

喇叭

馮報本 馮煒然 編著



喇叭

馮 報 本 馮 燁 然 編 著

人 民 郵 電 出 版 社

內 容 提 要

本书敘述了舌簧式、永磁式及高音喇叭等各式喇叭的构造、性能和应用；并介紹了多种喇叭助音箱的实际制作方法。其次敘述了喇叭和收音机、扩音机的接法和阻抗匹配的計算方法，以及如何在播音場地安装和布置喇叭。最后还詳細介紹了舌簧式喇叭、永磁式喇叭及高音喇叭等几种喇叭的修理法。

本书并将若干种国内、国外出产的喇叭的性能和規格列表說明，以供讀者参考。

喇 叭

編 著 者:	馮 报 本	馮 煒 然
出 版 者:	人 民 郵 电 出 版 社	
	北 京 东 四 六 条 13 号	
	(北京市书刊出版业营业許可証出字第〇四八号)	
印 刷 者:	南 京 人 民 印 刷 厂	
发 行 者:	新 华 书 店	

开本 787×1092 1/32	1958 年 10 月 北 京 第 一 版
印張 3 28/32 頁數 62	1965 年 2 月 南 京 第 五 次 印 刷
印 刷 字 数 99,000 字	印 数 47,661—74,710 冊

統一書号: 15045 · 总818—无209

定价: (科 4) 0.39 元

序

广播事業在我国已經成为人民日常生活里的一个重要内容；全国各地每天都有許多人利用無綫电广播、有綫广播和各种扩音机进行学习、工作、听取消息和欢度他們的休息時間。在这些时候，“喇叭”（揚声器）是传达声音的主要工具。

怎样熟識喇叭和使用喇叭，以便收音机、扩音机能很好地發揮它的效率，以及怎样作好喇叭的維護和修理工作，这些在增产节约当中，对于每一个無綫电爱好者和广播站工作者是一项有意义的事情；也是勤儉地办好广播站，搞好業余無綫电实验的一个环节。本書就是以“喇叭”为專門題材，談談喇叭的性能、使用和簡單的維護修理等方法，給具有初中文化程度、已有一些初級电工学基础和制作經驗的無綫电爱好者及广播站、服务站等工作作为通俗的参考讀物；在一些章节上为了解决問題，也介紹了簡易的計算式子。至于一般有关的电工原理等問題，因为不是本書的范围，所以就从略了。

解放以前，我国談不上有無綫电的工業体系，就喇叭而言，也仅能有兩、三种型式的产品，質量不高，磁鋼还要依靠进口。只有在解放之后，在党的关怀和領導之下，加上工人階級的辛勤劳动，克服了許多物質上和技术上的困难，各式国产喇叭已大量出現；特別是近一兩年來，我們已經生产了有一定質量水平的喇叭；目前，在全国各地的广播事業中，使用国产喇叭最多。为此，本書着重說明各种主要国产喇叭，另外还有

一些地方性的产品，种类頗多，規格性能則和国营厂产品差不多，由于篇幅所限，就没有一一列举出来。

此外，也介绍一些较为特殊的喇叭型式，做研究参考的资料。

我們对于喇叭的知識究屬有限，写作中当有許多缺点；同时我国無綫工業正在飞躍进展，書中内容恐怕也远远赶不上时代需要，甚望讀者随时多加指正。

馮报本 馮焯然

一九五八年二月于广州

目 录

序

第一章 喇叭的一般常識	1
一、喇叭和声音	1
二、喇叭的几个特性	2
第二章 各种喇叭的構造和性能	6
一、老式磁铁喇叭	6
二、舌簧式喇叭	7
三、永磁式动圈喇叭	9
四、励磁式动圈喇叭	15
五、号筒式喇叭	17
六、晶体式喇叭	21
七、压缩空气式喇叭	24
八、离子喇叭	25
九、电容式喇叭	27
十、电量喇叭	28
十一、球形动圈式喇叭	28
十二、合組喇叭	29
第三章 助音箱	31
一、最簡單的助音箱——助音板	32
二、方形助音箱	34
三、倒相式助音箱	35

