

文章编号: 1009-3850(2013)03-0010-06

新疆库车坳陷中部新近系 – 第四系沉积演化

谢会文¹, 李 勇¹, 钟大康², 雷刚林¹,

李 鑫³, 杨宪章¹, 饶华文¹, 杨乾霞⁴

(1. 塔里木油田公司勘探开发研究院, 新疆 库尔勒 841000; 2. 中国石油大学(北京), 北京 102249; 3. 振华石油成都北方石油勘探开发技术有限公司, 四川 成都 610500; 4. 青海油田测试公司, 甘肃 敦煌 736202)

摘要: 新疆库车坳陷发育巨厚的新近系 – 第四系沉积物。本文通过考察野外露头、观察岩心和岩屑、分析测井曲线和地震资料, 研究了该沉积层序及其演化规律。库车坳陷新近系吉迪克组及康村组沉积时期为浅水氧化湖泊环境, 自北向南发育扇三角洲-湖泊沉积体系, 为均衡沉积; 新近系库车组 – 第四系广泛发育冲积扇沉积, 自下而上冲积扇的规模不断增大, 代表了盆地填平补齐的过程。库车坳陷新近纪剧烈构造活动期应从库车组末期开始, 第四纪早期构造活动达到最剧烈时期。

关键词: 库车坳陷; 新近系; 沉积相; 冲积扇; 盆地充填

中图分类号: P531

文献标识码: A

新疆库车坳陷新生界地层和沉积的研究主要集中在古近系, 如李维锋^[1]等利用野外露头 and 钻井资料研究库车坳陷新生界的沉积环境。前人的研究主要涉及吉迪克组及其以下层系, 对上覆康村组和库车组的研究比较少, 对第四系的研究更少。大部分学者普遍认为库车坳陷受构造挤压作用的影响, 在新生代表现为逐渐抬升变浅、充填萎缩的湖泊环境, 沉积中心不断向南迁移^[1-5], 新近纪晚期后构造运动加强, 前陆冲断带向前推进, 粗粒沉积物层层叠置^[6]。但是, 由于前人研究过程中的可用资料比较少(特别是钻井和三维地震资料), 所以沉积体系和沉积模式在不同时期、特别是新近纪以来沉积相的分布及沉积充填过程等研究还比较浅略。另外, 前人提出库车坳陷新生代为再生前陆盆地^[7, 8], 但是在这个阶段, 什么时期构造开始活动,

什么时期构造活动最为强烈等问题还存在争议。李忠等通过研究重矿物认为构造活动最强烈的时期为上新世^[9-11], 而李曰俊等认为库车坳陷冲断带的冲断活动分别发生在中新世和早(– 中)更新世^[12]。由于研究区新生界的地层层序和沉积演化研究程度总体较低, 故一直以来不能给研究区的构造演化研究提供充分的证据。

本文以近年来不断完善和增加的库车坳陷露头、钻井资料和地震资料为基础, 根据野外露头中各层系的泥岩颜色、砂砾岩的岩性特征、沉积构造和沉积序列, 以及钻井的测井曲线特征和地震反射特征, 系统地阐述库车坳陷新近系 – 第四系的沉积演化, 分析沉积充填样式和特征, 为库车坳陷的构造演化提供证据和支持。

1 区域地质概况

收稿日期: 2012-09-07; 改回日期: 2012-10-08

作者简介: 谢会文(1967 –) 男, 高级工程师, 研究方向为油气勘探

通讯作者简介: 李鑫(1984 –) 男, 博士研究生, 研究方向为地质学。E-mail: lxnn23@163.com

资助项目: 国家科技重大专项(2011ZX05003 – 004) 资助

1.1 构造背景及构造单元划分

库车坳陷位于塔里木盆地北缘(图1),北临天山,南至塔北隆起,呈长条状东西向分布^[13],面积约 $2.8 \times 10^4 \text{ km}^2$,次级构造带自北向南为北部单斜带、克拉苏背斜带、拜城凹陷带、秋里塔格背斜带^[13]。库车坳陷是三叠纪开始在古生代被动大陆边缘之上形成的中生代坳陷盆地,特提斯北缘造山活动、印度板块与欧亚板块的碰撞活动导致了坳陷的发育和次级构造带的形成^[4]。

