

無線電基本知識

上 冊

孟昭英 馬世雄 吳佑壽 楊棄疾

科學普及出版社

1957年·北京

目次

引言	1
(一) 無線電波是怎样傳遞信号的	2
一、無線電的發明和我国的無線電事業	2
二、無線電的重要性	3
三、無線電是怎样工作的	5
复習題	9
(二) 电学的常識	10
一、靜電	10
二、直流電和欧姆定律	11
三、交流電	14
四、諧振現象	20
复習題	22
(三) 波动的性質——声波和無線電波	24
复習題	31
(四) 电子管	32
一、电子管的一般結構和种类	32
二、二極管	39
三、三極管	42
四、多極管	44
五、其他电子管	48
六、半导体器件	52
复習題	54
(五) 电源設備	55
一、干電池組	55
二、整流設備	56
复習題	68

(六)低頻放大器	70
一、低頻放大器的用途	70
二、低頻放大器的种类	71
三、电子管电压放大器的原理	73
四、电子管电压放大器的放大質量	75
五、低頻电压放大器的种类	77
六、放大器的放大限度	79
七、电子管功率放大器	81
八、功率放大器的效率	82
九、功率放大器的綫路	84
复習題	86
(七)半导体放大器	87
一、半导体和它的用途	87
二、半导体是怎样导电的	89
三、半导体放大管是怎样放大信号的	92
四、半导体放大器的綫路及存在的一些問題	94
复習題	96
習題解答	97
1. 無線电波是怎样傳遞信号的	97
2. 电学的常識	97
3. 波动的性質	99
4. 电子管	100
5. 电源設備	101
6. 低頻放大器	102
7. 半导体放大器	103

引 言

从19世紀末叶起，在自然科学方面就有了許多重大的發現和發明，無綫电是其中的一个。它在这六十多年里，对人类的生活起了非常巨大的作用和影响。

許多人对無綫电有兴趣，但是多半以为它是非常神秘难懂的。自然，要深入地了解任何科学，都需要較長時間的學習和研究，要學習無綫电也是这样。不过关于它的基本道理，一般是能够明白的。这里，我們就是要用日常生活中的一些事情，来叙述和解釋最淺显的無綫电的道理。希望讀者通过这些，对于無綫电是怎样工作的，能得到一点起碼的知識。

(一)無綫电波是怎样傳遞信号的

一、無綫电的發明和我国的無綫电事業

任何偉大的發明都必須先有它的基础。比如說，如果电还没有發明，那就談不到無綫电了。發明人当然是天才卓越，不过也一定要辛勤地工作，經過許多波折才能成功。最初做出来的东西可能很笨拙，但是它是开辟新天地的，必須再經過許多人的研究，才能得到不断的發展，無綫电的發明也是这样的。在無綫电發明以前，已經有一些科学家从理論和实验上証明了無綫电波的存在。但是他們沒有想到应用它来为人类服务，甚至有的人还說这样的波不会有什么用处。直到1895年，俄国偉大的天才發明家亞·斯·波波夫，才第一次公开表演了他的無綫电接收机。后来經他和他的助手們的研究、改善，相当成功地用来进行無綫电通訊。以后又經過無數的科学家、工程师和制造工人的多年的努力，無綫电在这短短的60年間，就發展到今天这样惊人的程度了。它已經成为人民生活中不可缺少的部分。随着人民的物質和文化生活水平的提高，無綫电的应用將更加广泛起来了。



我国無綫电事業是相当落后的，只是解放以后才迅速地發展起来。在封建軍閥統治时期，拥有一架無綫电接收机就会遭到陷害。到了国民党統治时期，虽然無綫电不是禁品了，但是它却被利用做榨取人民血汗的手段。那时的广播是被用作欺騙和毒化人民的工具。而無綫电工業則是美国商品的代銷店，即使是最簡單的小零件也都是从美国进口的。

在全国解放以后的这几年中，情况却完全兩样了。現在，我們的無綫电广播是为人民服务的，广播的質量、技术和电力

也已經大大地提高了。無線電工業更有了本質上的改變，除了幾種很特別的部件外，我們已經能够自己製造很大電力的發射機和各型的接收機了，而發展的速度更是使人驚奇的。這表明了我們人民的智慧和創造的能力，同時也証明只有在我們黨和政府的領導下，在蘇聯的無私幫助下，人民才有可能迅速地充分發揮他們的創造性和積極性。但是以絕對水平來說，我們還很不够，這需要我們今後作進一步的努力。我們希望許多人能够對無線電發生興趣，學習它，研究它，大家共同努力來把它更迅速地發展起來。

