

从话筒到喇叭



В. Ю. 罗金斯基

В. З. 费盖里斯

В.Ю.РОГИНСКИЙ И В.З.ФЕЙГЕЛЬС
ОТ МИКРОФОНА
ДО ГРОМКОГОВОРИТЕЛЯ
ГОСЭНЕРГОИЗДАТ 1955

內 容 提 要

这本小册子是供刚入门的业余无线电爱好者和想一般了解无线电常识的广大读者阅读的。书中简明通俗地叙述了无线电广播和无线电接收的物理过程，如：怎样把声振盪变成电振盪，怎样进行放大、调幅和检波以及怎样把电磁能辐射出去，接收进来，然后再把电振盪变成声振盪等。

从 話 筒 到 喇 叭

原著者：苏联 В. Ю. 罗金斯基
В. З. 费盖里斯
译者：李育宁 黄百钰
校者：董 克 羣
出版者：人 民 邮 电 出 版 社
北京东四区6条胡同13号
印刷者：人 民 邮 电 出 版 社 南 京 印 刷 厂
南京太平路户部街15号
发行者：新 華 書 店

1957年5月南京第一版第一次印刷 1—6,368册
787×1092 1/32 54頁 印張 $2\frac{4}{8}$ 印刷字数44,000字 定价(9)0.26元
★北京市書刊出版業營業許可証出字第〇四八号★
統一書号：15045·总608-无101

從 話 筒 到 喇 叭

蘇 聯 B. IO. 羅 金 斯 基 著
B. 3. 費 蓋 里 斯

李 育 寧
黃 百 鈺 譯

人 民 郵 電 出 版 社

目 錄

序言	(3)
1. 声振盪和声波	(9)
2. 电声变换器	(17)
3. 电子管	(26)
4. 电磁振盪和无綫电波	(35)
5. 无綫电波的傳播	(47)
6. 无綫电發射設備	(53)
7. 无綫电接收設備	(56)
8. 无綫电广播中心	(65)
9. 参考書籍	(68)

序 言

自古以來，人們就幻想着怎樣才能够迅速而可靠地把信息傳送到遠方去。這種幻想反映在無數的民間故事中，例如，奇異的飛毯，能聽見青草怎樣生長的「耳報神」的敏感的耳朵，能看到世界上所發生的一切事情的魔鏡等。在我們這個時代里，所有這些幻想在很大的程度上都已經成為現實了。

奇異的飛毯成了一種普通的嚴格遵守時間的運輸工具——飛機。飛機上裝有幾個《魔鏡》——雷達，靠了它就可以有把握地在黑夜、在霧天中飛行，甚至可以很安全地進行盲目着陸。民間故事中敏感的耳朵，現在就是差不多每家都有的無線電收音機。利用它，我們就可以知道每天發生的大事，欣賞音樂會，收聽報告和講話。只要調整一下收音機，幾分鐘內我們就可以「跑遍」國內，甚至國外的各個城市。

現代的科學技術成就，是和無線電的利用緊密聯繫着的。我們這個時代，可以稱為無線電技術的時代。這個時代最重要的成就之一就是利用無線電來通信；而那種利用《活電話》來通信，即用《口傳》信息的時代已經一去不復返了。

古時候，希臘人為了保衛祖國，在雅典城附近的馬拉松平原上，與波斯軍隊發生了一次戰爭，結果，希臘人粉碎了《不可戰勝的》波斯軍隊。當時，勝利的消息是由一個人一口氣跑了四萬二千一百九十五公尺送到雅典城的。當他跑到城門外時，高

呼了一句《高兴吧！我們勝利了！》后就死去了。現在这样長距離的賽跑也常有，但这并不是为了傳遞消息，而是純粹为了运动。

有很多年，用光來傳遞信息，就是用火炬或用鏡子反射陽光來傳送約定的信号。后一种裝置叫做回光通信器。以后，又發明了一些較為完善的光学通信設備，其中比較特出的是И.П.庫利賓的《信号通报机》，他把这种裝置称为《長途通报机》。

