

建筑暖通施工中的噪声控制技术与应用分析

文 / 毕长安 山东省建设建工集团消防工程有限公司

摘要: 建筑暖通施工过程中, 噪声问题日益受到关注。施工过程中产生的噪声不仅对工人健康构成威胁, 还会对周边环境和居民生活造成不利影响。本文通过对建筑暖通施工中噪声来源的分析, 探讨了不同噪声控制技术的应用, 提出了从设备选型、安装工艺、施工管理等多方面的噪声控制措施。同时, 结合实际应用实例, 分析了这些技术的有效性与适用性。研究表明, 合理的噪声控制技术和管理措施不仅能有效降低施工噪声, 还能提升施工质量和环境舒适度。

关键词: 建筑暖通; 噪声控制; 降噪技术; 环境影响

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.03.022

引言

随着建筑行业的快速发展, 暖通系统作为建筑功能的重要组成部分, 已经广泛应用于各类建筑。然而, 暖通施工过程中产生的噪声问题不容忽视, 尤其是在城市高密度建筑区域, 噪声污染对周围环境和居民生活的影响越来越严重。有效控制这些噪声成为保证施工顺利进行、提升施工质量的重要环节。

一、建筑暖通施工中噪声的主要来源

(一) 暖通设备的运行噪声

暖通施工中的主要噪声来源之一是设备运行时产生的噪声。常见的暖通设备包括风机、压缩机、水泵等, 这些设备在工作过程中会产生大量的机械噪声和空气动力性噪声。风机运行时的噪声源自叶片与空气之间的摩擦, 特别是在高速运转时, 风机噪声可能达到80~90分贝, 超出一般环境的可接受噪声标准。压缩机则因压缩气体时产生的机械振动和空气流动产生噪声, 这类噪声通常处于中高频段, 对周围环境干扰较大。而水泵产生的噪声主要是水流通过泵体和管道时的震动引起, 特别是在大流量、高压的情况下, 噪声能达到90分贝以上。此外, 设备安装位置的选择以及不当的安装方式(如未使用减震器或隔振装置)也会加剧噪声传播。噪声源的这些特性要求我们在设计和施工过程中, 特别关注设备的选型与安装技术, 以减少噪声污染^[1]。

(二) 施工机械的噪声

建筑施工中, 机械设备是另一大噪声来源。电锤、钻孔机、切割机等高功率工具会在作业过程中产生极大的机械振动和冲击噪声, 噪声水平通常在100分贝以上, 严重影响施工现场和周边环境的安静度。特别是打孔作业或钢筋切割等高强度施工阶段, 设备频繁启动和作业, 噪声频率集中在1000Hz至4000Hz的范围内, 这种高频噪声对人耳敏感性高, 长时间暴露在这种噪声环境中, 会对施工人员的听力和心理健康造成损害。降低此类噪声的关键在于合理调配施工进度、选择低噪声工具, 以及适当使用噪声屏障。

(三) 管道系统的噪声

在建筑暖通系统中, 管道系统产生的噪声也是影响整体环境的主要因素之一。暖通管道中常见的噪声包括水流噪声、气流噪声以及因管道振动引起的结构噪声。特别是在高层建筑中, 由于管道的高度和压力差较大,

水流通过弯头和阀门时容易产生湍流, 形成流体噪声。这类噪声的频率通常较低, 但其传播距离较远, 且容易通过管道传递至其他房间。此外, 管道支架的刚性连接也容易放大震动产生的结构性噪声。通过采用弹性支架、软管连接和使用隔振材料等措施, 可以有效降低管道系统的噪声传播。

(四) 其他噪声来源

除了设备和机械噪声外, 施工过程中也会产生一些其他类型的噪声, 如人为操作噪声、材料装卸噪声以及建筑结构的共振噪声。施工人员在操作大型设备、搬运材料时, 通常会产生偶发性高强度噪声, 而建筑结构自身的振动和共鸣也会对外界产生传递效应, 尤其是在多层建筑中, 结构性噪声会通过墙体、楼板等传播到其他区域^[2]。这些噪声的影响范围较广, 需要在施工过程中采取针对性的管理和控制措施。

