

不同水型污水混合处理后水质达标 技术研究

鄢 雨 冯小刚 张绍鹏 古丽曼 陈红兵 鲍 静 房 文

中国石油新疆油田分公司准东采油厂, 新疆 昌吉 831511

摘 要:准东采油厂沙南油田联合站原油处理采用稀油处理工艺,随着探井稠油及吉7致密油进入系统,污水水质、水型发生变化,使污水处理工艺及药剂体系适应性变差,处理后的污水难以达标。针对沙南油田联合站污水处理系统工艺现状、污水水质情况,筛选出适合沙南油田联合站污水处理需求的药剂体系,同时优化处理工艺、简化工艺流程,使处理后的污水水质达到沙南油田注水指标要求,提高了水质达标率,为类似情况的污水处理提供了参考。

关键词:不同水型;药剂体系;处理工艺;水质达标

DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2018.03.019

The Research on Water Quality Standard for Mixed Treatment of Different Wastewater

Yan Yu, Feng Xiaogang, Zhang Shaopeng, Gu Liman, Chen Hongbing, BaoJing, Fang Wen

Zhundong Oil Production Plant, Xinjiang Oilfield Company, PetroChina, Changji, Xinjiang, 831511, China

Abstract: The treatment of crude oil in Sha'n'an oilfield joint station of Zhundong oil production plant is treated by thin oil. With the exploration of heavy oil and Ji 7 dense oil into the system, the quality of the wastewater is changed, so that the wastewater treatment technology and the adaptability of chemical system are changed as well. After treatment, wastewater quality standards are hard to be met. According to the present situation of wastewater treatment system in Sha'n'an oilfield joint station and the quality of wastewater, the chemical system that can meet the water quality standard of Sha'n'an wastewater station is selected. At the same time, the treatment process is optimized and the water quality index of Sha'n'an oilfield is met. It provides reference for wastewater treatment of similar conditions.

Keywords: Different water type; Chemical system; Treatment process; Water quality standards

0 前言

准东采油厂沙南油田联合站(以下简称沙联站)处理的原油类型多样,主要包括稀油、稠油和致密油,造成多功能出水及净化油储罐底部污水含油、悬浮物均高于

污水处理系统进口设计值,同时水型不配伍, Cl^- 含量较高,系统结垢腐蚀严重,处理后的污水难以达标。本文对水质不达标原因进行了全面分析,并从药剂体系筛选、工艺技术优化等方面采取针对性措施^[1-4],使处理后污水水质能够满足沙南油田注水要求。

收稿日期:2017-10-13

作者简介:鄢 雨(1990-),男,四川简阳人,工程师,学士,主要从事地面工艺管理研究。

1 水质不达标原因分析

1.1 处理工艺及药剂体系适应性变差

沙联站原油处理系统为稀油处理工艺,2013 年增加了探井稠油和吉 7 致密油后,工艺针对性变差,沙联站多功能出口污水含油及悬浮物均高于污水处理系统设计值,污水系统进口水质恶化,原药剂体系难以满足污水处理需求,处理后污水达标困难^[5-8]。沙联站多功能出口水质情况见表 1,沙联站原水质净化药剂评价结果见表 2。

1.2 系统管网结垢、腐蚀严重

沙南油田和吉 7 井区采出水水质全分析结果表明:

表 2 原水质净化药剂评价结果

项目	净水剂 / (mg·L ⁻¹)	离子调整剂 / (mg·L ⁻¹)	助凝剂 / (mg·L ⁻¹)	絮体状况	絮体沉速	水色	悬浮固体含量 / (mg·L ⁻¹)
评价结果	100	100	10	较散小	慢(47 s)	清	22

