

文章编号:1005-9865(2002)01-0098-05

日本海洋科学技术中心技术发展现状

程 斐,陈建平,张 良

(中国船舶科学研究中心 水下工程室,江苏 无锡 214082)

摘 要:主要介绍了日本海洋科学技术中心已研制成功的各类潜水器,包括无人遥控潜水器(ROV)、载人潜水器(HOV)和无缆自治潜水器(AUV),着重介绍它们在日本海洋科学研究中发挥的作用。

关键词:潜水器;地质地形学;海洋生态学

中图分类号:P715.5 **文献标识码:**A

The technique development actuality of Japan Marine Science and Technology Center

CHENG Fei, CHEN Jian-ping, ZHANG Liang

(Underwater Engineering Dep, China Ship Scientific Research Center, Wuxi 214082, China)

Abstract: In this paper, various Underwater Vehicles successfully manufactured by JAMSTEC, including Remotely Operated Vehicle(ROV), Human Occupied Vehicle(HOV) and Autonomous Underwater Vehicle(AUV), are introduced, and the role played by these underwater vehicles in deepsea topography, geology, and biological oceanography is mainly described.

Key words: underwater vehicle; topography and geology; biological oceanography

1 日本海洋科学技术中心简介

日本海洋科学技术中心 JAMSTEC(Japan Marine Science and Technology Center)成立于 1971 年 10 月 1 日,隶属于日本科学技术厅,是从事海洋及其相关技术的综合研究机构,也是日本海洋科学技术研究与发展机构的核心。其主要使命是通过与海洋开发有关的科学技术的综合试验研究,来提高日本海洋开发的科学技术水平。该中心包括科技新领域研究部,深海开发研究部,海洋观测、开发与利用研究部,数理分析技术部和信息部等部门。

日本海洋科学技术中心自成立以来,进行了一系列积极和有益的探索研究,并取得了卓有成效的研究成果。该中心目前拥有日本大部分的潜水器和“Kairei”号,“Kaiyo”号,“Mirai”号,“Natsushima”号,“Yokosuka”号等水面支持母船。其研制的 Kaiko 号无人遥控潜水器,最大下潜深度可达 11 000 m,是目前世界上下潜最深的潜水器,基本上可覆盖地球上所有的海洋内层空间。

日本海洋科学技术中心还是世界潜水器领域的研究中心,每两年举行一次的 IEEE 潜水器国际会议,吸引了全世界许多该领域的专家、学者,成为潜水器领域的一大盛会。我国许多专家、学者都曾参加该会议。

2 日本海洋科学技术中心主要潜水器介绍

日本海洋科学技术中心具有研制各种潜水器的能力,目前,已研制成功的潜水器主要有三大类:无人遥控潜水器(ROV)、载人潜水器(HOV)和无缆自治潜水器(AUV),分别介绍如下:

收稿日期:2001-07-31

作者简介:程 斐(1973-),男,江苏人,工程师,主要水下潜器的研制工作。

2.1 无人遥控潜水器

无人遥控潜水器既可以和载人潜水器协同作业,作为载人潜水器的辅助作业潜水器,也可以单独下潜至海底,执行摄像、取样和安装维修海底设备等工作。

日本海洋科学技术中心研制的 ROV 主要有:1) Dolphin 3K(下潜深度 3 300 m);2) Hyper Dolphin(下潜深度 3 000 m);3) UROV7K(下潜深度 7 000 m);4) Kaiko(下潜深度 11 000 m)。其中,Kaiko(图 1)是目前世界上下潜深度最大的无人遥控潜水器,曾到达 10 898 m 深的太平洋 Mariana 海沟,取得了许多重大科研成果。

Kaiko 主要性能指标为:几何尺寸:3.1 m×2.0 m×2.3 m;重量(空气中):5 600 kg;最大工作深度:11 000 m;有效载荷(空气中):150 kg;水下运动速度:2.0/1.0/1.0 节(前进/后退/升降);观测设备:包括彩色摄像机、全景 TV 摄像机,35 mm 照相机和黑白摄像机等;作业设备:2 个七自由度作业手。

Kaiko 号的主要使命是:①在载人潜水器无法到达的深海和危险的深海海底执行勘探任务;②与载人潜水器 Shinkai 6500 配合,对其将要下潜的区域及其附近区域进行初步的勘察。



图 1 “海沟”号无人遥控潜水器

Fig.1 Kaiko ROV

2.2 载人潜水器

载人潜水器艏部装有一个耐压球壳,球壳内的操作人员和乘员可以通过观察窗在水下数百米至数千米处进行直接的观察和作业,和其它潜水器相比,科研人员可以直接进入到海底深处,操纵潜水器上的设备进行观察和作业,具有其它潜水器难以比拟的优点。

