

文章编号: 0253-2697(2009)06-0835-08

# 塔里木盆地东河砂岩沉积期次及油气勘探

张惠良<sup>1</sup> 杨海军<sup>2</sup> 寿建峰<sup>1</sup> 张荣虎<sup>1</sup> 耿忠霞<sup>1</sup> 王波<sup>1</sup>

(1. 中国石油杭州地质研究院 浙江杭州 310023; 2. 中国石油塔里木油田公司 新疆库尔勒 841000)

**摘要:** 东河砂岩是塔里木盆地晚泥盆世—早石炭世一套穿时的岩石地层单元,是盆地重要的含油层系。应用层序地层学理论,以露头、钻井和地震资料为基础,分析了东河砂岩的地层展布模式、沉积前古地貌特征、砂岩发育期次、沉积环境演化和砂岩分布规律。结果表明,东河砂岩是海侵背景下从西南向东北,即依次由麦盖提斜坡、巴楚凸起向塔中凸起、塔北隆起超覆的沉积砂体;东河砂岩沉积前古地貌有两隆两凹的特征;由早到晚可划分为5期砂体。第1期砂体主要分布在麦盖提斜坡和巴楚凸起,第2期砂体主要分布在巴楚凸起和塔中凸起,第3期砂体主要分布在塔中凸起和塔北隆起,第4期砂体主要分布在塔北隆起,第5期砂体主要分布在塔北隆起及塔东低凸起周缘。东河砂岩的岩相主要有砂砾岩、粗砂岩、中砂岩和细砂岩,沉积环境主要为河口湾和滨岸环境。由于不同地区、不同期次砂体的沉积特征、储盖组合及成藏条件不同,对不同地区和不同期次砂体需采用不同的油气勘探对策。

**关键词:** 塔里木盆地;泥盆系;石炭系;东河砂岩;沉积期次;沉积环境  
中图分类号: TE111.3 文献标识码: A

## Sedimentary periods of Donghe sandstone and hydrocarbon exploration in Tarim Basin

ZHANG Huiliang<sup>1</sup> YANG Haijun<sup>2</sup> SHOU Jianfeng<sup>1</sup> ZHANG Ronghu<sup>1</sup> GENG Zhongxia<sup>1</sup> WANG Bo<sup>1</sup>

(1. PetroChina Hangzhou Institute of Petroleum Geology, Hangzhou 310023, China;  
2. PetroChina Tarim Oilfield Company, Korla 841000, China)

**Abstract:** Donghe sandstone is the diachronous stratigraphical unit from the Late Devonian to the Early Carboniferous and controls the distribution of hydrocarbon reservoirs in Tarim Basin. The evolvement of sedimentary conditions and distribution rules of Donghe sandstone were analyzed by applying the sequence stratigraphic theory, according to the data of outcrops, drilling and seism. The sedimentary pattern was resulted from overlapping of Tazhong Uplift and Tabei Uplift under the condition of transgression. The sedimentation of Donghe sandstone can be divided into five periods. The sediment of sandstone in the first period distributes in Maigaiti Slope and Bachu Uplift. The sediment of sandstone in the second period is mainly in the low heave of Bachu Uplift and Tazhong Uplift. The sediment of sandstone in the third period is mostly in the Tazhong Uplift and Tabei Uplift. The fourth sediment of sandstone is in Tabei Uplift, and the fifth one distributes mainly in Tabei Uplift and around the periphery of Tadong Low Uplift. The Donghe sandstone bodies have various lithofacies such as glutenite, gritstone, medium-sandstone and fine-sandstone. The sedimentary environment mainly include shore and river estuary. The sandstone bodies in the different period differ from each other in sedimentary characteristics of reservoir-seal combination and pool-forming conditions. The different patterns of hydrocarbon exploration should be taken in the different sediment period of sandstone bodies and different areas.

**Key words:** Tarim Basin; Devonian System; Carboniferous System; Donghe sandstone; sedimentary period; sedimentary environment

塔里木盆地在晚泥盆世—早石炭世开始了第二次拉张,古特提斯洋广泛进入塔里木盆地,仅沙雅隆起冲断带以北仍具有前陆性质,形成了西南深、东北浅的类克拉通拗陷盆地<sup>[1-3]</sup>。古构造研究表明,东河砂岩沉积前两隆两凹(塔北隆起、中央隆起及阿瓦提—满加尔凹陷、西南凹陷)的古地貌格局仍然保存,英买力—轮南凸起、巴楚凸起、塔中凸起等次一级的构造单元比较发育,沿隆起及凸起周缘沉积了巨厚的海相砂岩。20世

纪90年代初,原“塔里木石油勘探开发指挥部”在塔里木盆地北部库车县东河乡勘探时,在东河1井钻遇了一套产油量为389 m<sup>3</sup>/d的巨厚石英砂岩,并将其命名为“东河砂岩”<sup>[2]</sup>。东河1井获工业油流标志着晚泥盆世—早石炭世海相碎屑岩勘探的重大突破,也坚定了东河砂岩内寻找大油气田的信心<sup>[1]</sup>。随着勘探领域的不断拓宽,在麦盖提斜坡、巴楚凸起、塔中凸起等地区均发现了类似“东河砂岩”的砂体。前人对东河砂岩

基金项目: 国家“十五”重点科技攻关项目(2004BA616A02-04-02-04)资助。

作者简介: 张惠良,男,1965年12月生,1996年获中国地质大学(北京)博士学位,现为中国石油杭州地质研究院高级工程师,主要从事沉积储层学研究。E-mail: zhanghl\_hz@petrochina.com.cn

