

# 中国海洋工程科技 2035 发展战略研究

“中国工程科技 2035 发展战略研究”海洋领域课题组

**摘要：**提高海洋资源开发能力，发展海洋经济，保护海洋生态环境，坚决维护国家海洋权益，建设海洋强国是我国重要的长期发展战略目标。从全球视野和经略海洋能力来看，我国尚处于探索和开发海洋的初步阶段，需要将海洋资源探查、工程开发利用、环境保护和国家权益维护作为有机整体，开展海洋强国建设的顶层设计。本研究通过一系列海洋跨学科交叉和集成的技术预见分析，研判我国海洋领域的重要技术方向。从海洋环境立体观测技术与装备、海底资源勘查与开发、海洋生物资源勘查与开发、海水和海洋能资源综合利用、海洋环境安全保障及海洋开发装备 6 个关键领域，提出了面向 2035 的我国海洋工程科技的愿景、发展重点、发展战略及发展途径。

**关键词：**海洋工程科技；发展战略；技术预见；海洋强国

**中图分类号：**P75      **文献标识码：**A

## Development Strategy for China's Marine Engineering Science and Technology to 2035

Task Force for the *Research on China's Engineering Science and Technology Development Strategy 2035 Marine Research Group*

**Abstract:** It is a critical and long-term strategic goal for China to enhance its capacity to exploit marine resources, develop marine economics, protect the marine ecological environment, uphold maritime rights and interests, and build a maritime power. However, China is still in the preliminary stage of marine exploration; therefore, we need to enhance our ability to utilize and control the ocean from a global perspective. It is urgent that the development and utilization of marine resources—including exploration, engineering exploitation, and environmental protection—and the safeguarding of the rights and interests of the state should be treated as an organic whole in the top-level engineering science and technology designs that are required to build a maritime power. Based on a series of technology foresight analyses that were performed through inter-disciplinary integration, this project puts forward key directions in marine engineering science and technology development. In addition, this paper outlines the development path for China's marine engineering science and technology in six key aspects, including: marine environment stereo-observation technology and equipment, submarine resources exploration and development technology, marine biological resources exploration and development technology, seawater resources and marine energy comprehensive utilization technology, marine environment security technology, and marine development equipment. This paper presents the scientific and technological vision, key points of development, development strategy, and development path for China's marine engineering science and technology to 2035.

**Keywords:** marine engineering science and technology; development strategy; technology foresight; maritime power

收稿日期：2016-12-26；修回日期：2017-01-12

联系人：潘德炉，E-mail: pandelu@sio.org.cn

资助项目：中国工程院咨询项目“中国工程科技 2035 发展战略研究”（2015-ZD-14）

本刊网址：www.enginsci.cn

## 一、前言

随着陆地资源短缺、环境恶化,以及伴随的政治和权益等问题的日益严峻,对于当前的全球社会经济发展而言,一场以开发海洋为标志的“蓝色革命”正在全球兴起。海洋作为21世纪全球资源的新基地,其经济、社会意义及国家安全和战略利益的影响日益显著[1~4],为此,我国提出了建设海洋强国的重大发展战略。中国共产党第十八次全国代表大会报告明确指出:提高海洋资源开发能力,发展海洋经济,保护海洋生态环境,坚决维护国家海洋权益,建设海洋强国。建设海洋强国,需要关心海洋、认识海洋、经略海洋。在认识海洋的基础上经略海洋,即立足全球视野,集约开发和优化利用沿岸和近海资源,加强开发利用公海及国际海底区域资源,并不断加深对深海大洋及南北两极的科学认识。

现代海洋经济包括为开发海洋资源和依赖海洋空间而进行的生产活动,以及相关服务性产业活动。在新的形势下,我国提出了“创新、协调、绿色、开放、共享”的五大发展理念。一方面,与陆缘经济不同,海洋经济活动涉及更多国际事务,而且从资源掠夺型转向可持续发展型。海洋水体覆盖范围广、动态变化快,因此,走进海洋(包括远海和深海)的经济开发活动首先必须依赖于强有力的环境和资源探查能力,以及相应的安全保障工程技术。另一方面,我国海洋开发还处于初级阶段,需要将海洋资源探查、工程开发和国家权益维护作为一个有机整体考虑,进行跨学科交叉和集成的技术预见,形成明确的发展战略方向。在此背景下,开展了面向2035年的我国海洋工程科技发展战略研究,目的是为加快海洋强国建设,提升海洋开发可能面临国际争端的应对能力,以及实现我国海洋工程科技的跨越式发展提供服务。

## 二、面向2035的中国海洋工程科技发展愿景

工程科技是与社会经济、产业发展联系最直接的科学技术。工程科技发展战略研究,需要紧密结合国家社会经济发展需求,特别重视需求的牵引带动作用,以及科技项目的可实现性和可应用性。对于海洋领域,20年后的工程科技需要立足全球视

