

文章编号: 1000-0747(2002)06-0025-04

库车坳陷新生界低弯度河三角洲沉积

旷红伟^{1,2}, 高振中², 彭德堂², 刘学峰², 何幼斌²

(1. 中国地质大学(北京); 2. 江汉石油学院)

基金项目: 国家“九五”重点科技攻关项目(96-111-补 2-1)

摘要: 根据观察露头、岩心和分析钻井、测井资料, 识别出塔里木盆地库车坳陷新生界中的低弯度河三角洲沉积。这种新发现的沉积类型是低弯度河进入极浅水湖泊形成的三角洲沉积, 与正常三角洲沉积的区别是砂岩较粗, 与辫状河三角洲沉积的区别是砂岩含量较低, 与扇三角洲沉积的区别是缺少重力流沉积。库车坳陷新生界低弯度河三角洲相的亚相类型主要是三角洲平原亚相和三角洲前缘亚相, 主要砂体类型为三角洲平原分流河道砂体和三角洲前缘水下分流河道砂体, 原生粒间孔隙发育, 渗透性好, 是良好的储集层。低弯度河三角洲沉积以厚层状含砾不等粒砂岩及粉砂岩为主, 单一砂砾岩层由多个正韵律层组成, 厚度多为 1~4m, 底部具大型槽状和中型板状交错层理, 常见侧积交错层理。图 3 表 2 参 14 (旷红伟摘)

关键词: 低弯度河三角洲; 沉积特征; 新生界; 库车坳陷

中图分类号: TE121.3 文献标识码: A

1 概述

库车坳陷是天山褶皱带南麓的前渊坳陷^[1-4], 巨厚的新生界为大套红色碎屑岩系夹膏盐岩, 发育多种类型的较大规模湖成三角洲砂体, 局部出现暗色泥岩和白云岩。作者通过露头和岩心观察, 在库车坳陷新生界共识别出 6 种沉积体系类型, 包括 12 种沉积相、26 种亚相、49 种微相^[5]。其中, 低弯度河三角洲沉积体系是首次被识别出的, 由低弯度河与在极浅水湖泊形成的低弯度河三角洲沉积共同构成, 坳陷中部山前的吉迪克组及西部山前的康村组均发育该体系的沉积。

低弯度河是弯曲度小于 1.5 的河流^[4], 其中辫状指数小于 1 的单河道河流为顺直河, 辫状指数大于 1 的多河道河流为辫状河(据 Rust, 1978); 我国将游荡指数大于 5 的河流划为游荡性河流, 小于 2 的划为非游荡性河流, 2~5 的划为过渡型河流^[5-9]。综合考虑古气候、古地理及沉积物特征, 认为低弯度河可能为游荡性不强的过渡型河流, 发育的地理条件与典型辫状河大致相似, 多见于近源山前地带。

2 沉积相划分依据

库车坳陷大宛齐油田康村组及克拉苏构造一带吉迪克组主要为砂泥岩互层沉积, 岩石类型以褐灰色含砾不等粒砂岩、粗砂岩、细砂岩、粉砂岩和褐红色泥岩为主, 一般砂岩含量为 30% 左右, 泥岩含量大于 60% (见表 1)。作者根据露头及岩心观察研究认为, 康村组除了具有湖成三角洲沉积体系共有的特征之外, 更有

其独特性, 应属低弯度河进入极浅水湖泊形成的三角洲沉积(见图 1)。

表 1 大宛齐油田上第三系康村组砂岩厚度统计表

井号	砂岩累计厚度(m)	占地层厚度比例(%)
DW 1	152	30.5
DW 103	110	33.5
DW 105	101.5	20.5
DW 107	102	28.9
DW 110	83.5	22
DW 111	123.5	25.4
DW 112	114.5	26.8
DW 113	108	22.7
DW 114	101	29.8
DW 115	112.5	24.9