地层及沉积环境作了大量基础工作,认为东河砂岩为一套晚泥盆世—早石炭世的向东超覆的滨岸砂岩<sup>[15]</sup>,但这套砂体的随海平面变化发育期次、沉积环境演化及平面分布规律仍不清楚。为此,笔者应用层序地层学理论,利用大量的钻井岩心和测井沉积相等资料,在等时格架下分析了东河砂岩的地层沉积模式、沉积前古地貌特征、砂体发育期次、沉积环境演化规律及其油气勘探意义。

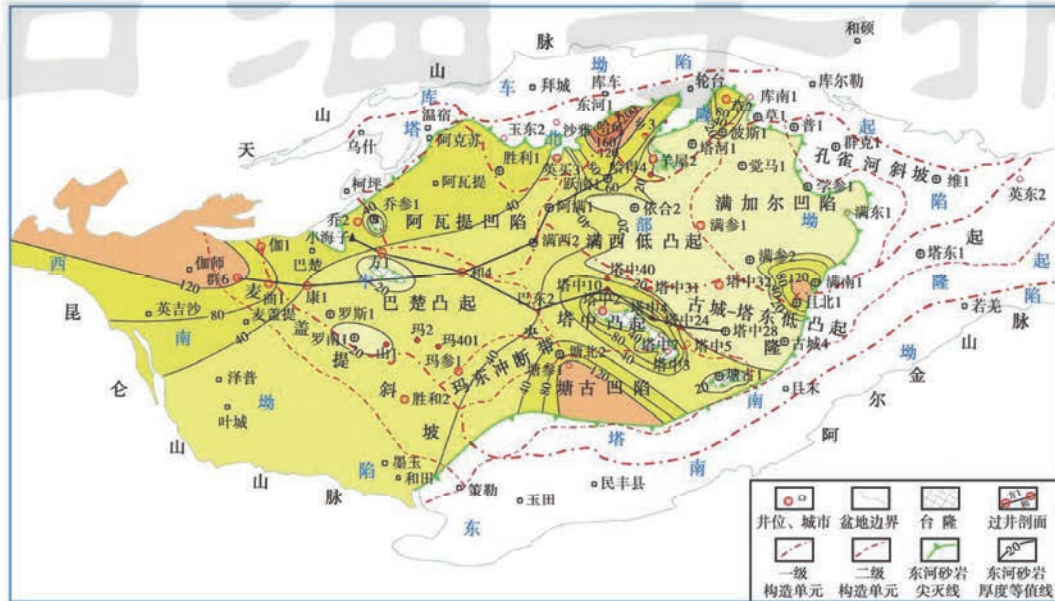


图1 塔里木盆地东河砂岩残余地层分布

Fig. 1 The isopachous map of residual strata of Donghe sandstone

斜坡区厚度为 121~40 m,以灰绿色细砂岩和含泥砾细砂岩为主;玛东冲断带厚度为 63~23 m,以灰绿色细砂岩和砂质小砾岩为主;塔中凸起厚度为 105~14 m,以灰绿色细砂岩和砂砾岩为主;塔北隆起厚度为 251~24 m,以浅灰色细砂岩为主;塔东低凸起目前还没有钻井揭示东河砂岩,预测其厚度为 120~20 m。

东河砂岩是一套穿时的岩石地层单元。生物化石研究表明,东河砂岩的地层归属应当为晚泥盆世<sup>[6-9]</sup>:盆地西南部地区玛2井和玛5井巴楚组下泥岩段下部发现丰富孢子化石,该地区的东河砂岩时代定为晚泥盆世<sup>[7]</sup>;塔中凸起塔中45井巴楚组含砾砂岩段发现丰富的盾皮鱼类(*placoderm*)化石,判断塔中凸起东河砂岩时代最新不会超出晚泥盆世<sup>[8]</sup>;塔北隆起草2井东河砂岩下部发现泥盆纪胴甲鱼类化石碎片 *Bothriolepidae*(胴甲鱼类沟鳞鱼科)和晚泥盆世晚期 *Apiculiretusisporites hunanensis*-*Ancyrospora furcula*(HF)孢子组合<sup>[9]</sup>。此外,等时层序格架分析塔北隆起东河砂岩为晚泥盆世—早石炭世巴楚组下泥岩段相变形成的<sup>[12]</sup>。

## 1 东河砂岩地层沉积模式及沉积背景

### 1.1 东河砂岩地层特征

钻井揭示的岩性、地层厚度和地震地层分析表明,东河砂岩具有较强的分区性,主要分布在麦盖提斜坡、巴楚凸起、玛东冲断带、塔中凸起、塔北隆起和塔东低凸起等地区(图1)。其中,巴楚凸起地层厚度为 65~15 m,以灰绿色细砂岩和含小砾细砂岩为主;麦盖提

### 1.2 东河砂岩地层沉积模式

前人对东河砂岩地层、沉积模式做了很多工作<sup>[7-23]</sup>,归纳起来主要有两种观点:①东河砂岩是一套在海侵背景下,由西南向东北逐渐上超的滨海碎屑岩沉积<sup>[10-19]</sup>;②东河砂岩是强制海退体系域的沉积产物,是在海退背景下发育的复合砂体<sup>[21]</sup>。

