



中华人民共和国国家标准

GB/T 7313—1987

高保真扬声器系统最低性能 要求及测量方法

**Minimum performance requirements and methods of
measurement for high fidelity loudspeaker systems**

1987-02-27 发布

1987-11-01 实施

国 家 标 准 局 发 布

高保真扬声器系统最低性能
要求及测量方法

UDC 681.84.084
: 534.6

GB/T 7313—1987

Minimum performance requirements and methods of
measurement for high fidelity loudspeaker systems

本标准适用于具有障板(该障板指墙式和框式结构装置)或箱体的高保真扬声器系统。
本标准不适用于带有有源元件的扬声器系统和未安装的扬声器单元。

1 测试条件

1.1 正常大气条件

环境温度:15~35℃

相对湿度:45%~75%

气压:86~106kPa

1.2 仲裁大气条件

环境温度:20±1℃

相对湿度:63%~67%

气压:86~106kPa

1.3 声学环境

1.3.1 自由场条件

系指近似声学自由空间条件,在此空间中,点声源所辐射的声压 P 与距离 r 之间的关系应满足 $P \propto \frac{1}{r}$ 定律,其偏差不超过±10%。

1.3.2 半空间自由场条件

系指一个无限大反射平面(辅助障板尺寸最小为 5.5m×5.5m)前方的自由场。辅助障板和扬声器箱体之间的空间关系应按图 1 所示安装(紧密固定)。当点声源位于反射平面上时,所辐射的声压 P 与距离 r 之间的关系应满足 $P \propto \frac{1}{r}$ 定律,其偏差不超过±10%。

1.3.3 环境噪声

环境噪声至少低于被测信号声压级 10dB。

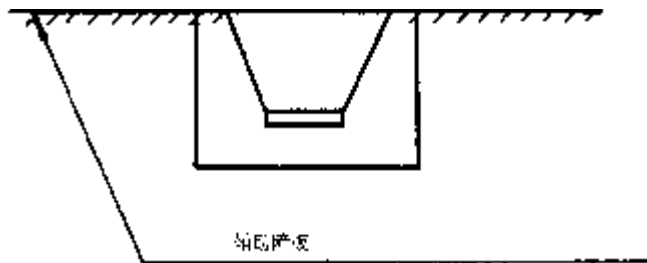


图 1

1.4 参考面、参考点、参考轴

1.4.1 参考面

参考面为一平面,其位置与扬声器系统的物理特性有关。它由产品标准规定,参考面用来定义参考点的位置和参考轴的方向。对于对称结构,参考面通常平行于辐射面或者平行于扬声器系统前面的那个面。对于非对称结构,参考面的位置应用图表示。

