

编 号: (78) 009

内 部

出国参观考察报告

法国海洋研究和开发情况

科学技术文献出版社

出国参观考察报告

法国海洋研究和开发情况

(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 $787 \times 1092 \cdot \frac{1}{16}$ 3.5 印张 90 千字

统一书号: 13176·32 定价: 0.40元

1978年9月出版

目 录

一、概况	(1)
二、海洋仪器及有关设备	(4)
(一) 立体监测的有关设备	(4)
(二) 海洋要素综合测量仪器	(7)
(三) 水声仪器和设备	(10)
(四) 开采多金属结核	(12)
(五) 模拟设备及试验水槽	(12)
三、关于法国的深潜技术和极地考察	(15)
(一) 深潜技术	(15)
(二) 极地考察	(27)
四、海洋污染	(29)
(一) 海洋污染监测网和海洋污染研究	(29)
(二) 几种海洋污染监测装置和仪器	(32)
(三) 石油回收装置	(33)
五、海洋开发工程及其试验研究现状	(34)
六、法国港工航道模型试验现状	(36)
(一) 国家水利研究所(夏多)	(36)
(二) 法国中央水工研究所	(37)
(三) 法国格伦诺布尔水工研究所	(38)
七、法国几个海港的概况	(39)
八、无线电导航	(40)
(一) 波尔多展览会展出的无线电导航设备	(40)
(二) 港口雷达导航系统	(42)
九、电子计算机的应用	(50)
(一) 船舶自动驾驶及其他数据处理	(50)
(二) 法国信息自动化研究所研究的计算机网络	(51)
(三) 布列塔尼海洋研究中心的国家海洋情报中心	(52)
(四) 法国国际信息公司机房情况	(53)

法国海洋研究和开发情况

中国海洋学会参观考察组

中国海洋学会参观考察组一行九人，于一九七七年十月四日至十月二十五日在法国进行了参观考察。在此期间，参加了法国第三届国际海洋开展览会，并到法国国家海洋开发中心、布列塔尼海洋研究中心、极地考察部、海军船模试验中心、海洋鉴定公司、汤姆逊—CSF公司等十几个科研生产单位参观考察。

现将法国海洋研究和开发概况并按专题总结报告如下，供参考。

一、概 况

按照法国自己的说法，为了“确保法国在国际竞争中的优越地位”，法国国家海洋开发中心（CNEXO），于1967年1月成立，它隶属于工业研究部，具有自主财政权、带工商性质的国家机构。该中心的职能是：统筹全国海洋工作，制定国家海洋开发科学规划，拟定海洋开发工业政策，协调全国海洋开发研究的活动。

法国政府为了更进一步协调政府各部、海军及全国企业、大学、研究所在海洋开发研究中的行动，1976年1月又组织了由法国外交部、财政部、国防部、合作部、设备部、工业研究部、农业部、防治污染部、卫生部、运输部、大学部以及海外省领土部等单位派人参加的海洋研究委员会，作为法国海洋研究的决策以及政府各部间在海洋研究与开发方面的协调机构。

海洋开发中心下属：布列塔尼海洋研究中心、地中海海洋基地、太平洋海洋研究中心、海洋调查船队以及载人深潜器和浮标站。

布列塔尼海洋研究中心，是国家海洋开发中心下属的一个较大的综合性海洋研究机构，自称“在国际海洋研究方面有一定地位”。该中心1967年开始筹建，1968年12月奠基，1974年10月落成。编制为450~500人。它负责海洋生态和生物、地球物理和海洋地质、海洋物理等多学科的研究；提出和研究海洋调查仪器，进行仪器试验和鉴定；对全国海洋资料及调查数据进行分类、编目、处理、贮存和出版。前几年，该中心负责大西洋方面的研究，目前参加太平洋研究已列入计划。这个单位的试验设备和条件也都比较完备和先进。

地中海海洋基地位于土伦，1975年开始组建，现仍在继续投资基建和发展中。它目前主要负责载人和不载人深潜器的研制和试验；参加水声遥控、导航定位以及大深度水下电视机的研制和试验；此外还搞一些水产养殖研究。

太平洋海洋研究中心位于南太平洋塔西提（Tahiti）岛，1972年开始组建，目前仍在投资和发展。该中心主要从事水产养殖研究。

法国海洋调查船队，是在今年1月1日由法国海洋开发中心、通用海洋公司、海洋水面设备公司等三个单位的九艘船只、两个深潜器和一个浮标实验站根据协议组成，协议期限为十年。船队由海洋开发中心统一计划指挥和保障各有关单位使用。据统计，船队1976年执行

任务日（包括在港时间）最多的是289天，最少的是186天；海上工作日（即执行任务日减去在港时间）最多的是235天，最少的141天，平均为177.5天。可见，在航率还是比较高的。

法国用于海洋调查的船舶数量不算太多，但各种调查手段比较齐全。除了使用调查船、深潜器外，还有资源卫星和各种浮标站（这次没有了解到长期定点锚泊浮标站情况），深潜技术比较发达。海洋调查仪器基本配套，而且具有一定的先进性。

法国为海洋开发专用的船只、载人深潜器、浮标实验站及其性能见表 1， 2。

法国海洋调查船队实力表 表 1

调 查 船 名 称	主 要 特 性	执 行 的 任 务
《Teah oharcot》 1965年 1 月19日下水	船长 75米 排水量2200吨	到任何洋区执行海洋调查任务
《Coriolis》 1963年10月30日下水	船长 37.5米 排水量450吨	在太平洋进行海洋调查
《La pelagia》 《Capricorhe》 1969年11月12日下水	船长 32米 排水量350吨 船长 46米左右 排水量约650吨	执行海洋捕鱼任务，为海洋渔业科技研究工作服务 执行热带大西洋海洋学调查任务
《Crgos》 1970年 2 月 8 日下水	船长 48.7米 排水量840吨	为冷海海洋渔业调查和研究
《Le noroit》 1970年10月16日下水	船长 50米 排水量870吨	第一艘多用途海洋调查船
《Le suroit》 1974年 7 月20日下水	船长 56.3米 排水量约1000吨	第二艘多用途海洋调查船
《Na dir》 1974年10月24日下水	船长 56.75米 排水量1984吨	为国家海洋开发中心组成的经济利益组织的船只，跨大西洋通用公司，用作水下研究装置基地。

