

文章编号:1006-1355(2003)03-0043-02

# 新舟 60 飞机 APU 排气噪声测量和分析

王占学, 乔渭阳, 李文兰, 王伟

(西北工业大学 航空动力与热力工程系, 西安, 710072)

**摘要:**由于新舟 60 飞机 APU 排气噪声辐射较严重, 为了确定一种最佳的降噪方案, 必须对新舟 60 飞机 APU 排气噪声的频谱特性和指向性进行测量并分析。从测量结果可以看出, 无论 APU 工作在何种工作状态, 排气噪声均属于宽频噪声, 主要是 1000Hz 以上的高频噪声, 而满负载状态下的排气噪声除了高频含量之外, 在 400~1000Hz 范围内也有较强的噪声。另外还发现, 排气噪声有非常强的方向性。

**关键词:**振动与波; APU 排气管; 噪声频谱; 指向性

**中图分类号:** TB533

**文献标识码:** A

## The Measurement and Analysis of Exhaust Noise of APU on MA60 Aircraft

WANG Zhan-xue, QIAO Wei-yang, LI Wen-lan, WANG Wei

(Northwestern Polytechnical University, Xi'an, 710072, China)

**Abstract:** The exhaust noise radiation of APU (Auxiliary power units) on MA60 aircraft is serious. Effective sound treatment technology should be adopted for controlling exhaust noise. For finding best method for reduction of APU exhaust noise, the noise spectrum and directivity should be measured. The measured spectrum of APU exhaust noise show that typeical exhaust noise spectrum is very broad. Two general regions can be distinguished. A broad hump of low frequency random noise centering in the 400-1000Hz region normally is present, which often is substantially stronger with load. A second broad hump of high frequency random noise centers in speech interference region 1000-5000Hz, which is the frequency range of the ear's greatest acuity.

**Key words:** vibration and wave; APU exhaust duct; noise spectrum; directivity

## 引言

新舟 60 飞机在停机待客过程中, 安装在飞机上的辅助动力装置 (APU) 的噪声辐射较为严重, 影响了新舟 60 飞机的形象。为了改善飞机在地面停机状态的环境质量, 需通过一定的降噪措施, 降低 APU 的噪声辐射。新舟 60 飞机上安装的 APU 属于 GTCP36-150 系列, 它实际上是一台小型涡轴发动机, 其排气噪声包括燃烧噪声、涡轮噪声和喷流噪声, 总噪声所含频率范围较宽, 总噪声级较高<sup>[1]</sup>。为了获取 APU 排气噪声可靠声场的信息和声源的特征, 确定最佳消声方案, 在西安飞机集团公司现场详细测量了新舟 60 飞机 APU 装机的噪声场。

## 1 实验条件、测量系统概述

实验在西安飞机集团公司机场上进行, APU 排

气管为钛合金硬壁弯管, 如图 1。测量系统包括传声器—延伸电缆—声级计—计算机, 如图 2 所示。

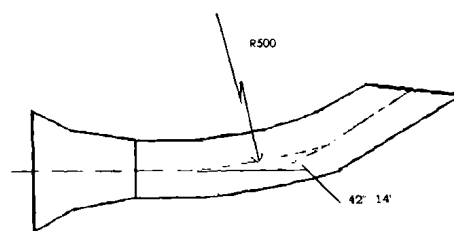


图 1 APU 排气管道

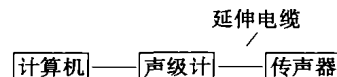


图 2 测量系统简图

测量点的布置原则是: 既能获取源噪声的频谱特性和指向性, 又要尽可能避免排气流的冲击。最终选定的测点布置如图 3 所示, 即在排气口外侧 180° 范围内每隔 30° 布置一测点, 所有测点在同一水平面内, 传声器离地高度都是排气口最高点再加

收稿日期: 2002-07-26

作者简介: 王占学 (1969-), 男, 辽宁建平, 副教授, 博士后, 研究方向: 流体机械噪声测量与控制, 流体机械内部流动测量与 CFD 计算。



100mm,传声器距离排气口中心点1.0米,传声器轴线顺气流方向,感受面指向下游。

实验的APU工作状态有满载状态和轻载状态。每个APU工作状态下测量 $0^{\circ}\sim 180^{\circ}$ 范围内7个测点的声级和频谱信号,每点重复记录3次。

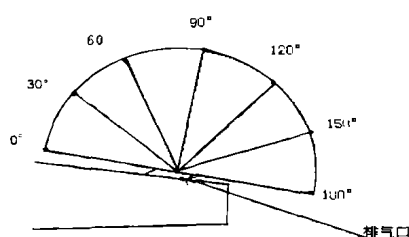


图3 麦克风位置

## 2 测量结果和分析

频谱特性:APU轻载工作状态下,60°、120°两个位置上排气噪声的频谱特性为图4所示,相应的1/3倍频程频谱如图5所示。APU满载工作状态下,60°、120°两个位置上排气噪声的频谱特性如图6所示,相应的1/3倍频程频谱如图7所示。

