

声纳技术及其在军事上的应用

李爱玲 闫夷升

(西安陆军学院计算机应用室 710108)

水声学是指以水波为对象研究水下通信、数据传输、目标检测和定位、识别、导航等方面的一门独特的科学。到目前为止,声波还是惟一能在深海中作远距离传输的能量形式,故它在军事上有着重要的用途。于是探测水下目标的技术——声纳技术便应运而生。

所谓声纳(Sonar, Sound Navigation And Ranging 的缩写),其原意是“声音导航和测距”的意思,是利用声波在水下进行侦察的工具。本文将给大家介绍一下水声探测技术的基础知识、声纳的工作原理及其在军事上的应用。

一、水声探测技术的基础知识

大家知道声波是一种弹性波。声波的产生需具备两个必要条件:一是要有产生声源的振动体,二是要有能够传播这种振动形式的空气、水等弹性介质。海洋中的声波,除了可听声波之外,还有超声波和次声波。

声波在不同介质中的传播速度是不同的。而且随着介质密度的增加,声速增大。例如在真空中,电磁波传播的速度等于光速,而声波在真空中根本不能存在。在空气中,无线电波可以传播几百到几千米,而声波最远也只能传播几千米。通常说话的

声音一般只在若干米之内。在水中,声速为 1450m/s 以上,声波可以传播几千米。在特殊情况下可达到几百甚至几千千米。无线电波在水中的传播距离为若干米,而光波也只有几百米。声波在水中的传播速度受温度、盐度及海水静压力(即深度)的影响。温度越高,声速越大;盐度及静压力的增加也会引起声速的增大。

声波在海洋中传播时具有以下几个特点:

1. 反射和折射。当声波遇到不能透射的障碍物时,便会发生反射。声纳(尤其是主动声纳),主要就是利用声波的反射特性探测信号。若海水的温度不同,含盐量不同或水的压力不同,则声波在海水中传播时就会发生折射,即声波发生弯曲。使声波产生折射的主要因素是海水的温度。

2. 透射和绕射。透射是人所共知的一种物理现象。海洋中的声波遇到比较薄的障碍物就透射过去。绕射是声波遇到尺寸比本身波长小的障碍物时就绕过去。根据绕射的这一特性,当水声探测设备的频率一定时,就可以探测水下目标的尺寸。

3. 散射与混响。声波在传播过程中遇到不均匀的物质(如气泡、悬浮粒子、浮游生物、冰层、海底山脉等)时,部分声能就会偏离原来的路径转向其他

DICOM 的标准的 2 维数字图像数据。治疗应用程序(TPS)将 CT 断层序列图像转化成一个 3 维图像,称为数字重建图像(Digital Reconstruction Radiography, 简称 DDR)。从这个 3 维图像中可找出有兴趣的区域(Region of Interest 简称 ROI),从 ROI 中可以明显地区分出患者的肿瘤位置,灵敏器官与周围正常组织的相互空间关系。医务人员就从中来选择治疗方法,剂量计算等,从而制定出全部治疗计划。TPS 再从 DRR 图像中作出另外两个 DRR 图像,一个是从 0 度角度(如从肿瘤顶部来看)的 DRR 图称为 DRR1 图,一个是从 90 度角度(如从肿瘤边上来看)的 DRR

图称为 DRR2 图。在患者进行质子治疗照射之前,先用激光模拟定位进行预定位,作为粗定位位置,再用治疗头内的 X-光管拍摄一个 0 度的 DR1 图像,再用位于治疗床边上的另一个 X-光管拍摄一个 90 度的 DR2 图像。这两个 DR1 和 DR2 图再和由 TPS 根据 CT 图像所得的 DRR1 图与 DRR2 图像作比较。根据 DRR1 - DR1 与 DRR2 - DR2 两个图像的比较差值,来进一步精细调节治疗床,再重复进行上述的比较,直到 DRR1 与 DR1, DRR2 与 DR2 两个图像基本重合,就完成精确定位。

方向形成散射。由于散射波传播的距离不同,在接收点传来强度不等的散射回波,于是就形成了混响。混响是一种干扰,它和目标回波混在一起不易分开,大大影响了水声设备对目标的辨别能力,掌握并利用这一特性对于研究水声对抗,探索抗混响措施是非常重要的。

