

# 中国大洋发现计划 通讯

IODP-CHINA NEWSLETTER

第 34 卷 第 2 期

2022.12



主办



中国大洋发现计划  
专家咨询委员会



同济大学  
海洋地质国家重点实验室



# 2

## 新闻动态

国际大洋发现计划公开征集科学建议书	2
IODP 400 航次上船科学家人选确定	4
IODP 389 航次上船科学家人选确定	5
中国科学家顺利登船参加 IODP 397、398 航次	6
国际大洋发现计划 2022 年第二次论坛及成员国办公室会议顺利召开	8
中国大洋钻探发展战略研讨会在京召开	10
350 余万人共同参与：IODP 397 航次船—岸连线科普直播活动圆满成功！	13
我国首艘超深水科考钻探船——大洋钻探船实现主船体贯通	15



IODP 390 航次科学家手记	44
------------------	----

## 航次手记

# 44



# 17

## 研究亮点

17	中国科学家发表大洋钻探新成果：更新世海洋钙化藻类的长期演化及其对碳循环与气候的影响
19	中国科学家基于大洋钻探岩芯揭示西风带长期演化规律
21	Nature 发表同济大学翦知潜教授团队基于大洋钻探等深海岩芯的研究成果：首次从能量学角度阐释气候演变的低纬驱动
24	中国科学家发表大洋钻探新成果：南海海盆沉积的前世今生
26	中国科学家发表大洋钻探新成果：揭示珠江形成于三千万年前
28	中国科学家发表大洋钻探新成果：建立上新世—更新世印尼穿越流中层水演化的气候和构造约束
31	中国科学家发表 IODP 381 航次新成果：揭示活动裂谷盆地沉积物粒度对水动力条件及物源的响应
34	巽他陆架大洋钻探预研究取得重要进展：定量评估中新世巽他陆架沉积体系碳封存对全球气候变化的促进作用
36	中国科学家发表大洋钻探新成果：斜率驱动 41 万年来热带辐合带的纬向移动
38	中国科学家发表大洋钻探新成果：揭示深海碳酸盐软泥滑坡触发机理
40	中国科学家发表大洋钻探新成果：揭示深海沉积物中胶黄铁矿的形成机理



# 47

## 信息发布

47	IODP 389 航次召集上船科学家
48	IODP 401、402 航次召集上船科学家
50	IODP 403 航次召集上船科学家通知
52	Scientific Drilling 第 31 卷内容导读
53	第七届地球系统科学大会第一号通知

主办 | 中国大洋发现计划专家咨询委员会  
同济大学海洋地质国家重点实验室

编辑 | 拓守廷 李阳阳 张 钊

美编 | 温廷宇



## 国际大洋发现计划 公开征集科学建议书

国际大洋发现计划 (IODP) 是一项探索地球气候历史、结构、地幔 / 地壳动力学、自然灾害和深部生物圈的国际合作研究计划。IODP 通过美国“决心号”、日本“地球号”和欧洲“特定任务平台”三大钻探平台进行海底钻探、取芯和测井工作，旨在推动社会关切的创新性多学科国际合作研究。IODP 现面向全球科学家公开征集 IODP 科学建议书，截止日期为 2022 年 10 月 3 日。当前的 IODP 将于 2024 年 9 月 30 日结束，国际上正在组织新一轮国际大洋钻探计划，目前正值新老计划转换的过渡期，因而三个钻探平台对新提交建议书的要求有所不同：

“决心号” (JOIDES Resolution)：由于 2024 年前的航次安排已经确定，平台不再接收全新的建议书，仅接收对现有建议书的修改和补充；这些修改或补充提交的建议书未来可能转移到新大洋钻探计划中。

“特定任务平台” (Mission-Specific Platform, MSP)：2024 年之前，MSP 每年安排一个航次，重点关注其他平台无法钻探的海区 (如浅水，封闭海域和覆冰海域等)；2024 年之后，MSP 将在全球海域实施钻探。欢迎提交全球所有海域的新建议书或对已有建议书进行修改重新提交。

“地球号” (Chikyu)：接收系统中现有建议书的修改和补充，鼓励提交匹配性项目建议书 (Complementary



Project Proposal, CPP)，不再接收其他新建议书。

更多建议书提交相关信息请访问：<http://www.iodp.org/proposals>。

特别提醒：由于科学和钻井安全评审流程及航次安排的需要，从首次提交建议书到安排航次一般需 4-5 年，而完备的站位调查数据对于建议书的评审通过至关重要。在此特别提醒科学家撰写建议书前应联系相应钻探平台的科学执行机构，了解该平台在运行和财务预算等方面的制约。各平台执行机构详细信息请访问：<http://www.iodp.org/expeditions>。

当前，中国 IODP 正在积极推进联合发起新一轮国际大洋钻探计划，自主执行大洋钻探航次，建设运行大洋钻探国际岩芯实验室。为实现上述战略目标，应提前在科学、技术和管理等方面做好准备，但目前中国科学家牵头撰写的建议书相对较少。为此，中国 IODP 强烈支持更多中国科学家牵头撰写科学建议书，中国 IODP 办公室将积极协助计划撰写建议书的科学家组织建议书研讨会，统筹会务工作并承担相关会议费用，共同推进建议书的撰写和提交等各项工作。如有需要，请随时联系我们。

联系人：  
拓守廷, 021-65982198, shouting@tongji.edu.cn;  
李阳阳, 021-65983441, iodp\_china@tongji.edu.cn。



# IODP 400 航次 上船科学家人选确定

由美国“决心号”负责执行的 IODP 400 航次（西北格陵兰冰盖边缘）自 2022 年 3 月开始向所有 IODP 成员国公开召集上船科学家。中国 IODP 可派出 2 位中国科学家参加该航次研究。经过中国 IODP 办公室广泛动员、中国 IODP 专家咨询委员会遴选推荐、美国“决心号”科学执行机构和航次首席科学家综合船上岗位需要和各国名额平衡等因素，近期确定邀请参加中山大学张彦成副教授和自然资源部第二海洋研究所任健副研究员参加航次（表 1）。

消融（如“超级间冰期”冰盖的消融）的完整变化历史；

(2) 检验新生代中期“冰室状态”早期冰盖对大气 CO<sub>2</sub> 浓度的响应；

(3) 揭示气候转型期（如中中新世、中更新世气候转型）北格陵兰冰川侵蚀历史及相应沉积过程变化；

(4) 重建古新世海洋环流以及穿过巴芬湾（Baffin Bay）和北冰洋通道的北向海洋热平流变化。

航次首席科学家由丹麦与格陵兰地质调查局 Paul Knutz 以及美国科罗拉多大学北极和高山研究所 Anne Jennings 担任。航次预计执行时间为 2023 年 8 月 12 日~10 月 12 日。目前，“决心号”科学执行机构正在积极筹备航次各项工作，期待中国科学家顺利参加航次。

航次主要科学目标有：

(1) 查明更新世北格陵兰冰盖的发育演化历史，包括冰盖从陆架边缘发育到全部



表 1. IODP 400 航次中国上船科学家人选

航次	姓名	职称	单位	船上岗位
400	张彦成	副教授	中山大学	地层对比
	任健	副研究员	自然资源部第二海洋研究所	古生物学（硅藻）

表 2. IODP 389 航次中国上船科学家人选

航次	姓名	职称	单位	船上岗位
389	陈雪菲	副研究员	中国科学院广州地球化学研究所	无机地球化学

# IODP 389 航次 上船科学家人选确定

由欧洲大洋钻探研究联盟（ECORD）组织实施的 IODP 389 航次（夏威夷沉没珊瑚礁）自 2022 年 7 月开始向所有 IODP 成员国公开召集上船科学家。中国 IODP 可派出 1 位中国科学家参加该航次研究。经过中国 IODP 办公室广泛动员、中国 IODP 专家咨询委员会遴选推荐、ECORD 科学执行机构和航次首席科学家综合船上岗位需要和各国名额平衡等因素，近期确定邀请中国科学院广州地球化学研究所陈雪菲副研究员参加该航次（表 2）。

及相关气候变化。

航次分为海上工作和岸上工作，海上钻探工作预计于 2023 年 8 月中旬-10 月底间实施，5-8 周；岸上初步研究和采样工作计划于 2024 年初（具体时间待定）在德国不莱梅大学 IODP 岩芯库举行，为期约 4 周。受科考船容量限制，仅部分科学家团队成员参加海上钻探工作，全体科学家团队均须参加岸上工作，中国科学家陈雪菲将以岸上科学家身份参加岸上工作。目前由于钻探装备尚未确定，以上航次执行时间仅供参考，准确时间有待进一步通知。

夏威夷岛由于下沉快速，周边海域保存了厚达 200 米的浅水珊瑚礁，这些珊瑚礁记录了过去五到六个冰期旋回的信息，是研究气候变化的珍贵材料。IODP 389 航次基于 IODP 716 号建议书，计划在夏威夷岛周边海域实施钻探，获取夏威夷周边独特的沉没珊瑚礁序列，以研究过去 50 万年间海平面

航次首席科学家由澳大利亚悉尼大学 Jody Webster 和美国加州大学圣克鲁兹分校 Ana Christina Ravelo 担任。目前，ECORD 正在积极筹备航次各项工作，期待中国科学家顺利参加航次。



## 中国科学家顺利登船 参加 IODP 397、398 航次

10月13日，美国“决心号”开始执行IODP 397航次（伊比利亚陆缘古气候）。中国IODP派出中山大学吴家望副教授和北京大学庞晓雷助理研究员参加该航次（表3）。12月11日，美国“决心号”开始执行IODP 398航次（希腊弧火山）。中国IODP派出中国海洋大学李晓辉副教授和中国地质大学（北京）陈贺贺

博士参加该航次（表3）。中国科学家们努力克服新冠疫情带来的国际旅行不便，最终吴家望、庞晓雷、陈贺贺顺利登船参加航次，李晓辉因签证问题线上参加航次。

IODP 397航次以IODP 772号建议书为基础，计划在伊比利亚西南边缘海域不同水深处实施5个主

要钻孔，获取晚中新世—更新世以来高分辨连续地质记录，重建北大西洋垂向水团变化历史及其与全球气候变化的关系。

该航次主要科学目标是：

- (1) 揭示晚中新世以来冰期旋回中千年尺度气候变率的特征；
- (2) 研究第四纪千年

尺度气候变率的振幅和节奏；

- (3) 查明两半球气候变化的相位关系；
- (4) 研究轨道驱动、冰期边界条件与千年尺度气候变率的相互作用与响应；
- (5) 重建冰期气候转型期高分辨气候记录；
- (6) 重建第四纪轨道/亚轨道尺度北大西洋深层水来源变化历史；
- (7) 研究间冰期气候变化，包括北半球冰期加强前的上新世暖期气候变化；
- (8) 通过陆源孢粉和生标等手段，对比陆相、海相与冰芯气候记录的关系；
- (9) 明确不同气候突变事件及其相位关系；
- (10) 与其他计划（如“Beyond EPICA - Oldest Ice”计划）和南极已有冰芯记录进行综合对比研究。

IODP 398航次以IODP 932建议书为基础，计划在希腊弧火山区实施6个钻孔，获取火山和沉积记录，研究岛弧裂谷环境下的火山活动及相关地壳构造、岩浆作用和地质灾害等。

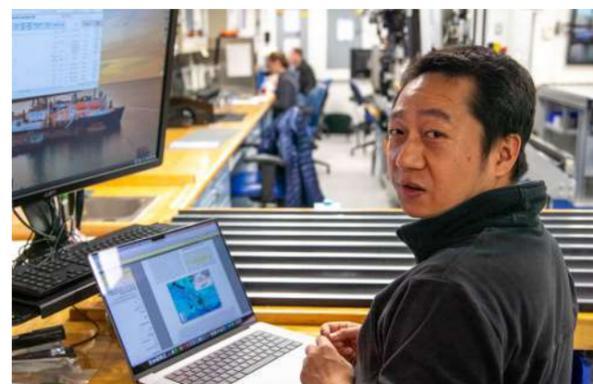
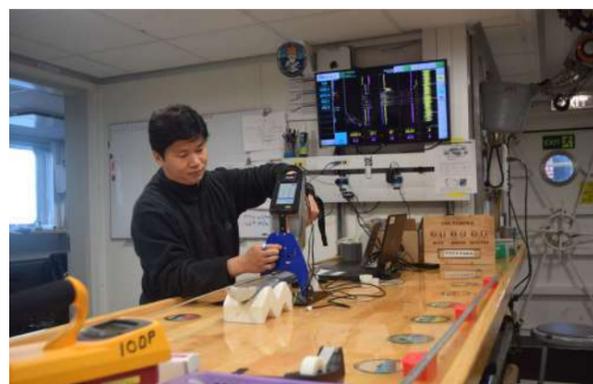
该航次的科学目标是：

- (1) 重建上新世以来 Christiana-

Santorini-Kolumbo (CSK) 火山区的火山活动历史，研究活动裂谷环境下的弧火山活动；

- (2) 重建裂谷盆地的沉降和构造历史，明确CSK火山活动与主要大地构造事件的关系；
- (3) 明确CSK火山区岩浆的岩石学成因时空演化机制，查明地壳减薄对岩浆存储、分异和地壳混染过程的影响；
- (4) 重建晚青铜时代Santorini火山喷发的过程，产物及可能影响，揭示Santorini火山口成因；
- (5) 研究Kameni和Kolumbo海底火山的历史、动态及产生的地质灾害；
- (6) 重建爱琴海南部从陆地转变为海洋的演化历史；
- (7) 查明生物系统对火山喷发和海水酸化的响应。

IODP 397航次于2022年12月11日结束，IODP 398航次紧接其后开始。目前IODP 397航次两位中国科学家已顺利回国，期待他们后续取得重要成果，也预祝IODP 398航次两位中国科学家航次研究一帆风顺！



左图：吴家望，中图：庞晓雷，右图：陈贺贺参加航次船上工作照

表3. IODP 397、398航次中国上船科学家名单

航次	姓名	职称	单位	船上岗位
397	吴家望	副教授	中山大学	无机地球化学
	庞晓雷	助理研究员	北京大学	沉积学
398	李晓辉	副教授	中国海洋大学	无机地球化学
	陈贺贺	讲师	中国地质大学（北京）	构造地质学



## 国际大洋发现计划 2022 年第二次论坛 及成员国办公室会议顺利召开

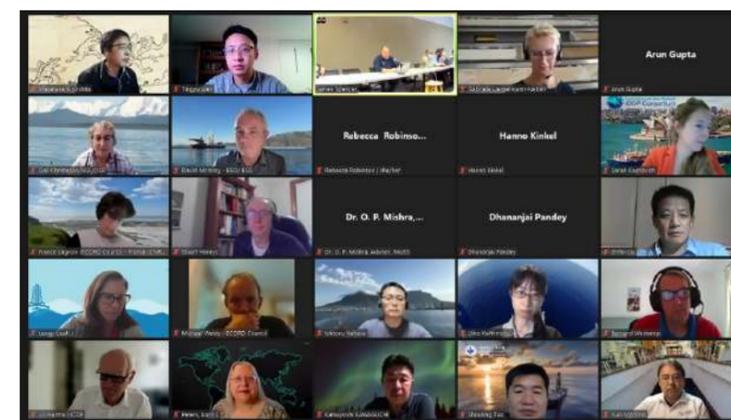
国际大洋发现计划 (IODP) 2022 年第二次论坛 (Forum) 及成员国办公室会议 (Program Member Office, PMO) 于 2022 年 9 月 14-16 日在美国哥伦比亚大学拉蒙特—多尔蒂地球观测所及线上同步召开。IODP 论坛主席、荷兰皇家海洋研究所 Henk Brinkhuis 教授主持会议。来自 IODP 资助机构、科学执行机构、成员国办公室及科学家代表 50 余人参加了会议。中国 IODP 专家咨询委员会刘志飞，中国 IODP 办公室拓守廷、李阳阳和温廷宇 4 人线上参加了会议。当前的 IODP 将于 2024 年结束，目前国际上正在筹备 2024 年后新一轮的国际大洋钻探计划，本次会议主要围绕 2024 年后新计划的最新进展开展讨论。

欧洲大洋钻探研究联盟 (ECORD) 和日本联合发起的“欧洲—日本国际大洋钻探计划” (暂名) 在持

续推进中。2021 年 3 月迄今，欧日双方已召开 11 次双边会议，初步建立了“欧洲—日本科学大洋钻探计划”的基本框架和执行原则，目前正在起草双方合作的谅解备忘录 (MOU)，预计 2023 年 3 月定稿，2024 年 1 月签订，届时双方将正式建立合作伙伴关系，并正式组建新计划的管理机构。科学方面，双方也进行了充分准备。ECORD 为 2024 年后新计划的航次实施酝酿了 11 份科学建议书，聚焦板块构造的海洋生命周期，地球气候系统，影响社会的自然灾害以及全球能量和物质循环等主题，强调海陆结合以及与国际大陆科学钻探计划 (ICDP) 的合作；日本则将现阶段“地球号”的建议书转移到下一阶段计划中继续考虑。总体而言，2024 年后“欧洲—日本科学大洋钻探计划”的钻探海域将更广阔，航次执行将更灵活，国际合作更开放，与其他平台提供者或国际大科

学计划的合作更广泛。

美国 2024 年后如何参与取决于美国 NSF 的内部评审结果，预计 2023 年公布决定。美国科学界强烈呼吁 NSF 继续支持运行“决心号”，同时设计建造新大洋钻探船，建立美国主导的国际大洋钻探计划。为此，“美国科学大洋钻探联盟” (US-SODA, <https://us-soda.org/>) 通过致信美国 NSF 主任、号召全球科学家和美国研究机构请愿签名等多种方式来获取支持，最终获得全球 2200 余名科学家和 50 余家美国大学和研究所的支持，下一步 US-SODA 将继续寻找其他方面的支持。另一方面，美国 NSF 正在研究 2024 年后对美国拥有的国际大洋钻探岩芯和数据的保存处理，计划通过与德国不莱梅大学岩芯库 (BCR) 和日本高知岩芯中心 (KCC) 签订合作谅解备忘录，未来 5 年内 (2023/10-2028/9) 继续维



各国与会代表通过视频会议参与讨论

持当前岩芯保存分布和数据保存使用规则不变，从而继续服务于全球科学家。

中国 IODP 办公室拓守廷在会上介绍了中国推进成为 2024 年后新一轮国际大洋钻探计划平台提供者的最新进展。科技部等主管部门高度重视中国 IODP 推进成为平台提供者的工作，自 2021 年 IODP 论坛以来，主管部门主持召开 6 次会议，研讨中国 IODP 2024 年后发展战略问题，并于 9.7 日在京召开的“中国大洋钻探发展战略研讨会”上进一步确定了 2024 年后中国大洋钻探的科学计划、平台建设和下一步实施方案，获得

多部门的大力支持。下一步，中国将逐步实施中国大洋钻探 10 年科学计划 (2024-2035)，加强平台能力建设，同时与欧洲、日本和其他各方开展合作谈判，加快推进 2024 年后新计划的顺利实施。论坛高度关注中国的科学计划、平台管理以及岩芯库建设等动态，期待中国平台早日建成运行。

澳新联盟 (ANZIC)、印度和韩国也在积极推进参与 2024 年后新一轮国际大洋钻探计划。ANZIC 2023-2024 年度的财政资助申请已经提交，目前科学评审结果较积极，最终结果 2022 年底公布，ANZIC 同时也

在积极争取 2024 年后的长期资助。印度经过多次国内研讨，明确表态会继续参与 2024 年后的国际大洋钻探计划，但具体参与形式以及国际合作对象需要进一步研讨。韩国 2023 年由于未获得政府资助而无法参与 IODP，希望 2024 年后能继续参与国际大洋钻探，正在积极争取 2024 年的财政资助，强烈呼吁 IODP 未来能在韩国附近水域实施航次，以促成韩国未来继续参与国际大洋钻探。



