

文章编号: 1000-0550(2010) 03-0563-09

# 火成岩储层物性特征及其影响因素<sup>1</sup>

## ——以松辽盆地南部英台断陷龙深 1 井区为例

仲维维<sup>1</sup> 卢双舫<sup>1</sup> 张世广<sup>2</sup> 黄文彪<sup>1</sup> 邵明礼<sup>3</sup> 王立武<sup>2</sup>

(1 大庆石油学院 黑龙江大庆 163318 2 大庆油田有限责任公司 黑龙江大庆 163000; 3 吉林油田勘探开发研究院 吉林松原 138000)

**摘要** 利用大量储层实验资料,分析英台断陷龙深 1 井区的火成岩储层物性参数及非均质性的定量评价参数,研究结果表明:火成岩储层物性在空间上变化大,非均质性强。这使得对火成岩有效储层的预测变得困难,本次研究通过成像测井、室内岩石薄片鉴定及铸体薄片分析,探讨各种因素对火成岩储集空间的形成和改造的作用机理和过程,指出岩性是其它因素对火成岩储集物性产生影响的基础,火成岩亚相是物性的主要控制因素,成岩作用及构造作用是影响物性的重要因素,从而使得对火成岩有效储层的预测有章可循。

**关键词** 储层物性 火成岩岩性 成岩作用 构造作用 英台断陷

**第一作者简介** 仲维维 女 1984 年出生 硕士研究生 矿产普查与勘探 E-mail zww0716@163.com

**中图分类号** TE122.2+22 **文献标识码** A

## 0 前言

随着国内外火成岩油气藏的陆续发现,火成岩储层作为一种特殊的油气储层类型越来越受重视,成为深层气勘探的主要目标<sup>[1-4]</sup>。火成岩储层的研究重点从岩性、岩相等宏观规律研究<sup>[4-10]</sup>,逐渐转向储层描述和岩石地球化学等精细特征研究。火成岩气藏勘探的核心问题是储层预测<sup>[11-17]</sup>,而火成岩储层物性特征是火成岩储层研究的重要内容。松辽盆地南部西部断陷带英台断陷营城组火成岩广泛发育,为该地区天然气藏的形成提供了良好的储集场所,因此,对火成岩储层的研究已成为该地区深层天然气勘探中亟待解决的问题。然而,人们对该地区火成岩储层物性特征及其影响因素了解甚少,并未进行系统研究。本次研究在对该地区火成岩储层物性特征综合分析的基础上,深入研究各种因素对火成岩储集空间的形成和改造的作用机理和过程,对影响火成岩储层物性的各种因素进行了综合研究,以期对储层预测提供地质依据。

## 1 地质背景

龙深 1 井区位于松辽盆地南部西部断陷带英台断陷五棵树构造带五棵树南构造(图 1)。五棵树南构造地震 T4 反射层构造形态是一个受北西走向断层

控制的断鼻构造,圈闭面积 58.65 km<sup>2</sup>; T41 反射层构造形态为受北西和北东向两条大断层控制的断鼻构造,圈闭面积 89.48 km<sup>2</sup>。五棵树南构造地震 T4 T41 反射层断裂较发育,大部分断层近南北走向,构造西南部受边界大断层控制。纵向上断陷期断层大部分消失在登娄库组,向下断至火石岭组,断裂沟通了沙河子组烃源岩,有利于油气运移。

松辽盆地南部深层指泉头组二段及其以下地层,主要为上侏罗统一下白垩统断陷构造层和下白垩统拗陷构造层。龙深 1 井钻遇的深部地层有泉二段、泉一段、登娄库组、营城组及沙河子组。龙深 1 井的营城组主要是两套火成岩夹一套沉积岩,而之上的泉头组、登娄库组地层和之下的沙河子组地层均以沉积岩为主。该区火成岩的主要岩性有流纹岩、珍珠岩、安山岩、凝灰岩、沉凝灰岩、闪长岩、蚀变闪长岩;发育爆发相、喷溢相、火山—沉积相和侵入岩四种岩相、9 种亚相。

## 2 火成岩储层物性特征

本次研究对本区的 25 个样品的物性进行了测试,并对测试数据做了分析(见表 1)。表 1 所反映出的最大孔隙度为 12.7%,最小孔隙度为 1.5%,平均孔隙度为 7.2%,标准偏差 2.83。最大渗透率为 0.539 × 10<sup>-3</sup> μm<sup>2</sup>,最小仅为 0.00075 × 10<sup>-3</sup> μm<sup>2</sup>,平

