

# 深海的呼唤\*

## ——深海技术发展现状及对策思考

李颖虹 任小波

(中国科学院资源环境科学与技术局 北京 100864)

**摘要** 深海蕴藏着丰富的战略资源与能源,深海是高科技的舞台、是重大科技理论的诞生点等,这些都深深地吸引着社会各界的眼球,部分发达国家已将发展深海技术提到国家战略高度。国际深海高新技术的发展日新月异,我国将如何开展深海研究,本文给出了对策建议。

**关键词** 深海技术,建议

DOI:10.3969/j.issn.1000-3045.2011.05.009



中国科学院



李颖虹博士

“上天、入地、下海”是人类探索自然孜孜以求的目标。伴随着“航海家号”太空飞船220亿公里的漫漫征途飞离太阳系去探访更为遥远的神秘

空间、“玻璃地球”等重大探地工程进一步刻画地球内部精细结构,深海这一见证日月变迁、桑田变换的人类近邻也并不平静。

海洋是生命的摇篮、资源的宝库、交通的命脉,是人类繁衍生息和持续发展的重要

资源。国际综合大洋钻探十年计划(IODP:2003—2013)、国际大洋中脊计划(InterRidge)、ARGO等全球性研究计划正如火如荼积极实施,深海神秘的面容正日益清晰。

### 1 深海何以成为科技界与人类关注的热点

资源、可持续发展、国家安全、全球变化这些热点名词,作为普通民众业已耳熟能详,它们均与深海\*\*有着千丝万缕的联系,深海已成为人类未来发展休戚与共、赖以生存的载体。这一广阔区域内蕴藏着丰富的金属、能源和生物资源,但尚未被人类充分认识和开发利用。上世纪中叶开始的深海热液成矿体系研究、深海热泉生物群落的发现与应用研究、天然水合物的应用开发、大洋结核的采集与开发,使国际深海研究高潮迭起。“蓝色圈地”运动已成为21世纪争夺国际海洋资源的主旋律。

\* 收稿日期:2011年6月20日

\*\* 全球海洋的平均深度为3733米,90%的海域水深大于1000米,不同的研究领域对深海的水深定义有所差别,主要集中在200—1000米以深

## 1.1 巨大的能源与资源储备

深海分别占海洋和地球面积的 92.4% 和 65.4%，蕴藏着人类社会未来发展所需的各种战略资源和能源。油气、多金属结核、富钴结壳、多金属硫化物、天然气水合物等新型资源具有重要的科研与商业应用前景，被誉为 21 世纪人类可持续发展的战略接替能源。

**多金属结核：**分布于水深 4 000—6 000 米海底，富含铜、镍、钴、锰等金属元素，其总储量分别高出陆地相应储量的几十倍到几千倍，总资源量估计可达 3 万亿吨，具有极高的经济价值<sup>[1]</sup>。

**富钴结壳：**主要赋存在太平洋水下顶面平坦、两翼陡峭、形似“圆台”的海山斜坡上，水深 1 000—3 500 米，富钴结壳钴含量可高达 2%，贵金属铂含量相当于地壳含铂量的 80 倍。据不完全统计，太平洋西部火山构造隆起带上，富钴结壳矿床的潜在资源量达 10 亿吨，钴金属量数百万吨，经济总价值超过 1 000 亿美元。

**海底热液硫化物矿床：**富含金、银、锰、铁、铅、钴等金属和稀有金属，赋存水深数 10—2 500 米，且大量出现在 2 500 米附近。与大洋多金属结核和钴结壳相比，虽然富钴结壳赋存水深和热液硫化物大体相当，但因其基本矿物组分皆为非晶质或隐晶质的铁、锰物质，冶炼工艺较为复杂。相比之下，热液金属硫化物矿床易于开采和冶炼。

**天然气水合物：**俗称“可燃冰”，主要分布在近海的大陆架、有厚沉积物覆盖的深海海盆，以及永冻层。在世界各大洋中天然气水合物中蕴含的甲烷气体量为  $1.8 \times 10^{16}$ — $2.1 \times 10^{16} \text{ m}^3$ ，大约相当于全世界煤、石油和天然气总碳量的 2 倍，相当于目前世界年能源消耗的 200 倍，是一种潜力很大，可供 21 世纪开发的新型能源，并可能在 10 年内商业