野,围绕更加和谐安全、更加可持续发展的海洋强国建设,提升我国的国际海洋地位及话语权。中国海洋工程科技2035的主要发展愿景包括以下两个方面。

(1) 海洋装备技术自主化,初步建成具有全球海洋环境智能监测能力以及经略海洋的全球海洋环境安全保障网络体系。

未来我国海洋开发装备研制水平大幅提升,成为行业技术引领者和标准制定者;掌握高端海洋开发装备核心技术,为海洋立体观测,以及各种海洋勘查和开发等提供现代化装备。具备形成全球海洋快速覆盖,以及关键海区连续观测的立体监测及预警预报能力,建成保障国家安全和战略利益的技术体系,为我国走进海洋和建设海洋强国奠定基础。

(2) 获得合理的海洋空间资源,海底矿产资源和海洋生物资源的勘查与开发能力覆盖深海及远洋,海水资源和海洋能综合利用初步形成产业化规模,海洋经济和产业规模大幅提升。

在我国经济面临转型挑战、结构调整的时候,潜力无限却仍未被充分开发的海洋资源无疑将成为未来我国经济增长点。2035年,我国将具备初步的“蓝色经济”产业规模,建成海底矿床精细勘探技术体系,完成1 000 m级深海集矿、输送等技术的海上试验与实际应用,建立海底矿产资源和天然气水合物勘探开发技术应用示范;实现深远海及极地海洋生物资源(包括群体资源、遗传资源和产物资源)的商业开发和利用;海水资源和海洋能综合利用技术达到世界先进水平。同时,围绕“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念,具备海洋绿色开发及可持续发展的海洋生态环境保护和海洋管理工程技术,实现海洋资源的科学、有序以及可持续开发[5~7]。

## 三、世界海洋工程科技前沿及发展趋势

### (一) 海洋环境立体综合观测、预报与信息智能服务系统得到广泛应用

海洋立体观测网建设是未来海洋科技发展的关键之一。目前海洋监测领域关注的热点和前沿问题包括:卫星遥感海洋环境观测的多参数、宽范围、实时化、立体化;传感器及探测装备的小型化、智能化、标准化、产业化;海洋组网观测的全球化、

层次化、综合化与智慧化。各国纷纷研发海洋观测技术集成和服务系统，以“星-空-海，水面-水中-海底智能组网”为代表的海洋环境立体观测网络得到广泛关注。美国的综合海洋观测系统（IOOS）、欧洲的海洋观测与预报服务系统（MyOcean）、全球海洋实时观测计划（GOOS），以及全球综合地球观测系统（GEOSS）等的实施，为全球和区域尺度的长期观测、监测与信息网络的建设和发展提供了可能。长远来看，面向海洋活动需求，以海洋信息服务为中心，多平台组成的自适应海洋环境立体观测网络仍然是海洋环境立体监测的主要发展方向。

海洋数值预报系统是海洋安全保障的重要基础。随着超级计算机的发展、多种类海洋监测数据的实时获取、资料同化技术的发展和高效并行技术的逐渐成熟，发展超高分辨率的无缝海洋数值预报系统成为世界各国进行海洋安全保障的主要方向。发展趋势将从传统海洋动力环境安全转向生态环境、资源开发作业和海洋空间权益拓展的全方位安全保障。

实时立体观测与海洋预警预报所获得的全球和区域海洋信息大数据，通过信息智能服务系统，将在各种海洋安全保障服务和海洋开发活动中得到广泛应用，形成海洋信息的产业化。

## （二）海洋资源勘查与开发走向多样化、精准化、安全化，并向深远海发展

海底资源勘查与开发已上升为世界海洋强国的国家战略。国际海底资源勘查与开发技术总体上正朝着多样化、精确化、高效率、宽范围、大深度的目标发展，已初步形成深海固体矿产资源的开发能力，同时需要考虑采矿的环境效应。2013年，日本在南海海槽进行了水合物试开采，为最终实现商业性开发进行了有益探索；2014年，欧盟启动了大型深海采矿项目（Blue Mining），旨在瞄准6000m水深的多金属结核和硫化物资源的三维勘探和开发；2015年，时代电气SMD公司（Specialist Machine Developments Limited）宣布研制出世界上第一套商业深海采矿设备。

海洋生物资源的勘查开发向精准化、数字化和信息系统一体化发展。目前世界发达国家和地区开始通过结合4S（RS, GIS, GPS, VMS）等高新技术，加强对大洋公海渔业资源的开发和监测，加深对渔

业资源数量波动和渔场变动的理解，大宗深远海渔业新资源的开发技术与装备正在快速发展。深远海生物基因资源和产物资源已成为海洋生物技术的开发热点。其中，在海洋生物酶研发方面，美国启动了“极端环境生命”计划，欧洲启动了“冷酶计划”“极端细胞工厂计划”，德国启动了“生物催化2021计划”，我国“海洋863计划”也启动了海洋生物酶的研究与开发项目。预期海洋生物酶制剂的规模化开发将为海洋生物制造产业带来深远的影响。

