

文章编号:1000-0550(2001)03-0333-07

博格达山前凹陷上二叠统乌拉泊组 沉积相及沉积模式

吴少波

(西安石油学院地质所 西安 710065)

摘要 有关准噶尔盆地南缘上二叠统乌拉泊组的沉积环境,一直存在较大争议。作者根据沉积物中的地球化学标志、碎屑岩的粒度分布特征及泥岩中的粘土矿物组合,对博格达山前凹陷上二叠统乌拉泊组的沉积环境进行了分析,认为乌拉泊组为一套海退背景下的沉积产物,底部属海相沉积,中、上部为陆相沉积。通过对野外剖面的岩性组合、沉积物的结构、原生沉积构造及沉积韵律等特征的研究,在乌拉泊组中,从底到顶识别出四种沉积相类型,分别为潮坪相、滨岸水下扇相、辫状河流相和冲积扇相,本区沉积相的演化主要受控于博格达陆间裂谷带的形成和发展。

关键词 沉积相 沉积模式 上二叠统 乌拉泊组 博格达山前凹陷

作者简介 吴少波 男 1965年出生 副教授 沉积学

中图分类号 P512.2 **文献标识码** A

对准噶尔盆地南缘二叠纪沉积环境的认识,长期以来一直存在较大争议,一般认为早二叠世盆地南缘为海洋沉积环境,到晚二叠世海水已完全退出,本区开始进入陆相盆地发展阶段。八十年代中期,中国科学院兰州地质研究所的晋慧娟、李育慈、宋春晖等人在盆地南缘三工河地区前人认为属浅海沉积的下二叠统石人子沟组、塔什库拉组中,发现了巨厚的复理石建造,经研究认为属深海、半深海环境的重力流沉积^[1]。鉴于这一发现,对该区二叠纪沉积环境的演化有重新认识的必要。乌拉泊组为准噶尔盆地南缘下二叠统最底部的沉积,处于早二叠世与晚二叠世的过渡阶段,对其

沉积环境与沉积相的研究,有助于更好地了解盆地南缘的构造发育史和二叠纪沉积环境的演化。

1 区域地质概况

博格达山前凹陷位于准噶尔盆地的最南缘、博格达山的北麓,与安集海—四棵树凹陷及三台凸起共同组成乌鲁木齐山前拗陷(图1),该凹陷内沉积了巨厚的二叠系沉积,从下往上依次为下二叠统石人子沟组、塔什库拉组,上二叠统乌拉泊组、井井子沟组、芦苇沟组、红雁池组、梧桐沟组。

研究剖面位于乌鲁木齐市郊的红雁池水库旁,该

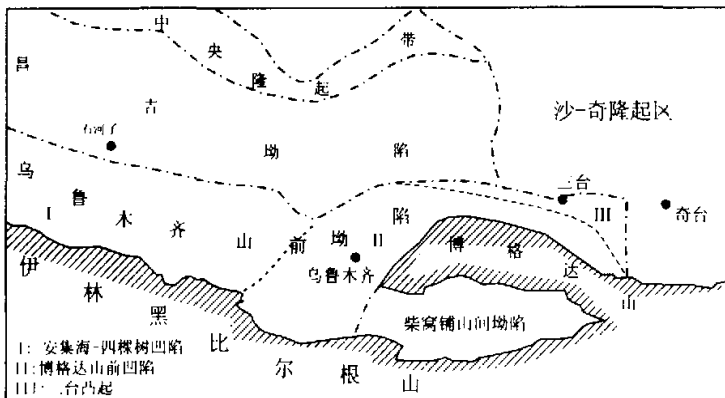


图1 准噶尔盆地南缘构造单元划分图

Fig. 1 Tectonic units division map in the south margin of Junggar basin

剖面二叠系层系完整,露头清晰,其中乌拉泊组厚约960 m,与下伏地层下二叠统塔什库拉组及上覆地层上二叠统井子沟组均呈整合接触,无沉积间断。根据岩性组合、沉积物的结构、原生沉积构造及沉积韵律等特点,可将乌拉泊组大致分为三段(P_2^1w 、 P_2^2w 、 P_2^3w),底部的 P_2^1w 段主要由中细砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩及泥岩组成;中部的 P_2^2w 段主要为厚层中砂岩,夹砾岩透镜体;上部的 P_2^3w 段粒度最粗,主要由砾岩、含砾砂岩组成,细粒组分较少。岩性组合反映大致向上变粗的特征。

