



2014—2015

海洋科学 学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN
MARINE SCIENCE

中国科学技术协会 主编 中国海洋学会 编著



中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

2014—2015

海洋科学

学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN
MARINE SCIENCE

中国科学技术协会 主编

中国海洋学会 编著

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

2014—2015 海洋科学学科发展报告 / 中国科学技术
协会主编 ; 中国海洋学会编著 . —北京 : 中国科学技
术出版社, 2016.2

(中国科协学科发展研究系列报告)

ISBN 978-7-5046-7065-6

I. ① 2… II. ① 中… ② 中… III. ① 海洋学—学科发
展—研究报告—中国—2014—2015 IV. ① P7-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 025912 号

策划编辑	吕建华 许 慧
责任编辑	赵 晖 左常辰
装帧设计	中文天地
责任校对	杨京华
责任印制	张建农

出 版	中国科学技术出版社
发 行	科学普及出版社发行部
地 址	北京市海淀区中关村南大街16号
邮 编	100081
发行电话	010-62103130
传 真	010-62179148
网 址	http://www.cspbooks.com.cn

开 本	787mm × 1092mm 1/16
字 数	420千字
印 张	19.75
版 次	2016年4月第1版
印 次	2016年4月第1次印刷
印 刷	北京盛通印刷股份有限公司
书 号	ISBN 978-7-5046-7065-6 / P · 188
定 价	84.00元

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换)



2014—2015

海洋科学学科发展报告

首席科学家 袁业立 侯保荣

顾问专家组

组 长 潘德炉 张 偲

成 员 (按姓氏笔画排序)

丁平兴	于宜法	于洪军	王 颖	王清印
孙 松	孙湘平	李培英	杨惠根	张海生
吴立新	何起祥	徐鸿儒	余兴光	高 抒
焦念志	温 泉	翦知湑		

项目负责人 雷 波

编 写 组

组 长 徐承德 王文海

成 员 (按姓氏笔画排序)

卜文瑞	于广利	马秀敏	马绍赛	马德毅
王 祎	王 静	王长云	王其茂	王岩峰
石学法	叶 俊	乔方利	朱 凌	刘淑静
李 彦	李永祺	李希红	张 镭	张雨山

张德玉 何贤强 宋振亚 陈红霞 陈松林 邵长伟
林香红 罗续业 周永青 郑 萌 赵 峡 段继周
侯保荣 莫 杰 夏登文 徐文腾 徐玮辰 高从堦
郭佩芳 唐学玺 麻常雷 康林冲 蒋兴伟 鲍 颖
管华诗 魏红宇

学术秘书 魏 宁 徐兴永 张志恒 董罗海

党的十八届五中全会提出要发挥科技创新在全面创新中的引领作用，推动战略前沿领域创新突破，为经济社会发展提供持久动力。国家“十三五”规划也对科技创新进行了战略部署。

要在科技创新中赢得先机，明确科技发展的重点领域和方向，培育具有竞争新优势的战略支点和突破口十分重要。从2006年开始，中国科协所属全国学会发挥自身优势，聚集全国高质量学术资源和优秀人才队伍，持续开展学科发展研究，通过对相关学科在发展态势、学术影响、代表性成果、国际合作、人才队伍建设等方面的最新进展的梳理和分析以及同国外相关学科的比较，总结学科研究热点与重要进展，提出各学科领域的发展趋势和发展策略，引导学科结构优化调整，推动完善学科布局，促进学科交叉融合和均衡发展。至2013年，共有104个全国学会开展了186项学科发展研究，编辑出版系列学科发展报告186卷，先后有1.8万名专家学者参与了学科发展研讨，有7000余位专家执笔撰写学科发展报告。学科发展研究逐步得到国内外科学界的广泛关注，得到国家有关决策部门的高度重视，为国家超前规划科技创新战略布局、抢占科技发展制高点提供了重要参考。

2014年，中国科协组织33个全国学会，分别就其相关学科或领域的发展状况进行系统研究，编写了33卷学科发展报告（2014—2015）以及1卷学科发展报告综合卷。从本次出版的学科发展报告可以看出，近几年来，我国在基础研究、应用研究和交叉学科研究方面取得了突出性的科研成果，国家科研投入不断增加，科研队伍不断优化和成长，学科结构正在逐步改善，学科的国际合作与交流加强，科技实力和水平不断提升。同时本次学科发展报告也揭示出我国学科发展存在一些问题，包括基础研究薄弱，缺乏重大原创性科研成果；公众理解科学程度不够，给科学决策和学科建设带来负面影响；科研成果转化存在体制机制障碍，创新资源配置碎片化和效率不高；学科制度的设计不能很好地满足学科多样性发展的需求；等等。急切需要从人才、经费、制度、平台、机制等多方面采取措施加以改善，以推动学科建设和科学研究的持续发展。

