

文章编号: 1000-0550(2009) 03-0410-09

# 塔里木盆地白垩系巴什基奇克组 陆相砂岩中碳酸盐岩碎屑特征及其地质意义

张荣虎<sup>1,2</sup> 贾承造<sup>1</sup> 张惠良<sup>2</sup> 朱国华<sup>2</sup>

(1 中国石油勘探开发研究院研究生部 北京 100083 2 中国石油杭州地质研究院 杭州 310023)

**摘要** 从储层的微观特征入手,通过各种实验分析认为:塔里木盆地库车坳陷—塔北隆起白垩系巴什基奇克组砂岩中的碳酸盐岩碎屑有五大特征,明显区别于胶结物:粒度粗,一般比其周围的原生孔隙大,磨圆好(个别有晚期压溶现象),轮廓清晰;在砂岩中分布相对均匀,非斑块状;碎屑中存在古生物的化石且多为粉细晶;胶结物(铁方解石、铁白云石)多附着在碎屑边缘呈加大边出现,染色有明显变化;灰岩、云岩碎屑在阴极射线下发桔黄色光。碳酸盐岩碎屑的分布具有近源粒度粗、含量低、分选差、磨圆差、均质差;远源粒度细、含量高、分选好、磨圆好、均质好;浅埋粒形好、深埋压溶强的特征。物源区发育的古老碳酸盐岩地层,干旱、炎热、近咸化的古气候、古水体环境,近源快速堆积的古地理环境是碳酸盐岩碎屑的主要成因。碳酸盐岩碎屑的识别和量化具有重要的地质意义:其减孔效应明显低于胶结物,可有效解释高含量碳酸盐高物性砂岩成因,其分布是界定沉积物源区的有效证据。

**关键词** 塔里木盆地 白垩系 巴什基奇克组 碳酸盐岩碎屑

**第一作者简介** 张荣虎 男 1976年出生 博士 石油地质 E-mail: zrh\_h@petrochina.com.cn

**中图分类号** P578.6 **文献标识码** A

陆源碎屑岩中的碳酸盐岩碎屑以其特殊的物理、化学性质而易被磨损、压碎,易遭受风化、淋滤、压溶<sup>[1,2]</sup>而常被人们所混淆为碳酸盐胶结物,其归属及作用上也一直存在争议: Dickinson等(1979)将其排除在碎屑之外,原因是: 1)在搬运过程中难以保存, 2)易受成岩作用影响, 3)容易与内源碳酸盐岩碎屑混淆;朱国华等<sup>[3]</sup>认为在特殊的物源背景、搬运条件和沉积环境下碳酸盐岩碎屑大量发育不足为奇; Zuffa(1980)、Mack(1984)和 Ingersoll(1987)一再强调碳酸盐岩碎屑在物源分析上的重要性, Graham(1993)在研究中国西部盆地成因时,特别强调了碳酸盐岩碎屑对研究塔里木盆地库车坳陷构造演化的特殊意义;寿建峰、朱国华<sup>[4]</sup>认为碳酸盐岩碎屑对储层压实、胶结作用的影响至关重要。塔里木盆地库车坳陷—塔北隆起(尤其是克拉苏、秋里塔格、依奇克力克、羊塔—却勒提尔根—轮台等构造带)作为塔里木盆地油气白垩系勘探的主战场,至今已相继在巴什基奇克组发现了大北 1 气田、克拉 2 气田、克拉 3 气藏、迪那 2 气田、野云 2 气藏、羊塔克油田及提尔根油田等,展示了其巨大的油气潜力(图 1)。随着勘探的逐步深入,储集砂体的非均质性(岩矿变化,尤其是碳酸盐岩碎屑含量;成岩变化,尤其是压实、胶结差异等问

题)日益成为研究和生产中的瓶颈。本文的重点是从储层的微观特征入手,依据大量的铸体薄片、阴极发光、扫描电镜、实验分析等资料,结合区域地质背景,探讨白垩系巴什基奇克组储层中碳酸盐岩碎屑的发育特征、成因及其在研究、勘探中的地质意义。

## 1 地质背景

### 1.1 构造及地层简述

库车坳陷包括北部单斜带、克拉苏—依奇克里克构造带、拜城凹陷、阳霞凹陷、乌什凹陷、秋里塔格构造带、前缘隆起带(南部平缓褶皱带)7个次级构造单元;塔北隆起包含温宿凸起、轮台凸起、南喀英买力低凸起、轮南低凸起、库尔勒鼻状凸起、哈拉哈塘凹陷及草湖凹陷7个次级构造<sup>[5]</sup>。库车坳陷—塔北隆起白垩系仅发育下白垩统,上统缺失,下白垩统厚度 200~2 000 m,自下而上分为亚格列木组、舒善河组、巴西改组、巴什基奇克组。其中巴什基奇克组是研究区最主要的含气层段,也是勘探的主要目的层,厚度 30~400 m,南天山山前、温宿凸起周缘和轮台凸起东部以细—中砾岩、砂砾岩夹中粗砂岩、泥岩为主,其他地区多以不等粒砂岩、含泥砾细砂岩、中—细砂岩为主夹粉砂岩、泥岩(表 1)。

