

复杂高层与超高层建筑结构设计要点

吴明皓

江西省建筑设计研究总院集团有限公司

摘要：高层与超高层建筑作为现代城市化进程的重要组成部分，不仅改变了城市的天际线，也对建筑工程领域提出了全新的要求。这些建筑的高度和复杂性给结构设计带来了极大的挑战，需要充分考虑建筑的安全性、稳定性和经济性。为了应对这些挑战，结构工程师需要掌握一系列关键要点，并将其应用于复杂高层与超高层建筑的设计中。本论文将系统地讨论复杂高层与超高层建筑结构设计的要点。首先，将介绍高层与超高层建筑的定义和发展趋势，分析为什么它们成为城市化进程的重要组成部分。接下来，将探讨复杂高层与超高层建筑的结构特点，包括高度、荷载、地震、风荷载等因素对结构设计的影响。随后，将详细讨论复杂高层与超高层建筑结构设计的关键要点，如结构材料的选择、结构系统的设计、抗震设计、减震措施等。最后，将总结已有研究成果，并展望未来可能的研究方向。该篇论文的目的在于为结构工程师和建筑设计师提供关于复杂高层与超高层建筑结构设计的综合指南。通过对这些要点的深入理解，设计师可以更好地应对高层与超高层建筑的挑战，确保其安全、稳定和可持续的发展。

关键词：复杂高层；超高层；结构设计

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.13.094

引言

随着城市化进程的加速和土地资源的日益稀缺，高层与超高层建筑的兴起成了现代城市发展的重要趋势。这些建筑不仅能够满足城市人口的居住需求，还能够节约土地资源并提供多种功能。然而，由于其高度和复杂性，高层与超高层建筑的结构设计面临着巨大的挑战。本论文旨在探讨复杂高层与超高层建筑结构设计的要点，以提供对于该领域的深入理解和指导。

一、高层与超高层建筑的定义和发展趋势

（一）高层建筑和超高层建筑的定义

高层建筑和超高层建筑是现代城市中独特的建筑形态，它们以其卓越的高度和复杂性而引起了广泛的关注。其中高层建筑一般是指具有相对较高高度的建筑物，其高度通常超过周围建筑物，达到几十层甚至上百层。高层建筑通常采用钢筋混凝土或钢结构，具备较高的承载能力和稳定性，能够满足城市人口增长的住宅需求，并提供商业、办公等多种功能；而超高层建筑是指高度远远超过传统高层建筑的建筑物，其高度通常达到300米或以上。这些建筑物通常由先进的结构材料和技术支持，如高性能混凝土、钢材和增强玻璃等，以确保

其安全性和结构稳定性。超高层建筑的设计不仅考虑了结构的可靠性和抗震性能，还需要解决风荷载、地震反应、垂直运输等复杂问题。高层建筑和超高层建筑的兴起与城市化进程密切相关。随着城市人口的增长和土地资源的有限性，垂直发展成了一种必要的选择。高层建筑和超高层建筑不仅能够提供更多的居住空间，还能节省土地资源并促进城市的可持续发展^[1]。

（二）城市化进程对高层与超高层建筑的需求

随着全球城市人口的迅速增长和土地资源的有限性，高层与超高层建筑成为满足人口居住和商业需求的有效解决方案。首先，高层与超高层建筑能够节省宝贵的土地资源。在城市土地有限的情况下，垂直发展可以提供更多的居住和商业空间，有效缓解土地压力；其次，高层与超高层建筑能够提供更多的居住和办公选择。随着城市人口的增加，住房需求不断上升。高层与超高层建筑的建设为人们提供了更多的住宅选项，并创造了更多的就业机会；最后，高层与超高层建筑也可以提供更多的公共设施和服务。这些建筑通常集合了商业中心、购物中心、酒店、公园等多种功能，为城市居民提供便利的生活和工作环境^[2]。

