

# 人防工程暖通系统噪音控制与改善措施

范海江

苏州天地设计研究院有限公司 215004

DOI: 10.12238/ems.v7i3.12173

**[摘要]** 人防工程中的暖通系统是保障人员安全与舒适的关键设施,但其噪音问题常常影响工程的使用效果。噪音不仅影响人员的心理与生理健康,还可能影响紧急情况下的指挥与沟通效率。本文探讨了人防工程暖通系统噪音产生的原因,并分析了噪音对人员健康与系统功能的影响。通过对当前噪音控制技术的评估,提出了有效的噪音控制与改善措施,包括优化系统设计、采用噪音隔离与吸音材料、加强设备维护等策略。文章旨在为人防工程的暖通系统提供切实可行的噪音控制方案,提升工程的整体使用体验与功能性。

**[关键词]** 人防工程; 暖通通风; 噪音控制; 噪音改善; 系统优化

## 引言

在人防工程中,暖通系统承担着至关重要的角色,它不仅确保空气流通与温湿度控制,还关乎人员的生存环境与应急响应能力。空调通风系统常常伴随噪音问题,这一问题若处理不当,将对工程的功能产生严重影响。噪音不仅会破坏人员的心理舒适度,还可能影响人群的应急反应与沟通,尤其是在灾难与紧急避难的情况下。现有的噪音控制方法多种多样,但实际应用中往往存在技术与经济的双重挑战。如何在保障系统性能的同时降低噪音带来的负面影响,是当前人防工程设计和运营中亟待解决的问题。本文将针对暖通通风系统中的噪音问题进行分析,并提出一系列切实可行的噪音控制与改善措施,以期对相关工程提供参考与借鉴。

## 一、暖通通风系统噪音问题的产生原因分析

暖通通风系统噪音的产生原因主要源于系统内部各类设备与结构的运作。在人防工程中,风机作为暖通系统的核心部件,通常是噪音的主要来源。风机的运转不仅会产生机械振动,还可能产生空气流动噪音,尤其在风机负荷较重、运转速度较高时,噪音水平显著升高。风机与管道连接处的振动传递也会引发结构噪音,这种噪音会通过管道系统传播到整个建筑物中,造成广泛的噪音污染。风机的选型与布置对于控制噪音至关重要。风机本身的噪音性能、安装方式以及与管道系统的接口处理,都会直接影响噪音的产生程度。

另一个噪音来源是空调管道系统,特别是空气流动时引发的湍流噪音。在暖通通风系统中,空气经过管道时,气流的流速、方向变化以及管道的内壁光滑度都会对噪音产生影响。管道转弯处、连接接头处常常是噪音产生的关键点,尤其是当气流速度较快时,空气与管道内壁的摩擦会加剧湍流噪音。这种空气流动噪音具有持续性,且难以被有效隔离或吸收,导致人防工程中常常出现较为显著的噪音问题。管道材料的选择和管道布置的合理性也是影响噪音产生的重要因素。如果管道设计不合理或材质不合适,将进一步加剧噪音的传播。

暖通系统中的通风风道与设备之间的共振效应也是噪音产生的一个重要原因。在系统的设计和施工过程中,如果风道和墙体、地面等结构件之间存在共振现象,那么设备产生的震动会通过这些结构件传播,进一步放大噪音的强度。风道的刚性设计和不恰当的支撑可能导致设备震动无法有效被抑制,从而将噪音扩散到整个建筑空间。在人防工程中,这种噪音特别容易在封闭的环境中传播,影响人员的舒适度与心理健康。在噪音控制方面,如何有效避免共振现象的发生并减小震动传递,是设计和施工时必须重点考虑的问题。通

通过对噪音源的深入分析,可以为后续的噪音控制措施提供理论依据与实践指导。

## 二、暖通通风系统噪音对人防工程使用效果的负面影响

暖通系统噪音对人防工程使用效果的负面影响不容忽视,尤其是在紧急情况下,噪音可能严重干扰人员的避险、指挥与通讯。人防工程作为应急避难的关键设施,必须确保在突发灾难或战时情况下能够迅速、高效地为人员提供庇护。而系统噪音,尤其是风机、管道振动等噪音源的存在,容易在密闭空间中造成声环境污染,影响人员的心理状态与决策能力。在这种环境下,人员在紧急情况下的行动效率会受到很大影响,特别是在人防指挥所等重要区域,噪音可能使得指挥长无法清晰听取警报、命令或重要信息,甚至可能在疏散过程中误导人员的行动,增加战时混乱和风险。