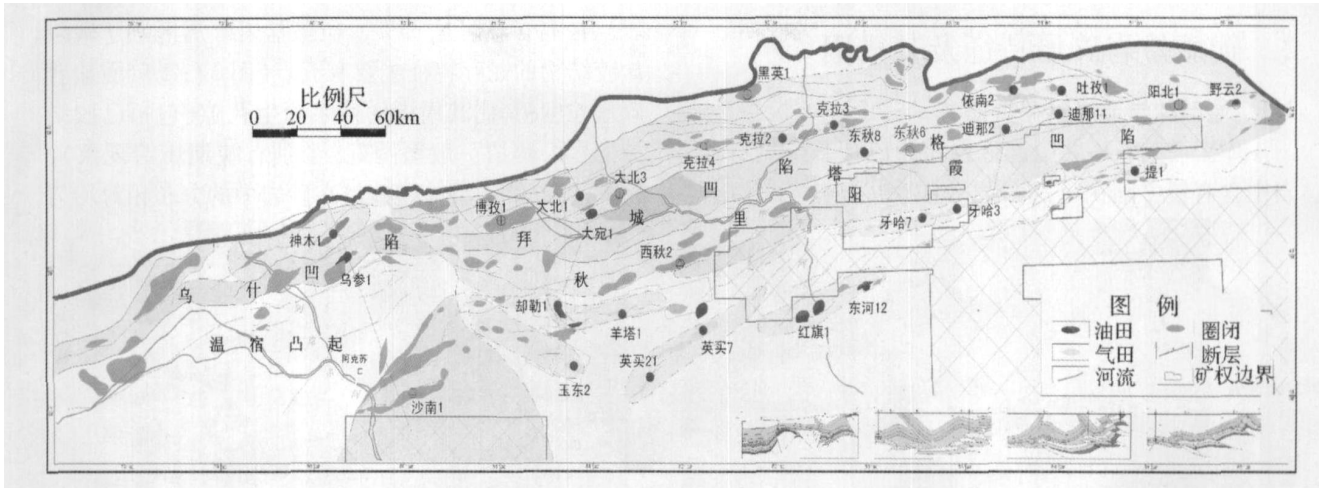


图 1 库车坳陷—塔北隆起构造区划及勘探成果图

Fig 1 Exploration results and tectonic classifications of the Kuqa depression and north Tarim uplift

表 1 库车坳陷白垩系岩石地层综合表

Table 1 Stratigraphic features of Cretaceous Formation in the Kuqa depression

系 统	地 层 组	岩 性 特 征
白 垩 系	巴什基奇克组 (K <sub>1</sub> bs)	薄—中厚层状灰褐色、褐灰色中砂岩、细砂岩为主夹薄层褐色—紫褐色泥岩、泥质粉砂岩, 底部发育含砾砂岩、砂砾岩。
	巴西改组 (K <sub>1</sub> b)	顶部为一套区域性中厚—巨厚层状褐色泥岩夹泥质粉砂岩, 中—下部以灰褐色粉砂岩、细砂岩为主, 夹砾岩及薄层泥质粉砂岩、泥岩。
	舒善河组 (K <sub>1</sub> s)	中厚—巨厚层状褐色泥岩、粉砂质泥岩夹薄层褐色、褐灰色、绿灰色泥质粉砂岩、粉砂岩。
	亚格列木组 (K <sub>1</sub> y)	下部为浅紫灰色厚层状砾岩, 上部为砂岩、砾状砂岩夹泥岩。

### 1.2 古地理背景

早白垩世与下伏地层呈不整合接触, 起初沉积发育在靠近北部天山山前一带, 沉积了一套以“城墙砾岩”为代表的亚格列木组。随着盆地的沉积逐渐扩大, 沉积及沉降中心迁至克拉苏构造带至依西 1 井一线, 盆地边缘区冲积扇、扇三角洲等相带保存完好, 其它地区为在剥蚀夷平基础上的三角洲—浅水湖泊沉积。舒善河组沉积后山前坳陷停止发育与“塔北隆起”连成一体, 并与相邻的南天山造山带处于均衡调整状态。总体呈现北山南盆的古地理格局, 控制了沉积相带的展布。由于构造活动具有阶段性, 在构造相对活动期沉积了低成熟的粗碎屑物质, 在构造相对平稳期沉积了较高成熟度的细碎屑物质, 显示出坳陷盆地的充填特点。晚白垩世—古近纪初, 由于受亚洲大陆南缘冈底斯地体拼贴作用的影响, 库车坳陷—塔北隆起整体受到抬升, 遭受剥蚀, 结束中生代前陆盆地的沉积历史<sup>[6,7]</sup>。

### 1.3 沉积环境

白垩纪时期, 气候总体干旱、炎热, 库车坳陷区为

宽缓地形, 碎屑物质的输送多与季节性洪水有关<sup>[8,9]</sup>。巴什基奇克组沉积早期, 构造活动相对强烈, 地形陡、物源区近, 气候炎热、干燥, 形成扇三角洲沉积, 东西向相带展布稳定, 南北向相带变化明显, 卡普沙良河、库车河、克拉苏河存在三个较大的冲积扇群, 尤其克拉苏河地区更靠近源区。巴什基奇克组沉积中晚期, 地形差降低, 输入坳陷的物质变细, 但沉积相仍呈东西分区、南北分带格局, 库车河、克拉苏河和卡普沙良河露头均处于辫状三角洲平原亚相带, 克拉 2 气田位于辫状三角洲平原向辫状三角洲前缘过渡地带。塔北隆起沿温宿凸起北缘及东缘沉积的物源主要来自温宿凸起, 以冲积扇—扇三角洲沉积为主, 岩性主要为褐色、紫红色砂砾岩、含砾砂岩和中细砂岩; 羊塔地区主要是接受来自塔北东部沉积, 但也受温宿凸起物源影响; 羊塔—英买—东河地区为辫状三角洲前缘亚相沉积; 提尔根—轮南地区为辫状三角洲平原亚相沉积, 岩性主要为细砂岩, 部分含砾, 岩性较粗。

## 2 碳酸盐岩碎屑特征及其成因

### 2.1 碳酸盐岩碎屑赋存特征

库车坳陷—塔北隆起区白垩系巴什基奇克组砂岩中含有较多陆源碳酸盐岩碎屑(包括灰岩和白云

岩),最高含量可达 35%。碳酸盐岩碎屑区别于碳酸盐胶结物的赋存特征主要有五点(图 2);①碳酸盐岩碎屑粒度粗,比其周围的残余原生孔隙(包括已胶结掉的)大,碎屑一般磨圆好(个别有晚期压溶现象),轮廓清晰;②碳酸盐岩碎屑在砂岩中的分布相对均匀

