

# 采油工程中注水工艺分析与探讨

苏琳淞

延长油田股份有限公司志丹采油厂 陕西延安 717500

**摘要:** 社会的进步离不开各个领域的支持,石油作为生活的必需品,也是工业的“血液”,是进步与发展中不可缺少的一部分。但随着需求量的逐渐增加,加之逐年大规模开采,地层亏空较为严重,油层压力逐年下降。导致后期开采原油时黏度较高,会严重的影响油田的开发,如果这一问题没有及时的解决,油田将会面临着停产的困境。到了二次采油阶段,需要借助经济效益较高的注水工艺来进行开发,通过对油层的注水能够有效地补充地层能量,进而提高油层压力,降低低原油的粘稠度,以达到高效开发的目的。如何针对区块特征进行高效注水开发,技术部门开展大量的分析研究,不断地改进工艺手段以提升注水开发效益。本文文主要就采油工程中注水工艺的分析与研究等问题进行分析。

**关键词:** 采油工程; 注水工艺; 分析与探究; 改进措施

## Analysis and discussion of water injection technology in oil recovery engineering

Linsong Su

Zhidan Oil Production Plant, Yanchang Oilfield Co., LTD., Yan 'an, Shaanxi 717500

**Abstract:** The progress of society cannot be separated from the support of various fields. As a necessary product of life, oil is also the “blood” of industry and an indispensable part of progress and development. However, with the gradual increase of demand, coupled with large-scale exploitation year by year, the formation deficit is more serious, and the reservoir pressure decreases year by year. It leads to higher viscosity in later oil production, which will seriously affect the development of oil fields. If this problem is not solved in time, the oil field will face the dilemma of production shutdown. At the stage of secondary oil recovery, water injection technology with higher economic benefits is needed for development. In this paper, water injection into the reservoir can effectively replenish the formation energy, improve the reservoir pressure and reduce the viscosity of low crude oil, to achieve the purpose of efficient development. The technical department has carried out a lot of analysis and research on how to carry out efficient waterflood development according to the block characteristics and constantly improved the technological means to enhance the efficiency of waterflood development. This paper mainly analyzes the analysis and research of water injection technology in oil recovery engineering.

**Key words:** oil production engineering; Water injection process; Analysis and exploration; Improvement measures

石油作为国家的战略物资、工业的“血液”以及生活中不可或缺的能源消耗品随着油田的逐年开发,且早期开发工艺技术匮乏、破坏式开采等。石油层的含油量迅速降低,进而影响石油的整体产量<sup>[1]</sup>。在采油过程当中利用注水工艺技术,能够保障石油开采工作的顺利完成,提升整体采油效率的同时提升了石油开采的安全性,对提高石油产量提供着重要的帮助。但是在注水过程当中可能会出现出砂和结垢等问题,这就需要技术研发部门对现有的注水工艺进行改进,才能有效地解决这一问题,保障采油过程更加顺利,为进一步提升油田开采的可持续发展奠定良好的基础。

### 一、油田采油工程的注水系统

在采油过程当中应用注水工艺的时候,注水系统功能完善是保障采油工程顺利进行的前提。就注水系统的应用条件来看,地面系统中包含着注水站、配水间及注

水井等部分,并在注水设备中也包含着多种自动化的控制系统。在应用注水工艺之前需要提前对设备进行检测,只有完全掌握设备的工作原理之后,才能更好的提升注水工艺技术的应用效率<sup>[2]</sup>。但在完成这一工作的同时,还需要对水质进行严格检测,进而有效的提升油田开采的效率。一般来说,常见的注水水源有地下水、地面水以及油层采出水和工业污水等等。同时还需要充分的结合水源的性质,进行针对性的技术提升。并且还应该坚持资源节能的理念,做好油田注水技术的创新。其次技术部门也应该考虑到注水过程对油层的影响,因此在注水的配伍性和水质条件变化环节都需要引起重视,才能保障注水系统的顺利运转,在实现提升水质目标的同时确保注水任务的顺利完成,这也是做好注水工作的基础,相关部门一定要重视起来并提升投入力度。