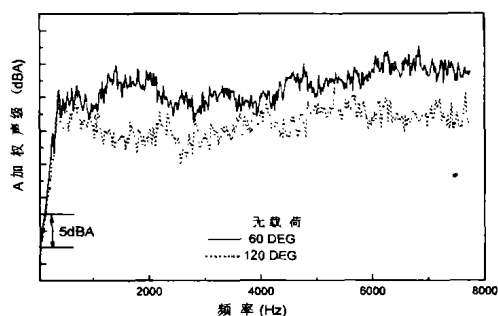


图4 排气噪声频谱(轻载)

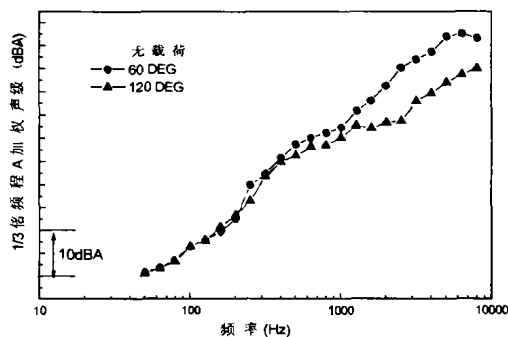


图5 1/3倍频程排气噪声频谱(轻载)

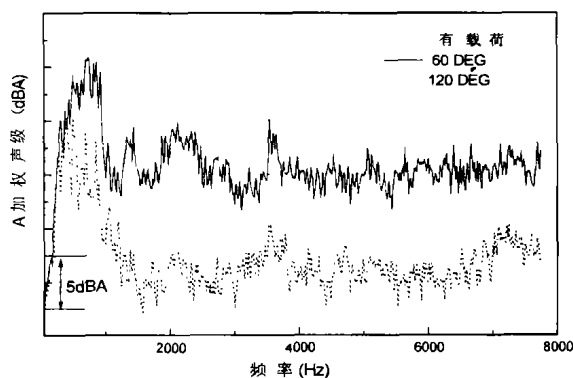


图6 排气噪声频谱(满载)

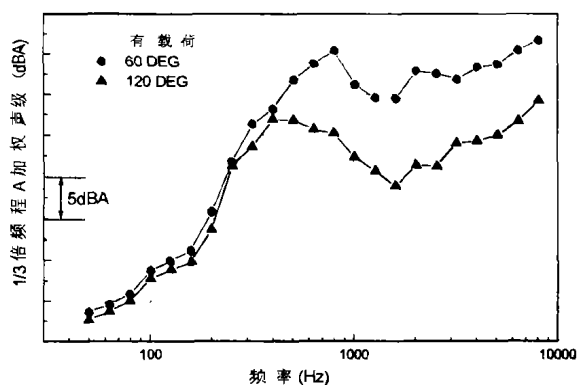


图7 1/3倍频程排气噪声频谱(满载)

由图4、5、6、7可见,不论在哪一种工作状态,APU的排气噪声均属于宽频噪声。轻负载状态下的排气噪声主要是1000Hz以上的高频噪声,而满载状态下的排气噪声除了高频含量之外,在400~1000Hz范围内也有较强的噪声。高频噪声主要是由于流过涡轮叶片的随机非定常流动或湍流,包括边界层、叶片尾迹、进口气流等中的湍流,产生涡轮宽频噪声。在400~1000Hz范围内的噪声,主要是由燃烧室产生的燃烧噪声。燃烧噪声是由于燃烧过程中强烈的湍流流动产生的,因此燃烧噪声的频谱表现为典型的宽频带噪声谱。而且,燃烧噪声级的大小与负载有关,轻载时,由于加热量少,声级较低,满载时声级较高,为了说明轻载和满载时的噪声频谱特性,图8、9给出了60°、120°位置上两个不同的APU工作状态的排气噪声频谱比较。

指向性:APU用燃气涡轮发动机排气噪声有非常强的方向性,图9表示了两种不同载荷工作状态下,排气口外 $0^{\circ}\sim 180^{\circ}$ 范围内各测量点的A加权声级。在所示测点分布的60°方向噪声辐射较强。

噪声值:测量的每一点噪声值见表1。

(下转第48页)



其隔振效果较好,其中6+12+24m隔振模块的隔振性能最好,6m隔振模块的隔振性能最差。

(3) 在同一拉力作用下,激振力较大时的隔振效果比激振力较小时的效果要好。在中频段范围内,2g激励时的隔振效果比1g激振时的隔振效果约大2-3dB。但对不同长度的隔振模块,此范围有所不同。

