

中国大洋发现计划 通讯

IODP-CHINA NEWSLETTER

第 33 卷 第 2 期

2021.12



0)
见计划 (IODP) 在“构造与地
一系列重大的进展, 探索了板
板块俯冲对地质灾害的影响, 超
板缘盆地张裂过程, 不同扩张速
点的活动特征, 以及热点与洋中
球动力学的一些经典问题进行了
大的完善和丰富了板块构造学的理

主办



中国大洋发现计划
专家咨询委员会

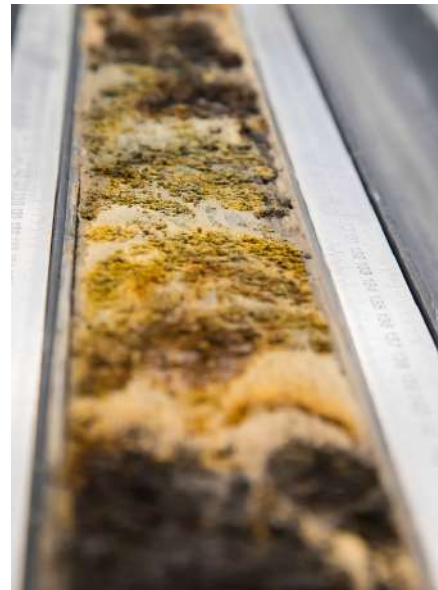


同济大学
海洋地质国家重点实验室

2

新闻动态

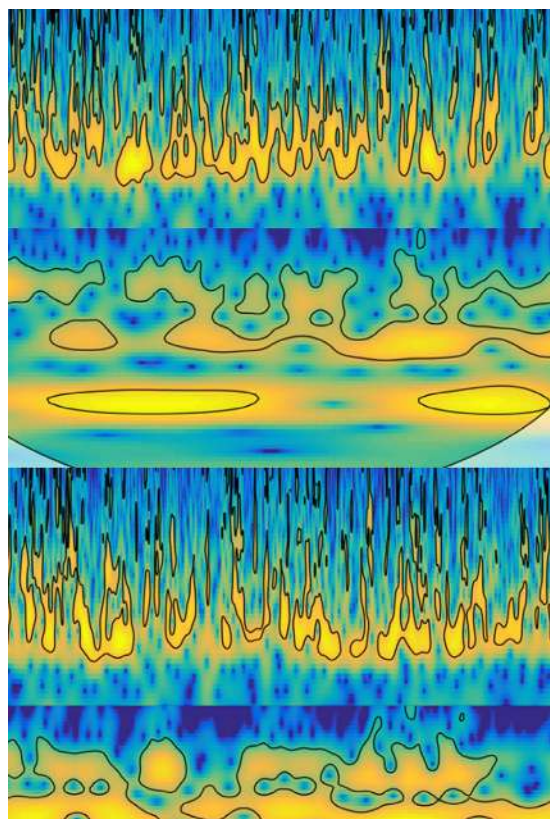
中国科学家参加 IODP 396、391 和 386 航次	2
IODP 377、397 航次上船科学家人选确定	3
国际大洋发现计划公开征集科学建议书	4
国际大洋发现计划论坛、成员国办公室会议 和资助机构代表会议线上线下同步召开	6
全国人大常委会副委员长丁仲礼来同济调研	8
我国主持制定的首项海洋调查国际标准正式发布	9
大洋钻探巡回学术讲座——兰州大学站成功举办	11
大洋钻探巡回学术讲座—— 南方科技大学站成功举办	13





15

研究亮点



- 15 *Geophysical Research Letters* 发表大洋钻探新成果：揭示南海与菲律宾海四国盆地在 ~20Ma 时连在一起
- 17 *Geophysical Research Letters* 发表 IODP 361 航次新成果：非洲南部林波波河形成年代和机制新认识
- 19 *Geophysical Research Letters* 发表 IODP 356 航次新成果：获得 5 百万年来澳大利亚西北地区气候变化的综合认识
- 21 *JGR-Solid Earth* 发表大洋钻探新成果：揭示始新世 / 渐新世边界前后东赤道太平洋深海沉积物中磁小体的古环境意义
- 25 *Marine Geology* 发表大洋钻探新成果：揭示上新世以来赤道西太平洋区域构造和陆源风化演变
- 27 *Chemical Geology* 发表南海大洋钻探新成果：揭示南海张裂边缘斜长石调控的玄武岩热液蚀变过程
- 30 *Nature Geoscience* 发表中国科学家海陆对比研究新成果：更新世气候突变受地球轨道变化影响



32

信息发布

- 32 关于组织大洋钻探建议书研讨会的通知
- 33 IODP 397 航次召集船上科学家通知
- 34 IODP 398 航次召集船上科学家通知
- 35 IODP 377 航次紧急召集放射虫专家
- 36 IODP 399 航次召集船上科学家通知
- 37 IODP 397、398 航次线上信息交流会通知
- 38 “欧洲大洋钻探联盟暑期学校”招募学员通知
- 39 美国俄勒冈州立大学“冰川沉积”岩芯学校招募学员通知

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



中国科学家参加 IODP 396、391 和 386 航次

2021 年 7-12 月，美国“决心号”先后执行了 IODP 396 航次（挪威中部大陆边缘岩浆作用）和 IODP 391 航次（沃尔维斯洋脊热点）。

IODP 396 航次于 8-10 月完成。该航次基于 IODP 944 号建议书，沿挪威中部大陆边缘钻探 7 个站位，获取火山和沉积记录，旨在了解东北大西洋大陆破裂期间过量岩浆活动的性质、成因以及对气候的影响。

IODP 391 航次基于 IODP 890 号建议书，在南大西洋沃尔维斯洋脊（Walvis Ridge）钻探 6 个站位，检验地幔羽带状分布、热点漂移假说，研究沃尔维斯洋脊的起源和地球动力学意义。该航次于 12 月 6 日启航，计划 2022 年 2 月 5 日结束，但执行期间有多位船员感染新冠，航次被迫中途返回南非开普敦港口，以对感染人员进行及时治疗，目前已重新启航，正在紧张执行中。

表 1. IODP 396、391、386 航次中国科学家名单

航次	姓名	职称	单位	船上岗位
396	郭鹏远	副研究员	中国科学院海洋研究所	火成岩岩石学
	王梦媛	副教授	中山大学	有机地球化学
391	李春峰	教授	浙江大学	构造地质
	王小均	助理研究员	西北大学	无机地球化学
386	罗敏	助理研究员	上海海洋大学	无机地球化学
	王永红	教授	中国海洋大学	古地磁学



IODP 377、397 航次 上船科学家人选确定

欧洲“特定任务平台”与日本国立海洋研究开发机构 (JAMSTEC) 联合执行了 IODP 386 航次 (日本海沟古地震)。航次基于 IODP 866 号建议书, 计划在 7000-8000 米水深的日本海沟使用重力取样器获取沉积物岩芯, 准确识别里氏 9.0 级别的地震及其驱动机制, 同时研究古地震事件中沉积物的来源、搬运和沉积过程等。航次分为海上钻探和岸上初步研究: 海上钻探工作由日本 JAMSTEC 旗下的 Kaimei 号调查船负责, 已于 2021 年 4-6 月完成; 岸上初步研究工作将在日本“地球号”钻探船的实验室进行, 但因全球新冠疫情影响, 各国科学家无法进入日本, 岸上工作推迟至 2022 年 2-3 月执行, 将采用线上线下结合的方式, 线下主要由日本 JAMSTEC 人员完成。

上述 3 个航次共有 6 位中国科学家参加, 不过中国科学家因疫情原因未能上船, 而是在岸上积极参与航次, 并将获得样品和数据开展航次后研究。

2021 年 7-12 月, 共有 2 个航次完成上船科学家团队组建工作: IODP 377 航次 (北冰洋古海洋) 和 IODP 397 航次 (伊比利亚陆缘古气候)。

IODP 377 航次由欧洲大洋钻探研究联盟科学执行机构 (ESO) 组织实施。航次基于 IODP 708 号建议书, 计划在北冰洋罗蒙诺索夫海脊南部实施钻探, 获取长期、连续的沉积记录, 研究北冰洋中部新生代以来的古气候和古环境演化。航次分为海上钻探和岸上研究: 海上钻探计划于 2022 年 8-9 月实施, 只有部分科学家团队成员可以参加海上钻探工作; 岸上初步研究和采样工作计划于 2022 年底或 2023 年初在德国不莱梅大学 IODP 岩芯库举行, 全体科学家团队都可参加。

IODP 397 航次由美国“决心号”科学执行机构 (JRSO) 负责执行。航次基于 IODP 772 号建议书, 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, 预计 2022 年 10-12 月期间执行。

中国 IODP 每个航次可以派出 1-2 位科学家上船参加航次研究, 共有 3 位科学家获邀参加上述 2 个航次。

表 2. IODP 377、397 航次中国上船科学家名单

航次	姓名	职称	单位	船上岗位
377	肖文申	助理教授	同济大学	古生物学 (硅藻)
	吴家望	副教授	中山大学	无机地球化学
397	庞晓雷	博士后	北京大学	沉积学

国际大洋发现计划 (IODP) 是一项探索地球的气候历史、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 通过三大钻探平台 (美国“决心号”、日本“地球号”和欧洲“特定任务平台”) 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 2021 年 10 月 1 日。由于当前 IODP 将于 2024 年结束, 2024 年后将迎来新的国际大洋钻探计划, 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: 因现有建议书已满足 2024 年前“决心号”航次安排需要, 因此, 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。

地球号: 仅接收匹配性项目建议书 (Complementary Project Proposal, CPP) 及对现有建议书的修改和补充, 不再接收其他新建议书。

特定任务平台: 每隔一年安排一个航次, 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), 同时欢迎提交全球任何海域的建议书。

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

当前，中国 IODP 正在积极推进成为国际大洋钻探平台提供者，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、技术和管理等各方面做好准备，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。

国际大洋发现计划 公开征集科学建议书

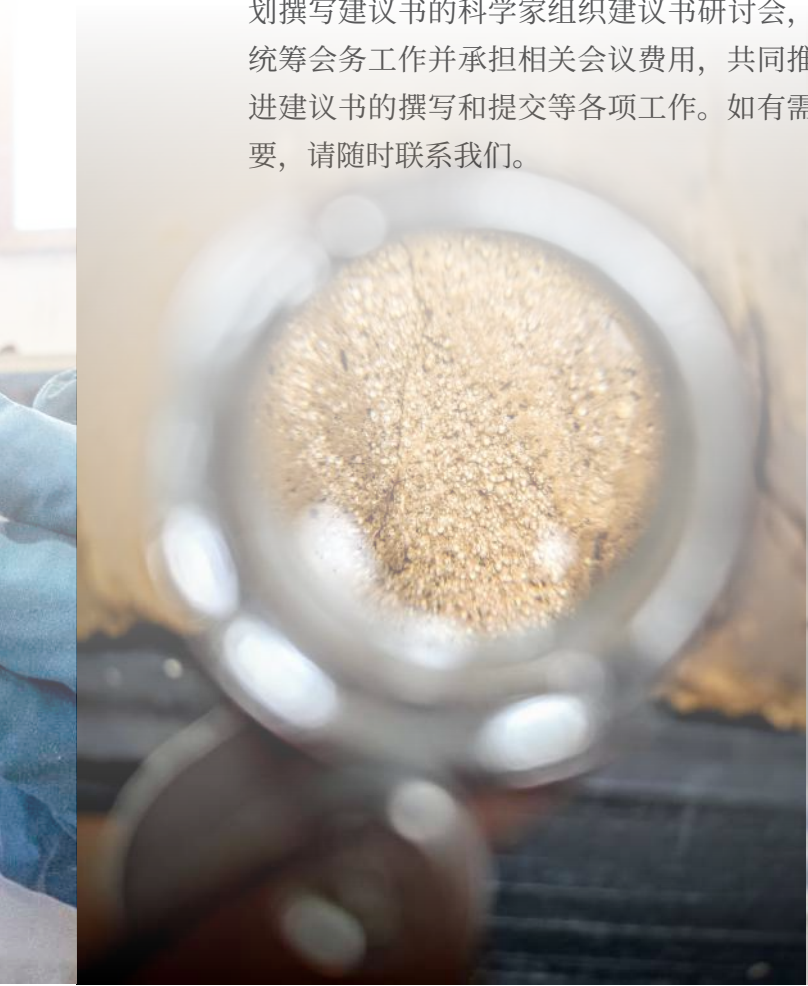
联系人：

拓守廷，021-65982198

shouting@tongji.edu.cn;

