



声

納

解放军战士社

PDG

納 聲

雷 聲 編 寫

解 放 軍 戰 士 社

目 录

一	声纳的简史.....	(1)
二	声音的世界.....	(2)
三	听不见的声音.....	(4)
四	声音能跑多快.....	(6)
五	声音在海中怎样传播.....	(7)
六	水中声波的各种奇怪现象.....	(9)
七	怎样测目标距离.....	(12)
八	怎样测方向.....	(13)
九	声纳的构造.....	(15)
十	声纳在军事上的用途.....	(18)
十一	声纳兵的工作.....	(25)

一、声納的簡史

远在第一次世界大战期間，一些国家的炮兵部队，常用一种声音听测器来找敌人飞机的方向。后来因为雷达的出現，逐漸地代替了它的作用。有了雷达，对空偵察的問題，基本上得到了解决。可是，当时在海洋中，法国或美国的很多艦艇，常常遭到德國潛水艇的襲击；有的大輪船在夜間或大霧中航行时，往往突然撞在冰山、暗礁上沉沒海底。这些現象說明，艦船缺少一种水下偵察的本領，不能及时地發現它周圍的一切敌人。于是，世界各国的科学家就开始重視这方面的研究工作。

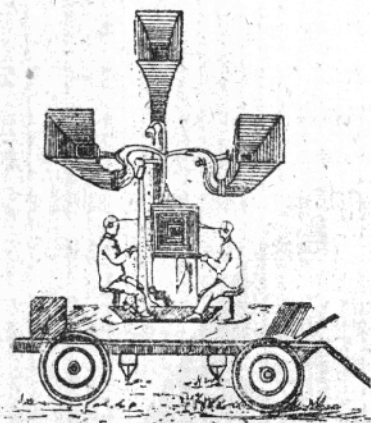


图1 声音听测器

“水下偵察兵”的名字叫“声納”，这是外国人給它取的；它的另一个名字叫“超声波定位仪”。

声納在第一次世界大战后期，曾被使用，但当时的声納很簡單，偵察本領也不算大，到了第二次世界大战，声納才神速地發展起来。

因此，当时許多国家靠

这个出色的“水下侦察兵”，炸毁了極大数量的德国潜水艇，大大限制了德国潜水艇的活动。所以各国海軍几乎都装备了声納。就是一些大輪船为了保障航海安全，也都缺少不了它的帮助。声納在近代海战中，起到了很大的作用。它是二十世紀現代科学技术的新成就。这本小冊子就准备談一下有关它的知識。

二、声音的世界

我們生活的世界，是一个充滿声音的世界。每天，从早晨直到深夜，那怕在睡梦中，声音总是伴随着人們。声音的世界千变万化。人們的講話、歌唱、風雨的呼嘯、海浪的汹涌澎湃、树叶的颯颯声、鐘表的滴嗒声、虫鳥的叫声、工厂的汽笛声、机器的轟隆声、警报声、槍声、炮声……可以举出千千万万种声音的現象。人們的耳朵是一种專門感受声音的銳敏器官。它可以听到各种各样的声音。

声音在人类的生活中極为重要，要是沒有一切声音，那么整个世界将会变得多么寂靜，多么枯燥无味，人們也就无法用声音来傳達語言。可是声音到底是什么东西呢？它是怎样产生的呢？

声音在自然界中到处都存在，說穿了也挺簡單，它就是一种振动的現象。譬如，用力敲鑼，我們便听到震耳的鑼声。这时如果用手去摸鑼面，便会感觉到鑼面在迅速地振动着，如果使手用力按住鑼面使它停止振动，鑼声便立刻停

止。还有电铃、钟、鼓……等等能发出响亮的声音，也是因为被小锤敲击后，引起激烈振动而发出声音的。

平时我们拉胡琴或弹弦乐时，也是由于弦的振动，才能听到声音，弦不振动了，声音也就消失。

因此，我们知道了，各

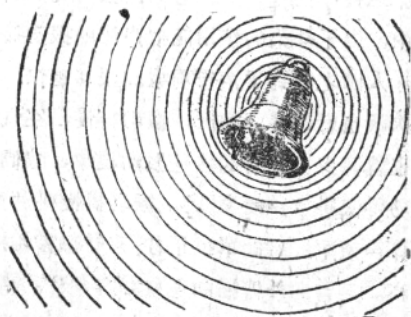


图 2.