二、無線電的重要性

無線電是近代國防建設中非常重要的部分。首先，流動的作戰單位，如飛機、軍艦、潛艇、戰車等，只有依靠無線電才能進行通訊。同時無線電本身也是防禦和襲擊敵人的有力武器。如果敵人的飛機或軍艦要來侵襲了，而當它距離我們國境幾百公里以外的時候，雷達就能够預先報道襲擊的來臨。它不是依賴光綫而是利用無線電波，可以不分日夜地工作。無線電技術也可以用來偵察水里的潛艇。現代的高射炮彈里裝有無線電設備，當炮彈飛近飛機，達到它的威力範圍的時候，就自動爆炸。這樣，使命中率提高了几十倍。現代的戰爭具有高度的機動性，並需要高度的有機配合，所以各兵種間最便利的通訊方式就是利用無線電。在斯大林格勒保衛戰中，就有几万架各種各樣的無線電機在工作。而更重要的是，最近幾年來發展的射程非常遠的飛彈，也必須用無線電控制。為了鞏固革命成果，建設國防，就必須發展無線電。無線電的研究、製造和運用都需要有無線電知識的人。在先進的國家，如蘇聯、捷克等，人民廣泛地組織起來學習無線電，準備支援國防。我國的人民大眾對無線電知識還非常缺乏。無線電不僅是一種很能够

使人發生興趣的科學，而且為了保衛國家，我們也應當組織起來學習。

一般人最初接觸的無線電是無線電廣播。廣播是文化教育的一種有力工具。我們國家的土地是這樣大，而目前大部分居民還散居在鄉村，也只有無線電廣播才能够最迅速及時地把國家的政令、重大的消息同時傳達到每個角落。因此，無線電廣播對於我國文化建設是有特別重大的意義的。

在交通和通訊上，無線電報和無線電話是十分重要的。國際間的通訊主要是依靠無線電。在我們這樣大的國家里，就是國內通訊也必須部分採用無線電。假如沒有無線電，可以想象得到，北京和新疆、西藏等地的通訊該是多麼困難。

實際上，有綫電報和有綫電話也採用了無線電技術。普通的電話綫上，在一個時間中只能走一個電話。用無線電的方法，就可以使一組綫上走十幾個電話。蘇聯現在已經在一副特別電綫上同時走三千來個電話。很可能，將來近距離的電話也要用無線電。

無線電在國民經濟上的重要性還遠不止這樣。工業上也已經越來越廣泛地採用無線電技術。許多貴重的合金要用無線電在真空中熔煉。汽車、飛機和無數的其他機器零件的加工也要用無線電。此外，它還有很多的工業上的用途。

社會主義的工業是越來越大量地自動化，而無線電是自動化不可缺少的工具。特別是對於發展原子能的和平利用，無線電就顯得更加重要了。原子能的各種應用都離不了無線電技術，原子能電力站更要用無線電技術去作自動的遠距離操縱和控制。

總之，無線電在國防、經濟和文化建設中都是非常重要的。我國在這些方面還十分落後。隨着我們國家建設的發展，無線電必將起着更重大的作用。

三、無線電是怎样工作的

我們現在用無線電廣播做例子，來說明無線電是怎样工作的。从廣播台發送出来的廣播节目，我們在很远的地方都能收听得到，这是靠無線電波傳播的。

我們先講一講什么是波。波有許多种。最容易看到的是水面上的波。在一个靜靜的池水里丟一个石子，我們就看見水波从石子落下的地方向四面傳播开去。水波虽然从中心向外扩散，水却只是上下跳躍，並沒有向外移动。我們看落在水面上的樹叶子等，就可以知道当水波經過的时候，那落叶只是上下摆动了几下，波过去以后，它的位置几乎沒有移动。这就說明水波的傳播并不是把水从石子落下的地方送到四面去，而是靠着水把那种“摆动”傳出去罢了。当石子落下水中的时候，远处的魚並沒有接触到石子落下的那地方的水，可是它可以从水波知道那里有东西落在水中了。作个比喻，可以說石子落在水里激起水波，就好象廣播台發送出节目，魚从对水波的感觉接到消息，就好象我們用接收机收到廣播节目。

