

文章编号: 1000-0550(2008) 03-0445-07

低渗透砂岩油层相对渗透率曲线特征、影响因素及其对开发的影响

郭沫贞¹ 肖林鹏² 张生兵³ 朱国华¹ 李风云³ 张丽霞⁴

(1 中国石油杭州地质研究院 杭州 310023 2 中国石油吐哈油田公司开发处 新疆鄯善 838200

3 中国石油吐哈油田公司勘探开发研究院 新疆哈密 83900 4 中国石油新疆油田公司准东采油厂 新疆阜康 831511)

摘要 低渗透储层油、水两相渗透率特征及其影响因素的研究,是认识、分析低渗透储层油、水两相渗流机理的重要途径,是合理开发油田的基础。本文在总结低渗透油藏油水相对渗透率曲线特征的基础上,对以火山岩、凝灰岩岩屑为主的岩屑砂岩相对渗透率曲线特征进行研究,并分析了其影响因素,研究表明低渗透储层的岩石学特征,碎屑颗粒的成份、结构,其表面的粗糙程度,及其粘土矿物的产状对相对渗透率曲线有明显的影 响。这一研究成果对合理开发此类低渗透油田有着十分重要的意义。

关键词 低渗透储层 相对渗透率 碎屑颗粒成份 粘土矿物产状 油田开发

第一作者简介 郭沫贞 男 1974 年出生 工程师 硕士 油气地质学 E-mail guomozh@petrochina.com.cn

中图分类号 TE122.2⁺3 TE311 **文献标识码** A

0 引言

我国低渗透油藏储量占相当大的比例,中国石油天然气股份公司 1995 年以前共探明原油地质储量 116.9×10^8 t; 其中低渗透储量约 26.9×10^8 t 占 23%。1996~2001 年探明储量 28.5×10^8 t; 其中低渗透储量约 16×10^8 t 占 56%。2001 年当年探明 4.5×10^8 t; 所占比例高达 69%^[1]。但其中相当部分处于低产、低采收率状态,据统计国外低渗透砂岩油藏的平均采收率为 23%~50%,而国内低渗透砂岩油藏采收率为 23.3%^[2]。因此,加强对低渗透、特低渗透储层的渗流机理研究,确定此类储层样品的油、水两相渗透率曲线特征,并分析其成因,对合理开发低渗透油田有着十分重要的意义。

低渗透储层的油、水两相相对渗透率特征及其影响因素的研究,已有不少学者^[1,3-7]进行了研究,多侧重于岩石的孔隙结构、粘土矿物含量的多少、岩石表面的润湿性、油水粘度比、及启动压力等方面,而对低渗透储层的岩石学特征,即碎屑颗粒的组成、成分、结构、表面的粗糙程度,及其粘土矿物的产状对相对渗透率曲线的影响很少涉及。本文在总结低渗透油藏油水相对渗透率曲线特征的基础上,从这两方面深入

分析了其对油水相对渗透率曲线的影响及其对油田开发的影响。

1 低渗透油藏油水相对渗透率曲线特征

理论上,储层和流体主要的物理化学性质,如渗透率和孔隙结构、原油粘度和油水粘度比以及表面湿润性、比表面积和原油边界层厚度等,在相渗透率曲线中都可得到反映。而相对渗透率曲线的特点也就反映了不同类型储层的水驱油特征和效果。与中高渗透油层相比,低渗透油层在相渗透率曲线上表现出以下主要特征^[1,8]: 束缚水饱和度高,原始含油饱和度低; 两相流动范围窄; 驱油效率低; 油相渗透率下降快; 水相渗透率上升慢,最终值低,无水期采收率和最终采收率低。图 1 为我国西部准噶尔油田东部同一地区同一层位,相同岩矿特征情况下,不同渗透率样品的典型相渗透率曲线图。图中明显可反映出高渗透率样品的束缚水饱和度明显低于低渗透率样品的束缚水饱和度,而原始含油饱和度明显比低渗透样品要高,两相流动范围比低渗透样品要宽,油相渗透率下降幅度比低渗透样品要慢,而低渗样品的水相渗透率上升幅度要比高渗透样品要快。