图 3

种物体的振动现象，就会产生声音。象汽笛、警报器等也是由于用气体使它们振动以后，才发出很大的响声。军医常常用一只“音叉”，轻轻敲它一下，然后就让你听音叉的声音，用这个方法检查你的耳朵听力到底好不好。

“音叉”本身是个金属物体，它的周围都“包围”着空气分子。如果用小锤轻轻敲击一下音叉，它的金属体便引起

振动現象。音叉的振动会立即压缩四面的空气分子，只要音叉来回地不断振动，空气分子便一紧一松地向外一層層推出去。这样，空气分子把音叉的振动变成了声波傳送到人的耳朵中，由于耳朵的作用能把声波的振动接受下来送到腦神經去，人們才听到了声音現象。振动越快，空气分子一紧一松的次数也就越多。相反，振动得慢，空气分子一紧一松的次数也就减少。声音的这些振动現象，我們叫它做“声頻率”。振动得快叫“声頻率高”。振动得慢叫“声頻率低”。数学上計算声頻率的时间單位用秒。声音每秒鐘振动越多，声頻率就越高。声音向外傳播的現象称“声波”。声音除了空气可以傳导外，其他物体也可以傳导。如果把耳朵貼在火車軌道上，就可以听到很远地方开来的火車声。偵察員們有时貼在地面上听“动静”，也是这个道理。还有象木头、水等等也都是声音的好傳导体。

声音分两大类，一类是无規律的变化剧烈的声波，称为噪音（声納中称为騒音）。另一类是很有規律的声波，称为乐音。噪音和乐音有时很容易分辨清楚，假如有一台發动机的噪音、响声和鋼琴声混在一起，你很容易分清这两种声音。但有的时候噪音和乐音混在一起，人們也不容易分清楚的。

三、听不見的声音

人的耳朵虽然能听各种声音，但是它也有一个限度。前

面已提到过声音是一种振动现象，我們的耳朵听声频率，能听到的振动次数仅仅限于每秒鐘十六次——两万次之間。低于十六次和高于两万次的声振动，一般都听不到它了。我們把高于两万次振动以上的声波称为“超声波”。在軍事上，我們研究的声音，是“超声波”，这門科学叫“声納学”。

人們的耳朵听声音范围也不是完全一样。例如，根据年龄的不同就有所不同，一般成年人能听到一万六千到一万八千次。老年人只能听到一万到一万二千次。孩子們却能听一万九千到两万次。动物中听声音往往比人更灵敏。象狗的耳朵，它能听到三万八千次声振动。因此，許許多多人們听不到的声音动静，狗却能很迅速听到。自然界中存在超声波的现象非常多。大家都知道蝙蝠在晚間才出来寻找食物的，从前的人們总以为它在黑夜里能看見东西。到底蝙蝠在黑夜里是否能看見东西？它为什么能这样巧妙灵活地飞行而不会撞在墙上？关于这些“謎”，直到科学家們經過无数次的試驗后，完全証明了蝙蝠在黑夜飞行，并不是它的眼睛能在黑暗中看見一切东西，而是依靠了它的一对大耳朵能非常敏捷地听出微弱的超声波。蝙蝠的嘴巴專門会發出一种極短促的超声波，它利用自己發出的叫声，如果遇到了障碍物，声波会很快反射回来，只要一听到前面有回声反射现象，那么，蝙蝠就会改变方向飞行而不致撞在障碍物上。不过蝙蝠的超声波是利用的空气傳播，声納是利用水來傳播的，这些問題，后面要詳細講，这里就不談它了。

