

The Vertical Comparison between the Early Ordovician Reefs in Middle Yangtze Platform and the Devonian Reefs in South China Basin

Yan Wang*, Chuantao Xiao#, Lei Liu, Yuhang Liu, Kangli Wang, Jingyan Ge

College of Earth Sciences, Yangtze University, Wuhan Hubei
Email: *1312390703@qq.com, #ctxiao@yangtzeu.edu.cn

Received: Jul. 28th, 2016; accepted: Aug. 13th, 2016; published: Aug. 22nd, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Since the beginning of the last century, reefs are paid for increasing attention by researchers as it owns unique advantages of storing oil and gas. And there are a lot of achievements in the definition, classification and control factors of reefs at first and its spatial and temporal distribution later. Considering the special living environment, like the optimum temperature, the opulent sunshine and pure water, the same area will have a big difference in the types and quantity of reefs that is caused by occurred tectonic movement which causes the change of environment. This thesis conducts comparison between the Early Ordovician reefs in Middle Yangtze Platform and the Devonian reefs in South China Basin vertically from the basic introduction, including the feature of reef-forming organisms and reef-inserted organisms, deposit geological condition, including geotectonic conditions and lithofacies palaeogeography conditions, the key control factors of organic reef containing the paleoclimate, the paleoenvironment, the sea level and the meaning of exploration of oil, which reveals the differences and similarities of reefs development in these two periods.

Keywords

Reefs, Middle Yangtze Platform, Early Ordovician, South China Basin, Devonian

*第一作者。

#通讯作者。

中扬子地台早奥陶纪和华南盆地泥盆纪生物礁的纵向对比

汪 严*, 肖传桃#, 刘 磊, 刘宇航, 王康莉, 葛婧艳

长江大学地球科学学院, 湖北 武汉

Email: *1312390703@qq.com, #ctxiao@yangtzeu.edu.cn

收稿日期: 2016年7月28日; 录用日期: 2016年8月13日; 发布日期: 2016年8月22日

摘 要

从上个世纪初以来, 生物礁因为其是油气储存得天独厚的场所而不断得到研究者的重视, 因此从刚开始的生物礁的定义、分类以及控制因素到后来的时空分布关系等方面均有不少成果问世。由于生物礁特殊的生存环境(适宜的温度、充足的阳光、纯净的水质); 故同一地区在不同地质时期因为所发生的构造运动不同, 导致环境改变, 从而造成生物礁的种类和数量有很大的区别。本文主要是从生物礁的基本概况(包括主要造礁生物和附礁生物特征)、沉积地质条件(大地构造条件和岩相古地理条件), 生物礁的主控因素(古气候、古环境、海平面等)、找油意义这几个方面来对中扬子地台早奥陶纪和华南盆地泥盆纪生物礁进行纵向对比, 揭示了这两个时期生物礁发育的差异性和相似性特点。

关键词

生物礁, 中扬子地台, 早奥陶纪, 华南盆地, 泥盆纪

1. 区域概况

在距今一千到八百万年前发生的晋宁运动形成扬子板块的基底, 后上升为陆成为扬子地台(见图 1)。扬子地台属中国前寒武纪克拉通, 被长江干流纵贯全区, 位于川、黔、桂、鄂、湘等大部分地区, 碳酸盐沉积广泛, 是生物礁发育的有利环境场所。但后由于海平面的升降变化扬子地台又逐渐解体, 又因受到晚加里东期的广西运动的影响, 东南海槽褶皱隆起, 扬子板块与华夏板块碰撞拼接, 形成了庞大的且稳固的华南板块, 致使华南板块主体从志留纪末 - 早泥盆世初上升为陆。泥盆纪时期是我国很好的成礁期, 生物礁的数量和规模加大, 又由于其储油特性备受研究者的关注, 特别是处在川黔桂浅海一带的华南盆地由于其良好的沉积环境, 早泥盆世晚期开始接受海侵, 中晚泥盆世发育生物礁沉积。研究区——湖北松滋地区位于中扬子地台的东南缘, 其早奥陶世发育特色沉积物为生物礁, 本文在前人研究资料的基础上, 尝试对扬子地台早奥陶世和华南中晚泥盆世生物礁的形成主控因素等进行对比研究。

2. 生物礁的基本概况

1) 中扬子地台

中扬子早奥陶世早期南津关组开始发生海侵, 海水不断向西超覆, 发育开阔台地相(可进一步分为浅滩亚相、滩间海亚相、生物礁亚相)。这时期由于本区处在正常浅海环境, 其光线和氧气充足、温度适宜、水体清澈, 故而造礁生物的丰度较高, 主要发育有蓝绿藻和有茎棘皮动物为代表的造礁生物, 并形成

