

塔里木盆地东河塘组层序地层学研究

田景春, 彭 军, 陈高武, 张 翔, 聂永生, 赵 强, 韦东晓

(成都理工大学 油气藏地质及开发工程国家重点实验室, 四川 成都 610059)

摘要: 以塔里木盆地东河塘组为研究对象, 通过大量野外剖面观测、钻井岩心观察, 研究了东河塘组层序划分和特征, 共划分4个(SQ1、SQ2、SQ3、SQ4)3级层序, 论述了不同层序在不同地区层序内体系域的构成特征; 研究了层序对比, 得出各层序在不同地层分区发育程度不同。为了能更好地揭示东河塘组层序的发育、展布规律, 分别建立了东西和南北向的层序地层格架模型。

关键词: 塔里木盆地; 东河塘组; 层序划分; 层序对比; 层序地层格架

中图分类号: P618.130.2; TE121.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6561(2007)02-0130-07

Researches on Sequences Stratigraphy of Donghetang Formation in Tarim Basin

TIAN Jing-chun, PENG Jun, CHEN Gao-wu, ZHANG Xiang,
NIE Yong-sheng, ZHAO Qiang, WEI Dong-xiao

(State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation,
Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China)

Abstract Based on lots of observation of outcrops, cores and well logs, the Donghetang Formation was divided into four III-grade sequences, SQ1, SQ2, SQ3 and SQ4. The different constitutions of system tracts of different sequences in different areas were discussed, the sequence contrast was studied, from which the different development degree among sequences in different stratigraphic areas can be find. In order to reflect the development and distributing rules of the sequences of Donghetang Formation, the sequence stratigraphic framework models of W-E and N-S direction were set up.

Key words: Tarim Basin; Donghetang Formation; sequence classification; sequence contrast; sequence stratigraphic framework

0 引言

塔里木盆地上泥盆统东河砂岩的油气勘探最早源于1989年底哈拉哈塘凹陷北侧的东河1井, 次年在东河砂岩中获得 $389\text{ m}^3/\text{d}$ 的工业油流, 从而发现了中国第一个海相成因原油储集在海相砂岩中的工业油田——东河塘油田, 由此揭开了塔里木盆地在该领域该层位良好地油气勘探前景, 也使得东河砂岩成为塔里木盆地继奥陶系之后一个重

要的勘探领域或层位^[1-3]。东河塘组源于东河组或东河砂岩段, 由于该组在生产上意义重大、岩性独特、地震反射清楚, 1990年, 贾承造等根据东河砂岩特征建立了东河塘组。目前东河塘组的时代问题自被钻之日起一直存在泥盆纪和石炭纪之争。笔者结合所承担的中石化重点项目地层研究的成果, 暂将东河塘组归为上泥盆统。东河塘组(简称东河砂岩)为一套浅灰、灰白、浅褐色厚层状细砂岩夹浅灰色粉砂岩及灰绿、紫红色泥质粉砂岩、粉砂质泥

收稿日期: 2006-07-24

基金项目: 中国石油化工股份有限公司(XBKT 2004KY-05040)

作者简介: 田景春(1963-), 河南镇平人, 教授, 博士生导师, 从事储层沉积学、层序地层学、沉积地球化学研究。E-mail: tjc@cdut.edu.cn

岩沉积,厚度为21~383 m。从总体上看,东河砂岩厚度从西向东超覆、变薄,南北方向上具有南北两侧厚、中间薄的特点,其厚度分布特点主要受控于沉积时的古地质背景和离物源区的远近(图1)。东河砂岩是在克孜尔塔格组风化剥蚀夷平面上随着海水侵入而沉积的,具有明显地填平补齐作用特点^[4-6],其与下伏奥陶系、志留系、泥盆系呈角度不整合或假整合接触,而与上覆石炭系巴楚组呈整合或假整合接触。对于此套沉积前人进行了大量研究,并取得了一系列重要研究成果。

笔者在前人工作的基础上开展了对东河塘组层序地层学研究^[7-8],为进一步进行油气勘探提供基础资料。

1 层序划分及特征

根据测井层序地层划分原理,参考前人对东河塘组层序地层研究成果^[9-12],在东河塘组以及与之

相对应的地层中识别出4个(SQ1、SQ2、SQ3、SQ4)3级层序(表1、2、3,图2)。总体上看,各个层序在不同地区、不同钻井中发育完整程度不同(限于篇幅具体各层序特征不详细描述),各层序特征如表2。需要说明的是,在南天山地区中相当于东河塘组的沉积为一套深水硅质岩夹火山岩(包括玄武岩和安山岩等),其中,在海侵体系域(TST)发育时期,以薄层硅质岩夹火山岩为特征,火山岩的出现代表了海底扩张、相对海平面上升。在高水位体系域(HST)发育时期,薄层-中厚层硅质岩组成,缺乏火山岩。

