

# 生物酶解堵技术的研究与其应用探讨

谈广练

克拉玛依市三达有限责任公司, 新疆 克拉玛依 834000

**[摘要]** 油井在开采过程中往往在经过一段时间的注水开采后, 即便工艺未发生变化, 石油产量也会逐渐降低, 大多时候就是因为原油中的胶质、沥青等在近井地带形成有机物堵塞了岩石的孔隙, 封闭了原油流出的通道, 进而影响油井产量, 这时候就需要进行解堵, 生物酶解堵技术就是为了解决这一问题而研发的。本文结合笔者工作经验, 首先对生物酶解堵剂进行了概述, 然后对生物酶解堵技术的应用现状进行了分析, 包括解除出砂稠油井堵塞严重的问题、解决高分子聚合物引起的储层伤害问题、解决非均质地层解堵效果不佳的问题、解决复合垢引起的储层堵塞问题四个方面的应用现状分析, 最后给出生物酶解堵技术的发展方向, 为今后更好的应用该技术提高石油产量提供参考与借鉴。

**[关键词]** 石油开采; 生物酶解堵剂; 复合型解堵剂; 发展方向

DOI: 10.33142/aem.v4i10.7242

中图分类号: TE358

文献标识码: A

## Research and Application of Biological Enzyme Unblocking Technology

TAN Guanglian

Xinjiang Karamay Sanda Co., Ltd., Karamay, Xinjiang, 834000, China

**Abstract:** In the process of oil well exploitation, after a period of water injection exploitation, even if the process has not changed, the oil production will gradually decrease. Most of the time, it is because the gum and asphalt in the crude oil form organic substances near the well to block the pores of the rock, seal the channel for crude oil to flow out, and then affect the oil well production. At this time, it is necessary to unblock, the biological enzyme unblocking technology is developed to solve this problem. Based on the author's work experience, this paper first summarizes the biological enzyme plugging remover, and then analyzes the application status of the biological enzyme plugging remover technology, including the analysis of the application status in four aspects: Removing the serious plugging problem of sand producing heavy oil wells, solving the problem of reservoir damage caused by polymer, solving the problem of poor plugging removal effect in heterogeneous formations, and solving the problem of reservoir plugging caused by composite scale. Finally, the development direction of biological enzyme plug removal technology is given, which provides reference for better application of this technology to improve oil production in the future.

**Keywords:** petroleum exploitation; biological enzyme plugging remover; composite plug remover; development direction

### 引言

生物酶是当前使用最为频繁的一种有机催化剂, 其能够较为高效的将固体离子表层的碳氢化合物进行分离。生物环保酶灌入到地层之中, 能够将晶体周围的结晶、岩石颗粒以及沥青结构进行分离, 促使岩石湿润性从油湿转变为水湿, 尽可能的控制原油在底层孔隙中的流动, 将原油从岩石颗粒表层排放出来, 这样才可以有效的缓解注水井堵塞的问题。因为生物环保酶自身与水并不会相相溶, 存在于水体之中的酶分子, 可以随着水体流动到砂岩层周边, 并且可以形成新的流通通道, 在砂岩层中形成出油通道, 这样就可以实现提升石油生产的效率。

### 1 生物酶解堵剂概述

生物酶解堵剂, 通常也被人们叫做生物激活增产剂, 其是由多家生物工程研究所共同研发而成的, 其主要是由多种天然提取物组合而成的, 并且将其加以实践运用所侧重针对的是油田生产所遇到的油水井生产层堵塞、产能下降等问题加以处理。

产品结合各个区块油分布情况来加以适当的调整, 这样就可以创设出完整的产品技术体系。堵塞技术的核心理念具有较强的发展性和持续性, 其最为主要的作用就是能够切实的对油层的堵塞问题加以良好的处理和解决, 并且可以针对油井生产周期短、区块采收效率低下的问题制定预防和解决方案。其属于绿色环保性的技术, SUN 生物酶解堵增产技术在实践中的运用表现出了良好的稳定性和综合性的特征。

在科学技术全面发展的形势下, 生物酶技术整体水平得到了显著的提升, 并且被人们合理的引用到了诸多领域之中, 在实践中取得了良好的效果。将生物酶新技术合理的引用到油田生产之中, 对提高生产的效率和效果, 促进经济效益的不断提升都可以起到积极的作用。

