

文章编号: 1000-0550(2000)04-0534-05

# 塔里木盆地库车坳陷中生代沉积演化<sup>①</sup>

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

1(成都理工大学 成都 610000)

2(江汉石油学院地质系 湖北荆州 434102)

**摘要** 塔里木盆地库车坳陷中生代为一前陆坳陷,其内沉积了一套厚度巨大的冲积—湖泊碎屑沉积体,可识别出5种相类型、15种亚相及38种微相。坳陷呈北陡南缓的箕状,沉积体北厚南薄,沉降中心与沉积中心发生明显的错位。中生代,坳陷内湖泊经历了深陷—充填—变浅加宽的过程;三叠纪为深陷期,沉积区范围小;早、中侏罗世为充填期;晚侏罗世至白垩纪湖泊变浅加宽。气候变化总体趋势为:干旱—潮湿—干旱;早、中三叠世为干旱气候;晚三叠世至中侏罗世气候潮湿,煤系地层广泛发育;晚侏罗世至白垩纪气候转为干燥,沉积物皆呈红色。

**关键词** 沉积相 沉积演化 中生代 库车坳陷 塔里木盆地

**第一作者简介** 李维锋 男 1960年出生 博士 副教授 沉积学及盆地分析

**中图分类号** P512.2 TE121.3 **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 $1.6 \times 10^4 \text{ km}^2$ (图1)。进入晚古生代,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坳相间、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陆前坳陷,位于南天山褶皱带与塔北隆起之间,其内连续沉积了一套巨厚的冲积—湖泊碎屑沉积体。中生代差异升降运动(北部边缘大,南部边缘小)造成了库车坳陷呈北陡南缓的箕状,从而在紧临天山南麓的北部边缘沉积了一套厚达数千米的以湖泊三角洲为主的沉积物;清楚的显示库车坳陷的沉降中心与沉积中心的偏离。

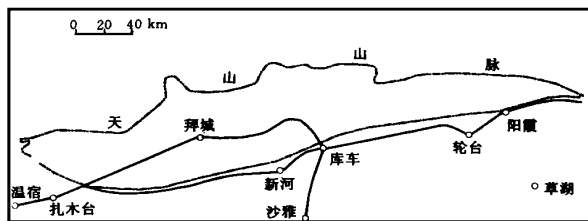


图1 库车坳陷交通位置图

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

## 2 沉积相

库车坳陷中生界由冲积—湖泊碎屑沉积物构成,可识别出5种相类型、15种亚相及38种微相(表1)。

### 2.1 曲流河相

主要分布在侏罗纪地层中,且早、中侏罗世以广泛发育河漫沼泽的潮湿型河流为主,晚侏罗世以干旱型河流为主。曲流河沉积物在库车坳陷局部地区很发育,如库车河地区连续沉积的下侏罗统阳霞组、中侏罗统克孜勒努尔组及恰克马克组皆为曲流河沉积产物,其总厚达1412 m;可见该地区早、中侏罗世时曾长期发育着稳定的冲积平原环境。总观研究区曲流河沉积物,可看出其韵律性特别明显,每一向上变细层序的厚度在2~20 m,一般为5~10 m左右。层序中,沉积物的单层厚度向上减薄,沉积构造规模向上亦变小,层序底部多发育冲刷面,其上分布有河床滞留砾石沉积,呈透镜状产出;向上为砂质为主的边滩沉积物,其内发育平行层理及中—大型交错层理;天然堤沉积物多为粉砂岩与泥岩的薄互层,河漫湖泊沉积以泥和粉砂为主,含钙质结核;局部见炭质页岩及深灰色泥岩组成的河漫沼泽沉积,见立生植物根及煤层。每个层序中,砂泥比值约为1:1~1:2,反映本区上部洪泛平原的粉砂及泥质沉积发育,河流的曲率较大。

