

追溯北大西洋气候的千年周期——记综合大洋钻探 303 航次

刘传联

同济大学海洋地质教育部重点实验室, 上海 200092

北大西洋是全球气候变化的驱动器, 北大西洋古海洋学、古气候学研究也是国际学术界经久不衰的热点之一. 综合大洋钻探(integrated ocean drilling program, 简称 IODP)伊始(2004 年 6 月开始第一航次, Expedition 301)就安排 2 个航次(Expedition 303 和 306)在北大西洋进行钻探, 也充分显示了该地区对全球气候变化的重要性. 这 2 个航次的主题相同, 只是具体实施内容稍有不同, 所以又分别称为北大西洋气候 I 航次(Expedition 303)和北大西洋气候 II 航次(Expedition 306).

2004 年 9 月 27 日至 11 月 17 日, 303 航次已成功实施. 306 航次将于 2005 年 2 月 27 日至 4 月 22 日进行. 笔者以古生物工作者身份参加了综合大洋钻探 303 航次, 历经了一次追溯北大西洋千年尺度古气候变化的海上工作过程.

1 用古地磁强度年代学研究古气候

综合大洋钻探 303 和 306 航次的主要内容来自编号为 572-Full3 的井位建议书. 该建议书由美国佛罗里达大学的 Channell 等(2004)提出, 其题目是“用借助于古地磁强度的年代学研究北大西洋新近纪晚期至第四纪千年尺度的冰盖—海洋—大气相互作用”. 303 和 306 航次的总体科学目标是: 建立一种高分辨率的年代地层学模式, 使得北大西洋古气候学的研究和对比达到亚米兰科维奇周期的水平, 即达到千年尺度分辨率水平. 其具体科学目标又分成古气候和古地磁两部分.

理解快速气候变化的原因和机制是当今全球气候变化研究面临的主要挑战之一, 也是综合大洋钻探初始科学计划的主要内容. 而对千年尺度的气候记录进行全球对比是探索快速气候变化潜在机制的关键. 要精确地进行这种长距离的对比, 就需要探索

一种地层年代学方法. 研究表明, 超过 AMS¹⁴C 测年的范围, 古地磁强度资料可以提供唯一可行的亚米兰科维奇周期长距离对比的手段. 这种手段已在北大西洋过去 75 ka 的地层对比中得到验证. 所以综合大洋钻探 303 和 306 航次的目标之一是建立一种借助于古地磁强度的年代学(paleointensity-assisted chronology, 简称 PAC)方法, 并把这种方法与氧同位素地层学、岩性地层学、火山灰地层学、磁化率旋回及¹⁴C 测年结合在一起, 来研究北大西洋新近纪晚期以来千年尺度的气候变化.

千年尺度的气候变化是当今古气候研究的前沿. 已经发现在过去 8 万年中有一大约 1 500 年的周期, 而且这一周期明显独立于冰期或间冰期旋回. 全新世千年尺度的周期似乎在末次间冰期(海洋氧同位素 5e 期)也有反映, 而且在两次间冰期有相同的岩石学替代性标志, 也证实了这一点. 这一周期在间冰期的存在以及冰筏碎屑沉积岩石学的标定, 指示这一周期不反映冰盖的不稳定性, 而是反映了浮冰源区的变化, 这种变化是受近北极气旋大小和强度的变化所驱动的. 研究还表明, 氧同位素 5e 期和全新世 1 500 年周期具有相同的成因, 可能与太阳驱动有关. 这意味着 1 500 年周期可能是过去很长时间内地球上气候变化的一个主要特征. 那么 1 500 年周期到底延伸到多远的地质时期? Dansgaard/Oeschger 旋回只是简单地表示这一周期的放大吗? 这种明显的变化方式是否也存在于其他冰期和间冰期? 如果这样, 周期的长度是否总是一样或者说千年尺度的变化只是在晚更新世才演化而来? 如此等等, 也是 303 和 306 航次要探索和回答的问题.

除了古地磁强度记录作为气候对比的实际应用外, 对高沉积速率漂积物的钻探也与综合大洋钻探“固体地球”的主题相吻合. 因为它们能为地磁场的时空变化提供前所未有的分辨率. 这些资料对于阐

(下转 128 页)

收稿日期: 2004-12-08

基金项目: 国家科技部科技基础性工作和社会公益研究专项基金 (No. 2003DIB3J114).

