

文章编号: 1000-0550(2002)04-0614-07

# 泌阳凹陷安棚油田深层系成岩作用研究 及其在成岩圈闭预测中的应用

金振奎<sup>1</sup> 陈祥<sup>2</sup> 明海慧<sup>1</sup> 周新科<sup>1</sup> 邹元荣<sup>1</sup> 张响响<sup>1</sup>

1(石油大学(北京)地球科学系 北京昌平 102249)

2(河南油田勘探处 河南南阳 473132)

**摘要** 深层系一般指沉积盆地中埋藏深度在2 500~2 700 m 以下的地层,其储集物性普遍很差,但在一定条件下,深部溶蚀作用可产生优质储层,形成成岩圈闭。然而这种成岩圈闭的预测一直是一个难题。安棚油田位于河南泌阳凹陷东南部,勘探成果表明,在该油田深层系下第三系核桃园组核三段下部(简称(核三下)席状的扇三角洲砂体中存在成岩圈闭。本次通过定量的成岩作用研究和成岩阶段划分,对成岩圈闭的形成机理和分布进行了探讨。研究表明,该区核三下的砂体经历了压实、胶结、溶蚀等多种成岩作用,不同的成岩作用发生于不同的埋藏深度。2 700~3 100 m 之间以胶结强烈为特征,属于胶结带。3 100~3 900 m 之间以次生溶蚀孔隙发育为特征,尤其是3 200~3 600 m 之间,属于深部溶蚀带。本区核三下砂体自南而北埋藏深度逐渐变浅,其上倾方向处于胶结带的部分由于强烈胶结而变成致密层,可封堵油气,而下倾方向处于溶蚀带的部分由于次生溶蚀孔隙发育而成为良好储层,从而形成成岩圈闭。根据不同埋藏深度、不同成岩阶段孔隙发育和保存的特征,可预测成岩圈闭分布。

**关键词** 泌阳凹陷 安棚油田 成岩作用 成岩阶段 成岩圈闭预测

**第一作者简介** 金振奎 男 1963 年出生 教授 沉积储层

**中图分类号** P618.130.2<sup>+</sup>1 **文献标识码** A

## 1 引言

目前,随着勘探程度的不断提高,油气勘探难度也越来越大。经过多年的勘探,陆上沉积盆地中浅层的油气大都已经找到了,为了发现新的储量,油气勘探已经转向深层系。深层系一般指沉积盆地中埋藏深度在2 500~2 700 m 以下的地层,其重要特征是储层低孔低渗。因此2 500~2 700 m 通常称“孔隙死亡线”。但在此“孔隙死亡线”之下,并非就没有有利的储层了,实际上由于溶蚀等成岩作用,在一定条件下仍能形成良好的次生储层,从而形成油气藏。然而,这种“次生储层”的预测却是十分困难的<sup>[1~5]</sup>。由于埋藏深度大、压实强烈,无论测井方法还是地震方法在识别储层方面都遇到了很大困难。这种情况严重制约了深层系中的油气勘探。关于深层系中的储层预测,国内外不少地质学者进行了深入研究,也取得了不少研究成果<sup>[1~14]</sup>,但深层系“次生储层”的预测,或者说成岩圈闭的预测这一重要问题尚未很好地解决。河南泌阳凹陷安棚油田深层系的勘探成果表明,在该地区存在成岩圈闭。本文通过成岩作用研究,对该区深层系成岩圈闭的形成机理进行了探讨,并根据成岩阶段,对成岩圈闭的分布进行了预测。

## 2 地质概况

安棚油田位于河南泌阳凹陷东南部安棚一带(图1),面积约16 km<sup>2</sup>。该油田是一个北西—南东向的鼻状构造,向南东方向倾没,其西南翼较陡,东北翼较缓,断层不发育,构造形态简单(图2)。

