

松辽盆地南部大情字井油田青二段油气成藏规律

王志强¹, 鲍志东¹, 何海全², 刘桂珍³, 赵艳军¹, 刘忠明¹, 付 晶¹

1. 中国石油大学(北京)资源与信息学院, 北京 102249
2. 吉林油田勘探开发研究院, 吉林松原 138001
3. 西安石油大学油气资源学院, 西安 710065

摘要 松辽盆地南部大情字井油田青二段具有良好的油气资源潜力。以大情字井油田为研究区, 探求其油气成藏条件与分布规律。综合分析了岩心、录井、地震、测井等资料, 运用“相-势-导三元控藏”理论, 在对大情字井油田青二段沉积演化背景、沉积微相、储集层特征、压力势、流体势与输导体系特征进行研究的基础上, 剖析各控藏要素及其配置关系对油气藏形成与分布的影响; 指出“相-势-导”有利配置区, 并提出以三角洲前缘砂体为主要储集岩的富烃凹陷成藏模式。研究认为: 水下分流河道与河口坝砂体规模大, 储集物性好, 是有利沉积相带, 凹陷的斜坡带是紧邻烃源灶的流体低势区, 是油气运移的主要指向区, 区内断层与层状砂岩的组合形成有利的“T”形输导体系; 油气在流体势的驱动下, 经“T”形输导体系运移至凹陷的斜坡带有利相带内汇聚成藏; 区内油藏类型具分带特征: 向斜西翼主要发育断层-岩性油气藏、断块油气藏; 向斜东翼主要发育岩性上倾尖灭油气藏。

关键词 大情字井油田; 成藏模式; 富烃凹陷; 岩性油气藏; 沉积相

中图分类号 TE33

文献标识码 A

文章编号 1000-7857(2010)10-0079-04

Formation Mechanism of Hydrocarbon Reservoir in Qn2 of Daqingzijing Oil Field in the South of Songliao Basin

WANG Zhiqiang¹, BAO Zhidong¹, HE Haiquan², LIU Guizhen³, ZHAO Yanjun¹, LIU Zhongming¹, FU Jing¹

1. College of Resources and Information, China University of Petroleum, Beijing 102249, China
2. Exploration and Development Research Institute of Jilin Oil Field Corporation, Songyuan 138001, Jilin Province, China
3. School of Petroleum Resources, Xi'an Shiyou University, Xi'an 710065, China

Abstract Qn2 of Daqingzijing oil field sees a great potential in oil and gas resources. In this paper, with Daqingzijing oil field as the study area, the formation mechanism of hydrocarbon reservoir is comprehensively analyzed, including studies of core, geology log, seismic and well log. With the "facies-potential-transport ternary reservoir controlling" theory, sedimentary facies, sedimentary evolution, storing characteristics, pressure potential, fluid potential, carrier system, and the correlation of these factors and hydrocarbon are discussed. A pool-forming pattern of hydrocarbon-rich depressions is proposed, with the reservoir rock of the depression as the delta front sandstone. It is suggested that the underwater distributary channel and the mouth bar sand of a large scale, with good reservoir properties, are favorable sedimentary facies. Slopes of depression belong the low-potential zone. Fault and bedded sandstone are combined, to form a T-passage system. Fluid potential drives hydrocarbons to flow through the T-passage system, to be accumulated in the high-quality facies. Reservoir formation is controlled by facies and potential and carrier system. Reservoir types in research area see a distribution of a zoning feature. The west slope of synclines sees more growth of fault-lithological and fault block oil pools. The east slope of synclines sees more growth of up-dip pinchout of sandstone-reservoir.

Keywords Daqingzijing oil field; model of reservoir; hydrocarbon-rich depressions; lithologic reservoir; sedimentary facies

收稿日期: 2009-10-27

作者简介: 王志强, 博士研究生, 研究方向为储层地质学与沉积盆地流体矿产, 电子信箱: wangzhiqiang00@126.com; 鲍志东(通信作者), 研究方向为储层地质学、层序地层学、盆地分析, 电子信箱: baozhd@cup.edu.cn