2 乌拉泊组沉积环境分析

由于对本区乌拉泊组的沉积环境存在不同认识,笔者利用沉积物中的地球化学标志、碎屑岩的粒度分布特征及粘土矿物组合等方法,对乌拉泊组的沉积环

境进行分析。

2.1 地球化学标志

尽管利用地球化学标志来鉴别沉积环境存在多解性和局限性,但通过多方面资料的相互验证和对比,仍具有一定的指相意义。在此我们选用相当硼含量、硼镓比值(B/Ga)、锶钡比值(Sr/Ba)及硼、铷、镓三元素相关关系等作为判断乌拉泊组沉积环境的标志。

2.1.1 相当硼含量

“相当硼含量”是指相当于 K_2O 含量为5%时的硼含量。Walker认为,相当硼含量与古盐度密切相关,正常海水环境,相当硼含量为 $300 \sim 400 \times 10^{-6}$,半咸水环境为 $200 \sim 300 \times 10^{-6}$,小于 200×10^{-6} 则为淡水沉积^[2]。本区 P_2^1w 段泥岩样品的相当硼含量均大于 $\times 10^{-6}$,最大可达 450×10^{-6} ,而 P_2^2w 、 P_2^3w 段泥岩样品的相当硼含量一般小于 200×10^{-6} (表1)。

表1 乌拉泊组泥岩样品的相当硼含量、B/Ga比值、Sr/Ba比值

Table 1 Equivalent boron, B/Ga ratio, Sr/Ba ratio in mudstone samples of Wulabo Formation

层位	相当硼含量($\times 10^{-6}$)	B/Ga	Sr/Ba	样品数
P_2^1w 段	310~450	6~10(7)	0.85~9(2)	6
$P_2^{2+3}w$ 段	110~200	0.6~6(3.2)	0.11~0.63	10
美国20个古代海相样品	/	4.9	/	/
美国13个古代淡水相样品	/	2.4	/	/

2.1.2 硼镓比值(B/Ga)

国内外对现代及古代已知沉积环境沉积物的研究表明,海相沉积物的B/Ga比值一般均大于4.5~5,陆相淡水沉积物的B/Ga比值小于3.3。乌拉泊组 P_2^1w 段泥岩样品的B/Ga比值为6~10,平均为7,而 P_2^2w 、 P_2^3w 段泥岩样品的B/Ga比值为0.6~6,平均为3.2(表1)。

2.1.3 锶、钡比值(Sr/Ba)

根据前人的大量研究,以海水为介质的沉积物中,Ca、Sr的含量高,Ba的含量低,而以淡水为介质的沉积物则情况相反^[2]。一般认为,泥岩中若Sr/Ba比值大于1,则为海水沉积,Sr/Ba比值小于1则属陆相淡水沉积。乌拉泊组 P_2^1w 段泥岩样品的Sr/Ba比值为0.85~9,平均为3.2, P_2^2w 、 P_2^3w 段泥岩样品的Sr/Ba比值为0.11~0.63,平均为0.26(表1)。

2.1.4 硼、铷、镓三元素含量关系

在粘土矿物的结晶晶格中,硼、铷、镓三元素随沉积环境的不同,它们之间的相对含量常发生有规律的变化,岛田据此作出这三元素关系指示环境图。将乌拉泊组样品的分析数据投影于该图上,可以看出, P_2^1w 段样品位于图中的海相及过渡相区,而 P_2^2w 、 P_2^3w 段