### 2.2 三角洲相

研究区湖泊三角洲很发育。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

① 中国石油天然气集团公司油气储层重点实验室项目(95-109-01-12)资助

表1 相、亚相及微相类型表

Table 1 Classification of facies subfacies and microfacies

相	亚相	微相
曲流河相	河床亚相	河床滞留沉积、边淮沉积
	堤岸亚相	天然堤沉积
	河漫亚相	河漫湖泊沉积、河漫沼泽沉积
扇三角洲相	扇三角洲平原亚相	碎屑流沉积、扇上分流河道沉积
	扇三角洲前缘亚相	水下重力流沉积、水下分流河道沉积、河口砂坝、远砂坝
	前扇三角洲亚相	前扇三角洲泥
辫状河三角洲相	辫状河三角洲平原亚相	辫状河道沉积、堤岸沉积、废弃河道充填沉积、堤岸沉积
	辫状河三角洲前缘亚相	水下分流河道沉积、分流河道间沉积、河口砂坝、远砂坝
	前辫状河三角洲亚相	水下重力流沉积、前辫状河三角洲泥
曲流河三角洲相	曲流河三角洲平原亚相	分流河道沉积、天然堤、河漫沉积
	曲流河三角洲前缘亚相	水下分流河道沉积、支流间湾沉积、河口砂坝、远砂坝
	前曲流河三角洲亚相	前三角洲泥
湖泊相	滨湖亚相	滨湖泥沉积、滨湖砂坝沉积、滨湖沼泽沉积
	浅湖亚相	浅湖泥沉积、浅湖砂坝沉积
	半深湖—深湖亚相	浊流沉积、深湖泥沉积、泥灰岩沉积

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。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;主要分布在下三叠统中,白垩系有零星分布。辫状河三角洲是辫状河进积到湖泊中而形成;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<sup>[3,4]</sup>。

### 2.2.1 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>。

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<sup>[5]</sup>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。

### 2.2.2 三角洲前缘

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;水下分流河道亦常见,以细砾岩及含砾砂岩为主,且多呈透镜状分布在碎屑流沉积体中;河口砂坝沉积不发育。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局部可见;水下分流河道砂体成层性好、分布稳定,层理类型亦丰富。

### 2.2.3 前三角洲

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。

### 2.3 湖泊相

可划分出滨湖、浅湖及半深湖—深湖三个亚相;微

相类型见表 1。滨湖亚相中滨湖泥由灰褐色泥岩、页岩及粉砂质泥岩组成,发育沙纹层理及爬升沙纹层理,见泥裂及波痕。滨湖砂坝由分选好的细砂岩组成;杂基少,发育平行层理及中小型交错层理。滨湖沼泽沉积由炭质页岩及煤层组成,夹粉砂岩透镜体。浅湖亚

相由浅湖泥及浅湖砂坝组成,浅湖泥由泥岩或页岩同粉砂质泥岩呈互层状产出,发育水平层理、浪成沙纹层理及波痕,局部含丰富的生物化石,如包孜东的阳霞组深灰色泥岩中含大量的双壳类化石,其个体完整,顺层面分布。浅湖砂坝由中、细砂岩组成,含粉砂岩,其成分成熟度及结构成熟度都很高,发育平行层理及交错层理,部分砂坝显示下细上粗的反韵律,见垂直管状虫孔。半深湖—深湖亚相中占主导地位的是泥质沉积。岩性为深灰色、灰黑色泥岩、页岩、夹泥灰岩透镜体或泥灰岩薄层,岩层多为薄层;半深湖—深湖亚相中还可见到厚数厘米的浊积岩,由砂岩、粉砂岩组成,通常组成不完整的鲍马序列,浊积岩底部发育槽模、沟模等构造。

### 3 沉积演化

前已述及,海西运动奠定了塔里木盆地及库车坳陷的基本格局。进入中生代,虽然仍保持这种大的格局,但库车坳陷在其发展过程中的不同时期亦有一些自身的特点,整个坳陷经历了深陷—充填—变浅加宽的过程,其气候亦从干旱—潮湿—干旱,这从沉积物的特征可明显地反映出来。下面按大的沉积旋回过程讨论本区的沉积发展史。

#### 3.1 早、中三叠世沉积旋回

纵向上看,随着时间推移,可见沉积相从扇三角洲—辫状河三角洲—曲流河三角洲(局部)—湖泊沉积,其中占绝对优势的沉积相是扇三角洲及辫状河三角洲(图 2)。早三叠世周缘发育扇三角洲(图 3),沉积物呈杂色及红色,从而说明坳陷边缘很陡,许多地区受断层控制,湖泊直接同高山相毗连,气候干旱。中三叠世扇三角洲沉积停止,开始发育辫状河三角洲沉积,并逐渐向湖泊相转变,说明坳陷地形逐渐变缓,控制沉积作用的断层活动逐步减弱,坳陷不断加深,湖泊面积逐渐扩大。早、中三叠世物源为南北两个方向(图 4)。拜城北边的卡普沙良及克拉苏等地,古流向为南东向,物源来自古天山;库车河地区则为北北西向,表明此时南方存在一物源区(图 3)。

