

OD21 专栏

刘广志主编

编者按 进入 21 世纪以来,世界性的大洋、大陆科学钻探活动方兴未艾。日本海洋科学技术中心(JAMSTEC)提出了“21 世纪大洋综合钻探计划”(Integrated Ocean Drilling Program in the 21st Century,简称 OD21)。该计划雄心勃勃,将利用超大型船只,装备全套现代化高新技术,穿过 4000 m 水深,钻入岩石圈和上地幔 7000 m,以了解地壳演化、地震机制、深部流体、生物演化以及小行星碰撞造成生物灭绝等的进一步的信息。目前,美国已参加这一宏伟计划,而且各项筹备工作正在加紧进行,中国同行们有必要对 OD21 的进展作深入的了解。此外,国际大陆科学钻探计划(ICDP)所支持的夏威夷科学钻探项目(HSDP)、贝加尔钻探项目以及墨西哥奇克休罗博陨石撞击坑的科学钻探进展等的丰富成果都是我们应该知道的最新资料。ICDP 为了研究火山学,以及至今还不清楚的它的形成与喷发机制,将与日本合作钻探云仙火山穿过火山岩浆管。

为了扩大我国钻探界和地球科学界的视野,本刊自 2002 年第 3 期起开辟“科学钻探——OD21”栏目,由中国大陆科学钻探工程中心、国家科学钻探专业实验室、北京探矿工程研究所共同编译,刘广志院士任专栏主编。

挑战地球科学的新前沿

21 世纪大洋综合钻探计划(OD21)

刘广志

(国土资源部 咨询研究中心 北京 100812)

摘要 简要介绍即将实施的“21 世纪大洋综合钻探计划”的目的、要求、设施等。

关键词 21 世纪大洋综合钻探计划;全球变暖;岩心;科学钻探

中图分类号:P634 文献标识码:A 文章编号:1000-3746(2002)03-0055-03

Challenge the New Frontier of Earth Science—Integrated Ocean Drilling Program in the 21st Century(OD21) LIU Guang-zhi (Consultation and Research Center of the Ministry of Land and Resources, Beijing 100812, China)

Abstract: The targets, requirements, facilities of Integrated Ocean Drilling Program in the 21st Century that is going to carry into execution are briefly introduced.

Key words: integrated ocean drilling program in the 21st century; global warming-up; scientific drilling

世界各国科学家长期以来通过地球卫星、遥感和科学钻探等先进技术获取地球深部信息,以期研究和解释人类普遍关注的事件。下面介绍新一轮 21 世纪大洋综合钻探计划(简称 OD21)。

1 大洋钻探现状及进展

大洋钻探项目始于 1961 年,尔后于 1968、1975 和 1985 年,先后组织实施了规模越来越大、钻探深度越来越深,参加的成员国越来越多的深海钻探(DSDP)。例如,1968 年执行的深海钻探计划用的是 Glomar Challenger 钻探船,从水深最深钻入海底 1412 m,其中钻入玄武岩 583 m;海上平台探石油水

深仅 2328 m。1985 年 ODP(大洋钻探计划)使用“决心号”钻探船(JOIDES Resolution)在西太平洋钻最深的 504B 孔,水深 3400 m,钻入洋壳 2000 m,是世界海底第一深孔(见表 1)。特别是 1985 年组织实施的大洋钻探计划(ODP)取得了巨大成果,证实了小行星碰撞造成包括恐龙大灭绝,将重写地球科学史,更增强了科学家们必须要从地球深部取得“一套地球生态环境数据库——岩心”的共识。我们可以从大洋科学钻探岩心的样品中提取信息,通过分析可以重建过去地球环境模型。

科学家们深切地感到,多次大规模海上钻探活动虽然都取得了许多可贵的资料,但对地球科学需

* 本文原载《中国工程科学》2001 年第 2 期,本刊转载时有删节

收稿日期:2002-03-12

作者简介:刘广志(1923-),男(汉族),广东番禺人,国土资源部咨询研究中心咨询委员,中国工程院院士,《探矿工程(岩土钻掘工程)》杂志顾问,北京市东城区东直门 125 号(100085)。