样品则位于图中的淡水相区(图2)。

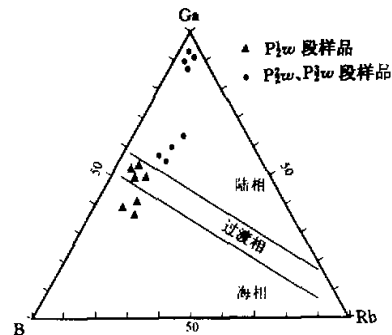


图2 乌拉泊组泥岩中B—Rb—Ga三元素关系图

Fig. 2 The correlation diagram of B, Rb and Ga in the mudstone of Wulabo Formation

2.2 砂岩粒度分布特征

碎屑沉积物的粒度分布参数也是判断沉积环境的重要手段之一。将采集样品所分析计算的粒度参数值投影于弗雷德曼的 $Mz-\sigma_1-\sigma_2-Sk$ 散点图上,可以发现, P_2^1w 段砂岩样品多位于海相砂岩区域,而 P_2^2w 、 P_2^3w 段砂岩样品绝大多数位于河流砂岩区域。

2.3 粘土矿物组合

X射线衍射分析结果表明, P_2w 段泥岩中粘土矿物组合较为复杂, 主要有伊利石—蒙脱石组合、伊利石—蒙脱石—绿泥石组合及伊利石组合, P_2w 、 P_3w 段泥岩中粘土矿物组合较为简单, 主要为伊利石组合, 其次为少量的伊利石—绿泥石组合, 且伊利石相对含量由 P_2w 至 P_3w 段呈逐渐增加的趋势。伊利石较为稳定, 能适应较大的 PH 值变化, 故常为继承性矿物, 而蒙脱石是在富盐基、特别是在贫钾 (K^+)、富含镁 (Mg^{2+})、钙 (Ca^{2+}) 的碱性介质条件下形成的。乌拉泊组地层中, 蒙脱石仅出现于 P_2w 段泥岩, 说明 P_2w 段沉积时环境较为碱性, Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 离子的含量较高, 与海洋环境相似, 其结果与地球化学标志及粒度参数相一致。

3 乌拉泊组沉积相类型及特征

根据乌拉泊组的岩石类型及其组合、原生沉积构造、碎屑岩的粒度分布特征、沉积韵律等相标志, 将之与现代沉积对比, 我们认为乌拉泊组底部的 P_2w 段属潮坪相和滨岸水下冲积扇相沉积, 中部的 P_2w 段为辫状河流相沉积, 上部 P_3w 段为冲积扇相沉积。

3.1 潮坪相

3.1.1 岩石类型及其组合

组成潮坪相沉积的岩石类型包括紫红色、灰绿色细—中粒砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩和泥岩, 砂岩层中可见泥砾薄层, 砂岩为成分成熟度低的岩屑砂岩、长石岩屑砂岩, 内含碳酸盐鲕粒及球粒, 约占 0.3%~0.5%, 鲕粒以同心状表鲕为主, 可见破碎的放射状鲕, 球粒由微晶—细晶方解石组成, 直径 0.4~0.6 mm。鲕粒及球粒均呈浑圆的球状, 并具有程度不同的磨蚀及破碎现象, 说明经过一定距离的搬运, 为异地成因, 可能是由潮汐水流从潮下带搬运而来。砂岩分选、磨圆较好, 结构成熟度较高, 填隙物主要为方解石胶结物, 反映沉积环境能量较高, 砂岩遭受潮汐水流反复淘洗的特征。

根据对野外剖面的详细观察, 潮坪沉积包括以下几种岩相类型:

(1) 砂岩相组合: 由分选及磨圆均较好的中—细砂岩组成, 砂岩底部常见小型冲刷面, 冲刷面上覆以薄层或透镜状泥岩, 有时充填泥砾或粗砂岩透镜体。沉积构造常见板状交错层理和波痕, 板状交错层理的前积纹层倾向呈明显的双众数分布, 有时上、下两层交错层理砂岩, 其前积纹层倾向相反, 组成“鱼骨状”交错层理, 说明其形成于具有周期性反向水流的沉积环境中。大型交错层理砂岩的顶部常覆以各种方向的小型交错

