

文章编号: 1009-3850(2011)03-0039-08

塔里木盆地库车坳陷东部早-中侏罗统沉积物源分析

张国锋¹, 马玉杰², 韩伟³, 罗金海⁴

(1. 内蒙古矿业开发有限责任公司, 呼和浩特 010020; 2. 中国石油塔里木油田公司勘探开发研究院, 库尔勒 841000; 3. 中国石油东方地球物理公司长庆分院, 西安 710021; 4. 大陆动力学国家重点实验室(西北大学), 西北大学地质学系, 西安 710069)

摘要: 根据岩心观察、重矿物特征、单井岩性剖面及相关指数的综合研究, 认为早-中侏罗世期间, 库车坳陷东部主要接受南天山物源区提供的碎屑物, 而塔北隆起提供的碎屑物则比较有限。根据下-中侏罗统碎屑岩中重矿物和碎屑组分的差异, 进一步将各期物源区在东西方向上划分成4个物源补给亚区。此外, 从下侏罗统阿合组、阳霞组到中侏罗统克孜勒努尔组, 南天山物源区逐渐向南天山造山带的腹部扩展, 反映夷平作用进一步加强, 构造活动性相对比较稳定。

关键词: 库车坳陷东部; 早-中侏罗世; 物源分析

中图分类号: P512.2

文献标识码: A

库车坳陷位于塔里木盆地与天山造山带的交接部位, 从三叠纪初开始成为一个独立的沉积构造单元^[1-7]。新近纪以来, 库车坳陷具有鲜明的前陆盆地性质^[2-3, 5, 8-11]。侏罗系是库车坳陷东部重要的油气勘探目的层。1958年, 在依奇克里克的中侏罗统克孜勒努尔组砂岩中发现了依奇克里克油田; 1998年, 在依南2井发现了依南2气藏。侏罗纪时期, 库车坳陷趋于准平原化, 处于构造的相对平静期^[12-15], 前人已经做了大量有关其沉积物源的研究工作^[9, 14, 16-23], 总体上认为库车坳陷侏罗系物源属于“再旋回造山带”类型, 南天山是其主要的碎屑物源区, 但是对南天山物源区在东西方向上的非均一性和具体的特点则研究的相对薄弱, 这在一定程度上制约了库车坳陷东部侏罗系油气储集岩空间分布规律的认识, 从而影响了该地区针对侏罗系的油气勘探。为此, 本文在野外工作的基础上, 通过岩心观察、重矿物组合、单井岩性剖面及相关指数的综合研究, 探讨库车坳陷东部早-中侏罗世时期, 物源区的特点及其东西向差异, 进一步揭示库车坳陷东部侏罗纪沉积体系特征及盆地发育的区域构造背景。

1 研究区地质概况

库车坳陷位于塔里木盆地北部, 呈东西向展布, 盆地基底总体呈北低南高, 是经历了多期构造运动的叠加在古生代被动大陆边缘之上的中生代叠合前陆盆地^[6, 8, 21, 24, 26]。在构造特征上, 库车坳陷是在南天山多次向南逆冲形成的挤压应力作用下发育的, 总体为一不对称的箕状坳陷。在地层特征上, 中生代盆地以中上元古界的变质岩和震旦系一二叠系的沉积岩层为基底, 其上充填了厚达万余米的中生代陆相碎屑岩, 以砂泥岩沉积序列为主^[21, 23, 25, 26]。

侏罗系在库车河以东的库车坳陷东部发育良好, 中-下侏罗统以河湖相和辫状河三角洲相煤系地层为特征, 从下向上依次被划分为阿合组(J_1a)、阳霞组(J_1y)、克孜勒努尔组(J_2k)和恰克马克组(J_2q)。阿合组主要为辫状河三角洲相浅灰色、灰白色厚层块状粗碎屑岩、灰黑色泥岩及煤线, 厚420~480m。阳霞组为辫状河三角洲相灰色、灰白色砂岩、砾岩、泥质粉砂岩, 深灰与灰黑色粉砂质泥岩、泥岩及煤层、煤线组成多个正向韵律层, 厚300~

480m,顶部有30~60m厚的黑色碳质泥岩标志层。克孜勒努尔组为一套滨浅湖-湖相灰色/灰绿色含煤韵律层,岩性主要为灰白色/灰绿色细砾岩、含砾砂岩与绿灰、灰黑色粉砂岩、泥页岩及煤层、煤线组成多个正向韵律层,厚600~880m。恰克马克组以湖相灰绿色细碎屑岩为主。本文对物源区的分析主要针对阿合组、阳霞组和克孜勒努尔组。恰克马克组由于粒度太细,本文不讨论其物源。

2 库车坳陷东部物源特征

影响沉积盆地内沉积物成分的因素很多,如物源、气候、风化作用以及沉积物搬运到盆地的过程

中所经历的水动力作用等。物源区的原岩类型对盆地沉积物的控制作用十分明显,因此物源分析是确定盆地演化的首要条件之一。碎屑沉积物的骨架矿物成分,尤其是砂岩的骨架矿物成分对物源区的性质和构造环境有着敏感的反应,对其定量分析可以用来追溯物源区的性质,进一步判别板块构造背景所决定的物源类型和确定盆地的性质^[17-27-33]。

