

高层建筑施工中高支模系统稳定性分析与优化设计

李如意 杨欣 王光明

(中国建筑第七工程局有限公司 广东深圳 518000)

摘要: 高层建筑施工中,高支模系统作为关键的临时结构,其稳定性直接关系到工程安全和施工质量。本文旨在分析高支模系统的稳定性问题,并提出优化设计方法。首先,通过文献回顾和现场调研,总结了高支模系统在实际施工中出现的稳定性问题及其成因。接着,采用有限元分析方法,对不同工况下的高支模系统进行模拟,评估其稳定性能。此外,本文还探讨了基于稳定性分析的结构优化设计方法,包括材料选择、结构布局调整以及施工工艺改进等方面。最后,结合实际工程案例,验证了优化设计方法的有效性,为高层建筑施工中高支模系统的设计和施工提供了理论依据和实践指导。

关键词: 高支模系统;稳定性分析;优化设计

引言

高层建筑施工的安全性一直是建筑行业关注的焦点,而高支模系统作为施工过程中的重要临时结构,其稳定性直接关系到施工安全和工程质量。随着建筑高度的不断增加,高支模系统的规模和复杂性也随之增长,稳定性问题愈发凸显。因此,深入分析高支模系统的稳定性,并提出有效的优化设计方法,对于确保施工安全、提高施工效率、降低成本具有重要的理论和实践意义。

一、高支模系统稳定性问题综述

(一)高支模系统概述

高支模系统是高层建筑施工中不可或缺的临时结构,主要用于支撑施工平台、模板及其上的施工荷载。这种系统通常由立杆、横杆、对角支撑、平台板和可调顶托等组成,形成一个空间刚度较大的结构体系。高支模系统的设计和施工质量直接关系到施工人员的安全和工程的进度。由于高层建筑施工的特殊性,高支模系统往往需要承受较大的垂直和水平荷载,同时还要面对复杂的施工环境和不确定的外部条件,这些因素都对系统的稳定性提出了更高的要求。

(二)稳定性问题成因分析

高支模系统失稳的原因多种多样,主要包括设计不合理、施工质量问题、荷载超出设计范围、材料性能退化以及外部环境影响等。设计不合理可能表现在立杆间距过大、支撑系统布局不合理或连接件设计不当等方面,这些都可能导致系统在受力后产生过大的变形或局部失稳。施工质量问题涉及到立杆垂直度不足、连接件安装不到位、螺栓松动等问题,这些问题会降低系统的稳定性和承载能力。此外,施工过程中的临时荷载、风荷载、地震荷载等不确定因素也可能导致系统的稳定性问题。

(三)研究现状

学者对高支模系统的稳定性问题进行了广泛的研究。在理论研究方面,通过建立数学模型和进行有限元分析,研究了不同因素对高支模系统稳定性的影响。例如,有研究通过引入多尺度有限元方法,分析了高支模系统在复杂荷载作用下的稳定性能。在实验研究方面,通过室内外模型试验,研究了高支模系统在不同工况下的变

形特性和破坏模式。此外,还有研究通过现场监测,实时获取高支模系统的应力状态和变形情况,为稳定性评估提供了直接依据。尽管已有研究取得了一定的成果,但高支模系统稳定性问题仍然复杂,需要进一步的研究来提出更为有效的设计和施工方法。^[1]

二、高支模系统稳定性分析方法

(一)有限元分析原理

有限元分析是一种广泛应用于工程领域的数值分析方法,其核心思想是将连续体划分为有限数量的离散单元,通过建立单元的局部刚度方程,组装成整体结构的刚度矩阵,进而求解结构在外荷载作用下的响应。在高支模系统稳定性分析中,有限元方法能够模拟结构的非线性行为和复杂荷载路径,为评估结构的稳定性提供精确的计算结果。通过有限元软件,可以对高支模系统进行详细的几何建模和材料属性定义,考虑实际施工中的荷载组合和边界条件,进行静力和动力稳定性分析。

(二)稳定性分析模型建立

稳定性分析模型的建立是进行有限元分析的基础。首先,需要根据实际工程的具体情况,确定高支模系统的几何尺寸、结构布局 and 连接方式。在此基础上,选择合适的有限元类型和网格划分策略,通常采用壳单元或梁单元来模拟立杆和横杆,节点弹簧或连接单元来模拟连接件的力学行为。同时,需要对材料的非线性特性进行准确描述,如弹性模量、屈服强度、断裂韧性等,以及考虑施工荷载、风荷载、地震荷载等多种荷载组合的影响。通过这些详细的模型设置,可以确保分析结果的准确性和可靠性。

(三)影响因素敏感性分析

为了深入理解影响高支模系统稳定性的关键因素,进行敏感性分析是必不可少的步骤。敏感性分析通过改变模型中的关键参数,如立杆间距、横杆步距、荷载大小等,观察结构响应的变化趋势,从而评估各参数对稳定性的影响程度。通过这种方法,可以识别出对系统稳定性影响最大的参数,为后续的优化设计提供依据。此外,敏感性分析还可以用于评估不确定性因素的影响,如材料性能的波动、荷载大小的变化等,从而提高高支模系统设计的鲁棒性和可靠

性。^[2]

