

上天入地 下海登极

——当代地球科学研究新进展与前沿

张训华 莫杰 等 编著



中国海洋大学出版社
CHINA OCEAN UNIVERSITY PRESS

SHANGTIAN RUDI XIAHAI DENGJI

上天入地 下海登极

——当代地球科学研究新进展与前沿

青岛海洋科学与技术国家实验室

海洋矿产资源评价与探测技术功能实验室

全国海洋资源与环境科学传播团队

张训华 莫杰 等 编著



中国海洋大学出版社
CHINA OCEAN UNIVERSITY PRESS

· 青岛 ·

图书在版编目(CIP)数据

上天入地 下海登极:当代地球科学研究新进展与前沿 / 张训华,莫杰等编著. —青岛:中国海洋大学出版社, 2017. 6

ISBN 978-7-5670-1563-0

I. ①上… II. ①张… ②莫… III. ①地球科学—科学研究 IV. ①P-1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 230394 号

出版发行	中国海洋大学出版社	
社 址	青岛市香港东路 23 号	邮政编码 266071
出 版 人	杨立敏	
网 址	http://www.ouc-press.com	
电子信箱	1193406329@qq.com	
订购电话	0532-82032573 (传真)	
责任编辑	孙宇菲	电 话 0532-85902342
装帧设计	青岛汇英栋梁文化传媒有限公司	
印 制	青岛海大印务有限公司	
版 次	2017 年 6 月第 1 版	
印 次	2017 年 6 月第 1 次印刷	
成品尺寸	185 mm × 260 mm	
印 张	33.25	
字 数	730 千	
印 数	1—1000	
定 价	96.00 元	

发现印装质量问题,请致电 18661627679,由印刷厂负责调换。

全国海洋资源与环境科学传播团队



首席科学家:张训华(研究员)

团队成员:莫杰(研究员) 王蛟(研究员)

叶思源(研究员) 孟庆国(高级工程师)

全国海洋资源 与环境科学传播团队简介

2013年12月26日,在中国科学技术协会举办的“李象益科普事迹报告会暨首席科学传播专家聘任”大会上,国土资源部(现自然资源部)中国地质调查局青岛海洋地质研究所副所长、研究员张训华接过了中国科协领导颁发的聘书,被聘为“全国海洋资源与环境科学首席科学传播专家”。



从左至右:王 蛟,叶思源,孟庆国,张训华,莫 杰

团队成员简介



首席科学传播专家:张训华

1961年11月出生于山东省淄博市,研究员,博士生导师。1983年毕业于山东海洋学院。现任国土资源部青岛海洋地质研究所副所长、学术委员会主任,中国地质调查局海岸带地质与大陆架地质研究中心主任,青岛海洋科学与技术国家实验室“海洋矿产资源评价与探测技术功能实验室”主任。《海洋地质与第四纪地质》和《海洋地质前沿》杂志主编。

主要从事中国大陆边缘、中国海域、西太平洋边缘海的地质地球物理与构造地质研究。在总结朱夏院士和刘光鼎院士大地构造思想和学术成果基础上,2008年首次提出“块体构造学说”,并将其作为“中国海陆地学系列图”的指导思想,2012年完成该系列图的编制并交付印刷出版。

出版《中国近海地质》《中国海域构造地质学》《中国近海及邻近海域地形地貌》《南海黄海区域地质》等专著。在《地球物理学报》《科学通报》《中国区域地质》《海洋地质与第四纪地质》和 *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*、*OPTICS EXPRESS* 等刊物上发表论文 110 余篇。被评为前地质矿产部百名跨世纪人才,入选国土资源部高层次创新型科技人才培养工程—科技领军人才开发和培养计划,首批领军人才;获聘中国科协首批“全国海洋资源与环境科学首席科学传播专家”,中国地质调查局首批中青年优秀人才,国家有突出贡献专家,海洋勘测专项表彰“突出贡献者”等;获得第 13 届李四光地质科学奖和国家科技进步二等奖 1 项,国土资源部科学技术成果一等奖 2 项,中国地球物理学会科技进步一等奖 1 项,国家海洋局创新成果一等奖 1 项,地质矿产部和国土资源部科学技术成果二等奖 8 项,“八五”国家科技成果大奖 1 项。