2.1 阿合组物源特征

库车坳陷东部钻井揭示的阿合组中的重矿物组成比较复杂,在东西方向上存在显著区别。根据重矿物组合综合分析,阿合组沉积时期南天山物源区可以划分出4个亚类的物源补给区(图1)。

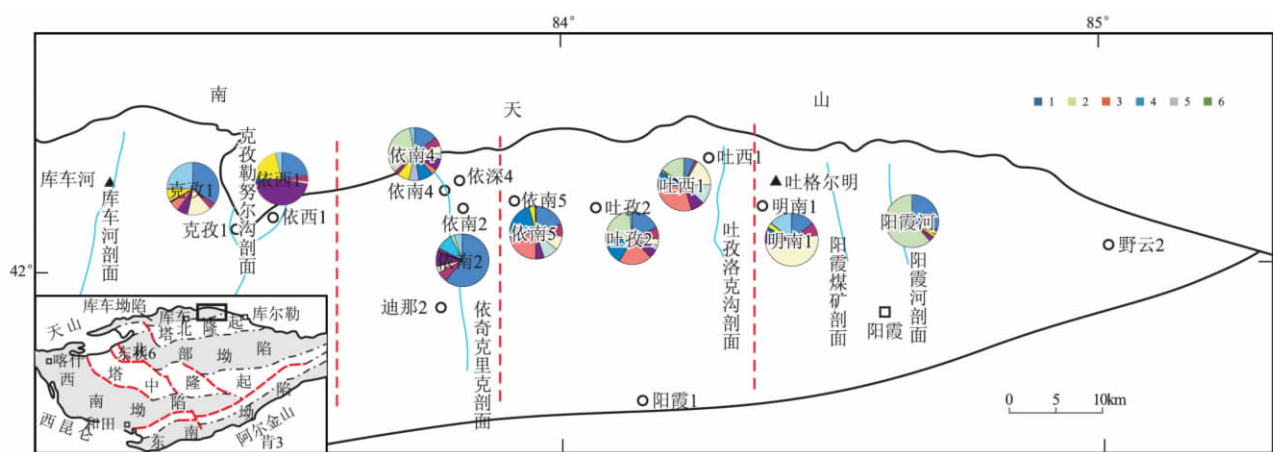


图1 库车坳陷东部下侏罗统阿合组重矿物平面分布图

1. 锆石; 2. 黄铁矿; 3. 云母; 4. 绿泥石; 5. 硬石膏; 6. 石榴石

Fig. 1 Planar distribution of the heavy minerals from the Lower Jurassic Ahe Formations in eastern Kuqa depression

1 = zircon; 2 = pyrite; 3 = mica; 4 = chlorite; 5 = anhydrite; 6 = garnet

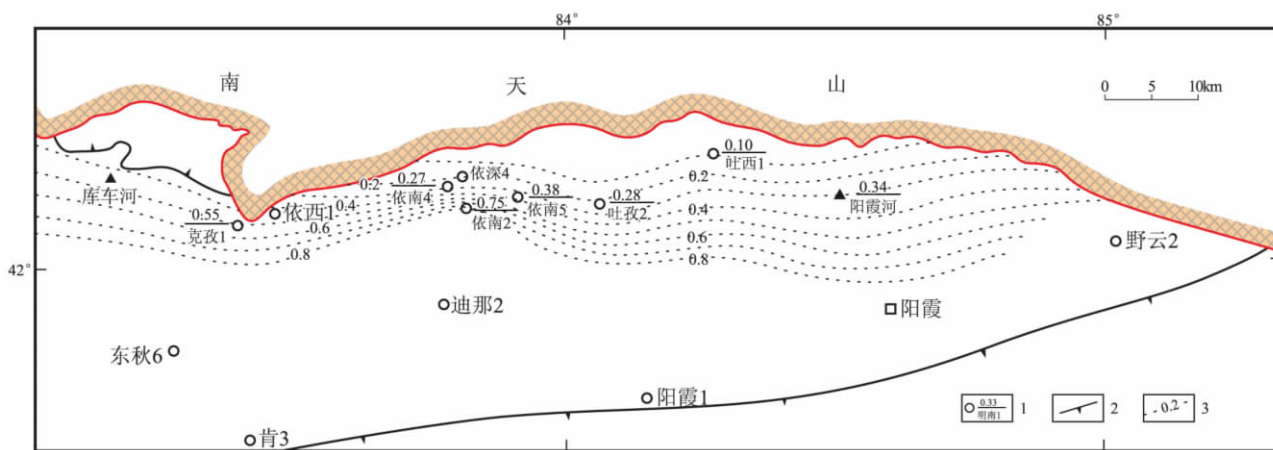


图2 库车坳陷东部下侏罗统阿合组 ZTR 指数平面分布图

ZTR 指数是锆石 + 电气石 + 金红石占透明重矿物的百分比

Fig. 2 Planar distribution of ZTR index (i. e. the percentage of zircon, tourmaline and rutile in the transparent heavy minerals) for the Lower Jurassic Ahe Formations in eastern Kuqa depression

