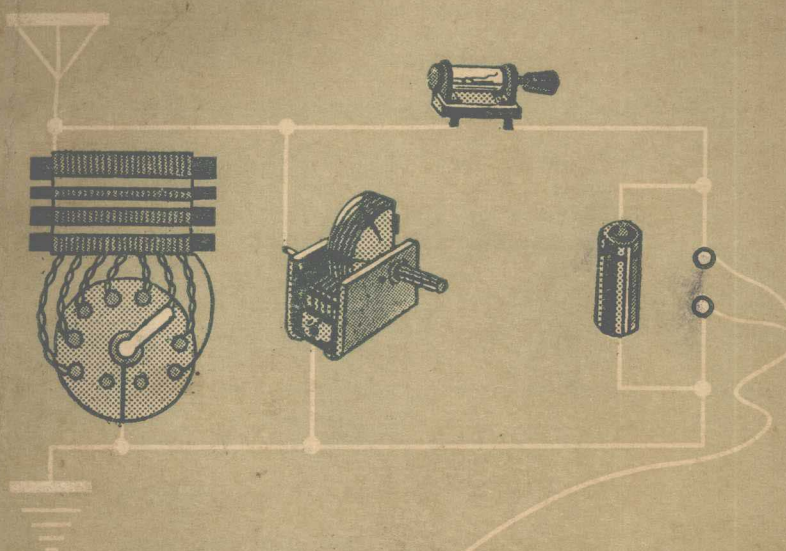
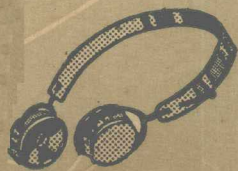




矿石收音机问答



人民邮电出版社

內 容 提 要

这本小冊子用問答的形式說明一些初学的無綫电爱好者常遇到的一些問題。其中有：电的常識，簡單的無綫电原理，矿石机各主要零件的作用和計算，以及各种矿石机电路等。

本書适合于已裝过簡單矿石收音机的讀者閱讀。

矿石收音机問答

*

吳观周 編著

馮振本 特約編輯

人民邮电出版社出版

北京市东四6条13号

(北京市書刊出版登記證出字第〇四八号)

北京印刷厂印刷

新华書店發行

*

开本787×1092 $\frac{1}{32}$

1958年4月北京第一版

印張2 $\frac{1}{2}$ 頁數37 插頁1

1958年9月北京第二次印刷

印刷字數54,000字

統一書号：15045·总736—兼182

印数45,201—95,210册 定价：(9)0.30元

前 言

問：市面上关于矿石收音机的書，已經有好几种出版了，再写这类書籍，是不是重复了呢？

答：这本书的内容是对矿石机的收音原理和具体制作，作进一步的討論，說明一些一般初学者所常碰到的問題，而这些問題在一般矿石机書上是很少談到的。

問：矿石收音机不及电子管收音机那样好，为什么还要研究它呢？

答：矿石机有許多优点，它体积小、裝置簡單、价錢便宜、不用电源、寿命長、使用方便，所以农村和城市的广大無綫电爱好者都很喜欢它。我們研究科学要循序漸进，不但要能裝，而且还要懂得道理，才能进步快。現在許多业余無綫电爱好者，是依样画葫蘆地来裝矿石机，并不知道它为什么会發出声音来，更不知道怎样应用原理去改进它；有些人还剛剛学会裝矿石机，就立即想裝电子管收音机，碰到另件缺乏，就束手無策。当然，并不反对裝电子管收音机，我的意思是：至少应当懂得一点無綫电的基本原理，那末碰到困难，就自己能够解决。例如有些另件买不到，就可以采取代替品等。所以徹底地掌握矿石机的原理，就是奠定了研究無綫电的基础。

問：为什么用問答的体裁来写？

答：本书的問題是根据許多讀者的来信归納出来的，有許多是共同的疑問。本书针对这些問題，詳細地分条来加以說明，这样有一个好处，就是便于讀者查考。

录

前言

一、电的常識·····	(1)
(电流、电压、电阻、欧姆定律、电功率、交流电等)	
二、無綫电波·····	(6)
(頻率、波長、波幅、天波、地波等)	
三、天地綫、矿石、听筒·····	(17)
四、綫圈、电容器·····	(28)
五、諧振、調諧回路·····	(36)
六、标准單回路式矿石机、标准双回路式矿石机、标 准三回路式矿石机、全波双矿石收音机·····	(49)
七、各种綫路維護和修理、安全設備·····	(59)
附录 I 中央及全国各地人民广播电台頻率表·····	(68)
附录 II 常用导綫綫規表·····	(70)

