

准噶尔盆地南缘侏罗系齐古组物源特征及其对储层发育的影响

林 潼^{1,2} 王东良² 王 岚¹ 沈 英³

(1. 中国石油勘探开发研究院, 北京 100083; 2. 中国石油勘探开发研究院廊坊分院, 河北 廊坊 065007;
3. 中国石油新疆油田分公司勘探开发研究院, 新疆 克拉玛依 834000)

摘要:准噶尔南缘地区深层侏罗纪地层具有巨大的油气勘探潜力,然而该地区侏罗系的研究还处于探索阶段,沉积物源方向以及储层发育的主控因素都还不清楚。本文通过对该区侏罗系齐古组重矿物组合特征的分析结果结合稀土元素的分配特征,认为本区不同构造单元内存在着不同方向的物源,同一地区地层发育的早期与晚期,其物源的主控方向也在发生着变化。研究表明齐古组南缘西段四棵树凹陷北部地区存在东北部和西北部两支物源;四棵树凹陷南部地区物源为南部方向。而南缘中段地区表现为早期受南部和东部物源共同影响,晚期则主要受东北部物源影响。南缘东段离物源较近,物源区母岩类型以变质岩为主。物源特征在一定程度上决定了本区储层的发育,表现为岩石成分明显地受物源区母岩类型的影响,从而影响了储层后期的改造。

关键词:准噶尔盆地南缘;齐古组;重矿物;稀土元素分析;物源

中图分类号: P531 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2013)03-0909-10

准噶尔盆地南缘地区发育多套烃源岩层,源储叠合,生烃丰度与强度都很高,具有很大勘探前景^[1]。与之形成鲜明对比的是,目前南缘地区的探明储量仅占资源量的4.24%,两者相差甚远。虽然已在古-新系地层发现了呼图壁油田、玛纳斯气田和独山子油田,但目前勘探仍以浅层为主。中生代地层由于在本区埋藏较深,仅在冲断带上部发现了齐古油田。总体上,中生界勘探程度低。然而野外露头剖面展示出中生界侏罗系齐古组砂体分布厚度大、面积广、储集性能好,是一套规模发育的有效储集体。随着油气勘探由浅向深,深部中生界的油气地质特征,特别是有利砂体的展布、储层发育特征及其控制因素的研究就显得十分迫切。但对于一个还处于勘探探索的层系来说,这些深入工作的开展有赖于区域构造沉积背景的研究。本文以中生界齐古组为研究目的层系,重

点开展齐古组的物源分析,以期为该区深层中生界进一步的深入研究提供指导,并以此为突破推动整个南缘地区深部油气的勘探进程。

前人对沉积物源的研究已经探索出许多有效的方法,如重矿物法、碎屑岩类分析法、沉积学法、裂变径迹法、地球化学和同位素研究方法等^[2-5]。重矿物组合分析法对分析物质来源非常有效,尤其是在矿物种类较复杂、受控因素较多的地区特别有用,同时也是应用最为广泛的一种分析方法^[4]。而微量元素在物源判别中的应用也是近十年来应用比较成功的一种方法^[6-8]。稀土元素作为微量元素中的一类系列,在水体中停留的时间非常短且相对稳定,能够快速进入到细粒沉积物中去,因此在沉积和变质作用过程中具有较强的抗迁移性,能较为准确地反映源区的地球化学性质^[9],从而起到判断沉积物源的作

收稿日期:2012-08-05;改回日期:2013-03-25

基金项目:国家大型油气田及煤层气开发科技重大专项“中国大型气田形成条件、富集规律及目标评价”项目(2011ZX05007)资助。

作者简介:林潼,男,1980年生,博士生,工程师,主要从事油气地质勘探工作;E-mail:lintong1980@163.com。

用。本次研究通过重矿物数据分析和稀土元素分布特征来探讨南缘齐古组及物源方向并分析了母岩区岩石类型，认为母岩区物质组分对储层后期的改造具有十分重要的影响作用。

1 地质背景

1.1 区域构造沉积演化特征

准噶尔盆地南缘位于北天山以北的山前褶皱—冲断带地区,主要包括四棵树凹陷、南缘冲断带、乌奎背斜带 3 个构造单位(图 1)。该区先后经历了多期构造运动的叠加。喜马拉雅运动使山前强烈褶皱,并伴生一系列大型逆掩(冲)断裂,致使前陆冲断带具有南北分带,东西分带的构造特征,油气成藏系统复杂^[9]。盆—山构造的转换使南缘的盆地边界以及沉积相带也发生转变。早—中侏罗世,准噶尔盆地处于区域伸展构造背景下的缓慢沉降时期^[9-11],盆地南缘自下而上发育八道湾、三工河、西山窑、头屯河、齐古、喀拉扎组地层(图 2)。八道湾组总体发育辫状河—滨浅湖沉积,形成含煤的粗碎屑沉积;三工河组是盆地湖侵范围最大的时期,三角洲沉积较为发育;西山窑组河流相分布较广;头屯河组发育较厚的辫状河道砂砾岩体,湖盆面积局限。齐古—喀拉扎组以

辫状河—滨浅湖沉积为主。晚侏罗世—早白垩世早期,沉积相从辫状河—滨浅湖相为主迅速演变为以辫状河—冲积扇相为主,显示沉积环境逐渐变为干旱。研究认为早中侏罗世天山地区的盆山格局不存在明显的天山山脉;晚侏罗世—早白垩世早期,盆地边界明显向北迁移,天山山脉明显隆升并造成天山南北沉积环境的重大差异,此时博格达山构成盆地南缘又一重要物源体系^[12-13]。

