

龙凤山地区火石岭组中基性火山岩储层特征及主控因素

邓 玮 (中国石化东北油气分公司勘探开发研究院, 吉林 长春 130062)

摘 要: 龙凤山地区火石岭组中基性火山岩岩性复杂, 储层非均质性强。本文综合运用岩心观察、岩石薄片和扫描电镜的资料, 对该地区火石岭组火山岩发育的储集空间类型进行总结。通过岩心物性、测井解释气层和气测异常统计, 明确研究区火山岩有利储层岩性。以前期岩性岩相识别、火山机构刻画和成岩作用研究成果为基础, 明确影响研究区储层空间发育程度的主要控制因素。本次研究主要取得三方面认识: ①龙凤山地区储集空间以次生溶蚀孔和裂缝为主; ②凝灰岩、火山角砾岩和安山岩为研究区火山岩有利储层岩性; ③岩性与岩相、火山机构和溶蚀作用是影响研究区火山岩储层空间发育程度的主要控制因素。

关键词: 中基性火山岩; 储层特征; 主控因素; 龙凤山地区

中基性火山岩是一种有效的储层岩石类型, 其油气成储成藏潜力在渤海湾盆地、准噶尔盆地等火山岩油气勘探过程中已有证实^[1-2]。近年来, 松辽盆地火山岩勘探工作向深部延伸, 研究对象由酸性岩储层转向中基性岩储层, 龙凤山气田的发现与开发证明了松辽盆地长岭断陷中基性火山岩的勘探潜力, 也为火山岩成藏研究提供了宝贵资料与成果。前人对长岭断陷火山岩地层、断陷结构、烃源岩、火山岩储层等方面开展过大量的研究工作, 取得了丰富的成果^[3]。

1 区域地质概况

长岭断陷位于松辽盆地中央断陷区南部, 是上古生界变质岩系基底之上发育起来的西断东超的复合型断陷。龙凤山地区位于长岭断陷南部龙凤山构造带, 西部受 NE 向北正镇边界断层控制, 东部受古隆起的影响。研究区发育火山岩的层位主要是营城组及火石岭组。其中营城组主要发育酸性火山岩, 而火石岭组以发育中基性火山岩为主。本文主要研究层位火石岭组是松辽盆地中生代断陷期的产物。在龙凤山地区钻遇火石岭组的钻井中, 发育有致密安山岩、气孔安山岩、隐爆角砾岩、凝灰岩、火山角砾岩、沉凝灰岩和沉火山角砾岩等岩石类型, 以中基性火岩为主。

2 储层特征

2.1 储集空间类型

本文在综合前人研究的基础上, 通过龙凤山地区火石岭组火山岩岩心观察、岩石薄片鉴定、扫描电镜等多种分析方法, 对火石岭组火山岩储集空间类型进行了总结, 龙凤山地区火石岭组火山岩发育原生孔隙、次生孔隙、原生裂缝和次生裂缝四类储集空间。原生孔隙包括脱玻化孔、杏仁体内孔和粒间孔; 次生孔隙主要包括溶蚀孔、粘土矿物晶间孔; 此地区火山岩原生裂缝发育程度较低, 主要为冷凝收缩缝; 次生裂缝包括炸裂缝、构造缝和溶蚀缝。通过大量薄片观察与数据统计, 结果表明研究区储集空间类型以次生溶蚀孔和裂缝为主, 安山岩可见残余气孔和基质溶孔。

2.2 储层物性特征

统计龙凤山地区火石岭组 13 口取心井的物性分析

数据, 结果表明储层孔隙度主要介于 1-9% 之间, 有效储层孔隙度中值 6.4%, 渗透率主要介于 0.01-0.5mD 之间, 有效储层渗透率中值 0.127mD, 火山岩孔渗相关性不好。