2 层序对比

在东河塘砂岩层序特征研究基础上,选择东西向、南北向两条剖面进行层序地层对比(图3、4),从中可以看出不同地层分区各层序发育的完整程度不一致。

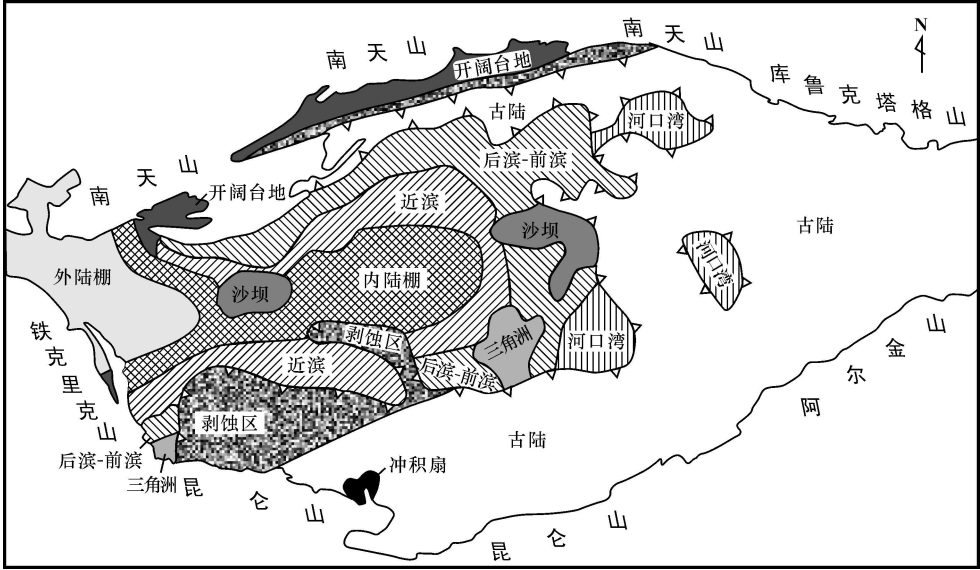


图1 塔里木盆地东河塘组沉积相平面图

Fig. 1 Sedimentary Plain Map of Donghetang Formation in Tarim Basin

表1 不同地层分区与东河塘组对应的地层对比

Tab. 1 Correlation of Donghetang Formation in Different Strata Subzone							
地层	地层分区						
	南天山	柯坪	铁柯力克	阿尔金	库车—塔北	阿瓦提—满加尔	塔中
东河塘组	哈孜尔布拉克组	东河塘组	奇自拉夫组 考库亚组	哈尔扎组	东河塘组	东河塘组	东河塘组

表 2 塔里木盆地 东河塘组层序划分							
Tab.2 Sequence Division of Donghetang Formation in Tarim Basin							
地 层 系 统					地质年代 / Ma	层序 划分	层序平均延时 / Ma
系	统	组	地震反射层	岩性段			
石炭系	下统	巴楚组	Tg3	含砾砂岩段	355		
泥盆系	上统	东河塘组		东河砂岩段	375	SQ4	5.0
						SQ3	
						SQ2	
					SQ1		
下伏地层		D ₂	S	O	Tg4	红砂岩段	425

