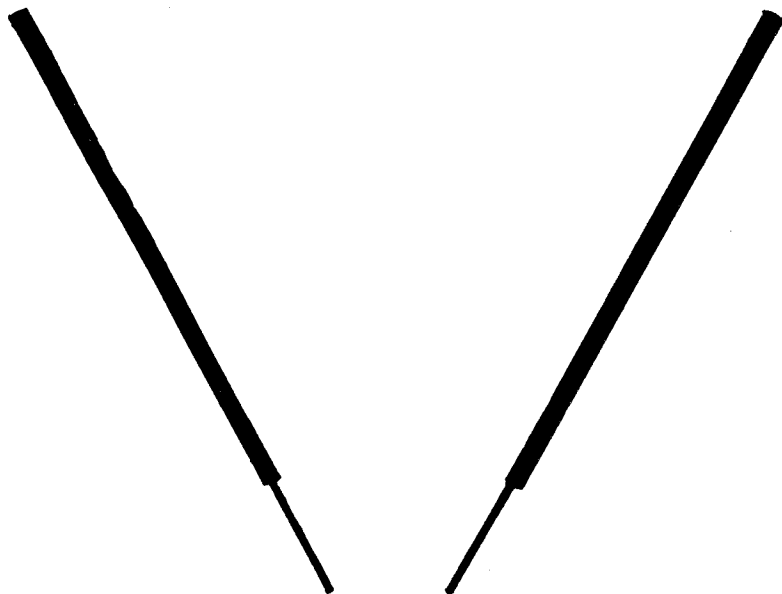
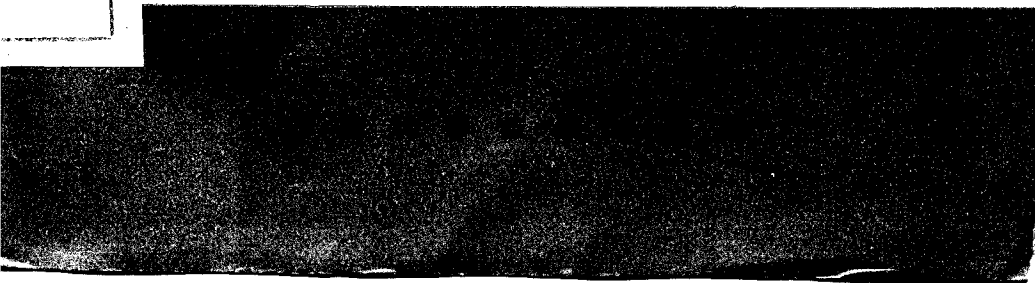


有线广播设备 技术指标的测量

中央广播事业局地方广播事业管理处 编



33



责任编辑：孙述庆

封面设计：陈乐生

有线广播设备技术指标的测量

中央广播事业局地方广播事业管理处编

*

安徽科学技术出版社出版

(合肥市跃进路1号)

安徽省新华书店发行 安徽新华印刷厂印刷

*

开本850×1168 1/32 印张6.375 字数168,000

1982年3月第1版 1982年3月第1次印刷

印数：1—42,000

统一书号：15200·18 定价：0.65元

序 言

我国有线广播网，分布面积广，设备也较复杂，不仅在工程建设和完成时需要测试，而且在投入运行中还需要定期测试，及时进行调整与维修，使各设备和整个系统，经常保持正常工作状态，以保证广播质量。

本书是根据我国农村有线广播网的实际情况组织编写的。在书中重点讲述了广播站、传输线路、用户和整个系统四部分的主要设备技术指标的测量方法。同时，为有助于测试工作，还介绍了常用仪器的基本原理和使用方法。

这里有几点说明：

一、根据我国农村有线广播网建设的实际，本书所述测试方法、对测试的条件要求并不严格，在正常工作的条件下即可进行。因此，不同地区测试的结果可能有差别，这是难免的，但它不影响在统一的测试方法下作质量方面的比较。

二、本书除介绍采用仪器测试的方法外，还谈到不用或少用仪器的测试方法，它虽然不十分精确，但可以判断设备的性能好坏，简便易行。

三、我国各地广播站设备，目前并非都是定型或专业工厂生产的，没有统一的测试方法，所以有些项目介绍了多种测试方法，或者提出了设想和建议，希望读者灵活运用。

四、本书是由中央广播事业局地方广播事业管理处甘茂濂、周才夫和江西省广播事业局王亚泉等同志执笔编写，浙江省武义县广播局徐国良同志绘图，广泛征求了意见并经多次修改后定稿。

