

构造转换带储集体发育的主控因素 ——以准噶尔盆地腹部侏罗系为例*

鲍志东^{1,2} 赵艳军^{1,2} 祁利祺³ 司敏娜^{1,2} 吴博然⁴ 罗小玉^{1,2} 赵华^{1,2} 伍星^{1,2}

BAO ZhiDong^{1,2}, ZHAO YanJun^{1,2}, QI LiQi³, SI MinNa^{1,2}, WU BoRan⁴, LUO XiaoYu^{1,2}, ZHAO Hua^{1,2} and WU Xing^{1,2}

1. 中国石油大学地球科学学院,北京 102249

2. 中国石油大学油气资源与探测国家重点实验室,北京 102249

3. 中国石油新疆油田分公司采油二厂,克拉玛依 834000

4. 中国石油冀东油田分公司,唐山 063004

1. College of Earth Sciences, China University of Petroleum, Beijing 102249, China

2. State Key Laboratory of Petroleum Resources and Prospecting, China University of Petroleum, Beijing 102249, China

3. No. 2 Production Plant, Xinjiang Oilfield Company, PetroChina, Karamay 834000, China

4. Jidong Oilfield Branch Company, PetroChina, Tangshan 063004, China

2010-08-10 收稿, 2010-12-10 改回.

Bao ZD, Zhao YJ, Qi LQ, Si MN, Wu BR, Luo XY, Zhao H and Wu X. 2011. Controlling factors of reservoir development in structural transfer zones: A case study of the Inner Junggar basin in Jurassic. *Acta Petrologica Sinica*, 27 (3):867–877

Abstract Taking the sandbody distribution character of the Inner Junggar basin in Jurassic as an example, this paper discusses the formative mechanism and deformation behaviour of high-quality reservoir of structural transfer zones based on the study on the tectonic-sedimentary-diagenesis in structural transfer zones controlling provenances, sand bodies and rock physics and so on. Structural transfer zones control the main provenances and water systems, and then control the development characteristics of the sedimentary systems. Structural transfer zones and slope breaks jointly control the distribution of sedimentary facies. Structural transfer zones, slope breaks and sequence framework control not only the temporal and spatial distribution of sand bodies but also their reservoir qualities; under conditions of large structural transfer zones and slope breaks with high gradient ratio, the lowstand systems tracts mainly develop the alluvial fan, braided river and meandering river depositions, which can form larger-scale reservoirs, while the highstand systems tracts can develop the large-area delta depositions. The study on structural transform zones helps achieve a deeper understanding of the development of sedimentary systems in the depression basin, so as to predict reservoirs more accurately and finally provide guidance to the sedimentology of continental lake basins and their exploration and development.

Key words Structural transfer zones; Slope breaks; Distribution of sedimentary facies; Reservoir

摘要 本文以准噶尔盆地腹部侏罗系储集砂体分布特征为例,探讨构造变换带优质储层的形成机制与变形特征,开展构造转换带的构造-沉积-成岩作用等对物源、砂体、岩石物理等的控制作用的研究。盆地构造转换带控制主要物源与水系,进而控制沉积体系的发育特征;构造转换带与坡折带共同控制沉积相带展布;构造转换带、坡折及沉积层序格架联合控制砂体时空展布及其储层质量;在大的构造转换带、高坡降比的坡折等条件下,在低位域沉积期发育冲积扇、辫状河和曲流河沉积等,形成大规模的储集体,在高位域沉积期发育较大规模三角洲沉积等。对构造转换带的综合研究,可深化对坳陷盆地沉积体系发育规律认识,进而提高对油气储集体的预测精度,对陆相湖盆沉积学及其油气勘探开发具有重要指导和参考价值。

关键词 构造转换带;坡折带;沉积相展布;储集体

中图法分类号 P618.130.2

* 本文受国家重点基础研究发展规划(973)项目(2006CB202300)资助。

第一作者简介:鲍志东,男,1964年生,教授,博士生导师,沉积学与石油地质学专业, E-mail: baozhd@cup.edu.cn

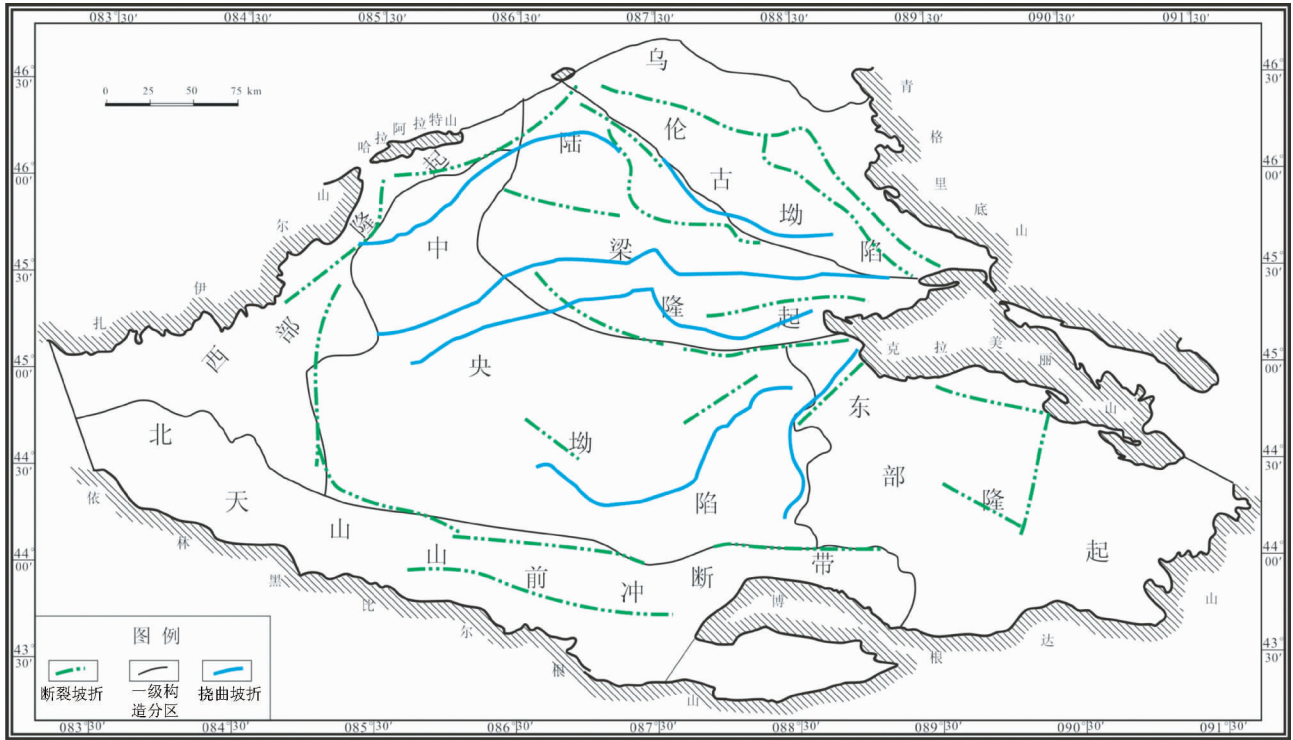


图1 准噶尔盆地构造简图

Fig.1 Simplified structural map of the Junggar basin

1 引言

长期以来,构造架构及其活动对沉积体系和储集体发育的控制作用,一直是石油地质学科重要的科学问题,很多研究成果都对油气资源的勘探开发实践产生了重大影响,其中构造转换带是其中研究热点之一(胡望水等,1994;林畅松等,2000;王英民等,2003;陈发景等,2004;雷燕平等,2008)。

构造转换带是一类发育于相邻的分段活动的断层之间、伴随断层的活动而形成的一种为保持区域上缩短量或伸展量守恒而产生的构造调节区,其概念起源于对加拿大落基山地区挤压变形中褶皱-逆冲断层几何形态的研究,后被引入到伸展区和走滑区的构造研究中(Moustafa, 2002; Soliva and Benedicto, 2004; Mouslopoulou *et al.*, 2007, 余一欣等,2008; 祁利祺,2009)。由于构造转换带对入盆水系、同裂陷地层和盆内砂体的发育及隐伏构造起着重要的控制作用,所以构造转换带区的研究对油气勘探具有重要意义(胡望水等,1994; 陈发景等,2004; 邬光辉等,2004)。