1.4.2 参考点

参考点是参考轴与参考面相交的点,其位置应由产品标准规定,若有可能参考点应是几何对称点,或是某个单元的参考点。

1.4.3 参考轴

参考轴是一条过参考点并以一定方向通过参考面的直线,其方向由产品标准规定,在测试指向性响应和频率响应时,参考轴用作零度参考轴。

注:对于对称结构,参考轴通常垂直于辐射面或参考面。

1.5 测试距离

在参考轴上离开参考点 1m 处测试。

注:测试距离允许大于 1m,但必须在产品标准中说明。

1.6 测试状态

对于带有衰减器的扬声器系统,测试时,应将衰减器置于频率响应平直位置或衰减最小位置或产品标准规定的位置。

扬声器系统的长轴应为垂直轴,除非另有说明。

1.7 测试信号

1.7.1 正弦信号

系指简谐信号。

1.7.2 宽带噪声信号

本标准规定使用峰值因数在 3~4 之间的粉红噪声信号或白噪声信号。

1.7.3 窄带噪声信号

本标准使用相对带宽为 1/3oct 的粉红噪声信号。

注:oct 意为倍频程。

1.8 声测量系统总误差

声测量系统总误差应为 $\pm 2.0\text{dB}$ 。

2 主要测试仪器及要求

2.1 声频信号发生器

频率响应:在 20~20 000Hz 频率范围内,不均匀度在 $\pm 0.5\text{dB}$ 以内。

频率刻度精度: $1\% \pm 1\text{Hz}$ 。

谐波失真系数:在 250~6 300Hz 频率范围内,小于或等于 0.1%。

在 20~20 000Hz 频率范围内,小于或等于 1%。

信噪比:大于或等于 60dB。

压缩器的最大压缩量大于或等于 50dB。

2.2 白噪声信号发生器

白噪声输出:在 20~20 000Hz 频率范围内,恒定带宽测得的频谱(在衰减输出或负载开路时)不均匀度在 $\pm 1\text{dB}$ 以内。

粉红噪声输出:在 20~20 000Hz 频率范围内,等比带宽测得的频谱(在衰减输出或负载开路时)不均匀度在 $\pm 1.5\text{dB}$ 以内。

噪声的振幅:应符合对称高斯曲线分布,且最大峰值因数大于或等于 4。

2.3 测试功率放大器

频率响应:在 20~20 000Hz 频率范围内,不均匀度在 $\pm 0.5\text{dB}$ 以内。

谐波失真系数:在 250~6 300Hz 频率范围内,不大于 0.1%。

在 20~20 000Hz 频率范围内,不大于 1%。

输出阻抗:(包括馈线在内)应小于被测扬声器系统额定阻抗值的 1/3。

输出功率:当用噪声信号测试时,应大于或等于扬声器系统测试功率的 8 倍。

2.4 负荷测试功率放大器

频率响应:在 20~20 000Hz 频率范围内,不均匀度在 $\pm 1\text{dB}$ 以内。

谐波失真系数:在 20~20 000Hz 频率范围内,不大于 2%。

输出阻抗:(包括馈线在内)应小于被测扬声器系统额定阻抗值的 1/3。

输出功率:应大于或等于被测扬声器系统测试功率的 2.5 倍。

2.5 测量放大器(或传声放大器)

频率响应:在 20~20 000Hz 频率范围内,不均匀度在 $\pm 0.3\text{dB}$ 以内。

噪声电平:输入端开路时小于或等于 $15\mu\text{V}$ 。

输入端短路时小于或等于 $10\mu\text{V}$ 。

检波特性:均方根值检波。

2.6 有效值电压表

频率响应:在 20~20 000Hz 频率范围内,不均匀度在 $\pm 1\text{dB}$ 以内。

满刻度误差:在 $\pm 2.5\%$ 以内。

检波特性:均方根值检波。

注:对于峰值检波,刻度为有效值的电压表只能测量正弦信号,不能测量噪声信号。

2.7 测试传声器

应使用经自由场校正过的压强型传声器。

频率响应:在测试频率范围内,不均匀度在 $\pm 1\text{dB}$ 以内。

灵敏度应稳定,并经常校准。

2.8 电平记录仪

频率响应:在 20~20 000Hz 频率范围内,不均匀度在 $\pm 0.5\text{dB}$ 以内。

信号记录误差:在 $\pm 1\text{dB}$ 以内。

2.9 外差式分析仪(或频率分析仪)

分析频率范围:20~20 000Hz。

动态范围:大于或等于 85dB。

滤波器特性的波形因数:60dB 带宽/3dB 带宽小于或等于 7。

带宽:恒定带宽 10、31.5、100Hz 三档(或百分数带宽 1%、3%、10%三档)。

带宽精度: $\pm 5\%$

放大器部分,同本标准 2.5 条要求。

2.10 带通滤波器(宽带)

高端、低端截止频率可调,应能满足被测扬声器系统的额定频率范围。

通带内的脉动级在 $\pm 1\text{dB}$ 以内。高端、低端截止频率的误差应在 $\pm 10\%$ 以内。

通带外的衰减大于或等于 24dB/oct。

2.11 带通滤波器(窄带)

滤波器的特性应符合 GB 3241—1982《声和振动分析用的 1/1 和 1/3 倍频程滤波器》的规定。

2.12 模拟节目信号滤波器

应符合 GB 6278—1986《模拟节目信号》的规定。

2.13 限幅器

能将白噪声或粉红噪声信号的峰值因数限制在 1.8~2.2 之间及 3~4 之间两种。

2.14 无感电阻箱

阻值范围:0.01~1 000Ω、十进制、可调。

3 电声性能

3.1 纯音检听

3.1.1 特性解释

在扬声器系统额定频率范围内馈给规定电压的正弦信号,检查扬声器的装配质量。

3.1.2 要求

检听声音时,不应出现碰圈声、垃圾声、机械声及其他异常声。

3.1.3 测试方法

按图 2 接线,用正弦信号馈给扬声器系统,其电压相当于额定阻抗上达到扬声器系统的特性功率额定值。在扬声器系统额定频率范围内进行检听。检听时,扬声器系统周围 0.5m 范围内应无反射物。检听距离由产品标准规定。