0 引言

随着石油地质研究的深入,油气成藏理论不断完善;源控论^[1]有效地指导了早期油气勘探;油气幕式成藏理论指出,生烃高峰期后形成的圈闭同样可能成为有效圈闭,拓宽了油气勘探领域^[2];油气复式成藏理论对油气藏的空间组合与分布进行归纳,并阐明成藏条件^[3];"相-势"控藏理论认为陆相断陷盆地隐蔽油气藏的形成均以"相-势"耦合为条件^[4];张文朝等^[5]在"相-势"控藏理论的基础上引入"输导体系控藏",提出了"相-势-导"三元控藏。大情字井地区白垩系砂岩储层中发现了超亿吨级规模的石油地质储量^[6],从现有的勘探程度分析,青二段是该区今后勘探和开发的主要目标;对大情字井油田青二段进行成藏条件分析,对于加快大情字井油田的勘探开发具有重要指导意义。然而,针对该区的成藏规律分析往往是针对生、储、盖组合的规模和形态分析,不能揭示其成藏实质规律。本研究应用"相-势-导"三元控藏理论^[5],对研究区"相"、"势"、"导"控藏三要素进行研究,分析成藏特征,以指导松辽盆地南部地区油气藏勘探开发。

1 区域地质概况

大情字井油田位于松辽盆地南部中央坳陷区长岭凹陷的中部,东西为大安—红岗和华字井 2 个阶地所夹持,处于乾安次凹陷和黑帝庙次凹陷之间的相对隆起部位(图 1)。构造形态总体表现为轴向北北东、东缓西陡不对称的向斜构造,断裂发育。青山口组暗色泥岩发育,厚度一般为 80~100m,有机质丰度高,属好—较好烃源岩^[7]。油源对比分析表明,长岭凹陷高台子油层原油主要来源于青一段和青二段、青三段内部与储层互层的烃源岩^[8]。

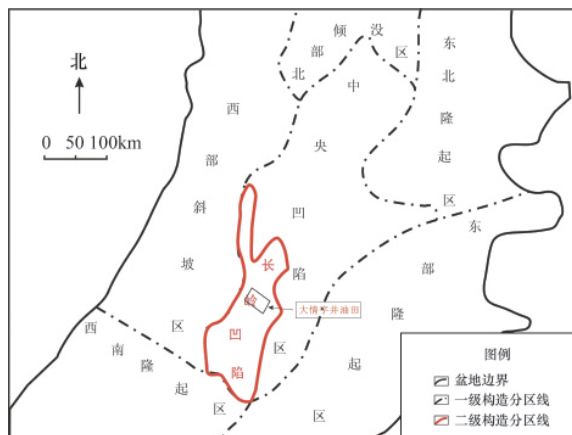


图 1 大情字井油田构造位置图

Fig. 1 Tectonic location in Daqingzijing oil field

2 “相”控藏分析

“相”系指沉积演化、沉积相和储集相,其对生、储、盖的形成、展布和性质有极为重要的影响。

2.1 沉积演化

大情字井油田所在的长岭凹陷沉积主要受北东走向的

通榆—保康三角洲沉积体系所控制^[9],青山口组形成于松辽盆地拗陷期的快速沉降阶段。青一期水体最深,沉积了较厚的暗色泥岩,资源潜力大;青二期基准面下降,三角洲向东北方向推进,在研究区内形成三角洲前缘储集砂体,且在湖平面快速下降的背景下,青山口期内部基准面振荡频繁,致使砂层与泥层间互,此沉积特征有利于岩性油气藏的形成。

总之,受沉积演化影响,研究区既有优质的生油岩,又有较好的储集砂体。加之三角洲沉积过程中的水体进退变化,可形成众多良好的生、储、盖组合,进而形成油气丰富的油气聚集带。

2.2 沉积微相与储集相特征

研究区发育三角洲前缘亚相和前三角洲亚相,微相类型见表 1。

表 1 沉积相类型与特征对比表

Table 1 Types and features of sedimentary facies

亚相 类型	微相类型	沉积特征	单砂层 厚度/m	孔隙 度/%
三角洲 前缘	水下分流 河道	岩性主要为粉细砂岩与粉砂岩,砂体呈条带状,走向连通性好,侧向尖灭快,储集性能好	2~8	8~22
	河道侧缘	岩性主要为泥质粉砂岩,储集性能差	1~3	5~17
	水下分流 间湾	泥质沉积	—	—
	河口坝	岩性主要为粉砂岩,砂体呈透镜状,分布于水下分流河道前端,形成于进积期,储集性能好	2~6	8~24
	前三角洲泥	质纯暗色泥岩	—	—
前三角洲	重力流	分选磨圆差,砂体呈透镜状包裹于前三角洲泥岩中,储集性能差-好	3~6	5~20

