

松辽盆地北部姚家组水进三角洲 沉积和嫩一段浊流沉积

蔺毓秀

(大庆石油管理局勘探开发研究院)

前 言

松辽盆地自从1975年进入隐蔽油气藏勘探阶段以来,对沉积相提出了新的任务,即细分层段研究沉积相和砂体分布模式,这是寻找隐蔽油藏的关键问题。近年来,大庆油田沉积相研究工作主要是根据外围456口探井的岩心资料和分析化验资料,同时充分运用油田近万口密井网的解剖资料,以及参考地震地层学初步成果。

大庆油田萨葡油层共划分为八个沉积单元。姚一段三个即葡I₃、葡I₁₋₂、萨葡夹层,姚二、三段为萨Ⅲ、萨Ⅱ_下、萨Ⅱ_上,嫩一段两个为萨I、萨零。

松辽盆地白垩系可以划分出四个二级复合沉积旋回,其中以盆地拗陷期的泉头组-青山口组、姚家组-嫩江组两个二级复合沉积旋回发育最为完整,均属正复合性质的旋回。

每一个二级复合沉积旋回都经历了三个阶段:第一为水进期,蚀源区地形高差很大水系发育,水流强度大,物源丰富,堆积速度和沉降速度快,形成二级复合沉积旋回的下部姚一段地层沉积,当堆积和沉降速度逐渐减慢,补偿过渡到非补偿时,形成水进期的上部姚二、三段地层;第二,最大水进期,蚀源区准平原化,物源变少,水流强度减弱,沉积区持续沉降,分水岭外移,水域扩大,使水体达到最大范围。处于非补偿时期,形成二级复合旋回的中间部位的嫩一、二段深水沉积,出现浊流沉积物;第三,水退期,蚀源区以上升为主,仍然具有一定的水流强度,伴有剥蚀,分水岭内移,水域变小,沉积区也随之缓慢上升,重新处于补偿状态,形成二级复合沉积旋回上部的嫩三、四、五段地层。本文主要讨论萨、葡油层水进期和最大水进期的沉积物。

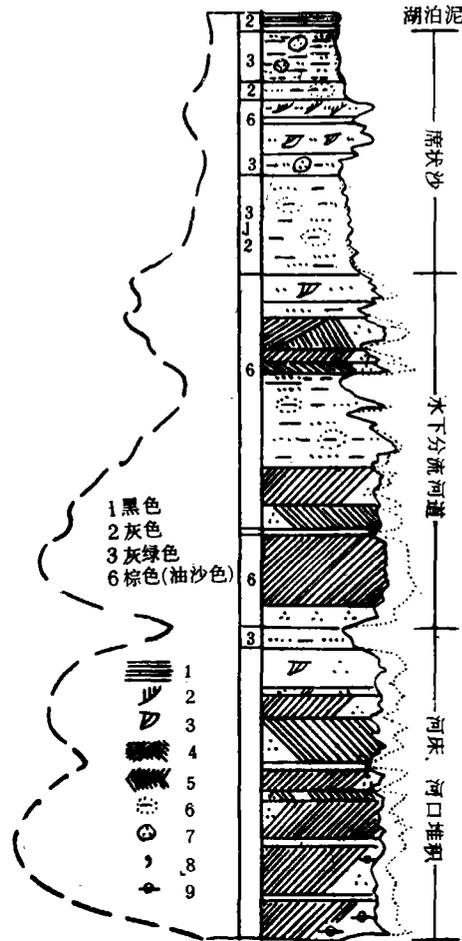
一、姚一段葡萄花层的三角洲沉积为水进型正向层序三角洲

葡萄花层的三角洲是在湖进过程中逐渐形成的,与国内外一般河海三角洲有明显的不同,解剖葡I₁₋₃沉积层,发现这种水进型三角洲,具有如下特征:

