

世界海洋工程与科技的发展趋势与启示

“中国海洋工程与科技发展战略研究”项目综合组

摘要：本文通过对世界海洋工程与科技发展所呈现的海洋开发技术和设备不断进步推动海洋资源全面开发利用，海洋能源开发利用已成为各海洋国家发展的重要支柱，海洋生物资源开发一直是世界各国竞争热点，海洋污染控制和防范受到国际社会的高度关注，海陆关联工程与技术在现代海洋开发中发挥越来越重要的作用等特点与趋势的梳理与分析，获得如下启示：强化全民海洋意识，推进海洋强国战略；加强科技创新，提升海洋工程与科技的竞争力；优化产业结构，大力扶持海洋新兴产业；健全管理体制，建立协调发展机制；加强海洋保护，保障资源可持续利用。

关键词：海洋工程；海洋科技；发展趋势；启示

中图分类号：P745 **文献标识码：**A

Development Trends and Implication in Marine Engineering and Technology

Task Force for *the Study on Development Strategy of China's Marine Engineering and Technology*
Comprehensive Research Group

Abstract: The paper examines current state and trends of the marine engineering and technologies around the world and attempts to extrapolate lessons for China's development efforts. The major characteristics and tendency of the world ocean development come in the form of advanced equipment and technology, which are used as the main force for promoting ocean resource exploitation, ocean energy exploration and extraction as an important industry to the world's countries; living marine resources as a competitive focus, marine pollution management and prevention as the priority issue, and land-sea integration engineering as an important part for marine development. In-depth analysis of the aforementioned characteristics and trends allows us reach a list of important recommendations. Therefore China should strengthen its awareness of national ocean policy issues and enhance ocean development position as part of its the national development strategy; promote science and technology innovation; optimize marine industrial infrastructure and vigorously support emerging marine industries; improve its comprehensive management system and establish a mechanism for the coordinated development; strengthen protection of resources and the environment and keep sustainable exploitation on resource.

Key words: marine engineering; marine science and technology; development trends; implication

一、前言

随着 1994 年《联合国海洋法公约》的生效，

世界海洋经济和政治格局发生了重大变化，国际社会普遍认识到海洋是人类生存与发展的资源宝库和最后空间，也是全球经济发展的新增长点。1970 年

收稿日期：2016-01-25；修回日期：2016-02-25

基金项目：中国工程院重大咨询项目“中国海洋工程与科技发展战略研究”(2011-ZD-16)

本文由《中国海洋工程与科技发展战略》丛书《综合研究卷·综合报告》改写，联系人：杨宁生

本刊网址：www.enginsci.cn

海洋经济在世界经济中的比重仅占 2%，1990 年占 5%，目前已达到 10% 左右，预计这一数值到 2050 年将上升到 20%^[1]。

20 世纪 60 年代以来，世界上沿海国家已越来越重视海洋开发，纷纷制定了有关海洋开发战略。正是因为海洋意识的普遍增强，海洋开发已经成为了世界各海洋国家的国家发展战略。为了实现这个发展战略，全球海洋工程与科技正在激烈的竞争中发展，谁先拥有先进的技术，谁就在海洋开发上占据主动位置。因此，深入了解世界海洋工程与科技的发展特点和趋势，借鉴各国的先进经验，对进一步推进我国的海洋发展战略将会得到一些有益的启示。

二、世界海洋工程与科技发展特点和趋势

(一) 海洋开发技术和设备不断进步并推动海洋资源全面开发利用

目前，全球科技进入新一轮的密集创新时代，海洋工程与科技向着大科学、高技术体系方向发展，呈现出以下发展特点和趋势。

1. 技术和设备的集成化

发达国家纷纷研究和开发海洋技术集成，建立各种监测网络，如全球海洋观测系统、全球海洋实时观测计划以及全球综合地球观测系统等。它们利用海洋遥感遥测、自动观测、水声探测以及卫星、飞机、船舶、潜器、浮标、岸站等相互连接，形成立体、实时的监测系统，不仅可以对现有状态进行精确描述，而且可以对未来海洋环境进行持续的预测。就海洋观测而言，不仅要从空中和陆上观海，更要巡海、入海开展调查和探测，形成立体观测网络。因此，技术和设备的集成化是未来海洋科技发展的关键。一些发达国家的海洋立体监视监测能力和海洋环境预报能力已触及世界各个海域。