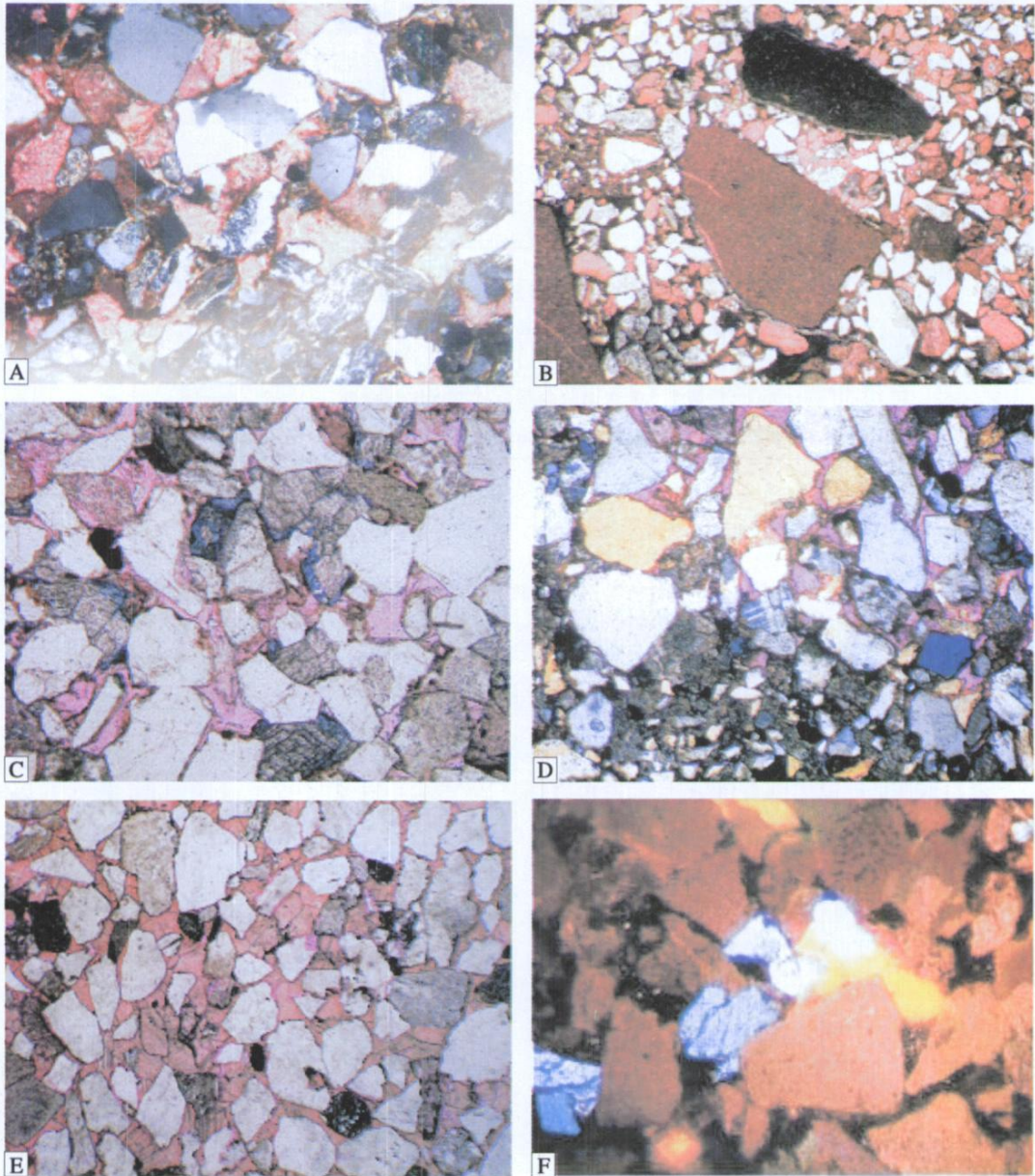


图 2 白垩系巴什基奇克组砂岩中碳酸盐岩碎屑及胶结物微观特征

Fig 2 Carbonate debris and calcite cement microscopic feature of the Cretaceous Bashiqiqike sandstone

A 迪那 201 井, 5 198.17 m,  $K_1b_s$  不等粒长石岩屑砂岩, 粉细晶灰岩碎屑发育, 部分遭压溶。(+)  $\times 100$  B 克拉 201 井, 3 664.61 m,  $K_1b_s$  不等粒长石岩屑砂岩, 灰屑呈分散状均匀分布。(–)  $\times 40$  C 克拉 201 井, 3 726.32 m,  $K_1b_s$  中细粒长石岩屑砂岩, 云岩屑, 铁白云石加大。(–)  $\times 100$  D 克拉 3 井, 3 576.8 m,  $K_1b_s$  不等粒长石岩屑砂岩, 云屑多处显孔不发育。(+)  $\times 40$  E 台 2 井, 5 164.28 m,  $K_1b_s$  中粗粒长石岩屑砂岩, 灰岩屑轮廓清晰, 方解石胶结物多, 无显孔, 灰岩碎屑 10%。(–)  $\times 25$  F 东秋 8 5 204.82 m,  $K_1b_s$  中砂质细粒长石岩屑砂岩, 白云岩碎屑发桔黄色光, 白云石胶结物发桔红色光, 石英发棕色光, 长石蓝色光。阴极发光,  $\times 40$

(极细—粉砂岩尤为明显), 不存在斑块状分布特点, 而斑块状具连晶结构的碳酸盐在正交光下消光性一致, 多属于沉淀的胶结物成因; ③碎屑中可存在古生物化石、碎片或沉积结构, 且多为粉—细晶方解石或白云石, 同生成因的胶结物主要为泥晶方解石或白云石; ④白云岩碎屑染色无变化, 而铁白云石胶结物染色呈蓝色, 且多附着在白云岩碎屑边缘呈加大边出现, 同样, 铁方解石胶结物也呈加大边状依附于灰岩碎屑的边缘, 染色后呈淡紫色—紫色; ⑤阴极射线下, 灰岩、云岩碎屑发桔黄色光, 方解石、白云石胶结物发桔红色光。

