

塔中卡拉沙依组-小海子组 层序地层与沉积相

郭建华 刘生国 肖传桃 翟永红

(江汉石油学院, 湖北荆沙 434102)

通过层序地层的划分与对比, 将卡拉沙依组和小海子组划分出上下两个沉积层序, 反映了海平面的二次升降旋回, 而两个层序间的等时沉积界面即是卡拉沙依组和小海子组的分界面。卡拉沙依组主要由海岸平原相和扇三角洲相交互组成, 小海子组由浅海陆棚相和扇三角洲相组成。两个层序中的扇三角洲相分别是海平面高位期及海平面快速上升时的沉积, 具明显的陆架型湿型扇三角洲特征。

关键词 层序地层 扇三角洲相 沉积相 塔中地区 卡拉沙依组-小海子组

第一作者简介 郭建华 男 38岁 副教授 沉积学与石油地质

塔里木盆地石炭纪地层自下而上分为巴楚组、卡拉沙依组及小海子组(表1), 但对其界线颇有争议。本文从层序地层学的角度讨论后两个组的分界和沉积相。

1 卡拉沙依组-小海子组层序地层

表1 塔中地区石炭纪地层系统简表

1.1 沉积层序的划分与对比

依据测井资料及取芯资料的分析, 将卡拉沙依组-小海子组划分为上、下两个沉积层序(图1)。

1.1.1 下部层序

由上泥岩段及砂泥岩段大部(中、下部)组成, 厚114~231 m。可进一步划分出陆架边缘体系域、海侵体系域及高水位体系域。该层序顶、底分别由两个无明显侵蚀作用的Ⅱ型层序界面所限定, 组成一个完整的Ⅱ型层序。确定这两个层序边界主要是依据测井响应所表征的副层序堆叠形式及沉积相分析。确定底界面的标志有:(1)以界面之下向上变粗的进积副层

地 层 系 统				
统	组	段		
		序号	段名	厚度/m
上 统	小海子组	1	含灰岩段	14~50
	卡拉沙依组	2	砂泥岩段	100~281
		3	上泥岩段	40~72
下 统	巴楚组	4	标准灰岩段	8.5~15.5
		5	下泥岩段	44~123
		6	生物屑灰岩段	36~43
		7	底泥岩段	30~55
		8	含砾砂岩段	10~35
		9	东河砂岩段	0~165

