

建筑工程中的施工噪声与振动控制研究

庞中岩

(安徽宇毅建设有限公司, 安徽 合肥 230000)

【摘要】随着城市化进程的快速发展, 建筑工程的规模和数量不断增加, 施工过程中的噪声与振动问题也日益凸显。这些问题不仅对周边环境和居民生活造成了严重影响, 还可能对建筑物结构安全带来潜在风险。本文旨在全面探讨建筑工程中施工噪声与振动的产生机理, 分析现有控制技术的优缺点, 并提出一系列有效的控制措施。通过深入研究, 期望能为降低施工噪声与振动, 提高建筑工程的环保性和居民生活质量提供有力支持。

【关键词】建筑工程; 施工噪声; 振动控制; 环保性

引言:

建筑工程施工过程中产生的噪声与振动已成为城市环境中的重要污染源。随着人们环保意识的提高, 如何有效控制施工噪声与振动, 减少对周边环境和居民的影响, 成为当前建筑工程领域亟待解决的问题。本文将从施工噪声与振动的产生机理、现有控制技术、新型控制策略等方面展开深入研究, 以期为建筑工程施工噪声与振动的控制提供科学依据。

一、施工噪声与振动的产生机理及影响

(一) 施工噪声与振动的产生机理

发动机、钻孔机、混凝土搅拌机等设备在工作时, 其内部的机械运动、气体排放和结构振动都会产生噪声。这些噪声具有能量密集、频率宽泛的特点, 能以空气为介质迅速扩散, 覆盖整个施工现场乃至更远的居民区。振动的产生则与施工活动的机械特性紧密相关, 例如, 打桩机在打入地下时, 产生的冲击力会引发强烈的机械振动, 并通过地基传播到周围建筑, 影响结构的稳定性。此外, 重型车辆在工地内外的行驶, 也会因轮胎与地面的接触产生振动, 并通过道路传播, 进一步加剧环境振动。施工噪声与振动的产生还与施工工艺密切相关, 例如, 爆破作业不仅会产生巨大的噪声, 其冲击波还会引发强烈的振动。而在进行混凝土破碎、切割等作业时, 高速旋转的工具也会产生高频率的噪声。同时, 施工过程中物料的堆放和运输, 如石料的跌落、混凝土浇筑的冲击, 也会产生噪声和振动。施工噪声与振动的产生并非孤立事件, 它们之间存在复杂的相互作用。例如, 强烈的振动可能导致建筑结构受损, 结构的不稳定性又会加剧噪声的传播。这种连锁效应使得噪声与振动控制变得更加复杂。

(二) 施工噪声与振动的影响

噪音不仅干扰人们的生活, 还可能对建筑物和居民的心理健康产生负面影响。噪声可以通过空气和固体介质传播, 其传播过程中能量损失较小, 可以穿透墙壁和窗户, 影响较远的距离甚至居民区。长期暴露在高噪声环境中, 可能会导致听力下降、心血管疾病以及心理压力增大。此外, 噪声还会降低人们的工作效率, 影响建筑物内部的声学环境, 使室内舒适度降低, 对建筑物的结构和设备造成损害, 如结构疲劳, 加速建筑老化。振动是一种机械运动, 它通过固体介质传播, 会直接穿透建筑物的结构, 影响建筑物的稳定性。长期的振动可能会导致建筑物的共振效应, 加大结构的应力, 从而引发安全问题。振动还可能影响建筑物内的设备运行, 如精密仪器的精度受到影响, 以及对居民生活造成不舒适感。此外, 振动还可能通过地基传播, 影响到周围建筑物的稳定性。施工噪声与振动的影响是多方面的, 它们不仅影响人们的生理健康, 也影响着建筑物的结构安全和设备运行。因此, 施工噪声与振动控制不仅关系到施工现场的环境, 更关系到居民的生活质量和建筑物的安全。

二、现有施工噪声与振动控制技术分析

(一) 施工噪声控制技术

噪声源控制主要通过选择低噪声设备、优化施工工艺和合理布置机械设备来减少噪声的产生。低噪声设备的使用, 如采用静音发电机、电动工具代替柴油机, 能够在源头上降低噪声。优化施工工艺则包括合理安排施工时间, 避免在夜间或休息时段进行噪音大的作业, 以及采用湿式作业法, 如湿钻孔、湿拌混凝土, 以减少噪声和粉尘的产生。布置机械设备室, 可以考虑设立隔音屏障或隔音室, 将噪声源与作业区域和生活区隔离开来。声学设计着重于建筑物的布局 and

