文章编号: 1009-3850(2008)02-0069-07

松辽盆地他拉哈西地区下白垩统 青山口组下部沉积微相分析

舒巧1,辛仁臣2,章伟1

(1. 中国地质大学地球科学与资源学院,北京 10083, 2. 中国地质大学海洋学院,北京 10083)

摘要: 笔者通过观察岩心,结合测井、录井资料,采用沉积学最新分析方法,查明了主要研究层青山口组(K₁ Ф)下部 发育的沉积微相类型及其特征,建立了相标志,同时查明了不同体系域沉积相、亚相、微相的空间展布。研究层段发 育的沉积类型有湖泊相和湖底扇相,湖泊相主要为半深湖深湖亚相,湖底扇相区分为内扇和外扇两个亚相。通过单 井相划分和 3条不同方向的联井剖面查明沉积微相在纵向上的变化,利用沉积微相平面分布图分析了研究区各沉 积微相的平面分布特征。纵向上研究层段底部湖底扇较发育,向上湖底扇的面积逐渐减小。平面上,以深湖,半深湖 沉积为主,在研究区的西侧、西南和西北地区发育湖底扇。湖底扇具有多期性、多物源的特点。该区的主体砂岩为 碎屑流、浊流成因的湖底扇砂,其典型特征是厚层暗色的深湖,半深湖亚相的烃源岩夹由重力流成因的湖底扇,上下 均呈突变接触关系,具有很好的隐蔽油藏成藏的条件。

关键 词:沉积微相;青山口组;沉积相分析;松辽盆地中图分类号:TE1213 文献标识码:A

前人研究表明, 在湖盆区找油过程中, 不仅应在 湖盆边缘寻找与三角洲、湖岸砂坝有关的储集层, 而 且还应该在湖盆内部寻找与重力流有关的储集砂 体^[1~s]。目前, 松辽盆地的大庆油田已进入高含水 产量递减采油阶段, 油田稳产主要依赖于老油田的 内部挖潜。沉积相带控制着水洗过程中物性的变 化, 使孔隙度和渗透率显著增加, 控制了驱油效率的 大小, 同时微相的展布影响着剩余油的分布。储层 微相研究是油田开发后期储层非均质性精细表征及 剩余油分布规律研究的重要内容。本文对松辽盆地 北部他拉哈西地区下白垩统青山口组下部进行沉积 微相分析, 为油田稳定开发, 增储上产提供地质依 据。

1 区域地质背景

1.1 区域地层

松辽盆地是我国中新生代较大的陆相含油气盆 地,南北长约 820 km,东西宽约 350 km,总面积为 287000 km,呈 NNE向展布^[6]。白垩系是松辽盆地 内主要的沉积岩系,厚逾 5000m,分布广泛,包括 8 个含油层、5套(浅部、上部、中部、下部和深部)含油 层系^[4]。下白垩统分为登娄库组(K,d)、泉头组 (K, 9、青山口组(K, 9n)、姚家组(K, 9)和嫩江组 (K, 9、青山口组(K, 9n)、姚家组(K, 9n)和嫩江组 (K, 10);上白垩统分为四方台组(K, 9n和明水组 (K, 10);上白垩统分为四方台组(K, 9n和明水组 (K, 10);本文研究的主要目的层是青山组下部。综 合利用岩心、录井、测井资料,对研究区沉积体系 (沉积相、亚相、微相)进行了系统而详细的研究,把 青山口组下部分出 7个层位,从下而上分别为:Q, Q2,Q3,Q4,Q5,Q6,Q7。



图 1 松辽盆地构造图 (A) (转引自邢顺诠等, 1993)与研究区各测井位置及联井剖面图 (B)

