

文章编号: 1000-0550(1999)03-0430-05

# 库车坳陷中生界三种类型三角洲的比较研究

李维锋<sup>1</sup> 高振中<sup>1</sup> 彭德堂<sup>1</sup> 王成善<sup>2</sup>

1(江汉石油学院 湖北荆州 434102) 2(成都理工学院 成都 610059)

**摘要** 库车坳陷中生代呈北陡南缓的箕状,其内连续沉积了一套厚度巨大的冲积—湖泊碎屑沉积体。湖缘扇三角洲、辫状河三角洲及曲流河三角洲非常发育,它们的特征清楚、区别明显:(1)扇三角洲为突发的、瞬时的灾变事件产生的重力流沉积与间灾变期正常牵引流沉积交替进行,并以重力流沉积占主导地位,其平原亚相类似于冲积扇沉积,河道砂体呈透镜状,厚度小、变化大。(2)辫状河三角洲为正常的河流牵引流沉积,通常受到湍急洪水控制,为季节性沉积作用产物,平原亚相类似于辫状河沉积;河道沉积发育,砂体总体呈层状,内部由若干个下粗上细的河道砂岩透镜体相互叠置而成,交错层发育,尤以侧积交错层异常发育为特征,岩性以颗粒支撑的砂砾岩为主。(3)曲流河三角洲为正常的河流牵引流沉积,沉积物输入量为相对连续的终年河流的产物,平原亚相类似于曲流河沉积;河道砂体呈层状,交错层发育,类型丰富。当然,这三种类型三角洲之间亦存在着密不可分的内在联系,不仅同一时期内可以并存,而且随着地质历史的演化可相互转化。

**关键词** 扇三角洲 辫状河三角洲 曲流河三角洲 中生界 塔里木盆地 库车坳陷

**第一作者简介** 李维锋 男 1960年出生 副教授 沉积学

**中图分类号** P512.2 **文献标识码** A

## 1 区域地质概况

库车坳陷位于塔里木盆地北部,呈东西向展布,南界在库—阿公路一线附近,北界为天山南部山麓,东西长410 km,南北宽30~80 km,面积约1.6万km<sup>2</sup>(图1)。进入中生代,海水退出,塔里木盆地转入内陆盆地发展的新时期,其地形基本上继承了海西运动所形成的南北隆拗相间、东西分块的格局,整个盆地由三个隆起带和四个坳陷带组成,库车坳陷是塔盆最北部的坳陷。中生代,库车坳陷呈北陡南缓的箕状,其内连续沉积了一套厚达数千米的冲积—湖泊碎屑沉积体,其中,湖泊三角洲很发育。这里所指的三角洲不仅包括曲流河入湖在岸边形成的曲流河三角洲(正常三角洲或细粒三角洲<sup>[1][2]</sup>),而且包含两种富含砂、砾的粗碎屑三角洲,即扇三角洲和辫状河三角洲。扇三角洲主要分布在下三叠统中,白垩系有零星分布;辫状河三角洲主要分布在中、下三叠统及中、下侏罗统中,其它地层中有零星分布;曲流河三角洲主要分布在上三叠统、上侏罗统及白垩系中。由于这三类三角洲的成因不同,沉积体差异明显,本文通过对这三种三角洲特征的比较研究,