# 中国大洋钻探发展战略研讨会在京召开

国际大洋发现计划 (IODP) 将于 2024 年 9 月结束, 当前正是推进我国与国际上联合发起新一轮国际大洋钻探计划的关键时期。为了进一步凝聚共识, 讨论我国参加 2024 年后国际大洋钻探的科学计划、平台运行管理框架等, 由中国 IODP 专家咨询委员会指导, 同济大学和广州海洋地质调查局联合主办的“中国大洋钻探发展战略研讨会”于 2022 年 9 月 7 日在北京召开。科技部社发司、国家自然科学基金委地学部、自然资源部科技发展司、外交部条法司、外交部边海司、教育部科技司、中国 21 世纪议程管理中心和中国科学院科技促进发展局等主管部门领导与丁仲礼、汪品先、金振民和王成善院士等中国 IODP 专家咨询委员会委

员, 同济大学副校长童小华教授, 以及活跃在大洋钻探一线的专家代表等 30 余人在现场参加会议, 林间、杨胜雄等部分专家因疫情防控原因在线上参加了会议。

科技部社发司资环处处长康相武代表科技部社发司致辞。康相武表示, 我国参加大洋钻探 20 余年来, 在深海科学研究和人才队伍建设等方面取得重要进展, 随着我国建造的钻探船入列, 我国大洋钻探装备技术将全面成熟, 为中国 IODP 的进一步发展奠定了良好的基础。科技部一直以来积极牵头推进中国 IODP 发展的各项工作。希望通过此次会议, 深入研讨 2024 年后中国大洋钻探发展战略, 就下一步目标和计划形成共识, 以此为基础进一步推进中国

IODP 发展。

中国 IODP 办公室主任拓守廷汇报了当前国际上开展 2024 年后新一轮大洋钻探计划组织管理框架和运行规则制定的最新进展。当前美国和欧一日联盟都在加紧推进相关工作, 2024 年后的国际大洋钻探可能呈现多足鼎立的局面, 形成一个科学框架下多个平台独立运行的国际大洋钻探联盟。我国参加大洋钻探 20 余年来取得了长足进步, 已经具备以我为主联合发起新一轮国际大洋钻探计划的实力, 目前自主组织航次、建设运行岩芯实验室等各项工作都在积极推进中。当前国际国内形势都极为有利, 亟需集中国内优势力量, 共同推进中国大洋钻探实现跨越式发展。



会议现场



全国人大常委会副委员长、中国 IODP 专家咨询委员会主任丁仲礼院士总结讲话



科技部社发司资环处处长康相武致辞



中国 IODP 专家咨询委员会顾问、同济大学汪品先院士作报告

广州海洋地质调查局副局长许振强介绍了我国深海钻探装备建设最新进展。许振强表示, 相关建设工作正在稳步推进, 围绕大洋钻探技术难度大的海底硬岩钻探等关键技术正在进行攻关, 并已取得初步成果。

中国 IODP 专家咨询委员会顾问、同济大学汪品先院士从战略高度提出了中国大洋钻探 2024-2035 年的科学计划, 指明了未来中国 IODP 的科学发展方向。汪品先指出, 2024-2035 年中国大洋钻探的科学计划应聚焦三大科学问题: 气候演变的低纬驱动, 大洋俯冲带的板块运动, 海底下的深部碳循环。建议放眼全球海洋, 立足临近海域, 优先选择我国学术界有优势的研究方向实施, 充分发挥我国优势, 形成鲜明中国特色, 向“海陆结合”、“三深并举”的方向进军。下一步将围绕上述科学问题成立核心研究组, 集思广益, 力争在 2023 年 6 月完成中国大洋钻探科学计划的编制。

中国 IODP 专家咨询委员会副主任、同济大学翦知潜教授报告了新形势下中国 IODP 面临的重要任务和下一步工作计划。翦知潜指出, 联合发起以我为主的新一轮国际大洋钻探计划标志着中

国在国际深海科技领域的位置和领导力, 未来大洋钻探大有可为。为此, 下一步建议中国 IODP 聚焦三大任务: 一是做好顶层设计, 启动编制我国深海钻探科技发展规划, 改组中国大洋钻探组织架构; 二是与国际合作伙伴就 2024 年后平台组织管理模式及平台间的合作研讨, 共同制定国际大洋钻探新规则; 三是集国内优势力量, 统筹各方面资源, 共同支持中国大洋钻探事业发展。基于以上三大任务, 建议成立“2024 年后中国大洋钻探筹备规划研究专班”进行具体落实。

与会专家围绕上述报告, 畅所欲言。专家们表示, 当前中国大洋钻探发展机遇良好, 很受鼓舞, 高度赞同汪品先院士提出的三大科学研究方向, 愿意为中国 IODP 科学计划的执行贡献更多力量, 并针对中国大洋钻探组织管理、国际合作、人才培养等方面提出许多建设性意见。国家自然科学基金委地球科学部刘羽处长、21 世纪议程管理中心王文涛处长、自然资源部科技发展司刘海岩处长和外交部条法司赵文婷副处长等先后发言。各部委高度重视、积极支持中国 IODP 的工作, 下一步将给予更多支持, 进一步加强各部门间的合作, 共



中国 IODP 办公室主任拓守廷（左）、广州海洋地质调查局副局长许振强（中）和中国 IODP 专家咨询委员会副主任、同济大学翦知潜教授汇报（右）

## 350 余万人共同参与：IODP 397 航次船—岸连线科普直播活动圆满成功！



同推进中国 IODP 的发展，并对中国 IODP 人才培养、国际合作、科学目标和管理架构等有关方面提出了宝贵建议。

全国人大常委会副委员长、中国 IODP 专家咨询委员会主任丁仲礼院士做总

结讲话。丁仲礼表示，下一步应继续深化大洋钻探在国家海洋发展战略和规划中的定位，建议国内各系统各部门围绕大洋钻探形成战略合作联盟，同时加强国际合作，加强中国大洋钻探完整独立的能力建设，力争在深钻等能力上有所突破。科学方面，

建议大处着眼、小处着手，继续细化三大科学方向和未来 5 年的具体计划，中国大洋钻探管理部门之间要做好组织协调，共同推进中国大洋钻探的进一步发展。

“海洋沉积物就如同一本厚厚的气候变化档案，科学家们通过研究这些沉积物，可以重建地球气候的演化机制和过程。”北京大学地球与空间科学学院副教授黄宝琦在与北京、宁夏、贵州、陕西、河南、山西等地的中学生进行实时科普连线时介绍道。11 月 28 日，国际大洋发现计划（IODP）第 397 航次首次面向中国青少年开展了一堂海上科普直播课。活动全程由新华网全平台同步直播，各渠道总计收看人数达 350 余万人。

自 2014 年以来，中国 IODP 办公室积极组织参加 IODP 航次的中国科学家开展船—岸连线科普直播活动，海上科学钻探走进中小课堂。本次直播由中国 IODP 派出的船上科学家——北京大学海洋研究院庞

晓雷博士和中山大学海洋科学学院吴家望副教授通过视频连线直播的方式，围绕 IODP 397 航次的科考任务、目标、成果以及科学家生活等各方面进行科学普及。

两位科学家还在直播中展示了刚从海底钻取的岩芯样品、船上实验室设备，生动直观地阐述了如何利用大洋钻探船在伊比利亚西南边缘海域不同水深处进行钻探，解读岩芯中蕴藏的地质记录与全球气候变化的关系，并通过连线方式，解答了来自同学们的提问。通过直播，同学们“云游”了科考船，了解了科学家们科考期间的工作和生活，目睹了钻取岩芯的场景，领略钻探船在海上航行的壮观景象，通过本次直播，同学们感受到更生动、更有现场感的科普教育。

国家自然科学基金委地球科学部刘羽处长、21 世纪议程管理中心王文涛处长、自然资源部科技发展司刘海岩处长和外交部条法司赵文婷副处长发言





庞晓雷（左图）和吴家望（中）在船上实地讲述岩芯和实验室相关内容  
黄宝琦（右）直播连线两位上船科学家

本次活动由中国 IODP 办公室、同济大学海洋地质国家重点实验室、中国青少年科技教育工作者协会、中国海洋学会、中国科技教育杂志社和新华网等单位联合主办。活动全程由新华网客户端、微博、B 站等全平台同步直播，各渠道总计收看人数达 350 余万人。

还有来自山西吕梁临县一中附属崇文学校、宁夏海原县第四中学、河南范县陈庄镇中学、北京市第一六一中学、贵阳市第三实

验中学、贵州省道真仡佬族苗族自治县道真中学、贵阳市观山湖区第一高级中学、贵阳市清华中学和贵阳市南明甲秀高级中学，线下共计 1800 余名中学生参与连线。

自 2014 年以来，中国 IODP 办公室就通过“船—岸连线”直播的形式将科学大洋钻探介绍给国内成千上万的中小學生、普通市民、科研工作者以及社会各界。我们的直播连线活动将科学知识从教科书中脱胎而出，通过与船上科学家进行“面对面”互动，

让民众了解地球科学的前沿研究，以及他们在船上生活和工作。

每年根据 IODP 航次安排情况，每个航次会举办 1~2 次“船—岸连线”活动（视具体航次执行情况等因素而定）。目前，我们已经同全国各地多所大中小学校、博物馆和科研院所等开展了 20 余场直播连线，涉及全国 13 个城市，总参与人数达 500 余万人。有意向的学校、团体组织、社会机构可随时与中国 IODP 办公室联系，一同参与大洋钻探科普连线直播吧！



## 我国首艘超深水科考钻探船 ——大洋钻探船实现 主船体贯通

12 月 18 日，由我国自主设计建造的首艘面向深海万米钻探的超深水科考船——大洋钻探船在广州市南沙区实现主船体贯通，标志着我国深海探测领域重大装备建设迈出关键一步。

大洋钻探船隶属于自然资源部中国地质调查局，设计排水量达 4.2 万吨，具备全球海域无限航区作业能力和海域超过 10000 米

的钻探能力，是我国首艘超深水科考钻探船。由中船集团第七〇八研究所设计，中船黄埔文冲船舶有限公司建造。

作为支撑海洋强国建设的“国之重器”，大洋钻探船的设计和建造，聚焦解决地球深部重大资源环境科学问题，形成了协同攻关、共同建设的大兵团作战局面和深海科技创新体系；经国内外 150 余家单位共同努力，通



船上科学家回答来自贵阳市第三实验中学学生的提问  
新华网客户端全程直播



## 中国科学家发表大洋钻探新成果： 更新世海洋钙化藻类的长期演化及其对 碳循环与气候的影响

2022年7月，国际知名地学期刊 *Quaternary Science Reviews* 以“Origin of the long-term increase in coccolith size and its implication for carbon cycle and climate over the past 2 Myr”为题，在线发表了同济大学海洋地质国家重点实验室金晓波副研究员与合作者的研究成果，基于对 ODP 184 航次在中国南海钻取的 1143 站位沉积物中颗石质量的计算，讨论了更新世颗石藻钙化作用持续增强的起因、大洋碳酸盐泵的演变及其对全球碳循环与气候转变的作用。

颗石藻 (coccolithophores) 是一种重要的海洋钙化藻类，其钙化产物颗石 (coccoliths) 贡献了现代大洋约一半的生物成因碳酸钙 (方解石) 沉积。更新世期间 (距今约 260 万年以来)，全球大洋颗石藻趋向于演化出更大的颗石粒，意味着颗石藻钙化作用变强。本研究讨论了：(1) 全球颗石藻钙化作用在更新世持续增强的起因；(2) 海洋增强的碳酸盐泵对全球碳循环以及中更新世气候转型 (Mid-Pleistocene Climate Transition, MPT, 距今约 70 至 120 万年) 的意义和影响。

### 更新世颗石藻钙化作用的增强

颗石藻利用海水中的碳酸氢根离子 ( $\text{HCO}_3^-$ ) 进行钙化作用，其光合作用则利用海水中的游离  $\text{CO}_2$ 。随着新生代以来大气  $\text{CO}_2$  浓度不断降低，颗石藻作为  $\text{C}_3$  植物，其光合作用自然也被不断降低的海水  $\text{CO}_2$  所限制，即“碳限制”。因此，与硅藻类似，颗石藻发展出了一套碳浓缩机制，即加大利用海水中的碳酸氢根离子作为光合作用的碳源。这一机制同时会造成钙化过程中利用的碳酸氢根离子变少，颗石藻的钙化作用强度减弱，进而导致全球新生代大洋颗石大小逐渐的减小。

然而更新世以来，颗石大小却在不断地增大 (图 1a)。本研究认为，这可能源于更新世大洋总碱度在逐渐增大，缓和了低环境  $\text{CO}_2$  背景下“碳限制”，致使颗石藻钙化作用增强。更新世期间颗石藻这种生理作用演化，直接反映了颗石方解石碳同位素分馏特征的演变 (图 1b)；而大洋总碱度 (主要由  $[\text{HCO}_3^-]$  贡献) 的增加，可能源自更新世期间底层海水碳酸钙溶解性的增强 (图 1c)，以及海平面变化加剧导致的陆源碱度向海输入增加 (图 1d)。

图 12 西太平洋板块起始俯冲模型卡通图

过集成创新和模块化设计，开展了 56 项关键技术攻关，突破了水动力性能综合优化、作业系统模块布置等 10 余项关键技术，创新集成了两大控制系统、岩芯采集等八类作业系统及 30 余个子系统组成的钻采系统；具有油气钻探和大洋科学钻探两大作业模式，兼具隔水管和无隔水管钻探作业方式。该钻探船拟配置 10 大类别先进的船载设备，形成涵盖海洋研究全领域的九大实验室，并首次配建国际一流标准的古地磁和超净实验室，总体装备和综合作业能力处于国际领先水平。

大洋钻探船于 2021 年 11 月 30 日开工建设，历时一年，完成主船体结构制作、搭载，实现贯通。后续将开展上建区域搭载、设备安装调试、码头试验等工作，预计于 2024

年全面建成。建成后主要承担国家重大科技项目和海洋钻探国际大科学计划中的钻探任务，致力于打造国家深海战略科技力量的重要装备平台，推动深海科技再创高峰，全面提升认识、保护和开发海洋的能力，服务海洋强国建设。

文字和图片来源：中国地质调查微信公众号  
作者：潘冰



扫码观看央视视频：我国首艘超深水科考钻探船实现船体贯通

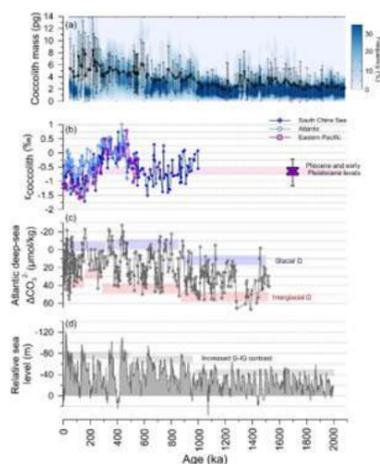


图 1. (a) ODP Site 1143 颗石质量揭示的颗石藻钙化作用在过去 2 Ma 以来的不断增强; (b) 各大洋颗石碳同位素分馏 ( $\epsilon_{\text{coccolith}} = \delta^{13}\text{C}_{\text{coccolith}} - \text{DIC}$ ); (c) 北大西洋底栖有孔虫 B/Ca 揭示的底层水方解石饱和程度, (d) 全球相对海平面变化, 反映了过去 2 Ma 以来不断增加的冰期与间冰期对比。

### 对碳循环的影响

在中更新世气候转型期间 (约 1 百万年前), 全球大洋颗石平均质量增加了约 40-50% (图 2a)。颗石平均重量的增加或许会等比例地提高全球大洋颗粒无机碳的生产与输出, 并影响水柱的颗粒无机碳 (PIC) 与颗粒有机碳 (POC) 沉积雨的相对比率 (rain ratio)。当然, 颗石并非大洋生物成因方解石的唯一贡献者, 颗石平均重量的增加对全球 PIC 生产的贡献必然会打一定的折扣。本研究假定 1.125 倍 PIC 输出背景的情境 (图 2b), 利用碳循环箱式模型进行计

算, 结果显示大气  $\text{CO}_2$  浓度提高了约 25 ppm, 全球大洋底层水碳酸钙饱和度也有了一定幅度的下降 (图 2c-d)。

这些结果与最近发表的“1.5 Ma 连续的大气  $\text{CO}_2$  重建结果” (基于叶蜡长链脂肪酸碳同位素的重建, Yamamoto et al. 2022, Nature Geoscience) 相吻合。该大气  $\text{CO}_2$  重建记录显示, 中更新世以来间冰期  $\text{CO}_2$  浓度增加了约 20 ppm (图 2c)。考虑到当今全球颗石藻产量主要集中在高纬度海区, 如南大洋; 而在高纬

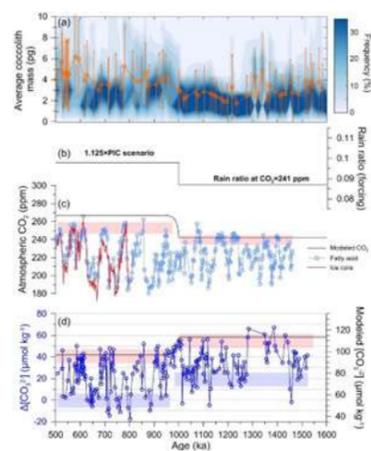


图 2. (a) ODP Site 1143 颗石质量揭示的颗石藻钙化作用在中更新世时期 (约距今 100 万年, 1 Ma) 有显著的增强; (b) 碳循环箱式模型: 全球大洋平均颗粒无机碳 (PIC) 生产、雨率 (rain ratio, PIC: POC) 作为强迫的场景; (c) PIC 强迫场景下的大气  $\text{CO}_2$  浓度变化; (d) PIC 强迫场景下的赤道大西洋地层海水碳酸钙饱和度变化。

度海区, 受控于海水温度及营养盐锋面的迁移, 间冰期颗石藻的产量远高于冰期; 因此, 本研究认为颗石藻钙化作用的变化可能会更显著地影响间冰期长期碳循环变化。同时, 表层海水钙化作用的加强也会消耗大量的  $[\text{HCO}_3^-]$  (碱度), 由于海水垂向混合作用, 可能导致底层海水碳酸钙的饱和度显著降低。

### 对中更新世气候转型 (MPT) 的启示

在 MPT 之前, 地球气候的冰期—间冰期变化具有 4 万年的地球轨道斜率周期, 极地冰盖大小由地球轨道斜率驱动的高纬度夏季综合辐射量控制。而在 MPT 之后, 极地冰盖体积的变化转变为平均 10 万年的周期, 而地球轨道偏心率及其相关的太阳辐射量的变化可能无法充分解释这一现象。因此, 最新的大气  $\text{CO}_2$  记录 (图 2c) 及本研究揭示的海水碳酸盐泵变化, 对 MPT 具有重要启示意义:

(1) 约 1 Ma 之后, 间冰期初始的大气  $\text{CO}_2$  浓度相对较高, 在较高浓度温室气体的背景下, 高纬度地区成冰速率较慢;

(2) 在一个斜率周期内, 高纬度形成的冰盖体积

较小、也较为稳定, 因此无法促成较大规模、快速的冰盖消融;

(3) 冰盖会在下一个 (或两个) 斜率周期内继续成长, 冰盖累积体量的增大导致最终发生的冰盖消融更为急速、规模更大;

(4) 最终使得, 整个地球气候的冰期—间冰期循环加长、幅度增大, 产生 2-3 个斜率周期长度的、均值为 10 万年的“准周期”。

论文第一作者为同济大学海洋地质国家重点实验室副研究员金晓波博士, 通讯作者为同济大学海洋地质国家重点实验室刘传联教授与自然资源部第二海洋研究所马文涛研究员。该研究样品由国际大洋钻探提供, 并由国家重点研发计划 (2018YFE0202400) 等项目资助。

论文信息:

Xiaobo Jin, Wentao Ma, Chuanlian Liu.

