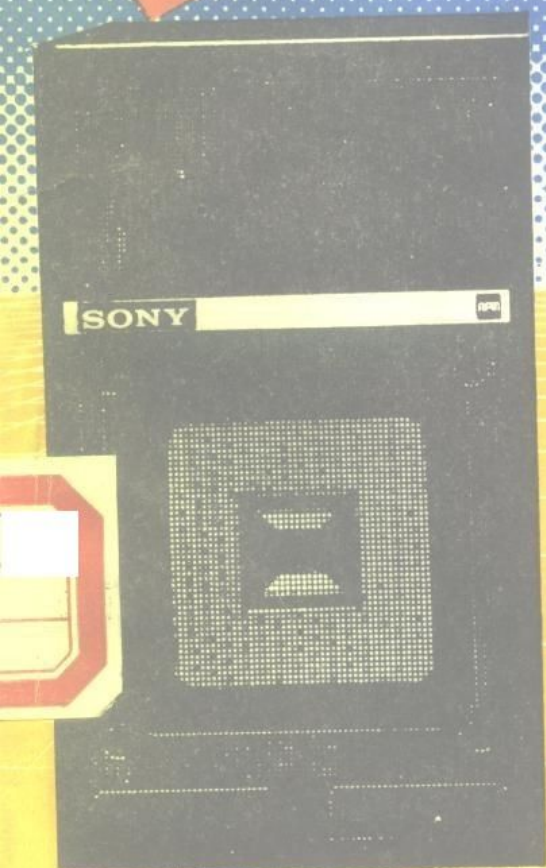


张 彤 编译

立体声音箱的 结构、应用和制作



电子工业出版社

立体声音箱的结构、 应用和制作

张 彤 编译

电子工业出版社

内 容 简 介

本书以通俗的立体声理论及大量实际可行的设计、制作资料
和具体的范例详细地介绍了立体声音箱的结构、应用和制作方法。

本书主要包括：各种用途的无限障板式、倒相式音箱及
音柱的设计与制作，并从室内音质的角度讨论了不同听音室不同的
处理方法和适用的音箱设备，详细介绍了扬声器系统的附件及基本
的木工技法。

本书可供广大青少年、无线电爱好者、立体声音响技术爱好
者及专业电声技术工作者参考。

立体声音箱的结构、应用和制作

张 彤 编 译

责任编辑 路 石

电子工业出版社出版（北京海淀区万寿路）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

山东电子工业印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：5.5 字数：122千字

1987年7月第一版 1987年9月第一次印刷

印数：1—16000册 定价：1.20元

统一书号：15290·518

前 言

目前,众多音响爱好者热衷于音箱制作,因此迫切需要一本现代的高级音箱制作方法的书籍。为适应广大制作者的需要,本人根据〔美〕克里斯托弗·罗宾所著《HOW TO BUILD YOUR OWN STEREO SPEAKERS: Construction, Applications, Circuits and Characteristics》编译了这本包含着大量实际制作资料的书,期望为广大音响技术爱好者提供参考。由于音箱多装在室内,而室内的声学特点对发挥音响效果起很大作用,因此,本书也讨论了这个课题。另外,本书还专门介绍了广大业余爱好者所关心的音箱特性的基本测试方法,特别是音箱频响的测量。

第一章首先介绍了扬声器的原理和室内音质特性以及最基本的音箱构成形式。第二章详细介绍了多种无限障板式音箱,包括100毫米(4英寸)、130毫米(5英寸)、150毫米(6英寸)、200毫米(8英寸)、250毫米(10英寸)无限障板式音箱的制作方法。第三章介绍了倒相式音箱的制作,其中包括耦合槽路及三路扬声器系统的设计方法。第四章叙述了通常剧场里使用的音箱结构,其中有较简单的音柱,也有较复杂的音柱。第五章介绍了各种扬声器附件,其中包括基本的四声道立体声合成器。第六章是专门为那些没有木工经验的读者准备的,介绍了最基本的木工制作技术、工具和木料材质等。

