

文章编号 2001-8166(2003)05-0656-06

中国加入国际大洋钻探计划的 5 年总结 (1998—2002)

中国大洋钻探学术委员会

摘 要 国际大洋钻探计划(ODP, 1985—2003)及其前身深海钻探计划(DSDP, 1968—1983)是 20 世纪地球科学规模最大、历时最久的国际合作研究计划,30 多年来一直在推动学科发展的前沿,导致了学科的一场革命。我国经国务院批准于 1998 年春正式加入大洋钻探计划,年付 50 万美元,成为第一个“参与成员”(associated member)。加入大洋钻探计划近 5 年来,已经取得重大进展。

(1) 成功地在南海实施了 ODP184 航次。这次在我国科学家建议、设计和主持下的航次在南海 2 000 ~3 000 m 深水区的 6 个站位取芯超过 5 000 m,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。在航次后的研究中,我国取得的成果也遥遥领先,不仅在不同时间尺度上取得了西太平洋区迄今为止最佳的深海沉积记录,而且在气候演变的周期性、亚洲季风变迁和南海盆地演化等方面获得了大量创新成果,其中包括学术上的突破性进展,目前正在逐步向国际学术界展示。

(2) 促进了我国深海基础研究及其基地建设。加入 ODP 近 5 年来,我国深海基础研究迅速发展,继国家自然科学基金重大项目(东亚古季风的海洋记录)后,又于 2000 年底启动了国家重点基础研究发展规划项目“地球圈层相互作用中的深海过程和深海记录”,并实现了深海国家重点基础研究发展规划(973)项目和“大洋专项”的相结合,已有教育部、中国科学院、海洋局、国土资源部等部门的 10 多个实验室或研究所在不同程度上加入深海基础研究,其中包括至少 6 所重点大学在内,已经初步建成了以深海研究为重要目标的重点实验室,初步涌现出一批有成就的青年科学家。

(3) 增强了我国在有关国际学术界的地位。尽管我国支付的成员费只占 ODP 整个预算的百分之一强,4 年来所起的作用已远不以此为限。特别在筹备新的“综合大洋钻探”计划中,我国代表在有关专业组中的席位已应邀由 2 个增至 5 个,仅 2001—2002 年春一年内就有 3 次大洋钻探的国际会议在我国举行,近 5 年来 ODP 和筹备中的 IODP 方面至少有 6 批共数十人次访华,是 90 年代新加入 ODP 各个成员中最为活跃的一个。

大洋钻探是一项长周期、高层次的国际科研计划,近 5 年来我国以南海航次为中心的研究成果刚开始产出,预计近两年内将达到高潮,而随之建立起来的队伍和基地也可望在未来几年在更大领域范围内进入国际前沿,取得新的重大进展。

关 键 词 国际大洋钻探计划;中国;深海钻探

中图分类号 P714.6 文献标识码 B

0 引言

国际大洋钻探计划(ODP, 1985—2003)及其前身深海钻探计划(DSDP, 1968—1983),是20世纪地球科学规模最大、历时最长的国际合作研究计划,30余年来在全球各大洋钻并近3000口,取芯近30万m,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。但是中国的地质学界却长期置身于这股学科发展的洪流之外,只能从文献中获悉深海科学钻探的成就。

1995年初,中国科学院地学部10余位院士联名上书国务院领导,建议中国加入大洋钻探国际合作,提出“参加大洋钻探国际合作,是我国在发展地球科学和促进海洋开发方面最为有效的一种投资,并将在很大程度上决定21世纪我国地球科学在国际上的地位”。这项建议,在1995年11月得到国务院领导批准。通过多次谈判,1998年4月我国正式加入大洋钻探计划,年付50万美元,成为第一个“参与成员”,实现了中国地质学界10多年的夙愿。此后的近5年中,我国派出10余人次参加大洋钻探管理和业务机构的国际会议,到2003年共派出8人次登船参加航次,并有十几个实验室投入大洋钻探岩芯与资料的分析,国际大洋钻探在我国举办了3次业务与学术会议,中国已经成为大洋钻探国际群体中的积极成员。

4年来,我国地质学界十分珍惜这进入国际前沿的良机,在各有关部门的大力支持下取得了举世瞩目的成绩,为我国地质和海洋科学的发展起了重要的推动作用。下面按“南海大洋钻探”、“深海基础研究”和“国际学术地位”三方面分别阐述。

