

塔里木盆地东河砂岩层序地层及沉积演化规律

贾东力¹,田景春¹,张翔¹,祝贺²,林小兵¹,苏炳睿¹,梁庆韶¹,于航¹

(1. 成都理工大学沉积地质研究院,四川 成都 610059; 2. 中国石化西北油田分公司,新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要:塔里木盆地上泥盆统—下石炭统的东河塘组—巴楚组共同构成“东河砂岩”,在盆地范围内对东河砂岩进行追踪和对比,并对其沉积演化规律展开精细研究,是当前盆地内油气勘探所关注的重点。以塔里木盆地东河砂岩为研究对象,在层序地层学的理论指导下,利用盆地中大量钻测井、录井、岩心以及地震资料,对东河砂岩层序地层及格架内沉积演化规律进行详细分析。研究认为:东河砂岩共识别出两类层序界面,划分出1个二级层序和6个三级层序(SQ1—SQ6),并建立盆地内层序地层格架,发现层序的分布受古地貌影响较大,SQ4—SQ6在全盆保存完整。在层序地层格架内共识别出包括三角洲与滨岸相等5类沉积相,并对层序格架内沉积相的平面演化进行研究,发现SQ1—SQ6时期,东河砂岩沉积面积逐渐扩大,顺南地区的SQ4砂体、顺西SQ5砂体以及顺托地区SQ6砂体都有较好的岩性圈闭发育条件,是下步勘探重点区域。

关键词:沉积演化;层序地层;东河砂岩;塔里木盆地

中图分类号:TE121.3

文献标识码:A

Sequence stratigraphy and sedimentary evolution of Donghe Sandstone in Tarim Basin

Jia Dongli¹, Tian Jingchun¹, Zhang Xiang¹, Zhu He², Lin Xiaobing¹, Su Bingrui¹, Liang Qingshao¹, Yu Hang¹

(1. Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu, Sichuan 610059, China;

2. Northwest Oilfield Branch, SINOPEC, Urumqi, Xinjiang 830011, China)

Abstract: The Donghe Sandstone is constituted of the Donghetang Formation from the Upper Devonian and the Bachu Formation from the Lower Carboniferous. A basin-wide tracing and correlation of the sandstone combined with a fine study of its sedimentary evolution is currently a major task for further oil and gas exploration in the basin. Guided by sequence stratigraphy theories, we analyzed in detail the sequence stratigraphy and sedimentary evolution of the sandstone based on a wealth of data, including drilling data, mud and wire logging data, cores and seismic data. Two types of sequence boundaries together with two second-order sequences and six third-order sequences (SQ1—SQ6) were recognized in the sandstone and a basin-wide sequence stratigraphy framework was also built. The result showed great influence of palaeogeomorphology upon the distribution of the sequences and an almost intact SQ4 to SQ6 in the whole basin. Within the sequence stratigraphy framework, there were five sedimentary facies, such as delta facies, longshore facies and etc. A study of plane sedimentary evolution of the sedimentary facies showed that during the deposition of SQ1 to SQ6, the deposition area of the sandstone had gradually enlarged, with favorable conditions for the development of potential lithologic traps in SQ4 sandbody of Shunnan area, in SQ5 sandbody of Shunxi area and in SQ6 sandbody of Shuntuo area. Further exploration shall be focus on these sandbodies.

Key words: sedimentary evolution, sequence stratigraphy, Donghe Sandstone, Tarim Basin

我国西部油气资源重点战略领域较少,塔里木盆地便是其中之一。东河砂岩作为塔里木盆地重要的产油层段,在塔里木盆地的大部分区域已相继

获得突破。20世纪90年代中期,塔里木盆地东河1井传来喜讯,石炭系中连续厚度为257 m的石英砂岩获得高产油流,其中含油段达到可观的101 m。

收稿日期:2017-09-19;修订日期:2017-10-26。

第一作者简介:贾东力(1988—),男,博士研究生,沉积学。E-mail:25944718@qq.com。

基金项目:中国地质调查局地质调查项目(1212011220760);成都理工大学沉积地质学科创新团队项目(KYTD201703)。

这套巨厚石英砂岩生产上被称为“东河砂岩”。其后的地层研究报告中将其赋名为“东河塘组”。随着地质勘探的深入,发现下石炭统巴楚组所发育的含砾砂岩段和下泥岩段,同上泥盆统东河塘组中发育的东河砂岩段属于等时异相的产物^[1-11]。因此,东河砂岩不仅仅代表一个时代的沉积体,而是跨时代的地层单元。前人对该地层单元往往在塔里木盆地的不同区域进行研究,因此地层的划分以及对比并没有从整个盆地的角度进行,造成各个区域之间地层不能进行对比,不利于整个盆地东河砂岩的分布研究^[2-4,7]。由于不能在统一的地层格架内,沉积相的时空演化特征出现较多的争议^[1,8-10]。如何在塔里木盆地的范围内对东河砂岩进行地层的划分和对比研究,追踪东河砂岩在纵横向的发育特征,同时结合沉积相类型的识别,分析不同时期沉积相的演化规律是当前需要解决的关键问题^[1-11]。

优质储集体的形成过程十分复杂,主要分为两个阶段,第一个阶段是沉积作用阶段,第二个是成岩作用阶段^[12-13]。前一个阶段是优质储集体形成的基础,真正意义上决定优质储集体的分布范围,为寻找优质储集体提供重要的指导方向。随着层序地层学理论的引入^[14-15],优质储集体的沉积作用在层序地层格架内得到精确的研究,为隐蔽油气藏的初步预测提供依据^[4-7,16]。

因此,本次研究以塔里木盆地东河砂岩为研究对

象,以 Vail 层序地层学理论为指导,在 130 余口钻遇东河砂岩钻井的录井、测井资料、22 口取心井观察取样以及三维地震资料的基础上,对东河砂岩开展层序和体系域纵横向发育规律研究,并对不同时期东河砂岩的沉积相分布与演化进行详细分析,为后期优质储集体甚至隐蔽油气藏的预测提供指导(图 1)。

1 地质概况

塔里木盆地是我国最大的内陆盆地,地处新疆维吾尔自治区南部,北靠南天山山系,南依昆仑山山系。前期大量的研究结果反映出塔里木盆地发育及演化受控于 4 期构造旋回,分别是加里东旋回、海西旋回、燕山旋回和喜马拉雅旋回^[2]。对东河砂岩分布影响最直接的构造旋回为海西旋回,主要发生于晚泥盆世。

塔北隆起和塔中隆起在泥盆纪末期遭受巨大剥蚀,导致奥陶纪碳酸盐经历喀斯特化^[1-6]。塔河地区上泥盆统东河塘组或下石炭统巴楚组由北向南依次超覆在下奥陶统、中奥陶统、上奥陶统及志留系之上,缺失中、上志留统和下、中泥盆统,在地震剖面上可见清晰的下削、上超现象。尤其在塔北地区形成了近东西向的阿克库勒“鼻凸”和顺托果勒低隆起,东河塘组分布在“鼻凸”东西两侧,下石炭统巴楚组底部砂砾岩段在“鼻凸”高部位沉积缺失。

