

吐-哈盆地台北凹陷温吉桑辫状河三角洲 与油气聚集

李文厚

(西北大学地质系, 西安 710069)

温吉桑辫状河三角洲由辫状河三角洲平原、辫状河三角洲前缘和辫状河前三三角洲构成, 主要沉积特征是: (1) 缺失曲流河等陆上环境, 是一个相带发育不完整的沉积体系; (2) 沉积物粒度相对较粗, 结构及矿物成熟度较低; (3) 前缘水下分流河道沉积发育, 常反复叠置成巨厚层; (4) 前缘通常形成在距高地不远的湖盆边缘。辫状河三角洲的形成演化主要受湖盆边界类型、距湖盆距离和古气候的制约, 中侏罗世时, 辫状河道沿倾向逐渐向湖盆进积和横向迁移, 从而形成规模较大的席状砂体。中、下侏罗统是重要的生烃层系, 中侏罗统辫状河三角洲水下分流河道是主要的储油层段, 上侏罗统棕红色泥岩是良好的区域性盖层, 它们构成了一套完整的生储盖组合。

关键词 台北凹陷 温吉桑 辫状河三角洲 沉积特征 水下分流河道 生储盖组合

作者简介 李文厚 男 48 岁 副教授 沉积学

台北凹陷是吐鲁番-哈密盆地北部坳陷的一个最大的凹陷, 面积约 9 600 km²。凹陷内侏罗系发育齐全, 特别是中侏罗统自下而上发育的西山窑组、三间房组和七克台组, 是重要的油气储集层。凹陷中南部的温吉桑、米登、鄯善、丘陵和丘东等油田或含油气构造是盆地内储量规模最大, 油气最为富集的地区, 发育辫状河三角洲沉积体系。

1 沉积特征

1.1 辫状河三角洲平原

辫状河三角洲平原主要分布于七克台断裂以南的广大地区, 岩性为浅灰色、灰绿色砾状砂岩、含砾砂岩与灰色、灰绿色粉砂质泥岩不等厚互层。温吉桑辫状河三角洲泛滥平原微相的灰色、灰绿色粉砂质泥岩与河道砂坝微相中的浅灰色、灰绿色砾状砂岩、含砾砂岩在垂向上构成下粗上细的正韵律, 韵律厚度 8~24 m, 上部泥质单元厚度小于下部砂、砾岩单元厚度。沉积构造发育, 序列上部粉砂质泥岩中可见水平层理、沙纹交错层理, 序列下部砾状砂岩、含砾砂岩中具大型板状、槽状交错层及平行层理, 基底冲刷面之上常含滞留沉积物^[1]。序列由下而上沉积构造有序的变化, 反映了水动力强度向上减弱的特征。

沉积物粒级较粗, 砂、砾含量较高, 垂向上以辫状河道沉积为主, 泛滥平原不发育, 砂泥比大于 60%, 略显正旋回。砂岩类型以长石岩屑砂岩和岩屑砂岩为主, 成分成熟度较低, 结构成

熟度较好。石英含量 20%~ 40%，长石含量 10%~ 30%，岩屑含量 25%~ 65%，填隙物含量一般不超过 10%。颗粒分选中等—好，磨圆度以次棱角状为主，孔隙式或镶嵌式胶结。概率

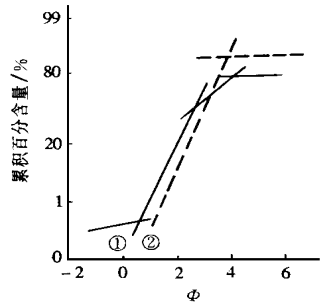


图 1 温吉桑辫状河三角洲平原沉积概率图

图主要有两种类型(图 1): 一种为四段式(图 1-①), 其中的牵引总体不足 10%, 斜率变化较大, 跳跃总体含量 70%~ 85%, 斜率 45°~ 65°, 悬浮总体含量 5%~ 10%, 为辫状河道底部具大型槽状交错层的砾状砂岩和含砾砂岩的曲线特点, 代表了较强的水动力条件; 另一种为二段式(图 1-②), 跳跃总体含量 85%~ 93%, 斜率 60°~ 67°, 悬浮总体含量 10%左右, 反映水动力条件比第一种类型要弱一些, 分选也好一些, 应是辫状河道中上部的沉积, 为具平行层理或板状交错层理的中-粗砂岩。