1 南海大洋钻探

大洋钻探计划的主体活动是每年6次的钻探航次。通过国际评审与投票选举,从各国学者的建议书中择优实施。每个航次2个月,在两位首席科学家主持下进行科学钻探。通常历时数年的航次后研究各种新发现、新成果,而这些新发现、新成果全都建立在钻探航次之上,每年多达4000万美元的总预算,主要也花在这6个航次的筹备、实施和后续工作上。因此,争取在我国海区实施大洋钻探航次,是我国加入大洋钻探的首要目标。

1.1 航次的争取

早在1995年底,我国高校、中国科学院、海洋

局、地质和石油等五大系统10余个单位的学者多次磋商后,决定就南海古环境和构造以及冲绳海槽演变为题提出3份大洋钻探建议书。其中由同济大学海洋地质实验室负责的“东亚季风在南海的记录及其全球气候意义”一份获高度评价,经1996年底修改后,在1997年度大洋钻探学术委员会的全球建议书评审中获第一名,正式列为大洋钻探航次。

然而从航次的学术审查和批准到航次的实施,其间有着相当大的距离。为了保证钻探并位确实能达到学术目标和保证海上钻探的安全,大洋钻探有专门的并位调查组、安全防污组,国际权威学者对提议的并位逐一审查。为此,我国有关单位群策群力,在与德国合作者共同努力下,两年时间里4次提交站位调查和安全报告,3次出国答辩,3次更换并位,于1998年7月全部5个建议站位获得通过,保证了1999年春南海大洋钻探的实施。

1.2 航次的实施

1999年2月18—4月12日,大洋钻探船“JOIDES·决心号”来南海进行ODP第184航次,我国汪品先院士是两位首席科学家之一,海峡两岸和当时在海外工作的9位中国科学家积极参加,实现了中国海深海科学钻探零的突破。184航次在南海南北6个深水站位钻孔17口,从水深2000~3300m的海底钻入地层,最深的一口深入海底以下850m,取得高质量的连续岩芯共计5500m,取芯率将近95%,超额完成了预定任务(表1)。

作为中国海区第一次深水科学钻探,ODP 184航次使用了当代最先进的动力定位、液压取芯、一点三孔和一系列新颖的录井与测试技术,取得了南海海底张裂以来将近32Ma的连续深海沉积纪录,为研究东亚和西太平洋区的古环境长期演变历史提供了最佳剖面,也为揭示南海的变迁过程和开发南海的矿产资源,提供了极其宝贵的材料。其中中东沙海区的1144站取得的近1Ma第四纪地层厚近500m,是南海迄今所知深海沉积速率的最高记录,为高分辨率古环境研究提供了宝贵资料。位于陆壳最外缘的1148井,获得了南海扩张以来30Ma以上的沉积记录,为研究南海演变的历史提供了完整的档案。南沙海区唯一的站位ODP1143站,由于该区存在的国际纠纷和安全问题,先后克服了政治障碍、航图困难、机械故障和最后出现的防止海盗问题,方才钻探成功。这个站位在实施钻探前遇到的困难最大,而事后的研究很可能证明其地层记录的质量最佳。

表 1 南海大洋钻探钻井统计

Table 1 Statistics of ODP Leg 184 Sites in the south China sea

海区	站号	位置	水深 (m)	最大井深 (m)	钻孔数	井底年龄 (万年)	岩芯总长度 (m)
南沙	1143	9°22'N, 113°47'E	2 272	500	3	~1 100	1 100
	1144	20°03'N, 117°05'E	2 037	450	3	~100	1 110
	1145	19°05'N, 117°08'E	3 175	200	3	~300	555
东沙	1146	19°07'N, 116°46'E	2 092	600	3	~1 900	1 450
	1147	18°00'N, 116°03'E	3 246	80	3	~140	240
	1148	18°00'N, 116°04'E	3 294	850	2	~3 200	1 000

1.3 航次后研究

南海大洋钻探航次之后,在国家自然科学基金委员会重大项目的支持下,由 5 个城市 8 个实验室通力合作,展开了多学科的岩芯分析工作。航次后两年内,在保证国际标准质量前提下,高效率地完成了稳定同位素分析 12 721 次,各种微体古生物分析 13 066 次,孢子花粉分析 2 308 次(表 2),其数量之多、速度之快为国际学术界所罕见。

表 2 南海大洋钻探我国完成的航次后分析工作量(2001 年底统计)

Table 2 Post-cruise research carried out by Chinese scientists for Leg 184 (as of 2001)

分析项目	完成数量
氧、碳同位素分析	12 721
微体古生物分析	13 066
孢粉分析	2 308
地球化学分析	11 960
矿物、粒度、粗组分析	13 774
合计	53 829