该油田的深层系指埋深在2 700 m 以下的地层,主要是下第三系核桃园组核三段下部,简称核三下。深层系勘探始于1990年,部署钻探了泌185、泌195

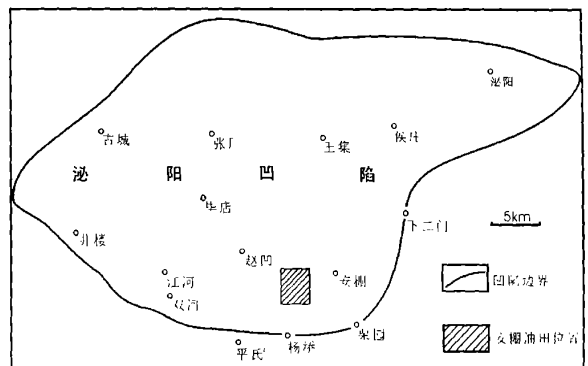


图1 工区位置图,安棚油田位于泌阳凹陷东南部

Fig. 1 Anpeng Oilfield is located in the southeast part of the Biyang Sag

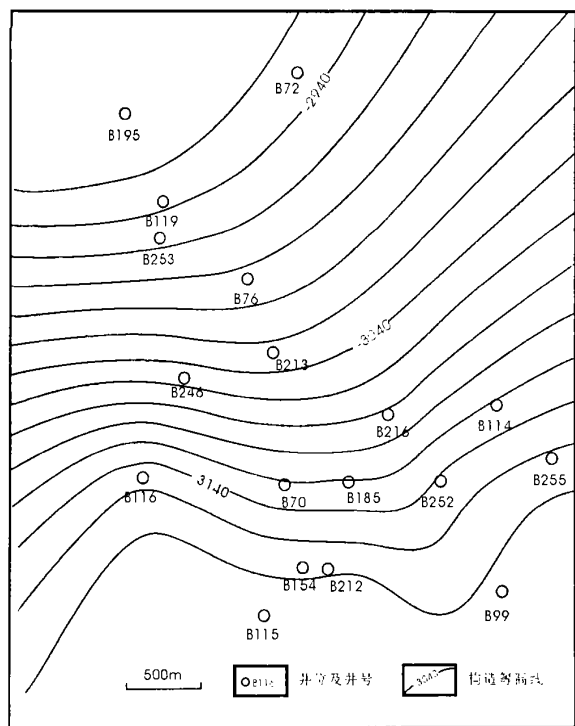


图 2 安棚油田核三下IV砂组 5 小层  
顶面构造图(等值线单位为 m)

Fig. 2 Structural map of the top of Bed 5 of Sandstone Set IV of lower Member III of Hetaoyuan Formation, Anpeng Oilfield (unit of isoline is m)

井,其中泌 185 井在深层系试油获工业油流。随后又钻探了多口探井。目前对泌 252 井第二试油层(井段 3 227.9 ~ 3 245.5 m)经过压裂改造已获日产油 99.4 m<sup>3</sup>、天然气 15 700 m<sup>3</sup> 高产工业油气流,取得了突破性进展,展示了深层系良好的勘探前景。

该区发育的新生代地层主要是一套河湖相碎屑岩,自上而下依次为第四系平原组、上第三系上寺组及下第三系系的廖庄组、核桃园组、大仓房组和玉皇顶组,除上第三系上寺组与下第三系廖庄组之间为不整合接触外,其余各组段之间均为整合接触<sup>[7]</sup>。核桃园组核三段是本区及泌阳凹陷其他地区的主要含油气层系,并分上、下两部分,即核三上和核三下。自上而下,核三上又分为 I、II、III、IV 砂组,核三下又分为 V、VI、VII、VIII 砂组。其中核三下是本次研究的目的层段。

核三下厚 700 ~ 750 m,由深灰色、灰黑色泥页岩与砾岩、砂岩互层组成。砂、砾岩单层厚 2 ~ 20 m,一般 5 ~ 7 m,呈席状扇三角洲前缘沉积<sup>[7]</sup>,物源来自南部杨桥地区,自南而北,砂体岩性变细、单层厚度变薄。

### 3 成岩作用类型

本区核三下经历的成岩作用类型较多,根据各种

成岩作用对储层储集性能的影响,可分为两大类,即破坏孔渗性的成岩作用和改善孔渗性的成岩作用。前者包括压实作用和胶结作用等;后者主要是溶蚀作用。

#### 3.1 机械压实作用

机械压实作用在本区表现为颗粒由点接触变为线接触或凹凸接触,塑性颗粒变形,刚性颗粒破碎,砂砾岩孔隙度降低。薄片观察表明,在 2 000 m 以上,颗粒主要为点接触;2 000 ~ 2 700 m,由点接触向线接触转变;2 700 m 以下以线接触为主。本区大致在 2 700 m 以上,砂砾岩孔隙度随深度增加而明显减少(图 3)。在此深度以下(可达近 4 000 m),孔隙度随深度增加而减少的幅度明显变小。

#### 3.2 胶结作用

本区深层系砂岩中胶结作用普遍,胶结物类型多样,以碳酸盐胶结物为主,此外还见少量自生石英、自生伊利石、绿泥石等粘土矿物。

碳酸盐胶结物包括方解石和白云石。方解石胶结物有两种,即早期的泥晶方解石和晚期的粒状方解石。泥晶方解石胶结物大小一般为 5 ~ 40 μm,Fe 含量低,呈基底式胶结。这种胶结物形成早,是从湖水中直接沉淀的。粒状方解石胶结物通常呈不均匀的斑点状分布于孔隙中,晶粒较粗,多为细到中晶,少数可达粗晶,阴极发光呈暗红色,Fe 含量较高,据能谱分析,一般为 5% ~ 8%。

