

科技部创新方法工作专项(项目编号: 2015IM050200 )

10000个

科学难题

10000 Selected Problems in Sciences

海洋科学卷

*Ocean Science*

“10000 个科学难题”海洋科学编委会



科学出版社

科技部创新方法工作专项（项目编号：2015IM050200）

# 10000 个科学难题

10000 Selected Problems in Sciences

海洋科学卷  
Ocean Science

“10000 个科学难题”海洋科学编委会

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书是《10000个科学难题》中的一卷，也是相对独立的专业书。书中介绍了海洋科学领域各个学科的重要科学难题，包含了国内外最新科学进展及学科前沿内容，对于了解海洋科学的未解之谜、启发学者的创新性探索，开启未来的研究方向有重要价值。全书内容新颖，撰写深入浅出，充分考虑了非本专业的人员能够读懂，有利于获取学科交叉的知识，适合于科研人员、研究生、大学生学习使用，也适合有兴趣的高中生选读。

### 图书在版编目(CIP)数据

10000个科学难题. 海洋科学卷/《10000个科学难题》海洋科学编委会.  
—北京: 科学出版社, 2018.4

ISBN 978-7-03-057087-1

I. ①1… II. ①1… III. ①自然科学—普及读物②海洋学—普及读物  
IV. ①N49②P7-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018) 第 062950 号

责任编辑: 万 峰 朱海燕 / 责任校对: 韩 杨  
责任印制: 肖 兴 / 封面设计: 北京图阅盛世文化传媒有限公司

**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

\*

2018 年 4 月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2018 年 4 月第一次印刷 印张: 74 3/4

字数: 1 500 000

定价: 598.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

## “10000 个科学难题”征集活动领导小组名单

组 长 杜占元 黄 卫 张 涛 高瑞平

副组长 赵沁平

成 员 (以姓氏拼音为序)

雷朝滋 秦 勇 王长锐 王敬泽 徐忠波 叶玉江

张晓原 郑永和

## “10000 个科学难题”征集活动领导小组办公室名单

主 任 李 楠

成 员 (以姓氏拼音为序)

刘 权 裴志永 沈文京 王振宇 鄢德平 朱小萍

## “10000 个科学难题”征集活动专家指导委员会名单

主 任 赵沁平 钟 掘 刘燕华

副主任 李家洋 赵忠贤 孙鸿烈

委 员 (以姓氏拼音为序)

白以龙 陈洪渊 陈佳洱 程国栋 崔尔杰 冯守华

冯宗炜 符淙斌 葛墨林 郝吉明 贺福初 贺贤土

黄荣辉 金鉴明 李 灿 李培根 林国强 林其谁

刘嘉麒 马宗晋 倪维斗 欧阳自远 强伯勤 田中群

汪品先 王 浩 王静康 王占国 王众托 吴常信

吴良镛 夏建白 项海帆 徐建中 杨 乐 张继平

张亚平 张 泽 郑南宁 郑树森 周炳琨 周秀骥

朱作言 左铁镞

# “10000 个科学难题”征集活动海洋科学编委会名单

主 任 管华诗

常务副主任 赵进平

副 主 任 吴立新 穆 穆 戴民汉 焦念志 翦知湓  
秦大河 孟 伟

编 委 (按姓氏拼音排序)

包振民	蔡树群	陈建芳	陈 敏	陈显尧
丁平兴	杜 岩	端义宏	段晚锁	高会旺
管长龙	黄邦钦	黄 菲	雷小途	李广雪
李三忠	李铁刚	李永祺	刘秦玉	刘素美
刘征宇	罗德海	马德毅	邵宗泽	时 钟
宋金明	宋微波	孙 松	田纪伟	田永军
汪 岷	王大志	王东晓	王 凡	王桂华
王旭晨	王震宇	魏泽勋	肖 湘	效存德
谢尚平	徐景平	杨桂朋	杨守业	杨作升
殷克东	俞志明	曾志刚	张 经	张 偲
赵美训	周名江	左军成		

## 《10000 个科学难题》序

爱因斯坦曾经说过“提出一个问题往往比解决一个问题更为重要”。在许多科学家眼里，科学难题正是科学进步的阶梯。1900年8月德国著名数学家希尔伯特在巴黎召开的世界数学家大会上提出了23个数学难题。在过去的100多年里，希尔伯特的23个问题激发了众多数学家的热情，引导了数学研究的方向，对数学发展产生的影响难以估量。

