

再论凡口矿区中上泥盆统叠层石及其地层沉积环境意义

郑庆年

(广东有色金属地质研究所)

提要 本文论述阶叠状藻叠层石,柱轴与底面斜交的分离短柱状藻叠层石和短棒状层孔虫叠层石的形态与海侵方向、次数、幅度、盆地性质、盆地地形等沉积环境的关系。本区古生代底栖造礁沉钙藻对造架生物的镶盖和填隙粘结作用,形成有利成矿的礁环境。指出区内不同形态叠层石的分布及生物群落的演化,皆与西澳坎宁盆地同时代生物礁相似。

主题词 藻叠层石 底栖沉钙藻 沉积环境 造礁作用 混合礁灰岩

作者简介 郑庆年 男 50岁 高级工程师 矿床地质

众所周知,藻叠层石构造是一定沉积环境下藻生物群落的生活结果,形态的变异与沉积环境的变更有关。柱状藻叠层石之柱体分叉特点、基本层纹形态、柱体边缘与轴部构造等都是特定沉积环境的标志,是叠层石研究的主要内容。笔者1979年曾以“广东凡口矿区中上泥盆统叠层石及其地层沉积环境与控矿意义的初步探讨”为题,对凡口矿区的主要藻叠层石类型,进行了比较详细的研究和划分,对各类叠层石形态构造特点、基层显微结构及其与沉积环境关系进行了初步探讨,指出矿区藻叠层石与层孔虫等造架生物,共同形成有利成矿的生物礁环境。近几年来随工作的深入和采矿钻孔的再揭露,除初步证实原圈定的生物礁范围基本正确之外,相继又发现几种对指示沉积环境和沉积相有更重要意义的柱状藻叠层石和层孔虫叠层石,提供进一步认识矿区沉积环境的有力佐证。

一、叠层石产出层位

凡口矿区自中泥盆统棋子桥组至上泥盆统天子岭组,总体构成一个一级海侵旋回和三个次级旋回。每个次级旋回都具从砂岩开始至白云质灰岩或白云岩夹灰岩而终止的变化规律。柱状藻叠层石主要产于具海侵序列的第三个次级旋回(天子岭组下段)的下部层序中。旋回底部一般有一层数米厚,比较稳定的青灰色纹层状白云质粉砂岩,向上过渡为生物碎屑条带瘤状灰岩、生物碎屑亮晶灰岩、鲕粒(或球粒)亮晶灰岩和柱状藻叠层石、藻-层孔虫叠层石与块状六方珊瑚等混合礁灰岩组合。层系中生物组合不仅门类多,而且数量也大,常见有丰富的腹足类、头足类、瓣鳃类、腕足类、棘皮、三叶虫、有孔虫、介形虫和极丰富的藻类,如胶须藻、葛万藻、叶状藻、努亚藻、球松藻等。

二、几种藻叠层石的形成特征要述

现就近几年在矿区新发现的几种藻叠层石特征简要描述如下:

1. 阶叠状倾斜柱状藻叠层石

天子岭组下段 (D_3t^2) 见到的这类柱状藻叠层石群, 具有从下向上生长, 柱体合并、个数减少、个体增大, 至逐渐过渡为层纹状体的变化特点 (图 1)。岩心可见群体柱高超过 9cm。正视各柱体紧密无间成排生长, 构成似“墙状叠层石群”。侧视纵轴切面, 柱体间有 0.5~0.8cm 间隔, 各柱体皆规律地朝同一方向倾斜 (图 2)。有的柱体出现数个梯级状叠阶, 上下叠阶的水平推移距离 0.8~1cm, 叠阶高 0.5~1.2cm (图 2)。柱体轴线与柱体基本层纹呈 $45^\circ \sim 50^\circ$ 夹角, 基本层呈反重力宽缓向上隆起。充填柱体间之沉积物, 具有宽缓下凹微沉积纹层 (图 2)。柱体横断面呈扁圆至椭圆形 (图 3), 其长径皆大致垂直柱体“墙”的延伸方向。椭圆长径一般 1.2~1.8cm, 柱体为次圆柱状。扁圆长径 1~2.5cm, 长短径比一般 2:2—5:1, 柱体为扁圆柱状。柱体侧部构造特点是基本层纹至边部一般都明显下垂, 但未完全包封, 常呈鹰嘴形檐状突出。镜下观察浅色层为藻环粒泥晶方解石组成, 含少量石英粉砂和白云质, 见有保存完好的胶须藻; 暗色层是经过白云石化的富有机质泥晶方解石。

