

# 分层注水工艺在原油开采中的应用

张 蕾

延长油田股份有限公司南泥湾采油厂 陕西延安 716006

**摘 要:** 在当前很多油田技术中, 分层注水技术是最重要的技术。分层注水技术已广泛用于油田的开发, 但其在原油开采上的效果并不理想。在原油开采过程中, 存在着许多分层注水技术, 要充分发挥其优势, 必须针对不同区域的特征, 以及不同的原油特征; 采用了不同的分层注水工艺。目前, 在油田的分层注水工艺中, 分层注水工艺包括: 同心集成式分层注水、地面分层注水、偏心投捞分层注水工艺。

**关键词:** 原油开采; 分层注水; 工艺原油; 应用

## Application of Layered Water Injection Technology in Crude Oil Exploitation

Lei Zhang

Yanchang Oilfield Co., Ltd. Nanniwan Oil Production Plant, Yan' an, Shaanxi, 716006

**Abstract:** Among many current oilfield technologies, layered water injection technology is the most important technology. Layered water injection technology has been widely used in oilfield development, but its effect on crude oil extraction is not ideal. In the process of crude oil extraction, there are many stratified water injection techniques. To give full play to its advantages, it is necessary to focus on the characteristics of different regions and different crude oil characteristics; different stratified water injection techniques are adopted. At present, in the layered water injection technology of oilfield, the layered water injection technology includes: concentric integrated layered water injection, ground layered water injection, and eccentric fishing layered water injection technology.

**Keywords:** Crude oil recovery; Layered water injection; Process crude oil; Application

在我国, 采用分层注水技术已成为一种技术手段。以往, 我国石油和天然气资源的开发利用效率不高, 已经严重影响了国民经济的发展。我国拥有 960,000 多平方公里的国土, 拥有丰富的石油资源, 但却面临着开发效率低下、使用过度等问题; 由于石油长期依靠进口, 我国已逐渐采取分层注水技术, 以减少经济投入, 使油田的开采效益大为提高; 为我国发展石油事业作出了巨大的贡献。由于水与石油的密度不同, 所以我们采取了注水的方式; 以往, 在相同的压力体系下, 要进行混合注水; 在这样的条件下, 有些地层会有大量的水分进入, 而另一些地层中只有少量的水分, 从而使原油不能从体内排出; 因此, 原油的开采效率会大幅度降低。在这种情况下, 油田的分层注水技术又有了新的发展。该注水技术不仅能有效地控制高渗层的注水, 而且能在中低渗层中加大注水; 这样, 各个油层都能得到最大程度的开发利用, 从而提高了整个油田的产量; 这样就能有效的将不同渗透层的原油抽出来, 提高采收率。目前, 这种技术已在各大油田推广使用, 效果良好; 在此基础上, 我们将进一步推动分层注水技术的应用, 为石油行业的发展作出新的贡献。

### 一、分层注水工艺在原油开采工程应用的重要性

油田分层注水方式是指在不同油层一次注水区域, 根据不同的驱压能力差异, 在不同油层的注水部位分别

安装不同尺寸的油管; 该装置可调整每次注水时的一次注水压力, 使注水压力在不影响断裂部位的封闭情况下均匀分布; 能够很好地满足不同油田的注水、驱压要求。注水、出油是注水、出油过程中, 不同层的吸水率、水层推进速率及渗透率存在着明显的差别; 吸水压力分布及出油剖面由饱和度、吸水压力等因素所决定。分层注水井分层注水、分层调剖、分层注水; 通过分层注水、分层注水等方法, 实现了注水、溢流剖面的实时优化; 对不同油层储层的储层特性进行了分析, 确定了油层的推进速度、含水量和上浮速度。石油生产以压差为主, 随着油田的开发, 油井的压力会逐渐降低, 导致生产效率降低, 尤其是在中后期。传统的注水技术可以在一定程度上提高储层的压强, 但是由于含水率和含油浓度的不同, 导致两者很难相结合, 从而影响了油田的开发。因此, 在中后期, 加强分层注水技术的运用, 对于提高油田中、后期的采收率具有重要意义。分层注水技术的核心在于根据油层的性质、饱和度、压力等因素, 把油层分成多层, 也就是在各个层之间分别设置隔板, 在不同层上设置不同的管嘴; 通过调节各油层的注水, 确保油井在较长时期内不会因长期开采而造成油层压力降低, 从而确保出油和出油质量。