日本海洋科学技术中心研制的载人潜水器主要有:①Shinkai 2000(下潜深度 2 000 m);②Shinkai 6500(下潜深度 6 500 m)。其中,Shinkai 2000 载人潜水器于 1981 年建成,主要是作为中间试验品,进行了大量的试验研究,解决了深海载人潜水器的一系列关键技术问题。在此基础上,于 1989 年建成 Shinkai 6500。Shinkai 6500(图 2)是目前世界上现有的五艘载人潜水器之一,至 2000 年底已下潜过 400 多次,取得了众多科研成果,在国际上有较大影响。

ShinKai 6500 主要性能指标为:几何尺寸:9.5 m×2.7 m×3.2 m;重量(空气中):25 800 kg;最大工作深度:6 500 m;载员:2 名驾驶员,1 名观察员;驾驶舱耐压球壳内径:2.0 m;水下停留时间:8 h;生命支持时间:129 h;有效载荷(空气中):200 kg;水中航行速度:最大 2.5 节;观测设备:包括 CCD 彩色摄像机、STDV 记录仪、照相机、海水温度计和其它导航设备;作业设备:2 个七自由度作业手和可伸缩采样篮。

Shinkai 6500 载人潜水器的使命是:①对 6 500 m 以浅的海域进行研究和勘探;②利用潜水器上携带的各种工具和设备进行勘探作业;③可以沿着海底航行,或者根据设定深度定深航行,同时还可进行拍照或摄像;④通过潜水器上的机械手和取样器,可以进行采样和安装海底观测设备。

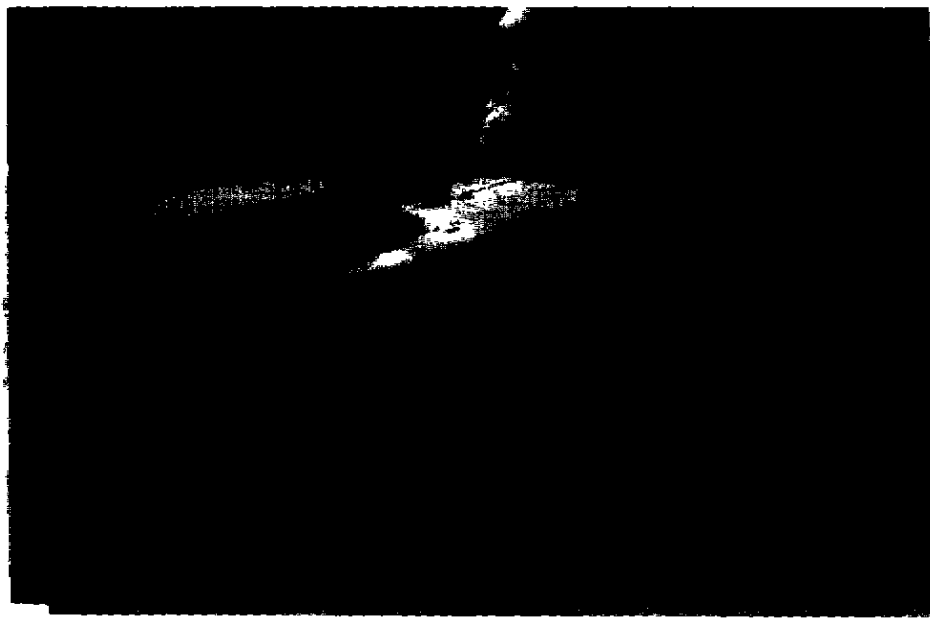


图 2 “深海 6500”载人潜水器

Fig. 2 Shinkai 6500

2.3 无缆自治式潜水器

无缆自治式潜水器外表象一支大雪茄,与一般的潜水器相比,巡航速度更快,巡航距离更长,适合于较大范围内海底的观察摄像和采样。

日本海洋科学技术中心研制成功的 URASHIMA 号无缆自治式潜水器的主要性能指标为:几何尺寸: $\Phi 1.5 \text{ m} \times 10 \text{ m}$;巡航距离:300 km;巡航速度:3.0 节;最大速度:4.0 节;最大工作深度:3 500 m;空气中重量:7 000 kg;动力源:燃料电池(PEFC)和锂电池;导航设备:INS 联合环形激光陀螺仪、多普勒声纳、声自导引仪、避障声纳、可脱卸光纤电缆遥控;传感器设备:CTDO、海水取样器(可取 200 份样品)和一只数字照相机。

