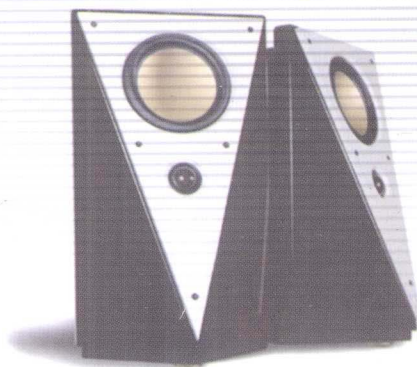


音箱



业余设计与制作

112例

YINXIANG YEYU SHEJI
YU ZHIZUO 112 LI

张庆双 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

音箱业余 设计与制作 112 例

张庆双 编著



机械工业出版社

本书共分为三章。第一章是音箱的组成,介绍了扬声器的种类、结构特点和主要指标参数,箱体的材料与设计类型,分频器的分频频段与种类等内容;第二章是音箱的设计与制作方法,介绍了扬声器单元的正确选用,箱体与分频器的设计、计算方法及音箱的制作方法;第三章是音箱的设计与制作实例,给出了112个音箱的制作实例,最适合不懂或不愿进行公式计算而又想制作音箱的读者参考。

本书内容通俗实用,资料性强,可供广大无线电爱好者和影音发烧友阅读。

图书在版编目(CIP)数据

音箱业余设计与制作 112 例/张庆双编著. —北京:机械工业出版社, 2011.1
ISBN 978-7-111-32886-5

I. ①音… II. ①张… III. ①扬声器系统—设计②扬声器系统—制作
IV. ①TN643

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 259357 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:张俊红 责任编辑:闫洪庆

版式设计:张世琴 责任校对:陈延翔

封面设计:马精明 责任印制:乔宇

北京瑞德印刷有限公司印刷(三河市胜利装订厂装订)

2011 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·10.5 印张·203 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-32886-5

定价:25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066 门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821 封面无防伪标均为盗版

前 言

音箱 (Loudspeaker Enclosure) 也称扬声器箱, 是一种改善扬声器辐射性能的装置。在 Hi-Fi 音响和 AV 家庭影院系统中, 所有的音频信号源经放大器放大输出之后, 最终都要靠音箱来播放演绎。因而, 音箱质量的好坏直接决定着整套音响系统音质的优美程度和耐听程度, 是不容忽视的一个环节。

目前, 市场上销售的音箱品牌众多、款式各异, 但性能良好的音箱, 通常价格也不菲。对于具有一定技术理论和动手能力的音箱爱好者来说, 自制音箱还是比较实惠的。为了让初学者了解音箱的设计和制作技术, 进一步提高业余音箱爱好者的制作水平, 我们编写了本书。

本书共分为三章。第一章是音箱的组成, 介绍了扬声器的种类、结构特点和主要指标参数, 箱体的材料与设计类型, 分频器的分频频段与种类等内容; 第二章是音箱的设计与制作方法, 介绍了扬声器单元的正确选用, 箱体与分频器的设计、计算方法及音箱的制作方法; 第三章是音箱的设计与制作实例, 给出了 112 个音箱的制作实例, 最适合不懂或不愿进行公式计算而又想制作音箱的读者参考。

音箱看似简单易制, 实际却是“易响而难精”。一款好音箱, 不仅是智慧、技术、工艺的结晶, 也是经验与努力的结果, 只要您根据自己的音乐修养和实际需要, 选择合适的扬声器单元和箱体材料, 进行细致的设计、安装和反复调试, 一定能制作出满意的音箱。

本书在编写过程中, 得到了各扬声器和音箱生产厂家的大力支持, 他们提供了大量的参考资料, 在此表示深深的谢意!

由于作者水平有限, 书中不足之处难以避免, 敬请广大读者多提宝贵意见。

编 者

目 录

前言

第一章 音箱的组成	1
第一节 扬声器	1
一、扬声器的分类	1
二、电动式扬声器	2
三、扬声器的基本参数	9
四、典型扬声器简介	12
第二节 箱体	21
一、箱体的设计类型	21
二、箱体材料	25
第三节 分频器	27
一、分频频段	27
二、功率分频器与电子分频器	27
三、滤波器、阻抗补偿器与衰减器	29
四、分频点与分频斜率	31
第二章 音箱的设计与制作方法	33
第一节 扬声器单元的选用	33
一、低音扬声器的选用	33
二、中音扬声器的选用	35
三、高音扬声器的选用	35
第二节 音箱的设计	36
一、密闭式音箱的设计	36
二、倒相式音箱的设计	39
三、带通式音箱的设计	45
四、箱体外形尺寸比例的确定	48
第三节 分频器的设计	49
一、分频点与分频斜率的正确选取	49
二、功率分频器的设计与计算方法	50
三、电子分频器的设计与计算方法	59
四、阻抗补偿器和衰减器的设计与计算	62
第四节 音箱的制作	64
一、箱体的制作	64

