

建筑暖通工程中的噪声控制与优化策略探讨

付舸洋

沈阳惠天热电股份有限公司

DOI: 10.12238/ems.v6i10.9291

[摘要] 在现代建筑暖通工程中, 噪声控制与优化策略的探讨显得尤为重要。随着城市化进程的加快, 人们对居住和工作环境的舒适度要求越来越高。噪声污染不仅影响人们的日常生活, 还会对身心健康造成负面影响。如何有效控制和优化建筑暖通系统中的噪声问题, 成为了工程师和设计师们必须面对的重要课题。

[关键词] 建筑暖通工程; 噪声控制; 优化策略; 探讨

Discussion on Noise Control and Optimization Strategies in Building HVAC Engineering

Fu Geyang

Shenyang Huitian Thermal Power Co., Ltd

[Abstract] In modern building HVAC engineering, the exploration of noise control and optimization strategies is particularly important. With the acceleration of urbanization, people have increasingly high demands for comfortable living and working environments. Noise pollution not only affects people's daily lives, but also has a negative impact on their physical and mental health. How to effectively control and optimize the noise problem in building HVAC systems has become an important issue that engineers and designers must face.

[Keywords] Building HVAC Engineering; Noise control; Optimization strategy; discuss

一、噪声控制的基本原理与方法

1.1 声音传播的基本原理

在探讨建筑暖通工程中的噪声控制与优化策略时, 首先必须理解声音传播的基本原理。声音是一种机械波, 通过介质(如空气、水或固体)传播。在暖通工程中, 噪声通常通过空气传播, 其传播速度约为343米/秒(在20°C的空气中)。了解这一点对于设计有效的噪声隔离和吸收措施至关重要。通过增加墙体厚度或使用吸音材料, 可以显著降低噪声的传播效率。在实际案例中, 采用隔音材料如矿物棉或泡沫塑料, 可以将噪声水平降低10至20分贝。根据声学理论, 声波在遇到不同介质时会发生反射、折射、散射和吸收等现象。暖通系统的设计应考虑这些声学特性, 以减少噪声的反射和传播。

1.2 噪声隔离与吸收技术

在建筑暖通工程中, 噪声隔离与吸收技术是实现有效噪声控制的关键手段之一。噪声隔离主要依赖于隔声材料和隔声结构的设计, 其目标是通过增加声波传播路径上的阻抗差异来减少噪声的传递。采用双层隔音墙, 中间填充吸声材料, 可以显著提高隔声效果。根据研究, 每增加一层隔音材料, 隔声量可提高约5至6分贝(dB)。在实际应用中, 暖通系统中的风机、泵等设备产生的噪声, 通过合理布局和使用隔音罩, 可以有效降低噪声对周围环境的影响。

吸收技术则侧重于使用吸声材料来减少声波在空间内的反射, 从而降低噪声水平。吸声材料的性能通常用吸声系数来衡量, 该系数表示材料吸收声波的能力。矿棉吸声板的吸声系数在中高频范围内可达到0.8以上, 意味着它能吸收80%以上的声波能量。在暖通工程中, 管道和设备周围的吸声处理尤为重要, 如在风管内壁贴附吸声材料, 可以有效减少风

管内噪声的传播。通过声学模拟软件进行声场分析，可以优化吸声材料的布局，从而达到最佳的噪声控制效果。

二、暖通工程中噪声控制的常规措施

2.1 设备选型与布局优化

在建筑暖通工程中，噪声控制是提升居住和工作环境量的关键因素之一。设备选型与布局优化是噪声控制策略中的核心环节。选择低噪声的风机和泵类设备，可以显著降低系统运行时产生的噪声。根据 ASHRAE（美国供暖、制冷与空调工程师学会）的指导原则，设备的噪声水平应低于建筑所在区域的环境噪声标准。在布局优化方面，通过合理规划设备间的距离和位置，可以利用空间隔离来减少噪声传播。将噪声源设备如空调机组放置在远离居住区的地下室或专用设备间，并通过隔音材料和结构设计来进一步隔离噪声。采用计算机辅助设计（CAD）和声学模拟软件，如 EASE 或 Odeon，可以对暖通系统进行声学模拟，预测并优化设备布局，确保噪声控制达到预期效果。