1. 水进三角洲的垂向沉积层序都具有正旋回性

一般为底部颗粒粗、上部细、中部为粗细过渡。如葡I₂沉积即由三部分组成,下部为河流、河口沉积物,粒度较粗,以中、细砂岩为主,层间或底部具有冲刷面,含砾

石、碳化植物枝杆。砂岩发育大型直线斜层理或大型弧形斜层理。具紫红色杂色或灰绿色块状泥岩夹层。厚度变化比较大，一般占整个层序的1/3；中部为水下分流河道和
水下分流间的砂泥岩沉积。粒级变细，以厚层细砂岩为主，夹灰绿色或暗紫灰色泥岩。
砂岩底部与下伏层一般为突变关系，偶见冲刷或砾石，发育弧形斜层理或小型斜层理。
泥岩为块状构造，含钙质团块；上部为薄层粉砂与灰黑色、灰色泥岩互层，含介形虫化
石和鱼骨碎片，具微细水平层理；顶部为一层薄的湖相泥岩。



1.微细水平层理 2.微细斜层理 3.小斜层理 4.交错层理 5.直线斜层理
6.斑块构造 7.掺和构造 8.介形虫 9.泥砾石

图1 水进型正向层序三角洲复合体垂向剖面图(杏143井)

Fig. 1 Vertical section of delta complex body of water progressive type of forward sequence, Xing 143 Well

2.水进三角洲的结构组成是以三角洲单体做为基本地层单元

一般由三个三角洲单体组成一个三角洲复合体。三角洲单体是相当具有韵律性的小层，它们是同一个沉积体系内在时间上的加积和在空间上的叠置。如葡I₃三角洲复合体，是由葡I₃¹、葡I₃²、葡I₃³三个地层单元的三角洲单体所组成。

3. 逐层的湖岸线和三角洲体不断向陆方向移动

三角洲体由湖向陆方向由老变新呈新三角洲超老三角洲的叠次排列方式。如杏树岗三角洲主体位于杏4-7区, 层位是葡I₃。萨尔图三角洲主体位于松基6—萨195井一线, 层位是葡I₂。喇嘛甸三角洲主体位于喇嘛甸北部层位是葡I₁₋₂。黑鱼泡三角洲主体位于鱼4井区, 层位是萨、葡夹层(图2)。现在的大型水库也具有类似特征, 如我国巴家咀水库(图3)和美国的象峰水库。

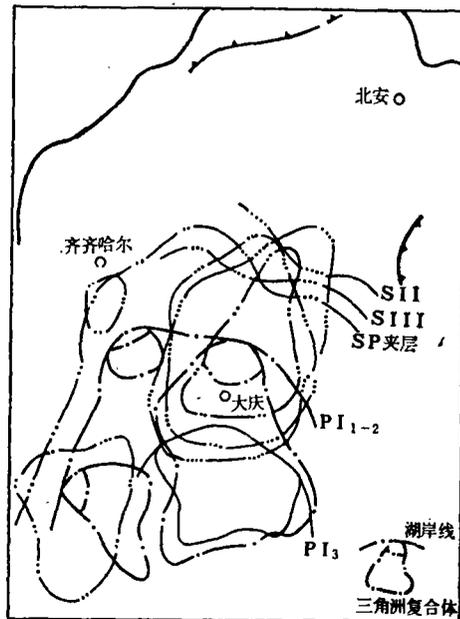


图2 松辽湖盆水进型三角洲复合体向陆迁移图

Fig. 2 The landward migration of delta complex body of water progressive type, Songliao Basin

