

海洋地质工作的若干趋向与进展

六十年代以来，海洋地质工作的发展达到了空前的程度，这些成就的取得主要是由于许多国家使用了多种新式仪器和新技术，通过大范围的海底调查取得的。所以有的人把这一历史阶段内的海底研究称为海洋地质工作上的革命时期。这一时期内的重大发现之一便是洋底的年龄比海水本身的年龄还要小，就是所谓的海底扩张说。这个学说引起了全世界地球科学工作者的密切注意。

近二十年来，海洋地质工作就其调查内容之广泛，进展之迅速，成就之显著是以往任何时期都无法比拟的。但是，目前海洋地质工作发展的趋势似乎主要有以下几点。

1. 大量引用新技术、新方法，从而提高了调查研究的深度和广度，加快了科学发展的速度。1968年开始的深海钻探计划（即DSDP），1975年以前还只能在水深为6828米处进行作业，目前已可在任何海域进行钻探。1972年7月美国发射了第一颗地球资源技术卫星，大大促进了海洋学的发展。其它诸如连续的自动化的地震、重力、磁力等地球物理仪器的应用，利用轨道卫星和惯性定向系统测定船位的技术，可以深潜至一万公尺深的潜水球的应用，短探针热流计的设计与应用，红外线照相技术，同位素测定年代的新技术，电子探针、激光技术以及各种先进实验室分析仪器的应用等等都给海洋地质学的发展带来了重大的变革。因此可以说海洋地质发展的科学水平与进展的速度在某种意义上取决于新技术新方法的引用程度。

2. 大面积或特定海域的地质基础调查，其目的是查清海底的基本地质特征，而其工作成果则往往是以编绘调查海域地质的基础图件来表征的，如美国对大西洋、苏联对太平洋、印度洋等所编绘的成套的图幅便是典型的例子。

3. 海底矿产资源的找寻、预测与开发，这是海洋地质工作的基本任务，是进行海底研究工作的焦点，也是海洋地质工作的最活跃的领域之一。就石油而论，除了大陆架区的石油勘探开发外，现在又着眼于大陆架以外的深水海域之石油潜力的调查开发。人们已开发了大洋中的锰结核，新矿产还在不断发现。

4. 向地球深处发展，洋底地壳（平均为五公里）较大陆地壳（平均35公里）为薄，是研究地壳及上地幔等问题的有利场所。近300年来，地质学所依据的资料主要是来自大陆。而近二十年来，由于海洋地质的飞速发展，已把大陆与海洋作为地球的整体来研究，其目的是要阐明地壳、地幔和地球内部的构造状态，物质组成和演化的历史，而对海底的研究则是最有利和很重要的领域和对象。因此才出现了“DSDP”计划和海洋地球物理学的飞速发展。调查研究的目的在于了解整个地球的结构及其内部运动规律，为开发陆地和海洋的矿产资源以及为地震预测服务。

近十年来，海洋地质工作的进展是多方面的。但是，其中最引人注目和最活跃的领域主要是深海钻探，海底扩张与板块构造说的建立以及海底矿产资源的新进展等。

深海钻探是近十年来海洋地质科学发展上的一个壮举。它标志着海洋地质学的发展进入了新阶段。

远在六十年代初，美国等发起在海洋钻探莫氏界面（即地壳与地幔之间的物理上的分界面），这一计划在执行过程中由于工程事故而被迫停止。1964年，美国几个重要的研究机构共同提出进行

深海钻探的主张，即所谓的“DSDP”。在不到十年的时间，就已发展到有17个国家参加的大规模的国际合作项目。

在“DSDP”付诸实施以后，由于取得明显的成果，1974年苏联、西德参加该项计划，1975年日本与英国也参与了计划的执行，1976年法国又成了它的成员国。“DSDP”在国际上有深刻的影响，其重要性得到大家的公认。

“DSDP”自1968年11月开始，由深海钻探船“挑战者”号（Glomar Challenger）执行，至1976年4月，该船在大西洋、印度洋、太平洋、地中海、加勒比海、南极水域等完成了35个航次，在深海打钻321孔，航行逾数百万公里，所获资料以航次为序汇编成“初步报告”34卷，已相继出版。

“DSDP”的主要成果有：

1. 提高了对海洋地壳的性质及其构造运动规律性的认识

探讨全球地壳构造运动的规律性，不能离开占地表面积72%的海洋。目前，在国际上所流行的新理论，即所谓的海底扩张说都是在海洋地质学的广泛深入调查研究的基础上创造的，深海钻探在这方面提供了有益的资料。

地幔物质从大洋中脊升出地壳，逐渐向洋脊的两侧推移，形成洋底向外扩张。“DSDP”证实了这种看法，而且进一步认为，大洋地壳除了从洋中脊生长以外，还可以从其它地方生长。