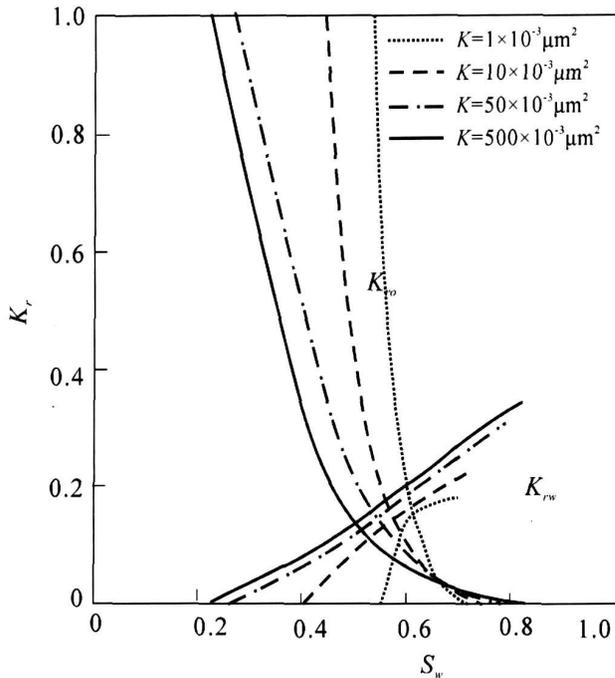


图 1 不同渗透率砂岩的相渗透率曲线

Fig 1 The relative permeability curves in different permeability sandstone

2 岩石学特征与粘土矿物产状对低渗透储层相渗特征的影响

2.1 岩石学特征的影响

我国陆相低渗透储层的一大特点是成分成熟度和结构成熟度低,已被大家认可^[3,9],表现在碎屑成分中长石和岩屑的含量普遍较高,多为长石砂岩、长石岩屑砂岩及岩屑砂岩。粒度分布范围比较宽,颗粒大小混杂,分选和磨圆较差,颗粒表面粗糙,颗粒的比表面积大。吸附理论认为,物质比表面积越大,其吸附力越强,吸附的物质越多,低渗油层的比表面积大,因而油层的束缚水一般较高,水驱油效率较低。因此对成分成熟度和结构成熟度低的低渗透油层,碎屑颗粒的分选、磨圆度,特别是颗粒表面的粗糙程度,对相对渗透率曲线有明显的影响因素。

表 1 为准噶尔盆地东部同一地区不同层位,选取孔隙结构相同,相渗实验时采用的水矿化度和模拟油粘度也相近,但碎屑颗粒组分和结构特征不同情况下相渗分析结果的对比表。其中二叠系油层具两高特征,即岩屑含量高和粘土含量高。岩屑含量高达 85% 左右,其成分主要以不稳定的凝灰岩岩屑、火山岩岩屑、同生泥屑为主(图 2),分选以中一差为主,磨圆度以次棱、次圆为主,特别是在镜下,岩屑颗粒的表

面非常粗糙(图 3)^[10]。粘土矿物含量高,达 5% ~ 10%,以伊蒙混层和高岭石为主。而中侏罗统油层岩屑含量及粘土矿物含量较低(图 4),分别为 50% 和 3% ~ 4%,岩屑含量比二叠系储层低 35%,而其石英和长石较高,分选与二叠系油层相同,颗粒表面较平滑。从表中可以看出,在孔隙结构,实验采用的水矿化度和模拟油粘度相似的情况下,二叠系油层的束缚水和残余油饱和度明显比中侏罗统油层高,以孔隙结构参数为 0.59,渗透率大于 $5 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 样品统计,二叠系样品的束缚水饱和度 59.7%,残余油饱和度 28.7%,与中侏罗统同孔隙结构样品相比,束缚水饱和度高 21.9%,残余油饱和度高 3.8%。而二叠系油层的含油饱和度和可动油饱和度比中、下侏罗统油层低,上述条件下,二叠系油层的含油饱和度和可动油饱和度与中侏罗统油层相比,含油饱和度和可动油饱和度分别低 24.1% 和 25.73%。二叠系油层的无水期采收率和最终采收率也比中侏罗统油层低,在同样的孔隙结构条件下,二叠系油层的最终采收率要比中侏罗统储层低 31.2%。在其它级别的孔隙结构下,也具有同样的上述特征。图 5 为二叠系砂岩低渗油藏岩样的典型相对渗透率曲线图,很明显束缚水饱和度和残余油饱和度较高,二者分别为 54.8% 和 25.5%;原始含油饱和度和可动油饱和度低,二者分别为 45.5% 和 20%;无水期采收率和最终采收率低,二者分别为 28.7% 和 45.5%。在开发上,也具有油田见水早,见水后含水上升快,无水期采收率低的特征。