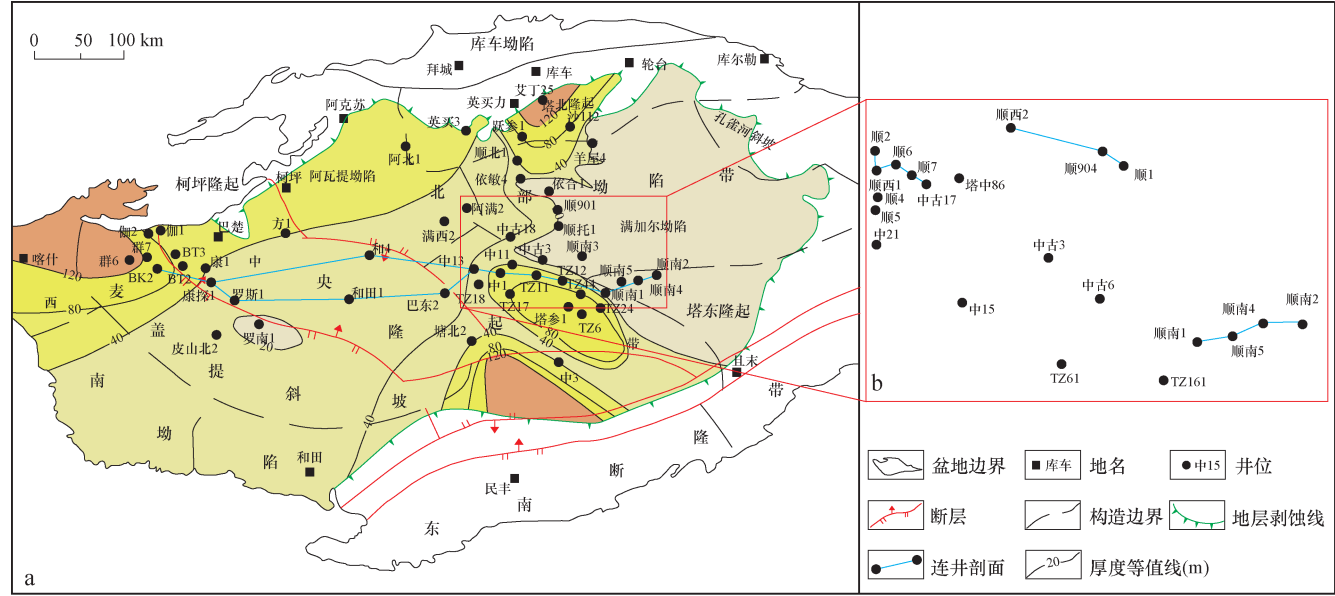


图 1 塔里木盆地东河砂岩地层分布
Fig. 1 Isopachous map showing distribution of Donghe Sandstone
a. 塔里木盆地东河砂岩地层分布示意图;b. 塔中北坡地区井位放大示意图

2 层序地层格架的建立

根据塔里木盆地东河砂岩露头、岩心、钻测井以及地震资料,对塔里木盆地东河塘组-巴楚组开展了层序地层学研究,使地层演化更加清晰化。

2.1 层序界面识别标志

识别不同级别层序地层单元的界面是陆相盆地开展层序地层分析首要解决的问题,为后期层序的合理和精细划分提供直接的依据^[1-8]。本次研究主要识别出1个二级和6个三级层序界面,二级层序界面是区域隆升剥蚀不整合和海侵上超不整合界面。

6个三级层序界面是冲刷侵蚀面和岩性、岩相转

换面(图2,图3)。在钻井岩心上表现为冲刷侵蚀面、沉积间断面以及岩性转换面3种形式;在测井曲线上表现为突变型,层序界面之下为平直,基准面之上为箱形或者层序界面下部呈平直状,而上部则呈箱型或者异常高值;地震剖面上界面主要表现为地震反射强度的变化以及上超反射特征^[4-6]。

2.2 层序地层划分

结合上述层序界面的研究成果,对盆地西部麦盖提斜坡和巴楚隆起东河塘组下部层段发育完整的钻井进行层序划分。以巴开2井东河塘组-下泥岩段为例(图3)。东河塘组沉积期层序界面为三级层序界面,成因类型为冲刷侵蚀面,以滨岸沉积为特征,可识别出3个三级层序,分别为SQ1—SQ3。其中SQ1层序具有

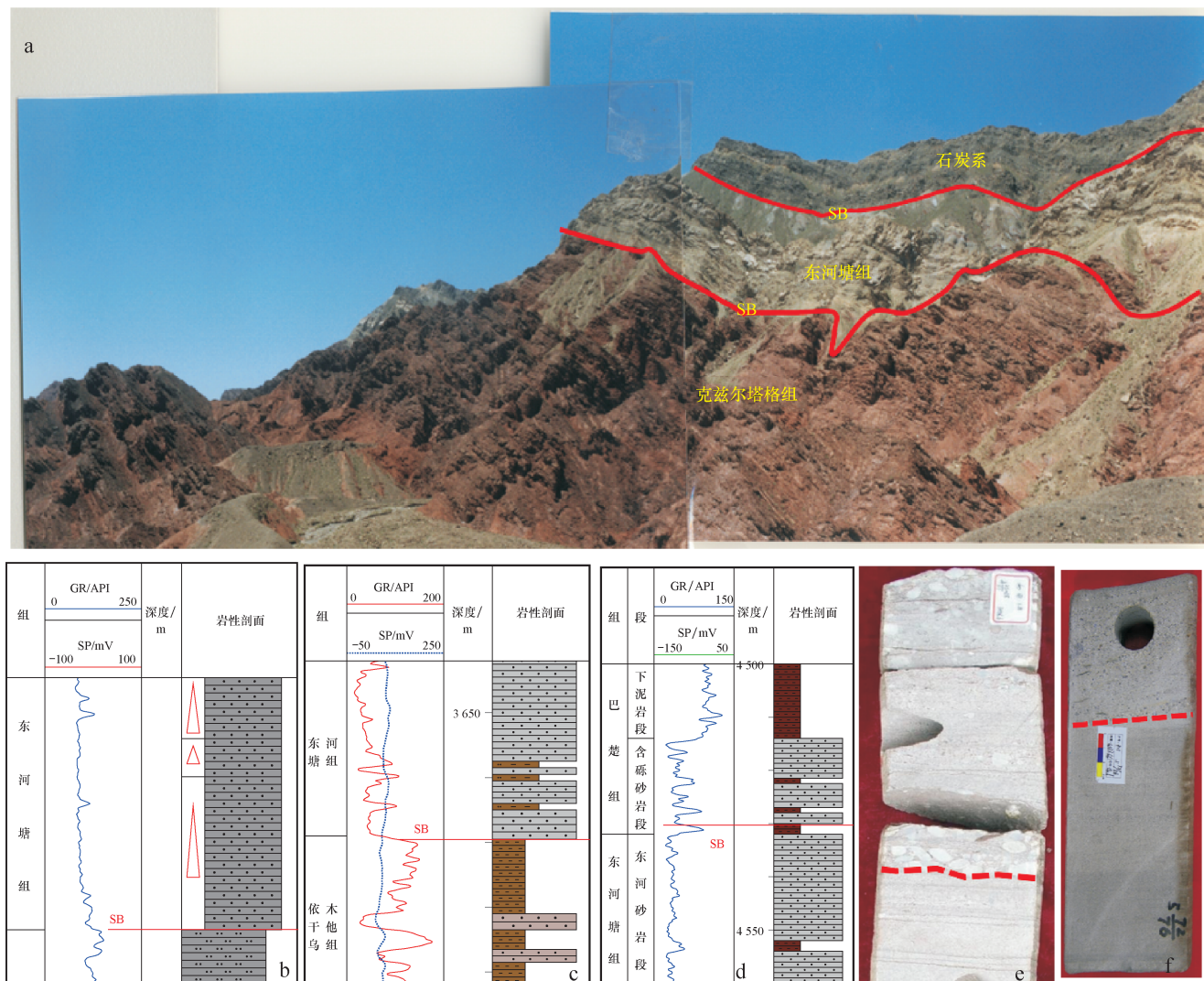


图2 塔里木盆地东河砂岩层序界面特征

Fig. 2 Characteristics of sequence boundaries of Donghe Sandstone in Tarim Basin

a. 东河塘组野外层序界面; b. 群6井, 东河塘组层序界面; c. 巴东2井, 东河塘组层序界面; d. 中13井, 东河塘组层序界面; e. 和田1井, 东河塘组, 埋深3 456.6 m, 冲刷面; f. 中11井, 东河塘组, 埋深4 377.66 m, 冲刷面

