

封面设计：胡基明

插图：姜渭渔 徐宝信

## 生活在电波之中

甘本被

\*

中国少年儿童出版社出版

中国青年出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

787×1092 1/32 3.75印张 42千字

1979年11月北京第1版 1979年11月北京第1次印刷

印数：1—320,000册 定价0.25元

## 目 次

开头的話	1
波是什么	3
波的计算	7
尺有所短 寸有所长	10
奇妙的物质	12
磁的故事	14
电的故事	16
在雷雨中放风筝的人	19
没有说完的故事	21
科学的预言	27
现在还有一个谜	29
给电波画像	31
谁跑得最快	33
一张空白信纸	35
奇异的加法	41
听不见的“声音”	45

有志者事竟成·····	49
横放的葫芦·····	52
被压缩的弹簧·····	57
半个顶一个·····	60
热闹的大集体·····	64
把电波解放出来·····	67
山谷的回声·····	69
不那么简单·····	74
雨后彩虹·····	77
不寻常的概念·····	78
拥挤的天空·····	81
天外来客·····	84
还有哪些干扰·····	87
沿着地面跑·····	89
先上天,后下地·····	92
电离层的秘密·····	94
一场激烈的海战·····	98
说说停停·····	101
接力赛·····	103
更上一层楼·····	105
飞向太空·····	109
最后再说几句·····	110

## 开头的 话

我们的眼睛能看见东西，是光波的作用。

我们的耳朵能听见声音，是声波的作用。

有一种波，我们既看不见，也听不到，但是它象空气一样，弥漫在我们周围，无时无刻不在为我们服务。

海防、边防，靠它警戒；飞机、舰船，靠它导航；导弹、卫星，靠它控制；广播、电视，靠它传送；灭虫、育种，

靠它帮忙……它的用途日新月异，层出不穷。可以毫不夸张地说，我们虽然不熟悉它，但是我们生活在它之中。

你猜，这是什么波？

这就是电波！

你一定很想知道，这个用眼睛看不



见、用耳朵听不到、用手摸不着的电波，为什么有无穷的妙用？它是怎样被人发现的？又怎样被人利用？它具有什么特性？它的秘密在哪里？

在这本书里，我们就要谈谈这些问题。



## 波 是 什 么

在丰富多彩的自然界中，除了电波以外，还有水波、光波、声波、地震波……这些波有的看不到，有的听不见，有的摸不着，但是有许多共同的特点。

因此，我们在认识电波之前，首先来谈谈波。

波是一种很平常的物理现象。有些波是可以看见的，我们都看见过。

在随便哪一个湖泊水塘里，你都可以看到波的现象：一阵风吹过水面，水面上立刻会掀起一层一层波浪，顺着风向前进。

仔细研究起来，这种常见的水波，包含着非常丰富的学问。

从很古的时候起，人类就注意观察水波了。十五世纪，意大利的著名画家、雕刻家、建筑师达·芬奇，在观察了水波以后，作过这样的描写：“波动的传播要比水快得多，因为常常有这样的情况：波已经离开它产生的地方，水却没有动。这很象风在田野里掀起的麦浪。我们看到，麦浪滚滚地在田野里奔逐，但是麦子仍

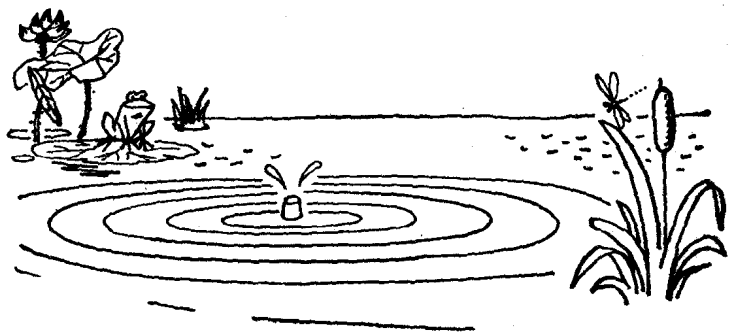
旧留在原来的地方。”



水波滚滚向前，水却原地不动，这个结论似乎太奇怪了，但是这是正确的。你要是不相信，可以作一个简单的实验：把一个软木塞扔到水塘里，等水面平静了，再扔一块小

石子。你会看到水面上掀起一圈套一圈的波纹，一凸一凹，向外扩散，越传越远。可是，水面上的软木塞仍旧在原来的地方，随着水波上下起伏，并没有跟着水波漂到远处去。这就是说，传播开去的是波，不是水。