在海洋资源开发利用日益深入的同时，海洋生态环境安全和海洋空间权益保障技术也在加速发展。生态系统内关键功能生物的综合修复、强调生境重现与全功能恢复的岛礁生态保护技术成为研究的热点。从特征、过程向动力学机制研究方向发展的 大陆架划界高精度海底探测保障技术，也是海洋工程科技发展的重要方向。

## （三）海水资源和海洋能高效综合利用技术发展方兴未艾

为实现对海水和海洋能资源的高效利用，必须解决的首要问题是降低能耗和成本，提高海水和海洋能资源开发利用的经济性。一些国家正在大力开展膜法水处理技术重大科技计划项目研究，希望在海水淡化核心技术方面取得突破性的进展，在保障本国水资源安全的同时，获得海水淡化市场较高的占有率。在海洋能开发方面，潮汐能和近海风电已实现商业化应用，潮流能、波浪能、深远海风电已开始尝试规模化应用，温差能、盐差能等正从实验室走向海洋实况测试。总体来说，国际海洋能工程科技仍需解决高效率、高可靠性、高稳定性、易维护和低成本等技术问题。

当前，国际上正在大力开展海水资源利用和海洋能开发技术研究。在海水资源利用方面，主要包括日本百万吨/天膜法水处理技术项目、韩国反渗透技术淡化海水工程和构筑项目等。在海洋能利用方面，主要包括英国的“创新计划”和美国的“能源部水电计划”等。

## （四）海洋开发装备向智能化、集成化和深远化方向迈进

世界海洋国家均在海洋装备的设计研发、生产

建造以及管理运行等方面倾注了大量的人力、物力。特别是近年来,随着信息、材料、能源等领域先进技术的飞速发展,结合传感器技术、通讯技术、“互联网+”技术、先进材料技术及动力系统集成技术的新型海洋装备理念越来越多地影响着未来海洋领域的结构转型及产业发展。

海洋开发装备向智能化、集成化、深远化发展。在智能化方面,随着互联网、大数据、智能控制、人工智能等技术的发展,海洋资源开发装备的智能化程度不断提升。水下环境恶劣,智能水下机器人日益成为海洋开发的重要工具,未来智能水下机器人将以更智能的信息处理方式进行运动控制和规划决策[8]。在集成化方面,国际知名企业纷纷开展海洋开发装备的系统集成技术研究,提供整体的解决方案。此外,随着海洋开发走向深远海,海洋装备需要具备深远化作业能力,美国、日本等越来越多的国家将研制可在万米水深作业的潜水器装备。

#### 四、面向2035的中国海洋工程科技技术预见分析

##### (一) 技术预见调查

采取专家会议研讨、通讯研讨等形式开展技术预见的调查,共获得52项备选技术项,进行了两轮的技术预见问卷调查:①第一轮调查(2015年8—9月)邀请专家为937人,填报专家为375人,专家参与度为42.02%,共回收问卷2561份;②第二轮调查(2016年5—7月)邀请专家为1172人,填报人数为402人,专家参与度为34.30%,共回收问卷2591份。

第二轮问卷调查的参与人数显著高于第一次调查的参与人数,下文以第二次技术预见调查的数据开展统计研究,分析我国海洋领域技术预见的调查结果。

##### (二) 技术发展水平与约束条件

###### 1. 研发水平

海洋领域工程科技52项备选技术的研发水平指数均值为18.97(见表1),说明我国海洋领域技术方向总体研发水平仍相对比较落后。海水和海洋能资源综合利用子领域的“可规模化应用的海水淡化技术与装备”技术方向研发水平指数为41.96,属于研发水平相对比较高的技术项;海洋开发装备子领域的“深水水下油气生产系统技术”研发水平最低,研发水平指数仅为3.17。

###### 2. 制约因素

从整体来看,人才队伍及科技资源、研发投入是海洋领域技术发展的主要制约因素(见图1),其次为工业基础能力、协调与合作,标准规范和法律法规政策对海洋领域的发展制约较小。海洋各子领域的制约因素情况见图2。海洋环境安全保障子领域,协调与合作超过工业基础能力,成为制约其发展的第三大重要影响因素;海洋开发装备对工业基础能力的要求较高,发展受其制约比较显著;此外,海水和海洋能资源综合利用还受法律法规政策的显著影响。

##### (三) 海洋领域重要技术项

经技术预见结果统计分析和领域专家研讨分析,得到了海洋领域综合重要性最高的前12项技术方向,结果见表2。

##### (四) 海洋领域各技术项预期实现时间

海洋领域工程科技52项备选技术预见项在世界、中国技术实现时间和中国社会实现时间见图3。在世界范围内,技术实现时间为2019—2025年,有41项的实现时间集中在2020—2022年,约占全部技术的78.84%;在我国,技术实现时间为