由于时间仓促，错漏之处难免，请广大读者指正。

中央广播事业局地方广播事业管理处

1981.7

目 录

第一章 扩音机技术指标的测量	1
第一节 扩音机测量的两个条件	1
第二节 扩音机技术指标的测量	3
第三节 前置放大器技术指标的测量	22
第二章 载波设备技术指标的测量	25
第一节 载波发送机技术指标的测量	25
第二节 载波接收机技术指标的测量	32
第三节 滤波器工作损耗的测量	33
第三章 转播接收机技术指标的测量	38
第一节 调幅转播接收机技术指标的测量	38
第二节 调频转播接收机技术指标的测量	48
第四章 录音机、电唱机技术指标的测量	54
第一节 有关名词概念	54
第二节 测试磁带	57
第三节 录音机技术指标的测量	59
第四节 电唱机技术指标的测量	69
第五章 变压器技术指标的测量	73
第六章 广播线路电气指标的测量	80
第一节 架空线路电气指标的测量	80
第二节 地下线路主要指标的测量	98
第七章 用户设备技术指标的测量	105
第一节 扬声器技术指标的测量	105
第二节 保护装置的调试	109

第八章 有线广播网系统指标的测量	110
第一节 “系统”的概念	110
第二节 县站、公社站节目信号传输系统质量指标的测量	111
第九章 有线广播测试常用仪表	115
第一节 500型万用电表	115
第二节 850型韦斯登电桥	120
第三节 ZC—7型携带式兆欧表	127
第四节 GB—9B电子管毫伏表	131
第五节 DA—16型晶体管毫伏表	138
第六节 XFD—6型低频信号发生器	142
第七节 XFG—7高频信号发生器	147
第八节 SB—10型示波器	159
第九节 SZ—1A型失真度测量仪	168
第十节 WQ—5A万用电桥	174
附表 分贝、电压值与电压比的对照表	186

第一章

扩音机技术指标的测量

扩音机是有线广播站最主要的设备之一。它能把微弱的广播信号放大，然后送到千村万户，供广大听众收听。尽管扩音机种类很多，结构形式各不相同，但都由统一的技术指标来衡量它们的质量。

扩音机技术指标的好坏，将直接影响有线广播的质量。所以，正确地掌握测量方法，定期对扩音机的技术指标进行测试，根据测试结果进行分析，采取措施，改善技术指标，是一项很重要的工作。同时，熟练地掌握扩音机各项技术指标的测量方法，将是学习和掌握其他有线广播设备技术指标测量方法的基础。

第一节 扩音机测量的两个条件

一、正确选用假负载电阻

对扩音机主要技术指标的测量，多在额定输出功率的情况下进行。所以，在输出端必须接上一个额定负载电阻，这个电阻称为假负载电阻，简称假负载。这个假负载应能承受扩音机额定输出功率的3倍左右，以防止在测量时温升过高，影响测量工作的进行。假负载最好采用无感电阻，如果没有这种电阻，也可用RXYG—T线绕电阻代替。倘电阻值不合适时，可用串联、并联或串并联方法来解决。

假负载电阻 R_L 阻值可按下式计算：

$$R_f = \frac{U_0^2(\text{伏})}{P_0(\text{瓦})} \quad (\text{欧})$$

式中： U_0 ——扩音机额定输出功率时的额定输出电压。

P_0 ——扩音机额定输出功率。

【示例】 一台250瓦扩音机，额定输出电压为240伏，试求其假负载电阻。

【解】 $R_f = \frac{240^2}{250} = 230.4(\text{欧})$

如果它的额定输出电压为120伏时，则

$$R_f = \frac{120^2}{250} = 57.6(\text{欧})$$

二、合理设置匹配衰减网络

作为测量扩音机的音频信号源，在县广播站一般都是使用XFD—6型低频信号发生器。这种仪器的输出阻抗中低阻抗为600欧，而扩音机有关通道的输入阻抗是：

线路输入	600欧
低阻话筒输入	200欧
高阻话筒输入	20千欧
拾音器输入	200~500千欧

如果把扩音机输入阻抗不是600欧的通道，直接与输出阻抗为600欧的低频信号发生器输出端相连接，它们将产生失配反射。另外，在某些输入电平很低的地方，例如低阻话筒的输入电平只有0.3毫伏左右，低频信号发生器的输出控制器调到最小，也不能达到这样小的电平。即使能调到这样的电平，但它与低频信号发生器输出的噪音电平高不了多少，这就会使测量工作不能正常进行。所以，必须在信号源与扩音机输入之间，加入一个固定衰减器。这样，使低频信号发生器的输出电平提高，经过衰减，达到规定电平以后，再送进扩音机，以改善信噪比。

