

浅析中央空调外机噪音源及噪音控制对策

黄 维

成都德驰环保科技有限公司 四川成都 610000

摘要: 伴随着科学技术的进步, 以及人们的生活质量的提升, 在商场, 办公楼, 酒店, 医院, 工业厂房等地方, 都安装了中央空调。但是, 它在给我们提供了便利的条件下, 也出现了不少的问题。由于中央空调外机通常安装在室外, 常见的类型有冷却塔、风冷热泵等功率较高的设备, 这些设备运行时产生的噪声就是比较明显的问题, 对我们的工作和周边居民生活造成了很大的影响, 所以, 怎样减少中央空调外机的噪声成为了一个不可忽略的问题。

关键词: 中央空调外机; 噪音源; 噪音控制对策

Analysis of noise source and noise control countermeasures of external unit of central air conditioning

Wei Huang

Chengdu Dechi Environmental Protection Technology Co., LTD., Chengdu, Sichuan, 610000

Abstract: With the advancement of science and technology and the improvement of people's quality of life, central air conditioning systems have been installed in places such as shopping malls, office buildings, hotels, hospitals, and industrial facilities. However, while providing convenient conditions, they have also brought about a number of issues. Since the outdoor units of central air conditioning systems are typically installed outdoors, commonly seen types include cooling towers, air-cooled heat pumps, and other high-power equipment. The noise generated by these devices during operation presents a noticeable problem, significantly impacting our work and the lives of nearby residents. Therefore, how to reduce the noise generated by outdoor units of central air conditioning systems has become an issue that cannot be ignored.

Keywords: Central air conditioning external unit; Noise source; Noise control strategy

一、中央空调外机噪声来源

1. 噪声传播途径

噪声的传播途径可概括为两大类: 空气传声和固体传声。

(1) 空气传声: 空气传声时指声源直接激发空气振动产生的声波, 并通过空气作为介质向外传播, 称为空气传声(空气声)。

(2) 固体传声: 固体传声时声源直接激发结构振动所产生的噪声, 因此也称结构声。结构振动以弹性波形式在墙壁、楼板、梁、柱等构件中传播, 同时在传播途径中向周围空气辐射噪声。

2. 中央空调外机噪声源分析

常见的中央空调外机主要分为两种: 冷却塔和风冷热泵。

(1) 冷却塔噪声来源分析

冷却塔噪声的产生与其结构形式相关, 最常见的冷却塔有通风冷却塔和机械通风冷却塔。

通风冷却塔是利用热气沿塔体的高度上升造成的拔风能力, 使由塔底进入的冷空气与由上不淋下的热水进行热交换, 从而冷却循环水。其噪声是由于水落声造成的。

机械通风冷却塔采用风机强制冷却, 即冷却的空气依靠安装在塔顶的风机作用, 从塔下部的百叶处吸入。需要冷却的循环水采用泵送至塔顶的喷头淋下, 经过填料下淋落入水池, 冷空气与下淋的热水接触, 进行热交换, 将循环水冷却。冷却塔的噪声由以下几部分组成:

- ① 风机进、排风噪声(主要噪声源);
- ② 淋水噪声(主要噪声源);
- ③ 风机减速器和电动机噪声;
- ④ 冷却塔水泵、管道和阀门噪声。

风机噪声主要为空气动力性噪声,包括湍流噪声和旋转噪声。根据空气动力噪声源的理论分析可知,湍流噪声的声强与气流相对速度的六次方成正比,也与叶片形状等有关,具有连续的频谱特性。旋转噪声是叶片旋转时形成脉动产生的,它与叶片数、气体流量、静压等有关,它的频谱呈窄带的低中频特性。

淋水噪声是冷却塔的淋水装置中水滴冲击水面发生碰撞辐射出的尖脉冲噪声,其噪声级与落水高度、单位时间内的水流量有关,一般仅次于风机噪声,水滴产生的气泡体积脉动所辐射的声音,频谱一般在500~10000Hz之间,有比较尖锐的高于冲击声的峰值。

(2) 风冷热泵机组噪声来源分析

①机组上部的轴流风机:主要由旋转噪声(气压脉动)和涡流噪声(紊流噪声)组成。

1) 旋转噪声:旋转噪声是工作轮旋转时,轮上的叶片打击周围的气体介质,引起周围气体的压力脉动而形成的,对于给定的空间某质点来说,每当叶片通过时,打击这一质点气体的压力便迅速起伏一次,旋转叶片连续地逐个掠过,就不断地产生压力脉动,造成气流很大的不均匀性,从而向周围辐射噪声。

2) 涡流噪声:涡流噪声又称为紊流噪声。它主要是气流流经叶片界面产生分裂时,形成附面层及漩涡分裂脱离,而引起叶片上压力的脉动,辐射出一种非稳定的流动噪声。

②机组下部的压缩机:它是机组的主要噪声源,包括传动机构往复运动所引起的冲击、碰撞产生的噪声和气缸中气体的压缩、膨胀、压力急剧变化所引起的气缸振动产生的噪声以及气缸止回阀片的冲击声。尤其是当机械振动与基础的固有频率一致时,噪声就更大。