对巴楚地区上泥盆统—下石炭统露头剖面研究表明,上泥盆统与下石炭统分界线为巴楚组海泛结束时的界面,即薄层灰岩顶界面。上泥盆统包括东河塘组和巴楚组下泥岩段部分地层,下石炭统包括巴楚组下泥岩段上部地层和生屑灰岩段。上泥盆统—下石炭统东河塘组—巴楚组发育3个完整的三级层序(图2)。层序I相当于上泥盆统东河塘组,海侵体系域为灰绿色细砂岩、灰绿色泥岩,高位体系域为灰绿色细砂岩;层序II主要分布于麦盖提斜坡、巴楚凸起和塔中凸起。层序III相当于上泥盆统—下石炭统巴楚组下泥岩段,在麦盖提斜坡、巴楚凸起海侵体系域主要是灰绿色泥岩夹薄层粉砂岩、泥灰岩和灰岩,高位体系域为浅红色泥岩、红色泥岩和膏泥岩;在塔中凸起海侵体系域为浅

灰色砂岩夹薄层泥岩, 高位体系域为浅红色泥岩; 在塔北隆起海侵体系域为厚层灰色细砂岩, 高位体系域为浅灰色细砂岩。层序 III 相当于下石炭统巴楚组生屑灰岩段, 在麦盖提斜坡、巴楚凸起海侵体系域为厚层生屑

灰岩, 高位体系域为浅灰色薄层生屑灰岩; 在塔中凸起海侵体系域为浅灰色灰岩、生屑灰岩, 高位体系域为浅灰色灰岩; 在塔北隆起海侵体系域为泥灰岩夹薄层泥岩, 高位体系域为薄层泥灰岩和砂质砾岩。

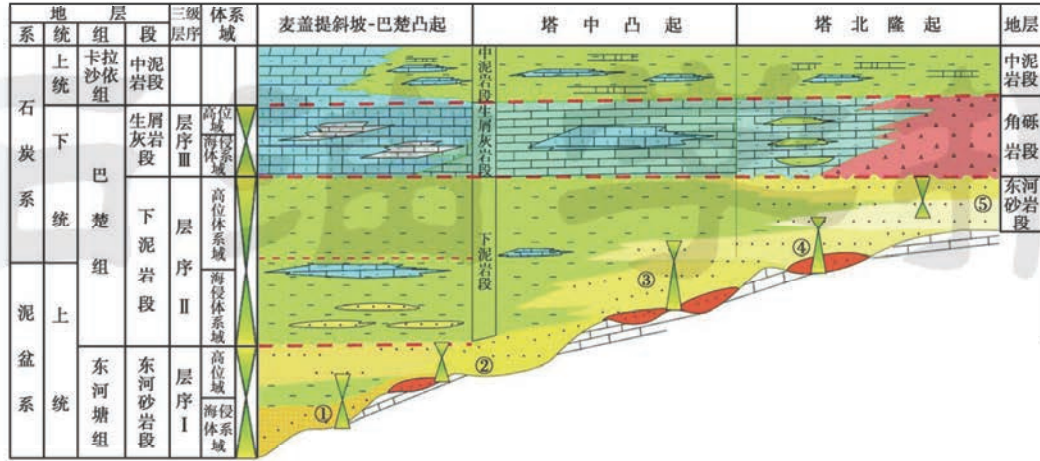


图 2 东河砂岩沉积期地层沉积展布模式

Fig. 2 The stratigraphic distribution pattern during the period of Donghe sandstone deposition

总之, 随海平面上升, 东河砂岩从西南向东北沿麦盖提斜坡、巴楚凸起、塔中凸起和塔北隆起退积, 海平面的变化形成了不同期次的东河砂岩, 也形成了穿时的岩石地层单元。

1.3 沉积背景

前人研究认为<sup>[10]</sup>, 晚泥盆世末, 南天山弧后洋盆碰撞关闭; 受这次碰撞作用影响, 塔北隆起和中央隆起(巴楚凸起、塔中凸起和塔东低凸起)进一步扩大, 塔里木的隆坳格局基本定型, 形成了塔北前陆隆起带、塔西南—满加尔凹陷、中央隆起的沉积格局。

古隆起对分析东河砂岩展布规律起着重要作用。通过分析盆地内 100 余口钻遇东河砂岩下伏地层井的资料, 搞清了东河砂岩沉积前的古地质特征。在塔北隆起, 东河砂岩下伏地层为太古界—中下奥陶统鹰山组; 在塔中凸起为下奥陶统蓬莱坝组—中下奥陶统鹰山组; 玛参 1 井区和塘参 1 井区为下奥陶统蓬莱坝组—志留系; 麦盖提斜坡、阿瓦提凹陷和满加尔凹陷为连续沉积的中下泥盆统克兹尔塔格组。