四、曲徑式助音箱	39
五、几种新型助音箱的制作实例	41
1. 牆角式助音箱	41
2. 另一种牆角式助音箱	44
3. 小型助音箱	44
第四章 喇叭和收、扩音机的匹配	44
一、喇叭在收音机电路里的接法	47
二、喇叭在扩音机电路里的接法	50
1. 低阻抗輸送	50
2. 高阻抗輸送	59
3. 喇叭的間歇使用和音量控制	66
4. 喇叭阻抗与輸出变压器不匹配时 所引起的失真及其分头的选接	67
5. 定压輸送	69
第五章 喇叭在播音場地的布置	81
一、喇叭相位的較正	82
二、喇叭在室內的佈置	83
三、喇叭在室外的放置	86
第六章 喇叭的修理	88
一、舌簧式喇叭的修理	89
1. 檢查方法和一般修理	89
2. 紙盆的修理	92
3. 綫圈的拆卸和修理	93
二、永磁式喇叭的修理	96
1. 毛病的檢查	96
2. 紙盆和磁系統的修理	98
3. 音圈的修理和繞制	99
4. 紙盆和音圈的拆卸和修理	102
三、励磁式喇叭的修理	105

1. 檢查方法	105
2. 拆卸和修理	106
四、号筒式喇叭的修理	108
五、喇叭失磁及修理	112
第七章 喇叭的維護	114
一、选择良好的位置来安装喇叭	114
二、喇叭要放在干燥的地方	115
三、喇叭不要过份震动和撞击	116
四、喇叭要注意防止虫害和霉菌	116
五、防止自然环境对喇叭的侵蚀	117
六、要正确地运用喇叭的电气特性	117

第一章 喇叭的一般常識

一、喇叭和声音

在收音机或扩音机中，用以放出声音的那些“喇叭”，無線电書籍上也叫它做“揚声器”。

喇叭是將电能轉变为声音的工具，因为無線电收音机接收的是广播电台的电波，扩音机也是先由話筒（或电唱头）將声音的振动变成电流然后加以放大的，这些音频电流——声音的电流人耳是听不出来的，必需用喇叭將它还还原为声音（或所謂將声音“重放”出来），我們方能听到它是什么。

所謂声音，是指一些物体的机械振动在介质中所引起的彈性波动，例如我們說話的时候，喉头里的声帶振动，作为介体的空气也因之波动起来，耳朵受到这样波动的影响，就能感觉出声音来。喇叭也是这样，当它里面的电气部分受到音频电流的作用，便推动它的振动系統，激动空气，發出和音频电流波形相同的声音来。

声音具备有几种特征：第一，它既是一种振动，所以必然有它的頻率——每秒鐘振动的次数（單位是週/秒或简称“週”，也有用“赫”的），用人耳的感觉來說，就是“音調”。頻率高的，即每秒鐘振动的次数多的就是高音調；頻率低的，即每秒鐘振动次数少的就是低音調；人耳所能觉察的声音頻率的范围，約自 20—20000 週左右，在这范围以外的便不能感觉到。

第二，声音有大小，同一頻率的聲音也有它的强弱，用耳朵来判断的声音大小的程度叫“响度”，不过人耳对于强度相同但頻率不同的声音，会有大小不同的感觉，所以这种辨别只是

主觀的；真正比較聲音大小應該用“聲壓”或“聲強”來表示，聲壓的單位是“巴”，一巴等於在一平方公分的面積上受到一達因的（聲的）壓力。聲強的單位是每平方公分上得到的瓦特數（瓦特/平方公分），即是在一平方公分上得到的聲功率。

第三，不同的物體發出來的聲音，我們能够分辨得出來，這是因為它們各自帶着自己特有的“音色”（又叫“音品”）。比如一架鋼琴和一把小提琴分別奏出同一調子的曲譜，因為它們的音色各不相同，我們很容易聽得出是那種樂器演奏的，因為音樂或語言是由許多不同頻率與聲強的聲音組合起來的，它們又各自不停地變化着。就拿一種單音來說，雖然好像有一定的頻率，但是它仍是包含着許多聲強不同的“輔音”的。輔音的頻率是基本頻率的一些倍數，稱為“諧音”。所包含的各諧音互相之間的強度比例不同，就決定了這個發音體有什麼樣的音色，所以人們能夠將發音體加以辨別。

二、喇叭的幾個特性

喇叭既然是收音機或擴音機發音的工具，如果喇叭的性能不好，那末收、擴音機的裝置就是再好，也不能得到好的聲音效果。喇叭和電路匹配不好，也能發生這種情況，甚或招致損壞。

