

文章编号:1672-9854(2007)-04-0016-05

## 湖北松滋大冶组深水碳酸盐岩沉积

逢林安, 田景, 林常梅, 柯岭, 张超

(长江大学地球科学学院)



逢林安

**摘要** 湖北松滋下三叠统大冶组主要为一套深水碳酸盐岩,与下伏上二叠统长兴组灰色中厚层状灰岩呈整合接触,它以深水原地沉积为主,夹有深水异地沉积。深水原地沉积以深灰色薄层泥晶灰岩和页岩互层为主,异地沉积以浊流沉积和碎屑流沉积为主。浊流沉积鲍玛层序C、D、E段发育,以粉屑灰岩、泥晶灰岩为主;碎屑流沉积以泥晶砾屑灰岩为主。其岩相类型有泥晶灰岩( $M_1$ )、泥晶粉屑灰岩( $M_2$ )、泥晶砾屑灰岩( $M_3$ )、泥页岩( $C_1$ ),可组合为盆地—盆地边缘相( $M_1+C_1$ )、下斜坡亚相、上斜坡亚相( $M_1$ 或 $M_1+M_3$ )、开阔台地相( $M_1+C_1$ )四种组合。从早三叠世早期到晚期,水体逐渐变浅,但总体表现为深水沉积环境。

**关键词** 深水沉积;碳酸盐岩;岩相类型;沉积环境;三叠纪;大冶组;湖北

**中图分类号**: TE111.3 **文献标识码**: A

**逢林安** 1986年生,现在长江大学地球科学学院地质专业就学。通讯地址: 434023 湖北省荆州市南湖路1号长江大学地球科学学院地质1041班

近年来,随着全球油气勘探领域的日益扩大,国内外学者对深水碳酸盐岩沉积作了许多研究<sup>[1-5]</sup>,并取得了很大进展,主要包括:对重力流沉积的大规模研究,鲍玛序列被认为是浊积岩经典标准层序;浊流理论创新了深海碎屑物的研究,为沉积学建立了新的方法学<sup>[6]</sup>;深水内波、内潮汐的发现,是沉积学研究的一个新领域<sup>[7]</sup>;在我国东海盆地丽水凹陷明月峰组发现一种重要深水储层——轴向重力流沉积<sup>[8]</sup>。但与浅水碳酸盐岩沉积相比,我们对深水碳酸盐岩的研究仍显得比较薄弱。勘探实践证明,在深水碳酸盐岩沉积特别是斜坡相带碳酸盐岩中,常伴有重力流储集体的分布,这是一个重要的油气勘探领域,因此受到了学者们的高度关注。本文首次对湖北松滋险桥地区下三叠统大冶组的深水碳酸盐岩沉积进行了研究。

## 1 地质背景

研究区位于中扬子台地南部湖北松滋刘家场—险桥一带,下三叠统大冶组( $T_1d$ )主要见于松滋西部

仁和坪向斜东段,尤其是在向斜核部比较发育,其两翼地层主要为泥盆系、石炭系和二叠系(图1)。大冶组呈东西走向,主要为大套盆地—盆地边缘相、斜坡相及开阔台地相碳酸盐岩沉积。仁和坪向斜之南为刘家场大背斜。

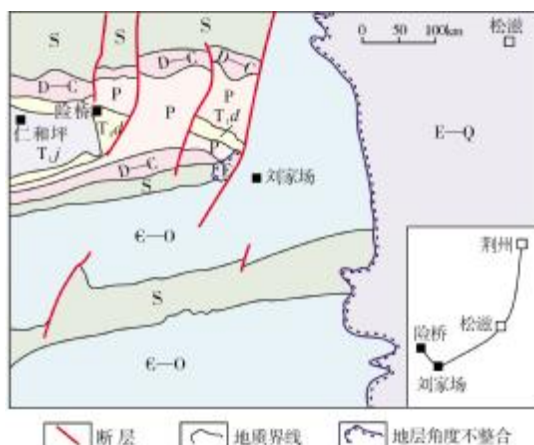


图1 湖北松滋地区地质图

$T_1d$  大冶组;  $T_1j$  嘉陵江组

收稿日期:2007-08-25

## 2 大冶组分层特征

湖北松滋大冶组以薄板状灰岩为主 (图 2), 它与下伏的上二叠统长兴组和上覆的下三叠统嘉陵江组均呈整合接触 (图 3)。



图 2 湖北松滋大冶组灰色薄板状灰岩 (摄自第 2 层)