1 = borehole and ZTR index; 2 = stratigraphic pinch-out; 3 = isopleth

克孜 1 井、依西 1 井区阿合组中的重矿物以锆石-磁铁矿(或黄铁矿)-榍石(或石榴石)组合为特征。岩屑、长石组成比例比较相似。克孜 1 井薄片鉴定统计表明,变质岩岩屑占 64.9%(以石英岩、硅质岩岩屑为主),岩浆岩岩屑占 25.4%(以中酸性喷出岩、花岗岩岩屑为主),沉积岩岩屑比较低,仅 9.7%。依西 1 井阿合组的岩屑组成与克孜 1 井类似。在 ZTR 指数(锆石+电气石+金红石占透明重矿物的百分比)平面分布图上(图 2),克孜 1 和依西 1 井都是处于等值线向南突出区域,反映出处于物源供给的主要通道上。两口井的长石均以钾长石为主,斜长石含量比较低。根据 Dickinson 物源三角图,大地构造性质不同的物源区,提供给盆地的沉积物也不同。在该三角判别图上,克孜 1 井、依西 1 井物源主要属于过渡再旋回型(图 3)。综上所述,

推测克孜 1、依西 1 井阿合组物源区的母岩以富含中酸性岩浆岩和石英岩类为特征。

依南 4 井、依南 2 井区阿合组的重矿物以白钛石-锆石(或锆石-板钛矿)-(绿泥石)-磁铁矿组合为特征,重矿物明显为富钛型。岩屑组成以变质岩为主。长石以钾长石为主,斜长石含量较低。依南 4 井变质岩岩屑占 53.2%,岩浆岩岩屑占 28.7%,沉积岩岩屑为 18.1%。依南 2 井阿合组的岩屑组成与依南 4 井类似。在 ZTR 指数平面分布图上(图 2)显示该区域为等值线向北突出区。在 Dickinson 物源判别三角图上,物源主要属于石英质再旋回+过渡再旋回型(图 3)。综上所述,推测依南地区阿合组物源的母岩以富含变质岩、沉积岩和少量基性岩为特征。

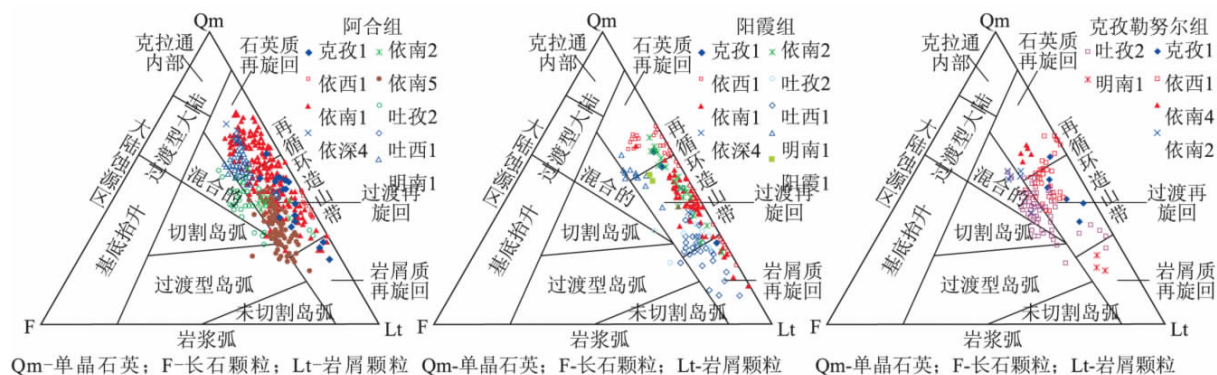


图3 库车坳陷东部下-中侏罗统物源判别三角图(底图据 Dickinson, 1979)

Fig. 3 Triangular diagrams for the discrimination of the source areas of the Early-Middle Jurassic deposits in eastern Kuqa depression (modified from Dickinson, 1979)

依南 5 井、吐孜 2 井、吐西 1 井区阿合组重矿物以云母-锆石(白钛石)-绿泥石型组合为特征,其较高比例的云母和绿泥石含量在其它井中罕见。岩屑组成以变质岩、岩浆岩主。长石以钾长石为主,斜长石含量低,其中吐西 1 井未见斜长石。依南 5 井变质岩岩屑占 52.5%,岩浆岩岩屑占 22.8%,沉积岩岩屑 24.7%。吐孜 2 井与依南 5 井类似。吐西 1 井岩浆岩岩屑比例偏高,占 49.8%,变质岩岩屑占 36.6%,沉积岩岩屑只有 13.6%。在 ZTR 指数分布上(图 2),这一区域基本是以吐孜 2 井为中心、以依南 5 井、吐西 1 为肩的等值线向南突出区,是物源供给的另一个主要通道。物源判别三角图上显示物源特征属于混合型到过渡再旋回型(图 3)。综上所述,将依南 5 井、吐孜 2 井、吐西 1 井区阿合组的物源性质归为一个亚类型,母岩以富含低级变质岩、酸性岩浆岩为特征。

明南 1 井区和吐格爾明露头区阿合组中的重矿物以石榴石-锆石-白钛石型组合为特征。在明南 1 井区,岩屑组成以变质岩、岩浆岩为主。变质岩岩屑占 48.5%,岩浆岩岩屑占 32.7%,沉积岩岩屑 18.8%。长石以钾长石为主,斜长石含量比较低。根据明南 1 井、吐格爾明背斜阿合组厚度以及地震剖面特征判定,其主要物源区应该更加偏北。从 ZTR 指数(图 2)推测物源供给主要通道在明南 1 井北东方向。物源三角图判别这一物源区性质属于石英再旋回型(图 3),可能类似于现今吐格爾明背斜核部出露的元古界变质岩和花岗岩。综上所述,推测吐格爾明地区阿合组物源的母岩以富含高级变质岩、酸性岩浆岩、沉积岩为特征。