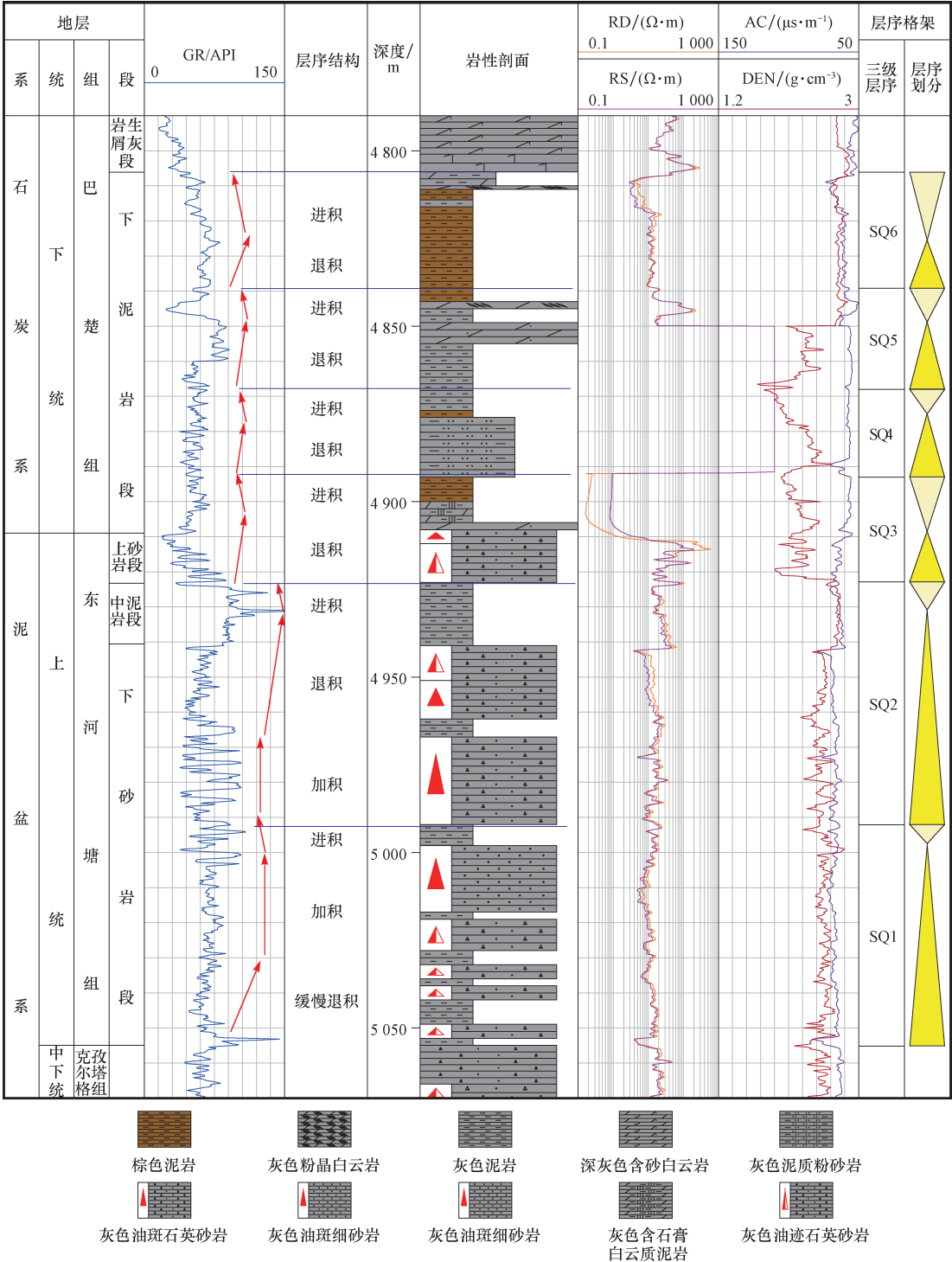


图 3 塔里木盆地东河砂岩层序地层划分方案(巴开 2 井)
Fig. 3 Sequence stratigraphy divisions of Donghe Sandstone in Tarim Basin(well Bakai 2)

的海侵体系域由缓慢退积 加积,高位体系域由进积的层序结构组成;SQ2 层序的海侵体系域由加积 退积,高位体系域由进积层序结构组成;SQ3 层序由单一的退积海侵体系域和进积高位体系域的层序结构组成。下泥岩段中可识别出 3 个三级层序界面,成因上为岩性、岩相转换面,进一步划分为 3 个三级层序,分

别为 SQ4—SQ6,均具有退积海侵体系域和进积高位体系域的层序结构特征。

2.3 层序地层对比

时间上,在塔里木盆地东河塘组下泥岩段中共划分出 6 个三级层序,由下至上分别为 SQ1—SQ6。

SQ1—SQ3 对应于东河塘组下砂岩段、中泥岩段、上砂岩段。SQ4—SQ6 对应于巴楚组含砾砂岩段和下泥岩段。

利用巴探 2 井—巴开 2 井—康探 1 井—和 4 井—中 13 井—塔中 12 井东西向剖面进行层序地层对比(图 4)。发现塔里木盆地晚泥盆世不同钻井三级层序发育的完整性有差异,这是由于部分地区受沉积前古隆起的影响造成的沉积缺失,部分地区是由于后期侵蚀导致的侵蚀缺失。自西向东,层序个数逐渐减少,反映东河砂岩沉积前由西向东逐级增高的古地貌特征。

2.4 层序地层格架建立

在上述层序地层研究相关基础之上,建立了层序地层格架模型(图 4)。巴麦地区层序个数发育完整, SQ1—SQ6 层序均发育;巴楚隆起沉积前古地貌相对较高,缺失 SQ1—SQ2 层序, SQ3—SQ6 层序发育;卡塔克隆起区古地貌相对更高, SQ1—SQ3 层序缺失, SQ4—SQ6 层序发育;古城墟隆起古地貌最高,缺失 SQ1—SQ4 层序,发育 SQ5—SQ6 层序,甚至 SQ1—SQ5 层序缺失,仅发育 SQ6 层序。

3 沉积相类型

根据测井、地震以及 22 口钻井岩心资料,对东河砂岩的沉积相进行识别,共识别出三角洲沉积、滨岸沉积、潮坪沉积、陆棚沉积和河口湾沉积共 5 类沉积相。

3.1 三角洲相

三角洲相主要分布于塘北 2 井井区,以发育三角洲前缘亚相为主,可进一步识别出水下分流河道、分流间湾、河口坝以及远砂坝等微相。岩性以分选中等和磨圆中等—好的细—中砂岩沉积为主,粒度概率曲线由跳跃次总体和悬浮次总体组成,其中跳跃次总体所占比例较大,反映出河道沉积的特征。地震剖面上,三角洲相的地震响应特征主要为中振幅—中连续。

3.2 河口湾相

河口湾沉积序列是在前期砾质河流发育的基础上形成的。岩性以细砂岩和泥质砂岩沉积为主,磨圆和分选较好。塔中 4—塔中 6 井区东河塘组发育河口湾沉积。

3.3 滨岸相

3.3.1 前滨亚相

前滨带发育于地形较平缓的冲洗回流带,主要发育灰色以及棕红色的石英砂岩,粒度为中—细粒,受波浪冲刷影响,石英砂岩的成分成熟度和结构成熟度较高。沉积物形成沉积岩的过程中受波浪往复冲刷影响,其层内构造主要包括冲洗交错层理和浪成沙纹交错层理。在塔里木盆地内主要发育为砂质和砾质前滨。

