

塔里木东南断陷区侏罗系沉积体系及油气意义

李文厚

(西北大学地质系, 陕西西安 710069)

冲积扇、辫状河、扇三角洲和辫状河三角洲体系, 构成了塔里木东南断陷区侏罗系最主要的粗粒碎屑沉积体系, 它们以短轴方向搬运-沉积为主。盆地不对称双断导致沉降中心和沉积中心偏向于主断裂一侧, 冲积扇-扇三角洲体系发育于断陷盆地的陡坡, 辫状河-辫状河三角洲体系在缓坡一侧发育。侏罗系含油砂岩的主力油源属于浅海相成油母质, 来自下伏古生界。辫状河河道砂坝、辫状河三角洲前缘水下分流河道和扇三角洲前缘水下分流河道是主要的储集砂体。

关键词 沉积体系 环境演化 油气意义 侏罗系 塔东南

作者简介 李文厚 男 49 岁 副教授 沉积学与石油地质学

1 概况

塔里木盆地东南断陷区, 又称东南拗陷区^[1], 其分布范围西起和田, 东至若羌, 北以民丰-东尔臣河断裂为界, 南以北昆仑山断裂和阿尔金山北麓断裂为界, 东西长约 1 000 km, 南北宽 80~ 170 km, 呈 NE 向展布的条带状, 面积约 $10.2 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。根据地面地质和地震资料, 除民丰一带可能有石炭-二叠系分布外, 绝大部分地区缺失古生界, 上三叠统、侏罗系和下白垩统直接覆盖在元古界之上。其中以侏罗系最为发育, 一般厚 500~ 1 000 m 左右, 从山前至北面的戈壁覆盖区有逐渐变薄之趋势。在侏罗系沉积厚度等值线图上看可以看到两个沉积中心, 一个在断陷西部, 另一个在且末县之南及东南部一带(图 1), 沉积厚度最大可达 1 500 m 左右^[2]。

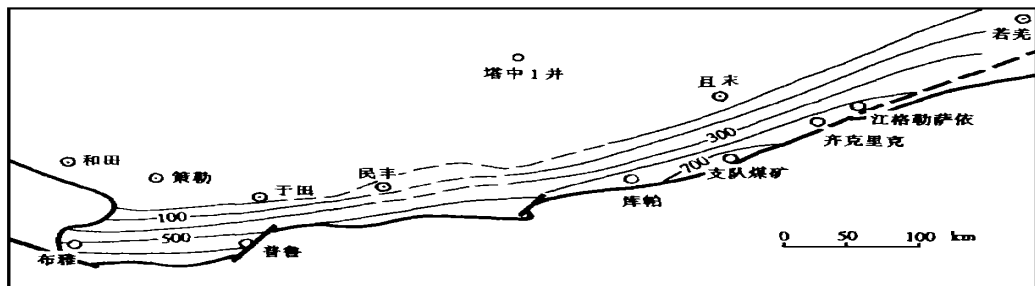


图 1 塔东南断陷区侏罗系沉积等厚图

侏罗系自下而上划分为下侏罗统沙里塔什组、康苏组下段和侏罗统康苏组上段、杨叶组、

塔尔尕组, 普遍缺失上侏罗统, 其上被下白垩统克孜努苏群平行不整合覆盖, 与下伏地层往往以断层或不整合接触^[3]。

2 沉积体系特征

2.1 冲积扇体系

塔东南侏罗系的冲积扇一般发育在山谷出口处, 由山谷口向盆地方向呈放射状散开, 平面形态呈锥形、朵形或扇形。许多冲积扇彼此相连和重叠, 形成沿昆仑山和阿尔金山北麓分布的带状的冲积扇群。按其沉积特征, 可将本区的冲积扇分为扇根、扇中及扇端 3 个亚相。

2.1.1 扇根

扇根邻近断裂, 特别是北昆仑山断裂和阿尔金山北麓断裂以北, 由于沉降快, 高差大, 通常为块状砾岩夹砂砾岩, 间夹少量砂岩和泥岩。砂砾岩的砾径一般 4~ 7 cm, 在江格勒萨依下侏罗统冲积扇砾岩堆积中的砾石直径可达 70 cm。古流分析表明, 物源应为断陷盆地南部阿尔金变质-岩浆构造隆起带。