注:絮体沉降速度较慢(沉降速度应小于 30 s),污水净化效果较差(室内评价悬浮物应低于 15 mg/L)。

表 3 沙南油田和吉 7 井区采出水水质分析

取样点	CO ₃ ²⁻ / (mg·L ⁻¹)	HCO ₃ ⁻ / (mg·L ⁻¹)	Cl ⁻ / (mg·L ⁻¹)	SO ₄ ²⁻ / (mg·L ⁻¹)	Ca ²⁺ / (mg·L ⁻¹)	Mg ²⁺ / (mg·L ⁻¹)	矿化度 / (mg·L ⁻¹)	pH
沙联站三相分离器出口	0	338	3 335	49	267	4.3	5 824	6
吉 7 万方池	962	2 662	4 260	242	36	3	11 407	8

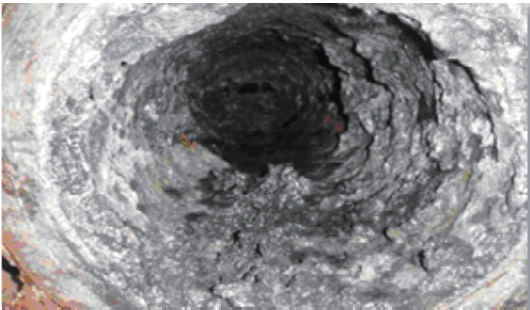


图 1 反应罐出口管线结垢、腐蚀情况

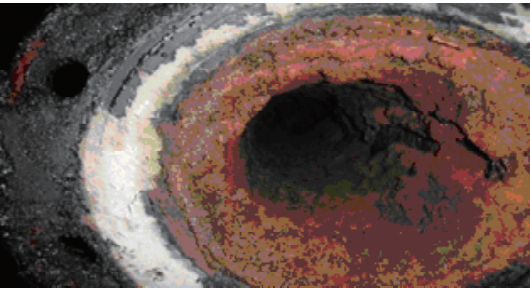


图 2 缓冲罐进口管线结垢、腐蚀情况

1.3 细菌难以实现持续达标

沙联站污水处理系统采用药剂杀菌方式控制细菌指标,容易引起污水中细菌的抗药性,无法长期抑制细菌滋生^[14-15],细菌达标情况见表 4。

沙南油田采出水属 CaCl₂ 水型,吉 7 井区采出水属 NaHCO₃ 水型,水型不配伍,污水具有较强的结垢趋势^[9];同时,Cl⁻ 含量较高,污水具有较强腐蚀性^[10-13],影响污水处理效果。沙南油田和吉 7 井区采出水水质分析见表 3,具体结垢、腐蚀情况见图 1~2。

表 1 沙联站多功能出口水质情况

项目	含油量 / (mg·L ⁻¹)	悬浮固体 含量 / (mg·L ⁻¹)	腐生菌 / (个·mL ⁻¹)	硫酸盐 还原菌 / (个·mL ⁻¹)	铁细菌 / (个·mL ⁻¹)
实测值	1 170	650	2.5 × 10 ⁴	2.5 × 10 ³	6.0 × 10 ²
设计值	1 000	300	≤1 000	≤25	≤1 000

表 4 沙联站细菌达标情况统计

单位:个/mL

项目	硫酸盐还原菌	铁细菌	腐生菌
指标值	≤25	≤1 000	≤1 000
实测值	600	25 000	10 000

2 水质达标技术研究

2.1 药剂体系筛选

筛选思路:取污水处理系统进口水样,从多种水质净化药剂和水质稳定药剂中筛选出实验效果最佳的药剂,然后做不同药剂浓度下水质处理效果评价^[16-18]。

2.1.1 净水剂筛选

净水剂是水质净化药剂体系中的核心药剂,针对沙南油田净水药剂存在问题,选择 6 种净水剂进行筛选评价,从中选出性能最优的 6#净水剂进行最佳浓度评价实验,结果见图 3。