4. 衰减。声波在海洋中的传播同在空气中的传播一样,从一点传到另一点,其强度随距离的增加而减弱,甚至会消失。这种现象称为声波的衰减。造成衰减的原因是声波的扩展损失、海水的吸收作用、反射、折射和散射等。

二、声纳的组成和工作原理

声纳是利用水声传播特性对水中目标进行传感探测的技术设备,用于搜索、测定、识别和跟踪潜艇和其他水中目标,进行水声对抗,水下战术通信、导航和武器制导、保障舰艇、反潜飞机的战术机动和水中武器的使用等。声纳的工作原理是回声探测法。这个方法是在第一次世界大战期间研究出来的。用送入水中的声脉冲探测目标,声脉冲碰到目标就反射回来,返回声源(有所减弱)后被记录下来。如果知道脉冲的往返时间,并且知道超声在水中的传播的速度,就可以很精确地测定出目标的距离。这当然是很有价值的,尤其是在军事上。根据海洋声学 的历史记载,意大利物理学家达·芬奇曾于 1490 年写过这样一段话:“如果使船停航,把一根长管的一端插入水中,而另一端贴紧耳朵,则能听到远处的航船。”这实际上是水下被动式声纳设备的雏形。

声纳按其工作方式可分为被动式声纳和主动式声纳,现在的综合声纳兼有以上两种形式。

被动式声纳又称为噪声声纳,主要由换能器基阵(由若干个换能器按照一定规律排列组织组合而成)、接火机、显示控制台和电源等组成。当水中、水面目标(潜艇、鱼雷、水面舰艇等)在航行中,其推进器和其他机械运转产生的噪声,通过海水介质传播到声纳换能器基阵时,基阵将声波转换成电信号传送给接收机,经放大处理传送到显示控制台进行显

示和提供听测定向。被动式声纳主要搜索来自目标的声波,其特点是隐蔽性、保密性好,识别目标能力强,侦察距离远,但不能侦察静止无声的目标,也不能测出目标距离。

主动式声纳又称回声声纳,主要由换能器基阵、发射机、接收机、收发转换装置、终端显示设备、系统控制设备和电源组成。在系统控制设备的控制下,发射机产生以某种形式调制的电信号,经过发射换能器变成声信号发送出去当声波信号在传播途中遇到目标时,一部分声能被反射回接收换能器再转换成电信号,送入接收机进行放大处理,根据声信号反射回来的时间和频率的高低来判断目标的方位、距离和速度,在终端显示设备上显示出来。主动声纳可以探测静止无声的目标,并能测出其方位和距离。但主动发射声信号容易被敌方侦听而暴露自己,且探测距离短。

三、声纳在军事上的应用

早期潜艇依靠潜望镜进行观察。但潜望镜只能观察水面上的目标,对水下目标则无能为力。所以早期潜艇的事故率很高,经常在水下撞上暗礁、水雷和别的潜艇。在二战期间,沉没的德国潜艇就有 100 多艘。基于上述原因,人们就研制出了水面舰艇声纳和潜艇声纳。主要是用于搜索敌方的舰船和潜艇。二战期间,英国的“沃克”号驱逐舰就是利用声纳测出德“U - 99”号潜艇在水下的准确位置后,投下 6 枚深水炸弹。“U - 99”号受到袭击后严重破损,不得不浮出水面,又遭“沃克”号炮击。德国的“王牌”艇长雷奇默尔在别无选择的情况下举起了白旗,所有潜员做了英国的俘虏,潜艇不久沉没海底。

声纳除了探测潜艇外,还能探测水雷、鱼雷等小目标。扫雷舰上的探雷声纳是一种主动声纳。由于水雷反射声波能力很弱,探测水雷是一项更为困难的任务,不仅要求声纳能分辨出这些小目标,而且要精确测出它们的位置。目前探测沉底雷的距离大约为 300 ~ 500 米。除此之外,声纳还可以探测海洋里的沉船和暗礁,执行海底警戒等任务。

封底照片说明

照片所示的是远距离手术系统“格林系统”,它是让医生坐在操控台前,带上三维眼镜,两手的手指上分别套上操控仪器的控制环,系统中的传感器可以测出医生手指的细微动作,医生通过观看传输系统传送过来的远在异地手术室里病人的实况图像,通过手上的控制环将命令数字信号传送到病人所在的手术台上,通过两只机械手对病人手术。声频系统同步传送手术过程中的声音,使人有现场感。

(李博文)