1 盆地边界; 2 一级构造分区线; 3. 二级构造分区线。I. 西部斜坡区; II. 北部倾没区; II. 嫩江阶地; II. 2. 依安凹陷; II. 3. 三兴背斜带; II. 4. 克山 · 依龙背斜带; II. 5. 乾元构造带; II. 6. 乌裕尔凹陷; III. 中央凹陷区; III. 黑鱼泡凹陷; III. 9 明水阶地; III. 龙虎泡 - 红岗子阶地; III. 4 齐家 - 古龙凹陷; III. 5. 大庆长垣背斜; III. 6 三锋凹陷; III. 7 朝阳沟阶地; III.8. 长岭凹陷; III.9 扶余 - 华子井阶地; IV. 东北隆起区; IV. 海伦隆起; IV. 2 绥棱背斜带; IV. 级伐背斜带; IV. 5 火隆起; IV. 5 " 呼兰隆起带; VI. 西南隆起区; VI. 49 马吐隆起带; VI. 7 鲁凹陷; V. 5 部隆起区; V. 7 长春岭背斜带; V. 2. 宾县王府凹陷; V. 3 青山口背斜带; V. 4 登娄库背斜带; V. 5 钓鱼台凸起; V. 6. 农安凸起; V. 7. 榆树 - 德惠凹陷; V. 8. 九台断褶带; V. 3 梨树凹陷

Fig. 1 Tectonic map (left after X ing Shunquan et al., 1993) and location of individual wells and well the sections (right) in the Songliao Basin

1= bas n boundary 2= first order tecton ic boundary 3= second order tecton ic boundary I = western slope area II = northern pitching area II = Nenjiang terrace II = Y ian depression II = Sanxing anticline II = Keshan-Y ilong anticline II = Q Qianyuan structural zone II = Wuyur depression III = central depressed area III = Heiyupao depression III = Mingshui terrace III = Longhupao Honggangzi terrace III = Qijia Gulong depression III = Changyuan anticline in Daqing III = Sanzhao depression III = Chaoyanggou terrace III = Changling depression III = Fuyu Huazijing terrace IV = northerastem uplifted area IV = Hailun uplift IV = Suileng anticline IV = Suileng anticline IV = Suileng anticline V = eastern uplifted area V = Changchunling anticline v = Wangfu depression in Binxian V = Qingshankou anticline V = Denglouku anticline V = Diaoyutai swell V = Nong'an swell V = Yushu Dehui depression V = Lishu depression

1.2 构造单元划分

松辽盆地坳陷可划分为 6个一级构造单元, 32 个二级构造单元,在这 32个构造单元中,有 1个长垣 背斜、7个背斜带、7个隆起带、6个阶地和 11个凹 陷。研究区位于松辽盆地大庆长垣以西他拉哈地区 齐家古龙生油凹陷西侧,即位于龙虎泡红岗子阶地 和齐家古龙生油凹陷转折处 图 1)。

2 沉积微相类型及其特征

在岩心观察描述(10口探井的岩心,岩心长度 约105^m和分析基础上,结合其它资料,综合研究结 果表明,研究区目的层段发育的沉积体系类型主要 有湖泊沉积体系和湖底扇沉积体系,并查明了其沉 积特征,建立了不同沉积相、亚相及微相的识别标 志。

2.1 湖泊相的微相特征

湖泊相一般划分为滨浅湖、湖湾和半深湖 深湖 三个亚相,下面将只介绍在该地区大面积发育的深 湖 半深湖亚相发育的微相及其识别标志^[123]。

半深湖 深湖亚相是该区主要的亚相之一。半 深湖 深湖环境水体处于平静乃至停滞状态,为还 原 强还原沉积环境,不适于底栖生物生长,岩性主 要为黑色和灰黑色的泥岩,其中可夹杂有少量粉砂 质泥岩和泥质粉砂岩、粉砂岩,多为薄层的浊流沉 积,有时夹油页岩、钙质页岩和泥灰岩。

泥岩中可见浮游生物化石,种类单一,主要为介 形虫,有时见保存完好的鱼类化石,含有丰富的有机 质和分散状自生黄铁矿,主要发育块状层理和水平 层理,在垂向上岩性和沉积厚度都较稳定。岩性及 电性特征主要表现为低平的电阻值和电位值,局部 为尖齿状(指示介形虫层)(图 2)。

2.2 湖底扇的微相特征

湖底扇一词是由 WakerR G等提出的海底扇 模式^[9]发展而来的,其含义与吴崇筠等提出的浊积 扇^[10]]概念基本相当,都是指湖盆中以沉积物重力 流搬运方式堆积在深水环境的含砂扇形体。所以在 分析其成因时,湖底扇所处的深水环境是必需的,也 是最基本的识别标志^[10],其次是沉积物以重力流为 主的搬运方式,二者缺一不可。

