



IODP-CHINA

中国综合大洋钻探

通讯

2004年7月 第16卷 第1期



中国综合大洋钻探专家委员会 主办
同济大学海洋地质国家重点实验室

中国综合大洋钻探通讯

2004年7月 第16卷 第1期

目 录

新闻报道

“中国深海研究战略研讨会暨中国大洋钻探第四届学术讨论会”在北京召开.....	1
《人民日报》报道：“我国深海基础研究令人瞩目”	2
中国综合大洋钻探网站正式运行.....	3
第五届亚洲海洋地质国际会议简介.....	4
中国综合大洋钻探计划（IODP-China）科学机构正式成立.....	5
中国IODP专家委员会第一届第一次会议在上海召开.....	6
中国正式加入IODP.....	7

大洋钻探计划(ODP) 20年: 经典回顾(二)

地球气候的化石温度计.....	10
南极洲与澳大利亚的分离.....	11
大洋地壳的形成.....	13
微生物: 海底下的深部生命.....	14
看海底下的世界.....	15

科学大洋钻探前瞻

“IODP初步科学计划”提要.....	17
日本的综合大洋钻探计划 (IODP)	20
中国科学家申请IODP航行.....	26

中国IODP办公室揭牌仪式在同济大学隆重举行

综合大洋钻探计划（IODP）中国办公室（简称“中国IODP办公室”）揭牌仪式于2004年4月28日下午在同济大学海洋楼隆重举行。揭牌仪式由同济大学党委副书记、中国IODP专家委员会委员周祖翼主持，同济大学党委书记周家伦和中国IODP专家委员会主任孙枢院士为办公室揭牌，同济大学副校长（主持工作）万钢、国家科技部农村与社会发展司资源环境处副处长沈建忠、国家自然科学基金委地学部副主任柴育成、中国IODP专家委员会主任孙枢院士分别致词。参加第一届中国IODP专家委员会的领导和专家、同济大学有关师生、以及新华社、上海电视台、东方卫视等新闻媒体参加。



同济大学党委书记周家伦和中国IODP专家委员会主任孙枢院士为办公室揭牌

中国IODP办公室（IODP-China Office）由国家科技决定成立，是中国IODP委员会和中国IODP专家委员会的日常内外联络机构，具体负责我国参加IODP计划后各项工作的内外联络工作。第一届中国IODP专家委员会第一次会议讨论通过了中国IODP办公室工作人员暂时由同济大学三位兼职教师组成。根据专家委员会的建议，同济大学将为办公室在全国范围内通过公开招聘方式，聘用一名办公室专职管理人员，招聘信息将通过分别同济大学网站和中国IODP网站发布。

“中国深海研究战略研讨会暨中国大洋钻探第四届学术讨论会”在北京召开

标志着我国新一轮深海研究和参与国际竞争的“中国深海研究战略研讨会暨中国大洋钻探第四届学术讨论会”于2003年11月12~13日在北京鸿翔大厦隆重召开。由国家科技部农村社发司、国家自然科学基金委员会地球科学部、中国科学院地学部、教育部科技司和中国大洋钻探学术委员会联合主办，中国海洋局、国土资源部、中国地震局和中国海洋石油总公司协办的此次盛会，从战略高度探讨我国参加国际综合大洋钻探计划的方针措施和我国未来10年的深海基础研究科学目标。国家科技部、国家自然科学基金委员会、中国科学院、国土资源部、教育部、中国地震局等部委领导出席并发表了重要讲话，各单位科学家约一百人出席了会议。



大洋钻探计划（ODP，1985~2003）及其前身深海钻探计划（DSDP，1968~1983），是二十世纪地球科学成效最大、历时最久的国际合作研究计划，三十多年来在全球各大洋钻井近三千口，取芯近30万米，证实了板块构造学说，创立了古海洋学，导致地球科学一场真正的革命，把地质学从陆地扩展到全球，改变了固体地球科学几乎每一个分支原有的发展轨迹。今年10月1日，历时18年的国际大洋钻探计划（ODP）宣告结束，正式转入“综合大洋钻探计划（IODP）”的新阶段；这次深海研究战略研讨会，也正是在IODP开始之际召开的。

综合大洋钻探计划（Integrated Ocean Drilling Program, 缩写为IODP, 2003~2013）规模空前，到2007年全面启动后，每年预算将达1.6亿美元，是ODP的三、四倍。这项大型国际合作计划以美、日两国牵头，欧洲作为联合体（European Consortium）加入。日本为此用五亿美元建造了五万余吨的“地球号”大洋钻探船，准备将来钻穿大洋地壳，比美国现有的大洋钻探船大得多。

1998年春，我国正式参加大洋钻探国际合作计划（ODP），成为大洋钻探计划的第一个“参与成员”（Associate Member）。经过我国科学家的努力和各部门的通力合作，1999年春实施了我国海区深海钻探零的突破，我国科学家成功地设计和主持了南海大洋钻探第184航次，使我国真正从学术上进入深海研究的国际行列。随后几年的实验室研究，又取得了突出的学术成就。总起来看，五年来的大洋钻探，促进了我国深海地质科学基础研究，初步建起了相应的实验室基地，也涌现出一批有成就的青年科学家、正在形成具有国际竞争力的研究队伍。

面对国际深海研究的新挑战，这次会议云集国内主要深海研究院所和高等院校的专家和学者，交流中国大洋钻探最新学术成果和国内国际研究计划，筹备中国综合大洋钻探计划站位建议书的方案。会议号召我国科学家应抓紧时机，充分发挥我国自然条件和原有研究积累的优势，将深入国际深海前沿领域与国内的研究结合起来，力争实现中国海深钻探的新航次，促进我国地球科学进入海陆结合的地球系统研究和全面走向国际的新局面。国家自然科学基金委员会在此会议上提出了支持国内深海研究院所、高等院校和科学家积极参与国际竞争的政策措施，掀起我国新世纪深海研究的新高潮。

在ODP取得重要进展的基础上，我国决定以比过去加倍的成员费继续加入IODP。这既为我国地学界开辟了参加国际竞争的途径，也使我国地学界面临着新的挑战。中国大洋钻探学术委员会从1998年成立以来，召集过三届大洋钻探学术讨论会：第一届1996年在上海，第二届1996年在北京，第三届2001年在上海，今年又在北京举行。这次会议是在我国进一步加强基础研究，制定国家科技发展的中长期规划的良好时机召开的。会议的主题是探讨科学战略，迎接新的挑战，从战略高度探讨我国深海基础研究的目标，争取早日制定我国自己的深海研究规划。

我国深海基础研究令人瞩目

未来十年优先发展三大领域

本报北京11月12日讯 记者廖文根报道：中国深海研究战略研讨会暨中国大洋钻探第四届学术讨论会今天在京召开。中国大洋钻探学术委员会提出，在未来10年内，我国深海研究将优先发展3大领域：深部生物圈和海底下的海洋、古环境研究、西太平洋大陆边缘岩石圈演化和震源带。

我国于1998年4月正式加入国际大洋钻探计划，加入大洋钻探计划5年来，我国深海基础研究发展迅速，目前已有教育部、中科院、国家海洋局、国土资源部等部门的10多个实验室或研究所加入深海基础研究，已经初步形成以深海研究为重要目标的重点实验室，初步涌现了一批有成就的青年科学家。据了解，5年中，我国共派出10余人次参加大洋钻探方面的国际会议，有8人次科学家登船参加科学考察，并有十几个实验室投入到大洋钻探分析和研究。1999年，由同济大学汪品先院士任首席科学家在南海实施了国际大洋钻探计划第184航次，在我国科学家建议、计划和主持下在南海2000~3000米深水区的6个站位取芯超过5000米，实现了中国海大洋钻探零的突破，使我国一举进入国际深海研究的前沿。

在今天的会议上，汪品先院士介绍了184航次及其随后的实验室研究取得的学术成果，主要包括：建立起西太平洋近3000万年来最佳深海地层剖面；提供了东亚季风演变的深海记录，取得南海张裂形成的沉积记录，发现南海第四纪最高沉积速率的堆积体；取得了南海演变历史的沉积证据和高分辨率古环境记录，揭示了气候周期演变中热带碳循环的作用；南沙钻孔5 Ma的碳同位素记录揭示的40万年偏心率长周期，证明是世界大洋碳储库变化的反应，属于热带过程对轨道周期的响应，而这些碳储库的变化很可能调控着冰期旋回的规模和进程。

据了解，今年10月，历时18年的国际大洋钻探计划宣告结束，正式转入综合大洋钻探计划。我国将继续加入综合大洋钻探计划。这个计划以“地球系统科学”思想为指导，计划打穿大洋壳，揭示地震机理，查明深部生物圈和天然气水合物，理解极端气候变化的过程，为国际学术界构筑新世纪地球系统科学的研究平台，同时为深海新资源勘探开发、环境预测和防震减灾等服务。

本文载于《人民日报》(2003年11月13日 第十一版)

中国综合大洋钻探网站正式运行

引导国际地学潮流三十五年的“国际深海 / 大洋钻探计划（DSDP/ODP）”在今年10月1日正式转入“综合大洋钻探计划（IODP）”。这项大型国际合作计划以“地球系统科学”思想为指导，计划打穿大洋壳，揭示地震机理，查明深部生物圈和天然气水合物，理解极端气候变化的过程，为国际学术界构筑起新世纪地球系统科学的研究平台，同时为深海新资源勘探开发、环境预测和防震减灾等实际目标服务。该计划以美、日两国牵头，欧洲作为联合体加入，到2007年全面启动后，每年预算将达1.6亿美元，是ODP的三、四倍。国务院和有关部委高度重视我国深海基础研究，最近已经正式批准中国以每年100万美元的成员费继续加入IODP。这既为我国地学界开辟了参加国际竞争的途径，也使我国地学界面临着新的挑战。以探讨科学战略、迎接新挑战、从战略高度探讨我国深海基础研

究为主题的“中国深海研究战略研讨会暨中国大洋钻探第四届学术讨论会”于2003年11月12~13日在京成功召开。会议决定在正式的中国IODP新组织成立之前，成立四个临时工作组，及时开展相关研究规划和组织工作。“中国综合大洋钻探（IODP-China）”（<http://www.iodp-china.org>）网站由中国大洋钻探学术委员会联络与秘书组负责组织筹备和管理，在经过近两个月的试运行之后，今天终于正式开通。IODP-China网站作为国际IODP与中国IODP和中国科学家联系国际IODP的主要科学交流平台，其主要功能包括：（1）介绍DSDP、ODP和IODP有关航次和科学成果的一般性知识；（2）联系中国IODP和国际IODP、以及中国科学家和国际IODP的主要科学交流平台；（3）报导国际IODP最新航次信息、工作动态和主要科学成果；（4）发布中国IODP研究计划和工作动态；（5）指导中国科学家申请IODP航次考察和样品数据；（6）管理中国IODP科学研究成果（样品、数据、论文等）；（7）从事中国大洋钻探学术委员会以及各工作组其它相关组织工作。值此新年到来之际，我们衷心祝愿我国大洋钻探研究将深入国际深海前沿领域与国内的研究结合起来，力争实现中国海深海钻探的新航次，促进我国地球科学进入海陆结合的地球系统研究，在新的一年中全面走向国际的新局面。