了叠层石生物礁，随着水深的变化其形状由水平席状变为波状、柱状[1]；附礁生物主要有腕足类、头足类和三叶虫等[2]。生物礁厚度约为 1 m~1.5 m，而且礁体的规模较大，横向延伸约几 KM。

分乡组 and 红花园组为浅灰色生物礁灰岩，其中发育大量的瓶筐虫(图 2)，它是开口端朝上垂直层面保存，少数为倾斜端[3]，在露头上成椭圆状，直径一般为 0.5~5 cm 左右，纵剖面上成倒锥状；其次为蓝藻和海绵，海绵一般以 Archaeoscyphia 分子最为常见，是早奥陶世参与造礁的重要造礁生物，并且在奥陶纪第一次辐射[4]。

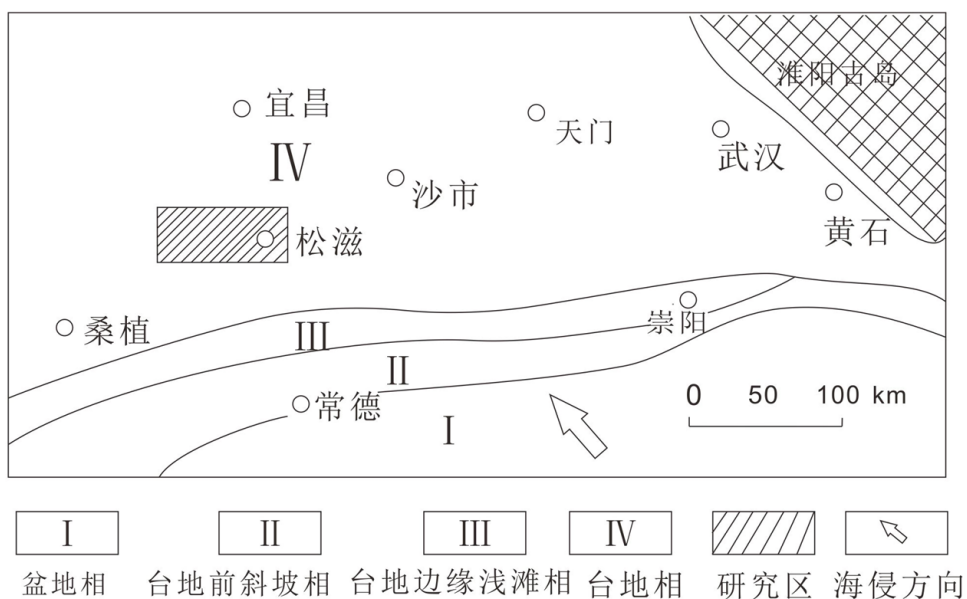


Figure 1. The layout of early ordovician sedimentary facies in the southern margin of the Yangtze craton

图 1. 中扬子地台东南缘早奥陶世沉积相展布图



Figure 2. Early ordovician reefs in Songzi Hubei

图 2. 湖北松滋早奥陶世生物礁

2) 华南盆地

泥盆纪主要是从碎屑岩到碳酸盐岩的沉积,且碳酸盐岩沉积较好,所以生物礁主要分布在陆缘碳酸盐台地或内部边缘[5],生物礁的种类和数量较多。

早泥盆世主要是床板珊瑚造礁生物形成的生物礁,偶见层孔虫;附礁生物为腕足类、海百合类等;中泥盆世主要是床板珊瑚、四射珊瑚和层孔虫等形成的生物礁,附礁生物次为海百合和腹足类;晚泥盆世时期主要是菌藻礁。其中中泥盆纪生物礁的数量最多,为主要的造礁时期。

生物礁的大小分布不仅有大有小、形态各异,小的高数米至10余米[6],大的达900余米,形状主要为点状、丘状、宝塔状等;而且随时间的变化有一定的规律性,其一是由于海侵由南向北,故生物礁的分布向北或北东偏移,其二是实现了造礁生物从层孔虫和珊瑚等后生动物向菌藻类微生物的转变。

3. 沉积地质条件

1) 中扬子地台

寒武纪时,扬子地区的地壳稳定,地势西高东低。而早奥陶世早期基本承袭了寒武纪的古地理、古构造格局[7],为相对稳定的滨浅海碳酸盐沉积,没有强烈的构造活动,为礁体提供了一个相对稳定的生存环境。礁体产出的主要层位是南津关组、分乡组和红花园组。