自己动手制作音箱不仅是一件很有趣、很有教益的活动,同时也可使音响爱好者们用最小的费用取得最佳的特

性。因此，希望一切音响爱好者们能通过这本编译书进一步丰富自己的业余生活。由于本人水平有限，错误之处，请读者予以指正。

在本书编译过程中，得到各方面专家和业余音响爱好者的帮助，在此一并表示衷心的感谢。

编译者

一九八五年二月于兰州八九〇一厂

目 录

1. 扬声器的原理和室内音质	1
1.1 基本概念	1
1.2 频率响应	5
1.3 基本室内音质	7
1.4 四声道立体声扬声器的布局	14
1.5 中音和高音扬声器的控制	17
1.6 扬声器的互连方法	20
1.7 70.7伏和25伏扬声器系统的连接方法	34
1.8 音箱的基本形式	36
1.9 音箱特性的猝发声列试验法	48
1.10 音箱特性的扫频试验法	49
1.11 噪声级	51
2. 基本的无限障板式音箱	53
2.1 一般说明	53
2.2 100毫米(4英寸)无限障板式音箱	59
2.3 棒合式结构	65
2.4 130毫米(5英寸)无限障板式音箱	69
2.5 150毫米(6英寸)带排气孔的无限障板式音箱	70
2.6 200毫米(8英寸)无限障板式音箱	73
2.7 250毫米(10英寸)无限障板式音箱	77
3. 倒相式音箱的结构	83
3.1 一般介绍	83

3.2	制作方法	83
3.3	带耦合排气孔的倒相式音箱	88
3.4	带高音喇叭的200毫米(8英寸)倒相式音箱	95
3.5	三路扬声器系统的结构	97
4.	剧场里使用的音箱	108
4.1	一般介绍	108
4.2	300毫米(12英寸)剧场用音箱	110
4.3	380毫米(15英寸)剧场用音箱	116
4.4	剧场/扩音系统用的音柱	119
4.5	带四个300毫米(12英寸)扬声器的剧场/扩音系统用的音柱	122
4.6	带三个300毫米(12英寸)扬声器和三个音乐号筒的音柱	124
4.7	扩音系统的特性	125
5.	扬声器附件	131
5.1	一般介绍	131
5.2	衰减器	131
5.3	电缆	134
5.4	扬声器系统的硬件	134
5.5	测试设备	137
5.6	四声道立体声合成器	139
5.7	彩色合成器	140
5.8	功率监视电表	141
6.	基本木工	143
6.1	一般介绍	143
6.2	直尺、角尺和划线规	145
6.3	木工刨和打磨工具	149

6.4	木工凿刀和木锤·····	150
6.5	角度的量测·····	151
6.6	刀锯的使用方法·····	152
6.7	音箱的表面处理·····	154
6.8	木料·····	155
附录 I	分贝的测量·····	157
附录 II	常用几何图形计算公式·····	162
附录 III	音频频谱·····	166

1. 扬声器的原理和室内音质

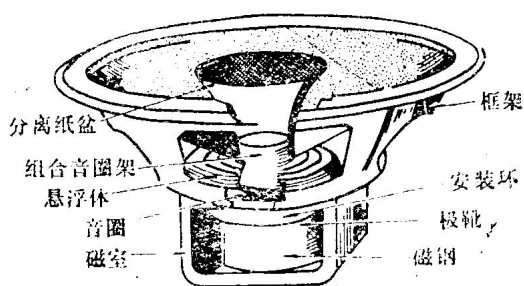
1.1 基 本 概 念

不同形式的扬声器箱(音箱)可以适应不同功率输出和保真度的要求。有时,收听地点的声学特性对音箱也有不同的要求。当然,工作效率也是要考虑的因素,如果希望有很大的工作效率,就应该选择大一点的音箱。但是,也有这样的情况,由于受到安装空间的限制,在一个较大的剧场里除了可以用一个非常大的指数型号筒外,在其中的一个小单元里,也可以用小型的书架式音箱结构。这些号筒和音箱都是由扬声器来推动的。扬声器俗名喇叭,它可以把电能转换成声能,是一种电声转换器件,一般有以下四种:

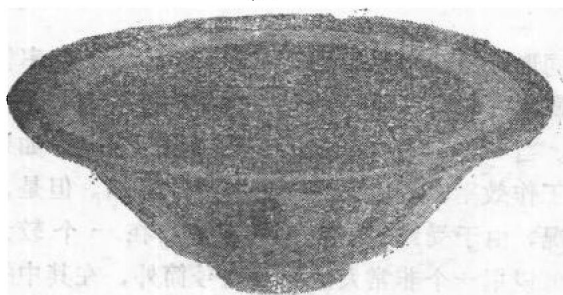
1. 动圈式扬声器,如图1-1所示*
2. 舌簧式扬声器
3. 压电式扬声器,如图1-2所示*
4. 电容式扬声器

音箱或号筒有两个基本的作用:其一,可以防止扬声器的后辐射声波抵消前辐射声波;其二,在多数场合下可以提高辐射效率。音箱或者号筒可以大大地增加后辐射声波在其与前辐射声波相汇合之前所传播的距离。另一方面,音箱或

* 全书图中单位均采用符号标注。

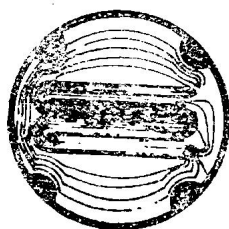


(a)

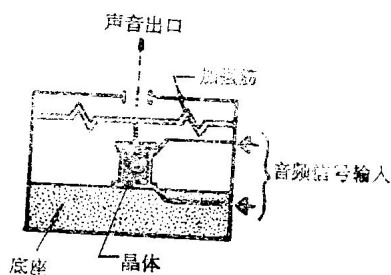


(b)

图1-1 动圈式扬声器的结构(a)基本组成部分；(b)带分离纸盆式的32瓦28~18,500赫动圈式扬声器



(a)



(b)

