

Analysis of Corrosion Factors in HS Oilfield Injection System

Wenyao Fu^{1*}, Lili Liu¹, Yuan Li¹, Kesheng Liu¹, Yuanying Yu¹, Shikun Ouyang¹, Kehua Li^{2#}

¹The 12th Oil Production Plant, Changqing Oilfield Company, CNPC, Qingyang Gansu

²School of Chemistry and Environmental Engineering, Yangtze University, Jingzhou Hubei

Email: #likehua01@163.com

Received: Sep. 30th, 2015; accepted: Oct. 18th, 2015; published: Oct. 26th, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

HS oilfield water injection system is corroded severely. Combined with the water quality of HS oilfield water injection system, the reasons of corrosion are as follows. Salinity and temperature are important factors affecting the corrosion rate, and in addition, the bacteria content of four sites in fresh water system, the content of SRB and sulphide of produced water are also important factors affecting the corrosion rate.

Keywords

Water Injection System, Water Quality, Corrossion Factors

HS油田注水系统腐蚀原因分析

付文耀^{1*}, 刘丽丽¹, 李媛¹, 刘克胜¹, 于元英¹, 欧阳诗昆¹, 李克华^{2#}

¹中石油长庆油田分公司第十二采油厂, 甘肃 庆阳

²长江大学化学与环境工程学院, 湖北 荆州

Email: #likehua01@163.com

收稿日期: 2015年9月30日; 录用日期: 2015年10月18日; 发布日期: 2015年10月26日

摘要

HS油田注水系统腐蚀严重, 结合注水系统的水质, 分析了腐蚀原因: 矿化度和温度是影响注水系统腐蚀

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 付文耀, 刘丽丽, 李媛, 刘克胜, 于元英, 欧阳诗昆, 李克华. HS 油田注水系统腐蚀原因分析[J]. 电力与能源进展, 2015, 3(5): 113-116. <http://dx.doi.org/10.12677/aepe.2015.35017>

主要因素,除此之外,清水系统的4个站点的细菌含量以及采出水的SRB、硫化物含量均是影响腐蚀速率的重要因素。

关键词

注水系统, 水质, 腐蚀原因

1. 引言

在注水井注水过程中,水质复杂、环境多变,造成注水井腐蚀严重。油田腐蚀问题已成为不可忽视的重大社会和经济问题,在各大油田在开发过程中,因注水而导致的腐蚀[1][2]问题一直是影响正常生产的重要课题。本文针对 HS 油田注水系统产生的腐蚀问题,对水质进行分析,为 HS 油田注水系统实行防腐提供指导。

在这次研究中,依据:SY/T5523-2006《油气田水分析法》、SY/T5329-1994《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法》对油田注水系统水样进行详细分析,SY/T0026-1999《水腐蚀性测试方法》进行静态腐蚀速率测定,挂片材料为 A3 钢片。

2. 水质分析

对 HS 油田注水系统中的水源井 7 口供水井(ZH36S7、ZH36S8、ZH73S1、ZH73S3、Z9S7、Z9S11、Z211S1)、清水系统的 4 个站点(庄一联、庄一转、庄六注、庄 9 站)以及庄一联、庄一转采出水水样进行水质分析,各水样 pH 值、SRB 含量、FB 含量、TGB 含量以及离子含量测定结果如表 1~表 3 所示。

由表 1 可以得出,水样呈中性或弱碱性,各水样中均不同程度地含有 SRB、FB 和 TGB。由表 2 可知各水样中含有一定 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 离子和 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 等,存在一定的结垢倾向。庄一联以及庄一转采出水中 Cl^- 含量远高于其它水样,含硫量远高于 2 mg/L 的注水标准, HCO_3^- 含量也很高,存在较大的结垢倾向。所有水样均不含 OH^- 。由表 3 可知庄一联、庄一转采出水总矿化度在 10,000 mg/L 以上,其余水样总矿化度均在 6000 mg/L 左右,矿化度较高。

3. 腐蚀原因分析

3.1. 温度对腐蚀的影响

大多数化学反应中温度的升高会加速电化学反应的速率,在腐蚀反应中也同样如此。本实验分别在 20℃、40℃、60℃、80℃ 条件下,进行挂片测定蒸馏水的腐蚀速率,实验结果如表 4 所示。