### 2.2 碳酸盐岩碎屑成因

白垩系巴什基奇克组砂岩中碳酸盐岩碎屑之所以能够大量保存, 主要受控于两个因素: 古老碳酸盐岩地层和白垩纪古气候、古地理环境。

(1) 物源区古老碳酸盐岩地层的广泛发育为其提供了重要母岩基础: 库车坳陷的形成最早于海西末期开始发育, 燕山期持续发育, 喜山期定型, 主要充填中、新生代地层。晚二叠世—三叠纪期间库车坳陷属于塔里木稳定克拉通周缘前陆盆地, 南天山前陆冲断带广泛出露古生代及早中生代地层, 其中包括寒武—奥陶纪、石炭纪碳酸盐岩地层。发育的古老碳酸盐岩为库车坳陷南天山物源区下白垩统砂岩提供了重要

的碳酸盐岩碎屑母源基础。塔北隆起在早古生代属于塔里木古克拉通的组成部分, 发育以台地相碳酸盐岩为主的沉积; 加里东晚期—海西早期运动表现强烈, 隆起幅度加大, 地层出露遭受强烈剥蚀, 石炭—二叠系不整合披覆在下伏地层之上; 海西晚期运动以断块活动和强烈剥蚀为特征, 趋于定型; 中、新生代塔北隆起成为库车前陆盆地的前缘隆起, 在构造高部位缺失三叠—侏罗系, 下白垩统接受来自温宿物源区及库鲁塔格物源区的古老碳酸盐岩及早期碎屑岩的沉积。

(2) 白垩纪古气候、古地理环境为其提供了关键保存条件: 早白垩世, 库车坳陷—塔北隆起区构造活动相对强烈, 地形坡降大, 沉积中心距离物源区近(尤其南天山及温宿物源区), 发育的冲积扇—扇三角洲、冲积扇—辫状三角洲沉积物多属短距离快速堆积成因, 来自物源区的碳酸盐岩碎屑多数未经充分磨损、淘洗便进入砂岩中。根据对库车坳陷露头区泥岩  $K_2O$  及  $B$  含量最终计算的盐度表明: 早白垩世属于炎热、干燥气候环境, 降水量相对较少, 古水体总体呈中咸化、高咸化—低咸化、中咸化变化。舒善河组沉积中期为最大咸化期, 随后至巴西改组沉积期古盐度持续下降, 巴什基奇克组沉积期盐度略有增大, 呈低—中咸化状态(图 3 表 2), 因此, 碳酸盐岩碎屑在搬运、同生期也未遭受强烈大气水淋滤溶蚀作用, 保

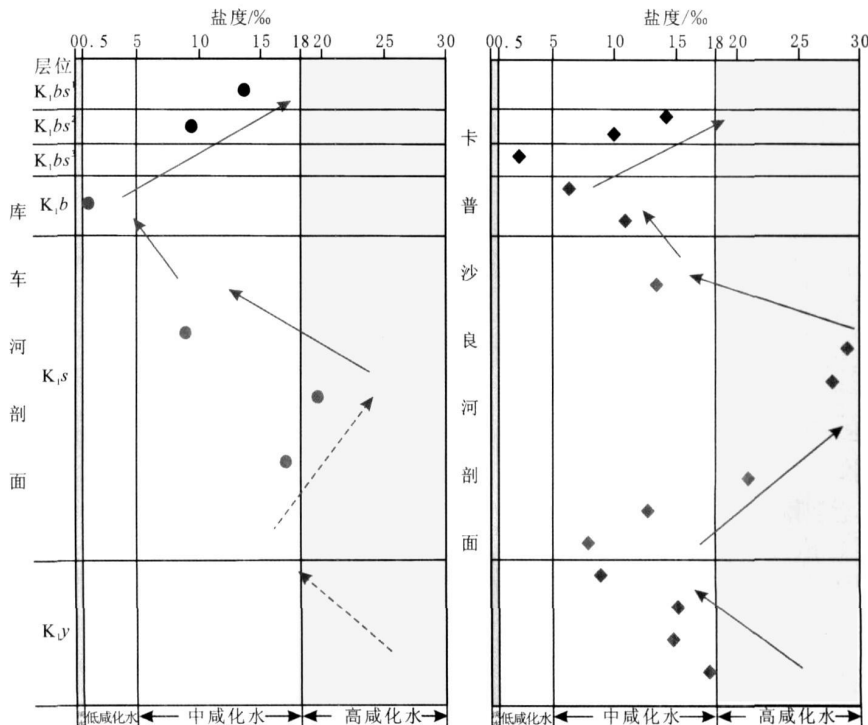


图 3 库车坳陷早白垩世古水体盐度变化对比图

Fig 3 Salinity change comparison of early Cretaceous fossil water in the Kuqa Depression

表 2 库车坳陷白垩纪不同沉积时期湖水盐度分析

Table 2 Lake salinity analysis of Cretaceous sediments in the Kuqa depression

剖面位置	样号	层位	岩性	K <sub>2</sub> O /%	B / (μg/g)	B校正 / (μg/g)	盐度 /‰
库车河	1	K <sub>1</sub> bs <sup>1</sup>	紫红色泥岩	2.38	28.20	100.71	2.80
	2		紫红色泥岩	1.16	29.00	212.50	13.72
	3	K <sub>1</sub> bs <sup>2</sup>	紫红色泥岩	2.15	42.70	168.81	9.45
	4	K <sub>1</sub> b	紫红色泥岩	4.30	42.30	83.62	1.13
	5	K <sub>1</sub> s	紫红色泥岩	1.85	35.60	163.57	8.94
	6		紫红色泥岩	1.69	54.40	273.61	19.69
	7		紫红色泥岩	2.40	69.70	246.85	17.07
卡普沙良河	1	K <sub>1</sub> bs <sup>2</sup>	紫红色泥岩	1.72	44.10	217.94	14.25
	2		紫红色泥岩	2.84	58.40	174.79	10.03
	3	K <sub>1</sub> bs <sup>3</sup>	紫红色泥岩	4.35	48.80	95.36	2.27
	4	K <sub>1</sub> b	紫红色泥岩	2.35	38.00	137.45	6.39
	5	K <sub>1</sub> s	紫红色泥岩	1.91	41.40	184.24	10.96
	6		紫红色泥岩	2.22	54.70	209.44	13.42
	7		紫红色泥岩	1.63	70.80	369.20	29.03
	8		紫红色泥岩	2.06	86.40	356.50	27.79
	9		紫红色泥岩	3.14	66.40	179.75	10.52
	10		紫红色泥岩	2.60	42.80	139.92	6.63
	11		紫红色泥岩	1.78	60.00	286.52	20.95
	12		紫红色泥岩	2.25	53.70	202.87	12.78
	13		紫红色泥岩	3.71	66.70	152.82	7.89
	14	K <sub>1</sub> y	紫红色泥岩	2.65	50.80	162.94	8.88
	15		紫红色泥岩	0.92	24.50	227.10	15.14
	16		紫红色泥岩	2.66	69.80	223.05	14.75
	17		紫红色泥岩	2.10	62.60	253.38	17.71