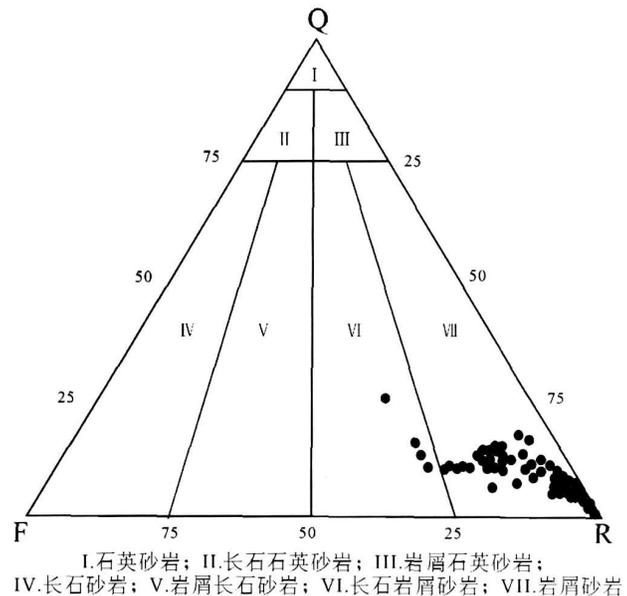


图 2 砂岩碎屑组成图

I. 石英砂岩; II. 长石石英砂岩; III. 岩屑石英砂岩; IV. 长石砂岩; V. 岩屑长石砂岩; VI. 长石岩屑砂岩; VII. 岩屑砂岩

Fig 2 The detrital composition of sandstones

表 1 准噶尔盆地东部同一地区不同层位相渗分析结果对比表

Table 1 The comparison of relative pem eability characters in the same area, different formation in the east of Junggar Basin

序号	层位	孔隙度 %	渗透率 /10 ⁻³ μm ²	孔隙结构参数 $\sqrt{\frac{K}{\Phi}}$	S _{wi} %	S _o %	S _{oi} %	S _{am.ove} %	无水期采收率 %	最终采收率 %
1	P ₃	17.4	5.89	0.586	59.7	38.1	28.7	11.6		28.8
2	J ₂	16.1	5.71	0.595	37.8	62.2	24.9	37.3	38	60
3	P ₃	15.0	8.79	0.765	65.4	34.6	20.0	14.6	31.6	42.1
4	J ₂	17.2	10.2	0.77	22	78	22	56	29.9	71.8
5	P ₃	17.7	4.29	0.49	72.7	27.3	13.6	13.7		50
6	J ₂	13.9	3.0	0.46	41.5	58.5	19.5	39	54.8	66.7
7	P ₃	15.8	0.826	0.23	75.7	24.3	11.5	12.7		52.7
8	J ₂	13.1	0.702	0.23	43.8	56.2	20.8	35.4		63

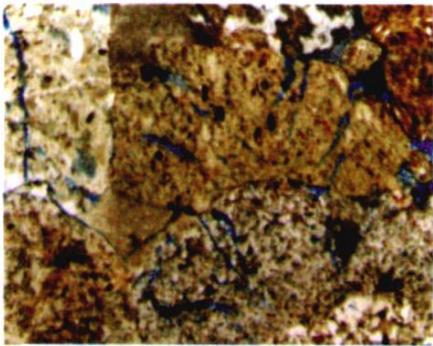


图 3 镜下砂岩铸体薄片粗糙的岩屑颗粒表面 X25

Fig.3 the rough surface of grains in sandstone under microscope X25

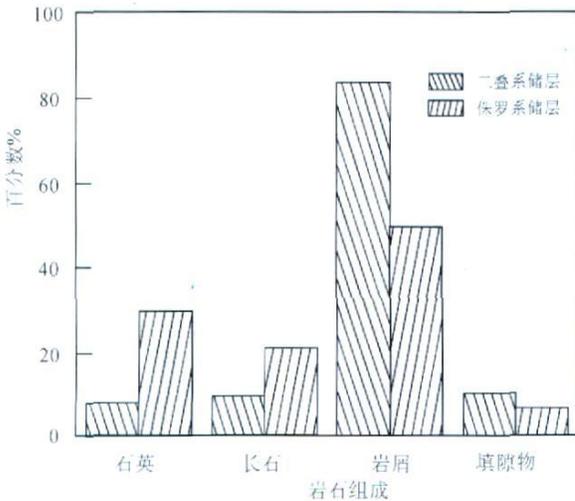


图 4 准噶尔盆地东部同一地区不同层位岩矿特征对比图

Fig.4 the comparison of mineral character in the same area, different formation in the east of Junggar Basin