由图 3 可以看出,6#净水剂在加药量 100~150 mg/L 时效果最佳,净化后污水悬浮物可达到 10 mg/L 以下。

2.1.2 助凝剂筛选

助凝剂在净水过程中,一般要与净水剂配合使用,目的是增大絮体体积,加快絮体沉降,进一步提高净化效果。实验选择 5 种助凝剂进行筛选评价,从中选出性

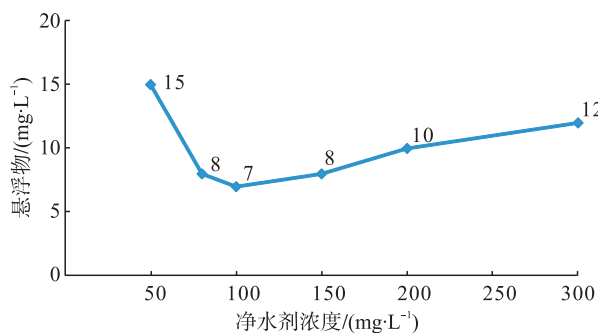


图3 净水剂最佳浓度筛选结果

能最优的5#助凝剂进行最佳浓度评价实验,结果见图4。

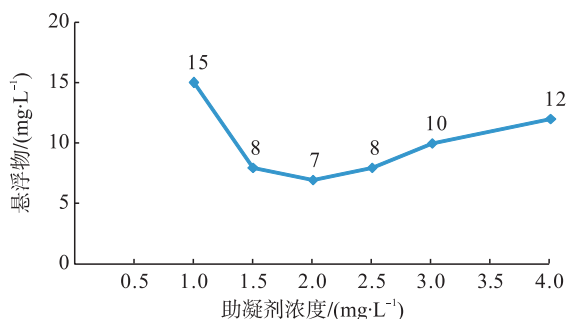


图4 助凝剂筛选结果

由图4可以看出,5#助凝剂在加药量2 mg/L时效果最佳。

2.1.3 阻垢剂筛选

针对沙南油田含油污水存在失钙率较高的问题,需要对该污水进行阻垢剂筛选评价。选择8种阻垢剂进行筛选评价,从中选出性能最优的1#阻垢剂进行最佳浓度评价实验,结果见图5。

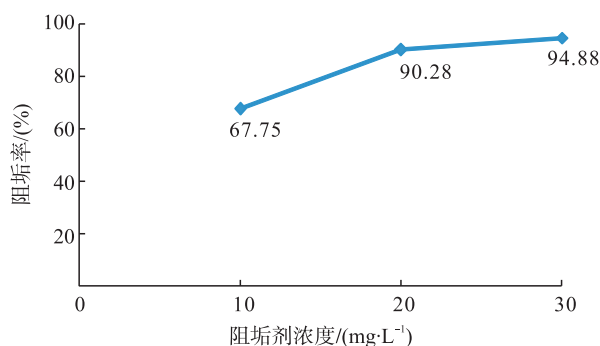


图5 阻垢剂筛选结果

由图5可以看出,1#阻垢剂在加药量30 mg/L时失钙率趋于平稳,阻垢率为94.88%。

2.2 主体工艺研究

2.2.1 工艺流程

结合沙联站来水易结垢、腐蚀特点,研究采用压力处理工艺,缩短处理流程,解决常压流程不密闭,污水停留时间长,系统结垢、腐蚀控制难度大的问题。常压工艺流程见图6,压力工艺流程见图7。