结合地层厚度、地层超覆等特征, 编绘了东河砂岩沉积前古地貌图(图3)。由图3可见, 东河砂岩沉积前

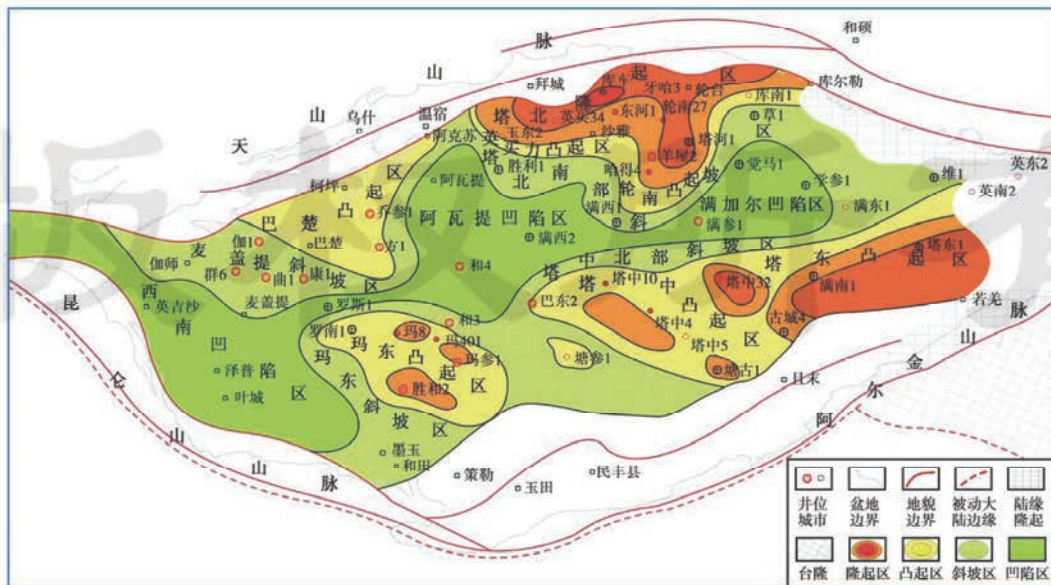


图 3 东河砂岩沉积前古地貌

Fig. 3 The paleo-geomorphology before the period of Donghe sandstone deposition

古地貌表现为两隆两凹的特征, 两隆分别是塔北隆起(英买力凸起、轮南凸起)和中央隆起(巴楚凸起、玛东凸起、塔中凸起和塔东低凸起), 两凹分别是西南凹陷、阿瓦提凹陷—满加尔凹陷。

## 2 东河砂岩发育期次及展布规律

### 2.1 东河砂岩沉积期次

东河砂岩是一套海侵背景下沉积的砂体, 受相对海平面变化影响, 横向上巴楚组下泥岩段泥岩与东河砂岩存在相变关系(图4和图5), 发育5期砂体, 且5期砂体具有分区性。

以早石炭世最大海泛期形成的生屑灰岩作为等时

的对比标志层, 建立了过盆地的两条区域等时层序地层格架剖面(图1、图4和图5)。由图4可见, 上泥盆统一下石炭统下泥岩段泥岩向塔中凸起逐渐相变成砂岩, 即东河砂岩由西南凹陷向巴楚凸起和塔中凸起逐渐变厚, 而泥岩逐渐减薄。等时高频旋回层序对比表明, 巴楚凸起—塔中凸起主要发育3期砂体: 巴楚凸起主要发育第1、2期砂体; 塔中凸起主要发育第2、3期砂体。其中, 塔中18井区主要发育第2期砂体, 塔中10—塔中4井区主要发育第2、3期砂体, 塔中24井区主要发育第3期砂体(图4)。

由图5可见, 上泥盆统一下石炭统下泥岩段在满西低凸起和塔北隆起相变成砂岩。即从麦盖提斜坡、

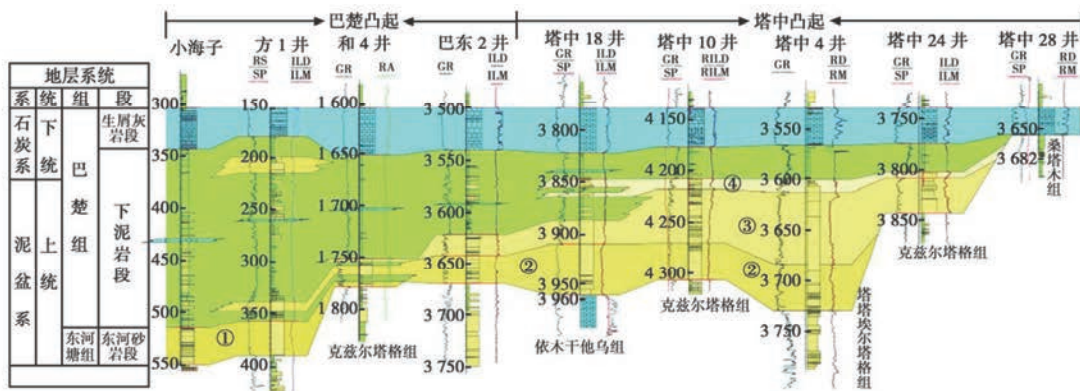


图4 巴楚凸起—塔中凸起东河砂岩发育期次及横向展布

Fig. 4 The lateral distribution and development periods of Donghe sandstone from Bachu Uplift to Tazhong Uplift

