

图2 哈山地区研究区平面岩相分布图

Fig.2 Planar distribution of the lithofacies in the Halaalate Mountain area

由于各火山相的形成环境、成岩作用方式及矿

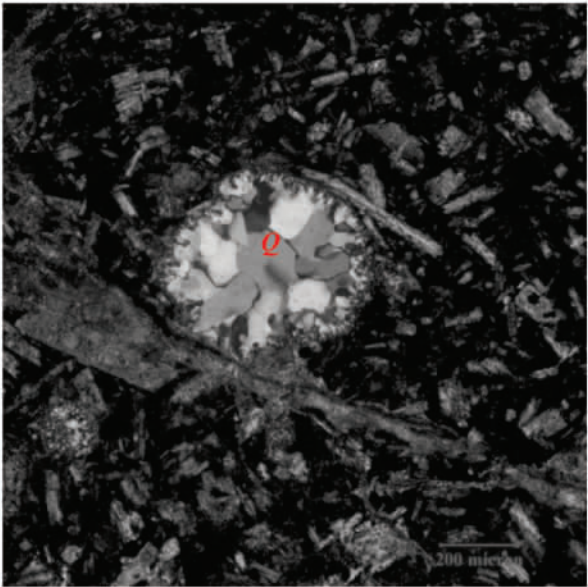
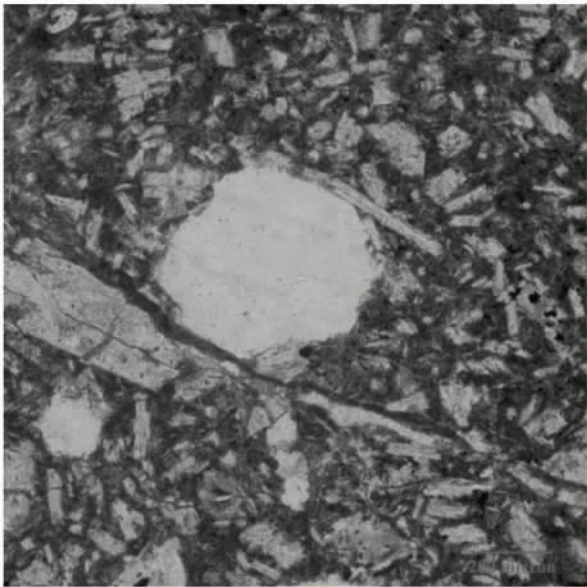
物组成等存在差异,因此各火山相的储层物性必然存在差异^[9]。

1.1 爆发相

研究区广泛发育火山爆发相,其岩石类型为火山角砾岩,常堆积于火山口附近。火山角砾岩由角砾及角砾间充填物组成,主要发育气孔、砾间孔、晶内炸裂纹等孔隙类型。

(1) 气孔

气孔是熔浆喷出地表,在地表的流动过程中,由于压力的减小,岩浆中所含挥发份体积增大,在浮力的作用下陆续从岩石中分离出来,部分未能逸出被封闭在岩浆中所形成。区内火山岩岩心内已经发现的原生气孔较多,分布较广。气孔的形状多样,常见的有圆形、椭圆形及不规则形态等。少数气孔沿岩浆流动方向被不同程度的拉长定向。气孔大小不一,密度也不均一,连通性较差。一般来讲,中性岩浆中所形成的气孔比基性岩浆中的多(图3)。



哈浅6井, 648.50m, a. 单偏光; b. 正交偏光; Q. 石英

图3 两期石英充填的玄武安山岩原生气孔

Fig.3 Primary gas vesicles filled by two phases of quartz in the basalt and andesite

(2) 砾间孔

火山岩的原生砾间孔主要包括两种类型,一种是指火山熔岩的自碎角砾岩化或者隐爆角砾岩化而形成的角砾间空隙,但孔隙基本已被充填或半充填;一种是火山碎屑中的火山碎屑间空隙,一般具有孔隙较大,连通性好等特征,砾间孔的大小与形态受火山碎屑和火山角砾的组合形式控制,常与裂

