

# 大洋钻探与海洋地质 的新世纪

□ 中国科学院院士 汪品先

在将要迈入新世纪的脚步声中,西太平洋地区出现了大洋钻探的新高潮。继韩国和我国台湾的大学联合体在 1997 年先后加入大洋钻探国际合作计划 (ODP) 之后,我国从 1998 年起正式成为大洋钻探计划成员。日本更是抓紧推行其“21 世纪大洋钻探计划 (OD-21)”,建造了一艘长 190 米、吃水 3 万吨的先进钻探船定于 2003 年下水,与美国的“决心号”并肩作战。我国应注意大洋钻探的进展,迎接海洋地质的新世纪。

大洋钻探及其前身深海钻探 (DSDP),是地球科学规模最大、历时最长的国际合作计划。从 1968 年以来,在世界各大洋钻井 2000 余口、取芯 20 余万米,证实板块学说,创立古海洋学,把地质学从陆地扩展到全球,从根本上改变了地球科学界的视野和思路,带来了地球科学的革命。1996 年推出的大洋钻探 2008 年前的“长期科学计划”,准备在新世纪之初再创奇迹,其主要目标包括“地球内部动力学”和“地球环境动力学”:

## 向地球的深部进军

钻穿洋壳 六十年代深海钻探的最初目标,是要钻穿大洋地壳揭示

地球深部的奥秘。从 1978 年起,DS-DP/ODP8 次钻探东太平洋水深 3475 米的 504B 孔,进尺 2111 米,穿过枕状玄武岩和玄武角砾层进入玄武岩岩墙,虽尚未钻达辉长岩,却已经表明洋壳具有层状结构,只是与“蛇绿岩套”模式不符。而印度洋西南洋脊的 735B 孔,在沉积层下直接进入辉长岩,又说明在岩浆供应不足处洋壳也可以不具层状结构。无论如何,真正“钻穿洋壳”的目标,还有待下世纪初日本“OD-21”计划的直管钻探船投入运转,或美国方面再投入新设备后,方能实现。

洋底热液 在洋底地壳中流动的液体,一种是由沉积层俯冲后,沉积水受挤压或成岩作用上返而来,一种是海水沿裂隙下渗,与岩浆相互作用后上返,即所谓“洋底热液”。大洋钻探对两者都进行了探索,其中对洋底热液区的钻探尤为突出。ODP 第 139 航次在北美西海岸外的胡安德富卡有沉积型洋中脊,钻探了正在形成中的硫化物矿床;第 158 航次又在大西洋中脊 TAG 热液区,钻探了无沉积型中脊的热液区,探索了“黑烟囱”、“白烟囱”和热液系统。目前,ODP 正和国际洋中脊计划 (Inter

Ridge) 联手,共同揭示洋底热液区物理、化学、生物和成矿作用的特征和机理。

深海高原 陆地上的大片的玄武岩溢流区如印度的德干高原和我国的峨嵋玄武岩区,厚达数千米、绵延数百公里;洋底也有类似的巨大火山岩区呈高原状突起在深海海底,如西太平洋的翁通—爪哇海台和南大洋的 kerguelen 海台。ODP 第 130 和 120 航次分别钻探了这两个海台,证明翁通—爪哇海台是白垩纪最大的玄武岩溢流体,面积是德干高原的 2 倍,体积与今天的南极冰盖相当;Kerguelen 海台也是白垩纪中期玄武岩溢流的产物。钻探结果有力地支持白垩纪中期“超级地幔柱”的假设,为“中白垩”全球变暖和广泛生油的现象提供了解释。

21 世纪的大洋钻探除在以上各方面继续深入,还将在俯冲带下的海底深井中设置观测仪器,以期取得俯冲带液体温度、压力、流速和化学变化的实时数据,将全球地震台网扩展到洋底,为监测板块活动、预报地震灾害和提高地震层析成像分辨率服务。

## 探索环境演变的奥秘

气候环境的演变规律,很可能是地球科学的下一个突破点。与此相应,“地球环境动力学”被大洋钻探跨世纪的长期计划列为首要目标。

地质年龄的“钟摆” “年”、“月”、“日”计时,都是基于地球和月亮的天文周期,可以满足人类活动的需要,却难以适用于地质历史的时间尺度。地球在太阳系中运行轨道变

化构成的轨道周期即所谓“米兰柯维奇周期”，为地质历史提供了万年尺度的“钟摆”，使得地质年表可以通过轨道周期的调谐提高分辨率。为在洋底地层中取得这些周期的精确记录，大洋钻探采用了液压取芯、密度与颜色测试和一系列测井的高新技术。ODP第138航次在东太平洋的钻探，建立了1000万年以来基于轨道周期的高分辨率地质年代表（“1995年代表”），为中新世中期至今的地质历史精确计时奠定了基础。ODP第154航次又在大西洋 Ceara 海隆测得了1000万年来的相似周期。今后的大洋钻探，可望将分辨率率计时向更早的时期推进。