四、声音能跑多快

自然界中有时打雷，乌云密布，骤然天空中一道闪电，过了一会，你才听到了巨大的雷声隆隆滚过，这是为什么呢？为什么先看见闪电然后才能听到雷声呢？说起来很简单。闪电是一种光的现象，光波每秒跑得非常快，一秒能跑三亿米。可是声波在空气中跑得很慢，它每一秒只能跑三百四十米左右。那就是说比光速将近要小九十万倍。比如步兵在射击时，子弹的速度比声音的速度大两倍。射击飞出的子弹赶在声音的前面，所以我们在听到枪声时再躲避已经来不及了。但是，有经验的战士，他们往往善于躲避敌人的榴弹炮和迫击炮的轰击，这是因为这些炮弹的速度慢，

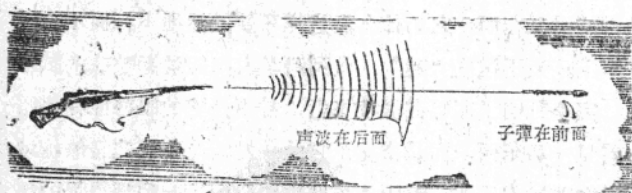


图4 子弹速度超过声波速度的现象。

又是沿着曲线飞行，它们落在声音的后面，当敌人开炮攻击时，炮弹还在天空中飞行，战士们早已听到了炮弹的音响，然后根据炮弹声音来的方向迅速采取躲避行动。

声音在空气中跑得比較慢，可是它在木头中跑起来就非常快，每秒钟可跑四千八百米。在鋼鉄中每秒钟能跑五千米。在玻璃中能跑五千六百米。声音在水中到底能跑多快呢？它一秒鐘能跑一千四百五十米左右。这里，可以看出声音在水中的速度比空气中快得多，这一点在声納应用上極为重要。例如，魚雷快艇的速度非常快，它每秒钟在海上能跑二十到四十米，如果把這個速度拿来和水中的声音速度比較，它就远远赶不上了。

因此，魚雷快艇在海上出击时，其他的艦艇或者潜水艇，可以在很远地方首先听到了它發出的巨大騒音声波，潜水艇便可立即潜到深海，逃避魚雷快艇的攻击。

五、声音在海中怎样傳播

前面談过声音在空气中是靠空气層的分子来傳播。那么声音在海中怎样傳播呢？原来它是依靠水的分子傳播的。水的分子由于外力的作用，水自己产生了傳能运动，就是把外力推傳出去，千千万万顆水分子运动的結果便形成了向四周扩展的波。例如，我們往平靜的池塘中抛下一塊石头，就会形成一圈圈向四周扩展的波形，这个現象，就是水分子傳播能的結果。这种水面上的傳波現象，叫做橫波。再如，我們拿一根繩子，一头結在树杆上，一头用手拿起来上下抖动一下，繩子便出現了一个奇怪的“波浪式”現象（圖6），这也是橫波的現象。

声納在水中造成的傳播声波現象，却是一种縱波。所謂縱波，就是它傳播出去的方向和声源傳力的方向是一致的。例如，在一只彈簧秤上，挂上輕微的重物，秤上的彈簧就發生上下振動，形成一种波动現象，这种波动就是一种縱波（圖7）。