南津关组下部主要为条带状泥晶灰岩、生物屑灰岩、砂屑灰岩、黄褐色页岩,上部为砂屑灰岩与白云质灰岩或灰质白云岩交互沉积,属开阔台地相与局限台地相交沉积,由于被水下的大型滩、礁阻隔而处于半隔绝状态,水体循环能力较差,能量较小,其盐度异常[8],故后生动物生物礁不太发育,表现为叠层石生物礁的繁盛;红花园组礁体的主要建造生物为瓶筐虫(*Calathium*),其礁基为下伏亮晶生物屑、礁屑、砾屑、砾屑灰岩;礁灰岩呈块状,无成层性,结构简单,横向上很快尖灭,一般成零星分布,为典型的点礁,具原地生长特征和粘结浪结构,属礁、滩和滩间海亚相。大湾组下部为泥质条带瘤状泥晶生物屑灰岩夹黄绿色条带状泥岩,表明水体深度增加,能量减弱,并由开阔台地相转变为浅海陆棚上部,所产小型的灰泥丘是由于生物碎屑系台地礁、滩相中生物被波浪破碎后带入与灰泥一同沉积。

2) 华南盆地

加里东运动之后,东南加里东造山带隆升[9],扬子主体上升为陆,因此在泥盆世初期华南大部分地区遭受剥蚀,但早盆世开始向北东方向发生大规模海侵,海域迅速扩大,碳酸岩台地广泛分布,此时的沉积类型主要是象州型、南丹型。

象州型是一套代表近岸富氧的碳酸盐岩沉积,沉积厚度普遍巨大,常达数千米;由于温度适宜、水体动荡且清澈,光线和氧气充足,故生物丰度高,分异性强,以珊瑚、层孔虫等造礁生物为主建筑形成的生物礁广泛分布,附礁生物主要是腕足类、头足类、腹足类、介形虫、藻类等。南丹型是受海平面上升和构造运动的影响下发育的一套代表深水滞留缺氧的微型裂隙槽沉积,岩性常表现为暗色的含浮游生物条带状深水硅质岩、泥岩和泥灰岩,受沉积断层活动的影响,沉积分异现象明显,上部有珊瑚形成的生物礁,下部为暗色泥岩。这两种类型形成的生物礁主要分布在滇黔桂浅海深水台盆、台沟区,桂东滨浅海区及川西浅海等海域。

中泥盆世时期,海侵继续扩大,水体适宜生物礁的生长,种类和数量大幅度增加,主要分布于川西浅海碳酸盐台地、黔桂浅海深水台盆-台沟区及其中的孤立碳酸盐台地[10]。

泥盆世晚期海平面下降,藻类(一般分布于台地边缘-台前斜坡)繁盛,海水缺氧,导致生物礁减少。

4. 礁的主控因素

1) 中扬子地台

奥陶世时期的气候温暖湿润,大地构造环境稳定,适合于造礁生物的生长和繁殖,故海平面的变化是生物礁的最主要的影响因素。在中扬子地台早奥陶世早期,水体较为局限和盐度偏高,以发育叠层石生物礁为代表;早奥陶世中期水体加深,转变为开阔台地,水体循环变好,造礁生物繁盛,生物礁发育广泛;后发生大规模的海侵,当海平面的上升速率大于礁的生长速率时,礁体会停止生长而灭亡[11]。

2) 华南盆地

泥盆世时期古赤道暖流遇到大陆转向并在其周围形成的温暖海域利于生物礁的生长,因为造礁生物的生存环境特殊,所以温度的转变对生物礁的影响很大,现代生物礁发育的最佳温度范围是 23~28 摄氏度[12],并且多分布与大洋低纬西侧,适合珊瑚、层孔虫等造礁生物的生长。

海侵由南向北使地势北高南低,生物礁的分布层位也由西南到东北被动逐渐升高,生物礁最早在南边形成。又构造作用控制了华南海的古地貌——北高南低,以槽围台[5],所以海槽的存在能使海流带入新鲜并且富含物质的海水,从而为生物礁的生长提供良好的环境,而某些水下隆起则为造礁生物繁盛提供必要场所,但是范围比较局限。

晚泥盆世时期海平面下降使地表暴露,藻类繁盛,海水缺氧,生物礁部分死亡。

在早奥陶世早期由于处在局限台地相主要发育叠层石生物礁,后由于海水的入侵,海平面扩大,水体循环变好,叠层石生物礁由水平席状变为波状、柱状,最后变成丝藻状,同时因为温度适宜,环境稳定以宏体造礁生物(主要是瓶筐虫)形成的生物礁大量发育,最后由于海平面急剧下降致使生物礁的死亡。到泥盆世早期又开始发生海侵,由于暖流为造礁生物提供了适宜的生存环境,有利于层孔虫和珊瑚的生长,加上大地构造形成的特殊地形,生物礁生长繁盛,后期海平面下降,温度改变,地表暴露,藻类繁盛,海水营养过剩,抑制了层孔虫、珊瑚的生长,生物礁减少[13],从而完成了造礁生物从宏体到微体的过度。

