

一体化免捞分注工艺的研究

王淑荣 陈耀星 王伟涛

延长油田股份有限公司横山采油厂 陕西榆林 717300

摘要: 油田开发实际上是能量消耗的过程, 随着油田的不断开发, 地层能量严重不足, 这时常常采用一些人工补充能量的措施来保证油田的高产、稳产, 目前采用的最重要措施之一仍然是注水开发方式。但由于油田开发层系较多, 油层非均质性突出, 层间干扰严重, 笼统注水无法实现注够水、注好水。经过石油工作者的攻关, 分层注水工艺已形成了一系列分注配套技术。

关键词: 一体化; 分层注水

Research on the integration of no - fishing dispensing technology

Shurong Wang Yaoxing Chen Weitao Wang

Hengshan Oil Production Plant, Yanchang Oilfield Co Ltd Yulin, Shaanxi 717300

Abstract: Oil field development is essentially a process of energy consumption. As oil fields are continuously developed, the formation energy is severely depleted, and artificial energy supplementation measures are often employed to ensure high and stable production of the oil field. Currently, one of the most important measures still in use is the water injection development method. However, due to the complex layering of the oil field and the prominent heterogeneity of the oil layer, interlayer interference is severe, and general water injection cannot achieve sufficient or adequate water injection. Through the efforts of petroleum workers, a series of layered water injection technologies have been developed, including supporting technologies for distributed injection.

Keywords: integration, stratified water injection

一、一体化免捞分注工艺目的

目前分层注水及测试主要采用偏心配水器及井下流量计测试法通过测试以了解分层注水情况, 调配或测试时要用钢丝将水嘴或井下流量计下入井内逐层进行调配。该技术存在投捞水嘴难度大、作业时间长、调配效率较低、调配精度比较差等问题。

为解决以上问题, 引进注水井同心可调分层注水工艺技术。该技术是一套全新的注水调配模式, 它采用了同心可调式配水工作筒, 使用的工具主要有: 同心智能测调仪、地面控制器。配水工作筒和可调水嘴一体化设计, 不再需要进行水嘴投捞工作; 井下调节器与配水工作筒的定位对接和水量大小调节对接均为同心对接, 对接成功率很高; 流量测量和调节注入量大小同步进行, 并且可在地面控制器的显示屏上进行可视化同步操作; 具有较大流通面积的桥式过流通道, 满足分层注水调配需要。

二、工艺对比

通过广大石油科技工作者的攻关, 分层注水工艺已形成了一系列的分注配套技术。主要包括地面分注工艺、一体化免捞分注工艺、普通偏心分注工艺、桥式偏心分

注工艺及一体化免捞分注可调式分注工艺。

2.1 普通偏心分注工艺

2.1.1 管柱组成

管柱主要由 Y341-114 封隔器、偏心配水器、底筛堵组成。(如图 2-1)

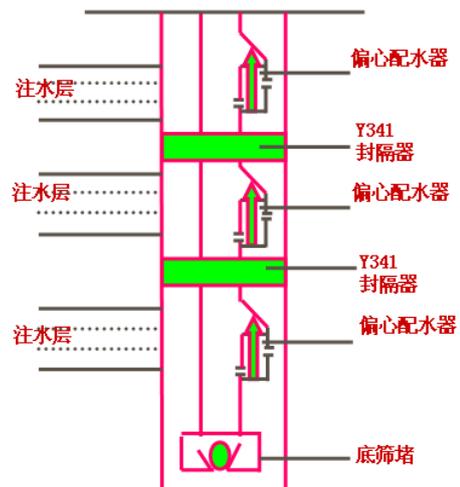


图 2-1 偏心注水两封三级注水管柱图

2.1.2 工艺技术原理

依靠注水压力憋压坐封封隔器，同时验证管柱密封性，提高注水压力，打开偏心配水器水嘴，进行分层注水。通过下入井下流量计进行分层测试，验证多级分注管柱封隔器密封性。管柱上提即可解封，重新憋压坐封封隔器。正常注水时，堵塞器依靠凸轮坐卡于工作筒主体的偏孔密封段上，通过两组密封圈封住偏孔出液槽，注入水经水嘴节流后，通过工作筒主体的偏孔进入油、套管环形空间，然后注入地层。调配使用的工具为：投捞器、存储式超声流量计（或其它电子流量计）、固定水嘴等。