URASHIMA 的使命是:①配有自动海水取样器,可以在一定距离内每隔一段时间自动进行海水取样;②可以持续航行 300 km,以进行多方面的观测。

3 日本海洋科学技术中心海洋研究成果情况

3.1 对海洋地质学的研究

日本是个岛屿国家,也是个地震多发国家,它的陆地被太平洋板块和菲律宾海板块包围着,在这些板块上布满了复杂的地形地貌,例如 6 000 m 深的海沟和许许多多的海底火山,日本发生的地震大多数就是这两个板块移动、撞击引起的。如图 3 为日本海沟 6 200 m 深处的一处裂沟。因此,为了预报地震的发生并预先采取措施,研究这些板块的活动情况就显得非常重要。

1) 1997 年 5 月至 6 月,在日本科技发展基金的资助下,Shinkai 6500 载人潜水器对东太平洋隆起带南端进行勘探,这儿是世界上扩展最迅速的海床扩展轴,扩展速度达到 15 cm/a。Shinkai 6500 载人潜水器对岩浆和热液的活动以及海底扩展现象进行了长期的观测研究。在勘探的第一阶段,工作人员利用 Shinkai 6500 载人潜水器在海底安装了大量的观测设备,进行了持续一年的海底观察。在勘探的第二阶段,进行了地球物理学的研究,采集了海底岩石、沉积物和化学物质样品,获得了相关的基本数据,并安装了更多的观测设备,为日本地震形成研究及预报,作出了很大贡献。

2) 1998 年,日本和美国联合对夏威夷群岛海底火山的成长及衰亡进行研究。四个星期内,Kaiko 号共下潜十次,到达 5 200 m 处,直接取样和摄像。1999 年 8~9 月间的 7 个星期内,Shinkai 6500 共下潜了 29 次,深度达 5 560 m,进行了更深入的海底探测。

3) 2000 年 5 月 6 日至 6 月 11 日,Kaiko 在 Kairei 船的支持下,在 Mariana 海沟进行勘探作业,作业的内容是勘查海底活动热液区域和观测较低层海底外露岩层。

4) 2000 年 9 月 5 日至 29 日,Kaiko 来到印度山脉西南海域对深海裸露岩层进行测量。

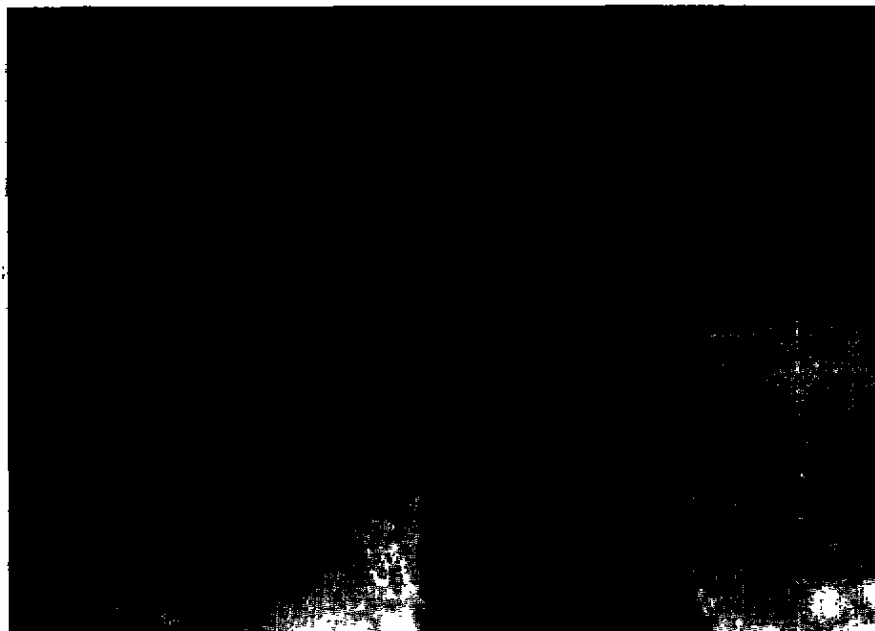


图3 日本海沟 6 200 m 深处的一处裂沟

Fig.3 Fresh fissure at seaward slope of Japan Trench(6 200 m deep)

3.2 对海洋生物群的研究

深海生物群生活在一个很恶劣的环境里,高压、低温、几乎没有光线。为了适应恶劣的生存环境,这些生物必须进行某些方面的进化。因此,深海生物群基因是有极高的研究价值,对地球形成和人类、生物进化研究,有着极高的参考价值。深海生物基因工程正成为一门新兴的研究领域。