Origin of the long-term increase in coccolith size and its implication for carbon cycle and climate over the past 2 Myr. *Quaternary Science Reviews*, 2022, 290. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2022.107642>

全文链接: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0277379122002736>

## 中国科学家基于大洋钻探岩芯揭示西风带长期演化规律

近日, 国际地学自然指数 (Nature Index) 期刊《地球物理研究通讯》 (Geophysical Research Letters) 在线发表了中国科学院海洋研究所和美国路易斯安那州立大学、自然资源部第一海洋研究所等单位合作的最新研究成果“Northward shift of the Northern Hemisphere westerlies in the early to late Miocene and its links to Tibetan uplift”。

研究人员通过西太平洋风尘沉积记录揭示出北半球西风带在中新世之前靠近北纬 30 度, 在早一晚中新世 (23-9 百万年前) 期间受青藏高原隆升驱动, 逐渐向北移动到现今

位置 (~40° N), 随后在长时间尺度上保持相对稳定。研究首次重建了北半球西风带中新世以来的长期演化历史, 对于理解全球气候系统演化与高原隆升之间的流固耦合和构造—气候联系有重要意义。

亚洲内陆是全球第二大风尘源区, 每年约 6 亿吨粉尘从这里被扬起, 通过西风带或东亚冬季风向东输送, 其中大多沉降于陆地成为沙漠或黄土, 少部分沉降于西太平洋成为海洋风尘沉积。西太平洋风尘沉积也因此保存了风尘运输途径的重要信息, 成为追溯西风带演化的重要研究材料。西风带是全球气候系统的重要组成部分, 其驱动了中纬度表



图3 研究站位图

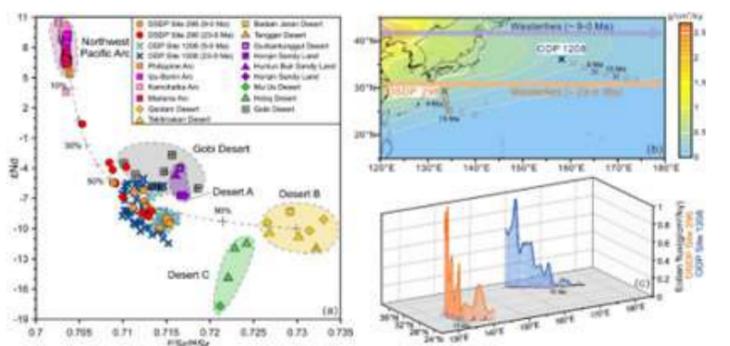


图4 西太平洋 Sr-Nd 同位素组成的物源示踪及中新世以来研究站位古地理位置变动

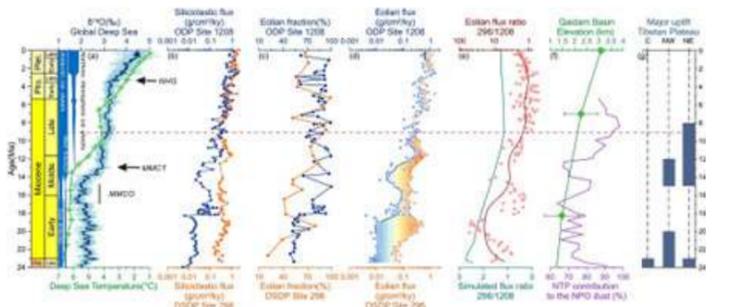


图5 中新世以来西太平洋风尘通量及青藏高原隆升历史对比

研究人员进一步分析了造成这种风尘通量差异演化的原因。利用 Gplates 软件模拟得到了 296 站位和 1208 站位中新世以来的古地理位置变动，并基于现代风尘通量分布模拟了站位移动导致的风尘通量变化，得到了与地质记录相反的结果，据此排除了站位地理位置变动的影响。基于两个站位具有相同的风尘源区，研究人员提出，北半球西风带可能在 ~23 百万年前从靠近 296 站位的 30° N 附近开始向北移动，并在 ~9 百万年前到达接近现代的位置 (~40° N)，此后在构造时间尺度上保持相对稳定。该结论得到了模拟结果的验证。进一步综合对比青藏高原隆升历史和新生代全球变冷记录，并结合前人关于地形隆起影响西风带位移的模拟结果，我们提出青藏高原自晚渐新世以来的大规模隆升可能驱动了北半球西风带的北移。

论文第一作者为海洋所博士研究生唐艺，通讯作者为万世明研究员。研究得到了国家自然科学基金、中国科学院战略先导科技专项、泰山和鳌山学者项目的支持。

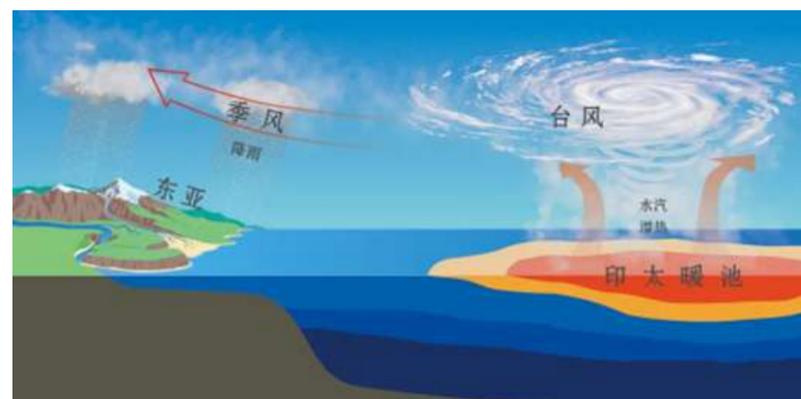
论文信息：

Tang Y., Wan S.\*, Clift P. D., Zhao D., Xu Z., Zhang J., Song Z., Jin H., Li M., Shi X., Li A. Northward shift of the Northern Hemisphere westerlies in the early to late Miocene and its links to Tibetan uplift. *Geophysical Research Letters*, 2022, doi: 10.1029/2022GL099311

原文链接: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com>

## Nature 发表同济大学翦知潜教授团队基于大洋钻探等深海岩芯的研究成果：首次从能量学角度阐释气候演变的低纬驱动

图6 热带西太平洋上层海洋增暖，与东亚季风区降雨增强紧密联系



10月19日，国际顶级学术期刊《自然》(Nature)在线发表了同济大学海洋地质国家重点实验室翦知潜教授团队的最新科研成果：“Warm pool ocean heat content regulates ocean-continent moisture transport” (“暖池区海洋热含量调控海洋—陆地之间的水汽传输”)。这项研究是该团队对西太平洋暖池次表层

层洋流，调节了海洋和大气的热量、水汽及碳交换，对区域和全球气候变化有重要影响。目前关于西风带演化历史的研究主要集中在轨道—季节性时间尺度，揭示出西风带在冷期向赤道移动，暖期向极地移动，主要受控于赤道—极地之间的温度梯度。但在更长的构造时间尺度上，中新世以来西风带长期演化历史和驱动机制仍不清楚，我们尤其缺乏对西风带演化是否及如何响应亚洲地形构造隆升的了解。

研究人员利用深海钻探计划 (DSDP) 31 航次在菲律宾海北部钻取的 296 站位岩芯沉积物 (图 3)，基于已发表的地球化学和生物地层年代约束，通过 Sr-Nd 同位素等指标重建了 ~23 百万年前以来高分辨率的西太平洋风尘通量记录，追溯了中新世以来亚

洲风尘输入西太平洋的历史，并通过对比已发表的北太平洋风尘通量记录，揭示了北半球西风带中新世以来的演化历史及其与青藏高原隆升之间的联系。

物源示踪结果显示 (图 4)，菲律宾海北部 296 站位和北太平洋 1208 站位硅酸盐组分均为西太平洋岛弧风化产物和亚洲沙漠 B 区风尘的混合，其中风尘主要来源于塔克拉玛干沙漠，由西风搬运。进一步计算并对比两个站位的风尘组分占比和风尘通量演变后发现，早中新世，两个站位风尘通量比值在 10 以上，此后比值逐渐减小，并在约 9 百万年前减小到 ~1，并稳定保持至今，且二者在 9 百万年前以来维持了相似的变化趋势 (图 5)。



海水古海洋学多年研究的升华。研究团队利用包括大洋钻探岩芯（ODP 130 航次，807 钻孔）在内的十个深海岩芯，恢复了温跃层和表层海水温度，进而重建过去 36 万年以来上层海水热含量，发现暖池的热量可以调控亚洲大陆与太平洋之间的水汽传输，使得亚洲石笋氧同位素和热带太平洋表层海水剩余氧同位素在岁差周期上呈反相位变化。这既为全球季风的水循环和亚洲石笋的水汽动力学提供了新的解释（图 6），也开拓了古海洋学的海洋热含量研究新领域，首次从能量学角度阐释了低纬海洋过程在气候演变中的驱动作用。

海洋是地球气候系统最大的热储库。工业革命以来，人为释放 CO<sub>2</sub> 的温室效应造成全球变暖，其中 90% 以上的过剩热量进入了海洋。热带印度洋—西太平洋暖池是全球表层海温最高、热含量最集中的区域，不断地为大气上升运动、对流降雨提供能量和水汽，也是整个地球气候系统的“热量和蒸汽引擎”（图 7）。现代仪器观测资料的不足，

极大限制了我们对极端天气 / 气候灾害的预测和预防能力，亟需利用地质记录和数值模拟等多种手段，研究过去的海洋热含量变化及其对海—陆间能量 / 水循环的调控作用。

该研究利用暖池区包括大洋钻探岩芯（ODP 807 钻孔）在内的十个深海岩芯，提取浮游有孔虫表层种 *Globigerinoides ruber* 和温跃层种 *Pulleniatina obliquiloculata* 的壳体 Mg/Ca 比值，分别建立了表层海温 (SST) 和温跃层海温 (TWT) 的综合曲线；进而重建了过去 36 万年以来暖池上层 (0-200 米) 海洋热含量 (OHC) 的变化（图 7），发现 OHC 变化以 2 万年岁差周期为主，并有较弱的 4 万年斜率周期，反映了低纬海区太阳辐射量经向梯度驱动的温跃层环流圈 (STC) 变化。此外，暖池 OHC 还出现三次间隔为 10 万年左右的峰值，指示冰消期到间冰期转型过程中，岁差和斜率驱动出现同相位叠加、放大了 OHC 增加幅度（占比 60%-70%），同时全球冰量变化也导致全大洋热含量增加（占比 40-

30%)。上述暖池热含量的重建记录与地球气候系统模式 CESM 瞬变数值模拟的热含量曲线变化形态和幅度非常一致。

该研究同时利用浮游有孔虫 *Globigerinoides ruber* 指标重建了暖池区表层海水剩余氧同位素 ( $\delta^{18}\text{O}_{\text{sw}}$ )，结果与暖池热含量变化一致，两者均与中国石笋记录的大气降雨氧同位素在岁差周期上一致变化（图 8），即暖池 OHC 增大对应海水  $\delta^{18}\text{O}_{\text{sw}}$  变重、石笋氧同位素变轻，指示暖池区表层海水蒸发增强、相邻陆地季风降雨增加。水同位素模式 GISS\_ModelE2 的瞬变模拟进一步证实了上述重建结果，暖池热含量每增加  $1 \times 10^9$  焦耳 / 平方米，亚洲季风降雨就增加 0.4 毫米 / 天，对应  $0.36 \times 10^9$  焦耳 / 平方米的海—陆间水汽潜热传输 / 释放。这说明岁差辐射量驱动的暖池热含量变化能够调控海洋水汽的蒸发、辐合以及向陆地的转移传输，产生类似于“水塔”的效应，从而有效地放大亚洲陆地与太平洋之间的水 / 热循环强度，表现为海陆之间水同位素分馏的差异增大（图 8）。

总之，该研究综合利用现代观测、古环境替代指标、以及海气耦合模式和水同位素

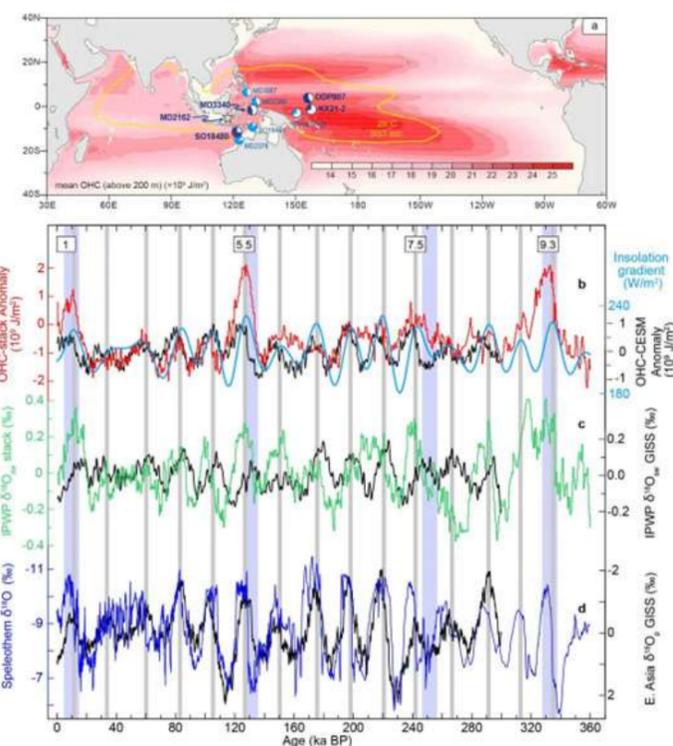
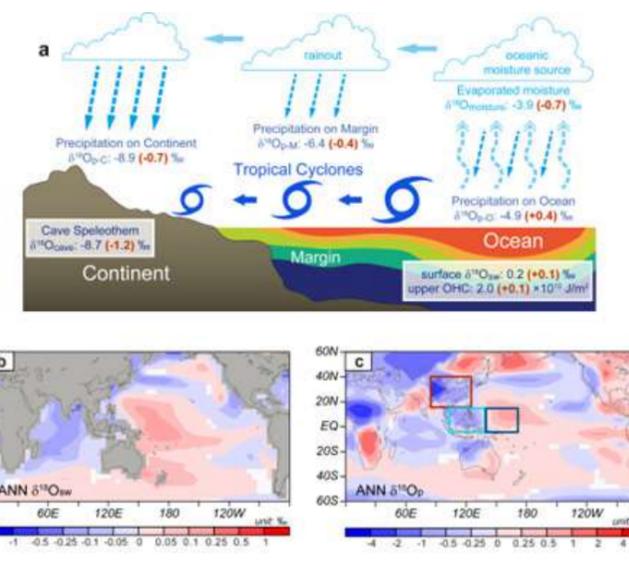


图 7 (a) 现代观测上层 (0~200 米) 海洋热含量 (OHC, 背景色白—红表示, 颜色标尺示于图内; 黄色实线示 28°C 的 SST 等温线, 指示暖池范围), 饼状图为深海沉积岩芯位置 (蓝、白色面积分别代表该岩芯 TWT 的岁差、斜率周期贡献百分比; MD2162 孔只有表层温度记录, 标记为五角星); (b) OHC 的重建记录 (红色) 和模拟结果 (黑色), 23°N-23°S 的夏季经向辐射量梯度; (c) 暖池区剩余海水氧同位素 ( $\delta^{18}\text{O}_{\text{sw}}$ ) 的重建记录 (绿色) 和模拟结果 (黑色); (d) 亚洲大陆的石笋  $\delta^{18}\text{O}$  重建记录 (紫色) 和夏季降雨  $\delta^{18}\text{O}$  模拟结果 (黑色)

数值模式的瞬变模拟，从暖池区上层海洋热含量（而非表层海水温度）的角度探索水汽潜热传输，通过海陆之间的水同位素梯度来衡量全球季风水循环强度，不仅拓展了古海洋与古气候的能量学研究新领域，也可为现代和未来气候变化提供“以古论今”的新思路。

论文第一和通讯作者均为同济大学海洋地质国家重点实验室翦知潜教授，团队成员王跃、党皓文分别为第二、三作者和共同通讯作者，国外合作单位包括德国不莱梅大学、美国罗格斯大学、美国加州大学圣芭芭拉分校和德国基尔大学。该项研究得到国家自然科学基金项目（项目号：42188102，91958208，41976047 和 42176053）和上海市科委项目（项目号：21NL2600200）资助。

Jian Zhimin\*, Wang Yue\*, Dang Haowen\*, Mohtadi M., Rosenthal Y., Lea D. W., Liu Zhongfang, Jin Haiyan, Ye Liming, Kuhnt W., Wang Xingxing, (2022). Warm pool ocean heat content regulates ocean-continent moisture transport. *Nature*, <https://www.nature.com/articles/s41586-022-05302-y>

## 中国科学家发表大洋钻探新成果： 南海海盆沉积的前世今生

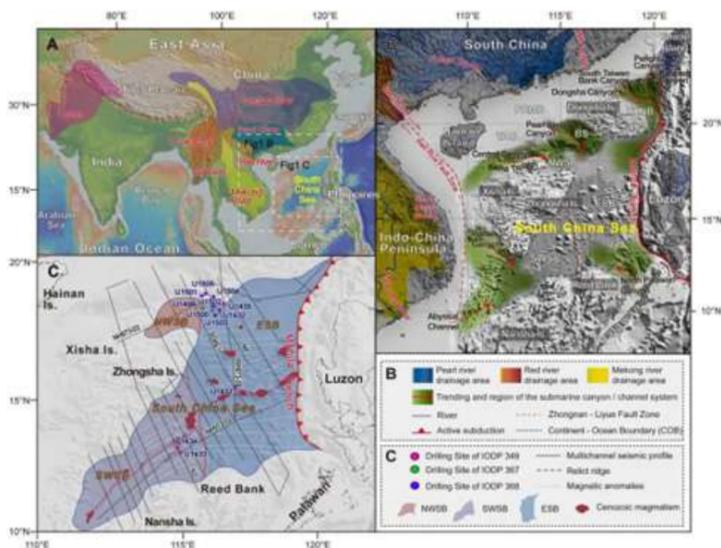


图9 区域地质背景 (A) 东亚“源-汇”过程大型陆上河流水系以及研究区南海海盆的区域地理位置 (修改自 Clift, 2006). (B) 南海海盆区域地貌图。图中绿色区域和红色箭头标记了南海周缘的6个主要的海底峡谷/深水水道系统的分布范围以及展布方向. (C) 南海海盆主要构造单元, 以及多道地震测线, IODP 349、367 和 368 航次的钻井分布, 以及磁异常条带展布 (Li et al., 2014)

近日, 国际知名地学期刊 *Marine and Petroleum Geology* 在线发表了自然资源部海底科学重点实验室丁巍伟研究员 (通讯作者) 和上海交通大学海洋学院博士研究生王菲 (第一作者) 合作的最新研究成果: “How did sediments disperse and accumulate in the oceanic basin, South China Sea”。研究团队基于 IODP 349、367、368 及 368X 航次在南海的钻探数据, 半量化约束了海盆的沉积过程, 探讨了控制因素和可能的沉积物源。

南海虽然面积只占全球海域面积的 0.9%, 但其堆积的沉积物却占了全球沉积物总量的 5.5%, 是欧亚板块东南缘沉积“源-汇”过程的重要终端 (图 9)。如此巨量且保存较为完整的沉积物可以帮助我们建立起南海沉积过程与区域重大构造事件、气候变

化、海平面变化等因素之间的系统联系。沉积通量的计算作为沉积过程定量研究的重要手段, 一直以来都是区域性沉积过程研究的关键点。以往的沉积通量研究主要聚焦于南海北部和西侧的陆缘盆地; 而在南海海盆, 由于多道地震数据以及钻井数据的缺乏, 极大的限制了对海盆区沉积过程的定量研究。

国际大洋发现计划 (IODP) 自 2014 年以来先后在南海执行了 349、367、368 及 368X 航次, 在南海海盆区钻探了 12 口钻井, 使得南海海盆区精准的层序地层格架建立成为可能。研究团队基于以上 IODP 钻探数据, 对南海海盆区超过 30 条多道地震剖面进行了地质解释, 首次对南海全海盆不同地质历史时期的沉积通量进行计算, 从而对海盆的沉积过程进行半量化约束, 重建了南海海盆沉积物的百万年尺度的搬运和堆积过程,

并对沉积过程的控制因素以及可能的沉积物源进行了讨论。

研究发现, (1) 受控于包括青藏高原和台湾岛隆升、海盆扩张等在内的构造运动和气候变化, 以及东亚大型河流发育、海底峡谷演化、海平面升降等一系列控制因素的叠加影响, 南海海盆沉积通量随时间不断增加, 但不同时期增长速率并不一致 (图 10); (2) 南海西南次海盆和西北次海盆在特定的地质历史时期分别有一期沉积通量异常下降事件: 前者发生在晚中新世期, 可能与湄公陆坡区的沉积捕获有关; 而后者在上新世期间, 主要与该阶段处于高海平面时期, 沉积主要堆积在北部陆缘宽阔的陆架区, 导致陆坡区峡谷体系 (如中央峡谷) 发生退缩相关; (3) 上新世期间, 南海海盆内沉积物分布格局发生改变 (图 11E)。在此之前海盆内沉积物主要集中在海盆北翼, 沉积中心主要分布在深水河道/海底峡谷系统的出口和陆坡脚处, 逐渐向海盆中央扩散; 其后由于海平面升高和湄公河径流的增加, 沉积中心逐渐向海盆西南方向转移。一个例外是上新世晚期在南海海盆东北部形成的与台湾岛隆升相关的巨大沉积中心, 由于持续的隆升造山运动导致了极大的风化剥蚀, 陆相沉积物通过河流和峡谷水道输送, 在海盆内形成厚度超过~1000m 的扇形堆积体 (图 11F)。

论文第一作者为上海交通大学海洋学院博士研究生王菲, 通讯作者为自然资源部海底科学重点实验室丁巍伟研究员。本研究得到了国家自然科学基金 (No. 42025601, No. 91858214) 和浙江省科技创新领军人才 (No. 2019R52034) 的资助。

Wang, F., Ding, W.\*, How did sediments disperse and accumulate

in the oceanic basin, South China Sea, *Marine and Petroleum Geology* (2022), <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2022.105979>.