二、分频器的制作与安装	68
三、吸音材料的铺设	71
四、箱体外观的装饰	71
五、脚钉与音箱架的制作	72
第三章 音箱的设计与制作实例	74
第一节 倒相式音箱制作实例	74
一、二分频倒相式书架音箱 (一)	74
二、二分频倒相式书架音箱 (二)	75
三、二分频倒相式书架音箱 (三)	75
四、二分频倒相式书架音箱 (四)	76
五、二分频倒相式书架音箱 (五)	77
六、二分频倒相式书架音箱 (六)	77
七、二分频倒相式书架音箱 (七)	78
八、二分频倒相式书架音箱 (八)	79
九、二分频倒相式书架音箱 (九)	79
十、二分频倒相式书架音箱 (十)	80
十一、二分频倒相式书架音箱 (十一)	81
十二、二分频倒相式书架音箱 (十二)	81
十三、二分频倒相式书架音箱 (十三)	82
十四、二分频倒相式书架音箱 (十四)	82
十五、二分频倒相式书架音箱 (十五)	83
十六、二分频倒相式书架音箱 (十六)	83
十七、二分频倒相式书架音箱 (十七)	83
十八、二分频倒相式书架音箱 (十八)	84
十九、二分频倒相式书架音箱 (十九)	85
二十、二分频倒相式书架音箱 (二十)	85
二十一、二分频倒相式书架音箱 (二十一)	86
二十二、二分频倒相式书架音箱 (二十二)	87
二十三、二分频倒相式书架音箱 (二十三)	88
二十四、二分频倒相式书架音箱 (二十四)	88
二十五、二分频倒相式书架音箱 (二十五)	89
二十六、三分频倒相式书架音箱 (一)	90
二十七、三分频倒相式书架音箱 (二)	91
二十八、三分频倒相式书架音箱 (三)	91
二十九、二分频倒相式落地音箱 (一)	92
三十、二分频倒相式落地音箱 (二)	93
三十一、二分频倒相式落地音箱 (三)	94
三十二、二分频倒相式落地音箱 (四)	95

VI 音箱业余设计与制作 112 例

三十三、二频倒相式落地音箱 (五)	95
三十四、二频倒相式落地音箱 (六)	96
三十五、二频倒相式落地音箱 (七)	97
三十六、二频倒相式落地音箱 (八)	98
三十七、二频倒相式落地音箱 (九)	98
三十八、二频倒相式落地音箱 (十)	99
三十九、二频倒相式落地音箱 (十一)	99
四十、二频倒相式落地音箱 (十二)	100
四十一、二频倒相式落地音箱 (十三)	101
四十二、二频倒相式落地音箱 (十四)	101
四十三、二频倒相式落地音箱 (十五)	103
四十四、二频倒相式落地音箱 (十六)	104
四十五、二频倒相式落地音箱 (十七)	104
四十六、三分频倒相式落地音箱 (一)	105
四十七、三分频倒相式落地音箱 (二)	106
四十八、三分频倒相式落地音箱 (三)	106
四十九、三分频倒相式落地音箱 (四)	107
五十、三分频倒相式落地音箱 (五)	108
五十一、三分频倒相式落地音箱 (六)	109
五十二、三分频倒相式落地音箱 (七)	110
五十三、三分频倒相式落地音箱 (八)	110
五十四、三分频倒相式落地音箱 (九)	112
五十五、三分频倒相式落地音箱 (十)	112
第二节 密闭式音箱制作实例	113
一、二频密闭式书架音箱 (一)	113
二、二频密闭式书架音箱 (二)	114
三、二频密闭式书架音箱 (三)	114
四、二频密闭式书架音箱 (四)	115
五、二频密闭式书架音箱 (五)	115
六、二频密闭式书架音箱 (六)	116
七、二频密闭式书架音箱 (七)	117
八、二频密闭武式书架音箱 (八)	118
九、二频密闭式书架音箱 (九)	118
十、二频密闭式书架音箱 (十)	119
十一、二频密闭式书架音箱 (十一)	120
十二、三分频密闭式书架音箱	121
十三、二频密闭式落地音箱	121
十四、三分频密闭式落地音箱 (一)	122