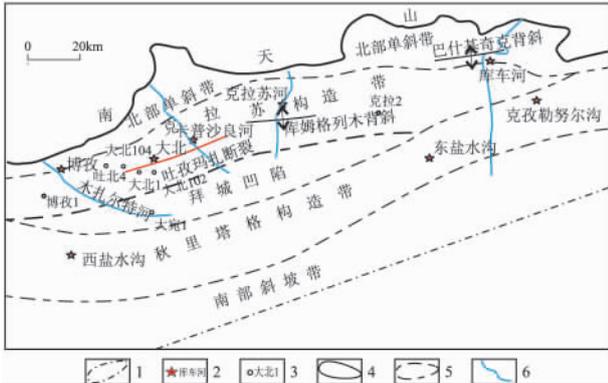


图1 库车坳陷构造单元划分及野外露头分布

1. 研究区边界; 2. 露头位置; 3. 探井位置; 4. 盆地边界; 5. 次级构造边界; 6. 河流
 Fig. 1 Tectonic division of the Kuqa depression and distribution of field outcrops
 1 = study area; 2 = outcrops; 3 = borehole; 4 = basin boundary; 5 = secondary tectonic boundary; 6 = river

1.2 地层特征

新近系自下而上为吉迪克组、康村组和库车组,与上覆第四系为不整合接触(图2)。在研究区内通过露头-井-震进行综合标定,再利用二维地震资料进行平面研究,认为吉迪克组和康村组在研究区分布稳定,厚度变化小,而库车组及第四系的分布极不稳定,在不同地区的差异较大,厚度从几百米到几千米(图3)。吉迪克组和康村组地层界线清晰,地震层序厚度稳定、反射连续性好;而库车组的地震层序整体呈楔状,反射连续性自下而上由中等到差,向上部反射变杂乱;第四系地震层序反射更为杂乱,连续性差。

2 沉积相类型及特征

通过木扎尔特河、卡普沙良河和克拉苏河等野外露头考察,综合分析了库车坳陷40多口探井揭示的岩性、粒度、沉积结构、沉积构造、沉积序列、测井曲线的特征,认为库车坳陷新近系-第四系发育冲积扇、扇三角洲、湖泊和冲积平原等沉积相类型,而且

进一步可以识别出若干种沉积亚相和微相(表1)。

地层	厚度(m)	岩性	岩性描述	
第四系	第四系(Q)	6-300	不整合 不整合	杂色砾岩,紫红色、灰绿色含砾砂岩
新近系	库车组(N ₁₋₂ k)	770-4000		杂色砾岩,紫红色、灰绿色含砾砂岩
	康村组(N ₂ k)	391-2400		杂色砾岩,紫红色、灰绿色含砾砂岩、粉砂岩
	吉迪克组(N ₃)	391-2400		紫红色含砾砂岩、灰色粉砂岩、泥岩

图2 库车坳陷新近系-第四系地层特征
 1. 砾岩; 2. 砂岩; 3. 砂砾岩; 4. 盐岩和石膏; 5. 页岩

Fig. 2 Neogene - Quaternary stratigraphic division in the Kuqa depression
 1 = conglomerate; 2 = sandstone; 3 = glutenite; 4 = salt rocks and gypsum; 5 = shale