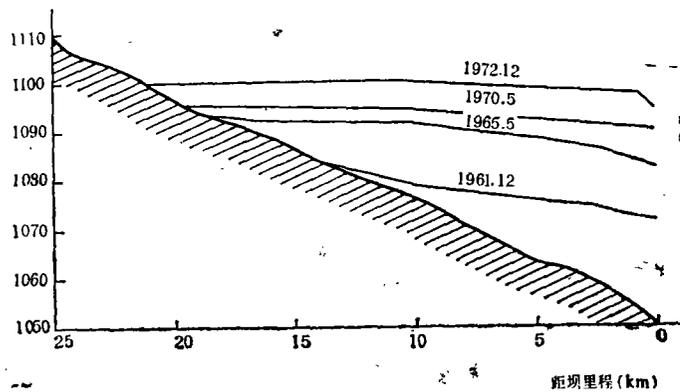


图3 巴家咀水库锥体淤积形态

Fig. 3 The silting form of alluvial cone of Bajiazui Reservoir

4. 具有三角洲沉积的旋回性与正常湖相沉积旋回性一致的特点

三角洲的沉积层序为正旋回时, 其侧向湖相沉积也为正旋回性沉积, 若三角洲沉积

层序为反旋回时,侧向的湖相沉积也为反旋回沉积。

5.水进型三角洲单体基本单元为小层,其顶底界面就是等时面

顶底界面呈水平平行关系,因而三角洲单体几乎都是水平层,并未形成明显的倾斜方向的前积层序。

葡萄花层水进三角洲从河口到湖盆共有四个亚相序,即河口堆积亚相-水下分流河道亚相-水下分流河道间亚相-席状砂亚相,其主相带是水下分流河道亚相。相应的砂体序列是:河口堆积主砂体-水下分流河道条带砂体-水下分流河道间透镜砂体-席状砂体。

(1)河口堆积主砂体

砂体底部或内部有冲刷面,可加积3—6个单砂层,方向大体与河流入湖方向一致,呈伸长状(条带状),剖面底凸顶平或凹,不具坝的性质,厚度可达18.5米,单层厚5—6米。中粒砂岩正粒序。泥质含量4.3%,空气渗透率500—1000毫达西,孔隙度26—30%。

(2)水下分流河道条带砂体

砂体底部具冲刷面,砂体内部有稳定泥岩夹层。剖面顶平底凸,厚度两侧对称,一般厚10米,单层厚2—4米。单砂体呈条带状,约可延伸2公里长,沿水下分流河道方向继续分布,层位错叠呈连续状。细粒砂岩,正粒序,泥质含量12.1%,空气渗透率500毫达西,孔隙度23%。

上述两种砂体自河口向湖区在平面上呈指掌状分布,河口主砂体(伸长状砂体的加积)似手掌,水下分流河道条带砂体似手指,可延伸达40公里,是水进三角洲的骨架砂体。

(3)水下分流河道间透镜砂体

单砂体呈不规则透镜状,错叠分布,底部与下覆泥质岩呈突变接触,厚6—8米,单层厚2—3米。在水下分流河道之间及前端发育。粉细粒砂岩,泥质含量13.9%,储油物性显著变差,空气渗透率300毫达西,孔隙度22%。

(4)席状砂体

砂岩呈薄层,似席状,分布稳定,厚4—6米,单层厚小于2米。粉细粒砂岩,泥质含量11.3%,空气渗透率300—400毫达西,孔隙度22%。

二、姚二、三段萨Ⅱ、Ⅲ组的三角洲沉积 是水进型反向层序三角洲

萨Ⅱ、Ⅲ组的三角洲与葡萄花层一样,也是在湖盆水域不断扩大的过程中形成的,保持了水进的总特征。剖析萨Ⅱ₇₋₉三角洲复合体沉积特点如下:

1.萨Ⅱ₇₋₉具反旋回性的沉积层序。下部细,为湖相层或水下分流河道末端沉积,砂、泥岩薄互层,以灰、灰黑色泥质岩为主,具水平层,富含介形虫化石;中部变粗,为水下分流河道或分流间沉积,中-厚层粉细砂岩,具微细斜和小斜层理,灰、灰绿色泥岩呈夹层状,并与分流间沉积成间互层,发育灰、灰绿色泥质岩,含少量介形虫化石;顶部为绿色块状泥质岩或过渡岩,一般富含碳质碎屑和块状构造(图4)。

