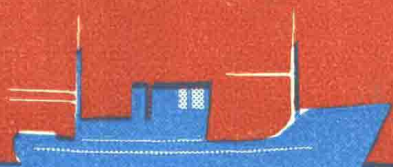


渔业机械仪器

YUYE JIXIE YIQI

专辑



国外

助渔 仪器



上海人民教育出版社

渔 业 机 械 仪 器

(专 辑)

国 外 助 渔 仪 器

国家水产总局渔业机械仪器研究所

《渔业机械仪器》编辑部

1 9 8 0

《国外助渔仪器》专辑

目 录

助渔仪器综述

- 国外助渔仪器发展概况.....朱永良 冯妙生编 (1)
探鱼仪现状和将来.....加藤增夫 (11)
朱永良译

新型助渔仪器

- 遥控探鱼仪研究.....桥本等 (20)
朱永良译
深水渔用声纳.....L. W. Proctor (22)
侯光烈译
深海拖网渔船用探鱼仪选择与应用.....田中矶一 (31)
朱永良译
阿脱拉司渔用全景声纳.....朱永良译 (35)
深水拖网上纲高度遥测仪.....N. D. Pearson等 (37)
朱永良译
水下遥控渔用探测系统.....冯妙生摘编 (41)

渔用调查仪器

- 拖曳式双频道水声鱼群估计系统.....W. C. Acker (46)
朱永良译
利用水声技术研究鱼群资源的数字式数据记录系统.....I. Hampton等 (49)
蔡熙元译
以微计算机为基础的回波积分系统.....R. Y. Kannemori (55)
冯妙生译
湖泊用移动式鱼类声学统计系统.....B. F. White (59)
冯妙生译

渔业研究用高数据率水声遥测仪·····	L. W. Lipscombe	(64)
	朱永良译	
渔用声学标志的自动电子跟踪系统·····	P. W. Osborne等	(69)
	冯妙生译	
超声波海洋生物遥测系统·····	中村 朗	(74)
	朱永良译	

其他渔用仪器

海洋牧场监测系统·····	柏木 宽	(82)
	朱永良译	
机载传感器夜间探鱼·····	E. J. Bulban	(88)
	朱永良译	
机载激光器探鱼的数学模式·····	D. L. Muphree等	(89)
	朱永良译	
机载扫描激光器探鱼的数学模式·····	D. L. Murphree等	(101)
	王雅敏译	

国外助渔仪器发展概况

朱永良 冯妙生

五十年代以来,由于造船、助渔、导航和捕捞机械的飞速发展,世界各国海洋渔业的捕捞能力有极大增加,海洋渔业的年产量逐步上升。1950年海洋渔业年产量1860万吨,1969年为5570万吨,年增长率为6~7%。但是自七十年代初达到6500万吨后增长率开始缓慢下降,海洋渔业产量徘徊不前,甚至下降,有许多种类鱼群出现了明显的资源衰退现象。因此在渔场上渔船之间竞争剧烈,许多渔船力求提高搜索鱼群的能力和正确判定鱼群的位置,即距离,方向和水深的的能力,对助渔仪器进行了大量投资。

鱼类资源衰退促使先进的渔业国家如美、挪等国计划实行渔业管理,有效掌握鱼群资源量,确定最大可捕量,从目前的盲目捕捞过渡到有计划合理捕捞,保持海洋渔业稳产、高产。

其次是加拿大、日、苏、德等国,正在探索深海渔场和南极洋等极远渔场,计划开发、利用深海鱼类资源和南极磷虾。据日本初步分析,深海渔场年可捕量约为3500万吨,磷虾可捕量约有数亿吨。

除海洋捕捞外,很多国家正在研究海洋增殖技术,特别是美国、日本积极研究海洋牧场,力求从单一的海洋捕捞渔业发展为养捕并举。

上述渔业形势决定了助渔仪器的发展方向,即重点是采用新技术,研制更先进的探鱼仪器,包括适用于深海的探鱼仪器和遥感探鱼仪器;其次是积极发展调查渔业资源用的仪器;第三是着手研制海洋养殖方面使用的仪器。世界各先进渔业国家,从六十年代末到七十年代生产和研制的各种新型和改进型的助渔仪器有20多种。在垂直探鱼仪方面有调频探鱼仪、记忆式探鱼仪、彩色探鱼仪、相控阵探鱼仪等;在水平探鱼仪方面有电子扫描声纳、环境显示声纳、多波束声纳以及数字声纳;在网具监测仪器方面有网情仪,深水上纲遥测仪;在遥感探鱼仪器方面有微光电视探鱼系统、激光探鱼系统;调查资源用仪器则有模拟积分器、数字积分器,可变深度声纳,水下电视系统、超声波海洋生物遥测系统等;其他还有音响诱鱼仪,金枪鱼延绳钓专用计算机,海洋牧场监测系统等。现将各类助渔仪器的发展情况分述于下:

一、垂直探鱼仪

垂直探鱼仪是目前国内外海洋捕捞生产中使用最普遍的助渔仪器。目前几乎没有一条渔船不装用垂直探鱼仪。尽管近年来助渔仪器发展很快,有许多新型助渔仪器可供应用,但垂直探鱼仪仍然是海洋渔业捕捞生产和渔业调查中最基本的助渔仪器之一。据日本统计,日本渔

船上装用的垂直探鱼仪和水平探鱼仪总数约七万台，年产量为一万六千台。如果其中70%供国内使用，则日本渔船上所用探鱼仪可能每六年要更新一次。由此可见在日本垂直探鱼仪的发展很迅速，处于不断更新中。