### 2 生物酶解堵技术的应用现状

#### 2.1 解除出砂稠油井堵塞严重的问题

出砂稠油井原油粘稠度相对较高, 原油内存在大量的物质, 油体流动会受到较大的阻力, 极易导致井地带储层渗透率下降的情况, 并且也会降低油井的生产产量, 是当

前阻碍油气田开发工作良好发展的主要根源<sup>[1]</sup>。

生物酶稠油清洗剂通常都是存在于含油固体的混合物表层,之后会吸附在油田的表层,借助催化作用将存在与岩石固体表层的沥青以及石蜡材料分离出来,这样就可以有效的避免胶质、沥青等有机物出现聚合沉降的情况,对于稠油也的流动性也可以起到一定的调节的作用<sup>[2]</sup>。

酶分子存在于固体颗粒的表层,导致油分子不能二次吸附在固体颗粒表层,岩石颗粒的湿度往往会得到改变,储层岩石会从油湿转变为水湿,这样就可以有效的控制油流动所遭到的阻力<sup>[3]</sup>。为了能够彻底的解决沥青以及各类物质的沉淀而对射孔孔眼以及地层出油通道造成堵塞的问题,相关专业人员研发出了一种酶产品,对于解决上述问题起到了积极的作用<sup>[4]</sup>。

Apollo 酶由美国 Apollo Separation Technology Inc 研究开发,并且在被运用到了多个国家之后取得了良好的成绩,在本世纪初期第一次在我国加以运用,现如今被大范围的运用到了多个油气田生产中的解堵试验之中,取得了较好的成效<sup>[6]</sup>。

## 2.2 解决高分子聚合物引起的储层伤害问题

在实施钻井、增产工作的环节中,经常会出现聚合物的损害,因为聚合物具有一定的特殊性,自身无法得到良好的降解,并且会产生滤饼对于存储层的导流性能以及存储层的渗透性能都会造成诸多的损害,极易导致目标井产能的不断下降<sup>[7]</sup>。对于上述问题,在以往的处理工作中,一般都是运用的氢氧化剂以及强酸物质来将滤饼中的高分子聚合物进行溶解<sup>[8]</sup>。尽管采用上述方法可以取得一定的成效,但是通常也会造成下列问题的发生:因为反应物的种类较多,化学反应之后极易形成大量的不同沉淀物质,这样必然会对储层结构造成一定的损害。酸液在渗入到地层中后,与岩层中的矿物质会发生化学反应,对于骨架结构会造成一定的损害。

使用到钻井、增产环节中的可供选择的聚合物的中较多,通常有淀粉类、聚丙烯类、纤维素类、黄原胶等<sup>[9]</sup>。运用专门的生物酶可以将聚合物在短时间内进行有效的降解,聚合物在与酶接触的三十分钟之内降解效率可以达到百分之八十以上。但是因为生物酶具有较强的专业性的特征,只可以完成对聚合物的降解,所以在实践中运用多种特定酶的混合物来完成对聚合物的降解,那么也会导致严重的生态环境污染的问题<sup>[10]</sup>。为了能够有效的规避利用混合酶对储层结构造成任何的损害,通过专业人士的研究研发出了聚合物特异酶,这一物质其实质就是借助攻击多糖主链来将聚合物进行降解。聚合物特异酶在美国很多油气田生产中得到了良好的运用,为了有效的解决普通生物酶只可以在低温、偏中性的环境环境下加以运用的问题,专业人士研发出了一种嗜热酶。其最为突出的特征就是耐高温性能较强,可以在一百摄氏度的环境中加以运用,并且可以将硬葡聚糖以及黄原胶和淀粉等物质加以降解,从而有效的将其中的杂质进行清除,在实践中也不会对管道结构造成任何的损害。

## 2.3 解决非均质地层解堵效果不佳的问题

为了有效的控制生物酶在高渗透率地层中出现大量的流失的问题,国内外诸多专业人士针对性的进行了深入的分析研究,并且总结出了专门的新技术的新思路。

H. A. Nasr-El-Din 等通过大量的研究总结出了将生物酶解堵技术与化学专项技术进行整合的方法,这一方法可以有效的对堵塞物进行清理。其中生物酶解堵技术的核心作用就是将储层原油进行清洗,并且完成对聚合物的额讲解,化学转向技术其实质就是借助调节转向酸黏度来缓解储层中大孔道以及高渗透带存在的堵塞的问题,促使工作液能够进入到低渗透层之中,这样就可以完成对储层低渗透带以及高渗透带进行调节的目的<sup>[11]</sup>。