1) 1998 和 1999 年日本 - 美国联合深海勘探队在夏威夷群岛进行勘探作业,数次派遣 Kaiko 至 10 898 m 深的 Mariana 海沟的海底进行观测、摄像和采样。他们从采集的泥样中发现了 180 种微生物,经过分析,不但发现了地面上常见的大肠菌、酵母(纳豆菌),而且发现了不满 55 摄氏度不能繁殖的菌、好碱性菌等新种类微生物。这些微生物,在 1 克泥中发现了 10 000 个至 10 万个,为地面上数量的大约万分之一。

2) 2000 年 5 月 10 日至 5 月 20 日,Shinkai 2000 在南 Okinawa 海沟进行海底观测和取样作业。5 月 21 日至 6 月 3 日,在同一地点进行生物学观测和取样作业。如图 4 为潜水器在该地区 700 m 海底拍摄的热液喷口生物群。

3) 2000 年 8 月 11 日至 9 月 3 日,Kaiko 无人缆控潜水器在罗得里格斯岛附近地区,进行热液区域生物学和地球化学的勘查研究工作。



图4 Okinawa 海沟 700 m 处 Minami - enser 海山热液喷口生物群

Fig.4 Biology community around a hydrothermal vent on Minami - enser seamount in the Okinawa Trough(700 m deep)

3.3 其它方面的工作

1999 年 11 月 15 日东京时间下午 4 时 29 分,日本发射的 H-2 火箭从种子岛航天发射中心起飞,并于 7 min 35 s 后和地面失去联系,随即自毁,20 日,日本海洋科学技术中心向火箭残骸溅落地溅遣了潜水器,利用多波束进行了海底探测。27 日,潜水器在海底发现了第 1 级火箭的油压装置和燃料贮箱与发动机连接的铝制部件,2000 年 1 月 23 日又从小笠原群岛西北 380 km 距水面 3 000 m 的太平洋海底打捞起 H-2 火箭主发动机 LE-7。这对分析发射失败的原因有重要参考价值。

通过以上海洋科研活动,日本这个四周濒海的国家对海洋有了新的更深入的认识,对于日本政府确定利用海洋、开发海洋和保卫海洋国土资源的战略目标,具有极高的参考价值。同时,也使日本在海洋科学研究活动中,特别是深海生物基因研究领域,处于世界领先地位。

4 日本海洋科学技术中心运行机制

日本海洋科学技术中心集中了海洋潜水器的研制开发和应用研究两个功能。潜水器的研制者与使用者同为一个整体,大大提高了潜水器的利用率。据称该中心的潜水器下潜次数基本都达几百甚至数千次,既锻炼了深海作业能力,增加了潜水器作业的经验,提高了操作人员的操作和维护水平,同时,也满足了海洋地质学家和生物学家勘探研究的需要。

在经费投入上,该中心由政府出资约 1/3,其余由企业投资。另外,该中心通过科研活动、商业活动和出租潜水器等方式,还可以获得一些经费,以确保中心的正常运行。

5 结 语

蓝色的海洋覆盖着 70% 的地球表面,幅员辽阔的海洋不仅储存了丰富的石油、天然气及许多稀有金属等矿藏资源,而且在数千米的海底热液地区还分布着种类繁杂的生物组成的生物群落。新能源、新材料、基因工程的研究都离不开对海洋的研究,可以说,21 世纪是海洋的世纪。

我国是海洋大国,大力发展海洋技术,包括潜水器技术,一直是国家 863 计划的一个重要方向。了解国外相关技术的发展动态,有利于我们确定目标和研究方向,对于我国将来研究海洋,开发、利用海洋,实现“可上九天揽月,欲下五洋捉鳖”的战略方针将起到积极的作用。

参考文献:

- [1] Shinichi Takagawa. Advanced technology used in Shinkai 6500 and full ocean depth ROV kaiko[J]. MTS Journal, 1995, 29(3): 15-25.
- [2] Peter A Rona. deep-Diving manned research submersibles[J]. MTS Journal, 1999, 33(4): 13-25.
- [3] 横田公男, 滨田馨, 难波直爱, 等. 2000m deep submergence research vehicle "SHINKAI 2000"[J]. 三菱重工技报, 1981, 18(3): 89-104.
- [4] 渡边昶彦, 野田博昭, 高桥宪二, 等. 10 000 m 级无人探查机“かいこう”ランチャーシステムの开发・建造[J]. 三菱重工技报, 1995, 32(6): 427-432.
- [5] 信川寿, 北村充, 周国强, 等. On the extraction system of lithium from sea water[J]. 日本造船学会论文集. 1998, 第 183 号, 309-313.
- [6] 陈建平. 发展我国载人深潜器的几点思考[J]. 机器人技术与应用, 2001, 2: 33-36.