

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 海洋探测与装备卷

主 编 金翔龙

 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

海洋探测与装备卷

主 编 金翔龙

海洋出版社

2014年·北京

P75
15
V2

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系列研究丛书,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。本书是海洋探测与装备卷,内容分为两部分:第一部分是海洋探测与装备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、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;第二部分是海洋探测与装备工程与科技3个专业领域的发展战略和对策建议研究,包括海洋环境探测与监测工程技术战略、海洋资源勘查与利用工程技术战略、深海作业装备工程技术等。

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用作参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国海洋工程与科技发展战略研究. 海洋探测与装备卷/金翔龙主编. —北京:海洋出版社, 2014. 12

ISBN 978 - 7 - 5027 - 9025 - 7

I. ①中… II. ①金… III. ①海洋工程 - 科技发展 - 发展战略 - 研究 - 中国②海洋调查 - 水下探测 - 科技发展 - 发展战略 - 研究 - 中国③海洋仪器 - 科技发展 - 发展战略 - 研究 - 中国 IV. ①P75 ②P715

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 295288 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:18.75

字数:320千字 定价:90.00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	
编 委	管华诗	白玉良				
	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	金翔龙					
副 主 编	刘保华	陶春辉	刘少军			

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
- 冯士筵 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
- 顾心悻 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 海洋探测与装备课题主要成员及执笔人

- | | | | |
|-----|-----|---------------------|---------|
| 组 长 | 金翔龙 | 国家海洋局第二海洋研究所 | 中国工程院院士 |
| 副组长 | 刘保华 | 国家深海基地管理中心 | 研究员 |
| | 陶春辉 | 国家海洋局第二海洋研究所 | 研究员 |
| | 刘少军 | 中南大学 | 教授 |
| 成 员 | 潘德炉 | 国家海洋局第二海洋研究所 | 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 |
| | 李德仁 | 武汉大学 | 中国工程院院士 |
| | 高从堦 | 国家海洋局杭州水处理技术开发中心 | 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 |
| | 钟 掘 | 中南大学 | 中国工程院院士 |
| | 金建才 | 中国大洋协会 | 主任 |
| | 罗续业 | 国家海洋技术中心 | 主任 |
| | 方爱毅 | 61195 部队 | 主任、大校 |
| | 练树民 | 中国科学院南海海洋研究所 | 副所长 研究员 |
| | 夏登文 | 国家海洋技术中心 | 副主任 研究员 |
| | 孙 清 | 中国 21 世纪议程管理中心 | 处长 |
| | 连 璉 | 上海交通大学 | 教授 |
| | 王晓辉 | 中国科学院沈阳自动化研究所 | 研究员 |

邵宗泽	国家海洋局第三海洋研究所	研究员
司建文	国家海洋标准计量中心	研究员
高艳波	国家海洋技术中心	研究员
刘淑静	国家海洋局天津海水淡化与综合利用研究所	研究员
方银霞	国家海洋局第二海洋研究所	研究员
梁楚进	国家海洋局第二海洋研究所	研究员
周建平	国家海洋局第二海洋研究所	副研究员
李 艳	中南大学	副教授
齐 赛	61195 部队	副研究员
徐红丽	中国科学院沈阳自动化研究所	副研究员
殷建平	中国科学院南海海洋研究所	副研究员
朱心科	国家海洋局第二海洋研究所	助理研究员
于凯本	国家深海基地管理中心	助理研究员
王 冀	国家海洋技术中心	助理研究员
赵建如	国家海洋局第二海洋研究所	助理研究员

主要执笔人

金翔龙	陶春辉	朱心科	于凯本	周建平	李 艳
殷建平	王 冀	刘淑静	徐红丽	邵宗泽	司建文
齐 赛					

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、推进海洋高新技术的产业化、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

建设海洋强国是国家战略。2012年党的十八大提出了“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”的宏伟战略目标。开发海洋蓝色国土，拓展生存和发展空间已上升为世界沿海各国的国家战略。毋庸置疑，未来谁能有力量开发更广阔的海洋，谁就能掌握更多的资源和生存空间。近年来世界各沿海国在加强200海里专属经济区和大陆架划界与管理的同时，将目光投向了200海里专属经济区以外的外大陆架，提出外大陆架划界主张，掀起了新一轮“蓝色圈地”运动。目前，俄罗斯、英国、法国等国已经向联合国大陆架界限委员会提交了200海里以外的外大陆架划界申请案，日本、美国和南海周边国家也正积极准备。2012年12月14日，我国政府向联合国提交了“中华人民共和国东海部分海域200海里以外大陆架划界案”。发展海洋工程与装备，对关键海域进行调查与研究，从科学角度支持国家海洋国土诉求，推进海洋强国战略。

海洋探测与装备工程是建设海洋强国的重要支撑。首先，我国海上邻国众多，与部分国家存在海域划界和岛屿主权争端，致使海上维权形势严峻；同时，面对复杂多变的世界政治经济形势，我国的海疆防御以及维护海上战略通道安全的能力明显不足。有效应对水下威胁必须从和平时期做起，坚持军民统筹，发展海洋探测技术与装备，增强海洋信息获取保障，加强海洋维权执法能力，形成具有区域性主导地位的海洋强国，提高国际海洋事务话语权，维护和拓展国家海洋权益。其次，作为海洋经济的组成部分，海洋固体矿产资源和深海生物基因资源等是海洋新兴产业方向，发展潜力巨大，势必成为推动国民经济快速增长的重要动力之一。发展深海矿产和微生物资源探测技术与装备，提升深海矿产资源勘查、开采、选冶能力，可保障国家资源战略安全。再次，构建海洋生态文明建设，走人海和谐的可可持续发展道路，保护海洋生态环境，预防和控制海洋污染，提高