研究和开发用的深潜器及浮标实验室 表 2

名 称	主 要 特 性 及 性 能 说 明
《西亚纳》 SP3000	潜器长5.70米，宽3.40米，重 8 吨。可以下潜3000米，潜航速度 3 节，乘员 3 人。第一次实验是在1969年 9 月进行的。
《阿基米德》 深潜器	深潜器长21.30米，下潜排水量约208吨。该潜器的科学任务从1969年 1 月 1 日由国家科研中心转到国家海洋开发中心。具有为军事服务的特点，可以到达海洋最深处。
《Borha》 实验室浮标	吃水深度60米，满载排水量870吨，乘员六名。是一种载人研究用浮标实验室。可以进行海洋物理、海洋动力学研究和海空交换机理的研究工作。

法国的海洋监测站，目前已在沿岸配置了十七个（大西洋沿岸十个，地中海沿岸七个）。主要是进行水质监测。海洋开发中心负责整个测网的规划，技术指导以及搜集、整理、出版各站所获得的资料。至于各个站的行政领导、财政物资供应，则由所在地区负责。

法国海洋开发和研究的核⼼是围绕着如何获得海洋资源，最主要的是寻找与开发石油资源和多金属结核，其次是发展水产养殖。为了保障这些资源的获得，他们积极进⾏地球物理、海洋地质、矿球勘察、海洋生物和海洋物理的调查活动以及对海洋污染防治的研究。

从展览会和会后参观考察中看到，法国有不少公司和研究单位相当多的项目都是为勘査和开发石油服务的。在法国海洋研究和调查活动中，对资源的调查研究占很⼤⽐重。仅以法国海洋调查船队1976年海上调查活动的航次为例（表3）。

表 3

内 容	地质调查	地球物理调查	锰结核勘探	生物调查	物理调查	其 他
航 次	10	5	5	15	11	10

说明： 上述统计共56次。由于其中有 2 次是不同调查项目结合进⾏，所以实际上海上调查是54次。

从这个简表可见，前四项都属于资源调查，占全年海上调查航次总数的60%以上。在54次中，海洋开发中心单独实施的有20次。

布列塔尼海洋研究中心的科研部⼆设⼆个海洋固态环境组，一个组负责地球物理和地质构造研究，分析整理从海上试验得到的水下地震、反射、折射、磁力、重力等项资料，绘制洋区地层构造图；另一个组负责分析海底底质及岩石样品。他们除了研究大陆边缘、海洋盆地这些古老部份之外，还研究海洋中最年轻的部份——大洋中的山脊。近几年来，海洋研究中心分别与法国其他单位（国家科研中心、海外科技局、金属结核开发委员会、石油研究委员会等）利用卫星摄影、调查船舶和深潜器对大西洋、地中海的固定边缘进⾏了研究。同时，还在南太平洋进⾏锰结核勘察，以估计在该地区进⾏开发的可能性。

从1974年开始，法国与美国共同对中大西洋山脊裂缝进⾏了调查，使用深潜器进⾏取样和照相。法国1977年这方面调查主要是在VEMA断层地区（具体地点不详）、安哥拉大陆边缘以及西南太平洋海区进⾏，同时参加IPOD钻探计划（即国际深海钻探计划，具体内容不详）。

法国对海洋生物研究也比较重视。海洋开发中心所属的三个单位都设有水产养殖组以及规模可观的自然养殖场、露天养殖场或室内养殖场。从1976年海上调查航次也可以看出，生物调查也占相当的⽐重。就在他们总结报告中，海洋生物研究部份也摆在比较重要的位置。

布列塔尼海洋研究中心科研部下面还专设有： 1. 海洋生态学和生物组，在地中海及南、北大西洋海区研究底栖在1000~5000米水深的海底动物族；还研究对海洋浮游生物产量的估计问题。 2. 鱼类研究组，在比斯开湾研究金枪鱼以及跟这种鱼有亲缘关系的鱼类；近来还开始研究海扇。根据海洋开发中心1976年的总结报告统计，法国各有关单位水产养殖所提供的产品，由1972年 6 吨增加到1976年86.3吨。

法国在海洋物理调查方面，给我们的印象是⽐重不大。专门从事这项工作的研究人员只有十名，即布列塔尼海洋研究中心科学部的一个液体环境研究小组。根据他们介绍，现在对大西洋、地中海已经不存在海洋物理的普查问题，主要是对某些地区进⾏重点调查研究，以求提高预报质量。内容是：海空相互作用、深海潮汐和波浪。调查⼿段是用卫星、漂流浮标、水下定点浮标以及必要的调查船。

在波浪短期预报方面，正在应用数学模型进行研究。76年在比斯开湾用了两个漂流浮标，由L55 NIMBUSF卫星对其跟踪定位，弄清了在比斯开湾枢纽附近的缓慢的反气旋流，并根据这些浮标所获得的资料设计了一个气象物理模型。法国的海洋气象和波浪预报详细情况还不清楚，根据有关资料透露：他们借助于从卫星获得的资料，对北海地区石油勘探平台所需的波浪预报时间已由24小时提前到4~5天。

二、海洋仪器及有关设备

当前，世界上主要海洋国家，搞所谓由卫星—飞机—调查船—浮标—深潜器组成的立体监测系统。他们将航空、电子、水声和计算机的先进技术广泛地应用到海洋学科。海洋调查仪器朝着自容式、多要素、小型化的方向发展，逐步地全面实现仪器设备的遙测遙控、自记自返、走航测量和数据资料处理自动化。国外用了大量资金和人力搞海洋资源开发，采集多金属结核。法国为了提高海洋仪器装备的技术水平和发展速度，建立了各式各样的模拟试验场，配置了一些比较先进的试验设备。

