

生物环保酶解堵增油技术在埕岛油田的应用

1. 中国石化胜利油田分公司孤岛采油厂；2. 中国石化胜利油田分公司海洋采油厂；

3. 胜利油田金岛实业有限责任公司

刘晓梅¹ 赵霞² 矫恒德³

摘要：埕岛油田部分井区由于地层内杂质在近井地带积累，原油中的胶质、沥青质等在近井地带和井眼附近结垢，造成近井地带地层堵塞，渗流阻力增大，地层供液能力不足，油井不能正常生产。该油田采用生物酶解堵剂解堵获得成功。文章简介了油层堵塞原因、生物酶解堵增油机理，以及近几年的现场应用情况，认为此方法增油效果好，经济效益明显。

关键词：埕岛油田 解堵 生物环保酶

DOI：10.3969/j.issn.1002-302x.2010.03.008

埕岛油田位于渤海湾南部、滦州湾西北部的浅海海域，是胜利油田开发的第一个海上极浅海边际油田，也是胜利油田开创第二阵地的重要战场。该油田2000年7月开始转注，由于注水开发较晚，水驱控制程度较低，地层（馆陶组）整体压降较高，今年上半年为3.78 MPa，低于饱和压力0.38 MPa，个别区块，如CB251井区，压降达到5.1MPa，SH1-6井区压降达4.75MPa，这种情况导致供液量不足的油井增多，作业时入井液漏失严重，作业后产量下降较大，而且产能恢复缓慢，油井生产受到严重影响。虽然采取了热柴油洗井等解堵措施，但有些井措施效果并不明显，甚至没有见到效果。我们在调研及室内实验的基础上，提出了利用生物环保酶解堵的办法，现场应用取得了较为明显的增油效果。

一、油层堵塞原因

一般来说，造成油层堵塞主要是蜡堵、砂堵、水敏堵。

蜡堵：原油中蜡质、沥青质等随着原油的流动，结晶、堆积在出油通道的岩石内壁上，在近井地带造成堵塞。

砂堵：油田经过较长时期的开采以后，原油中的

固体微粒（砂质）随着油流的运移，固体微粒表面的蜡质和沥青质等逐渐堆积、成长，固体微粒体积增大，进而停止运移，堵塞地层出油孔道。

水敏：地层的水化膨胀降低了地层的渗透率，特别是亲水地层，这种情况更为明显。

二、生物环保酶的性质与解堵增油机理

1. 生物环保酶的性质

生物酶解堵剂是由自然界提取的产生以酶为主导的多种生物化合物组成，其主要成分为是蛋白质—复合酶（NOYEES）、复合生物活性物（BIO-A）、生物活性物（BIO-P）、异化菌、天然生物提取物等。这些成分具有可靠的安全性和生物分解性，只溶于水而不溶于油，既可以加快反应速度，还可以释放所有固体粒子表面的碳氢化合物（油），对油和固体的分离只需要几秒钟时间。

生物环保酶具有以下特性：

——可以快速把油的附着物分离开，尤其是针对稠油、蜡质、胶质、沥青质等；

——使用过程中酶只起催化作用，因此可以重复使用，运行费用极低；

- 在水中完全溶解，而在油中不溶解；
- 沸点为 100 ，常压下可以在此温度以内工作；
- pH 值为 7，对人体和环境均无害，无需返排到地面，简化施工；
- 可以生物降解，属于环保产品，对下游炼化系统不会造成次生伤害。

2. 生物环保酶解堵原理

当生物环保酶遇到油—固体混合物时，它的亲油性首先发挥作用，环保酶的分子立刻附着到油的表面，然后将油从固体表面剥离下来；一部分环保酶带着油混入水中，另一部分环保酶则附着在固体表面，使得其他油分子无法再附着到这部分固体上；混入水中的环保酶的憎油特性开始发挥作用，迅速将油远远踢开。由于环保酶本身只溶于水不溶于油，留在水中的环保酶将继续重复上述过程。在这个过程中，环保酶的数量（浓度）只影响剥离油的速度（图 1）。经过这一过程后，固体的润湿性被改变，变得不再亲油，而油的分子没有任何改变。

由此可知，生物环保酶的主要作用表现为当遇到砂岩中的蜡质、沥青质、地层水和其他堵塞物质时，改变油层岩石的润湿状态，降低润湿角，使储层岩石从亲油性改变为亲水性，降低油层与岩层的界面张力，使原油从岩石表面剥落下来，从而降低原油在地层空隙中的流动阻力。