二、复杂高层与超高层建筑的结构特点

（一）高度对结构设计的影响

随着建筑高度的增加，结构所承受的重力和风荷载也随之增加，这要求设计者必须采取适当的结构措施来抵抗这些力的影响，确保建筑物的稳定性和安全性。例如，使用更强度和刚度较高的材料、采用适当的结构形式（如框架结构或剪力墙）以及增加结构的抗侧扭刚度等。不仅如此，面对更加精致的结构形式，设计者需要平衡结构的刚度、稳定性和施工的可行性。其中最常见的是采用混凝土核心筒或钢结构框架来提供建筑物的垂直支撑和稳定性。当然，必不可少还需要考虑构件的加固和连接方式，以确保结构在高度条件下的整体稳定性和刚度。

（二）荷载特点及其影响

复杂建筑以及超高层建筑结构荷载力，主要包括重力荷载、风荷载等。其中重力荷载是由建筑物自身的重量以及所支撑的人员、家具和设备等负荷所产生的。随着建筑物高度的增加，重力荷载也随之增加，对结构的受力产生影响。设计者需要合理分配和传递重力荷载，采用适当的结构形式和构件，以确保结构的稳定性和承载能力；而风荷载是复杂高层和超高层建筑面临的主要荷载之一。随着建筑高度的增加，建筑物所受到的风压

力也随之增大。设计者需要根据建筑物的形状、高度和地理位置等因素，进行风荷载的详细计算和分析。采取相应的措施，如加强建筑外墙的抗风性能、增加建筑物的抗侧扭刚度和设置风向控制设备，以确保建筑物能够抵抗风力的作用^[3]。

（三）地震对结构设计的考虑

地震荷载的作用下，建筑物会受到水平地震力和地震引起的地面振动的影响。因此，在结构设计过程中，需要采取一系列措施来确保建筑物在地震发生时的安全性。首先，设计者需要了解建筑物所处地区的地震活动性和地震参数。通过地震研究和地震历史数据的分析，可以获得地震震级、频率和加速度等信息。这些参数对于地震荷载的计算和结构设计具有重要意义；其次，设计者需要采取合适的结构形式和措施来增强建筑物的抗震性能。常见的抗震结构形式包括框架结构、剪力墙结构和核心筒结构。这些结构形式具有较高的抗震能力，能够有效地分散和吸收地震能量，保证建筑物在地震作用下的稳定性；最后，建筑物的构件和连接部分也需要特别注意抗震设计。关键构件和连接点的强度和刚度应符合抗震设计要求。例如，柱子和梁的截面尺寸和钢筋配筋应根据地震荷载进行合理的设计。此外，连接件的选择和设计也应考虑到地震作用下的要求，以确保构件之间的连接牢固可靠；不仅如此，地基和基础的抗震设计也是至关重要的。地震荷载会引起地基和基础的动态响应，这就要求设计者必须确保地基的稳定性和基础的抗震能力。通过合理的地基设计和基础加固措施，如深基坑、桩基和地下连续墙等，必然能够提高建筑物整体的抗震性能^[4]。

三、复杂高层与超高层建筑结构设计的关键要点

（一）结构材料的选择与性能要求

在复杂高层与超高层建筑的结构设计工作中，选择合适的材料至关重要。这些建筑的结构需要能够承受巨大的荷载，同时还要考虑到抗震、防火和耐久性等方面的要求，以下是一些常用的适合此类建筑的材料。第一，钢材是一种被广泛应用于高层建筑结构的材料。其高强度和优异的抗拉性能使其能够承受巨大的荷载。此外，钢材还具有较高的抗震性能，能够有效地减少地震对建筑的影响。钢材还具有可塑性，可以制造出复杂的结构形式，满足设计师的创意需求；第二，混凝土是另一种常用的材料，特别适合用于建造高层和超高层建筑。混凝土具有良好的抗压性能，能够承受大量的垂直荷载。而且混凝土还具有较好的耐火性能，可以有效地延缓火灾蔓延，保护建筑物的安全。为了增强混凝土的抗震性能，可以在混凝土中添加钢筋，形成钢筋混凝土结构，提高整体的强度和刚度；第三，玻璃也是高层建筑中常用的材料之一。通过使用钢化玻璃或夹层玻璃，可以在保证透明性的同时提供足够的强度和抗风压能