十五、三分频密闭式落地音箱 (二)	123
第三节 混合式音箱制作实例	124
一、二分频混合式落地音箱 (一)	124
二、二分频混合式落地音箱 (二)	125
三、三分频混合式落地音箱 (一)	125
四、三分频混合式落地音箱 (二)	127
五、三分频混合式落地音箱 (三)	127
六、三分频混合式落地音箱 (四)	129
七、三分频混合式落地音箱 (五)	130
八、三分频混合式落地音箱 (六)	130
九、三分频混合式落地音箱 (七)	132
十、四分频混合式落地音箱	133
第四节 加载式音箱制作实例	135
一、二分频 QWL 加载式落地音箱 (一)	135
二、二分频 QWL 加载式落地音箱 (二)	135
三、二分频 QWL 加载式落地音箱 (三)	135
四、二分频 QWL 加载式落地音箱 (四)	137
五、二分频 QWL 加载式落地音箱 (五)	138
第五节 迷宫式音箱制作实例	138
一、二分频迷宫式音箱	138
二、二分频迷宫式落地音箱	138
三、二分频准迷宫式落地音箱 (一)	140
四、二分频准迷宫式落地音箱 (二)	140
第六节 指数号筒式音箱制作实例	141
一、二分频指数号筒式书架音箱	141
二、二分频指数号筒式落地音箱 (一)	142
三、二分频指数号筒式落地音箱 (二)	142
第七节 空纸盆式音箱制作实例	144
一、二分频空纸盆式音箱 (一)	144
二、二分频空纸盆式音箱 (二)	144
三、三分频空纸盆式音箱	145
第八节 超重低音音箱制作实例	146
一、带通式超重低音音箱 (一)	146
二、带通式超重低音音箱 (二)	147
三、带通式超重低音音箱 (三)	147
四、带通式超重低音音箱 (四)	148
五、带通式超重低音音箱 (五)	148
六、带通式超重低音音箱 (六)	149

七、带通式超重低音音箱 (七)	149
八、倒相式超重低音音箱 (一)	150
九、倒相式超重低音音箱 (二)	150
十、倒相式超重低音音箱 (三)	151
十一、密闭式超重低音音箱 (一)	152
十二、密闭式超重低音音箱 (二)	152
十三、号筒式超重低音音箱 (一)	153
十四、号筒式超重低音音箱 (二)	153
十五、空纸盆式超重低音音箱	154
第九节 家庭影院音箱制作实例	154
一、家庭影院音箱 (一)	154
二、家庭影院音箱 (二)	158
三、家庭影院音箱 (三)	162
四、家庭影院音箱 (四)	166
五、家庭影院音箱 (五)	170
六、家庭影院音箱 (六)	174
七、家庭影院音箱 (七)	178
八、家庭影院音箱 (八)	182
九、家庭影院音箱 (九)	186
十、家庭影院音箱 (十)	190
十一、家庭影院音箱 (十一)	194
十二、家庭影院音箱 (十二)	198
十三、家庭影院音箱 (十三)	202
十四、家庭影院音箱 (十四)	206
十五、家庭影院音箱 (十五)	210
十六、家庭影院音箱 (十六)	214
十七、家庭影院音箱 (十七)	218
十八、家庭影院音箱 (十八)	222
十九、家庭影院音箱 (十九)	226
二十、家庭影院音箱 (二十)	230
二十一、家庭影院音箱 (二十一)	234
二十二、家庭影院音箱 (二十二)	238
二十三、家庭影院音箱 (二十三)	242
二十四、家庭影院音箱 (二十四)	246
二十五、家庭影院音箱 (二十五)	250
二十六、家庭影院音箱 (二十六)	254
二十七、家庭影院音箱 (二十七)	258
二十八、家庭影院音箱 (二十八)	262
二十九、家庭影院音箱 (二十九)	266
三十、家庭影院音箱 (三十)	270
三十一、家庭影院音箱 (三十一)	274
三十二、家庭影院音箱 (三十二)	278
三十三、家庭影院音箱 (三十三)	282
三十四、家庭影院音箱 (三十四)	286
三十五、家庭影院音箱 (三十五)	290
三十六、家庭影院音箱 (三十六)	294
三十七、家庭影院音箱 (三十七)	298
三十八、家庭影院音箱 (三十八)	302
三十九、家庭影院音箱 (三十九)	306
四十、家庭影院音箱 (四十)	310
四十一、家庭影院音箱 (四十一)	314
四十二、家庭影院音箱 (四十二)	318
四十三、家庭影院音箱 (四十三)	322
四十四、家庭影院音箱 (四十四)	326
四十五、家庭影院音箱 (四十五)	330
四十六、家庭影院音箱 (四十六)	334
四十七、家庭影院音箱 (四十七)	338
四十八、家庭影院音箱 (四十八)	342
四十九、家庭影院音箱 (四十九)	346
五十、家庭影院音箱 (五十)	350
五十一、家庭影院音箱 (五十一)	354
五十二、家庭影院音箱 (五十二)	358
五十三、家庭影院音箱 (五十三)	362
五十四、家庭影院音箱 (五十四)	366
五十五、家庭影院音箱 (五十五)	370
五十六、家庭影院音箱 (五十六)	374
五十七、家庭影院音箱 (五十七)	378
五十八、家庭影院音箱 (五十八)	382
五十九、家庭影院音箱 (五十九)	386
六十、家庭影院音箱 (六十)	390
六十一、家庭影院音箱 (六十一)	394
六十二、家庭影院音箱 (六十二)	398
六十三、家庭影院音箱 (六十三)	402
六十四、家庭影院音箱 (六十四)	406
六十五、家庭影院音箱 (六十五)	410
六十六、家庭影院音箱 (六十六)	414
六十七、家庭影院音箱 (六十七)	418
六十八、家庭影院音箱 (六十八)	422
六十九、家庭影院音箱 (六十九)	426
七十、家庭影院音箱 (七十)	430
七十一、家庭影院音箱 (七十一)	434
七十二、家庭影院音箱 (七十二)	438
七十三、家庭影院音箱 (七十三)	442
七十四、家庭影院音箱 (七十四)	446
七十五、家庭影院音箱 (七十五)	450
七十六、家庭影院音箱 (七十六)	454
七十七、家庭影院音箱 (七十七)	458
七十八、家庭影院音箱 (七十八)	462
七十九、家庭影院音箱 (七十九)	466
八十、家庭影院音箱 (八十)	470
八十一、家庭影院音箱 (八十一)	474
八十二、家庭影院音箱 (八十二)	478
八十三、家庭影院音箱 (八十三)	482
八十四、家庭影院音箱 (八十四)	486
八十五、家庭影院音箱 (八十五)	490
八十六、家庭影院音箱 (八十六)	494
八十七、家庭影院音箱 (八十七)	498
八十八、家庭影院音箱 (八十八)	502
八十九、家庭影院音箱 (八十九)	506
九十、家庭影院音箱 (九十)	510
九十一、家庭影院音箱 (九十一)	514
九十二、家庭影院音箱 (九十二)	518
九十三、家庭影院音箱 (九十三)	522
九十四、家庭影院音箱 (九十四)	526
九十五、家庭影院音箱 (九十五)	530
九十六、家庭影院音箱 (九十六)	534
九十七、家庭影院音箱 (九十七)	538
九十八、家庭影院音箱 (九十八)	542
九十九、家庭影院音箱 (九十九)	546
一百、家庭影院音箱 (一百)	550

