

现河庄油田分层注水管柱配套模式及应用*

游龙潭 孙 民 张红梅 张 江 朱泽军

胜利油田有限公司现河采油厂

摘要:针对现河庄油田分层注水管柱寿命短的问题,研究制定了几种完善分层技术的方案,主要包括锚定补偿管柱技术、国外锚瓦(双卡瓦)管柱技术、新型悬挂式管柱技术三大类。介绍了各类管柱技术的工作原理,对现场应用情况进行了分析评价,指出了今后一段时间内分注管柱技术的发展方向为悬挂式压力平衡管柱技术。

关键词:分层注水;锚定;悬挂式;注水井

中图分类号:TE357.6

文献标识码:B

文章编号:1009-9603(2004)03-0076-03

引言

2003年之前,现河庄油田的分层注水井多采用悬挂式管柱技术,管柱主要由Y341封隔器和空心配水器以及底筛堵组成。因未采取有效的防蠕动措施,在注水过程中封隔器短期密封失效的情况十分普遍。针对上述矛盾,在对现场注水管柱的受力分析的基础上,提出了满足不同注水条件的分层注水管柱配套模式。

1 配套模式的确定

现河庄油田位于东营凹陷中央隆起带西段,石油地质储量 $9100 \times 10^4 \text{t}$,为北东—南西走向的鼻状构造。主要含油层系为沙一、沙二、沙三段。该油田共有分层注水井49口,其中两层分注井27口,三层分注井19口,四层分注井3口。沙三段异常高压低渗透岩性油藏分层注水井的井口注水压力25~35MPa,其油层埋深3000~3400m,油层温度约125℃;沙一段、沙二段中高渗透构造—岩性油藏分层注水井的井口注水压力一般不超过15MPa,油层埋深2000~2700m,油层温度80~110℃。

1.1 常规分注管柱力学分析

理论研究表明,注水管柱的蠕动距离主要与油管长度、注水压力等因素相关。注水过程中温度、压力的变化会产生四种基本效应,即温度效应、活塞效

应、螺旋弯曲效应和鼓胀效应。以一级两段分注井为例,参照基本效应计算公式^[1],假定油管外径73mm,油管壁厚5.5mm,套管外径139.7mm,套管壁厚9.17mm,就不同配注性质的注水管柱在座封过程、注水过程、测试过程中的受力状况及长度变化进行了计算(表1)。

表1 分层注水管柱力学分析成果

工艺措施	管柱结构	井口压力/MPa	封隔器深度/m	管柱所受活塞力/N	总伸长/m
座封	分层管柱	20	3300	60250	0.34
		5	2000	22134	-0.30
		15	2800	95914	-1.88
注水	封上注下	30	3100	221340	-5.41
		5	2000	35222	0.3
		15	2800	139177	1.71
测试	封下注上	30	3100	254232	6.12
		5	2000	35222	0.29
		15	2800	139177	1.62
	测试上层(堵塞下层)	30	3100	295105	3.81

注:总伸长为鼓胀力、活塞力和弯曲力共同作用下的管柱伸缩长度

从表1可以看出,对于封上注下的井,随着注水压力和管柱深度的增加,分注管柱受到的上顶活塞力由22134N增加到221340N,在螺旋弯曲效应、鼓胀效应及活塞效应的共同作用下,管柱纵向缩短距离由0.30m增加到5.41m。对于两层均注水的管柱基本不发生蠕动,当投球测试时,封隔器管柱出现受力不平衡情况,管柱将伸长0.29~3.81m。

收稿日期2003-12-17;改回日期2004-03-16。

作者简介:游龙潭,男,工程师,1994年毕业于西北大学地质系石油地质专业,现从事采油技术工作。联系电话:(0545)8773047,通讯地址:(257068)山东省东营市现河采油厂工艺研究所。