化应用。

**油气资源：**地球上油气资源总储量的约 70% 蕴藏于海洋。据统计，全球海洋石油蕴藏量约 1 000 多亿吨，已探明的储量为 380 多亿吨，其中 80% 以上在水深 500 米以下的深海；海洋天然气储量约 140 万亿  $\text{m}^3$ ，探明储量约 40 万亿  $\text{m}^3$ ，随着海洋调查、探测技术的不断创新发展，海底勘探将逐渐向深水区发展，深海区石油、天然气的储量还会增加。

## 1.2 海洋生物资源

1984 年美国制订了海底火山考察计划 (VENTS Program)，在对温度高达  $400^\circ\text{C}$  的海底火山喷发物的研究发现，几乎所有的热泉周围都存在着生命。2001 年，科学家们发现在寒冷的北冰洋水面下从格陵兰岛北部到西伯利亚纵横 1 770 公里的 Gakkel 屋脊（全球海屋脊中最深及最遥远的地方）中也存在着深海热泉及热泉生物<sup>[2]</sup>，伴随着海底热液硫化物的发现，“海底热液生物”、“黑暗生物链”以及“深部生物圈”等概念的提出及其研究成果已在很大程度上影响了人类对诸如生命起源这种重大科学问题的传统认识。深海生物基因资源是近年来引起国际关注的新型资源，目前国际上深海生物基因资源的应用已经带来数十亿美元的产业价值，深海海洋生物处于独特的物理、化学和生态环境中，在高压、剧变的温度梯度、极微弱的光照条件和高浓度的有毒物质包围下，形成了极为独特的生物结构、代谢机制，它体内的各种活性物质（如极端酶 *extremozyme*）在医药、环保等领域都将有广泛的应用前景。

深海生物基因资源在以下几个方面具有应用价值：(1) 医药开发。“向海洋要药”已成为当今世界医药界的热门话题，深海生物是新型药物和其他具有药用价值的生物活

性物质的源泉,其中有许多是陆栖生物所未具有的。随着深海生物技术的迅速发展,不断发现具有药用价值的新型化合物,从深海生物体内可以提取到大量抗肿瘤、抗菌、抗病毒、抗凝血、降压降脂等生物因子,将对人类的健康提供帮助。(2)基因疗法。利用基因修补的方法治疗人类疾病称之为基因疗法,是当今医学的一大创举。人类基因将根据自身的需要由科学家剪接修补来治疗疾病以及开发人类意想不到的巨大潜能。深海热泉生物具有得天独厚的生存环境,从而成为优秀基因的最佳获取对象,它们将成为人类最为重要的基因宝库。(3)环境保护。海底的有害物质浓度远远高于陆地,而生存在这里的微生物能分解这些物质并以其为能源繁衍生息,因此,这些生物在环境保护方面具有重要应用价值。它们可有效清除重金属、石油等污染物。有些深海生物能分解农药的主要成分,可以应用来消除土壤中残余的农药,保证人类生命健康。

### 1.3 高科技的舞台

海洋领域内的竞争,无论是政治的、经济的还是军事的,归根到底是科技的竞争。而海洋科技竞争之焦点在于深海高新技术。深海技术是实现国家海洋科技战略的重要技术保障,海洋竞争是以高科技为依托,海洋科技水平和创新能力综合体现一个国家的科技创新能力与综合国力,海洋探测、海洋生物资源、水声通讯和资源勘探与开发技术无一不是高新技术演练的舞台,涉及到当代所有科学技术领域的复杂综合高技术系统,是各种通用技术和现代最新技术在深海大洋这个特殊环境中的应用和发展。

深海技术主要表现为:海洋立体观测系统,包括从空中开展遥感观测的卫星、航空飞机和飞行器,表面观测的固定观测站、船载观测和浮标观测,水中及水底的声纳观测

和海底机器人观测技术,载人深潜器技术,海底观测站-链-网;海底隧道和海底电缆等水声通讯技术;深海资源勘探与开发技术包括深海油气钻采平台技术,深海开发船技术,海洋污染防治技术,采矿技术,集输技术等等。

以上高科技技术涉及到微电子、信息、遥感、材料、水声、可视化、计算机网络技术以及能源等众多学科和技术领域,可以说深海是当代各种通用技术和最新技术在深海大洋的综合演练场。

