

第三次海洋学浪潮及其对策*

管玉平 谢 强 颜 文 杜 岩 王东晓

(中国科学院南海海洋研究所 广州 510301)

摘要 人类对海洋的认识完全依赖于探测海洋的能力。1872 年英国“挑战者”号的环球考察,标志着基于船测的现代海洋学的开始,这是海洋学的第一次革命或称为浪潮,也从此由地理学中分化出而形成一新的学科。第二次是 1978 年美国海洋实验卫星 Seasat 的发射成功,使海洋学进入了卫星遥测时代。本文重点阐述目前海洋学正面临的第三次浪潮:海底站,并提出应尽快部署我国的海底探测计划。

关键词 海底站,海洋学革命,海洋空间,中国海底探测计划



中国科学院

1 海洋是人类生存发展的“内太空”

随着陆地资源的日趋枯竭,地球上最后的疆域——海洋,将成为人类生存发展的第二个重要空间。

管玉平研究员

人类已多次登上地球的最高峰——珠穆朗玛峰,甚至遨游太空;但还不清楚大洋最深的地方——海底是个什么样子!相对于宇宙外太空,海洋尤其是深海素有“内太空”之誉。在人口、资源和环境矛盾日益严峻的今天,从近在咫尺的海洋寻求出路,与遥不可及的外星球相比,更为现实。美国未来 50 年将要把注意力从外太空的宇宙转向深海洋。海洋资源的开发利用与海洋环境的保护

已引起全球的共同关注。如何把上述可能变为现实?海洋科学在它们之间架起了桥梁。今天围绕海洋的国际竞争,其关键是海洋科技的竞争,且比以往任何时候都更加激烈,也必将影响到未来世界的格局。海洋科技将成为增强国家经济、政治和军事地位极为重要的因素,各海洋国家将不可避免地对发展海洋科技做出抉择。历史上,大国的崛起,如:葡萄牙、西班牙、荷兰、英国、法国、德国、日本、俄罗斯和美国,无一不是海洋强国。

我国的航海技术曾有过举世公认的辉煌^[1]。600 多年前,郑和曾率领船队先后七下南太平洋和印度洋,多达上千艘船和 27 000 人组成的庞大船队,堪称人类航海史上的壮举。遗憾的是由于明朝后来的“禁海”政策,我国的国民从此形成了“陆地民族”意识,致使帝国主义列强从海上入侵中国频频得手。即使现在,国民的海洋意识依然十分淡漠。2006 年,团中央对上海的大学生做抽样调查,90%以上的大学生只知中国有 960 多万平方公里的陆域面积,对我国还有约 300 万

* 修改稿收到日期:2009 年 2 月 10 日

平方公里的蓝色海疆没有概念^[2]。

2 海洋学的特点

海洋学是研究发生在海洋中各种自然现象及其变化规律的一门科学,包括海底、水体、大气、生物等各界面之间的物质交换、能量流动以及人类活动对海洋的影响导致海洋及其相关层圈的发展变化。海洋学既古老又年轻。说它古老是因为海洋是生命的摇篮,孕育了人类的文明。说它年轻是由于人类对深海及海底还不及对月球和火星表面了解得多。海洋学综合性和交叉性很强。传统海洋学的分支,如:物理海洋学、海洋化学、海洋生物学和海洋地质学的单一学科研究已不能满足当今人类的需要,进而衍生了环境海洋学和海洋生态学等新分支;其不但与数学、物理、化学、天文、生物等基础学科有着千丝万缕的联系,而且与社会科学也存在密切联系和交叉,如,海洋经济和海洋文化。海洋学还同时具有基础科学和高新技术两重性。地球演化、生命起源、全球变化、可持续发展、资源与环境效应等重大科学问题,都与海洋有着重要的关系;海洋科技在推动国民经济发展和国防建设中具有重要作用,如,海洋油气、海洋运输、卫星遥感、深潜技术等。由于人类已经认识到海洋在社会、经济、资源、环境等方面的战略地位,以及在全球变化和地球系统科学中的重要作用,海洋学现已成为一非常活跃的学科。