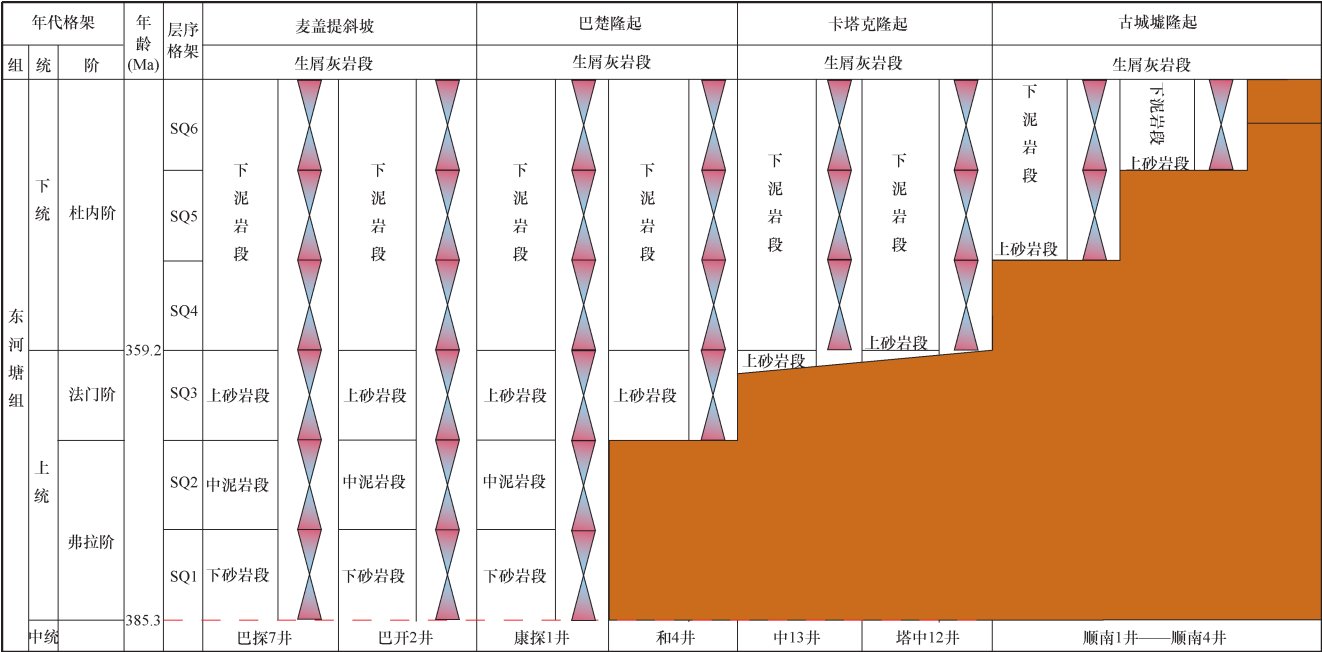


图 4 塔里木盆地东河砂岩层序地层格架模式(巴探 7 井—顺南 4 井)
Fig. 4 Mode chart of sequence stratigraphy of Donghe Sandstone in Tarim Basin (wells Batan 7 – Shunnan 4)

砂质前滨发育相对广泛,其岩性主要为中-细砂岩,颜色以灰色和灰白色为主。中11井东河塘组砂质前滨就是由巨厚灰色细砂岩组成。砂体成分成熟度和结构成熟度受环境影响较大,泥质含量较低,砂岩颗粒的分选和磨圆很好,总体都表现出较高的程度。通过岩心观察,发育冲洗层理和平行层理,GR曲线表现最为明显,呈现大套箱形。中间曲线会有齿状,反映出多期砂体的叠加内泥质隔夹层,这为后面开发方式提供指导。砂质前滨在地震剖面上也比较明显,主要为一套中强振幅-中连续的地震反射。

相比于砂质前滨,砾质前滨分布面积较小。岩性主要为砂砾岩,砾岩的直径存在较大差异,最大可达到7 mm,粉砂岩充填在砾石之间(图5)。砾质前滨主要发育块状层理,在砂岩处见低角度冲刷层理。整体为砂砾岩与泥岩的互层,GR曲线表现为小套的箱形结构,泥岩或者泥质粉砂岩作为隔层(图5)。和田1井发现较典型的砾质前滨,岩性主要为砾岩,其碎屑组分主要为石英,岩心中可观察到平行层理和冲洗交错层理,地震剖面上表现为中弱振幅-中弱连续的地震反射(图5)。

3.3.2 临滨相

临滨带是处于平均低潮线至正常浪基面之间的区域,主要由灰白色中-细粒石英砂岩组成,发

育大型浪成交错层理。根据所处位置划分为上、中、下临滨带,中临滨带较为发育,其中上临滨带向下临滨带方向岩石粒度逐渐变细。临滨带整体在测井曲线上表现为齿状箱形特征,齿状主要和泥岩隔夹层有关。

3.4 潮坪相

根据岩性特征及沉积构造组合可将潮坪沉积体系进一步划分为泥坪(潮上带)沉积、砂泥坪(潮间带)沉积和砂坪(潮下带)沉积(图6)。该类沉积仅发育于SQ6层序高位期。潮上带以大套泥岩沉积为主,岩心中可见发育砂层的韵律层理。在不同区域泥岩颜色会存在一定差异,主要和沉积环境有关,卡塔克隆起地区发育浅红色泥岩(图6)。泥坪沉积自然电位曲线起伏很小,自然伽马曲线则呈高频的锯齿状,表现为高值。潮间带发育在平均高潮面到平均低潮面之间,受潮汐影响较大。砂泥互层最为典型,所发育的沉积构造包括波状层理和透镜状层理(图6)。伴随水体的加深,形成一系列砂、泥薄互层状的潮汐韵律层理等复合层理。沉积物的岩性以浅红色粉砂岩、泥岩为主。潮下带位于平均低潮线到浪基面之间,主要沉积为砂坪和砂坝沉积,水动力条件很强沉积物粒度较粗,主要为砂质沉积,常为块状砂岩。砂坪水动力条件较强,潮汐水体能量高,主要为砂质沉积。

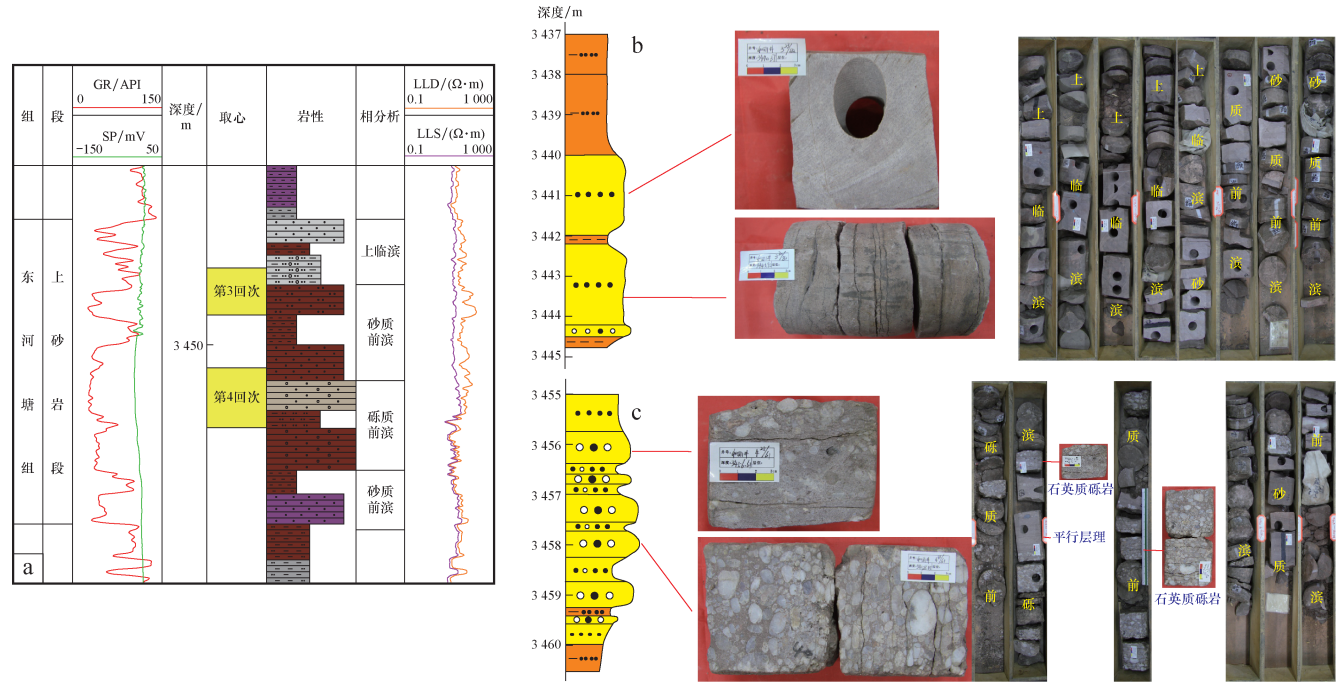


图5 塔里木盆地东河砂岩砾质前滨测井及岩心特征(和田1井)