层理砂岩, 组成“B—C”层序。波痕以浪成波痕为主, 波脊呈直线状或具分叉现象, 有对称与不对称两种, 波长 2~10 cm, 波高 0.5~1.2 cm, 波痕指数 6~10。此外砂岩中常见垂直生物钻孔构造。

(2) 砂、泥岩互层组合: 由薄层中、细砂岩、粉砂岩与粉砂质泥岩、泥岩互层组成, 泥岩层比例呈向上增加的趋势, 单层厚 10~50 cm。本单元中常见的沉积构造包括透镜状层理、脉状层理、波状层理、砂泥韵律层理, 透镜状层理中的砂岩透镜体底面平坦, 顶面为波痕表面, 内部可见前积纹层。以上层理都是在水动力条件强、弱交替的条件, 由泥和砂交替沉积而形成的。其它常见的层理类型包括浪成波痕交错层理、水平层理、板状交错层理、旋卷层理等。砂岩表面各种类型的波痕极为发育, 其中水流波痕的走向具明显的双众数分布特点, 同样反映沉积环境具双向水流作用的特征。波痕表面常覆以泥岩薄层, 泥岩薄层中常见干裂。波痕常遭受后期改造, 形成削顶波痕, 说明沉积环境的水位变化频繁。本单元的泥岩互层中, 干裂构造极为发育, 此外, 砂、泥岩层中均可见丰富的垂直生物钻孔, 属针孔迹 (*Skolithos*)。

(3) 泥岩组合: 主要由紫红色、灰绿色泥岩、粉砂质泥岩组成, 底部夹粉砂岩、细砂岩薄层或透镜体。沉积构造可见水平层理、块状层理及干裂构造。

3.1.2 砂岩粒度分布特征

通过对细粒级以上砂岩的粒度分析, 可以发现, 其概率累积曲线的特征表现为以跳跃总体为主, 含量大于 80%, 粒度区间 1~4 ϕ , 斜率较陡, 为 65°左右, 牵引总体为 0~10%, 粒度区间 1~2 ϕ , 悬浮总体不发育。砂岩粒度中值 2.5~3.7 ϕ , 属中—细砂岩, 曲线特征表明, 砂岩分选较好, 标准差 (σ_1) 为 0.49~0.6, 主要粒级比较集中, 具单众数特征, 反映出潮坪环境能量较高, 沉积物遭受潮汐水流反复作用、改造的特征。

3.1.3 剖面结构特征

潮坪沉积在垂向上呈粒度向上变细的正粒序, 底部由砂岩相组成, 代表低潮坪及潮下带沉积, 向上过渡为砂、泥岩互层相, 代表中潮坪沉积, 顶部由泥岩相组成, 代表高潮坪及潮上带沉积 (图 3), 其沉积层序与 Tankard A. J 及 Klein. G. dev 等人论述的潮坪沉积层序极为相似。但上述完整层序在剖面中并不常见, 常缺失低潮坪及高潮坪沉积, 而以中潮坪沉积最为发育。

3.2 滨岸水下扇相

3.2.1 岩石类型及其组合

滨岸水下扇沉积在岩性上表现为粒度较粗, 主要由砾岩、含砾砂岩、砂岩组成, 粉砂岩、泥质岩等细粒组分含量很少。砾石分选、磨圆均较差, 以颗粒支撑为

岩相	沉积构造	解释
紫红色、灰绿色 泥岩、粉砂质泥岩	水平纹层理、透 槽状层理、泥裂	高潮坪及潮上带
中、细砂岩与泥 岩互层	潮汐层理、块 状层理、波痕 泥裂	中潮坪
岩屑砂岩、长石 岩屑砂岩、砾岩 透镜体、泥砾	平行层理、 板状交错层 理、鱼骨状交 错层理、波痕、 B—C层序	低潮坪
	孤立交错层 理块状层理	潮下带