2. 技术和设备的智能化

随着人们对物联网技术的认知度越来越高，构建智能海上运载装备的条件也不断成熟。在船舶的生命周期里，船上的关键设备和系统维护技术复杂、难度大。借助物联网技术就可对船舶及船用设备进行在线运行维护管理。岸上的运行维护管理人员利用现代宽带卫星通信技术即可实时在线对整船或者某一关键设备进行监控和管理。此外，物联网技术将进一步推动智能化无人驾驶船舶的发展。无人驾

驶船舶比有人驾驶船舶在适应枯燥、恶劣工作环境方面更具优势，因为机器比人更具灵敏性、耐久性和稳定性^[2]。另外，由于海上作业的特殊性，诸如海水腐蚀、振动、外界环境气候、高精度测量、高防爆要求等，对测控系统的要求越来越高，尤其是在一些化学品船、散货船、游艇、油船以及海上石油钻井平台和军舰上，自动化、智能化装备更受欢迎。

3. 技术和设备的深远化

人类走向深海和远海的步伐逐渐加快，相应的海上装备也呈现深远化的发展趋势。日本无人遥控潜航器目前已具备下潜到 10 000 m 以上的深海进行作业的能力。新发展的深海潜器可更好地应用于海洋矿物与生物资源、海洋能源开发、海洋环境测量等多方面科学考察活动。与此同时，美国、英国、俄罗斯等国均已提出深海空间站构想。美国、俄罗斯、日本等国还在现役潜艇的基础上，通过新的研发、改装等多种技术途径，发展新型的深海研究潜艇，探索水下作业、负载携带等技术。随着海上油气开采从浅海向深海扩展，大型海洋工程船舶以及水下装备如深海潜器、水下钻井设备等受到了国际海洋石油界的关注^[3]。

4. 技术和设备的绿色化

21 世纪以来，国际海事界的环保意识越来越强，国际海事组织（IMO）先后出台了一系列有关减少和控制船舶污染的国际公约，要求航运业更多地使用绿色环保型船舶。标准的提高必然带来技术的更新。目前，欧洲、日本、韩国等造船技术发达国家和地区为了巩固其技术优势，纷纷开展绿色环保新船型研发，同时进一步推出更严格的船舶技术标准，大有建立绿色技术壁垒之势。2009 年日本制定了为期 4 年的科研计划，以提高柴油机效率、废热回收为主要方向。其中长期目标是，2009—2020 年实现单个船舶减排 30%，2021—2040 年实现新建船舶减排 60%，2041—2050 年基本实现新建船舶零排放。韩国知识经济部于 2011 年也发表声明称，今后十年内，韩国政府将为开发环保绿色船舶投入 3 000 亿韩元（约合 2.66 亿美元）^[1]。

(二) 海洋能源开发利用已成为各海洋国家发展的重要支柱

近年来，海洋深水油气开发已成为世界石油工业的重点，各国深水油气田勘探开发成果层出不

穷。目前全球超过 1×10^8 t 储量的油田中, 60% 来自于海上, 其中 50% 在深海。高风险、高投入、高科技是深水油气田开发的主要特点。全球范围内共有海上钻井平台 800 多座, 其中深水钻井装置主要分布在一些大的公司, 如瑞士越洋钻探公司 (Transocean) 拥有 58 座, 戴蒙德海底钻探公司 (Diamond Offshore Drilling, Inc.) 22 座, 美国石油钻探服务公司 (Ensco) 20 座, 诺布尔钻井公司 (Noble Drilling) 18 座^[5]。这些钻井平台主要活跃在美国墨西哥湾、巴西、北海、西非和澳大利亚海域。一些新型的多功能设施不断涌现, 如浮式生产储油装置 (FPSO)、张力腿平台 (TLP)、深水多功能半潜式平台 (Semi-FPS)、深吃水立柱式平台 (SPAR) 等各种类型的深水浮式平台和水下生产设施已经成为深水油气田开发的主要装备。目前, 世界深水开发区域主要集中在墨西哥湾、巴西、西非等地, 其中墨西哥湾深水区的产量已超过浅水区^[4]。