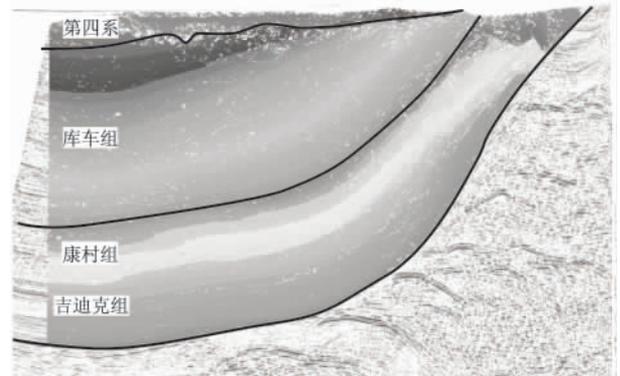


图3 地层剖面图

Fig. 3 Stratigraphic section through the Neogene - Quaternary strata

2.1 扇三角洲-湖泊沉积体系

吉迪克组-康村组沉积时期,发育扇三角洲-湖泊沉积体系,反映了此时坳陷构造活动较弱,湖盆稳定抬升并不断扩张,湖盆范围较大,来自南天山的物源在盆地边缘直接入湖形成扇三角洲沉积。“从邻近高地推进到稳定水体(海、湖)中去的冲积扇”被定义为扇三角洲^[14]。库车坳陷的扇三角洲以扇三角洲平原和扇三角洲前缘亚相为主(图4),主要为粉砂岩、砂岩和含砾砂岩,普遍发育分支河道和下水分流河道形成的正韵律,偶见河口坝形成的反韵律,岩性为小砾岩、细砾岩,测井曲线上表现为完整的反正旋回,胶结致密。扇三角洲平原的特征与冲积扇相似。

由于库车坳陷古近纪-新近纪早期的构造运动强度较弱,远离坳陷边缘,坳陷内部古地貌总体较平缓,所以坳陷水域宽广,广泛发育湖泊沉积。湖

表 1 库车坳陷新近系 - 第四系沉积相类型及其分布层系

Table 1 Sedimentary facies and their distribution in the Neogene - Quaternary strata in the Kuqa depression

相	亚相	微相	分布地层
冲积扇	扇根	主河道、(辫状)河道、漫流、片流沉积	吉迪克组 - 第四系
	扇中		
	扇缘		
扇三角洲	扇三角洲平原	分支河道、漫流	吉迪克组 - 康村组
	扇三角洲前缘	水下分流河道、支流间湾、河口砂	
	前扇三角洲	前扇三角洲泥、砂坝	
冲积平原	河床	河道沉积、滞留沉积	库车组 - 第四系
	河漫	河漫滩、河漫湖泊	
湖泊	滨浅湖	滨浅湖泥、砂坝	吉迪克组 - 库车组
	膏盐湖	膏岩沉积、膏泥岩沉积、泥岩沉积	

