

塔西南坳陷侏罗系的扇三角洲沉积

李文厚

(西北大学地质系 西安 710069)

提要 塔西南坳陷侏罗系广泛发育扇三角洲沉积。在论述沉积特征的基础上,确认本区的扇三角洲是一个典型的退积型层序。该层序三层结构明显,下部为扇三角洲平原,中部为扇三角洲前缘,上部为前扇三角洲。反映了该区在早中侏罗世时处于活动盆地边缘,湖水由浅变深,沉降速率大于沉积速率的特点。通常扇三角洲的形成受湖盆边界类型和源区距湖盆距离及古气候 3 个主要背景条件的约束,因此,本区的扇三角洲一般发育在源区距湖盆距离短,靠近山前植被不发育的地带。塔西南坳陷侏罗系生储盖组合发育齐全,湖相暗色泥岩为主要烃源岩,扇三角洲前缘砂体是较好的储集层,上白垩统和第三系膏泥岩则起着主要的封盖作用。本区侏罗系有着良好的油气勘探前景。

关键词 塔西南坳陷 侏罗系 扇三角洲 退积型层序 生储盖组合

第一作者简介 李文厚 男 49岁 副教授 沉积学

塔里木盆地西南坳陷(简称塔西南坳陷)是塔里木盆地的一级构造单元,位于盆地西南部,向东延伸与塔东各构造单元相接,向西收敛夹持于南天山与西昆仑山之间,总面积约 $1.5 \times 10^5 \text{ km}^2$ 。现今的塔西南坳陷是塔西南地区在前震旦纪结晶基底上,由震旦纪以来发育的弧后盆地、周缘前陆盆地及类周缘前陆盆地等原型盆地继承、叠加和改造的结果。坳陷内部可划分为喀什凹陷、齐姆根凸起、叶城凹陷及麦盖提斜坡(图 1)。震旦纪至泥盆纪,塔西南地区的原型盆地发育受塔里木地体北缘板块构造活动控制;石炭纪至早第三纪,该地区原型盆地发育受塔里木地体南缘的板块构造活动控制;晚第三纪至第四纪,在印度板块与欧亚大陆板块碰撞作用的控制下,塔里木区域形成统一的内陆盆地,塔西南地区发育原型为类周缘前陆盆地的巨厚山前磨拉石沉积,成为现今的塔西南坳陷^[1]。

侏罗纪时,受喀喇昆仑地体与西昆仑地体碰撞的影响,塔西南绝大部分地区抬升,仅在乌恰、喀什、莎车、叶城及和田以南的山前地带沉积了一套河流湖泊和三角洲相地层。本区的侏罗系自下而上划分为下统沙里塔什组、康苏组下段、中统康苏组上段、杨叶组、塔尔杂组和上统库孜贡苏组,中下统是含

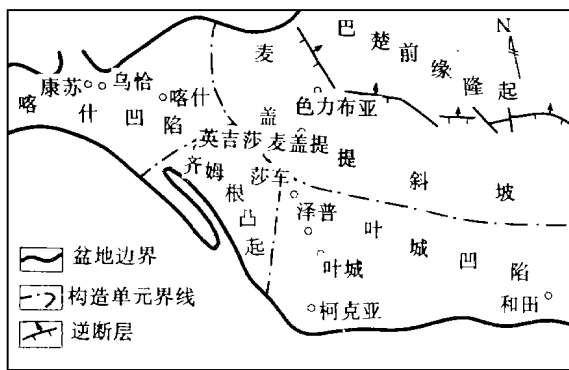


图 1 塔西南坳陷构造单元图

Fig. 1 a outline map of the southwest deresson of tatim

煤沉积,以砾、砂、泥岩为主夹煤层,是本区主要的产煤岩系,上统是粗碎屑红色层和杂色层^[2]。绝大多数地区缺少上统沉积。从平面上看,坳陷的中部岩性较细,以湖泊沼泽沉积为主,而坳陷的东西两端,则发育冲积扇和扇三角洲沉积,成为本区最具特色的沉积相类型。研究此类发育于特定大地构造背景的扇三角洲的沉积特征、沉积层序、形成机制、沉积模式及同油气的关系有着重要的理论意义和实际意义。