(一) 电的常識

(电流、电压、电阻、歐姆定律、电功率、交流电等)

問：什么叫做“电流”“电压”和“电阻”？

答：要說明电的性質，我們应当先談一談“电家三兄弟”——电流、电压和电阻，以及它們之間的关系。

为着解釋这三个重要名詞的意义，我們可以用水来比喻。

在圖1的連通管中間有一个塞子塞住，左管里盛水到“甲”的高度，右管里盛水到“乙”的高度（圖1甲），这时如果把塞子开啓，水就从左管流向右管，直到“甲”“乙”一样高为止（圖1乙）。为什么水会从左管流到右管呢？很显然的是兩管水位的高低不一样，所以左管的水压要比右管的大，水就被压向右管流动，直至兩管的水位沒有相差为止。因此，使水流动的原因，是水位的相差。兩管水面相等时，水位差为零。

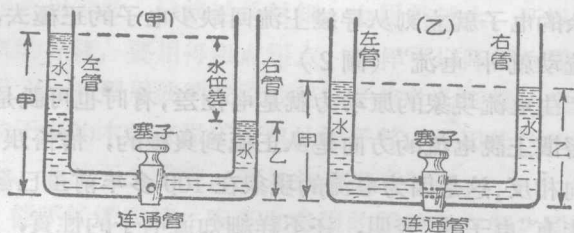


圖1 由于水压的相差，使水流动

电流其实就是电荷的流动^①，最常見的是电子的流动，是由于电位高低的相差而产生的，电位所以相差的原因，是因为原子里存在着的負电子的多少来决定的，原来各种原子里面負

^① 位移电流不包括在內，因位移电流的理論較复杂，初学者不易了解，且也用不着，这里就不講了。

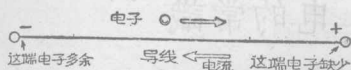


圖 2 由于电压的相差，使电子沿导线运动

电子的多少是有一定数量的，它們环繞着原子核飞速地旋轉，保持这个原子正負电量的平衡，

可是有时会由于一些原因，比如：摩擦和化学作用等的影响，会使一些电子脱离它的軌道跑到别个原子去，于是失去負电子的原子，正电量显得多了；得到負电子的原子，負电量也多了。前一种原子集中的地方叫做“正極”；后一种原子集中的地方叫做“負極”。由于正極缺乏电子，負極的电子就力圖跑向正極。

任何物質都是由原子構成的，当然也都有电子，不过有一些物質的电子比較容易流动，有导电的本領称为“导体”，如金屬就是。另一种物質的电子極难流动，是不能导电的，称为“絕緣体”，如瓷、玻璃、膠木等就是。

假如用一根能导电的导体做成导线，連結着正負極，負極上多余的电子就立刻从导线上流回缺少电子的正極去，这种电子的流动就叫“电流”（圖 2）。

产生电流現象的原动力就是电位差，有时也可說是“电压”。

習慣上說电流的方向是从正極到負極的，恰恰跟电子运动的方向相反，这是因为电流的現象在 100 多年前虽已發現，但当时还未有“电子論”發明，还不詳細知道电子的性質，所以科学家就規定了这个电流方向来解釋电的現象。到今天已成为習慣，所有的电学書籍和技术上都已用了这个“电流是从正到負”的方向，更改起来十劣不便，因此，仍然沿用这个方向。

連通管的管壁对水流是有摩擦力的，如果管子越細越長，那末摩擦的阻力就越大。

物質对于电流的阻力，叫做“电阻”。

电流也是一样，除受电压的影响以外，还受电阻的影响。我們懸掛兩個金屬球如圖 3 甲，使一個球帶正電，另一個球帶負電，中間隔開着對電流阻力很大的空氣。這兩個球雖然有電位差，但沒有電流，如果兩球間連上一根導線，電壓就推動電流在導線里流動（圖 3 乙）。

