

# 彭阳油田油井套管防腐工艺实用经济性分析

## ——以镇 180 区为例

王定军<sup>1</sup> 李 喆<sup>2</sup> 邓清勇<sup>1</sup> 侯 娟<sup>1</sup> 田文杰<sup>1</sup>

(1. 中国石油长庆油田分公司第十一采油厂, 甘肃 庆阳 745000)

(2. 庆阳市公安局长庆公安分局, 甘肃 庆阳 745000)

**摘要:** 镇 180 区为我区高产区块, 日产油 150t、单井日产油 2.7t, 产量占全区的 28.3%。近年来, 区块套破井的频发、套损率已达 27.1%, 生产井套破造成区块井网失控、产能损失, 自开发以来套损累计损失油量 16000 余吨, 套损已成为影响镇 180 区持续稳产的主要因素之一。为实现区块套损井增量得到有效控制, 对区块现有套管防腐配套进行评价并优化已迫在眉睫。

**关键词:** 彭阳油田; 油井套管防腐工艺; 经济性

### 1 套损现状

#### 1.1 位置概况

镇 180 油藏位于鄂尔多斯盆地西南部(图 1), 构造位于天环坳陷、西缘逆冲带以东。动用含油面积 4.38km<sup>2</sup>, 主要位于甘肃省镇原县寺庄湾村。

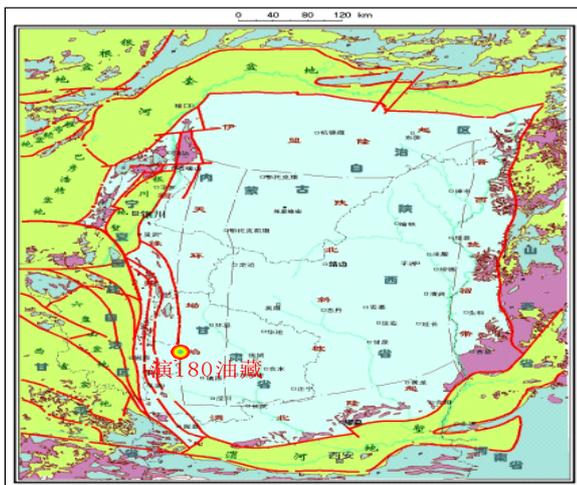


图 1 鄂尔多斯盆地构造区划分图

#### 1.2 生产情况

镇 180 油藏 2014 年规模建产, 开发层位长 3、延 8, 目前油井开井 58 口, 日产油量 150t, 综合含水 43.5%, 水井开井 23 口, 日注水量 215m<sup>3</sup>。

#### 1.3 套损井概况

镇 180 区在生产油井 58 口, 现有套损井 16 口, 套损率 27.1%, 主要集中在延 8 侏罗系油藏(13 口, 占比 81.3%)。平均套损周期 4.9 年, 主要集中在 3-5 年

(共 10 口, 占比 62.5%) (图 2、图 3)。区块整体呈现基数大、增速快、套管服役年限短等特点。

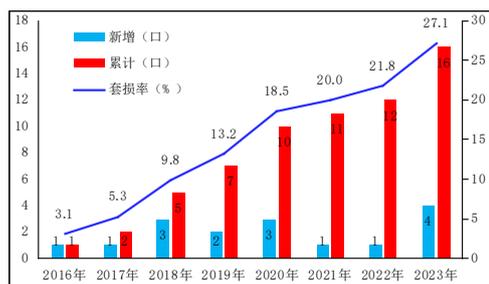


图 2 镇 180 区套损井逐年增加情况及套损率

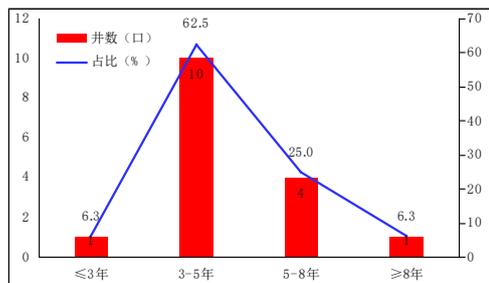


图 3 套损井分套管服役年限柱状图

#### 1.4 产能情况

区块 16 口套损井, 目前日产液 108.3m<sup>3</sup>、日产油 49.9t、含水 45.1%, 产能保持率 68.1%。三叠系: 3 口, 日产油 7.5t, 产能恢复率 75.0%; 侏罗系: 13 口, 日产油 42.4t, 产能恢复率 67.0% (表 1)。

#### 1.5 腐蚀特征

区块内套损井工测 15 口, 平均服役年限 4.8 年, 通过工测结果分析, 腐蚀形态以点状、线状、片状为

主,其中点状腐蚀穿孔占比 26.7%,线状占比 46.7%,片状占比 20.0%,结合成像图分析主要为机械损伤涂层导致腐蚀加剧。

## 2 防腐工艺应用效果

### 2.1 腐蚀机理

通过分析腐蚀介质与腐蚀产物(以  $\text{FeCO}_3$  为主),同时结合化学反应进程,对比腐蚀形貌,确定镇 180 区腐蚀原因为  $\text{CO}_2$  溶解在产出液中的电化学腐蚀。