1.2 齐古组地层发育与分布特征

齐古组地层在露头上分布于清水河以东以及四棵树凹陷南部地区——四棵树河到托斯台河之间。与上覆喀拉扎组地层在清水河以东地区呈角度不整合接触;在四棵树地区缺失喀拉扎组地层,与白垩系清水河组呈不整合接触。东西部齐古组的沉积相带与岩石学特征相近。地层整体为辫状河水下分流河道相,顶部砂体较厚,砂厚在 8~10 m,为中粗砂岩,露头砂岩颜色呈红褐色、浅红色,自上向下砂体变薄,砂岩与粉砂质泥岩、泥岩呈间互发育,物性变差。四棵树地区井下岩心显示齐古组发育大套的辫状河道相以及水下分流河道相厚砂体。上段砂体为含砾粗砂岩、砾岩,其分选性较差;下段砂体分选较好,主要为水下分流河道沉积中粗砂岩。

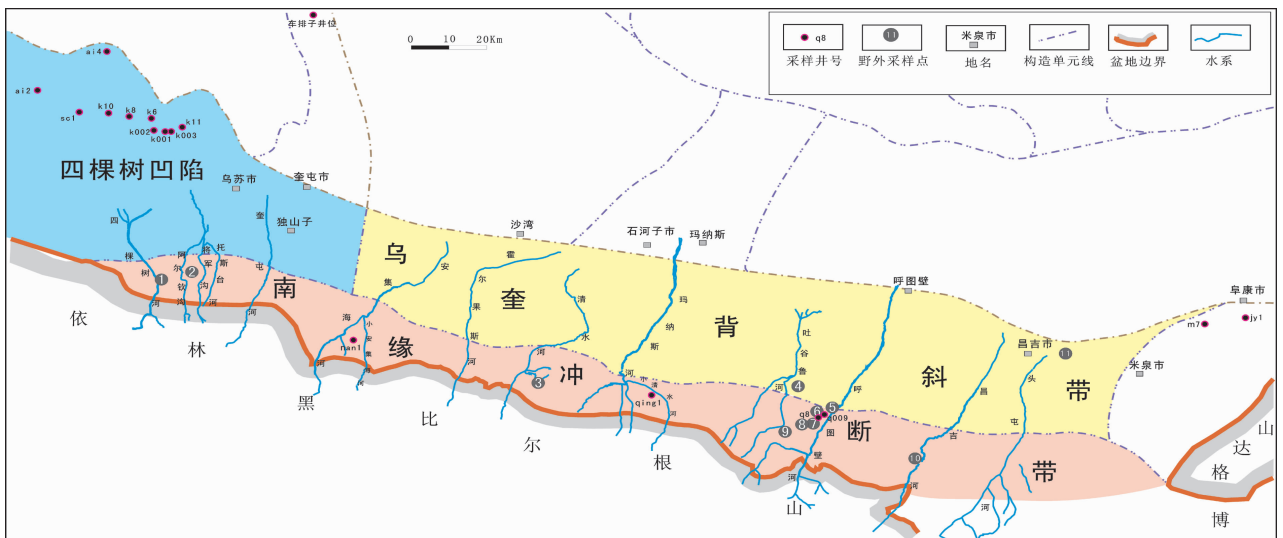


图1 准噶尔盆地南缘地层与采样点分布示意图
 ① 四棵树河剖面; ② 阿尔钦沟剖面; ③ 大清河水剖面; ④、⑤、⑥、⑦、⑧、⑨ 呼图壁河剖面; ⑩ 昌吉河剖面; ⑪ 头屯河剖面
 Fig.1 Geological map showing the distribution of strata and sampling points in southern Junggar basin
 ① Sikeshehe profile; ② Aeqingou profile; ③ Daqingshuihe profile; ④, ⑤, ⑥, ⑦, ⑧, ⑨ Hutubihe profile; ⑩ Changjihe profile; ⑪ Toutunhe profile

