

## 弱碱三元驱注入系统在线清洗除垢

于智明 大庆油田采油三厂

**摘要:** 弱碱三元驱注入系统主要结垢部位在高压碱静态混合器、高压二元静态混合器、单井单流阀及其静态混合器,其主要成分为钙质垢。弱碱三元驱注入系统垢影响注入时率和驱油效果,因此,在大庆油田某弱碱三元区块开展了在线清洗除垢方法的研究,根据结垢部位、结垢量及结垢周期的不同进行分段、分周期清洗。该清洗方法具有清洗速度快、操作简便、清洗彻底等优势,延长了流程中各种计量仪表及阀门的更换和维护周期。

**关键词:** 在线清洗;清洗周期;调节阀;单流阀;垢样

doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2015.8.019

大庆油田某弱碱三元区块化学驱阶段共分4个段塞注入:前置聚合物段塞、三元主段塞、三元副段塞和后续聚合物保护段塞。注入站于2012年7月建成,2013年3月投注前期聚合物段塞,2013年7月至今为三元主段塞。站内采用低压二元、高压二元、单泵单井的三元驱简化配注工艺,设计规模为单井平均注入量 $65\text{ m}^3/\text{d}$ ,注入站柱塞泵96台。随着三元主段塞的投注,地面注入系统中流量调节阀、静态混合器等部位出现结垢卡阻现象,严重地影响了注入时率和驱油效果。为克服结垢影响,有必要对垢样进行分析,优选清垢药剂和优化清洗方式,摸索出适合地面工艺流程的在线清洗除垢方法。

## 1 垢样分析

注入站工艺流程如图1所示,站内由曝氧站来的曝氧水与表活剂在本站配制成一元液后输送至聚合物配制站,配制成低压二元母液后返输回本站,与本站配制的高压二元液按一定比例稀释混合,形

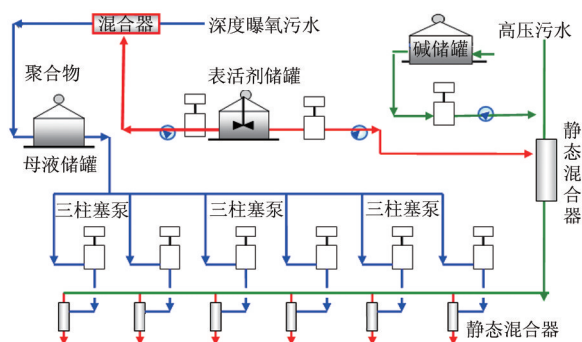


图1 三元配注站注入工艺流程

成碱和表活剂浓度稳定、聚合物浓度可调的三元目的液,通过站外单井管道输至注入井。三元注入站在注入3个月后才开始出现结垢,其主要结垢部位在高压碱静态混合器、高压二元静态混合器、单井单流阀及其静态混合器,经化验后可知,其垢质主要是钙质垢,如表1所示。分析认为,主要由于碱中碳酸根与水的钙离子过饱和后析出结垢。

## 2 清洗流程及清洗方式优化

### 2.1 单井在线清洗流程

通过对站内单井流程的分析,除去管线内部及流程中各设备所结垢的最有效方法是循环式的在线清洗。主要结垢部位均是碱液所流经的管线及设备,因此在单井高压二元闸阀上部加装阀门作为在线清洗流程的入口,而出液口则在单井静态混合器的下部。

(1) 清洗设备。清洗设备由清洗泵、清洗桶、清洗管线三大部分组成。小型清洗设备(用于清洗单井)清洗泵排量为 $15\text{ m}^3/\text{h}$ ,清洗桶中清洗液经增压泵进入清洗流程作业,酸液由无机酸和缓蚀剂复配而成。清洗管线出口处安装有压力表,用于控制清洗液流速以免造成管线内憋压,同时可控制清洗时间,单井清洗流程见图2。

(2) 单流阀及高压二元调节阀清洗方式。清洗时将高压二元调节阀上部法兰至单流阀部分拆卸下来,将加工的清垢接头安装到上部法兰位置作为清洗液的出液口,加装的球阀接头作为进液口。通过多次摸索可知,在线清洗每个调节阀需要30~45 min,

表1 注入端垢样成分

取样部位	钙/%	镁/%	铁/%	钠/%	钾/%	硅/%	难溶盐及有机物/%
高压碱静混器	72.27	2.22	0.24	1.39	≤0.01	0.21	23.66
高压二元静混器	73.93	2.90	0.19	2.22	≤0.01	0.23	20.52
单井静混器	38.37	1.62	3.52	0.73	0.04	4.42	51.30