这次到法国参观考察的专业范围广，得到的资料也比较多，这里就海洋仪器及有关设备的主要方面做综述介绍，供参考。

(一) 立体监测的有关设备

参观考察中看到有卫星、飞机、无线电接收地面站和各种调查船的模型和照片，还有各种海洋调查仪器、浮标、深潜器等实物和图片。这些仪器设备构成了海洋立体监测系统。

美国在技术报告中指出，用浮标来实现各种海洋水文气象要素和水质监测。浮标有大陆架锚泊、大洋锚泊和漂浮式三类。锚泊浮标有无线电通讯设备，水下挂有自容式测量仪器，直接把得到的数据资料发送到母船或地面接收站。漂浮浮标获得的数据资料，由极轨道卫星及地面站处理。法国正在研制红外机载设备实现污染监测。使用声学释放器，由水下浮体带上一大串自容式测量仪器，长期工作，实现自返。这种形式用得很多。此外，还大量发展水下拖体以及载人或不载人的深潜器，有些安装了机械手、扫描声纳、水下电视和定位系统，主要是用来进行海底勘察和水下工程作业。法国的深潜器种类很多，从深潜100米到1000米已形成序列，技术水平比较先进。3000米深潜器已经得到应用，现正在搞深潜4500米的深潜器。关于深潜器有专门材料作介绍。下面具体介绍几种设备。

1. 轻型遙测浮标

这是法国布列塔尼海洋研究中心近年来研制成功并使用的浮标。它的布放和组成由图1所示。

浮标的工作由母船或地面接收站控制并接收现场监测数据。地面站是通过卫星和浮标联系的。卫星除了把信息传送给地面站之外，还给出浮标所在位置。母船或地面站收到测量资料作即时处理。这种浮标目前主要用在海洋水文气象的监测。

轻型遙测浮标两头细，中间粗，呈梭形。长7到10米，最大外径约30厘米。布放时有一半在水中，一半露出水面，顶部有无线电收发天线。水面部份装有气象仪器，水下通过电缆接有电池和水文仪器。浮标与浮体之间有40米的塑料浮链，它由许多长30厘米，直径约10厘

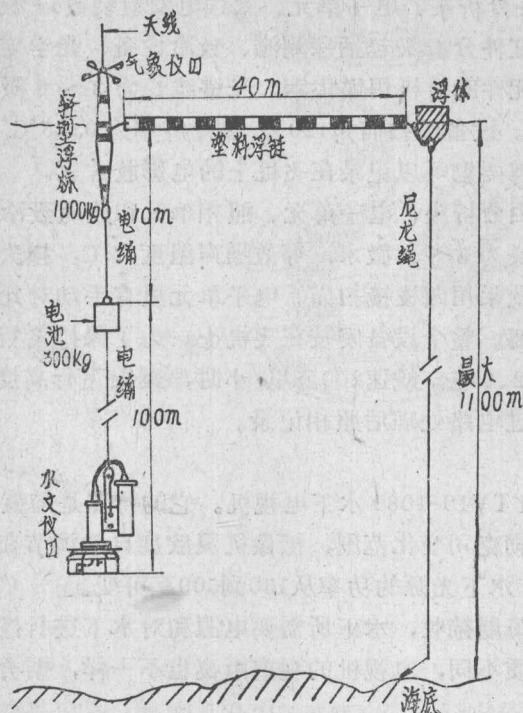


图1 轻型遥测浮标的布放和组成

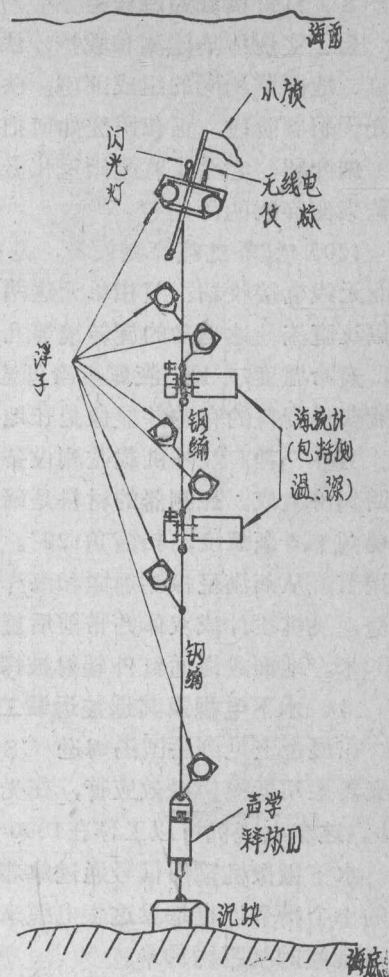


图2 自记自返浮标系统布放和组成

米的空心塑料圆柱组成，用尼龙绳穿起来。

这种浮标的特点是重量轻，用几百吨小船就可以布放或捞取。它的优点是及时获得现场海洋水文气象资料，提供预报使用。

2. 自记自返浮标系统

设置这种系统的好处是防止海面舰船碰撞，保证设备安全可靠工作。

布放这种浮标系统通常是为了得到断面温、流的梯度分布资料。图2表示这个系统的布放和组成。这里挂的是一串“S”转子（即萨沃扭斯转子）磁录海流计，它带有测温、深传感器。

闪光灯、无线电信标和小旗都是为了回收系统时有利于母船发现而设计的。浮子是由两个半球形硬塑外壳组成，里面装有塑料球浮体。整个系统工作深度由自容式仪器和声学释放器性能来决定。当系统需要回收时，由母船发出声指令，释放器动作脱勾，丢掉沉块，浮标上浮自返，母船回收。很显然，使用这种系统来悬挂其他自容式仪器是完全可以的。

法国布列塔尼海洋研究中心每次布放这种浮标五、六十只，通常是一季度移动一次位置。

3. 红外机载监测设备

为了实现污染监测和救护，法国政府非常重视研制红外机载监测设备。它将成为空中、港口、地面监测网的组成部份。法国商船部苏格拉监测站研制的Super 航空红外监测装置，仍处于研制阶段，正在研究如何把监测地点的准确位置直接记录下来的问题。

据介绍，它除了监测碳氢化合物污染外，还可以监测重金属（如汞、镉）的污染，以及同位素废弃物的污染等。

120E4红外机载探测设备，是由飞机上的红外分析头、电子单元、无线电发射装置以及地面无线电接收站、照相单元这两大部份组成。红外分析头包括探测池、致冷设备、光学定位以及直流马达驱动的旋转镜等几个部份。接收元件的材料用碲化铟，光谱波长为3~6微米，致冷温度77°K，液氮致冷可连续使用6小时。设备的扫描角120°，热分辨率为0.25°C。一般获得资料的存贮并显像是在地面站，但如果需要也可以记录在飞机上的电影胶片里。