表1 海洋领域各子领域技术方向研发水平指数分析结果

子领域名称	≤ 20	20 ~ 40	40 ~ 60	60 ~ 80	> 80	平均研发水平指数
海洋环境立体观测技术与装备	11	3				15.68
海底资源勘查与开发	3	5				19.03
海洋生物资源勘查与开发	5	4				20.07
海水和海洋能资源综合利用	2	5	1			23.05
海洋环境安全保障	4	4				22.29
海洋开发装备	4	1				13.72
全部子领域	29	22	1			18.97

2022—2029 年，有 40 项的实现时间集中在 2024—2026 年，约占全部技术的 76.92 %。中国社会实现时间为 2023—2032 年，有 41 项的社会实现时间集中在 2026—2029 年，约占全部技术的 78.84 %。

## 五、面向 2035 的中国海洋工程科技发展战略

### (一) 发展思路和总体构架

在《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020 年)》和《“十三五”国家科技创新规划》的基础上，我国面向 2035 年的海洋工程科技发展战略思路为：以支撑海洋强国建设作为战略目标，针对发展海洋经济、开发深远海资源及维护国家海洋权益的战略需求，重点发展海洋环境立体观测技术与装备、海底资源勘查与开发、海洋生物资源勘查与开发、海水和海洋能资源综合利用、海洋环境安全

保障、海洋开发装备 6 个子领域的重大关键技术。

基于目前海洋领域工程科技发展仍然不成熟的现状及 2035 年世界海洋经济基本达到成熟的预见，我们提出了“具备自主海洋装备研发能力、增强海洋资源开发能力、建立海洋安全和战略利益的技术保障体系”三位一体的工程科技任务，实现我国走进海洋的工程跨越（见图 4）。发展构架主要为：①大力发展具有自主知识产权的海洋装备，提高海洋技术自主创新能力；②建立以“信息化、服务化、智能化”为主要特征，面向服务的海洋综合管理服务保障系统（智慧海洋），为海洋经济发展、国家海洋安全和海洋生态环境保护提供服务，同时逐步实现海洋信息服务的产业化；③发展海洋经济，在海底资源、海洋生物资源，以及海水和海洋能资源

