

“透明海洋”的战略方向与建设路径

李大海 吴立新 陈朝晖

摘要: 海洋观测是海洋科学研究的基础,也是全球海洋科技竞争的重要发力点。加强海洋观测体系建设,是加快建设海洋强国的必经之路。在国际海洋观测技术快速发展背景下,我国应该实施“透明海洋”战略,加快海洋观测体系建设,开展海洋多层次、多维度、多平台的智能协同,推动互联、一体化立体感知关键技术与装备研发,依据“基础研究—关键技术突破—形成装备或应用”链条式布局研发任务,提升全球海洋信息获取、分析和预报能力,增强海洋认知、海洋预报和海洋信息服务能力。

关键词: 透明海洋; 海洋强国; 海洋观测; 海洋物联网

我国是一个海陆兼备的大国,管辖海域面积达 300 多万平方公里。习近平总书记指出,“要进一步关心海洋、认识海洋、经略海洋,推动我国海洋强国建设不断取得新成就。”^① 海洋观测是认识海洋的基本手段,是海洋经济开发、环境保护和权益维护的基础。实施“透明海洋”战略,加强海洋观测技术装备开发,加快海洋观测体系建设,应当成为我国海洋科技创新的一个重要方向。

“透明海洋”战略是指集成应用现代海洋观测(探测、监测)技术、信息技术和预测预报技术,在全球和区域等不同尺度,实时或准实时地获取和评估不同空间尺度海洋环境信息,研究其多尺度变化及其气候资源效应机理的科技创新战略。“透明海洋”以海洋观测物联网为基础,预测海洋资源、环境和气候的时空变化,实现海洋的状态透明、过程透明和变化透明,为国家海洋事业和经济社会发展提供全面精准的海洋信息服务。

一、实施“透明海洋”战略的重大意义

习近平总书记强调,“要提高海洋资源开发能力,着力推动海洋经济向质量效益型转变。要保护海洋生态环境,着力推动海洋开发方式向循环利用型转变。要发展海洋科学技术,着力推动海洋科技向创新引领型转变。要维护国家海洋权益,着力推动海洋维权向统筹兼顾型转变。”^② 作为认知海洋的根本手段与系统工程,“透明海洋”在海洋资源开发、海洋生态环境保护、海洋科技创新和海洋权益维护方面,都能够发挥不可替代的作用。

(一) 提高海洋资源开发能力要求进一步深化对海洋的认知。2017年,我国海洋生产总值已达 7.76 万亿元,占国内生产总值比重为 9.4%。但是,海洋经济发展中仍存在资源开发手段粗放、利用效

收稿日期: 2018-10-30

基金项目: 中国海洋发展研究会资助项目“海上丝绸之路建设中的战略支点问题研究”(CAMAJJ201703); 山东省社科规划项目“山东省建设海洋综合性国家科学中心研究”(19CHYJ09)。

作者简介: 李大海,中国海洋大学海洋发展研究院研究员、青岛海洋科学与技术试点国家实验室战略规划部(青岛 266237; sunrain1932@163.com); 吴立新(通讯作者),中国科学院院士、中国海洋大学教授、青岛海洋科学与技术试点国家实验室教授(青岛 266237; lxwu@qnlm.ac); 陈朝晖,中国海洋大学物理海洋教育部重点实验室教授、青岛海洋科学与技术试点国家实验室海洋动力过程与气候功能实验室教授(青岛 266100; chenzhao@ouc.edu.cn)。

① 《进一步关心海洋认识海洋经略海洋,推动海洋强国建设不断取得新成就》,《人民日报》,2013-8-1(1)。

② 王宏:《海洋强国建设助推实现中国梦》,《人民日报》,2017-11-20(7)。

率低下、深远海开发不足等问题。很重要的原因在于我们对海洋资源的时空分布缺少精确的了解。

对于近海海域,我国先后进行过三次较大规模的海洋资源调查。由于调查周期长、间隔时间长,加之受调查手段制约无法做到大范围长时间连续观测,使海洋资源信息的精度和信度受到很大影响。目前,对于深海大洋,我国逐步加大了资源勘探力度。但是当前资源勘测探测技术装备还高度依赖进口,一些关键技术和核心装备还受制于他人。因此,提高海洋资源、特别是深海资源开发利用能力,当务之急是加强海洋观测(探测、监测)关键技术装备开发,进一步推进观测体系建设。

