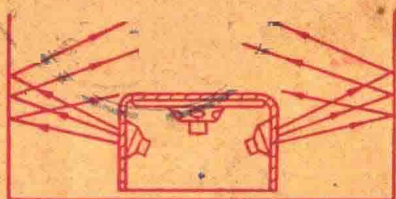


怎样改善 收音机的音质

苏联 M. Д. 刚兹布尔格著
董 克 群 译



人民邮电出版社

苏联
业余无线电
丛书

М. Д. ГАНЗБУРГ
УЛУЧШЕНИЕ ЗВУЧАНИЯ
ПРИЕМНИКА
ГОСЭНЕРГОИЗДАТ
1958

內容說明

本書敘述了一些新式收音機中改善音質的方法。其中介紹了若干種音質優良的新型喇叭的構造和原理，並分析了許多種改善音質的收音機低頻電路。

本書適合於從事收音機音質問題研究的設計人員和較有經驗的業餘無線電愛好者參考。

怎樣改善收音機的音質

著者：蘇聯 М. Д. 剛茲布爾格

譯者：董克群

出版者：人民郵電出版社

北京崇文門外大街 6 號 13 號

(北京市書刊出版業營業許可証出字第 048 號)

印刷者：北京印刷廠

發行者：新華書店

開本 787×1092 1/32

1959 年 7 月北京第一版

印張 2 16/32 頁數 40 插圖 1 1959 年 7 月北京第一次印刷

印刷字數 59,000 字

印數 1—28,500 冊

統一書號：15045·總 1057—無 284

定價：(10) 0.33 元

序 言

当人們說收音机工作得很好，那么所指的不仅是收音机的灵敏度高和選擇性好，同时也指收音机的音質优美。

各种新的寬頻帶声源的出現，如密紋唱片、超短波調頻广播，已經使不久以前在收音机中采用的喇叭和發声系統趕不上要求，不能逼真地放出各种节目。因此，設計師們設計現代收音机时必须特別重視創造各种新型喇叭和發声系統，以放出各种可能的音响，滿足現在的要求。

經過許多次实验，創造出一些寬頻帶喇叭和發声裝置，以及新型的發声系統，不仅扩展了放音頻帶，还展寬了声音輻射的方向。輻射方向的展寬是有决定性意义的，因为在收听音乐节目时，会使收音机的声音更接近乐器本来的声音。輻射定向性小的發声系統，称为“立体声”系統。

这类發声系統的制造，要求同时研究出新式低頻放大电路，以配合發声系統放出高度逼真的声音。結果，就出現了双頻道低頻放大电路、無輸出变压器的末級电路、仿真立体声低頻电路，以及其他各种新式裝置。这些电路不仅提高了收音机的音質，而且使用起来也更加便利了。

近些年来，西德一些公司在改善收音机音質方面取得了極大成績。他們制成了各种新型喇叭和立体声系統，并研究出失真度低、放音頻帶寬的低頻放大电路。本書主要就講一講这些新东西。

其次，为便于讀者实际应用得自本書的知識，本書后一部分中还提出了一些关于如何選擇和裝置立体声系統所用的喇叭以及如何扩展其放音頻帶和設計寬通帶低頻放大器电路的建議，供作参考。

M·剛茲布尔格

目 录

序言

第一章 喇叭

几种現代的喇叭	1
組合喇叭	7
喇叭的新創造	8

第二章 發声系統

簡單發声系統	9
3 D 立体發声系統	11
4 R 立体發声系統	19

第三章 低頻电路

小型收音机的低頻电路	23
分頻道低頻电路	27
單臂輸出的寬頻帶低頻放大器	29
推挽輸出的低頻放大器	35
双頻道低頻放大器	40
新發明的低頻放大器电路	47

第四章 裝置立体声收音机的一些問題

喇叭数量的确定	58
喇叭的布置和安裝	59
立体声系的喇叭的选择	61
选择低頻放大电路的根据	62
音色調节电路的选择	64

第一章 喇叭

收音机的音質好坏，不但决定于其發声系統和电路的各个参数，而且决定于無綫电發送裝置所發送的頻帶。在超短波波段內，頻帶实际上是不受限制的。这就能够用扩展超短波收音机頻率特性曲綫的方法（特別是高音頻），来显著提高音質。但是，如果發音元件（喇叭）的放音頻帶很狹窄，就不可能將放音頻帶展寬。

