

 编号: (76)002

内 部

出国参观考察报告

日本海洋研究和海洋开发情况

科学技术文献出版社

出国参观考察报告

日本海洋研究和海洋开发情况

(内部发行)

编辑者：中国科学技术情报研究所

出版者：科学技术文献出版社

印刷者：中国科学技术情报研究所印刷厂

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

开本 $787 \times 1092 \cdot \frac{1}{16}$ 4 印张 100 千字

统一书号：17176·102 定价：0.45元

1976年8月出版

毛主席语录

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

自力更生为主，争取外援为辅，破除迷信，独立自主地干工业、干农业、干技术革命和文化革命，打倒奴隶思想，埋葬教条主义，认真学习外国的好经验，也一定研究外国的坏经验——引以为戒，这就是我们的路线。

目 录

一、海洋仪器方面的情况	(1)
(一) 日本海洋仪器生产现状	(1)
(二) 日本及欧美几家厂商海洋仪器的特点	(4)
(三) 日本几种新研制的海洋仪器	(7)
(四) 民用水声设备在海洋工作中的应用	(10)
(五) 值得推荐的海洋仪器	(13)
二、日本气象厅概况	(15)
三、海洋生物、水产方面的情况	(23)
(一) 第三届国际海洋开发会议的有关情况	(24)
(二) 日本海洋生物、水产资源开发的特点	(24)
(三) 生产、研究方面的几项成果和新技术	(28)
(四) 三崎渔港	(30)
四、地质矿产资源部分	(31)
(一) 石油天然气地质调查概况	(31)
(二) 地球物理勘探技术	(32)
(三) 日本大陆架基础地质调查	(34)
(四) 深海锰矿球资源的调查	(35)
(五) 地质科学研究	(37)
(六) 石油钻探和海上钻探装置的建造	(39)
五、日本海洋污染概况及监测	(48)
(一) 概况	(48)
(二) 污染物质的监测	(50)
六、水面调查船、深潜器和潜水技术概况	(52)
(一) 日本水面海洋调查船的概况	(52)
(二) 日本深潜器和潜水技术的概况	(56)

日本海洋研究和海洋开发情况

中国海洋学会代表团

中国海洋学会代表团一行十四人，从一九七五年八月三日至九月五日在日本进行了参观访问。访日期间，代表团出席了日本举办的第三届国际海洋开发会议，并在会上发表了《高产高碘海带新品种的培育》、《贻贝人工育苗的研究》、《条斑紫菜的全人工采苗养殖》三篇论文。会后，参观了“冲绳国际海洋博览会”和日本有关海洋开发的科研、工厂、大学、政府部门等十九个单位和六艘海洋调查船。

现重点将日本海洋调查、研究、开发情况总结报告如下，供参考。

一、海洋仪器方面的情况

日本的海洋调查仪器和调查方法，基本上已跨入了世界的先进行列。海洋仪器小型化、多参数综合测量、数据自动记录和电子计算机处理分析海洋资料等，都是目前海洋仪器发展的共同特点。随着海洋开发向深海远洋发展，深海调查仪器的出现是最近几年的新动向。

日本政府对海洋开发的重视比较晚，尽管近几年来官、民、学多方面对海洋开发的投资比较大，发展的速度比较快，但是日本的海洋调查仪器和设备在技术方面比起欧美一些国家还是落后的。在深海潜水调查设备方面与上述国家也存在一定的差距。如日本仅有两条能工作的调查潜艇，其中一条的最大工作深度为600米。

另外，日本在海洋能源的开发利用方面，也是处于启蒙阶段。如潮汐发电、温差发电和大型波浪发电设备正处在设想和实验室试验阶段。而欧美一些国家利用海洋能量的大型发电设备早已开始运转。

日本是一个资源十分贫乏的国家，由于国内能源危机而刺激了政府和财界对海洋开发的极大重视。从近几年的海洋开发规划看，正在大规模地、快速地向前发展。

(一) 日本海洋仪器生产现状

鹤见精机有限公司 (The Tsurumi-Seiki Co., Ltd.) 是目前日本专门生产海洋调查仪器和机械设备的工厂。在近代海洋仪器生产方面，主要是引进美国的技术，在技术和业务上与下面几家欧美公司有联系：美国的西皮康公司 (The Sippican Corp.) 和国际海洋系统公司 (Inter Ocean Systems, Inc.)、英国的普雷塞公司 (The Plessey Company, Ltd.)、澳大利亚的道比埃兄弟有限公司 (Dobbie Brothers Holding Pty. Ltd.)。

该厂目前可以生产105种海洋调查仪器及设备，除了一部分是常规海洋调查仪器外，还生产一些近代电子化海洋仪器。现将几种主要产品列举如下：

产品序号

产品名称及型号

海 流 计 类

101	桨叶式海流计 (V-2 型)
102	自记流向流速计 (2 型)
103	厄克曼海流计
104	T、S 流速仪
105	磁带记录式海流计 (MTCM-3)
106	海洋多要素记录仪 (MTCM-ST)
107	磁带记录式海流、温度计 (MTCM-5)

投掷式深度、温度计类 (XBT)

