

当前，研究海洋与大气的相互作用和海底的地壳结构，是海洋研究中的两个热门课题。遥感技术，从空中用电磁波（红外、激光、微波等）对海面附近进行遥感；声学技术，从海面用声波对海底地层进行遥测，是分别用于研究这两个课题的重要手段。

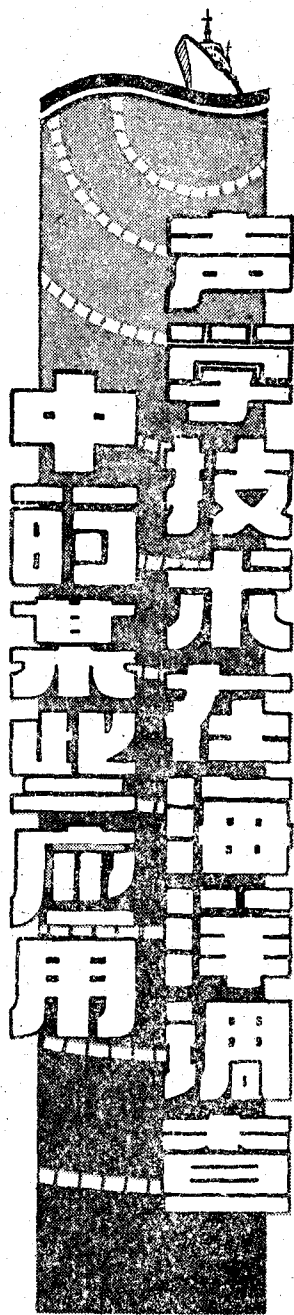
声波和电磁波在海洋中的传播距离相差很大。据透露，美国的远程声纳甚至可监听到16,000公里以外的潜艇活动；而直到1976年，美国宇航局的机载激光雷达测得的海水深度还不超过10米。事实上，声波不但能在海水中远程传播，而且能透入海底地层达十几公里之深。海洋调查仪器中有相当大一部分是声学类型的，这是一个重要原因。

由于海战，特别是反潜战的需要，军用“声纳”装置一直在迅猛发展。本文所介绍的各种民用海洋声学仪器，其技术水平和动向受到军用声纳技术发展的很大影响。实际上，各种海洋声学仪器都可以说是一种特殊的声纳装置，只不过探测目标不是军舰而是别的什么东西。

声纳系统由换能器和处理机两大部件构成。（1）换能器部分，在海水中发射、接收声波。发射声波的称发射器或声源，接收由探测目标返回或发出的声波的称水听器。有的换能器是收、发两用的。（2）讯号处理机部分，对将发射或已接收的电讯号进行模拟或数字处理。一般的它是一部电子设备，装在舰船、浮标、潜球或水下拖曳体中。海洋声学仪器的特

道克敏

（中国科学院海洋研究所）



殊性主要体现在换能器部分。

早在第二次世界大战时就确定了声纳（SONAR）这个专门名称，它是由声音（SOUND）、导航（NAVIGATION）和测距（RANGING）三个英文字头拼成的。今天，面对种类繁多的海洋声学仪器，我们仍可按用途将它们大体分为测距的和导航的两大类。

测距的仪器是利用回声来测量目标远近的。这类仪器应用最广的要数回声测探仪，它是1918年应反潜战需要发明的回声测位仪发展出的一个民用分支，它可在走航中自动连续地测绘出水深剖面图。今天的测探仪已可测出世界最深的马里亚纳海沟的深度11,034米，在浅海则以厘米级的精度精细地测绘水下地形。如果不以海底而以鱼群为探测目标，这就是各种垂直的和水平的探鱼器，近来发展的一种渔网监察装置是将换能器装在拖网网口来监视渔情。各种声学测波仪和验潮仪则是以水面作为探测目标的。近十几年发展了一种海底地貌仪（旁侧声纳），它在走航中对航迹两侧的海底地形进行声成像，其记录图案就像航空摄影的地面照片一样。目前，它主要用于浅

海。前几年中东战争告一段落，曾用它协助清理苏伊士运河，搜索到250到500磅的炸弹以及沉入水底的导弹发射架、火箭、飞机、卡车、浮桥等，后由潜水员下去，在十米的范围内可摸到，其中最小的物体只有155厘米大。可见该仪器对海底形态能进行多么清楚的描绘。

