

应用加密钻井提高安塞油田采收率<sup>†</sup>谢正温<sup>1)</sup> 刘勇谋<sup>1)</sup> 漆雕良<sup>1)</sup> 魏红红<sup>2)</sup>

(1)长庆石油勘探局井下技术作业处,甘肃庆阳,745113; (2)西北大学地质学系,西安,710069)

**摘要** 通过生产实践证明加密钻井是安塞油田开发过程中的一种有效措施,并从理论上分析了它的科学性,提出了设计加密井的指导性方针,即在加密钻井前应先进行注采动态分析,认清油藏特征,才能做好加密钻井的工程设计。

**关键词** 特低渗透;加密钻井;采收率;安塞油田

**分类号** TE34 **文献标识码** A **论文编号** 1000-274 X (1999)01-0068-70

安塞油田是我国大型低孔渗油田,采用早期面积注水方式开发,获得了一定的经济效益,但随着开采时间的增长,出现了裂缝性渗流井多、死油区多的现象,大大降低了油田的采收率<sup>[1]</sup>。为了解决这一矛盾,该油田采用在面积注水油藏上钻加密井的方法开发油田。由于其投资少,见效快,是一种完全有效可行的方法。

安塞油田主要产油层位三叠系延长组是一套内陆湖盆的三角洲前缘相沉积,主力油层长6段岩性为细粒长石砂岩,长石含量48.6%,石英20%,岩屑8.6%。其油层物性极差,有效孔隙度11%~14%,平均12.4%,渗透率 $0.33 \times 10^{-3} \sim 0.7 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,平均为 $0.49 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ;微裂缝极其发育,在地层条件下呈闭合状态,稍有外来压力便可张开,且其方位带有明显的区域性,平面上大致呈北东南西向。

## 1 加密钻井实施效果

1995年开始在较早投产的××区块打加密井,至1998年底全油田共钻加密井48口,平均单井产量28.14 t/d(表1)。由表1可看出,该油田部署的加密井产量在逐年增加,1998年平均试油产量达到30.23 t/d,比该油田平均单井产油量高出1.8倍,投产初期平均单井产油4.84 t/d,比该油田平均单井产油量高2.15倍。像这样的特低渗油田,采用加密钻井开发油田以产量高、稳产期长的优势,值得在安塞油田进一步推广。

油田, 特低渗油田,

表1 安塞油田钻加密井实施效果

Tab. 1 Results of Infill Drilling in Ansai Oil Field

时间/a	布置/口	实施/口	平均有效	
			厚度/m	平均试油日产量/t·d <sup>-1</sup>
1995	2	2	14.23	18.6
1996	3	3	13.26	21.3
1997	13	13	13.89	27.8
1998	30	30	14.20	30.23

### 1.1 开发区地质动态分析及加密的方式

到1996年底,在××区及××区共发现97口裂隙流井,在较早投产的××区还证实形成34个死油区。例如A19-5井1991年5月见水,1994年6月水淹,脉冲试井后,判断其来水方向为A19-4井,水线推进速度为0.75 m/d,见水类型为孔隙裂缝型,累计产油4 815 t,可以看出该井水驱程度高,剩余油多。1995年在A19-5井正东146 m处打加密井新A19-5(图1),日产液8.16 m<sup>3</sup>,油4.6 t,含水27.7%,累计产油722 t。

根据动态资料分析,布加密井的方式有两种:①加密井井网方向与裂缝方向错开;②在大井距间布加密井。

### 1.2 实施效果分析

该油田所钻的48口加密井均钻遇油层,平均油层有效厚度14.02 m,完成试油的48口井平均试油产量28.4 t/d(表2),最高达100 t以上。由表2可看出,加密井在试油阶段就表现出单井产量高的特点,部分井还出现了自喷现象。