（中国ODP联络与秘书组 2003年12月28日）

第五届亚洲海洋地质国际会议简介

第五届亚洲海洋地质国际会议于2004年1月13~18日在泰国曼谷召开。本届亚洲海洋地质国际会议由泰国朱拉隆功大学地质学系主办，会议的规模创以往历届会议之最，除来自我国海峡两岸、日本、韩国、印度、泰国、马来西亚、印度尼西亚、菲列宾、孟加拉国、越南、柬埔寨、俄罗斯等十余个亚洲国家和地区的海洋地质专家外，还有来自美国、德国、瑞士、澳大利亚和新西兰的专家与学者，如美国的著名学者Bilal Haq, John Milliman, 德国的Michael Sarnthein和Hermann Kudrass, 韩国的朴龙安和日本的斋藤文纪等，共有200余名专家学者参加了此次会议。其中，中国大陆有50余位学者出席，连同日本、韩国约占总人数的二分之一，显示中日韩三国在亚洲海洋地质研究中所占据的重要地位。我国同济大学著名海洋地质学家汪品先院士担任本次大会的主席，也是1988年第一届亚洲海洋地质会议的发起者和秘书长，在亚洲该学科交流中争得了荣誉和地位。

本次会议进行交流的学术领域之广也创下历届之最，共分为8个专题，它们分别是：第四纪海平面变化和地层形成；石油、气体水合物与活动海底现象；亚洲大陆边缘的沉积学和“源到汇”；印度尼西亚穿越流和古海洋学；边缘海的季风演化、构造与气候的连接；人

类对海岸带的影响和资料管理；亚洲大陆边缘的构造与地层学；国际IGCP475DeltaMAP和APN MegaDelta专题。最后一个专题是IGCP的新项目，以大河三角洲为研究对象，项目的专题与大会结合进行，为大会增色不少。中国学者几乎都参加这些专题会议，并与各国专家进行了广泛的学术交流，值得一提的是有8位中国学者分别担任这些专题会议的组长，他们分别是同济大学的汪品先、翦知湣、王汝建，中国海洋大学的杨作升，广州海洋地质调查局的姚伯初，华东师范大学的陈中原，南京地质古生物研究所的冯为民，台湾大学的魏国彦，充分显示了中国学者在国际学术界地位的日益提高和影响。

在5天的会议中，共有会议口头报告130个，张贴报告108个。其中，有泰国有关部门负责人的报告，例如：Nopadon Mantajit等的“泰国的石油资源与海洋地质学”；Somsak Potisat等的“泰国的海岸带侵蚀问题：现状与政策”；Prachon Charoensri等的“首都曼谷及其周边地区的盐水入侵”；也有不少国际著名专家和学者的主题报告，例如：汪品先的：“亚洲海洋地质学：回顾与展望”；美国Bilal Haq的“边缘海研究的未来：与亚洲海洋地质学的关联”；John Milliman的“南亚边缘海的沉积作用：河流与海平面的控制”；Michael Sarnthein的“东亚季风与西北太平洋千年尺度气候变化的分异控制作用”；Hermann Kudrass等的“喜马拉雅山-孟加拉扇系统：研究陆地和海洋、气候和构造之间的连接，‘源和汇’”；Peter Clift等的“亚洲边缘海的大陆剥蚀与新生代气候变化的海洋记录”；Wonn Soh的“日本的IODP，科学与机构”；Anne Muller的“印度尼西亚-穿越流-东印度洋的ENSO气候的平均状态”；Karl Stattegger和Till Hanebuth的“末次冰期旋回中的巽他陆架”等。此次会议为亚洲各国海洋地质专家提供了一个国际合作与学术交流的舞台，也充分展示了各国在不同研究领域的现状和水平，是亚洲海洋地质学界的一次盛会。亚洲海洋地质国际会议是一个学术交流系列。从1988年在上海创始后，先后在日本东京、韩国济州岛和我国青岛举行第二至第四届会议，第六届亚洲海洋地质国际会议将于2007年在日本举行。

(王汝建供稿)

中国综合大洋钻探计划(IODP-China)科学机构正式成立

根据国家科技部2004年2月6日的“国科办函农社字[2004]23号”文件的通知，经国务院批准，我国将正式加入综合大洋钻探计划（以下简称IODP）。鉴于IODP科学计划内容广泛，为了有效地协调和推动各有关部门科研力量积极参与IODP，经商有关部门，决定成立中国IODP委员会并建立联络员制度，同时组建中国IODP专家委员会和中国IODP办公室。

中国IODP委员会由各有关部门代表组成，具体协调有关IODP计划的重大事宜，各部门联络员负责各部门间的联络与协调工作；中国IODP专家委员会主要负责有关IODP计划的科学目标与优先领域，选派IODP科学咨询结构的专家代表，组织航次建议书编写和上船专家等工作。中国IODP办公室设在同济大学，具体负责我国参加IODP计划后各项工作的内外联络工作。

据报道，中国IODP网站（<http://www.iodp-china.org/>）已于2003年底在同济大学正式开通，成为沟通国际IODP和中国IODP、以及中国科学家和中国IODP之间交流的主要平台。

中国IODP专家委员会第一届第一次会议在上海召开

综合大洋钻探计划（IODP）中国专家委员会（简称“中国IODP专家委员会”）第一届第一次会议于2004年2月28~29日在上海同济大学举行，专家委员会全部16位成员、部分中国IODP委员会成员和中国IODP委员会联络员、以及国内有关海洋科学的研究和教学单位的特邀专家共24人出席了会议。会议先后由专家委员会主任孙枢院士和副主任秦蕴珊院士主持。会议就中国IODP专家委员会组成及其工作条例、2004年度专家委员会的工作计划、中国IODP航次建议书工作组、航次建议书编写等组织管理事项，以及国际IODP学术目标与我国深海研究的新前景、国际IODP现有钻探建议书的现状、中国IODP学术计划修订等学术问题进行了广泛的讨论；同时，通过了同济大学关于中国IODP办公室人事组成的建议，讨论了办公室的工作职则，并举行了办公室的揭牌仪式。

第一届中国IODP专家委员会由中国科学院、国家教育部、国家自然科学基金委、国家海洋局、中国地震局、国土资源部、和中海石油（中国）有限公司等系统16位专家组成，包括5名院士。其中，孙枢院士担任主任，汪品先院士和秦蕴珊院士分别担任副主任。



中国IODP专家委员会主要负责确定有关中国参加IODP计划的科学目标与优先领域，选派IODP科学咨询机构的专家代表，组织航次建议书编写和推荐上船科学家等工作。2004年度工作计划主要包括：修订和调整原定的“学术计划”，推动和组织中国IODP航次建议书编写和航次申请，在中国正式参加IODP后选派参加IODP各科学咨询机构和学术组织的中国代表人选，与同济大学海洋地质教育部重点实验室联合主办“地微生物学短期讲习班”，促进和呼吁我国制定自己的深海研究计划等。会议确定，目前参加IODP各科学咨询

机构的中国代表仍由过渡期的代表人选担任，在中国正式加入IODP和确定具体咨询机构和代表名额后，最后决定中国代表的具体人选。地微生物学短期讲习班是为了促进中国学者尽快适应IODP三大科学目标之一的“深部生物圈”而特别举办的，计划于6月13~19日在同济大学举行，由美国南加州大学、罗得岛大学、Bryan College等国际著名地微生物学专家主讲。

会议讨论了国际IODP学术动向和我国IODP计划科学研究前景，认为中国深海科学钻探的优势关键在于海陆结合，尤其要推进生命科学与地球科学在深海研究上的结合，专家们强调了深部生物圈对于地学和生命科学的重大意义。面对最近国际IODP正在出现的深海海底长期观测系统建立的新动向，会议商讨我国开展的海底地震观测网络，将从近海开始，向深海推进。专家再次建议，我国应通过新建或改造旧船方式来建成中国自己的大洋钻探船，这样才能使独立开展深海考察和实时观测成为可能，提出希望各部门专家和我国科技界共同呼吁，将IODP等深海海洋科学的研究、公共调查船等列入我国正在制定的“中长期规划”。与会专家一致认为，中国大洋钻探可以同大陆钻探相结合，在深部生物圈研究中可以同基金委生物学部合作，在建立观测系统建立时，将技术发展与科学研究相结合，建立各种形式的伙伴关系。

中国正式加入IODP

2004年4月26日，科技部徐冠华部长与日本文部科学省部长Takeo Kawamura和美国自然科学基金会执行主任Arden L. Bement在日本就中国加入IODP的谅解备忘录上签字，中国以“参与成员国”正式加入IODP，年付1百万美元成员费。

中国支付IODP的成员费将用于IODP科学计划的施行，主要包括：（1）技术服务，（2）计算机能力，（3）资料储存与分发，（4）数据和样品的描述、保存和分发，（5）测井工具的标准配置，（6）IODP研究要求的新钻探工具和技术的开发，（7）出版物，（8）消耗品，（9）管理支出。

中国加入IODP计划后，获得以下参加科学活动的名额：（1）每年6个月次参加非立管钻探船航行，每年6个月次参加立管钻探船航行，每年1/4成员单位参加特定钻探平台航行；（2）中国科学家参加IODP科学咨询机构（SAS）名额，科学指导与评估组（地球内部）、科学指导与评估组（地球外部）、科学测量组、井位调查组、产业联络组等5个工作组各1位完全成员，科学计划委员会和技术咨询组等2个工作组或委员会各1位非投票成员。同时，中国科学家可以在IODP统一管理框架下，申请IODP全部有关样品、数据和报告等与其他成员国相同的参与所有科学活动的权益。

MEMORANDUM**among**

**THE NATIONAL SCIENCE FOUNDATION
(NSF)
of
THE UNITED STATES OF AMERICA,**

**THE MINISTRY OF EDUCATION, CULTURE, SPORTS, SCIENCE AND
TECHNOLOGY
(MEXT)
of
JAPAN,**

and

**THE MINISTRY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
(MOST)
of
THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA**

concerning PARTICIPATION of**THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA****in**

**THE INTEGRATED OCEAN DRILLING PROGRAM (IODP)
as an Associate IODP Member**

The Integrated Ocean Drilling Program (IODP) is a multinational program of scientific research in the oceans which uses drilling and logging to undertake research on earth system processes ranging from changes in the earth's climate to the rifting and drifting of continents. The IODP builds on the scientific results of the Deep-Sea Drilling Project (DSDP) initiated in 1968 and the Ocean Drilling Program (ODP), which succeeded the DSDP in 1985, and the encouragement that the United Nations Convention on the Law of the Sea has provided to international cooperation in marine scientific research. The IODP seeks to expand the international sharing of intellectual and financial resources, which have been critical to the success of scientific ocean drilling. The IODP scientific program is identified in the Initial Science Plan for the IODP, *Earth, Oceans and Life*, and includes emphasis on the following research themes:

SIGNED in the English language.