白云石多为粒状铁白云石,呈不均匀的斑块状分布于孔隙中,晶粒较粗,多为细到中晶,阴极发光呈暗红色,Fe 含量较高,一般为 6% ~ 10%。

岩心分析统计表明,砂砾岩的碳酸盐胶结物含量

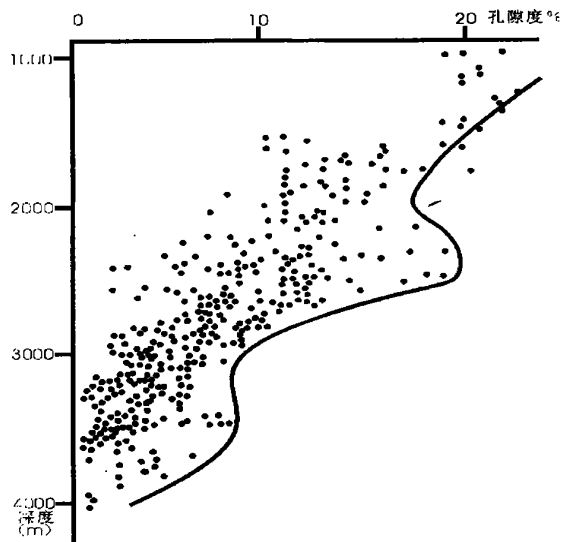


图 3 泌阳凹陷安棚地区孔隙度—埋藏深度关系图

Fig. 3 Plot of porosity vs. burial depth of Anpeng Oilfield, Biyang Sag

随埋藏深度而变化。在 2 700~2 800 m 以上, 碳酸盐含量通常小于 10%, 并以方解石为主。由于胶结物少, 压实阻力小, 孔隙度明显随埋深加大而减小; 2 700~3 100 m 之间胶结物含量最高, 既有方解石也有白云石, 3 100 m 以下又有降低的趋势(图 4)。根据包裹体测温, 粒状方解石和白云石的均一化温度为 95~140.2 °C, 大部分为 125~140 °C。根据泌阳凹陷古地温梯度 4.1 °C/100 m<sup>[7]</sup>、古地表年平均温度 15 °C 计算, 其形成深度范围为 2 000~3 100 m, 大部分则形成在 2 750~3 100 m 之间。

上述资料说明碳酸盐胶结物大部分是在地下深处沉淀形成的, 其深度范围大致为 2 750~3 100 m。从图 3 中可以看出, 孔隙度从 2 700 到 3 100 m 迅速降低, 形成一个台阶, 之后则变化较小, 这应是胶结所致。此外, 粒状方解石和白云石晶粒较大、普遍含铁, 也说明是在温度较高、还原性较强的深埋藏环境中形成的。由粒状方解石和白云石胶结的砂岩中颗粒主要呈线接触, 属于中等压实, 说明砂岩是在经历了明显压实后胶结物才形成的。

粒状碳酸盐胶结物的形成与粘土矿物的转化有关。随埋深增加, 粘土矿物会由蒙脱石和伊/蒙混层依次向伊利石、绿泥石转化<sup>[12~14]</sup>。在这种转化过程中, 会释放出大量 SiO<sub>2</sub>、Ca<sup>2+</sup> 和 Mg<sup>2+</sup> 等, 导致方解石、白云石、自生石英等沉淀。从图 5 中可以看出, 2 700~3 100 m 是粘土矿物的迅速转化带, 伊/蒙混层随深度迅速降低。在此带, 大量离子被释放出来, 因此也是强烈胶结带, 这与根据包裹体测温计算以及压实曲线推测出来的胶结深度范围基本一致。在此带岩石胶结致

密, 物性普遍变差。

### 3.3 溶蚀作用

在本区, 溶蚀作用常见, 它是提高储层孔渗性的重要成岩作用。被溶蚀的组分主要是方解石和白云石胶结物, 也有长石和岩屑。长石和岩屑的溶蚀表现为颗粒边缘呈港湾状、颗粒内部呈蜂窝状和骨架状, 溶蚀严重的呈残骸状或铸模孔。据薄片估计, 长石溶蚀形成的孔隙一般占总孔隙的 1%~5%, 平均为 2%。方解石和白云石胶结物的溶蚀发生在晶粒边缘和内部。晶粒边缘溶蚀后不再呈平直的菱面体边缘, 而是不规则的港湾状。晶体内部溶蚀后形成晶内微小孔隙。

溶蚀作用的发生与有机质和烃类转化作用密切相关<sup>[14]</sup>。本区有两个溶蚀高峰, 一个与生油高峰对应, 称第一溶蚀带; 一个与生气高峰对应, 称第二溶蚀带。