为解决上述两个问题，可在低频信号发生器与扩音机之间，插入一个由电阻组成的匹配网络，使之在接低频信号发生器一侧的特性阻抗为600欧，在接扩音机一侧的特性阻抗等于这个输入通

道的输入阻抗，并使这个网络从信号源输出到扩音机输入端的衰减量为20分贝。由于这个网络既是阻抗匹配网络，又是衰减网络，所以称为匹配、衰减网络。这种网络的电路图及其电阻的数值，如图1—1所示。

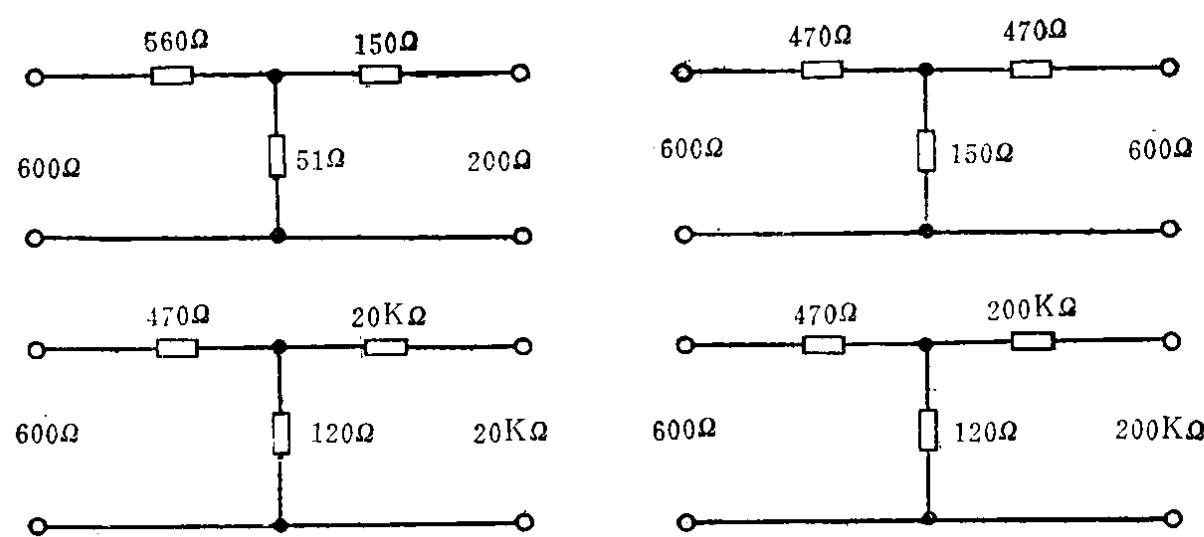


图1—1 不平衡匹配、衰减网络

第二节 扩音机技术指标的测量

扩音机的主要技术指标，可参看表1—1。扩音机技术指标的测量，是包括前置放大器和功放机架两个部分的综合指标的测量，表中所列参考指标亦是综合指标。对前置放大器单独进行测量，其指标参考值将在第三节介绍。

一、额定输出功率和最大输出功率及其测法

扩音机的额定输出功率，是指在额定电源电压的条件下，扩音机输出电压的谐波失真系数不大于规定值时所标称的输出功率。例如TY250—1000有线广播设备功率放大机架，每个功放单元的额定输出功率为250瓦，要求此时的谐波失真系数(非线性失真度)应小于5%。GY2×275有线广播扩音机每个功放单元的输出功率为275瓦，此时的谐波失真系数应小于4%。