李阳阳，021-65983441

iodp_china@tongji.edu.cn。



国际大洋发现计划论坛、成员国办公室会议和资助机构代表会议 线下线上同步召开

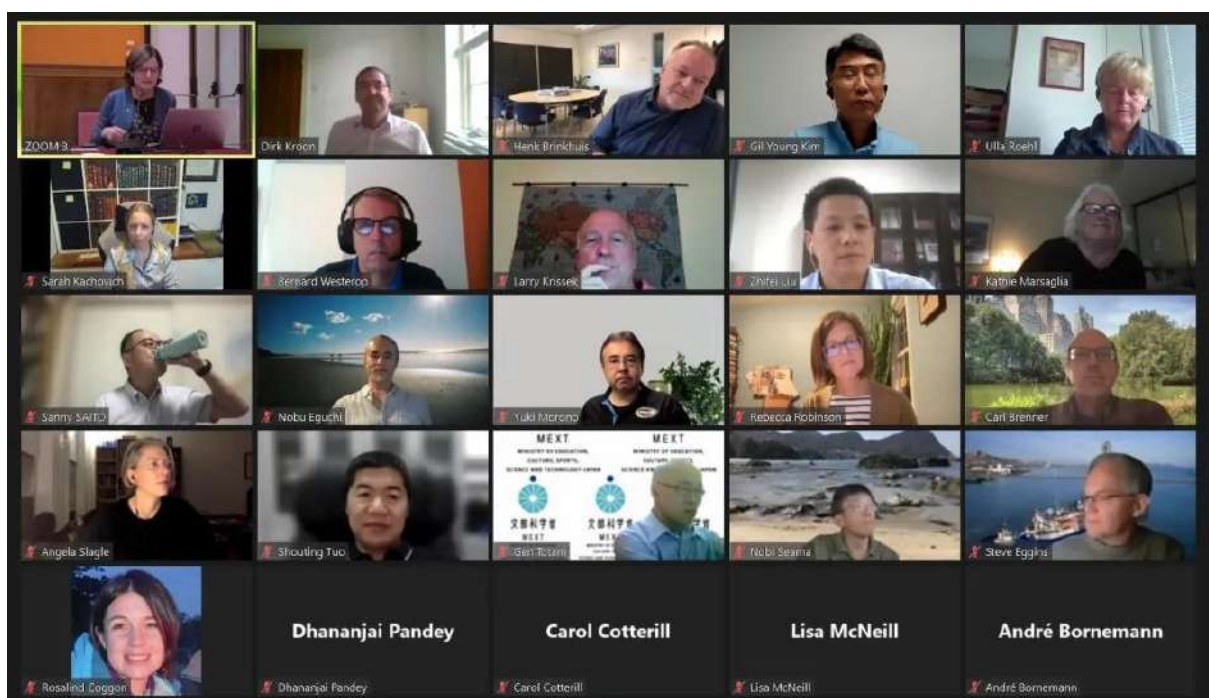
10月11-13日，国际大洋发现计划（IODP）论坛2021年度第二次会议、成员国办公室会议和资助机构代表会议在意大利罗马及线上同步召开，其中，11-12日为IODP论坛会议，13日为成员国办公室会议和资助机构代表会议。

来自IODP各平台资助机构、科学执行机构、成员国及其办公室的60余位代表参加了本次会议。科技部社发司孙岩调研员、窦挺峰，21世纪议程管理中心王文涛副处长、揭晓蒙主管，中国IODP专家咨询委员会学术秘书刘志飞教授以及中

国IODP办公室主任拓守廷等8人线上参加了会议。会议主要围绕IODP各平台的最新工作进展、未来规划及2024年后大洋钻探组织运行模式展开了讨论。

当前的IODP将于2024年结束，目前IODP

60余位代表参加了本次会议





三平台正在积极执行航次。美国“决心号”2023年之前的航次正在按计划执行，2024年最多安排4-5个航次。欧洲“特定任务平台”2024年前计划执行2个航次：北冰洋古海洋和夏威夷珊瑚礁航次。日本“地球号”由于运行经费高昂，2024年前只安排2个月的IODP航次，更多船时希望通过CPP模式来实现。会议指出，当前IODP“一个科学框架，多个平台共同运行”、建议书国际联合评审以及样品公开共享的机制十分成功，未来应继续坚持，同时加强国际合作。

会上，中国IODP专家咨询委员会学术秘书刘志飞教授汇报了2024年后中国推进成为平台提供者的主要进展：中国将建立服务于新计划的多功能平台，平台拥有立管钻探船，“海洋地质十号”浅水钻探船、“海

牛号”海底钻机以及第三方提供的其他钻探船或平台，可根据不同科学目标自主组织钻探航次，并配套开展站位调查。目前中国正在设计建设国际岩芯实验室，并筹备“巽他陆架”相关建议书站位调查航次，组织科学家撰写更多大洋钻探建议书，为中国平台运行做好各方准备。未来中国将继续以开放合作的态度参与新计划，希望与其他伙伴进行广泛合作，中方愿意增加对国际的贡献。报告吸引了各方关注：美国鼓励中国提供大洋钻探平台，实施国际合作航次；欧洲对中国成为平台提供者表示强烈支持，关心多功能平台能否在全球海域执行航次；日本关注中国成为平台提供者后，样品和数据能否做到全球开放共享；英国关注中国的建议书提交和评审是否会遵循国际统一管理办法。IODP论坛卸任主席

Dirk Kroon（会议主持人）鼓励中国积极参与2024年后大洋钻探计划的设计和组织的。

中国IODP办公室主任拓守廷介绍了中国IODP办公室的最新进展。中国IODP办公室近年一直在积极组织建议书研讨会、IODP巡回学术讲座和科普交流等活动，以鼓励更多中国科学家参与IODP。目前上述工作已初见成效：我国IODP人才队伍日益壮大，申请航次的科学家，特别是青年科学家，人数日益增多。

全国人大常委会副委员长 丁仲礼来同济调研

10月17日，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来同济大学海洋与地球科学学院看望汪品先院士和孙湘君教授，并调研中国IODP发展问题。

调研期间，丁仲礼与汪品先、翦知潜、刘志飞、拓守廷等中国IODP专家咨询委员会、中国IODP办公室成员座谈，听取了IODP国际国内最新形势和进展方面的报告，研讨了中国IODP下一步发展战略。

同济大学党委常务副书记冯身洪、常务副校长吕培明、海洋与地球科学学院党委书记耿建华等陪同调研。



12月10日，由我国提出的ISO 23040:2021《海洋环境影响评估（MEIA）-海底区海洋沉积物调查规范-间隙生物调查》国际标准经国际标准化组织（ISO）批准正式发布，这是由我国主持、联合8个国家共同制定的首项ISO海洋调查领域的国际标准，标志着中国海洋调查技术标准国际化工作取得重要突破。

该标准由中国科学院海洋研究所和自然资源部第一海洋研究所共同提出，联合同济大学、中国地质调查局青岛海洋地质研究所、自然资源部第二海洋研究所、自然资源部第三海洋研究所、中国科学院南海海洋研究所、中国地质大学（北京）、中国科学院南京地质古生物研究所共同编制。

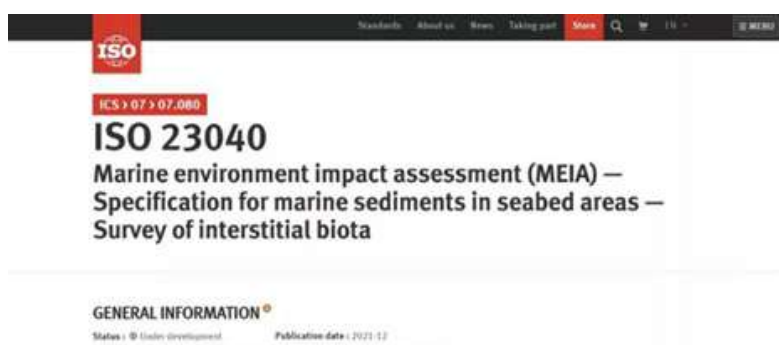
该标准规定了海底区海洋沉积物间隙生物群进行



我国主持制定的 首项海洋调查国际标准 正式发布

调查的要求和建议，以及科学的技术方法和规范。调查项目包括海洋沉积物、有孔虫、介形类、放射虫、沉积硅藻、颗石藻、沉积孢粉、底栖病毒、底栖微生物（包括细菌、古细菌和真菌）、底栖微藻、底栖原生动物和小型底栖生物，适用于任何海底区域不同底栖生境的海洋调查。

该标准的发布将为海底区沉积物间隙生物调查提



供基于先进的国际前沿科学与技术方法，适用于海底区域海洋沉积物生物多样性的调查与评估，有利于海洋生物资源的开发利用、环境综合勘探、生态环境评价、保

护与管理等。标准的实施有利于增进国际社会对中国海洋调查技术的科学认识，为国际海底区进行海洋调查活动提供了科学依据，为开展海洋调查领域多边合作提供技术支撑和强有力的标准保障，建立起国际合作的友好桥梁。

根据《联合国海洋法公约》（UNCLOS），国际海底区域是指国家管辖海域以外的海床洋底及其底土，约占地球表面积的40%。此外，当前联合国正在进行的“国家管辖范围以外海域的生物多样性（Biodiversity Beyond



National Jurisdiction, 简称 BBNJ) ” 养护和可持续利用国际协定谈判, 是海洋领域最重要的国际立法过程。BBNJ 围绕的主要议题, 包括国际公海保护区的划区管理和环境影响评价, 均需依据对海底区沉积物及生物调查得出结论。此外, 国际上在海底区域已经开展了许多大型国际综合研究计划, 如国际大洋发现计划 (IODP) 等。但迄今为止, 由于缺乏国际标准, 各国在对海底区沉积物间隙生物调查中使用了不同的规程和技术, 这给国际合作中的数据对比和成果校准造成了障碍, 从而直接影响海底区生物多样性和承包作业环境的科学评估。

该标准涉及的海底区沉积物间隙生物, 是指沉积物颗粒间栖息或沉积的底栖生物群, 涵盖古菌界、细菌界、真菌界、原生生物界、植物界和动物界六个界的生命形式, 在海洋底栖生态系统的物质循环和能量流动的调节中发挥着关键作用。此类生物群是研究海洋生物多样性、油气资源勘探、海洋碳循环、全球变化、季风降雨、长时间尺度海洋酸化和深海生物资源等相关领域科学问题的关键载体。

2017年, 我国在海洋



调查领域的 ISO 标准尚属空白的情况下, 提出该国际标准的提案 (NP), 并获得 ISO 立项通过, 得到了国际上相关国家的积极响应, 美国、英国、俄罗斯、德国、伊朗、韩国、新加坡、巴拿马 8 个国家委派专家参与本项国际标准的制定。2019年5月通过草案阶段 (WD), 2019年9月在

国际标准大会通过委员会阶段 (CD), 2020年10月通过询问阶段 (DIS) 国际投票, 历时四年, 于2021年12月由国际标准化组织 (ISO) 正式发布。

该标准负责人是中国科学院海洋研究所类彦立研究员和自然资源部第一海洋研究所李铁刚研究员, 编制组长为自然资源部第一海洋研究所李铁刚研究员和同济大学翦知潜教授, 管理组长为中国科学院海洋研究所王凡研究员。中国编制组专家为: 类彦立、徐奎栋、李铁刚、翦知潜、王凡、李超伦、刘健、王春生、骆祝华、陈木宏、苏新、李保华。该标准为南海大洋钻探航次后研究的重要成果, 受到国家重点研发计划“国际大洋钻探南海航次后科学研究” (编号: 2018YFE0202402) 等项目的资助。



大洋钻探巡回学术讲座 ——兰州大学站成功举办



9月30日，大洋钻探巡回学术讲座第三站在兰州大学顺利举办。讲座邀请了上海交通大学王风平教授和中国科学院海洋研究所张国良研究员做学术报告。讲座由兰州大学聂军胜教授主持，五十余名师生参加了本次讲座。

讲座伊始，中国IODP办公室主任拓守廷作了题为“国际大洋钻探回顾与展望”的报告。他首先报告了国际大洋钻探的发展历程、运行机制及未来发展方向，随后介绍了中国IODP参与大洋钻探以来取得的重要成就以及下一步发展方案。他表示，当前中国

IODP正在积极推进成为平台提供者，建设运行国际岩芯实验室，期待更多师生利用好大洋钻探50余年来积累的宝贵样品和数据，参与到大洋钻探研究中来。

张国良研究员从岩石圈演化角度，向大家介绍了海底钻探的缘起、大洋钻探历史成就以及他本人曾参加的南太平洋329航次、中国南海349航次的研究经历。他用幽默风趣的语言，结合在大洋钻探航次过程中遇到的研究趣事，带大家深入了解大洋钻探，引来在座师生的浓厚兴趣。



最后，王风平教授作了题为“深部生物圈研究回顾与展望”的报告，她向大家介绍了大洋钻探在深部生物圈方向的研究历史、重要进展与未来展望。她强调，国际大洋钻探 2050 年科学框架重点支持多学科的交叉融合，而生命科学的研究工作未来也将继续融合到大洋钻探各个学科的研究中。



在讨论交流环节，师生们针对讲座内容积极提出了问题，现场讨论热烈。本次讲座取得了圆满成功，吸引了兰州大学更多青年学生和科学家从海陆结合的角度了解大洋钻探、参与大洋钻探。



未来，中国 IODP 办公室将继续在国内相关单位举办大洋钻探巡回学术讲座，同时还将组织以筹备和撰写建议书为目标的研讨会，为中国科学家撰写科学建议书提供更多支持，共同推进中国大洋钻探的发展。





大洋钻探巡回学术讲座 ——南方科技大学成功举办



11月16日，大洋钻探巡回学术讲座第四站在南方科技大学成功举办。本次讲座邀请了同济大学田军教授、自然资源部第二海洋研究所丁巍伟研究员和中国IODP办公室主任拓守廷博士做学术报告。讲座由南方科技大学海洋科学与工程系刘青松教授主持，海洋科学与工程系主任陈永顺教授、

副主任张传伦、徐景平教授以及近百名师生参加了讲座。

陈永顺教授首先对中国IODP办公室在南科大举办大洋钻探学术讲座表示感谢，并对各位专家的到来表示热烈欢迎。他鼓励南科大师生以此为契机，积极参与到大洋钻探中去。

拓守廷博士做了题为“大洋钻探回顾与展望”的报告，向在座师生介绍了国际大洋钻探的发展历史、运行管理现状与未来发展计划。他表示，中国IODP目前正在推进成为国际大洋钻探平台提供者，自主组织航次，建设运行岩芯实验室，中国IODP正在面临重大发展机遇。他呼吁更多中国科

学家参与到大洋钻探研究中来，利用好大洋钻探 50 余年来积累的宝贵样品和数据，撰写科学建议书并努力实现更多中国科学家领导的

向。

最后，丁巍伟研究员作了题为“IODP 在板块构造与地球动力学领域重大进展”的报告。他分别介绍了

幽默地讲述了科学家们在 大洋钻探科考船上的故事，激起了师生们对参与大洋钻探浓厚的兴趣。

在交流互动环节，南方



大洋钻探航次，提升中国在国际大洋钻探中的竞争力。

田军教授作了题为“大洋钻探与古海洋学”的报告，他首先向大家介绍了大洋钻探岩芯获取方法与处理流程，这为古海洋学研究提供了宝贵材料。随后从冰期旋回、古海洋参数、新生代海洋年代标尺、新生代气候态等方面详细介绍了古海洋学的研究进展与科学前沿，并指出了大洋钻探面向 2050 科学框架中的重要科学问题以及古海洋学未来发展方