几种現代的喇叭

能改进收音机音質的一种新式喇叭，就是橢圓形电动喇叭（圖1,a）。与圓形紙盆喇叭比較，橢圓喇叭的主要优点是放音頻帶比較寬。这是由于橢圓形喇叭紙盆各处的曲率半徑不同，使紙盆具有很高的剛性，所以能够很好地輻射高音頻。此外，由于紙盆敞开的角度比較大，所以輻射方向圖①得以扩展。圖1,6 所示水平輻射方向圖中，曲綫1 为直徑180公厘圓形电动喇叭的；曲綫2 为180×210公厘橢圓喇叭的，測量时所用頻率為10,000周。

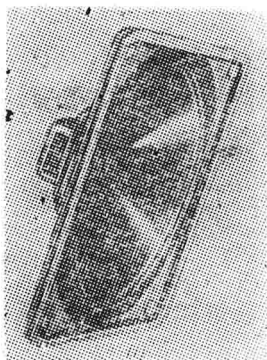
橢圓喇叭除上述优点外，它的頻率特性曲綫的不均匀度也極小。圖1,B 是180×210公厘橢圓喇叭比較理想的頻率特性曲綫，曲綫是在隔声板②上繪制成的；由圖可以看出，当不均匀度為15分貝时，这种喇叭的放音頻帶能达到40—15,000周。这种喇叭若裝入收音机壳內，当然就不能很好地放出这样低的音頻，但低音頻的放声比圓形喇叭仍然要好些。还应当指出，橢圓喇

①② 声学术語，詳見附录4。

叭在提高功率条件下形成的結合音，較圓形喇叭要小得多。

但橢圓喇叭在生产上远比圓形喇叭复杂。因此虽有这許多优点，但从經濟上来看并不总适宜在收音机中采用。

扩展放音頻帶比較簡單的方法，就是在大喇叭內增添一个



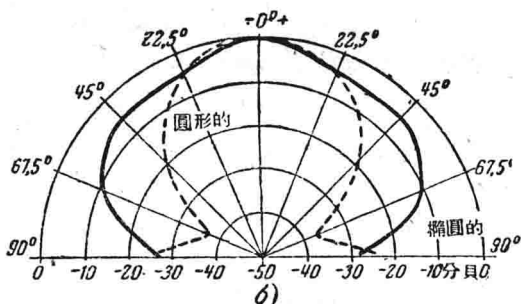
小紙盆。爱好者一定知道，有一种电动喇叭，在它的中央磁心上裝着一只小号筒。在“里加—10”收音机中采用的就是这种喇叭（圖2,a），它的声学参数符合苏联国家标准（ГОСТ）对一級收音机的要求。但此时放音頻帶

圖1 橢圓形电动喇叭及其特性曲綫。

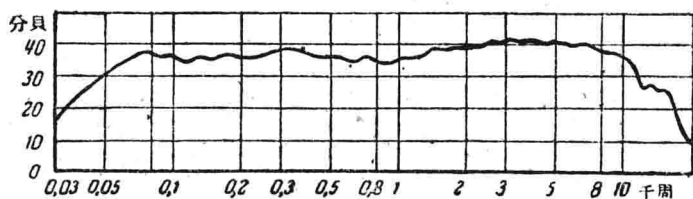
a, 外形；б, 10千周时的輻射方向圖；

в, 頻率特性曲綫。

a)



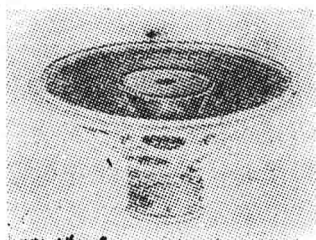
б)



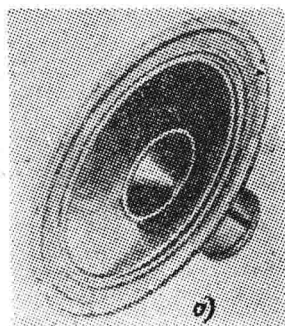
в)