在青山口组沉积的早期,湖平面相对较高,湖岸 线在盆地边缘波动,整个西部斜坡区为较稳定的较 深水环境^{[6]2~14}。而松辽盆地西北边缘存在明显 的盆缘陡坡,这一陡坡和坡折的存在对湖底扇的形 成起重要作用^[15]。从物源区搬运而来以及坡折附

2162 ···· 2164 ···· 2166 ···· 2168 ···· 2168 ···· 2170 ···· 1 湖 2170 ···· 2170 ···· 2170 ···· 2170 ···· 2170 ···· 2170 ···· ····· ·····	DT 120 GR 150	深度	岩心剖面	TLD 25 TLM 20	层位	组	微相	亚相	相
		2162 2164 2166 2168 2172 2172 2174 2174 2176			Q2	青 山 口 组 下 部	深湖 - 半深湖	深湖 - 半深湖	湖

图 2 深湖 半深湖微相沉积序列 (古 844 Q2) 1 粉砂质泥岩; 2 介形虫层; 3 泥岩; 4 泥质粉砂岩

Fig 2 Sedimentary facies sequence in the semideep to deep [acustrine microfacies (Gu-844 we]] Q2) 1 = siltymudstone 2 = ostracode 3 = mudstone 4 = muddysiltstone

近原来堆积的碎屑物质,极易在自身重力作用下沿 盆缘陡坡向下以重力流的形式在西部斜坡区发生再 搬运和沉积,从而形成湖底扇砂体。

本区砂岩体的上下围岩均为深湖 半深湖亚相的暗色泥岩,反映了该套砂岩体形成时的水体较深,基本处于风暴浪基面以下的较深水环境中。在砂体中,沉积物重力流成因为主的滑塌成因的沉积构造 较发育。

研究区青山口组下部发育的湖底扇可进一步划 分为内扇和外扇两个亚相,主要由碎屑流和浊流两 种沉积类型组成。

内扇亚相以碎屑流沉积为主,岩性较粗,以细砂 岩,粉砂岩为主,常见块状层理和水平层理或滑塌变 形层理。底部与顶部逐渐过渡为浊流沉积,或与暗 色泥岩突变接触。电性曲线上伽马、自然电位、电阻 率曲线均呈齿状箱形或中幅指状,砂层单层厚度较 大、分选好、粒度粗,是良好的储集砂体,是主要的储 层微相类型^[16]。

外扇亚相以浊流沉积为主,浊流由粘土和中细

粒砂沉积物组成。由于浊流主要是由碎屑流稀释演 化而来,浊流往往位于湖底扇的外侧,离物源相对较 远。岩性组成多为细砂岩、粉砂岩和粉砂质泥岩,多 与下伏暗色泥岩突变接触、冲刷接触或与下伏碎屑 沉积物过渡接触。主要发育块状层理、水平层理和 波纹层理。电性曲线变化幅度较小,略呈齿状,起伏 不大,也是本区储层类型的组成部分之一,但是其细 砂岩单层厚度薄,泥质含量较高,储层非均质性较 强,其储集性能较内扇为差 图 3)

3 沉积相的空间分布特征:

3.1 联井剖面分析

在对全区 50口探井相分析的基础上,编制了 3 条联井层序及相分析剖面 (图 1),进行了联井沉积 相分析。

从青山口组下部,由于各物源供应能力的变化, 湖岸线的迁移,使研究区内的沉积体系类型发生了 规律性的演化,并出现不同时期发育的沉积微相的 特征不同。现通过近东西方向的剖面 2英52英51-英14英142古844联井剖面(图 4)和南北方向的剖 面 3英 252 英 26英112 英 29英53 英 51的联井剖面

自然电位 _ <u>600</u> _	岩 心	深些	DC	半旋	层	组	沉积相		
自然伽马 	剖面	(m) <u>ILI</u>		版 回	位		微相	亚相	相
					02		浊积流	外扇	湖底扇
	- - - - - -					青山	深湖	深 湖	湖
ت بالمالي المالي المالية الم		1830 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000			Q1	山口 组下 部	半深湖	半深湖	泊
							浊积流	外扇	湖
							碎屑流	内扇	扇
	-						深 湖 - 半深湖	深 湖 - 半深湖	湖泊
			• 0	• 1			•••• 2		

图 3 湖底扇与上下泥岩的突变关系(英 202) 1 含介形虫层粉砂岩; 2 粉砂岩

Fig 3 Sharp contact between the subjacustrine fan facies, and overlying and underlying mudstone (Ying202 well)