三、现场应用

生物酶解堵剂在埕岛油田已应用 100 多井次，解堵效果达 95% 以上，单井日增油达到了 10t 以上，取得了较好的经济效益和社会效益。

生物酶解堵剂可用于下列作业： 积垢堵塞，不能正常开采的稠油井的解堵； 井眼、井筒被有机质堵塞时的洗井作业； 含蜡油井的清洁及预防处理；

残存油等造成的低效注水井的增注措施； 稠油井的日常降黏增产措施； 酸化、防砂的前置液； 三次采油中油井和注入井的解堵。

生物酶解堵作业适宜下列油井： 储层堵塞伤害的油井； 储层能量充足而实际产量低的油井； 高产区低产井； 动、静态资料齐全，便于进行效果分析的油井。

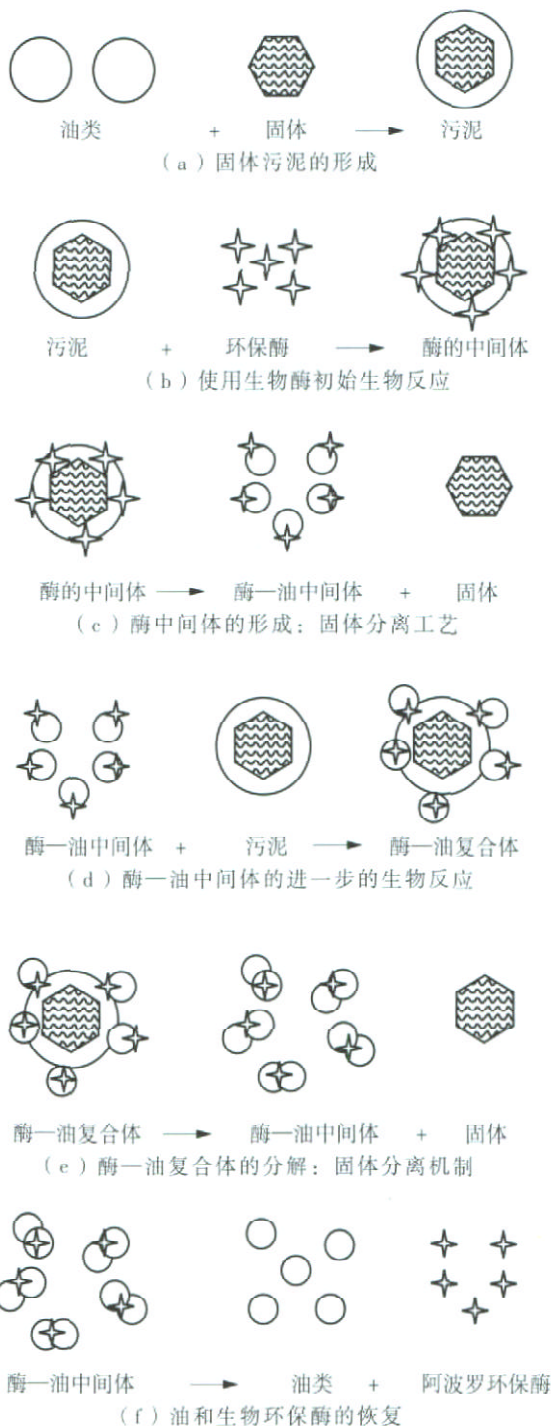


图 1 环保酶工作流程

1. CB11F-2 井应用情况

CB11F-2 井生产层位为 Ng³⁵⁴³⁵³⁵⁴，油层厚度 28.4m，1996 年螺杆泵采油投产，投产初期日产液 76.01t，含水 0.61%。2001 年 11 月 12 日下电潜泵生产，泵挂深度为 1430m，金属棉滤砂管防砂。2008 年 6 月初日产液 35.4t，日产油 15.4t，含水 56.5%，电流波动较大，地层渗透率为 172 mD，生产压差为 3.98 MPa，表皮系数为 9.90。根

据地质分析认为，该井由于长期生产造成出油孔道堵塞，产量下降，于是我们选用生物环保酶进行解堵。

该油井施工工艺如下：

——用过滤海水配环保酶解堵液 10m³（10% 环保酶 +4%F-21）

——检查液压控制系统，确保井下安全阀和环空排气阀处于打开状态；连接好泵车至井口套管阀门的反挤流程，关套管阀门，流程过滤海水试压 15MPa，管线不刺不漏、压力不降为合格；开套管阀门，关生产阀门、总阀门，检查流程。