注:表中 B<sub>校正</sub> = 8.5 × B<sub>样品</sub> / K<sub>2</sub>O<sub>样品</sub> (据沃克公式), 其中 8.5 为纯伊利石中的理论 K<sub>2</sub>O 浓度, B<sub>样品</sub> 和 K<sub>2</sub>O<sub>样品</sub> 指样品实测值。S = 0.0977X - 7.043 S 为盐度(‰), X 为校正 B 含量(10<sup>-6</sup>), 其中盐度分类为淡水 0~0.5; 少盐水 0.5~5.0; 中盐水 5.0~18.0; 多盐水 18.0~30.0; 真盐水 30.0~40.0; 超盐水 > 40.0 (据威尼斯, 1958)。

存相对较好。

### 3 碳酸盐岩碎屑空间分布及其地质意义

#### 3.1 空间分布特征

库车坳陷克拉苏构造带白云岩碎屑主要分布在克拉 1—克拉 2—克拉 3—东秋—迪那地区—一线东, 北至露头区、巴什 2 井区, 南至东秋 8 井区及以南; 纵向上主要局限在巴什基奇克组一段下部—三段的上部, 含量 1%~25%, 且自克拉 2 井区向西至克拉 1 井区、向东至迪那地区有减少的趋势。塔北地区白云岩碎屑主要集中在却勒—羊塔地区, 含量 1%~10%。平面上, 灰岩碎屑主要分布在库车坳陷的大北、吐北及阳北、野云地区以及塔北隆起的英买、东河、牙哈、轮南地区的巴什基奇克组一段、二段、三段, 库车坳陷区含量明显大于塔北隆起区, 大北吐北地区为 3%~13%, 塔北隆起为 0~7% (图 4 图 5)。

#### 3.2 地质意义

##### 3.2.1 碳酸盐岩碎屑的减孔效应明显低于胶结物

碳酸盐岩碎屑与胶结物之间既有因果联系, 又各

自独立, 统计表明碳酸盐胶结物含量并不随碳酸盐岩碎屑的增加而增加, 甚至毫无关系。究其原因: 一方面, 一方面碳酸盐岩碎屑是来自母岩的机械破碎、风化、搬运, 属于机械沉积成因; 另一方面, 碳酸盐岩碎屑容易受淋滤溶蚀而进入地层水中成为准同生期或成岩中后期碳酸盐胶结物的母质, 因而两者既有联系, 又非绝对, 其原因是砂岩中的碳酸盐胶结物只有部分(少部分)来自于碳酸盐岩碎屑的溶蚀后再沉淀而成, 在碱性(或盐湖)环境中, 甚至全部来自于湖盆水中的碳酸盐<sup>[10]</sup>。

碳酸盐岩碎屑并非是胶结物, 而是砂岩中的骨架颗粒, 但因其硬度(摩式硬度 3.0)明显低于长石、石英, 而且化学稳定性差, 因而抗压实性弱、易于溶蚀而再沉淀, 其含量高低对储层物性有一定影响。通过对库车—塔北地区重点井的典型样品分析表明: 碳酸盐岩碎屑含量为 10% 时, 孔隙度一般可达 6%~16%, 平均为 11.4%; 而碳酸盐胶结物含量为 10% 时, 孔隙度一般为 2%~13%, 平均为 7.0%; 二者对比表明碳

酸盐岩碎屑对储层孔隙度的影响程度相对较弱,而碳酸盐胶结物对储层的减孔效应明显增强,是储层物性差的主要因素之一(图 7)。

3.2.2 碳酸盐岩碎屑的识别可有效解释高碳酸盐含量下的高砂岩孔隙度

研究表明: 库车坳陷—塔北隆起白垩系巴什基奇

克组砂岩中的碳酸盐以碎屑形式为主, 占总量的 70% ~ 80%, 而传统观念和实验分析 (X 衍射全岩分析、物性分析、扫描电镜等) 均认为砂岩中碳酸盐属于胶结物成因。碳酸盐岩碎屑的颗粒性特征使其具有抗压实性、低填隙性、孔隙连通性, 总体好于碳酸盐胶结物的高填隙性, 碳酸盐岩碎屑的高含量有效解释