2.1.2 扇中

扇中以具中到较低的沉积坡角和发育辫状河道为特征。齐克里克和江格勒萨依中下侏罗统的扇中沉积为厚层状砾岩、含砾砂岩夹粉砂岩。岩体由一系列彼此叠置的透镜体组成, 横向延伸可达几百米。可见河床充填沉积和筛状沉积, 前者岩体具冲刷—充填构造, 后者分选较好, 粒间充填有砂级沉积物, 属颗粒支撑性质。

2.1.3 扇端

扇端具较缓的沉积坡角。普鲁、布雅、齐克里克和江格勒萨依等地均有分布, 常见漫流沉积和泥流沉积。沉积物主要为砂质泥岩夹砂砾岩和砾状砂岩。底部具冲刷面, 正粒序较为明显, 可见板状或槽状交错层理及平行层理。砂岩的矿物和结构成熟度均较差, 一般为泥质充填。泥岩往往不纯, 通常是砂质泥岩或粉砂质泥岩, 页理不发育。

冲积扇沉积大多表现为向上变细的退积型层序(图 2A); 但在中侏罗世后, 由于差异抬升作用, 使部分地区地形差异加大, 形成巨厚的向上变粗的冲积扇沉积(图 2B)。

2.2 河流体系

塔东南断陷区河流沉积体系是盆地充填的主要组分, 主要发育辫状河。在江格勒萨依一带, 辫状河沉积粒度较粗, 主要由砾岩、砂砾岩、含砾粗砂岩和粗砂岩组成, 基底冲刷面较平坦, 砂体在剖面上多为不完整的旋回反复, 形成巨厚的沉积, 常见大型板状或槽状交错层理、平行层理。细粒的泛滥平原沉积不发育, 偶夹煤线或煤层, 砂/泥> 8。齐克里克中侏罗统塔尔尕组的沉积序列如图 3。

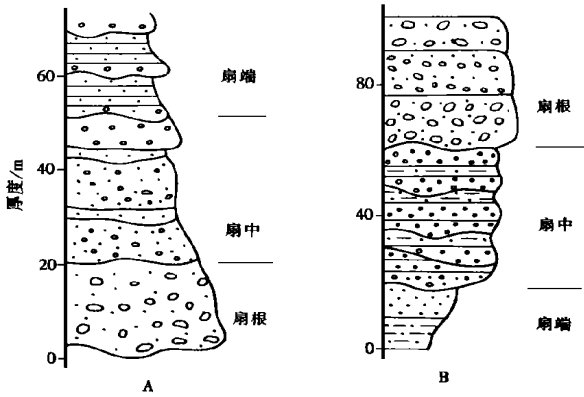


图 2 塔东南冲积扇沉积序列

A—齐克里克煤矿康苏组上段; B—江格勒萨依杨叶组

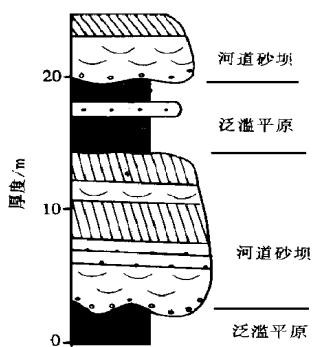


图3 齐克里克煤矿塔尔尕组辫状河沉积序列

水下分流河道、片状牵引流和片状颗粒流沉积在本带十分发育,而河口砂坝沉积不发育。前缘席状砂大都沉积在浅湖区的碳质泥岩中。

水下分流河道由厚层-块状砂砾岩、含砾粗砂岩和粗砂岩组成,砂岩的碎屑颗粒主要有石英、岩屑和长石。其中石英占碎屑总量的45%~50%,岩屑为25%~30%,长石为15%~20%。砂岩的分选、磨圆中等—较差,具颗粒支撑,常见大型板状交错层理和平行层理,底部具冲刷面构造。

片状牵引流主要由中—厚层状砂砾岩和细砾岩组成。岩层成层性好,发育大型板状交错层理,并与浅湖相碳质泥岩成互层。一般情况下,顶、底与泥岩为突变接触,顶界平坦,底部可见小的冲槽,但无明显的水道形态。

片状颗粒流由厚层状砾岩组成,剖面上呈透镜状,正粒序清楚,不具明显的底侵蚀现象,岩层上下与浅湖碳质泥岩呈突变接触。实际上,它是陆上推进到扇三角洲前缘的片状颗粒流沉积。