二、噪声控制基本原理综合考虑因素

1. 噪声控制基本原理

(1) 从声源进行降噪:对设备进行结构改造降低设备噪声或选用低噪声设备。

(2) 从传播途径上进行降噪:目前主要采取吸声、隔声、消声、减振、阻尼等措施。

2. 噪声控制综合考虑因素

(1) 声场:应对现场噪声源及噪声数据进行整体分析,区分出声场中的显形声源和隐性声源并综合进行降噪设计,才能达到更好的降噪效果。如只针对高噪声的显性声源进行降噪设计,难免会出现因隐性声源噪声贡献导致降噪效果不理想的情况。

(2) 空气动力性能:空气动力性能是评价消声装置

性能的一项重要指标,也是消声设计中应予考虑的重要因素。正确地选型是保证获得良好消声效果的关键。应按噪声源性质、频谱、使用环境的不同,选择不同的消声装置。消声装置对气流阻力要小,阻力系数要低,即安装消声装置后所增加的压力损失或功率损耗要控制在实际允许的范围内。气流通过消声装置时所产生的气流再生噪声要低,消声装置不应影响空气动力设备的正常运行。

(3) 散热通风:一般散热通风方式分为以下几种:

①自然通风:依靠热压或风压为动力的自然通风是人们应用广泛的一种方式。

②机械通风:通过局部安装通风风机,增加空气流动性,达到通风换气的目的。

③自然与机械联合通风介于上述两者间。

当对中央空调外机采取隔声罩的方式进行隔声封闭时,应依据设备特性以及现场实际情况确定隔声罩的散热通风方式。

三、中央空调外机噪音控制对策

1. 科学化采购与安装

首先,在采购中央空调系统时,应该尽可能采购小型化、转速低、低噪声的设备。其次,在具体的设备布置中,应尽量考虑设备安装位置与附近居民楼敏感点的位置关系,尽可能的将中央空调外机布置在远离居民楼一侧,并尽可能的把设备集中布置,方便设备安装、维护,降低后期运营成本及降噪成本。

2. 隔声

中央空调外机噪声的传播方式主要为空气传播,在声波传播途径中,常用的降低噪声的方法是隔声和吸声,在实际应用中,隔声比吸声效果更为明显,所以隔声是中央空调外机降噪治理中的主要措施。

在中央空调外机降噪措施中,隔声部分采用的主要材料为隔声板,用于阻挡并减弱在空气中声波的传播。隔声板的隔声效果主要取决于板材密度和质量,密度和质量越大,隔声性能越好。常用的隔声板由金属外板、吸音棉、防尘玻纤布、穿孔金属内板等材料组成,金属板和隔声棉的材质及厚度根据降噪目标来设定,隔声板需具备防火、保温、隔声性能高、便于安装等特点。隔声板表面可涂刷防锈漆或喷塑,提高板材的耐腐蚀以及耐久度。隔声板可以组装成不同形式和用途的隔声结构,如隔声屏障或隔声罩。

隔声屏障主要作用是阻止直达声的传播,并使透射声、反射声、绕射声达到一定的衰减,因此,隔声屏障

的长度、高度、安装位置和隔声材料的隔声性能直接影响到降噪效果，需要根据噪声衰减理论值以及噪声绕射衰减量进行设计，从而达到降噪目的。

隔声罩的主要作用是将设备运行时产生的主要噪声尽量限制在隔声罩内，减少对设备周边的噪声排放影响；隔声罩设计安装时，除了需要考虑隔声性能外，还需要注意设备的通风散热需求以及预留设备检修空间，保证设备的正常运行和维护。

3. 消声

消声原理是利用吸声材料和护面材料及隔声材料组合成一定结构，即消声器来降低噪声的一种装置。

通常情况下，中央空调外机的排风口会产生很高的空气动力性噪声，消声器是控制空气动力性噪声的有效措施。消声器的设计和选型，应遵循防火、防潮、防腐、声学性能（消声量）和空气动力性能（压力损失）等基本原则。在排风口气流通道上加装消声器，让噪声达到有效衰减的同时，保证排风气流能够正常通过，对设备的整体运行不产生明显的影响。

在中央空调外机降噪治理中，常用的消声器类型分为片式消声器和矩阵式消声器，两种消声器都需满足以上消声器设计和选型的基本原则。在实际应用中，矩阵式消声器相较于片式消声器来说，具备空气动力性能好、声学性能高、便于运输和安装等特点。

4. 吸声

声波在媒质传播过程中使声能产生衰减现象称为吸声。吸声原理是利用吸声材料或吸声结构来吸收声能，从而达到降低噪声强度的目的。

在中央空调外机降噪措施主要材料中，隔声板内板一般为穿孔金属板，穿孔金属板冲孔率大于20%，孔距和孔径为4mm，使其同时具备吸声和隔声性能。在采取常规治理措施安装隔声罩后，设备噪声在隔声罩内传播时，声波进入隔声板内板孔隙，引起孔隙中空气和吸音棉的细小纤维的振动，并与周围介质摩擦，一部分声能转化成热能耗散掉，从而起到了吸声的作用。