Xu Guanhua
Minister

Date

For
THE MINISTRY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (MOST)
OF
THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Takeo Kawamura
Minister

Date

For
THE MINISTRY OF EDUCATION, CULTURE, SPORTS, SCIENCE AND
TECHNOLOGY (MEXT)
OF
JAPAN

Arden L. Bement, Jr.
Acting Director

Date

For
THE NATIONAL SCIENCE FOUNDATION (NSF)
OF
THE UNITED STATES OF AMERICA

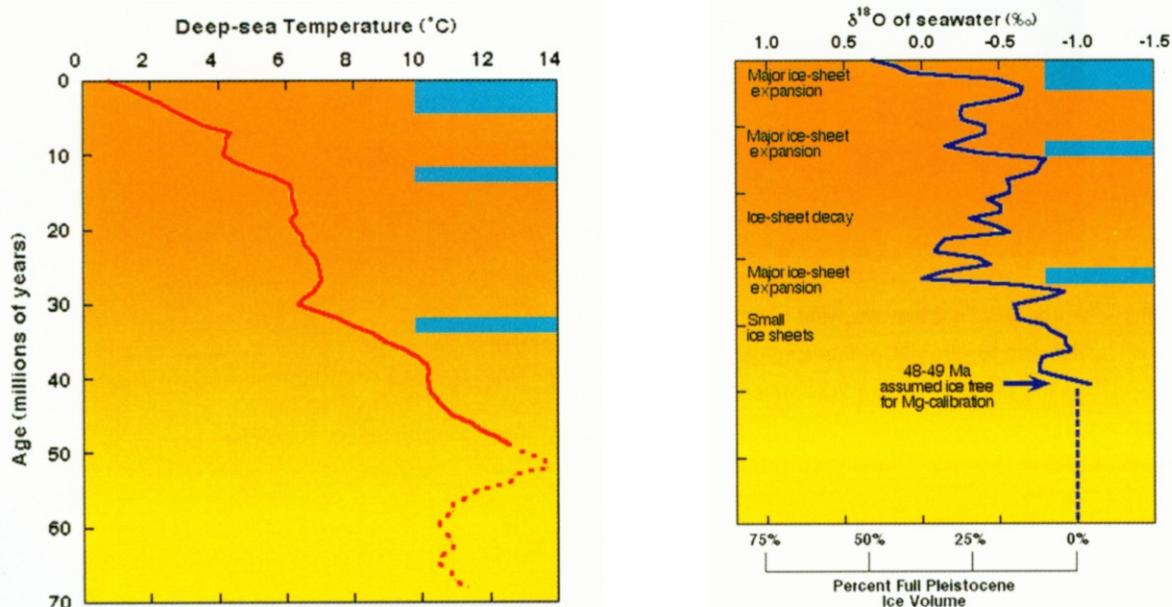
大洋钻探计划(ODP)20年: 经典回顾(二)

编者按 大洋钻探计划(ODP)是科学家和研究机构共同探索地球的演化和构造的国际合作计划, 在海底沉积物和岩石中获得了大量地质和环境演化记录, 提高了我们对地球的过去、现在和未来的认识能力。本栏目编译了ODP重要的科学“亮点”(ODP Highlights)分期刊出, 除注明外, 均由拓守廷翻译, 刘志飞校正。

地球气候的化石温度计

冷血的爬行动物生活在北极圈之内, 红树林沿着英格兰南部海岸被淹没, 这些现象使我们知道地球的气候在白垩纪和早新生代时要比现在温暖许多。但是, 一直困扰地球科学的问题, 就是如何准确计算当时地球表面温度到底温暖多少。结合过去的温度变化和估计的大气CO₂浓度, 从事模拟的研究人员可以预测将来的全球变暖。过去一亿年以来, 全球温度变化的最好记录在深海大洋中, 因为在深海中季节变化和其他短时间尺度的“噪音”可以被识别出来。

直到最近, 深海温度变化的记录几乎全部来自于底栖有孔虫化石方解石壳体中的¹⁶O和¹⁸O的比值。底栖有孔虫是一种生活在海底的单细胞动物, 大约有针头那么大小, 可以在大洋钻探计划采集到的深海沉积物中得到。这种方法很有效, 这是因为化石壳体中这两种同位素的比值由当时有孔虫生活的温度所决定。但是, 这其中也有一个问题。有孔虫化石所记录的氧同位素的比率对于海水中¹⁶O和¹⁸O的比值同样敏感, 它随着全球冰量的变化而变化。这种变化是因为较轻的¹⁶O优先从海水中蒸发, 并被搬运到两极地区形成降雪, 从而被固定在冰川中。通过这种方式, 大冰帽的生长吸收海水中的¹⁶O, 造成¹⁸O的相对富集。



有孔虫壳体Mg含量计算得出的深海温度

海水¹⁶O与¹⁸O的比值反映了
全球冰量的大小

在最近的研究中，我们重新测定了底栖有孔虫壳体中含量极少的Mg元素。有孔虫生活在现今各大洋的许多地方，我们知道有孔虫壳体中Mg含量的增长与有孔虫生活的水温是有规律可循的，更为重要的是它不受全球冰量变化的影响。利用由现代有孔虫壳体和化石壳体建立的温度与Mg的关系式，我们可以计算过去五千万年以来的深海大洋的温度。

用Mg计算得出的温度与现有的有孔虫壳体的¹⁶O和¹⁸O比较，来计算过去五千万年以来海水中这两种氧同位素的比值。这种方法可以使我们第一次可以计算过去五千万年以来的全球冰量。我们发现了大洋突然亏损大量¹⁶O的三个时间段。这些时期都发生了大规模极地冰盖的快速增长，如图中的蓝色条带。实际上，这些事件的时间与其他冰盖增长证据的时间也是吻合的，例如海平面的下降以及深海沉积物中大块岩石的出现，这些岩石是由于远离陆地的冰山带来的。有趣的是，在三千三百万年以前的冰期时，有孔虫壳体镁元素记录的深海温度并没有变冷，可能的解释是当时南极大陆已经变冷到足以形成冰盖，但是因为气候一直干燥而未能形成；直到在三千三百万年前，由于某种原因才开始形成降雪，大规模的冰盖得以形成。

(Carrie Lear, 美国Rutgers大学海洋与海岸科学研究所；

Harry Elderfield, 英国剑桥大学；

Paul A. Willson, 英国南安普敦大学)

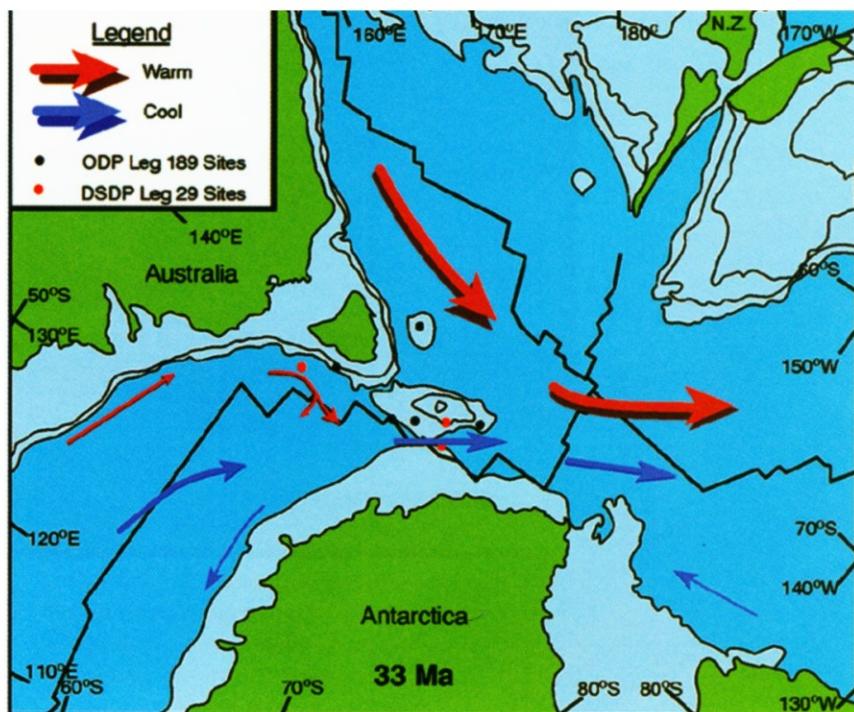
南极洲与澳大利亚的分离

新生代37到33.5 Ma之间，澳大利亚脱离南极洲向北漂移，这就使塔斯曼尼亚海道张开，环南极洋流（ACC）从而形成。环南极洋流使南极大陆与北方来的温暖的表层洋流隔绝，南极大陆上开始形成小型的冰帽。最后，深海水道使南印度洋与太平洋之间形成深部环流，最终形成大洋传送环流。由大陆分离造成的南极洲的持续热隔绝，对全球气候由早新生代时相对温暖的“温室地球”转变为晚新生代的“冰室地球”起了极为重要的作用。

Kennett和Houtz等人（1975）根据DSDP的研究结果提出，由于环南极洋流使得南极大陆热隔绝，从33.5 Ma时，气候开始变冷并形成南极大陆的冰盖。他们认为南极大陆冰冻圈的发展，导致了冷的深水洋流的形成，从而加强了热盐环流。ODP第189航次的结果支持这一假说。

第189航次在曾经是澳大利亚和南极洲陆桥的塔斯曼尼亚海道，钻取了连续的海洋沉积物。这个陆桥将西部的澳大利亚—南极海湾与东部的初始太平洋分隔开来。这一地区的钙质微体化石保存良好，可以用来进行准确的定年，这在南大洋是很少见的。Exon、Kennett和Malone等人（2001）根据第189航次的沉积层序提出过去70 Ma以来综合的动力学演化系统，包括了岩石圈、水圈、大气圈、冰冻圈和生物圈。

这一地区最引人注目的变化发生在始新世—渐新世过渡期间（约33.7 Ma前），当时，澳大利亚与南极大陆彻底分离。在分离之前，南极由于气候温暖，地形多为大陆丘陵，再加上相当强的降雨和剥蚀，造成洪水泛滥，这些洪水中含有大量的硅质碎屑（硅酸盐矿物：主要为粘土矿物和石英），浅海的沉积物与地壳的下沉保持一致。在澳大利亚与南极分离后，气候转冷，逐渐远离大陆以及降雨量和剥蚀的减少，从而切断了硅酸盐的供应。深海碳酸盐沉积不能与地壳沉降保持一致，因此大洋快速变深。