表1—1 扩音机主要指标参考表

指 标 等 级 项 目	甲 级	乙 级	丙 级	说 明
频 率 响 应 (分贝)	40~16000赫 ± 1	80~8000赫 ± 2	15~5000赫 ± 3	
信 噪 比 (分贝)	≥54	≥50	≥46	传声器级
谐 波 失 真 (%)	≤ 2	≤ 5	≤ 7	传声器级80、 1000、5000赫
输 出 功 率	额定功率	同甲	同甲	
输出电压平 稳率(分贝)	400赫1.5 4000赫1.5	2 2.5	2.5 3	
音 调 控 制 (分贝)	100赫 ± 10 10000赫 ± 10	不规定	不规定	在任何位置1000 赫变化≤ 3 分贝
传声器输入 过激能力 (分贝)	≥30	≥20	≥14	
电表指示误差(%)	≤ 4	≤ 4	≤ 4	
过负载保护	功放管大于额定工作电流20%~30%时应切断电源			
输入灵敏度 (毫伏)	低阻传声器≤0.3，高阻传声器≤4，拾音器≤150，线路 输入≤775			
整机绝缘(兆欧)	≥10			
稳 定 度	稳定，无寄生振荡及跳火现象			
备 注	县广播站必须用甲级标准的扩音机			

测量仪器和接线 如图1—2所示。

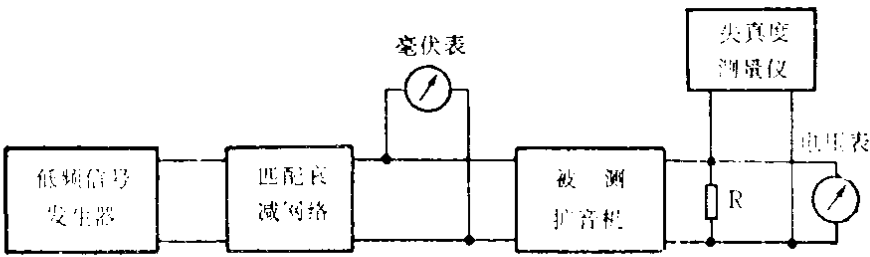


图1—2 额定功率测量的仪器接线图

测量方法

(1) 被测通道的音量控制器置于最大位置，其余通道的音量控制器置于最小位置。

(2) 有音调控制的扩音机，其音调控制器置于正常位置。所谓正常位置，对于步进式的音调控制器(用波段开关来改变RC网络的)，应置于频率响应平直档位置。例如TY250—1000有线广播设备控制台上前置增音机，其高、低音调控制开关均应置于“3”位置；对于用电位器连续调节的音调控制器，应置于频响不均匀度最小的位置(一般是在1/2到2/3的位置上)。

(3) 低频信号发生器的600欧输出，通过匹配衰减网络，接至被测通道输入插口。

(4) 低频信号发生器输出1000赫的单音频简谐信号(即正弦信号，下同)。有些设备使用400赫，这时应按技术指标说明规定。

(5) 失真度测量仪的“工作选择”开关置于电压位置，“电压”选择开关置于“300伏”位置。

(6) 调节低频信号发生器，输出400赫或1000赫信号，送入扩音机输入电路，使扩音机达到额定输出电压，即可算出额定功率 $P_0 = \frac{U^2}{R_f}$ 。例如额定输出电压为240伏时，在假负载230欧上的输出

功率已达到250瓦额定输出，即 $P_0 = \frac{240^2}{230} = 250$ 瓦。

(7) 用失真度测量仪测量此时输出信号的谐波失真系数，如果不超过规定值，则表明扩音机的输出功率达到了额定功率(有关测量谐波失真系数的方法，在后面介绍)。

(8) 再加大输入信号电压，使输出电压达到U伏，如此时的谐波失真系数正好等于规定值，则扩音机的输出即为最大输出功率 $P_{\max}$ 。

$$P_{\max} = \frac{U^2(\text{伏})}{R_f(\text{欧})} (\text{瓦})$$

(9) 在测量额定输出功率和最大输出功率时，应注意：每次测量时间要尽量短，一般不得超过3分钟，并要密切注视功放管板

极的发红程度，以防管子过热而遭损坏。如果一次不能测完，可暂时停下来，让管子冷却后再测。

二、谐波失真系数及其测法

当一个正弦信号，经过一个非线性网络后(例如一个非线性的放大器)，在网络输出端的信号就不再是正弦信号了，这就产生了失真。在这种失真的信号中，除包含原有的频率(即基频)成分外，还包含有基频的二次、三次、四次，以及更高次的谐波成分，这种失真叫做谐波失真。由于它是通过非线性元件或非线性网络而产生的失真，所以又称为非线性失真。