#### 3.2 晚三叠世黄山街期沉积旋回

该旋回沉积与早、中三叠世旋回类似之处,也是下粗上细。早期,部分地区因构造活动地形差异增大,形成了辫状河三角洲沉积物,后来地形很快变缓,沉积了一套曲流河三角洲及湖泊相沉积物;该期纵向沉积相演化从辫状河三角洲—曲流河三角洲—湖泊沉积,其中湖泊相沉积占主导地位(图 2, 3)。物源亦是南北两个方向,但以北方为主。气候开始潮湿,局部地段出现成煤的沼泽环境。

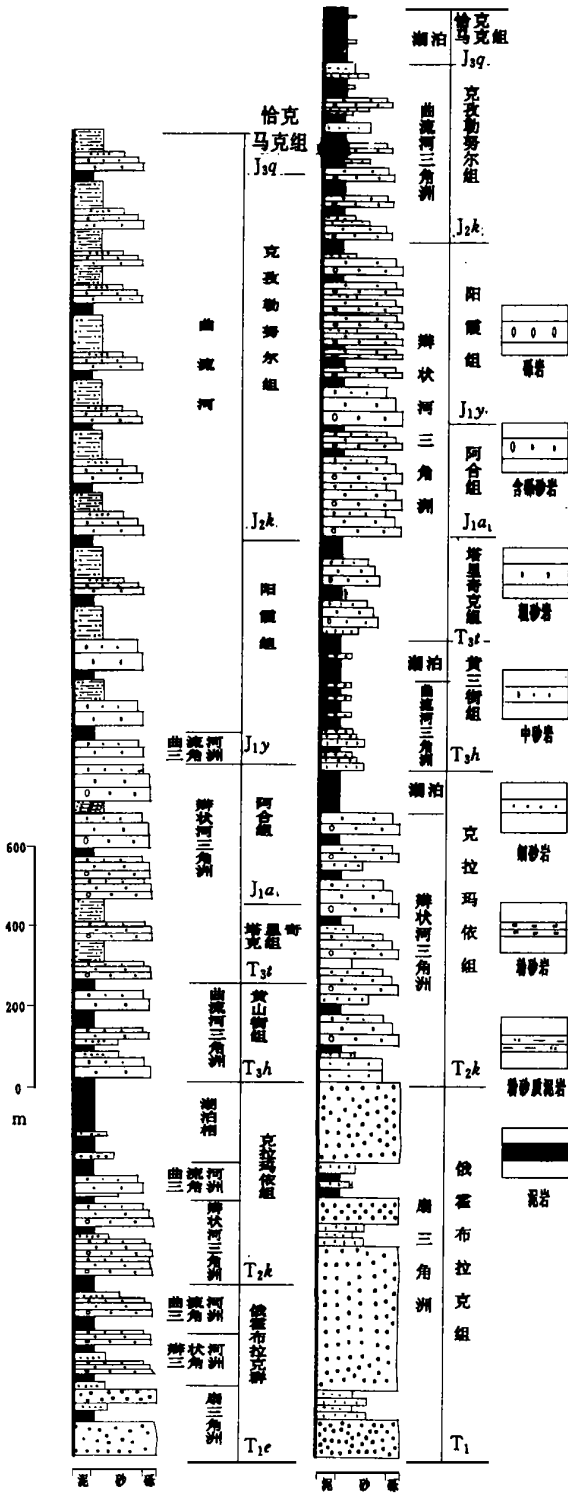


图 2 克拉苏地区剖面沉积相图

Fig. 2 Sedimentary facies of section in Kelasu area

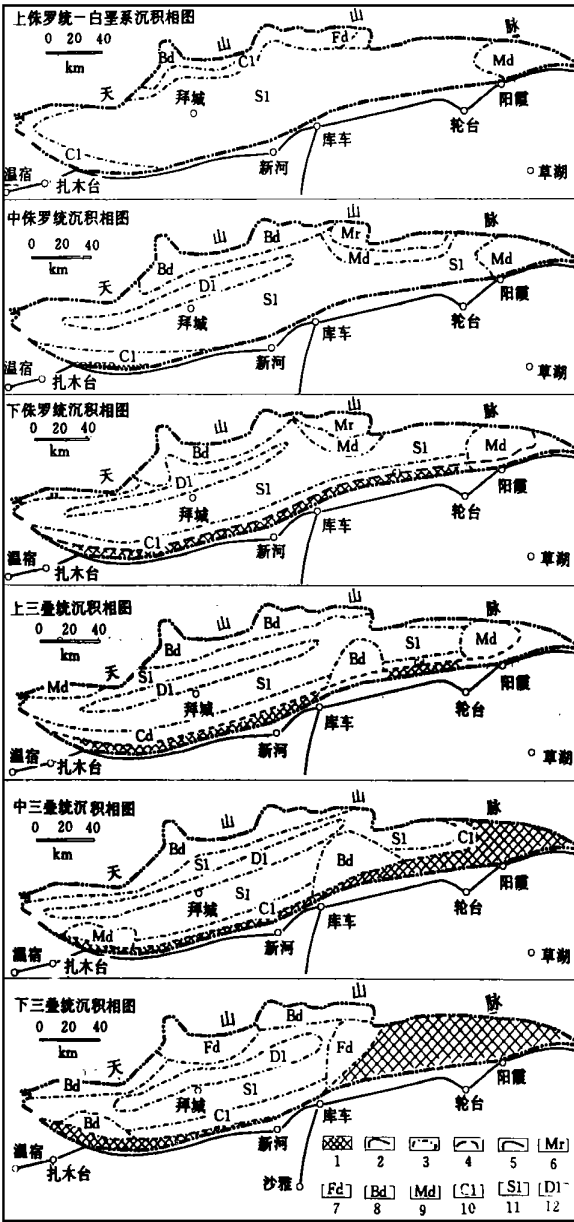


图 3 库车坳陷中生界沉积相图

- 1. 剥蚀区; 2. 坳陷界线; 3. 相界线; 4. 推测剥蚀区边界; 5. 公路; 6. 曲流河;
- 7. 扇三角洲; 8. 辫状河三角洲; 9. 曲流河三角洲; 10. 滨湖; 11. 浅湖; 12. 深湖

Fig. 3 Sedimentary facies map of Mesozoic Era in Kuche Depression

