

# 泌阳凹陷安棚油田深层系沉积相 及对油气分布的控制作用

明海会<sup>1</sup>, 金振奎<sup>1</sup>, 李清作<sup>2</sup>, 曲延明<sup>2</sup>, 陈祥<sup>3</sup>

(1. 石油大学 资源与信息学院盆地研究中心, 北京 102249; 2. 中国石油 大庆油田公司, 黑龙江 大庆 163000; 3. 中国石化 河南油田分公司, 河南 南阳 473132)

[摘要] 以安棚油田深层系岩心分析资料及大量测井、录井、生产动态资料为基础, 通过各类沉积相标志分析, 研究了安棚油田深层系储集层的沉积相类型及沉积相特征, 认为该区深层系为近源扇三角洲沉积, 并将其划分为上扇、中扇、下扇、扇缘, 扇外为半深湖-深湖, 并建立了深层系扇三角洲沉积模式。在此基础上, 对沉积相与油气分布关系进行分析, 结果表明, 不同沉积相带物性及含油气性差异明显, 中扇物性好, 是油气聚集的有利相带; 下扇、扇缘等微相相对较差。

[关键词] 泌阳凹陷; 安棚油田; 沉积特征; 沉积相; 油气聚集; 河南

[中图分类号] P618.130 [文献标识码] A [文章编号] 1672-6561(2005)02-0048-04

[作者简介] 明海会(1975-), 男, 辽宁阜新, 博士研究生, 从事石油地质与沉积储层研究。

安棚油田地处河南省桐柏县境内, 区域构造位于泌阳凹陷东南部, 油田南部紧邻北西西向的唐河-栗园边界大断裂, 东部紧邻深凹区, 为一北西向东南倾伏的鼻状构造(图1)。安棚油田所钻遇的地层自上而下为: 第四系平原组、上第三系上寺组、下第三系核桃园组和玉皇顶组。深层系是指埋深在2 800 m以下地层, 这是由于泌阳凹陷有其独特的盆地发育史, 当埋深超过2 800 m以后, 储层的孔隙度大都 $<10\%$ , 物性明显变差, 因此, 将这一埋深作为泌阳凹陷深层系的上限, 深层系在层位上是指下第三系核桃园组三段下亚段<sup>[1~9]</sup>。

安棚油田深层系勘探1990~1995年间, 共钻了泌185、泌212、泌213等6口探井, 其中泌185井获得工业油流。1995年上报国家储委含油面积3.8 km<sup>2</sup>, 地质储量 $198 \times 10^4$  t。自1999年以来相继部署并钻泌252、泌253等一批探井, 目前对泌252井第2试油层(井段3 327.19~3 245.5 m, 厚度12.1 m/3层)经压裂改造获日产油99.4 m<sup>3</sup>, 天然气 $1.57 \times 10^4$  m<sup>3</sup>的高产工业油气流, 从而使河南