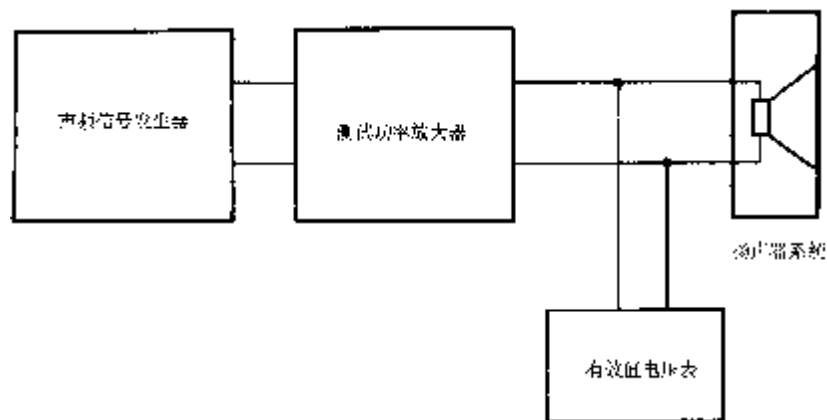


图 2

3.2 特性功率

3.2.1 特性解释

在自由场条件下,用 100~8 000Hz 固定频率范围的粉红噪声信号馈给扬声器系统,在其参考轴上距离参考点 1m 处产生 94dB 声压级所对应的功率。

3.2.2 要求

其额定值由产品标准规定。

3.2.3 测试方法

按图 3 接线,用 100~8 000Hz(100Hz 和 8 000Hz 是相应的 1/3oct 带宽的中心频率)频率范围内的粉红噪声信号馈给扬声器系统,在参考轴上距离参考点 1m 处,当产生的声压级为 94dB 时,测量扬声器系统两端的噪声电压 U_n 。由公式(1)计算出特性功率。

$$P_{ch} = U_n^2 / Z \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中: P_{ch} ——特性功率, W;

Z ——扬声器系统的额定阻抗, Ω;

U_n ——扬声器系统噪声电压, V。

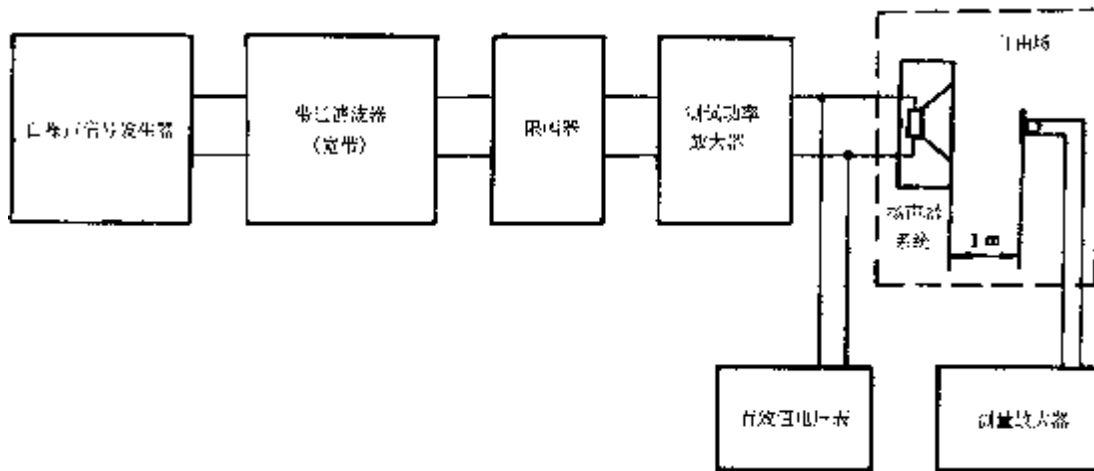


图 3

注：图 3 中的限幅器能使噪声信号的峰值因数限制在 3~4 之间。

3.3 平均特性声压(级)

3.3.1 特性解释

在自由场条件下,在规定的频率范围内,用 1/3oct 带宽的粉红噪声信号馈给扬声器系统,在其参考轴上离参考点 1m 处的每个 1/3oct 带宽的声压平方的算术平均值的平方根。

3.3.2 要求

其额定值由产品标准规定。

3.3.3 测试方法

按图 9 接线,在 100~8 000Hz 频率范围内,用 1/3oct 带宽的粉红噪声信号馈给扬声器系统,其电压相当于额定阻抗上达到规定的功率(由产品标准规定)在参考轴上离参考点 1m 处测得每个 1/3oct 带宽内的声压,然后按公式(2)计算平均特性声压

$$P_m = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中: P_m ——平均特性声压,Pa;

P_i ——第 i 个 1/3oct 带宽内的特性声压,Pa;

n ——1/3oct 频带总数(这里 $n=20$)。

平均特性声压与基准声压(20μPa)之比取以 10 为底的对数,再乘 20 即得平均特性声压级。

假如馈给扬声器系统的每个 1/3oct 带宽的功率从 1W 到特性功率的范围内,其灵敏度不变,则特性功率可根据公式(3)计算。

$$P_{ch} = 10^{\frac{94 - L(P_m)}{10}} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中: $L(P_m)$ ——馈给扬声器系统的每个 1/3oct 带宽的功率为 1W 时测得的平均特性声压级,dB。

如果不满足上述条件,则计算结果必须进行修正。

3.4 最大噪声功率

3.4.1 特性解释

系指扬声器系统在额定频率范围内,用规定的噪声信号测试结果为基础所确定的功率。

3.4.2 要求

其额定值由产品标准规定,其值应大于 10W 和特性功率。

额定值的优选系列为:10、15、20、30、40、50、80、100、200、300、400W。

试验后应符合 3.1.2 的要求。

3.4.3 测试方法

按图 4 接线,用额定频率范围内的模拟节目信号馈给扬声器系统,其电压值相当于额定阻抗上达到额定最大噪声功率,连续试验 100h,试后,在正常大气条件下恢复 24h,再按 3.1.3 方法进行测试。

