

海洋地质科技新进展

莫 杰

(地质矿产部海洋地质研究所)

当前世界海洋地质科学领域中,最令人瞩目的有三大新进展:(1)国际性联合大洋钻探计划(ODP);(2)板块构造理论研究;(3)古海洋学的发展。

近年来,现代海洋地质科技不仅在沉积、构造和矿产的基础理论方面,而且在应用研究和技术方法方面都取得一系列的新进展。如:沉积地质学的研究出现一些边缘学科,板块构造学研究也提出许多新假说,海洋矿产的新发现及其成矿理论的提出与模式的建立等。这些新进展对海洋地质科学的发展将起到至关重要的作用。

一、现代沉积理论的研究

目前,沉积地质学研究领域出现了一系列与其它学科结合的边缘学科。如有机地球化学、稳定同位素沉积学、流体动力沉积学等,使其研究成为地学领域中最为活跃、最富生机的分支学科。

1. 碳酸盐岩成因理论 研究资料表明,传统的沉积模式已经瓦解。现已证明,碳酸盐并非仅限于深水环境,在浅水、湖坪上可以大量形成。同时,在深海中也发现有砂、砂岩和砾岩。碳酸盐岩成因理论不断完善,建立了碳酸岩形成的“温、浅、清”海盆概念(其形成条件是多样的、多环境、多相带和多作用因素的)。

2. 重力流沉积作用 沉积学家对浊流的进一步研究,发现了类似于浊流的密度流、泥石流、碎屑流、颗粒流。由它们形成的沉积作用称为“重力流沉积作用”。由于重力作用使沉积物发生搬运和沉积,这种作用在解决板块构造及

对某些特殊沉积环境的恢复,以及重建古板块中起了重要作用。

3. 上升洋流—冰环模式 “上升洋流学说”认为,受季风控制的洋流运动使海水发生表层运移,导致底部洋流上升补偿,而且在浅海机械动力下进行富集。由于表层 pH 值减小、压力降低、温度升高,从而产生化学沉积作用,形成碳酸盐、磷酸盐、硅质岩和磷块岩的沉积序列。近年来又有人把上升洋流说发展到前寒武纪的冰环模式,用来解释那时海底的洋流机制。

4. 碳酸盐补偿深度(CCD) 近年来发现,第三纪以来 CCD 随时间的变化在各大洋是不一样的,其分布也是不均一的。如太平洋的 CCD 向热带变深,向高纬区变浅,而在晚始新世与晚渐新世之间, CCD 在各纬度区都下降;到早中新世,南纬 10° 以南有上升的趋势。有一些特点是三大洋共有的,如晚始新世和渐新世之间 CCD 普遍变深,晚中新世以后低纬度区变深。然而,以平均 CCD 来看,太平洋较浅,大西洋自晚始新世以来一直较深。

5. 苏联学者对现代沉积学的岩石成因理论问题研究获重要进展 A. TT. 利西齐恩在海洋划分出一系列的岩石成因类型是对 H. M. 斯特拉霍夫的“由气候控制的岩石成因带”概念最重大的补充。他认为海洋中浮游生物的地理分带和陆源矿物成分等具有主要划分意义。目前已查明,除了气候带外,海洋沉积物还隶属于环大陆和深海两个地区类型。

二、板块构造理论研究

进入八十年代后,尽管在国外流传着“板块

构造后期的忧虑”和“板块构造步入中年期”,需要进行一番“整容”和修正。然而,近几年出现有热点说、岩浆房、薄壳构造、新造山说、地体增生、逆掩推覆、弧后扩张、比较俯冲、板块牵引说和板块聚合动力模式等。探寻板块构造的运动机制仍是当前板块构造理论研究的热门。

八十年代以来,板块构造理论研究的重要进展主要有:

1. “热点”新假说 T. 威尔逊极富想象力的“热点”说,不断为地质-地球物理资料所证实。他认为,扩张中脊不断更新着的洋底,其海底火山系列是由洋底之下的“热点”造成的。洋底持续朝一个方向运移,而其下的“热点”仍留在原地不动,并周期性地喷发出岩浆柱,犹如纸带穿孔机在电子计算机的出口处打出一系列洞孔一样,岩浆柱穿过海底,在其表面形成距离近似的火山脉——即现今出露洋面的岛屿或水下的海底山。据威尔逊统计,大洋中约有 60 个“热点”。他认为,夏威夷群岛,兰因—土阿莫土和阿拉斯加等地的火山山脉都是这样形成的。

