

关于采油注水工艺技术问题的系统研究

王 鹏 (中海石油(中国)有限公司天津分公司, 天津 300450)

摘要: 现阶段, 在对石油进行开采的过程中, 注水采油工艺得到了广泛的应用。如果运用了这种技术, 就可以有效提高油田的采收率。基于此, 本文主要对采油注水工艺的技术问题进行了详细的研究, 以利于维护我国石油能源的安全, 确保石油的生产。

关键词: 采油; 注水工艺; 技术问题

0 引言

在对石油进行开采的过程中, 只有运用采油注水工艺技术来对油层的压力进行提高, 才可以保证油田生产的稳定, 致使油井中的石油产量增加。可是现阶段在应用这一技术的过程中, 会出现结垢以及出砂的问题。而要想解决这些问题, 就一定要对采油注水的工艺进行分析, 并对各种技术问题进行探讨, 寻找出有效的解决办法, 从而确保我国石油能源的供应量。

1 油田注水的概念

油田的注水主要是对于水源部分进行净化处理, 保证了水源能够达到注入油井所需要的水质标准后, 就已经可以直接将其注入至油井, 并且可以利用一种高压注入的技术, 从油管或者是套管的空间中向油井的油层注水, 待到油井下部分的油层能够形成一条水线后, 就已经可以直接驱使油井中的大量油流直接进入至油井, 并且可以依靠一种抽吸方法来将石油开采至地面。

油田注水的水源会伴随着整个油田开采的时期, 来对其进行相应的提高和改善。一般情况下, 在海上对石油进行开采时, 主要依靠的水源就是油田伴生水, 生产污水, 还有水源井回注。并对其水质进行处理, 等到达到一定水质标准之后, 将所有的水源全部进行加压运输, 然后送到所有注水干线。依靠配水房间的自动化调控, 利用注水井注入到油层当中。在油田开发的后期阶段, 伴随着油田含水量的增加, 就会有油田将含油的污水代替成注入的水源, 并对其进行处理, 从而提高污水的利用率, 节约水资源的用量。与前期一样, 都会对水质拥有要求, 而对污水进行处理的过程中, 一定需要严格地保证污水中的含油量和颗粒物含量, 已经达到了标准之后, 才能够将其注入至油层中, 最终能够实现含油污水的有效综合利用。

2 采油注水工艺的技术

采油注水工艺的技术主要就是指在对油田进行开采的过程中, 利用专门的注水井来将水源注入到油井中, 从而增加油井中的压力, 加大对石油的开采力度, 最终致使油田的开采率、石油产量、以及开采的进程提高。由于这种技术基本用于资源枯竭, 或者石油能源减少的油田中, 因此, 也叫做石油的二次开采。采油注水的工艺早在 1920 年左右就出现了, 1940 年, 在对苏联乌拉

尔油田进行开采的过程中就运用了这种采油工艺。而在我们国家是在 1950 年对玉门老君油田进行开采的过程中, 运用得这种工艺技术。于 1960 年, 我国大庆油田也成功地运用了这种采油技术, 并在我国得到了良好的进步。直到进入 21 世纪, 我国绝大多数油田已经开始运用采油注水工艺技术, 并普遍在海上的油田开采中使用油田伴生水, 生产污水, 还有水源井回注来进行开采。如果运用了采油注水工艺技术, 就可以在一定的程度上确保了油井当中的压力稳定, 致使当中的油井继续出现大幅度的增加, 并且让资源枯竭的油田再次恢复了原来的动力, 并始终确保了石油生产。而在运用这项技术的过程中, 也一定要对时间的压力、水的比例、以及水面的调整进行精准的控制。

3 注水泵的管理

在采油注水技术和工艺应用阶段, 会对注水泵的泵压力提出一个更加具有针对性的要求。如果实际数值超过或小于注水泵数值, 就可能严重地影响到注水泵的正常运行。而对于注水泵进行的管理, 主要就是通过对于泵压力进行监测, 对于油井中水量以及其中的水压进行测试。在对注水泵进行管理的同时, 一定要充分结合实际情况, 来采取具有针对性的措施。一定程度上要保证水泵在一定时间内的压力稳定, 从而防止影响水泵正常进行注水。与此同时, 一定要对注水泵出口的压力进行严格的控制, 由于每一种压力所带来的问题会有所差异, 因此在进行注水过程中, 一定要对注水的压力进行准确的计算, 并对注水的压力进行调整, 从而保证数值更加精准。还要对相应的设备进行管理, 只有确保设备的运行质量以及效率, 才可以保证开采工作的安全。

除此之外, 在进行注水过程中, 一定要注意实际的操作方法, 只有保证操作的更加平稳, 才可以使注水更加稳定。同时也需要定期地对压力表数据进行调查, 这主要原因是由于, 压力表的测量数值能够直接地影响到泵的压力。所以, 一定要对压力表上的数值进行监控。

4 海上油田注水系统的应用

油田的污水油粒主要分为游离油、分散油、乳化油、以及溶解油。游离油的油粒直径会大于 $50\mu\text{m}$; 分散油约为 $20\text{--}50\mu\text{m}$ 。在分散油中, 油珠会特别容易从污水中分离出来。在海上的油田污水中, 乳化油中的油粒直

径要小于 $20\mu\text{m}$ ，这种油粒会与水进行结合，从而形成水包油型乳状液。在对这种污水进行处理的过程中，会经过反相破乳处理，在实际进行处理时是比较困难的。溶解油主要就是以分子的状态，溶解在水中，它的油粒大小是无法测量的，也很难将其清除。