第一章 音箱的组成

音箱主要由扬声器、箱体和分频器等组成。

第一节 扬声器

扬声器（Speaker）通常称“喇叭”，是一种把电能转换为声能并在空气中辐射到远处的电声换能器。

扬声器在电路中的文字符号用字母 BL 表示，其电路图形符号如图 1-1 所示。

一、扬声器的分类

扬声器根据驱动方式（即换能方式）、振膜结构和材料、振膜形状、重放频带、声波的辐射方式、磁路形式、磁路性质等的不同，可分为多种类别，见表 1-1。

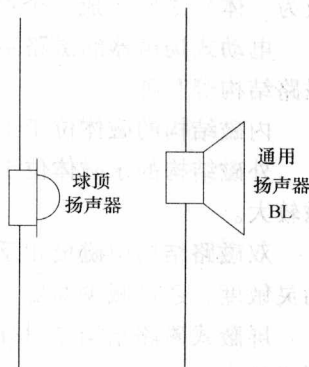


图 1-1 扬声器的电路图形符号

表 1-1 扬声器的分类

分类方式	类 型
按驱动方式分类	电动式扬声器、压电式扬声器、电磁式扬声器、电容式扬声器、离子式扬声器、静电扬声器、压电扬声器、磁致伸缩扬声器、数字式扬声器、气流调制式扬声器
按振膜结构和材料分类	单纸盆扬声器、复合纸盆扬声器、铝盆扬声器、复合号筒扬声器、同轴扬声器
按振膜形状分类	锥盆式扬声器、球顶式扬声器、平板式扬声器、平膜式扬声器、带式扬声器
按重放频带分类	高频扬声器、中频扬声器、低频扬声器、全频带（全音域）扬声器
按声波的辐射方式分类	直接辐射式扬声器、间接辐射式扬声器
按磁路形式分类	内磁式扬声器、外磁式扬声器、双磁路式扬声器、屏蔽式扬声器
按磁路性质分类	铁氧体磁体扬声器、钕铁硼磁体扬声器、铝镍钴磁体扬声器、直流励磁扬声器

二、电动式扬声器

电动式扬声器是家用音响系统中应用最多的一种，它是利用通电导体（音圈）和恒定磁场之间的相互作用力使振膜振动而发声的。

下面介绍电动式扬声器的结构特点。

电动式扬声器由磁路系统、振动系统和辅助系统等组成。

磁路系统由磁体、上下夹板和导磁心（柱形铁心）组成。磁体的作用是在扬声器磁气隙中产生一个具有一定磁感应密度的恒磁场。上下夹板和导磁心的作用是给磁体所产生的磁场提供一个磁回路，并在上夹板和导磁心（通常与下夹板为一体）之间形成一个均匀的环形磁气隙。

