

中国工程院 国家开发银行重大咨询项目

中国海洋工程与科技 发展战略研究

海洋能源卷

主 编 周守为



海洋出版社

中国工程院 国家开发银行重大咨询项目

中国海洋工程与科技 发展战略研究

海洋能源卷

主 编 周守为

海洋出版社

2014 年 · 北京

内 容 简 介

中国工程院“中国海洋工程与科技发展战略研究”重大咨询项目研究成果形成了海洋工程与科技发展战略研究系列丛书,包括综合研究卷、海洋探测与装备卷、海洋运载卷、海洋能源卷、海洋生物资源卷、海洋环境与生态卷和海陆关联卷,共七卷。本书是海洋能源卷,分为两部分:第一部分是海洋能源工程与科技领域的综合研究成果,包括国家战略需求、国内发展现状、国际发展趋势和经验、主要差距和问题、发展战略和任务、保障措施和政策建议、推进发展的重大建议等;第二部分是海洋能源工程与科技,包括海洋资源勘查与评价、海洋能源工程装备发展战略两个专业领域的发展战略和对策建议研究。

本书对海洋工程与科技相关的各级政府部门具有重要参考价值,同时可供科技界、教育界、企业界及社会公众等作参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国海洋工程与科技发展战略研究. 海洋能源卷/周守为主编. —北京:海洋出版社, 2014. 12

ISBN 978 - 7 - 5027 - 9027 - 1

I. ①中… II. ①周… III. ①海洋工程 - 科技发展 - 发展战略 - 研究 - 中国 ②海洋动力资源 - 科技发展 - 发展战略 - 研究 - 中国 IV. ①P75 ②P743

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 295143 号

责任编辑:方 菁

责任印制:赵麟苏

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编:100081

北京画中画印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所经销

2014 年 12 月第 1 版 2014 年 12 月第 1 次印刷

开本:787mm × 1092mm 1/16 印张:26

字数:430 千字 定价:120.00 元

发行部:62132549 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

编辑委员会

主	任	潘云鹤				
副	主	任	唐启升	金翔龙	吴有生	周守为 孟 伟
			管华诗	白玉良		
编	委		潘云鹤	唐启升	金翔龙	吴有生 周守为
			孟 伟	管华诗	白玉良	沈国舫 刘保华
			陶春辉	刘少军	曾恒一	金东寒 罗平亚
			丁 健	麦康森	李杰人	于志刚 马德毅
			卢耀如	谢世楞	王振海	
编委会办公室			阮宝君	刘世禄	张元兴	陶春辉 张信学
			李清平	仝 龄	雷 坤	李大海 潘 刚
			郑召霞			
本 卷 主 编			周守为			
副 主 编			曾恒一	罗平亚		

中国海洋工程与科技发展战略研究

项目组主要成员

- | | | |
|-----|-----|--|
| 顾 问 | 宋 健 | 第九届全国政协副主席，中国工程院原院长、院士 |
| | 徐匡迪 | 第十届全国政协副主席，中国工程院原院长、院士 |
| | 周 济 | 中国工程院院长、院士 |
| 组 长 | 潘云鹤 | 中国工程院常务副院长、院士 |
| 副组长 | 唐启升 | 中国科协副主席，中国水产科学研究院黄海水产研究所，中国工程院院士，项目常务副组长，综合研究组和生物资源课题组组长 |
| | 金翔龙 | 国家海洋局第二海洋研究所，中国工程院院士，海洋探测课题组组长 |
| | 吴有生 | 中国船舶重工集团公司第 702 研究所，中国工程院院士，海洋运载课题组组长 |
| | 周守为 | 中国海洋石油总公司，中国工程院院士，海洋能源课题组组长 |
| | 孟 伟 | 中国环境科学研究院，中国工程院院士，海洋环境课题组组长 |
| | 管华诗 | 中国海洋大学，中国工程院院士，海陆关联课题组组长 |
| | 白玉良 | 中国工程院秘书长 |
| 成 员 | 沈国舫 | 中国工程院原副院长、院士，项目综合组顾问 |