Fig.5 Logging and core characteristics of gravel foreshore facies in Donghe Sandstone,Tarim Basin(Well Hetian 1)

a. 综合柱状图;b. 取心第3回次,细砂岩为主;c. 取心第4回次,砂砾岩为主

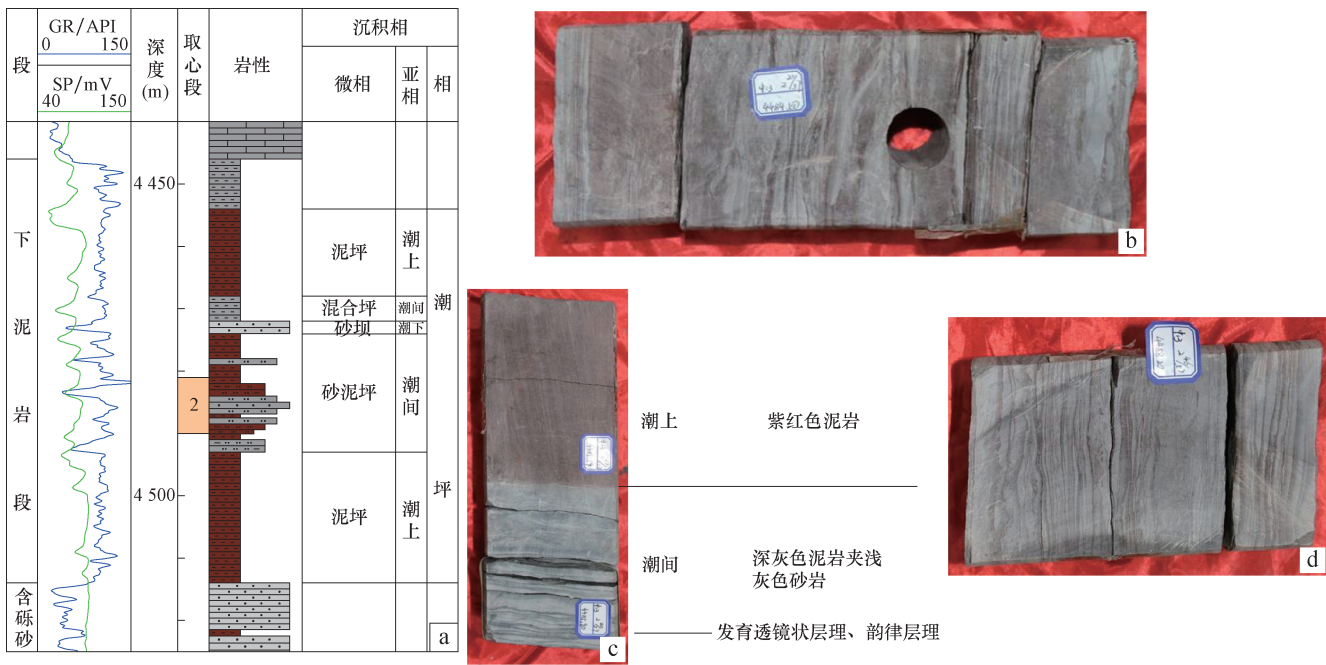


图 6 塔里木盆地中 13 井东河砂岩潮坪沉积相综合柱状图及潮坪沉积中典型沉积构造

Fig. 6 Comprehensive stratigraphic column of and typical sedimentary structures in tidal-flat facies of Donghe Sandstone in Well Zhong 13, Tarim Basin

a. 中 13 井测井综合柱状图;b. 中 13 井取心第 2 回次,埋深 4 484 m,砂泥韵律互层;c. 中 13 井取心第 2 回次,埋深 4 486 m,紫红色泥岩中发育的砂泥韵律层理,透镜状层理;d. 中 13 井取心第 2 回次,埋深 4 488 m,泥岩为主,紫红色泥岩中发育的透镜状层理

岩性为棕褐色或浅灰色细砂岩、棕褐色粉砂岩及浅灰绿色泥岩(图 6)。

3.5 陆棚相

陆棚发育在浪基面与风暴浪基面之间,地势较平坦。受光照足、水深浅的特点,沉积物主要为陆源细碎屑和生物碎屑。根据水深和岩性组合的变化,陆棚又可以分为内陆棚与外陆棚两个亚相。主要发育在巴麦地区和 4 井井区附近。

4 层序地层格架内沉积相平面分布

在上述研究基础上,结合钻井间、地震剖面间沉积相对比研究,从时间和空间上认识东河砂岩沉积演化规律,结合地震中与砂体平面分布相关属性特征,在等时层序地层格架内系统编制塔里木盆地东河砂岩不同层序沉积相平面分布图,系统分析不同时期东河砂岩平面分布及演化特征。

4.1 SQ1 层序沉积相平面分布特征

SQ1 时期沉积分布在康 1 井—罗斯 1 井—古董 2 井—一线以西,主要发育浅海陆棚相、临滨相和前滨相。

浅海陆棚相沉积主要为大套灰绿色泥岩夹薄层粉砂岩,发育在群 6 井—罗斯 1 井—罗南 1 井—一线的西南地区;临滨相沉积主要为纯净的石英砂岩,受环境影响,发育板状交错层理,主要分布于群 6 井—巴探 7 井—康探 1 井—罗斯 1 井地区;群 6 井—罗斯 1 井—罗南 1 井—一线西北地区主要以前滨相为主。整体上看,该时期海侵方向来自盆地西南方向(图 7)。

4.2 SQ2 层序沉积相平面分布特征

SQ2 时期沉积范围和 SQ1 时期分布范围大致相当,但由于持续性的海侵,群 6 井—罗斯 1 井—罗南 1 井—一线的西南地区的浅海陆棚相范围得到扩大,砂岩沉积发生迁移(图 7)。

4.3 SQ3 层序沉积相平面分布特征

SQ3 时期滨岸—陆棚沉积主要分布在巴楚及麦盖提地区,在方 1 井—和 4 井—和田 1 井—一线主要发育滨岸相,以浅灰色细砂岩为主,主要发育板状交错层理。其中,前滨亚相主要发育在方 1 井区,和 4—和 1 井区以及和田 1 井区,以浅灰色细砂岩为特征,发育小型交错层理。临滨亚相主要发育在康探 1 井区,也发育浅灰色细砂岩,其中夹有薄层泥岩。玉 1 井—巴探