另外一种，红外机载监测设备2000系列，是由分析头、电子单元、照相单元和液氮致冷这四部份组成。探测器的材料是碲镉汞。光谱波长为8~12微米，等效噪声温度15°C，损失视场角1.5毫弧度，扫描角120°。设备的光学系统采用四棱镜扫描。电子单元里有手动对比度调节，从而满足探测地面和海洋信息差别的需要。整个设备安装在飞机上。为了保持飞行平稳，飞机设计成双体并带前后旋桨，全部重量2.1吨，航速200公里/小时，最大飞行高度7000米。地面或海面红外辐射被探测器接收，经过电路处理后照相记录。

4. 水下电视及其遥控运载工具

在展台上见到法国汤姆逊-CSF公司制造的TTV10-1080水下电视机。它的特点是前置放大器采用低噪声场效应管，在光强从3~1000勒克司变化范围，摄像机灵敏度自动调节在3db。这个电视机可以工作在1000~2000米水深，水下光源的功率从150到500瓦可变。

水下摄像机输出信号通过单芯同轴电缆送到母船接收，水下所需要电源和对水下进行控制的十个指令，也是靠这根电缆来联接。由于水质不同，电视机的观察距离也不一样，据介绍可观察的视距约10米。

法国TECHMATION公司生产了一种用于电视监测的遥控运载工具，型号为RCV-225。

这个系统包括两个主要部份，即水下带有电视摄影的遥控运载工具和水上的控制台。中间有电缆联接。RCV-225属于一种专门用途的深潜器，有好几个推进器，可以0.5节速度上升和下降；以1节的速度作左右运动；向前是1.7节，向后速度为1节。运载体可以旋转，速度是180°/秒，它的最大工作深度为2000米，允许最大流速为1节。运载体所在深度，镜头取向，电缆绞盘的方向，施放电缆的长度等都可以在控制台监视和控制。载体的特点是防磁、防腐，外壳结构是玻璃强化的可塑材料，制作时要按一定规程纯化并填充。按照不同要求还可以装上机械手等。

5. 简介信息处理自动化

为了克服使用电缆、钢丝绳以及绞车的麻烦，满足深海使用需要，目前许多海洋调查仪器搞成自容式，里面装有小型磁带机，把全部信息记录在磁带上。即使是电缆传输的观测仪器，同样也把信息用磁带记录。将记录有海洋调查资料的磁带信息，按照一定的要求，送到计算机存贮、整理，最后终端显示、打印以及标绘出图表曲线，这样的过程就是信息处理自动化。设备的应用有专门材料介绍。

法国布列塔尼海洋研究中心计算技术部，拥有大、中、小型数字计算机。大型机是CII-HB10070型，有外围设备，可以近距离或远距离操作。因此，在布勒斯特和巴黎都有它的

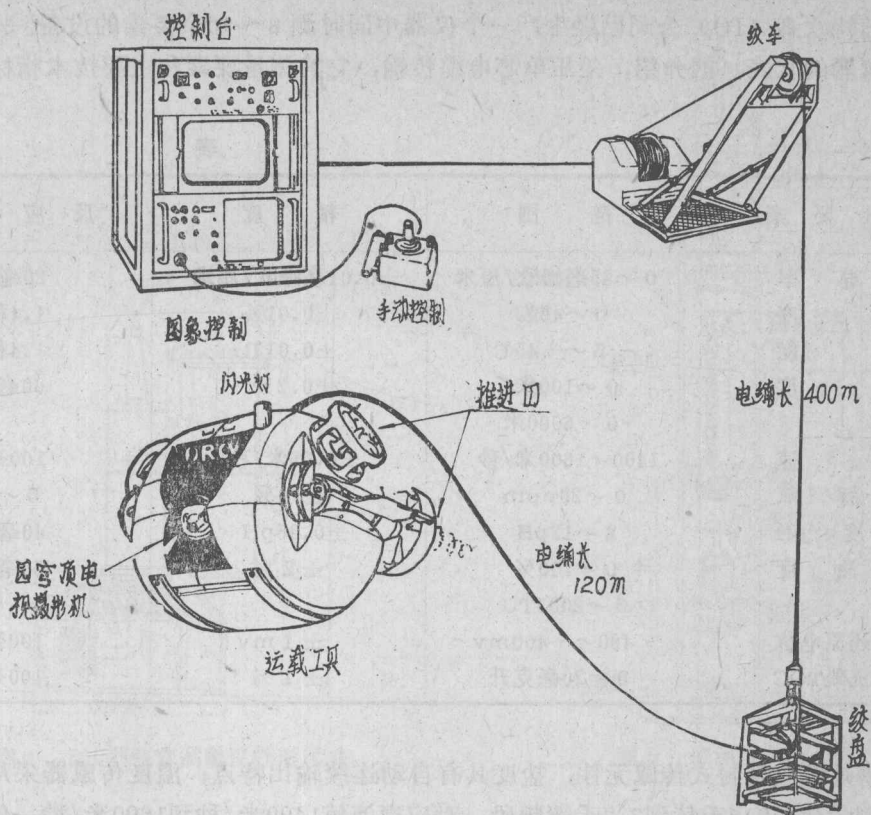


图3 电视监测遥控运载工具连接系统

终端设备。小型机是 HP21MX，一般安装在地面站或母船上，从记有信息的磁带取出信号作及时处理。所以小型机又是大型机的预处理装置。这个计算部共有八台大型磁盘存贮各种海洋调查得来的信息，容量为 400 兆比特。科技人员可以通过这些设备进行人机对话，电视对话，也可以从终端设备直接得到海洋调查结果。有一种邦索茵 (benson) 122 型三笔绘图仪，接收计算机输出信号，直接把现场测量到的参数，绘成曲线图表，并在上面标明测量的时间和站位。