近年在发展垂直探鱼仪方面取得较大成就的国家是日本、西德。日本是世界上渔业种类最齐全的国家之一，其渔船的作业范围遍及全球各大洋。为了适应捕捞生产的需要，日本生产的垂直探鱼仪品种最多、最全、而且不断研制新型垂直探鱼仪。而西德在垂直探鱼仪中应用先进电子技术方面取得了显著成果。关于垂直探鱼仪的发展现状可概括为如下几点：

(一) 已形成一个完整的系列

日本根据各种渔业的特殊要求，即根据捕捞的品种、渔法、作业海区的不同特点设计和生产了各种类型的专用探鱼仪。不同渔业使用的专用垂直探鱼仪主要在使用的频率、工作频率数量、发射功率和安装方法上有区别。欧美各国的垂直探鱼仪则没有如此细微的区别。日本各种专用探鱼仪分类为：

1. 沿岸渔业探鱼仪。特点是小型，发射功率较低，采用中频或高频的单频率探鱼仪。

2. 鱿鱼钓渔业探鱼仪。鱿鱼是软体动物，对超声波反射率较低，一般采用中、高频双频率探鱼仪，以满足搜索较稀疏鱿鱼群的要求。

3. 竹刀鱼棒受网渔业探鱼仪。为了在广阔海域内搜索发现鱼群，使用指向性宽、探测距离大的中频和低频的双频探鱼仪。

4. 鲑鳟流网渔业探鱼仪。这是一种具有独特性能的专用探鱼仪，一般装有专用的鱼种判别回路，并有计数器，其换能器固定装在船侧，以旁视方式发射声束，是一种声纳型探鱼仪。可用于探测群体分散，并且通常混什在狭鳕和浮游生物层中的单尾鲑鳟鱼。这种探鱼仪一般为中频和高频的双频率探鱼仪。

5. 围网渔业探鱼仪（围捕鲈、鳕、沙丁鱼为主）。围网作业海区较深，主要用低频大功率探鱼仪，但为了近距离探查鱼群，因而装高频探鱼仪为辅或采用双频率探鱼仪。最近日本生产一种三频率探鱼仪，可使用低、中、高三种频率工作，分别用于深海探鱼、浅海探鱼和靠近探查。

9. 金枪鱼延绳钓渔业探鱼仪。一般采用低频和高频组合的大功率双频率探鱼仪。最大功率可达10瓩。

7. 底拖渔业探鱼仪。浅海底拖渔业，作业海区水深在100米以内。主要采用中频和高频的双频率探鱼仪。高频用于探测虾群。而且为了使海底和底层鱼记录分离清楚，所以这类探鱼仪声束角较狭，发射功率为2~4瓩。深海底拖渔业用探鱼仪一般为低频和中频组合的双频率探鱼仪，发射功率较大，用4~10瓩。

(二) 普遍使用两种以上工作频率

从上面可以看出，日本各种渔业用的探鱼仪普遍为双频率探鱼仪，两种频率的搭配方式有低频——中频，低频——高频和中频——高频三种。围网渔业用探鱼仪中甚至有三频率探鱼仪。在六十年代就有双频率探鱼仪，是同一台发射机和接收机，通过换用振荡线圈办法，交替使用两种频率，因而两种频率不能同时发射和接收。目前日本生产的部份双频率探鱼仪，可同时发射、接收和显示，在记录纸上同时打出两种频率的探鱼记录。实际上这种双频率探鱼仪是两种不同工作频率探鱼仪的组合式机器。

(三) 普遍具有海底锁定、分层扩大、记录存储以及波束角度可调等先进性能。

近年来,垂直探鱼仪的性能改进,除前述设计适应各种渔业不同使用要求的专用垂直探鱼仪外,主要集中在改进回波映像记录性能和读取方便等方面。六十年代的垂直探鱼仪,判别贴近海底鱼群的技术是白线装置。近年来已普遍使用海底锁定、分层扩大(包括海底扩大)技术。在达到海底锁定和局部量程扩大方面主要有两种办法:一种是采用多笔式记录器,称多笔式探鱼仪,是日本光电公司首创,它利用电子扫描技术,触发记录笔阵,从而达到局部量程扩展和海底锁定。其记录纸的上半幅为正常全程记录,下半幅为局部量程扩展。第二种办法是利用电子计算机存贮技术,如日本无线电公司NJA-180型探鱼仪,将海底、鱼群回波信号加以储存,不变化记录笔运转速度,变化时钟脉冲,就可改变测深记录,获得海底锁定和分层扩大的效果。这种探鱼仪称为图象电子放大探鱼仪。西德克虏伯、阿脱拉司公司701系列和依拉克公司LAZ探鱼仪也是这一类探鱼仪。

在记录存储方面:日本海上电机公司的记忆式探鱼仪也是使用电子计算机存储技术从而获得海底锁定和局部量程扩大性能的,但还具有将回波记录存储起来,需要时可重新显示在示波屏上的性能,即所谓有记忆性能。英国开尔文公司W·G探鱼仪也有类似性能。

声束角度可调方面:西德克虏伯、阿脱拉司公司701系列垂直探鱼仪可发射两种不同指向角的声束,即具有波束宽度可调性能。它采用由19个元件组成的换能器,内圈7只,用于产生 19° 声束,全部19个元件组成底拖专用换能器,产生 10° 声束,以提高判别贴近海底鱼群的能力。

(四) 积极研制各种新型垂直探鱼仪

1. 调频探鱼仪。这是日本在七十年代初开始研究的一种新型探鱼仪,发射一种频率随时间起线形变化的锯齿状超声波,利用差频数可以探知目标距离,并可获知鱼体运动速度和屈曲运动频率,可据以判断鱼的种类,但迄今尚未取得成功。