电动式扬声器的磁路系统主要分内磁结构、外磁结构、双磁路结构和屏蔽式磁路结构等几种。

内磁结构的磁体位于工作气隙内，其优点是漏磁较小。

外磁结构的永磁体位于气隙之外，可满足工作气隙直径较大的要求，但其漏磁较大。

双磁路结构由磁极相反的两部分组成，它可以提高磁间隙的磁通量和扬声器的灵敏度，还可减少漏磁。

屏蔽式磁路结构是对外磁和双磁路等结构的磁体进行磁屏蔽等防磁处理，使漏磁最小。

振动系统由振膜、音圈、定位支片、防尘罩和折环等组成。

音圈是扬声器的驱动部件，大多数是用漆包线在圆柱形骨架（有纸质、铝镁合金和 KAP-TON 高分子材料等）上绕制而成。当音频电流通过音圈时，音圈产生随音频电流而变化的磁场。这一变化的磁场与扬声器磁体的磁场发生相吸或相斥作用，导致音圈产生机械振动，从而带动振膜振动而发出声音。

定位支片的外端与扬声器支架相连，内孔与音圈和锥盆相互粘接在一起，它用来保持音圈在扬声器磁气隙中的正确位置，还可防止灰尘进入磁气隙内。

防尘罩除防尘外，还可改善扬声器的高频特性。

折环多应用于低、中音锥盆扬声器中，主要用来改善扬声器的低频特性，同时也起到保护振膜的作用。

辅助系统包括支撑架（振膜支架）、垫片（压圈）、引线和焊片等。

支撑架通常由薄钢板或铝合金等材料制作，其作用是将振动系统和磁路系统组成一个牢固的整体。

常用的电动式扬声器有锥盆扬声器、球顶扬声器、号筒扬声器、带式扬声器、平板扬声器和同轴扬声器等几种。

1. 锥盆扬声器

锥盆扬声器的特点是结构简单，能量转换效率高。它分为高音、中音、低音和全音域（全频带）四种类型，各类型的基本结构相同，只是扬声器的口径和振膜材料等不同。图 1-2 是电动式锥盆扬声器的结构，其外形如图 1-3 所示。

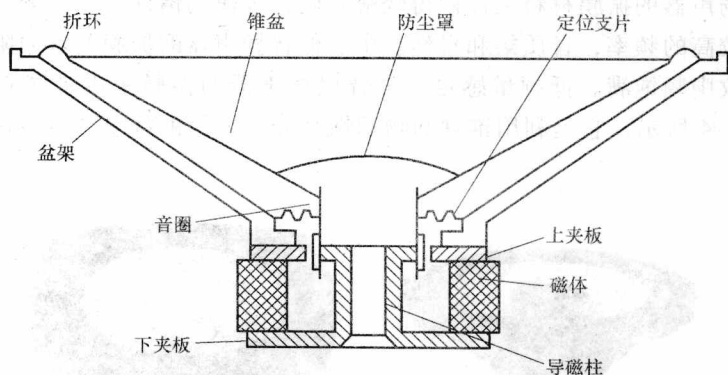


图 1-2 电动式锥盆扬声器的结构

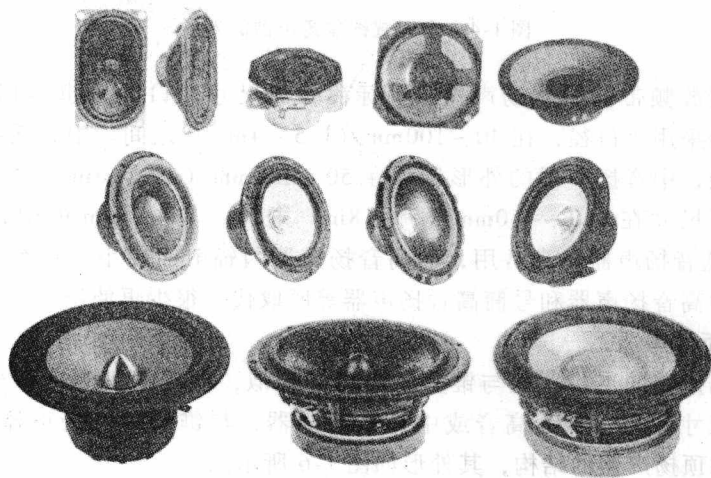


图 1-3 电动式锥盆扬声器的外形

锥盆扬声器的振膜外形有圆形和椭圆形两种，支架外形有圆形、方形（四角正方形）、准方形（八角形）、矩形和椭圆形等几种。支架与振膜均为圆形的扬声器最为常用。

锥盆扬声器的振膜材料以纸浆材料为主流，为了增加其刚性、内阻尼及防水等性能，往往在纸浆中掺有羊毛或木棉、蚕丝、碳纤维、亚麻等材料。随着科学

技术的发展,又出现了新型的非纸浆振膜材料,如聚丙烯、聚苯乙烯、云母碳化聚丙烯、发泡聚丙烯树脂、氯丁树胶、碳纤维编织、防弹布、硬质铝箔、发泡镍、天然生物、CD 波纹、玻璃纤维及 TPX、PMK、DPC、PG、HD-A 等复合材料,使振膜的高性能化在逐步实现。