(二)海洋生态环境保护要以更加完善的海洋观测体系作为支撑。近30多年来,我国海洋生态环境恶化问题越来越突出。近岸局部海域水质污染严重,赤潮处于高发期,绿潮影响范围有所增大。部分海域的无机氮、活性磷酸盐和石油类污染物超标比较严重,富营养化问题突出。海洋灾害造成的经济社会损失也不断增加。1989-2016年,我国沿海主要海洋灾害造成的年均直接经济损失约为122亿元,年均死亡人数251人。建设海洋生态文明最基础的工作就是加强海洋观测系统建设。只有实现了对区域海洋的精确、实时和动态观测,获得充足、连续、有效的观测数据,对海洋物理、化学、生物特征和变化规律的研究才有充分和扎实的基础。

(三)海洋认知“透明化”正在成为国际海洋科技发展的前沿。当前,全球海洋科技革命的时代潮流涌动。对深海进入、深海探测、深海开发关键技术的掌握,成为海洋强国重要标志。海洋观测能力是海洋科学研究的基础,海洋科技水平的提升离不开海洋观测能力的提升。海洋科学研究系统化、综合化、全球化的发展趋势要求海洋观测向系统化、综合化和全球化方向发展,这对观测的精度、范围和连续性都提出了更高的要求。世界各主要海洋强国均将海洋观测能力提升作为海洋科技创新的重点。在这样一个历史阶段,规划实施“透明海洋”战略,应当成为我国提升海洋科技创新国际竞争力的重要举措。

(四)加强国家海洋权益维护,对强化海洋观测监测提出了迫切要求。当前,“一超多强”的世界海洋政治格局正在形成,老牌海洋强国与新兴海洋大国围绕全球海洋规则制定权的斗争日趋激烈,海洋竞争正在向深海、大洋和极地等新的区域拓展。发达国家以综合国力和科技实力为支撑,以环境保护、科学研究、通行安全等方面为突破口,通过主导国际规则制定、国内立法、设立海洋保护区等形式,限制甚至阻挠海洋后发国家对深海极区的合理利用。在当前的国际海洋斗争背景下,对海洋及其资源精确信息的了解和掌握,是国际海洋政治、经济、法理斗争的基础性因素。因此,加强海洋观测(探测)体系建设,在重要关键海域实现“透明化”,是我国更好维护国家海洋权益的重要战略措施。

二、国际海洋观测技术的发展趋势

当前,全球海洋观测体系正处在技术变革的关键时期。新一代信息技术、能源技术、材料技术与海洋观测技术装备的结合,推动了海洋观测技术向综合化、立体化、网络化、实时化跃升。传统海洋强国正在规划布设新一代海洋观测体系,谋求保持和扩大海洋科技优势。

(一)观测技术智能化。海洋业务化观测正在由现场采样测量逐渐演变为无人值守或无人操作的长期、连续、实时原位观测。海洋观测装备智能化、信息化成为发展趋势。例如,加拿大AML公司开发的Smart-X系列仪器,能够实现自动更换传感器探头,从而进行智能化实时测量;美国军方新开发的智能AUV可长期潜伏在固定海域,当有目标到附近时,在探测传感器的作用下可自动激活,对目标进行跟踪;新概念智能浮标系统可自动传输信息、自动选择(多能)互补供电方式,各子系统根据海况自动选择工作模式^①。随着越来越多的智能化装备应用,海洋观测物联网建设正在成为趋势。