海洋学的发展离不开实际观测。和物理学不同,绝大多数海洋现象的研究不能在实验室进行,辽阔的海洋才是海洋学的实验场。无论计算机的能力如何发展,海洋数值模式的正确性必须依靠海洋的现场观测资料来检验和改进。当代海洋学的领军人物,美国物理海洋学家蒙克(Munk)一再强调,海洋实测数据和采样不足一直是制约海洋学发展的瓶颈。

3 海洋学的前两次浪潮

综观海洋学史,是观测手段引发了海洋学发展的两次革命浪潮。第一次浪潮是基于船舶的走航观测。早期的海洋研究多以探险和地理发现为主。1872年12月30日,英国皇家舰队“挑战者”号的环球调查被认为是现代海洋学研究的开端。这是首次对大西洋、太平洋和南大洋进行综合性海洋观测,历时4年,航行12万多公里,所取得的成果使海洋学从传统的地理学中分化出来,逐渐形成独立的学科。走航观测是对船航行沿线的断面进行观测,得到的资料在时间上不同步,且观测成本十分昂贵。相对天气预报中用到的陆地各观测站的气温观测,船测海水表层的温度要困难得多,只能测了一个站位后再航行到下一站进行测量,这样不可能得到一张时间同步的海洋表层温度图。不难想象,要得到时间同步的、某个海域的观测资料,需要同时出动多少船只。在卫星出现之前,人类对海洋的认识,主要是通过航海取得,这种零星、断续的观测,带来了许多错觉和误解。尽管走航观测有很大缺欠,但因条件所限,目前仍然是海洋观测的重要手段。

海洋学的第二次浪潮是以卫星遥感为代表的。第一颗海洋实验卫星SEASAT-1是由美国喷气推进实验室于1978年6月28日发射,尽管它只有110天的寿命,却获得了丰富的海洋信息,包括海表温度、海面高度、海面风场、海浪、海冰、海底地形、风暴雨、水汽和降雨等,其标志了卫星海洋时代的到来。卫星遥感观测海洋也有其局限性,即只能提供海洋表层信息,海洋学家只能“隔皮猜瓜”来推断海洋内部的运动状态和规律。

人类一直想知道大洋深处究竟是什么样?上世纪60年代,美国伍兹霍尔海洋研究所“阿尔文”号载人深潜器的诞生标志着人

类开始走向深海。大洋深海调查和观测中发现的许多现象往往使人类感到吃惊,例如 70 年代后期用“阿尔文”号发现了深海海底热液口及其全新的生物群落,该发现打破了“万物生长靠太阳”的金科玉律。近年来,为认识全球大洋,世界科学家联合实施了“地球转海洋学实时观测阵”(ARGO)计划,但由于所使用的自由浮标下潜深度只有 2 000 米,仍然不能探测到深海海底。

4 第三次海洋学浪潮

目前,海底(观测)站的建设使海洋学面临一次新的革命^[3]。正如空间站把人类的视野向太空扩展一样,海底站把人类的视野向深海海底延伸,它将从根本上改变人类认识海洋的途径。海底站实质上是海底实验室,由海底观测节点和岸基站组成(岸基站向海底站提供电力并接收海底站回传的观测数据以及图像资料等信息),通过电缆或光纤把各站点联接起来形成一个海底观测网^[4](图 1)。这颇似陆地气象站观测网,而正是气象观测网的建设彻底改变了人们对天气的认识。海底站好比是设在海底研究海洋空间的“望远镜”。

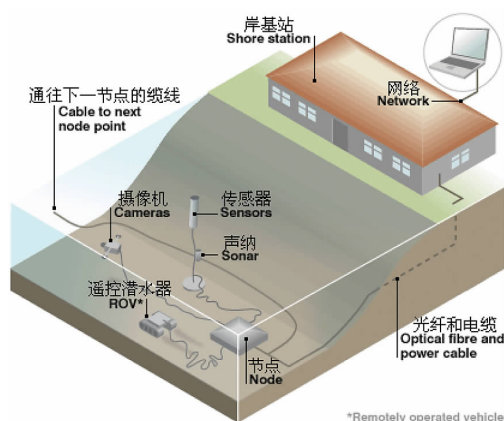


图 1 海底站示意图

(取自 <http://www.oceanleadership.org/node/854>)