现阶段，在对海上油田注水系统进行应用的过程中，会利用斜板隔油器，溶气浮选器，核桃壳过滤器，以及双介质过滤器等系统设备来对油田的污水进行处理。在对油田污水进行处理的过程中，可以依据不同的油粒大小来选用不同的分离方式。例如直径大于 $50\mu\text{m}$ 的游离油，就可以利用油与水之间的密度，让油粒浮于收油设备的表面，从而实现油与水的分离。而油粒越大，上升的速度就会越快，到达收油设备表面的时间也会越来越短，从而更加容易实现油与水的分离。除此之外，油田污水的分离工作会随着温度而受到影响，温度越高，水的黏度就会越低，污水中油粒的运动速度也会加大，而在高温环境下进行分离，就可以有效提高工作的效率。在对直径比较小的油粒进行分离的过程中，可以利用水利旋流器来将油与水进行分离。同时，相关工作人员还可以采用过滤的方法将污水中的油吸附到过滤介质上。例如可以通过核桃壳过滤器，在污水中分理出分散油与乳化油，从而提高回收油的质量以及效率，还可以在设备上游融入相应的化学药剂。

5 注水采油工艺的技术问题

5.1 分层注水

现阶段，注水采油工艺的技术主要会运用智能管柱工艺。这种工艺主要由液压扶正器、Y341 逐级解封封隔器、智能的配水器等而组成。在实际进行运用的过程中，需要将管柱下入井中，并利用井下与地面的软件以及硬件来进行配合，实时监测并控制注水量，从而实现分段的注水，分注管柱则可以通过逐级解封封隔器与液压扶正器，来保证密封与解封稳定可靠。智能配水器一定要保证最大的外径为 $\Phi 114\text{mm}$ ；耐压 60MPa ；耐温 150°C 。Y341 逐级解封封隔器一定要保证外形尺寸为 $\Phi 110 \times \Phi 50 \times 1214\text{mm}$ ；最高压力 20MPa ；适应井温 $\leq 120^\circ\text{C}$ 。液压扶正器一定要保证长度为 580mm ；最大外径为 $\phi 100\text{mm}$ ；工作温度 $\leq 120^\circ\text{C}$ ；工作井径为 $\phi 121\text{mm} - \phi 127\text{mm}$ 。利用这种工艺就可以对井下的设备状态进行监测，获取相应的流量信息，实现远程的操控，进行分段式的注水。

其中分注的基本原理主要是通过利用顶部定位式密封以及多道插入式防砂注浆井的密闭性，将先期预留的防砂注浆井划分成若干独立的部分进行注浆。在每一个注水段都必须需要在下入一个独立的具有部件分注式的配水器工作筒，将这个部件分注工作筒和配水器的部件进行相互配合，从而就可以直接实现本层段的全部部件注水。其验封的基本原理主要是通过钢丝连接作业，下入压力检查配水器，并在井下式压力检查配水器中安装

井下式压力计。通过将一根钢丝杆在作业时下入至相应的井下配水器一起工作筒中，通过井下压力计中的压力曲线发生变化，来判定其能够实现了分层灌溉和注水的主要目的。其中调配的工作原理主要是下入超声波流量计测试一个分层注水的流量，通过自动调节井口注水的压力以及井下配水器出入泵中水嘴的尺寸，来自动控制各层注水量，使各层注水量都能够满足油藏中所配注水的要求。

运用智能管柱工艺来实现分层的注水，就是可以有效地解决海上油田中的小通径、大型海上油田防砂灌注水井的分层灌注水问题，进一步地完善了海上油田的分层灌注配套的系列技术，为海上油田的稳产和增产发展提供了有效的技术支撑，具备广泛的应用和发展前景。

5.2 注水水质

在对油田进行注水的过程中，会将油田中的污水进行处理，通过核桃壳过滤器，以及双介质过滤器等设备进行过滤，为了提高过滤的效果，会投入相应的化学药剂。而在将水源进行脱氧的过程中，会利用脱氧塔将游离氧与真空下的水源进行分离，经过脱氧之后的水源会进入到增压泵，增压到 3300kPa ，从而保证水源的压力满足注水泵的吸入压力。之后，再将其利用纳滤系统进一步进行处理，从而输送至注水系统中。而在实际进行输送的过程中，也会出现水质不合格的问题。这时，相关工作人员就可以利用鱼骨图的分析方法来对影响油田注水系统注水水质变化的所有因素进行分析，逐项进行排查，并找到其原因。

由于平常的注水水质监测只会在注水增压泵出口进行，从而无法保证检测和确保对于注水系统中每一种设备处理效果的检测，大大增加了排查工作难度。在注水系统完全恢复后，可以对本次注水系统各个关键点粒子进行 $v30$ 以及颗粒中值的加密和取样监控，建立本次注水系统中的水质最初数据，以便于日后对本次注水系统中发生的水质问题进行对比和分析排查。

在大型油田中，注水系统被认为是特别重要和关键的一个装置，因此一定要做好对于注水系统中的水质状态进行加强监测和对于注水装置的定期检测。尤其重要的是由于滤料高度错误导致填料泄露和渗漏的情况，要定期地通过观测孔来进行检查，通过与滤料高度的比较来发现和找出问题。

6 结束语

总而言之，采油注水工艺的技术问题可以严重影响着注水井，只有运用有效的方法来进行解决，才可以推进采油注水工艺技术的长远发展。

参考文献：

- [1] 马建兵. 关于采油注水工艺技术问题的思考 [J]. 化学工程与装备, 2019(05):120-121.
- [2] 李雨蒙. 采油注水工艺技术相关问题探析 [J]. 化学工程与装备, 2021(03):158+161.