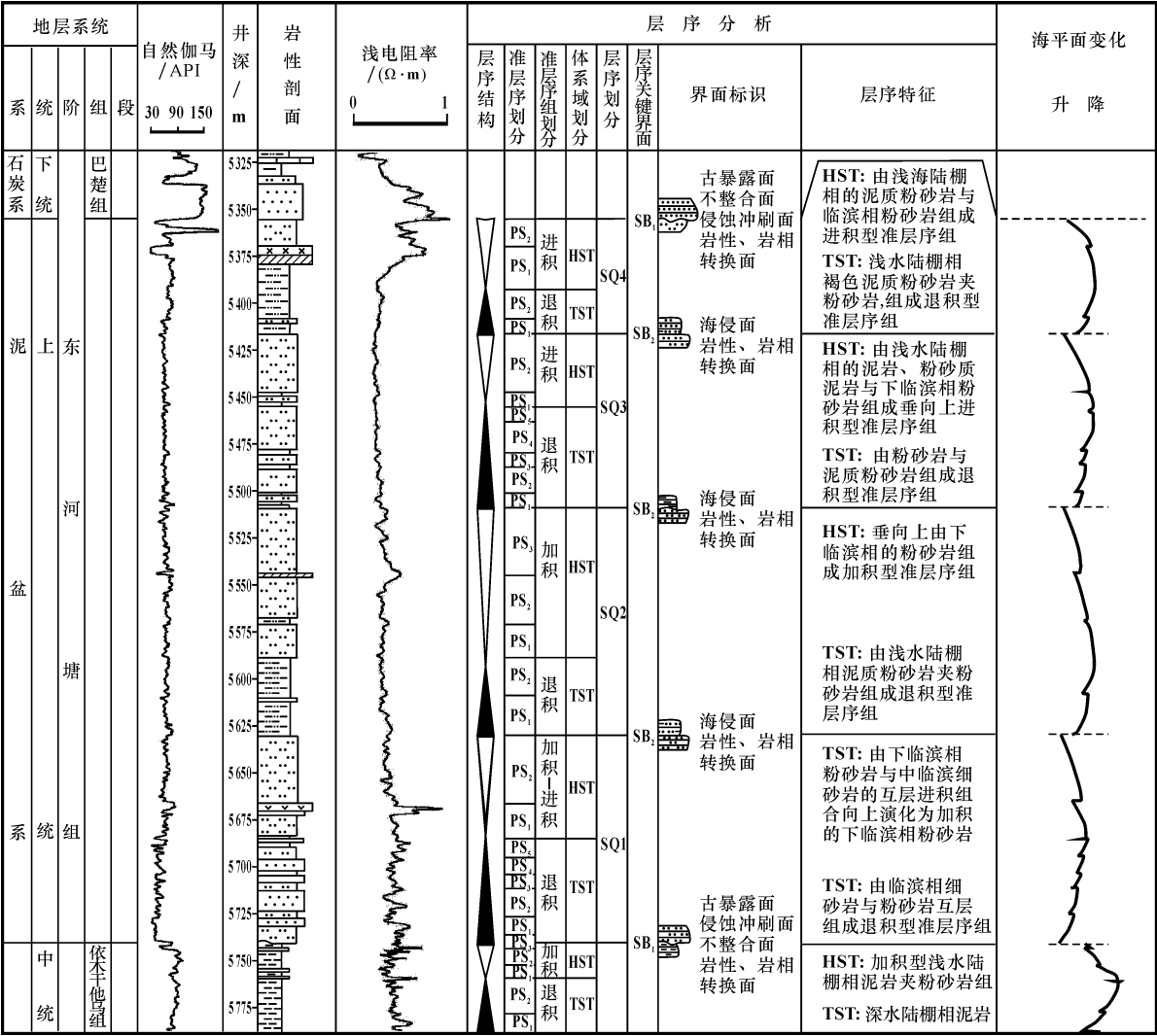


图 2 塔里木盆地胜利 1 井东河塘组层序划分

Fig. 2 Sequence Division of Donghetang Formation of Shengli-1 Well in Tarim Basin

在南天山地区,与东河塘组相对应的地层为哈孜尔布拉组,可以划分为 3 个层序,对应于 SQ1~SQ3 层序。SQ3 上覆二叠系下统地层,为不整合接触, SQ3 层序在该区不发育。在柯坪地区,东河塘组地层分布零星,与下伏克孜尔塔格组上覆康克村组均为假整合接触,在铁热立克阿瓦提剖面上仅保留了 2.4 m,多数地方已缺失。

在铁力克地区,与东河塘组相对应的地层为考库亚组和奇自拉夫组,在东部和西部,两个组的地层都较发育。西部以英吉沙县卡拉巴西塔克剖面为代表, SQ1~SQ3 层序都发育。东部以洛甫县羊达克勒克北泥盆系 9 号剖面为例,该剖面 SQ3~SQ4 层序发育,推测 SQ1~SQ2 仍然发育。

在阿尔金地区,上泥盆统零星出露,为一套浅灰绿色粉砂岩、粉砂质凝灰岩和凝灰岩,称为

哈尔扎组。由于没有开展层序地层工作, SQ1~SQ4 层序的对比不清楚。在塔东南地区,由于缺乏钻遇志留-泥盆系的钻孔和相关的露头剖面,对该区的地层发育情况也不清楚。在库鲁克塔格-塔东北地区,与东河塘组相当的地层缺失,因此, SQ1~SQ4 层序缺失。在塔西南地区,东河塘组地层分布比较广泛, SQ1~SQ2 层序比较发育,而 SQ3~SQ4 层序多由于后期遭受剥蚀而缺失。