钻穿“莫霍面”的尝试、板块的初始俯冲机制、全球最大地震—海啸事件与俯冲物质的关系以及南海的生命史等板块构造与地球动力学领域的重大研究进展。丁巍伟还分享了他担任 IODP 科学评审委员的经验，介绍了大洋钻探科学建议书的评审流程，鼓励中国科学家积极提交建议书。最后，他向大家分享了自己参加 IODP 349 航次期间的珍贵照片，展示了船上两个月里科研工作和娱乐休闲的快乐瞬间，生动

科技大学师生们积极提问，热烈讨论，并对中国大洋钻探下一步的发展提出了非常好的意见和建议。

报告厅里座无虚席，本次讲座取得了圆满成功。未来，中国 IODP 办公室将继续在国内相关单位举办大洋钻探巡回学术讲座，同时还将组织以筹备和撰写建议书为目标的研讨会，为中国科学家撰写科学建议书提供更多支持，共同推进中国大洋钻探的发展。



Geophysical Research Letters

发表大洋钻探新成果： 揭示南海与菲律宾海 在 ~20Ma 时连在一起

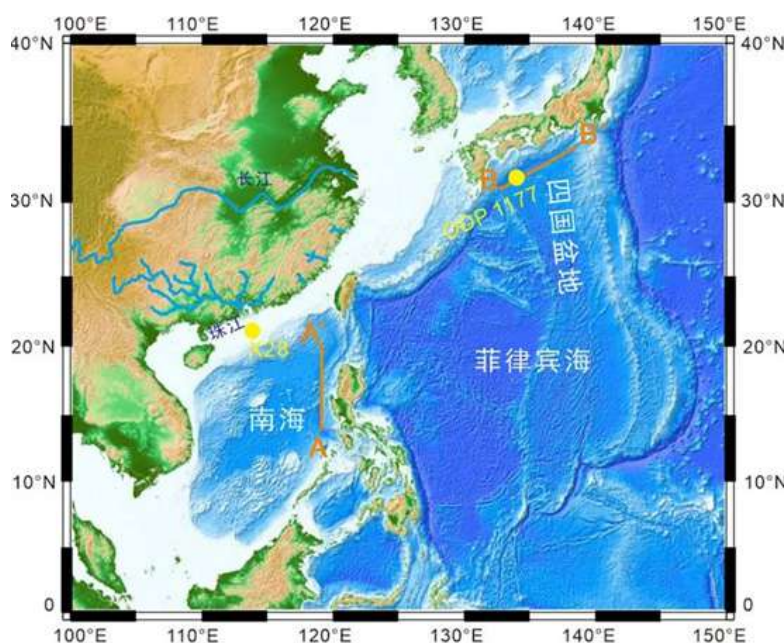


图1 南海与菲律宾海地理位置

7月，国际著名地学期刊 *Geophysical Research Letters* 在线发表了南方科技大学刘青松团队的研究成果：“Coeval Evolution of the Eastern Philippine Sea Plate and the South China Sea in the Early Miocene: Paleomagnetic and Provenance Constraints From ODP Site 1177”。该成果利用大洋钻探计划（ODP）190航次获得的宝贵样品，揭示了南海与菲律宾海四国盆地在 ~20Ma 时连在一起。

南海东部长度（图1，A-A'）和菲律宾海四国盆地北部宽度（图1，B-B'）基本相当。南海和菲律宾海四国盆地是否曾经连在一起呢？

菲律宾海板块起源于赤道附近，并逐渐顺时针旋转和同步北向移动到现今位置。考虑到菲律宾海板块经历了由低纬度向高纬度的移动，那么必有一个时刻，其古纬度和南海的古纬度一致。这个时间具体是什么时候？

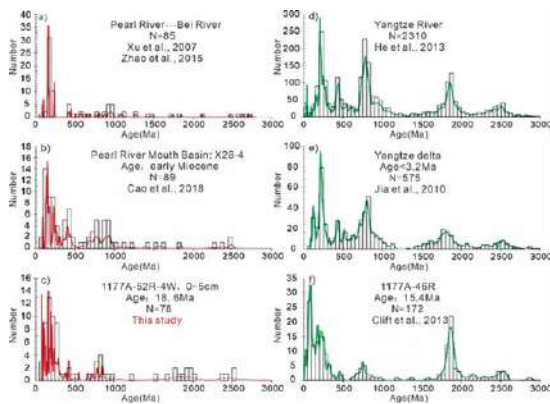


图2 四国盆地 ODP 1177 孔获取的
锆石年龄谱与潜在源区进行对比

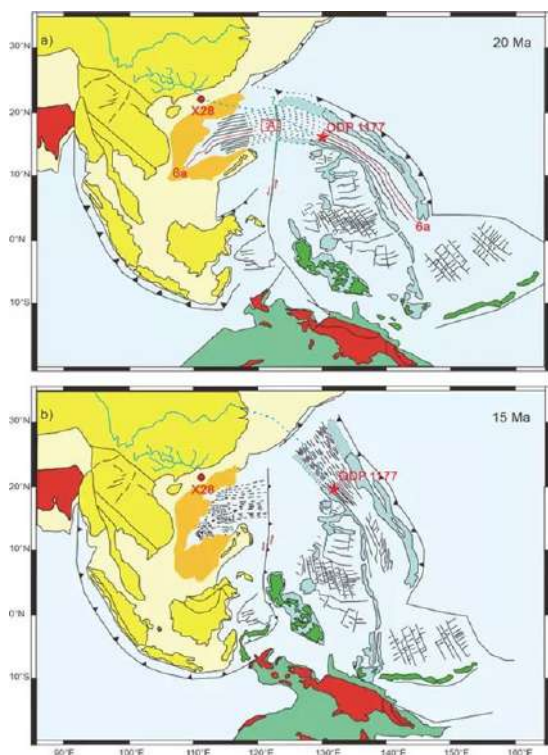


图3 南海与菲律宾海四国盆地协同演化。a) 南海
与四国盆地 ~20Ma 连在一起; b) ~15Ma 南海与
四国盆地已分离

古地磁学可以定量确定板块古纬度。板块中某一层段岩石的古纬度 (λ) 和该层岩石记录的古地磁倾角 (I) 存在定量关系 ($\tan I = 2 \cdot \tan \lambda$)。南科大海洋磁学中心团队系统测量了菲律宾海四国盆地内大洋钻探获取的最老钻孔 ODP 1177 孔岩心的古地磁信息, 得出 20 Ma 前 ODP 1177 孔的古纬度为 $16^\circ \pm 4.5^\circ \text{ N}$ 。而当时南海扩张中心的古纬度也在 $\sim 16^\circ$ 。这为南海与菲律宾海四国盆地在地理格局上曾连在一起提供了必要条件。

通过碎屑锆石对 ODP 1177 孔的物源进行了示踪。在该孔 20 Ma 前后沉积的浊流成因的砂层 (图 2c) 中检测出了来自珠江口的物质 (图 2b), 这表明南海与四国盆地在 ~ 20 Ma 前后相连通。

此外, 南海与菲律宾海四国盆地的形成年代相似 (33/30-15 Ma), 基底玄武岩均为印度洋型地幔源区成因。基于以上证据和其他地质约束, 南科大海洋磁学中心团队提出南海与菲律宾海四国盆地至少在 ~ 20 Ma 就曾连在一起, 共享一个扩张中心 (图 3a)。而在 ~ 15 Ma, 菲律宾海四国盆地与南海分离, 这与南部澳大利亚与东亚的碰撞导致菲律宾海四国盆地顺时针旋转有关 (图 3b)。

该研究一方面将长期认为的南海与四国盆地这两个孤立系统动态联系起来, 另一方面能很好地解释“南海东部次海盆先形成, 西南次海盆后形成 (南海东宽西窄); 四国盆地北部先形成, 南部后形成 (四国盆地北宽南窄) 这一地质现象。该模型为该区的精细古地理重建和地球动力学模拟提供了基础。

南方科技大学海洋科学与工程系博士生刘伟为本文第一作者, 南方科技大学海洋科学与工程系刘青松讲席教授为本文通讯作者。



Geophysical Research Letters

发表 IODP 361 航次新成果： 非洲南部林波波河形成年代和机制新认识

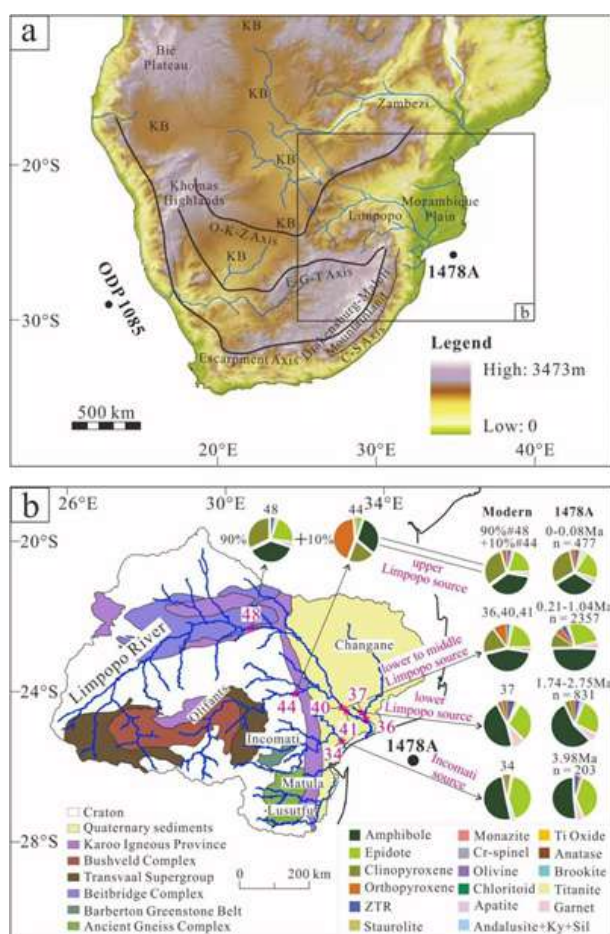


图 4. 研究区地质地貌图及林波波河河口沉积物样品重矿物组合与潜在源区重矿物组合对比图

7月15日，国际著名地学杂志 *Geophysical Research Letters* 在线发

表了兰州大学资源环境学院聂军胜教授团队及合作者关于南非林波波河形成时间及驱动机制的最新研究成果：“Climatic Forcing of Plio-Pleistocene Formation of the Modern Limpopo River, South Africa”。该成果利用国际大洋发现计划 (IODP) 361 航次获得的宝贵样品，分析了林波波河口海洋沉积物的物源变化，探讨了非洲东南部林波波河的演化过程。

赞比西—林波波水系的演变决定着非洲南部的地貌演化和沉积物运输扩散模式等。传统观点认为，赞比西河上游在白垩纪时期与林波波河相连，形成了当时非洲最大的河流。古近纪深部地球活动引起的地壳挠曲将赞比西河上游水系与林波波河分开，奠定了现代赞比西河和林波波河水系的框架 (图 4a)。

研究团队基于林波波河口近海钻探岩芯 (IODP 361-U1478A) 的重矿物分析结果发现，林波波河口沉积物的物源经历了四期不同的变化：3.98 Ma, 2.75-1.74Ma, 1.04-0.21Ma 和 0.08-0Ma (图 4b 和 图 5e)。通过与现代林波波河不同河段采集

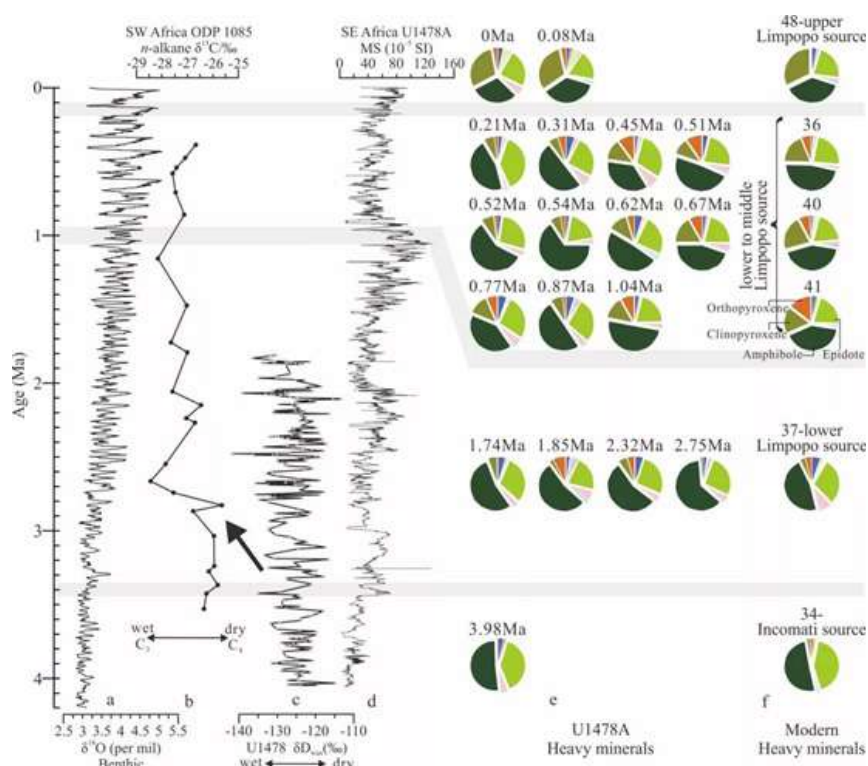


图 5. IODP 361 航次 U1478A 站点沉积物重矿物组合及与现代陆上沉积物重矿物组合和古气候记录对比图: a) 深海 $\delta^{18}\text{O}$ 记录 (Lisiecki & Raymo, 2005); b) 非洲西南部 ODP U1085 站点 $\delta^{13}\text{C}$ 记录 (Maslin et al., 2012); c) 非洲东南部 U1478 站点 $\delta\text{D}_{\text{wax}}$ 记录 (Taylor et al., 2021); d) U1478A 孔的岩芯磁化率记录 (Hall et al., 2017); e) U1478A 孔的重矿物组合记录; f) 现代陆上沉积物的重矿物组合记录 (Hahn et al., 2018)