要想有效的提升储层解堵的整体水平,特别是环节多分支水平井运用单一酶来进行解堵的方法的效率低下的问题加以合理的解决,M. B. Al-O-taibi 等研究出了将生物酶和物理方法进行整合使用的新型方法。将复合解堵技术引用到 Saudi Aramco 油气田碳酸岩储层之中,其实质就是将这项技术与水力割缝技术进行融合使用,对于渗透率响应度较小的主体井运用特异酶将其表层存在的杂质进行清理,对于渗透率相对较大的第一、第二分支井,因为使用酸溶液会造成目标区域渗透率的提升,所以运用水力割缝技术来将井眼中的杂质进行清理,通过实践运用我们发现,酶与水力割缝技术进行整合运用,对于杂志的清除效果较好。

## 2.4 解决复合垢引起的储层堵塞问题

地层中的沉积垢一般都是碳酸盐岩等有机物质,酸化是解决堵塞问题的最为有效的方法,并且也可以解决纯酸化解堵无法彻底的环节储层负荷堵塞困难的问题。将生物酶和酸液体系进行融合形成新的方法,也就是 SEB (Specific Enzyme Breaker) 法。其实质就是借助生物酶来将聚合物进行降解,从而实现对有机垢的清理,并且也可以预防杂质出现沉淀的情况,利用无机酸溶液来将结垢进行溶解,在生物酶和酸液的整合作用下来对复合杂质进行彻底的清除。

对于具有较强综合性的无机酸液体系往往会对工具造成一定的腐蚀的,对于上述问题专业人士总结出了 SSSEB (Single Step Specific Enzyme Breaker) 法。这一方法其实质就是借助用有机酸体系来对氟化钙、氟化镁等物质进行清理,利用有机酸体系取代普通的雾计算体系来对无机杂质进行清理,这样就可以有效的对储层二次沉淀所造成的损害降低到最低的状态。国内很多研究人员对于地层负荷堵塞的问题针对性的研发出了生物酶解堵液体系,其主要是由 2%~5% SUN-A10 生物酶解堵剂、1% 氯化钾、0.02% 消泡剂和 94%~97% 水混合制成。就压裂防砂井来说,在实践中还需要添加适当的活性剂,随后灌入生物酶解堵液<sup>[12]</sup>。这种方法在实践中操作十分的简便,并且实际操作工作效率较高。

因为常规碳酸盐储层的酸化过程中酸盐的反应效率较高,酸液的穿透性较强,井体周围会被大量的腐蚀,不能有效的完成储层的内部改造,很多专业人士针对酶-酸

化解堵技术系列进行了深入的研究和完善,大部分都集中在在工作液体系的配置的优化方面。综合油气田的实际情况,研究开发出了专门的新配方体系,对于未来行业的稳步发展起到了积极的作用。还有部分研究人员对于碳酸盐岩储层内部的复合堵塞的问题进行了专门的研究,并且研发出了一种生物控释酸体系,主要由生物酶与生酸前体复配而成。在将这一体系加以实践运用的时候,环境条件达到既定的状态,所产生的氢离子与 10% $\text{HCl}$  溶液产生的氢离子,会对碳酸钙粉末进行充分的溶解,并且溶蚀的过程整体效果较高,持续性较强,与此同时也总结出了一种缓解油气田复合堵塞物的工作液体系<sup>[13]</sup>。这一体系通常都是由 5% 生物酶 SUN-W100、1%氯化钾、2%激活剂、0.02%~0.05% 消泡剂组成,这一体系最为突出的优越性就是能够在最短的时间内将聚合物以及有机杂质进行清除,从而提升油气的渗透效率,对于渗透孔道进行良好的疏通,不会发生泡沫堵塞的问题,并且也可以将聚合物以及无机构物质进行良好的清除,对于岩层的骨架结构不会造成任何的损害,在实践中安全性相对较高。

大连百奥泰科技有限公司在高温深井地层污染问题研究方面投入了大量的精力,并且最终研究出了耐温性强酶-酸化剂。这一试剂能够在高温的环境下保证稳定的生物活性,并且可以在两天之内完成深度的酸化。这一试剂的实质是由羟基有机酸酯类和有机酸酯水解酶组成。脂类和酶类长期的使用必然会对施工设备以及管道造成严重的腐蚀,将这类试剂灌注到储存层之后,在酶类的辅助下,脂类物质会逐渐的被分解,并且产生大量的机酸,从而使得工作液能够快速的得到扩展,并且进入到油气井深层位置,最终会加剧酸腐蚀,这样纠结可以提升实践工作的效果<sup>[14]</sup>。

