

家用中央空调噪声分析及噪声控制标准研究

李武

(珠海格力电器股份有限公司)

摘要 本文基于对家用中央空调的噪声源分析,通过研究家用中央空调的噪声特性,从结构、控制系统和安装形式3方面对比了传统家用空调与家用中央空调的区别,从而找出家用中央空调在噪声方面的不同之处,基于以上研究结果,结合与GB/T 7725—2004《房间空气调节器》的对比分析,提出了加强中央空调噪声品质的控制建议。

关键词 家用中央空调;多联机;噪声;标准

Noise analysis of household central air-condition and the research of noise control standard

Li Wu

(Gree Electric Appliances, Inc. of Zhuhai)

ABSTRACT Based on the analysis of household central air-condition's noise fountain, noise characteristic of household central air-condition have been researched in this paper, based on the structure, control system and install form, the difference between tradition household air-condition and household central air-condition have been researched, based on these research results, combine the analysis of GB/T 7725—2004 Room air conditioners, the advices of improving household central air-condition's noise quality have been advanced in this paper.

KEY WORDS household central air-condition; multi-split; noise; standard

随着生活水平的日益提高,人们对空调产品的要求也逐渐提高。家用中央空调因其具有节能、舒适、便捷、节约空间等优点,市场占有率逐年上升。其中噪声是客户评价空调质量的最直接体验指标之一。笔者针对家用中央空调的噪声情况以及与传统家用空调在噪声方面的区别进行研究,找到中央空调噪声的特点,并对现有噪声测试标准进行分析,提出加强中央空调噪声品质的控制建议,以便在设计过程中能针对中央空调噪声特点进行噪声控制,提高产品质量。

1 家用中央空调噪声源分析

家用中央空调配置通常为1台室外机搭配多台室内机。室外机的主要工作部件有风机、压缩机、钣金壳体,以及油分离器、气液分离器等制冷剂系统部件,而室内机的主要工作部件有风机以

及电子膨胀阀等节流部件,这些部件均有可能产生不同类型的噪声,家用中央空调噪声源如图1。

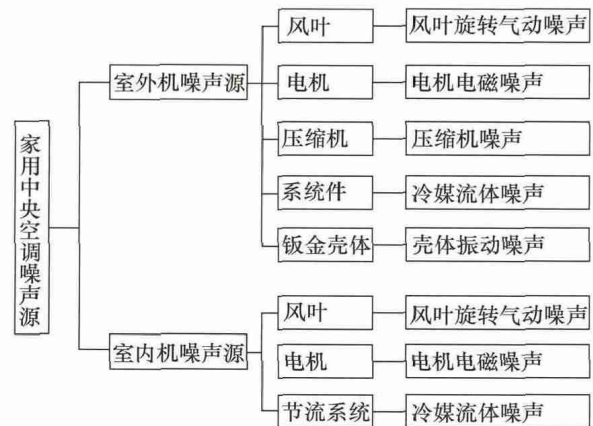


图1 家用中央空调噪声源

收稿日期:2015-01-06

作者简介:李武,硕士,广东省珠海市格力电器股份有限公司商技二部,工作方向为产品结构设计及振动噪声分析。

室内外机噪声源中风叶旋转噪声以及钣金壳体振动噪声主要为低频噪声^[1],电机电磁噪声、压缩机和制冷剂系统部件产生的噪声通常以中高频噪声为主^[2]。低频噪声由于声波波长长,绕射能力强,很难被完全阻隔,容易被用户感知,另外,室内机噪声是被用户长期体验感受的,所以室内机的噪声控制尤为重要。其中,最常见的噪声问题是电机电磁噪声和液流声,需重点关注。

2 传统家用空调与中央空调的噪声对比分析

传统家用空调是指 1 台室外机只控制 1 台室内机,家用壁挂机和柜机是其主要代表,而家用中央空调的主要代表为侧出风多联室外机控制多台风管机或壁挂机。笔者从中央空调与传统家用空调结构、控制系统、安装形式共 3 方面进行对比,以找到两者在噪声方面的区别。