同时,结合镇 180 区油井原油含水与腐蚀特征实验,原油含水率越大,溶液中离子的导电性越强,金属表面的电化学反应速度越大,材料的腐蚀速率也随之增大。

### 2.2 套管防腐工艺

针对镇 180 区腐蚀特征,形成了以加深眼管降低套管含水率、周期投加缓蚀剂附膜的套管防腐工艺,下面从技术原理、现场应用、实施效果及整体应用效果等方面对两种套管防腐工艺进行评价,并针对存在的问题进行优化。

### 2.3 防腐工艺应用经济效果评价

#### 2.3.1 技术原理

**加深眼管:**通过含水油样静置 1 天后的剖面含水分布分析及过环空产液剖面测井,井筒液柱是存在油水纵向分层的,且分层位置基本位于花管附近。因此,通过加深眼管降低套管含水率实现降低腐蚀速率。

**缓蚀剂投加:**缓蚀剂吸附于套管表面成膜,阻隔腐蚀介质,降低套管腐蚀速率。

#### 2.3.2 现场应用情况

**加深眼管:**2020 年以来结合检泵等动管柱作业在镇 180 区逐步加深眼管 36 口,平均加深长度 423m,覆盖率 100%。

**缓蚀剂投加:**大剂量预膜(30kg/口)+旬度药剂补充相结合的投加模式,投加 46 口,覆盖率 100%。

#### 2.3.3 实施效果

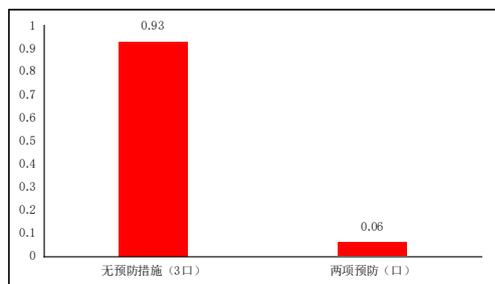


图 4 预防措施前后井筒平均腐蚀速率变化  
对比两项预防措施前后,铁离子含量由 8.0 下降至

0.1(mg/l)、平均腐蚀速率由 0.93 下降至 0.06(mm/a),井筒平均缓释率 93.5%。从平均腐蚀速率、铁离子含量来看,两项预防措施能整体降低套管腐蚀速率(图 4、图 5)。

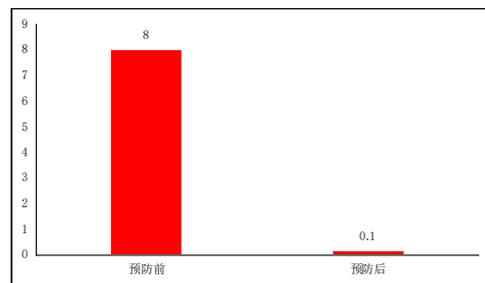


图 5 预防措施前后产出液中铁离子含量变化

### 2.3.4 实际应用经济效果

#### 2.3.4.1 套损新增情况

通过落实加深眼管、缓蚀剂投加两项预防措施后,镇 180 区仅 2023 年新增 4 口,区块套损情况未得到有效抑制,套损形势依然严峻(图 6、表 2)。

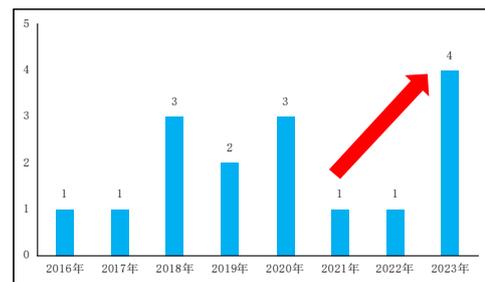


图 6 镇 180 区套损逐年新增情况

#### 2.3.4.2 新增套损特征



图 7 未加深井穿孔段分布 (10 口)

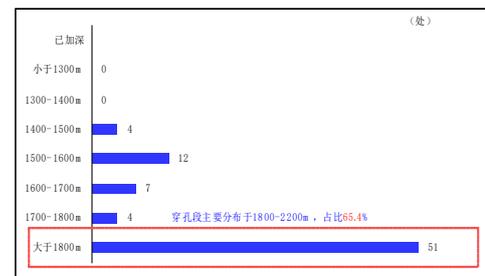


图 8 加深井穿孔段分布 (5 口)

对 15 口工测井穿孔段分布进行眼管加深前后对比。眼管加深前平均眼管深度 1375m，穿孔段主要分布于 1200-1600m，占比 79.7%；眼管加深后平均眼管深度 1890m，穿孔段主要分布于 1800-2200m，占比 65.4%。加深眼管后穿孔段主要集中于眼管至油层之间（占比 65.4%），穿孔段下移（图 7、图 8）。

