

文章编号: 1000 0747(2007) 01 0079 04

胜利油田聚合物驱油技术经济潜力分析

张莉

(中国石化胜利油田分公司地质科学研究院)

基金项目: 中石化重点科技攻关项目“胜利油区高温高盐聚合物驱技术研究及试验”(P01050)

摘要: 聚合物驱油技术在胜利油区的工业化推广应用取得了较好的增油降水效果, 经济效益显著。采用数值模拟和经济评价相结合的方法计算了不同油价下胜利油田聚合物驱单元的经济界限指标, 研究了胜利油区聚合物驱的技术和经济潜力。认为: 聚合物驱最佳用量与油价密切相关, 低油价下, 低聚合物用量的经济效益好, 高油价下, 高聚合物用量的经济效益好, 在目前高油价状态下, 聚合物驱单元应该进一步增加用量, 延缓后期含水上升速度, 提高聚合物驱的总体经济效益; 后续水驱单元二次注聚的潜力较小; 胜利油区适合聚合物驱的四类资源较少, 聚合物驱风险较大; 三类资源比较丰富, 但常规聚合物不适合三类高温高盐油藏, 需要进行耐温抗盐聚合物和聚合物加合增效体系攻关研究, 在先导试验取得成功的基础上, 可成为下步聚合物驱的主阵地。图3表5参11

关键词: 聚合物驱; 优化; 数值模拟; 经济评价; 潜力分析; 胜利油田

中图分类号: TE357.46; TE322 文献标识码: A

Technical and economic potential for polymer flooding in Shengli Oilfield

ZHANG Li

(Geological Scientific Research Institute, Shengli Oilfield Co. Ltd., Sinopec, Shangdong 257015, China)

Abstract: Numerical simulation and economic evaluation were used to study the economic limits under different oil prices and the potential of polymer flooding in Shengli Oilfield. The optimum polymer amount is closely related to the oil price. In terms of economic effectiveness, low oil price requires small amount of polymer, and high oil price requires larger amount. In the present high price, the potential of increasing polymer amount is great in the polymer flooding units. The potential is low in the follow up water flooding units. There is no potential in the fourth reservoirs for its bad interconnection and pore and void growing. The partially hydrolyzed polyacrylamide (HPAM) is unfit in the rich third reservoirs of high temperature and high salinity. By the further study of polymer with temperature resistance and salt tolerance and polymer with one or more types of special chemicals, the polymer flooding technology would be used in the third reservoirs if pilot tests succeed.

Key words: polymer flooding; optimization; numerical simulation; economic evaluation; potential analysis; Shengli Oilfield

0 引言

胜利油区自1992年开展聚合物驱先导试验以来, 聚合物驱规模不断扩大, 截至2005年10月, 实施聚合物驱单元22个, 动用地质储量2.9亿t, 各个单元不同程度地见到了增油降水效果, 累计增油1047万t, 聚合物驱油技术得到了工业化应用, 已成为增储稳产的主要手段之一。

化学驱潜力评价表明^[1], 胜利油区适合化学驱的资源为10.8亿t。适合聚合物驱的一、二类资源为5.4亿t, 由于油层发育差、连通性差、原油黏度或地层水矿化度高以及井况差等客观原因, 实际可动用资源为3.5亿t, 至“十五”末期, 累计动用3.3亿t, 剩余的一、二类可动用资源仅为0.2亿t。本文采用数值模拟和经济

评价相结合的方法, 对胜利油区聚合物驱的下步发展方向及潜力进行了研究。

1 聚合物驱单元效果分析

胜利油区目前正实施聚合物驱单元9个: 飞雁滩、胜一区扩大、孤岛西区南这3个单元处于聚合物驱见效高峰期, 含水位于谷底波动或小幅上升阶段; 孤岛B61、孤岛中一区Ng₃₋₆、孤东六区这3个单元处于聚合物驱明显见效期, 含水呈大幅下降趋势; 其他3个单元投入聚合物驱时间较晚, 未见到明显效果。采用数值模拟和经济评价方法计算了不同油价下6个聚合物驱见效单元的经济界限采收率和经济界限吨聚增油量, 即财务内部收益率等于行业基准收益率(12%)时的采收率和吨聚增油量界限指标(见表1、表2)。

