

聚驱单井注入浓度优化设计

孙成坤

(大庆油田有限责任公司第五采油厂 黑龙江 大庆 163513)

摘要: 本文通过梳理单井注入浓度设计流程,提出通过室内试验、静态资料以及动态反应方面优化单井注入浓度设计。其中室内试验提出了注入体系与油层的匹配关系,利用K80(80%的油层能够注入的渗透率下限)理论设计单井的注入浓度,并计算注入体系与油层的匹配程度。静态资料通过微观孔隙结构、井组渗透率、聚驱控制程度等量化设计单井浓度,同时结合注聚前单井的压力上升空间、薄差层启动压力等动态变化特征。利用多参数优化统计法,将以上参数赋予不同的权重系数,量化设计单井的注入浓度,以达到单井注入浓度优化设计的目的。

关键词: 聚合物驱,注入浓度,油层匹配率,油层动用

1 前言

聚合物驱已在我国大庆、胜利、大港、河南等油田广泛试验。聚合物驱可显著提高注入水的波及体积,改善非均质油田的开发效果,提高油田采收率。X区块于1998年开始聚驱开发,2009年工业化推广。近年来按照公司“四最”要求里的“最小尺度的个性化设计”,聚驱单井注入浓度个性化设计水平不断提高,驱油效果逐步改善。目前注入浓度设计采取定性和半定量相结合的方式进行设计,结合近年来的聚驱开发动态变化特征及驱油效果,提出了聚驱单井注入浓度量化设计方法,提高油层动用程度、改善开发效果。

2 聚驱单井注入浓度优化设计

按照聚驱调整需要,区块注聚前要进行个性化驱油方案编制,确定注聚初期及调整过程中的聚合物注入参数,因此需一套单井个性化参数设计方法,提高油层匹配率,提高工作效率,改善聚驱效果。

2.1 单井注入浓度设计流程

目前聚驱单井注入浓度设计流程主要是室内驱替试验和动静态资料结合。从室内试验研究注入体系与油层的匹配性,从理论上筛选聚合物分子量和相应的注入浓度。确定了分子量和水质参数后,通过静态资料,如注入井渗透率、高低渗透层的厚度、以及聚驱控制程度初步确定单井注入浓度上限。再结合注聚前注入井的动态资料进行注入浓度调整,如单井的压力上升空间、吸液剖面以及指示曲线测试的薄差层启动压力等数据,最终确定单井的注入浓度,实现单井注入浓度个性化设计。

2.2 室内实验研究注入体系与油层的匹配性图版

从微观上,通过聚合物溶液微观表征,建立了分子尺寸

评价方法,给出了水动力学半径计算公式和不同因素对水动力学半径的影响规律。

从宏观上,依据聚驱渗流理论,通过大量天然岩心实验,研究了聚合物分子量、浓度、矿化度对聚合物注入能力的影响规律。聚合物分子量与渗透率呈线性相关对应的关系;聚合物注入浓度与渗透率呈半对数线性对应关系;从不同水质看,清配清稀注入能力大于其它两种水质。

通过大量室内实验数据拟合,建立了X区块注入参数与渗透率的函数关系,并绘制了不同开发区注参与渗透率匹配图版。

2.3 利用图版动静态结合设计单井注入浓度

2.3.1 静态资料

K_{80} 是近年来参数设计和跟踪调整常用的资料,也是公司计算各区块参数匹配率的指标,按照以往聚驱经验,注聚过程中吸液剖面显示80%以上油层能够达到较好的动用,因此静态资料主要考虑注入井的 K_{80} 渗透率值。 K_{80} 为80%油层厚度对应的最小渗透率,用该渗透率与图版中的渗透率进行比对,优选分子量和注入浓度。应用该参数设计注入浓度的优点是聚合物能够顺利注入,但也存在明显的缺点,那就是忽略了部分高渗透层的需要调堵段塞,如X12井80%的厚度对应的最小渗透率 K_{80} 为206mD,图版浓度为1260mg/L,还有54.0%的厚度需要高浓段塞调堵,因此需要参考高渗层厚度比例。

高渗层厚度比例主要指渗透率大于250mD的油层厚度占全井厚度比例,初期用该参数参与设计单井注入浓度能克服K80单一参数设计出的注入浓度偏低的问题。聚驱控制程度也是优选注入参数的重要参考资料。

2.3.2 动态资料

利用静态资料结合图版可优选聚合物分子量和注入浓度,这是注入参数设计的理论步骤。实际工作中还要结合动态资料进行优选。动态资料优选主要体现注入能力及动用程度,主要考虑压力上升空间、高渗层吸液比例以及薄差层的启动压力。

2.3.3 动静态结合设计单井注入浓度

利用多参数优化统计法,将以上每项动静态参数赋予一定的权重系数,根据数值大小划定评价标准及分值。

结合图版和量化标准,对得分 9 以上的井注入浓度设计为 1600mg/L 以上; 8-9 分的井注入浓度设计为 1400-1600mg/L; 7-8 分的井注入浓度设计为 1200-1400mg/L; 小于 7 分的井注入浓度设计为小于 1200mg/L。

3 注入浓度设计应用情况

3.1 指导新注聚区块方案参数设计,提高油层匹配率

X-1 区块注入层系为葡 12+3,单层厚度小,层数多,应用该设计方法,可以更好的匹配油层。注聚初期单井注入浓度匹配率达到 92.1%,高于 X-2 区块 39 个百分点,取得较好的驱油效果。如 X8 井,该井按照量化设计表得分 8.9,可以注入 1400-1600mg/L 的注入浓度,设计结果注入 1480mg/L 的注入浓度。周围 4 口油井含水从 96.2%下降至 80.9%,下降 15.3 个百分点,且含水低值期较长,目前含水 89.1%,仍处于含水低值期。

3.2 指导已注聚区块单井注入浓度调整,改善开发效果

利用该计算方法调查了 X-2 区块 150 口分子量适合并的注入浓度,有 53 口井注入浓度偏高,并及时对这部分井进行调整,调整后浓度适合的井数增加 28 口。单井注入浓度匹配率提高,周围油井含水略有下降,同时节约了聚合物干粉,改善了开发效果及效益。

4 结论

4.1 聚合物分子量与渗透率呈线性相关对应的关系,聚合物注入浓度与渗透率呈半对数线性对应关系。

4.2 在分子量及段塞设计的基础上,以匹配 80%油层厚度为标尺,依据单井浓度设计流程及标准进行综合评价,个性化设计单井浓度,最小尺度匹配层。

4.3 利用该方法对单井注入浓度进行优化,可提高油层动用厚度,节约聚合物干粉,改善开发效果及效益。

参考文献

- [1] 刘玉章.聚合物驱提高采收率技术.石油工业出版社 2006.6:184
- [2] 张晓芹.大庆油田二类油层聚合物驱注入参数的优选[J].大庆石油学院学报,2005,29(4): 40-42

作者简介:孙成坤,高级工程师,1994年毕业于大庆石油学校钻井专业,从事油田开发工作。