第 21 卷第 2 期	地质与资源		Vol. 21 No. 2
2012年4月	GEOLOGY AND RESOURCES		Apr. 2012
文章编号:1671-1947(2012)02-0205-06	中图分类号 :P512.2	文献标识码 :A	

# 内蒙古乌里雅斯太凹陷南洼槽坡折带粗砾斜坡扇沉积特征

赵莹彬<sup>1</sup>,马立祥<sup>1</sup>,谢丛娇<sup>1</sup>,马奎祥<sup>2</sup>,郭发军<sup>3</sup>

(1. 中国地质大学 资源学院 湖北 武汉 430074 ;2. 中国石化河南油田分公司 石油勘探开发研究院 ,河南 南阳 473132 ;3. 中国石油股份有限公司 华北油田有限公司勘探开发研究院 ,河北 任丘 062550)

摘 要 斜坡扇沉积属重力流事件沉积,在我国陆相断陷湖盆中也有发育,是一种重要的相类型.针对乌里雅斯太凹陷南洼槽东 部坡折带发育一套厚度大、粒级粗和相变快的砾岩体,通过精细的岩心观察,结合测井、3D 地震,以及岩石分析资料等,认为该砾 岩体应属于低位体系域重力流成因机制的斜坡扇沉积,并论述了研究区内的斜坡扇相带的划分,分析了其平面的相分布特征,建 立了该研究区沉积相模式,为研究区岩性油气藏的进一步勘探开发提供了依据. 关键词:乌里雅斯太凹陷南洼槽,斜坡扇,沉积特征,沉积模式;内蒙古

## SEDIMENTARY CHARACTERISTICS OF THE SLOPE FAN IN THE SLOPE BREAK IN THE SOUTHERN SAG OF THE ULIASTAI DEPRESSION, INNER MONGOLIA

ZHAO Ying-bin<sup>1</sup>, MA Li-xiang<sup>1</sup>, XIE Cong-jiao<sup>1</sup>, MA Kui-xiang<sup>2</sup>, GUO Fa-jun<sup>3</sup>

(1. Faculty of Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China; 2. Henan Oilfield Co., Ltd., SINOPEC, Nanyang 473132, Henan Province, China; 3. North China Oilfield Co. Ltd., PetroChina, Renqiu 062550, Hebei Province, China)

**Abstract**: Slope fan sediment is of a kind of the gravity flows. It is also developed in continental fault basins. Some conglomerate bodies with heavy thickness, coarse grains and quickly changed facies occur in the slope break of the First Member of Tenger Formation in Uliastai Sag, Erlian Basin, Inner Mongolia. However, there is still much controversy about the exact origin of the conglomerate bodies and bewilderment about the size, spatial distribution, reservoir characteristics and formational model of oil pools. Based on the examination of cores, well logs, 3D seismic and petrographic data, it is concluded that the conglomerate bodies belong to slope fan formed by sediment gravity flow in the low–stand systems. With classification of the slope fan in the studied area, the planar distribution of the slope fan deposits is analyzed. A sedimentary facies model of the studied area is set up. This research will be helpful to further exploration in lithologic oil pools in the area.

Key words : southern sag of the Uliastai depression; slope fan; sedimentary characteristics; sedimentary facies model; Inner Mongolia

### 0 引言

对于乌里雅斯太南洼槽的油气勘探经历了漫长 的时期,早期以构造油藏勘探为主导,但是初步评价 成效不佳.勘探中后期转变思路,以层序地层学理论 为指导,以地震信息处理和地震剖面综合解释为主要 手段,结合储层沉积相研究,取得了较好的成果.但关 于南洼槽东部坡折带<sup>[1-3]</sup>木日格地区的该套砾岩体成 因一直存在着不同的看法,有人认为是辫状河三角洲 相<sup>[4-5]</sup>,也有人认为是湖底扇相<sup>[6-8]</sup>.上述两种观点的共 识是该套砾岩体均来源于斜坡带东南部的苏尼特隆起 区,水道化的砾岩体具有厚度大、粒级粗和相变快的特 征.为此,本文在仔细分析构造背景和沉积条件的基础

收稿日期 2011-03-28 修回日期 2011-05-23.编辑 张哲.

基金项目:中国石油股份有限公司华北油田分公司"乌利亚斯太开发可行性论证及方案编制"项目资助.

作者简介 赵莹彬(1986—) ,男 ,硕士研究生 ,沉积学与储层地质学专业 E-mail//znsym@163.com

上,根据岩心资料、测井分析和地震资料进行分析研 究,认为该砾岩体应属于低位体系域重力流<sup>[9-10]</sup>成因 机制的斜坡扇沉积.