从本質上說，所有的光学通信方式都是一种特殊的接力通信，就是借助于可見的標誌，把信息用約定的信号一站一站地傳送到远方。为了能很清楚地看到信号和標誌，每个傳遞站都建有高塔。在彼得堡和華沙之間就曾經建立了一条这样的通信綫路，沿綫路設有149个高塔，由1908人組成專門的《通报連》進行通信工作。从彼得堡把信号傳送到華沙共需22分鐘。

1896年在俄罗斯曾建立了一条特殊的聲音接力傳遞綫，这是为了把沙皇彼得一世开始加冕的消息从莫斯科傳送到彼得堡去。从莫斯科克里姆林宮到彼得堡的彼得罗巴夫洛堡的全綫上，每隔200公尺左右就有一个士兵，当沙皇在克里姆林宮的加冕礼一开始，第一个士兵就馬上开槍；第二个士兵听到第一个士兵的槍声紧接着也开槍，这样一个接一个地开槍，直到站在彼得罗巴夫洛堡旁的最后一个士兵开槍傳出加冕的消息为止。在該城堡中就放礼炮慶祝。这样把信号从莫斯科傳送出來，一共得花費三小时；

这种通信方式既不方便，又不經濟，速度又慢，并且只适合傳遞簡單的信息。

只有利用了电以后，才有可能創造出又快又可靠的長距离通信工具——电报和电话。創造电气通信的功劳应当属于許多科学家，其中特別值得提出的是俄國科学家。

世界上第一个实际可用的电磁式电报机是 *И.И.* 希林格發明的，后来 *В.С.* 雅科比研究出許多更为完善的电报机，其中一种是印字电报机。现在，有綫电报、有綫电话和傳真电报得到了广泛的应用，但是这些通信工具还不足以保証又迅速又可靠的長途通信。因为它们只能在設有适当綫路的地方使用。只要从奔馳的火車窗口向外看一看，沿綫排列着无数根架有电綫的杆子，你就会理解到有綫通信的缺点了。如果两个通信站間沒有綫路，这怎么办呢？怎样保証空中飛行的飛機与水上航行的船舶之間的通信呢？要知道它們是不能拖着电綫走的。

有綫通信的缺点促使人們去找尋新的通信方法。因此，无线电通信的問題总是吸引着人們的注意，各國的許多大科学家都研究这种通信方法。但是，只有俄國的学者亞歷山大·斯捷潘諾維奇·波波夫才真正實現了无线电通信，創制出无线电通信所必需的設備。

1895年5月7日，*A.C.* 波波夫在俄國物理化学协会上介紹了自己發明的裝置。他作完了报告，公开实验了世界上第一架无线电接收机，并說，今后只要進一步將这种裝置加以改善，就可以用快速的电波把信号送至很远的地方。

现在可說很难找出一个不利用无线电的科学部門和國民經濟部門。无线电技术已經广泛地用于通信、广播、电视、导航、雷达中。自动裝置和遙控机械，无线电天文学，有声电影，以

及高頻電流在工業上的利用（如用來烘干木材，使鋼淬火等）也都是在利用無線電技術的基礎上發展起來的。

在這本小冊子中不可能把無線電技術各種各樣的应用——都談到。所以我們只介紹一下無線電廣播的基本知識。

無線電廣播，就是用無線電設備把音樂、演說、報告、講話和各種消息播送給各界廣大的聽眾。

播送語言的最初試驗，早在1905年 A.C. 波波夫在世時就開始了。可是這問題却長時間未能解決，因為當時採用的無線電發射機是不完善的，是利用火花、電弧或電機式高頻電流發生器。一直到電子管振盪器問世以後，播送語言和音樂才成為可能的事。

在蘇聯，無線電報是在1919年試驗成功的。到1921年，在莫斯科、下諾夫哥羅德（高爾基城）及嘉桑城就開始採用無線電報通信了。1922年春天，開始試驗性地進行了無線電廣播音樂會。

