

文章编号: 1001-6112(2009)05-0472-06

渤海湾盆地东濮凹陷濮卫洼陷带 复杂岩性油气藏形成条件与成藏规律

慕小水^{1,2}, 何 锋², 顾 勤¹, 张东霞², 吴莉芝², 范建敏³, 魏新源², 宋瑞荣²

(1. 中国地质大学, 北京 100083; 2. 中国石油化工股份有限公司 中原油田分公司 勘探开发科学研究院, 河南 濮阳 457001; 3. 中国石油化工股份有限公司 中原油田分公司 采油工程技术研究院, 河南 濮阳 457001)

摘要:渤海湾盆地东濮凹陷濮卫洼陷带岩性油气藏形成条件较为复杂。洼陷自身广泛分布的成熟烃源岩是油气成藏丰富的物质基础; 物源多、沉积体系类型多、岩性变化快的沉积特点, 控制了岩性圈闭的发育分布; 多套厚层盐岩的发育、相变, 形成了良好的油气遮挡层及盖层, 是洼陷带岩性油气藏多层系发育, 呈现高压、高充注特点的主要原因; 频繁间互发育的非常规储层, 多期次油气成藏等地质因素的存在, 则使岩性油气藏成藏更为复杂。针对该区发育的砂岩上倾尖灭型圈闭油气藏、砂岩尖灭与断层配置的构造—岩性圈闭油气藏、上倾物性遮挡型圈闭油气藏、透镜状岩性圈闭油气藏等 4 种主要类型岩性油气藏, 通过深入研究生烃层系、岩性相变、非常规储层发育、断裂活动等成藏主控因素, 明确成藏规律, 对该区下步勘探有重要意义。

关键词: 盐岩; 岩性油气藏; 形成条件; 洼陷带; 东濮凹陷; 渤海湾盆地

中图分类号: TE122.3

文献标识码: A

COMPLEX LITHOLOGIC RESERVOIR FORMATION CONDITION AND LAWS IN PUWEI SUB-DEPRESSION, DONGPU SAG, BOHAI BAY BASIN

Mu Xiaoshui^{1,2}, He Feng², Gu Qin², Zhang Dongxia², Wu Lizhi², Fan Jianmin³, Wei Xinyuan², Song Ruirong²

(1. *China University of Geology, Beijing 100083, China*; 2. *Research Institute of Petroleum Exploration and Production, Zhongyuan Oil Field, SINOPEC, Puyang, Henan 457001, China*; 3. *Research Institute of Petroleum Engineering, Puyang, Henan 457001, China*)

Abstract: Lithologic reservoirs are formed in complicated conditions in the Puwei sub-Depression, the Dongpu Sag, the Bohai Bay Basin. Wide spread mature source rocks are prolific material basis for reservoir formation. Multiple sources, various sedimentary system types and rapid changes of lithology control distribution and development of lithologic traps. Thick salt development and phase changes form good barrier bed and cap rock for hydrocarbon, which are also the main causes to develop lithologic pools with high pressure and charging. Geological factors such as frequently developed alternated unconventional reservoirs and hydrocarbon formation in multi-phases have made it more complicated for lithologic reservoirs formation. In this paper, it has been carefully researched 4 types of lithologic reservoirs developed in the area, including sandstone up-dip pinch-out trap reservoir, structural-lithologic trap reservoir (sandstone pinch-out collocated with fault), up-dip petrophysical property sheltered trap reservoir and lenticular lithologic trap reservoir. After deep studies on main factors responsible for hydrocarbon generating beds, lithologic phase changes, unconventional reservoir development, breaking activity and so on, reservoir formation law has been definite, which will play an important role for further exploration of the Dongpu Sag.

Key words: halite; lithologic reservoir; formation condition; sub-depression; Dongpu Sag; Bohai Bay Basin

收稿日期: 2008-12-26; 修订日期: 2009-09-15。

作者简介: 慕小水(1969—), 男, 博士研究生, 高级工程师, 主要从事油气勘探研究工作。E-mail: muxs1969@sina.com。

基金项目: 国家科技重大专项(2008ZX05000-006)。

濮卫洼陷带位于渤海湾盆地东濮凹陷北部,是濮城断裂系和卫东断裂系相向而掉形成的负向构造单元(图1),勘探面积约110 km²。洼陷东西两侧翼分别为濮城和卫城油气田。洼陷带生油气能力良好、沉积体系类型多样、岩性变化快、盐岩发育等多种因素导致岩性油气藏发育,成藏特点独特。古近系东营组、沙河街组的沙一、沙二上、沙二下、沙三上、沙三中、沙三下等多套层系均发现岩性油气藏。深入研究濮卫洼陷带岩性油气藏成藏地质条件,不仅可以挖掘洼陷带剩余油气资源,对东濮凹陷乃至其他盆地类似的洼陷带勘探也有一定借鉴意义。