海洋可再生能源包括潮汐能、波浪能、潮流能、海洋温差能、盐差能以及海洋生物质能等开发也取得较大进展。目前, 世界上有 30 多个沿海国家都在开发海洋可再生能源。在所有海洋可再生能源技术中, 潮汐能发电技术是最成熟的技术。目前世界上已经有多座潮汐电站实现商业化运行, 如韩国始华湖潮汐电站 (254 MW)、法国朗斯潮汐电站 (240 MW)、加拿大芬迪湾安纳波利斯潮汐试验电站 (20 MW) 等。波浪能发电是继潮汐发电之后, 发展最快的技术。目前世界上已有日本、英国、美国、挪威等国家和地区在海上建了 50 多个波浪能发电装置。潮流能发电也是近几年来发展较快的海洋可再生能源发电技术。以英国为代表的欧洲国家掌握的潮流能发电技术代表着国际最高水平。海洋温差能资源主要集中于低纬度地区, 温差能应用技术的研究也就主要集中在温差能资源丰富的地区和国家, 如美国、日本、法国与印度等。

(三) 海洋生物资源开发一直是世界各国的竞争热点

海洋生物资源是海洋资源中的重要部分。随着人口的发展和陆地食物资源的短缺, 世界各国非常重视海洋生物资源的开发。其中南极磷虾资源的开发利用一直以来都是国际远洋渔业的一个热点。20 世纪 60 年代初期, 人类就对南极磷虾进行

了勘察、试捕, 70 年代中、后期, 年产最高时可达 5.3×10^5 t。之后, 由于苏联的解体, 磷虾年产急剧下降到 1×10^5 t 左右, 主要由日本捕获。近年来, 挪威和俄罗斯采用泵吸技术, 大大提高了磷虾渔获效率, 使年产又提高到超过 2×10^5 t, 新一轮磷虾开发高潮正在形成^[3]。

水产增养殖业成为海洋经济新的增长点。在近海建立“海洋牧场”也已经成为世界发达国家发展渔业、保护资源的主攻方向之一。各国均把“海洋牧场”作为振兴海洋渔业经济的战略对策, 投入大量资金。通过投放人工鱼礁、改良海洋环境、人工增殖放流等一系列措施, 大大提高了海域生产力。日本的濑户内海就是一个明显的典范。濑户内海的生态环境曾一度遭受严重破坏, 后来有计划地进行人工鱼礁投放和海洋环境治理, 目前已成为名副其实的“海洋牧场”。日本近海岸每平方公里海域的生物资源量约为我国的 13 倍^[5]。

(四) 海洋污染控制和防范受到国际社会的高度关注

随着海洋污染问题越来越严重, 人类开始认识到海洋环境保护的重要性。从过去的一味索取开始转为在开发利用的同时, 将海洋作为生命支持系统加以保护。海洋垃圾是目前海洋污染的重要污染源。由于治理海洋垃圾成本高昂, 需要各国携手合作, 从国家层面制定有效措施。2011 年, 美国国家海洋和大气管理局 (NOAA) 和联合国环境署 (UNEP) 联合发布了“檀香山战略” (Honolulu Strategy), 提出了治理海洋垃圾的指导原则。这些原则包括了陆源垃圾的控制、河道垃圾的清扫和拦截、可生物降解的替代性材料的使用, 以及海洋垃圾监控和收集处理等。韩国在该原则的指导下, 采用了多种工程技术手段, 如漂浮型的垃圾拦截坝、海底渔具监测设施、多功能海洋垃圾回收船以及能直接利用废弃物生产燃油的工艺等, 效果显著^[3]。

在海洋环境监测方面, 有关沿海发达国家, 已建立或正在建立一些海洋生态环境监测站。如日本在沿海建立了 18 个海洋生态监测 / 研究定位站, 严密监视海洋生态环境的变化。一些国际组织也纷纷开展了有关海洋生态环境监测的项目, 如政府间海洋委员会开展了全球海洋观测系统项目, 其中包括了一些重要的海洋生态监测内容, 如: 海洋健康、海洋生物资源和海岸带海洋观测系统。从总体上看,