2. 彩色探鱼仪。最先研制彩色探鱼仪是日本光电公司,生产CVS型彩色探鱼仪。它利用电子技术,将各种回波存储、处理后给予彩色显示。其最大优点是分辨能力极好,用红色到白色的色调变化反映回波强弱,因而能精确探明和区别微小目标,区别海底和贴底鱼。这种探鱼仪还具有其他先进性能,如海底锁定,分层扩大以及与网具监测装置连用等。在显象管上可同时显示全程、分层扩大或海底扩大,1/2幅或1/4幅以及网具图象等任意四种图象,性能比较先进。

最近日本海上电机公司制成一种新型记忆式彩色探鱼仪,其主要特点除彩色显示外,可以存储图象,需要时可以重现,并可与新图象同时显示,便于对比。

3. 相控阵探鱼仪

这是一种技术先进的深海探鱼用垂直探鱼仪,它有两个特点,即波束始终保持垂直,有自动稳定波束方向的能力,其次是可发射 $6\sim 8^\circ$ 狭声束,声能集中,探测距离大,分辨力好。它采用相控阵换能器,51个振动元件分为七组,排为菱形,每一组换能器单元接一独立的发射和接收通道,由数字波束形成器控制七组换能器单元的振动相位,不仅可产生旁瓣极低的狭波束,而且主波束的轴线可以利用电子技术偏转,进行扫描,从而通过相应装置测定船舶横摇角度,产生控制信号,就可控制主波束的轴线保持垂直。这种相控阵探鱼仪发射功率为4瓦,声源级 $S=135$ 分贝,能探测水深1000米以下鱼群,最大测距4000米,虽然使用32千赫工作频率,但分辨力高,可以测到虾群。

此外,日本也在探讨深海探鱼仪应具有的性能。日本光电公司认为,为了能在凹凸不平

的海底和倾斜度较大的大陆棚斜坡上发现贴底鱼群，并能正确测出拖网将通过的海底地形，避开障碍物，实行等深线拖网捕捞，最好能实行 60° 角度（从左舷到右舷）扫描的探鱼仪。脉冲宽度应在 $0.5\sim 3$ 毫秒之间可调，并应采用2支以上记录笔，以提高灵敏度。

由上可知，近年来垂直探鱼仪无论在技术、性能和机型上都有新的进展。

二、水平探鱼仪

水平探鱼仪是近年发展比较迅速的一种助渔仪器。六十年代主要使用步进式机械扫描水平探鱼仪。这种机器有搜索盲区，扫描速度慢，信息率低，不能快速有效地发现鱼群，而且在判读回波记录、确定鱼群目标方位方面不是直观显示，已不能满足海洋捕捞生产发展的需要，因而世界上各主要渔业国家，如美、日、加、德、挪都在研制各种高性能渔用声纳。研制的方向集中在高速扫描、提高搜索速度和目标直观显示，判读容易两个方面。自七十年代以来，进行研制和投入生产使用的新型声纳有电子扫描声纳、多波束声纳等多种。各种渔用声纳的发展情况如下：

1. 不断改进机械扫描水平探鱼仪的性能，主要解决直观显示、判读方便问题。

机械扫描水平探鱼仪的优点是价格比较低，在使用者熟练掌握后，可以基本满足渔业生产的要求，因而虽有信息率低等缺点，目前仍有很多渔船装用这种水平探鱼仪。

近年来，挪威在改进这种水平探鱼仪的性能方面作了大量工作。如挪威西姆拉公司生产的SY型声纳采用示波管显示器代替传统的记录纸方式，而且还应用了电子存储器，因而这种仪器有三种显示方式，即朝前、中央、朝后，分别适用于渔船航行中扫描搜索、围网和拖网三种不同作业情况的要求，在读取方面有较大改进。此外，挪威西姆拉公司在这种水平探鱼仪上配用计算机及其他导航仪器构成新型环境声纳，可以同步显示鱼群、网具和船迹，性能有很大改进。

2. 电子扫描声纳的发展从简到繁，又由繁化简。

电子扫描声纳是一种先进的渔用声纳，七十年代初，美、加、日三国都生产这种渔用声纳。它的特点是一次发射的声束就能对全方向 360° 实行扫描、搜索，因而信息率高，没有盲区，而且还具有方位分辨力好、直观显示、便于观察等特点。

由于电子扫描声纳全方向发射声束，散射损耗较大，量程受到限制，因而还采用扇形扫描、搜索和单个狭射束做探照灯式搜索方式，以增加有效测距。电子扫描声纳的研制过程是从扫描 60° 扇区开始，发展到能扫描 90° 、 180° 到全方向 360° 。而且声束俯仰用电子技术控制声束轴线。这种渔用声纳结构复杂，价格高昂，目前难于普及推广使用，因而日本古野等公司生产简易型电子扫描声纳，最大扫描角度为 180° ，换能器仍采用机械旋转和俯仰机构，降低了成本，便于中型渔船装置。目前日本渔船大量装用的是简易型电子扫描声纳。

电子扫描声纳工作频率一般为中频，但是浅海用电子扫描声纳用高频。

3. 多波束声纳的发展有曲折。

西德称它为全景声纳，它是电子扫描声纳的变型，结构比电子扫描声纳简单，性能类似。这种声纳一次发射若干个射束，扫描 90° 角，如西德阿脱拉司公司的950型全景声纳，每次发射12个声束，声束角度 $6\sim 8^\circ$ ，提高了方位分辨力。此外，950型声纳采用双平面显示法，即在示波屏上除平面显示距离、方位外，同时显示垂直面的探测情况，从而获得目标深度的

