

东昆仑马尔争早中二叠世生物礁及其层序地层研究

林启祥¹, 邓中林², 王国灿¹

(1. 中国地质大学地球科学学院, 湖北武汉 430074; 2. 青海省地质调查研究院, 青海西宁 810012)

摘要: 通过东昆仑马尔争地区早中二叠世生物礁地层剖面的深入研究, 详细阐述了东昆仑马尔争早中二叠世生物礁的基本特征、生物礁的演化和层序地层, 根据岩石组合特征、生物群落及海平面变化划分了12个造礁旋回, 归纳出5个三级层序, 并将东昆仑早中二叠世生物礁与扬子地台的二叠纪生物礁进行比较研究, 提出了造山带活动大陆边缘生物礁发育的基本规律。

关键词: 早中二叠世; 生物礁; 东昆仑; 马尔争; 层序地层。

中图分类号: P53 **文献标识码:** A

文章编号: 1000-2383(2003)06-0601-05

作者简介: 林启祥(1960—), 男, 讲师, 1982年毕业于武汉地质学院, 主要从事生物地层、层序地层、二叠纪生物礁研究和教学工作。E-mail: lqx8501@vip.sina.com

二叠纪生物礁过去主要见于扬子地台^[1~5], 1998年王永标等^[1]首次正式报道东昆仑存在早中二叠世生物礁, 通过近年来的1:25万区域地质调查, 对东昆北生物礁的分布和规模已经有了一定的了解, 调查研究表明, 东昆仑生物礁主要沿马尔争—布青山一线呈带状分布^[6]。近年来, 笔者在进行1:25万阿拉克湖幅区域地质调查时, 对东昆仑东段马尔争—树维门科一带的二叠纪生物礁进行了详细的层序地层学剖面研究(图1), 通过厚约4000m的生物礁剖面研究, 发现该地区早中二叠世生物礁发育比较完善, 具有多旋回生物礁演化特点, 对进一步认识东昆仑地区早中二叠世生物礁具有重要意义。

1 生物礁的礁体群落特征及岩石特征

1.1 礁体生物群落特征

(1) 造礁生物。主要为粘结生物古石孔藻 *Archaeolithoporella* sp., 这种藻类通过粘结、缠绕其他生物、灰泥或碎屑来构筑抗浪构造, 特别是海绵、管壳石以及 Tabulozoa 体壁外往往有古石孔藻的包壳、管壳石, 包括2个种, *Tubiiphytes carinthiatu*,

T. obscurus, 其次为造架生物串管海绵 *Polycysto-coelia huajiaopingensis*, *Intrasporeocoelia* sp., *Tabagathatamia* sp., *Amblysiophonella* sp., *A. speciali*, *Sollasia* sp.; 纤维海绵 *Peronidella* sp. 及水螅, 还常见丛状复体四射珊瑚 *Liangshanophyllum* sp., 局部见少量苔藓虫、粘结生物管壳石 *Tubiiphytes obscurus*, *T. carinthiatus* 非常繁盛, *Tubiiphytes obscurus* 粘结灰泥, 本身呈细小的壳状, 是一种不断增生的泥晶方解石包壳生物, 具有圆到小叶状、瘤转轨的低起伏外形(呈不规则管状或囊状), 由暗色隐晶到微晶方解石微粒组成, 常附生、粘结包覆其他生物或自生叠覆呈锥状生长, 具有同心纹与叠覆增生的生长线(内部常有若干近同心状生长带, 在其边缘或内部的生长带之间有时有不透明的暗色层), 体内中央或为模糊的空腔或为亮晶方解石。 *Tubiiphytes carinthiatus* 和前者的区别在于其管内发育网格状丝体。

(2) 附礁生物。树维门科组生物礁中的附礁生物还比较丰富, 包括有孔虫、筵群落: *Schwagerina* sp., *Parafusulina* sp., *Neoschwagerina* sp.; 有孔虫 *Pachyphloia* sp.; 钙藻群落 *Macroporella* sp., *Mizzia* sp., *Gymncodium* sp., *Permocalculus* sp. *Pseudovermiporella* sp., *Solenopora* sp.; 腕足动物: *Martinia* sp., *Pseudoavonia lopingensisiformis*, *Dictyoclostus rithofeni* *Dictyoclostus* sp., *Marginifera* sp.; 单体四射珊瑚 *Iranophyl-*

lum xinghaiensis, *I. sp.*, *Neospirifer sp?*, *Michelinia sp.* 以及大量海百合茎碎片和少量鹦鹉螺类碎片。