注:① 试验时,扬声器系统应放置在不小于 8m^3 的房间中。2 个以上的扬声器系统同时试验时,应用同极性并联。

② 图 4 中的限幅器应能使噪声信号的峰值因数限制在 1.8~2.2 之间。

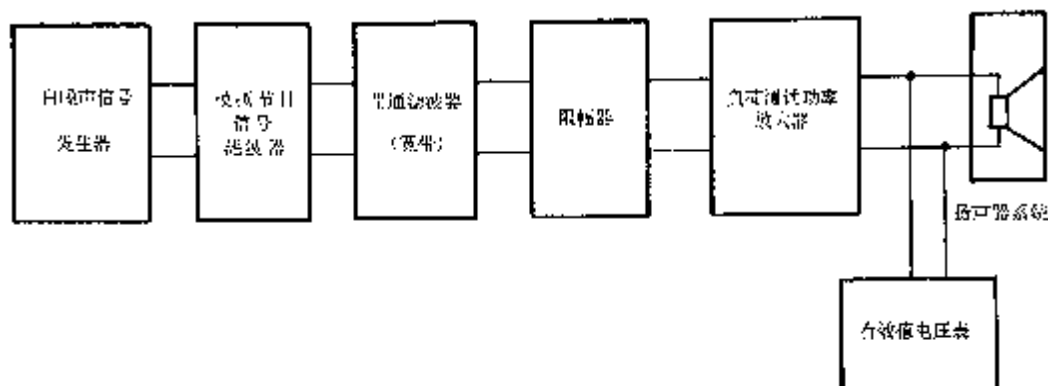


图 4

3.5 长期最大功率

3.5.1 特性解释

系指扬声器系统在额定频率范围内,用规定的噪声信号间断地馈给扬声器系统。试验后,扬声器系统不产生永久性损坏所确定的功率。

3.5.2 要求

其额定值由产品标准规定。

试验后,扬声器系统应无永久性损坏。

3.5.3 测试方法

按图 5 接线,用额定频率范围内的模拟节目信号馈给扬声器系统,其电压相当于额定阻抗上达到额定长期最大功率,试验 1min 间断 2min,重复十次,然后按 3.1.3 检听并进行外观检查。

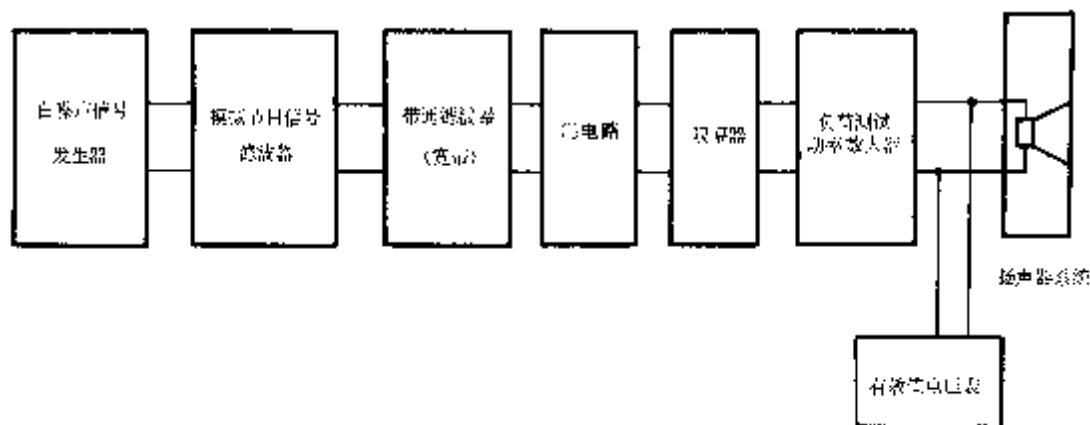


图 5

注:① 同 3.4.3 的注①。

② 同 3.4.3 的注②。

③ 应先用电阻负载代替扬声器系统,调整试验电压到额定长期最大功率,然后接上扬声器系统进行试验。

3.6 短期最大功率

3.6.1 特性解释

系指扬声器系统在额定频率范围内,用规定的噪声信号短期间断地馈给扬声器系统,试验后,扬声器系统不产生永久性损坏所确定的功率。

3.6.2 要求

其额定值由产品标准规定。

试验后,扬声器系统应无永久性损坏。

3.6.3 测试方法

按图 5 接线,用额定频率范围内的模拟节目信号馈给扬声器系统,其电压相当于额定阻抗上达到额定短期最大功率。试验 1s,间断 60s,重复 60 次。然后,按 3.1.3 检听并进行外观检查。

