

双层上消音器内层隔板结构设计探究

康炎平, 沈慧, 田丽娟
(珠海凌达压缩机有限公司, 珠海 519110)
(Tel:13543065947, Email:k_yanping2014@163.com)

摘要: 双层上消音器已经成为压缩机降噪的常用方案, 目前该消音器的外层排气方式一般采用轴颈排气。本文目的是探究一种双层消音器的内层隔板结构, 其有最优降噪效果、且能保证压缩机性能。针对两种因素来研究其对压缩机噪音与性能的影响: 不同隔板在外层内部总高的占比, 内层隔板不同开孔方式。实验最终确定最优降噪方案: 内层隔板高度为内部总高一半, 开孔位置是在逆时针数上法兰排气孔所在瓣的邻瓣。此外, 兼顾性能与降噪的隔板高度方案为: 内层隔板高度为内部总高 0.3 倍。

关键词: 压缩机 降噪 双层上消音器 内层隔板 结构设计

THE STRUCTURE DESIGN OF THE INNER BAFFLE OF DOUBLE-DECK SILENCER

Kang Yanping Shen Hui Tian Lijuan
(Zhuhai Landa Compressor Co.Ltd, Zhuhai 519110)

Abstract Double-deck silencer have become a common solution for noise reduction of compressor. At present, it is a common solution that the exhaust is from central hole of the outer-layer silencer. The purpose of this article is to explore a structure of the inner baffle for the optimal noise reduction effect and maintain performance. The influence of two factors on the noise and performance of compressor is studied, which is the ratio of different clapboard in the total height of outer layer inside and different trepanning means in inner clapboard. Optimizing denoise case by the experiment was finally determined. The height of clapboard is the half of the total height of outer layer. And the opening position is located the adjacent petal of exhaust hole located in the above-flange. In addition, it can maintain performance and noise reduction that the height of the inner baffle is 0.3 times the total height.

Keywords Compressor The noise reduction Double-deck silencer The inner baffle The structure design

0 前言

如图 1, 双层上消音器^[1]是降低压缩机^[2-3]气流噪音^[4]的主流方案。该消音器安装在压缩机的上法兰端面上, 特点是相对单层消音器, 双层上消音器内部多了一层, 以便于对内部排气产生二次阻抗作用, 即降噪。

目前压缩机在气流噪声频段噪音值峰值较高, 导致噪音总值偏高; 而在某些情况下, 单层消音器已经不能满足降噪要求。双层消音器前期通过一些计算与实验, 可以比单层消音器有更好的降噪效果; 外层采用轴颈排气方式, 降噪效果较优, 且适用于不同排量以及多个机型。因此, 我们需要对双层上消音器的结构进行探究, 以达到进一步降低气流噪音的效果。

本文目的是探究较优的双层上消音器的内层隔板结构设计, 从而启示其他技术员设计双层消音器, 减少开发成本, 减少及避免错误开模, 减少不必要的实验。

*基金项目: 无

作者简介: 康炎平, (1990-), 男, 工程师, 从事压缩机及空调系统的降噪降振研究

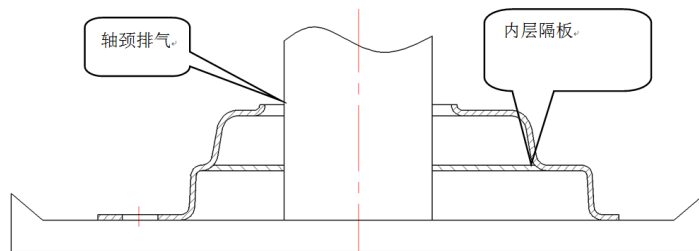


图1 双层上消音器结构与上法兰配合示意图

1 实验一

实验不同方案均在压缩机机型 A 上进行，该压缩机是立式转子压缩机。

实验 1 主要是对比单层消音器方案与双层消音器之间的噪音值，制冷性能。方案如下表 1，内层隔板高度比是指内层隔板高度与外层内部总高度的比值。方案二、三、四是在方案一的基础上，在内部焊接一块隔板，隔板外轮廓与外层内壁形状相同。方案二、三、四采用相同的隔板结构，隔板高度示意图如图 3。