自然界中傳播縱波的現象很多，人們用耳朵貼在火車軌上，可以听到远处开来的火車声响，这是因为火車軌是鋼鉄



图5 水分子傳波現象

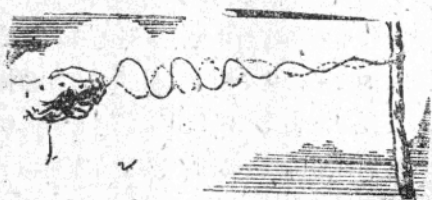


图6

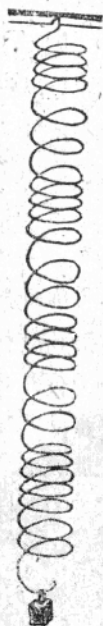


图7

做的，固体的内部分子结构能迅速传播纵波的缘故。

六、水中声波的各种奇怪现象

声波在水中传播，很是有趣，它能象光线一样，遇上东西以后会产生反射、折射现象。

在军舰上装了声纳，当它向海中发出声波后，声波遇到海底层，马上会反射回来，它和太阳光照在镜子上反射回去的道理是相同的。

水中声波的折射现象也象太阳光通过玻璃起了折射的作用

是相仿的。

不过水中声波的折射还和水的温度、密度、压力等各种因素有关，由于水温的变化，夏天和冬天的声波传播便出现了两种奇怪的现象。

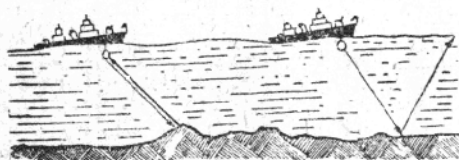


图8 声波反射现象

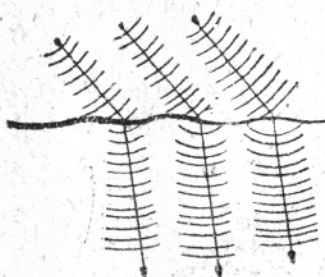


图9 声波折射现象

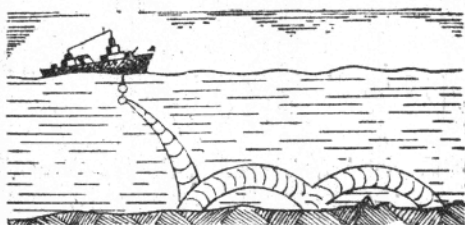
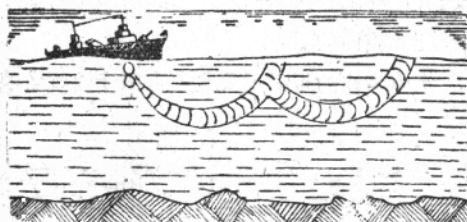