2.2 阳霞组物源特征

库车坳陷东部钻井揭示的阳霞组中的重矿物组合及分布特征如图 4 所示,其原生重矿物组合比

较复杂,但含量比较高的主要是锆石、磁铁矿、石榴石、黄铁矿、绿泥石、云母、白钛石等。研究区内从西向东,锆石相对含量呈减少的趋势,而白钛石的含量呈增高的趋势,绿泥石相对含量具有从低到高再降低的变化趋势等。根据现有资料,将阳霞组沉积时期南天山物源区可以划分为5个亚类(图4)。

克孜1井、依西1井、依南4井区阳霞组中的重矿物以锆石-磁铁矿-石榴石型组合为特征。岩屑组成比较相似,以变质岩、岩浆岩为主:克孜1井变质岩岩屑占35.2%,岩浆岩岩屑占46.6%,沉积岩岩

屑占18.3%;依西1井和依南4井与克孜1井类似。长石主要为钾长石,很少见斜长石。在ZTR指数分布图上(图5)均反映出克孜1井区等值线为向南突出区,是物源供给的一个主要通道。ZTR指数还反映依南4井区西也可能是一个物源补给通道。物源判别三角图上显示物源特征属于石英再旋回到过渡再旋回型(图3)。综上所述,将克孜1井、依西1井、依南4井区阳霞组的物源性质归为一个亚类型,母岩以富中酸性岩浆岩、变质岩为特征。

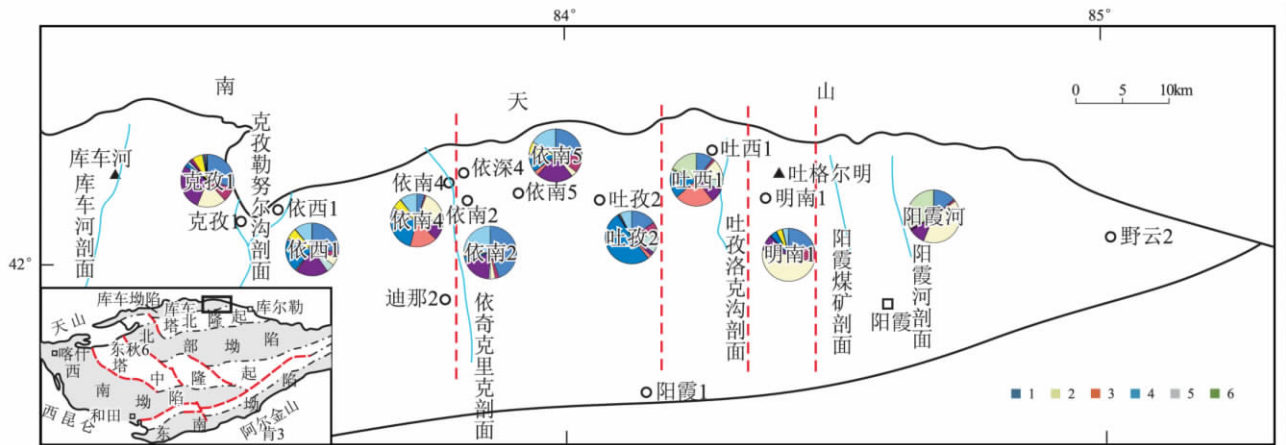


图4 库车坳陷东部下侏罗统阳霞组重矿物平面分布图

1. 锆石; 2. 黄铁矿; 3. 云母; 4. 绿泥石; 5. 硬石膏; 6. 石榴石

Fig. 4 Planar distribution of the heavy minerals from the Lower Jurassic Yangxia Formations in eastern Kuqa depression