33 Ma前，澳大利亚向北漂流，塔斯曼尼亚陆桥尚存，环南极洋流和南极冰盖还未形成，气候温暖，陆桥周边是泥岩沉积。33 Ma后，澳大利亚与南极大陆分离，塔斯曼尼亚陆桥消失，环南极洋流和南极冰盖形成，气候转冷温暖，陆桥附近是钙质软泥沉积。

第189航次使我们确信，新生代南极洲与澳大利亚的分离造成了许多变化。区域性的变化包括：气候由温暖变为寒冷，沉积由浅水变为深水，封闭的海盆变为开放大洋，黑色的三角洲泥岩变为白色的深海碳酸盐沉积，以腰鞭毛虫为主体的微体化石变为以深海钙质微体化石为主，沉积物由富有机碳变为贫有机碳。

(Neville F. Exon, 澳大利亚地球科学中心;

James P. Kennett, 美国加州大学圣芭芭拉分校地质科学系;

Mitchell J. Malone, 美国ODP College Station;

ODP第189航次船上科学家)

大洋地壳的形成

一亿四千万年之前，欧洲和北美大陆之间还仅是一条窄而浅的海道。但是，此后一个大裂谷开始将欧洲和北美板块分裂开来，并导致了大西洋的形成。在这个过程中，通常厚35 km的地壳被拉张变薄并形成断点，裂开的空间被在大西洋中脊扩张形成的洋壳充填。不过，与其他大陆边缘不同的是，几乎没有任何证据表明在这一大陆地壳分裂的过程中伴有强烈的火山活动。长期以来，人们一直对这个本身就是火山活动的海底扩张作用是怎样进行的而深感困惑。它是瞬时运动还是渐变的？如果是，那是怎么变化的？

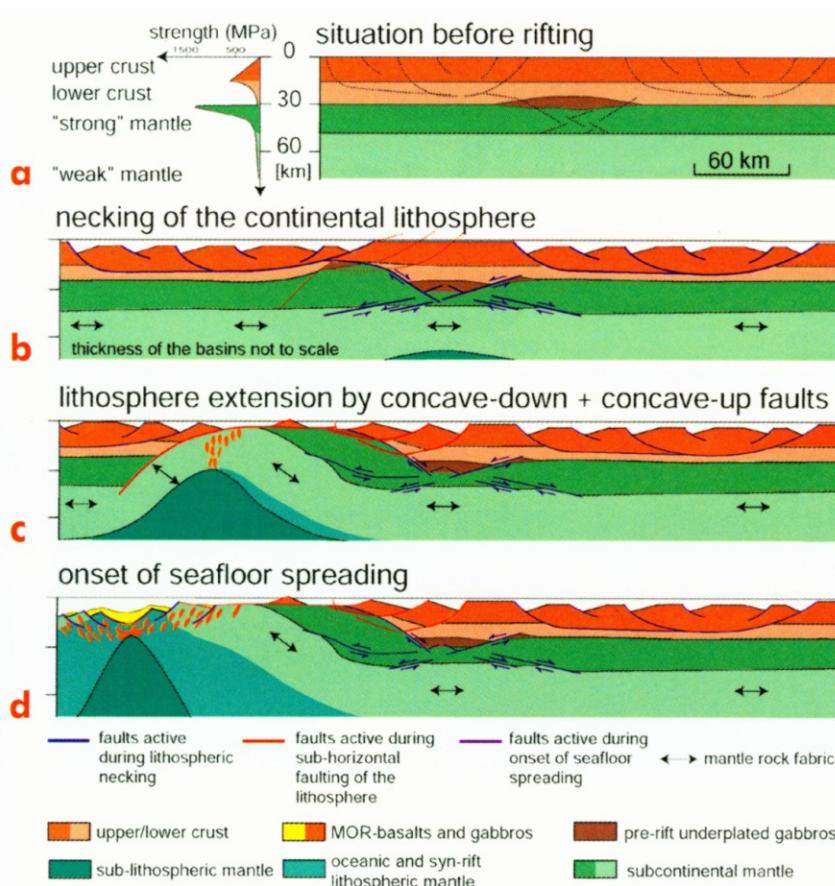


图1. 非岩浆活动大陆边缘演化的岩石圈概念模型

a. 分裂前板块下的辉长岩使地壳局部变厚。

b. 辉长岩下的上部地幔开始收缩,使得软流圈上升.地表裂谷盆地的形成取决于地壳下部岩石的韧性流。

c. 此后,上升的软流圈开始影响大陆的分裂.分裂多发生在地壳容易拉伸的地区。

d. 随着软流圈的上升,熔岩侵入到岩石圈中,更深层的地幔层挖掘出来.最后不断产生的熔岩形成了连续的海洋地壳.海底扩张由此开始。

通过地球物理的工作和在葡萄牙岸外的10个ODP站位的研究，这个难题已经被解开了。地球物理学家根据声音在大陆边缘传播速度的变化测定了洋壳的厚度，结果发现：尽管陆壳像预料中的那样向大洋的一面变薄，但是当地壳变薄到7 km时就开始断裂。向大洋的一面，有一个宽达170 km的无壳带，下伏的大陆地幔层被暴露在海底。在这个带的大陆一边，其他的地球物理证据表明一些独立的相对较小的熔岩拉长体首次侵入地幔。随着这个变形带向大洋方向移动，越来越多的熔岩侵入，直到最后这种岩石的连续的层形为止，这样就形成了洋壳。

最后的问题在于如何解释如此之宽的地幔带是怎样在薄的陆壳和洋壳之间暴露出来的。一系列次水平的转换断层形成一个类似的大陆边缘，就像现在暴露在阿尔卑斯的那样，可

以提供为什么在没有重大垂向偏移的情况下，可以产生如此大面积地幔岩出露的机制。图中显示了这种向下凹陷的断层，以及大陆边缘在葡萄牙岸外是如何演化的。许多岩芯现在已经用同位素定年，研究集中在地壳的拉张和地幔从大陆向海洋的移动，结果表明这些运动的速率显然是在增加的。

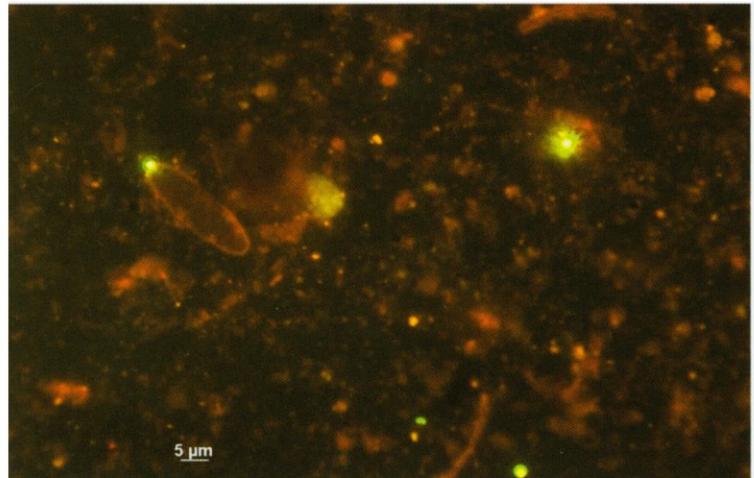
(Bob Whitmarsh, 英国南安普敦海洋中心;

ODP第149和173航次船上科学家)

微生物：海底下的深部生命

1875年，Eduard Suess首次系统地提出了生物圈的概念。在此前10年，Jules Verne在他的经典作品《地心之旅》中描绘了生活在地球内部的奇妙生物。这两个人会惊喜地发现他们的思想，会在一个世纪后交汇于深海洋底的深处，有趣的是他们一个来自于科学，而另一个来自于幻想。大洋钻探计划所取得的岩芯得到一个令人难以置信的结论：生命存在于海洋沉积物的深处。

尽管Verne想象在洋底下有巨大的怪兽，实际上在这一区域是微生物的王国，他们的新陈代谢能力有着巨大的差异。从根本上来说，生命实际上是一系列的氧化还原反应，在这个过程中从电子的提供者到接受者间的电子流能量，被用来支持基本的新陈代谢作用。微生物在捕捉能量方面非常能干，甚至是最小的氧化还原反应都可以维持生命。大多数生活在表层上升流的生物依赖于氧，而微生物在缺氧的洋底下则以硫、镁、铁的化合物和CO₂为生。这些活动在沉积物的地球化学记录中有清楚的反映（例如，以硫化物为生的细菌的变少使得硫酸盐由上到下减少，甲烷的形成来自于可产生甲烷的细菌的生长，或者在浅水中细菌活动造成的甲烷氧化）。最近，ODP已经开始



ODP201航次获取的沉积物中微生物的图像(上)

“乔迪斯·决心”号上的微生物实验室(下)



关注深部生物圈中生命的研究，从某种程度上来说，ODP在该领域的研究已经有了一段较长的历史。广泛分布于全球的钻井的地球化学资料，使得我们可以预测微生物属种的变化，并且计算它们新陈代谢的速率。

目前，微生物已经在海底800多米以下的沉积物中被发现，并且没有理由相信我们已经到达了生物圈的底部。如此深的深度是令人惊奇的，然而更令人惊讶的是微生物的数量。通过已获得的岩芯来推算全球微生物的丰度，结果表明：地球上生物总量约10%集中在海洋底下。

微生物学已经成为大洋钻探不可或缺的一个组成部分。“乔迪斯·决心”号拥有一个与化学实验室结合的装备良好的微生物学实验室。船上的科学家们可以从钻取的岩芯中采集到无污染的样品进行船上的实验（例如细菌培养和放射性示踪研究），或者保存样品以供岸上研究（例如核酸分析和生物标志物描述）。这些研究将会对我们探索地球及其居民的共同演化提供有益的帮助。

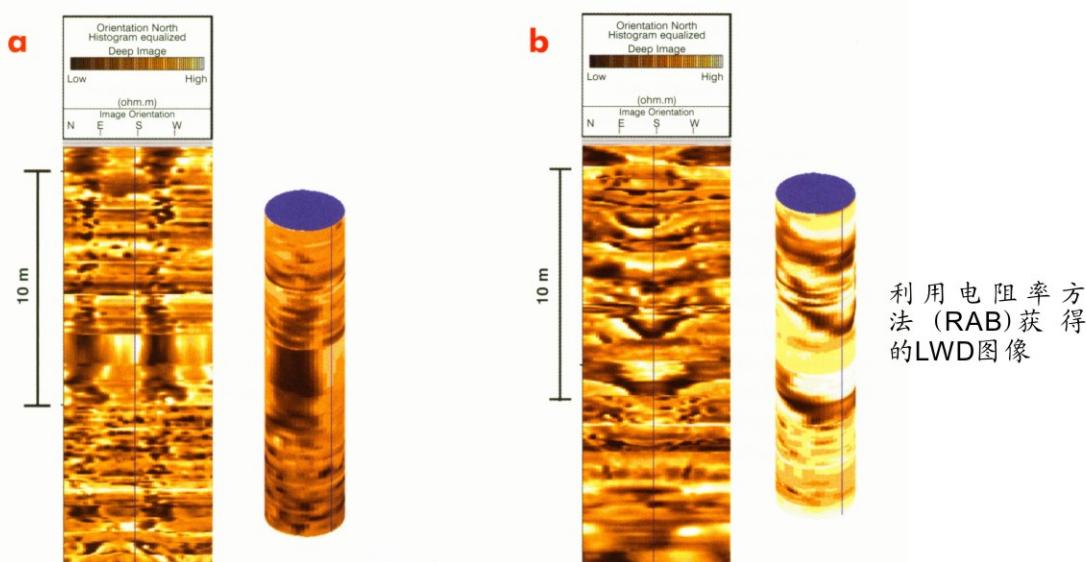
(David C. Smith, 美国罗德岛大学)