莫杰



1937年7月出生于广西省岑溪市,研究员,中共党员。1960年毕业于长春地质学院地质系普查找矿专业。1960~1980年,先后在内蒙古大兴安岭区域地质测量队和内蒙古地质局,地质部区域地质测量局和地质部科技司,陕西地质局第八地质队,国家计委地质局、国家地质总局工作。1981~1997年,在地矿部海洋地质研究所,先后担任科技情报室副主任、主任,科技处处长、学术委员会副主任。1997~2000年,任“九五”国家“863”计划海洋领域“820”主题专家组办公室成员;《地球科学进展》《海洋地质与第四纪地质》《海洋地质动态》杂志编委,《863-820主题通讯》主编。2000年至今,担任国土资源部青岛海洋地质研究所科学技术咨询委员会办公室主任,主编《海洋地学发展战略与动态》刊物。现为青岛市科普专家服务团成员、青岛39中学高中海洋班科普讲授专家之一。

先后主持承担部局和国家专项各类软科学课题研究10多项。专著有《海洋地学前缘》《地球科学探索》。参加编写的科技著作有《区域地质野外工作方法》《中国海洋科学研究及开发》《中国石油天然气的勘查与发现》《蓝色的疆土》《新中国海洋地质工作大事记》《地球科学新学科新概念集成》《科学的丰碑》《中国海情》。主编、副主编的科普书有《神奇的海洋世界》《中国近海空间地理》《探索海洋奥秘开发海洋资源》《海洋:奥秘永无穷尽》《科技兴海丛书》(之一至之五)和《海洋地学科普丛书》(主编《海洋矿产之源》)。其中,《海洋地学科普丛书》获青岛市2012年第一届优秀科普作品图书类一等奖和科技部2012年全国优秀科普作品(30部之一)。先后在专业报纸、杂志、学报上发表《年轻洋壳底部可能有古洋壳存在》等论文90余篇;《黄海和东海的构造演化》等译文30余篇;综述文章和专业信息报道150余篇,获市、省部和国家级科技成果奖10多项。



王蛟



1977年1月出生于山东省德州市,研究员,理学博士。2006年在中国石油大学(华东)取得博士学位。现主要从事科技管理、油气地质科学研究及海洋地质科普工作。

主持负责完成“车镇凹陷层序地层与隐蔽油气藏研究”(2001~2003年),“孤岛油田沉积相模式研究”(2004~2006年),“东营凹陷钻井岩心储层沉积相标准剖面及培训基地的建立”(2003~2004年),“孤岛油田西南缘浅层油气成藏规律研究”(2004~2005年)等多项科研项目。博士后科研项目:“富林洼陷古近系有利储集相带与成藏规律研究”(2008~2010年)研究成果通过省级鉴定,具备了较强的科研创新能力。目前主持负责在研国家自然科学基金1项——济阳拗陷新近系馆陶组湖泊沉积环境存在证据及沉积模式研究。

先后在《沉积学报》《石油勘探与开发》《吉林大学学报》《西南石油大学学报》等国家级、EI检索源刊、中文核心等刊物发表研究论文30余篇。



叶思源



1963年出生于江西婺源,研究员,博士。2005年毕业于中国矿业大学(北京),获博士学位;2008年11月~2009年12月在美国路易斯安那州立大学海岸带与环境学院做研究访问。2001年至今,在青岛海洋地质研究所,先后任副研究员和研究员,青岛市科普专家服务团成员。现主要从事近海水生系统污染物生物地球化学循环及其生物有效性调查和研究。

先后主持了中国地调局地调项目、国家自然科学基金和青岛科技局基金项目3项,以及受沿海地质调查院委托,先后主持了河北、青岛、长江口、浙江和珠江口5项近海生态地球化学项目(是多目标地球化学调查项目中的浅海部分的工作内容,由省部联合资助),现主持国土资源部重大攻关项目“滨海湿地生态系统的固碳能力探测与评价”(201111023)。

