

史上首次,中美等12国30位科学家参与

# 人类决心打穿地壳与地幔边界

12月16日,来自美国、英国、中国等12个国家30名科学家,乘坐“决心”号大洋钻探船,抵达位于南纬32度42分、东经57度17分的目标海域,连夜展开大洋钻探工作,准备在二个月内西南印度洋中脊一处名为“亚特兰蒂斯浅滩”的地方,在人类历史上首次打穿地壳与地幔的边界。

——编者

## A “决心”号在“亚特兰蒂斯浅滩”开钻

停泊在西南印度洋中脊海域的“决心”号大洋钻探船,12月20日成功钻取一处名为“亚特兰蒂斯浅滩”的新钻孔岩芯,钻孔编号为U1473A。

12月16日,来自12个国家的30名科学家乘坐美国“决心”号大洋钻探船来到这里开展大洋钻探,最终目的是实现人类历史上首次打穿地壳与地幔的边界。而本航次的目标是钻取1300米的岩芯。其中来自中国科学院地质与地球物理研究所刘传周研究员和同济大学海洋地质国家重点实验室马强博士全程参加。

位于南纬32度42分、东经57度17分的“亚特兰蒂斯浅滩”,虽然掩盖在一望无际的海水下700多米,但经过多年

## B 12个实验室为岩芯“体检”

“决心”号上有12个实验室,装备了多种先进的试验仪器,将在第一时间对采上来的岩芯进行快速、复杂、全面的“体检”,同时还将组织科学家在现场对岩芯进行记录和描述。

目前,船上科学家已经分为岩芯描述组(火成岩组、变质岩组、岩石构造组)、地球化学组、岩石物理组、古地磁组、微生物组。航渡期间船上进行了培训和实习,为钻取岩芯后实现各项流程的“无缝链接”做好充分准备。

记者在“决心”号岩芯甲板看到,长达10米的透明岩芯管从钻杆里取出,里面几乎装满了大大小小、形状不一的灰黑色岩芯。“决心”号技术人员首先将长

## C “决心”号神奇的钻探技术

从漂浮于茫茫大海的船上,伸出几千米长的钻杆,穿过海水找到确定的洋底位置,向下钻进千余米的孔,再把孔里的岩芯取到船上,这一看似简单的大洋钻探过程实则难度极大。

深海不能抛锚,如何将船只固定在同一钻孔的上方?当一个钻头磨坏后必须更换,如何保证新的钻头重返钻孔?海浪的频繁颠簸,如何保证几千米长的钻杆不被折断?要解决上述困难,“决心”号离不开三大关键技术:动力定位系统、钻孔重返系统与升降补偿装置。

“决心”号上安装了两个4500马力的主推进器和12个750马力的伸缩式推进器,由船上的计算机动力定位系统统一管理。当抵达预定钻探地点后,船上将一个声呐信号装置投入海底。该装置不断从海底发出声波信号,船上的接收装置将接收的信号输入计算机。当船从固定的孔位上方漂移时,计算机就能根据声波信号,测出漂移的方向和距离,并将数据传给船上的推进器。推进器立即开始工作,自动校正调整船舶位置。这一系统可保证“决心”号在浪高7.5米海况下,将船位控制在水深2%范围内。

钻孔重返系统包括高分辨率的声呐扫描系统和返孔锥装置。在首次钻探

坚持不懈的研究,科学家确信这里是研究地壳与地幔转化的理想“构造窗口”。

连日来,“决心”号大洋钻探船巨大的钻杆夜以继日地旋转,从海底钻取岩芯,目前已钻取上百米深。

据介绍,“决心”号抵达目标海域后,开始进行了大洋钻探前的各项准备工作。包括向海里放一个声呐信号装置,以使船舶保持动力定位;向海里放一个水下摄像机,以寻找合适的岩石安装钻孔重返系统。钻孔重返系统能定位钻孔,并能使钻头离开后重返钻孔,是开展钻探前的重要一步。

根据计划,“决心”号将首先使用旋转式岩芯取样器钻220米深,然后进行井下测量和监测。从井下220米开始继续钻取岩芯,并尽可能地向下深钻,计划钻到1300米。

“决心”号从“亚特兰蒂斯浅滩”钻取的岩芯是深入了解地球历史的珍贵“档案”。由于岩芯是一个“有生命的材料”,它们的自然特性每时每刻都会随着周边环境变化而变化。

长的岩芯管切成1.5米的小段,两端盖上不同颜色的盖子。

岩芯是“有生命的材料”。船上的微生物学家采样后,由技术人员将岩芯按顺序进行拼装和清洗,不完整的部分放上分隔片,紧接着送到物理实验室的各组仪器上进行“体检”。

技术人员使用不同功能的全岩芯记录仪器,首先为它们拍下360度的“全身像”,然后进行快速、非破坏性的密度、磁性、辐射等指标检测。完成“体检”后的岩芯,被切削成相等的两半,一半用于研究,一半用于存档。无论大小,每块岩芯都贴上“身份证编码”,包括航次、钻孔、岩芯段等编号。