2 研究区地质背景及构造转换带特征

准噶尔盆地位于新疆北部,地处中亚内陆,是我国大型含油气盆地之一。盆地周围被褶皱山系环绕,西北为扎依尔山和哈拉阿拉特山,东北为古格里底山和克拉美丽山,南面

是天山山脉的伊林黑比尔根山和博格达山,总体形状为三角形,东西长,南北窄(图1)。侏罗系是全盆地最主要的勘探目的层之一,油气资源极其丰富,储集性能好,勘探潜力巨大,全盆地有近1/3的油气资源集中分布该层系中。目前,随着勘探程度提高,侏罗系的构造圈闭日趋匮乏,寻找非构造圈闭已成为油气资源勘探的重要任务。研究不同构造条件下储集体的展布特征,为构建西部叠合盆地不同构造背景下储层形成演化模式,揭示储层形成演化的主控因素,阐明储层的分布规律具有重要意义(鲍志东等,2002,2005;李立诚,2005)。

准噶尔盆地侏罗纪构造运动旋回、气候变化旋回控制了JSQ1~JSQ4、JSQ5~JSQ6两大沉积发育阶段(表1):第一阶段(JSQ1~JSQ4)振荡运动使湖平面频繁升降,沉积的旋回性明显,旋回频率高;第二阶段(JSQ5~JSQ6)构造活动增强,粗碎屑沉积物增多。

从断裂和坡折带的分布与沉积体系的关系来看,准噶尔盆地侏罗系构造带(断裂带或断裂与坡折带组合)主要有三种类型(图2)。第一种是平直型,构造带走向与水系流向垂直。此种类型水系较为分散,沉积规模小(图2a);第二种是两构造带衔接型,在衔接部位构造活动较弱,水系集中,可携带大量碎屑物进入坡折带卸载沉积,形成垂向和平面上都具有一定规模的储集体(徐长贵,2006)。两个构造带的交汇即是构造转换带(图2b)。第三种是多条构造带以一点为中心呈发散状扇形展布,此类构造带更为复杂,水系通常携带碎

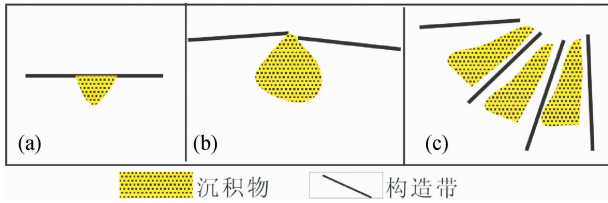


图2 准噶尔盆地侏罗系构造带组合样式(据徐长贵, 2006 修改)

Fig. 2 Assemblage styles of Jurassic structural belts in Junggar basin(modified after Xu, 2006)

表1 准噶尔盆地腹部侏罗统系层序地层划分方案

Table 1 Sequence stratigraphy of the Inner Junggar basin in Jurassic

地层				腹部层序	
系	统	组	段	层序	体系域
侏罗统	上统	齐古组		SQ6	LST + TST
				SQ5	LST + TST
	中统	头屯河组		SQ4	LST + TST
				SQ3	LST + TST
	下统	三工河组	上段	SQ3	LST + TST
			中段		LST + TST
			下段	HST	
		八道湾组	上段	SQ2	LST + TST
			中段		HST
			下段	SQ1	LST + TST

屑物沿不同构造带间的沟谷流动,并在坡折带下部卸载沉积(图2c)。盆地东部克拉美丽山一侧主要发育扇状构造组合,成为腹部重要的物源水系之一,但其沉积受到坡折带之间沟-梁组合的限制,存在一定局限性。

3 构造转换区储集砂体发育的控制因素

研究表明,坡折带是碎屑物质富集的主要场所,其主要原因是碎屑物质在从坡脊向坡脚搬运的过程中,势能减小,动能增大,当碎屑物质在坡脚处遇到阻力时,动能会迅速减小而导致碎屑物质在可容纳空间较大的坡脚处堆积(徐长贵,2006)。但是,坡折带仅仅是沉积物卸载堆积的场所,能否沉积形成优质的储集体还取决于是否有足够的沉积物物源供给,而构造转换带一般是物源进入沉积区的主要通道,可以控制沉积体系的展布(张升平等,2007;余一欣等,2008)。

3.1 构造转换带对物源水系的控制因素分析

准噶尔盆地腹部主体南北向缓坡带和西北缘陡坡带受第二种构造转换带控制,物源水系在转换带发育。第一种构造带组合样式在盆地中也普遍存在,其反映了断裂及其构造带的不均一性,在同一构造带活动较弱的部位可能成为水系进入坡折带的优势通道。从盆地尺度来看,腹部侏罗系沉积主要受东部克拉美丽山沉积体系、北部德伦山沉积体系和西

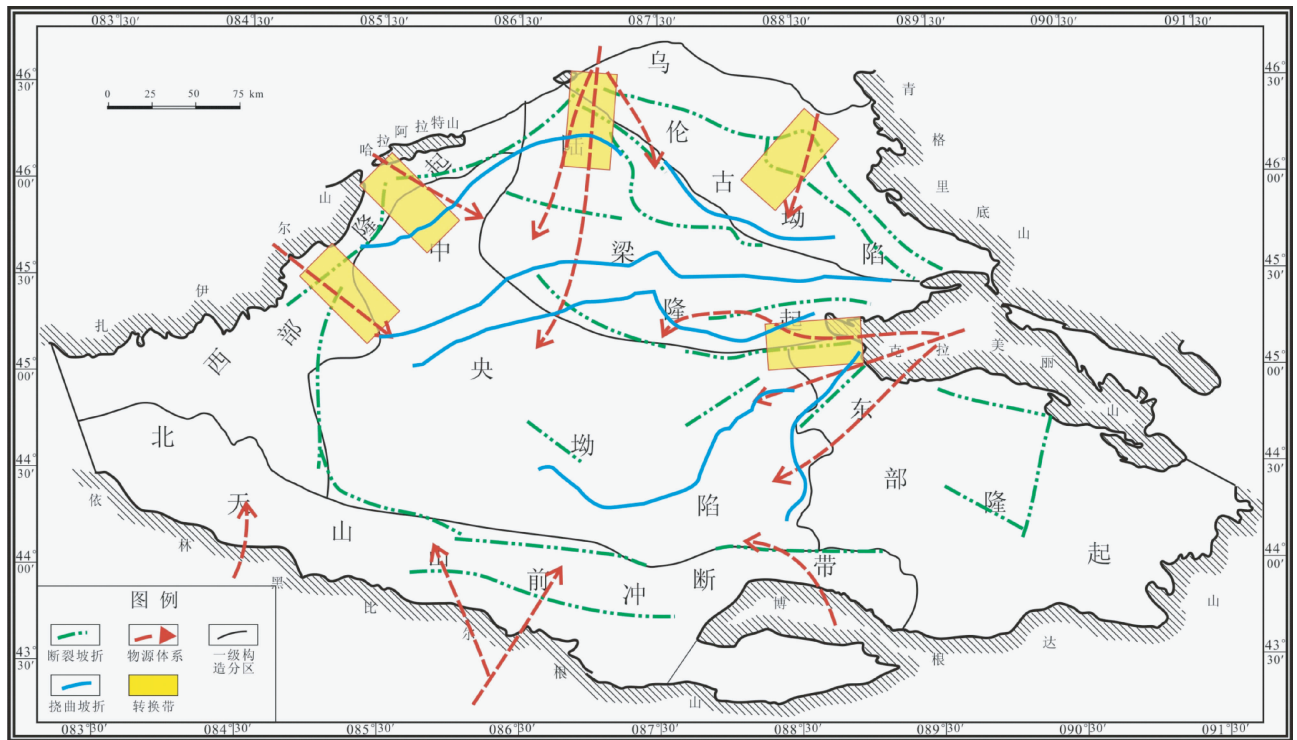


图3 准噶尔盆地侏罗系构造转换带与物源水系展布图

Fig. 3 Structural transfer zones and the provenance and drainage of Junggar basin in Jurassic