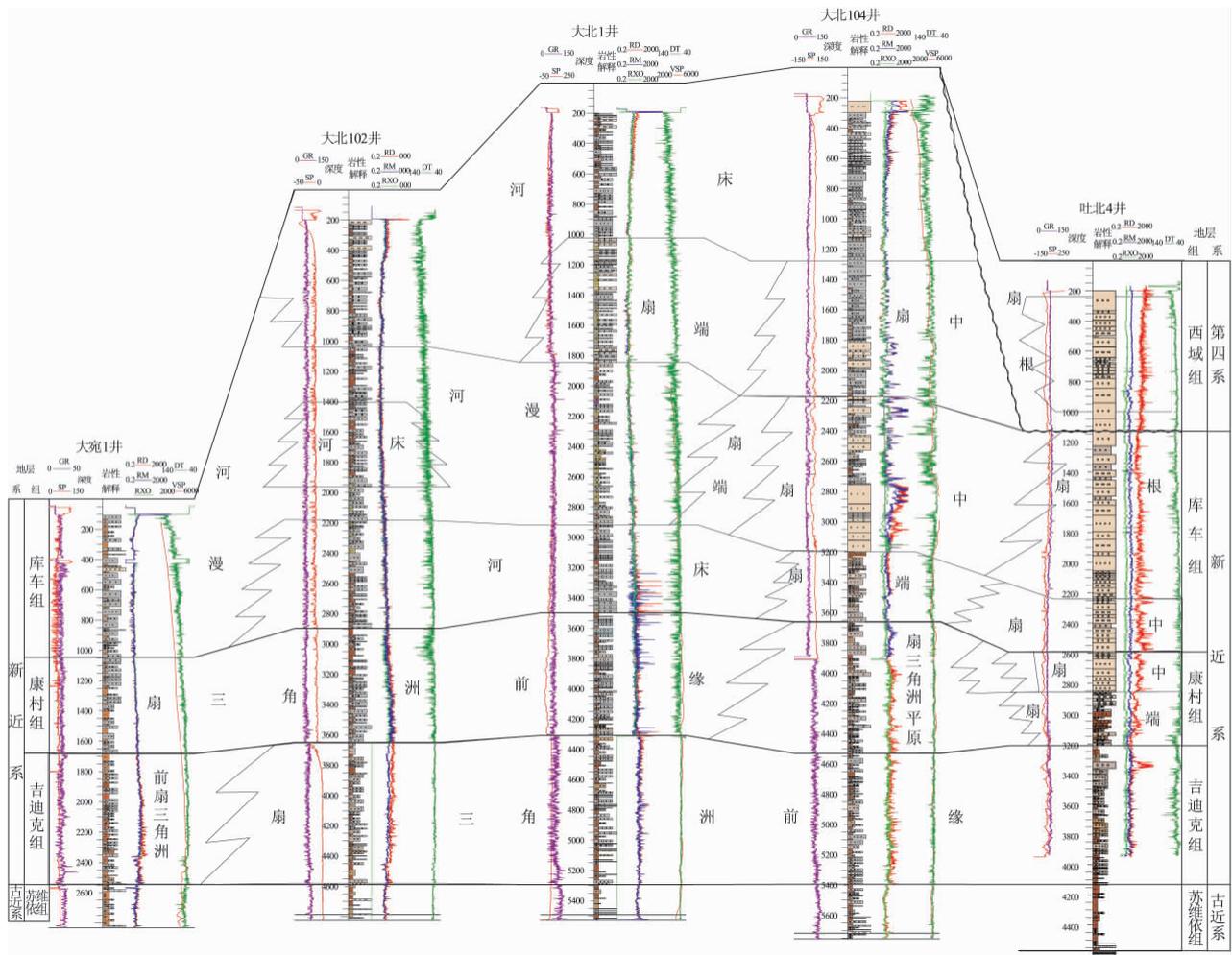


图 4 库车坳陷新近系 - 第四系沉积相连井剖面图

Fig. 4 Well-tie section of the Neogene - Quaternary sedimentary facies in the Kuqa depression

相沉积物岩性以泥岩、石膏和盐岩为主,夹于陆源碎屑沉积物之中;湖盆边缘的地表径流供给充足,因此蒸发岩大多发育在湖盆中部,很少发育在湖盆

边部。湖盆发育褐色泥岩,具有浅水氧化环境的特征。这种沉积环境一直持续到康村组时期。

2.2 冲积扇-冲积平原沉积体系

根据野外露头及录井岩性资料,认为库车组-第四系发育冲积扇-冲积平原-湖泊沉积体系。与吉迪克组和康村组不同的是,库车组沉积时期湖盆萎缩,坳陷北部边缘以冲积扇相为主,内部以冲积平原沉积为主,湖泊沉积范围逐渐较小。

广泛发育冲积扇是库车组-第四系沉积时期的特点。该时期库车坳陷气候干旱,坳陷边缘的剥蚀区风化强烈,物源充足,洪水期在山前形成大量冲积扇沉积物,发育褐色、红色中-细砾岩夹薄层泥岩,无明显的沉积构造和层理,胶结疏松,测井曲线表现为低伽马、特高电阻,地震反射杂乱。依据砾石层发育的规模,将其划分为扇根、扇中和扇端3个亚相。扇根亚相分布在库车坳陷山前部位,其特点是沉积物由山口向下延伸的坡角最大,并发育有多个直而深的主河道,主要由大小混杂砾岩或叠瓦状砾岩、砂砾岩组成,分选差,无沉积构造。由于流速衰减而形成递变层理。钻井岩心资料显示为厚层块状的砾石层(图5)。扇中亚相和扇端亚相都发育砾质辫河道充填沉积,是冲积扇被暂时性河流切割,当洪水期再次到来时,其所携带的沉积物在这些暂时性河床中沉积下来形成河道沉积。岩性主要为浅褐红色中砾岩、细砾岩、含砾粗砂岩、砂砾岩,分选较差。通过野外露头、测井和地震资料分析,第四系冲积扇规模最大,沉积厚度大、范围广、岩性粗,发育中粗砾岩,混杂堆积特征明显。