水里起波，而波又不是水，那么，波究竟是什么？



用物理学的术语来说：波是物质运动的一种形式，是振动和能量的传播。

我们还用刚才的例子来说明：

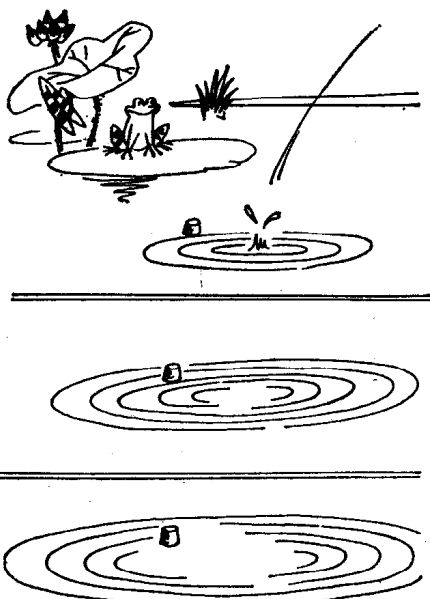
小石子落在水里，水面上掀起了水波，软木塞为什么会随着水上下振动呢？

这是因为，小石子落下的能量，由水波传

到了软木塞上。软木塞为什么只是在原地振动，而不向水波运动的方向移动呢？这是因为小石子的能量是由水的微粒一个挨一个地传递的，微粒本身只作振动。这种传递能量的方式就叫波动，简单地说，就叫波。

你如果再观察得仔细一点，还可以发现：水波是沿着水平面的方向前进的，它的起伏却垂直于水平面。人们把这种起伏方向和传播方向互相垂直的波叫“横波”。不仅水波是横波，用特定的仪器进行观察，可以发现，在空间，无线电波和光波也都是这样的横波。

你也许会问：是不是所有的波都是横波呢？不是



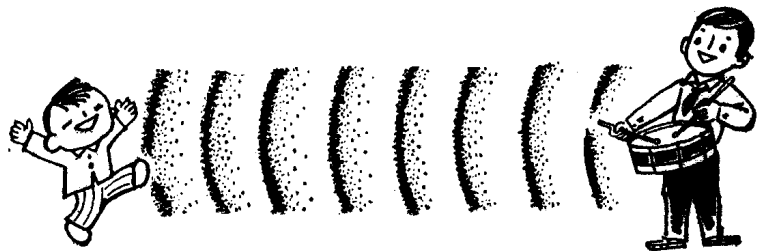


的,也有一些波,它们的波动方向和传播方向相同。这样的波叫“纵波”。声波就是纵波。

为了进一步弄清楚纵波和横波的区别,让我们简单说说声波是怎样发生的吧。

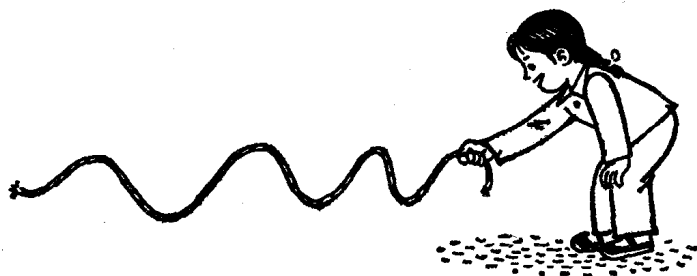
我们打鼓的时候,鼓皮受到鼓槌的打击便发生振动,时而向外鼓,时而向里凹。当鼓皮向外鼓的时候,贴近它的一层空气,由于受到压力,其中的气体微粒便挤得比较密;而当鼓皮向里凹的时候,这些气体微粒也跟着变疏了。鼓皮不停地振动,气体微粒也就一会儿密,一会儿疏,发生了振动,形成了疏密波。这种疏密波也就是声波。声波一层一层向前传,进入人的耳朵,使耳朵里的鼓膜也发生了相应的振动,于是,人就听到了声音。