水下分流河道微相在水体上升或下降期均可发育,岩性以粉细砂岩与粉砂岩为主,顺河道流向砂岩连通性好,侧向尖灭快,呈带状向北东延伸,最远可至向斜东翼。河口坝微相主要形成于湖盆水体下降时期,岩性以粉砂岩为主,分选磨圆好,呈透镜状,常形成砂岩透镜体圈闭。重力流砂体呈透镜状,被前三角洲泥岩所包裹,由于处于烃源岩内部,易于捕获油气,形成砂岩透镜体油气藏。河道侧缘微相单砂层厚度薄,岩性细,不易形成有效储层。水下分流间湾、前三角洲泥微相均为致密的泥质沉积,是防止砂岩内部流体散失的遮挡体。

在以上沉积微相中,水下分流河道、河口坝、重力流 3 种微相为砂质沉积,原生孔隙较为发育,有利于溶蚀作用的发生,易形成次生溶蚀孔,是油气聚集的优势相。

3 “势”控藏分析

“势”是指流体势,即单位质量流体所具有的机械能量^[10-11],其数学表达式为

$$\phi = -gZ + \frac{1}{2}q^2 + \int_0^p \frac{dp}{\rho} \quad (1)$$

式中, ϕ 为流体势, g 为重力加速度, Z 为测压距基准面高程, p 为地层压力, ρ 为流体密度, q 为流体流速。由于流体在地层中的流速缓慢,动能可忽略不计。

流体势可表示为

$$\phi = -gZ + \int_0^p \frac{dp}{\rho} \quad (2)$$

由式(2)可知,流体势与地层压力呈正相关,与相对海拔呈负相关;地层压力越大,相对海拔越低,流体势越高。

流体势对油气运移的方向起主要的控制作用,处于高势区的油气属于一种不稳定状态。在高势能的作用下,总是趋于向低势区运移,最终在低势区富集成藏^[12]。研究区构造形态为向斜。向斜的深洼带既是埋藏深的相对高地层压力带,又是相对低海拔的低位能带,是流体高势区,向斜的两翼为流体低势区。松辽盆地长岭凹陷为富油气凹陷,有满凹含油的趋势^[13]。充足的油气在流体势的驱动下,总体上由相对低部位高势区向向斜翼部高部位低势区运移,斜坡带为泄流场所,这符合沉积压实水从沉积中心缓慢向四周隆起部位流动的规律^[14]。因此,向斜的两翼为油气运移的主要指向区,具有丰富的油源与有利的运移条件。

4 “导”控藏分析

“导”即输导体系,它是油气运聚成藏的路径。

含油气盆地内主要发育三大输导体系,即粗碎屑岩、断裂面和不整合面^[5]。大情字井青二段内部无不整合面,输导体系主要为断裂与连通砂岩。如图2,断层以北西向为主,研究区中央发育北东走向的断裂带,断裂带以西断层相对较多,东翼较少;断层近于垂直,向上断穿嫩江组底界,向下断穿青山口组底^[15],有效沟通了储层与青一段优质源岩。三角洲前缘

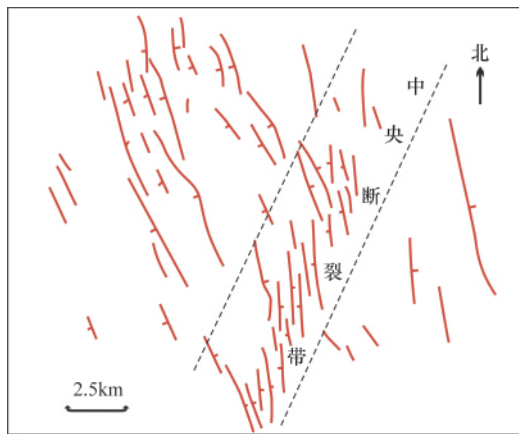


图2 大情字井地区青山口组底界断裂体系图

Fig. 2 Fault system on Qn2 base of Daqingzijing area

广泛发育的水下分流河道带状砂体,不仅是良好的储集砂体,由于其延走向的良好连通性,亦可成为连通砂岩输导体系。断层与砂体交织,组成“T”形输导体系(图3),输导油气聚集成藏。