表1 经济界限采收率

油价 (美元/桶)	各见效单元的经济界限采收率(%)						
	飞雁滩	孤岛 西区南	孤岛 中一区 Ng ₃₋₆	孤岛 B61	孤东 六区	胜一区 扩大	平均
18	4.54	5.60	5.35	5.68	5.64	4.59	5.23
23	3.54	4.36	4.17	4.43	4.39	3.58	4.08
30	2.67	3.30	3.14	3.34	3.32	2.70	3.08
40	1.97	2.44	2.33	2.47	2.45	1.99	2.28
50	1.57	1.93	1.85	1.96	1.95	1.59	1.81

表2 经济界限吨聚增油量

油价 (美元/桶)	各见效单元的经济界限吨聚增油量(t/t)						
	飞雁滩	孤岛 西区南	孤岛 中一区 Ng ₃₋₆	孤岛 B61	孤东 六区	胜一区 扩大	平均
18	50.14	49.14	48.07	52.38	52.71	50.23	50.44
23	39.08	38.27	37.51	40.83	41.03	39.12	39.31
30	29.48	28.90	28.24	30.79	31.03	29.49	29.66
40	21.81	21.43	20.95	22.79	22.90	21.82	21.95
50	17.35	16.94	16.65	18.09	18.22	17.37	17.44

表3 6个聚合物驱见效单元效果分析

单元	地质储量 (万t)	投注时间 (年.月)	聚合物设计用量 (PV·mg/L)	目前吨聚增油量 (t/t)	已提高采收率 (%)	预测吨聚增油量 (t/t)	预测提高采收率 (%)
飞雁滩	1439	2000.11	470	51.7	5.0	86.4	7.8
胜一区扩大	1746	2002.02	510	30.1	2.3	78.8	7.2
孤岛西区南	880	2002.06	500	21.2	2.6	60.5	6.9
孤岛B61	920	2003.12	570	3.5	0.2	65.1	7.1
孤岛中一区 Ng ₃₋₆	1047	2004.01	540	10.4	0.6	66.7	7.4
孤东六区	664	2004.01	545	2.0	0.2	63.5	6.8
合计	6696		520	25.9	2.2	71.9	7.3

表4 13个后续水驱单元效果分析

单元	地质储量 (万t)	转注水时间 (年.月)	目前含水率 (%)	目前采出程度 (%)	剩余地质储量 (万t)	剩余储量丰度 (万t/km ²)	目前吨聚增油量 (t/t)	已提高采收率 (%)
孤岛中一区 Ng ₃ 先导	165	1997.3	97.2	63.71	59.9	106.9	146	20.6
孤东七区西北 Ng ₅ ²⁺³	692	1997.7	98.2	41.44	405.2	99.3	74	6.6
孤岛中一区 Ng ₃ 扩大	1078	1997.9	96.1	57.53	457.8	100.8	105	9.8
孤岛中一区 Ng ₄	2857	2000.9	94.8	48.72	1465.1	124.2	69	5.8
孤东七区西南 Ng ₅ ²⁺³	387	2000.12	97.5	39.01	236.0	78.4	28	2.5
孤岛中二南	1185	2001.3	93.7	54.54	538.7	224.5	76	9.1
胜一区先导	1089	2001.9	92.8	33.32	726.1	134.7	86	5.5
孤东八区	1177	2002.1	92.7	32.66	792.6	283.1	76	6.3
孤岛西区	1533	2002.4	93.4	37.93	951.5	257.9	36	4.1
孤东七区西 Ng ₅ ⁴ -Ng ₆ ²	769	2002.11	95.4	37.34	481.9	120.5	17	1.5
孤东七区中	1742	2004.1	90.4	34.08	1148.3	232.0	35	4.2
孤岛中一区 Ng ₅₋₆	2240	2004.6	89.3	41.93	1076.0	134.7	25	3.0
孤岛中二中	2188	2004.12	90.6	49.35	1108.2	267.7	18	2.2
合计	17102						49	4.5

2 聚合物驱潜力分析

2.1 聚合物驱单元延长注聚潜力

从胜利油区聚合物驱单元实施效果看,大部分单元转后续水驱后,综合含水率进一步下降的幅度有限,且回返较快,增加聚合物用量能有效延缓后期含水上升速度^[26]。从聚合物驱用量数值模拟预测结果看(见图1),随着聚合物用量增加,含水下降漏斗变宽,后期含水上升趋势变缓。并且,随着聚合物用量增加,提高

