

学术引领系列



国家科学思想库

未来10年 中国学科发展战略

海洋科学

国家自然科学基金委员会
中国科学院



科学出版社



国家科学思想库



未来10年 中国学科发展战略

海洋科学

国家自然科学基金委员会
中国科学院

科学出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

未来 10 年中国学科发展战略·海洋科学/国家自然科学基金委员会,
中国科学院编. —北京: 科学出版社, 2012. 2

(未来 10 年中国学科发展战略)

ISBN 978-7-03-033431-2

I. ①未… II. ①国… ②中… III. ①海洋学-学科发展-发展战略-
中国-2011~2020 IV. ①P7-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 014590 号

丛书策划: 胡升华 侯俊琳

责任编辑: 陈 超 王淑云 / 责任校对: 钟 洋

责任印制: 赵德静 / 封面设计: 黄华斌 陈 敬

编辑部电话: 010-64035853

E-mail: houjunlin@mail. sciencep. com

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 3 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2012 年 3 月第一次印刷 印张: 14 1/2 插页: 4

字数: 197 000

定价: 45.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

未来10年中国学科发展战略

联合领导小组

组 长 孙家广 李静海 朱道本

成 员 (以姓氏笔画为序)

王红阳 白春礼 李衍达

李德毅 杨 卫 沈文庆

武维华 林其谁 林国强

周孝信 秦大河 郭重庆

曹效业 程国栋 解思深

联合工作组

组 长 韩 宇 刘峰松 孟宪平

成 员 (以姓氏笔画为序)

王 澍 申倚敏 冯 霞

朱蔚彤 吴善超 张家元

陈 钟 林宏侠 郑永和

赵世荣 龚 旭 黄文艳

傅 敏 谢光锋

战略研究组

组 长	汪品先	院 士	同济大学
副组长	苏纪兰	院 士	国家海洋局第二海洋研究所
成 员	秦蕴珊	院 士	中国科学院海洋研究所
	胡敦欣	院 士	中国科学院海洋研究所
	袁业立	院 士	国家海洋局第一海洋研究所
	冯士侻	院 士	中国海洋大学
	唐启升	院 士	中国水产科学研究院黄海水产研究所
	徐 洵	院 士	国家海洋局第三海洋研究所
	潘德炉	院 士	国家海洋局第二海洋研究所
	张 经	院 士	华东师范大学

秘 书 组

组 长	高 抒	教 授	南京大学
副组长	任建国	研究员	国家自然科学基金委员会地球科学部
	袁牧红		中国科学院院士工作局
成 员	孙 松	研究员	中国科学院海洋研究所
	吴立新	教 授	中国海洋大学
	戴民汉	教 授	厦门大学
	丁平兴	教 授	华东师范大学
	刘志飞	教 授	同济大学

总序

路甬祥 陈宜瑜

进入 21 世纪以来，人类面临着日益严峻的能源短缺、气候变化、粮食安全及重大流行性疾病等全球性挑战，知识作为人类不竭的智力资源日益成为世界各国发展的关键要素，科学技术在当前世界性金融危机冲击下的地位和作用更为凸显。正如胡锦涛总书记在纪念中国科学技术协会成立 50 周年大会上所指出的：“科技发展从来没有像今天这样深刻地影响着社会生产生活的方方面面，从来没有像今天这样深刻地影响着人们的思想观念和生活方式，从来没有像今天这样深刻地影响着国家和民族的前途命运。”基础研究是原始创新的源泉，没有基础和前沿领域的原始创新，科技创新就没有根基。因此，近年来世界许多国家纷纷调整发展战略，加强基础研究，推进科技进步与创新，以尽快摆脱危机，并抢占未来发展的制高点。从这个意义上说，研究学科发展战略，关系到我国作为一个发展中大国如何维护好国家的发展权益、赢得发展的主动权，关系到如何更好地持续推动科技进步与创新、实现重点突破与跨越，这是摆在我们面前的十分重要而紧迫的课题。