如果兩球所帶的電量逐漸增多，增到極高，即使不用導線，電子也會飛躍過空氣，產生電火花（在極高電壓下，絕緣體里不易運動的電子運動起來而導電）

（圖 3 丙）。所以我們說，必須有足夠的電壓，克服電阻，才能產生電流。

各種物質有不同的電阻，一般說來，金屬的電阻最低，叫做良導體，其中以銀為最好，銅次之。但因為銀太貴，所以平常的電纜都用銅做。導線越長越細，電阻就越大，所以我們裝接礦石機的導線，要用得粗點短點，這樣可以降低電阻，減少電流的阻力。我們用玻璃或瓷的絕緣子來作為天線的絕緣物，用膠板或乾燥的木板來做礦石機的匣子等，是因為這些物質的電阻極大，電流不會漏跑，都是為着提高效率。

問：能不能把電流、電壓和電阻的單位和它們之間的關係談一談呢？

答：電工學里有一個很常用、很重要的定律，叫做歐姆定律，就是具體地說明這三者的關係，並且可以計算它們數量的大小的。正同布要用“尺”的單位來量它的長短一樣，電流、電壓、電阻必須要有單位才能計算。

我們用外文字母“ I ”（阿汗）來代表電流，它的單位叫“安

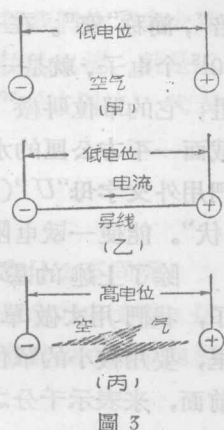


圖 3

培”，简称“安”。在一秒钟的时间內，导綫的一点里通过 6.28×10^{18} 个电子，就是一安。我們用外文字母“ R ”（阿而）来代表电阻，它的單位叫做“欧姆”，简称“欧”。一根長 106.3 公分，橫截面一平方公厘的水銀柱，在攝氏零度时的电阻就是一欧。我們用外文字母“ U ”（犹）来代表电压，它的單位叫“伏特”，简称“伏”。能使一欧电阻的导綫上通过一安电流的电压就是一伏。

除了上述的基本單位外，还有一些輔助單位，正同布長了，我們用丈做單位，短了用寸做單位一样。在無綫电工学里，要用較小的單位的时候我們用“毫”字放在基本單位名称的前面，来表示千分之一的意思；用“微”字来表示百万分之一的意思，例如一个“毫伏”就是 $\frac{1}{1000}$ 伏，一个“微安”就是 $\frac{1}{1000000}$ 安等等。用較大單位的时候，用“千”字放在基本單位的前面的表示 1 千倍；用“兆”字表示一百万倍，如 10 千欧就是一万欧，1 兆欧就是一百万欧。

欧姆定律的一个基本公式是 $I = \frac{U}{R}$ ，它的物理意义为：如果电阻不变动，电压越大，那末电流也越大；如果电压不变动，則电阻越大，电流就越小。这里的 I 、 U 、 R 都用上述的基本單位——安、伏、欧。

根据这一个基本公式，还可以变化出两个重要的公式，那就是把式子經過移項之后，公式可以变为 $U = I \times R$ ；或是 $R = \frac{U}{I}$ 。为便于記憶起見，我們可以用圖 4 的形式示意。

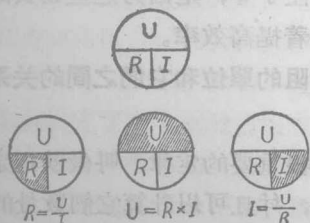


圖 4 欧姆定律簡記圖

問：关于电流、电压和电阻的意义，以及欧姆定律，現已初步知道了，还有“电功率”究竟是什么呢？

不 答：电功率是表示在一定时间里，电能替我们作了多少功的意思。用伏为单位的电压乘上以安为单位的电流，就是以“瓦特”为单位的电功率，简称“瓦”用字母“W”（达别流）代表它。下面就是瓦的计算公式：

$$W = U \times I$$

（这一公式只适合在直流电路应用）

問：电流有交流电和直流电之分，它们有什么不同呢？

答：一种电流像自来水那样，电子只沿一个方向流动，这种电流叫做直流电，手电筒里的干电池和汽车里用的蓄电池都是直流电。

另一种叫做交流电，好像圖 5 甲乙两个小水桶，里面盛着水，桶底里有小孔，用橡皮管把它们连接起来。当甲桶提高，乙桶降低的时候，水就从甲桶流到乙桶；反过来，把乙桶提高，甲桶降低，水就从乙桶流到甲桶。甲

