

通过优化措施工艺治理低产低效井

滕金玉 大庆油田采油四厂

摘要：低渗储层具有低渗、油层物性差和动用程度低的特征，呈现出低产低效井比例大的开发状况。开发过程中剩余油分析是基础，改进措施增油工艺是关键。针对薄差储层难动用特点，通过实施油水井对应压裂，可以有效改善油水井连通状况，提高油层动用程度。薄、差储层压裂在工艺优化时，细分单卡压裂层段，增大加砂量并合理确定最佳穿透比，可以进一步提高措施效果。

关键词：优化工艺；压裂；穿透比；低渗储层

doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2013.1.018

低渗储层具有低渗、油层物性差和动用程度低的特征，呈现出低产低效井比例大的开发状况。开发过程中剩余油分析是基础，改进措施增油工艺是关键。选择20个井组低渗储层进行试验，经措施改造后平均井组增油1 500 t，截至目前累计增油达3.12 10⁴ t。以Y井组为例分析剩余油潜力。

1 井组存在的问题及剩余油潜力

1.1 存在的问题

Y井组3口油井射开厚度较小，限流压裂投产初期效果较好。通过近3年半的开采，截至2012年4月，Y1、Y2井为低产低效井。

Y1井、Y2井初次改造存在的共性问题如下：

压裂改造油层厚度小，射孔数多，多缝同时延伸时缝间干扰严重；存在难压储层，难以压开；同卡距内小层数多，单缝施工排量低，导致部分储层不能形成预期的裂缝参数；储层物性差，单缝施工规模小（加砂规模是1.5 m³左右），达不到合理改造薄差储层的需求。

1.2 剩余油潜力分析

Y1井受效注水井4口，射开层数14个，平均剩余油饱和度为42.0%，其中大于42.0%的层有6个。2012年，环空测产有9个层未动用或动用较差，与主要连通注水井对应性较好，萨4层仅2012年测产相对产液比例较高，连通水井历次同位素测试均不吸水或吸水较少。

Y2井受效注水井3口，射开层数12个，平均剩余油饱和度为39.5%，其中大于39.5%的层有4个。该井与主要连通注水井对应性较好，同位素测试吸水较少或不吸水。

1.2.1 优化挖潜措施

注水井射开13个小层，与油井Y1、Y2各连通

7个层，其中与此两口井相同层连通有4个，油水井对应状况好。由于油层发育均较差，以表外薄层为主，采取油水井二次重复限流对应压裂效果会更好。

1.2.2 选层优化

注水井萨5¹、萨5²、萨5³、萨11、萨12¹层历次同位素测试显示吸水均较好。萨12²~葡5的8个层都与Y1井、Y2井有连通，其中萨1、萨4、萨6、萨7与该两口油井都连通，由于这些层吸水相对较少或不吸水，实施二次重复限流压裂增注。

Y1井萨3以上周围油井都已射孔，环空测产动用较好，4个层相对产液占全井57.8%，平均含油饱和度37.7%，故本次不再压裂。萨14有两层发育0.2 m表外砂岩，含油饱和度47.9%，但与注水井连通较差，故本次不再压裂。其余8个层主要是以表外薄层为主，环空测产有4个层从未动用，有4个层动用仍较低，平均含油饱和度43.7%，与注水井S1有7个层连通，故对这些层实施二次重复限流压裂。

Y2井萨2²以上3个层周围油井都已射孔，平均含油饱和度为31.9%，葡6¹、葡6²层与注水井为同一砂体，由于采出井点多，含油饱和度36.1%，不再压裂。剩余7个层，除萨12、葡5两层为表内薄层，其余5个层均是表外薄层，平均含油饱和度为43.7%，7个层全部与S1井连通，有4个层吸水较差，其中发育相对较好的葡5层不吸水，故对这些层实施二次重复限流压裂。

以表外薄层萨4为例，该沉积类型为外前缘相1类，为大面积发育的表外砂体。注水井S1与油井Y3、Y4为同一表外砂体连通，注水井发育厚



度0.6 m, 油井发育厚度均为0.2 m薄层, 2口油井含油饱和度仍较高, 分别为39.2%、51.8%。每口井都有3个主要来水方向注水, 多次同位素测试显示均不吸水; 周围新井深、浅三侧向电阻率曲线有一定幅度, 存在剩余油。