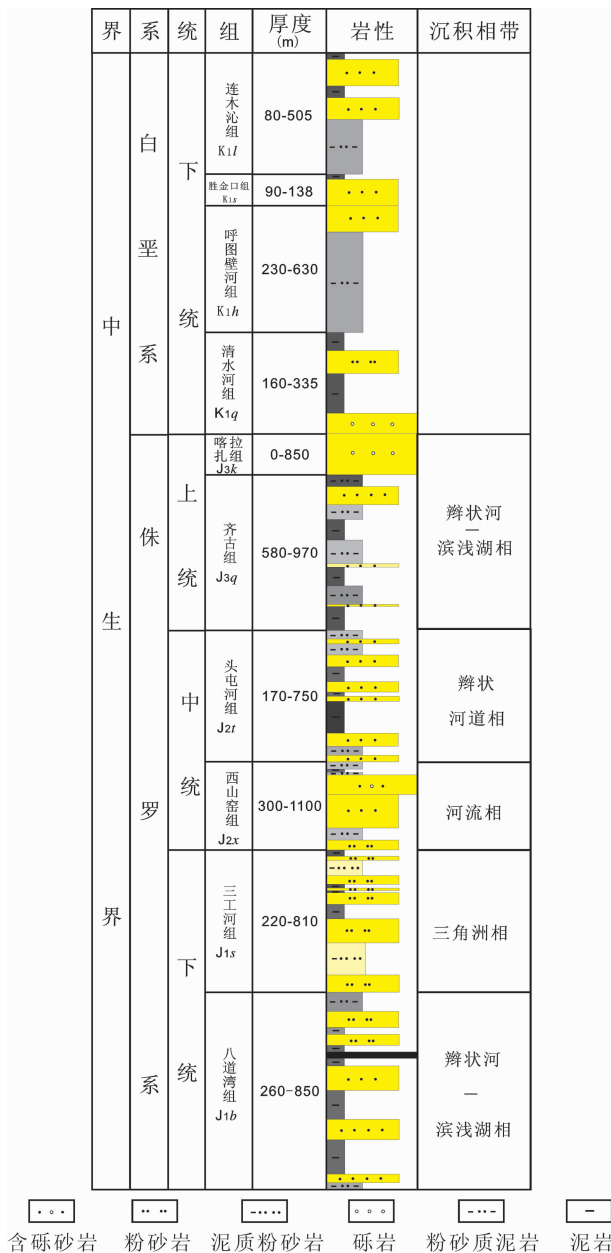


图 2 准噶尔盆地南缘地区侏罗纪地层与沉积环境图
Fig.2 Strata and sedimentary environment of Jurassic Qigu Formation in southern Junggar basin

2 准噶尔南缘物源分析

样品来源于野外露头剖面以及井下岩心的采集。采样点的分布如图 1,为尽可能使数据的分布范围更加广泛,本次研究采用了部分前人在该区的分析资料,以期能够将不同方向的重矿物进行比较分析,更加准确地了解物源的方向,具体数据见表 1。

2.1 重矿物组合特征及数据分析

重矿物定义为沉积岩中比重大于 2.86 的矿物。研究表明重矿物既能反映物源区的母岩性质,又能反映沉积物在运移过程中的分异作用^[14-15]。通过对重矿物组合等参数的研究,可以有效地进行物源识别。

重矿物分析数据显示晚侏罗世的褐铁矿具有普遍存在的特征。褐铁矿形态特征呈粒状,且中间残存黄铁矿或呈磁铁矿假相,代表一种极端氧化的环境下由黄铁矿或磁铁矿氧化而成,反映出沉积环境气候的干燥特征^[16],这与本区齐古组地层氧化色所代表的干旱沉积环境一致,但是褐铁矿的存在并不能说明物源区母岩自身存在的重矿物特性,因此本次研究中对可能的自生重矿物进行的剔除分析,尽量地保留母岩矿物原始的信息。

2.1.1 四棵树凹陷北部地区

主要重矿物以钛铁矿、石榴石、锆石、白钛石为主,其次为电气石、尖晶石、十字石、绿帘石。从各种重矿物百分含量的归一化饼图上(图 3)可以看出晚侏罗系齐古组在四棵树地区北部具有两支不同的物源方向,分别以 ai4、ai2 和 sc1 井为代表的白钛石含量较高区域,其重矿物组合特征为白钛石+锆石+钛铁矿;以卡字号井为代表的钛铁矿含量占绝对优势的区域,其重矿物组合为钛铁矿+石榴石+锆石。通过对比车排子凸起上的重矿物数据(表 1)可以看出卡字号井区域的重矿物分布特征与车排子地区的相似,显示该区的物源来自东北部车排子凸起,而另一支物源来自西北角地区。

2.1.2 四棵树凹陷南部地区

南部地区在区域构造上仍属于南缘冲断带,因此其地质特征与南缘冲断带中东部具有相似性。四棵树河剖面和阿尔钦沟剖面重矿物数据分析显示,该区发育的稳定重矿物有白钛矿、锆石、石榴石、电气石,但其含量整体较少。而不稳定重矿物钛铁矿、绿帘石、磁铁矿含量较高。显示出样品离物源区较近,物源为南部天山地区古生代形成的岩浆弧、中-低级变质岩、沉积岩。

2.1.3 南缘中段

南缘中段上侏罗统齐古组重矿物分布特征与中、下侏罗统重矿物组合特征具有明显的不同。从表 2 中可以看出中下侏罗统稳定重矿物含量高,其重矿物组合特征为白钛矿+锆石+石榴石,锆石的特征形态为次棱角柱状、滚圆粒状;在不稳定重矿物中绿

表 1 准噶尔盆地南缘侏罗系齐古组重矿物组分百分含量
Table1 Heavy mineral composition of Jurassic Qigu Formation in southern Juggar basin