图象。这种声纳还采用微电子存储器，对信号迭加处理，提高了信噪比，可抑制其他探鱼仪和声纳的干扰。在声束发射方面采用相位合成法，可以高速电子形成高聚焦波束，控制波束图形和波束方向。多波束声纳换能器一般采用机械俯仰和旋转机构。

挪威西姆拉公司首先制成多波束声纳并配用电子计算机、罗盘、测程仪等组成环境显示声纳，特别适于围网作业使用。近年来该公司实际上生产和出售的CD型环境声纳不使用多波束声纳，而配用一般步进式机械扫描的ST·SU型大型声纳。据说是为了电子计算机处理方便，但是失去了快速搜索、信息率高的优点。这是多波束声纳发展中的一个曲折。

4. 单脉冲声纳

这是日本无线电公司在七十年代初研制的一种新型声纳，一次发射两个 $\pm 60^\circ$ 宽幅脉冲，复盖 60° 扇形区，用相移矩阵接收回波，对回波进行运算后显示在示波器和记录器上，工作频率28或50千赫。这种声纳可抑制付声束，噪声影响小，因而适于浅海区使用。但由于使用宽声束，角分辨力低，使用受到限制，在日本亦未普及推广使用。

5. 数字声纳

数字声纳是一种性能良好，而且价格低廉的新型声纳，完全采用数字电路，由于数字电路器件在国外已大量生产，价格比较低，据估计，数字声纳的价格约为电子扫描声纳的十分之一。目前这种声纳的主要缺点是测距短，抑制混响困难。

英国、加拿大都在研制和改进这种声纳的性能。英国制成一种渔用数字声纳样机，性能尚未过关；加拿大研制的渔业研究用水声遥测仪就使用数字声纳，测距400米，工作频率120千赫。

目前国内外水声工程方面都大力主张发展数字声纳，因而从长远角度看，渔用数字声纳亦将有较大进展。

总括来说，水平探鱼仪在七十年代发展比较快，但七十年代后期呈现停滞状态。

三、遥控探鱼仪

它的工作原理是发射声波，接收回波，然后用回波信号调制无线电载波，再用无线电发射机将信号传输到远方。陆上基地或主船接收信号后，解调、还原成模拟信号，将其记录或显示。

这种探鱼仪适用于定置网渔业和围网渔业。用于定置网时，机器外形类似浮标，用无线电信号控制仪器工作，工作频率采用200千赫高频，可用于远距离监控定置网内的渔获情况。

在围网渔业中使用遥控探鱼仪有两种形式：一种以普通方式安装在探鱼船上，将探鱼记录发回围网船，便于网船选择鱼群密度高的地点放网作业。这种遥控探鱼仪采用中频，无线电载波用42兆周，传播距离7公里。另外，日本在南太平洋金枪鱼围网渔业中采用流木诱集金枪鱼群的办法。在若干流木上装置遥控探鱼仪，使用24兆周载波将探鱼记录发向渔船，最大传布距离100公里。

总之这是一种用途不广的助渔仪器，目前只有日本渔业中少量使用。

四、网具监测仪器

网具监测仪器主要有拖网渔业用的网情仪和围网渔业用的网深仪两种。网情仪是底拖和中层拖网渔业一种重要的助渔仪器，苏联、挪威、日本、西德等国从五十年代开始就研制这类仪器，六十年代发展较快，七十年代发展缓慢。六十年代初，网情仪的研制成功给拖网渔业带来了改进，为从底拖网渔业发展到中层拖网渔业提供了条件。因为使用网情仪才能有效掌握网具水深，实现描准捕捞。网具监测仪器的发展情况如下：

1. 网情仪

六十年代最简单的网情仪安装在拖网上纲，向下发射声波，用于观测拖网网口张开度、离海底高度和鱼群进网情况。目前使用的网情仪可向下和向上同时发射声波，还可探明距海面距离和鱼从网上面逃逸情况，有利于渔船进一步调整网具高度，实现描准捕捞。

网情仪有无线式，有线式两种。苏、西德采用有线式，日本采用无线式。有线式网情仪记录清晰，但操作比较麻烦，而且要配用专用电缆绞车。无线式网情仪需经常充电及更换电池。目前看来无线式更有发展前途。苏联在七十年代中期着手研制一种多射束网情仪，除可向上，向下发射声束外，同时还可向前方发射几个声束，用于探明前方情况，但迄今未见应用。

加拿大研制成功电子扫描声纳后，曾设想将电子扫描声纳换能器安装在拖网上纲上，可以探明垂直面 360° 内拖网和鱼群情况，但未见正式使用。

最近，日本生产的网情仪使用电子存储器技术，可将网情仪的记录扩展和显示。挪威西姆拉公司于1978年研制成一种六射束网情仪，专用于测定拖网网形，是一种渔业研究用仪器。由此可见，网情仪技术在近年有一定程度发展，但生产用机型无很大变化。

2. 网深仪

这是日本研制的一种专用于观测围网作业中网衣沉降状况的仪器。在六十年代就开始使用，但使用不普及。该装置主要原理为：利用压力变形元件测定水深，再用转换电路将网深度信号转换成超声波，传输给渔船。这种网深仪有一点式、三点式两种，两者的区别在于在围网网衣下缘装一只发射机或三只发射机。这种网深仪在七十年代并无进展。

