

# 油田开发分层注水工艺技术现状与发展

王 军

延长油田股份有限公司南泥湾采油厂 陕西延安 716000

**摘要:** 社会不断的发展, 给予油田开发带来了众多的机遇, 但与此同时也带来了不小的挑战和压力。特别是因为低渗透油藏开发的难度非常大, 在自然环境之下无法稳产, 所以必须要运用增产的方法与措施才能够大规模的投产。通过将分层注水工艺加入进去, 改善层间矛盾, 减缓自然递减, 提高油田采收率。能够有效解决低渗透油藏开发难度大等问题。因此, 文章主要对油气田开发分层注水的现状与发展形势进行细致的分析和研究。

**关键词:** 油田开发; 分层注水工艺技术; 发展形势

## 引言:

随着当前社会原油资源供给矛盾的不断突出, 原油分层注水技术的重要性也进一步凸显出来。在整个油田领域不断的研发与实践下, 目前分层注水问题已经逐步趋于完善。而在大量的实践过程中, 我国目前的分层注水技术在世界石油领域已经处于领先地位。但是面对不断增加的原油供给需求, 还必须要针对分层注水技术进行进一步的研究。

## 一、分层注水技术发展概述

注水是保持油层压力、实现油田高产稳产和改善油田开发效果的有效方法。中国油田储集层中为陆相碎屑岩沉积, 纵向非均质性强, 注水开发过程中注入水易沿高渗层水窜。为提高水驱油田总体开发效果, 应加强中、低渗透层注水。发展分层注水技术, 实现多油层有效注水, 是高含水后期、特高含水期继续提高水驱采收率的主攻方向之一。

多年来, 为满足油田不同开发阶段的技术需要、解决油田开发层间矛盾、实现高效有效注水, 经过不断研究和技术创新, 配水工艺从笼统注水发展到分层注水, 从起下管柱调整发展到投捞水嘴调整、地面直读测调, 资料录取从单参数发展到多参数、从卡片划线发展到电子存储、地面直读。分层注水管柱从固定式分层注水、活动式分层注水、常规偏心分层注水发展到同心集成分层注水、桥式偏心分层注水, 配套测调技术从钢丝投捞发展到钢管电缆直读测调。现阶段“桥式偏心钢管电缆

直读测调”因为其在测试方面的优势已经成为中国油田注水井的主体分注技术, 该项技术大幅度提高了注水井的测调效率, 取得了显著的经济效益和社会效益。

## 二、油气田开发分层注水工艺技术的现状

### 1. 桥式偏心分层注水工艺

该施工工艺主要是由偏心主体、连接结构、扶正导向体、配水堵塞器等几个部分共同组成。而在该工艺技术中所运用的配合性主要是在传统油田配水设备上额外增加了一个桥式通道而形成。整个配水器主体部分配备了一个直径达到20mm的偏孔, 通过这种结构能够让其与配水器形成相互配合, 并最终构成了整个设备的堵塞管路。在配水器的周边分别分布着5个桥式流通通道, 这些流通通道的主要作用是作为投捞工具以及测试仪器的测量管径。图1示。

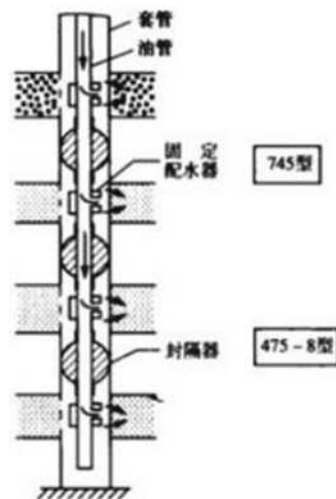


图1 分层注水示意图

### 2. 钢管电缆直读测调技术

钢管电缆直读测调技术综合了机电一体化技术、计算机控制技术、通信技术、传感器技术、精密机械传动技术等, 系统由电动测调仪、电缆绞车、地面控制系统

**通讯作者简介:** 王军, 出生年月: 1995.5, 民族: 汉, 性别: 男, 籍贯: 陕西延长, 单位: 延长油田股份有限公司南泥湾采油厂, 职称: 助理工程师, 学历: 本科, 邮编: 716000, 邮箱: 1838432139@qq.com, 研究方向: 油田注水。

等3个部分组成。井下电动测调仪与桥式偏心配水器的堵塞器对接,实现流量自动调整,无需投捞堵塞器。同时对井下流量、压力、温度等信号在线采集,实现压力和流量等参数的在线监测,大幅度提高了注水井的测调效率。井下电动测调仪经电缆绞车与地面控制系统相连。地面控制系统主要完成对井下仪器的供电控制、通讯以及上传信号的采集与处理,可实现井下各层注水量的实时监测、调节过程监测、成果曲线绘制及吸水指示曲线绘制等。

### 3. 上述两种技术的应用现状

在油田实际的应用过程中,通过将上述两种技术进行有效结合之后,使得分层注水技术实际应用的效率得到了极大提升。在上述两项技术不断实现实践应用的过程中,各项功能也在逐步趋于完善,其主要表现在以下几个方面:

首先,在传统的注水作业过程中,由于井口并不能够实现有效的密封,因此不可避免的会对原油的开采质量造成一定的影响。而在全面应用钢管电缆取代传统的铠甲电缆之后,能够有效避免在具体进行测试的过程中出现井喷等事故。而目前大多数油田在实际进行生产作业的过程中实现了对双滚筒绞车的普及应用,并为其配备了双重新型的电缆,从始至终施工作业人员能够针对不同井深以及不同压力工况下实施良好测试。

