

LOSTEN 系列万能油田污水缓蚀剂技术介绍

¹ 新疆大学石油天然气精细化工教育部重点实验室

² 南京米勒化工有限公司

概述

腐蚀问题严重威胁油气田安全生产，使用优秀的缓蚀剂来控制内腐蚀，经济又简便。

腐蚀控制是一项有机协作的整体工程。使用缓蚀剂防腐应该建立在除氧剂、杀菌剂、阻垢剂甚至包括硫化氢抑制剂的共同配合下，才能最大程度的保护油田管线设施。

LOSTEN 系列油田污水缓蚀剂堪称万能油田污水缓蚀剂。所谓“万能”，是指在绝大多数极端苛刻环境下只通过调节加药浓度或与脱氧剂、杀菌剂等水处理系统配套药剂共同使用即可优异解决油气田现场腐蚀问题的污水缓蚀剂，能够保证油田管线钢处于整体减薄的腐蚀趋势，均匀腐蚀速率小于 0.076mm/a，且不产生明显的局部腐蚀，有效预防管线局部刺漏。

LOSTEN 系列万能油田污水缓蚀剂具体适用的环境及苛刻要求如表 1，表中数据仅代表经过测试的已知数据，更苛刻条件不代表不能适用，尚需结合具体工况开展验证试验。

【 表 1 】

LOSTEN 系列缓蚀剂适用的苛刻要求及可达到的苛刻效果

项目	具体环境参数	项目	具体环境参数
高 CO ₂	≤4.0MPa	中高流速	≤3m/s
高 H ₂ S	≤0.1MPa	极低加剂量	≤10mg/L
高矿化度	≤22 万 mg/L	低 pH	≥4.5
高 Cl ⁻	≤13 万 mg/L	高温污水	≤100℃
与阴离子 PAM 配伍	稳定配伍	与防垢剂配伍	稳定配伍
酷热环境使用	闭口闪点≥90℃	严寒环境使用	凝点≤-25℃
最佳均匀腐蚀速率	≤0.01mm/a	最佳缓蚀率	≥95%

LOSTEN 系列万能油田污水缓蚀剂目前主要分为三类产品：**LOSTEN-200HS**、**LOSTEN-500HS**、**LOSTEN-800HS**。这三类产品囊括了表 1 中所列的苛刻要求与必须达到的各项指标。

目前油田常用的污水缓蚀剂主要仍然是咪唑啉衍生物，这类型物质国内外应用最为广泛，历经多年发展，技术较为成熟，但具有通用性的能够兼顾绝大多数恶劣工况环境的高效污水缓蚀剂并不多。

LOSTEN 系列万能油田污水缓蚀剂是在深入研究缓蚀剂作用机理，有针对性设计分子结构，研究复配规律协同机理的基础上开发出来的，缓蚀剂在金属表面吸附性能更强，成膜更均匀更致密。经历了中国陆地、海上以及国外数十个油田的各种工况环境测试，防腐效果稳定、突出，代表了国内一流水平。适用工况涵盖了新疆“五高一低”油田、大港高含细菌油田（必需配合杀菌剂）、大庆含聚污水油田、南海高含二氧化碳油田、四川高含硫化氢油田、100℃高温生产污水油田、印尼高流速油田、高氧腐蚀油田（必需配合除氧剂）等。

(一) **LOSTEN-200HS**

【表 2】 **LOSTEN-200HS** 产品指标

项目	指标
外观	桔红色至棕红色均匀液体
密度（g/cm ³ ，20℃）	1.05-1.15
pH（原液）	6.0-8.0
凝点（℃，≤）	-25.0
闭口闪点（℃，>）	91.0

LOSTEN-200HS理化性质方面独特的优点在于配伍性优良。

本产品采用特殊结构的有机酸和多乙烯多胺脱水反应制得油溶性咪唑啉中间体，然后用亲水性的环氧乙烷接枝改性，制备得到聚醚类的水溶性咪唑啉，该咪唑啉由于甲氧基良好的供电子效应，使得咪唑啉环上氮原子的电子云密度更大，有利于吸附在金属表面形成致密的缓蚀剂有机膜，配合中性小分子缓蚀剂，使得最终产品具有良好的配伍性，跟阳离子型杀菌剂、絮凝剂、阴离子型防垢剂、絮凝剂等水处理系统药剂都能稳定配伍。

