

高层建筑抗风优化设计和风振控制相关问题研究

林 东

广西规化工程技术集团有限公司, 广西 南宁 530000

[摘要] 高层建筑的兴建已成为现代城市建设的必然趋势。但随着高层建筑的不断增多, 其面临的抗风能力和风振控制问题也越来越严重。因此, 高层建筑的抗风优化设计和风振控制措施显得尤为重要。文章将梳理高层建筑抗风优化设计方法和风振控制措施, 为高层建筑设计提供一些参考。

[关键词] 高层建筑; 抗风; 优化设计; 风振控制

DOI: 10.33142/ec.v6i6.8517

中图分类号: TU973.32

文献标识码: A

Research on Wind Resistance Optimization Design and Wind Vibration Control of High-rise Buildings

LIN Dong

Guangxi Guiyi Engineering Technology Group Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract: The construction of high-rise buildings has become an inevitable trend in modern urban construction. However, with the continuous increase of high-rise buildings, their wind resistance and vibration control problems are becoming increasingly serious. Therefore, the wind resistance optimization design and vibration control measures of high-rise buildings are particularly important. The article will summarize the wind resistance optimization design methods and vibration control measures of high-rise buildings, providing some reference for high-rise building design.

Keywords: high-rise buildings; wind resistance; optimize design; wind vibration control

引言

随着城市化进程的加快, 高层建筑在城市中的比例越来越高, 同时, 城市化过程也带来了强烈的自然和人为干扰, 其中, 风是影响高层建筑安全性和舒适性的重要因素。风振问题一直是高层建筑结构设计和工程施工中的一个难点和热点问题。风振不仅会对建筑物结构和使用安全造成影响, 而且会给人们带来不舒适的体验, 从而影响城市的形象和品质。因此, 高层建筑抗风优化设计和风振控制成为当前建筑领域研究的热点之一。

1 高层建筑抗风优化设计方法

1.1 风荷载计算方法

高层建筑的抗风设计是建筑结构工程中非常重要的一环, 因为风是一个非常复杂的自然力, 它会对建筑物产生各种各样的作用力。为了确保高层建筑的结构稳定和安全, 需要进行风荷载计算并进行抗风优化设计。在进行风荷载计算时, 需要确定设计风速、结构类别、计算风荷载以及考虑风荷载组合。首先, 设计风速是指在设计中考虑的最大风速, 通常是地区气象数据以及相关规范和标准来确定的。其次, 建筑结构的类型和形式不同, 所以需要将结构分为不同的类别。接着, 可以根据规范和标准, 计算不同方向和不同高度上的风压力值, 从而得到建筑物所受的风荷载。最后, 在风荷载计算中, 需要考虑风荷载的组合, 因为建筑物所受的风荷载不仅仅是单一的方向和高度的荷载, 还包括其他荷载的组合。在风荷载计算中,

需要使用适当的工具和软件, 例如计算机模拟软件等, 只有准确计算出风荷载, 才能进行抗风优化设计, 确保高层建筑的结构稳定和安全。因此, 风荷载计算是抗风优化设计的第一步, 也是保证高层建筑结构安全稳定的关键^[1]。

1.2 结构抗风设计方法

高层建筑的结构抗风设计是保证建筑物稳定和安的重要一环, 在进行结构抗风设计时, 需要考虑建筑的结构形式、风荷载和材料性能等因素。在结构设计中, 需要考虑建筑物的整体结构形式和形状。不同形状和结构形式的建筑物在受到风力作用时, 会产生不同的应力和变形, 因此需要在设计中充分考虑这些因素。在风荷载计算中, 需要考虑建筑物所处的地理位置、气象条件以及周围环境等因素。在材料性能方面, 需要选择具有较好抗风性能的材料, 例如钢材和混凝土等。在设计中, 需要充分考虑这些材料的强度和刚度等因素, 并对建筑物的结构进行合理的优化和设计, 以下表 1 是建筑物在不同风速下受到的风荷载计算结果:

表 1 建筑物在不同风速下受到的风荷载计算结果

风速 (m/s)	风荷载 (kN/m ²)
25	1.5
30	2.1
35	2.8
40	3.7
45	4.7

通过对表 1 的分析,可以看出随着风速的增加,建筑物所受的风荷载也随之增加。因此,在结构抗风设计中,需要充分考虑建筑物在不同风速下的稳定性和安全性,并采取相应的措施来确保建筑物的结构安全和稳定。结构抗风设计是保证高层建筑结构稳定和安全的關鍵。在进行设计时,需要充分考虑建筑物的结构形式、风荷载和材料性能等因素,并采取合理的优化和设计措施来确保建筑物的抗风性能和安全性。