表 1 实验 1 方案

方案	一	二	三	四
类别	单层	双层	双层	双层
内层隔板高度比例	/	0.3	0.5	0.8

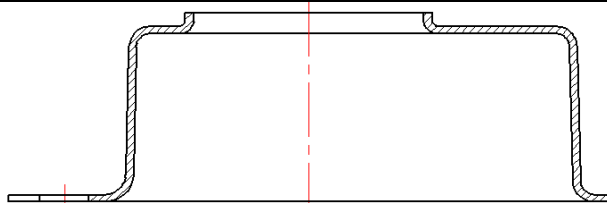


图 2 实验 1 的方案一剖切示意图（轴颈排气）

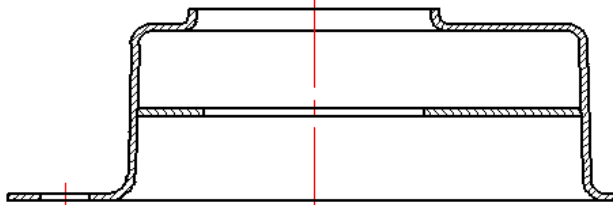


图 3 实验 1 的方案三结构示意图（0.5 倍高）

所测噪音值对比如图 4，采用四点合成算法计算其声功率级，双层消音器方案二、三、四的噪音值均比方案一低约 2 至 3dB，这说明双层消音器具有更优的降噪效果，并且降噪优劣次序为方案三 > 方案二 > 方案四。图 6 的测试结果说明，双层消音器结构设计合理时，双层消音器方案相对单层消音器方案，其压缩机的 COP 值不会减小，且性能优劣次序为方案二 > 方案四 > 方案三。此外，图 5 说明了方案二（内层隔板高为内部总高的 0.3 倍）的压缩机 COP 不会比单层消音器的低。

*基金项目：无

作者简介：康炎平，（1990-），男，工程师，从事压缩机及空调系统的降噪降振研究

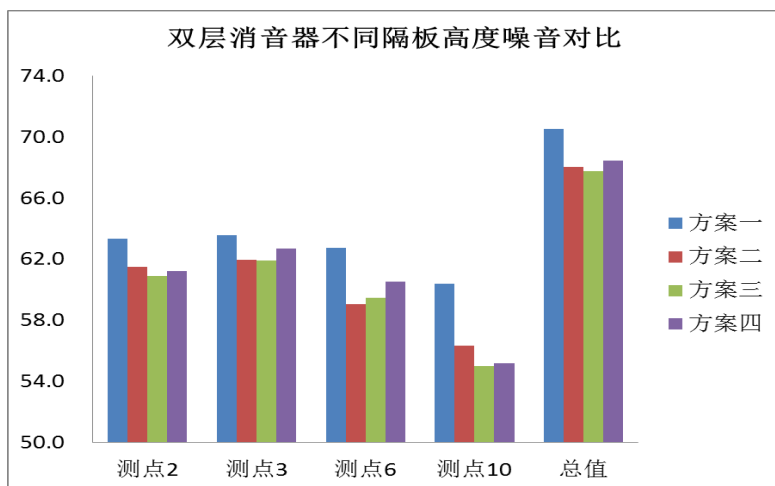


图4 实验1的噪音值对比

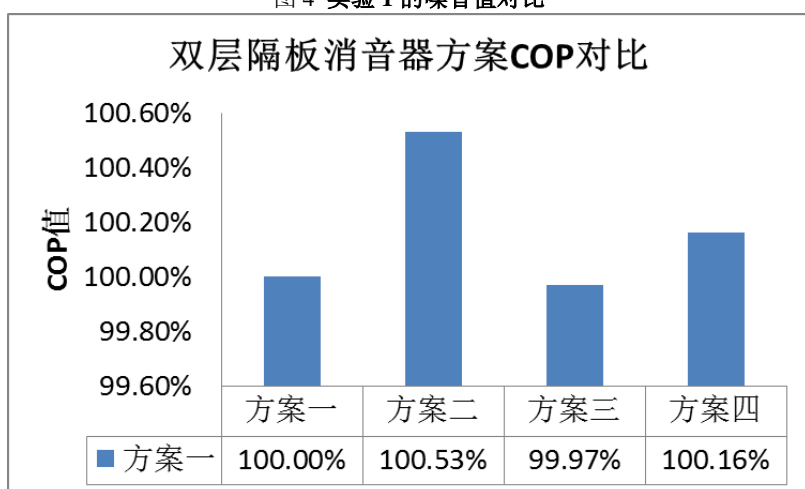


图5 实验1的制冷性能值对比

2 实验二

2.1 方案准备

在实验1的基础上,比较内层隔板不同开孔方式对压缩机噪音及性能的影响,实验2的双层消音器内层隔板高度根据实验1取内部总高0.5倍。

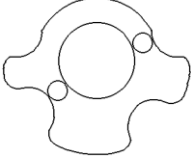
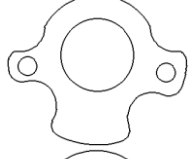

消音器往往用来降低1600Hz以下的气流噪音(数值模拟与仿真较相符),设计之前往往先采用模拟计算消声量的方法对比不同方案的优劣,再进行实验实测对比。这里采用的是Virtual lab11.0,其基于气动声学基本理论^[5]。目前消音器的开孔位置设计主要根据三种方式:1)二或三阶声模态位置开孔;2)声压云图中声压低的位置;3)排气孔相邻瓣开孔。

