规则设计的优化与解决策略

3.1 提高结构抗扭刚度与稳定性

提升结构的抗扭刚度与稳定性是应对不规则设计中常见问题的核心策略,尤其在面对不规则的建筑形态或荷载分布时尤为重要。建筑物的抗扭刚度与外力作用下的扭转表现直接相关,扭转效应往往会引发结构偏移或变形,尤其是在地震或风荷载作用下,建筑物的扭转变形可能加剧,从而导致更严重的结构损害。因此,增强抗扭刚度不仅是优化不规则设计的关键,也是确保建筑安全性与稳定性的重要任务。提高抗扭刚度的有效途径之一是优化结构的布局及构件配置,合理安排结构主支撑体系,特别是核心筒与梁柱系统的组合,可以更均匀地分配荷载,减少因不对称受力而产生的扭转问题。在高层建筑中,结合中央核心筒与外框架的设计,可以有效增强水平荷载的抗力,同时保证竖向荷载的顺利传递,从而显著降低扭转效应。通过精心配置支撑系统,避免了过度的水平位移与扭转变形,从而增强了结构的稳定性与抗震能力^[1]。提升整体刚度也是增强抗扭能力的重要方向,例如通过在建筑周围增设剪力墙,不仅能提升结构的承载力还能有效抑制扭转变形。剪力墙不仅承担竖向荷载,还能显著增强结构的抗侧能力。特别是在地震频发区域,剪力墙的抗扭作用至关重要。在设计中,剪力墙的合理布置可以有效减小由于不规则布局引发的扭转效应,确保结构受力均匀进一步保障稳定性。材料选择方面,采用高强度混凝土或钢材,有助于提高结构的刚性与承载能力,从而有效减少荷载偏心所引起的扭转问题,确保建筑物在各种外力作用下保持足够的稳定性。

3.2 优化结构布局与设计方

优化结构布局与设计方

题的核心策略,尤其是在面对复杂形态和特殊功能需求时,通过合理的布局可以有效减轻不规则性对建筑安全性与性能造成的负面影响,结构布局的合理性直接决定了荷载的均匀分布及建筑的整体稳定性。在不规则设计中,建筑外形或功能需求常常导致不同楼层或区域荷载的不均匀,设计师应通过科学布局来改善这些不均匀受力情况,确保建筑在荷载作用下的稳定性^[2]。一种有效的优化方式是调整结构支撑系统的位置与形式,从而避免荷载的过度集中。例如在高层建筑中,结合核心筒与外围框架的设计,能够更有效地分担不同楼层的荷载,减少因结构偏心而产生的扭转效应。核心筒作为建筑的主要支撑系统,能将上部荷载有效传递至下部,而外部框架则增强了抗侧力与抗震能力,通过合理设计核心筒的位置,不仅可增强结构的抗扭刚度,还能提升整体的抗震性能。优化布局还涉及建筑内部功能区域的合理配置,不同功能区具有不同的荷载需求,若布局不当可能导致某些区域承载过重,从而增加变形或损坏的风险。在设计阶段,应充分考虑每个区域的使用需求与承载能力,避免荷载过于集中,确保结构受力均匀增强其稳定性。

借助模块化设计思维,也能提升结构的灵活性与适应性,通过标准化构件与连接方式优化布局,有效减少不规则设计所带来的潜在风险。对于不规则建筑,特别是在转角多且几何形态复杂的设计中,构件之间的连接必须精心考虑,选择合适的连接方式,诸如设置合理节点或使用高强度连接件,有助于提升结构的整体稳定性与安全性,从而减少因连接不当而产生的潜在结构弱点。

3.3 调整偏心距与重心位置

调整偏心距与重心位置是优化不规则建筑设计中的关键步骤,尤其对于高层或不对称建筑而言尤为重要,合理地调整两者的位置,可以有效减少建筑物在受力作用下产生的扭转效应,从而提高结构的稳定性。偏心距是指结构平面重心与平面刚度中心之间的水平距离,而重心位置则是建筑物整体质量的平衡点。两者的相对关系直接影响建筑在外部荷载作用下的响应,尤其是在面对动态荷载(如风力或地震作用)时,偏心距过大会导致建筑物出现较大的扭转变形,进而影响其安全性。在实际设计中,由于平面布局不规则、楼层功能需求差异,甚至是外立面形态

设计的影响,建筑物的重心往往难以保持在理想位置^[3]。重心的偏移会导致建筑在受荷时的受力不均从而加剧扭转效应,这不仅会影响结构的稳定性,还可能改变荷载的传递路径,增加建筑结构的风险。为减少这些不良影响,建筑方案阶段应尽量将建筑物的平面重心设置在平面刚度中心附近,这样可以有效减轻外力作用下的扭转程度,减少由此带来的变形及不稳定。同时,偏心距的减小也是优化设计的一项有效手段,过大的偏心距会使建筑在水平荷载作用下产生过大的扭转力矩,增加变形与应力。因此,通过合理调整结构布局,优化柱网、增加支撑墙或调整核心筒位置,能够有效缩小偏心距,降低由扭转效应引发的安全隐患。在设计过程中,调整重心与偏心距时,还需要综合考虑建筑的功能需求与外部形态,避免忽视结构的受力平衡确保建筑在各个使用阶段的安全性。

4 结语

建筑结构设计中的不规则性问题,尤其是在高层建筑和复杂结构中直接影响着建筑的安全性与稳定性,通过分析结构偏心、布局不当以及周边构件的缺陷等因素,可能在外力作用下加剧建筑物的风险,特别是在地震和风荷载的作用下。为了有效应对这些问题,必须从设计阶段入手,优化结构布局以及合理调整重心与偏心距,并确保施工过程中严格按照设计要求执行。在建筑设计中,必须在满足功能需求、美学效果与结构安全之间找到合适的平衡,综合考虑建筑物的稳定性与抗震性能,从而确保建筑在不同环境下的长期安全运营。未来,建筑设计应更加注重科学性与综合性,推动创新与安全的深度融合。

[参考文献]

- [1] 谢祥斌. 建筑结构中不规则设计问题分析与探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, 11(30): 85-87.
- [2] 毕大博. 高层建筑结构设计中的不规则问题与抗震措施[J]. 建筑技术开发, 2021, 48(14): 1-2.
- [3] 颜剑超. 高层建筑结构中不规则问题与抗震措施分析[J]. 砖瓦, 2021, 12(10): 91-92.

作者简介: 东伟(1985.9—), 毕业院校: 同济大学, 所学专业: 土木水利, 当前就职单位: 河北广安联合电力工程设计有限公司, 职务: 土建工程师, 职称级别: 工程师。