在国际会议上做过多次报告,近年内发表相关论文30余篇,其中6篇在国际SCI来源期刊发表。



孟庆国



1983年8月出生于山东省济南市,高级工程师,在职博士研究生。2009年毕业于青岛大学应用化学专业,获工学硕士学位。自2007年进入青岛海洋地质研究所以来一直从事天然气水合物的分析测试和模拟实验研究工作,侧重采用固体核磁共振及核磁成像、激光拉曼光谱、X射线衍射等技术研究天然气水合物的微观结构、形成机理、空间分布、原位的生成/分解动力学以及天然气水合物实物样品的实验测试研究。

主持国家自然科学基金项目1项,国土资源公益性行业科研专项1项(第二负责人),水合物国家专项子项目1项(第二负责人);以主要技术骨干身份参与水合物国家专项项目、863项目、973课题、国家自然科学基金项目以及国土资源公益性行业科研专项项目的研究工作。同时主要参与并完成了我国海域(神狐海域及珠江口盆地)、陆域(祁连山及羌塘盆地)天然气水合物样品的实验测定工作。

参与编写水合物著作3部。发表学术论文30余篇:以第一作者发表核心期刊以上论文13篇,其中SCI/EI收录4篇;合作撰写核心期刊论文20余篇,其中SCI/EI收录10余篇。获发明专利授权2项,实用新型专利授权14项。

当代地球科学的主要目标和任务是“上天、入地、下海、登极”，是人类为拓展生存空间向自然界发起的四大壮举，即上天探索宇宙星体的起源、形成与演化，寻找是否存在“类地行星”和宜居的星球；入地探测地球深部地层的物质组成、地质构造演化、成矿作用过程和地球动力学；下海探查海底奥秘、洋壳的物质组成、板块构造活动、海底矿产资源、地幔动力学；登极考察极地自然环境、气候变化、冰川进退与消融、全球变化等。人类应该如何适应环境变迁、保护生态环境、珍惜自然资源，与大自然和谐相处，实现可持续发展，是当今国际社会和科学界高度关注的重大问题。

现代“地球系统科学”是把地球看作一个由互相作用互相影响的岩石圈、水圈、生物圈和大气圈等组成的系统进行研究的科学，它包括了下部固体地球系统、上部流体地球系统和生态环境地球系统。总之，当代地球科学的前沿研究将围绕地球系统整体行为及其各圈层相互作用、大陆动力学、海洋动力学、气候动力学、自然过程与社会发展互馈等重大地学问题而开展多学科的综合研究。“上天、入地、下海、登极”，正是地球科学在不断扩大其研究的时空范围，向未知领域进军，实行学科的联合、交叉与渗透，用新的知识去认识和解决一系列资源科学合理利用以及如何修复改善环境的科学难题。

海洋是地球上最后一个研究开发领域。当代海洋科学前沿及面临的主要调查研究任务如下：

(1) 在海洋开发利用中，如何解决最低限度地反作用于环境的前提下，充



分有效地持续开发利用海洋资源,特别是海岸带近海的资源问题。

(2) 在《联合国海洋法公约》正式生效后,如何解决大陆架、外大陆架和200海里专属经济区(EEZ)划界的海洋科学依据问题,以及如何解决“国际海底区域”内“人类的共同继承财产”,即各类矿产资源的成因、分布和开采对深海底环境的不良影响等问题。

(3) 在全球变化研究中,海洋科学研究如何确切回答海洋在全球气候变化(厄尔尼诺/拉尼娜现象的成因、规律及其影响,监测、预测及预警),环境变化和生态变化中的地位与作用问题。

(4) 如何有效、准确地向社会公众提供地震、海啸等自然灾害的预测、预报和防灾、减灾的科学依据。

(5) 全球大洋70%的陆源物质源于西太平洋大陆边缘,对亚洲大陆边缘的物质扩散与运输系统的研究极为重要。

(6) 世界工业革命以来,大气 CO_2 由280毫升/立方米增加到384毫升/立方米,海洋pH从8.2降至8.1。预测21世纪末海洋pH将再下降0.3~0.5。全球大洋正面临酸化对生物多样性及其生态系统的重大危机,海洋酸化成为重大研究问题。

(7) 大洋传送带与大尺度环流研究,包括南太平洋环流的增强与低纬度过程的关系、北太平洋深层水的产生与北大西洋深层水的联系以及效应、高纬度与低纬度生物地球化学过程的耦合等问题。