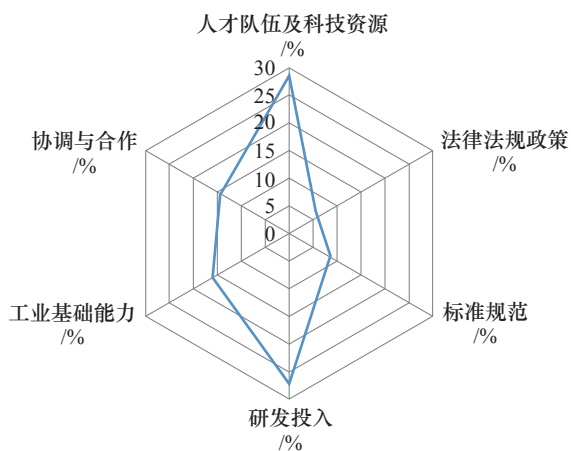


图 1 海洋领域制约因素分析

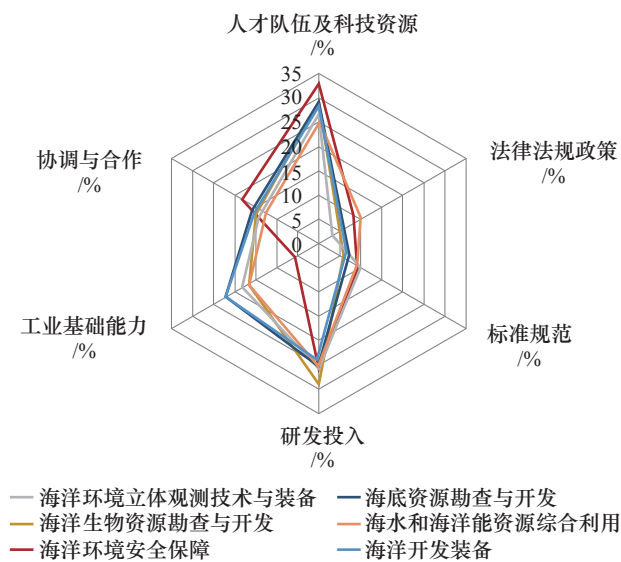


图 2 海洋各子领域制约因素分析

表 2 海洋领域关键技术方向

序号	子领域	技术项
1	海洋环境立体观测技术与装备	星-空-海，水面-水中-海底智能组网
2	海洋环境立体观测技术与装备	海洋防腐科学及其新材料
3	海底资源勘查与开发	深海多金属矿三维综合评价技术
4	海底资源勘查与开发	深海多金属硫化物高效、大深度钻探技术
5	海洋生物资源勘查与开发	高附加值海洋生物酶制剂研发与应用技术
6	海洋生物资源勘查与开发	海洋微生物资源的开发利用技术
7	海水和海洋能资源综合利用	可规模化应用的海水淡化技术与装备
8	海水和海洋能资源综合利用	兆瓦级潮流能发电技术与装备
9	海洋环境安全保障	海洋数值建模科学与技术
10	海洋环境安全保障	海洋动力环境预测预报新技术
11	海洋开发装备	深海空间探测与作业技术
12	海洋开发装备	深水水下油气生产系统技术

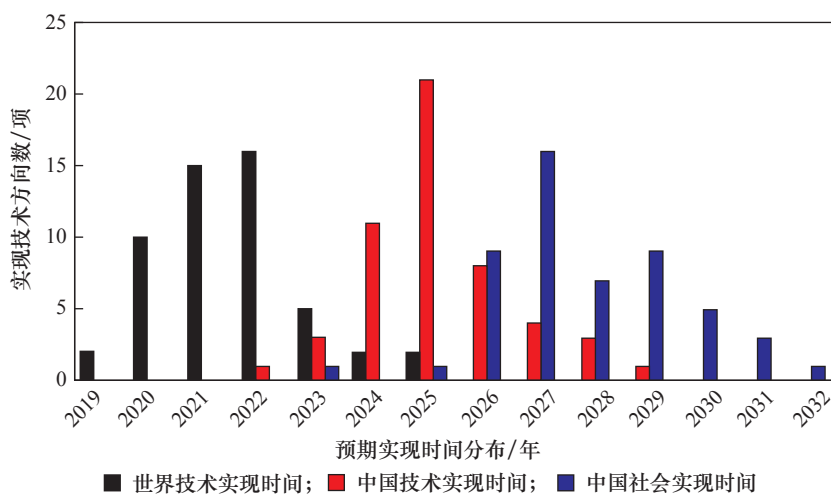


图3 预期实现时间分布

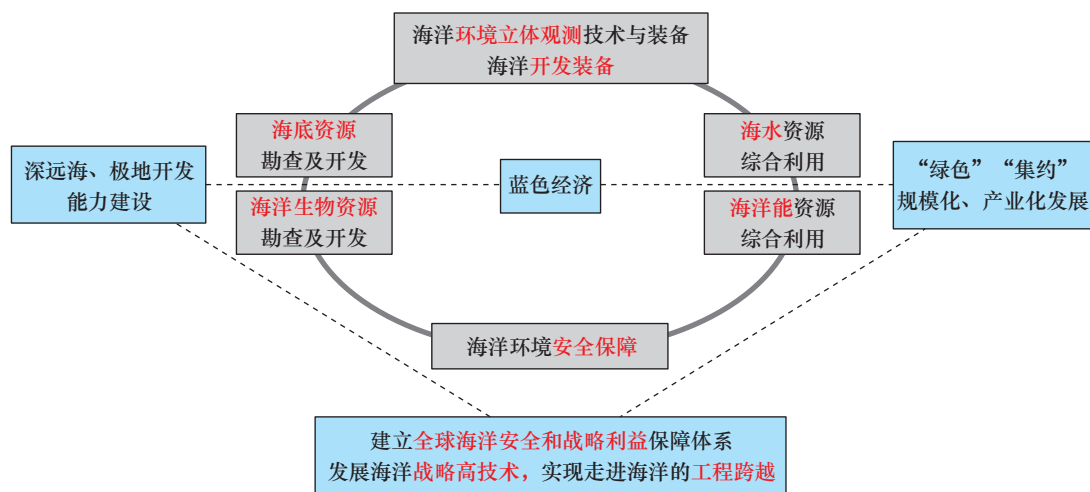


图4 面向2035的中国海洋工程科技发展构架示意图

等方面形成全方位的勘查和开发能力，形成蓝色经济的支柱产业；④充分发挥国家战略牵引、集中力量办大事的优势，同时发挥市场力量和企业创新主体作用、统筹规划，开展海洋工程科技攻关，实现海洋探索利用技术的弯道超车和新跨越，使海洋新经济发展成为未来经济的重要支柱。

## (二) 发展目标和路线

总体目标：海洋装备技术基本自主化，初步建成具有全球海洋环境智能监测能力和经略海洋能力的全球海洋环境安全保障网络体系；获得合理的海洋空间资源，海底矿产资源和海洋生物资源的勘查与开发能力覆盖深海及远洋，海水和海洋能资源综合利用初步形成产业化规模，海洋经济和产业规模大幅提升。面向2035的中国海洋工