(二) 海洋要素综合测量仪器

海洋调查多要素综合测量，成为当前世界各主要海洋国家研制海洋仪器的特点之一。这类仪器有的是电缆传输，记录部份在母船上；也有的自容记录。从结构来讲，有的是积木式，即把各种传感器分别调整好之后，接到一个统一的变换记录系统。这种结构的优点是测量单项要素调整起来比较方便，即使在使用中有某一个探测器损坏了也不致于影响其他部份正常工作。用户可以根据需要增加或减少探测要素。缺点是使仪器的体积和重量都增大了，结构不够紧凑，浪费原材料。另外一种组合式，即各种探头信号由统一的电路处理。它的优点是仪器结构紧凑，使用方便，节省材料。但最大缺点是仪器调整比较麻烦，万一有某个探测元件漏水将会致使整个仪器不能正常工作。下面选择几种仪器作简要介绍。

1. 多要素综合测量仪

美国茵特欧森 (IO) 公司已经生产一个仪器中同时测 8~10 个要素的设备。513 型和 590 型是这类仪器的代表。据介绍, 采用单芯电缆传输, 它的测量要素和主要技术指标如表 1。

表 1

测 量 要 素	范 围	精 度	反 应 时 间
电 导 率	0~65 毫姆欧/厘米	± 0.01 毫姆欧/厘米	20 毫秒
盐 度	0~45‰	$\pm 0.01\%$	1.4 秒
温 度	-5~+45℃	± 0.01 ℃	1.4 秒
深 度	0~100 米	$\pm 0.2\%$	60 毫秒
	0~6000 米		
声 速	1400~1600 米/秒	± 0.05 米/秒	100 毫秒
溶 解 氧	0~20 ppm	$\pm 1\%$	5~10 秒
酸 度 pH	2~12 pH	± 0.05 pH	40 毫秒
混 油 度	0~100%	$\pm 2\%$	50 毫秒
	0~200 JTU		
氧化还原电位	-400~+400 mv	± 1 mv	100 毫秒
总有机碳 TOC	0~20 毫克升	$\pm 1\%$	100 毫秒

电导率是感应密封式传感元件, 盐度具有自动连续输出特点; 温度传感器采用线性铂电阻; 声速测量使用 2.8 千赫到 3.2 千赫频段, 对应声速值 1400 米/秒到 1600 米/秒。仪器的工作深度 3000 米到 6000 米, 连续工作时间 25 分钟到 12 小时可调。电源为直流 12 伏 $\pm 15\%$ 。另外, 对取得信息用磁带串行记录, 速度为每秒 180 波特。记录密度是每英寸 615 波特。容量为 1.8×10^5 个数据。

590 型综合测量仪如图 4 所示。

这类仪器测电导率精度最高是 ± 0.005 毫姆欧/厘米 (测量范围 0~65 毫姆欧/厘米)。测温最高精度是 ± 0.005 ℃ (测温范围 -5~+35℃)。

2. 介绍一种底流仪

西布列塔尼大学物理海洋学实验室展出一台底流仪, 它可以测得海洋底部流速、流向、温度和深度。

该仪器主要目的是测量离海底 2 米到海底的流场分布, 用来研究湍流、紊流、长周期潮位以及了解推移质搬运规律等。

底流仪测量最大流速为 5 节, 最大工作深度 2000 米。一般是 2 分钟测一次。流速在 1.8 米/秒以下, 可以工作七天。测量离底 2 米以内流速由五个“S”转子传感器来完成, 里面有磁门开关给出计数脉冲。测流向用磁罗盘, 由电位器来检出信号。测流向精度是 $\pm 2^\circ$, 盲区是 4° 。仪器本身还可以确定其布放对于地球正北的方位。用铂电阻测温, 精度为 ± 0.1 ℃。记录全部信息的磁带带有 12 个通道, 但在仪器中仅用 10 个通道。仪器的外形尺寸如图 5 所示。

3. 磁录式海流计

磁录式海流计种类也多, 据参观考察以美国法国的比较先进。法国布列塔尼海洋研究中心正在使用的磁录式海流计外形如在实验室现场拍摄图 6, 7。这里以美国 IO 公司生产的

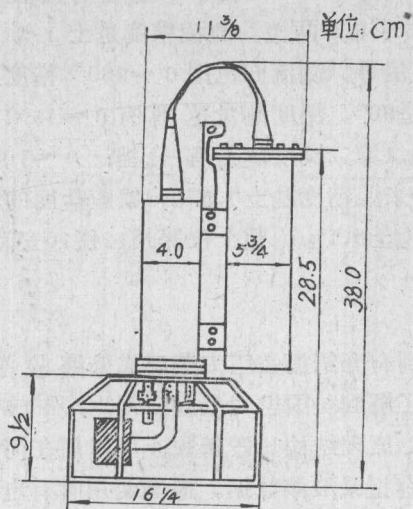


图4 590型综合测量仪外形尺寸

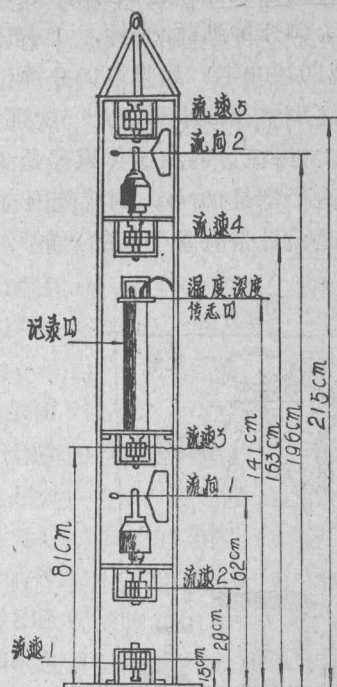


图5 底流仪外形尺寸

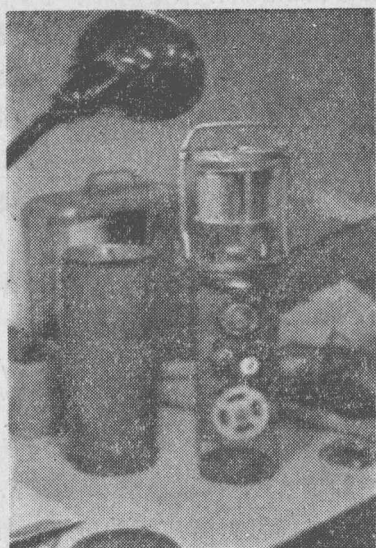


图6 磁录式海流计一侧(不含舵)