谐波失真的程度，用谐波失真系数来衡量。谐波失真系数，有的地方又叫失真度。

测量仪器与接线

谐波失真系数的测量，可用SZ—1A型或其他型号的失真度测量仪进行。其接线方法如图1—3所示。

测量方法

分别测出输出信号中各次谐波分量的总有效值和输出信号的总有效值，取其比值的百分数，就是它的谐波失真系数。

测量谐波失真系数时，因为失真度测量仪本身输入端没有衰减网络，它要求输入电压不能超过30伏，也不能小于1伏。所以在测量高于30伏的信号时，必须在失真度测量仪的输入端前面插入一个由电阻 R_1 和 R_2 组成的衰减网络，将电压降到适当数值后，再送入失真度测量仪测量谐波失真系数。

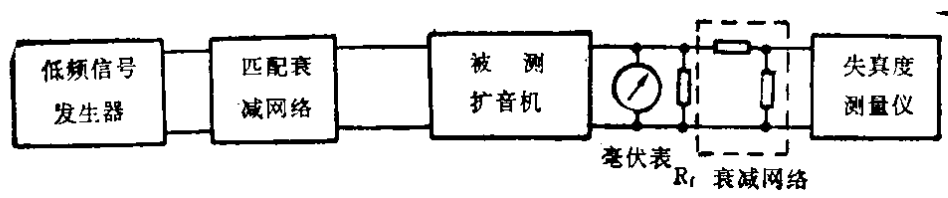


图1—3 测量谐波失真系数的仪器接线图

衰减网络的电阻值，由被测电压 U_0 与失真仪规定输入电压 U_x 来确定。计算公式为

$$\frac{U_0}{U_x} = \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

如果被测电压 $U_0=120$ 伏， $U_x=1$ 伏，为方便起见，先假定 $R_1=100$ 千欧，则

$$R_2 = \frac{R_1 U_x}{U_0 - U_x} = \frac{100 \times 10^3 \times 1}{120 - 1} = 0.84 \text{ (千欧)}$$

在实际使用中， R_2 可用1千欧，使实际电压稍高于规定电压 U_x ，以满足失真度测量仪校正时调节零位满度的要求。电阻可采用1瓦以上的碳膜电阻或金属膜电阻。由于这个衰减器的阻值比负载电阻大很多，所以不会影响负载电阻的阻值。

测试的具体步骤如下：

(1) 按图接好线路后，使各部分正常工作，信号发生器给扩音机输入某一频率的单音频信号，将扩音机输出调到额定输出功率的一半。大功率扩音机输入单音频信号时，保持额定输出功率时间不能太长，所以先用小功率、低电压来测失真度，这样就可以允许有较长的输出功率时间。

(2) 将失真度测量仪的“校准控制”电位器旋至最小位置(向反时针方向旋到底)，将“工作选择”开关由“电压”位置转到“校准”位置，电压开关转至100%(即1伏)位置。调节失真度测量仪的“校准控制”电位器，使失真度测量仪上的电表指示满度，即1伏处。

(3) 再将“工作选择”开关转到“失真度”位置，“频率”开关置于相应被测频率档，反复调节“粗调”、“细调”、“相位”旋钮，使失真度测量仪上的电表指示最小。同时要改变“电压”开关位置，即转向低档，使失真度测量仪上的电表指示在明显易于辨认的位置，就可在表上直接读出谐波失真系数。

(4) 在小功率、低电压测量的基础上，将输出调到额定功率，立即校准失真测量仪的零位并进行测量，测量时要微调频率与相

位，逐步缩小量程，测出准确的谐波失真系数。

(5) 按照测量扩音机谐波失真系数的规定，被测频率包括扩音机的上下限频率，以及中间各优选频率，这些优选频率一般是32、63、125、250、500、1000、2000、8000、16000赫等(选择频率也可根据机器的实际情况来决定)。对于这些频率的信号，按上述方法和步骤重复测量，分别测出各频率的谐波失真系数，取出其中最大的谐波失真系数，即为该扩音机的谐波失真系数，它应该符合表1—1中规定的要求。

还要注意：在测量中，每测完一个频率的谐波失真系数，应将失真度的“工作选择”开关由“失真度”位置转回“校准”位置。如果这时失真度测量仪上的电表指示仍在100%满度位置，表示这次测量的数值是准确的。如果不在100%位置，则应重新校准后再测量。

(6) 有时为了检查扩音机推挽乙类放大电路引起的交越失真(尤其是用晶体管作功率放大输出的扩音机)，需要测量扩音机在小信号时的谐波失真系数。这个指标常在输出功率为额定输出的1%时进行。

