

90年代海洋地质科学发展趋势

莫 杰

(地矿部海洋地质研究所, 青岛 266071)

谢弘阳

(国家海洋局海洋科技情报所, 天津 300171)

80年代以来, 海洋地质科学发展形成几个突出的特点: 首先是学科的渗透与交叉, 现代沉积地质学研究领域出现一系列与其它学科结合的边缘学科, 使其研究成为地学领域中最为活跃的分支学科; 其次, 基础理论研究受到更进一步的重视, 如仅有30年发展史的古海洋学, 现已成为海洋地质科学中的一门重要学科; 第三, 各学科的调查研究大量应用各种新技术和新方法, 如海洋遥感卫星, 全球定位系统、深潜器; 第四, 海洋发达国家普遍重视专属经济区(EEZ)资源的调查与评价; 第五, 国际合作项目频繁开展, 其调查研究成果的影响越来越大。

这些进展使海洋地质科学的调查研究朝“范围广、精度高、研究深”的方向发展。

本文展望和预测90年代海洋地质科学发展的趋势是: 继续重视基础理论研究, 积极开发专属经济区的调查, 大力开发近海、半深海油气资源, 并对部分深海矿产资源进行试开采。

I. 基础理论研究将有更重大的突破^[1,2,4,5,7,12-15]

近10年来, 海洋沉积学的发展进入第二个高峰期。全球变化思想的提出, 比较沉积学和事件沉积学的发展, 沉积学与地质学的进一步结合, 使沉积学的研究成为地学领域中最具有生命力的分支学科。其中碳酸盐岩成因理论不断完善, 碳酸盐浊积岩和深水沉积作用的研究取得了显著的进展, 碳酸盐岩成岩作用及其与油气生成关系的研究也取得了重要的成果。

近年的调查发现, 第三纪以来深海碳酸盐补偿深度(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。在晚始新世与晚渐新世之间, CCD在各纬度区都下降; 而到早中新世, 南纬10°以南则呈上升趋势。三大洋共有的特征是, 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。CCD出现的这种时间和空间的变

化原因, 将是沉积地质学家研究的一个重要课题。

深海钻探岩芯剖面揭示了地质史中存在的一些突变事件。南大西洋开普盆地的钻探表明, 白垩纪/第三纪界限事件后, 沉积环境发生了急剧变化, 缺氧期使生物群体大量死亡以致灭绝。近年来, A. R. Hildebrand 和 W. V. Boynton (美国亚利桑那大学)对 Brazos 河剖面的白垩纪/第三纪界限进行研究也发现了地震海啸沉积的证据。地质学家认为, 事件沉积作用是一种超越正常环境的沉积产物。因而研究事件沉积, 不仅具有地层学、沉积学的理论意义, 而且具有寻找油气资源的现实意义。

可以预料, 全球变化思想的提出, 将使90年代沉积地质学的研究, 在涉及全球海平面变化、地球轨道变化、沉积作用旋回以及地球轨道运行对沉积旋回的控制等方面将会有重大的突破。

进入80年代, 板块构造学说在地学领域中虽然占据了主导地位, 但人们普遍认为由板块构造学说引起的地学“革命”已基本完成。然而探寻板块构造运动的机制仍是当前板块构造理论研究的热门。因而, 今后板块构造研究重点将会转移到: (1) 大洋与大陆板块内部构造的效应; (2) 精确测量板块运动及其变形; (3) 板块动力学与之有关的地质作用过程。

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(如地层地体、破裂地体、变质地体和复合地体)组成。地体本身或地体之间存在断裂、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。研究地体构造以及地体运动的聚合与离散过程, 对揭示地震产生的机制和预测含油气盆地的形成、成矿区的分布规律都具有重要的指导作用。

继板块构造学说之后, 深海钻探给地球科学带来的又一重大突破, 是80年代以来古海洋学的研究新成果。William. W. Hay 在美国地质学会成立100周年纪念大会上综述性报告了古海洋学研究的新进展: (1) 根据微古生物学、磁性地层学和同位素地层学的资料, 建立了精度为100000a的地层标准; (2) 发现中生代海洋温度是均匀的; 而新生代以来, 出现了冰期和