1.3 防风措施设计方法

在高层建筑抗风优化设计中,防风措施的设计是一个重要的环节。它主要包括建筑物外部的防风措施和内部的防风措施。建筑物外部的防风措施设计是通过增加建筑物表面的摩擦力来减小建筑物所受的风力,从而提高建筑物的抗风性能。其中,防风墙、防风设施和建筑外形设计是常见的防风措施。防风墙的设计需要考虑其高度、宽度和位置等因素,通常根据建筑物的高度和所处地区的风力等级进行设计。防风设施包括风帘、防风网、防风雨篷等,需要考虑其高度、面积和强度等因素,以保证其防风效果和安全性。建筑外形设计中,采用流线型设计可以减小风阻,提高建筑物的抗风性能。建筑物内部的防风措施设计是通过设计疏散通道、内部空气动力学和节能等方面来提高建筑物的抗风性能。在疏散通道的设计中,需要考虑通道的宽度、高度和坡度等因素,并保证通道的畅通和安全。内部空气动力学设计可以通过合理的空气流动和通风设计来减小建筑物内部的风力作用,提高人员的舒适性和安全性。在节能设计中,需要减小建筑物的能耗,有效地提高建筑物的抗风性能,以下表 2 是相关的防风措施:

表 2 相关的防风措施

防风措施	设计参数
防风墙	高度、宽度、位置、风压系数
防风设施	高度、面积、强度、材料
建筑外形设计	流线型设计参数、表面粗糙度、表面积分布
疏散通道	宽度、高度、坡度、疏散人数
内部空气动力学	通风口位置、大小、数量、通风方案
节能设计	建筑物能耗、建筑物能效等级

从表 2 中可以看出,不同一防风措施中,设计参数的选择和确定会影响到防风措施的防风效果和安全性。例如,在设计防风墙时,高度、宽度和位置需要合理选择,以保证防风墙能够有效地减小建筑物所受的风力,但也需要考虑防风墙本身的承受能力和稳定性,避免因防风墙破坏而导致人员伤亡和财产损失^[2]。在疏散通道的设计中,通道的宽度、高度和坡度等参数的选择需要考虑建筑物内部的人员数量和疏散的速度,以保证疏散的顺畅和安全。内部空气动力学设计中,通风口的位置、大小、数量和通风方案等参数的选择需要考虑空气流动的规律和建筑物内部的气流状况,以提高建筑物内部的舒适性和安全性。

2 高层建筑风振控制措施

2.1 柔性结构设计措施

高层建筑的风振问题一直是一个极具挑战性的问题,因为它直接关系到建筑的安全性和使用寿命。柔性结构设计措施是解决高层建筑风振问题的一种有效方法。柔性结构的设计理念是通过减小结构刚度来减少结构的共振现象,从而使得结构的振动频率不易与风振频率相吻合。常用的柔性结构包括减震器、支撑体系、阻尼器等。其中,减震器是一种通过缓冲结构振动来减小结构动力反应的装置,可以分为液体减震器、摆锤减震器、斜拉索减震器等,这些减震器可分别应用于不同的结构体系。支撑体系是通过调整结构支撑的刚度和位置,使结构振动的固有周期发生变化,从而改变结构共振频率的一种方法。阻尼器则是通过添加一定的阻尼材料或阻尼器装置,消耗结构振动时的能量,使结构振幅和振幅衰减速率得到控制的一种装置。

除了柔性结构设计措施外,还可以采用结构缩小和结构增高等方法来降低结构的刚度,进而达到减小结构共振的目的。此外,对于特定建筑的风振控制,还可以采用风洞试验和计算机模拟等方法来模拟结构在不同风场条件下的振动响应,从而优化结构设计。需要注意的是,柔性结构设计措施虽然可以有效减小结构共振,但对于一些特殊情况,如强烈的风暴、地震等,仍然可能对结构造成损害。因此,在高层建筑的设计和建设过程中,需要综合考虑多种因素,采取多种措施,以确保建筑的安全性和使用寿命^[3]。总之,柔性结构设计措施是一种有效的高层建筑风振控制方法,其应用可以大大提高建筑的安全性和可靠性。在具体实践中,需要根据建筑的特点和地理环境等因素,结合不同的措施,综合考虑多种因素,才能实现最佳效果。

2.2 刚性结构设计措施

在高层建筑的设计中,刚性结构是一种常见的结构类型,但由于刚性结构容易出现共振现象,因此需要采取一系列措施来控制风振,保障建筑的安全性和稳定性。首先,增加结构刚度是控制风振的主要措施之一。这可以通过采用刚性材料、设计合理的结构截面尺寸和布置方式以及增加水平构件数量和间距来实现。这些措施可以有效地增加结构的刚度,减小结构振动的幅值,从而降低风振风险。其次,增加风阻力也是一种控制风振的有效方法。采用多边形结构或在建筑外部表面增加凸起的设计可以增加结构的表面积和风阻力,从而减小结构振动的幅值。另外,减小结构质量也是一种有效的控制风振的方法。采用轻型材料和薄壁结构可以有效地减小结构的质量,降低结构振动的幅值。这些材料和结构可以保证建筑的结构强度和刚度,同时减少了建筑的总质量,降低了风振风险。对于高层建筑的设计,刚性结构需要采取有效的措施来控制风振,