第一批無線電廣播電台的創造者之一是 M.A. 邦奇—布魯耶維奇，他製出世界上第一批水冷式強力無線電電子管，這種電子管就裝在最早的無線電廣播電台內。在發展蘇聯的無線電廣播事業方面，作出了很大貢獻的有：M.B. 舒列金，B.П. 伏洛格金，B.A. 符維堅斯基，A.П. 別爾格，A.П. 明茨以及跟這些科學家一道工作的人們，其中特別值得提出的是 A.П. 明茨。由於他們的努力，蘇聯的無線電廣播事業已佔世界首位。

現代的廣播分為無線廣播和有線廣播兩種；而且同一種節目可以通過許多同時工作的無線電台和有線廣播網來進行廣

播。有線廣播網通常称为无綫電轉播網（虽然这样叫并不恰当）。

在苏联，无綫電广播是用70—80种國內各民族語言來進行的，苏联无綫電台的許多節目常由各人民民主國家的广播电台轉播。无綫電台常广播各种科学技术講座，轉播歌剧、音乐会的实况，詳細地講解有关國際局势的問題，經常报告和預报全國各地区的天气狀況。先進工人、集体農庄庄員和学者也常在电台上向听众介紹他們自己工作中的成就和經驗。

全世界都可以听到苏联的无綫電广播，它播送着为世界和平而斗争的声音——莫斯科和苏联的声音，鼓舞着一切民主和進步的人們为人民的幸福而斗争。

圖1表示无綫電广播的基本途徑(系統)。

这个系統各部分的功用如下：

話筒：話筒裝在无綫電播音室內，它可以把声波变成一种所謂低頻电流。这种电流通常是很弱的，需要用低頻放大器加以放大，再用導綫把它送到无綫電發射机。

話筒常可以用磁帶錄音机來代替，它可放出預先錄在磁帶上的節目。

話筒、磁帶錄音机、低頻放大器以及一些必要的輔助設備，都安裝在无綫電广播中心，即所有節目都在那儿送出的地方。

无綫電發射机：无綫電發射机用來產生高頻电流，这种电流受低頻电流作用(調幅)后，就進入用來向空間發射电磁波的一种裝置，即无綫電台的發射天綫。当高頻电流在天綫中流动

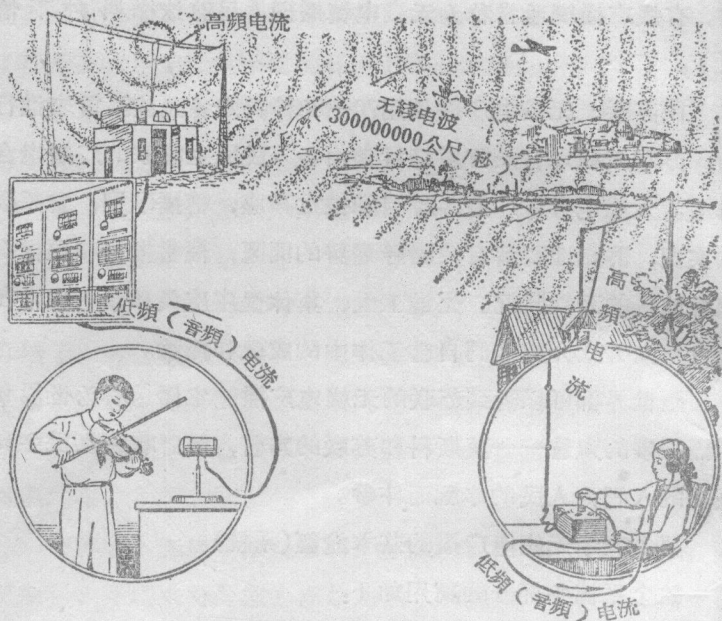


圖 1. 無線電廣播系統示意圖

時，它周圍的空間內就激發出電磁波（無線電波）。

無線電波以光速（約為300,000公里/秒）向各方傳播，當它到達接收天線時，就在它上面感生出電動勢，這個電動勢的變化與發射天線中電流的變化是一致的。

無線電收音機是這樣一種裝置：在它的輸出端裝有一個能把低頻電流變成聲音的喇叭。借助收音機中適當的調諧裝置可選擇各個無線電台。從天線來的電動勢，在收音機中經過各種必要的變換，於是在收音機輸出端所得到的電流，其性質便與話筒或磁帶錄音機電路中電流相同。因而，喇叭發出的聲音也必將與話筒所收集的聲音相同。