- 丁 健 中国科学院上海药物研究所，中国工程院院
士，生物资源课题组副组长
- 丁德文 国家海洋局第一海洋研究所，中国工程院院士
- 马伟明 海军工程大学，中国工程院院士
- 王文兴 中国环境科学研究院，中国工程院院士
- 卢耀如 中国地质科学院，中国工程院院士，海陆关联
课题组副组长
- 石玉林 中国科学院地理科学与资源研究所，中国工程
院院士
- 冯士筭 中国海洋大学，中国科学院院士
- 刘鸿亮 中国环境科学研究院，中国工程院院士
- 孙铁珩 中国科学院应用生态研究所，中国工程院院士
- 林浩然 中山大学，中国工程院院士
- 麦康森 中国海洋大学，中国工程院院士，生物资源课
题组副组长
- 李德仁 武汉大学，中国工程院院士
- 李廷栋 中国地质科学院，中国科学院院士
- 金东寒 中国船舶重工集团公司第 711 研究所，中国工
程院院士，海洋运载课题组副组长
- 罗平亚 西南石油大学，中国工程院院士，海洋能源课
题组副组长
- 杨胜利 中国科学院上海生物工程中心，中国工程院
院士
- 赵法箴 中国水产科学研究院黄海水产研究所，中国工
程院院士
- 张炳炎 中国船舶工业集团公司第 708 研究所，中国工
程院院士
- 张福绥 中国科学院海洋研究所，中国工程院院士

- 封锡盛 中国科学院沈阳自动化研究所, 中国工程院院士
- 宫先仪 中国船舶重工集团公司第 715 研究所, 中国工程院院士
- 钟 掘 中南大学, 中国工程院院士
- 闻雪友 中国船舶重工集团公司第 703 研究所, 中国工程院院士
- 徐 洵 国家海洋局第三海洋研究所, 中国工程院院士
- 徐玉如 哈尔滨工程大学, 中国工程院院士
- 徐德民 西北工业大学, 中国工程院院士
- 高从堦 国家海洋局杭州水处理技术研究开发中心, 中国工程院院士
- 顾心怿 胜利石油管理局钻井工艺研究院, 中国工程院院士
- 侯保荣 中国科学院海洋研究所, 中国工程院院士
- 袁业立 国家海洋局第一海洋研究所, 中国工程院院士
- 曾恒一 中国海洋石油总公司, 中国工程院院士, 海洋运载课题组副组长和海洋能源课题组副组长
- 谢世楞 中交第一航务工程勘察设计院, 中国工程院院士, 海陆关联课题组副组长
- 雷霖霖 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 中国工程院院士
- 潘德炉 国家海洋局第二海洋研究所, 中国工程院院士
- 刘保华 国家深海基地管理中心, 研究员, 海洋探测课题组副组长
- 陶春辉 国家海洋局第二海洋研究所, 研究员, 海洋探测课题组副组长
- 刘少军 中南大学, 教授, 海洋探测课题组副组长

李杰人	中华人民共和国渔业船舶检验局局长，生物资源课题组副组长
于志刚	中国海洋大学校长，教授，海洋环境课题组副组长
马德毅	国家海洋局第一海洋研究所所长，研究员，海洋环境课题组副组长
王振海	中国工程院一局副局长，海陆关联课题组副组长

项目办公室

主 任	阮宝君	中国工程院二局副局长
	安耀辉	中国工程院三局副局长
成 员	张 松	中国工程院办公厅院办
	潘 刚	中国工程院二局农业学部办公室
	刘 玮	中国工程院一局综合处
	黄 琳	中国工程院一局咨询工作办公室
	郑召霞	中国工程院二局农业学部办公室
	位 鑫	中国工程院二局农业学部办公室

中国海洋工程与科技发展战略研究

海洋能源工程与科技发展战略研究课题组

主要成员及执笔人

组 长	周守为	中国海洋石油总公司	中国工程院院士
副组长	曾恒一	中国海洋石油总公司	中国工程院院士
	罗平亚	西南石油大学	中国工程院院士
成 员	李新仲	中海油研究总院	教授级高工
	金晓剑	中国海洋石油总公司	教授级高工
	邓运华	中海油研究总院	教授级高工
	谢 彬	中海油研究总院	教授级高工
	李清平	中海油研究总院	教授级高工
	张厚和	中海油研究总院	教授级高工
	吴景福	中海油研究总院	教授级高工
	李志刚	中国海洋工程股份有限公司	教授级高工
	孙福街	中国海洋石油总公司	教授级高工
	周洋瑞	中海油服物探事业部	教授级高工
	李迅科	中海油研究总院	高 工
	黄 鑫	中国海洋石油总公司	高 工
	付 强	中国海洋石油总公司	高 工
	王 凯	中海油研究总院	高 工
	赵志刚	中海油研究总院	高 工
	赫栓柱	中海油研究总院	高 工
	廖宗宝	中海油研究总院	高 工
	杨小椿	中海油研究总院	高 工