间冰期极地~赤道之间的温度梯度也发生了变化;(3)揭示了碳酸盐补偿深度(CCD)的波动规律,并对海洋起缓冲作用的诸多因素与大气中CO₂含量变化的关系进行了探讨;(4)深海富含有机碳沉积物可反映海水表层生产力的变化和深部洋流循环的变化状况;(5)反映底层流的深海沉积间断,为研究古海洋中底层流循环提供了有效的途径;(6)浮游生物的古地理资料研究表明,表层水流发生了全球性的变化,即由亚热带(特提斯海)的纬向环流转化为与亚极区连接的沿子午线方向流动的洋流;(7)弄清了海洋循环的各种方式,并发现深海循环不可能与温跃面等同,而可能与盐温面等同;(8)古海洋学研究提出的全球性地球表面变化的观点,为建立全球性作用模式提供了前景。

可以预料,随着ODP的进展,90年代古海洋学的研究在精确地重建地史时期海洋环境变化、温度变化和地球表面形态等方面,将会获得更大的进展。

II. 专属经济区 (EEZ) 的调查将出现新高潮^[3,6,8,9,11]

目前,世界上一些海洋科技发达国家,如美、苏、英、法、日、西德和加拿大等国,除苏联和加拿大陆架区海域面积宽阔、年冰封期长的地区外,都已完成或接近完成本土沿岸陆架区中、小比例尺区域海洋地质调查,个别海区已完成大比例尺调查,编制出版了一系列海底沉积、地质构造和地球物理测量图件。

陆架区或200n mile EEZ¹⁾是人类21世纪进行资源调查和开发的重要领域,具有巨大的资源潜力。近年来,发达国家都对其EEZ开始有计划地进行全面调查,并对区内资源进行评价,而且对区内矿产资源开发的呼声很高。显然,这种动向酝酿着一个资源调查开发的新高潮。

美国现拥有EEZ的面积包括:其本土东、西海岸外、北马里亚纳群岛、海外领地(如太平洋内、中途岛到夏威夷,直至马里亚纳岛共计8个范围)周围海域,共计 $340 \times 10^4 \text{ km}^2$ (注约 $1588.5 \times 10^4 \text{ km}^2$,美国陆地面积为 $936.3 \times 10^4 \text{ km}^2$)。这样,美国本土及其岛屿周围的总海域面积比其本土面积还要大70%。

美国政府对其EEZ海底矿产资源进行了初步估计,油气资源有35~40%分布在EEZ内,石油为 $30 \times 10^8 \text{ t}$,天然气约 113200 m^3 。现已发现200多座海底山分布有富Co锰结壳,区内磷灰岩,锰结核和多金属硫化物矿床等矿产资源丰富。这类矿产仅瓜亚马斯海盆就有 $120 \times 10^6 \text{ m}^3$,其中富Co锰结壳的经济潜力巨大。

1987年,美国制定了新的EEZ填图和研究10年计划。其总目标是,查明EEZ海底的地质构造,了解海底的地质结构、地球物理和地球化学作用对海底

及大陆边缘的发育演化和海底各种矿产资源形成的影响。

自1984年以来,美国海洋大气局已填图约 40000 n mile^2 ,计划到1992年期间每年填 25000 n mile^2 。截止1989年,美国地调所使用声纳测视扫描系统完成约4.8% EEZ的测绘任务。其长期目标是填完从-150m水深到200n mile界线的EEZ全部海域。

以美国为首的“北约组织”,1985年召开了有关海洋矿产资源勘查的专题讨论会。组织了包括砂矿、磷块岩、锰结核与结壳和硫化物矿床4个工作小组,对这4大类海洋潜在矿床的勘查方法和矿产资源的评价,制订了详细的勘查计划。

以苏联为首的经互会国家组织的“国际海洋地质计划”,就是经互会国家联合研究世界大洋地质与矿产资源的一项综合性计划。其主要研究内容是,经互会国家EEZ范围海底的地质构造及矿产资源评价;最有远景海区的地质构造与各类矿产的分布规律;海域含油气和多金属矿床远景评价及矿产开发的经济效益评估等;该计划对已发现的矿产资源(如油气、铁锰结核和各类砂矿),主要是查明这些矿产的形成条件和空间分布规律,对其资源量进行定量评价;划分出今后进行勘探与开发的最有远景的海区。