注:① 同 3.4.3 的注①。

② 同 3.4.3 的注②。

③ 应先用电阻负载代替扬声器系统,调整试验电压达到额定短期最大功率,然后接上扬声器系统进行试验。

3.7 额定阻抗

3.7.1 特性解释

扬声器系统的额定阻抗是一个纯电阻的阻值,在确定信号源的功率时,用它来代替扬声器系统,此值由产品标准规定,用以匹配和测量。

3.7.2 要求

额定阻值优选系列为:4、8、16 Ω ,其允差由产品标准规定。

3.7.3 测试方法

按图 6 接线,用替代法进行测试,馈给扬声器系统的电流通常规定 50mA (或由产品标准规定),测量时,在扬声器系统的辐射面前方 0.5m 内应无反射物。

测量频率应选择当频率递增时在电压表上指示的第一个峰值后的第一个最低点所对应的频率,如果有二个峰值(通常为倒箱式扬声器系统)则应选用第二个峰值后的第一个最低点所对应的频率。

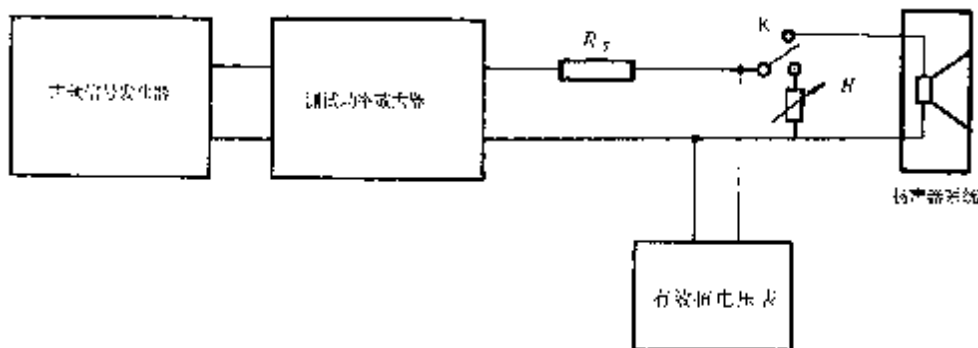


图 6

注:图 6 中, R_s 的阻值应大于扬声器系统额定阻抗的 10 倍。 R 为无感电阻箱。

3.8 阻抗曲线

3.8.1 特性解释

系指扬声器系统的阻抗模值随频率变化的曲线。

3.8.2 要求

在 20~20 000Hz 频率范围内阻抗模值的最低值不应小于额定阻抗值的 80%。

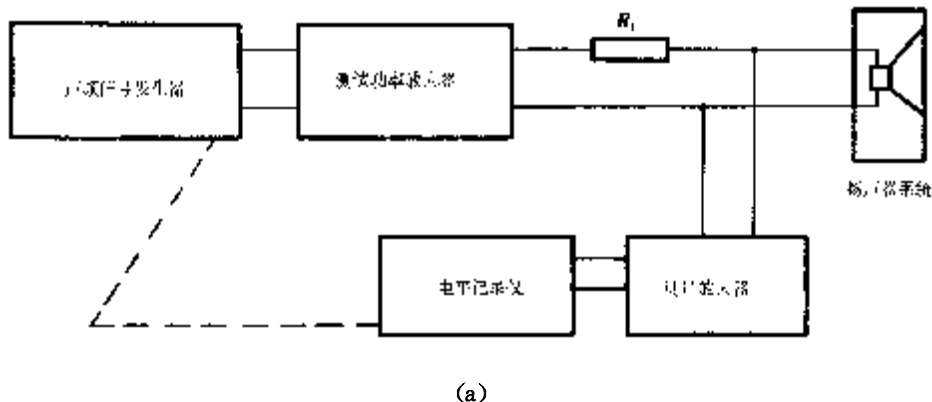
注:若某些放大器在上述频率范围之外对扬声器系统的阻抗模值的最低值亦有要求时,则其阻抗模值的最低值亦不应小于额定阻抗值的 80%。

3.8.3 测试方法

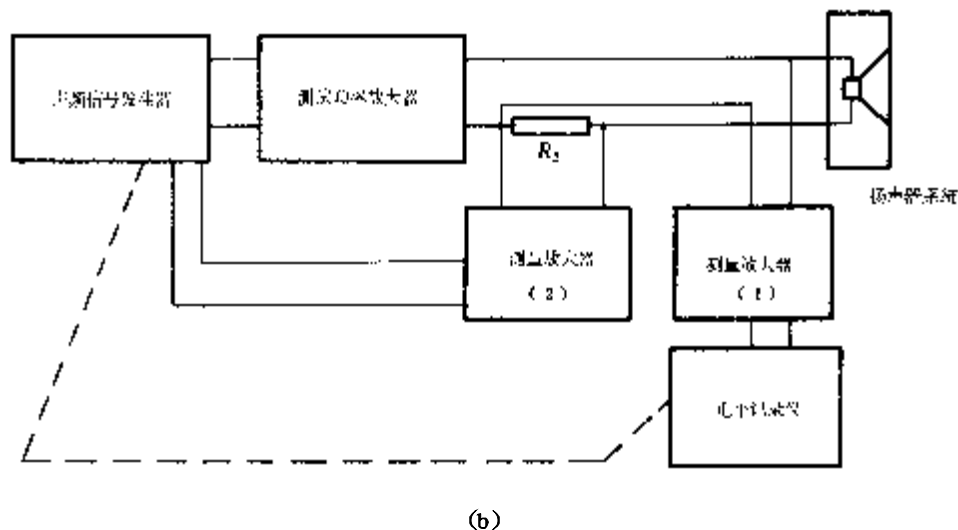
测量阻抗曲线用恒流法。按图 7a 或图 7b 接线,用正弦信号的恒定电流馈给扬声器系统,电流通常