通过上述吸声手段，隔声罩内部声能的到了一定的吸收，同时也降低了罩内的混响声，从而减少了设备噪声通过隔声罩向外传播。在实际应用中，罩内混响声一般可降低3 ~ 5dB (A)，降低幅度与吸音材料的吸声系数相关，超细玻璃棉是噪音治理中常用的吸音材料，由于它具备体质轻、不燃、吸声系数高、耐腐蚀、施工方便等特性，被使用的最多。但需要指出的是，吸音只对混响声有效，并不能直接降低噪声源发出的直达声。因

此，吸声系数再高的吸音材料也不能完全吸收噪声源发出的噪音，降低幅度一般不超过8dB (A)。

5. 隔振

衰减振动的方法是消除振动源和接收者之间的刚性连接。

设备隔振可以通过两种途径来控制：一是降低振动传递效率，二是降低振动源的振动，在振源处控制振动是最有效的办法，但这种方法往往在现实工程中无法实现，因为它需要对振源设备进行重新设计或者改造，在振动传播途径上控制振动。

在实际生活中，中央空调外机一般安装在建筑物楼顶，设备运行时产生的振动通过设备基础、连接管道以及管道的支架、吊架传递至建筑结构，随着建筑结构振动发声，辐射到空气中传递到设备下方建筑物室内，产生结构噪声。结构噪声属于低频噪声，其主要特性为声波较长、不易衰减、穿透力强。如果人们长期生活在低频噪音环境中，会引起头痛、失眠、恶心、呕吐、神经衰弱等症状，对人体健康产生较大的影响。

中央空调外机隔振，应主要从设备隔振和管道隔振两方面入手。

设备隔振：

1. 设备隔振通常是在设备与基础之间安装隔振器，隔振器的隔振效率应大于90%，需根据设备运行时各柱脚的荷载分布来进行选型，避免刚度过大或过小引起隔振效率低。

2. 在已安装好的设备上加装隔振器时，应注意设备加装隔振器后的抬升高度，尽量减少因设备抬高导致的大规模连接管道的位置调整。隔振器安装需在设备停机状态下，采用逐台安装方式进行。

3. 隔振器安装完成后，需仔细检查，并调试好隔振系统的水平及重心，调试完成后可安装限位装置，限位装置应具备限制设备在四个水平方向的位置但不得与设备直接接触，避免间隔振措施与建筑结构间短路。

4. 设备隔振措施安装调试完成后，可恢复设备正常运行，设备运行24小时再次检查隔振措施连接处以及固定螺栓是否有松动现象，确保各部件间连接牢固。

管道隔振：

1. 设备振动传递至建筑结构的同时会通过附属的管道、电缆等进行传递，同时管道内部流体的冲击也会产生振动。

2. 设备近端的管道由于靠近设备，其传导的振动较大，由于管道支架与地面之间为硬链接，应在管道与支

架间安装橡胶隔振垫，并在支架与地面之间安装隔振器，降低振动传递效率。

3.设备远端的管道由于远离设备，设备振动经管道传递后有一定自然衰减，主要为管道内流体冲击管道产生的振动。因此，只需在管道与原有管道支架间安装橡胶隔振垫，通过隔振垫降低流体冲击管道振动。

4.通常情况下，设备管道穿墙部分为硬连接，其振动的能量会通过墙体结构传递出去。因此，需对管道与墙体进行一定的断开，在断开位置采用吸声棉、韧性材料、隔声材料进行穿墙处理，并做好穿墙部分隔声封堵和恢复工作，降低管道振动时的能量传递。

四、结束语

随着社会发展和时间推移，人们对环境的需求和生活品质的追求也在不断提高。生活在一个无噪音，有良好的条件的环境下，是人类进行生活的主要条件。因此，有关部门和工作人员一定要对中央空调外机噪声的管理给予足够的关注，要了解噪声的成因，并通过行之有效

的方法来减少噪音，从而减少空调噪声对工作和生活的影响。

参考文献：

[1]仲胜.中央空调噪声分析及控制研究[J].建材发展导向, 2019, 17(6): 1.

[2]夏凯, 刘煜, 门群英, 等.家用中央空调室外机结构噪声分析与控制[J].噪声与振动控制, 2022(001): 042.

[3]程天正.家装中央空调运行噪音问题浅析[J].制冷, 2021, 040(003): 45-49.

[4]李丙焱, 王鹏, 何茂里, 孟庆扬, 张文平.空调噪声分析及治理[J].中国新技术新产品, 2023(02): 117-119.

[5]邱适林.浅析中央空调噪音源及降噪举措[J].电子世界, 2019(15): 192-193.

[6]伦玉新.基于中央空调用弧形叶片离心通风机的气动设计与噪声分析[D].浙江理工大学, 2020.