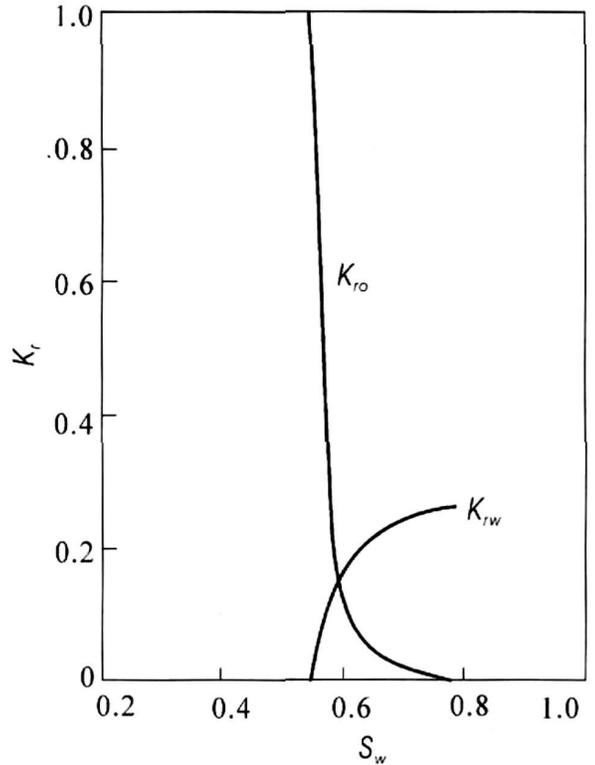


图 5 粗中砂岩样品相渗透率曲线

Fig.5 the relative pem eability curve of coarse-middle sandstones

对上述同一地区不同层位, 在孔隙结构相似情况下, 而其相对渗透率曲线特征明显不同, 我们对其岩

矿特征进行分析, 认为造成相对渗透率曲线具束缚水饱和度和残余油饱和度较高、原始含油饱和度和可动油饱和度低、无水期采收率和最终采收率低这一特征的主要原因是二叠系储层的岩屑含量高和粘土矿物含量高的“两高”岩石学特征及碎屑颗粒结构特征决定的。由于粘土矿物比表面大, 加上不稳定的凝灰岩屑、火山岩屑、同生泥屑表面要比石英、长石等矿物粗糙得多, 因而其吸附地层水的能力要比石英、长石等矿物强的多, 从而导致该油藏储集空间的束缚水含量

相当高,残余油饱和度也偏高,而含油饱和度和可动油饱和度偏低。

2.2 粘土矿物产状的影响

粘土矿物对相对渗透率曲线特征的影响,已有学者对其进行过研究^[5,11],认为粘土矿物成分是影响相对渗透率曲线形态的主要因素之一。注入水进入油层后对粘土矿物的作用有两种,一种是机械搬运—聚积作用,在渗流过程中,粘土矿物微粒随流体在孔道内流动时,当流经颗粒之间所形成的孔隙喉处、孔道壁的粗糙部位以及当流体流动方向发生变化时,均可造成不同形式堆积堵塞,阻挡流体的流动,降低孔隙介质的渗透率;一种是粘土的水化作用,粘土矿物遇水膨胀后堵塞孔道,结果也会降低油层的相对渗透率,且泥质含量越高,对其油层的渗透率影响也越大。对于低渗透储层,更易使迁移、分散的固相颗粒堵塞孔道。