缝伴生。

(3) 晶内炸裂纹

在火山喷发的过程中,由于围压的迅速降低,岩浆自身压力骤减,岩浆内先结晶形成的晶体破碎形成裂缝。晶内炸裂纹的形态通常不规则,常穿切晶体,后期流体多沿晶内炸裂纹对晶体进行溶蚀。晶内炸裂纹通常见于具斑状结构的岩石和含晶屑

细粒火山角砾岩中。

1.2 溢流相

区内发育火山溢流相,其岩石类型为玄武岩、安山岩。溢流相多形成于火山喷发旋回的中期,以火山强烈爆发之后出现为主,是相对粘稠的熔浆在地壳深部压力作用下喷出地表,其在后续喷出物推动和自身重力的共同作用下沿着地表流动。在流动过程中,熔岩流的顶部、底部及前缘冷却较快,多形成气孔状熔岩,故火山溢流相发育一定的原生气孔。在熔岩流的内部,熔浆冷却较慢,晶体结晶充分,多形成自形晶粒状矿物。晶粒状矿物有序度高,后期流体易沿其解理缝等薄弱面发生溶蚀作用形成晶内溶孔。玄武岩、安山岩的微裂缝多为岩浆冷凝收缩或火山玻璃重结晶作用形成,微裂缝沿晶体边缘展布,部分与溶蚀孔连通。

1.3 火山沉积相

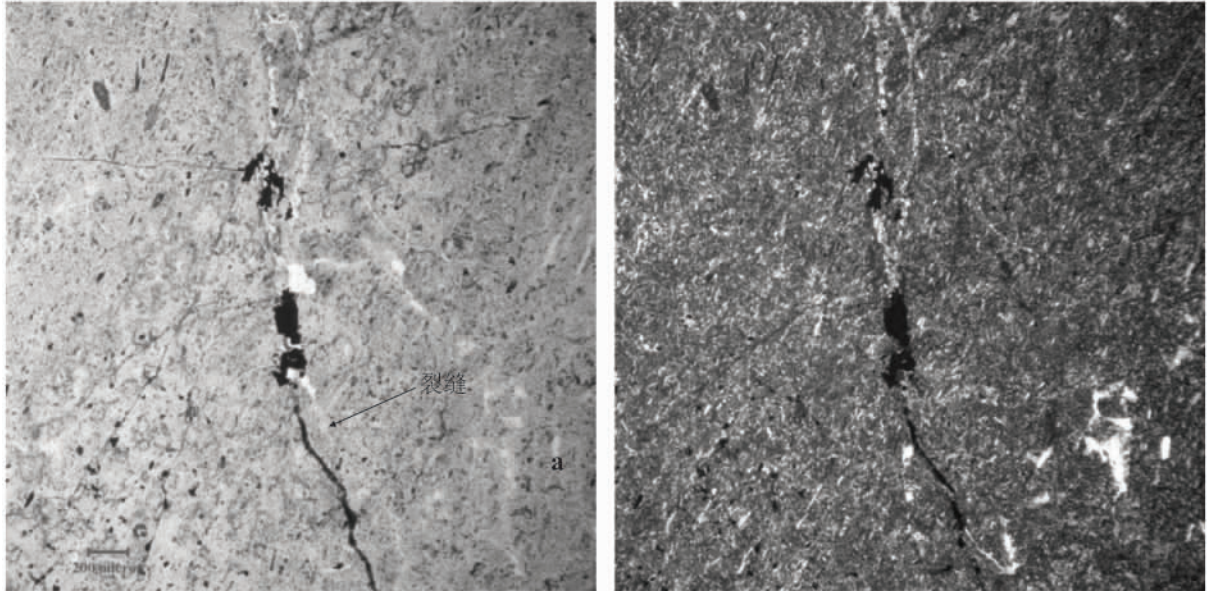
区内发育火山沉积相,其岩石类型为凝灰岩。火山沉积相多形成于火山喷发的低潮期-间隙期,是粒度小于2 mm的岩屑、晶屑和玻屑等火山灰在天空中经历长距离漂浮后于远离火山口堆积而成。由于凝灰岩粒度较细,颗粒表面积较大,以及玻屑不稳定,所以容易遭受次生变化,故火山沉积相存在