1 = zircon; 2 = pyrite; 3 = mica; 4 = chlorite; 5 = anhydrite; 6 = garnet

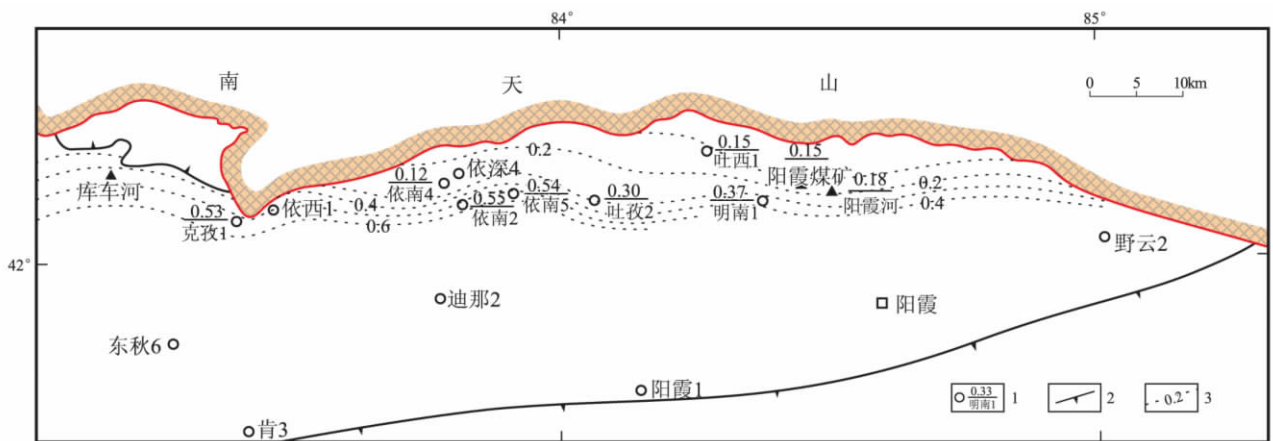


图5 库车坳陷东部下侏罗统阳霞组 ZTR 指数平面分布图

1. 钻井及 ZTR 指数; 2. 地层尖灭线; 3. 等值线

Fig. 5 Planar distribution of ZTR index (i.e., the percentage of zircon, tourmaline and rutile in the transparent heavy minerals) for the Lower Jurassic Yangxia Formation in eastern Kuche depression

1 = borehole and ZTR index; 2 = stratigraphic pinch-out; 3 = isopleth

以锆石-黄铁矿-绿泥石-磁铁矿-石榴石型组合为特

征。岩屑以变质岩、沉积岩为主:依南2井变质岩岩屑占61.1%,沉积岩岩屑占36.7%,岩浆岩岩屑仅

占 2.3%; 依南 5 井缺乏资料未统计; 吐孜 2 井变质岩岩屑占 56.5%, 沉积岩岩屑占 26.0%, 岩浆岩岩屑占 17.4%。在 ZTR 指数分布图上, 一致反映出以吐孜 2 井区附近为中轴线, 存在一个等值线向南突出区(图 5), 指示了物源供给主要通道的位置。物源判别三角图上反映出物源区母岩主要具有过渡再旋回型特征(图 3)。综上所述, 将依南 2 井、依南 5 井、吐孜 2 井区阳霞组的物源性质归为一个亚类型, 母岩以富中酸性变质岩、沉积岩为特征。

吐西 1 井区阳霞组重矿物组合比较特殊, 以云母-白钛石-绿泥石-石榴石-锆石-磁铁矿-磷灰石组合为特征。岩屑以变质岩和岩浆岩为主: 变质岩岩屑占 57.2%, 岩浆岩岩屑占 31.6%, 沉积岩岩屑占 11.2%。长石仅见钾长石。ZTR 指数分布图表明本井区处于等值线向北突出区(图 5)。物源判别三角图上反映出物源区母岩主要具有过渡再旋回型-岩屑质再旋回型特征(图 3)。鉴于上述特征, 单独将吐西 1 井区阳霞组的物源性质列为一个亚类型, 母岩以富低级变质岩、中酸性岩浆岩为特征。

明南 1 井区阳霞组重矿物组合也比较特殊, 以石榴石-锆石-电气石-磁铁矿组合为特征。岩屑以

变质岩和岩浆岩为主: 变质岩岩屑占 47.1%, 岩浆岩岩屑占 35.7%, 沉积岩岩屑占 17.2%。长石以钾长石为主, 斜长石含量比较低。根据 ZTR 指数分布图, 推测明南 1 井区东等值线为向南突出区, 可能存在于一个物源供给主要通道(图 5)。物源判别三角图上反映了物源区母岩具有石英质再旋回型特征(图 3)。综上所述特征, 明南 1 井区阳霞组的母岩以富高级变质岩中酸性岩浆岩为特征。

吐孜洛克剖面、阳霞河剖面阳霞组的原生重矿物组合为白钛石-石榴石-锆石-磁铁矿型, 具有富钛的特征, 推测原岩区可能富变质岩和酸性岩浆岩。

2.3 克孜勒努尔组物源特征

根据对研究区钻揭中侏罗统克孜勒努尔组岩心样品重矿物的分析, 其原生重矿物组合及平面分布特征如图 6。各井原生重矿物组合特征相对比较简单, 总体上含量比较高的主要是云母、黄铁矿、石榴石、锆石、白钛石、绿泥石、磁铁矿、电气石等。根据现有资料, 研究区中侏罗统克孜勒努尔组沉积时期南天山物源区可以划分为 4 个亚类(图 6), 塔北隆起补给区可以单独划分一类。