学科作为知识体系结构分类和分化的重要标志，既在知识创造中发挥着基础性作用，也在知识传承中发挥着主

体性作用，发展科学技术必须保持学科的均衡协调可持续发展，加强学科建设是一项提升自主创新能力、建设创新型国家的带有根本性的基础工程。正是基于这样的认识，也基于中国科学院学部和国家自然科学基金委员会在夯实学科基础、促进科技发展方面的共同责任，我们于2009年4月联合启动了2011~2020年中国学科发展战略研究，选择数、理、化、天、地、生等19个学科领域，分别成立了由院士担任组长的战略研究组，在双方成立的联合领导小组指导下开展相关研究工作。同时成立了以中国科学院学部及相关研究支撑机构为主的总报告起草组。

两年多来，包括196位院士在内的600多位专家（含部分海外专家），始终坚持继承与发展并重、机制与方向并重、宏观与微观并重、问题与成绩并重、国际与国内并重等原则，开展了深入全面的战略研究工作。在战略研究中，我们既强调战略的前瞻性，又尊重学科的历史延续性；既提出优先发展方向，又明确保障其得以实现的制度安排；既分析各学科自身的发展态势，又审视各学科在整个学科体系和科技与经济社会发展中的地位作用；既充分肯定各学科已取得的成绩，又不回避发展中面临的困难和问题；既立足国内的现状与条件，又注重基础研究的国际化趋势。经过两年多的战略研究工作，我们不断明晰学科发展趋势，深入认识学科发展规律，进一步明确“十二五”乃至更长一段时期推动我国学科发展的战略方向和政策举措，取得了一系列丰硕的成果。

战略研究总报告梳理了学科发展的历史脉络，探讨了学科发展的一般规律，研究分析了学科发展总体态势，并从历史和现实的角度剖析了战略性新兴产业与学科发展的关系，为可能发生的新科技革命提前做好学科准备，并对

我国未来 10 年乃至更长时期学科发展和基础研究的持续、协调、健康发展提出了有针对性的政策建议。19 个学科的专题报告均突出了 7 个方面的内容：一是明确学科在国家经济社会和科技发展中的战略地位；二是分析学科的发展规律和研究特点；三是总结近年来学科的研究现状和研究动态；四是提出学科发展布局的指导思想、发展目标和发展策略；五是提出未来 5~10 年学科的优先发展领域以及与其他学科交叉的重点方向；六是提出未来 5~10 年学科在国际合作方面的优先发展领域；七是从人才队伍建设、条件设施建设、创新环境建设、国际合作平台建设等方面，系统提出学科发展的体制机制保障和政策措施。

为保证此次战略研究的最终成果能够体现我国科学发展的水平，能够为未来 10 年各学科的发展指明方向，能够经得起实践检验、同行检验和历史检验，中国科学院学部和国家自然科学基金委员会多次征询高层次战略科学家的意见和建议。基金委各科学部专家咨询委员会数次对相关学科战略研究的阶段成果和研究报告进行咨询审议；2009 年 11 月和 2010 年 6 月的中国科学院各学部常委会分别组织院士咨询审议了各战略研究组提交的阶段成果和研究报告初稿；其后，中国科学院院士工作局又组织部分院士对研究报告终稿提出审读意见。可以说，这次战略研究集中了我国各学科领域科学家的集体智慧，凝聚了数百位中国科学院院士、中国工程院院士以及海外科学家的战略共识，凝结了参与此项工作的全体同志的心血和汗水。

今年是“十二五”的开局之年，也是《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》实施的第二个五年，更是未来 10 年我国科技发展的关键时期。我们希望本系列战略研究报告的出版，对广大科技工作者触摸和

了解学科前沿、认知和把握学科规律、传承和发展学科文化、促进和激发学科创新有所助益，对促进我国学科的均衡、协调、可持续发展发挥积极的作用。

在本系列战略研究报告即将付梓之际，我们谨向参与研究、咨询、审读和支撑服务的全体同志表示衷心的感谢，同时也感谢科学出版社在编辑出版工作中所付出的辛劳。我们衷心希望有关科学团体和机构继续大力合作，组织广大院士专家持续开展学科发展战略研究，为促进科技事业健康发展、实现科技创新能力整体跨越做出新的更大的贡献。