指出它们间的区别与内在联系,并对其含油气性进行讨论。

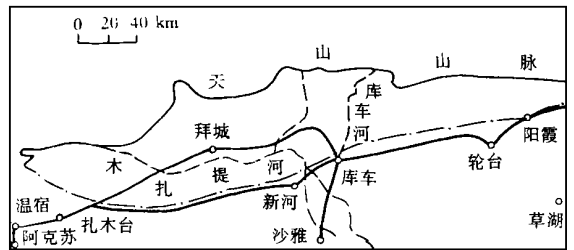


图1 库车坳陷交通位置图

Fig. 1 Sketch map of traffic and location of Kuche Depression

## 2 各类三角洲沉积特征的比较研究

研究区湖泊三角洲与海洋三角洲相似,可分出平原、前缘及前三角洲三部分,并据沉积特征可分出若干沉积类型(表1)。

### 2.1 三角洲平原

三角洲平原往往反映了三角洲的成因类型,因此,它是区分扇三角洲、辫状河三角洲和曲流河三角洲的最重要的基础<sup>[2]</sup>。

2.1.1 扇三角洲平原

研究区扇三角洲是冲积扇从邻近高地直接进积到湖泊水体中而形成。其平原部分类似于冲积扇沉积, 由碎屑流沉积、短暂的扇上分流河道沉积及漫流沉积组成, 其中以碎屑流沉积物为主(图 2)。碎屑流沉积物为灰紫色、褐紫色的块状砾岩, 砾石含量在 40% 以上, 分选差, 大小不等, 最大达 15cm × 30cm, 呈次棱角状, 且随着砾径变小, 其圆度变差。砾岩多为杂基支撑, 砾石呈悬浮状杂乱地分布在泥质及不等粒砂级颗粒组成的基质中。扇上分流河道沉积由砾岩、含砾砂岩及砂岩组成, 砂体呈下粗上细的透镜状分布于碎屑流沉积物中, 单层厚度多在 0.5 m 以下, 见大中型交错层理。漫流沉积由中—厚层状细砂岩、粉砂岩夹簿层状泥岩组成, 局部出现含砾砂岩; 砂体成层性好, 平面分布较稳定, 砂岩的结构成熟度和成分成熟度低, 仍具有快速堆积的特点。

表 1 三角洲相、亚相及微相类型表

Table 1 Classification of delta facies subfacies and microfacies

相	亚相	微相
扇三角洲相	扇三角洲平原	碎屑流沉积及扇上分流河道沉积
	扇三角洲前缘	水下重力流沉积、水下分流河道沉积、河口砂坝及远砂坝
	前扇三角洲	前扇三角洲泥
辫状河三角洲相	辫状河三角洲平原	辫状河道沉积及堤岸沉积
	辫状河三角洲前缘	水下分流河道沉积、分流河道间沉积、河口砂坝及远砂坝
	前辫状河三角洲	前辫状河三角洲泥
曲流河三角洲相	曲流河三角洲平原	分流河道沉积、天然堤及河漫沉积
	曲流河三角洲前缘	水下分流河道沉积、支流间湾沉积、河口砂坝及远砂坝
	前曲流河三角洲	前三角洲泥

2.1.2 辫状河三角洲平原

研究区辫状河三角洲是辫状河进积到湖泊中而形成, 其平原部分类似于辫状河沉积, 由辫状河道及堤岸沉积组成, 其中占主导地位的是辫状河道沉积(图 3)。辫状河道沉积物较粗, 为砾岩、含砾砂岩及

砂岩组成向上变细的砂岩透镜体, 其中主体为含砾砂岩, 单一砂岩透镜体的最大厚度从 0.5 ~ 5 m 不等, 横向延伸数米即变薄尖灭。纵向上, 砂岩透镜体相互叠置成厚度巨大(达数十米)的砂体。砂体中见