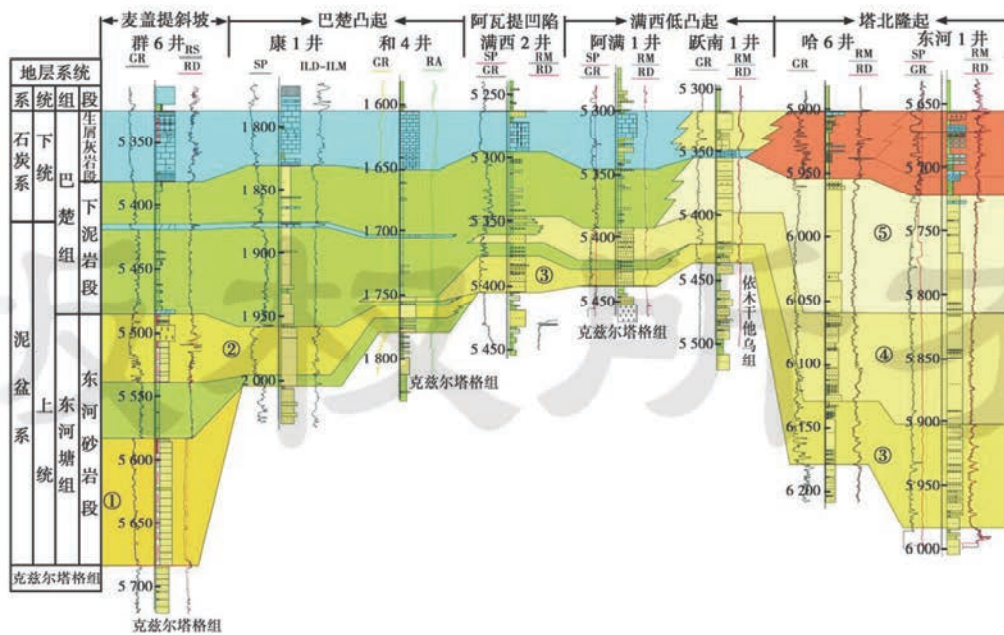


图5 麦盖提斜坡—塔北隆起东河砂岩发育期次及横向展布

Fig. 5 The lateral distribution and development periods of Donghe sandstone from Maigaiti Slope to Tabei Uplift

巴楚凸起、阿瓦提凹陷、满西低凸起至塔北隆起共发育 5 期砂体。其中,麦盖提斜坡—巴楚凸起主要发育第 1、2 期砂体;阿瓦提凹陷发育第 3 期砂体;满西低凸起发育第 3、4 期砂体,塔北隆起发育第 3、4、5 期砂体。

2.2 东河砂岩沉积相平面展布规律

东河砂岩以滨岸沉积为主<sup>[11-25]</sup>。利用露头,60 余口钻井岩心岩矿特征、岩心沉积相、测井相和地震相资料对各期东河砂岩分布的控制因素、展布范围、物源方向和海侵方向的研究表明,不同地区各期东河砂岩的分布范围、物源等变化较大,每期砂体的展布及沉积相各异。

第 1—2 期东河砂岩主要分布在群 6—伽 1 井区、

康 1—罗斯 1 井区、塘参 1 井区及塔中 4—塔中 10 井区,最大厚度可达 50 余 m,主要发育 3 种相带。群 6 井—罗斯 1 井—罗南 1 井一线的西南地区主要以浅海相灰绿色泥岩夹薄层粉砂岩为主;群 6 井区、康 1—罗斯 1 井区以浪控滨岸相为主,主要发育板状交错层理和低角度交错层理石英砂岩;乔参 1 井—和 4 井一线的西北地区以潮控滨岸相为主,主要发育浅灰色细粒海滩砂岩;伽 1 井区、玛 4 井区、塘参 1 井区和塔中 4 井区为河口湾相,发育下切水道,以浅灰色砂砾岩和不等粒砂岩为主。整体上第 1—2 期东河砂岩海侵方向来自盆地西南方向,物源主要来自巴楚凸起、玛东凸起及塔中凸起地区(图 3 和图 6)。

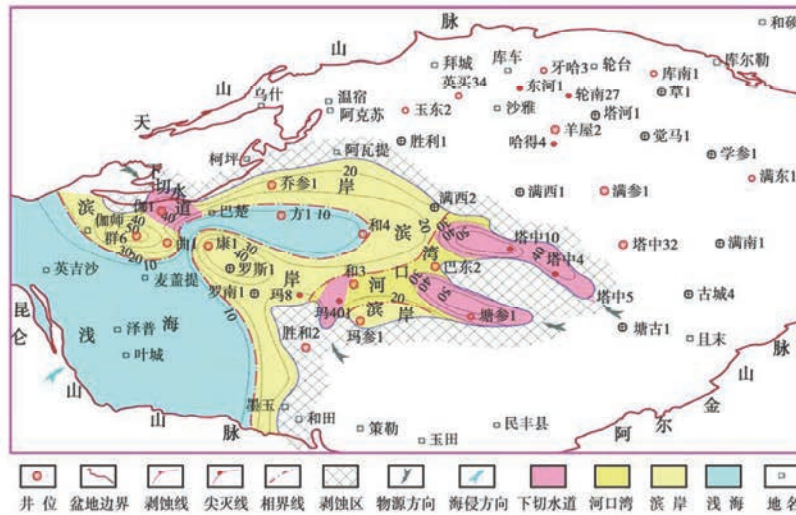


图 6 东河砂岩第 1—2 期沉积岩相古地理图

Fig. 6 The lithofacies paleo-geography of the first and second depositional periods of Donghe sandstone

第 3 期东河砂岩相对分布较广,在巴楚凸起、塔中凸起和塔北隆起均有分布,乔参 1、塔中 4—塔中 10、东河 1 和草 1 井区厚度为 30~ 50 m,沉积相以滨岸相为主,岩相以浅灰色板状交错层理和低角度斜层理细砂岩为主。其中,乔参 1、胜利 1、东河 1、塔中 4—塔中 10 井区为前滨亚相,岩相以浅灰色厚层细砂岩为主;玛 8、巴东 2、满西 2 井区为临滨亚相,岩相以浅灰色细砂岩夹薄层泥岩为主;和 4 井区为远滨亚相,岩相以灰绿色泥岩夹薄层细砂岩和粉砂岩为主;草 1 井区发育下切水道,岩相以砂砾岩和细砂岩为主。伽 1 井—方 1 井—和 4 井—罗南 1 井一线的西南地区为浅海相。第 3 期东河砂岩物源主要来自塔北隆起,海侵来自西南方向(图 7)。