*参加该项研究的还有许新华、封水利、张德崇等

温度主要表现为降低, 当下降 20 ~ 50℃ 时, 油管缩短 0.768 ~ 1.92m。

1.2 分层注水管柱配套模式

注水过程中管柱伸缩将直接影响到分层注水管柱的使用寿命, 造成封隔器胶筒磨损、封隔器移出密封段或解封。其中自动解封成为 Y341 封隔器用于常规管柱的严重缺陷。为优化管柱结构, 提高管柱寿命, 提出两种分注管柱配套模式: 一是锚定补偿式分层注水管柱, 以分注两层为例, 管柱结构由下至上依次为底筛堵—配水器—支撑卡瓦—Y341 高压注水封隔器—配水器—Y341 高压注水封隔器—水力锚—常闭式补偿器(或采用双卡瓦封隔器管柱); 二是新型悬挂式分层注水管柱, 其结构由下至上依次为底筛堵—配水器—Y342(或 CZK344 - 115 III 型)封隔器—配水器。

2 现场试验

2.1 锚定补偿式管柱技术

锚定补偿式管柱主要由补偿器、Y341 封隔器、水力锚、水力卡瓦等组成, 工作压力 35MPa。其中补偿器、水力锚、支撑卡瓦三种工具组成了管柱的锚定补偿机构, 可有效减少或消除温度、压力效应引起的管柱蠕动, 改善封隔器的工作条件, 延长分层卡封管柱的工作寿命。该管柱适用于存在上部停注层或套管漏失情况的单向压差分层注水井以及设有套管保护封隔器的高压注水井。

该技术已实施分层注水 14 井次, 采用锚定管柱后井口注水压力显著提高, 由 13.5MPa 增加到 25MPa, 增加有效注水 43328m³。如河 74 - 斜 2 井, 射开沙二段 1 和 2 砂层组及沙二下稳, 2002 年 10 月要求单注沙二下稳, 注水目的层属低渗透高压注水层, 设计下入锚定补偿式管柱; 开井后, 注水压力由 15MPa 增加到 26MPa, 套压为 0, 卡封效果明显, 目前有效生产时间已达 372 天。

现场试验表明, 采用锚定技术及管柱伸缩补偿技术有效克服了注水管柱的纵向蠕动, 可靠性好。其不足之处在于, 管柱结构较复杂, 配套工具多; 锚爪对套管有一定的破坏作用, 对于结垢严重的井锚爪不易复位, 易造成解封困难。作业跟踪发现, 锚定管柱下井一年后约 40% ~ 60% 的井上提管柱时存在不同程度的卡管柱现象。

2.2 国外锚瓦及双卡瓦管柱技术

PFH 静液压封隔器^[2] 上端为水力锚, 下端为支

撑卡瓦。封隔器通过液压座封, 座封后在处于受压、受拉状态时, 其机械锁定能保证封隔器承受最大压差 50MPa 以上。

HRP 封隔器采用双卡瓦结构, 液压座封, 机械锁紧装置锁定。耐压可达 40MPa 以上。

国外锚瓦及双卡瓦管柱技术适用于沙三段大压差分层注水井。

该技术已在沙三段 4 口高压注水井开展现场试验。如史 3 - 4 - 斜 11 井, 沙三段中亚段 3266.1 ~ 3325m 为油层, 在 2430 ~ 2500m 和 2590 ~ 2640m 存在两处套漏, 采用 PFH 封隔器实施卡漏注水; 开井后油压由 10MPa 增加到 28 MPa, 注水量 60m³/d, 累积增加注水 2125m³, 有效期达到 257 天。

该管柱结构简单, 配套工具较少。封隔器座封后能承受来自下方或上方的高压差。不足之处在于封隔器缺少洗井结构, 使用过程中不能洗井。锚定属于死锚定, 难以解除, 卡瓦对套管破坏力大。

2.3 新型悬挂式管柱技术

试验应用了 Y342 和 CZK344 - 115 III 封隔器技术, 分别与 ZJK 轨道式配水器、普通空心配水器组配管柱。Y342 封隔器采用了旋转解封的方式, CZK344 - 115 III 封隔器具有双重密封功能, 密封部件由膨胀密封元件和自密封元件构成。

新型悬挂式管柱技术主要用于现河庄油田的沙一段、沙二段常压分层注水井。使用 CZK344 - 115 III 封隔器 20 井次, 分层有效率 75%, 累积增加有效注水 31474m³。悬挂式 Y342 管柱应用于 2 口井, 也取得了较理想的效果。