有線廣播站的方塊圖如圖 2。這種廣播站的主要機件是強力低頻放大器，它足能供电給所有与它相連的喇叭。廣播站隨功用的不同而有不同的功率，有的只几瓦，有的可达几十千瓦。

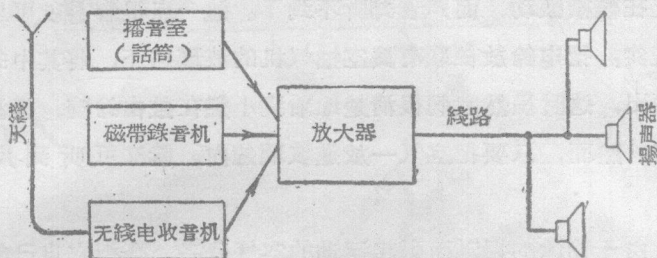


圖 2. 有線廣播站方塊圖

有線廣播站可以用話筒或磁帶錄音機來進行本地廣播，也可以轉播中央無線電播音室或各無線電台的廣播。無線電收音機和天線就是用來轉播無線廣播的。

1. 聲振盪和聲波

聲音和聲波的發生

當電鈴的小錘敲擊鈴碗時，我們就可以聽到聲音，但只要用手一按鈴碗，聲音就會消失。因為只有鈴碗振動時，才聽得到聲音。如果用弦樂器來做這個實驗，就會看得更清楚。譬如，把吉他、三弦琴或東不拉的弦綫彈一下，它就振動并發出聲音。

我們聽到的無論是野草的沙沙聲或樹林的喧鬧聲，鳥兒的

歌唱或潺潺的流水声，汽笛刺耳的尖叫或音乐的优揚旋律——所有这些声音都是与某种物体的振动分不开的。声音就是在空气中傳播着的波。只要把振动着的物体一放到真空內，尽管物体还在繼續振动，而声音却听不到了。这一点很容易就可以得到証实：把电鈴放在联有真空抽气机的玻璃鐘下，將其中的空气抽出，这时虽然我們很清楚地看到小錘在敲击鈴碗，但没有声音。然而，只要把空气一放進玻璃鐘內，就又可听到声音了。

由于物体的振动而引起运动的空气分子，会把它自己的运动傳遞給相隣的其他的分子。当振动着的物体向某一方向运动，譬如从平衡位置向右运动时，就会使物体右边的空气变得稠密，左边的空气变得稀薄些。随后，物体开始向左边运动，这时就使与物体左边相接触的一層空气变得稠密而右边的一層空气則变得稀薄。被迫运动的空气分子將准确地重复物体的振动，并使相隣的空气分子一同振动。結果一層一層的空气將周期地一稀一密地变化。

水面的波浪就更加明顯。水波就象一列交替起伏运动的物体。这种波会在水面上產生，例如可用系在一根細綫上的浮子來激發。如果浮子一振动，那么就会有以它为中心的环形水波發生。这时候水分子并不跟着水波一起向外运动，而只是上下波动。水分子波动的次数將与浮子的振动次数相等。圖 3 所示的是空气波和水波的傳播狀況。