与高浓度阴离子聚丙烯酰胺稳定配伍，因此适用于大庆等注聚油田，完全不带来污油泥，有效缓解因为配伍性问题导致的管线管网频繁清洗、油水集输管线管径缩小等难题。产品绿色无毒低味，属于非危险化学品，很适宜于酷热环境和恶劣严寒地区使用，可直接加注或用兑水、兑乙醇后加注。

使用 200L 塑料桶或 IBC 桶包装，避免与强酸类强氧化剂接触，有效期在 1 年以上。缓蚀性能方面除了耐硬水能力稍差（适用于总矿化度 9~10 万 mg/L 以下）以外，可出色抵抗 4MPa 二氧化碳、几百 mg/L 硫化氢、100℃高温等恶劣环境，2~3m/s 冲刷腐蚀。

多年来高达 20 个国内外油田污水环境的动态高温高压釜测试表明，该缓蚀剂抗点蚀能力极其优异，即使在加剂量不足时，也只会整体减薄而不会出现局部腐蚀，抗超高二氧化碳性能优于抗超高硫化氢性能。缓蚀率相比 **LOSTEN-500HS** 和 **LOSTEN-800HS** 略低，但在添加量为 30mg/L 时缓蚀率都能达到 90%以上，正常加注 20±5mg/L 时，即可将腐蚀速率控制在 0.06mm/a 以下。溶解氧低于 0.05mg/L 环境下的最佳缓蚀率高达 95%以上。

同时该产品是优良的炼油低温缓蚀剂，适宜于常压装置、催化、加氢、焦化装置 120~140℃环境，通常使用脱盐水稀释 3~9 倍，以 20~50mg/L 添加，效果良好。

（二）**LOSTEN-500HS**

【表 3】 **LOSTEN-500HS** 产品指标

项目	指标
外观	桔红色至棕红色均匀液体
密度（g/cm ³ ，20℃）	0.97-1.07
pH（原液）	4.0-6.0
凝点（℃，≤）	-10.0
闭口闪点（℃，>）	50.0

LOSTEN-500HS为改性阳离子咪唑啉缓蚀剂，零有机氯。

最大的优点是缓蚀性能非常的全面，在绝大多数环境中只均匀减薄，不产生局部腐蚀。抗超高硫化氢腐蚀效果更为突出。耐 22 万矿化度、抗 0.1MPa 高硫化氢和 4MPa 高二氧化碳，100℃高温生产污水，耐 0.2mg/L 溶解氧，3m/s 冲刷腐蚀，对于高含菌污水，配合阳离子杀菌剂即可优异解决微生物点蚀。正常建议加剂量为 20±5mg/L，溶解氧低 0.05mg/L 环

境下的最佳缓蚀率高达 95% 。

（三）LOSTEN-800HS

【表 4】LOSTEN-800HS 产品指标

项目	指标
外观	桔红色至棕红色均匀液体
密度（g/cm ³ ，20℃）	0.98-1.08
pH（原液）	5.0-7.0
凝点（℃，≤）	-15.0
闭口闪点（℃，>）	61.0

LOSTEN-800HS 为改性阳离子咪唑啉缓蚀剂，零有机氯，适用的工况范围与 LOSTEN-500HS 相同，防腐效果处于同一水平。LOSTEN-800HS 缓蚀率略高，加剂量更低，抗局部腐蚀能力优秀，但 LOSTEN-500HS 抗局部腐蚀稳定性优于 LOSTEN-800HS 。

正常建议加剂量为 20±5mg/L。可直接加注或兑水、兑乙醇后加注。使用 200L 塑料桶或 IBC 桶包装，避免与强碱类强氧化剂接触，有效期在 1 年以上。

👉 LOSTEN 系列万能污水缓蚀剂性能评测

1、评选依据

SY/T 6301-1997 《油田采出水用缓蚀剂通用技术条件》

SY/T 5273-2000 《油田采出水用缓蚀剂性能评价方法》

Q/SHCG 40-2012 《油田采出水处理用缓蚀剂技术要求》

2、评选设备及过程

评价设备：使用国产高温高压 C276 釜；JSM-7001F 场发射扫描电镜。

实验流程：实验前先在污水中通入 20min 高纯氮气除氧，再抽真空 20min 除氧，然后密封，通入一定量的二氧化碳和硫化氢气体，氮气补足总压，加热至指定温度，调节转速至稳定，试验时间为 168h。腐蚀试验结束后使用标准酸洗液清洗挂片并充分脱水，计算失重和均匀腐蚀速率。利用 JSM-7001F 场发射扫描电镜观察腐蚀层形貌及清洗后的挂片形貌。