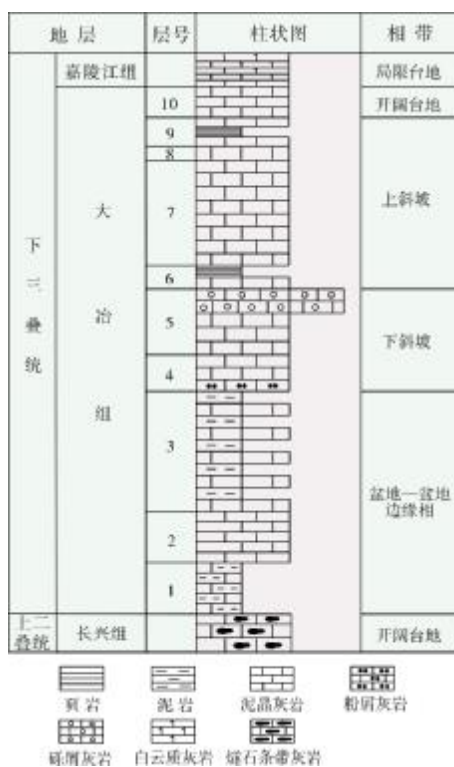


图 3 湖北松滋下三叠统大冶组地层柱状图

研究区大冶组总厚度为 79~306 m, 自下而上笔者将其划分为 10 个小层 (图 3), 下面对各小层基本特征自上而下分别加以描述。

第 10 层 灰色中厚层泥晶灰岩夹少量灰绿色薄层页岩, 厚 8 m, 产状  $310^{\circ} \angle 12^{\circ}$ 。

第 9 层 浅灰色薄层泥晶灰岩与灰绿色页岩

互层, 之间夹有 2 层浅灰色中层状泥晶灰岩。厚为 6 m, 产状  $313^{\circ} \angle 45^{\circ}$ 。

第 8 层 浅灰色中厚层泥晶灰岩, 厚 3 m, 水平层理发育, 产状  $337^{\circ} \angle 30^{\circ}$ 。

第 7 层 灰色薄层泥晶灰岩, 厚 15 m。

第 6 层 灰色薄层泥晶灰岩夹灰绿色页岩, 厚 2 m。

第 5 层 浅灰色中到厚层泥晶灰岩、砾屑灰岩, 厚 9 m。砾屑含量 30% 左右, 大小混杂, 长轴一般为 0.1~0.5 cm, 大者可达 7 cm。磨圆较好, 分选一般。

第 4 层 灰色薄到中层泥晶灰岩, 厚 3 m。(含砂纹层理) 粉屑灰岩与页岩呈不等厚互层, 互层比为 3:1。在本段发育浊流沉积 C、D、E 段, E 段由泥晶灰岩组成, 发育块状层理; D 段为粉屑灰岩, 水平层理发育; C 段岩性为薄到中层状泥晶粉屑灰岩, 含砂纹层理。

第 3 层 灰色薄层泥晶灰岩, 厚 18 m。发育有水平纹层与浅灰色泥岩互层, 单层厚为 0.5~4 cm 不等。产状  $313^{\circ} \angle 45^{\circ}$ 。

第 2 层 深灰色薄层泥晶灰岩, 厚 10 m, 夹厚为 5 cm 的薄层, 产状  $315^{\circ} \angle 45^{\circ}$ 。

第 1 层 灰绿色钙质泥岩, 厚 5 m, 夹约 10 cm 厚页岩, 产状  $315^{\circ} \angle 45^{\circ}$ 。

详细的沉积特征研究表明, 湖北松滋下三叠统大冶组为一套向上变浅的碳酸盐岩沉积序列, 自下而上可划分出盆地—盆地边缘相、斜坡相及开阔台地相三个相带 (图 3)。

## 3 沉积特征

湖北松滋大冶组深水沉积主要分布在第 1 至第 9 层, 根据其特征可以分为深水原地沉积和深水异地沉积两类。

### 3.1 深水原地沉积

深水原地沉积主要分布在大冶组第 1 至第 3 层, 以泥晶灰岩或泥晶灰岩和页岩互层为主 (图 4)。泥晶灰岩以灰色—深灰色薄层为特征 (图 5), 水平层理发育; 页岩以灰绿色为主, 水平层理发育, 产少量游泳菊石和双壳化石。