龙凤山地区火石岭组火山岩岩石类型众多, 其中五种分布最广, 作为本次物性研究的重要对象, 分别为凝灰岩、火山角砾岩、安山岩、沉凝灰岩和沉火山角砾岩, 从不同岩性岩心物性分析结果来看, 大部分凝灰岩、火山角砾岩和部分安山岩(气孔)孔隙度大于 5%, 为中孔型, 沉凝灰岩、沉火山角砾岩孔隙度相对较差, 普遍小于 5%。从不同岩性测井解释气层(包括差气层)占比结果来看, 凝灰岩气层厚度占气层总厚度 50%; 火山角砾岩气层厚度占总厚度 29%; 安山岩气层厚度占总厚度 15%; 沉凝灰岩、沉火山角砾岩气层厚度较小。从不同岩性气测异常段占比来看, 凝灰岩占比 46%, 火山角砾岩占比 27%, 安山岩占比 12%。综上分析可以看出, 研究区火山岩有利储层岩性以凝灰岩、火山角砾岩和安山岩为主。

3 储层主控因素

火山岩储集空间的形成、发展、改造等一系列不同阶段的演化过程是十分复杂的, 其中岩性与岩相、火山机构及溶蚀流体的注入是影响储层空间发育程度的主要控制因素。

3.1 岩性岩相的控制作用

龙凤山地区中基性火山岩相主要包括 4 相 5 亚相, 分别为火山通道相(隐爆角砾岩亚相)、爆发相(热碎屑流亚相)、喷溢相(辫状熔岩流亚相、板状熔岩流亚相)和火山沉积相(含外碎屑火山碎屑沉积亚相)。

通过对不同火山岩亚相中岩性组合的分析发现, 热碎屑流亚相中有利岩性(火山角砾岩和凝灰岩)的厚度比例大于 90%。辫状熔岩流亚相中有利岩性(气孔安山岩)的厚度比例达到 85%, 隐爆角砾岩亚相、火山沉积相和板状熔岩流亚相中有利岩性比例均在 20% 以下。热碎屑流亚相和辫状熔岩流亚相这两类亚相中有利岩性占比最高。通过实测数据孔隙度分析和火石岭组全井段测井孔隙度数据统计, 发现热碎屑流亚相和辫状熔岩流亚

相的物性数据最好(图1、图2)。热碎屑流亚相的实测孔隙度平均为5.71%。测井孔隙度平均为7.39%; 瓣状熔岩流亚相的实测孔隙度平均为4.95%。测井孔隙度平均为6.41%。

由以上分析可以看出, 研究区岩相控制岩性组合, 决定成储效率。火山岩岩相以瓣状熔岩流亚相和热碎屑流亚相发育的储层物性条件好。

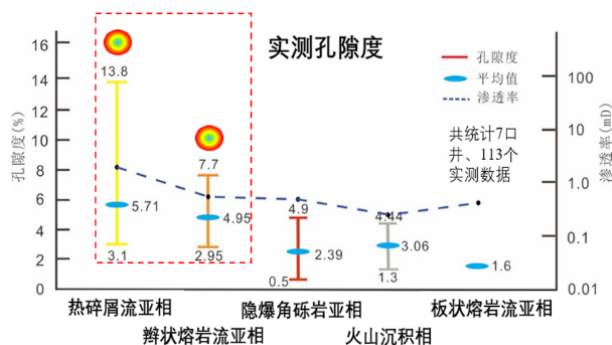


图1 龙凤山地区火石岭组火山岩不同亚相实测孔隙度数据图

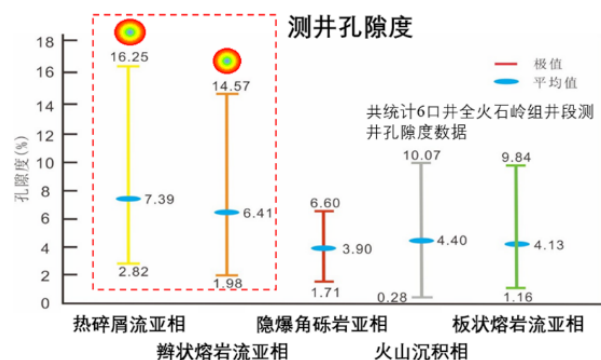


图2 龙凤山地区火石岭组火山岩不同亚相测井孔隙度数据图

3.2 火山机构的控制作用

利用地震和钻井资料对龙凤山火石岭组火山机构内幕进行解剖, 结果认为研究区发育两个旋回, 不同旋回火山喷发特点有差异。火山机构确定了有效储层在其中的空间分布范围, 火山机构中的火山活动旋回(期次)和其控制的各类火山岩相决定了其中火山岩储层的分布。