通过对双层消音器内层空腔模型进行声模态计算,将内层开孔方案列表如下表2,外层仍然统一采用轴颈排气。

*基金项目:无

作者简介:康炎平,(1990-),男,工程师,从事压缩机及空调系统的降噪降振研究

表 2 实验 2 内层隔板开孔方案

方案	内层隔板开孔示意图
方案一 (内层按照二阶声模态开孔)	
方案二 (内层按照二三阶声压云图开孔)	
方案三 (第 2 瓣开孔)	

针对上述三个内层开孔方案进行空腔建模与消音量仿真对比如图 6，图中绿色曲线是方案三，其在 740Hz 至 1000Hz 段的消音量明显高于其他两个方案。方案一是图中蓝色曲线，其在 1300Hz 至 1700Hz 段消音量明显低于其他两个方案，后续实测噪音可以查看仿真与实测有无对应性。

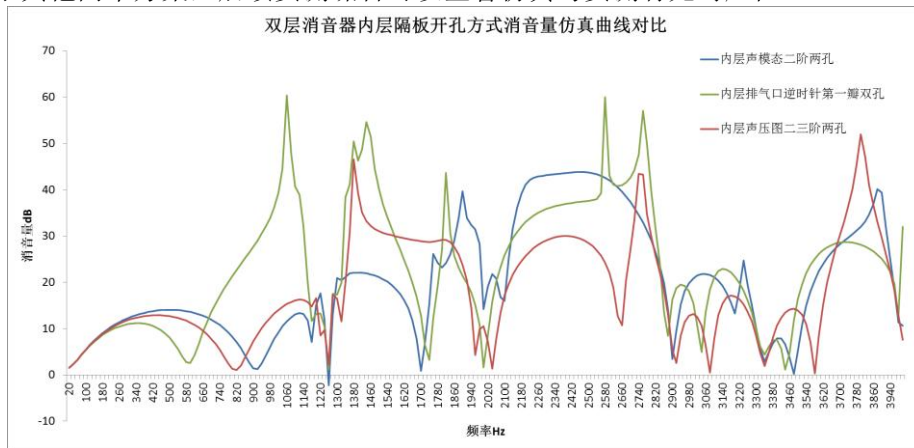


图 6 实验 2 的各方案仿真消音量曲线对比

2.2 噪音对比

如图 7，可以看出内层开孔位置不同，噪音总值及 2# 麦克风的值会相差甚远，噪音优劣顺序：方案三 > 方案一 > 方案二。其中方案三降噪效果最好，可见内层开孔位置设置在排气瓣相邻瓣最好。