### 1.4 国家安全

中国拥有 12 海里的领海、12 海里的毗连区、200 海里的专属经济区和大陆架、1.8 万公里的海界、300 万平方公里的领海,具有极其重要的地缘政治、国家安全和经济发展意义。争夺海洋水域管理权,海洋资源归属权、海峡通道控制权,是保证国家安全与发展的重要使命。海洋纵深是国家的天然战略屏障,濒海国家的政治、经济、文化、外交都与海洋问题密切相关,国家安全的范畴不再局限于与军事相关的传统安全问题,而是日益涉及社会、环境、文化等非传统安全领域。

深海技术具有军民两用的突出特点,如深潜器、海洋观测与探测技术、水声通讯技术、船舶制造技术、无源导航技术、全球精确定位技术等等,深海技术不仅是一个国家开发深海资源,确保国家海洋经济可持续发展的重点,同时也是确保国家海洋安全的屏障。

### 1.5 重大科技理论的诞生点

当前,在海洋科学研究中,观测技术的发展特别是深海观测技术成为推动重大科学研究突破的关键。深海钻探计划(DSDP)及大洋钻探计划(ODP)历时 30 余年,取得了举世瞩目的重大科技成就,验证了海底扩



中国科学院

张和板块学说,建立了古海洋学,深入开展了古环境研究,发现和采集到了天然气水合物,发现了海底块状硫化物矿床,发现了海底深部生物圈等等。

**板块理论的试验场:**大洋中脊引起的海底扩张是驱使板块运动的根本原因。而板块理论最核心之处在于地球物理资料所证实的存在于大洋中脊之间的海底转换断层,这些断层是地壳发生破裂的位置,也是板块运动的根本驱动源,根据这些破裂带的位置,地质学界勾画出了大小不等的岩石块,将之命名为板块。深海探测与钻探取样技术将直接获得大洋中脊扩张以及板块俯冲沟弧盆体系的有用信息,认识核-幔作用过程、岩石圈形成过程、陆壳-洋壳-大气圈关系、汇聚板块边缘大地震周期及形成机制、构造及物质循环,从而为板块理论的发展奠定关键的观测证据。

**海底成矿热液系统理论:**海底热液的开发过程、矿化作用和成因机制,以及热液活动在壳幔循环演化过程中的作用等重大的科学问题,已获大量的轰动性研究成果。英美等国仍在执行的洋中脊计划和已进行的DSDP/ODP项目,更使这项研究得到空前发展。海底热液成矿作用是成矿物质的自组织过程,地球深部动力过程、水岩反应、海水循环和生物过程对成矿作用的介入,通过元素交换与富集、矿床形成与改造作用,形成不同类型与不同赋存状态的矿床,这些矿床在成因上具有内在联系、在空间和时间的分布上具有一定的规律性。海底热液成矿作用与传统矿床学研究的最显著差异在于时间和空间尺度不同,因而更加强调海底成矿系统与整个海洋系统的耦合作用研究。

**生命起源的探索:**深海热泉生物巨大的应用价值已使得这一领域成为多学科关注的热点,但最感兴趣的前沿问题无疑是生命

起源这一贯穿人类文明史的争论焦点。我们对生物多样性和生态系统复杂性的了解还远远不够,依靠化能合成的细菌和周围的生物构成一个复杂的营养链,形成一个独特的生态系统,这一系统的物质循环和能流都是值得研究的生物学课题。如果深海高温高压的恶劣环境允许独立于日光的生物生活其中,地球以外的环境中是否也可能有生物?这对生命起源问题有什么启发?关于生命第一细胞之源,目前有“原始生命肉汤”、“外空胚种”、“核酸世界”等各种学说,从生物学的角度来看,为了适应生态环境,人类无法从它的生理特征来辨认这些物种是从哪一条进化路线演化而来的,而深海热泉生物的发现无疑又大大丰富了生命起源的理论。生命科学的研究告诉我们,从低等到高等生物都有基本相似的信息处理、传递、识别、反应的体系与能量和分子代谢体系等一系列基本的生命活动方式,在整个生物圈内,各种形态的生命应具有内在的同源同质性,才可能形成食物链与共生寄生的关系。但目前所发现的遵循另一进化链条的深海热泉生物带给我们的启示显然不仅仅是它的应用价值,它的存在是对现代生命科学的重大挑战,对这一问题的解决将有助于地内物种起源之谜,也是进一步探讨其应用的前沿科学问题。