1 基本地质特征

濮卫洼陷带由于濮城与卫东断层作用,洼陷内仅保存沙三下亚段顶部及其以上层位的地层,地层

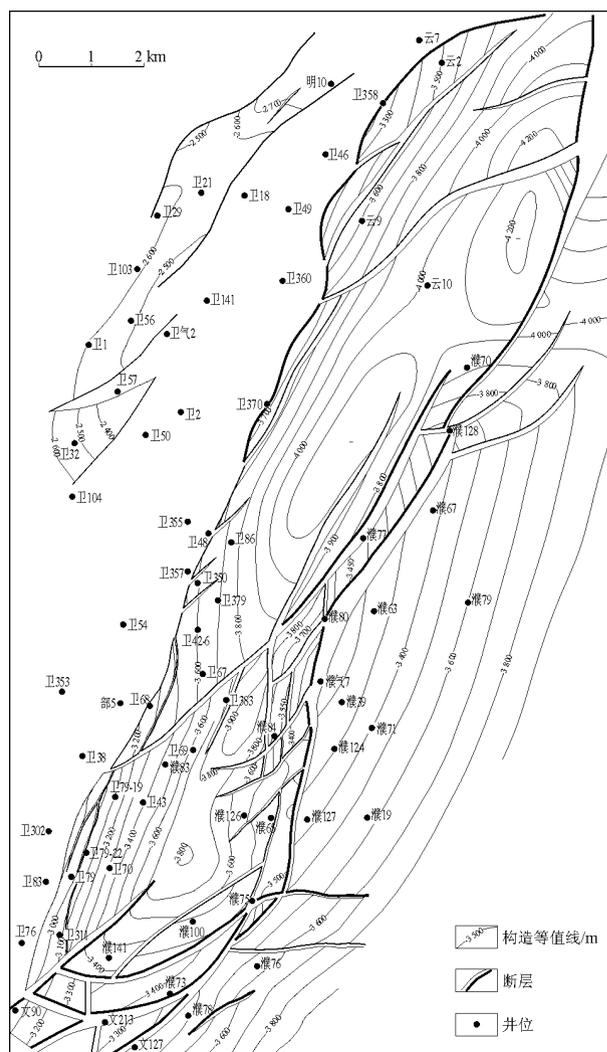


图1 渤海湾盆地东濮凹陷濮卫洼陷带沙三中⁴底面构造

Fig. 1 Structure map of the bottom of middle Es₃ in the Puwei sub-Depression, the Dongpu Sag, the Bohai Bay Basin

岩性剖面主要有砂泥岩与盐岩2种类型,其中盐岩有4套,濮卫洼陷带岩性油气藏的发育与这4套盐岩的分布、相变有着密切关系。

濮卫洼陷带具有“南北分区,东西分带”的特征。南北向上,大致在卫86—濮80井一线有一构造低幅度隆起,隆起两侧的构造、沉积、储层、岩性相变等均有明显差异。东西向上,按构造特征可分为卫东断阶带、中央洼陷带和濮城断阶带3个带(图2)。卫东断阶带由卫东断层及其伴生的反向次级断层组成,构造比较复杂;中央洼陷带构造简单;濮城断阶带表现为阶阶西掉的夹缝带。

2 岩性油气藏形成条件

2.1 油气源充足

濮卫洼陷带既是油气富集的负向构造,也是生烃洼陷,由于洼陷内部盐岩发育,沙三下、沙三中、沙三上烃源岩系为典型的盐湖沉积环境,烃源岩不但分布广、厚度大,还具有初始生产力高、聚集保存条件良好、有机质丰度高、干酪根类型优质等特点^[1,2]。样品测试结果,濮卫洼陷带沙三段烃源岩42个样品有机碳含量0.46%~4.74%,平均2.05%;39个样品氯仿沥青“A”含量0.1415%~0.2380%,平均0.1898%;39个样品生油潜量0.33~29.49 mg/g,平均11.13 mg/g。烃源岩有机质丰度达到好—最好烃源岩级别。烃源岩有机质类型在濮卫洼陷大多为II型,部分为I型,有机质质量好,具有良好的潜在生油能力。

沙三段烃源岩热演化生烃史模拟表明,由于埋深等因素影响,洼陷北部热演化程度要高于南部。北部沙三段烃源岩在29 Ma(东营组沉积前期)进入生烃门限($R_o > 0.5\%$);在27 Ma(东营组沉积末期)3套烃源岩从下向上分别达到成熟($1.0\% < R_o < 1.3\%$, $T > 160\text{ }^\circ\text{C}$)和中等成熟阶段($0.7\% < R_o < 1.0\%$, $T > 125\text{ }^\circ\text{C}$)。南部沙三段烃源岩在29.5 Ma进入生烃门限($R_o > 0.5\%$);在27 Ma 3套烃源岩从下向上分别达到中等成熟($0.7\% < R_o < 1.0\%$, $T > 120\text{ }^\circ\text{C}$)和低熟阶段($0.7\% < R_o < 1.0\%$, $T > 110\text{ }^\circ\text{C}$)。整个洼陷带在27 Ma之后地层发生抬升剥蚀,沙三段烃源岩的生烃演化受到较强的抑制甚至停止,新近纪以来再次深埋,地层过补偿,在5 Ma左右(明化镇组沉积中后期)热演化程度再次增加,发生二次生烃作用,以生成中等成熟度石油为主。洼陷带生油量计算表明,沙三中生油量最大,其次为沙三下,沙三上最小;排烃系数由下向上逐渐减小,排烃量和油气聚集量以沙三下和沙三中为主,这也是