2. 地体构造与薄壳构造 近年来地质构造学家发现各地区均由许多性质不同的地体组成,如在太平洋地区已划出 300 多个地体。古地磁等资料表明,我国华南地块在古生代可能是冈瓦纳或太平洋古陆的组成部分;阿尔卑斯—喜马拉雅山系也镶嵌大量的地体。地体本身或地体与地体之间存在断裂、漂移、碰撞和增生等过程。显然,地体碰撞是造山运动的基本动力。从简单的俯冲造山和碰撞造山模式,发展到现代复杂的地体构造分析,为板块构造理论与研究方法的发展开辟了新的途径。

构造地质学家还发现,层状岩石圈和地壳内部有许多近似水平的薄弱层,这种构造常见于增生楔形体和前陆缘带等会聚边界,同时也出现在拉张和板内环境。这些概念有利于解释板块的相互作用和板块边界的变形。

3. 板块聚合与板块牵引 近年来,法国著名地质学家 M. Mattaer 通过对世界上一些中生代以来形成的板块聚合带(山链)的研究,根

据其成因机制的不同,提出(1)俯冲型;(2)仰冲型;(3)碰撞型;(4)碰撞后的“陆内俯冲-地壳加积”型四类板块聚合运动的力学模式。“板块牵引”说认为,海底冷却的致密板块沿经常发地震和火生山喷发的活动带下沉,产生牵引力而使板块分离。这一假说曾得到两名法国科学家的证实,他们绘制了印度洋底几百万年以来的地磁图证明,当大西洋正沿着其中脊向两边扩张时,印度洋也沿着其中部附近地区的几条中脊向两边扩张。

4. 板块扩张非恒定 观测资料表明,板块的扩张速率并非恒定不变,晚近时期至少有过三次快速扩张期,即大约 14—15my, 4—5my 和近 1my 以来。这几个时期还伴随着热点与俯冲带火山活动的加剧和火山物质的增多。美国海洋地球物理学家 Peter Vogt 和 John Brozen 测定了十块板块的运移速率,他们指出:在过去 10—20my 中,存在一种逐渐增长的加速运动,约在 4—5my 前达到顶峰,在大约 2my 前有一次减速;然后在 1my 前又有另一次加速,并且目前这次加速运动仍可能在进行中。

三、大洋钻探计划(ODP)

1985 年续 DSDP 开展的 ODP,至 1987 年底该计划已完成 18 个航次(101—118),取得的重要成果有:

1. 102 航次重返 DSDP418A 孔,对古老玄武岩中的测温表明,热流的方式是传导,而不是对流,说明热液状态并不活跃。

2. 104 航次的 642—644 孔位连接的古环境剖面反映出,在新第三纪时,温暖的挪威海流是长期性的,但距今 2.8—2.9my 前开始被间歇性的极地水团所代替,在 0.4—0.5my 间挪威海的沉积环境几乎全部以冰川为主。

3. 105 航次钻探肯定了大西洋西北部的浮冰搬运始于 2.5my 前,而巴芬湾地区的冰川作用可能还要早。巴芬湾在 3.6my 前就已形成,与拉布拉多海停止扩张的时代相同。

4. 106 航次首次采获了大西洋底热液矿床

“黑烟囱”——火山筒喷出热的、富含金属的流体在海底堆积起矿床沉积物的样品。

5. 110 航次首次钻透了北美与加勒比两会聚板块之间大断层面, 从下伏沉积物分离出刮落物质。钻探结果使科学家能够第一次确定巴巴多斯山脊板块会聚不同阶段的水流和变形过程。这些资料对研究世界范围其它现代和古代会聚地带具有对比意义。

6. 111 航次重返 DSDP504B 孔, 首获蛇绿岩套主要由四层被巨厚沉积层覆盖的火成岩组成, 与陆上发现的蛇绿岩套极为相似, 该孔了解洋壳构造及其物质组成具有重要意义。

7. 115 航次首次在印度洋采到了一段未扰动深海沉积物的完整岩芯, 对重建印度洋板块过去 60my 的古环境起决定性作用; 116 航次把喜马拉雅山和孟加拉海底扇两大地质构造特

征归因于印度板块活动的结果。大约 53my 前, 印度板块以“软碰撞”方式首次与亚洲大陆接触; 而到 10my 前则以“硬碰撞”方式撞入亚洲, 致使喜马拉雅山脉初期上升。

8. ODP 采用了一系列钻探新技术, 504B 孔从海底钻至 1350m 再到 1562m。这是迄今在洋壳中最深的一个钻孔, 创海底钻探新纪录; 108 航次在西北非沿海钻探共获近 4000m 的岩芯, 创大洋钻探最高采取率; 成功地设计了对极年轻火山岩和海底坚硬基岩区的钻进系统, 并取得重要的工程技术成果。

ODP 取得的一系列成果, 为科学家研究地球科学开辟了新的途径, 特别是对发展古海洋学提供了重要的基础资料, 为定量地重建中生代 180my 以来海洋的演化模式奠定了基础。