海洋监测技术和海洋监测系统越来越向着全球化、立体化、数字化和高效化方向发展,以形成全球联网的立体监测系统。目前,这些技术作为数字海洋的技术支持体系,已开始提供全球性的实时信息服务。

(五) 海陆关联工程与技术在现代海洋开发中发挥越来越重要的作用

进入 21 世纪以来,发达国家沿海产业发展与工程建设进入一个新的时期。各国纷纷采纳了基于海岸带综合管理的思想和方法,以海洋空间规划为工具,提高了沿海产业发展与工程布局的系统性和协调性。国际海陆关联工程与技术发展主要特点如下。

1. 以大型港口为核心的物流体系正在形成

以大型深水港为枢纽建成了四通八达的海陆运输网络是目前最重要的一种模式。如荷兰的鹿特丹港,其高速公路直接连接欧洲的公路网,覆盖了欧洲各国;铁路直达欧洲各主要城市;水上航运直通欧洲各主要水网。今天的鹿特丹港已成为储、运、销一体化的国际物流中心。除了四通八达的交通网络外,它还利用了保税仓库和货物分拨配送中心,对货物进行存储和再加工,然后再通过海陆物流体系将货物运出。

2. 跨海大桥正在向着大型化和深水化方向发展

跨海大桥的作用在于打通受海洋阻隔而产生的陆地交通瓶颈,从而大幅提升区域交通物流效率,推动经济社会的快速发展。在这方面,日本濑户内海大桥建设特别具有代表性。在没有大桥之前,渡船摆渡需要大约 1 h。濑户内海大桥建成后,驾车或乘坐火车穿越大桥只需大约 20 min。

3. 海底隧道发展迅速

国外著名的跨海隧道有:英吉利海峡隧道、丹麦的斯特贝尔海峡隧道、挪威的莱尔多隧道、日本青函隧道和东京湾海底公路隧道等。这些隧道在连接海陆交通方面发挥了重要作用。据不完全统计,国外近百年来已建成的跨海交通隧道已逾百座。

4. 海岛开发带动了海洋经济的发展

海岛开发是很多国家推动海岛经济发展的重要途径。从 20 世纪末开始,美国就实施了包括“海岛纳入联邦贸易行动项目”等的一系列行动。通过给予海岛宽松的税收政策,促进海岛对外开放,以

吸引投资者,从而推动了美国海岛经济和社会的发展。印度尼西亚对外资开放了 100 个岛屿,建成了一批国际知名海岛旅游和度假产业基地。马尔代夫根据本国不同岛屿的具体情况,制定了不同的开发模式,并利用国外资金成功地开发了颇具特色的海岛经济,被称为海岛开发的“马尔代夫模式”^[6]。

三、发达国家海洋发展战略对我国的几点启示

中国共产党的第十八次全国代表大会提出了建设海洋强国的战略。当今世界海洋工程与科技发展特点和趋势对进一步加强我国的海洋科技与经济的发展提供了一些重要启示。

(一) 强化海洋意识,推进海洋强国战略

中华民族要走向世界,实现和平崛起的中国梦,必须牢固树立新的海洋意识,彻底改变传统的海洋观念。我国有着辽阔的海洋面积,海洋开发与发展与中华民族的兴衰密切相关^[7]。为此,我们要向全民大力灌输海洋意识,普及海洋知识和文化,全面制定国家海洋发展战略。明确发展的目标和任务,采取各种有效政策和措施推动海洋经济的发展,形成完整的海洋开发战略体系。

(二) 加强科技创新,提升海洋工程与科技的竞争力

现代海洋开发技术密集、复杂,投资大,不可控因素多。因此“建设海洋强国”战略必须与“创新驱动发展”战略相结合。从“强基础、抓专项、促转化、上水平”等方面入手,着力推动海洋科技向创新引领型转变。在海洋探测、海洋运载、海洋能源开发、海洋生物资源开发利用、海洋环境保护、海陆关联工程等方面开展科技攻关,使其成果尽快推动海洋经济和社会发展。