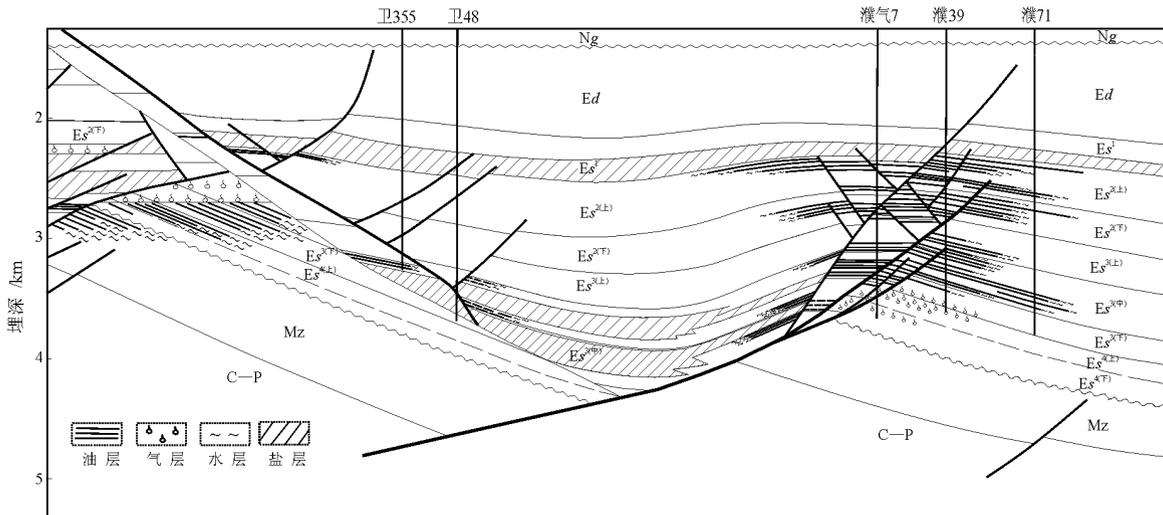


图 2 渤海湾盆地东濮凹陷濮卫洼陷带卫 355—濮 71 井油藏剖面

Fig. 2 Reservoir profile across Well Wei 355 and Pu 71 in the Puwei sub-Depression, the Dongpu Sag, the Bohai Bay Basin

油洼陷带岩性气藏在沙三中广泛分布的主要原因之一。

濮卫洼陷优质、成熟烃源岩的存在及广泛分布,为油气的生成、运移、聚集及成藏提供了丰富的物质基础。

2.2 物源及沉积体系控制岩性圈闭类型和分布

物源多、沉积体系类型多、岩性变化快是濮卫洼陷带岩性油气藏发育的一个主要条件。洼陷在沙河街组不同沉积时期处于不同物源体系结合部,环绕濮卫洼陷存在多个方向的物源(沙三段不同时期都存在 4~6 个不同方向的物源)。这些物源一般都具有继承性和间歇性特点,沉积了多种类型砂体,大致以洼陷中心为沉积中心,由洼陷边缘向洼陷中心砂体逐渐减薄、尖灭,相变为泥岩、盐岩,形成砂岩侧向尖灭、上倾尖灭及砂岩透镜体等岩性或构造—岩性圈闭。因此,不同类型砂体横向变化形成相变带是岩性油气藏形成的主控因素。

综合钻井岩心观察与描述、测井相、地震相等特征,濮卫洼陷共划分出湖底扇、滨浅湖砂坝—风暴沉积、浅水盐湖、三角洲、深湖—半深湖等 5 种沉积体系(图 3)。

陆相盆地由于受构造活动影响明显,湖平面升降频繁,具有多旋回、多沉积层序的特点,不同体系域的含油性受凹陷类型、构造沉积发育史等多因素控制,无论是低水位体系域还是高水位体系域均可形成岩性油气藏富集^[3]。濮卫地区在沙三沉积期为一箕状洼陷,洼陷呈南北向分布,由于濮城断裂系活动强度大于卫城断裂系,造成古地形东低西高,东深西浅。在高水位期,濮卫洼陷沉积中心大致位于现今的洼陷轴部,洼陷中央发育深湖—半深

湖沉积体系,以深色泥(页)岩、膏岩、云质泥岩为主,夹有透镜状粉砂岩、细砂岩,是寻找透镜体油藏的有利场所。洼陷带东侧濮城断裂下降盘的坡折带下会形成深水重力流背景的湖底扇沉积体系,北侧发育沿轴向的湖底扇,是湖底浊积扇、上倾物性遮挡等岩性油气藏发育的主要相带^[4]。洼陷带西侧则发育滨浅湖砂坝—风暴沉积体系,洼陷北翼近邻盆地边缘,发育三角洲沉积体系;由于西侧水体较浅,波浪或潮汐作用影响较大,粉砂岩分选较好,岩性变化快,对形成砂岩上倾尖灭岩性油气藏十分有利,同时西侧西倾反向断层较为发育,也多形成断层封堵的构造—岩性油气藏。在低水位期,濮卫洼陷内以发育低位盐湖沉积体系、三角洲沉积体系、砂坝—风暴沉积体系为主,其中三角洲沉积体系分