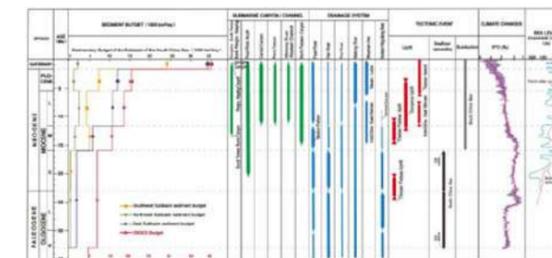


图 10 南海海盆, 以及不同次海盆沉积通量的变化及其控制因素。控制因素包括 (图中由左至右): 海底峡谷水道发育、河流系统演化、构造运动、气候变化以及海平面变化。图示详细内容请参阅原文

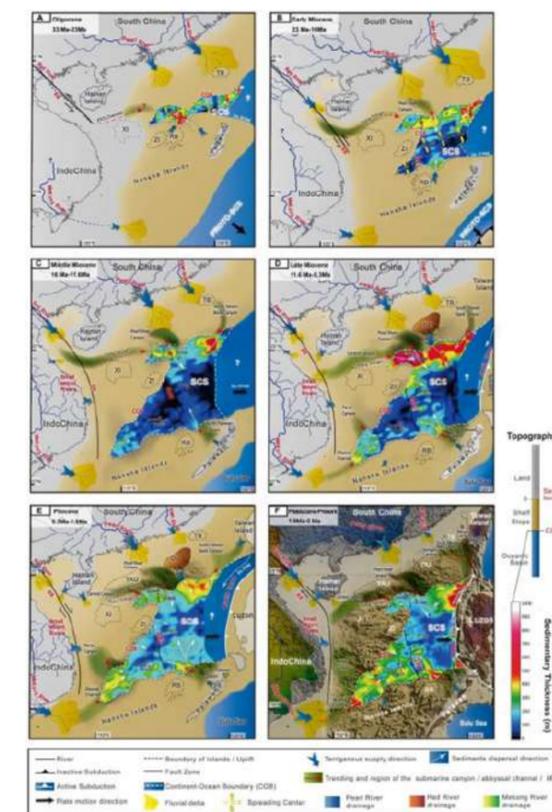


图 11 基于沉积等厚图, 海盆扩张过程、陆上河流水系演化、海底峡谷发育、及海平面变化的南海海盆沉积过程重建。(A) 渐新世 (33 Ma~23 Ma); (B) 早中新世 (23 Ma~16 Ma); (C) 中中新世 (16 Ma~11.6 Ma); (D) 晚中新世 (11.6 Ma~5.3. Ma); (E) 上新世 (5.3 Ma~1.8 Ma); (F) 更新世一至今 (1.8 Ma~0 Ma)。



## 中国科学家发表大洋钻探新成果： 揭示珠江形成于三千万年前

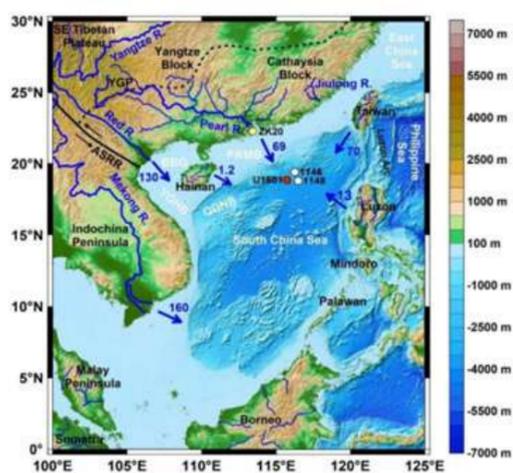


图 12 研究站位图

近日，国际地学自然指数 (Nature Index) 期刊《地球与行星科学通讯》(Earth and Planetary Science Letters) 在线刊发了中国科学院海洋研究所、美国路易斯安那州立大学、美国德州农工大学、暨南大学和自然资源部第一海洋研究所等单位合作的最新研究成果“Birth of the Pearl River at 30 Ma: evidence from sedimentary records in the northern South

China Sea”。研究人员通过国际大洋发现计划 (IODP) 368 航次在南海北部获取的陆源碎屑沉积记录约束了过去 3500 万年以来研究区沉积物物源演化，揭示类似现代规模的珠江流域形成于约三千万年前，源于青藏高原东南部隆升和中国东部地形倒转。

约 5500 万年前印度次大陆和欧亚大陆发生碰撞，导致了喜马拉雅—青藏高原此后的阶段性隆升，东亚地形格局和气候模式也随之发生了剧烈变化，主要分别表现为从西低东高转变为西高东低和从行星风系转变为季风风系，在构造变形和气候变化的共同影响下，东亚水系逐渐形成，同时塑造了陆上地貌并控制了陆源物质向边缘海的输送。现代珠江，发源于云贵高原，流经华南地块 (包括华夏地块和扬子地块)，自广州汇入南海，是我国境内仅次于长江、黄河的第三长河。

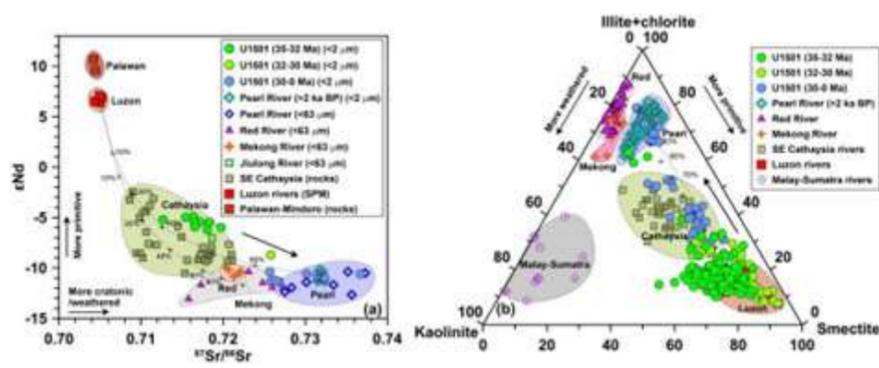


图 13 研究区 Sr-Nd 同位素及粘土矿物组成的物源识别

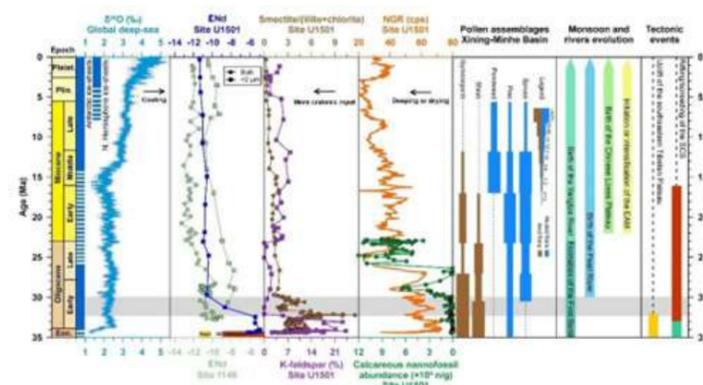


图 14 晚始新世以来东亚构造—气候及河流演化的海—陆记录对比

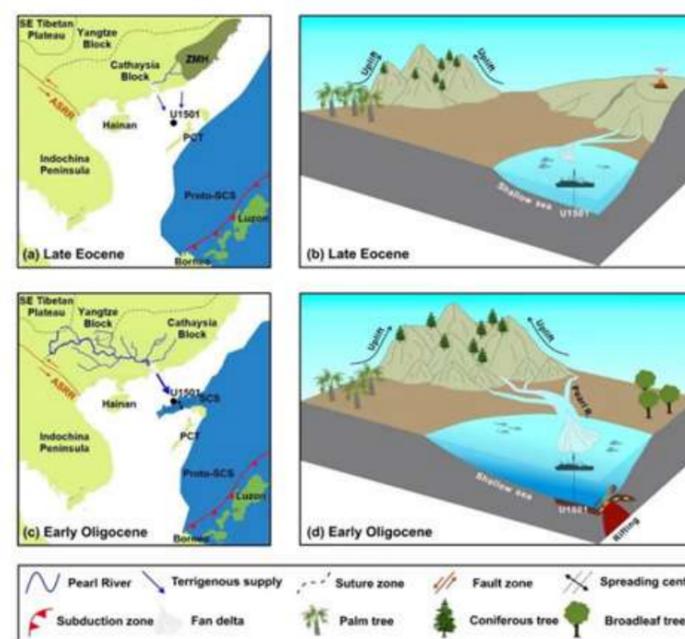


图 15 晚始新世以来珠江演化示意图

前人对珠江的演化历史开展了大量研究，揭示出珠江不同于东亚其他大河，它最初形成于华南地块东南沿岸，随后逐渐向西溯源侵蚀，其形成发育过程可能与华南地块构造演化密切相关，然而，由于以往研究材料和分析方法的限制，珠江流域在长时间尺度上的演化细节仍不清楚，特别是珠江流域何时以及如何形成现代规模没有明确认识。

南海作为西太平洋最大的边缘海，自新

始新世以来接受了大量来自周边地块河流搬运的陆源碎屑沉积物。这些巨厚、连续且有良好地层年代约束的沉积物很好地记录了当时的古环境信息，因此成为了研究构造时间尺度河流演化的重要材料。研究人员以 IODP 368 航次在南海北部钻取的 U1501 站位 (图 12) 上部 457 米岩芯沉积物为研究材料，基于古生物地层、磁性地层和锶同位素年代约束，通过粘土矿物学和 Sr-Nd 同位素地球化学等方法首次阐明了南海北部晚始新世约 3500 万年前以来粘土粒级陆源碎屑沉积物的物源和河流演化历史。

分析结果显示 (图 13)，南海北部 U1501 站位粘土粒级陆源组分的物源在 3200 万年前至 3000 万年前发生了明显变化。通过与周边潜在源区端元对比，我们认为研究区沉积物在 3200 万年前之前主要是来自于华夏地块东南沿岸以富蒙脱石和  $\epsilon_{Nd}$  值相对偏正为特征的风化产物，而从 3000 万年前至今则转变为来自于华南地块内部 (扬子地块为主) 以富伊利石和  $\epsilon_{Nd}$  值相对偏负为特征的物质。华夏陆块沿岸地区的基岩以古生代—中生代花岗岩和火山岩为主，其组成受到了古太平洋板块俯冲的地幔物质显著影响；而华南内陆即扬子地块作为古老克拉通，以中生代沉积岩和变质岩为主。二者风化产物因而具有明显不同的放射性成因 Nd 同位素组成及粘土矿物组合。

基于上述分析，研究人员采用  $\epsilon_{Nd}$  值、



蒙脱石 / (伊利石 + 绿泥石) 比值和钾长石含量等代用指标重建了华南地块风化产物向南海北部输入变化, 从而示踪华南河流流域的连续演化历史 (图 14)。结果表明, 华南河流流域在 3200 万年前从主要发育于华夏地块东南沿岸的小型河流开始向扬子地块内部溯源侵蚀, 并在约 3000 万年前形成类似现代规模的格局并此后保持相对稳定, 即此时珠江的主体已经基本形成并开始影响南海北部的源—汇沉积系统 (图 15)。通过进一步综合对比东亚区域的构造隆升、南海海底扩张和东亚季风演化历史, 我们提出发生于晚始新世—早渐新世的青藏高原东南部隆升导致了华南地块的地形倒转, 促进了华南河流流域的向西溯源侵蚀和珠江主体的形成。

本研究基于南海北部晚始新世约 3500 万年以来长期、连续且高分辨率的沉积记录, 在国际上首次精确限定了珠江的发育和形成历史, 明确了高原隆升驱动了珠江演化, 对

于加深理解新生代构造作用如何控制边缘海沉积环境演化和陆上河流形成演变具有重要意义。

论文的第一作者为中国科学院海洋研究所博士研究生靳华龙, 通讯作者为万世明研究员。本研究得到了中国大洋发现计划 (IODP-China)、国家自然科学基金、中国科学院战略先导科技专项、泰山和鳌山学者项目的支持。

Jin, H., Wan, S.\*, Clift, P.D., Liu, C., Huang, J., Jiang, S., Li, M., Qin, L., Shi, X., Li, A., 2022. Birth of the Pearl River at 30 Ma: Evidence from sedimentary records in the northern South China Sea. *Earth and Planetary Science Letters* 600, doi: 10.1016/j.epsl.2022.117872

## 中国科学家发表大洋钻探新成果： 建立上新世—更新世印尼穿越流中层水 演化的气候和构造约束

近期, 第四纪研究领域国际著名期刊 *Quaternary Science Reviews* 发表了西北大学地质学系、自然资源部第一海洋研究所和中国科学院地球环境研究所共同合作的最新研究成果: “Climatic and tectonic constraints on the Plio—Pleistocene evolution of the Indonesian Throughflow intermediate water recorded by benthic  $\delta^{18}O$  from IODP

site U1482”。研究人员利用国际大洋发现计划 (International Ocean Discovery Program, IODP) 第 363 航次在印尼穿越流主要出口帝汶海内钻取的 U1482 站岩芯 (图 16), 建立了晚上新世—中更新世 (~3.17-1.07 Ma) 高分辨率 (~1.53 kyr) 印尼穿越流中层水 (ITF intermediate water, ITF-IW) 古海洋学记录。

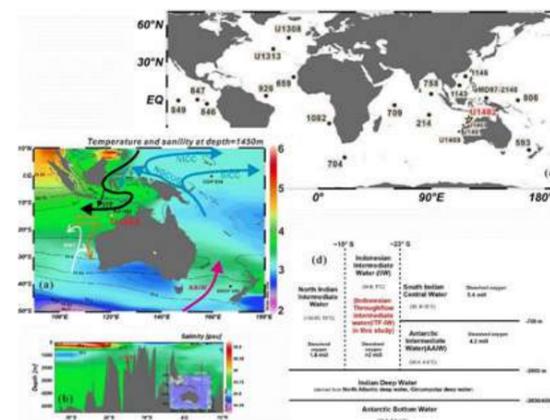


图 16 (文章中图 1) 研究站位及其现代海洋学特征

印尼穿越流 (Indonesian Throughflow, ITF) 是全球温盐环流在低纬海区的关键组成、连接热带西太平洋和印度洋的唯一通道。受来自太平洋大规模风力作用, 印尼穿越流主要水体流入望加锡海峡, 与厄尔尼诺—南方涛动 (El Niño-Southern Oscillation, ENSO) 以及东亚季风等气候现象密切相关, 在过去全球气候变化中扮演重要角色。上新世—更新世印尼海道构造收缩改变了印尼穿越流的主要来源, 很可能是触发北半球冰盖扩张 (Northern Hemisphere Glaciation, NHG) 的一个重要因素。印尼海道持续收缩对印尼穿越流中深层水体限制的优先级高于上层水体。由于沉积物样品限制, 以往印尼穿越流古海洋学研究多聚焦于上层水体, 而对中深层水体相关研究仅限于最近几个冰期—间冰期旋回, 上新世—更新世时期印尼穿越流中深层水古海洋学记录尤为鲜见。

研究团队对 1368 个沉积物样品展开研究, 利用底栖有孔虫氧同位素 ( $\delta^{18}O$ ) 建立年代地层框架, 获得了印尼穿越流区域第一条高分辨率晚上新世—中更新世古海洋学记录。文章将 U1482 站底栖  $\delta^{18}O$  与全球底栖有孔虫氧同位素堆叠曲线 (Prob-stack) 和全球各大洋站位底栖  $\delta^{18}O$  进行对比, 发现

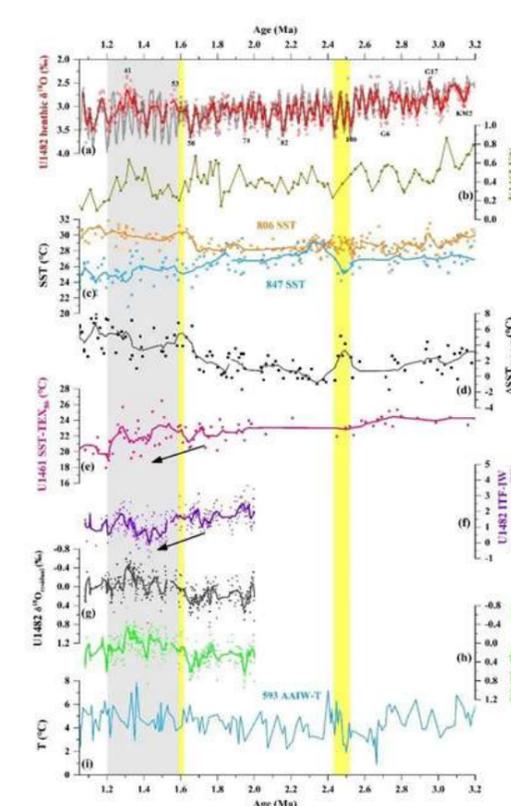


图 17 (文章中图 4) U1482 站底栖有孔虫氧同位素、估算的印尼穿越流中层海水古温度和海水剩余氧同位素记录与其他站位古海洋学记录对比

在 ~1.6 Ma 之前 U1482 站底栖  $\delta^{18}O$  与其他站位  $\delta^{18}O$  变化基本一致; ~1.6 Ma 之后与全球底栖  $\delta^{18}O$  出现明显差异, 冰期—间冰期振幅减小, 尤其在 ~1.6-1.2 Ma 期间达不到完全冰期值。

U1482 站记录显示, ~1.55-1.35 Ma 期间印尼穿越流中层水温度逐渐降低, 但南极中层水和西太平洋暖池中心都未发生类似变化; 而 U1482 站西南边 U1461 站由 TEX86 恢复的表层海水温度在 ~1.6 Ma 之后出现了变冷趋势, 与 U1482 站中变冷相对应 (图 17; 文章中图 4)。在帝汶海区, 从表层、次表层到 ~1500 m 左右的中层水变化较一致, 表明在班达海内印尼穿越流表层海水和次表层海水通过垂向水体的强烈混合到达中