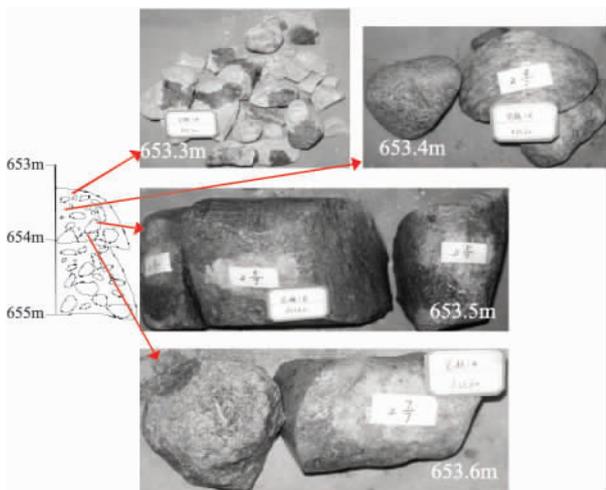


图5 库车组砾石沉积特征(博孜1井)

Fig. 5 Sedimentary characteristics of the gravels from the Bozi-1 well in the Kuqa Formation

冲积平原以河道-泛滥平原的沉积组合发育为特征,其中河道是碎屑沉积物的主要输送渠道,不同类型河道都对应相应的碎屑沉积体,库车坳陷的

河流以辫状河为主,根据野外露头、测井和地震资料,坳陷内冲积平原沉积体系内能识别出河床和河漫两个亚相。河床亚相是粗粒部分,可进一步划分为河床滞留沉积和心滩沉积。河床亚相的自然电位为钟形或箱型,显正韵律特征。在大北1井,克拉2井等均可见比较典型的河床沉积。在东盐水沟剖面库车背斜北翼发育交错层理的河床沉积(图6),厚度薄、岩性细,发育细砾岩、小砾岩。库车坳陷辫状河冲积平原的河漫亚相沉积序列不像曲流河那么典型,库车组时期主要以泛滥平原为主,河漫滩和河漫湖泊微相最为发育。河漫滩微相主要为粉砂质沉积物,其次为细砂岩和泥岩,沉积物颜色呈灰色、深灰色等弱还原色。沉积厚度一般不超过10m。河漫湖泊微相以泥岩沉积为主,一般发育水平层理,沉积厚度大,一般在30m以上。

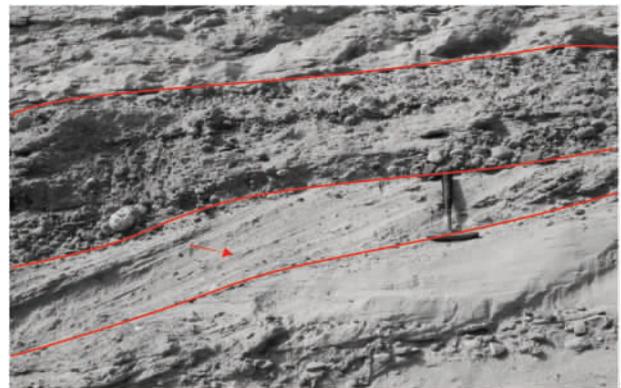


图6 第四系大型槽状交错层理

Fig. 6 Large-scale trough cross-beddings in the Quaternary strata

3 新近系-第四系沉积相展布及垂向充填过程

3.1 吉迪克组-康村组均衡充填阶段

库车坳陷的物源主要在坳陷北部的南天山。吉迪克组的砂地比在博孜地区和克拉苏河上游地区比较大,范围为0.8~1,沉积物向东南方向延伸直接入湖,在克拉苏构造带和吐孜阿瓦特构造带就形成了扇三角洲前缘沉积,砂地比比值中等,范围为0.4~0.7。而南部的拜城凹陷到秋里塔格构造带广泛发育湖泊沉积,以滨浅湖为主,砂地比比值小于0.4,其中秋里塔格构造东端和西段两个地区还发育膏盐湖沉积(图7a)。康村组扇三角洲分布范围变大,沉积中心向东转移,冲积扇前方的扇三角洲沉积也向前推进,使得湖盆逐渐缩小,特别是膏盐湖逐渐萎缩,仅在秋里塔格构造带的东南部地