高音扬声器的振膜材料往往做得轻薄且硬,轻薄则惰性小、高频失真小;硬则能重放较高的频率,音质柔和自然。中、低音扬声器的振膜要求内阻尼大、弹性好,重放中频饱满、低频量感足。全音域扬声器的振膜采用带同心圆折痕形式,如图 1-4 所示,它是利用锥盆的物理性来分音,使锥盆中央出高音、周围出低音。

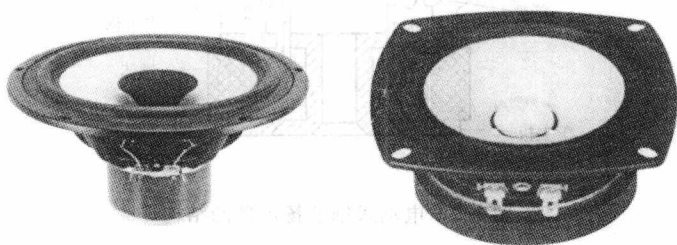


图 1-4 全音域锥盆扬声器的外形

不同重放频带的锥盆扬声器,其标称外形尺寸(口径)也不相同。通常,高音扬声器采用小口径,在 $40 \sim 100\text{mm}$ ($1.5 \sim 4\text{in}^\ominus$) 之间。中、低音扬声器采用较大口径,中音扬声器的外形尺寸在 $50 \sim 130\text{mm}$ ($2 \sim 5.5\text{in}$) 之间;低音扬声器的外形尺寸在 $120 \sim 450\text{mm}$ ($5 \sim 18\text{in}$) 之间。其中, 4in 的中音扬声器和 $5 \sim 12\text{in}$ 的低音扬声器较为常用,而高音扬声器因辐射面较小、效率不高,已基本上被球顶高音扬声器和号筒高音扬声器等所取代,很少再使用。

2. 球顶扬声器

球顶扬声器的工作原理与锥盆扬声器的相似,但其振膜为近似半球形的球面,振膜尺寸较小,多为高音或中高音扬声器,与锥盆低音扬声器配合使用。图 1-5 是球顶扬声器的结构,其外形如图 1-6 所示。

球顶扬声器按振膜的软硬程度可分为软球顶和硬球顶两种。软球顶扬声器的振膜采用蚕丝、丝绢、浸渍酚醛树脂的棉布、化纤、橡胶类及复合材料等,其音质柔和,适合古典音乐的重放;硬球顶扬声器的振膜采用铝合金、钛合金及铍合金等材料,其刚性较强,重放时音质清脆,较适合现代音乐和交响乐。