程科技发展路线图如图5所示。

### 1. 海洋环境立体观测技术与装备

初步建成全球海洋观测体系并实现有效运行，实现全球海面及水下重点海区多要素立体观测能力。构建星-空-海、水面-水中-海底智能组网立体观测系统，形成具备全球6h、中国近海1h、关键海区连续观测的立体监测能力，建设海洋环境信息综合服务平台和基于预测预报和专家知识的智慧海洋系统，为海洋认知、海洋经济与军事活动提供实况信息保障。

### 2. 海底资源勘查与开发

经过20年的发展，解决制约海底矿产资源开发的基础科学问题，完善海底成矿地质理论体系，建立我国深水工程技术创新平台，形成海底矿床精细勘探技术体系，完成1000m级深海集矿、输送等技

	2020 年	2025 年	2030 年	2035 年
需求	海洋作为全球 21 世纪资源新基地，其经济社会意义，以及安全和战略利益突出。十八大报告明确指出，我国应“提高海洋资源开发能力，发展海洋经济，保护海洋生态环境，坚决维护国家海洋权益，建设海洋强国”。我们需要关心海洋、认识海洋、经略海洋。在中国经济面临转型挑战、结构调整的时候，潜力无限却仍未充分开发的海洋资源无疑将成为未来我国经济发展的新增长点。			
目标	海洋装备技术基本自主化，初步建成全球海洋环境智能监测能力和经略海洋的全球海洋环境安全保障网络体系。获得合理的海洋空间资源；海底矿产能源及海洋生物资源勘查与开发能力覆盖深海及远洋，海水资源和海洋能综合利用初步形成产业化规模，海洋经济和产业规模大幅提升。			
重点任务	发展现代海洋观测仪器 建立海洋环境立体观测系统 建立全球海洋保障快速响应体系			
	突破深远海海洋资源开发瓶颈 构建深远海海洋资源产业化发展体系			
	构建海水和海洋能利用产业标准化体系 加快技术集成，实现工程化应用			
	自主研发海洋资源开发及保障装备系统 构建海洋开发装备自主研发、生产、装备体系			
关键技术	海洋防腐科学及其新材料 星-空-海，水面-水中-海底智能组网			
	海洋数值建模科学与技术 海洋动力环境精准预测预报与减灾防灾技术			
	深海空间探测与作业技术 深水水下油气生产系统技术 深海多金属矿三维综合评价技术 深海多金属硫化物高效、大深度钻探技术 高附加值海洋生物酶制剂研发与应用技术 海洋微生物资源的开发利用技术 兆瓦级潮流能发电技术与装备 可规模化应用的海水淡化技术与装备			
重大工程	全球海洋信息精准服务工程：全球海洋立体观（监）测与预警预报系统工程 蓝色资源工程：海洋资源勘查及绿色开发综合利用工程			
重大科技专项	海洋环境与资源的动态感知科技专项 海洋资源开发和利用的新兴装备研发科技专项			
对策	加强顶层设计，做好统筹规划 根据海洋探索开发的特点，重点投入，构建海洋信息和海洋开发平台的共享机制 加强创新人才培养，营造鼓励创新的环境 扩大国际和地区科技合作与交流			

图 5 面向 2035 的中国海洋工程科技发展路线图

术海上试验与实际应用。建立海底矿产能源和天然气水合物勘探开发技术的应用示范，培育深水工程产业体系，全面提升海底矿产资源的自主开发能力。

### 3. 海洋生物资源勘查与开发

建立渔业立体探测技术体系与大数据系统，打造大宗深远海渔业新资源开发与船载加工装备自主研发基地，提升深蓝渔业的开发能力。开发海洋生物基因资源、微生物资源及生物功能材料，实现深远海及极地海洋生物资源的开发和利用，打造海洋生物新兴产业。产生一批面向国家重大需求、具有自主知识产权和国际市场开发前景的海洋基因工程产物，建立海洋生物酶研发的创新技术平台和应用的新技术体系。

### 4. 海水和海洋能资源综合利用

我国海水资源开发利用技术和产业在创新环境、创新能力、技术工艺、装备产业化水平和应用规模等方面有较大的提升，总体水平达到世界先进水平。同时，积极推动海水资源开发技术装备“走出去”战略，打造面向全球的竞争优势。攻克海洋能发电装置产品化关键技术，达到国际先进水平。海洋能产业初具规模，为实现海洋能规模化的开发利用及发展海洋能高端装备制造产业奠定坚实的基础，尽早为国家能源结构调整提供备选能源，并逐步进军国际海洋能市场。

### 5. 海洋环境安全保障

形成以我国自主发展的海洋模式为基础的海

洋环境安全保障系统。增强我国海洋动力环境和生态环境预报的精确性,有效保障海洋重要通道的使用和海洋重大工程的建设。实现对海洋重大突发事件及海洋灾害的风险管控和影响评估的快速精准保障。有效增强岛礁生态系统的人工修复、重构与自然恢复,推动岛礁生态系统的资源保护与生态安全保障。有效增强大陆架等海底高精度测量能力,为大陆架划界提供保障。