其后，许多自然科学领域的科学家们陆续提出了各自学科的科学难题。2000年初，美国克雷数学研究所选定了7个“千禧年大奖难题”，并设立基金，推动解决这几个对数学发展具有重大意义的难题。十多年前，中国科学院编辑了《21世纪100个交叉科学难题》，在宇宙起源、物质结构、生命起源和智力起源四大探索方向上提出和整理了100个科学难题，吸引了不少人的关注。

科学发展的动力来自两个方面：一个是社会发展的需求；另一个就是人类探索未知世界的激情。随着一个又一个科学难题的解决，科学技术不断登上新的台阶，推动着人类社会的发展。与此同时，新的科学难题也如雨后春笋，不断从新的土壤破土而出。一个公认的科学难题本身就是科学研究的结果，同时也是开启新未知大门的密码。

《国家创新驱动发展战略纲要》指出，科技创新是提高社会生产力和综合国力的战略支撑。我们要深入实施创新驱动发展战略，培养创新人才，建设创新型国家，增强原始创新能力，实现我国科研由跟跑向并跑、领跑转变。近日，为贯彻落实《国家创新驱动发展战略纲要》，加快推动基础研究发展，科学技术部联合教育部、中国科学院、国家自然科学基金委员会共同制定了《“十三五”国家基础研究专项规划》，规划指出：基础研究是整个科学体系的源头，是所有技术问题的总机关。一个国家基础科学研究的深度和广度，决定着这个国家原始创新的动力和活力。这再次强调了基础研究的重要作用。

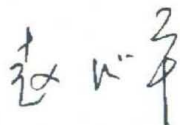
正是为了引导科学家们从源头上解决科学问题，激励青年才俊立志基础科学研究，教育部、科学技术部、中国科学院和国家自然科学基金委员会决定联合开展“10000个科学难题”征集活动，系统归纳、整理和汇集目前尚未解决的科学难题。根据活动的总体安排，首先在数学、物理学和化学三个学科试行，根据试行的情况和积累的经验，再陆续启动了天文学、地球科学、生物学、农学、医学、信息科学、海洋科学、交通运输科学和制造科学等学科领域的难题征集活动。

征集活动成立了领导小组、领导小组办公室，以及由国内著名专家组成的专家指导委员会和编辑委员会。领导小组办公室遴选有关高校、科研院所或相关单

位作为承办单位，负责整个征集工作的组织领导，公开面向高等学校、科研院所、学术机构以及全社会征集科学难题；编辑委员会讨论、提出和组织撰写骨干问题，并对征集到的科学问题进行严格遴选；领导小组和专家指导委员会最后进行审核并出版《10000 个科学难题》系列丛书。这些难题汇集了科学家们的知识和智慧，凝聚了参与编写的科技工作者的心血，也体现了他们的学术风尚和科学责任。

开展“10000 个科学难题”征集活动是一次大规模的科学问题梳理工作，把尚未解决的科学难题分学科整理汇集起来，呈现在人们面前，有利于加强对基础科学研究的引导，有利于激发我国科技人员，特别是广大博士、硕士研究生探索未知、摘取科学明珠的激情，而这正是我国目前基础科学研究所需要的。此外，深入浅出地宣传这些科学难题的由来和已有过的解决尝试，也是一种科学普及活动，有利于引导我国青少年从小树立献身科学，做出重大科学贡献的理想。

分学科领域大规模开展“10000 个科学难题”征集活动在我国还是第一次，难免存在疏漏和不足，希望广大科技工作者和社会各界继续支持这项工作。更希望我国专家学者，特别是青年科研人员持之以恒地解决这些科学难题，开启未知的大门，将这些科学明珠摘取到我国科学家手中。



2017 年 7 月

## 序

呈现在读者面前的《10000个科学难题·海洋科学卷》，用1100多页、150万余字的篇幅，介绍了经过反复研讨选定的274个难题。中国海洋大学老校长管华诗院士亲自担任主编，赵进平教授担任常务副主编，聘请了活跃在海洋科学研究一线的62位国内外知名专家学者组成编委会，动员了数百名活跃在海洋科学研究第一线的学者，历时两年多，终于如期奉献出这一凝聚着众多学者心血和智慧的作品。

