

大 70 井区低压气井泡排剂的应用及经济效果评价

李洋洋（中石化华北油气分公司采气一厂，河南 郑州 450006）

摘要：针对大牛地气田大 70 井区低压井使用常规泡排效果不佳的问题，优选阴离子-非离子复合型表面活性剂泡排剂 MJ-01B-1，评价了其基本性能，并选取 3 口低压井进行现场试验。室内评价表明，MJ-01B-1 泡排剂与地层水、甲醇具有较好的配伍性，并且不同浓度的情况下起泡能力和携液能力均高于常规泡排，泡排浓度 4‰ 效果最佳，此泡排剂适用于凝析油含量小于或等于 10% 的气井。现场试验表明，3 口气井产气量增加 1397 方/天，产液量增加 0.2 方/天，平均生产时率由 95.59% 提高至 98.64%，累计增产气量 3.0 万方/天，总体投入产出比 1: 4.1，具有较好的经济效益，MJ-01B-1 提高了气井带液能力，有利于气井的增产和稳产。因此，该泡排剂在大 70 井区气井开发过程中具有推广应用价值。

关键词：大 70 井区低压气井；泡排剂；配伍性；大 70 井区；经济效果评价

0 前言

大 70 井区位于大牛地气田东南区块，总井数 36 口（直井 11 口，水平井 25 口），平均油压 2.4MPa，平均套压 3.3MPa。截止到 2023 年 10 月底，日产气 7.36 万方/天，日产液 35.8 方/天，平均液气比 4.86 方/万方。油压小于 1.6 MPa 气井开井数 9 口，占比 25%，低压井占比进一步增大，气井面临快速递减风险。由于大 70 井区产能低，生产过程中井筒容易积液，特别压力低的气井，积液会更加的明显^[1-3]。大牛地气田目前排采工艺仍然以泡沫排水为主^[4,5]，但随着气田压力、产量在不断降低，气井携液能力逐步减弱，气井在常规泡排剂的辅助下已无法实现正常带液，井底积液越来越严重^[6]。为解决低压井泡沫排液的问题，使用 MJ-01B-1 泡排剂，将其与常规泡排剂 MJ-01 进行性能比较，并通过 3 口现场试验井分析此泡排剂在低压低产井的现场应用效果。

1 MJ-01B-1 泡排剂概况

药剂成分：椰油酰胺丙基甜菜碱、CX-35、BS-12 脂肪酰胺等多种非离子表面活性剂为主，引气剂、磺酸盐为辅。

药剂特点：水溶性好，溶解后无杂质、无沉淀；对油管无腐蚀、对人体无毒；凝析油不大于 20%，矿化度不大于 200000mg/L 的低压情况下有较强的起泡携液能力。

2 室内试验评价

为验证 MJ-01B-1 在大 70 井区低压井的适用性，按照 Q/SH 4006 03—2014《大牛地气田气井泡沫排水采气工艺作业规范》对 MJ-01B-1 和常规泡排剂 MJ-01 进行配伍性、不同浓度的泡排剂的起泡和携液、抗凝析油等性能的室内评价。试验所使用的水样取自 X-52 井，其氯根浓度为 35000mg/L，符合山 1 层地层水氯根浓度范围。

2.1 配伍性评价

由于大 70 井区不同层位的地层水水质存在差异，冬季生产的时候还需要加注甲醇，所以需要评价低压泡排剂 MJ-01B-1 与地层水、甲醇的配伍性。

试验步骤：取 0.4g MJ-01B-1 低压泡排剂于锥形瓶中，加入过滤后 X-52 井地层水样 10 mL，得到药剂浓度为 4‰ 的液样，将其恒温加热，在 70℃ 条件下静置恒温 4h 后取出观察其状态。

表 1 泡排剂的配伍性评价结果

实验试样	恒温前	恒温 4 小时后
X-52 井水样	淡黄色半透明液体	黄色半透明液体
MJ-01B-1 与 X-52 井水样	药剂易溶解于水样中，溶液无沉淀产生，无分层现象	混合溶液不分层，无沉淀
MJ-01B-1、甲醇与 X-52 井水样	药剂易溶解于水样中，溶液无沉淀产生，无分层现象	混合溶液不分层，无沉淀

表 2 试验井基本情况

井号	生产层位	油压 (MPa)	套压 (MPa)	日产气 (m ³ /d)	日产液 (m ³)	降压带液次数 (天 / 次)	临界携泡流量 (10 ⁴ ×m ³ /L)
X-214	S1-1	2.3	2.7	2600	0.28	4	0.3729
X-217	S1-2	1.8	2.6	2200	0.21	4	0.3484
X-226	S1-2	2.1	3.5	1803	0.20	3	0.5756
小计		2.0	2.9	6603	0.69	4	0.4323