地区	井号或剖面	样品数	稳定重矿物含量/%										不稳定重矿物含量/%				数据来源		
			白铁矿	锆石	石榴石	电气石	榍石	尖晶石	十字石	板钛矿	微钛矿	钛铁矿	绿帘石	磁铁矿	黑云母				
四棵树凹陷 北部	车排子	1	0.25	0	1.2	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.7	0	0	0	0	文献 [16]
	a12	2	16.38	28.92	1.89	0.5	0	0	0	0	0	0	0	18.26	0	0	0	0	
	a14	1	35.83	17.5	0	1.67	0	1.25	0	0	0	0	0	35.83	0	3.75	0.42	0	
	k11	3	8.68	20.53	16.43	8.19	0	0	0	0	0	0	0	38.92	0.33	6.93	0	0	
	k8	21	1.92	7.37	16.2	4.74	0.06	0.51	1.26	0	0	0	0	48	0	1.86	0	0	
	k6	10	0.26	5.63	7.87	1.37	0.31	0.14	0.07	0	0	0	0	22.17	0	0	0.03	0	
	k10	31	0	1.57	1.82	0.31	0.03	0.02	0.12	0	0	0	0	4.95	0.04	0.39	0	0	
	k001	31	0	1.36	1.8	0.7	0	0	0.04	0	0	0	0	14.64	0	0.61	0.07	0	
	k002	1	0	6.5	0.2	2.2	0	2.4	0	0	0	0	0	15.1	0.2	0.4	0	0	
	k003	12	0.07	3.625	1.675	0.325	0.025	0.03	0	0	0	0	0	8.14	0	0.04	0	0	
	sc1	1	18.81	29.94	17.47	3.26	0	0.58	1.73	1.73	2.3	2.3	20.15	0.19	1.34	2.5	0	0	
	四棵树凹陷 南部	四棵树河	2	1.64	3.15	1.07	1.01	0.47	0	0	0	0	0	0	20.79	55.32	11.77	0.1	0
阿尔钦沟		1	6.54	11.94	10.79	2.3	0	0	0	0	0	0	0	18.6	8.5	30.2	0.34	0	
南缘中段	3	1	0.95	2.85	0	0.95	2.85	0	0	0	0	0	0	0.95	21.85	20.9	0	0	
	3	1	1.77	2.95	1.77	0.89	0	0.59	0	0	0	0	0.44	1.77	31.46	3.25	0	0	
	7	1	1.03	6.04	5.01	0	3.86	0	0	0	0	0	0.51	4.88	26.99	2.06	0	0	
	5	1	0.88	2.01	2.9	0	3.02	0	0	0	0	0	0	1	5.04	20.05	0	0	
	6	1	0	3.03	2.06	0	0.97	0	0	0	0	0	0	0.97	4	4	0	0	
	3	1	1.97	1.97	1.54	0.22	1.1	0	0	0	0	0	0.22	0	10.96	3.07	0	0	
	4	1	2.27	3.02	3.21	1.89	5.86	0	0	0	0	0	1.89	13.99	40.64	0.38	0	0	
	头屯河	1	0.1	4.42	5.02	0	0	0	0	0	0	0	0.06	4.43	19.97	10.13	0	0	文献 [16]
	m7	4	0	4.88	3.9	0.5	0.35	1.18	0	0	0	0	0	23.18	47.15	0.95	0	0	
	iy1	5	0	0.5	0.76	0.1	0.18	0.06	0.12	0	0	0	0	10.02	42.98	0.28	0	0	

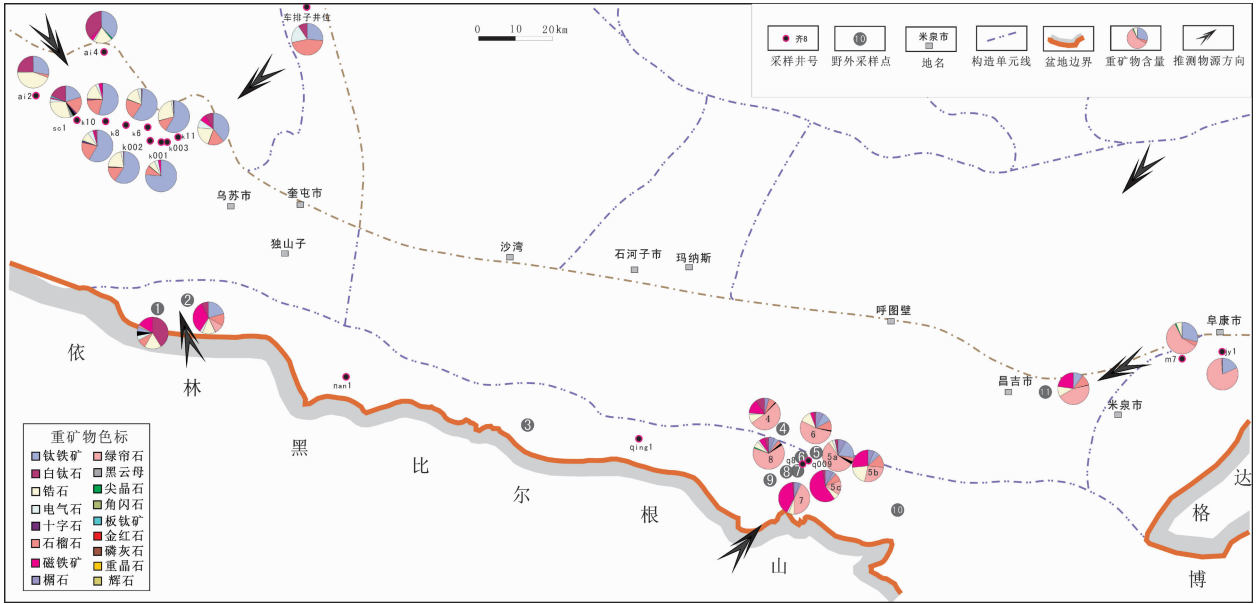


图 3 南缘齐古组重矿物百分含量饼图及预测物源方向图

Fig.3 Heavy mineral percentage composition and prognosis of source direction of Jurassic Qigu Formation in southern Juggar basin

帘石的含量较高。这些特征显示出样品经历了较长距离的搬运、滚动,说明了中下侏罗统母岩源区在南部天山内部。上侏罗统齐古组重矿物组合中稳定重矿物含量低,而不稳定重矿物含量明显增加,主要以绿帘石为主。说明齐古组接受沉积时离母岩区较近,矿物搬运距离短。早侏罗世到晚侏罗世重矿物特征含量的变化,说明南缘地区盆山格局曾发生过明显的改变。早侏罗世南缘地区盆地边界应该在北天山以南的,随着盆地构造背景由张性向挤压构造的转变^[7],盆地边界发生明显向北迁移,盆山格局也随之发生改变。晚侏罗世—早白垩世早期的剥蚀—隆升作用,天山及盆地南缘发生较明显的隆升和剥蚀作用,沉积物物源区变质岩逐渐增多,导致南缘沉积物重矿物组合发生明显的改变,其物源可能也发生了变化。