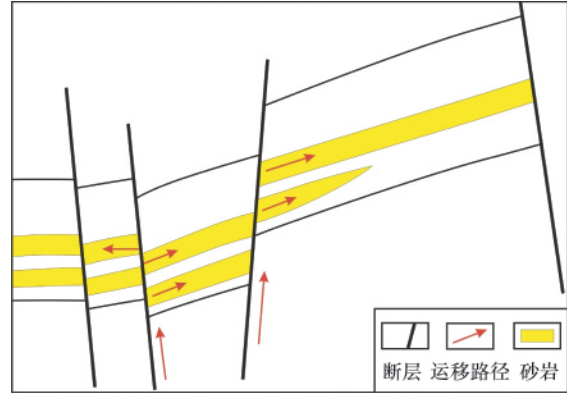


图3 “T”形输导体系

Fig. 3 “T”-shape transportation system

根据“相”、“势”、“导”三元素控藏分析,大情字井地区油源丰富。生排烃期,烃类直接进入源岩所包裹的砂体透镜体形成岩性油气藏或经“T”形输导体系,在流体势的驱动下,向两翼运移;在向斜东翼,断层较少,油气延条带状砂岩向斜坡上方运移,于倾尖灭带聚集,形成岩性上倾尖灭油气藏;在向斜西翼,北东走向条带状砂岩受北西走向断层切割、错断,形成断层-岩性圈闭或断块圈闭,油气在其中聚集,形成断层岩性油气藏或断块油气藏(图4)。

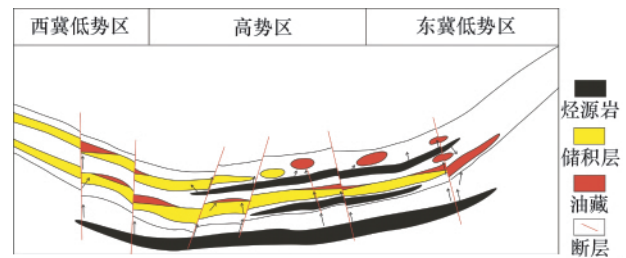


图4 大情字井地区青二段油藏模式图

Fig. 4 Reservoir model of Qn2 in Daqingzijing area

5 结论

1) “相”、“势”、“导”三因素共同控制大情字井油田青二段油气成藏;研究区发育三角洲前缘亚相和前三角洲亚相,水下分流河道与河口坝微相砂体规模大、物性好,是油气聚集的有利微相;区内断层较发育,断裂与带状砂体组成“T”形油气输导体系,沟通青一段主要烃源岩;在储层内部,油气受油气势控制,向凹陷的两翼运移,向斜的两翼为油气运移的主要指向区。

2) 研究区油藏分布具有明显的分带规律,向斜西翼断裂

较发育,在水下分流河道砂体向西坡上倾方向形成遮挡,该区主要发育断层-岩性、断块油气藏;向斜东翼,三角洲前缘沉积相变为前三角洲沉积,砂岩在向东坡的上倾方向发生尖灭,在该区主要发育岩性上倾尖灭油气藏,部分受断层控制,形成断层岩性油气藏。

参考文献 (References)

- [1] 胡朝元. 生油区控制油气田分布——中国东部陆相盆地进行区域勘探的有效理论[J]. 石油学报, 1982(2): 9-13.
Hu Chaoyuan. *Acta Petrolei Sinica*, 1982(2): 9-13.
- [2] 赵靖舟. 幕式成藏理论的提出及其勘探意义 [J]. 石油实验地质, 2005, 27(4): 315-325.
Zhao Jingzhou. *Petroleum Geology & Experiment*, 2005, 27(4): 315-325.
- [3] 张树林. 复式成藏动力学[J]. 现代地质, 1997, 11(4): 522-528.
Zhang Shulin. *Geoscience*, 1997, 11(4): 522-528.
- [4] 伍松柏. 东营凹陷“相—势”控藏作用原理分析及思索[J]. 海洋石油, 2008, 28(2): 46-51.
Wu Songbai. *Offshore Oil*, 2008, 28(2): 46-51.
- [5] 张文朝, 降栓奇, 陈彦君, 等. 断陷盆地“相—势—导”成藏模式与油气成藏[J]. 石油学报, 2008, 29(5): 680-693.
Zhang Wenchao, Jiang Shuanqi, Chen Yanjun, et al. *Acta Petrolei Sinica*, 2008, 29(5): 680-693.
- [6] 梁春秀, 王永春, 康伟力, 等. 现代勘探新技术在隐蔽油气藏勘探中的作用——松辽盆地大情字井超亿吨级油田的发现 [J]. 中国石油勘探, 2003, 8(3): 50-58.
Liang Chunxiu, Wang Yongchun, Kang Weili, et al. *China Petroleum Exploration*, 2003, 8(3): 50-58.
- [7] 杨明达, 杨铭辉, 唐振兴, 等. 松辽盆地南部大情字井地区油气分布控制因素分析[J]. 石油实验地质, 2003, 25(3): 252-256.
Yang Mingda, Yang Minghui, Tang Zhenxing, et al. *Petroleum Geology &*