用于研究的岩芯样品,将在“决心”号上现场切割、磨片,供科学家第一时间研究,并在本航次结束后邮寄给船上各国科学家。用于存档的岩芯,船上科学家将对它们进行详细的特征描述以及更加深入的“专项体检”,各类数据都将与岩芯一起存入岩芯库。

时,将漏斗状的返孔锥安放在钻孔位置,钻杆通过返孔锥钻入海底。钻头磨损后,要将钻杆取出更换,返孔锥仍留在海底。更换钻头后,将带有水下摄像机的钻杆放到海里。船上通过接收钻孔附近的声呐发射器信号,调整船舶位置。当钻杆与返孔锥相距不远时,船上通过观察海底摄像机,辅助以钻杆上自动装置,让钻头落入返孔锥中。

在大海中钻探,船只时刻都会随着海浪上下颠簸。为解决这一问题,“决心”号上安装了400吨的升降补偿装置,以随时补偿船体随波起伏给钻探带来的不利影响。此外,“决心”号上使用的钻杆也与陆地上用的不一样,是一种可以吸收上下振动的“缓冲钻杆”。

为了提高钻探效率、减少起钻、下钻次数,“决心”号还采用了绳索取芯系统。取芯管放在钻杆内,通过钢丝绳与钻塔的牵引器连接,当取芯管装满岩芯后,牵引器就将其提升上来。由于每次钻探的任务不同,“决心”号上开发了多种型号的取芯管。本航次将采用“回转取芯管”。这是一种旋转的取芯工具,每次能在坚硬的岩石中取出9.5米长的岩芯。

在海底钻探,钻孔中的岩屑如果不及时处理,可能会像“蚁冢”一样堆积在钻孔口周围。这种“蚁冢”超过一定高度势必垮塌,如果垮塌的岩屑重新落入钻孔,就会妨碍钻具旋转,甚至卡钻。因此,“决心”号还专门设计了一个工作系统,通过海水和泥浆的循环作用将岩屑从孔口排出,并清扫掉孔口周围的“蚁冢”。

分别是日本“地球”号大洋钻探船,以及由独立钻井平台和船舶组成的欧洲“特定任务平台”。

建造于1978年的“决心”号原是一艘用于石油勘探作业的钻探船,后改装为科学大洋钻探计划的专用钻探船,是目前世界上最先进的大洋钻探船之一,“决心”号自1985年1月在墨西哥湾进行大洋钻探以来,航行足迹遍及世界各大洋。(红卫)



“决心”号抵达西南印度洋中脊目标海域。(本版图片:新华社发)



“决心”号钻探人员在通过船底与海水相连通的月池上安装返孔锥。

### 选址奥秘

## 西南印度洋中脊为何吸引全世界科学家?

西南印度洋“亚特兰蒂斯浅滩”。为什么这块海域会吸引全世界的科学家?作为南极洲板块和非洲板块的分界线,西南印度洋中脊有独特的超慢速扩张和倾斜扩张的特征,可以让科学家一窥地壳深处的奥秘。

如果去除巨厚的水层,海底地形地貌实际上与陆地很相似:既有平原千里、丘陵逶迤,也有高山峡谷、沟壑纵横。其中,隆起于洋底的巨大“山脉”,撑起了一道道蔚为壮观的“大洋脊梁”。

太平洋的洋中脊位置偏东,称为东太平洋海隆;大西洋的洋中脊位居中央,呈“S”形,向北延伸至北冰洋;印度洋的洋中脊分为3支,呈“人”字形。西南印度洋中脊的西侧与大西洋中脊和美洲—南极洲中脊相交于布韦三联点,东侧与中印度洋中脊和东南印度洋中脊相交于罗得里格斯三联点。