另外一种我們时常接触到的波是声音。我們說話的时候，声帶發生振动，声帶的振动又使空气振动起来。振动的空气和水波中的水很相象，它只是摆动摆动，最后的位置並沒有改变。刮風的时候，空气的位置改变了，但一般并不作摆动。这就是波动和移动的分別。

声波在空气里是向各个方向傳播的，并不象水面的波只是沿着水面傳播。当这声波傳到我們的耳朵时，振动的空气就使耳鼓膜相应地振动起来，这样，我們就听到远处的声音了。

說話的声音和胡琴的声音不同，是因为在这兩種情形下空气摆动的方式不同。同是胡琴，高調和低調摆动也不一样。調子高时“波長”較短，調子低时“波長”較長。关于波动和声波，

我們留在後面再講。

無線電的傳播是靠另外一種波，我們管它叫無線電波，也叫電磁波。這種波，既不靠水，也不靠空氣，只是靠空間來傳播。因此，在傳播的路上遇到了真空，它也能穿過去；遇到一座房子，它也能穿過去；只是遇到金屬的東西，它就要被反射或吸收。關於無線電波的傳播，也留到後面再詳細地談。

水波是我們眼睛能看見的，聲波是我們耳朵能感覺到的；但是無線電波既看不見，也感覺不到。可是對傳遞消息來說，它比水波和聲波的用途卻更大了。一個廣播台的節目可以同時在全國，甚至全世界聽到。因此，我們應當知道無線電波是怎樣發生的，怎樣使這種波“載”上我們要廣播的節目，和怎樣接收到這種波。

廣播無線電台就是發生無線電波的機構，發送的機器叫發送機。發送機里要用許多電器裝置和由真空管組成的綫路。這種機器的電力有的可以很小，平常的電燈泡是40瓦，小的廣播台可以是几百瓦甚至几十瓦（這瓦數是指那無線電波的電力，並不是整個廣播台只用這麼一點電力）；大的廣播台的電力可以有几十万瓦。現在我國中央人民廣播台的電力是亞洲最強大的了。關於發送機的簡單原理我們在後面再詳細地介紹。

只發生了無線電波還是不能廣播的，因為這種波還沒有加上要廣播的節目，因此必須使無線電波受到廣播節目的“調變”。這意思就是說，用廣播節目的聲波去“調”節那無線電波，使它隨著節目的不同發生“變”化。

要調變，必須先把節目的聲波變成電波。把聲波變成電波的儀器叫話筒，也叫麥克風（後面這個名稱是外文的譯音）。說話或音樂的聲波觸動話筒的時候，話筒里的電就隨著這聲音的振動形式發生變化，于是就形成聲波的電流。這電流的電力還很小，要用真空管放大器把它放大几百萬倍或更大。把這

样强大的声波电流加在無綫电波上，就能使無綫电波隨着它改变，也就是無綫电波受到声波的調变了。

讀者也許要問，既能把声波放大得这么多倍，为什么不把它直接放出去，为什么非用無綫电波不可呢？第一，声波电流的波長有数百到数千公里，非常难于、甚至可說是不可能放射出去和接收到；第二，即使能放出去能接收到，几个电台同时放，不就都搞在一起了嗎？所以必須用無綫电波。这無綫电波就好象一輛車，它“載”着我們广播的声音。每个电台用不同的波（波長不同）去載，这样就不致于互相干扰了。

以上說的無綫电波，只是在广播台發送机的綫路里的無綫电波。要想使它傳播到空間去，还必须使用天綫。这样，空間存在着非常多的無綫电波，載着不同的信号。但是因为它們的波長不同，接收机能够把它們分开。如果兩個广播电台用同一个波長，或是兩個波長很相近，那就要互相干扰了。

無綫电波在空間傳播的时候，如果遇到能傳电的东西，象电綫等，就在这电綫上感应出一个微弱的电流来。为了更好地从空間把無綫电波收下来，最好是用一个接收天綫。在一般情形下，这电流非常微弱，接收机把它放大好多万倍以后，再把这接收机里的無綫电波恢复成声波的电流。这样，載着信号的無綫电波就卸了它的“載”，完成了它的任务；这声波的电流通过喇叭或耳机子就又变成声音（圖1）。