根据上述丰富的化石类别,尤其是瓣化石和四射珊瑚等化石对确定地质年代比较准确,树维门科组的时代应该定为早—中二叠世,其主体部分的时代以中二叠世为主。

1.2 生物礁的微相及岩石类型

树维门科组生物礁的岩石组合比较齐全,主要有礁核相、礁前相及礁后相。(1)礁核相主要有灰白色、灰红色块状古石孔藻粘结灰岩、管壳石粘结灰岩,主要生物为藻类的古石孔藻和管壳石,其次为造架生物串管海绵、纤维海绵,附礁生物丰度比较低,但分异度比较高,主要门类有瓣、有孔虫、钙藻、腕足动物以及四射珊瑚等。发育栉壳构造,缺乏骨架岩,也未见障积岩。(2)礁前相礁前角砾岩比较发育,局部可见到古石孔藻和栉壳构造。(3)礁后相总体而言,水体较通畅,深灰色中厚层生物碎屑灰岩比较发育,如鲕状灰岩、钙藻泥粒灰岩,而较局限的白云岩比较少见。这些不同相带的岩石类型的多旋回发展构成厚度巨大的生物礁复合体(图 1),厚度超过 4 927 m。

2 生物礁的演化

马尔争山树维门科组生物礁的演化具有明显的旋回性,根据剖面研究可以划分为 12 个造礁旋回。造礁旋回的发展变化是海平面变化的具体反映,也就是说,是海平面变化引起生物礁的岩石组构、生物群落等发生变化,每个造礁旋回基本上都可以反映海平面从上升到下降的过程。各造礁旋回的特征如下(图 1):第 1 造礁旋回:该造礁旋回由于未见底而出露不全,早期(1~3 层)为礁核相,造礁生物主要为分类位置不明的粘结生物管壳石 *Tubiphytes obscurus*, *T. carinthiathus*, 非常繁盛,从而形成生物礁粘结灰岩,栉壳构造发育,生物礁的持续生长表明海平面在持续上升;旋回晚期(4 层)由于海平面停止上升或有所下降(也可能是基底沉降停滞或抬升),导致形成局限的礁后相白云岩,生物稀少,未见化石;第 2 造礁旋回:在第 1 旋回末期海平面停滞或有所下降后,新一轮海侵(也可能是基底沉降)由于幅度过大,礁体后移,本剖面形成该造礁旋回早期(5 层)的礁前角砾岩,砾石及胶结物中可见瓣化石;进

入中期(6~10 层)水体开始逐渐变浅,形成滩相的虫筴—有孔虫及钙藻生物碎屑灰岩,这时已可见到造礁生物古石孔藻和管壳石的出现;旋回晚期(11 层)形成适合生物礁生长时期,粘结生物 *Tubiphytes* 大量繁盛,形成生物礁粘结灰岩,附礁生物也非常繁盛,主要为虫筴、有孔虫及海瓣百合等;第 3 造礁旋回:第 2 旋回海平面下降之后,海平面再次上升,由于海平面上升(也可能基底沉降)速度过大,导致新一轮造礁旋回的开始,早期(12 层)为礁前角砾岩,灰质角砾中可见古石孔藻,晚期(13~15 层)为礁核相古石孔藻—管壳石粘结灰岩,生物以粘结生物为主;第 4 造礁旋回:该造礁旋回发育比较完整,早期(16~18 层)为礁前角砾岩夹石英砂岩,中期(19~22 层)为生物礁粘结灰岩,粘结生物主要为 *Tubiphytes sp.*, 另有少量 *Tabulozoa*, 附礁生物有瓣、有孔虫、钙藻及腕足等;晚期为礁后相含生屑泥晶灰岩,有少量瓣化石,说明海水动力较小,但还算通畅;第 5 造礁旋回:该旋回早期(24 层)为礁前角砾岩,角砾成分为管壳石粘结灰岩,胶结物中可见少量古石孔藻;中晚期(25~27 层)为礁滩相,造礁生物以古石孔藻为主,管壳石也比较多见,间夹于滩相的藻核形石灰岩中,瓣及钙藻化石丰富。第 6,9 造礁旋回:这 2 个造礁旋回与第 3 旋回相当,区别在于前二者(28~29, 35~39 层)造礁生物只有 *Tubiphytes*, 而后者为 *Archaeolithoporella* 和 *Tubiphytes*;第 7 造礁旋回与第 4 旋回相当,都发育比较完全,区别在于前者造礁生物为 *Archaeolithoporella*, 而后者为 *Tubiphytes*;第 8,12 这两个造礁旋回均发育不全,只有礁核相,前者(34 层)为管壳石粘结灰岩,是在海平面停滞(或基底稳定)一段时间后再次海侵(或基底沉降)形成的,后者(53 层)则是上一旋回结束在玄武岩喷发后继续生长的,为古石孔藻—管壳石粘结灰岩;第 9 造礁旋回的特点与第 6 旋回基本相似;第 10 造礁旋回与第 7 旋回相似;第 11 造礁旋回:该旋回早期(50 层)为古石孔藻粘结灰岩,晚期为厚层微晶—细晶白云岩,为局限礁后相,海水咸化,缺乏生物。生物礁进入衰退及消亡期;第 12 造礁旋回由于出露不全只有礁核相粘结灰岩,造礁生物也是以粘结生物为主,附礁生物少见。