图3 乌拉泊组潮坪沉积综合层序

Fig. 3 The tidal flat sedimentary sequence
in Wulabo Formation

主,有时为杂基支撑,砂岩为成分成熟度低的岩屑砂岩、长石岩屑砂岩,岩屑含量一般大于25%,可达50%以上,杂基含量较高,结构成熟度较低。此外滨岸水下扇沉积还具有陆源碎屑与盆屑共生的特点,即在陆源碎屑中含有0.5%~1%的碳酸盐鲕粒及球粒,鲕粒及球粒均具磨蚀及破碎现象,说明它们经过一定距离的搬运,可能是由潮汐或波浪从潮下带搬运而来的。

根据岩性及沉积构造特征,乌拉泊组中滨岸水下扇沉积的岩相类型可以归纳为以下几种:

(1) 块状层理砾岩相(Gm):由分选及磨圆均较差的中砾岩组成,砾石直径一般为2~8 cm。砾石层厚度稳定,横向延伸可达数十米,厚度15~80 cm,与砂岩、含砾砂岩呈互层。

(2) 块状层理砂岩相(Sm):由中粒砂岩组成,偶含砾,分选、磨圆较差,单层厚10~120 cm,内部均匀。

(3) 平行层理砂岩相(Sl):由中、细粒砂岩组成,分选较好,因粒度变化而显平行层理,厚5~30 cm。

(4) 板状交错层理砂岩相(Sp):主要由中、细粒砂岩组成,偶含砾,分选较好,细层倾角30°~40°,可见倾角7°~8°的低角度交错层理砂岩及上下细层倾向相反的“人字形”交错层理砂岩,厚30~50 cm。

(5) 水平层理、块状层理粉砂岩、泥岩相(Fsc):一般位于旋回的顶部,厚10~25 cm。上述岩相组合在剖面中按一定顺序有规律地分布,组成粒度大致向上变细的正旋回韵律。

3.2.2 沉积序列特征

滨岸水下扇沉积在剖面中表现为,由砾岩、含砾砂岩、砂岩组成粒度向上变细的正旋回韵律夹于潮上一

潮间带沉积之间,底部发育大型冲刷面,常见层间冲刷现象,单个韵律层厚3~10 m。

3.2.3 形成机制

滨岸水下扇相以粗碎屑沉积为主,且砾石分选、磨圆差,岩屑成分复杂,砂岩成分成熟度低,单层厚度较大,说明其具有近物源、快速搬运、快速堆积的特点,反映其受河流作用的影响。此外,沉积物中具陆源碎屑与盆屑共生的特点,说明形成于水下环境。低角度交错层理、“人字形”交错层理砂岩的出现,砾岩层与上、下岩层的突变式接触,以及在纵向上迅速演变为潮上一潮间带沉积,说明该沉积形成于靠近海岸线的潮汐带中。由此可见,滨岸水下扇沉积具有河流、潮汐和波浪共同作用的特征,是由近源的山间洪水携带大量的陆源碎屑直接进入海岸潮汐带堆积形成的水下扇状体。

3.3 辫状河流相

3.3.1 岩相类型

根据对野外露头的观察,辫状河流相沉积中存在以下几种岩相类型:

(1) 块状层理砾岩相(Gm):由分选及磨圆均较差的中砾岩组成,砾石直径一般为1.5~2 cm,大者可达5 cm,常呈叠瓦状排列,底部发育大型冲刷面,冲刷面上充填有下伏地层形成的泥砾。本单元在剖面中多呈透镜状,向两端迅速尖灭。