海洋科学的研究对象是占地球表面71%的海洋，包括海水、溶解和悬浮于海水中的物质、生活于海洋中的生物、海底沉积和海底岩石圈，以及海面上的大气边界层和河口海岸带。海洋科学的知识体系主要包括三个方面：一是基础性的分支学科知识体系，包括物理海洋学、化学海洋学、生物海洋学、海洋地质学、环境海洋学、海气相互作用以及区域海洋学等；二是涉及应用与技术研究层面的知识，包括海洋地球物理学、卫星海洋学、渔业海洋学、军事海洋学、海洋声学、海洋光学、海洋遥感探测技术、海洋生物技术、海洋环境预报以及工程环境海洋学等；三是与海洋资源管理与开发有关的知识，包括海洋资源、海洋环境功能区划、海洋法学、海域管理等。

海洋科学是一级学科，包括物理海洋学、海洋化学、海洋生物学与生物海洋学、海洋地质学和海洋技术5个二级学科。但海洋科学是一门综合性很强的学科，目前已经发展成为一个相当庞大的知识体系，在学科分化越来越细的同时，学科的综合化趋势也越来越明显，海洋科学各分支学科之间、海洋科学同其他科学门类之间相互渗透、相互影响，不断产生新的边缘学科和研究方向。海洋连通全球，海洋科学是一门基于观测的科学，正因为此，几乎所有的海洋科学研究的重大进展都与新的观测技术和方法的突破有关，与全球范围的重大国际合作科学计划的实施有关。目前对海洋基础科学问题的研究，主要聚焦在海洋在气候系统中的作用、海洋的储碳能力、海洋酸化、海洋生态系统与生物多样性的变化、海底资源开发、海洋灾害预测、海洋能开发利用、海洋长期观测与预测等方面。

海洋科学的综合性、交叉性，决定了任何一个海洋科学的重要问题，都难以简单地归属到一个二级学科中。但是考虑到便于读者把握海洋科学知识体系的整体框架，本书按照问题的“重心”不同，还是将所有难题分别归类到物理海洋学、海洋气象学、海洋化学、生物海洋学、海洋地质学、区域海洋学、海洋生态与环境、海洋与全球变化等8个研究领域。其中，前5个是海洋科学的二级学科，后3个是海洋的重要应用领域。



打开本书，一个个引人入胜的问题扑面而来。热盐环流与海洋“热机”、涡旋与内波、海浪白冠破碎与海气通量，这些海洋科学中的最基础的问题还有许多等待破解的谜团。ENSO（厄尔尼诺—南方涛动）与气候变化、上升流、渔业资源有怎样的关系？全球变暖与极端天气气候事件发生、海洋生物多样性减少、海洋生态系统变化、海平面上升有什么关系？神秘的深海生物蕴含着怎样的生命奥秘？我们知之甚少的海洋微生物像一只无形的手，操控着生源要素的生物地球化学循环和海洋生态系统的变化，许多问题都悬而未决甚至一无所知。温室气体、海洋酸化、低氧、固氮、海底地下水排放、海洋生物泵，它们的产生或运转机制是什么？与近海赤潮、绿潮、水母等频频爆发的生态灾害是什么关系？对海洋生态系统的长期影响是什么？海洋会回到“水母时代”吗？北极海冰融化对全球气候、生态系统有什么影响？为什么南极海冰不减反增？海洋牧场建设存在生态风险吗？海洋微塑料、人工纳米材料对海洋环境和生态系统的风险是什么？等等。这些问题，无一不是事关人类可持续发展的重大科学问题。而暖池与冷舌、印度洋偶极子、电容器效应、风暴轴、大气河、海底滑坡、海底风暴、峡谷、岛弧、辐射沙脊群、黄海冷水团，这些名称本身就引人入胜，激发起人们探索其奥秘的欲望。

作为本项目的负责人，当我浏览书稿、随手拈来其中的一部分问题并将它们“归类”集中在一起时，不禁为这 274 个问题的丰富和生动而震撼，相信也会引起读者的兴趣乃至共鸣。我认为，本书从一个侧面反映了我国海洋科学研究的最新风貌，提出了最新的深入思考，既有“登高望远”，又有“探幽入微”，对从事海洋科学研究的青年学生、特别是对在读研究生会有极大的帮助，也会对海洋科技工作者整体把握海洋科学研究状况和深入了解某一科学问题大有裨益，还会吸引更多的其他领域的科技工作者、特别是青年学者投身充满魅力的海洋科学研究。