球顶高音扬声器和球顶中音扬声器的基本结构相同,但后者较前者的后空腔

$^\ominus 1\text{in} = 0.0254\text{m}$ 。

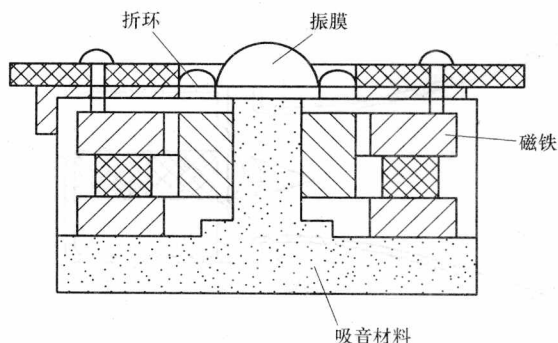


图 1-5 球顶扬声器的结构

(在下夹板后侧设有一个密封的后腔罩)要大一些,通常还填充一些吸音材料,这样可防止振膜凹陷、阻尼低频率的分割振动和空腔内出现驻波。

另外,硬球顶扬声器在高频段时还会出现分割振动和声能减弱。为改善其高频特性,可在振膜内侧粘贴发泡橡胶等阻尼材料或在振膜上增加非磁性材料的折环来均衡。

球顶扬声器的主要特点是重放频带宽,高音可达 25kHz,指向性也较宽,失真小、瞬态特性好,但放音效率与锥盆高音扬声器相比略低。

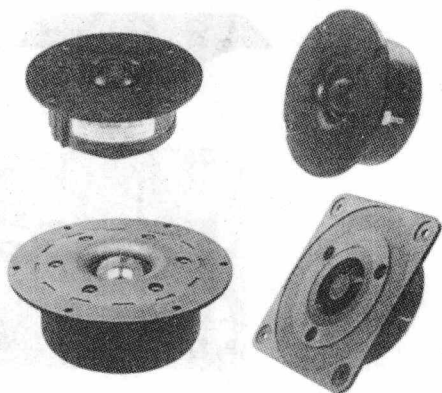


图 1-6 球顶扬声器的外形

3. 号筒扬声器

号筒扬声器也称号角扬声器,其工作原理与锥盆扬声器的一样,但声音的辐射方式不同。锥盆扬声器是由振膜将声音直接辐射出去,而号筒扬声器则是振膜振动后,声音经过号筒再扩散出去,属于间接辐射式。图 1-7 是号筒扬声器的结构,其外形如图 1-8 所示。

号筒扬声器的音头(去掉号筒后)按辐射方向可分为前辐射式和后辐射式;按振膜形状可分为球顶形、反球顶形和环形;按喉塞还可分为单缝隙式、多缝隙式和无喉塞式。

号筒扬声器按号筒形状可分为圆形号筒、指数号筒、锥形号筒、抛物线形号筒、矩形号筒、径向号筒、多格号筒、扁形号筒等多种。

号筒扬声器主要用作中、高频的重放,其特点是辐射效率高,距离远,电声

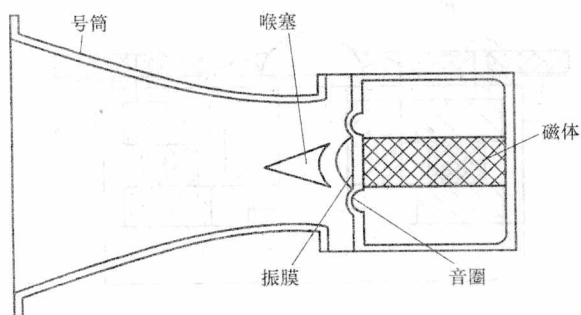


图 1-7 号筒扬声器的结构

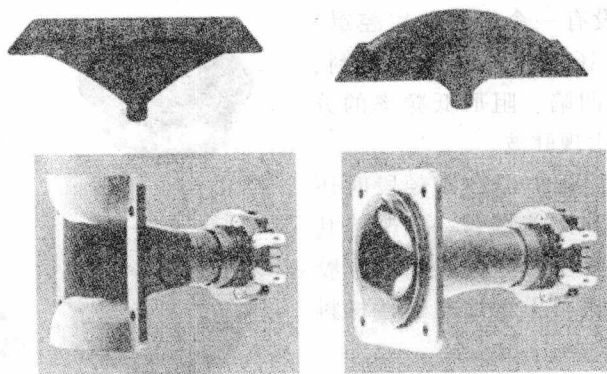


图 1-8 号筒扬声器的外形

转换效率高，中、高频特性好，失真小，但重放频带及指向性较窄，不如锥盆扬声器和球顶扬声器音质柔和。

4. 带式扬声器

带式扬声器采用了带式振膜、印刷线圈和特殊的偶极磁路结构。带式振膜以铝合金或聚酰亚胺薄膜等材料为主，偶极磁路结构由相互平行的条形磁体及多孔导磁极板组成，音圈直接制作在整个带式振膜上，音圈与振膜间直接耦合。当音频电流通过音圈时，音圈产生的交变磁场与磁气隙中的恒磁场相互作用，使带式振膜在磁气隙中上下振动，辐射出声波。

带式扬声器以重放中、高频为主，其响应速度快、失真小、频响平坦均匀、扩散性好、重放音质细腻、层次感好，但是制作工艺较复杂、调校难度大。图 1-9 是带式扬声器的外形。

5. 平板扬声器

平板扬声器的核心是平面振动板，它是采用轻而刚性较强的蜂窝式平板或在

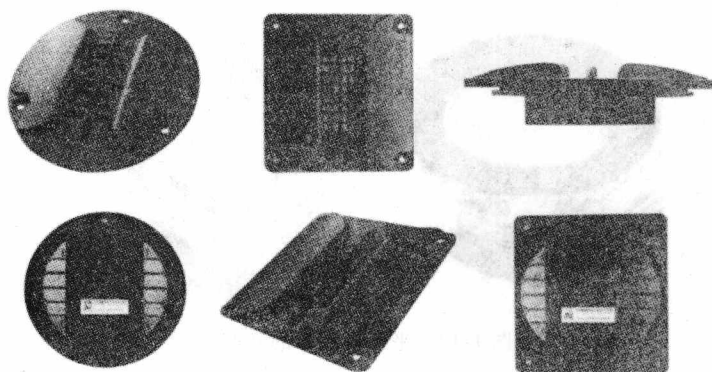


图 1-9 带式扬声器的外形

刚性较强的金属锥形振膜中填充泡沫树脂制成的。图 1-10 是蜂窝式平板扬声器的结构；图 1-11 是填充泡沫树脂的金属锥形振膜式平板扬声器的结构；图 1-12 是平板扬声器的外形。