### 二、注水工艺技术要点分析

在保障注水系统质量的基础之上,相关部门一定要掌握注水工艺的基本要点,确保注水工艺效率的全面提升,进而实现提升原油采收率的目标。

### 2.1 确定注水时间

合理的注水时间是开展注水任务的基础,由于在不同的开发阶段注水方式有多不同,因此在开展工作的時候,一定要结合油田的类型。根据不同的阶段采取针对性的注水方式,才能最大程度的改善注水效果。一般来说常见的注水时间分为早、中、晚三个阶段<sup>[3]</sup>。在早期注水的时候,需要确定地层的压力条件,才能在较长的时间周期内收获更高的产量;在晚期注水的时候,主要是偶遇饱和压力周边以及地下原油的流动条件,充分的明确地下油层的特征和明细,并且能够主动的采用。只有做到结合实际特点并合理的选择注水时机,才能有效的提升天然能源的利用率。

### 2.2 确定注水压力

在确定了时间以后还需要确定注水的压力,注水压力是管道设备的重要参数,直接影响到注水工艺的质量,为实现高效节能的开发型油田提供着重要的帮助。其次注水的压力也应该达到能够克服注水系统水阻力的标准,才能顺利地进行注水工作。最后也应该尽量的保持压力的稳定,有效的降低井底的出砂率和开采不稳定的问题<sup>[4]</sup>。但是在具体的操作过程当中,只能选择代表性比较强的区域进行测试。相关部门也可以根据比较相似的油田进行试压,对油层、原油以及深度等不同的方面进行分析,选择有针对性的注水方式进行压力注入,如果以上的条件都无法满足,则需要将注水井的井口压力始终保持在原始油压的 1-1.3 倍之间。

### 2.3 确定注水量

注水量作为油田实质注入油层的水量,是衡量油田实际注水能力的重要指标,也是评价油田注水开发效果的主要依据。在日常数据采集集中,需要对注水量进行充分核验校对,为后期的注水效果评价提供精准的数据依据。

### 2.4 确定注水方式

一般分为笼统注水方式和分层注水方式。笼统注水方式主要是借助油管、工作筒和喇叭形成管柱。主要是在注水层段单一或邻近的水井中进行应用,当完成作业之后可以直接利用注水管柱进行注水操作,进而达到有效驱油的目标;分层注水的方式,也是现阶段精细注水比较常见的方式,并将其分成了扩展式、压缩式、锚定补偿式和一体化等多种形式。

## 三、采油工程注水工艺中容易出现的问题

### 3.1 注水井出砂问题及成因

在注水井运行正常、注水系统形成有效压力驱替的情况下,注水层段没有向外吐油、气、水的现象,也就没有发生出砂的问题。同时因为注水井长期的运行当中,注水装置也可能会发生锈蚀甚至老化的情况,使注入管

道穿孔甚至使水站停泵等。在这些状况下必须在第一时间暂停注入运行。但是当暂停注入后,伴随停泵后发生的注水井油、套压力的变动,压力平衡遭到破坏,油层返液从而导致出砂的问题。

出砂问题产生的因素有很多种,如在短时间内连续的出砂,可能会造成射孔段被掩埋而造成注水井躺井,而一旦注砂问题没有得到有效控制,就会使套管出现变形、破损,如果出砂的问题较为严重时,就必须进行冲砂洗井、井筒治理等,以此来更有效的延长注水井整体使用寿命。

### 3.2 注水井结垢及成因

对于注入水源为采出水、工业废水的注水井,注水井井筒、注水管线、管柱等腐蚀结垢现象会非常严重,导致注水井配注量达不到,甚至对注水层段造成封堵。在地层当中出现结垢现象时,不仅会影响井筒周围的渗透率,也会严重的影响地层的注入能力和吸收性能,甚至还会造成污染。

出现结垢现象的原因主要有两方面。其一是外来流体与地层的流体之间发生不配伍的问题而产生的结垢。这种情况下的结垢问题清理难度也比较大。其次是受地层因素的影响,随着地质条件的不断变动,也会形成不同的油井地层水,进而使化学元素出现变化,随着沉淀而出现结垢的问题。结垢主要是碳酸钙和硫酸钡等元素,具有一定的腐蚀性。在一段时间之后就会腐蚀油管甚至刺破油管,同样还会对地面管线带来影响,进而影响注水的效率。