据报道,目前已有71个国家声明确立200n mile EEZ的范围。无疑,开展EEZ调查与海洋资源开发已是世界沿岸国家,特别是海洋发达国家列入90年代海洋开发的一项重要计划。科学家和经济学家们普遍认为,这对海洋国家解决面临的资源、人口和环境三大问题,将是一个重要的途径,也是一条具有良好前景的出路。

III. 海底矿产资源勘探开发规模日趋扩大^[3,8,10,11,13]

海底蕴藏着极为丰富的矿产资源。其规模之大、储量之巨和品位之高,是陆地同类矿产资源难以比较的。

目前勘探开发规模最大的是陆架区的油气资源。至今已发现具有油气远景的近海盆地有300多个。据有关资料估计,世界海洋石油蕴藏量为 $1450 \times 10^8 \text{ t}$ (已探明储量仅 $200 \times 10^8 \text{ t}$),约占世界石油总储量 $3000 \times 10^8 \text{ t}$ 的45%;海洋天然气储量为 $140 \times 10^{12} \text{ m}^3$ (已探明储量近 $80 \times 10^{12} \text{ m}^3$)。随着海洋石油工业的迅速发展,近海石油产量逐年增长,从1975年的 $4.13 \times 10^8 \text{ t}$ 增至1985年的 $7.15 \times 10^8 \text{ t}$ (占世界石油总产量从

1) 1982年联合国通过的海洋法公约规定,以大陆架向外缘自然延伸至200n mile,可能划归我国管辖的EEZ面积约 $300 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

15.7% 上升为 26.7%)。近 10 年来,全世界有 60~70% 的油气田是在近海陆架区新发现的。

80 年代以来,新发现的油气田,经勘察证实最有开发远景的海区是,美国普拉德霍湾、拉布拉多-格兰德海滩、墨西哥坎佩切湾、委内瑞拉湾、阿根廷南部近海、西欧北海、苏联里海与巴伦支海、东南亚地区泰国湾、暹罗湾-马来盆地和中国南海北部珠江口盆地与渤海辽东湾。其中格兰德滩盆地的石油可采量达 $13.7 \times 10^8 \text{t}$ 、天然气 $425 \times 10^8 \text{m}^3$; 坎佩切湾油区的 20 多个油田,探明石油可采储量 $11 \times 10^8 \text{t}$; 北海盆地至今已探明石油可采储量近 $40 \times 10^8 \text{t}$ 、天然气储量 $2.5 \sim 3 \times 10^8 \text{m}^3$; 利比亚的布里油田的地质储量 $6.6 \sim 7.9 \times 10^8 \text{t}$; 苏联巴伦支海超级大气田估计储量约 $300 \sim 400 \times 10^{16} \text{m}^3$; 巴布亚海湾大气田可能储量为 $821 \times 10^8 \text{m}^3$; 中国近海也先后探明石油储量上亿吨的辽东湾绥中 36-1 油田、珠江口盆地的流花 11-1 油田、渤海埕岛浅海油田和莺歌海崖 13-1 大气田($800 \sim 1000 \times 10^8 \text{m}^3$)。预计 90 年代世界近海油气资源的勘探开发将进入高峰期。

70 年代以来,海底矿产的新发现,特别是继 1977 年在太平洋加拉帕戈斯扩张中脊首次发现热泉后,陆续在大洋中脊及其两侧附近发现热喷泉(柱状黑烟羽)——块状硫化物矿床,重新激起海洋国家对包括多金属结核、结壳、磷块岩、砂矿及油气在内的所有海洋矿产开展了新的调查。

1983 年以来,日本与法、美、西德等国合作,制订了一系列的国际合作调查勘探计划,在其近海开展了大规模的海底综合调查。如: 1984~1986 年的日法联合调查地震发源地的“海沟计划”; 日德联合调查海底热液矿床计划; 日美的“深海计划”等,使日本深海调查进入一个新高潮。