图1-2 高性能的高音头设计图

(a)聚缩图/刻蚀的音圈，4~40千赫；

(b)压电式结构

号筒也可以完全抑制音源的后辐射，大一点的号筒还能提供声阻抗变换，因此可以得到更有效的能量传播。许多种音箱都设计成把声波的后辐射与前辐射合并起来的形式，以在某

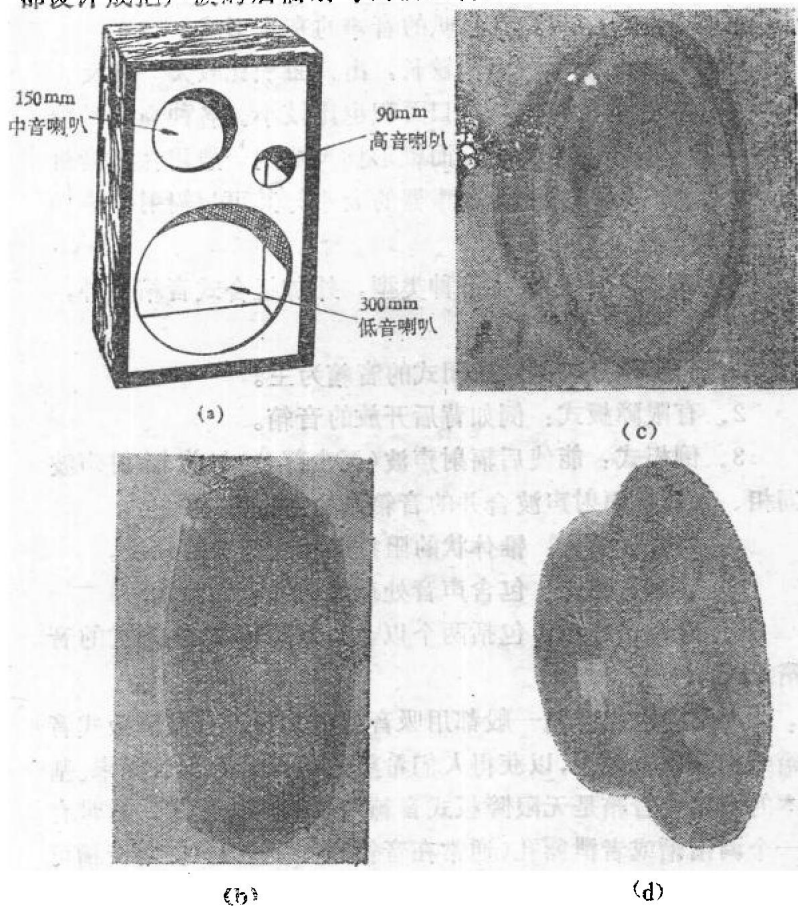


图1-3 同时带有低音、中音和高音喇叭的音箱的基本形式；
(a)外形；(b)低音喇叭(30~4000赫)；(c)中音喇叭
(700~6000赫)；(d)圆顶形高音喇叭(6~18千赫)

种程度上改善其有效辐射效率。因此，一般扬声器通常可以分成直接辐射式结构或者号筒辐射式结构。而多数音箱都可以被称为带有内装号筒结构的混合型音箱。图1-3就是一种同时带有低音、中音和高音喇叭的音箱的基本形式。

一般来说，低音号筒比较长，出口面积比较大。相反，高音号筒则一般比较短，出口面积也比较小。各种高音号筒多用于组合的扬声器系统，而锥形扬声器则一般用在低音重放系统。按一般的规律，扬声器的大小与其可以辐射的声功率大小成比例。

基本形式的音箱共有五种类型，外加组合式音箱一种，共六种：

1. 无限障板式：以密闭式的音箱为主。
2. 有限障板式：例如背后开放的音箱。
3. 倒相式：能使后辐射声波(至少部分)与前辐射声波同相、并与前辐射声波合并的音箱结构。
4. 组合号筒式：锥体状的阻抗匹配式辐射源系统。
5. 控制音调式：包含声音处理装置的音箱结构。
6. 组合式音箱：包括两个以上前面所述结构形式的音箱结构。

无限障板式音箱一般都用吸音材料加衬。有限障板式音箱结构必须充分大，以获得人们希望的最低音的重放效果。基本的倒相式音箱是无限障板式音箱经改进后的形式，常带有一个调谐槽或者泄露孔(通常在音箱的前面板上)。调谐槽可以在音箱内部，是用一根管子作成的。尽管倒相式音箱在效率上不太理想，但毕竟还是获得低音频的较简单的方法之一。至于低频混响问题，可以在设计低音反射槽路时，选择合适长度和直径的管道，使之调谐来加以避免。

1.2 频 率 响 应

目前,对频率响应范围的要求还没有一定的标准,但是一般来讲,按照高保真度的要求,需要在20赫~20千赫的范围内输出信号频响比较均匀。一般人的耳朵可以听得到的最低频率是在16~32赫之间,而可听到的高频范围一般则在16千赫~32千赫之间。但就可懂度而论,有从200~3400赫这个频率范围就足够了。人们相互对话的频率大约在62赫~8千赫之间。当音频带内的频率不能全部听到时,最好采用低音端和高音端同时压缩的方法。换句话说,如果高音端的截止频率是3500赫,低音端的截止频率最好用200赫,而不要用20赫;同样,如果高音端的截止频率是20千赫,低音端的截止率最好用20赫,而不要用200赫。尽管200到3500赫这个频率范围使人听起来不那么完全“逼真”,然而,仅单方面扩展低频频响或者单方面扩展高频频响,放出的声音失真更大。一些年轻人可以听见的最高频率可达23千赫。随着年龄的增长,人耳对于高音的反应能力逐渐减弱,上了60岁的人就很难听到8千赫以上频率的声音了。一般来讲,绝大部分人对于从1千赫到4千赫这个范围里的频率最为敏感。