### 1 区域地质概况

乌里雅斯太凹陷位于内蒙古二连盆地马尼特拗陷 东北部,夹持于巴音宝力格隆起和苏尼特隆起之间,为 一个在海西期褶皱基底上发育起来的中新生代西断东 超的箕状断陷<sup>[1]</sup>(图1).基岩最大埋深为4.5 km,凹陷 长约220 km,宽为16~20 km,面积约3000 km<sup>2</sup>,分为 南、中、北3个次级洼槽,目前油气勘探主要集中在南 洼槽.早白垩世是盆地的主要发育期,从老到新依次沉 积了阿尔善组、腾格尔组和赛汗塔拉组.研究区的目的 层位是阿尔善组四段和腾格尔组一段.乌里雅斯太凹 陷南洼槽在平面上可以划分为西部陡坡带和东部缓坡 带.西部陡坡带受控盆边界大断裂—太11 井西断裂控 制,东部缓坡带受三级阶状坡折控制.

### 2 斜坡扇沉积在层序及地震的响应

斜坡扇<sup>[11-12]</sup>位于湖盆"陆架坡折"的斜坡边缘,是 堆积于沉积滨线坡折附近的沉积物因滑塌,在重力作 用下沿斜坡下滑,整体向下搬运到与盆底扇更近源的 沉积位置上而形成;或是洪水搬运的沉积物直接入湖 而形成的扇形堆积体.

对于研究区的认识首先结合地震资料,乌里雅斯 太凹陷南洼槽中生界下白垩统腾一段和阿尔善组沉积 时经历了两次区域性的湖泛期的沉积(图 2),即阿尔 善组顶部发育的湖泛体系域和腾格尔组一段顶部发育 的湖泛体系域沉积,在地震剖面上为一套弱反射振幅 连续相.腾一段和阿尔善组分属两个三级层序 阿尔善 组由低位体系域和湖泛体系域构成,缺少高位体系域. 地震剖面显示层序底部为上超接触,顶部为削截和顶 超接触,说明该时期曾发生过凹陷的抬升运动,随之再 次沉降接受腾一段早期沉积时的低位体系域沉积.腾 一段晚期,凹陷再次发生湖泛形成腾一段的湖泛体系 域沉积,腾二段沉积时湖平面相对缓慢下降形成高位 体系域沉积.

在研究区中,斜坡扇主要发育在乌里雅斯太南洼 槽东部中坡折带及外坡折带,在扇体延伸方向的纵向 剖面上,一端下超于盆底扇<sup>[13]</sup>或深水泥岩之上,另一 端上超于层序边界,常呈变振幅较连续至断续S复合 型前积反射结构(图3).

### 3 相带划分及其展布特征

依据岩心观察、单井相和地震相分析,研究区斜坡 扇主要发育在盆地东部缓坡断裂--坡折控制形成的三 级阶状构造的中坡折带及外坡折带,如东南部的T35、 T15、T63 井区,东北部的T27、T43 井区和T53 井区(图 4). 斜坡扇在平面上呈厚的沉积裙,其内部可进一步划 分出扇根、扇中和扇端亚相<sup>[14]</sup>.研究区以扇中和扇根 亚相最为发育.

- 3.1 相带划分
- 3.1.1 扇根亚相

扇根属于主水道大量粗碎屑沉积的地区,岩性为



图 1 乌里雅斯太凹陷南洼槽构造位置示意图

Fig. 1 Tectonic setting of the southern sag of the Uliastai depression

1-边界断层(boundary fault);2-次级断层(secondary fault);3-超剥线(overlap-denudation line)



图 2 乌里雅斯太凹陷南洼槽 3Dxiline450 线层序地层学解释剖面

Fig. 2 The interpretation of sequence stratigraphic profile along 3Dxi line 450 in the southern sag of the Uliastai depression



图 3 乌里雅斯太凹陷南洼槽地震 Inline525 主测线剖面 Fig. 3 Seismic profile along 525 traverse in the southern sag of the Uliastai depression

混杂无组构的砂砾岩、块状砂岩和细粒正递变沉积 岩 性横向变化大.沉积序列以向上变细的层序为主,一般 下部为基质支撑或颗粒支撑的砂砾岩,上部为具递变 层理的中细砂岩,底部与下伏岩层呈侵蚀冲刷接触.

