

碳酸盐岩在海平面研究中的应用

俞鸣同

(福建师范大学地理研究所,福州)

收稿日期: 1988年9月13日

I. 应用碳酸盐岩分析海平面变动的前提

首先必须确认所研究的碳酸盐岩属于浅海浅水的产物。

在岩性组合方面,浅海碳酸盐岩往往具有从纯碳酸盐岩到砂质、泥质碳酸盐岩,进一步过渡到碳酸盐质砂岩、泥岩的特征^[1]。

碳酸盐岩的颜色特征对指示碳酸盐岩形成水域的深浅也有一定的意义。粗粒浅色石灰岩与浅水强氧化环境有关,细粗深色石灰岩与深水还原环境有关。

生物在形成碳酸盐岩中也起着十分重要的作用^[2]。

碳酸盐岩矿物中同位素比值 $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ 和 $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ 也可作为沉积和成岩环境的指示物。由于同位素分馏作用,海水中 ^{18}O 和 ^{13}C 比非海水富集,因此,在海水环境中产生的微粒和胶结物其 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{18}\text{O}$ 接近零值,而在淡水环境中形成的则出现较大负值 ($\delta^{13}\text{C} = -5 \sim -15\%$, $\delta^{18}\text{O} = -5 \sim -10\%$)。

II. 碳酸盐岩沉积对海平面升降的反应

II. 1. 碳酸盐岩沉积对海平面上升的反应

II. 1. 1. 沉降式 海平面上升速率大大超过碳酸盐岩增长速率。由于海平面迅速上升而碳酸盐岩沉积处于“起动”阶段之前的“滞后”作用,都会使碳酸盐岩沉积表现为沉降式。主要表现为,珊瑚礁或碳酸盐岩台地完全衰退,珊瑚

礁或台地脱离浅海浅水环境,而沉降到光亮带之下。沉积特征表现为浅水珊瑚礁上覆深水珊瑚礁;或台地前缘斜坡上低海面时期浅海碳酸盐岩沉积成为水下阶地,其上出现深海岩类沉积。这种沉降型碳酸盐岩在沉积序列上往往表现为下部浅水灰岩上覆深水磷灰岩、页岩或深水灰岩。

II. 1. 2. 弧礁式 这种形式表现为碳酸盐岩沉积处于衰退和增长的中间状态。由于海平面迅速上升,珊瑚礁或台地总体表现为衰退,而台地边缘或中间的部分珊瑚礁在未衰退到光亮带之下就迅速生长,赶上海平面上升。这种过程大致经历三个阶段,首先是海平面上升速率大于碳酸盐增长速率,使碳酸盐岩沉积沦为深水环境,但仍在光亮带底部,其后是碳酸盐岩弧礁的增长赶上海平面上升,最后是两者的增长速率趋于一致而保持增长的协调。这种沉积在地貌上通常表现为埋藏或出露的碳酸盐岩弧丘或弧丘群。

II. 1. 3. 台地式 这种形式表现为珊瑚礁或碳酸盐岩台地增长速率保持海平面上升速率。根据台地碳酸盐岩沉积的岸斗原理,^[4]台地边缘往往是碳酸盐岩沉积、固结的活跃区。因而,台地式往往表现为台地前缘向海推进的加积作用,使碳酸盐岩陆架增长,沉积序列向上表现为海水变浅的层序,有时顶部会出现淡水透镜体。

II. 2. 碳酸盐岩沉积对海面下降的反应

碳酸盐岩沉积对海平面下降的反应通常表现为早期形成的碳酸盐岩被海水侵蚀作用和风

化作用改造。在地貌上表现为喀斯特地貌和海岸侵蚀地貌, 沉积特征上表现为碳酸盐岩沉积间断和淡水胶结。沉积序列出现自下而上碳酸盐岩沉积转化为陆相砂页岩沉积, 或者由于海平面下降, 碳酸盐台地中潟湖蒸发作用加强而出现碳酸盐岩与上部蒸发岩的组合。