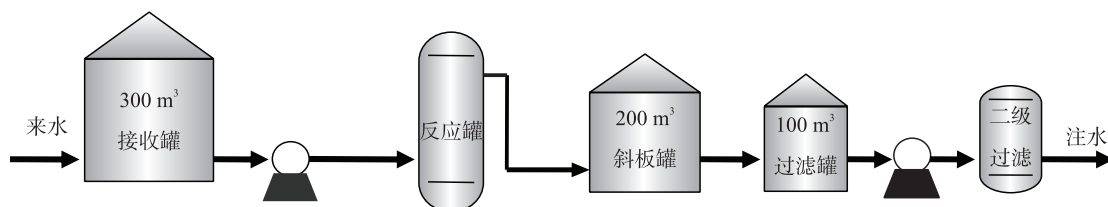


图6 常压工艺流程

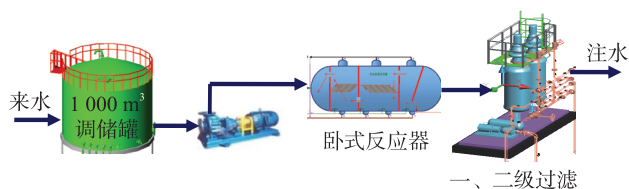


图7 压力工艺流程

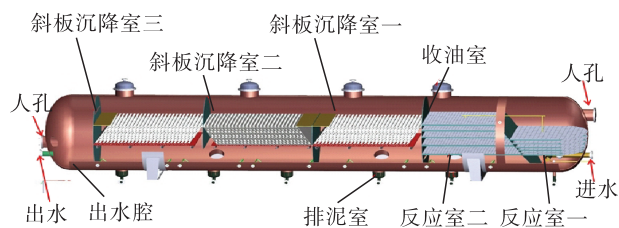


图8 卧式微涡旋絮凝反应沉降装置

2.2.2 核心设备

卧式微涡旋絮凝反应沉降装置主要特点:以混凝动力学理论为指导,在反应器中产生均匀各向同性紊流,在药剂的混合及絮凝工艺中形成空间分布均匀、高密度、高强度的微涡旋,增大絮体的有效碰撞几率,达到强化絮凝的目的;以给水处理的浅池理论为指导,增加三段斜板沉降室,大大增加了絮体沉降的空间和时间,提高了污水处理过程中的沉降效果,保证了出水水质,卧

式微涡旋絮凝反应沉降装置见图8。

2.2.3 杀菌工艺

污水处理系统包括化学药剂杀菌、紫外线杀菌、电解盐杀菌等杀菌技术。由于化学杀菌剂成本较高,细菌易产生抗药性,现仅对紫外线杀菌及电解盐杀菌效果进行比较。正常情况下,紫外线杀菌效果明显,但灯管结垢后,由于紫外线透光率下降,杀菌效果变差,见图9;细

菌数量随管线距离的增加而增加,说明紫外线杀菌对注水管网沿程细菌滋生无抑制作用,见图10;电解盐杀菌效果好^[19-20],无抗药性,同时只要保证一定的余氯量(0.3~0.8 mg/L),就能有效抑制注水管网沿程细菌的滋生,见图11~12。确定电解盐杀菌为沙联站污水处理系统的杀菌工艺。