值此本书出版之际，谨向所有为本书问世奉献智慧、做出努力的专家学者和同事们表示敬意和谢忱。

《10000 个科学难题·海洋科学卷》编纂项目负责人

中国海洋大学校长 

2017 年 10 月 6 日

# 前 言


海洋是地球环境的重要组成部分，伴随着地球一起形成并存在至今。海洋是地球上生命的摇篮，进化出世上万物，孕育着无数生命。海水是千万年来形成的水体，溶解着地球上最基础的组分。海洋中有各种各样的物质，随着海水运动到达海洋的各个角落。海底的沉积层是海洋的年轮，记录着古往今来的秘密。海水每时每刻都处于无休止的运动之中，有时狂暴，有时静谧。无边无际的海洋蕴藏着很多孩童的美丽梦幻，饱含着祖先对茫茫沧海的苦涩与无奈，记忆着英雄辈出的伟大历史，承载着人类发展的无限需求。

我国是海洋大国，有 300 万  $\text{km}^2$  的管辖海域，有 60% 的人口生活在沿海省份。海洋是连接我国与世界各国的纽带，“海上丝绸之路”曾经传播了中华文明，推动了世界经济的发展。海洋与我国的社会经济发展有密切联系：海洋渔业和养殖业是人类重要的食物来源；海洋船舶是人类走向海洋的现代化工具；海洋运输是人类物质流通的主要渠道；海洋工程是人类利用海洋、保护人类自身的重要手段；海洋环境关乎人类生存，对于社会发展至关重要；海洋旅游是人类休闲娱乐的宽广领域。随着全球化过程的加强，我国的目光更加高远，看到了我国对海洋正在形成的日益增大的需求和权益，看到了海洋对我国国运乃至地球前途的无比重要性，我国科学界加强了对全球海洋、深远海、南北极的探索，并提出“透明海洋”的战略构想，大大提高了对海洋的探索速度。

海洋让人向往，让人迷恋，而一旦探索海洋科学，最为真实的感觉就是“咫尺天涯”，看得见摸得着的大海虽然近在咫尺，可是海洋科学宽广内涵让人望而却步。海洋科学涉及水圈、岩石圈、生物圈三大圈层，是物理学、化学、地质学、生物学的综合学科，其涵载的知识量也是一个浩瀚的大海，无边无际。海洋科学是密切结合实际的科学，在社会发展中有无法替代的地位。当我们置身于经济和社会发展的领域，就会更加深刻地体会海洋科学的重要性，因为海洋科学的每一个进步都会使社会迈出新的发展步伐。然而海洋科学起步晚，至今尚有大量的问题没有得到解决。当我们还在为海洋科学而苦苦求索时，海洋的环境正在逐步恶化，海洋科学的发展已经滞后于社会发展的需要。正因为如此，海洋也是一座科学的宝库，有广阔的探索空间。海洋尺度巨大，环境恶劣，探测困难，探索海洋需要发展先进的技术和大量的资金投入。国家的有识之士认识到，只有发展海洋科学，才能走上充分认识海洋、科学利用资源、保护海洋环境、保障国家安全的可持续发展道路，才能使海洋最大限度地成为人类的发展空间。

了解海洋科学知识，探索海洋的奥妙，是海洋科学家的重要使命。海洋科学

中有很多未解之谜，掩藏着海洋科学中的瑰宝。本书汇编的海洋科学难题，就是这些未解之谜的一部分，可以帮助读者在浩如烟海的海洋科学领域中找到最核心的科学问题，并了解这些问题的内涵，发现自己的兴趣点。本书经历了长达两年多的编撰过程，我国各个领域的主要海洋学家大都参加了难题的编写。难题的选题内容经过深思熟虑的酝酿和交叉审查，难题稿件都经过反复修改和完善，确保这些难题在科学上的准确性和从读者角度的可读性。我们深切希望本书的问世将对立志海洋科学的学生起到引领作用，对海洋领域的年轻科学家拓展知识面、了解相邻学科的发展起到促进作用，对激励更多的人投身海洋科学起到推动作用。限于篇幅，本书不可能穷尽所有的科学难题，只能指出海洋科学各个方向的一些关键要点和难点，引领读者自己的海洋探索之旅。希望本书成为浩瀚的海洋科学中的一叶扁舟，和热爱海洋科学的人一起去寻找自己的航线。