 $1 = s_i$ |tstone with ostracods $2 = s_i$ |tstone



图 4 英 52古 844联井剖面 (剖面 2)

1 泥岩; 2 泥灰岩; 3 粉砂质泥岩; 4 泥质粉砂岩; 5 介形虫; 6 含介形虫粉砂岩; 7. 灰质粉砂岩; 8 粉砂岩; 9 细砂岩; 10 油浸; 11 碎屑流; 12 浊积流; 13. 深湖 半深湖

Fig.4 Well tie sections from the Yings2 to Gug44 wells

 $1 = \text{mudstone} \quad 2 = \text{mar} \quad 3 = \text{silty mudstone} \quad 4 = \text{muddy siltstone} \quad 5 = \text{ostracods} \quad 6 = \text{siltstone with ostracods} \quad 7 = \text{lime siltstone} \\ 8 = \text{siltstone} \quad 9 = \text{fine grained sandstone} \quad 10 = \text{oil immersion} \quad 11 = \text{debris flow deposit} \quad 12 = \text{turbidity current deposit} \quad 13 = \text{deep} \\ \text{acustrine to sem ideep lacustrine deposit} \end{aligned}$

及西北到东南方向的剖面 1英 28英 20英 203英 171英 252英 23 哈 10联井剖面来讨论不同层序内沉积体系的横向变化特征。

通过联井分析得出从 Qi 到 Qi 时期主要发育 大面积及厚层的湖相泥岩,而湖底扇砂体主要分布 在研究区的西部地区,东部只有少量的薄层砂体出 现,为典型的厚层深湖 半深湖泥岩中夹重力流砂的 沉积体系。 Qi 时期横向上砂体的分布面积大,从东 到西部均有发育。而往上湖底扇砂体分布面积逐渐 减少,且零星分布。研究区西部主要发育以纯净砂 岩组成的碎屑流为主,而往东部主要为由碎屑流稀 释演化而来的,由细砂岩、粉砂岩和粉砂质泥岩组成 的浊积流。从而可以确定研究区物源主要从西侧而 来。

3.2 沉积相空间分布特征分析

在单井和联井相分析的基础上结合地层等厚 图、砂岩等厚图、砂地比等值线图(图 5),同时参考 地震资料,编绘了 7个层位(Q1-Q7)图 6)沉积体 系平面分布图,揭示了研究区内各层各体系域沉积 微相的平面展布特征。

从沉积微相变化图可以看出:研究区大部分地 区发育深湖 半深湖的暗色泥岩,深湖 半深湖的砂



图 5 青山口下部各层的砂地比等值线图

Fig 5 Isoline maps of the sand stone mudstone ratios for the individual intervals from the lower part of the Qingshankou Formation



图 6 青山口下部各层的沉积微相变化

1 深湖 半深湖; 2 浊积流; 3 碎屑流

Fig 6 Variations in sedimentary microfacies in the individual intervals from the lower part of the Qingshankou Formation 1 = deep lacustrine to semi-deep lacustrine deposit 2 = turbidity current deposit <math>3 = deb ns flow deposit

地比一般小于 0.2.在西侧及西南侧地区发育有湖 底扇,碎屑流沉积在砂岩等厚图上呈坨状分布在薄 层浊积流中间,薄层浊积流大面积发育在碎屑流的 四周。湖底扇地区砂地比的范围大部分在 0.3 ~ 0.85.暗色湖相泥岩的厚度一般在 40 ~ 50^m之间。 但是在 Q时期砂地比只有在 0.14 ~ 0.07.砂的含量 明显比在 Q层位时期要少得多,而暗色湖相泥岩较 前几个时期要厚,最厚的达到 90^m。

4 结 论

(2)研究层段主要发育湖泊和湖底扇两种沉积 相类型,湖泊相主要为半深湖 深湖亚相,湖底扇相 区分为内扇和外扇两个亚相,内扇以碎屑流沉积为 主,外扇以浊流沉积为主。其典型特征是暗色厚层 深湖半深湖亚相的烃源岩夹由重力流成因的湖底 扇,上下均呈突变接触关系。深湖 半深湖水体深, 多属于还原或弱还原环境,适于有机物的保存和向 烃类的转化,是良好的生油环境。泥岩以其低孔隙 度、低渗透率等为特征,是较好的烃源岩和盖层。青 山口下部湖底扇发育比较频繁,有近油源、粒度适 中、生储盖配套等而成为油气储集的良好场所,具有 很好的隐蔽油藏成藏的条件,是研究区主要含油有 利带,勘探前景广阔。

参考文献:

[1] 陈建强,周洪瑞,王训练.沉积学及古地理学教程 [^M].北京:

地质出版社,2005 110-115, 118-129.