1 沉积特征

研究区扇三角洲沉积的岩石类型十分多样,砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩及煤层均可见及,反映了不同的形成机制和不同的亚环境特征。

1.1 砾岩相

在扇三角洲沉积组合中,砾岩相占有很大的比例。本区的扇三角洲砾岩相尤为发育,可将其划分为 4 种类型:即(A类)具杂基支撑、无内部组构的砾岩、(B类)具颗粒支撑、无内部组构的砾岩、(C类)大型板状交错层理发育的砾岩、(D类)透镜状砾岩。

1.1.1 类型 A 具杂基支撑、无内部组构的砾岩

砾岩的分选极差,粒级分布范围广,最大砾径可达 70 cm。砾石杂乱地随机分布于富泥质杂基中,砾石无定向和粒序组构,杂基含量在 30% 以上。这些特征表明类型 A 属粘性泥石流成因。它既可以形成在扇三角洲平原相带,也可以形成于扇三角洲前缘相带中。当洪水暴发,泥石流发生并运移到扇三角洲平原时,由于地势开阔,坡降减小而很快停积下来,从而形成层性差的砾岩。而当泥石流活动力增强时,它又可越过扇三角洲平原,并推进到扇三角洲前缘地带,沉积成层性好的砾岩。这种扇三角洲前缘中的砾岩顶、底界均与湖相泥岩呈突变接触,底界平坦或呈弱侵蚀的起伏状。

1.1.2 类型 B 具颗粒支撑、无内部组构的砾岩

砾岩一般呈次圆状,分选差,粒度分布范围宽,具有多众数的特点。砾岩呈随机分布,不具任何定向组构。颗粒支撑,杂基一般为无粘性的砂,推测其颗粒间的相互作用是很重要的。岩层厚度巨大,最大厚度 20 余米。常由多个粗细的粒序韵律组成,上、下粒序间为突变关系,表明单个粒序层代表了一次片状颗粒流的沉积事件。在缺少湖相泥岩夹层的情况下,属于扇三角洲平原的沉积产物。如果存在湖相泥岩夹层,或与泥岩呈指状交错,底界平坦,并有底模发育,厚度不超过 10 m,则应是推进到扇三角洲前缘的片状颗粒流沉积,底模则是在湖底沉积物上留下的流痕。当片状颗粒流的动能很大时,可从扇三角洲平原越过扇三角洲前缘,弥散到停滞水体的前缘三角洲环境中。这种砾岩一般岩层较稳定,厚度在 20~40 cm 之间。片状颗粒流一般是山前冲积扇阵发性再活动的产物,主要沉积于扇三角洲平原。随着搬运距离的增加,或由于进入停滞水的湖区后湖水

的加入,导致颗粒流的分散力有逐渐减弱的趋势,从而分别在扇三角洲前缘或前扇三角洲相带堆积下来。

1.1.3 类型 C 大型板状交错层理发育的砾岩

砾石的磨圆度较高,以次圆状为主;分选性较好,粒度分布呈单众数,颗粒支撑,填隙物为砂,缺少泥杂基。大型板状交错层理发育的砾岩一般成层性好,岩层厚度介于 50~200 cm 之间,单个层序通常在 20~100 cm 之间,层序底界波状起伏,具底冲刷现象。砾岩与湖相泥岩、砂岩呈互层,岩层顶、底与湖相泥岩为突变接触关系,顶界平坦或略显上拱状,底界可见小的冲刷凹槽,但没有明显地下切湖相泥岩的水道形态。显然,大型板状交错层理是由大型砾质沙垅推移形成的,一般形成在较深的水体、下部水流动态和较陡的床底坡降环境中,而扇三角洲前缘环境正具备这些条件。推断其形成机制是,在阵发性洪峰期间,变密度的片状颗粒流十分发育。当洪峰降落时,由于粗粒物质停积、湖水的掺入,流体的密度减小,从而使片状颗粒流逐渐过渡为密度降低的牵引流,但仍保持了片状流动的特点。因此大型板状交错层理发育的砾岩同时具备了片流与牵引流的沉积特征^[3]。