3 生物礁的层序地层划分

对于生物礁地层的层序地层研究与其他沉积地

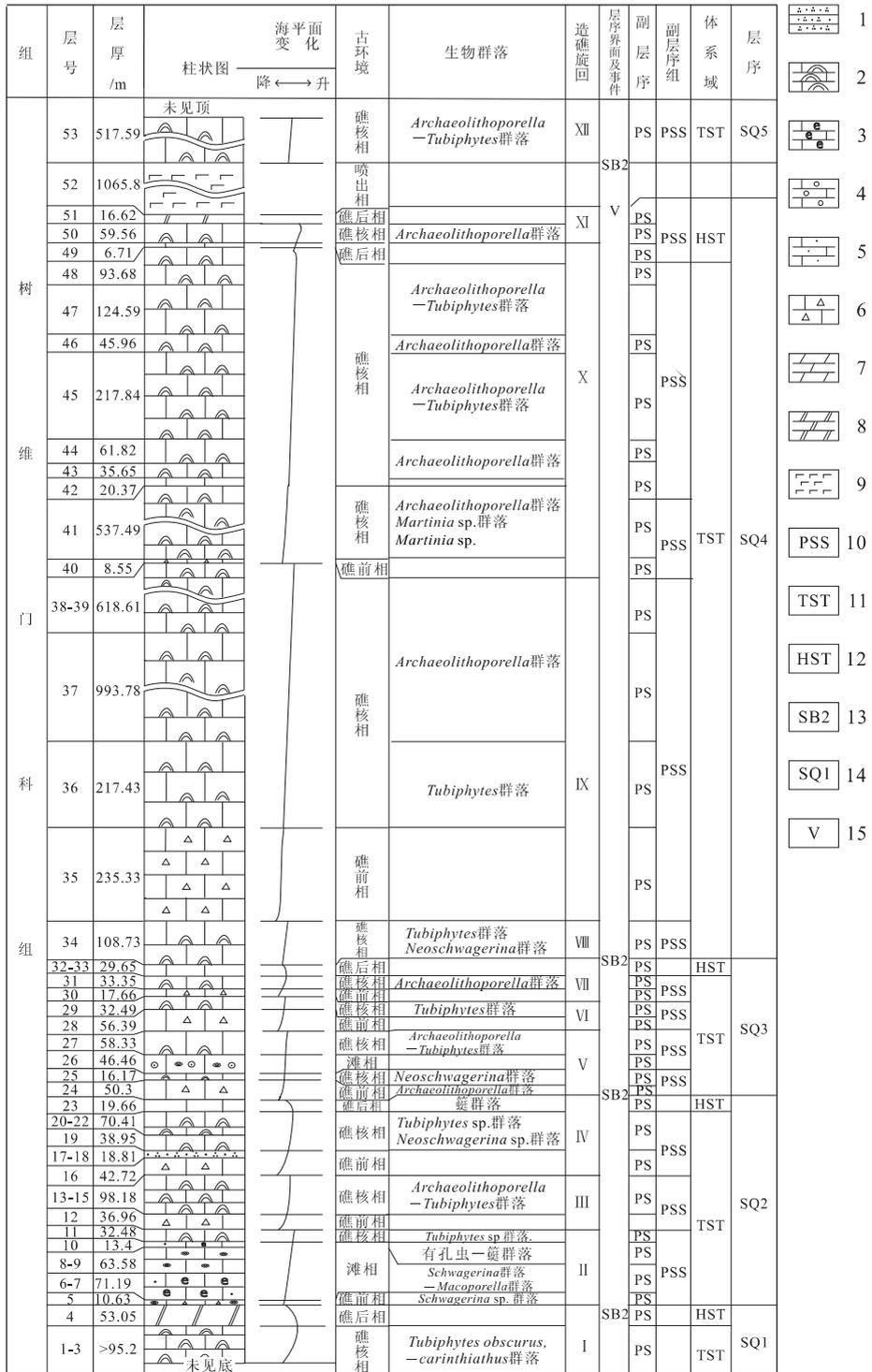


图 1 青海都兰县宗加乡 马尔争早中二叠世树维门科组层序地层柱状图

Fig. 1 Stratigraphy column of Early-Middle Permian reef in Maerzheng area, Zongjia, Dulan County, Qinghai Province
1. 细粒石英砂岩; 2. 生物礁灰岩; 3. 生物碎屑灰岩; 4. 鲕状灰岩; 5. 砂屑灰岩; 6. 灰质角砾岩; 7. 泥灰岩; 8. 白云岩; 9. 玄武岩; 10. 副层序组; 11. 海侵体系域; 12. 高位域; 13. II 型层序界面; 14. 层序及编号; 15. 火山事件

层有所不同,这与生物礁的生长发育所要求的环境条件比较特殊有关:(1)要求较浅的清澈的水体、较高的水动能;(2)海平面的升降与生物礁的生长、发

育及其微相有密切的关系.海平面上升(或基底沉降)的速度与生物礁的生长速度大体相当,速度过大礁体向陆方向迁移,原地变为礁前相或盆地相(与海

平面上升幅度有关),则说明一次海侵的开始,生物礁继续生长表明海侵持续;当海平面上升速度小于生物礁的生长速度或停止上升甚至下降时,生物礁向海方向发展,原地变为礁后相,这时就是高水位体系域,生物礁的生长要求海水很浅,总体上海平面较高,因此不应出现低水位体系域。