油田在安棚地区深层系的勘探取得了突破, 展示了良好的勘探前景。安棚深层系目前是河南石油勘探局重点勘探层位。

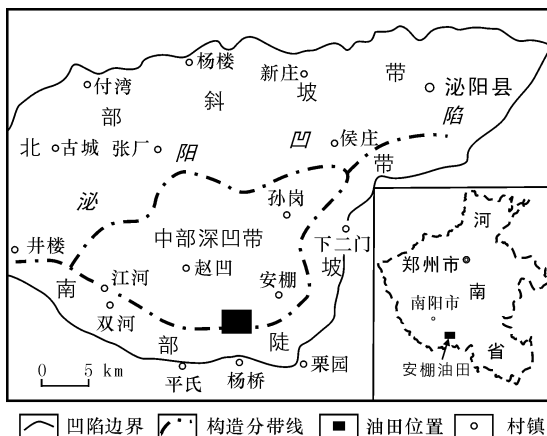


图1 安棚油田在泌阳凹陷中的位置

Fig. 1 Location of Anpeng Oilfield in Biyang sag

## 1 沉积相类型及特征

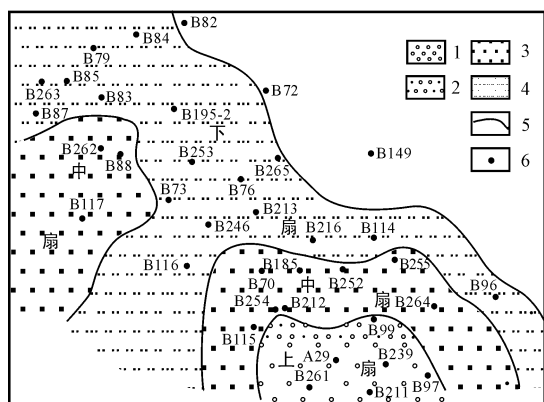
据冯增昭等<sup>[6]</sup>建立的各沉积相识别特征和尹寿鹏、王贵文<sup>[7]</sup>提出的测井沉积学研究新方法并结合安棚油田深层系测井及录井资料, 对其沉积相进行了分析<sup>[2~8]</sup>, 认为安棚油田深层系为扇三角洲沉

[收稿日期] 2004 04 20

[基金项目] 中国石油化工集团公司重点科技攻关项目  
(P00016)

积。考虑 Holmes, Nemec W 等人对扇三角洲的定义<sup>[9, 10]</sup>, 以邻近高地推进到稳定水体(海或湖)中冲积扇或是由冲积扇提供物质并沉积在活动扇与静止水体分界处的全部或大部分处于水下沉积体。冲积扇与扇三角洲之间是存在必要联系的, 扇三角洲重要特征是紧邻高地(通常是以断层为边界)且占据着高地稳定水体之间相对狭窄的地带<sup>[11, 12]</sup>。扇三角洲应该包含冲积扇和三角洲直接要素的结合, 而安棚地区处于盆地南缘陡坡, 紧邻边界断裂, 由于断裂活动强烈, 物源供给充足, 发育沉积厚度大、相带窄、相变快、岩性粗杂的扇三角洲沉积。位于本区的扇三角洲均处于水下, 发育不完全, 缺少扇三角洲平原, 前缘相带宽, 这是由于地质构造背景、地形等条件引起的沉积环境差异。按照三角洲亚相的划分原则, 应全部属于三角洲前缘。为了体现沉积特征的差异性, 这里采用冲积扇亚相划分的术语, 将本区深层系的沉积相划分为上扇、中扇、下扇、扇缘, 扇外为半深湖-深湖(图 2)。

本次将砾岩+砂砾岩>50%、粗碎屑岩>60%、厚层砂体发育的地区定为上扇; 将砾岩+砂砾岩为0%~50%、粗碎屑岩>50%、厚层砂体发育的地区定为中扇; 将没有砾岩+砂砾岩沉积、粗碎屑岩>30%、薄层砂体发育的地区定为下扇。



1 - 砾岩; 2 - 砂砾岩; 3 - 砂岩; 4 - 粉砂岩; 5 - 微相界线; 6 - 井位  
图 2 安棚油田深层系 VI 油组 3<sup>2</sup> 小层沉积微相图

Fig. 2 Sedimentary microfacies of Anpeng Oilfield (VI sand member 3<sup>2</sup> strata)

上扇主要发育于泌 212 井~泌 261 井一带, 以厚层、块状中砾岩、砂砾岩为主。砾岩主要分布于本区南部, 即泌 246 井~泌 253 井一线以南。自南而北, 砾岩呈现由多变少的趋势。砾岩呈灰色, 砾石大小不等, 含量 50%~75%, 分选差, 磨圆差, 为

次棱角状到次圆状, 多平行层面排列, 有时呈叠瓦状排列。砾石成分主要为板岩、片岩、大理岩等。砾岩和砂砾岩单层厚度大, 多在 10 m 以上。测井曲线多为箱状, 平面上呈席状(图 3)。此外, 还夹少量砂岩、粉砂岩和泥岩。砾石主要是发洪期由洪水搬运到湖中的, 一旦沉积下来后, 很难再由湖水搬运、簸洗了, 因此砾石不仅分选差、磨圆差, 而且砾石之间充填了泥质, 从而导致砾岩的储集物性变差。