### 2.3.4.3 原因分析

#### 2.3.4.3.1 预防段未实现全覆盖

加深眼管、缓蚀剂投加后，通过对 2 口典型井开展井下腐蚀挂环及铁离子测试，眼管下平均腐蚀速率为眼管上的 3-5 倍。结合新增套损特征及起管柱情况说明眼管至油层之间未得到有效预防。

#### 2.3.4.3.2 缓蚀剂投加不规范

缓释剂投加要求是大剂量预膜（30kg/口）+ 旬度药剂（100ppm）补充相结合并 1:5 兑水的投加模式。但现场因拉水困难，部分井未兑水，导致缓蚀剂投加过程中在液面上的油套环控粘壁损失。井筒越往下浓度越低达不到最佳防腐效果，分析这是眼管上部 200m 内穿孔段占比近 29.7% 的原因。

## 3 优化措施及经济性

### 3.1 效果评价

认识 1：加深眼管、缓蚀剂投加等预防措施后平均腐蚀速率、铁离子含量等明显降低，套管整体腐蚀情况得到缓解。

认识 2：加深眼管、缓蚀剂投加均只是减缓了眼管上部套管腐蚀速率，眼管至油层段套管仍腐蚀严重，未实现全井段预防是导致套损不断增加的主要原因。

认识 3：眼管加深不彻底、缓蚀剂投加不规范，导致眼管上 200m 左右仍腐蚀严重，这是导致套损新

增的原因之一。

### 3.2 经济实用的预防举措

一是结合检泵将眼管逐步加深至油层中部 20m 以内，进一步降低套管含水率；二是借鉴单井硫化氢治理实现缓蚀剂投加承包化或由生产运行部协调 1 辆货车背水配合中心站进行缓蚀剂投加，对比费用货车背水费用较少（21 万元），避免药剂的损失，进一步减缓眼管上套管腐蚀。同时开展采出液缓蚀剂残余量，确保加药效果（表 3）；三是针对投加缓释颗粒卡泵和周期性投加劳动强度大的问题。优化加深眼管管柱结构，即在尾管下增加双头堵头，接双眼管+目堵（将缓释颗粒或棒填充其中）；结合镇 180 区检泵周期（480d），要求厂家将缓释颗粒或棒释放周期由 2-3 月延长到近 2 年，实现全井段预防。同时开展腐蚀挂环监测全井段腐蚀速率（图 9）。

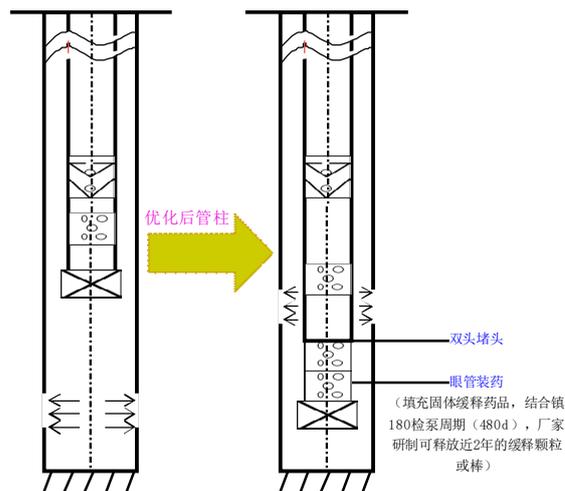


图 9 优化后管柱图

表 1 镇 180 区套损井目前生产情况及产能保持率

序号	区块	总井数 (口)	开井数 (口)	套损井数 (口)	未套损井数 (口)	套破前生产情况			目前生产情况			产能保持率 (%)	损失产量 (t/d)
						(m <sup>3</sup> )	(t)	(%)	(m <sup>3</sup> )	(t)	(%)		
1	三叠系	32	31	3	28	16.0	10.0	25.8	17.8	7.5	50.0	75.0	2.5
2	侏罗系	27	27	13	14	108.6	63.3	30.6	90.5	42.4	44.2	67.0	20.9
合计		59	58	16	42	124.6	73.3	30.0	108.3	49.9	45.1	68.1	23.4

表 2 镇 180 区 2023 年新增套损井

序号	类别	井号	加深日期	投产日期	套损日期	服役年限
1	加深井	镇 183-107	2021/9/11	2014/9/5	2023/8/6	8.9
2		镇 186-99	2021/10/27	2018/6/25	2023/2/10	4.6
3		镇 186-97	2021/11/3	2018/8/6	2023/4/16	4.7
4		镇 185-101	2021/7/22	2017/6/29	2023/6/6	5.9
合计 4 口						6.0

表 3 缓蚀剂投加承包或货车背水费用对比

序号	类别	日发生费用 (元)	年发生费用 (万元)	备注
1	承包制 (包加不包药)	1177	42.9	硫化氢承包时 10.6 元 / (天、口) 全区缓释剂投加 111 口
2	货车背水	576	21.0	