

略论辽河西部凹陷油气藏类型及其分布规律*

吴振林

(辽河石油勘探局)

辽河西部凹陷已进行了十余年勘探,证明是一个油气富集区,探明的地质储量比辽河断陷另二个凹陷高7—10倍,占该断陷探明地质总储量的82%;如按单位面积计算,其探明地质储量应列入国内最富凹陷之中。

西部凹陷下第三系最大厚度达5000—6000米,具有多套油气层和多种类型的储集层,构成多样的油气藏类型。

一、含油气层系和油气藏类型

目前,已在前震旦亚界、震旦亚界、下第三系沙河街组、东营组等7个组段中发现12个油气层(表1),形成了丰富多采的油气藏类型(图1)。根据控制油气的主要因素,可划分为四大类九个类型。

第一大类,构造油气藏

1.背斜油气藏:以兴隆台沙二段和双台子沙二段为代表。油气受背斜所圈闭,具统一的气顶和油水界面。虽然背斜被断层切割分块,造成各断块的油水界面高度

不一致,但断层的落差与油水界面的高差基本一致(表2),说明断层仅仅把背斜油气藏复杂化。这类油气藏发育在生油洼陷中间或周边,有良好的油源条件,油气富集程度高,具备油层厚、物性好、原油性质好、油层压力高的特点,所以是西部凹陷中的主要油气藏。

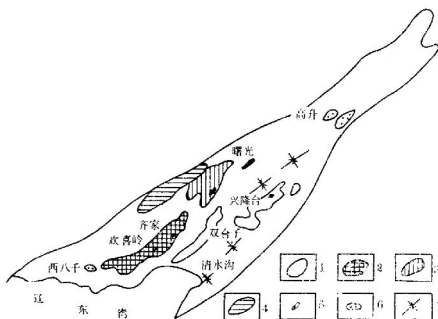


图1 西部凹陷主要油气藏类型的分布

1.背斜油气藏 2.断块油气藏 3.地层超覆油气藏 4.地层不整合油气藏 5.基岩油气藏 6.岩性油气藏 7.生油洼陷

* 本文是在《辽河断陷的油气聚集规律和远景规划设想》(1976)的基础上进一步综合撰写而成,参加该报告的研究和讨论的还有田传兰、葛天生、王明武、董晓光、阎浩智、吴铁生等。

表1 辽河西部凹陷合油层系表

地 层			油 层 名 称	储 集 类 型	
系	组	段			
上三第系 下 第 三 系	馆陶组 (Ng)				
	东营组 (Ed)		马 圈 子 油 层		
	沙 河 街 组 (Es)	一段	上	黄 金 带 油 层	碎 屑
			中	于 姜 油 层	
		二段 (Es ₂)	下	兴 隆 台 油 层	岩 孔
			三段	上	
		下		大 凌 河 油 层	
		四段 (Es ₄)	上	莲 花 油 层	
				杜 家 台 油 层	
				高 升 油 层	粗 晶 灰 岩 裂 缝
					火 山 岩 裂 缝
		中 生 界 (Mz)			
震 旦 亚 界 (Z)			白 云 质 灰 岩 缝 洞、石 英 岩 裂 隙		
前 震 旦 亚 界 (AnZ)			花 岗 岩 裂 缝		

(据辽河油田科学技术研究院)

表2 兴隆台油田各断块沙二段油水界面深度和边界断层落差表

断块名称 (由北而南)	油水界面深度(米)	边 界 断 层	
		位 置 及 倾 向	落 差 (米)
兴 58	1950—2030	与兴20—21块间断层 北倾	150
兴 20—21	1810	以本断块为准	
兴开发区	1865	与兴20—21块间断层 南倾	70
兴 42	2050	与兴开发区块间断层 南倾	200
马 7	2300	与兴42块间断层 南倾	300
马 19	2700	与马7块间断层 南倾	400

2. 断块油气藏: 被几组不同走向的断层切割形成的断块圈闭。以欢喜岭油田高垒带的沙四上杜家台油层为代表。它是发育在基岩断块上, 由沙河街组早期的东北走向西倾和晚期的东北走向东倾的两组正断层组成的地垒带 (图2), 并被北西和近东西走向断层切割成不规则断块。油气主要聚集在断块的高部位, 富集程度按断块的高低而异。如地垒带中垒块最佳, 油层厚, 如欢8井油层占砂层的71%; 而相对低的断块油层薄, 如欢11井油层占砂层的51%。各断块具有各自的油水界面, 彼此都有边水分隔, 呈层状储油。