ODP184 航次的研究成果,正在陆续出版中。截止 2001 年底,已经出版的论文有 81 篇,其中属 SCI 刊物的论文 30 篇。2001 年出版了《中国科学》南海大洋钻探专辑,12 篇论文从不同角度报道了 184 航次的初步研究结果,而国际刊物的论文从 2002 年开始陆续提交。一批重要成果正陆续在 EPSL、Geology 等学报刊出,Marine Geology 与 Marine Micropaleontology 将出版专辑。2000 年 4 月、2001 年 3 月和 2002 年 1 月,先后 3 次国内成果汇报会检阅逐年的学术进展。2001 年 5 月,国际大洋钻探 184 航次后暨古季风国际学术讨论会在北京举行,全部 65 个报告中我国占 40 个,优势十分明显(表 3)。

参加南海大洋钻探,也为我国培养具有全球事业、与国际接轨的地质人才提供了良机。几年来,一批研究生和大学生参加了大洋钻探岩芯、资料的分

表 3 南海大洋钻探航次后我国研究成果统计(2001 年底止)

Table 3 Summary of publications for the post-cruise research of Leg 184 by Chinese scientists

出版论文				
国际 SCI	国内 SCI	国内核心期刊	国际专著	总数
7	23	50	1	81
国际会议报告		国内会议报告		总数
60		110		170

析,在南海 184 航次基础上完成学位论文的研究生,仅同济大学便有 5 人在近两年内获得了博士或硕士学位(表 4),其中部分成果已在国外发表。

表 4 两年来在南海 ODP 材料基础上完成的同济大学学位论文

Table 4 List of degree thesis based on Leg 184 in Tongji University during the past two years

学位	研究生	论文	日期
博士	王吉良	18 Ma 以来南海北部地区浮游有孔虫组合与古海洋变化	2001.5
硕士	周震	南海北部 50 万年来浮游有孔虫组合变化与古海洋学研究	2001.7
博士	黄宝琦	南海北部晚上新世以来的有孔虫群与东亚季风演化	2002.3
博士	房殿勇	南海深水相渐新统及其生烃潜力	2002.7
博士	田军	南海 ODP1143 站有孔虫稳定同位素揭示的上新世至更新世的气候变化	2002.12

通过分析研究,至少在以下 4 方面取得重大进展:

1.3.1 建立起西太平洋区最佳深海地层剖面

东沙海区水深 3 300 m 的 1148 站,在生物地层学、磁性地层学研究的基础上,分析 1 600 多个样品有孔虫的稳定同位素成分,取得了 26 Ma 以来平均分辨率 16 ka 的连续记录,这是西太平洋海域最为连续、分辨率最高的长期深海记录,也是世界大洋迄今为止唯一不经拼接的晚新生代同位素连续剖面。同时在南海海域 1143 站,经过 1 800 个样品的稳定

同位素分析,取得了平均分辨率为 $2\sim 3\text{ ka}$ 的 5 Ma 连续记录,也是世界大洋最好的剖面之一。通过1144站岩芯物理性质的数据处理,更取得了平均分辨率 $20\sim 30$ 年的晚第四纪古环境记录。

1.3.2 揭示了气候周期演变中热带碳循环的作用

南沙1143站 5 Ma 的碳同位素记录展现出从40万年的偏心率长周期到1万年的半岁差周期,大大丰富了对于气候周期演变历史的认识,揭示出低纬海区太阳辐射量的变动引起季风、厄尔尼诺等热带过程的变化,导致碳循环的周期性变迁。这类以岁差周期为基础的热带气候变化,很可能在第四纪时期还通过碳循环对冰期旋回的进程和规律产生影响,使得地球系统以低纬和高纬区互相作用,水循环和碳循环相互结合,短周期和长周期相互叠加的形式不断演化,表明第四纪气候旋回不仅有高纬区的冰盖驱动,而且有低纬区的热带驱动。

1.3.3 东亚季风演变的深海记录

184航次首次为东亚季风的历史取得了深海记录,得以和印度洋取得的南亚季风进行对比。分析表明,南海记录的古季风信息以冬季风为强,因而在轨道驱动的周期性和识别古季风的替代性标志上都与南亚季风不同。然而,晚新生代的连续记录表明东亚和南亚季风的演变的阶段性十分相似,在 $7.6\sim 6.5\text{ Ma BP}$ 、 $3.2\sim 2.2\text{ Ma BP}$ 等时段均有明显的强化,频谱分析也展示冬季风受冰盖大小的控制。南海深水记录中的季风变迁与我国内地的黄土剖面对比良好,为我国气候历史研究的海陆对比提供了依据。

