

冰箱机械室共振问题及优化研究

张卓伟

摘要:在冰箱运行过程中,噪声的主要来源就是机械室。而机械室中噪声的来源为冷凝器、底板、压缩机、橡胶垫、吸排气管等。因此,为了减少冰箱的噪声,降低噪声污染,就必须科学地设计机械室各个部件。本文针对冰箱机械室的共振问题,进行对比试验及噪声的仿真分析,并提出了优化策略,以供参考。

关键词:冰箱;机械室;共振问题;优化;仿真

中图分类号:TM925.2

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2021)31-0184-02

0 引言

近些年,人们的生活水平有了很大的改善,冰箱已成为千家万户必备的家具之一。在冰箱产品中,其性能优劣,也体现在了噪声水平上。在冰箱内部机械室的振动水平,对于噪声的具体表现,起到决定作用。因此,本文就通过实验对标、仿真分析,探讨冰箱的噪声问题,并提出了科学的优化方案。

1 冰箱机械室共振问题分析

在机械室中,共振问题是一个基本噪声来源。对于具体的机械共振而言,其主要表现是冰箱的箱体、部件所发出的声响,直接降低了用户的使用体验。对于共振问题的激励源,最主要的就是压缩机。在设计过程中,将橡胶垫安装在底板的压缩机上;之后在其上部,利用吸排气管路,能够连接冰箱的箱体,如图1所示。



图1 机械室装配

在压缩机内部,通过电机的运动,驱动曲柄机构会出现简谐激励。之后再经由振动的递进,和其中声场的辐射激励,让其到达压缩机的外壳,这样就会出现噪声。而压缩机所产生的振动激励,一般可通过两种路径传递;在这两条道路之下,让其传输到箱体。①从压缩机到脚垫,后到达底板,最后达到箱体。以底板为媒介,让压缩机发出的振动传递能够达到橡胶垫上,之后利用螺钉连接底板和橡胶垫,之后经由底板进行振动的传递,让其能够达到箱体之上;②从压缩机到管路再到箱体。压缩机在发生振动之后,会经由金属的管路,从而达到箱体,就会形成噪声。

针对以上噪声传递方式,在设计过程中对压缩机的连接形

态,实现进一步简化,并且将作为重点研究对象;压缩机的振动,对于箱体管路和压缩机的连接,所形成的结构进行简化,并根据刚度和阻尼等效原理,对于其振动的等效阻尼和刚度,进行简约化,并且压缩机对于橡胶垫、底板,之间所形成的强连接,进行充分考虑,简化压缩机振动,将其形成在不同单自由度下,出现振动的3种方向分析,分别设置为X、Y、Z,如图2所示。

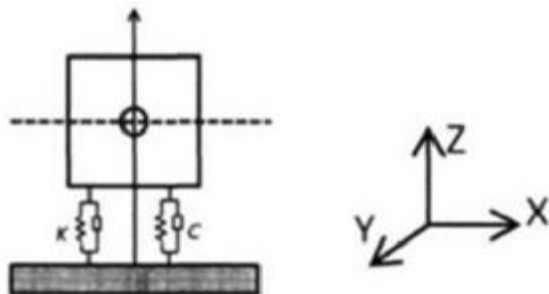


图2 压缩机振动方向

在这之中,对于Z方向来说,其在振动时,所出现的阻尼和刚度,分别以C、K表示,而且C、K都属于在该方向之下,压缩机的管路系统、橡胶垫具有等效的阻尼和刚度。另外,对于X、Y方向的等效刚度、阻尼,也要依次分析压缩机在3个不同方向的等效振动系统。

通过动力学理论可知,确定Z方向之下的简谐振动的方程,以及壳体的振动幅值。通过相关的公式和运算得知,在冰箱的机械室内,压缩机处于Z方向时,具体的振动情况和固有等效频率,具有直接的联系。在两侧的共振区内,如果动力放大系数较大,就会产生显著的共振现象。若是与共振区距离较远,在这一位置上,如果动力放大系数较小,使所产生的共振也比较微弱。

但是,由于压缩机的Z方向,所具有的等效阻尼和刚度系数一同决定了其固有频率,而且管路空间、橡胶垫以及底板材质,都和等效刚度,有着密切的联噪声,而且橡胶垫和地板的材质结

构,影响到等效阻尼,所以在此之中,就具有比较多的影响要素。

2 机械室共振问题的仿真分析

在接下来的分析过程中,就以某款冰箱的机械室结构为例,展开具体的仿真分析以及优化,能够对于共振问题的处理办法,进行具体的论述。

在该款冰箱的应用过程中,具有较为明显的噪声问题。经过扫频实验,在差异性的频率之下,得到机械室的噪声频谱,通过频谱我们发现,在压缩机工作的过程中,从整体上来看,在低频时,具有更大的噪声,在一些特定频率之下,会导致噪声突变。根据噪声频率,对于冰箱在运行过程中,处于 51Hz 这一频率之下,会产生比较大的噪声,一般在 50Hz 以及 200Hz 集中体现,在机械室内,会具有显著的共振问题。通过仿真分析法的应用,对于机械室所出现的共振问题,进行具体分析,并且要针对机械室有关的零件的装配,进行充分考虑,进一步构建一个关于机械室振动,所得到的有限元模型。