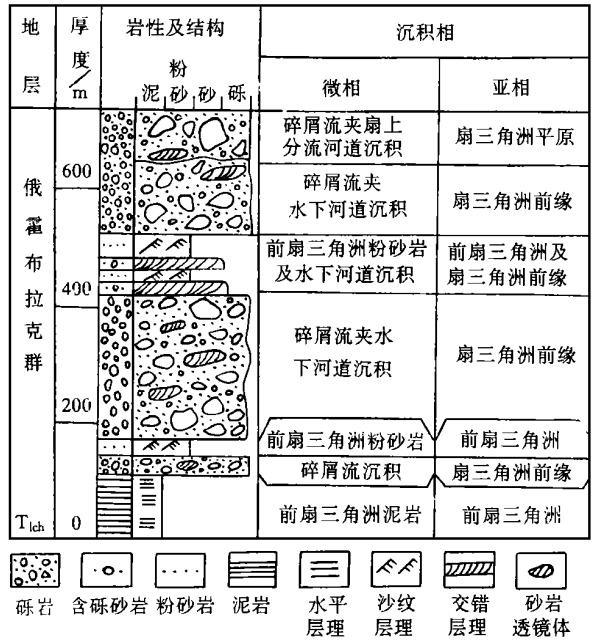


图 2 库车坳陷克拉苏扇三角洲沉积层序

Fig. 2 Sedimentary sequence of fan-delta of Kelasu in Kuche Depression

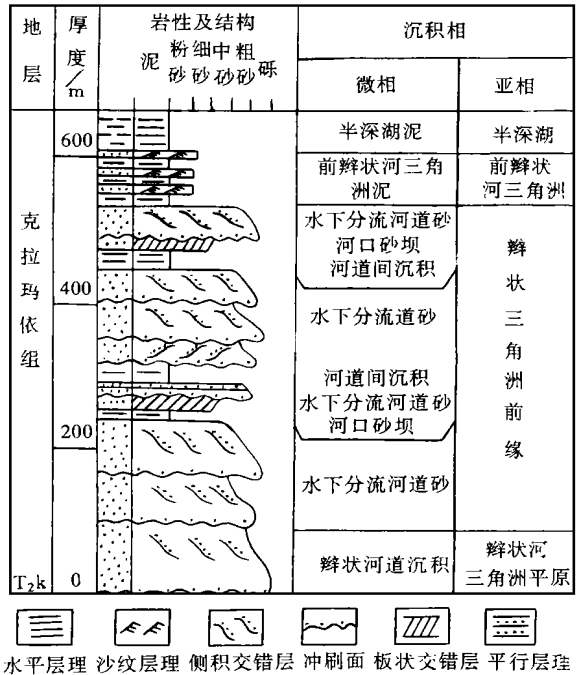


图 3 库车坳陷库车河辫状河三角洲沉积层序

Fig. 3 Sedimentary sequence of braided-river delta of Kuchehe in Kuche Depression

冲刷面构造、平行层理及大、中型交错层理,此外,普遍发育河道砂坝侧向迁移加积而形成的“侧积交错层”<sup>[3]</sup>。堤岸沉积为洪水期水体漫越河道,在河道两侧积水洼地中沉积的细粒物质,主要由粉砂岩和泥岩组成,因河道砂坝的不断迁移、侵蚀破坏,使其多呈透镜状或藕节状断续展布。

### 2.1.3 曲流河三角洲平原

研究区曲流河三角洲由曲流河进积到湖泊水体中而形成。其平原部分类似于曲流河沉积,由分流河道、堤岸及河漫沉积物构成多个向上变细的层序,二元结构的粒序旋回清楚,层理构造发育,且在单一层序中层理规模向上变小。平原沉积物总体较细,粒级多在中、细砂级以下,堤岸沉积的粉砂岩及泥岩中见姜状钙质结核。

从上述平原特征可看出,三类三角洲区别明显。扇三角洲平原类似于冲积扇沉积,以突发性、瞬时的灾变事件产生的重力流沉积与间灾变期正常沉积交替进行的,并以碎屑流沉积占绝对优势,沉积物粒度普遍很粗,以砾岩为主,缺乏大规模的床沙迁移所形成的交错层,岩相纵横方向变化大,延伸不远。辫状河三角洲平原沉积类似于辫状河沉积,通常受到湍急洪水控制,为季节性沉积作用,属牵引流成因,以辫状河道沉积为主,虽然岩性较粗,绝大部分由砂砾岩组成,但岩石中泥质杂基含量极少,颗粒支撑,砂体由多个向上变细的砂岩透镜体相互叠置而成,砂体中侧积交错层极发育,大、中型交错层理亦常见,岩相横向分布稳定,砂体分布范围广。曲流河三角洲平原类似于曲流河沉积,沉积物输入量为相对连续的终年河流的产物,沉积体由多个向上变细的、二元结构清楚的层序组成,单一层序横向延伸长,分布稳定,岩层中层理构造丰富,岩性较前两种三角洲平原细,以中、细砂级以下沉积物为主。

## 2.2 三角洲前缘

### 2.2.1 扇三角洲前缘

扇三角洲前缘沉积继承了陆上平原沉积的特点,即以灾变性事件形成的碎屑流进入湖盆后继续向下运动形成水下重力流沉积为主,而水下分流河道、河口砂坝及远砂坝沉积仅局部可见(图 2)。水下重力流沉积主要为碎屑流沉积物,局部出现高密度浊流沉积。碎屑流沉积物由块状砾岩组成,填隙物主要为不等粒砂级颗粒,泥质含量明显低于平原碎屑流成因的砾岩。高密度浊流由细砾岩、含砾砂岩及砂岩组成,见粗尾递变的正粒序、平行层理及板