在这里,空气是传播声波的媒介,如果没有空气,就听不到声音。空气疏密振动的方向和传播的方向是一致的,而不是互相垂直的,所以它不是横波,而是纵波。



为了对波有一个更加形象的了解，你可以再作一个抖绳起波的实验：取一根粗一点的绳子，用手握住一头，一上一下地抖动。你就会看到，绳子会象水波一样运动起来。

你在这根绳子上涂上一个带颜色的点，你就会发现，在抖动绳子的时候，这个点时而向上，时而向下，正和软木塞在水波上的运动一样。

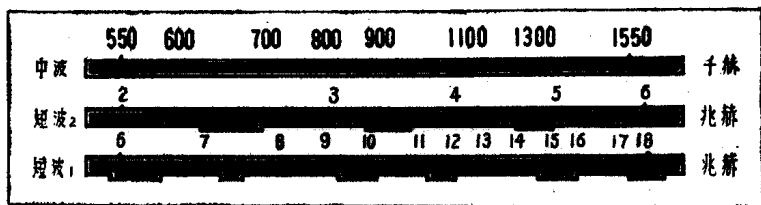


## 波的计算

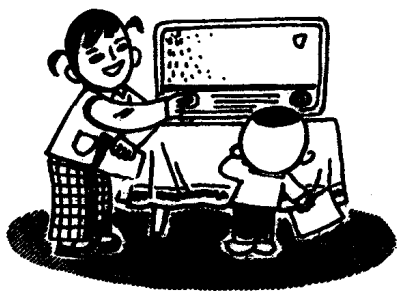
现在可以说，你对波已经有了初步的感性认识，可是还远远不够。我们还应该认识波的特征，并且进行一些关于波的计算。

无论研究什么波，都应当了解它的频率、波长和波速。

我们先来讲讲什么是频率？



频率就是单位时间内完成振动的次数。以抖绳起波为例,频率就是你在每秒钟内抖动绳子的次数,一上一下算一次,一秒钟内抖动多少次,叫做“每秒多少周”,所以频率的单位就是“周/秒”。平常也有人就把它叫“多少周”,这样说是不够严密的,因为少说了“每秒”两个字。不过,只要你心里记住这一点,这样叫似乎简便些。国际上通用的频率单位叫“赫兹”。一赫兹就是一周/秒。为什么叫赫兹呢?赫兹本来是十九世纪德国一个物理学家的名字。是他第一个用人工方法产生了无线电波,证明了无线电辐射的可能性。用“赫兹”作为频率的单位,就是为了纪念他的。



在无线电技术中,有时候还嫌赫兹这个单位太小,而用它的倍数来作单位,常用的是它的一千倍,即每秒一千周,叫做“千赫兹”,简称

“千赫”。一千个千赫，即每秒一百万周，称为“兆赫”。每秒十亿周就是一千兆赫。收音机度盘上就印有频率数。

知道了一秒钟振动多少次，也就容易算出振动一次需要多少时间。振动一次所花的时间，人们把它叫做“周期”。周期和频率的关系是很简单的。例如已知频率为五十赫，求周期。这就相当于算这样一个算术题：五十周用了一秒，问一周用多少秒？这只要拿五十去除一就行了，答案是0.02秒。写成公式就是：

$$\text{周期} = \frac{1}{\text{频率}}$$

由上面这个例子可以看出，周期的数值常常是比较小的。五十赫这样低的频率，周期就只有百分之二秒。在日常生活中，一秒钟，人们已经觉得很短，百分之二秒，就更不容易察觉了。如果频率高到几千兆赫，那么周期就会小到无法用“秒”计算了。

实际应用中，为了写和读的方便，人们把千分之一秒叫“毫秒”，百万分之一秒叫“微秒”，把十亿分之一秒，或者说一个微秒的千分之一叫“毫微秒”。例如，一部工作频率为十千兆赫的雷达，它辐射的电波的周期只有十分之一毫微秒。这样短暂的时间，人的感官是根本无法感觉和判断的，只能靠特定的仪器来测量。

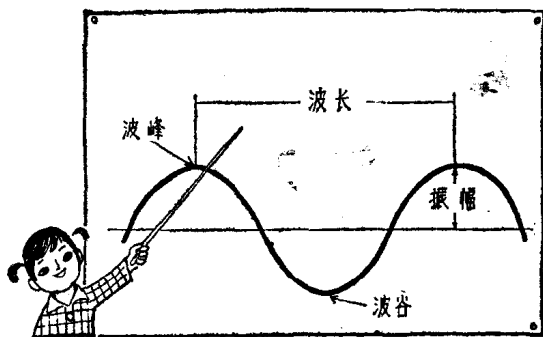
## 尺有所短 寸有所长

现在我们来研究波长。波长也是描述波的特征的一个很重要的量。

我们还是用抖绳起波作例子。当你不停地抖动绳子的时候，绳子就会发生起伏式的波浪运动。这种起伏就象山峦的起伏一样，高处叫峰，低处叫谷，即波动的最高点叫波峰，最低点叫波谷。两个相邻的波峰之间的距离，就是波在一个周期里所走的距离，这个距离叫波长。

