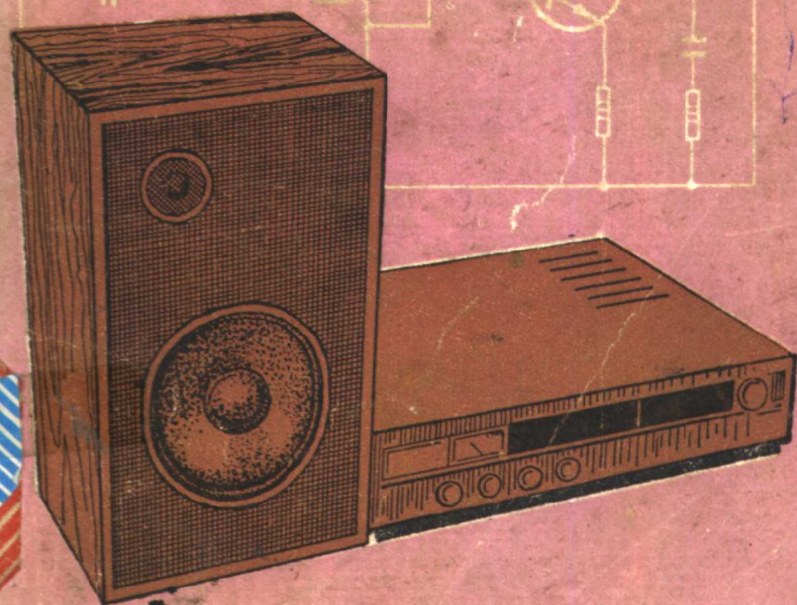


437585

扩音机与音箱制作

李应楷 编著 冯报本 审校



广东科技出版社

扩音机与音箱制作

李应楷 编著

冯报本 审校

广东科技出版社

内 容 提 要

这是一本介绍半导体扩音机与音箱制作的书。全书共分九部分，先介绍扩音机的基本知识，然后从最简单的扩音机开始，逐一介绍了功率接续器、10瓦简易扩音机、15瓦OTL扩音机、双频道 OCL 扩音机以及高保真立体声和集成电路扩音机等的制作方法，最后介绍了音箱的工作原理、制作方法以及几种音箱制作实例。

本书内容可靠，通俗易懂，插图丰富，适合无线电爱好者阅读，也可供从事音响设备制作与维修的同志参考。

扩音机与音箱制作

李应楷 编著

冯报本 审校

◆

广东科技出版社出版

广东省新华书店发行

广东新华印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 7.125印张 153,000字

1991年12月第1版 1991年12月第1次印刷

印数1—100,000册

统一书号 15182·34 定价 0.62元

目 录

一、扩音机是怎样工作的.....	1
(一)扩音设备的组成.....	1
信号源 扩音机 扬声器	
(二)扩音机的性能指标.....	8
输出功率 增益 频率特性 谐波失真 信号噪声比	
二、最简单的扩音机——功率接续器.....	12
(一)电路工作原理.....	12
电路特点 晶体管的工作状态 单端推挽电路 倍压 整流电路	
(二)制作数据.....	17
电路活用数据 输入变压器 电源变压器 晶体管及 其他元件	
(三)安装与调整.....	22
安装方法 调整	
(四)使用.....	25
三、互补输出功率接续器.....	28
(一)互补输出原理.....	28
(二)实际电路.....	30
电路简介 偏置电路 自举电路 其他元件的作用	
(三)元件选配.....	35
晶体管的选用 电源变压器 其他元件	
(四)安装与调整.....	38

(五)使用.....	40
四、10瓦简易扩音机.....	41
(一)电路工作原理.....	41
前置放大级 功率激励级 功率输出级 电源部分	
(二)元件选配.....	47
晶体管的选用 变压器 其他小元件	
(三)安装与调整.....	51
安装方法 静态调整 动态调整	
(四)使用.....	54
五、15瓦OTL扩音机.....	56
(一)电路工作原理.....	56
全电路简介 场效应管放大电路 衰减式音调控制	
OTL功放电路 串联晶体管稳压电路	
(二)元件选配.....	64
晶体管的选用 电源变压器 其他小元件	
(三)安装与调整.....	66
安装方法 静态调整 动态调整 电路活用	
(四)使用.....	73
六、双频道OCL扩音机.....	75
(一)常用的分频方法.....	75
(二)电路工作原理.....	76
全电路简介 电磁拾音器前级 前置放大及音调控制电	
路 分频电路 OCL功放电路 对称整流电路 串	
联式电子稳压电路 扬声器保护电路 发光二极管指示	
电路	
(三)元件选配.....	99
晶体管的选用 电源变压器 其他元件	
(四)安装与调整.....	101