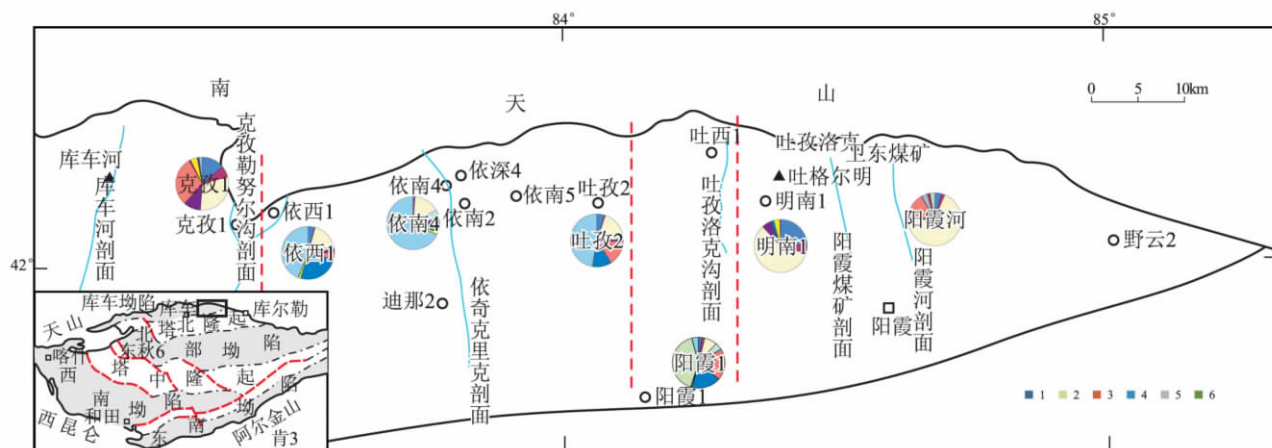


图 6 库车坳陷东部中侏罗统克孜勒努尔组重矿物平面分布图

1. 锆石; 2. 黄铁矿; 3. 云母; 4. 绿泥石; 5. 硬石膏; 6. 石榴石

Fig. 6 Planar distribution of the heavy minerals from the Middle Jurassic Kizilnur Formation in eastern Kuqa depression

1 = zircon; 2 = pyrite; 3 = mica; 4 = chlorite; 5 = anhydrite; 6 = garnet

克孜 1 井区克孜勒努尔组中的重矿物以黑云母-石榴石-锆石-磁铁矿-电气石-榍石型组合为特征。石英波状消光, 岩屑以岩浆岩(47.8%)为主, 变质岩(30.4%)、沉积岩(21.7%)次之。长石以钾长石为主, 斜长石少见。在 ZTR 指数分布图上, 克孜 1 井-依西 1 井区等值线向南突出(图 7), 可能指示了物源供给主要通道的位置。物源判别三角图

上反映出该井物源区母岩主要具有过渡再旋回型特征(图 3)。综合推测克孜 1 井区克孜勒努尔组物源性质的母岩以富片麻岩、中酸性岩浆岩、石英岩为特征。

依西 1 井、依南 4 井、吐孜 2 井区克孜勒努尔组中的重矿物以黄铁矿-石榴石-云母-锆石型组合为特征。岩屑以变质岩为主: 依西 1 井变质岩岩屑占

56.3%, 沉积岩岩屑占 27.0%, 岩浆岩岩屑占 16.7%; 依南 4 与依西 1 类似; 吐孜 2 井缺乏资料未统计。钾长石、斜长石均常见, 但钾长石含量更高。在 ZTR 指数、矿物成熟度指数分布图上, 吐孜 2 井区附近存在一个等值线向南突出区(图 7), 指示物

源供给主要通道的位置。物源判别三角图上反映出物源区母岩主要在过渡再旋回-混合的-石英质再旋回交混区(图 3)。综上所述, 将依西 1 井、依南 4 井、吐孜 2 井区阳霞组的物源性质归为一个亚类型, 母岩以富变质岩、酸性岩浆岩为特征。

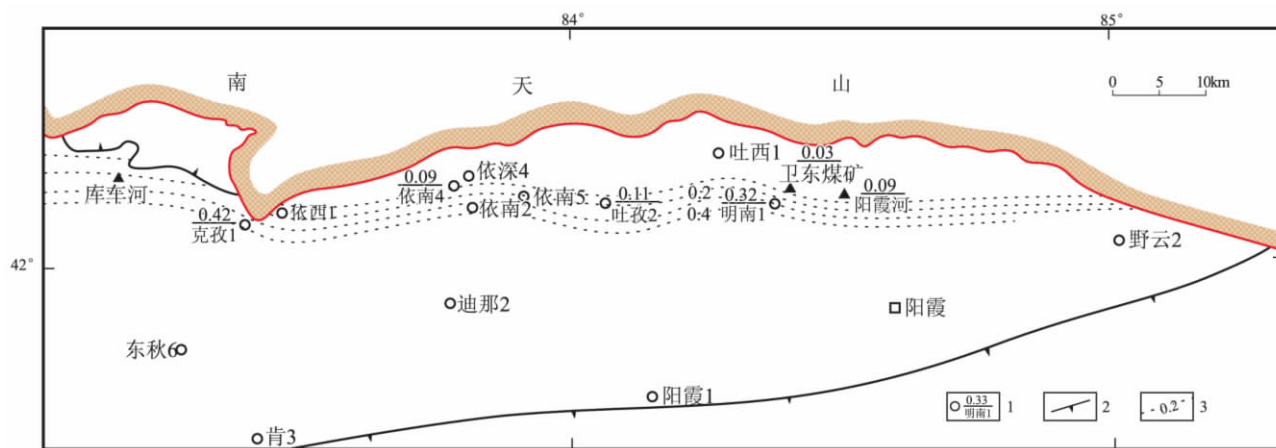


图 7 库车坳陷东部中侏罗统克孜勒努尔组 ZTR 指数平面分布图

1. 钻井及 ZTR 指数; 2. 地层尖灭线; 3. 等值线

Fig. 7 Planar distribution of ZTR index (i. e. the percentage of zircon, tourmaline and rutile in the transparent heavy minerals) for the Middle Jurassic Kizilnuur Formation in eastern Kuche depression