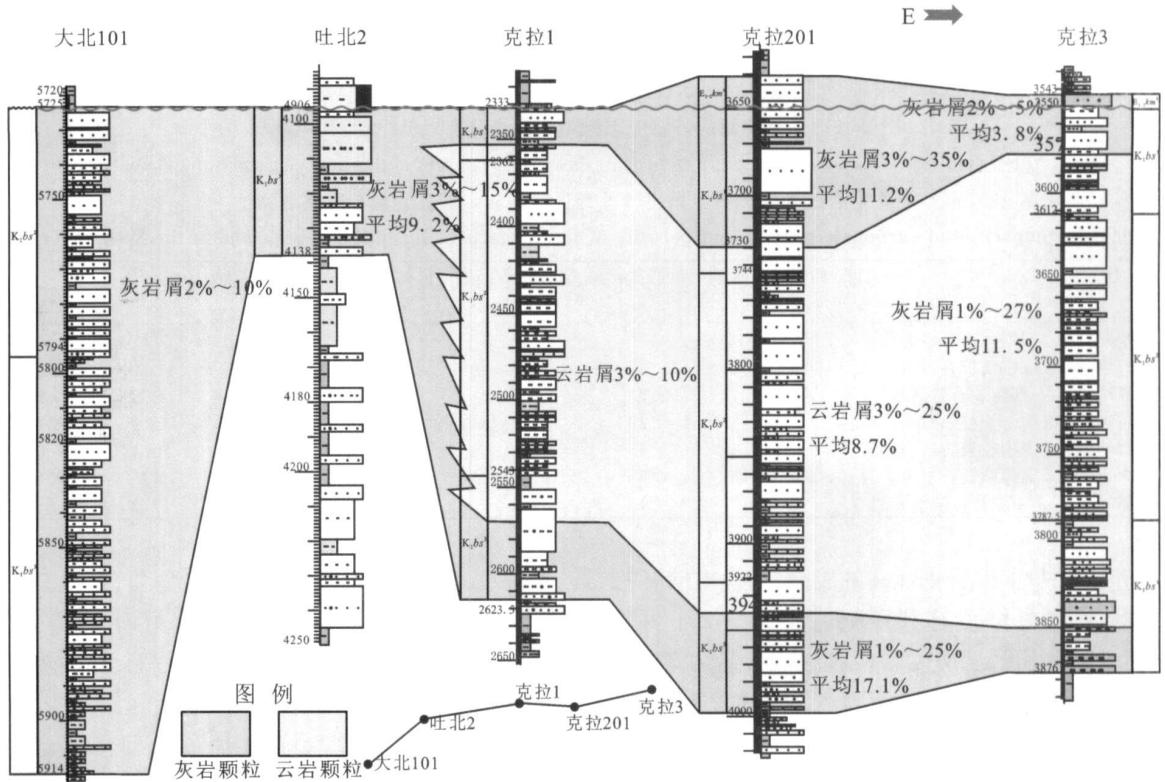


图 4 大北 101—吐北 2—克拉 1—克拉 201—克拉 3 井巴什基奇克组碳酸盐岩碎屑及含量分布图

Fig.4 Carbonate debris and content of Bashijiqike sandstone in Dabe101—Tube2—Kelai—Kela201—Kela3 cross section

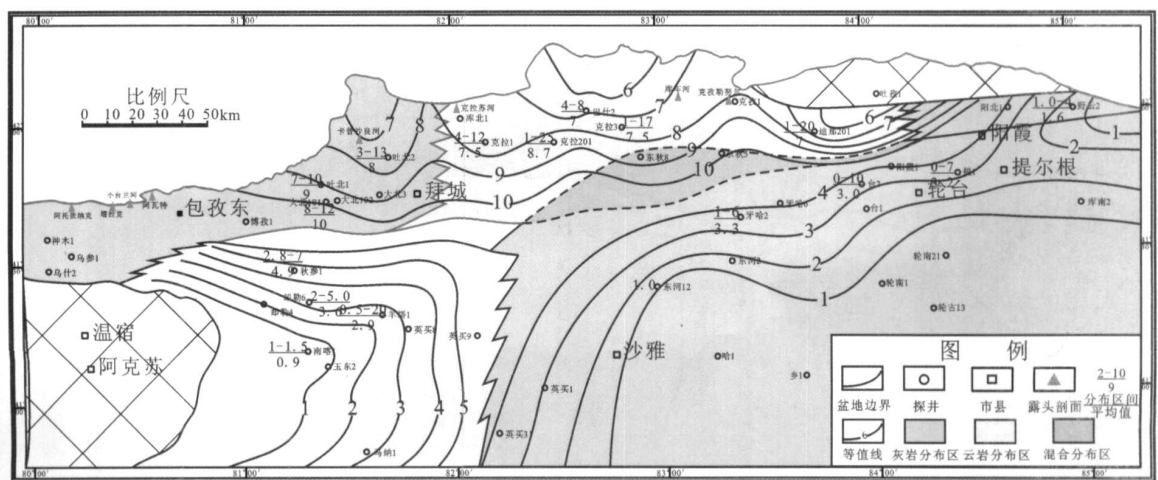


图 5 白垩系巴什基奇克组碳酸盐岩碎屑类型及其含量分布图

Fig.5 Distribution of carbonate debris styles and content of the Cretaceous Bashijiqike sandstone

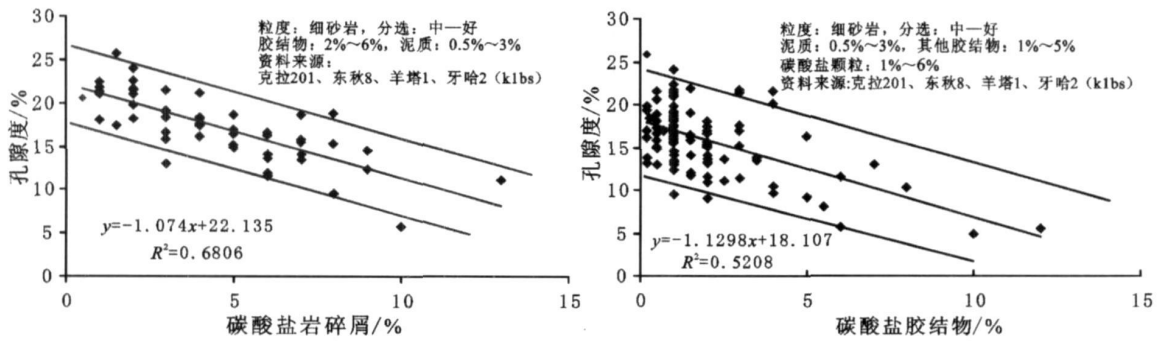


图 6 白垩系巴什基奇克组砂岩中碳酸盐岩碎屑、胶结物含量与孔隙度相关图

Fig 6 Correlation between carbonate debris carbonate cement and porosity of the Cretaceous Bashijiqike sandstone

表 3 克拉 2 气田白垩系巴什基奇克组砂岩碳酸盐含量与物性对比

Table 3 Comparison of carbonate content and porosity of the Cretaceous Bashijiqike sandstone in the Well of Kela 2

