

海洋沉积环境的基本参数和研究流程^①

石学法

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

按照海洋沉积环境研究的基本思想^[1]分析沉积环境时,首先要确定一些基本参数。这些参数能反映海洋沉积环境的基本特征,由主要基本参数组合能界定沉积环境,而且这些基本参数应具有成因意义,在最终建立沉积模式时可作成因素使用。理想的基本参数应该可以用数据定量地表示,以便于用数学方法处理,建立数学模型。

1 海洋沉积环境的基本参数

1.1 沉积物组分及矿物组分

沉积物组分能说明物质来源和搬运机制。对沉积物组分的研究。首先是区分碎屑组分和自生组分,前者是进行动力分析(沉积作用过程分析)的依据,后者是推断物理化学条件的依据^[2,3]。

① 蒙陈丽蓉研究员审阅并提出修改意见,谨致谢意。

MARINE SCIENCES, No. 6, Nov., 1992

矿物是沉积物组成的基本单位,沉积物组分的研究可归结为矿物组分的研究,因而碎屑矿物与自生矿物的区分非常重要,重矿物组合、轻矿物组合、粘土矿物组合,以及某些重矿物含量比值,轻矿物的比值(主要是石英/方解石,碎屑方解石/自生方解石),轻重矿物的比值,某些粘土矿物的比值等都是指示沉积环境的重要参数。

1.2 元素的丰度、比值和相关性

元素的丰度和特征的比值及相关性是环境的良好指标。不同的环境(如陆架、陆坡、大洋盆地等),其沉积物有不同的元素组成,微量元素和稀土元素尤为特征。特征的元素丰度和比值可用于划分海陆相、区分物源、指示沉积作用和进行演化分析。例如,著名的白垩纪末事件就是主要借助于元素的丰度和比值识别出来^[4,6],取之于深海中的白垩纪-第三纪界线粘土中 In 的高含量异常, $\delta^{13}\text{C}$ 比值的减小, CaCO_3 含量的降低等指示了白垩纪末海洋沉积环境发生了重大变化,有宇宙源物质加入,导致了陨星撞击学说的产生。

在各项环境参数中,元素的丰度和比值是最易于定量化和进行数学处理的。对于建立环境数学模型是最有用处的。

1.3 沉积物的结构和构造

沉积物的结构和构造总称沉积结构,是进行沉积作用过程分析的基础。

沉积物的结构包括碎屑颗粒的特点及颗粒之间的关系。颗粒本身的特点主要用粒度、球度、圆度、形态和颗粒表面特征来描述。对于已固结成岩的沉积岩,要注意颗粒之间的关系,区分杂基和胶结物,鉴别颗粒的支撑性和胶结类型。对于沉积环境研究来说,粒度分析资料最有用处,通过数学处理得到的粒度参数和通过作图得到的曲线是环境的良好指标。石英砂粒表面特征与海洋沉积环境的关系也是热点的研究题目,已取得了一些重要结果^[5,6],近来又有人试图将此项研究扩大到重矿物。

至于沉积构造,对沉积环境的研究来说,最有意义的是原生沉积构造,它可指示沉积物的搬运、沉积方式,沉积介质的性质及流体的动力状态。一般,不应把单个沉积构造的存在与否作为环境解释的确实标志,而利用保存于沉积层序中的沉积构造垂向序列或组合来判别沉积作用。鲍马序列就是浊流作用形成的一套沉积构造的组合。

1.4 生物组合和生态特征

生物与其生存的环境是统一的,不同类别的生物对环境因素的要求是不同的,因而不同的沉积环境中都有

与环境物理化学因素相适应的生物组合、生态特征,它们随着环境条件的演变而不断变化和更替,所以生物类别、数量和形态构造,生物群落或化石组合面貌可以指示海洋沉积环境。滨海、浅海和深海环境中都有其特征的化石组合及生态特征。另一方面,若在沉积物中发现了与其环境不相适应的生物组合,则表明了特殊搬运、沉积作用的存在。例如在深海沉积物中发现有滨浅海生物组合,则可能为浊流搬运的结果;而南极底层流可将南极特有的生物分子搬到中太平洋沉积下来。

1.5 沉积序列与旋回性

在陆相盆地分析和沉积环境研究中^[7],特别重视充填序列和旋回性的研究。沉积序列由若干套沉积组合构成并按一定顺序出现,每套沉积组合皆由共生关系密切的沉积岩相组成。旋回性指相似沉积组合在空间(垂向上)重复出现。沉积序列和旋回性是建立沉积模式的基础。我们认为,将沉积序列与旋回性参数引入到海洋沉积环境中是可行的,尤其是对较深孔岩芯的分析更是如此。欲建立此项参数,难点在于划分岩相和组合。在划分出岩相之后,采用马尔科夫概型方法处理。

1.6 沉积体的形态和厚度

海洋沉积体(Осьоуное тело океани)是前苏联学者提出的概念^[10],沉积物在海盆中所构成的沉积体的形态和厚度反映海洋沉积环境的宏观特征,是各种因素综合作用的结果。当没有侵蚀间断或不整合存在时,依据瓦尔特(Walther)相律,从单个岩芯所反映的沉积体纵向序列可以推知横向上的环境变化,在大陆边缘研究中这种方法尤其有用。沉积体的形态和厚度反映沉积区整体的古地理概貌,直接决定着沉积矿产富集的有利部位。沉积体的形态和厚度随时间不断地发生变化,如果条件允许,应该分期编制一套环境古地理图来反映不断变化的沉积体概貌。苏联科学院海洋研究所利用沉积体的形态和厚度参数的变化,分期编制了世界大洋晚白垩世以来的岩相古地理图,反映了沉积环境的变化^[11]。