安装方法	静态调整	动态调整	电路活用	
(五)使用				117
七、高保真立体声扩音机				120
(一)立体声扩音设备的组成				120
(二)电路工作原理				121
全电路简介	前置放大与信号选择	带宽调节	中间放大和音调控制	
	立体声平衡调节	全对称OCL功放电路	输出指示电路	电源部分
(三)元件选配				137
晶体管的选用	电源变压器	其他元件		
(四)安装与调整				145
安装方法	静态调整	动态调整	电路活用	
(五)使用				158
八、采用集成电路的扩音机				162
(一)运算放大器的特点				162
运算放大器简介	基本电路形式			
(二)电路工作原理				166
全电路简介	前置放大级	功率放大级	电源部分	
(三)元件选配				171
集成电路的选择	晶体管的选配	电源变压器	其他小元件	
(四)安装与调整				172
安装	静态调整	动态调整		
(五)使用				177
使用注意点	重放立体声			
九、音箱				179
(一)音箱的作用和种类				179

开敞式音箱	封闭式音箱	倒相式音箱	曲径式音箱	
音柱				
(二)怎样选用扬声器		183		
扬声器的种类	选用原则	组合音箱各单元的选取		
(三)分频器		194		
分频网路	元件制作	衰减器		
(四)音箱制作		202		
木料的选用	怎样决定箱体尺寸	接合方式	扬声器	
孔及倒相孔	安置吸音材料	面网		
(五)音箱的调试和使用		209		
调整	试听	使用		
(六)音箱实例		213		

一、扩音机是怎样工作的

声音作为传递信息的媒介，在我们周围普遍存在着。物体振动便激动空气，使之也跟着振动而成为声音。声音以声波的形式传播，传到了人的耳朵，人便有了声音的感觉。不同的声音，具有大小不同的音量，高低不同的音调和发音体所特有的音色。如果把声音作为振动信号来研究，则音量就是振动幅度的反映，音调是振动频率的反映，而音色却是由振动波形所决定。人耳能敏锐地判断声音的这些要素，从而识别各种特定的音响。不仅如此，人们对声音还有方位感，即根据两耳所听到声音的差异，就能判断出各个声源的位置。只要重放的声音保持原来的音位，便会使听者获得身临其境的感觉。这种连音位也反映出来的声音信号，就叫做立体声。

能把声音信号加以放大，并如实地重放出来的电声设备，称为扩音设备。

(一) 扩音设备的组成

一套完整的扩音设备，应包括信号源、扩音机和扬声器三大部分，它们之间的关系见图 1-1。信号源给我们送来各种节目信号，由扩音机加工、转换成足够的功率去推动扬声器工作，发出与音源相同但是响亮得多的声音。扩音机是整套

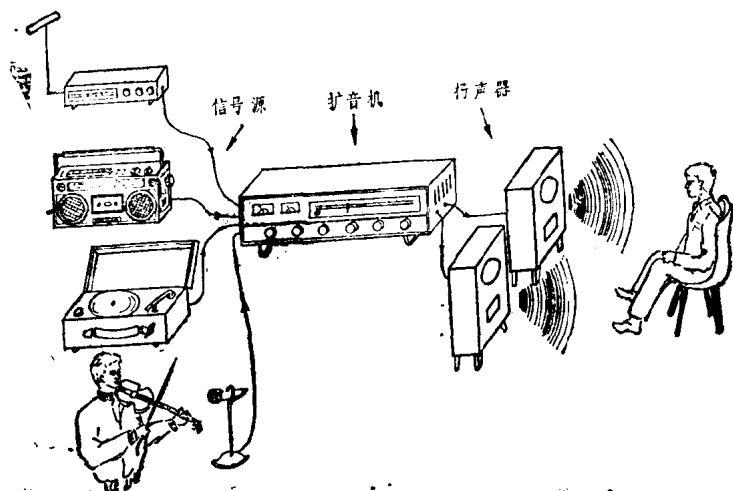


图 1-1 扩音设备的组成

扩音设备的核心，也是本书要谈的主要内容。只有电路选择适当，元件质量良好，安装调试正确的扩音机才能得到满意的音质。信号源及扬声器的质量对重放音质也有直接影响。另外，由于扬声器重放出来的声音还要经过所在场所的空间，才能送到听众的耳朵，使之得到感受，所以听音场所的音响条件对音质也有关系，不能忽视。

