

文章编号: 1006-1355(2010)02-0167-03

高规格声学实验室设计及鉴定

付奇¹, 温周斌^{1,2}, 罗伟³, 王欢³

(1. 浙江中科电声研发中心, 浙江 314100 2 中国科学院声学研究所, 北京 100080

3 上海声望声学工程有限公司, 上海 200335)

摘要: 浙江中科电声研发中心所属音频声学实验室包括一个全消声室和一个控制室, 全消声室参照 GB 6882-1986 JJF 1147-2006 国家标准及对应的 ISO 3745-2003 等国际标准, 由中国科学院声学研究所和北京声望声电技术有限公司联合设计, 并由上海声望声学工程有限公司指导土建施工和负责后期内部声学装修。实验室建成后通过中国计量科学研究院鉴定测试, 各项指标达到设计要求。本文详细介绍了实验室的设计方法、施工概况及鉴定结果。

关键词: 声学; 音频声学实验室; 设计与鉴定; 自由场; 截止频率; 本底噪声

中图分类号: O421+.1; TB54 文献标识码: A DOI 编码: 10.3969/j.issn.1006-1355.2010.02.167

Identification and Design of High-level Acoustic Laboratory

FU Qi¹, WEN Zhou-bin^{1,2}, LUO Wei³, WANG Huan³

(1. Zhejiang Electro-Acoustic R&D Center, CAS Zhejiang 314100 China

2. Institute of Acoustics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080 China

3. Shanghai BSWA Acoustics Engineering Co. Ltd, Shanghai 200335, China)

Abstract Audio acoustics lab, including a full-anechoic chamber and a control room, is subsidiary to Zhejiang electro-acoustic research and development center CAS. The full-anechoic chamber, in the light of National Standards such as GB 6882-1986, JJF 1147-2006 and the corresponding international standard such as ISO 3745-2003 etc, was designed by Institute of Acoustics, Chinese Academy of Sciences and BSWA Technology Co. Ltd. Shanghai Shengwang Acoustic Engineering Co. Ltd. was responsible for the internal acoustic decoration and the guidance of civil engineering construction of the laboratory. After the completion of laboratory, the lab passed the test and identification of the Chinese Institute of Metrology and its respective indicators reached the design requirements. The design, construction overview and identification results of the laboratory are described in this paper in detail, which can be used as reference when it comes to similar laboratory.

Key words acoustics; audio-frequency laboratory; design & identification; free-field; cut-off frequency; background noise

音频声学实验室为一栋独立建筑, 包括一个全消声室和一个控制室, 全消声室为房中房结构, 参照 GB 6882-1986 标准, 进行内部声学处理。控制室紧靠消声室, 配备有丹麦 B&K PULSE 数据采集

与分析系统及周边设备, 可开展各类电声测试仪器计量与电声产品测试、超声计量测试及相关科研工作。

音频声学实验室外部建筑尺寸为 15 m × 12 m × 10 m, 西面为全消声室, 东面为控制室。建成后全消声室的建筑净尺寸为 11 m × 10 m × 9 m, 挂尖劈后有效空间尺寸为 9.25 m × 8.4 m × 7 m, 有效容积为 543 m³, 其中地网上高度为 4.8 m, 地网下为