二、建筑暖通施工中的噪声控制技术

(一) 常见的噪声控制技术

隔音技术, 通常用隔音材料, 如聚氨酯泡沫、玻璃棉、矿棉等, 主要用于阻隔机械设备噪声的传播。折板式消声器, 安装在风机进出口和管道中, 用于衰减空气动力噪声, 适合处理高速气流的噪声问题。微穿孔板消声器, 通过多孔板结构吸收和衰减噪声, 常用于管道系统和大型通风设备。消音箱, 用于空调和风机系统的出风口, 降低气流通过时的噪声。减振技术常采用弹簧减振器, 安装在风机、泵等设备的基座, 用于减少机械振动向建筑结构的传播。吸音技术, 采用吸音材料, 如吸音棉、泡沫塑料、穿孔吸音板等, 常用于施工区域的墙面、天花板和设备内部, 有效吸收和衰减中高频噪声。

(二) 噪声源头控制

设备的选型是控制噪声的首要环节。选择低噪声的设备可以从源头减少噪声排放。当前市面上已经出现了许多针对建筑暖通系统的低噪声风机、压缩机和水泵。以风机为例, 选用新型的轴流风机可以将噪声控制在65分贝以下, 而传统风机的噪声则可达85分贝。压缩机方面, 采用多级压缩技术可以有效降低压缩气体时的噪声, 部分新型压缩机的噪声排放控制在75分贝左右。对于水泵, 采用变频调速技术可以显著降低水泵的运行噪声, 尤其是在低负荷情况下, 变频水泵的噪声可以降低20%以上^[3]。

设备的安装方式直接影响噪声的传播。为减少振动传递，设备与建筑结构的连接处应采用弹性支撑或隔振垫。尤其是对大型机械设备，必须安装减震器以降低设备振动噪声。例如，使用橡胶隔振器或弹簧隔振器可以有效减少设备运行时的机械振动，并避免振动通过地基和结构传递。设备与管道的连接处还可以采用软管连接，防止振动通过刚性连接传递至管道，进而引发结构噪声。

（三）噪声传播途径控制

管道噪声控制的关键在于隔振和消音。对管道进行隔振处理可以有效减少水流和气流噪声的传播。例如，采用橡胶软连接、弹性支架和消音器，可以大幅降低流体噪声的传播。消音器可以有效削减管道系统中气流产生的噪声，尤其是在排气管道中，采用消音器后噪声可减少5到10分贝。此外，管道内部可以加装隔音套管或在管道表面附加隔音材料，如隔音棉、隔音毯等，以减少管道噪声的外泄。管道支架处如果采用弹性支架，可以减少由于支架刚性连接而引发的振动噪声传播。

对于施工现场的噪声传播问题，安装噪声屏障是有效的解决方案之一。噪声屏障主要用于机械设备区域和高噪声作业区域，阻挡噪声传播到敏感区。常见的噪声屏障材料包括金属板、吸音板和隔音玻璃，吸音材料可以有效减少噪声反射和扩散。例如，使用吸音板后，施工现场的噪声可降低10至15分贝。对于大型露天施工环境，可以设置临时隔音屏障，尤其是在靠近居民区的施工工地，临时隔音墙能够有效减少噪声对外界的传播。

（四）噪声管理与监控技术

噪声监测系统一般由多个噪声监测点构成，分布在施工场地的关键位置，如暖通设备运行区域、施工机械集中区、临近居民区和工地出入口等。通过这些监测点的数据采集，施工方能够实时掌握噪声源的强度、频率和变化趋势，并通过无线传输将数据发送至监控平台。当前的噪声监控系统可以结合大数据和物联网技术，自动分析噪声数据并生成噪声图，帮助施工管理者及时调整施工策略，以降低噪声影响。例如，在风机房、机房等高噪声区域，噪声监控系统能够实时显示噪声强度，当噪声超出设定值时，系统会自动报警提醒工人采取相应的降噪措施。

施工企业应制定严格的噪声管理制度，合理规划施工进度，避免高噪声作业集中在夜间或敏感时段进行。例如，规定在晚间10点至早上6点期间不得进行高噪声作业，白天作业时也应尽量避免同时启用多台高噪声设备。此外，施工单位应根据不同阶段的作业内容，合理安排噪声控制方案，确保不同阶段的噪声水平符合相关标准要求，这样才能满足施工项目减少噪音传播风险。

三、建筑暖通施工噪声控制技术中的应用与实例

（一）商业建筑中的噪声控制实例

以广州A城某国际金融中心为例，A城某国际金融中心位于繁华的商业和办公区，对噪声控制要求非常严格。暖通系统在运行过程中可能产生设备噪声、管道噪声、振动噪声和空气动力性噪声，主要来源包括风机、水泵、压缩机及管道系统。这些噪声如果不加以控制，