1.7 地层层序和年代

海洋沉积环境的研究,特别是演化分析是建立在地层层序基础之上的。海洋地层学与陆地地层学相似,广泛运用岩性地层学、生物地层学与时间地层学3种方法建立地层层序。另外,海洋地层学还广泛采用事件地层学、磁性地层学、气候地层学和元素地层学方法。

沉积物的年代参数主要是通过放射性同位素测量获得,通过地层学方法对比也可获得年代数值。有了年代数据以后,将柱状沉积物岩芯中的元素变化剖面转移到时间坐标上,通过数学方法(如功率谱分析)处理后,可以得到很好的环境演化模型。

1.8 沉积期的火山活动和沉积

火山活动主要受地质背景控制。沉积期火山活动有可能造成沉积间断,火山喷发物也可以加入到沉积物中沉积下来。这项参数包括火山岩成分、沉积厚度及与上下层位的关系。

1.9 含矿性

含矿性参数包括矿产(层)的形态、厚度、赋存层位及分布特征。海洋沉积矿产是海洋沉积环境发展演化的结果。除了实用意义外,它又能敏锐地反映沉积条件。例如,铁锰结核的存在表明沉积区沉积速率低、底流活动强、具氧化条件,一般在深海区;而磷酸盐矿床多在陆源浅海区,为生物活动强烈,有较强上升流的环境。

可以看出,上述参数是非常粗略的,有些不能用数据表示,而且分类也不统一。基本参数的选择和提炼尚需做大量的工作。

2. 海洋沉积环境模式的建立和研究流程

海洋沉积环境研究的最终成果是沉积模式的建立。

模式法和参数法是人们研究沉积环境的两条途径。

因为沉积环境是由许多边界条件限定的,所以人们一直试图通过确定边界条件或参数来恢复环境。这一设想在逻辑上是合理的,但在实际工作中是困难的。这在海洋沉积环境中表现尤为突出。其一,很难确定代表环境充分必要条件的参数,有些参数反映的是环境的充分条件而非必要条件,有些则反映的是必要条件而非充分条件;其二,有些关键性参数难于求解和确定,有时根本求解不了;其三,若确定足以标志环境的参数要做大量的工作,在经济上和效率上都非最佳选择^[2]。因而单纯依据参数法来恢复环境是不可取的。我们认为,将参数法与模式对比法结合起来比较方便与实用,对已成为陆地的古海洋,沉积环境的恢复更离不开模式对比。

沉积模式是对一个特定沉积环境的全面概括。理想的模式除了概括环境外,还应起到4个方面的作用:环境判别比较的标准,观察的提纲和指南,水力学解释的基础和新区预测的工具^[9]。海洋沉积环境模式建立的过程实质上就是对古今许多地方性海洋环境实测进行提炼和概括的过程,用提炼出的模式指导观察并进行预测,然后把实践结果反馈出模式。经不断的反馈、修正、充实、完善,使模式趋于符合实际。在对新海区进行环境研究时,可以先求解几个主要的易求的参数,与已知的类似的模式对比得出一个粗略模式并进行预测,随着工

作的深入而不断完善,最终建立起一个地方性模式。

应该指出的是,海洋沉积学研究必须与大陆沉积学结合起来。海洋沉积学现在主要是研究为海水所淹没的沉积环境,所得到的模式更具直观性和现实意义,应将这种模式与陆地古海洋环境模式相比较,进而推广应用到陆地古海洋环境研究中。

最后,我们给出海洋沉积环境的研究流程(附图)做为参考。

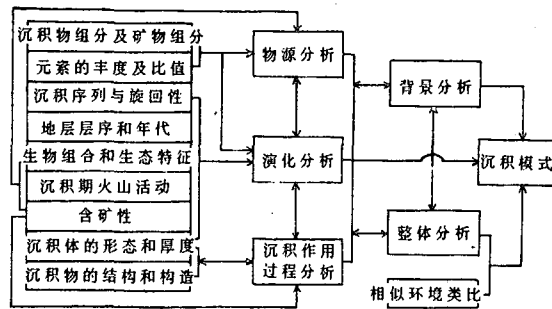


图 海洋沉积环境的研究流程

参考文献

- [1] 石学法,1992.海洋沉积环境研究的基本思想.海洋科学 2:22.
- [2] 何起祥等,1988.比较沉积学的理论与实践.海洋地质与第四纪地质 8(1):1~8.
- [3] 朱而勤、王琦,1988.海洋自生矿物.海洋出版社,1~28.
- [4] 许靖华、何起祥等,1982.白垩纪末生物大批死亡引起的环境变化及其演化意义.长春地质学院学报 1:1~14.
- [5] 克林斯雷,D. H.,杜尔坎普,J. G.,1980.石英颗粒表面结构图册.石油工业出版社,1~149.
- [6] 王颖、迪纳瑞尔,B.,1985.石英砂表面结构模式图集.科学出版社,1~64.
- [7] 李思田等,1988.断陷盆地分析与煤聚积规律.地质出版社,1~13.
- [8] 沃克,R. G.,1982.沉积相和沉积相模式总论.沉积相模式 1~7.
- [9] Alvarez, L. W. et al., 1980. Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction. Science 208: 905-1 107.
- [10] Лисицын, А. П., 1984. Осадочное тело океана геологияна океанов по янним глубоководного буренця, М.: Наука. С 12-61.

-
- [11] Лисицкая, А. П., и т. Р., 1980. Геологическая история океана. геология океана. М.: Наука, С 375-427.