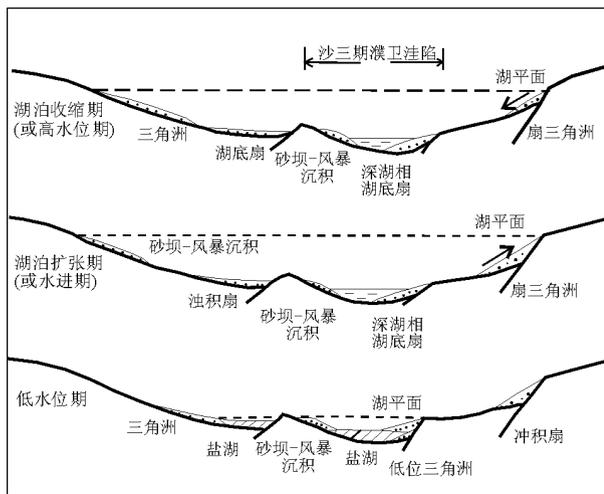


图 3 渤海湾盆地东濮凹陷濮卫洼陷带沙三段沉积模式 Fig. 3 Depositional model chart of interval Es³ in the Puwei sub-Depression, the Dongpu Sag, the Bohai Bay Basin

布于濮城断裂下降盘及洼陷北部,低位盐湖沉积体系发育于洼陷中央,呈南北向延伸。低水位期发育的低位三角洲砂体是岩性油气藏的最有利储集体^[5],形成的厚层盐岩是岩性油气藏良好的遮挡层及盖层。

2.3 盐岩发育形成良好遮挡层及盖层

濮卫洼陷沙河街组发育沙一下、沙二上、卫城上(沙三中上部)及卫城下(沙三中下部)4套分布范围较广的厚层盐岩段,尤其是沙一下与卫城下覆盖了整个濮卫洼陷大部分区域。盐岩构成了油气富集的优良盖层及侧向遮挡层,这4套盐岩之下及侧向尖灭处同层段是最主要的含油层系。

大量实钻井资料对比及研究分析表明,东濮北部盐岩相变大致有2种类型:一是由盐岩—泥膏岩—含膏泥岩—泥岩、粉砂岩;二是由盐岩—白云岩、泥质白云岩—云质泥岩、灰质泥岩—泥质粉砂岩、粉砂岩。其中第一种相变类型较为常见,单个盐韵律不对称,以正韵律为主,向物源方向相变的粉砂岩为反韵律(图4a);盐岩呈反韵律的相对少一些,向物源方向相变的粉砂岩为正韵律。第二种相变类型仅少数盐韵律有,如沙一下的盐韵律,多为对称型,单个盐韵律分布范围广且稳定,在盐岩分布范围四周或盐岩分布范围内的隆起区相变为分布稳定的薄层泥质白云岩,在近物源区,砂岩多形成于薄层泥质白云岩之后,但都夹持于2个稳定的灰色泥、页岩之间(图4b)。对于盐岩与砂泥岩的相变,严格意义上讲,砂泥岩与盐岩不是同时沉积的,更多情况下粉砂岩在盐岩沉淀后才沉积。所谓盐岩与砂泥岩的相变关系,实际是深湖沉积时2个

等时对比标志层之间盐岩与砂泥岩的对比关系。这种对比关系对油气成藏来讲已经足够,因此可以认为盐岩与砂泥岩之间存在着相变关系^[6,7]。濮卫洼陷带盐岩与砂岩的相变、遮挡油气成藏主要表现为这种关系。

盐岩与砂岩发生相变的区域地层要薄于盐岩剖面,也薄于砂、泥剖面,岩性为过渡类型,主要为含膏泥岩、粉砂质泥岩及白云质泥岩(图4c)。认识到地层的这一变化特点,对确定岩性相变带及岩性油气藏的规模、边界有较强的指导意义。

通过对盐岩相变区域大量钻井电测曲线细致对比分析认为:盐岩在大多数情况下在横向上近距离不能快速相变为砂岩,只有在特殊条件下,盐岩能在横向上很快相变成砂岩。如成盐时期的湖盆内水下长条状隆起,阻碍两侧水体交流(起到障壁作用),靠湖中心一侧沉积盐岩的同时,靠岸一侧若有碎屑补给可有砂岩沉积,隆起部位则为泥质沉积(图4d)。濮卫洼陷带卫86—濮80井一线的构造低幅度隆起对南北两侧沉积、储层、岩性相变等多方面有一定影响,是寻找岩性油气藏的有力目标区。

濮卫洼陷有大面积厚层盐岩覆盖,并且储源同层,因此形成的油气藏多属于封闭、高压的独立成藏系统,地层的高压环境又易于烃源岩排出的油气高充注,形成有储层就能成藏、油气广泛分布、富集、高产的场面。