中国科协所属全国学会是我国科技团体的中坚力量，学科类别齐全，学术资源丰富，汇聚了跨学科、跨行业、跨地域的高层次科技人才。近年来，中国科协通过组织全国学会

开展学科发展研究，逐步形成了相对稳定的研究、编撰和服务管理团队，具有开展学科发展研究的组织和人才优势。2014—2015 学科发展研究报告凝聚着 1200 多位专家学者的心血。在这里我衷心感谢各有关学会的大力支持，衷心感谢各学科专家的积极参与，衷心感谢付出辛勤劳动的全体人员！同时希望中国科协及其所属全国学会紧紧围绕科技创新要求和国家经济社会发展需要，坚持不懈地开展学科研究，继续提高学科发展报告的质量，建立起我国学科发展研究的支撑体系，出成果、出思想、出人才，为我国科技创新夯实基础。

A stylized handwritten signature in black ink, reading '陈慕欣' (Chen Moxin).

2016 年 3 月

前言

在中国科协的高度重视与支持下,中国海洋学会承担了《2014—2015 海洋科学学科发展报告》的编写工作。这是中国海洋学会继 2008 年组织编写《2007—2008 海洋科学学科发展报告》后,时隔 6 年再次承担海洋学科发展报告的编写工作。过去的 6 年里,中国经济社会发展发生了深刻变化。在党和国家的正确领导下,广大海洋工作者不懈奋斗、锐意进取,我国海洋事业进入跨越发展的历史新时期,海洋经济在国民经济中的占比不断加大、海洋综合管理和防灾减灾能力不断提高、海洋国际合作和权益维护力度不断加强,海洋科技创新更是在党的“十八大”报告中关于建设海洋强国战略和创新驱动发展战略的指引下,发展日新月异,成就斐然,无论是海洋综合调查、基础研究、技术开发、成果转化,还是支撑海洋科技发展的基础条件平台和人才培养等都取得了显著进步,新认识、新技术、新装备不断涌现。一批重大科技成果如西太平洋物理海洋学研究、海洋微型生物碳泵、海洋特征寡糖的制备技术、海浪—潮流—环流耦合模式、“蛟龙号”载人潜水器、“海洋石油 981”钻井平台、天然气水合物勘探、国际海底矿区选划、南北极科学考察、近海海洋综合调查与评价等不仅有力支撑了我国海洋事业的健康发展、科学发展,更在世界科技舞台上充分展现了我国海洋科技工作者勇于创新、敢于拼搏的豪迈精神风貌。因此,认真梳理和客观总结过去 6 年,特别是近两年我国海洋科技发展取得的成绩、遇到的瓶颈和面临的挑战,对于进一步推动海洋科技工作围绕大局、服务中心,发挥优势、扬长避短,开拓创新、顺势而为具有十分重要的现实和长远意义。

中国海洋学会为切实完成好海洋学科年度发展报告的编写工作,充分发挥自身专家聚集、学科多元、领域广泛等优势,分期分批组织有关专家学者对当下我国海洋科技的各个领域发展现状进行了系统分析和凝练总结,在此基础上,按照突出重点、兼顾全面的原则,聚焦海洋科技发展的 14 个领域,按照成就进展、形势挑战以及未来发展等内容布局,对 2009—2015 年我国海洋科学技术研究所取得的主要成就、国际海洋科学技术研究现状、我国海洋科技研究与世界先进国家的差距,我国海洋科学技术研究目标与对策等做了系统阐述,形成《2014—2015 海洋科学学科发展报告》。

2015 年是“十二五”规划的收官之年,也是谋划“十三五”规划的关键之年,我们相信,中国科协在此期间组织出版海洋科学等学科年度发展报告对于推进相关学科领域未

来 5 年的发展具有重要的借鉴和参考作用。由于作者水平所限，加之时间仓促、资料收集不足等原因，在报告编写内容上可能存有疏漏，在论述上存有偏颇，文字、数据亦有可能出现差错，敬请读者谅解和指正。