鉴于此,笔者认为礁前相及礁核相应是海侵体系域的产物,而礁后相则是高位域的产物,所以笔者把在礁后相泥晶灰岩或白云岩之上的礁前角砾岩作为层序的开始,其底界面作为沉没不整合(SB2)面,另外生物礁处在马尔争—阿尼玛卿一线,是个活动地带,很难区分基底下沉造成的相对海平面上升与全球海平面上升之间的区别,笔者的做法是将礁后相灰岩或白云岩作为高位域,具有礁后相的完整的造礁旋回作为 1 个三级层序,对于不完整的缺乏礁后相的造礁旋回,视为海侵体系域中的 1 个副层序组。根据以上原则,对树维门科组进行层序地层研究,划分为 5 个三级层序(图 1)。

Ⅲ层序 1:该层序发育不全,相当于第 1 造礁旋回,下部海侵体系域为礁核相,生物礁逐渐向上生长表明海平面在逐渐升高,发育管壳石粘结灰岩,主要生物为粘结生物 *Tubi phytes*,上部高水位体系域为礁后相白云岩,说明海平面下降,生物礁向海的方向迁移,从而本区成为局限台地相,化石稀少。

Ⅲ层序 2:相当于第 2 到第 4 个造礁旋回,由 1 个礁前角砾岩相到滩相和 2 个从礁前相角砾岩到礁核相旋回构成的退积型副层序组组成海侵体系域,发育古石孔藻、管壳石等粘结生物及生物礁、有孔虫等附礁生物群落,同样其高水位体系域也是由礁后相白云岩组成。

Ⅲ层序 3:相当于第 5 到第 7 造礁旋回,下部海侵体系域由相当于 4 个造礁旋回的 4 个副层序组构成,造礁生物为古石孔藻、管壳石,有少量腕足动物。上部高水位体系域为礁后相泥晶灰岩,水体比前 2 个副层序的高位域通畅一点。该层序的特点是海平面变化比较频繁。

Ⅲ层序 4:该层序相当于第 8 到第 11 造礁旋回,该层序持续海侵的时间最长,其海侵体系域包括 4 个副层序,以礁核相古石孔藻粘结灰岩及管壳石粘结灰岩的发育为特征,生物礁的长时间持续生长表明海平面在持续上升,附礁生物除下部礁比较多外,其余都比较少,说明藻类过于繁盛,高水位体系域由礁后相白云岩夹礁灰岩组成。末期由于火山爆发结束该层序。