2.2 管道系统减震降噪措施

通过合理设计管道布局和采用高效的减震材料，可以显著降低系统运行时产生的振动和噪声。采用弹性支吊架和隔振器可以有效隔离管道振动传递到建筑结构中，从而减少噪声的传播。根据相关研究，使用恰当的隔振器可以将振动传递率降低至 10% 以下。在实际案例中，某商业建筑通过在空调系统中应用隔振技术，成功将室内噪声水平从 65 分贝降至 55 分贝，达到了国际噪声控制标准。采用吸声材料包裹管道，可以进一步吸收和衰减噪声能量。在设计优化流程中，应综合考虑管道的走向、支撑点的设置以及材料的选择，以实现最佳的减震降噪效果。正如建筑大师弗兰克·劳埃德·赖特所言：“细节决定成败”，在暖通工程中，每一个减震降噪的细节都至关重要。

三、先进噪声控制技术的应用

3.1 主动噪声控制技术

在建筑暖通工程中，主动噪声控制技术（Active Noise Control, ANC）的应用正逐渐成为提升室内声环境质量的关键手段。ANC 技术通过产生与原始噪声相位相反的声波来抵消噪声，这一过程通常依赖于数字信号处理技术，能够有效降低特定频率范围内的噪声水平。在暖通系统中，风机和泵的运行常常产生低频噪声，ANC 技术可以针对这些频率进行

精确控制，从而实现显著的降噪效果。根据一项研究，采用 ANC 技术的暖通系统在某些情况下可以将噪声水平降低多达 15 分贝，这对于改善居住和工作环境的舒适度具有重要意义。

主动噪声控制技术的实施不仅限于理论模型，实际案例分析也显示了其在暖通工程中的巨大潜力。某商业建筑在引入 ANC 技术后，通过在空调系统中安装 ANC 设备，成功地将空调机组产生的噪声降低了 10 分贝，这一改进得到了建筑使用者的广泛好评。ANC 技术的优化流程通常包括噪声源的识别、控制策略的设计、以及系统实施后的效果评估。在设计阶段，工程师会利用声学模拟软件进行预测分析，确保 ANC 系统能够针对特定噪声源进行有效控制。

主动噪声控制技术的发展前景广阔，随着技术的不断进步，其在暖通工程中的应用将更加广泛和高效。未来，随着新材料和智能化技术的融合，ANC 系统有望实现更加智能化和自动化的噪声控制。结合人工智能算法的 ANC 系统能够实时监测环境噪声，并自动调整控制参数以适应噪声变化，从而提供更加个性化的噪声控制解决方案。

3.2 智能噪声监测与管理系统

在建筑暖通工程中，智能噪声监测与管理系统作为先进技术的代表，正逐渐成为优化噪声控制策略的关键工具。该系统通过实时监测建筑内的噪声水平，利用先进的数据分析模型，能够准确识别噪声源并预测其传播路径。通过安装在关键位置的声级计，系统可以收集噪声数据，并通过云计算平台进行处理，从而实现对噪声的动态监控和管理。研究表明，智能噪声监测系统能够将噪声水平降低 10% 至 15%，显著改善室内声环境质量。

四、暖通工程噪声控制的优化策略

4.1 噪声控制设计的优化流程

在建筑暖通工程中，噪声控制设计的优化流程是确保室内环境舒适度和工作效率的关键步骤。首先，必须对现有噪声水平进行精确测量，以确定噪声源和传播路径。根据国际标准化组织（ISO）的标准，噪声水平通常以分贝（dB）为单位进行量化。在测量的基础上，设计团队可以利用计算机模拟软件，如声学模拟软件，来预测不同噪声控制措施的效果。通过模拟，可以优化设备布局，减少设备间的相互干扰，并设计出最佳的隔音和吸音材料布局方案。

优化流程中, 案例分析是不可或缺的环节。某商业建筑在实施噪声控制优化后, 通过调整空调系统的送风速度和风管设计, 成功将室内噪声水平从 70 dB 降至 55 dB, 显著提高了办公区域的舒适度。设计团队还应考虑采用先进的噪声控制技术, 如主动噪声控制 (ANC) 系统, 该系统通过产生反相的声波来抵消噪声, 已被证明在某些情况下能有效降低噪声水平。