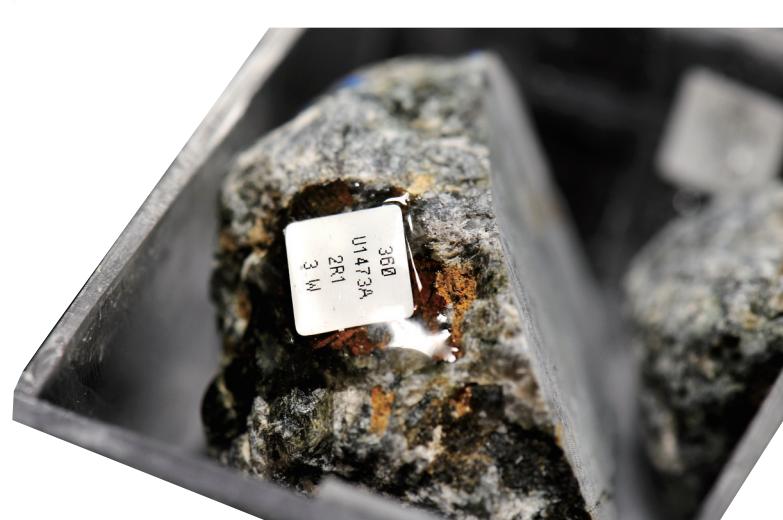
为了提高钻探效率、减少起钻、下钻

次数,“决心”号还采用了绳索取芯系统。取芯管放在钻杆内,通过钢丝绳与钻塔的牵引器连接,当取芯管装满岩芯后,牵引器就将其提升上来。由于每次钻探的任务不同,“决心”号上开发了多种型号的取芯管。本航次将采用“回转取芯管”。这是一种旋转的取芯工具,每次能在坚硬的岩石中取出9.5米长的岩芯。

在海底钻探,钻孔中的岩屑如果不及时处理,可能会像“蚁冢”一样堆积在钻孔口周围。这种“蚁冢”超过一定高度势必垮塌,如果垮塌的岩屑重新落入钻孔,就会妨碍钻具旋转,甚至卡钻。因此,“决心”号还专门设计了一个工作系统,通过海水和泥浆的循环作用将岩屑从孔口排出,并清扫掉孔口周围的“蚁冢”。

分别是日本“地球”号大洋钻探船,以及由独立钻井平台和船舶组成的欧洲“特定任务平台”。

建造于1978年的“决心”号原是一艘用于石油勘探作业的钻探船,后改装为科学大洋钻探计划的专用钻探船,是目前世界上最先进的大洋钻探船之一,“决心”号自1985年1月在墨西哥湾进行大洋钻探以来,航行足迹遍及世界各大洋。(红卫)



图为“决心”号钻取的新钻孔岩芯。

## D 探寻“深部生物圈”

本航次大洋钻探的一个重要科学目标,就是通过研究岩芯中的微生物,探寻下地壳和含水的地幔中是否存在生命,生命的极限形式是什么。

作为一个有生命的星球,地球上的岩石圈、水圈、大气圈和生物圈,通过物质、能量和生命的流转交换,紧密地联系在一起。但人类对地球内部的生物过程还缺乏认知。

“深部生物圈”的发现,是大洋科学钻探取得的最重要成果之一。通过钻取岩芯样品,科学家发现地球生物圈不仅分布在地球表层,还向下延伸至深海沉积物和岩石圈。深部生物圈的微生物处于高温、高压等极端特殊的环境中,具有嗜热或嗜冷、嗜压、嗜盐、嗜碱、嗜酸等不同的生物特征。它们常年深埋地下,新陈代谢极其缓慢,有的物种已存活了几十万年,甚至几百万年,向人类展示了完全未知的基因库。

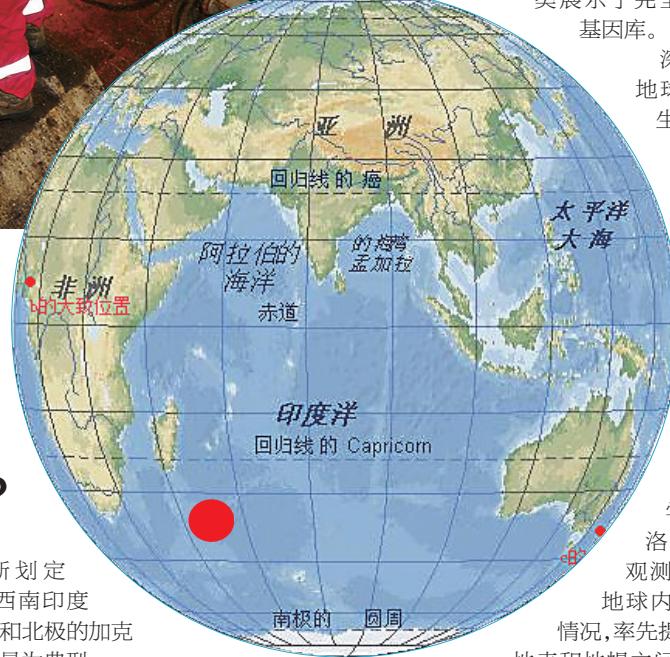
深入研究地球的深部生物圈起源和演变,展示了完全未知的基因库。

据专家介绍,海水渗入地幔后,会与橄榄岩发生反应,使橄榄岩产生蛇纹石化。

蛇纹石化的过程中会产生氢气和甲烷,单细胞微生物可利用这些气体进行新陈代谢。如果证实莫霍面就是蚀变的橄榄岩和未蚀变的橄榄岩之间的界面,也就意味着地球内部发生的生物过程规模此前被大大低估。