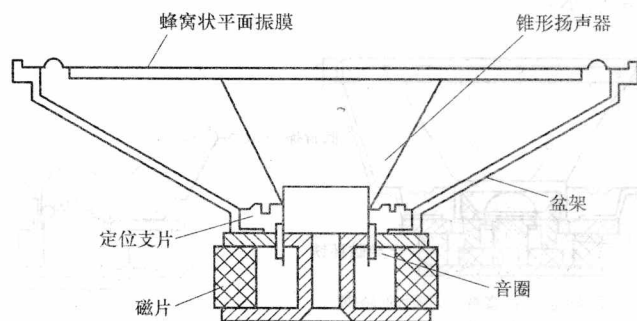


图 1-10 蜂窝式平板扬声器的结构

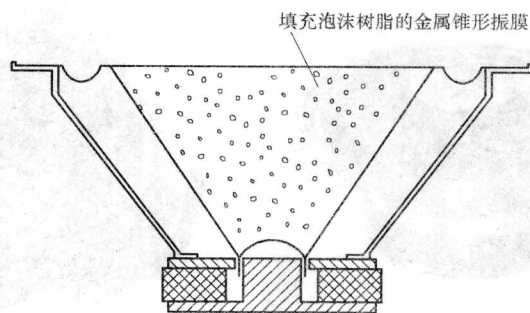


图 1-11 金属锥形振膜式平板扬声器的结构

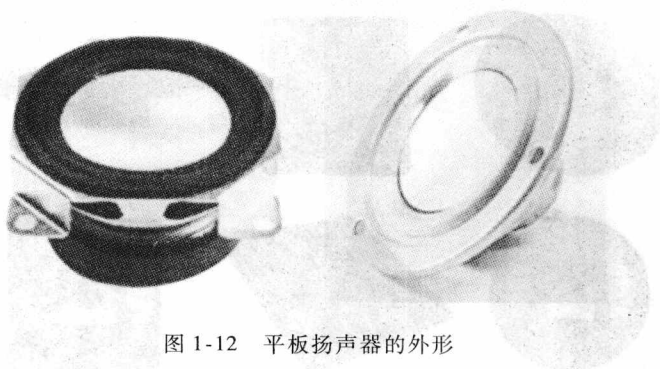


图 1-12 平板扬声器的外形

平板扬声器的特点是振膜为平面，没有前室效应（即锥盆前无小气室谐振），能获得平坦的响应，振动范围宽，相位特性好，失真小。

6. 同轴扬声器

同轴扬声器是指高音单元与低音单元装在一起，并保持两者位于同一中心轴线上的复合扬声器单元，大多数为二分频的结构。图 1-13 是同轴扬声器的结构，其外形如图 1-14 所示。

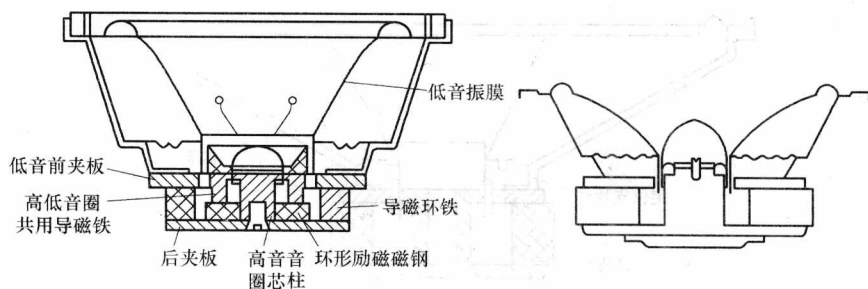


图 1-13 同轴扬声器的结构

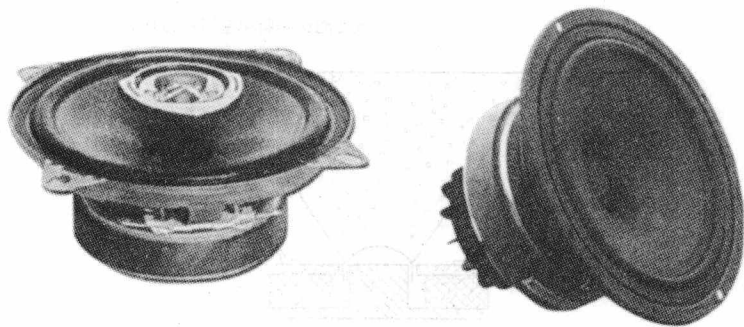


图 1-14 同轴扬声器的外形