上述沉积特征反映了一种安静的深水环境, 沉积物是原地垂直降落沉积的产物。所属相带为盆地—盆地边缘相。



图4 湖北松滋大冶组灰色薄层状泥晶灰岩和页岩互层(摄自第3层)



图5 湖北松滋大冶组深灰色薄层泥晶灰岩(摄自第3层)

### 3.2 深水异地沉积

该区深水异地沉积主要分布在大冶组第4层和第5层,沉积厚度12m,特征相当明显,是以重力流沉积中的浊流沉积和碎屑流沉积为主。

#### 3.2.1 浊流沉积

所见浊流沉积一般单独成层,并夹于深水原地沉积的泥晶灰岩中,厚9m。为典型浊积岩,以粉屑灰岩、泥晶灰岩为主。区内浊积岩层发育不完整,自下而上可见鲍玛层序C、D、E段(图6)。

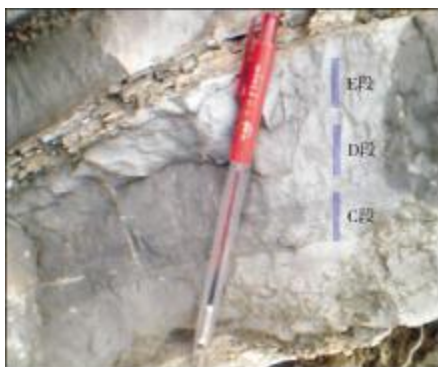


图6 湖北松滋大冶组粉屑灰岩夹页岩(浊流沉积)(摄自第4层)

#### 3.2.2 碎屑流沉积

碎屑流沉积为一个较好的指相标志,一般形成于斜坡环境,是在含水的砾石级碎屑碰撞和杂基联合支撑的块体流中形成的。

研究区所见的碎屑流沉积,岩性以浅灰色中—厚层泥晶砾屑灰岩为主(图7),砾屑含量为30%左右。砾屑大小混杂,形态多呈椭圆形、长条形、棱角状,以长条形为主,长轴一般为0.1~0.5cm,大者可达7cm,磨圆好,少数为次圆状,分选一般。砾屑成分以泥晶灰岩为主,为细碎屑流沉积。



图7 湖北松滋大冶组砾屑灰岩(碎屑流沉积)(摄自第5层)

## 4 岩相类型及组合

### 4.1 岩相类型

湖北松滋大冶组可以识别出以下四种岩相类型。

**泥晶灰岩( $M_1$ )** 该种岩相类型在研究区下三叠统大冶组中有分布,一般呈浅灰色、灰色、深灰色,薄层状,局部中层状。岩石具有泥晶结构,毫米级水平纹层发育,研究区底部岩样镜下可见零散状黄铁矿。它在盆地—盆地边缘相、斜坡相、开阔台地相中均有沉积。

**泥晶粉屑灰岩( $M_2$ )** 本类型岩相一般呈灰色,薄—中层状,与页岩呈不等厚互层,含砂纹层理,是鲍玛层序C段的有力证据。形成于斜坡相下斜坡环境,属重力流沉积。

**泥晶砾屑灰岩( $M_3$ )** 此类岩相一般呈浅灰色,中到厚层状,颗粒主要为砾屑,大小一般为1~5mm,局部达7cm,含量30%。其排列杂乱无序,颗粒成分为泥晶方解石,岩石结构的最大特征是具有漂浮砾屑,填隙物为泥晶胶结物。属于斜坡相下斜坡亚相的碎屑流沉积。



泥页岩( $C_1$ ) 该种岩相类型以灰绿色,浅灰色为主,含量约为 60%~70%,常与薄板状泥晶灰岩互层,或成为薄层状泥晶灰岩的夹层,岩石中普遍含有远洋浮游生物碎屑。在研究区大冶组底部为暗色的泥岩,可成为有利的生油岩。

## 4.2 岩相组合

通过对大冶组的岩相及其与沉积相之间关系的分析,可以将其划分为以下 3 种岩相组合类型。

### 4.2.1 斜坡相组合

#### 4.2.1.1 上斜坡亚相 ( $M_1$ 或 $M_1+M_3$ )

$M_1$  或  $M_1+M_3$  岩相组合分布在研究区大冶组中—上部,厚 26 m,以深灰色薄层状泥晶灰岩(图 5)和灰色薄层状泥晶灰岩夹灰绿色页岩为主。本组泥晶灰岩发育,可见平行层理。其底部为重力流沉积形成的浊积岩和泥晶砾屑灰岩,可表明与台地边缘斜坡环境有关,由此可推测重力流最有可能在此形成,在下斜坡处沉积成岩。据沃尔索相序递变规律,可判断此岩相组合形成于上斜坡环境。