海洋防灾减灾能力，需要进一步加强海洋环境观测、海洋生态监测能力建设，发展专业化、业务化的海洋探测技术与装备。最后，海洋科学是一门主要以观测为最基本要求的学科，海洋技术的发展是推动海洋科学发展的原动力，现代海洋科学发展的历程是海洋观测技术不断发展的缩影。发展深海探测、运载和作业综合技术和装备，将为海洋科学研究提供有效的手段，并极大地推动我国海洋科学事业的发展。总之，海洋探测与装备工程是进行海洋开发、控制、综合管理的基础，是做好“知海、用海、护海、管海”的根本保证，建设一个海洋安全局面良好、海洋经济发达、海洋生态文明优良、海洋科技先进的综合性海洋强国离不开海洋探测与装备工程的强力支撑。

“海洋探测与装备工程发展战略研究”作为2011年度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”6个子课题中的第一个课题，由国家海洋局第二海洋研究所金翔龙院士担任课题组长，7位院士任课题顾问，国内一线知名海洋科技专家为研究骨干，下设3个研究专题，分别为“海洋环境探测与监测工程技术战略研究”、“海洋资源勘查与利用工程技术战略研究”和“深海作业装备工程技术研究”。历经近3年的研究，开展多次调研与学术研讨，全面总结了我国海洋探测与装备工程发展的现状、面临的问题以及国际发展趋势，围绕“资源探测与环境安全”的目标，提出我国海洋探测与装备工程发展的战略思路、发展重点、重大工程、发展路线图、保障措施以及政策建议，为我国海洋探测与装备工程的可持续发展、保障国家安全、缓解资源环境压力提供科学的决策，服务于海洋强国建设。

研究报告指出，我国海洋探测与装备工程以服务于捍卫国家海洋安全、开发海洋资源、建设海洋生态文明、推动海洋科学进步为主线，坚持以国家需求和科学前沿目标带动技术，大力发展具有自主知识产权的海洋探测技术与装备，推动产业化进程，提高我国在深海国际竞争中的技术支撑与能力保障，为向更深、更远的海洋进军打下基础，拓展战略生存发展空间。报告从海洋探测传感器、海洋观测平台、海洋通用技术、海洋观测网、固体矿产探测技术、深海生物资源探测技术、海洋可再生能源利用技术、海水淡化与综合利用技术与装备和海洋采矿技术与装备等9个方面梳理了国内外研究与发展现状，指出我国海洋探测技术与装备经过多年的发展，已有

了巨大的进展，但总体水平与世界先进水平相比，仍存在较大差距。具体来说，在深海固体矿产探测与海洋可再生资源利用方面，基本上保持与国际上同步发展水平，但海底探测基础理论、探测技术、调查和评价方法等研究基础薄弱，致使深海资源评价技术存在发展“瓶颈”；在海水淡化与综合利用方面，基础材料、关键设备研发等方面相对落后，整体上与国际先进水平有5~10年的差距；在海洋观测仪器、无人潜水器与海洋观测网方面，整体落后国际先进水平10年以上，海洋传感器、观测装备仪器与设备在探测与作业范围与精度、使用的长期稳定性与可靠性等方面与国际先进水平差距还很大，海洋观测网处于关键技术探索研发阶段；深海通用技术和深海采矿技术与装备方面，起步晚、发展慢，目前仅处于国际上20世纪70年代的水平；深海采矿系统与装备尚处于试验研究阶段，需要进行海试，与国际上已经开展的海上试开采技术相比，差距尚大。针对上述情况，研究报告在海洋探测与装备工程方面提出了2020—2030—2050三步走战略，力争通过40年的努力，海洋探测与装备工程总体水平达到世界先进，在海洋监测、大洋矿产资源勘查、深水运载与作业、海洋可再生能源利用等领域达到世界领先，建成与海洋大国地位相称的海洋探测与装备工程技术体系，为建设海洋强国提供支撑。围绕“关心海洋、认识海洋和经略海洋”的指导思想，报告提出了近期发展重点：①完善科技基础条件，提升海洋自主创新能力；②强化海洋观测与探测技术，提高海洋认知能力；③发展海洋通用技术与探测装备，拓展海洋探测能力；④突破海洋资源开发关键技术，培育战略新兴产业。在国家海洋立体观测网、海洋信息基础平台、海洋探测与监测通用技术、国家海上试验场、海洋仪器设备检测评价体系、国际海底资源勘探、开采与利用工程、海洋可再生能源开发利用示范工程和海水淡化与综合利用示范工程7个方向发展的基础上，重点提出国家海洋水下观测系统工程、国家海洋仪器装备公共支撑平台和海洋可再生资源与国际海底开发工程等3个重大工程，并建议从人、财、物和机制4个方面给予保障。

课题成立了院士顾问组和以一线专家为主的实施工作组，在研究过程中，分赴中国科学院南海海洋研究所、沈阳自动化研究所，国家海洋局国家海洋技术中心、国家海洋信息中心、国家海洋标准计量中心、海水淡化与综合利用研究所，61195部队，中国地震台网监测中心等单位对需求和技

术现状进行了调研，认真听取了院士和专家们的指导意见，在此向他（她）们表示衷心感谢。在研究报告编写过程中，课题组成员团结一致，紧密合作，以严谨的科学态度对待每一个章节。尽管如此，由于时间和编者水平有限，不当之处在所难免，纰漏之处，敬请批评指正！

海洋探测与装备工程发展战略课题组

2014年4月