宗国洪,肖焕钦,施央申,等,1999. 济阳拗陷构造演化及其大

地构造意义. 高校地质学报,5(3): 275—282.

(上接 30 页)

明控制地磁场长期变化和极性倒转的地球动力学过程是极为重要的. 北大西洋漂积物站位提供的布容期高分辨率古磁性记录已经使我们对地磁场变化的方式有了根本性的改变. 303 和 306 航次提出的站位将提供高分辨率的古地磁记录直到松山期(约 3 Ma). 这将使我们能够把布容期地磁场的时空变化与松山期的记录进行对比: 2 种不同极性时期地磁场长期变化的特征是否不同?

2 满载而归与新挑战

通过船上所有人员 50 多天的辛勤工作, 303 航次超额完成了预定的任务. 303 和 306 航次的任务书中共提出 13 个站位, 303 航次完成了 7 个站位(表 1), 余下的 6 个站位将由 306 航次来实施. 303 航次在这 7 个站位共打钻 26 口, 从北纬 49°~58°, 水深在 2 273~3 884 m 之间. 多数钻井岩心的时代为第四纪, 最老的岩心来自 1308 站, 约可达 6 Ma.

航次的最终成果还需要大量的航次后分析完成, 但船上的初步工作已经显示在下列诸方面取得了进展: (1) 获得了北大西洋晚中新世约 6 Ma 以来的深海连续记录, 为研究该区新近纪晚期以来千年尺度气候变化提供了丰富材料; (2) 从初步测试的古地磁强度记录看, 不仅在大的时间界面有良好的反映, 而且确实存在清晰的千年尺度信号; (3) 获得的岩心沉积物类型多样, 既有含丰富钙质化石的超微化石和有孔虫软泥, 又有含丰富硅质化石的硅藻纹层; 既有冰筏碎屑沉积, 又有反映 Heinrich 事件的碎屑碳酸岩层. 这些材料为实现本航次的最终科学目标——建立千年尺度的地层学模式提供了保证.

本航次的采样聚会将于 2005 年 5 月在德国不来梅大洋钻探岩心库举行. 样品申请情况初步统计显示, 船上科学家和岸上科学家将采集 70 000 多份样品, 从地层学、古海洋学、古气候学、地球化学、地球物理学等多角度展开研究工作, 相信通过各国科学家的努力, 将使北大西洋古气候学研究达到一个

表 1 综合大洋钻探 303 航次钻井统计

Table 1 Data on IODP Expedition 303

设计站号	实钻站号	位置	水深/m	最大井深/m	钻孔数	井底年龄/Ma
ORPH3A	1302	50°09.984'N 45°38.273'W	3 591	131	5	~100
ORPH2A	1303	50°12.40'N 45°41.22'W	3 539	87	2	~90
GAR2A	1304	53°03.400'N 33°31.780'W	3 024	275	4	~180
LAB6A	1305	57°28.508'N 48°31.842'W	3 485	313	3	~190
LAB7A	1306	58°14.227'N 46°38.589'W	2 273	338	4	~220
LAB8C	1307	58°30.346'N 46°24.034'W	2 554	173	2	~330
IRD1A	1308	49°52.667'N 24°14.287'W	3 884	358	6	~600

新的水平.

303 航次的 29 位科学家分别来自 9 个国家 27 个大学或研究机构. 这些大学或研究机构均是目前国际古海洋学、古气候学研究较活跃的单位. 能与这些高水平的科学家一起工作, 笔者感觉受益匪浅. 同时也深感大洋钻探船作为一所海上流动实验室, 其工作强度、工作效率都极高, 确实是锻炼人的好场所. 另外也感觉我国在综合大洋钻探国际研究计划中还任重道远, 最突出的是要多派人参加这项活动, 不但是地层古生物、沉积学方面的科学家, 构造、地球化学、地球物理学等方面的科学家同样大有可为; 不但是已经工作的研究人员, 未毕业的博士生或博士后也应该积极加入到这项国际研究计划中去, 只有这样才能推动我国综合大洋钻探研究计划向更深发展.

Reference

Channell, J. E. T., Sato, T., Kanamatsu, T., et al., 2004. North Atlantic climate. IODP Sci. Prosp., 303/306. <http://iodp.tamu.edu/publications/SP/303306SP306306SP.PDF>.