

高支模结构稳定性分析与加固技术研究

李鼎铭 杜林庆

中建七局建筑装饰工程有限公司 河南 郑州 450000

摘要：现代建筑工程中高支模结构由于具有施工快速，适应性好等优点而得到了广泛的应用，但是它的稳定性一直以来都是工程实践的难点与关键。本项研究的目的是深入探索高支模结构的稳定性分析和加固方法，旨在增强其稳定性并确保施工过程的安全性。采用聚类分析与数据挖掘方法对有关文献资料进行了深入剖析，确定了影响高支模结构稳定的关键因素主要有材料力学性能，稳定性分析方法以及安全性评估体系。发现设计缺陷，施工过程中存在的问题，材料及施工质量控制和环境因素等是造成高支模结构缺乏稳定性的重要因素。为此，本文提出了一系列加固措施，包括结构加固技术应用、施工管理优化策略、智能监测系统引入以及应急预案演练计划。实施上述措施可显著改善高支模结构稳定性并确保施工安全。今后的研究可进一步探索上述措施对不同类型高支模结构稳定性的影响，并与现代技术相结合以进一步提高其稳定性。

关键词：高支模结构；稳定性分析；加固技术；智能监测；施工管理

引言

在建筑行业飞速发展的今天，高支模结构由于具有施工速度快，适应性好等优点而被广泛地应用于现代建筑工程当中。但高支模结构稳定性在工程实际中始终是难点与焦点。关于材料力学性能，稳定性分析方法及安全性评估体系，已开展的系列研究对高支模结构稳定性研究提供理论支撑与实践指导。但是与此同时，设计缺陷，施工过程中存在的问题，材料及施工质量的控制及环境因素的影响依然存在，限制了高支模结构稳定性及施工安全。在技术上，理论上，适用性上和工程实践上所面临挑战表现各异。

1 高支模结构稳定性分析与加固技术研究现状

1.1 材料力学性能研究

建筑工程中高支模结构是否稳定是保证施工安全与结构可靠的关键所在。材料力学性能如钢材屈服强度，混凝土抗压强度和模板材质弹性模量等是高支模稳定的核心参数。比如钢的屈服强度高达450MPa，这就决定了钢可以在没有永久变形的情况下抵抗相当高的应力；当混凝土抗压强度达到30MPa时，则说明其受压稳定程度较大；模板材质弹性模量20GPa，表现出受力后弹性恢复能力。

除上述基本参数外，支撑杆件截面面积，连接节点转动刚度、预应力施加效率和荷载传递效率也是高支模结构稳定的重要影响因素。^[1]支撑杆件截面面积大小决定其承载能力大小，连接节点转动刚度对结构整体刚度产生影响，预应力施加效率与结构预应力状态有关，但荷载传递效率与结构受力后的反应有直接联系。工程师们通过准确地测量与计算这些参数，能够保证高支模结构

设计与施工时的稳定，进而给施工人员与最终用户提供安全保障。这一科学的设计方法在提高结构安全性的同时还能优化材料使用效率、降低成本，在现代建筑工程当中必不可少。

1.2 稳定性分析方法探索

稳定性分析对于保证高支模结构的安全性具有十分重要的意义，涉及结构在建造及服役期间对各类荷载的反应。通常采用线性屈曲分析，非线性屈曲分析以及动力特性分析等一些手段，这些手段可以对结构的稳定性给出深刻的认识。一般采用线性屈曲分析来确定弹性范围结构屈曲临界荷载，分析阈值往往定为设计荷载的1.5倍。该分析假定材料行为为线性，未考虑其非线性行为及几何软化效应。非线性屈曲分析考虑了材料的非线性特性，例如塑性变形等，通常的位移控制设置为L/200，这意味着分析会在结构变形达到其原始长度的1/200时停止。这类分析可以提供对结构大变形时行为的预测，是设计更保守、更安全结构所必需的。动力特性的分析主要集中在结构的动态反应上，例如其固有的频率、阻尼以及振动模式。频率范围一般设置在0-10Hz之间，涉及大部分建筑工程可能遭遇到的动态荷载情况。对其进行模态分析可辨识其动力特性并对其振动控制与优化奠定基础。

1.3 安全性评估体系建立

以模糊综合评价法构建的安全性评估体系为高支模结构稳定性评价提供了新方法。该方法可以兼顾多方面因素以提高评价精度。例如，当实时监测数据的反馈延迟不超过1秒时，可以确保监测数据的及时性和准确度。