看海底下的世界

近年来，ODP投入了相当多的时间和精力去观测地壳的深部来研究地壳活动的动力学系统。有些系统发生在俯冲带上，这些地区的特点是有世界上最大规模的地震发生。最近关于发生在俯冲带过程的研究已经确信，流体在物理和化学演化中起了重要的作用。在巴布亚新几内亚附近马纳斯盆地实施的第193航次中，ODP试图研究流体和金属元素怎样来自于下伏的岩浆源，并怎样通过循环水从岩墙中浸出。科学家们同样也致力于识别可能的流体通道和在热液系统中的化学梯度来建立一个水文学的模型。在日本岸外Nankai海槽实施的第196航次中，科学目标集中在理解板块边界断层的构造和水文演化、以及确定变形的程度和时间。在这两个航次中，钻探测井技术（Logging while Drilling, LWD）帮助我们理解地下的结构。

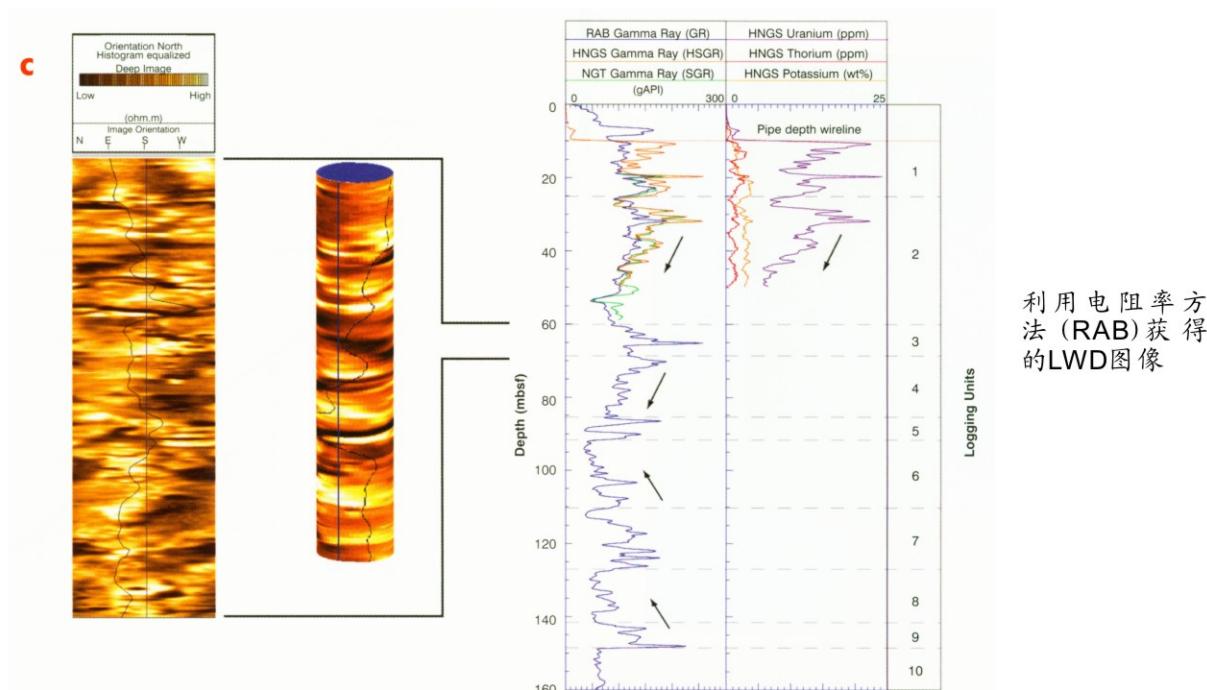
LWD技术被引入ODP，成为获取连续地球物理数据的关键技术。在过去，取芯率非常低，而无线测井又几乎是不可能的。到2002年4月，ODP已经采用这种技术实施了7个航次，钻探了22个LWD钻孔。技术的进步同样也提供了更多在LWD钻探中得到的数据类型的选择。最近采用了钻井成像的电阻系数法(Resistivity of Bit, RAB)，这种方法提供了钻孔的图像，垂向分辨率为几个英寸。当钻管和RAB工具旋转的时候，使用地球的磁场作为一个参照，3个1英寸的纽扣电极提供了浅层、中层和深层电阻率和图像的测量。LWD图像的形成对连续图像的变化需要准确的时间和电阻率值。

图1显示了通过LWD获得的图像和各种不同的资料信息。第193航次描绘了可能的流体



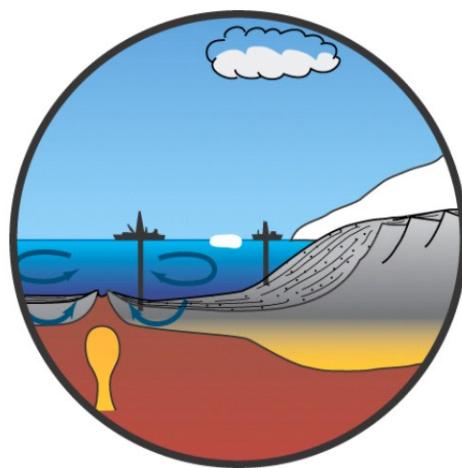
路径系统，并提供了一个在LWD图像中观察到的水文模型。这些图像同样也显示了在佩克马纳斯 (PACMANUS) 热液系统中火山学的、构造的和热液特点之间的相互关系。与在大洋中脊相似的热液系统相比，第193航次的结果表明了岩浆事件间的截然不同的构造关系，并且提供了一个解释古矿石形成环境的基础。第196航次的LWD结果提供了岩石物理性质的分布和Nankai加积棱柱体前端附近的压力。区域压力范围的观测直接来自于LWD图像，可以对板块边界的沉积物加积提供模型。这一信息同样可以有助于指导将来在Nankai海槽的钻探。在活动系统中使用改进的LWD技术，已经被证实对于理解环境是非常有用的，而过去由于钻探和无线测井技术的局限很难做到这一点。

(Gerardo J. Iturrino, David Goldberg, 美国拉蒙特地球观测研究所)



科学大洋钻探前瞻

“IODP初步科学计划”提要



地球表层海底沉积物和喷出的火山岩代表着地质时期最近的一瞬间。在该层下面，埋藏在沉积地层及其下的地壳里的是关于冰川扩张和衰退、大洋岩石圈的形成和演化、微生物的进化和灭绝，以及大陆的形成和侵蚀的历史。三十多年的科学大洋钻探越来越详细地探索了这一历史，发现错综复杂的地质作用控制着地壳的形成、地震的产生、大洋的循环和化学成分，以及全球气候变化。钻探还揭示，在海洋沉积物的深处，岩石孔隙和岩石裂缝里活跃地进行着海水的流通、细菌的繁殖和自然资源的聚集。

计划于2003年10月份开始的综合大洋钻探计划（IODP），雄心勃勃地试图进一步扩展对洋底的探索。钻井能力的提高，以及从现在使用的单船作业到将来的多平台作业，使得这种设想成为可能。IODP深水作业最重要的部分将是一艘崭新的、配有立管、动态定位系统的钻探船，它将由JAMSTEC（日本海洋科学和技术中心）提供。IODP还将配备有一艘现代化的、非立管、动态定位的钻探船，该船接替大洋钻探计划（ODP）的“JOIDES决心号”，由美国国家科学基金会提供并进行运作。需要时还会给这两艘船补充另外的钻探平台（例如，钻探驳船，起重设备和海底钻探系统）。欧洲和环太平洋国家将提供一些“特殊任务”的钻探平台。改进的井下测量设备和长期海底监测系统将构成IODP的精密的、一流的工具。新的技术和多个钻探平台将使得科学家们能在过去所无法达到的环境和深度下进行科学试验、采集样品。

国际大洋钻探科学家们充分利用这些新的钻探、取样和观测能力，已设计出一种大胆的新的研究战略来对地球系统进行探索。IODP初步科学计划围绕一些主要的地球作用设计科学的研究活动，鼓励专家们通过与相关学科的同事之间的合作，拓宽建议书的学科领域。通过在科学大洋钻探中使用多个钻探平台，采用新的以地质作用为导向的研究方法，IODP将着重研究以下三个大的科学课题：

- 1) 深部生物圈和洋底下的海洋。新的证据显示大量的微生物可能生活在大范围的温度和压力下，似乎是由沉积物和岩石提供维持生命的能源。处于这些极限环境的微生物现在被普遍认为是一种新的生物物质的潜在来源，具有新的生物技术应用潜力，如水处理技术和利用微生物方法提高石油采收率。现在我们还不太了解巨大的洋底下的海水流体系统

的结构和动力学特征，这一系统中的流水改变岩石成分，影响大洋的化学组成，润滑诱发地震的活动断层，聚集经济矿物沉积，并与生命紧密相连。IODP将在全球范围内对此进行研究，提供有关洋底下海洋的综合特征。

2) 环境的变化、过程和影响。大洋沉积物在四个时间尺度上提供了地球气候波动的唯一记录并使探知气候信号成为可能，四个时间尺度分别为：构造的（大于50万年.）；轨道的（2万到40万年）；大洋的（几百到几千年）；和有关人类的（季节性的到千年期的）。岩心的研究显示气候变化的速度随时间发生从渐变到突变的变化。而需要彻底探究的是，什么引起这些变化，这些变化是怎样发展的，什么条件会扩大或缩小各类事件对气候的影响，以及什么作用会导致地球环境的变化。IODP将从迄今为止还很少取样的环境中获取更多的岩心，例如从北极洋盆、环礁、暗礁、碳酸盐台地、浅水大陆架和沉积物快速堆积的地方（尤其是缺氧盆地）。结合全球各大洋的钻探结果，这些新的沉积物样品可以更精确地分析出所有时间尺度上地球系统变化的原因、速率、序列和严重性。还可以更彻底地考察生物学演化中极端气候、气候变化和重要突变之间的关系。

3) 固体地球循环和地球动力学。我们通常注意到地球内部所蕴藏的巨大能量的释放，是通过如地震，火山爆发和海啸等短暂的、经常是破坏性的事件来进行的。这些标志性事件是固体地球循环的一部分，后者包括洋壳的形成和老化、俯冲带的物质再循环、大陆的形成和演化。物质和能量从地幔迁移到地壳，再从地壳迁回地幔，其速率是随时间变化的。对于变化的原因和它们对全球环境的影响现在我们还了解得很少。利用新的IODP技术，研究者们将对那些现今或者几百万年前物质和能量迁移最多的海底区域实施取样并进行监测。IODP对地壳进行钻探，将超出以往的深度，这样可以用新的视角来看待那些长期以来未解决的问题并可能找到答案，例如洋壳形成和变形的过程、海底磁异常的起因以及流体在地震发生中的作用。在IODP的第一阶段，将有史以来第一次在俯冲板块边界的深源发震区采集岩心，进行实地测量和监测。这项试验将十分有助于我们了解地震产生的基本机制，从而提出全球性计划以减轻地震带来的危害。