3. 断鼻油气藏: 发育在斜坡上的鼻状构造, 在东北向断层的配合下形成圈闭, 油气主要聚集在构造高部位。如欢喜岭油田齐13井区沙二段和齐6井区沙一中。当储集层较厚时, 油井产量也较高, 但油气藏面积较小。

第二大类, 地层油气藏

1. 地层超覆油气藏: 在斜坡或构造翼部地层超覆形成圈闭。如兴隆台背斜的东南翼, 是沙二段砂岩体的基部, 砂岩由东向西超覆, 形成局部的超覆油藏。马72井在一3200米的油水界面以下发现一组新油层即为此类型。发育在凹陷斜坡部位的曙光油田杜家台油层, 受西侧基底隆起控制, 在边部逐层上超, 如地震F(60.3)剖面707.0桩号以西。油藏以超覆为主要圈闭因素。该油藏又被断层复杂化, 造成油水界面不同和压力的差异。据对曙光油田地层压力研究的成果¹⁾, 取油水界面处每口井的油底地下原油比重, 将该井的压力统一折算到海拔-2300米, 发现折算压力很接近(平均值为242大气压), 说明上述差异是由于原油比重的差别引起的, 所以仍然是一个水动力系统。

2. 地层不整合油藏: 在凹陷的西部边缘有一个稠油带, 该带沙河街组油层与上第三系馆陶组不整合接触, 致使油层遭到氧化, 形成不整合油藏(图3)。目前发现稠油带的油层有兴隆台、大凌河和杜家台三层, 油水界面深度为1200米, 原油性质差, 初馏点较高(表3)。

第三大类, 基岩油气藏

本区前第三系基底经燕山运动的改造及早第三纪的地壳拉伸, 造成起伏和复杂的古地形, 后被沙三段暗色泥岩覆盖, 使基岩储集层形成圈闭。目前发现的基岩油气藏分属二种类型。

1. 潜伏凸起油气藏: 如兴隆台、欢喜岭、齐家古潜山, 由前震旦亚界花岗岩类的裂缝为储集空间, 无构造背景, 油气富集在凸起的高部位, 并受裂缝发育程度控制。以产气为主, 具高压高产的特点。

2. 基岩不整合面油藏: 如曙光和杜家台潜山。基岩均为震旦亚界, 前者为白云质灰岩缝洞储油; 后者为石英岩裂隙储油。储集体被下第三系底部不整合面封闭而形成圈

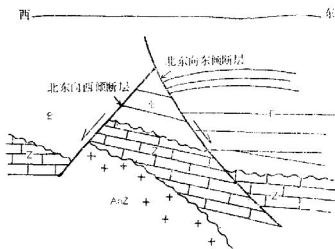


图2 基岩断块模式

E 下第三系 Z 震旦亚界 AnZ 前震旦亚界
(据陈景达, 1980, 简化)

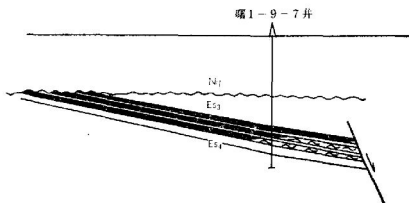


图3 地层不整合油藏

Ng 上第三系馆陶组 Es₃ 下第三系沙河街组三段
Es₄ 下第三系沙河街组四段

1) 曙光油田地质设计指挥所开发室, 1976, 曙光油田原始地层压力初步研究。

表3 稠油带原油性质

层位	井号	比重 (d_4^{20})	粘度 50°C (厘泊)	凝固点 (°C)	含蜡 (%)	沥青+胶质 (%)	初馏点 (°C)
沙二	欢14	0.9977	269.97 (100°C)	17.5	2.97	42.79	(未测)
沙三上	欢43	0.9229	148.62	<-18.0	5.64	14.52	260
沙四	齐5	0.9526	414.63	-7.5	6.7	25.45	148—152