并且,要简化处理压缩机的内在构造,在其中的重心部位,增加质量配重,并且能够让连接更加简单,在配管、压缩机、脚垫、底板的地方,通过 rib2 刚接,并且要针对材料、阻尼等参数,所产生的具体影响,进行充分的考虑,依照有关的实验,确立一个阻尼模型,并在此基础上,确立阻尼耗散模型。并在压缩机的底板处,与侧壁的连接部位、滚轮部位、箱体和管路连接部位,在这些地方,添加固定的约束,这样就能够获得当前的构造之下,机械室所具有的固定的频率,和对于阵型的具体分析成果。根据结果得知,在机械室中,压缩机的工作频率 51Hz、63Hz,较为靠近其固有频率,所以当前的机械室的构造中,会具有共振风险问题。

3 共振问题的仿真优化

通过上文分析,在机械室内,对于压缩机而言,在 X、Z 两个方向上的固定频率,会出现显著的共振现象,所以,为了进一步减轻在冰箱内部所出现的低频共振噪声问题,就要针对该问题,开展仿真优化。

由于管路的空间、底板和橡胶垫材质结构等因素与机械室的固频有着紧密的联系,并且对于具体的安装技术、工艺和方案的合理性,做出充分考虑,在综合以上各种影响因素之下,针对机械室的共振问题,提出相应的优化和完善的方案策略,可以分为四个角度来进行,具体的优化方案如表 1 所示。

表 1 机械室部件优化方案

方案	X 方向固频/Hz	Z 方向固频/Hz	方案说明
原始方案	62.8	51.8	
优化方案 1	56.2	50.3	优化管路结构
优化方案 2	64.7	56.4	底板结构加厚 25%
优化方案 3	66.5	58.8	底板材质弹性模量增加 50%
优化方案 4	62.3	51.5	优化橡胶垫结构

①进行管路结构的优化调整,对于 X、Y、Z 三个不同方向,进行刚度的调整和改善,会对于机械室固频产生一定程度的影响。通过研究发现,分别在 X、Z 方向,进行 6.6Hz、1.5Hz 固频的降低,能够实现显著的优化效果;②没调整底板结构。进行底板厚度的增加,增加原来厚度的 1/4,会针对固频,具有比较大的影响。在 X

方向,增加 1.9Hz 的固频,以及在 Z 方向增加 4.6Hz,得到了较好的改善效果;③优化底板的材质。对于材质来说,可以进行板材弹性模量的提高,大约在原有的一半,能够实现较大影响,在 X、Z 方向上,分别进行固频的 3.7Hz、7.0Hz 的增加,实现了有效的优化;④调整橡胶垫结构。现阶段,一般使用的橡胶垫的材质是高阻尼丁基,因此不具有较大的优化空间,所以要想通过调整橡胶垫结构,并未对固频,带来较大影响,在 X、Z 方向,分别进行固频为 0.5Hz、0.3Hz 的降低,并未获得较好的改善效果^[4]。

4 实验验证

基于机械室的共振问题,所开展的仿真优化,得到的结果证实了,针对现存的共振问题,在机械室内部的底板的结构、材质,以及管路结构,都有着比较明显的影响,能够实现良好的优化效果。其中,对于橡胶垫来说,其结构所产生的影响也比较小,无法实现较好的改善效果^[4]。因此,通过对之前所提出的各个方案,进行具体的分析和考虑,在第二和第三个方案中,需要花费较多的材料成本,因此就基本确定进行方案一的采用。并对于有关的手办样件进行制作,之后展开实验来进一步验证。在这样的优化结构之下,会对于各个频率之下,从整体上的噪声问题,有了一定程度的改善,实现了噪声水平的下降。在利用该种优化方案,对于噪声问题改善之后,通过所获得的噪声频谱图我们得知:在方案一之下,能够实现低频段的噪声问题,即 100Hz 以下,具有较好的优化作用,一些单峰呈现了较大的下降幅度^[4]。另外,在 250Hz 附近的中低频段中,通过优化结构,能够实现一定的改善效果,一些单峰会呈现下降的趋势,但是相对来说,所获得的效果不理想。而对于高于 500Hz 的中高频来说,该结构并不具有很好地改善作用,通过机械室内的振动部件,所进行的优化和调整,针对中高频段来说,并未显著改善噪声问题。

5 结语

综上所述,本文对于冰箱的机械室所存在的共振问题进行了详细的分析,涉及振动模型的构建以及各种影响因素,并且在具体实例的基础上,进一步通过有限元模型的确立,分析了振动优化方案,还对于方案的可行性展开了验证,详细阐述了该问题的解决思路,也为噪声问题的改善和优化提出了一个具体的方案和策略,有利于提高冰箱的运行品质。

参考文献

- [1] 钟泽,李语亭,江俊.冰箱机械室吸音棉吸音性能的试验研究[J].家电科技,2020(6):59-61,65.
- [2] 王利亚,黄文才,钟泽.冰箱压缩机管路减振结构设计及优化[J].家电科技,2020(5):76-78,94.
- [3] 江俊,施红玉,任伟.基于温度场数值计算的冰箱机械室正向设计研究[J].家电科技,2020(2):102-105.

收稿日期:2021-07-01

作者简介:张卓伟(1992—),男,汉族,广东惠州人,硕士研究生,主要从事冷柜结构设计工作。