

火烧山地区二叠系平地泉组原油物性差异原因探讨

周长发^{1,2} 路俊刚^{1,2} 罗昭洋^{1,2} 马守良^{1,2}

1 西南石油大学 2 油气藏地质及开发工程国家重点实验室

DOI:10.32629/gmsm.v3i4.788

[摘要] 火烧山地区位于准噶尔盆地东部沙帐断褶带北段,该区二叠系平地泉组原油分布广泛,但是不同井区间物性特征差别较大,受控因素不清楚。基于此,笔者对火烧山地区不同井区的原油物性及其地球化学特征进行了研究,明确了原油物性出现差异的原因。研究表明,火烧山地区高密度原油成熟度较低,低密度原油成熟度较高,成熟度差异是导致原油物性差异的主要原因;不同油藏原油成熟度主要受到不同烃源岩演化程度的影响。

[关键词] 火烧山; 平地泉组; 原油; 物性; 地球化学特征

中图分类号: P59 文献标识码: A

前言

近年来,我国在准噶尔盆地油气勘探工作中取得了重要进展。目前在准噶尔盆地东部的火烧山地区发现了大量二叠系平地泉组原油,如沙东1井区、沙东2井区、火南8井区、火11井区和火北1井区油藏,火东1井区、火东2井区、火北2井区原油和火南2井区、火南6井区油砂等,展示出了广阔的油气勘探前景。

火烧山地区原油分布广泛,但是不同区块间原油物性特征差别较大,原油的这种物性差异特征是否受某种因素控制尚不清楚。为此本文通过系统分析研究区二叠系平地泉组原油物性特征,并结合原油成熟度和烃源岩演化程度特征,探讨影响研究区原油物性的因素,以期为该地区下一步油气勘探开发提供有益参考。

1 地质概况

火烧山地区位于沙帐断褶带北段,东西分别与石树沟凹陷和五彩湾凹陷毗邻,北至克拉美丽山前,南至火南斜坡区南部倾末端,呈NNE向展布。研究区发展于石炭系褶皱基底,后期主要经历三个构造演化阶段:二叠纪发生大规模湖侵的前陆型陆相盆地演化阶段、三叠纪—白垩纪震荡型陆相盆地演化阶段和第三纪前陆型陆相盆地演化阶段。其中二叠纪前陆盆地演化阶段是烃源岩和储集层

表1 火烧山地区不同区块原油密度和粘度参数统计表

井区	井号	井深, m	层位	相对密度, g/cm ³ (20℃)	粘度, mPa·s (100℃)
火东向斜	HD1	2395-2442	平地泉组	0.856	11.86
	HD2	2057.86-2229.16		0.844	14.41
	H3	2882.15-2999.66		0.860	25.42
火烧山背斜	H4	1846.23-1989.45		0.874	24.32
	H6	2025.41-2206.28		0.938	2209.74
	H8	1472-1526		0.908	165.3
火南斜坡区	H11	1697.33-1733.15		0.920	3724.68
	HN2	1983-2021		0.877	19.65
	HN4	2238.2-2271.8		0.874	21.51
火北地区	HN6	1985.20-2010.88		0.942	832.38
	HB1	2517.62-2568.07		0.907	324.25
沙东地区	HB2	2559.46-2663.78	0.907	537.63	
	SD1	1477-1499	0.931	478.47	
	SD3	997-1047	0.906	254.59	

最发育的时期,二叠系平地泉组以辫状河三角洲—湖泊沉积体系为主。沙帐断褶带接受了平地泉组、梧桐沟组沉积,地层北厚南薄。

研究区受印支—燕山多期构造运动影响,自西而东发育三排背斜带,其中西为沙丘河背斜—沙南断块,中为火烧山背斜、火南背斜、沙南背斜,东为帐篷沟鼻状构造、帐篷沟2号背斜,这三排背斜带之间发育多个断裂带,其中沙西断裂、火东断裂和火南断裂的规模较大。喜山期构造运动使得克拉美丽山大幅度隆升,火北断裂上盘的石炭系向南推覆在二叠

系、三叠系、侏罗系之上,从而形成现今的构造格局。

2 样品来源及实验方法

本次研究中选取了火烧山地区火北1、火3、火7、火11、火南1、火南6、火南7、沙东1、火西2和沙南2这10口井的烃源岩和原油共计60个样品,针对这些样品,进行了有机碳含量、岩石热解、有机质成熟度、原油密度及粘度等相关实验分析,同时收集了部分前人已有研究资料,对研究区不同区块的原油物性及其成熟度特征和烃源岩演化程度进行了研究。

有机碳含量用仪器法测定,采用的是美国力克公司生产的CS-400碳硫测定仪。岩石热解采用快速定量评价技术,所用仪器为岩石热解仪。烃源岩岩样在索氏抽提器上用氯仿抽提,抽提物和原油用正己烷脱沥青后,用柱色谱法分离出饱和烃、芳烃和非烃。饱和碳氢化合物进行色谱-质谱分析,色谱仪采用HP5890型气相色谱仪。

3 结果和讨论

3.1 原油物性特征及平面分布

研究区二叠系平地泉组原油普遍密度较高,粘度较大。密度在 $0.88\text{--}0.9\text{g}/\text{cm}^3$ 范围内的原油占到原油总数的71.07%,密度小于 $0.88\text{g}/\text{cm}^3$ 的原油占总数的12.4%,密度大于 $0.9\text{g}/\text{cm}^3$ 的原油占16.53%。粘度在 $30\text{--}90\text{mPa}\cdot\text{s}$ 范围内的原油占到原油总数的72%,粘度小于 $30\text{mPa}\cdot\text{s}$ 的原油仅占3%,粘度大于 $90\text{mPa}\cdot\text{s}$ 的原油占20%。