201	XBT 探头 (T-4 型)
202	XBT 探头 (T-4S 型)
203	XBT 探头 (T-5 型)
204	XBT 探头 (T-9 型, 直升飞机使用)
205	XBT 记录器 (MK-2S 型, 精度 $\pm 0.15^{\circ}\text{C}$)
206	XBT 记录器 (MK-2A 型, 精度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$)
207	XBT 探头发射器 (船舷固定式)
208	XBT 手持式探头发射器

盐度、温度、深度计类 (STD)

301	实验室用盐度计 (E-1 型)
302	实验室用盐度计 (E-2 型)
304	数字式盐度计 (E-201 型)
305	温、盐、深记录仪 (STD M-1, 2 型)
306	磁带记录式 STD 仪 (M-3 型)
307	内装 X-Y 记录仪式 STD 仪 (M-5 型)
308	盐度、温度计 (ST-1D 型)
312	温度盐度记录仪
313	W & T 深度温度记录仪 (BT)
315	电传深度温度记录仪 (EBT)

水 质 监 视 传 感 器

整套设备包括三种传感器, 可应用于沿岸、港湾、河流及湖泊测量盐度、水温、溶解氧(DO)、pH值和悬浮颗粒(SS)。也可用于水产养殖场, 作远距离遥测水质情况。

401	流向、流速传感器
402	盐度、水温传感器
403	pH、DO、SS 计

特点: 采用聚氟乙烯塑料外壳, 内装稳定的频率变换振荡器。

波 浪、潮 汐 仪

- | | |
|-----|--------------------|
| 501 | 磁带记录式波浪仪 |
| 502 | 电缆式波高计 |
| 503 | 波浪、潮汐记录仪 (内装磁带记录器) |

低功率磁带录音数据记录器

2000 磁带录音数据记录器 (MICRO DAP-2000)

特点: 低消耗、小型化、高速记录、容量大、16通道模拟电压输入, 使用通用录音磁带。

小型磁带记录器包括以下配套部份:

- ① MICRO DAP-2000型磁带记录器
- ② MICRO DAP-2000ST型程序控制石英计时器
- ③ MICRO DAP-2000CTM型磁带记录监听器
- ④ MICRO DAP-2000CA型磁带处理分析装置

用途: 海洋数据记录、污染数据记录、气象观测数据记录、医疗数据记录和遥测数据记录。

鹤见精机公司生产的105种海洋仪器产品中, 有经典式的常规海洋调查仪器和设备。如南森采水器、颠倒温度表、厄克曼海流计、地质取样管、海底抓泥器、手摇水文绞车等。同时也生产近代电子化海洋调查仪器, 如STD记录仪、磁带记录式海流计、实验室用数字盐度计、磁带记录式波浪仪、XBT和多要素综合测量仪等等。这些较先进的海洋仪器, 从其结构特点看基本上是属于美国海洋仪器系列的。尽管日本生产的海洋仪器在某些方面有些改进, 但目前在技术水平和性能方面仍落后于欧美国家的先进水平。可从表1中作一比较。

表 1

型 号	国 别	盐 度 (‰)		温 度 (℃)		深 度 (米)		备 注
		范 围	精 度	范 围	精 度	范 围	精 度	
STD M-3	日 本	30~40	±0.04	- 2 ~ 34	±0.1	2000	(%)	磁带记录
STD M-1	日 本	30~40.5	±0.04	- 2 ~ 35	±0.05	2000		电 缆 式
9040	美 国	30~40	±0.02	- 2 ~ 30	±0.02	1500, 2000, 4000.	±0.25	电 缆 式
9070	美 国	30~40	±0.02	- 2 ~ 35	±0.02	1500, 3000, 6000.	±0.25	磁带记录
9050	英 国	30~40	±0.02	- 5 ~ 35	±0.04	1500, 3000, 6000.	0.13	电 缆 式
9400	英 国	0~60毫 姆欧/厘米	±0.03	- 2 ~ 35	±0.02	600	±0.25	单芯电缆
TDS-7	英 国	0~20 20~40	±0.5	0~20	±0.4	100	2 %	
8700	加 拿 大	28~40	±0.01	- 2 ~ 30	±0.01	2500 (5000)	±0.25	7 芯电缆
8705	加 拿 大	28~40	±0.01	- 2 ~ 30	±0.01	6000	±0.25	单芯电缆

表1中9070型和9050型STD仪, 还同时可以测量海水的溶解氧、声速或电导率。

由上表可以看到: 日本生产的STD仪在精度、测量参数的种类和最大工作深度, 以及信息传输、数据处理系统等方面, 目前仍落后于美、英、加等国。

(二) 日本及欧美几家厂商海洋仪器的特点

1. 仪器外壳

(1) 塑料外壳

日本鹤见精机公司生产的水质监视系统, 其流向流速计、盐度水温计、pH, 溶解氧, 悬浮粒子测量仪以及磁带记录式波浪仪等海洋仪器的水下体均采用聚四氟乙烯塑料外壳。在水密口周围铸入6~8个不锈钢螺母, 用来固定水密盖。水密垫圈采用“○”形环, 水密口壁厚约20毫米。工作深度较大的海洋仪器外壳采用铝合金, 但有的密封盖也采用塑料(如M-1型水质测量仪)。

