

文章编号: 1000 0747(2005) 03 0023 04

塔河地区石炭系层序地层及与邻区的对比

朱美衡¹, 郭建华¹, 石媛媛², 赵勇³

(1. 中南大学地学与环境工程学院; 2. 中国石化西北石油局; 3. 中国石油新疆油田勘探开发研究院)

基金项目: 湖北省自然科学基金(2000A51007)

摘要: 根据层序地层的划分与对比, 塔里木盆地沙雅隆起塔河地区石炭系可划分为 6 个标准三级层序, 反映了海平面的 6 次升降旋回。在归纳总结塔河地区石炭纪沉积演化和石炭系层序地层格架的基础上, 根据沉积相分析并结合海平面变化对地层沉积及演化的影响, 认为塔河地区下石炭统巴楚组砂砾段与塔中、满西地区的生屑灰岩段为同期沉积, 岩性的差异是同期异相的结果。图 4 参 12

关键词: 塔河地区; 层序地层; 石炭系; 平衡点

中图分类号: TE121.3

文献标识码: A

1 区域地质背景

塔里木盆地是古生代克拉通盆地和中、新生代前陆盆地的复合盆地, 形成、发展及演化受盆地周缘板块运动的控制, 经历了加里东期、海西期、印支—燕山期及喜马拉雅期等多次构造运动^[1-3], 主要经历了三大沉积期, 即震旦纪—泥盆纪的海相沉积期, 石炭纪—二叠纪的海陆交互沉积期, 三叠纪及其以后的陆相沉积期。

塔河地区位于阿克库勒凸起, 属塔里木盆地沙雅隆起的一个三级凸起构造, 除北面以轮台断裂与雅克拉断凸为分界线外, 东、南、西 3 面为下倾的斜坡, 与相邻构造单元无明显分界线(见图 1)。阿克库勒凸起的形成、发展及演化与塔里木盆地总体历程基本一致。



I₁—乌什凹陷, I₂—拜城凹陷, I₃—阳霞凹陷; II₁—沙西凸起, II₂—雅克拉断凸, II₃—哈拉哈塘凹陷, II₄—阿克库勒凸起, II₅—草湖凹陷, II₆—库尔勒鼻凸; III—阿瓦提断陷; IV—顺托果勒低隆起; V—满加尔凹陷; VI—孔雀河斜坡

图 1 塔河地区构造格局与研究区位置图

2 石炭纪地层特征

塔河地区石炭系包括下统巴楚组、卡拉沙依组和小海子组(小海子组仅分布在塔河地区东部的局部地区), 有 6 个岩性段, 从上往下依次为: 小海子组, 第一

岩性段(含灰岩段); 卡拉沙依组, 第二岩性段(砂泥岩段), 第三岩性段(上泥岩段); 巴楚组, 第四岩性段(双峰灰岩段), 第五岩性段(下泥岩段), 第六岩性段(砂砾岩段)。

2.1 砂泥岩段(第二岩性段)

厚 0~530m, 平均厚 392m。该段厚度及岩性变化较大, 主要岩性为砂岩和泥岩, 砂岩和泥岩不等厚互层, 偶夹砾岩、砂砾岩。泥岩颜色多为杂色、灰绿色、棕色、紫色; 砂岩主要为岩屑长石砂岩, 次为长石岩屑砂岩, 岩屑成分以石灰岩、石英岩、安山岩为主, 砂岩单层厚几十厘米至几米。整体上, 该段中上部砂、砾岩所占的比例较大, 下部泥岩含量增加。

2.2 上泥岩段(第三岩性段)

厚 32~300m, 平均厚 64m。岩性以棕褐、灰褐、灰、深灰色泥岩为主, 夹薄层浅灰、灰绿色粉、细砂岩。局部地区该段底部富含灰白色灰岩、深灰色含膏泥岩。

2.3 双峰灰岩段(第四岩性段)

厚 4.5~47.5m, 平均厚 18m。岩性主要为两层厚度稳定的黄灰、深灰色泥晶灰岩、亮晶砂屑灰岩夹深灰色泥岩, 局部见泥灰质硬石膏岩、膏质泥晶灰岩, 化石极少。局部地区缺少下部灰岩。

2.4 下泥岩段(第五岩性段)

厚 0~310m, 平均厚 72m。岩性主要为深灰、灰、棕、棕褐色泥岩, 夹黄灰色泥晶灰岩、粉砂质泥岩及含膏泥岩。在塔河地区南部, 该段上部为一套膏盐层, 三组解理发育完全, 局部夹灰质、泥质条带。硬石膏层以灰白色为主, 局部具灰白、棕红色调, 盐岩无色透明, 质较纯, 结晶粗大。