2.1 结构对比

2.1.1 室外机结构对比

传统家用空调与家用中央空调室外机的主要区别在于压缩机和制冷剂系统。家用中央空调的压缩机比传统家用空调的压缩机排量更大,功率更高,同时压缩机的运行噪声也更大。另外,由于制冷剂系统控制可靠性需要,家用中央空调中通常还会包含气液分离器、油分离器等零部件,但这些器件若与制冷剂系统匹配不好时也会产生异常噪声。

2.1.2 室内机结构对比

传统家用空调室内机与家用中央空调室内机的主要区别在于家用中央空调室内机通常包含电子膨胀阀等节流部件。电子膨胀阀具有控制精准、方便等优势,但其节流时容易产生液流声,尤其是在制冷剂过冷度不足,气液两相共存时液流声会更加明显。

2.2 控制系统对比

家用中央空调与传统家用空调控制系统的最主要区别在于,家用中央空调为 1 台室外机控制多台室内机,这点决定了两者控制系统的明显区别。

例如,家用中央空调在制热模式下,存在部分室内机运行制热而同时部分室内机关机的情况,为满足系统可靠性要求,则需要处于关机状态的室内机的电子膨胀阀处于小流量开启状态,而这种状态便通常会出现关机状态的内机存在液流声。另外,家用中央空调为保证系统的可靠性,通常会增加如回油组件、气旁通组件等阀和管路组

件,而当这些组件工作时,便可能引起明显的噪声变化,甚至出现异常噪声。

2.3 安装形式对比

2.3.1 室外机安装形式对比

传统家用空调的室外机通常安装在空调位或者墙壁的支撑架上。然而,目前国内建筑标准中并没有规定为家用中央空调设置统一的空调位,因此不能放空调位或支撑架的楼盘便只能将室外机放置在阳台上。这两种安装形式引起的最大区别是传统家用空调室外机的后侧一直是靠墙安装,而家用中央空调室外机可能由于安装条件限制导致机组的后侧直接正对卧室或者客厅等生活区域,机组后方噪声便直接被用户体验,外机安装在卧室外阳台的情况,此种安装情况机组后方直接对着卧室,从而引起客户的投诉反馈。

2.3.2 室内机安装形式对比

传统家用空调的壁挂机均为明装形式,机组直接挂在墙壁上,而中央空调的风管机则可隐藏于天花板中,这种安装形式天花板会阻隔一部分的噪声传递,因此隔声效果会比传统家用空调更优。

3 家用中央空调噪声标准现状分析与噪声控制建议

传统家用空调与家用中央空调的噪声分析对比可知,家用中央空调与传统空调具有一定的共性,但同时也具有其独特的噪声特点。目前相关国家标准中有部分影响因素还未添加进去,企业多会针对家用中央空调的噪声特点提出企业标准来加强产品噪声品质,主要体现在以下几点:

3.1 噪声总值

根据噪声的叠加原理^[3]可知,两个声压级分别为 L_1 (dB(A)) 和 L_2 (dB(A)) 的声音叠加后,其总声压为 L_T (dB(A)), 则

$$L_T = 10 \lg(10^{L_1/10} + 10^{L_2/10}) \quad (1)$$

通过式(1)可知,若两个相同声压级的噪声叠加,若 $L_1 = L_2$, 则 $L_T = L_1 + 3$ (dB(A))

那么从数值上来说,假设用户家中有 4 台额定制冷量为 3.5 kW 的室外机,假设单台室外机噪声为 55 dB(A) (参考业内不同品牌空调的噪声平均水平),根据上述噪声叠加公式可知,每 2 台室外机的噪声叠加值应比单台室外机高 3 dB(A), 则 4 台叠加后的噪声值应比单台室外机高 6 dB(A), 即为 61 dB(A)。因此,若家用中央空调的噪声按传统

