

# 没有声反射的房间——消声室

蔡彪

在房间里,人说话、音响设备通过扬声器(喇叭)发出声音或者机器发出噪声,另一个人耳朵听到的声音,不仅有直达声,还有墙面、地面、天花板的一次和多次反射声,同时还有室外传来的干扰声。AB两人,在办公室内、在空旷安静的大操场上和在山洞里保持相同距离,A发出相同的声音,而B听到的声音却明显不同。因为在这三种情况下,反射声的强弱明显不同。

对声源进行精确测量时,必须没有反射声和室外干扰声。例如:1.电声厂生产的各种规格的扬声器,必须测量其频率响应、指向性等声学特性,看其是否达到设计要求。2.音响的整机声学特性的测量。3.机器(如冰箱、空调器、机床、汽车等)的噪声特性测量。4.语音的声调、频谱研究;人的听觉测量和研究。5.声波的衍射、干涉的基础和应用研究。

声源发出声波,不同方位、距离的点,其声压、声强以及相位均不同,我们用“声场”来描述。如果某个空间里没有反射声和外界干扰声,其声场完全由声源直达声构成,则我们称这个声场为“自由声场”。

要得到一个室内的自由声场,我们必须做到两点:

①室内各面(墙壁、地板、天花板)要强吸声,它的吸声系数必须超过0.99(即反射声压不到入射声压的1%)。

②房间的围护结构要有很强的隔声能力(室外的汽车轮胎爆了,在室内的人应听不见);地板还要有很好的隔振性能(室外有重型汽车开过,室内地板应无振动)。

能建立自由声场的房间,称为“消声室”。一些研究单位(如中国科学院、南京大学、同济大学的声学研究所)、较大的电声设备厂和家电

生产厂以及某些产品质量鉴定单位建有规模不同的消声室。

人们走进消声室这个特殊的环境,会感到极端寂静,似乎有耳膜往外鼓的感觉。人们习惯在有声音的环境里生活,声波一直作用于耳膜。白天,城市大街的本底噪声约70分贝左右,即使在远离市区和交通线的郊外,宁静深夜的本底噪声也约有25—28分贝。到了消声室内(即使它建在市中心的厂区或校园里),其本底噪声仅有10—15分贝,甚至更低。在这种特殊环境中,难怪耳膜有异样感觉。另外,在消声室内,两人相距数米,交谈特别费劲,互相感到对方离自己比实际距离远好些,因为只听见直达声,没有反射声加强它。

用什么样的材料做消声室内的6个界面呢?

材料的吸声性能有频率特征——对于不同频率的声音,它具有不同的吸声系数。低频吸声系数较高的叫低频吸声材料(如三合板),还有中频、高频吸声材料。一定厚度的平板超细玻璃棉,在500Hz以上,其吸声系数能达0.80—0.90,个别频率(或很窄的频带)才可达到0.95—0.99。这是迄今最好的中高频吸声材料。

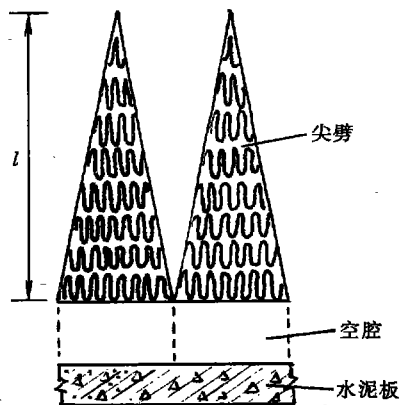


图1

(大家知道,人耳可闻声的频率范围是20—20000Hz).而消声室内部6个面的吸声系数从低频、中频到高频均应超过0.99;最低频率(称为测量的截止频率)一般应在100Hz左右.人们用渐变层的吸声性质,设计了用超细玻璃棉(或矿渣棉)做成尖劈形(用尼龙纱网包裹并固定在支架上,见图1),这是现代消声室普遍采用的吸声结构.如果其长度 $l=1\text{m}$ ,就可能使80Hz以上频率的吸声系数 $\geq 0.99$ .