“DSDP”在西太平洋中部钻探到了一套由老到新，以及与其相对应着的由寒冷条件到赤道条件下的沉积岩系。它说明澳大利亚曾与南极大陆相联结，后来与南极大陆脱离，逐渐向北，即向赤道方向迁移。在北移过程中，同时发生从洋中脊向西的移动。

“DSDP”在地中海三个钻孔中发现有数百米厚的结晶的蒸发岩，证明了地中海在中新世曾一度干涸过。到中新世晚期发生海侵才造成了今日的地中海。

“DSDP”进一步证实了海洋地壳较薄的观点，而其年龄没有比中生代更老的岩石，所以海底的年龄比海水本身还年青。

2. 为寻找海底矿产资源提供了新的线索

“DSDP”的第一个钻孔就在墨西哥湾发现了含油层及典型的盐丘构造，为在深海海域寻找石油矿产提供了新的可能。

在红海、波斯湾及北太平洋北部都发现了多金属软泥，但对金属元素的来源问题却有不同的认识。一般认为这些金属元素来自地下热卤沿断裂带上升而形成的。但“DSDP”在红海下发现有厚层蒸发岩，其中夹有黑色页岩，因此认为多金属软泥的形成与下伏之蒸发岩的存在有关。由此，“DSDP”的某些科学工作者推断北太平洋之所以能形成多金属软泥，也许在历史上曾经出现过与红海相类似的半封闭的环境。

3. 为海相地层的划分与对比提供了大量资料

“DSDP”的“初步报告”中，对各钻孔的岩性，同位素与生物地层，古地磁年龄、主要物质组成等进行了测定。此外，许多钻井都进行了地球物理测井（伽马测井与电测井等），同时进行了系统的矿物鉴定和化学分析，这些资料为沉积物地层的划分和对比提供了丰富的资料，为进行全球性的海相地层对比提供了可能。

根据相对和绝对年龄及沉积物厚度，计算了各地沉积物的堆积速率。沉积岩性的研究与沉积速度的计算等项资料还证实，许多地方都有浑浊流存在，其中有些已经消失了。资料表明，南美洲与非洲的分裂是在十亿年前开始的，但是，从地史的角度来看，这种分裂几乎是突然发生的，因而造成大陆边缘实际上同时发生滑坡，失去了沉积层。

4. 沉积-成岩作用的新资料

对沉积-成岩作用的深入研究，只有在进行深海钻探的条件下才有可能。因为只有当钻探到一定的深度才有可能取得沉积物与沉积岩之间的过渡类型。

“DSDP”在深洋盆沉积物中发现大量自生矿物。特别是有大量的火山碎屑物蚀变产生的硅酸盐类。碳酸盐类包括有菱锰矿、菱铁矿、白云石等，它们是结晶过程的产物。硅酸盐类中发现有沸石、硅氧化物及各种特殊的粘土。从岩心中可以看到大量硫化物取代有机物结构的现象。

结构分析的资料进一步阐明了这些矿物之间的先后次序，在离火成岩接触面较近的地方，白云石增多，白云石中的镁是从火成岩中来的。在阿留申深海平原，红色粘土下面有蚀变玄武岩，红色粘土的富含铁、锰等金属元素似乎是与玄武岩的蚀变有关。

5. 几个大三角洲的沉积情况

“DSDP”在世界几个大三角洲附近进行了钻探。这是因为大河三角洲对寻找石油和研究石油的富集条件都是有利的地方。同时大河入海之碎屑物也影响着远海沉积。

墨西哥湾钻探表明，密西西比河的输入物质大部分沉积在河口附近，物探测量结果证实其沉积厚度超过12,000米。但也有一部分沉积物以油流的形式被带离河口遍及整个墨西哥湾。

以前曾有人提出，亚马逊河三角洲是800万年至1,500万年前开始形成的，亚马逊河输入物一直到达水深为5,200米的德梅拉纳深海平原。但是，“DSDP”认为，亚马逊河三角洲的形成比上述看法要早，岩心的上部为早中新世，距今约2,400万年，矿物及其它陆源物质是亚马逊河的输入物。在岩心下部更老的沉积物中没有发现河流输入物的迹象，只有大洋微古生物。因此认为，亚马逊河三角洲的形成与安的斯山的形成时代大致吻合，这座山脉的上升为亚马逊河三角洲提供了大量的陆源物质。

6. 气候变化

“DSDP”的研究成果，对探讨地球的气候变化历史及其发展趋势提供了许多有益的资料。

资料表明，南极大陆的巨厚冰川至少在早中新世（距今20—25百万年前）就存在了。南极冰川在4—5百万年前发生过重大变化，最先是气候变冷，冰川扩大，接着又迅速消融收缩到目前的位置。以后的变化并不显著。

“DSDP”通过岩心的分析，对地球的变化，特别是火山活动与气候的关系都提出了新的认识。

海底扩张和板块构造说的建立有力的促进了地球科学的进展。

自六十年代以来，开展了频繁的国际协作，共同调查研究海洋底部的地质特征。特别是上地幔计划（1964—1971年）期间，集中了规模较大的科技力量，在广阔的海域里进行了地质、地震、钻探、地磁、年代测定、地球化学、高压物理等多学科性的综合研究，所获得的研究成果在一定程度上给海底扩张说和板块构造说的建立提供了科学基础。