中国工程院院士 

2017年10月6日

# 目 录

《10000 个科学难题》序

序

前言

## 物理海洋学

海洋拉格朗日拟序结构·····	詹海刚 黄高龙	(3)
能否构建统一的方程组来描述海洋多运动形态及其相互作用? ·····		
·····	王如云 戴德君	(8)
天文引潮力的长期变率对海洋混合强度及地球气候系统的影响 ·····		
·····	彭世球 陈淑敏	(11)
潮龄的产生机理·····	方国洪 徐晓庆 魏泽勋	(14)
风生环流与热盐环流有何联系? ·····	林霄沛 杨俊超 吴宝兰	(18)
深海热盐翻转环流的时间尺度由什么决定? ·····	谢 强	(21)
深渊环流是深海热盐环流的一部分吗? ·····	谢 强	(25)
究竟是什么力量使大洋热盐环流绕地球流动? ·····	管玉平	(29)
深海环流的高频变化及机理·····	王桂华	(32)
海洋盐度在全球水循环中的作用·····	王 鑫	(35)
海底热液喷发诱导的海水混合·····	董昌明 高晓倩	(39)
海洋涡旋在潜沉与浮露过程中的作用·····	许丽晓 刘秦玉	(43)
内孤立波形成机制与预测·····	黄晓冬	(46)
海洋中尺度涡旋与内孤立波的相互作用·····	谢皆烁 蔡树群	(50)
海洋中小尺度过程及其能量串级机制与效应·····	刘志宇 林宏阳	(54)
什么因素控制地中海涡的旋转和移动? ·····	赵进平	(58)
海洋次中尺度过程对大尺度过程的反馈及参数化·····	彭世球 钱钰坤	(62)
海浪如何影响海气通量? ·····	赵栋梁	(65)
白冠破碎所耗散的海浪能量去哪儿了? ·····	管长龙	(70)
吕宋深水溢流的季节信号来源·····	兰 健	(72)
浅海水体如何从夏季高度层化转变为冬季充分混合? ·····	杨作升	(76)
裂流的触发机制及其精确预报·····	李志强	(80)
台风过程中, 上层海洋如何响应? ·····	张书文	(84)

热压效应对深对流的贡献究竟有多大? .....赵进平 (87)

印度洋东部赤道上升流的来源和气候效应 .....陈更新 王东晓 (90)

混合层动力学问题 .....李国敬 王东晓 (94)

### 海洋气象学

海气界面间的淡水通量强迫和海洋生物引发的加热效应对厄尔尼诺-南方涛动的  
调制影响 .....张荣华 高川 任宏利 (101)

海洋动力反馈过程和热带不稳定波对 ENSO 发生发展的影响机理 .....  
.....任宏利 张荣华 (106)

ENSO 多样性的机理和预测问题 .....王鑫 李春 (112)

如何构造 ENSO 集合预报的非线性海气耦合初始扰动? .....段晚锁 霍振华 (117)

ENSO 事件发生“春季预报障碍”现象的原因和机理 .....  
.....穆穆 段晚锁 徐辉 (122)

热带太平洋-印度洋的目标观测及其在提高 ENSO 和 IOD 预报技巧中的作用 .....  
.....穆穆 段晚锁 陈大可 于卫东 (126)

热带太平洋暖池-冷舌系统如何和在多大程度上响应及影响不同尺度气候变异?  
.....王凡 李元龙 刘传玉 (131)

海气相互作用对 MJO 形成和传播的影响 .....Tim Li (137)

导致印度洋偶极子冬季预报障碍的原因是什么? .....冯蓉 唐佑民 (140)

印度洋偶极子的动力学机制和预测 .....郑小童 李根 (144)

印度洋-西太平洋的区域电容器效应 .....杜岩 胡开明 (148)

大气瞬变涡旋反馈在中纬度海洋影响大气异常中的作用 .....房佳蓓 (152)

北大西洋海表温度异常如何影响北大西洋涛动? .....宋洁 (156)

湾流和黑潮延伸体地区的海温异常对北半球阻塞的影响 .....罗德海 (160)

北极海冰的快速融化如何影响中纬度天气气候的异常变化? ...黄菲 王砚硕 (165)

