

井楼油田八区欠注井治理研究应用

Research and Application of Underinjection Wells in Eight 8 of Jinglou Oilfield

张向阳

Xiangyang Zhang

中石化河南油田分公司采油二厂 中国·河南 南阳 473400

Second Oil Production Plant of China Petroleum & Chemical Corporation Henan Oilfield Branch, Nanyang, Henan, 473400, China

摘要: 中国河南油田井楼油区八区北部由于油层物性较差,造成注水井注入困难,注入压力高,部分注水井欠注严重,为了加大治理欠注井注水状况,积极配套实施分子膜酸化工艺、泡沫酸化工艺、层内自生 CO₂ 深部解堵工艺,有效地改善了注水井注水状况,为常采区块高效开发提供了技术支持。

Abstract: The north of Henan oilfield due to poor material properties, water injection difficulties, high injection pressure, some injection Wells seriously, in order to increase the treatment of well injection, actively implement the molecular membrane acidification process, foam acidification process, layer from CO₂ deep plugging process, effectively improve the water injection condition, provides technical support for the efficient development of often mining block.

关键词: 井楼八区; 分子膜; 泡沫酸化; 增注

Keywords: well building eight areas; molecular membrane; foam acidification; additional injection

DOI: 10.12346/etr.v4i5.5628

1 井楼八区油藏特征及开发现状

1.1 构造特征

井楼油田八区属高庄南—前杜楼鼻状构造,地层倾角 11°,倾向东南。南部构造相对简单,为一自东南向西北抬升的鼻状构造。楼八区北部油藏类型按圈闭分类:西部受岩性控制,北部受断层控制,形成断层+岩性油藏。

1.2 储层特征

井楼油田八区北部 IV 5³ 层储层岩石以棕褐色、褐色细砂岩及粉砂岩为主,矿物成分以石英为主,长石次之。胶结物以泥质和灰质为主,胶结类型为孔隙型。

H3 IV 5³ 层:根据电测解释结果,H3 IV 5³ 层孔隙度在 15%~38% 之间,平均孔隙度 24.55%;渗透率在 0.08~1 μm² 之间,中北部高渗透率区呈条带状,分布在楼 8120 和泌 249 等 2 个井区。

1.3 油藏性质

根据原油分析资料,井楼八区北部 H3 IV 5³ 层地面原油密度 0.8956~0.9024g/cm³,70℃时地面脱气原油黏度

21.71~31.27mPa.s,胶质沥青含量 15.24%~36.39%,含蜡 14.90%~31.32%,含硫 0.03%~0.22%,凝固点 -5~27℃。根据楼八区北部各油层原油化验结果,地层温度下脱气原油粘度在 103-226 MPa·s 之间,各油层均有利于常规注水开发。

1.4 开发现状

1.4.1 注入状况

井楼八区中北部共有 12 口注水井,其中 3 口井已封井,1 口水井转油井,现有 8 口注水井,日注水 209m³,累计注水 17.59×10⁴m³,月注采比 2.3。

1.4.2 采出状况

井楼油田八区北部累计有 24 口井生产过 IV 5³ 层,其中 5 口井已转注,1 口井返热采层,1 口井已封井,17 口井正生产。日产油水平 47.5t,日产液 91.6t,平均单井日产油 2.8t,累计产油 72073t,采出程度 5.6%,采油速度 1.1%。

2 井楼八区北部存在的问题

2.1 井楼八区北部注水井注入困难,注入压力高

井楼八区北部孔隙度范围 9.1%~29.55%,平均孔隙度

【作者简介】张向阳(1971-),中国河南南阳人,本科,工程师,从事油田开发技术应用与研究。

21.5%，渗透率 $0.021\sim 1.082\mu\text{m}^2$ ，平均渗透率 $0.315\mu\text{m}^2$ ，与全区比，渗透率低。油层渗透率小于 $0.2\mu\text{m}^2$ 井段 19 个，占总井段数 58%。2011 年—2018 年悬浮物超标，在 $10\sim 20\text{mg/L}$ 之间，由于水质差，造成北部部分水井注入困难，注入压力高。八区中北部超破裂压力注水井 13 口，占总井数的 62%。17 口井注水强度低于 $8\text{m}^3/(\text{m}\cdot\text{d})$ ，占总井数的 76%，注水效果较差。2019 年对楼八区水质进行专项治理，水质得到改善，达到水质标准。