**全球变化研究:**全球变化主要研究地球系统各组成部分(大气、海洋、陆地和生物圈等)之间的相互作用,其中对深海和大洋的探测是深入开展全球变化研究的重要途径,例如探讨大洋环流对全球气候变化的影响问题,包括流系热盐结构的分布特征、深海大洋的热量和物质通量等问题的研究;探讨全球变化的驱动因子问题,包括轨道驱动、构造隆升驱动等问题的研究。1947年,Harold Urey提出了深海有孔虫化石壳中氧

同位素的变化能够反映古气候的变化。此后,随着分析技术的发展以及深海钻探、大洋钻探大规模的实施,深海岩芯碳酸盐有孔虫壳体氧同位素组成的分析成为研究过去全球变化的重要指标之一。各国科学家通过对太平洋和大西洋深海沉积物岩芯碳酸盐有孔虫氧同位素组成的分析,揭示了深海沉积物  $\delta^{18}\text{O}$  的曲线变化反映了过去全球冰量的变化,从而建立了最近 6 000ka、2 600ka、800ka、150ka 和 15ka 以来的全球气候变化曲线<sup>[3]</sup>。

## 2 国际深海技术的发展现状及特点

国际综合大洋钻探十年计划(IODP: 2003—2013)、国际大洋中脊计划(InterRidge)、国际大陆边缘计划(InterMagin)、ARGO 的实施在国际上掀起了深海研究计划热,对深海技术的发展以及深海科学研究的深入具有重要推动作用。

当前,各发达国家和地区已认识到开发深海的战略意义,部分国家将深海技术的发展提到国家战略的高度。美国在其海洋战略中强调了开发深海的战略地位,因此在深海技术方面继续保持领先地位;日本政府投入巨资支持其国家的水下技术中心(JMSTC)的发展,其“地球号”深海探测船处于世界领先水平,载人深潜器技术处于世界领先水平;西欧各国为保持其经济实力,并为在高新技术领域内增强与美、日等发达国家的竞争力,提前制定了尤里卡计划(EURECA),为加强企业界和科技界在开发海洋高新技术中的作用、提高欧洲海洋工业的生产能力和在世界市场上的竞争能力创造了条件<sup>[4]</sup>。

综合国际及区域组织的国际深海研究计划,目前国际深海技术的研究具有以下几个特点:

### 2.1 国际合作紧密度日趋加强

深海探测与深空探测一样,需要庞大的

资金投入和技术合作,类似太空站的共建与信息共享,深海技术领域的国际合作也日趋紧密。

1985—2003 年实施的大洋钻探计划(ODP)从全球海底取样,研究地壳演化及环境,成员单位包括 20 多个国家和地区。其后续的综合大洋钻探计划(IODP)由美、日两国发起,欧洲作为联合体加入,2003 年 10 月正式启动,到 2007 年全面实施,科学目标更加广泛,研究海域更加宽阔,国际合作更为紧密。IODP 领导机构确定了运用多钻探平台和高新技术战略,多钻探平台包括日本新建隔水管式钻探船,美国改装升级非隔水管式钻探船,欧洲提供特殊钻探平台(MSP)。美、英、法、德、日等国通过政府支持、科学界与企业界联合、国际合作等方式加快深海技术的发展,总体上在深海技术领域处于领先地位。例如,美国的伍兹霍尔海洋研究所(WHOI)、法国的法国海洋开发研究院(IFREMER)等世界著名的海洋机构都积极与国际知名的海洋仪器设备公司展开密切合作。西欧各国为保持现有的经济实力,并为在高新技术领域内增强与美、日等发达国家的竞争力,克服国家小、国力有限、资金和资源不足的弱点,组成区域集团,进行优势互补、联合开发,制定了尤里卡计划(EURECA),旨在加强企业界和科技界在开发海洋高新技术中的作用,提高欧洲海洋工业的生产能力和在世界市场上的竞争能力,加强企业界和科技界在开发海洋仪器和技术中的合作,提高欧洲海洋技术水平和市场竞争能力<sup>[5]</sup>。欧洲科学基金会(ESF)设置的欧洲合作研究项目(EUROCORES Programmes)的 3 个主要方向中有两个涉及深海研究,分别为“深海的生态系统功能和生物多样性”与“挑战海洋岩芯研究”,旨在吸引欧洲最优秀的研究机构来支持欧洲范