井号	深度 /m	岩性	石英 /%	泥质 /%	碳酸盐碎屑 /%	碳酸盐胶结物 /%	碳酸盐含量 /%	其他胶结物 /%	$\phi$ /%	$K / 10^{-3} \mu m^2$
克	3684.57	中细粒长石岩屑砂岩	55	1	16	3	19	3	11	18.60
拉	3737.91	细中粒长石岩屑砂岩	55	2	13	2.5	15.5	2.5	11.13	0.675
201	3739.09	细粒长石岩屑砂岩	35	7	35	2	37	2	14.72	1.06
	3740.71	极细—细粒长石岩屑砂岩	51	1	23	2	25	2	15.1	9.413
	3743.02	细中粒长石岩屑砂岩	54	4	13	1	14	1	16.4	4.074
	3920.6	不等粒长石岩屑砂岩	53	2	14	2	16	2	17	22.39
	3935.86	中粒长石岩屑砂岩	60	1	18	2	20	2	17.2	58.64

了高含量碳酸盐下砂岩物性高的成因,为优质储层的发育成因解释提供了有利证据。如克拉 201 井 3739.09 m 细粒长石岩屑砂岩中碳酸盐含量为 37%,其中碳酸盐碎屑为 35%,碳酸盐胶结物为 2%,其他类型胶结物为 2%,储层孔隙类型以残余原生孔为主(溶孔为 3%),储层孔隙度为 14.72% (表 3)。

3.2.3 碳酸盐岩碎屑的分布是沉积物源区的有效证据  
碳酸盐岩碎屑的分布具有近源粒度粗、含量低、

分选差、磨圆差、均质差;远源粒度细、含量高、分选好、磨圆好、均质好;浅埋颗粒形态好、深埋颗粒压溶强的特征,其类型和分布直接反映了砂岩沉积物源区的类型和分区。库车坳陷—塔北隆起白垩系巴什基奇克组砂岩中灰岩、云岩碎屑分布的分区、分段性(图 4 图 5)与重矿物组合、古水流方向等物源分析参数完全符合(图 7),表明碳酸盐岩碎屑可有效指示物源的分区性,为物源区的界定提供了有利证据。

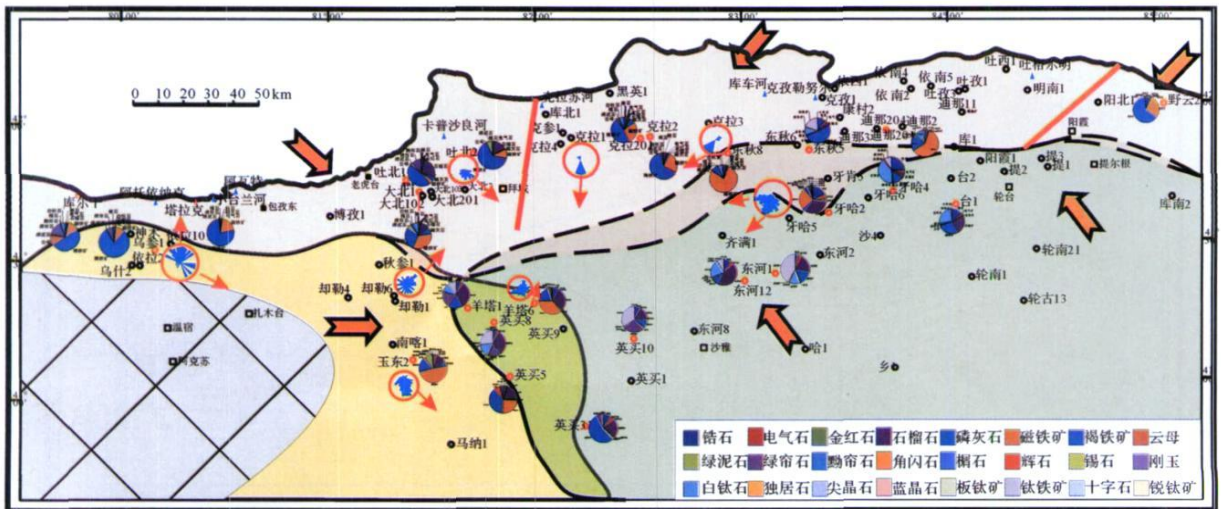


图 7 库车坳陷—塔北隆起白垩系巴什基奇克组物源分区图

Fig. 7 Provenance zone of the Cretaceous Bashijiqike in the Kuqa depression and north Taram uplift

## 4 结论

(1) 碳酸盐岩碎屑主要有五大特征, 可明显区别于碳酸盐胶结物: 粒度粗, 一般比其周围的原生孔隙大, 磨圆好 (个别有晚期压溶现象), 轮廓清晰; 在砂岩中分布相对均匀, 非斑块状分布; 碎屑中存在古生物的化石且多为粉细晶颗粒; 胶结物 (铁方解石、铁白云石) 多附着在碎屑边缘呈加大边出现, 染色有明显变化; 灰岩、云岩碎屑在阴极射线下发桔黄色光。

(2) 碳酸盐岩碎屑的分布具有近源粒度粗、含量低、分选差、磨圆差、均质差; 远源粒度细、含量高、分选好、磨圆好、均质好; 浅埋粒形好、深埋压溶强的特征。

(3) 物源区发育的古老碳酸盐岩地层, 干旱、炎热、近咸化的古气候、古水体环境, 近源快速堆积的古地理环境是碳酸盐岩碎屑的主要成因。

(4) 碳酸盐岩碎屑的识别和量化具有重要的地质意义: 碳酸盐岩碎屑的减孔效应明显低于胶结物, 可有效解释高含量碳酸盐高物性砂岩成因, 其分布范围是界定沉积物源区的有效证据。

### 参考文献 (References)

- 1 刘宝珺, 张锦泉, 主编. 沉积成岩作用 [M]. 北京: 科学出版社, 1992 13-20 [Liu Baojun Zhang Jinqian, ed. Deposition and Diagenesis [M]. Beijing: Science Press, 1992 13-20]
- 2 于兴河编著. 碎屑岩系油气储层沉积学 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2002 92-104 [Yu Xinghe, ed. Oil and Gas Reservoirs Sedimentology of Clastic Rocks [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2002 92-104]
- 3 寿建峰, 朱国华. 砂岩储层孔隙保存的定量预测研究 [J]. 地质科学, 1998, 33 (2): 244-250 [Shou Jianfeng Zhu Guohua. The sand-