辫状河道沉积自然电位曲线呈箱形, 顶底界面一般为突变型, 少数呈钟形, 底部突变型和顶部渐变型。不论是箱形或者是钟形, 均反映厚层粗粒河道沉积。主河道的自然电位曲线呈微齿化箱形, 为河道砂坝多期叠加所致, 有时间有低幅齿形曲线, 反映夹有泥质的泛滥平原沉积。在地震反射剖面上, 河道砂响应于河道充填地震相, 为中弱振幅、中差连续、亚平行反射特征。

1.2 辫状河三角洲前缘

温吉桑辫状河三角洲前缘是研究区辫状河三角洲沉积最活跃的部位, 砂体呈席状产出, 沉积厚度大, 分布广, 延伸远, 范围可达数百平方公里。以灰色、浅灰色中粒长石岩屑砂岩为主, 此外尚有细粒、粗粒长石岩屑砂岩、岩屑砂岩、砂砾岩夹灰色泥岩、粉砂岩及煤线。其中长石岩屑砂岩的石英含量为 30%~ 40%, 长石含量 15%~ 30%, 岩屑含量 25%~ 45%。石英成分以单晶石英占绝对优势, 燧石等多晶石英少量, 部分颗粒具波状消光。长石成分以酸性斜长石和正长石居多, 而中性斜长石和微斜长石含量较少。岩屑成分常见者有流纹岩、泥岩及凝灰岩, 而安山岩、玄武岩及变质岩岩屑含量相对较少。岩屑砂岩中, 石英含量 5%~ 30%, 长石含量 10%左右, 岩屑含量达 55%~ 85%。不论是长石岩屑砂岩, 还是岩屑砂岩, 碎屑颗粒均呈次圆-次棱角状, 分选中等—好。填隙物有绿泥石、粉砂、云母、高岭石、沸石及方解石等, 含量变化大, 多不超过 10%。胶结类型以孔隙式为主, 碎屑颗粒接触方式大都呈线状, 颗粒支撑占绝对优势。概率图主要有两种类型(图 2): 第一种为四段式(图 2-①), 牵引总体含量 10%, 斜率 41°, 第一跳跃总体含量 70%左右, 斜率 67°, 第二跳跃总体含量 10%左右, 斜率 28°, 悬浮总体含量 10%左右, 代表了辫状河三角洲前缘水下分流河道下部含砾粗砂岩的曲线特点, 水动力条件较强; 第二种为二段式(图 2-②), 跳跃总体含量 85%以上, 斜率 60°左右, 悬浮总体含量不足 15%, 代表了辫状河三角洲前缘水下分流河道上部砂岩的曲线特点, 水动力条件中等。

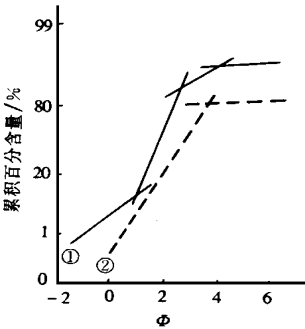


图 2 温吉桑辫状河三角洲前缘沉积概率图

由于水下分流河道不固定, 常常侵蚀下伏沉积物, 三角洲前缘极少发育河口砂坝, 剖面上往往是席状粉-细砂岩和水下分流河道的中、粗砂岩与水下河道间粉砂质泥岩频繁互层。水下分流河道常见大型板状和槽状交错层理及平行层理, 底部具冲刷面构造, 还可见小型交错层

理、动植物化石及生物遗迹构造^[1]。

水下分流河道自然电位曲线为顶底突变的箱形曲线的多次叠加(图3)。地震反射特征为中弱振幅、中差连续、叠瓦状前积反射。

1.3 辫状河前三角洲

辫状河前三角洲主要由灰、灰绿、深灰色泥岩、粉砂质泥岩和泥质粉砂岩组成,剖面上为砂泥岩薄互层。这些薄的粉砂层或细砂层通常是河流作用较强时的产物。水平层理和沙纹层理发育,可见生物潜穴和生物扰动构造。一般情况下,测井曲线幅度很低,曲线变化近于平直,有时出现粉砂岩的小尖峰。由于辫状河前三角洲与滨浅湖相过渡,故二者有时不易区分。

2 沉积体系演化

辫状河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个主要背景条件约束。辫状河三角洲往往发育在湖盆凹陷陡坡边界地带,这是因为这里坡降较大,易于辫状河入湖后形成独具特色的沉积体。在湖区与源区存在一定距离条件下,冲积扇前的辫状河沿着稳定的限制河口入湖才能形成辫状河三角洲沉积体。古气候条件决定了一定区域的降水量、水系特征、风化程度及碎屑物的供应,最适合辫状河三角洲形成的古气候是半干旱-半潮湿气候^[2]。温吉桑辫状河三角洲正是在符合上述3个主要背景条件下发展起来的。