未来的科学挑战，包括八个特殊的优先研究领域，需要IODP同时部署紧密相连的各类钻井平台。这八个优先研究领域包括：1、深部生物圈，2、天然气水合物，3、极端气候，4、气候的快速变化，5、大陆破裂与沉积盆地形成，6、巨型火成岩区，7、21世纪莫霍钻，8、发震带。立管钻探船将使得IODP可以通过在同一位置钻探几个月甚至一年以上来达到研究一些洋壳深部的科学目标。这些深部目标包括“发震带”实验，它是为了确定俯冲带里产生地震的断层的行为；地壳深部和沉积物内部的生物圈；大洋和巨型火成岩区(LIP)地壳的三维构造；大陆破裂与沉积盆地形成的过程（图1,见封三）。而非立管的钻探船将使IODP能到达大洋的最深处，进一步扩大DSDP和ODP所覆盖的采样范围和学科领域。特殊任务的钻探平台将可以进行一些史无前例的研究，包括近海岸线区域的海平面变化史，从浅水区环礁和暗礁中得到高精度的气候纪录，探索那些尚未用钻井取样过的气候敏感、被冰所覆盖的区域，如北冰洋。

从这些平台进行钻探，最基本的也是最重要的便是那些新的或改进过的钻井、取样和井下岩石物性测量工具，它们使科学家能取得更完整的剖面，获取在外界压力下未被污染的样本，按照一定时间间隔分离并记录钻孔内的物性数据，并在裸露的坚硬岩石区域进行钻探。DSDP和ODP在这些领域都已奠定了一定的技术基础。某些工具，例如ODP发明的高级活塞岩心取样器，几乎不需要进行改进。而另外一些工具如坚硬岩石钻探系统则需进行重要改进，这需要IODP和科学界之间密切联系，从钻探工业获取建议和专门的技术。随着IODP钻探向更艰难的环境进行挑战，要从那些地方钻取样品并保持其在生物学、化学和物理等各个方面性质原封不动，难度更加增大，而经改进后的工具将对完成该项计划的科学目标起关键作用。

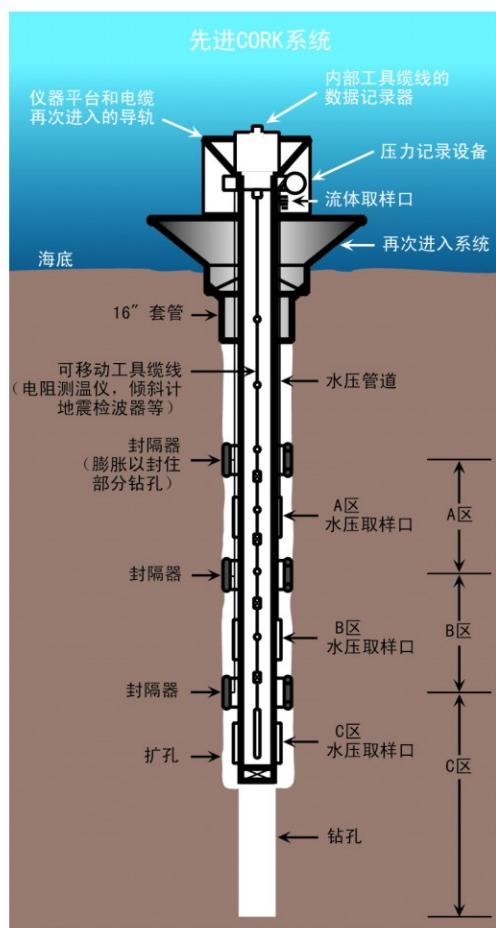


图2 海底下地层中的流体循环严重影响到一系列地质和热过程：水热循环控制着热和年群作紧平衡，可能还控制着生物水循环。轻洋壳中海底下的微生物脱落，而俯冲环境中的碳循环则与地震周期和碳循环密相关。IODP的一个重要目标就是利用钻孔，通过直接采样和钻孔实验来了解这用些水文地质系统。有效利用，可钻孔作为水文地质实验室，使需要对它们进行密封，这就需要复原回原位条件。这就需要改进ODP中的CORK水文地质观测站。新一代的“先进CORK”将采用在单个钻孔中密封多个区域的技术，使其更符合自然的水文地质结构，为进行海底下水文地质观测提供更多有利的条件。该图经加拿大地质调查所的Earl Davis和Miami大学的Keir Becker许可使用，并对原图进行了修改。

ODP中开创的对钻孔进行钻后观察和实验，在IODP中将显得更为重要。它需要在钻孔中密封仪器进行长期纪录，用以考察孔隙水流动、热、化学对流和地壳变形（图2）等现代过程。钻孔还将被用来进行摄动实验，现场考察沉积物和/或地壳的物理性质，以及和它们联系在一起的微生物群落。还计划建立一全球性地球物理观测网，以认识地球内部。

我们对于科学大洋钻探的另一项重要展望是增强海洋地球科学家与大陆钻探和工业界之间的紧密联系。例如，要在下个十年里致力于解决的许多基础科学问题将“跨越海岸线”。要解决这些问题需要将大洋钻探和大陆研究（例如，湖泊和陆壳钻探、野外制图、海陆地球物理剖面）相结合。与其他国际科学计划的合作将继续有利于维持IODP的科学水准，这些计划包括国际洋中脊研究计划（InterRidge），国际大陆边缘研究计划（InterMargins），国际海洋网（ION），过去全球变化的国际地圈-生物圈计划（PAGE S），国际海洋过去全球变化研究（IMAGES），Nansen北冰洋钻探（NAD）和国际大陆钻探计划（ICDP）。不间断的工业界与学术界之间的交流也将有助于了解相互之间对基础研究问题的共同兴趣。随着油气勘探向更深的水域快速拓展，国际学术界有意利用深水立管技术，因此学术界和工业界合作的机会将持续增加。

日本的综合大洋钻探计划(IODP)

刘新月，王清，周祖翼

(同济大学海洋地质国家重点实验室，上海 200092)

0 前言

人类对海底的大规模科学研究已经历了DSDP（1968-1983）、ODP(1985-2003)两个阶段。ODP已于2003年10月结束，代而起之的是IODP，IODP前十年（2003.10.1-2013.9.30）计划已经制定，其科学内容反映在“IODP初步科学计划：地球、海洋与生命”报告中。

IODP起源于日本的OD21（21世纪大洋钻探）。OD21是由MEXT（日本文部科学省）和JAMSTEC(日本海洋科技中心)发起的一个计划，旨在通过运行用日本最先进技术建造的立管科学钻探船来建立地球和生命科学新纪元。约12年前，日本科学界日益想通过建造新的大型科学钻探船为发展科学新领域作贡献。这一想法之所以产生，是因为一直运作的ODP“JODIES决心号”钻探船技术上不能钻探海底以下超过2000m的深处，不能达到诸如上地幔及发震带等关键部位。日本科技署于1993年组织了以奈须教授为首的“大洋钻探科学咨询委员会”，并于1994年春举办“21世纪大洋钻探”国际会议，抛出了震动国际地学界的“OD21”——“21世纪大洋钻探”。1997年7月日本学者组织了“CONCORD(合作大洋立管钻探国际会议)”，会议集中讨论了利用将要建造的配有立管钻探系统的新型大洋钻探船所要解决的科学问题。

2003年4月22日日本MEXT部长远山敦子和美国NSF（美国国际科学基金会）主任R. Colwell在日本MEXT正式签署了IODP合作备忘录。在备忘录中，MEXT和NSF承诺，作为IODP的主要成员，双方将在新的计划中在资金上支付相等的份额，并享受同等的权利。MEXT将提供地球号立管钻探船，并指定JAMSTEC来管理该船；NSF将提供非立管钻探船，

并将指定该船的管理者。备忘录的内容还包括IODP的科学规划与运作、IODP成员的义务与权利、IDOP成果的出版以及知识产权等方面的原则性意见。该备忘录的签署，标志着IODP进入了实质性的启动阶段。其它将要加入IODP的联合体或国家，均将要分别与MEXT和NSF签署类似的备忘录。在此之前，美国和日本各有6家海洋研究机构于2003年3月在美国 Delaware 注册了IODP 国际管理公司(IMI)。IMI的目的是为IODP提供集中的、独立的、公正的、高效的管理，以支持IODP的科学目标。2003年10月6日，日本在东京大学举行了IODP启动研讨会，标志着IODP的正式开始。

1 “地球号” 钻探船

作为IODP核心技术支撑之一的立管钻探船“地球号”于2002年1月18日在日本冈山县下水，2003年6月“地球号”钻探船移至长崎，进行钻探设备及船上实验设施的安装。这艘长210m、宽38m的五万七千吨特大型“立管”钻探船，预计要到2005年4月才能将钻井及防喷设备全部安装完毕，此后，将进行为期一年左右的试航，2006年底正式实施钻探。按设计标准，该船可在在水深4000米的海底钻进7000米，一个航次可以长达4到6个月，以期钻穿地壳、直插上地幔，实现三十五年前打“莫霍”钻的科学理想。

“地球号”科学钻探船组合了陆上石油钻探中用的立管钻探系统。立管通过大直径钢管将钻探船和洋底连接起来。立管控制钻管进入井筒，也控制井下测量仪器和设施下入或置入井孔；立管钻探因具泥浆循环系统，能在钻井过程中提供稳定的井孔条件，这就是能钻入海底之下几千米的关键所在。将立管和防喷器连接，即使在钻遇预想不到的油气和井内其它地层流体高压时，防喷器能保证钻探安全。船上设有研究区及世界领先的海上实验室，总面积2300m²，配备了用于岩心、孔隙水和井孔研究及物理、化学、生物学分析的大量现代化设备，如岩心无损伤测量仪、具地球磁场屏蔽功能的岩心磁化测量间等。“地球”号立管钻探船的投入为六百亿日元的天文数字，相当于五亿四千万美金。

2 日本的IODP组织结构

日本的IODP组织结构见图1。其最上层政府领导机构——MEXT，负责与NSF、IMI (IODP国际管理公司) 以及其它IODP成员单位的联系，对JAMSTEC (日本海洋科技中心) 投资和管理。IMI与JAMSTEC共同管理IODP计划，并监督各钻井平台科学服务和工程服务的筹备工作。