* 仅为生物地层的划分方案

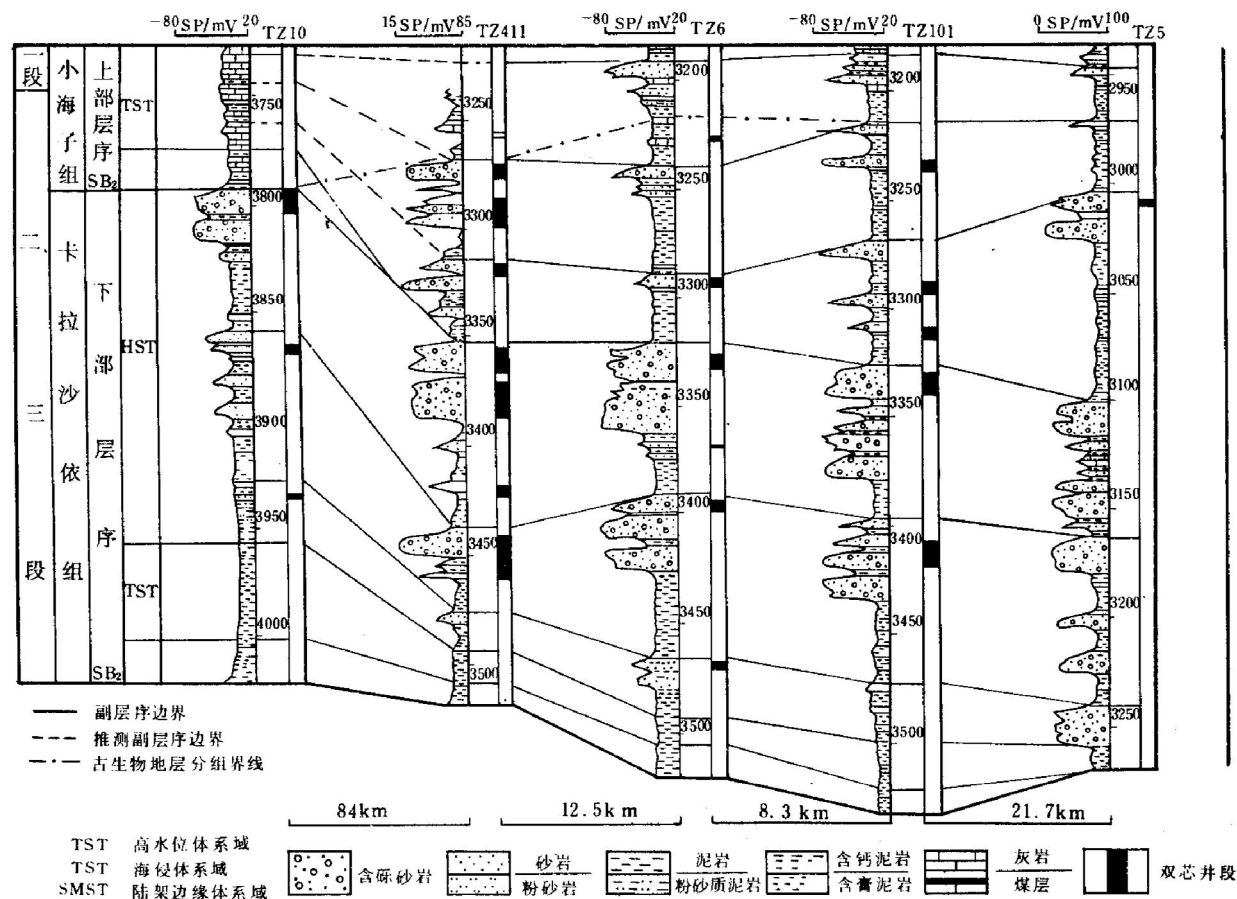


图1 卡拉沙依组-小海子组层序划分与对比

序组,向界面之上突变为以加积为主的副层序组^[1]; (2) 陆架边缘体系域中含膏、含钙质团块及结核的潮坪沉积向东至 TZ5 井缺失,向西增厚呈透镜状,代表了海岸上超向下迁移。其顶界面则是以进积的高水位体系域副层序组,向界面之上突变为加积至退积的副层序组。

陆架边缘体系域 (SMST): 厚度较薄,向东至 TZ5 井尖灭。主要由棕色、棕褐色、紫红色含膏、含钙团块的泥岩组成。其顶界大部分井中自然伽马测井响应为高峰值,可能代表了海平面回升之后的初始海泛面的沉积特征。

海侵体系域 (TST): 也具有西厚东薄的特点,最厚达 45 m (TZ10 井),反映了沉积物不断地由西向东的超覆。岩性以灰色、灰褐色、深灰色的泥岩为主,夹粉砂岩薄层,向东砂质含量增加。自然伽马测井曲线表现为起伏低、伽马值高的小齿状,顶界仍为一高伽马峰值所限。微电导率测井反映出副层序的退积堆叠的形式。

高水位体系域 (HST): 是组成该层序的主体部分,厚 70~155 m,由灰色、棕褐色泥岩夹煤层与砂岩、砂砾岩交互层组成。垂向上组成三个向上变粗的副层序,叠置成一个进积的副层序组,东西方向(走向)近 140 km 可进行对比,但向东砂砾岩层厚度增加,层数增多。

1.1.2 上部层序

由砂泥岩段上部及小海子组含灰岩段组成,与下部层序以Ⅱ型边界为界,顶部则为一区域性的Ⅰ类不整合层序边界。该层序进一步划分出陆架边缘体系域及海侵体系域,缺失高水位体系域。

陆架边缘体系域 (SMST): 仅分布于区内西部 TZ10 井区, 厚度较小, 由灰色灰岩及棕褐色泥岩组成。

海侵体系域 (TST): 是该层序的主体, 呈明显的东厚西薄的特点, 最厚处达 162 m, 主要由泥岩夹砂、砾岩及灰岩组成。横向上及垂向上岩性变化较大: 横向上由东向西以砂、泥为主变为以碳酸盐岩为主; 垂向上碳酸盐岩比例逐渐增加, 最终以碳酸盐岩为主。该体系域中的副层序以加积至退积的方式堆叠。