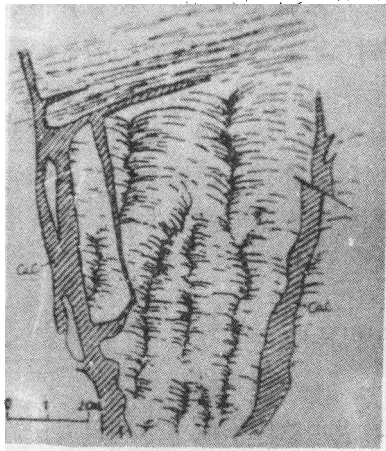


图 1 柱状藻叠层石 (正视)



图 2 柱状藻叠层石(纵轴切面)

Fig.1 Prismatic algal stromatolites (front view) Fig.2 Prismatic algal stromatolites (vertical section)

2. 轴、底斜交的短棒状层孔虫叠层石

这种叠层石见于矿区 210/ZK15 孔内天子岭组下段 (D_3t^a), 由块状六方珊瑚、层孔虫及柱状兰绿藻叠层石混合构成礁灰岩顶部, 生物碎屑鲕粒亮晶灰岩中, 叠层石呈短棒状体, 高约 5cm, 呈孤立单柱状生长, 棒体轴与基底岩层面成约 45° 夹角 (图 4.A)。

3.轴、底斜交的分离短柱状藻叠层石

这种轴底斜交的藻叠层石, 发育于 210/ZK15 孔内天子岭组下段 (D_3t^a) 混合礁灰岩段底部, 特点是生长高约 2~3cm 的分离柱状叠层石群, 柱轴与基底岩层面呈约 50° 夹角 (图 4.B.C)。

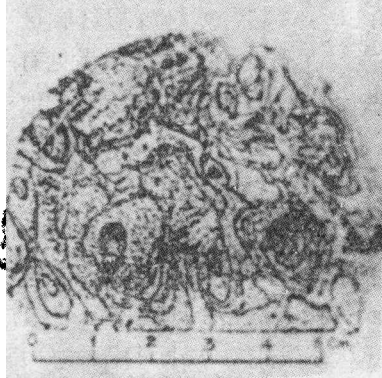


图 3 柱状藻叠层石(横切面)

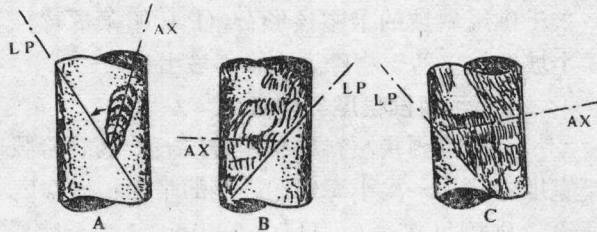


图 4 叠层石生态素描

Fig.3 Prismatic algal stromatolites (cross section)

Fig.4 Sketch in ecology of the Stromatolites

三、矿区沉积环境的再认识

霍夫曼 (1976) 研究冒地槽陆棚沉积旋回内的叠层石后指出, 海退环境的潮间及潮上带叠层石, 垂直层序从下向上, 由直径 2~5cm 的圆柱状叠层石, 过渡渐变为直径小于 1cm 的细指状、窄间距直立柱状叠层石, 最后变为平的层纹状叠层石。霍氏研究结果表明, 海退叠层石的柱体向上分支增多、个体变小, 最后成为具状泡构造的藻席。