1.3.4 南海演变的沉积证据

1148站的地层覆盖了几乎南海海盆扩张的全部历史,第一次为盆地演化提供了沉积证据。深海相渐新统的发现,表明海盆扩张初期已经有深海存在,微体化石分析又展现了海盆逐步加深的过程。而渐新世晚期约 25 Ma 前的构造运动,不仅造成了南海的沉积缺失、搬运和成岩作用,而且揭示了东亚广泛存在的早、晚第三纪之间巨大构造运动的年龄。南海大洋钻探也为我国海区深海沉积的开展提供了宝贵材料,例如发现东沙东南高速沉积体,其物源可能来自台湾,中新世和早上新世南海处于河流输出物低值和生物成因碳酸盐沉积的高值期,出现南海南北沉积环境相似的局面。

184航次的研究成果远不止以上4点,如生物地层学的进展澄清了南海北部陆架含油盆地地层对比中的重要问题,火山灰层的发现又为南海周围岩

浆活动历史提供了新证据等。

2 深海基础研究

参加国际大洋钻探计划,有力地促进了我国的深海基础研究及其基地建设。这里有着184航次的直接效果,也有着推动我国深海研究的辐射效应。南海大洋钻探的直接效果,是为我国在南海的深海地质研究和资源开发奠定了新的基础。我国一系列重大计划,诸如天然气水合物专项和边远海国家重点基础研究发展规划项目,以及深海扇石油勘探项目,均以184航次的钻井为据点布设地震剖面,或直接利用其钻井岩芯或数据进行分析研究。至于南海大洋钻探的辐射效应,则是促使我国的海洋地质向更深更远的深海方向前进,使得长期以来以近岸浅海为主的状态向深、浅并举的新格局转变。

90年代中期以前,我国虽然早已在大洋资源调查等方面开展工作,但是与深海基础研究联系不多;我国也有不少关于深海钻探与大洋钻探的报道,但是主要限于文献资料工作方面。围绕着加入大洋钻探和南海航次的进展,从1996年起组织了三届“中国大洋钻探学术讨论会”,从1998年起印发了8期“中国大洋钻探通讯”,从1994年起先后邀请10余位国际大洋钻探的负责人和专家来华讲学,推动了我国地质界对以大洋钻探为核心的深海基础研究的注意和投入。

加入大洋钻探计划4年来,我国深海基础研究迅速发展。继国家自然科学基金委员会设立重大项目“东亚古季风的海洋记录”(1998—2002)之后,2000年底国家科技部又启动了“地球圈层相互作用中的深海过程和深海记录”国家重点基础研究发展规划项目(2001—2005)。我国已经开展10年的“大洋专项”也提出了推动我国地球科学发展的任务,实现了深海国家重点基础研究发展规划项目与大洋专项的相互结合,并在热带西太平洋成功地进行了海上调查。目前,已有教育部、中国科学院、海洋局、国土资源部等部门10多个实验室或研究所,在不同程度上加入深海基础研究,其中包括至少6所重点大学在内,已经初步建成了以深海研究为重要目标的重点实验室,初步涌现出一批有成就的青年科学家。

深海基础研究的国际合作计划,还限于大洋钻探,我国也已经或正在加入与大洋钻探密切相关的其它国际计划。如以深海晚第四纪古环境研究为对象的国际海洋古全球变化IMAGES研究计划,我

国是其创始成员之一,多年来始终积极参加航次和交流活动,以深海热液作用为重点的国际大洋中脊 InterRidge 计划,我国已作为通讯成员加入;以洋、陆交界海区为目标的国际大陆边缘 InterMargins 计划处在创建阶段,我国亦已参加其活动。同时,大洋钻探也促进了深海资源勘探中的基础研究,如我国天然气水合物的项目便是利用南海航次的机会开展研究的。总之,一个以 ODP 为中心,全方位广角度的深海研究力量正在我国逐步形成。

3 国际学术地位

南海大洋钻探的成功和 4 年来我国在大洋钻探方面的国际活动,使我国在深海研究领域中的国际学术地位明显增高。我国加入大洋钻探不到一年,就能在中国海区实现大洋钻探,我国提出的钻探建议书,只经过一次修改便正式列入实施计划,这在大洋钻探历史上是十分罕见的。南海的 ODP184 航次,是根据中国学者提出的钻探建议书,按照中国学者设计的井位和思路,在中国学者主持下顺利实施的,全船 28 位科学家中 9 位是海内外的中国科学家。在航次后研究的国际总结会上,我国完成的分析工作量和提交的研究报告也占主要地位,远在各国外之上。南海大洋钻探的成功,一方面反映了我国地球科学界的实力和水平,另一方面也反映了我国在国际活动中有组织的集体力量。正是各部委、各单位共同提供地震剖面等资料,才保证了航次建议和井位论证的通过;正是各部门包括总参在内的及时支持,才保证了南沙钻探的实现。