海底扩张与板块学说这两个理论概念建立以来，有大量的科学工作者对它们进行了论述，为了进一步验证这个学说的实用性，正在对大陆边缘地带和各个板块的接触带（离合边界与相撞边界）做为重点进行着大量的调查研究，以期得到更多的科学依据。

根据海底扩张这一基本事实而发展起来的板块学说将地球表面划分为六个呈刚体运动着的板块。板块学说认为海岭或洋中脊是地幔物质对流的上升区，而海沟-岛弧系是对流的下降区，洋底则由洋中脊向外扩张，而在海沟-岛弧系外消失。由于洋底扩张的速度很快，每年可达几厘米，甚至更快，这样就使洋底每二、三亿年便可更新一次，从而得出大洋底地壳的年令比海洋本身的年令还要小的结论，这一点用“DSDP”未能取到早于中生代的岩石这一事实所证实。

目前,不少科学工作者用海底扩张与板块理论来解释许多重要的地质、地震现象,并用它来探讨矿产资源的形成及蕴藏规律等。如从世界大多数地震的震中位置来看,它们分布在一条狭长的地带内,这些地震带可以联成一个围绕着地震活动较少地区的网格,板块学说则认为世界的主要地震带都是处在各个板块的交界处,而地震则是各板块发生相对运动的结果,因此研究板块的运动规律将对地震预报起着重要的作用。

总之,板块学说把海底扩张,大陆漂移,地震,火山活动,山脉演变,矿床生成等许多重大地质问题纳入一个统一的理论体系之中。但是,对海底扩张和板块学说也有争议之处,争论的焦点是板块的驱动力问题,就是说对地幔物质对流的机制还没有完全被实践所证明,这些都有待于进一步调查研究。

海底矿产资源的调查,一向是海洋地质工作的中心环节。近十年来,新的海底油田不断发现,铬铁矿、锆、钛等多种重金属矿床的矿种不断增加;对海底成矿理论的研究也取得了重大的进展,所有这些都大大丰富了人们对海底矿产资源及其经济价值的认识。但是在海底矿产资源的调查研究工作中,在经济上最引人注目的矿种主要有三类,即海底石油、锰结核和多金属软泥。

海底石油和天然气是海底的最重要矿产。据估计,海底石油的储量可占世界石油推定总储量的 $1/3$ 。由于技术条件的限制,目前海底石油的开采主要限于大陆架的浅水海区,这是大家都熟悉的。但是海底石油资源不仅蕴藏在大陆架区。近年来的海洋地质调查表明,在那些分布着第三纪沉积层的大陆坡、陆基和小型洋盆的深水海域也有很大的潜力,这就扩大了海底石油分布范围及其生成条件的认识。所以许多国家除了对大陆架进行勘测外,已经十分重视深水海域的地质地球物理调查,以便发现更多的油气藏,这是海底石油勘测中一个值得注意的发展趋向。实际上,向深水发展所面临的问题主要是确定有经济价值的含油盆地和勘探技术的改进。近年来,在深水区发现了相当可观的油气含量,如美国、巴西、英国、挪威等都在水深大于250米的海域发现了石油,这方面的调查工作也正在不遗余力的进行着。与此相适应的钻探深度也有了相当大的进展。1965年前石油钻机的最大工作水深仅为193米,而到1976年则已达到800多米,这方面的技术进展也是相当快的。因此,海底所提供的石油总量亦将有迅速的增长。

在六十年代,锰结核作为一种潜在的矿物资源引起了人们的重视。到七十年代随着海洋矿物资源调查勘探和开发技术的迅速发展,在国际上已出现了一股调查开发锰结核的热潮。

锰结核在海底的总储量相当可观(据有人估计仅太平洋就可能蕴藏着1,500—1,700亿吨锰结核),但是找寻与确定经济上有开采价值的海域却仍然是海底矿产资源调查工作中的重要任务,为此,近年来出现了不少新的锰结核的调查勘探新技术,如无缆取样器,无缆照相机,自动返回取样器等。由于锰结核主要蕴藏在几千公尺的深水区,所以开采技术的研究正在以相当大的规模和速度进展着,而且即将达到实用的程度。总之,调查研究锰结核也应当成为海洋地质工作的重要任务。

目前,对多金属软泥的研究仍处于科学调查阶段,特别是找寻新的矿床及研究它的形成机制则是人们普遍关心的问题。随着海洋地质勘测技术的进展,对多金属软泥一类矿产资源的利用问题也将提到日程上来。

海底扩张与板块学说的新概念给海底成矿作用的研究以及矿产资源的找寻与预测提供了新的理论根据,海底成矿规律的研究是调查研究海底矿产的一个重要方面。

(中国科学院海洋研究所情报组综合整理)