要很好地使用喇叭，我們必須先明了它的性質，下面我們談幾點喇叭的主要性質。

1. 額定功率 喇叭是將電能轉變成為聲音的工具，也就是說它要消耗一些電能量，去做振動空氣——產生聲音的工作。在一定時間內加到喇叭上的總電能量，就是喇叭的額定功率。額定功率是根據不致使喇叭過分發熱或是發生過度的機械振動來制定的，否則喇叭就要損壞。這個功率是加在喇叭音圈上的

交流电的平均功率，对于不同的频率也有变异，并且这种电流当中有时还有瞬时的峰值，因此喇叭对于这种瞬时的峰值功率的耐受能力也应考虑。

2. 效率 因为在从电能转变为声音的过程中能量是要损耗的。喇叭的效率是指它消耗了一定的电功率，看看能够转变成多少声音的功率出来，亦即放出来的声音功率与输入喇叭的电功率的比值。这个比值大，就说明喇叭在这种能量转变的过程中损失不太大，这个喇叭就有较高的效率。

用喇叭的效率来分辨它的质量固然是很好的，但是测量效率的方法却极为繁难，甚至在实验室中也不容易解决，为了方便起见，我们通常用比较简易的间接方法来进行判断，也就是采用下列的所谓灵敏度来表示。

3. 灵敏度 喇叭的灵敏度是比较容易测定的，这种“普通灵敏度”是指在无限声场上对准喇叭中心轴的某一点所测得的声压，和加在喇叭上的电压的比值。通常都是在距离喇叭中心轴一公尺处测量，这样得到的灵敏度叫做“标准轴灵敏度”。

采用这种灵敏度来衡量喇叭是不够准确的，假如有两个阻抗不同的喇叭，但却测到相同的标准轴灵敏度的时候，如我们所知，阻抗不同的喇叭会消耗不同的电功率，因而它们虽有相同的灵敏度，但却不能有相同的效率，这种灵敏度只有在阻抗相同的喇叭才能适用。为了便于比较阻抗不同的喇叭，必须将阻抗的因素也包括在内，即是用声压对输入电功率平方根的比值来表示。这样得到的灵敏度叫“绝对灵敏度”。采用绝对灵敏度来判别喇叭的效能，可以解决了测量的困难。

喇叭的效率和灵敏度是随着频率而改变的，要全面地品评喇叭的质量，还必需知道喇叭对它的工作频带内的各种频率的灵敏度。

4. 失真 凡是不能逼真地将原来声音重放出来的现象都叫做失真。失真的程度对喇叭的质量有很大影响。

喇叭可能发生的一种失真现象是“频率失真”，这就是喇叭对于某一些频率放声较强，对另一些频率放声较低的不平均现象，这样就破坏了原来声音高低音调响度的比例，使人听起来不够真实，改变了原音的音色和气氛。这是因为构造的关系，我们不能要求喇叭对于各段频率都有很好的响度，当我们选择喇叭的时候，只要它在预定放送的频带内这种不平均度相差不大的就可以，如喇叭是附有这种特性曲线表的就很容易比较出来。

喇叭的另一种失真现象是非线性失真，这是喇叭在放音中发现了原音所没有的新频率成份，即是声音中杂有呼啸、震颤、炸裂等声音，它是随喇叭的放音振动系统位置变动时的振幅特性而来的，振动系统的振动如果和原音声波的形状完全吻合（即所谓有直线性的关系），是不会发生这种失真的。但是变更了这种关系时，就成为这里所说的非线性失真了。它的形成是纯音与谐音的频率相加或相减而产生的，特别是在有大量和音时更为显著。其次由于喇叭本身机械构造的影响或变形等，也会发生其它的失真，如沙哑等。

对于测量这种复杂的失真度，现在的技术还不能完全解决，因而一般喇叭都是不标出失真度的，只有在选择喇叭的时候，用耳朵的主观感觉来辨别，只要没有感觉到失真现象，就可作为切合实用。

5. 放音的方向性 喇叭的放音方向性是指喇叭的声压在它四周的分布情况，就是在发声的各方向上喇叭的灵敏度如何。因为这种方向性的存在，听众在对喇叭中心轴不同的角度上所听到的音响是不相等的，声音的频率愈高，两旁的响度会愈为

減弱，各種型式不同的喇叭有它不同的方向性，在佈置空曠的或較大的放音場所時，根據喇叭的方向性來適當地放置，以使所有的聽眾都獲得正常的响度是需要考慮的。

6. 頻率响应和諧振頻率 人耳能聽聞的音頻範圍也不算小，喇叭只能重放其中的一段頻帶，對於範圍以外的其它頻率不能很好的重放出來，這一段頻帶就是喇叭的頻率响应範圍。此外喇叭的振動系統也有它本身固有的頻率，這是它自己的諧振頻率，如果加在喇叭上面的外來頻率和它的本身頻率相等時，便發生諧振。