第 4 期东河砂岩沉积期海平面相对平稳,砂体沉

积表现为加积型,分布范围与第 3 期相似,但砂岩沉积发生迁移。第 4 期东河砂岩较大厚度分布区主要位于塔北隆起地区,厚度为 20~ 30 m,沉积环境以滨岸为主,岩相以浅灰色低角度斜层理细砂岩为主。另外,草 2 井区发育河口湾下切水道砂砾岩;和 4—方 1 井区以西为浅海相,岩相以灰绿色泥岩夹薄层粉砂岩为主。第 4 期东河砂岩物源主要来自塔北隆起和塔中凸起(图 8),海侵来自盆地西南方向。

第 5 期东河砂岩是最大海泛期沉积形成的产物,分布范围比较局限,主要分布于塔北隆起的局部地区和塔东凸起局部地区,厚度为 20~ 40 m,以滨岸和浅海相为主,滨岸相沉积为浅灰色板状交错层理和冲洗层理细砂岩,浅海相沉积为灰绿色泥岩。第 5 期砂体物源主要来自塔北隆起,海侵来自盆地西南方向(图 9)。

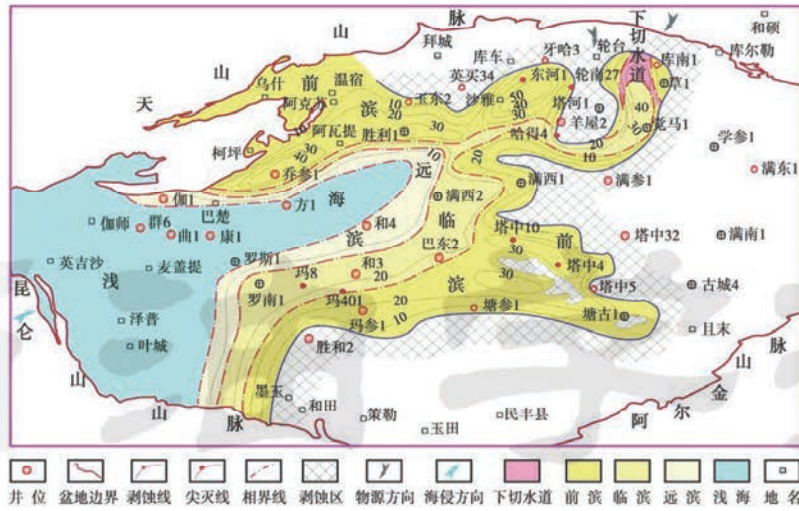


图7 东河砂岩第3期沉积岩相古地理图

Fig.7 The lithofacies paleo-geography of the third depositional period of Donghe sandstone

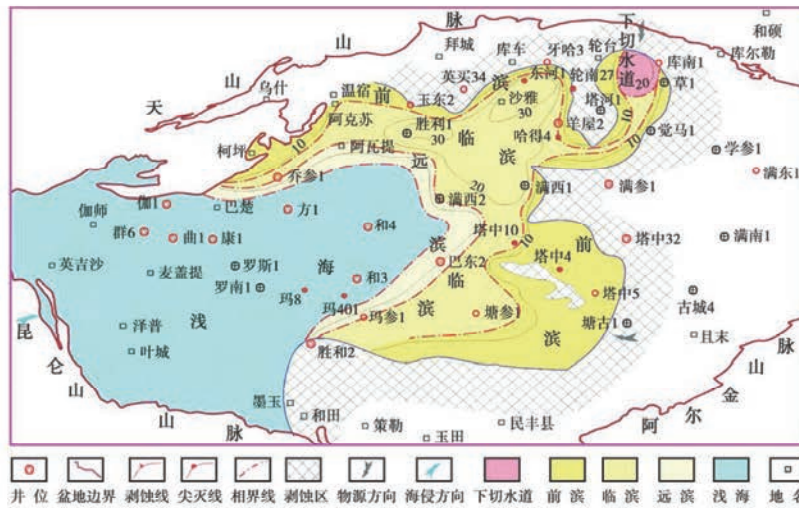


图8 东河砂岩第4期沉积岩相古地理图

Fig.8 The lithofacies paleo-geography of the fourth depositional period of Donghe sandstone



图9 东河砂岩第5期沉积岩相古地理图

Fig.9 The lithofacies paleo-geography of the fifth depositional period of Donghe sandstone

### 3 油气勘探意义

东河砂岩是一套晚泥盆世—早石炭世穿时的岩石地层单元,是海侵背景下沉积的砂体。随海平面上升,东河砂岩从盆地西南方向沿麦盖提斜坡、巴楚凸起、塔中凸起和塔北隆起退积,古隆起和古凸起控制了砂体的沉积和展布。不同地区东河砂岩发育的期次、沉积特征和成藏条件不同,因此,其油气藏类型也不相同,须针对不同地区的东河砂岩采取不同的勘探对策。

(1) 鉴于东河砂岩的分区域性,麦盖提斜坡、巴楚凸起主要勘探第1期、2期东河砂岩;塔中凸起主要勘探第2期、3期;塔北隆起区勘探第3期、4期、5期;塔东凸起区勘探第5期。

(2) 麦盖提斜坡和巴楚凸起地区两次海侵形成了2套良好的储盖组合,储层性质以低孔低渗为主,具有形成良好地层超覆圈闭的地质条件。

(3) 塔中凸起地区下石炭统下段泥岩超覆在塔中第3期东河砂岩上,具备了发育地层超覆圈闭和河口湾下切水道岩性尖灭圈闭的地质条件,在塔中地区应重视地层超覆和岩性地层圈闭油气藏的勘探。