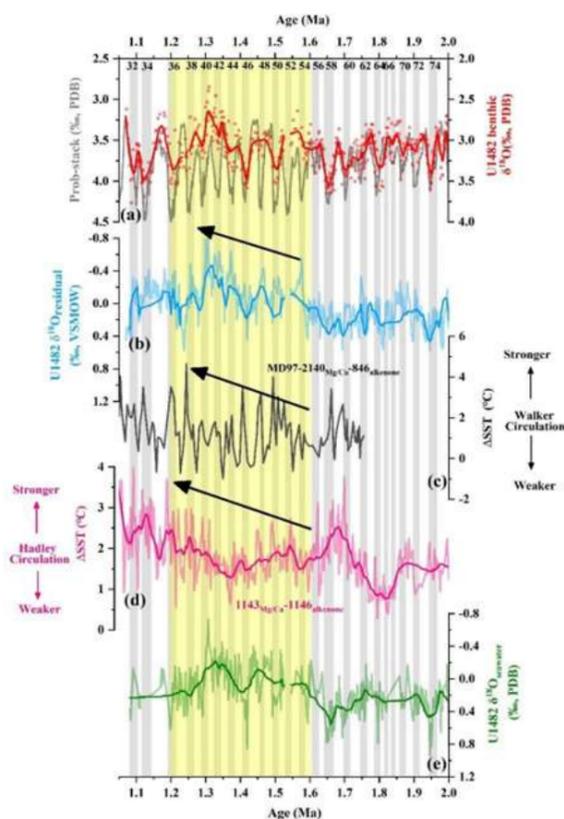


图 18 (文章中图 5) 2-1.07 Ma U1482 站印尼穿越流中层水海水氧同位素和剩余氧同位素与纬向和经向海水温度梯度对比

层海水深度,使表层海水到中层水变化趋势一致。

U1482 站水深 1466 m, 受印尼穿越流中层水控制, 区别于全球其他深层水站位 (多位于 2000-3800 m)。因此其他因素比如印尼海道构造收缩导致印尼穿越流所控水团变化也会影响 U1482 站底栖  $\delta^{18}\text{O}$ 。自晚上新世以来, 澳洲西北部气候从相对温暖、湿润且稳定的状态转变为干旱、寒冷且多变的气候模式。~2.4 Ma U1463 站 Th/K 和 K% 低值指示澳洲大陆内部变得更干, 相应地, U1482 站底栖  $\delta^{18}\text{O}$  自 ~2.51—2.43 Ma 开始逐渐变重。有研究指出 ~1.6—0.8 Ma 期间澳大利亚西北部印度洋与太平洋建立了良好的生物地层连接, 表明彼时与现今相比印尼穿越流更加不受限且可能强度更大。U1482 站记录显示 ~1.6 Ma 之后印尼穿越流中层水温度和盐度都开始降低 (图 17; 文章中图 4), 可能对应着不受限的印尼穿越流状态。由于 U1482 站底栖  $\delta^{18}\text{O}$  携带了来自南太平洋中层水和班达海表层水的混合信号, ~1.6 Ma 之后 U1482 站受区域气候影响可能超过了受全球冰量变化影响, 导致 U1482 站与全球其他站位之间底栖  $\delta^{18}\text{O}$  存在巨大差异。

模型研究和现代海洋学观测显示印尼穿越流对季风系统和 ENSO 事件有很好的响应和反馈; 前期古海洋研究也记录了末次冰期时印尼穿越流与东亚冬季风和拉尼娜事件有密切联系。该文记录显示, ~2-1.07 Ma 冰期时, U1482 站底栖剩余氧同位素 ( $\delta^{18}\text{O}$  residual) 值降低对应赤道西太平洋 MD97-2140 站和赤道东太平洋 ODP 846 站间表层海水温度梯度增强, 可能进一步揭示印尼穿越流与 ENSO 的联系。受到类似拉尼娜状态影响, 印尼穿越流中层水变淡, 可能是造成 ~1.6-1.2 Ma 期间 U1482

站底栖  $\delta^{18}\text{O}$  冰期—间冰期振幅减小的因素之一。除了纬向沃克环流增强, 经向哈德利环流也在同一时期加强。增强的哈德利环流强化亚洲冬季风, 驱使更多较淡的海水从南海通过爪哇海和苏禄海进入到印尼海区, 也可能导致 U1482 站底栖  $\delta^{18}\text{O}$  偏负 (图 18; 文章中图 5)。

通常认为中更新世气候转型发生于 ~1.2-0.7 Ma, 主要特征表现为冰期—间冰期反差增大和冰期旋回从以 41-kyr 斜率周期为主向 100-kyr 偏心率周期为主转变。U1482 站底栖  $\delta^{18}\text{O}$  的 100-kyr 滤波在 ~1.6 Ma 之后与 100-kyr 偏心率周期具有很好的对应关系 (图 19; 文章中图 6); 相似地, 北大西洋 ODP 659 站底栖  $\delta^{18}\text{O}$  在 90-kyr 和 130-kyr 区间的滤波自 ~1.5 Ma 开始震荡且振幅开始增加, 可能指示了中更新世气候转型的早期阶段。除此之外, 纳米比亚沿岸上升流增强、赤道西太平洋海藻生产力增加和全球  $\delta^{13}\text{C}$  记录长偏心率周期开始模糊都发生在 ~1.6 Ma, 指示全球气候和海洋在这一时期发生了重大变化。~1.6-1.5 Ma 气候变化代表了冰期—间冰期气候模式、温盐环流和低纬度陆地气候的重要转变, 热带地区

在其中可能起到了关键作用。然而这个气候转变却没有像更新世其他重要气候转型一样得到重视, 也就是说, ~1.6 Ma 气候变化可能被低估了。本文记录为这一气候转变提供了新数据支撑。

文章第一作者为西北大学博士研究生陈漪馨, 西北大学徐建教授与自然资源部第一海洋研究所李铁刚研究员和熊志方研究员为共同通讯作者。该研究受到国家自然科学基金 (41830539, 41776060) 资助。

Chen, Y., Xu, J\*, Liu, J., Li, T\*, Xiong, Z\*, Zhang, P., Yan, H. Climatic and tectonic constraints on the PlioePleistocene evolution of the Indonesian Throughflow intermediate water recorded by benthic  $\delta^{18}\text{O}$  from IODP site U1482. 2022, Quaternary Science Reviews, 295.

<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2022.107666>.

## 中国科学家发表 IODP 381 航次新成果: 揭示活动裂谷盆地沉积物粒度对水动力条件及物源的响应

伦敦地质学会特刊 (Geological Society London, Special Publications) 近日发表了由中国地质大学 (北京) 康文君博士 (第一作者)、李顺利副教授 (通讯作

者, IODP 381 航次中国科学家代表) 及其合作者关于科林斯裂谷晚更新世沉积物粒度分析的研究成果: “Grain-Size Analysis of the Late Pleistocene Sediments in

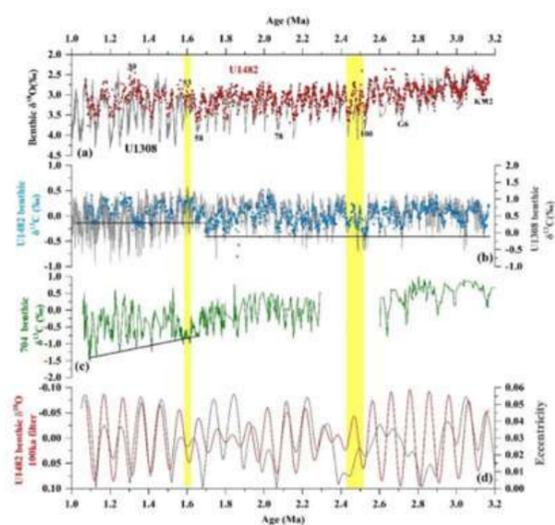


图 19 (文章中图 6) U1482 站与其他站位底栖  $\delta^{18}\text{O}$  和  $\delta^{13}\text{C}$  对比以及滤波分析

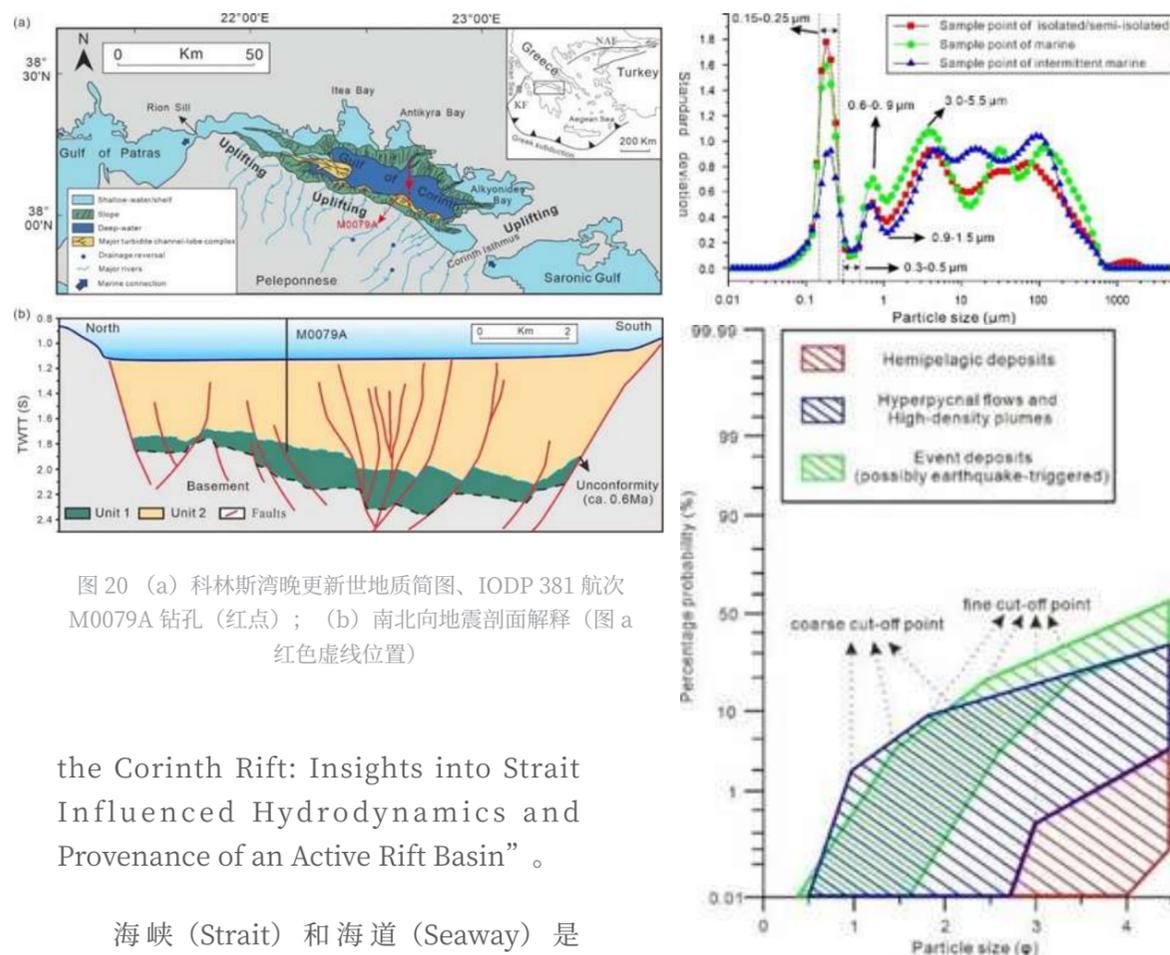


图 20 (a) 科林斯湾晚更新世地质简图、IODP 381 航次 M0079A 钻孔 (红点); (b) 南北向地震剖面解释 (图 a 红色虚线位置)

the Corinth Rift: Insights into Strait Influenced Hydrodynamics and Provenance of an Active Rift Basin”。

海峡 (Strait) 和海道 (Seaway) 是连接开阔海与局限海的关键枢纽, 它们调节水、沉积物和生物的交流, 并影响当地和全球气候 (Rossi et al., 2022)。海峡控制流体放大机制下沉积物堆积 (Cavazza & Longhitano, 2022) 包含反映沉积体系内部动力学运行时空尺度的粒度信息 (Ganti, Lamb & McElroy, 2014; Watkins et al., 2020)。

研究团队选取了 IODP 381 航次 M0079A 钻孔 (位于希腊科林斯湾中部) 晚更新世样品作为研究对象 (图 20), 通过频率分布曲线、粒度-标准差法和概率值累积曲线, 提取了对沉积环境敏感的粒度总体, 表征不同流动过程 / 机制下沉积物的粒度总体, 利用敏感粒度总体的变异性来确定晚更新世活动裂谷内主要水动力条件和物源, 揭

图 21 上: 通过标准偏差-粒径法提取的敏感粒度组分; 下: 用于区分研究区物源的概率值累积曲线图版

示了海峡闭 / 开状态对科林斯裂谷盆地沉积和物源演化的控制, 为大陆边缘活动裂谷沉积过程研究提供了新思路。

该研究发现: 约 0.593-0.613 Ma 之间, 科林斯湾的沉积环境从孤立湖泊转变为周期性与大洋连接的海湾, 并被记录在研究区域沉积物粒度信息中。在科林斯湾南部汇水区水系反转之前, 0.15-0.25  $\mu\text{m}$  粒度组分通常可以指示河流沉积物供应 (高密度羽流), 水系反转后该组分指示洪水期间河流沉积物供应 (异重流); 0.3-0.5  $\mu\text{m}$  粒度组分可作为悬浮沉积物沉降指标, 尤其是当海湾与海

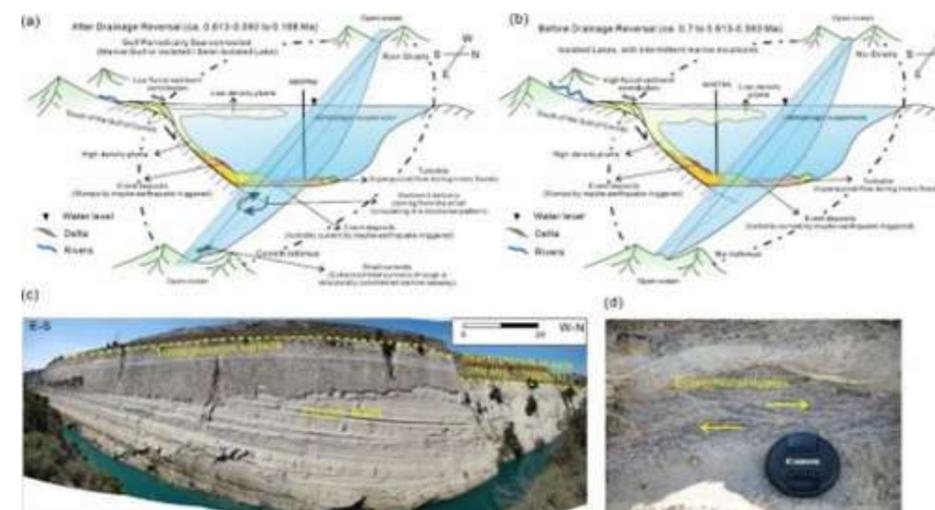


图 22 科林斯湾 M0079A 场地水动力和物源解释的剖面示意图。(a) 科林斯湾南部排水逆转后, 海湾定期连通; (b) 科林斯湾南部排水逆转前, 存在间歇性海侵的孤立湖泊; (c) 科林斯地峡沉积层序照片; (d) 细砂岩中的双向波纹

洋周期性连接时, 其含量稳定在 0.8% 附近。同时, 基于粒度分析, 建立了区分科林斯湾的半远洋沉积、事件沉积 (可能是由地震触发)、异重流和高密度羽流的概率值累积曲线图版 (图 21)。

此外, 作者对深水岩芯分析表明, 在海湾与海洋连接时沉积层段沉积物粒度更粗, 同时基于科林斯地峡更新世古地理重建结果 (Collier & Thompson, 1991), 认为海峡沉积物通量引起的相关洋流 (顺时针方向循环) 可能促进了浅水沉积物从较浅陆架向科林斯裂谷主轴沉积中心的搬运 (图 22), 解释了海相沉积期间的粗粒沉积物。

本研究说明了海峡存在是如何影响邻近沉积中心深水轴的沉积流体流动细节, 并提供了通过粒度组分区沉积物供应的新见解。

论文第一作者为中国地质大学 (北京) 康文君博士 (第一作者)、通讯作者为中国地质大学 (北京) 李顺利副教授。该研究受 IODP 381 航次、国家自然科学基金项目

(42272124, 41802129) 及中央高校基本科研专项资金项目 (2-9-2019-100) 的支持。作者对参与 IODP 381 航次的科学家团队, 以及中国 IODP 办公室一并致谢。

Wenjun Kang, Shunli Li\*, Robert L. Gawthorpe, Mary Ford, Richard E. Ll. Collier, Xinghe Yu, Liliane Janikian, Casey W. Nixon, Romain Hemelsdaël, Spyros Sergiou, Jack Gillespie, Sofia Pechlivanidou, and Gino De Gelder. 2022. Grain-Size Analysis of the Late Pleistocene Sediments in the Corinth Rift: Insights into Strait Influenced Hydrodynamics and Provenance of an Active Rift Basin. Geological Society, London, Special Publications. Volume 523, <https://doi.org/10.1144/SP523-2022-166>.



## 巽他陆架大洋钻探研究取得重要进展 定量评估中新世巽他陆架沉积体系碳封存 对全球气候变化的促进作用

近日，海洋地质国家重点实验室（同济大学）深海沉积学团队在国际知名地学期刊 *Geophysical Research Letters* 上发表巽他陆架大洋钻探研究成果：“Carbon Sequestration of the Middle Miocene Sunda Shelf Facilitated Global Climate Change”。该项工作首次定量评估了中中新世时期巽他陆架沉积物和碳封存的总量及速率（图 23），探讨了陆架有机碳埋藏在不同气候背景下对全球气候的调控机制，提出中中新世气候转型期，巽他陆架暴露导致的陆地碳库扩张及埋藏加速可能至少贡献了全球 1/6 的大气二氧化碳（ $p\text{CO}_2$ ）减少量。

新生代以来，大气  $p\text{CO}_2$  与全球气候演化密切相关，且将继续影响未来气候变化。在构造时间尺度上，大气  $p\text{CO}_2$  主要受控于火山

喷发和变质过程中的排气、及硅酸盐风化和有机碳埋藏的消耗。其中，有机碳埋藏直接与海洋和陆地植物光合作用相关，可与大气  $\text{CO}_2$  发生快速相互作用，并通过多种反馈机制影响气候变化。陆架，尽管仅占全球海洋 7-10% 的面积，但贡献了海洋有机碳埋藏总量的 80%，在全球有机碳埋藏过程中极为重要。然而，少有工作直接定量评估特定陆架有机碳埋藏在地质历史时期重大气候变化中的作用。

为弥补上述不足，本研究以低纬区最大的陆架—巽他陆架为目标，系统收集了钻穿中中新世的 367 口油气井（图 23），利用地层厚度、总有机碳（TOC）数据定量计算了中新世气候适宜期（Miocene Climatic Optimum, MCO）和中中新世气候转型期（Middle Miocene Climate Transition, MMCT）巽他陆架沉积物、有机碳埋藏以及  $p\text{CO}_2$  封存的总量和速率，同时结合裂解烃（ $\text{S}_2$ ）数据界定了不同阶段有机质类型（图 24），取得以下认识：

(1) 中中新世巽他陆架埋藏的有机碳可能超过该阶段全球有机碳净埋藏的 10%，是全球碳循环的重要一环。其中，MCO 阶段有机碳埋藏总量较大，但 MMCT 阶段埋藏速率更高（图 24a）；

(2) MMCT 阶段沉积体系碳封存加速、有机质从海源主导向陆源主导的转变、以及沉积堆积速率加快，三者同时发生（图 24a-b），指示了 MMCT 时期陆地碳库的扩张和在巽他陆架区域的快速埋藏；

(3) 陆架有机碳埋藏在 MCO 和 MMCT 阶段分别通过负、正反馈机制调控  $p\text{CO}_2$ （图 24c-d）。即便假设潜在的火山排气强度在 MMCT 没有明显减弱，巽他陆架加速的碳封存也可以贡献该阶段至少 1/6 的

$p\text{CO}_2$  减少量。

论文由海洋地质国家重点实验室深海沉积学团队马鹏飞副研究员（第一作者及通讯作者）和刘志飞教授、华东师范大学蒋美琛博士、中国地质大学（北京）研究生程汉、海口海洋地质调查中心张林博士和蔡砥柱博士合作完成。该研究受国家自然科学基金原创探索计划项目（42050102）、重点研发项目（2018YFE0202402）、上海科技创新行动计划项目（20590780200）、地质调查专项（ZD20220606）资助。巽他陆架大洋钻探聚焦上新世—更新世热带巽他陆架的海平面升降、河系演变和碳循环历史，旨在检验低纬海洋大陆的地貌变迁及其碳储库演变是否驱动了上新世—更新世全球变冷。该研究将为气候变化的热带驱动开拓新途径，继续扩大我国在南海大洋钻探和基础研究上的主导权。建议书由海洋地质国家重点实验室刘志飞教授联合国内外 19 位科学家共同撰写，目前已通过 IODP 初步评审，计划 2023 年提交修改版。期待其成为中国多功能平台自主组织的首个国际大洋钻探航次，为中国联合引领 2024 年后国际大洋钻探计划奠定基础。