闭, 油的富集程度还因储集体的岩性和缝洞发育程度的不同而有差异。以产油为主, 为不饱和油藏, 饱和压力低, 油藏温度高, 原油具低比重、高凝固点的特点; 化学组成上、具高烷烃、低芳烃和正烷烃主峰碳数偏低的特点(表4)。为成熟度较高的轻质油¹⁾。

第四大类, 岩性油气藏

1. 砂岩透镜体油气藏: 发育在沙三段生油岩层中的浊积岩形成的油气藏。如兴隆台油田沙三段油层, 呈透镜状, 油层物性差, 含油普遍, 原油物性好。在油层物性变好的部位产能高, 压力也高。

2. 岩性尖灭油气藏: 油气聚集主要受储集层的上倾或横向尖灭控制。

高升油田高升油层为粒屑灰岩, 油气直接受粒屑灰岩相变为泥岩所控制, 具较好的原油性质(表5)。

表4 曙光古潜山油田原油物理性质、
化学组成及油层温度、压力表

饱和压力 (大气压)	原始油气比	油层温度 (°C)	比重 (d_4^{20})	粘度 50°C (厘泊)	凝固点 (°C)	烷 烃 (%)	芳 烃 (%)	正烷烃主峰 C
5.7	2.9	80	0.84	13	35	44	10	C ₁₆
1	1	1	1	1	1	1	1	次为
7	3	84	0.85	15	37	53	13	C ₁₇

表5 高升油田高升油层
原油性质

比重 (d_4^{20})	粘度 50°C (厘泊)	凝固点 (°C)
0.900	170	21
1	1	1
0.930	1200	27

据王保志、王可德, 1980, 略简化。 测点深1800米。

兴隆台油田马4—马50井区是位于沙二段砂岩体的前缘带, 在沙一期早时, 该区一直处于上倾部位。沙一末期兴隆台古构造形成, 该区处于构造圈闭之外, 但由于砂体变为下倾, 故形成岩性尖灭油藏(图4)。

欢喜岭油田的大凌河油层, 沿斜坡向西上倾尖灭, 侧向在断层配合下形成圈闭。

在凹陷内上述各类油气藏纵向叠合

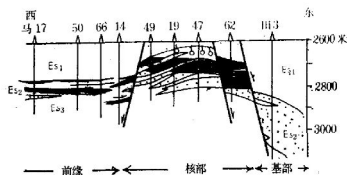


图4 兴隆台油田沙二段砂岩体与油气聚集

(据牛仲仁, 1977)

E₅ 下第三系沙河街组一段 E₆ 下第三系沙河街组二段 E₇ 下第三系沙河街组三段

1) 王保志、王可德, 1980, 曙光古潜山油田油源研究。

出现，由于前第三系基底的起伏，及其对老第三纪的构造控制，从而形成两种序列模式。

(1) **背斜构造型序列模式**：底部为基岩凸起油气藏；中层为背斜构造油气藏，翼部有岩性油气藏和超覆油气藏；浅层为断块油气藏和岩性油气藏（图5）。

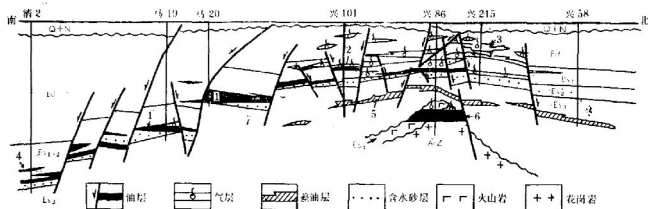


图5 背斜构造型序列模式

（兴隆台油田纵剖面示意图），（据牛仲仁，1977）

1. 背斜油气藏 2. 断块油气藏 3. 断块、岩性油气藏 4. 岩性尖灭油气藏 5. 砂岩透镜体油气藏
6. 基岩潜伏凸起油气藏（地层代号同表1）

(2) **斜坡型序列模式**：底部为基岩凸起或不整合油气藏；中层为断块油气藏和超覆油气藏，上倾部位为岩性油气藏；浅层为构造油气藏，另有断块和岩性油气藏；边部为地层不整合油气藏（图6）。