区发育。

3.2 库车组-第四系填平补齐阶段

库车组沉积时期,库车坳陷的构造活动开始增强,北部物源增多。北部山前带的砂地比范围继续较高,形成的冲积扇连片分布(图7b)。同时,湖盆持续向东部萎缩,仅在秋里塔格构造带东南部发育小规模湖泊沉积,而西部广大地区发育以辫状河为特征的冲积平原沉积。第四系沉积时期,库车坳陷的构造活动急剧增强,南天山不断隆升遭受剥蚀,冲积扇更加发育(图7c)。特别是西域组沉积后期,秋里塔格构造带也逐渐隆升。此时,湖盆彻底消失,砂地比普遍较高,北部山前带-克拉苏构造带的砂地比在0.8以上,南部地区的范围也为0.3~0.7,库车坳陷发育冲积扇-冲积平原体系。北部山前带广泛剥蚀,提供物源,冲积扇延伸较远,最远至秋里塔格构造带。

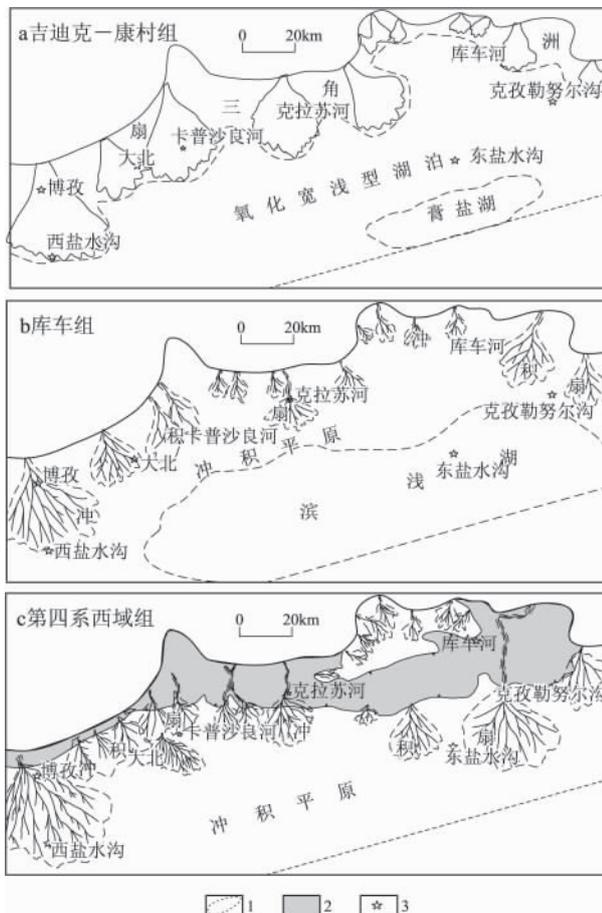


图7 库车坳陷吉迪克组-第四系的沉积相平面分布图

1. 沉积相边界; 2. 剥蚀区; 3. 剖面位置

Fig. 7 Planar distribution of the sedimentary facies in the Jidike Formation - Quaternary strata in the Kuqa depression

1 = sedimentary facies boundary; 2 = denudational area; 3 = measured section

通过分析各个层系地层岩性变化和沉积相平面分布,认为新近纪以来库车坳陷经历了从扩张-萎缩、水体由深到浅的完整湖盆沉积演化。吉迪克组和康村组的地层厚度稳定,以宽浅湖泊沉积为主,代表了均衡沉积;库车组-第四系湖盆萎缩,发育冲积扇-冲积平原沉积,代表了盆地填平补齐的过程。所以根据盆地沉积充填演化过程,库车坳陷的构造活动强烈期是从库车组沉积时期开始,西域组沉积时期达到最强。

4 讨论与结论

(1) 库车坳陷吉迪克组-康村组厚度和岩性变化小,分布稳定,为扇三角洲-湖泊沉积体系,湖泊沉积范围广,坳陷边缘发育扇三角洲沉积;自库车组开始,各地区的岩性和厚度差异较大,岩性相对更粗,为冲积扇-冲积平原-湖泊沉积体系,湖泊沉积范围变小,坳陷主体部分以冲积扇-冲积平原沉积为主。