在塔北-库车地区,东河塘组分布较广泛,主要在轮台、轮南地区小区分布,英买力地区小区只有英买 31 井、胜利 1 井发育,在胜利 1 井和东河 20 井区, SQ1~SQ4 层序发育齐全;东河 8 井 SQ1~SQ3 层序发育, SQ4 层序剥蚀缺失;东河 1 井和哈 1 井区,发育 SQ1~SQ2 层序的 TST、SQ2

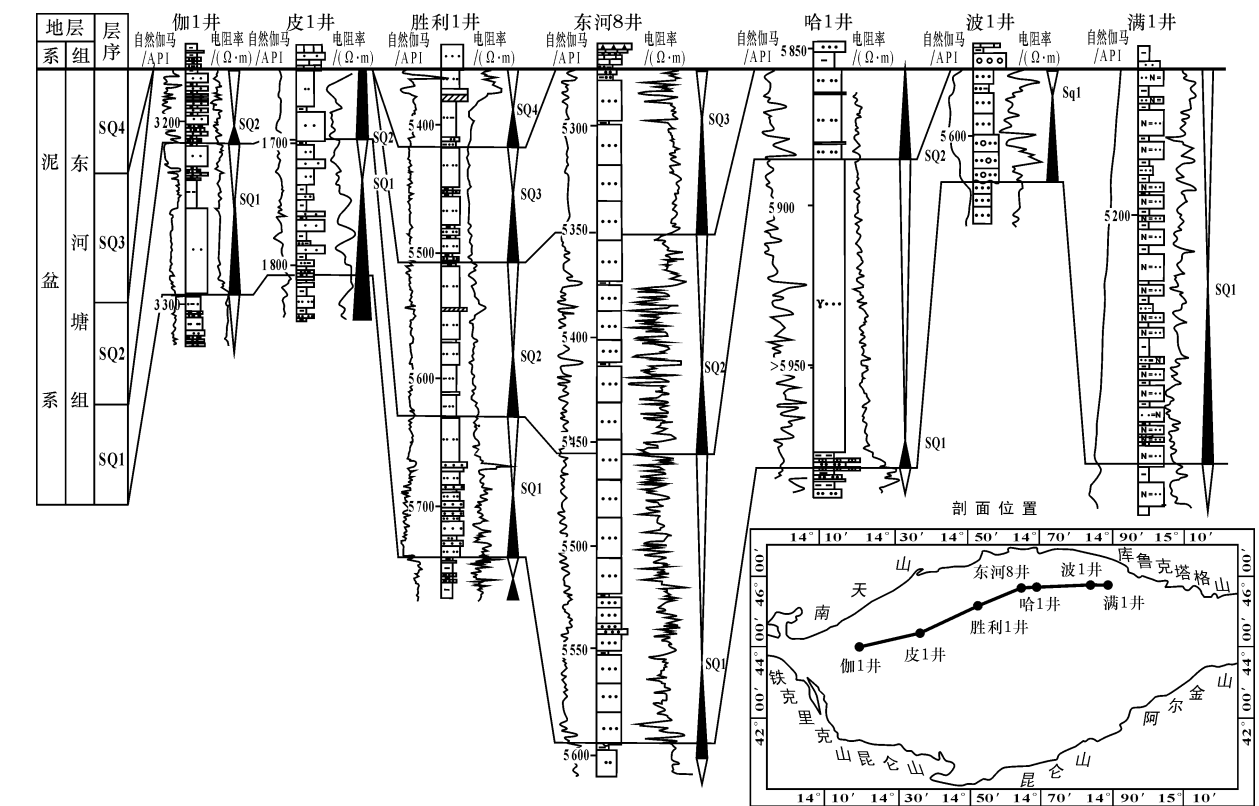


图 3 塔里木盆地上泥盆统东河塘组伽 1 井—满 1 井东西向层序地层对比

Fig. 3 Sequence Correlateion of Donghetang Formation from Jia-1 Well to Man-1 Well Along West to East in Tarim Basin