(7) 测量扩音机或其他设备的谐波失真系数之前，应先测出输入信号的谐波失真系数，然后从扩音机输出信号的实测谐波失真系数中，减去输入信号的谐波失真系数和失真度测量仪本机剩余的谐波失真系数，才是扩音机的实有谐波失真系数。由于该仪器的本机剩余谐波失真系数较小，可以忽略不计。例如，测出某扩音机的谐波失真系数为3%，而输入信号的谐波失真系数为1%，则该扩音机的谐波失真系数应为2%，符合表1—1 甲级标准。

三、输入灵敏度及其测法

扩音机工作在最大增益的情况下，即该通道的音量控制器置于最大位置(如有总音量控制器，也应置于最大位置)，能使该扩音机的输出达到额定输出功率时，输入该通道的信号电压(或电平)，就是该通道的输入灵敏度。

扩音机各通道输入灵敏度的电压(或电平)应小于规定的额定输入电压(或电平)。

扩音机各通道的输入电压(或电平)一般为

低阻话筒	0.3毫伏(-67分贝)
高阻话筒	4毫伏(-46分贝)
拾音器	150毫伏(-14.2分贝)
线路输入	775毫伏(0分贝)

测量仪器与接线 如图1—4所示。

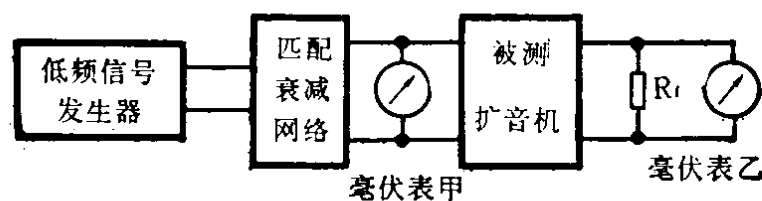


图1—4 测量输入灵敏度的仪器和接线

测量方法

(1) 被测通道音量控制器置于最大位置，其余通道音量控制器置于最小位置。

(2) 音调控制器置于正常位置。

(3) 从低频信号发生器600欧输出，送出1000赫信号，通过相应的匹配衰减网络，送至扩音机被测通道的输入插口。

(4) 调节低频信号发生器输出，使扩音机的输出达到额定输出电压，由毫伏表“乙”指示，此时，毫伏表“甲”所示的电压，即为该通道的输入灵敏度。这个数值小于或等于额定输入电压，才算符合标准。

如果只有一只毫伏表，也可进行测量，但需增加一只双掷开关来改换毫伏表的位置。首先通过开关将毫伏表接至扩音机输出端，测量输出电压后，再改接至扩音机的输入端，测出输入通道的灵敏度。以后测量，遇到这种情况时，都可使用这种方法。

(5) XFD—6低频信号发生器600欧输出的最大电压只有1伏多，在测量线路输入通道的输入灵敏度时，如果经过一个20分贝

的匹配衰减网络，则进入该通道的输入电平就达不到额定输入电压775毫伏的要求。但是，线路通道的输入阻抗是按600欧设计的，所以不用另外加匹配衰减网络，低频信号发生器和扩音机的线路输入就能直接匹配。测量这个指标时，只要将XFD—6的600欧输出直接接至线路输入通道插口即可。

四、输入过激能力及其测法

在扩音机的输入通道中，信号输入后，先经过一级放大，将输入信号电压提高后，再由音量控制器来控制该通道的传输增益。例如TY250—1000有线广播设备控制台上的增音机的话筒输入通道就是这样的。当该通道的音量控制器旋小时，扩音机的传输增益也随之减小。要保持输出电压不变，必须加大该通道的输入电压。输入电压增大到一定值后，音量控制器前的放大级就会产生失真，所以对输入电压有一定限制。

输入过激能力的定义：关小被测通道的音量控制器，加大输入信号，使扩音机输出仍为额定输出，谐波失真系数保持规定值时的最大输入信号电压，与扩音机规定的额定输入信号电压之比，用分贝表示，即为输入过激能力。