在有机质成熟生油阶段, 有机质脱羧基作用产生有机酸及少量二氧化碳, 使地层水呈酸性。正是这种酸性水使方解石和白云石胶结物、长石和岩屑颗粒发生溶蚀。实测资料表明, 泌阳凹陷生油高峰在 2 200~2 700 m 之间<sup>[7]</sup>。与胶结高峰相比, 此溶蚀高峰要浅。从孔隙度—埋藏深度曲线(图 3)中可以看出, 在 2 500 m 附近有个孔隙度升高带, 该带与此溶蚀带基本对应, 是第一次生孔隙发育带。孔隙度的升高主要是由长石和少量胶结物溶蚀所致。

大约在 3 100 m 以下, 泌阳凹陷进入生气带。该带以烃类裂解和生成二氧化碳为特征。裂解过程中形成的二氧化碳使地层水呈酸性, 导致溶蚀。在 3 100 m 以下见到的溶蚀现象主要是在此带发生的。从孔隙度

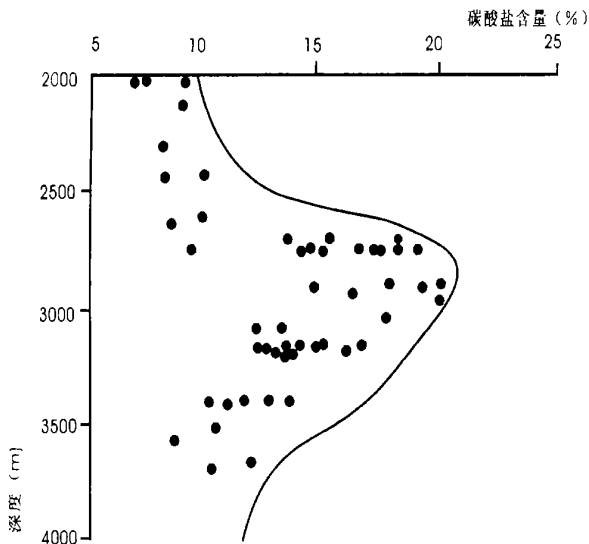


图 4 泌阳凹陷安棚地区胶结物含量与埋深关系图

Fig. 4 Plot of cement content vs. burial depth of Anpeng Oilfield, Biyang Sag

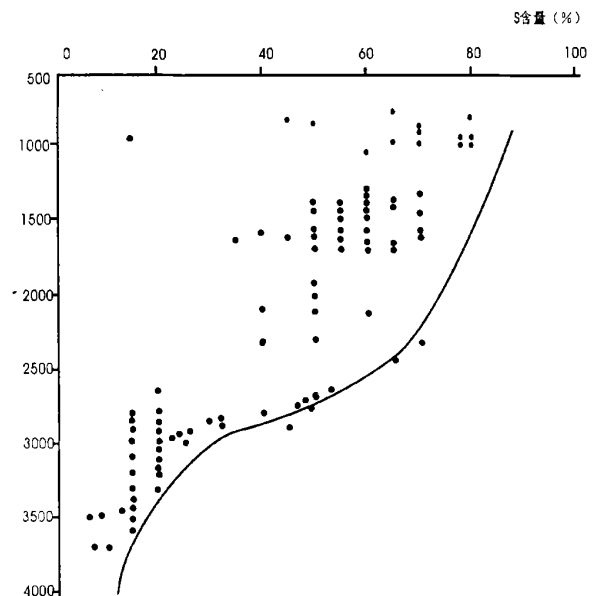


图 5 泌阳凹陷安棚地区粘土矿物转化程度随深度变化特征

Fig. 5 Change of clay minerals with burial depth, Anpeng Oilfield, Biyang Sag

—埋藏深度关系图(图 3)中可以看出, 在 3 200 ~ 3 600 m 范围内孔隙度有较明显的回升, 这是第二次生孔隙发育带, 应与生气高峰对应, 孔隙度的升高主要是由碳酸盐胶结物溶蚀所致。

### 4 成岩阶段划分

参考已有成岩阶段划分的标准<sup>[2,5]</sup>, 结合安棚地区的实际情况, 提出了泌阳凹陷安棚地区的成岩阶段划分方案(图 6), 各阶段都有具体深度界限。现将各期、亚期的成岩特征叙述如下:

早成岩 A 期: 埋深在 1 400 m 以内, 成岩作用主要是压实作用, 砂岩孔隙度由 30% 左右降至 20% 左右。

早成岩 B 期: 埋深 1 400 ~ 1 900 m, 成岩作用仍以压实作用为主, 同时粘土矿物的缓慢转化作用导致少量胶结物形成, 如自生石英和方解石。该阶段砂岩孔隙度由 20% 左右降低至 15% 左右。晚成岩 A 期 A1 亚期: 有机质开始向油气转化标志着 A1 亚期的开始, 但有机质转化在此亚期内未达到高峰。此亚期, 地层埋藏深度为 1 900 ~ 2 200 m, 古地温 93 ~ 105 °C。成岩作用主要是压实作用、轻度的胶结作用, 还伴有微弱的溶蚀作用。压实作用和轻度的胶结作用使砂岩孔隙度由 15% 左右降低至 10% 左右。