表 3 塔里木盆地东河塘组层序划分

Tab. 3 Sequence Division of Donghetang Formation in Tarim Basin

层序划分		地 层 分 区						
		南天山地层	柯坪地层	铁克力克地层	塔北—库车地层	阿瓦提—满加尔凹陷地层	塔西南地层	塔克拉玛干地层
SQ4	HST	缺失	缺失	由内陆棚的细砂岩与泥岩组成	由陆棚相泥质粉砂岩进积为临滨相粉砂岩	缺失	缺失	缺失
	TST	缺失	缺失	由外陆棚的泥岩与生物屑灰岩组成	由浅水陆棚相泥质粉砂岩夹粉砂岩组成	缺失	缺失	缺失
SQ3	HST	由灰色、黄褐色大理岩组成	缺失	为混积陆棚的细砂岩、粉砂岩组成	为近滨相粉砂岩	缺失	缺失	近滨—前滨相含砾砂岩、砂岩的互层组成
	TST	由安山岩及硅质岩组成	缺失	外陆棚相的灰黑色泥岩与薄层生物屑灰岩互层组成	为近滨—陆棚相的粉砂岩与泥质粉砂岩的互层组成	缺失	缺失	前滨相砂岩—混积陆棚相灰岩或泥岩
SQ2	HST	由硅质岩组成	缺失	由近滨—前滨相的砂岩、粉砂岩含砾砂岩组成	近滨相的粉砂岩	近滨相的一套细砂岩夹粉砂岩和泥岩组成	由近滨相细砂岩夹泥岩组成	近滨相细砂岩
	TST	由硅质岩、玄武岩组成退积序列	缺失	由前滨—近滨相的砂、砾岩、细—粉砂岩组成	陆棚相的泥质粉砂岩夹粉砂岩组成	陆棚相的泥岩、粉砂质泥岩薄层组成		陆棚、粉砂岩夹泥质粉砂岩和泥岩组成
SQ1	HST	由硅质岩组成的加积型准层序组构成	缺失	由近滨—前滨相的砂岩、粉砂岩进积为含砾砂岩组成	为近滨—前滨相的细砂岩、粉砂岩组成	近滨相的细砂岩夹粉砂岩和泥岩组成	为近滨相细砂岩	由近滨—前滨相的细砂岩、粉砂岩组成
	TST	由硅质岩、玄武岩组成退积型准层序组	由细粒—粉砂石英砂岩	由前滨的砂、砾岩退积为近滨的细—粉砂岩组成	陆棚相的泥岩、粉砂质泥岩薄层组成	陆棚相的泥岩、粉砂质泥岩薄层组成	陆棚相泥岩、粉砂质泥岩组成	陆棚相薄层泥岩、粉砂质泥岩组成

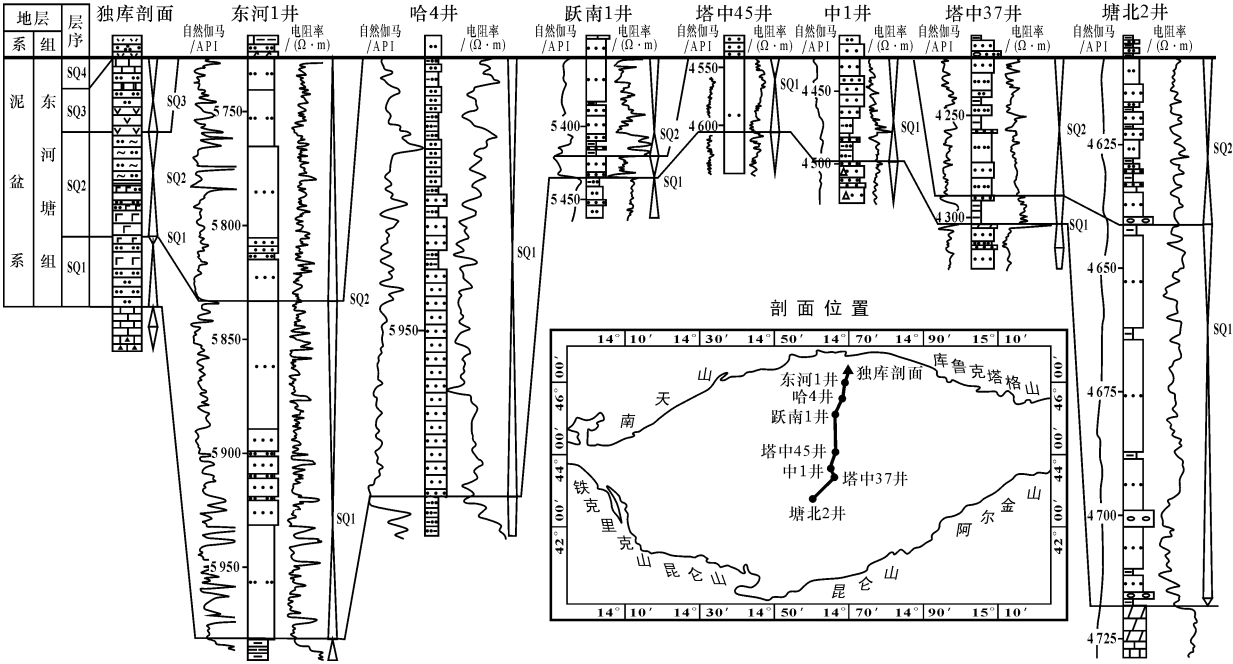


图 4 塔里木盆地上泥盆统东河塘组独库公路剖面(跃南 1 井—塘北 2 井)南北向层序地层对比

Fig. 4 Sequence Correlation of Donghetang Formation from Duku Highway
Profile to Tangbei-2 Well Along South to North in Tarim Basin