2. 萨尔图层沉积在平面上的演变具有从正旋回(向岸)向反旋回(向湖)的变化关系, 向岸方向的正旋回为后积, 形成水进型正向层序湖泊沉积。如果与河流作用形成正向层序三角洲沉积, 向湖方向的反旋回则为前积, 形成水进型反向层序湖泊沉积或三角洲沉积。大庆油田的萨Ⅰ组从北部向南由正旋回变为反旋回, 变化地段集中在萨北到萨中的范围, 萨Ⅲ组的变化区在莎北。在变化范围以北为水进型正向层序三角洲, 以南为水进型反向层序三角洲(结构与正常反旋回三角洲相似)。

这类三角洲的形成, 必须具备下述几个条件: 1. 湖盆水底地形平坦。根据大庆长垣测算, 萨Ⅱ、Ⅲ组沉积时的湖底地形从黑鱼泡到大庆, 古坡度仅 $1'-2'$; 2. 湖水深度比较浅; 3. 物源很丰富, 据估算, 松辽盆地中部含油组合的沉积物主要来自北部物源, 仅这一个物源的沉积物占整个盆地白垩系沉积的一半; 4. 堆积速率大; 5. 盆地缓慢下沉, 水域逐渐扩大, 并伴随有节奏的暂时湖退水域收缩。

根据上述条件, 在河流入湖部位的河口处, 很快形成大的三角洲堆积体。向湖方向延伸, 碎屑物质向前加积, 三角洲不断向前生长, 显示反旋回性沉积, 称前积, 为反向层序三角洲沉积(图5)。由于湖盆不断快速接受沉积和湖盆缓慢下沉, 足够使湖水形成回流。当水域扩大时, 河口随着湖岸线不断向陆方向迁移, 碎屑物质向后加积, 显示正旋回性沉积, 称后积, 为水进型正向层序三角洲(图6)。

3. 水进反向层序三角洲的结构、组成以及与侧向湖相沉积层的关系, 与水进正向层序三角洲基本相似, 不再讨论。

萨Ⅱ、Ⅲ组水进型反向层序三角洲的亚相序是: 分流河道、分流河道间亚相-水下分流河道、水下分流河道间亚相-水下分流河道末端散开亚相-席状砂亚相, 与之相应的砂体序列是: 分流河道长条砂体-水下分流河道条带砂体-水下分流河道末端零散透镜砂体-席状砂体。特征如下:

(1) 分流河道长条砂体

砂体底部、内部均有冲刷现象。可加积三一五个单层, 砂岩内部连通性好。单砂体呈长条状, 延伸1200—1600米, 砂体方向与分流河道方向一致。剖面形态顶平底凸, 两侧厚度不对称, 砂体厚十米以上, 单层厚四—六米。中、细砂岩, 正粒序, 泥质含量4.5%, 空气渗透率400毫达西, 孔隙度26.9%。

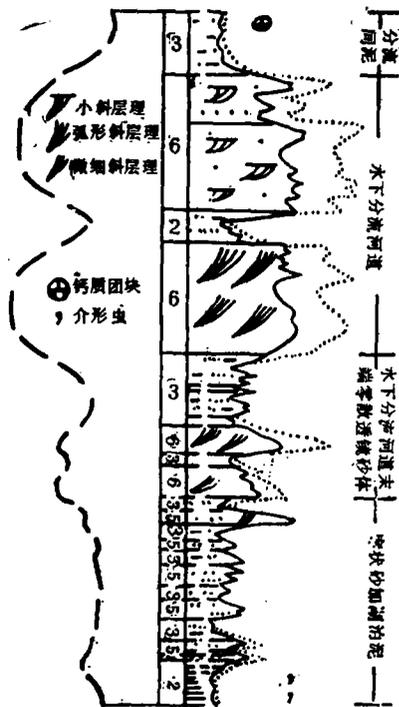


图4 水进型反向层序三角洲复合体垂向剖面图(莎26井)