规定 50mA (或由产品标准规定)。在测试频率范围内,允许电流的变化在规定值的 10% 以内,测试时,在扬声器系统的辐射面前方 0.5m 内应无反射物。

在测得的阻抗曲线上找出最低处所对应的频率点,用替代法测出该频率点的阻抗模值。



注: 图 7a 中, R_1 阻值的选取应满足规定电流及其允许变化的范围。



注: ① 图 7b 中, R_2 阻值应小于扬声器系统额定阻抗值的 $\frac{1}{10}$ 。

② 测量放大器 (2) 和声频信号发生器的压缩部分应满足规定电流及其允许变化的范围。

图 7

3.9 频率响应

3.9.1 特性解释

在参考轴上距离参考点规定位置处,在自由声场条件下以恒压法测得的扬声器系统声压级随频率变化的曲线。

3.9.2 要求

在 50~12 500Hz 频率范围内,频率响应曲线的不均匀度应符合图 8 所示的允差范围,若频率范围超过 50~12 500Hz 仍可用 +4dB 和 -8dB 为允差范围。图 8 中 0dB 线应与平均特性声压级重合。

注: 在测试频率响应和平均特性声压级时,馈给扬声器系统的功率应相同。

3.9.3 测量方法

按图 9 接线,用 1/3oct 带宽的粉红噪声信号馈给扬声器系统,其电压相当于额定阻抗上达到规定的功率。在参考轴上距离参考点 1m 处测试声压级频率响应曲线,并在该记录纸上标上平均特性声压级。