我们在研究中发现除粘土矿物成分对相对渗透率曲线形态有影响外,粘土矿物的产状也对相渗透率曲线有明显的影。表现为在相同粒级、同等物性、孔隙结构相似、岩矿特征相似、粘土矿物含量相同情况下,粘土矿物产状为高岭石与伊蒙混层以网状产出的砂岩相对渗透率曲线与伊蒙混层以颗粒包膜产出的砂岩相对渗透率曲线有明显的差异。粘土矿物以高岭石与伊蒙混层以网状产出的砂岩相对渗透率曲线,除具一般低渗储层的相对渗透率曲线特征外,在水驱油后期,水相相对渗透率上升一定程度后,不再增加,并有明显的下降趋势(图 6)。而粘土矿物为伊蒙混层,以颗粒包膜产出的砂岩相对渗透率曲线图,在水驱油后期,水相相对渗透率上升一定程度后,不再增加但没有明显的下降。图 6 图 7 分别为准噶尔盆地东部二叠系油藏中不同井的相对渗透率曲线图,其岩性都为中粒岩屑砂岩,孔隙度和渗透率相似,孔隙度分别为 17.4% 和 17.7%,渗透率分别为 $5.98 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 和 $4.29 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,孔隙结构相似,分别为 0.58 和 0.49,岩矿特征也相似,粘土矿物含量相似,皆为 3%,但其相渗曲线在驱油中后期有明显的差异。通过分析,认为这种相对渗透率曲线特征的差异主要是由其粘土矿产状决定的。通过对该区具有类似相对渗透率曲线特征的样品分析,发现其粘土矿物产状具有共同的特征:高岭石普遍与伊蒙混层以网状伴生出现(图 8 为图 6 相渗分析样品的镜下照片)。在高倍显微镜下及扫描电镜下,高岭石发育在网状伊蒙混层的中间(图 9 为图 6 相渗分析样品的镜下照片)。

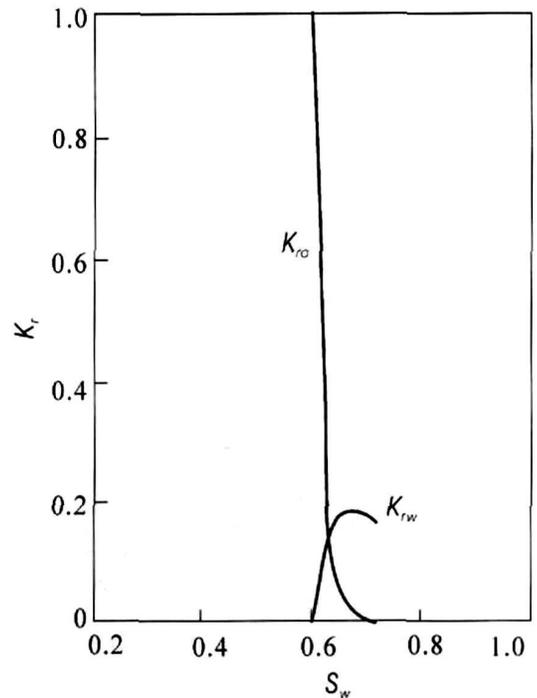


图 6 粘土矿物以高岭石与伊蒙混层网状产出的砂岩相对渗透率曲线图

Fig. 6 The relative permeability curve of sandstone which the main clay minerals are kaolinite and Illite/Smeectite. Illite/Smeectite are lay out in net, and kaolinite are in the net of Illite/Smeectite

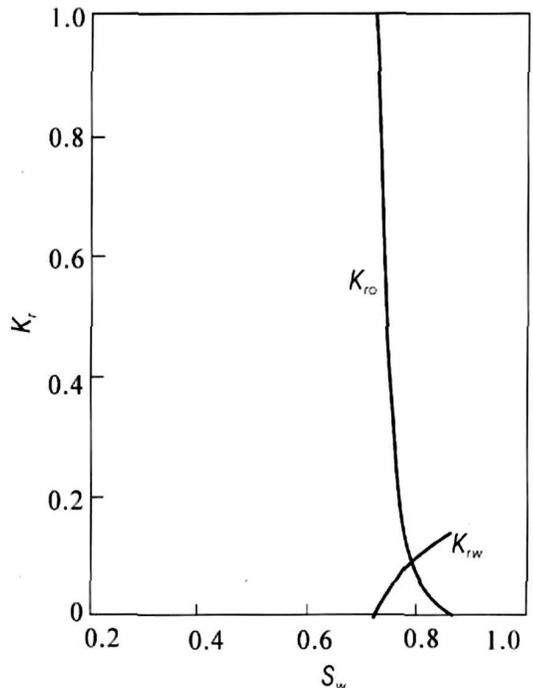


图 7 粘土矿物以颗粒包膜形式产出的砂岩相渗透率曲线图

Fig. 7 The relative permeability curve of sandstone which clay minerals are mainly appear in the surface of grains, which envelope grains