2.5 砂砾岩段(第六岩性段)

厚 0~133m, 岩性为灰、浅灰色细砂岩, 含砾中粗

砂岩、细砾岩、角砾岩夹钙质泥岩及粉砂岩。向塔河地区南部岩性逐渐变细。

3 沉积层序

3.1 层序地层的划分

通过高分辨率的岩心资料、测井记录的分析^[4,9], 结合前人研究成果, 区内石炭系顶、底为 2 个不整合面 (I 型层序界面), 内部主要为 II 型层序界面 (见图 2), 可划分出 6 个标准的三级层序。

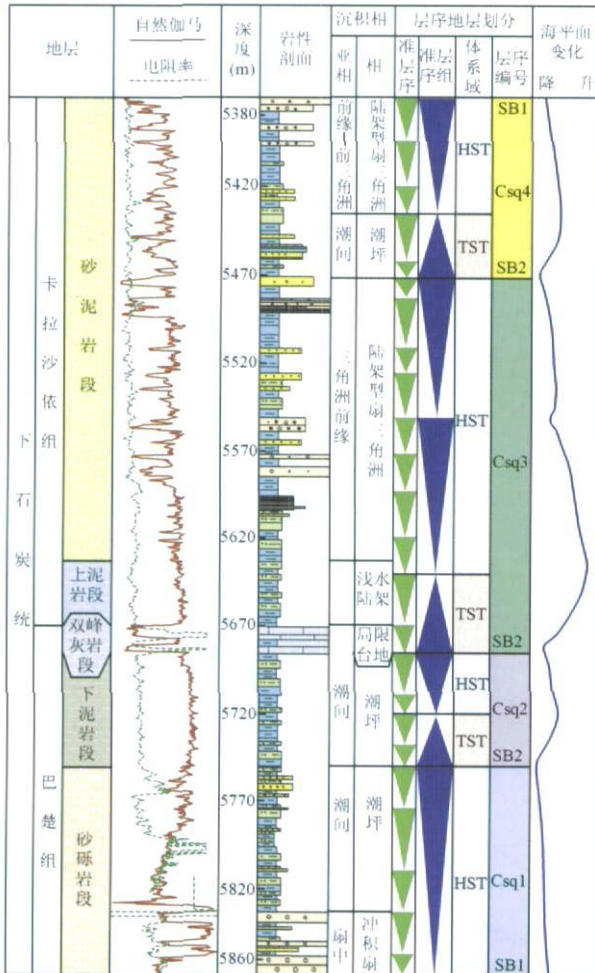


图 2 S94 井石炭系 Csq1—Csq4 层序地层划分与沉积相综合柱状图

Csq1 层序由巴楚组砂砾岩段组成, 底界为不整合面 (I 型层序界面), 砂砾岩段角度不整合超覆于奥陶系、志留系及泥盆系之上。研究区内 Csq1 层序只有高位体系域, 缺少低位体系域和海侵体系域。

Csq2 层序由下泥岩段组成。顶、底分别被 2 个 II 型界面所限定, 为 II 型层序。识别底界面的主要依据是: ①研究区 S104 井—S92 井—S91 井—S79 井一线的下伏砂砾岩为冲积扇相, 其上的沉积相带则突变为

具潮坪特征的泥质岩, 结合区内沉积盆地的构造属性, 上覆泥岩应为海进期的沉积产物; ②下伏的进积准层序组突变到界面之上的退积准层序组。识别顶界面的主要依据是: 无论从测井曲线还是从岩相的变化特点来看, 该层序的上部均为向上变浅变粗的进积准层序组, 是高位体系域的标志; 之所以将上覆的双峰灰岩段划分到上覆层序的海进体系域, 是考虑到这种灰岩代表了由下伏潮坪及湖相带向上演变为区内广泛分布的清水碳酸盐岩相带, 是海水变深的相标志, 其间应为 II 型界面。

Csq3 层序由双峰灰岩段、上泥岩段及砂泥岩段下部组成。该层序的顶、底分别为 2 个无侵蚀的 II 型层序界面, 其底界即为 Csq2 层序的顶界。确定其顶界面为 II 型界面主要依据测井响应所表征的准层序组堆叠型式及沉积相分析推定。

Csq4 层序主要由砂泥岩段组成。仍然被 2 个 II 型层序界面所限。顶界面主要依据界面上、下的测井曲线及沉积组所反映的准层序组堆叠型式而识别。

Csq5 层序由砂泥岩段上部组成。该层序的底部为 II 型层序界面, 其顶部在研究区大部分范围内是一个不整合面, 直接与二叠系或三叠系接触; 在 S32 井以东区域则与小海子组整合接触, 为 II 型层序界面。