(2) 块状层理含砾砂岩相(Sm):由中—粗砂岩组成,砾石含量一般小于10%,磨圆度较好,底部常见冲刷面,厚50 cm左右。

(3) 板状交错层理砂岩相(Sp):以中砂岩为主,分选较差。细层倾角15°~30°,倾向呈单数分布,但分布范围较大,反映沉积环境为单向水流,但流向不稳定。

(4) 平行层理砂岩相(Sh):以中、细砂岩为主,偶含砾,厚30~150 cm。

(5) 槽状交错层理砂岩相(St):主要由中、细砂岩组成,层面上发育有小型流水波痕,纹层由中砂岩过渡为细砂岩,厚1 cm左右,向底部收敛。

(6) 水平层理细砂岩、粉砂岩相(Fl):一般呈细砂岩与泥岩薄互层,纹层厚数毫米,发育干裂构造。

(7) 块状层理泥岩相(Fm):由灰绿色、紫红色泥岩、粉砂质泥岩组成,常呈透镜体的形式出现,发育干裂构造。

3.3.2 砂岩粒度分布特征

砂岩粒度分布具典型的辫状河搬运与沉积的特征,其C—M图表现为主要发育PQ、QR段,RS段不发育;概率累积曲线可见三种类型,分别代表河流不同

亚环境的水动力条件差异。

类型 I:以牵引总体为主,占 50%~70%,跳跃总体不发育,分选差,悬浮总体含量较高,可达 30%以上,该类型属洪水急流型沉积。块状层理含砾砂岩常具此类粒度分布,代表河床底部沉积。

类型 II:主要由跳跃和悬浮两个总体组成,分选较好,牵引总体不发育,一般小于 5%,细截点较粗, $s = 3.2\phi$,这种类型属强水流沉积,河道中、下部的大型交错层理砂岩、平行层理砂岩具该种类型。

类型 III:特征与类型 II 相似,以跳跃总体为主,但粒度偏细,细截点 $> 3\phi$,分选较好,属中等水流强度沉积。

3.3.3 剖面结构特征

本区乌拉泊组中的辫状河沉积普遍呈下粗上细的正粒序,并组成韵律层,韵律层序如下:

(1) 灰绿色、土黄色块状层理砾岩、含砾砂岩:砾石分选、磨圆较差,常见叠瓦状构造,底部为明显的冲刷面,与下伏地层呈侵蚀接触,厚 0.5~1 m,代表河道底部滞留沉积。

(2) 灰绿色大型板状交错层理砂岩:其下为平行层理砂岩,向上过渡为水平层理、槽状交错层理砂岩,厚 3~5 m,属河道内横向砂坝沉积,代表河道的侧向加积过程。

(3) 水平层理、断续波状层理粉砂岩、粉砂质泥岩:厚约 50 cm,属河漫滩沉积,代表河流的垂向加积过程。

(4) 灰绿色、紫红色块状泥岩:发育干裂构造,厚 30~50 cm,属洪水期河水溢出岸外的泛滥平原沉积。由此可见,该剖面以板状交错层理的河道充填、细粒沉积不发育、岩性及结构在横向变化快及发育丰富的冲刷面为特征,反映了沉积过程中较大的流量变化及快速的河道充填与废弃,具典型的辫状河流活动特征。

上述完整序列在剖面中常见,但也常缺失顶部的细粒沉积部分,这可能是由于下一期洪水对前期沉积的冲刷、改造,或前一次洪水过后,还没有完成整个沉积序列的沉积,又发生了第二次洪水事件所造成的。

3.4 冲积扇相

3.4.1 岩石类型及特征

组成冲积扇沉积的岩石类型以砾岩、含砾砂岩为主,约占 50%~60%,其次为砂岩,占 30%~40%,粉砂岩、泥岩含量一般小于 10%。砾石成分复杂,有粉砂岩、泥岩、砂岩砾石,也可见碳酸盐岩、火山岩、石英及燧石砾石。砾石分选、磨圆差,以棱角状、次棱角状为主,支撑结构具两种类型,即颗粒支撑砾岩与基质支撑砾岩。砂岩为成分成熟度低的岩屑砂岩和长石岩屑

砂岩,杂基含量较高,可达 3%~10%。以上特征说明,冲积扇沉积具有近物源、快速搬运、快速堆积的特点。

3.4.2 主要沉积类型

通过与现代沉积对比,乌拉泊组冲积扇沉积发育以下沉积类型:

(1) 泥石流沉积

由呈块状层理的泥、砂、砾混杂堆积组成,砾石分选极差,小者直径仅为 0.2~0.5 cm,大者可达 10 cm 以上,呈悬浮状态漂浮于砂、泥基质中,以棱角、次棱角状为主,内部缺乏沉积构造,偶见长条状、片状砾石显示长轴平行岩层分布的构造。泥石流沉积一般位于旋回的最底部,厚 0.3~2.5 m,与下伏地层无明显的冲刷现象。