采用塑料外壳的最大优点是防腐性好、仪器重量轻、节约贵金属等。如M-1型水质测量仪, 可同时测量盐度、水温、pH、溶解氧和水深五个参数。水下体直径165毫米、长700毫米, 在空气中的重量9公斤, 在水中仅重2.5公斤。

另外, 英国NBA公司生产的波浪、潮汐记录仪系采用加重的塑料外壳; 英国Plessey公司生产的9040型温、盐、深测量仪, 由四个直径3吋的塑料外壳部件组装在一个不锈钢架上构成的。材料是渗玻璃的聚碳酸酯塑料, 最大工作深度600米。

(2) 铝合金外壳

日本和欧美几家厂商生产的使用在1000米水深以内的海洋仪器绝大部分采用铝合金外壳。铝合金虽然具有重量轻的优点, 但怕海水腐蚀是它的最大缺点。目前, 国外对铝合金外壳防海水腐蚀采用以下几类措施: 日本采用涂防腐漆的办法, 美国和英国采用涂尼龙层或塑料层, 有的镀阳极保护层。如加拿大Guildline仪器公司生产的8705型温、盐、深测量仪, 水下体采用阳极硬化处理的铝质外壳, 壁厚2.5厘米, 最大工作深度达6,000米。英国NBA公司生产的DNC-2型自记海流计, 采用涂有塑料层的加重型海洋铝合金外壳, 最大工作深度600米。该公司生产的DAR-2型数字式声学释放装置, 为了在水下长期使用, 采用涂有尼龙保护层的铝合金外壳, 最大工作深度为300米, 水下连续工作时间大于6个月。

(3) 不锈钢外壳

国外工作在几千米水深的海洋仪器, 大部份采用不锈钢外壳。如美国Bissett-Berman公司和英国的Plessey公司生产的温、盐、深综合测量仪(9040, 9050型等), 外壳材料系采用17-4 pH型不锈钢, 最大工作深度6,000米。

2. 感应元件

(1) 温度感应元件

①铂丝温度表: 日本鹤见精机和美国Bissett-Berman公司、英国Plessey公司都属于同一系列。采用铂丝电阻作为水温传感元件, 采用热敏电阻温度表作为盐度的温度补偿用。

铂丝温度表由内外两个不锈钢管构成, 内管直径约10毫米, 外管直径约11—12毫米, 两管壁厚0.3毫米。极细的铂丝绕在内管的外壁上, 绕好后再套上外管。内外管之间填满二氧

化锰 (MgO_2) 粉末, 铂丝两端引出, 将内外管密封, 罩上网状不锈钢保护套。

铂丝电阻温度表在冰点 0°C 时, 其电阻值为46欧姆。对温度表施加2,000大气压时, 其电阻变化相应于温度变化 0.05°C 。

目前, 国外水温传感元件的时间常数如下:

日本鹤见精机公司	$\tau < 1.2$ 秒
美国Bissett-Berman公司	$\tau = 0.35$ 秒
英国Plessey公司	$\tau = 0.31$ 秒
加拿大Guildlenc仪器公司	$\tau = 0.05$ 秒 (特殊要求可做到 $\tau = 0.005$ 秒)

②热敏电阻温度表: 鹤见精机公司、Bissett-Berman公司和 Plessey 公司采用热敏电阻温度计, 作为盐度温度补偿用副温表, 或者用于测温精度不高的水温计上。如ST-1D型盐度温度计、投掷式深度温度计 (XBT) 等采用热敏电阻作为水温测量元件。另外, 英国 NBA 公司生产的TDS-7型盐、温、深测量仪 (STD), 亦采用热敏电阻作为水温的传感元件, 其精度为 $\pm 0.4^\circ\text{C}$ 。

日本鹤见精机公司生产的热敏电阻水温表采用圆片状热敏电阻作传感元件。直径3毫米, 有两条金属导线作电极, 热敏电阻固定在绝缘支架上, 外面涂以防水绝缘保护层, 罩上网状不锈钢外套即为水温表的传感元件。该公司生产的XBT感温元件的规格如下:

电阻值变化范围: 水温 0°C 时, 电阻为 $20\text{K}\Omega$; 水温 20°C 时, 电阻值为 $5\text{K}\Omega$ 。响应时间常数小于0.14秒, XBT探头下沉速度为5米/秒。

日本鹤见精机公司介绍了他们保证热敏电阻具有互换性的工艺措施:

为了使热敏电阻的电阻—温度曲线的斜率一致, 需要对个别的热敏电阻进行加压热处理。处理过程与压力、温度、时间三者有密切关系, 未作更详细介绍, 因这是他们的专利。

将 Ω -T曲线斜率一致的热敏电阻 (在同一温度下电阻值不等) 进行修正, 使之在 0°C 时电阻值为 $20\text{K}\Omega$; 在 20°C 时, 电阻值为 $5\text{K}\Omega$ 。修正的方法是用小型砂轮将圆片状热敏电阻的边缘磨去适当的部份, 可得到在同一温度下的电阻值相同的热敏电阻温度表, 使之具有互换性。