2.1.4 南缘东部

东部地区齐古组重矿物以绿帘石+钛铁矿组合为主,稳定重矿物中仅发育少量的锆石。该区整体显示出稳定重矿物含量高,特别是绿帘石含量占绝大多数说明了本区物源区母岩类型以变质岩为主,整体搬运距离较短。从表 1 可以看出,东部齐古组的重矿物组合与南缘中段的齐古组重矿物组合相似,不同之处是东部地区不稳定重矿物钛铁矿含量相对

较高,且不含稳定重矿物白钛矿。通过图 3 重矿物百分含量饼图可以显示出东部物源具有自东向西南(头屯河、南缘中段地区)不稳定重矿物绿帘石含量逐渐变小的趋势,稳定重矿物锆石、石榴石含量增加的趋势。说明南缘中段地区受到来自东部变质岩母岩区物源的影响。

2.2 稀土元素分配特征对比

地球化学方法因其研究精度较高,目前是国内外物源研究所采用的重要方法之一。国外地化方法已经应用得较为成熟,目前已经有许多成功的实例^[18-19],国内也有较多的学者利用该方法开展过相关的研究并取得了较好的效果^[3-4]。运用较多的地球化学方法有稀土元素分析对比法、微量元素分析法以及主元素判别法。在沉积地球化学分析中稀土元素(REE)由于性质稳定受沉积作用的改造相对较少,在沉积盆地研究中能更好地用来分析母岩的变迁演化,是沉积盆地分析母岩变迁演化的有力工具。

研究显示^[9] 稀土模式可用来指示物源,LREE/HREE 比值低,无 Eu 异常则物源可能为基性岩石, LREE/HREE 比值高,有 Eu 异常,则物源多为硅质岩,一般来说,Eu 异常反映地壳内部岩浆分异作用。邵磊等^[20]对琼东南盆地的沉积充填演化研究过程中得出结论,认为不同层、组、段中沉积物 Eu 元素的

表 2 准噶尔盆地南缘中段中下侏罗统重矿物组分百分含量
Table 2 Heavy mineral composition of middle-lower Jurassic strata in the middle part of southern Juggar basin

地区	井号或剖面	层位	样品数	稳定重矿物含量/%				不稳定重矿物含量/%		数据来源
				白钛矿	锆石	石榴石	电气石	钛铁矿	绿帘石	
南缘中段侏罗系中统	10	J _{2x}	1	3	2	0.5	0	1	39	
	3	J _{2x}	1	14	19	4	14	0	0	
	q009	J _{2x}	16	12.21	14.56	2.59	0.37	0.175	0.075	
	qing1	J _{2x}	34	43.14	38.75	1.79	2.99	1.47	0.34	
	头屯河	J _{2t}	1	2.12	23.6	9.76	0	2.47	6.69	文献[16]
	头屯河	J _{2x}	1	0.42	31.46	17.98	0	0.85	0	文献[16]
南缘中段侏罗系下统	nan1	J _{1b}	9	0.33	22.76	10.72	6.17	49.8	0.12	
	q8	J _{1b}	32	39.25	16.88	12.55	4.13	0.93	0.265	
	q009	J _{1b}	8	33.7	12.59	19.175	2.71	0.8	0.025	
	9	J _{1s}	1	15	13	5	3	0	25	
	q8	J _{1s}	10	49.19	16.01	4.47	23.15	1.79	0.6	
	q009	J _{1s}	2	12.9	18.25	2.05	0.55	1.4	0	
	qing1	J _{1s}	6	46.53	20.27	8.47	3.27	2.57	0.03	
	头屯河	J _{1s}	1	2.55	17.2	1.28	0	0	1	文献[16]
头屯河	J _{1b}	1	1.05	17.6	4.13	0	21.96	0	文献[16]	

正异常和负异常与沉积物源区的母岩性质明显具有相关性;沉积物中 Eu 元素具正异常,表明其沉积物来源中基性岩成分占有重要地位,Eu 元素具负异常与母岩类型以酸性岩为主有关。并通过沉积物稀土元素的分配特征基本认清了琼东南盆地中不同时代的物源方向。前人的研究证明通过稀土模式研究物源的方向是十分有效的。

本次研究选取稀土元素分析对比法对南缘地区的物源方向研究做进一步的补充判别。样品的选取与上面提到的重矿物的样品来自相同的野外采集点。由于南缘地区岩屑中火山岩成分含量较多,为了解火山岩岩屑的物质来源,本次研究采集了东北部地区五彩湾凹陷、北三台凸起的井下石炭系火山岩岩心,希望通过对南缘地区的稀土元素分布特征,判断南缘地区的物质来源。样品分析由核工业地质分析测试研究中心完成,测试温度小于 20℃,相对湿度保持在 30%,测试通过电感耦合等离子质谱仪(ICP-MS)测试,方法依 DZ/T0223-2001 方法通则实施。

从图 4-c 中可以看出四棵树地区上侏罗统齐古组到下白垩统清水河组中砂岩的稀土元素分布特征十分相似,显示出齐古组到清水组,该地区具有稳定的物质来源,物源方向可能基本一致。而南缘中段地区齐古组内部具有不同的稀土元素分配特征,从图 4-b 南缘冲断带野外露头砂岩样品分析可以看出不同层位稀土分配特征,位于齐古组顶部的样品 5C 号样具有 Eu 元素的负异常现象,而位于齐古组下部的 4 和 7 号样品中 Eu 元素基本无异常特征。通过研究区东北部取心井火山岩样品稀土元素分配特征显示(图 4-a),Eu 元素的负异常发生在流纹岩为主的酸性火山岩中。而该区中基性火山岩总体表现为 Eu 元素的微弱正异常或无异常。因此可以认为,南缘中段齐古组在早期沉积时,受南部以及东部的物源影响,而晚期沉积时物源可能除了来自南部外还来自东北部酸性火山岩剥蚀区母岩的影响。前面重矿物分析的数据也同样说明了这一点。由于受南缘冲断带构造北部地区埋藏深度较深的原因,且在开展齐古组沉积相带研究工作中主要以野外地质