(二)观测应用模块化。海洋观测需求的日趋复杂,海洋装备研发出现了专业化和综合化两种发

^① 王祎、李彦、高艳波:《我国业务化海洋观测仪器发展探讨——浅析中美海洋站仪器的差异、趋势及对策》,《海洋学研究》2016年第3期。

展趋势。一方面,仿生水下潜器^①、动物遥测传感器^②、剖面测量传感器^③、水听器^④、Argo 浮标^⑤等一系列特殊用途的专业性仪器装备不断涌现;另一方面,为适应细分观测需求,海洋观测装备从系统、分系统、设备到标准件、元器件、原材料、半成品大多朝着通用化、模块化产品方向发展。这使海洋观测装备便于针对特定用途而实现更加有效和低成本的分化组合,也便于在更大范围内实现组网运行,并可兼顾降低成本和满足多样化需求。例如,美国 SeaBird 公司已实现按照功能单元对产品进行划分,所有产品都可以根据使用需求将传感器单元与其它单元组合。

(三)观测装备谱系化。由于应用环境的变化和业务需求的增加,业务化海洋观测装备呈现出谱系化发展趋势。例如,在海风测量仪器方面,R. M. YOUNG 公司推出了 05、27 和 8 等系列产品^⑥,芬兰 Vaisala 公司也有 WA、WM、WMT 等系列产品^⑦。在观测装备的谱系化进程中,海洋观测装备的功能不断拓展,表现出由单一参数向多参数发展、由现场取样测量向长期原位监测发展的趋势^⑧。

(四)观测系统立体化。美国、日本等国在建设海洋观测系统过程中,大多采用多种观测方式联合应用的立体观测系统。海洋立体观测系统由多种平台组成,如卫星、飞机(有人机、无人机)、调查观测船、浮标潜标、水下潜器(含水下机器人、有人/无人潜器等)和海床基观测站等。海洋观测的覆盖范围由近岸向近海和中远海拓展,覆盖深度将由水面向水下和海底纵深^⑨。

(五)数据处理集成化。随着海洋立体观测系统的发展,各种传感器获取的数据数量呈现出级数增长态势,对大量不同来源数据进行同化和运算成为海洋观测技术需要突破的重点环节。美国、日本等国正在探索建立数据处理中心,利用网络智能化技术将各种观测装备采集到的数据集成在一个平台处理。飞机、其他船舶和地面接收站通过无线和有线传输装置连接到数据中心,从而实现数据实时共享。

以上种种现象表明,海洋观测技术,正在与现代信息技术、人工智能技术、物联网技术加速融合,因而成为海洋科技格局中竞争最为激烈、发展最具活力的创新领域。我国在推动海洋科技创新过程中,必须重视和认真研究海洋观测(探测)技术创新的全球变化趋势,并将之作为我国海洋科技创新的重点。

三、我国海洋观测体系发展现状和存在问题

20 世纪 50 年代以来,我国海洋观测体系经历了从无到有的发展历程。进入 21 世纪以来,特别是党的十八大以来,我国对海洋观测的重视程度不断加大,海洋观测体系建设和技术装备开发进入快速发展阶段。

① Martin, Antoine Y, "Unmanned Maritime Vehicles: Technology Evolution and Implications", *Marine Technology Society of Journal*, 2013, 47(5), pp. 72-83.

② Block B A, Holbrook C M, Simmons S E, et al, "Toward a National Animal Telemetry Network for Aquatic Observations in the United States", *Animal Biotelemetry*, 2016, 4(1), p. 6.

③ SeaBird Company, Profiling float, <https://www.seabird.com/navis-autonomous-profiling-float/product?id=54627925751>, 2018-10-16/2018-11-15.

④ Oka E, Ando K, "Stability of Temperature and Conductivity Sensors of Argo Profiling Floats", *Journal of Oceanography*, 2004, 60(2), pp. 253-258.

⑤ Hu B, Yang D S, Sun Y, "Underwater Hybrid Near-field Acoustical Holography Based on the Measurement of Vector Hydrophone Array", *SCIENCE CHINA Physics, Mechanics and Astronomy*, 2010, 53(6), pp. 1073-1079.

⑥ R. M. YOUNG Company, Wind sensors, <http://www.youngusa.com/products/1/>, 2018-10-18/2018-11-15.