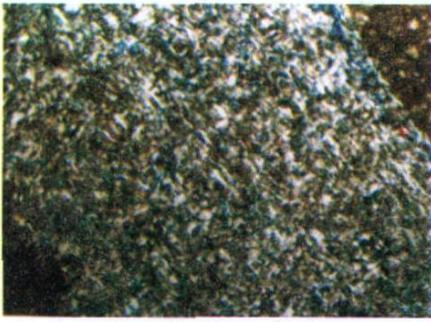


图 8 粒间高岭石与伊蒙混层伴生 X200
Fig. 8 Kaolinite and Illite/Smectite appear in reticulated between grains, X200

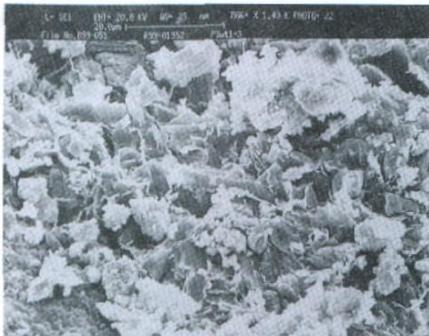


图 9 粒间高岭石与伊蒙混层伴生 X200
Fig. 9 Kaolinite and Illite/Smectite appear in reticulated between grains, X200

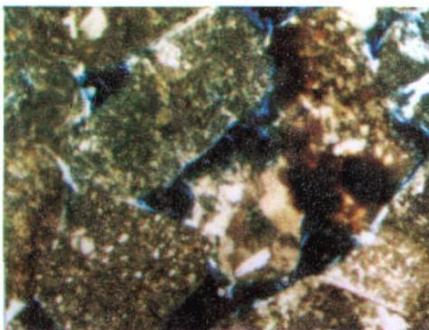


图 10 伊蒙混层以颗粒包膜形式产出 X200
Fig. 10 Illite/Smectite appear in the surface of grains which envelope the grains, X200

而在水驱油后期, 水相相对渗透率上升一定程度后, 不再增加没有明显下降的相对渗透率曲线特征的样品分析, 其粘土矿特产状主要以颗粒包膜的形式产出(图 10 为图 7 相渗分析样品的镜下照片)。

在相渗试验过程中, 随着注入水倍数的增加, 水相相对渗透率增加, 达到一定程度后, 注入水对粘土矿物的作用也表现出来, 由于高岭石位于网状伊蒙混层

的中间, 高岭石被伊蒙混层束缚, 主要表现出伊蒙混层遇水膨胀后堵塞孔道, 使水相相对渗透率的增加受到抑制, 即伊蒙混层的水敏性, 在相对渗透率曲线上, 表现为水相相对渗透率不再增长。但在注水后期, 位于网状伊蒙混层中间的高岭石长期受注水冲刷的影响, 会摆脱伊蒙混层的束缚, 发生移动, 在孔喉发生变化时, 将会造成不同形式堆积堵塞, 即高岭石的速敏性, 也会降低水相的相对渗透率。因此在相对渗透率曲线图上, 注水的中后期, 网状伊蒙混层的水敏性和高岭石的速敏性共同决定了水相相对渗透率后期的下降。而以颗粒包膜形式产出的伊蒙混层, 主要表现出伊蒙混层遇水膨胀后堵塞孔道, 使水相相对渗透率的增加受到抑制, 在相对渗透率曲线上, 表现在随注水入增加, 水相相对渗透率增加到一定程度, 不再增加, 只表现出伊蒙混层的水敏性。

3 低渗储层相对渗透率特征对油藏开发的影响

由于低渗透油层在相渗透率曲线上具有束缚水饱和度高, 原始含油饱和度低; 两相流动范围窄; 残余油饱和度高; 驱油效率低; 油相渗透率下降快; 水相渗透率上升慢, 最终值低; 无水期采收率和最终采收率低的特征^[1]。低渗透储层的这些相渗特征决定了低渗油藏在开发上, 相对于一般油藏, 其油田见水早, 见水后, 含水上升快, 无水期采收率低特征。此外低渗储层相渗曲线上, 含水饱和度稍有增加, 油相相对渗透率急剧下降, 水相相对渗透率明显上升的这一特征, 必然决定了油田见水后, 含水上升快, 产油量递减快的特征。