III. 碳酸盐岩的岩石学特征 可作为古海面的标志

碳酸盐岩的成因类型主要有四种: (1) 水盆地中机械沉积的碳酸盐岩; (2) 原地生长的生物成因的碳酸盐岩; (3) 化学、生物化学作用沉积的碳酸盐岩; (4) 交代成因的碳酸盐岩^[3]。前三种碳酸盐岩的一些结构构造能反映形成环境的特征, 对确定古海面的位置有一定的意义。

III. 1. 原地生物生长形成的碳酸盐岩

原地生物构造是生物成因碳酸盐岩特有的, 具有较准确反映生物生长环境与海平面关系的特点。

III. 1. 1. 叠层石构造 叠层石构造是碳酸盐岩中藻类成因的一种生物构造, 主要由蓝绿藻生长堆积而成。蓝绿藻主要生长在广阔的潮间、潮上和潮坪区。叠层石形态上呈柱状、枝状、锥状。明暗相间的“水平”微层常出现与其上下层理不一致的微波状起伏。

局部干裂的扁平到波状纹层或相互连接的小型穹丘是潮上或高的潮间带特有的; 分离的纹层穹丘表现在稳定潮水区潮间环境形成; 而围绕核心发育的不规则同心纹层核形石则出现在较低的潮间带到浅的潮下带扰动环境。

III. 1. 2. 生物礁构造 生物礁是造礁生物和喜礁生物在特定环境下形成的礁状体, 可从生物标志、地貌标志、岩性标志、结构构造上予以识别。在生物标志方面, 常见的造礁生物有珊瑚、层孔虫、苔藓、藻类。此外, 一些喜礁生物如腕足类、有孔虫、海百合以及某些软体动物, 常分布在礁翼部。在地貌方面, 一般具有古地形隆起, 垂直幅度比围岩大, 与围岩界线多数呈指状、楔状或渐变接触。在岩性方面, 常为生物

碳酸盐岩, 极少陆源碎屑; 礁核岩性为原地形成的生物岩, 礁翼部可具有特殊的礁屑角砾岩。在结构构造方面, 常呈指状, 无层理, 有些核部可见生物分带界限, 翼部可见塌积物和原始倾斜层理。生物礁是潮下高能环境的标志, 利用它在纵向上的发育记录可判断古海面位置。

III. 1. 3. 生痕构造 生痕构造包括动物足痕, 爬痕和虫孔。在判断古海面方面较有用的是虫孔构造, 主要有钻孔和潜穴。碳酸盐岩中的虫孔常划分为五个生痕相。

A. Skoliths 相 虫孔简单呈 U 型, 垂直层面, 指示极浅海和沙滩潮坪的环境;

B. Glassfungites 相 虫孔简单呈复合 U 型, 略有倾斜, 深度稍大于沙滩潮坪;

C. Cruziana 相 虫孔浅, 呈螺旋形, 歪斜或水平, 指示浅海潮下带砂质、粉砂质海底;

D. Zoophycos 相 虫孔水平或高度斜歪, 长度很大, 指示沉积速率大的浅海;

E. Nereites 相 虫孔形态弯曲或呈螺旋型, 方向杂乱, 指示 305~457m 的水深。

此外, 掘穴也是近岸环境中常见的成岩构造之一。掘穴动物的遗迹容易与原生和次生的非生物成因的构造混淆, 如气坑, 排气孔, 圆锥形断裂等。因此, 分析时首先要鉴定好掘穴类型, 才能应用于判断古海面。蛟虾 (*Callianassa*) 形成最常见的潮下型掘穴; 招潮蟹 (*Uca*) 形成潮间型掘穴; 沙蟹 (*Ocypode*) 形成相当稳定的螺旋形和 U 形潮上带掘穴。

III. 1. 4. 生物扰动构造 它是由生物扰动作用使原生层理破坏而形成的不规则构造。主要鉴定特征是: (1) 沉积层局部掀动, 搅碎呈杂乱状; (2) 有似角砾状现象; (3) 被搅碎的碎块无磨圆痕迹, 碎块间无亮晶胶结。生物扰动构造主要指示底栖动物群丰富的潮下环境。