晚成岩 A 期 A2 亚期: 有机质大量向油气转化标志着 A2 亚期的开始, 地层埋藏深度为 2 200 ~ 2 700 m, 古地温 105 ~ 125 °C。成岩作用主要是压实

作用和溶蚀作用。溶蚀作用使先前形成的胶结物和部分长石颗粒发生溶蚀, 使孔隙度有所回升, 可达 15% 左右(图 3)。

晚成岩 A 期 A3 亚期: 粘土矿物快速转化导致大量胶结物沉淀是该亚期的特征, 可称胶结带, 形成致密层。地层埋藏深度为 2 700 ~ 3 100 m, 古地温 125 ~ 140 °C。成岩作用主要是胶结作用, 胶结物主要是铁白云石、铁方解石、石英次生加大, 还有自生粘土矿物等。

晚成岩 B 期: 进入高成熟生气阶段标志着晚成岩 B 期的开始, 地层埋藏深度为 3 100 ~ 3 900 m, 古地温 140 ~ 170 °C。成岩作用主要是有机质和烃类裂解生成二氧化碳引起的溶蚀作用, 大量的碳酸盐胶结物溶蚀形成次生溶蚀孔隙, 使孔隙度有所回升, 尤其是在 3 500 m 上下。因此该带是本区主要的次生孔隙发育带。

晚成岩 C: 此期各种烃类的生成基本结束, 粘土矿物转化也基本结束, 因此成岩作用不活跃。地层埋藏深度在 3 900 m 以下, 古地温 170 ~ 200 °C。存在的孔隙主要是残存的溶蚀孔隙和裂缝。

### 5 成岩圈闭及其预测

研究表明, 本区有一些油藏, 其分布边界既不是砂体尖灭线, 也不是相变线, 干层部分和含油气部分均位于同一相带内。如 V 砂组第 15、16、17 小层的砂体,

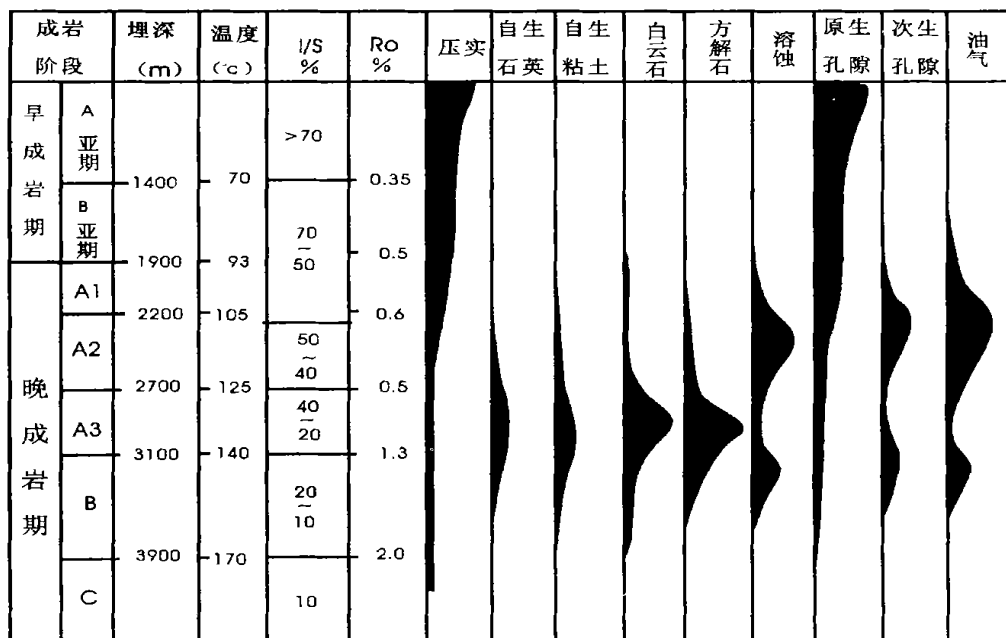


图 6 泌阳凹陷安棚地区成岩阶段划分

Fig. 6 Division of diagenetic stage of Anpeng Oilfield, Biyang Sag

在泌 185 井处均为好油层, 日产油 10.44 吨, 而在其上倾方向的泌 253 井、泌 195-2 井却是干层。从泌 185 到泌 195-2, 砂体是连续的, 而且沉积相也没有明显变化(图 7)。显然这是一个成岩圈闭, 砂体孔隙性在泌 185 井较好, 而在泌 253—泌 195-2 井一带胶结严重, 形成干层, 成为油藏上倾方向上的封堵带。