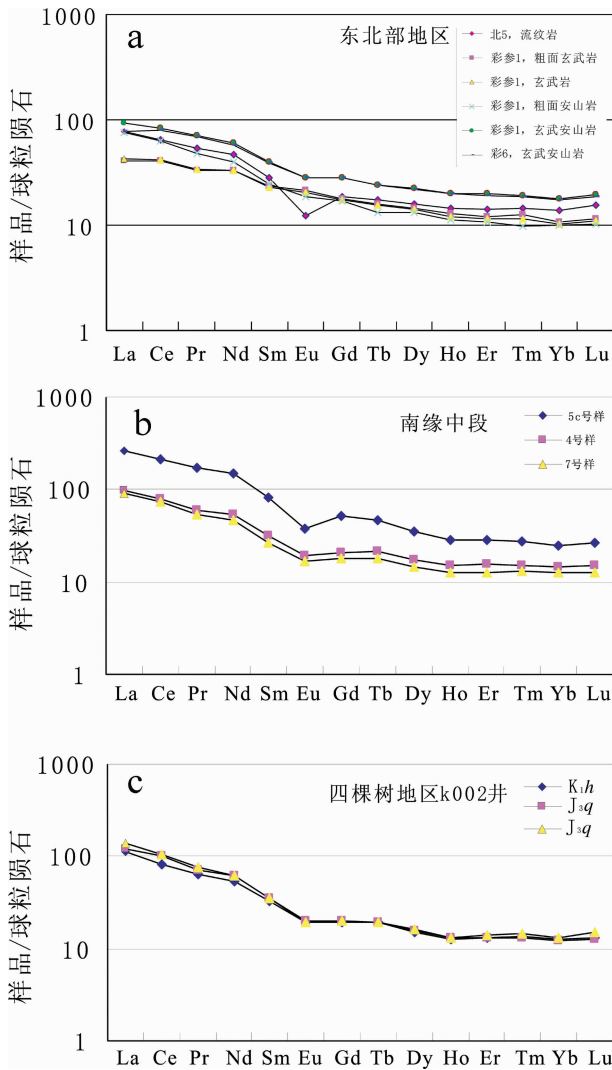


图 4 准噶尔南部及周缘沉积物稀土元素分配特征
K_{1h}—清水河组;J_{3q}—齐古组

Fig.4 Chondrite-normalized REE patterns of the samples from southern Junggar basin
K_{1h}—Qingshuihe Formation;J_{3q}—Qigu Formation

露头分析数据为依据,因此前人的研究认为其物源主要来自冲断带南部,而忽略了北部物源^[16-17]。

3 物源指向区砂体岩石组分受源区母岩类型影响

砂岩的岩石成分明显地受到物源区母岩类型的影响。四棵树地区齐古组可以明显地看出重矿物的成分主要以钛铁矿为主,代表了以基性、超基性侵入岩为母体的物源区岩石特征。受母岩类型的影响,四棵树地区齐古组岩心薄片岩屑含量中(岩屑占组分60%以上)火山岩岩屑平均占总岩屑含量的86.7%左

右,其中中酸性火山岩岩屑含量较低,占总岩屑的10%~20%,而基性凝灰岩成分的含量较高,平均占总岩屑的66.7%。

中部地区既南缘冲断带中段,不同时期受不同方向的物源相互控制。齐古组沉积早期受南部冲断带抬升剥蚀形成的岩浆岩、沉积岩类型和东部古牧地区变质岩母岩类型的物源控制,且受搬运因素等影响沉积岩岩屑含量较高在25%左右,变质岩岩屑占36%~41.7%。齐古组沉积后期岩石成份明显地显示出南部和东北部的物源影响增强,东部物源减弱,表现在岩石成份含量上酸性火山岩岩屑的含量增加,变质岩的岩屑有减小的趋势。

南缘东部古牧地区物源区重矿物特征显示从早侏罗到晚白垩绿帘石含量始终占较大的比重。岩屑成份中变质岩的岩屑含量相对其他岩屑含量含量较大,而火山岩岩屑比重很小,个别样品中只占到3%,说明了东部地区受北部的物源影响较弱,而主要是受中南部沉积岩母岩区带和东部变质岩母岩区带的控制,这一点与前面重矿物及稀土元素分析显示的基本一致。

4 岩石组分对储层发育的影响作用

由于深层储层的控制因素较多,储层的发育不仅受地温梯度、压力、水介质以及沉积相带、岩石成份等控制,而且还受到成岩演化、构造变形等诸多因素的综合控制。本次研究认为物源区母岩类型控制了物源指向区砂体岩屑的相对百分含量,从而在一定程度上影响了储层的发育特征。不同的沉积相带中由于水动力大小的不同对砂岩组分的改造和分选不同,一般在水动力较强的辫状河道相、水下分流河道以及河口坝相带中岩石的成分较纯,石英和长石的含量较高,岩屑的含量较低;而在水动力条件较弱的沉积相带中岩屑的含量相对较多。虽然岩屑的含量受到沉积相带类型的控制,但是即使在不同的沉积相带中,不同岩屑的相对百分含量主要还是受物源区母岩类型的控制。在南缘中部地区齐古组表现为受东部变质岩母岩区物源的控制时,其岩屑中变质岩岩屑相对含量较高;受东北部酸性火山岩母岩区物源影响时,其酸性火山岩岩屑含量相对较高;四棵树地区受西北部和车排子地区基性岩母岩区物源的影响,岩屑中基性岩岩屑的相对含量较多。从而在整个南缘地区岩石成分表现为较为明显的三段性。