### 3 生物酶解堵技术的发展方向

就现如今生物酶解堵技术实际情况来说,最为突出的特征就是整体花费较多,并且环境适应性相对较差,使用范围具有一定的局限性,解堵的效果还需要加以不断的提高,我们可以结合海上油田的各方面情况来针对生物酶解堵技术进行全面的优化完善。

#### 3.1 优化生物酶解堵增注技术

(1) 更好地提高生物酶产品的综合性能,从而在高温高压深井加以实践运用,逐渐的延伸生物酶解堵技术的适用范围。充分的结合高温高压深井以及实践中酸碱值的实际特征,对于切实的对生物酶以及酶的活力保护加以综合深入的研究分析和创新,并且在实践中选择最为适合的操作方法,这样才可以更好地实现增产的目标。

(2) 加大力度控制生物酶产品的生产成本,并且借助与其他试剂进行混合使用,这样就可以促进酶产品的整体综合性能的不断提升,从而控制其使用浓度。其次,也可以借助生物酶来完成集约化、规模化的生产,切实的缩减生产成本,这样就可以不断的扩展酶技术的适用性。

#### 3.2 开展复合型解堵增注技术的研究与应用

物理解堵技术的运用表现出了解堵效果有限,实际操

作较为复杂,操作难度较大的问题。化学解堵技术使用性相对较强,并且在实践中具备良好的操作性,整体花费较少,但是这一技术的运用需要使用一些化学物质,所以会对管道造成一定的腐蚀,这也是限制这项技术发展的主要根源。

#### 【参考文献】

- [1] 余跃惠,张文达,郑安应,等. 生物表面活性剂协同生物酶解堵研究与应用[J]. 长江大学学报(自然科学版), 2022, 19(3): 69-76.
  - [2] 王大威,梁守成,张世仑,等. 渤海 J 油田生物酶-化学复配解堵技术[J]. 油田化学, 2021, 38(4): 653-658.
  - [3] 龙军,翟亮,芮雪莹,等. 生物酶在新疆油田三叠系克上组油藏的研究及运用[J]. 内蒙古石油化工, 2020, 46(11): 115-117.
  - [4] 尉瑞龙. 中性螯合环保解堵技术在注水井的实验与应用[J]. 化工管理, 2020(14): 86-87.
  - [5] 魏凯,李国锋,党冰华. 生物酶钻井液技术在大牛地气田的研究与应用[J]. 天然气技术与经济, 2018, 12(3): 33-36.
  - [6] 文豪,蒋帅. 埕东油田西区二元驱聚合物驱堵塞原因与解堵技术分析[J]. 内江科技, 2017, 38(5): 31-32.
  - [7] 虞维志,任今明,钟婷,等. 生物酶稠油解堵剂的室内实验研究[J]. 当代化工, 2016, 45(12): 2783-2786.
  - [8] 贺志铎,田朋. 生物酶在低渗透油藏中提高生产率的研究[J]. 石化技术, 2016, 23(12): 99.
  - [9] 王俊奇. 低渗透油田生物酶提高油井产量技术研究[D]. 西安: 西安石油大学, 2016.
  - [10] 曹立虎,张遂安,王晶,等. 松软煤层水平孔生物酶可解堵钻井液研究[J]. 石油化工高等学校学报, 2014, 27(2): 65-68.
  - [11] 贺建群,乌效鸣,向阳,等. 煤层气生物酶可解堵钻井液的岩心流动实验研究[J]. 钻井液与完井液, 2013, 30(2): 33-36.
  - [12] 邵立民. 生物酶解堵剂在胜利油田的应用[J]. 精细石油化工进展, 2012, 13(11): 5-7.
  - [13] 吕华珍,唐佳芝,王虎,等. 生物酶自动解堵聚合物钻井液的试验研究[J]. 安全与环境工程, 2012, 19(3): 130-134.
  - [14] 余跃惠,张文达,郑安应,等. 生物表面活性剂协同生物酶解堵研究与应用[J]. 长江大学学报(自然科学版), 2022, 19(3): 69-76.
  - [15] 孙娜娜,陈伟,刘洋,等. 陇东地区低渗油藏清蜡解堵技术进展[J]. 当代化工, 2021, 50(12): 2962-2965.
  - [16] 常文天,何泽,白静. 自主热融蜡降粘复合解堵技术的应用[J]. 石化技术, 2021, 28(9): 38-39.
- 作者简介: 谈广练(1986.10-) 毕业院校: 中国(北京)石油大学, 所学专业: 石油工程, 当前就职单位: 克拉玛依市三达有限责任公司, 职务: 科技管理部主任, 职称级别: 石油工程中级。