1 = borehole and ZTR index; 2 = stratigraphic pinch-out; 3 = isopleth

明南 1 井区克孜勒努尔组中的重矿物以石榴石-锆石-电气石-磁铁矿-榍石型组合为特征。变质岩岩屑为 43.8%, 岩浆岩岩屑为 33.8%, 沉积岩岩屑为 22.4%。在 ZTR 指数分布图上, 明南 1 井区东为等值线向南突出区(图 7), 指示了物源供给主要通道的位置。物源判别三角图上反映出该井物源区母岩主要具有岩屑质再旋回型特征(图 3)。综合推测明南 1 井区克孜勒努尔组物源性质的母岩以高级变质岩、酸性岩浆岩、沉积岩为主。

吐孜洛克、卫东煤矿、阳霞河露头克孜勒努尔组重矿物组合以白钛石-石榴石-锆石-电气石型为特征, 推测母岩为变质岩和沉积岩为特征。

南部的阳霞 1 井克孜勒努尔组原生重矿物组合为白钛石-云母-绿泥石-石榴石-磷灰石型, 岩屑以变质岩为主: 变质岩岩屑 69.2%, 沉积岩岩屑 20.5%, 岩浆岩岩屑仅 10.3%。钾长石、斜长石常见。物源判别三角图上反映出物源区母岩具有过渡再旋回型特征(图 4)。结合古地貌特征推断, 阳霞 1 井区的物源主要来自于轮台凸起, 母岩以富低级变质岩、酸性岩浆岩为特征。

3 结论

(1) 根据岩心观察、重矿物特征、单井岩性剖面及相关指数的综合研究, 认为早-中侏罗世期间库车坳陷东部主要接受北部天山物源区提供的碎屑物; 而塔北隆起主要为研究区南缘侏罗系底部砂岩-地层尖灭带提供物源。由于南天山物源区东西方向上岩石组成不同, 提供给盆地的沉积物亦有所区别, 据此, 可将南天山物源区进一步划分为 4 个亚物源补给区。

(2) 各物源补给亚区从阿合期到克孜勒努尔期在纵向上提供的岩屑成分变化不大, 反映早-中侏罗世时期库车坳陷东部区域构造背景相对稳定, 沉积环境没有发生较大变动。部分钻井揭示的克孜勒努尔组中长石含量较阿合组和阳霞组明显增加, 推测可能与当时气候开始从湿润向干旱转变、水动力剥蚀分化作用相对较弱有关, 这与李双建等对库车河剖面重矿物和碎屑组分的研究结果相吻合^[15, 20]。

(3) 与阿合组和阳霞组相比, 克孜勒努尔组在物源判别三角图上开始远离“再循环造山带”, 有部分点显示混合型和切割岛弧型特征, 反映从阿合组、阳霞组到克孜勒努尔组, 南天山物源区向南天

山造山带腹部迁移,南天山的夷平作用加强,当时的构造活动性相对比较稳定。

参考文献:

- [1] HENDRIX M S, GRAHAM S A, CARROLL A R et al. Sedimentary record and climatic implications of recurrent deformation of the TiAn Shan: Evidence from Mesozoic strata of the north Tarim, south Junggar and Turpan basins [J]. Geological Society of America Bulletin, 1992, 104(1): 53-79.
- [2] GRAHAM S A, XIAO Z, CARROLL A et al. Mesozoic-Cenozoic basins of western China as an example of a partitioned retroarc foreland basin system [J]. AAPG Bulletin, 1988, 72(2): 191.
- [3] GRAHAM S A, HENDRIX M S, WANG L B et al. Collision successor basins of western China: impact of tectonic inheritance on sand composition [J]. Geological Society of American Bulletin, 1993, 105: 323-324.
- [4] ALLEN M B, WINDLEY B F, CHI Z HANG. Paleozoic collisional tectonics and magmatism of the Chinese Tian Shan, central Asia [J]. Tectonophysics, 1993, 220(1-4): 89-115.
- [5] LU H, HOWELL D G, JIA D et al. Rejuvenation of the Kuqa foreland basin, northern flank of the Tarim basin, Northwest China [J]. International Geology Review, 1994, 36(12): 1151-1158.
- [6] 刘和甫, 汪泽成, 熊宝贤, 等. 中国中西部中-新生代前陆盆地与挤压造山带耦合分析[J]. 地学前缘, 2000, 7(3): 55-72.
- [7] 卢华复, 陈楚铭, 刘志宏, 等. 库车再生前陆逆冲带的构造特征与成因[J]. 石油学报, 2000, 21(3): 18-24.
- [8] 贾承造. 塔里木板块构造演化[A]. 李清波, 戴金星, 刘如琦, 李继亮. 现代地质学研究文集(上) [C]. 南京: 南京大学出版社, 1992. 22-31.
- [9] 曹守连, 陈发景. 塔里木盆地东北部充填序列的物源分析[J]. 新疆地质, 1994, 12(3): 201-208.
- [10] 陈发景, 汪新文, 张光亚, 等. 中国中-新生代前陆盆地的构造特征和地球动力学[J]. 地球科学, 1996, 21(4): 366-372.
- [11] 何登发, 吕修祥, 林永汉, 等. 前陆盆地分析[M]. 北京: 石油工业出版社, 1996. 1-212.
- [12] YIN A, NIE S, CRAIG P et al. Late Cenozoic tectonic evolution of the southern Chinese Tian Shan [J]. Tectonics, 1998, 17(3): 1-27.
- [13] 吴朝东, 林畅松, 申延平, 等. 库车坳陷侏罗纪沉积环境和层序地层分析[J]. 沉积学报, 2002, 20(3): 400-407.
- [14] 李忠, 郭宏, 王道轩, 等. 库车坳陷-天山中新世代构造转折的砂岩碎屑与地球化学记录[J]. 中国科学(D 辑), 2004, 35(1): 15-28.
- [15] 李双建, 王清晨, 李忠, 等. 砂岩碎屑组份变化对库车坳陷和南天山盆地演化的指示[J]. 地质科学, 2006, 41(3): 465-478.
- [16] 张希明, 刘青芳, 王贵全. 塔里木盆地北部三叠-侏罗系砂岩碎屑组分与板块构造位置关系的研究[J]. 新疆地质, 1995, 13(3): 251-255.
- [17] 邱方强, 丁勇, 王辉. 库车盆地的沉积物源分析[J]. 新疆地质, 2000, 18(3): 252-257.
- [18] 黄克难, 詹家祯, 邹义声, 等. 新疆库车河地区三叠系和侏罗系沉积环境及古气候[J]. 古地理学报, 2003, 5(2): 197-210.
- [19] 李忠, 王道轩, 林伟, 等. 库车盆地中-新生代碎屑组分对物源类型及其构造属性的指示[J]. 岩石学报, 2004, 20(3): 655-666.
- [20] 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, 24(1): 53-61.
- [21] 申延平, 吴朝东, 岳来群, 谢小建. 库车坳陷侏罗纪砂岩碎屑组分及物源分析[J]. 地球学报, 2005, 26(3): 235-240.
- [22] 吴朝东, 林畅松, 申延平, 等. 库车坳陷侏罗系砂岩组分和重矿物组合特征及其源区属性[J]. 自然科学进展, 2005, 15(3): 291-297.
- [23] 王清晨, 李忠. 库车-天山盆地系统与油气[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [24] 刘和甫, 梁慧社, 蔡立国, 等. 天山两侧前陆冲断系构造样式与前陆盆地演化[J]. 地球科学, 1994, 19(6): 727-741.
- [25] 罗金海, 车自成. 中亚与中国西部侏罗纪沉积盆地的成因分析[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2001(31): 167-170.
- [26] 贾承造, 等. 塔里木盆地中新生代构造特征与油气[M]. 北京: 石油工业出版社, 2004.
- [27] DICKINSON W R, SUCZEK C A. Plate tectonics and sandstone compositions [J]. AAPG Bulletin, 1979, 63(12): 2164-2182.
- [28] DICKINSON W R, BEARD L S, BRAKENRIDGE G R et al. Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting [J]. Geological Society of America Bulletin, 1983, 94(2): 222-235.
- [29] BHATIA M R, CROOK K A W. Trace element characteristics of graywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins [J]. Contrib. Mineral. Petrol., 1986, 92(2): 181-193.
- [30] HENDRIX M S. Evolution of Mesozoic sandstone compositions, southern Junggar, northern Tarim, and western Turpan basins, northwest China: A detrital record of the ancestral Tian Shan [J]. Journal of Sedimentary Research, 2000, 70(3): 520-532.
- [31] 汪正江, 陈洪德, 张锦泉. 物源分析的研究与展望[J]. 沉积与特提斯地质, 2000, 20(4): 104-110.
- [32] 闫义, 林舸, 王岳军, 等. 盆地陆源碎屑沉积物对源区构造背景的指示意义[J]. 地球科学进展, 2002, 17(1): 85-90.
- [33] 赵红格, 刘池洋. 物源分析方法及研究进展[J]. 沉积学报, 2003, 21(3): 409-415.

Provenance analysis of the Early – Middle Jurassic deposits in eastern Kuqa depression in the Tarim Basin , Xinjiang

ZHANG Guo-feng¹ , MA Yu-jie² , HAN Wei³ , LUO Jin-hai⁴

(1. *Inner Mongolia Mining Exploitation Co. ,Ltd. , Hohhot 010020 , Inner Mongolia , China*; 2. *Research Institute of Petroleum Exploration and Development , Tarim Oil Field Company , PetroChina , Korla 841000 , Xinjiang , China*; 3. *Changqing Branch , Eastern Geophysical Corporation , Xi'an 710021 , Shaanxi , China*; 4. *State Key Laboratory of Continental Dynamics , Northwest University , Xi'an 710069 , Shaanxi , China*)

Abstract: The integration of core examination , heavy minerals , lithologic sections and relevant data has disclosed that the Early – Middle Jurassic deposits from eastern Kuqa depression in the Tarim Basin , Xinjiang are derived mostly from the southern Tianshan Mountain area. The provenance may be subdivided into four secondary source areas on the basis of heavy minerals and detrital compositions. From the Lower Jurassic Ahe and Yangxia Formations to the Middle Jurassic Kizilnur Formation , the source areas gradually expand from the southern Tianshan Mountains to the hinterland of the southern Tianshan orogenic zone , indicating the extension of leveling and relatively stable tectonic activity.

Key words: eastern Kuqa depression; Early – Middle Jurassic; provenance analysis