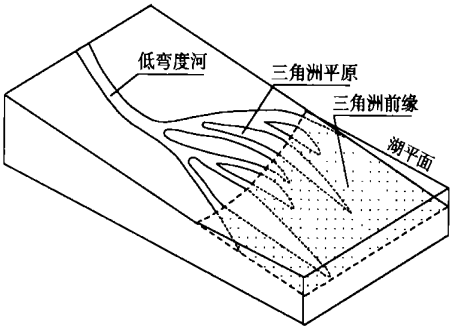


图 1 低弯度河-低弯度河三角洲沉积模式图

康村组砂岩普遍具向上变细层序, 横向变化快; 单砂层薄, 一般 1~2m, 最大 5m。砂岩的成分成熟度低, 主要为岩屑砂岩, 杂基含量少(少于 5%); 结构成熟度

低, 普遍较疏松或中等致密程度, 磨圆度较差, 分选差, 颗粒为点、线状接触, 以孔隙式胶结为主。粉砂岩中杂基含量相对较高(达 10%), 磨圆度差但分选相对较好, 胶结类型为孔隙-基底式, 此类为河流三角洲沉积。绝大多数单砂层具底冲刷面, 发育大—中型前积交错层或侧积交错层^[9], 露头发现的交错层理多往南或南西方向倾斜; 干裂、钙质结核等暴露标志少见, 而水下标志较明显; 粉砂岩中浪成交错层理发育, 泥岩、粉砂岩中生物钻孔和生物扰动普遍存在。此外, 康村组古生物种类单调、化石稀少, 孢粉组合反映植物喜热耐旱, 泥岩普遍呈红色调。根据以上特征认为, 库车坳陷中部山前的吉迪克组及西部山前的康村组应为低弯度河入极浅水湖泊形成的低弯度河三角洲沉积, 以砂岩较粗有别于曲流河三角洲, 以砂岩含量较低有别于辫状河三角洲^[4 9-13], 以缺少重力流沉积有别于扇三角洲^[13 14](见表 2)。

表 2 四种类型三角洲基本特征对比表

对比项目	正常三角洲	低弯度河三角洲	辫状河三角洲	扇三角洲
河道类型	曲流河	低弯度河	辫状河	扇面辫状河
河道稳定性	较稳定	不太稳定	不稳定	极不稳定
流量可变性	较小	较大	大	极大
搬运机制	牵引流为主	牵引流为主	牵引流为主	重力流为主
沉积构造	前积交错层	见侧积交错层	侧积交错层	块状、粒序层理
粒度	细砂	含砾砂	砾、含砾砂	砾、砂质砾
分选	中—好	中—差	中—差	差
杂基	少	少	少	多
砂岩/泥岩	低	低	高	高
河口砂坝、前缘席状砂	发育	不太发育	不发育	极不发育
距物源区	较远	较近	较近	更近

3 沉积微相特征

以康村组沉积为例, 来说明低弯度河三角洲沉积的微相特征。

康村组沉积期大宛齐地区湖水浅, 仅发育三角洲平原(康村组上部)和三角洲前缘(康村组下部)两种沉积亚相, 可进一步划分为 8 种微相。

3.1 三角洲平原亚相

①分流河道微相以褐色、灰褐色及褐灰色厚层状含砾砂岩为主, 细砾岩、粉砂岩次之; 单层厚 1~4m 者居多, 由多个正韵律组成, 单一韵律层厚 0.1~0.8m。砂层底部具大型槽状和中型板状交错层理, 并常见侧

积交错层理^[9]。河道砂体多呈带状展布, 宽数十至数百米。测井响应特征是: 自然电位与自然伽马曲线呈钟形或下部箱形加上部钟形, 异常幅度中到强, 自然电位曲线较光滑, 自然伽马曲线弱齿化(见图 2)。

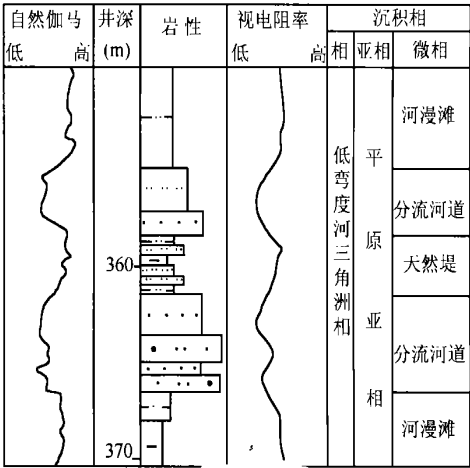


图 2 大宛 106 井康村组低弯度河三角洲平原沉积序列

②河漫滩微相在本区三角洲平原亚相中较为发育, 岩性为褐色、棕色厚层状泥岩、粉砂质泥岩夹中—薄层状泥质粉砂岩。泥岩单层厚约 10m, 层中仅显块状层理, 见有直径 1~5cm 的姜状钙质结核, 部分层面可见干裂痕。泥质粉砂岩单层厚度不到 2m, 见交错纹理及不规则波状层理, 横向分布不太稳定, 呈扁透镜状分布于泥岩中。