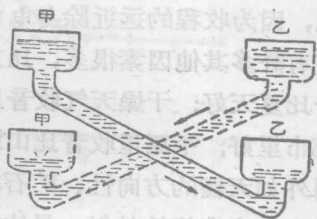


圖 5 来回流动的水流

乙两桶不断地一高一低，水就来回流动，这就成为“交流水流”了。都市里的电灯电就是交流电。

交流电不断变换流动的方向，一次来，一次去，合起来叫做一週，每秒間的週数叫做频率。普通交流电的频率不高，我国的电灯电流絕大多数是每秒 50 週。如果想办法使交流电高到每秒一万週以上，这就叫做高频率交流电，無線电波就是高频率交流电所产生的。

問：广播电台电功率的大小，跟播音距离的关系是怎样的呢？

答：为了明显起见，我们用水波来比方：投石子到水里，

用力越猛或者石子越大，那末水波向外扩展的距离也越远，不过波纹是越远越弱的。电波的传播也和水波相似，发射电台的电功率越强，那末电波所到的距离就越远，不过电波也是越远越弱的。

一般说来，电波的强度与距离的平方成反比，距离增加一倍，电波的强度就要减少到四分之一。有人曾经试验过：电功率5瓦，距离电台约3公里以外；电功率50瓦，距离电台约8公里以外；电功率500瓦，距离电台约27公里以外；电功率5,000瓦，距离电台约80公里以外；电功率50,000瓦，距离电台约268公里以外矿石机都不易收到。但是这是一般的情况，因为收程的远近除与电台的功率大小，收音机的好坏外，还有许多其他因素很多，比方说：夜里收音比白天好；冬天收音比夏天好；干燥天气收音比潮湿阴雨天气好；乡村里收音比都市里好；平原里收音比山坳里好；海洋上收音比陆地上好；另外如天线的方向性、矿石机所在地的地质状况、太阳黑子的周期、宇宙线的放射、星体的突变等等，都会影响无线电波的接收。有人曾反映在我国西南矿石机尚能收到中央台的广播，那是经转播台转播的，并不是直接收到北京发射的电波。

(二) 无线电波

(频率、波长、波幅、天波、地波等)

问：书里把无线电波画成弯弯曲曲的线，是不是它就是这样形状呢？

答：弯弯曲曲的曲线在科学研究里用处是很大的。例如：医院里的病人，体温一忽儿增高，一忽儿降低些，可以在一定

的时间里，給病人測量体温，画成曲綫記錄下来，給医生治疗的时候做参考，如圖 6 的样子。表示在某一段时间里病人体温的情况。以橫軸的長度代表時間，以縱軸代表溫度。例如上午

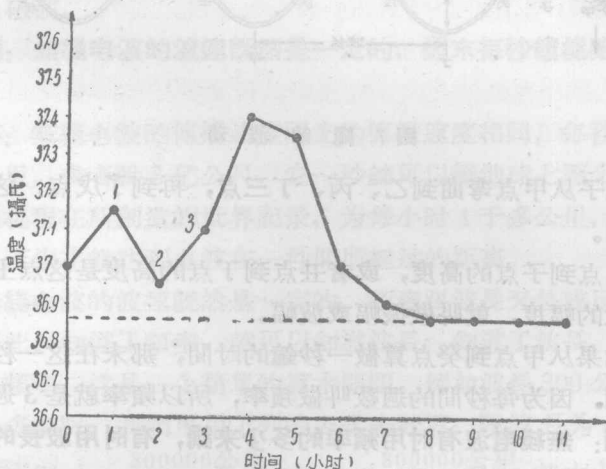


圖 6 病人的体温曲綫

一时体温为 37.15 度，护士就在一时的上面，37.15 度的右面，点上第一点；同样，上午二时为 36.95 度，就点上第二点，……把这些点用綫連接起来，就成为体温曲綫。在科学上常常用这种曲綫來說明問題。表示無線电波的曲綫也是同样的道理，它的高低起伏只是表示一段时间电路里电流（或电压）振幅的大小，并不是它就是这样的形狀。