力。玻璃外墙还可以提供良好的隔热性能，减少能源消耗。

（二）抗震设计和减震措施

在复杂高层与超高层建筑的结构设计工作中，抗震设计和减震措施的重要性不可忽视。合理的抗震设计可以大幅度提高建筑物的抗震能力，而减震措施则可以减少地震对建筑物的破坏。比如，某地区超高层建筑项目，该建筑位于地震活跃区域，设计目标为抗击一定级别的地震，确保建筑的安全性和可靠性。在抗震设计过程中，首先，设计者需要选择钢筋混凝土框架结构作为主要结构形式，因为该种结构具有良好的承载能力和变形能力，在地震中表现较好；设计者面向建筑核心区域设置剪力墙，增强结构的抗震性能，通过合理布置剪力墙的位置和尺寸，能够大大提高结构的刚度和整体稳定性；另外，在建筑的某些区域采用框筒结构，增加结构的抗震性能^[5]。框筒结构可以通过分担地震力和减小结构的振动幅度来减轻地震对建筑的影响；最后，设计者在需要增加结构强度和刚度的区域，采用钢结构加固措施。充分整合加固柱、梁和连接节点等部位，由此提高结构的整体抗震能力。为积极处理好项目减震措施，设计者应该注意以下几点：其一，隔震技术。在建筑的基础上采用隔震系统。隔震系统利用隔震支座或隔震垫片等装置将建筑与地面隔离，减少地震能量传递到建筑物的影响，从而保护建筑的结构和设备；其二，阻尼器。安装液体阻尼器或摆式阻尼器等减震装置，以消耗地震能量并减小结构的振动幅度。阻尼器可以大幅度降低建筑物的地震响应，提高抗震能力；其三，能量消耗器。在结构中设置能量消耗器，用于吸收地震能量。能量消耗器可以减少结构的应力和变形，从而保护建筑物的完整性和安全性。下表是针对该超高层建筑的抗震设计和减震措施的总结：

表1 超高层建筑的抗震设计和减震措施细节表

抗震设计	减震措施
钢筋混凝土框架结构	安装隔震系统，使用隔震支座或隔震垫片
剪力墙	安装阻尼器，如液体阻尼器或摆式阻尼器
框筒结构	设计能量消耗器，用于吸收地震能量
钢结构加固	

（三）稳定性和刚度问题

稳定性和刚度是复杂高层和超高层建筑结构设计中的两个关键点，这两个方面的考虑对于确保建筑物的安全性、可靠性和可持续性至关重要。首先，稳定性是指建筑结构在各种荷载作用下保持平衡和抵抗倾覆的能力。在设计中，必须考虑到地震、风荷载和垂直荷载等外力的作用。为了增强稳定性，建筑结构通常会采用混凝土核心筒、剪力墙和框架结构等。混凝土核心筒作为建筑物的主要承载部分，通过在高层中提供垂直的支撑

来抵抗地震和风荷载。剪力墙则被用于吸收水平荷载，使建筑物能够抵抗地震和风力的冲击。此外，框架结构还可以提供稳定性和刚度，通过在建筑物的各个部分传递荷载；针对复杂高层以及超高层建筑刚度来讲，主要就是建筑结构对外力作用的响应程度。在高层建筑中，刚度的考虑对于减小结构变形、控制振动和提高整体稳定性至关重要。设计师通常会使用刚性连接、加强横向稳定性和选择合适的材料来增加建筑物的刚度。刚性连接可以确保结构的刚度和稳定性，使其能够在外力作用下保持形状和平衡。同时，通过增加横向稳定性，例如采用剪力墙和交叉支撑等，可以减小结构的变形和位移。合适的材料选择也是提高刚度的关键因素，例如使用高强度钢材和混凝土等。然而需要注意的是，稳定性和刚度的设计要点还包括考虑建筑结构的几何形状、质量分布和结构布置。几何形状的选择应考虑到结构的承载能力和稳定性要求。质量分布应合理，避免出现过于集中的质量，以减小结构的变形和不均匀受力。结构布置需要考虑到荷载传递路径、梁柱布置和墙体分布等因素，以确保结构的整体稳定性和刚度。