† 收稿日期:1997-04-24

作者简介:谢正温(1969-),助理工程师

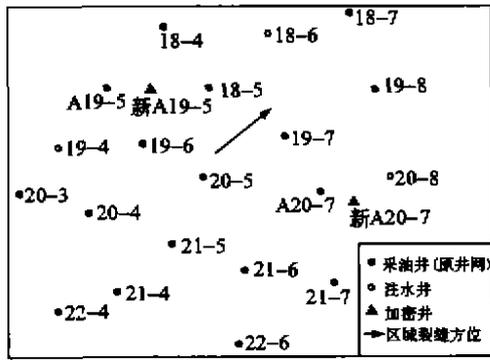


图 1 安塞油田 ×× 区井位示意图

Fig. 1 Sketch of Well Site of One Region in Ansai Oil Field

## 2 加密钻井提高石油采收率的机理

### 2.1 开采出了剩余油

由于安塞油田具低孔低渗的特征,且砂体分布不规则,延伸性差,宽度较小,非均质性严重,在井网密度较小的情况下采收率一般较低,只有二次开发加大井网密度(一般需要 150 m×150 m 左右),才能采出透镜砂体边部剩下的较多残余油。

表 2 安塞油田部分加密井综合数据表

Tab. 2 Comprehensive Data of Infill Drilling in Ansai Oil Field

井号	层位	有效厚度/m	射孔厚度/m	电性	压裂参数			试油产量		备注		
					砂量 /m <sup>3</sup>	排量 /L·min <sup>-1</sup>	Q <sub>0</sub> /t·d <sup>-1</sup>	Q <sub>w</sub> /m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup>				
A9-251	长 6	15.1	8.0	18.99	12.46	2.040	57.45	18.0	1 885	20.40	0.0	
19-251	长 6	10.2	4.0	38.24	14.12	1.686	36.88	10.0	1 500	32.13	0.0	
17-211	长 6	12.4	9.6	28.41	12.30	2.980	39.70	18.0	1 715	101.94	0.0	诱喷
24-131	长 6	11.6	8.0	18.68	12.30	0.957	57.20	12.0	1 667	13.43	2.3	
24-121	长 6	14.2	8.0	20.10	13.75	4.392	50.48	16.0	1 800	17.90	0.0	
13-181	长 6	12.2	5.9	21.20	12.96	1.737	51.70	12.0	1 600	25.84	0.0	
22-181	长 6	7.2	4.5	18.50	13.80	2.921	44.90	7.0	1 600	24.30	0.0	
21-171	长 6	9.6	5.0	22.30	13.30	2.504	43.10	12.0	1 700	27.30	0.6	
21-08	长 6	13.1	9.0	24.90	13.13	4.654	45.42	17.0	1 883	21.93	0.0	
24-08	长 6	18.4	9.0	18.83	12.82	2.263	55.67	21.9	1 800	26.27	0.0	
17-41	长 6	11.2	5.0	22.70	14.40	5.140	40.40	1.0	1 729	33.80	0.0	
25-02	长 6	7.4	6.6	19.00	13.10	2.342	49.90	12.0	1 686	26.40	0.0	
18-101	长 6	8.2	6.0	21.80	13.70	3.371	44.90	13.0	1 850	28.50	0.0	
19-211	长 6	14.0	8.6	21.30	12.80	2.742	48.00	8.0	1 700	46.58	0.0	
20-011	长 6	4.2	2.8	21.80	12.90	1.545	47.20	6.0	1 800	48.11	0.0	
26-211	长 6	11.8	7.8	19.30	14.30	4.020	46.30	15.0	1 700	29.50	0.0	
18-141	长 6	15.8	8.0	26.40	11.84	2.030	45.40	16.0	1 800	26.80	0.0	
27-04	长 6	18.9	7.0	25.90	14.50	4.097	42.20	21.0	1 857	30.77	0.0	

### 2.2 可提高水驱控制程度,改善油层动用状况

安塞油田加密井一般有效厚度平均 14 m,渗透率小于  $6 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。通过细分层加密井,井网密度达到 15~20 口/km<sup>2</sup>,使差油层充分动用起来,补充了高含水层产量的下降,不仅提高了最终采收率,而且对油田稳产起了很大作用,井距的加大,可大大降低水驱控制程度(图 2),井网密度的加大可明显地提高采收率(图 3)。