Ma, P., Liu, Z., Jiang, M., Cheng, H., Zhang, L., & Cai, D. (2022). Carbon sequestration of the middle Miocene Sunda Shelf facilitated global climate change. *Geophysical Research Letters*, 49, e2022GL100638. <https://doi.org/10.1029/2022GL100638>

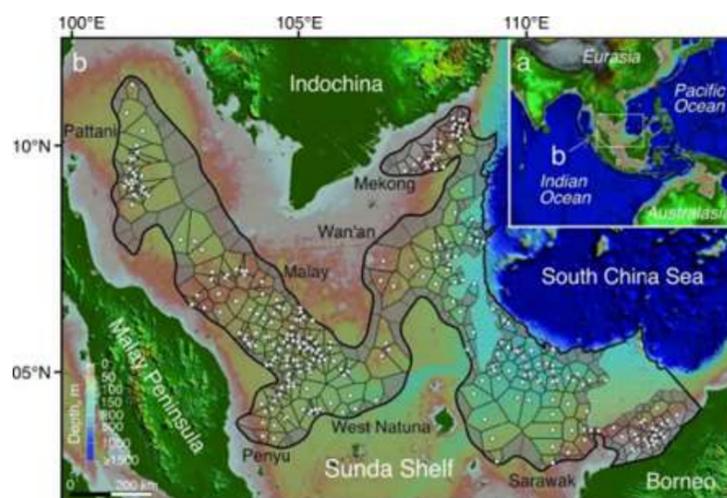


图 23 巽他陆架地理位置、水深特征及站位分布

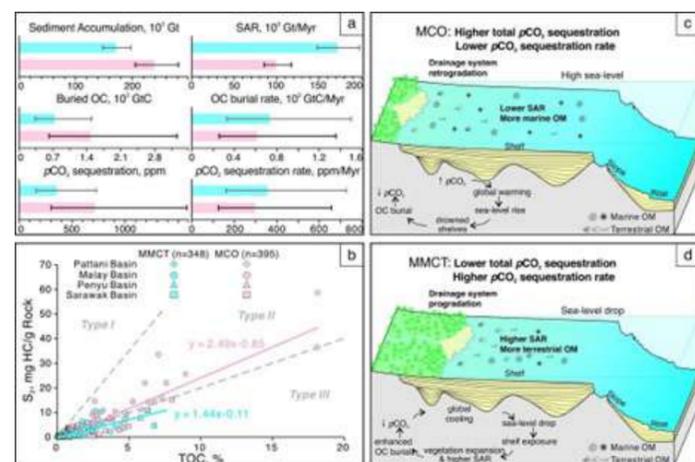


图 24 (a) 沉积物和有机碳埋藏、 $p\text{CO}_2$  封存总量及速率；(b) 有机质类型；(c-d) MCO 和 MMCT 阶段陆架沉积体系碳封存模式及气候调控机制

## 中国科学家发表大洋钻探新成果： 斜率驱动 41 万年来热带辐合带的纬向移动

近日, Nature Index (NI) 期刊 Geophysical Research Letters 发表了西北大学地质学系、德国基尔大学和自然资源部第一海洋研究所共同合作的最新研究成果: Obliquity Induced Latitudinal Migration of the Intertropical Convergence Zone During the Past ~410 kyr. 研究人员以“国际大洋发现计划”(International Ocean Discovery Program, IODP) 第 363 航次 U1483 站(图 25) 钻孔岩芯沉积物为研究材料重建了过去 41 万年热带辐合带南缘的降雨记录。

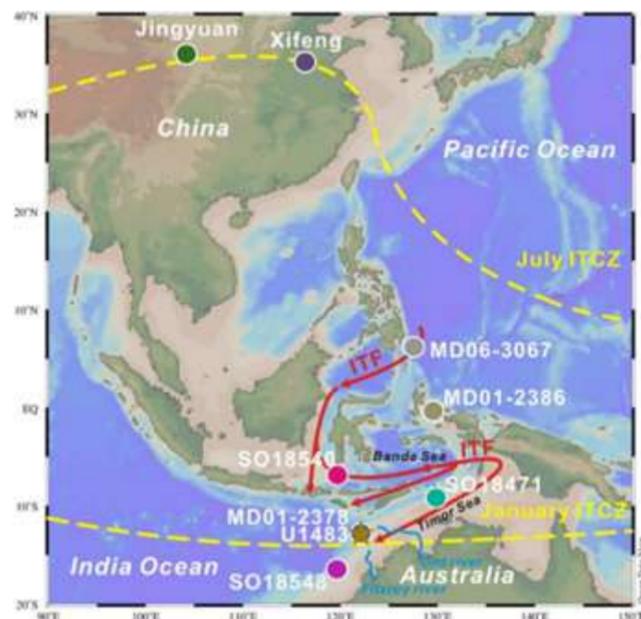


图 25 研究站位(五角星)图

斜率作为地球轨道参数之一, 调节大气顶部太阳入射量的纬向分布, 影响全球大气环流。热带辐合带(Intertropical Convergence Zone, ITCZ) 是全球大气环流的关键组成部分, 作为全球最强降雨带, 控制着高低纬间降雨分配, 影响全球近一半人口的生活。因此, 解析地质历史时期斜率对热带辐合带的调控规律, 对于预测未来气候具有重要价值。作为全球水汽交换最强烈区域, 印度洋—西太平洋暖池(简称“印—太暖池”; Indo-Pacific warm pool, IPWP) 缺乏高分辨率、长时间尺度降雨记录, 导致斜率对热带辐合带的影响至今仍不清楚。

该研究对印—太暖池西南边缘 U1483 站钻孔岩芯沉积物中浮游有孔虫表层水种 Globigerinoides ruber 壳体进行  $\delta^{18}\text{O}$  和 Mg/Ca 比值分析, 重建了过去 41 万年热带辐合带南缘的降雨记录。与基于中国黄土重建的热带辐合带北缘降雨记录进行对比显示, 热带辐合带南、北缘降雨在斜率周期上呈反相位变化(图 26), 表明过去 41 万年热带辐合带的纬向迁移受地球斜率支配。

为了进一步揭示斜率对热带辐合带的驱动机制, 该团队将上述降雨记录与南半

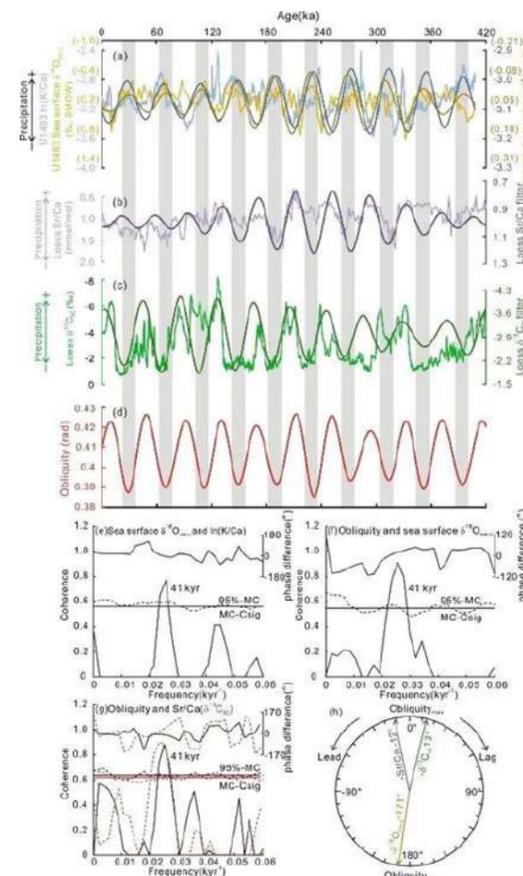


图 26 热带辐合带南、北缘降雨记录对比

球副热带锋线(Subtropical Front, STF) 纬向迁移、非洲南部厄加勒斯流(Agulhas Current) 泄露量、以及大西洋经向翻转流(Atlantic Meridional Overturning Circulation, AMOC) 强度等记录进行了对比, 结合已有模型研究结果, 发现斜率高(低) 值时, 南半球副热带锋线极向(纬向) 迁移会造成厄加勒斯流泄露量增大(减少), 从而使得大西洋经向翻转流增强(减弱), 并诱发北大西洋海冰覆盖减少(增加), 进而导致热带辐合带向北(南) 迁移(图 27)。该机制为深入认识高低纬海气联动提供了新范例。

西北大学地质学系张鹏副教授为第一作者和通讯作者, 徐建教授为共同通讯作

者。该研究合作者包括德国基尔大学 Ann Holbourn 和 Wolfgang Kuhnt 教授以及自然资源部第一海洋研究所李铁刚和熊志方研究员。该研究由青岛海洋科学与技术试点国家实验室重大项目(2022QNLMO50203) 和国家自然科学基金项目(42176076、41776060 和 41830539) 资助。

Zhang, P., Xu, J., Holbourn, A., Kuhnt, W., Xiong, Z., & Li, T. (2022). Obliquity induced latitudinal migration of the Intertropical Convergence Zone during the past ~410 kyr. Geophysical Research Letters, 49, e2022GL100039. <https://doi.org/10.1029/2022GL100039>

该论文是近两年徐建教授团队以 U1483 站沉积物为研究材料发表的第二篇 NI 期刊文章, 也是针对东印度洋海区水文和降雨主

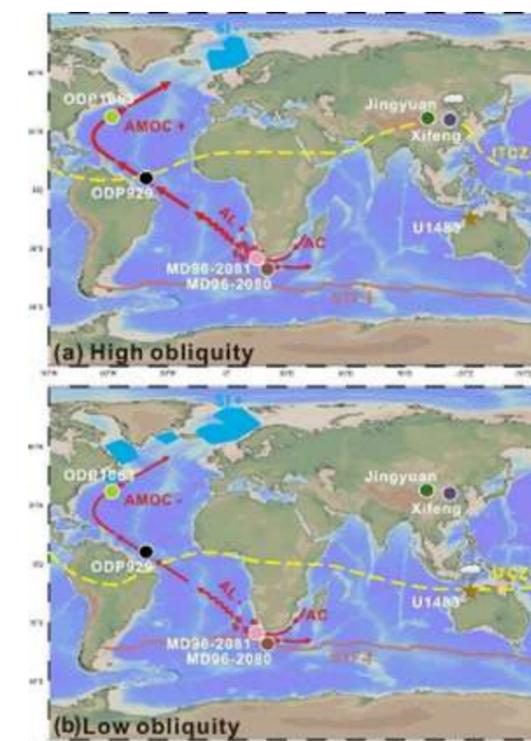


图 27 斜率、南半球副热带锋线(STF)、大西洋经向翻转流(AMOC)、北大西洋海冰覆盖(SI)与热带辐合带(ITCZ)关系示意图



题发表的第三篇文章。其他两篇文章分别为:

1. Zhang, P., Xu, J., Beil, S., Holbourn, A., Kuhnt, W., Li, T., et al. (2021). Variability in Indonesian Throughflow upper hydrology in response to precession-induced tropical climate processes over the past 120 kyr. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 126, e2020JC017014. <https://doi.org/10.1029/2020JC017014>

JGR Oceans - 2021 - Zhang - Variability in Indonesian Throughflow Upper Hydrology in Response to Precession - Induced.pdf

2. Zhang, P., Xu, J., Holbourn, A., Kuhnt, W., Beil, S., Li, T., et al. (2020). Indo - Pacific hydroclimate in response to changes of the intertropical convergence zone: Discrepancy on precession and obliquity bands over the last 410 kyr. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 125, e2019JD032125. <https://doi.org/10.1029/2019JD032125>

JGR Atmospheres - 2020 - Zhang - Indo - Pacific Hydroclimate in Response to Changes of the Intertropical Convergence Zone (1).pdf

## 中国科学家发表大洋钻探新成果：揭示深海碳酸盐软泥滑坡触发机理

近日，国际知名地学期刊 *Geology* 以“Diagenetic priming of submarine landslides in ooze-rich substrates”为题在线发表了同济大学海洋地质国家重点实验室吴南研究员及合作者的最新研究成果。

海底滑坡及伴生的海啸灾害是海洋中最主要的地质灾害，严重威胁海洋基础设施安全。然而，目前滑坡相关研究大部分集中在以硅质碎屑沉积为主的浅海地区，对于占大洋海底表面积近 50% 的碳酸盐软泥中研究较少。碳酸盐软泥由于具有较大孔隙度、较高含水率、较大可压缩性、较高敏感性、较低渗透性等独特性质，其滑坡研究难以套用

已有硅质碎屑滑坡孕育—触发机理和沉积模式。

针对以上科学问题，这项研究使用近 20,000 平方公里的高精度二维、三维地震反射数据，结合大洋钻探 ODP 762 钻孔数据，对澳大利亚板块西北缘深海碳酸盐软泥富集区的海底滑坡进行研究（图 28）。研究区地震反射数据共识别出 13 期海底滑坡，滑坡区域总面积可达 6330 平方公里（图 29）。对地震反射数据精细解释发现，所有滑坡均发育于同一底界面之上。通过标定大洋钻探数据与地震反射数据发现，滑坡底界面为区域性展布的晚中新世不整合面。

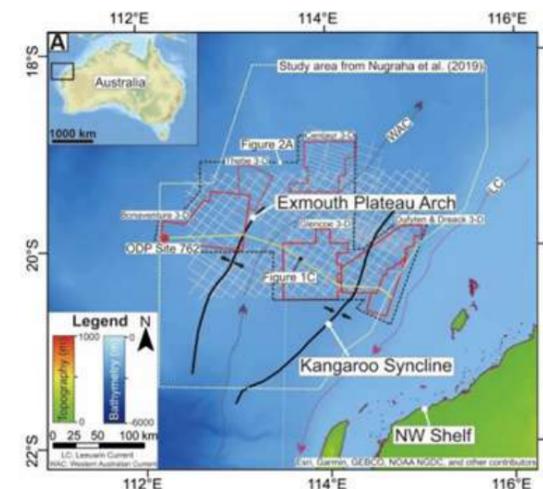


图 28 研究区位置，红框指示三维地震反射数据方位、灰色虚线指示二维地震反射数据方位、红色点指示大洋钻探 ODP 762 钻孔站位

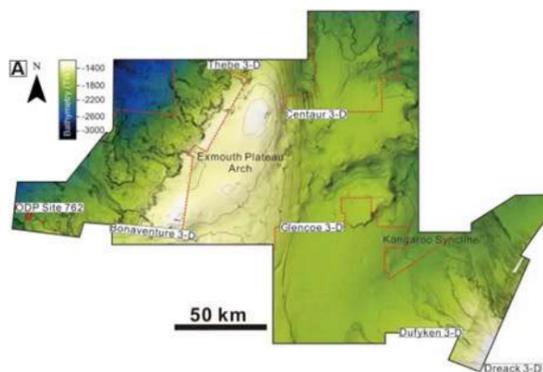


图 29 海底滑坡平面分布图，红色虚线指示三维地震数据位置，红点指示大洋钻探 ODP 762 井位

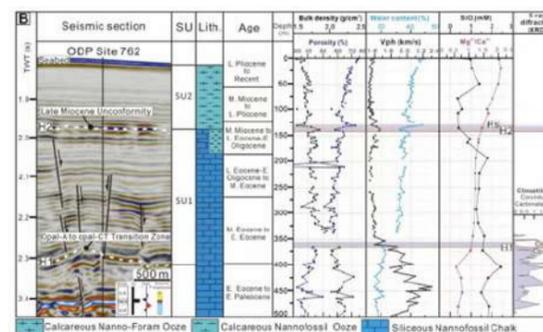


图 30 ODP 762 钻孔测井、地球化学、地震综合数据图

大洋钻探数据揭示此晚中新世不整合面压实程度较高。相较围岩，此不整合面发育

较高的声波速度、密度测井响应值，同时发育较低的含水率与孔隙度测井响应值（H2；图 30）。其次，在此不整合面之下，大洋钻探数据识别出另一条区域性分布界面，地球化学数据指示该界面对应硅质成岩矿物蛋白石 A—蛋白石 CT 的转换界面。相较围岩，蛋白石 A—蛋白石 CT 转换界面之下对应极低的含水率、孔隙度测井响应，对应极高的密度与声波速度测井响应，指示此成岩转换过程伴生了剧烈的脱水—致密效应（H1；图 30）。

基于大洋钻探数据与地震反射数据综合解释，这项研究表明：首先，自晚中新世起（约 5.5 百万年），澳大利亚板块与亚欧板块的剧烈碰撞—俯冲导致澳大利亚板块北部洋流通道关闭，控制了洋流的方向与强度，因而形成了广泛发育的晚中新世不整合面，从而限制了滑坡的底界面位置与深度；其次，在深海碳酸盐软泥富集地区，成岩矿物埋藏过程中自身成岩转换可释放大量孔隙流体，这些流体通过纵向搬运—聚集从而在浅部地层内产生沉积物超压，最终孕育、触发大型海底滑坡。

论文第一作者和通讯作者为同济大学海洋地质国家重点实验室吴南研究员，合作者包括伦敦帝国理工学院 Christopher Jackson 教授，英国国家海洋研究中心 Michael Clare 研究员，英国利兹大学 David Hodgson 教授，印度尼西亚帕特里米娜大学 (Universitas Pertamina) Harya Nugraha 研究员，壳牌石油伦敦研究中心 Michael Steventon 研究员，以及同济大学海洋地质国家重点实验室钟广法教授。该研究受上海市启明星项目（扬帆计划）、澳大利亚地学中心 (Geoscience Australia) 和大洋钻探 (Ocean Drilling Program) 共同资助。



Wu, N., Christopher A.-L.J., Michael A.C., David M.H., Harya D.N., Michael J.S. and Zhong G.F. 2023, Diagenetic priming of submarine landslides in ooze-rich substrates. *Geology*, <https://doi.org/10.1130/G50458.1>

## 中国科学家发表大洋钻探新成果： 揭示深海沉积物中胶黄铁矿的形成机理

近日，国际地学专业期刊 *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 发表了中国地质大学（北京）地球物理与信息技术学院杨涛教授及其合作者基于 IODP 362 航次的最新成果：“Greigite formation modulated by turbidites and bioturbation in deep-sea sediments offshore Sumatra”。

胶黄铁矿 ( $\text{Fe}_3\text{S}_4$ ) 属于铁硫尖晶石，具有较强的亚铁磁性。在厌氧沉积环境中，胶黄铁矿通常被认为是黄铁矿化不完全的中间产物，其形成通常涉及复杂的生物地球化学过程，包括有机质碎屑硫酸盐还原或甲烷厌氧氧化以及铁(氢)氧化物还原。其中，铁(氢)氧化物（尤其是磁铁矿）还原溶解是胶黄铁矿形成所需铁的最主要来源。由此可见，胶黄铁矿的形成往往以牺牲铁氧化物为代价，这将导致沉积物原始磁性记录被部分甚至完全改造。此外，理论上只要存在所需的溶解铁和硫化氢，胶黄铁矿在整个成岩过程各个阶段均有可能形成且被长期保存；目前在埃

迪卡拉至全新世地层中均有胶黄铁矿出现的报道。这些将造成含胶黄铁矿沉积物磁学记录非常复杂。因此，深入理解胶黄铁矿形成的途径和时间是解决含胶黄铁矿沉积物（古）磁记录可靠性的关键，对古地磁学和环境磁学研究至关重要。

研究团队对位于苏门答腊俯冲前缘的国际大洋发现计划 (IODP) 362 航次 U1480 站沉积物（上部约 1310 m 为尼科巴扇沉积）分析发现，经过强烈生物扰动的浊流沉积层中含有大量胶黄铁矿，并导致沉积物呈现高磁化率异常（图 31）。为了理解这些胶黄铁矿的成因机制及对沉积物剩磁记录可靠性的影响，研究团队选取部分代表样品（1103.8–1108.8 m），通过系统的岩石磁学（包括磁滞回线、一阶反转曲线—FORC、热磁分析和低温磁性测量等；图 32）和古地磁分析，以及配套样品扫描电镜和能谱分析 (SEM/EDS)、电子探针、总有机碳和总氮含量分析、磁选矿物的 X 射线衍射分析和 SEM/EDS 分析，取得了以下发现