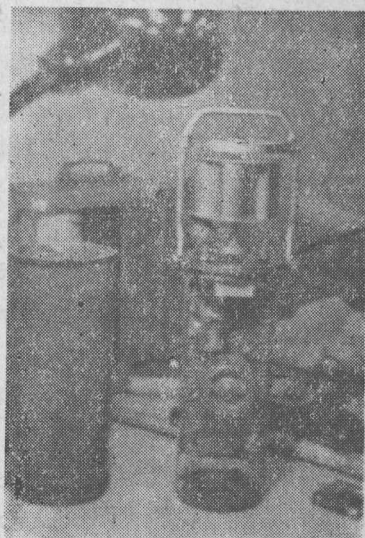


图7 磁录式海流计另一侧(不含舵)

135M型磁录式海流计为例,它除了记录流速流向之外,还可以选择记录温度、盐度和深度。属于综合测量仪器。该仪器有一个特点是有既定控制程序,可以选择连续或周期记录。记录周期分为10分钟到150分钟,1小时到15个小时。记录速度是每记一个字用0.05秒,数据存贮量为210,000字。如果以10分钟记录周期,则每8秒钟记录一次流向;如果需要工作180天,则要调整在3小时记录一次那一档。

135M海流计的流速传感器是采用强压缩塑料制成的“S”式转子,有宝石支承,它的高度和直径都是10cm。测流范围有0.1~6节和0.05~3节两档。测流精度是 $\pm 1\%$ 。流向传感器是设计带有常平架的“舵”,通过磁罗盘感应信号。测流向范围 $0\sim 360^\circ$,精度为 1° 。

它允许仪器最大倾斜是 30° 。温度测量范围有 $0\sim 15^\circ\text{C}$ 和 $0\sim 30^\circ\text{C}$ 两档,精度为 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 。深度测量有三档: $0\sim 100$ 米, $0\sim 300$ 米, $0\sim 1000$ 米。精度是 $\pm 0.5\%$ 。感应盐度的测量范围是 $0\sim 40\text{‰}$,精度为 $\pm 0.1\text{‰}$ 。整个仪器用12伏10安时的碱性干电池。

4. 浪潮仪

除了在资料上看到有介绍振弦压力差动式公海验潮仪之外,主要是在展台上了解到美国巴司工程公司生产的WG/100和STG/100型浪潮仪。原理结构比较新颖,可以用在河口、港湾和海洋中遥测或自容记录浪潮数据。遥测使用时有电缆,仪器的电源和数字显示记录部份在水上;自容使用时,记录方式有模拟记录和数字记录供选择。模拟记录的分辨率是 $\pm 7.2\text{cm}$,可以工作30天;数字记录的分辨率为1.8毫米,精度为3毫米,如果每天只工作一小时,可以工作60天。仪器使用时可以附属在水中的固定或特殊的结构中。

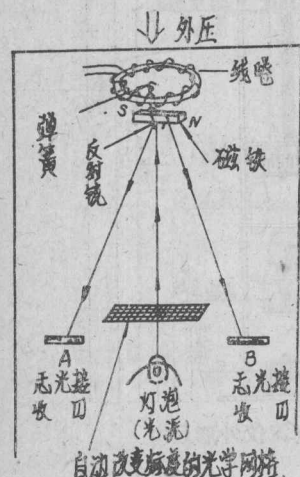


图8 浪潮仪光学部份结构示意图

该仪器传感部份考虑了温度补偿和消除滞后效应的措施。所以不必顾虑环境温度影响和机械滞后的问题。它的感应元件是多圈精密巴登管,带有光学水平检读装置,其结构原理如图8所示。其中反射镜两个,互成角度固定在磁铁上。这里的关键是有一个使光聚焦的光学网格,自动改变标度,整个光学系统是保证把感应压力的多圈巴登管的微小形变而精密地测量出来。那个线圈感应的信号由一个电子网络处理,实现补偿。由于仪器的功能可以看作是复合的零检测器,所以调零非常方便,工作水深对使用和测量没有影响。

该仪器工作深度可以在0—80米或80—150米。仪的直径21.6厘米,高51厘米,重为12公斤。

(三) 水声仪器和设备

从第三届国际海洋开展览会以及会后参观考察的事实说明,水声技术在水下目标定位、通讯导航、海底地质地貌的大面积普查以至深海打捞等方面都得到广泛的应用。丹麦的水声换能器以及测试设备有了进一步发展。下面介绍几种声学仪器设备。

1. 声学应答脉冲释放器

这是一种用来回收布放到海底的仪器设备,也可以用到信标导航和定位,具有释放和应答功能。当母船发出询问指令,仪器会应答;当发出释放指令,仪器会脱钩。这类仪器的品

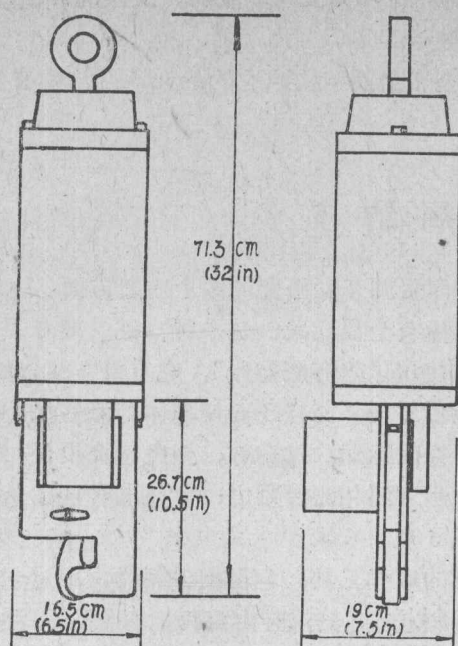


图9 1090型释放器尺寸

种也多, 根据使用要求不同, 它的性能特点也不一样。例如美国IO公司生产的1090声学应答脉冲释放器。工作频率在12—15KHz, 负载能力2300公斤或4600公斤。仪器外径20厘米, 高度70厘米左右。它自带干电池, 在水中自重10公斤左右。

1090释放器最大工作深度为2500米或8000米, 释放器(释放器尺寸见图9)当接收到释放指令后, 机械动作由马达驱动。应答变换器声源电平和时间脉冲声电平, 是在1码处1微巴, 标称 $90 \pm 3\text{db}$; 灵敏接收电平对于1微巴是-10分贝。