### 3.3 晚三叠世塔里奇克期—中侏罗世沉积旋回

纵向上沉积相多从辫状河三角洲—曲流河三角洲—湖泊相(图 2), 以辫状河三角洲为主, 沉积体厚度巨大, 为库车坳陷的强烈充填期。物源主要来自北边; 且随着时间推移, 南部的隆起带逐渐从东向西被湖水淹没, 最后使库车坳陷同整个塔里木盆地连为一体。早期气候潮湿, 出现广泛的沼泽环境, 为研究区最主要的

成煤期; 而晚期则由潮湿向干旱转化。库车河地区恰克马克组红色夹层的出现和拜城以北地区该组湖相沉积中泥灰岩的存在, 均反映中侏罗世晚期的气候已较前期略为干旱。该时期沉积相类型主要有辫状河三角洲、曲流河三角洲、河流及湖泊相(图 2, 3)其中北部边缘辫状河三角洲沉积发育。

### 3.4 晚侏罗世—白垩纪沉积旋回

该时期地形分化明显, 南部隆起带完全消失, 库车坳陷同塔盆连为一体, 而坳陷北部地形差异仍然较大, 仍有巨厚粗粒沉积物堆积。湖泊面积继续扩大, 而水体变浅, 形成氧化宽浅湖。此期气候干旱, 其沉积物具有各种红色色调。除北部边缘部分地区沉积了一套扇三角洲及辫状河三角洲沉积物, 偶见曲流河三角洲沉积外; 其余皆为滨浅湖沉积物的频繁交替, 没有出现深水湖泊沉积物(图 3)。