西部四棵树地区岩屑含量整体较高,火山岩岩屑含量高,酸性岩屑含量低,变质岩岩屑含量低。中部岩屑含量相对较低,火山岩岩屑中等,齐古组下部酸性岩屑含量低,变质岩岩屑含量高;而上部酸性岩屑含量高,变质岩岩屑含量低。东部地区岩屑含量中等,火山岩岩屑含量高,酸性岩屑含量很低,变质岩岩屑含量较高。

石英、长石含量较高的地区和层位,岩石的抗压能力强,在深层储层中有利于原生孔隙的保存。因此不考虑其他因素对砂体孔隙类型的影响,单纯从岩石成分上来分析,可以得出中段岩屑含量较低,相对来说易于发育原生孔隙。从南缘目前已发现的油气藏储层铸体薄片上来看,多数以原生孔隙为主,溶蚀孔隙次之。因此相对比较之下,中段齐古组上段在成岩演化过程中由于变质岩岩屑相对较少,压实作用相对较弱,优质储层的发育条件好于下段变质岩岩屑含量较多的层段。原因是变质岩岩屑在深压条件下易发生假杂基现象,如千枚岩的压实变形,使储层物性变差,并且变质岩岩屑溶蚀能力差,相对于火山岩岩屑特别是基性火山岩岩屑其溶蚀能力较差。因为酸性火山岩岩屑在相同的水介质条件下其溶蚀的能力比基性火山岩岩屑弱^[20-21]。四棵树地区齐古组易于发育次生溶蚀孔;而东部地区相对来说原生孔隙的发育优于次生孔隙。

4 结 论

(1)准噶尔盆地南缘齐古组在不同区域其物源的方向不同,在四棵树北部地区存在两支物源;南缘中段存在南部物源、东部物源和东北部物源,其中早期受南部与东部物源的影响,晚期东北部物源的影响增强而东部的影响减弱;东部地区离物源区近。

(2)砂岩的岩石组明显地受到物源区母岩类型的影响。不同物源方向的砂体中,岩屑成分反映了母岩区岩石类型的特征。

(3)中部地区齐古组上段储层由于变质岩岩屑含量少,储层发育条件好于下段。西部四棵树地区齐古组火山岩岩屑含量高,易于发育次生溶蚀孔;而东部地区由于岩屑含量较低,相对来说原生孔隙的发育优于次生孔隙。

参考文献 (References):

- [1] 王金琪. 准噶尔盆地淮南拗陷侏罗系含气潜力 [J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(5):496-500.
- [2] 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.
- [3] 杨守业, 李从先. REE 示踪沉积物物源研究进展 [J]. 地球科学进展, 1999, 14(2):164-167.
- [4] 邵磊, 刘志伟, 朱伟林, 等. 陆源碎屑岩地球化学在盆地分析中的应用 [J]. 地学前缘, 2009, 7(3):297-304.
- [5] 崔永北, 王风华, 谭滨田, 等. 胜坨地区沙四上亚段物源体系分析 [J]. 中国地质, 2011, 38(5):1324-1333.
- [6] 蔡观强, 郭峰, 刘显太, 等. 沾化凹陷新近系沉积岩地球化学特征及其物源指示意义 [J]. 地质科技情报, 2007, 26(6):17-24.
- [7] Rollinson H R. Using Geochemical Data :Evaluation , Presentation, Interpretation [M]. New York:Longman Scientific Technical 1993:352.
- [8] 邵磊, 李昂, 吴国瑄, 等. 琼东南盆地沉积环境及物源演变特征 [J]. 石油学报, 2010, 31(4):548-552.
- [9] 陈发景, 汪新文. 中国西北地区早—中侏罗世盆地原型分析 [J]. 地