中国海洋学会

2015 年 10 月

序 / 韩启德

前言 / 中国海洋学会

综合报告

海洋科学近年研究进展与发展趋势 / 3

一、引言 / 3

二、我国海洋科学的最新研究进展 / 5

三、国内外海洋科学研究进展比较 / 74

四、我国海洋科学发展趋势与展望 / 83

参考文献 / 87

专题报告

海洋动力过程与气候变化研究进展 / 93

极地海洋科学调查与研究进展 / 103

海洋环境生态学研究进展 / 120

海洋生物技术学科研究进展 / 132

海洋观测技术研究进展 / 145

卫星海洋遥感技术研究进展 / 157

海水淡化与综合利用研究进展 / 170

海洋可再生能源技术研究进展 / 181

海洋腐蚀与防护学科研究进展 / 192

深海油气与天然气水合物资源勘查开发进展 / 204

深海矿产资源勘查与开发研究进展 / 220

海洋药物学科研究进展 / 232

深海运载与作业装备研究进展 / 237

数字海洋研究进展 / 249

ABSTRACTS IN ENGLISH

Comprehensive Report / 261

Research Status and Development Trends of Marine Science / 261

Reports on Special Topics / 268

Research and Development of Ocean Dynamics and Climate Change / 268

Research and Development of Polar Marine Scientific Investigations / 269

Research and Development of Marine Environmental Ecology / 269

Research and Development of Marine Biotechnology / 271

Research and Development of Ocean Observation Technology / 272

Research and Development of Satellite Ocean Remote Sensing / 272

Research and Development of Desalination and Multipurpose

Utilization of Seawater / 273

Research and Development of Marine Renewable Energy Technology / 274

Research and Development of Marine Corrosion and Protection / 274

Research and Development of Deep-Sea Oil-Gas and Gas Hydrate Resources / 275

Research and Development of Deep-Sea Mineral Resources / 276

Research and Development of Marine Drug Study / 277

Research and Development of Deep-Sea Vehicles and Operational Equipment / 278

Research and Development of "Digital Ocean" / 279

附录 / 280

索引 / 299

后记 / 302

综合报告



海洋科学近年研究进展与发展趋势

一、引言

（一）海洋科学的重要地位

海洋占地球表面积的 71%，占地球总水量的 97%。海洋不仅具有极为丰富的矿产资源、生物资源和广袤的空间资源，而且与全球变化和人类的生存、发展息息相关。尤其是在人口急剧增长，陆地资源日见匮乏，环境日益恶化的今天，海洋具有更为重要的特殊意义。为了人类的生存和可持续发展，了解海洋、保护海洋、开发海洋、利用海洋、成为当今人类切身相关的课题。开发海洋资源，平衡海洋权益，维护国家海洋利益，成了当代世界政治舞台上最引人关注的问题之一。

海洋与大气圈、岩石圈、生物圈、水圈、人类圈关系异常密切，是地球系统的重要组成部分，因此，海洋科学也是地球系统科学的重要构架之一。

海洋科学是研究海洋的自然现象、变化规律，及其与大气圈、岩石圈、生物圈的相互作用，以及开发、利用、保护海洋等有关的知识体系。

海洋科学是一门综合性大学科，通常把它分为物理海洋学、海洋化学、海洋生物学和海洋地质学四大基础学科。海洋科学从本质上讲是实践性科学，因此还包含海洋调查观测、海洋开发利用等科学技术。

随着社会经济的发展和科技进步，各学科间的交叉渗透与影响也越来越紧密，海洋科学的分工越来越细，从而形成了众多分支学科，如卫星海洋学、环境海洋学、工程海洋学和新兴学科，如海洋环境生态学等。

由于开发海洋资源，平衡海洋权益，维护国家海洋利益，已成为当代世界政治外交和经济领域中最引人关注的问题之一。海洋科学和社会科学相互交叉渗透，并由此产生了海洋经济学、海洋文化学、海洋法学、军事海洋学等有关海洋的社会科学。