⑦ Vaisala Company, Windsensor, <http://cn.vaisala.com/cn/maritime/products/windspeedanddirection/Pages/default.aspx>, 2018-10-18/2018-11-15.

⑧ 王波、李民、刘世萱等:《海洋资料浮标观测技术应用现状及发展趋势》,《仪器仪表学报》2014 年第 11 期。

⑨ 牟健:《我国海洋调查装备技术的发展》,《海洋开发与管理》2016 年第 10 期。

(一)发展现状

一是海洋观测技术装备水平全面提升。在海洋传感器开发方面,高精度温盐深测量仪、声相关海流剖面测量技术处于国际先进水平。在海洋观测平台技术方面,已初步建立了包括卫星遥感、航空遥感、海洋观测站、雷达、浮(潜)标、海洋环境移动观测平台等海洋观测平台技术体系。在海洋观测通用技术方面,海底广电复合缆、湿插拔接口、水下液压机械手等技术方面已取得了突破性进展。

二是海洋观测体系初步建立。岸基海洋观测系统主要由岸基海洋观测站(点)、河口水文站、海洋气象站、验潮站、雷达站等组成;离岸海洋观测系统则包括各种浮(潜)标、调查断面、海上平台、志愿船和卫星等;大洋观测主要依靠大洋科学考察船、浮(潜)标、卫星和志愿船等工作^①。严格地讲,我国尚未建立起真正意义的立体化海洋观测系统,但近年已开始进行小规模示范建设。

三是业务化海洋预报能力不断增强。我国已建立了由国家海洋环境预报中心(北京)、海区预报中心(北海、东海、南海)、省级海洋环境预报台(中心站)、地市海洋环境预报台(海洋站)组成的4级海洋环境预报警报体系。建立了包括极地海冰数值预报系统、印度洋海洋环境预报系统和中国周边海域预报系统的全球业务化海洋学预报系统,初步实现了多尺度、多要素、集成化的海洋环境数值预报业务化应用。

(二)存在问题

与发达国家相比,我国海洋观测从技术到体系还存在不小差距。一是海洋观测装备普遍存在功耗高、稳定性和可靠性差等问题,与国外同类产品相比缺乏市场竞争力。二是海洋观测技术装备商业应用水平低,除少部分技术装备已经实现产品化和小规模生产,大部分还处于工程样机阶段。三是海洋观测系统还很不完善,不仅大洋和极区观测能力非常薄弱,在管辖海域也存在观测空白,海底观测才刚刚起步。四是海洋观测数据共享程度低,由于行政条块分割的体制因素,我国本来不多的海洋观测数据分散在不同部门,缺少系统集成和有效的共享机制,造成信息资源严重浪费。五是海洋预报服务能力偏弱,海洋观测分辨率较低,不具备对新一代观测技术和手段获取的多源多要素数据同化能力,还没有真正意义的全球业务化海洋预报系统。

我国海洋观测体系正处在关键发展阶段。一方面,我国与欧美发达国家在海洋观测方面的差距还比较明显;另一方面,随着信息、动力、材料等方面新技术大量应用于海洋观测,全球海洋观测从技术到体系都正在经历革命性的变化。以美国为例,美国国家科学技术委员会和国防部都提出了由多种类、多参数海洋观测装备组成海洋物联网,对区域海洋进行综合立体和实时动态观测(监测)的计划正在逐步实施。抓住技术革命有利契机,瞄准全球最高水平,将现代信息技术、人工智能技术和物联网技术应用于海洋观测,通过关键技术研发、网络体系建设和重点区域示范,实现我国海洋观测能力跨越式发展,使海洋观测成为我国海洋科技创新从“跟跑”向“并行”“领跑”的示范领域,对于加快海洋强国建设,服务“两个百年”目标实现,都具有重大战略意义。