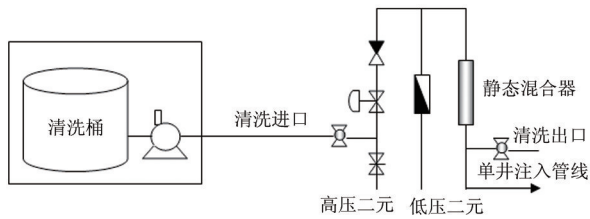


图2 单井清洗流程

在清洗的同时可以用药剂来清洗拆卸下来的单流阀及连接管线。同人工物理清洗相比，在线清洗的方法可以更彻底地清除调节阀内部各部件、单流阀及连接管线内部的垢质。

(3) 静态混合器的清洗方式。针对单井静态混合器中含有混合单元，在清洗过程中易产生节流、结垢严重难清洗的情况，采取将静混现场拆卸，对混合单元进行逐个离线清洗的方式，清洗时间为1~1.5 h。清洗后因结垢而堵塞的注入井恢复注入。

### 2.2 汇管的清洗

从碱储罐出口高压碱泵到注入站内单井高压二元管线，汇管一共有3段，分别是高压碱泵至高压碱静态混合器 (DN100 mm)，高压碱静态混合器至注入泵房内高压二元汇管阀门前 (DN250 mm)，高压二元汇管阀门后至单井高压二元闸阀 (DN250 mm)。因第一与第三段管线均只有1条，所以清洗时需要停产，而第二段管线有2条，因管线存在变径及清洗条件的不同，将汇管的在线清洗工作划分成了三个部分。汇管的清洗设备相应增多，结构与小型清洗装置相同，其清洗泵排量增大到50 m<sup>3</sup>/h，清洗流程见图3。

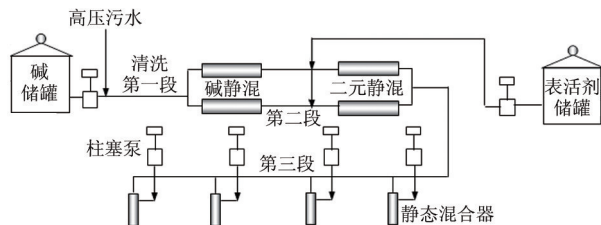


图3 汇管清洗流程

第一段管线内部只流经碱液，因此清洗时只需要用除垢剂进行清洗，第二段和第三段管线内因其流经表活剂液，拆卸DN250 mm静态混合器时发现管线内部垢质分为两层，下层是钙质垢，上层是表活剂中的油与聚合物、污水中的杂质混合后形成的油质垢，因此清洗时需要先用除油药剂清洗，后用除垢剂清洗。

通过多次清洗试验可知，根据汇管内部垢质成分的不同，单一除垢剂清洗需要24~30 h，除油剂加除垢剂的清洗方式需要48~60 h，清洗不及时会造成清洗时间延长，影响注入时率。此外，大型静

态混合器内部静混单元易结垢和变形，清洗时应拆卸后彻底清洗，并且更换变形的静混单元，延长设备使用寿命。

### 2.3 确定清洗周期

在注入端结垢初期，因相关数据不足，采取随时影响随时清洗的除垢方式，单井阀组清洗周期为1.5~3个月，汇管部分清洗周期为5~8个月。因清洗周期的不固定，无法对注入流程内部结垢情况进行明确的判断，同时也造成了注入体系的不稳定，每月注入量差别很大。针对这种情况开展了明确各部位清洗周期的工作。

首先根据单井注入量的变化判断结垢程度，经过多次清洗后摸索出根据沿程前后压差变化情况 (大于1 MPa) 来判定清垢周期，如注入泵出口压力和单井静态混合器后压力差大于1 MPa时，判断此时静态混合器堵塞，需要进行清洗。

其次在每次汇管静态混合器拆卸时对汇管管壁内部结垢厚度进行记录，并且同当时的体系注入量以及整体注入压力进行综合分析，发现当注入时间达到4~5个月时，随着汇管内部垢质厚度增加，注入体系的注入量开始减少，压力开始升高，因此判定需要对汇管进行清洗。

根据现场实际运行情况，对于有备用管线部分的汇管管线采取清洗周期与更换汇管静混时间相同清洗办法，对于无备用管线部分的汇管因天气原因，采取一年两次的清洗办法，初步总结出了各部分的清洗周期，见表2。

表2 管线及设备清洗周期

项目	单井静混	汇管静混	单井调节阀	单井管线	汇管管线
清洗周期/ mon	2.5~3	2.5~3	2.5~3	3	6

明确清洗周期后，注入端各部位按照周期清洗，注入量每月浮动很小，注入体系质量保持稳定。

## 3 结语

(1) 弱碱三元驱注入系统主要结垢部位在高压碱静态混合器、高压二元静态混合器、单井单流阀及其静态混合器，其主要成分为钙质垢。

(2) 通过对高压二元调节阀、单流阀及管线在线清洗方式和清洗周期进行优化，有效克服了结垢影响，能够满足现场注入要求。

(3) 单井清洗费用3 800元，汇管清洗费用105元/米，本站年清洗费用约130万元，与更换阀门、静混等相比可节约大量资金，经济效益显著。

收稿日期 2015-03-23

(栏目主持 张秀丽)