刘 健	中海油研究总院	高 工
陈国龙	中海油研究总院	高 工
张 健	中海油研究总院	教授级高工
冯 玮	中海油研究总院	高 工
姚海元	中海油研究总院	高 工
郑利军	中海油研究总院	工程师
秦 蕊	中海油研究总院	工程师
刘永飞	中海油研究总院	工程师
殷志明	中海油研究总院	高 工

主要执笔人 周守为 李清平 张厚和 谢 彬 李志刚
刘 健

丛书序言

海洋是宝贵的“国土”资源，蕴藏着丰富的生物资源、油气资源、矿产资源、动力资源、化学资源和旅游资源等，是人类生存和发展的战略空间和物质基础。海洋也是人类生存环境的重要支持系统，影响地球环境的变化。海洋生态系统的供给功能、调节功能、支持功能和文化功能具有不可估量的价值。进入21世纪，党和国家高度重视海洋的发展及其对中国可持续发展的战略意义。中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平同志指出，海洋在国家经济发展格局和对外开放中的作用更加重要，在维护国家主权、安全、发展利益中的地位更加突出，在国家生态文明建设中的角色更加显著，在国际政治、经济、军事、科技竞争中的战略地位也明显上升。因此，海洋工程与科技的发展受到广泛关注。

2011年7月，中国工程院在反复酝酿和准备的基础上，按照时任国务院总理温家宝的要求，启动了“中国海洋工程与科技发展战略研究”重大咨询项目。项目设立综合研究组和6个课题组：海洋探测与装备工程发展战略研究组、海洋运载工程发展战略研究组、海洋能源工程发展战略研究组、海洋生物资源工程发展战略研究组、海洋环境与生态工程发展战略研究组和海陆关联工程发展战略研究组。第九届全国政协副主席宋健院士、第十届全国政协副主席徐匡迪院士、中国工程院院长周济院士担任项目顾问，中国工程院常务副院长潘云鹤院士担任项目组长，45位院士、300多位多学科多部门的一线专家教授、企业工程技术人员和政府管理者参与研讨。经过两年多的紧张工作，如期完成项目和课题各项研究任务，取得多项具有重要影响的重大成果。

项目在各课题研究的基础上，对海洋工程与科技的国内发展现状、主要差距和问题、国家战略需求、国际发展趋势和启示等方面进行了系统、综合的研究，形成了一些基本认识：一是海洋工程与科技成为推动我国海洋经济持续发展的重要因素，海洋探测、海洋运载、海洋能源、海洋生物资源、海洋环境和海陆关联等重要工程技术领域呈现快速发展的局面；二

是海洋 6 个重要工程技术领域 50 个关键技术方向差距雷达图分析表明,我国海洋工程与科技整体水平落后于发达国家 10 年左右,差距主要体现在关键技术的现代化水平和产业化程度上;三是为了实现“建设海洋强国”宏伟目标,国家从开发海洋资源、发展海洋产业、建设海洋文明和维护海洋权益等多个方面对海洋工程与科技发展有了更加迫切的需求;四是在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、高技术方向发展,呈现出绿色化、集成化、智能化、深远化的发展趋势,主要的国际启示是:强化全民海洋意识、强化海洋科技创新、推进海洋高技术的产业化、加强资源和环境保护、加强海洋综合管理。

基于上述基本认识,项目提出了中国海洋工程与科技发展战略思路,包括“陆海统筹、超前部署、创新驱动、生态文明、军民融合”的发展原则,“认知海洋、使用海洋、保护海洋、管理海洋”的发展方向和“构建创新驱动的海洋工程技术体系,全面推进现代海洋产业发展进程”的发展路线;项目提出了“以建设海洋工程技术强国为核心,支撑现代海洋产业快速发展”的总体目标和“2020 年进入海洋工程与科技创新国家行列,2030 年实现海洋工程技术强国建设基本目标”的阶段目标。项目提出了“四大战略任务”:一是加快发展深远海及大洋的观测与探测的设施装备与技术,提高“知海”的能力与水平;二是加快发展海洋和极地资源开发工程装备与技术,提高“用海”的能力与水平;三是统筹协调陆海经济与生态文明建设,提高“护海”的能力与水平;四是以全球视野积极规划海洋事业的发展,提高“管海”的能力与水平。为了实现上述目标和任务,项目明确提出“建设海洋强国,科技必须先行,必须首先建设海洋工程技术强国”。为此,国家应加大海洋工程技术发展力度,建议近期实施加快发展“两大计划”:海洋工程科技创新重大专项,即选择海洋工程科技发展的关键方向,设置海洋工程科技重大专项,动员和组织全国优势力量,突破一批具有重大支撑和引领作用的海洋工程前沿技术和关键技术,实现创新驱动发展,抢占国际竞争的制高点;现代海洋产业发展推进计划,即在推进海洋工程科技创新重大专项的同时,实施现代海洋产业发展推进计划(包括海洋生物产业、海洋能源及矿产产业、海水综合利用产业、海洋装备制造与工程产业、海洋物流产业和海洋旅游产业),推动海洋经济向质量效益型转变,提高海洋产业对经济增长的贡献率,使海洋产业成为国民经济的支柱产业。