——开泵车，先挤前置液轻质油柴油 3m³。

——再挤阿波罗环保酶解堵液 10m³。

——最后挤后置液柴油 29m³。

——关井反应，120h 后开井。

在反挤时控制反挤压力不超过 10MPa，刚开始时排量不高于 0.2m³/min，然后缓慢提高泵车排量，大排量（0.5 m³/min）反挤。

该井于 2008 年 7 月 8 日进行生物环保酶解堵，解堵前日产液 32.5t，日产油 12.3t，含水 62%，解堵后日产液 48.6t，日产油 20.4t，含水 58%。截至 9 月底，CB11F-2 井实施解堵以来累积增油 664.2t，增油效果十分明显，采油曲线见图 2。

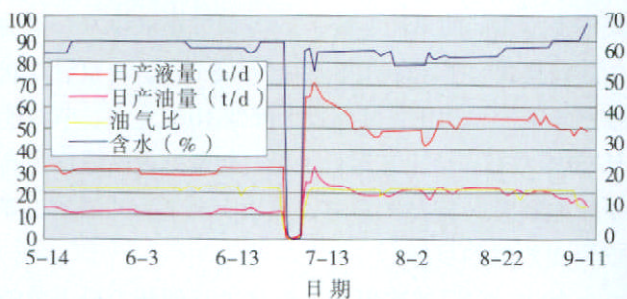


图 2 CB11F-2 井采油曲线

2. CB11E-3 井

该井于 2001 年 5 月 21 日投产，生产层位为 Ng4⁵3+4⁵8，油层厚度 11.3m，孔隙度 35.37%，渗透率 1163mD，金属毡防砂，下电泵生产，泵型 QYDB60/2000，泵挂深度 1165.71m。投产初期 8mm 油嘴生产，日产液 25.9t，日产油 5.18t，含水 80%。2009 年 8 月初，该井 4mm 油嘴生产，日产液 17.2t，日产油 17t，含水 0.1%。根据地质分析认为，该井由于地层堵塞造成产量下降，决定采用生物环保酶溶液进行解堵，以提高油井的产量。

该井于 2009 年 8 月 22 日用生物环保酶解堵，施工时先挤前置液轻质油柴油 3m³，再挤生物环保酶解堵液 10m³，最后挤后置液柴油 30m³，关井反应 120h 后开井。

解堵前该井日产液量 36.6t，日产油量 18.0t；解堵作业后产油量逐渐上升，8 月 31 日时日产液量 58t，日产油量 36t。截至 2009 年 9 月底，该井累积增油 594t。从该井的采油曲线可以看出增产效果明显（图 3）。

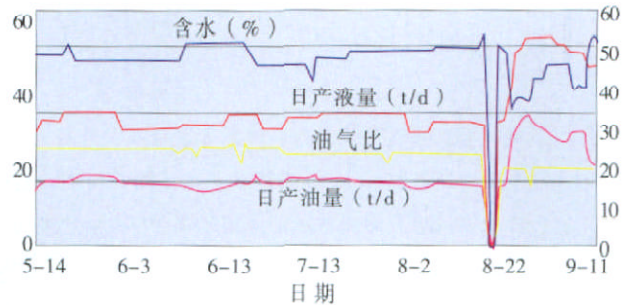


图 3 CB11E-3 井采油曲线

从现场应用情况来看，生物环保酶技术对蜡质、沥青质等物质造成的地层堵塞、地层水化膨胀引起的渗透率下降具有非常明显的解堵效果。由于该体系 pH 值为 7，对人体和环境均无伤害；它无需返排，施工简单，作业成本不高；它属于环保产品，可以生物降解，对下游炼化系统不会造成次生伤害。从国外近百口井应用情况来看，可取得一倍到百倍的增产效果，埕岛油田在 CB11F-2 井、CB11E-3 井成功应用实践也表明，该技术在极浅海油田也是适用的，具有非常明显的解堵增产效果，该技术还可应用在油田注水井降压增注上，具有巨大的推广应用价值。

【参考文献】

- [1] 王庆,赵明宸,孟红霞,等.生物酶在出砂稠油井解堵中的应用[J].油田化学,2002(3)
- [2] 张琪.油气开采技术新进展[M].东营:中国石油大学出版社,2006:217-220.
- [3] 杨倩云,郭保雨,沈丽,等.生物酶可解堵钻井液解堵机理研究[J].钻井液与完井液,2009(3)
- [4] 王建国,吴超.LS 生物酶油水井解堵技术及应用[J].大庆石油学院学报,2009(5)
- [5] 李道山,史明义,倪方天,等.大港油田港西生物酶驱油先导性试验研究[J].油气地质与采收率,2009(4)

(收稿日期：2010-04-22 改回日期：2010-05-17)

and empirical formula are illustrated. Case study shows that the method is practical and feasible.