(1)扇根水下主水道微相

扇根是峡谷水道和缓坡辫状水道的粗碎屑沉积部 位,其岩性以砂砾岩、含砾砂岩或中粗砂岩为主,沉积 构造以块状无层理的为主.测井曲线呈齿化的相形和 钟形组合. 选取太 43 井 1860~1880 m 井段为典型井段进行 沉积微相分析 (图 5). 此井段主要发育扇根水下主水 道微相和扇根水下主水道间微相. 扇根水下主水道微 相取芯段主要发育灰色含粗砾中砾岩, 砾岩为砂砾质 基质支撑,呈块状构造,垂向上呈正韵律,GR 测井曲 线为齿化的钟形,在顶部的一水下主水道微相 GR 测 井曲线为齿化的箱状.

(2)扇根水下主水道间微相 扇根水下主水道间位于水下分流河道间相对凹陷



图 4 乌里雅斯太凹陷南洼槽下白垩统沉积相图







Fig. 5 The sedimentation microfacies analysis of Tai-43 well in the depth of 1860-1880 m

的地区,与湖水相通.它是洪水期水道漫溢或决口时形成的沉积,岩性以泥岩和含砾泥岩为主,偶夹粉砂、细砂岩及薄层砾岩.GR测井曲线为高幅值的齿状. 3.1.2 扇中亚相 扇中主要由主水道的分流水道形成的扇朵叶体叠 置在一起,以向上变细的序列为主,底部通常为突变接 触面.底部发育基质支撑砾岩,向上则逐步过渡为粉砂 岩或砂质泥岩、泥岩.由于水体的变深岩石的颜色比较

2012年

深,一般呈灰黑色和黑色.GR 测井曲线表现为齿化的 钟形或相形组合.扇中亚相又分为水下分流水道及水 下分流水道间微相.

扇中水下分流水道,以向上变细的序列为主,底部 通常为突变接触面,底部发育基质支撑砾岩,向上则逐 步过渡为粉砂岩或砂质泥岩、泥岩.由于水体的变深岩 石的颜色比较深,一般呈灰黑色和黑色,砾岩多为泥质 支撑砾岩.以重力流沉积为主,多粒序递变构造和块状 构造,牵引流形成的沉积构造不发育.

扇中水下分流水道间位于水下分流河道间相对凹陷的地区,由于水体较深,岩性以泥岩和含砾泥岩为主,偶夹泥质粉砂、细砂岩及薄层泥质砾岩.GR测井曲线为高幅值的齿状.

以太 43 井 1822.33~1827.92 m 井段作为典型井段 进行沉积微相分析 (图 6). 此段主要发育斜坡扇扇中 亚相,其中扇中水下分流水道微相主要发育灰黑色的 泥质支撑粗砾岩段,为块状构造,牵引流作用不强,局 部见砾石的定向排列.整体岩石的颜色较深,反映较深 的沉积水体环境.向上变细为灰黑色含薄层砾岩的大 段泥岩层,发育水下分流水道间微相.整体垂向为向上 变细的正韵律.GR 测井曲线扇中水下分流水道微相 为齿化的钟形,扇中分流水道间则为高幅值的齿状.

3.1.3 扇端亚相

扇端位于湖盆的深水区,由于水道向深湖方向不 断分叉,规模变小,能量减弱,水流所携带的粗碎屑大 量卸载,线状水道消失,形成围绕扇中缘呈环状或朵状 分布的朵叶体,前积于盆地扇之上.测井曲线为低幅之 上的中幅齿形或指形组合,当齿形叠置时可表现为漏 斗形组合形态.

#### 3.2 展布特征

沉积相的展布受沉积时古地貌(地形)的控制.阿尔善组沉积时处于早白垩纪凹陷发展的早期阶段,在 拉张构造运动的背景下形成了南东超和北西断的凹陷 沉积几何形态,充填地层序列为一楔状体,这种非对称 的一头沉凹陷控制了沉积环境的分布.由于总体气候 构造、物源物质背景相似,因此,环境、岩相类型和沉积 相的分布受古地貌的控制明显,特别是凹陷边界和内 部微地形的起伏对沉积相的影响最为重要.地震和钻 井资料解释,阿尔善组和腾一段沉积厚度的变化总趋 势是由斜坡带相向凹槽带增厚,自南向北逐渐减薄再 增厚,斜坡扇沉积相带在洼槽的东部坡折带由南向北 依次展开(图 4).