3. 深水拖网上纲遥测仪

这是加拿大在七十年代研制的一种深水底拖网渔业用测网情的无线式仪器，由精密定时器、10千赫发射机和300千赫测深仪组成，最大工作深度1500米。

固定在拖网上纲上的300千赫和10千赫的换能器由精密定时器控制，每3秒发射一次波束，300千赫换能器向海底发射，测定上纲距海底高度，接回波后，将信号放大50倍，这时再发射一个10千赫全向声束，使两次发射的间距和上纲高度成比例。两次发射都记录在记录纸上，可据以推断拖网在海底上的曳行情况。据加拿大研制人员估计，这种仪器对于深海底拖网渔业有较大价值。

综合以上情况可知，网具监测仪的发展比较缓慢，使用也不普及。

五、遥感探鱼仪器

遥感探鱼是当前世界上少数国家正在探索的一种探鱼新方法，也是进行大规模渔业调查的重要手段。遥感探鱼方法可分直接探鱼和间接探鱼两种。间接探鱼就是通过测定海表水温、水色、叶绿素含量、浑浊度和盐度等海洋环境数据，结合各种鱼类生态习性推断鱼群情况的一种方法。这种方法所用仪器不是探鱼专用仪器，故不予详述。直接探鱼的遥感仪器有两种，即微光电视夜间探鱼系统和激光探鱼系统。

1. 微光电视夜间探鱼系统

美国和南非都已研制成功，发展也很快。美国曾用于调查中上层鱼类资源、探测鱼群和指挥渔船生产，而南非主要用于调查中上层鱼类资源。一般认为，微光电视探鱼系统可用于探测鳀鱼、沙丁鱼、圆腹鲱等直接以浮游生物为饵料的集群性鱼类，也可用于探测以这些鱼为饵料的掠食性鱼类，如金枪鱼等。

微光电视探鱼系统一般由微光摄像管、滤光片、图象增强管、录象和监控装置组成。1975年，南非将该探鱼系统安装在飞机内，摄像镜头突出飞机机体外，并有专门人员监控探鱼装置。目前，美国和南非都使用专用摄像舱，可由飞机驾驶员直接监控。该摄像吊舱悬挂于飞机机身下面，长约1米，直径0.26米，可作轴向和径向旋转，从而在飞行过程中可始终追踪发现的生物性发光海区。南非研制的探鱼摄像舱中还装有图象移动补偿装置，可在飞行中使图象固定1秒钟，改进动态分辨力，从而可对同一景象摄取多幅相同图象，便于对比，提高了信号背景比。

2. 激光探鱼系统

目前主要是美国在研制激光探鱼系统。下面介绍美国密西西比大学七十年代初提出的关于激光探鱼系统的设想。它由激光器、孔径8"接收望远镜、选通接收器和显示器组成，激光器使用发射频率在兰~绿光谱间可调的脉冲激光器，在测定海水光电谱特性后，发射衰减系数最小的激光束。选通接收器采用超灵敏度雪崩光敏二极管或光电倍增管，最小可检测功率密度为 1.5×10^{-7} 瓦/米²，接收到的光信号用光学光谱分析器、狭带滤波器和空间滤波器滤波，再经选通光电倍增管和光敏二极管检出，接入示波管，作A式或B式显示，即可显示目标的斜距和角度。这种激光探鱼系统在激光器功率为2瓦、飞行高度2000米、扫描宽度75米时，最大可探测深度为15米。

激光探鱼系统迄今尚未成功，但这是一种有发展前途的探鱼系统。总之，遥感探鱼仪器尚处于研制阶段，估计八十年代将会有较大的发展。

六、调查资源用仪器

近年来，由于捕捞强度过大，传统渔场的渔业资源正在衰退，重要的渔业国家非常重视调查传统渔场的渔业资源量，力求控制最大可捕量；此外，正在积极调查新渔场和深海渔场，因而非常重视研制调查资源用仪器。挪威、美国、加拿大等国在这方面取得较大成绩。

调查资源用仪器除垂直探鱼仪、水平探鱼仪外，其专用仪器有模拟积分器、数字积分器、水下电视探测系统，可变深度声纳，海洋生物遥测系统（超声波标志）等，分别使用

于各种场合，具体情况分述如下：

1. 模拟积分器。

挪威西姆拉公司的 QM—MK 型积分器就是这种类型的积分器，可配合垂直探鱼仪，用于计算探鱼仪探到的鱼数量。这种积分器积分通道有 2~6 个，可以同时积分几个不同水层的回波并分别记录。目前，很多国家的渔业调查船都装用这种仪器。模拟积分器的主要缺点是操作比较复杂，必须随时调节深度通道、输入灵敏度和阈值，而且准确性较差。

2. 数字积分器。

近年来美国、加拿大、南非都先后研制成数字式积分器。它的工作原理是对探鱼仪的回波信号的距离衰减进行补偿，通过接口设备将模拟信号放大，抽样，再由模数转换器将其数字化，然后和阈值（窗）电路进行比较，排除各种噪声和浮游生物回波，对鱼群回波加上标志，贮入存贮器或录入磁带。全部工作由一台计算机控制处理，还连有一台磁芯存储器。

美国华盛顿大学在 1975 年左右研制成一套用微处理机的数字式积分器，体积很小，造价较低，性能良好，可以同时 10 个分层积分，还能对海底实行自动跟踪。

3. 拖曳式可变深度声纳。

拖曳式可变深度声纳是避免由船舶运动、噪声、水温折弯等影响超声探测效果的一种新型声纳。美国、加拿大、挪威都研制这类声纳及相应使用装置，如电缆绞车、电缆、支承和起吊架等。这种声纳在加拿大称深水渔用声纳，用于调查深海鱼群资源；在美国称为水声资源估计系统，用于调查中上层资源。这种声纳的主要特征是将声纳安装在潜水器内，可拖曳于船下深水中发射和接收声波，通过电缆将回波信号送回调查船。