噪音的长期暴露会对人员的生理健康产生负面影响,尤其是在需要长期掩蔽的人员集结区。过高的噪音水平会导致听力受损、心理压力增加、焦虑等不良反应,这些健康问题不仅降低了人员的生活质量,也可能影响到人防工程的长期运营。噪音的干扰使得人员无法得到应有的休息和恢复,特别是在人防工程这种封闭且高密度的环境中,噪音污染可能对心理健康造成更为严重的危害。高强度的噪音还可能导致心血管压力增加,影响人员的体力和反应能力,这在应急避险和人员疏散时尤为致命。

噪音对人防工程的综合功能与安全性也带来不利影响。在一些高科技装备密集的区域,噪音可能会干扰设备的正常运行,影响监控系统、通信设备以及自动化管理系统的准确性与可靠性。设备与系统的运行精度一旦受到噪音干扰,可能导致决策失误或设备故障,从而威胁到整个工程的安全性。安防系统、通讯设备以及空气过滤系统的性能都可能受到噪音影响,无法在关键时刻发挥其应有的作用。噪音干扰不仅影响设备的运行效率,也可能对整个工程的防护性能造成隐患,使得人防工程在面临突发灾难时,无法充分发挥其应有的避险和保护功能。

## 三、现有噪音控制技术的应用现状与不足

目前,暖通系统的噪音控制技术已有多种应用,如隔音材料、风道优化设计、设备选型改进及吸音材料的使用等。隔音材料是常见的噪音控制手段,通过在管道和设备表面增加隔音层,可以有效降低噪音传播。然而,在复杂的通风管道系统和大型风机设备中,单纯依赖隔音材料的效果有限。尽管材料的厚度和密度对噪音有一定的抑制作用,但若设计和施工不当,隔音效果可能大打折扣,尤其在高频噪音的控制上,效果并不理想。因此,仅依靠隔音材料解决噪音问题

并不可行, 需要结合其他控制手段共同使用。

在风道系统的优化设计方面, 设计合理的封堵, 采取合理的弯管布局、提高风道内壁光滑度以及管道的吸音设计等方法, 可以在一定程度上减少空气流动引起的湍流噪音。这些措施通常需要对系统的整体设计进行大范围的修改和重新规划, 这对于已经建成的人防工程来说, 可能会面临较大的施工难度和高昂的改造成本。尽管通过改善风道设计能够有效降低一部分噪音, 但空气流速过高或设计不合理的管道节点, 依然可能成为噪音产生的关键因素, 因此单一的风道优化并不足以解决所有噪音问题。

在设备选型方面, 低噪音风机、静音管道和抗振装置等设备是有效的噪音控制手段, 能够从源头减少噪音产生。然而, 这些设备通常成本较高, 并且并非所有低噪音设备在实际应用中都能达到预期效果, 尤其是在大规模系统中, 噪音抑制效果可能低于理论值。设备的维护保养对噪音水平有重要影响, 若长期未维护, 风机的转动部分可能因磨损导致噪音增加, 这也成为现有噪音控制技术的一大瓶颈。尽管这些技术在一定程度上减轻了噪音问题, 但由于成本、实施难度和适用范围的限制, 仍无法完全解决暖通通风系统的噪音问题, 亟需进一步优化与创新。

#### 四、基于优化设计与设备选择的噪音控制措施

优化设计与设备选择是有效控制暖通通风系统噪音的关键措施之一。通过对系统的整体设计进行合理优化, 可以从源头上降低噪音产生的可能性。在系统设计阶段, 合理的风道布局至关重要。对于风道的选择, 采用流线型设计和减少弯道的数量, 有助于减少气流的扰动, 降低湍流噪音的产生。风道的尺寸也需要根据实际空气流量进行科学计算, 避免因风道过小而导致气流速度过快, 进而引发噪音的增大。对于较长的风道系统, 可以通过加设噪音吸声装置或分段隔音措施, 进一步减少噪音的传播。风道的内壁光滑度也应提高, 避免粗糙表面增加气流摩擦, 导致噪音的加剧。在设计时还应考虑到风道的固定方式, 采用弹性支撑减少因风道震动引发的结构噪音, 从而提高整体的噪音控制效果。

在设备选择方面, 采用低噪音风机和高效隔音材料是降低暖通通风系统噪音的有效手段。低噪音风机通常配备有更先进的叶片设计和降噪技术, 能够在运行过程中显著减少机械噪音和气流噪音的产生。采用变频风机, 不仅能在运行过程中提供更高的效率, 还能在低负荷或高速运行时保持较低的噪音水平。对于风机与管道的连接处, 使用弹性联轴器或者柔性软连接可以有效减缓机械震动传递, 减少振动引起的噪音。设备的选型还需要考虑到系统的实际工况, 如负荷变化和环境温湿度等因素, 以确保选用的设备在不同工况下都能保持低噪音运行。设备的耐用性和维护性同样至关重要, 定期的维护和检查可以防止设备磨损或故障导致噪音增大。