### 二、油田分层注水技术

#### 1. 管柱技术

分层注水的实施方式为管注,也就是采用管柱进行注水,管柱有同轴、偏心和中空三种类型;同心集流式分层注水管也是随着分层技术的发展而发展的.第一类是同心式注水管线,即在一个井中设置两个管线,分别负责内外的输油,并用隔离设备将必要的上下两层隔开;外筒与密封圈相连,以实现密封和外联件的功能,再通过相应的工具将其连接,再在外管道中加入一条内管;再用一条密封管把内管和密封件相连,再通过内管对下层进行注水.第二类是偏心注水工艺,即为了保证生产的顺利进行,将配水装置与油管轴线偏离中心.经改造后,可充分发挥偏心注水自锁的作用,从而达到消除油管压力、保证其在良好的密封条件下的目的.另外,这种注水管道的封隔器也可以分成能洗和不能洗两种类型.第三,新的注水技术的出现,极大地改善了我国油田的生产效率.斜井注水技术是原油开采中一项新型的注水技术,它能有效地减小封隔件与套管间的华东,避免由于封隔器的存在而造成的故障.因此,应充分运用已有的几种管柱注水技术,对空心管柱进行内部分层技术改造,并将空心管柱分层技术与其他同心管柱集成技术相结合;提出了一种新的管柱注水技术——管柱集成技术;因此,新的管柱注水技术在实践中的使用效果得到了很大的改善.

### 2. 低渗透分层注水工艺

分层注水技术是目前油田应用最广泛的一项技术.最后,在项目的设计、施工计划的基础上,由相关人员进行注水.而油田的低渗透注水,则要考虑到水井、地层的压力等因素,才能进行有效的分层.因此,在进行低渗透分层注水时,为了保证注水效果,需要对水井、油气田进行分层处理;提高油田的产量,提高原油产量.

### 3. 分层注水测试工艺技术

注水井在经过一次分层处理后,要定期进行分层注水,认真地检查注水的注水精度和注水水平,为注水层段和注水资料的合理调配提供了依据.过去,在多层油流实验中,采用密度递减法,不但实验程序复杂,而且采用了密度递减法.同时,由于测试数据中存在大量的误差,使得数据的分析准确率降低,对解释结果产生了不利的影响.目前,国内外许多大型油田已开展了相关的试验和应用,并取得了一定的成果,如:油田采用磁自动定位、声波变压器密度自动测井、在线自动测封密度;采用油井油压自动调整密度试验、油管自动调整密度试验等技术措施,可以提高油井在不同注水量条件下的试验各阶段合格率;自行研制了一套单井地面多层注水试验监控系统,该系统不需要自行投捞、自动投料,只需在单井地面上自动更换注水口,即可调整各个油层的注水;确保各油层的单井注水达到平均水平;通过对单井分层注水技术的改造,可以有效地改善单井分层注水的综合工效,并可满足单井分层注水的要求.

## 三、分层注水工艺的表现形式与其在原油开采工程中的

## 应用

分层注水技术的基本原理是:利用封隔器将注水层内的水注入到不同的喷嘴中,以达到对不同注水层注水的目的.在实施分层注水工艺时,需注意:(1)按井底压力情况绘制分层注水层数曲线;(2)采用数据曲线,得出了井底分层注水压力与注水量之间的关系;(3)在一定的地层中,计算出相应的注水量.(4)对井下各注水层的水量分布进行了计算.在分层注水工艺中,各工艺参数均按上述程序进行.

### 1. 同心集成式分层注水工艺

在原油开采中,分层注水技术有很多种,其中以同心集成注水技术最为典型.同心集成技术的特点是:在细分注水管线顶部,4 t.55 型水封隔器中部,4 t.55 型水封隔器;为了保护套管不受外界因素的干扰,注水管与地表之间通过注水管线相连.目前,使用的是套管保护封隔器、射流洗井器等同心集成分层注水技术.从实际角度来看,该技术在实际应用中仍有很多问题,采用同心集成分层注水工艺,其工艺过程与偏心抛捞工艺最大的区别在于管柱结构;由于管柱结构的不同,注入通道也不同,导致了工艺上的根本差别.通过对同心式集成封层注水技术的研究,得出了注水封隔器在保证整个生产流程中起着至关重要的作用.根据油田的实际需要,制定了一系列规范的操作温度标准,保证了油田分层注水技术的正常使用.