1.1.4 类型 D 透镜状砾岩

砾石的磨圆度较高,次棱角-次圆状,分选中等较好。颗粒支撑,缺少泥杂基,仅含少量砂质填隙物。砾岩长轴彼此叠置,呈叠瓦状紧密排列,最大扁平面向上游。砾岩透镜体横向延伸几-几十米即可尖灭,具下凹的冲刷底界,略显正粒序。这些特征表明,形成透镜状砾岩的流体密度低,为滚动式底载荷的堆积产物,属于扇三角洲平原上的水道沉积。

1.2 砂岩相

研究区与扇三角洲有关的砂岩主要有 3 种类型。

1.2.1 大型板状交错层理发育的石英砂岩

砂岩磨圆度中等,次圆-次棱角状;分选较好,粒度以粗砂为主;颗粒支撑,填隙物为泥杂基和钙质胶结物,总计不足 8%。岩层为中-厚层状,底部大都具有冲刷面,向上依次为具大型板状交错层理粗砂岩和平行层理的中-细砂岩。反映了水流速度开始时较高,形成冲刷面,首先沉积粒度较粗的沉积物,随着水流速度降低,依次沉积粒度相对较细的沉积物。砂岩层间常夹细粒的水下河道间沉积物。显然,上述砂岩是由牵引流作用推进到扇三角洲前缘

形成的。

1.2.2 透镜状粗粒石英砂岩

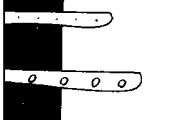
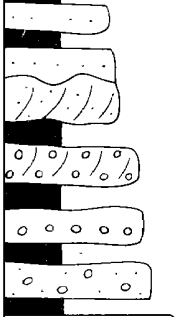
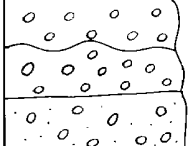
砂岩磨圆度较差,以次棱角状为主;分选中等,粒度以粗砂为主,并含有少量的细砾、中—细粒砂;颗粒支撑,填隙物为泥杂基和钙质胶结物,总计含量不足 10%,岩层不显层理,透镜体厚度小于 50 cm,延伸不到 10 m 即可尖灭。顶、底界均为突变接触关系,顶底较平坦,底界呈下凹状切入砾岩或泥岩中,反映了冲蚀槽的特点,表明其形成于堆积速度快、水动力强的沉积条件。根据上述特点,可以推断透镜状粗粒石英砂岩是发育于扇三角洲前缘的小型流水冲槽沉积。

1.2.3 平行层理细粒石英砂岩

砂岩磨圆度较差,分选较好,颗粒支撑,胶结物含量少,基本上无泥杂基。此类砂岩厚度较薄,多呈薄—中层状,通常是由波浪迁移形成的。平行层理细粒石英砂岩一般发育于扇三角洲前缘地带,很可能是小型流水冲槽的粗粒石英砂在水动力强的条件下,被带到下游堆积而成的。