### 3.3 注水井套管损坏及原因

在注水开发的过程当中,可能会出现套管变形的问题,其主要原因施工时丝扣密封不严,固井质量差,在钻井过程中造成套管磨损。另外,套管磨损后,内表面积增大,与腐蚀介质的接触面增大并使套管内壁表面加工钝化层消失,内层金属直接与腐蚀介质接触,加速套管的腐蚀速度。

其次,高压注水造成岩石体积膨胀,当压力从注水井和可渗透岩石向外扩散扩张时会对油层和边界层之间的压力产生很大的压力,如果这个力超过了界面强度,就会发生滑移,使邻井造成套损。

## 四、采油工程中注水工艺的改善措施

### 4.1 出砂问题解决措施

出砂问题会直接影响到采油工程的效率。施工人员应该重视这一点,做好出砂管理与预防。首先要做好日常计量管理,并制定严格的要求来规范注水操作。并详细的记录好油压以及注水量,做好信息处理的同时,应根据数据进行充分的分析,以此来了解注水井的整体吸水性能。当出现异常问题时,应在第一时间对数据进行核对,在明确了吸水性能以后再进行处理。

另外,还需要完全的掌握注水井的运行情况,结合每天的油压和注水量进行注水动态分析,对注水井的状

态进行判断。同时也要考虑套压的相关信息, 根据标准进行注水操作, 保证油压与套压的完美融合。在油压变化的影响之下套压也会出现变化, 其变化值如果是正值的话就能够保持两者之间的平衡。目前, 比较成熟的出砂防治措施有使用自动恒流控制注水调节阀、化学固砂措施和筛管过滤防砂等。目前志丹油田大部分注水井已安装智能监控装置, 自动实现 24 小时稳流控制, 减少了因注水压力突降而造成的水井出砂。

#### 4.2 结垢问题的解决措施

根据结垢问题来说, 首先要改善注水水的水质, 选择合理的水处理设备, 根据水源及时改进加药配比并加强水质监测, 确保注入水质能够达标。还可以利用物理除垢和化学除垢两种方式来清除污垢。这样的方式不仅耗能较低, 且能够高效地清除水垢。而化学方法就是利用化学方式来还原, 通过对化学试剂的调配与污垢进行反应, 形成其他化学物质之后从管道内排除。由于污垢的种类较多, 在选择化学试剂的以后要多下功夫。并且对于容易产生污垢的管道则需要做好定期的清洁, 尽量选择抗腐蚀能力较强的材料, 以此来降低污垢的危害。

#### 4.3 水井套管损坏的问题解决措施

首先, 要使用高强度的套管并提高固井质量, 保证层间互不相窜。其次要按开发方案要求, 将注水压力控制在最小地应力以下, 防止注入水窜入软弱夹层。最后, 要加强注水水质配伍性研究, 定期对高压注水井采取洗井、防膨及解堵措施, 防止对地层造成污染。目前, 志

丹油田对已套损的注水井采取的有效治理手段主要有挤水泥二次固井、小套管二次固井技术等。

#### 五、结束语

在油田开发中后期, 如何有效注水开发, 提高采收率, 是石油领域的技术人员们奋力研究的重要课题。针对注水过程中会出现的出砂、结垢、压高、套损等问题, 我们已找到原因并研究出针对性的解决措施, 但是寻求并改进经济效益好、措施有效率高的注水工艺技术, 仍然是我们努力的方向, 以更好推动油田的发展。

#### 参考文献:

- [1] 高飞, 郑立军, 钱德瑞, 刘勃. 采油工程中的水平井注水工艺研究 [J]. 化工管理, 2021(20):156-157.
- [2] 刘宝河, 李全勇, 吴景宙, 金华, 丁玉喜. 水平井注水工艺在采油中的应用 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020,40(09):194-195.
- [3] 吴志勇, 王长宏, 张鹤, 黄莹. 智能分层注水工艺技术在采油工程中的应用研究 [J]. 粘接, 2020,41(03):145-149.
- [4] 张禹. 采油工程中水平井注水工艺分析 [J]. 化学工程与装备, 2020(01):72-73.

作者简介: 苏琳淞, 男, 汉族, 出生于: 1989 年 9 月, 籍贯: 广西钦州 学历: 本科, 职称: 工程师, 毕业院校: 中国石油大学(华东), 研究方向: 石油工程