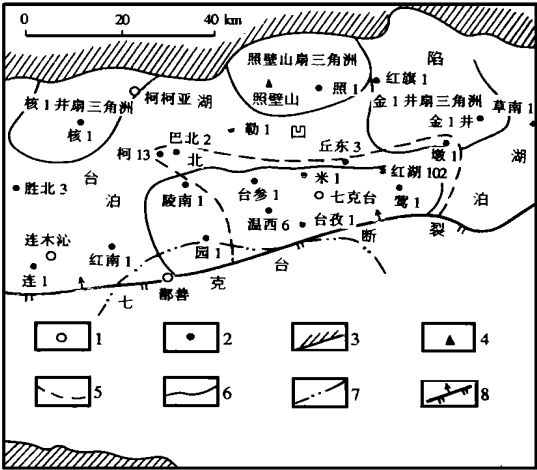


图4 温吉桑辫状河三角洲前缘演化平面图
1—地名;2—井位;3—盆地边界;4—山峰;5—西山窑组辫状河三角洲砂体边界 6—三间房组辫状河三角洲砂体边界;7—七克台组辫状河三角洲砂体边界;8—断层

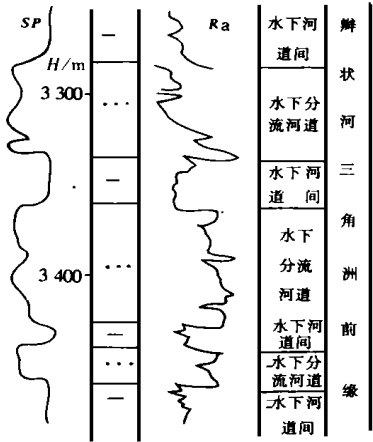


图3 米1井中侏罗统西山窑组
辫状河三角洲岩电特征图

台北凹陷中侏罗统西山窑组一、二段沉积期,气候潮湿,构造活动平静,湖水面下降,盆地发生明显的扩张。此时,湖盆的沼泽广布,为湖泊沼泽充填型式的沉积,四周没有大型河流供给足够的碎屑物以形成大型三角洲。西山窑组三、四段沉积期,台北凹陷北部边缘缓慢下沉,湖区逐渐向下沉区收缩。中南部的温吉桑辫状河三角洲逐渐向盆地中心扩展,其中前缘的沉积范围最西北端可达柯13井,面积在700 km²以上(图4)。北部为辫状河前三角洲与浅湖相过渡,而南部的艾丁湖斜坡和南湖隆起则广泛发育辫状河三角洲平原。

三间房组沉积期,气候由潮湿变为干旱,博格达东段已逐渐上升,并开始对盆地提供沉积物,因此在博格达山前发育冲积扇及扇三角洲,地层厚度巨大,表现为快速沉降和快速堆积的特征。由于沉积中心向南迁移,温吉桑辫状河三角洲前缘开始向南退缩,同时也向西摆动。

西起陵南1和园1井,东到莺1井,北至米登、丘陵地区,南以中央断裂为主界,东西宽56 km,南北延伸26 km,面积增大到1 000 km²以上(图4)。晚期湖面上升,沉积物补偿充足,温吉桑辫状河三角洲前缘逐渐向SW退缩。

七克台期台北凹陷的古地理继承了三间房早期以来北陡南缓、北高南低的面貌,北部博格达山前发育了一系列扇三角洲,中南部的温吉桑辫状河三角洲前缘继续向SW退缩,大致位于园1井和台孜1井以南,面积仅为400 km²(图4)。

本区的辫状河三角洲与扇三角洲二者在岩石类型、沉积结构、沉积构造、沉积韵律、沉积旋回、沉积背景及岩电组合上有很大的相似性,可用其特征的陆上沉积组合来区分。辫状河三角洲水上部分为辫状平原,主要由辫状河道组成;扇三角洲水上部分为冲积扇,表现为片流、碎屑流和辫状河道沉积^[1]。

3 辫状河三角洲与油气聚集的关系

温吉桑油气聚集带受生油凹陷、古构造、油源断裂以及辫状河三角洲前缘砂体的联合控制,它纵向上相互叠置,平面上复合连片,构成了多种油气藏类型共存、轻质油气和凝析油气同聚的压扭背斜型复式油气聚集带^[3],因此,良好的生储盖组合是本区油气富集的重要因素。