- [2] 高瑞祺,蔡希源.松辽盆地油气田形成条件和分布规律[^M].
 北京:石油工业出版社,1997.103-106
- [3] 高瑞祺, 萧德铭. 松辽及其外围盆地油气勘探新进展[M]. 北 京: 石油工业出版社, 1995 19-24.
- [4] 龚建明,张莉,陈建文,等. ODP 204 航次天然水合物的可能有 利储层一浊积流[].现代地质,2005 19(10): 22-25
- [5] 辛仁臣,李思田.大庆油田成藏条件及油气系统研究[j].现代 地质,1999 13(1):1-10
- [6] 魏魁生,徐怀大,爷淑芬.松辽盆地白垩系高分辨率层序地层 格架[].石油与天然气地质,1997,18(1);8-13
- [7] 王行信,辛国强,冯永才.松辽盆地粘土矿物研究[^{M]}.哈尔 滨:黑龙江科学技术出版社,1990
- [8] 张志坚. 松辽盆地北部泰康地区高台子油层四砂组沉积微相特征[]. 大庆石油地质与开发, 2005 24(4): 11-13
- [9] WAIKER R G Deep water sandstone facies and ancient submarine fans Models for exploration for stratigraphic traps [J. AARG Bulletin 1978 62(6): 932-966
- [10] 吴崇筠,李纯菊,刘国华,等.断陷湖盆中的浊积岩[^A].中国 石油学会石油地质委员会主编.碎屑岩沉积相研究[^Q.北 京:石油工业出版社,1988.1-17.
- [11] 吴崇筠, 薛叔浩. 中国含油气盆地沉积学[^M]. 北京: 石油工 业出版社, 1992 65-76
- [12] 叶淑芬,魏魁生.松辽盆地白垩系的密集段及海水进侵的新证[].地球科学,1996 21(3):267-271
- [13] SHANIEY K W, MCCABE P J Perspectives on the sequence stratigraphy of continental strata [J. AAPG Bulletin 1994 78, 544-568
- [14] VANWAGONER J C Sequence stratigraphy and marine to nonmarine facies architecture of fore fand basin strata Book Cliffs Utah USA Rep []. AAPG Bulletin 1998 82(8): 1607 -1618
- [15] 杨万里. 松辽陆相盆地石油地质[^M]. 北京:石油工业出版 社, 1985.
- [16] 裘怿楠·薛叔浩.中国陆相油气储集层 [^{M]}.北京:石油工业 出版社,1997.
- [17] 张大伟,贾庆素.大情字井地区青一段沉积微相分布特征 [.].断块油气田,2006.13(6):1-3.

SHU Qiad, XIN Ren_cherf, ZHANG Weh

(1. School of the Earth Sciences and Resources China University of Geosciences Beijing 100083 China, 2 School of Marine China University of Geosciences Beijing 100083 China)

Abstract The present paper deals in deal with sedmentary microfacies types and criteria for the recognition and spatial distribution of facies subfacies and microfacies developed in the lower part of the Qingshankou Formation in the Talin Hiag region northem Songliao Basin The sedmentary facies in the study area consist of the lacustrine facies including the semi-deep lacustrine to deep lacustrine subfacies, and sublacustrine fan facies including the inner fan and outer fan subfacies. Longitudinally the sublacustrine fan facies ismostly developed at the base of the studied intervals and gradually decreases in area upwards. Viewed from the planar distribution, the semi-deep lacustrine to deep lacustrine deposits are accentuated. The sublacustrine fan depositsmostly occur in the western southwestern and northwestern parts of the study area and have multiphase and polygenic features of origins. The bulk of the sandstones are made up of the debris flow and urbidity current subfacies are intercalated with the gravity flow subfacies in the semi-deep lacustrine to deep lacustrine subfacies are intercalated with the gravity flow subfacies for concealed oil accumulation

Keywords sedimentary microfacies Qingshankou Formation sedimentary facies analysis Songliao Basin