(4) 在同一加速度激励时,拉力较大时,由于隔振模块的刚性增大,使得隔振效果变差。在中频段范围内,75kg拉力作用时的隔振效果比150kg拉力作用时的隔振效果约大3-4dB。但对不同长度的隔振模块,此范围有所不同。

(5) 在相同的拉力和激励加速度作用下,各隔振段具有隔振效果的起始频率随隔振段长度的增加而减小。对于6米隔振模块,激振频率大于16Hz时才具有隔振效果,而对于6+12+24米隔振模块,激振频率大于5Hz时就具有隔振效果。

(6) 隔振段的横向隔振性能比轴向隔振性能要

好得多。其原因在于隔振模块的横向刚度及固有频率较低。与轴向激励时的规律相似,横向激励时75kg拉力作用下的隔振量比150kg拉力作用下的隔振量要大。

致谢:方开翔教授和温华兵讲师参与了本文的实验工作,同时还得到了程宏轩、孙好广和杨大明等同志的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢!

#### 参考文献:

- [1] 顾振福,刘孟庵.一种测量拖线阵自噪声的系统[J].声学及电子工程1998,(4):14-18.
- [2] 顾振福,刘孟庵,洪有财,程宏轩.拖曳线列阵声纳中隔振模块的研究[J].海洋工程,2002,20(2):65-69.
- [3] 江国和,王国治,方开翔,温华兵.隔振模块性能试验分析,中国船舶科技报告,2000.
- [4] 洪有财,孙好广,顾振福.拖曳线列阵隔振模块轴向隔振性能测试方法[J].声学及电子工程,2001,(3):33-37.
- [5] 徐亮,汪鸿振.水下拖缆隔振模块隔振机理研究[J].声学技术,1996,15(1):16-16.
- [6] 汪鸿振,汪开军.用有限元法求解水下拖缆振动特性[J].上海交通大学学报,1999.33(8).

(上接第44页)

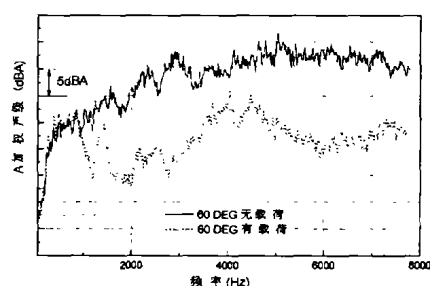


图8 60°方向排气噪声频谱

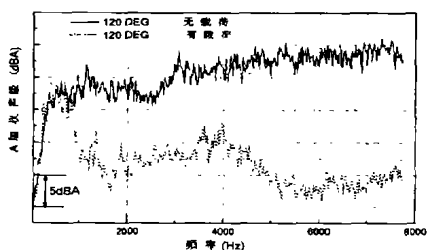


图9 120°方向排气噪声频谱

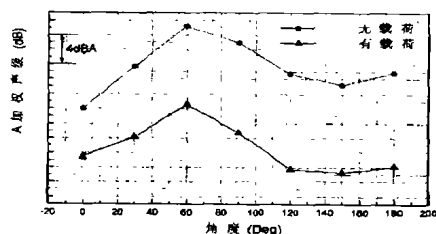


图10 排气噪声的方向性

表1 每一测量位置噪声值

麦克风位置	测量分贝数 dB(A)	
	无载荷	有载荷
0°	112.4	106.6
30°	118.1	109.1
60°	124.0	112.9
90°	122.0	109.6
120°	116.8	104.9
150°	115.9	104.3
180°	117.2	104.3
登机门处	88.0	87.0

### 3 结论

经过现场测量的APU噪声频谱,可以看出,APU噪声具有明显的宽频特征和方向性。从测量的噪声值可以看出,在排气口一侧,噪声非常大,在登机门附近(APU和登机门在飞机的两侧),噪声也达到了88.0dB(A)。因此,必须采用一定的降噪措施来降低APU排气口的喷流噪声。根据宽频噪声的性质,并结合APU的具体安装,唯一有效的降噪方法是采用微穿孔板吸声结构<sup>[2]</sup>。因为微穿孔板吸声结构具有吸声系数高,吸收频带宽,无需填充物等特点<sup>[3]</sup>,在许多大型的民航机上得到了很好的应用。本文所进行的工作就是为了设计微穿孔板吸声结构的参数而进行的必不可少的工作。

#### 参考文献:

- [1] Gas Turbine Auxiliary Power Unit Model Gtcp36-150 Series Installaton Manual, Garrett Turbine Engne Company, 1987.
- [2] 马大猷.微穿孔板吸声结构的理论和设计[J].中国科学,1975(1).
- [3] 马大猷.微穿孔板宽带吸声结构[J].声学学报,1985(4).