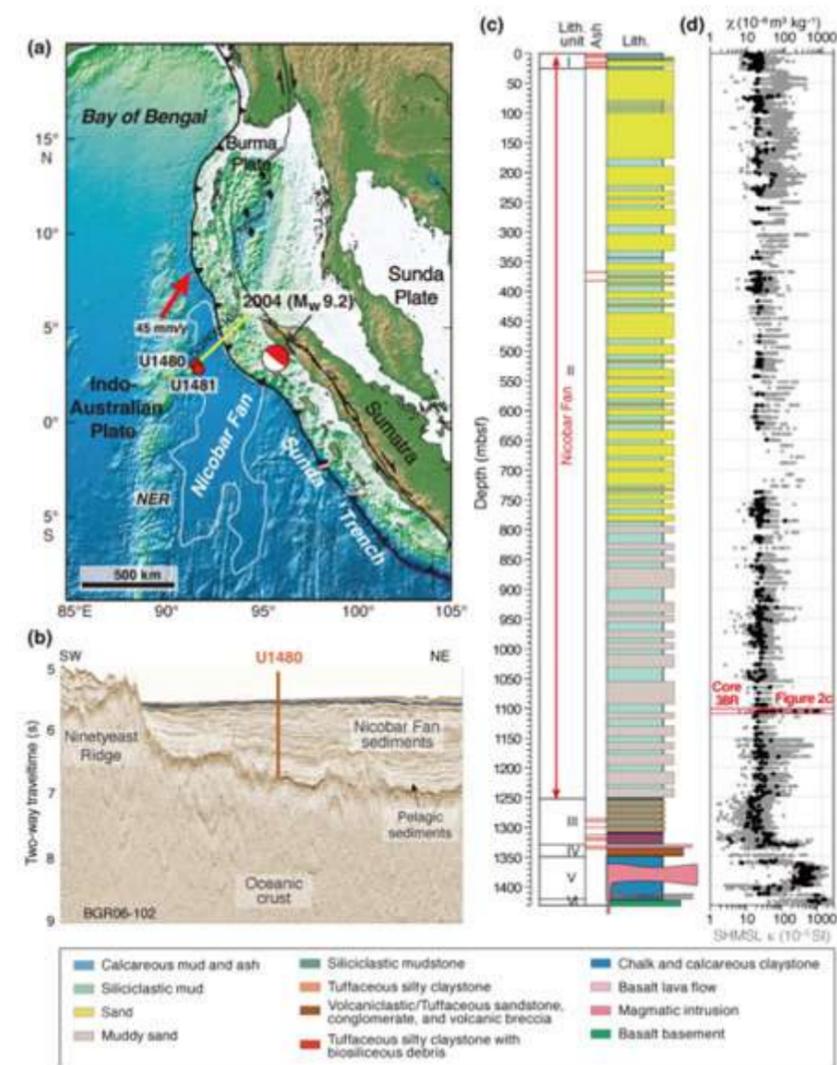


图 31 IODP 362 航次站分布图以及 U1480 站岩心岩性和磁化率随深度变化图

和认识：

(1) 磁化率峰值通常出现在浊流沉积层顶部受生物扰动最强烈的层位，并且伴随大量粗颗粒胶黄铁矿（可达 50~75  $\mu\text{m}$ ；图 33）的出现。这些胶黄铁矿可能是迄今报道中颗粒最粗的天然胶黄铁矿。

(2) 沉积物中粗颗粒胶黄铁矿为浊流和生物强烈扰动共同调控下形成（图 34）：伴随浊流沉积，大量有机质进入海底，原始

稳态沉积条件被破坏。强烈的生物扰动有利于上部沉积物中有机质、Fe 氧化物和硫酸盐向下迁移；与此同时，孔隙水中  $\text{HS}^-$  和  $\text{Fe}^{2+}$  向上迁移，当在沉积物—水界面附近遇  $\text{O}_2$  会再次氧化形成新的 Fe 氧化物和硫酸盐。这些将会导致有机质、Fe 氧化物和硫酸盐以及  $\text{HS}^-$  和  $\text{Fe}^{2+}$  在浊流沉积顶部富集。接踵而至的浊流沉积会快速埋藏先前的浊流沉积层，在前一浊流沉积层顶部形成封闭且富含有机质、Fe 氧化物和硫酸盐以及  $\text{HS}^-$  和  $\text{Fe}^{2+}$  的环境。在该封闭环境中，有机质降解

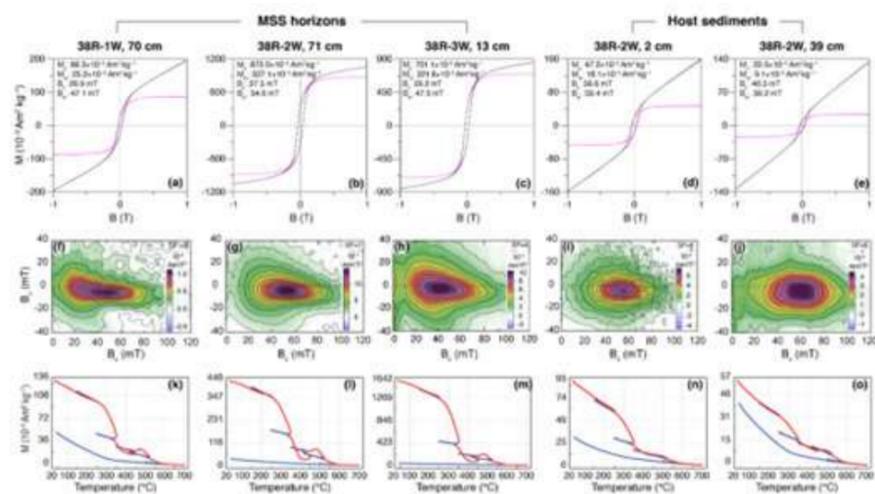


图 32 代表岩芯样品岩石磁学特征。MSS 为高磁化率异常样品，Host sediments 为围岩；图 a-e 为磁滞回线，图 f-j 为 FORC 图，图 k-o 为热磁曲线

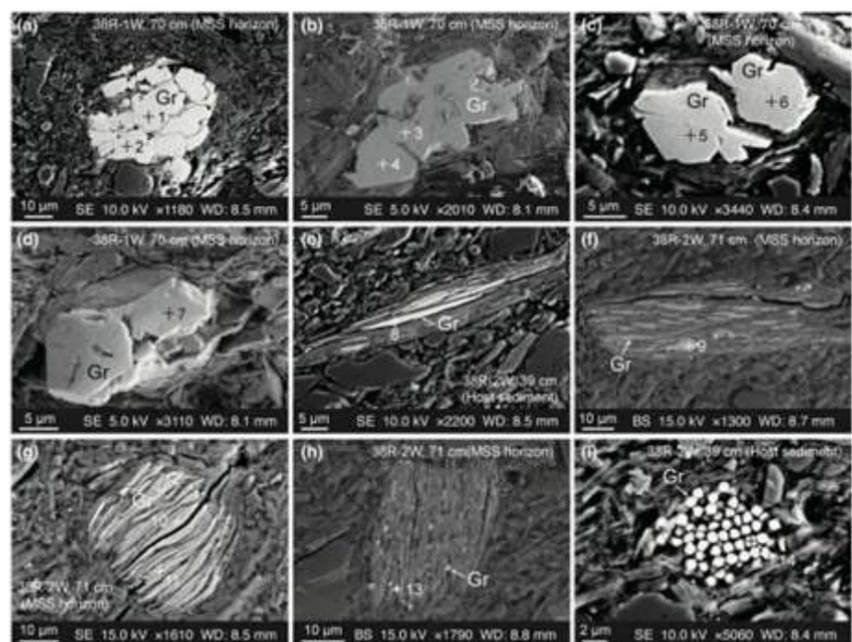


图 33 代表岩芯样品 SEM 照片，显示大量粗颗粒胶黄铁矿 (Gr) 的出现

驱动的硫酸盐和铁还原将会进一步造成 HS-和 Fe<sup>2+</sup> 一定程度发生过饱和，为形成大量 FeS 创造了有利条件。当 HS<sup>-</sup> 相对 Fe<sup>2+</sup> 供应不足时，FeS 不能完全向黄铁矿转化，大量粗颗粒的胶黄铁矿将被保存下来，导致沉积物磁性显著增强。这可能代表了一种新的胶

黄铁矿形成途径。

(3) 通过样品交变退磁和热退磁分析发现，这些含胶黄铁矿沉积物较好地记录了沉积同期的古地磁场信息，可为相关古地磁和环境磁学研究提供可靠磁学记录。

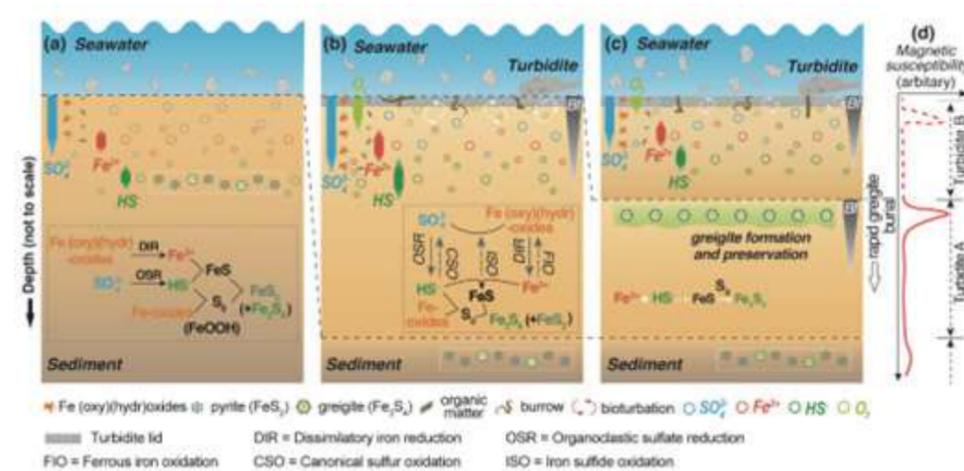


图 34 浊流与生物扰动共同调控下胶黄铁矿形成与保存过程的概念模型

(4) 由于大量胶黄铁矿出现，这些被生物强烈扰动的浊流沉积含有相当高含量的 Fe 和 S 元素，对全球 Fe-C-S 循环研究具有重要启示。全球其他类似的巨型沉积扇（如刚果扇、孟加拉扇和印度扇等）中通常也伴有高有机质输入，浊流沉积广泛发育，且自寒武纪晚期至奥陶纪早期以来，广泛受生物扰动影响。因此，浊流和生物扰动共同调控的胶黄铁矿在这些巨型扇沉积物中也可能广泛存在，对其沉积物中 Fe 和 S 生物地球化学循环具有重要影响。同时也表明，岩石磁学可为全球 Fe-C-S 循环研究提供有效手段。

论文第一作者和通讯作者为中国地质大学（北京）杨涛教授，南方科技大学赵西西教授为共同通讯作者。上述论文日前被选为亮点论文，AGU 会刊 EOS (Earth & Space Science News) 在 Editors' Highlights

专栏对该论文进行了报道与介绍（网址：<https://eos.org/editor-highlights/new-mechanism-for-giant-greigite-growth-in-deep-sea-sediments>）。

Tao Yang\*, Mark J. Dekkers, Xixi Zhao\*, Katerina E. Petronotis, and Yu-Min Chou (2022). Greigite formation modulated by turbidites and bioturbation in deep-sea sediments offshore Sumatra. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 127, e2022JB024734.



# IODP 390 航次科学家手记

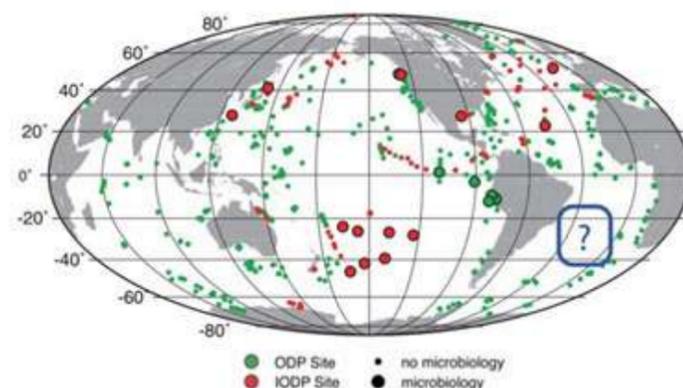


图 35 全球大洋钻探样品生物数据概况

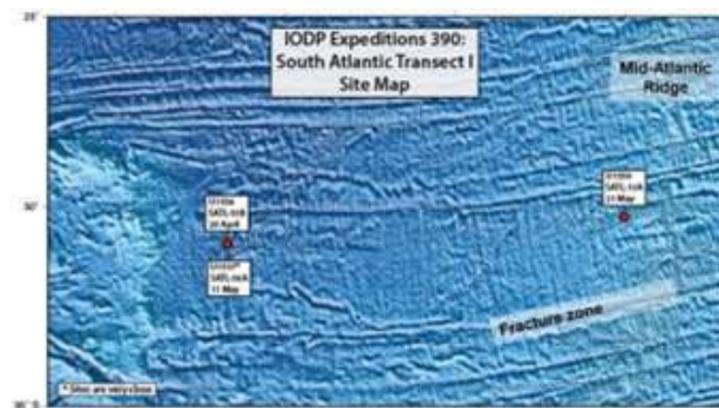


图 36 IODP 390 航次钻探完成的站点

IODP 390/393 联合航次（南大西洋断面）基于 IODP 853 号建议书，计划在南大西洋中部钻探 6 个站位，获取沉积物和基底岩芯，主要科学目标是：（1）定量研究洋中脊轴侧洋壳与热液相互作用的周期和演化；（2）研究海底沉积物和基岩中微生物群落随基底成分和年龄的变化；（3）研究大西洋环流模式和地球气候系统对快速气候变化（包括新生代大气 CO<sub>2</sub> 浓度升高）的响应。以往聚焦微生物研究的大洋钻探航次极少进入南大西洋，因此 IODP 390/393 联合航次的实施将填补南大西洋生物数据的空白（图 35）。

IODP 390 航次的首席科学家为英国南安普顿大学 Rosalind Coogan 博士与美国德州农工大学 Jason Sylvan 博士。航次由美国“乔迪斯·决心号 (JOIDES Resolution)”钻探船负责执行。IODP 390 航次原定执行时间是 2022 年 4 月 7 日—6 月 7 日，启航和结束港口均为南非开普敦；由于技术原因，“决心号”于 5 月 31 日提前结束靠港。目前，IODP 393 航次正在执行中。

IODP 390 航次共进行了 3 个站位（图 36）的钻探，共获取岩芯 866.6 米。在执行 U1559D 钻孔的作业期间由于技术问题被迫结束打钻。除了获取大量沉积物和基岩样品外，航次还获得了丰富的岩芯物性、古地磁、地球化学、岩性以及测井数据等数据。此外，船上科学家还对 IODP 390C（2020 年 10-12 月）和 395E（2021 年 4-6 月）两个工程航次在研究区获取的样品进行了岩芯描述和部分测试工作。

中国 IODP 派出中科院深海科学与工程研究所田丽艳副研究员和上海交通大学余甜甜博士参加 IODP 390 航次。由于全球新冠

疫情导致国际旅行受限，田丽艳和余甜甜未能登船，作为岸上科学家全程线上参与了航次工作。以下分享两位老师参加航次的感想。

田丽艳 副研究员 | 中科院深海科学与工程研究所



IODP 390 航次执行期间，我被分配至“Core Description”工作组，主要负责对基底岩石样品的手标本和薄片进行描述并记录。小组其他成员分别为英国曼彻斯特大学 Elliot J. Carter 博士，美国堪萨斯州立大学 Pamela D. Kempton 博士，以及奥地利格拉茨大学 Walter Kurz 博士。Walter 和我都未能登船，因而船上工作由 Elliot 和 Pamela 完成，Elliot 负责对蚀变基底岩石样品及岩脉进行描述，而 Pamela 负责对新鲜基底岩石样品进行描述，同时他们对部分岩石样品进行了手持 XRF 测试。在“决心号”钻探船航渡过程中，我们共同修订了基底岩石样品描述模板 (DESClogik)；航次执行期间，我们一起撰写了航次报告中关于岩石岩芯描述方法，站位报告中钻孔基底样品手标本、岩石薄片和

地球化学特征描述。

这并不是我第一次参加 IODP 航次，但上次担任的船上工作岗位为“Inorganic Geochemist”，工作任务和流程与此次完全不同。这次受条件所限以线上方式参加航次，我的工作以文字编辑和图件制作为主，比较遗憾没能与国际同行当面进行交流。不过，通过参加航次前培训会议、航次中站位工作情况汇报会议（图 37），通过 slack 上航次最新动态和讨论，我仍然可以与船上科学家同步了解钻探进度和样品情况，为后续申

请样品和开展科学研究奠定了良好的基础。目前，我们也在继续关注 IODP 393 航次的执行情况，积极参与每个站位的工作情况汇报会议。在 IODP 390/393 联合航次结束后，我将按研究计划申请样品开展研究工作。

最后，感谢中国 IODP 的积极努力，为中国科学家参与国际大科学计划提供了宝贵机会；感谢中国 IODP 办公室的各位老师在我提交航次申请、准备出国手续以



图 37 IODP 390 航次 1559 站位工作情况汇报会议



及与“决心号”科学执行机构协调线上参与航次等过程中给予的热心帮助。希望我们能充分利用航次样品，产出高质量的学术成果。

余甜甜 博士 | 上海交通大学



这是我第一次参加 IODP 航次，对我来说特别珍贵。我被分配到微生物小组，小组其他成员有来自德州农工大学 Jason B. Sylvan 和东京大学 Mako Takada。航次执行期间，我们微生物小组与地球化学小组一起讨论工作并制定研究计划和采样方案（图 38）。通过与各位地球化学家、微生物学家沟通交流，我不仅了解到地球化学样品和生物样品的取样、保存方法，以及实际操作中的注意事项，同时也熟悉了小组内其他科学家的研究背景和研究计划；组内的充分讨论使

我对航次的研究目标理解得更深入，对我后续开展研究十分有利。

由于没能登船，我们组生物样品的取样和分样工作主要由 Jason B. Sylvan 和 Mako Takada 完成。生物样品的分样较为特别，不仅要注意防止污染，还要注意不同用途样品的保存方法也完全不同，例如用于提取 RNA 和 DNA 的样品需要 -80℃ 保存，用于微生物培养的样品需要 4℃ 保存。我负责厌氧微生物的富集培养工作，获得厌氧保存的样品对我来说非常重要。

厌氧样品需要在厌氧手套箱里进行分样，操作较为不便。这里我非常感谢 Jason B. Sylvan 和

Mako Takada 及船上其他科学家，他们帮我完成了厌氧样品的分样和保存工作，并在航次结束后第一时间将样品邮寄给我，使我能尽快开展实验工作。

除了分样工作，Mako Takada 在船上还完成了微生物纯菌株的分离培养，添加同位素标记的富集实验用于检测微生物代谢活性等工作。后续 DNA 和 RNA 提取用于微生物多样性检测、宏基因组和宏转录组分析，以及微生物细胞数量分析由 Jason B. Sylvan 的实验室完成。拿到样品后，我将在实验室开展进一步研究工作。

最后，感谢中国 IODP 提供的宝贵机会，感谢办公室的工作人员多次热心提供帮助！预祝 IODP 390/393 航次后期研究取得重要成果！



由欧洲大洋钻探研究联盟（ECORD）组织实施的 IODP 389 航次（夏威夷沉没珊瑚礁）于 7 月 31 日开始向各成员国召集上船科学家。该航次此前于 2018 年召集过上船科学家，后因故推迟执行，此次重新开始召集，欢迎所有感兴趣的科学家积极申请。

夏威夷岛由于下沉快速，周边海域保存了厚达 200 米的浅水珊瑚礁，这些珊瑚礁保留了过去五到六个冰期旋回的记录，是研究气候变化的珍贵材料。IODP 389 航次基于 IODP 716 号建议书，计划在夏威夷岛周边海域实施钻探，获取夏威夷周边独特的沉没珊瑚礁序列，研究过去 50 万年间海平面及相关气候变化。航次首席科学家由澳大利亚悉尼大学 Jody Webster 和美国加州大学圣克鲁兹分校 Ana Christina Ravelo 担任。有关航次建议书及更详细信息请访问：<http://www.ecord.org/expedition389/>。