另外, 该公司对热敏电阻温度表的稳定性作如下评价: 他们对1,000只热敏电阻进行10%的抽样试验, 测温精度在 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 以内者是合格品。产品刚出厂时变化较大, 经过一段时间 (自然老化) 后, 性能就稳定了, 可以保持在 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 以内。出厂后保证期为三年 (日本规定热敏电阻温度计每年变化 0.2°C 是合格品)。

③铜电阻温度表:

加拿大 Guildlenc 仪器公司生产的各类温、盐、深测量仪 (STD) 都是采用铜丝电阻作为传感元件。利用铜丝电阻随温度变化的特性做成感温元件, 即铜电阻温度表。

铜电阻温度表的制作工艺是: 在一条长2米、直径1.5毫米的不锈钢毛细管外面套上一条长2米、直径2.5~3毫米的不锈钢外管。两毛细管的壁厚约为0.2~0.3毫米。在两条毛细管之间, 将细铜丝 (长度大于16米) 往复8次铺在内毛细管的外壁上, 为了抵消深水压力对电阻值的影响, 在两毛细管之间, 即铜丝周围充满硅油, 将铜丝两端引出, 封牢管口。为了便于安装, 将2米长的铜电阻温度表, 做成直径50毫米、长50毫米的螺旋管状, 中间以“十”字形骨架加以固定, 即为水温传感元件。铜电阻温度表的指标是: 0°C 时电阻为46欧姆, 温度时间常数小于0.05秒, 最大工作深度6,000米, 测温精度为 $\pm 0.01^\circ\text{C}$ 。

以美、英、加、日等国的温、盐、深仪器 (STD) 作如下比较: 加拿大STD中的铜电

阻温度表, 由于采用了复杂的特殊工艺过程, 因而测量精度高, 时间常数小, 并且可以用于走航拖曳测量, 目前仍居世界领先的地位。

(2) 盐度传感元件

①磁感应式:

日本鹤见精机公司、美国 Bissett-Berman 公司和英国 Plessey 公司均采用两个同轴环形变压器, 用聚胺酯材料 (Polyurethane) 封入充满油的不锈钢外壳内, 构成盐度感应元件。

将传感元件放入海水中之后, 由于周围海水形成的导电回路, 便构成两个环形变压器之间的磁耦合, 两环形变压器之间的磁感应强弱是由海水的电导率决定的。因而, 测量磁感应强度即间接地测得海水的电导率, 经过现场温度补偿后 (在电路内自动补偿), 便得到海水的盐度值。

②电极式:

加拿大 Guildlenc 仪器公司和英国 NBA 公司生产的各类盐度计都是采用电极式的电导率盒作为盐度传感元件。加拿大采用 4 个电极的电导率盒, 垂直平面内的空间分辨力为 5 厘米。在海水温度 15℃、盐度 35‰ 时, 标准电阻为 10 毫欧姆。

其优点是: 减小了“区域”效应 (“area” effect), 提高了测量精度 ($\pm 0.01\%$), 缺点是电极容易极化、污染, 需要定期地清洗电极。

(3) 深度感应元件

日本鹤见精机公司生产的测深仪器系采用电位器式的巴通管压力计作为传感元件, 电位器中采用了高分辨率的碳精膜片。美国 Bissett-Berman 公司和英国的 Plessey 公司采用拉紧的金属丝作为传感元件。当外界压力变化时, 弦丝的张力也发生变化, 金属丝的电阻随之发生相应的变化。将此传感元件接入参量锁定振荡器 (Paraloc) 的桥臂中, 从而将压力变换频率变化的电讯号进行水深的测量。

(4) 流速流向测量元件

日本鹤见精机公司生产的海流计可以装置在 5,000 米水深处, 连续工作一年。其传感元件的主要特点如下:

①流速传感元件: MTCM-5 型流速传感元件是采用 Savonius 型转子, 转子的转速通过磁感应开关元件 (磁性二极管) 转换成脉冲电讯号。明显的优点是大大减小了摩擦, 可以在低流速现场应用。

②流向传感元件: MTCM-5 型海流计的流向发讯器是采用粘性阻尼罗盘, 带动光—电圆盘编码器。流向尾翼的每一位置, 都相应于光—电编码盘上与狭缝光源相对应的确定位置。在编码盘的另一面, 与狭缝光源相对应着装有 8 只光电二极管。在每一取样时间内, 光电二极管输出 8 个二进制制电码, 即代表该时刻的流向值。

生产厂商	海流计 型号	流 速 (米/秒)		流 向 (度)	
		范 围	精 度	范 围	精 度
鹤见精机 (日)	MTCM-5A	0.02—3	± 0.02	0—360°	$\pm 5^\circ$
NBA (英)	DNC-2,3	0.05—2.5	± 0.05	0—360°	$\pm 10^\circ$

流速的脉冲编码和流向的 8 位编码都同时记录在内装的小型磁带记录器上, 数据用电子计算机处理。

此外, 英国 NBA 公司生产的海流计上的流速流向发讯器与鹤见精机公司的大体相同。不同点是流速转子的桨叶形状不同, 流向采用 7 位二进位数码为一组, 因而精度稍差。