#### 6. 海洋开发装备

提升海洋矿产资源、天然气水合物等开采装备,以及海洋生物资源、海水和海洋能资源利用等新型海洋开发装备的研制能力,为我国海洋开发、海洋科学研究等活动提供具有世界先进水平的自主装备。海洋开发装备市场份额处于世界前列,成为行业技术引领者和标准制定者;关键系统和配套设备自主创新能力极大增强,优势产品技术水平世界领先,弱势产品赶超国际先进水平,海洋油气开发装备配套系统和设备本土化装船率达到80%以上;智能制造模式普遍应用,海洋开发装备制造业由生产制造转变为服务型制造。

## 六、海洋重大科技项目建议

2016年7月我国发布了《“十三五”国家科技创新规划》,部署了一批面向2030年的重大科技项目和重大工程,包括海洋空间站重大科技项目。根据海洋强国建设的目标及海洋工程科技战略的发展,建议部署新的海洋跨学科重大科技项目。

### (一) 重大工程

#### 1. 全球海洋信息精准服务工程——全球海洋立体观(监)测与预警预报系统工程

以立足全球视野,构建保障国家安全和战略利益的技术体系为目标,建设全球立体观测网,构建自主知识产权的海洋数值预报体系,形成以业务化观测为主,兼顾科学研究,服务于经济开发和海洋军事活动的海洋信息精准服务体系。同时,针对21世纪海上丝绸之路沿线及与我国紧密相关的西太平洋和印度洋等重点区域,构建综合性的海洋环境和服务于资源勘查的立体观(监)测与预警预报系统,为海上经济活动、海洋维权行动、海上军事行动等

提供海洋公共服务产品,满足国家在社会经济发展、海洋权益维护、海洋科学发展等方面的战略需求。

#### 2. 蓝色资源工程——海洋资源勘查与绿色开发综合利用工程

以集约开发和优化利用沿岸和近海资源,加强开发利用公海及国际海底区域资源为目标,构建全球海洋矿产能源、渔业等生物和生态资源,以及空间资源的多手段勘查和详查的能力体系,建立研发和生产海洋开发装备的体系,实现海底矿产资源、海洋生物医药、海水淡化、海洋可再生能源等领域的技术创新与产业化,实现海洋渔业、海洋船舶工业、海洋盐业等传统产业的升级和绿色转型。通过该重大工程的实施,建立全面的海洋资源勘查和开发装备研发体系,形成若干个海底矿产资源、海洋生物、海水和海洋能资源勘查和开发的综合应用示范平台,实现海洋资源的深入开发,培育海洋新兴产业,促进我国产业结构调整,推动海洋经济为国家经济保持中高速增长做贡献。

### (二) 重大科技专项

#### 1. 海洋环境与资源的动态感知科技专项

围绕我国海洋自然(生态与灾害)环境、资源开发与维权保障等国家重大海洋安全需求,突破海洋监测/观测/监视系统的核心技术与装备的瓶颈问题,包括耐腐蚀材料、异质模块组集和传感集成、海洋大数据应用等。发展智能海洋环境观(监)测技术与装备,重点研制自主传感器、深远海和海底观测平台、立体观测组网核心设备,构建综合性的海洋环境和服务于资源勘查的立体观(监)测与预警预报系统,提高核心装备的国产化水平,开展海洋环境一体化组网观测顶层设计,发展军民兼用海洋立体观测网络构建和集成关键技术,建立“天空岸海”一体化立体观测示范运行网,推动我国在海洋环境监测与装备领域进入先进国家行列。

#### 2. 海洋资源开发和利用的新兴装备研发科技专项

开发海洋,装备先行。世界主要海洋国家都在加强海洋资源开发新兴装备的技术储备。海洋装备制造业是战略性新兴产业的重要组成部分,也是高端装备制造业的重要方向,具有知识技术密集、物资资源消耗少、成长潜力大、综合效益好等特点,



是发展海洋经济的先导性产业。该科技专项主要围绕新型装备研发机理、集成化、智能化、深远化等核心问题,建立完整的海洋资源开发与利用的装备研发体系。促进我国产业结构调整,实现高端海洋开发装备的“中国制造”。

## 七、加快海洋工程科技强国建设的保障措施

根据海洋工程科技的发展特点,并针对我国海洋工程科技整体发展水平不高、海洋产业化结构和海洋经济发展仍不成熟、产学研链接相对分散的现状,提出以下几点保障措施建议。

### (一) 加强顶层设计,做好统筹规划

制定海洋工程科技发展的总体规划,加强海洋工程科技发展的顶层设计,做好统筹规划,加大扶持力度。同时,进一步理清科研院所、高校、业务中心作为海洋创新主体的侧重点,发挥各自优势,避免重复建设,实现“弯道赶超”,促进海洋工程科技的快速发展。