全球变冷的“祸根” 30年来的深海钻探和大洋钻探，揭示了新生代全球变冷的过程：从早期两极无冰盖的“暖室”状态，发展到南极有冰盖以致两极有冰盖的“冰盖”状态。然而变冷的“祸根”何在，尚属待解决之谜。七十年代中期，DSDP第29航次在塔斯曼尼亚的钻探结果，发现澳洲与南极大陆的分离使环南极洋流得以形成，导致南极的“热隔离”和南极冰盖的出现，提出了洋流格局控制全球气候的“洋流说”。而八十年代晚期以来，又提出青藏高原等的形成可以改变大气环流，导致全球变冷。这种“高原说”受到批评后，出现了“CO<sub>2</sub>说”，认为高原隆升加速风化作用消耗大气CO<sub>2</sub>，使全球变冷；而海水中Sr同位素的变化历史证实大陆风化加速，使“CO<sub>2</sub>说”受到全球学术界的注意，引起了构造运动气候效应的兴趣。

同时，ODP第117、121航次对印度洋的钻探，取得了第三纪以来印

度季风历史的连续记录，推进了低纬度气候演变的研究。最近，我国学者提出“东亚季风史在南海的记录及其全球气候意义”的南海大洋钻探建议，通过南海的深水钻探检验高原隆升、全球变冷和季风演变三者之间的关系，获得国际学术界的热烈支持，在1997年大洋钻探建议书全球排序中名列第一，现已定为ODP第184航次，将于1999年2~4月执行，相信必将为认识全球与亚洲的气候变化规律作出贡献。

层序地层学的“物证” 自Exxon石油公司于七十年代晚期提出用全球海平面变化作层序对比的依据以来，“层序地层学”已在理论与实践深入地质学界，但以地震剖面为基础的海平面曲线并未经过认真论证。ODP第150航次选择北大西洋美国新泽西州岸外的大陆边缘进行钻探，结果证明地震剖面中层序界面的年龄，与海平面变化其他标志的结论相当一致，有力地支持了层序地层学的理论。1997年，ODP第174航次重返新泽西大陆边缘，将钻探扩展到大陆架，却遇到了较大的技术困难，有待下世纪初的新技术来解决。

人类未来的“新资源” 大洋钻探在新世纪里面临的新任务之一，是开拓深海的新资源。最为引人注目的一项“新资源”是天然气水合物（gas hydrates），即由甲烷和水分子在低温高压下的结合体，出现在陆坡上段快速堆积的海底沉积物上部数百米中，估计其有机碳储量约相当全球其他矿物燃料的2倍，很可能是人类未来的能源。1995年底，ODP第164航次已在美国东南岸外的布莱

克海脊上打钻，取得了天然气水合物的岩芯标本。研究表明，水合物中的甲烷浓度比气体高164倍，海底条件稍有变化便可能释出大量甲烷气体，加强温室效应，对全球气候产生重大影响，例如冰期旋回中冰后期迅速变暖，很可能就是天然气水合物在起作用。另一项“新资源”是海底深处的生物圈。已经发现在海底500米以下还有活细菌生存，大洋中脊新生的玄武岩孔隙中也有细菌。这类生物可以处于休眠状态，其种群可能已在地层中“生存”了几百万年。估计这种深部的生物圈占全球生物量的大约1/10，不仅在生物学和地质学的理论上富有新意，而且在生物技术方面也可能有着辉煌的应用前景。

### 开展中国的大洋钻探研究

由于历史原因，我国错过了六十年代末由深海钻探引发的世界地质学革命。如今的中国正以稳健的步伐迈向新世纪，迎接以大洋钻探为标志的海洋地质新高潮。许多国家的先例表明，加入DSDP/ODP的国际合作，都会给本国的地球科学带来深刻的变化，使“内向型”的研究工作转向开放型、全球型，也为各个分支学科带来新意。我国1998年刚加入ODP，1999年2月12日ODP第184航次就将开始南海的首次深海科学钻探。这是一次难得的机遇，将使我国地球科学赶上本世纪向深海进军的时代列车，通过中国陆地地质光荣传统与大洋地质国际前沿的并轨，在新世纪的曙光中一展身手。

（同济大学海洋地质  
国家教委开放实验室）