由此可见,海洋科学不仅是关于海洋及其与周边地球其他系统相互作用过程与机理的自然科学,而且也是开发海洋、利用海洋与保护海洋的技术科学,同时还是关系国计民生的经济科学和国家权益安全的社会科学。海洋科学到目前已经历了两个发展阶段:初期阶段,即初步开展海洋调查、积累资料,将各基础学科(物理学、化学、生物学、地质学)应用于海洋科学,认识解释海洋;深化调查研究阶段,即通过现场观测,发现现象,提出假说,形成理论;现在正处于快速发展阶段,由于观测手段的改进,观测的全球化数据的量和质、时和空都有巨大进步,使海洋研究实现观测与模拟融合发展,多时空尺度定量研究,多学科交叉融合,从而使海洋科学进入快速发展时期,也使构筑大的综合的海洋科学体系成为可能。目前,空天科技、网络科技、海洋科技已成为与国家和民族生死存亡攸关的三大重要科技领域。

为了推动海洋事业的发展和海洋科学技术的进步,2006年2月9日国务院颁布了《国家中长期科学技术发展规划纲要(2006—2020)》(简称《纲要》)。该《纲要》把海洋科学和空间科学列为优先发展学科,把海洋科学技术的发展提高到了新的历史高度,成为基础研究中的重要内容。为了落实《纲要》,国家海洋局、科学技术部、国防科学技术工业委员会、国家自然科学基金委员会联合印发了《国家“十一五”海洋科学和技术发展规划纲要》;2007年7月,国家发展和改革委员会发布了《高技术产业发展“十一五”规划》,涉及海洋生物产业、深海资源产业、海水综合利用为重点发展的海洋产业;2008年,国务院批复了首部《国家海洋事业发展规划纲要》,其中就海洋科技方面的长期发展问题,提出了明确的目标、原则和任务;同年9月25日,国家海洋局、科学技术部联合颁布了《全国科技兴海规划纲要(2008—2015)》;2011年7月4日,科学技术部颁布了《国家“十二五”科学和技术发展规划》;当年,国家海洋局、科学技术部、教育部和国家自然科学基金委员会等部门联合印发了《国家“十二五”海洋科学和技术发展规划纲要》。这些《规划》和《纲要》的出台,大大促进了海洋科学技术的发展。

“十二五”期间,海洋高技术总体发展思路是:挺进深远海、深化近浅海、坚持军民合作,以维护国家海洋战略利益和培育海洋新兴产业为导向,以形成海上技术作业能力为目标,突破一批前沿核心技术,开发重大装备和技术系统,初步形成深海环境观测、运载作业和资源勘探开发的技术能力,为实现海洋技术由沿海向深远海转移、建设海洋强国提供高技术保障。

2012年6月11日,时任中共中央总书记的胡锦涛在中国科学院和中国工程院两院院士大会上的讲话指出:“空间海洋和平利用和开发将为可持续发展提供巨大增量资源”。“发展海洋战略高技术,提高我国海洋经济水平,保护海洋航运安全,开发深海资源”“要加强基础研究和原始科学创新,在生命科学、空间海洋、地球科学、纳米科技等领域力争取得原创性突破”。

2012年11月8日,中国共产党第十八次代表大会确立了“提高海洋开发能力,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”的宏伟战略目标。

近年来,习近平总书记多次强调:“我国既是陆地大国,也是海洋大国,拥有广泛的海洋战略利益……,我们要着眼于中国特色社会主义事业发展全局,统筹国内国际两个大局,坚持海陆统筹,坚持走依海富国、以海强国、人海和谐、合作共赢的发展道路,通过和平、发展、共赢的方式,扎实推进海洋强国建设。”“要提高海洋开发能力,扩大海洋开发领域,让海洋经济成为新的增长点。要加强海洋产业规划和指导,优化海洋产业结构,提高海洋经济增长质量,培育壮大海洋战略性新兴产业,提高海洋产业对经济增长的贡献率,努力使海洋产业成为国民经济的支柱产业。”

2013年10月,习近平总书记在印度尼西亚国会讲演时提出了“共同建设二十一世纪海上丝绸之路”经济带的战略构想,为我国海洋事业的发展提出了新的要求。

经过近几年的努力,我国在海洋科学研究、高技术创新方面取得了重要进展。

(二) 本报告的定位和主要内容

本报告是继《2007—2008 海洋科学学科发展报告》之后的又一份跨年度的学科发展报告。因2008年之后未再续编《海洋科学学科发展报告》,故本报告是跨越2009—2015年的海洋科学学科发展报告,主要展示“十二五”期间海洋科学出现的新观点、新理论、新方法、新技术和新成果及其在我国国民经济发展、海洋权益维护、海洋管理等方面发挥的作用,分析国内外海洋学科发展水平、战略需求、研究方向,提出我国海洋科学和技术发展战略与对策。