基质内溶孔。凝灰岩也受后期构造活动影响,形成构造微裂缝。构造微裂缝对致密凝灰岩的流体跨层运移起着决定性作用。

综上所述,由于火山爆发相(火山角砾岩)原生孔隙、原生裂缝均较发育,岩石孔隙度较高,孔隙间连通性较好,故火山爆发相的储集性能良好,油气显示活跃;火山溢流相(玄武岩、安山岩)存在原生孔、晶内溶孔及冷凝收缩微裂缝,储集性能中等,油气显示一般;火山沉积相储集性能劣于火山爆发相与溢流相,油气显示较差。

2 构造运动对储层的控制

在区域构造应力的作用下,岩石会发生变形,部分脆性的岩石受应力作用形成构造裂缝^[10]。构造裂缝常常成批出现,既可表现为具有一定延伸长度的高角度缝和低角度缝,也可表现为局部的微小的裂缝体系。构造裂缝具有连通原生孔隙的作用,极大地改善了火山岩的连通性,使其成为地质流体的重要运移通道。区内裂缝常充填有硅质、碳酸盐、油气(图4)等,是火山岩成为优良储油空间的重要因素。



哈浅6井, 302.81m, a. 单偏光; b. 正交偏光

图4 火山角砾岩基质中的裂缝(含油) 哈浅6井 302.81m a: 单偏光 b: 正交偏光

Fig. 4 Fissures in the matrix of volcanic breccias, 302.81 m, Haqian-1 well. a. Plane-polarized light; b. Cross-polarized light

从春晖油田石炭系断裂纲要图(图5)可以看出,本区主要发育两条较大的断裂,一是哈山2逆冲断裂,是延伸较长的单体断裂,控制了本区的断裂延伸方向为南西北东方向;另一条是哈浅101-哈浅