(三) 日本几种新研制的海洋仪器

1. 拖曳式激光衰减系数 (α) 测量仪

工业技术院电子技术综合研究所研制的激光 α 测量仪和资料处理辅助设备已进行了现场试验, 并在第三届国际海洋开发会议上发表了论文。这个仪器可以在航行中测量海水对氦-氖激光的衰减系数 (α 值) 和三个角度上的散射系数 (β 值)。另外, 也可以装载盐度、温度、深度传感器同时测量现场海水的盐度、温度和深度。经过资料处理, 可得到激光在海水中的传输特性和悬浮粒子的直径等数据。

仪器的光源采用氦-氖激光器, 衰减光路长 1 米。采用两个光电二极管作为参考光强和衰减后剩余光强的接收器, 用三个光电倍增管作为 45° 、 90° 和 135° 体散射光强的接收器。以上五个光电转换信息加上温、盐、深三个信息, 经过资料集中处理辅助设备中的专用电子计算机和模数转换, 最后将各种参数和 1 秒间隔的时间数据打印在卡片上。

测量的参数:

He—Ne 激光的衰减系数:	α (1/米)。
He—Ne 激光的体散射系数:	β (45° 、 90° 、 135° ; 1/米)
拖曳体的深度:	D (米)
水温:	T ($^\circ\text{C}$)
盐度:	S (‰)

拖曳体:

形状:	飞机型 (机翼与水平面成 -10° 角)
重量:	空气中 60 公斤, 水中 40 公斤。
曳航深度:	10 米以上 (由拖曳绳长确定)
曳航速度:	约 6 节
仪器工作深度:	50 米
尺寸:	长 1.43 米、高 0.61 米、翼宽 0.91 米

拖曳力: 300 公斤 (速度 6 节、深度 10 米)

这套仪器于 1974 年 10 月份, 在神奈川县沿岸相模湾进行了试验。

实验条件: 天气阴、风浪 1 级、海况 2 级, 拖曳速度 2.2 节, 拖曳深度 10 米, 拖曳体航行姿态十分稳定。经过资料整理和分析, 证明这次现场试验是成功的。

2. 激光信息传输技术

电子技术综合研究所研制出小型砷化铝镓 (GaAlAs) 半导体激光器用作光—电调制元件, 在光信息通讯方面获得了初步成果, 并应用于海洋信息高速传输技术中。目前, 已将彩

色电视信息通过光学纤维传送到几公里之外，成功地重新还原出彩色图象。

技术要求：

通讯方式：调频式FM

调制光源：GaAlAs激光器

波 长：8300埃

频调带宽：8兆周

光检波器：Si-APD（直径：0.3毫米）

效 率：70%

光学纤维的构造：用两种不同反射率的玻璃做成同轴玻璃纤维。玻璃芯直径为0.05毫米，外层玻璃直径0.13毫米，最外层是塑料，外径0.5毫米。光学纤维的衰减率为6分贝/公里。

根据技术人员介绍，作为激光通讯的调制方式，通讯距离小于5公里时，可采用频率调制方式（FM）；较远距离通讯，要采用抗干扰性强的脉冲编码调制方式（PCM），中间可增设光增强器。

3. 激光水下电视设备

这次在日本参观了两种类型的激光水下电视设备，现分别介绍如下：

（1）东京芝浦电气公司生产技术研究所以研制的激光水下电视装置

结构原理：采用光闸法消除海水中的后向散射光对视场的影响，以提高水下观察距离。

发射系统如表2所示。

表 2

激 光 材 料	YAG ³⁺ 1/4φ×31 (吋)
Q-开关	KD*P 入射光与C轴夹角56°14'
倍频元件	LiNbO ₃ 7°×101 (毫米)
波长	532 (微米)
最大脉冲功率	30[毫焦耳/脉冲] (半功率3兆瓦)
最大平均输出功率	1.8[瓦] (60脉冲/秒)
电源容量	2.5[KVA] (三相200伏)
闪光灯	高压氙灯 (FX42C-3型)
光束扩展器	0.1~0.5弧度

接收系统部件见表3。

尺寸：水下体为圆柱状，直径0.4米、长度1.55米，重250公斤。

显示器：高1.6米、宽0.5米、厚0.4米。萤光屏：3×5吋。

激光水下电视于1974年在静冈县伊东市川奈港作了试验。试验结果：水下观察距离21米，现场水中衰减长度为2.5米，最小分辨率为1.25厘米。可见距离约8个衰减长度，为肉眼可见距离的2倍，为普通水下电视可见距离的4倍。目前这台样机仍在试验阶段，有待今后改进。

接 收 镜 头	F/3.2 f: 35—175 (毫米)
绿色滤光片	中心波长 $\lambda_0 = 530$ [微米], 半宽度24 (微米)
光闸式变像管	RCA制 萤光屏: S-20
像增强器	VARO制 增强倍数: 2×10^5
摄像管	正析摄像管
最大分辨率	7.5 [线/毫米]