不同油价下的经济界限指标不同,油价为18美元/桶时,经济界限指标较高,各单元平均经济界限采收率为5.23%,平均经济界限吨聚增油量为50.44t/t,随着油价升高,经济界限指标降低,油价为30美元/桶时,平均经济界限采收率为3.08%,平均经济界限吨聚增油量为29.66t/t,油价上升到50美元/桶后,提高采收率幅度大于1.81%,吨聚增油量大于17.44t/t就具有经济效益。目前正注聚单元吨聚增油量为25.9t/t,已提高采收率2.2%,以40美元/桶的油价来评价,已基本收回成本,6个单元结束聚合物驱后,预计吨聚增油量能达到71.9t/t,采收率提高幅度可达到7.3%(见表3)。已转后续水驱的13个单元已提高采收率4.5%,吨聚增油量为49t/t(见表4),即使以23美元/桶的油价来评价,也已经收回成本,在目前的高油价下,胜利油区聚合物驱经济效益非常显著。

采收率值也逐步增加,表明聚合物用量越多,驱油效果越好。

从经济评价结果看(见图2),低油价下,低聚合物用量的税后财务净现值(人民币)较高,油价为18美元/桶和23美元/桶时,聚合物用量为470PV·mg/L时税后财务净现值最高,经济效益最好。随着油价升高,聚合物最佳用量增加,油价为40美元/桶时的最佳用量为600PV·mg/L。油价上升到50美元/桶后,聚合物用量为700PV·mg/L时税后财务净现值还未出

现拐点,表明油价较高时,聚合物用量越多,项目的经济效益越好。目前正实施聚合物驱单元方案设计时采用的油价为23美元/桶或30美元/桶,设计的聚合物用量较低(平均520PV·mg/L,见表3),按方案设计,见效的6个单元除中一区Ng₃₋₆外,其他5个单元已于2005年或2006年陆续转入后续水驱阶段,在目前高油价下,原方案设计的用量达不到最佳经济效益,增加正实施聚合物驱单元聚合物用量,延长注聚的潜力较大。

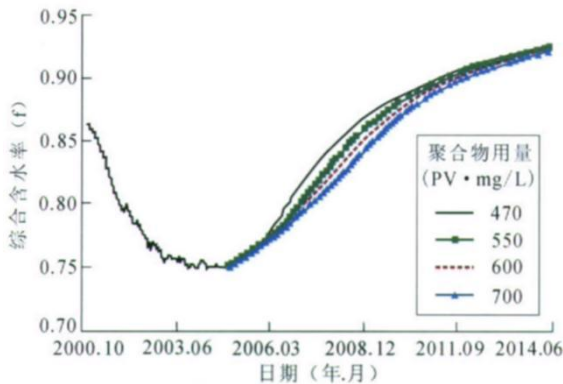


图1 飞雁滩油田数值模拟预测综合含水率曲线

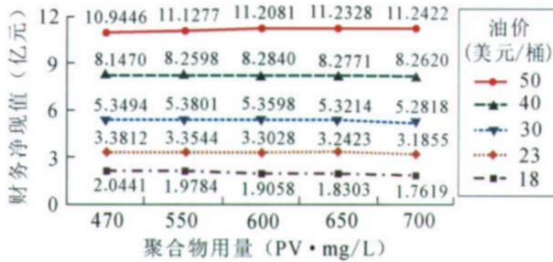


图2 飞雁滩油田聚合物用量优化计算

2.2 后续水驱单元二次注聚潜力

数值模拟研究结果表明(见图3),聚合物驱后二次注聚可以延缓含水回升速度,延长注聚效果。但是在相同聚合物用量(600 PV·mg/L)条件下,水驱后4a开始注聚,最终提高采收率仅为1.9%,水驱后1a即实施二次注聚,可提高采收率2.5%以上,表明二次注聚时间越早,聚合物驱效果越好。

胜利油区目前有聚合物驱后续水驱单元13个,覆盖地质储量1.71亿t,其中10个单元于2002年底前转入后续水驱阶段,其他3个单元(孤岛中一区Ng₅₋₆、孤岛中二中和孤东七区中)于2004年转入后续水驱。从矿场统计结果看(见表4),转后续水驱越早的单元,目前综合含水率越高,采出程度相对较高,剩余储量丰度相对较低,二次注聚风险较大。而早转后续水驱的单元地面设备及注聚管线不可再利用,二次注聚需要重新更换,增加了注聚的投资,结合数值模拟研究结果,只有2004年转后续水驱的3个单元有二次注聚的

潜力。从经济指标计算结果看(见表5),油价低于30美元/桶时,这3个单元二次注聚的财务内部收益率和净现值均小于0,低油价下二次注聚在经济上不可行;油价高于50美元/桶后,内部收益率高于行业标准(12%),高油价下,二次注聚具有一定的潜力。