2. TSM5750测流声纳

法国汤姆逊—CSF公司在TSM 5700和5710型多卜勒导航声纳的基础上, 研制成功TSM5750测流声纳。实际上是用一台声纳测船对地速度, 用另一台声纳测船对某水团的运动速度, 然后由计算机进行矢量合成运算, 得出海流的速度和方向, 实现走航测流。每一台

声纳有四个波束, 每波束发射电功率1仟瓦, 仪器工作频率300千赫, 没有使用换能器伺服稳定平台。

测流声纳工作海深100米, 测流深度有1, 5, 10或20米层。仪器启动流速1厘米/秒, 测流精度为1%, 测量最大流速250厘米/秒。运算时间2秒, 显示时间20秒。

3. TSM5420搜索声纳

TSM5420搜索声纳也是汤姆逊—CSF公司的产品, 可以主动使用和被动使用。该声纳主要用来寻找海底管道、电缆、沉船或其他系留物。它可以准确分辨距离声纳100米远, 直径为1米的金属球, 据介绍, 距离分辨率为15cm。是一种由母船把它吊放到一定深度控制使用的声纳, 最大下沉深度是300米。作为被动使用时, 是接收预置在海底的声信标信号, 作用距离达500米。

搜索声纳由在水下工作的声探头、在母船上电子控制显示装置、传输电缆和防水壳体等几部份组成。在母船上有采用液压传动的专用提升和下降装置, 升降速度为0.6米/秒。声纳的工作频率是730千赫和38千赫, 发射电功率1瓩, 接收终端设有平面位置显示器和监听。搜索角度有 50° 、 100° 、 150° 和 360° , 可以全景或区域扫描显示。扫描的波束宽度 0.3° , 仰角 22° 。得到信息以每秒20幅图象的速度存贮和显示。量程分为40/80/120米三档。

4. 自返式地震剖面仪

这种剖面仪投放在海底, 记录由母船上发出声波穿过地层返回的信号, 工作完毕母船发出声指令, 仪器自返回。该仪器的特点是可以减少地震波由于在海水中传播的损耗, 从而获得更深的地层剖面资料。剖面仪最大下潜深度为6000米。

自返式地震剖面仪是法国布列塔尼海洋研究中心的研制产品, 带有无线电收发天线, 声学的接收和记录部份安装在整个仪器中央, 四周有八个均匀分布的圆筒浮体, 浮体里面装满

了可以承受880巴压力的玻璃小浮球。仪器下沉时带有350~500公斤压载物。仪器的外径1.5米，高为1米。它在1975年经过海上试用，效果良好。

关于水密接头，从展台上看到一般都采用“O”型密封圈结构，它的最大工作深度是7000米。

(四) 开采多金属结核

开采多金属结核和海底石油已成为当前世界上海洋资源开发研究的两个主要方面。

多金属结核又称矿球，含有锰、铁、镍以及其他稀有金属元素，是一种富矿。要开采多金属结核首先是勘察。勘察矿球藏量的方法，主要是使用了“海底拖体”，它重量1吨，最大工作深度5000米。工作时离海底约10米。由于海底地形复杂，而且还要使拖体与海底保持一定距离，所以设计了一个象碾子那样的压载物，跟着拖体运动。勘察时，拖曳速度很慢，大约每小时走3公里。拖体的拖缆也是电缆，用来传送水下照相光源用电，传递电视摄象信息和拖体所在深度信号等。拖体对海底摄象的照射面积5米×6米。

除了使用拖体勘察矿球之外，还有使用一种简易的取样工具，它很象采泥器，不过它带有浮体，“抓斗”呈网状。在取样器上方还装有水下照相机。使用时由重物把取样器、浮体等带到海底，抓斗抓了矿球，拍了照片，丢掉重物，然后由浮体带着上浮返回母船。

根据目前国外勘察资料报导，认为太平洋有较多的矿球。但至今都没有大量采集。

矿球的采集现有两种办法。一是用水力，从船上放一条管子，把海底的矿球冲成堆，然后用泵抽取，象挖泥船吸泥那样。这种方法往往由于海底地形复杂，或迁到障碍物等，管子和泵容易被碰坏。而且泵的力量有限。所以缺点较多，应用比较少。第二种办法是用机械拖斗，由一艘或两艘船拖着，象捕鱼拉拖网那样，当矿球装满了就提上来。这种方法用得较多（如法国、日本等）。但采集数量要受到拖斗拖曳速度、多金属结核的密度以及海流大小的影响。

(五) 模拟设备及试验水槽

大家知道，每做一次仪器的海上试验，需要动用船只，耗费大量的人力物力和时间。由于海洋环境复杂，所以研制仪器又往往要经过反复试验和考查才能提供使用。为了解决这个矛盾，在室内建立模拟设备和试验水槽十分必要。法国从事海洋、港工航道、船舶制造以及深潜技术方面的研究和生产单位，都很重视这个问题，建立了本专业所需要的试验场地。有的在港湾建了浮标试验场；有的搞了长200米并装有生波机的试验水槽；还有搞成直径为65米的圆形试验水槽；也有深达20米的水槽。为了模拟大深度，设立了大型压力罐等。下面介绍与海洋仪器研制有关的几种设备和试验水槽情况。

1. 深水海水槽

法国布列塔尼海洋研究中心，依山临海，在山下港湾里设立了浮标试验场，在山上建了无线电遙测遙控天线阵。该中心有一个专门供试验使用海水的400吨水塔。他们研制的或其他单位的海洋调查仪器或海洋工程设备，都在一个深水海水槽进行试验。

深水海水槽长50米，宽12.5米，有12.5米长的深度为20米，另外37.5米长的深度为10米，见图10。在槽的一侧装有玻璃观察窗，窗口面积有的是1米×0.5米，也有直径约为0.5