可见，输入过激能力的测量，是在测量输入灵敏度、额定输出功率和谐波失真系数的基础上进行。具体步骤如下：

(1) 关小被测通道的音量控制器，同时加大输入信号，使扩音机保持额定输出功率，测量此时的谐波失真系数。输入信号电压的频率为1000赫。

(2) 如谐波失真系数尚未超过规定值时，则再继续关小被测通道的音量控制器，同时继续加大输入信号，仍保持输出功率为额定值，直到谐波失真系数达到规定的上限数值时，这时的输入信号电压 U_1 与该通道额定输入电压 U_2 之比，用分贝表示，就是该通道的输入过激能力 S_g 。用下式计算

$$S_g = 20 \lg \frac{U_1(\text{毫伏})}{U_2(\text{毫伏})} (\text{分贝})$$

式中： U_1 —最大输入信号电压

U_2 —该通道额定输入信号电压

五、频率响应及其测法

一个放大器的放大倍数(或增益)与频率之间的关系,称为该放大器的频率特性,又叫频率响应,简称频响。

扩音机在各种频率时(指音频范围),它的增益是不相同的,一般在低音频段和高音频段,增益都会下降。如果性能很差时,在工作频带内,增益的变化很大,这样,就会产生严重的频率失真,就是说频率响应不好。频率响应的指标,用不均匀度表示。

测量仪器与接线 如图1—5所示。

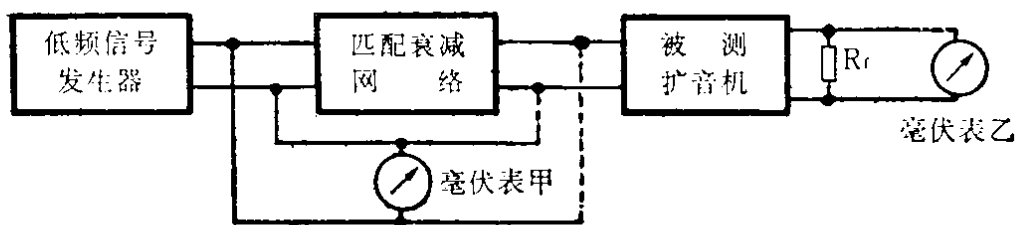


图1—5 测量频率响应的仪器及接线图

测量方法

- (1) 扩音机各通道音量控制器均置于最小位置。
- (2) 音调控制器置于正常位置。
- (3) 从低频信号发生器600欧输出,送出1000赫信号,通过相应的匹配、衰减网络,送至被测通道的输入插口。
- (4) 将毫伏表“甲”暂时接到匹配、衰减网络的输出。调节低频信号发生器输出,使该通道的输入达到额定输入电压。
- (5) 调节被测通道的音量控制器,使扩音机输出电压 U_0 为额定输出电压的 $\frac{1}{10}$ (功率为额定功率的 $\frac{1}{100}$),将 U_0 数值记入表1—2中的1000赫栏内。
- (6) 将毫伏表“甲”改接到低频信号发生器的输出上,用以监示信号发生器的输出,并保持这个输出电压值不变。

表1—2 频率响应测量记录表

频 率 (千赫)	0.063	0.125	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00		8.00	10.00
输出 电压 (伏)										
相对电平 (分贝)							0			

(7) 在扩音机规定的频率范围内，根据要求改变低频信号发生器的频率，并测出扩音机在各频率时的输出电压 U_1 ，分别把这些数据填入表1—2中的各相关频率的电压栏内。

(8) 以1000赫时扩音机的输出电压 U_0 为参考电平，然后按下式求出各频率时的相对电平 b ，填入表1—2中有关频率的相对电平栏内。计算公式为

$$b=20\lg \frac{U_1(\text{伏})}{U_0(\text{伏})}(\text{分贝})$$

式中： U_1 ——规定频率范围内各频率的输出电压
 U_0 ——1000赫额定功率时扩音机输出的电压

(9) 相对电平值中，最大的一个和最小的一个，就是扩音机在额定功率输出时频率响应的不均匀度。

(10) 在单对数坐标纸上，以x轴(对数关系)表示频率，以y轴(直线关系)表示相对电平 b ，按表1—2中数据，绘出频率响应曲线。

(11) 重复上述各步骤，测出扩音机在额定输出功率时的频率响应。

六、信噪比及其测法

信噪比的全称为信号噪声比。

扩音机在没有信号输入的情况下，输出端还有电压输出，此时的输出电压就是扩音机的噪声电压。如果扩音机的噪声电压过高，将影响广播质量。因此，要求扩音机输出的噪声电压不超过某一规定值，以保证有一定的信噪比(一般要求达到50分贝以上)。