的上限仅为6,500周。为了使喇叭的放音频带更加宽阔，在喇叭中加装一个小的辅助纸盆。这个纸盆固定在主盆的颈部，与主盆一齐振动。这种喇叭称为双纸盆喇叭（圖2,6）。

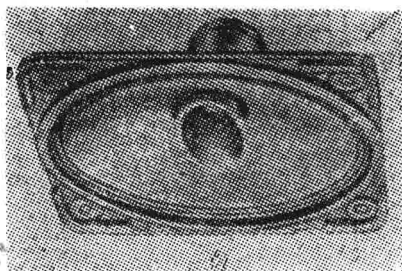
加装小纸盆可以增高活动系统颈部的刚性，从而改善高频的放音。此外，辅助纸盆比主盆小，它本身也是善于放送高频的。因此，高频辐射方向图，也得以展宽。



a)



b)



B)

圖 2 复式电动喇叭

a, 带有小号筒的喇叭;

6, 双纸盆喇叭; B, 双槽圆纸盆喇叭。

辅助盆的形状和尺寸暂时尚無計算法，現在是根据所需的频率特性用試驗方法来确定。最常见的是与主盆形状相同，距离主盆1—3公厘。经过进一步的改进，辅助盆不装在主盆颈部，而装在音圈管上，这时音圈管做得略長一些。

目前外国公司在許多种喇叭上安裝輔助紙盆，橢圓喇叭也不例外。有趣的是，橢圓喇叭最好也裝橢圓形輔助盆，并且其長軸要与主盆長軸相垂直（圖2, B）。已經确定，这样来裝置紙盆，不仅可以在水平面上扩展高音頻輻射方向圖，同时在垂直面上也可以扩展。

为提高收音机所放送頻帶的上限，还常常采用小形晶体喇叭、靜电喇叭和小口徑电动喇叭，配合着較大直徑的放送中、低音用的电动喇叭一起使用。

晶体喇叭最容易制造。其工作原理是利用压电晶体在交变电場作用下發生振动的特性。用酒石酸鉀鈉晶体作的晶体喇叭，苏联很早就已出品，当时是用作有綫广播網的用户喇叭。但是由于这种晶体机械强度不高，而且其特性受温度变化的影响，所以沒有得到推广。外国厂家制成一种压电陶瓷喇叭，这在很大程度上消除了酒石酸鉀鈉晶体喇叭的缺点。

靜电喇叭的構造并不比晶体喇叭复杂很多，但制造却比較困难。圖3示出SKL—100型靜电喇叭的外形和結構。其主要部分是一个振动膜，用聚苯乙烯塑料制成，有复杂的几何形狀，厚度为20微米。振动膜的外面蒙有一層0.1微米的金箔，作为喇叭的一个电極。另一个电極是很細的金屬網，網孔直徑为0.6公厘，此电極形狀与振动膜近似。借助于柱銷和彈簧，使網極始終紧压在振动膜上。結果，就形成一个电容器。金箔和金屬網是兩個極板，聚苯乙烯振动膜就是介質。帶孔的鋼盖和塑料壳把喇叭各个部分構成一个整体。

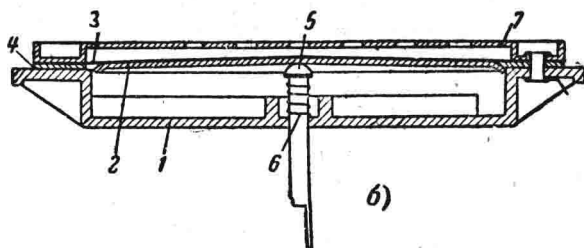
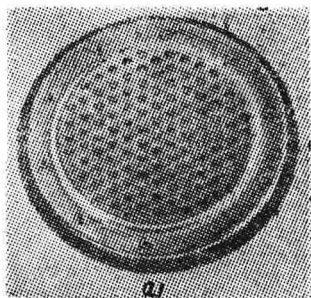
为使靜电喇叭正常工作，要在它的接綫端子上加直流电压（250—300伏）和音頻电压。这两电压加在金箔和金屬網之間，直流电压在兩極之間造成靜电場，由于音頻电压的作用，靜电場的强度随着声頻合拍地改变。因此，作用在兩極間的靜电力

