

# 埕岛油田 CB11C-2 井化学堵水技术研究与应用

张光焰<sup>1</sup>, 王海英<sup>1</sup>, 唐功勋<sup>1</sup>, 孙秀云<sup>1</sup>, 李瞬灵<sup>2</sup>, 朱 凯<sup>2</sup>

(1 胜利油田分公司采油工艺研究院 2 胜利油田分公司海洋采油厂)

张光焰等. 埕岛油田 CB11C-2 井化学堵水技术研究与应用. 钻采工艺, 2007, 30(5): 126-127

**摘 要:** 通过对 CB11C-2 井动、静态资料分析认为该井高含水是产层中边水推进的结果。考虑到海上油田的施工特点, 在常用堵剂的适应性分析基础上, 研制开发了以聚合物为主剂, 复合有机物为交联剂, 含有稳定剂的冻胶类堵水剂。实验结果表明, 所研制的堵剂具有成胶时间可控, 胶体强度可调, 良好的封堵能力等性能。立足于不动管柱组织了现场施工, 取得了良好的降水增油效果。CB11C-2 井堵水的成功, 对在埕岛油田同类型高含水油井上实施化学堵水, 提供了可借鉴的矿场实例。

**关键词:** 边水推进; 选择性堵水; 堵剂适应性; 冻胶类堵剂; 现场施工; CB11C-2 井

中图分类号: TE 358.3 文献标识码: A 文章编号: 1006-768X(2007)05-0126-02

## 一、高含水原因分析

CB11C-2 井投产(1995年8月)初期的日产量较高, 不含水, 但含水上升速度较快(至1996年4月含水超过30%)。1996年4月~1999年9月, 含水上升幅度较为平稳(30%~40%), 1999年10月后, 产出液含水呈较快的速度上升, 2003年8月, 产出液含水已超过90%。该井生产层位是 Ng5<sup>5</sup>、Ng5<sup>6</sup>, 电测解释结果为油层, 但含水饱和度较高; 其

下部未投产的 Ng6、Ng7 分别是干层、含水水层和水层。电测解释结果见表1。尽管下部是含水地层, 但与生产层段间有26.2 m的隔层, 因而底水锥进的可能性不大。该井无注水井对应, 考虑到生产层本身较高的含水饱和度, 部分邻井 Ng5<sup>5</sup>、Ng5<sup>6</sup> 的解释结果是油水同层, 油层又具有较强的非均质性<sup>[1]</sup>, 分析认为造成该井产出液含水上升的主要原因是层内的边水推进至井底的结果。

表1 CB11C-2 井油层电测解释成果

解释序号	层位	井段 (m)	厚度 (m)	有效厚度 (m)	孔隙度 (%)	渗透率 (10 <sup>-3</sup> μm <sup>2</sup> )	含水饱和度 (%)	解释结果
12	Ng5 <sup>5</sup>	1500.5~1504.1	3.6	3.9	34.3071	606.666	43.16	油层
14	Ng5 <sup>6</sup>	1512.1~1527.1	15.0	12.2	32.77	1351.04	43.72	油层
15	Ng6 <sup>1</sup>	1536.3~1537.5	1.2	—	—	—	—	干层
16	Ng6 <sup>2</sup>	1550.5~1551.9	1.4	—	—	—	—	干层
17	Ng6 <sup>3+4</sup>	1553.3~1568.6	15.3	—	—	—	—	含水水层(4.8 m) 水层(10.5 m)
18、19、 20	Ng6 <sup>6</sup> 、Ng6 <sup>7</sup> 、 Ng7	1581.5~1635.5	102.8	—	—	—	—	油水同层(4.6 m) 水层(98.2 m)

## 二、堵水施工面临的选择

CB11C-2 井由于地处浅海, 陆上油田已成功实施的堵水工艺只具有借鉴意义。首先是施工场地的选择。CB11C-2 井所处的中心1号平台是一座修采一体化的平台, 作业平台上的设备可以对

CB11C-2 井进行起下管柱和流体注入等施工, 但无法满足摆放堵剂材料及配液池的要求, 因而选择在海况允许的情况下采用船载设备不动管柱进行堵水施工。其次是堵剂的选择。由于地层出砂, CB11C-2 井采用了滤砂管防砂技术。滤砂管的存在, 需要考虑所用堵剂是否能够有效通过滤砂管进

收稿日期: 2007-05-23

作者简介: 张光焰(1971-), 工程师, 1993年毕业于西北大学地质系, 从事油层保护及堵水调剖技术研究与应用。地址: (257068) 山东省东营市, 电话: (0546) 8557217, E-mail: zgy@slof.com

入地层,因此应选择易于通过滤砂管的堵剂。然后是堵剂配制水的选择。埕岛油田注入水是处理后的海水,总矿化度高达 29 232 mg/L,其中  $\text{Ca}^{2+}$  含量 557 mg/L、 $\text{Mg}^{2+}$  含量 1 061 mg/L<sup>[2]</sup>;该井无对应注水井,选用注入水配制堵剂,则既要考察高矿化度对堵剂性能的影响,又要考察与地层流体的配伍性,因此选用与多种堵剂具有良好配伍性的清水配制堵剂。最后是施工管柱的选择。由于浅海作业条件和费用的影响,因此选择原生产管柱施工,堵剂从油套环空进入地层。