2.4 盐间非常规储层发育增加油藏认识难度

濮卫洼陷岩性油气藏的复杂性主要体现在储层的复杂性。储层粒细、层薄,泥质、碳酸盐含量高,与非渗透层呈“千层饼”状频繁间互,在岩电性上难以识别有效储层,在空间上难以认识有利储集区;其次,多套盐岩发育、相变,形成多个层系岩性油气藏的发育与纵向叠加、交错,而同一套盐岩不同砂组的相变带位置变化也较大,形成岩性油气藏复杂的分布格局。

随洼陷带勘探深入,近2年认识到在盐间发育的薄互储层(与常规储层差别大,暂称“盐间非常规储层”)也是油气良好的储集空间。比如2007年洼陷西南翼的老井卫79—19井沙三中⁴砂组3 055~3 072 m井段盐间未解层(从测井曲线上看不出来是砂岩储层,通常要归到非储层)射孔后自喷(图5),6 mm油嘴日产气41 520 m³、油2.4 t,充分证实盐间非常规储层有着较大的勘探潜力。

盐间非常规储层沉积特征研究表明,砂体多远离物源,相带上处于水动力条件比较弱的、水体比较安静的前三角洲、半深湖—深湖环境,以悬浮沉

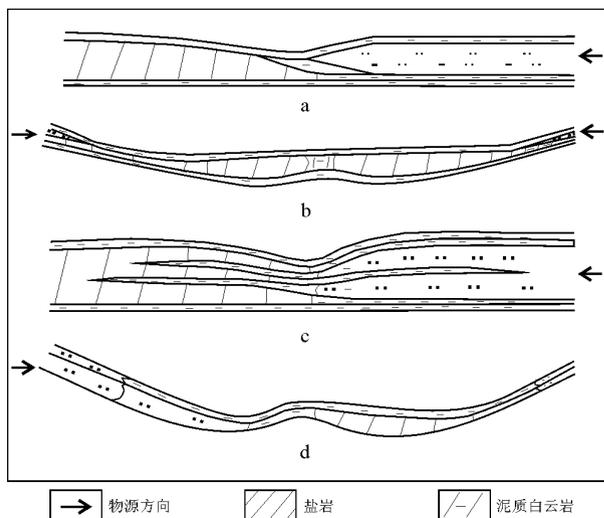


图4 渤海湾盆地东濮凹陷盐岩相变模式

Fig. 4 Facies change model cartogram of salt in the Dongpu Sag, the Bohai Bay Basin

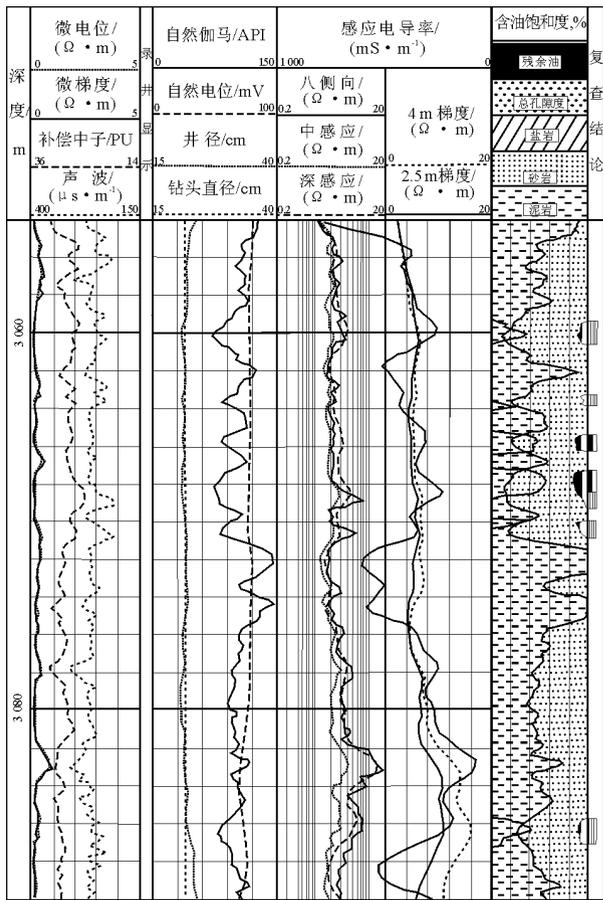


图 5 渤海湾盆地东濮凹陷
濮卫洼陷带卫 79-19 井测井二次解释成果

Fig. 5 Reinterpreted logging composite
of Well Wei 79-19 in the Puwei sub-Depression,
the Dongpu Sag, the Bohai Bay Basin