家用空调的标准要求,单从噪声数值上对比,额定制冷量为 14 kW(4×3.5 kW)的家用中央空调的噪声值不应该比 4 台 3.5 kW 的家用空调室外机的噪声值大,即不应超过 61 dB(A)才合理,而目前 GB/T 7725—2004《房间空气调节器》^[4]中 14 kW 机组的噪声限定值为 65 dB。目前,市场上的家用中央空调质量参差不齐,质量较好的厂家噪声可以控制在 56 dB 以内,但也有很多 61 dB 以上的空调产品。空调产品的质量应以客户的要求为准,若噪声达到 61 dB 以上,人耳的噪声听感会明显增大,用户的烦恼度也会随之提升,因此,家用中央空调要以家庭用户的体验需求为主,噪声水平和噪声值的限定同样要以家用产品的要求来控制。

3.2 噪声音质

GB/T 7725—2004《房间空气调节器》^[4]中只指明空调噪声在运行时不能出现异常噪声,噪声质量只能依靠企业自身控制,这也造成了不同空调厂家生产的产品良莠不齐。结合产品设计和用户反馈情况分析,笔者认为,家用中央空调的噪声可从以下方面加强控制:

内机噪声方面,电子膨胀阀的节流噪声以及风机系统(包括电机)的运行噪声问题最为常见,这些与系统的设计质量和器件质量有很大关系,同时也最容易被用户感知,因此需要重点控制。另外家用中央空调作为一个整体,需关注运行负荷变化时,各内机的噪声音质变化情况,例如,当有部分内机关闭后,机组的制冷剂状态会产生变化,控制系统应能在短时间内调整,在此阶段各内机(包括已停止运行的内机)均不能出现异常噪声^[5]。

外机噪声方面,风机系统的低频拍振声、压缩机引起的低频运转噪声以及零部件工作产生的高频噪声最为常见,这些噪声问题均需要在产品开发阶段重点控制。

3.3 噪声测试标准

GB/T 7725—2004《房间空气调节器》^[4]中,中央空调室外机的测试标准仍主要参照传统家用空调室外机的测试模式,室外机只测试机组前、左、右 3 个方向的噪声情况(图 2)。根据上文分析中

可知,此测试方式可以满足传统家用空调或安装形式与传统家用空调类似的家用中央空调(即放置在空调位或者靠墙的三角架上),但无法满足放置在阳台上安装,机组后侧直接面对卧室、客厅等活动区域的情况,因此在产品开发阶段,需要在标准中指明对机组后方的噪声加以控制,减少客户投诉的隐患。

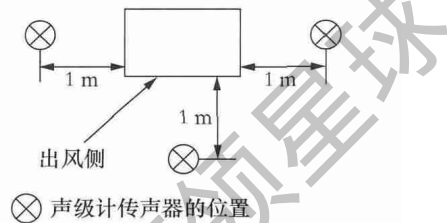


图 2 国标中侧出风外机噪声测试传声器位置

4 总结

本文基于对中央空调的噪声的研究,并结合与传统家用空调的对比分析,主要完成了以下几点工作:分析了家用中央空调室内机和室外机的噪声源及各噪声源的噪声特性;分析了家用中央空调与传统家用空调在结构、控制系统、安装形式的区别,发现了家用中央空调在噪声方面相对传统空调的特点。基于中央空调的噪声特点以及对目前的噪声国家标准进行分析,从噪声总值、噪声音质和噪声测试标准 3 方面提出了加强家用中央空调噪声质量控制的参考建议。

参考文献

- [1] 游斌,田明力,吴彦东等.多联机双风轮系统拍振分析与性能优化研究[J].工程热物理学报,2011,(2):223-226.
- [2] S. Laurentiu, B. de Fornel. On the Acoustic Noise by PWM AC Motor Drives[J]. AUTOMATIKA, 2003: 137-145.
- [3] 周新祥.噪声控制技术及其新进展[M].北京:冶金工业出版社,2007:7-8.
- [4] GB/T 7725—2004 房间空气调节器[S].
- [5] 刘元峰.家用空调器减振降噪研究综述与展望[J].振动与冲击,2005,24(4):120-121.