表1 大洋钻探资料表

年份	项目名称	钻探深度/m		钻探船名称	参加国家
		水深	海底深		
1961	US			CUSS-1	
1968	深海钻探 (DSDP)	6000	1412	Glomar Challenger (证明板块构造存在)	
1975	IPOD			Glomar Challenger	法、德、 日、英、 苏
1985	大洋钻探 (ODP) (验证小行星 碰撞地球)	3400	2000	JOIDES Resolution	

要了解的深部问题却显不足。随着科学技术的发展和钻探技术水平的提高,现代科技已经能在复杂条件下钻更深的钻孔。日本科学技术厅(STA)与日本海洋科学技术中心(JAMSTEC)联合美国有关部门倡议一项21世纪大洋综合钻探计划(OD21)。该计划的任务是:钻孔要直入地球的上地幔,对一些基础问题,诸如地球变暖、地震发生的机制、生命起源等进行研究。OD21计划钻探水深初步为2500 m,最终达到4000 m,挑战性的海底以下钻孔深度7000 m。目前已有22个国家参加这一宏伟计划。

2 21世纪大洋综合钻探计划(OD21)的目的
现就该钻探的研究方向作简要说明。

2.1 全球变暖,未来会怎样发展

地球变暖的加快可能引起生态环境千奇百怪的变化,是人类从来没遇到过的。过去全球变化的知识,对将来的了解和预测是绝对重要的。通过OD21计划的执行,必须能对实际全球气候变化和对生态环境的影响作出预报。

21世纪大洋综合钻探计划(OD21)的大洋综合钻探船主要指标:全长210 m,一般钻探水深2500 m,吃水9.2 m,最深钻探水深4000 m,航行速度10 kn(18.25 km/h),洋底以下最大钻探深度7000 m。

大洋综合钻探船如图1所示。

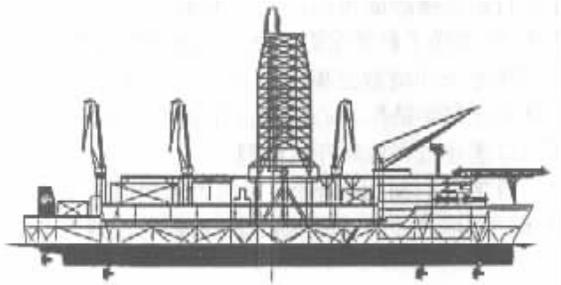


图1 大洋综合钻探船示意图

现代大洋钻探计划结果证实,地球环境经常在

温热与寒冷期之间频繁变化,甚至在人类刚刚出现时,冰川期都反复有记录存在。哪种因素激发了过去的全球气候变化?变化又如何影响了地球的生态?OD21的目的之一就是对这些现象建立一项很具体细致的记录(见图2)。

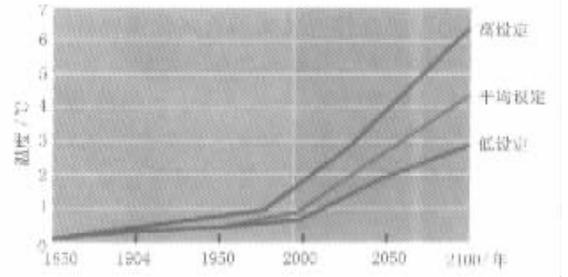


图2 全球温度变化与预测
(1765年以后大气温度升高(°C)曲线)

2.2 地震发生带的活动机制

地震发生带是经常产生强烈地震的震源地,称动力带(dynamic zone),在岩石圈以下约10 km至数十千米处。

2.2.1 钻穿深部地壳接近地震发生带

唯一能直接达到地震发生带的方法,是用大洋隔水管钻探设施。采取岩心样品,检测其结构、物理性质、化学成分等。可以在钻孔内安装多种监测传感器,以有效观测洋底下面的原位变形过程。