国内外多数学者对现代藻叠层石研究结果, 比较一致认为不连续构造体是生长在水动力比较强的潮汐作用和波浪冲刷区, 柱状、棒状叠层石多分布于海岬、潮汐带上部、礁体或水下凸起部位, 或由于异常沉积的快速掩埋, 或急流冲刷破坏造成。柱体的某些构造特点, 是鉴别沉积环境和水动力条件的重要依据, 例如柱体的平面拉长方向 (横断面长径), 往往与潮汐和波浪冲刷方向, 水流方向一致, 与海岸线方向垂直。叠层石群平行海岸线延伸, 构成平行海岸的叠层石“墙”等, 都是特定的环境条件造成的。现以上述叠层石形体构造为依据, 再次重塑矿区沉积环境。

1.识别海水进退规程

凡口矿区阶叠状倾斜柱状藻叠层石群体, 垂向变化是向上柱体合并、个数减少、个体增大直至逐渐过渡为层纹状之层状体, 恰与霍氏研究的海退叠层石垂向形态变化规律相反。顶部层纹状之层状体, 具有层纹平滑且极细而连续性很好等特点与潮上带藻席那种泡状构造不同, 表明区内这种叠层石是一种海进规程叠层石; 顶部层状体叠层石是潮下水体较平静环境产物。这与本区晚泥盆世早期具海侵层序结构相吻合。

2.指示海侵方向

根据岩层产状定位, 本区上述阶叠状倾斜柱状藻叠层石的平面拉长方向为北东 35° , 柱体之叠阶也皆朝北东 35° 方向推移阶叠上升, 指示海水由南西向北东 35° 方向入侵。叠层石群体“墙”的延伸方向则为北西 305° , 恰与区域及矿区主岩相带总体延展方向一致, 指

示区域古海岸线为北西向。

3. 确定沉积盆底地形及古地理位置

柱状叠层石之柱轴, 一般与重力方向一致。本区轴、底斜交的分离短柱状藻叠层石、短棒状层孔虫叠层石, 其柱(棒)轴与底板岩层面呈大约 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 交角, 表明它们是生长在水下某种斜坡环境上, 柱轴与底板岩层面夹角的余角 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 就是沉积盆底这个斜坡的坡度角。这两种叠层石分别上覆和下伏于典型礁灰岩段, 在附近相应层位中尚见有一种生长于礁缘斜坡的带帽核形石(P.E 帕莱福特), 说明这些叠层石是生长于碳酸盐台地边缘一个坡度较缓的生物礁之礁缘斜坡上。

4. 指示海侵幅度与频度

上述阶叠状倾斜柱状藻叠层石, 其叠阶数即小海侵次数, 一般为 $0.8 \sim 1\text{cm}$ 的叠阶水平宽度, 就是一次小海侵在礁侧的平面扩展幅度(距离)。按照上述 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 的礁侧坡度计算, 礁侧每次平面海侵 $0.8 \sim 1\text{cm}$, 海面就要上升 $0.46 \sim 1\text{cm}$ 。礁后向陆一侧的浅海台地区, 按照 0.1° (延伸 1000m 下降 1.5m)的海底坡度计算, 发生一次小海侵, 海面将向北东扩展 $3.1 \sim 6.7\text{m}$ 这样小的距离。此后便相对稳定, 兰绿藻继续生长形成 $0.5 \sim 1.2\text{cm}$ 高的叠层石叠阶。而后再次发生强度与幅度都与前次几乎相当的小海侵, 如此多次反复。可见本区中晚泥盆世, 海侵幅度虽然较小, 但却很频繁、频度较大。海侵之频繁表明同沉积构造活动之频繁, 因而势必在沉积过程中, 不停地影响盆底之古断裂(详见笔者1979年“初探”一文)长期不被封闭, 发展成具生长断裂性质的构造(F_{101}), 作为矿质运集的通道, 对成矿起重要的控制作用。

5. 鉴别盆地沉积类型

饥饿盆地之叠层石柱间沉积物常具有球面状(反抛物线状)下凹的沉积纹层。本区叠层石无此特点。其叠层石柱间沉积物仅见有平槽状微弱下凹的沉积纹层, 与饥饿盆地显著不同。形成本区这种纹层特点, 是因为叠层石生长期间, 兰绿藻屑对沉积物捕捉、粘结作用略优于柱间沉积物自然沉淀聚集的结果。从而表明本区是一个盆地沉降速度、沉积速度、沉积物供给速度和藻叠层石生长速度(略快)基本上平衡的补偿性质的沉积盆地。