四、“透明海洋”的战略方向与建设路径

(一)战略方向

实施“透明海洋”战略,就是围绕“加快建设海洋强国”战略需求,以提升全球海洋信息获取、分析和预报能力为目标,以综合化、体系化、智能化、动态化为特征,建立完善现代化海洋立体观测系统,增强海洋认知、海洋预报和海洋信息服务能力。经过5-10年的努力,研发一批具有自主知识产权的海洋观测技术装备,基本建成立体化和系统化的海洋环境和资源监测网,自主研发符合我国国情和经济社会发展需求的海洋与气候预测系统,实现对全球海洋中尺度、西太平洋—南海—印度洋(以下简称

^① 吕华当:《我国着力打造海洋综合观测网络》,《海洋与渔业》2015年第2期。

“两洋一海”)亚中尺度、重点海域百米级的预测预报能力,构建“透明海洋”信息服务系统,大幅提升海洋观测对海洋经济发展、生态文明建设和国家安全的支撑能力。

围绕构建“透明海洋”物联网技术体系这个主线,在天空、水面、水下和海底四个空间层次布放智能观探测装备,开展海洋多层次、多维度、多平台的智能协同、互联、一体化立体感知关键技术与装备研发,构建面向全球海洋环境与目标感知的“海洋物联网”技术体系,建立海洋智能模拟与大数据分析中心,基于海洋大数据开展综合应用与信息服务,建立“透明海洋”综合应用示范区,使我国海洋环境的观测感知能力从百公里级提升到公里级、观探测参数从物理海洋为主拓展到多学科主要参数、模拟仿真空间分辨率达到百米级、全球大洋及特定海域实现智能模拟/回溯/预测预报,最终实现海洋的状态、过程、变化和目标的四个“透明”。具体而言,依据“基础研究—关键技术突破—形成装备或应用”链条在六个方面展开布局。

(二)建设路径

1. “卫星观测”——新体制卫星海洋遥感。在天基观测方面,针对当前海洋卫星观测对水体穿透能力、观测精度有限的问题,创新卫星遥感技术,构建海洋卫星观测的中国方案,实现海洋从中尺度到亚中尺度、表面到海洋混合层、主动微波与主动光学联合同步观测。

研制新型海洋激光雷达以及相应的干涉成像高度计和真实性检验系统,在国际上首次构建将宽刈幅干涉成像雷达高度计与激光雷达水体剖面同步观测相结合的新体制。一是通过研发星载海洋激光雷达及水体剖面信息提取技术,实现大洋混合层垂直穿透的海洋综合信息探测。二是通过研发新机制干涉成像高度计及反演方法,实现全球海面从中尺度到亚中尺度分辨的海洋动力过程的观测。三是通过研发新体制海洋透视卫星同步观测与真实性检验关键技术,开展新体制海洋透视卫星技术与地面应用系统关键技术研究、亚中尺度分辨率的数据产品制作及海洋三维数据反演。

2. “海气交互”——海气界面观测。在水面观测方面,发展海面智能移动和定点锚系平台互连观测与探测技术,综合利用大型锚系海气观测浮标、漂流式海气观测浮标、波浪滑翔器、无人船等观测平台,构建集多手段、协同组网、高时空分辨率、网格化观测、数据实时通信等功能于一体的海气交互观测技术系统,实现对海—气界面物质能量交换的实时监测、水下移动观测平台的通信中继。

基于当前水面观测技术装备现状,主要从以下几个方面推进技术研发。一是设计研发高海况下海气监测浮标系统,以黑潮延伸体为目标海域,根据高海况工作环境进行针对性设计,一方面保证仪器、设备及数据安全,另一方面使标体尺寸便于运输与深海布设及回收。二是针对深水海域特点设计相应锚系系统,满足大水深多传感器感应耦合式测量要求。三是设计研发智能化浮标控制和通信系统,支持系统自我诊断,实现数据、信息的(准)实时回传、存储管理及诊断、自动维护与备份等功能,支持多种方式实时数据回取。四是设计能源供给系统,满足浮标系统长时间工作和搭载多种设备的能源需求。

3. “深海星空”——深海观探测。在水下观测方面,开发全水深水下无人智能小型移动观测平台,研发基于新平台的多学科传感器。构建深海长期定点实时观测平台和移动观测平台相结合的水下观测系统,实现对深海动力、电、磁、声学、生物地球化学等环境要素的实时或准实时综合观测,构建覆盖全球深海大洋的一体化、全水深综合观测技术体系。