<sup>1</sup> 国家自然科学基金项目(批准号:40972101)和国家重点基础研究发展计划项目(编号:2009CB219306)资助

收稿日期:2009-04-02 收修改稿日期:2009-09-27

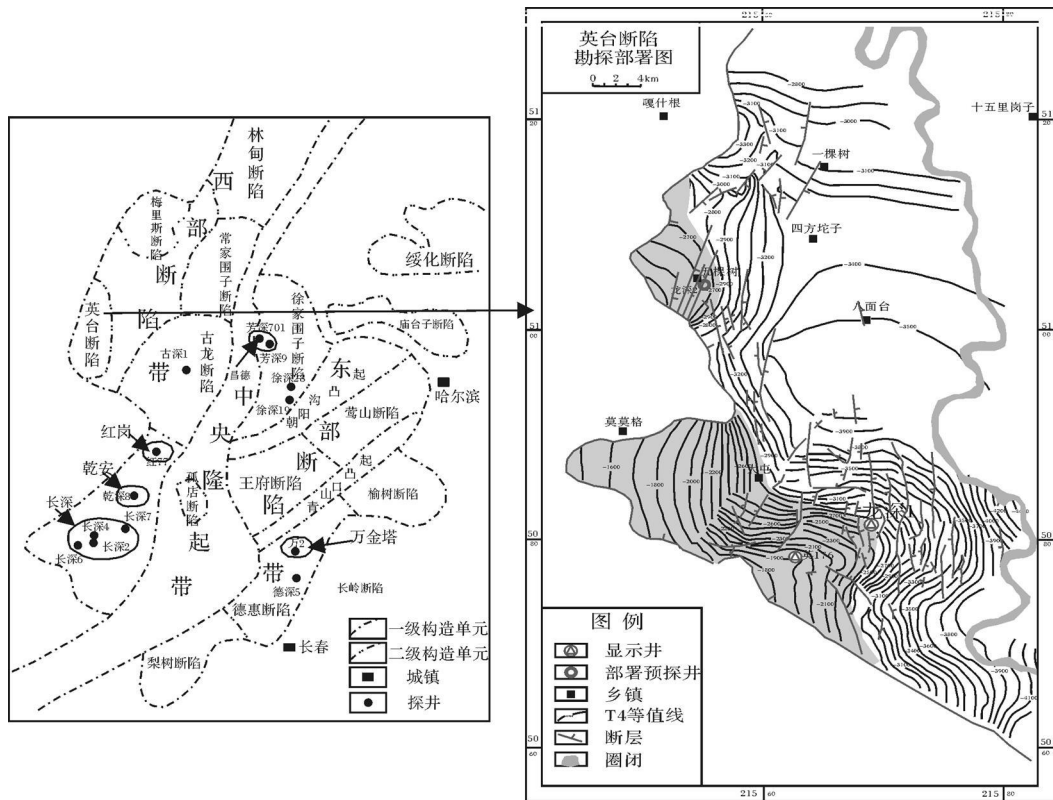


图 1 研究区位置图

Fig 1 Location of the study area

表 1 龙深 1 井区火成岩储层非均质参数统计表

Table 1 The statistics of heterogeneity parameters of Well Longshen 1 field

孔隙度 %	渗透率 / $10^{-3} \mu\text{m}^2$	孔隙度标准差	渗透率变异系数	渗透率突进系数	渗透率级差
最大值—最小值平均值 (样品数)	最大值—最小值平均值 (样品数)				
12.7% ~ 1.5%	0.53926 ~ 0.00075	2.83	3.40	17.40	714.86
7.2% (25)	0.031 (25)				

均渗透率为  $0.031 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ , 变异系数为 3.4 (对于砂岩来说变异系数  $> 0.7$  表示非均质程度强), 突进系数为 17.4 (对于砂岩来说突进系数  $> 3$  表示非均质程度强), 级差为 714.86 表明了区内火成岩的储集物性变化大、非均质性强的特点。

火成岩储层孔隙度并未随深度的增大而显著减少 (图 2), 这主要是由于火成岩储层受地层的机械压实作用影响较小 (熔岩不受压实作用影响), 而早期冷凝收缩、挥发份溢出和构造作用形成的原生孔缝主要受后期的成岩作用影响较大。

虽然火成岩储层的非均质性使得对火成岩有效储层的预测变得更加困难, 然而却并非毫无规律可循。从影响火成岩储层的因素出发, 深入研究各种因素对火成岩储集空间的形成和改造的作用机理和过

程, 从而使得对火成岩有效储层的预测有章可循。

### 3 影响物性的因素

#### 3.1 火成岩岩性及岩相

火成岩物性与岩性、岩相关系密切。岩性是其他因素对火成岩储集物性产生影响的基础, 不同的岩性具有不同的硬度、密度、成分、结构、构造等属性, 导致不同类型的火成岩具有不同的物性特征, 即具有不同的孔隙度和渗透率。

熔岩为脆性岩石, 火山碎屑岩相对来说韧性较强。从基性、中性熔岩到酸性熔岩, 岩石的粘度、脆性程度增加。熔岩除在喷出地表时会因挥发组份的逃逸形成原生气孔外, 还易碎易裂, 形成大量次生孔缝 (图 3)。故流纹岩、安山岩的孔缝相对较发育, 物性

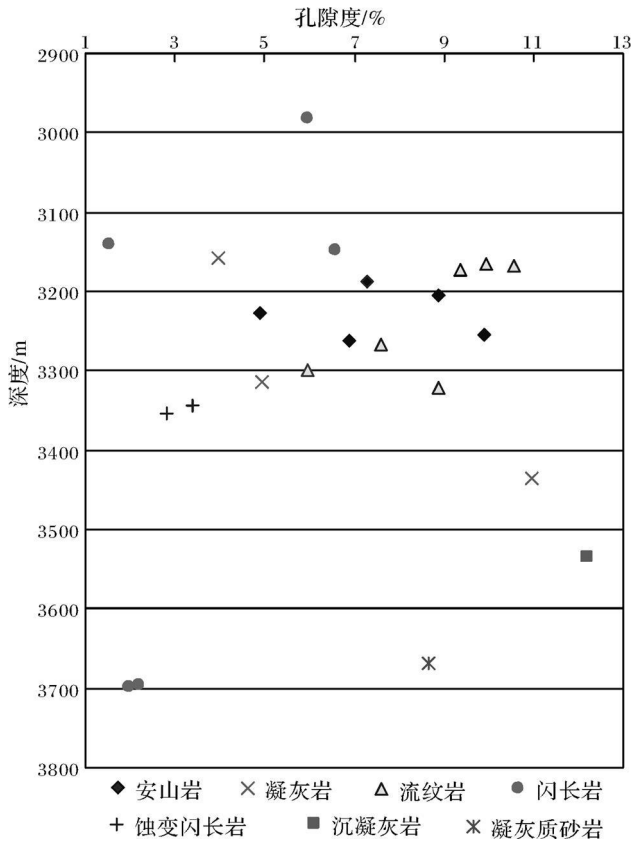


图 2 孔隙度与深度的关系图

Fig 2 Relationship between porosity and depth

好(图 6a)。而沉凝灰岩位于不整合面附近(图 5), 孔隙很发育(图 4), 物性好(图 6a)。闪长岩及蚀变闪长岩气孔零星分布, 总体为致密岩石, 构造缝发育, 冷凝收缩缝较差, 物性较差(图 6a); 凝灰岩韧性比流纹岩强, 发育微孔、微裂缝, 物性差(图 6a)。