图 1 高温高压釜腐蚀测试仪



图 2 JSM-7001F 场发射扫描电镜

3、典型测试案例 1

以国内陆地某油田模拟水为测试介质，该水质具有“四高一低”的腐蚀特质，即高含二氧化碳、高含硫化氢、高矿化度、高氯离子含量、低 pH，为强腐蚀性水质，地面集输系统内腐蚀问题突出，测试条件如：

【表 5】测试条件的选择具备较苛刻环境代表性

总矿化度	温度	H ₂ S	CO ₂	总压	材质	流速	时间	加量
20万mg/L	85℃	1万mg/L	1.0MPa	4.0MPa	20#	2m/s	168h	30mg/L

【表 6】评价结果

药剂	均匀腐蚀速率	缓蚀率	挂片表面形貌
LOSTEN-500HS	0.038 mm/a	93.4%	光亮
LOSTEN-800HS	0.024 mm/a	95.9%	光亮



图 3a 500HS 酸洗前成膜形态



图 3b 500HS 酸洗后



图 4a 800HS 酸洗前成膜形态



图 4b 800HS 酸洗后

图 3a 和图 4a 分别为两个缓蚀剂从腐蚀液中取出后擦干水的形貌，可以发现表层有明显的腐蚀产物膜，其中 **LOSTEN-500HS** 对应的黄铜色膜外观上看起来更均匀致。

LOSTEN-800HS 对应的黑膜更容易被擦掉，但经过标准酸洗液处理后的挂片都很光亮，使用扫描电镜在线监测观察经过清洗的挂片表面，没有明显的局部斑点。

LOSTEN-800HS对应的挂片金属光泽感更强，这与实验数据是吻合的。

LOSTEN-500HS较**LOSTEN-800HS**局部腐蚀倾向更低，但**LOSTEN-800HS** 较**LOSTEN-500HS** 缓蚀率更高，均匀腐蚀速率更低。在矿化度小于10万的腐蚀试验中，该结论也是一致的。

4 、典型测试案例 2

以矿化度为 4.5 万 mg/L 的某油田生产污水现场水作为腐蚀介质开展动态高温高压腐蚀

【 表 7 】 评价条件

总矿化度	温度	H ₂ S	CO ₂	总压	材质	流速	时间	加量
4.5万mg/L	90℃	50mg/L	4.0MPa	4.0MPa	X65	3m/s	168h	30mg/L

【 表 8 】 评价结果

药剂	均匀腐蚀速率	缓蚀率	挂片表面形貌
LOSTEN-200HS	0.032 mm/a	91.1%	光亮



图 4a 200HS 酸洗后形态



总结

LOSTEN-800HS、**LOSTEN-500HS**、**LOSTEN-200HS**三种咪唑啉型缓蚀剂是抗高矿化度、高硫化氢、高二氧化碳、高氯离子、高温、中高流速的优秀污水缓蚀剂，具有加剂量低、缓蚀率高、不容易产生局部腐蚀、乳化倾向低的特点，药剂的凝点闪点等指标均可根据实际情况调节。

对于较为苛刻的腐蚀环境，当加剂量为 15~25mg/L 时，即能够保证均匀腐蚀速率低于 0.076mm/a，且没有明显的局部腐蚀，适用范围涵盖了绝大多数油田污水环境。在各油田具体的药剂评选时，应考虑污水中溶解氧、细菌、其他药剂残余浓度对缓蚀剂的干扰、悬浮物导致的电化学点蚀、垢下腐蚀等因素，制定综合的药剂解决方案来保障油田的防腐需求。

LOSTEN-800HS、**LOSTEN-500HS**、**LOSTEN-200HS**同时还是优秀的炼油用低温缓蚀剂，适用于催化、加氢、焦化装置等 120~140℃低温环境，通常稀释 3~9 倍，以 20~50mg/L 添加，可将铁离子控制在 1mg/L 以下。

欢迎索取样品验证!

www.chinamiller.com

025-83207477