以表内薄层葡 5 为例, 该沉积类型为外前缘相 1 类。Y2 油井井层射开砂岩厚度0.8 m, 有效厚度0.4 m, 是全井发育最好的层, 砂体呈条带状分布与表内厚层的厚注薄采部位。主要来水方向为S1、S3两口井, 多次同位素测试该层均不吸水; 数模显示含油饱和度为39.2%; 周围新井深、浅三侧向电阻率曲线有一定幅度, 水淹层解释为中、低水淹, 存在一定剩余油。

2 优化工艺

2.1 裂缝参数优化

根据施工井的井网条件, 模拟措施井采出程度与缝长关系曲线, 优选最佳裂缝长度, 最终确定了最佳的裂缝穿透比为20%。

2.2 施工参数优化及实施效果

对3口压裂井压裂层段进行了细卡。Y1井第一次限流层段是: 萨 1~3、萨 12~14、萨 1~7, 本次将原卡层萨 1~7分为2段, 每个小层加砂量都在6.0 m³以上, 对压裂目的层提高加砂量; 对难压开油层, 进行压前酸洗。优化结果见表1、表2、表3, 油井压裂后的效果对比见表4。

表1 Y1井施工参数优化

层段	砂岩厚度/ m	有效厚度/ m	小层数/ 个	施工参数				穿透比/ %	备注
				孔数/个	砂量/m ³	排量/m ³ ·min ⁻¹	缝长/m		
萨 12~萨 13	0.8	0.2	2	4	12	3.2	25	18	酸洗
萨 1~萨 4	1.2		3	3	16	3	25	18	
萨 6~萨 7 ²	0.8		3	3	20	3	28	20	
合计	2.8	0.2	8	10	48	9.2			

表2 Y2井施工参数优化

层段	砂岩厚度/ m	有效厚度/ m	小层数/ 个	施工参数				穿透比/ %	备注
				孔数/个	砂量/m ³	排量/m ³ ·min ⁻¹	缝长/m		
萨 5 ¹ ~萨 5 ²	0.7	0.2	2	4	12	3.2	25	18	酸洗
萨 1~萨 4	0.4		2	4	14	3.2	28	20	
萨 6~萨 7 ¹	1.3		2	4	14	3.2	28	20	
葡 5	0.8	0.4	1	2	10	2	25	18	
合计	3.2	0.6	7	14	50	11.6			

表3 S1井施工参数优化

层段	砂岩厚度/ m	有效厚度/ m	小层数/ 个	施工参数				穿透比/ %	备注
				孔数/个	砂量/m ³	排量/m ³ ·min ⁻¹	缝长/m		
萨 12 ² ~萨 13	1.3		2	4	10	3.2	22	16	酸洗
萨 3~萨 4	0.8		2	4	12	3.2	25	18	
萨 6~萨 7	0.6		2	4	14	3.6	28	20	
葡 5	2.1	0.7	1	8	8	4	21	15	
合计	4.8	0.7	7	20	44	14			

表4 油井压裂效果对比

井号	压裂日期	压裂后				差 值				累积增油/ t
		产液量/t·d ⁻¹	产油量/t·d ⁻¹	含水率/%	沉没度/m	产液量/t·d ⁻¹	产油量/t·d ⁻¹	含水率/%	沉没度/m	
Y1	2012-06-01	76.4	9.5	87.5	938	61.2	8.9	8.3	158	1 300
Y2	2012-06-04	39.4	6.6	83.2	390	27.4	5.8	10.3	-327	560
合计		115.8	16.1	86.0	664	88.6	14.7	8.8	-85	1 860

3 结语

(1) 针对薄差储层难动用特点, 通过实施油水井对应压裂, 可以有效改善油水井连通状况, 提高油层动用程度。

(2) 薄差储层压裂在工艺优化时, 细分单卡压裂层段, 增大加砂量并合理确定最佳穿透比, 可以

进一步提高措施效果。

(3) 通过井组对应实施二次重复限流压裂试验, 为示范区低产低效井治理、薄差储层开发积累了经验。

(栏目主持 杨 军)