(据新华社电)

## 延伸阅读



1910

年,地震学家莫霍洛维奇通过

观测地震波在

地球内部的传播

情况,率先提出地球的

地壳和地幔之间存在一个

不连续的分界面。

人们将这一壳

层命名为“莫霍面”。

科学家为此次前往钻探的地点

起了一个非常浪漫的名字——“亚特兰蒂斯浅滩”。

根据以往的研究,

位于西南印度洋中脊,面积约25平方公里的“亚特兰蒂斯浅滩”,是一处研究地球壳幔转化的“构造窗口”。

科学家曾在“亚特兰蒂斯浅滩”成功打

过两个深钻孔,都获得了很长的辉长岩剖面。

在第360航次中,“决心”号在

“亚特兰蒂斯浅滩”的北部边缘新钻

了一个1300米的孔。

新孔将与以前的两个孔

组成一个断面,以便今后开展横

向的火成岩、变质岩与构造的层序对

比研究,检验洋壳的磁性条带异常特

征,并调查地球深部的生命活动。

(据新华社电)

我们长久以来的梦想。”美国伍兹霍尔

海洋研究所的亨利·迪克教授说,

“在较薄的洋壳基岩钻孔非常重

要,因为那里的岩芯能向我们传递地球深处的信息。”

科学家为此次前往钻探的地点

起了一个非常浪漫的名字——“亚特

兰蒂斯浅滩”。

根据以往的研究,

位于西南印度洋中脊,面积约25平方公里的“亚特兰蒂斯浅滩”,是一处研究

地球壳幔转化的“构造窗口”。

科学家曾在“亚特兰蒂斯浅滩”成功打

过两个深钻孔,都获得了很长的辉长岩剖面。

在第360航次中,“决心”号在

“亚特兰蒂斯浅滩”的北部边缘新钻

了一个1300米的孔。

新孔将与以前的两个孔

组成一个断面,以便今后开展横

向的火成岩、变质岩与构造的层序对

比研究,检验洋壳的磁性条带异常特

征,并调查地球深部的生命活动。

(据新华社电)

## 神秘的莫霍面

新华社北京新媒体专电 外媒称,地球的最深处可能比我们以前认为的要老数十亿年。最新地球形成模拟实验表明,地球内核的最深处在地球成形后不久便固化,而不是约30亿年后与内核其他部分同时固化。

据美国《科学新闻》双周刊网站12月18日报道,东京工业大学地球物理学家乔治·赫尔夫里奇说,尽管并不是所有科学家都相信这一新说法,但该说法能让人深入了解地球和火星等其他岩石行星的早期状况。赫尔夫里奇12月17日在美国地球物理学联合会的秋季会议上公布了研究结果。

赫尔夫里奇说,“事实上,这个早期内核可能是整个地球上最古老的固体物体之一。”

报道称,地球内部分为数层:富含铁的固态内核、由熔化的铁构成的外核、粘稠的地幔和坚硬的地壳。地震波在地球内部的传播方式让科学家得以窥探地球的构造。

新华社北京新媒体专电 外媒称,地球的最深处可能比我们以前认为的要老数十亿年。最新地球形成模拟实验表明,地球内核的最深处在地球成形后不久便固化,而不是约30亿年后与内核其他部分同时固化。

据美国《科学新闻》双周刊网站12月18日报道,东京工业大学地球物理学家乔治·赫尔夫里奇说,尽管并不是所有科学家都相信这一新说法,但该说法能让人深入了解地球和火星等其他岩石行星的早期状况。赫尔夫里奇12月17日在美国地球物理学联合会的秋季会议上公布了研究结果。

赫尔夫里奇说,“事实上,这个早期内核可能是整个地球上最古老的固体物体之一。”

报道称,地球内部分为数层:富含铁的固态内核、由熔化的铁构成的外核、粘稠的地幔和坚硬的地壳。地震波在地球内部的传播方式让科学家得以窥探地球的构造。