表 1 井楼八区油层物性

	孔隙度范围 (%)	平均孔隙度 (%)	渗透率范围 (μm^2)	平均渗透率 (μm^2)
井楼八区	16.51-36.67	25.8	0.066-7.935	1.399
中北部注水井	9.1-29.55	21.5	0.021-1.082	0.315

2.2 酸化效果逐渐变差，酸化有效期缩短

2019 年井楼八区主要采取清洗剂配套土酸工艺，由于酸化半径小，无法达到改善近井基质作用，解决不了实施井渗透率低导致的欠注问题。

3 井楼八区配套酸化解堵工艺技术

针对井楼八区中北部存在的问题，加大分析力度，采取一井一策，深入分析注水井注不进的原因，积极配套分子膜酸化工艺、泡沫酸化工艺、层内自生 CO_2 深部解堵工艺。

3.1 分子膜解堵增渗技术

分子膜解堵增渗技术是通过分子膜驱剂在油藏界面单分子层静电吸附放热，从而提高原油采收率的新型技术。在分子膜驱油过程中，分子膜驱剂以水为传递介质，通过强静电作用在油藏界面形成牢固的单层分子超薄膜，静电吸附放出的热量使原油不断被剥离岩石表面并被带出。

结合我厂稠油常采区块储层污染堵塞的综合分析，通过室内分析评价优选配套 MD 分子膜，因为分子层静电吸附放热释放能量的大小是 MD 膜驱油效果的关键，释放能量的大小决定 MD 膜驱剂注入量的多少，油藏条件如温度、渗透率和矿化度的限制较小，应用范围广。分子膜成膜衬（基）底具备普适性，颗粒的油层矿物、原油中的胶质沥青等均可作为衬（基）底，因此在稠油常采井解堵领域具有一定的技术优势^[1]。

3.2 泡沫酸化技术

泡沫酸是以常规酸化液及其添加剂为基液，采用耐盐、耐酸、耐温的起泡剂及稳泡剂，得到能满足酸化施工的要求、性能稳定、酸液配方与地层配伍良好的泡沫状酸化液体系。

①利用泡沫的贾敏效应实现暂堵，达到全井段均匀解除污染堵塞目的。泡沫液通过储集层孔喉时产生阻力效应，称为“贾敏效应”或“气阻效应”^[2]。泡沫酸化工艺可对未污染段和已解堵井段进行暂堵，促使酸液流向未解除堵塞井

段，实现全井段均匀解除污染堵塞。

②泡沫液黏度大，携带能力强。泡沫流体动切力较大，黏度高，在较低的返速下，其携带固相颗粒的能力强。在酸化施工中，其冲刷及携带能力是常规酸化无法相比的，可以最大限度地清除井壁及套管外的泥饼。

③泡沫返排能力强，对地层伤害小。泡沫酸含有的液相（酸液）成分少，流体静压柱低，返排时，井筒瞬间形成负压，泡沫迅速膨胀，产生很大的举升能力，导致裂缝中流体产生高流速，从而加快了返排^[3]。

④泡沫在孔隙介质中具有很高的视黏度，调剖能力强。泡沫流体具有剪切变稀的特性，其视黏度随孔道半径的增大而增大。因此对于储层存在不均质的水平井，泡沫酸分流可以是连续的、彻底的，可以很大程度（90%以上）的屏蔽高渗层吸液，有效改善低渗层的堵塞情况。对于采出程度较高区块的水平井，泡沫酸化可以同时实现堵水酸化，这是其他酸化工艺（如化学剂暂堵酸化）无法实现的^[4]。