的样品 (图 5f) 对比, 发现 U1478A 钻孔沉积物物源特征随着时间的变化, 越来越接近林波波河上游沉积物的特征。结合已有的 U1478A 岩芯磁化率记录 (图 5d), 确定了三个主要的物源变化界限: 3.5-3.3Ma, 1.1-0.9Ma 和 0.2-0.1Ma (图 5)。这一结果支持现代林波波河的形成是通过上新世—第四纪期间不断溯源侵蚀形成的, 与传统认识存在较大差别。进一步的分析表明, 除第三次物源变化外, 其余两次林波波河口沉积物物源变化发生的时间与区域或全球气候转型有较好的相关性 (图 5), 由此推断晚新生代气候变化可能是林波波河形成的重要驱动力, 挑战了深部地球过程导致南非河流形成的认识。

除林波波河外, 世界上其它地区的很多河流也在晚新生代发生了快速的调整或重组。由此, 研究团队认为上新世—第四纪气候变化可能是这些河流发生变化的一个重要驱动力。

论文的第一作者为兰州大学资源环境学院博士生杨婧, 通讯作者为聂军胜教授和胡小飞教授, 合作者包括米兰比可卡大学 Eduardo Garzanti 教授和伦敦大学 Pieter Vermeesch 教授等人。这项研究得到了国家自然科学基金中国南非合作项目 (编号 41761144063) 和同济大学海洋地质国家重点实验室以及 111 计划 (编号 BP0618001) 的联合资助。



Geophysical Research Letters 发表 IODP 356 航次新成果： 获得 5 百万年来澳大利亚西北地区 气候变化的综合认识

印尼贯穿流是印度洋—太平洋暖池系统的重要组成部分，是联系热带西太平洋和印度洋的主要通道。上新世以来，印尼贯穿流强度受构造活动影响持续下降，印尼贯穿流的持续减弱和同步的全球变冷条件导致输入澳大利亚西北地区的水汽减少而持续干旱化。然而，由于澳大利亚西北地区的古气候记录相对匮乏、代用指标单一，澳大利亚西北地区的陆地环境如何响应上新世以来的干旱化趋势，尚未得到系统解答。

8月17日，浙江大学地球科学学院何毓新副教授以第一作者和通讯作者身份于国际著名地学期刊 *Geophysical Research Letters* 发表文章“Terrestrial Material Input to the Northwest Shelf of Australia Through the Pliocene-Pleistocene Period and Its Implications on Continental Climates”。研究团队利用国际大洋发现计划（IODP）356航次采集的 U1461 钻孔样品（图6），进行了总有机

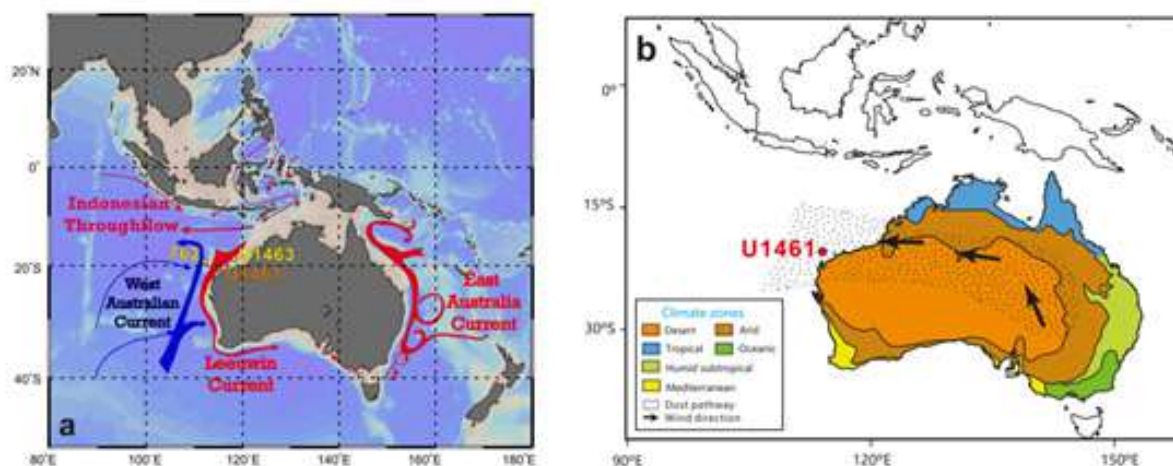


图 6. a) IODP 356 航次在澳大利亚西海岸 U1461 站位示意图以及相关洋流信息；b) 现代澳大利亚气候带分布信息和风沙路径示意图

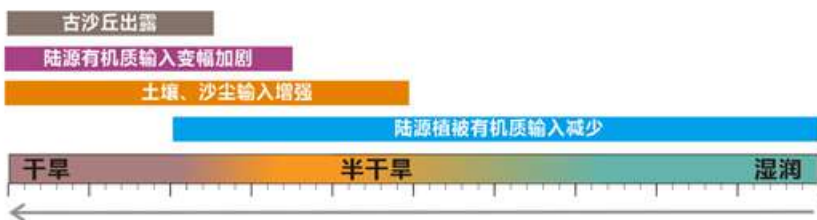


图 7. 不同代用指标对气候变化响应的敏感性示意图

碳同位素、正构烷烃、GDGTs 和甾醇等生物标志物的测试分析，重建了 5 百万年来陆源有机质输入到海洋环境的历史及其影响因素。

研究表明，不同代用指标对气候变化响应的敏感性不同（图 7）。澳大利亚西北地区的陆源植被有机质输入变化主要反映了陆地湿润一半干旱的气候转变；土壤 / 沙尘有机质输入变化则对相对干燥的条件更为敏感；古沙丘的出露则对应着更为干旱的条件；陆地总有机质和海洋初级生产力的相对变化影响因素较为复杂。因此，通过综合多种代用指标，可以详细剖析澳大利亚西北地区的气候变化时序及其影响因素。

如图 8 所示，5 百万年来，随着植被覆盖率 and 地表径流的降低，澳大利亚西北地区植被有机输入持续减少。受海平面下降和气候干旱化的影响，土壤 / 沙尘输入于 2.2-2.5 百万年前开始增强。陆地总有机物输入于 1.7 百万年前变幅增强，表明其陆地系统开始变得干旱而脆弱。而土壤 / 沙尘来源在 1.2-1.5 百万年前发生了转变，指示了古沙丘（可能形成于中新世）的出露。因此，受控于印尼贯穿流的减弱和全球大气环流模式的变化，澳大利亚西北地区 5 百万年来持续性干旱化，植被锐减、沙漠面积扩大、水土流失加剧、古沙丘重新出露，成为了澳大利亚西北地区的一个严峻的生态环境问题。

该研究得到了中国大洋发现计划 (IODP-China)、国家自然科学基金项目

(编号 41877332, 42073071) 和第四届中国科协青年人才托举工程 (2018QNRC001) 的联合资助。

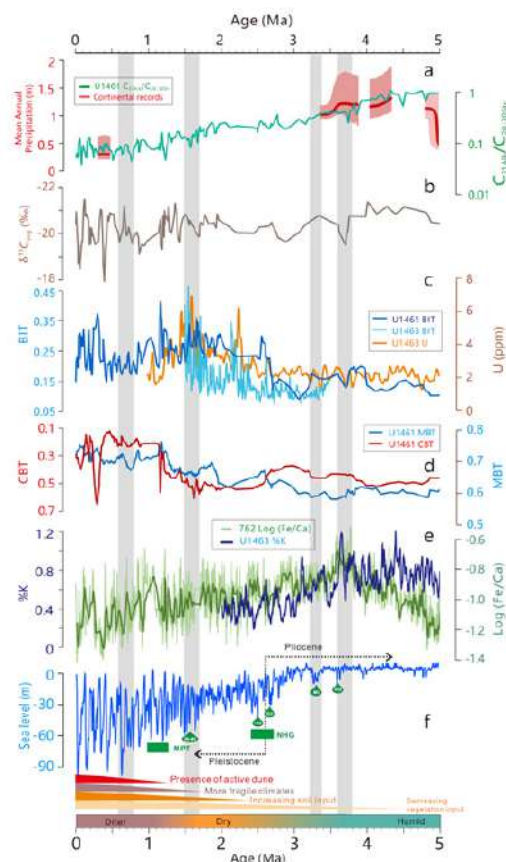


图 8. 5 百万年来澳大利亚西北地区陆地物质输入和气候演化历史。a) 植被有机质输入（基于长链正构烷烃和甾醇的比值）；b) 陆源有机质和海洋生产力相对含量（基于总有机碳同位素值）；c) 澳大利亚西北地区土壤 / 沙尘有机质输入（基于 GDGT 的 BIT 值）；d) 澳大利亚西北地区土壤 / 沙尘有机质来源（基于 GDGT 的 MBT 和 CBT 值）；e) 澳大利亚西北地区河流径流和陆源输入（基于钾元素含量）；f) 全球海平面记录以及 NHG、MPT 和 MIS50-60、100、G2 和 M2 等气候事件。灰色阴影表示印尼贯穿流减弱事件。图片底部为了澳大利亚西北部陆地物质输入和气候变化的演化模式简图



JGR-Solid Earth

发表大洋钻探新成果： 揭示始新世 / 渐新世边界前后东赤道太平洋 深海沉积物中磁小体的古环境意义

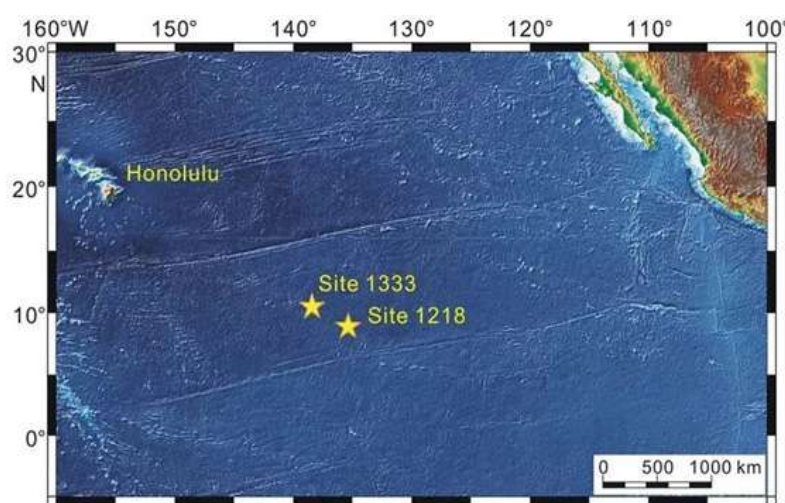


图 9. 东赤道太平洋地图，
ODP 1218 站位和 IODP
1333 站位的位置如图所示

磁小体由趋磁菌在胞内合成，一般成链状，趋磁菌利用其磁性移动。目前发现磁小体的形貌主要有 3 种：立方八面体、拉长棱柱形和子弹形，主要受控于趋磁菌的属种和基因。当趋磁菌死亡后，磁小体被遗留在沉积物中。前人研究表明，磁小体形貌组合暗示沉积时氧化还原条件，立方八面体可以分布在氧化还原过渡带及其上方一些亚氧化带中，而棱柱形和子弹形则集中在过渡带中。氧化还原过渡带的深度和厚度受有机质供应、沉积速率和底层水及孔隙水氧含量的影响，而这些条件对气候变化非常敏感。新

生代气候演化在晚始新世至早渐新世经历了从温室到冰室气候的重大转折，主要分两步：始新世 - 渐新世过渡时期 (EOT) 的降温 (约 33.9Ma) 和渐新世同位素事件 1 (Oi-1) 的南极冰盖扩张 (约 33.5Ma)，由此建立新的大气和海洋循环模式，极大改变了全球海洋环境和营养分布。东赤道太平洋就是受影响地区之一，从暖期到冰期，风尘输入发生变化，来自南大洋冷的深水影响沉积物中有机质的输入，这些都会改变氧化还原过渡带的深度和厚度，以及趋磁菌的营养供应。磁小体形貌组合是否也会相应地变化？相关研

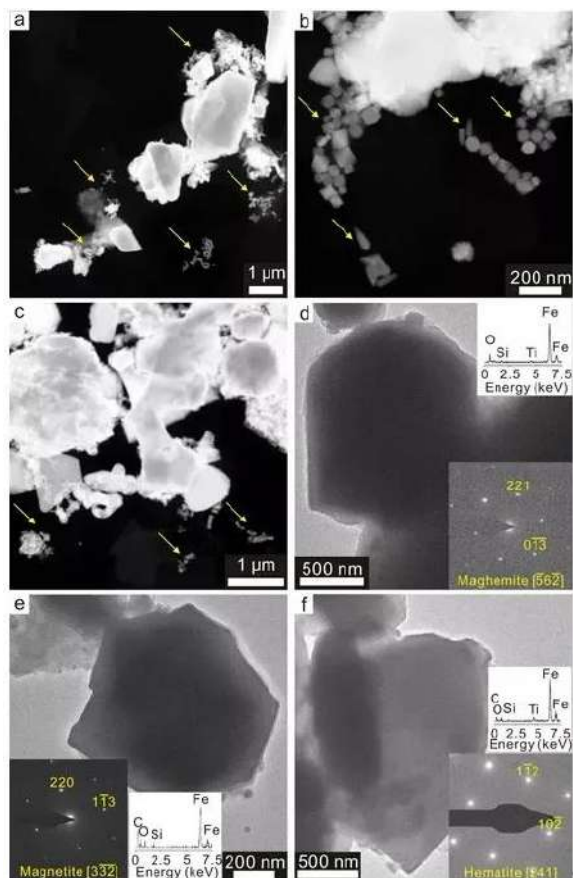


图 10. EOT 之后 a) 和之前 b) 和 c) 磁选颗粒的高角度暗场像, EOT 之前风尘磁赤铁矿 d)、磁铁矿 e) 和赤铁矿 f) 的透射电镜图和相应的电子衍射花样与能谱结果, a) 和 c) 中黄色箭头指示磁小体