### (二) 根据海洋探索开发的特点,重点投入,构建海洋信息和海洋开发平台的共享机制

海洋高技术发展具有高难度、高风险、高投入等特点。推进我国海洋技术的跨越式发展,需要建立国家稳定增加的海洋科技投入机制,形成社会多元投入支持海洋科技发展的良好局面。构建各种海洋观测的基础数据共享服务体系以及海洋开发平台的共享使用,以重点投入、分散共享的方式,服务更大范围的创新群体和创业群体。

### (三) 加强创新人才培养,营造鼓励创新的环境

探索合理有效的中长期激励约束制度,为海洋领域的持续发展提供综合技术平台和人才储备。鼓励科技人员采取多种方式转化高新技术成果,参与创办高新技术企业,促进创新成果的转化和产业化。

### (四) 扩大国际和地区科技合作与交流

增强国家自主创新能力,必须充分利用对外开放的有利条件,扩大多种形式的国际和地区科技合作与交流。一方面,积极引进国际先进海洋工程科技技术,鼓励引进消化吸收再创新,实现跨越式发

展;支持我国科学家和科研机构参与或牵头组织国际和区域性大科学工程计划。另一方面,贯彻落实建设“21世纪海上丝绸之路”战略,借助“亚洲基础设施投资银行”项目,紧盯国际海洋市场需求,重点突破工程科技核心技术,加强与海上丝绸之路沿线国家在技术与产业领域的合作,为我国海洋工程科技与产业走向全球奠定坚实的基础[9]。

#### 参考文献

- [1] 中华人民共和国国务院.“十三五”国家科技创新规划[R].北京:中华人民共和国国务院,2016.  
The State Council of the People's Republic of China. The 13th Five-Year Plan of national science and technology innovation plan [R]. Beijing: The State Council of the People's Republic of China, 2016.
- [2] “中国海洋工程与科技发展战略研究”项目综合组.海洋工程技术强国战略[J].中国工程科学,2016,18(2):1-9.  
Task Force for the Study on Development Strategy of China's Marine Engineering and Technology Comprehensive Research Group. Development strategy of marine engineering and technology power [J]. Strategic Study of CAE, 2016, 18(2): 1-9.
- [3] 中华人民共和国国务院.中华人民共和国国民经济和社会发展的第十三个五年规划纲要(草案)[R].北京:中华人民共和国国务院,2016.  
The State Council of the People's Republic of China. The 13th Five-Year Plan of development of national ocean economy [R]. Beijing: The State Council of the People's Republic of China, 2016.
- [4] 中华人民共和国国务院.国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020)[R].北京:中华人民共和国国务院,2012.  
The State Council of the People's Republic of China. The outline of the national program for long and medium term scientific and technological development(2006-2020) [R]. Beijing: The State Council of the People's Republic of China, 2012.
- [5] 王芳.中国海洋强国的理论与实践[J].中国工程科学,2016,18(2):55-60.  
Wang F. Theory and practice of maritime power [J]. Strategic Study of CAE, 2016, 18(2): 55-60.
- [6] “中国海洋工程与科技发展战略研究”海洋运载课题组.海洋运载工程发展战略研究[J].中国工程科学,2016,18(2):10-18.  
Task Force for the Study on Development Strategy of China's Marine Engineering and Technology Marine Transportation Research Group. Research on China's development strategy for marine transportation engineering [J]. Strategic Study of CAE, 2016, 18(2): 10-18.
- [7] “中国海洋工程与科技发展战略研究”海洋环境与生态课题组.海洋环境与生态工程发展战略研究[J].中国工程科学,2016,18(2):41-48.  
Task Force for the Study on Development Strategy of China's Marine Engineering and Technology Marine Environment & Ecological Engineering Research Group. Study on the development strategy of marine environment and ecological engineering in China

- [J]. Strategic Study of CAE, 2016, 18 (2): 41-48.
- [8] 徐玉如, 李彭超. 水下机器人发展趋势 [J]. 自然杂志, 2011, 33 (3): 125-132.  
Xu Y R, Li P C. Developing tendency of unmanned underwater vehicles [J]. Chinese Journal of Nature, 2011, 33 (3): 125-132.
- [9] 陈明宝, 韩立民. “21 世纪海上丝绸之路”蓝色经济国际合作: 驱动因素、领域识别与机制构建 [J]. 中国工程科学, 2016, 18 (2): 98-104.  
Chen M B, Han L M. Driving factors, areas of cooperation and mechanisms for international cooperation in the blue economy of the 21st-century maritime silk road [J]. Strategic Study of CAE, 2016, 18 (2): 98-104.