2.3.3 前扇三角洲

前扇三角洲主要由碳质泥岩组成,偶夹薄层细砂岩。

2.4 辫状河三角洲体系

2.4.1 辫状河三角洲平原

辫状河三角洲的水上部分,其结构特征和沉积构造表现为辫状河环境。

2.4.2 辫状河三角洲前缘

塔东南的水下分流河道在辫状河三角洲中所占的厚度是最大的。岩性一般较粗,以砂岩和含砾砂岩为主,并夹砾岩层。从剖面上看,水下分流河道大都从冲刷面开始,向上依次为具层理构造的砂砾岩、含砾砂岩和砂岩,顶部为薄层泥质粉砂岩。发育块状层理、板状交错层理、槽状交错层理、前积型交错层理及平行层理。河道砂频繁交互,形成多层楼式的正韵律砂砾岩组成的叠合砂岩(图5)。

水下河道间主要为灰、灰绿色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩夹粉细砂岩。小型交错层理和波状

2.3 扇三角洲体系

扇三角洲是指从高地推进到相邻蓄水盆地中的冲积扇^[4]。

本区的湖相扇三角洲主要发育在靠近昆仑山和阿尔金山湖盆的陡岸一侧。这里近物源,坡降大,注入河水流程短,推移质载荷含量高,河水流量变化大,辫状河道多,因此沉积物主要以粒度较粗的砂和砾石为特征。塔东南的扇三角洲具有明显的三角洲平原、三角洲前缘和前三角洲三层结构(图4)。

2.3.1 扇三角洲平原

系扇三角洲的水上部分,其岩石类型、结构和构造特征表现为冲积扇环境。

2.3.2 扇三角洲前缘

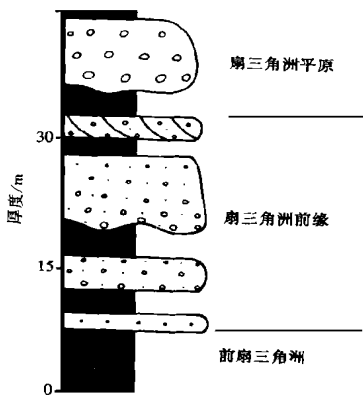


图4 布雅煤矿康苏组扇三角洲沉积序列

层理发育,可见生物扰动构造,与水下分流河道沉积呈突变接触。

席状砂主要为灰、灰绿色泥岩、粉砂质泥岩与分选相对较好的灰绿色细砂岩、粉砂岩互层。这种互层特点可能是陆上水系间隙性发生所造成的。

2.4.3 前辫状河三角洲

主要由灰、灰绿、深灰色泥岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩组成,剖面上为砂泥岩薄互层。

2.5 湖泊体系

湖泊沉积体系包括滨、浅湖和半深湖亚相。本区的滨、浅湖沉积十分发育,主要为粉砂质泥岩、泥质粉砂岩和细砂岩,常见水平层理、波纹层理等,层面可见水平虫迹和垂直虫孔^[6]。半深湖沉积分布局限,主要由暗色泥岩、页岩和劣质油页岩组成,水平层理发育,有叶肢介化石。

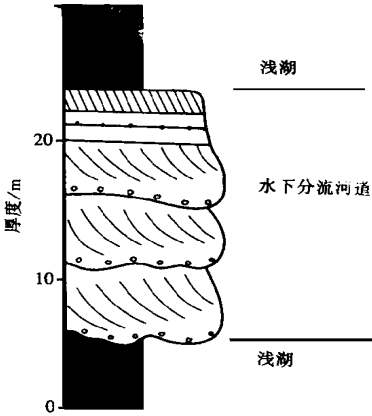


图5 齐克里克煤矿杨叶组水下分流河道序列

3 沉积格局与环境演化

3.1 沉积格局

早中侏罗世时,塔东南与中亚区一样,为亚热带半湿润型古气候。侏罗纪沉积盆地沿山前呈狭长带状展布,南受东昆仑、阿尔金山前断裂及北部塔东南高地控制,呈NEE向延伸,物源为正南及东南方向的元古界变质岩类。大致以且末为界,岩石粒度东粗西细,湖水东浅西深,地势东高西低^[5]。从厚度等值线图可以看出,等值线展布方向完全受山前断裂控制。总体看来,塔东南坳陷具有南断北超箕状断陷特征,沉积相展布南北不对称,南部以冲积扇→扇三角洲→滨浅湖→半深湖相组合为特征,直至中侏罗世后期才演化为辫状河→辫状河三角洲→滨浅湖→半深湖相组合,而北部则以辫状河→辫状河三角洲→滨浅湖→半深湖相组合为特征,后期主要为辫状河三角洲平原,沉积中心偏向坳陷南部(图6)。