### 三、适用堵剂分析及其性能

#### 1. 堵剂适应性分析

国内已研制开发了适用于不同类型油藏的 8 大类近百种堵水调剖剂<sup>[3]</sup>。选择适用于 CB11C-2 井的堵剂时,首要问题是堵剂通过滤砂管的能力,其次是不动管柱,堵剂只能从油套环空注入,最后则是施工方式对堵剂的要求。以超细水泥为主要成分的颗粒固结体类堵剂在油井堵水中已有成功的井例<sup>[4]</sup>,但在该井上使用存在较大风险,不宜采用。组成泡沫堵剂的起泡剂通常是磺酸盐型阴离子表面活性剂,其抗盐能力可达 50 000 mg/L,但抗  $\text{Ca}^{2+}$  能力最高不超过 500 mg/L<sup>[5]</sup>,而海水中  $\text{Ca}^{2+}$  含量为 557 mg/L,已经超过了起泡剂的抗  $\text{Ca}^{2+}$  能力上限,因此只能采用淡水配制,但无专门的制氮设备供应氮气,因而无法在该井使用。水玻璃-氯化钙是常用的沉淀型堵剂,如要在 CB11C-2 井使用,可用清水来配制,但由于是环空注入,隔离液用量难以准确确定,并且难以保证其在油套环空中能够起到真正的隔离作用。冻胶类堵剂因成胶主剂和交联剂都具有多样性<sup>[6]</sup>,在油田中的应用范围较为宽广;从工艺可行性、施工风险等考虑,选择冻胶类堵剂作为 CB11C-2 井堵水剂的研究方向。

#### 2. 堵剂性能及特点

依据 CB11C-2 井地层温度、地层水矿化度和封堵边水的目的,研制筛选出了由聚合物、复合交联剂和稳定剂组成的 CD-2 型冻胶堵剂。CD-2 型冻胶堵剂注入地层前为具有一定粘度的、易于泵送的水溶液。堵剂具有一定的选择性,优先进入出水层段,在地层温度下能逐渐发生交联反应,粘度不断升高,最后形成水不溶的具有网状结构的冻胶体,滞留于出水层中,阻止水流通过,从而实现堵水。

优化出的施工配方是:聚合物浓度为 0.6%~0.8%;交联剂浓度为 0.5%~0.8%;交联稳定剂浓度为 0.8%~1.2%。达到的性能指标:成胶时间大

于 6 h;胶体强度大于 25 000 mPa·s;油层温度下稳定时间大于 180 d;物模试验表明其对填砂模型的堵塞率在 95% 以上;突破压力大于 1.5 MPa。

### 四、现场施工及效果分析

#### 1. 施工设备

施工船一艘,船上带有:2 个 35 m<sup>3</sup> 和 1 个 40 m<sup>3</sup> 的带有搅拌器的池子;二部高压三缸柱塞泵;水射流加料漏斗 1 个、供液泵 1 台;定量泵 1 台(0~50 L/h、压力 3 MPa)及配套连接管线和高压管汇等。供水船一艘,船上载有 250 m<sup>3</sup> 清水、2 台高压供水泵及供水管汇。

#### 2. 应急措施

施工过程中若挤注泵压上升过快(超过 0.5 MPa/h),可能是环空排气孔所致,改注 5 m<sup>3</sup> 清水冲刷后恢复注入;若施工爬坡压力高于 5 MPa,改注顶替水,结束施工;遇海上天气变化需要终止施工,大排量挤注 42 m<sup>3</sup> 顶替水后,结束施工;如果施工过程中注入泵发生故障,应更换另一台注入泵;若两台注入泵均出现故障,应尽快联系其他施工船,施工船应在 2 h 内到位。

#### 3. 施工概况

2006 年 5 月 28 日至 29 日成功地对 CB11C-2 井实施了堵水施工,共注入流体 220 m<sup>3</sup>,其中试注清水 10 m<sup>3</sup>、堵剂 120 m<sup>3</sup>、顶替液 50 m<sup>3</sup>、顶替水 40 m<sup>3</sup>。注入排量在 8.5~11.2 m<sup>3</sup>/h 之间,注入压力由 0.7 MPa 上升至 2.4 MPa。

#### 4. 施工效果

该井实施不动管柱堵水施工取得了明显的增油降水效果,含水下降峰值达到 25%,日增油峰值达到 12 t,有效期已超过 7 个月(目前仍有效)。

#### 参考文献

- [1] 李健. 利用劳伦兹系数定量评价储层宏观非均质性—以埕岛油田馆陶组上段为例[J]. 油气地质与采收率, 2006, 13(2): 24-26.
- [2] 戴欣, 宗华, 韩霞. 埕岛油田注海水水质分析与评价[J]. 油气田地面工程, 1998, 17(3): 9-12.
- [3] 刘翔鹏. 我国油田堵水调剖技术的发展与思考[J]. 石油科技论坛, 2004, (2): 41-47.
- [4] 赵长庆, 范振中, 刘丽英. 超细水泥用于油田堵水技术[J]. 大庆石油地质与开发, 2002, 21(2): 65-66.
- [5] 王云峰, 张春光, 侯万国. 表面活性剂及其在油气田中的应用[M]. 北京: 石油工业出版社, 1995: 38-43.
- [6] 万仁溥. 采油工程手册(下册)[M]. 北京: 石油工业出版社, 2000: 230-232.