项目在实施过程中,边研究边咨询,及时向党中央和国务院提交了6项建议,包括“大力发展海洋工程与科技,全面推进海洋强国战略实施的建议”、“把海洋渔业提升为战略产业和加快推进渔业装备升级更新的建议”、“实施海洋大开发战略,构建国家经济社会可持续发展新格局”、“南极磷虾资源规模化开发的建议”、“南海深水油气勘探开发的建议”、“深海空间站重大工程的建议”等。这些建议获得高度重视,被采纳和实施,如渔业装备升级更新的建议,在2013年初已使相关领域和产业得到国家近百亿元的支持,国务院还先后颁发了《国务院关于促进海洋渔业持续健康发展的若干意见》文件,召开了全国现代渔业建设工作电视电话会议。刘延东副总理称该建议是中国工程院500多个咨询项目中4个最具代表性的重大成果之一。另外,项目还边研究边服务,注重咨询研究与区域发展相结合,先后在舟山、青岛、广州和海口等地召开“中国海洋工程与科技发展研讨暨区域海洋发展战略咨询会”,为浙江、山东、广东、海南等省海洋经济发展建言献策。事实上,这种服务于区域发展的咨询活动,也推动了项目自身研究的深入发展。

在上述战略咨询研究的基础上,项目组和各课题组进一步凝练研究成果,编撰形成了《中国海洋工程与科技发展战略研究》系列丛书,包括综合研究卷、海洋探测与装备卷、海洋运载卷、海洋能源卷、海洋生物资源卷、海洋环境与生态卷和海陆关联卷,共7卷。无疑,海洋工程与科技发展战略研究系列丛书的产生是众多院士和几百名多学科多部门专家教授、企业工程技术人员及政府管理者辛勤劳动和共同努力的结果,在此向他们表示衷心的感谢,还需要特别向项目的顾问们表示由衷的感谢和敬意,他们高度重视项目研究,宋健和徐匡迪二位老院长直接参与项目的调研,在重大建议提出和定位上发挥关键作用,周济院长先后4次在各省市举办的研讨会上讲话,指导项目深入发展。

希望本丛书的出版,对推动海洋强国建设,对加快海洋工程技术强国建设,对实现“海洋经济向质量效益型转变,海洋开发方式向循环利用型转变,海洋科技向创新引领型转变,海洋维权向统筹兼顾型转变”发挥重要作用,希望对关注我国海洋工程与科技发展的各界人士具有重要参考价值。

编辑委员会

2014年4月

本卷前言

深海是人类至今仍难涉足的神秘领域，这一资源丰富、有待开发的空間，将成为人类未来重要的能源基地。对深海的探测和太空探测一样，具有很强的吸引力和挑战性。积极发展海洋高新技术，占领深海能源勘探开发技术的制高点，开发海洋空间及资源，从深海获得更大的利益是世界各国的重点发展战略，也是我国必须面对的历史使命。

2011年7月，中国海洋石油总公司根据中国工程院“中国海洋工程与科技发展战略研究”重大咨询项目（编号2011-ZD-16）的总体安排，启动了“海洋能源工程科技发展战略研究”。设立3个研究方向：海洋能源勘查与资源评价技术、海洋能源工程技术、海洋能源工程装备。中国海洋石油总公司技术顾问、中国工程院周守为院士担任课题组组长，3位院士、30多位多学科的一线科技工作者、工程技术人员参与研讨。经过两年多的紧张工作，如期完成项目和课题各项研究任务，取得多项具有重要影响的重大成果。

