

藻灰结核分类及其成因

贺自爱

(地质部第八普查勘探大队)

碳酸盐岩中藻灰结核 (Oncolite)¹⁾相当发育,但国内论述的文章却寥寥无几^{2)、[1]},作者在研究贵州中三叠世生物礁时,对其伴生的藻灰结核曾产生极大兴趣,先后作过一般性的描述和分类^{3)、[2]},但当时限于篇幅未能深入。

藻灰结核曾有过许多专门术语:藻球 (L. Dangeard, 1947), 藻饼 (R. N. Ginsburg, 1960)^[3], 藻鲕粒和藻豆粒 (K. H. Wolf, 1965)^[4、5], 藻瘤 (G. F. Elliott, 1966)^[6], 叠层石 (SS型) (B. W. Logan 等, 1964; R. L. McMaster 等, 1966)^[7、8], 藻灰结核 (K. Dahanayake, 1977, 1978)^[9、10]等。这些术语虽然不尽相同,但均充分估计到藻的作用。作者赞同达哈纳亚克的意见,将藻灰结核看作与藻有关的生物成因,而将鲕粒和豆粒视为非生物成因^[9、10]。

一、藻灰结核所伴生的藻席

贵州中三叠世藻灰结核常以藻席作为底质而成。藻席在宏观上呈毫米厚度的纹层,暗亮色带交替反复出现。暗带不甚规则,多呈微波状,甚至随粘结的球粒而起伏,但不断不裂,连续成层;亮带皆不连续,但断断续续俨然成层与暗带相依 (图版 I—7)。镜下可见暗带实为低等蓝藻及其所分泌的粘液质粘结的砂屑、球粒、有孔虫、介形虫等,形成层层叠叠如云似絮的藻席纹层,每一单层的顶底皆起伏不平,变化多端,甚至上下串结,连为一体;亮带实为断断续续顺层分布的鸟眼构造,皆为粒嵌晶方解石充填,宽敞的孔隙中则以栉壳方解石产出,有的地方具示底构造 (图版 II—1)。

不规则而又平行藻席的鸟眼构造,可能是藻席形成以后干缩所引起,某些层面上所见到的干裂可以为其佐证。方解石充填则是成岩期的产物。正是因为这种原因,往往藻席白云岩化,而孔隙中的亮晶方解石却依然如故。

据霍洛戴斯基和布洛塞 (R. J. Horodyski, B. Bloeser) 对墨西哥下加利福尼亚一个海岸泻湖现代藻席的研究^[11],区分出微鞘藻 (Microcoles) 藻席的四种形态:丘状藻席,平顶丘藻席,水平藻席,托盘状藻席。四种不同的藻席随水深而异。

藻类依赖光合作用繁殖,而水对不同波长的光吸收和散射的程度并不一致。红光波长最大,在浅处即被水吸收;青光波长最小,可以透入深水。红光散射最微弱,而青光

1) 亦译为核形石。

2) 刘效增等, 1977, 川西北中三叠统蓝藻类碳酸盐岩的分类、环境意义及含油气性。石油地质科技情报, 第2期。

3) 第八普查勘探大队四分队, 1977, 贵州中三叠世生物礁及找油意义初步探讨。石油地质科技情报, 第2期。

散射最强烈。因此,水中光的强度不仅随深度而降低,光的光谱成分也随之而异。这种光量与光质的垂直变化,造成藻类垂直分布的次序。蓝藻含叶绿素多,光合作用的有效光线是红光,其透入率在1米深度为75.6%,5米深度为24.7%,10米深度只有6.1%^[12],这种变化必然使蓝藻所构成的藻席形态,随深度的变化而变化。

丘状藻席形成于连续沉没的条件之下,所处位置水体较深,为争取光合作用的优越地位,必然力争向上,遂呈突起的丘状藻席;平顶丘状藻席生存于水略浅的地方,当其向上穹起到一定的高度时,就能充分接受红光的照射进行光合作用,而不需要再作“探头伸颈”的努力,故向侧面发展产生平顶丘;处于水面以下更浅的地方,则形成水平藻席;一旦出露水面就会龟裂形成托盘状的藻席。