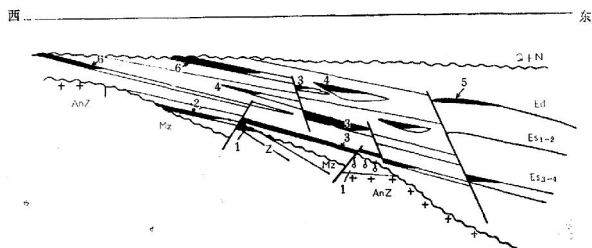


图6 斜坡型序列模式

1. 基岩凸起或不整合油气藏 2. 超覆油气藏 3. 断块油气藏 4. 岩性油气藏 5. 构造油气藏
6. 地层不整合油气藏（地层代号同表1）

根据西部凹陷的勘探经验，浅层的断块和岩性油气藏是次生的，含油面积较大；底部基岩油气藏是原生的（新生古储），含油面积较小。所以浅层发现了次生油气藏。在深部往往能发现原生油气藏。上述油气藏纵向序列模式，对于在不同的构造部位勘探相应类型的油气藏，是有指导意义的。

二、有利的地质条件

辽河西部凹陷是在渐新世开始发育,之后基本上稳定下沉,堆积了5000—6000米厚的沉积物;渐—中新世之间的构造运动,使沙河街组 and 东营组产生断裂和褶曲;中新世又继续下沉,直到现在。上述过程为生油和油气藏形成提供了如下主要有利条件。

(一)有利的生储油条件 西部凹陷的主要含油气层系为沙河街组,生油层为沙三段和沙一段,是富含有机质的暗色泥岩间夹油页岩,岩性稳定,分布广,厚度大,沙三段最大厚度为1167.5米(曙90井),沙一段为550米(双33井)。研究者将其与胜利、大庆油田的已知生油层对比,说明沙三、沙一段均属于第一类生油层,与大庆青一段生油层相似,可列入国内好生油层中(图7)^[1]。区内储集层为沙四、沙二段,发育有三角洲砂体和河道砂体,在沙三段中还有油积岩砂体,在半封闭的湖湾地区和边缘水系不发育的浅滩地区,如高升一带还发育粒屑灰岩。由于储集层与生油层间互出现,组成良好的生储盖组合,对油气生成后进入储集层极为有利。

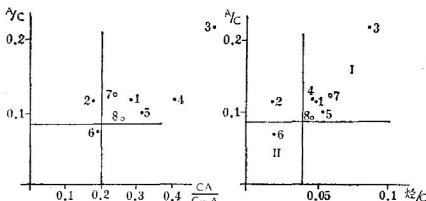


图7 沥青转化系数(A/C)与生油系数(CA/C-A),
烃转化系数(烃/C)关系图 (据杨少华, 1979)

1. 松辽盆地青一段 2. 东营凹陷沙一段 3. 东营凹陷沙三段 4. 沾化凹陷沙一段 5. 沾化凹陷沙三段 6. 车镇凹陷沙一段 7. 辽河西部凹陷沙一段 8. 辽河西部凹陷沙三段 A. 氢仿沥青 C. 有机碳

(二)多种圈闭条件 凹陷内发育多种圈闭。下第三系沉积前,凹陷基底起伏大,经受了长期的剥蚀,造成较多的潜山,在其周边的下第三系早期的上超,及后来的覆盖,形成了基岩圈闭。在下第三系沉积的同时,既形成一系列背斜,又伴随发生断裂,加上岩性岩相的变化,这些因素互相配合,遂形成了多种圈闭,为油气聚集提供了有利的条件。

(三)有利的地温条件 下第三系具较高的地温,地温梯度为3.29—4.65℃/100米,高于正常值。较高的地温有利于生油层向石油演化 and 成熟,所以生油门限深度较浅,为2000—2400米^[2]。因此西部凹陷的有效生油区的面积大,约占凹陷总面积的70%。

以上说明:辽河西部凹陷油气丰富的基本地质条件是优越的。

三、对油气富集规律的初步认识

根据凹陷内油气藏的分布(图1),对凹陷的油气富集规律有如下初步认识:

(一)深凹陷周边的圈闭最有利于油气聚集

深凹陷既是沉积中心,又是生油中心。西部凹陷是一个长期继承性凹陷。下第三系沉积经历了快速下降—稳定下降—回返上升三个阶段。沙河街组处于前两个阶段,东营组为后一阶段。沙四段是浅水沉积,在凹陷边部为湖滨和湖湾环境,以薄层粉—细砂岩