2.2 桥式偏心分注工艺

油田开发后期，层间矛盾加剧导致偏心注水测调效率低，研究了桥式偏心分层注水技术。

2.2.1 管柱组成

管柱由 Y341-114 封隔器、桥式偏心配水器以及丝堵等构成。（如图 2-2）

2.2.2 工艺原理

桥式偏心分层注水工艺主要由偏心配水工作筒、偏心配水堵塞器、测试密封段组成。工作筒主体上有 $\varnothing 20$ mm 的偏孔，用以坐入堵塞器。堵塞器在进、出液孔之间装有水嘴。偏孔内壁出液孔与工作筒中心 $\varnothing 46$ mm 主通道相通，当测试密封段坐到位后，恰好对准测试密封段两组皮碗之间的中心管进液孔，因此可以测得本层的单层段参数。同时，由于 $\varnothing 46$ mm 主通道周围布有桥式通道，使在本层段测试时，其他层的工作状况基本保持不变，减少了层间干扰，将层间干扰影响降到了最低。有效提高分层流量调配效率及分层测压效率。

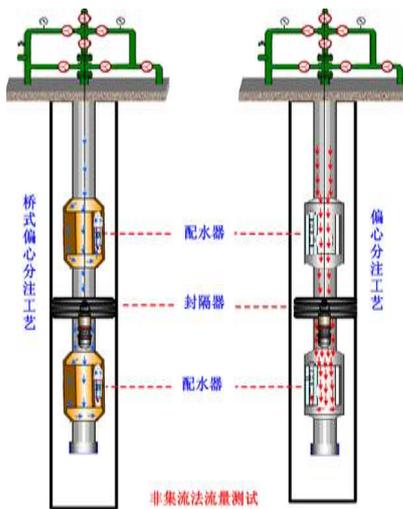


图 2-2 桥式偏心分注管柱

2.3 一体化免捞分注工艺

一体化免投捞分注工艺是同心分注技术的一种，它主要适用于配注量小、卡距小的情况下进行注水井的分注。其内部结构简单、调配扭矩小，水嘴结构呈椭圆或窄型键槽结构，另有外径 95mm 的型号可供选择，在小

井眼、配注量较小、卡距 2 米以上的注水井中适应性非常好的特点。

2.3.1 工艺原理

利用机电一体化及电缆传感接受技术，采用边测边调的方式进行流量调配和测试。一体化免捞分注器将可调水嘴设计在中心通道外围，可调水嘴固定安装，井下智能测调仪与一体化免捞分注配水器同心对接，实现测调同步进行。仪器转速较慢，配合窄长型水流出口可以适应各种低注入量配注的精确要求。

测调仪通过单芯电缆给地面控制系统发送测量数据，同时地面控制器通过发送不同的控制命令来控制测调仪，测调仪通过其下端的调节头带动一体化免捞分注配水器的转动，从而调节配水器的开度大小，进而对不同层位的流量进行调节以达到配注要求。