#### 4.2.1.2 下斜坡亚相

浊流沉积 ( $M_1+M_2+C_1$ ) 该岩相组合分布在大冶组中部,厚 3 m,以灰色薄层状泥晶灰岩,粉屑灰岩与页岩呈不等厚互层。可见砂纹层理,水平层理以及鲍玛层序的 C、D、E 段(图 6)。以粉屑为主,粗粒成分较少,具特征的粒度分布递变(向上依次变细)。据这些特点分析,应属于低密度浊流沉积,鲍玛层序 D、E 段在深海平原或盆地沉积。P.A.肖勒<sup>[9]</sup>指出,在深海盆地碳酸盐浊积岩中,可出现标准 A、B、C、D、E 沉积序列,但由于坡度变缓和处于浊流末端沉积位置,一般缺失 A、B 段,而是从 C 段或 D 段开始的。本研究区浊流沉积 C、D、E 段正是浊流之上“披载运流体”形成低密度流作为灾变事件余波<sup>[10]</sup>,在深海盆地边缘的下斜坡处流动沉积的产物。

碎屑流沉积 ( $M_1+M_3$ ) 该岩相组合分布在大冶组中部,厚 9 m,以浅灰色中层泥晶砾屑灰岩为主,其中砾屑含量为 30%,磨圆好,分选一般(图 6)。泥晶砾屑灰岩是在斜坡上已沉积的灰泥,受到斜坡上的重力滑动,造成沉积物破碎。由于坡度角足够大,碎屑流沉积物被搬运到下斜坡处沉积形成。

### 4.2.2 盆地—盆地边缘相组合 ( $M_1+C_1$ )

$M_1+C_1$  岩相组合分布在研究区大冶组底部,厚 38 m。该岩相组合底部以灰绿色钙质泥岩为主,夹厚约 10 cm 的页岩;顶部为灰色薄层状泥晶灰岩与浅灰色泥岩互层,毫米级水平纹层发育,无底栖生物活动痕迹,仅见单调远洋浮游生物,无任何水流作用的沉积构造。灰色薄层状泥晶灰岩单层厚 0.5~8 cm 不等。

### 4.2.3 开阔台地相组合 ( $M_1+C_1$ )

这一岩相组合分布在研究区大冶组顶部,岩性为大套的灰色中—厚层状泥晶灰岩(图 8),局部夹有含生屑泥晶灰岩。底部为灰色中—厚层状泥晶灰岩夹有少量灰绿色薄层页岩,泥晶灰岩中发育砂纹层理。从整体上看,由底到顶单层厚度有变厚的趋势,说明水体逐渐变浅,由此可推测此岩相组合形成于开阔台地环境。



图 8 湖北松滋大冶组灰岩(单层向上变厚)(摄自第 10 层)

## 5 沉积相演化

纵观湖北松滋险桥下三叠统大冶组沉积相变化可以看出,该区的水体变化较大,从底到顶由盆地—盆地边缘相、下斜坡亚相、上斜坡亚相演变为开阔台地,说明该区的水体逐渐变浅,但总体表现为深水沉积特征。从宏观上看,早三叠世晚期,研究区的海平面已有所下降。到中三叠世晚期,华南地区发生大规模海退,即地史上著名的拉丁期大海退。华南地区的这一变化与全球海平面变化不符,早三叠世全球曲线是逐渐海侵,海平面上升,早三叠世早期海侵达到高峰,相当于本研究区大冶组底部。由于扬子板块和华北板块的陆内碰撞使扬子地区整体抬升,海平面相对下降。这一现象在东亚地

区具有代表性,它反映了发生在中三叠世后期的印支早期运动对整个东亚的影响<sup>[10]</sup>。从微观上看,薄层泥晶灰岩的形成是由于当时水体较深,而碳酸钙沉积的补偿深度是基本不变的,此时海水中碳酸钙的沉积速率小于溶解速率,加上陆源碎屑注入减少,沉积厚度很小,其相带为盆地—盆地边缘相。随着水体变浅,在斜坡处,水深、坡度角足够,物源充沛,大量的沉积物堆积便会触发大规模沉积物重力流。水体进一步变浅,水深处于碳酸钙的沉积补偿深度界面之上,物源充沛,碳酸钙的沉积速率大于其溶解速率,形成了中—厚层的大套泥晶灰岩,属开阔台地相。