三、高支模系统优化设计策略

(一) 材料选择与应用

在高层建筑施工中,高支模系统的设计和稳定性分析对于确保施工安全至关重要。材料选择作为设计过程中的基础环节,直接影响到高支模系统的性能表现和稳定性。传统的高支模系统主要采用钢材,如普通碳钢或低合金钢,这些材料虽然具有良好的力学性能,但在面对日益增长的建筑高度和复杂施工环境时,其局限性逐渐显现。因此,探索新型材料在高支模系统中的应用,成为提升系统稳定性的关键研究方向。

除了金属材料,纤维增强塑料等非金属复合材料也开始被应用于高支模系统中。FRP材料具有轻质、高强、耐腐蚀等优点,尤其适用于海洋、高湿度或化学腐蚀性环境中的施工。FRP材料的这些特性使其在提高高支模系统稳定性的同时,还能延长系统的使用寿命,减少维护成本。^[3]

此外,如何通过材料的合理配置和组合,实现高支模系统的最佳性能,也是材料选择与应用研究的重要内容。例如,可以考虑将高强度合金钢与FRP材料进行复合,利用各自的优势,形成一种新型的混合材料高支模系统。这种系统不仅能够提供足够的强度和刚度,还能够不同环境条件下保持稳定的性能。^[4]

(二) 结构布局与连接优化

在结构布局方面,立杆和横杆的布置应遵循力学原理和施工实践的要求。立杆作为主要的承重构件,其间距的确定需要综合考虑施工荷载、施工阶段以及结构的刚度需求。横杆的布置则应保证整个系统的均匀受力,避免局部过载。在高层建筑施工中,通常采用三角形或菱形的布局模式,这种模式能够提供良好的空间稳定性,并通过增加支撑点来提高系统的抗侧移能力。此外,对于特殊区域,如梁柱节点或大跨度区域,应增加立杆的密度,以确保局部区域的稳定性。

连接优化是另一个提升高支模系统稳定性的重要方面。传统的螺栓连接虽然简单可靠,但在高层建筑施工中,由于施工高度的增加和施工速度的要求,螺栓连接的安装效率和可靠性面临挑战。因此,研究和开发新型的快速装配连接件成为优化设计的重要方向。例如,自锁紧连接件能够在不依赖外部工具的情况下实现快速安装,同时提供足够的连接强度。此外,楔形连接、插销连接等新型连接方式也在不断涌现,这些连接方式能够在提高安装效率的同时,保证连接节点的稳定性和可靠性。

结构布局与连接优化是提升高支模系统稳定性的有效手段。通过合理的布局设计、新型连接件的开发以及有限元分析的应用,可以显著提高高支模系统的性能,确保高层建筑施工的安全和效率。未来的研究应继续探索更多的结构布局方案和连接技术,以适应不断变化的施工环境和提高施工质量。

(三) 施工工艺改进

施工过程中的实时监控和调整是预防和解决稳定性问题的有效

手段。通过安装传感器和监测系统,可以对高支模系统的关键部位如立杆、横杆连接点以及支撑结构进行实时监测。这些监测数据能够提供结构在施工荷载作用下的应力分布、变形情况和潜在的失稳迹象。一旦发现异常,施工团队可以立即采取措施,如调整荷载分布、加固结构或者暂停施工,以确保施工安全。

四、工程案例分析

(一) 工程背景与问题描述

本案例选取某高层建筑施工项目,该项目位于城市中心区域,建筑总高度为120米,计划采用高支模系统进行主体结构施工。在初步施工阶段,监测团队发现高支模系统在承受一定荷载后出现了超出预期的变形,且局部区域存在轻微的裂缝,这表明系统的稳定性存在潜在风险。通过对现场情况的详细调查和数据分析,确定问题主要源于立杆间距过大、连接件失效以及施工荷载超出设计范围。

(二) 优化设计方案实施

针对上述问题,提出了一系列优化设计方案。首先,调整立杆间距,确保在关键区域如梁柱节点附近的立杆布置更加密集,以提高局部刚度。其次,更换不合格的连接件,并采用新型的自锁紧连接件,以增强结构的整体稳定性。同时,对施工荷载进行重新评估,确保所有施工活动均在设计荷载范围内进行。此外,引入实时监测系统,对高支模系统的关键参数进行持续监控,以便及时发现并处理潜在的稳定性问题。

(三) 优化效果评估

优化设计方案实施后,通过对比优化前后的监测数据,评估优化效果。结果显示,优化后的高支模系统在相同荷载作用下的变形明显减小,局部裂缝得到有效控制,系统的稳定性得到了显著提升。此外,实时监测系统的有效运行行为施工安全提供了有力保障,施工进度也得到了保证。本案例的成功实施证明了优化设计方案的可行性和有效性,为类似高层建筑施工项目提供了宝贵的经验和参考。

结论

本研究为高层建筑施工中高支模系统的稳定性分析与优化设计提供了系统的理论和实践指导,对于推动高层建筑施工技术的发展和提升施工安全水平具有重要意义。

参考文献:

- [1]马诚厚.高支模施工技术在房屋建筑工程中的应用[J].建筑工人, 2024, 45 (02): 4-7.
- [2]赵章奇.高支模施工技术在土建施工中的应用分析[J].大众标准化, 2024, (01): 152-154.
- [3]黄昕.高支模施工技术在高层建筑工程中的应用研究[J].中国建筑装饰装修, 2023, (23): 161-163.
- [4]陈云龙.建筑工程中高支模施工技术探讨[J].江西建材, 2023, (11): 349-350+355.

作者简介:李如意,1987.07.19,男,汉族,河北保定,大专,中级工程师,土木工程。