这种激光电视还可以用作海面上的夜间或雾天导航设备, 在一般天气条件下, 可见距离为2—3公里。

(2) 电子技术综合研究所的激光电视装置

利用振镜激光光点扫描法, 以空间几何分离的原理, 消除光在水中后向散射对视场的影响。这样可以增大水下可见距离。

光源为氩离子气体激光器。振镜有效面积 5×10 毫米, 振动12度角, 帧频20次/秒, 行频1400线/秒 (70线/帧)。

振镜扫描法的优点是体积小、结构简单、效果较好。缺点是扫描角度比较小。

目前, 电子技术综合研究所已经研究出装有氩—氦激光器的试验样机, 并进行了空气中显像试验, 下一步正准备作水下试验。

4. 渔场环境遥测小型浮标站

可测量水温、盐度和溶解氧三个要素。有效遥测距离1—2公里。

5. 东京大学海洋研究所正在研制的海洋水文测量仪器和设备

(1) 氩—氦激光测量海水密度的装置

根据两种介质的密度不同而光折射率不同的特性, 做成激光海水密度测量仪。原理是使两束激光分别穿过已知密度的液体和待测海水样品, 由于激光具有相干性, 折射率不同使干涉条纹发生变化, 测定干涉条纹的变化数即精确地测定海水的密度。

(2) 网状深层流测量系统

由浮游生物网、重锤和表面小浮筒组成。使用时, 用糖丸将网粘住, 随同重锤将网放置在预定深度 (由连接浮筒的绳长调正)。经一定时间后, 糖丸被海水溶化, 网口在海流作用下便张开。因此, 网随该层的海流而运动, 连接网的表面浮筒随网作相同的运动。在船上测定浮筒的运动方向和速度, 即得到深层流的流向和流速。

这套系统经东大海洋研究所使用后, 证明是有效的。而且使用简单、操作方便。可测量水深500—600米层上的深层流向和流速。网上装有压力计, 记录网所在的深度。

(3) 杆状浮标进行海洋与大气相互作用的测量

杆状浮标的长度: 水下24米, 水上10米。水下装有波高计, 水上装有声学风速湍流计、倾度计和磁带记录器。同时可以记录x、y、z三个方向上的瞬时风速值以及x、y方向上的倾角和波高值。最后用电子计算机进行资料处理。这套装置是专门用来研究海洋与大气之间的相互作用: 能量交换和动量交换以及计算湍流交换系数。从谱分析的角度研究风浪预报的机

理。

6. 大型高压实验水槽

大型高压实验水槽可以创造1,560大气压的水下环境,进行深海用机械和深海调查仪器的试验。如深海潜水器材料、作业机械试验、深海用玻璃球试验和走航拖曳仪器的试验等。

该水槽于1972年由三菱重工建造。其外径2,600毫米,内径1,400毫米,长度6,150毫米,有效工作段长度3,000毫米,除去上下盖外,重量为144吨。最高静压力为1,560公斤/厘米²,最高动压力为650公斤/厘米²。动压往复周期0~0.01或0.01~1.0周/秒,动压波形分为正弦波和三角波。

7. 海洋自动测量装置 (OSR: Ocean Space Robot)

近几年,日本的三井海洋开发公司、三井造船公司、北辰电机制作所、冲电气工业公司、日本无线电公司、芙蓉海洋开发公司和松下通讯工业公司七家厂商设计、研制一种海洋自动测量装置 (OSR)。

OSR由以下部份组成:垂直沉浮自动测量装置 (OSR-V)、水平走航自动测量装置 (OSR-H)、标示浮筒、指挥船和海底坐标基地。

(1) OSR-V垂直沉浮海洋自动测量装置在指挥船并通过海底坐标基地指令下作下沉和上浮运动。下沉最大速度0.3米/秒、上浮最大速度2米/秒,最大工作深度250米。总排水量2.9吨。

可测量以下要素:水温、水深、声速、电导率、流速、流向、溶解氧、悬浮粒子、pH等。各参数自动记录在磁带上,每1米间隔记录一次。

(2) OSR-H水平走航自动测量装置,内部装有自动控制机械和仪器。在进行海洋测量时,OSR-H按预定的水深水平航行,上述各参数自动记录在磁带上。重量1.6吨,走航速度1.5米/秒。

(3) 标示浮筒 (Marker Buoy) 除了担任浮筒与指挥船之间无线电通讯、浮筒与OSR间的声波通讯外,在浮筒与海底坐标基地之间连接的链索上装有多种海洋仪器。可在0、10、20、30、50和100米六个层上测量流向、流速、水温、盐度、声速、水深、溶解氧、pH和海水混浊度。

浮筒直径10米,装载仪器后总重量为3.5吨。

观测的各种海洋参数,用电子计算机进行资料处理和分析。

全套海洋自动测量装置 (OSR-H除外),于1974年11月~12月份在静冈县三浦湾进行了综合试验,其结果是满意的。

(四) 民用水声设备在海洋工作中的应用

1. 旁侧声纳

旁侧声纳用于调查海底的地貌状况,亦称地貌仪。它是铺设海底电缆、输油管道、查明海底障碍物的基本调查设备之一,典型工业产品为日本电气公司生产的NE-70B型旁侧声

纳。它的工作频率为150千赫，换能器的垂直波束 20° ，水平波束 1° ，每侧的作用距离200米，能分辨高出海底20厘米的水下目标，备有左侧单边、右侧单边、左右侧交替等三种工作方式。从每侧作用距离等主要指标比较，该型产品还不如美国EGG公司生产的Mark IB型旁侧声纳（后者每侧的作用距离500米），但设备的结构简单，具有下列三个特点：