(4) 塔北地区东河砂岩超覆在古隆起上,发育分布较广且厚度较大的滨岸砂体,且深大断裂发育,有形成地层超覆和构造圈闭油气藏的地质条件。

#### 参 考 文 献

- [1] 翟光明,何文渊.塔里木盆地石油勘探实现突破的重要方向[J].石油学报,2004,25(1):1-7.  
Zhai Guangming, He Wenyuan. An important petroleum exploration region in Tarim Basin[J]. Acta Petrolei Sinica, 2004, 25(1): 1-7.
- [2] 贾承造.中国塔里木盆地构造特征与油气[M].北京:石油工业出版社,1997:205-232.  
Jia Chengzao. The structural character and hydrocarbon reservoirs of Tarim Basin in China[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1997: 205-232.
- [3] 康玉柱.中国塔里木盆地石油地质文集[M].北京:地质出版社,1996:3-4.  
Kang Yuzhu. The collection of essays on petroleum geology of Tarim Basin[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1996: 3-4.
- [4] 王秋明,张纪易.塔里木盆地四十年油气勘探的回顾与展望:塔里木盆地油气勘探论文集[M].乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1992:1-16.  
Wang Qiuming, Zhang Jiyi. A review and prospect of hydrocarbon exploration of forty years in Tarim Basin: The collection of essays on hydrocarbon exploration in Tarim Basin[M]. Urumqi: Xinjiang Science, Technology and Sanitation Publishing House, 1992: 1-16.
- [5] 赵治信.塔里木盆地覆盖区井下石炭纪—早二叠世生物群及地层划分[M].北京:科学出版社,1996:1-7.  
Zhao Zhixin. The Carboniferous—the Early Permian biota and stratigraphical division in coverage area of Tarim Basin[M]. Beijing: Science Press, 1996: 1-7.
- [6] 赵治信,白顺良.塔里木盆地—石炭系界线化学—生物地层学对比[M]//李茂松.岩石圈地质科学:(四).北京:地震出版社,1996:94-100.  
Zhao Zhixin, Bai Shunliang. The chemistry-biotic stratigraphical correlation on the boundary of the Devonian-Carboniferous in Tarim basin[M]//Li Maosong. Lithospheric geoscience: IV. Beijing: Earthquake Publishing House, 1996: 94-100.
- [7] 朱怀诚,张师本,罗辉,等.塔里木盆地泥盆系—石炭系界线研究新进展[J].地层学杂志,2000,24(增刊):370-372.  
Zhu Huaicheng, Zhang Shibei, Luo Hui, et al. New advances in the study of the Devonian-Carboniferous boundary in the Tarim Basin[J]. Journal of Stratigraphy, 2000, 24 (Supplement): 370-372.
- [8] 刘静江.塔中45井泥盆纪鱼类化石的发现及东河砂岩的时代[J].新疆石油地质,1998,19(2):140.  
Liu Jingjiang. Discovery of Devonian fish fossil in Well Tazhong 45 and age of "Donghe Sandstone"[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 1998, 19(2): 140.
- [9] 朱怀诚,罗辉,王启飞,等.论塔里木盆地“东河砂岩”的地质时代[J].地层学杂志,2002,26(3):197-201.  
Zhu Huaicheng, Luo Hui, Wang Qifei, et al. The age of the Donghe sandstone in the Tarim Basin[J]. Journal of Stratigraphy, 2002, 26(3): 197-201.
- [10] 丁道桂,汤良杰.塔里木盆地形成与演化[M].南京:河海大学出版社,1996:243-244.  
Ding Daogui, Tang Liangjie. Formation and evolution of the Tarim Basin[M]. Nanjing: Hohai University Press, 1996: 243-244.
- [11] 申银民,孙玉善,顾桥元,等.塔里木盆地哈得逊地区下石炭统薄层砂体沉积层序与砂体预测[J].石油勘探与开发,2005,32(2):43-45.  
Shen Yinmin, Sun Yushan, Gu Qiaoyuan, et al. Lower Carboniferous sediment sequence and sandbody forecasting in Hade area, Tarim Basin[J]. Petroleum Exploration and Development, 2005, 32(2): 43-45.
- [12] 杨松岭,高增海,赵秀岐.塔里木盆地东河砂岩层序特征与分布规律[J].新疆石油地质,2002,23(1):35-37.  
Yang Songling, Gao Zenghai, Zhao Xiuqi. The characteristic and distribution of Donghe Sandstone sequences in Tarim Basin[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2002, 23(1): 35-37.
- [13] 朱如凯,罗平,罗忠.塔里木盆地晚泥盆世及石炭纪岩相古地理[J].古地理学报,2002,4(1):13-24.  
Zhu Rukai, Luo Ping, Luo Zhong. Lithofacies palaeogeography of the Late Devonian and Carboniferous in Tarim Basin[J]. Journal of Palaeogeography, 2002, 4(1): 13-24.
- [14] 朱筱敏,张强,吕雪雁,等.塔里木盆地塔北与塔中地区东河砂岩段沉积特征对比[J].中国地质,2005,32(4):648-654.  
Zhu Xiaomin, Zhang Qiang, Lyu Xueyan, et al. Comparison of the sedimentary characteristics of the Donghe sandstone section between the Tabei and Tazhong areas, Tarim Basin[J]. Geology in