2.2 卡拉沙依组与小海子组分界

通过层序地层学所揭示出的下部层序与上部层序的界面, 代表了一个等时的分界面。很显然, 含灰岩段只是一个岩性段, 其底界不能与等时界面等同, 不具有时代意义。西区的碳酸盐岩向东渐变为碎屑岩、泥岩, 反映了远离物源区向接近物源区沉积相的变化; 垂向上向碳酸盐岩的变化, 代表了海平面的不断上升、碎屑岩沉积中心不断向东推进, 以及从浑水过渡至清水沉积环境的变化。因此, 卡拉沙依组与小海子组的真正分界应是下部层序与上部层序的界面 (图 1)。

2 沉积相

通过对测井资料、岩芯资料及室内分析资料的研究, 识别出扇三角洲、海岸平原及浅海陆棚等沉积相。

2.1 类型

2.1.1 扇三角洲相

在潮湿与干旱两种不同的气候条件下所形成的扇三角洲特征明显不同。干旱条件下的扇三角洲往往堆积成典型的丘状, 厚度急剧变化, 以突发性的洪水所形成的密度流沉积为主。湿型扇三角洲以发育辫状河为特征, 堆积地貌平坦, 延伸范围广, 以牵引流沉积作用为主。区内扇三角洲具湿型的特点, 并可进一步划分出两个亚相^[2]。

2.1.1.1 扇中辫状三角洲平原亚相

该亚相主要由辫状分流河道组成。岩性为灰色、棕色、紫红色及杂色的含砾不等粒砂岩、细砾岩、粗砂岩及中-细粒砂岩组成, 单层厚达 24 m。砾石砾径大多在 2~5 mm 之间, 最大达 10 mm, 以硅质为主, 见灰绿色泥砾及其它成分的砾石。岩石的矿物成熟度低, 含大量的岩屑及长石。板状斜层理、槽状交错层理及平行层理非常发育。垂向上以若干个向上变细的正韵律组成 (图 2)。含黑色碳质条带、斑块, 碳化植物根茎等较丰富, 有时夹有煤线。粒度参数

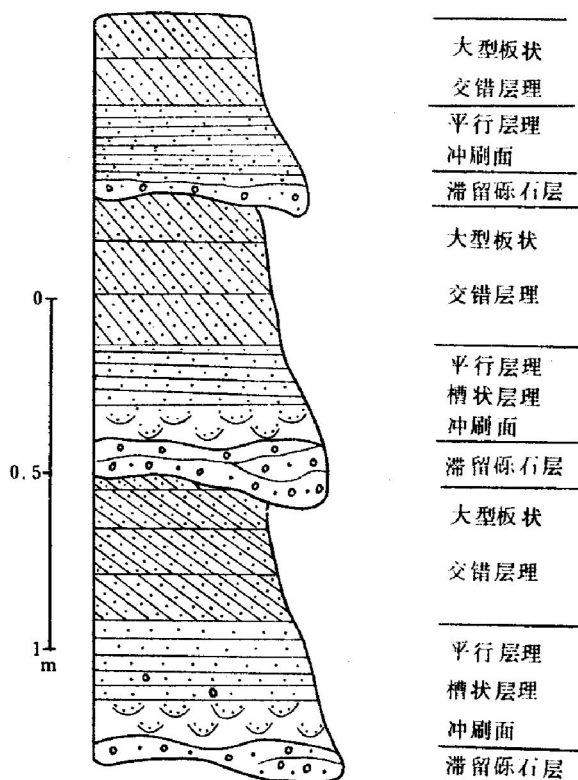


图2 扇三角洲辫状河道沉积序列 (TZ411 井, 井段: 3380.66~3382.86 m)

分析表明(表2),其分选性能差,分选系数一般为1~2。概率累积分布曲线图中绝大多数样品为跳跃和悬浮两个总体,曲线斜率低,悬浮总体含量高,从20%~50%不等。在更粗的样品中有推移总体,但含量<10%。在帕塞加的C-M图及弗里德曼的离散图中均表现为河流沉积的特征(图3,4)。