③天然堤微相沉积一般厚 2~7m, 由褐色、灰褐色中层状粉砂岩或泥质粉砂岩与褐色及棕色中—薄层状粉砂质泥岩组成, 构成频繁的薄互层。粉砂岩及泥质粉砂岩发育小型交错层理及上叠交错纹理, 部分层面见流水波痕; 粉砂质泥岩则发育水平层理和不规则波状层理, 偶见钙质结核。天然堤沉积横向分布不稳定, 近河道一侧常渐变为河道砂坝沉积, 远离河道一侧则与河漫滩沉积穿插接触。其测井响应特征是: 自然电位、自然伽马曲线低负异常与中等负异常频繁交替出现, 电阻率曲线显示齿化特征(见图 2)。天然堤沉积在本区三角洲平原亚相中不太发育。

④河漫湖微相沉积兼有河漫滩与氧化滨浅湖沉积的特征, 主要发育大套褐色及棕色泥岩、粉砂质泥岩。由于中新世—上新世本区气候干热, 植被发育差, 故河漫湖难以转化为沼泽。河漫湖微相泥岩连续厚度为 10~40m, 仅夹少许薄—中层状泥质粉砂岩, 质纯的泥岩发育水平层理, 而粉砂质泥岩多具块状层理, 泥质粉砂岩发育交错纹理及不规则波状层理。河漫湖微相测井响应特征为: 大套泥岩的自然电位、自然伽马曲线负异常幅度低, 近似直线; 薄层泥质粉砂岩可突出小尖峰,

显示稍高的负异常,但深、浅感应电阻率曲线重叠,显示非渗透层特征。

3.2 三角洲前缘亚相

①水下分流河道微相是三角洲前缘主要微相之一(见图 3),约占三角洲前缘沉积的 35%,其沉积特征与三角洲平原分流河道有诸多共同之处。不同处在于:相邻微相组合不同,水上分流河道与具有暴露标志的河漫滩、天然堤微相相邻,水下分流河道则与具有水下标志的微相(水下天然堤、支流间湾等)相邻;水下分流河道砂岩分选较好,杂基含量相对较少;由于水下分流河道不断侧向迁移,特别有利于侧积交错层理的形成,故侧积交错层理是水下分流河道中最主要、最特征的沉积构造。由于水下分流河道的长距离侧向迁移,其砂体连片分布,横向对比性较好,储集条件十分优越,是油气聚集的有利相带。

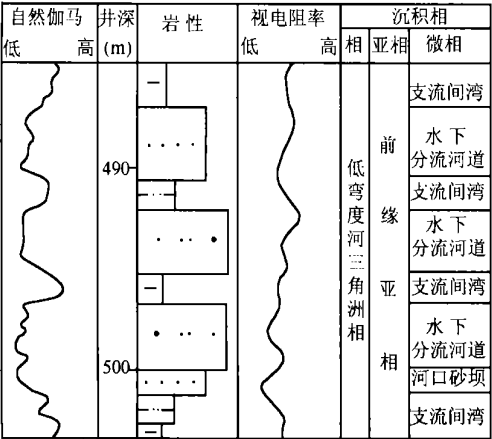


图 3 大宛 111 井康村组低弯度河三角洲前缘沉积序列

②支流间湾微相发育在三角洲前缘,岩性为褐色、棕色的中—厚层状泥岩和粉砂质泥岩夹薄层泥质粉砂岩,与水下分流河道沉积呈互层出现。其岩性特征与三角洲平原中的河漫滩、河漫湖沉积相似,但沉积构造不同,泥质粉砂岩常清晰可见小型浪成交错层理,部分层面发育浪成波痕,普遍发育强烈的生物钻孔及扰动构造,这是划分三角洲前缘亚相的重要标志之一。