现场应用后发现, CZK344 - 115 III 型水力扩张封隔器不足之处在于自密封件在下井过程承受液柱顶力在一定程度上会造成密封件损坏; Y342 悬挂式管柱的缺点是封隔器蠕动胶筒磨损的情况仍不可避免。

3 发展方向

分析各类分注管柱的技术特点及现场应用情况认为, 悬挂式(无锚定)压力平衡管柱技术将是分注管柱技术的发展方向。该技术可分为两类。

一类是通过下入平衡封隔器的方法来实现注水过程中的管柱平衡。例如对于两层分注井, 采用补偿器、三级 Y341 封隔器和两级配水器。与常规管柱相比, 该管柱在结构上增加了一套补偿器和一级平衡封隔器, 其中补偿器是补偿管柱座封后温度、压

力变化时引起的管柱伸缩;而平衡封隔器可抵消上顶力,防止管柱上移造成封隔器失效。

另一类是采用注水管柱蠕动消除器技术,该装置有平衡伸缩机构,可保持其以下的封隔器管柱的受力平衡,且能使该工具以上管柱的伸缩量作用在压力平衡装置本身。对于两层分注井,平衡管柱由蠕动消除器、三级 Y341 封隔器和两级配水器组成。

悬挂式压力平衡管柱技术的优点在于不损伤套管、不卡油管前提下,可以解决油管伸缩所起的封隔

器蠕动问题。

参考文献:

- 1 江汉石油管理局采油工艺研究所,江汉石油学院采油教研室编.封隔器理论基础与应用.北京:石油工业出版社,1983:168~172
- 2 谷开昭,王禾丁.PF型静液压封隔器解封力及计算方法.石油机械,1997,25(10):5~8

编辑 刘北昇

(上接第 73 页)

水压力为 14.0MPa,套压 9.0 MPa,日注入量 56m³,截至 2003 年 12 月底累积增注 36848m³,对应油井累积增油量 2580t。

单 2-21-19 井(热采井)于 1993 年 10 月因高含水停产,2001 年 10 月发现在 200~800m 处套漏严重。先后三次进行套破堵漏工艺,其中第一次采用油井水泥封堵;第二次采用常规堵水剂封堵,套管试压均不合格;第三次封堵挤入 CSY 堵漏剂 20t,全井试压 15MPa,15min 不漏合格,堵漏一次成功。

3.2 应用效果

自 2001 年以来,先后在平方王油田、林樊家油田、单家寺油田等 17 口井进行了现场试验,成功率 100%,投产 15 口井,2 口井待投产。其中套破井堵漏试验 9 口井,平均单井日增油量 3.3t,累积增产油量 5814t;封堵炮眼 3 口井,累积增产油量 1739.25t;热采井封堵气窜 2 口井,累积增产油量 2674.3t;水井调剖 3 口井,累积增产油量 1842t。截至目前 17 口井共累积增产油量 12069.55t。

原油价格按 1000 元/t 计算,扣除药剂费、劳务费、室内研究费及管柱配套费共计 210 × 10⁴ 元,则

经济效益为 996.955 × 10⁴ 元。投入产出比为 1:5.75。

完善动态井网^[3],据测算 8 口套破堵漏成功的水井可恢复水驱储量 48 × 10⁴ t。

4 结论

封堵高渗透带,对套破井进行化学堵漏,是实现老油田可持续发展的重要措施。

利用高水材料进行的堵漏试验的成功,不仅使多年的停产停注井扶停,而且与钻新井比还节约了大量资金,为今后对该类油田的治理开辟了一条新的途径。

参考文献:

- 1 杨树栋.采油工程.东营:石油大学出版社,2001
- 2 孙恒虎,刘文水.高水固结充填采矿.北京:机械工业出版社,1998
- 3 赵福麟.PI决策技术.东营:石油大学出版社,1997

编辑 刘北昇

现河庄油田分层注水管柱配套模式及应用

作者: [游龙潭](#), [孙民](#), [张红梅](#), [张江](#), [朱泽军](#)
 作者单位: [胜利油田有限公司现河采油厂](#)
 刊名: [油气地质与采收率](#) **ISTIC** **PKU**
 英文刊名: [PETROLEUM GEOLOGY AND RECOVERY EFFICIENCY](#)
 年, 卷(期): 2004, 11(3)
 被引用次数: 1次