5. 找油意义

生物礁是碳酸盐岩类型中的一种非常重要的油气储存场所,礁的群体一般都是原地保存而且具有抗浪骨架。生长礁基、礁核、礁该层与礁前、礁后可构成一个良好的圈闭场所。

1) 中扬子地台

早奥陶世的发育的礁体主要是礁灰岩,礁灰岩不仅孔隙发育,连通性也较好[14],而且在沉积过程中形成的页岩和泥晶灰岩能成为盖层,共同构成较好的圈闭。

2) 华南盆地

华南盆地泥盆系发育的层状礁的礁前发育孔洞及洞穴,连通性较好,盖层一般为灰泥岩,富含有机质,是油气存储的优良场所。

6. 结论

1) 中扬子地台水体清澈,阳光、氧气充足,生物丰富,造礁生物主要包括瓶筐虫(*Calathium*)、海绵、蓝绿藻等宏体生物;华南盆地水体清澈且动荡,阳光、氧气充足,造礁生物主要包括床板珊瑚、四射珊瑚、层孔虫、菌藻类等生物,特别指出泥盆纪实现了造礁生物从层孔虫和珊瑚等后生动物向菌藻类微生物的转变。即从早奥陶世到泥盆纪这一时期的过渡首次实现了造礁生物从宏体(筐瓶虫)到微体(菌藻类)的转变。

2) 中扬子地台早奥陶时期构造活动较平稳,是以碳酸盐岩沉积为主的开阔台地相;反观华南盆地泥盆纪广泛遭受海侵,总体上为碎屑岩-碳酸盐岩沉积;都为礁体的生长提供了稳定的生长环境。

3) 中扬子地台的生物礁主要是受海平面的变化,古环境和古气候适宜;而华南盆地在泥盆纪早期主

要是受洋流的影响,中期主要是受古环境的影响,晚期主要是受海平面的影响。

4) 早奥陶世的礁灰岩不仅孔隙发育,连通性也较好,夹杂的页岩和泥晶灰岩能构成较好的圈闭;华南盆地泥盆系有些生物礁发育孔洞及洞穴,盖层一般为灰泥岩,富含有机质,是油气的优良场所;都有利于油气的储存。

基金项目

国家自然科学基金项目(编号 41572322);湖北省大学生创新创业训练计划项目(2015014)。

参考文献 (References)

- [1] 朱忠德,胡明毅. 湖北松滋早奥陶世生物礁[J]. 石油与天然气地质, 1990(11): 418-428.
- [2] 汪孝敬,肖传桃. 中扬子地台和塔里木地台早-中奥陶世生物礁对比研究[J]. 长江大学学报自然科学版: 石油/农学旬刊, 2014, 11(2): 84-86.
- [3] 王建波,李越,等. 早-中奥陶世瓶筐石礁丘: 历史和古生态学[J]. 古生物导报, 2011, 50(1): 132-140.
- [4] 王建波,邓小杰,等. 中国奥陶纪生物礁的类型和造礁生物群落的演化[J]. 科学通报, 2012, 57(11): 924-932.
- [5] 董兆雄. 华南泥盆纪生物礁初探及其控制因素初探[J]. 西南石油学报学院, 1987, 9(4): 1-14.
- [6] 郑和荣. 四川龙门山唐王寨地区间斜碳酸盐缓坡上的丘礁[J]. 石油与天然气地质, 1991, 12(4): 457-463.
- [7] 朱忠德,肖传桃. 中国早-中奥陶世生物礁[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [8] 袁晓光. 开阔台地相与局限台地相的比较[J]. 科技向导, 2012, 12(23): 24,83.
- [9] 吴义布,龚一鸣,等. 华南泥盆纪生物礁演化及其控制因素[J]. 古地理学报, 2010, 12(3): 253-267.
- [10] 王建波,等. 华南板块古生代生物礁及其古地理控制因素[J]. 古生物学报, 2014, 53(1):121-131.
- [11] 金惠,赵正望,吴长江. 生物礁及我国含生物礁地层分布[J]. 石油天然气学报, 2013, 35(2): 41-44.
- [12] Fagerstrom, J.A. (1987) *The Evolution of Reef Communities*. Wiley, New York.
- [13] 王小阳,肖传桃,等. 泥盆纪与侏罗纪层孔虫及生物礁的对比研究[J]. 长江大学学报: 自然科学报, 2011, 8(7): 15-17.
- [14] 朱忠德. 湖北松滋早奥陶世生物礁的类型及找油意义[J]. 科学通报, 1990, (14): 1085-1087.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>