结构,通过合理设计空间的形状和尺寸、选择吸声材料,以及设置吸音设施,如吸音板、隔音墙和隔音窗,来降低噪声在空间内的反射和传播。例如,采用多孔吸声材料如矿棉、玻璃棉等,它们能够吸收声波能量,降低噪声强度。振动是噪声产生的一个重要途径,通过减振设计,可以有效减少振动导致的噪声。这包括在机械设备上安装减振器,如橡胶垫、弹簧和阻尼器,它们能够吸收和消耗振动能量,降低噪声的产生。减振设计还涉及建筑物的基础和结构,如采用浮置基础、隔振楼板,或者在建筑物的关键部位使用阻尼器,以减少振动对建筑物的影响,从而降低噪声。然而,现有的噪声控制技术仍存在局限性。例如,低噪声设备可能成本较高,且技术成熟度不一;隔声材料的选择和安装需要精确计算和设计,以适应不同的噪声环境;减振技术的实施则可能增加结构的复杂性,对施工效率产生影响。因此,未来的研究需要进一步探索这些技术的优化方案,以提高其在实际工程中的应用效果。通过实时监测噪声数据,智能调度系统可以动态调整施工时间、顺序和位置,以实现噪声的最小化。此外,绿色建材的使用也有助于噪声控制。例如,轻质高效的环保材料,如再生骨料混凝土,能够在一定程度上减少建筑物的振动,从而降低噪声。

(二) 施工振动控制技术

结构动力学分析是理解振动传播规律的关键,这一环节涉及对建筑物在施工期间受到的振动载荷的计算和模拟,探究其在振动作用下的变形、应力分布和稳定性。通过这种分析,可以确定振动敏感区域和薄弱环节,为设计合适的振动控制策略提供科学依据。例如,通过计算优化结构设计,如使用阻尼器、增设隔振层,或使用柔性的连接方式,来降低振动对结构的影响。减振器,如减振器和阻尼器,能够通过调整结构的振动特性,以减少振动的传播和强度。减振器通过消耗或转换振动能量,减少振动的幅值,而阻尼器则通过增加阻尼来降低振动的频率响应。此外,高性能的隔振垫和隔振器材料,如金属、橡胶和聚合物复合材料,也在振动控制中发挥着重要作用。通过合理的地基设计,例如采用浮置基础、隔振垫或者隔振楼板,可以降低振动在土壤中的传播,减少对周围建筑物的影响。此外,根据土壤的特性,如密度、压缩性,选择合适的地基处理方法,例如换填、夯实或者振冲,也可以有效降低振动传播。

三、新型施工噪声与振动控制策略探讨

(一) 主动控制技术

通过在施工现场部署高精度的声学 and 振动传感

器,可以实时捕捉到噪声与振动的强度、频率和空间分布。这些数据随后被无线传输到中央处理器,与预设的噪声与振动限值进行比较,如果超过限值,系统将自动触发控制措施。通过构建施工噪声与振动的数学模型,可以预测不同施工活动产生的噪声与振动水平,以及采取特定控制措施后的效果。这种预测能力使得施工团队能够提前规划施工活动,如调整设备工作时间、改变施工顺序或采用噪声与振动较低的施工方法,从而在施工过程中主动降低噪声与振动。智能调度系统能够根据实时监测数据和噪声模型,动态调整施工计划,以降低噪声与振动的影响。例如,系统可以实时分析多个施工活动的噪声与振动贡献,优先安排噪声较小的作业,或者在噪声敏感时段暂停噪声大的施工活动。此外,智能调度系统还能通过优化机械布局,在保证施工效率的同时降低噪声传播。另一种主动控制策略是利用主动噪声与振动控制(ANVC)技术,这种技术通过产生与噪声或振动相反的信号,以抵消其影响。例如,使用声学发生器产生与噪声源产生的噪声相位相反的声波,通过相消干涉原理,实现噪声的减小。对于振动,可以采用主动阻尼器,产生与振动相反的振动,以减少结构振动。

(二) 被动控制技术

声学设计通过优化建筑物的结构和材料,减少噪声的传播和反射。例如,通过合理安排房间的布局和形状,选择吸声性能好、反射少的材料,以及设置吸音设施,如吸音板、隔音墙和隔音窗,可以降低噪声在空间内的传播和反射,从而减少噪声的传播。隔声材料通过吸收、衰减或反射声波来减少噪声的传播。常见的隔声材料包括吸音板、隔音墙体和隔音窗,它们能够有效降低噪声传递效应,提高建筑环境的舒适度。此外,在选择隔声材料时,还应考虑其对环境的影响,如选择环保的材料,以降低噪声控制对环境的负面影响。振动控制技术中,被动控制则主要通过结构动力学分析、减振器设计与应用以及土壤与基础的振动控制来实现。结构动力学分析通过研究建筑物在外部激励下的振动特性,为制定有效的振动控制策略提供理论依据。减振器设计与应用则是通过调整结构的振动特性,以减少振动的传播和强度。这种调整可以通过使用阻尼器,消耗或转换振动能量,也可以是通过使用柔性的连接方式,降低振动对结构的影响。对于土壤与基础的振动控制,关注建筑物与地基的相互作用,通过合理的地基设计,降低振动在土壤中的传播,减少对周围建筑物的影响。被动控制技术的优点在于它们无需外部能源,可以在