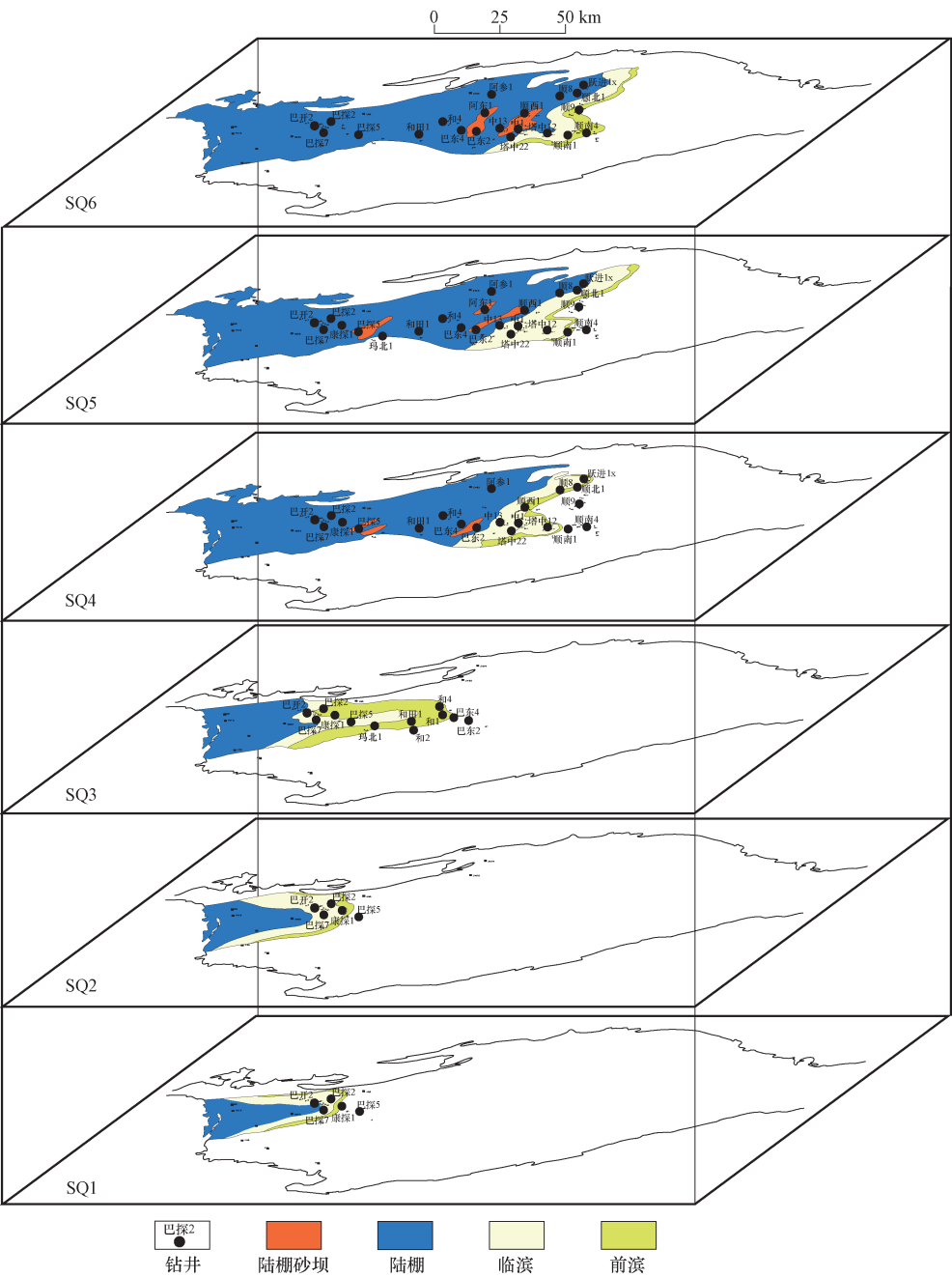


图 7 塔里木盆地东河砂岩层序地层格架内沉积相平面分布
Fig. 7 Plane distribution of sedimentary facies in sequence stratigraphy framework of Donghe Sandstone, Tarim Basin

3 井—康探 1 井—罗斯 1 井—线西南地区为浅海陆棚。海侵来自西南方向(图 7)。

4.4 SQ4 层序沉积相平面分布特征

SQ4 时期沉积区快速向东扩大,在巴楚凸起、塔中凸起和塔北隆起均有分布。具体表现为:阿北 1 井—满西 2 井—巴东 2 井—线以西地区以浅海陆棚相为主,岩相以灰绿色泥岩夹薄层粉砂岩为主。顺北 1 井—阿满 2 井—中古 18 井—中古 3 井—塔中 18 井—

线以东为前滨相带为主,岩相以浅灰色低角度斜层理细砂岩为主。中间相带则为临滨相带,海侵来自盆地西南方向(图 7)。

4.5 SQ5 层序沉积相平面分布特征

SQ5 时期海平面相对平稳,分布范围与 SQ4 时期相似,但滨岸相沉积逐渐向东迁移。塔中以及塔北地区在 SQ5 时期是东河砂岩主要沉积区域,其厚度可达 20 ~ 30 m,以滨岸相为主(图 7)。

4.6 SQ6 层序海侵期沉积相平面分布特征

SQ6 层序海侵时期沉积区分布广,但滨岸砂体分布较局限,主要分布于塔北隆起和塔东凸起地区,砂体最厚可达 40 m。滨岸相沉积以浅灰色细砂岩为主,发育冲洗层理和交错层理;浅海相沉积为灰绿色泥岩,发育平行层理。同时,海侵来自盆地的西南方向。SQ6 层序高位期,随着前期滨岸、陆棚相沉积的填平补齐,海水变得局限,水动力条件减弱,由海侵期的滨岸 - 陆

棚沉积,演化为潮坪沉积,由东向西具有潮上 - 潮间 - 潮下的沉积相带展布特征(图 7)。

5 层序地层格架内储集砂体平面分布

在层序地层与沉积相平面分布特征研究基础上,充分结合地震资料砂体追踪,系统编制不同时期东河砂岩平面分布图,研究其平面分布规律及垂向演化特征。

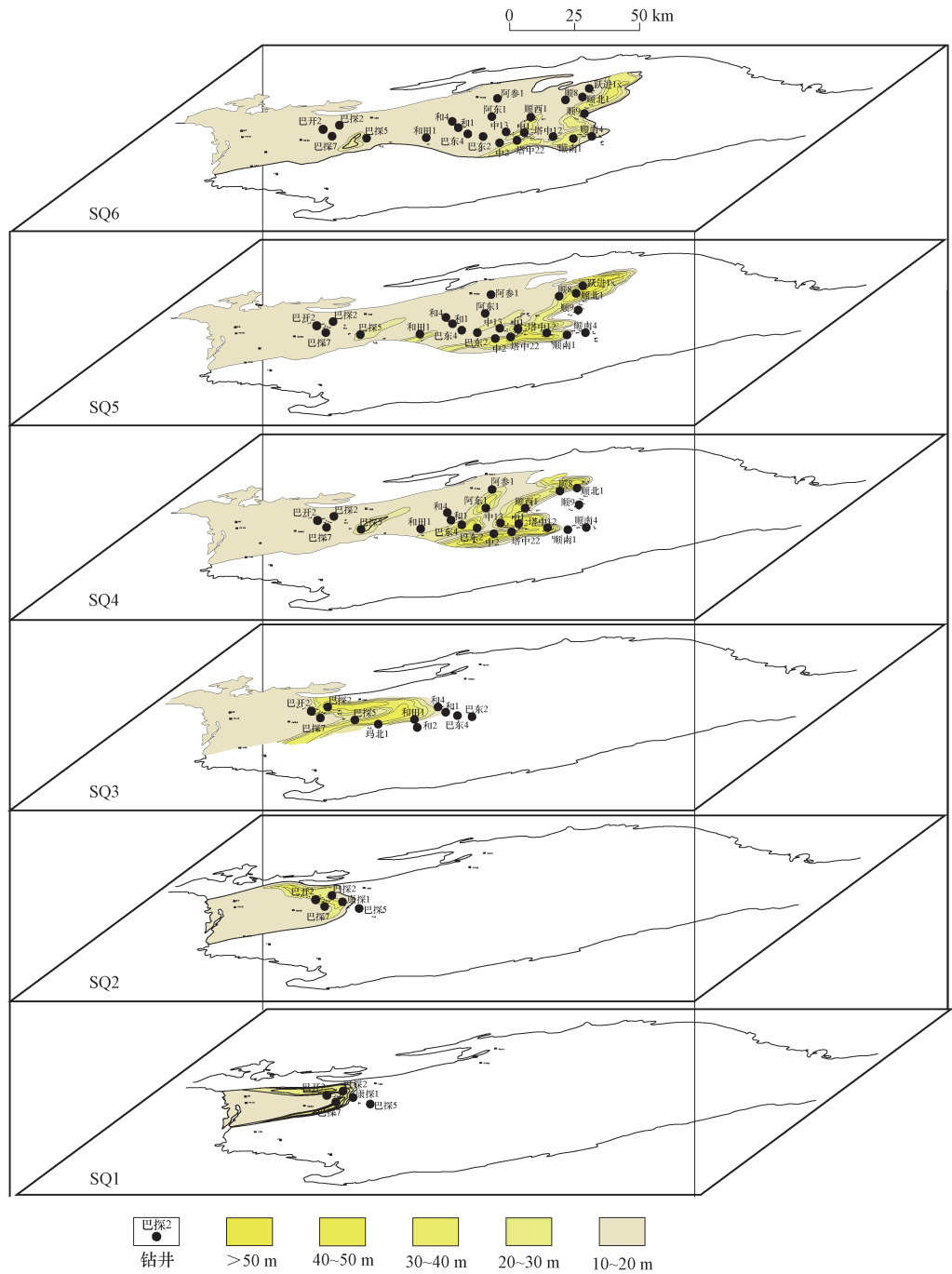


图 8 塔里木盆地东河砂岩层序地层格架内储集砂体(厚度)平面分布

Fig. 8 Plane distribution of reservoir sandbodies (thickness) in sequence stratigraphy framework of Donghe Sandstone, Tarim Basin