問：什么叫做“週”、“週/秒”、“赫”及“赫茲”？什么叫做“振幅”？

答：週、週/秒、赫、赫茲都是一样的意义，叫法不同罢了。我們把繩子的一头系在釘上，用手執着另一头，上下搖摆，它就弯弯曲曲地波动了，如圖 7。

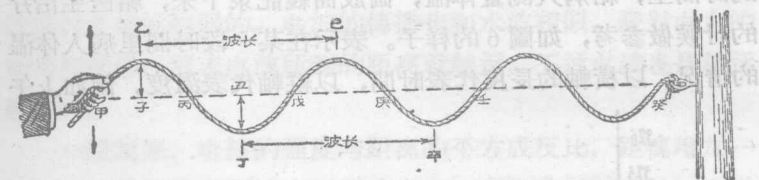


圖 7 繩 的 波 動

繩子从甲点弯曲到乙、丙、丁三点，再到了戊点，这样就是一週。

乙点到子点的高度，或者丑点到丁点的高度是这点上下振动最大的幅度，就叫做振幅或波幅。

如果从甲点到癸点算做一秒鐘的时间，那末在这一秒間就有三週，因为每秒間的週数叫做頻率，所以頻率就是 3 週。

問：無線电波有时用頻率的多少来講，有时用波長的長短来講，这兩者的关系是怎样的？

答：因为無線电波的速度是一定的，所以頻率跟波長是成反比例的。參看圖 7，一波的某一点跟鄰近一波同样地位的一点間的距离，它的長度叫做波長。例如甲点到戊点的距离，丁点到辛点的距离等，都是同样的長度，都是叫一个波長。

現在甲点到癸点算做电波一秒間所进行的距离，假定为 6 公分，那末頻率越高，就是这一段距离間的週数越多，也可以說繩子的弯曲越多，波長就一定越短。圖中的頻率是 3 週，所以波長是 2 公分；如果頻率是 6 週，那末波長就是一公分了。

頻率的單位叫做“赫茲”，也叫做“每秒週”（有时也写成週/秒），一般省去“每秒”兩字，簡称“週”。頻率高的就用大一点的單位，叫做“每秒千週”或“每秒兆週”，簡称“千週”或“兆週”（同样也能叫做“千赫”或“兆赫”）。

無線電波的波長在 0.01 公分到 30 公里之間。光和熱也是一種波，不過波長比無線電波要短得多，光波的波長在 0.00004 到 0.00008 公分之間；熱波在 0.00008 到 0.04 之間，這三者都是電磁波。

問：無線電波的波速既然是一定的，那末每秒鐘能跑多少路呢？

答：無線電波的傳播速度同光的傳播速度相同，每秒鐘為 30 萬公里，或者說 3 億公尺，它一秒鐘可以繞地球七圈半。噴氣式飛機現在所創造的世界記錄，為每小時 1 千多公里，大約要飛九天半才能達到電波在一秒間所經過的距離。

無線電波的波速既然是一定的，頻率跟波長又是成反比例的。因此，知道了頻率，就可以知道波長；知道了波長，也可以知道頻率，這是一個簡單的算術問題。例如波長 300 公尺，頻率是多少呢？我們可用下列的公式來計算：設波長為 λ ，頻率為 f ，則 $\lambda = \frac{300000 \text{ 公里}}{f}$ 或 $f = \frac{300000 \text{ 公里}}{\lambda}$ 其中 λ 的單位為公尺， f 的單位為千週，300,000 公里是電波的速度。

所以
$$f = \frac{300000}{300} = 1000 \text{ 千週。}$$

問：為什麼各個電台要用不同的波長？

答：如果各電台都使用相同波長的電波，那末任何收音機，將同時收聽到這些電台的播音，因而造成混亂，都聽不清楚。所以每一個電台都有自己一定的波長，也可以說都有自己一定的頻率。例如北京人民廣播電台的波長是 365.9 公尺，頻率是 820 千週，我們在首都把礦石機調節到這個頻率，就能收聽北京台的播音，其他電台不是這個頻率，就聽不到。這好比白的光綫雖包含着七種顏色，但只要經過各種濾色鏡就可很方便地將他們分開而互不攪和。