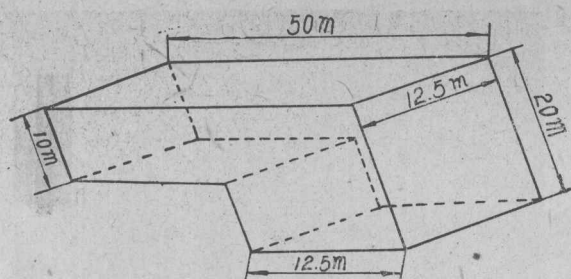


图10 深水海水槽尺寸

米的窗口。在不同深度上都装上这种观察窗，通过它可以拍摄在水中仪器设备工作情况照片或电影。也可以观察潜水员在水中工作情况。槽壁厚度估计将近有1米。这个水槽虽然是水泥底，但是为了防止海水污损，涂复了一层环氧之类的保护膜。槽中海水加矾洁净，自动循环，水质透明度良好。

在水槽正上方有可吊4~5吨的行吊车和横跨水槽的行车，供吊放仪器设备和试验人员操作设备使用。这个水槽利用率比较高，如底质取样工具，声学释放器，水下拖体模型，海洋要素综合测量仪器的试验，还有钻井平台的水下结构试验，材料选择试验等属于水下工程试验也可以做。虽然槽子模拟了一定海洋环境，但没有风、浪、流的模拟装置。这个水槽为了不致于由于槽体大而使海水泄漏，在设计时，据介绍已考虑到预应力互补。

2. 稳速走车水槽

这个水槽主要是用来校准流速仪和进行流体力学方面的试验。它与深水海水槽同建在一个长80米，宽25米的大房子里。水槽长50米，宽4米，深3米。走车的最大速度5米/秒，最小速度是2厘米/秒。行车电机功率为100瓩，负载能力500公斤。

该水槽的走车有一个特点，就是装有光学测速反馈系统。实际上是在沿着槽边装了一排大小完全相同，间距完全相等（很窄，约1—2毫米）的金属片。每片宽约5厘米。在金属片一侧装有光源，另一侧有一个光接收器，它们固定安装在走车上。这样当走车运动时就会有一系列光脉冲，走车越快，脉冲数越多。利用这一系列代表了速度快慢的脉冲信息，返回去控制电机转速，从而提高了走车精度。据介绍精度为2%~3%。稳速区只有中间30米。

3. 压力罐

参观考察中见到三种压力罐，主要是用来试验深海使用的仪器水密、耐压性能。

(1) 50巴压力罐。它相当于试验工作在500米以内水深的仪器设备。整个容器装在地，罐子的内径约2.3米，高3米，壁厚约0.3米。盖子呈半球型，周围约有70个M30的螺母（栓）通过法兰与罐体联接。用橡皮密封。盖子的顶部装有指示内部压力的仪表。参看图11，12。

(2) 1000巴大压力罐，罐体内径1米，高2米，壁厚约0.4米。有一半露出地面。紧固顶盖是采用了油压系统，比较安全。同样装有指示罐内压的仪表。外形见图13，14，15，16。

(3) 1000巴小压力罐

这个压力罐是专门用来对深潜设备中小部件、耐高压的玻璃小球和“木斯”浮体等做耐压试验的。它的顶盖是螺旋密封，罐体置于地下，外形尺寸如图18所示。顶盖及罐口外形见图17。

4. 生波机

我们参观从事港工、船模试验单位的水槽都有生波机，有的还装有鼓风机。用这些来模拟风浪。在水槽中，使用了激光测波仪、激光多卜勒海流计、水位计和工作频率在2兆赫的小型回声测深仪等，从而监测水槽波高，波周期，水质点运动状况以及水深等模型的数据。

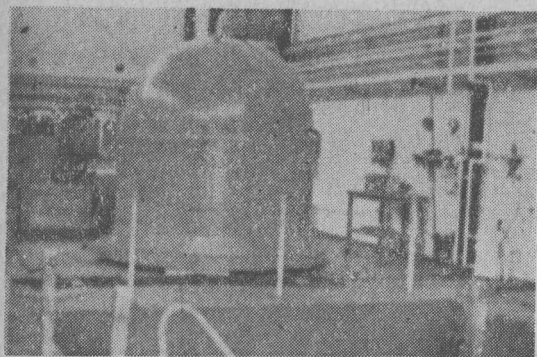


图11 50巴压力罐顶盖（罐底座在照片下方槽内）



图12 50巴压力罐底座

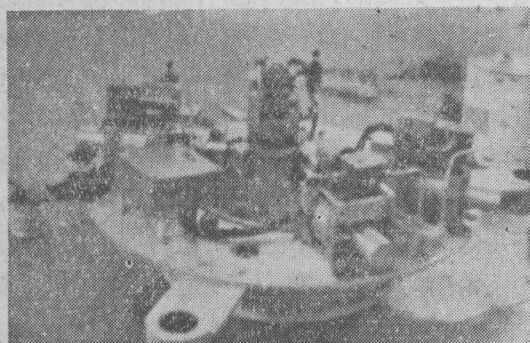


图13 1000巴压力罐顶盖帽



图14 1000巴压力罐顶盖

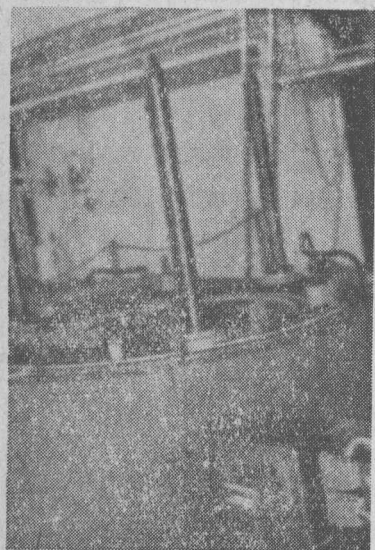


图15 1000巴压力罐罐体及基座

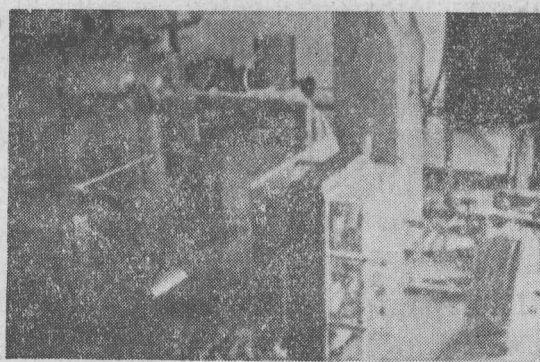


图16 1000巴压力罐控制设备一角