前言

随着世界可利用资源的日趋减少和环境压力的日益增加，海洋开发的呼声越来越高；随着地球系统科学的发展，认识海洋的需求也越来越大。原来以“渔盐之利，舟楫之便”为目标的海洋经济，已经拓展到千米水深的海底油气；原来以为不可能有生命的深海底下，居然滋养着地球上 30% 的生物量。于是，自古以来被留给神话世界的深海远洋，近来变成了资源勘探的对象；历来乏人问津的小岛礁石，也突然变成了国际争夺的热点。但是与陆地的开发不同，海洋的开发只能依靠高科技。因此，21 世纪的海洋之争，实际上就是科技之争。科技在国际海洋权益争夺中的作用，从来没有像今天这样突出；科技界对于维护国家海疆所承担的社会责任，也从来没有像今天这样重要。

正是在这种背景下，中国的经济开始迅猛发展，自然而然地走向了世界大洋。于是在这片古老而又新生的土地上，在郑和下西洋六百年之后，一次又一次响起了进军大洋的号角，科技界也在调整步伐、开始重视海洋。现在，我们的科学考察已经到达南、北极，我国的能源勘探已经进入世界三大洋，从大洋中脊的热液到深海海底的冷泉，从海面的波浪到深水的微生物，都成为我国科学家探索的对象。本书正是新形势下的产物，是海洋科学第一次作为一级学科研究的结果。本书一方面要尽可能地提供海洋学科全面的图景，另一方面也要尽量反映海洋学科发展的新趋势。为此，本书试图简练地概括海洋科学的特点和战略地位，选择了七大研究领域，对海洋科学的现状和进展作了介绍（第一章、第二章）；对我国海洋研究力量的分布进行了初步统计（第三章）；在此基础上，提出了我国今后海洋科学发展的方针和学科布局建议（第四章）以及国家自

然科学基金委员会资助的“重大交叉研究领域”和“优先发展领域”的建议（第五章）；最后，提出了加强国际合作和学科发展保障措施的建议（第六章、第七章）。

为完成本书，战略研究组在近一年的时间里举办了一系列会议，包括海内外学者聚首一堂的“头脑风暴”会、各个分课题的专题研讨会；战略研究组成员和被邀请的海内外学者，撰写了十多份综述和调查报告，最终汇总形成本书。在这里要感谢战略研究组全体成员的辛勤劳动和密切合作，感谢焦念志、黄邦钦、方家松、杨守业等各位专家的宝贵建议，感谢教育部科学技术委员会海洋科学战略组的大力协助。

在本书的编写过程，战略研究组成员们始终充满着对未来的憧憬，憧憬着我国海洋科学的腾飞，憧憬着古老的华夏文明和新时代海洋文明的结合，希望本书能对促进海洋科学的发展贡献微薄之力。

汪品先

海洋科学学科发展战略研究组组长

2010年5月30日

摘要

海洋科学研究海洋水体、海水与沉积物界面、海底岩石圈,以及海-气、海-陆界面特征和各种过程。海洋科学通常划分为物理海洋学、海洋化学、海洋生物学和海洋地质学等分支学科。海洋观测仪器的研制、开发与应用也属于海洋科学的任务。此外,为了满足经济、社会发展需求,学术界还建立了海洋技术科学、海洋工程学、海洋社会科学等学科,以深入探讨应用性的问题和涉及海洋立法、管理等方面的问题。