的 HST, 而 SQ3 ~SQ4 层序缺失; 哈 4 井和波 1 井区只有 SQ1 层序发育, SQ2 ~SQ4 层序剥蚀缺失。

在阿瓦提—满加尔凹陷地层分区, 东河塘组是区内志留—泥盆系地层中分布最广的一个组, 目前共有 12 口井钻遇, 但厚度普遍较薄, 最厚的哈得 1 井和跃南 1 井剖面上发育 SQ1 ~SQ2 层序, 其余井区只发育 SQ1 层序, 如阿满 2 井、满 1 井、满 2 井, 或者只发育 SQ1 的 TST 沉积, 如哈得 5 井、满西 2 井等。

在塔中地层分区, 东河塘组全区分布。在巴楚地层小区的巴东 4 井区和麻扎尔塔格 1 387 高地露头剖面上发育完整的 SQ1 ~SQ2 层序; 皮 1 井和康 1 井区, SQ2 层序的 HST 受剥蚀缺失; 而在康 2 井、古董 3 井、古董 4 井区只发育 SQ1 层序; 方 1 井和巴 5 井区只发育 SQ1 的 TST 沉积。塔中地层小区也只发育 SQ1 层序或 SQ1 ~SQ2 层序。在塔东地层小区, 东河塘组地层厚度也较薄, 如塔中 33 井只发育 SQ1 的 HST 沉积。在塘古孜巴斯地层小区, 东河塘组地层发育, 塘参 1 井发育 SQ1 ~SQ3 层序, 塘北 2 井发育 SQ1 ~SQ2 层序。

3 层序地层格架

东河塘组习惯上称为东河砂岩段, 是塔里木盆地的主力产油层位, 分布在盆地的中西部地区, 东部基本上未接受沉积^[5-6, 8]。为了能更好地揭示东

河塘组层序的发育、展布规律, 本次研究分别建立了东西和南北向的层序地层格架模型(图 5、6)。

东西向层序地层格架从盆地西缘的英吉沙卡拉巴西塔克剖面经塔西南凹陷的伽 1 井、巴楚低隆的皮 1 井、英买力低凸起的胜利 1 井、轮南、轮台地区的东河 8 井、哈 1 井、波 1 井, 到满加尔凹陷的满 1 井。图 5 可以清楚地看出, 东河塘组地层与上下地层均为平行或角度不整合接触, 多数层序发育不完整, 上下均有缺失。盆地西缘的英吉沙地区, 可以划分出 4 个层序, 分别与东河塘组的 SQ1 ~SQ4 层序相当。在伽 1 井、皮 1 井区, 下部 SQ1 ~SQ2 层序发育, 下伏克孜尔塔格组的层序; 上部的 SQ3 ~SQ4 层序已侵蚀缺失; 皮 1 井区侵蚀幅度更大, SQ2 的 HST 也已缺失。胜利 1 井区层序发育相对完整, 是目前盆地覆盖区东河塘组地层揭露厚度最大的井区, 顶底均有一定程度的地层缺失。上覆系下统巴楚组, 下伏为依木干他乌组层序。从东河 8 井往东, 地层厚度减薄, 层序发育个数减少, 主要是由于上部地层侵蚀幅度往东加大的缘故, 如东河 8 井 SQ4 侵蚀缺失, 哈 1 井 SQ2 的 HST ~SQ4 层序均已侵蚀缺失, 而波 1 井、满 1 井的 SQ2 ~SQ4 层序均全部侵蚀缺失。上覆地层均为石炭系下统巴楚组, 下伏地层为塔塔埃尔塔格组层序。由于东河塘组沉积初期, 海水由西向东入侵, 沉积也向东逐渐