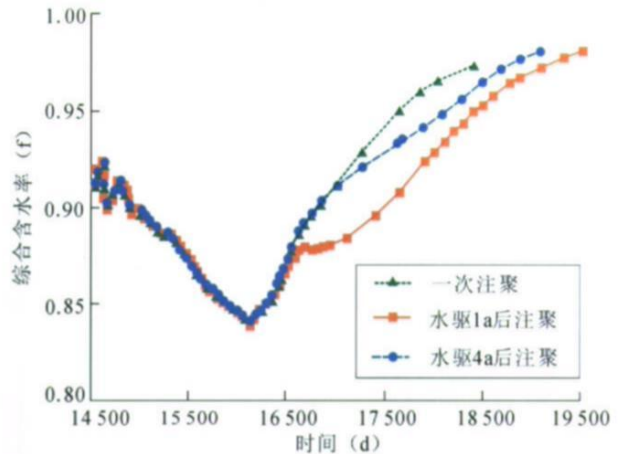


图3 数模预测二次注聚综合含水率曲线

表5 二次注聚经济指标

油价 (美元/桶)	内部收益率(%)		财务净现值(万元)	
	税前	税后	税前	税后
30	<0	<0	<0	<0
40	8.4	7.2	<0	<0
50	18.8	15.9	41 412	21 647

2.3 三、四类资源聚合物驱潜力分析

胜利油区适合聚合物驱的四类资源较少,为0.79亿t,实际可动用0.52亿t,一般是由于油层连通差、油层出砂严重、井况差、存在大孔道或为海上油田等原因而从一、二类资源中筛选出来的特殊油藏资源,聚合物驱的风险较大,需要先进的配套工艺措施才能实施。三类资源为4.57亿t,占总资源量的42.5%,实际可动用2.97亿t。三类资源虽然比较丰富,但因其地层温度高(高于80℃),地层水矿化度高(高于20 000mg/L),在高温高矿化度条件下,常规聚合物(驱油用部分水解聚丙烯酰胺)分子卷曲,黏度低,具有较强的温敏性和盐敏性,不适合高温高盐油藏⁷。胜利油田自2000年开始对三类油藏进行化学驱攻关研究,开展了耐温抗盐聚合物和聚合物加合增效体系(聚合物+其他助剂)室内基础研究⁸⁻¹¹,2005年在三类油藏胜坨油田坨11块开展了矿场先导试验,试验效果尚待观察,若先导试验能够取得成功,将在三类油藏推广应用。

3 结论与认识

胜利油区聚合物驱取得了较好的增油降水效果,经济效益显著,正实施聚合物驱单元处于聚合物驱明

显见效期或见效高峰期,如果按原方案设计转入后续水驱,达不到最佳注聚效果,在目前高油价条件下,正实施聚合物驱单元增加聚合物用量,延长注聚的潜力较大。后续水驱单元转入水驱时间较长,目前综合含水率普遍较高,只有3个单元(地质储量6170万t)在50美元/桶的高油价下具有二次注聚的潜力。

胜利油区适合聚合物驱的四类资源较少,一般是由于油层连通差、油层出砂严重、井况差、存在大孔道或为海上油田等原因而从一、二类资源中筛选出来的特殊油藏资源,聚合物驱的风险较大,需要先进的配套工艺措施才能实施。三类资源比较丰富,但常规聚合物在三类油藏具有较强的温敏性和盐敏性,需要经过进一步攻关研究,若先导试验取得成功,即可成为下步聚合物驱的主阵地。

参考文献:

- [1] 元福卿,李焕臣,张朝启.胜利油区化学驱潜力评价[J].油气采收率技术,2000,7(2):12-15.
- [2] 张以根,元福卿,郭兰磊,等.胜利油田聚合物驱矿场效果影响因素研究[J].西南石油学院学报,2001,23(3):50-53.
- [3] 王友启,张以根,姜颜波,等.影响聚合物驱矿场实施效果的几个问题[J].油田化学,1999,16(3):244-246.