贵州中三叠世礁后的藻席,皆为典型的水平藻席,应系形成于水下极浅的环境。这与美国佛罗里达湾现代珊瑚礁后,泥岛上的现代藻席相似。这种藻席形成于不为红树林隐蔽的泥岛小池沼中,水深仅10余公分。由于泥岛周围红树林的保护,一般不受波浪所干扰,只有当暴风雨来临,潮水横溢的时候,才会使水平藻席遭受干扰而变形。礁核相的夹层藻席中,有呈锥状及丘状的藻席,锥体高可由7—25毫米,宽3—6毫米,一般高宽比为4:1—3:1,个别高宽比1:1者,则显示丘状形态,为较深环境中的产物,但后者是极其罕见的,普遍而广泛分布的仍为水平藻席。由此可见,与其伴生的藻灰结核,亦是形成于极浅水环境,但藻灰结核的产状并不象藻席那么稳定,往往延伸不远即行变化。有些明显地形成于藻坪中的小潮汐沟,但大面积分布广泛的藻灰结核,可能形成于藻席的沉陷部位,受间歇性的潮汐作用所控制。

二、藻灰结核的组成

藻灰结核由两个性质不同的单元组成:核心和同心纹层。

(一) 核心 可以是岩石矿物碎屑或生物碎屑。贵州通常所见的有下列数类:藻粘结物——颗粒相互粘结,边界轮廓不清,具不规则的亮晶方解石斑块;藻灰结核残片;锥形的小藻灰结核;内碎屑;生物屑——多为腹足类等大生物残骸;生物体——多为介形虫、绿藻、红藻、小型腹足类等完整的壳体、节片及原叶体。

(二) 纹层 基本可以分为性质不同的两类:

1. 泥晶纹层 由泥晶方解石组成的连续纹理,与极薄的亮晶方解石带交替出现。一般亮带稍厚,暗带很薄。这种反复交替使纹理的同心状排列特征,衬托得更加明显。纹理可以连续追踪,但不一定稳定不变,往往侧向归并。这种纹层的形成类似于鲕粒,一般处于反复搅动的条件之下,因而单个纹层的厚度大致相等,呈比较圆滑、规整、密集的包卷状,但比之鲕粒其圆滑、规整程度则大为逊色。

2. 凝结纹层 纹层稀疏、模糊,断断续续极不规则,由藻粘液质粘结、捕集碳酸盐质点而形成,具明显的粘结痕迹,往往见有孔虫等微体生物为其所缚。可以看到被粘结的球粒、内碎屑等局部集中,导致纹层厚度极不均一,伴以不规则的亮晶方解石斑块或条带,呈海绵状组织。这种凝结结构,蒙蒂(C. L. Monty, 1967)^[13]曾在巴哈马滩安德罗斯岛叠层状藻席中发现过,他认为这种特征是由于单细胞或群体藻类方解石化

的产物。沃尔福 (K. H. Wolf, 1965) [4,5] 也注意到石枝藻围绕骨屑生长,但在“颗粒缩小”过程中,可以使藻痕迹消失,变为微亮晶与亮晶方解石斑块,构成凝结结构。因此,这是一种与藻有关的生物结构。此种纹层的形成,显然是在生长核心呈休止状态,利于藻类繁殖生长的条件下。因而呈不均匀包卷,有选择地向某一方向快速发展,或此时在某侧发育,彼时又向另一侧生长,造成紊乱的泡沫状。

除由于“新生变形作用”(R. L. Folk, 1965) [14] 或“颗粒缩小”(K. H. Wolf, 1965) [4,5] 使核心、纹理模糊难以识别外,任何藻灰结核都具有核心、纹层这两个不同的基本单元。

三、藻灰结核分类

藻灰结核形态受多种因素所控制,并非同一形态代表相同的环境,但两种不同的纹层却代表两种迥然不同的形成方式。因此,作者主张以泥晶纹层和凝结纹层,分别代表一动一静的两个端元,根据两个端元纹层的结合,再区分出中间类型——复合型的藻灰结核。

(一) 动态型藻灰结核——单一型 (图版 I-5) 形成于单一的滚动状态下,具下述特征:

1. 由泥晶纹层组成,纹层密集、圆滑;
2. 比较均匀对称的包卷,单层厚度一般比较稳定,变化不大;
3. 圆度较高,虽然有些藻灰结核受不规则核心所控制未能圆化,但其趋势是向圆化的方向发展,因而在短轴方向及凹入部位纹层加厚,以期尽可能圆化,只不过纹层较薄,一时难以完全摆脱核心形状的影响;
4. 常常有破碎藻灰结核再包卷的现象;
5. 伴随有藻灰结核残片。

(二) 静态型藻灰结核——单一型 (图版 I-8, II-4) 不稳定固着,但却以单一的静止方式形成,具下述特征:

1. 由凝结纹层组成,纹理稀疏、紊乱,似断若续;
2. 不均匀包卷,单层厚度很不规则,变化很大;
3. 粘结痕迹明显,具海绵状组织或泡沫状构造;
4. 外形不受核心控制,依赖于藻类生长时的粘结、捕集,因而外形很不规则,常常千变万化,奇形异态;
5. 凝结纹层往往粘结介形虫、有孔虫等其它生物。

(三) 动、静交替型藻灰结核——复合型 (图版 II-6、9) 形成于动、静方式变换的情况下,为上述两个单一类型的多次结合,因而具备上述两种类型的特征,只是交替发生而已。因此,所具备的特征不是过渡而是结合,泥晶纹层与凝结纹层并存。其最终形态决定于最后一期纹层所形成的方式。如花溪中曹司的复合型藻灰结核,第一期凝结纹层向一侧不均匀包卷,纹层外侧生长藻层,具静态型特征;第二期泥晶纹层,形成密集、圆滑的纹理,单层厚度稳定,有规律的变化,具动态型特征,因其最后一期是

动态型的纹层, 所以外形圆化程度较高(图版Ⅱ-9)。反之, 如果最后一期为静态型的纹层, 那么其外形必然不很规则(图版Ⅱ-7)。因此, 复合型藻灰结核可再分成两类:

1. 动态终结复合型藻灰结核; 2. 静态终结复合型藻灰结核。

由此可见, 藻灰结核的纹层, 实际为藻灰结核发育史的忠实纪录。

第一类型一般形成于受潮水冲击比较剧烈的地带, 常常发现于贵州中三叠世礁核及礁核的潮沟内。

第二类型是在少受或不受潮流剧烈波及的地区形成的, 常发现于贵州中三叠世偏安一隅的礁后, 仅有微澜的藻坪地区。向泻湖的潮下带则明显消失, 可能水深已不宜蓝藻繁殖, 失却形成藻灰结核的先决因素。

第三类型多在过渡地带, 形成于既有暂时偏安, 又间歇性引起轩然大波的环境。贵州中三叠世藻坪与礁核接触地带, 就有这种类型。

不过, 这只是水动力占绝对优势时的一般情况, 当某个地区形成藻灰结核的底质藻粘液质特别丰富时, 就会破坏上述规律, 出现反常现象。因为藻灰结核不同于鲕粒, 其形态不仅受水动力所控制, 而且与藻类的捕集粘结息息相关。因此, 在藻灰结核形成过程中, 底质藻类的繁殖状况, 不可避免地对其形态产生一定的影响。

上述分类代表了藻灰结核形成时的动、静状态, 以及形成过程中动静状态的转换。这种形成方式与水动力有关, 但却不完全吻合。也就是说形态、纹层相似的藻灰结核, 在形成方式上是相同的, 但水动力条件却可以相同, 也可以不同, 因为它还受底质——藻粘液质的控制。这就是作者为什么强调以生成方式作为分类的依据, 而不强调形态的原因。

四、藻灰结核形态的控制因素

藻灰结核的形态, 取决于三种因素:

(一) 核心的形态 在一定程度上控制着藻灰结核的外形。纹层厚小于核心半径或动态型藻灰结核形成初期的两种情况下, 尤为突出。

前一情况主要发育于以藻屑粘结物及小型藻灰结核为核心的藻灰结核。一般核心较大, 多呈复核。且为粘结条件下所形成, 所以在相同水动力条件下, 不易发生滚动或滚动频率较小, 因而纹层厚小于核心半径。常常在一块薄片上, 可以同时看到单核的藻灰结核, 其纹层厚大于核心半径, 而复核的纹层厚均小于核心半径。说明并非水动力条件的差异, 只是因为核心大小不同, 在单位时间内滚动的频率不同, 而导致纹层厚度的悬殊(图版Ⅰ-5)。正因纹层厚度小, 就难以抵销、补偿核心对藻灰结核外形的影响。