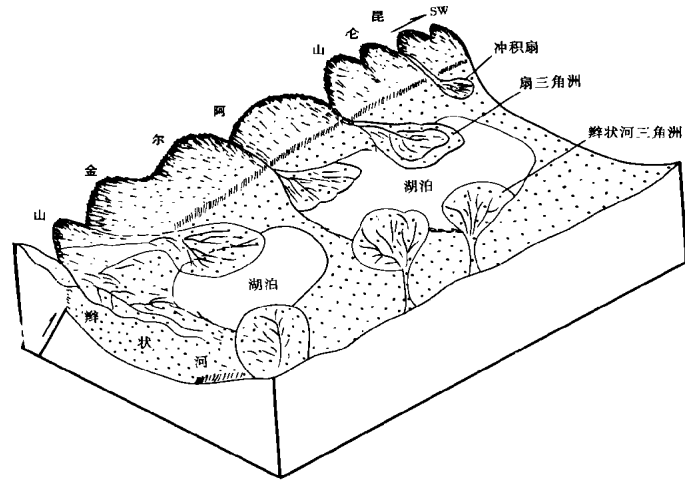


图6 塔东南断陷侏罗纪盆地沉积模式

南部(图6)。

3.2 环境演化

受海西晚期构造运动的影响,研究区在早中三叠世时期处于隆升阶段,未接受沉积。中三叠世末,由于南部羌塘地块与古柴达木地块发生碰撞拼合^[6],向北的挤压应力使阿尔金及东昆仑山前断裂继续活动,沿山前一带发生沉降,从而开始了盆地的沉积历史。上三叠统为一套

灰绿色—青灰色碎屑岩沉积,并夹煤线,其中发现了晚三叠世常见的植物化石副裂叶枝脉蕨^[7]。早侏罗世沙里塔什期,阿尔金造山带与断陷地势差距不断加大,形成近源快速堆积,以冲积扇广泛发育为特征,沉积灰绿色及灰褐色厚层块状砾岩、砂砾岩夹含砾粗砂岩。早中侏罗世康苏期,民丰、且末及若羌断陷形成,由于前期的填平补齐作用使得地势趋于平坦,沉积环境由冲积扇→扇三角洲发展为辫状河→辫状河三角洲。中侏罗世杨叶期,湖侵达到高潮,水域辽阔,形成欠补偿沉积,半深湖相暗色泥岩发育,是本区烃源岩的主要层位。盆地北缘具明显的超覆沉积,但盆地东部江格勒萨依一带仍发育冲积扇,表明东部地势较高。到了中侏罗世塔尔尕期,气候由潮湿向炎热干旱转变,沉积速度大于沉降速度,发育杂色砂泥岩和碳质泥岩,偶夹薄层石膏,植物化石缺乏。中侏罗世晚期,由于燕山运动使本区发生构造抬升,从而普遍缺失上侏罗统。到了早白垩世克孜勒苏期,盆地南北缘近源沉积致使湖泊消亡,坳陷内水系呈由东向西流的河流进入塔西南。直至克孜勒苏期末,本区才抬升为陆地,从而结束了中生代盆地的沉积演化历史。

4 油气意义

4.1 生油条件

根据沉积相、地震相和露头生油岩地化分析,且末凹陷和民丰凹陷侏罗系生油岩十分发育,两个生油凹陷的面积分别为 $1 \times 10^4 \text{ km}^2$ 和 $1.5 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。研究表明,侏罗系暗色泥、页岩为较好生油岩,特别是中侏罗统杨叶组上部广泛发育半深湖沉积,厚约 80 m 的黑色页岩具较好的生烃能力,有机质含量平均可达 3.5%,母质类型较好(ⅢⅡ型),演化阶段为低成熟阶段^[8]。此外,在塔东南的布雅、普鲁、且末煤矿、齐克里克和江格勒萨依等地表剖面中均发现不同程度含油显示。齐克里克剖面下侏罗统中发现了 10 层含油显示,其中荧光显示明显的有 5 层,累计厚 103 m。综合分析判定,侏罗系生油岩不是这些含油砂岩的源岩,从含油砂岩的原油母质类型、演化特征,以及与已知源岩的原油对比来看,均与塔东北来自奥陶系的原油有很好的 consistency。因而可以认为,塔东南侏罗系含油砂岩的主力油源是古生界奥陶系生油岩^[9]。