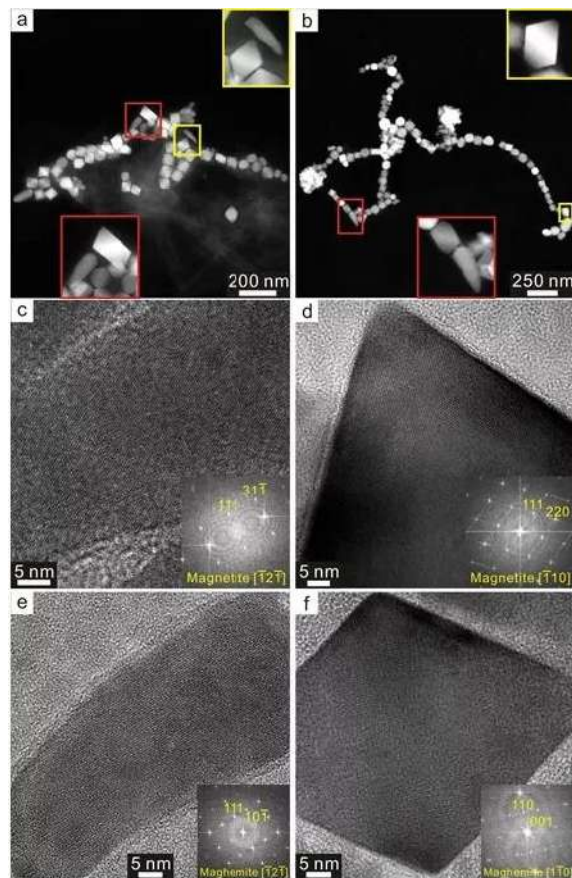


图 11. EOT 之后 a) 和之前 b) 磁小体链的高角度暗场像, EOT 之后子弹形 c) 和之前立方八面体 d) 和 f) 磁小体的高分辨率透射电镜图和相应的快速傅里叶变换花样

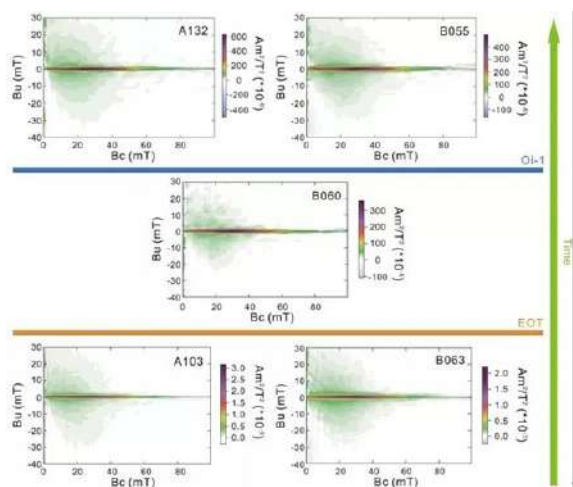


图 12. EOT 前后代表性样品的 FORC 图

究比较少。

9月1日, 国际著名地学期刊 *Journal of Geophysical Research-Solid Earth* 发表了南方科技大学海洋科学与工程系海洋磁学中心刘青松团队的最新成果:

“Paleoenvironmental Significance of Magnetofossils in Pelagic Sediments in the Equatorial Pacific Ocean Before and After the Eocene/Oligocene Boundary”, 该成果利用大洋钻探计划 (ODP) 199 航次和综合大洋钻探计划 (IODP) 320 航次获得的宝贵样品, 发现磁小体形貌组合能忠实记录 EOT 前后东太平洋环境变化, 支持磁小体作为古环境指标。

该研究利用东赤道太平洋 ODP 1218 站

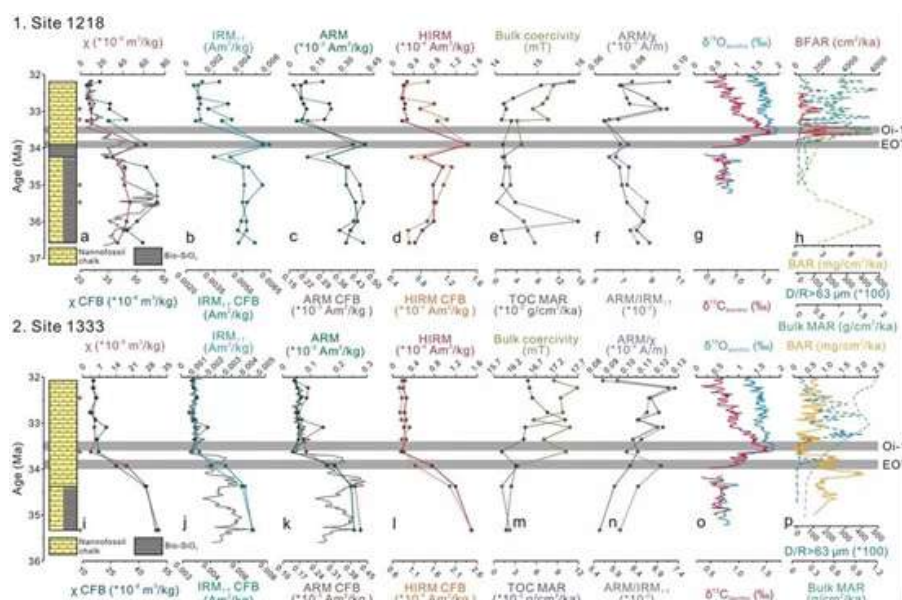


图 13. 1218 站位的沉积相和样品年龄与磁化率 (χ)、IRM_{1T}、ARM、HIRM、全岩矫顽力、有机碳富集速率 (TOC MAR)、ARM/ χ 和 ARM/IRM_{1T} 的关系图 (panel 1, a 至 f), 以及相应的高分辨率磁化率 (a, Lyle et al., 2002b)、底栖有孔虫碳氧同位素 (g, Coxall et al., 2005)、底栖有孔虫富集速率 (BFAR, h, Coxall and Wilson, 2011)、重晶石富集速率 (BAR, h, Griffith et al., 2010)、硅藻/放射虫比值 (D/R) > 63 微米 (h, Moore Jr. et al., 2014) 和全岩富集速率 (MAR, h, Coxall et al., 2005)。1333 站位对应 1218 站位的结果 (panel 2, i 至 n) 以及相应的高分辨率 IRM_{0.9T} 和 ARM (j 和 k, Yamazaki et al., 2013)、底栖有孔虫碳氧同位素 (o, Coxall et al., 2005)、重晶石富集速率 (BAR, p, Erhardt et al., 2013)、D/R > 63 微米 (p, Moore Jr. et al., 2014) 和全岩富集速率 (MAR, p, Erhardt et al., 2013)。 χ 、IRM_{1T}、ARM 和 HIRM 有计算无碳酸盐的结果 (CFB, a 至 d 和 i 至 l)。

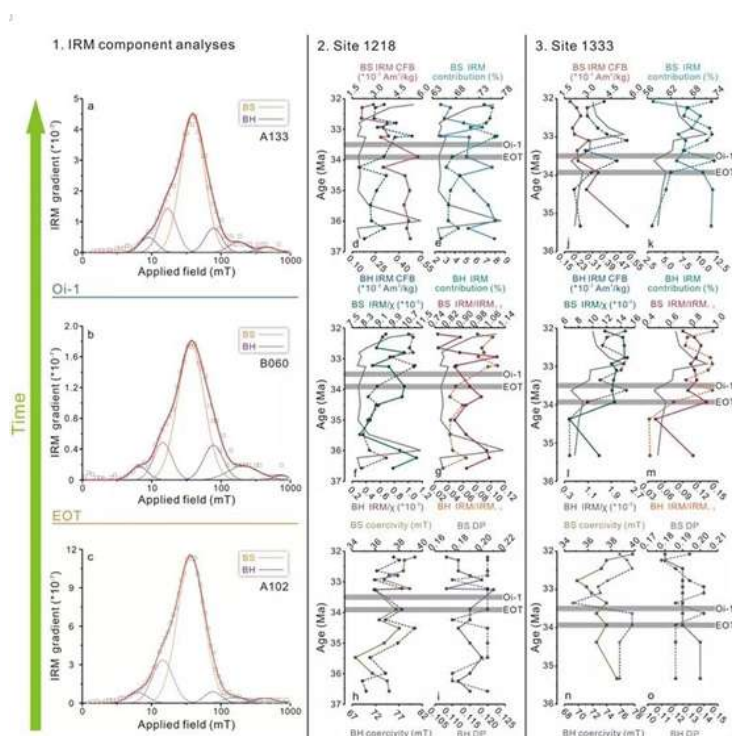


图 14. 代表性样品的 IRM 成分分析结果 (panel 1, a 至 c), 1218 站位 (panel 2) 和 1333 站位 (panel 3) 分离的生物软组分 (BS) 和生物硬组分 (BH) 的磁学结果与年龄的关系图, 包括 IRM-无碳酸盐结果 (CFB, d 和 j)、IRM 贡献比例 (e 和 k)、IRM/ χ (f 和 l)、IRM/IRM_{1T} (g 和 m)、B_{1/2} 值 (矫顽力, h 和 n) 和分散参数 (DP, i 和 o)

位和 IODP 1333 站位中 37-32Ma 的深海沉积物样品 (图 9), 通过全岩磁化率、IRM_{1T}、ARM、HIRM 等环境磁学方法和透射电镜观察来研究磁小体组合在 EOT 前后的变化, 再结合前人文章和相应的有机质富集速率 (TOC MAR) 变化来解释磁小体形貌组合变化原因。

主要获得以下认识:

1、磁性颗粒主要为风尘颗粒和磁小体 (图 10 至 12), 它们在沉积物中的含量经 EOT 之后都随着风尘供应减少而降低 (图 13), 但是磁小体、特别是子弹形磁小体在磁性颗粒中的比例相对升高 (图 14 和 15);

2、前人文献表明, EOT 之前晚始新世有较高的输出生产力, 而之后早渐新世也有多期底栖有孔虫富集和上升流的峰值, 然而 EOT 之后的降温减少了基础新陈代谢和营养循环对有机质的消耗, 从而增加了沉积物中有机质的输入, TOC MAR 的增加也支持这个观点。所以, EOT 之后东赤道太平洋深海沉积物中有更高的有机质输入, 由此增加了氧化还原过渡带的梯度, 相应地, 磁小体在磁性

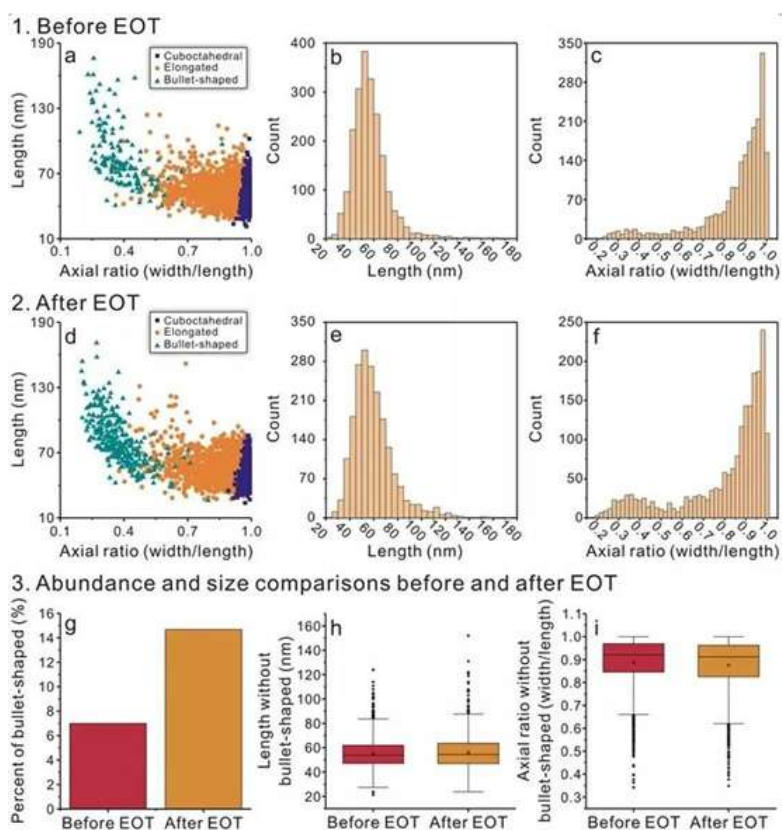


图 15. EOT 之前 (panel 1) 和之后 (panel 2) 磁小体轴比值与长度的关系图 (a 和 d)、长度和轴比值的直方图 (b, e, c, f)、EOT 前后子弹形磁小体含量的柱状图 (g)、立方八面体和拉长棱柱形磁小体长度和轴比值的箱式图 (h 和 i)

颗粒中比例升高, 特别是子弹形的。

南方科技大学海洋科学与工程系海洋磁学中心芦阳和王敦繁博士为本文的共同第一作者, 刘青松讲席教授为通讯作者。论文的其他合作者包括海洋磁学中心蒋晓东研究助理教授, 中山大学海洋科学学院林志勇博士, 中国科学院广州地球化学研究所杨宜坪博士。本研究受国家重点研发计划 (2016YFA0601903)、国家自然科学基金 (41874078 和 U1606401)、“全球变化与海气相互作用”专项 (GASI-GEOGE-03)、深圳市科创委项目 (KQTD20170810111725321) 资助。