### 2.3 加密井井网与裂缝方向错开,防止了水窜

安塞油田虽属低孔低渗油田,但微裂缝在油区普遍存在,且这些微裂缝在原始地层条件下呈闭合状态,稍有外力便会张开。因此,在研究区使加密井

井网方向与裂缝方向完全错开,有效地避免了沿裂

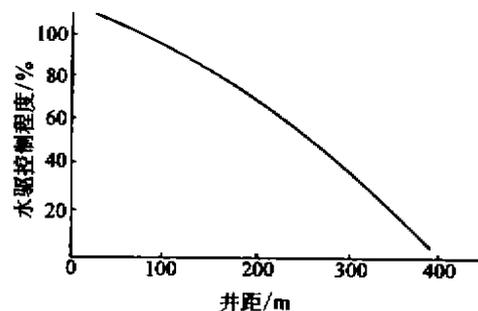


图 2 水驱控制程度与井距关系图

Fig. 2 A Curve of Relation between Water Displacement Efficiency and Wellhead Spacing

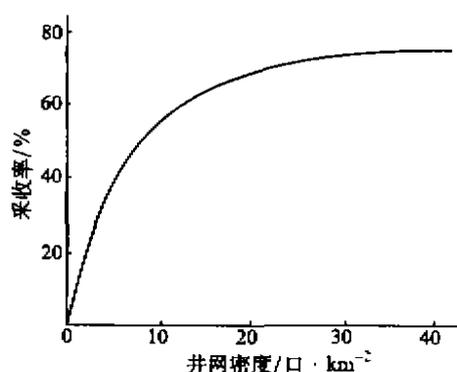


图 3 井网密度与水驱采收率关系图

Fig. 3 A Curve of Relation between Well Density and Water Displacement Recovery

缝水窜造成的暴发性水淹,保证了油井见水慢,产量高,无水采油期延长。

总之,这种具低孔、低渗、面积较小、砂体边界不清、多油层叠合的油藏,经调查后加密钻井的注采系统和压力系统,增加了波及方向和波及体积,降低了含水率,最终提高了采收率。

### 3 设计加密井时应考虑的因素

#### 3.1 认清油藏特征

钻加密井的成功与否取决于对油藏原始状态的了解:①建立可靠的沉积环境模型,应用测井数据对比井间岩石物性的变化及储层平面和垂向的非均质性;②通过试井、干扰试井、示踪剂试井及近代试井

方法来估测井筒附近的岩性、流体性质、渗透性遮挡层及非均质各向的异常情况;③掌握已有的水驱效率以及采收率,设计出合理的井网方向及井网密度。

#### 3.2 加密钻井工程设计

根据油藏描述资料,在进行加密井网设计中还应考虑以下几点:①进行加密钻井的先导性试验以获得较准确的测井及岩性数据,然后通过示踪剂试井搞清油藏平面和垂向渗透率的变化情况;②确定井网加密的形式和井位;③增产处理设计,包括改造的模式、效果分析等;④加强加密钻井工程的监测和控制力度,并预测加密后的生产动态。

### 4 加密钻井在安塞油田的发展及展望

长庆油田所钻的加密井不多,安塞油田才刚刚起步,然而石油后备储量呈逐年下降的态势,且用来接替的区块越来越少。通过钻加密井,预计平均每口井增加约 5 000~10 000 m<sup>3</sup> 的石油产量。因此,加密钻井提高低渗油层的注水开发效果是可行和显著的。

以经济效益论,目前完成的 48 口井平均单井产量按 4.0 t/d 计,每年为安塞油田增加的油量约占该油田总产量的 6%。除去钻井试油费用,每口井按 100 万元计,则投产第一年纯利润近 2 000 万元,效益十分可观。因此,在老油田稳产难度较大,又没有新区接替情况下,大力发展加密钻井是实现稳产的关键。

#### 参 考 文 献

- 1 李克向. 保护油气钻井完井技术. 北京:石油工业出版社,1993. 352~354

(编辑 张银玲)

## Raising Output Coefficient in Ansai Oil Field by Step of Infill Drilling

XIE Zhengwen<sup>1)</sup> LIU Yongmou<sup>1)</sup> QI Diaoliang<sup>1)</sup> WEI Honghong<sup>2)</sup>

(1) Workover Company, Changqing Oil Field, Gansu, Qingyang, 745113;

(2) Department of Geology, Northwest University, Xi'an, 710069

**Abstract** It is not only proved by the concrete practice of production that infill drilling is a actual step in the development of Ansai Oil Field, but also analyzed in terms of theory that the step is correct. Based on these analyses, a guiding principle is given: first, injected water-oil performance should be analyzed; second, the features of oil accumulation should be distinguished.

**Keywords** low permeability; infill drilling; output coefficient; Ansai Oil Field