海洋科学以现场观测和采样分析为基础,注重长期观测和样品、数据积累。海上调查与地球科学其他学科有一些类似之处,但由于海洋环境和观测调查手段的独特性以及船舶运行费昂贵、考察船数量限制和船舶运行的特点,海上考察与陆地野外观测、实验也有很大的差异。现代海洋科学不仅需要航次的组织,还要依靠遥感和原位长期监测网站来获取长时间系列、高分辨率的观测资料。因此,需要研制相应的先进观测仪器和数据信息分析模型。海洋观测耗费巨大,为了达到充分利用资源的目的,需要高效地组织科研活动。

海洋科学是战略科学,海洋科学实力是衡量一个国家科技水平的主要标志之一。海洋科技的发展可以使社会经济的发展更多地从海洋获得资源和环境的支撑,从而提高科技进步对经济发展的贡献,因此,海洋科技的发达程度也是创新型国家的标志。从基础研究、应用与开发研究、新技术等方面来看,海洋科学在地球系统科学的探索、海洋环境保护与生态建设、海洋油气和水资源、海洋可再生能源、海洋渔业和水产品资源、海洋药物资源、海底固体矿产资源、海上运输安全、国家海洋权益以及应对全球气候变化等研究中可以发挥巨大的作用,同时也能推动其他学科和相关技术发展。

正因为如此,《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》对海洋科学和技术发展作出了全面的部署,科技部进一步深化了海洋“863”、重大基础研究专项等工作,国家海洋局等政府部门启动了海洋公益性行业专项和其他涉海专项。

在国际学术界,当代海洋科学是一门迅速发展的学科。当前的发展趋势可以归结为以下五点:①海洋科学发展的两大目标是“全球变化”和“深海开发”,其共同点是根据从地球系统出发的全球性视野,形成从近岸向全球大洋、从浅水向深海拓展的新趋势;②从较短暂的海上航行“考察”到连续“观测”,是海洋科学发展的必由之路,遥感技术和海底观测网技术的应用成为获取长时间观测数据的主要手段;③海洋过程的时空尺度跨越多个数量级,因此以探索机理为目标的研究需要跨越不同的时间和空间尺度;④海洋科学的历史也就是海洋技术的发展史,每一项重大突破的背后,几乎都有一项新技术的出现,因此海洋科学需要科学和技术的协同发展;⑤海洋科学需要大型研究计划和高额投入的支撑,因此观测平台设施和科学数据共享已成为必需的管理模式。

目前,海洋科学的前沿领域包括海洋与气候系统的关系、海洋碳循环、海洋生态系统过程、海洋微生物、海陆相互作用、海底深部过程、极地海洋过程、海洋仪器设备研制与观测技术等。

对于占地球表面面积71%的海洋及平均近4000米厚的海水覆盖下的海底,目前相关的知识还相对缺乏。但现在已经知道,从厄尔尼诺现象到温室气体循环,从地震灾害预报到未来能源探索,无不与海洋科学的发展密切相关。深海海底与极地等极端环境,是当代自然科学多种学科正在进入的新境界,既是生命科学和物理、化学的研究前沿,也是探索地外生命和地球早期演化的切入点。因此,我国海洋科学在未来10年应采取以下发展方针:从近岸向远洋、从浅水向深海拓展;发挥我国特色,开创近海科学的发展新局面;确定海洋科学的优先发展领域;科学与技术相结合,进一步提高观测和数据采集能力。

深海研究的一个最新的方向,是在板块运动和全球变化基础上,加强地球深部与表层系统相互作用的研究,如探索大洋地壳从

洋中脊产生到俯冲带消失的“固体地球循环”，追踪“俯冲带”水和碳等物质的平衡及其对地震发生的影响，探讨深海海底以下由微生物组成的“深部生物圈”在深海碳循环中的作用，了解深层大洋环流和海底“热液”和“冷泉”喷发，弄清深海油气资源的形成过程等。过去一段时间，我国在深海能源、大洋矿产、深海与极地基础研究等方面，已经有了重要进展，但深海研究的基础仍过于薄弱，需要采取相应的措施。