状交错层理。水下分流河道为扇上分流河道在水下的延伸,由灰色、灰绿色砾岩、砂岩组成向上变细的层序,砂体呈透镜状夹于水下重力流沉积物中。河口砂坝偶见,常为粉、细砂岩组成向上变粗层序或粉、细砂岩的互层。

### 2.2.2 辫状河三角洲前缘

辫状河三角洲前缘由水下分流河道沉积、分流河道间沉积、河口砂坝及远砂坝组成,其中水下分流河道沉积为前缘的主体(图 3)。水下分流河道是平原环境中辫状河道入湖后在水下的延续部分,由砂、砾岩组成向上变细的透镜体,主体为中、粗粒砂岩,岩石中泥质杂基含量极少,多在 5% 以下,呈颗粒支撑,单一水下分流河道砂岩透镜体最大厚度为 0.5~2 m,少数可达 5 m,横向延伸数米即迅速变薄尖灭,纵向上若干砂岩透镜体相互叠置组成厚度较大的砂体(图 3);砂体中侧积交错层极发育,为主要的沉积构造类型,此外,平行层理、冲刷充填构造等亦常见。分流河道间沉积由粉砂岩和泥岩组成,由于水下分流河道迁移频繁,河道间沉积物往往受到侵蚀破坏,多以大小不等的透镜体出现在河道砂体中。河口砂坝局部可见,多由中、细粒砂岩(局部为含砾砂岩)组成向上变粗层序,见平行层理,中、小型交错层理。远砂坝由薄层状粉、细砂岩组成,平面分布稳

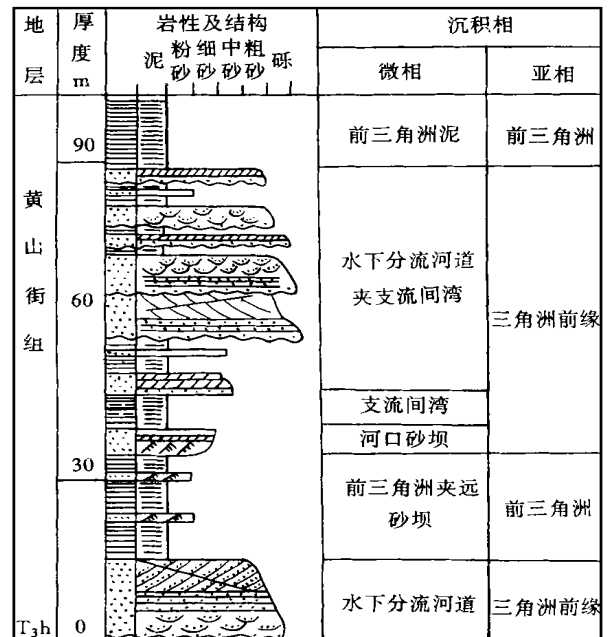


图 4 库车拗陷库车河曲流河三角洲水下部分沉积层序(图例同图 2、3)

Fig. 4 Subaqueous sedimentary sequence of meandering river delta of Kuchehe in Kuche Depression

定, 见浪成沙纹层理。

### 2.2.3 曲流河三角洲前缘

曲流河三角洲前缘由水下分流河道沉积、支流间湾沉积、河口砂坝及远砂坝组成, 主体为水下分流河道及河口砂坝沉积(图 4)。水下分流河道沉积以中、细粒砂岩为主, 含粉砂岩, 它们组成向上变细层序, 见植物茎干化石及炭屑, 长条形茎干化石顺层面分布; 砂体呈板状, 平面分布稳定。河口砂坝多为粉、细砂岩组成下细上粗层序, 见浪成沙纹层理。