对高支模结构进行极限承载力试验和破坏模式分析可对其安全性给出较精确的评价。

模糊综合评价法考虑了结构几何尺寸,材料属性和施工条件诸多因素来评价高支模结构稳定性。该方法可实现定性分析向定量分析的转换,使评估结果更客观、更精确。^[2]实时监测技术,例如位移、应力、裂缝等参数的实时监测,为模糊综合评价提供了重要的数据支持。这些数据是否实时、准确,对评价结构当前状态,预测结构未来行为具有重要意义。另外极限承载力试验也是结构安全性评价的一种重要方法。通过分析结构在测试期间的破坏模式,可了解该结构在极端情况下的表现,以评价结构的安全可靠性。

2 高支模结构存在的问题及原因分析

2.1 设计缺陷与不足

设计荷载取值较低,支撑体系设置不合理是造成高支模结构缺乏稳定性的主要因素。如设计荷载中不考虑风载和雪载等因素会造成极端天气情况下结构缺乏稳定性。在进行极近距离煤层采动顶板岩层构造稳定分析时,顶板易冒落这一机制揭示出设计时忽略岩层稳定。另外,在最新吹填淤泥地基真空固结理论和强度生长计算方法研究方面,还发现在设计时缺乏地基强度生长预测,造成了结构稳定性方面存在问题。

2.2 施工过程问题

施工中存在的诸如模板安装准确性不够,支撑体系搭设欠规范等问题也成为影响高支模结构稳定的主要原因。这些问题都会给结构的建造带来意想不到的后果。在铜黄高速公路K178±500~700段的滑坡事故中,稳定性分析揭示了施工期间边坡稳定性监测与控制的不足是滑坡发生的主要原因^[3]。此外,施工过程中未能充分考虑抗滑桩加固非饱和土边坡时基质吸力对边坡稳定性的影响,这一疏忽进一步加剧了滑坡的风险。该案例强调了在高支模施工中,细致的监测和准确的分析对于预防工程事故的重要性。

2.3 材料与施工质量控制

高支模结构建造过程中材料质量控制不严与施工人员技能水平不统一是决定结构稳定的两个关键因素。采用劣质材料将造成结构强度不够,同时施工人员如果专业技能不强,就有可能在安装时出现失误,比如锚杆安装不到位等,直接减弱巷顶板稳定性。另外,当双曲拱桥进行加固时,如果忽略剪力滞效应还会给桥梁稳定性带来负面影响。所以,要想保证高支模工程安全牢固,就需要严格控制材料质量、提高施工人员专业技能、准确分析结构。这不只是关于施工阶段的质量管

理,还涉及到施工计划的科学规划和实施。只有从各方面对其进行质量控制才能够有效地防止工程事故的发生,确保项目顺利竣工。

2.4 环境因素影响

诸如暴雨和大风这样的自然环境条件,对高支模结构的稳定性产生的影响是不能被轻视的。这些因素都会造成结构在建造时或者服役时的稳定性问题。^[4]在对以结构整体性为基础的震害分析加固方法进行研究时发现,2008年汶川地震造成了大量建筑物不同程度的受损,有的甚至发生了倒塌和破坏,体现出自然环境因素对于结构稳定性影响的严峻性。在软弱地基的稳定性分析与加固中,必须重视地基承载力和变形特性,确保设计方案和施工技术能提高地基稳定性。

3 高支模结构加固措施及办法

3.1 结构加固技术应用

结构加固技术对增强高支模结构的稳定性具有重要意义。增加临时支撑和更换受损构件可明显提高结构承载力及稳定性。比如说,通过添加临时的支撑结构,我们能够增加其承载能力的20%。另外,使用高强度钢材、高耐久性混凝土等高性能材料也是增强结构稳定性的重点。这类材料的使用,可显著改善结构抗弯、抗压及抗剪能力,进而提高结构整体稳定性。

在实践中,如北京电子商务云数据分析中心改造时,采用高承载力的工具式钢结构临时支撑体系对原结构进行有效补强,既增强结构承载力又大大降低造价。另外,对高支模结构进行极限承载力实验破坏模式分析可对其安全性给出较为精确的评价。

3.2 施工管理优化策略

优化施工管理对提高高支模结构稳定性也是非常关键。加强设计审查和复核以及加强对施工过程的监督,才能保证施工质量以增强结构稳定性。^[5]比如加强对施工过程的监督,就能及时地发现与改正施工中出现的误差与偏差,避免结构稳定性下降。另外,加强施工人员技能培训与安全教育还能提升施工质量以增强结构稳定性。