如表 4 所示腐蚀速率随着温度的升高而增大。热力学上分析,温度的升高可以加快腐蚀反应的速度;从腐蚀动力学上分析,温度升高,可以降低水样的溶液电阻,增强水样的导电能力,同时增加水样的对流和扩散性能,从而加速阴极反应过程;此外温度升高也直接影响到金属挂片腐蚀的阳极行为,随着温度升高,金属挂片腐蚀电位正移,使得钝化难以维持,从而加剧腐蚀效果,因此在较低温度时,腐蚀速率随着温度的升高而增大[3][4]。

3.2. 矿化度对腐蚀的影响

参照 HS 油田供水系统和采出水系统的水质特点,根据 Z73S3 和庄一转采出水中离子含量分别配置出供水系统模拟水和采出水系统模拟水 2 种矿化度不同的模拟水水样,在 40℃ (HS 油田注水管线现场水温)条件下,进行挂片测定其模拟溶液的腐蚀速率,实验结果如表 5 所示。

Table 1. The pH and bacterial content of water samples
表 1. 水样 pH 值及细菌含量

水样	ZH 36S8	ZH 73S1	ZH 73S3	ZH 36S7	Z 211S1	Z 9S11	Z 9S7	庄一联 (清水)	庄一转 (清水)	庄六注 (清水)	庄 9 站 (清水)	庄一转 (采出水)	庄一联 (采出水)
pH 值	7.45	7.33	7.62	7.59	7.56	6.64	8.14	7.58	7.51	7.50	7.77	7.10	7.72
SRB 含量	25	2.5	0	25	0	0	2.5	2500	250	250,000	25	250,000	250,000
FB 含量	250	2.5	250,000	0	0	0	2.5	0	0	250,000	0	25	2500
TGB 含量	250	2500	2500	2.5	0	2.5	25	250	25,000	250,000	2.5	25,000	250,000

Table 2. The ion content in water samples
表 2. 水样中的离子含量

水样	Na ⁺ + K ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	CO ₃ ²⁻ (mg/L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	OH ⁻ (mg/L)	S ²⁻ (mg/L)
Z9S7	469.00	36.73	129.34	734.65	233.17	28.08	205.27	0	1.01
Z9S11	1607.92	93.92	173.95	1950.57	1467.16	0	47.35	0	0
Z211S1	1652.29	178.98	251.84	1790.60	2128.27	33.61	196.73	0	3.37
ZH36S8	1774.37	174.61	270.6	1832.43	2389.24	0	220.65	0	3.33
ZH73S1	1274.11	138.92	227.59	1286.65	2685.41	0	264.34	0	0
ZH73S3	1777.13	161.28	250.97	1435.25	2805.78	22.08	210.4	0	2.56
ZH36S7	1923.11	180.91	186.9	1880.36	2460.84	20.16	177.69	0	3.34
庄 9 站 清水	1612.75	154.8	201.55	1795.07	1952.28	8.16	84.94	0	1.01
庄六注 清水	1651.37	145.87	220.49	1709.64	2063.52	24.72	172.08	0	2.56
庄一联 清水	1896.68	193.88	280.59	1946.96	2563.72	10.27	232.36	0	0
庄一转 清水	1781.73	166.72	233.14	1492.27	2712.66	22.56	215.28	0	0.96
庄一转 采出水	4339.25	126.55	315.23	7418.90	988.8	0	604.34	0	126.34
庄一联 采出水	4289.01	57.94	442.17	6583.42	676.26	0	829.87	0	37.51

Table 3. The total salinity of water samples
表 3. 水样总矿化度

水样	ZH 36S8	ZH 73S1	ZH 73S3	ZH 36S7	Z 211S1	Z 9S11	Z 9S7	庄一联 (清水)	庄一转 (清水)	庄六注 (清水)	庄 9 站 (清水)	庄一转 (采出水)	庄一联 (采出水)
总矿化度 (mg/L)	6660.9	6298.42	6662.89	6829.97	6232.32	5340.87	1836.25	7124.6	6624.36	5987.69	5809.53	14,365.2	12,878.7