3断裂,是一组延伸距离不大的雁行式断层组合。这两条大断裂及其周边伴生的微裂缝就是该区构造运动所形成的有利储层发育区域(图5)。

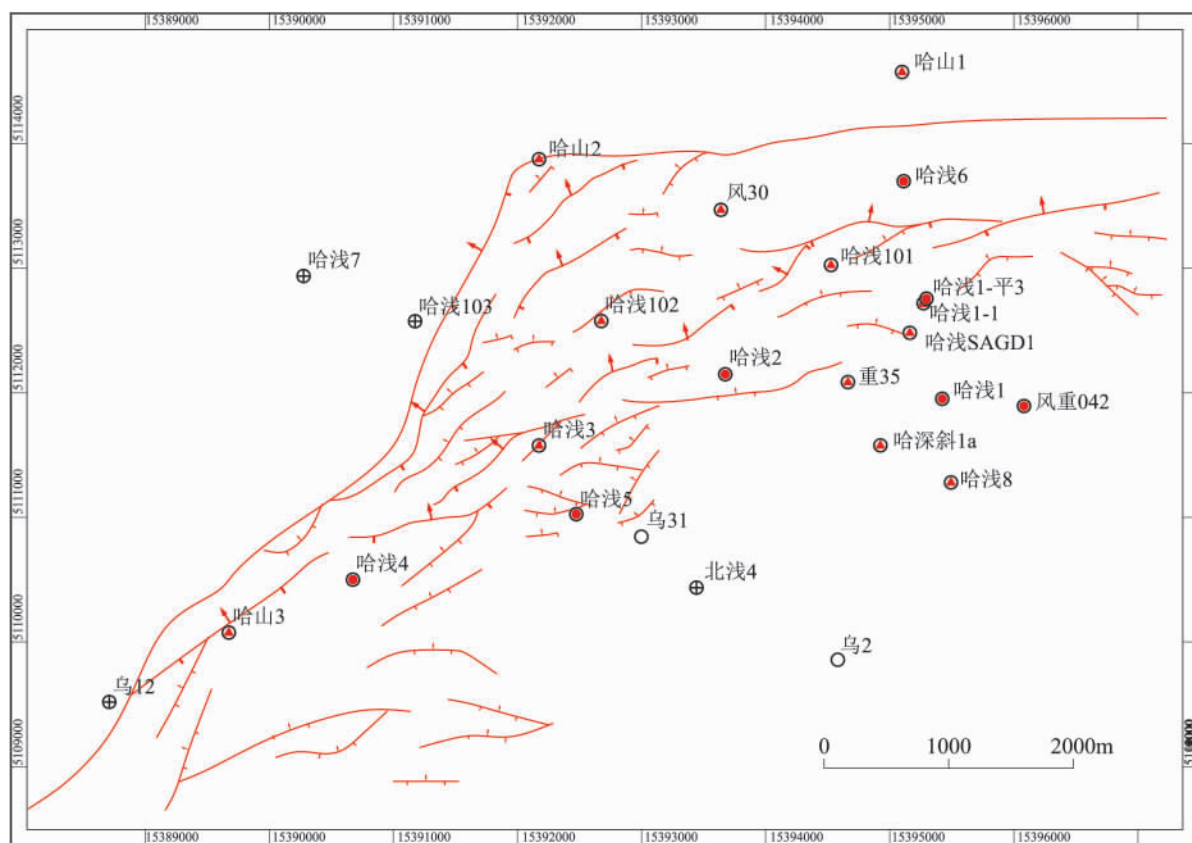


图5 春晖油田石炭系断裂纲要图

Fig. 5 Outline of the Carboniferous faults in the Chunhui Oil Field

3 溶蚀作用对储层的控制

溶蚀作用是研究区一种重要的成岩后生作用,溶蚀作用的发育能提高岩石的孔隙度与渗透率。各种储集空间的充填物内或充填物边缘多受后期流体的再次溶蚀作用形成晶内溶孔、晶间溶孔、砾内溶孔与砾间溶孔,溶蚀孔内多见油气显示。由此可知,溶蚀作用越强,溶蚀孔隙越发育,岩层储集性能越好^[11]。

在溶解、重结晶、次生蚀变等多种成岩作用的共同影响下,原生储层空间被改造,生成新的晶内溶蚀孔、基质内溶蚀孔、气孔充填物内溶孔。

(1) 晶内溶蚀孔

火山岩中常见的单矿物主要有长石、石英、辉石、角闪石、黑云母等。这些矿物晶体,除了石英晶体的化学稳定性较好以外,其它晶体经常与地质流体进行成份的交换,发生溶解和水解作用,不稳定矿物成份被溶解,矿物晶体结构发生变化,晶体被溶蚀的部位形成溶蚀孔隙(图6)。

(2) 基质溶蚀孔

基质内溶蚀孔主要是由于火山岩的基质在一

定的地质条件下发生蚀变和溶蚀作用。基质内溶蚀孔一般体积较小,但是数目较多,部分具有一定的连通性,是凝灰岩储层空间的重要组成部分。区内火山角砾岩中溶孔发育,在基质内常见大量超大溶孔,该类溶孔显示有多期次充填特征,一期硅质流体沿溶孔内壁形成充梳状边石英,二期硅质流体充填一期流体剩余空间形成自形单晶石英。