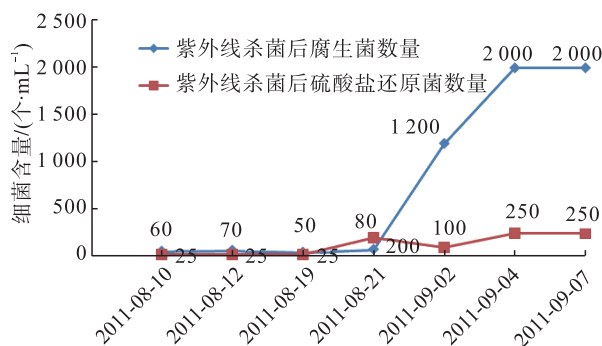


图9 紫外线杀菌效果

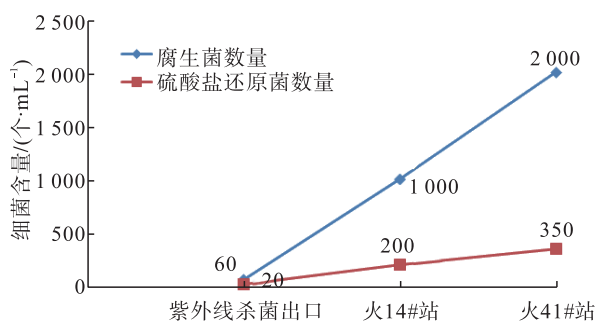


图10 紫外线杀菌对沿程细菌的抑制作用

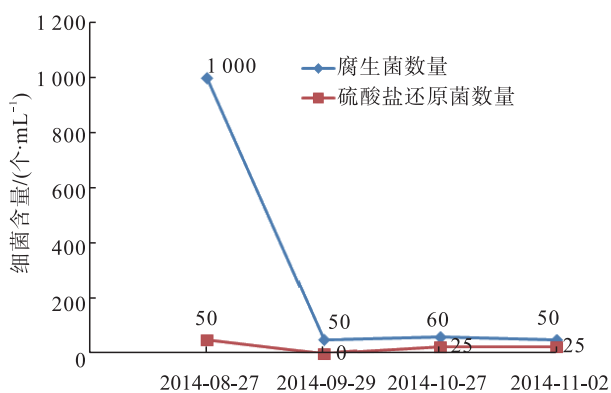


图11 电解盐杀菌效果

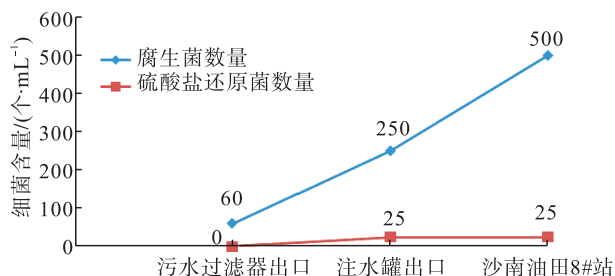


图12 电解盐杀菌对沿程细菌的抑制作用

2.3 工艺优化研究

2.3.1 收油工艺优化

在调储罐安装自动收油装置。优化前,调储罐为间歇收油,油层厚度变化范围为0~220 cm,造成油层过厚时出水含油超标,油层消失时曝氧腐蚀;优化后,实现连续收油,使油层厚度控制在20~35 cm的合理范围内,见图13。

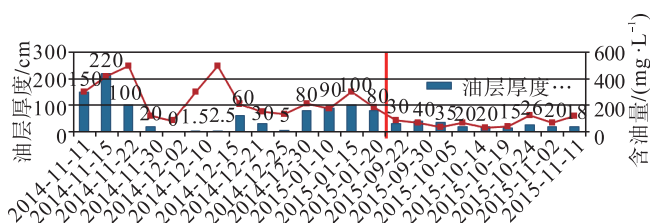


图13 收油工艺优化前后效果

2.3.2 注水工艺优化

为解决处理后污水在注水罐二次污染问题,采用泵跨罐密闭注水技术,达到注水泵进口压力和流量的自动调控,实现净化水沿线全流程密闭输送,使注水泵进口细菌数量分别由优化前的600、3 000、1 500个/mL降至25、250、200个/mL。具体情况见图14~15。