收稿日期: 2009-09-01

作者简介: 付奇(1983-), 男, 安徽省太和县人, 本科, 目前从事电声计量测试工作。

E-mail: fuq@mail.bia.ac.cn

2.2 m。控制室为三层结构,其中地下半层,地上为两层半。



图1 消声室内部结构

Fig 1 The internal structure of the Anechoic chamber

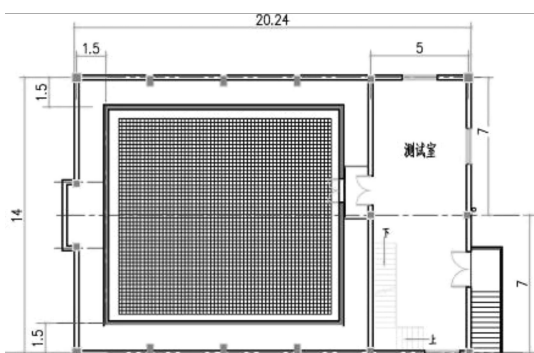


图2 消声室平面图

Fig 2 The layout of the Anechoic chamber

1 消声室的设计

设计本底噪声 15 dB(A), 低频截止频率 70 Hz, 挂尖劈后净空 9.25 m × 8.4 m × 7 m。

1.1 隔振系统设计

音频声学实验室地处嘉善科创园区内,周围无强噪声和振动源。实验室西部的全消声室为房中房结构,考虑南方地表水水位浅和南方地区多雨潮湿的气候特征,在消声室底部设计时并未采用弹簧减振装置,以避免长时间负荷和潮湿环境下弹簧生锈变形等,而是采用玻璃纤维板减振垫结构。玻璃纤维是一种松散材料,具有不易老化、不腐、不蛀等特点,它靠本身良好的弹性和纤维之间的压缩和摩擦而取得隔振效果和阻尼。减振垫由小块玻璃纤维板组合而成,并采取聚乙烯薄膜封装和沥青填缝措施。消声室底板与外部结构之间设置隔振缝隙,并用沥青填缝,使得内消声室基础与外建筑物无硬连接。

1.2 隔声系统设计

房中房建筑结构的消声室其外壳建筑为混凝土结构,内部消声室墙体采用具有一定吸声性能和

密度小的加气混凝土墙体。

双重隔声门结构:进入内部消声室设计有特制尖劈门,从控制室通向内部消声室又设计了一道双层钢板夹层填充玻璃棉的隔声门,平均隔声量达到 60 dB。

1.3 新型吸声尖劈选择

普通尖劈龙骨一般采用 $\Phi 4$ mm 左右的钢筋焊接成的骨架。这种尖劈对消声室的高频特性有一定的影响,龙骨对高频声波存在一定的反射,影响尖劈的吸声性能和消声室声场。

本消声室采用上海声望公司最新研发的微穿孔板龙骨结构尖劈。

微穿孔板的共振频率^[1]

$$f_0 = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{P}{(t + 0.8d)L}}$$

式中, L 为板后空气层厚度, t 为板的厚度, d 为板的孔径, c 为声速, P 为穿孔率。

图3中,编号①的曲线为未填充吸声材料微穿孔板吸声系数随频率变化的曲线,编号②的曲线为填充吸声材料后微穿孔板吸声系数随频率变化的曲线。由图可见,采用微穿孔板龙骨结构尖劈,吸声性能得到了很大提升。

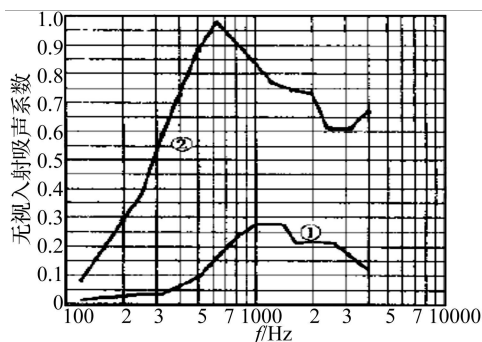


图3 穿孔板由于多孔底层材料引起的吸声性能变化

Fig 3 The change of sound absorbing performance resulted in the porous substrate materials

2 消声室的鉴定

2.1 自由场区域测量

本全消声室为一对称结构,各壁面吸声性能基本相同,消声室建成后由中国计量科学研究院鉴定测试。如图4所示,测试时选取了四条测试线,原点 O 位于工作人员行走钢丝网中心, PA 、 PB 、 PC 、 PD 为测试点 P 点到壁面的测试线,各点坐标依次为: $A(-4.62, 4.2, 1.65)$, $B(4.62, -4.2, 1.65)$, $C(0, -4.2, 1.65)$, $D(-4.62, 0, 1.65)$ 。