中国科学院

围的尖端科学研究。由日本、美国、欧盟、中国以及韩国共同资助开展的“南海地震区域实验项目(NanTroSEIZE)”,其探测船“地球”号(Chikyu)于2007年9月21日在东京以南太平洋一处水深2 500米的海洋钻探,从海底向下钻入7 000米深的地心,这是人类首次尝试钻入地幔层,希望能揭示气候变化、寻找有助解释生命起源的微生物,并了解地震成因<sup>[6]</sup>。

## 2.2 政府主导

随着资源与能源的消费日益剧烈,陆上或浅海的资源已不能满足可持续发展的需求,为了满足国家未来发展的潜在需要,各国政府对深海的技术研发与资源的获取均制定了国家发展战略层面的计划。作为现今世界唯一的超级大国,美国早在1986年就率先制定了“全球海洋科学规划”,强调海洋是地球上最后开辟的疆域。1990年美国又发表了“90年代海洋科技发展报告”,明确提出以发展海洋科技来满足对海洋不断增长的要求,以便继续“保持和增强在海洋科技领域的领导地位”。2004年9月,美国海洋政策委员会向美国国会提交了《21世纪海洋蓝图》的海洋政策报告,12月,美国总统布什发布行政命令,发布了《美国海洋行动计划》,成为21世纪美国海洋科学技术发展的指南。在美国海洋发展战略中,明确提出了优先开发深海和公海资源的思路。2004年7月,美国参议院审议通过了《国家海洋勘探法案》,提出优先考虑深海勘探工作,特别是要集中调查具有重大科学与医学价值的深海区域,如深海热液喷口区和海山区。1990年,英国海洋科技协调委员会发表了“20世纪90年代英国海洋科技发展战略报告”,提出要优先发展对实现海洋开发具有战略意义的高新技术,2010年2月发布的《2010—2025海洋发展战略》,将深海技术

发展作为优先发展领域。日本政府制定了面向21世纪的“海洋开发推进计划”,提出科技加速海洋开发和国际竞争能力的基本战略,目前日本的“地球号”勘探船处于当今国际领先水平,日本的深海潜航器技术更是处于世界领先水平,政府投入巨资支持其国家的水下技术中心(JMSTC)发展,该中心的无人遥控潜水深度达到11 000米,是目前世界最高纪录。2010年,韩国也公开发表了国家海洋战略——《海洋韩国21》。欲在21世纪“通过蓝色革命增强国家海洋权益”。发达国家已经拉开了加速海洋竞争和开发的帷幕,海洋领域的竞争实质上正在演化为国家间、利益集团间拥有海洋高技术能力和手段的竞争<sup>[7]</sup>。

## 2.3 高科技应用技术日新月异

在国际海洋研究计划中,把深海技术的发展作为一个重要构成部分,当前的深海技术是集成了几乎当代所有科学技术领域的一项复杂的综合高技术系统。深海技术涉及到微电子、信息、遥感、可视化、计算机网络、材料、机械加工、船舶制造、水下定位、水下通信、电力电子、自动控制、能源等多个领域,代表着高技术领域的最前沿。

日本斥资6亿美元建造了“地球”号深海钻探船,是世界第一艘采用竖管钻探方式的深海探测船,排水量为5.75万吨,船上装满了目前世界深海研究最为顶尖的高科技钻探设备,配备有能潜水1万米的深潜器以及海底钻孔的各种长期检测、监测设备等,是世界上迄今为止功能最先进的钻探船。

## 2.4 立体化与网络化

深海技术随着多学科的综合运用,表现出空中、海面、海底三位一体的综合观测。海面有综合科考船和浮标技术;空中有飞机和卫星遥感技术;水下有深潜器和水声技术等。如美国正在计划发展的“综合海洋观测