上述研究表明, 研究区各类三角洲的前缘部分差异明显。扇三角洲前缘继承了平原的沉积特点, 由灾变事件形成的碎屑流进入湖盆后继续向下运动而形成的水下重力流沉积为主, 主体岩性为块状砾岩; 水下分流河道及河口砂坝沉积不发育, 且多呈透镜状分布在碎屑流沉积体中。辫状河三角洲前缘以水下分流河道沉积为主, 主体岩性为中、粗粒砂岩, 岩石中泥质杂基含量极低, 一般在 5% 以下; 砂体中主要沉积构造为侧积交错层, 砂体呈下粗上细的透镜状, 并在纵向上相互叠置成厚度较大的砂体。曲流河三角洲前缘岩性明显细于前两类三角洲, 以中、细砂级以下为主; 粉、细砂岩组成的河口砂坝普遍可见, 水下分流河道砂体成层性好、分布稳定, 层理类型亦丰富。

### 2.3 前三角洲沉积

研究区三类三角洲的前三角洲沉积相似, 以泥质沉积物为主。然而, 由于扇三角洲和辫状河三角洲前缘沉积物堆积迅速, 沉积体极不稳定, 很易形成重力流沿前缘斜坡运动到前三角洲泥质沉积物中堆积下来, 常见的有碎屑流沉积、液化流沉积及浊流沉积。

## 3 各类三角洲之间的区别与联系

通过上述三角洲沉积特征的比较与研究, 研究区扇三角洲、辫状河三角洲及曲流河三角洲的沉积特征差异明显, 见表 2。然而, 这三种三角洲之间又是相互联系的, 随着地质历史的发展及沉积环境的变化可相互转化。早三叠世, 库车拗陷为强烈的深陷期, 周缘断裂构造发育, 湖盆与高山相邻, 地形陡峭, 这时, 边缘广泛发育冲积扇直接入湖形成的扇三角洲。以后, 断裂活动逐渐减弱, 地形相对变缓, 盆缘开始广泛发育辫状河三角洲。随着地形进一步变缓, 物源区后退, 辫状河三角洲沉积又转化为曲流河三角洲沉积(图 5)。当然, 亦可出现曲流河三角洲

向辫状河三角洲及扇三角洲方向的转化。而同一时期内不同的三角洲类型可以并存(图 6), 它们出现的位置取决于拗陷边缘的构造性质、物源区的远近及地形等因素。

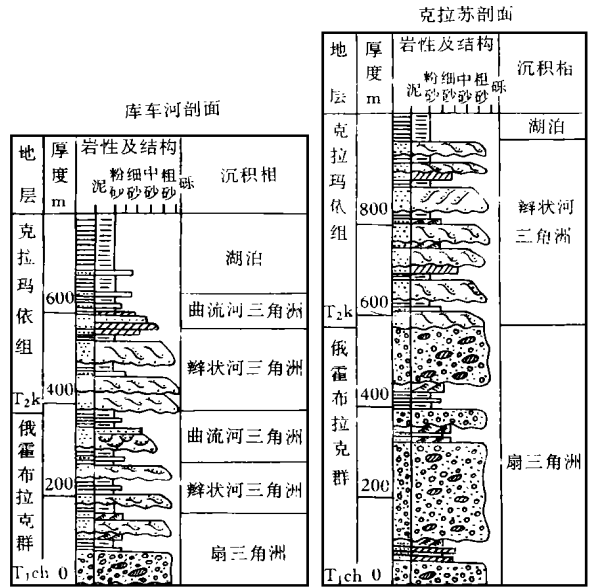


图 5 库车拗陷沉积相柱状图(图例同图 2.3)

Fig. 5 Column of sedimentary facies in Kuche Depression

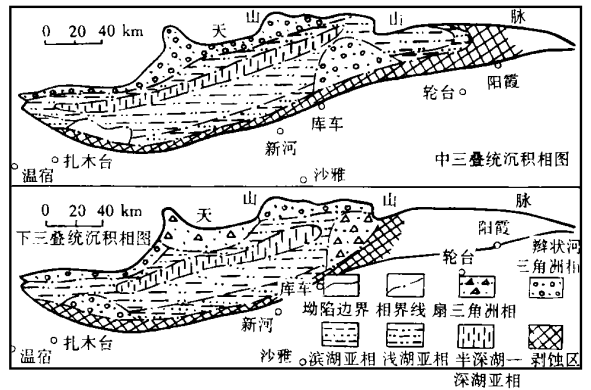


图 6 库车拗陷中、下三叠统沉积相图

Fig. 6 Sedimentary facies of Middle, Lower Triassic in Kuche Depression

## 4 含油气意义

前述研究可看出, 库车拗陷中生界三类三角洲沉积体中以辫状河三角洲的油气储集性能最佳, 表现为: (1) 辫状河三角洲以辫状河道砂体及水下分流河道砂体为主, 沉积物主要为中粗砂及含砾砂, 泥质杂基含量极少, 原生孔隙十分发育。(2) 水下分流河