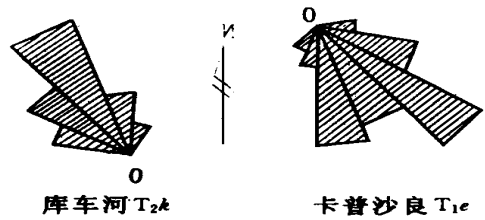


图 4 库车坳陷早、中三叠世古流向玫瑰花图  
Fig. 4 Paleocurrent rose of the Lower-Middle Triassic in Kuche Depression

综上所述, 库车坳陷在中生代经历了深陷—充填—变浅加宽的过程, 在这一大背景上又呈现出四个次一级旋回。早、中三叠世为快速深陷期, 本期尽管形成了巨厚的砾石级和砂、泥质沉积物, 但沉积速度仍然小于沉降速度; 水体不断加深。晚三叠世至中侏罗世为一漫长的充填期, 其总体趋势为沉积速度逐步赶上, 进而超过沉降速度, 使湖泊总面积和深湖相的范围均明显减少。当然不同地区的充填速度是不同的: 在库车河一带自早侏罗世阳霞期开始已完全变成冲积平原, 而坳陷西部卡普沙良一带直至中侏罗世晚期的恰克马克组仍有深湖相存在。晚侏罗世至白垩纪, 坳陷进一步充填, 使得深湖—半深湖相绝迹, 代之以极浅水条件下形成的红色碎屑岩系; 而此期库车坳陷甚至整个塔里木盆地内部(除边缘地区外)地形变得相当平坦, 导致湖泊面积反而扩大, 氧化型宽浅湖泊普遍发育。中生代的气候旋回表现得相当明显; 早、中三叠世气候干燥, 至中三叠世晚期很快变得比较潮湿, 晚三叠世至早侏罗世是本区气候最为潮湿的时期, 植物繁茂, 沼泽发育, 形成了大量具工业价值的煤层; 中侏罗世的气候缓慢地向干旱方向转化; 晚侏罗世开始进入漫长的干热

气候期,一直持续到白垩纪末。

### 参 考 文 献

- 1 McPherson J G, Shanmugam G, Moioia R J. Fan-deltas and braid 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. 库车坳陷早三叠世三角洲相及伴生沉积[J]. *石油与天然气地质*, 1995, 16(3): 216 ~ 221
- 4 李维锋, 高振中, 彭德堂等. 库车坳陷中生界三种类型三角洲的比较研究[J]. *沉积学报*, 1999, 17(3): 430 ~ 434
- 5 李维锋, 高振中, 彭德堂. 侧积交错层—辫状河道的主要沉积构造类型[J]. *石油实验地质*, 1996, 18(3): 298 ~ 302

## Sedimentary Evolution of Mesozoic Era in Kuche Depression, Tarim Basin

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

1 (Chengdu University of Technology, Chengdu 610059)

2 (Jiangnan Petroleum University, Jingzhou Hubei 434102)

### Abstract

Kuche Depression, situated in the northern part of Tarim Basin, was a foreland depression and there was a set of extremely thick, alluvial-lake classic deposits in it in Mesozoic Era. Five facies (meandering river facies, fan-deltas facies, braided-river deltas facies, meandering-river deltas facies and lacustrine facies), fifteen subfacies and thirty-eight microfacies are recognised. Kuche Depression was a "dustpan" shape depression with steep slope in the north side and gentle slope in the south side. Deposits are thicker in the north side than in the south and the depocenter did not coordinate with the center of subsidence. The lake in Kuche Depression went through a period from deep subsidence lacustrine (Triassic Period, fan-deltas and braided-river deltas sediments are dominant) to filling lacustrine (early and middle Jurassic, braided-river deltas is dominant) to broad and shallow lacustrine (late Jurassic and Cretaceous Period, coastal lake and shallow lake sediments are dominant). From Triassic Period to middle Jurassic, Kuche Depression was an isolated basin and area was small, not joining with Tarim Basin because there was a provenance in its south side. Beginning from late Jurassic, the southern provenance vanished and Kuche Depression joined with Tarim Basin as a part of it. Palaeoclimate change was very clear in Kuche Depression. It was an arid climate in early and middle Triassic, a damp climate from late Triassic to middle Jurassic because many seam are discovered, back to an arid climate from late Jurassic because all sediments have red color.

**Key words** sedimentary facies sedimentary evolution Mesozoic Era Kuche Depression Tarim Basin