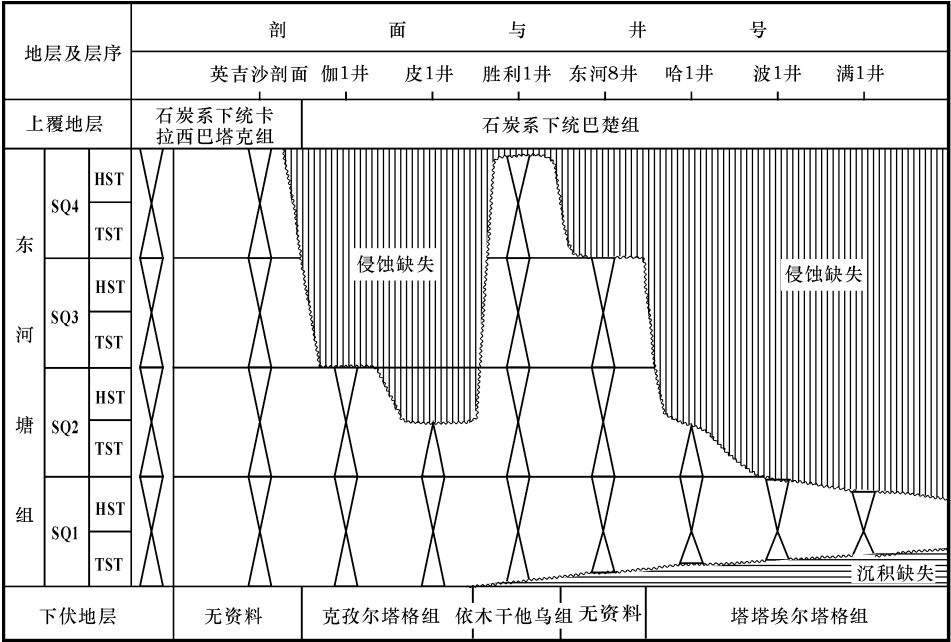


图 5 塔里木盆地上泥盆统东河塘组层序地层时空格架模型(东西向)

Fig. 5 Sequence Framework of Donghetang Formation in Tarim Basin(West to East)

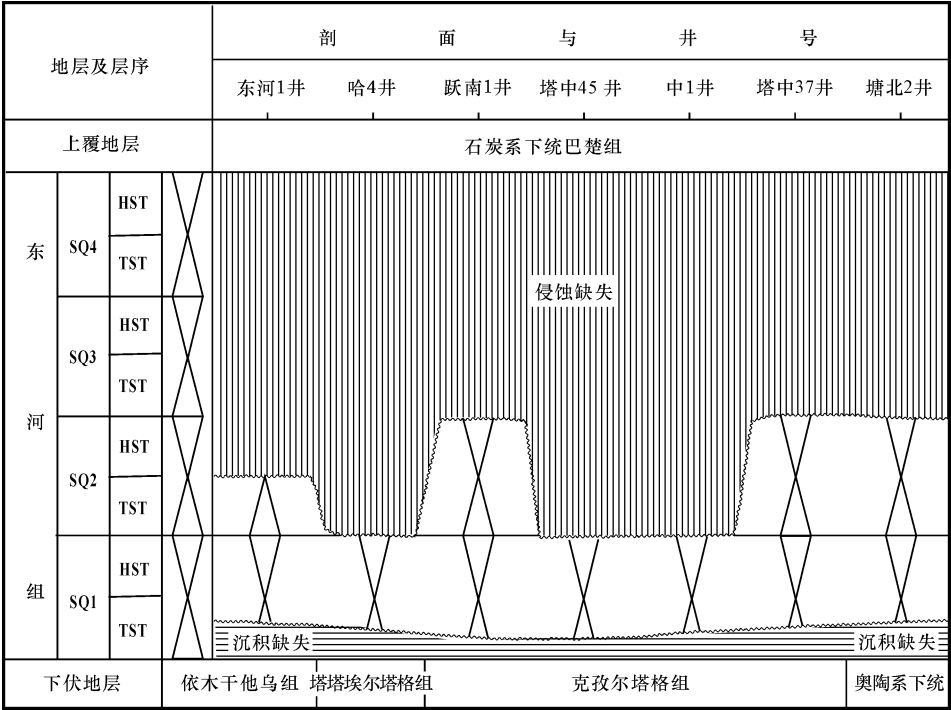


图 6 塔里木盆地上泥盆统东河塘组层序地层时空格架模型(南北向)

Fig. 6 Sequence Framework of Donghetang Formation in Tarim Basin(South to North)

超覆,因此下部沉积缺失逐渐增多,加之后期剥蚀幅度总体上也向东增强以及后期巴楚组砂砾岩沉积时,对下伏东河塘组的冲刷侵蚀,故造成东河塘组沉积厚度向东减薄,层序发育个数向东减少,至满1

井、波1井区,只残留下部SQ1层序的部分沉积。同时,由于当时古地理背景的差异,造成距离很近的钻井中东河塘组层序发育个数及完整程度差异大,如哈4井、东河1井、哈1井、东河8井。由于