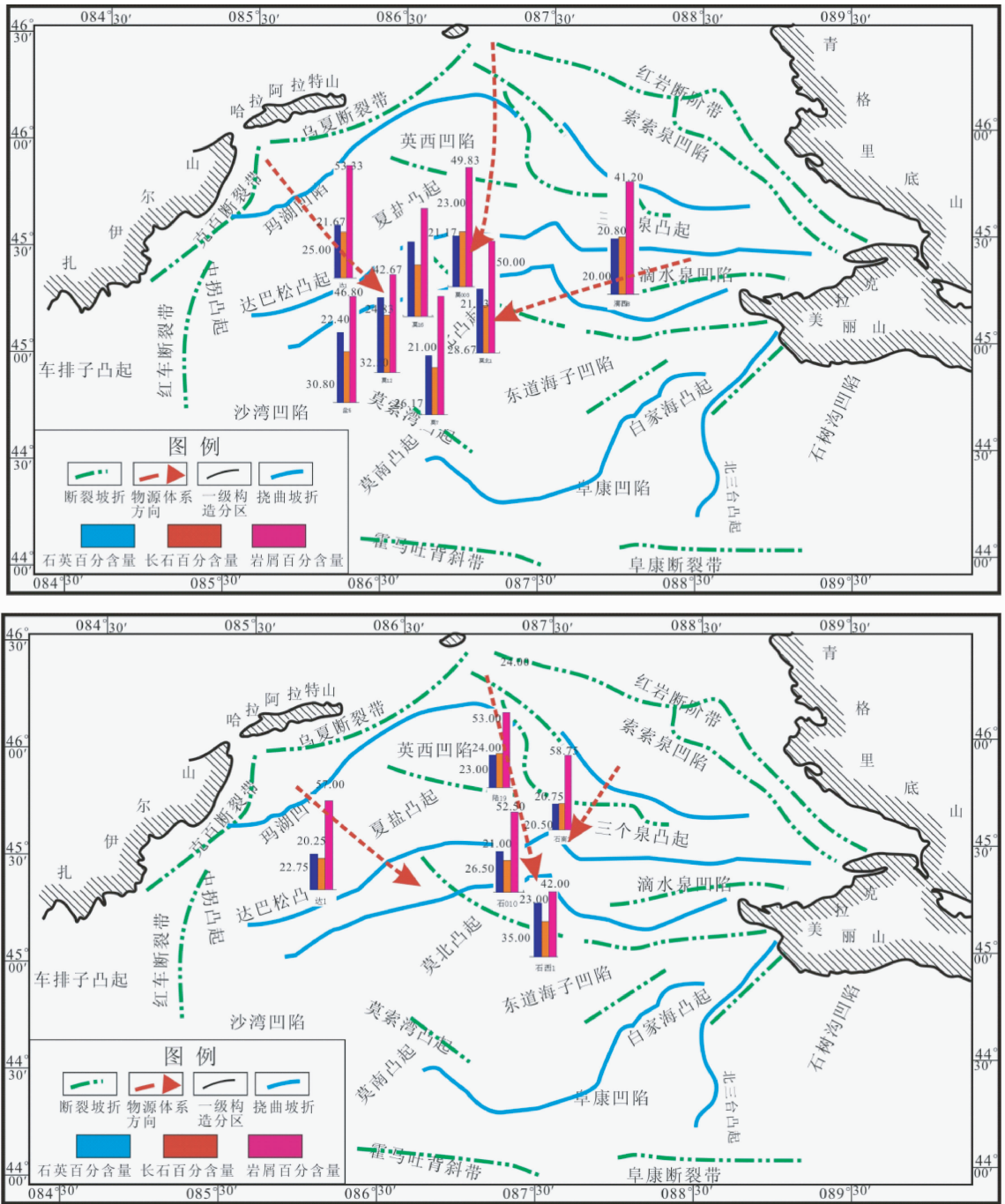


图4 准噶尔盆地腹部侏罗系岩石矿物组分特征与物源关系图(上:SQ3;下:SQ4)

Fig. 4 The relationship graph of provenance and rock mineralogical composition of the Inner Junggar basin in Jurassic (upper: SQ3; lower: SQ4)

北缘沉积体系三大物源控制,前两者是主要物源区,西北缘受车莫古隆起演化的影响可能是次要物源区(图3)。

碎屑岩的组分特征也同样表明,构造转换带是物源水系发育的主要控制因素。虽然准噶尔盆地腹部砂岩的矿物成分、含量和组合相似,但不同区域砂岩组分的变化依然对物源水系方向有较为明显的指示。如图4所示,SQ3和SQ4从构造转换带近端向盆地中心,石英含量由约20%增加到

35%左右,而岩屑的含量由50%~60%减少到约40%。离物源区距离越远,石英的百分含量逐渐增加,岩屑的百分含量逐渐减小。

盆地级别的构造转换带控制影响全盆的大级别水系,而区域性的构造转换带控制次一级的物源水系。以盆地西北部为例(图5),西南的红-车断裂带、中部的克-百断裂带和东北部的乌-夏三个次级断裂带形成较低级别的构造转换带,