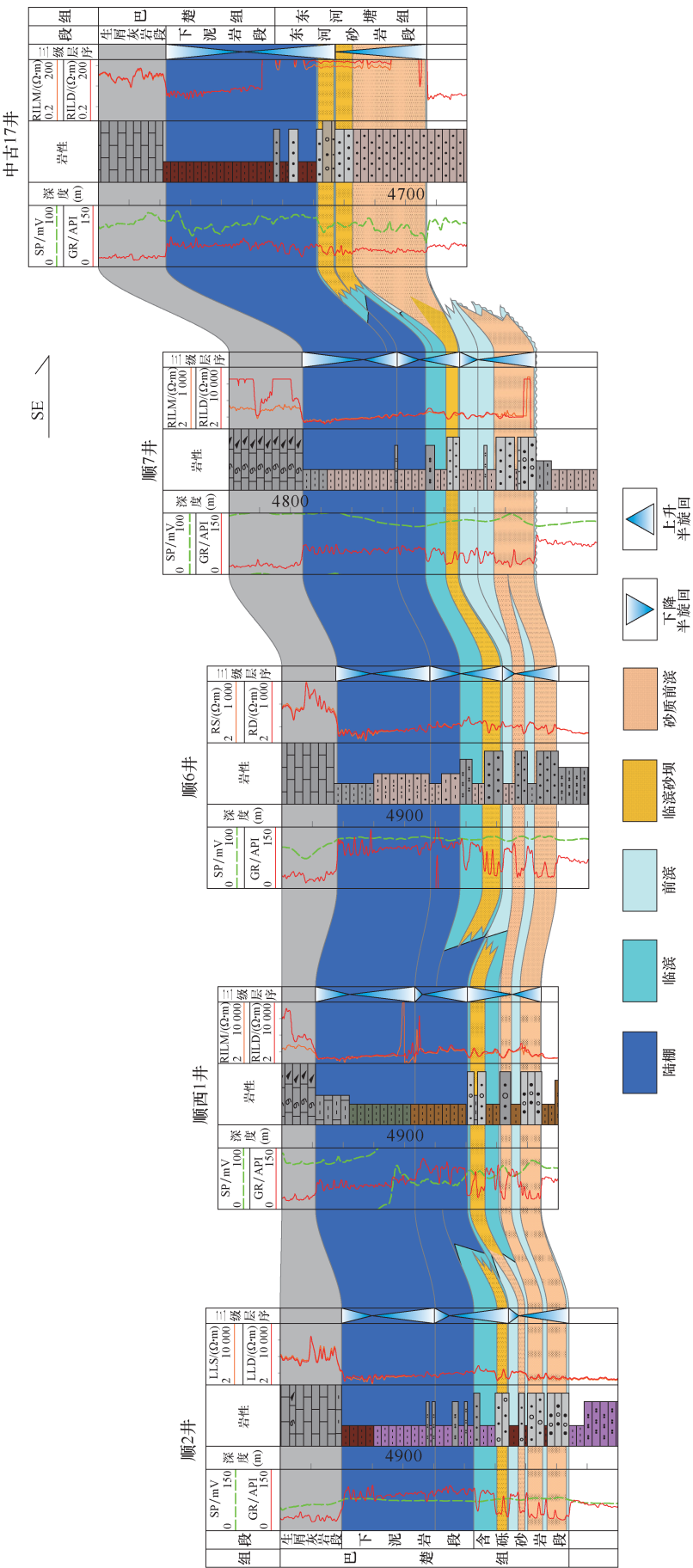


图9 塔里木盆地顺2井-中古17井沉积相连井剖面 (剖面位置见图1)

Fig.9 Well-tie section of sedimentary facies from Well Shun 2 to Well Zhonggu 17 in Tarim Basin (see Fig.1 for the location)

5.1 SQ1 层序砂体平面分布特征

SQ1 沉积期沉积分布范围最为局限(图8),分布于喀什—伽2—康1—皮山北2—泽普一线以西地区。砂体分布于疏勒—群6—巴探2—莎车一线沿喀什—伽2—康1—皮山北2—泽普分布。其中,群6—群7井砂体厚度最大,厚度大于40m。

5.2 SQ2 层序砂体平面分布特征

SQ2 沉积期沉积分布范围扩大,沉积区分布范围进一步扩大(图8),于阿图什—伽2—巴探2—皮山北2—叶城一线以西地区分布。滨岸砂体分布于阿图什—群6井—巴开2井—巴探6井—康2井—皮山北2井—一线。砂体发育最厚地区分布于玉2井—群6井—一线、巴开2井—巴探6井—康2井—一线,砂体厚度大于30m。

5.3 SQ3 层序砂体平面分布特征

SQ3 沉积期进一步海侵,沉积范围进一步扩大,分布于伽2井—巴楚—和4井—和3井—一线以西地区(图8)。该时期砂体厚度分布范围大于SQ1和SQ2层序沉积期,厚度最大地区分布于巴5井—巴探2井—一线、以及古董3井—井区,砂体厚度均大于40m。

5.4 SQ4 层序砂体平面分布特征

SQ4 层序沉积期海侵范围扩大至卡塔克隆起和塔河地区(图8),分布于英买1井—跃进2X—顺北1井—伊敏4井—塔中86井—中古3井—中古6井—塔中161井—一线以西地区。大片的砂体主要分布于英买3井—顺8井—阿满2井—中21井—中15井—塔中61井—塘北2井—一线,砂体沿古陆呈条带状展布,成因上为滨岸砂体。砂质浅滩砂体分布于阿参1井—阿东1井—巴东4井—一线,以及方1井—巴探5井—古董3井—一线,砂质浅滩呈长恒状展布。顺西地区SQ4层序岩性圈闭类型主要受侧向地层岩性遮挡控制(图9),滨岸砂体在顺西地区以东地区侧向尖灭,形成岩性上倾尖灭和侧向地层岩性遮挡,垂向上SQ4层序高位期泥岩为直接封盖层,为岩性圈闭发育有利区域。

5.5 SQ5 层序砂体平面分布特征

SQ5 层序沉积期滨岸沉积进一步扩大,分布于艾丁8井—沙112井—依合2井—顺南3井—塔中29井—中3井—一线以西地区(图8)。滨岸区分布于艾丁25

井—跃参1井—伊敏1井—顺西2井—中古20井—塔中9井—塘北2井—一线,沿岸线呈条带状展布。顺4井—顺5井—中21井—一线、和3井—井区巴探5井—古董3井—一线砂体厚度大于10m,呈长恒状展布,砂体成因为砂质浅滩。顺南地区SQ5层序岩性圈闭类型主要受上倾尖灭岩型遮挡控制,塔中44井—顺南1井—一线SQ5沉积期均为滨岸砂体,向东部砂体依次尖灭于顺南5井以西地区;砂岩顶底均为泥岩遮挡与封盖,具有较好的岩性圈闭发育条件。

5.6 SQ6 层序海侵期砂体平面分布特征

SQ6 层序沉积期为SQ1—SQ6层序中最大海侵期,分布于于奇2井—羊屋4井—依合1井—顺1井—顺南2井—古隆3井—一线以西地区(图8)。滨岸砂体分布于东河11井—艾丁25井—哈得4井—依合1井—顺南3井—顺南1井—塔参1井,沿岸线呈条带状展布。塔中49井—中16井—中122井—一线、罗斯1井—罗南1井—一线呈长恒状展布,成因上为砂质浅滩。顺901井—顺托1井—一线SQ6层序砂体,砂体厚度大、分布面积广,成因上为滨岸砂体;砂体的西侧受沉积相变影响,被粉砂岩或泥质粉砂岩侧向遮挡;向东砂体上倾尖灭。顶板被下泥岩段泥岩超覆堆积封盖,底部岩性为泥岩和粉砂岩,砂体顶底封盖条件好,具有较好的岩性圈闭发育条件。