1.3 泥岩相

为灰、灰绿色及深灰色泥岩或页岩,水平层理发育,偶夹薄层细砂岩。岩层中含瓣鳃类化石及植物叶片,常见水平虫迹或垂直虫孔,显然,这是浅湖相沉积的特点。

	薄层细砂岩 泥岩 具颗粒支撑、无内部组构的砾岩	前扇 三角洲
	平行层理细粒砂岩 透镜状粗粒砂岩 大型板状交错层理发育的粗粒砂岩 大型板状交错层理发育的砾岩 具颗粒支撑、无内部组构的砾岩 具杂基支撑、无内部组构的砾岩	扇三角 洲前缘
	透镜状砾岩 具颗粒支撑、无内部组构的砾岩 具杂基支撑、无内部组构的砾岩	扇三角 洲平原

2 相组合及沉积模式

2.1 相组合

塔西南坳陷侏罗系扇三角洲沉积是一个典型的退积型扇三角洲层序。其形成过程是,由于山洪暴发,含有大量推移载荷的冲积扇由山地向坳陷内泄载,当沉积物的堆积速度小于盆地沉降速度时,扇三角洲砂体则向源区方向退积,或者向侧向转移,其结果便形成下粗上细的退积型的正旋回沉积层序(图 2)。该层序三层结构明显,下部为扇三角洲平原沉积,发育具杂基支撑、无内部组构的砾岩,具颗粒支撑、无内部组构的砾岩和透镜状砾岩;中部为扇三角洲前缘沉积,发育具杂基支撑、无内部组构的砾岩,具颗粒支撑、无内部组构的砾岩、大型板状交错层理发育的砾岩、透镜状砾岩、大型板状交错层理发育的粗粒石英砂岩、透镜状粗粒石英砂岩和平行层理细粒石英砂岩;上部为前扇三角洲沉积,发育泥岩夹具颗粒支撑、无内部组构的砾岩。

2.2 沉积模式

上述相组合表明,研究区在早中侏罗世时总体上处在湖进阶段。当时由于湖盆的沉降速度超过了沉积补偿速度,从而造成湖平面不断上升,扇三角洲相应后退。但扇三角洲前缘的砾岩与浅湖泥岩互层或两者呈指状交错,反映了湖盆规模相对比较小,湖浪作用不明显,每当一次洪泛事件发生时,大量的粗碎屑物质向湖区推进。紧接着湖泊由于蓄水增加,湖面迅速抬升。湖区随之扩大,致使扇三角洲前缘处于较安静的湖区,从而接受暗色泥质沉积。本区的扇三角洲沉积模式如图 3 所示。

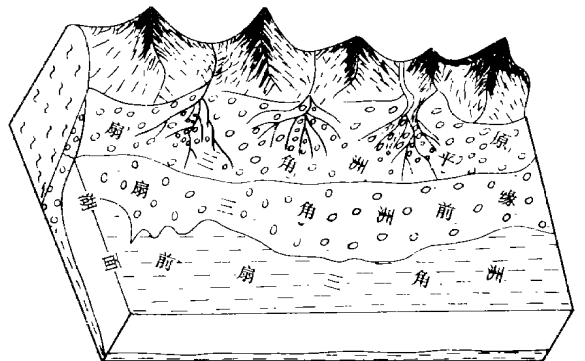


图 3 扇三角洲沉积模式图

Fig. 3 Model for the fan delta deposits

图 2 乌恰康苏镇中下侏罗统扇三角洲沉积的纵向层序

Fig. 2 Longitudinal sequence of the fan delta deposits of the Lower and Middle Jurassic in Kangsu town of Wuqia county

2.3 形成条件

扇三角洲的形成通常受湖盆边界类型和源区距湖盆距离及古气候 3 个主要背景条件约束。研究区的扇三角洲均发育在山前地带,如叶城凹陷南缘的扇三角洲形成于昆仑山北侧,喀什凹陷西北角的扇三角洲形成于南天山南侧,表明扇三角洲与陡倾的盆地边缘有关,沉积层序以加积型为特征。也就是说,一般距山区越近,坡度越陡,越易发育扇三角洲。本区的扇三角洲沉积物较粗,砾岩十分发育,成分成熟度和结构成熟度低,矿物成分与物源成分密切相关,推断源区距湖盆距离短,冲积扇携带的大量碎屑物质得不到充分分选,就很快堆积下来。一般认为,各种气候条件均有扇三角洲的发育。早中侏罗世时,本区处在北方温带潮湿区,但与西南热带—亚热带半干旱区紧邻^[4]。加之这里靠近山前地带,植被不甚发育,因此十分有利于扇三角洲的形成。