Fig. 4 Vertical section of delta complex body of water progressive type of backward sequence, Sa 265 Well

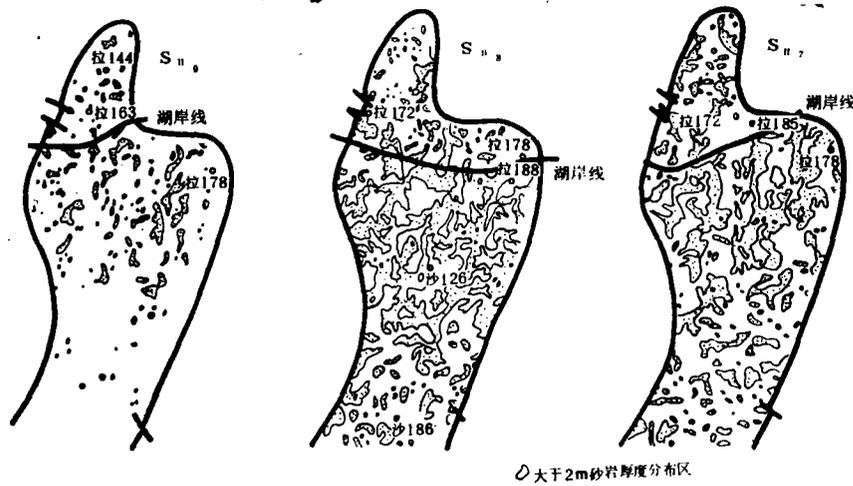


图5 湖岸线向湖泊延展(萨 I₇₋₉)
Fig. 5 Shoreline extended to lake (S I₇₋₉)

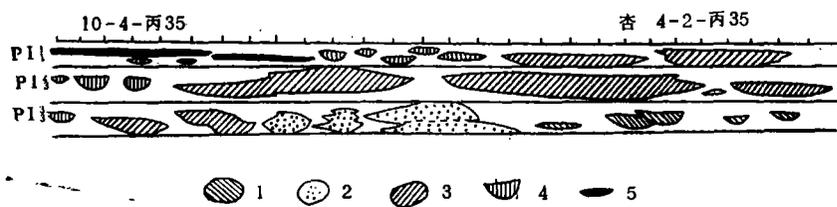


图6 水进型正向层序三角洲向陆迁移横向剖面图(葡 I₃¹⁻³)
Fig. 6 The cross section of landward of delta of water transgression type of the forward sequences

(2) 水下分流河道条带砂体

单砂体呈条带状分布,与水下分流河道方向一致,其周围分布薄层砂岩将条带连接。砂体内部连通性好,剖面形态顶平底凸,厚度两侧对称,最大厚度12米左右,一般厚八—十米,单层厚四—六米。细粒砂岩,泥质含量11%,空气渗透率为520毫达西,孔隙度26—28%。

(3) 水下分流河道末端零散透镜砂体

透镜状,方向性不明显,透镜砂体周围分布薄层砂岩,砂体厚二—四米。细粒砂岩,泥质含量7.7%,空气渗透率537毫达西,孔隙度24%。

(4) 席状砂体

单砂体层薄,侧向稳定,呈席状分布,一般厚二米,单层厚40—50厘米。粉、细砂岩,泥质含量14%,空气渗透率162毫达西,孔隙度20%。

三、嫩江组一段萨零、萨 I 组浊流沉积

萨零、萨 I 组处于姚家组-嫩江组二级复合沉积旋回的中部，即最大水进期，湖盆水深，水域宽广，属于稳定下沉阶段。湖盆处于非补偿时期，在湖盆内部具有形成浊流的沉积环境，在研究区域的北部萨零、萨 I 组的浊流沉积特征十分显著，如：