火成岩岩相, 特别是火成岩亚相, 与储层物性密切相关, 即使是同种岩性处于不同亚相, 其物性参数亦存在很大差异, 亚相是物性的主要控制因素。

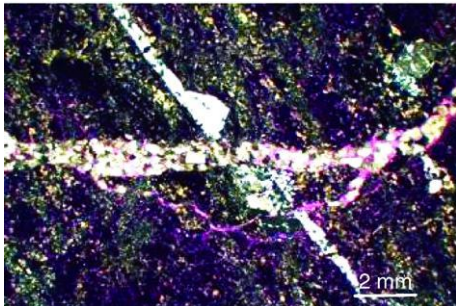


图 3 流纹岩, 硅质、方解石充填构造缝, 硅质脉充填早, 龙深 1 井, 10×1.25 正交偏光, 3 302 m

Fig 3 Rhyolite structural seam filled by siliceous and calcite siliceous filling earlier Longshen1, 10×1.25 orthogonal optical, 3 302 m

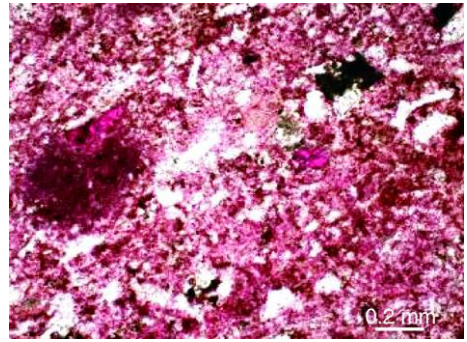


图 4 沉凝灰岩, 晶屑溶孔, 龙深 1 井, 单偏光 ×100 3535m

Fig 4 Sedimentary tuff solution pores in crystal fragments Longshen1, Single-polarized ×100, 3 535 m

研究区流纹岩出现在溢流相的上部和下部, 安山岩出现在溢流相中、下部, 凝灰岩主要发育在热碎屑流亚相及热基浪亚相中, 闪长岩在侵入岩的上、中、下带均出现, 蚀变闪长岩出现在侵入岩中带, 沉凝灰岩及凝灰质砂岩出现在含外碎屑火山沉积岩亚相中(图 5)。

研究区溢流相上部亚相的物性最好, 含外碎屑火山沉积岩的次之, 侵入岩中带的物性最差(图 6b), 这与前面所提到的流纹岩及沉凝灰岩物性最好是一致的; 不同亚相的流纹岩和安山岩的岩石密度、结构、构造等属性不同, 导致了溢流相上部的物性比中下部好, 中部的最差(图 6b)。

### 3.2 构造作用

在分析铸体薄片及成像测井的基础上, 发现脆性强的岩石中(如流纹岩、闪长岩、蚀变闪长岩及熔结凝灰岩等)构造裂缝尤为发育, 储层的物性好。构造运动对火成岩储层物性影响受其岩性的约束。

构造运动对火成岩储层物性影响主要表现为两方面: 一方面构造运动中断裂活动在岩体中形成大量裂缝, 在形成新的储集空间的同时也连通了岩石中的原生孔缝, 使得岩石中的孔隙之间连通性大为提高。同时, 由于构造运动产生的大量裂缝为地下流体提供了运移通道, 使得交代、蚀变、溶解、溶蚀作用在构造裂缝集中区表现的更为突出, 而溶解、溶蚀作用可形成大量溶蚀孔缝, 进一步改善了火成岩储集物性。另一方面, 构造运动使得火成岩岩体处于地表或近地表环境, 经历风化淋滤作用, 使原生孔缝进一步溶蚀扩大, 孔缝间的连通性进一步提高, 从而形成优质储层。如 3 252 m、3 302 m 处的火成岩储集层段, 由于其脆性强、火成岩裂缝较发育, 因而在后期改造作用下成为良好储层(图 7、8)。