（1）凡属海洋拖曳调查设备，拖曳电缆是很重要的部件，造价昂贵。因此，简化拖曳电缆的结构对降低设备造价有很大意义；复杂的电缆还必然加大外径尺寸，增加海水中的拖曳阻力，甚至拖体难于下降到预定的深度，影响旁侧声纳的正常使用。NE-70B型中采用单芯铠装电缆，在保证足够的抗拉强度条件下，满足经济实用的要求。

（2）除换能器部份外的收发系统均为单通道，用电子开关控制继电器转接，在脉冲重复频率较低的情况下，电路的结构作这样的简化是可取的。

（3）终端采用492毫米宽的湿纸记录，湿纸具有灵敏度高，色差宽容度大等优点；拉纸系统由石英晶体稳频的专用电源供电。这些都是改善地貌图像的对比清晰度、保持图像准确比例的必要措施。

最近，配合海缆船“黑潮丸”自动铺设控制系统的建造，该公司又对旁侧声纳的性能作了某些改进。自动铺缆作业要求在現場取得可靠地貌资料的基础上最终确定海底电缆的走向。为了提高铺缆工作的效率，希望旁侧声纳有更远的作用距离，并改善航行方向的分辨能力。考虑到换能器以5节航速向前移动，在波束恒定的情况下，离换能器越远处的调查面积越窄，于是近距离范围内的分辨率将相应降低。为此，新的旁侧声纳中采用了所谓“动态聚焦法”，在接收状态时，每侧八个换能器的输出信号由专门的控制信号顺序接入相加电路，总输出信号便能克服因拖体运动引起的调查范围变宽的缺点。扩大两侧作用距离的措施之一就是增加发射机功率末级的输出有用电功率，设备中16个换能器单元分别由峰值输出功率为500瓦的功率放大器激励，采用组合功率输出方式可避免因输出功率容量增加所导致的技术复杂性。

由于简化拖曳电缆结构的需要，在新型旁侧声纳中，除了记录器和控制电路船舷安装外，其他部件均按装在总长约4米的流线型拖体内，空气中约重800公斤。电源、控制信号及两侧回波信号经单芯铠装电缆传输，多种信号的同时传输是依靠频率分割的多路方式进行的。拖体上还装有定位声纳，以确定拖体对调查船的瞬时相对位置，作为原始数据馈入自动铺缆系统的计算中心。新型旁侧声纳的主要技术指标如下：

- ①调查作用距离 每侧800米（两侧共1600米）
- ②距离分辨率 小于4米
- ③工作频率 70千赫
- ④发射峰值功率500瓦/通道（两侧共16个通道）
- ⑤换能器指向性 垂直 35° （-6分贝点），水平 0.5° （-6分贝点）
- ⑥拖体最大工作深度为500米，最大调查速度为5节

2. 地层剖面测量仪

地层剖面测量仪为从事海上工程提供原始数据，低频窄波束声源是它的关键部件。日本的代表性产品为SP-2型地层剖面测量仪（海上电机公司生产）。发射换能器由磁致伸缩材料制成，用充以高压电的储能电容对它放电形成振荡衰减脉冲，接收系统内备有一组频带滤波器，中心频率及频带宽度可根据穿透深度和分辨率的不同需要在1.5~8千赫频段内任意调

节。指标规定的探测范围分25和50米两档,尚有移位开关多档供不同海深改变零线位置之用。实际上,因为换能器系船舷固定方式,本舰噪声和航行噪声均较拖体按装方式高,与旁侧声纳作配合调查时存在距离上的差别,使用效果稍差。

3. 多普勒声纳

多普勒声纳的优点是能测量船只对大地的航速,消除海流的影响,但海深超过某一限度,设备只能跟踪来自海水的散射信号,反映船只对海水的相对速度。因此,提高设备跟踪海底散射信号的能力具有重要意义。目前,国际上先进产品的最高跟踪深度为600米(西德克虏伯公司生产),美国同类产品的跟踪深度约300米。日本古野电气生产的MF100DS型多普勒声纳,选用的超声频率为455千赫,最大的跟踪深度仅150米,测速误差 $\pm 1\%$,多普勒声纳通常在卫星导航系统中作为船速传感器之用。日本鉴于原料大量依靠国外进口,巨型货轮及油槽船频繁往返于各大港口之间,船舶在海上碰撞的事故屡有发生,保障航行安全是个突出问题。近年来倾向于将多普勒声纳安装在巨型船只上,在进出港口和停靠码头时精确指示航速,以减少碰撞事故。

4. 精密测深仪

利用回声测深仪精密测定海深时,船只摇摆引入的误差是很可观的,特别是深海条件下,声信号传播的时间与摇摆周期相当,摇摆将对海缆自动铺设作业船产生不能允许的误差,必需予以修正。日本电气公司为此专门研制了一种新的精密测深设备,它具备下列功能:

- (1) 除精密测定航迹下方的海深外,还能识别舷侧海底的倾斜状况。
- (2) 应能获得航迹下方沿海底的精确长度。
- (3) 各种数据能在船上实时处理,并以指定的方式自动记录。
- (4) 考虑到深海区的铺缆作业,最大的测量深度不少于6000米。

实现这些要求的技术关键可归结为解决高精度测深与舷侧大面积调查之间的矛盾,还应妥善处理船只摇摆的影响。解决的办法是在收发系统中采用不对称波束,宽方向波束为 50° (-6分贝点),窄方向波束为 7.5° (-6分贝点),发射换能器的窄向波束为首尾向,三个接收换能器的窄向波束均为舷侧方向,其中一个正对海底,其余两个各偏离 15° ,于是收发波束在海底形成三个会聚区,从这三个区域反射的回波信号时间分别代表相应的海深,在船只摇摆的情况下,至少能收到两个海底回波,然后与倾斜指示仪的数据一并馈入计算机,最终得到修正后的精确海深数据和舷侧海底的倾斜状况。设备的主要技术指标如下:

- ①深度测量范围 自50米~6000米,
- ②工作频率 14千赫
- ③发射机输出功率 $1.6\text{千瓦} \times 5 = 8\text{千瓦}$
- ④换能器指向性 窄向波束 7.5° ,宽向波束 50° (均为-6分贝点)
- ⑤终端有三个四位数字的深度显示通道。
- ⑥倾斜测量范围 横摇角 $\pm 20^\circ$,纵摇角 $\pm 10^\circ$,测量误差 $\pm 1^\circ$

5. 序列码水下信息传输系统

在水下信息传输技术方面,日立制作所研制的序列码水下信息传输系统是一项新技术。通常的水下声学通信都采用脉冲位置调制(PPM)或移频(FSK)方式,易受混响和脉冲干扰

的影响, 通信质量较差。新的通信体制中采用了序列码, 信息量为一组不同频率组合的超声脉冲所表示, 如果系统中设置 n 个频率, 则按不同的次序组合所包含的信息量为 $n!$, 根据这个原理研制的样机中发射含有四个频率的脉冲序列, 传输的信息量为 $4! = 24$, 测试结果表明, 信息传输速度比常规设备高一个数量级, 抗干扰能力较强, 即使在脉冲干扰的作用下, 误码率仍达 $10^{-3} \sim 10^{-6}$, 因此在水下工作机器或大陆架油井钻探设备的遥控、潜水艇之间的通信、水下数据传输等方面有广泛的应用前景。

6. 水中电话

日本除了研究新的水下声学通信的制式外, 还致力于寻找各种水下通信的新途径。基于海水中电流场传递信息的设想, 早已有人提议, 最近日本研制成功了根据这个工作原理的潜水员通话设备, 在冲绳海洋博览会上展出了样机。它的主要性能如下:

- (1) 通信方式——采用按键式单方通信。
- (2) 发射机最大不失真的输出功率为20瓦。
- (3) 频率特性可传输最大可能的语音频段。
- (4) 通信距离为150米, 最大的工作深度50米。
- (5) 设备在空气中的重量为5.5公斤。

与超声水下电话比较, 电流场通信的特点是不受水下障碍物的影响, 通信质量与水文条件无关。因此准备推广使用。

7. 深海水声换能器

近年来, 日本迫于建造深海潜水调查艇的需要, 相应开展了深海水声换能器的研究, 目的在于提高在深海环境工作的换能器灵敏度。在浅海区工作的水声换能器通常用海棉橡皮或软木之类作为内壁声阻尼材料, 当水深超过500米, 在静压力的作用下, 这类材料便失去原有性能。川崎重工提出了一种解决方案, 建议将圆柱形换能器的内腔连接一个机械共振器, 使内腔造成声短路状态而达到隔声的效果。机械共振器用金属材料制成, 不受静压力的影响, 如果采用静压力平衡结构, 换能器也可做得很轻巧, 根据这个原理试制的一种工作于6000米水深的无方向性换能器, 通频带内的灵敏度比常规换能器约高7分贝。在深潜器上安装的水下声学通信设备或应答装置, 对体积、重量、消耗的电功率等均有严格的限制, 提高换能器的灵敏度有助于缓和这些矛盾。

(五) 值得推荐的海洋仪器

1. “蝙蝠鱼”(Batfish)式拖曳体(加拿大Guildlenc仪器公司)

8800型“蝙蝠鱼”式温、盐、深走航测量仪, 可以在船舶正常航行中(10~14节)记录200米水深各层的水温、盐度随深度的分布。这种设备, 作为海洋断面水文调查, 是一种比较好的走航快速调查仪器。

调查船在10~14节速度航行中, 以330米的七芯电缆拖曳仪器。仪器在船上给定的讯号作用下, 可以自动上浮和下沉, 在200米水深内走过的航迹是锯齿状。这一动作是由给定的三角波电讯号, 控制拖曳体内的液压动力系统, 改变机翼的俯昂角度实现的。