- China, 2005, 32(4): 648-654.
- [15] 陈国俊, 王志勇, 薛莲花, 等. 塔里木地区石炭纪沉积序列与海平面变化[J]. 新疆地质, 2000, 18(2): 141-147.  
Chen Guojun, Wang Zhiyong, Xue Lianhua, et al. Sedimentary sequence and the sea level changing of Carboniferous in Tarim region[J]. Xinjiang Geology, 2000, 18(2): 141-147.
- [16] 陈新军, 谢其山, 邢作云, 等. 塔中地区石炭系层序地层分析与沉积相研究[J]. 新疆地质, 2004, 22(2): 187-190.  
Chen Xinjun, Xie Qishan, Xing Zuoyun, et al. Sequence stratigraphy analysis and study on sedimentary facies of Carboniferous in Central Tarim Basin [J]. Xinjiang Geology, 2004, 22(2): 187-190.
- [17] 郭建华, 曾允孚, 翟永红, 等. 塔中地区石炭系东河砂岩层序地层研究[J]. 沉积学报, 1996, 14(2): 56-64.  
Guo Jianhua, Zeng Yunfu, Zhai Yonghong, et al. Research on sequence stratigraphy of Carboniferous Donghe sandstone in Central Tarim Basin[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1996, 14(2): 56-64.
- [18] 顾家峪, 张兴阳, 郭彬程. 塔里木盆地东河砂岩沉积和储层特征及综合分析[J]. 古地理学报, 2006, 8(3): 285-294.  
Gu Jiayu, Zhang Xingyang, Guo Bincheng. Characteristics of sedimentation and reservoir of the Donghe Sandstone in Tarim Basin and their synthetic analysis [J]. Journal of Palaeogeography, 2006, 8(3): 285-294.
- [19] 郭建华, 吴智勇, 翟永红, 等. 塔中4井区东河砂岩段中的河口湾沉积[J]. 江汉石油学院学报, 1995, 17(4): 5-11.  
Guo Jianhua, Wu Zhiyong, Zhai Yonghong, et al. Estuary sedimentary system of Carboniferous Donghe Sand in Tazhong 4 Well Area [J]. Journal of Jiangnan Petroleum Institute, 1995, 17(4): 5-11.
- [20] 蒋裕强, 王兴志, 周新源, 等. 和田河气田石炭系沉积相特征与演化[J]. 石油与天然气地质, 2001, 22(4): 342-346.  
Jiang Yuqiang, Wang Xingzhi, Zhou Xinyuan, et al. Characteristics and evolution of Carboniferous sedimentary facies in Hetian River Gasfield [J]. Oil and Gas Geology, 2001, 22(4): 342-346.
- [21] 吴因业, 顾家裕, Cedric G, 等. 塔里木盆地满西区块强制海退体系域沉积模式[J]. 石油学报, 2003, 24(4): 21-25.  
Wu Yinye, Gu Jiayu, Cedric G, et al. Depositional model for forced regressive systems tract of Manxi Block in Tarim Basin [J]. Acta Petrolei Sinica, 2003, 24(4): 21-25.
- [22] 齐永安, 李凯琦. 塔里木盆地晚泥盆世东河塘组河口湾相遗迹化石[J]. 古生物学报, 2003, 42(2): 277-283.  
Qi Yong'an, Li Kaiqi. Trace fossils from estuarine facies of Donghetang Formation (Upper Devonian), Tarim Basin [J]. Acta Palaeontologica Sinica, 2003, 42(2): 277-283.
- [23] 王招明, 田军, 申银民, 等. 塔里木盆地晚泥盆世一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.
- [24] 张惠良, 张荣虎, 李勇, 等. 塔里木盆地群苦恰克地区泥盆系东河塘组下段储层特征及控制因素[J]. 新疆地质, 2006, 24(4): 412-417.  
Zhang Huiliang, Zhang Ronghu, Li Yong, et al. Characteristic and control factor of the Lower Donghetang Group reservoir of the Devonian in Qunkuqiak area, the Tarim basin [J]. Xinjiang Geology, 2006, 24(4): 412-417.
- [25] 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.

(收稿日期 2008-12-02 改回日期 2009-03-18 编辑 王 秀)

(上接第 834 页)

- Bao Jianping, Zhu Cuishan, Ni Chunhua. Distribution and composition of biomarkers in crude oils from different sags of Beibuw an Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2007, 25(4): 646-652.
- [6] 王培荣, 张大江, 宋孚庆, 等. 区分渤中坳陷三套烃源岩的地球化学参数组合[J]. 中国海上油气, 2004, 16(3): 14-17.  
Wang Peirong, Zhang Dajiang, Song Fuqing, et al. The comprehensive geochemical parameters for distinguishing three sets of source rock in Bozhong Depression [J]. China Offshore Oil and Gas, 2004, 16(3): 14-17.
- [7] 李素梅, 庞雄奇, 金之钧. 八面河地区原油、烃源岩中甾类化合物的分布特征及其应用[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2002, 27(6): 711-717.  
Li Sumei, Pang Xiongqi, Jin Zhijun. Distribution and significance of steroids in Bامianhe Oilfield, East China [J]. Earth Science: Journal of China University of Geosciences, 2002, 27(6): 711-717.
- [8] Van Aarssen B G K, Cox H C, Hoogendoorn P, et al. A cadinene biopolymer in fossil and extant dammar resins as a source for cadinanes and bicadinanes in crude oils from South East Asia [J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1990, 54: 3021-3031.
- [9] Zhang Shuichang, Liang Digang, Gong Zaisheng, et al. Geochemistry of petroleum systems in the eastern Pearl River Mouth Basin: Evidence for mixed oils [J]. Organic Geochemistry, 2003, 34(7): 971-991.
- [10] 龚再升, 李思田. 南海北部大陆边缘盆地油气成藏动力学研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2004.  
Gong Zaisheng, Li Sitian. Dynamic research of oil and gas accumulation in northern marginal basins, South China Sea [M]. Beijing: Science Press, 2004.

(收稿日期 2009-04-26 改回日期 2009-05-16 编辑 熊 英)