也發生变化，而薄膜即振動發聲。

靜電喇叭的接綫圖示于圖4。直流电压是通过电阻 R_2 取自整流部分最后一个濾波电解电容器。音頻电压取自末級管的屏

圖3 靜電喇叭。

a, 外形; 6, 結構圖; (1, 外壳; 2, 电极; 3, 振动膜; 4, 胶圈; 5, 柱銷; 6, 弹簧; 7, 带孔盖。)



極，并經過 $C_1 R_1 C_2$ 濾波电路加到喇叭的兩电极上。这个濾波器是需要的，它阻止低音頻(低于某型喇叭指定的截止音頻)加到靜電喇叭上，从而显著减低非綫性失真系数。

靜電喇叭的声功率(声压)，与其电极上所加交、直流电位，以及振动系統的电容量有关。当采用平面振动膜时，可动系統的电容量大，于是喇叭的頻率特性曲綫上就形成極明显的凹凸，也就是頻率特性曲綫很不均匀。如果振动膜表面粗糙并且稍稍隆起，就会使它容易振动，并减少可动系統固有电容，从而使喇叭的頻率特性均匀。因此，振动膜要作成具有复杂的几何形狀。此外，要使推动喇叭可动系統的力均匀分布，以削弱諧振現象。所有这些措施，都使得靜電喇叭的頻率特性曲綫

十分均匀。

S K L—100靜电喇叭可动系統的固有电容为1,600微微法。在这种容量时,可获得最大声压;而頻率特性曲綫最均匀。

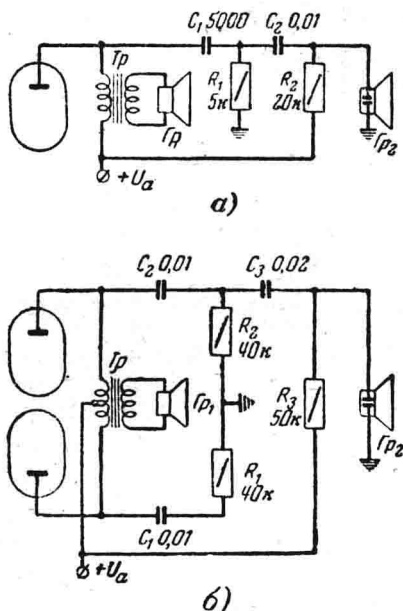


圖4 靜电喇叭接綫圖

a, 单臂輸出时; b, 推挽輸出时。

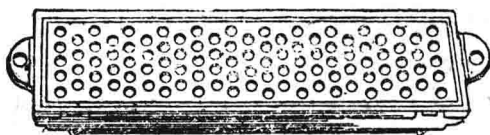


圖5 平型靜电喇叭。

經過进一步改善, 制成了平型靜电喇叭 (圖5)。50×160公厘平型靜电喇叭所發出的声功率等于三个直徑70公厘靜电喇叭發出的声功率。同时它的輻射方向圖要比圓形紙盆喇叭寬闊

得多。

組合喇叭

近來外國廠家制成并更多地收音機內採用組合喇叭，這是由兩個或更多個不同放音頻帶的喇叭構成。這樣構成的組合喇叭能夠有效地放送寬闊的頻帶，并且所占的地方比較小。

圖6,a 示出一種簡單的組合喇叭，是由兩只電動喇叭組成。主喇叭是10瓦、360公厘的，放送中、低音頻。高音頻是由100公厘喇叭放出，小喇叭是固定在主喇叭磁心上面。兩個喇叭的音圈是“同相”并聯。這種組合喇叭可以有效地放出 40—15,000 周頻帶，最大功率為10伏安。

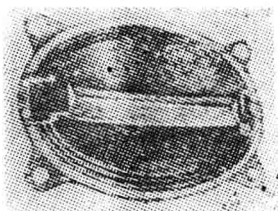
圖6,6所示的組合喇叭是一個 165×245 公厘橢圓電動喇叭，并在紙盆內裝有 52×200 公厘輔助靜電喇叭。后者略呈彎曲，其深度達45公厘；其可動系統的固有電容為2,500微微法，在頻