为了实现上述目标,需要在以下几个方面推进技术突破。一是开发多参数深海实时潜标观测系统,研制潜标单元、数据采集单元、水声通信单元和卫星通信单元,并进行系统综合集成。二是开发全海深剖面智能浮标平台技术,包括主被动浮力驱动与压力补偿技术、深海多参数传感器集成与数据处理技术、海洋环境能源利用技术等。三是开发水下平台通信组网技术,包括水声广域通信组网技术、水下通信网络节点研制技术等。四是开发新型水下传感器技术。五是开发水下接驳无线充电等海洋观测网能源补充技术。

4. “海底透视”——海底观探测。在海底观测方面,开发海底自主高精度定位、新一代接驳技术和数据传输技术,建设以勘测海底过程、重塑海底环境为目标的海底观测技术示范系统,为环境观测提

供基础平台和技术支撑。

当前,海底观测系统总体上还处于起步试验阶段,面临诸多技术制约。建设海底观测系统,需要在以下几个方面进行技术攻关。一是开展海洋环境仿真及特征分析。二是研制海底观测网深海湿插拔连接器,攻克海底观测网深海光电湿插拔连接器设计、制备和测试技术。三是研发高精度海底地球物理场多尺度立体探测技术,实现关键海域海底边界层信息快速提取。

5.“深蓝大脑”——智能模拟与大数据。在数据处理方面,发展海洋高分辨率模拟器、人工智能与大数据技术,建设“透明海洋”中枢系统。基于超级计算机研发控制平台,建设全球亚公里级透明海洋智能模拟器,实现对“透明海洋”系统的智能自驱动、自发现和自演进。

数据处理与应用是“透明海洋”的核心组成,是“透明海洋”为国家经济社会发展与安全服务的重要载体。一是要研发机器智能、边缘计算和大数据分析等前沿技术,建立具有自主智能、自动发现、自演进的深蓝大脑,构建面向超大规模、超高维度、超复杂海洋大数据的可高速处理的自主智能与协同控制体系。二是搭建基于“深蓝大脑”的“空一天一地一海”海洋物联网中枢系统,实现空间精细、时空连续、分量完备的“透明海洋”大数据系统。三是建立透明海洋智能计算平台,通过人工智能引导,初步具备任务驱动的观测设备自主控制与调度能力,形成设备智能交互体系框架和区域海洋物联网智能感知平台。四是构建超高精度类脑智能并行计算平台,研究国产众核环境下的多机高速协同计算与管理,高效分布式访存、多机分布式模型共享等体系模型以及集异构处理器协同任务分配技术。

6.“透明示范”——海洋环境与目标信息综合应用与服务。“透明海洋”战略实施是一个逐步推进的过程。可先行推动示范区建设,选择重要区域,对各类新技术开展示范应用,逐步整合形成新的技术体系与应用模式,再逐步向全球海域拓展。根据我国海洋强国战略发展需求,建议在“两洋一海”区域建设“透明海洋”海洋物联网综合应用示范区,开展多尺度多学科海洋物质能量循环、深海大洋动力过程及其气候资源效应等重大科学研究,开展海洋环境综合信息服务,研发目标综合感知与辅助决策信息系统、自适应快速环境评估示范系统,突破跨平台组网感知技术,形成多位一体的现代化海洋观测体系。

“透明海洋”区域示范应当统筹技术研发与示范应用目标,兼顾先进性与实用性。一是开发海洋环境协同组网适应性观测与目标探测技术,集成浮标、潜标、ARGO浮标、水下滑翔机、智能浮标、卫星遥感等多样化观测手段和数据反演方法,获取更精确可靠的海洋环境数据。二是开发高分辨率海洋同化与数值预报技术,研发“两洋一海”区域耦合延伸期数值预测系统,实现对区域大气、海洋要素的多时空尺度的延伸期预测。三是开发海洋环境效应智能决策技术。