信 号 源

常见的信号源有收音调谐器、磁带录音机、电唱机和传声器等几种，分别介绍如下。

1. 收音调谐器

收音调谐器就是没有低频功率放大部分的收音机。它的作用是把电台播送的广播节目接收下来，经过选择和加工，

变成相应的音频信号，以便送往扩音机去。广播电台发射的电波信号，按调制方式来分有调频和调幅两种，前者用超短波发送，频率为88~108兆赫。后者则有长波、中波、短波之分。我国没有长波广播，只有535~1605千赫的中波广播、1.6~26兆赫的短波广播以及超短波的调频广播和调频立体声广播。良好的调谐器应能接收到上述各波段的电台。如果只以欣赏音乐和收听普通广播节目为目的，也可只装超短波调频（FM）和中波调幅（AM）波段。调频广播具有比调幅广播更宽的频响，更高的信噪比和更低的失真，再加上它较易实现立体声广播，所以近年来发展很快。

如果我们已经有了现成的超外差式收音机，就可以用它来做调谐器，这只需在收音机上加装一个信号插口就行。收音机输出信号可取自收音机音量电位器，见图1-2。当从①、③端取信号时，信号大小不受收音机音量电位器控制；而从②、③端取信号的话，收音机音量电位器便兼起调节扩音机输入信号强弱的作用。若希望输出信号大一些，也可经过一级低频放大后再输出，如图1-2的④端，虚线所示。图中的CK是输出插口，C是隔直流电容。如果直接从收音机扬声器两端或耳机插口取出信号，虽然有较强的输出，但失真较大，除了配合简单的功率接续器外，一般不宜从那里取用信号。另外，由于普及型半导体收音机的收音通道频带较窄，输出的音频信号将缺少较高和较低的频率成分，如果用它来做信号源，就应设法加宽它的通频带。廉价的直接放大式（再生式）收音机，因通频带更窄，音质不好，不宜配扩音机使用。对音响爱好者来说，如果当地有超短波调频广播的话，使用一个能接收FM波段的收音调谐器是值得的。

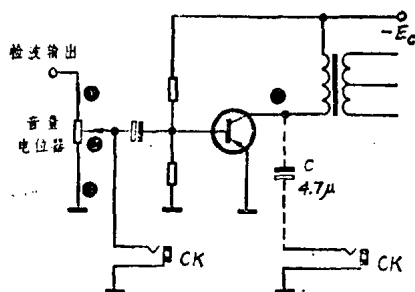


图 1-2 从收音机取得高质信号的方法

2. 磁带录音机

目前流行的磁带录音机，按其大小来分，有座式和便携式两种，按磁带的型式来分又有盘式（开卷式）和盒式（卡式）两种，专业多使用盘式磁带，而家庭多用盒式磁带。

良好的磁带录音机有很好的音质，如果能把它的立体声输出送往立体声的高保真扩音设备去重放，将会使人得到相当满意的音响享受。从录音机取得输出信号的方法有多种，但如想获得高音质，则不要在外接耳机或外接扬声器插孔上取信号，而应在录音机的功率放大级之前取信号。

3. 电唱机

电唱机是播放唱片节目用的，它主要由拾音器、唱盘和电动机三部分组成。声音信号以机械录音的方式记录在唱片音槽上，当唱片随唱盘转动时，把拾音器放在唱片上，就有唱片节目的电信号输出。

拾音器又名电唱头，它是把机械能转换成电能的一种器件。国产的拾音器多为“压电式”，它是利用一些材料的“压电效应”制成的。内部结构见图1-3。放唱时唱针随唱片的槽纹摆动，从而牵动压电元件变形，使压电元件两端输出唱片信号