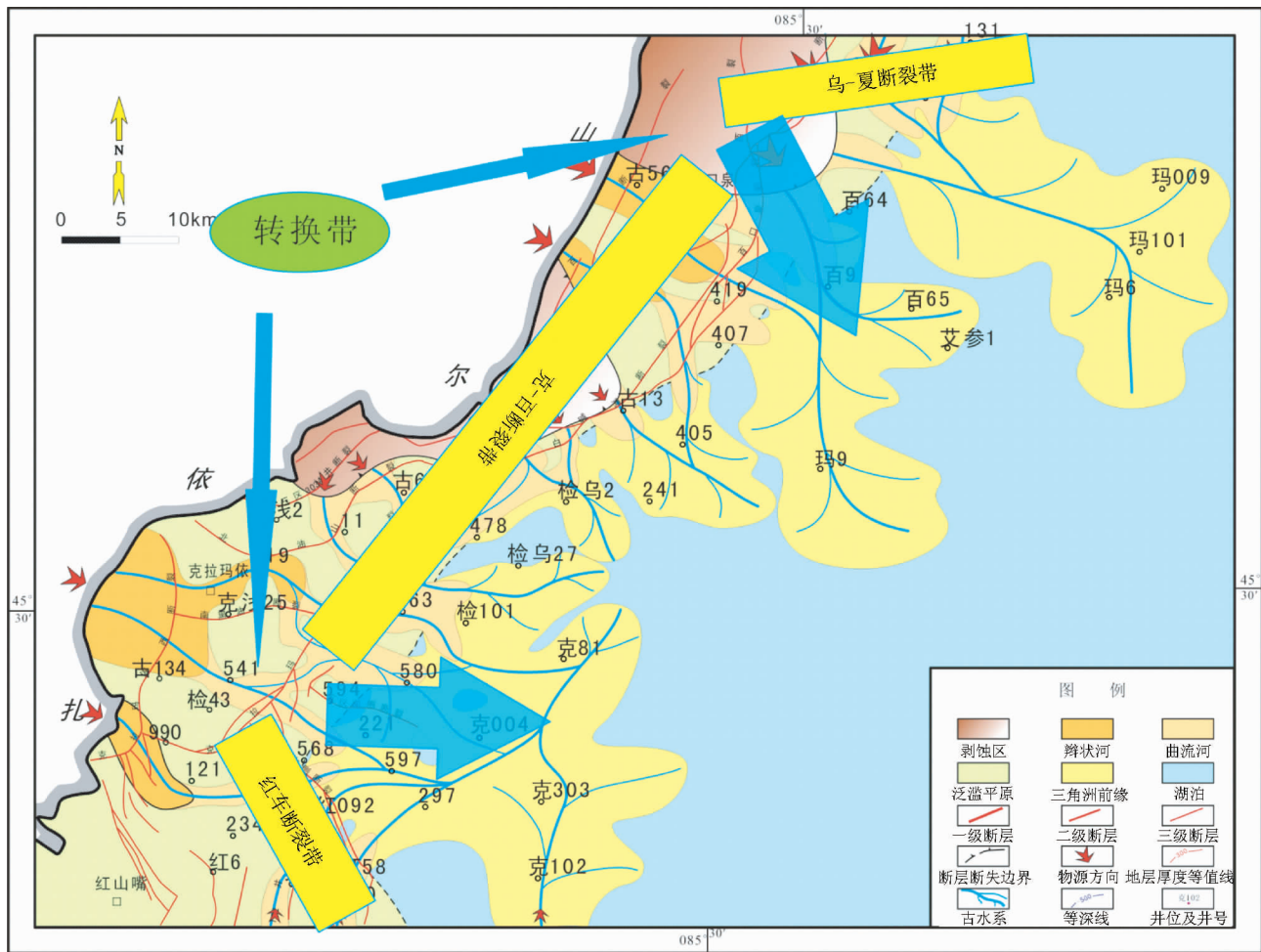


图5 准噶尔盆地西北缘侏罗系多级构造转换带与物源水系展布图

Fig.5 The distribution of multi-stage structure transfer zones in northwestern margin of Junggar basin

控制局部的物源水系发育,多级构造转换带分别控制主物源与次物源进而控制沉积体系的展布。在西北部逆冲断裂带主体部位所形成地层中发育多期砂泥间互沉积,粒度较细、单层厚度较薄,比如克88-检乌26井附近,侏罗系八道湾组-三工河组中砂体为细砂岩,单层厚度分布在1~7m,平均约3m;而变换带构造部位地层中砂砾岩等粗粒沉积广泛发育,且砂体单层厚度明显增大,如克008-克81井区侏罗系八道湾组-三工河组粗砂岩、中砂岩发育,单层厚度在4~25m,平均约12.5m。

3.2 构造转换带与坡折带配置关系控制沉积相展布

准噶尔盆地在侏罗系沉积时期为一宽缓背景条件的内陆湖盆,腹部地区在不同的沉积时期发育的储层有所差异。层序I、层序II低位沉积时,继承了三叠纪末基底隆升剥蚀后的构造环境和温暖潮湿的气候环境,腹部地区广泛发育辫状河、曲流河和三角洲沉积;层序III高位沉积时,准噶尔盆地大面积湖侵,在腹部地区广泛发育三角洲沉积;层序IV、层序V低位沉积时期,燕山运动使盆地抬升,腹部地区以辫状河、曲

流河沉积为主(图6)。

不同的坡折带类型中,在构造活动较强烈的沉积盆地中,构造坡折带往往控制了沉积坡折带的发育,使二者重合,因此,沉积坡折带只有在构造坡折带不发育的情况下才会显著地表现出来。坡折带对沉积体系展布的控制本质上是地貌对沉积的控制,包括沉积前的初始地貌形态以及沉积过程中受同沉积断裂活动等构造活动引起的地貌形态的演化两个方面。坡折带的地貌特征包括坡度差和坡折带的规模以及多个坡折的组合样式。

中侏罗世以后,准噶尔盆地周边的山系进一步隆升,使其成为相对独立的拗陷盆地。结合盆地不同区域构造特点来看,腹部区域及其周缘坡折带的地貌特征主要有三种类型(图7)。第一种是规模较小、斜坡延伸较短,坡度差大的陡坡型坡折(图7a),扎伊尔山前缘克-百地区具有此类坡折特点,在斜坡坡脚前端发育凸起,沉积物通过坡折带运移卸载后动力减弱,只有在低位域沉积期,物源丰富,沉积物供给充足时可越过古隆起向腹部延伸;第二种类型以克拉美丽山前缘斜坡为代表,与第一种相比,坡度差稍小,规模较大,延伸

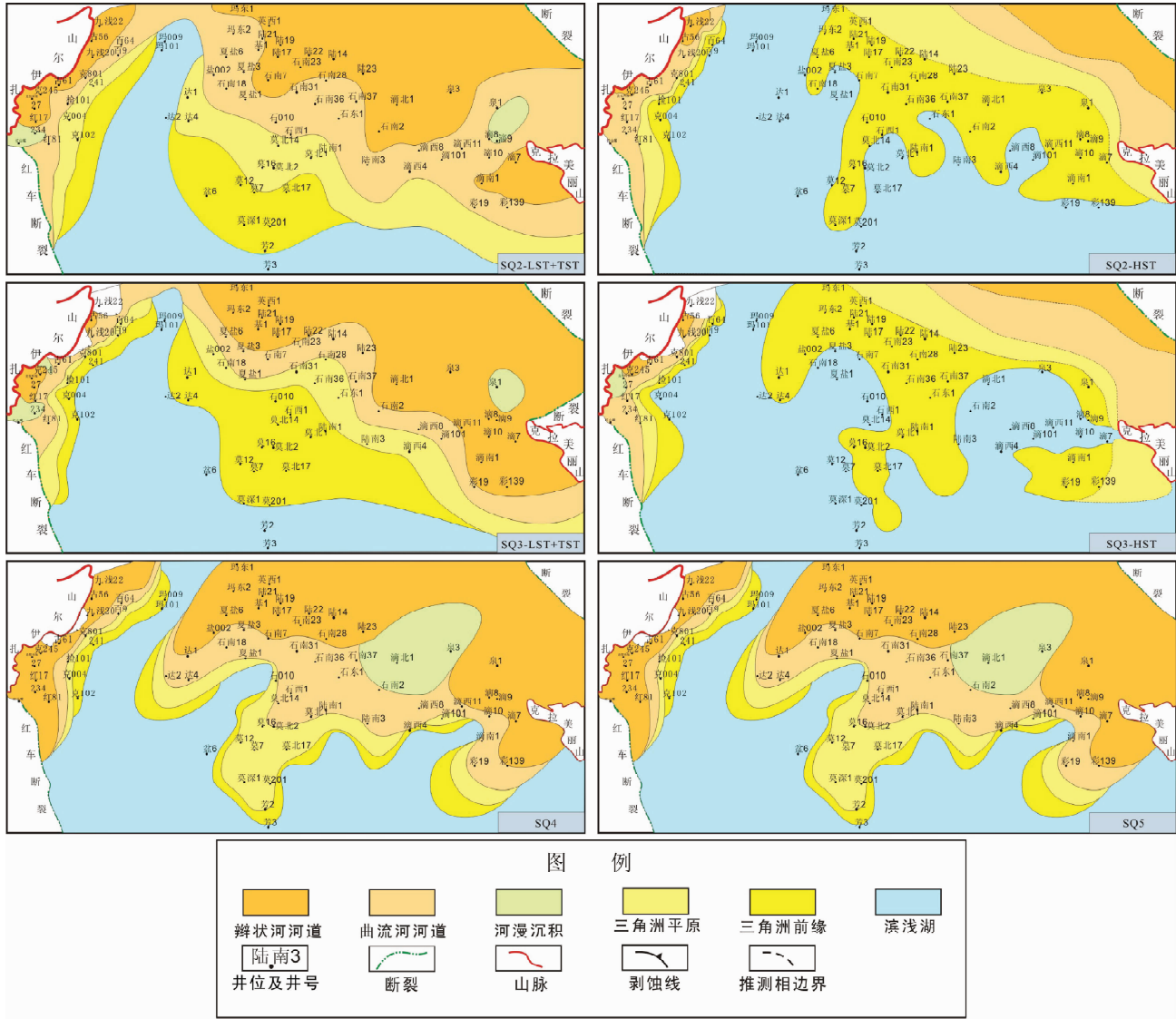


图 6 准噶尔盆地侏罗系八道湾组-头屯河组不同体系域沉积相特征
Fig. 6 Sedimentary facies of different system tracts of Junggar basin in Jurassic