Csq6 层序由上石炭统小海子组组成。该层序的底部为 II 型层序界面, 其顶部是盆地范围内的一个不整合面, 为 I 型层序界面, 在地震剖面上出现石炭系顶部 (Csq6 层序顶) 的削蚀和二叠系的上超与下超反射终止现象, 反映区域范围的构造抬升及侵蚀作用。

3.2 沉积层序的演化与层序地层学格架模式

塔里木盆地在经历了海西早期的强烈构造运动之后, 在盆地东部形成了分布广泛、起伏不平的古侵蚀面, 下伏地层基本上由东向西由老到新地被剥露地表。随着石炭纪的第一次海侵, 海水由西南、西北通道向阿克库勒地区涌进, 在准平原化的古地理背景上开始沉积 Csq1 层序。由于研究区位置较高, 巴楚组沉积早期水体相对较浅, 因此研究区内只有 HST 体系域的沉积。至巴楚组沉积中期再一次海侵, 海水漫过整个研究区, 形成 Csq2 层序的海进体系域与高位体系域。由于此时研究区所处的位置坡度较平缓, 加之气候炎热、干旱, 粗粒碎屑物源贫乏, 沉积物以泥、粉砂及较厚的膏盐层为主。Csq3、Csq4 层序在区内发育齐全, 但仍以潮坪沉积为主。石炭纪最后一次海侵已使得沉积中心向东及东北迁移, 海侵后期主要沉积清水碳酸盐岩。随之大规模海退, 结束了石炭纪沉积, 并导致石炭系顶部不同程度被剥蚀, 局部缺失 Csq5 层序的 HST 体系

域,大部缺少Cs₆层序。

与典型的层序地层学模式^[6,7]比较,结合全盆地石炭系沉积特征及区内的层序地层单元演化特征,区内石炭系层序地层学模式有如下特点:①无陆架坡折,不发育低位体系域早、中期深水盆底扇、斜坡楔状体这样的沉积体系。②II型层序界面极为常见。这是因为研究区已经历了填平补齐,之后海平面稍微下降就可导致大面积的地表暴露,但由于盆底平坦,所产生新的河流平衡剖面与较老的平衡剖面差不多,因此不易发生河流的回春作用。③缺乏凝缩层。即使在最大海泛期间,区内水体仍较浅,另一方面离物源区较近,因此很难出现非补偿的凝缩层。④潮坪沉积体系发育。在潮湿气候条件下,潮坪沉积体系常与陆架型扇三角洲体系共生,组成海陆交互的沉积岩相框架。干旱气候条件有利于蒸发岩相大面积出现。综上所述,研究区石炭系层序地层框架应相当于Vail模式^[9]的陆架坡折向陆的部分。

4 与邻区地层对比及讨论

塔北地区的石炭系岩性分布稳定,塔中、满西地区的岩性段发育最齐全。在塔中、满西地区,根据石炭系的岩性特征、分布规律等,将其划分为8个岩性段^[9],从上往下依次为:第一岩性段(含灰岩段),第二岩性段(砂泥岩段),第三岩性段(上泥岩段),第四岩性段(标准灰岩段),第五岩性段(下泥岩段),第六岩性段(生屑灰岩段),第七岩性段(底泥岩段),第八岩性段(含砾砂岩段)。

塔河地区与塔中、满西地区的第一至第五岩性段均能很好地对比(仅第四岩性段的称谓不同),分歧最大的是塔河地区砂砾岩段(第六岩性段)与塔中、满西地区含砾砂岩段(第八岩性段)的对比。一种观点是二者可以对比,同作为低位体系域沉积;另一种观点是塔河地区砂砾岩段应与塔中、满西地区底泥岩段进行对比。笔者认为塔河地区的砂砾岩段与塔中、满西地区的生屑灰岩段为同一时期沉积。依据如下。

4.1 从沉积相方面分析

通过对测井资料、钻井取心及分析资料的研究,塔河地区砂砾岩段主要为冲积扇沉积,且可识别出扇根、扇中一扇缘亚相:①扇根亚相岩性主要为棕褐色、杂色中、细砾岩,砾石含量40%~70%,砾径一般为2~10cm,部分粗砾,砾石成分主要为石英砾、燧石砾、千枚岩砾、变质砂岩砾及泥砾,少量灰岩砾;填隙物以粗砂为主,少量中砂,颗粒成分为石英(60%)、长石(10%)、岩屑(30%),次圆状;胶结物为灰质,孔隙基底型胶结;

