

# 智能分层注水工艺技术在采油工程中的应用分析

肖玉勇 曾志权 陈松

(中国石油塔里木油田分公司泽普油气开发部阿克采气作业区)

**摘要:**在采油工程中,分层注水工艺技术应用广泛,解决了采油工程中的压力问题,大大提升了采油工程的效率,在各项技术不断成熟的背景下,智能化分层注水工艺技术逐渐普及,这一技术的应用可以大大减少采油成本,提升采油效率,保证采油的质量。本文主要探讨智能分层注水工艺技术在采油工程中的应用。

**关键词:**智能; 分层注水工艺技术; 采油工程; 应用

## 前言

采油工程过程中,油能量作为采油运作的动力,如果动力不足,油层之间的压力会越来越小,不仅会影响采油作业,也会产生一系列问题,如采油量降低、油性质发生变化、黏稠度降低、原油流动性不足等,最终油田就会成为死田,从而导致资源白白浪费。为了避免以上问题的发生,最常用的方法是分层注水工艺技术予以控制,通过注水保证底层间的压力稳定,可以提升采油效率,降低生产成本,所以智能分层注水工艺技术这一技术是当下采油工程的重要保证,可以有效解决采油工程中的实际问题,提升原油开发效率。

## 1 智能分层注水设备

### 1.1 地面集成控制系统

相比传统的分层注水设备,智能分层注水设备的运作少了人工的参与,运行更加智能化,可以实现自动化的注水,同时还可以对整个采油作业进行监控。智能分层注水设备最基本的系统是地面集成控制系统,这一系统由监控设备、计算机、数据采集系统、控制器等组成,其中数据采集系统、监控设备可以实现对油井油层的控制,对底层压力、温度等参数进行控制、实施监督,在地面控制系统的支持下,通过自动操作,对作业进行分层控制,实现油层油量的调节<sup>[1]</sup>。

### 1.2 定位密封

采油过程中,如果油层未能充分隔离,就会发生串流现象,为了避免这一问题的发生,要借助一定的设备和工具加以控制隔离,如可以用密封筒加以隔离,同时也要借助防砂封隔器,通过这两种设备的配合使用,再借助定位密封加以隔离,可以实现油层的串流问题,在多级流量控制系统下,

要和液控管线连接在一起,才能实现良好的密封效果,所以隔离 m 密封要有控制穿越液控的作用。

### 1.3 多级流量控制系统和解码器

在采油过程中,要实现多层的油层的控制,要借助多级流量控制系统,这一系统设置于油井下面,由多个设备组成,其中主要的设备有开启关闭总成、防漂移锁、多级水嘴。其作用主要可以维持这一系统的平衡,进而更好地控制地面系统,完成井下安装作业,这一系统的优势明显,可以实现多等级油层的调控,对油的流量可以进行灵活的控制,且控制效果较好。井下多级流量控制系统的原理较为简单,是单相控制设备,两个液控管线分别控制开关阀门,实现阀门的关闭和开启,管线从采油树穿过后,连接到地面控制系统上,实现与地面设备的连接和控制。在部分智能分层注水设备中,这一系统的数量会有多个,一般在两个以上,此时由于系统增多,液控管线数量也会增多,设备整体的复杂性会大大提升,为便于操作,减少管线数量,可以用三根液控管线进行精准控制,此时需要借助解码器,通过解码器可以将设备和管线进行精准连接。解码器一般由两个重要元件组成,即常闭二位二通阀、常开二位二通阀,然后结合不同的给油顺序,对不同多级流量控制系统进行控制。

### 1.4 油藏监测系统

油藏监测系统主要对油层的流量、压力、温度进行监测,监测是智能的、自动化的,通过对这三个参数的实时监测,解决油层压力不稳定的实际问题,为采油工程的顺利开展提供了支持。油藏监测系统比较复杂,由多个系统元件组成,其中最为主要的系统元件有流量计、集成传输电路板、信号

采集探头等，这些系统元件的协调配合实现了对油层压力、流量等参数的实时监控，通过对油藏的监控，将相关数据传输到地面控制层，就可以实现采油工程的自动化控制，大大提升了采油工程的效率。

## 2 智能分层注水工艺技术在采油工程中应用

### 2.1 应用智能分层注水工艺技术的优势

在油田开发中，由于原始地层的压力较低，可以判断其油田储量，随着开采业务的进行，就会造成供液不足、压力不够的问题，从而影响到采油工程的进行，所以应用智能分层注水工艺技术可以提升油层的压力，以保证采油的连续性，通过这一技术可以为采油作业提供能量，保证采油的效率。以沿海某区域的油田为例，该油田具有丰富的油量，出油量稳定，储量大，且油储量极其丰富，同时该油田埋藏深度较浅，且具有油水系统复杂的特点，经过实地考察，发现该油田的黏度高、密度大，流动性差，在油田情况进行分析后，可以估算出油田的底层压力在 9.0MPa，原始地层压力在 11.1MPa，根据其压力可以获知，该油田的储层能量不足，在实际开发中可能会出现供液能力不足的问题，所以要一共智能分层注水工艺技术，才能为采用工程提供压力。

### 2.2 采油方案、工艺

该油田一共有六个油组，其中四个油组关闭，只有两个油组可以运行，为了提升采油效率，对防砂段采用智能分层注水工艺技术加以处理。结合该油田的注水井压力，最大的注水井压力在 13MPa，其最大配注量为 1100 ( $/m^3 \cdot d^{-1}$ ) 和 800 ( $/m^3 \cdot d^{-1}$ )。

### 2.3 操作流程

在具体的操作中，要先将防砂管桩设置在下面，然后下入注水管桩。第一，在车间对部分构件进行了预制，主要是

对定位密封和流量阀进行预制，所以实际操作中，只要将与液控管线进行连接即可，确保液控管线带入压力连接，用防护罩将管线予以保护，以免损坏管线，影响其性能；第二，将地面控制系统与管线连接在一起；第三，在完成智能分层注水设备的安装后，要进行测试，主要是压力测试，通过测试后才能保证压力符合作业要求，在压力测试时，要先关闭井下系统的流量阀门，将压力调至 35MPa，并维持 15 分钟，然后将压力值调至 0，就表示压力满足作业要求，同时需要环空保持压力为 21MPa 并维持 15 分钟，才能保证其合格；第四，完成以上操作后，确保智能分层注水设备组装调试完成，就可以进行注水作业<sup>[1]</sup>。

### 2.4 分层调配效果

在智能分层注水设备运行一段时间后，要进行注水量的测量，并绘制输水量曲线图，当水量曲线图稳定就表示设备符合配注量的要求，且注水量较为稳定，证明流量阀的调配效果好。当注水井口没有出现套压问题，就表示定位密封的性能好。

## 4 结 语

综上所述，智能分层注水设备在采油工程中进行应用，可以大大减少作业问题，如压力不足、测调等，可以大大提升采油效率，节约工程成本，其具有安全、可靠等优势，要重视其在采油工程中的应用。

## 参考文献

[1]李楠.海上油田智能精细分层注水技术研究与应用[J].石油和化工设备,2022,25(05):44-47.

[2]王东,王良杰,张凤辉,杨万有,程心平.渤海油田分层注水技术研究现状及发展方向[J].中国海上油气,2022,34(02):125-137.