除了优化设计和设备选择外, 合理的噪音控制材料的运用也在噪音控制中起着重要作用。吸音材料的合理配置, 特别是在风道、管道和设备外壳等部位, 能够有效吸收和消散噪音。常用的吸音材料包括聚酯纤维、橡胶垫片和吸音棉等, 这些材料能够吸收特定频率范围的噪音, 减少其在空气中的传播。对于风机等高噪音源部件, 使用隔音罩或隔音房间也是一种有效的噪音抑制措施。这些措施不仅能够提高系统的噪音控制效果, 还能够在不影响系统运行效率的情况下, 显著降低噪音对周围环境和人员的影响。综合应用这些设计优化与设备选择措施, 可以显著提高暖通通风系统的噪音控制效果, 为人防工程提供更加安静、安全的环境。

#### 五、综合噪音控制与改善措施的实施路径

在实施暖通通风系统的噪音控制与改善措施时, 首先需要从系统整体设计和布局入手, 确保噪音源得到有效抑制。对于风道系统, 合理的设计和布局至关重要。通过优化风道走向、减少不必要的弯道以及降低风道的阻力, 可以有效降低气流引起的湍流噪音。在风道设计时, 应充分考虑管道的尺寸与空气流量的匹配, 避免因管道过小导致气流速度过快而引发噪音。风道与设备的接口处要尽量采用柔性连接, 以避免因设备震动引发的结构噪音。风道内壁的光滑度也应得到充分关注, 采用高质量的光滑材料或涂层, 有助于降低空气摩擦带来的噪音。

除了系统设计上的优化, 设备选择也是噪音控制中的关键因素。选用低噪音风机、低振动风机和高效空调设备是有效降低噪音的直接途径。低噪音风机采用了优化的叶片设计和降噪技术, 能够在减少风机运行噪音的同时保持较高的空气流量和能效。而针对风机与管道的连接部分, 应采用弹性软连接材料, 如橡胶垫片或弹性联轴器, 能够有效吸收和减缓振动的传播, 减少因震动引起的结构噪音。与此设备的选型还应考虑到噪音的频率和强度, 在高噪音设备周围增加隔音屏障或吸音房间, 以阻止噪音的扩散。这些设备和配件的合理选择能够从源头上减少噪音的产生, 并提高系统的整体噪音控制效果。

在综合噪音控制措施的实施过程中, 吸音材料和隔音材料的合理应用同样重要。尤其在风道、管道、设备外壳等噪音易传播的区域, 使用高效的吸音材料如聚酯纤维、吸音棉和橡胶垫片, 可以有效吸收空气流动中产生的高频噪音和振动引起的低频噪音。对于风机等高噪音源, 使用专门的消声器、隔音罩或隔音小室等来将噪音隔离在源头, 防止其扩散到工作区域和人员集聚区。这些吸音和隔音材料的应用, 不仅可以降低暖通通风系统的整体噪音水平, 还能够保证人防工程内的空气流通和设备运行不受影响。综合运用这些技术和材料, 通过系统设计优化、设备选型以及吸音隔音措施的协同作用, 可以显著改善人防工程暖通系统的噪音控制效果, 为人员提供更加安静、安全的环境。

#### 结语:

人防工程中的暖通系统噪音问题不仅影响人员的舒适度, 还可能危及其心理健康与应急反应能力。通过分析噪音产生的原因、评估其负面影响, 并探讨现有的噪音控制技术与设备, 本文提出了基于优化设计和设备选择的噪音控制措施。实际应用中, 优化风道布局、选择低噪音设备和合理使用吸音材料等措施, 可以有效减少噪音对人防工程的影响。未来, 在噪音控制技术的进一步完善与创新下, 可以为人防工程提供更加安静、安全的避难环境, 确保其在突发情况下的高效运行和人员的安全。

#### 【参考文献】

- [1] 周海波, 杨建军. 暖通通风系统噪音的成因与控制对策[J]. 建筑与环境, 2019, 32 (4): 72-76.
- [2] 高建宇, 陈智光. 人防工程通风系统噪音问题分析及控制方法[J]. 建筑技术, 2020, 51 (8): 1181-1185.
- [3] 郑浩然, 李振国. 风机噪音对人防工程的影响及防治措施[J]. 环境与建筑, 2018, 45 (2): 42-46.
- [4] 吴伟成, 郝文佳. 噪音控制技术在暖通通风系统中的应用现状[J]. 工程建设与设计, 2021, 42 (6): 131-135.
- [5] 李文涛, 张楠. 暖通系统噪音对建筑内部环境的影响及控制措施[J]. 现代建筑, 2022, 29 (3): 58-63.