B.Г.库兹涅佐夫对藻类的造礁意义曾有过样的论述: 藻类在成礁中的作用极大, 它们作为积极造礁生物作用的造架生物、做为表壳生物和覆盖生物……这些表壳状和被壳胶结生物, 是最重要的积极造礁生物, 它们不仅能增加骨架建造的抗浪能力, 而且本身就可以营造厚度大、绵延长的礁岩。有些藻类虽然不能形成坚硬的骨架和皮壳, 但能提供大量的碳酸盐物质。从食物资源和食物链关系来讲, 藻类是许多他营生物的食物。由此可见, 藻类不仅自己能积极起造礁作用, 也对其它造礁生物的发展具有巨大的影响, 对创造生物有机地球化学和沉积地球化学环境, 大大加快碳酸盐堆积速度都有重大影响。这方面笔者1979年结合凡口矿区实际情况曾做过较详细的论述。凡口矿区的藻类主要是那些底栖沉钙藻, 常见较重要的有胶须藻、叶状藻、球松藻和葛万藻等。它们都是古生代和现代常见的造礁藻类, 万其是胶须藻等兰藻门藻类, 由于它们的细胞外圈都能分泌胶质粘液, 故能通过分泌作用、沉积作用和对沉积物的粘结作用建造碳酸盐岩。这些藻类不仅具有营底栖附着生长之生态习性, 其中丝状种, 往往成群体密集堆积建造碳酸盐岩。在凡口它们起镶盖附着造架生物的作用非常明显, 如组成礁灰岩主体的一种层孔虫-藻互层的团块状、半球状叠层石, 就是兰绿藻不断在造架生物层孔虫上镶盖, 积极参与造礁作用的表现。许多关于礁建造研究文献认为, 这种

镶盖作用往往是向海部位礁缘建造的特点。此外，本区藻类对造架生物还起重要的填隙粘结作用，最主要的粘结表现为柱状藻叠层石呈填隙式生长于六方珊瑚等造架生物间隙中，这种填隙粘结的结果，其一是提供造架生物食物加速造架生物生长，其二是增强造架生物抗浪能力，促进礁体形成。本区藻类和造架生物这些组合，是地史上古礁体的最佳生物组合。

与国外某些同时代层位的生物礁对比，据 P.E.帕莱福特资料，澳大利亚西部坎宁盆地 (CANNING BASIN) 泥盆纪大堤礁内，上泥盆统弗拉斯期 (D_3^1) 礁组合中，不同形态的叠层石和藻类，在礁体不同部位的分布是：柱状叠层石主要分布于礁缘-礁坪和毗鄰礁坪的台地上，向海方向可延至礁前斜坡。球松藻 (*Spharocodium*) 主要分布在台边缘和斜坡上部。造架生物主要是块状层孔虫和板状、纹层状层孔虫及珊瑚类。核形石主要分布于礁坪和毗鄰礁坪的台地上，平坦藻席主要分布在台地上，向海可延至礁坪 (图 5)。到了法门期 (D_3^2) 层孔虫、珊瑚等造架生物罕见，礁坪-礁缘主要为窗孔柱状藻叠层石和核形石以及双壳类。对比凡口矿区上泥盆统内的造礁生物群落和演化趋势与上述坎宁盆地极相似，在凡口相当于弗拉斯期 (D_3^1) 的天子岭组下段 (D_{3t_a}) 内，也有极丰富的层孔虫和四射珊瑚 (六方珊瑚等) 群体等造架生物，各种藻类以形成柱状叠层石与造架生物共生，构成礁体的最优生的组合，建造本区混合礁灰岩。同时在藻类里还有台地边缘 (礁缘) 和斜坡上部环境的球松藻等，均与西澳坎宁盆地礁建造相似。到了相当于法门期 (D_3^2) 的天子岭组中段 (D_{3t_b})，层孔虫及群体珊瑚等主要造架生物大量减少至很罕见，代之以大量的藻核形石，形成典型的核形石灰岩段。