岩性比较单一，具有岩石两单元互层的垂向剖面，即含砾砂岩或砂岩与黑色泥岩互层。

具有深水和浅水以及陆地生态环境的共生组合。既有深水介形类化石，又有浅水介形类化石以及含量不少的陆地植物碳屑和完整的树叶化石。

地层层位稳定，砂体侧向变化比较大的特性。

砂体的堆积与低凹地形比较符合，砂岩厚带与地层厚带一致，反映密度流在底部滑动的性质。砂体对下覆层黑色泥岩有明显的切割现象，形成槽沟。

递变层不明显，在北部为含砾砂岩与黑色泥页岩组合，仅在西部见有不完整的包马层序。

CM图递变悬浮段明显，粒度概率曲线均为两段图形，缺少拖拽组分，粒级范围宽广，属低斜率的平缓曲线，分选不好。

根据上述浊积物特点并考虑浊积物的粗细和厚薄等，将萨零、萨 I 组浊流沉积分为两种类型：1. 高密度流沉积。多半是由于水下滑塌或靠近物源在水下形成的浊流沉积物，多分布在萨零、萨 I 组的北部。2. 低密度流沉积物，在浊流运动的后期，高密度流不断被湖水稀释，形成低密度流沉积，分布在大庆长垣和泰康等地区。

1. 高密度流沉积及砂体

岩性组合为含砾石的砂岩与黑色泥页岩互层，砂体厚度很大，可以从20—50米。砂体呈舌状和长条状，面积可达7000平方公里。其相应砂体如下：

(1) 舌状砂体 单个砂体似大型舌状体，叠合面积可达7000平方公里。砂体底部与下覆层有切割现象，槽模明显，砂体延伸方向性较强，呈南西向。砂岩总厚度比较大，19.2—46.7米，单层厚度4—6米，含砾粉细砂岩，泥质含量7.5%，空气渗透率400毫达西，孔隙度34.4%，分布在滨北广大地区。

(2) 长条或不规则透镜砂体 单砂体呈长条或不规则透镜砂体，砂岩底部有槽沟切割现象，沿长轴方向可达5—15公里，砂体展布方向与浊流运动方向一致，呈南北或南西向。砂岩总厚度一般为8—10米，最大17.2米，单层厚度2—4米。细粒砂岩，泥质含量7.5%，空气渗透率70—100毫达西，孔隙度26%，分布在泰康隆起的北部和东部，齐家凹陷和大庆油田北部。

2. 低密度流沉积及砂体

低密度流沉积的岩性组合为粉、细砂岩与黑色泥页岩互层。砂岩厚度变薄，一般厚0—4米，最大可达17.2米。砂体形态呈扇形散开或是透镜砂体呈定向延伸，为南西向。砂体面积可以几百—三千平方公里。其特征如下：