后一情况在泥晶纹层组成的藻灰结核中非常突出。板庚有几个以生物屑为核心的藻灰结核可为例证, 同一薄片中以伞藻为核心的藻灰结核, 因其核心呈椭球体, 所以在横断面上呈圆形(图版Ⅰ-6), 纵断面上呈椭圆形(图版Ⅱ-5); 以腹足类碎片为核心者, 因其形如新月而使藻灰结核呈近三角形; 以红藻为核心者, 则依核心形状的规则与否而变化(图版Ⅰ-4)。说明在同一水动力条件下, 核心的形状不同, 藻灰结核的形态就随之各异。

不过,核心形态的控制作用,只是在初期或纹层厚度小于核心半径的情况下才比较明显,随着纹层的加厚,控制作用则随之减弱,而最终消失。

上述各例都是在滚动条件下形成的,表现在:

1.在以不规则突起的生物屑为核心的藻灰结核中,纹层在突出部分中断或减薄,力图使其形态圆化,越过突出部分后则均匀包卷,保持易于滚动的形态(图版 I-2);

2.以筒状或椭球体生物屑为核心的藻灰结核,在其纹层增长初期,往往在易于滚动的短轴方向,纹层厚度增长大于不易滚动的长轴方向(图版 II-5, I-4),虽然并不绝对如此,但这种趋势是存在的。

因此,核心形状的控制作用,只能在滚动条件下发挥其威力。所以,在凝结纹层组成的静态型藻灰结核中,很难看到核心的任何控制作用。

(二)水动力条件 水动力的强弱对藻灰结核的外形影响甚大,一个扰动的环境,它就可以象鲕粒一样,在反复滚动的条件下,形成类似于鲕粒的纹层和外形;当在安静的环境中,利于藻类生长,形成不同于鲕粒,而与藻瘤相类似的纹层和形态。

正因为这种原因,在垄头礁块礁核相中,形成泥晶纹层所构成的同心状藻灰结核(图版 I-5),泥晶同心纹理密集、圆滑类似鲕粒,但外形的圆球度不如鲕粒那么高,粒度远大于鲕粒2毫米的上限,一般达4—7毫米,向礁核的边缘,粒度更形增大可达1厘米,说明水动力强弱,不仅影响藻灰结核的外形,而且影响它的粒度大小。破碎的藻灰结核残体常常构成核心,再次包卷形成新的藻灰结核,甚至保留一些未被包卷的残体。亮晶方解石胶结,但藻灰结核的周围,仍多多少少留有泥晶粘结物。

这种类型的藻灰结核,可以短途迁移而临它境,虽然泥晶纹层及藻灰结核形态与上述类型毫无二致,但却具以下特点(图版 II-8):

- 1.藻灰结核体很多破碎、残缺;
- 2.泥晶基质与亮晶方解石并存;
- 3.泥晶基质截切藻灰结核;
- 4.亮晶方解石既截切泥晶基质,又截切藻灰结核。

这种关系正说明藻灰结核本身形成于水动力条件较强,反复滚动的环境,属于短途搬运再沉积的藻灰结核,因而残缺的藻灰结核,被低能带的泥晶基质包围截切,以后随着水流作用的增强,一部分灰泥冲洗消逸,一部分仍残留与亮晶方解石共存,并被亮晶方解石分割得支离破碎。

礁后低能带弱水动力条件下的情况恰恰相反,形成由凝结纹层组成的藻灰结核,多呈偏心不均衡生长(图版 I-3),形成发育的海绵状组织(图版 I-8)和泡沫状构造(图版 II-4)。因为水动力微弱,不足以使其反复滚动,正是利于藻类繁殖的时机,可以围绕任一核心,在利于光合作用的空间自由生长,因而形态可以比较规则,也可以相当奇特。当静态型藻灰结核形成过程中,一直处于稳定不变的状态时,纹层则向着接触点周围的空间发育生长,形成偏心纹层,花溪棉花关以红藻为核心的藻灰结核即为此例(图版 I-8);当形成过程中接触点发生移动、改变,则每次静止期,纹层都以各自的接触点,向周围空间发展,结果形成奇特的外形,兴义敬南以螺为核心的藻灰结核即为一例(图版 II-4)。冗博藻坪中亦发育类似的藻灰结核,大小不等,形态各异,直径4—6