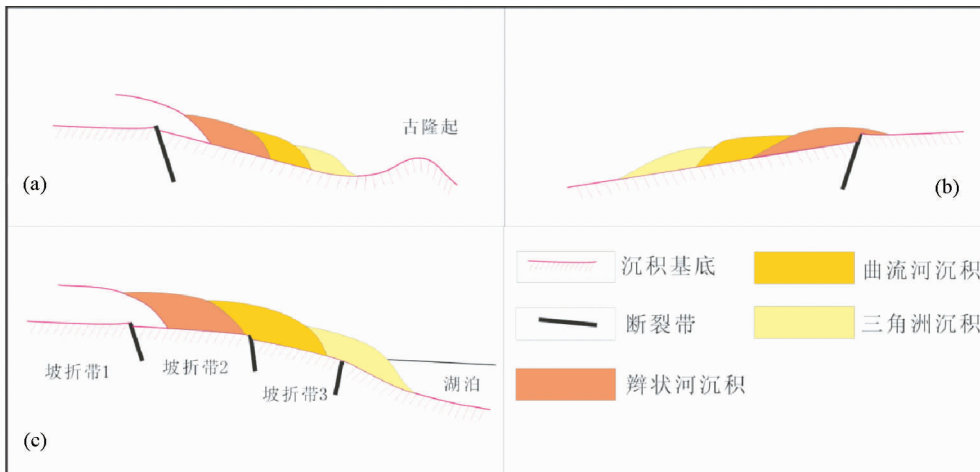


图 7 准噶尔盆地侏罗系不同区域坡折带特征
Fig. 7 Characteristics of slope break belts in different areas of Junggar basin in Jurassic

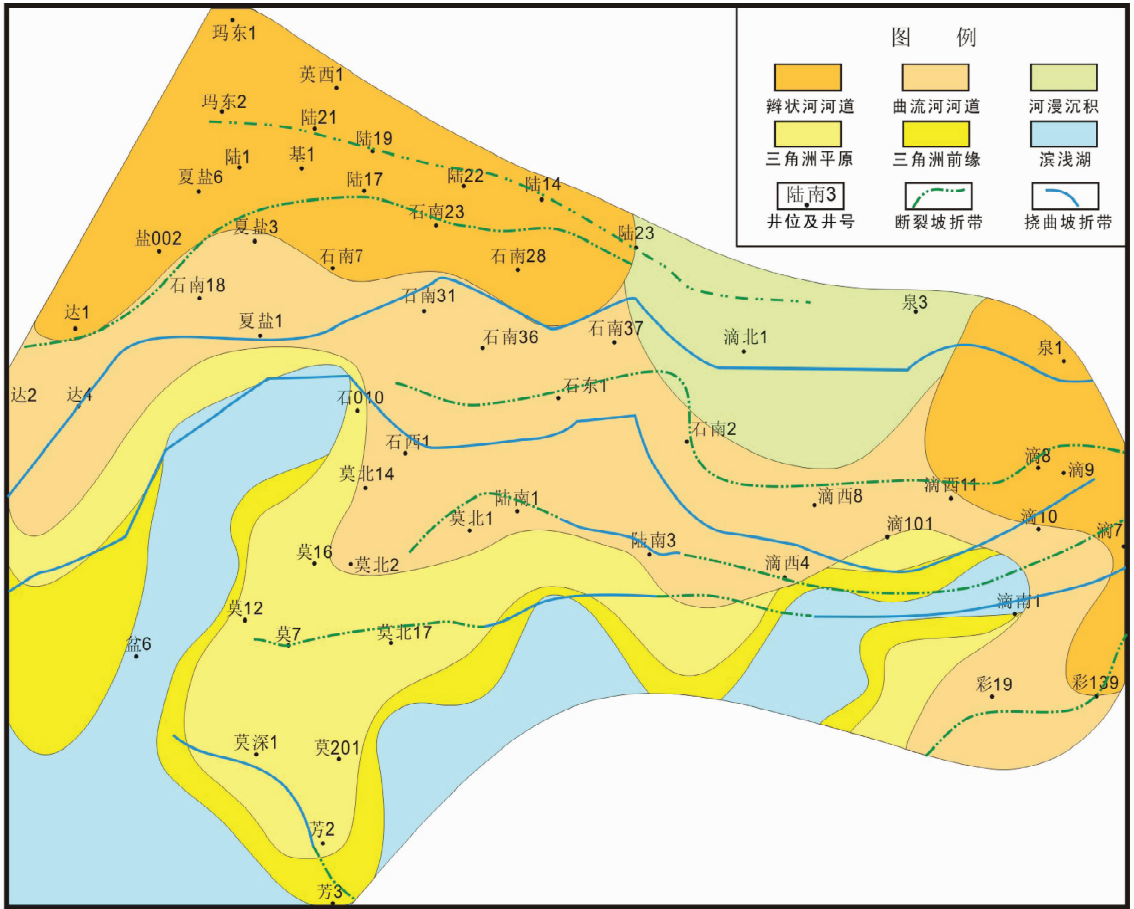


图8 准噶尔盆地侏罗系西山窑组沉积体系展布与坡折带分布关系图

Fig. 8 The relationship of the distribution of slope break zones and sedimentary systems of Junggar basin in Jurassic Xishanyao Formation

较远(图7b);第三种是盆地腹部主体发育的斜坡宽缓,坡度差小、规模大、延伸远(图7c),受多级坡折控制的缓坡型坡折。不同特征类型的坡折决定了沉积体系展布的样式和规模。

除受地貌形态控制外,不同构造带在平面上的组合形式是控制沉积体系发育的另一重要因素。受燕山运动的影响,准噶尔盆地在侏罗系沉积时期大量基底断裂复活,改造了晚海西运动期的构造格局,形成了一系列北东走向的局部构造与断层(鲁兵等,2008),腹部-克拉美丽山一带断裂以克拉美丽山为扇柄呈扇状展布。盆地西北缘平面上坡折带大多为北东向,表现为平行组合,但在克拉玛依一带坡折带转为南北向,从而表现为斜交组合;盆地中部,大体上包括陆梁隆起、中央拗陷东部、中央隆起东部和昌吉拗陷东部,以平行物源方向的断裂坡折带为主;盆地东部呈向西撒开的扇状,克拉美丽山为其扇柄,坡折带剖面组合样式则以沟谷、山梁和沟梁组合为主。

准噶尔盆地腹部物源水系与坡折带的关系(即构造转换带与坡折带的配置关系)是控制沉积相展布的关键。构造转换带为入盆古水系最为发育的部位,其明显控制了古水流发

育和盆地物源注入位置,这也正是其控制沉积作用的根本原因。坡折带与构造转换带相配置,输送沉积物到盆地方向形成储集砂体。由于多级坡折带组合中不同坡折带的特征不一样,各级坡折具有不同的坡降比,进而控制了沉积相类型。如图8所示,西山窑组沉积期,在盆地西北缘、玛湖凹陷-英西凹陷一带,多级坡折距离近且坡度变化大,因此发育了辫状河沉积。向湖盆中心方向,坡度变缓,且坡折带横向延伸远,呈比较宽缓形态,沉积体系转变为曲流河和三角洲沉积。

腹部地区东部靠近克拉美丽山一侧,物源方向与构造坡折带走向一致,受以克拉美丽山为扇柄的扇状构造带控制,这些构造带形成了平行的沟-梁组合限制了水系携带碎屑沉积物的运移,发育厚层的河流相沉积。腹部主体为缓坡坡折带,物源方向与构造坡折带走向垂直或近垂直,水系沿斜坡向低部位流动,大的坡折带常常成为沉积相界线。当水系流经断裂坡折时,水流沿坡折带走向流动,在构造低缓部位聚集进入下一级坡折,并在坡折前端卸载沉积物形成储集体。同一坡折带,因其与构造转换带的配置关系不同,沉积储集体发育也不同。靠近转换带,物源丰富,沉积厚度大,沉积物