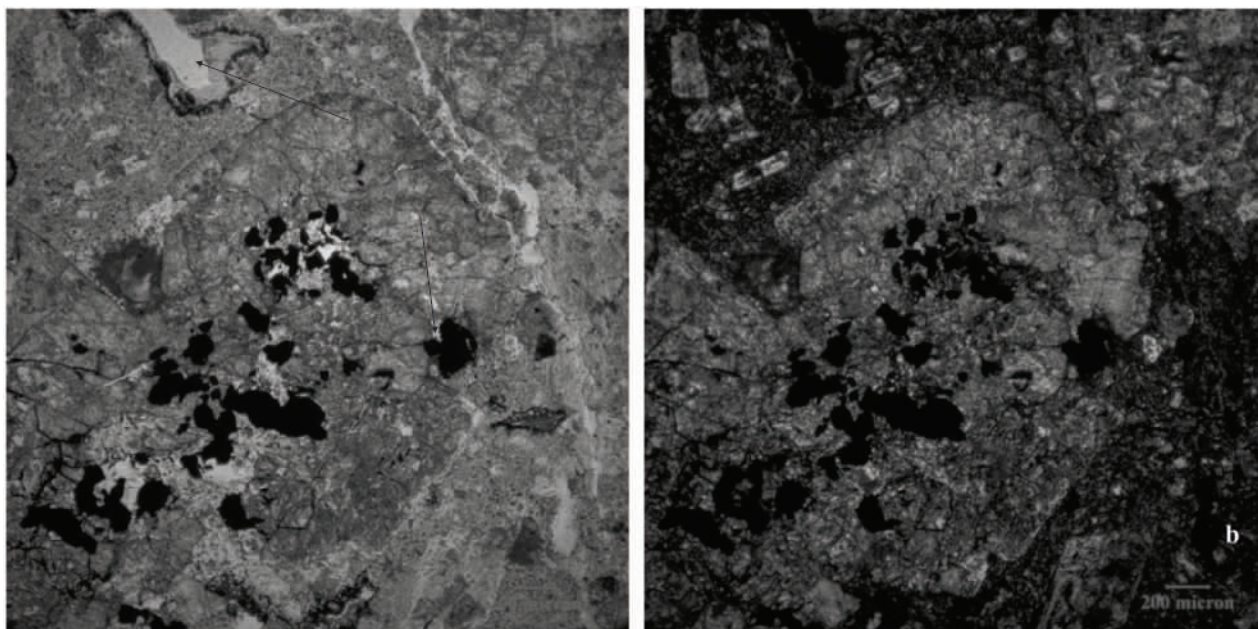
(3) 气孔充填物内溶孔

通过对研究区内岩心的观察,气孔的充填物主要有沸石、绿泥石、沥青、方解石、硅质等。气孔被全部或部分溶蚀而形成的次生孔隙即气孔充填物内溶孔,主要见于火山熔岩中。

溶蚀作用的发生与断裂及微裂缝密切相关,地下热液都是以断裂、裂缝等为基础进行矿物成分的溶解、置换与沉淀。因此,构造运动所产生的裂缝发育区,同样也是溶蚀作用的发育区域。

4 结论

(1) 区内火山岩相变化趋势为呈爆发相→溢流相→火山沉积相的环带状分布,火山爆发相原生孔隙、原生裂缝均较发育,孔隙间连通性较好,储集性



哈浅7井, 214.00m, a. 单偏光; b. 正交偏光; Cc. 方解石; Pl. 斜长石

图6 后期方解石充填和沥青质充填的长石晶内溶孔

Fig. 6 Feldspar intracrystal solution openings filled by deuterogenous calcite and bitumen

能良好, 油气显示活跃; 火山溢流相存在原生孔、晶内溶孔及冷凝收缩微裂缝, 储集性能中等, 油气显示一般; 火山沉积相储集性能低于火山爆发相与溢流相, 油气显示较差。

(2) 研究区火山岩物性致密, 在构造应力的作用下, 极易产生错断, 形成区域性大断裂及伴生裂缝, 这些断裂及裂缝既可以成为储集空间, 也可以成为连通原生孔隙和次生孔隙的通道, 改善火山岩的整体储集性能。哈山2断裂及哈浅101-哈浅3断裂附近的储集层发育良好的储集空间。

(3) 溶蚀作用形成晶内溶孔、晶间溶孔、砾内溶孔与砾间溶孔, 可以提高火山岩的孔隙度与渗透率, 溶蚀作用越强, 岩层储集性能越好。溶蚀作用也主要发育在断裂附近。

(4) 火山爆发相、溢流相与平面上断裂发育区的叠合区域, 是原生孔隙、次生孔隙、裂缝等渗流通道皆较发育的区域, 也是春晖油田石炭系火山岩油气藏主要的赋存空间。

参考文献:

[1] 赵宁, 石强. 裂缝孔隙型火山岩储层特征及物性主控因素[J]. 天然气工业, 2012, 32(10): 1-10.