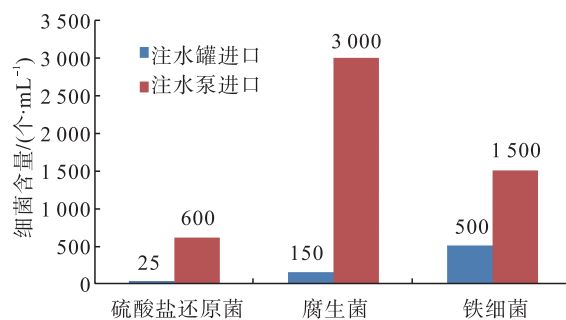


图14 注水工艺优化前效果

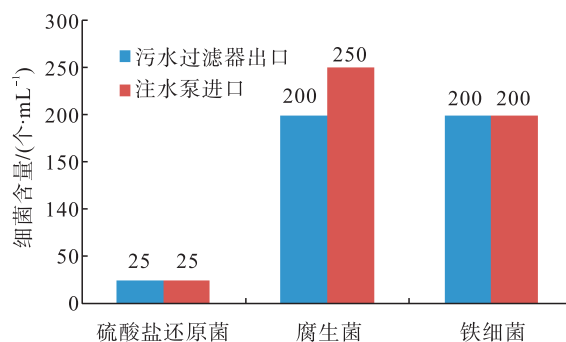


图15 注水工艺优化后效果

2.3.3 反洗工艺优化

针对常规过滤器反洗强度高、反洗排污水量大、回收水对系统冲击大的问题,过滤器反洗采用“气洗—小流量反洗—大流量反洗”的变强度反洗技术,提高反洗效果,反洗水量较常规反洗工艺减少20%,过滤器反洗用水量见图16。

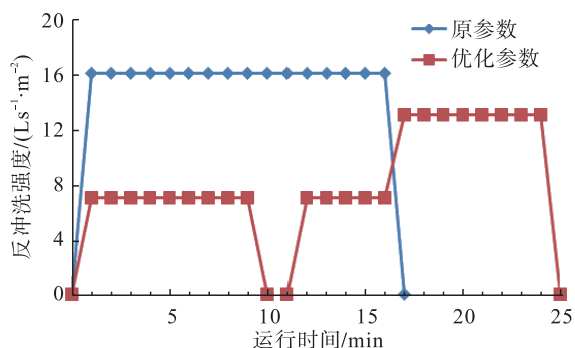


图 16 过滤器反洗用水量

表 5 沙联站水质达标情况统计表

项目	悬浮固体含量 / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	含油量 / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	硫酸盐还原菌 / ($\text{个} \cdot \text{mL}^{-1}$)	铁细菌 / ($\text{个} \cdot \text{mL}^{-1}$)	腐生菌 / ($\text{个} \cdot \text{mL}^{-1}$)	平均腐蚀率 / ($\text{mm} \cdot \text{a}^{-1}$)
控制值	≤ 8.0	≤ 5.0	≤ 25	$\leq n \times 10^3$	$\leq n \times 10^3$	≤ 0.076
实测值	2.1 ~ 6.7	微量	0 ~ 25	50 ~ 60	60 ~ 100	0.003 2

4 结论

1) 通过对沙联站污水水质及处理系统现状的调查,找出注水水质不达标的主要原因。

2) 研制出新型药剂体系,能够满足沙联站污水处理要求。

3) 通过优化、简化工艺流程,应用非金属管材,提高污水处理系统适应性。

4) 应用自动调控技术,实现净化水沿线全流程密闭输送。

5) 电解盐杀菌工艺,不存在抗药性,用料廉价,杀菌效率高,能够节约杀菌成本。

参考文献:

- [1] Hashwa F, Mhanna E. Aerobic and Anaerobic Biotreatment of Olive Oil Mill Wastewater in Lebanon [M]//Baz I A, Otterpohl R, Wendland C. Efficient Management of Wastewater: Its Treatment and Reuse in Water-Scarce Countries. Berlin: Springer, 2008: 187-203.
- [2] McCormack P M, Jones P, Hetheridge M J, et al. Analysis of Oilfield Produced Waters and Production Chemicals by Electrospray Ionization Multi-Stage Mass Spectrometry [J]. Water Research, 2001, 35 (15): 3567-3578.
- [3] Nicolaisen B. Developments in Membrane Technology for Water Treatment [J]. Desalination, 2003, 153 (1-3): 355-360.
- [4] Erses Y A, Oral H, Onay T, et al. A Study on Olive Oil Mill Wastewater Management in Turkey: A Questionnaire and Experimental Approach [J]. Resources, Conservation and

2.3.4 防腐技术改进

针对采出水腐蚀性强的特点,站内储罐内构件及工艺管道采用非金属材料,缓解设备及管线腐蚀结垢问题。

3 水质处理效果

沙联站污水处理系统改造投产后,现场根据新型药剂体系筛选结果进行药剂投加,处理后的污水含油、悬浮物、细菌及平均腐蚀率均达到油田注水水质要求,水质达标率 100%。具体情况见表 8。

Recycling, 2012, 60:64-71.