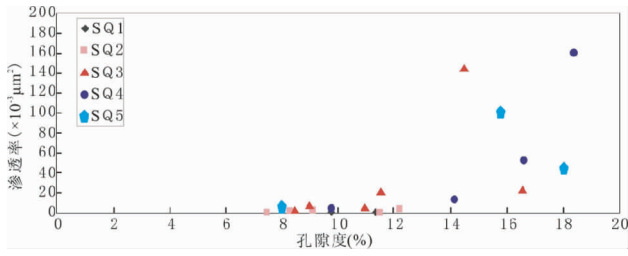


图9 准噶尔盆地腹部侏罗系不同层序孔隙度渗透率交会图

Fig. 9 The cross plot of porosity versus permeability in different sequences of the Inner Junggar basin in Jurassic

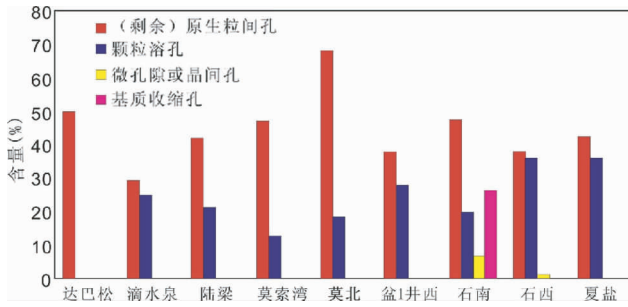


图10 准噶尔盆地腹部侏罗系储层孔隙类型及含量分布特征

Fig. 10 Distribution characteristics of different pore types and the proportion within the Inner Junggar basin in Jurassic

粒度粗,物性通常较好,是潜在优质储集体分布区域。

3.3 层序演化对构造转换带控储集体发育的影响

“相分异”原理认为基准面的上升和下降控制了可容纳空间的变化并进而影响了沉积物体积分配,使得保存在同一沉积环境中的相类型和相组合发生多样性的变化(Cross, 2000)。

低水位时期,沉积基准面较低,高位坡折潜在可容空间小,易形成冲积扇、辫状河等沉积,而在低位坡折区,可容空间大,水流限制性减弱至消失,形成三角洲沉积(邓宏文, 2000;刘桂珍等,2008)。因此低位体系域沉积时期,湖盆水体萎缩,沉积物向湖盆方向呈强烈进积式推进而发育储集砂体,腹部以辫状河和曲流河沉积为主,潜在的孔渗条件较好,能够形成区域规模的储层。而沉积基准面较高的高水位期,高位坡折潜在可容空间大,沉积物在坡折带处主要以三角洲为主的方式卸载,因此高位体系域沉积时期,腹部地区三角洲沉积范围明显增加,可形成良好的储层(图6)。

SQ1~SQ4 振荡运动使湖平面频繁升降,沉积的旋回性明显,湖泊相、三角洲相和河流相沉积在纵向上交替出现,构成良好的生、储、盖组合。西山窑组(SQ4)沉积期末燕山运动席卷准噶尔盆地,天山向北挤压,地层褶皱隆起。SQ5 古源区与沉积区地势差异增大,粗碎屑沉积物增多。古气候逐渐炎热干旱,红色沉积增多。同时构造运动加剧了盆地断裂活动,对碎屑物质沉积产生较大影响。SQ3~SQ5 储层物性明显变好(图9)。

4 讨论

准噶尔盆地侏罗系砂岩储层在岩石学上整体表现为“低

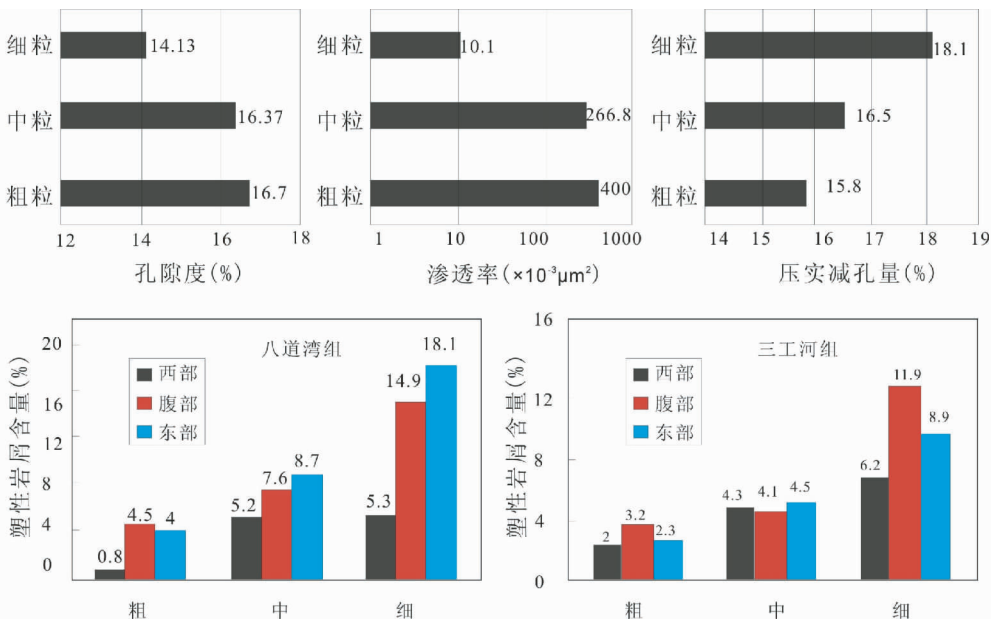


图11 准噶尔盆地腹部地区侏罗系砂岩粒径与储层性质和塑性岩屑含量关系图

Fig. 11 The relationship of the sandstone grain size, reservoir property and plastic clastic content of the Inner Junggar basin in Jurassic

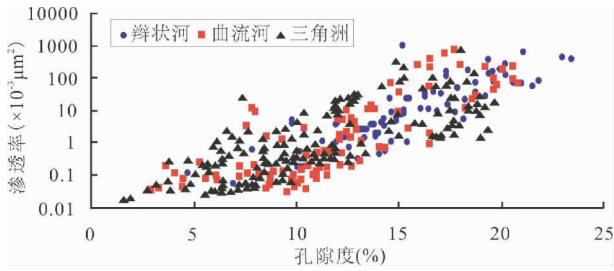


图 12 准噶尔盆地腹部地区侏罗系不同沉积相孔隙度-渗透率关系图

Fig. 12 The relationship between porosity and permeability for different facies of the Inner Junggar basin in Jurassic

胶结物含量、低成分成熟度、高结构成熟度和普遍含有塑性岩屑的“两低一高和一普遍”的岩石学特征。即：砂岩类型以成分成熟度低的岩屑砂岩和长石岩屑砂岩为主，少量长石砂岩和石英砂岩，砂岩的胶结物总量低，结构成熟度高，砂岩碎屑组成中普遍含塑性岩屑。碎屑颗粒组分平均含量中岩屑含量最高，平均为 50.8%；石英含量其次，平均为 27.6%；长石含量最低平均为 20.6%。岩石类型多以岩屑砂岩为主，

其次为长石岩屑砂岩。整个侏罗系储层为低孔低渗储层，储层孔隙度平均为 11.71%，一般集中为 8% ~ 16%，约占整个分布频率的 61.84%；渗透率平均为 $28.57 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ，一般为 $0.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2 \sim 100 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ，约占整个分布频率的 79.89%。

研究区侏罗系储层体储集空间以原生粒间孔隙、剩余粒间孔为主，其次为粒间溶蚀孔隙(图 10)。对储集空间演化而言，压实作用、胶结作用是砂岩原生储集性能破坏的主导因素，而经历的溶蚀及其微裂缝化改造，使储集物性得到了一定的改善(邹华耀等, 2006)。粒间溶蚀孔隙的发育与煤层的发育存在较为密切的关系(寿建峰等, 2006)。因此，储层质量本质上受控于储集砂体的粒度、泥质含量以及塑性岩屑含量的变化。准噶尔盆地腹部地区侏罗系砂岩粒径与储层性质和塑性岩屑含量关系(图 11)研究表明，粒度与砂岩的孔隙度、渗透率、压实减孔量和塑性岩屑的含量都有很好的相关性，粗粒砂岩不仅原始孔渗性能好，还可以降低成岩改造对储层质量的损害。