③水下天然堤微相是三角洲平原天然堤在水下的延伸部分,其沉积特征是中—薄层粉砂岩与泥岩或粉砂质泥岩组成频繁的薄互层。粉砂岩发育小型交错层理,部分可见小型浪成交错层理,泥岩发育水平层理。沉积构造有别于水上天然堤,缺乏陆上暴露标志。在三角洲前缘,由于河道侧向迁移、侵蚀,水下天然堤沉积不发育。

④河口砂坝微相是三角洲前缘特征明显的微相单元。但中新世—上新世大宛齐地区离物源区较近,湖

水极浅,湖水对河道砂体的改造作用较弱,河口砂坝沉积不太发育,单层厚度不超过 4m,岩性以细砂岩、粉砂岩为主。河口砂坝垂向上往往由粉砂岩至细砂岩组成向上变粗层序,其层理构造由小型交错层理向上变为中型交错层理或平行层理,并常见液化变形层理。河口砂坝的自然电位、自然伽马曲线明显有别于河道沉积,一般呈漏斗形或漏斗形加箱形,个别层出现漏斗形加钟形(见图 3)。

4 沉积相展布及其对油气的意义

在吉迪克组沉积时期,库车坳陷新生界低弯度河三角洲沉积主要分布在直线背斜带中部和南部克拉苏构造带附近,到康村组沉积时已西移到拜城凹陷,大宛齐一带尤为发育。低弯度河三角洲主要砂体类型为低弯度河入湖形成的浅水三角洲分流河道砂体、水下分流河道砂体,河口坝砂体次之。此类三角洲沉积埋藏浅,砂体压实和胶结强度不太高,因此原生粒间孔隙保存好,是良好的储集层,加之砂岩相对较薄、连续性相对较差,其上下泥岩可以封挡油气,形成岩性油气藏,如大宛齐油田就是以康村组低弯度河三角洲砂体作为储集层的古生新储复杂断块岩性油气藏。

参考文献:

[1] 刘志宏,卢华复,贾承造等.库车再生前陆逆冲带造山活动时间、断层滑移速率的厘定及其意义[J].石油勘探与开发,2000,27(1):12-15.
[2] 周兴熙.库车油气系统成藏作用与成藏模式[J].石油勘探与开发,2001,28(2):8-10.
[3] 何宏,郭建华,彭苏萍等.库车前陆盆地三叠系层序地层研究[J].石油勘探与开发,2002,29(3):32-35.
[4] 高振中,郭建华等.库车坳陷中、新生界储层研究及目标评价[R].库尔勒:中国石油塔里木油田;荆州:江汉石油学院,1999.
[5] 顾家裕,方辉,贾进华.塔里木盆地库车坳陷白垩系辫状三角洲砂体成岩作用和储层特征[J].沉积学报,2001,19(4):517-523.
[6] 孙永传.碎屑岩沉积相和沉积环境[M].北京:地质出版社,1985.166-168.
[7] 王随继,倪晋仁,王光谦.古河型演化模式及其影响因素的沉积体系分析[J].石油勘探与开发,2000,27(5):102-105.
[8] 谢庆宾,管守锐,薛培华等.嫩江齐齐哈尔段现代网状河研究[J].石油勘探与开发,2000,27(5):106-108.
[9] 高振中,李维峰,彭德堂.塔里木盆地库车坳陷中生代辫状河三角洲[A].沉积相及岩相古地理学新进展[C].北京:石油工业出版社,1995.355-360.
[10] 邱荣华,李纯菊,郭双亭.泌阳凹陷三类三角洲沉积特征及储集性能[J].石油勘探与开发,1994,21(1):99-105.
[11] 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,1991,63(2):141-152.
[12] 纪友亮,张宏,张立强.祁连盆地木里坳陷上三叠统辫状三角洲沉积模式[J].石油勘探与开发,1998,25(5):30-33.
[13] 赵文朝,赵岩,李胜明.吐哈盆地扇三角洲及油气意义[J].新疆

石油地质, 1999, 19(4): 303-308.

[14] Galbway W E, Hobday D H. Terrigenous clastic depositional systems[M]. New York: Springer-Verlag 1983. 423.

师, 现为 中国地质大学(北京)在职博士研究生, 主要研究方向为储集层沉积学及层序地层学。地址: 中国地质大学(北京), 邮政编码: 100083.