试验结果：三组样品恒温前均为淡黄色半透明液体，恒温 4h 后未出现分层，无沉淀产生（表 1）。说明 MJ-01B-1 与地层水、甲醇具有良好的配伍性。

2.2 起泡、携液能力评价

试验步骤：利用 X-52 井地层水，测得其氯根为 35000mg/L，选用 MJ-01B-1 和常规泡排剂 MJ-01，分别配置 1‰、2‰、3‰、4‰、5‰ 的液样，使用罗氏泡排仪进行试验，pH 值 7、温度 70℃，记录各个样品的泡高、二次起泡高度及携液量。

试验结果：当泡排浓度为 4‰ 时两者药剂性能最佳，MJ-01B-1 初始泡高 170mm、5min 的泡高为 173mm，10 min 的泡高为 90mm，二次起泡高度为 175mm，起泡、稳泡、二次起泡性能均优于常规泡排剂 MJ-01。当药剂浓度 >3.0‰ 时，常规、低压泡排药剂携液量增长速率开始变缓；相同浓度下，MJ-01B-1 的效果明显优于常规泡排剂，推荐 MJ-01B-1 的加注浓度 4‰~5‰。

2.3 抗凝析油能力评价

随着压力的降低，有些气井会析出部分凝析油，目前大 70 井区部分井含有凝析油，所以需要对 MJ-01B-1 进行抗凝析油性能试验。

实验步骤：配置凝析油含量 0%、5%、10%、15%、20% 及泡排剂浓度为 4‰ 的试验液样，进行泡高、携液性能的试验。（pH 值 7、温度 70℃）

实验结论：当凝析油为 10% 时，初始泡高 128mm、5min 的泡高为 110mm，10min 的泡高为 90mm，二次起泡高度为 100mm，携液率 77.5%，发泡和携液能力适中。随着凝析油含量的增加，起泡效果和稳泡效果变差；当大于 10% 时，发泡能力和携液率快速下降，此泡排剂适用于凝析油含量小于或等于 10% 的气井，不适用含高浓度凝析油的气井。

综上所述，MJ-01B-1 与大 70 井区的低压井的地层水及甲醇配伍性良好，其起泡、稳泡和携液性能均比常规泡排 MJ-01 效果好。

3 现场试验

3.1 选井依据

结合 SY/T 6525-2002 石油天然气行业标准与 Q/SH 4006 03-2014 华北分公司企业标准《大牛地气田气井泡沫排水采气工艺作业规范》中的选井原则，现场试验选井主要根据以下几条依据：①油压小于 2.5MPa，套压小于 3.5MPa，油套压差大于 1MPa；②产气量达不到临界携泡流量；③需要频繁降压带液维持生产；④井身结构完好，井下无异物、油套管连通性较好；⑤气井可以单独计量，准确反映气井试验生产情况，方便收集液样，以便调整泡排加注制度。

3.2 选井结果

为进一步探究 MJ-01B-1 对低压气井的辅助带液能力，根据选井依据，选取 3 口井进行现场试验。三口井的平均油压 2.0MPa、套压 2.9MPa、日产气 6603 方 / 天、日产液 0.69 方 / 天，平均降压带液次数为 4 天 / 次，临界携泡流量 0.4323 万方 / 天（表 2）。

3.3 试验制度

按照原泡排制度将低压泡排剂导入计量生产一周，作为试验空白期，空白期就开始置换，置换完成后开始试验，试验期间泡排制度与试验前泡排制度保持一致，试验分为试验前和试验期。对 3 口低压井进行试验前后日产气、日产液、及油套压变化情况的对比分析。

4 具体应用及经济效益分析

4.1 X-214 取得的经济效益

X-214 井生产层位山 1，水平段总长度为 1000m，砂岩段长 859m，平均全烃 45.4%。2015 年 11 月投产，于 2022 年 8 月 9 日进行低压泡排试验，该井临界携泡流量 3729 方 / 天，管柱 50.8 mm。试验前油压 2.3MPa、套压 2.7MPa，日均产气量 2600 方 / 天，日均产液量 0.28 方 / 天，泡排剂为 MJ-01，加注制度为 4L/d，频繁降压带液 4 天 / 次。

试验期（2022/8/20-2022/9/26）：泡排剂为 MJ-

01B-1, 加注制度为 4 L/d, 套压由 2.3MPa 降至 2.7MPa, 日均产气量 2700 方/天, 产气较之前无明显变化, 产液由 0.28 方/天升至 0.39 方/天, 降压带液减少为 32 天/次, 生产时率由 94.57% 升至 99.62%, 生产效果明显改善。

4.2 X-226 取得的经济效益

X-226 井生产层位山 1, 实钻水平段总长度 689 m, 砂岩段长 248 m, 平均全烃 28.88%。2016 年 6 月投产, 于 2022 年 8 月 10 日进行低压泡排试验, 临界携泡流量 5756 方/天, 管柱尺寸 60.3mm。X-226 试验前油压 2.1 MPa、套压 3.5MPa, 日均产气量 1803 方/天, 日产液量 0.2 方/天, 试验前流压测试结果显示井内有积液, 下部梯度 0.347MPa/100m。泡排剂型号为 MJ-01, 加注制度为 3 L/3d, 频繁降压带液 3 天/次, 生产时率不高。