#### 4 沉积模式

乌里雅斯太凹陷是发育在海西期褶皱带内部的一 个典型的山间凹陷. 地震剖面揭示, 中生代沉积时期, 凹陷是在北西-南东向的张应力作用下形成的呈北 东-南西向狭长状展布的、具有西北部断南东部超的 沉积凹陷. 东南斜坡在同沉积断裂作用下 具有断-坡 折的古地貌沉积特征,并控制和影响沉积环境的类型 和相带的展布. 下白垩统沉积时期 从阿尔善到腾格尔 盆地湖水的面积逐渐增大. 在该沉积时期 西部的巴音 宝力格隆起和东部的苏尼特隆起为湖盆的沉积提供了 丰富的物源,沿盆地长轴方向有来自南部凸起的物源. 湖盆西岸陡岸带发育了大量的扇三角洲沉积,呈裙带 状分布.此外,南岸和北缘也有扇三角洲发育.湖盆的 东部缓坡 由于受次级断裂和坡折的控制 在所形成的 三级阶状构造的不同位置,分别沉积了斜坡扇和湖底 扇,其中斜坡扇多发育在第一阶和第二阶的斜坡低部 位,湖底扇多发于第三阶的深湖和半深湖地区.于是, 便构成了乌里雅斯太南洼槽西部、南部和北缘的扇三 角洲沉积体系以及东部的斜坡扇-湖底扇沉积体系 (图7).

丰富的物源和盆地边缘坡度陡的构造决定了 3 种 沉积扇体都为重力流主控的沉积相类型,是近物源和 快速搬运的产物.沉积具有岩性粗、砂砾岩厚度大、结 构成熟度和成分成熟度较差的特点,导致物性较差.

5 结论

乌里雅斯太凹陷南洼槽在早白垩世为单断式箕状



图 6 太 43 井 1822.33~1827.92 m 井段沉积微相分析

Fig. 6 The sedimentation microfacies analysis of Tai-43 well in the depth of 1822.33-1827.92 m



图 7 乌里雅斯太凹陷南洼槽沉积相模式 Fig. 7 Sedimentary facies model of the southern sag of the Uliastai depression

### 参考文献:

- [1]邓毅林,曹正林,裴明利,等. 箕状断陷盆地坡折带与隐蔽油气藏勘 探——以二连盆地乌里雅斯太断陷南洼为例 [J]. 断块油气田, 2006,13(2):1—3.
- [2]王有智 涨卫海. 二连盆地乌里雅斯太凹陷南洼断裂调节构造--坡折带特征及其对储集层分布的控制 [J]. 古地理学报 ,2009 ,11(5): 573—580.
- [3]冯有良. 断陷盆地沟谷及构造坡折对砂体的控制作用[J]. 石油学报, 2006,27(1):13—16.
- [4]任建业,林畅松,李思田,等.二连盆地乌里雅斯太断陷层序地层格

架及其幕式充填演化[J]. 沉积学报,1999,17(4):553-559.

- [5]祝玉衡 涨文朝. 二连盆地下白垩统沉积相及含油性[M]. 北京 科学 出版社 2000: 220—232.
- [6]杜金虎 易士威,张以明,等.二连盆地隐蔽油藏勘探[M].北京:石油 工业出版社,2003:101—112.
- [7]杜金虎 易士威 汪权. 华北油田隐蔽油藏勘探实践与认识[J]. 中国 石油勘探 2003 8(1): 1-10.
- [8]Lin C S, Eriksson K, Li S T, et al. Sequence architecture, depositional systems, and controls on development of lacustrine basin fills inpart of the Erlian basin, northeast China[J]. AAPG Bulletin, 2001, 85(1): 2017— 2043.
- [9]方爱民 李继亮 侯泉林. 浊流及相关重力流沉积研究综述[J]. 地质 评论 ,1998 ,44(3): 270-277.
- [10]冯兴雷,马立祥,谢丛娇,等.乌里雅斯太凹陷南洼槽下白垩统重力 流沉积相模式[J].沉积与特提斯地质 2008 28(4):28—35.
- [11]杜振川,孙玉壮. 低水位斜坡扇的特征及在油气勘探中的意义[J]. 河北建筑科技学院 学报 2001,18(3):59—62.
- [12]王华,陆永潮,任建业,等. 层序地层学基本原理、方法及应用[M]. 武汉:中国地质大学出版社 2008:13—17.
- [13] 蔺连第 朗艳 念蕙 等. 二连盆地乌里雅斯太凹陷早白垩世湖底扇[J]. 石油勘探与开发 2005 32(3):27—32.
- [14]李淳. 单家寺油田湖相斜坡扇沉积特征[J]. 石油大学学报:自然科学版,1999,23(2):11—13.