我国的近海环境属于最大的大陆和大洋之间的西太平洋边缘海，以季风气候的季节反差、河流入海物质通量大、陆架区水域宽广、环境动力过程复杂为特点，是全球变化（尤其是海陆相互作用）研究的理想研究区域。目前在陆架环流、碳平衡、泥质沉积输运或者生态与风暴灾害等方面，存在着一系列既具有学术价值，又代表国家需求的基础研究课题。要使近海海洋科学在今后 10 年再上一个台阶，应进一步加强物质和能量的传输过程、海洋生态过程、物质堆积过程与地质记录形成过程、气候与环境变化、全球变化下的海洋系统行为等问题的研究。此外，在数值模拟技术方面，我国在大型数值模型方面较为落后，大多采用西方国家研制的模型，应建设和逐步完善我国自己的多学科交叉的大型近海海洋数值模型。

在现阶段，可从海气相互作用、生态系统动力学与碳循环、深海过程、近岸海区与陆海相互作用、基础研究的观测体系等方面考虑优先发展领域，鼓励学科交叉。今后 10 年应整合多方面力量、结合各部门任务，围绕优先发展领域部署一系列的海洋科学重大研究计划，以实现海洋科学发展的战略方向调整，并建设一支基础研究队伍、培养一批优秀海洋科学家。“十二五”期间，国家自然科学基金委员会将围绕国家海洋战略地位的提升，按照学科平衡发展、促进学科交叉的原则，制定多个优先发展和重大交叉领域。

重大交叉领域为：西太平洋的多尺度过程与高低纬相互作用，以西太平洋作为关键海区，以西太平洋海-气相互作用、西太平洋与亚洲边缘海相互作用、西太平洋-高纬度相互作用等为主线，开展跨学科研究，加深对西太平洋区域海洋及气候过程的系统认识，

提高全球气候系统变化机理研究的水平。

优先发展领域包括：①我国近海的海陆相互作用，依据“从源到汇”和“近海系统行为”的学术思想，以物质输运过程与生态效应为主要研究对象，通过现代过程、地质记录和数值模拟三大方面，研究陆源物质在陆架、陆坡直至深海底的行为及其与物理、化学、生物过程的关系。②海洋微生物与生物地球化学循环，调查微生物在海洋上层（真光层与弱光层）、深层海水和海底以下“深部生物圈”中的分布与控制因素，研究微生物与海洋碳、氮、硫、磷生物地球化学循环的关键过程。③南海深部过程演变，在岩石圈、水圈和生物圈相互作用的层面再造南海的深海盆地发育过程及其资源环境效应；采用一系列新技术探测深海盆，通过揭示南海的深海过程及其演变，再造边缘海的“生命史”。

此外，应针对一些重要而目前较为薄弱的研究方向部署重点项目群，如大洋中脊地球物理过程、海底热液喷口的物理和生物地球化学过程、人类活动影响下的河口海岸过程、生态系统动力过程、陆架碳循环与其他重要物质循环、近海富营养化与海洋酸化、基础研究的观测体系、“学术共同体”数值模拟系统等。

海洋科学还需要提高观测和数据采集能力。近年来我国在海洋高技术上取得了明显的进展，科技部已经制定了“国家深海高技术发展专项规划”，但最大的问题是科学和技术发展的相互脱节：技术计划造出的设备难以应用，科学研究要用的设备又无从落实。这里有管理体制上的问题，也有研究计划规模的问题。经验表明，国际海洋科学的重大突破，通常是根据科学问题发展技术装备，然后取得成功；而我国缺乏同时涵盖科学和技术的大型计划。此外，跨学科研究也要求方法技术上的引进，如生物技术在海洋微生物研究中的应用。

海洋科学的学科布局重点是物理海洋学、生物海洋学、海洋地质与地球物理学、化学海洋学等基本学科以及极地海洋学、工程海洋学、海洋观测技术科学等交叉学科。

在物理海洋学领域，重点开展海洋动力过程形成及演变、海洋-大气相互作用与气候、近海物理过程及生物地球化学效应极区

海-陆-气-冰相互作用、海洋观测及数据分析技术、海洋及气候数值模式发展、数据同化及预测等研究工作。

在生物海洋学领域，重点开展海洋生物多样性状况及其变化趋势、海洋深部生物圈与极端环境生命过程、海洋生态系统修复、全球变化与中国近海生态系统、近海环境演变与生态安全、海岸生态系统综合管理、渔业海洋学与渔业资源等研究工作。