区域上,密度较低($\rho < 0.88\text{g}/\text{cm}^3$)的原油主要分布在火东向斜和火南斜坡区靠近火东向斜一侧区域,如火东1、火东2、火3、火4、火南2和火南4井;密度较高($\rho > 0.9\text{g}/\text{cm}^3$)的原油主要分布在火北、沙东和火南斜坡区远离火东向斜的区域,如火北1、火北2、沙东1、沙东2和火南6井(表1)。

3.2 烃源岩演化程度

研究区未出现25-降藿烷,说明其降解级别不高,甾烷和萜烷还未开始降解,应用甾烷异构化参数可有效判别有机质演化程度。对比分析研究区不同区块有机质成熟度参数,可知各井区源岩演化程度存在差异:①火东向斜烃源岩抽提物 $C_{29}20S/20(S+R)$ 值为 $0.46\text{--}0.48$, $C_{29}\beta\beta/\Sigma C_{29}$ 为 $0.35\text{--}0.4$;②火南斜坡区烃源岩抽提物 $C_{29}20S/20(S+R)$ 值分布在 $0.39\text{--}0.4$ 范围, $C_{29}\beta\beta/\Sigma C_{29}$ 为

$0.28\text{--}0.39$;③火烧山背斜烃源岩抽提物 $C_{29}20S/20(S+R)$ 值为 $0.26\text{--}0.29$, $C_{29}\beta\beta/\Sigma C_{29}$ 为 $0.21\text{--}0.27$;④火北地区烃源岩抽提物 $C_{29}20S/20(S+R)$ 值为 $0.29\text{--}0.34$, $C_{29}\beta\beta/\Sigma C_{29}$ 为 $0.23\text{--}0.28$;⑤沙东地区烃源岩抽提物 $C_{29}20S/20(S+R)$ 值为 $0.28\text{--}0.31$, $C_{29}\beta\beta/\Sigma C_{29}$ 为 $0.22\text{--}0.27$;⑥帐篷沟隆起烃源岩抽提物生物标成熟度参数 $C_{29}20S/20(S+R)$ 值为 $0.11\text{--}0.14$, $C_{29}\beta\beta/\Sigma C_{29}$ 为 $0.17\text{--}0.3$ 。总的来说,研究区火东向斜烃源岩成熟度最高,火南斜坡区次之,火北、沙东和火烧山背斜基本一致,帐篷沟地区成熟度较低。

3.3 原油成熟度特征及平面分布

通过对研究区原油和储层抽提物生物标志化合物成熟度参数进行分析,发现火烧山地区不同区块原油成熟度同样存在明显的差异,火东向斜原油 $C_{29}20S/20(S+R)$ 值为 $0.48\text{--}0.51$, $C_{29}\beta\beta/\Sigma C_{29}$ 分布在 0.42 左右;火烧山背斜原油 $C_{29}20S/20(S+R)$ 分布在 0.41 左右, $C_{29}\beta\beta/\Sigma C_{29}$ 分布在 0.31 左右;火南斜坡区原油 $C_{29}20S/20(S+R)$ 均值为 0.4 , $C_{29}\beta\beta/\Sigma C_{29}$ 为 0.33 ;火北地区原油 $C_{29}20S/20(S+R)$ 值为 $0.32\text{--}0.35$, $C_{29}\beta\beta/\Sigma C_{29}$ 为 $0.24\text{--}0.27$ 。可以看出,火东向斜原油成熟度在所有区块中是最高的,其次为火烧山背斜和火南斜坡区原油,其他区块原油成熟度较低。

这种成熟度差异与原油物性差异具有明显的相关性,即密度较高的原油成熟度相应较低,如火北地区和沙东地区;密度较低的原油成熟度相应较高,如火东向斜和火南斜坡区。

火北、沙东、火南斜坡区和火东向斜等区块,原油成熟度与其本身烃源岩演化程度基本一致,证明了这些井区基本满足“近源成藏”的特征。但值得注意的是,火烧山背斜原油成熟度明显高

于烃源岩演化程度接近的火北地区,且火烧山背斜原油成熟度明显高于本身烃源岩成熟度,表现出与自身烃源岩演化程度不符的特征,说明火烧山背斜原油存在临近地区成熟度较高原油的混入,结合区域上烃源岩演化程度的差异性,可知这种较高成熟度的原油应当来自于毗邻火烧山背斜的火东向斜区域。

4 结论

(1)研究区二叠系平地泉组原油总体上密度较高,粘度较大。不同区块间原油物性的差异主要受烃源岩演化程度和原油成熟度影响,密度较低的原油成熟度较高,密度较高的原油成熟度较低;(2)研究区绝大部分区块原油成熟度与其本身烃源岩演化程度基本一致,说明原油具有本地来源的特点,这对下一步油气勘探具有重要意义。(3)火烧山背斜原油混合有来自火东向斜较高成熟度的原油。

[参考文献]

- [1]郑孟林,田爱军,杨彤远,等.准噶尔盆地东部地区构造演化与油气聚集[J].石油与天然气地质,2018,39(5):907-917.
- [2]张丽霞,柳益群,向辉,等.凝灰岩型含油层系特征与成因分析——以准噶尔盆地火烧山油田二叠系平地泉组为例[J].沉积学报,2018,36(04):768-776.
- [3]李溪滨,姜建衡.准噶尔盆地东部石油地质概况及油气分布的控制因素[J].石油与天然气,1987,8(1):99-107.
- [4]陈世加,路俊刚,王绪龙.油气成藏理论与实践[M].北京:科学出版社,2014:100-126.

作者简介:

周长发(1994—),男,汉族,四川凉山州人,研究生在读,西南石油大学,研究方向:油气勘探地质工程。