潜水器内除装有声纳换能器外，还装有监测换能器和潜水器动态测量、校准系统和信号控制滤波器等。

加拿大深水渔用声纳装用电子扫描声纳型换能器，可以对水下 160° 扇形区探鱼，最大工作深度 800 米。

4. 水下电视探测系统

目前只有美国研制这种探测系统。下面介绍美国密西西比大学工程技术学院研制的水下电视探测系统。该系统安装于潜水器内，由调查船拖曳并控制，最大工作深度 750 米，潜水器内装有电视摄像机、电影摄影机、照象机、泛光灯、闪光灯等。为了测定和控制潜水器本身位置，还装有潜水器稳定系统、地形自动跟踪系统等。

水下电视探测系统目前主要用于探查扇贝，据美国报道，也可用于调查底层和中层鱼类资源，但未见正式应用。

5. 海洋生物遥测系统（超声波标志）

超声波标志是一种微型超声波发射器，可固定在鱼体外或鱼胃内，定时发射声波，以便调查船循声跟踪。可用于调查鱼的回游路线，生息环境，如水温、盐度、照度、溶氧、摄食情况等，美国还用于调查水质污染情况。美国和日本很早就开始研制，日本在六十年代研制的超声波标志用于跟踪鲨鱼、金枪鱼等大型鱼，目前由于超声波标志小型化，可装在体长 70 公分的中型鱼体上，而美国制的声标可安装在长 10 公分小型鱼上。

日本制超声波标志（即微型发射机），空中重量 30 克，水中重量 10.5 克，工作频率 50 千赫，发射功率 60 分贝，内装氧化银电池，发射寿命 120 小时，传播距离 1~2 千米。

普通超声波标志用于指示鱼的踪迹，供调查船追踪，而测温、测深等超声波标志装有相

应测温、测水深元件，将获得的数据调制脉冲发射间隔期，即以二次发射的时间差传递测得的数据，兼有示踪和测规定数据的双重性能。

6. 超声波标志追踪装置。

这是超声波标志配套用的装置，由接收换能器、接收机、记录器组成。一般由操作人员控制换能器接收方向，选择最强音点。

美国用于调查河流污染用超声波标志的追踪装置为扫描声纳式监听站，全向发射12个声束，每个声束宽 30° ，用于接收超声波标志发出的声波，将测得的数据用无线电发给基地，几个监听站接收数据的时间差用于测定鱼的位置，监听站最大跟踪范围为 3×3 公里。

从上可知，调查资源用的仪器在七十年代发展比较快，新机型不断出现，随着对海洋渔业实行渔业管理的呼声不断高涨，调查资源用仪器将会有更大的发展。

七、其他助渔仪器

除上述六类助渔仪器外，尚有一些零星的，不能归类的助渔仪器，简述如下：

1. 音响诱鱼仪。

日本从六十年代起就研制这种仪器，其结构比较简单，主要是录音、播放和水中传播装置。这种仪器在七十年代初研制成功后，在渔业生产上实际应用很少。近几年，新西兰、澳大利亚也研制音响诱鱼仪，用磁带录音机播放鲢鱼摄食时的声音，用换能器将声音传播入水中，可以诱集金枪鱼等掠食性中上层鱼类，效果很好，作用半径4000米，目前已有20多个国家的金枪鱼钓捕和围捕渔业使用这种诱鱼仪。

2. 金枪鱼延绳钓渔业专用计算机

即在普通小型计算机上加了几种专用程序，用于计算金枪鱼延绳钓作业支绳深度、支绳间距、放线速度等，并可立即打印计算结果。这种计算机可以改变凭经验决定上述捕捞参数的缺点。目前主要是日本生产和使用这种机器。

3. 海洋牧场监测系统

这是一套大型监控装置，由水下声纳、水下探鱼仪、浮标式中继控制站和岸上监控站组成。

水密安装的电子扫描声纳用于观测在人工鱼礁营巢的鱼群密度。

水下探鱼仪用于观测鱼群活动情况。

中继控制站飘浮在海面上，用于接收陆上发来的工作指令，控制水下声纳和探鱼仪工作，并将探测结果用无线电波发回陆地，显示在监控屏上，便于管理。

海洋牧场监测系统尚处于研制阶段，尚未定型。随着海洋牧场的发展，将会有新的发展，出现新的监控手段。

八、国外助渔仪器中应用的主要先进技术

国外助渔仪器发展比较快有多种原因，从技术角度上讲主要是应用了几项先进技术，即：

1. 在元件方面应用各种规模集成电路。

有利于采用各种复杂的电路，如相控电路、电子扫描电路等，即能有效提高仪器性能，又使仪器结构简化，体积缩小。

2. 在信号处理上应用计算技术。

目前各种较先进的垂直探鱼仪均有分层扩大性能，甚至在同一荧光屏上同步显示两种频率的探鱼记录及扩大显示。这种电子图象放大探鱼仪就装用电子数字存储器及相应数字/模拟转换电路、存入和读取电路等。

在渔用声纳方面，挪威西姆拉公司C D型环境声纳甚至配用一台小型计算机，不仅西德多波束声纳采用电子存储器，甚至西姆拉小型C Y型声纳也配用电子存储器，以改进仪器性能。