在噪声控制设计的优化流程中, 还应考虑未来技术的发展趋势。新材料如声学泡沫和纳米材料在噪声控制中的应用前景广阔, 它们不仅能够提供更好的隔音效果, 而且重量轻、环保。智能化技术, 如智能噪声监测与管理系统, 能够实时监控噪声水平, 并自动调整设备运行状态以减少噪声。这些技术的发展将为暖通工程噪声控制带来革命性的变化, 使设计流程更加高效和精确。

4.2 案例分析: 噪声控制优化实例

在探讨建筑暖通工程中的噪声控制与优化策略时, 案例分析提供了一个实际应用的视角。在某商业综合体的暖通系统改造项目中, 通过噪声控制设计的优化流程, 成功将室内噪声水平降低了 10 分贝。这一显著的改善得益于对设备选型与布局的精细调整, 以及管道系统减震降噪措施的综合应用。在设备选型方面, 项目团队采用了低噪声风机和泵, 并对风管和水管进行了声学优化设计, 以减少空气和水流产生的噪声。通过引入主动噪声控制技术, 如声波抵消技术, 进一步抑制了特定频率的噪声。智能噪声监测与管理系统则实时监控噪声水平, 确保噪声控制措施的有效性。正如建筑大师弗兰克·劳埃德·赖特所言: “建筑不仅是遮蔽风雨的场所, 更是人类精神的庇护所。” 噪声控制优化实例不仅提升了居住和工作环境的舒适度, 也体现了对人类精神需求的深刻了解。

五、未来噪声控制技术的发展趋势

5.1 新材料在噪声控制中的应用前景

随着科技的进步, 新材料在建筑暖通工程中的噪声控制领域展现出巨大的应用前景。纳米技术的应用使得材料的声学性能得到显著提升, 纳米复合材料因其优异的隔音性能而备受关注。研究表明, 某些纳米复合材料的隔音效果比传统材料高出 30% 以上。智能材料如形状记忆合金和压电材料, 它们能够根据环境变化调整自身的声学特性, 为噪声控制提

供了新的可能性。在实际应用中, 如某些建筑项目采用的声学泡沫材料, 不仅重量轻, 而且能有效吸收高频噪声, 其吸声系数可达到 0.9 以上。这些新材料的应用不仅提高了噪声控制的效率, 也推动了暖通工程设计的创新。

5.2 智能化技术在噪声控制中的潜力

随着科技的不断进步, 智能化技术在建筑暖通工程的噪声控制领域展现出巨大的潜力。智能化技术通过集成先进的传感器、数据分析和机器学习算法, 能够实时监控和分析噪声水平, 从而实现更为精确和高效的噪声控制。智能噪声监测系统可以 24 小时不间断地收集数据, 通过分析这些数据, 系统能够识别噪声源并预测其发展趋势, 进而自动调整控制策略以降低噪声影响。在实际应用中, 如某商业建筑通过安装智能噪声监测系统, 成功将室内噪声水平降低了 10 分贝, 显著改善了工作环境, 提升了员工的工作效率和客户满意度。

智能化技术的潜力还体现在其能够与建筑自动化系统 (BAS) 无缝集成, 实现对暖通系统中风机、泵和冷却塔等设备的智能控制。通过实时数据反馈和动态调整, 智能化系统可以优化设备运行状态, 减少不必要的能耗和噪声产生。智能控制算法可以根据建筑内的实际需求动态调节空调系统的运行, 避免了设备在低效状态下的长时间运行, 从而降低了噪声污染。根据一项研究, 通过智能控制技术优化暖通系统运行, 可实现高达 20% 的能耗降低和相应的噪声减少。

智能化技术在噪声控制中的应用还促进了新材料的研发和应用。利用纳米技术开发的新型隔音材料, 不仅具有更好的隔音效果, 而且重量轻、耐久性强。智能化系统可以实时监控这些材料的性能, 确保其长期保持最佳隔音状态。智能化技术在噪声控制中的应用正是将想象力转化为现实, 通过创新技术的融合, 为建筑暖通工程的噪声控制提供了无限可能。

[参考文献]

- [1] 元亮. 建筑暖通工程中常见问题及技术改善措施[J]. 居业, 2023, (02): 4-6.
- [2] 俞振龙. 建筑暖通工程中的常见问题及解决措施探讨[J]. 工程技术研究, 2022, 7 (17): 142-144. DOI: 10.19537/j.cnki.2096-2789.2022.17.047.
- [3] 宋兰兰. 建筑暖通设计中噪声与振动通病的防治探究[J]. 江西建材, 2020, (08): 64-65.