在海洋地质与地球物理学领域，重点开展全球变化与古海洋学、古环境替代指标及其示踪动力学研究、河口海岸与陆海相互作用、西太平洋大陆边缘地球动力学、大洋中脊热液系统、深部生物圈和洋底之下的海洋等研究工作。

在化学海洋学领域，重点开展流域-河口-陆架系统的营养盐生物地球化学、中国边缘海碳循环、中国邻近海域海洋酸化及其生态效应研究、痕量元素及其同位素的海洋生物地球化学循环、海洋-大气系统物质交换、近海生源活性气体的生物与化学动力学过程等研究工作。

在极地海洋学领域，重点开展南极冰架与海洋相互作用，影响全球气候变化的北极海洋环流系统，南极生物多样性，南大洋碳、氮、铁的生物地球化学循环过程，南大洋锋面与中深层水团演化历史等研究工作。

在工程海洋学、海洋观测技术科学领域，工作重点是为基础研究服务的仪器设备研制和海底观测网技术。应尽快建立我国自己的海洋观测网，它不仅为基础研究服务，而且也业务化工作和人才培养提供条件。

平台、基地和体制建设是未来 10 年海洋科学战略规划能否成功实施的关键。海洋公用平台的重点是公用考察船问题，这一直是制约我国海洋科学发展的重要因素之一。利用海洋调查船到海上获取第一手资料是进行海洋科学研究的基础，但是，我国考察船多年来一直是在“三权合一”的状态下运行，即船只的拥有权、管辖权和使用权属于同一个部门或单位。在现行体制下，没有船只能够跨部门共享，甚至在相同部门的不同单位之间也不能顺利地共享，国家自然科学基金委员会的面上或重点项目在实施过程中也无力单独

组织海上考察航次，阻碍了基础项目高水平成果的产出。借鉴国外的行之有效的经验，我国应该进行运行机制的改革，探索实行公用考察船制度，以满足今后海洋科技发展的需求。

海洋公用平台建设的另一个问题是缺乏合作基地，造成了学科单一、科学与技术脱节、数据资源不能共享等困难。合作、共享基地建设要为人才培养服务，使国家海洋平台成为海洋科学家的摇篮。现有的研究队伍需要巩固、提高，而大洋研究队伍需要扩建。要加大人才培养的力度，高校教师应提高学术水平，通过基础研究做出原创性成果，把主要精力放在学生培养上；要为年轻人才培养提供支撑条件，使他们充分利用国家建立的各种平台，积极参加大洋和极地考察、海上观测和样品采集、数据分析和集成等活动，把他们推向重大国际前沿和国家需求的第一线研究。

海洋科学必须深入开展国际合作。过去 30 年间，我国科学家积极参与了国际主要的海洋科学合作计划，并在相关的国际组织中任职；他们参与了研究计划的制定，推荐了一大批我国年轻研究人员出席国际学术会议、参加国际合作航次、访问国外研究机构的实验室。我国参与的海洋科学国际合作组织和项目有世界气候研究计划（WCRP）、国际地圈-生物圈计划（IGBP）、全球海洋实时观测计划（ARGO）、大洋钻探计划（ODP）（现为综合大洋钻探计划，IODP）、国际洋中脊计划（InterRidge）、国际大陆边缘计划（InterMARGIN）等。

我国科学家要继续在国际合作交流中向国际同行学习，并且随着我国经济实力的上升和国家对科技投入的增加，我国应该在引领国际合作计划上有所作为，学习和掌握国际合作计划的管理方式，拓宽学术发展的途径。我国还应酝酿和实施我国起主导作用的国际合作计划，推进区域性的双边和多边合作。