这种成岩圈闭的形成是由于同一砂体在不同地区埋藏深度不同, 所处的成岩阶段不同。这组砂体在泌 195-2 井处埋藏深度为 2 947 m 到 2 977 m, 在泌 253 井处为 3 010 ~ 3 035 m, 在泌 185 井处为 3 160 ~ 3 180 m。根据成岩阶段划分标准, 该组砂体在泌 185 井处于晚成岩 B 期第二溶蚀带, 次生孔隙较发育, 储集性能较好, 因此形成产量较高的油层; 在泌 195-2—泌 253 井处于晚成岩 A3 亚期胶结带, 胶结强烈, 储集性能变差, 形成干层。

本区深层系好油层埋藏深度统计发现, 绝大部分 I、II 类油层的埋藏深度在 3 100 m 到 3 600 m 之间, 处于晚成岩 B 期, 溶蚀孔隙较发育。如泌 185、泌 252、泌 212、泌 246、泌 253 等井中的油层。而处于 2 800 ~ 3 100 m 之间的砂体, 因处于晚成岩 A3 亚期, 不含油或含油性很差。这说明储层性能的好坏与成岩阶段密切相关。同一砂体, 如果埋藏较深的部分处于晚成岩 B 期, 埋藏较浅的部分处于晚成岩 A3 亚期时, 就有可能形成成岩圈闭。

因此, 根据成岩阶段就可对成岩圈闭的分布进行预测。本区核三下埋藏深度为 2 800 ~ 3 700 m, 埋藏深度自北向南逐渐加大, 主要属于晚成岩 A3 亚期和晚成岩 B 期。其中: V 砂组埋深 2 800 ~ 3 200 m,  $R_o$

为 0.7% ~ 1.35%, 平均 0.95%, 大都属于晚成岩 A3 亚期, 处于胶结带中, 其储集物性比埋藏较浅的、处于晚成岩 A2 亚期(第一次生孔隙发育带)的核三上 IV 砂组差。根据大量岩心分析数据统计, V 砂组的平均孔隙度为 3.25%, 渗透率  $0.85 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ , 而 IV 砂组的平均孔隙度为 6.04%, 渗透率  $2.45 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。本区 V 砂组第 1 至 14 小层都处于胶结带中, 只有第 15 至 19 小层在泌 185 井—泌 252 井附近及其以南埋藏较深的地区处于第二次生溶蚀带中, 以北则处于胶结带中, 从而形成了成岩圈闭。

V 砂组埋深 3 000 ~ 3 300 m,  $R_o$  为 0.76% ~ 1.36%, 平均 1.01%。VI 砂组埋深 3 080 ~ 3 400 m,  $R_o$  为 0.86% ~ 1.41%, 平均 1.25%。这两个砂组大都属于晚成岩 A3 亚期, 处于胶结带中, 储集物性也较差。V 砂组的平均孔隙度为 3.44%, 渗透率  $0.45 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。VII 砂组的平均孔隙度为 3.11%, 渗透率  $1.67 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。VI、VII 砂组各砂体大致以泌 246 井—泌 216 井一线为界, 此线以北处于胶结带中, 以南则处于第二次生溶蚀带中, 可形成成岩圈闭。

VIII 砂组埋深 3 300 ~ 3 700 m,  $R_o$  为 1.33% ~ 1.41%, 平均 1.37%, 因此属于晚成岩 B 亚期, 处于第二溶蚀带中, 次生溶蚀孔隙较发育, 其储集物性有所改善, 平均孔隙度为 4.26%, 渗透率  $1.87 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ , 比埋藏深度较浅的 VI、VII 砂组要好些。

至于大仓房组, 其顶界埋深 3 500 ~ 3 700 m,  $R_o$  为 0.915% ~ 2.15%, 平均 1.53%, 因此属于晚成岩 B 期, 处于第二溶蚀带中, 次生溶蚀孔隙也应较发育。尽管埋藏很深, 但还是有可能找到较好的储层的, 例如