冬季北极增暖对中纬度大气环流及欧亚极寒天气的影响 .....姚遥 宫婷婷 (170)

海洋热力强迫与中高纬大气环流持续异常: 风暴轴和大气河的作用 .....任雪娟 (174)

海温增暖对台风生成频数和强度的影响 .....李永平 雷小途 (177)

台风群发的成因 .....占瑞芬 汤杰 雷小途 (180)

台风海气界面过程和物理机制 .....端义宏 李青青 (184)

近岸海-陆-气相互作用对登陆台风风雨的影响机制 .....端义宏 李青青 (188)

为什么地球上平均每年出现大约 80 多个热带气旋? .....吴立广 (192)

海表面温度锋对海洋大气边界层的强迫机理 .....张苏平 (196)

黄东海海洋大气边界层对海洋性低云/海雾的影响及反馈作用 .....张苏平 (199)

- 影响海上亚微米气溶胶生成的关键海洋和大气过程 ..... 盛立芳 周 杨 (203)
- 陆源气溶胶传输与沉降对海气交换的影响 ..... 王文彩 周 杨 (207)
- 亚洲大气污染物向海洋输送对太平洋气候的影响 ..... 胡 敏 李梦仁 (210)

## 海 洋 化 学

- 为什么一些边缘海向大气释放  $\text{CO}_2$  而另一些吸收大气  $\text{CO}_2$ ? ... 戴民汉 曹知勉 (217)
- 低分子量有机酸类物质如何影响近海二氧化碳体系? ..... 丁海兵 (221)
- 为什么大洋深层溶解有机碳的浓度较恒定且具有相近的稳定碳同位素值? .....  
..... 王旭晨 (225)
- 为什么在过饱和的海洋浅层碳酸钙会溶解? ..... 曹知勉 戴民汉 (230)
- 海洋中的氮收支是否处于平衡状态? ..... 辛 宇 刘素美 (235)
- 海洋氧化亚氮分布规律与控制机制是什么? ..... 万显会 高树基 (241)
- 氧化性的水体中是否存在  $\text{N}_2$  移除? ..... 宋国栋 刘素美 (246)
- 上升流影响区固氮与非固氮生物对无机氮的利用有何空间分布规律? .....  
..... 张 润 陈 敏 (250)
- 固氮所引入的氮素及其迁移的时空变化规律 ..... 卢阳阳 高树基 (254)
- 海洋溶解有机氮的组分、活性、源汇过程 ..... 徐 敏 高树基 (258)
- 大洋中第一亚硝酸盐最大值(PNM)的形成机制: 是氮氧化, 还是浮游植物释放?  
..... 王保栋 (263)
- 如何示踪和反演现今和过去的海洋生物泵? .....  
..... 陈建芳 唐甜甜 周宽波 李宏亮 (267)
- 光化学反应如何影响海洋有机物的降解和转化过程? ..... 张洪海 杨桂朋 (271)
- 为什么海洋中的黏土颗粒物对有机物起保护作用? ..... 王旭晨 (275)
- 如何定量河口近岸海区的再悬浮过程 ..... 陈蔚芳 (279)
- 颗粒物化学组成对海水中钷-230 和钷-231 的分馏作用 ..... 陈 敏 杨伟锋 (283)
- 钷稳定同位素能否示踪营养盐循环和生物生产力? ..... 曹知勉 (287)
- 为什么在中低纬度太平洋 2~3 千米水深处出现  $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$  和  $^{239}\text{Pu}/^{137}\text{Cs}$  的极大值?  
..... 谢腾祥 (292)
- 调控海洋中 Redfield 比值保持基本恒定的主要因子有哪些? ... 宋国栋 刘素美 (296)
- 海洋浮游植物吸收利用与化学手段测定的营养盐之差异 ..... 宋国栋 刘素美 (300)
- 海洋中的磷酸酯与麟酸酯能被真核浮游植物所利用吗? ..... 林 昕 林森杰 (304)
- 海洋微量元素的形态变化及其生态影响 ..... 张雪莲 王德利 (309)
- 海洋大气化学一些关键过程假设如何验证? ..... 陈立奇 (313)
- 海洋生源活性气体海-气排放通量的不确定性 ..... 杨桂朋 张洪海 丁海兵 (317)

什么过程控制河流中溶解无机碳的浓度和年龄? ..... 王旭晨 (322)