圖6 組合喇叭

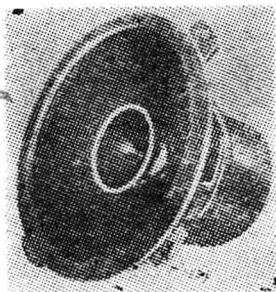
a, 由兩個電動喇叭構成；

6, 由電動喇叭和靜電喇叭構成；

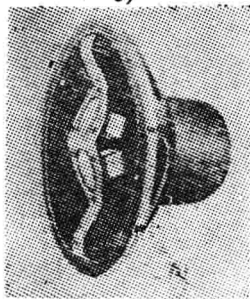
B, 由三個電動喇叭構成。



6)



a)



B)

率7,000周、不均匀度6分貝时方向圖寬度达 135° 。这种組合喇叭可放送頻帶75—10,000周。

圖6, B示出由三个电动喇叭構成的組合喇叭。其中主喇叭为10瓦, 直徑为310公厘。在喇叭的鉄盆上, 裝有一个專用的支架, 在支架上安裝着两个65公厘高音輔助喇叭, 二者之間成一定角度。这种組合喇叭具有均匀的頻率特性曲綫, 有效放音頻帶50—15,000周, 輻射方向圖也很寬闊。

喇叭的新創造

首先应当指出的就是一种完全新式的高阻电动喇叭, 專門用于末級無輸出变压器的放大器中。这是立体声系統中的低音喇叭, 音圈总阻有800欧。这种喇叭的音圈比普通音圈要長, 是用直徑0.045公厘的導綫繞成的。由于加到音圈的电压最大不超过50伏, 所以音圈被击穿的可能性不大。

圖7所示声音壓縮器是最近的新鮮东西(1956—1957年)。它是一对帶有透音孔和切口的導音管, 用来在这个系統中造成必要的衰减和輻射分配。两个導音管是由一个三通管与發音头連接起来的。射入三通管的声波經過導音管, 透過管上的圓孔和切口, 向外傳播。

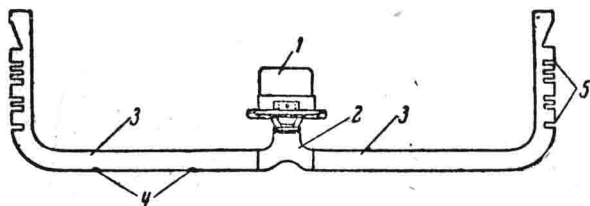


圖7 声壓縮器

1. 發音头; 2. 三通管; 3. 導音管; 4. 透音孔; 5. 切口。

声压缩器的放音頻帶，当非线性失真系数極小时为 500—7,000 周。由于这样狹窄的頻帶，声压缩器可用作特殊立体声系统中的高音輔助喇叭。在收音机中，可以把它裝在匣皮的頂板下面；在某些收音电唱机中，可以裝在匣皮的底板上面。对着这些透音孔和切口，在匣皮側壁和后壁开出相应的开口。

苏联工業部門也研究出并且掌握了許多新式喇叭的生产，这些喇叭可用于立体声收音机和电视机。其中有橢圓形的（1ГД—9、5ГД—14），也有双紙盆的（2ГД—3、4ГД—1 等）。苏联一些喇叭的数据詳見附录 1。

第二章 發声系統

無線电收音机的發声系統，是由一个喇叭（或多个喇叭）和裝喇叭的助音箱構成。对于要求能高質量地放送各种节目來說，喇叭的各个参数、喇叭在助音箱中的位置，以及各組喇叭的相互配合，对于發声系統的質量指标是有密切关系的。同时，助音箱的材料和結構也起着不小的作用。

設計者在选定收音机的發声系統时，应考虑到它的特点：如电路、外壳的形狀、外廓和材料等。例如，在管子少的經濟收音机或小型收音机中，就应只安裝一个或最多兩個喇叭；而在多管高級收音机中，可以采用多个不同型式喇叭組成的复杂發声系統。