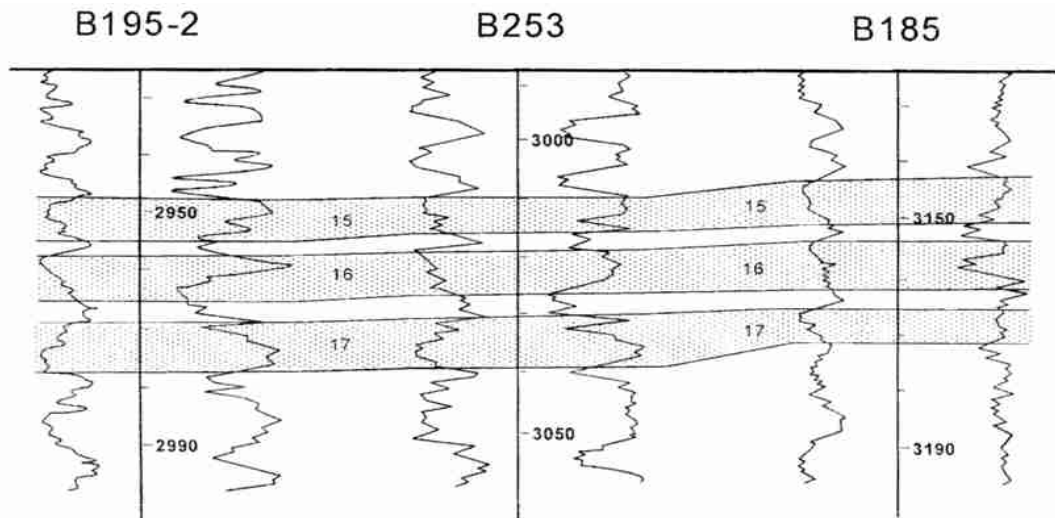


图 7 B195-2 井—B185 井 V 砂组 15、16、17 小层对比图

Fig. 7 Correlation diagram of beds 15, 16 and 17 of Sandset V from B195-2 Well to B185 Well

泌 253 井井深 3 516.0 ~ 3 544.0 m 处就发现了高产油气层, 压裂改造后日产气  $4.81 \times 10^4 \text{ m}^3$ , 凝析油 3.96 吨。

勘探成果表明, 已经在安棚油田深层系中发现的油气藏大部分分布在 3 100 m 以下。

总之, 同一砂体由于埋深不同而处于不同的成岩阶段, 当其上倾方向处于胶结带、下倾方向处于次生溶蚀带时, 可形成成岩圈闭, 确定了胶结带与次生溶蚀带之间的深度界限, 就可据此进行成岩圈闭预测。

致谢 本次研究得到了河南石油勘探局邱荣华副局长、王敏总地质师、勘探处李庆浩处长和陈祥处长的大力支持。在研究过程中, 勘探处余培湘高工、伏卫东高工、秦伟军高工、赵旭华高工等许多同志给予了大力帮助, 地质研究院在测井解释方面给予了帮助。在此一并致谢!

#### 参考文献 (References)

- 1 南阳油田石油地质志编写组. 中国石油地质志卷 7 南阳油田 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1992 [Editing Group of Petroleum Geology Annals of Nanyang Oilfield. China Petroleum Geology Annals. V. 7, Nanyang Oilfield [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1992]
- 2 吴胜和, 金振奎, 黄沧钊, 陈崇河. 储层建模 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1999 [Wu Shenghe, Jin Zhenkui, Huang Cangchao, Chen Chonghe. Reservoir Modeling [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1999]
- 3 冯增昭主编. 沉积岩石学 (第二版) [M]. 北京: 石油工业出版社, 1994 [Feng Zengzhao ed. Sedimentary Petrology (2nd edition) [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1994]
- 4 张一伟, 熊绮华等. 陆相油藏描述 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1997 [Zhang Yiwei, Xiong Qihua, et al. Nonmarine Reservoir Characterization [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1997]
- 5 郑浚茂, 庞明等. 碎屑储集岩的成岩作用 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1989 [Zheng Junmao, Pang Ming, et al. Diagenesis of Clastic Reservoir Rocks [M]. Wuhan: China Geology Press, 1989]
- 6 朱国华. 成岩作用对砂岩储层孔隙的影响 [J]. 沉积学报, 1984, 2(2); [Zhu Guohua. Influence of diagenesis on porosity of sandstone reservoirs [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1984, 2(2)]
- 7 朱国华. 陕甘宁盆地上二叠统延长组低渗透砂岩体和次生孔隙砂体的形成 [J]. 沉积学报, 1985, 3(2); [Zhu Guohua. Influence of diagenesis on porosity of sandstone reservoirs [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1985, 3(2);]
- 8 Houseknecht D W. Assessing the relative importance of compaction processes and cementation reduction of porosity in sandstone [J]. AAPG Bull. 1987, 71(6);
- 9 Lander R H, Walderhaug R. Prediction porosity through simulation sandstone compaction and quartz cementation [J]. AAPG Bull. 1999, 83(3): 445 ~ 460
- 10 Ehrenberg S N. Preservation of anomalously high porosity in deeply buried sandstones by grain-coating chlorite; examples from the Norwegian Continental Shelf [J]. AAPG Bull. 1993, 77(7): 1 260 ~ 1 286
- 11 Wilkson M, Darby D, Haszeldine R S, Couples G D. Secondary porosity generation during deep burial associated with overpressure leak-off; Fulmar Formation, United Kingdom Central Graben [J]. AAPG Bull. 1997, 81(5): 803 ~ 813
- 12 Schmidt V, McDonald D A. Secondary reservoir porosity in the course of sandstone diagenesis [C]. AAPG Continuing Education Course Note Series 1979, 12
- 13 Dapples E C. Diagenesis of sediments and rocks. Diagenesis in sediments and sedimentary rocks-Developments in sedimentology, 25A [C]. 1979. 33 ~ 88
- 14 Surdam R, et al. Organic-inorganic interaction and sandstone diagenesis [J]. AAPG Bull. 1989, 73(1): 1 ~ 23