表 2 扇三角洲、辫状河三角洲和曲流河三角洲沉积特征对比表

Table 2 Contrast of sedimentary characteristics of fan delta, braided-river delta and meandering river delta

类 型	扇三角洲	辫状河三角洲	曲流河三角洲
沉积特点	突发的、瞬时的灾变事件产生的重力流沉积与间灾变期正常牵引流沉积交替进行, 并以重力流沉积占主导地位	主要为正常的河流牵引流沉积, 通常受到湍急洪水控制, 为季节性沉积作用, 以河道沉积占主导地位	为正常的河流牵引流沉积, 沉积物输入量为相连续的终年河流的产物
平原亚相特征	类似于冲积扇沉积	类似于辫状河沉积	类似于曲流河沉积
河道砂体	透镜状, 厚度小, 变化大	总体呈层状, 内部由若干个下粗上细的砂岩透镜体相互叠置而成	呈层状, 沉积物显下粗上细层序
沉积构造	块状构造为主	交错层发育, 尤以侧积交错层异常发育为特色	交错层发育, 类型丰富
岩石类型	砂岩、砾岩为主, 多为杂基支撑	砂岩、含砾砂岩为主, 颗粒支撑	砂岩、粉砂岩及泥岩, 砂岩为颗粒支撑

道砂体总体厚度大, 一般达数十米, 部分在百米以上 (见图 3)。(3)水下分流河道砂体总体呈层状, 横向稳定, 分布面积大。扇三角洲砂、砾岩体多为杂基支撑, 孔隙度远不如辫状河三角洲发育。而曲流河三角洲砂体虽然成层性好, 孔隙度较发育, 但砂体厚度远小于辫状河三角洲。可以认为, 若遇有合适的构造条件, 辫状河三角洲砂体的含油气前景最为看好, 且稳定分布的砂体可以减少勘探的复杂性, 提高勘探成功率。

## 参 考 文 献

- 1 McPeherson J G, Shanmugam G, M oioia R J. Fan-deltas and braided deltas; varieties of coarse grained deltas [ J ]. Geol. Amer. Bull. 1987, 99: 331 ~ 340
- 2 薛良清, Galloway W E. 扇三角洲、辫状河三角洲与三角洲体系的分类 [ J ]. 地质学报, 1991, 65(2): 141 ~ 153
- 3 李维锋, 高振中, 彭德堂. 侧积交错层—辫状河道的沉积构造类型 [ J ]. 石油实验地质, 1996, 18(3): 298 ~ 302

## Comparative Study of Fan-deltas, Braided-river Deltas and Meandering-river Deltas of Mesozoic Era in Kuche Depression, Tarim Basin

LI Wei-feng<sup>1</sup> GAO Zhen-zhong<sup>1</sup> PENG De-tang<sup>1</sup> WANG Cheng-shan<sup>2</sup>

1(Jiangan Petroleum University, Jingzhou, Hubei 434102) 2(Chendu University of Technology, Chendu 610059)

### Abstract

Kuche Depression, situated in the northern part of Tarim Basin, is a "dustpan" shaped depression with steep slope in north side and gentle slope in the south side in Mesozoic Era. There is a set of hugely thick, alluvial-lake classic deposition system in it. Three types of deltas and they are recognized: fan-deltas, braided-river deltas and meandering-river deltas and they are very abundant in the lake margin. Their characters and distinctions are clear: (1) fan-deltas, formed where an alluvial fan is deposited directly into lake from an adjacent highland, are alternatively deposited by gravity flows sediments, formed by gusty, momentary and catastrophic event, and tractive current sediments, formed between catastrophic events, gravity current sediments are dominant in fan-deltas. Delta plain subfacies are similar to alluvial fan facies, and channel bars take the form of lentiform and their thickness is small and various. (2) braided-river deltas, formed where a braided fluvial system progrades into a lake, are deposited by river tractive current sediments, controlled by torrential

(Continued on page 442)