课题在各子课题研究的基础上，对海洋能源工程与科技的国内发展现状、主要差距和问题、国家战略需求、国际发展趋势和启示等方面进行了系统、综合的研究，形成了一些基本认识：一是海洋能源工程与科技，特别是深水能源工程与科技是我国海洋经济可持续发展的重要因素，我国近海勘探、稠油高效开发等技术处于世界领先水平；二是我国海洋能源工程与科技整体水平落后于发达国家10~15年左右，主要体现在深水油气田勘探开发工程技术、天然气水合物勘探与试采工程、深水边际油气田开发等关键技术上；三是为了“建设海洋强国”、实现我国能源工业可持续发展的宏伟目标，国家从海洋资源勘探与资源评价、海洋工程技术、海洋工程重大装备、维护海洋权益、能源安全和国家安全等多个方面对海洋能源工程与科技发展有了更加迫切的需求；主要的国际启示是：强化全民海洋意识、强化海洋科技创新、推进海洋高技术的产业化、加强资源和环境保护、加

强海洋能源的综合利用。

课题在实施过程中，边研究边咨询，及时向党中央和国务院提交了两项建议，包括“南海深水油气勘探开发的建议”等。这些建议获得高度重视，并被采纳，目前正在实施。课题研究报告分为：海洋能源工程科技发展战略总报告、海洋能源勘查与资源评价、海洋工程重大装备专题报告。希望本卷的出版对关注我国海洋能源工程与科技发展的各界人士具有重要参考价值。

本专题研究工作得到中国工程院项目组，国土资源部油气资源战略研究中心，中国海洋石油总公司等各级领导的大力支持，同时也得到中海石油（中国）有限公司勘探部，中海油研究总院等各级领导以及社会各界专家们的帮助。在此一并谨致谢忱！

海洋能源工程与科技发展战略研究课题组

2014 年 4 月

目 录

第一部分 中国海洋能源工程与科技 发展战略研究综合报告

第一章 我国海洋能源工程战略需求	(3)
一、国家安全的需求	(3)
(一) 我国的海洋权益正在遭受侵犯, 保护国家利益迫在眉睫 ...	(3)
(二) 我国海上生命线面临巨大的安全挑战	(4)
(三) 南海周边国家资源争夺态势日趋严峻	(5)
二、能源安全的需求	(10)
(一) 人均资源量不足	(10)
(二) 能源供需矛盾突出	(11)
(三) 海洋石油已经成为我国石油工业的主要增长点	(12)
三、海洋能源自主开发迫切需要创新技术	(12)
(一) 深水是未来世界石油主要增长点, 我国与世界先进技术 差距大	(12)
(二) 近海边际油气田和稠油油田需要高效、低成本创新技术	(14)
(三) 天然气水合物勘探开发为世界前沿技术领域	(15)
(四) 海上应急救援装备和技术体系	(15)
第二章 我国海洋能源工程与科技发展现状	(17)
一、我国海洋能源资源分布特征	(17)

(一) 我国海域油气资源潜力	(17)
(二) 我国海域天然气水合物远景资源	(20)
二、海上油气资源勘探技术研究现状	(20)
(一) “三低”油气藏	(20)
(二) 深层油气勘探技术尚有差距	(21)
(三) 高温高压天然气勘探技术现状	(21)
(四) 地球物理勘探技术现状	(21)
(五) 勘探井筒作业技术现状	(21)
三、我国海洋油气资源开发工程技术发展现状	(23)
(一) 初步形成了十大技术系列	(23)
(二) 用6年时间实现由对外合作向自主经营的转变	(24)
(三) 具备国际先进的海上大型FPSO设计和建造能力	(24)
(四) 形成了近海稠油高效开发技术体系	(24)
(五) 形成了以“三一模式”、“蜜蜂模式”为主的近海边际油气 田开发工程技术体系	(29)
(六) 深水油气田开发已迈出可喜的一步	(31)
(七) 我国深水油气田开发工程关键技术研发取得初步进展	(33)
四、我国天然气水合物勘探开发技术现状	(44)
五、我国海洋能源工程装备发展现状	(46)
(一) 我国海域油气资源潜力海上勘探装备的发展现状	(46)
(二) 海上施工作业装备的发展现状	(48)
(三) 海上油气田生产装备的发展现状	(60)
六、海上应急救援装备的发展现状	(70)
(一) 载人潜水器	(70)
(二) 单人常压潜水服	(70)
(三) 遥控水下机器人	(71)
(四) 智能作业机器人	(72)
(五) 应急救援装备以及生命维持系统	(75)
 第三章 世界海洋能源工程与科技发展趋势	 (77)
一、世界海洋能源工程与科技发展的主要特点	(77)