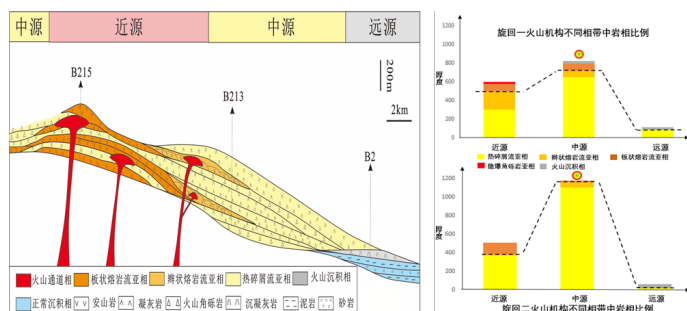


图3 龙凤山地区火石岭组火山机构及不同岩相比例图
通过对旋回一与旋回二火山机构不同相带内岩相比

例统计发现, 旋回一的近源有利亚相厚度约450m, 中源有利亚相厚度约700m, 远源有利亚相厚度80m; 旋回二的近源有利亚相厚度约400m, 中源有利亚相厚度约1200m, 远源有利亚相厚度约30m(图3)。火山机构中源相带有利亚相规模最大, 近源次之, 远源相带最差。

3.3 溶蚀作用的控制作用

龙凤山地区火石岭组火山岩成岩作用阶段包括早期成岩作用阶段和晚期成岩作用阶段。而晚期成岩作用中的溶蚀作用对龙凤山地区有利储层的形成影响明显。研究区溶蚀作用以大气淡水溶蚀(风化淋滤)和有机酸溶蚀为主。

风化淋滤可以使无效的原生孔隙连通, 形成有效储层, 其主要发育于不整合面、火山喷发旋回和喷发期次界面。通过研究区3口井136组的物性数据的统计分析, 可以定量评价风化淋滤作用对储层的改造程度和优势储层的发育厚度。从统计结果来看, 距火山岩顶面100m左右是主要风化淋滤区, 孔隙度明显高于下部储层。随着距火山岩顶界面距离的增大, 火山岩储层的孔隙度呈现逐渐降低的趋势, 渗透率也有相似变化特征。但是研究区火山喷发期次界面对储层物性影响不明显。

有机酸溶蚀对龙凤山地区火石岭组有利储层的形成起着重要作用, 距离烃源岩越近, 溶蚀越发育。由物性分析、薄片观察结果来看, 研究区从斜坡带至洼陷深部, 从北204井至北213井, 孔隙度和溶蚀面孔率逐渐增大, 孔隙度由0.22%变化至5.1%, 溶蚀面孔率由0.22%变化至1.6%。综上所述, 可以看出溶蚀作用能够有效改善储层物性条件。

4 结论

①龙凤山地区中基性火山岩发育原生孔隙、次生孔隙、原生裂缝和次生裂缝四类储集空间, 其中次生溶蚀孔和裂缝是主要储集空间; ②龙凤山地区中基性火山岩有利储层岩性为凝灰岩、火山角砾岩和安山岩; ③研究区岩相控制岩性组合, 决定成储效率; 火山机构控制有利岩相的展布和规模; 溶蚀作用能够改善储层物性条件, 形成有效储层。

参考文献:

- [1] 黄玉龙, 单俊峰, 边伟华, 等. 辽河拗陷中基性火成岩相分类及储集意义[J]. 石油勘探与开发, 2014, 41(6): 671-680.
- [2] 卢欢, 王清斌, 杜晓峰, 等. 低渗透储层类型划分及储层敏感性主控因素: 以渤海海域古近系为例[J]. 石油学报, 2019, 40(11): 1331-1345.
- [3] 郑健, 王璞珺, 朱建峰, 等. 火山碎屑岩储层特征及其主控因素分析: 以松辽盆地南部长岭断陷龙凤山地区为例[J]. 世界地质, 2021, 40(2): 399-407.

作者简介:

邓玮(1989-), 男, 硕士, 主要从事油气藏形成与保存条件研究。