### 2. 地面分层注水工艺

与其他分层注水技术相比,地面分层注水技术的最大优点是施工简单.在生产过程中,将被挤压的封隔器分成两个等级,上层是油套环空注,下面是管线;这个操作方式可以有有效的分离出不同的部件,而且不同的上、下两个层面的使用方式也不同,从而避免了很多不必要的问题.目前,地面分层注水技术的主要工作方式压缩式封隔器,这种方法在深井和特殊油井中应用较多.由于各个油藏的地理条件不同,其他的方法在某种程度上不适合,很难保证原油的高效分离.其适用范围很小,若员工认真地观察井位,保证在采掘过程中,井位的选取不会出现差错;通过对地面分层注水技术的应用,可以得到较好的效果;在同样的人力、物力投入下,能够提高生产效率.从上述分析可以看出,要充分发挥迪安分层注水技术的优点,并针对不同的特殊情况,充分发挥其技术优势;在实践中,必须从多个方面积极地了解注水技术特点,并进行深入的研究.

### 3. 偏心投捞分层注水工艺

目前,根据现有技术,采用偏心分注法进行分层注水,目前已知的偏心分注管技术并不止一种;而最常用的是偏心分注管的膨胀型封隔器.对于扩张式封隔器的偏心分注管柱,其作用是利用 K344 型封隔器的压差和油差,在压差大于 0.7 MPa 时,使封隔箱的橡胶桶逐步膨胀,从而在不同的分层之间进行调配;使用钢丝抛出

偏心水。K344 型充气封隔器是一种不可替代的密封装置,它是利用水力实现密封的;从而达到了循序渐进地改善注水效果的目标。而压型封隔器偏心分注柱,其主要使用方式为:采用液压坐封隔板、钢丝抛投堵漏,并选用适当的支点;然后将柱子抬起,最终松开。其最大的不同之处是其基本原理不同,其制造过程因其原理不同而不同;因此,部件的选择也是不同的。分析了压缩式封隔器偏心分注柱的内部结构,指出将其分成两个层次,以便于地层间的流动。从而,灌浆的密封性得到改善,注水的综合利用也得到了进一步的改善。从分注管柱的结构角度来看,不仅保证了当前的分层注水整体效果,而且可以从一个侧面凸显其整体技术效果;在加压式封隔器中,它的应用范围会更广。

#### 四、分层注水工艺在原油开采工程中应用要点

目前,分层注水技术在原油开采中得到了广泛的应用,并取得了良好的效果。通过强化分层注水技术的研究与应用,确保了在开发中后期,提高了油田的采收率。在进行分层注水技术时,必须确保分层注水技术的实施,并确保其在实际工程中的使用。(1) 分层注水井段通常为 2~3 个井段,但必须保证 4 个井段以上,否则会对分层注水技术的应用产生不利影响。在采用分层注水技术的过程中,配置于注水井段的水管、配置器胶桶等均要进行压力测试。为确保分层注水设备在井下的耐压能力达到 3500 m,实现了分层注水工艺。(2) 分层注水技术在进行分层注水时,应对其进行合理的实验和计算,以确

保其顺利进行。此外,通过与邻近油田的注水工艺比较,可以得到较好的注水技术。此外,由于不同的油井,其井下地质状况也不尽相同,因此应根据实际情况,选择合适的地层注水参数。(3) 在进行分层注水工艺时,要针对不同油井的特点,合理地选择不同的分层注水参数,避免盲目地采用;这将会对其执行的效果造成负面的影响。

#### 五、结语

分层注水技术是原油开采中的关键技术之一,在中、后期油井中应用分层注水技术,能有效地提高油井的采收率和采收率。在分析了分层注水技术在原油开采中的重要作用后,指出了该技术在原油开采中的应用。在进行分层注水技术时,要根据油田实际情况,合理选取技术参数,以达到最大限度地利用油田。

#### 参考文献:

- [1] 任永琳,王达,冯浦涌,崔波,高纪超,汪超. 油田注水开发后期提升采油率的技术措施分析 [J]. 石油化工建设,2022,44(02):167-169.
- [2] 慕丹. 低渗透油田注水开发工艺技术研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量,2021,41(13):173-174.
- [3] 翟浩斐,程方敏,徐林才,梁愉京. 采油分层注水工艺及实践探讨 [J]. 石化技术,2020,27(05):325+329.
- [4] 唐睿. 采油工程分层注水工艺应用探析 [J]. 化学工程与装备,2019,(11):44-45.