海洋科学既是一门综合性学科,又是一门实践性很强的学科。因此,本报告主要从海洋科研平台建设、海洋和极地考察、海洋科学研究、海洋技术创新等方面综述“十二五”期间海洋科学各学科的主要进展。

二、我国海洋科学的最新研究进展

我国的海洋科学调查、考察和科学研究都是在“开发海洋、建设海洋强国”战略指引下,在我国海洋科学发展中长期规划、计划和国家社会经济发展、海洋权益维护、国防建设需求推动下以及国家有关部门支持下进行的。近几年来,特别是2012年以来,我国海洋科学得到了长足发展,取得了众多的调查研究成果,提高了海洋科技水平,增强了海洋技术装备的自主研发、设计、制造能力,受到了国内外广泛关注和高度评价,同时促进了海洋经济的发展。

据统计,海洋生产总值已占全国GDP的近10%,海洋经济已成为我国经济增长的亮点和驱动力。数据显示,2009—2014年我国海洋经济年增速(现价)达12.4%。我国海洋经济的快速发展与我国海洋科学技术整体实力稳步提升关系甚为密切,从而增强了海洋产业创新能力、优化了产业结构、提高了海洋科技成果的转化能力,最终促进了海洋经济持续健康发展。据统计,海洋科学技术对海洋经济的贡献率达60%。

（一）我国海洋科研平台建设和科研概况

1. 科研平台建设

（1）海洋调查船队

调查船是取得海洋科学研究第一手资料的重要运载工具和工作平台之一。2012 年之前，我国海洋调查船数量少，又分散在各个部门，虽有数千吨甚至上万吨级船只，但在科研用船时难以统一安排、部署，致使有些科研工作很难开展。为适应我国海洋战略利益拓展的需要，提高海洋调查、科研、开发、控制和综合管理能力，维护国家海洋权益，参与国际海洋事业的竞争，在国家发展和改革委员会的建议与协调下，国家海洋局联合教育部、科学技术部、财政部、中国科学院、国家自然科学基金委员会等部委，于 2012 年 4 月 18 日组建了国家海洋调查船队。船队成立之后，调查船的调查设备有了极大的改进，如各类测深仪、侧扫声纳、深潜器、各类传感器、取样、摄像等大批设备上船，船队调查能力大幅度提高。船队初建时，有调查船 19 艘，现有 34 艘。船队作为调查资源有效共享平台，在支持我国海洋调查事业发展方面，发挥了越来越重要的作用。船队由国家有关部门、科研院所、高等院校以及企业等具备相应海洋调查能力的科研调查船组成，主要承担国家基础性、综合性和专项等调查任务，以及国家重大研究项目、国际重大海洋科学合作项目 and 政府间海洋合作项目涉及相关的调查任务。

国家船队自成立以来，通过统筹协调，充分挖掘调查船队潜力，仅 2013 年就为远洋调查船协调安排了 300 余天的国家多项海洋调查任务。为国家海洋局、科学技术部、教育部和中国科学院等 30 多个部门（单位）提供了海洋调查船服务。完成了国家海洋专项调查、公益性项目、“863”计划、“973”计划、自然科学基金共享航次、载人深潜试验等 200 余项海洋调查任务。

（2）重点实验室建设

目前，已有国家级海洋实验室 1 所，国家级重点实验室 15 所（附录 3-2）。另有省部级重点实验室 86 所、中央与地方合办的实验室数所，如由外交部、国家海洋局与南京大学共建的“中国南海研究协同创新中心”等。还有非涉海国家重点实验也进入海洋，如西北大学的“大陆动力学国家重点实验室”。

2006 年申报筹建、2013 年 12 月正式获科学技术部批复、2014 年 12 月正式挂牌的青岛海洋科学与技术国家实验室于 2015 年 6 月开始正式运行。其依托单位是中央驻青的院校和科研院所。由中国海洋大学牵头、中国科学院海洋研究所、国家海洋局第一海洋研究所、农业部黄海水产研究所和国土资源部青岛海洋地质研究所共建。青岛海洋国家实验室将成为国家海洋科学创新体系的核心力量，是建立和发展中国完整海洋科学体系主力军，担负着海洋知识创新、海洋技术创新的主要职责，保障我国海洋科学的可持续发展。

（3）海洋样品馆（库）的建设

海洋科学研究的重要基础之一是来自海洋的样品——水样、生物样品、地质样品。因