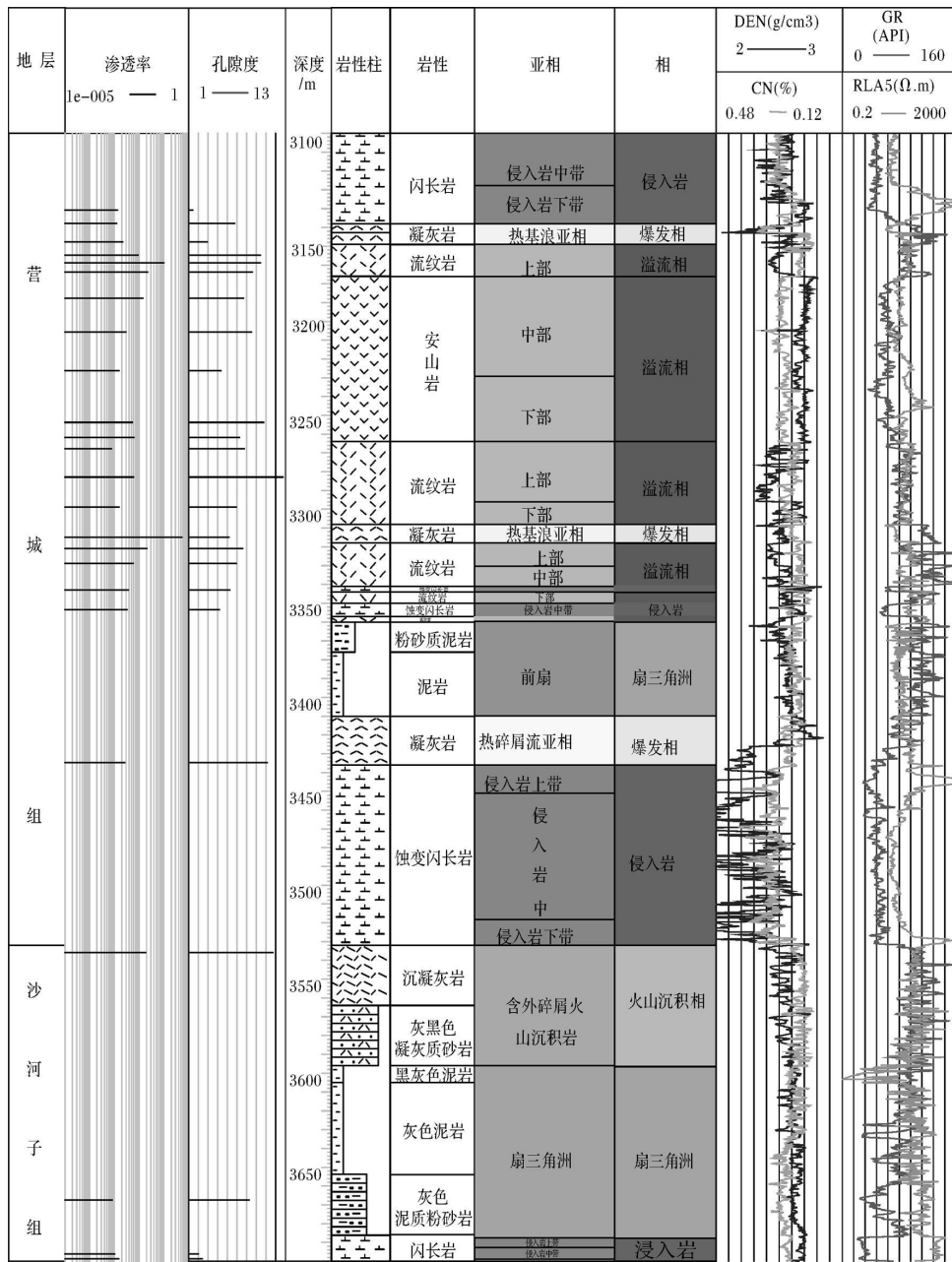


图 5 龙深 1 井岩性岩相柱状图

Fig 5 Columnar section of lithology and lithofacies

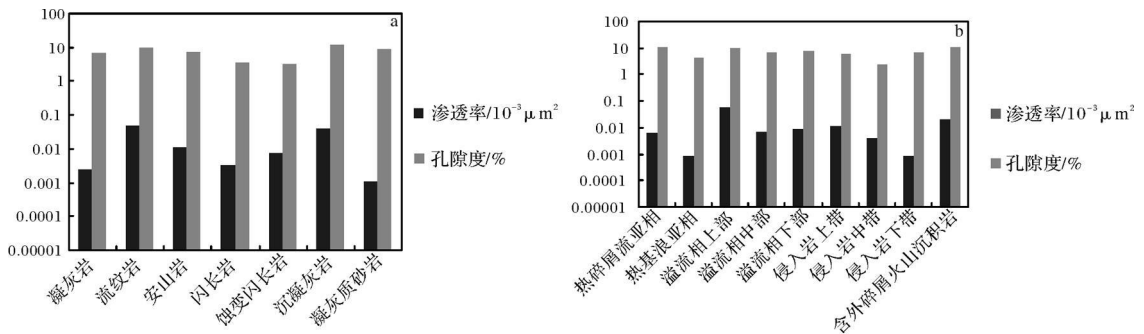


图 6 a 岩性与物性关系图; b 岩相与物性关系图

Fig 6 a Relationship of lithology, permeability and porosity; b Relationship of lithofacies, porosity and permeability



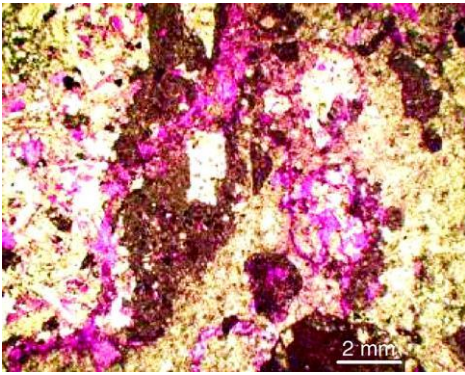


图 7 蚀变闪长岩, 构造缝充填部分溶蚀的泥晶碳酸盐, 10×1.25, 单偏光, 龙深 1 井, 3 252 m

Fig 7 Altered diorite structural seam filled by micritic carbonate and later be corrosion 10×1.25, Single-polarized, Longshen1, 3 535 m

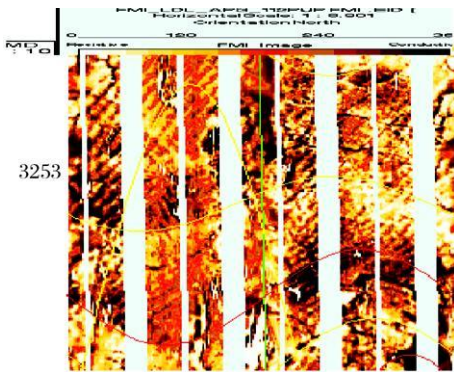


图 8 FM I 动态图像上构造缝

Fig 8 Structural seam in FM I dynamic image

### 3.3 成岩作用

火成岩的成岩作用对火成岩孔隙的发育与演化起着重要的控制作用, 不仅影响储集空间的形成, 而且还影响原生孔隙的保存、次生孔隙的分布以及孔隙的连通与储渗性质。在此, 依据不同的形成机理, 将本区出现的成岩作用划分为 10 种, 并分述其对物性的影响。