当时分别处于后滨或前滨或近滨等不同环境中,再加上后期的冲刷侵蚀,就造成了最终层序发育的差异性很大。

南北向层序地层格架从塔北隆起南缘的东河 1 井、哈 4 井经满加尔凹陷的跃南 1 井到塔中凸起的塔中 45 井、中 1 井,至塔南隆起北缘的塘北 2 井(图 6)。从图 6 可以看出,东河砂岩层序发育极不完整,只发育下部的 SQ1~SQ2 层序, SQ3~SQ4 层序均侵蚀缺失,上覆石炭系下统巴楚组地层,二者之间呈平行不整合接触。SQ1 层序 TST 均有不同程度的部分地层沉积缺失,这是由于海侵上超引起的沉积缺失。一般来说,在盆地南北两侧隆起部位,比满加尔凹陷沉积缺失要多。下伏不同时代地层,在塔北隆起南缘东河 1 井下伏为依木干他乌组、哈 4 井下伏塔塔埃尔塔格组、跃南 1 井、塔中 45 井、中 1 井及塔中 37 井下伏均为克孜尔塔格组、塘北 2 井下伏奥陶系下统,这正反映了东河砂岩沉积之前,不同地区的抬升侵蚀幅度不一样。东河塘组与下伏地层之间呈角度或平行不整合接触。该层序地层格架中,东河砂岩层序发育个数和厚度主要取决于后期的侵蚀幅度。总体上讲,南北两隆起边缘的侵蚀幅度小于塔中,故在南北两侧 SQ1~SQ2 层序发育,而在塔中地区只发育 SQ1 层序,沉积厚度相应具有南北两侧厚、中间薄的特点。

4 结语

(1)通过众多野外剖面和钻井研究,在东河塘组中识别出 4 个(SQ1~SQ4)3 级层序,不同地层分区中各层序的物质构成不同。

(2)通过层序对比,4 个(SQ1~SQ4)3 级层序在不同地层分区、不同钻井中发育的完整程度不同,这是由于当时的古地理背景不同以及后期构造抬升剥蚀程度不同所造成。从图 6 可看出,东河 1 井只发育 SQ1~SQ2 下部,这是由于在该位置后期

发育石炭系下统巴楚组,沉积时发生大规模的河流冲刷侵蚀作用造成;相邻钻井之间层序发育的程度不同,这是由于后期冲刷侵蚀和当时的古地理面貌不同所造成。哈 4 井、塔中 45 井及中 1 井仅仅发育 SQ1 层序,这是由于后期巴楚组沉积时,这些井区是主河道发育区。

(3)在层序对比的基础上,建立了东河塘组层序地层格架,很好地揭示了不同层序的时空展布规律。从东西向层序地层时空格架模型图看(图 5),由西向东层序发育的个数及完整性越来越差,这是由于当时海侵由西向东方向发生所造成。从南北向层序地层时空格架模型图看(图 6),不同钻井中层序发育的个数及完整性不同,这是当时的古地理面貌背景不同所造成。

参考文献:

- [1] 康玉柱,张文献,蒋炳南,等.中国塔里木盆地特征及资源评价[M].北京:地质出版社,1996.
- [2] 康玉柱.塔里木盆地古生代海相油气田[M].武汉:中国地质大学出版社,1992.
- [3] 康玉柱.中国新疆地区油气地质特征及资源评价[M].乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,2001.
- [4] 蒋炳南,康玉柱.新疆塔里木盆地油气分布规律及勘探靶区评价研究[M].乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,2001.
- [5] 陈发景,汪新文,张光亚,等.新疆塔里木盆地北部构造演化与油气关系[M].北京:地质出版社,1996.
- [6] 顾家裕.塔里木盆地沉积层序特征及其演化[M].北京:石油工业出版社,1995.
- [7] 周志毅.塔里木盆地各纪地层[M].北京:科学出版社,1998.
- [8] 顾家裕.沉积相与油气[M].北京:石油工业出版社,1994.
- [9] 贾承造,姚慧君,高杰,等.塔里木盆地地层系统[C]//董晓光,梁狄刚.塔里木盆地油气勘探论文集.乌鲁木齐:新疆科技卫生出版,1992.
- [10] 张师本,高琴琴,陈钦保,等.塔里木盆地石油地质研究新进展[M].北京:科学出版社,1996.
- [11] 邹义声.塔北隆起井下巴楚组及东河砂岩段的时代[J].新疆石油地质,1996,17(4):358-363.
- [12] 廖卫华.论东河塘组的时代[J].新疆地质,1995,13(3):195-201.