- [5] 曹怀山,姜红,谭云贤,等. 胜利油田回注污水处理技术现状及发展趋势[J]. 油田化学, 2009, 26(2): 218-226.
Cao Huaishan, Jiang Hong, Tan Yunxian, et al. The Present Situation and Development Tendency of Recycled Produced Water Treatment in Shengli Oil Fields [J]. Oilfield Chemistry, 2009, 26 (2): 218-226.
- [6] 张文. 油田污水处理技术现状及发展趋势[J]. 油气地质与采收率, 2010, 17(2): 108-110.
Zhang Wen. Status and Progress of Oil-Bearing Wastewater Treatment Progress in Oilfield [J]. Petroleum Geology and Recovery Efficiency, 2010, 17 (2): 108-110.
- [7] 陈国威,尹先清. 油田采油污水处理现状与发展趋势[J]. 工业水处理, 2002, 22(12): 13-15.
Chen Guowei, Yin Xianqing. Current Situation and Development of the Treatment of Effluent from Oil Production Field [J]. Industrial Water Treatment, 2002, 22 (12): 13-15.
- [8] 彭志,李凡磊,赵邵伟. 江苏油田含油污水处理新工艺新技术[J]. 油田化学, 2008, 25(1): 23-26.
Peng Zhi, Li Fanlei, Zhao Shaowei. Novel Produced Water Treating Technologies for Reservoir Flooding in Jiangsu Oil Fields [J]. Oilfield Chemistry, 2008, 25 (1): 23-26.
- [9] 李伟超,吴晓东,刘平,等. 油田用阻垢剂评价研究[J]. 钻采工艺, 2007, 30(1): 120-123.
Li Weichao, Wu Xiaodong, Liu Ping, et al. Research on Scale Inhibitor Used in Oil Field [J]. Drilling & Production Technology, 2007, 30 (1): 120-123.
- [10] 聂臻,姚占力,牛自得,等. 油田注水用杀菌剂在我国的应用及发展[J]. 石油与天然气化工, 1999, 28(4): 304-307.