#### 3.3.1 冷凝(却)收缩作用

冷凝(却)收缩作用发生在冷凝成岩环境下, 收缩缝与火成岩的不均匀收缩有关, 常呈弧形、半圆形、圆形, 分布在气孔或斑晶周围。对储层的储集性能起到了建设性作用, 特别是对孤立的气孔起到了连通作用, 即使其物性变好。例如 3 320 m 处的珍珠岩中发育收缩缝(图 9a)。

#### 3.3.2 挥发分的逸散作用

挥发分的逸散作用发生在冷凝成岩环境下, 是火成岩原生孔隙的主要形成作用。该作用在本区主要

见于流纹岩中(图 9b), 也见于熔结角砾岩、角砾熔岩和熔结凝灰岩中。这类气孔虽然很多, 但都孤立分布, 需要裂缝连通才可构成好的储层。

#### 3.3.3 脱玻化作用

本井区的脱玻化作用极其普遍, 发生在表生成岩环境下, 随着时间的推移, 岩石中的玻璃质会发生脱玻化作用, 使玻璃质变成结晶质物质, 由于体积缩小, 从而形成微孔和基质溶孔, 使物性变好。例如 3 314 m 处的凝灰岩中火山尘脱玻化为长英质物质(图 9c)。

#### 3.3.4 风化作用

风化作用发生在表生成岩环境下, 本区营城组一段火成岩形成后, 曾长期出露地表(缺少营城组二段和三段), 遭受风化作用的改造。各类火成岩中的长石普遍严重高岭土化, 风化缝相当发育, 风化缝的形成, 使火成岩的物性变好。

风化作用也可以使岩石的化学成分发生显著变化, 如发生矿物的溶解、氧化、水化和碳酸盐化等。其结果使岩石中的易溶物质被带走, 增加了孔隙空间和渗透性, 并削弱了岩石的坚固性, 例如龙深 1 井火成岩顶部流纹质凝灰岩长石溶孔发育(图 9d)。

#### 3.3.5 溶蚀溶解作用

发生在冷凝成岩环境及埋藏成岩环境下, 火成岩不稳定矿物在深埋过程中可能发生溶解作用, 形成次生孔隙, 是本区火成岩主要储集空间类型。由于烃源岩有机成岩作用, 形成富含有机酸的流体。当这些流体进入火成岩体后, 有机酸会选择性地溶蚀火成岩中的一些组分或在成岩过程中形成的新矿物。主要被溶蚀物有长石斑晶、暗色矿物及基质内微晶长石和裂缝内后期充填的方解石。有机成岩作用不仅可以增加火成岩的孔隙空间, 还可以提高火成岩的渗透性。这种作用可以发生在任何火成岩中, 本区主要发生在气孔流纹岩以及长石斑晶含量较高的流纹岩中(图 9e)。

#### 3.3.6 胶结作用

发生在冷凝成岩环境及埋藏成岩环境下, 出现在本区的火山碎屑岩中, 主要有  $SiO_2$  胶结、方解石胶结、铁质、粘土(火山灰)胶结。降低储集空间以及孔隙间的连通性, 即降低岩石的孔隙性和渗透性。例如熔结凝灰岩的硅质胶结(图 9f)。

#### 3.3.7 充填作用

充填作用对火成岩的物性具有极大的破坏性。充填在气孔中的自生矿物可以部分充填孔隙, 也可以

全部堵塞孔隙,大大地降低了储层的储集性能;充填在裂缝中的矿物具有更大的破坏性,它不但占据一部分孔隙空间,更重要的是,它大大地降低了储层的渗透性。龙深 1 井的大段流纹岩镜下观察发现,大多数样品中被矿物充填的孔隙要比剩余的孔隙多,充填作用使火成岩储集空间损失 50% 以上。充填具有多期性,不同期次充填物往往有相同或不同,如第一期为石英,第二期为石英、方解石等热液矿物。

本区石英、长石、方解石、白云石等矿物(图 9g,图 9h),主要表现为充填先期形成的气孔和裂缝,形成残余气孔构造、杏仁构造;菱铁矿、黄铁矿等矿物(图 9i),呈星点状(生长)充填在先期形成的气孔和裂缝中,从而使物性变差。

### 3.3.8 交代蚀变作用

交代蚀变作用在整个火成岩成岩时期均比较发育,但在不同阶段,占主导地位的交代作用亦有所不同。总的来说,交代蚀变作用对本区火成岩孔隙形成和演化影响甚微。

### 3.3.9 熔结作用及熔浆胶结作用

#### (1) 熔结作用

熔结发生在冷凝成岩环境及埋藏成岩环境下,塑性火山碎屑物质被压扁、拉长,并具有定向排列,从而使火山碎屑物质熔结或焊接在一起,使岩石变得致密、孔隙减小。如 3 424 m 处的熔结凝灰岩,塑性岩屑压扁拉长(图 9j)。

#### (2) 熔浆胶结作用

熔浆胶结作用发生在冷凝成岩环境及埋藏成岩环境下,这种作用主要发生在火山碎屑熔岩中。熔浆胶结作用越强,对孔隙的形成和保存越不利。熔浆胶结作用降低储集空间以及孔隙间的连通性,即降低岩石的孔隙性和渗透性。