砂岩粒级主要受沉积微相类型的控制。例如，三角洲前缘席状砂及前缘砂坝砂岩粒度主要集中在 0.11 ~ 0.3mm，以中细、细中砂岩为主，如庄 101 井 4388.08 ~ 4346.1m 井段河

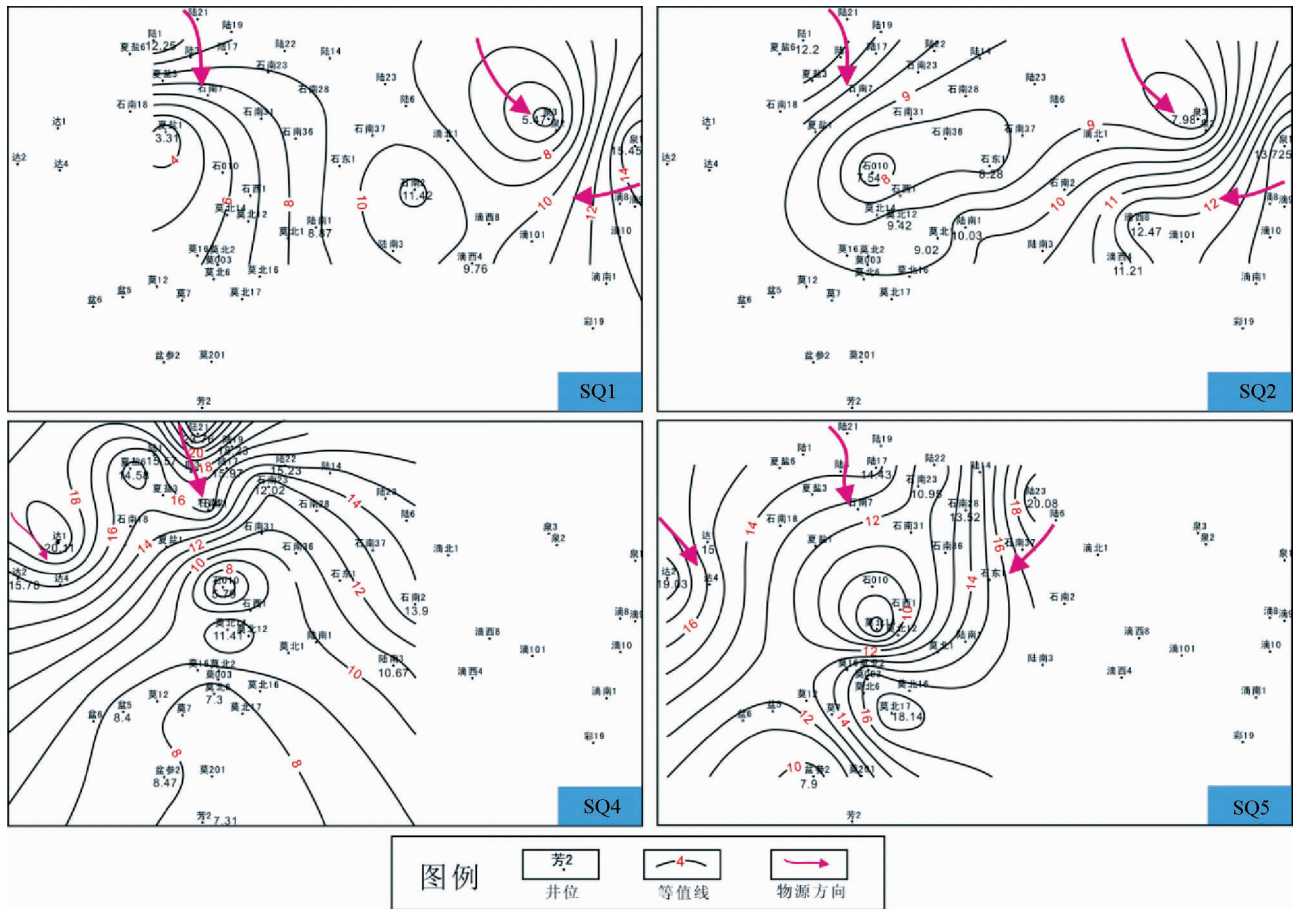


图 13 准噶尔盆地侏罗系 SQ1 ~ SQ5(八道湾组-头屯河组)不同层序孔隙度等值线图

Fig. 13 The porosity chorisogram of different sequences (SQ1 ~ SQ5) of Junggar basin in Jurassic

口坝砂体;河道砂岩粒度相对较粗,中值粒径分布在 0.3 ~ 0.6mm,如沙 1 井 3657.1 ~ 3663.6m 井段,主要由粗中砂岩构成,含有一定的含砾粗砂岩。而不同沉积相类型的储层物性对比表明,辫状河砂岩储层物性最好,其次为三角洲、曲流河砂岩,滨浅湖储层物性最差(图 12)。

腹部侏罗系各层序孔隙度等值线图(图 13)表明在构造转换带近端的受坡折带控制的辫状河沉积体物性最好,是腹部最优质的储层类型之一,通常其平均孔隙度可达 10% ~ 15%,平均渗透率可达 $15 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2 \sim 20 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,明显高于构造转换带远端及两侧。再次证明构造转换带、坡折带和沉积层序演化对储集体发育的联合控制作用。沉积环境控制了碎屑岩储层的发育程度,是影响储集性能的关键因素。因此,在准噶尔盆地侏罗系,构造转换带与坡折带的配置关系和层序演化控制了物源体系、沉积体系的展布范围与规模,进而控制了储层的油气储集能力。

5 结论

准噶尔盆地侏罗纪构造转换带对物源及储集体发育的控制作用主要体现在以下几方面:

(1) 构造转换带控制主要物源与水系:构造转换带部位通常是沟通物源与沉积区的主要通道。克拉美丽山构造转换带、北部古沉积体系构造转换带是腹部沉积区主要物源,西北缘扎伊尔山构造转换带为次要物源,在物源水系沉积物供给充足时成为腹部物源区;

(2) 构造转换带应力强度控制物源丰度:盆地级别构造转换带控制主要物源水系,次一级构造转换带控制局部物源水系;

(3) 构造转换带与坡折带控制沉积相展布:构造转换带沟通物源水系与沉积区,大的坡折带通常是沉积相带的界线;

(4) 构造转换、坡折及沉积层序演化联合控制砂体横向分布及储层质量:大的构造转换带、高坡降比的坡折带在低位域沉积期发育冲积扇、辫状河和曲流河等,可形成规模大的储集体,在高位域沉积期常发育大面积三角洲沉积,形成较好储层。

References

Bao ZD, Guan SR, Li RF, Wang YM, Liu L, Zhao XQ and Qi XF. 2002. Sequence stratigraphy of the Jurassic in Junggar basin. *Petroleum Exploration and Development*, 29(1): 48 - 51 (in Chinese with English abstract)

Bao ZD, Liu L, Zhang DL, Li RF, Guan SR, Kang YS, Wang YM, Qi XF and Zhao XQ. 2005. Depositional system frameworks of the Jurassic in Junggar basin. *Acta Sedimentologica Sinica*, 23(2): 194 - 202 (in Chinese with English abstract)

Chen FJ, Jia QS and Zhang HN. 2004. Transfer zone and its relation with distribution of sand bodies. *Oil & Gas Geology*, 25(2): 144 - 148 (in Chinese with English abstract)

Cross TA. 2000. Stratigraphic controls on reservoir attributes in continental strata. *Earth Science Frontiers*, 7(4): 322 - 350 (in Chinese with English abstract)