表2 卡拉沙依组碎屑岩粒度参数分析表

井号	井深/m	M_z	σ	SK	Kg
TZ4	2302.43	1.773	1.097	0.42	1.189
	3303.53	1.352	1.412	0.447	1.153
	3303.63	1.34	1.522	0.411	1.448
	3303.73	1.547	1.463	0.36	1.237
	3302.78	1.381	1.309	0.283	1.215
	3303.93	1.717	1.184	0.389	1.197
	3304.03	0.826	1.432	0.274	1.380
	3304.13	0.793	1.454	0.329	1.382
	3304.28	0.018	1.974	-0.055	1.241
	3304.48	0.07	2.255	-0.17	0.924
	3304.73	1.150	1.495	0.312	1.324
	3304.83	1.057	1.026	0.442	1.779
	3304.93	0.814	1.167	0.243	1.440
	3305.03	1.040	1.433	0.345	1.270
	3305.13	0.914	1.357	0.301	1.427
	3305.23	1.528	1.389	0.235	1.183
	3305.38	1.059	1.608	0.258	1.114
	3305.48	1.752	1.494	0.352	1.007
	3305.63	2.727	1.308	0.219	1.304
	3305.73	2.958	1.567	0.431	1.709
	3305.83	1.294	1.056	0.321	1.600
	3305.93	0.410	1.547	0.232	1.422
	3306.23	2.037	1.442	0.258	0.862
	3306.37	2.885	1.242	0.061	0.896
	3306.43	2.723	1.170	0.198	0.851
	3306.53	2.215	1.342	0.145	1.147
	3379.85	3.308	1.745	0.588	2.106
	3380.05	3.201	1.589	0.551	2.145
	3380.45	3.842	1.884	0.522	1.412
	3382.20	4.154	1.968	0.601	1.416

2.1.1.2 扇端三角洲前缘亚相

该亚相仅见于下部层序的TZ10井区及上部层序的上部。岩性以灰色、灰白色中一细粒砂岩、粉砂岩为主,单层厚度2~7 m。矿物成熟度较高,以石英为主,少量长石及白云母,具较好的分选性。中小型斜层理、沙纹层理较发育。岩芯断面见丰富的碳化植物及云母碎片。

2.1.2 海岸平原相

2.1.2.1 潮坪亚相

分为泥坪和混合坪沉积。泥坪岩性以棕褐色、棕色、灰绿色及灰色泥岩为主,在下部层序的底部见石膏斑点及钙质团块。混合坪岩性为灰绿色、灰色、棕褐色的泥岩、泥质粉砂岩

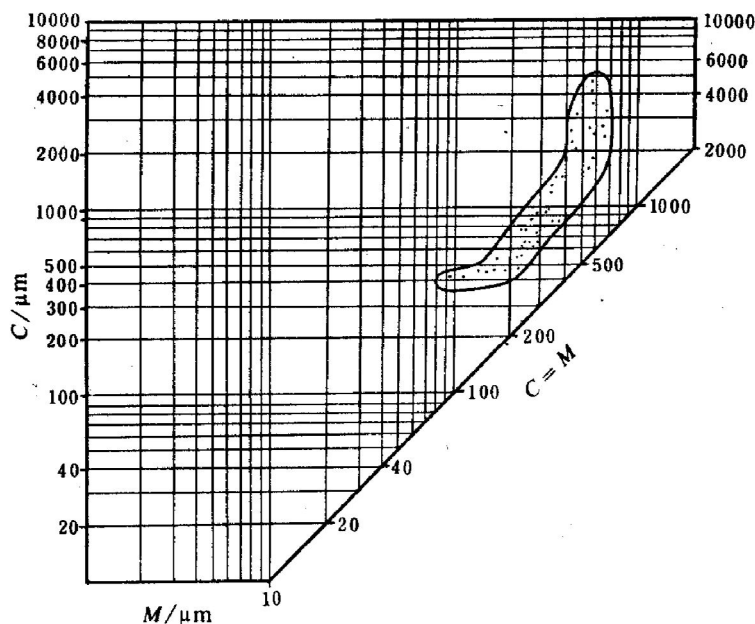
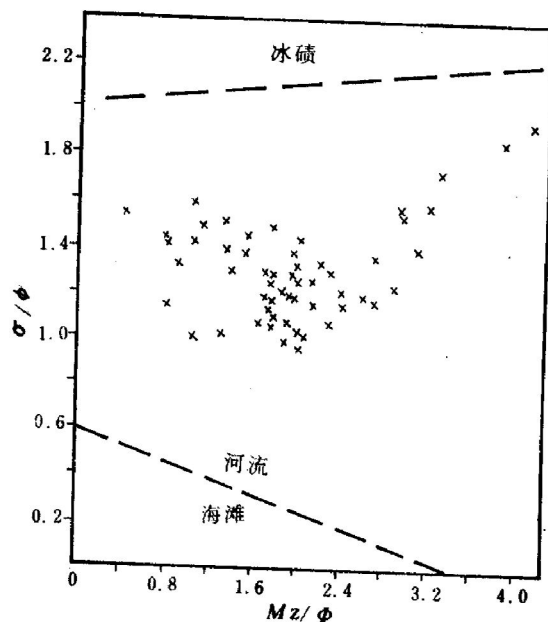


