

油田污水水质净化配套技术及应用分析

杨东辉

辽河油田分公司曙光采油厂

摘要: 随着油田进入注水开发后,逐渐对水质要求越来越高。在开发中,由于产出水的强腐蚀性、复杂的杂质及受多种因素制约,油田注入水水质长期处于不达标现状,造成相当规模的低孔低渗储藏难以动用。注入水的高矿化度等特点,造成油田集输、注水系统腐蚀严重,进而给油田造成重大的经济损失。为实现低孔低渗油藏污水水质净化和控制系统腐蚀的目的,近年来,通过不断的实践、认识、提高,总结出—条适合水质达标方法,即通过不断完善水质改性技术、预氧化水处理技术以及配套工艺技术,解决了系统腐蚀及结垢问题,实现了水质系统达标为提高低孔、低渗油田注水开发水平提供了有利的条件。

关键词: 低孔低渗;油藏;油田污水;水质净化技术

1 油田概况

1.1 油藏概况

A 油藏主要表现出低孔、低渗、高温、高压特征。其中,油藏埋深大于 1500m 的储量占 63.2%。渗透率在 $20 \sim 300 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 的储量占 49.8%,渗透率小于 $50 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 的低渗、特低渗储量占 32.2%。油层平均孔隙度 8~12%,平均孔喉直径 1.1~6.4 μm 。地层温度 50~125℃,压力 15~62 MPa,地层水矿化度 $5 \sim 26 \times 10^4 \text{mg/l}$,为 CaCl_2 水型。

1.2 开发概况

随着油田注水开发的深入,污水站对应多种类型油藏、水质污染物日趋复杂。油田开发向二、三类油层的转移,如何提高低孔、低渗油田注水水质达标工作的重要性更加突出。

1.3 水质标准及适应油藏情况

针对油田储层主要以低渗、特低渗油藏为主、油藏类型多,为满足不同类型油藏注水开发需要,在水质改性技术实施后,在综合考虑污水站对应油藏类型多,渗透率差异大、储量分布不均、注水量、年产油所占比例等情况下,水质以满足中低渗、特低渗油藏为主。考虑到低渗、特低渗油藏储量的比例较大,在保留了 PH 值、膜滤系数等水质指标下细化了低渗、特低渗油藏水质标准。

2 油田污水处理技术的发展

石油企业是重污染企业,其污水的成分非常复杂,有硫化物、氰化物、盐组成,而这些污染物也是在石油加工过程中形成的,比如说电脱盐、催化裂化等工段都会有污水的产生,它们汇集在一起,

就变成了多相体系的污染体。而从我国石油企业污水处理的现状来看,虽然全国石油企业污水治理的力度都在进一步加大中,但从整体上来看,效果不太理想,按照国家统计局的标准来统计的话,全国石油企业污水排放达到标准的企业不到一半,水资源的短缺和污染成为制约石油企业快速发展的绊脚石。因为要想达到污水处理的最佳标准,通常需要经过三级处理的工艺技术。一级处理可以调整污水的酸碱度、隔油、破乳、粗粒化、沉砂等;二级处理的目标主要是进行生物治理,如生物曝气池、氧化塘、生物滤池、生物膜法等;而三级处理则是对污水的深度处理,目前达到三级处理的企业很少,具体的处理方法有:化学耗氧法、吸附法等。改善我国水资源贫乏与生态环境污染现象,都需要石油企业将污水处理技术进行进一步创新与发展,只有这样才能达到污水达标排放、合理回收、循环利用的目的。

2.1 污水处理相关技术

2.1.1 药剂处理阶段

目前油田注水水源由四种水源组成,即:产出水、清水、洗井水和措施废水。其中,产出水具有“四高一低”的特点,即:矿化度高、游离 CO_2 和 HCO_3^- 含量高、SRB 高、二价金属离子含量高和 PH 值低的特点。此外,部分产出水中含有 H_2S 、 CO_2 等腐蚀性气体,有很强的腐蚀性。针对水性复杂、水处理难度大的特点,进行了不断的探索。药剂处理阶段应用的药剂:主要采取投加絮凝剂、杀菌剂、缓蚀剂、阻垢剂等,其作用是除悬浮物、杀菌、防腐、防垢。

2.1.2 水质改性水处理阶段

药剂处理水处理阶段水工艺有了较大发展,但没有从根本上解决污水的腐蚀和细菌生长问题。由于水质不达标,集输、注水管线结垢和地层堵塞较严重,严重影响低孔低渗油田开展注水开发,水井措施受到严重影响。为解决系统腐蚀问题,开展清污水先混合后处理工艺,让两种不同性质的水源提前混合、反应,取得了较好的效果。