为什么河流中溶解态黑碳的 <sup>14</sup>C 年龄比海洋的要年轻? ..... 王旭晨 (327)

地下河口对海洋的影响 ..... 王桂芝 (332)

海底地下水对近海生源要素循环过程的影响 ..... 杜金洲 (336)

近海沉积物-水界面物质交换的过程、机制与通量 ..... 蔡平河 (340)

海洋酸化及其生态效应 ..... 张远辉 (345)

### 生物海洋学

地球生命起源于深海吗? 又是如何起源的呢? ..... 邵宗泽 (353)

海洋生物的物种灭绝速率在加快吗? ..... 刘胜浩 张朝晖 (357)

海-陆交汇对单细胞真核生物的生存与进化带来的机会和挑战 ..... 林晓凤 (361)

海洋中有哪些病毒? ..... 蔡兰兰 张 锐 (365)

海洋古菌在“极端”环境中是如何生存的? ..... 张传伦 谢 伟 (369)

海洋微生物如何适应水压变化 ..... 闫文凯 肖 湘 (373)

微生物在海洋弱光层有机物再矿化中的作用如何? ... 谢彰先 孔玲芬 王大志 (377)

海底热液区特殊生态系统的演替 ..... 曾 湘 邵宗泽 (383)

深海热液口无脊椎动物与化能自养微生物是如何互利共生的? .....  
..... 姜丽晶 邵宗泽 (387)

深海溶解有机碳库是怎样形成的? ..... 王南南 焦念志 (391)

微生物如何影响海洋活性氮库变化? ..... 党宏月 (396)

海洋化能自养微生物的固碳作用机理及对其他元素循环的作用 ..... 党宏月 (400)

海洋微型生物胞外代谢物在海洋储碳中的作用 ..... 张子莲 (404)

微型生物在海洋储碳过程中发挥怎样的作用? ..... 张 飞 焦念志 (408)

海洋生物固氮受何控制及其如何响应全球变化? ..... 罗亚威 陈 楚 (412)

丰富却多态性不明的 SAR11 细菌在海洋碳循环中扮演的角色之谜 .....  
..... 谢彰先 王大志 (416)

原生生物在深海水体生态系统中的生态学功能 ..... 徐大鹏 (421)

深海生物圈的能量供给从何而来? ..... 张 瑶 汤 凯 (425)

海洋中微型食物网变化的“蝴蝶效应” ..... 姜 勇 (429)

海洋光合生物如何实现多分支进化 ..... 郑 强 刘燕婷 (432)

海洋光合自养生物与其共栖微生物的互利共生 ..... 郑 强 谢 睿 (436)

海洋浮游植物藻华形成和衰亡的内因是什么? ..... 张 浩 张树峰 王大志 (440)

为什么原绿球藻是海洋中数量最多的光合生物 ..... 严 威 焦念志 (444)

低等的甲藻为什么具有超过人类的庞大基因组? ..... 张树峰 张 浩 王大志 (449)

- 海洋聚球藻是如何适应多样的海洋环境的? .....徐永乐 (454)
- 浮游生物小型化趋势的驱动机制是什么? .....宋星宇 (459)
- 海洋浮游植物多样性与群落形成机制 .....龚 骏 (464)
- 生物介导的氧化还原过程是如何在根本上影响海洋物质循环和生态系统功能的?  
.....党宏月 (469)
- 沙丁鱼和鲱鱼等小型中上层鱼类的资源量为什么变动巨大? .....田永军 (474)
- 鲸落——“踏脚石假说”能否解释深海热泉生物的扩布? .....徐奎栋 (480)
- 鱼类对厄尔尼诺等气候变化是怎样响应的? .....田永军 (485)
- 如何从耳石中获取鱼类生活史信息? .....叶振江 张 弛 (490)
- 捕捞能引起鱼类进化吗? .....孙 鹏 梁振林 (494)
- 捕捞活动是否对海洋渔业资源及生态系统产生影响? .....于华明 于海庆 (498)
- 中国近海渔业资源的长期变动规律及其与浮游动物的关系如何 .....刘光兴 (502)