(8) 在全球变化中极地是最敏感的地区,如南极臭氧空洞、南极冰盖崩裂、北极海冰消融、表面热能量与质量平衡、生物种群急剧减少、生态环境变化和资源开发利用等,是当今各国关注的重大研究课题。

(9) 深海大洋是地球上未被认知和开发的最后疆域,国际海底区域在海洋中具有独特的政治法律地位,拥有多样性的生物资源和多金属矿产、含稀土金属软泥资源等,如何争取海洋空间权益,成为世界各国关注的问题。

(10) 人类面临的四大问题——食物、水、碳、健康,如何理解海洋在地球系统中的作用以及对人类生存和发展所起的作用,成为至关重要的科学问题。海洋是解决人类社会人口、资源、环境三大困境出路最现实的途径,解决人类第二个生存空间,就要通过重返海洋的科学技术方法,特别是探测深海大洋的高新技术及相关装备。

进入 21 世纪以来,在地球科学领域开始广泛应用高新技术,陆地和海洋地质调查研究的广度与深度也在不断扩大加深。国内一些重大项目和国际性地学重大计划的实施,促进了地球科学的发展,并取得了一系列重大科技成果。

当今地球领域的探测、勘查和钻探,从天基、陆基、岸基、水下和海床基的观测平台共同构成了人类对地球表层、地壳浅中层和深部的立体式观测。

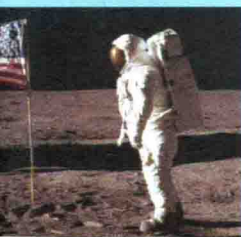
当今科学技术发展有两大趋势特征:一是从定性到定量研究的深化;二是多学科的交叉融合。前者显示了数学方法的基础性,后者表明了系统思想的关键性。作为逻辑性推理与定量研究的关键工具,数学、信息和大数据深刻影响着当今世界科技的发展。自然科学的各个学科都在广泛应用高新技术探测研究对象,去揭示物质(体)的客观规律性,在天(体)、地(球)、生(物)三大领域中取得了一系列重大的发现与突破。

为向社会公众和青少年普及地球科学知识,“全国海洋资源与环境科学传播团队”综合近十年来国内外地球科学调查研究的新发现、新进展、新突破的科技成果,编撰了这部地学科普书,全书包括“上天篇”“入地篇”“下海篇”“登极篇”四大篇章。为普及科学知识,提高社会公众的科学意识,使大家了解“上天、入地、下海、登极”的科学意义和在国民经济建设中的重要作用,尽我们的绵薄之力。

本书由团队成员分别收集资料,莫杰主笔编撰,张训华、莫杰统稿,王蛟、叶思源、孟庆国校稿;前青岛海洋地质研究所所长刘守全研究员审稿,赵辉帮助录入编排。本书得到青岛海洋科学与技术国家实验室“海洋矿产资源评价与探测技术功能实验室”常务副主任肖国林研究员的大力支持,在此深表谢意。由于水平所限,书中难免会有错漏或不当之处,请读者不吝指正。

上天篇

一、在茫茫宇宙中追寻灿烂星空	3
(一) 飞向深空	3
(二) 空间实验	3
(三) 探测火星	4
二、我国实现飞天梦	5
(一) 神舟载人飞船飞向太空	5
(二) 嫦娥三号和“玉兔”号月球车	7
(三) 天宫二号 / 嫦娥四号、嫦娥五号	10
(四) 月宫一号乘员出舱	11
(五) 我国空间站	12
(六) 探索宇宙之谜	13
(七) 探测器要去火星	14
(八) 2020 年发射火星无人探测器 / 2030 年有望登月	14
三、人类登月第一人	16
(一) 登月脚印千年留存	16
(二) 人类太空探索大事记	17
四、人类进入太空 50 多年	19
(一) 成就: 开创了太空时代	19
(二) 挫败: 22 名宇航员丧生	19