对海底地壳结构的遥测可用重力仪、磁力仪等其它地球物理手段，但利用声波的地震仪是最有效的。地震仪的声源可利用天然地震，也可使用炸药及非炸药（如枪、电火花、气爆笼等）震源。地震法有反射波法和折射波法两种，前者着重分析在地层界面上反射的地震波，后者着重分析在地层界面上滑行的地震波。各种地层剖面仪是利用人工震源的反射法，它可在走航中自动连续地测绘出海底地层剖面图，其中一个典型的系统是：30,000焦耳的电火花震源，30米长的水听器工作段拖在船后150米、水下4米深处，接收机工作压20到100赫芝，每4秒激发一次震源，每16米水平位移取一个资料点，沉积物中平均声速取每秒2公里。这是一种勘探几千米地层的深层剖面仪，曾被用来进行海底构造的大面积普查，研究板块构造、评价含油远景。另一种勘探几十米地层的为浅层剖面仪，例如中国科学院海洋研究所研制成的HDP-1型浅层剖面仪。近十年来，着重发展了勘探几百米地层的中深层剖面仪。

有很多海洋声学仪器可列入导航这一大类，例如供潜水员用的水下问答器；引导载人潜艇或海底车到达指定目标的海底指向标；在能见度极差的条件下也可给舰船导航的声标；常用来领航万吨级巨轮安全进港的多普勒航速仪；测值精确的计程仪；能指令海底锚定系统脱锚使被锚定的仪器载体重返水面的声指令释放装置等；其中不少仪器已经商品化了。

作为导航的例子，最值得一提的是“挑战者”号的。这艘世界瞩目的深海钻探船曾在水深6,888米的海域进行钻探，其钻进深度超过1,500米。它所取得的岩心是洋底地质历史的直接见证，结果最有力地支持了当今盛行的海底扩张学说，其中一个令人难以置信的发现就是：洋底的年龄比大洋的年龄要轻。但同样令人震惊的是：多么先进的海洋技术保证了深海钻探的顺利进行！要知道，这条万吨巨轮不用抛锚而保持其船位达一个月之久！又当恢复钻进时，怎样从几千米高的海面将钻杆对准原钻位重新插入呢？这里用到了声学导航设备。原来

在海底钻孔附近抛有声指向标，它受控按时发出声讯号和装在船底的四只水听器呼应，以引导并保持船位。一只漏斗式声学导向器套在钻孔上，在它向上张开的锥面上均匀配置了六只声反射器；当带有声扫描器的软接钻管向下探索时，由这些声反射器引导，最终使钻头准确插入钻孔。当然这些都是在—台 Sigma II 型计算机的控制下自动进行的。

近年来，对各种物理参数和生物参数进行所谓声遥感受到了重视，它可对几十公里到几百公里尺度的潮汐推动过程、湾流动力结构、诺斯拜波、大洋涡动流等进行观测，还可用来观测经济鱼群、浮游生物和某些海洋哺乳动物，对它们进行科学评价。这些是声学技术应用用于海洋物理和海洋生物的一个重要方面。

最后让我们简要地提一下两个值得注意的新技术动向。其一是参量声阵，即所谓非线性声源。迄今为止，在几千赫到几十千赫的频段，实用换能器的声束宽度是几十度的量级，人们一直在探求怎样在不加大换能器尺寸的条件下使声束宽度降低到几度的量级，现在，声量阵可以做到这点！而且它还没有旁瓣，因此，它可将声束的横向空间分辨率提高一个数量级。应该指出，海洋声学仪器的工作频率约从1赫左右到1兆赫左右，但主要集中在1千赫到100千赫的范围，而这正是参量阵大可用武之地，事实上用参量阵制成的测深仪和浅层剖面仪已经进入实用阶段。另一个值得注意的新技术动向就是加紧研究并采用各种讯号处理技术，例如数字编码、相关接收、数字滤波、声全息探测、光全息显示等等，对来自探测目标的讯号尽可能加以“采集”并“处理”，以便提高导航和测距的精度并进而进行目标“识别”——探鱼器不但告诉你在什么深度下网，而且告诉你将捕上些什么鱼；地层剖面仪不但告诉你地层界面的起伏形态，而且告诉你地层的岩性，如此等等。

1975年第三届国际海洋会议的主题是“向深海进军”，我们在向海洋科技现代化进军征途中。研究和应用声学技术是一个重要的课题。