电压。

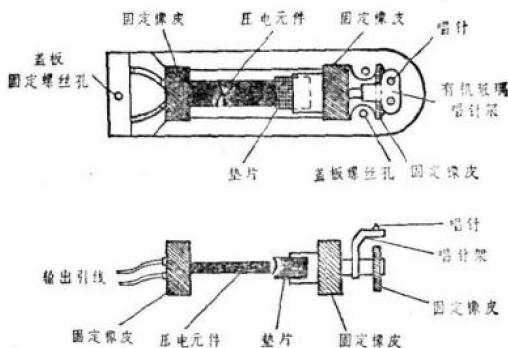


图1-3 压电式拾音器

根据所用压电元件的材料不同，这类拾音器有晶体式与陶瓷式两种。它们的特点是：输出电压高，使用方便，要求扩音机有高的输入阻抗来配合；但输出信号的频率特性不均匀，高频失真大，晶体唱头还有怕热、怕潮的缺点。因此压电式拾音器只适用于对音质要求不高的场合。质量较高的音响设备多用电磁式拾音器，并做成立体声，以便放唱立体声唱片。虽然电磁式拾音器有好得多的音质，但它的输出电压较低，要求放大电路具有特定的频率均衡特性，我们配用时务必注意。

4. 传声器

传声器也叫微音器、话筒、麦克风，是一种直接把声转变成电的器件。最常用的传声器是动圈式传声器，它是在永久磁铁的圆形气隙中放置一个与音膜

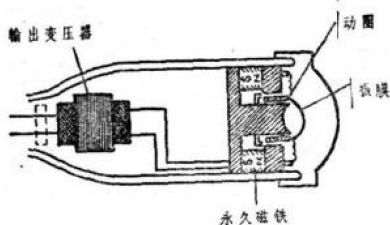


图1-4 动圈式传声器

连接的线圈构成。见图 1-4。

当声波引起空气振动并传到传声器的音膜上时，音膜便随着振动，并带动线圈在磁场中往返运动，切割了永久磁铁磁场缝隙中的磁力线，线圈就被感应出随声音大小和音调高低而变化的音频电压来。由于线圈的圈数很少，感应电压很低，所以常通过一只小型升压变压器升压后再输入扩音机进行放大。

最近还有一种称作“无线话筒”的传声器，它本身附有一个小型无线电调频发射机，把传声器的输出信号变成无线电波发射出去。只要扩音机备有相应的接收装置，在几十米内都可以收到清晰的声音，传声器与扩音机间便不需要电缆连接。

扩音机

扩音机是整套扩音设备的核心。二十年前，几乎各种扩音机都是电子管式的。随着科学技术的发展，各种半导体器件的质量和数量正不断提高，应用也日益广泛。目前，晶体管已取代电子管成为扩音机的主要电子器件了。

一台扩音机大致可分为前置放大器、功率放大器和直流电源三大部分，见图 1-5。从各个信号源送来的信号经过前置放大器的选择、均衡、混合和放大，获得适当的特性和电平，然后再送到功率放大器变换成足够的功率，去推动扬声器发声。电源部分则为前置和功率放大器提供平稳的直流电源。

有关晶体管扩音机的电路工作原理，我们将在后面介绍。

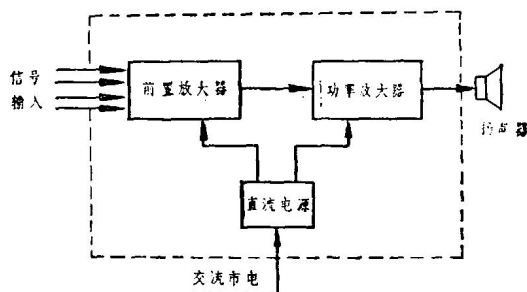


图 1-5 扩音机各部分的关系

扬 声 器

扬声器俗称喇叭，它的作用是把扩音机输出的信号电流还原成声音。扩音机配用的扬声器多为电动式（又称动圈式），常见的结构见图 1-6。

当信号电流通过扬声器音圈时，所产生的磁通与永久磁铁的磁通发生相互作用，使音圈振动。由于音圈是与纸盆联在一起的，所以也就带动纸盆运动，激动空气，从而发出声音。

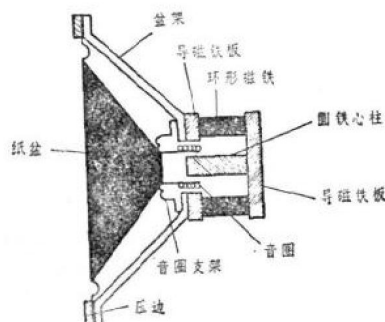


图 1-6 电动式扬声器

扬声器在工作时，纸盆前后的空气疏密变化是相反的，当纸盆向前振动时，将它前面的空气压缩，同时纸盆后面的空气也因纸盆向前推进而变疏，这样就使纸盆前后的声波相位相反。当声波的半波长大于纸盆半径时，后面的声波就