积为主, 夹有化学沉积(白云岩、灰岩、石膏等)^[8]。取心观察及薄片鉴定多呈薄的粉砂岩条带、泥质粉砂岩、白云质粉砂岩、灰质粉砂岩及石膏质粉砂岩。通常物性差、较致密, 为中—低孔、特低渗透层, 孔隙度一般为 5%~20%, 主要集中在 11% 左右, 渗透率一般在 $(0.2 \sim 10.0) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, 主要集中在 $(0.5 \sim 2.0) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 之间。电性特征上储层、油层识别难度大, 砂岩泥质含量高, 储层自然伽马曲线数值跟泥岩相当, 自然电位曲线受盐层影响, 比较平直, 油层电阻率在 $1.2 \sim 2.0 \Omega \cdot \text{m}$ 之间, 呈现低阻特征, 曲线变化比较平缓, 与围岩难以区分, 微电极幅度差极小、井径缩径不明显, 三孔隙度曲线显示岩性致密、物性较差。针对这类储层系统研究表明, 通过加测自然伽马能谱测井和核磁共振测井等特殊测井系列, 可以提高对储层、油层的认识^[9~11], 最大限度地挖掘该类储层的勘探潜力。

2.5 多期次成藏导致成藏更加复杂

根据流体包裹体均一温度、盆地古地温模式和

储集层埋藏历史, 能够确定包裹体形成时的地层埋深及对应的地质时代, 应用此方法就可以确定油气藏的形成时间^[12~16]。

濮卫洼陷带东翼濮城地区 99 件样品分析表明: 与油气包裹体共生的盐水包裹体的均一化温度多在 $90 \sim 150 \text{ }^\circ\text{C}$, 结合埋藏史和热演化史分析, 成藏期在 $33.7 \sim 27.7 \text{ Ma}$, 相对应地质时间为东营组沉积末期。该期也是东濮凹陷的主要成藏期。

濮卫洼陷带西翼卫城地区 27 件样品分析表明: 与油气包裹体共生的盐水包裹体的均一化温度在 $70 \sim 110 \text{ }^\circ\text{C}$ 和 $120 \sim 150 \text{ }^\circ\text{C}$ 存在多个峰值, 反映卫城地区存在多期烃类流体充注。结合濮卫地区埋藏史和热演化史分析, 主要存在 2 期成藏: 第一期成藏发生在 $36.5 \sim 33.0 \text{ Ma}$, 对应地质时间为沙二段沉积中期—沙一段沉积期, 该时期也是濮卫洼陷带西边界卫东断裂的主要活动期, 说明油气运移成藏与断裂活动有着密切关系; 第二期发生在 $36.5 \sim 25.5 \text{ Ma}$, 相对应地质时间为沙一段沉积末期—东营组沉积末期, 对应东濮凹陷的主要成藏期。

上述油气的 2 次成藏都与东濮凹陷构造运动密切关联, 导致油气主要运移方向是向洼陷带两翼高部位运移, 若遇见盐岩、非渗透岩层遮挡, 则形成复杂的岩性油气藏; 若遇见断层遮挡, 多形成构造—岩性复合油气藏。

洼陷带中央部位由于缺乏样品资料, 是否存在晚期成藏(明末期)仍有待证实。但从东濮凹陷其他地区包裹体等资料分析, 上第三系明化镇组沉积末期也是一次成藏期。该区资料研究也证实, 在明末期存在二次生烃过程。因此推测该区明末期也是一次成藏期, 该时期断裂活动规模小, 油气多在洼陷带中央就近储层中聚集, 容易形成自生自储式油气藏。这类油气藏常位于浊积砂体或三角洲砂体前缘和湖底扇砂体前缘部位, 砂岩体规模小, 但由于圈闭封闭条件好, 原油产量较高^[17]。目前在洼陷带中央发现的岩性油气藏多属于这种成因的油气藏。

3 岩性油气藏类型及成藏规律

3.1 岩性油气藏类型

濮卫洼陷带由于地质条件特殊, 造成岩性圈闭类型多, 纵向上不同层系互相叠置, 平面上交错分布, 形成连片分布的场面(图 6)。依据构造、沉积特点, 该区油气藏主要可分为 4 种类型。

3.1.1 砂岩上倾尖灭圈闭油气藏

主要分布于洼陷两侧的斜坡上, 沉积背景为水进水退较频繁变化的湖岸或古地貌变化地带。砂

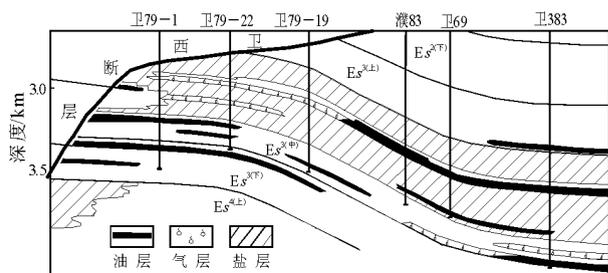


图6 渤海湾盆地东濮凹陷濮卫洼陷带
卫79-1井—卫383井油气藏剖面

Fig. 6 Reservoir profile across Well Wei 79-1
and Wei 383 in the Puwei sub-Depression,
the Dongpu Sag, the Bohai Bay Basin

岩储集层沿上倾方向发生尖灭或侧向变化,并被不渗透岩层所围限,往往穿插于泥质岩中。明显具备接触面广,优先捕获油气的有利条件。如濮卫洼陷西翼卫379块沙三上油藏。

3.1.2 构造—岩性圈闭油气藏

此类圈闭是濮卫洼陷岩性圈闭中最为主要的圈闭类型,数量多、分布广。通常是砂岩侧向相变为泥岩、盐岩,上倾部位由断层遮挡形成岩性圈闭或者砂岩上倾方向相变为泥岩、盐岩,侧向由断层遮挡形成岩性圈闭,如濮卫洼陷西翼的卫43块沙三中³⁻⁴油藏、文90块沙三中⁷油藏及文213块沙三中³⁻⁴油藏等。