### 3.3.10 压结作用

压结作用是火山碎屑物质经过压实固结形成岩石(图 9k)。发生在冷凝成岩环境及埋藏成岩环境下,其结果是导致火山碎屑堆积物体积缩小,孔隙度和渗透率降低。

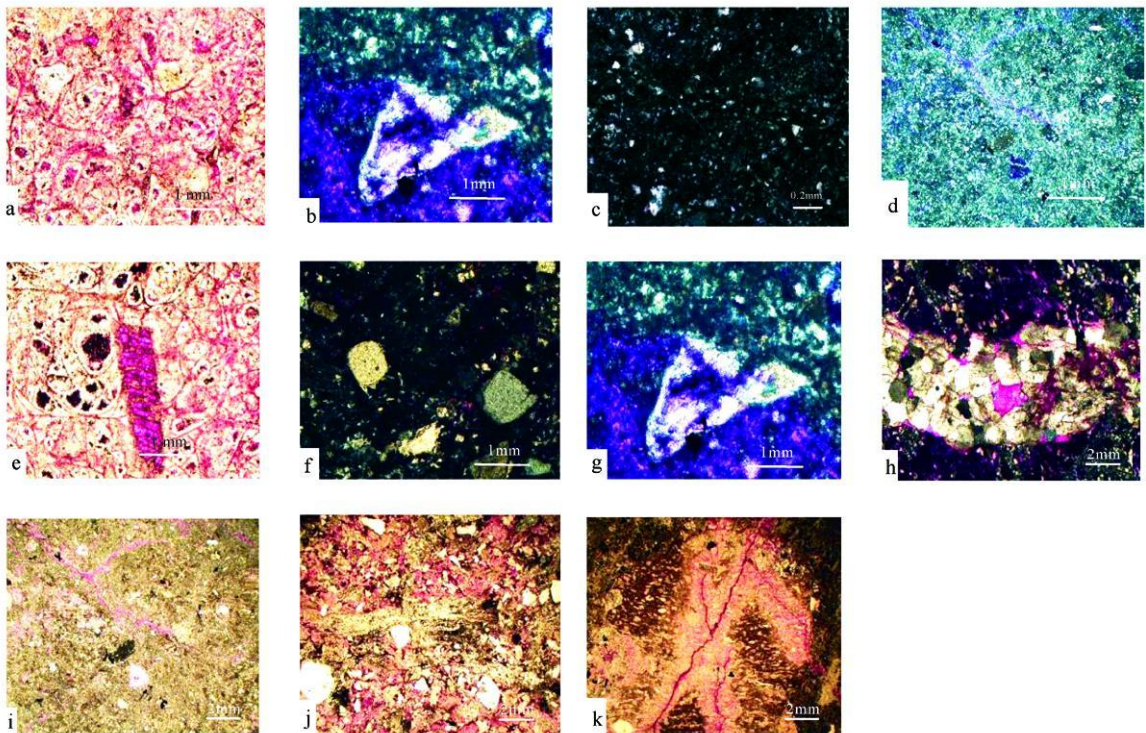


图 9 火成岩的铸体薄片照片

a 收缩缝,珍珠岩,  $10 \times 5$  单偏光,龙深 1 井, 3 320 m; b 流纹岩,气孔被硅质部分充填,  $10 \times 5$  单偏光,龙深 1 井, 3 328 m; c 凝灰岩,火山尘多已脱玻化为长英质物质,  $10 \times 10$ , 正交偏光,龙深 1 井, 3 157 m; d 流纹质凝灰岩,风化缝,  $10 \times 5$  正交偏光,龙深 1 井, 3 157 m; e 珍珠岩,钾长石溶孔,沿长石解理溶蚀,  $10 \times 5$ , 单偏光,龙深 1 井, 3 320 m; f 熔结凝灰岩,石英边部硅质胶结形成加大边,  $10 \times 5$  龙深 1 井, 正交偏光, 3 424 m; g 流纹岩,气孔被硅质部分充填,  $10 \times 5$  单偏光,龙深 1 井, 3 328 m; h 流纹岩,方解石充填构造缝,  $10 \times 1.25$ , 正交偏光,龙深 1 井, 3 302 m; i 凝灰岩,菱铁矿呈斑点状分布,  $10 \times 1.25$ , 单偏光,龙深 1 井, 3 157 m; j 熔结凝灰岩,塑性岩屑压扁拉长,  $10 \times 1.25$ , 单偏光,龙深 1 井, 3 424 m; k 岩屑凝灰岩,压结作用,  $10 \times 1.25$  单偏光,龙深 1 井, 3 314 m;

Fig 9 Casting thin sections of volcanic rocks



表 2 龙深 1 井火成岩主要成岩作用及其分布

Table 2 Main diagenesis and distribution of volcanic rocks in Well Longshen 1

成岩作用类型	成岩环境			对储集空间的影响	分布	成岩作用所在深度范围/m
	冷凝	埋藏	表生			
冷凝(却)收缩作用				有利	珍珠岩	3288.01~3292.01; 3319.75~3322.85
挥发分的逸散作用					流纹岩、熔结凝灰岩	3318~3330; 3357~3360; 3308~3318
熔结及熔浆胶结作用					破坏	凝灰岩
胶结作用						
压结作用						
溶解作用	长石边缘溶解作用			有利	流纹岩、凝灰岩	3424~3434; 3328~3330; 3288; 3164~3175; 3302~3303; 3252~3255
	长石解理缝溶解作用					
	晶屑的溶解作用					
	岩屑的溶解作用					
	玻璃基质的溶解作用					
方解石交代长石, 其后方解石又被溶解						
交代作用	碳酸盐矿物交代作用			破坏	蚀变闪长岩、凝灰岩、流纹岩、安山岩	3359; 3352.6; 3176~3187; 3147; 3168~3173; 3532; 3443~3447.4
	石英交代作用					
	菱铁矿交代作用					
	黄铁矿交代作用					
充填作用					流纹岩、蚀变闪长岩、凝灰岩	3328; 3302; 3157~3160; 3447.4
风化作用				有利	蚀变闪长岩、凝灰岩	3148~3159; 3314; 3298
脱玻化作用						