航次分为海上工作和岸上工作，海上钻探工作预计于 2023 年 8 月中旬—10 月底间实施，不超过 60 天；岸上初步研究和采样工作计划于 2024 年初（具体时间待定）在德国不莱梅大学 IODP 岩芯库举行，为期约 4 周。受科考船容量限制，仅部分科学家团队成员参加海上钻探工作，全体科学家团队均须参加岸上工作。目前由于钻探装备尚未确定，以上航次执行时间仅供参考，准确时间预计 2022 年夏末确定。

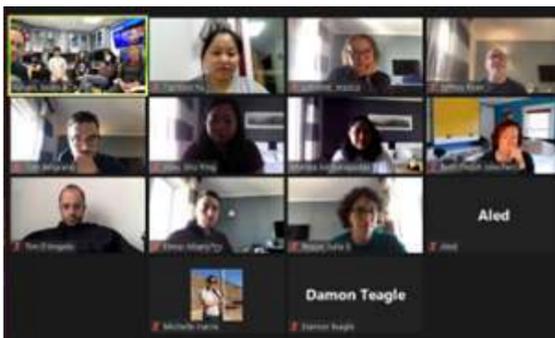


图 38 IODP 390 航次地球化学和微生物小组线上讨论



# IODP 401/402 航次 召集上船科学家

为帮助感兴趣的科学家了解航次具体信息，ECORD 将在世界协调时间 (UTC) 2022 年 9 月 9 日下午 1 点 (北京时间 9 月 9 日晚 9 点) 组织网上信息交流会，由首席科学家介绍航次科学目标及执行计划等，欢迎感兴趣的科学家参加，注册参会请访问：<https://www.surveymonkey.co.uk>。

申请截止日期为 2022 年 9 月 23 日，欢迎感兴趣科学家积极申请。中国 IODP 鼓励中国科学家积极申请参加航次，并提供参加航次及航次后研究的经费资助。有意申请者请在截止日期前访问中国 IODP 网站航次申请系统 (<http://www.iodp-china.org/application>)：1) 注册账号并在线填写航次申请表；2) 提交英文个人简历和航次后研究计划。代表中国 IODP 参加过以往 IODP 航次的科学家需另提交一份航次后研究总结 (中文)，简述以往航次研究进展和成果等。

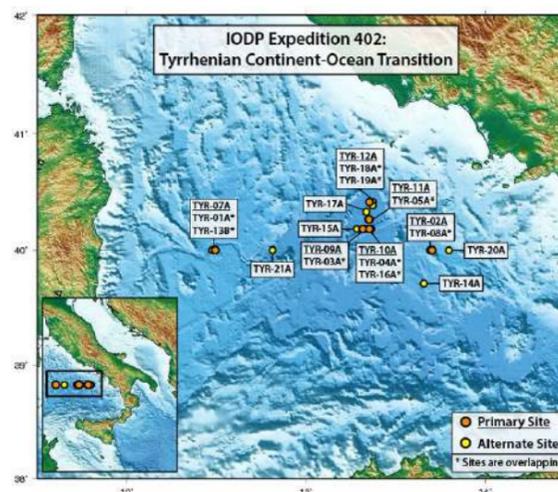
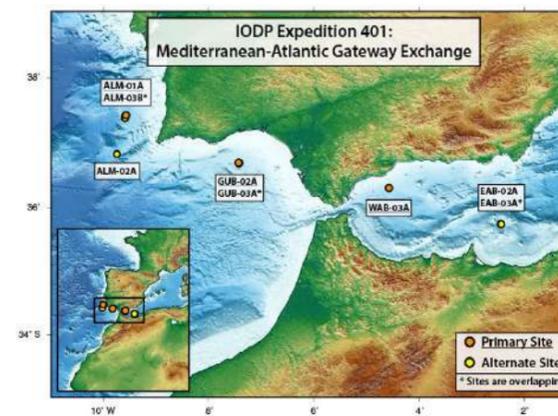
联系人：李阳阳、张钊  
电话：021-6598 3441, 021-6598 5090  
邮箱：[iodp\\_china@tongji.edu.cn](mailto:iodp_china@tongji.edu.cn)

截止日期 2022 年 9 月 23 日

由美国“决心号”负责执行的 IODP 401 航次 (地中海—大西洋海道交流) 和 IODP 402 航次 (第勒尼安洋陆过渡带) 于 10 月 1 日开始面向 IODP 各成员国召集上船科学家。

海道的地质地貌变化对全球洋流模式及相关的能量传输和气候变化影响重大。连接地中海与大西洋的直布罗陀海峡曾于中新世期间关闭，一度导致地中海出现“盐度危机”。为了获取晚中新世以来大西洋与地中海之间的完整交流过程，IODP 401 航次基于 IODP 895 号建议书，计划在直布罗陀海峡两侧进行三个站位的钻探和井下测井，并结合国际大陆科学钻探 (ICDP) 在西班牙南部和摩洛哥北部的 2 个陆上钻孔结果，进行以下研究：

(1) 获取大西洋首次开始接受地中海溢流的时间，并定量评估其在晚中新世全球气候和区域环境变化中的影响；



(2) 恢复墨西哥盐度危机之前、期间及之后大西洋与地中海交流的完整过程，并从地方、区域和全球尺度上评估这一极端海洋事件的原因和影响；

(3) 量化地质历史上这种极端事件期间洋流行为的理解。

航次首席科学家由英国布里斯托大学 Rachel Flecker 和法国波尔多大学 Emmanuelle Ducassou 担任。航次计划执行时间为 2023 年 12 月 10 日—2024 年 2 月 9 日。

第勒尼安海盆 (Tyrrhenian) 是西地中海最年轻的盆地，形成于中新世晚期。以往三个大洋钻探航次 (DSDP Legs 13 & 42, ODP Leg 107) 在此进行过研究，区域地层结构清晰。由于盆地上覆沉积物厚度适中，有利于对盆地基底进行高空间分辨率采样。IODP 402 航次以 IODP 927 号建议书为基础，计划对第勒尼安海盆基底进行 6 个站位的钻探取芯和井下测井工作，以查明洋陆过渡带 (COT) 的时空演变格局，包括张裂的动力学机制，壳幔变形机制，以及熔融产物与地幔剥露的关系。

航次主要科学目标是：

(1) 确定盆地拉伸变形在动力学和地貌学上的时空演变特征；

(2) 厘定相关岩浆活动的时间和来源；

(3) 查明地幔剥露的流变学和变形特点及具体时间；

(4) 明确地幔来源的成分演变和不均一性；

(5) 检验目前大陆岩石圈拉伸和洋陆过渡带形成的相关模型。

航次首席科学家由意大利国家研究委员会海洋科学所 Nevio Zitellini 和美国哥伦比亚大学拉蒙特—多尔蒂地球观测研究所 Alberto Malinverno 担任。预计执行时间是 2024 年 2 月 9 日—2024 年 4 月 8 日。





(3) 确定轨道、亚轨道、千年尺度气候变化及可能产生的融水；

(4) 评估过去（含沉积物）融水事件对水体特征、海洋环流、冰盖不稳定性、斜坡稳定性和生物群落的影响和反馈作用；

(5) 重建与洋流路径和特征变化有关的古斯瓦尔巴德—巴伦支海冰盖（SBSIS）动态变化历史；

(6) 研究冰川和构造应力变化及其对近地表面形变和地球系统动力变化的影响；

(7) 厘清大规模环境变化与微生物种群变化间的关联。

航次首席科学家由意大利国家海洋与地球物理研究所 Renata Gulia Lucchi 和美国詹姆斯麦迪逊大学 Kristen St. John 担任。预计执行时间是 2024 年 6 月 4 日—2024 年 8 月 2 日。

欢迎感兴趣的中国科学家积极申请，中国 IODP 将为参加航次的科学家提供参加航次及航次后研究经费支持。申请截止日期为 2023 年 3 月 1 日，有意申请者请在截止日期前访问中国 IODP 官方网站航次申请系统（www.iodp-china.org/）：1) 注册账号并在线填写航次申请表；2) 提交英文个人简历和航次后研究计划。代表中国 IODP 参加过以往 IODP 航次的科学家需另提交一份航次后研究总结（中文），简述以往航次研究进展和成果等。

Scientific Drilling（《科学钻探》），是由国际大洋发现计划（International Ocean Discovery Program, IODP）与国际大陆科学钻探计划（Continental Scientific Drilling Program, ICDP）共同主办的科学钻探领域多学科学术期刊。《科学钻探》旨在报道大洋钻探、大陆钻探以及地球科学领域相关计划取得的最新科学进展和新闻，包括同行评议的科学钻探计划成果报告，工程 / 技术研发最新进展以及相关学术研讨会

欢迎感兴趣的中国科学家积极申请，中国 IODP 将为参加航次的科学家提供参加航次及航次后研究经费支持。以上两个航次申请截止日期为 2022 年 12 月 1 日，有意申请者请在截止日期前访问中国 IODP 官方网站航次申请系统（http://www.iodp-china.org/application）：1) 注册账号并在线填写航次申请表；2) 提交英文个人简历和航次后研究计划。代表中国 IODP 参加过以往 IODP 航次的科学家需另提交一份航次后研究总结（中文），简述以往航次研究进展和成果等。

由美国“决心号”负责执行的 IODP 403 航次（Eastern Fram Strait Paleo-Archive, 东弗拉姆海峡古记录）于 12 月 13 日开始面向 IODP 各成员国召集上船科学家。

北大西洋和北冰洋在北半球气候演变和大西洋经向翻转流演变历史中扮演重要角色。现代北大西洋水的形成是驱动北半球冰期开始的重要机制，北大西洋水还控制了环北极和环北大西洋冰盖、海冰的范围和动态、深层水和盐水的形成。然而，目前尚不清楚北大西洋—北冰洋环流的建立、演变和作用及其与弗拉姆海峡打开的关联，以及对晚中新世以来重大气候转型期地球气候的影响。为深入理解北大西洋和北极区域演化的驱动机制、边界条件及其与全球气候的关联，IODP 403 航次以 IODP 985 号完整建议书为基础，计划在弗兰姆海峡东部进行 5 个站位的钻探，获取高分辨率连续沉积序列，建立可靠的年代学地层框架，以实现以下主要科学目标：

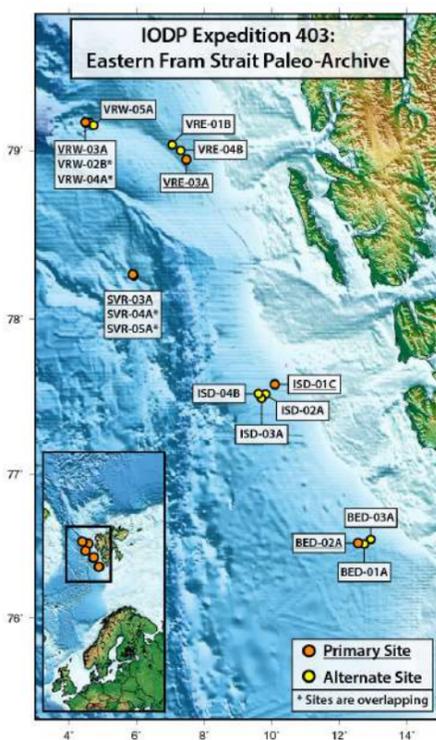
(1) 完善晚中新世—第四纪的高分辨率年代地层记录；

(2) 约束晚中新世—第四纪气候转型事件的驱动机制；

截止日期 2023 年 3 月 1 日

截止日期 2022 年 12 月 1 日

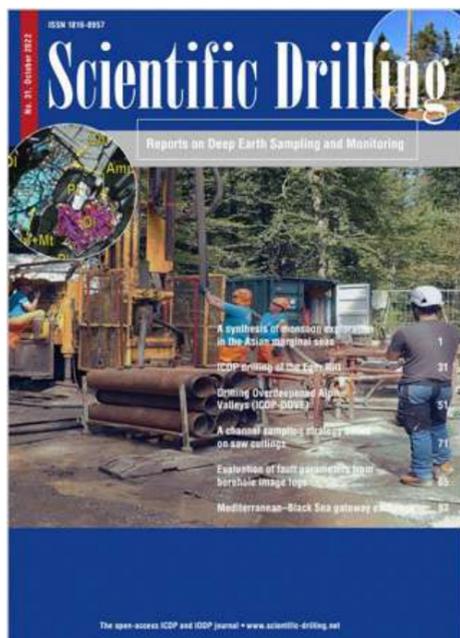
## IODP 403 航次 召集上船科学家





# Scientific Drilling

## 第 31 卷内容导读



报告等。期刊创刊于 2005 年。2022 年 10 月 31 日发行第 31 卷，主要内容如下：

### 研究报道

1. A synthesis of monsoon exploration in the Asian marginal seas

P. D. Clift et al.

<https://sd.copernicus.org/articles/31/1/2022/>

2. ICDP drilling of the Eger Rift observatory: magmatic fluids driving the earthquake swarms and deep biosphere

T. Fischer et al.

<https://sd.copernicus.org/articles/31/31/2022/>

3. Drilling Overdeepened Alpine Valleys (ICDP-DOVE): quantifying the age, extent, and environmental impact of Alpine glaciations

F. S. Anselmetti et al.

<https://sd.copernicus.org/articles/31/51/2022/>

### 技术研发

1. A channel sampling strategy for measurement of mineral modal and chemical composition of drill cores: application to lower oceanic crustal rocks from IODP Expedition 345 to the Hess Deep rift

<https://sd.copernicus.org/articles/31/71/2022/>

2. Simple evaluation of the fold axis, axial plane, and interlimb angle from a borehole image log

<https://sd.copernicus.org/articles/31/85/2022/>

### 研讨会报告

1. Mediterranean-Black Sea gateway exchange: scientific drilling workshop on the BlackGate project

<https://sd.copernicus.org/articles/31/93/2022/>



“地球系统科学大会”（Conference on Earth System Science, CESS）是以学科交叉为特色、两年一度的学术盛会。其目标在于促进学科交叉，横跨圈层、穿越时空，推动海陆结合、古今结合、生命科学与地球科学结合、以及科学与技术的结合。在当前我国地球科学、尤其是海洋科学高速发展的背景下，大会的宗旨在于提供“陆地走向海洋，海洋结合陆地”的交流平台。

大会自 2010 年至今已成功举办六届，会议的规模逐届增大，从第一届的 500 余人，至第六届已逾 2200 余人。学科交叉的深度和广度也在不断加强，跨越地球圈层的同时，也提倡科学与技术的结合，积极推动中国地球科学的转型。经过多年来地学界同仁的共同努力，地球系统科学大会已经成为中国地球科学的一张靓丽名片。

为了保持这一高层次的中文学术交流平台，不断促进华语世界地球科学领域不同学科之间的深度交流，中国大洋发现计划（IODP-China）专家咨询委员会决定与国家自然科学基金委员会地球科学部、同济大学海洋地质国家重点实验室继续共同举办“第七届地球系统科学大会”。第七届大会将顺应我国地球科学蓬勃发展的形势，以更加前沿的主题、更为丰富的信息量和更具新意的形式，欢迎来自海内外的华人学者。

秉承前六届会议的优秀传统，会议将继续

# 第七届地球系统科学大会

## 第一号通知

2023 年 7 月 5~7 日 上海  
<http://www.cess.org.cn>

续使用汉语为主要交流语言。会议最大的特点在于高度的跨学科性、强调并着重讨论，形式上从大会报告到展板到晚上另外组织的讨论及信息发布会。“第七届地球系统科学大会”除了一贯的科学主题，还将突出科学与文化结合的精神，组织特色科普专题。

现将本届会议的有关事项通知如下：

### 一、主办单位

中国大洋发现计划（IODP-China）专家咨询委员会

国家自然科学基金委员会地球科学部

同济大学海洋地质国家重点实验室

### 二、会议主题及专题

会议将设立八个方面主题，各主题分设并列举行的专题。会议报告以专题为主，大会特邀报告和展板为辅。会议重视不同形式的讨论，鼓励与会者在会议日程规定的时间段之外组织不同形式的讨论边会。专题的设立必须考虑跨学科性质，如古今结合、海陆结合、跨不同地球圈层和跨不同时间尺度。每个专题由 2~3 位不同学科的专家召集。

会议主题包括：

**主题一：宜居地球与生命演化**

**主题二：深部过程与行星循环**

**主题三：水循环的时空变化****主题四：地球气候系统的碳循环****主题五：俯冲带洋陆相互作用****主题六：深海探测：资源与灾害****主题七：地球系统过程与演变****主题八：科普和教育**

会议专题设置采用科学家自由申请，大会学术委员会综合确定的原则。欢迎地球科学各领域的专家提出专题建议并担任召集人。专题召集人需承担各专题的学术组织工作。会议专题设置及召集人信息将在会议第二号通知中公布。

**三、会议时间和地点**

2023年7月4日，会议现场注册

2023年7月5~7日，研讨会

会议地点：上海富悦大酒店（上海市松江區茸悦路208号）

**四、会议费用**

注册费（含会场租用、会议资料、工作午餐、茶歇）：2023年4月30日前为早期注册，会议代表2000元，学生代表和陪同人员1200元；5月1日起及现场注册，会议代表2500元，学生代表和陪同人员1800元。会场所在的上海富悦大酒店将为与会代表提供优惠价格和专属预订通道，会场周边也有其他不同价位的酒店可供选择，由参会代表自行预订，费用自理，具体费用和建议将在第二号通知中公布。

**五、重要时间节点**

2022年11月20日，发布会议一号通知，开始征集会议专题；

2022年12月31日，征集会议专题、

召集人及其他建议截止；

2023年2月10日，发布第二号通知，宣布专题设置，开始会议注册，提交摘要；

2023年4月30日，早期注册和摘要提交截止；

2023年5月31日，发布“三号通知”，宣布会议日程。

**六、会议专题及召集人征集**

会议号召海内外华人学者积极提出专题建议并担任召集人，每个专题的召集人一般不超过3人，专题建议需提供300字以内的专题简介，会议也欢迎提出其它意见和建议。请在征集截止日期前（2022年12月31日）提交至会议秘书处（cess@tongji.edu.cn）。会议学术委员会将在2023年1月下旬确定专题设置和召集人。

**七、会议秘书处**

秘书长：刘志飞，同济大学海洋地质国家重点实验室

联系人：拓守廷，中国IODP办公室，同济大学海洋地质国家重点实验室

地址：上海市四平路1239号（邮编200092）

电话：021-6598 2198，13601872997

传真：021-6598 8808

会议电子邮箱：cess@tongji.edu.cn

会议网址：http://www.cess.org.cn

# IODP 航次安排

## 2022年-2024年



航次编号	航次主题	执行时间	钻探平台
391	沃尔维斯洋脊热点	2021.12-2022.2	决心号
392	阿加勒斯海台白垩纪气候	2022.2-4	决心号
390	南大西洋横断面 #1	2022.4-6	决心号
393	南大西洋横断面 #2	2022.6-8	决心号
397	伊比利亚陆缘古气候	2022.10-12	决心号
398	希腊弧火山	2022.12-2023.2	决心号
399	亚特兰蒂斯深部生命	2023.4-6	决心号
395	雷克雅内斯地幔对流与气候	2023.6-8	决心号
400	西北格陵兰冰盖边缘	2023.8-10	决心号
389	夏威夷沉没珊瑚礁	2023.9-10	特定任务平台
401	地中海—大西洋海道交流	2023.12-2024.2	决心号
402	第勒尼安洋陆过渡带	2024.2-2024.4	决心号
403	东弗拉姆海峡古记录	2024.6-2024.8	决心号
404	北极—大西洋海道古气候	2024.8-2024.9	决心号
373	南极新生代古气候	待定	特定任务平台
377	北冰洋古海洋	待定	特定任务平台





关注“大洋钻探”公众号  
获取更多 IODP 最新动态

编辑 中国IODP办公室  
同济大学海洋地质国家重点实验室  
地址 上海市四平路1239号, 200092  
电话 021-6598 3441  
传真 021-6598 8808  
E-mail iodp\_china@tongji.edu.cn  
Website www.iodp-china.org

封面：2022年10-12月执行的IODP 397航次，上船的四位中国  
科学家合影。Credit: Sandra Herrmann, IODP JRSO