3.1.3 上倾物性遮挡型岩性圈闭油气藏

濮卫洼陷东侧濮城断裂一线,由于古地形高差大、坡度陡,构成同层位的砂岩、不等粒砂岩及砾岩等储层,加上后期的成岩改造作用,可形成上倾物性遮挡圈闭。电镜下见到濮84井部分层段溶蚀孔隙发育,而部分层段胶结作用强烈,形成明显排驱压力差。因此,在靠近濮城断裂一侧有此种类型的岩性圈闭分布。

3.1.4 透镜状型岩性圈闭油气藏

透镜状型岩性圈闭目前发现较少,濮153井沙三上⁴油藏比较典型。沉积体系分布特征研究发现,由濮84、濮126至濮100井区沙三中²⁻⁸是砂岩厚度高值区,除受物源控制外,应存在一些由北向南轴向重力流形成的浊积砂体或与河道、沟道砂体有关的透镜状型岩性圈闭^[18],其有利条件是分布于洼陷内,能优先捕获油气。

3.2 岩性油气藏成藏规律

濮卫洼陷带复杂岩性油气藏成藏规律主要有以下几点:1)濮卫洼陷大的构造背景控制油气运移聚集,油气整体由洼陷中心向四周边缘高部位运移;2)有储层就能成藏,但储层空间分布及强非均

质性影响岩性油气藏的分布格局;3)油气运移程度低,生烃层系则明显控制岩性油气藏分布,岩性油气藏主要分布在生烃层系或上方有断层沟通的区域;4)相变带与断层共同控制油气聚集成藏,多套盐岩、泥岩发育、相变,形成多个层系岩性油气藏发育与纵向叠加、交错。

4 结论与建议

濮卫洼陷带目前共发现21个油气藏,探明石油地质储量千万余吨。通过近两年分层系系统解剖,初步落实剩余圈闭资源量 $4\ 300\times 10^4$ t,是今后加大复杂岩性油气藏勘探的基础,尤其是非常规储层,蕴藏了丰富的油气资源,是今后勘探的重点对象。

濮卫洼陷带下步勘探主要应做好以下几方面的工作:一是加强细分层系的解剖研究,针对单砂、泥岩层、单韵律盐层进行精细追踪研究,结合古地貌、构造演化,搞清有效储集体的分布,落实岩性圈闭;二是针对储层粒细、层薄、泥质含量高、与泥岩频繁间互的特殊性,加强测井解释技术的认识提高及测井新技术的应用,充分挖掘非常规储层的勘探潜力;三是加强高精度三维地震的应用,深入开展层序地层学、储层分布预测等研究工作,为岩性油气藏的勘探提供技术支持。

参考文献:

- 李世银, 钟建华, 孙钰等. 东濮凹陷濮卫环洼带油气成藏条件及成藏规律[J]. 油气地质与采收率, 2007, 14(2): 28~30
- 常振恒, 陈中红, 张玉体等. 渤海湾盆地东濮凹陷原油地球化学特征研究[J]. 石油实验地质, 2007, 29(2): 178~182
- 刘震, 赵政璋, 赵阳等. 含油气盆地岩性油气藏的形成和分布特征[J]. 石油学报, 2006, 27(1): 17~22
- 潘元林, 张善文, 肖焕钦等. 济阳断陷盆地隐蔽油气藏勘探[M]. 北京: 石油工业出版社, 2003. 34~40
- 纪友亮, 冯建辉. 东濮凹陷古近系的低位三角洲沉积[J]. 石油勘探与开发, 2003, 30(1): 112~114
- 谷维成, 赵其磊, 吕迎红等. 河南省濮阳地区古近系沙河街组盐岩层与油气藏的关系[J]. 古地理学报, 2005, 7(4): 529~534
- 黄建军, 纪友亮, 王改卫等. 东濮凹陷古近系含盐地层层序特征及成因分析[J]. 石油与天然气地质, 2007, 28(4): 479~484
- 于兴河. 碎屑岩系油气储层沉积学[M]. 北京: 石油工业出版社, 2008. 407~420
- 袁明前. 核磁共振测井在江汉特殊储层解释评价中的应用[J]. 天然气技术, 2007, 1(4): 27~30
- 田素月, 孙灵芬. 核磁共振测井在东濮凹陷深层气评价中的应用[J]. 油气地质与采收率, 2003, 10(3): 34~35
- 张景廉, 刘全新, 梁秀文等. 有关自然伽马能谱测井在储层预测中的应用讨论[J]. 石油地球物理勘探, 2000, 35(3): 395~400
- 李荣西, 席胜利, 邸领军. 用储层油气包裹体岩相学确定油气