毫米,常常伴以较多的泥晶粘结构(图版Ⅱ-3)。

(三)底质藻粘液质的多寡 藻灰结核的形成既然与藻的活动休戚相关,所以底质藻粘液质的多寡,必然对其外形有着不可回避的影响。

大堤礁中垅头礁块与泥函礁块礁核相中的藻灰结核,虽然都处于强水动力条件下,而藻灰结核的形态却判然有别。垅头礁块礁核相中的藻灰结核,正如前节所述为泥晶纹层组成的动态型,具滚动特点(图版Ⅱ-5),但处于类似条件的泥函礁核相藻灰结核,却不具滚动特征,由静态的凝结纹层组成,一类形成模糊的同心泥晶纹理,纹层界限模糊,其外缘粘结构较多,附生不规则的突起,类似于支撑点,使其间歇性地静止,而在外缘的一侧局部形成凝结纹层(图版Ⅱ-7);另一类型则形态奇特,完全由静态的凝结纹层组成,在藻灰结核外缘的不同部位,以某一点为支点再度生长(图版Ⅱ-2)。然而上述两类又皆为亮晶方解石胶结,并有较多未被包卷的残片,并不是弱水动力条件下的产物。因此,其形成时的水动力应与垅头礁块类似。那么,形态何以如此不同呢?只能归因于底质中藻粘液质的多寡。这种情况在板庚环礁中也有发现(图版Ⅱ-1)。底质中丰富的藻粘液质,可以因其粘结构作用的强烈,使相同水动力条件下,在彼处反复滚动的藻灰结核,在此处却处之泰然,不为所动。

博塞利尼和金斯伯格(A. Bosellini and R. N. Ginsburg, 1971)认为:藻灰结核是通过藻类捕集沉积质点和藻席粘液质的粘结构作用而形成^[15]。正确地指出藻席粘液质的粘结构作用——在藻灰结核形成中不可忽视的重要作用。因此,贵州中三叠世藻灰结核都与藻席相伴就非偶然,而有其成因联系。

五、结 语

藻灰结核的成因与蓝藻息息相关,因而贵州中三叠世藻灰结核都与藻席伴生。

正因为是藻灰结核,而不是鲕粒、豆粒,所以蓝藻粘液质的粘结构和捕集,在藻灰结核形成过程中起着重要作用,并在一定程度上控制着藻灰结核的形态。

核心与纹层是藻灰结核两个必不可少的组成部分。前者是形成藻灰结核体的依托,后者是藻灰结核形成史的纪录。

由于藻灰结核形态受三种因素所控制:1)核心形态;2)水动力条件;3)底质藻粘液质的多寡。因而,相同的能量带其形态并不一定完全相同,但藻灰结核的两种纹层:泥晶纹层和凝结纹层,却代表了动、静两种性质不同的形成方式。因此,可以据此将藻灰结核分成:1)动态型;2)静态型;3)动静复合型。第三类又可根据最后一期纹层性质再分成:动态终结复合型与静态终结复合型两类,因为复合型藻灰结核的形态,很大程度上取决于最后一期纹层性质。

本文写作过程中,刘树晖、杨宏同志参与讨论,并经郝治纯教授、刘向工程师审阅,提出意见,特致谢意。

(收稿日期 1980年5月31日)