JAMSTEC为日本的IODP核心机构，内部机构有：IODP计划委员会，OD21计划部，CDEX (日本深部地球勘探中心)，4个研究单位——DSRD (深海研究部)、DSRD (深海研究部)、MERD (海洋生态系统研究部)、IFREE (地球演化前缘研究所)、DEEPSTA (深部地壳微生物勘探计划部)。一切与日本的IODP相关事务都与JAMSTEC有关，如与IMI共同管理IODP计划，与J-DESC(日本地球科学钻探联盟)合作进行各项研究工作，与高知大学CMCA(高等海洋岩心研究中心)共同管理岩心库及实验室，委托进行立管船运营等。

JAMSTEC内设的IODP计划委员会（主席为Tsunemasa Saito博士）负责监督日本所有IODP重大项目。OD21计划部已分四组开始预备活动：①船舶运行与科学支撑，②计划与协调，③科学计划，④船舶建造与工程。

CDEX（深部地球勘探中心）于2002年12月成立，作为地球号钻探船的运作机构，设在JAMSTEC内部。2003年10，原东京大学海洋所的Asahiko Taira（平朝彦）教授担任中心主任。其任务包括指导地球号的建设以及钻探系统的安装，提出试航期钻探计划，制定地球号的安全、环境、健康政策，进行钻探技术的研发，以及指导与钻探有关的研究活动的开展等等。CDEX的作用类似于ODP中的德州农工大学／哥伦比亚大学拉蒙特多尔蒂观测所，但其负责范围更广。

IFREE（地球演化前沿研究所）于2003年4月创建，目的在于从下列四方面着手研究地球系统的演变：①地幔—地核动力学，②地球化学演化，③板块动力学，④古环境。

J-DESC（日本地球科学钻探联盟）于2003年2月22日由来自日本各大学及部门的42家地球科学研究机构成立，其主席为东京大学名誉教授、IFREE主任Ikuo Kushiro教授。该联盟下设日本的IODP委员会和AESTO(日本高等地球科学技术部)，其任务包括推荐日本在IODP各有关学术及管理机构的成员，支持日本科学家进行科学钻探建议书的撰写，推荐参加钻探船考察的日本科学家，负责将IODP的成果向公众普及。J-DESC是日本42所大学及国家研究所的网络中心，是IODP地球和生命科学创新基地。J-DESC作为支持IODP科学计划的一个日本研究机构联盟，将和JAMSTEC一起对IODP作出贡献。

作为IODP的配套设施，日本在高知大学建造了IODP岩心库。高知大学CMCR(高等海洋岩心研究中心)原名为“海洋岩心研究中心”，是一大学研究机构。2003年4月，该中心改为现在的名称，并迁到高知大学Monobe校区，建成一个国家研究机构，微体古生物学家Hisato Yasuda教授任主任。CMCR主要由四部分组成：①岩心库（如岩心储藏室、冷冻室、深度冷冻室），②岩心处理设施（如多传感器岩心记录仪、岩心切割室、取样室、X射线CT扫描室、酸处理室等），③样品实验室（如无机地化实验室、有机地化实验室、物性和沉积实验室、微生物实验室等），④办公室及会议室；另外，地球号钻探船上的各种岩心实验室也归CMCR管理。CMCR目标为用多学科方法分析海底岩心，以认识地球环境变化、对深海沉积进行资源评价。它所起的主要作用为：①为日本岩心物质分析的主要机构，②为IODP岩心库和岩心分析机构，③将成为海洋生物圈和岩石圈科学最高级中心。

3 日本的IODP科学规划

OD21科学顾问委员会的科学计划工作组于2003年初出版了日本的IODP科学计划，提出了日本的IODP的科学目标。日本的IODP科学目标主要有三大科学主题和八项研究目标。日本的IODP三大科学主题是：①地幔过程和地球系统演化，②地壳作用和地球系统演化，③俯冲带核地球系统演化过程中的动力学及物质循环。八项研究目标为：①钻探西太平洋洋底高原，认识核—慢作用过程；②钻探太平洋白垩纪到新生代沉积物，详细研究地球温

室期间的物质循环及从温室环境到冰室环境的转化过程；③钻探大洋岛弧，认识大陆地壳形成过程；④钻探扩张的弧后，认识洋壳岩石圈形成过程；⑤钻探亚洲边缘海及陆坡，认识陆壳—洋壳一大气圈关系；⑥调查增生楔中的碳循环及深部生物圈；⑦调查汇聚板块边缘大地震周期及形成机制、构造及物质循环；⑧研究生活于增生楔环境中极端微生物生物学。

除此之外，日本还在长期的钻孔观测和深部生物圈研究方面提出了具体的研究目标。

3.1 地幔作用与地球系统演化

白垩纪中期，许多地球子系统经历了巨变。全球变暖、火山活动、地幔柱生成、磁场增强以及大洋缺氧等事件同时发生。因此，有必要对中白垩纪温室期的地球系统动力学进行综合研究，以了解地球系统的整个历史演化，进而预测未来。相反，新生代期间冰盖的形成和全球变冷可以认为是从温室环境进入到目前冰室环境的一个过渡阶段。因此，转冷的过程可以为了解全球变暖的过程提供重要的信息。日本对此提出两个研究目标：①钻探西太平洋的洋底高原，了解核幔作用；②钻探太平洋的白垩纪至新生代沉积，详细研究温室期间和从温室过渡到冰室环境期间的物质循环。

3.2 地壳作用与地球系统演化

地壳在地球系统演化过程中起着重要作用。例如，安山岩陆壳储集了固体地球系统中大量的轻元素。要了解固体地球系统的演化和分异，就要了解陆壳和洋壳形成的基本过程。洋壳进入到深部地球，对地幔中的物质循环和化学演化有重要影响。陆壳同样也对地表环境变化有各种影响。例如，大陆改变了与生物活动有关的化学元素的循环，大陆边缘相当于地球系统的有机物汇集区。另外，大陆地形改变大气的循环，边缘海中的沉积物可能会保存相应的记录。为了解地壳在地球系统演化中的作用，日本提出三个研究目标：①钻探大洋岛弧，认识陆壳的形成过程；②钻探弧后扩张系统，认识洋壳的形成过程；③钻探亚洲边缘海和大陆坡，认识大陆—海洋一大气间的联系。

3.2.1 陆壳的形成

在伊豆一小笠原弧中，通过地球物理实验显示了大洋岛弧中部地壳中有安山岩的形成，这个中度成熟的岛弧是了解活动陆壳形成过程的好地方。研究下部、中部和上部地壳物质的成岩关系，可检验大洋岛弧中安山岩中部地壳基本源自于玄武岩浆的可能性。

3.2.2 大洋岩石圈的形成

从综合研究大洋岩石圈的角度出发，对从弧后盆地地壳连续钻探所获得的岩石圈物质进行分析，并与蛇绿岩和洋中脊进行对比，研究弧后地壳的构造和它的物理化学性质。

3.2.3 亚洲边缘海和大陆坡中大陆、海洋和大气之间的联系

大陆的生长、汇聚和破裂对海洋和大气的环境变化有巨大影响。要了解大陆—海洋一大气之间的联系，需要对东亚边缘海和大陆坡的晚新生代沉积序列进行连续的取芯，为此日

本提出以下两项IODP目标。

(1) 钻探在东亚边缘海，研究北半球冰盖的发育史和气候的突变。具体包括：①鄂霍次克海、日本海、中国东海和南中国海的形成过程和古海洋学变化；②黑潮和亲潮洋流的演化；③北太平洋中层和深层水的形成；④欧亚大陆的变冷过程；⑤通过连续的取芯和高精度的分析，研究亚洲季风的形成和演化以及陆—洋一大气间的联系。

(2) 喜马拉雅和青藏高原的形成和陆—洋一大气间的联系。为了解季风对地球系统的影响，需通过取自东亚和印度次大陆的边缘海和大陆坡处的高精度白垩纪沉积剖面，来重建喜马拉雅和青藏高原的抬升、亚洲和印度季风的演化、及相关的古海洋学变化。

3.3 俯冲带中的动力学和物质循环与地球系统演化

在俯冲带大洋板块可俯冲循环回到地幔中，俯冲带是地球上地质活动最为强烈的地方。针对俯冲带，还有以下一些悬而未决的重要问题：①俯冲带中的物质平衡、流体循环、生物活动和能量转化问题；②俯冲带中地壳变形的机制问题：是什么机制控制了断层中岩石的变形？流体在板块边缘断层中起什么作用？关于俯冲带，日本提出以下的研究目标：①调查增生楔中的碳循环和深部生物圈；②调查会聚板块边缘中大地震的机制和周期，构造和物质循环；③研究生活在增生楔深部环境中的极端微生物的生物学研究。

3.3.1 增生楔中的碳循环和深部生物圈

许多能源和环境问题有待在21世纪来解决。在日本靠太平洋一侧的弧前盆地和大陆坡地层中赋存着一种正备受关注的新型能源—天然气水合物，这些区域还出现与化学合成生物群落以及甲烷气相关的寒冷的渗流，这表明增生楔中正进行着碳的循环和深部微生物活动。因此日本提出在沿日本岛的俯冲带中通过立管钻探开展“增生楔中的物质循环研究”。通过对横跨日本南海（Nankai）增生楔实施钻探，研究增生楔中有机物质和微生物的数量和分布，并确定深部微生物活动的数量；全面了解增生楔中碳从沉淀、溶解到运移的整个循环，气体水合物和石油的生成，气体水合物的溶解和再循环，并验证微生物的形成过程及其在石油形成中的作用。

3.3.2 增生楔中的碳循环和大地震的机制

认识地震发生的机制，预测大地震的发生是对21世纪人类的一项挑战。以前的地震研究都是基于来自地质纪录和遥感观测的数据，并没有涉及到发震带本身。然而利用立管钻探，我们能首次从大陆和大洋板块的耦合区直接获取样品，从而解答许多本质性的问题。

日本南海增生楔中很好地保存了从现代一直到白垩纪的地质记录，南海海沟是研究地震的理想位置，对南海海槽钻探的目的包括：①什么因素控制着俯冲带中板块耦合的类型？是什么能量的积累导致了大地震？理论上有可能预测地震的规模吗？②断层中孔隙度、孔隙压力、渗透率、化学作用、物理性质、应力和应变等参数怎样改变断层的性质？断层耦合的机制？

要回答以上问题，就需要从产生地震的断层带中获取信息，得到断层的摩擦性质和破裂作用的物理/化学性质。直接观测板块间的耦合程度、应变能的分布和流体的作用也很重要，这可以利用应力和应变的定点观测来实现。还有，将现有的全球遥感系统与定点观测的数据综合起来，将为地震作用提供新的认识。

3.3.3 深部增生楔环境中的微生物学

极端环境中的微生物学研究可获得得到关于生命起源和演化的重要信息。生活在海底以下的微生物很可能采取不同于地表微生物的生存策略，研究它们可望识别出新的基因、酶和分解代谢途径，这些结果将对21世纪新的生物技术和工业应用作出贡献。为此日本提议通过大洋钻探取芯来对这种新的极端微环境生物进行分离和分析研究，具体包括：①海底以下极端环境微生物的分离和描述；②了解这类新的极端环境微生物的细胞动力学系统；③分离有用的极端环境微生物并了解它们的功能；④海底以下极端环境微生物的有用功能的利用。