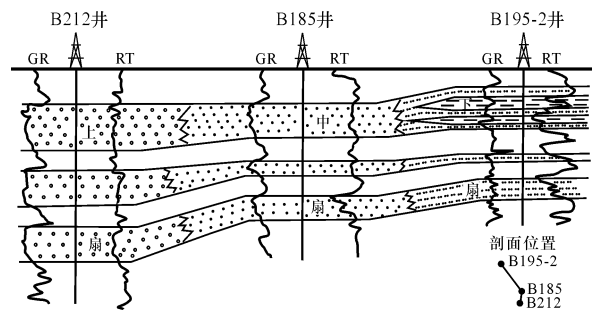


图 3 安棚油田深层系扇三角洲剖面( VII 油组下部)  
Fig. 3 Sedimentary section of fan delta in Anpeng Oilfield (lower part of VII sand member)

中扇主要发育于泌 246~泌 185~泌 252 井一带, 以厚层块状砂岩发育为特征, 夹细砾岩和砂砾岩, 单层厚度大, 自然伽玛曲线多呈漏斗状(图 3)。砂岩呈灰色、灰白-灰绿色, 碎屑成分主要是石英、长石和岩屑, 岩石的结构成熟度和矿物的成分成熟度均较低; 粉砂岩多呈灰色、灰白色, 薄层状, 粉砂主要为石英、长石以及少量云母, 分选好但磨圆差。砂岩粒度概率曲线呈明显的两段式, 主要由跳跃或滚动搬运总体组成, 分选中等。砂岩中常见的构造有平行层理、板状交错层理、槽状交错层理、波纹状交错层理等, 见砾石定向排列。此外, 砂岩中还有不对称单向水流波痕、对称浪成波痕等。砂岩中可见含丰富炭化植物碎屑、树干, 偶见鱼类等化石<sup>[3, 4]</sup>。中扇辫状水道发育, 水道宽而浅, 以细砾岩、砂砾岩、粗砂岩沉积为主, 砂体底面为冲刷面, 常因水流逐渐减弱而形成小型向上变细的沉积序列, 这种沉积序列厚一般为十几厘米到几十厘米。水道间是溢出水道的洪水沉积, 其岩性仍较粗, 主要为砂岩。因此, 水道砂体与水道间砂体是连为一体的, 砂体呈席状。由于在浪基面之上, 属于持续高能环境, 辫状水道和水道间的沉积在洪水间歇期受到湖浪和沿岸湖流的改造。因此, 中扇的砂岩分选中等, 比上扇的好, 磨圆中到差, 粒间孔隙较发

育, 储集物性较好, 因此, 该带是高产井分布带(如泌 185、泌 252 等井)。

下扇主要发育于泌 246~泌 185~泌 252 井一线以北、泌 195-2 和泌 253 井及其以南地区, 以中薄层细砂岩、泥质粉砂岩发育为特征, 砾岩和砂砾岩不发育, 单层厚度小, 自然伽玛曲线多呈锯齿状(见图 3)。该相带处于正常浪基面之下、风暴浪基面之上。平时是安静低能的, 只有在发洪期或风暴天气, 水流或湖浪才影响到湖底, 因此, 属于间歇高能环境。这种低能环境沉积的砂岩和粉砂岩中泥质填隙物发育, 而且由于颗粒细, 粒间孔也小, 极易被后期的胶结物充填满。此外, 砂岩内泥质纹层发育。由于层薄、泥质含量较高, 泥质纹层又发育, 因此, 该相带砂体的储集物性普遍较差, 很难找到高产井。

扇缘位于泌 72~泌 255 井以东, 处于扇三角洲与半深湖-深湖区过渡部位, 以粉砂岩、泥质粉砂岩与粉砂质泥(页)岩薄互层为特征。粉砂岩中常见的沉积构造主要是波状纹交错层理, 该相带处于风暴浪基面附近, 水体较深, 只有在发洪期或风暴天气, 才有微弱的水流或湖浪影响到湖底, 因此属于低能环境。由于层很薄、粒度很细、泥质含量高, 该相带难以形成储层。