低渗油田开发的这一特征在准噶尔盆地东部二叠系油藏中得到了充分体现。该油藏储层属低孔、低渗型储层, 平均孔隙度 17.8%, 平均渗透率 $2.52 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。该油藏油井见水早, 见水时间平均 500 天, 见水后含水上升快, 在见水不到两年的时间内, 其平均含水比由注水前的平均 8%, 上升至 37%。平均每个月上升 1 个百分点, 年平均含水上升率为 12%。其次该油藏开发的另一特征是产油量下降快, 在不到 5 年的时间内, 产油量比投产初期下降 53%, 采油程度低, 仅 8.6%。

通过全面分析, 该油藏之所以具有上述开发特征, 主要是其相渗特征(图 6 图 7)所决定的。该油藏在相渗上具有束缚水饱和度和残余油饱和度高, 二者分别为 54.8% 和 25.5%; 原始含油饱和度和可动

油饱和度低,二者分别为 45.5% 和 20%;无水期采收率和最终采收率低,二者分别为 28.7% 和 45.5% 等特征。通过对该油藏相渗特征的影响因素分析,其主要是岩石学的两高特征,即岩屑含量高和粘土含量高(图 2),及岩屑颗粒的成份和特征(图 3)、粘土矿物的产状(图 7 图 8)决定的。

4 由粘土矿物谈低渗透油藏开发改善措施

通过研究,粘土矿物成分、粘土矿物的产状对相渗透率曲线、油田开发中油气、水的渗流都有明显的影响。因此在油田开发过程中,除了依据粘土矿物的成分、储层敏感性试验结果,采用相应的措施来保护储层外,还应结合高倍显微镜下及扫描电镜下,粘土矿物的产状来合理确定开发措施。储层粘土矿物成分单一时,可根据粘土矿物的性质、与流体发生的反应特征来确定相应措施。如粘土矿物为伊蒙混层,以颗粒包膜形式产出,则在储层开发中可能主要表现出伊蒙混层遇水膨胀后堵塞孔道,储层以水敏为主,开发时可注入一定比的 KCl 或者 AlCl₃,减少因伊蒙混层的膨胀而造成储层渗透性的降低^[12]。若粘土矿物成分为二种以上时,除考虑粘土矿物性质外,还要确定二者的产状,来确立定相应的措施。如粘土矿物以高岭石和伊蒙混层为主,且高岭石位于网状伊蒙混层的中间,则在开发过程中除考虑伊蒙混层的水敏外,还应考虑到高岭石在长期受注入水的冲刷,会摆脱伊蒙混层的束缚,发生移动,表现出储层的速敏性。这种情况下,应综合考虑储层的水敏、速敏,开发时除向注入流体加入防膨剂外,还应控制注入速度,来合理开发油藏。

5 结论

低渗透储层样品的油、水两相渗透率特征研究,并对其影响因素进行深入研究,是认识、分析低渗透、特低渗透储层油、水两相渗流机理的重要途径,是合理开发油田的基础。通过研究表明,低渗透储层的岩石学特征,碎屑颗粒的成分、结构,其表面的粗糙程度,及其粘土矿物的产状对相对渗透率曲线有明显的影响。

参考文献 (References)