3.3 层内自生 CO_2 深部解堵增注技术

①自生 CO_2 生气剂溶液段塞在油藏深部融合反应，作用距离远，作用半径是常规酸化的 2-3 倍，能够起到解除油藏深部污染的目的。

②生气剂在地层深部反应放出大量高温高压气体，可起到 CO_2 气体作用、酸化解堵、热解堵、增能助排等综合作用，达到解除地层各种堵塞的目的。

③采用酸化与自生 CO_2 复合解堵增注工艺，近井与远井解堵相结合，达到了注水井深部解堵增注目的。

3.4 欠注井治理效果评价

2019 年以来，针对楼八区北部欠注井存在问题，采取清洗剂酸套土酸工艺无法有效改善注水状况，积极配套分子膜工艺及泡沫酸化、自生 CO_2 复合解堵增注工艺技术，累计治理欠注井 16 井次，有效 11 井次，无效 5 井次，有效率 69%，累计增注 83403m^3 。该区块应用效果比效好的主要是分子膜酸化工艺及泡沫酸化工艺。分子膜酸化实施 6 井次，有效 5 井次，有效率 83%，累计增注 14371m^3 。泡沫酸化工艺实施 3 井次，累计增注 36454m^3 。

3.4.1 设计思路

①注入地层清洗剂，处理近井地层和管壁上的一些死油及结蜡等；注入前置泡沫段塞，达到暂堵分流的目的，保证后续酸液均匀注入；

②注入前置酸（纯液）对地层预处理，来处理 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} ，为后续挤入的主体酸提供酸性环境，降低施工压力；

③由于该井渗透率极差为 10，为保证措施效果，实施泡沫酸分流工艺，注入泡沫前置酸和泡沫主体酸，正式解堵，溶蚀泥浆滤饼，地层松散颗粒、泥质、结垢等，实现缓速、均匀酸化的目的；

④采用低密度泡沫，可以在井底形成负压，彻底返排酸化残液，强力携带出地层污染物。

3.4.2 设计、施工参数及施工基本情况

楼 8125 井设计、施工参数见表 2。

表 2 楼 8125 井泡沫酸化主要参数设计及施工对比表

	油层清 洗剂方	前置 酸方	泡沫前 置酸方	泡沫主 体酸方	泡沫 液方	泡沫洗 井液方	施工压 力 MPa
设计	20	5	5	30	2.5	60	≤ 16
实际	20	5	5	30	2.5	60	14 ↓ 12

施工后，楼 8125 井累计增注 28592m³，有效期 529 天，酸化后细分注水三个小层在油压 5.8MPa 下，均能达到配注，说明泡沫酸起到了调剖的作用，低渗透层得到了启动，实现了均匀酸化。

4 结论

①井楼八区北部欠注井配套实施分子膜工艺及泡沫酸化工艺，取得了较好的措施效果，改善了注水效果；

②井楼八区共实施泡沫酸化 6 井次，有效 5 井次，有效率 83%，平均压降 4.3MPa，平均有效期为 473.3 天，累计增注 14371m³，效果明显；

③井楼八区共实施泡沫酸化 3 井次，平均压降 6.0MPa，平均有效期为 691 天，累计增注 36454m³。

参考文献

- [1] 伦纳德·卡尔法亚.酸化增产技术[M].吴奇,邹洪岚,张汝生,等译.北京:石油工业出版社,2004.
- [2] 威廉斯,吉德里,谢克特.油井酸化原理[M].罗景齐,译.北京:石油工业出版社,1983.
- [3] 万仁,罗英俊.采油工艺手册第九分册——压裂酸化工艺技术[M].北京:石油工业出版社,1998.
- [4] 李静群,王俊旭,李武平,等.砂岩地层酸化可能对地层造成的伤害及预防处理[J].油气井测试,2003,12(4):17-21.