## Study on Diagenesis of Deeply-buried Strata in Anpeng Oilfield of Biyang Sag and Its Application to Prediction of Diagenetic Traps

JIN Zhen-kui<sup>1</sup> CHEN Xiang<sup>2</sup> MING Hai-hui<sup>1</sup> ZHOU Xin-ke<sup>1</sup>  
ZOU Yuan-rong<sup>1</sup> ZHANG Xiang-xiang<sup>1</sup>

1 (University of Petroleum, Changping Beijing 102249)

2 (Exploration Division, Henan Petroleum Bureau, Nanyang, Henan 473132)

**Abstract** Deeply-buried strata refer to strata buried beneath the depth of 2 500 ~ 2 700 m. Their porosity and permeability are commonly very low. But under certain conditions, dissolution in depth can create good reservoirs and form diagenetic traps. However, prediction of diagenetic traps has long been a difficult problem, which is dealt with in this paper. Anpeng Oilfield is located in the southeast part of the Biyang Sag, Henan Province. Exploration shows that diagenetic traps exist in the sheet-like sandbodies deposited in a fan-delta of lower Member III of Lower Tertiary Hetaoyuan Formation. In this paper, based on quantitative study on diagenesis and diagenetic stage, origin and distribution of diagenetic traps were discussed. The study shows that sandbodies of the studied interval experienced various diagenesis such as compaction, cementation, dissolution, etc. Different diagenesis occurs in different depth. Based on this and other data, the diagenetic stage is divided into early diagenetic stage and late diagenetic stage. Early diagenetic stage is further divided into early diagenetic stage A and early diagenetic

stage B. Late diagenetic stage is further divided into late diagenetic stage A, late diagenetic stage B, and late diagenetic stage C, and late diagenetic stage A is further divided into substages A1, A2 and A3. In the study area, deeply buried strata (lower Member III of the Hetaoyuan Formation) are mainly in late diagenetic substage A3 and late diagenetic stage B. Substage A3 ranges in depth from 2 700 to 3 100 m, and characterized by strong cementation. Late diagenetic stage B ranges in depth from 3 100 to 3 900 m, and characterized by development of secondary dissolution pores, especially between 3 200 ~ 3 600 m. In the study area, sandbodies dip down from north to south. When sandbodies extend from late diagenetic substage A3 to late diagenetic stage B, the part in substage A3 becomes compact due to strong cementation and can seal oil and gas, while the part in stage B may become good reservoirs due to secondary dissolution. In this way, diagenetic traps are formed. Thus according to burial depth, characteristics of development and preservation of pores in different diagenetic stages, diagenetic traps can be predicted.

**Key words** Biyang Sag, diagenetic trap, diagenesis, diagenetic stage

(Continued from page 613)

- 11 徐怀大, 王世风, 陈开远. 地震地层学解释基础[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1990 [ Xu huaida, Wang Shifeng, Chen Kaiyuan. Interpretation Principle of Seismic Stratigraphy, Wuhan [ M ]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1990. 5 ~ 145]
- 12 郑绵平等. 第四纪盐湖沉积与古气候[J]. 第四纪研究 1998, (4): [ Zheng Mianping, Zhao Yuanyi, Liu Junping. Quaternary Saline Sediment and Paleoclimate[J]. Quaternary Science, 1998, (4): 297 ~ 307]

## Hydrocarbon Exploration Signification of Intersalt Sediments in Qianjiang Saline Lake Basin

FANG Zhi-xiong<sup>1, 2</sup>

1(Faculty of Earth Resource China University of Geosciences, Wuhan 430074)

2(Jianghang Oilfield Company of SINOPEC, Qianjiang, Hubei 433124)

**Abstract** The sequence stratigraphy feature of intersalt sediments is the special rock in Qianjiang saline lake basin, which isn't simple sediments and has major changes in component and texture with basin area and geologic age. It is very difficult to name it on the basis of their petroleum characteristic. This paper discusses its component, petrology characteristic and petroleum geologic significance. Its rhythmic on petrochemical element and grain component has an important significance in lake-level relative change. So the comparison and study of the intersalt nonsandstone rhythm and sequence stratigraphic units was done. By the way, the intersalt nonsandstone is a very eminent assemblage of hydrocarbon reservoir and source rocks, which is a potential good reservoir because of its more secondary porosity. Recently, a very good commercial well was drilled in the rock sequence.

**Key words** intersalt sediments, sedimentary petrology, reservoir, Qianjiang Depression, saline lake basin