Key words: oilfield; oil recovery; mathematical model; effect factor; quantitative

DOI: 10.3969/j.issn.1002-302x.2010.03.005

Basic Features of Oil and Gas Exploration and Qualification Requirements on Explorationists

Guo Yuan-ling (*Exploration Department of SINOPEC Shengli Oilfield Company*)

Abstract: Oil and gas exploration possesses such basic characteristics as ideological nature, scientific nature, high risk, economical efficiency, regularity and sustainability. So explorationists must be professional with sense of responsibility, rationality, toughness, perceptivity, sharp observation, logical thinking, information identification capability, multidisciplinary proficiency, excellent communication ability and teamwork spirit. Only by respecting exploration laws can we accelerate exploration and improve benefit. Only by grasping the characteristics of exploration and meeting the needs for exploration can we grow as qualified personnel in oil and gas exploration quickly.

Key words: oil and gas exploration; basic characteristic; explorationist; qualification; ability

DOI: 10.3969/j.issn.1002-302x.2010.03.006

Key Offshore Marginal Oilfield Drilling and Completion Technologies

Zhang Qing-hui¹, Wei Gang², Xu Jie³, Zhang Ji-jiang² (*1. Drilling Department of China Oilfield Service Limited; 2. CNOOC Energy Technology & Services-Supervision & Technology Co.; 3. CNOOC Tianjin Branch*)

Abstract: To realize highly effective development of marginal oil and gas fields, according to the characteristics of marginal oilfields and drilling and completion technologies in Bohai Bay conventional oilfields, key offshore marginal oilfield drilling and completion technologies are proposed, including twinhole-in-monobore technology, logging while drilling (LWD) technology and rotary navigation drilling technology (RND), real-time visual decision-making system, pilot hole drilling technology and horizontal drilling technology, horizontal open-hole screen and gravel pack sand control completion technology, and single hole double pump technology. The optimized fast drilling and completion technology is thereby improved. The key technologies have been successfully applied in Qinhuangdao 33-1 Oilfield, saving the drilling period and effectively enhancing oilfield development. The successful development of marginal oil fields in Bohai Bay enables the marginal oilfield drilling and completion technologies to be upgraded greatly, laying a solid basis for future development of Bohai Bay oilfields.

Key words: marginal oilfield; drilling and completion; key technology; application

DOI: 10.3969/j.issn.1002-302x.2010.03.007

Application of Biologic Enzyme to Remove Blockage and Improve Production in Chengdao Oilfield

Liu Xiao-mei¹, Zhao Xia², Jiao Heng-de³ (*1. Gudao Oil Production Plant, SINOPEC Shengli Oilfield Co., Ltd.; 2. Marine Oil Production Plant, SINOPEC Shengli Oilfield Co., Ltd.; 3. Jindao Industry Co., Ltd., Shengli Oilfield*)

Abstract: Due to impurities accumulation and colloid and asphaltene crustation at immediate vicinity of wellbore, there is a blockage in the strata of some wellblocks in Chengdao Oilfield, filtrational resistance increases, strata deliverability is inadequate, and oil wells cannot be put into normal production. Blockage remover with biologic enzyme is used in the oilfield to remove blockage successfully. This paper briefly introduces the causes of reservoir blockage and the mechanism of using biologic enzyme to remove blockage and improve production as well as the field application in recent years. It is regarded that production could be improved greatly and remarkable economic benefits could be obtained by using the new method.

Key words: Chengdao Oilfield; blockage; blockage removal; biologic enzyme

DOI: 10.3969/j.issn.1002-302x.2010.03.008

Orientation Study on Optimization and Simplification Measures in Daqing Peripheral Oilfields

Li Xiang (*Planning & Design Research Institute of No.9 Oil Production Company, PetroChina Daqing Oilfield*)

Abstract: To reduce investment and enhance development benefit, in view of the negative factors such as small depth of oil reservoir, low reservoir abundance and low formation permeability, poor oil products and extreme conditions of surface capital construction, oilfield surface crude oil gathering and processing technology is being innovated and optimized increasingly. Through practical production in the past few years, at present single pipe ring reduced water blending technology, single pipe branched electric heating gathering technology, and centralized processing technology with integrated equipment, and other technologies aimed at different characteristics of different oilfields have been applied successfully, which makes the proportion of surface investment to total development investment decrease to 30%. This paper analyzes the development history, application results, and range of adaptability of the technologies above, and gives some advice for further oilfield development.