半深湖-深湖水深在风暴浪基面之下或最大洪水能影响的深度之下, 以沉积暗色泥(页)岩为主, 环境安静低能, 常含黄铁矿。泥岩中可见丰富的炭化植物碎屑, 泥岩中水平纹理发育。

总体上, 本区在平面上自南而北, 由上扇依次变为中扇、下扇、扇缘、半深湖-深湖, 沉积物粒度由粗变细。扇体沿安棚鼻状继承性隆起向北西方向推进延伸。纵向上, 安棚深层系自下而上粒度总体上变细, 是一个水进沉积序列, 据此建立了安棚深层系扇三角洲沉积模式(图 4)。

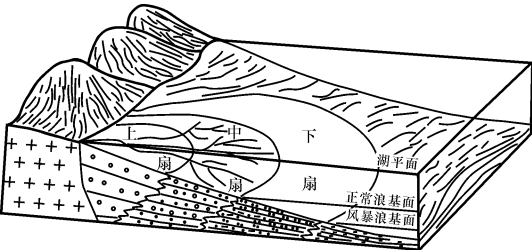
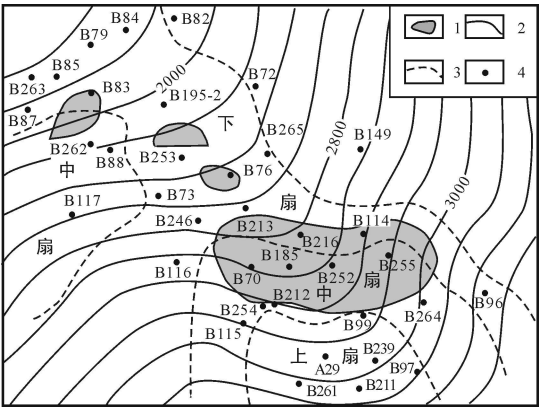


图 4 安棚深层系扇三角洲沉积模式  
Fig.4 Sedimentary model for the fan deltas in the Anpeng Oilfield

2 沉积相与油气关系

安棚地区处于泌阳凹陷深凹区和陡岸毗邻的地区, 古地形坡度大, 扇体顺坡而下, 直伸深湖中心, 所携带的沉积物由于受安棚水下古鼻状隆起的阻挡而大量急剧卸载, 形成了突变的水下河道“舌”状体, 致使远离河道方向沉积了较细部分, 总体上自南而北向上倾方向砂体变细、变薄、甚至尖灭。这就导致了储层物性在平面上的变化明显受沉积相带的控制。岩心实测资料表明, 中扇储集性能最好, 平均孔隙度为 4.4%(泌 185 井和泌 252 井); 下扇和上扇则储集性能较差, 平均孔隙度分别为 1.8%(泌 195-2 井和泌 213 井)和 2.9%(泌 212 井)。

据测试资料作出了本区沉积相与油气分布关系图(图 5), 从图 5 可以看出, 油层平面分布受沉积相制约明显。油气主要在中扇部位富集, 即泌 185~泌 252 一带。这是由于不同沉积相带导致物性差异。因为, 中扇以厚层块状砂岩为主, 水深在正常浪基面之上, 分选较好, 既是原生粒间孔也是次生溶蚀孔发育的相带。下扇由于水体较深、能量低, 以中薄层细砂岩、泥质粉砂岩发育为特征, 砾岩和砂砾岩不发育。该相带处于正常浪基面之下, 岩性细且泥质含量高, 后期胶结, 储集性能差。上扇则由于岩性太粗(以砾岩为主), 湖水不能对其淘洗, 因而分选差、泥质含量高, 再加上后期胶结, 物性差



1- 含油范围; 2- 构造等高线; 3- 微相界线; 4- 井位

图 5 安棚地区深层系 VI 油组 3<sup>2</sup> 小层沉积微相与油气分布关系

Fig.5 Relation diagram of the sedimentary microfacies and the hydrocarbon accumulation in Anpeng Oilfield (VI sand member 3<sup>2</sup> strata)