（四）防火与安全措施

为确保整个复杂高层以及超高层建筑更具良好防水效果以及安全性，在设计过程中应该做好以下几点：第一，选择适当的防火材料和构件是防火设计的核心。建筑材料应具有较高的耐火性能，例如防火涂料、耐火石膏板和阻燃型墙体材料。结构构件，如柱子、梁和楼梯，也应采用具有较高耐火性能的材料，这些措施有助于延缓火势蔓延，为人员疏散和火灾扑灭争取宝贵时间；第二，合理规划建筑物的防火分区和疏散路径。防火分区是将建筑物划分为若干独立的区域，以阻止火势的扩散。每个分区应该具备独立的防火墙或耐火结构，并且应该有足够的消防设备和灭火器材。同时，建筑物的疏散路径应合理设置，包括宽敞的楼梯、应急照明和标识牌，一方面能够保持道路通畅，另一方面也能够确保人员能够快速、安全地撤离；第三，安装自动火灾报警和喷水灭火系统。火灾报警系统应覆盖整个建筑物，并与紧急疏散系统联动。当有火灾发生时，报警系统会立即发出警报，并触发自动喷水灭火系统。喷水灭火系统应该根据建筑物的特点和用途进行合理的设计和安装，确保火灾能够及早得到控制和扑灭。

（五）可持续性考虑

首先，节能是可持续性设计的核心目标之一。设计者应该选择高效的建筑外立面和窗户系统，以减少能源的消耗，而且过程中也应该利用先进的绝缘材料、低辐射玻璃和高效隔热系统，能够大大减少冷热能传输，提高建筑物的能源效率。此外，设计中应该充分利用自然采光和自然通风，减少对人工照明和空调的需求。通

过优化建筑的热量和光照控制，可以降低能源消耗，减少碳排放。不仅如此，可持续设计过程中也应该强调水资源节约利用重要性，尤其是高层建筑结构，水的使用和处理是一个重要的问题。设计者应该考虑收集和利用雨水，用于植物灌溉和冲洗等非饮用用途。再加上采用现代化节水设备和技术，如低流量水龙头、节水型厕所和高效冷却系统，必然能够控制水资源浪费与消耗；最后，室内环境质量和人员健康也应该得到充分关注。设计者应该确保室内空气质量良好，避免有害气体和污染物的积聚。期间采用适当的通风系统、空气过滤器和无VOC（挥发性有机化合物）材料，可以改善室内空气质量，并为居住者创造一个健康舒适的环境^[6-10]。

结论

简而言之，复杂高层和超高层建筑结构设计的关键要点包括稳定性和刚度问题、防火与安全设计以及可持续性考虑等多个方面。设计者通过注重这些要点，可以确保建筑物在各种条件下的安全性、可持续性和功能性，为人们创造一个安全、健康和宜居的建筑环境，而且这些要点对于复杂高层和超高层建筑的设计和施工具有重要的指导意义。在当前乃至未来很长一段时间内，面对当前激烈的市场竞争环境，广大设计者必须做好紧跟时代发展步伐，充分创新传统设计观念与思路，根据复杂建筑以及超高层建筑现场情况，合理选择适合的设计方法，确保整个建筑结构更具良好使用性能的基础上，也能够加快行业发展速度。

参考文献

- [1]高履伟.复杂高层与超高层建筑结构设计思考[J].住宅与房地产,2019(34):71.
- [2]王大高.复杂高层与超高层建筑结构设计分析[J].建材与装饰,2019(31):98-99.
- [3]万小妹.复杂高层与超高层建筑结构设计要点分析[J].门窗,2019(17):137-138.
- [4]王越.复杂高层与超高层建筑结构设计要点分析[J].住宅与房地产,2019(24):71,96.
- [5]关民明.复杂高层与超高层建筑结构设计要点探析[J].门窗,2019(15):131,134.
- [6]严锐.复杂高层与超高层建筑结构设计研究[J].建材与装饰,2020(25):84-85.
- [7]刘楠.复杂高层与超高层建筑结构设计研究[J].工程技术研究,2021,4(14):192-193.
- [8]田少华.复杂高层与超高层建筑结构设计要点研究[J].工程技术研究,2019,4(13):173-174.
- [9]葛法制.复杂高层与超高层建筑结构设计探析[J].工程建设与设计,2022(10):9-10.
- [10]周荣桓,周宝桓.复杂高层与超高层建筑结构设计要点探讨[J].科技视界,2019(12):173-174.