海底站的重要特征在于其观测的长期、连续和实时性^[5]。长期现场观测是当代地球

科学研究的要求,因为只有通过过程观测才能揭示机理。以前的各种海底观测都有一个共同的瓶颈,就是受能量供应和测量数据传送困难的制约。如锚定浮标,需要定期派船更换电池、取回观测记录,虽然观测连续但并不及时,一般数月之后才能取回,而海洋预警则要求实时观测信息。另一方面,海上作业的更大制约是安全,而往往海况最不安全时的观测数据最有价值,比如台风和海啸。海底的观测设备则要依赖深潜器等深海运载工具去补给能量和回收数据。海底站的建立从根本上摆脱了受制于电池寿命、船时与舱位、恶劣天气和数据延迟等因素的影响,使海洋学家可以从陆上通过网络实时监测深海实验,实现对海洋物理、化学、生物、地质变化过程的不间断观测,指令仪器设备去监测风暴潮、地震海啸和海底喷发等各种突发事件。海底站使海底世界的现场直播成为可能。将来,人们通过电视就能欣赏到凡尔纳 1870 年在科学幻想小说《海底两万里》中描绘的神秘的海底世界,甚至可以观看现场直播的海底火山喷发。夏威夷大学已经实现海底熔岩和火山的实时录像传送。

海底站的最大优势是原位分析^[5]。海洋生物学、海洋化学和海洋地质研究的传统做法是从海里取样后带回实验室进行分析。其缺陷是显然的,一是容器可能污染水样,二是采回后的海水化学性质可能已发生变化,如 pH 值等;一些深海生物可能已死亡。新的方法——原位分析:不是把样品采回实验室分析,而是把海水传感器放在海里直接进行探测。原位分析是海洋环境研究的基本要求。只要将海水中的原位观测传感器与海底的节点连接,其就成了海底观测系统的有机组成部分(图 2)。

海水原位分析将催生海洋学新的学科增长点。例如海洋浮游生物,通常是用浮游网采集后在显微镜下进行分析,对小于 2 微

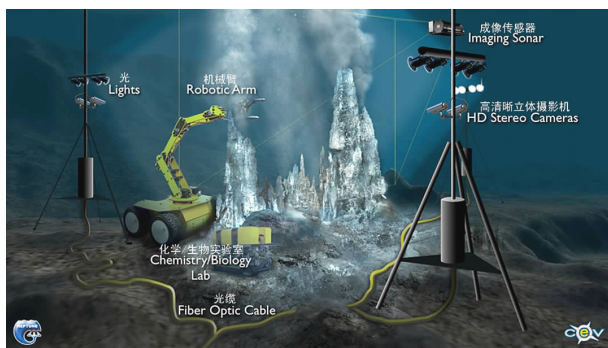


图2 海底热液口的原位观测

(取自 <http://www.neptune.washington.edu>)

米的细菌类微型浮游生物,则需要用细胞计才能统计。新近发明的“下潜流式细胞计”则可以直接投入海中自动连续地测量丰度的变化;“水下显微镜”使“下潜的细胞计”具有成像功能并通过光纤将海水里的生物图像发回,可全面鉴定统计从硅藻到细菌等各种大小不同的浮游生物。又如海洋生物的基因可用“DNA 探针”放到海里原位测量(图3),从而在分子水平上测定各种浮游生物的丰度,进而发展微生物海洋学,等等。

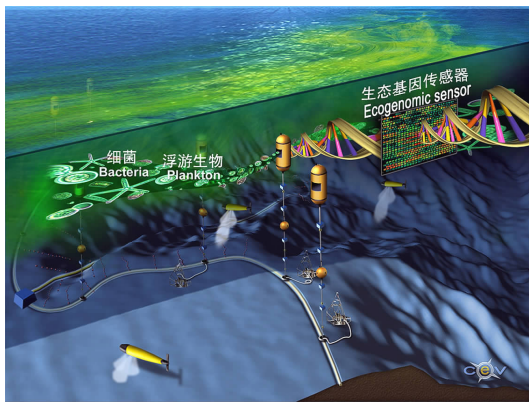


图3 海洋生物基因原位探测

(取自 <http://www.neptune.washington.edu>)