簡單發声系統

最簡單的發声系統就是助音箱內裝一只电动喇叭，这在業余收音机中最流行。这种發声系統的音質好坏，主要决定于喇叭的大小、参数与助音箱外廓之間的比例選擇是否恰当。如果

收音机中采用橢圓电动喇叭代替圓形喇叭，那么無疑地音質会得到改善。收音机的电路当然也很重要，电路的通帶寬度应当和喇叭的一样。此外，为了改善音質，必須对發声系統的頻率特性予以校正。例如：喇叭的頻率特性曲綫上有一段占据很寬頻帶的凹下处，則低頻电路在这一段頻帶上应当有相应的凸起。各种失真也起着十分重要的作用。关于失真的問題將在后文詳細講述。

近年来，苏联收音机中开始采用兩只相同的圓形电动喇叭構成的發声系統，喇叭都裝在外壳的前壁，并且發音相位相同。这种發声系統可以稍微扩大低音頻部分的頻帶，并减少收音机頻率特性曲綫的不均匀性。此外，这种系統能利用小喇叭（直徑125—200公厘），从而获得机壳外廓与喇叭尺寸之間的最佳比例。

为了改善这种系統的質量，兩只喇叭的諧振頻率应当相差20—30周。这样，一只喇叭的頻率曲綫上的峰和谷，和另一只喇叭頻率曲綫的谷和峰相互补偿。結果，發声系統的頻率特性曲綫，就比用一只喇叭时要均匀。喇叭在助音板上的位置也是很重要的。实验确定，把喇叭由外壳的兩側壁移到同一側壁（不对称布置），喇叭鉄盆邊緣距离20~50公厘时可获得最佳效果。

在外国收音机中，多采用兩只异型喇叭構成的發声系統。其中主喇叭常采用180—250公厘圓形或 180×210 公厘或更大的橢圓电动喇叭，这主要用来放送中音和低音。輔助喇叭照例只放送高音，是用70—100公厘电动喇叭、靜电喇叭或晶体喇叭。如果主喇叭的放音頻帶足够寬，則兩個异型喇叭構成的發声系統可以使收音机高音頻輻射方向圖有些扩展。圖8示出德律風根公司一种收音机喇叭在壳內布置的情况，并示出这种發声系統的輻射方向圖。

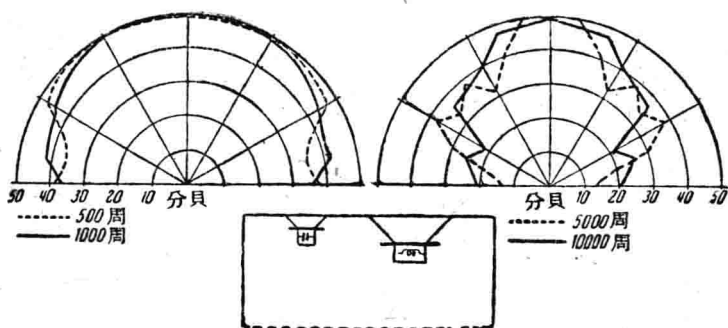


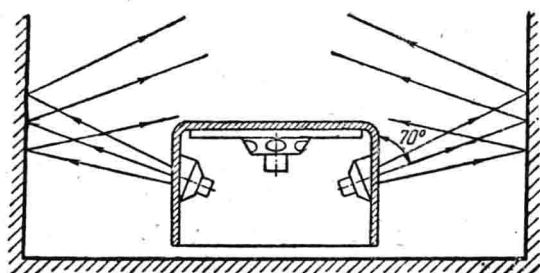
圖 8 兩只不同型式喇叭在收音機機殼內的布置以及這種發聲系統的輻射方向圖。

兩只異型喇叭的發聲系統，雖然能改善收音機的音質，但仍然不能達到逼真的放音。兩只異型喇叭放出的聲音，使高、低音頻加重，因而使收音機的聲音成為生硬不柔和的金屬聲。這是因為頻率曲線的中部凹陷，而這兩只喇叭是不能填補這個凹陷的。