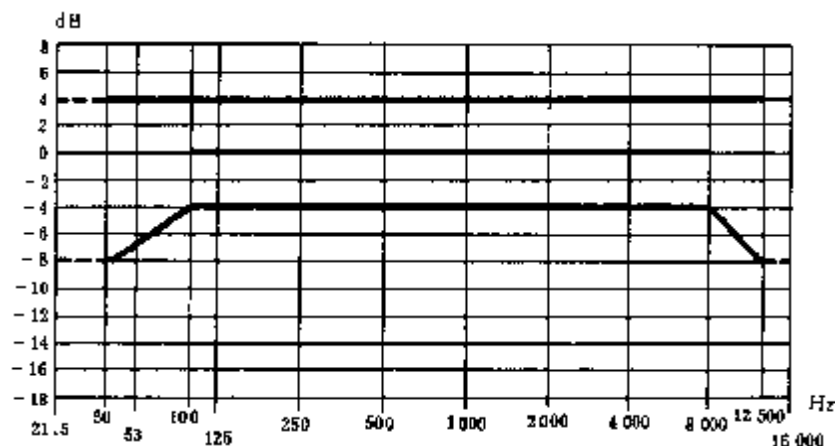


图 8

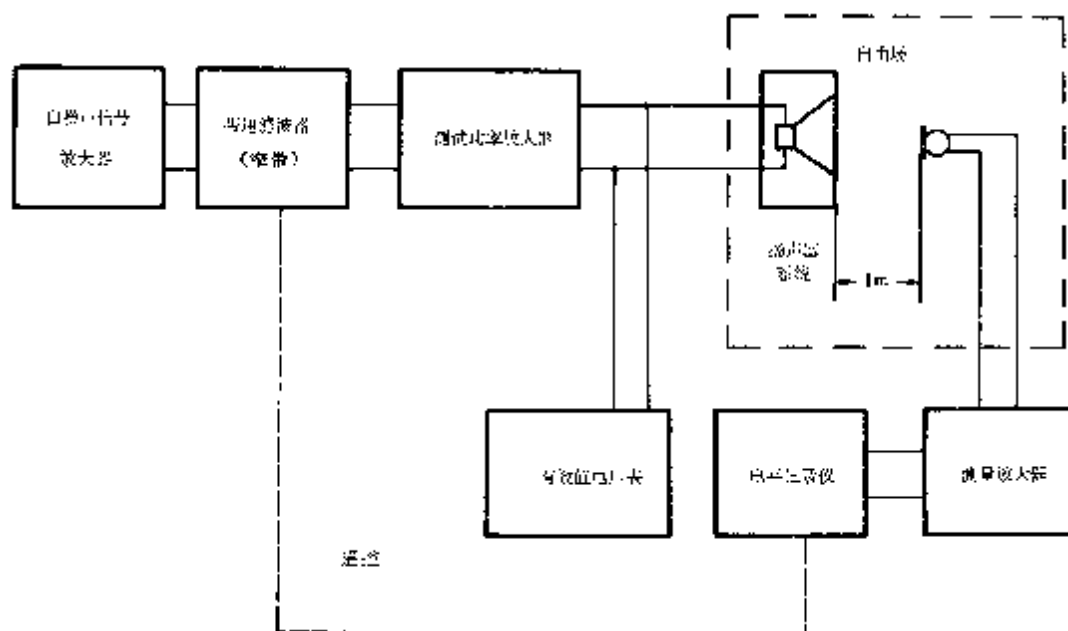


图 9

注：图 9 中的限幅器能使噪声信号的峰值因数限制在 3~4 之间。

3.10 有效频率范围

3.10.1 特性解释

系指扬声器系统的频率响应曲线的高频上限频率和低频下限频率为界限的频率范围。

3.10.2 要求

有效频率范围的最低要求为 50~12 500Hz, 若有效频率范围比最低要求宽, 仍可用 -8dB 确定。

3.10.3 测试方法

按 3.9.3 测得的频响曲线记录纸, 使它的频率坐标和所标志的平均特性声压级分别与图 8 中的频率坐标和 0dB 线重合, 则频率响应曲线与 -8dB 的水平线相交点所对应的频率间隔, 即为有效频率范围。

3.11 指向性频率响应

3.11.1 特性解释

系指扬声器系统在不同辐射方向上测得的一簇频率响应曲线。

3.11.2 要求

水平指向性:偏离参考轴 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 之间的某一角度(由产品标准规定)的频率响应与参考轴的频率响应相比较,在 $250\sim 8\,000\text{Hz}$ 频率范围内偏差在 $\pm 4\text{dB}$ 以内。

垂直指向性:偏离参考轴 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 之间的某一角度(由产品标准规定)的频率响应与参考轴的频率响应相比较,在 $250\sim 8\,000\text{Hz}$ 频率范围内偏差在 $\pm 4\text{dB}$ 以内。

比较时,应使参考轴方向上和规定角度方向上所测得的频率响应曲线的低频部分相重合。

3.11.3 测试方法

按图 9 接线,用 $1/3\text{oct}$ 带宽的粉红噪声信号馈给扬声器系统,其电压相当于额定阻抗上达到规定的功率。在参考轴上距离参考点 1m 处,按 3.11.2 要求分别在水平面和垂直面测量指向性频率响应曲线,然后进行比较。

3.12 幅频响应差

3.12.1 特性解释

幅频响应差仅对立体声扬声器系统而言,是指立体声左、右扬声器系统在参考轴上测得的频率响应,在相同倍频程内的平均声压级之差。

3.12.2 要求

左、右扬声器系统的频率响应在 $250\sim 8\,000\text{Hz}$ 频率范围内,相对应的六个倍频程内的平均声压级之差不大于 2dB 。

在计算幅频响应差值时,应使左、右扬声器系统的频率响应以中心频率为 $1\,000\text{Hz}$ 的 $1/3\text{oct}$ 带宽内测得的声压级重合。

3.12.3 测试方法

按 3.9.3 测得的频率响应曲线上,读取下列频率为中心频率的每个 $1/3\text{oct}$ 带宽内的声压级,并根据公式(2)(式中 $n=3$)分别计算出下列六个 $1/1\text{oct}$ 带宽内的平均声压,平均声压与基准声压($20\mu\text{Pa}$)之比取以 10 为底的对数再乘以 20 即得平均声压级。

第一倍频程:200、250、315Hz

第二倍频程:400、500、630Hz

第三倍频程:800、1 000、1 250Hz

第四倍频程:1 600、2 000、2 500Hz

第五倍频程:3 150、4 000、5 000Hz

第六倍频程:6 350、8 000、10 000Hz

3.13 特性总谐波失真

3.13.1 特性解释

谐波失真是由振幅非线性引起的一种失真,在自由场条件下,用规定的功率馈给扬声器系统某一频率正弦信号时,在扬声器系统输出的声信号中除了原输入的信号(基波)外,还出现有 2 倍于,3 倍于…… n 倍于基波频率的信号称为谐波失真。用这些谐波声压的均方根值与特性声压值之比的百分数表示,即为特性总谐波失真系数。