参考文献(2条)

1. [江汉石油管理局采油工艺研究所](#), [江汉石油学院采油教研室](#) [封隔器理论基础与应用](#) 1983
2. [谷开昭](#), [王禾丁](#) [PF型静液压封隔器解封力及计算方法](#) 1997(10)

相似文献(10条)

1. 期刊论文 [王增林](#), [崔玉海](#), [郭海萱](#), [辛林涛](#) [锚定补偿式分层注水管柱研究及应用](#) -[石油机械](#)2001, 29(7)
 针对常规分层注水管柱受温度效应和压力效应影响而产生蠕变,降低管柱使用寿命的问题,研制成具有锚定和补偿性能的新型锚定补偿式分层注水管柱。这种管柱采用由补偿器、水力锚和支撑卡瓦组成的锚定补偿机构,改善了封隔器的受力条件,有利于提高注水管柱的工作寿命。还新研制了与注水管柱配套的ZJK配水器,解决了压缩式封隔器坐封时需投捞死芯子的问题。锚定补偿式分层注水管柱已现场应用50多井次,均正常注水,其中最大井深3400m,最高注水压力28.5MPa,最长工作时间30个月,是目前比较先进的分层注水管柱。
2. 会议论文 [丁晓芳](#), [崔玉海](#), [周旭](#) [锚定补偿式细分注水管柱及配套工艺技术](#) 2005
 本文通过研究胜利油田常规分层注水工艺现状,对其结构特点和存在问题进行了分析,阐明了常规分层注水管柱有效工作寿命短的主要原因是:管柱蠕动、封隔器性能差等。并依此为依据研制了具有锚定和补偿性能特点新型长寿命细分层注水工艺配套技术。锚定补偿式长寿命细分层注水管柱主要由补偿器、水力锚、封隔器、坐封控制配水器、水力支撑卡瓦、机械定位器和底球等工具组成。补偿器、水力锚和支撑卡瓦组成了锚定补偿机构,改善了封隔器的受力条件,提高了管柱工作寿命;研制了耐高压、耐高温的长寿封隔器,解决了分层与保护套管问题;研制了新型的坐封控制配水器,解决了压缩式封隔器坐封投捞死芯子的问题;定位器实现了细分层系;配套的液力助捞工艺和自动输送钢丝测试装置,很好的解决了高压深井测试成功率低的问题;全部工具采用镍磷镀处理也提高了工作寿命。该技术在胜利油田各采油厂和中原油田、吐哈油田、长庆油田已经现场应用了500多井次,应用证明:锚定补偿式细分层
3. 期刊论文 [马来增](#), [隋春艳](#), [许翠娥](#), [MA Lai-zeng](#), [SUI Chun-yan](#), [XU Cui-e](#) [分层注水管柱的改进及应用](#) -[石油矿场机械](#)2001, 30(z1)
 针对空心分层配水管柱工作寿命短,作业换封频繁的现象,通过对原分层注水管柱结构及井下工作状况的分析,对分层注水管柱的结构及配套工具进行了改进,经改进设计后的锚定支撑式分层注水管柱在现场实践中证明密封性能好、使用寿命明显提高,具有良好的经济效益和社会效益。
4. 期刊论文 [罗懿](#), [张庆华](#) [斜井分层注水工艺技术研究](#) -[西部探矿工程](#)2003, 15(4)
 在对斜井分层注水工艺管柱进行理论受力分析、管柱变形量计算的基础上,分析了封隔器失效的原因,并提出了解决深斜井高压注水时防止封隔器蠕变,提高分注成功率的方法。
5. 期刊论文 [刘军](#) [复杂断块油藏分层注水工艺技术研究与应用](#) -[科技信息](#)2009(1)
 文章首先从十五期间复杂断块油藏的开发特点入手,深入分析了它对分注工艺技术的要求,分析了三大主导工艺技术的应用范围和新时期存在的主要问题,研究出了复杂断块油藏不同工作环境下的分注工艺技术。详细介绍了各项分注工艺技术的技术原理、取得的技术突破,分析了其对不同工作环境的适应性、解决的重点问题,总结了各项技术的现场应用效果。文章最后提出了复杂断块油藏分注工艺技术还存在的难点问题,指明了下一步攻关研究的主要方向。