不同岩石类型由于属性不同受到的成岩作用方式有所区别。通过研究发现本区流纹岩的主要成岩作用有使物性得到改善的溶解作用、挥发分的逸散作用、冷凝(却)收缩作用、脱玻化作用及使物性变差的交代作用、充填作用; 安山岩成岩作用主要为交代蚀变作用; 凝灰岩的主要成岩作用有使物性得到改善的挥发分的脱玻化作用、溶解作用和风化作用及使物性变差的交代蚀变作用、胶结作用; 蚀变闪长岩的成岩作用是使物性变差的交代蚀变作用为主, 其次是充填作用还受到其物性得到改善的溶解作用(表 2)。

各种因素对火成岩储层物性的综合影响结果是流纹岩、沉凝灰岩为研究区的有利岩性, 对应的溢流相上部亚相及含外碎屑火山沉积岩为优势亚相。

## 4 结论

(1) 分析研究区储层物性参数及非均质性的定量评价参数, 表明了区内火成岩的储集物性变化大、非均质性强的特点; 储层孔隙度并未随深度的增大而

显著减少。

(2) 通过研究各种因素对火成岩储集空间的形成和改造的作用机理和过程, 发现影响火成岩储层物性的因素主要为岩性、岩相、成岩作用及构造作用; 岩性是其它因素对火成岩储集物性产生影响的基础, 火成岩亚相是物性的主要控制因素, 成岩作用及构造作用是影响物性的重要因素。

(3) 研究区的有利岩性为流纹岩和沉凝灰岩, 对应的优势亚相为溢流相上部亚相及含外碎屑火山沉积岩。

## 参考文献 (References)

- 1 王仁冲, 徐怀民, 邵雨, 等. 准噶尔盆地东地区石炭系火山岩储层特征 [J]. 石油学报, 2008, 29(3): 350-355 [Wang Ren chong, Xu Huai min, Shao Yu, et al. Reservoir characteristics of Carboniferous volcanic rocks in Ludong area of Junggar Basin [J]. Acta Petrolei Sinica, 2008, 29(3): 350-355]
- 2 王璞琨, 吴河勇, 庞颜明, 等. 松辽盆地火山岩相: 相序、相模式与储层物性的定量关系 [J]. 吉林大学学报: 地球科学版, 2006, 36(5):