1) 杨少华, 1979, 辽河断陷西部凹陷下第三系沙河街组生油层若干问题的讨论。

和粒屑灰岩、白云质灰岩沉积为主;在凹陷中央则为湖心区,水体较深,为泥岩和油页岩沉积。沙三段是深水的暗色泥岩和油页岩沉积。沙二段是浅水的砂砾岩沉积。沙一段水体又加深,湖心移到南部清水沟一带,以暗色泥岩、油页岩为主。东营组又是浅水碎屑岩沉积。纵向沉积相为浅湖相—深湖相—浅湖相递变,在沉积时间上具有浅水沉积时期短,深水沉积时期长的特点,这就有利于形成大套生油岩层;深水沉积又是非补偿湖盆沉积,所以有利于有机质的堆积、保存和转化。

有机质转化为油气后,从生油层中迁移出来,即初次运移。目前研究油气运移时期是通过研究粘土脱水过程来确定,粘土沉积物中蒙脱石脱水过程也就是向伊利石转化过程。根据前兰州地震大队石油室研究资料:兴隆台地区2000米以下出现蒙脱石向伊利石的转化,该深度与生油门限深度基本一致,所以可以认为生油层的生油时期也就是油气初次运移时期。

由此可知:深凹陷内沉积岩厚度大,沙三段和沙一段两套生油层深埋于2000米以上,不仅生油条件好,而且具有较好的转化和初次运移条件。因此位于其周边的圈闭,对油气聚集最有利,这一点已被勘探成果所证实;同时,它也指出了在其周边还应进一步勘探非背斜油气藏。

(二) 凹陷内构造发育过程控制了不同层段油气藏的空间分布

西部凹陷就其构造性质来说,为一个“箕状”凹陷,但这种特征是在沙三期末才开始发育。凹陷基底由中生界、震旦亚界、前震旦亚界组成,第三纪前的构造运动产生的一组北东向西倾正断层,使基底形成一系列基岩单面山,起伏不平。早第三纪的构造运动继承前期的构造格局,故造成沙四段的超覆沉积。沙三段沉积时,凹陷急剧下沉,但湖盆底面较为平缓,坡度只有2度左右¹⁾。因此沙三段全区广布,到沙三末期,凹陷西侧上抬,形成宽阔的斜坡带,从此开始了“箕状”凹陷的发育阶段,凹陷最深部位在东界断层西侧下降盘。随着沉积加厚,在压实和重力作用下,凹陷从西到东依次产生一系列沉积断层和背斜构造。由此可知:西部凹陷的构造发育顺序是先边部后中央,而生油层的成熟过程是先凹陷中央后边部,这一倒置关系有利于油气运移和聚集。因此斜坡以沙四段油气藏为主;斜坡下倾部位以沙三段油气藏为主;而在凹陷中则以沙一、二段油气藏为主,并有东营组油气藏。这对今后在不同部位寻找相应层位的油气藏是有启发的。

(三) 岩相带和构造带的有机配合形成油气富集带

西部凹陷轴向为北北东向,湖盆狭长形,宽与长之比为1/4—1/10。根据沉积相研究²⁾,湖盆物源来自东两侧,而以西侧水系为主,因此形成各种北西向砂体(图8),由

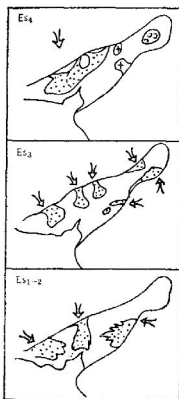


图8 砂体分布示意图
(据金万莲, 1980)

Es₄ 下第三系沙河街组四段

Es₃ 下第三系沙河街组三段

Es₂ 下第三系沙河街组二段

Es₁ 下第三系沙河街组一段

1) 曙光油田地质设计指挥所, 1977, 曙光油田构造断层及油气水特征。

2) 金万莲, 1980, 辽河裂谷西部凹陷沙河街组沉积发育史与沉积体系。

于湖盆狭窄, 边部砂体伸向湖心, 构成有利的生储盖组合。而凹陷的构造和断裂方向, 是以北东和北北东向为主, 所以砂体方向与构造线方向相垂直, 从而形成各种油捕。如北西向砂体, 其上倾方向被北东向断层遮挡形成圈闭, 成为有利的油气聚集带。欢喜岭油田的基本控制因素就是这样。又如兴隆台油田的构造轴部与砂二段砂体的核部吻合, 导致了油气富集(图4)。