会影响周边办公区和居民的生活环境。因此，在设计和施工中，噪声控制是重点考虑的内容。

暖通设备如风机和水泵运行时，会产生空气流动噪声和机械振动噪声。风机的空气动力噪声主要是气流通过叶片产生的湍流，通常属于中高频噪声。而水泵运行时的机械振动则会通过建筑结构传播，产生低频噪声。其管道系统噪声通常来自流体流动时的湍流以及管道振动。特别是在管道拐角、阀门或接口处，流体流动的变化会导致局部压力差，进而产生噪声。此外，管道与建筑结构刚性连接时容易放大振动噪声。由于建筑位于商业中心，周边是高密度的办公区和商住区，因此噪声控制需要更加严格，噪声限值必须符合国家和地方的建筑噪声排放标准，尤其是在夜间，噪声控制要求更为严格。

A城某国际金融中心噪声控制措施选用低噪声风机、水泵和压缩机。例如，变频风机可以根据需求自动调节风量，降低气流噪声；静音型水泵运行时产生的机械噪声更小。通过这些设备的选择，风机和水泵的噪声可以减少10-15分贝。

在风机房、空调机房内安装阻性消音器和多级消音器，有效吸收和衰减设备运行产生的噪声。阻性消音器专门用于吸收空气动力噪声，而多级消音器可以进一步减少机械振动噪声。通过消音器的应用，风机房内的噪声降低了15-20分贝。

使用柔性连接代替管道与设备的刚性连接，防止振动通过管道传递到建筑结构中。此外，在管道的拐角、阀门和接口处安装消音弯头和消音器，减少湍流产生的噪声。管道系统的噪声通过这些措施降低了10-12分贝。

在风机、水泵和压缩机等大型设备的安装区域，使用隔音垫和弹性支架，减少设备振动对建筑结构的影响。同时，风机房、水泵房加装了隔音门和隔音墙体，进一步防止噪声向外扩散。

在建筑物的关键区域安装噪声监测设备，实时监控噪声水平，确保符合国家和地方的建筑噪声标准。噪声监测系统可以根据实际噪声水平调整设备的运行参数，避免噪声超标。

通过上述多种噪声控制措施，广州A城国际金融中心的暖通系统噪声得到了有效控制，达到了以下效果，如表1所示。

（二）大型国际机场应用实例

B城国际机场是一个超大型的综合交通枢纽，暖通系统的噪声控制至关重要。机场需要为乘客提供一个安静舒适的环境，同时需要符合严格的国际机场噪声标准。暖通系统中风机、水泵、压缩机及管道系统的运行产生的噪声如果不加控制，可能影响航站楼内的乘客体验以及办公区的工作环境。因此，如何控制这些噪声成为工程设计和施工中的核心问题。

主要噪声来源包括大型风机、水泵和压缩机的运行噪声。风机的空气动力噪声和机械振动噪声是主要问题，尤其在设备大功率运行时，噪声强度较高。水泵和压缩机在运转时也会产生显著的机械噪声，尤其是低频

表 1 广州 A 城某国际金融中心暖通系统噪声控制技术应用及效果

| 噪声控制技术 | 噪声控制技术 | 噪声减少幅度 | 最终噪声水平 |
|---------------|--------------------------|-------------|-----------|
| 低噪声设备选型 | 选用变频风机、静音水泵和低噪声压缩机 | 降低 10-15 分贝 | 50-55 分贝 |
| 消音器的应用 | 在风机房和水泵房安装阻性消音器和多级消音器 | 降低 15-20 分贝 | 50-55 分贝 |
| 管道系统柔性连接与消音技术 | 管道使用柔性连接，消音器和消音弯头的应用 | 降低 10-12 分贝 | 50 分贝以下 |
| 隔音与减震技术 | 安装隔音门、隔音墙体、使用隔音垫和弹性支架 | 阻隔设备振动噪声 | 外部无明显噪声影响 |
| 噪声监测系统 | 关键区域安装噪声监测设备，实时监测与调整设备噪声 | 实时控制 | 符合国家噪声标准 |