其次,在传统的分层注水技术下,实际测量数据与仪器设备所显示数据存在较大差异,这就导致分层注水技术的实施效率不能得到全面提升。而随着双流量电缆测调仪的全面应用,使得我国油田目前已经实现了对测量目标实施分层调试,而且还可以针对单层进行测试,在此基础上就使得油田实际的作业效率以及测量精度都得到了全面提升。

最后,为了能够使油田注水作业过程中实际的测量效率得到全面提升,通常情况下都会应用大量的传感设备来实现对各种作业仪器数据的及时监控,在此基础上,相关的作业人员就能够针对所有的作业设备实现作业全过程跟踪和维护,充分保证了井下测量数据的精确性。在当前的油田领域中上述两种技术结合应用已经在行业内充分体现出了其应用价值,这在很大程度上对我国分层注水技术的成熟发展起到了极大推动作用。

## 三、油气田开发分层注水工艺技术发展的趋势

### 1. 分层注水防砂专业技术

工作人员在进行采油的过程中,容易会遇到出水概率非常大的油藏。所以在对地层进行注水、泄压的过程中,极有可能会出现出砂或者是返土等现象,导致水嘴

失去自己的作用,无法进行有序的排水,就连管柱也被埋入到了砂体当中,没有办法再继续工作。现阶段分层注水防砂专业技术几乎都会用在海上油田,陆上运用分层注水防砂专业技术的油田并不是很多。陆上油田几乎将自己关注的重点放在将偏心注水工艺作为分层注水的重要工艺。国家的分层注水防砂专业技术的发展方向,主要是让分层注水防砂专业技术更适合用于偏心注水管柱的防砂工艺。专业的设计工作人员通过对偏心配水器的设计进行分析和研究,之后对其进行升级,在工作筒当中加入了一个单流阀结构,主要起到了防砂的效果。当工作人员在进行注水的过程中,弹簧就会受到压力而出现收缩的状态,水会慢慢经过单流阀流入到地层当中去。当工作人员停止注水这一工作之后,地层液流也不会出现回流等问题。在进行井筒清洁整理的过程中,有时会出现短路等问题,这时专业的设计工作人员在注水管中因为加入了单流阀结构,所以能够有效地减少短路问题出现的可能与几率,而且还能够进一步提升洗井的效果。此外,油气开采企业还需要对出砂注水井的管理工作加强关注与重视,那些非常容易出现砂的注水井,工作人员还需要制定出完善的预防方法与策略,加大对注水的管理力度,应用正确规范的操作方法,确保注水的平稳性,减少注入层出现返吐问题。

### 2. 分层注水实时监测与控制技术

国内一些注水基础较好的油田面临着分层注水量变化快的问题,已经分注并达到油藏配注方案的井,由于层间差异,注水量并不稳定,动态合格率低。同时,对分层流量和嘴后压力等重要参数无法长期、态模拟的需求。为此,分层注水向井下实时监测和自动控制方向发展。智能配水器是整套系统的核心,主要由电池、控制器、温度监测、压力监测、流量监测、执行器、天线等组成,实时监测并存储井下温度、压力和流量数据,同时能依据预设配注方案和实时监测的分层流量结果,通过微电机按指定周期调节配注阀开度,实现配注量的自动控制。井下智能配水器存储的长期监测数据通过通讯短节以短距离无线传输方式传送到地面,为精细地质研究提供依据。智能配水器电池电量耗尽或出现故障时可通过下入投捞工具实现智能配水器的投捞操作。

### 3. 低配注量分层流量测试

在油气田开发不断深入的情况下,开采区域也在逐渐向着中低渗透地层推进,低配度量层段的数量在不断地增加。传统的生产开采技术已经完全不能满足低渗透油藏实际的生产开展需求,这主要是因为传统开采技术很难实现良好密封,油井开采的可靠性不能得到充分保

障。而充分利用低配度量分层流量测试技术能够通过有效提升流速来进一步提升低配注量实际的测试精度。而在实际开展压力大参数数据读取的过程中,才能够实现良好的密封性。这也是未来油田开发过程中低配度量分层测试主要的技术发展方向。

#### 4. 深井与高温高压井分层注水专业技术

伴随着科技高速的发展,我国的深井与高温高压井的数量正在不断增加中。据了解,油田当中所运用的管柱工具和专业的测试仪器已经无法再适用于现阶段的深井和高压深井中。因此,需要专业工作人员在工作中不断总结和学习,开发出与深井和高压深井相符合、相一致的分层注水专业技术。现阶段国家的深井与高压深井在其开采的过程中,会遇到些许的问题,即深井与高压深井当中的分层注水程度偏低。分层注水层数一般在3层下方,施工人员几乎都会运用钢丝进行测量与调试的工作方式,极有可能造成调试与测量的工作效率偏低,而且应用的规模有所限制。此技术还不是非常的健全与完善,依旧处在实验的过程中。所以,设计工作人员需

要设计出具有高温性特点的电缆直读测调专业仪器,并且电缆直读测调专业仪器能够承受的住不低于150℃的高温,这样才能够进一步地提升测量和调试的水平。

#### 四、结束语

分层注水在油田稳产和提高采收率方面发挥了重要作用。目前,分层注水工艺技术已在油田大量推广应用,满足了常规注水井的开发需要。分层注水今后的发展方向是适应出砂井、低配注量井、深井,高温高压井、大斜度井的分层注水工艺技术,同时研究分层注水实时监测与控制技术,提高对生产过程的监测和控制水平,提高水驱油田开发效果,进而提高采收率。

#### 参考文献:

- [1]罗莹.国内油气田开发分层注水工艺技术现状及趋势[J].石化技术,2019,26(01):190,193.
- [2]卢培华.超深双台阶水平井集成式同心分注工艺研究与试验[D].青岛:中国石油大学(华东),2020.
- [3]张俊法.高含水油田开发效果评价与挖潜研究[D].北京:中国地质大学(北京),2020.