III. 1. 5. 鸟眼构造 鸟眼构造是碳酸盐岩中一种微小的空洞构造, 空洞的形状似鸟眼, 也有呈透镜状、斑点状、多角状, 甚至不规则状。鸟眼构造有几种成因, 各有一定的指示环境意义:

A. 干裂收缩成因 形成于干湿交替的潮间带;

B. 气泡成因 形成于潮间带上部, 沉积物暴露时间多于浸泡时间;

C. 藻席成因 由未钙化的蓝绿藻腐烂而成, 出现在潮间带或周期性暴露于水面的潟湖边缘。

III. 2. 水盆地中沉积形成的碳酸盐岩

碳酸盐岩除了特有的生物构造外, 机械沉积、化学、生物化学沉积形成的碳酸盐岩还具有一般碎屑岩的结构构造。下面分析几种对确定古海面位置有鉴定意义的结构构造。

III. 2. 1. 内碎屑 内碎屑是由已沉积并弱固结的碳酸盐沉积物经沿岸流、波浪和潮汐等作用剥蚀而再沉积的岩屑。形成内碎屑需要较高能量的水动力^[2]。因而, 内碎屑往往标志着潮间或水下高能地带。

III. 2. 2. 次生溶蚀孔隙 碳酸盐沉积之后在成岩后生及表生阶段由地表水溶蚀作用形成孔隙, 其大小从几微米到若干米。这种溶蚀作用的形迹可达潜水带顶部。因此, 这种作用的下限可辨别淡水和海水的界线。

III. 2. 3. 泥裂 泥裂系由碳酸盐岩淤泥收缩造成多边形排列的构造, 一般是连续的, 常见为六边形, 四边形和三角形。具有U型和V型横断面, 直径几厘米到几米。泥裂形成于暴露地表的环境。因此, 可以认为是潮上带以及可能有潮间带上部的产物。

III. 2. 4. 碎屑成分的生物化石组合 碳酸盐岩中以某一类化石占绝对优势, 而其他化石基本上没有或极少的组合也具有一定的指示意义:

A. 双瓣壳组合 双瓣壳组合分别由腕足动物, 瓣鳃类和介形虫构成。介形虫组合常见于潮上潟湖和潮间潟湖。原地腕足类和瓣鳃类组合分布范围较广, 但异地腕足类或瓣鳃类经水动力搬运常出现在潮间或潮下高能带。其特点是壳排列相互平行, 壳较破碎, 有分选现象,

混入生物较多。

B. 螺壳类组合 原地螺壳类组合大体一致, 但大小个体混杂, 排列无规则, 通常分布在潮下生物礁附近, 也有螺壳类分布在近岸浅水处。

C. 有孔虫组合 有孔虫分布水深范围较广, 但正确鉴定浅水有孔虫组合可以较准确地划分水深范围。毕克卷转虫组合分布在水深0~20m; 压扁卷转虫组合分布在水深20~50m; 结缘寺卷转虫组合分布水深大于50m。沼泽有孔虫对确定古海面更有意义, 其精度可达十几厘米。

D. 海百合茎组合 原地海百合茎堆积特点是大小混杂, 茎板没有完全分离, 大量分布在层面上, 指示潮下斜坡堆积。异地海百合茎堆积经水流分选大小基本一致, 常形成厚度不大、分布不广的透镜体, 指示波基面以上斜坡或潮下堆积。

IV. 结 论

本文探讨了应用碳酸盐岩研究海平面变动的一些方法。当然, 现在陆上所见海相碳酸盐岩只是地史上沧桑变化的结果, 它反映海平面的相对变动。由于海平面变动的因素和海平面变动的判据很多, 在应用碳酸盐岩分析海平面变动时还应当结合具体地质情况和其他标志来综合分析, 以及考虑地动背景的影响, 这样才能更具可靠性和说服力, 更真实地反映地史上的海平面变动。

主要参考文献

- [1] 余素玉, 1981. 化石碳酸盐岩. 地质出版社, 2~4, 96~97.
- [2] 刘宝珺, 1980. 沉积岩石学. 地质出版社, 194~203.
- [3] 中国科学院地质研究所, 1981. 沉积岩石学研究. 地质出版社, 205~240.
- [4] 广州地理研究所, 1986. 海平面. 科普出版社, 98~99.
- [5] G. V. 奇林格, 1978. 碳酸盐岩. 地质出版社, 3~20.