6 结论

1) 以层序地层理论为指导,在大量钻测井、岩心以及地震资料的应用基础之上,将东河砂岩划分为1个二级层序和6个三级层序。三级层序由下至上分别为SQ1—SQ6层序。在单井层序地层特征及井间层序对比研究基础上,建立了塔里木盆地东河塘组—巴楚组不同构造区层序地层格架,麦盖提斜坡和巴楚西段6个层序发育完整,自西向东逐级缺失下部层序。塔中北坡重点区缺失下部层序(SQ1, SQ3),发育SQ4—SQ6共3个层序。

2) 确定塔里木盆地东河砂岩发育5类沉积相,分别为三角洲沉积、滨岸沉积、潮坪沉积、陆棚沉积和河口湾沉积。伴随着不同层序的发育,东河砂岩沉积期从早到晚沉积范围不断扩大,沉积面积逐渐自西向东扩展,形成平面上大面积分布的特点。SQ4—SQ6所发育的砂体在顺南、顺西以及顺托地区都有较好的岩性圈闭发育条件,是下步重点勘探有利区。

参 考 文 献

- [1] 林畅松,杨海军,刘景彦,等.塔里木盆地古生代中央隆起带古构造地貌及其对沉积相发育分布的制约[J].中国科学D辑:地球科学,2009,39(3):306-316.
Lin Changsong, Yang Haijun, Liu Jingyan, et al. The ancient tectonic geomorphology of central uplift and restrict on distribution of sedimentary face in Paleozoic of Tarim Basin[J]. Science China, 2009, 39(3):306-316.
- [2] 林畅松,杨海军,刘景彦,等.塔里木早古生代原盆地古隆起地貌和古地理格局与地层圈闭发育分布[J].石油与天然气地质,2008,29(2):189-197.
Lin Changsong, Yang Haijun, Liu Jingyan, et al. Paleohigh geomorphology and paleogeographic framework and their controls on the formation and distribution of stratigraphic traps in the Tarim Basin[J]. Oil & Gas Geology, 2008, 29(2):189-197.
- [3] 吴因业,孙龙德,顾家裕,等.塔里木盆地满西地区石炭系东河砂岩沉积层序分析与储集层评价[J].古地理学报,2008,10(1):13-24.
Wu Yinye, Sun Delong, Gu Jiayu, et al. Sedimentary sequence analysis and reservoir revaluation of the Donghe sandstone of Carboniferous in Manxiarea of Tarim Basin[J]. Journal of Palaeogeography, 2008, 10(1):13-24.
- [4] 顾家裕.塔里木盆地石炭系东河砂岩沉积环境分析及储层研究[J].地质学报,1996,70(2):153-161.
Gu Jiayu. Sedimentary environment and reservoir characters of the Carboniferous Donghe sandstone in the Tarim Basin[J]. Acta Geologica Sinica, 1996, 70(2):153-161.
- [5] 钟大康,朱筱敏,周新源,等.塔里木盆地中部泥盆系东河砂岩成岩作用与储集性能控制因素[J].古地理学报,2003,5(3):378-390.
Zhong Dakang, Zhu Xiaomin, Zhou Xinyuan, et al. Diagenesis and controlling factors of reservoir quality of Devonian Donghe sandstones in central Tarim Basin[J]. Journal of Palaeogeography, 2003, 5(3):378-390.
- [6] 张振生,韩宇春.塔里木盆地塔中地区东河砂岩圈闭含油气控制因素探讨[J].石油地球物理勘探,2001,36(4):451-458.
Zhang Zhensheng, Han Yuchun. Approach to oil-gas bearing controlling factors of Donghe sandstone traps in Tazhong area of Tarim Basin[J]. Oil Geophysical Prospecting, 2001, 36(4):451-458.
- [7] 杨波,辛仁臣,贾进华.塔里木盆地巴楚组层序地层及沉积演化[J].中国矿业大学学报,2012,41(2):242-261.
Yang Bo, Xin Renchen, Jia Jinhua. Sequence stratigraphy and sedimentary evolution of Bachu Formation in Tarim Basin[J]. Journal of China University of Mining & Technology, 2012, 41(2):242-261.
- [8] 谭秀成,昌燕,王振宇,等.塔里木盆地巴楚组沉积格局与演化[J].西南石油大学学报,2007,29(4):39-43.
Tan Xiucheng, Chang Yan, Wang Zhenyu, et al. Depositional framework and evolution of Bachu Formation in Tarim Basin[J]. Journal of Southwest Petroleum University, 2007, 29(4):39-43.
- [9] 王招明,田军,申银民,等.塔里木盆地晚泥盆世-早石炭世东河砂岩沉积相[J].古地理学报,2004,6(3):289-296.
Wang Zhaoming, Tian Jun, Shen Yinmin, et al. Sedimentary facies of Donghe sandstone during the late Devonian to early Carboniferous in Tarim Basin[J]. Journal of Palaeogeography, 2004, 6(3):289-296.
- [10] 储呈林,林畅松,朱永峰.塔北隆起东河砂岩层序地层和沉积体系研究[J].西南石油大学学报,2011,33(1):15-20.
Chu Chenglin, Lin Changsong, Zhu Yongfeng. Study on the sequence stratigraphy and depositional system of Donghe sandstone in Tabei uplift[J]. Journal of Southwest Petroleum University, 2011, 33(1):15-20.
- [11] Li Desheng, Liang Digang, Jia Chengzao, et al. Hydrocarbon accumulation in the Tarim Basin, China[J]. AAPG Bulletin, 1996, 80(10):1587-1603.
- [12] 朱秀,朱红涛,陈红汉,等.塔里木盆地顺南地区中-下奥陶统深成岩溶特征[J].石油与天然气地质,2016,37(5):653-662.
Zhu Xiu, Zhu Hongtao, Chen Honghan, et al. Characterization of hypogenic karst systems in the Middle-Lower Ordovician of Shunnan area, Tarim Basin[J]. Oil & Gas Geology, 2016, 37(5):653-662.
- [13] 李朋威,罗平,陈敏,等.塔里木盆地西北缘上震旦统微生物碳酸盐岩储层特征与成因[J].石油与天然气地质,2015,36(3):416-428.
Li Pengwei, Luo Ping, Chen Min, et al. Characteristics and origin of the Upper Sinian microbial carbonate reservoirs at the northwestern margin of Tarim Basin[J]. Oil & Gas Geology, 2015, 36(3):416-428.
- [14] 白莹,罗平,周川闽,等.塔西北下寒武统肖布拉克组层序划分及台地沉积演化模式[J].石油与天然气地质,2017,38(1):152-164.
Bai Ying, Luo Ping, Zhou Chuanmin, et al. Sequence division and platform sedimentary evolution model of the Lower Cambrian Xiaobulak Formation in the NW Tarim Basin[J]. Oil & Gas Geology, 2017, 38(1):152-164.
- [15] 秦雁群,计智锋,万仑坤,等.海相深水碎屑岩层序地层学理论进展及关键问题[J].石油与天然气地质,2017,38(1):12-21.
Qin Yanqun, Ji Zhifeng, Wan Lunkun, et al. Theory progress and key issue of deep water marine clastic sequence stratigraphy[J]. Oil & Gas Geology, 2017, 38(1):12-21.
- [16] 杜洋,樊太亮,高志前,等.塔里木盆地中-下奥陶统鹰山组层序地层格架中的成岩作用——以塔河地区和柯坪巴楚露头区为例[J].石油与天然气地质,2017,38(4):677-692.
Du Yang, Fan Tailiang, Gao Zhiqian, et al. Diagenesis in sequence stratigraphic framework of the Lower-Middle Ordovician Yingshan Formation, Tarim Basin: A case study from Tahe area and Keping-Bachu outcrop[J]. Oil & Gas Geology, 2017, 38(4):677-692.

(编辑 董立)