但超细玻璃棉的隔声性能很差.为了很好地隔绝室外的干扰声,吸声尖劈固定在一个约20cm厚的钢筋混凝土的盒体内,这个盒体的底部被一群很粗的钢筋弹簧支撑着(为了隔振),整个这些再用砖墙和屋顶结构包围起来(图2).

因为地面也竖放着吸声尖劈,人们无法站立和支架被测声源.因此在一定高度拉了一个钢丝网面,人们可以在其上布置实验,实验操作者在消声室外的控制室里操作.

消声室内部6面的吸声系数并没有达到1(100%),还有一点反射声,特别是靠近界面附近的声场,可能与自由声场有一定偏差,对于

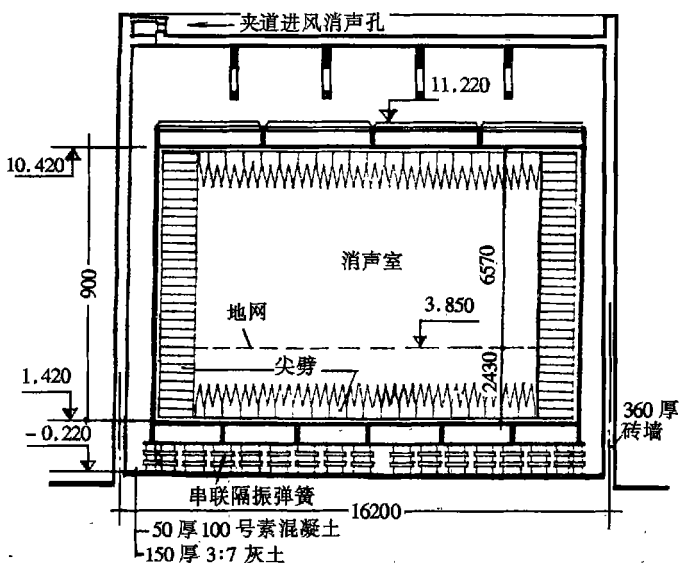


图2 某消声室的纵剖面

精密测量,在做实验的空间里,这种偏差不能大于1分贝.这个有效范围可以通过鉴定方法得知;若用理论计算,则了解得更清楚.

较重的被测声源(如几百千克的机器),钢丝网难以支撑,人们便把地面的吸声尖劈拿掉,被测机器放在水磨地面上.这种房间叫“半消声室”,测量误差大一些(约2—3分贝).近年来的研究发现,若声源发出的声音有明显的窄带或纯音成分,测量误差还会更大些.

## 欢迎订阅《现代物理知识》

《现代物理知识》创刊于1989年元月,是我国物理学界一份优秀的科普杂志.该刊主要介绍现代物理知识、物理学前沿的最新成果与发展动态、与物理学有关的交叉学科发展的信息、有关新技术及其应用,以及科学史和科学家.主要栏目有:物理知识、物理前沿、科技经纬、教学参考、中学园地、科学源流和科苑快讯.涉及的学科为:高能物理与核物理,原子分子物理和光物理,等离子体物理,凝聚态物理与材料科学,天文学和宇宙学,以及与物理交叉的其他学科,读者对象为科技工作者、科技管理干部、大、中学校教师、研究生、大学生、中学生和其他物理学爱好者.由于该刊文章具有很强的科学性、知识性和趣味性,因而赢

得了广大读者的喜爱,在科技界和教育界有着广泛的影响.

该刊国内外发行,各地邮局均可订阅(邮发代号:2-824).在邮局漏订或需要过去杂志的读者,请按下列价格汇款到《现代物理知识》编辑部(100039,北京918信箱)补订.

1992年合订本,18元;1993年合订本,18元;1995年合订本,22元;1996年合订本,26元;1993年增刊,8元;1994年增刊,8元;1994年附加增刊合订本,36元;1996年增刊,15元;1997年合订本,30元;1998年合订本已售完,尚有第2期至第6期单行本,每本3元;1999年合订本,32元;2000年全年6期,每期4元;2000年增刊,10元.以上所列,均含邮资或免邮资.