- 805-812 [Wang Pujun, Wu Heyong, Pang Yarming *et al.* Volcanic facies of the Songliao Basin sequence, model and the quantitative relationship with porosity & permeability of the volcanic reservoir [J]. *Journal of Jilin University: Earth Science Edition*, 2006, 36(5): 805-812]
- 3 王璞珺, 迟元林, 刘万洙, 等. 松辽盆地火山岩相: 类型、特征和储层意义 [J]. *吉林大学学报: 地球科学版*, 2003, 33(4): 449-456 [Wang Pujun, Chi Yuanlin, Liu Wanzhu, *et al.* Volcanic facies of the Songliao Basin: classification, characteristics and reservoir significance [J]. *Journal of Jilin University: Earth Science Edition*, 2003, 33(4): 449-456]
  - 4 高有峰, 刘万洙, 纪学雁. 松辽盆地营城组火山岩成岩作用类型、特征及其对储层物性的影响 [J]. *吉林大学学报: 地球科学版*, 2007, 37(6): 1251-1258 [Gao Youfeng, Liu Wanzhu, Ji Xueyan, *et al.* Diagenesis types and features of volcanic rocks and its impact on porosity and permeability in Yingcheng Formation, Songliao Basin [J]. *Journal of Jilin University: Earth Science Edition*, 2007, 37(6): 1251-1258]
  - 5 胡勇, 朱华银, 韩永新, 等. 大庆火山岩储层物性特征系统实验研究 [J]. *新疆石油天然气*, 2006, 2(1): 18-21 [Hu Yong, Zhu Huayin, Han Yongxin, *et al.* Research on volcanic reservoir characteristic in Daqing by systematic experiments [J]. *Xinjiang Oil & Gas*, 2007, 37(6): 1251-1258]
  - 6 刘万洙, 王璞珺, 门广田, 等. 松辽盆地北部深层火山岩储层特征 [J]. *石油与天然气地质*, 2003, 24(1): 28-31 [Liu Wanzhu, Wang Pujun, Men Guangtian, *et al.* Characteristics of deep volcanic reservoirs in the Northern Songliao Basin [J]. *Oil & Gas Geology*, 2003, 24(1): 28-31]
  - 7 宋维海, 王璞珺, 张兴洲, 等. 松辽盆地中生代火山岩油气藏特征 [J]. *石油与天然气地质*, 2003, 24(1): 12-17 [Song Weihai, Wang Pujun, Zhang Xingzhou, *et al.* Characteristics of Mesozoic volcanic reservoirs in Songliao Basin [J]. *Oil & Gas Geology*, 2003, 24(1): 12-17]
  - 8 王璞珺, 陈树民, 刘万洙, 等. 松辽盆地火山岩相与火山岩储层的关系 [J]. *石油与天然气地质*, 2003, 24(1): 18-23 [Wang Pujun, Chen Shumin, Liu Wanzhu, *et al.* Relationship between volcanic facies and volcanic reservoirs in Songliao Basin [J]. *Oil & Gas Geology*, 2003, 24(1): 18-23]
  - 9 梁晓东, 赵志刚, 陈全茂, 等. 辽河盆地荣兴屯地区中生界火山岩储集性能研究 [J]. *地球科学—中国地质大学学报*, 2000, 25(2): 143-146 [Liang Xiaodong, Zhao Zhigang, Chen Quanmao, *et al.* Reservoir properties of Mesozoic volcanic rocks in Rongxing屯 Region, Liaohai Basin [J]. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 2000, 25(2): 143-146]
  - 10 刘启, 舒萍, 李松. 松辽盆地北部深层火山岩气藏综合描述技术 [J]. *大庆石油地质与开发*, 2005, 24(3): 21-23 [Liu Qi, Shu Ping, Li Song. Integrated description technique for deep volcanic gas reservoir in Northern Songliao Basin [J]. *Petroleum Geology of Oil Field Development in Daqing*, 2005, 24(3): 21-23]
  - 11 张殿成, 何德友, 尚广第. 松辽盆地汪家屯东火山岩储层预测 [J]. *石油物探*, 2000, 39(2): 36-44 [Zhang Diancheng, He Deyou, Shang Guangdi. Reservoir prediction of volcanic rocks in Eastern Wangjiatun Area, Songliao Basin [J]. *Geophysical Prospecting for Petroleum*, 2000, 39(2): 36-44]
  - 12 蒙启安, 门广田, 张正和. 松辽盆地深层火山岩体、岩相预测方法及应用 [J]. *大庆石油地质与开发*, 2001, 20(3): 21-24 [Meng Qian, Men Guangtian, Zhang Zhenghe. Prediction method and its application of deep volcanic rock body and facies in Songliao Basin [J]. *Petroleum Geology of Oil Field Development in Daqing*, 2001, 20(3): 21-24]
  - 13 朱华银, 胡勇, 韩永新. 大庆深层火山岩储层应力敏感性研究 [J]. *天然气地球科学*, 2007, 18(2): 197-234 [Zhu Huayin, Hu Yong, Han Yongxin, *et al.* Study on stress sensitivity of deep volcanic reservoirs in Daqing [J]. *Natural Gas Geoscience*, 2007, 18(2): 197-234]
  - 14 杨双玲, 刘万洙, 于世泉, 等. 松辽盆地火山岩储层储集空间特征及其成因 [J]. *吉林大学学报: 地球科学版*, 2007, 37(3): 506-512 [Yang Shuangling, Liu Wanzhu, Yu Shiquan, *et al.* Pore textures and its causes of volcanic reservoir in Songliao Basin [J]. *Journal of Jilin University: Earth Science Edition*, 2007, 37(3): 506-512]
  - 15 闵飞琼, 王璞珺, 于世泉, 等. 营城组三段及二段岩性岩相和储层物性的精细刻画 [J]. *吉林大学学报: 地球科学版*, 2007, 37(6): 1203-1216 [Min Feiqiong, Wang Pujun, Yu Shiquan, *et al.* Meticulous depiction of lithology, lithofacies and reservoir porosity and permeability in the third & second member of Yingcheng Formation [J]. *Journal of Jilin University Earth Science Edition*, 2007, 37(6): 1203-1216]
  - 16 邵红梅, 毛庆云, 姜洪启, 等. 徐家围子断陷营城组火山岩气藏储层特征 [J]. *天然气工业*, 2006, 26(6): 29-32 [Shao Hongmei, Mao Qingyun, Jiang Hongqi, *et al.* Reservoir characteristics of volcanic rocks gas pool in Yingcheng Formation in Xujiawazi Fault Depression [J]. *Natural Gas Industry*, 2006, 26(6): 29-32]
  - 17 余淳梅, 郑建平, 唐勇, 等. 准噶尔盆地五彩湾凹陷基底火山岩储集性能及影响因素 [J]. *地球科学—中国地质大学学报*, 2004, 29(3): 303-308 [Yu Chunmei, Zheng Jianping, Tang Yong, *et al.* Reservoir properties and effect factors on volcanic rocks of basement beneath Wucaiwan Depression, Junggar Basin [J]. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 2006, 26(6): 29-32]



# Porosity and Pemeability of the Volcanic Reservoir and Its Influencing Factors: Tak ing Well Longshen 1 Field ofY ingtai fault as an example

ZHONG W ei-wei<sup>1</sup> LU Shuang-fang<sup>1</sup> ZHANG Shi-guang<sup>2</sup>  
HUANG W en-biao<sup>1</sup> SHAO M ing-li<sup>3</sup> WANG Li-wu<sup>3</sup>

(1 Daqing Petroleum Institute, Daqing Heilongjiang 163318; 2 Daling Oilfield Company Ltd, Daqing Heilongjiang 163000;  
3 Jilin Exploration and Development Research Institution, Songyuan, Jilin 138000)

**Abstract** Based on substantial experimental material of reservoir porosity and permeability parameters of the volcanic reservoir and the quantitative evaluation parameters of heterogeneity of Well Longshen 1 field of Yingtai fault is analyzed. The results show that volcanic reservoir physical properties change a lot in space. It has a strong non-homogeneous. This makes an effective reservoir prediction of volcanic difficulty. Using the imaging logging, indoor rock identification and casting thin section analysis, this study explores the mechanism and process that the various factors on the formation and transformation of the volcanic reservoir space, points out that lithology of the volcanic rocks is the base of other parameters having an impact on the reservoir properties. Volcanic subfacies are the main control factors of physical, diagenetic and tectonic aspects are an important factor on the physical properties, this makes an effective volcanic reservoir prediction have regulations to abide by.

**Key words** porosity and permeability of the volcanic reservoir; volcanic lithology; diagenesis; tectonic movement; Yingtai fault