块状层理,有冲刷面。电性特征:自然伽马呈低幅箱形,自然电位曲线一般表现为负异常。②扇中一扇缘亚相岩性为棕褐、灰绿、深灰色泥岩、含粉砂质泥岩、灰色灰质岩屑细砂岩。细砂岩成分以岩屑为主,长石、石英次之,有少量暗色矿物及黄铁矿晶体,局部含石英、燧石细砾;次棱角状,呈中一细砂粒状结构;胶结物以灰质为主,泥质次之;发育微细斜层理、水平层理。电性特征:电阻率由于灰质含量的不同而变化,自然伽马一般为30~45API,自然电位呈负异常。

塔中、满西地区含砾砂岩段(以塔中4井为例)以粗粒质的辫状河流沉积为主,厚度仅5~10m左右。岩性以灰白色、灰褐色的含砾中一粗砂岩、中一细砂岩为主,砾石以硅质为主,见有碳酸盐岩砾石及泥砾。岩石矿物成熟度较低,分选较差。沉积构造以大型板状交错层理为主,一个层系厚度可达0.7m,垂向组成一系列向上变细但不发育天然堤的沉积序列。

4.2 从层序地层方面分析

塔河地区在石炭纪早期位置相对较高,相当于经典被动大陆边缘地形陆架坡折的向陆部分。文献[10-12]对海平面的变化与沉积地层及沉积演化影响的总结是:低位期,湾线向海移动,陆上无沉积或剥蚀;海侵期,海平面相对上升,湾线向陆移动,在湾线向海一侧的海底和海平面之间,沉积了海岸上超逐渐向陆迁移形式的地层(T₁-T₅);快到T₅时,随着湾线处的相对海平面上升速率减小,湾线及海岸上超向陆迁移速率亦减小,滨线处则因沉积物供应速率较快开始向海迁移;当平衡点与湾线在T₅重合之后,湾线开始反向移动,并与平衡点一起向盆地迁移,均衡河流在湾线上的均夷起点也逐渐向盆地移动,导致了稳定状态的河流,最终得到稳定状态的剖面结构,因此,必然发生河流或冲积平原的沉积作用(见图3)。此时,陆上容纳空间与海洋容纳空间之间的分界线即湾线。陆上容纳空间即是位置较低的最初河流平衡剖面与新的位置更高的最终河流平衡剖面之间可供沉积物充填的空间。研究^[10,11]表明,只有在坡度较缓的情况下,湾线向盆地移动才能产生陆上容纳空间,而此时即为高位体系域沉积期。塔河地区正具有这种平缓的沉积盆地地形的特点。

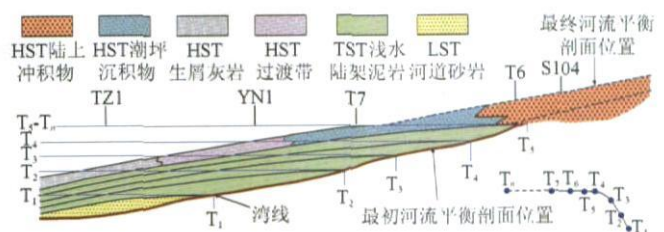


图3 塔河地区石炭系Cs₁层序海平面变化与沉积演化图

综上所述,塔中的含砾砂岩段为低位晚期的河道充填沉积,而塔河地区砂砾岩段为高位的陆上冲积扇沉积。因此,塔河地区的砂砾岩段与塔中、满西地区的生屑灰岩段同为 $C_{sq}1$ 层序的高位体系域沉积,根据层序地层的等时性原理,塔河地区的砂砾岩段与生屑灰岩段为同一时代的地层(见图4)。

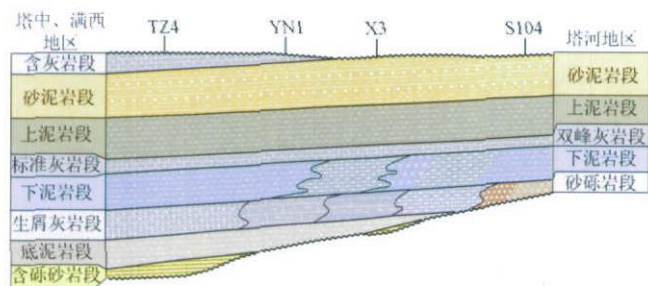


图4 塔中、满西与塔河地区石炭系各岩性段对比及岩性变化图

5 结论

塔河地区石炭系可划分为6个标准的三级层序。根据岩心观察和地层对比结果,塔河地区卡拉沙依组的砂泥岩段、上泥岩段以及巴楚组的双峰灰岩段和下泥岩段,都与塔中、满西地区的相应岩性段有很好的对比性。塔河地区完全缺失塔中、满西地区巴楚组底泥岩段和含砾砂岩段;大部分地区缺失塔中、满西地区的小海子组含灰岩段,只在S32井以东区域有该岩性段的分布;塔中、满西地区的生屑灰岩段在塔河地区已相变为砂砾岩段。根据层序地层的对比,塔河地区砂砾岩段与塔中、满西地区的生屑灰岩段是同时期的沉积单元,岩性的差异是平面相变造成的。