根据野外的观察、测量,该沉积的最大碎屑粒度(10个最大碎屑的平均粒度)与岩层厚度之间存在明显的正相关关系。

理论推导及野外观察表明,由直径为 0.000 1~4 cm 的碎屑组成的岩层,可以被足以搬运 10 cm 以上碎屑的正常河流冲刷,这种情况说明,乌拉泊组中这种底部无明显冲刷面的砾岩层其搬运介质不是正常的河流,而是具有较大粘性的流体介质。

(2) 水携型沉积

近端片流沉积:由砾岩或含砾砂岩与砂岩互层组成,砾岩、含砾砂岩与砂岩一般厚 15~60 cm,可见砾石呈叠瓦状排列,砾石大小在垂向上无一定的变化规律,底部发育小型冲刷面,砾石最大直径(MPS)与层厚(BTh)之间也存在正相关关系,但相关性比泥石流沉积差。砂岩以中—细粒为主,偶含砾,发育板状交错层理、块状层理。本单元一般厚 3~10 m,由多个砂、砾岩互层组成,从下往上,砾砂比呈减小的趋势。这种沉积可能是由于携带大量沉积物的水流,从河道中漫溢出来,向四周扩散,伴随着流速与深度同时减小时的沉积产物。

辫状河道沉积:主要由中、细粒砂岩组成,以平行层理为主,可见板状、槽状、楔状交错层理,底部为透镜状中、细砾岩,砾石多呈叠瓦状排列,与下伏地层呈侵蚀接触,顶部为具水平纹理的极细粒砂岩、粉砂岩,夹泥岩透镜体,干裂构造极为常见。

槽洪沉积:由颗粒支撑的中砾岩组成,砾石多呈叠瓦状排列,分选性较好,底部具明显冲刷面,砾岩层横向稳定性较差,向两端过渡为砂岩沉积,上部常覆于交错层理砂岩。

远端片流沉积:由含少量砾石的粗、中、细砂岩、粉砂岩组成,主要发育水平层理,层理由中、细粒砂岩互

层组成,可见小型交错层理及波痕层理,厚0.5~3 m。该沉积一般位于旋回的最顶部。

3.4.3 垂向演化序列及亚相分析

冲积扇沉积在垂向上呈粒度大致向上变细的正旋回韵律,表现为最大碎屑粒度向上减小,砂砾岩比例增加,泥石流沉积被片流沉积、辫状河道沉积所覆盖的趋势,这种趋势反映了地形起伏程度的减小、物源区不断后退的特征。通过与现代干旱、半干旱气候区冲积扇沉积比较,乌拉泊组冲积扇沉积可划分为扇根、扇中、扇缘三个亚相。

扇根亚相:主要由泥石流沉积及槽洪沉积组成,在韵律层中粒度最粗,位于旋回的最底部,厚1~4 m。沉积物以砾岩为主,夹砂岩透镜体,一般不显层理。

扇中亚相:主要由近端片流和辫状河道沉积组成,砂砾岩比例明显高于扇根亚相,最大砾石直径也小于扇根亚相,砾石多具叠瓦状构造,砂岩一般具平行层理、块状层理,可见板状、槽状交错层理,厚3~12 m。以上特征说明,扇中亚相处于扇体的中部,坡度较缓,水动力能量相对于扇顶明显减弱。

扇缘亚相:主要由辫状河道沉积和远端片流沉积组成,岩石类型以砂岩为主,其次为粉砂岩、粉砂质泥岩,厚1~8 m。上述完整序列在剖面中并不常见,常缺失扇根或扇缘亚相,以扇中亚相最为发育,这可能是由于后期沉积对先期冲积扇沉积冲刷、改造的结果。