3. 在发射方面采用“相控阵”、“电子扫描”等新技术。

“相控阵”技术指换能器发射时采用相位控制和相位合成技术，如西德深海探鱼仪，可产生高聚焦、低旁瓣、高定向性狭声束，不仅可使波束始终保持垂直，并增加了探测深度。

“电子扫描技术”主要是电子扫描声纳发射接收脉冲的波束电子扫描器，由选择器，触点条、内播器和波束形成电路组成。

以上是国外助渔仪器的发展概况，不足之处在所难免，请指正。

（上接第45页）

下潜的情况下进入地形跟踪的话，则在自动控制电路能起反应之前，潜水器便可能撞着海底。

当潜水器达到其工作深度，并已转换为自动控制电路控制时，除非遇有紧急情况，潜水器便能自行驾驶，航行操作人员要监控电视图象、声纳读数。从测试情况可获悉，地形跟踪电路保证潜水器在海底有25°的陡度下工作。如果遇到较陡峭的角度，航行操作人员必须手动调度潜水器越过或避开。

调查完成之后，需把RUFAS I潜水器带至海底上10~12呔的高度处。此处开始回收。在回收期间，航行操作人员操纵潜水器上升，一面绞机操作人员回收拖拉电缆。电视照象机能向上倾斜（跷起），因此RUFAS I潜水器可处于水面之下，直至大部份电缆收回为止。在准备把潜水器自水中提起来之时，电视要向下倾斜，以防阳光损坏。控制舵应置于水平位置或置于俯冲位置。

冯妙生根据《现代世界渔具》№3和《RUFAS I

最终报告》摘编

侯光烈校

探鱼仪的现状和将来

加藤增夫

前 言

第二次世界大战后，以“鱼群探知机”名称出现的探鱼仪可探索鱼群的三维尺度，革新了1945年以后的渔业技术。

探鱼仪确实可提供关于鱼群的有无及其集群情况、海底水深及形状等渔捞作业上所需相当详细的情报。但是，自从初期的探鱼仪出现以来，经过了30年的今天，探鱼仪发展和普及了。渔业界从一开始就把它作为极有效的装置而积极引进；另一方面，由于各种渔捞作业有特殊要求，结合海洋水声技术、电子工程技术的飞跃发展，研制和改进了适于各种渔业目的的探鱼仪。

本文介绍目前渔业界实际使用的各种探鱼仪及其研制技术的进展情况，涉及探鱼仪使用的频率数和发射功率等，论述了每一种渔业应使用的探鱼仪及其现状。

1. 探鱼仪的种类及其技术发展情况

探鱼仪虽然是水中测量仪器，现在已成为渔具中的一种。目前没有一条渔船不装用探鱼仪，已经达到非常普及的程度。现在日本渔船上装用的探鱼仪总数约七万台（下面叙述的遥控探鱼仪除外），每年生产约一万六千台，其种类、型号多种多样，从以沿岸渔业为对象的小型探鱼仪到远洋渔业、围网渔业用的大型探鱼仪，有适合各种渔业的专用探鱼仪。

探鱼仪的种类有各种分类方法，一般来说是按指向性超声波的发射方向来分类，普遍分为（1）垂直探鱼仪；（2）水平探鱼仪；（3）遥控探鱼仪。

以下按上述次序进行简要的论述：

（1）垂直探鱼仪

和回声测深仪一样，向船下发射指向性超声波的探鱼装置称为垂直探鱼仪。从初期的探鱼仪（1945年前后）到今天为止，在市场上出售的探鱼仪种类、型号有很多种。

最初，主要以中上层的沙丁鱼、鲱、鲱等密集鱼群为搜索探测对象，探鱼仪使用的频率和当时已使用的回声测深仪大体相同，用低频（12~14千赫）。以后为达到各种渔业目的，陆续出现扩展到28、50千赫的探鱼仪，即1952年左右研制成工频略微高一些、分辨率良好的底曳用探鱼仪。1959年，用高、低两种频率组合，研制了利用两种频率特征的双频率探鱼仪。接着研制成将底层鱼与海底分别记录的海底鱼判别装置，可以探知100米水深、海底上50厘米的鱼群而且附有海底部份扩大记录回路，使鱼群状态进一步清晰。1959年以来，底拖渔船积极装用这种探底层鱼的双频率探鱼仪。现在，这种仪器不仅底拖渔业使用，其他各种渔业

都使用。

1965年以北太平洋鲑鳟为对象的进行探鱼试验，证明探鱼仪探鲑鳟是可能的。1970年左右，渔业界迫切要求生产探金枪鱼的高功率探鱼仪。为了适应各种特殊要求，在以往探鱼仪技术经验基础上，逐步研制成各种专用探鱼仪。

(2) 水平探鱼仪

以大体水平方向朝船前方及船周围发射指向性的超声波束探鱼的仪器称水平探鱼仪（渔用声纳）。不久前，发射、接受换能器固定在水平方向，用手控制旋转（最简单）的水平探鱼仪现在几乎全部为下列几种声纳代替。这几种声纳可以在垂直探鱼仪探测不到的广阔范围内进行探测和搜索。围网渔船迅速装备了这种渔用声纳。今后有效地利用其特长，各种渔业都要采用水平探鱼仪。

声纳有下列两种：

①探照灯式声纳

从五十年代起就出现了用发射、接收换能器对准探索范围，以适当的速度旋转发射声束，接收水平面全方向（俯仰角 $0\sim 90^\circ$ ）内目标的反射波，从而探知鱼群的声纳。接着在五十年代中期开始，研制用示波管作平面显示的声纳。但超声波在水中传播的速度较慢，远距离探测要花相当长的时间，通过旋转扩大探测范围时需要更长的时间。但它和垂直探鱼仪相比，它的优点是可以获得水平方向和垂直方向范围很广的情报。