施工过程中持续发挥作用。然而，被动控制技术也存在局限性，如设计的复杂性，需要精确计算和设计，以适应不同的噪声和振动环境，以及对施工效率的影响，如减振器的安装可能会增加施工的复杂性。因此，未来的研究需要进一步探索这些技术的优化方案，以提高其在实际工程中的应用效果。

（三）混合控制技术

在混合控制中，主动控制技术可以进行实时的噪声与振动监测，并通过结合预先建立的噪声模型，对施工活动进行优化调度，以减少噪声与振动的产生。而被动控制则通过声学设计、隔声材料和振动阻尼技术，来降低噪声和振动的传播。例如，声学设计可以优化建筑物的布局，选择吸声材料，并设置吸音设施，来减少噪声在空间内的传播和反射。隔声材料如吸音板、隔音墙体和隔音窗则能够降低噪声的传递效应，提高建筑环境的舒适度。振动控制方面，减振器和阻尼器的设计可以调整结构的振动特性，减少振动的传播和强度。混合控制技术的实施需要综合考虑噪声和振动的产生机理，以及传播路径、接收者等因素。它不仅关注噪声与振动的源头控制，而且关注它们的传播途径和接受者受到的影响。通过实时监测和分析数据，混合控制技术能够做出快速响应，调整施工活动，以达到噪声与振动的最小化。此外，混合控制技术还能够根据环境变化和施工进度，动态调整控制策略，以提高控制效果。

四、施工噪声与振动控制的挑战与解决方案

（一）挑战概述

随着环保法规的日益严格，施工企业需要不断调整控制策略以满足新的标准，这要求控制技术具有较强的适应性。同时，不同国家和地区对于噪声与振动控制的法规标准存在差异，增加了企业在跨国项目中的实施难度。新的控制技术和材料不断涌现，如智能声学材料和自适应阻尼系统，这些新技术的集成与应用需要投入大量的研发资源，同时也要求施工团队具备相应的技术知识和技能。随着生活质量的提升，居民对施工噪声与振动的容忍度降低，导致施工企业需要在满足工程进度的同时，更加关注对周边环境和居民的干扰。许多先进的控制技术和设备虽然效果显著，但初期投入较高，可能会增加项目的经济压力。因此，寻求经济高效的解决方案成为一项重要的任务。

（二）解决策略

产学研结合：加强与科研机构的合作，利用最新科研成果，推动施工噪声与振动控制技术的创新。

通过产学研合作，可以快速转化科研成果，降低新技术的市场应用成本，同时提升企业的技术竞争力。法规研究与适应：建立专门的法规研究团队，跟踪国内外相关法规的更新，及时调整控制策略，确保企业始终符合最新的环境标准。通过法规适应性培训，提升员工对法规的理解和执行能力。技术培训与知识更新：定期组织技术培训，提升施工团队对新控制技术的掌握，确保新技术能顺利应用到实际施工中。同时，鼓励员工持续学习，提升对新知识的接受能力，以应对快速变化的技术环境。公众沟通与教育：实施针对性的公众沟通策略，向周边居民解释施工噪声与振动控制的重要性，以及企业在降低噪声与振动方面所做的努力。通过教育，提升公众对施工活动的理解，降低对抗情绪。经济效益优化：在控制策略制定时，兼顾噪声与振动控制效果与经济效益。通过经济分析，选择性价比高的控制技术，同时考虑长期运营成本，确保控制措施在项目生命周期内的经济可行性。绿色建筑与可持续发展：将噪声与振动控制与绿色建筑理念相结合，研发和应用环保、低能耗的控制技术。例如，利用再生材料、节能设备以及噪声与振动的回收利用技术，实现经济效益与环保效益的双重提升。

结束语：

随着城市化进程的加速，建筑工程中的噪声与振动问题愈发凸显。这不仅关系到周边居民的生活质量，更与建筑的安全性和环保性紧密相连。通过本文的探讨，我们深入了解了施工噪声与振动的产生机理，分析了现有控制技术的优劣，并提出了一系列创新的控制策略。面对未来的挑战，我们应积极寻求产学研结合，加强法规研究与适应，不断更新技术与知识，强化公众沟通，优化经济效益，并始终坚持绿色建筑与可持续发展的理念。通过这些努力，我们有望在未来的建筑工程中实现更低噪声、更低振动的目标，为城市居民创造更加宁静、舒适的生活环境，同时推动建筑行业的绿色、健康发展。

参考文献：

- [1] 宋兰兰. 建筑设计中噪声与振动通病的防治探究[J]. 江西建材, 2020, 13(8): 64-65.
- [2] 范文斌. 建筑设计中噪声与振动的通病分析[J]. 砖瓦世界, 2020, 35(4): 101-112.
- [3] 张国栋, 李阳. 施工现场噪声与振动对周边环境的影响及控制对策[J]. 工程安全与环境保护, 2022, 20(03): 45-49.