会绕到前面来干涉前面的声波，结果使低频声波被抵消，低音减小。为了改善扬声器在低音时的效率，通常把它装在一个音箱里，以减小前后声波的抵消作用。常见的音箱有开敞式、封闭式和倒相式等几种。因扬声器不同及使用场合不同，可有不同的选择。必须注意，扬声器需要有良好的音箱配合，才能放出均匀自然的声音。对低音而言，音箱的作用跟扬声器所起的作用不相上下。

本书的第九部分将详细介绍各种扬声器和音箱的性能以及它们的使用方法。

(二)扩音机的性能指标

衡量一台扩音机的好坏，需要有一些客观评价的指标。最常见的有输出功率、增益、频率特性、谐波失真和信号噪声比等。

输 出 功 率

输出功率是扩音机最基本的指标。有额定功率、最大功率、使用功率之分。

1. 额定输出功率

这是扩音机能连续正常输出的功率，即扩音机的输出定额。使用扩音机时，一般不允许扩音机的输出功率超过额定功率。

2. 最大输出功率

指在不过载（输出信号不削顶）或谐波失真不超出某数值的情况下，扩音机能输出的最大功率。它是衡量扩音机最大输出能力的指标，亦即说明扩音机有多大的功率容量，并

不是指正常使用的功率。由于实际的语言音乐节目是一些振幅变化很大的非正弦波，瞬间超过额定功率是常有的，扩音机如没有一定的功率容量，就容易过载，声音层次不清，甚至出现难听的怪声。晶体管扩音机的最大输出功率应达额定输出功率的1.2~2倍。

3. 使用功率

是指扩音机和扬声器都在低失真状态下工作的平均使用功率。针对音乐信号幅度变化很大的特点，以欣赏音乐为目的的扩音机，使用功率常只用到最大输出功率的十分之一左右。因此，有的家用扩音机竟具有几十瓦以上的输出功率便不足为奇了。

增 益

放大器的增益又叫放大倍数，它是衡量放大器的放大能力的指标，其值等于输出量与输入量之比：

$$\text{电压增益 } K_u = \frac{U_2}{U_1}$$

$$\text{电流增益 } K_i = \frac{I_2}{I_1}$$

$$\text{功率增益 } K_p = \frac{P_2}{P_1}$$

各量的含义见图1-7。

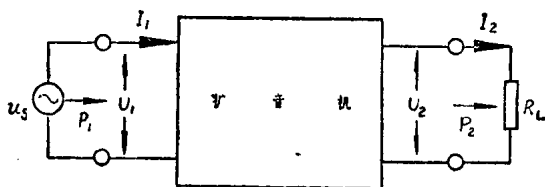


图1-7 各参量的含义

放大器的增益也有用“分贝”(dB)表示的。因为人耳对音量大小的感觉并不和声音功率的变化成直线比例,而是近似成对数比例,用分贝作单位就可以较好地反映这种特性。此时增益的表达式变为:

$$\text{电压增益 } K_u(\text{dB}) = 20 \lg \frac{U_2}{U_1}$$

$$\text{电流增益 } K_i(\text{dB}) = 20 \lg \frac{I_2}{I_1}$$

$$\text{功率增益 } K_p(\text{dB}) = 10 \lg \frac{P_2}{P_1}$$

只要放大器的增益为一定值,输出量和输入量之间便一一对应,成正比关系。扩音机输出额定功率时所需要的输入信号电压就叫输入灵敏度。

频 率 特 性

放大器的频率特性也称频率响应。它表示放大器的增益与信号频率的关系,常拿高、低频的实际增益与中频增益相比较,用分贝数来表示其均匀程度。频率特性不均匀,说明放大器对各种频率信号的放大能力不一样,或使信号里的某些频率成分失掉,这也叫频率失真。由于实际声音的频率有高有低,每种音响也很少是单一频率的正弦信号,而是一种由许多不同频率的正弦信号组合而成的复杂信号。也就是说它们占据着一定的频率范围,因此要求放大器对这些不同频率的电信号都能作大小相同的放大(均衡放大器除外),才能保证复杂信号经过放大后,不致由于它们所包含的某些频率成分没有得到应有的放大而出现频率失真。普通音乐的频率成分,低的只有几十赫,高的可到几千赫,其泛音甚至可高到