②扫描型声纳

1973年后，日本市场上出售一种电子扫描型声纳，它是一种向四周同时发射超声波，再高速测定目标回波而进行平面显示的声纳。这种声纳的发射、接收换能器、信号处理和探照灯式声纳不同，换能器是固定的，可向全方向发射超声波，接收时换能器不旋转，通过电子转换开关旋转方式发射极窄的接收声束。在瞬时间，获得全方向内目标反射后，并以平面图象显示，不仅可以探测渔船周围 360° 水平方向的目标，而且利用电子俯仰方式，从 0° 到俯角 60° 为止可以连续探测。

1977年，制成探测范围 180° 的电子扫描声纳，其俯角可以在 $0\sim 90^\circ$ 之间变化。这种声纳的体积比全方向型小，也可安装在5吨左右的小型渔船上，因而很快普及。

这样，电子扫描声纳从开始实用，仅仅经过几年，由于其在瞬时探测很广的范围，并有平面显示方式的特点，使得一向只使用垂直探鱼仪的渔业也能有效地使用水平探鱼仪。

(3) 遥控探鱼仪

应用遥控技术，可以扩大探鱼仪的应用范围。垂直探鱼仪或水平探鱼仪获得的鱼群情报是通过装在船底的发射、接受换能器得到的，其探测范围受到自身的限制。与此相反，假如能知道遥远地方的鱼群、拖网、围网的沉降情况等，即使比较麻烦，在很多渔业中也极其有效。

这种方式的仪器有①网情仪（网口探鱼仪）、②网位仪、③遥控探鱼仪。

①网情仪

1958年左右，拖网渔业迫切希望能观测到拖网网口张开度和进网的鱼群。最初研制有线式网位仪。1965年左右无线式网情仪达到实用阶段，目前已广泛使用。这种装置的使用方法是拖网上纲中央安装换能器，向海底、海面发射和接受超声波，得到的全部信息几乎同时用发射超声波办法传送给渔船。在拖网渔船上利用接受换能器接收信号，就象探鱼仪的换能器装在网上向上和向下发射得到的回波记录一样，显示在渔船的记录器上。由此向渔船提供

网口张开度、进网鱼群以及在离底拖网作业时网与海底距离等大量信息。这种装置在问世后经过了十余年，给拖网渔法带来了改革，成为所谓“仪器渔法”，它有助于拖网渔法向离底拖网、中层拖网发展，以及改进渔具等。

②网位仪（网深仪）

这是一种用于观测作业中围网网衣下缘沉降状况的仪器。1964年开始使用。在围网下缘装有1~3个发射机，用超声波信号将网高数据传输给渔船。网的高度利用水压测定。在发射机内装有将水压参数转换成信号的电路。探鱼仪记录纸上不断打出网深度标记线，在标记线上面的鱼群就是进网鱼群。近来，多数采用在围网下缘的适当位置上装三个发射器的办法。这时网深度标记线有三条。

③遥控探鱼仪

这是一种将探鱼仪获得的水中情报以无线电方式传送、在其他地点进行记录的装置。1967年起进入实用化。围网、对拖等用几条船共同作业的渔业，装用遥控探鱼仪，可将各船获得的鱼群情况集中给主船，以便选择鱼群密度高的地点放网作业。此外，可在定置网内装置一个或几个发射、接收器。将获得的情况传送给陆上，迅速辨认入网鱼群及鱼在网中的情况，可提高操作效率。

网口探鱼仪及网深仪是水中的遥控仪器，用超声波传送情报信息；遥控探鱼仪是使用42兆赫的电波，这是两者主要不同点。利用电波可以向7千米以外基地（船）传输信号。

另外，南太平洋附有流木的金枪鱼围网渔业，在广大海域漂流的若干人工流木上装置遥控探鱼仪，使用2兆赫电波，可以获得离开渔船十万里流木下的鱼情，提高了作业效率。

该种装置，除上述例子外，还广泛应用于其它渔业。

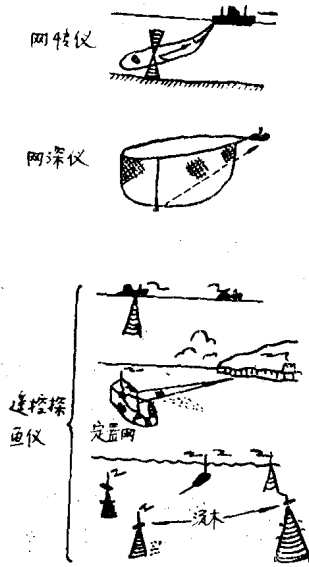


图1. 遥控探鱼仪应用方式图解

2. 探鱼能力

——使用的频率和发射功率——

所谓探鱼能力，一般以探鱼仪能够探测鱼群和海底等目标的深度和距离为最大探测能力，影响这种能力的因素是频率、指向角、发射功率、接收灵敏度、传输条件等。其中频率和发射功率是主要因素，它们决定探鱼仪的大小。下面将对这两个主要因素加以叙述。

(1) 使用的频率

探鱼仪使用的频率见表1所示，定为24挡。其它频率不能使用。这与近期探鱼仪的普及有关。为了避免探鱼仪声波相互干扰，日本水产厅制定了关于探鱼仪的结构及其使用方法的基准。

探鱼仪使用频率数的高低，与探测能力（探测深度）、指向角及相应的探测范围、分辨率等有关，对探鱼能力影响极大。这方面的情况集中在表2。