4.2 储集和封盖条件

辫状河河道砂坝、辫状河三角洲前缘水下分流河道和扇三角洲前缘水下分流河道是本区主要的储集体。上述储集层砂岩的碎屑颗粒中岩屑含量较高,以长石岩屑砂岩、石英岩屑砂岩和岩屑石英砂岩为主。分选磨圆中等—较差,不等粒结构常见,以次棱角状为主。反映了砂岩的矿物成熟度和结构成熟度均较差。分析表明,砂岩的原始粒间孔和粒间溶蚀孔是主要的孔隙类型,粒内溶孔和构造裂缝是次要的。其中且末煤矿、普鲁煤矿和布雅煤矿砂岩的平均孔隙度分别为 6.44%、7.73% 和 12.04%,平均渗透率分别为 $1.52 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 、 $2.05 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 和 $21.00 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,是较有利的储集岩。

研究区内有三套岩层可作为有效的盖层:中侏罗统上部厚度较大的泥岩及煤层,西部下第三系中的膏盐层及广泛分布的第三系泥岩、泥灰岩。特别是后二者岩相稳定,分布广泛,岩性致密,封盖性强,是良好的区域性盖层。

4.3 油气运移和聚集条件

研究区断裂构造发育,而且经历了多期构造活动,为油气运移提供了有利通道。特别是民丰凹陷和且末凹陷侏罗系保存较好,厚度较大,并向南北翘起,受不整合面和断层遮挡,因而是较为有利的油气聚集区。

参 考 文 献

1 田在艺, 柴桂林, 康玉柱. 塔里木盆地地质构造演化历史. 见: 朱夏, 徐旺, 编. 中国中、新生代沉积盆地. 北京: 石油工业出版社, 1990. 212~ 225

2 陈荣林, 胡民. 塔里木盆地东南断陷区侏罗系含油砂岩的发现及油源研究. 科学通报, 1996, 41(18): 1 685~ 1 688

3 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. 94~ 100

4 McPherson J G, Shanmugam G, Moiola R J. Fan-deltas and braid deltas: varieties of coarse grained deltas. Geol Soc Amer Bull, 1987, 99: 331~ 340

5 薛良清, 李文厚, 宋立珩. 西北侏罗纪沉积体系与沉积区划. 见: 徐怀大. 从地震地层学到层序地层学. 北京: 石油工业出版社, 1997. 161~ 168

6 张恺. 论塔里木盆地类型、演化特征及含油气远景评价. 石油与天然气地质, 1990, 11(1): 1~ 15

7 傅碧宏, 丑晓伟, 邓云山, 等. 塔里木盆地东南缘石油遥感地质的综合分析与评价. 新疆石油地质, 1997, 18(2): 108~ 113

8 蒲仁海, 车自成, 任战利. 塔里木盆地东南部构造特征与油气远景. 石油实验地质, 1995, 17(3): 249~ 258

9 徐翔, 胡民, 张渠. 塔里木盆地东南断陷区侏罗系含油砂岩的地球化学特征. 石油实验地质, 1994, 16(4): 345~ 353

JURASSIC SEDIMENTARY SYSTEM OF FAULT DEPRESSION IN SOUTHEAST TARIM AND ITS HYDROCARBON SIGNIFICANCE

Li Wenhou

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

Abstract

Fan, braided stream, fan delta and braided delta sysem constitute the primary Jurassic coarse clastic sedimentary system. The system is characterised mainly by short axial directional transportation-deposition in the fault depression of the Southeast Tarim Basin. The asymmetrical bilateral fractures within the graben resulted in the drift of subsidence center and depocenter towards the main fracture. Fan-fan delta system developed on the abrupt of the fault depression, and braided stream-braided delta sysem developed on the gentle slope. Dark mudstone of semi-deep lake facies is good hydrocarbon source rock. The major petroleum source in the Jurassic oil-bearing sandstone should be attributed to shallow marine source rocks derived from underlying Paleozoic. The stream channel bar, the underwater distributary channel of fan-delta front and braid delta front are major reservoir sandtone bodies.