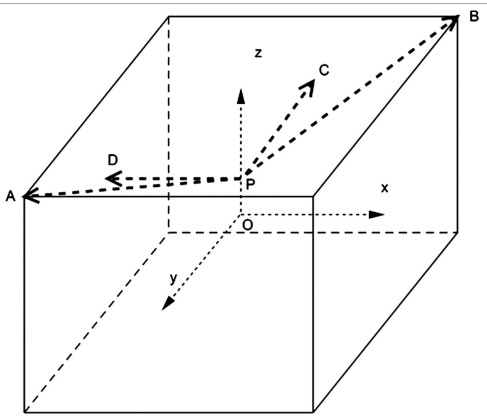


图 4 消声室鉴定测试示意图

Fig 4 The characterization chart of the Anechoic chamber

鉴定信号选用单频信号^[2]，利用验证球面声源辐射声压与距离成反平方律的方法鉴定。将球面声源固定于消声室中心位置，声源声中心到墙角架设钢丝，测量传声器利用滑轮吊于钢丝上，并使用步进电机由控制室控制设备驱动传声器匀速运动。经鉴定，本消声室自由声场特性优于设计指标，达到 GB 6882-1986《声学 - 噪声源声功率级的测定 - 消声室和半消声室精密法》标准。自由场鉴定结果如下：

- (1) 50 Hz 频率附近，最大自由场半径大于 3.8 m；
 - (2) 63 Hz 以上频率范围，最大自由场半径大于 4.0 m。
- 63 Hz 自由场半径测试结果如图 5 所示。

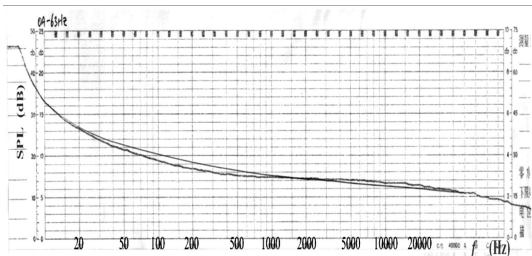


图 5 63 Hz 鉴定曲线

Fig 5 63 Hz characterization curve

图 5 中，横轴为频率轴，纵轴为声压级轴。由理论曲线和实测曲线可以看出，自由场偏差 ≤ 1.0 dB。

2.2 本底噪声测量

本底噪声指标是验证消声室设计的合理性和施工的质量的一项非常重要的指标^[3]，足够低的本底噪声是保证高性能声学计量测试和相关的科学研究活动的重要条件。经鉴定，本消声室本底噪声为 1.0 dB(A)，1/3 倍频带本底噪声如表 1 所示。

表 1 1/3 倍频带本底噪声
Tab 1 1/3 octave band self-noise

频率 / (Hz)	声压级 / (dB)	频率 / (Hz)	声压级 / (dB)	频率 / (Hz)	声压级 / (dB)
40	8.0	400	-6.0	4000	-13.0
50	8.0	500	-5.0	5000	-13.0
63	-2.0	630	-6.0	6300	-13.0
80	-6.0	800	-13.0	8000	-12.0
100	-5.0	1000	-14.0	10000	-10.0
125	-9.0	1250	-14.0	12500	-8.0
160	-10.0	1600	-13.0	16000	-8.0
200	-7.0	2000	-14.0	20000	-11.0
250	-10.0	2500	-14.0		
315	-3.0	3150	-14.0		

3 结 语

音频声学实验室经过科学设计和高质量工程施工，充分考虑了隔声、隔振和吸声等要求，建成的全消声室各项鉴定测试结果达到并超过设计指标，并优于同类消声室。该消声室可为嘉善当地及长三角地区广大电声企业提供仪器设备计量测试和电声产品测试服务，并可开展声学性能测试及相关科研和产品研发工作。

参考文献：

- [1] 马大猷. 噪声与振动控制工程手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2002. 426-427.
- [2] Cunefare K. A., Van Biesel J., Hohhusen M., Tran J., Albanese A., . Anechoic chamber qualification: Traversal method, inverse square law analysis method and nature of test signal [J]. *Acoust Soc Am*, 2003. 113: 820-829.
- [3] 孙广荣, 胡春年, 吴启学. 消声室和混响室的声学设计原理 [M]. 北京: 科学技术出版社, 1981. 46-47.