- [4] 邵正波,付天郁,王冬梅.合理聚合物用量的确定方法[J].大庆石油地质与开发,2001,20(2):60-62.
- [5] 刘斌,郭福军.油井措施最低增油量计算方法探讨[J].石油勘探与开发,2003,30(2):107-108.
- [6] 常毓文,袁士义,曲德斌.注水开发油田高含水期开发技术经济政策研究[J].石油勘探与开发,2005,32(3):97-100.
- [7] 张以根,元福卿,祝仰文,等.胜利油区化学驱油技术面临的矛盾及对策[J].油气地质与采收率,2003,10(6):53-55.
- [8] 李振泉,祝仰文,刘坤,等.三维非均质模型上聚合物及有机交联聚合物提高采收率研究[J].油田化学,2002,19(1):73-77.
- [9] 曹绪龙,蒋生祥,孙焕泉,等.阴离子表面活性剂与聚丙烯酰胺间的相互作用[J].应用化学,2002,19(9):866-869.
- [10] 刘坤.耐温抗盐交联聚合物驱油体系研究[J].精细石油化工进展,2003,4(12):1-3.
- [11] 孙焕泉.胜利油田三次采油技术的实践与认识[J].石油勘探与开发,2006,33(3):262-266.

第一作者简介:张莉(1974),女,湖北天门人,硕士,中国石化胜利油田地质科学研究院工程师,主要从事三次采油方法研究、方案编制及矿场实施动态跟踪分析与调整工作。地址:山东省东营市,胜利油田地质科学研究院采收率室,邮政编码:257015。E-mail:zhili@slof.com

收稿日期:2006-02-17 修回日期:2006-10-28

(编辑、绘图 梁大新)

2010年中国汽油消费量将达6500万t

2006年底成品油批发市场将全面对外开放,国内成品油市场竞争将更趋激烈,国际石油资源的争夺亦将愈演愈烈。在上游油气资源勘探开发领域,国内石油企业加大区域、资金和业务的战略转移,由过去的以油为主向油气并重转移,并由买油为主向采买并重发展。同时,国家石油战略储备工程的启动,为保障国内油品供应安全增加筹码。

预计2006年原油加工量仍将提高。中国经济持续高速增长,直接带动了国内各行各业对石油产品的需求,刺激炼厂提高原油加工量;国内炼油能力在2006年有望持续增长,从硬件方面保证了原油加工量的提高;国内成品油已两次调高批发和零售价格,与国际市场接轨的脚步越来越近,提高了炼厂的加工积极性;从目前国家政策、国内外成品油市场行情来看,2006年国内两大公司仍将坚持其一贯的策略,通过增加进口原油,提高装置加工负荷,向国内市场供应成品油。

与此同时,国内外的分析机构均预测国际原油价格将保持高位,持续的高油价很可能在较大程度上抑制国内成品油市场的需求,进一步给国内炼厂原油加工量的增长造成负面影响;因近年来不断飞涨的高油价已推动国内节油代油、降低能耗等政策、措施的加快进行,在2005年就已经明显出现了石油需求增长转换为其他能源需求的现象,使得石油需求增长的弹性系数脱离历史轨道,急剧缩小;国际油价居高不下对于汽车消费的抑制作用比较明显,燃油税政策的出台也将推动油品消费价格的上涨,这些都将在一定程度上制约汽车消费人群的扩大并影响人们日常出行的频率,从而减缓汽油消费量的增长。

日前国家统计局发布的2006年上半年中国GDP增长率为10.9%,超过了人们的预期。中国上半年能源的生产和消费仍然在以较高的速度增长,1至5月份汽车的产销量同比增长30%。2006年较2005年的汽油消费仍将有较大幅度增加,预期消费量同比增长幅度不低于5%,消费量将达到5100万~5200万t。

汽车仍将是中国汽油消费的主要驱动力,据预测,今后5~10年,中国汽车市场需求还将保持较快的增长,但与前几年的超高速发展相比,增幅将有所回落。2005年国内汽车产销量为570多万辆,预计2006年汽车产销量在650万~680万辆。随着经济增长、车价下调、支付方式改善,汽车销量仍将平稳增长,2010年汽车销量有望达到900万辆左右,2015年达到1200万辆左右。

从长期数据分析,近年国内汽油消费增长与GDP增长率的弹性系数较高,近20年的平均值为0.8。从长远发展看,汽油消费及GDP增长率的弹性系数将趋于稳定在一定水平上。中国2020年前GDP年均增长率将保持在7.5%左右,而汽油消费仍将保持较高的弹性系数,今后5年内汽油消费年均增长率将达到6%左右。

综合上述因素,未来几年汽油消费量和产量将持续稳定增长,汽油的出口仍将持续稳定增加。预测2010年中国大陆汽油供需将保持较快增长,届时消费量将达到6500万t左右。

(王大锐 供稿)