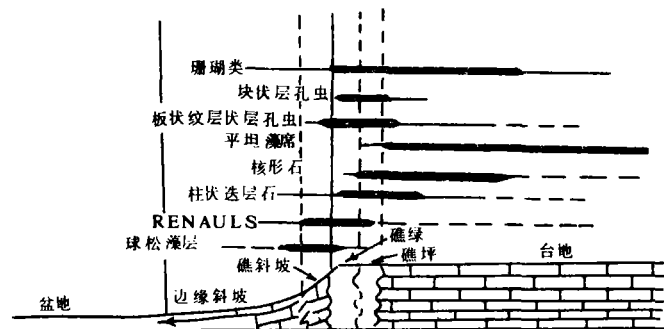


图 5 西澳坎宁盆地弗拉斯礁组合中的生物分布

Fig.5 Frasnian biotic distribution, Canning Basin

凡口矿区混合礁灰岩组合，集中分布于一定区段的某些限定范围内，组成一定形态的礁体，柱状藻叠层石与其形影不离紧密相随和上述各种证据表明：藻类是造礁生物，柱状藻叠层石是造礁叠层石，它与层孔虫、四射珊瑚等造架生物组合的产出位置，相当于礁坪-礁缘这样一个古地理部位。礁灰岩的平面展布同时具北东、北西两个方向，连绵呈半环状。根据藻叠层石柱体横切面长轴指示方向和柱体的倾向方向，确定半环礁向南西弧形凸出部分为迎风面。

四、叠层石的地层意义

关于叠层石的地层对比意义,苏联以克尔列为首的研究小组,于1957~1960年间详细研究了欧亚北部前寒武纪叠层石之后,认为它可以在不同大地构造单元之中进行对比,具有重要的地层意义。国内张录易等人也发现假裸枝叠层石,在不同大地构造单元,相距千公里以上的燕辽和秦岭两地,其所在的层位和外貌都惊人的相似,完全可以对比。尔后有人对燕山地区叠层石进行详细研究结果,还纠正了以往雾迷山组地层划分对比的不少错误。

本区藻叠层石的赋存层位及形体演化特点,不仅在曲(江)仁(化)盆地北缘的仁化至乐昌之间完全一致,在整个粤北地区也惊人地一致,甚至与澳大利亚西部的坎宁盆地都很相似。由此可见藻叠层石对显生宙地层的对比划分同样具有一定价值,尽管对比精度不同,但易于观察和辨认,特别便于野外队应用,在工作过程中若结合其它古生物进行综合观察研究,对地层的对比与划分,无疑具有重要的实际意义。

收稿日期:1988年3月29日

参 考 文 献

- (1) B.Г.库兹涅佐夫,1978,礁的含油气性中译本,石油工业出版社。
- (2) 朱浩然等,1983,化石藻类概论,湖南地质学会。
- (3) 罗宾·巴瑟斯特,1971,碳酸盐沉积物及其居岩作用中译本,科学出版社。
- (4) P·E·帕莱福特,1981,澳大利亚西部坎宁盆地泥盆系“大坦礁”,国外地质,第3期,第35—54页。
- (5) 梁玉左等,1984,《晚前寒武纪假裸枝叠层石》,地质出版社。
- (6) 郑庆年,1980,广东凡口矿区中上泥盆统叠层石及其地层沉积环境与控矿意义的初步探讨,广东冶金地质研究增刊,第1—26页。

SECONDARY ON THE SIGNIFICANCE OF MIDDLE-UPPER DEVONIAN STROMATOLITES AND RELATED SEDIMENTARY ENVIRONMENT

Zheng Qingnian

(Guangdong Institute of Geology, CNNC)

Abstract

Several stromatolites with different shapes in the low member of fianziling Formation of Upper Devonian in Fankou Mine have been discovered by the author in recent years. These fossils are of special significance for determining the sedimentary environment. This paper discusses the relationship between the shapes of the stromatolites and the sedimentary environment such as the direction, frequency and range of transgression and the feature of the basin. The stromatolites seen in this area are mostly of Palaeozoic benthons reef-building calcium algae and interstitial cohesion action. The cyclopean of them had formed on environment favorable for mineralization and reef-building. At last the author describes the distribution of stromatolites with different shapes and the evolution of the biota which are similar to the feature of barrier reef of the period in Canning West Australia.