(三) 优化产业结构,大力扶持海洋新兴产业

现代海洋产业是新型的战略新兴产业。近年来,海洋工程装备制造产业、海洋药物和生物制品产业、海洋油气开发产业、海洋可再生能源产业、海水利用产业等蓬勃兴起,成为各国发展的战略重点^[8]。我们要紧跟世界海洋经济发展水平,优化产业结构,用先进技术改造传统产业,培育新兴产业,投入国际海洋经济发展的竞争中。

(四) 健全管理体制, 建立协调发展机制

英国海洋经济发展的经验中, 最值得提及的就是政府和协会之间良好的协作。英国政府非常注意与海洋经济企业保持动态、有效的沟通。英国有一个强有力的海洋经济行业协会叫伦敦海事促进署。它是英国海洋行业与政府间进行沟通的桥梁。它作为行业代言人, 统一面向政府、国内外竞争者与合作者进行各方面的协调与沟通^[8]。我们要学习这些先进的理念和经验, 加强完善海洋综合管理体制, 理顺各种关系, 统筹兼顾, 建立协调的发展机制。

(五) 加强海洋保护, 保障资源可持续利用

近 30 年来, 面对海洋环境的严重污染以及海洋资源过度地开发利用, 不少沿海国家和地区相继建立起各种类型的海洋保护区, 如海洋生态系统保护区、濒危珍稀物种保护区、自然历史遗迹保护区等。这些保护区在完整地保存自然环境和自然资源的本来面貌、保护和恢复生物资源、消除和减少人类活动的不利影响等方面已经或正在发挥其重要作用^[9]。合理利用海洋, 建立可持续的海洋经济体系已迫在眉睫。我们必须坚持科学发展观, 建立良性海洋生态体系, 以保障海洋资源为人类永续利用。

参考文献

- [1] 潘云鹤, 唐启升. 中国海洋工程与科技发展战略研究综合研究卷[M]. 北京: 海洋出版社, 2014.
Pan Y H, Tang Q S. Development Strategy on China Ocean

- Engineering and Science and Technology (Comprehensive Report) [M]. Beijing: China Ocean Press, 2014.
- [2] 甘丰录. 船舶电气通导应尝试探索船舶物联网应用[N]. 中国船舶报, 2011-10-28.
Gan F L. Ship electric communication should try to explore application of the Internet of things [N]. China Ship News, 2011-10-28.
- [3] 杨宁生. 我国海洋新兴产业战略概观[J]. 工程研究: 跨学科视野中的工程, 2014(2): 156-166.
Yang N S. Overview on marine strategic emerging industries in China [J]. Journal of Engineering Study the Interdisciplinary Fields of Engineering, 2014 (2): 156-166.
- [4] 李清平. 深海油气开发有多难? [N]. 北京日报, 2012-05-30.
Li Q P. How difficult is it to explore deep sea oil and gas?[N]. Beijing Daily, 2012-05-30.
- [5] 吴姗姗. 青岛崂山湾海域人工鱼礁建设浅析[J]. 中国渔业经济, 2013, 31(5): 163-167.
Wu S S. Analysis on the construction of artificial reef in Laoshan Bay of Qingdao [J]. Chinese Fishery Economy, 2013, 31(5): 163-167.
- [6] 段雯娟. 马尔代夫模式: “无人岛”开发典范[J]. 地球, 2015(6): 30-33.
Duan W J. A development model of “uninhabitable island” in Maldives [J]. Earth, 2015(6): 30-33.
- [7] 张莉. 世界海洋经济发展趋势及对我国的启示[N]. 中国海洋报, 2007-03-13.
Zhang L. Development trend of the world ocean economy and its revelations to China [N]. China Ocean News, 2007-03-13.
- [8] 张春宇, 刘东民, 关联盛. 现代海洋经济蓬勃兴起[N]. 人民日报, 2014-05-08.
Zhang C Y, Liu D M, Zheng L S. Booming of modern marine economy [N]. People's Daily, 2014-05-08.
- [9] 刘兰. 我国海洋特别保护区的理论与实践研究[D]. 青岛: 中国海洋大学博士学位论文, 2006.
Liu L. Study on theory and practice of special marine reserves in China[D]. Qingdao: Journal of Ocean University of China (Doctoral dissertation), 2006.