图3 TZ4井卡拉沙依组碎屑岩粒度C-M图

图4 TZ4井卡拉沙依组碎屑岩 σ - Mz 散点图

及薄层粉砂—细砂岩。

混合坪与泥坪在垂向上的交替出现,组成一种向上变浅变细的潮坪副层序,代表了更高频率的海平面升降旋回。

2.1.2.2 沼泽亚相

以黑色泥岩、碳质泥岩及煤层为特征,分布局限,厚度较小,反映了广阔的海岸平原中局部低洼区的沉积作用。

2.1.3 浅海陆棚相

可分为陆棚泥及陆棚碳酸盐沉积。陆棚泥以灰色、灰绿色为主,夹粉砂薄层。陆棚碳酸盐岩以灰色、灰白色及深灰色泥晶灰岩为主,见灰白色中—厚层含砂屑灰岩。生物化石较丰富,以反映正常海水的腕足类、棘皮类及筳类化石为主。

2.2 相组合及演化

2.2.1 沉积相组合

下部层序:由海岸平原潮坪亚相组成陆架边缘体系域,其中的石膏斑点、钙质团块等反映了干旱、蒸发的气候条件。海侵体系域则以浅海陆棚泥夹碳酸盐岩组成。高水位体系域以扇三角洲辫状平原河道砂及海岸平原泥组成框架岩相,垂向上形成三个海岸平原-扇三角洲的沉积序列或副层序。

上部层序:陆架边缘体系域仍以海岸平原潮坪亚相为主体,海侵体系域主要为浅海陆棚泥及陆棚碳酸盐、扇三角洲前缘分流河道砂组成。

2.2.2 海平面升降与沉积演化

区内经历了高水位晚期的灰岩段沉积之后,地形变得十分平坦。随之而来的由东向西的海退使东部广大地区暴露,形成西厚东薄的、具海岸上超向下迁移的、以海岸平原潮坪亚相为主体的陆架边缘体系域。海平面的回升及较快速的上升,在平坦盆地沉积了先以海岸平原

相为主,后以陆棚相为主的泥岩。随着沉积物的充填,海洋容纳空间不断减少,海岸平原沉积开始替代浅海陆棚相沉积。由于气候条件从干旱向潮湿的转化*,扇三角洲开始发育。高水位期共发生三次扇三角洲沉积,第一次扇三角洲沉积区内主要为扇端三角洲前缘亚相,仅东部 TZ5 井区为扇中辫状河平原亚相及西部 TZ10 井区的前三角洲亚相。第二、三次扇三角洲沉积不断地由东向西(向海)推进,区内绝大部分为扇中辫状河平原亚相,辫状河道的粗粒沉积碎屑岩层,直接覆盖于海岸平原潮坪泥或沼泽泥炭、煤层之上,具分布面积广,沿物源方向及横剖面方向具有良好的对比性。但是,沉积厚度向两侧及远离物源区明显变薄(图5)。