五、对策建议

(一)加强顶层统筹。“透明海洋”战略是一项需要长期实施的系统工程。观测系统建设、运行管理和应用等各个环节,需要由国内众多部门和单位参与,形成统一组织、分工负责、密切合作的工作体系。这就需要建立以科技主管部门为统领、相关涉海部门与沿海地方参与的统筹协作机制。组建“透明海洋”科技创新战略领导小组,建立部际联席会议制度,负责项目总体规划和相关配套政策制定,指导和监管项目实施。成立跨部门、跨系统的专家委员会,负责各主要技术攻关方向和集成方案的设计。在项目层面充分发挥首席科学家、责任专家、监理专家在战略方向、总体进度、重点环节方面的关键作用,强化过程管理。

(二)创新组织模式。发挥青岛海洋科学与技术试点国家实验室(以下简称“海洋试点国家实验室”)平台型科研单位体制优势,实行行政管理、技术管理两条体系并行的组织管理模式。由海洋试点国家实验室牵头,整合优化理事单位、合作科研单位、行业和地方的科研力量,充分发挥企业在科技创新和成果转化中的作用,创新项目管理、经费管理和考核评价机制,确保项目顺利实施。建立利益相

容的激励机制,凡国内科研单位在海洋试点国家实验室平台参与“透明海洋”建设的,可以取得科研成果的单位第一署名权和成果转让收益权。加快大型海洋科学工程和设施、科学数据与信息平台建设,完善海洋标准、计量和检测技术体系,促进数据信息共享。

(三)完善管理体制。强化项目评审、立项和过程管理等机制建设,完善项目总体设计、子任务遴选机制,通过公开择优、定向委托等多种方式确定项目承担单位。建立竞争、动态调整机制,对项目实施动态管理。加强对科技资金管理使用的审计监督,完善科研信用体系建设,实行“黑名单”制度和责任倒查机制。建立统一的科研成果评价监督制度,将项目验收结果纳入国家科技报告。

(四)重视成果转化。以落实科技成果使用处置和收益改革精神为动力,依托创新链打造“透明海洋”产业链,推进优势海洋科技机构与高新技术企业之间的大联合和大协作,由科研单位和企业共同组建创新团队,形成“产学研”协同攻关模式。探索建立规模化通用海洋仪器零配件企业库,依托海洋试点国家实验室建立“透明海洋”技术装备采购平台,批量采购自主研发的通用材料与零部件,建立通用技术工艺指导规范和样板加工制造工艺流程体系。引入航天、军工质量管控和项目管理体系,形成海洋仪器设备的特色质量保障、技术配套体系。

(五)强化要素支撑。建立多元化投资机制,在争取中央财政支持的同时,创新投融资模式,按照“利益共享、风险共担”的原则,促进“透明海洋”与区域海洋产业发展的融合,带动地方、社会资本等多元投入。推动海洋技术装备成果转化与推广应用,推动建立以企业为主体的海洋技术创新体系。以“透明海洋”项目为载体,以国内外优秀科技骨干、中青年学科带头人为重点,加强人才培养和引进,打造国际高水平海洋创新团队。在海洋防灾减灾等低敏感领域开展国际合作研究,提高国际科技影响力,推动自主研发的先进海洋技术装备打入国际市场。

Strategic Direction and Construction Path of Transparent Oceans

Li Dahai Wu Lixin Chen Zhaohui

(Ocean Development Research Institute, Ocean University of China, Qingdao 266100, P. R. China)

Abstract: Ocean observation is the essential element of advancing marine research which impacts the competitiveness of China in global marine community. Therefore, developing ocean observation network is a necessary pathway to building China into a country with strength in marine science and technology. In the context of rapid development of international ocean observation technology, China should implement a “transparent ocean” strategy, accelerate the construction of ocean observing system, and carry out multi-level, multi-dimensional and multi-platform intelligent coordination of the oceans.

Keywords: Transparent ocean; Maritime powers; Ocean observation; Ocean internet of things

[责任编辑:贾乐耀]