系统”就是一种先进的海洋立体探测系统。该系统由水上、空中和空间的不同探测平台组成,每种平台上传感器收集到的信息将通过海底光纤电缆和卫星传输到陆上进行集中处理,从而形成对全球海洋环境的观测网络,最终达到为海洋环境预报、海洋资源开发、海上交通运输以及国家安全服务的目的。

深海观测系统也由单点的观测向网络化发展,表现为站-链-网络的建设。观测站的特点是区域针对性强,但可承担的任务有限,可观测的要素较少;在站与站之间,增加无线通讯的功能,就构成了观测链,观测链适用于深海区域的长期连续观测,可实现现场数据的“准”实时传输;网络是目前技术含量最高的海底观测系统,可集成多种海底观测装置,功能齐全,观测时间长。

随着技术的不断进步,发达国家将建立覆盖地球全海域的立体海洋观测网络。

### 3 我国开展深海技术的建议

我国加入海洋钻探计划较晚(1998年4月加入大洋钻探计划 ODP 为“参与成员”),从 1968—2003 年,深海钻探计划 DSDP 和海洋钻探计划 ODP 共实施了 203 个航次,其中由中国科学家提出并主持的航次仅有一次(184 航次)<sup>[7]</sup>。在国际深海科研活动中,中国发挥的实力和国际影响力与大国地位是不相吻合的。

我国深海研究不仅表现在技术上与西方国家的巨大差距,人才匮乏,缺少专门的深海研究的科研机构,部门利益条块分割,低水平的重复建设等等一系列问题也严重制约了我国深海研究的发展。由于深海涉及的研究技术大多数军民两用,西方国家一直对中国进行技术上的封锁。前不久,美国国会批准的本财年预算法案,其中一条规定就是禁止美国 NASA 等部门与中国开展任何

形式的科技合作,摆在中国科技工作者面前的困难更为巨大。

对于我国开展深海研究的建议:

#### 3.1 在国家战略层面上重视深海研究

改革开放以来我国在经济建设、科技进步以及社会发展等方面取得了巨大成就,“神舟飞船”、“嫦娥工程”极大地推动了我国航天领域的发展。尽管国家已将大型海洋工程技术与装备、海洋环境立体监测技术、深海油气及矿产资源开发技术、深海探测技术以及深海作业技术与装备等深海技术列入国家中长期科学与技术发展规划中,但深海科研还缺乏大的研究计划,也表明在国家战略层面上缺乏对该领域的重视。面对 21 世纪海洋时代的到来,实施海洋强国战略,建设海洋强国已经成为共识。

#### 3.2 建立健全大型装备的研发与运行管理机制

开展深海研究离不开耗资巨大的大型涉海装备,国内任何一个科研机构或企业都难以承受其昂贵的建设与维护费,要在国家层面上加大大型装备的研发和建设,由地质、海洋钻探、物理海洋、地球物理、水文化学、海洋气象、船舶工程、通讯、材料、信息、自动化等多方面的专家组成,共同完善如海洋科学钻探船、深潜器这样大型装备的建设方案,以深海大型工程装备为突破口,大力发展深海技术。同时配备完善的运行管理机制,要以综合性、跨学科的科研基地为基础,尽快建立大型装备的“共管共用”机制,提高设备使用效率,搭建学科协作的平台。

#### 3.3 加强国际合作

在深海国家计划中,我国的参与能力还很有限,要抓住国际大型研究计划的合作机遇,加大参与国际综合大洋钻探计划 (IODP) 的力度,努力使中国由 IODP 的参与成员变为正式成员。更好地利用国外的先进



中国科学院

技术,更好地进行国际科技合作,只有深度地参与到国际大型研究计划中,才能有效跟进前沿热点技术研发,掌握最先进的深海技术。同时,以区域热点问题为基础,积极倡导以我为主的国际大型深海观测和研究计划。

### 3.4 组建专业的深海科学技术机构

我国在深海科学技术领域形成了分布于国家海洋局、中科院、高等院校以及大型开发公司如中海油、中石化等的研发队伍。但研发力量分散,这种分散、重复、小规模、低水平的研发力量缺乏国际竞争力。因此,迫切需要针对深海科学技术研究领域,围绕国家重大需求,创新体制机制,打破部门行业壁垒,加强国内创新单元深海科技力量的整合和融合。