Marine Geology

发表大洋钻探新成果： 揭示上新世以来赤道西太平洋 区域构造和陆源风化演变

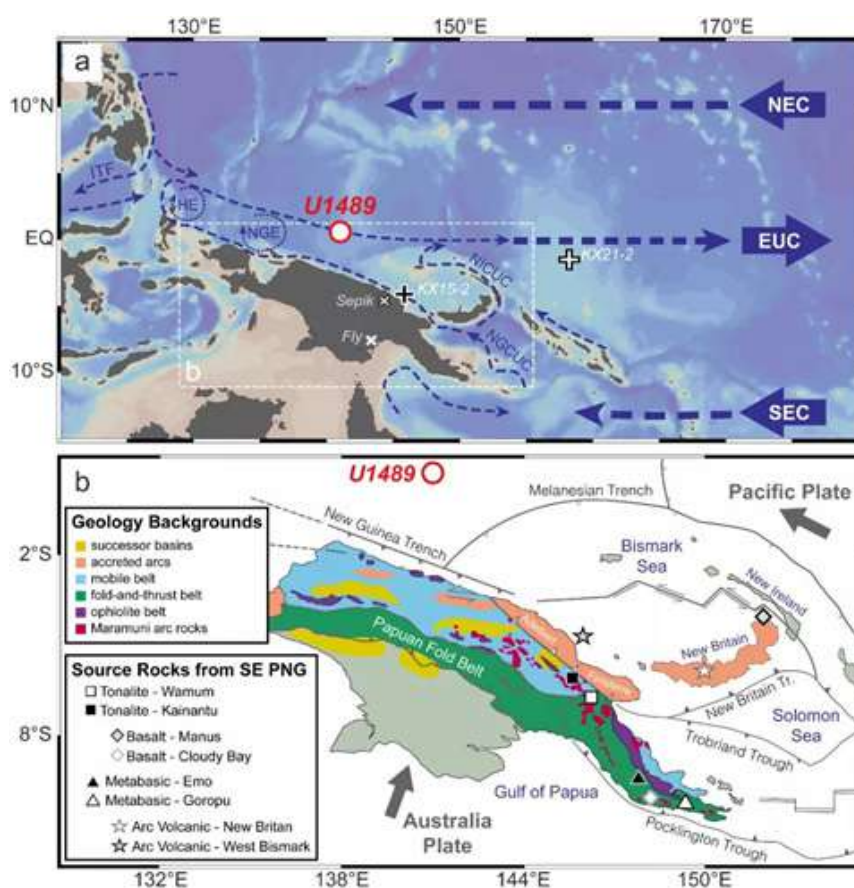


图 16. 区域背景示意图，红色圆圈表示 U1489 站位位置
a) 赤道西太平洋上层海流，b) 巴布亚新几内亚地质概览

9月12日，国际著名地学期刊 *Marine Geology* 发表了同济大学海洋地质国家重点实验室博士生彭娜娜与合作者的最新成

果：“Tectonic and Climatic Controls on the Plio-Pleistocene Evolution of Sediment Discharge from Papua New Guinea”，该成果利用 IODP 363 航次在赤道西太平洋钻取的 U1489 站位沉积物元素地球化学分析结果（图 16），探讨了近 4 百万年来巴布亚新几内亚区域的构造演变和基岩风化历史。

自约 3-5 百万年以来，北半球冰盖开始发育，全球气候持续变冷，同时热带太平洋的纬向和经向温度梯度逐渐增加，最终塑造了晚第四纪和现代的气候格

局。其中，热带海域的构造变迁，例如巴拿马地峡关闭、印度尼西亚海道缩紧以及西太岛弧体系发育等，可能通过驱使大洋环流改组、风化消耗大气 CO_2 等，在全球气候变冷和区域海气格局改组中扮演决定性的作用。低纬地区的海洋沉积记录，为探索这些海洋气候系统的过程和联系提供了研究材料。然而，构造运动导致的物源特征、搬运动力、沉积环境以及风化剥蚀等因素的变化，可能干扰古海洋气候变化信息的解读。

该研究通过详细分析上新世以来 U1489 站岩屑沉积组分的主量、微量和稀土元素组成，解析了上新世以来巴布亚新几内亚区域活跃的构造变化对陆源物质向海运输的影响。结果表明，上新世以来巴布亚新几内亚是赤道西太平洋最重要的陆源颗粒物源区，其中在约 3.5-1.7 百万年前，其东侧的 Adelbert 和 Finisterre 地块与巴布亚新几内亚主岛碰撞拼合，造成赤道西太平洋陆源

输入中铁镁质母岩组分显著增加，同时增强了陆源物质搬运和沉积的水流动力条件；最近约 1.7 百万年，巴布亚新几内亚区域构造活动较为平静，陆源沉积物的化学风化强度逐渐增强，反映热带太平洋海温梯度和大气环流增强（图 17）。

论文第一作者为博士研究生彭娜娜，共同通讯作者包括同济大学党皓文副教授和吴家望副教授，合作者包括翦知潜教授和美国 Moss Landing 海洋实验室 Ivano W. Aiello 教授。研究受国家重点研发计划（2018YFE0202401）、自然资源部“全球变化与海气相互作用”专项（GASI-GEOGE-04）及国家自然科学基金委（41630965，91958208，91858106，41606049）资助。

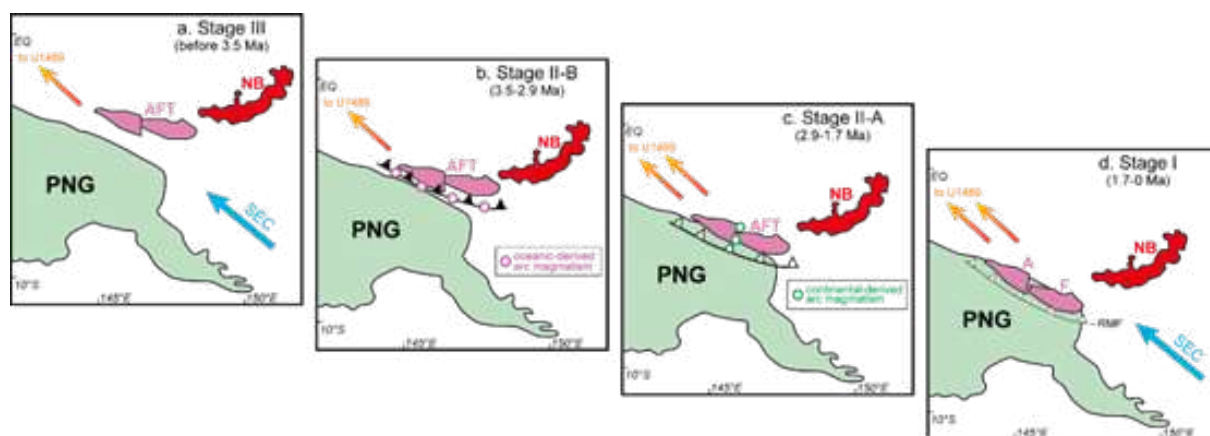


图 17. 上新世以来巴布亚新几内亚东部构造简史

PNG: Papua New Guinea, AFT: Adelbert-Finisterre Terrane, NB: New Britain, SEC: South Equatorial Current



Chemical Geology 发表南海大洋钻探新成果： 揭示南海张裂边缘斜长石调控的 玄武岩热液蚀变过程

10月11日，国际著名地球科学期刊 *Chemical Geology* 以“Plagioclase-regulated Hydrothermal Alteration of Basaltic Rocks with Implications for the South China Sea Rifting”为题在线发表了同济大学海洋地质国家重点实验室吴家望博士与合作者的最新研究成果。该成果利用国际大洋发现计划 (IODP) 367/368 航次在南海北部边缘 U1502 站位所钻取的蚀变洋

壳开展岩石学和地球化学研究，揭示了南海张裂期以斜长石调控为主导的玄武岩热液蚀变过程。

针对“南海是如何从陆地转变成海洋的”这一重大科学问题，IODP 367/368 航次在南海北部洋—陆过渡带的钻探发现了始新世/渐新世喷出的洋中脊玄武岩 (MORB)，但综合钻探和地震学结果显示：南海既没有

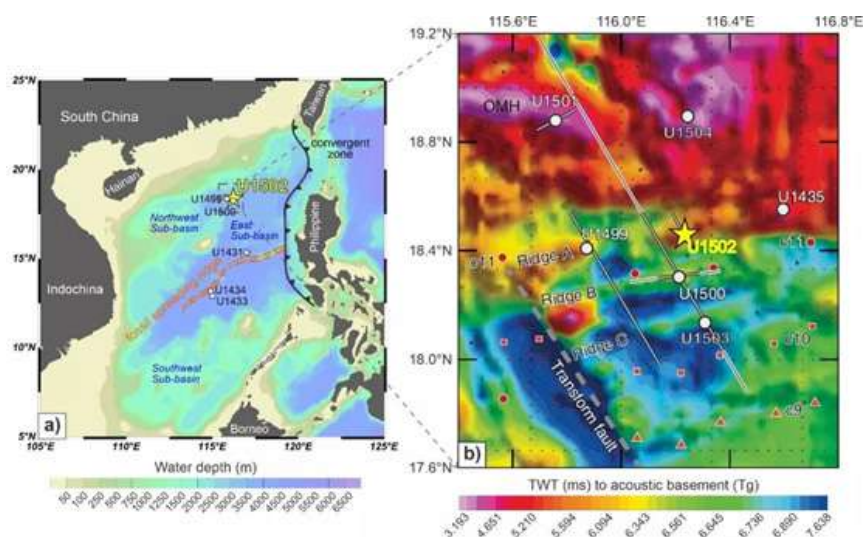


图 18 南海北部边缘洋—陆过渡带以及所研究的 IODP367/368 航次 U1502 站位

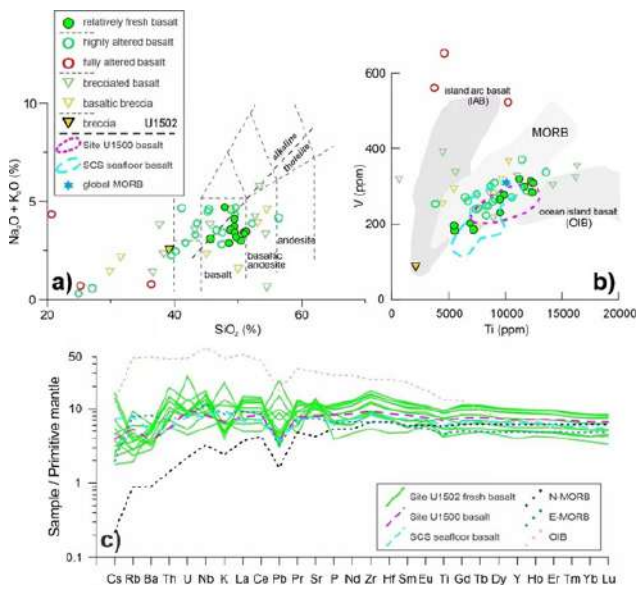


图 19 南海北部边缘洋-陆过渡带以及所研究的 IODP367/368 航次 U1502 站点

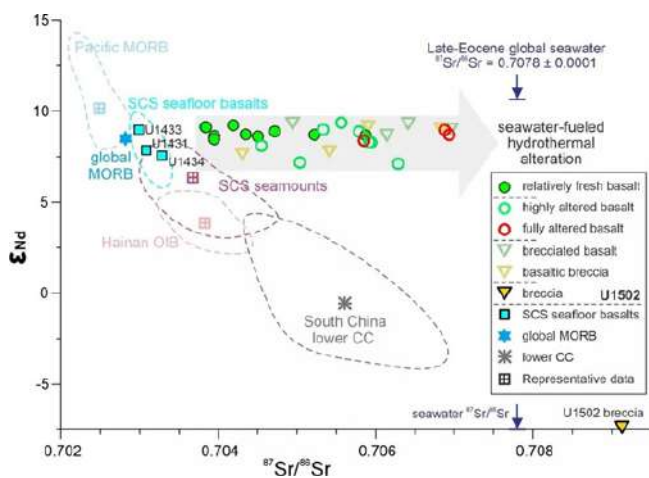


图 20 Nd 同位素值与南海成熟洋壳、全球平均洋壳基本一致，表明 U1502 玄武岩未经历过明显的陆源混染作用。相反，Sr 同位素的大幅变化反映了热液蚀变作用的影响，其源区海水与晚始新世的全球海水 Sr 同位素值较接近

“富岩浆”、也没有“贫岩浆”张裂边缘的典型特征。这一结果不仅出乎意料，而且不同于全球范围内的任何已知典型，故而是首次经大洋钻探确认的中间类型张裂边缘（图 18）。其中，在关键站点 U1502 的底部取得了一套 182 米厚、经历了热液蚀变作用的玄武质熔岩，不仅是目前最古老的原位钻取南海洋壳，而且提供了一个独特的窗口探讨大陆张裂过程中的热液蚀变（图 18）。

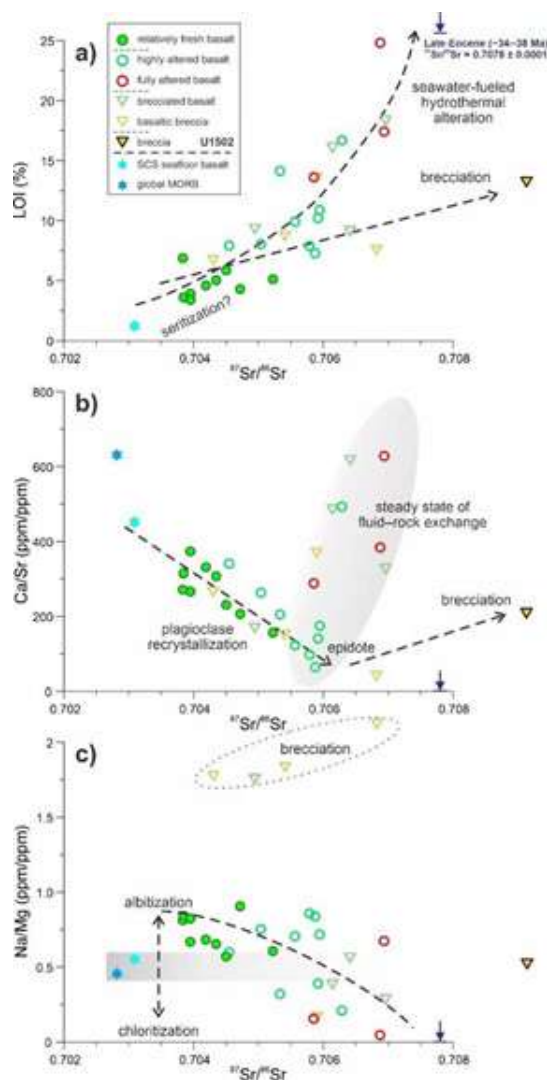


图 21 U1502 玄武岩的热液蚀变过程受斜长石的主要调控，包括钠长石化、绿泥石化，同时受绿帘石化、角闪化等作用的直接影响

该研究是南海热液蚀变玄武岩的首次详细报道，对取自 U1502 站位的 50 个全岩样品进行岩石学、元素地球化学、Sr-Nd 同位素分析，基于较为新鲜的玄武岩样品，地球化学结果显示 U1502 的原岩应为拉斑富集型的 MORB（图 19）。考虑到近乎恒定的地幔特征 Nd 同位素值，U1502 玄武岩应未经历过明显的陆源混染作用。相反，该套玄武岩的最显著特征是 Ca 元素的淋失、以及