Table 4. The effect of temperature on corrosion rate
表 4. 温度对腐蚀速率的影响

温度/℃	腐蚀速率(mm/a)
20	0.0238
40	0.0540
60	0.0983
80	0.1593

Table 5. The effect of salinity of water samples on corrosion rate
表 5. 水样矿化度对腐蚀速率的影响

水样	腐蚀速率(mm/a)
蒸馏水	0.0540
供水系统模拟水	0.0993
采出水系统模拟水	0.1293

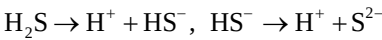
采出水系统的矿化度要高于供水系统的矿化度,如表 5 所示,随着水样矿化度的升高,腐蚀速率明显上升。矿化度高的水其电导率大,加剧了水对金属的电化学反应,使腐蚀速率大大增加。

3.3. 细菌对腐蚀的影响

HS 油田注水系统各水样矿化度较高,水温在 40℃左右,水质偏碱性,这些条件都为细菌提供了适宜的生长环境,特别是有益于 SRB 细菌的生长。SRB 细菌在还原 SO_4^{2-} 的过程中获得能量而生存,得到大量繁殖。当悬浮物、腐蚀产物及泥沙等沉积在金属表面后,形成垢下腐蚀。SRB 在据下缺氧条件下,将硫酸盐还原成 H_2S , H_2S 则是造成采出水设备腐蚀的主要物质。

3.4. 硫化物对腐蚀的影响

在 HS 油田供水管线的 13 个水样中,硫化物含量最高的为庄一联采出水和庄一转采出水,分别达到 126.34 mg/L 和 37.51 mg/L,远高于注水标准的最低值, S^{2-} 水解产生 H_2S , H_2S 对金属的腐蚀主要包括以下三种,一是电化学腐蚀,二是氢脆,最后一种是应力腐蚀。 H_2S 溶于水,逐步电离,在水中的离解反应为:



当存在这些离子时,硫化氧容易产生氧去极化作用。在去极化腐蚀过程中,金属中的铁变成铁的硫化物,导致金属腐蚀不断进行。腐蚀的金属表面生成一层致密的膜,主要是铁的硫化物,在碱性条件下,金属表面保护膜不断生成使得金属发生钝化,腐蚀在一定程度上得到抑制。但是由于 H_2S 具有特别强的吸附能力,大量 HS^- 氧化膜的缺陷部位发生吸附,阳极反应的活性点增多,产生放电过程,又促进了阳极反应[5]。

4. 结论

- 1) 水源井 7 口供水井(ZH36S7, ZH36S8, ZH73S1, ZH73S3, Z9S7, Z9S11, Z211S1)腐蚀原因为水体的自身腐蚀加上较高的矿化度影响,40℃的注水温度以及水体的流速进一步加剧了管线的腐蚀。
- 2) 和水源井的 7 口供水井相比,清水系统的 4 个站点(庄一联、庄一转、庄六注、庄 9 站)腐蚀原因多了细菌对腐蚀的影响,主要是硫酸盐还原菌对腐蚀的影响。
- 3) 庄一联、庄一转采出水腐蚀原因为水体的高矿化度、高浓度的硫化物和高浓度硫酸盐还原菌。

参考文献 (References)

- [1] 卢绮敏 (2001) 石油工业中的腐蚀与防护. 化学工业出版社, 北京.
- [2] 白新德 (2005) 材料腐蚀与控制. 清华大学出版社, 北京, 29-353.
- [3] 丁工 (2007) 温度、压力及流速对管道湿气 CO_2 腐蚀行为的影响. 硕士论文, 北京科技大学, 北京.
- [4] 朱世东, 尹志福, 白真权, 等 (2003) 温度对 P110 钢腐蚀行为的影响. *中国腐蚀与防护学报*, **6**, 493-497.
- [5] 冯拉俊, 马小菊, 雷阿利 (2006) 硫离子对碳钢腐蚀性的影响. *腐蚀科学与防护技术*, **5**, 180-182.