- stone reservoir porosity preservation quantitative prediction research [J]. Chinese Journal of Geology, 1998, 33 (2): 244-250]
- 4 寿建峰, 张惠良, 等. 砂岩动力成岩作用 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2002 1-200 [Shou Jianfeng Zhang Huiliang et al. Sandstone Dynamic Diagenesis [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2002 1-200]
- 5 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: 232-240 [Jia Chengzao. Tectonic Characteristics and Petroleum in Tarim Basin of China [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1997: 1-200]
- 6 王家豪, 王华, 陈红汉, 等. 一幕完整的前陆盆地构造演化的地层记录: 库车坳陷下白垩统 [J]. 地质科技情报, 2006 25 (6): 31-36 [Wang Jiahao Wang Hua Chen Honghan et al. Stratigraphic record in a whole episode of foreland basin tectonic evolution: The lower Cretaceous in Kuqa Depression [J]. Geological Science and Technology Information, 2006, 25 (6): 31-36]
- 7 雷刚林, 齐英敏, 谢会文. 塔里木库车盆地中生代原型分析 [J]. 地质科学, 2006, 44 (1): 44-53 [Lei Ganglin Qi Yingmin Xie Huiwen. Analysis of Mesozoic original basin of the China Tarim [J]. Chinese Journal of Geology, 2006, 44 (1): 44-53]
- 8 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 [Gu Jiayu Fang Hui Jia Jinhua. Diagenesis and reservoir characteristics of Cretaceous braided delta sandbody in Kuqa Depression, Tarim Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2001, 19 (4): 517-523]
- 9 张丽娟, 李多丽, 孙玉善, 等. 库车坳陷西部古近系一白垩系沉积储层特征分析 [J]. 天然气地球科学, 2006 17 (3): 355-360 [Zhang Lijuan Li Duoli Sun Yushan, et al. Analysis of characteristics of sedimentary reservoir [J]. Natural Gas Geoscience, 2006 17 (3): 355-60]
- 10 王生朗, 任来义, 王英, 等. 盐湖环境成岩作用特征及其对高孔隙带形成的影响 [J]. 石油勘探与开发, 2003, 30 (5): 47-49 [Wang Shenglang Ren Laiyi Wang Ying et al. Characteristics of diagenetic saline lake environment and its effect on high-porosity zones [J]. Petroleum Exploration and Development, 2003 30 (5): 47-49]

## Carbonate Debris Characteristics and Its Geological Significance in the Terrestrial Sandstone of Cretaceous Bashijiqike Group, Tarim Basin

ZHANG Rong-hu<sup>1,2</sup> JIA Cheng-zao<sup>1</sup> ZHANG Hui-liang<sup>2</sup> ZHU Guo-hua<sup>2</sup>

(1. Graduate department of Research Institute of Petroleum Exploration and Development of China, Beijing 100083

2 Hangzhou Institute of Geology, Research Institute of Petroleum Exploration and Development of China, Hangzhou 310023)

**Abstract** Microscopic characteristics of the reservoir from the start through a variety of experiments that Cretaceous Bashijiqike sandstone carbonate debris of Kuqa Depression-Tabei uplift in Tarim Basin have five major characteristics of clear distinction with cement: Coarse grain size, generally around than the original porosity and a good grinding round (individual phenomenon of the late pressure solution), the clear outline and a relatively homogeneous distribution in the sand, non-block classes debris in the presence of fossils and more to fine-grained powder cements (iron



calcite, dolomite ion) and more attached to the brink of debris while there was increased there were significant changes in limestone, carbonate debris show orange under cathodelum incescence. Carbonate rock debris distribution near the source have the characteristics of coarse-grained, low content, poor separation, poor grinding park, poor homogeneity, while the other far from the source have the characteristics of much fine particle size, high content, good separation, good grinding park, and good homogeneity, shallow-shaped tablets, and buried the characteristics of strong pressure solution. The ancient source of carbonate rock fomation, drought, heat, nearly salt for the ancient climate and water environment, near the source of the rapid accumulation of ancient geography is the main cause of carbonate debris. Carbonate rock debris of identification and quantification have the importance of geological significance, its effect was significantly lower than that hole by cement, which can effectively explain the causes of high porosity sandstone with high content carbonate, and define the distribution of sediment source area as an effective evidence.

**Key words** Tarim Basin, Cretaceous, Bashijiqike Group, carbonate fragment

## 新书介绍——《碎屑岩系油气储层沉积学》(第二版)

由中国地质大学(北京)能源学院于兴河教授编著的《碎屑岩系油气储层沉积学》一书第二版已经正式出版了。第二版内容涉及碎屑岩油气储层沉积学的诸多方面,在第一版基础上又增加了 200 多页,并对原来各沉积体系都有所扩充,尤其是对沉积相的研究方法一章,河流、滨浅海与深水沉积体系等章节内容增加较多。同时,考虑到层序地层学已成为储层沉积研究的一个主要方法与热点,因而加入了“碎屑岩层序地层学研究的理论与方法”一章,因而,本书在第一版十一章基础上变为十二章。本书第二版主要内容包括国内外有关储层沉积学研究的学科形成发展与最新动态、碎屑岩储层的基本特征、碎屑岩层序地层学研究的理论与方法、沉积相的研究方法与沉积作用、储层成岩作用、储层非均质性、冲积扇沉积体系、河流沉积体系、湖泊沉积体系、三角洲沉积体系、砂质海岸与浅海沉积体系、深水沉积体系;新版教材为适应油气勘探开发形势,关注油气勘探开发中的核心问题——储层沉积体系,既介绍了碎屑岩油气储层沉积学相关理论与研究方法,又涵盖了碎屑岩油气储层的各种沉积类型,融汇了不同沉积体系的多种沉积模式,从基本特征、分类方法与分类结果、识别标志、沉积序列、沉积模式及主要储层砂体类型等方面详细描述了各类沉积体系。另外,该书还附有储层沉积学方面的专业英文词汇表及各种沉积构造的彩色典型图版。因此,本书可为一本油气储层沉积学的研究生教学用书,也可广大从事油气储层研究、油气勘探与开发的专业地质人员及高等院校相关专业师生参考用书。