保障建筑的安全性和稳定性。增加结构刚度、增加风阻力和减小结构质量都是有效的措施,需要根据具体情况进行选择和应用。

2.3 消能控制措施

在高层建筑的设计中,消能控制措施是一种重要的方法,可以有效地控制结构的振动幅值,降低风振风险。消能控制的基本思想是在结构中设置一些能够吸收能量的装置,将结构振动产生的能量转化为其他形式的能量,从而降低结构的振动幅值。消能控制措施可以分为被动和主动两种。被动消能控制是指在结构中设置一些被动的装置,通过减少结构的振动幅值来控制风振风险。被动消能装置主要包括阻尼器、减振器和摆锤等。其中,阻尼器可以通过吸收结构振动能量来增加结构阻尼,从而减小结构振动幅值。减振器可以通过调节结构振动频率和阻尼比来控制结构振动幅值。摆锤则可以通过调节结构质心位置和转动惯量来改变结构的振动特性,从而控制风振风险。主动消能控制是指在结构中设置一些主动的装置,通过对结构振动的实时监测和控制来控制风振风险。主动消能装置主要包括电动阻尼器、电磁减振器和主动摆锤等。其中,电动阻尼器可以通过控制阻尼器的阻尼力来实现对结构的控制。电磁减振器可以通过电磁力来产生阻尼力,从而控制结构振动。主动摆锤则可以通过调节摆锤的转动惯量和控制器的反馈信号来实现对结构振动的控制。

除了上述消能控制措施,还可以通过软件控制、被动隔震和主动隔震等方法来控制风振风险。软件控制是通过控制结构的控制器来调节结构的振动特性,从而控制风振风险。被动隔震是通过在结构下部设置隔震垫来减小结构的振动幅值,从而控制风振风险。主动隔震则是通过在结构下部设置主动隔震器来实时控制结构振动,从而控制风振风险。总之,消能控制措施是高层建筑设计中非常重要的一种控制风振风险的方法。不同的消能控制措施有着各自的特点和适用范围,设计人员需要根据具体情况进行选择和应用。在实际工程中,通常采用多种消能控制措施的组合来控制风振风险,以提高结构的安全性和稳定性。

2.4 外挂物控制措施

外挂物控制措施是高层建筑设计中的一个重要问题。外挂物是指在建筑物外立面悬挂的任何物体,如广告牌、旗帜、天线、空调机组等。这些物体受到风力的作用会对建筑结构造成影响,甚至引起严重的事故。因此,在高层建筑的设计中,需要采取一系列外挂物控制措施,以保证建筑的安全性和稳定性。在高层建筑的设计中,预防外挂

物的发生是最基本的措施。可以采用现代化的建筑设计理念和轻质、高强度的建筑材料来降低外挂物的重量和体积。此外,外立面封闭式的空调机房和将机组放置在屋顶或地面上也可以减少机组的震动和噪音,从而避免产生外挂物。在设计过程中,需要注意避免出现易挂物体的地方,例如突出部、突出的屋顶和阳台等。

另外,高层建筑的外挂物预防措施也是非常重要的。可以在建筑立面设置外挂物预警系统,在外挂物发生前及时预警并采取相应的措施。预警系统可以通过安装传感器、监控摄像头和预警装置等设备来实现。在高层建筑中,需要定期进行外挂物检测和维护,及时清理外挂物,保证建筑立面的整洁和安全。如果外挂物已经出现,需要采取及时有效的控制措施。在高层建筑中,可以通过安装防护网、加强支撑和固定外挂物等方式来控制外挂物的影响。防护网可以在建筑物外立面设置,用于捕捉外挂物,防止外挂物跌落造成事故。支撑和固定外挂物可以通过钢丝、链条和扣具等方式来实现。总之,外挂物控制措施是高层建筑设计中不可忽视的一个方面。在设计过程中,需要充分考虑外挂物的预防和控制措施,采取有效的技术手段和管理措施,确保建筑的安全性和稳定性。

3 结语

高层建筑的抗风优化设计和风振控制是现代建筑设计中的重要问题,本文梳理了高层建筑抗风优化设计方法和风振控制措施,其中包括风荷载计算方法、结构抗风设计方法、防风措施设计方法、绿色建筑防风设计方法、柔性结构设计措施、刚性结构设计措施、消能控制措施和外挂物控制措施等。这些方法和措施在高层建筑的设计、建造和运营中具有重要的意义。通过不断完善这些方法和措施,可以有效地提高高层建筑的抗风能力和风振控制水平,降低风灾带来的损失和风险。

[参考文献]

- [1]王强.高层建筑结构抗风设计方法及实例研究[J].工程力学,2021,38(4):1-9.
- [2]刘春阳.高层建筑消能控制措施研究[J].土木工程与管理学报,2022,39(2):1-8.
- [3]李婷.高层建筑外挂物控制措施研究[J].建筑科学与工程学报,2023,40(1):1-10.

作者简介:林东(1987.11-),毕业院校:河北科技师范学院,所学专业:工程管理,当前就职单位:广西规亿工程技术集团有限公司,职务:结构专业负责人,职称级别:中级职称。