(三) 未来:多国太空计划	20
(四) 临终:挂念家人	21
(五) 争议:人类是否有必要上太空	21

五、月球“芳龄”43.6 亿年

(一) 最新研究成果	22
(二) 测试结果的可信度	23
(三) 月球无火山之谜	23
(四) 中国编制首幅月球地质图	24
(五) 月球有丰富的宝藏	26

六、美国“好奇”号在火星上发现了什么

(一) 有黏土矿物迹象	27
(二) 土壤样本含有碳的迹象	27
(三) 大气中微量水蒸气和极微量甲烷	27
(四) 首次计划带火星岩土回地球	28

七、探寻外星生命路漫漫

(一) 神秘电波来自何方	29
(二) 发现外星飞船残骸	29
(三) 陨石坠落引起爆炸	30
(四) 神秘电波来自 1000 光年外	30
(五) 向太空发出“回应信号”	31
(六) 探寻外星生命有希望吗	31
(七) 神秘的 UFO	31

八、人类将造访火星

(一) 20 年后人类将登陆火星吗	33
(二) 登陆火星的难题	34
(三) 着陆考察任务	35
(四) 火星表面存在冰冻水	36
(五) 火星上还发现些什么	36
(六) 火星可能足以支持生命	37
(七) 30 年后地球人进驻火星	38
(八) 火星探测器踏上发现之旅	39
(九) 火星和月球是深空探测的焦点	40

(十) 美国为登陆火星测试“飞碟”	41
(十一) 俄欧探测器将登上火星	41
(十二) 印度探测器接近火星	42
九、探测宇宙深空	43
(一) 恒星宜居带首现地球“堂兄弟”	43
(二) 寻找外星生命	44
(三) “开普勒”发现系外行星	45
(四) 人类探测器首次登陆彗星	46
(五) “罗塞塔”探测器入彗星轨道	47
(六) “新视野”号拍到冥王星照片	47
(七) NASA 发现“另一个地球”	48
(八) “朱诺”号将揭木星“面纱”	49
(九) 超级天眼 FAST	50
(十) 美探测器启程	51
十、宇宙 3D 图·宜居行星	52
(一) 最大宇宙 3D 图	52
(二) 5 颗有潜在生命的宜居行星	52
(三) 霍金眼中的“第二地球”	53
(四) 霍金的“突破射星”计划	54
(五) “激光飞船”尚属科幻	54
(六) 未来人类将去哪里	55
入地篇	
十一、当今地球科学发展趋势	61
(一) 地球科学发展趋势	61
(二) 美国地球科学远景报告解读	64
(三) 21 世纪地球科学十大挑战难题	66
(四) 美国地质调查研究在关注什么	67
(五) 美国地质调查局的科学新观	71
(六) 当今地学调查研究发展新趋势	73
十二、探测地球深部奥秘	75
(一) 中国“入地计划”拉开序幕	75

(二) 我国深部探测研究获重要发现	76
(三) 我国深部探测研究取得突破性成果	77
(四) 我国地球深部探测技术与实验研究取得新成果	78
(五) 美科学家揭开地核奥秘	82
(六) 科学家设想向地心“发射”探测器	83
(七) 美国发现最大的地球磁场裂口	84
(八) 科学家拟“钻透”50 万年地质史	85
(九) “雪地地球”假说有了新证据	86
(十) 澳大利亚发现最古老化石	86
(十一) 我国新发现的两个陨石撞击坑	88
(十二) 地球氧气出现时间或提前 10 亿年	89
(十三) 地球早期氧气突然增多之谜	89
(十四) 世界最大陨石坑群 / 撞击区	90
十三、地球生命起源	92
(一) 生命起源探索之路	92
(二) 澳大利亚发现最早生命摇篮	99
(三) 地球“冷水浴”生命大爆发	100
(四) 42 亿岁钻石将地球生命提早 7 亿年	101
(五) 地球生命或来自太空	102
(六) 生命起源于湖泊还是海洋	102
(七) 地球早期氧气突然增多之谜	103
(八) 美国科学家预测地球将重返超级大陆	104
十四、地质调查与矿产资源	105
(一) 国际地层委员会认定第四纪时限	105
(二) 我国地学研究的 8 个重大问题	107
(三) 我国 10 年国土资源大调查成果斐然	107
(四) 我国发现国内最大的世界级铀矿	109
(五) 我国新发现大中型矿产地 398 处	110
十五、陆地油气资源	111
(一) 我国油气资源家底知多少	111
(二) 我国能源发展战略	112
(三) 近期我国新发现的五大天然气田	113