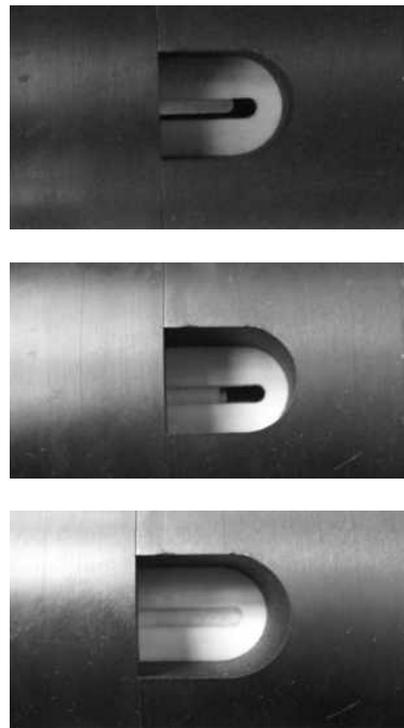


图 2-3 一体化免投捞分注工作筒

一体化免投捞配水工作筒的水量调节是通过专用调节器转动工作筒中心位置的同心活动筒，来改变注水流通面积，从而实现注水大小的调节。

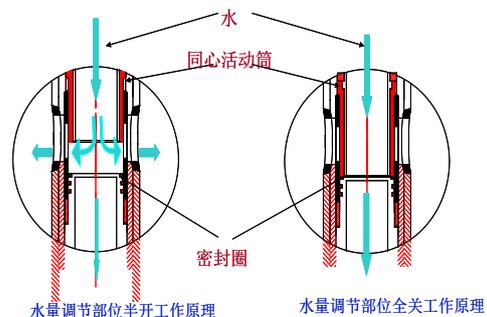


图 2-4 一体化免捞分注工艺

2.3.2 管柱结构

一体化免捞分注工艺管柱由 Y341-114 型反洗井封隔器、同心电动直测配水器、球座、筛管、丝堵等组成。一体化免捞分注工艺由于采用一体化免捞分注器、Y341 型反洗井封隔器不受投捞距离、封隔器卡距等限制。

2.3.3 工艺优缺点

2.3.3.1 优点:

(1) 配水工作筒和可调水嘴一体化设计, 不在需要进行水嘴投捞工作;

(2) 井下调节器与配水工作筒的定位对接和水量大小调节对接均为同心对接, 对接成功率很高;

(3) 流量测量和调节注入量大小同步进行, 并且可在地面控制器的显示屏上进行可视化同步操作;

(4) 具有较大流通面积的桥式过流通道;

(5) 两层封隔器选用带反洗通道可反洗井的封隔器, 反洗通道打开条件根据不同的型号或生产商有不同的区别, 我们选用的是在上端压力大于下段压力 3MPa 的情况下打开, 在后期水嘴堵塞、易结垢时能够较好的实现反洗井, 反洗时, 洗井液通过泵车加压进入套管中, 气流量保持在 $15\text{m}^3/\text{h}\sim 25\text{m}^3/\text{h}$, 少部分洗井液进入地层, 大部分洗井液通过球座或双作用凡尔进入油管从井口排出;

2.3.3.2 缺点:

配水工作筒的价格稍贵。

三、主要技术性能指标、关键技术及创新点

3.1 一体化免捞分注工艺技术介绍

一体化免捞分注工艺技术是指在作业完井时下入一体化免捞分注器, 完井后能够使用同心测调仪进行水嘴打开、调节、试注、水量调配; 使用同心验封仪进行管

柱验封; 使用同心测调仪进行定期测调的一项分层调配技术。主要由免投捞一体化免捞分注器、同心测调仪、电动验封仪、地面控制器、辅助设备电缆测井车等组成。

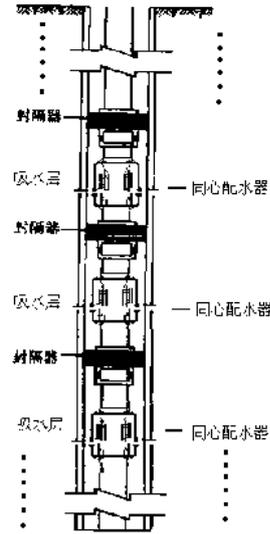
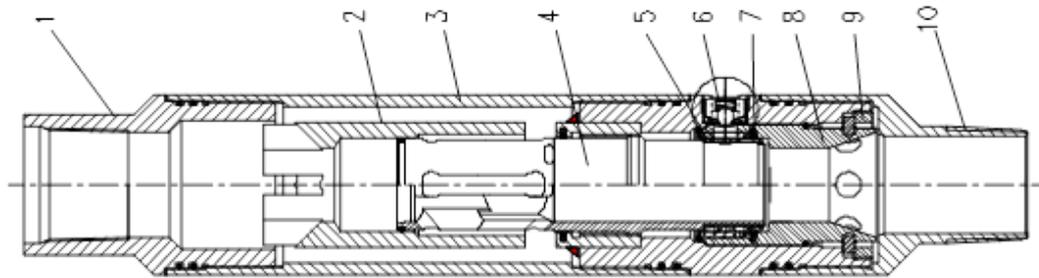


图 3-1 一体化免捞分注工艺示意图

3.2 一体化免捞分注器结构

小排量防反吐一体化免捞分注配水器主要由上接头、本体、外护筒、调节套、活动水嘴、防反吐组件、固定水嘴、固定水嘴座、螺环、下接头组成, 结构图 3-2 所示。在设计过程中尽可能优化结构缩短配水器长度, 以适用小卡距封隔器密封。



1- 上接头 2- 本体 3- 外护筒 4- 调节套 5- 活动水嘴 6- 防反吐组件
7- 固定水嘴 8- 固定水嘴座 9- 螺环 10- 下接头

图 3-2 小排量防反吐一体化免捞分注配水器

3.3 针对延长油田所做的技术创新

延长油田油层层系较多, 从延长组到延安组多组油层同时开发, 采用笼统注水工艺不能有效提高水驱动用程度, 实施精细注水、精细开发必须采用分层注水工艺, 尤其是西部油田开采层系多、层间矛盾突出, 适合分层配注。低渗透油田要保持稳产和取得较好的开发效益, 必须要有一套适合低渗透油田特点的注水工艺配套技术。

3.3.1 小卡距优化

为了适用于封隔器小卡距密封, 就必须控制配水器的长度尺寸, 为此, 在此次规范化研究过程中对配水器长度尺寸进行了重点讨论, 一体化免捞分注配水器长度 640mm。中心通道最小内通径 46mm 满足目前测试中使用的吸水多参数等其他测试仪器正常通过。

3.3.2 大斜度井优化

由于延长油田井斜较大, 所以在配水器设计必须采

用同心遇阻式对接, 提高对接成功率, 最大井斜小于等于 60 度的注水井均可使用该分注技术, 提高工艺适用性。

3.3.3 小注入量优化

延长油田单井注入量小 (4-50 方 / 天), 单层配注量小, 所以在研究过程中需要就水嘴结构、尺寸及调节方式进行重点研究, 以适配延长油田实际情况。

3.3.4 防反吐功能

防反吐结构是为防止地层压力大于管柱压力时防止地层液体回流而设计的结构, 由于延长油田地层吸水性差, 有些才有厂还有间歇注水情况, 为防止停注期间底层反水进入油管, 所以配水器需要具备防反吐功能。

四、现场应用情况

4.1 在横山采油厂施工完成 5 口, 管柱结构有效期长达 1 年以上;

4.2 封隔器一次座封成功率 100%, 层段合格率 100%;

4.3 测调试成功率 100%;

4.4 测调仪器一次入井可完成每层流量的调配及温度、流量、压力的可视化监测, 单井 (2 层) 调配所需时间 ≤ 6 小时。

五、结论

该配水测试工艺技术能有效的解决延长油田薄层分注、低渗透小方量注水以及污水注入的注水环境, 是一种实用性较强的油田分注模式。解决了其他分层注水工艺过程中存在的投捞水嘴难度大、作业时间长、调配效率较低、调配精度比较差等问题。

参考文献:

[1] 刘合. 分层注水高效测调工业技术级管理. 石油工业出版社, 2016

[2] 王渝明. 精细分层注水技术. 石油工业出版社, 2019-07