中科院正在筹建的深海研究中心正是应对深海研究的现状而进行的战略布局,在研究中心的建设中,应瞄准深海科学研究前沿热点问题,集中国内涉海研究单位的优势力量,围绕深海科学和资源勘探规模开发等目标,组建具有国际竞争力的中国深海科学技术研发机构,成为有效支撑深海资源勘探开发和深海科学研究的关键技术力量。

### 3.5 核心技术的突破

我国深海技术设备国产化率较低,海洋仪器进口率约占95%,技术总体水平与国外先进水平相差15—20年。在深海探测观测技术、资源开采技术、深海空间利用技术、深海环境保护技术以及深海装备技术中,首先要充分借鉴国外的先进经验与技术,但对于受制于人的核心技术要努力组织队伍进行自主研发,联合攻关,以关键核心技术为突破点,寻求以点带面,达到整体技术的突破,如热液硫化物开采技术、天然气水合物的保真采样技术、深潜器(HOV)技术、深海浮标技术。

### 3.6 体制机制创新

深海研究涉及到多领域、多学科的研

究,我国必须针对深海的特殊环境条件,大力扶持海洋科技企业,发挥企业在海洋技术创新中的主体作用,发挥科研院所和高校系统的基础地质理论研究、勘探与数据处理技术的优势,优化科技力量布局,建设以企业为主体、市场为导向、产学研用相结合的海洋技术创新体系,构建开放、流动、竞争、协作的运行机制。鼓励具有先进知识和技术的科研机构 and 大学加入到深海资源开发的行列,以技术入股或特批开发权限或并入大公司等多种方式吸引国产技术在深海资源开发中的应用,吸引国内一流科研机构投入深海技术的开发队伍中。

### 3.7 人才队伍建设

任何科技的发展与进步,人才都是第一位的。根据我国深海研究的目标、任务,组织一批相关机构的科技人员及研究生进行专业培训;选拔一批科技人员出国学习;组织国内大洋钻探领域的专家参加IODP相关航次,承担相关调查、研究、计算、测试分析任务,通过实际工作造就大洋钻探人才。逐步形成一支学科齐全、能独立调研的大洋钻探科技队伍;通过各种方式培养出大洋钻探中青年学术带头人。建立健全激励机制,营造良好的人才创业环境。

#### 主要参考文献

- 1 方银霞,包更生,金翔龙. 21世纪深海资源开发利用的展望. 海洋通报,2000,19(5):73-77.
- 2 Volcanic Activity Reports. Global Volcanism Program [J/OL]. Available from: Bulletin of the Global Volcanism Network via Internet Accessed 2001-3, March/26/2001, <http://rathbun.si.edu/gvp/world/region06>
- 3 安芷生,符淙斌. 全球变化科学的进展. 地球科学进展,2001,1(5):671-680.
- 4 杨平. 尤里卡计划何去何从. 全球科技经济望,2000,1.
- 5 刘淮. 国外深海技术发展研究. 船艇,2006,258:

- 6-18.
- 6 刘新月,王清,周祖翼. 日本的综合大洋钻探计划 (IDOP). 地球科学进展, 2004, 19(4):552-557.
- 7 左汝强,李常茂,殷慕慈. 对我国今后开展国际海洋科学钻探工作的建议. [http://www.crcmlr.org.cn/results\\_zw.asp?newsId=L709171041466722](http://www.crcmlr.org.cn/results_zw.asp?newsId=L709171041466722)

## Call from Deep Sea

### ——Reflection on Development Status and Countermeasures of Deep Sea Technology

Li Yinghong Ren Xiaobo

(Bureau of Science and Technology for Resource and Environment 100864 Beijing)

**Abstract** Deep sea is rich in strategic resources and energy, and becomes the stage of high-tech. Deep-sea also gave birth to many great scientific and technological theories. These deeply attracted the attention of people from all circles of life. Some developed nations have pushed the development of deep-sea technology to the height of national strategy. International high-techs of the deep sea are being developed rapidly. Some suggestions on how to develop the high-techs of the deep sea are made in this paper.

**Keywords** deep sea technology, proposal

**李颖虹** 中国科学院资源环境科学与技术局大气海洋处助理研究员。1978年10月出生,籍贯陕西。海洋生态学博士,目前主要从事大气科学和海洋科学的科研管理工作。E-mail: yhli@cashq.ac.cn



中国科学院