在实施水质改性治理应用的药剂主要是 PH 调整剂、絮凝剂、水质稳定剂。PH 调整剂作用是使水体由酸性变为碱性,并除去污水中的 HCO_3^- , 在高 pH 值情况下与 Fe^{3+} 反应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀,并形成不利于 SRB 生长的稳定水体。絮凝剂起加速净化作用,水质稳定剂起杀菌、阻垢和稳定注入水水质作用。

水质改性技术应用后,注水系统腐蚀得到有效控制,水质指标提高。但随着应用时间的延长,该技术逐渐暴露出产出污泥残渣量大、环境污染严重、出站水质腐生菌含量高且无法控制、污水处理综合成本高等问题。

2.1.3 预氧化水处理阶段

为解决污泥残渣量大的问题,在充分利用现有工艺流程和确保注水水质稳定达标的原则下,应用了“先氧化杀菌、后沉降控制”降低污泥的水处理技术路线。

预氧化水处理阶段应用的药剂:复合碱、除铁(杀菌)剂、絮凝剂(助凝剂)。其中复合碱用来调整污水 PH 值,提高碱的有效含量;除铁剂起氧化除铁和杀菌作用,可将水中的 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} , 在 PH 值大于 7.1 时, Fe^{2+} 通过氧化以 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 絮凝沉淀除去,同时利用其强氧化性杀灭和控制细菌生长;絮凝剂(助凝剂)起强化净化效果作用。

2.2 应用配套的工艺技术

高含油、高浊度、高矿化度、复杂水性的配套污水处理工艺的应用成功解决了生产中存在的难题,保障了污水站的正常运行,较好地控制了系统腐蚀,保证了净化水质稳定达标。

2.2.1 预除油工艺

药剂处理阶段,污水站来水含油普遍偏高,水质波动大。大多数污水处理站来水含油在 500mg/l 以上,对含油污水处理设施造成很大冲击,造成后续处理一系列问题,最严重的是过滤罐滤料被油污堵塞,出水水质超标,甚至净化水含油量也大幅超标,注水罐也存在 300-500mm 的油污层。在意识到控制来水含油量的重要性后,

污水处理工作加强了先期除油。对各联合站闲置的高含水油罐进行改造,增设布水系统、集水系统、收油系统、排污系统。联合站三相分离器放水首先进入改造后的预收油罐,该罐除油效率可达 95% 以上,除悬浮物效率可达 60% 以上,保证了污水站来水含油控制在 100mg/l 左右,对保证后续净化处理起到了重要作用。

2.2.2 高效加药混凝技术

在筛选出适应水性特点的药剂前提下,为降低药剂用量、控制加药成本、提高药剂利用率,研究了高效加药混凝技术,即是根据混凝机理,在混合阶段,对水流进行剧烈搅拌,使药剂快速均匀地分散于水中,以利于混凝剂快速水解、聚合及颗粒脱稳。通常将混合时间控制在 10s-20s。在反应阶段即絮凝阶段,主要靠水力搅拌促使颗粒碰撞凝聚。在此过程中,絮凝体尺寸逐渐增大,粒径变化从微米级增加到毫米级。研制的高效混凝旋流反应器就是通过控制反应器进口流速及喷嘴尺寸,按照混凝反应机理,在凝聚过程中利用旋流反应器形成的旋流进行充分混合。

2.2.3 逆流沉降分离技术

传统式沉降罐采用同向流沉降模式,悬浮物沉降方向与水流运移方向相同。这种沉降模式有利于悬浮油类的去除,不利于悬浮固体的去除。由于前期除油工艺的应用及污水站收油罐收油效率的提高,除油基本已由前处理设备完成,为解决加碱工艺伴生的的高固体悬浮物处理问题,使沉降罐功能转化为以去除悬浮物为主,重新设计沉降罐参数,调整进出水方位,改变水与悬浮物相对流向,使悬浮物沉降方向与水流方向相反,由下部进水,上部出水,使悬浮物在下部已预沉 50-60%,水流经过斜管(板)时,细粒径悬浮物在斜板上沉降下来。罐底设滑泥坡,由加压泵出水管路引入冲洗管,可正冲和反冲,加大污泥流动性,以利排污。这一处理工艺可大幅度减轻斜板(管)负荷,提高沉降罐有效容积,提高悬浮物去除率 30% 左右,出水悬浮物含量可控制在 30mg/l 以内,大大减轻滤罐过滤压力。

3、结论和建议

油田污水处理技术发展处理需始终围绕着控制腐蚀、水质达标这个核心进行研究和攻关。污水处理工作是注水工作的源头,水质工作搞好了,可以减少后续大量工作,减少不必要的投入,提高油田开发效益。因此,加强水处理工艺及技术,提高水质达标率、低孔低渗油田开发水平有着重要的意义。