*基金项目：无

作者简介：康炎平，（1990-），男，工程师，从事压缩机及空调系统的降噪降振研究

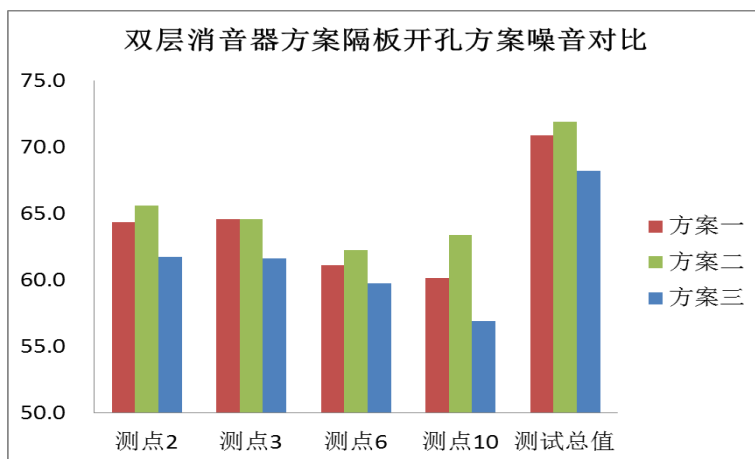


图 7 三个方案噪音值对比

具体的噪音频谱对比如下，结果表明也是方案三降噪效果最好。

如图 8，方案二对比方案一，噪音总值恶化 1dB 全频段几乎无优势。说明内层参考声压云图开孔方式不如内层参考声模态位置处开孔。

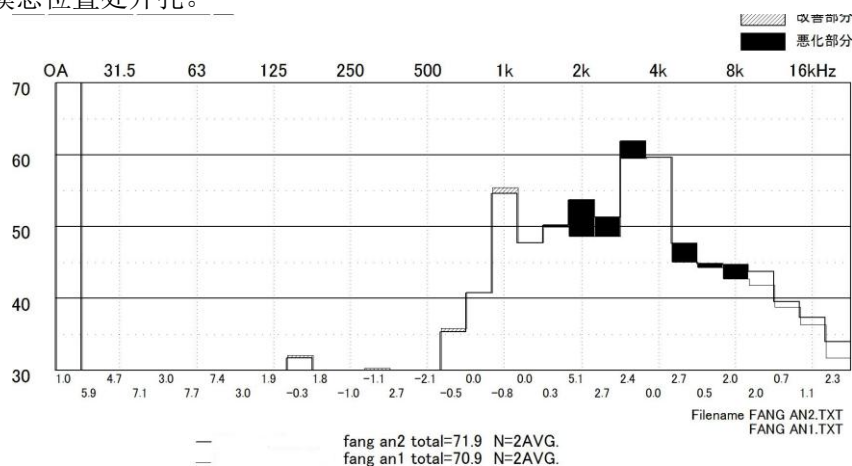


图 8 方案二对比方案一 2#噪音 CPB 频谱

如图 9，方案三对比方案一，噪音总值改善 2.7dB，500Hz 至 1KHz 改善 1 至 2.3dB；3KHz 至 4KHz 改善 6.6 至 7dB，仅在 1.6KHz 与 2KHz 恶化约 1 至 7dB，降噪效果良好，尤其是高频气流噪音频段 3KHz 至 5KHz。

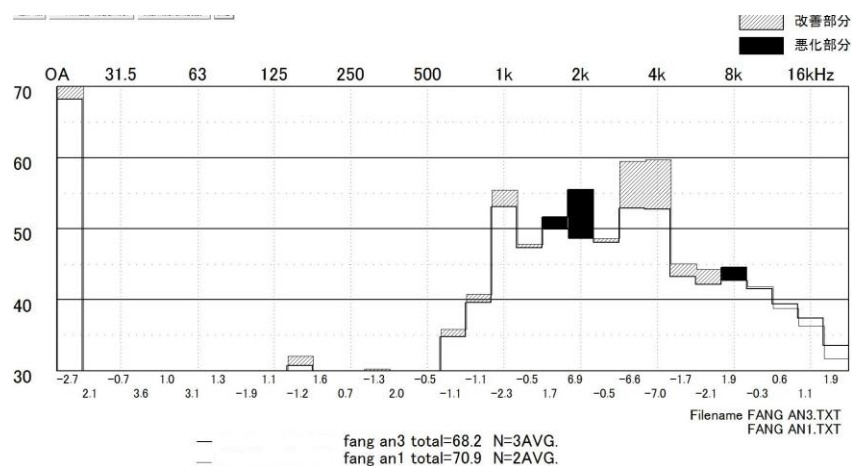


图 9 方案三对比方案一的 2#噪音 CPB 频谱

此外，图 9、10 的频段噪音对比与图 7 的消音量仿真曲线对比结果对应性不足，说明双层消音器的消

*基金项目：无

作者简介：康炎平，（1990-），男，工程师，从事压缩机及空调系统的降噪降振研究

音量仿真可靠性不足。

2.3 性能对比

如表 3，对比 COP，方案三>方案一>方案二；方案二性能较差的原因是功耗比其他两方案高出 1%至 1.6%，而方案三不仅降噪效果好，其性能也是最优。由此说明，消音器开孔位置对压缩机的降噪及性能保证及其重要。

表 3 各方案性能对比

方案编号	制冷量	功率	COP
方案一	1	1	1
方案二	100.07%	101.11%	99.00%
方案三	99.77%	99.58%	100.20%

3 结论

通过实验探究了双层消音器内层隔板结构设计的规律。针对压缩机降噪及性能，主要是探究了最优的内层隔板高度及内层隔板开孔方式。最终确定，优先降噪，且确保性能的方案：内层隔板高度设置为内部总高的 0.3 至 0.5 倍，内层开孔方式设置在排气瓣的相邻瓣。

参考文献

- [1] 赵志军, 等. 冰箱用全封闭压缩机噪声分析与降噪措施的探讨[J]. 流体机械, 2004, (12): 47-49.
- [2] 陈刚, 辛电波, 彭学院. 小型制冷压缩机降噪研究现状[J]. 噪声与振动控制, 2007, 27(3): 12-15.
- [3] 舒歌群, 韩睿. 往复压缩机噪声诊断及降噪研究[J]. 压缩机技术, 2004(1): 8-11.
- [4] 孙晓东, 陆海江, 孙慧, 刘超. 压缩机吸气消声器气动噪声辐射特性研究[J]. 噪声与振动控制. 2017(06)
- [5] 詹福良, 徐俊伟. Virtual.lab Acoustics 声学仿真计算从入门到精通[M]. 西北工业大学出版社, 2013: 336-338.

*基金项目：无

作者简介：康炎平，（1990-），男，工程师，从事压缩机及空调系统的降噪降振研究