尽管80赫到8千赫这个频率范围不能看作是高保真的频率范围,但是这个范围完全能够产生相当逼真的效果。一个口径为100毫米(4英寸)的纸盆式扬声器的额定频响是从30赫到17千赫;150毫米(6英寸)的额定频响是从50赫到17千赫。150毫米(6英寸)的中音喇叭的额定频响为700赫到6千赫;250毫米(10英寸)的同样结构的低音喇叭的额定频响为30赫到4千赫。效率较高的高音号筒的额定频响为4千赫到16千

赫。因此，要一个组合式的扬声器系统在低音段获得足够的输出功率时，至少应使用一个低音喇叭和一个高音喇叭，这样才能覆盖住高保真度的频响范围。同轴式扬声器是在一个大喇叭之中安装了一个高音喇叭。三声道的同轴式扬声器是在一个低音喇叭里安装了一个高音喇叭和一个中音喇叭（见图1-4），其典型频率范围为35赫到17千赫。比较高级的高音喇叭高音输出达40千赫，380毫米（15英寸）的低音喇叭的低频频响可达20赫

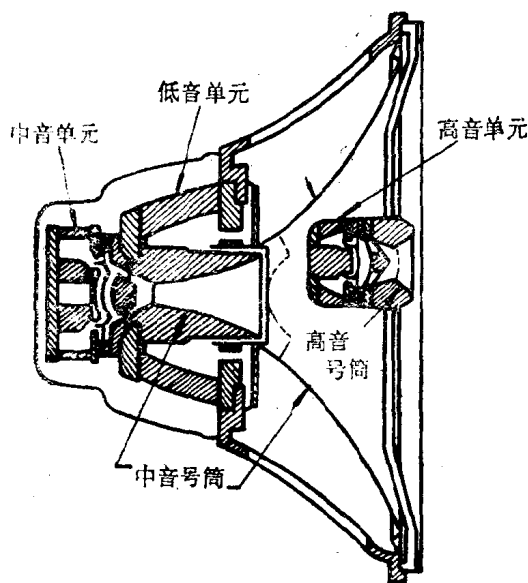


图1-4 典型的三声道同轴式扬声器的截面图

不带音箱的纸盆喇叭不可能有较均匀的频响。在其响应范围的低端有可能产生尖峰响应，特称之为大气共振频率（见图1-5）。而用一个适当大小的音箱就可以使这个共振峰消除或减小。一般典型的低音喇叭在20到110赫的频率范围

内，有一个这样的大气共振频率。另外，音箱设计得不适当，也可能产生这种不良的共振。当在一个无回声的房间作试验时，某一扬声器系统具有均匀的频响特性，但换到一个较小房间里时，同一个扬声器系统的低频响应就可能显得非常之弱。这种情况是由于小房间里有多种低频共振频率、声能的有效低频辐射频带较窄的缘故而造成的。无回声的房间是一种专供实验用的声室，声能碰到这种房间的墙上实际已被全部吸收。