各種構造不同的喇叭，有它不同的頻率响应和諧振頻率。

7. 喇叭阻抗 喇叭的阻抗就是在喇叭輸入端所測得的阻抗，這個阻抗隨着輸入喇叭的音頻電流的頻率而變，一般喇叭上所註明的阻抗是指在 400 週時測定的。

喇叭阻抗是喇叭的一個很重要的指標，為了使收、擴音機的輸出級能與喇叭正確的配合，就必須知道喇叭的阻抗值。

上面敘述了喇叭的各種主要特性。因為製造上的條件限制，要求喇叭都具有高度優良的性能是不可能的。尤其是選用定型規格的售品喇叭時，我們最好是按自己使用的要求選擇。在不要求放音質量特別優良的條件下，一般的只要注意喇叭的額定功率和阻抗是否適合就行。如是布置大會場地等用時，還要附帶考慮它的方向性（它多半是決定於喇叭的構造型式和助音箱的形狀，後面還要詳為介紹）。專用於重放語言的喇叭，頻率範圍可以接近於較高音頻的一段，頻帶也可不太寬。用於放音樂的，頻率响应就應較為寬闊，並且要包括較低的頻帶。

第二章 各种喇叭的構造和性能

在这里我們介紹一些喇叭的構造和性能，并依它們的構造分类加以說明和比較。

一、老式磁鉄喇叭

以前收音机开始使用喇叭时，喇叭的結構方面并不是很特殊的，它只是一只大型的耳机加上一个集向器而成（圖 1 甲），内部構造和耳机一般無二，就是在磁極上套有綫圈，当音频电流通过綫圈时，磁力發生相应的变化，吸动上面的薄鉄片，激动空气發出声音。由于集向器的作用，声音可以向一个方向發射，集向器的下部直徑很小，到出口处扩展到很大，这样就使入口处高压低速的声音成为高速低压，向外集中地放射出去，提高放音效率。

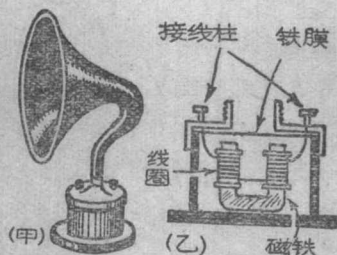


圖 1

喇叭里加有磁鉄的原因，主要是薄鉄膜被吸住

处于緊張状态，可以避免音频电流在下半週时所造成的失真，其次也能增加喇叭的灵敏度。

这种喇叭是借鉄膜發声的，为了增加它的灵敏度，鉄膜和磁鉄間隙应尽可能小，但是这么一来，在發声較大时，鉄膜将会和磁鉄相碰，成为沙啞的声音。但在間隙过大时，喇叭的灵敏度又很低落；为此，有些成品的磁鉄(或薄膜)的位置是可以調整的，用以适合各种不同的需要。此外，由于鉄膜机械性能

和面积的限制，音频响应范围很狭窄，特别对于低音频为甚，并且音质也不良好，所以很久以前就被淘汰。

老式喇叭的线圈的直流阻力多为 2000 欧，直接作为功率放大管的屏极负载，配合当时的电子管 47、12A 等使用。

二、舌簧式喇叭

舌簧式喇叭的主要工作部分是靠舌簧的机械振动而发声的，构造如图 2 的示意。在软铁制成的扁平舌簧外套着一个线圈，舌簧放置在一个磁场中央，当音频电流经过线圈时，舌簧被磁化，受到磁场的作用，便以支钉为中心，左右摆动起来。因为音频电流的变化使舌簧磁化的程度也跟着变化，所以舌簧被吸拒而作的振动也和电流中的声音频率相同，振动的大小则决定于音频电压的强弱，舌簧的另一端用传动杆和一个圆锥形纸盘的尖端相连，这种振动传输到纸盘上，激动空气成为声音。