3.13.2 要求

$250\sim 1\,000\text{Hz}$ 频率范围内,小于或等于 2%。

$1\,000\sim 2\,000\text{Hz}$ 频率范围内相对于对数频率坐标从小于或等于 2%线性下降至小于或等于 1%。

$2\,000\text{Hz}\sim 6\,300\text{Hz}$ 频率范围内小于或等于 1%。

对于超过各自允限的失真峰值,其宽度不大于 $1/3\text{oct}$,在 $250\sim 6\,300\text{Hz}$ 频率范围内,允许不超过 3 个。

3.13.3 测试方法

按图 10 接线,用正弦信号和根据 3.2.3 测得的特性功率相应的电压下降 4dB 的值馈给扬声器系统。在参考轴上距离参考点 1m 处,分别测量谐波频率为 $2f$ 、 $3f$ …… nf 的声压级随频率变化的曲线,然

后在规定的频率范围内把声压级换成声压,并按公式(4)计算特性总谐波失真系数。

$$D_{\text{tot}} = \left[(P_{2f}^2 + P_{3f}^2 + \dots + P_{nf}^2) / P_r^2 \right]^{1/2} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中: D_{tot} ——特性总谐波失真系数;

P_r ——特性声压,这里规定为 90dB 相对应的声压。特性声压是指在自由场条件下,用 100~8 000Hz 带宽粉红噪声信号以规定的功率馈给扬声器系统,在参考轴上距离参考点 1m 处产生的声压。特性声压与馈给扬声器系统的规定功率值有关;

P_{2f} 、 P_{3f} 、 $\dots\dots P_{nf}$ 分别为二次、三次、 $\dots\dots n$ 次谐波声压。

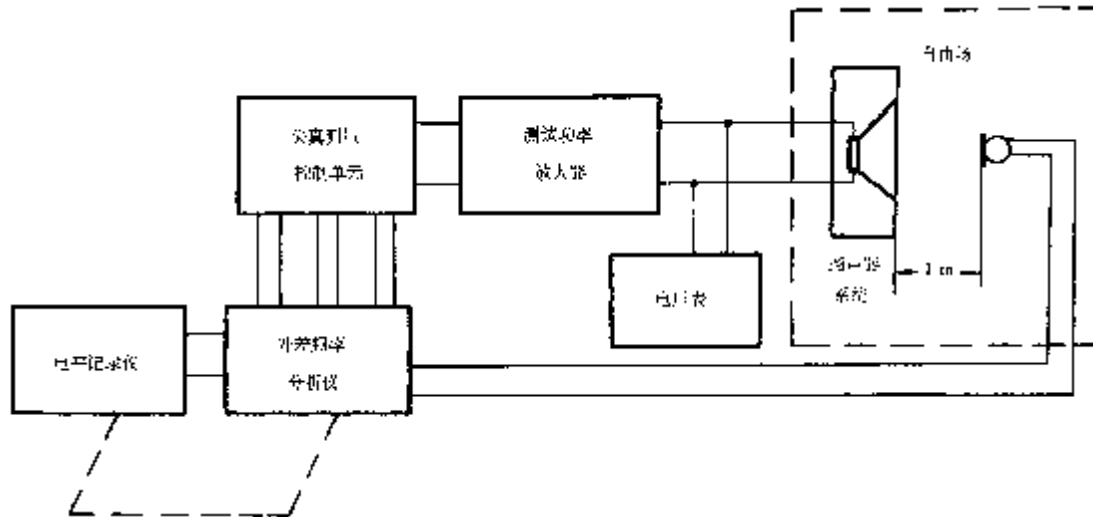


图 10

4 一般技术要求

4.1 机械互连

4.1.1 若采用圆形接插件的机械连接,必须符合 SJ 2408—1983《扩声系统设备互连用圆形连接器》中有关规定。

4.1.2 同时允许由制造厂规定的其他连接,如接线柱等。

4.2 电气互连

4.2.1 极性标志

扬声器系统输入端的极性标志是指馈给低音单元瞬时直流电压时,膜片向外运动,那么电压正端所接的输入端为正极,用红色或符号“+”表示。

4.2.2 定阻扬声器系统

为了直接与功率放大器的输出端连接,放大器的输出阻抗(包括馈线在内)在 20~20 000Hz 频率范围内,应小于或等于扬声器系统额定阻抗值的 1/3,扬声器系统的额定阻抗优选系列值应符合 3.7.2 的规定。

4.2.3 定电压扬声器系统

当定电压扬声器系统分布使用时,与其相连的放大器的额定输出电压优选系列值为:25、35、50、70、100、120V 五档对应的定电压扬声器系统的额定输入电压优选系列值为:50、70、100、120V 四档。

注:远距离使用时,放大器的额定输出电压范围可以扩展到较高的值。

4.3 扬声器系统配套装配说明

制造厂必须在扬声器系统的说明书中标明电原理和箱体外形尺寸图。

扬声器系统铭牌中至少标明额定阻抗,额定最大噪声功率。

附加说明：

本标准由中华人民共和国电子工业部提出。

本标准由上海飞乐电声总厂负责起草。

本标准主要起草人童金良、朱国春、林升和、祝一礼。