我們可以从圖 3 看出，水面上兩個波峯或波谷間的距离，或是沿空气波傳播方向的兩層密空气層間的距离，是固定不变

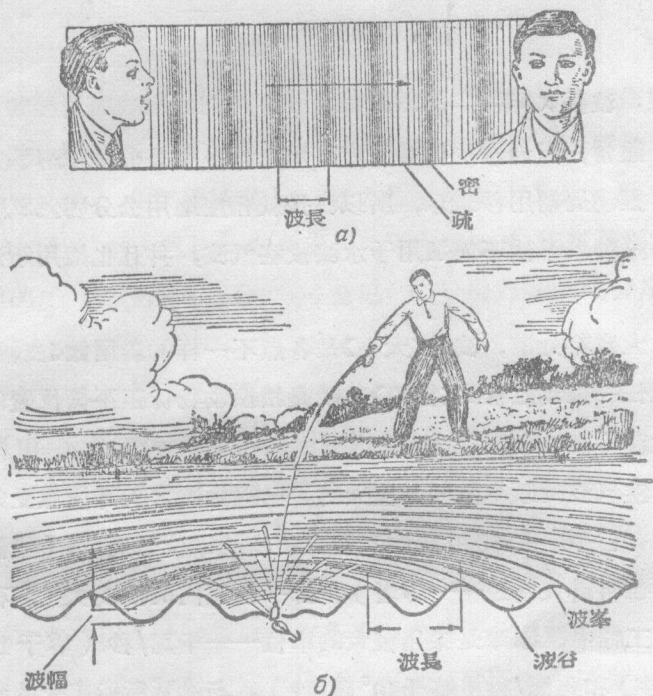


圖 3. 波的傳播

α—在空气中；β—在水面上

的，这个距离就叫做波長。很顯然，波長就是波在完成一次整個振動的時間內所傳播的距離；而完成一次整個振動所用的時間叫做振動的周期(T)。波長可以由下一關係式來求得：

$$\lambda = cT,$$

式中： c ——波在某一介質中的傳播速度；

T ——振動的周期； λ ——波長。

至於振動周期 T ，則可以由振動頻率 f 求出， f 是表示一秒鐘內所完成的振動次數。因為

$$T = \frac{1}{f},$$

所以，波長 $\lambda = \frac{c}{f}$ 。

通常，因为波的傳播速度是用每秒多少公分或公尺來表示，振动周期用秒表示，所以波長就相应地用公分或公尺表示。这种表示法不僅适用于水波或空气波，并且也适用于无线电波。

大家都知道，波的《大小》是各点不一样的。所謂《波幅》或其他任一振动过程的《振幅》，就是指振动物体距平衡位置的最大位移（圖 3）。

空气波的頻率范围是很大的。已經知道，人耳能感受頻率約为每秒 16—16000 周的声音。頻率的單位是周/秒（或簡称周，也叫赫或赫茲——譯者），即一秒鐘內的振动次数。在无线电工程中，頻率是采用較大的單位——千周/秒（等于 10^3 周/秒）和兆周/秒（等于 10^6 周/秒）。与人耳所能感受的頻率范围相应的声波波長約为 21 公尺到 2.1 公分，因为声波在空气中傳播的速度在溫度为 $+18^{\circ}\text{C}$ 时約等于 342 公尺/秒。

除人耳所能感受的声波外，还有低于 16 周/秒的，在可听頻率以下的振动和超过 16000—20000 周/秒的超声頻振动。

声波除了簡單的以外，还可能有复雜的，它的特点是几种頻率的振动同时存在。这种声波是由基頻（頻率最低的）和基頻的倍頻（較高的）組成。后者就叫做基頻的諧波。因为有諧波存在，使我們可以區別出各个人的声音，可使各声音具有特殊的音色或《声調》。

声压和声波的能量

我們已經知道，空气不断交替地被压缩和放松就产生了声波。因此，用压力来表示的空气压缩力，这个概念无疑是具有很大意义的。在工程技术上，压力是用每平方公分公斤（公斤/公分²），即大气压 $\ominus$ 来表示。为了方便起见，声压是用工程上用的压力单位的百万分之一，即巴（1巴=1/1000000公斤/平方公分）为单位。

1巴是指一平方公分的面積均匀承受1达因（1克力=981达因）的压力。中等响度的声压相当于1—2巴。

声波的特点还可声强来说明。所谓声强就是声波带给单位面积上的能量的大小。声强是用每平方公分多少瓦来表示。

要把声波传送到一定的距离，就必须使从声源到声音接收处的整段路程上的空气分子都发生振动，因此就要消耗一定的能量。假如认为，每个空气分子的振动范围不大，只有一公厘的百万分之几，那么，要使发出声音并把它传送到远距离所需的能量并不大。这样看来，要获得很响的声音，并把它送到很远的距离，似乎是可能的事。但实际上并不是这样。因为响度是由声波能量的大小决定的，由于有下列原因，所以很难发出能量大的波和响度高的声音：