台北凹陷自侏罗纪以来一直处于较稳定的持续沉降环境,中下侏罗统煤系地层厚度大,埋藏较深,古地温梯度较高,热演化条件好,生油条件优越。位于台北凹陷丘东次凹的温吉桑辫状河三角洲储层可优先得到油气的供应,具有近水楼台的优势,同时还可得到西部胜北次凹生烃中心的支援,油源充足。

本区的主要储集砂体是辫状河三角洲前缘水下分流河道。这种砂体经过南部斜坡带较长距离的搬运,分选和磨圆较好,碎屑中稳定组分较高,同时砂体分布稳定,多期叠置,层数多,厚度大,裂缝发育,溶蚀孔隙多,储层孔隙结构级别较高,储集性能较好。温西3井西山窑组三、四段储层孔隙度平均13.2%,渗透率平均 $7.32 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,台参1井西山窑组三、四段储层孔隙度平均10.5%,渗透率平均 $9.5 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$;三间房组砂体储层孔隙度平均14.4%,渗透率平均 $51.3 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$;七克台组砂体,孔隙度一般为8.8%~28.9%,渗透率为 $0.1 \times 10^{-3} \sim 973 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。由于砂体逐渐向北减薄尖灭,因而物性在平面上由南向北逐渐变差。

温吉桑辫状河三角洲储集砂体之上发育上侏罗统良好的盖层,主要由棕红色泥岩组成,厚度较大,孔隙度多小于8%,渗透率一般在 $10^{-8} \sim 10^{-10} \mu\text{m}^2$ 之间,属于理想的盖层。盖层的吸附效率较高,绝大多数在30%以上,扩散系数普遍较小,多在 $10^{-5} \sim 6 \times 10^{-7}$ 之间,说明其封闭性好。盖层的突破压力平均值在5~10 MPa之间,高于大中型气藏的最小突破压力,说明具备封闭大中型气田的能力。

参 考 文 献

- 1 李文厚,林晋炎,袁明生等. 吐鲁番-哈密盆地的两种粗碎屑三角洲. 沉积学报, 1996, 14(3): 113~121
- 2 李彦芳,曲淑琴,辛仁臣. 松辽盆地三角洲与油气. 北京: 石油工业出版社, 1993. 22~53
- 3 吴涛,张世焕,王武和. 吐鲁番-哈密盆地构造特征与油气聚集. 石油学报, 1996, 17(3): 12~18

WENJISANG BRAID DELTA IN TAIBEI SAG, TURPAN-HAMI BASIN AND ITS HYDROCARBON ACCUMULATION

Li Wenhou

(*Department of Geology, Northwest University, Xian, Shaanxi*)

Abstract

Wenjisan braid delta system in Taibei Sag, Turpan-Hami Basin consists of delta plain, delta front and prodelta. The main sedimentary characteristics of the system are: 1. Braid river deltas that lack meandering river facies are a incompletely developed deposition system. 2. Sediments are characterized by coarse grain size, lower mineralogic and textural maturity. 3. Subaqueous distributary channel deposits developed well in delta front, they are usually superimposed to form huge thickness of sequences. 4. The delta front usually formed in lake basin margin. Braided river channels prograded towards lake basin and transported laterally in Middle Jurassic, thus forming a large sheet sandbody. Coal measures of Lower-Middle Jurassic are the most important hydrocarbon generation interval; Middle Jurassic subaqueous distributary channel is the main reservoir interval. Upper Jurassic brown-red mudstone could be fine regional caprock. They constitute a complete source-reservoir-cap rock assemblage.

(上接第 220 页)

MIOCENE SEISMIC VELOCITY FACIES IN RUILI BASIN, WESTERN YUNNAN

Chen Buke

(*Chengdu Institute of Technology, Chengdu, Sichuan*)

Abstract

Seismic-velocity facies is that velocity data is used in conventional seismic facies study. This includes: 1. using drilling data in the study of correspondence between velocity and lithologic characters; 2. using double well seismic profile in bridge-type correlation in order to find out the correspondency between velocity colour scale and lithologic characters and determine different velocity facies. The Miocene in Ruili Basin, Western Yunnan Province could be divided into hilly complex foreset high velocity facies, sheet subparallel mid-velocity facies, sheet parallel low velocity facies, hilly complex high velocity facies and 4 relative sedimentary facies such as fan-deltaic facies, shore-shallow lake facies, mid-deep lake facies and near shore subequos fan facies.