- 学前缘, 2000, 7(4):459-469.
- Chen Fajing, Wang Xinwen. Prototype analysis of early-middle Jurassic basins in northwestern China [J]. *Earth Science Frontiers*, 2000, 7(4):459-469(in Chinese with English abstract).
- [10] 陈建平, 赵文智, 秦勇, 等. 中国西北地区侏罗纪煤系油气形成(之一)[J]. *石油勘探与开发*, 1998, 25(3):1-5.
- Chen Jiangping, Zhao Wenzhi, Qin Yong. Petroleum formation in Jurassic coal-bearing basins, Northwest China (Part1) [J]. *Petroleum Exploration and Development*, 1998, 25 (3):1-5 (in Chinese with English abstract).
- [11] 王素华, 钱祥麟. 中亚与中国西北盆地构造演化及含油气性[J]. *石油与天然气地质*, 1999, 20(4):321-325.
- Wang Suhua, Qian Xianglin. Tectonic evolution and oil-gas potential of Basins central asia and northwestern in china [J]. *Oil & Gas Geology*, 1999, 20 (4):321-325 (in Chinese with English abstract).
- [12] 孙自明, 何治亮, 牟泽辉. 准噶尔盆地南缘构造特征及有利勘探方向[J]. *石油与天然气地质*, 2004, 25(2):216-221.
- Sun Ziming, He Zhiliang, Mou Zehui. Structural features and favorable exploration in southern margin of Junggar basin[J]. *Oil & Gas Geology*, 2004, 25 (2):216-221 (in Chinese with English abstract).
- [13] 方世虎, 郭召杰, 宋岩. 准噶尔盆地南缘侏罗纪沉积相演化与盆地格局[J]. *古地理学报*, 2005, 7(3):347-356.
- Fang Shihu, Guo Zhaojie, Song Yan. Sedimentary facies evolution and basin pattern of the Jurassic in southern margin area of Junggar Basin [J]. *Journal of Palaeogeography*, 2005, 7 (3):347-356 (in Chinese with English abstract).
- [14] 余朝丰, 沈金龙. 准噶尔盆地三台和北三台地区中三叠统克拉玛依组物源分析[J]. *地质科技情报*, 2011, 30(1):51-54.
- Yu Chaofeng, Shen Jinlong. Analysis on sedimentary source of middle Triassic karamay formation in santai and beisaitai area, Junggar basin[J]. *Geological Science and Technology Information*, 2011, 30(1):51-54(in Chinese with English abstract).
- [15] 钟铎, 刘招君, 张峰. 重矿物在盆地分析中的应用研究进展[J]. *地质科技情报*, 2001, 20(4):29-32.
- Zhong Hua, Liu Zhaojun, Zhang Feng. Latest progress of heavy mineral research in the basin analysis [J]. *Geological Science and Technology Information*, 2001, 20 (4):29-32 (in Chinese with English abstract).
- [16] 方世虎, 郭召杰, 贾承造, 等. 准噶尔盆地南缘中-新生界沉积物重矿物分析与盆地格局演化[J]. *地质科学*, 2006, 41(4):648-662.
- Fang Shihu, Guo Zhaojie, Jia Chengzao. Meso. cenozonic heavy minerals' assemblages in the southern junggar basin and its implications for basin orogen pattern [J]. *Chinese Journal of Geology*, 2006, 41(4):648-662(in Chinese with English abstract).
- [17] 方世虎, 郭召杰, 宋岩, 等. 准噶尔盆地南缘侏罗纪沉积相演化与盆地格局[J]. *古地理学报*, 2005, 7(3):347-356.
- Fang Shihu, Guo Zhaojie, Song Yan, et al. Sedimentary facies evolution and basin pattern of the Jurassic in southern margin area of JunggarBasin [J]. *Journal of Palaeogeography*, 2005, 7 (3):347-356(in Chinese with English abstract).
- [18] McLennan S M, Hemming S, McDaniel D K, et al. Geochemical approaches to sedimentation, provenance, and tectonics [J]. *Geological Society of American Special Paper*, 1993, 284:21-40.
- [19] Taylor S R, McLennan S M. *The Continental Crust: Its Composition and Evolution* [M]. Oxford:Blackwell Scientific Publication, 1985:265.
- [20] 赖兴运, 于炳松, 陈军元, 等. 碎屑岩骨架颗粒溶解的热力学条件及其在克拉 2 气田的应用[J]. *中国科学(D)*, 2004, 34(1):45-53.
- Lai Xingyun, Yu Bingsong, Chen Junyuan, et al. The Thermodynamic condition of rock fragment dissolution and its application in Kela 2 gas field[J]. *Science in China (SeriesD): Earth Sciences*, 2004, 42:45-53(in Chinese with English abstract).
- [21] 黄可可, 黄思静, 佟宏鹏, 等. 长石溶解过程的热力学计算及其在碎屑岩储层研究中的意义[J]. *地质通报*, 2009, 28(4):474-482.
- Huang Keke, Huang Sijing, Tong Hongpeng, et al. Thermodynamic calculation of feldspar dissolution and its significance on research of clastic reservoir[J]. *Geological Bulletin of China*, 2009, 28(4):474-482(in Chinese with English abstract).

The provenance feature of Jurassic Qigu Formation and its effect on reservoir development in the southern margin of Junggar basin

LIN Tong^{1,2}, ZOU Cai-neng¹, WANG Lan¹, SHEN Ying³

(1. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, PetroChina, Beijing 100083, China; 2. Langfang Branch of Research Institute of Petroleum Exploration and Development, PetroChina, Langfang 065007, Hebei, China; 3. Research Institute of Exploration and Development; Xinjiang Oilfield Company; PetroChina; Karamay 834000, Xinjiang, China)

Abstract: There exists great potential of oil and gas resources in deep Jurassic strata of southern Junggar basin; nevertheless, the research on Jurassic formation remains in the stage of exploration, and the provenance and main controlling factors of the reservoir development are not yet clear. Based on the study of heavy mineral combination in combination with rare earth element distribution characteristics, the authors infer that there are different provenances in different tectonic units., and at the early and late development stage of the strata in the same area, the main direction of provenance was also varying. It is concluded that there are two provenances in northern Sikeshu depression, i.e., the Chepaizi provenance in the northeast and the provenance in the northwest. In southern Sikeshu area, the provenance is the southern part. The provenance of Qigu Formation varied in the period of sedimentation, the southern and eastern provenances were dominant at the early stage, whereas the northern provenance gradually became dominant at the late stage. The eastern area was close to the provenance, and the parent rock was primarily metamorphic rocks. Studies show that rock debris was under the influence of parent rock types, and this further affected the development characteristics of the reservoir.

Key words: southern margin of Junggar basin; Qigu Formation; heavy mineral; REE distribution; provenance

About the first author: LIN Tong, male, born in 1980, doctor candidate, engineer, engages in oil and gas geological exploration; E-mail: lintong1980@163.com.