Experiment, 2003, 25(3): 252-256.

- [8] 张枝焕, 吴聿元, 俞凯, 等. 松辽盆地南部长岭地区青山口组原油的地球化学特征及油源分析[J]. 现代地质, 2002, 16(4): 389-397.
Zhang Zhihuan, Wu Yuyuan, Yu Kai, et al. *Geoscience*, 2002, 16(4): 389-397.
- [9] 庞雄奇, 李丕龙, 张善文, 等. 陆相断陷盆地相-势耦合控藏作用及其基本模式[J]. 石油与天然气地质, 2007, 28(5): 641-663.
Pang Xiongqi, Li Pulong, Zhang Shanwen, et al. *Oil & Gas Geology*, 2007, 28(5): 641-663.
- [10] Hubbert M K. Entrapment of petroleum under hydrodynamic conditions [J]. *AAPG Bulletin*, 1953, 37(8): 1954-2026.
- [11] Hubbert M K. The theory of ground-water motion[J]. *Journal of Geology*, 1940, 48(8, Part 1): 785-944.
- [12] 王立武. 松辽盆地保乾三角洲层序地层学及含油气系统研究 [D]. 广州: 中国科学院研究生院广州地球化学研究所, 2004.
Wang Liwu. Study on the sequence stratigraphy and the petroleum system Baoqian area in Songliao Basin [D]. Guangzhou: Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, 2004.
- [13] 李明, 赵一民, 刘晓, 等. 松辽盆地南部长岭凹陷油气富集区分布特征[J]. 石油勘探与开发, 2009, 36(4): 413-418.
Li Ming, Zhao Yimin, Liu Xiao, et al. *Petroleum Exploration and Development*, 2009, 26(4): 413-418.
- [14] 罗家群. 泌阳凹陷流体势场演化特征及其对油气运聚控制作用[J]. 石油天然气学报, 2009, 31(2): 237-240.
Luo Jiaqun. *Journal of Oil and Gas Technology*, 2009, 31(2): 237-240.
- [15] 李建忠, 杨涛, 王立武, 等. 松辽南部大情字井地区断裂构造特征及其控油作用[J]. 石油勘探与开发, 2004, 31(1): 18-20.
Li Jianzhong, Yang Tao, Wang Liwu, et al. *Petroleum Exploration and Development*, 2004, 31(1): 18-20.

(责任编辑 岳臣)

·学术动态·

“第十一届全国土壤微生物学术讨论会”暨 “第六次全国土壤生物与生物化学学术研讨会”、 “第四届全国微生物肥料生产技术研究研讨会”征文



由中国土壤学会主办的“第十一届全国土壤微生物学术讨论会”暨“第六次全国土壤生物与生物化学学术研讨会”、“第四届全国微生物肥料生产技术研究研讨会”将于2010年10月18-21日在长沙召开。

会议以土壤(农业)微生物“学科创新与产业发展”为主题,围绕土壤微生物和生物固氮研究的新进展、植物与微生物相互作用机理的研究、土壤生物与生物化学研究新进展、微生物在土壤与环境治理方面的研究进展、微生物肥料产品与技术创新研究与成果、微生物肥料产业发展和政策支持、农业微生物产业与农产品质量安全等热点议题进行研讨。

征文截止日期为2010年9月20日。

联系地址:北京市海淀区中关村南大街12号中国农科院农业资源与农业区划所菌肥测试中心(100081)。

联系人:沈德龙、李俊。

电话:010-82106208;传真:82108702;电子信箱:dlshen@caas.ac.cn 或 jli@caas.ac.cn。

网址: http://www.csss.org.cn/news_detail.asp?id=707。