2.2.2 用长期监测系统认识地球

监测系统放入钻孔孔口以记录地球内部的各种动态活动,类似内窥镜和一台CT扫描仪检查人体一样(见图3)。

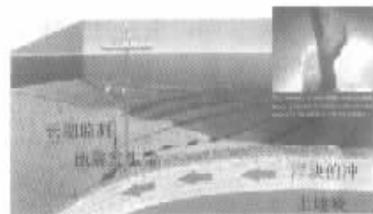


图3 地震发生带
(大量强烈地震发生在洋块边界,OD21能第一次钻到地震发生带,带箭头处为动力活动带)

2.3 从了解地幔之迷解读地球驱动力的来源

地球因大陆漂移和巨大的火山活动,曾戏剧性地改变了形态。这种巨大的驱动力究竟从何而来?研究表明,动力来自一个奇妙的层圈叫“地幔”。它是由固体物质组成,但同时具有某些液态性质。

设法在海底深处通过深部海底钻探(据认为大洋底部距离地幔要近得多),把钻孔钻入地幔,取得

地幔物质样品是地球科学家梦寐以求的一件大事 , 像登上月球一样重要。其目的是为了研究地球内部发生的动力活动 , 并产生了哪些新动向(见图 4)。

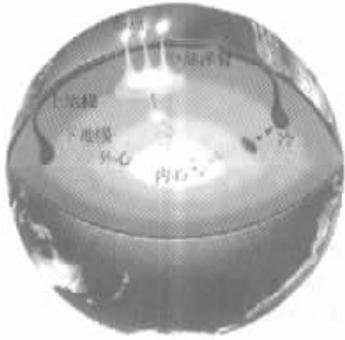


图 4 大量熔岩在地幔处对流(超高温的上升与低温的下降)被认为是造成众多生态环境影响的主要原因

2.4 从洋壳热泉喷口处寻觅生命进化

近年来有一种新假说:地球上最早的生命诞生在洋壳喷出的热泉喷口。尽管因为高温高压、岩层酥脆属于钻进困难地区,但新技术能在这些地区开展钻探和检测工作(见图 5)。

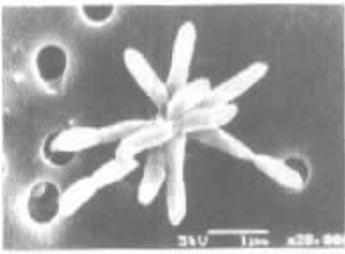


图 5 有机微生物生活于热泉喷口极端情况下,表明在海底存在另一生物圈

2.5 大碰撞后的生命进化

小行星碰撞地球已经发生了几次,促使地球生命史多次断代。由于巨型火山喷发,瞬间快速破坏

地球生态环境,有时还破坏海洋生物。

当代 ODP 钻探成果强力支持了长期以来的这项假说:大约在 6500×10^4 年前,发生的小行星碰撞造成了恐龙的灭绝。目前新策划的钻探船隔水管钻探技术能使我们到达以前无法钻到的区域。通过钻探取样,我们期待着能以此为据,来诠释数百万年前,生命和地球上留下来的许许多多的非常奇妙的痕迹(见图 6、7)。

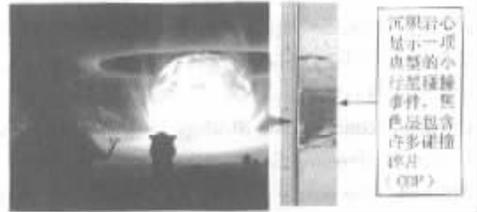


图 6 小行星碰撞造成全球变化与大量生物灭绝(包括恐龙)



图 7 扫描分析岩心样中的微体化石和化学成分能加深对过去气候变化的认识

2.6 21 世纪生物工程

研究有机微生物学,特别是在极为恶劣条件下,如在深部洋壳区的高温、高压环境下,可能获得一把促进地球初期生命起源和进化研究的钥匙。有可能发现并取得新样品,有助于获得新药品、新材料以及其它大量新物质的开发资源。