试验期 (2022/8/20-2022/9/26): 泡排剂为 MJ-01B-1, 阶段 I (2022/8/20-2022/9/10) 试验期间, 泡排剂加注制度为 3 L/3d, 油压稳定在 2.1MPa, 套压由 3.5MPa 升至 4.0MPa, 产气量由 1803 方/天升至 2500 方/天; 阶段 II (2022/9/11-2022/9/21) 试验期间, 产液量异常下降, 液样呈深褐色, 氯根浓度由 35200mg/L 升至 45203mg/L, 井内积液严重, 可能是此阶段地层产液不规律; 阶段 III (2022/9/22-2022/9/26) 试验期间, 调整泡排制度 2L/d, 产液 0.15 m³/d 升至 0.27 方/天, 降压带液减少为 12 天/次生产较稳定, 生产时率由 95.54% 增加至 99.30%, 说明 MJ-01B-1 对低压井具有良好的辅助排液效果, 使 X-226 实现增产和稳产。

4.3 X-217 取得的经济效益

X-217 井生产层位为山 1, 水平段总长度为 1112 m, 砂岩总长度 815 m, 平均全烃 54.32%。2015 年 11 月投产, 于 2022 年 8 月 11 日进行低压泡排试验, 油管尺寸 38.1 mm, 临界携泡流量 3484 方/天, 试验前井筒有积液, 油压 1.8 MPa、套压 2.6 MPa, 日均产气 2200 方/天, 日均产液量 0.21 方/天, 泡排剂为 MJ-01, 加注制度为 3 L/3d, 降压带液减少为 4 天/次。

试验期 (2022/8/20-2022/9/26): 泡排剂为 MJ-01B-1, 阶段 I (2022/8/20-2022/9/14) 试验期间, 泡排加注制度为 3L/3d, 油压由 1.8 MPa 升至 2.1MPa, 套压比较稳定, 产气量由 2200 方/天升为 2800 方/天, 产液量变化不大; 阶段 II (2022/9/15-2022/9/26) 试验期间产液量减少, 井内没有积液, 可能与井内含凝析油有关, MJ-01B-1 室内试验对凝析油含量高于

10% 的携液效果不佳, 调整泡排为 2L/d, 产液量由 0.1 方/天升至 0.26 方/天; 降压带液减少为 4 天/次, 生产时率由 96.67% 提高到 97.00%。

从这三口井的生产情况来看, MJ-01B-1 提高了气井的带液能力, 平均产气量增加 1397 方/天, 平均产液增加 0.2 方, 试验期间气井降压带液次数由原来的 4 天/次减少为 16 天/次, 生产时率增加 3.05%, 有利于气井的增产和稳产。

4.4 总体经济分析

现场加注泡排剂的成本主要包括设备租用费、药剂成本费及运输费, 计算 3 口井的总成本 1.0 万元。3 口井试验后日增气 0.1397 万方, 累计增气 3.0 万方, 目前气价 1.36 元/m³, 日盈利 0.19 万方, 总盈利 4.1 万元, 投入产出比 1: 4.1。

5 结论

①室内试验表明, MJ-01B-1 与常规泡排剂 MJ-01 相比, 发泡、稳泡和携液能力更佳, 泡排浓度 4‰ 效果最佳; ② MJ-01B-1 与大 70 井区低压气井地层水、甲醇有较好的配伍性; ③适用凝析油含量小于或等于 10% 的气井, 不适用含高浓度凝析油的气井; ④通过室内试验和现场试验, 证明 MJ-01B-1 在大 70 井区低压井中具有较好的性能, 日增加产量 1397 方/天, 生产时率增加 3.05%, 使气井更加稳定生产。

参考文献:

- [1] 宋旭超. 关于低产低压气井排水采气技术对策探讨[J]. 中国设备工程, 2021(23):238-239.
- [2] 赵杨. 低产低压气井井筒积液分析[J]. 内江科技, 2018,39(05):74-75.
- [3] 张文洪, 马强, 龚才喜, 等. 泡沫排水采气工艺在大牛地气田的试验效果分析[J]. 油气井测试, 2005(04): 46-48+81.
- [4] 李宇. 泡沫排水采气工艺在皮家气田的应用[J]. 辽宁化工, 2021,50(06):898-900+928.
- [5] 杨易骏, 刘慧, 王锦昌, 等. 低压耐盐型泡排剂在大牛地气田的应用及评价[J]. 石油化工应用, 2020,39(05):13-20.
- [6] 石春平. 泡沫排水采气工艺在大牛地气田的运用分析[J]. 化工管理, 2015(05):179+181.

作者简介:

李洋洋 (1995-), 女, 河南省周口人, 学历: 硕士, 助理工程师, 研究方向: 油气地质与勘探、油气开发研究。