Ⅲ层序 5:相当于第 12 造礁旋回,该层序由于出露不全而只有海侵体系域,由礁核相古石孔藻粘结灰岩组成,生物除藻类外还

有少量串管海绵及纤维海绵。

4 树维门科组生物礁与华南二叠纪生物礁的比较

马尔争—布青山早中二叠世树维门科组生物礁具有分布广、厚度大等特征,与扬子二叠纪生物礁比较,主要有 4 点差异:(1)所处的大地构造位置不同,树维门科组生物礁处在岛弧带,往往伴随海底火山爆发,常与玄武岩伴生;而华南二叠纪生物礁大多为台地边缘礁。(2)由于所处的环境不同,发育的规模有很大的不同,前者规模大,从东昆仑延伸到西昆仑长达几百上千 km,厚度巨大,可达几 km,而扬子二叠纪生物礁的规模较小,最多也就几十 km 到上百 km,厚度一般也就一二百 m,说明在早中二叠世时期,除了全球性海侵外,东特提斯北缘的构造活动,尤其是基底沉降性非常大。(3)生物礁的生物群落的主要类别及其生物的丰度和分异度也有较大的差别,扬子地台二叠纪生物礁的造礁生物中造架生物串管海绵、纤维海绵通常比较发育,而且水螅、苔藓虫等也很常见,附礁生物门类多而丰富,而树维门科组生物礁的造礁生物主要为粘结生物古石孔藻及管壳石,虽然也可见到串管海绵、纤维海绵,但其数量少,属种也比较单调,附礁生物也比华南少多了。(4)生物礁的岩石类型也有所不同,树维门科组生物礁的礁核相主要为粘结灰岩,而且礁前角砾岩较发育,而扬子地台生物礁的礁核相既发育骨架岩也发育粘结岩和障积岩,但礁前角砾岩不易找到,说明斜坡比较窄。

通过以上比较分析可以发现,造山带活动大陆边缘生物礁的基本特点为礁体规模大、厚度大,附礁生物较少,造礁生物以粘结生物为主,发育粘结岩而骨架岩和障积岩少见,由于岛弧海山面向外海,风浪大,礁前角砾岩相带比较宽,而礁后相往往比较窄。由于处在活动地带,基底升降加上海平面变化,使得海水深浅变化更加频繁,从而导致生物礁的发育具有更明显的旋回性。这些特点是活动大陆边缘生物礁生长发育的基本规律,也构成了与稳定地台生物礁的主要区别。

参考文献:

- [1] 王永标,张克信,龚一鸣,等.东昆仑早二叠世生物礁带的发现及其意义[J].科学通报,1998,43(6):631—

- 632.
- WANG Y B, ZHANG K X, GONG Y M, et al. Discover of Early Permian reef and significance in Eastern Kunlun [J]. Chinese Science Bulletin, 1998, 43(6): 631—632.
- [2] 冯增昭, 杨玉卿, 金振奎, 等. 中国南方二叠纪岩相古地理[J]. 沉积学报, 1996, 14(2): 1—11.
- FENG Z Z, YANG Y Q, JIN Z K, et al. Permian facies palaeogeography, South China [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1996, 14(2): 1—11.
- [3] 范嘉松, 张维, 马行, 等. 鄂西二叠纪生物礁的基本特征及其发育规律[J]. 地质科学, 1982, 17(3): 274—282.
- FAN J S, ZHANG W, MA X, et al. Basic character of Permian reef and its development in western Hubei [J]. Geology Science, 1982, 17(3): 274—282.
- [4] 范嘉松, 齐敬文, 周铁明, 等. 广西隆林二叠纪生物礁 [M]. 北京:地质出版社, 1990. 17—34.
- FAN J S, QI J W, ZHOU T M, et al. Permian reef in Longlin, Guangxi [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1990. 17—34.
- [5] 林启祥. 贵州紫云晚二叠世生物礁及其演化[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1992, 17(3): 301—307.
- LIN Q X. Nature and evolution of Late Permian reef in Ziyun, Guizhou Province [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 1992, 17(3): 301—307.
- [6] 王永标, 徐桂荣, 林启祥, 等. 东昆仑地区早二叠世礁岛海的沉积模式[J]. 中国科学(D辑), 2001, 31(3): 243—249.
- WANG Y B, XU G R, LIN Q X, et al. Sedimentary mode of reef island-sea of Early Permian in eastern Kunlun [J]. Science in China (Series D), 2001, 31(3): 243—249.

Study on Early-Middle Permian Reef and Its Sequence Stratigraphy in Maerzheng Area, Eastern Kunlun

LIN Qi-xiang¹, DENG Zhong-lin², WANG Guo-can¹

(1. Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China; 2. Institute of Qinghai Geological Survey, Xining 810012, China)

Abstract: The paper discusses the nature and evolution of reef based on the study of the Early-Middle Permian reef section in Maerzheng, eastern Kunlun and the sequence stratigraphy of the reef. The reef can be divided into 12 reef-building cycles, including 5 third class sequences, on the basis of rock features, biocommunities and sea level changes. Moreover, it puts forward the basic rule of reef development on the continental margin in comparison with those reefs of Early-Middle Permian in eastern Kunlun and in the Yangtz platform.

Key words: Early-Middle Permian; reef; eastern Kunlun; Maerzheng; sequence stratigraphy.