- Nie Zhen, Yao Zhanli, Niu Zide, et al. Bactericides for Oil Field Injection Water Uses and Developments in Our Country [J]. Chemical Engineering of Oil and Gas, 1999, 28 (4): 304-307.
- [11] 王旭升,杜晓娟. 油田污水处理中杀菌剂的混合处理研究[J]. 科学技术与工程, 2012, 12(21): 5283-5286.
- Wang Xusheng, Du Xiaojuan. Research on Mixing Processing of Fungicides of Sewage Treatment in Oil Field [J]. Science Technology and Engineering, 2012, 12 (21): 5283-5286.
- [12] 唐永安. 油田污水杀菌效果影响因素分析[J]. 石油化工应用, 2011, 30(7): 97-99.
- Tang Yong'an. Analysis on Influence Factor of Bactericidal Efficiency in Waste Water [J]. Petrochemical Industry Application, 2011, 30 (7): 97-99.
- [13] 杨鹏辉,张宇翔,李 霆,等. 油田注水杀菌剂研究进展[J]. 山东化工, 2015, 44(3): 52-54.
- Yang Penghui, Zhang Yuxiang, Li Ting, et al. Progress of Bactericides for Oil Field Injection Water [J]. Shangdong Chemical Industry, 2015, 44 (3): 52-54.
- [14] 宋绍富,张铜祥,王玉昱,等. 油田杀菌工艺及杀菌剂研究进展[J]. 石油化工应用, 2012, 31(3): 1-5.
- Song Shaofu, Zhang Tongxiang, Wang Yugang, et al. Research Progress of Sterilization Progress and Bactericides Used in Oilfield [J]. Petrochemical Industry Application, 2012, 31 (3): 1-5.
- [15] 李 战,李 坤,樊 萍. 化学杀菌剂处理油田回注水的应用研究[J]. 黑龙江环境通报, 2010, 34(3): 67-71.
- Li Zhan, Li Kun, Fan Ping. Research on Treating Oilfield Injection Water with Chemical Bactericide [J]. Heilongjiang Environmental Journal, 2010, 34 (3): 67-71.
- [16] 吴莉娜,陈家庆,程继坤,等. 石油化工污水处理技术研究[J]. 科学技术与工程, 2013, 13(15): 4311-4317.
- Wu Lina, Chen Jiaqing, Cheng Jikun, et al. Research of Treatment Technology of Petrochemical Wastewater [J]. Science Technology and Engineering, 2013, 13 (15): 4311-4317.
- [17] 唐 丽. 新疆油田百重7井区稠油污水处理药剂的研究[J]. 石油与天然气化工, 2015, 44(5): 105-110.
- Tang Li. Research on Chemicals for Heavy Oil Sewage Treatment in Baizhong 7 Well Block of Xinjiang Oilfield [J]. Chemical Engineering of Oil & Gas, 2015, 44 (5): 105-110.
- [18] 宗明月,孙林港,罗春林. 石南油田采出水处理药剂筛选及性能评价[J]. 油气田环境保护, 2015, 25(6): 29-32.
- Zong Mingyue, Sun Lingang, Luo Chunlin. Treatment Chemicals Screening and Performance Evaluation for Shinan Oilfield Produced Water [J]. Environmental Protection of Oil & Gas Fields, 2015, 25 (6): 29-32.
- [19] 何 鑫,金 华,胡志远,等. 电解盐杀菌技术在油田污水处理中的应用研究[J]. 石油工程建设, 2008, 34(6): 4-6.
- He Xin, Jin Hua, Hu Zhiyuan, et al. Applied Research on Electrolytic Brine Sterilization Technique in Oilfield Sewage Treatment [J]. Petroleum Engineering Construction, 2008, 34 (6): 4-6.
- [20] 李玉萍,马凯侠,刘爱双,等. 中原油田污水细菌生长规律研究[J]. 石油化工腐蚀与防护, 2004, 21(1): 9-11.
- Li Yuping, Ma Kaixia, Liu Aishuang, et al. Study on the Growth of Bacteria in the Waste Water of Zhongyuan Oil Field [J]. Corrosion & Protection in Petrochemical Industry, 2004, 21 (1): 9-11.

我国首座地下储气库安全平稳运行43年

截至2018年5月6日,我国首座地下储气库——大庆喇嘛甸油田储气库已安全平稳运行43年,累计注气 $18.9 \times 10^8 \text{ m}^3$ 、采气 $21.28 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

1975年,为缓解工业用气与民用气季节性用气量不均衡的矛盾,减少夏季伴生气放空带来的资源浪费,确保油气界面稳定,喇嘛甸油田储气库应运而生。与国内外其他地下储气库相比,基于气顶而建的喇嘛甸储气库具有鲜明的天然库存特性,但要保持油气界面稳定,管理难度较大。结合油气区动态变化和大庆地区用气平衡状况,储气库于1998年扩建,目前日调峰能力达 $100 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

43年来,喇嘛甸储气库持续强化安全管理,坚持定期开展设备检修,保证地面系统安全运行;合理调控油气区压力系统,保持油气界面稳定;以“先内部井再外部井,先压力低井再压力高井”为注气阶段开井原则,以“先内部井再外部井,先压力高井再压力低井”为采气阶段开井原则,提高运行效率。在此基础上,喇嘛甸储气库及时开展注采井套管检测工作,探索形成了一套有效的检测、评价方法。