振动噪声，这些振动噪声容易通过建筑结构传播。

暖通管道系统在空气和水流通过时，会产生较大的流体噪声。特别是在管道的拐角、阀门、接口等位置，流体湍流噪声尤为突出。此外，管道与建筑结构的刚性连接可能会进一步放大振动噪声，并通过结构传递到更远的区域。机场作为公共设施，对噪声控制的要求非常严格。航站楼不仅需要为乘客提供安静的候机环境，还需要保护工作人员的健康。因此，机场暖通系统的噪声控制需要符合国际机场噪声标准，同时要避免影响到周边区域。

噪声控制措施选择低噪声型风机、水泵和压缩机是控制噪声的基础。机场项目中使用了变频风机和静音水泵，这些设备能够根据实际需求调节运行状态，减少机械振动和空气流动产生的噪声。通过这些设备的优化选择，风机和水泵的噪声可以减少10-15分贝。为了进一步减少空气动力噪声和机械噪声，在风机、水泵及压缩机房内安装了多级消音器。这些消音器通过吸收空气流

动和设备振动产生的噪声，有效降低了噪声强度。特别是阻性消音器，能够吸收风机运行时的中高频噪声，将噪声降低15-20分贝。

暖通管道系统中，使用了柔性连接和弹性支架，防止水泵或风机的振动通过管道传播到建筑结构。这些柔性连接技术能够减少设备振动带来的低频噪声问题。此外，在风机、水泵等设备安装时，使用了弹簧减震器和隔音垫，减少了机械振动的传递，进而降低了结构性噪声。关键噪声源设备房间（如风机房、水泵房）采用了隔音墙体和隔音门，这些墙体内部采用了高效吸音材料，有效阻隔了设备房间内的噪声传播。这种结构能够确保房间外部的噪声水平远低于噪声源产生的噪声。为确保噪声控制效果，施工方在机场的关键区域部署了实时噪声监测系统。通过噪声监测设备，系统能够随时检测设备运行时的噪声水平，并根据监测结果调整设备运行参数，确保噪声排放始终符合国际标准。

通过上述多种控制技术，B城国际机场暖通系统的

表 2 B 城国际机场暖通系统噪声控制技术应用及效果

| 噪声控制措施 | 具体方法 | 噪声减少幅度 | 最终噪声水平 | 应用区域 |
|--------------|------------------------|-------------|-------------------|----------------|
| 变频水泵与静音风机 | 选用低噪声变频水泵与静音型风机 | 降低 10-15 分贝 | 设备运行时控制在 50-60 分贝 | 风机房、水泵房 |
| 多级消音器的安装 | 在噪声源设备周围安装多级消音器 | 降低 20 分贝 | 设备房内低于 60 分贝 | 风机房、压缩机房、空调机房 |
| 柔性连接与弹性支架的应用 | 使用柔性连接与弹性支架减少管道系统的振动噪声 | 降低 5-10 分贝 | 管道系统噪声低于 50 分贝 | 管道系统、设备间 |
| 隔音房间和隔音门的使用 | 设备房间采用双层隔音结构与隔音门 | 降低 20 分贝 | 房间内噪声低于 50 分贝 | 风机房、水泵房 |
| 全天候噪声监测系统的使用 | 实时监测噪声水平，自动调整设备运行参数 | 实时监控 | 符合国际机场噪声标准 | 全场监控，主要设备房、候机区 |

噪声控制达到了以下效果，如表2所示。

总结

通过对建筑暖通施工中的噪声来源、控制技术及实际应用进行系统分析，可以看出噪声控制技术在建筑施工中的重要性。合理的设备选型、科学的施工工艺以及有效的管理措施是控制噪声的关键。同时，针对不同建筑类型和具体施工条件，灵活应用各类噪声控制技术，能够最大限度地减少噪声污染，提升施工环境的舒适度和安全性。随着建筑行业的绿色化发展，噪声控制技术的研究与应用将继续深化，未来的噪声控制技术应更加

注重智能化控制与高效材料的应用，以更好地解决建筑施工中的噪声问题。为建筑行业的可持续发展提供更有力的支持。

参考文献

[1] 尹汝太. 建筑暖通工程的施工质量管理与控制路径[J]. 住宅与房地产, 2020, (26): 106+118.
 [2] 宋易晟. 浅谈暖通空调系统安装施工中的几个问题[J]. 科技与企业, 2011, (08): 142.
 [3] 吕威峙. 论暖通工程施工中的暖通设计问题分析[J]. 工程建设与设计, 2017, (20): 23-24.