## 海洋地质学

- 人类活动是否已开启了“人新世”新纪元 .....范代读 (509)
- 海平面升降如何影响三角洲的溯源堆积和侵蚀? .....戴志军 楼亚颖 (514)
- 影响河口海床周期性冲淤规律的主要因素 .....戴志军 汪亚平 楼亚颖 (517)
- 河流体系演化过程如何影响大陆边缘的沉积与物质循环? .....  
.....杨守业 毕 磊 郭玉龙 李 超 (521)
- 海滩近岸带多尺度地貌动力过程 .....李志强 (525)
- 中国东部海域泥质区是如何形成的? .....李 倩 李广雪 (529)
- 海底滑坡能预测吗? .....丁大林 李广雪 (533)
- 海底峡谷的成因与演化之谜 .....徐景平 (537)
- 为什么大陆坡的坡度多在 $2^{\circ}\sim 4^{\circ}$ 之间? .....徐景平 (540)
- 海底沉积物波的成因之争 .....姜 涛 (543)
- “海底沉积物风暴”如何爆发? .....赵玉龙 (547)
- 如何寻找判别沉积物来源的“DNA”指标 .....杨守业 邓 凯 李 超 郭玉龙 (551)
- 洋中脊生长速率和拓展方式的差异受什么控制? .....索艳慧 李三忠 (555)
- 太平洋板块俯冲后撤如何影响东亚陆缘资源分布-环境变化? .....  
.....索艳慧 李三忠 (560)
- 什么因素决定了边缘海盆地之间的差异? .....刘 鑫 李三忠 (565)
- 俯冲带大地震和岛弧火山喷发的触发因素 .....刘 鑫 李三忠 (568)
- 大洋板块俯冲如何导致稳定克拉通破坏? .....王永明 李三忠 (572)



俯冲或深部动力过程如何控制中国东部台阶式地形? .....	王永明	李三忠	(576)
洋壳与陆壳如何过渡? .....	郭玲莉	李三忠	(580)
俯冲隧道中发生了什么? .....	赵淑娟	李三忠	(584)
洋陆转换带的深部结构及地质属性 .....	丁巍伟	李家彪	任建业 (588)
海底下的“海洋”与热液活动有关吗? .....	曾志刚	张玉祥	(593)
海底下热液流体是如何演变的? .....	曾志刚	李晓辉	(595)
多金属结核“漂浮”在深海沉积物表面的悖论和假说 .....	任向文		(597)
全球海底多金属硫化物资源量知多少? .....	曾志刚	陈祖兴	(601)
深海稀土知多少? .....	石学法	黄牧	于森 (604)
海洋天然气水合物的成矿机制 .....	王丽艳	李广雪	(606)
海域天然气水合物成藏演化的动力学过程如何 .....	苏丕波		(610)
天然气水合物成藏气体的成因与来源 .....	苏丕波		(615)
海洋天然气水合物为什么会大量释放? .....	张洋	李广雪	(619)
深水油气勘探的关键难点及攻克 .....	王秀娟		(623)
末次冰期千年尺度气候波动的南北半球不对称性 .....	王跃	黄恩清	(626)
全新世百年尺度海洋气候波动的归因 .....	王跃	翦知湓	(631)
海洋与陆地之间季风降雨氧同位素分馏的演化 .....	黄恩清		(636)
神秘时期深海“老”碳的来源与释放 .....	万随		(641)
地质时期大洋碳储库和海气碳交换变化及其气候效应 .....	党皓文	翦知湓	(645)
冰期北太平洋中/深层水的形成与影响 .....	万随		(654)
新生代气候变冷的原因之争: 洋流改变还是高原隆升? .....	王星星	翦知湓	(659)
上新世太平洋是长期厄尔尼诺还是拉尼娜状态? .....	田军	马小林	(663)
始新世/古新世之交的全球极端高温事件(PETM)的原因 .....	赵玉龙		(667)
气候演变的偏心率长周期之谜 .....	田军	马文涛	(671)
冰消期快速气候变化“停滞”对当今全球气候变化有何启示? .....			
.....	黄恩清	翦知湓	(675)

### 区域海洋学

如何认识南海环流系统的开放性与闭合性? .....	连展	魏泽勋	(681)
南海暖流到底是不是常年存在? .....	鲍献文	丁扬	(684)
南海多时间尺度海气相互作用及其气候效应 .....	王永刚	谭伟	(687)
南海贯穿流路径完整性及其气候效应? .....	刘钦燕	王东晓	(691)
南海通过吕宋海峡与太平洋的水交换特征与机制 .....	徐腾飞	魏泽勋	(695)