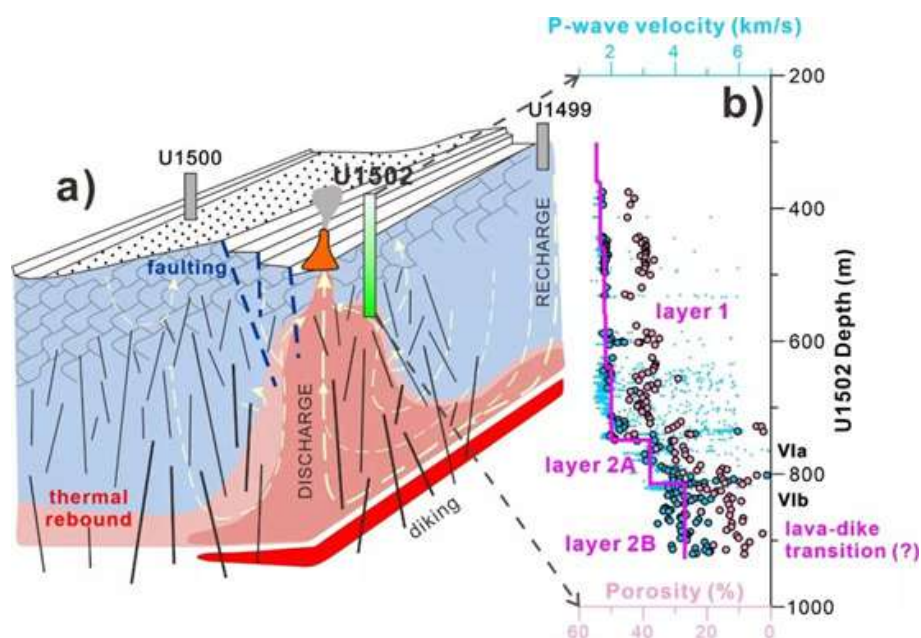


图 22 受拆离断层有关的构造效应影响，U1502 站位可能钻进了地震学定义的洋壳 layer 2A/2B 界限，反映了岩石孔隙结构的大幅变化；该界限可能对应于玄武岩与席状岩墙的过渡带，也可能指示了热液系统的蚀变作用前缘

Sr 同位素的大幅变动，受控于斜长石调控的热液蚀变过程（图 20）。该研究具体识别出了两个与斜长石相关的反应：绿泥石化和钠长石化；这两个反应共同导致了 Ca 的淋失和 Sr 同位素的变化，并且分别造成了 Mg 和 Na 的富集（图 21）。

综合热液成因的角砾化现象、金属元素 Zn 和 Cu 的富集、异常高的水岩比值（~1-25）、以及特征的绿片岩相蚀变矿物组合（钠长石+绿泥石+绿帘石±石英±黄铁矿）等研究结果（图 21），U1502 玄武岩应位于热液系统的释放区，并覆盖了从浅部到深部的热液蚀变环境。如此多变的环境条件很可能是由于拆离断层的影响，有利于热液流体向深部迁移。此外，拆离断层的构造效应还可能导致 U1502 站位穿透了地震学定义的洋壳 layer 2A/2B 界限，反映了岩石孔隙结构的剧烈变化。这一界限可能代表了枕状玄武岩与席状岩墙的岩性过渡带，也可能代

表了热液系统在洋壳中的蚀变作用前缘（图 22）。总而言之，无论何种情况，该研究的结果指示了更为复杂、更长时间的南海岩石圈张裂过程。

同济大学海洋地质国家重点实验室为该文章的唯一署名单位，文章作者包括：吴家望博士（第一和共同通讯作者；现为中山大学副教授）、刘志飞教授（共同通讯）、俞恂副研究员。该研究受国家重点研发计划（2018YFE0202402）、国家自然科学基金委（41806064、41530964、41906051）、上海科技创新行动计划（20590780200）、中国博士后科学基金资助（2018M640418、2019T120352）等项目资助。

Nature Geoscience

发表中国科学家海陆对比研究新成果： 更新世气候突变受地球轨道变化影响

11月1日, *Nature Geoscience* 在线发表了中国科学院地球环境研究所孙有斌研究员的最新成果: “Persistent orbital influence on millennial climate variability through the Pleistocene”, 该成果是孙有斌研究员联合了中国、美国、

年尺度气候变率特征及其与地球轨道参数变化的关系。

四个高分辨率记录分别来自北大西洋冰筏沉积核心区 U1308 孔 (IODP 303) 和伊比利亚海岸 U1385 孔 (IODP 339)、巴

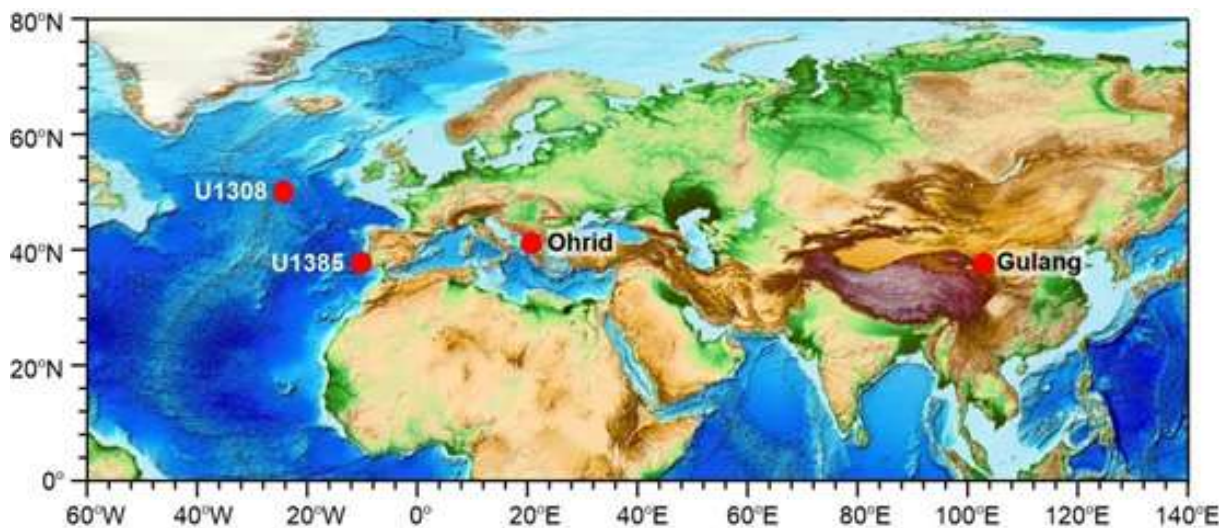


图 23 四个高分辨率更新世气候变化记录位置图

英国和瑞士多位科学家, 通过对综合大洋钻探计划 (IODP, 2003-2013) 303 航次、339 航次的 2 个海相钻孔与其他地区的 2 个陆相沉积记录进行对比, 建立了四个高分辨率元素比值变化序列, 揭示了更新世以来千

尔干半岛奥赫里德湖 (Ohrid) 和中国黄土高原古浪黄土 (图 23)。基于末次冰期北半球气候突变事件的同步性, 利用中国石笋 $\delta^{18}O$ 记录作为基准曲线, 校准了 60 万年来四种元素比值对应的突变事件年龄, 在 60

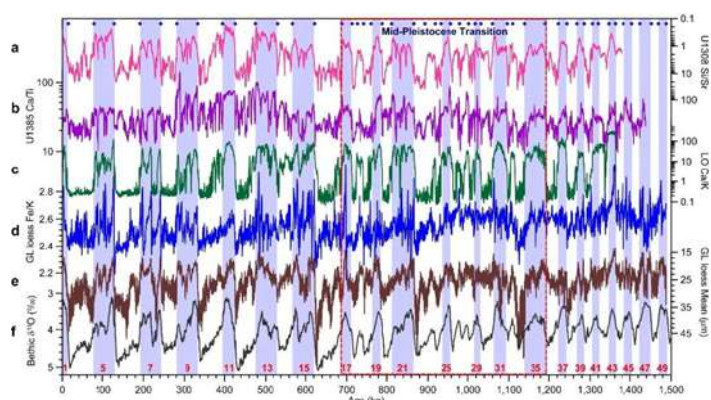


图 24 黄土、湖泊和深海沉积的敏感元素比值变化及其与深海 $\delta^{18}\text{O}$ 记录对比

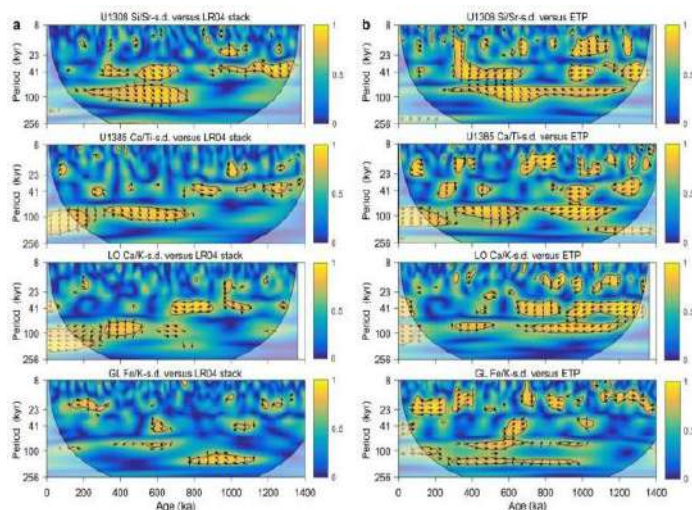


图 25 四种元素比值千年尺度变率与冰量 (a-LR04) 和轨道参数 (b-ETP) 小波相干谱图

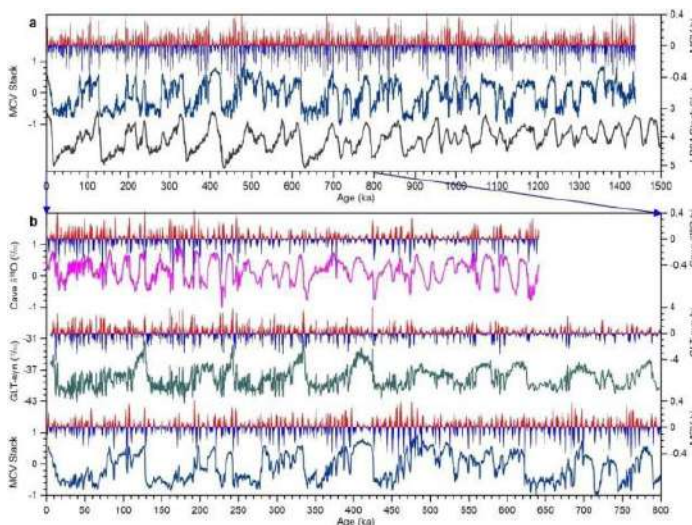


图 26 最近 1.5 百万年轨道 - 千年尺度气候变率

万年之前则利用 U1308 孔 Si/Sr 比值作为其它三个记录的年龄靶曲线，构建了四个元素比值变化的同步时间序列（图 24）。

四种元素比值千年变率的频谱结果表明，突变事件幅度在 10 万、4 万和 2 万年频段表现出明显的周期性。千年气候变率与冰量和轨道参数变化的小波相干谱图揭示，10 万和 4 万年周期上千年尺度变率明显受到冰量变化调制，尤其在中更新世气候转型之后；在 4 万和 2 万年频段上千年尺度气候变幅持续受到斜率和岁差影响（图 25）。将四个元素比值归一化后进行整合，生成了陆地 - 海洋集成的更新世气候波动序列，揭示出千年尺度气候变化在最近 1.5 百万年持续存在，气候突变事件的数量和幅度在冰期和间冰期不同气候背景下有较大差异（图 26）。在中更新世之前，气候突变的剧烈程度主要受到岁差和倾角这两种轨道参数变化的影响，而到中更新世之后全球冰量和轨道参数均可调制千年尺度气候事件的变化幅度。

本研究整合了来自海洋和陆地对气候突变敏感的高分辨率元素地球化学记录，构建了一个更新世千年尺度气候变化代表性序列，发现千年尺度气候突变事件的变幅不仅受冰期 - 间冰期下垫面的强烈调制，而且也受到岁差和倾角变化的持续影响，为评估轨道 - 千年尺度气候变化之间的动力关联提供了关键地质证据。

该研究成果受到国家自然科学基金委杰出青年基金（41525008）和中国科学院 B 类先导专项（XDB40000000）资助。



信息发布

关于组织大洋钻探 建议书研讨会 的通知

国际大洋发现计划 (IODP) 及其前身是地球科学领域迄今规模最大、影响最深、历时最长的国际合作研究计划，也是引领当代国际深海探索的科技平台，对地球系统科学的发展做出了重大贡献。中国加入大洋钻探 20 余年来，取得了突出成就，已成为国际大洋钻探的重要成员。

当前，中国 IODP 正在积极推进成为国际大洋钻探平台提供者，自主执行大洋钻探航次，建设运行大洋钻探岩芯实验室。为了做好科学上的准备，中国 IODP 办公室拟举办大洋钻探建议书系列研讨会。诚邀计划撰写提交大洋钻探建议书的专家牵头组织小型学术研讨会，邀请有关专家开展研讨，共同推进建议书撰写和提交的各项工

作。欢迎有意向牵头撰写提交建议书的科学家与中国 IODP 办公室联系，共同组织研讨会，办公室将负责会务工作并承担有关会议费用。热忱欢迎国内相关单位积极参与，促进中国大洋钻探事业的发展。