声音虽然經過了这么多次的改造、变形、衰減、放大，最后还能够和原来的十分相象，这是無綫电非常特出的优点。

空間有許多不同波長的無綫电波，虽然普通接收天綫把它們同时都接收下来，可是接收机有本領把它們分开。一般接收机上都有一个旋鈕，轉动它就可改变接收机里面的电路，使只有和这电路相适合的波長，才可以通过去得到放大，其余的就受到抑制。这样，我們就可以随意地選擇电台，而不致受其他电

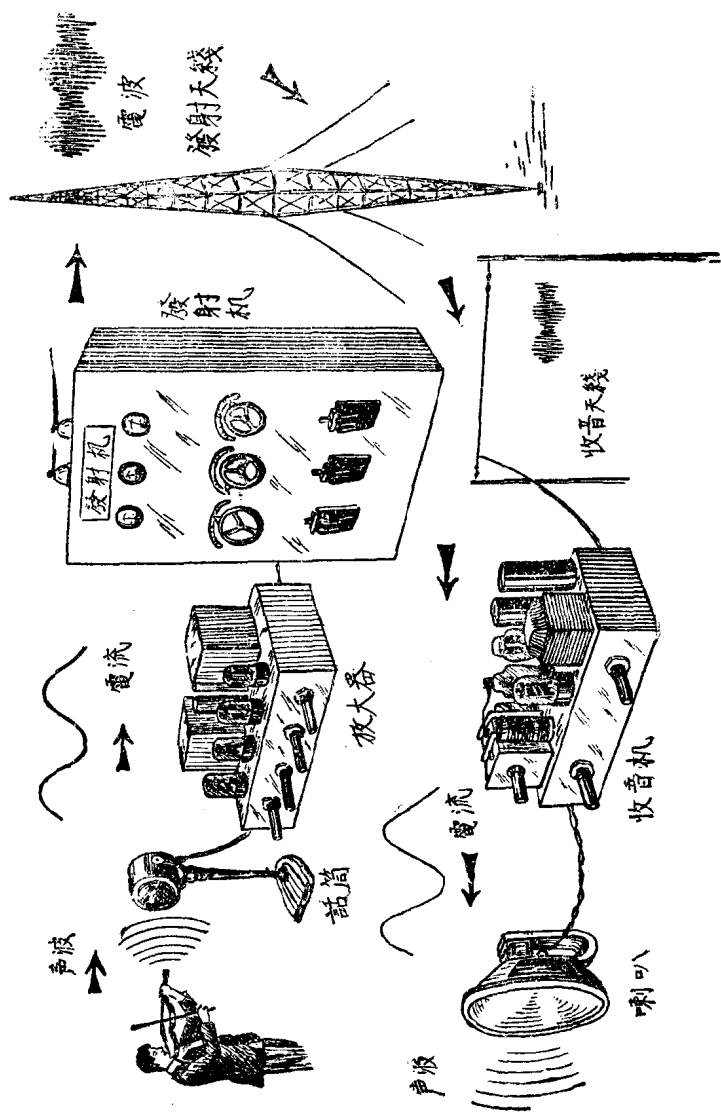


圖 1 無線電波傳遞信號圖

台广播的干扰了。

以上簡單地介紹了广播是怎样进行的，这只給讀者們一个最初步的全面的概念。后面我們將分段較詳細地解釋無綫电的物理过程、無綫电各部分怎样工作和無綫电的几种利用方式。

复 習 題

1. 無綫电依靠什么傳遞信号？
2. 話筒（麥克風）、放大器、發射机、天綫、接收机、喇叭的功用是什么？
3. 为什么不能把声音的波直接变为無綫电波而广播出去？

(二) 电 学 的 常 識

一、靜 电

要了解無綫电方面的知識，必須先知道一些电学的基本知識。把电学方面的一些基本問題弄清楚以后，學習無綫电的知識就容易得多了。

(1)起电作用 一切物質都是由原子組成的。每一个原子的結構都是这样的：中間有一个原子核，核的外边圍繞着电子。电子帶有負电。一切电子上的电都一样。这是最起碼的电，不能再比它更小的了。原子核的結構比較复杂，这里不谈；但是要知道一点，原子核帶有正电，这正电的多少正好等于它外边的全部电子的負电，因为正电被負电抵消了，所以正常的原子对电來說是中性的。这样看来，一切物質都是电組成的，而一般却不显示出帶电的性質。

但是，如果能够設法把一个物体的电子弄走一些，这物体的正电就相对地多了，我們就說它帶有正电。相反地，如果一个物体在正常电子以外再多有一些电子，那末这物体就是帶有負电了。我們要是用一个膠木梳子在毡子上摩一摩，就能改变它們的电子分配的正常状态，有些毡子上的电子，跑到梳子上，使毡子和梳子都帶电，一个帶正电，一个帶負电。这現象就叫摩擦起电。