問：長波、中波和短波等是怎样区分的？

答：無線電波的范围很广，性質也有分別，为了使用上和制造上的便利，就把它加以区分：凡是波長在 3,000 公尺以上的叫長波；3,000 公尺到 200 公尺叫中波；200 公尺到 50 公尺叫中短波；50 公尺到 10 公尺叫短波；10 公尺以下叫超短波。我国广播电台的波長，分佈在中波段大約在 545 公尺到 200 公尺之間（即 550 到 1500 千週）。就是通常所称的“中波广播段”，简称“广播段”。

問：一般表示交流电的曲綫跟繩的波动一样，是不是矿石机所接收的無線電波同交流电的形狀完全一样呢？

答：我們用繩子的波动来談無線電波，主要为着說明頻率、波長和波幅的意义，这样容易看清楚。至于矿石机接收的無線電波是比較复杂的。現在我們先把上面談过的直流电和交流电画成曲綫来談一談。圖 8 就是用曲綫表示直流电的圖形。首先画一根水平綫，做为橫軸，表示時間，又画一根和它垂直的直綫做为縱軸，表示电流强度，在橫軸上面的格子表示正，下面的是負。在某一定的時間內，电流向一个方向流动，我們算它为正（如果过一忽兒，电流向反对方向流动，那末就应当算做負）。直流电是方向不变的，所以都画在橫軸的上方。假定在电路閉合时，电流立即

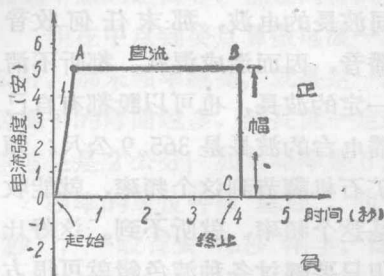


圖 8 直流电的圖形

从 0 昇到 5 安(圖中 A 点)，然后一直平稳地进行，4 秒鐘后电路切断(圖中 B 点)，电流又立即降到 0 (圖中 C 点)。B、C 的距离是电流的最大值，就是这直流电的强度，也叫做电流的幅，这

里就是 5 安。把从 0 到 A, B, C 各点用綫連結起来就画出了这个直流电流的曲綫圖，可以看到它在 4 秒內变化的情形。电流的單位可以用“安”或“毫安”或“微安”計算，应根据具体情形来决定。

圖 9 是最簡單的交流电的圖形。电流在一个方向从零昇到最大值，然后逐漸回到零值。然后又向相反的方向流动（就是負向，在橫軸的下方），再增高到負最大值，然后再逐漸回到零值，这样就完成一週。以后繼續开始第二週，第三週，……变动都是一样的，这样成为一定的弯曲的形狀，如圖中的形狀叫做正弦曲綫。

除此以外，还有一种叫“脉动直流电”，它是一种含有交流成份和直流成份的合成电流，如圖 10 甲。从电流方向來說是一直不变的，和直流电相同。但电流强度則是随着時間变化的，也能算出它的頻率。

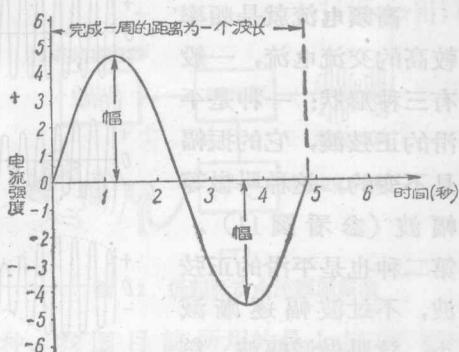


圖 9 交流电的圖形

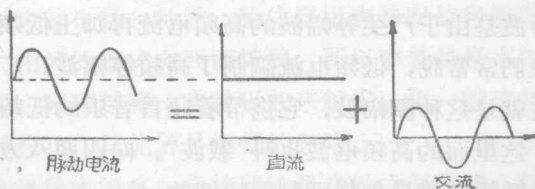


圖 10 甲

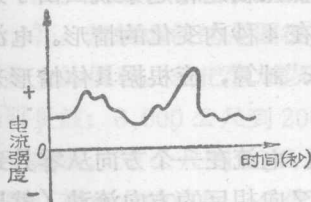


圖 10 乙

上面所談的曲綫都是有一定形狀的，但有些電波也會成為不規則的曲綫，如圖 10 乙，也是一種脈動直流電。它方向沒有變化，不過強度是不規則地變化的。以後談到從聲音變成的“音頻電流”的時候，還要談到。