联系人：拓守廷

电话：021-65982198

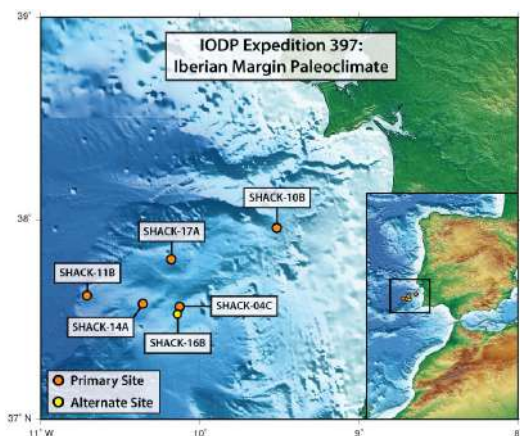
邮箱：shouting@tongji.edu.cn

联系人：李阳阳

电话：021-65983441, 18810404284

邮箱：iodp_china@tongji.edu.cn





IODP 397 航次 召集船上科学家通知

由美国“决心号”负责执行的 IODP 397 航次（伊比利亚陆缘古气候）面向 IODP 各成员国召集上船科学家。该航次首席科学家由剑桥大学 David Hodell 教授和葡萄牙海洋与大气研究所 Fatima Abrantes 研究员担任。航次预计执行时间为 2022 年 10 月 6 日 -12 月 6 日。

伊比利亚半岛边缘海相沉积物连续性好、沉积速率高、陆源输入快，可与两极冰芯和陆相记录进行良好对比，是研究古气候变化的理想材料。IODP 397 航次以 IODP 771 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，包括表层水与底层水环流在中更新世气候转型期、转型前 4 万年周期阶段和转型后 10 万年周期阶段，以及北半球冰期加强期的变化；
- 2) 通过海相沉积记录延长两极冰芯气候记录的历史，查明第四纪千年尺度气候变率的振幅和节奏；
- 3) 通过对比同一个钻孔中南、北极气候替代指标的年龄差异，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) 对本航次获得的海洋岩芯记录与其他计划（如“Beyond EPICA-Oldest Ice”计划）及南极已有冰芯记录进行综合对比研究。

航次更详细信息请访问：http://iodp.tamu.edu/scienceops/expeditions/iberian_margin_

联系人：李阳阳，张钊
电话：021-6598 3441, 021-6598 1558
邮箱：iodp_china@tongji.edu.cn

截止日期 2021 年 11 月 1 日



IODP 398 航次 召集船上科学家通知

paleoclimate.html。

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航次中及航次后研究经费支持。申请截止日期为 2021 年 11 月 1 日，有意申请者请在截止日期前访问中国 IODP 网站 (<http://www.iodp-china.org/>)：注册账号并在线填写航次申请表；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 398 航次（希腊弧火山）面向 IODP 各成员国召集上船科学家。航次预计执行时间为 2022 年 12 月 6 日 -2023 年 2 月 5 日。

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。





截止日期 2021 年 11 月 1 日

航次更多信息请访问: http://iodp.tamu.edu/scienceops/expeditions/hellenic_arc_volcanic_field.html。

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航次中及航次后研究经费支持。申请截止日期为 2021 年 11 月 1 日, 有意申请者请在截止日期前访问中国 IODP 网站 (<http://www.iodp-china.org/>): 注册账号并在线填写航次申请表; 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。

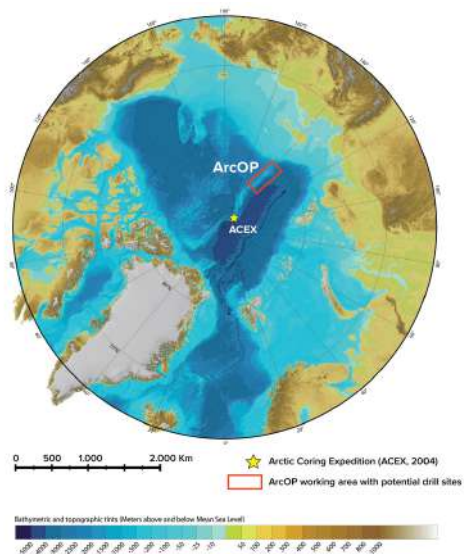
IODP 377 航次 紧急召集放射虫专家

由欧洲大洋钻探研究联盟 (ECORD) 组织实施的 IODP 377 航次紧急召集一位熟悉古近纪地层的放射虫专家, 参与海上钻探和岸上初步研究工作。

IODP 377 航次以 IODP 708 号建议书为基础, 计划在北冰洋罗蒙诺索夫海脊南部实施钻探, 获取长期、连续的沉积记录, 研究北冰洋中部新生代以来的古气候和古环境演化。首席科学家由德国魏格纳极地研究所 Rüdiger Stein 教授和美国詹姆斯麦迪逊大学 Kristen John 教授担任。

航次海上钻探工作预计于 2022 年 8-9 月间实施, 为期约 50 天, 仅部分科学家参加; 岸上初步研究和采样工作计划于 2022 年底或 2023 年初在德国不莱梅大学 IODP 岩芯库举行, 为期约 30 天, 全体科学家均可参加。此次召集的放射虫专家可全程参与海上钻探和岸上研究工作。更多航次相关信息请访问: <http://www.ecord.org/expedition377/>。

欢迎感兴趣的放射虫专家积极申请, 申请截止日期为 2021 年 9 月 30 日。有意申请者请在截止日期前访问中国 IODP 网站 (<http://www.iodp-china.org/>): 注册账号并在线填写航次申请表; 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



截止日期 2021年9月30日

份航次后研究总结（中文），简述以往航次研究进展和成果等。如有问题，请随时联系我们。

IODP 399^{航次} 召集船上科学家通知

由美国“决心号”负责执行的 IODP 399 航次（Atlantis Massif 深部生命）面向 IODP 各成员国召集上船科学家。

位于大西洋洋中脊的 Atlantis Massif 大洋核杂岩是由拆离断层形成的大规模海底超基性、基性岩体，备受科学界关注，迄今已实施过 4 个 IODP 相关航次。亚特兰蒂斯热液系统极为特殊，热液喷口喷发的碱性流体富含氢气，由蛇纹岩化过程产生，是研究构造、岩浆作用，海洋和岩石圈相互作用及其对海洋化学和深部生物圈综合影响的天然实验室。IODP 399 航次以 IODP 937 号建议书为基础，计划利用亚特兰蒂斯热液系统北部现有钻孔 U1309D（IODP 304 航次），通过新型温度敏感采样工具采集高温（>200°C）环境下的流体和岩石样品，研究大洋核杂岩的发育演化及深部生命的基本组成和形成机制。此外，航次计划在 U1309D 孔附近实施一个较浅的钻孔，获取蛇纹石化橄榄岩拆离断层的完整剖面，以深化 IODP 357 航次的发现。

航次的主要科学目标是：

- 1) 查明大洋核杂岩的发育演化，包括其与岩浆作用、变质作用、构造作用和流体流动过程的关联；
- 2) 评估地球生命出现之前的化学作用过程，包括高温、低温条件下地球深部有机分子的形成过程；
- 3) 明确深部生物圈的特征和深部生命极限，包括基岩、孔隙度、渗透率、温度、流体化学和反应梯度对深部生命的影响。

航次首席科学家由英国利兹大学 Andrew McCaig 教授和美国南卡罗来纳大学 Susan Lang 教授担任。航次预计执行时间为 2023 年 4 月 7 日 -6 月 7 日，更多航次信息请访问：<http://iodp.tamu.edu/scienceops/>。



截止日期 2022 年 2 月 1 日



IODP 396/398 航次 线上信息交流会通知

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 2022 年 2 月 1 日，有意申请者请在截止日期前访问中国 IODP 网站 (<http://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。

由美国“决心号”负责执行的 IODP 397 航次（伊比利亚陆缘古气候）和 IODP 398 航次（希腊弧火山）正在面向各成员国召集上船科学家。

为帮助感兴趣的科学家了解更多航次信息，IODP 美国科学支撑计划将为两个航次分别举办线上信息交流会，届时航次首席科学家、“决心号”科学执行机构航次项目主管等将详细介绍航次科学目标、执行计划和重要时间节点安排，以及航次申请相关细节。

IODP 397 航次信息交流会时间：

美国东部时间 2021 年 10 月 19 日 14:00（北京时间 10 月 20 日 02:00）

注册网址：

<https://register.gotowebinar.com/register/8377400512031209995>

IODP 398 航次信息交流会时间：

美国东部时间 2021 年 10 月 20 日 11:00（北京时间 10 月 21 日 23:00）

注册网址：

<https://register.gotowebinar.com/register/3206967973173565712>

对上述两个航次感兴趣的科学家请点击注册网址提前注册，注册完成后会收到相关邮件提醒参会细节。不便参加线上交流会的科学家，注册完成后，请您留意查收相关邮件观看会议录播。

欧洲大洋钻探联盟 暑期学校 招募学员通知

2021 年度“欧洲大洋钻探联盟暑期学校：IODP 测井记录”将于 9 月 13-17 日举行。本期学校由英国莱斯特大学举办，受新冠疫情影响，采取线上授课的方式。课程聚焦于大洋钻探测井资料的解释和应用，学习测井技术在地球科学诸多领域，包括古气候、沉积学、水文地质学等方面的应用。

为期 5 天的暑期学校共包含 30 个小时的岩石物理学课程培训，课程内容包括测井数据的质量评估和解析，IODP 测井案例研究，合成地震记录等。本次活动旨在通过测井和岩石物理学课程的学习，让学员能够正确评估特定地质条件下测井数据的质量和适用性，将测井数据合理地应用于科学研究中。学校每天会在不同时间段提供线上同步课程，以保证不同时区的学员都能按时参加。

本次暑期学校学费为 95 英镑，使用电子教材的学员，学费优惠至 75 英镑。申请从即日起至 2021 年 8 月 2 日截止，共 30 个名额。欢迎感兴趣的科学家积极申请。申请材料请直接发送至以下邮箱：epc@leicester.ac.uk，内容包括：申请表（点击下方链接下载）；2 页纸的申请信，阐述目前正在开展的研究项目以及未来如何利用测井和岩石物性数据开展研究计划；1 页纸的简历；学生申请，请提供导师推荐信。

更多详细信息请访问以下链接：

<https://www2.le.ac.uk/departments/geology/research/gbrg/projects/iodp/ecord-summer-school-2021>。





美国俄勒冈州立大学 “冰川沉积”岩芯学校 招募学员通知

极地沉积岩芯是研究两极冰盖变化及其对古气候响应的珍贵材料，为提高广大青年科学家应用极地岩芯重建古气候变化的能力，美国俄勒冈州立大学计划于2022年5月23-27日举办“冰川沉积：应用两极沉积岩芯解读古气候变化”岩芯学校，目前正在招募学员。本次岩芯学校聚焦极地沉积岩芯的古气候研究应用，通过集中授课和岩芯实验测试练习，让学员在掌握冰盖、气候以及源-汇过程变化等知识体系的基础上，合理运用极地沉积岩芯解释地层变化，为未来从事极地相关研究积累经验。

本次培训活动包括四天集中学习（2022年5月23-26日）和一天讨论总结（2022年5月27日）。集中学习环节，每天上午会针对不同科学主题进行集中授课，下午主要在岩芯实验室进行分组练习，学习岩芯描述并进行显微观测、年代地层学实验、物理性质测试和测井实验；最后一天讨论总结，各组学员就本组岩芯的研究结果进行讨论总结并分组汇报。

本次活动由美国国家科学基金会（NSF）、南极研究科学委员会（the Scientific Committee on Antarctic Research, SCAR）“南极冰盖不稳定性和临界点（INSTabilities & Thresholds in ANTarctica, INSTANT）”计划联合资助，主要面向美国、南极研究科学委员会成员国以及国际大洋发现计划（IODP）成员国国家的研究生和青年科学家（包括博士后）。中国青年科学家和学生可申请SCAR-INSTANT或国内派出单位资助，欢迎广大同行、特别是未来即将从事极地研究的青年科学家和学生积极报名。申请从即日起至2022年1月7日截止，共25个名额（含15个美国名额、10个国际名额）。

感兴趣者可登录以下网址完成申请：<https://www.cognitofirms.com/OregonStateUniversity1/glacialsedimentation/school2022glass>。申请材料包括：1) 申请表；2) 2页纸个人简历；3) 申请理由，需阐明参与此次活动对个人从事极地研究的意义。学生申请需提供导师推荐信，并邮件提交给 Val Stanley (val.stanley@oregonstate.edu)。



IODP 航次安排

2021 年 -2023 年



航次编号	航次主题	执行时间	钻探平台
391	沃尔维斯脊热点	2021.12-2022.02	“决心号”
392	阿加勒斯海台白垩纪气候	2022.02-04	“决心号”
390	南大西洋横断面 #1	2022.04-06	“决心号”
393	南大西洋横断面 #2	2022.06-08	“决心号”
377	北冰洋古海洋	2022.08-09	“特定任务平台”
397	伊比利亚陆缘古气候	2022.10-12	“决心号”
398	希腊弧火山	2022.12-2023.02	“决心号”
399	亚特兰蒂斯深部生命	2023.04-06	“决心号”
395	雷克雅尼斯地幔对流与气候	2023.06-08	“决心号”
400	新生代西北格陵兰冰盖演化	2023.08-10	“决心号”
386	日本海沟古地震	2022.02/03 (岸上初步研究)	“特定任务平台”
387	亚马逊大陆边缘	延期执行	“决心号”
388	赤道大西洋通道	延期执行	“决心号”
394	里约格兰德甲烷与碳循环	延期执行	“决心号”





关注“大洋钻探”公众号
获取更多 IODP 最新动态

近5年来，国际大洋发现计
球动力学”领域取得了一系列
块俯冲的起始机制，板块
级大陆裂解的过程，板缘
率下洋壳的结构，热点的
脊的相互作用，对地球
证实或者证伪，极大的
论。

封面：大洋钻探巡回学术讲座南方科技大学站现场

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