图10 在夏季發
射声波向
海底曲折

图11 在冬季發
射声波向
海面曲折



夏天声波向下曲折傳播（圖10），冬天却相反向上曲折傳播（圖11），这就影响到声納在夏季的作用距离，远远小于冬季。

声波不但能折射，它还善于繞射和透射。当声波在向前傳送时，遇上了障碍物，它会迅速地繞过去（如圖12、13）

声波遇上了銅板、鉄板等东西阻隔，它还会巧妙地透射过去（圖14）。

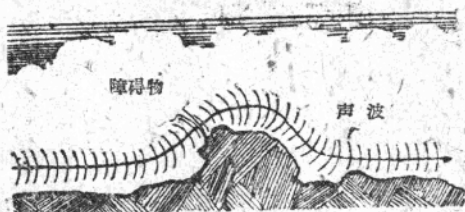


图12

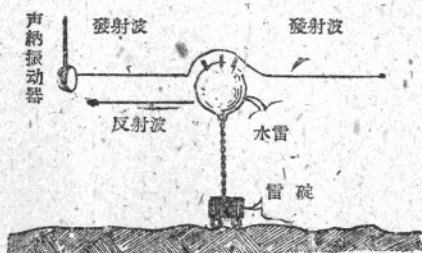


图13

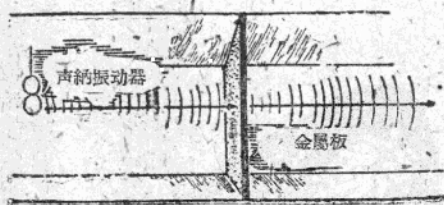


图14

七、怎样测目标距离

我們已經知道声波在水中的傳播速度，它每秒鐘能跑一千四百五十米左右。声波从發出去到达目标然后反射回来，它走了往返路程（这段路程走了两遍），其中的一遍路程，

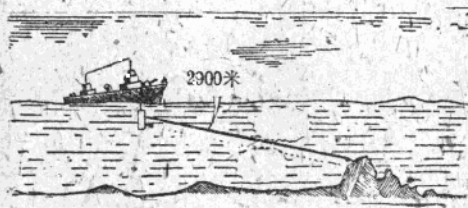


图15

就是到目标的实际距离。下面用簡單的算式可以清楚地表明出来：

每秒声波速度 $\times$ 每次测目标所需時間 $\div 2 =$ 目标的距离。

例如：一艘商輪測海底暗礁，当發出声波后經過 4 秒鐘才听到了目标反射回来的回音信号，我們利用上列算式即可求出暗礁的距离是 2900 米。声音在水中每秒的速度是 1450 米。所以

$$1450 \times 4 \div 2 = 2900 \text{ (米)}$$

声納也就是用这个道理做成的一个“测距仪器”，这种仪器，能把到达目标的距离用机械装备记录指示出来，知道距离对方目标的远近，进行防御。

八、怎样测方向

用声纳测定目标的方向是依靠了“双耳效应”。什么叫“双耳效应”呢？每个人不是都有两只耳朵吗？左右各一只，人有了双耳，才能寻找各种声音。例如，天空中有一架飞机飞过，人们都是先用耳朵听辨出方向，然后再用眼睛去看飞机。

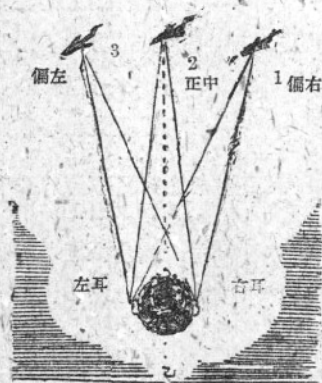


图16

由于在同一时间内，声音的方向不是位于人的正前方，例如图16中的飞机①，稍微偏右些，因此右耳听得较强，而左耳听得较弱，飞机发出的声音先传到右耳，后传到左耳，所以人们能很快辨别出飞机在右方。声纳就是利用了这个简单的道理，

不过代替耳朵作用的是许多小的收音器。收音器分别装在左右两边，这样外界一旦传来声波，声纳仪器便可以迅速听出方向来（图17）。

利用“双耳效应”测定方向只是声纳测向的一个方法。声纳测向还有一个好方法，它和雷达测方向的作用一样，装

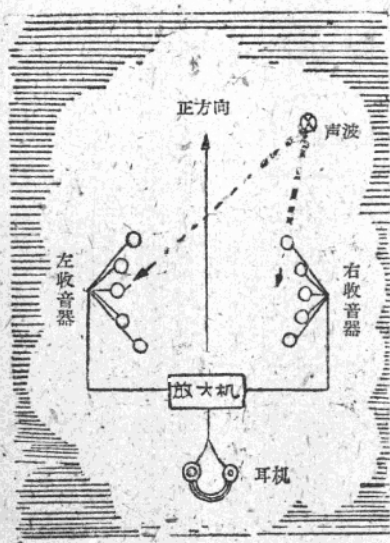


图17

是沒有目标，回音定向法可以测定出如暗礁、水雷、沉船……等不發出声音的目标。

有一个“水下天綫”，声納上叫做“振動器”。“水下天綫”可以四周轉动，并且能不定地發出声波，依靠自己發出的声波在接触到目标后反射回来，这时“水下天綫”所停的方向，即是目标的方向。用这种方法来测目标方向，是用的回音定向法，自己發出声波然后听辨反射的回音信号，沒有回音，那就

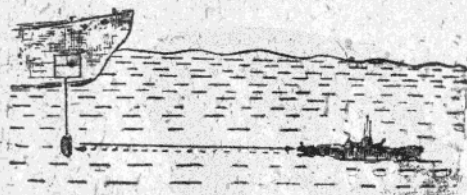


图18 用振動器测方向