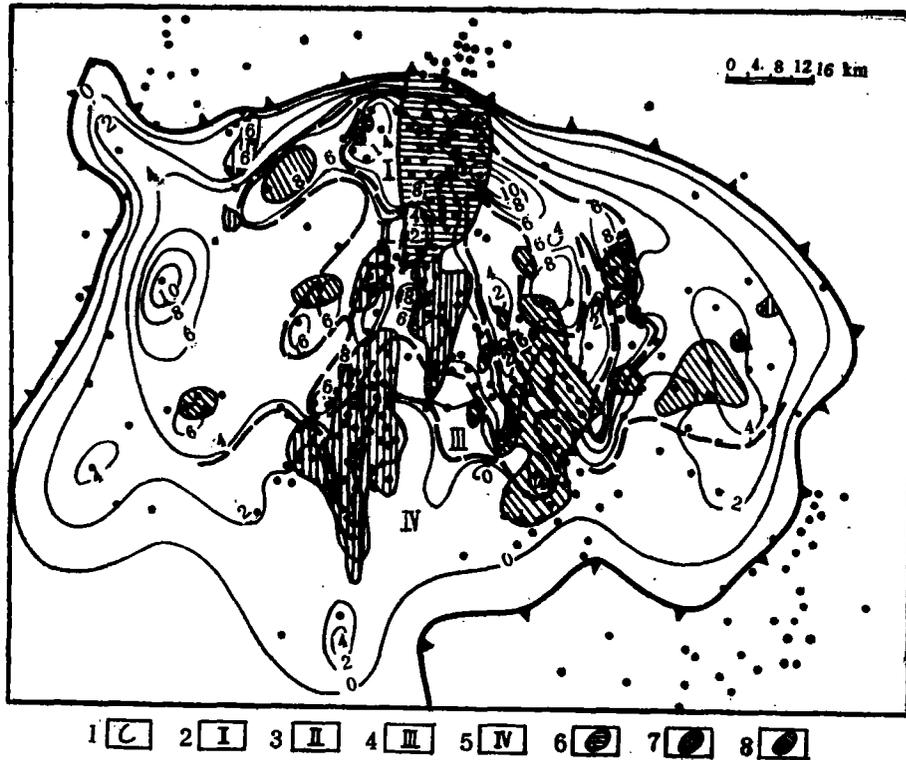
(1) 扇形席状砂体 单砂体呈不规则席状，分布在长条砂体的前端，面积可达

3000平方公里，一般厚4米。其中有6—8米厚的串珠状小透镜体，方向与浊积砂岩方向一致，呈南西向。细粒砂岩泥质含量6.5%，空气渗透率191毫达西，孔隙度23%。分布在泰康隆起的中部（图7）。

（2）零星透镜砂体 砂岩与上下左右的黑色泥页岩均呈突变关系，即砂体被泥岩所包围。小砂体一般为长条透镜状，方向性较强，也呈南西向。如萨尔图油田萨零组的长条砂体。砂岩的粒度分配为中砂含量11.5%，细砂54.5%，粉砂16%，泥质含量18%，空气渗透率3.3毫达西，孔隙度21.6%。

据上所述，笔者对萨、葡油层隐蔽油藏的勘探方向从沉积角度提出如下认识：

萨、葡油层是大庆油田的主要生产层，它的储体基本上属于三角洲沉积。处于三角洲的主砂体部位，它们已经对松辽盆地的石油储量和产量做出了大的贡献。那么处于三角洲的非主体部位的前缘和东西两侧缘的透镜砂体、席状砂体和部分条带砂体就是今后寻找隐蔽油藏的主要对象。勘探实践证明，葡萄花层的三角洲复合体延展的扇形面上的透镜砂体，席状砂体已经发现了良好的地层岩性隐蔽油气藏，分布在古龙-葡萄花-宋芳屯、模范屯-徐家围子、昌五等广大扇形地区（图7）。可借鉴葡层呈扇形展开的油藏分布规律，展望萨尔图油层的隐蔽油气藏。



1. 砂岩等厚线 2. 块状砂岩分布区 3. 条带状砂岩分布区 4. 透镜状砂岩分布区
5. 席状砂岩分布区 6. 构造油藏 7. 构造岩性油藏 8. 岩性油藏

图7 松辽盆地北部姚一段葡I₃油藏分布图

Fig. 7 Distribution of oilpools of Member 1, Yaojia Formation, Pu-I₃ in north of Songliao Basin

萨尔图 I、II 组三角洲体随着水进的过程向北迁移, 其前缘、侧缘的扇形面上透镜砂体、席状砂体等也随之北移, 若形成岩性隐蔽油气藏应比葡萄花层的靠北。自西向东从齐家凹陷的金腾, 经大庆油田的萨南-安达向斜等广大地区的扇形面, 可能找到比较好的岩性隐蔽油气藏。

萨零、萨 I 层浊流沉积, 砂体的分布方向呈北东南西, 在有利生油区内, 透镜砂体和扇形席状砂体可以形成岩性隐蔽油藏, 它分布在泰康-齐家-大庆长垣-安达向斜等地区。北部的舌状砂体处在二、三类生油区范围内, 可望勘探生物化学作用形成的隐蔽气藏。