Deng HW, Wang HL and Ning N. 2000. Sediment volume partition principle: Theory basis for high-resolution sequence stratigraphy. *Earth Science Frontiers*, 7(4): 305 - 313 (in Chinese with English abstract)

Hu WS and Wang XP. 1994. Transform structures in northern part of Songliao basin and its significance in petroleum geology. *Oil & Gas Geology*, 15(2): 164 - 172 (in Chinese with English abstract)

Lei YP, Lin CS, Liu JY and Yang F. 2008. Sedimentary filling and sand body distribution controlled by structures in Lower Cretaceous in Beier depression. *Journal of Oil and Gas Technology*, 30(2): 25 - 29 (in Chinese with English abstract)

Li LC. 2005. Non-structural reservoir prospecting of terrestrial-ramp lake basin in Junggar basin. *Xinjiang Petroleum Geology*, 26(2): 126 - 128 (in Chinese with English abstract)

Lin CS, Pan YL, Xiao JX, Kong FX, Liu JY and Zhen HR. 2000. Structural slope-break zone: Key concept for stratigraphic sequence analysis and petroleum forecasting in fault subsidence basins. *Earth Science*, 25(3): 260 - 266 (in Chinese with English abstract)

Liu GZ, Bao ZD and Wang YM. 2008. Characteristics of valley-slope break zone in the western slope of Songliao basin and its control over reservoir distribution. *Journal of China University of Petroleum (Natural Science Edition)*, 32(6): 12 - 16 (in Chinese with English abstract)

Lu B, Zhang J, Li T and Lu MN. 2008. Analysis of tectonic framework in Junggar Basin. *Xinjiang Petroleum Geology*, 29(3): 283 - 289 (in Chinese with English abstract)

Mouslopoulou V, Nicol A, Little TA and Walsh JJ. 2007. Displacement transfer between intersecting regional strikes lip and extensional fault systems. *Journal of Structural Geology*, 29(1): 100 - 116

Moustafa AR. 2002. Controls on the geometry of transfer zones in the Suez Rift and northwest Red Sea: Implications for the structural geometry of rift systems. *AAPG Bulletin*, 86(6): 979 - 1002

Qi LQ, Bao ZD, Xian BZ and Huang Z. 2009. Structural transform zone and its control of Mesozoic deposits in northwestern margin of Junggar basin. *Xinjiang Petroleum Geology*, 30(1): 29 - 32 (in Chinese with English abstract)

Shou JF, Zhang HL, Shen Y, Wang X, Zhu GH and Si CS. 2006. Diagenetic mechanisms of sandstone reservoirs in China oil and gas-bearing basins. *Acta Petrologica Sinica*, 22(8): 2165 - 2170 (in Chinese with English abstract)

Soliva R and Benedicto A. 2004. A linkage criterion for segmented normal faults. *Journal of Structural Geology*, 26(12): 2251 - 2267

Wang YM, Jin WD, Liu SH, Qiu GQ, Li Q, Liu H, Xin RC and Yang F. 2003. Genetic types, distribution and exploration significance of multistage slope breaks in rift lacustrine basin. *Oil & Gas Geology*, 24(3): 199 - 203 (in Chinese with English abstract)

Wu GH and Zheng DM. 2004. Features of NNW-striking structural transfer zone in North Tarim and its inspiration for oil exploration. *Chinese Journal of Geology*, 39(4): 551 - 560 (in Chinese with English abstract)

Xu CG. 2006. Genetic types of Paleogene slope-break zones and their controls on depositional system in Bohai offshore. *China Offshore Oil and Gas*, 18(6): 365 - 371 (in Chinese with English abstract)

Yu YX, Zhou XH, Wei G, Tang LJ and Xu CG. 2008. Structural transfer zones and their hydro-carbon significances in Bohai Bay area. *Journal of Palaeogeography*, 10(5): 555 - 560 (in Chinese with English abstract)

Zhang SP, Lü BF, Xia B and Sun XY. 2007. The structural transfer zone and its scientific significance on oil & gas accumulation in the Lishui-Jiaojiang Sag, East China Sea. *Natural Gas Geoscience*, 10(5): 653 - 655 (in Chinese with English abstract)

Zou HY, Hao F, Zhang BQ, Shi JN and Chen B. 2006. Petrologic feature and sealing mechanism for the pressure seal in the center of Junggar basin. *Acta Petrologica Sinica*, 22(8): 2213 - 2219 (in Chinese with English abstract)

附中文参考文献

- Cross TA. 2000. 地层因素对陆相沉积储层特征的控制. 地学前缘, 7(4): 322-350
- 鲍志东, 管守锐, 李儒峰, 王英民, 刘凌, 赵秀岐, 齐雪峰. 2002. 准噶尔盆地侏罗系层序地层学研究. 石油勘探与开发, 29(1): 48-51
- 鲍志东, 刘凌, 张冬玲, 李儒峰, 管守锐, 康永尚, 王英名, 齐雪峰, 赵秀岐. 2005. 准噶尔盆地侏罗系沉积体系纲要. 沉积学报, 23(2): 194-202
- 陈发景, 贾庆素, 张洪年. 2004. 传递带及其在砂体发育中的作用. 石油与天然气地质, 25(2): 144-148
- 邓宏文, 王红亮, 宁宁. 2000. 沉积物体积分配原理——高分辨率层序地层学的理论基础. 地学前缘, 7(4): 305-313
- 胡望水, 王燮培. 1994. 松辽盆地北部变换构造及其石油地质意义. 石油与天然气地质, 15(2): 164-172
- 雷燕平, 林畅松, 刘景彦, 杨芳. 2008. 贝尔凹陷下白垩统构造对沉积充填和砂体分布的控制. 石油天然气学报, 30(2): 25-29
- 李立诚. 2005. 准噶尔陆相缓坡型湖盆非构造油气藏勘探. 新疆石油地质, 26(2): 126-128;
- 林畅松, 潘元林, 肖建新, 孔凡仙, 刘景彦, 郑和荣. 2000. “构造坡折带”——断陷盆地层序分析和油气预测的重要概念. 地球科学, 25(3): 260-266
- 刘桂珍, 鲍志东, 王英民. 2008. 松辽盆地西斜坡古沟谷-坡折带特征及其对储层分布的控制. 中国石油大学学报(自然科学版), 32(6): 12-16
- 鲁兵, 张进, 李涛, 卢苗安. 2008. 准噶尔盆地构造格架分析. 新疆石油地质, 29(3): 283-289
- 祁利祺, 鲍志东, 鲜本忠, 黄政. 2009. 准噶尔盆地西北缘构造变换带及其对中生界沉积的控制. 新疆石油地质, 30(1): 29-32
- 寿建峰, 张惠良, 沈扬, 王鑫, 朱国华, 斯春松. 2006. 中国油气盆地砂岩储层的成岩压实机制分析. 岩石学报, 22(8): 2165-2170
- 王英民, 金武弟, 刘书会, 邱桂强, 李群, 刘豪, 辛仁臣, 杨飞. 2003. 断陷湖盆多级坡折带的成因类型、展布及其勘探意义. 石油与天然气地质, 24(3): 199-203
- 邬光辉, 郑多明. 2004. 塔里木北部地区北北西向构造变换带特征及对石油勘探的启示. 地质科学, 39(4): 551-560
- 徐长贵. 2006. 渤海古近系坡折带成因类型及其对沉积体系的控制作用. 中国海上油气, 18(6): 365-371
- 余一欣, 周心怀, 魏刚, 汤良杰, 徐长贵. 2008. 渤海湾地区构造变换带及油气意义. 古地理学报, 10(5): 555-560
- 张升平, 吕宝凤, 夏斌, 孙向阳. 2007. 东海盆地丽水-椒江凹陷构造转换带及其对油气藏形成和分布的意义. 天然气地球科学, 10(5): 653-655
- 邹华耀, 郝芳, 张伯桥, 史建南, 陈斌. 2006. 准噶尔盆地中部超压封闭层的岩石学特征与封闭机理. 岩石学报, 22(8): 2213-2219