3.4 长期的钻孔观测

定点钻孔观测对于量化和模拟海底以下各种作用是一种必不可少的手段。我们测量地震、应变、倾斜、流体压力、温度、电磁、化学和微生物性质的能力还有待进一步提高。而且，钻孔应该成为地表下的实验室或者微生物培育实验的培育系统。这些都将需要技术上取得重大进展。尤其是发震带中的温度可能超过200—250°C，热液区可能超过400°C，所以为了能在深的钻孔中进行观测，就必须开发出适用于高温环境的新型井下工具（而现在的井下传感器只能忍耐180°C的温度）。为了开发钻孔观测新技术，科学家和工程师之间需密切合作，研究高温环境中的封隔和数据传输技术。

3.5 深部生物圈研究的策略

深部生物圈研究将着重于以下3个方面：①微生物活动是怎样与环境的形成和变化有关的；②微生物活动是怎样与深部海底以下环境中正在进行的物质循环有关的；③深部海底以下环境对微生物演化的影响。尤为重要的一项目标是，要考察深部增生楔环境中的微生物群落和与天然气水合物形成有关的微生物活动。另外，来自深海热液喷口的结果显示，对深部海底以下极端高温环境中的微生物活动的研究是生命科学的重要课题之一。因此，为研究生物活动活跃的海底以下环境，大洋中脊、弧-沟系统和热点将成为重要的钻探目标。

4 结语

由于日本政府在IODP中巨大的资金投入以及日本有关政府部门以及研究机构和科学家们的共同努力，日本目前已成为IODP的重要力量。MEXT和美国的NSF一起成为IODP的引领机构，日本科学家在IODP的科学规划委员会以及各专家组中占据相当比例的席位，日本科学家截至2003年底提出的IODP航次建议书共有14份，仅次于美国，参与的科学家人数

将有30余名上船科学家的指标。如何充分有效地利用这一资源，日本科学家也动了不少心思。如JAMSTEC已主持了两届IODP工作会议，邀请中、韩、中国台湾等学者参加，其意旨在扩大日本的影响的同时，吸引亚洲的科学家们来共同利用日本的有关资源。IODP对于日本而言，或许真的意味着地球与生命科学新纪元的开始。

(本文发表于《地球科学进展》2004年第4期 (v.19, no.4) 552-557页)

中国科学家申请IODP航行

(一) 中国科学家申请IODP航行程序

- 1、登录IODP-MI网站，了解拟申请航次具体科学目标及本人拟开展的科学的研究工作；
- 2、向中国IODP提出申请，具体联系中国IODP办公室 (<http://www.iodp-china.org>)；
- 3、经中国IODP确认和同意，向IODP的相关IO推荐；
- 4、相关IO进行资格确认后向拟申请航次的首席科学家推荐；

(二) 中国IODP提供航行资助

- 1、参加相关航次的签证申请及国际差旅费（≤2万元）；
- 2、参加航次后采样会议的签证申请及国际差旅费（≤2万元）；
- 3、航次后实验室初始研究经费（2万元，需要提交研究计划，该计划要大致说明相关成果的提交时间，并以此作为考核依据）；
- 4、鼓励申请国家自然科学基金项目。

(三) 常见问答

- 1、我可以申请IODP航行吗？

答：国内高等院校、科研院所等单位从事地球科学基础研究的科研人员均可提出申请。

- 2、在校大学生可以申请参加航行吗？

答：在校大学生、研究生可以申请，但要在相同航次科学家中找到一位指导人员。

- 3、需要推荐信吗，向什么部门申请？

答：申请人以科学家个人身份直接向“中国IODP办公室”申请，填写申请表，提供个人英文履历。不需要推荐信，不需要本单位盖章。

- 4、如果我获准参加航行，可以获得资助吗？

答：如果申请人获准参加、并顺利完成航行，中国IODP提供航行者有关航行、国际会议的全额资助，并提供航次后实验室研究初始经费。

- 5、我怎样申请DSDP/ODP/IODP钻井岩芯样品？需要多少经费？

答：中国科学家可以直接向美国ODP/IODP申请有关航次的岩芯样品、数据、图片等全部钻探资料。中国已支付ODP/IODP成员费，全部样品和资料的申请对于科学家个人是免费的。

Chinese Application Form for Membership in IODP Expedition Scientific Parties

I. CONTACT INFORMATION (Please keep us informed of any changes in the following information)

Name (first, middle, last): _____

Institution: _____

Department: _____

Institution Address: _____

Telephone (Word): _____ (Home) _____ (Fax) _____

Email Address: _____

Present Title: _____ Country of Citizenship: _____

Place of Birth: _____ Date of Birth: _____ Gender: _____

Passport No.: _____ Place Issued: _____ Date Issued: _____ Exp. Date: _____

Education (Highest degree – Ph.D., M.S., or B.S.): _____ Date: _____

Are you currently a student? _____ (If yes, see note below)

II. EXPEDITION INFORMATION

Expeditions of Interest (Please limit selection to no more than three):

Expedition Number: _____ Title: _____

Platform: Riser / Non-riser / MSP Participation: Full Expedition / Partial* / Shorebased*

Expedition Number: _____ Title: _____

Platform: Riser / Non-riser / MSP Participation: Full Expedition / Partial* / Shorebased*

Expedition Number: _____ Title: _____

Platform: Riser / Non-riser / MSP Participation: Full Expedition / Partial* / Shorebased*

(* Provide detail of proposed participation in an accompanying letter)

Reason (s) for Interest (if necessary, expand in letter):

_____Personal and/or scientific references (name and address):

_____Previous DSDP/ODP/IODP involvement and nature of involvement (expedition participant, shore-based participant, etc.):

FIELD OF EXPERTISE

Please mark an "X" by your area (s) of expertise.

- Biologist
- Microbiologist
- Inorganic Geochemist
- Organic Geochemist
- Geophysicist
- Hydrologist
- Logging Scientist
- Oceanographer
- Paleomagnetist
- Paleontologist (Diatom)
- Paleontologist (Dinoflagellate)
- Paleontologist (Foraminifer - Benthic)
- Paleontologist (Foraminifer - Planktonic)
- Paleontologist (Megafossil)
- Paleontologist (Nannofossil)
- Paleontologist (Phytoplankton)
- Paleontologist (Radiolaria)
- Paleontologist (Silicoflagellate)
- Palynologist
- Petroleum Geologist
- Petrologist
- Igneous Petrologist
- Metamorphic Petrologist
- Physical Properties Specialist
- Sedimentologist
- Seismologist
- Stratigraphic Correlator
- Structural Geologist
- Downhole Measurements

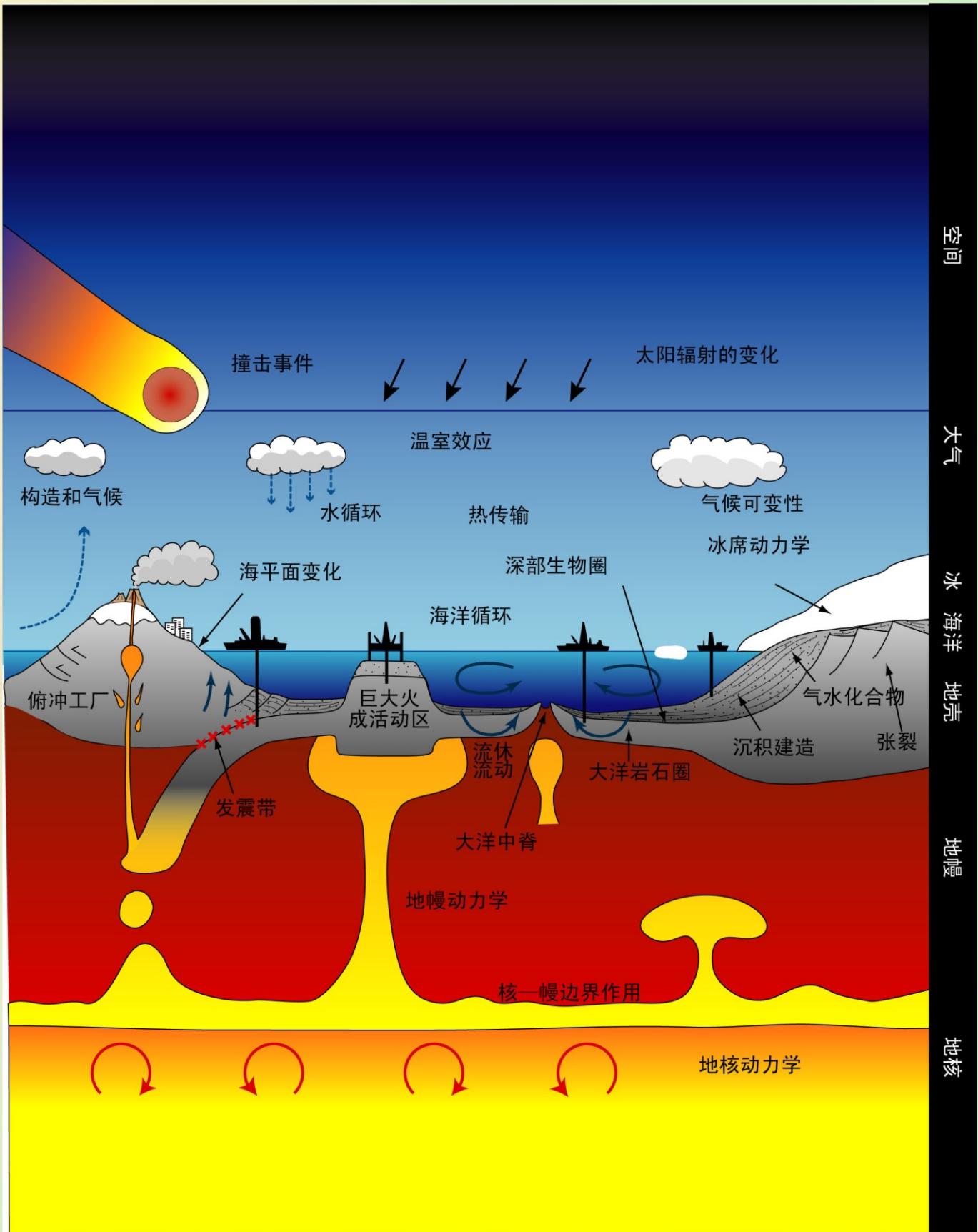
空间

大气

冰 海洋 地壳

地幔

地核



地球系统的组成、作用和现象
据《IODP初始科学计划——地球、海洋与生命》

IODP-CHINA

Newsletter

编辑：中国IODP办公室

地址：上海市四平路1239号 邮编：200092

同济大学海洋地质国家重点实验室

电话：021-65982198 传真：021-65988808

Email: iodp_china@mail.tongji.edu.cn

[Http://www.iodp-china.org](http://www.iodp-china.org)