综上所述, 辽河西部凹陷经过十余年的勘探, 成效比较显著, 但仍有潜力可挖。如能根据上述油气富集规律和油气藏纵向序列模式, 在凹陷内进一步开展地震地层学的研究, 详细查明砂体分布, 预计还能发现一些隐蔽油气藏。

(收稿日期 1981年5月25日)

参 考 文 献

- [1] 张万选, 1981, 论油、气藏的分类及中国油、气藏的主要类型。石油学报, 第3期。
- [2] 吴振林, 1980, 辽河新生界火山岩发育特征及其与油气关系, 石油勘探与开发, 第4期。

A BRIEF DISCUSSION ON OIL AND GAS POOLS IN WESTERN LIAOHE DEPRESSION AND THEIR REGULARITIES OF DISTRIBUTION

Wu Zhenlin

(Liaohe Bureau of Petroleum Exploration)

Abstract

The western Liaohe depression began its developing at Oligocene and kept on sinking ever since. Now, the thickness of sediments with abundant organic matters reaches 5,000—6,000m. Because of the later Tertiary fracturings and foldings resulting from the progressive warping and epigenetic tectonic movements, sequences of source rocks and varieties of traps favourable to oil and gas generation and accumulation were formed.

Four categories of oil and gas pools are found, which are subdivided into nine types of different traps, such as, 1). tectonic pools, including a). anticline; b). faulting blocks; and c). faulted structural noses; 2). stratigraphical pools, including d). overlaps; and e). unconformities; 3). basement pools, including f). latent ridges; and g). unconformities of basement; and 4). lithological pools, including h). lenticular sandstones; and i). pinched layers. All these pools are regularly distributed in different parts, superimposing each other. They can be summarized as two series of oil and gas pools, 1). anticlinal series and 2). slope series. They can be

used as models for arranging exploration and appointing places favourable to oil and gas searching.

The depression appears in shape of dustpan¹⁾. Therefore, the oil and gas traps were formed in direction from margin to centre, whereas maturation of oil and gas began from central parts towards margin. This kind of relationship between tectonic and oil generation processes implies certain regularities of special distribution of oil and gas pools and can lead to discovering of possible pools in some places else.

国际地质对比计划第32项 (IGCP No. 32)

审图会议在广东南雄召开

我国承担的亚太地区经社会国际科研协作项目之一的IGCP No. 32, 按其工作进展的要求, 于1982年3月19日至23日在广东南雄召开了审图会议。

出席会议的有该项目负责人关士聪、部科技局陶惠亮、陆相盆地专题小组成员及编图单位的代表共65人。

会议受到IGCP全国委员会的关怀和支持, 主任委员程裕洪认为这是我国日前参加IGCP十余个项目中的第一个成果, 应反映出我国中、新生代盆地地层方面的研究成果和水平, 一定要认真审查。为此, 会议成立了以关士聪、陶惠亮、胡忠敏为首的领导小组和审图小组, 对提交的十一个盆地的50幅英文图件和相应的中文说明书, 进行了认真审查。

会议分三个阶段进行。首先展出和观摩了所编图件, 并由有关单位讲解图件内容和宣读说明书及拟议中的亚太经社会中国地层图集说明的前言; 第二阶段分组互审, 除图件和说明书的审查外, 还成立绘图工艺、英文翻译及古生物三个专业组进行逐项逐字的审查, 提出书面审评意见; 最后, 会议作了总结, 并决定于六月底前完成全部英文出版原图和说明书, 提交出版。

代表们认为: 送审图件及说明书基本上达到预期的要求。与国际上已出版的同类成果对比, 增强了大家的信心, 并表示一定按期提交高质量的成果, 为国争光。

会后, 代表们实地观察了南雄盆地的地质剖面, 并在已往发现恐龙蛋层位之上的地层(上湖组底部)中又发现了恐龙蛋, 为该盆地地层的划分对比提供了新的线索。

(许鸣光)

1) half-graben