结 论

松辽盆地北部萨葡油层是一套水进旋回沉积, 它由萨零、萨 I 组浊流沉积体系和萨 I、II 组、葡萄花层水进三角洲沉积体系组成。

萨零、萨 I 组砂体是形成于嫩一段深水环境的一套浊流沉积, 沉积单元具有明显的湖相浊流层序, 其沉积类型和砂体是高密度流舌状砂体、长条砂体-低密度流席状砂体、零星透镜砂体。萨 II、III 组沉积范围逐层超覆, 逐层扩大, 是一套水进型反向层序三角洲沉积, 其沉积序列和相应的砂体是: 分流河道长条砂体-水下分流河道条带砂体-水下分流河道末端零散透镜砂体-席状砂体。葡萄花层是一套水进型正向层序三角洲沉积, 其沉积序列和相应的砂体是: 河口堆积主砂体-水下分流河道条带砂体-水下分流河道间透镜砂体-席状砂体。

从沉积角度认识问题, 应该在三角洲前缘, 两侧缘的扇形面散开部位上的透镜砂体和席状砂体寻找岩性隐蔽油气藏。

收稿日期 1983年11月28日

参 考 文 献

- [1] 蔺毓秀, 1983, 石油实验地质, 5卷4期, 266—275页。
- [2] 陕西省水利科学研究所河渠研究室等合编, 1977, 水库泥沙, 水利电力出版社。
- [3] 孙顺才等, 1981, 云南抚仙湖现代浊流沉积特征的初步研究, 科学通报, 11期。
- [4] Alberty Mattes and Maurice E. Tucker (Edited), 1977, Modern and Ancient Lake Sediments, Blackwell Scientific Publications, Oxford London Edinburgh Melbourne.

WATER PROGRESSIVE DELTA DEPOSITS OF YAOJIA FORMATION AND TURBIDITES IN THE NORTHERN PART OF SONGLIAO BASIN

Lin Yuxiu

(Research Institute of Petroleum Exploration and
Development, Daqing Oil Field)

Abstract

The sedimentary features of the formation during water progressive stage of the

middle-lower part of the second-class complex depositional cycles in the Cretaceous in Songliao Basin are discussed in this paper. Taking the water progressive delta body formed in Sa.Pu reservoirs of Yaojia Formation for example, we dissected the structures of water progressive delta body of the forward and backward sequences and its features of formation.

The common features between the water progressive delta body of the forward and backward sequences are that the stratigraphic unit of a single body of delta is a rhythmic layer and the complex body of delta is that three stratigraphic units within the same sedimentary system aggradated on the time and stacked in space.

The foreset bed of the delta is not clear, and their interface of top and bottom of the stratigraphic unit (layer) is the isochronic face and is almost parallel in horizontal direction (as the paleoslope is very small).

At the same interval, the cycles of sedimentary sequence of delta conform with that of the lateral lake. Usually the whole lake basin and the delta body are positive cycles or reversed cycles. The growth and development of the delta always move landward.

The water progressive delta facies of forward sequence is in positive cycle and can be divided into four subfacies in plane or vertical direction: the river mouth accumulation; subaqueous distributary channel deposits; subaqueous interdistributary channel deposits and sheet sand.

The correspondent models of sand body are accumulative sand body of river mouth-elongated sand body of subaqueous distributary channel-lenticular sand body of subaqueous interdistributary channel-sheet sand body. The main subfacies is subaqueous distributary channel deposits, and the main framework sand body is the elongated sand body of subaqueous distributary channel.

The water progressive delta facies of backward sequence is in reversed cycle and can also be divided into four subfacies: the distributary channel, interdistributary channel-subaqueous distributary channel, subaqueous interdistributary channel-the dispersed deposit at the end of subaqueous distributary channel-sheet sand.

The correspondent models of sand body are lenticular and elongated sand body of distributary channel-elongated sand body of subaqueous distributary channel-the scattered and lenticular sand body at the end of subaqueous distributary channel-sheet sand body.