参 考 文 献

- [1] 黄恒铨、董贞环, 1980, 蓝藻的形态分类和蓝藻类碳酸盐岩。石油实验地质, 第1期。
- [2] 贺自爱、杨宏、周经才, 1980, 贵州中三叠世生物礁。地质科学, 第3期。
- [3] Ginsburg, R. N., 1960, Ancient analogues of recent stromatolites. Proc. Int. Geol. Congr., 21st Sess., Copenhagen, Part 22, 26—35.
- [4] Wolf, K. H., 1965a, Petrogenesis and paleoenvironment of Devonian algal limestones of New South Wales. Sedimentology, 4, 113—178.
- [5] ———, 1965b, Gradational sedimentary products of calcareous algae. Sedimentology, 5, 1—38.
- [6] Elliott, G. F., 1966, Algal nodules from the Lias of the Middle East. Geol. Rom., 5, 291—302.
- [7] Logan, B. W., Rezak, R. and Ginsburg, R. N., 1964, Classification and environmental significance of algal stromatolites. J. Geol., 72, 68—83.
- [8] McMaster, R. L. and Conover, J. T., 1966, Recent algal stromatolites from the Canary Islands. J. Geol., 74, 647—652.
- [9] Dahanayake, K., 1977, Classification of oncoids from the Upper Jurassic carbonates of the French Jura. Sediment. Geol., 18, 337—353.
- [10] ———, 1978, Sequential position and environmental significance of different type of oncoids. Sediment. Geol., 20, 301—316.
- [11] Horodyski, R. J., Bloeser, B., 1977, Laminated algal mats from a coastal lagoon, Laguna Mormona, Baja California, Mexico. J. Sed. Petrology, 47(2), 680—696.
- [12] 湛江水产专科学校, 1979, 海洋生物学。农业出版社。
- [13] Monty, C. L. V., 1967, Distribution and structure of recent stromatolitic algal mats, Eastern Andros Island, Bahamas. Ann. Soc. Geol. Belg. Bull., 90, 55—100.
- [14] 罗宾·巴瑟斯特, 1971, 碳酸盐岩沉积物及其成岩作用。中国科学院地质研究所翻译组, 科学出版社, 1977。
- [15] Bosellini, A. and Ginsburg, R. N., 1971, Form and internal structure of recent algal nodules (Rhodolites) from Bermuda. J. Geol., 79, 669—682.

CLASSIFICATION AND ORIGIN OF ONCOLITE

He Ziai

(The 8th Petroleum Prospecting and Exploration Brigade, Ministry of Geology)

Abstract

Oncolites are formed through the capturing of sedimentary particales by blue algae and the sticking by viscous liquid substance of algal mats. Therefore, in the Middle Triassic of Guizhou province, they often have alga mats as the base on which they develop, and are always closely associated with them.

The core and the laminate are two essential components of an oncolite, with the former being its foundation of formation and the latter being a record of its evolution.

The form of an oncolite depends on a lot of factors, so it may be different within the same energy zone. The microcrystallized laminate and the

condensed laminate represent two characteristically different modes of formation, namely, the dynamic and the static. Based on this, oncolites can be divided into three types: 1) the dynamic type; 2) the static type; and 3) the composite dynamic and static type. The third type can be, according to the character of the last generation of lamination, subdivided into two subtypes, the dynamically terminated composite one and the statically terminated composite one. This subdivision is suitable because the forms of oncolites of the composite type depend to a large extent on the character of the last generation of lamination.

The form of an oncolite is controlled by three factors:

1). The form and size of core. This factor obviously affects only the dynamic type of oncolites, particularly when the thickness of initial laminate in comparing with the radius of core is small, and is not thick enough to counteract or compensate the influence of the form of core, with the thickening of laminate, the controlling effect of the core would decrease and, finally, disappear.

2). The hydrodynamic intensity. This factor may influence to a large degree the configuration of an oncolite. The disturbed environment is favorable for the formation of microcrystallized lamination and configuration similar to those of ooids; the static environment is favorable for the growth of algae and the formation of condensed lamination and configuration similar to those of algal nodules.

3). The abundant viscous liquid substance of algal base. Under the influence of the coherent force of this substance, oncolites in the same hydrodynamic environment may repeatedly roll here but keep still there. This substance can thus disturb and destroy the results made by hydrodynamic process. It is due to this influence that oncolites on two different reef bodies of a major barrier reef are distinctly different, namely the oncolites formed in Longtou are of a dynamic type, but in Nidang they are of a static type or a composite dynamic-static type.

1981 年 1—4 期 勘 误 表

页	文	图	表	误	正
206		图 4		成油早期	成油早中期
210			表	此表作废	见正文表 8
230		图 3 图例 2		单砂层平面形态	单砂层剖面形态
296	倒 19 行			万人服之	万人服之
297	正 4 行			性含油量	性含油量
320	倒 4 行			地震学会	地震地质学会