(2)电导体和絕緣体 一个物体，如果它上面某一个地方帶了电，这电几乎就立刻傳布到它表面的各处，这种物体就叫做电导体。一切金屬都是电导体。另外一些物体，却能使电保持在它的某一部分而不散开，这样的物体就叫絕緣体。玻璃、云母、陶瓷、紙、油等都是絕緣体。

(3)电間的力 两个帶电的物体間有一种力存在。如果兩

个物体都帶同样的电(都帶正电或都帶負电),这力就使它們互相排斥;相反地,如果帶不同的电(一个帶正电,另一个帶負电),这力就使它們互相吸引。

帶电的物体不但和另一个帶电的物体間有力,它和原来不帶电的物体間也可以有力。例如帶电的梳子就能吸引碎紙片。紙片原来是中性的,但是由于帶电物体的作用,紙片的电被分开了。如果物体帶正电,紙片的近于帶电物体的部分,电子就多一些,离的远的地方,电子就少些。因为不同号的电距离得近些,吸引力就大些,同号的电距离得比較远,推拒力也比較小,結果吸引力就使紙片跑向梳子。这样看来,帶电物体好象使它附近的空間發生了变化,跟沒有那帶电物体存在时不同。这种变化,就是帶电物体产生了“电場”。梳子上的电愈多,产生的电場也愈强。

以上所說的是电在靜止状态的情况,这电就叫靜电。下面我們再来看一看电在流动时的情况。

二、直流电和欧姆定律

(1)电流 电一流动起来,我們就說有“电流”了。一般所說的电流是电子在金屬綫里有規律的流动。每秒鐘流过电綫的电子愈多,电流就愈大。电流的單位叫安培,简称安。經過40瓦灯泡里的电流差不多是 $1/5$ 安。無綫电里有时講到比安培还小得多的电流,用毫安(即 $1/1000$ 安)和微安(即 100 万分之一安)做單位。微安当然是很小了,可是一根电綫上通过了 1 个微安的电流,就等于每秒鐘流过 $60,000$ 亿电子,由这可以知道电子的电是非常小的。

(2)电动势 是什么使电子流动呢?我們用水流作个比喻來說明吧。电好比是水,自来水管好比电綫。要想使水在水管里流动,在这管路里一定要裝一个水泵,用馬达或其他动力帶

动它(見圖 2)。这就是說要使水流动,就必须有使水流动的力。同样,要使电流动,也必须要有使电流动的力。这种力就叫**电动势**。发电机、电池等就有电动势。电动势使电子向某一定方向流。使电子流入发电机的一端叫“**正極**”,使电子流出去的一端叫“**負極**”。把发电机或电池的兩極,联到能通电的綫路里,就有电流了。水泵能發生若干公斤的水压,发电机和电池的电动势就說能产生若干**伏特**(可简称**伏**)的电压。伏特是电压的單位。手电筒里用的干电池,每个約为 1.5 伏。市电的电压一般是 220 伏。但是从發电厂把电輸送到用电地点,就得用几千、几万、甚至几十万伏的高压。

千、几万、甚至几十万伏的高压。

(3)**电阻** 在水管路里,水泵产生的压力愈大,水就流得愈快,同样,电路里的电动势愈高,产生的电流也愈大。水经过管路流动时遇到阻力,电在电綫里流动也遇到电阻。电阻的單位叫**欧姆**,简称**欧**。画圖时用的符号是 $\sim\sim\sim\sim$ 。显然,水管愈細愈長,阻力愈大;同样,电綫愈細愈長,电阻也愈大。