- 李道品. 低渗透油田高效开发决策论 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2003 [Li Dao pin. The Decision Theory of Efficiency Development in Low Permeable Oil Field [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2003]
- 才汝成, 李晓清. 低渗透油藏开发新技术 [M]. 北京: 中国石化出版社, 2004 [Cai Rucheng Li Xiaoqing. The New Technology in Low Permeable Oil Field Development [M]. Beijing: Petrochemical Press, 2004]
- 蒋凌志, 顾家裕, 郭彬程. 中国含油气盆地碎屑岩低渗透储层的特征及形成机理 [J]. 沉积学报, 2004, 22 (1): 13-18 [Jiang Lingzhi Gu Jiayu, Guo Bincheng. Characteristic and mechanism of low permeability elastic reservoir in Chinese petroliferous basins [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2004, 22 (1): 13-18]
- 王国先, 谢建勇, 李建良, 等. 储集层相对渗透率曲线形态及开采特征 [J]. 新疆石油地质, 2004, 25 (3): 301-305 [Wang Guoxian Xie Jianyong Li Jianliang et al. On relative permeability curves and production characteristics of reservoirs [J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2004, 25 (3): 301-305]
- 王启蒙, 汪强, 诸葛镇. 低渗透储层渗流规律及水驱油机理的试验研究 [J]. 江汉石油学院报, 2003, 25 (增刊 (下)): 102-103 [Wang Qimeng Wang Qiang Zhuge Zhen. Low permeability reservoir percolation rules and waterflooding mechanism testing [J]. Journal of Jianghan Petroleum Institute, 2003, 25 (suppl B): 102-103]
- 贾振岐, 王延峰, 付俊林, 等. 低渗透下非达西渗流特征及影响因素 [J]. 大庆石油学院学报, 2001, 25 (3): 73-76 [Jia Zhenqi Wang Yanfeng Fu Junlin, et al. Characteristics of non-Darcy percolation and under the condition of low permeability and low velocity [J]. Journal of Daqing Petroleum Institute, 2001, 25 (3): 73-76]
- 刘爱武, 李学文. 低渗油藏的两相渗流特征及其影响因素 [J]. 石油天然气学报, 2006, 28 (3): 325-327 [Liu Aiwu Li Xuewen. Two phase percolation characteristic in low permeability reservoirs and its influence [J]. Journal of Oil and Gas Technology, 2006, 28 (3): 325-327]
- 张学文, 伊家宏. 低渗透砂岩油藏油水相对渗透率曲线特征 [J]. 特种油气藏, 1999, 6 (2): 27-31 [Zhang Xuewen, Yi Jiahong. Features of oil water relative permeability curves for permeability sandstone reservoir [J]. Special Oil & Gas Reservoirs, 1999, 6 (2): 27-31]
- 曾大乾, 李淑贞. 中国低渗透砂岩储层类型及地质特征 [J]. 石油学报, 1994, 15 (1): 38-45 [Zeng Daqian Li Shuzhen. Types and characteristics of low permeability sandstone reservoirs in China [J]. Acta Petrolei Sinica, 1994, 15 (1): 38-45]
- 郭沫贞, 朱国华, 寿建峰, 等. 碎屑岩压裂隙缝的特征、成因与油气勘探意义 [J]. 沉积学报, 2006, 24 (4): 483-487 [Guo Mozhen Zhu Guohua Shou Jianfeng et al. Features origin and petroleum explorative significance of crushed fracture in elastic rock [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2006, 24 (4): 483-487]
- 崔浩哲, 姚光庆, 周锋德. 低渗透砂砾岩油层相对渗透率曲线的形态及其变化特征 [J]. 地质科技情报, 2003, 22 (1): 88-91 [Cui Haozhe Yao Guangqing Zhou Fengde. Type and the variety characteristics of relative permeability curve in low permeable glutenite oil reservoirs [J]. Geological Science and Technology Information, 2003, 22 (1): 88-91]
- 秦悻楠. 油气储层评价技术 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1997

Features, Controls and Influence for Petroleum Development of Relative Permeability Curve in Low Permeable Sandstone Reservoirs

GUO Mo-zhen¹ XIAO Lin-peng² ZHANG Sheng-bing³
ZHU Guo-hua¹ LI Feng-yun³ ZHANG Li-xia⁴

(1. Hangzhou Institute of Petroleum Geology, PetroChina Hangzhou 310023;

2. Development Department of Tuha Oilfield Company, PetroChina Shanshan, Xinjiang 838202;

3. Research Institute of Exploration and Development, Tuha Oilfield Company, PetroChina Hami Xinjiang 839009;

4. Zhundong Oil Production Plant, Xinjina Oilfield Company, PetroChina Fukang Xinjiang 831511.)

Abstract The study of the characters and the influencing factors of the low permeable sandstone reservoirs relative permeability curve is not only the important approach to analyze and recognize the rule of oil and water fluid percolation, but also the base of proper development petroleum. By summarizing the features of the relative permeability curve in low permeable reservoirs and study of the features of relative permeability curve in lithic arenite which rock fragments are most come from tuff and lava, it is the reservoirs rock character, the type of detrital minerals, the degree of grains coarse and the lay out of clay mineral that are main influencing factors which influence the relative permeability curve. This conclusion has great significance in proper development in this kind of low permeable oil reservoirs.

Key words low permeable reservoirs, relative permeability, type of detrital minerals, lay out of clay mineral, petroleum development