参考文献:

- [1] 新疆油气区石油地质志(下册)编写组. 中国石油地质志, 卷十五, 新疆油气区(下册)[M]. 北京: 石油工业出版社, 1995. 94-134.
- [2] 贾承造, 魏国齐. “九五”期间塔里木盆地构造研究成果概述[J]. 石油勘探与开发, 2003, 30(1): 11-14.
- [3] 郭建华, 罗传容, 刘生国, 等. 塔里木盆地前震旦-石炭纪构造演化与石炭纪原型盆地属性[J]. 矿物岩石, 1995, 15(3): 50-57.
- [4] 郭建华, 曾允孚, 翟永红, 等. 新疆塔中石炭系层序地层学研究[J]. 地质学报, 1996, 70(4): 364-373.
- [5] 李军, 王贵文. 塔里木盆地塔中地区石炭系测井沉积学研究[J]. 石油勘探与开发, 1997, 24(1): 65-68.
- [6] Van Wagoner J. C. An Overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions[A]. Sea level changes: an integrated approach; Society of Economic Paleontologists and Mineralogists[C]. SEPM. Spec. Publ., 42, 1988. 39-45.
- [7] Van Wagoner J. C. Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, cores

and outcrops: Concepts for high resolution of time and facies[A]. AAPG Methods in Exploration Series[C]. 1990. 1-55.

- [8] Vail P R, Mitchum R M, Todd R G, et al. Seismic stratigraphy and global changes of sea level [A]. Seismic stratigraphy application of hydrocarbon exploration [C]. AAPG Memoir, 1977, (26): 49-212.
- [9] 肖传桃, 郭建华, 翟永红. 塔中地区石炭纪地层问题讨论[J]. 石油勘探与开发, 1996, 23(4): 35-38.
- [10] Posamentier H W, Jervey M J, Vail P R. Eustatic controls on clastic deposition I - conceptual framework [A]. Sea level changes: an integrated approach; Society of Economic Paleontologists and Mineralogists [C]. SEPM. Special Publication, 42, 1988. 109-124.
- [11] Posamentier H W, Vail P R. Eustatic controls on clastic deposition II - sequence and system trace models [A]. Sea level changes: an integrated approach; Society of Economic Paleontologists and Mineralogists [C]. SEPM. Special Publication, 42, 1988. 125-154.
- [12] Vail P R. Sequence stratigraphy workbook, fundamentals of sequence stratigraphy [A]. 1988 AAPG Annual Convention Short Course; Sequence stratigraphy interpretation of seismic well and outcrop data [C]. Houston, Texas; Presented by Vail P R and Sangree J B March 19, 1988.

第一作者简介: 朱美衡(1969), 男, 湖北阳新人, 大学学历, 现为中南大学地学与环境工程学院博士研究生, 主要从事层序地层、沉积和储集层方面的研究工作。地址: 湖南省长沙市, 中南大学地学与环境工程学院, 邮政编码: 410083; 电话: (0731) 8836235, 13999905434。E-mail: zmhey750@163.com

收稿日期: 2005-01-09

(编辑、绘图 王孝陵)

Carboniferous sequence stratigraphic correlation of Tahe and adjacent areas, Tarim Basin

ZHU Mei heng¹, GUO Jian hua¹, SHI Yuan yuan², ZHAO Yong³ (1. School of Geosciences and Environmental Engineering, Central South University, Hunan 410083, China; 2. North West Petroleum Bureau, Sinopec, Xinjiang 830011, China; 3. Exploration and Development Research Institute, PetroChina Xinjiang Oilfield Company, Xinjiang 830011, China)

Abstract: The sequence stratigraphic correlation reveals 6 level 3 sequences in Tahe area, which reflects 6 times of sea level fluctuation cycle. Combined with the analysis of depositional facies, the sandy conglomerate member in Tahe area was deposited at the same time with the bioclastic limestone member in Tazhong and Manxi area. The lithological difference is mainly caused by different depositional facies in the same time.

Key words: Tahe area; sequence stratigraphy; Carboniferous; balance point