4 沉积模式

沉积物的形成是地壳差异升降运动的物质记录,不同的构造运动控制着不同的沉积作用。王利利、张恺等根据区域地质资料、火山岩特征及浊积岩的化学成分,认为博格达山属陆间裂谷带,该裂谷带形成于晚古生代,晚二叠世初期,吐鲁番—准噶尔板块四周的收敛活动,使得裂谷带封闭、隆起,致使海水逐渐变浅,最后退出^[3,4]。由此可见,乌拉泊组沉积时期,在准噶尔盆地南缘的发展过程中,是一个重要的转折时期,在此之前,本区发育海相沉积,此后进入陆相盆地的发展阶段。

乌拉泊组沉积初期,由于博格达陆间裂谷带的隆起,海水变浅,因而在下二叠统深海、半深海重力流沉积之上发育了乌拉泊组底部的浅海潮坪相沉积;随着裂谷带的进一步隆起,海水完全退出本区,同时,伴随裂谷带的隆起,地形起伏增大,山前地带发育正断层,由于物源近,搬运距离短,在本区形成了一套冲积扇—辫状河流粗粒沉积,覆于浅海潮坪相沉积之上(图4)。

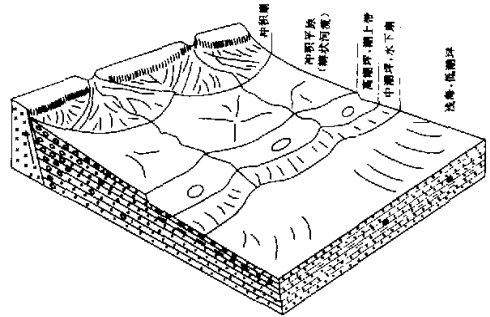


图4 博格达山前凹陷乌拉泊组沉积模式
Fig. 4 The depositional model of Wulabo Formation in Bogeda piedmont depression

5 结论

- (1) 本区乌拉泊组为一套海退背景下的沉积产物,底部属海相沉积,中、上部为陆相沉积。
- (2) 乌拉泊组中发育四种沉积相类型,从下往上分别为潮坪相、滨岸水下扇相、辫状河流相和冲积扇相。
- (3) 乌拉泊组沉积相的演化主要受控于博格达陆间裂谷带的形成和发展。

参考文献

- 1 晋慧娟,李育慈,李菊英.准噶尔盆地西北缘石炭纪深水沉积的发现及其沉积特征[J].沉积学报,1987,(3):125-134
- 2 同济大学海洋地质系编.海、陆相地层辨认标志[M],北京:科学出版社,1976
- 3 王利利,张恺等.准噶尔盆地南缘的构造演化特征及含油气预测[J].新疆石油地质,1986,7(2)
- 4 潘秀清,杨成美,况军.准噶尔盆地南缘构造型式及构造评价[J].新疆石油地质,1986,7(1)

Sedimentary Facies and Depositional Model of Wulabo Formation, Upper Permian Series in Bogeda Piedmont Depression, Junggar Basin

WU Shao-bo

(Xi'an Petroleum Institute, Xi'an 710065)

Abstract

The geologists have different opinions about the depositional environment of Wulabo Formation, Upper Permian series in the south margin of Junggar Basin. In this article, the depositional environment of Wulabo Formation, Upper Permian Series in Bogeda piedmont depression is analyzed based on the geochemical criteria in the sediments, including the content of equivalent boron, the ratio of B/Ga, Sr/Ba and the relationship among B, Rb, Ga, sandstone grain size distribution and clay mineral association of mudstone. It is considered that the Wulabo Formation was formed under marine regression background. The bottom of the strata was formed in shallow marine environment, and the middle to upper section was formed in terrestrial environment. By studies of rock types and their combination, the texture of fragmental rock, primary sedimentary structures and their evolution sequence, sedimentary rhythm, four kinds of sedimentary facies have been recognized in the strata. They are tidal flat, coastal subaqueous fan, braided stream and alluvial fan. The tidal flat and coastal subaqueous fan facies are distributed at the bottom, and braided stream facies in the middle, alluvial fan facies on the top of Wulabo Formation. The evolution of the sedimentary facies in this area was controlled by the formation and evolution of Bogeda intercontinental rift system.

Key words sedimentary facies depositional model Upper Permian Series Wulabo Formation Bogeda piedmont depression