1. 振动物体所消耗的能量只有不大一部分变成声能，譬如乐器只把振动所耗能量的千分之一变成声能。

2. 声波是从声源向各个方向辐射传播的。声波的能量随

註 $\ominus$ 一大气压精确的说是等于1.0336公斤/公分²的压强。——譯者

着距声源距离的不断加大而被分配給其数量增長得更快的空气分子，因而每一个新开始振动的分子所得到的能量就比前一分子少得多。

另外，一部分声能变成了热能，也是声能顯著減弱的原因之一，这是由于空气各分子間發生摩擦的緣故。很有趣的是：如果当我们站在距声源100公尺处听到声音时，就約有2500噸空气投入了运动。

人类感受声音的特点

当空气中傳播的声波到达我們的耳膜时，便迫使耳膜振动；这种振动傳給內耳，刺激內耳的听觉神經，因此我們便听到声音。

人耳的特点是能在很大的声压变动範圍內听到声音，并且可以按照頻率、响度及其他特性來区别各种声音。

人耳的一个重要的特点，就是所感觉到的响度（主观上感觉的声强度）不与声强成正比，而与声强变化的对数成正比。由于这种特性，使人耳能反应声强相差千百万倍的声音。人耳所能听到的最弱的声音称为听觉《下限》，如果响度再降低，人耳便感觉不到了。响度的上限是觉痛限，当达到此界限时人耳就听不到声音而有疼痛的感觉。

听觉範圍是随声音的頻率而改变的。当頻率为1000周/秒时，听觉下限的声压为0.0002巴；当頻率为100周/秒时，听觉下限的声压为0.02巴。也就是說，当頻率为1000周/秒时，人耳的灵敏度比頻率为100周/秒时高99倍。

当頻率为1 000周/秒时，觉痛限的声压为1000巴，这与在

听觉下限的声压相較，相当于声压增大到 5 百万倍。为了方便起见，声压或声强的变化在工程技术上用分貝來計算。在一种情况下，声压从听觉下限到觉痛限的变化为 120 分貝。各级声强水平用分貝表示的实例示于圖 4。

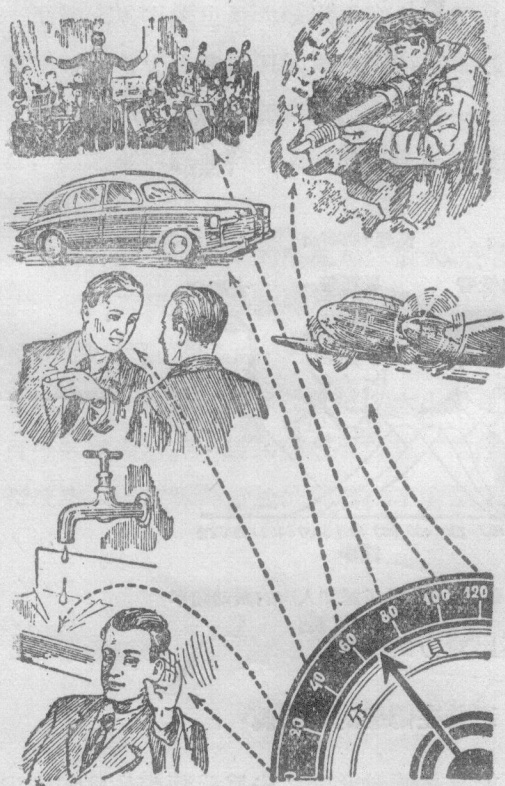


圖 4. 各级声强水平（以分貝为單位）

由于人耳能按声音的頻率來辨别不同的声音，因此我們可以听出各种不同的声源。乐器和人声的基本頻率不超过 40—8000 周/秒的范围。但是，要想不失真地傳送各种語言的語調、某些乐器發声的特点和标准声音，就应傳送頻率較高直到 16000 周的諧波。圖 5 表示几种乐器和人声的振动頻率。

如果用无綫电

或电话傳送声音时不能保証重放乐器或噪音所特有的全部頻带的話，那么就会發生失真現象。質量次的电话甚至在作近距离