正因为如此,尽管我国支付的成员费只占 ODP 整个预算的百分之一强,4 年来所起的作用已远不以此为限。特别在筹备新的“综合大洋钻探”计划中,我国代表在有关专业组中的席位已应邀由 2 个增至 4 个。与此同时,围绕大洋钻探的国际学术界对中国的兴趣大增,各个业务组和不少航次的总结会纷纷提议要在中国举行。仅 2001 年春以来一年内就有 3 次大洋钻探的国际会议在我国举行,即 2001 年 3 月在上海召开的大洋钻探学术委员会和运行委员会会议,2001 年 5 月在北京召开的 ODP184 航次总结会,以及 2002 年 2 月在北京召开的大洋钻探井位调查组会议,与会者对中国在深海研究中取得的进展和表现的热情大为赞赏。4 年来 ODP 和筹备中的 IODP 方面至少有 6 批共数十人次访华,是 90 年代新加入 ODP 各个成员中最为活跃的一个。

4 体会与问题

4 年来取得的进展十分显著,但是毕竟还只是我国跨入国际深海基础研究前沿领域的开始。大洋钻探是一项长周期、高层次的国际科研计划,发达国家 30 多年来积累的实力决非短期内能够全面赶上的。另外,基础研究从开始着手到成果的显示本身也不是一个短周期,4 年来我国以南海航次为中心的研究成果刚开始产出,预计近两年内将达到高潮;而随之建立起来的队伍和基地也可望在未来几年在更大领域范围内进入国际前沿,取得新的重大进展。回顾 4 年的工作,至少可以提出以下几方面的体会与存在的问题:

(1) 参加 ODP /IODP 要发挥中国地域特色,将国际前沿问题与我国的需求或优势结合起来,南海航次的争取成功便是一例,使得参加国际合作能为我所用。

(2) 在广泛参加国际合作的同时,应当以争取我国感兴趣的航次作为重点,为此要充分重视提出建议书和相应的学术讨论与站位调查工作,争取实现以我国为主或者由我国参加筹备的航次。

(3) 要继续积极推进我国各部门、各项目深海研究力量的合作与协调,将参加国际 IODP 计划和其他相关计划(如 InterRidge, IMAGES 等)的努力结合起来。

(4) 参加 ODP /IODP 既要支付国际费用,也要有国内运行和科研经费的保证,4 年中科技部和国家自然科学基金委员会起了重要的作用,在 IODP 期间应进一步加强落实。

(5) 要有高效率的管理联络系统,秘书处可以设在直接有关的研究实体,有专业人员参加,以便能随时实现国内和国际的联系。

(6) 要扩大影响,增加决策层、社会公众和工业界的了解,引起广大学术界和青少年的兴趣。

的确,“在 20 世纪的后半叶,深海大洋是地球科学的突破口,在当前地球系统科学的发展中,深海又是认识中的关键和薄弱环节。由于历史的原因,我国未能参加 20 世纪由深海研究引发的地球科学革命。直至今日,深海研究的薄弱仍然是中国地球科学发展的制约因素。”(中国科学院地学部战略组,2002:地球科学——世纪之交的回顾与展望)相信只要持之以恒,充分意识到深海学术竞争的科学、经济和政治意义,及时加强深海研究力量和基地建设,我国必定能尽早在世界大洋科研中取得重要

的成果和地位。

CHINESE PARTICIPATION IN ODP : A FIVE - YEAR (1998-2002) SUM M A R Y

Science Committee of ODP -China

Abstract : China joined ODP as its first associate member in 1998 . Achievements made during the past five years (1998-2002) can be summarized as follows : (1) The operation of ODP Leg 184 in the South China Sea , which was mainly proposed and co-chiefed by Chinese scientists . Post cruise research of Leg 184 by Chinese scientists have contributed to our new understanding of the east Asia monsoon history , cyclicity of climate change and the evolution of the South China Sea . (2) A series of deep sea related research projects are funded by government agencies including National Natural Science Foundation of China and Ministry of Science and Technology . More than 10 institutions from different government agencies as well as universities have been involved in these researches . As a result , the research capacity of these institutions has been strengthened and new promising young scientists have been trained . (3) The past five years have seen the increasing involvement of Chinese participation in ODP . ODP SCICOM and panels held their meetings in China . There is an increasing number of visits to China by ODP - related scientists . Accordingly , more Chinese scientists are represented in ODP and IODP interim panels .

Key words : China ; ODP ; Sum m a r y .