把实验室建到海底还可能引发其它地球学科的革命。海底站不仅通过锚系等仪器设备向上观测大洋底层甚至深层的信息,还为向下探索地球深部提供新的可能。人类对固体地球表面及其内部的了解主要来自于占其不到 1/3 的陆地。大洋钻探研究也只能

在有限的地点进行采样。如果利用海底站,通过获取有关台站附近的地形、地貌、地层、断裂等地质信息,可有效监测地壳细微变化,深化了解精细、长期的地壳形变、运动与地震,以及与之有关的大规模资源形成机制,并实现对地震、海啸、滑坡等海洋自然灾害的预警,为地震等自然灾害预报探寻新的方案。此外,通过在海底站布设系列沉积物捕获器以及对流场的观测,可获取长期

的数据积累,有望对沉积物源区问题以及底层流与海底地形地貌的相关性问题做出更清楚的回答。

总之,海底站与已有的海洋观测手段一起构成了新一代的海洋监测体系(图4),为人类认识海洋提供了崭新的途径。

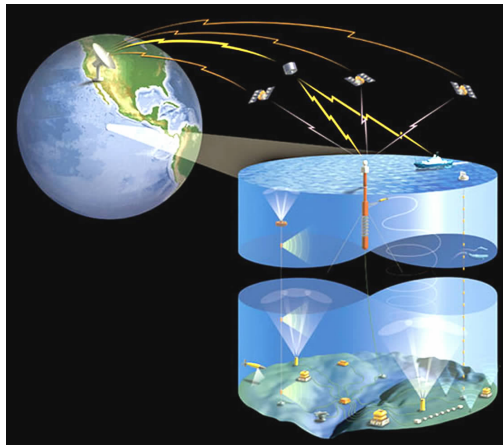


图4 空中、海面、水下和海底构成的
立体海洋监测系统(取自 John Orcutt)

5 新一轮海洋科技竞争的国际态势

海洋科技是世界科技竞争的前沿之一,并成为衡量国家科技总体水平和海洋强国的重要指标。海底,将成为继太空之后下一个关系到人类社会发展和政治格局的重要“制底点”。世界各海洋强国纷纷出台海底站建设计划。

在这场海底竞争中,走在最前面的依然

是美国^[5,6],已在东西海岸和夏威夷建立了若干长期的海洋区域观测系统。2007年启动了由近海、区域、全球三大海底观测系统组成的“海洋观测计划”(OOI),其中最为重要的是“东北太平洋区域性海底观测网”计划(巧合的是其首字母缩写 NEPTUNE 为海王星,图5),由美、加两国联合投资,在整个胡安·德富卡板块上,用2 000多公里光纤带电缆,将上千个海底观测设备联网。2004年,英、德、法等国制定了“欧洲海底观测网”计划(ESONET),针对从北冰洋到黑海不同海域的科学问题,在大西洋与地中海精选10个海区设站建网,进行长期海底观测。日本在其附近海域建立了8个深海海底地球物理监测台网,有的已经和陆地台站相连接进行地震监测;2003年提出 ARENA 计划,将沿着俯冲带海沟建造跨越板块边界的观测站网络,用光缆连接,进行海底实时监测。另一方面,卫星与海底观测网也是国家安全的天罗地网。可以说,海底站所形成的监测网是潜艇的天敌。最早进行海底观测的正是美国海军,他们的声波监听系统既可以监听地震和鲸鱼,也可以监听潜艇。俄罗斯把旗插到北冰洋海底引起国际关注。大国较量,已在海底拉开帷幕。