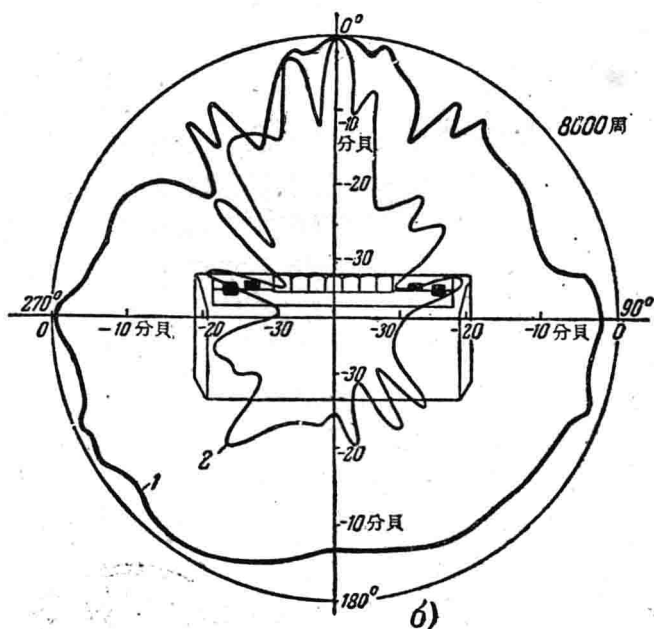
如果加裝第三只中音喇叭，那麼收音機的音色就柔和動聽，最接近電台原來播送的聲音。有趣的是：如果使三個不同型喇叭在收音機殼內的布置和各種樂器在樂隊演奏時所處的位置相對應。即右邊裝置 210×320 公厘橢圓低音喇叭，它對應於吹奏樂器的位置。各種笛子和提琴差不多是在樂隊的中央，與它們相對應的是100公厘中音電動喇叭。同樣大的晶體喇叭裝在左邊，與豎笛和黑管的位置對應；據雜誌說，用這種收音機收聽交響樂，聽者有身臨音樂大廳之感。但應當指出，用三只喇叭時，必須將相應的頻帶加到各個喇叭上，才能獲得良好效果。

3D立體發聲系統

幾只喇叭安裝在同一助音板上，雖然可以改善收音機的聲音



a)



b)

圖 9 可造成立体声效应的发声系统的辐射方向图，以及喇叭在收音机机壳内的布置。

a, 喇叭在收音机机壳内的布置；б, 8,000 周辐射方向图 (1. 三只喇叭时；2. 前壁一只喇叭时)。

学参数，但仍旧会感到声音是由一点（收音机）發出来的。發生这种情况，是由于收音机放送高音頻（1,500—2,000周以上）有十分显著的方向性。如果看一下圖8所示的輻射方向圖就可以看出，低音頻（500和1,000周）在喇叭軸綫的 $\pm 90^\circ$ 範圍內差不多是平均輻射的；而高音頻（5,000和10,000周）就差不多衰减30分貝。这就使我們感到声音有方向性。为要避免这一現象，必須扩展高音頻輻射方向圖。

經過多次試驗，結果找出几种在收音机內布置喇叭的方法，能使高音頻輻射方向圖显著扩展，这种發声系統便称为立体声系統。

立体声系統是怎样工作的呢？圖9,a示出一种立体声收音机內三只喇叭的布置情况。为了得到立体声效应，这里必須用三只喇叭：一只主喇叭，裝在外壳的前壁；兩只輔助喇叭裝在兩側壁上。主喇叭应当只輻射中、低音頻，而側壁喇叭只放出高音，高音由牆壁、窗子和室內家具反射而向各方散射，造成立体声效应。房間仿佛是充滿了乐声，声音的方向性减弱，而声源本身好像比收音机放寬了許多。

上述立体声系統，当三只喇叭裝在同一水平面上时，就叫做3D（由3—Dimension而得名，也就是“立体声”）。最初这种声系統用于布劳本克特公司的“利夫耶拉”和“佛罗里达”收音机中，其中210×320公厘橢圓形主电动喇叭，裝在前壁助音板上；另外側壁裝有兩個直徑95公厘的輔助靜電喇叭。对着这些喇叭在机壳壁上有开口，里面用絲織品裝飾。由于有了兩只輔助喇叭，并將一定頻帶加到它們上面，就使这些收音机的高音輻射方向特性曲綫大大地扩展（圖9,6）。該圖中也繪出同一收音机只用前壁助音板上一只喇叭时的輻射曲綫，以便于比較。

初步試驗，竟如此成功，于是其他公司也紛紛采用这种声