收稿日期: 2002-04-03

修回日期: 2002-08-09

第一作者简介: 旷红伟(1969-), 女, 湖南湘乡人, 江汉石油学院讲 (编辑、绘图 李建国)

The low sinuous river delta system of Cenozoic system in Kuqa depression of Tarim basin

KUANG Hong-wei^{1, 2}, GAO Zhen-zhong², PENG De-tang², LIU Xue-feng², HE You-bin²

(1. China University of Geosciences Beijing 100083, P. R. China; 2. Jiangnan Petroleum Institute, Hubei 434102, P. R. China)

Abstract A new sedimentary system—the low sinuous river delta system was identified by observing many outcrops and rock cores laboratory investigation and analyzing some logging and drilling data in Cenozoic in Kuqa depression, Tarim basin. This delta formed by the low sinuous river flowing into the shallow lake is very different from braided delta, normal delta and fan delta due to its coarser sandstone, the lower sand content and absence of turbidities. The deposits of the low sinuous channel and the subaqueous channel are the main bodies for this type of delta and mainly consist of blocked, non-equal grain size and pebbly sandstones and sandstones. A single sequence is of 1to 4m thick, partly less than 1m, but locally up to 6m, and is made up of many fining-upward rhythms which vary from 0.1 to 0.8m thick and consist of 3 to 4 differential grain-sizes rocks such as pebbly sandstones, coarse sandstones and mid-to fine sandstones upward. Big trough cross-stratifications and mid-planar cross-stratifications are developed on the base of the sandstone-beddings. The lateral accretion cross-beddings are also observed in the sequences. Sandstones with well-developed primary pores and good permeability are excellent reservoirs.

Key words: low sinuous river delta; sedimentary characteristics; Cenozoic; Kuqa depression

关于改换上第三系和下第三系称谓的说明

1999 年第三届全国地层会议通过的《中国地质年代表》中, 将一直沿用的上第三系(晚第三纪)、下第三系(早第三纪)分别改称为新近系(新近纪)、古近系(古近纪), 国内许多报道地质研究的科技期刊已 按此更改了称谓。以下列出新版全球地层表的新生界部分供本刊作者、读者参考。

界(代)	系(纪)			统(世)			阶(期)		
	中文	英文	代号	中文	英文	代号	中文	英文	代号
新生界 (代)	第四系 (纪)	QUANTERNARY	Q	全新统(世)	HOLOCENE	Q ₂			
				更新统(世)	PLEISTOCENE	Q ₁			
	新近系 (纪)	NEOGENE	N	上新统(世)	PLIOCENE	N ₂	格拉斯阶	Gelasian	n ₉
							皮亚森兹阶	Piacenzian	n ₈
							赞克尔阶	Zanclean	n ₇
				中新统(世)	MIOCENE	N ₁	梅新阶	Messinian	n ₆
							托尔通阶	Tortonian	n ₅
							塞拉瓦尔阶	Serravalian	n ₄
							兰哥阶	Langhian	n ₃
							布尔迪加阶	Burdigalian	n ₂
							阿启坦阶	Aquitanian	n ₁
	古近系 (纪)	PALEOGENE	E	渐新统(世)	OLIGOCENE	E ₃	夏特阶	Chattian	e ₉
							鲁培尔阶	Rupelian	e ₈
				始新统(世)	EOCENE	E ₂	普利亚本阶	Priabonian	e ₇
							巴尔通阶	Bartonian	e ₆
							鲁帝特阶	Lutetian	e ₅
							伊普里斯阶	Ypresian	e ₄
				古新统(世)	PALEOCENE	E ₁	坦尼特阶	Thanetian	e ₃
							塞兰特阶	Selandian	e ₂
							丹尼阶	Danian	e ₁

为规范专业术语的使用, 本刊从 2003 年第 1 期起, 将上第三系(晚第三纪)改称新近系(新近纪), 将下第三系(早第三纪)改称古近系(古近纪), 希望本刊作者的来稿中亦如此改称。今后对于仍使用上第三系(晚第三纪)、下第三系(早第三纪)名称的论文, 本刊将一律改为新近系(新近纪)、古近系(古近纪)。第三系(第三纪)作为非正式名称仍可使用。

《石油勘探与开发》编辑部