問：你還沒有談代表無線電中高频電流波曲綫的形狀呢？

答：明白了低頻脈動電流，我們可以開始談無線電中高频電流的曲綫形狀了。

高频電流就是頻率較高的交流電流，一般有三種形狀：一種是平滑的正弦波，它的振幅是不變的，這種叫做等幅波（參看圖 11）。第二種也是平滑的正弦波，不過波幅逐漸減小，這叫做減幅波。第三種的波幅忽大忽小，極不規則，這叫做調幅波。

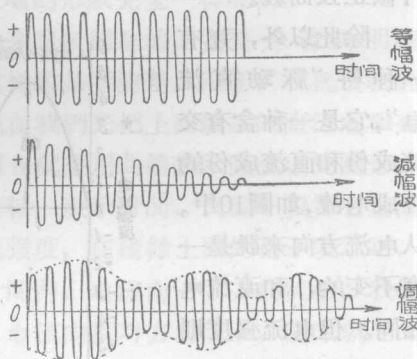


圖 11 等幅波、減幅波和調幅波的圖形，頻率都相同，波幅不相同

這種波是由於產生等幅波的高頻電流再加上低頻電流而形成的。我們常常說，低頻電流調制了高频等幅波。廣播電台的無線電波就是這種調幅波，它攜帶着語言音樂的低頻波發送到遠方去。這裡面的高频電波也叫“載波”。向四面八方發送。

問：低頻電流是怎樣調制等幅波的？

答：在廣播電台里，聲音激動了微音器（也叫話筒或麥克

風)，因而产生了低頻电流（又叫音頻电流，参看圖 12 甲）。在發射机的另一部份，产生載波（参看圖 12 乙）。假如这个載波是 500 千週，低頻电流跟它經過調制器，低頻电流的强弱影响了載波的振幅，使它的振幅不再是相等，而是随着低頻电流而变化，結果成为調幅波（参看圖 12 丙），但它的頻率仍是 500 千週，而它的振幅变化（圖丙的虛綫），却跟低頻电流一样了，然后被發射机發送出去。

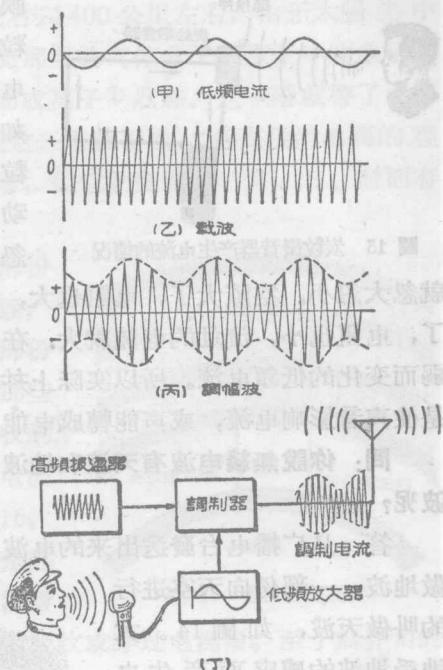


圖 12 低頻脉动电流調制載波

調制的方法不只一种，我国目前所用的是上述的“調幅波”。

問：現在我想知道微音器怎样將声音变成电流的？

答：声音也是一种波，物体發出声音时使得附近的空气發生振动，用波的形式向四面扩展。所以声音虽是空气的振动但也有頻率，頻率越高，声音听起来越尖。但一般声音的頻率跟無線电波相比，只能算是極低的頻率。

微音器种类很多，最簡單的是炭粒式微音器，現在我們就利用它來說明微音器的工作原理。这种微音器的前面是一塊薄