在深海环境的研究方面,日本的“深海 2000”和“深海 6500”号深潜艇可以探测到各种深海生物、海底环境和矿床资源的实况。其调查研究成果将有助于搞清地震发生的机制和更准确地预报地震及探测生物与非生物资源的分布。80 年代,日本除进行海区填图外,还积极开展深海矿产调查(如: 塔西提以西彭林海盆的多金属结核和伊豆-小笠原岛弧后拗陷中的热液矿床)。据悉,日本将在 1992 年前后在太平洋进行多金属结核采矿系统的综合试验。

南朝鲜计划 1990~1992 年,对深海采矿活动投资 3000×10^4 美元(其中 300×10^4 用于调查研究, 2700×10^4 用于建造一艘勘探船); 以便在太平洋得到一块多金属结核采矿区。南朝鲜期望获得的申请区位于中太平洋夏威夷 ES' 方克拉里昂-克利帕顿一块面积达 75000km^2 的海底采矿区。

印度声明的 200n mile EEZ 面积约 $339.3 \times 10^4 \text{km}^2$ 。80 年代印度在其海域范围内已发现了各类海底矿产,尤以多金属结核最为显著。据估算,印度洋深水

区的多金属结核的覆盖面积为 $1000 \sim 1500 \times 10^4 \text{km}^2$, 结核中 $\text{Cu} + \text{Ni} + \text{Co}$ 的含量 72.47%, 结核丰度为 5kg/m^2 以上。由于印度在调查多金属结核方面取得较大成果, 1982 年 10 月联合国第三次海洋法大会批准印度以及法国、日本和苏联为首批有权进行深海勘查开发的资格。

1986 年美国 4 个国际集团(Kennecott 公司, 海洋采矿联合公司, 海洋矿产公司和海洋经营公司)各自与本国工业伙伴已获得开发深海多金属结核和热液硫化物矿床的许可证。因而美国已做好 90 年代在太平洋海底采矿的准备。

海底矿产的勘查与开发已为世界各国所关注, 发达国家已列入开发计划之中, 特别是具有极高经济价值的富 Co 结壳, 由于它们出现在比结核浅得多的水域中, 因而这种结壳的经济价值更高, 其开采时间可能会比结核更早些。

目前, 科学家对海洋矿产的调查勘探几乎都转移到太多矿床出现的板块界限上。他们期望发现更多的海底矿产。因此, 必须依靠海底填图~海底矿床的地质模型~地球化学取样~海底钻探~海底矿产资源量评价等系统工作程序来实现本世纪 90 年代~21 世纪初海洋矿产资源勘探开发的战略。

主要参考文献

- [1] 许靖华, 1985. 地学革命风云录. 地质出版社, 11~17, 101~107 页。
- [2] 何起祥, 1986. 古海洋学的新进展, 海洋地质动态 12: 1~4。
- [3] 莫杰, 1987. 地学科技新进展. 海洋地质动态 3: 1~3。
- [4] 何起祥, 1987. 全球变化~一种新的地球观. 海洋地质动态 12: 1~3。
- [5] 唐连江, 1988. 海洋钻探 20 年. 地质科技情报 1: 9~13。
- [6] 陈友明, 1988. 八十年代地球科学研究的动向(二). 地球科学信息 3: 28~32。
- [7] 施央申等, 1988. 地体构造~板块构造研究的最新进展. 地球科学信息 3: 33~36。
- [8] 莫杰, 1988. 海洋地质科技新进展. 海洋科学 6: 48~50。
- [9] 张知非, 1989. 美国地球科学研究的动向. 地球科学进展 4: 6~9。
- [10] 胡柏青译, 1989. 对九十年代海洋矿产勘探战略的建议. 海洋地质科技动态 11: 5~12, 12: 4~9。
- [11] 于保华译, 1989. 美国的全球海洋科学计划. 海洋信息 10: 2~4。
- [12] 吴克勤, 1989. 2000 年世界海洋地质学的发展. 海洋信息 21: 1~3。
- [13] 莫杰, 1990. 当代海洋地质科技进展概述. 海洋科学 1: 54~58。
- [14] William W. Hay, 1988. Paleooceanography: A review for the GSA Centennial 100(12): 1934-1952.

[15] Stanley V. Margolis, 1989. Marine geology and Paleooceanography; Philip D. Rabinowitz et al.,

Ocean Drilling Program. *Geotimes*, 34(2): 35-36, 37-38.