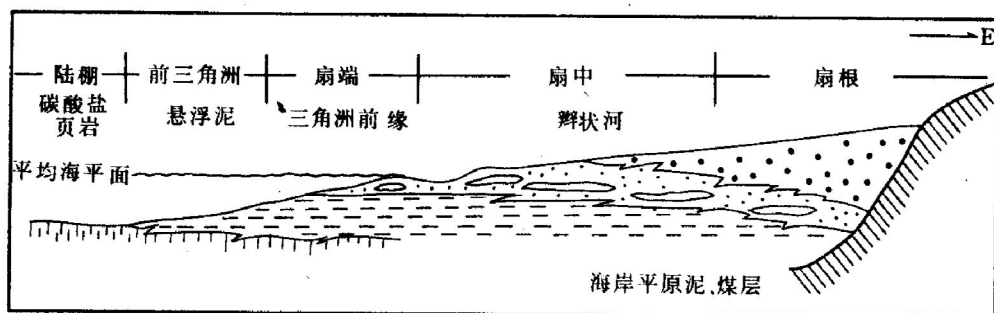


图5 湿型扇三角洲沉积模式

经历了下部层序高水位沉积之后,海水向西退缩,仅在 TZ10 井及其西形成陆架边缘体系域碳酸盐潮坪及泥坪混合沉积。海平面再次回升,在区内形成了石炭纪规模最大的一次海侵,海岸线向东推进上百多公里,研究区全部为海水所覆盖,沉积中心已明显地推进到 TZ4 井区及其以东,沉积物以浅海陆棚泥夹碳酸盐岩为主。但是,仍然有扇三角洲事件的砂体插入,这些砂体主要为扇端三角洲前缘分流河道沉积。与下部层序高水位体系域的扇三角洲相比,由于海水不断地向东推进,导致每次的扇三角洲事件的沉积砂体,比下伏的同成因砂体总体上厚度变薄,粒度变细,具退积的特征。在西区及上部层序顶部的碳酸盐岩绝大多数以富灰泥贫颗粒的滞后型沉积为主,反映了碳酸盐的沉积跟不上海平面的上升速率^[3],尤其是在 TZ10 井区,整个海侵期碳酸盐沉积厚度很薄,缺失马平阶。因此,海侵体系域之上的高水位体系域在其后的海平面下降或构造抬升中剥蚀殆尽,形成了上部层序之顶的 I 型层序边界。

参 考 文 献

- 1 van Wagoner J C, Mitchum R M, Campion K M, *et al.* Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, cores and outcrops: concepts for high-resolution correlation of time and facies. AAPG Methods in Exploration Series, 1990, (7): 1~55
- 2 Nemec W, Steel R J. What is fan delta and how do we recognize it? In: Nemec W, Steel R J, eds. Fan deltas, sedimentology and tectonic settings. Glasgow, Scotland: Blakie and Sons, 1988. 2~13
- 3 Sarg J F. Carbonate sequence stratigraphy. In: Wilgus C K, Hastings B S, Kendall C G S C, *et al.* eds. Sea-level changes: an integrated approach. Soc. Econ. Paleontologists, and Mineralogists Spec. Pub. 1988, 42: 155~181

* 郭建华等. 塔中地区石炭系层序地层学与非构造圈闭研究. 1994.

SEQUENCE STRATIGRAPHY AND SEDIMENTARY FACIES OF KARASHAYI-XIAOHAIZI FORMATIONS, CENTRAL TARIM

Guo Jianhua Liu Shengguo Xiao Chuantao Zhai Yonghong

(Jiangnan Petroleum Institute, Jingsha, Hubei)

Abstract

In accordance with the division and correlation of sequence stratigraphy, the Karashayi and Xiaohaizi Formations can be classified into two sedimentary sequences which reflect two eustatic changes of sea level. The isochronal deposit surface between two sequences is the boundary between Karashayi and Xiaohaizi Formations. Karashayi Formation consists alternately of coastal plain facies and fan-delta facies, whereas the Xiaohaizi Formation consists mainly of shelf facies and fan-delta facies. However, the fan-deltas in the two sequences are respectively deposited in high-stand rapidrise of sea level, and they both have wet fan-delta feature.