我们已经说过，所谓频率，就是波在一秒钟内有多少个周期。知道了波长，又知道了频率，就能算出波在一秒钟内走多少距离，这就叫波速。列成公式便是：

$$\text{波速} = \text{波长} \times \text{频率}$$



从这个公式，我们还可以看出：如果波速不变，波长和频率是一个反比的关系，即：波长越



短，频率越高；波长越长，频率越低。

这个公式在生产实践中很有用处。人们知道了波速，便可以利用这个公

式进行波长和频率间的互相换算。

例如，已知电波的速度是每秒三十万公里，普通电线上传输的发电厂发出的照明用交流电的频率为五十赫，求它的波长。应用这个公式，以每秒三十万公里除以每秒五十周，得出波长为六千公里。用同样的方法，我们还能算出，频率为十千兆赫（即每秒一百亿周）的雷达电波，它的波长是0.03米，即三厘米。

人在检查身体的时候，都要量身长（或者叫身高）。人在衡量周围事物的时候，也常常用自己的身长作标准。比如，



“稻田里的水有脚背那样浅”，“游泳池里的水齐胸深”，“围墙有一人多高”等等。电波的波长也可以起尺子的作用。譬如，人们说一条照明线路相当于十分之一波长，就是说它有六千公里的十分之一，即这条线路长为六百公里。

用电波的波长来表示的物体的尺寸，在科学上常称为“电长度”。例如，有一段几公里长的电线，在人们的心目中，便是很长的了。但是用它来传送电波的时候，不能笼统地看，得用波长来度量。如果用它来传送照明用的五十赫的交流电，前面已经知道，这种交流电的波长是六千公里。那么，几公里的电线，在这个“尺子”面前就显得“很短”了。反过来，如果是传送波长为三厘米的雷达电波，那么，不要说几公里，即使是几米，也是“很长”的了。这就是无线电工程中所用的长和短的概念。这真是“尺有所短；寸有所长”呵！

## 奇妙的物质

电波是一种物质。它不仅占据空间，并且象世界上其他的物质一样，也具有能量、动量和质量。但是它又和我们日常生活中接触到的物质不同，有它自己的特殊性质。这也就是人们往往觉得它很神秘的原因。

举例来说，一般物质的质量都是很具体的，比如一克水，一公斤棉花，五十公斤水泥，你可以用手摸着它们，掂掂它们的分量，估估它们的体积。所以，你觉得它们实实在在地存在着。

电波却是高速（每秒三十万公里）运动着的物质，它没有静止的质量，不象水、棉花、水泥那样，可以静止地放在那里，称称重量。电波还看不见、摸不着、嗅不到，可是它的的确确存在着，通过特定的仪器，你会看到它做的工作，真好象童话中的“隐身人”。

又比如说，一个地方放了一张桌子，就不能再放另一张桌子；已经站了一个人的地方，就不能再站另一个人。电波却不同，在你周围，既有黑白电视的电波，又有彩色电视的电波；既有中央人民广播电台的电波，又有省市人民广播电台的电波。你用你的收音机或电视机可以接收其中的任何一个。它们混在一起，存在于同一空间。

也就是说，在已经有了一种电波的一个地方，还可以有其他的电波存在。





## 磁 的 故 事

电波虽然具有这些奇异的性质，但是电波的运动规律是可以认识的。

为了揭开电波的奥秘，我们先从电和磁的现象说起。了解电和磁的现象是了解电波运动的基础，正象

我们学习代数，必须先懂得四则运算一样。

我国是最早认识磁现象的国家。远在两千几百年前的春秋战国时代，人们就发现了一种能吸铁的“石头”，最初人们称它为“慈石”，因为它吸引铁就象慈祥的母亲吸引孩子一样，后来才称它为“磁石”。这就是我们今天所说的磁铁，通俗的名字叫“吸铁石”。

大家知道，每块磁铁都有两个极，一头叫“S极”，另一头叫“N极”。地球