[2] 吴磊, 徐怀民, 季汉成, 等. 松辽盆地杏山地区深部火山岩有利储层的控制因素及分布预测[J]. 现代地质, 2005, 19(4): 61-65.

[3] 王鹏, 罗明高, 杜洋, 等. 北三台地区石炭系火山岩储层控制因素研究[J]. 特种油气藏, 2010, 17(3): 41-44.

[4] 侯连华, 王京红, 邹才能, 等. 火山岩风化体储层控制因素研究[J]. 地质学报, 2011, 84(4): 557-565.

[5] 闫林, 周雪峰, 高涛, 等. 徐深气田兴城开发区火山岩储层发育控制因素分析[J]. 大庆石油地质与开发, 2007, 26(2): 9-13.

[6] 张永忠, 王多云, 何顺利. 大庆兴城南部火山岩储层发育控制因素[J]. 现代地质, 2009, 23(4): 724-730.

[7] 王岚, 李文厚, 林潼, 等. 陆上、水下喷发成因火山岩储层发育特征和成藏控制因素对比分析[J]. 地质科学, 2010, 45(4): 1088-1097.

[8] 二连盆地洪浩尔舒特凹陷中生界火山岩特征及储层控制因素分析[J]. 地质学报, 2012, 86(8): 1227-1239.

[9] 范存辉, 秦启荣, 支东明, 等. 准噶尔盆地西北缘中拐凸起石炭系火山岩储层裂缝发育特征及主控因素[J]. 天然气地球科学, 2012, 23(1): 81-88.

[10] 巩磊, 曾联波, 裴森奇, 等. 九龙山构造须二段致密砂岩储层裂缝特征及成因[J]. 地质科学, 2013, 48(1): 217-226.

[11] 徐国盛, 匡建超, 叶斌, 等. 塔河三号油田奥陶系溶蚀缝洞储层识别与分级标准的建立[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 2004, 31(1): 59-65.

Controlling factors of the Carboniferous volcanic reservoirs in the Chunhui Oil Field , Junggar Basin

DONG Chen-qiang

(*Xinchun Oil Production Plant , Shengli Oil Field , Dongying 257000 , Shandong , China*)

Abstract: The Chunhui Oil Field in the Junggar Basin lies in the western part of the Halaalate Mountain tectonic zone , in which the Carboniferous volcanic strata consist dominantly of the volcanic rocks such as tuff , andesite , basalt and volcanic breccias. There is a positive correlation between the hydrocarbon enrichment and reservoir development in the Carboniferous volcanic reservoir rocks from the Chunhui Oil Field. The distribution and development of the volcanic reservoir rocks are primarily controlled by lithofacies , lithology and tectonism. On the whole , the lithofacies may exercise a major control on lithology of the volcanic reservoir rocks , which , in turn , may control the reservoir spaces types. The volcanic rocks in the Chunhui Oil Field exhibit a trend of the girdle pattern of lithofacies changes from the explosive facies through the effusive facies to the volcano-sedimentary facies. The reservoir capacity is gradually getting poor and poor from volcanic breccias to basalt and andesite and finally to tuff. The tectonism is also believed to be a major control on the fissure development and dissolution. The structural stress may give rise to the formation of the cracks or fissures in the brittle rocks , which may greatly improve the reservoir spaces of the Carboniferous volcanic reservoir rocks in the study area.

Key words: volcanic reservoir; lithofacies; lithology; tectonism