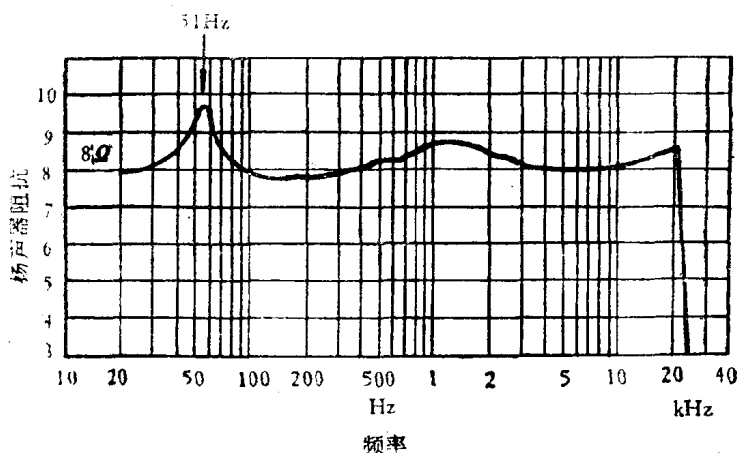


图1-5 典型的扬声器阻抗随频率变化的曲线

1.3 基本室内音质

任何房间都能产生混响，并且有多种共振频率，其混响时间取决于该房间所具有的吸声作用的大小，混响时间是指

声波从其原始强度衰减60分贝所需要的时间。发生混响的结果使个别频率的声波在室内的某个位置上被部分抵消掉。一个房间内的共振频率主要取决于房间的大小。如果某房间的墙壁、地板和天花板能对声波起反射作用，就能产生明显的回声，要声波衰减下来就需较长的时间，原来的声波可从多方向抵达收听者，如图1-6所示。这样，由于混响时间太长，使声音信号的清晰度受到削弱。

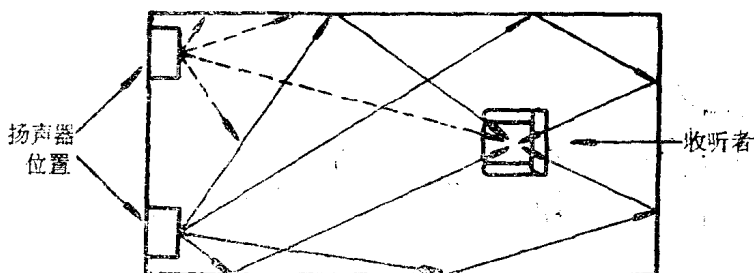


图1-6 混响和声波的延迟

但是，人的耳朵一般情况下可以容忍一定大小的混响，如果在没有回声的房间里听声音，反会觉得“不自然”。比如一个声音信号从两个方向送达收听者，如果其间的延迟时间不长于25毫秒的话，那么，尽管声波是来自两个方向，收听者还是会感到声源位于声音较大的方向。但是，如果声音延迟太大，收听者就会感到有两个不同的声源。这就是所谓的哈斯效应*。声音在空气里的传播速度大约为340米/秒。房间里使用不同的材料可以控制混响的时间，坚硬的材

* 哈斯效应(Haas effect): 长延时回波的一种现象。

料反射量大，混响的时间加长。而柔软的木料却能够吸收相当大的声能，使混响的时间减小。常见材料的吸声系数如表1-1所示。

表1-1 常见材料的吸声系数

材 料	系 数
窗户打开时	1.00
特殊吸声材料	0.30—0.90
(油)毛毡	0.58
地毯	0.15—0.2
光木	0.04
灰墙	0.033
玻璃	0.027
砖	0.025

房间内的摆设和装备应有足够的柔软材料，如地毯，软垫家具，布帘等，以吸收一定量的声能。然而，室内也应有一些较坚硬的材料，如外露的墙壁，玻璃窗等，以产生充分的回声，取得与音乐厅相似的“混响度”。图1-7是一个较为典型的音室处理方法。注意：大面积的玻璃，诸如窗户等，应用较厚的窗帘盖住。大面积的光墙应该用吸音材料，例如用布帘盖上一部分。应避免用厚地毯把地板全部盖住，可以根据音质的需要，在地板上分散铺一些厚毯。室内可以摆设家具，但不能挨着墙壁。对天花板通常没有什么特别要求，因为混响主要起因于室内周围的墙壁。

在比较嘈杂的高反射性房间里，一般最好使用背后封闭式扬声器，并且背对背地置放，如图1-8所示。另一方面，在回声的房间里，不论是背后封闭的还是开放的扬声器