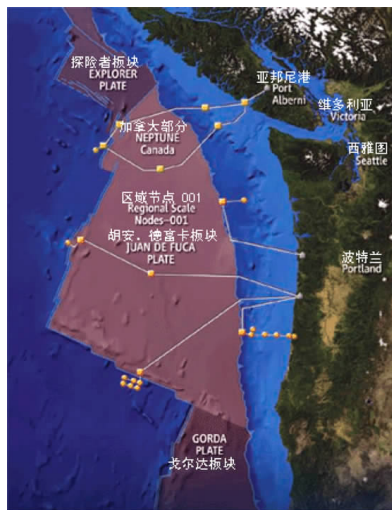


图5 美、加“海王星”海底站示意图
(取自 Robert F. Service)

6 应尽快部署我国的海底探测计划

我国海域虽大,但人均面积很小,更不是海洋强国。现在我国贸易遍布世界各地,中国海军舰队现已远赴亚丁湾保驾护航,故中国商船航行到哪里,那儿就应是中国国家安全和利益的边疆,海洋学就要提供相应的知识保障。经过50多年的努力,我国的海洋科技取得了长足的发展,但与发达国家相比,总体水平还有较大差距。主要体现两个方面:一是我国的海洋研究长期以来局限于近海和浅海。这有历史的原因,如经费投入不足,也有人因素;海洋观测能力薄弱,关键技术自给率低,海洋观测设备甚至常规仪器主要依赖进口,特别是深海资源环境观测方面,技术装备更加落后。

海底站建设是高技术集中、投资较大的工程,从我国目前经济和技术进步水平来看,已具备实施中国海底探测计划的条件,相对于探月计划的“嫦娥工程”,我们可称之为“哪咤工程”或“琴高工程”。我们期待这样的工程能纳入国家“十二五”规划,并尽早部署实施。

在国际金融海啸和国内拉动内需的大背景下,第三次海洋学浪潮的出现,历史性地为我国的海底竞争提供了良机。建设海底站不仅为中国海洋学者提供了揭示海底奥秘的“龙宫”,而且也可使我国在深海工程的装备研发和施工方面得到极大的提升,进一步完善海洋科技的链条,进而推动我国海洋事业的大发展。

我国已在“可上九天揽月”的载人航天竞争中取得了骄人的成绩,现应是“可下五洋捉鳖”,通过建造海底站参与国际海洋竞争的时候了!

主要参考文献

- 1 G Menzies. 1421-The year China discovered America. New York, 2002, 650.

- 2 新华每日电讯.学生不知海洋国土,与中学主课“开除”地理有关? 2006 年 9 月 10 日第 5 版.
- 3 Service R F. Oceanography's third wave.Science, 2007, 318: 1 056-1 058.
- 4 陈鹰,杨灿军,陶春辉等. 海底观测系统. 北京:海洋出版社,2006.
- 5 汪品先. 从海底观察地球——地球系统的第三个观测平台. 自然杂志, 2007,29(3):125-130.
- 6 Schrope M. The lab at the bottom of the sea. Nature, 2009, 457: 141-143.

Third Revolution from Oceanography and Our Countermeasures

Guan Yuping Xie Qiang Yan Wen Du Yan Wang Dongxiao

(South China Sea Institute of Oceanology, CAS 510301 Guangzhou)

Oceanography is on the verge of a new age, that is, Oceanography's third wave-the Seafloor Observation Networks. The increasing our knowledge of ocean systems and processes depends totally on how humans can explore the oceans. The first revolution of Oceanography is ship-based measurements started in the 1870s, since ship Challenger global cruise. The second is satellite measurements of ocean parameters began in the 1978, with Seasat. We introduce briefly the outlook of new Oceanography revolution.

Keywords seafloor observatories, oceanography's third wave, inner space, Chinese seafloor observation project

管玉平 中国科学院南海海洋研究所研究员。1962 年 12 月出生于山东曹县。先后获兰州大学理论物理专业学士、硕士,大气科学专业博士;青岛海洋大学(现为中国海洋大学)海洋科学博士后。曾赴美国加州大学洛杉矶分校作访问学者。现任中国海洋学会海气相互作用专业委员会委员、中国气象学会气候学专业委员会委员。目前主要研究方向:深海环流。发表学术论文 30 篇,合编专著 1 部,译著 1 部。E-mail:guan@scsio.ac.cn