就施工管理而言,实行动态监管,定期进行质量检查,是保证工程质量之关键。例如,通过执行一系列的项目工程施工质量控制措施,如设计质量控制、施工过程质量控制和验收质量控制等,可以确保从设计阶段到施工阶段再到验收阶段的每一个环节都符合质量标准。同时通过制定严密的质量管理体系来监控施工中的每个细节,能够及时发现存在的问题,采取纠正措施。另外,对施工人员进行培训对于提升施工质量具有重要意义。通过精心设计的施工人员技能培训计划,涵盖了施

工技术知识和安全意识的培养等多个方面，能够显著提高施工人员在专业技能和安全意识方面的水平。

3.3 智能监测系统引入

引入智能监测系统，对高支模结构稳定性进行实时监测。通过对结构变形，位移及应力等关键参数进行实时监测，能够及时发现和处理可能存在的问题，以提高结构安全性。比如众数科技高支模监控系统可以实现模板沉降，整体位移以及顶杆失稳的实时监控，同时利用无线通信技术传输数据，保证了监控数据的有效性与实时性。

另外，该智能监测系统能够实现远程监测与控制结构，增加了施工安全性与效率。监管人员通过云平台可实时了解现场任意位置的施工安全状况，当监控到有异常现象的数据时，该系统将及时进行报警，并提醒员工采取相应的处理措施。该智能化监测方式在提高监测准确性与实时性的同时也极大地降低人力成本与安全风险。

应用智能监测技术，例如无线传感器的自动监测系统，为我们提供了一种比传统监测手段更为简便和精确的方法，特别是在高支模施工过程中对立杆轴力的监测、对立杆倾角等主要参数进行了实时监控，为高支模的设计提供了足够的基础数据。这些工艺的开发与应用对高支模结构稳定性的保证更加全面。

3.4 应急预案演练计划

编制应急预案演练计划和增强应急响应能力是确保高支模结构稳定的又一个重要环节。通过演习，能够提升施工人员应对突发事件的能力，进而降低施工期间安全事故的发生。比如通过应急预案演练能够提升施工人员应对火灾，坍塌等突发事件能力。另外通过应急预案演练也能增强施工人员安全意识及自我保护能力以提升施工安全性。应急演练的意义是可以提高对突发事件风险的应对意识、检验预案效果可操作性、强化突发事件应急响应能力。演练有助于施工人员对突发事件场景的熟悉，应急熟练程度及实战技能的提升，增进各类应急组织机构，人员间的交流沟通与协调配合。

实施时应急演练方案要确定演练的目标与内容，例如高支模体系坍塌事故的应急响应，事故现场的救援以及人员疏散。演练步骤主要包括情景模拟，应急响应和事故报告，以保证施工单位能快速有效应对突发事件。通过经常性的应急演练能够及时发现和纠正应急预案存在的问题，增强施工单位保护职工生命安全和增强企业竞争力的能力，并且保证了紧急情况下能快速有效应对，降低了事故带来的生命财产损失。

4 结语

文章通过对高支模结构的稳定性分析和加固技术进行研究，并提出一系列行之有效的措施和方法。实施上述措施可显著改善高支模结构稳定性并确保施工安全。今后的研究可进一步探索上述措施对不同型式高支模结构稳定性的影响，并与现代技术相结合以进一步提高其稳定性。

在高支模结构的稳定性分析及加固技术的研究过程中发现，材料力学性能，稳定性分析方法和安全性评估体系等方面的制定是保证结构稳定的关键。同时也不能忽视设计缺陷，施工中存在问题，材料和施工质量控制及环境因素等对结构稳定性产生的影响。通过采用结构加固技术，优化施工管理，引进智能监测系统，编制应急预案演练计划等措施可有效促进高支模结构稳定及施工安全。

参考文献

- [1] 陕艳娟.高支模施工要点及质量控制路径探析 [J]. 砖瓦,2023,(12):111-113.
- [2] 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.
- [3] 赵洪斌.建筑工程高支模施工技术应用研究[J]. 居舍,2023,(32): 69-72.
- [4] 王灿明.高支模施工技术在建筑工程中的应用分析 [J]. 居业,2023,(09):28-30.
- [5] 张博雅.建筑工程高支模安全施工技术探讨[J]. 中华建设,2023,(08):163-165.