6. 期刊论文 [孙茂功](#), [SUN Maogong](#) [分层注水管柱技术分析及应用](#) -[科技传播](#)2010(8)
 本文通过常规分注管柱技术现状调查与力学分析,针对分注管柱寿命短的问题,研究制定了几种完善分注技术的方案。通过试验取得了一定的效果及认识。
7. 期刊论文 [丛洪良](#), [张健](#), [范凤英](#), [夏立元](#), [王春生](#), [毕红军](#) [无锚定不蠕变分层注水管柱的研制](#) -[石油矿场机械](#) 2002, 31(4)
 对细分注水管柱蠕变原因进行了分析研究,对细分注水管柱进行了受力分析,在此基础上,对细分注水工艺管柱的结构和工具进行了改进设计。通过现场试验,开发了这套无锚定不蠕变分层注水管柱,有效地解决了细分注水管柱蠕变问题。
8. 期刊论文 [郑金中](#), [姜广彬](#), [王向东](#), [陈伟](#), [鲍世军](#), [ZHENG Jin-zhong](#), [JIANG Guang-bin](#), [WANG Xiang-dong](#), [CHEN Wei](#), [BAO Shi-jun](#) [玻璃钢油管在海上分层注水井中的适应性研究](#) -[石油矿场机械](#)2010, 39(9)
 通过改进常规玻璃钢的综合力学性能,并配套井下分层封隔器、锚定器、安全接头等工具,实现了玻璃钢油管与分层注水的结合,可延长海上分层注水井的使用寿命,减少平台作业成本。
9. 会议论文 [肖国华](#) [江汉分层注水工艺技术研究](#) 2005
 分层注水是保持油层压力,实现油田长期高产稳产的有效方法。但随着油田开发的不断深入,目前常用的分注技术还存在着许多问题:注水井油管腐蚀严重;斜井注水管柱及工具密封效果差、工作寿命短;工具规格单一,难以通过套管变形形,不能利用套管损坏井、套管变形井进行分注;配套工具技术指标低、不能满足高温高压井注水的需要;针对这些问题,近年来分别研究了几种新型的分层注水管柱:油套管保护分注管柱,快速投捞细分层注水管柱,强力扶正的斜井分注管柱,小直径系列的套管变形井分注管柱,锚定补偿式高温高压井分注管柱,以及耐高温高压的注水封隔器、配水器、管柱支撑扶正器、管柱补偿器、水井锚定装置等配套工具。还针对投捞测试困难,成功率低,易断钢丝的问题改进了堵塞器结构,研制了安全堵塞器。并在江汉、吐哈、冀东、青海、河南等油田进行了广泛地应用,取得了满意的效果并得到了各油田的认可。
10. 期刊论文 [杨洪源](#), [于鑫](#), [齐德山](#), [赵军约](#), [张军芳](#), [水素连](#), [龚由萍](#) [桥式偏心配水管柱在分层测试中的应用](#) -[石油机械](#)2009, 37(3)

针对水井测试存在测试调配工艺不能真实反映分注井各层的实际注水状况及分注井封隔器有效性验证手段单一的问题,开展了桥式偏心配水管柱在分层测试中的研究与应用.桥式偏心配水管柱主要由常规Y341系列封隔器、锚定装置和桥式偏心配水器组成.桥式偏心配水器具有旁通过流通道,当通过集流方式测某一层流量时,不影响其它层段正常注入,可以实现多层配水、任意层投捞,测分层流量时结果直观、准确.根据H5-105井的现场测试结果,以压力为纵坐标、流量为横坐标,经线性回归可以准确计算分层启动压力和视吸水指数,由此可为地质决策人员提供决策依据.

引证文献(1条)

1. 许新华 井下管柱伸缩平衡装置的研制[期刊论文]-内蒙古石油化工 2006(5)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_yqdzycsl200403028.aspx

授权使用: 东南大学图书馆(wfdndx), 授权号: 91675c59-7652-44c4-8b05-9e9700ce8ae5

下载时间: 2011年2月27日