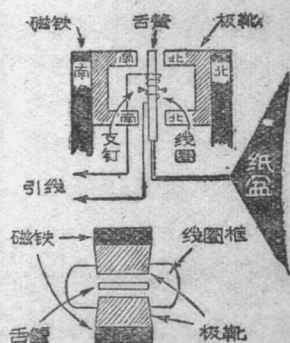


图 2

实际产品的全部构造如图 3。线圈是绕在一个扁平形的胶板框子上，当中留一个长方狭隙，里面竖放着扁方的舌簧，它的中央由支钉支持着（图中未画出），下端焊着传动杆，和一块支片接连，带动另一根传动杆去振动纸盘。

线圈和舌簧放在马蹄形磁铁两端的磁场中，因为它的体积颇大，增大了舌簧和磁极的距离，会影响磁力作用，所以，还须另用两块“U”字形的软铁“极靴”（也叫衔铁）包着，对舌簧

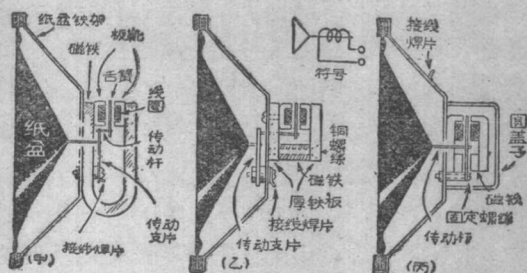


圖 3

上下部造成一个不大的磁隙，借它的磁化加强磁鉄对舌簧的作用和对称，極靴是用螺絲旋牢在磁鉄之上，并借此將綫圈框固定起来，綫圈引綫另行鉚牢在一塊膠木支架上，使用时可在此鉚出引綫。

紙盤外緣用防潮的黏料黏牢在鉄架的邊緣，圓錐体的尖端內外各有一个角度相当的圓錐形小鉄盤黏住，并用空心的小鉚釘鉚牢，傳动桿就鉚牢在它的小孔內，紙盆的邊緣通常还压有一兩道凹溝，使它易于振动，它的直徑愈大，振动空气的范围愈广，音量可以大些，同时也能包括較多的低音振动。

新型的舌簧喇叭的磁場不用馬蹄形磁鉄，而是將一塊强磁鉄夾在兩塊厚鉄板內，它們被磁化后再去感应極靴吸动舌簧（圖 3，乙），这样可以节省一些磁鋼，也便于装拆，天津广播器材厂出品的就是使用这种結構。国产喇叭以采用这种型式为最多。

国产舌簧喇叭还有一种型式，后面是有一个圓盖子的，保护着磁系統和綫圈不致被碰伤或外界影响，構造見圖 3，丙，它的極靴直接伸到磁鉄上磁化，舌簧的下端用螺絲固定着，傳动桿在舌簧的中央鉚出去，这种喇叭的構造較簡單，拆卸也比

較容易。

舌簧式喇叭放音質量比老式磁鉄喇叭好得多，但是它的音頻响应还是狭窄的，在这範圍內失真度也大，尤其是对低音的响应不够好，音頻响应範圍約为 250—3500 周，消耗功率随頻率而变化，額定功率約为 0.2—0.05 瓦左右。諧振頻率約自 160—200 週。

此式喇叭因为極靴的磁隙也不能太大，因而音量过大时舌簧的振动也会碰及極靴而被吸死，使声音沙啞起来。

国产舌簧式喇叭紙盤直徑有 165 毫米（6 吋半）及 202 毫米（8 吋）兩種，綫圈直流电阻为 1,000 欧，对 400 週的标准阻抗是 8,600 欧，可以直接作为电子管的屏極負載（圖 4）；也有直流电阻 200 欧，阻抗为 1,000 欧的。以前有些舌簧的位置可以由后面的一个螺絲調整，当它的位置变动时，可以在此調正。

这种喇叭因为結構簡單，使用簡便，价格低廉，目前正大量使用于我国广大农村的有线广播網及無綫电爱好者的簡單收音机中。

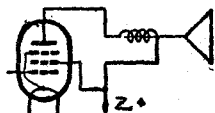


圖 4

三、永磁式动圈喇叭

永磁式动圈喇叭（或称永磁式电动喇叭）的性能比較好，是現在应用最广泛的喇叭。它工作时，主要是依靠“音圈”的振动發声的（圖 5），音圈是一个繞有絕緣导綫（漆包綫）的小圓筒，一端和紙盆相連，另一端大部分套在一个永久磁体内，当音頻电流經過綫圈时，發生的交变磁場和磁体的固定磁場發生吸拒作用，帶动紙盆發生振动，激动空气而成声音。因为音圈的交变磁場是由通过的音頻电流形成的，所以它的振动和音頻