坝是该区有利微相。

2) 储层砂岩成分类型为中细粒岩屑砂岩, 属低孔低渗类型, 粒间溶孔及粒内溶孔是主要孔隙类型。压实作用使储层孔隙度大幅下降, 而溶蚀作用是该区最有建设性的成岩作用。储层性能主要受沉积作用、填隙物含量和成岩作用控制。

3) 在乌参 1 井—依拉 101 井—一线以北存在多个砂体, 如果成藏条件优越, 这些砂体很有可能获得油气。

致谢: 文章写作过程中, 得到了塔里木油田分公司研究院项目主管领导及技术人员的指导和帮助, 并引用了相关内部资料, 在此一并感谢。

参考文献:

1 李曰俊, 宋文杰, 买光荣等. 库车和北塔里木前陆盆地与南天山造山带的耦合关系[J]. 新疆石油地质 2001, 22(5): 376~382

2 贾进华, 周东延, 张立平等. 塔里木盆地乌什凹陷石油地质特

征[J]. 石油学报, 2004, 25(6): 12~17

3 肖建新, 林畅松, 刘景彦. 乌什凹陷及东部邻区白垩系层序划分与沉积古地理[J]. 地学前沿, 2008, 15(2): 8~19

4 张振红, 吕修祥, 杨明慧等. 塔里木盆地乌什凹陷石油地质特征[J]. 西安石油大学学报(自然科学版), 2004, 19(4): 29~31

5 王招明, 夏维书, 周黎霞等. 塔里木盆地乌什凹陷及周边露头区油气地质[M]. 北京: 石油工业出版社, 2002. 1~128

6 吕修祥, 金之钧, 周新源等. 塔里木盆地乌什凹陷温宿凸起油气勘探前景[J]. 中国石油大学学报(自然科学版), 2006, 30(1): 17~25

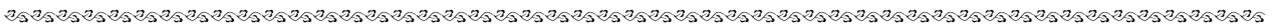
7 肖序常, 汤耀, 冯益民等. 新疆北部及其邻区大地构造[M]. 北京: 地质出版社, 1992. 11

8 杨帆, 贾进华. 塔里木盆地乌什凹陷白垩系冲积扇—扇三角洲沉积相及有利储盖组合[J]. 沉积学报, 2006, 24(5): 681~689

9 李维锋, 高振中, 彭德堂等. 塔里木盆地库车坳陷中三叠统辫状河三角洲沉积[J]. 石油实验地质, 2000, 22(1): 55~58

10 朱如凯, 郭宏莉, 高志勇等. 塔里木盆地北部地区古近系—白垩系储层质量影响因素探讨[J]. 地质论评, 2007, 53(5): 624~630

(编辑 徐文明)



(上接第 471 页)

16 McKenzie D P. Some Remarks on the Development of Sedimentary Basins [J]. Earth and Planetary Science Letters, 1978, 40(1): 25~32

17 Lin C S, Zhang Y M, Li S T, et al. Quantitative modelling of multiphase lithospheric stretching and deep thermal history of some tertiary rift basins in eastern China [J]. Acta Geologica Sinica, 2002, 76(3): 324~330

18 He Zhiyong, Crews S G, Corrigan J. Rifting and heat flow: Why the McKenzie model is only part of the story [A]. In:

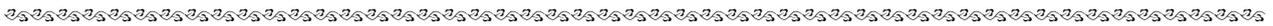
Basin modeling perspectives: Innovative developments and novel applications [C]. AAPG Hedberg Conference, Hague, Netherlands, May 6-9, 2007

19 高德章, 赵金海, 薄玉玲等. 东海及邻近地区岩石圈三维结构研究[J]. 地质科学, 2006, 41(1): 10~26

20 李明诚. 石油与天然气运移[M]. 3 版. 北京: 石油工业出版社, 2004

21 张忠民, 周瑾, 邬兴威. 东海盆地西湖凹陷中央背斜带油气运移期次及成藏[J]. 石油实验地质, 2006, 28(1): 30~37

(编辑 徐文明)



(上接第 477 页)

成藏期次——以鄂尔多斯盆地陇东油田为例[J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(2): 194~199, 217

13 肖晖, 任战利. 塔里木盆地孔雀 1 井志留系含气储层成藏期次研究[J]. 石油实验地质, 2008, 30(4): 357~362

14 袁玉玲, 皇甫红英. 塔里木盆地塔河南地区良里塔格组成岩环境及油气成藏期次[J]. 石油实验地质, 2008, 30(6): 580~584

15 赵力彬, 黄志龙, 高岗等. 关于用包裹体研究油气成藏期次

问题的探讨[J]. 油气地质与采收率, 2005, 12(6): 6~9, 18

16 宗国洪, 卓勤功, 郝雪峰等. 利用有机包裹体恢复油藏油气充注史及应用实例[J]. 油气地质与采收率, 2002, 9(3): 49~51

17 胡朝元, 孔志平, 廖曦. 油气成藏原理[M]. 北京: 石油工业出版社, 2002. 16~56

18 周士科, 徐长贵. 轴向重力流沉积: 一种重要的深水储层[J]. 地质科技情报, 2006, 25(5): 57~62

(编辑 韩 或)