3 扇三角洲与生储盖组合的关系

塔西南坳陷烃源岩主要分布在喀什凹陷和叶城凹陷。其中喀什凹陷杨叶组沉积了一套暗色湖相泥岩,与前扇三角洲紧密相邻,生物化石很丰富,为还原—弱还原湖泊—沼泽相沉积,生油层厚度达 300 m 以上。有机碳为 1.73% ~ 3.73%,氯仿沥青 A 0.079 6% ~ 0.459 5%; DEP 值为 0.98~ 1.09; R_o 值为 0.79%,有机质类型为腐泥—腐殖型,生油岩已达成熟,是好的生油岩^[5]。在叶城凹陷,主要为粗碎屑河流相和含煤河流—湖沼相沉积,生烃条件较差。但在叶城以南及杜瓦地区湖相暗色泥岩厚度增加,生油岩厚度可达 200 m,有机质丰度较高。

本区的扇三角洲前缘与湖相生油岩呈指状接触

或上倾尖灭,可成为油气储集体。但与其他类型的三角洲相比,扇三角洲的储层质量较差。这是因为扇三角洲砂体分选较差,高含量的泥基质限制了单层的连通范围,并常为粘土和碳酸盐胶结高度固结化^[6]。然而,在前陆盆地和板内裂谷沉降盆地中,人们发现扇三角洲的油气勘探重要性并不亚于辫状河三角洲,它们常常形成混合构造—地层圈闭。在中国东部的第三纪裂谷盆地中,扇三角洲油气田为常见的油气聚集类型^[7]。近年来,在准噶尔盆地和吐鲁番—哈密盆地也先后发现了扇三角洲储油砂砾岩体。本区的扇三角洲前缘砂砾岩体大都伸入到烃源岩丰富的湖相暗色泥岩中,具有得天独厚的储油条件。因此,其储集作用不可低估。

研究区上白垩统和第三系的膏泥岩沉积厚度较大,具有良好的封盖性能,平均渗透率值低于 $0.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,因而起着坳陷内的重要盖层作用。

参 考 文 献

- 1 胡望水,陈毓遂,肖安成等.塔西南坳陷构造演化与含油气系统,石油勘探开发. 1997, 24(1): 14~ 17
- 2 符俊辉.西北地区陆相侏罗纪地层划分与对比.西安:西北大学出版社,1996. 88~ 93
- 3 刘宝珺,余光明,陈成生.西藏日喀则地区第三系大竹卡组砾质扇三角洲—片状颗粒流沉积.岩相古地理,1990, 10(1): 1~ 11
- 4 赵锡文.古气候学概论.北京:地质出版社,1992. 119~ 130
- 5 李溪滨.喀什坳陷石油地质特征.新疆石油地质,1995, 16(4): 285~ 289
- 6 Mcpherson J G, Shanmugan G, Moioia R J. Fan-deltas and braid deltas varieties of coarse-grained deltas. Geol Amer Bull, 1987, 99(5): 331~ 340
- 7 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.地质学报, 1991, 65(2): 141~ 153

Fan Delta Deposits in Jurassic in the Depression of the SW Tarim Basin

Li Wenhou

(Department of Geology, Northwest University, Xi'an, 710069)

Abstract

Fan delta sediments is widely developed in Jurassic in the depression of the SW Tarim Basin. Based on analyses of sedimentary characteristics, the paper is considered that fan delta is a typical set of retrograding ingression lacustrine sequence. Three-layer structure of the sequence is quite clear with pre fan