## 6 深水沉积的油气意义

在深水沉积中,暗色的泥晶灰岩、泥页岩可作为良好的生油岩。浊积岩中C、D段的粉屑灰岩,其物性良好,可作为良好的储油层,E段致密呈块状层理的泥晶灰岩是良好的盖层。因此,研究区深水浊流沉积具备油气生成和聚集的条件,是深水沉积中油气勘探的重要目的层。

美国洛杉矶盆地是加利福尼亚地区最大的圣华金盆地中“小而肥”的典型代表,面积仅3760 km<sup>2</sup>,盆地内已发现了58个油气田,其中大型油气田15个;巨型油气田4个,盆地总石油地质储量约45.352×10<sup>8</sup>t,可采储量约12.9×10<sup>8</sup>t,平均每立方千米沉积岩可采储量为18×10<sup>4</sup>t,是目前世界上单位面积产储量最高的含油气盆地<sup>[11]</sup>。该盆地主要沉积地层为晚第三纪沉积的深海浊流沉积物和半远洋沉积物,它们是盆地的主力烃源岩系。其中,主力烃源

岩相当于浊流沉积系列中的E段,储集层主要为A—C段。

湖北松滋险桥下三叠统大冶组深水沉积中的浊流沉积C、D段粉屑灰岩具备浊流储集体的条件,E段可构成烃源岩系,值得在勘探中密切关注。

致谢:本文在野外搜集第一手资料和室内的研究过程中,得到了肖传桃教授的精心指导,在此表示衷心感谢!

### 参考文献

- [1] 高振中,段太忠. 华南海相深水重力沉积相模式[J]. 沉积学报,1990,8(2): 9-21.
- [2] 贾振远. 一个碳酸盐岩沉积古斜坡的基本特征[J]. 石油与天然气地质,1998,9(2):171-176.
- [3] 郭成贤,林克湘. 鄂东南大冶地区早三叠世深水碳酸盐重力沉积特征[J]. 江汉石油学院学报,1988,10(1): 11-18.
- [4] Cook H E, Enos P. Deep-water carbonate environment [J]. Society of Economics Paleontologists and Mineralogists Special Publication,1997,25-145.
- [5] Mullins H T, Buren H M. Modern modified carbonate grain flow deposits [J]. Journal of Sedimentary Petrology,1979,49,747-752.
- [6] 庞雄,陈长民,朱明,等. 深水沉积研究前缘问题[J]. 地质论评,2007,53(1): 37-43.
- [7] 何幼斌,罗顺社,高振中. 内波、内潮汐沉积研究现状与进展[J]. 江汉石油学院学报,2004,26(1): 5-10.
- [8] 周士科,徐长贵. 轴向重力流沉积——一种重要深水储层[J]. 地质科技情报,2006,25(5):57-62.
- [9] 肖勒 P A. 深水石灰岩的沉积作用、成岩作用及油气潜力[M]. 陈景山,译. 北京:石油工业出版社,1982:25-89.
- [10] 冯增昭. 下扬子地区中下三叠统青龙群岩相古地理研究[M]. 北京:石油工业出版社,1987:178-179.
- [11] 李相博,袁剑英,林卫东,等. 国内外中小型盆地油气富集规律及勘探经验[J]. 新疆石油地质,2001,22(2):163-166.

编辑:吴厚松

## Sedimentation of Lower Triassic Daye Deep-water Carbonate Rock at Songzi, Hubei Province

Pang Lin'an, Tian Jing, Lin Changmei, Ke Ling, Zhang Chao

**Abstract:** Sedimentation of Lower Triassic Daye deep-water carbonate rock at Songzi indicates a deep water environment in general although sea water was getting shallow during early-late Lower Triassic period. Daye rock contacts conformably with the underlying Upper Permian Changxing layered limestone. It contains deep-water autochthonous thin micritic limestone interbedded with shale and deep-water allochthonous turbidity and clastic current deposits. 4 groups and 3 associations of lithofacies are classified.

**Key words:** Early Triassic; Daye Formation; Deep-water sediments; Carbonate rock; Type of lithofacies; Sedimentary environment; Hubei Province

**Pang Lin'an:** male, progressing in Faculty of Geoscience, Yangtze University. Add: Jingzhou, Hubei, 434023 China