(2) 库车坳陷吉迪克组和康村组的地层厚度稳定,以宽浅湖泊沉积为主,代表了均衡沉积;库车组-第四系湖盆萎缩,冲积扇-冲积平原沉积分布广,代表了湖泊消亡、盆地填平补齐的过程。根据盆地沉积充填演化过程,库车坳陷的构造活动强烈期是从库车组沉积时期开始,西域组沉积时期达到最强。

参考文献:

- [1] 谭秀成,王振宇,李凌,等.库车前陆盆地第三系沉积相配置及演化研究[J].沉积学报,2006,24(6):790-797.
- [2] 李维锋,王成善,高振中,等.塔里木盆地库车坳陷中生代沉积演化[J].沉积学报,2000,18(4):534-538.
- [3] 刘光祥,钱一雄,潘文蕾.库车中、新生代前陆盆地沉降-沉积分析[J].石油实验地质,2000,25(4):313-318.
- [4] 杨庚,钱祥麟.库车坳陷沉降与天山中新代构造活动[J].新疆地质,1995,13(3):264-274.
- [5] 何光玉,卢华复,杨树锋,等.库车中新生代盆地沉降特征[J].浙江大学学报(理学版),2004,32(1):110-113.
- [6] 贾进华.陆相前陆盆地沉积充填与层序地层模式探讨—以库车前陆盆地为例[J].现代地质,2009,23(4):739-745.
- [7] 贾承造.塔里木盆地板块构造与大陆动力学[M].北京:石油工业出版社,2004.172-179.
- [8] 田作基,宋建国.塔里木库车新生代前陆盆地构造特征及形成演化[J].石油学报,1999,20(4):15-21.
- [9] 李双建,王清晨,李忠.库车坳陷库车河剖面重矿物分布特征及其地质意义[J].岩石矿物学杂志,2005,15(1):53-61.
- [10] 李忠,郭宏,王道轩,等.库车坳陷-天山中、新生代构造转折的砂岩碎屑与地球化学记录[J].中国科学(D辑:地球科学),2005,35(1):15-28.

- [11] 李忠,王清晨,王道轩,等.晚新生代天山隆升与库车坳陷构造转换的沉积约束[J].沉积学报,2003,21(1):38-45.
- [12] 李曰俊,吴根耀,雷刚林,等.新疆库车新生代前陆褶皱冲断带的变形特征、时代和机制[J].地质科学,2008,43(3):488-506.
- [13] 谢会文,李勇,郭卫星,等.塔里木盆地库车坳陷中段盐上层构造特征[J].石油与天然气地质,2011,32(5):768-776.
- [14] 赵澄林,朱筱敏.沉积岩石学(第三版)[M].北京:石油工业出版社,2001.229-233.

Sedimentary evolution of the Neogene – Quaternary deposits in the Kuqa depression , Xinjiang

XIE Hui-wen¹ , LI Yong¹ , ZHONG Da-kang² , LEI Gang-lin¹ , LI Xin³ , YANG Xian-zhang¹ , RAO Hua-wen¹ , YANG Qian-xia⁴

(1. *Research Institute of Petroleum Exploration and Development , Tarim Oil Field Company , PetroChina , Korla 841000 , Xinjiang , China*; 2. *China University of Petroleum , Beijing 102249 , China*; 3. *Chengdu North Petroleum Exploration and Development Technology Company Limited , China Zhenhua Oil Co. , Ltd. , Chengdu 610500 , Sichuan , China*; 4. *Qinghai Oilfield Well Testing Company , Dunhuang 736202 , Gansu , China*)

Abstract: The thick Neogene – Quaternary deposits are developed in the Kuqa depression , Xinjiang. The present paper focuses on the study of sedimentary sequences and their evolution on the basis of field outcrops , core observation , well logs and seismic data. During the deposition of the Neogene Jidike and Kangcun Formations , the Kuqa depression appeared as a shallow-water oxidized lake in which the fan delta-lake depositional systems were developed from north to south. Till the deposition of the Neogene Kuqa Formation to the Quaternary strata , the alluvial fan deposits occurred on a wide range of scales in the depression. It can be seen that the intense tectonization in the Kuqa depression during the Neogene should be initiated in the latest stage of the deposition of the Kuqa Formation , and culminated in the early stages of the Quaternary.

Key words: Kuqa depression; Neogene; sedimentary facies; alluvial fan; basin filling