成为干层。只有中扇, 砂体泥质含量低, 分选又较好, 孔隙较大且多, 虽遭受后期胶结, 但不足以将粒间孔全部堵死, 故其储集性能较好, 有利于油气聚集。

3 结论

(1) 安棚油田深层系沉积相类型为冲积扇入湖形成的扇三角洲沉积, 按冲积扇亚相划分术语, 将深层系沉积相划分为上扇、中扇、下扇、扇缘, 扇外为半深湖-深湖, 并建立了安棚深层系扇三角洲沉积模式。

(2) 安棚油田深层系油气分布受沉积相控制明显, 不同的沉积相储集层物性差异明显。中扇部位储集物性较好, 为油气聚集有利相带, 高产井也分布于此相带。上扇、下扇、扇缘则因储集物性较差, 含油性较差。

[ 参 考 文 献 ]

[ 1 ] 河南石油地质志编写组. 中国石油地质志(第 7 卷)[ M ]. 北京: 石油工业出版社, 1987.

[ 2 ] 冯增昭. 沉积岩石学[ M ]. 北京: 石油工业出版社, 1994.

[ 3 ] 王寿庆. 扇三角洲模式[ M ]. 北京: 石油工业出版社, 1993.

[ 4 ] 侯国伟, 尹太举, 樊中海, 等. 赵凹安棚地区核三下沉积模式[ J ]. 沉积与特提斯地质, 2001, 21( 4 ): 49 ~ 53.

[ 5 ] 李联五, 许学康, 敬国超, 等. 双河砂砾岩油藏[ M ]. 北京: 石油工业出版社, 1997.

[ 6 ] 王平, 周义, 季海锟. 靖安油田北东区局部构造与石油富集关系研究[ J ]. 长安大学学报( 地球科学版 ), 2003, 25( 4 ): 9 ~ 12.

[ 7 ] 冯增昭, 王英华, 刘焕杰, 等. 中国沉积学[ M ]. 北京: 石油工业出版社, 1994.

[ 8 ] 尹寿鹏, 王贵文. 测井沉积学研究综述[ J ]. 地球科学进展, 1999, 14( 5 ): 440 ~ 445.

[ 9 ] Holms A. Principle of physical Geology[ M ]. New York: The Roland Press Co, 1965.

[ 10 ] Nemec W, Steel R J. What is a fan delta and how do we recognize[ A ]. In: Nemec W, Steel R J. Fan deltas Sedimentology and Tectonic Settings[ C ]. Blackie and Son Glasgow and London, 1988. 3 ~ 13.

[ 11 ] 王璞珺, 刘万洙. 事件沉积: 导论 · 实例 · 应用[ M ]. 长春: 吉林科学技术出版社, 2001.

[ 12 ] 张希明. 扇三角洲的概念及其发展[ J ]. 石油勘探与开发, 1997, 24( 5 ): 71.

Sedimentary facies of deep sequences of Anpeng Oilfield in Biyang Depression and its control over oil gas distribution

MING Hai hui<sup>1</sup>, JIN Zhen kui<sup>1</sup>, LI Qing zuo<sup>2</sup>, QU Yan ming<sup>2</sup>, CHEN Xiang<sup>3</sup>

( 1. School of Resources and Information, University of Petroleum, Beijing 102249, China; 2. Daqing Oilfield Company, PetroChina, Daqing Heilongjiang 163000, China; 3. Henan Oilfield Company, SINOPEC, Nanyang Henan 473132, China )

**Abstract:** This paper discussed the sedimentary facies type and the characteristics of deep sequences of the Anpeng oilfield on the basis of drilling core studies and analyses of logging, recording and production dynamic data. Analytical results show that Anpeng deep sequences belong to near source fan deltaic deposits. Certain microfacies can be further determined and they include upper, middle, lower and marginal fans, suggesting a sedimentary model in relation to the fan delta environment of deep sequences. In addition, the correlation between sedimentary facies and oil gas distribution was recognized to have been related to the physical property of reservoirs. Specifically, the middle fan with a good physical property tends to be a favorable site for oil gas accumulation, whereas in respect of lower and marginal fans this capability is relatively limited.

**Key words:** Biyang depression; Anpeng Oilfield; depositional feature; sedimentary facies; oil gas accumulation; Henan Province

[ 英文审定: 周军 ]