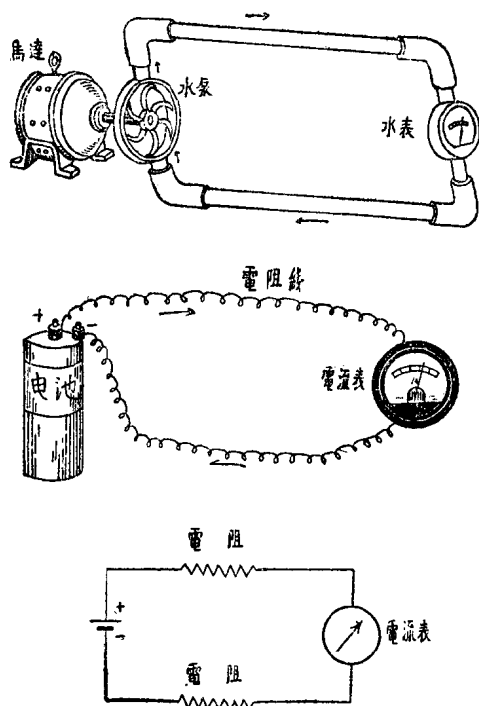


圖 2 水流和电流

水管里面的性質(如光滑度不一样等)和水流的阻力有关系,同样,用不同金屬做成的各种电綫,即使粗細長短都一样,电阻也不同。銅导电最好,所以一般都是用銅作电綫。鋸导电比銅差些,但比別的金屬好,因此有时也用鋸作导綫。

(4)欧姆定律 以上所講的电流、电动势和电阻間的关系可以用一个簡單的数学公式表示出来。用 I 表示电流,單位用安; E 表示电动势,單位用伏; R 表示电阻,單位用欧:

$$\text{电流} = \frac{\text{电动势}}{\text{电阻}}$$

这公式一般写作: $I = \frac{E}{R}$

这个关系是欧姆發現的,因此叫欧姆定律。电阻的單位叫欧姆,也就是为紀念这位科学家。其余各种电学單位也都是为紀念对电学有大的貢獻的科学家而命名的。

I 、 E 和 R 三个值中,如果已知任何两个,就可用上面这个公式算出第三个来。例如市电是 220 伏,經過某灯泡的电流是 0.33 安。这灯泡的电阻就是 $R = \frac{E}{I} = 220/0.33 = 667$ 欧。又如某真空管的灯絲电阻是 21 欧,这灯絲上要加的电动势是 6.3 伏,那末通过灯絲的电流是 $6.3/21 = 0.3$ 安或 300 毫安。

以上說的电流都是永远向某一个方向流的。这样的电流叫直流。

(5)功率 要使水管里的水克服阻力而流动,必須加一个水泵。推动这水泵必須用力量。用術語來說,就是要水流,必須作功。同样,要电通过电阻而流动,也必須作功。每秒鐘作多少功就叫功率,这功率就是通常所說的电力,这也就是表示作功的速率。每秒鐘通过的电愈多,就是电流愈大,功率愈大;推动电的电动势愈大,功率也愈大。功率的單位叫瓦特,简称瓦。也有用千瓦作單位的。我們要知道功率是多少,可以

这样来求得：

功率 = 电流 × 电动势

一般用 P 表示功率，写作： $P = IE$

例如 $I = 0.33$ 安， $E = 220$ 伏，

那末 $P = 0.33 \times 220 = 72.6$ 瓦。

把 $I = \frac{E}{R}$ 代入上式，即得 $P = \frac{E^2}{R}$

或用 $E = IR$ 代入就得 $P = I^2 R$

所以，如果在 I 、 E 、 R 这三个数值中知道了两个，就可以利用上面这三个公式求出功率来。普通我们用的灯泡都是几十瓦。

在无线电里，为本市广播所用的功率有几十瓦或几百瓦就足够了；为全国广播或远距离通讯用的功率就得有几千瓦、几十千瓦、甚至几百千瓦才行。

三、交 流 电

(1) 周期和频率 直流电流是永远向着某一个方向流的。

而为某些原因，我们要电流一会向这一个方向流，过一会又向另一个方向流，这样不断地交替改变方向的电流就叫交流。我们的电灯、电扇用的电全是交流（上面所举的例子中，虽然都是

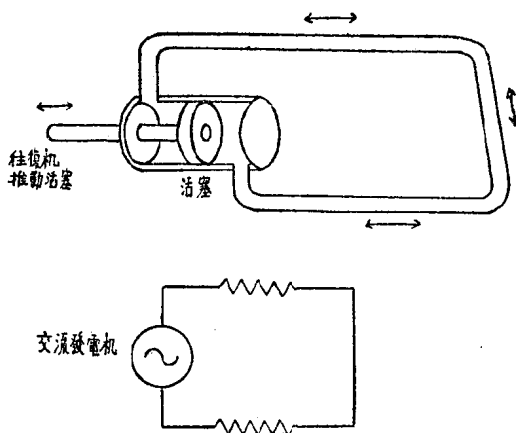


图 3 往复的水流和电流